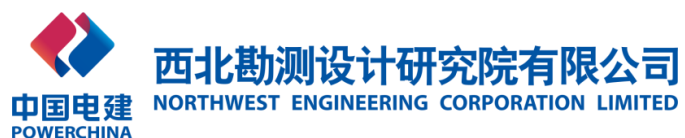


许昌市海绵城市建设 PPP 项目

可行性研究报告

（修订版）



二〇一七年二月



工 程 设 计 资 质 证 书

证书编号: A161000186

有 效 期: 至2018年02月19日

中华人民共和国住房和城乡建设部制

企 业 名 称: 许昌市海能城市建设PPP
经济 性 项目: 可行性研究报告专用
有限公司 (法人独资)

资 质 等 级: 工程设计综合资质甲级
可从事资质证书许可范围内相应的建设工程总承包业务以
及项目管理和相关的技术与管理服务。*****

发证机关

2014 年 05 月 27 日

No A2.034.0449



工程咨询单位资格证书

单位名称: 中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司 资格等级: 甲级
专 业 项目可行性研究报告专用 服务范围

水电、水利工程、其他(新能源)

水文地质、工程测量、岩土工程

生态建设和环境工程

建筑、公路

电子

以上各专 业均涵盖了本专业相应的节能减排和环境保护内容,取得编制项目可行性研究报告、项目申请报告资格的单位,具备编制固定资产投资
项目节能评估文件的能力;取得评估咨询资格的单位,具备对固定资产投资项 目节能评估文件进行评审的能力。

证 书 编 号: 工咨甲 23220070020

证书有效期: 至 2020 年 08 月 16 日

带*部分,以国务院有关主管部门颁发的资质证书为准

2015 年 08 月 17 日

中华人民共和国国家发展和改革委员会制

批准：杨建武

核定：夏建涛 张友科 苏国省

审查：马 勃 薛珺华 祝立东

校核：刘 轩 李晓将 马 龙 李振宇
仇 彤 柳 娜 董 婷

编写：姚普静 李坤南 杨 霄 柳学伟
贾 园 谭蕾蕾 陈 岱 王 宁
王海辰 王 燕 赵鹏举



工程咨询单位资格证书

单位名称: 深圳市城市规划设计研究院有限公司 资格等级: 乙级

专 业

市政公用工程(给排水)

服务范围

编制项目建议书

以上各专业均涵盖了本专业相应的节能减排和环境治理内容。取得编制项目可行性研究报告、项目申请报告资格的单位,具备编制固定资产投资节能评估文件的能力;取得评估咨询资格的单位,具备对固定资产投资节能评估文件进行评审的能力。

证书编号: 工咨乙 12420110002

证书有效期: 至 2020 年 08 月 16 日



2015 年 08 月 17 日

中华人民共和国国家发展和改革委员会制

项目名称：许昌市海绵城市建设 PPP 项目可行性研究报告

委托单位：许昌市住房和城乡建设局

项目编号：2016K66

编制单位：深圳市城市规划设计研究院有限公司

设计证书号：工咨乙 12420110002

项目负责人：俞 露

批 准：司马晓

审 定：丁 年

审 核：俞 露

校 对：熊慧君

设 计：陆利杰 马倩倩 任心欣

唐圣钧 胡爱兵 田婵娟

| | |
|-----------------------|----|
| 1 项目概述..... | 1 |
| 1.1 项目背景..... | 1 |
| 1.2 编制依据..... | 1 |
| 1.3 采用的主要技术规范..... | 2 |
| 1.4 编制原则..... | 4 |
| 1.5 编制范围及内容..... | 5 |
| 1.6 主要经济指标..... | 7 |
| 2 区域概况..... | 8 |
| 2.1 自然条件..... | 8 |
| 2.2 城市性质及规模..... | 14 |
| 2.3 相关规划概况..... | 18 |
| 2.4 工程设施现状分析..... | 34 |
| 2.5 试点区竖向系统规划..... | 45 |
| 3 试点区“海绵性”综合评估..... | 48 |
| 3.1 降雨量分析..... | 48 |
| 3.2 排水系统能力评估..... | 49 |
| 3.3 “海绵性”评估..... | 54 |
| 4 存在问题和建设必要性、可行性..... | 56 |
| 4.1 存在问题..... | 56 |
| 4.2 建设必要性..... | 60 |
| 4.3 建设可行性..... | 61 |
| 5 PPP 模式专项论证..... | 66 |
| 5.1 运作模式..... | 66 |
| 5.2 运作步骤..... | 66 |
| 5.3 回报机制..... | 67 |
| 5.4 定量评价..... | 67 |
| 5.5 评价结论..... | 72 |
| 6 工程总体..... | 73 |
| 6.1 设计理念..... | 73 |

| | | |
|------|--------------------|-----|
| 6.2 | 设计原则..... | 73 |
| 6.3 | 设计目标..... | 74 |
| 6.4 | 技术线路..... | 76 |
| 7 | 工程设计..... | 90 |
| 7.1 | 主要设计标准..... | 90 |
| 7.2 | 计算方法..... | 91 |
| 7.3 | 工程地质条件分析及参数选定..... | 98 |
| 7.4 | 道路与管网..... | 101 |
| 7.5 | 建筑与小区..... | 176 |
| 7.6 | 公园水系与湿地..... | 192 |
| 7.7 | 植物种植设计..... | 215 |
| 7.8 | 水生态系统设计..... | 224 |
| 7.9 | 工程设计目标可达性分析..... | 233 |
| 8 | 智慧运维管控系统建设..... | 234 |
| 8.1 | 考核动态评估优化体系..... | 236 |
| 8.2 | 地图可视化管理..... | 238 |
| 8.3 | 在线实时监控平台管理..... | 239 |
| 8.4 | 自动预警报警管理..... | 241 |
| 8.5 | 灾害应急处置管理..... | 242 |
| 8.6 | 平台建设运维与运营..... | 244 |
| 8.7 | 智慧知识库管理..... | 245 |
| 9 | 工程项目年度建设计划..... | 246 |
| 10 | 维护管理..... | 248 |
| 10.1 | 维护管理主体..... | 248 |
| 10.2 | 维护管理监督..... | 248 |
| 10.3 | 运营成本测算..... | 248 |
| 11 | 保障措施..... | 249 |
| 11.1 | 组织保障..... | 249 |
| 11.2 | 制度保障..... | 250 |

| | | |
|------|-------------------|-----|
| 11.3 | 资金保障..... | 257 |
| 11.4 | 绩效评估..... | 258 |
| 12 | 主要工程量及设备材料表..... | 263 |
| 13 | 环境保护..... | 272 |
| 13.1 | 环境影响分析..... | 272 |
| 13.2 | 环境影响对策..... | 273 |
| 14 | 水土保持..... | 276 |
| 15 | 节能..... | 278 |
| 15.1 | 编制依据..... | 278 |
| 15.2 | 工程能耗分析..... | 278 |
| 15.3 | 节能分析..... | 278 |
| 16 | 劳动保护、职业安全及卫生..... | 280 |
| 16.1 | 设计依据..... | 280 |
| 16.2 | 设计原则..... | 280 |
| 16.3 | 设计任务及目的..... | 280 |
| 16.4 | 劳动保护..... | 281 |
| 16.5 | 职业安全及卫生..... | 283 |
| 17 | 投资估算..... | 285 |
| 17.1 | 编制依据..... | 285 |
| 17.2 | 各项建设费说明..... | 285 |
| 17.3 | 工程投资..... | 287 |
| 17.4 | 资金筹措..... | 287 |
| 18 | 经济评价..... | 317 |
| 18.1 | 有关说明..... | 317 |
| 18.2 | 经济评价内容..... | 317 |
| 18.3 | 国民经济评价..... | 320 |
| 18.4 | 经济敏感性分析..... | 320 |
| 19 | 工程效益分析..... | 322 |
| 19.1 | 环境效益..... | 322 |

| | | |
|------|------------------|-----|
| 19.2 | 社会效益..... | 323 |
| 19.3 | 经济效益..... | 324 |
| 20 | 社会风险评价..... | 325 |
| 20.1 | 社会影响分析..... | 325 |
| 20.2 | 互适性分析..... | 327 |
| 20.3 | 社会稳定风险评估..... | 328 |
| 20.4 | 社会评价结论..... | 333 |
| 21 | 项目招标投标..... | 335 |
| 21.1 | 项目招标范围..... | 335 |
| 21.2 | 项目采购原则及运作方式..... | 335 |
| 22 | 新技术、新材料的应用..... | 337 |
| 22.1 | 连锁型陶瓷透水砖..... | 337 |
| 22.2 | 彩色透水整体路面..... | 338 |
| 22.3 | 微生态活水净化工艺..... | 339 |
| 22.4 | 成品蓄水模块..... | 340 |
| 22.5 | 环保纤维植被毯技术..... | 340 |
| 22.6 | 多孔纤维棉..... | 341 |
| 23 | 结论及建议..... | 343 |
| 23.1 | 结论..... | 343 |
| 23.2 | 建议..... | 343 |
| 24 | 相关附件..... | 344 |

1 项目概述

1.1 项目背景

从 2015 年起，全国各城市新区、各类园区、成片开发区要全面落实海绵城市建设要求。老城区要结合城镇棚户区和城乡危房改造、老旧小区有机更新等，以解决城市内涝、雨水收集利用、黑臭水体治理为突破口，推进区域整体治理，逐步实现“小雨不积水、大雨不内涝、水体不黑臭、热岛有缓解”的目标。坚持构建低影响开发雨水系统的基本原则，贯彻“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”的治水思路，因地制宜，合理选择低影响开发建设模式，将海绵城市的理念融入到城市规划、工程设计、建设、维护的各过程之中，不仅可以节约水资源、保护和改善城市生态环境、有效避免城镇化过程中产生内涝事件，更体现中国传统城市规划中讲究因地制宜、顺应自然规律，重视天人和谐的设计观念和生态设计意识，实现城市人居环境质量提升，促进社会经济与资源环境的协调发展。

许昌市高度重视海绵城市建设工作，专门成立了以市委书记为第一组长、市长为组长的高规格领导小组，出台了《关于全面推进海绵城市的意见》，并在许昌市住房城乡建设局下设了专门的办公室，负责海绵城市日常工作。在此之前，《许昌市水生态文明城市建设试点实施方案》正式获得省政府批复，试点期间，许昌市以党的十八大提出的生态文明建设为行动指南，尊重水系自然条件，维持水系健康生命，正确处理水系保护与综合利用的关系，科学引导水系功能，开展水生态修复，高效调配水资源，积极建设水利工程，完善水文化景观体系，在市区形成“五湖四海畔三川、两环一水润莲城”的水系格局，构建林水相依、水文共荣、城水互动、人水和谐的水生态文明示范城市。许昌市水生态文明城市建设，工程涵盖水资源配置与优化管理，主城区水系连通，节水示范工程，水文化建设与城市景观提升，城市防洪等多个领域。许昌市成功入围了河南省海绵城市建设试点城市，标志着许昌海绵城市创建进入了向更高层次迈进的新阶段。

1.2 编制依据

《国务院办公厅关于推进海绵城市建设的指导意见》(国办发〔2015〕75 号)

《住房城乡建设部关于印发海绵城市专项规划编制暂行规定的通知》

《海绵城市建设技术指南—低影响开发雨水系统的构建（试行）》

《海绵城市建设绩效评价与考核办法（试行）》

《贯彻落实国办发〔2013〕23 号文件精神做好城市排水防涝设施建设管理工作的实施意见》

《关于进一步加强城镇基础设施建设管理工作的实施意见》

《河南省人民政府办公厅关于推进海绵城市建设的实施意见》

《许昌市城市总体规划（2015-2030）》

《许昌市海绵城市建设专项规划（2016-2030）》

《许昌市排水、污水处理、再生水利用和污泥处置设施专项规划（2015-2030）》

《许昌市海绵城市建设试点实施方案（2016-2018）》

《许昌市水生态文明城市建设试点实施方案》

1.3 采用的主要技术规范

1.3.1 给排水工程

《城镇给水排水技术规范》（GB50788-2012）

《室外排水设计规范》（GB50014-2006）（2016 年版）

《建筑给水排水设计规范》（GB 50015-2009）

《建筑与小区雨水利用技术规范》（GB 50400-2006）

《雨水集蓄利用工程技术规范》（GB/T 50596-2010）

《城市污水再生利用 景观环境用水水质》（GB/T 18921-2002）

《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2002）

《泵站设计规范》（GB50265-2010）

《埋地塑料排水管道工程技术规程》（CJJ143-2010）

《埋地聚乙烯排水管道工程技术规程》（CECS164:2004）

《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》（GB50032-2003）

《给水排水管道工程施工及验收规范》（GB50268-2008）

《给水排水构筑物工程施工及验收规范》（GB50141-2008）

《工程建设标准强制性条文—城镇建设部分》（2013 年版）

1.3.2 道路工程

《城市道路工程设计规范》(CJJ37-2012)
《城镇道路路面设计规范》(CJJ169-2012)
《透水路面砖和透水路面板》(GB/T 25993-2010)
《透水水泥混凝土路面技术规程》(CJJ/T135-2009)
《透水沥青路面技术规程》(CJJ/T190-2012)
《透水砖路面技术规程》(CJJ/T188-2012)
《城市道路路基设计规范》(CJJ194-2013)
《城市道路交叉口设计规程》(CJJ 152-2010)
《公路沥青路面设计规范》(JTG D50-2006)
《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40-2004)
《公路路基设计规范》(JTG D30-2004)
《公路路面基层施工技术规范》(JTJ 034-2000)
《无障碍设计规范》(GB 50763-2012)
《城市道路交通设施设计规范》(GB 5788-2011)

1.3.3 景观绿化工程

《城市道路绿化规划与设计规范》(CJJ75-97)
《城市绿化工程施工及验收规范》(CJJ82-2012)
《公园设计规范》(GB/T 51046-2014)

1.3.4 建筑工程

《民用建筑设计通则》(GB50352-2005)
《办公建筑设计规范》(JGJ67-2006)
《种植屋面工程技术规程》(JGJ155-2013)

1.3.5 结构工程

《建筑结构可靠度设计统一标准》(GB50068-2001)
《建筑工程抗震设防分类标准》(GB50223-2008)
《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)
《建筑结构荷载规范》(GB50009-2012)

《混凝土结构耐久性设计规范》(GB/T 50476-2008)

《混凝土结构设计规范》(GB50010-2010)

《砌体结构设计规范》(GB50003-2011)

《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2011)

《建筑地基处理技术规范》(JGJ79-2012)

1.3.6 海绵城市指导文件及标准图集

《海绵城市建设技术指南》——低影响开发雨水系统构建（试行）

《城市道路——透水人行道铺设》(10MR204)

《环境景观——室外工程细部构造》(15J012-1)

《城市道路与开放空间低影响开发雨水设施》(15MR105)

《城市道路——环保型道路路面》(15MR205)

《绿地灌溉与体育场地给水排水设施》(15SS510)

1.4 编制原则

(1) 规划引领

贯穿融合许昌市城市总体规划、控制性详细规划、修建性详细规划、各专项规划，在后续相关规划中落实海绵城市建设、低影响开发雨水控制系统的建设理念。

(2) 尊重现状

优先利用城市现有排水系统，充分发挥绿地、道路、水系对雨水的吸纳、渗滞、蓄排和净用，对雨水起到缓释作用，使城市开发建设后的水文特征接近开发前。

(3) 因地制宜

根据《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建（试行）》要求，结合本地地理条件、水资源条件、降雨特点、开发强度以及内涝防治要求等，合理选择海绵城市 LID 控制目标与指标。合理选择低影响开发设施，科学布局。

(4) 统筹建设

结合许昌市城市建设现状，基于城市总体规划与控制性详细规划，在不同地块类型中严格落实径流控制目标、指标和技术要求。

(5) 全面协调

1.5.1 编制范围

根据《许昌市海绵城市建设试点实施方案（2016-2018 年）》，本次许昌市海绵城市建设试点区域位于主城区东至魏武大道、西至清潁河、北至新元大道、南至天宝路 35 平方公里的区域。

试点区域主要涉及的行政片区为魏都区、示范区、东城区、建安区。其中永昌路以南位于许昌市东城片区，永昌路以北属于许昌市城乡一体化示范区。

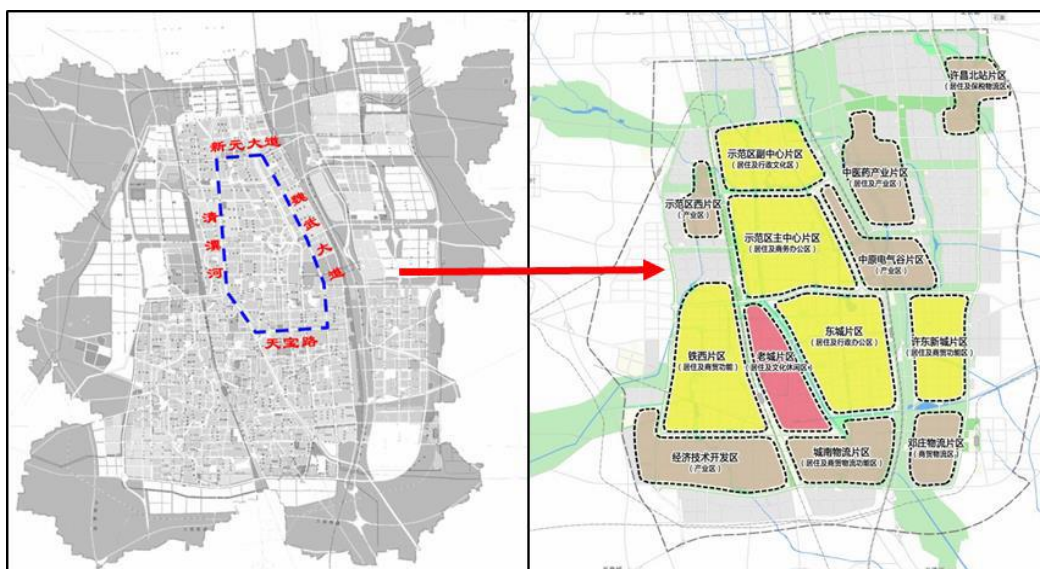


图1.1 试点区区域范围图

依据《许昌市海绵城市建设 PPP 项目规划》及《许昌市海绵城市建设 PPP 项目可行性研究报告》(审定稿), 许昌市海绵城市试点区 PPP 项目共计 87 个。本可研作为《许昌市海绵城市建设 PPP 项目可行性研究报告》(审定稿) 的修订版, 研究对象为市本级负责的 29 个项目, 将 29 个项目打包作为首批 PPP 项目包进行实施。

本次海绵设施设计内容包括建筑与小区 3 个；道路与管网 19 个；公园湿地水系 6 个；能力建设类 1 个，共计 29 个子项。

| 序号 | 项目名称 | 责任单位 |
|----|----------------------|------|
| 1 | 昌盛路（滨河路——文峰北路）海绵改造工程 | 建安区 |
| 2 | 镜水路（新元大道——尚德路）海绵改造工程 | 建安区 |

| 序号 | 项目名称 | 责任单位 |
|----|--------------------------------------|------|
| 3 | 龙泉街（滨河路—魏武大道）海绵改造工程 | 建安区 |
| 4 | 尚德路（滨河路—镜水路）海绵改造工程 | 建安区 |
| 5 | 尚集街（滨河路—文峰北路）海绵改造工程 | 建安区 |
| 6 | 聚贤街（文峰北路—魏文路）海绵改造工程 | 建安区 |
| 7 | 兴平路（永兴西路—永昌西路）海绵改造工程 | 魏都区 |
| 8 | 文轩路（兴平路—文峰路）海绵改造工程 | 魏都区 |
| 9 | 恒丰路（永昌西路—万通街）海绵改造工程 | 魏都区 |
| 10 | 明礼街（学院路—魏武大道）海绵改造工程 | 示范区 |
| 11 | 礼贤路（龙兴路—陈庄街）海绵改造工程 | 东城区 |
| 12 | 龙兴路（八龙路—学院路）南海绵改造工程 | 东城区 |
| 13 | 八龙路（文轩路—天宝路）海绵改造工程 | 东城区 |
| 14 | 滨河路（新元大道—永昌西路）海绵改造工程 | 建安区 |
| | | 魏都区 |
| 15 | 莲苑路（龙泉街—周庄街、芙蓉大道—尚德路）海绵改造工程 | 建安区 |
| | | 示范区 |
| 16 | 魏武大道（新元大道—龙泉街、昌盛路—明礼街、陈庄街—礼贤路）海绵改造工程 | 建安区 |
| | | 示范区 |
| | | 东城区 |
| 17 | 万通街（滨河路—魏文路）海绵改造工程 | 魏都区 |
| | | 示范区 |
| 18 | 宏腾路（滨河路—学院路）海绵改造工程 | 魏都区 |
| | | 示范区 |
| 19 | 隆昌路（滨河路—学院路）海绵改造工程 | 魏都区 |
| | | 示范区 |
| 20 | 产业集聚区管委会海绵改造工程 | 魏都区 |
| 21 | 留学生创业园公共建筑海绵改造工程 | 示范区 |
| 22 | 迎宾馆海绵城市改造工程 | 东城区 |
| 23 | 北海公园海绵改造工程（北海段） | 建安区 |
| 24 | 清潁河带状公园海绵改造工程 | 建安区 |
| | | 魏都区 |
| 25 | 学院河饮马河带状公园海绵改造工程 | 建安区 |
| | | 示范区 |
| | | 东城区 |
| 26 | 芙蓉湖公园及芙蓉广场海绵改造工程 | 示范区 |
| 27 | 鹿鸣湖公园海绵改造工程 | 东城区 |
| 28 | 悦民公园一、二标段海绵改造工程 | 东城区 |
| 29 | 监测及一体化管控平台 | 海绵办 |

1.6 主要经济指标

本项目投资估算总额为 59216.69 万元，其中建筑安装工程费用为 49058.76 万元，占工程投资的 82.85%，工程建设其他费用为 3741.28 万元，占工程投资的 6.32%，基本预备费为 4224.00 万元，占工程投资的 7.13%。

2 区域概况

2.1 自然条件

2.1.1 城市区位

许昌市位于河南省中部，北靠省会郑州市和历史文化名城开封市，西靠平顶山市，南接漯河市，东连周口市；地理坐标为东经 $113^{\circ} 03'$ — $114^{\circ} 19'$ 、北纬 $33^{\circ} 46'$ — $34^{\circ} 24'$ 。市域总面积 4996 平方公里，辖禹州市、长葛市、建安区、鄢陵县、襄城县和魏都区两市三县一区（82 个乡（镇），14 个街道办事处）。北距郑州市 87 公里，南距漯河市 65 公里，东距开封市 105 公里，西距洛阳市 187 公里，京广铁路、京广高铁、京珠高速、武西高速、永登高速、107 国道、219 省道和 103 省道纵贯南北，兰南高速、311 国道、325 省道、237 省道和 329 省道横穿东西，北距新郑国际机场 40 余公里。

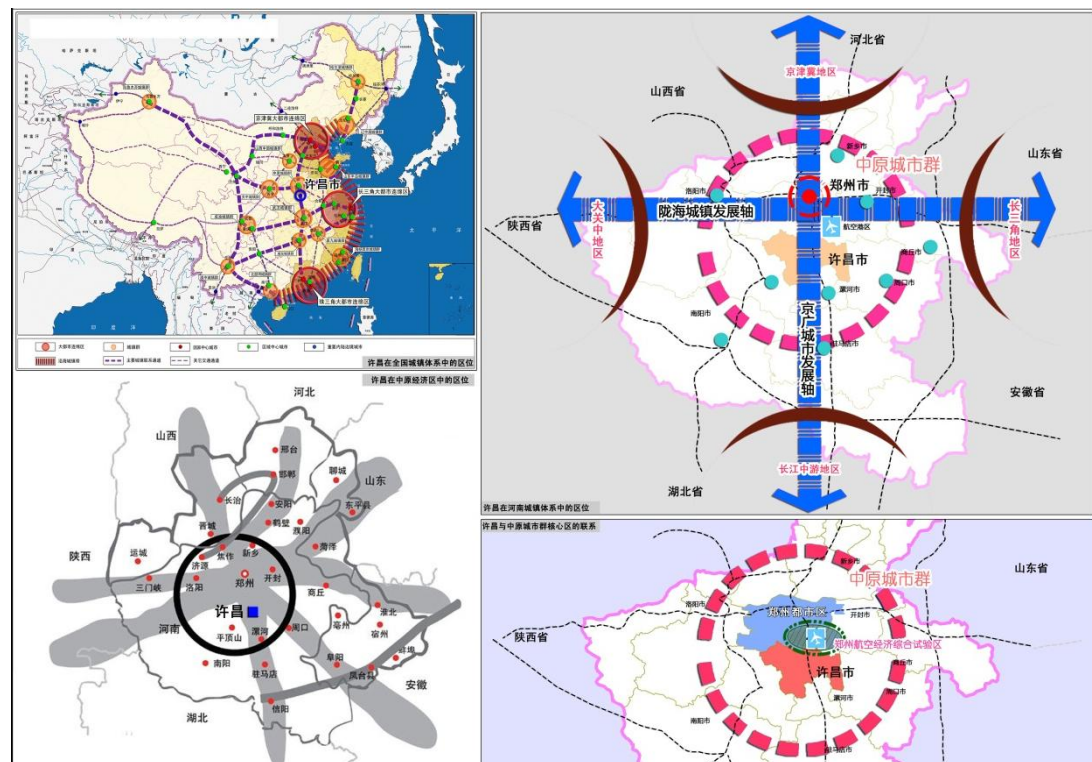


图2.1 许昌城市区位图

2.1.2 地形地貌

许昌地处豫西山地向黄淮海平原过渡地区，地貌西部山岗起伏，东部沃野坦荡，处于伏牛山余脉向东平原过渡地区，东西长 117 公里，南北宽 53 公里，东

西狭长。地势大体由西向东南倾斜，地面坡降由百分之一过渡到二千分之一，平均坡度为 0.2~0.5‰；许昌市西部为低山丘陵，最高海拔 1150m；东部为淮海平原西缘，最低海拔 50m。地势自西北向东南缓慢倾斜。地貌景观呈东西向分带，按地貌成因及形态组合分为平原、山地和岗地三大类。其中平原面积 3768.30 平方公里，山地面积 717.30 平方公里、岗地面积 492.76 平方公里。

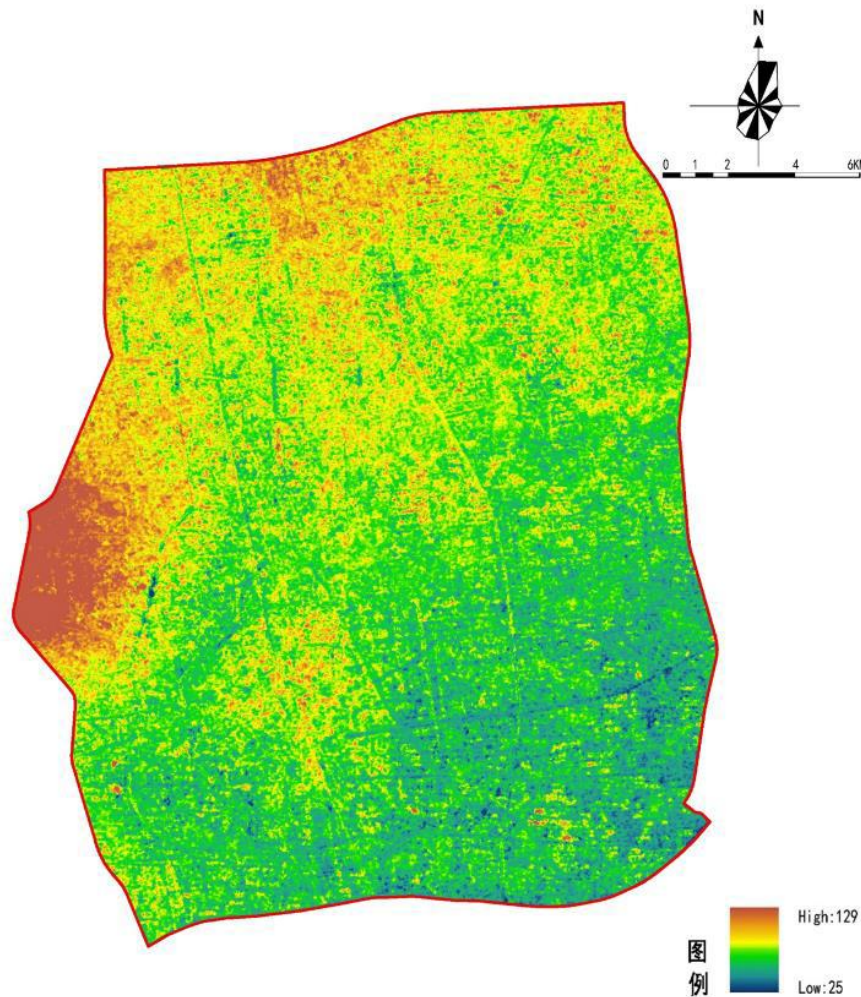


图2.2 许昌市中心城区数字高程图

2.1.3 水文气象

许昌市全市多年水资源总量为 9.35 亿 m^3 。其中：多年平均地表水资源量 4.84 亿 m^3 ，地下水资源量为 6.28 亿 m^3 ，重复计算量 1.77 亿 m^3 。许昌市境内多年平均过境水量为 12.51 亿 m^3 ，主要为北汝河、颍河、双洎河、清颍河和沙河等河流。南水北调中线工程一期供许昌市水量为 2.26 亿 m^3 。

市区水文属淮河流域颍河水系，河道流域面积大于 1000 平方公里的有北汝

河、颍河、双泊河、清潁河和沙河等 5 条，流域面积 100—1000 平方公里的有康沟河、灞陵河、小泥河等 19 条河流和众多支流，河道总长度约 677 公里，有大型水闸 3 座，中型水闸 26 座，大型水库 1 座，中型水库 2 座，小型水库 44 座。许昌市地表水主要河流有北汝河、颍河、双泊河、清潁河、沙河、清流入、灞陵河，地下水主要以浅层地下水为主，主要靠降水渗透补充。

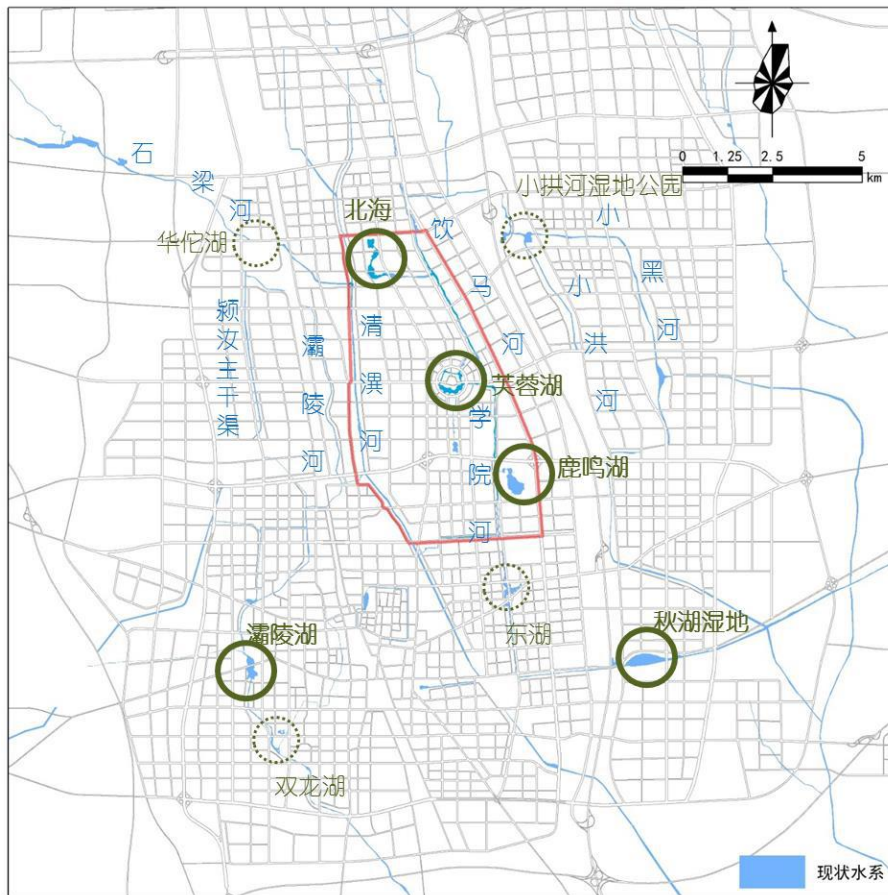


图2.3 许昌市河流水系分布图

(1) 北汝河

发源嵩县，流经汝阳、汝州、宝丰、郾县、襄城县，在舞阳县岔河口汇入沙河，河道下游段是襄城县和舞阳县的边界河流，河道总长 254km，流域面积 6080km²。

(2) 颍河

发源于登封市嵩山余脉少室阳乾诸山，于禹州市花石乡白沙村入境，在建安区蒋李集镇出境。流经禹州、襄城、许昌、临颍、郾城、西华，在周口汇入沙河，河道总长 263km，流域面积 7348km²，流经许昌市的 3 个县（市），境内河长 92km。

(3) 双泊河

发源新密市，流经新郑、长葛、尉氏、鄢陵，在扶沟县摆渡口汇入贾鲁河，

河道总长 181km，流域面积 1758km²，流经许昌市河长 87km。

(4) 清潁河

发源新郑市，流经长葛市、建安区、魏都区、临颍县、鄢陵县，在西华、鄢陵交界处汇入颍河，河道总长 149km，流域面积 2362km²，许昌市境内河长 71km。

(5) 沙河

发源于鲁山县，流经宝丰、平顶山市、叶县，在襄城县丁营乡崔庄村南与北汝河交汇后沿襄城县与舞阳县界由崔庄至霍堰村流入舞阳县境内，在襄城县境内长 4.8km。

(6) 清流入

清流入上游称老潁水，发源长葛市流经建安区、鄢陵县，在鄢陵县屯沟村汇入二道河后始称清流入，在鄢陵与西华交界附近周桥闸汇入大浪沟，在西华县李湾村，注入颍河，河道总长 79km，流域面积 1393km²，许昌市境内河长 69km。

(7) 灞陵河

上游源头有二，一是发源于灵井岗北麓的夏庄沟，穿过颍汝干渠处由坡张闸控制，另一是发源于灵井岗南麓的灵沟河，穿过颍汝干渠处有孙家闸控制。二河沟在市区北部袁庄汇合后始称灞陵河，在市区西部蜿蜒向南，在建安区蒋李集镇北部注入小泥河，该河流域面积 165km²，按夏庄沟计河道总长 28km。

(8) 颍汝总干渠

为人工河流，由北汝河襄城县大陈闸枢纽工程起自西南向东北穿越文化河、运粮河、颍河、灞陵河等。全长 43.2 公里，渠道最大宽度 48m，最大输入量每秒 56.5 立方米。

许昌市属于北暖温带季风气候区，热量资源丰富，光能充足；降水适中；无霜期长。除西部禹州市有部分山区岗地外，其余为平原地区，气候差异不大。许昌市一年四季分明，春秋两季时长各有两个月左右，夏季不足四个月，冬季长达四个半月。四季气候特点是春季干旱多风沙，夏季炎热雨集中，秋高气爽日照长，冬季寒冷少雨雪。气候年际和季节变化大，常形成不利的气候条件，多旱、涝、风、雹等自然灾害，成为制约农业发展的不利因素。

历年平均气温在 14.3℃-14.6℃，平均无霜期 219 天，平均日照时数 2154.2 小时，年平均太阳辐射总量 120.6 千卡/平方厘米。许昌市日照充足，太阳辐射

量大，农业生产潜力大。历年平均降水量 671.1-736.0mm，风向、风速均有明显的变化。

2.1.4 工程地质

许昌所处大地构造位置为秦岭东西复杂构造体系的北亚带与新华夏系华沉降带的联合部位，相当槽台学派的中朝准地台二级构造单元豫西断块与华北拗陷的邻接部位。地表为新生界覆盖，无基岩出露。

属华北地层区豫西分区的嵩山、箕山小区，基底由上太古界登封群集下元古界嵩山群构成。地层展布方向为北西西——南东东或近东西。地层层序（由下至上）为：上太古界登封群、下元古界嵩山群、中元古界汝阳群、寒武系、奥陶系中统马家沟组、石炭系中上统、二迭系、新生界地层。

全市土壤分 6 个土类，14 个亚类，25 个土属和 46 个土种。6 个土类为棕壤、褐土、粗骨土、石质土、潮土和砂礓黑土，其中褐土、潮土、砂礓黑土为三个主要土类。

许昌市土壤呈微碱性，pH 值在 7.5—8.6 之间，适宜小麦、玉米、红薯、烟草、棉花、大豆等多种农作物的生长与生物繁殖。

2.1.5 生物资源

自然生态本底好，动植物资源多样性特征明显。许昌市境内共有主要动物 135 种，其中国家二级保护动物 6 种，分别是雕鸮、鸟雕、白冠长尾雉、雕鸮、黑颈鸬鹚及红点锦蛇；国家三级保护动物 4 种，分别是夜鹭、灰惊鸟、大山雀、青鼬；省级保护动物 28 种，这些保护动物主要分布在禹州市、鄢陵县和建安区。经普查有维管束植物 124 科、411 属、719 种，其中野生植物 448 种，栽培植物 271 种。全市有国家一级保护植物 1 种为水杉，分布在建安区境内；有国家二级保护植物 3 种，分别为杜仲、银杏、马尾松，分布在鄢陵县境内；国家三级保护植物 4 种，分别为翠柏、天麻、怪柳、红椿，分布在鄢陵县境内。

2.1.6 水生态系统

按照生态系统类型，可以将许昌市水生态系统分为河流生态系统（自然流生态系统、人工河流生态系统）、水库生态系统、湖泊生态系统等。

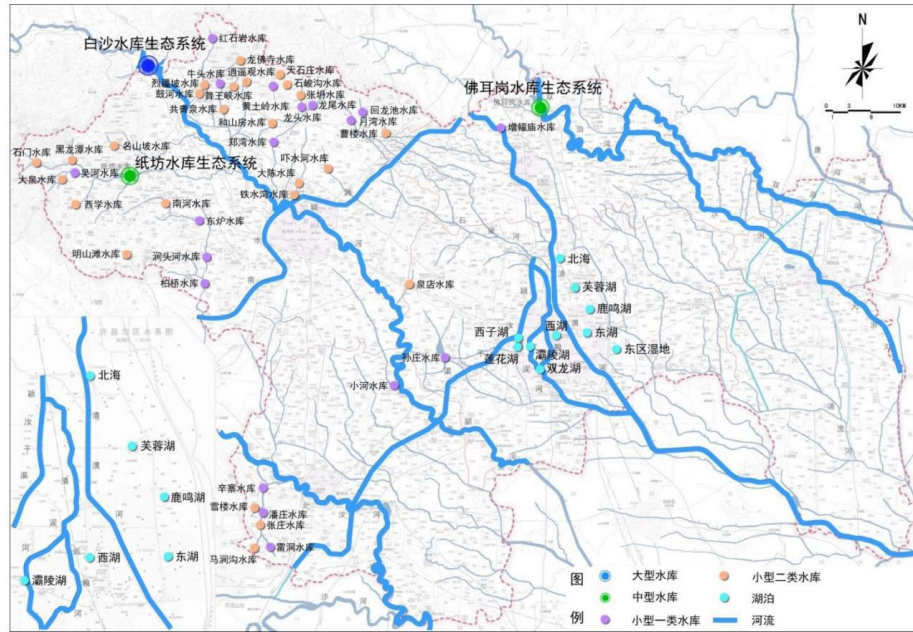


图2.4 许昌市水生态系统类型

(1) 河流生态系统主要的自然河流生态系统有北汝河、颍河、清颍河、双洎河、清泥河、汶河、清流河、康沟河与运粮河等自然河流生态系统；主要的人工河流生态系统主要有颍汝总干渠、南水北调总干渠、引黄补源干渠等人工河流生态系统。

(2) 水库生态系统许昌市现有白沙水库、纸坊水库、佛耳岗水库等大、中、小水库 47 座，主要集中在市域西北部、西南部的山地与丘陵区，中部，东北部与东南部数量极少。每一个水库构成人工的水生生态系统。

(3) 许昌市的湖泊生态系统数量较少，特别是天然湖泊发育极少。目前市域仅有青年湖、引黄调节蓄水池；市区内建有双龙湖、西湖、东湖 3 个人工湖泊生态系统。许昌市区城市还有芙蓉湖、北海、鹿鸣湖、东城区湿地公园、灞陵湖与西湖等湖泊生态系统 6 处。

2.1.7 水资源开发利用

降雨过程时空分布不均衡，径流年内变化不均，年度内旱涝交错时有发生。5~8 月径流量占全年总量的 65%以上，而最枯的 1、2、11、12 月径流量不到全年径流量的 10%。区域地势西北高、东南低，尽管城市排水管网逐年完善，排水设施不断健全，但单点暴雨突出，持续降雨或局部暴雨时局部泄流不畅形成，局部洪水现象普遍，处于较低地势的八一路许昌日报社门口、天宝路与劳动路交叉

口、新兴路与毓秀路交叉口、许继大道延中小区门前、兴华路与新兴路交叉口等处等局部路段，都容易积水，造成内涝，受灾范围小且以洪灾为主。

许昌市多年平均地表水资源量 4.84 亿 m^3 ，地下水资源量为 6.28 亿 m^3 ，重复计算量 1.77 亿 m^3 。人均水资源占有量仅 210 m^3 。许昌市境内多年平均过境水量为 12.51 亿 m^3 ，主要为北汝河、颍河、双洎河清潩河和沙河等河流。南水北调中线工程一期供许昌市水量为 2.26 亿 m^3 。许昌市供水地下水水源地为麦岭地下水水源。许昌市现有三座水厂（不包括麦岭水源地水厂），总设计供水能力为 29 万 $\text{m}^3/\text{天}$ ，水源由颍汝河径流和地下水两部分组成。

主城区内建成再生水利用工程 2 处：分别为瑞贝卡污水净化公司中水泵站，位于许昌瑞贝卡污水厂区东南角，日供水能力 5 万吨/日，实际供水量约 1.2 万吨/日，用作热电厂冷却水；许昌市中水利用工程，位于许昌瑞贝卡污水厂区内，日供水能力 1 万吨/日，将瑞贝卡污水处理厂达标排放的出水经纤维转盘过滤后用作道路浇洒、园林绿化等。另多数污水处理厂内的生产用水、污脱车间反冲洗用水、浇洒用水、公厕用水等均使用净化处理后的出水。

2.2 城市性质及规模

2.2.1 社会经济

2015 年，许昌市全市国内生产总值 2170.6 亿元，人均生产总值突破 5 万元，均为 2010 年的 1.7 倍。规模以上工业增加值 1294.2 亿元，是 2010 年的 1.8 倍；一般公共预算收入 138.5 亿元，是 2010 年的 2.4 倍；累计完成固定资产投资 7906 亿元，是“十一五”时期的 2.9 倍；存款余额 1733.1 亿元，贷款余额 1357 亿元，分别是“十一五”末的 2.1 倍、2.4 倍；规模以上工业增加值、生产总值、一般公共预算收入分别居全省第三、四、五位。经济综合实力稳居全省第一方阵。

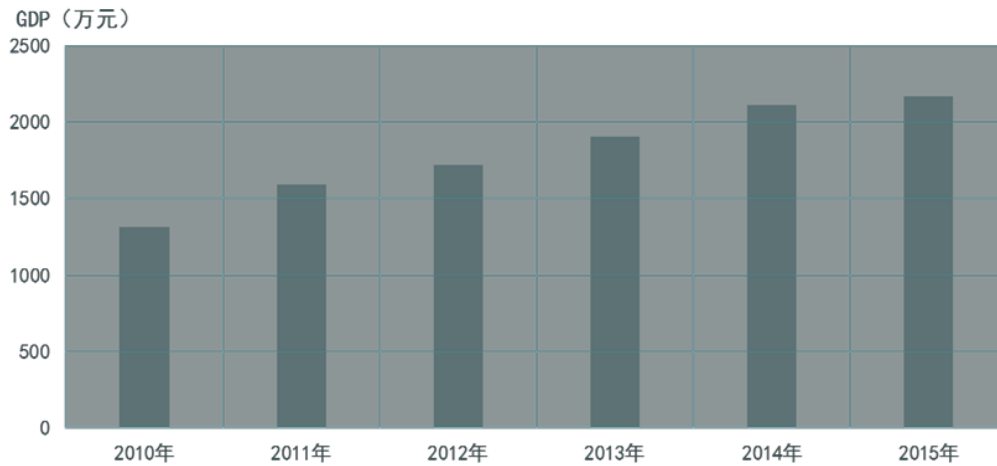


图2.5 许昌市经济生产总值

三次产业结构调整 8.85:60.76:30.39（全国 9.2:42.6:48.2，全省 11.9:51:37.1），第二产业发展稳定，第三产业逐步壮大；第三产业增加值 104.3 亿元，增长 12.3%。限额以上工业企业增加值 115.7 亿元，增长 18.8%。三产业结构比为:16.4:58.2:25.4。2014 年地方财政一般预算收入 11.5 亿元，增长 23.5%。全市人均生产总值 9229 元，比全国人均国内生产总值（9073）多 156 元；城镇居民人均可支配收入 6992 元，农民人均纯收入 2880 元，在河南省 18 个地级城市中居第四位。城镇居民人均收入 23753 元，农民人均纯收入 12140 元。

2.2.2 城市建设

许昌市城市用地发展方向经历了一个先向西，然后向南和东，进一步跨越清潞河向东、向北寻找发展空间的过程。现状城市建设用地很少，试点区的用地大部分为耕地、水域、生产防护绿地和农村居民点。现状区内除小部分地区外城镇整体建设面貌落后，经济基础薄弱，集聚和辐射能力差；土地利用效能低下，村镇建设用地布局零散；镇级各项基础设施建设滞后，公益型公共设施缺乏。

至 2014 年，许昌市主城区建设用地规模达到 97.05 平方公里，人口规模为 88.26 万人。“十一五、十二五”期间京珠高速、永登高速、兰南高速、武西高速、三洋铁路等重大建设项目建设，突破性的强化了许昌市地处豫中南优越的区位优势。在 2005 版总体规划的指导下，城市发展方向明显突出了东移北上的指导思想。许昌市城乡一体化示范区已上升为全省战略，规划建设正在加快推进。城市基础建设力度加大，许都大剧院、文博馆、体育馆等标志性文化工程和许长城际道路、魏武大道、天宝路等一批重大城市基础设施建成投入使用。

2015 年,许昌市主城区建设用地规模达到 102.6 平方公里,人口规模为 91.6 万人。“十一五、十二五”期间京珠高速、永登高速、兰南高速等重大建设项目建设,突破性的强化了许昌市地处豫中南优越的区位优势。随着城乡一体化示范区上升为全省战略,规划建设正在加快推进。

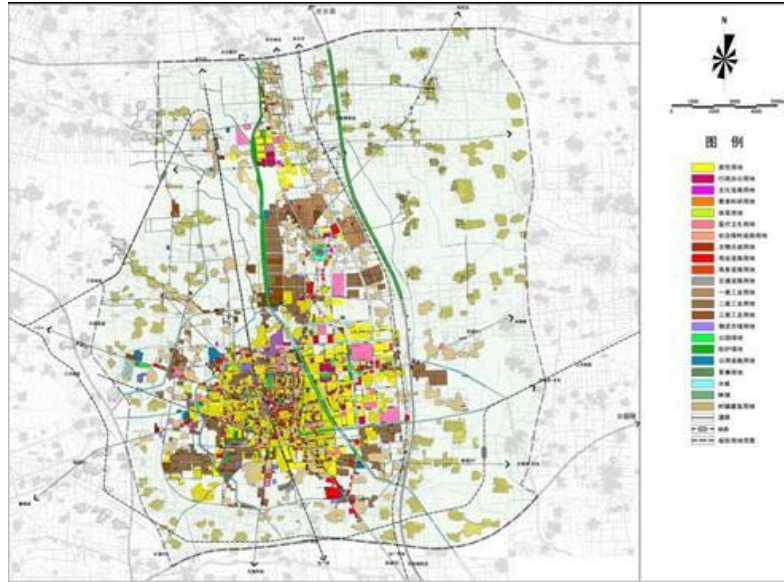


图2.6 主城区土地利用现状图

许昌市以全面贯彻创新、协调、绿色、开放、共享为发展理念,建设功能完善、创新开放、林水相依、人水和谐、古风新韵、健康幸福的中原城市群区域中心城市。规划形成“一核两心、一轴三廊、绿环五片、组团发展”的空间结构。一核:位于主城区的中部,是由新区主中心和行政文化中心共同形成的“复合城市中心”,承担市级行政文化服务和区域性商务、金融、信息和咨询服务等,城市功能得到了进一步的完善,基础设施能力大大增强。

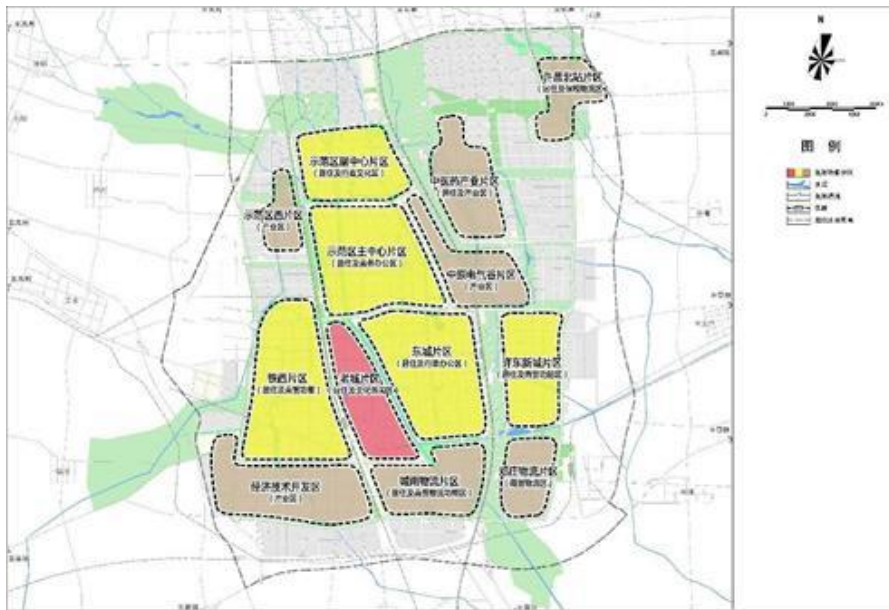


图2.7 主城区功能分区规划图

目前城市建设了三座自来水厂，供水能力达 29 万吨/日，建成 2 座污水处理厂，污水处理能力达 12 万吨/日，污水管网正在逐步加以配套；城市道路总长度 203 公里，人均道路面积 17.1 m²/人，38 公里长的城市快速通道—外环路基本建成，现有公交运营线路 23 条，万人拥有公交车辆 12 标台；城市环卫设施已建成垃圾无害化处理厂一座，新建改建水冲公厕 110 座，垃圾中转站建成 34 座，垃圾清运率达 100%。

城市道路绿化景观带、饮马河、运粮河、天宝河、护城河等河流廊道、许都公园、南湖游园、西湖公园、灞陵公园、双龙湖广场、春秋广场、文峰广场等环境景观在城市中星罗棋布，构成了优良的城市环境。

2.2.3 城市管理

许昌市委、市政府高度重视海绵城市建设工作，发布《中共许昌市委许昌市人民政府关于成立许昌市海绵城市建设工作领导小组的通知》(许文[2015]46号)，成立了高规格的推进海绵城市建设工作领导小组，市委书记任第一组长，市长任组长，常务副市长、分管副市长担任副组长，相关部门和县(区)主要领导为成员。领导小组下设办公室，办公室设在市住建局，住建局局长任办公室主任，具体负责日常工作。

目前许昌市已建立了海绵城市建设工作联席会议制度和联动工作机制，联席会议办公室设在市住房与城乡建设局，具体负责联席会议的组织、协调等日常工

作，督促落实联席会议商定的主要事项。市规划局负责城市总体规划修编、制定海绵城市规划设计导则和海绵城市建设试点区域规划设计管控指导意见；市水务局负责水务相关专项规划编制、制度体系建设；市财政局负责建立保障社会资本正常运营和合理收费的费价制度、海绵城市建设财政奖补制度、中长期财政预算制度和海绵城市建设专项配套资金制度；市住建局负责编制海绵城市建设专项规划、海绵城市建设试点实施方案等规划方案编制工作，海绵城市建设相关制度体系建设，以及海绵城市建设项目的建立、海绵城市建设实施意见等；市气象局负责建立城市暴雨监测预警体系。

2.3 相关规划概况

2.3.1 《许昌市城市总体规划（2015-2030）》概要

（1）市域总体规划

总规全面贯彻“创新、协调、绿色、开放、共享”的发展理念，明确了“一极两区四基地”的发展定位。

一极一即中原城市群增长极。立足中原城市群核心圈城市，巩固提升制造业优势、综合交通优势和生态优势，厚植综合竞争力优势，成为中原城市群增长极。

两区一即国家生态文明实验区、全国创业创新示范区。巩固提升生态环境优势，基本建成国家生态文明实验区。提升全国创业先进城市，建成全国创新型试点城市，创建全国创业创新示范区（城市）。

四基地一即先进制造业基地、出口加工基地、现代物流基地、生态健康养生基地。推动制造业智能化、高端化发展，打响“许昌制造”品牌，打造全省先进制造业基地。拓展开放空间，完善开放平台，打造全省出口加工基地。建成全国二级物流园区城市，打造全省现代物流基地。发挥生态环境优势和中药材优势，大力发展健康养生业，打造中原生态健康养生基地。

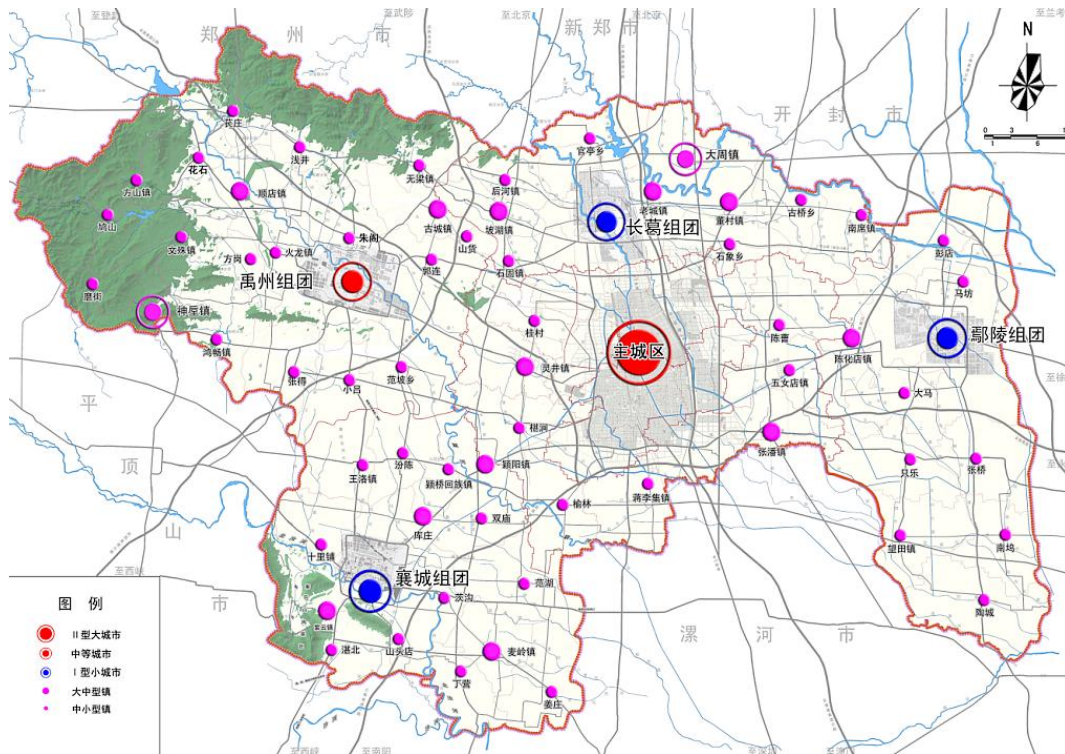


图2.8 许昌市市域城镇体系等级规模规划图

根据《许昌市水资源环境容量测算研究报告》，在 10 年最枯月流量设计条件下，以水环境功能区划目标为控制指标，全市水环境容量 COD 为 11358.61t/a，氨氮为 948.24t/a。考虑污染物入河系数的影响，全市的最大允许排污量 COD 为 17711.26t/a，氨氮为 1748.64t/a。

总规确立了生态环境保护目标是农田林网控制率和廊道绿化率稳定在 95%以上；森林覆盖率达到 25%（其中山地丘陵区达到 40%以上）；林木覆被率达到 35%以上；水土流失治理率 95%以上；废弃矿山生态修复治理率 90%以上；主城区人均公园绿地面积大于 9 m²；城镇生活垃圾无害化处理率达到 100%；工业固体废弃物处置利用率大于 95%；城市污水集中处理率 98%以上。

基于许昌市的自然基础条件，构建由四个生态功能区、九条大型生态隔离廊道和一张生态网络组成的“四区九廊一网”的生态安全空间格局：

① “四区”

指西部生态修复区，中部生态核心区、生态宜居区和东部生态提升区。

② “九廊”

沿京港澳高速、京广铁路、G311、南水北调、北汝河、颍河、清颍河、双洎河的交通或滨水生态廊道，以及主城区与长葛城区之间的生态隔离廊道。

③ “一网”

指由其它次要交通生态廊、滨水生态廊和农田林网构建的生态廊道网络。

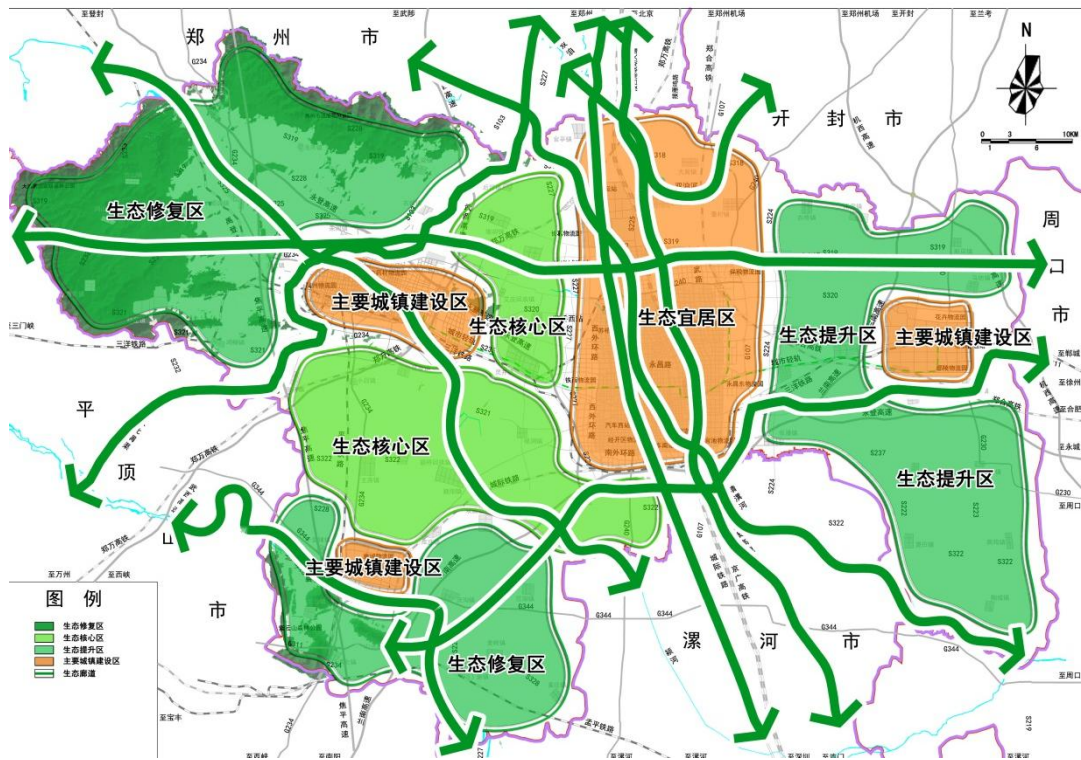


图2.9 许昌市生态安全格局图

(2) 主城区规划

总规明确了主城区建设用地 20308.09 公顷，占主城区总用地面积的 46.26%。其中，城乡居民点建设用地 19278.18 公顷（包括乡村居民点 329.18 公顷）；区域交通设施用地 599.69 公顷；区域公用设施用地 323.38 公顷；特殊用地 106.84 公顷。

非建设用地 23590.91 公顷，占主城区总用地面积的 53.74%。其中水域用地 565.64 公顷，农林用地 23025.27 公顷。

总规确立了主城区“紧凑、集约、生态”型的城市空间形态，确定了“一核两心、一轴三廊，绿环五片、组团发展”的“丰”字形空间结构。

图2.10 许昌市主城区用地结构示意图

以周边农田为绿色背景，以清潩河、灞陵河、小洪河、石梁河、饮马河和许扶运河等沿河景观为绿廊，以京广铁路、京港澳高速公路、农大路、新元大道、永兴路、永昌路、天宝路、南外环、西外环、中原路等生态廊道、防护绿带为绿色通道，串联北海公园、华佗公园、小洪河生态园、秋湖生态园、芙蓉湖公园、南湖公园、双龙湖公园、灞陵桥公园、西湖公园、示范区中轴公园等市级公园及其它区级公园，形成点（街头绿地、游园广场等）、线（生态廊道、防护绿带、沿河景观带）、面（公园绿地、生态湿地、外围生态休闲区）结合、层次丰富、“集聚间有离析”的网状结构，建成“两环四海二十园”。

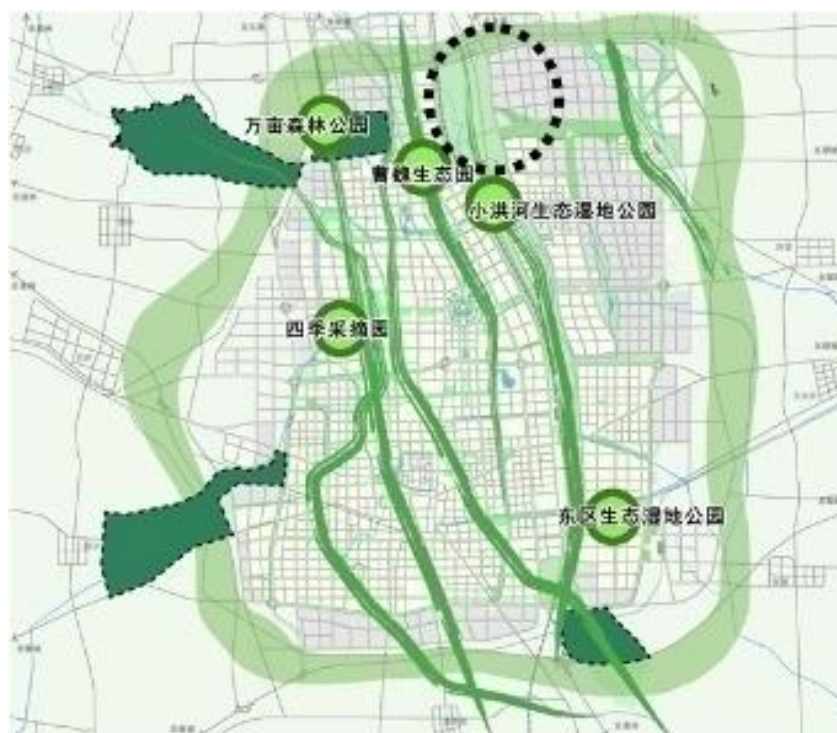


图2.11 许昌市主城区绿地系统结构图

总规确定了许昌市排水体制：许昌主城区新建区域采用雨污分流制；已建成合流制排水的老城区，近期采用截流式合流制，远期逐步改造成分流制。

总规划分了雨水排水分区，规划主城区共分为石梁河、清潁河、小洪河、颍汝总干渠、饮马河、小黑河、护城河、运粮河、灞陵河、许扶运河、老潁水 11 个排水区域。

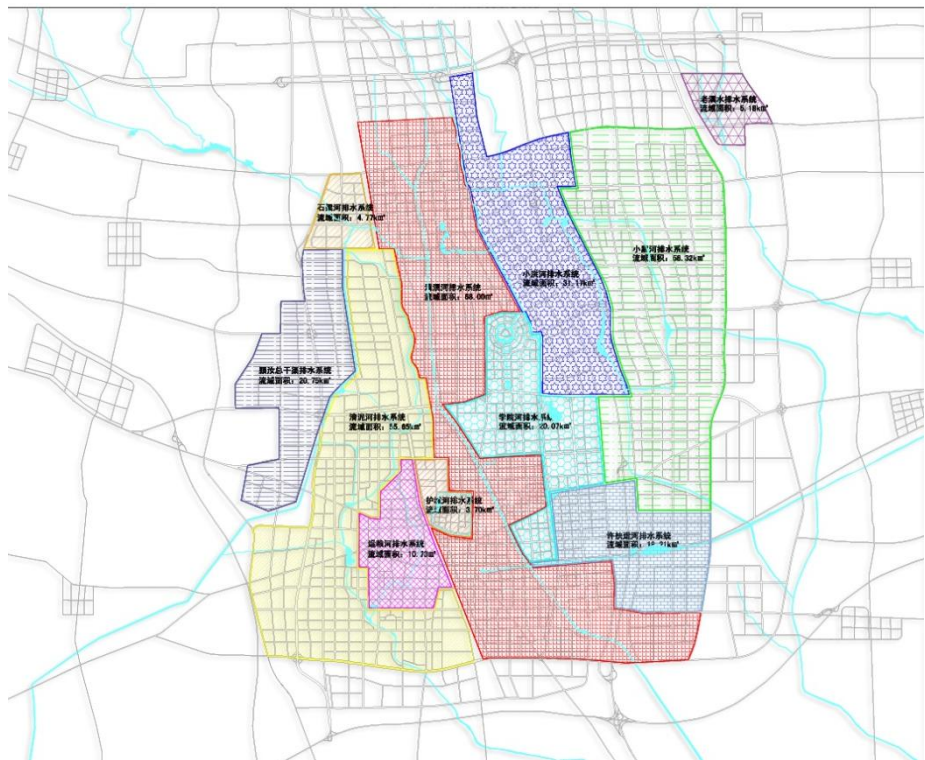


图2.12 许昌市主城区雨水分区

2.3.2 《许昌市海绵城市建设专项规划（2016-2030）》概要

规划明确了许昌市海绵城市建设的战略目标：到 2020 年，城市建成区 25% 以上的面积达到海绵城市建设要求；到 2030 年，城市建成区 80%以上的面积达到海绵城市建设要求。该规划确立了许昌市年径流总量控制率目标为 75%，对应设计降雨量为 24.4mm。规划根据许昌市实际发展需求，结合国家和河南省相关要求，制定了许昌市海绵城市建设指标体系，如下表所示：

表2.1 许昌市海绵城市建设指标体系

| 类别 | 指标 | 单位 | 现状 | 目标 | 规划主要落实方式 | | 考核方式 |
|-----|------------------|----|------|------|----------|-----------|-----------|
| | | | | | 项目指标 | 空间/城市/市政等 | |
| 水生态 | 年径流总量控制率 | % | 50 | 75 | • | • | 基于监测的效果考核 |
| | 生态岸线保持率 | % | 40 | 60 | • | • | 基于资料统计分析 |
| | 城市热岛效应 | — | 有所缓解 | | — | • | |
| | 地下水位提升 | m | | 不下降 | — | • | 基于监测的效果考核 |
| 水环境 | 水环境质量 | — | V 类 | IV 类 | — | • | 基于监测的效果考核 |
| | 城市面源污染控制（以 SS 计） | % | <10 | 50 | • | • | |

| 类别 | 指标 | 单位 | 现状 | 目标 | 规划主要落实方式 | | 考核方式 |
|------|--------------------------|--------|--|---------------|----------|-----------|-----------|
| | | | | | 项目指标 | 空间/城市/市政等 | |
| | 雨污分流比例 | % | 60 | 80 | — | • | 基于资料统计分析 |
| 水安全 | 暴雨内涝灾害防治 排涝标准 防洪标准 | A A | 20 50 | 30 50/100 | — | • | 基于监测的效果考核 |
| | 饮用水安全 | | 引用水源地水质 III 类生活标准，自来水水厂出水达到《生活饮用水卫生标准》要求 | | — | • | |
| 水资源 | 雨水资源利用率 | % | 0.1 | 10 | • | • | 基于监测的效果考核 |
| | 污水再生利用率 | % | 5 | 20 | — | • | |
| | 管网漏损控制率 | % | > 12% | 12% | — | • | |
| 制度建设 | 规划建设管控 | — | —— | 出台并实施 | — | • | 基于资料统计分析 |
| | 蓝绿线划定与保护 | — | —— | 出台并实施 | — | • | |
| | 技术规范与标准建设 | — | —— | 出台并实施 | — | • | |
| | 投融资机制建设 | — | —— | 出台并实施 | — | • | |
| | 绩效考核与奖励机制 | — | —— | 出台并实施 | — | • | |
| | 产业化 | — | —— | 建成 | — | • | |
| 显示度 | 连片示范效应 | — | —— | 试点区 60%以上达到要求 | — | • | 基于资料统计分析 |

规划对许昌市海绵城市基底生态敏感性评价进行叠加处理，得出生态敏感性评价分区图。许昌市海绵基底的极敏感区和高度敏感区主要分布于老城片区、铁西片区、东城片区、城南物流片区和示范区中心片区。许昌市海绵基底敏感性的极敏感区占市主城区用地面积比例约为 40%。

表2.2 许昌市海绵基底生态敏感性因子叠加分析结果

| 海绵城市基底敏感性 | 占地面积 (km ²) | 占地面积比例 |
|-----------|-------------------------|--------|
| 水土流失 | 37.23 | 8.5% |
| 土地沙化 | 96.18 | 21.9% |
| 河湖滨带 | 37.14 | 8.5% |
| 雨洪 | 71.18 | 16.3% |
| 生态环境因子叠加 | 168.21 | 38.4% |

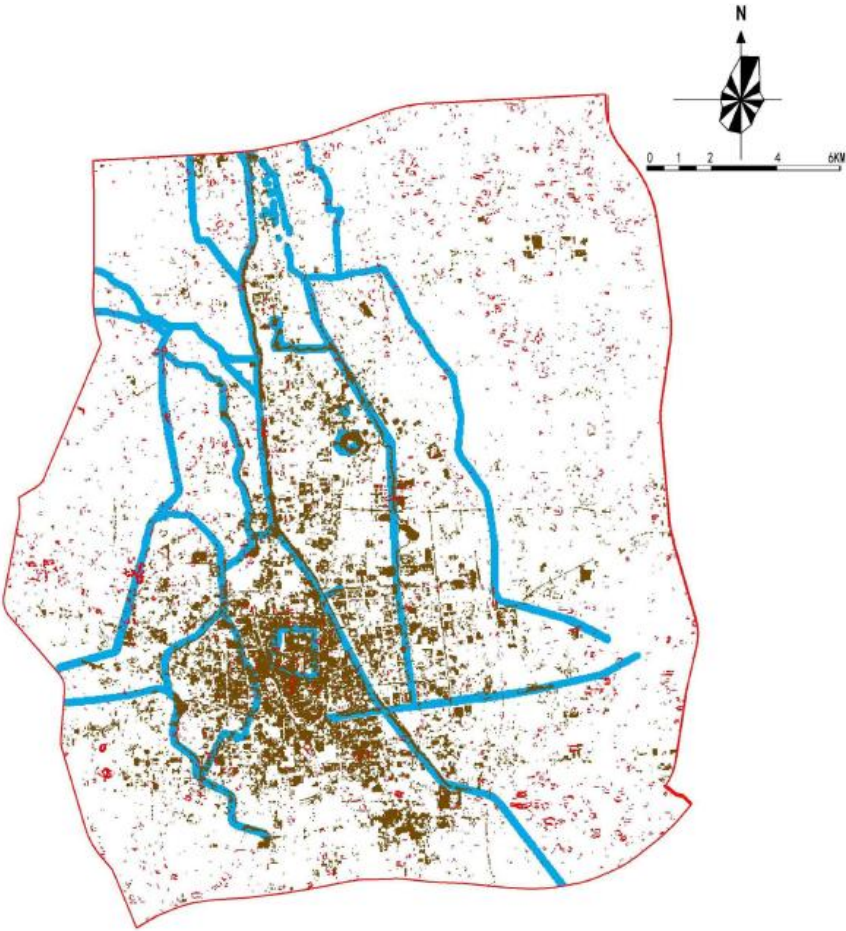


图2.13 许昌市生态敏感性分析图

该规划根据许昌市海绵城市生态敏感区分析结果，对年径流总量控制率指标进行分解，如下图所示：

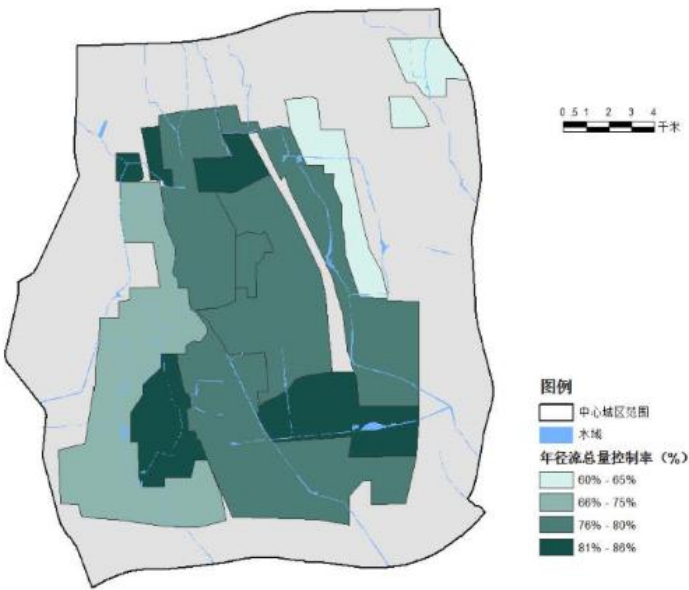


图2.14 许昌市年径流总量控制率目标分布图

2.3.3 《许昌市排水、污水处理、再生水利用和污泥处置设施专项规划（2015-2030）》概要

该规划首先确定了试点区的排水体制：规划近期（2020 年），中心城区维持现有合流制排水系统不变，再用截留式合流制，其他区域采用分流制。规划远期（2030 年），旧城改造时，中心城区合流制区域改在为分流制。

规划近期污水量预测值为 31.9 万吨/日，远期的污水量预测值为 50.6 万吨/日。根据许昌现有污水厂和拟建污水厂的建设计划，结合给水量预测结果，规划各片区污水处理厂规模见下表所示：

表2.3 各片区污水处理总规模表

| 序号 | 名称 | 污水收集率 | | 污水处理厂规模（万 m ³ /d） | |
|----|----------|--------|--------|------------------------------|--------|
| | | 2020 年 | 2030 年 | 2020 年 | 2030 年 |
| 1 | 瑞贝卡污水厂 | 90% | 100% | 18 | 24 |
| 2 | 建安区污水厂 | 90% | 100% | 5 | 8 |
| 3 | 宏源污水厂 | 90% | 100% | 8 | 0 |
| 4 | 屯南污水厂 | 90% | 100% | 5 | 7 |
| 5 | 西部产业区污水厂 | —— | 100% | 0 | 5 |
| 6 | 中原电气谷污水厂 | 90% | 100% | 2 | 7 |
| 7 | 邓庄污水厂 | 90% | 100% | 3 | 6 |
| 小计 | | | | 41 | 57 |

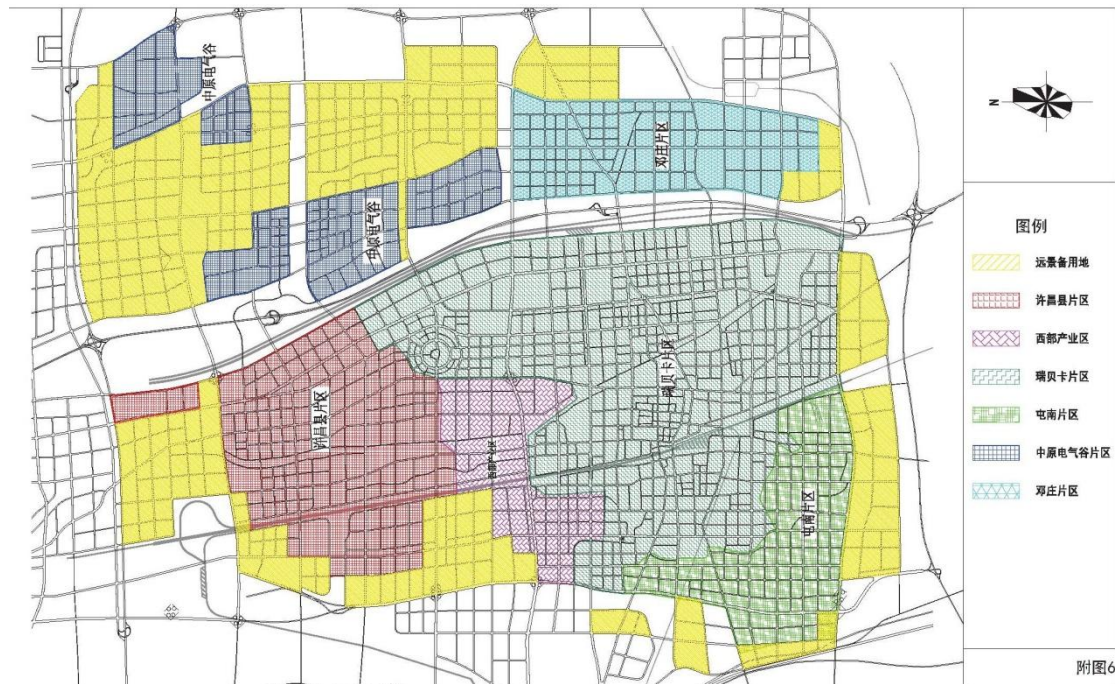


图2.15 污水系统分区规划图

规划确定了许昌市再生水利用的目标：2020 年，城镇污水集中处理率 90% 以上，污水再生回用率 30% 以上；2030 年，城镇污水集中处理率 100%，污水再生回用率 50% 以上。规划明确了许昌市再生水回用的对象为景观娱乐用水，园林绿化、浇洒道路、洗车用水，公厕用水，工业用水等。

规划根据污水处理厂位置与再生水厂用户位置等，确定了再生水厂的位置及规模，见下表所示：

表2.4 再生水厂规模一览表

| 序号 | 名称 | 规模（万 m ³ /d） | | | |
|----|-----------|-------------------------|----|----|-----|
| | | 现状 | 近期 | 远期 | 总规模 |
| 1 | 瑞贝卡再生水厂 | 5 | 5 | 4 | 14 |
| 2 | 建安区再生水厂 | 0 | 2 | 0 | 2 |
| 3 | 宏源再生水厂 | 0 | 0 | 3 | 3 |
| 4 | 屯南污再生水厂 | 0 | 2 | 2 | 4 |
| 5 | 西部产业区再生水厂 | 0 | 0 | 2 | 2 |

规划根据许昌市地形、河流和铁路等分布情况，按照雨水就近排放原则，对许昌市主城区的雨水系统进行格局所排放的河道进行划分，分为 12 个雨水排放分区，各分区收水面积如下表所示：

表2.5 雨水排水分区一览表

| 编号 | 系统 | 所含河道 | 试点区内流域面积 (km ²) |
|----|--------|------|-----------------------------|
| 1 | 石梁河系统 | 石梁河 | 8.5 |
| 2 | 清泥河系统 | 清泥河 | 43.6 |
| 3 | 清潞河系统 | 清潞河 | 54.5 |
| 4 | 护城河系统 | 护城河 | 3.7 |
| 5 | 运粮河系统 | 运粮河 | 11.7 |
| 6 | 饮马河系统 | 饮马河 | 4.4 |
| 7 | 芙蓉湖系统 | 芙蓉湖 | 2.8 |
| 8 | 学院河系统 | 学院河 | 23.5 |
| 9 | 许扶运河系统 | 许扶运河 | 16.6 |
| 10 | 小洪河系统 | 小洪河 | 26.3 |
| 11 | 小黑河系统 | 小黑河 | 11.1 |
| 12 | 老潞水系统 | 老潞水 | 7.3 |

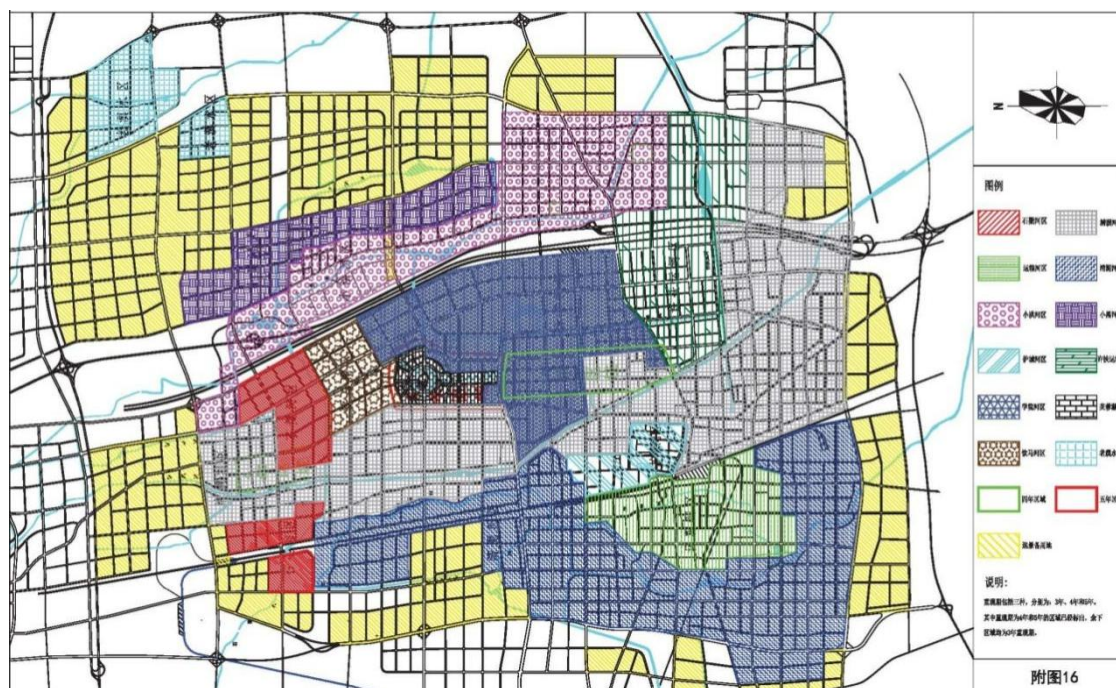


图2.16 许昌市规划雨水系统分区图

| 类别 | 指标 | 单位 | 现状 | 目标 | 规划主要落实方式 | | 考核方式 |
|------|--------------------------|--------|--|---------------|----------|-----------|-----------|
| | | | | | 项目指标 | 空间/城市/市政等 | |
| 水生态 | 年径流总量控制率 | % | 50 | 75 | • | • | 基于监测的效果考核 |
| | 生态岸线保持率 | % | 40 | 60 | • | • | 基于资料统计分析 |
| | 城市热岛效应 | — | 有所缓解 | | — | • | |
| | 地下水位提升 | m | | 不下降 | — | • | 基于监测的效果考核 |
| 水环境 | 水环境质量 | — | V 类 | IV 类 | — | • | 基于监测的效果考核 |
| | 城市面源污染控制（以 SS 计） | % | <10 | 50 | • | • | |
| | 雨污分流比例 | % | 60 | 80 | — | • | 基于资料统计分析 |
| 水安全 | 暴雨内涝灾害防治 排涝标准 防洪标准 | A A | 20 50 | 30 50/100 | — | • | 基于监测的效果考核 |
| | 饮用水安全 | | 引用水源地水质 III 类生活标准，自来水水厂出水达到《生活饮用水卫生标准》要求 | | — | • | |
| 水资源 | 雨水资源利用率 | % | 0.1 | 10 | • | • | 基于监测的效果考核 |
| | 污水再生利用率 | % | 5 | 20 | — | • | |
| | 管网漏损控制率 | % | > 12% | 12% | — | • | |
| 制度建设 | 规划建设管控 | — | —— | 出台并实施 | — | • | 基于资料统计分析 |
| | 蓝绿线划定与保护 | — | —— | 出台并实施 | — | • | |
| | 技术规范与标准建设 | — | —— | 出台并实施 | — | • | |
| | 投融资机制建设 | — | —— | 出台并实施 | — | • | |
| | 绩效考核与奖励机制 | — | —— | 出台并实施 | — | • | |
| | 产业化 | — | —— | 建成 | — | • | |
| 显示度 | 连片示范效应 | — | —— | 试点区 60%以上达到要求 | — | • | 基于资料统计分析 |

方案确定了许昌市海绵城市试点区域建设的总体方案：

（1）统筹四大工程体系

基于许昌市城市发展过程中存在的防洪排涝、水系环境、生态系统、供水保障等方面的实际问题，根据优化城市排涝系统、综合整治河道系统、升级改造污水系统、建立健全供水系统的总体策略，规划建设 4 大工程体系：1）城市 LID

工程体系；2）城市内涝防治工程体系；3）城市水质改善工程体系；4）城市供水保障工程体系。

（2）八个汇水分区管控

基于许昌市海绵城市建设试点区的城市建设的发展方向及建设现状、雨水工程汇水分区、地形地势，将试点区划分为 8 个汇水分区。每个分区单独管控建设，以保障许昌市海绵城市建设试点区建设的有效推进实施。

（3）衔接路网系统

考虑道路管网作为城市水系统骨架的系统性作用，将道路的 LID 改造与管网改造共同进行，单独进行指标控制，保障工程项目的实施落地。

（4）七类海绵工程衔接

以 4 大海绵城市建设工程体系为出发点，考虑工程落地与可实施性，规划以 7 大类海绵工程实施许昌市海绵城市试点建设：1）建筑与小区类（分为住宅小区、公共建筑）；2）绿地与广场类；3）市政道路类；4）雨水管网类；5）水系生态综合整治类；6）污水厂、给水厂及配套管网类；7）能力建设类。

（5）保障体系护航

许昌市海绵城市建设涉及到道路、建筑、绿地广场、水系等不同城市载体，同时也要围绕水系统整体开展地上地下有效衔接和联系，从规划、设计、建设到运行维护与监测考核的各个环节须由各个部门共同协作实施，规划建立 1 个四位一体的实施保障体系，以保障许昌市海绵城市建设项目的有效实施和低影响开发模式的推行：1）管理体系；2）规划体系；3）制度体系；4）能力体系。

2.3.5 《许昌市水生态文明城市建设试点实施方案》概要

许昌市以水生态文明城市试点建设为契机，投资 54.6 亿元，实施了市区河湖水系综合整治工程项目涵盖水质改善、河道治理、生态修复、景观提升等多方面。项目实施过程中，按照“渗、滞、蓄、净、用、排”的海绵城市建设要求，将海绵城市理念融入水系整治的全过程。许昌市在 2013 年成为全国首批水生态文明城市建设试点城市；2015 年，许昌市列入国家第二批生态文明先行示范区。

许昌市为了行成以水为核心的许昌市总体发展格局，建设资源高效、环境友好、产业带动、生态自然、景观优美的可持续发展许昌，制定了“以水定产业、以水定规模、以水定布局、以水谋发展”的许昌市水生态文明城市建设试点方案。

方案首先确定了试点期目标，建立起了水资源、水生态、水景观、水工程和水管理等五大体系的指标考核体系，如下表所示：

表2.7 许昌市水生态文明城市建设考核指标体系

| 考核项目 | | 考核内容 | 考核指标 |
|-------|--------|----------------|--|
| 水资源体系 | 水源情况 | 水源保障程度 | 有水资源中长期供求计划和配置方案，年度取水计划、水资源统一调配方案、有备用水源地 |
| | | 非常规水源利用情况 | 非常规水源供水量占城市总供水量 $\geq 20\%$ |
| | | 水源地保护 | 对饮用水源地划定保护区，措施完备 |
| | 用水效率 | 规模以上工业万元增加值取水量 | $\leq 23\text{m}^3/\text{万元}$ |
| | | 农业灌溉水利用系数 | ≥ 0.645 |
| | | 水生态文明宣传系数 | 主流媒体有水生态文明宣传专栏，市内有宣传标语，学校有水生态文明教育课程 |
| | 用水总量 | 用水总量 | $\leq 9.437\text{亿 m}^3$ |
| | | 纳入审批水量比例 | $\geq 80\%$ |
| | | 非农业取水户计划用水管理率 | $\geq 95\%$ |
| | | 大中型灌区用水计划管理率 | $\geq 80\%$ |
| 水生态体系 | 水域环境 | 水域（河流、湖泊、湿地）面积 | 适宜水面面积率 $\geq 5\%$ |
| | | 生态水量 | 所有水域全年均有生态水量 |
| | | 水域水质 | 80%以上水体透明度达到 0.8m，无杂物 |
| | 水量水质 | 水功能区达标率 | $\geq 66.7\%$ |
| | 监测体系 | 扩建新建排污口审查率 | 达到 100% |
| | 水土保持 | 水土保持方案编制 | 水土保持方案申报率、实施率和验收率均达到 95%以上 |
| | | 水土流失防治效果 | 水土流失治理率 95%以上 |
| 水景观体系 | 生态水系治理 | 生态水系治理度 | 水系治理长度（面积） $\geq 80\%$ |

| 考核项目 | | 考核内容 | 考核指标 |
|-------|---------------|---------------------------------|--|
| 系 | 亲水景观建设 | 亲水景观种类、数量及安全防护措施 | 亲水设施种类 3 种以上，安全保护设施完备 |
| | 水利风景区建设 | 水利风景区数量、级别 | 有 1 处国家级水利风景区或 2 处省级水利风景区 |
| | 观赏性 | 水域及周边景点观赏性、水文化特色 | 水域及周边自然环境优美、人文特色显著及整体景观效果好 |
| 水工程体系 | 工程标准 | 工程达到防洪排涝标准、供水标准情况 | 100%工程达到设计标准 |
| | 工程质量 | 水利设施完好率、运行状况 | 工程及设备的完好率 $\geq 85\%$ |
| | 工程景观 | 水利工程与周边融合情况、建筑艺术效果 | 水工程具有代表性、创新性和艺术性 |
| 水管理体系 | 水资源管理目标责任评估考核 | 建立“三条红线”控制指标管理与监督考核体系 | 《实行最严格水资源管理制度考核暂行办法实施细则》、《实行最严格水资源管理制度考核实施方案》全部经政府批准引发 |
| | 水资源信息管理系统 | 防汛抗旱、水资源调度与管理和水工程建设与管理的水利管理信息系统 | 取水、用水、排水计量监控设施；河流监测系统；雨水监测系统；水质监测系统站网建设齐全 |
| | 依法治水管水 | 制定和修订完善一批依法治水管水配套制度和管理办法 | 修订和完善《许昌市水资源论证管理办法》、《许昌市水资源管理办法》、《许昌市节约用水管理办法》、《许昌市节约用水奖惩办法》、《许昌市城市规划地下水开采管理办法》、《许昌市颍汝水利工程管理办法》、《许昌市河道管理办法》7 项 |

按照《许昌市水生态文明城市建设试点实施方案》，许昌市对北海、灞陵湖、鹿鸣湖、芙蓉湖、秋湖湿地公园进行了修复治理；对清潩河、学院河（饮马河）进行了综合整治，已初见成效。



图2.18 湖泊河道综合整治实景图

2.3.6 《许昌市海绵城市建设 PPP 项目规划》概要

根据项目自身特点，将 PPP 项目分为道路与管网类、建筑与小区类、公园水系类、能力建设类等四大类。其中道路与广场类、建筑与小区类、绿地广场类项目以年径流总量控制率为主要控制目标；公园水系类以水质净化、调蓄、回用、行洪等为综合目标；能力建设类项目以加强海绵城市建设监测与管控能力工程为主要目标。

将道路类项目与带状绿地类项目整体打包，将道路径流引入周边带状绿地海绵设施内进行消纳，并确保道路与带状绿地年径流总量控制率整体达标。同时，根据道路本身海绵城市建设条件差异，对不同的道路及雨水管网类项目目标进行差异化处理。建筑与小区类项目根据项目类型及现状，年径流总量控制率为 36%–85%。公园水系湿地类项目根据项目类型及现状，年径流总量控制率目标为 98%。

2.4 工程设施现状分析

2.4.1 许昌市排水系统现状

(1) 排水体制

许昌市目前排水体制有雨污分流和与雨污合流两种，中心城区（许由路、天宝路、京广铁路、清潁河围成的区域）为合流制，其他区域基本上为分流制，雨水就近排入市内各条河道，污水通过管道收集后进入污水处理厂。

（2）雨水系统

许昌市区现有排水管网总长 635.75 公里，按性质分为：雨水 341.19 公里，污水 255.89 公里，合流 38.66 公里；按结构类型分为：管道 604.33 公里，拱沟 8.45 公里，盖板沟 22.97 公里。

试点区雨水排放水体有：清潁河、饮马河，按照排入水体不同市区分为若干个排水区域。

1) 雨水排入清潁河区域：区域内硬化面积大，汇水较多，雨水管径普遍较小，排水能力不足，低洼地段易积水；入河口雨水管道高程低于河道除涝水位，暴雨时河水上涨，极易形成倒灌；河道防洪标准较低，河床断面缩小，存在阻水老桥，泄洪不畅。

2) 雨水排入清泥河区域：区域内河道防洪标准较低，河床淤积，该河道除许昌市区段曾经治理，其余河段从未进行过综合治理，堤防标准低，断断续续、残缺不全，起不到防洪作用，河道行洪断面日趋减小，河道附属建筑物大部分标准低、阻水严重，泄洪不畅，易形成高水位；硬化面积增大，汇水较多，雨水管径普遍较小，排水能力不足，低洼地段易积水；入河口雨水管道高程低于河道除涝水位，暴雨时河水上涨，极易形成倒灌。

3) 雨水排入运粮河区域：由于运粮河淤积河底抬高，运粮河下游河道不规整，时宽时窄，两岸紧邻城中村，脏、乱、差问题突出，河道内常有倾倒的废弃物，且市物资局院内设有一座铁路桥，桥面高程低，占用了河道的行洪断面，阻水现象严重，导致暴雨时上游严重阻水，部分河段漫堤严重降低了泄洪能力，沿线低洼处出现倒灌积水。

4) 雨水排入许扶运河区域：许扶运河防洪能力较差，直接受清潁河影响，易形成高水位；区域内硬化面积大，汇水较多，雨水管径普遍较小，排水能力不足，低洼地段易积水；入河口雨水管道高程低，暴雨时河水上涨，极易形成倒灌顶托。

5) 雨水排入城河区域：城河调蓄、排涝能力不足，城河以内及周边道路增

多，地面硬化率越来越高，径流系数越来越大，造成了雨天大量雨水排入城河，超出了其现有容积，形成了持续高水位，使地势低洼地段雨水不能及时排入，出现积水；入河口雨水管道高程较低，暴雨时河水上涨，极易形成倒灌。

6) 雨水排入天宝河区域：由于天宝河系景观河，不具备防洪能力，其容纳、调蓄、排涝作用有限，随着沿线排入的雨水日益增多，汛期出现因下游过路涵管、溢流坝受过水量限制排水不畅河水外溢、倒灌路面等现象，造成东城区龙兴路、魏文路北段、学院路取直段等多条主次干道积水。针对此问题，拟沿天宝河北侧的龙兴路北侧人行道位置埋设 d800-DN1500 水泥管向西直通清溟河，解决天宝路北 5.5 平方公里雨水排放。该方案需要埋设管道 2800m，投资 250 万元，目前正在进行评估论证。

7) 雨水排入小洪河区域：由于东区开发建设不断向北推进，道路收水面积成倍增加，远远超出了排水能力，加上小洪河支流常被倾倒的废弃物堵塞及支流穿越高速、道路、涵洞时坡向变化，形成阻水，造成大雨时魏武大道与学府街交叉口、八一路东段路面积水。为解决以上问题，今年投资 260 万对该处进行了改造治理，为下一步高铁站、空港新城、异地航站楼和推进区排水管网对接打下了基础。

8) 雨水排入劳动路引水渠区域：劳动路引水渠坡度平缓，容积有限，且渠内局部老桥阻水，目前接入的雨水管道较多，汇水面积较大，在雨天大量雨水排入和下游城河水位高涨的作用下易形成渠内满流，导致沿线局部地势低洼地段出现倒灌积水。

(3) 污水系统

许昌市区现有污水管网总长 255.89 公里，合流管网总长 38.66 公里。共设置污水处理厂：瑞贝卡污水处理厂、建安区污水处理厂、许昌宏源污水处理厂、邓庄污水处理厂及屯南污水处理厂。

1) 中心区污水系统共有九条主干线路，东城区十条，建安区一条，魏都区一条，经济技术开发区三条。

由于管道建设存在先后问题以及截污系数取值不一，现状污水管存在“大套小”的问题，旱季时由于污水量小，污水可以通过现状管进入污水处理厂。雨季时，上游管道截污后管道已漫流，遇到“大套小”情况时水流受阻，导致污水从

上游井溢流，易造成河水污染和上游地区水渍。

现状污水处理厂数量较少，分布在京广铁路和郑渝高铁之间，导致京广铁路西侧和郑渝高铁东侧的污水没有出路，和雨水混在一起排入河道，污染了水体。

城市污水系统建设缺乏系统的规划，很多新建污水管道随道路建设时没有从片区的角度考虑上下游之间的衔接和转输关系，仅仅只考虑的道路周边较小地块的服务范围，导致很多管道不能有效衔接。

2) 污水处理厂

①瑞贝卡污水处理厂

瑞贝卡污水处理厂位于许昌瑞贝卡大道，瑞贝卡污水处理厂是许昌市主城区第一座城市污水处理厂，规划处理能力 16 万 m^3/d ，目前处理规模为 16 万 m^3/d ，2011 年日污水处理量为 12.0 万 m^3/d ，出水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）的一级 A 标准。采用氧化沟+二沉池+平流沉淀池处理工艺，各项出水水质指标能够达到设计标准。服务范围为许昌老城区和中城区的生活污水和工业废水，服务面积约 100 平方公里。

瑞贝卡污水处理厂内建有 5 万 m^3/d 再生水处理设施，供水工程主要向许昌市东城区热电厂供应冷却用水。工程于 2007 年 11 月底建成，2008 年 5 月正式向热电厂供水，日均供水量 1 万吨。再生水管网从污水处理厂沿清溟河西堤送至热电厂，双趟 800 的管道，全长 1.4 公里。

污水厂每天产生含水率 80%的污泥 80-100 吨。2010 年 6 月许昌污泥处置中心建成运行后，全部的污泥都交由污泥处置中心进行处置。

②建安区污水处理厂

建安区污水处理厂又名三达污水处理厂，位于建安区新区西南部、昌盛路西段。由新加坡新达集团下属企业三达（厦门）环境工程有限公司负责运营：污水处理厂目前处理能力为 2 万 m^3/d ，2011 年日污水处理量为 1.5 万 m^3/d ，远期建设规模为 4 万 m^3/d 。

污水厂进水中工业废水占 55%左右，生活污水占 45%左右，工业废水主要是发制品、童鞋、农副产品、汽车传动轴、玻璃制品、铜木板材、纺织印染、精细化工等行业的废水。该工程地处淮河流域，要求出水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）的一级 A 标准。

建安区污水处理厂采用改良型卡鲁塞尔 2000 氧化沟工艺，深度处理采用絮凝沉淀+V 型滤池过滤工艺，出水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）的一级 A 标准。

③许昌宏源污水处理厂

许昌宏源污水处理厂是按照经营城市理念，采用 BOT 模式，由魏都区政府和许昌宏伟实业（集团）有限公司共同投资，在该市区北环城路经济带兴建的基础设施项目，设计处理规模为 8 万 m³/d。

目前宏源污水处理厂已达到了日处理污水 8 万吨的能力。现正对污水厂进行升级改造，采用预处理+A/O 生化池+沉淀+过滤的处理工艺，出水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）的一级 A 标准。

④邓庄污水处理厂

邓庄污水处理厂位于建安区新区西南部、昌盛路西段。项目占地 70 亩，总投资 1.5 亿元。由新加坡新达集团下属企业三达（厦门）环境工程有限公司负责运营：污水处理厂目前处理能力为 3 万 m³/d。

出水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）的一级 A 标准。采用生化池+二沉池+絮凝沉淀池+V 型滤池处理工艺，各项出水水质指标能够达到设计标准。

⑥屯南污水处理厂

许昌市屯南污水处理厂位于许昌经济技术开发区 88# 地，清泥河以东、瑞昌西路以南、工农路以西，一期设计规模 3 万吨/日，用地面积约 4.9333 公顷，总投资 12301.57 万元。

屯南污水处理厂采用“A2/O 生化池+混凝沉淀过滤处理”工艺，处理规模 3 万 t/d，目前进水约 2.3 万 t/d。出水水质达到国家城镇污水处理厂污染物排放标准一级 A 类排放标准，出水排放入清泥河。

（3）排水泵站

许昌市中心区域共有 13 座雨污水泵站，有许昌市市政工程管理处负责运营、管理和维护。

天宝路泵站：位于天宝路与京广铁路交叉口西北角，建于 2008 年，收集天宝路桥区地下水及雨水，设有 4 台 55KW 机泵，装机抽升能力 4800 立方/小时，

运行抽升能力 2400 立方/小时，井室蓄水量 300 立方，排水管径 800mm，与雨水管道相连，排水经雨水管道汇入幸福渠。

八一路泵站：位于八一路与京广铁路交叉口东北角，建于 2003 年，收集八一路桥区地下水及雨水，设有 45KW、55KW 机泵 2 台，装机抽升能力 2000 立方，运行抽升能力 1200 立方，井室蓄水 50 立方，与雨水管道相连，排水管径 600mm，排水经雨水管道汇入引水渠。

安装公司泵站：建于 2007 年，位于八一路京广立交桥桥东口，收集安装公司家属院周边雨污水，设有 7.5KW、22KW、22KW 机泵 3 台，装机抽升能力 1350 立方/小时，运行抽升能力 600 立方/小时，井室蓄水 60 立方，排水管径 600mm。与污水管道相连，雨污水排入污水管道。

五一路泵站：建于 2007 年，位于五一路与八一路交叉口西南角，收集八一路，天宝路，五一路北延的雨污水，设有 45KW、22KW、22KW 机泵 3 台，装机抽升能力 2000 立方/小时，运行抽升能力 800 立方/小时，井室蓄水 100 立方，排水管径 500mm。与污水管道相连，雨污水排入污水管道。

操场泵站：位于西北大操场西南角，建于 2006 年，收集体育场后街，体育场的雨污水，设有 55KW、55KW、37KW 机泵 3 台，装机抽升能力 3000 立方/小时，运行抽升能力 1200 立方/小时，井室蓄水 80 立方，排水管径 600mm。与污水管道相连，雨天部分雨污水汇入西城河。

北立交泵站：位于华佗路与京广立交交叉口东南角，建于 2000 年，收集桥区地下水及华佗路，湖滨路，解放路的雨水，设有 37KW 机泵 2 台，装机抽升能力 1500 立方/小时，运行抽升能力 600 立方/小时，井室蓄水 60 立方，排水管径 400mm。与雨水拱沟相连，经拱沟汇入运粮河。

中立交泵站：位于许继大道与京广铁路交叉口东南角，建于 1981 年，收集桥区地下水及许继大道、湖滨路、建设路颖昌路、劳动路雨水，设有 45KW、37KW 机泵 2 台，装机抽升能力 1500 立方/小时，运行抽升能力 1500 立方/小时，井室蓄水 50 立方，排水管径 800mm。与雨水拱沟相连，汇入运粮河。

南立交泵站：位于新兴路与京广铁路交叉口东南角，建于 1974 年，收集桥区地下水及铁路家属院部分污水、新兴路、兴华路、南关大街、仓库路雨水，设有 90KW、37KW、45KW 机泵 3 台，装机抽升能力 2900 立方/小时，运行抽升能力

2100 立方/小时，井室蓄水 60 立方，排水管径 800mm。雨污水经拱沟排入新兴路污水泵站。

新兴路污水泵站：位于新兴路与文峰路路交叉口东南角，建于 1998 年，收集建安大道以南至新兴路、三八路、六一路、新兴路、文峰路的雨污水，设有 45KW 机泵 4 台，装机抽升能力 3200 立方/小时，运行抽升能力 1600 立方/小时，井室蓄水 400 立方，排水管径 1500mm。雨污水与污水管道相连。

许由路泵站：位于许由路与京广铁路交叉口西北角，建于 2001 年，收集桥区地下水及雨水，设有 90KW、45KW 机泵 2 台，装机抽升能力 2300 立方/小时，运行抽升能力 1500 立方/小时，排水管径 800mm。与雨水管道相连汇入运粮河。

文峰隧道：位于七一路与文峰路交叉口东南角，建于 2012 年，收集地下水及雨水，设有 3 台 90KW 机泵，装机抽升能力 4500 立方/小时，运行抽升能力 3000 立方/小时，井室蓄水 300 立方，排水管径 1000mm。与雨水管道相连，汇入清潁河。

莲花湾泵站：位于建设路与东顺河街交叉口东北角，建于 1998 年，收集建安大道、文化路、清虚街、以东到东顺河街、南到引龙街的生活用水，设有 37KW、37KW、45KW 机泵 3 台，装机抽升能力 2400 立方/小时，运行抽升能力 1200 立方/小时，井室蓄水 100 立方，排水管径 600mm。与污水管道相连。

火车站地下通道 2 个泵房、六一路地下通道泵房属于小型泵房，收集地下通道地下水，3 个井室各蓄水 1.5 立方，排水管与雨水管道相连。

（4）防洪设施

许昌市区承担防洪排涝的河流主要是灞陵河（清泥河）、清潁河、小洪河、各条河流的防洪排涝能力存在以下问题。

1) 灞陵河（清泥河）由于河道比较缓，流速慢，泄洪能力有限，加之长期泥沙淤积，造成河床断面缩小，从而降低了河道原有的防洪除涝能力。灞陵河（清泥河）涝灾严重，治理标准偏低，不足 5 年一遇除涝。此外，河道上现有部分桥梁年久失修，损坏严重，桥面高程低，占用了河道的行洪面积，阻水现象严重，从而对河道正常行洪造成威胁。

2) 清潁河洪水具有暴涨暴落的特点，丰水期和枯水期相差悬殊。清潁河治理标准偏低，不足 3 年一遇除涝。一遇山洪暴发，会给两岸人民生命财产及两岸

农业生产造成巨大损失。清潁河两岸涝灾的原因主要是西北部为山区，洪水集流快，洪量大，东部河道比较缓，流速慢，泄洪能力有限，加之长期河道泥沙淤积，河床断面缩小，降低了河道原有的防洪除涝能力；另外河道上现有部分桥梁年久失修，损坏严重，桥面高程低，占用了河道的行洪面积，阻水现象严重，从而对河道正常行洪也构成威胁。

3) 小洪河河道泥沙淤积抬高了洪水位，滩地无序开荒种树，河床断面缩小，降低了河道原有的防洪除涝能力。小洪河涝灾严重，不足 5 年一遇除涝。另外，河道上部分桥梁桥身处过水断面狭小，阻水现象严重，影响了河道的正常行洪。

(5) 城市内涝灾情

许昌市城市内涝较为严重，历史积水点较多。许昌市自 2006 年以来，分别对八一路许昌日报社门口、天宝路与劳动路交叉口、新兴路与毓秀路交叉口、许继大道延中校区门前、兴华路与新兴路交叉口等处的积水点进行了改造，尤其是 2010 年 8 月中旬，许昌市遭遇了几十年一遇的大暴雨，市区降雨量达到 150.2mm，老城区积水严重。市政府积水点排查共 35 处，近年来投资千万用于积水点改造，取得一定效果。

2.4.2 许昌市公园河湖水系现状

(1) 公园系统现状

许昌市拥有良好的水资源涵养能力和土地渗透能力。试点区属于土壤保持生态功能区，具有良好的地质生态条件，需要通过城市生态绿地的建设和改造来解决城区内涝、水资源短缺等问题。

许昌主城区形成综合公园、社区公园、带状公园和街旁绿地四类公园绿地。社区公园包括居住区公园和小区游园两个层次。带状公园分为滨水带状公园和道路带状公园两类。其中，滨水带状公园主要沿护城河、清潁河、灞陵河（清泥河）、石梁河、洪河、运粮河、饮马河南段和许扶运河等几大水系设置。道路带状公园主要包括永兴路、天宝路、魏文路、陈庄街等。另外，规划野郊公园 2 处，分别为小洪河生态园和邓庄生态园。郊野公园的景观模式应以自然生态景观为主，配以步行郊游道和少量的休闲设施。

(2) 河湖水系现状

许昌市主要的自然河流生态系统有北汝河、颍河、清潁河、双洎河、灞陵河

(清泥河)、汶河、清清河、康沟河与运粮河等自然河流生态系统，主要的人工河流生态系统主要有颍汝总干渠、南水北调总干渠、引黄补源干渠等人工河流生态系统。

大部分河流水保处流动，复氧能力较强，水环境自然净化能力较强，受人类活动轻微干扰后恢复速度相对较快；河流曲流发育较好，河床宽浅，水流缓慢；河流径流量与水资源量较少，河流的径流量与宽大的河床和宽广的河漫滩不一致，有些河流已经长期断流或季节性断流；城区段河流虽经过整治后有所恢复，但整体上生态系统相对单调，生物多样性相对较低，野生动植物资源种类稀少，同时，河流生态系统提供水资源等服务功能减弱十分明显。

(3) 水系水质现状

许昌市主要河流整体环境质量有一定改善，部分有恶化，污染形势较为严峻。现状部分河道受到污染威胁，随着不透水地面的增多，雨水径流汇集城市活动的累计污染增加，最终进入受纳水体后必然会带来负面的环境影响。目前，西部城区初期雨水径流污染控制方面的措施还处于空白。

许昌市水资源量比较匮乏，并且由于水体污染引发的水质性缺水现象更加严重。许昌市各河流水环境质量现状不尽相同，各条河流的水环境现状如下：

- 1) 颍河水系上游的白沙水库水质优良，能达到 II 类水标准中游、下游河水水质较差，基本上处于 IV 类~V 类水之间；
- 2) 北汝河上游、中游河水水质很好，能达到 II 类水标准；
- 3) 颍汝河总干渠的水质基本上维持在 III 类水左右；
- 4) 清潁河、灞陵河（清泥河）经整治后，水质有所改善，但主要污染物氨氮依然超标，高锰酸盐指数也有超标风险。

2.4.3 海绵城市建设 PPP 项目现状

(1) 水系治理现状

1) 清潁河治理现状

清潁河是许昌市的四条大型河道之一，系颍河的较大支流，自北向南纵贯许昌市区。历史上清潁河多次发生洪涝灾害，给沿岸百姓生产生活带来严重影响。清潁河虽然经过多次治理，但是由于防洪标准较低，部分河段堤防高度和宽度不满足城市防洪的要求。另外随着许昌市城市化进程的加快，主城区面积不断扩大，

流域下垫面发生了显著变化，改变了原有的产汇流条件。同时，原来的村镇，农田变成城市区域后，其防洪排涝标准也将相应提高。

清潩河现状稳定来水源于长葛市污水处理厂，该污水厂排水口位于关庄分水闸上游约 5km 处，出水满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002) 一级 A 标准。

新元大道以下段主要建设包括：1) 堤防加高加宽，同时对现状堤顶道路进行改建；2) 通过对清潩河河底清淤、河槽疏挖和边坡防护等，使水流顺畅，增加河道的行洪能力，达到设计的防洪标准。同时结合景观功能要求，在主河槽边布置有不小于 2m 宽的浅水区。

许昌市与长葛市界至新元大道主要建设包括：1) 堤防加高加宽，同时对现状堤顶道路进行改建；2) 通过对清潩河河底清淤、河槽疏挖和边坡防护等，使水流顺畅，增加河道的行洪能力，达到设计的防洪标准。同时结合景观功能要求，在主河槽边布置有不小于 3m 宽的浅水区；3) 在清潩河主河槽内修建小黄桥闸，在堤防外侧修建管理房 1 座。

现在，示范区内河岸带状公园新近建设完成。河道为梯形复合断面，除 500m 左右浆砌石驳岸外，其余均为雷诺护垫+格宾石笼或多孔连锁砖，较高处护坡种植草皮。

2) 饮马河治理现状

饮马河治理工程是许昌市水生态建设的重要组成部分，通过疏浚、拓挖等工程措施，保持适宜宽度和深度的水面，对于鱼类栖息、河道内生物多样性保持具有重要意义。同时可以满足城市发展对水景观的要求，形成许昌市“亲水、近绿、怡人的生态环境新格局，有利于维持河道的健康生命。为了能够保证饮马河一学院河水质达到地表水 IV 类的目标，采用潜流湿地处理工艺对清潩河水进行处理。

省道 S220 至隆昌路，全长约 3.223km。横向景观设计红线宽度 80 ~ 300m。主要建设包括河道拓挖工程、河道蓄水建筑物工程、景观工程、水生态系统构建工程、桥涵工程 5 部分。其中治理河段河道拓挖工程共挖方 76.35 万 m³，填方 1.04 万 m³。工程完成后形成水面 16.01 万 m²，河槽蓄水 20.92 万 m³；治理河段新建 2 座溢流堰维持景观常水位。在河道中构建清水型水生态系统，包括：

基底改良工程 14.86 万 m^2 ，多样性生境营造工程 8 个，沉水植物群落构建工程 14.72 万 m^2 等。

清潁河关庄分水闸至 S220 省道，治理河段长 8.577km。横向景观设计红线宽度 80-300m。只要建设内容包括饮马河河道开挖工程、河道蓄水建筑物工程、景观工程、水生态系统构建工程、桥涵工程 5 部分。其中河道拓挖工程从拓挖工程共挖方 103.22 万 m^3 ，填方 10.84 万 m^3 。工程完成后形成水面 29.17 万 m^2 ，河槽蓄水 49.07 万 m^3 ；饮马河新建 8 座溢流堰维持景观常水位；在饮马河上游建设人工湿地 1 处，占地面积 37050 m^2 ，日处理能力 2 万 m^3 ，配套泵站设计日供水规模为 2 万 m^3 ，泵站机组装机流量为 0.234 m^3/s ；在河道中构建清水型水生生态系统。包括：基底改良工程 13.74 万 m^2 ，多样性生境营造工程 12 个，沉水植物群落构建工程 13.60 万 m^2 。

现在，饮马河全线为生态驳岸，新近建设完成。带状公园与魏文路和学院北路平行，道路雨水可沿地面径流汇入。

3) 鹿鸣湖治理现状

鹿鸣湖公园位于东城区，魏武大道与陈庄街交叉口西北方向。鹿鸣湖公园总面积 34.3ha，其中鹿鸣湖规划水域面积约 17.3ha，驳岸长度约 3388m。现状已建成。周边地块未开发，市政路径流和雨水未接入湖体。驳岸形式下层为透水连锁砖，上层为混凝土。周边管网无法接入公园。

(2) 建筑小区现状

建筑与小区内使用了大量的硬质铺装，如不透水人行道，不透水停车场以及不透水车行道。原有的绿地普遍高于路面，因此雨水不能排进，绿地未能起到调蓄作用。部分建筑小区如腾飞集团其硬化面较多，因此其年径流雨量控制率较小。

(3) 道路与管网类现状

试点区内道路大面积使用硬质铺装，包括不透水人行道和不透水混凝土车行道，且局部路面受到破损。部分道路其本身没有绿化带或绿化带比例较小、且道路周边带状绿地不足。试点区采用分流制排水体制，因地势低洼，管径较小，管网排水系统老化，陈庄街、北环转盘存在积水点。

雨水管普遍采用钢筋砼管(Ⅱ级)。其试点区排向清潁河的出水口口有 8 个，分别为新元大道汇入清潁河片区，昌盛路汇入清潁河片区，永兴西路汇入清潁河

片区，宏腾路汇入清潁河片区，永昌西路汇入清潁河片区，兴平路汇入清潁河片区，陈庄街汇入清潁河片区，天宝路汇入清潁河片区。分流制排水体制，因地势低洼，管径较小，泵站规模偏小等原因，陈庄街、北环转盘存在积水点。

2.5 试点区竖向系统规划

主城区竖向体系随地势呈现城西较高，东南角较低，由西北向东南缓慢倾斜，城区主要河流清潁河、清泥河、饮马河学院和小洪河等由南向北贯穿城区。跟据《许昌市排水、污水处理、再生水利用和污泥处置设施专项规划【2015~2030】》，依据许昌市竖向体系规划，主城区排水系统分为石梁河系统、清泥河系统、清潁河系统、护城河系统、运粮河系统、饮马河系统、芙蓉湖系统、学院河系统、许扶运河系统、小洪河系统、小黑河系统、老潁水系统共 12 个排水系统。

许昌市海绵城市建设试点区域竖向高程体系图 2.19 所示。示范区位于许昌市主城区中部地势平缓地带，竖向高程整体变化较小，大体呈现北部高南部低，中间高东西两侧低的走势。试点区整体接收少量区域外汇水，聚贤街以北区域雨水汇入北海公园，中部雨水分别向东汇入饮马河学院河、向西汇入清潁河，此外芙蓉湖、鹿鸣湖、中轴水系等水体也受纳相应临近区域雨水。



图2.19 许昌市海绵城市建设试点区竖向体系示意图

根据排水系统竖向设计和自然地形坡向，试点区雨水管网系统分为 8 个汇水分区，雨水分别就近汇入对应流域的水体中，分区示意如图 2.20 所示。I 区、II 区以清潁河为受纳水体；III区以清潁河和学院河为受纳水体；IV区雨水主要排向试点区外；V 区以饮马河和学院河为受纳水体；VI区以学院河为受纳水体；VII区以学院河为受纳水体；VIII区以鹿鸣湖为主要受纳水体。



图2.20 许昌市海绵城市建设试点区分区规划图

3 试点区“海绵性”综合评估

3.1 降雨量分析

降水量年内变化差异大，月际分布极不均匀，有明显的季节性变化特征。许昌市多年平均蒸发量为 1656.3mm。许昌市属大陆性季风气候区，四季分明，光照充足，无霜期长，历年平均 217 天。降水适中，历年平均降水量 727.7mm，多集中在 5~8 月份。降水年际变化差异不大，月际分布极不均匀，有明显的季节性变化特征，冬春季降水较少而夏秋季较多。年降雨量最大值 1143.9mm 出现在 1964 年，最小值 451.7mm 出现在 1961 年，年平均降雨量呈增多趋势，速率 8.026mm/10 年。

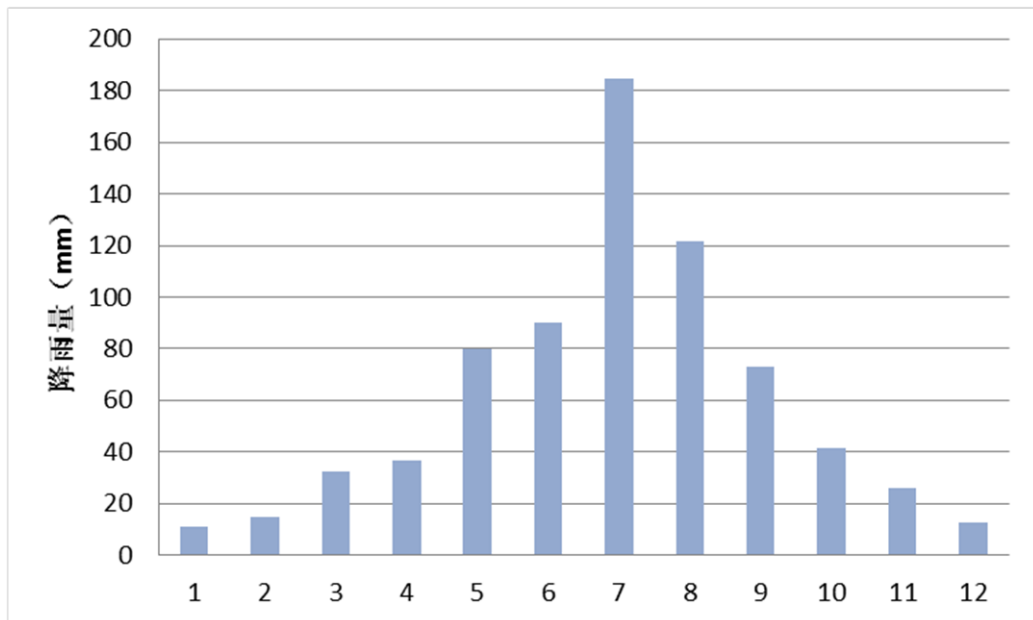


图3.1 许昌市月平均降雨分布图

根据指南分区，许昌市位于Ⅲ区（ $75\% \leq \alpha \leq 85\%$ ），结合许昌市统计分析，得到许昌市不同年径流总量控制率对应的设计降雨量。

表3.1 许昌市年径流总量控制率与设计雨量对照表

| 年径流总量控制率 | 60% | 70% | 75% | 80% | 85% | 90% | 95% | 100% |
|-----------|------|------|------|------|------|-----|------|------|
| 设计降雨量(mm) | 14.9 | 20.7 | 24.4 | 29.3 | 36.3 | 46 | 62.9 | 129 |

通过分析许昌市年径流总量控制率现状和综合径流系数现状，考虑目标可达性，确定试点区年径流总量控制率目标为 75%，其对应的设计降雨量为 24.4mm。

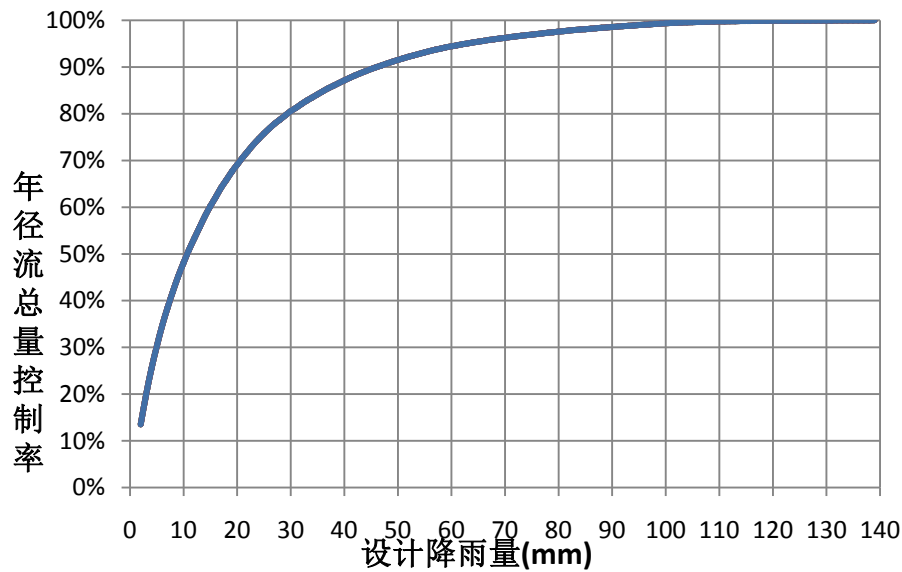


图3.2 许昌市年径流总量控制率与设计降雨量曲线

3.2 排水系统能力评估

基于雨水管网、下垫面类型，利用模型软件构建城市管网排水模型。考虑管网系统完整性，利用试点区及相关区域现状管网数据信息，根据空间拓扑关系，利用 GIS 工具对相关属性信息进行提取、处理、优化，概化为 186 个检查井，93.84 公里管道的规划管网模型。利用模型自动化分区域功能，采用泰森多边形法试点区进一步细化为 186 个子汇水区，建立子汇水区与周围检查井或其他子汇水区之间的关联关系，并结合许昌市 DEM 地形图，构建二维城市排水管网模型。

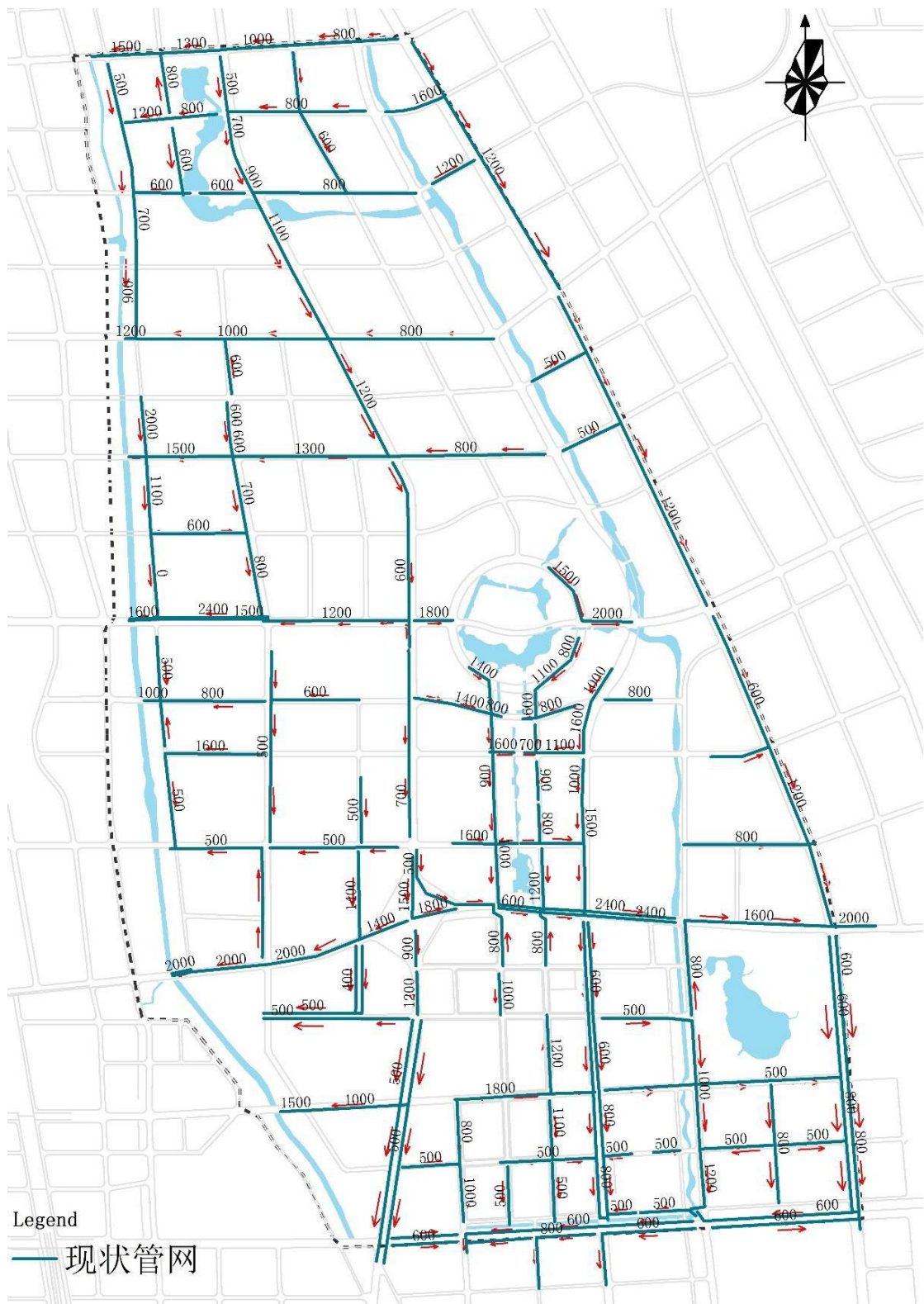


图3.3 试点区现状雨水管网



图3.4 许昌市现状雨水管网排水能力评估（1年一遇）

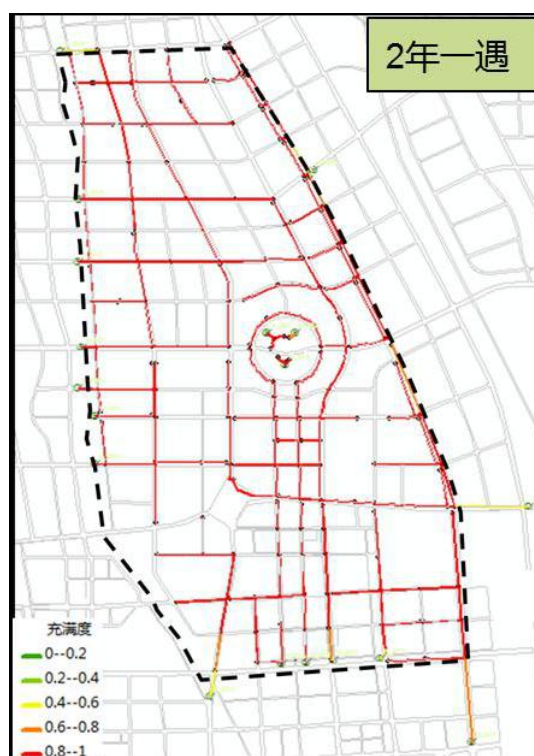


图3.5 许昌市现状雨水管网排水能力评估（2年一遇）

红色管段表明该管段承载能力不足，且节点产生溢流绿色和黄色管段说明暂时不会发生结点淹没的状况。经过统计在1年一遇、2年一遇降雨条件下，排水

能力不足的管道总长度占试点区管道总长度的百分比分别为 71%和 85%，即试点区现状雨水管网设计标准已远滞后于其所需的排水能力。随着城市不断发展，建筑密度越来越大，下垫面硬化程度逐年提高，旧的排水系统无法满足现状建设发展的排水要求；大部分雨水管道设计较早，采用的设计标准较低；部分管渠系统设计标准不统一，新旧管道交替铺设，部分管道存在逆坡、管段接口高程不匹配、大小管交叉衔接现象，造成整个排水系统存在瓶颈；城市竖向不合理，局部洼地水排放不畅；排水设施缺乏日常维护管理。

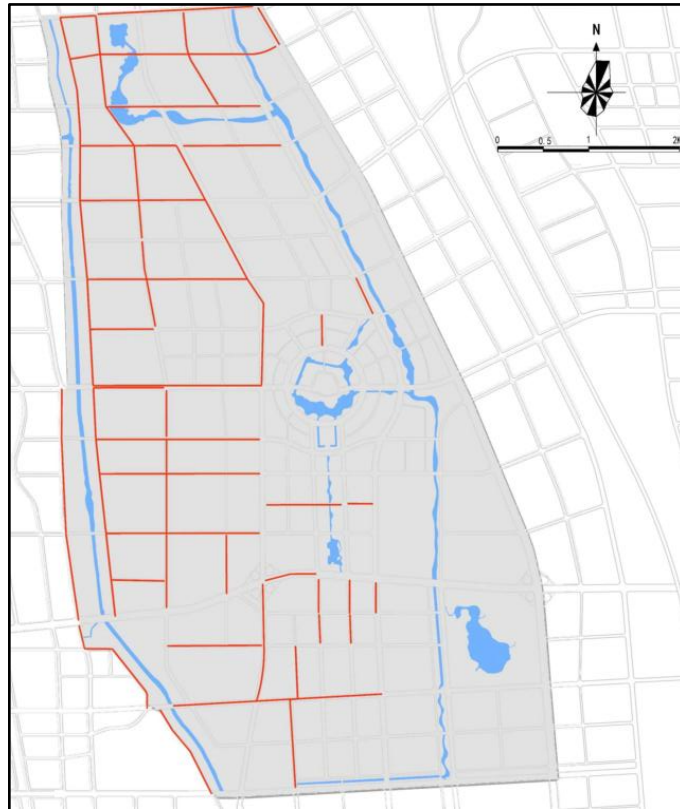


图3.6 试点区新建雨水管网

急需对现有雨水管网进行改造，依据海绵城市专项规划，对未建雨水管网路段敷设雨水管网，已建雨水管网路段，平行敷设雨水管网，在主要出水口增设雨水排涝泵站 7 座。改变以往单纯为了保护饮马河景观水体水质禁止雨水排入饮马河，试点区雨水向西排入清潞河或向东排入小洪河的局面，结合低影响开发系统建设，对雨水处理后补充景观水体，形成良好的生态循环，试点区在现状排水管网的基础上结合用地竖向，雨水系统划分成清潞河北区、清潞河南区、饮马河北区、饮马河南区四个雨水分区。



图3.7 试点区流域分区图

试点区内涝风险分析是在采用水文学或水力学模型确定地表径流量、地表淹没过程等灾害情况，定量评估城市在强降雨下发生内涝灾害的可能性及损失大小，获得内涝淹没范围、水深、流速等成灾特征。30 年一遇降雨条件下，试点区存在 6 个主要积水点，总积水量 7532m^3 ，总积水面积 7.17 公顷。

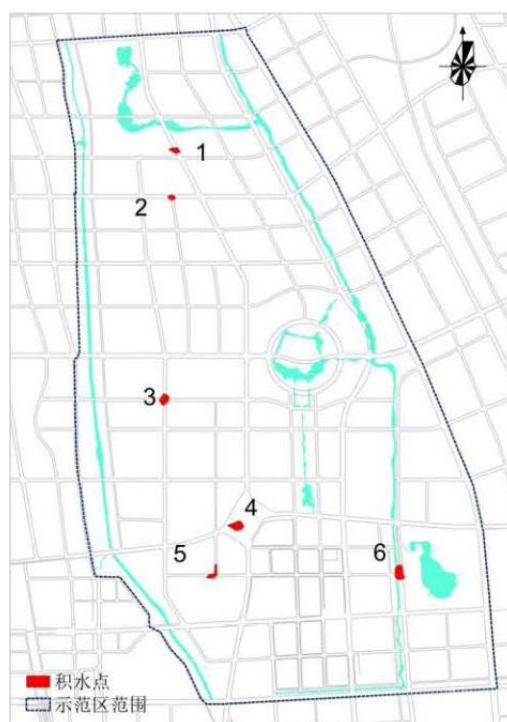


图3.8 30 年一遇降雨主要积水点分布

表3.2 30 年一遇主要积水点分布

| 编号 | 最大积水量 (m³) | 最大水深(m) | 积水时间(min) | 积水面积 (m²) |
|----|------------|---------|-----------|-----------|
| 1 | 302 | 0.192 | 106 | 7732 |
| 2 | 523 | 0.152 | 76 | 5511 |
| 3 | 4075 | 0.784 | 106 | 13327 |
| 4 | 799 | 0.317 | 63 | 15458 |
| 5 | 580 | 0.158 | 63 | 10229 |
| 6 | 1253 | 0.181 | 90 | 19488 |
| 总计 | 7532 | — | — | 71655 |

3.3 “海绵性”评估

许昌市海绵城市建设试点区域现状有部分农田和待建设空地。规划全部为建设用地，居住用地、绿地与广场用地占比较大，两种用地类型分别占总面积的 39.67%和 18.37%；道路用地约占 15%，农田用地约占 25%，其他约占 5%。

经过测算，试点区现状年径流总量控制率约为 55%，随着规划的实施，场地硬化面积扩大，年径流控制率进一步降低，距 75%的年径流控制率目标相差较大，需加强对市政设施的海绵化改造。



图3.9 试点区土地利用现状图

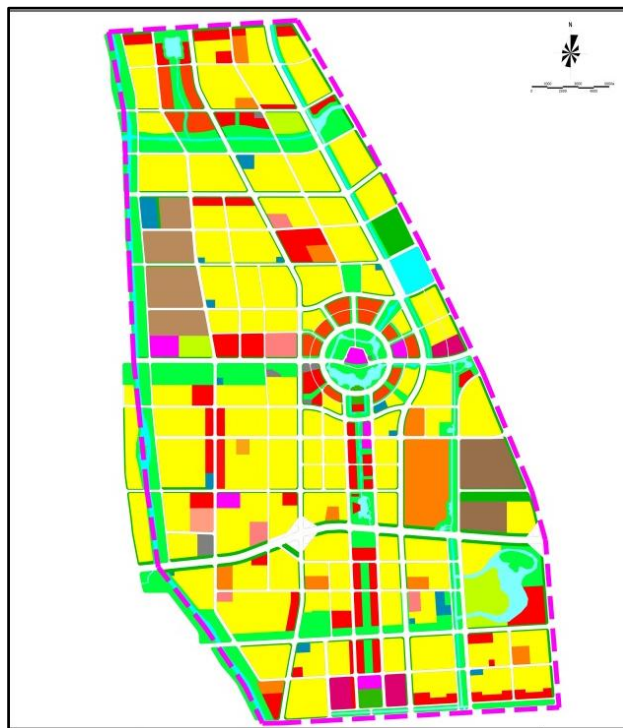


图3.10 试点区土地利用规划图

经过测算，试点区现状年径流总量控制率约为 55%，随着规划的实施，场地硬化面积扩大，年径流控制率进一步降低，距 75% 的年径流控制率目标相差较大，需加强对市政设施的海绵化改造。

4 存在问题和建设必要性、可行性

4.1 存在问题

4.1.1 水生态

城市建设进程中使用大量硬质铺装，重景观轻生态，水文条件明显恶化。试点区除未开发区域外现状年径流总量控制率约为 50%（远低于目标 75%）。老城区内集中了居住、商业、工业、市政设施等多种土地类型，道路狭窄、建筑密集。部分小区建设了景观水体，但最初设计普遍注重景观功能，采用大面积硬质铺装、混凝土防渗、硬质驳岸。经对现状下垫面进行分析，试点区域除综合年径流总量控制率约为 50%，老城区、城中村现状年径流总量控制率明显偏低。

由于地形高差、人工闸坝等原因造成的城市水体水流不畅，水生态敏感。城市河湖水系经水生态文明建设的整治后，水文水生态条件有了很大改善，但是由于建设过程中生态系统构建相对单一，未形成自然化、生态多样化的生态系统，同时由于河湖水系水位人工控制，未形成良好的水动力循环，水生态系统总体上相对敏感。



图4.1 试点区建设现状实景图

4.1.2 水安全

（1）未设置排水泵站，自排为主的排水方式使排水能力受限

汛期河道水位上涨，淹没城市排水口时，城区内重力流排放出口排水能力受阻，河道洪水从排水口倒灌入城区，加上集雨面积范围的来水，城区受涝面积增大，另外城区排水系统不完善，在行洪期，城市雨水无法及时排除，致使低洼地区产生内涝。需设置排水泵站，根据雨水排出口河流水位情况设置泵的开启。

（2）城市雨水管网的设计标准普遍偏低

现状雨水管网设计标准普遍偏低，无法满足需求。根据分析城区大部分路段

排水标准在 0.5 年以下。近几年新建区提高了设计标准，但大部分也仅为一年一遇。随着《室外排水设计规范》（GB50014-2006）（2016 年版）正式实行，对于城市排水和内涝防治设计标准提出了更高的要求。规范中要求对于市区人口在 50 万~100 万的中等城市，中心城区的雨水管渠设计重现期 2~3 年，非中心城区 2~3 年，中心城区重要区域应为 3~5 年，下穿立交、地道和下沉广场等应为 10~20 年。因此，试点区雨水管网的设计标准与国家要求仍有较大的差距。

（3）城市雨水管网局部瓶颈情况较多

城市雨水管网收集系统及排出口故障也是导致雨天积水的一个重要原因。据调查，部分积水区域存在雨水口缺乏、数量少，排放口被改造抬高等现象，同时雨水管网也存在大量倒虹吸管道，局部管道管径偏小，排水管渠日常管理维护欠缺，管渠大多自建成后未进行疏通，过度淤积，造成水面抬升，雨季排水能力下降。

（4）城市雨水管网的建设滞后，建设与规划不协调。在城市开发建设过程中，排水防涝工程一般处于附属配套地位，未得到应有的重视，与用地布局规划、竖向规划等缺乏统筹协调，对于低洼易涝地区的用地性质和场地标高缺乏严格控制，是导致内涝问题的主要根源。

（5）建设与运行缺乏统一管理，信息化管理水平有待提高

尚未开展全市的排水管网、排涝水系、排涝泵站、调蓄水体等各项排水防涝设施的全面普查，缺乏各项设施全面系统、准确详细的数据信息，是进一步提高信息化管理水平的主要制约因素。

4.1.3 水环境

地表水水质低于水功能区划（Ⅳ类）要求。清潩河经过整治后，水质有所改善，但主要污染物氨氮依然超标，高锰酸盐指数也有超标风险。



图4.2 2010-2015 清潩河水质情况

饮用水源地水质安全存在隐患许昌市市域内未建立自然保护区，全区土地几乎都被深度开发，区域生态系统脆弱，影响该区生态平衡的生态敏感区与关键区域为饮用水 水源地保护区。

城市雨水径流污染威胁河湖水质，随着城市发展，不透水地面增多，雨水径流汇集城市活动的累积污染，进入受纳水体，带来负面的环境影响。通过模拟得到 2015 年 1 年点源污染状况，由于有时降雨强度较大，存在地表积水现象，入河污染物不仅包括从排放口的排出量，还包括溢流排放污染量。统计许昌市主城区非点源污染的年平均地表径流污染入河总量。COD、SS 和含氮类营养盐是城区主要污染物。2015 年试点区年雨季地表径流总量为 1.868×10^7 万 m^3 。

表4.1 2015 年试点区面源污染负荷产生总量（单位：kg）

| 污染物 | COD | 悬浮物 | 总磷 | 总氮 |
|------|-----------|-----------|---------|----------|
| 总累积量 | 4556863.7 | 5404671.1 | 10951.3 | 109513.6 |
| 入河量 | 754124.8 | 26675.8 | 1829.4 | 18294.7 |



图4.3 水环境现状实景图

4.1.4 水资源

（1）可用供水资源有限，水资源利用效率低，对南水北调水资源依存度高。目前许昌主城区年供水量约为 6756 万 m^3 （人均综合用水量 90.08 m^3 /a），其中城市水厂年供水水量约为 2376 万 m^3 ，自备井年供水量约为 4380 万 m^3 。城市水厂供水主要为居民生活和公共建筑用水，自备井供水主要为工业用水，用水效率低。《许昌市关闭城市试点区自备井工作实施方案》（许政〔2015〕45 号）实施后，至 2016 年 12 月底前，将关闭许昌市城市试点区公共供水管网覆盖范围内的全部自备井（含自备地表水源）。

（2）水资源污染威胁供水安全。许昌市主要取水水源为颍汝干渠，其主要水质指标均为Ⅲ类以上，但是偶有水源污染而影响水厂正常运行的情况。麦岭地

(3) 雨水资源利用有限, 对景观水系的补给不足。

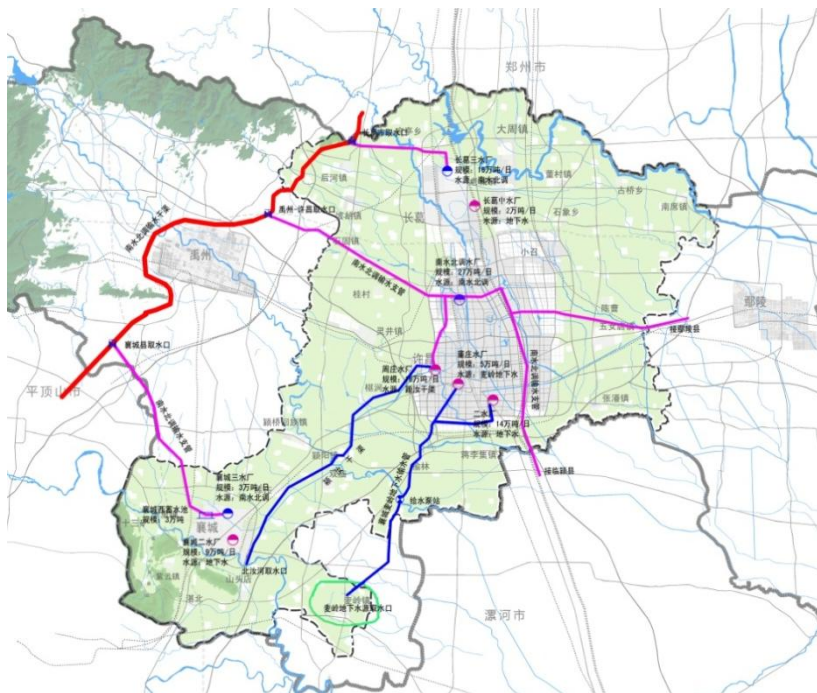


图4.4 水资源供给图

图4.5 河湖水系连通图

4.2 建设必要性

4.2.1 国家建设海绵城市的必要性

海绵城市是指通过加强城市规划建设管理，充分发挥建筑、道路和绿地、水系等生态系统对雨水的吸纳、蓄渗和缓释作用，有效控制雨水径流，实现自然积存、自然渗透、自然净化的城市发展方式。通过海绵城市建设，恢复自然海绵体，将雨水就地消纳和利用，有利于扩大公共产品有效投资，提高新型城镇化质量，促进人与自然和谐发展。作为城市发展的新理念和新模式，海绵城市建设转变传统的粗放建设模式，充分体现创新、协调、绿色、开放、共享五大发展理念，是落实生态文明建设的重要举措，是推行供给侧改革的重要内容，是“稳增长、调结构、促改革、惠民生”的重要方面。

根据《国务院办公厅关于推进海绵城市建设的指导意见》（国办发〔2015〕75号）和《河南省人民政府办公厅关于推进海绵城市建设的实施意见》（豫政办发〔2016〕73号），海绵城市的工作目标为：结合各地自然地理条件、城市排水防涝基础和应急管理能力需求，综合采取“渗、滞、蓄、净、用、排”等措施，最大限度地减少城市开发建设对生态环境的影响，将70%的降雨就地消纳和利用。到2020年，城市建成区20%以上的面积达到目标要求；到2030年，城市建成区80%以上的面积达到目标要求。

许昌市人民政府下发了《关于全面推进海绵城市建设的意见》，近期目标（2016-2018年）是在划定的试点区域，积累经验，探索政策。重点选择河湖水系、园林绿化、城市道路和有条件的建筑小区、共建项目等开展海绵城市试点工程建设，形成示范效应。2018年底，试点区域实现年径流总量控制率大于75%以上，城市防洪标准50年一遇。中远期目标（2018年后）是全面推广和应用低影响开发雨水系统建设模式，提高海绵城市建设和运营水平，在全社会形成海绵城市建设长效管理机制，将许昌市建设成为面向区域和全国推广具有影响力的海绵城市典范。

经过资格审核和竞争性评审，许昌市入选2016年省级海绵城市试点。根据住房城乡建设厅、财政厅、水利厅三部门对试点城市的要求，要完善实施方案、完成专项规划编制、加快编制实施计划（明确试点目标、落实试点任务、落实责任主体、落实投融资方案）。

作为许昌市海绵城市建设示范区域，深入贯彻落实生态文明建设发展战略，提升城市建设理念，优化城市发展模式，加快推进许昌市海绵城市试点城市建设各项工作。

4.2.2 有效缓解城市内涝的要求

随着试点区城市建设的快速发展以及城镇人口数量的快速增长，地面硬化面积增多，地表径流增大，给现状排水系统带来巨大压力。统筹建设低影响开发雨水系统、雨水管渠系统、超标雨水径流排放系统，通过对雨水的渗透、储存、调节与转输等功能，有效控制径流总量和径流峰值；城市雨水管渠系统与低影响开发雨水系统共同组织径流雨水的收集、转输与排放，超标雨水通过行泄通道、调蓄池、雨水泵站的建设加以解决，通过海绵城市建设，缓解城市内涝。

4.2.3 消减城市污染负荷的要求

试点区雨水系统的排放均通过雨水排水出口，就近排入河流水系。低影响开发雨水系统通过与城市雨水管渠系统及超标雨水径流排放系统的衔接，对前期雨水进行截污、净化达标后再排入受纳水体，从而有效控制受纳水体的径流污染，达到削减城市径流污染负荷的效果。

4.2.4 保护水资源、节约水资源的要求

随着城市发展建设，硬化铺装面积不断增加，降雨径流的淋浴和冲刷作用使地面的污染物通过各种途径进入城市水体（河湖），严重威胁着水体水质与水生态环境，同时对城市的地表水源也有严重影响。海绵城市建设中的生态绿色设施可控制雨水径流污染，保护城市水环境和水生态环境。此外，海绵城市建设一方面可以通过收集利用替代部分市政供水进而降低市政供水量，缓解缺水现象，另一方面可以有效回补地下水，缓解地下水因超采而导致的下降。因此，海绵城市建设，是许昌市全面改善水生态环境与水资源短缺的重要途径。

4.3 建设可行性

4.3.1 技术可行性

国家第一批、第二批海绵城市建设试点城市在规划的统筹引领下，针对存在的问题开展工作，取得了初步成效，受到了老百姓广泛好评。有效缓解城市内涝灾害。北京市按照海绵城市建设理念，对环路下凹式立交桥区进行改造，综合采

取渗、滞、蓄、排等措施，提升桥区的排水防涝能力，2014 年 7 月 20 日的大暴雨情况下，城市内经过改造的立交桥区无内涝积水。遂宁市对阜丰巷老旧小区进行“海绵化”改造，小区内涝积水点得到了有效控制，城市黑臭水体得到整治。常德市市区的穿紫河原来是一条黑臭河道，沿岸居民对此意见极大。海绵城市试点工作开展后，综合采取调蓄、生态净化等海绵化措施，消灭了水体黑臭，大大改善了河道生态环境，同时，带来周边土地的升值。实现雨水资源化利用。北京市的中关村国家自主创新示范区，将周边道路及广场雨水收集净化后，用于绿地浇灌和道路浇洒，替代原来的自来水。北京市还探索在居民小区内将雨水收集净化后用于冲厕，既有效利用雨水资源，又使老百姓节约使用自来水的开销，大幅改善人居环境。镇江、济南等市将老旧小区内海绵改造与燃气、热力、水电改造及停车位增建等同时实施，获得老百姓普遍支持，主动请求政府优先对自己的小区进行改造。促进产业发展和技术进步，通过试点工作，海绵城市相关新材料、新设备、新施工工艺也实现了产业化发展。南宁市建设了海绵城市产业园，吸引国内海绵城市相关生产企业入园，构建新的经济增长点。萍乡市在海绵城市建设试点中，推动本土生产企业升级转型，透水性建材市场扩展到整个江西省及邻近省份。

近年来许昌市在城市建设中不断纳入海绵城市建设理念，积累了大量工程实践经验。在“生态立市”发展战略的指引下，饮马河、芙蓉湖、北海、鹿鸣湖采用自然岸坡，清潁河采用格宾石笼、透水连锁砖等生态岸坡，在河道消落带，选用芦苇、水葱、黄昌蒲等水生植物，形成连续的植物过滤带，在雨水滞蓄区，沿滨河道建设生态草沟系统、雨水花园和人工湿地三级结构系统，实施河湖水系截污治污、生态岸线建设、水源地保护、地下水资源清理整顿等一批重大项目。

试点区 PPP 项目采用的技术措施为“渗、滞、蓄、净、用、排”相关措施，主要包括市政道路与管网、建筑与小区、公园河湖水系、监测能力建设等，均属于较为成熟的技术，但海绵城市及低影响开发技术总体比较新颖，具有一定的建设难度以及各具体建设项目的相互衔接技术要求高等特点。

参与许昌市海绵城市建设的咨询和勘察设计单位均为国内相关领域技术领先的大型科技咨询单位，在相关领域储备了较为成熟的技术，为项目顺利落地打下了较好的基础。

4.3.2 实施可行性

项目区地形平坦，地势北高南低，绝对高程 70—80m。地貌类型为冲洪积平缓平原，分布于工作区中东部。绝对高程 70—100m，由古黄河、颍河、双泊河、清潁河、洪河等泛滥改道冲积而成，由全新统亚砂土及黑灰色亚粘土组成。上部潜水含水层主要赋存于全新系③、④土层单元，上更新统地层的含水层类型为微承压水。上部潜水曾其补给来源主要为大气降水，水位埋深 6m~10m，水位年变幅 3m。水文地质条件适合建设海绵城市。

许昌市已启动开展海绵城市规划、建设与管理专题培训，学习海绵理念、技术与措施；通过媒体宣传、集中采访、典型宣传等多种方式，让海绵城市理念及常见的做法“进机关、进社区、进学校、进企业、进农村、进家庭”。通过媒体向许昌市人民宣传“建设海绵城市，打造生态许昌”的理念和许昌市建设海绵城市的迫切需求和必要性。诸多的宣传方式 为海绵城市建设工作营造全民参与的氛围，许昌市已形成全民参与海绵城市建设的共建共享新格局，海绵城市建设理念家喻户晓。

4.3.3 财务可行性

本次许昌市试点区海绵城市建设项目总投资估算 59216.69 万元。为确保许昌市试点地区海绵城市建设顺利实施，增加项目建设的财务可行性，河南省人民政府和许昌市人民政府已采取和可采取措施有：

（1）省政府财政部门加强指导许昌市在海绵城市建设中积极推进 PPP 模式的运作。

（2）充分发挥开发性、政策性金融作用，鼓励相关金融机构积极加大对海绵城市建设的信贷支持力度。鼓励金融机构在风险可控、商业可持续的前提下，对海绵城市建设提供中长期信贷支持，积极开展购买服务协议预期收益等担保创新类贷款业务，加大对海绵城市建设项目的资金支持力度。将海绵城市建设中符合条件的项目列入专项建设基金支持范围。支持符合条件的企业通过发行企业债券、公司债券、资产支持证券和项目收益票据等募集资金，用于海绵城市建设项目。采用建设-拥有-运营（B00）、委托运营等市场化模式推进，引导社会资本投入项目建设。

（3）建筑与小区、道路与管网、公园湿地水系三类项目均为非经营性项目，

缺乏“使用者付费”基础。项目公司主要依靠政府付费回收投资成本，即项目公司完成本项目的建设，经验收合格后，针对各类项目提供运营维护服务，政府将按照《PPP 项目合同》的约定分期向项目公司支付服务费（包括可用性服务费和运营服务费）。项目公司通过获得服务费弥补其建设投资、运营维护成本并获得合理回报。能力建设项目由项目公司建设完成后直接交给项目实施机构运营管理，项目公司通过获得可用性服务费弥补其建设投资并获得合理回报。许昌市公共财政收入应逐年加大市政道路管网、公园绿地、河系整治、城市建设配套设施、城市排水防涝、绿色建筑等基础设施建设投入及融资模式下的财政补贴。

4.3.4 组织可行性

城市人民政府是海绵城市建设责任主体，要做到“规划一张图、建设一盘棋、管理一张网”。许昌市委、市政府高度重视海绵城市建设工作，发布《中共许昌市委许昌市人民政府关于成立许昌市海绵城市建设工作领导小组的通知》（许文[2015]46号），成立了高规格的推进海绵城市建设工作领导小组，市委、市政府主要领导任组长，常务副市长、分管副市长担任副组长，相关部门和县（区）主要领导为成员。领导小组下设办公室，办公室设在市住建局，具体负责日常工作，各部门协同推进海绵城市建设工作。

4.3.5 经济可行性

海绵城市的建设是“绿色-灰色”设施的全生命周期管理，避免城市发展过程中的大拆大建，减少碳排放，因地制宜，通过低影响开发和可持续排水系统的建立，恢复自然的生态系统，是一种绿色经济的建设模式。海绵城市的建设同时基于低影响开发的雨水利用理念，形成基于雨水利用的新经济增长点，市场前景巨大，可促使市政道路、建筑与小区、绿地广场及生态停车场、市政管网、水资源和水环境、河道工程等改造，以及雨水收集、雨水净化及相关方面产业链的形成，例如许昌市已经形成了建筑垃圾的再生利用产业链，已经形成了带动经济增长、解决就业等问题，进而推动许昌市国民经济的发展。

PPP 模式应用于海绵城市建设，技术理念比较新，很多地方反映落地难，因为涉及到好多审批环节等诸多问题。任何一个新事物刚开始应用都会有难题，尽管有难度，国家要求每个海绵试点城市都要做 PPP 项目，鼓励他们进行一些探索。将一个区域内经营性和非经营性的项目统筹实施，肥瘦搭配，就可实现区块内的

收益平衡。如果在区域内实施海绵城市建设，能够带来城市品质 and 价值的提升，增值的收益为社会资本参与创造了条件。

4.3.6 社会可行性

海绵城市建设贯彻习总书记讲话中要求的自然积存、自然渗透、自然净化的理念，利用低影响开发技术，减轻污染进入清潁河、饮马河等水系，大幅度降低污染物排放量，促进水系自净能力的恢复和提升，有效提高水环境质量，积极建设水生态环境良性循环模式；通过改善地表环境水体，维护地面物理环境平衡，优化自然界水文循环的路径，改善水与人的关系；通过建设生态海绵设施，增加社会水资源和水文化认同感，为改善城市水环境做出有益贡献。

同时，海绵城市的建设也可结合小区改造、城市基础设施完善和生态城市建设进行，将有力提升城市径流减排的能力，解决水资源紧张，建设生态型水循环社会，提高人民群众的生活质量，提升当地水环境质量，具有较好社会效益。

5 PPP 模式专项论证

5.1 运作模式

本项目是一个综合性工程，项目内容包括建筑与小区、道路与管网、公园湿地系、能力建设。这四类均属于非经营性项目，缺乏“使用者付费”基础，主要依靠政府付费回收投资成本。

建筑与小区、道路与管网、公园湿地水系三类子项目中，建议可通过政府购买服务模式推进，即项目公司负责投融资、建设、维护和移交，政府根据《PPP 项目合同》的约定在一定特许经营期限内向项目公司支付服务费。特许经营期满，项目公司以约定条件将项目设施完好、无偿移交给项目实施机构或政府指定机构。

能力建设子项目为管控一体化平台项目，是多方位展示海绵城市建设、运营和管理信息的“海绵城市信息化管控平台”，为有效地监控海绵城市建设和运营质量，把控准确的监测数据，建议能力建设子项目由项目公司建设完成并通过验收后直接交由项目实施机构运营管理。

针对已建子项目，建议在该等项目工程通过完工验收后，以委托运营的模式由项目公司进行运营维护，便于绩效考核与统一管理，避免运营期责任问题划分不清与推诿现象。

5.2 运作步骤

(1) 根据项目总投资有关数据，确定项目公司的注册资本金为 11843.34 万元；

(2) 市住建局通过公开招标的方式选择社会资本方；

(3) 政府方出资主体和选定的社会资本方按约定签订《合资合同》，成立项目公司；《合资合同》中约定双方的股权比例、权利、责任和义务等内容；

(4) 由市住建局代表市政府与项目公司签订《PPP 项目合同》，授予项目公司在服务期内投融资、建设、运营、维护海绵城市相关项目的权利；

(5) 在政府主导和监管下，为加快工程进度，项目公司应根据《PPP 项目合同》约定的方式选择施工单位和设备供应商；项目公司应依法与选定单位签订相应合同；

(6) 项目公司按照《PPP 项目合同》有关约定，通过提供建设和运营服务，

取得可用性服务费和运营服务费，以补偿建设和运营成本、还本付息（若有）、回收投资、应缴税金并获取投资回报。项目公司根据《PPP 项目合同》约定的付款金额向市住建局提交付费申请，市住建局审核后汇总考核结果，并提交给市财政局，由市财政局统一协调各区县的支付款项，并由市财政局统一向项目公司支付相应的服务费；

（7）服务期内，运营服务费根据《PPP 项目合同》规定进行调整；

（8）项目公司在服务期结束后将正常运行情况下的项目设施无偿移交给市住建局或政府指定机构；

（9）服务期结束后，政府可采取购买服务的方式，解决海绵城市后期运营管理，实现海绵城市的专业化、社会化管理。如社会资本方愿意继续经营，市政府将根据项目公司的经营业绩，在同等条件下予以优先考虑。

5.3 回报机制

项目回报机制主要说明项目公司取得投资回报的收益来源，主要包括使用者付费、政府付费、政府缺口补贴和用户付费混合模式三种支付方式。

建筑与小区、道路与管网、公园湿地水系三类子项目均为非经营性项目，缺乏“使用者付费”基础。项目公司主要依靠政府付费回收投资成本，即项目公司完成项目的建设，经验收合格后，针对各类项目提供运营维护服务，政府将按照《PPP 项目合同》的约定分期向项目公司支付服务费（包括可用性服务费和运营服务费）。项目公司通过获得服务费弥补其建设投资、运营维护成本并获得合理回报。

能力建设子项目由项目公司建设完成后直接交出项目实施机构运营管理，项目公司通过获得可用性服务费弥补其建设投资并获得合理回报。

已建子项目以委托运营的模式由项目公司进行运营维护，项目公司通过获得运营服务费弥补其运营维护成本并获得合理回报。

5.4 定量评价

5.4.1 评价流程

定量评价是在假定采用 PPP 模式与政府传统投资方式产出绩效相同的前提下，通过对 PPP 项目全生命周期内政府方净成本的现值（PPP 值）与公共部门比

较值（PSC 值）进行比较，判断 PPP 模式能否降低项目全生命周期成本。

主要流程包括：

- （1）根据参照项目计算 PSC 值；
- （2）根据初步实施方案，计算 PPP 值；
- （3）比较 PSC 值和 PPP 值，得出定量分析结论。

5.4.2 计算 PSC 值

（1）PSC 值

PSC 值指政府采用传统采购模式提供与 PPP 项目产出说明要求相同的基础设施及公共服务的全生命周期成本的净现值。

PSC 值是 PPP 项目物有所值定量分析的比较基准，假设前提是采用政府传统采购模式与 PPP 模式的产出绩效相同。计算 PSC 主要考虑以下因素：一是项目全生命周期内的建设、运营维护净成本（初始 PSC 值）；二是竞争性中立调整值；三是全部风险承担成本。

即 $PSC\text{ 值} = \text{初始 PSC 值} + \text{部分性中立调整值} + \text{项目全部风险成本}$ 。

（2）初始 PSC 值

初始 PSC，指项目的基础费用（资本投入及运营投入），包括建设、运营、维护成本及资本减值等，但不包括风险成本。初始 PSC 的计算需要假定项目与拟采取 PPP 模式的项目相同，且在同等的工程标准、要求及期限下。建设净成本主要包括参照项目设计、建造、升级、改造、大修等方面投入的现金以及固定资产、土地使用权等实物和无形资产的价值，并扣除参照项目全生命周期内产生的转让、租赁或处置资产所获的收益。运营维护净成本主要包括参照项目全生命周期内运营维护所需的原材料、设备、人工等成本，以及管理费用、销售费用和运营期财务费用等，并扣除假设参照项目与 PPP 项目付费机制相同情况下能够获得的使用者付费收入等。

初始 PSC 值的公式如下：

$\text{初始 PSC 值} = (\text{建设成本} - \text{资本性收益}) + (\text{运营维护成本} - \text{第三方收入}) + \text{其他成本}$ 。

1) 本项目建设成本主要包括基础设施建设及公共服务设施项目设计、施工等方面投入的总投资。本项目投资成本 59216.69 万元，计划分 2 年均匀投入。

2) 资本性收益是指参照项目全生命周期内产生的转让、租赁或处置资产所获的收益，资本性收益应从建设成本中抵减。

3) 运营维护成本主要包括参照项目全生命周期内运营维护所需的原材料、设备、人工等成本，以及管理费用和运营期财务费用等。以及项目资产的升级、改造、大修费用也计入运营维护成本。本项目运营维护成本主要为建筑与小区、道路与管网、公园湿地水系的运营维护成本。由于目前海绵城市项目均没有落地，国内目前还未有相关的运营维护成本数据，根据许昌市海绵城市这三类项目投资额，经计算、本项目运营成本每年 584.29 万元。

4) 第三方收入是指参照项目全生命周期内，假定政府按照 PPP 模式提供项目基础设施和公共服务从第三方获得的收入（如用户付费收入）。第三方收入应从运营维护成本中抵减。本项目为非经营性项目，回报机制为“政府付费”，无第三方收入。

5) 其他成本主要包括为纳入建设成本的咨询服务费用等交易成本，项目连接设施和配套工程建设成本，以及为获取第三方收入所提供的周边土地或商业开发收益权等。

根据公式，得出初始 PSC 值为 68128 万元。

（3）竞争性中立调整值

计算竞争性中立调整值主要是为了消除政府传统采购模式下公共部门相对社会资本所具有的竞争优势，以保障在物有所值定量分析中政府和社会资本能够在公平基础上进行比较。政府竞争优势通常包括政府比社会资本少支出的土地费用、行政审批费用、所得税等有关税费。本项目为公益性项目，完全由政府付费。采用 PPP 模式项目公司取得收入应按照税法规定缴内增值税及附加、产生利润要缴纳所得税。

考虑到本项目仍处在识别和准备阶段，政府竞争优势因素尚无法准确识别，因此，该项费用暂定为财务初步测算中得到的增值税、所得税各运营年收入的净现值之和，经测算，本项目竞争性中立调整值为 6339 万元。

（4）风险承担支出

项目全部风险成本包括可转移给社会资本的风险承担成本和政府自留风险的成本。可转移风险是指所有转移给社会资本的风险总价值，自留风险是指所有

未能转移给社会资本的风险价值。风险控制的最优原则是将风险分配给能够以最小成本管理它的一方，因此政府投资建设项目的风险成本应该反映在 PSC 中。

若政府采用传统模式建设该项目，则由政府承担所有该项目产生的风险。由于海绵城市项目的不确定因素较多，考虑本项目在建设和运营过程中承担较大风险，所以本项目建设风险承担比例定为 12.5%，运营风险承担比例定为 25%。

通过上述公式计算可得：风险承担支出为 9795 万元。

5. PSC 值计算

PSC 值计算公式如下：PSC 值=初始 PSC 值+竞争性中立调整值+全部风险承担成本。PSC 值为政府采用传统模式投资建设项目的全生命周期的净现值，通过累加本项目的建设和运营维护净成本、竞争性中立调整值、全部风险成本之和的净现值。根据本项目财政承受能力和论证报告，PSC 值计算明细如下：

表5.1 PSC 值计算汇总表

| 年份 | 初始PSC值 (万元) | 竞争性中立调整 值(万元) | 全部风险承担 值(万元) | PSC 值 (万元) | 折现值 (万元) |
|------|----------------|------------------|-----------------|---------------|-------------|
| 2017 | 28947 | 0 | 3618 | 32566 | 30877 |
| 2018 | 28947 | 0 | 3618 | 32566 | 29276 |
| 2019 | 584 | 0 | 146 | 730 | 623 |
| 2020 | 584 | 0 | 146 | 730 | 590 |
| 2021 | 584 | 1 | 146 | 731 | 560 |
| 2022 | 630 | 3 | 157 | 790 | 574 |
| 2023 | 630 | 13 | 157 | 800 | 551 |
| 2024 | 630 | 17 | 157 | 804 | 525 |
| 2025 | 678 | 20 | 170 | 868 | 537 |
| 2026 | 678 | 21 | 170 | 869 | 510 |
| 2027 | 678 | 23 | 170 | 871 | 485 |
| 2028 | 731 | 215 | 183 | 1129 | 596 |
| 2029 | 731 | 708 | 183 | 1622 | 812 |
| 2030 | 731 | 857 | 183 | 1771 | 840 |
| 2031 | 788 | 1069 | 197 | 2054 | 924 |
| 2032 | 788 | 1576 | 197 | 2561 | 1092 |

| | | | | | |
|------|-------|------|------|-------|-------|
| 2033 | 788 | 1814 | 197 | 2799 | 1132 |
| 合计 | 68128 | 6339 | 9795 | 84261 | 70504 |

根据上表计算过程，则本项目全生命周期内政府支出净现值合计为 70504 万元。

5.4.3 计算 PPP 值

PPP 值是指政府实施 PPP 项目所承担的全生命周期成本的净现值。根据《政府和社会资本合作项目物有所值评价指引》二十七条：PPP 值可等同于 PPP 项目全生命周期内股权投资、运营补贴、风险承担和配套投入等各项财政支出责任的现值。

（1）股权支出

由于本项目政府指定机构出资部分自筹资金解决，故财政不承担股权投资支出责任。

（2）运营补贴支出

根据初步实施方案假设条件，以自有资金内部收益率 7%的要求为前提，根据成本假设数据，可用性服务费采用财政部的公式，经财务模型测算，在运营期内，政府向项目公司支付的费用 110358.69 万元。

（3）政府风险承担成本

在 PPP 模式中，政府只需承担自留风险，由于各类风险的具体支出数额和概率均难以准确预测，因此按照比例法测算风险承担支出。建设风险承担比例定为 2.5%，运营风险承担比例定为 5%，经测算可得风险承担支出为 1959.00 万元。

（4）配套投入支出

政府部门需负责项目用地的规划、选址、土地征用、拆迁安置等工作，该部分配套投入由政府承担，暂不计入。

（5）PPP 值计算结果

PPP 值可等同于项目全生命周期内股权投资、运营补贴、风险承担和配套投入支出责任的现值，折现率按 6.00%，计算结果如下表：

表5.2 PPP 值计算汇总表

| 年份 | 财政股权投资 支出（万元） | 运营补贴 支出 （万元） | 风险承担 支出 （万元） | 财政配套 投入支出 （万元） | 财政支出汇 总 （万元） | 折现值 （万元） |
|----|------------------|--------------------|--------------------|----------------------|--------------------|-------------|
|----|------------------|--------------------|--------------------|----------------------|--------------------|-------------|

| | | | | | | |
|------|---|-----------|---------|---|-----------|----------|
| 2017 | - | 0 | 723.69 | - | 723.69 | 686.15 |
| 2018 | - | 0 | 723.69 | - | 723.69 | 650.57 |
| 2019 | - | 5074.03 | 29.21 | - | 5103.24 | 4349.70 |
| 2020 | - | 5316.74 | 29.21 | - | 5345.95 | 4320.26 |
| 2021 | - | 5572.73 | 29.21 | - | 5601.94 | 4292.34 |
| 2022 | - | 5892.09 | 31.48 | - | 5923.57 | 4303.38 |
| 2023 | - | 6176.85 | 31.48 | - | 6208.33 | 4276.34 |
| 2024 | - | 6477.19 | 31.48 | - | 6508.67 | 4250.70 |
| 2025 | - | 6847.15 | 33.92 | - | 6881.07 | 4260.84 |
| 2026 | - | 7181.24 | 33.92 | - | 7215.16 | 4236.01 |
| 2027 | - | 7533.61 | 33.92 | - | 7567.53 | 4212.46 |
| 2028 | - | 7962.57 | 36.55 | - | 7999.12 | 4221.77 |
| 2029 | - | 8354.54 | 36.55 | - | 8391.09 | 4198.96 |
| 2030 | - | 8767.95 | 36.55 | - | 8804.50 | 4177.34 |
| 2031 | - | 9265.74 | 39.38 | - | 9305.12 | 4185.89 |
| 2032 | - | 9725.62 | 39.38 | - | 9765.00 | 4164.94 |
| 2033 | - | 10210.65 | 39.38 | - | 10250.03 | 4145.08 |
| 合计 | | 110358.69 | 1959.00 | | 112317.69 | 64932.73 |

经测算，本项目 PPP 现值=64932.73 万元。

5.4.4 物有所值量值

物有所值量值（VFM）=PSC 值-PPP 值

经测算可知，物有所值量值为 3195.27 万元，根据财政部《政府和社会资本合作项目物有所值评价指引》物有所值量值为正的，说明本项目适宜采用 PPP 模式。物有所值量值越大，说明 PPP 模式替代传统采购模式实现的价值越大。

本项目采用 PPP 模式与传统模式相比，可使区域的整体价值得到最大化，因此 PPP 模式相比政府传统模式更物有所值。

5.5 评价结论

通过上述分析物有所值量值量值为正，说明本项目采取 PPP 模式替代传统采购模式实现的价值较大，项目适宜采用 PPP 模式。

6 工程总体

6.1 设计理念

经过近几年的开发和建设，基础设施配套较为齐全，河湖水系网络丰富，为一种如细胞生长式的组团式发展形态，主城区海绵城市建设核心思想为充分利用区域内绿地系统和河湖水系，通过建设源头分散设施、LID 相关设施，保护城市原生态，修复恢复城市原有生态，实现生态型开发，解决区域水生态、水环境、水安全和水资源的问题，调节城市小气候，实现城市生态和水生态的最大优化和改善。

6.2 设计原则

(1) 海绵城市的建设应坚持规划引领、生态优先、安全为重、因地制宜、统筹建设的基本原则。

(2) 许昌市已经编制海绵城市专项规划，从规划层面为建设海绵城市提供了基础保障，并结合控规指导编制海绵城市建设要求。

(3) 许昌市在城市建设中牢牢把握城市河湖水系的生态敏感点，把河湖生态作为低影响开发措施实施的骨架，实现雨水的自然存积、自然渗透以及自然净化，充分发挥河湖水系的先天优势，实现良性的城市生态功能。

(4) 许昌市城市建设面临城市防洪安全、城市内涝等问题，为解决这些困扰城市发展的难题，需通过系统性的防洪排涝、治污截污结合的源头控制等工程措施，并结合高效科学的非工程措施，强化防灾减灾能力，保障城市水安全。

(5) 因地制宜构建海绵城市建设方案，区域内河湖水系具有调蓄功能，绿化及水域面积大，径流系数较小，而系统雨水未入湖调蓄，区域排涝压力相对较大。

(6) 统筹建设全面协调，根据城市总规及相关专项，在前期策划、规划审批、建设审批、建后验收等多个环节进行目标控制、质量控制。

(7) 结合示范区选择在 LID 措施与河湖生态水系联动发挥综合示范效应的技术体系创新，实现在初雨截留、湖泊排口污染控制、环湖路 LID 措施等试点技术措施上实现创新。

(8) 将海绵工程的功能性和景观性结合起来，要有利于宜居环境的改善及

居民生活水平的提高，同时还要减少大拆大建，避免不必要的投资和对居民生活带来太多干扰。

6.3 设计目标

根据住建部《海绵城市建设绩效评价与考核指标（试行）》，海绵城市建设考核属于基于监测的效果考核，海绵城市建设要达到“小雨不积水、大雨不内涝、水体不黑臭、热岛有缓解”的效果。具体指标详见下表。

表6.1 《许昌市海绵城市建设试点实施方案（2016-2018）》中试点区总体目标和分项指标

| 类别 | 指标 | 单位 | 现状 | 目标 | 考核方式 |
|------|--------------------------|--------|--------------------------------------|--------------|-----------|
| 水生态 | 年径流总量控制率 | % | <50 | ≥75 | 基于监测的效果考核 |
| | 生态岸线保持率 | % | <40 | ≥60 | 基于资料统计分析 |
| | 城市热岛效应 | — | 有所缓解 | | 基于监测的效果考核 |
| | 地下水位提升 | m | | 不下降 | 基于监测的效果考核 |
| 水环境 | 水环境质量 | — | V类 | 高于IV类 | 基于监测的效果考核 |
| | 城市面源污染控制（以SS计） | % | <10 | ≥50 | 基于监测的效果考核 |
| | 雨污分流比例 | % | <60 | ≥80 | 基于资料统计分析 |
| 水安全 | 暴雨内涝灾害防治 排涝标准 防洪标准 | A A | 20 50 | 30 50/100 | 基于监测的效果考核 |
| | 饮用水安全 | | 饮用水源地水质Ⅲ类生活标准；自来水水厂出水达到《生活饮用水卫生标准》要求 | | |
| 水资源 | 雨水资源利用率 | % | <0.1 | ≥10 | 基于监测的效果考核 |
| | 污水再生利用率 | % | <5 | ≥20 | |
| | 管网漏损控制率 | % | >12% | 12% | |
| 制度建设 | 规划建设管控 | — | —— | 出台并实施 | 基于资料统计分析 |
| | 蓝绿线划定与保护 | — | —— | 出台并实施 | |
| | 技术规范与标准建设 | — | —— | 出台并实施 | |
| | 投融资机制建设 | — | —— | 出台并实施 | |

| | | | | | |
|-------------|-----------|---|----|-------------------|----------|
| | 绩效考核与奖励机制 | — | —— | 出台并实施 | |
| | 产业化 | — | —— | 建成 | |
| 显 示 度 | 连片示范效应 | — | —— | 试点区 60% 以上达到要求 | 基于资料统计分析 |

本次 PPP 项目方案根据项目实施的实际情况，对原实施方案中的径流控制目标做了适当调整，在整体达标的情况下，保证每个单体项目也能达标。

(1) 道路与雨水管网类项目目标调整情况

根据《许昌市海绵城市建设试点实施方案（2016-2018 年）》，许昌市道路海绵改造类项目年径流总量控制率目标统一为 75%，对应设计降雨量为 24.4mm。根据项目实际踏勘与分析研究，大部分道路依靠道路附属绿地很难达到该目标，且由于道路断面等不同，道路年径流总量控制率目标不宜“一刀切”的定为同一目标。因此，对道路类项目年径流总量控制率目标及控制思路进行优化完善，将道路类项目与带状绿地类项目整体打包，将道路径流引入周边带状绿地海绵设施内进行消纳，并确保道路与带状绿地年径流总量控制率整体达标。同时，根据道路本身海绵城市建设条件差异，对不同的道路及雨水管网类项目目标进行差异化处理。

本项目的规划方案已将镜水路、龙泉街等项目年径流总量控制率目标调整优化，目标调整后不得降低整体目标。根据项目用地面积、设计降雨量等计算项目总控制容积，经计算，调整后的总控制大于调整前，目标调整后总目标高于调整前，满足要求。目标调整前后总控制容积计算如下表所示：

表6.2 道路与雨水管网类项目年径流总量控制率目标调整一览表

| 序号 | 项目名称 | 实施方案目标 | 规划方案调整目标 |
|----|----------------------|--------|----------|
| 1 | 镜水路（新元大道——尚德路）海绵改造工程 | ≥75% | ≥80% |
| 2 | 龙泉街（滨河路—魏武大道）海绵改造工程 | ≥75% | ≥85% |
| 3 | 尚德路（滨河路—镜水路）海绵改造工程 | ≥75% | ≥80% |
| 4 | 文轩路（兴平路—文峰路）海绵改造工程 | ≥75% | ≥85% |
| 5 | 恒丰路（永昌西路—万通街）海绵改造工程 | ≥75% | ≥85% |
| 6 | 明礼街（学院路——魏武大道）海绵改造工程 | ≥75% | ≥80% |
| 7 | 礼贤路（龙兴路——陈庄街）海绵改造工程 | ≥75% | ≥80% |
| 8 | 龙兴路（八龙路——学院路）南海绵改造工程 | ≥75% | ≥85% |
| 汇总 | | —— | —— |

(2) 建筑与小区类项目目标

根据“实施方案”，建筑与小区类项目根据项目类型及现状，年径流总量控制率目标为 36%~98%。根据项目实地踏勘，结合项目实施建设条件，本工程的子项目年径流总量控制率目标值不做调整。

（3）公园水系绿地类项目目标

根据“实施方案”，公园水系湿地类项目根据项目类型及现状，年径流总量控制率目标为 98%。根据项目实地踏勘，结合项目实施建设条件，公园水系湿地类项目年径流总量控制率目标值不做调整。

其中，清潁河海绵改造以增强河道驳岸生态净化能力、改善滨水空间景观环境为主要目标，对年径流总量控制不做硬性要求；学院河饮马河水系等水系海绵改造工程以增强水系滨水空间净化、滞蓄能力为主要目标，对年径流总量控制不做硬性要求。

6.4 技术线路

6.4.1 道路与管网

（1）市政道路

许昌市海绵城市建设项目中市政道路设计应按照低影响开发理念，在道路路面雨水进入市政排水系统前，通过截留、渗透、过滤、调蓄和利用等措施或其组合，防治内涝灾害，控制面源污染，提高雨水利用程度。

根据设计目标灵活选用低影响开发设施及其组合系统，采用路缘石开口、下沉式绿地、植草沟、雨水湿地、透水铺装、渗管/渠等低影响开发设施，并利用立交桥下方绿化、道路绿化等区域，落实低影响开发设施的空间布局。

1) 特点

- ①产汇流时间较短，径流量大；
- ②悬浮颗粒物及 COD 等污染物含量较高；
- ③周边绿化带比例较低，其标高一般高于道路标高，而且与道路隔离。

2) 设计关键点

①道路改造应结合红线内外绿地空间、道路纵坡及标准断面、市政雨水排放系统布局等，充分利用既有条件。同一场地中，可以采用多种形式的源头控制设施，每项设施分别承担一定的削减雨水径流峰值和总量的任务，形成包含下渗、蒸发、调蓄和回收利用等过程的综合型控制系统，实现海绵城市的总体目标。

②应降低绿化带标高、路缘石开口改造等方式将道路径流引到绿化空间，并通过在绿化带内设置植草沟、雨水花园、下沉式绿地、渗滤树池等滞留设施净化、消纳雨水径流，并与道路景观设计紧密结合。

③针对城区内已建下穿式立交桥、低洼地等严重积水点进行改造，应充分利用周边现有绿化空间，建设分散式源头调蓄措施，减少汇入低洼区域的“客水”，桥面雨水落水管尽量接入绿地，管口应铺设卵石层消能、散水，在周边绿化空间较大的情况下，应结合周边集中绿地、水体、砂石坑、公园、广场等空间建设雨水调蓄、蓄渗设施。

④自行车道、人行道以及其他非重型车辆通过路段改造，应优先采用渗透性铺装材料。

⑤当道路红线外绿地空间有限或毗邻建筑与小区时，可结合红线内外的绿地，采用植草沟、生物滞留设施等雨水滞蓄设施净化、下渗雨水，减少雨水排放。

⑥当道路红线外绿地空间规模较大时，可结合周边地块条件设置雨水湿地、雨水塘等雨水调节设施，集中消纳道路及部分周边地块雨水径流，控制径流污染。

⑦市政道路的海绵设计应考虑上游的过境流量，同时合适下游的受纳能力。原则上应就地解决区域的海绵设计目标，不应把内涝控制、径流污染等问题从一个地区转移到另一个地区，或将上游的问题转移到下游。

⑧道路海绵设施具有多种功能时，应对各项功能加以明确并相互协调，优先保障降雨和内涝发生时的人民生命和财产安全，维持城镇安全运行。

3) 技术流程与措施

道路雨水进入周边绿带内设置雨水花园、下沉式绿地和植草沟等设施，通过绿带滞留、净化和转输，下渗及溢流的雨水会同地表径流通过雨水管道（有条件的地方还可经过雨水塘、雨水湿地处理）排入下游河道，从而减轻径流污染，改善道路周边整体环境。

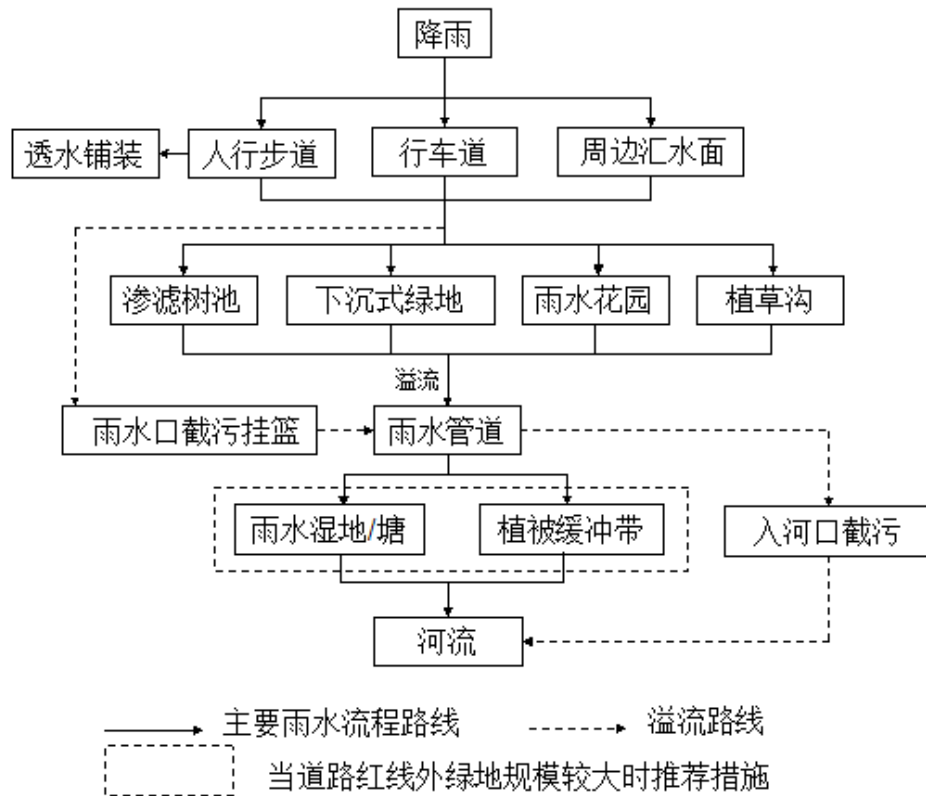


图6.1 市政道路海绵改造流程图

（2）雨水管网

城市雨水管渠系统即传统排水系统，包括雨水管网和雨水泵站，应与低影响开发雨水系统共同组织径流雨水的收集、转输与排放。雨水系统的设计应综合考虑各项海绵设施的排水能力，系统规划和组合，确定合理的设计标准，达到径流量控制的要求，与各项海绵设施的建设应相互协调、互为补充。

1) 设计原则

超标雨水径流排放系统用来应对超过雨水管渠系统设计标准的雨水径流，一般通过综合选择自然水体、多功能调蓄水体、行泄通道、调蓄池等自然途径或人工设施构建。示范区内河湖水网丰富，调蓄空间充足，区域超标系统主要工程措施以湖泊港渠为主。

雨水系统的最终出路一般为河流和湖泊等水体，受纳水体的规划、设计、运行和调度一般是以天然形成的流域为单位，不受行政区划限制。因此，雨水系统的设计应尊重客观规律，考虑地区所处流域的整体规划，并与之相适应，充分考虑末端受纳水体的空间和合理出路。

雨水系统的设计不应把雨水径流、峰值流量及面源污染等问题从本地区转移

至其他地区，不把上游的问题转移到下游。

城市雨水管渠系统设计需通过模型评估，示范区内新建区域管渠及泵站按照《室外排水设计规范》(GB50014-2006)(2016年版)中标准进行设计，新建管渠采用P=3~5a标准；改建区域中，对主干管及主要节点按照P=3~5a标准改造，小区雨水管道改造按照P=2a标准。雨水管网除满足雨水管渠设计重现期标准外，还应和其他设施相协调，达到满足内涝防治设计重现期的目标。通过模型按照雨水管网有效应对30年重现期的暴雨进行评估，对不合理的设计进行技术调整和优化。

2) 设计关键点

①雨水管网应实行雨污水分流制，新建雨水管理不得接入污水，雨水就近排入自然水体。

②按照分散布局和就近排放的原则规划布置雨水排除设施，充分利用和改造现有排水设施，积极扩建和新建新的排水设施。

③充分利用市政道路的坡度汇集雨水。

④充分利用城区河流、湖泊等水系，使其成为排泄雨水的主体，以节省管渠投资。

⑤雨水管渠的布置应结合城市道路规划。结合建筑布局和道路布置，使街坊、小区内雨水以最短距离排入雨水管道。

⑥结合城市竖向规划。

⑦雨水管渠形式的选择，市区道路两侧尽可能采用暗管的形式，在受到埋深和出口深度限制的地区，可采用盖板明沟的形式排除雨水。

⑧雨水口的布置应使雨水不致漫过路口而影响交通，一般在街道交叉口的汇水点、低洼处设置雨水口，不宜设在对行人不便的地方。雨水口的间距一般为20-50m。

⑨城市道路红线超过40米时采用双侧布管。

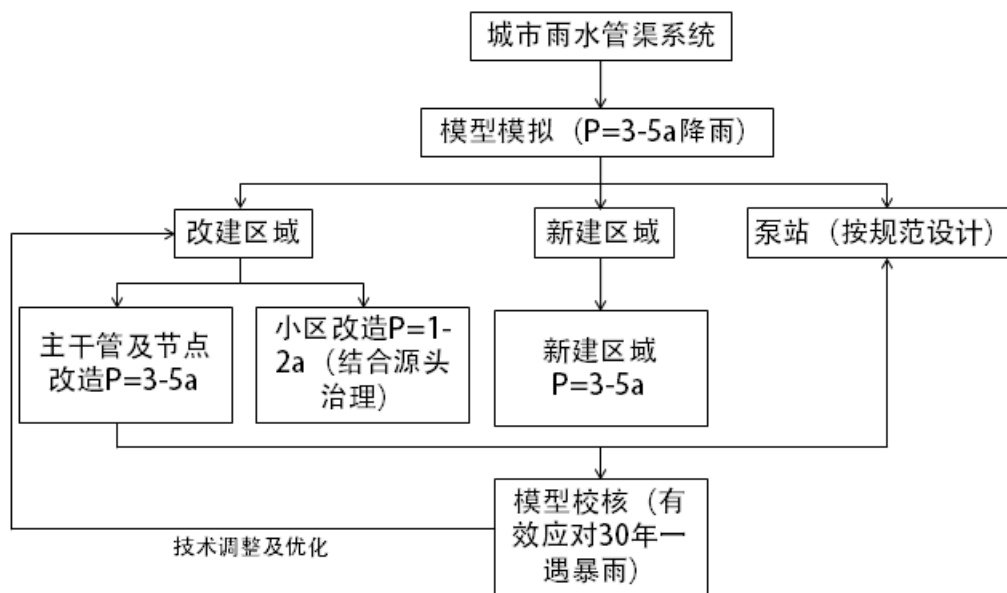


图6.2 雨水管网改造流程图

(3) 管材比选

管材的选择应从工程的规模、重要性、管道直径及压力的要求、工程地质、外荷载状况、工程的后期要求、资金的控制等方面进行综合分析比较后确定。由于管道建设所占投资的比重很大，因此合理经济确定管材的选用对节省投资、方便施工、安全运行意义很大。

排水管道必须具有足够的强度，以承受外部的荷载和内部的水压，外部荷载包括土壤的静荷载，以及由于车辆运行所造成的动荷载。此外，为了保证排水管道在运输和施工中不致破裂，管道还必须具有足够的强度。排水管道应具有抵抗水中杂质的冲刷和磨损，以及抗腐蚀的性能；排水管渠的内壁应光滑，使水流阻力尽量减小；排水管道应就地取材，并考虑到预制管件及快速施工的可能，以便尽量降低管渠的造价及运输和施工费用。

国内现阶段用于排水管道的常用管材有钢筋混凝土管、金属管和玻璃钢夹砂管等管材，特点如下：

(1) 钢筋混凝土管

钢筋混凝土管的优点是通常采用承插式胶圈柔性接口，对各种地基的适应能力较强。制作及施工安装方便，管材自身防腐能力强，一般不需做内外防腐处理，工程造价较低，并可节约钢材。在排水管道中应用极广。管径一般 $d200\text{mm} \sim$

d4000mm，单根有效长度大于 2m，可深埋，多用在埋深大或地质条件不良地段，较耐久，可用于支管、干管。

但是，钢筋混凝土管的承插接口的加工精度较难保证，管道渗漏较多，管材强度及工作压力均较钢管差。相对塑料管，钢筋混凝土管道重量较重，给运输和施工均带来困难。

（2）高密度聚乙烯管（HDPE）

HDPE 管内壁光滑、耐腐蚀性好、柔韧性好、重量轻，采用橡胶圈承插接口，对管道基础要求低。

钢带增强 HDPE 管内壁光滑、耐腐蚀性好、柔韧性好、重量轻，采用热收缩带接口，对管道基础要求低。

（3）钢管

钢管的优点是管材强度较高，耐工作压力也高，施工敷设方便，适应性强，接口形式灵活，管道渗漏较少，单位管长重量较轻，适合用于地形复杂地段和穿越各种障碍。

钢管的缺点是价格相对较高，并需对管道的内外壁进行防腐处理，且使用寿命较低。

（4）玻璃钢夹砂管

玻璃钢夹砂管是近几年在国内兴起的一种管材，目前国内主要有定长缠绕和离心浇铸两种生产工艺。其优点是管材强度高，密闭性好、管道内壁光滑，水头损失小，一般在同样条件下口径可比其他管材口径缩小；防腐性能好，无电腐蚀之虑。可直接埋设在酸性或碱性土壤中，抗腐蚀性好。具有重量轻、单根管道长、施工方便的优点。近年应用也较为广泛，但价格昂贵。而且因为是柔性管，管道本身承受外压能力较差，所以对基础处理和施工技术要求较高，对埋设深度也有一定要求。

表6.3 排水管材方案比较表

| 管材名称 | HDPE 管 | 钢筋混凝土管 | 钢管 | 玻璃钢夹砂管 |
|------|--------|--------|------|--------|
| 管内承压 | 高、中、低压 | 中、低压 | 中、低压 | 中、低压 |

| | | | | |
|-----------|----------------|-------------------|----------------------|----------------|
| 管材名称 | HDPE 管 | 钢筋混凝土管 | 钢管 | 玻璃钢夹砂管 |
| 管道接口 | 双橡胶圈及热收缩带 | 楔形橡胶圈 | 焊接 | 柔性橡胶圈 |
| 接口密封性 | 好 | 好 | 好 | 较好 |
| 抗不均匀沉降能力 | 较好 | 较好 | 好 | 较好 |
| 抗集中外力损伤能力 | 好 | 好 | 好 | 较差 |
| 管材防腐性 | 好 | 一般 | 较差(需进行防腐处理) | 较好 |
| 粗糙系数 | 0.009 | 0.014 | 0.012 | 0.010 |
| 壁厚 | 较薄 | 厚 | 较薄 | 一般 |
| 重量 | 较轻 | 重 | 较轻 | 较轻 |
| 防渗 | 好 | 较好 | 较好 | 较好 |
| 使用寿命 | 长 | 较长 | 一般 | 较长 |
| 基础处理 | 一般不需特殊处理,基础可填砂 | 一般需设条形混凝土基础 | 一般不需特殊处理,基础可填砂 | 基础必须填砂,均匀密实 |
| 施工质量 | 易控制,易保证 | 易控制,易保证 | 易控制,易保证 | 一般 |
| 对土质适应性 | 较强 | 强 | 强 | 较强 |
| 管道敷设整体性 | 好 | 较好 | 好 | 较好 |
| 回填要求 | 一般 | 一般 | 一般 | 很高 |
| 施工方法 | 简单 | 简单 | 简单 | 一般 |
| 安全性 | 高 | 较高 | 高 | 一般 |
| 管径系列 | 齐全 | 齐全 | 齐全 | 大管径稍受限制 |
| 管道埋深 | 不受限制 | 不受限制 | 不受限制 | 受限制 |
| 施工方法 | 施工方法一般(开槽) | 施工方法多样(开槽、顶管、沉管等) | 施工方法多样(开槽、顶管、跨越、沉管等) | 施工方法一般(开槽、沉管等) |

| 管材名称 | HDPE 管 | 钢筋混凝土管 | 钢管 | 玻璃钢夹砂管 |
|------|--------|--------|------|--------|
| | | | 管等) | |
| 温度应力 | 影响较小 | 影响较小 | 影响较大 | 影响较小 |
| 备料速度 | 快 | 一般 | 快 | 一般 |
| 生产厂家 | 多 | 多 | 多 | 较少 |
| 运输 | 较方便 | 一般 | 较方便 | 一般 |
| 施工周期 | 较短 | 较长 | 较短 | 较短 |
| 经济指标 | 高 | 较便宜 | 较高 | 一般 |
| 应用情况 | 较少 | 最多 | 一般 | 一般 |
| 综合评价 | 较好 | 好 | 较好 | 一般 |

通过管道使用场所需内压要求、施工难度、管材采购方便程度、工程投资等各方面考虑，本次设计排水管道拟采用管材为 HDPE 双壁波纹管及钢带增强 HDPE 双壁波纹管。

6.4.2 建筑与小区

结合容积率、建筑密度、绿地率等控制指标，在满足人的活动游憩需求和建筑间距、道路退距、日照等要求的基础上，形成源头消纳、雨水回用、终端调蓄等控制模式，确定下沉式绿地、透水铺装等海绵设施的选择和空间布局。

目前项目内的建筑与小区均为已建小区，径流污染和内涝问题较突出，雨水系统改造如果以雨水径流削减及水质控制为主，根据地形特征及竖向分布划分为若干个汇水区域，将雨水通过植被浅沟导入雨水花园或低势绿地，进行处理、下渗，对于超标准雨水溢流排入市政管道。如果以雨水利用为主，可以将屋面雨水经弃流后导入雨水桶进行收集，由于雨水本来就是比较洁净的软水，加之许昌市大气质量优良，因此在雨水利用前的处理基本上只用考虑沉淀和过滤两个环节，如果用做居民用户中水，则应加装消毒处理设施；道路及绿地雨水经处理后导入地下雨水池进行收集，利用时只需用抽水泵将池中蓄水抽出用于绿化和景观中，如果使用喷灌和滴灌系统，则需要追加设施及投资。

(1) 特点

1) 土地开发强度大，地表硬化率高，绿化面积及其有限，综合径流系数大；

2) 现状屋顶改造难度大;

3) 可利用空间有限。

(2) 设计关键点

1) 优先考虑雨落管断接方式, 将建筑屋面、硬化地面雨水引入周边绿地中分散式雨水控制利用设施(如雨水花园、植草沟、雨水桶等)下渗、净化、收集回用;

2) 对于建筑周围没有绿化空间的普通屋面可以选择雨水桶收集或者通过雨水口排入市政管道等方式, 雨水口采用截污挂篮式, 雨水桶应设置沉淀及过滤设施, 并根据用水途径选择加装消毒设施;

3) 区内无大容量汽车通过的路面、住区停车场、步行及自行车道应改造为渗透性铺装;

4) 坡度较缓(小于 15°)的屋顶或平屋顶、绿化率较低、与雨水收集利用设施相连的老旧居住区可考虑采用绿色屋顶。

(3) 技术流程与措施

降落在屋面的雨水可进入高位花坛和雨水桶, 并溢流进入低势绿地, 雨水桶中雨水经沉淀及过滤后作为就近绿化用水使用, 当用于中水时还应加装消毒设施。降落在道路等其他硬化地面的雨水, 应利用可渗透铺装、低势绿地、渗透管沟、雨水花园等设施对径流进行净化、消纳, 超标准雨水可就近排入雨水管道。在雨水口可设置截污挂篮、旋流沉沙等设施截留污染物。

经处理后的雨水一部分可下渗或排入雨水管, 进行间接利用, 另一部分可进入雨水池和景观水体进行调蓄、储存, 经过滤消毒后集中配水, 用于绿化灌溉、景观水体补水和道路浇洒等。

已建公共建筑区本身无法消纳的雨水, 可以排入周边公园、广场内的低势绿地, 利用周边雨水设施进行径流和污染物削减。

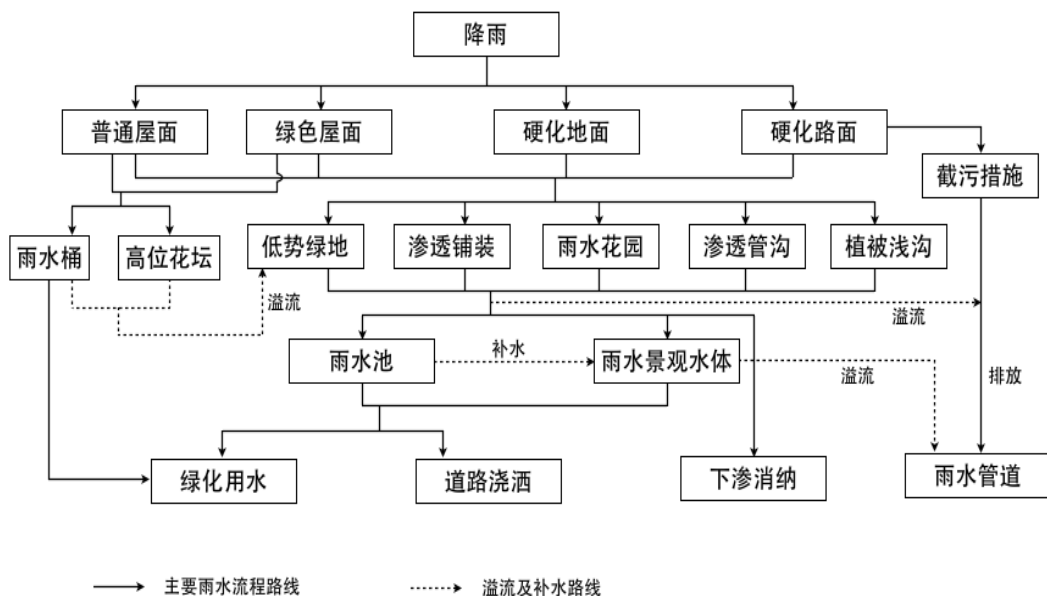


图6.3 公共建筑海绵改造流程图

(1) 游园广场

1) 一般特点

②由于调蓄潜力较大,承担的汇水面积较大。

①市区绿化面积较大，集中绿地改造除了要消纳绿地内部产流以外，更重要的是考虑与周边场地相衔接，将周边汇水面（如广场、停车场、建筑与小区等）的雨水径流通过合理竖向设计引入集中绿地，结合排涝规划要求，设计雨水控制利用设施；

③在有条件的河段建议采用生态堤岸、生物浮岛等工程设施，降低径流污染负荷。位置和规模可结合水系及沿岸绿化带条件和管线汇水区域特征布置。可在河道入河口处设消能设施，防止对河岸造成侵蚀；

④通过在集中绿地设置分散式雨水控制利用设施，控制每年排入水体的径流污染物总量不超过水体的自净能力。在确保径流水质的同时，建议将雨水用于绿地浇灌、道路浇洒和地下水回补；

⑤集中绿地与广场、生态停车场调蓄潜力很大，除了满足城市建设要求外还具有一定的景观作用，低影响开发改造是应将雨水处理设施与景观设计相结合，通过布置多功能调蓄设施，在满足景观要求的同时，对雨水水质和径流量进行控制，并对雨水资源进行合理利用。

3) 改造技术流程与措施

雨水经过绿地的滞留、净化、转输，再进入河湖水系，避免雨水径流通过雨水主干管直接排入水体，造成水体污染及水资源的浪费。

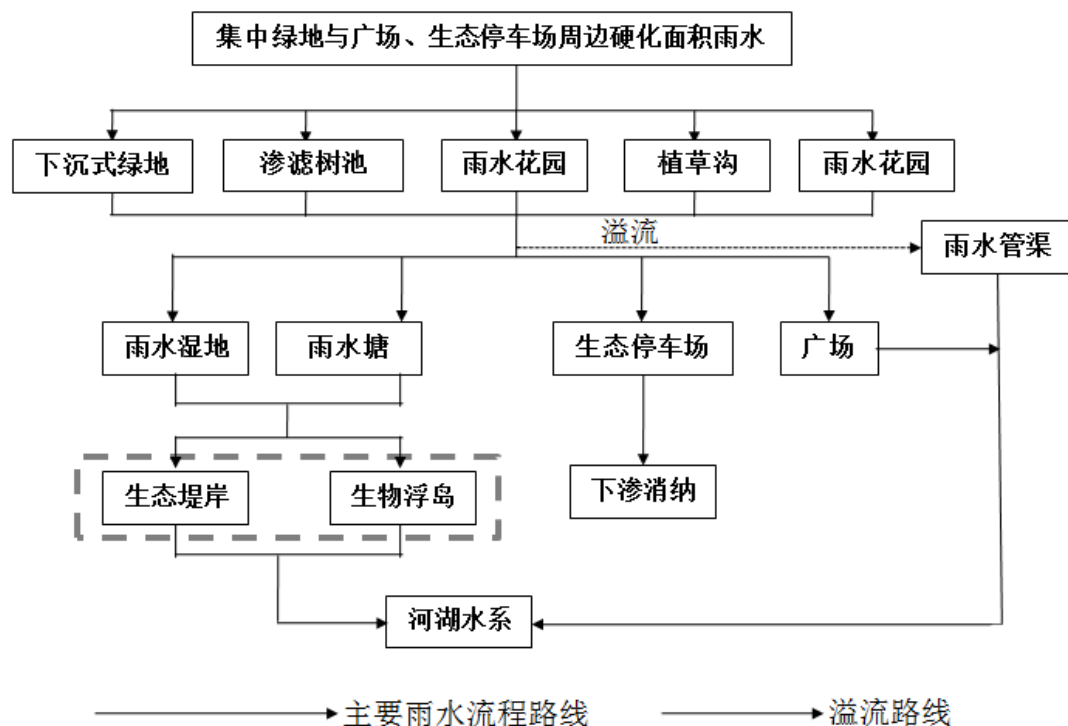


图6.4 游园广场海绵改造流程图

(2) 河湖水系

超标雨水径流排放系统用来应对超过雨水管渠系统设计标准的雨水径流，一般通过综合选择自然水体、多功能调蓄水体、行泄通道、调蓄池、深层隧道等自

然途径或人工设施构建。示范区内河湖水网丰富，调蓄空间充足，区域超标系统主要工程措施以湖泊港渠为主。

沿雨水径流的主要污染物为 COD 及 SS。做为雨水径流的末端，河湖港渠将受纳大量的污染物。因此河湖水系的海绵城市建设需严格控制点源污染，利用微生物、植物的净化作用，减少面源污染，使雨水径流经植被浅沟、低势绿地、雨水湿地、生态堤岸等设施处理后，再排入河道，减少对河道的污染和冲刷。同时结合清水型水生态系统的建设，利用水生动植物以及微生物对水体污染的净化，并提升河湖水系的自净能力。最终结合湖泊公园建设及绿道建设，改善区域生态环境，提升水质标准。

通过模型对区域进行后评估，按照有效应对 30 年一遇暴雨对区域超标雨水排放系统进行校核，若不满足，适当建设定点调蓄设施。

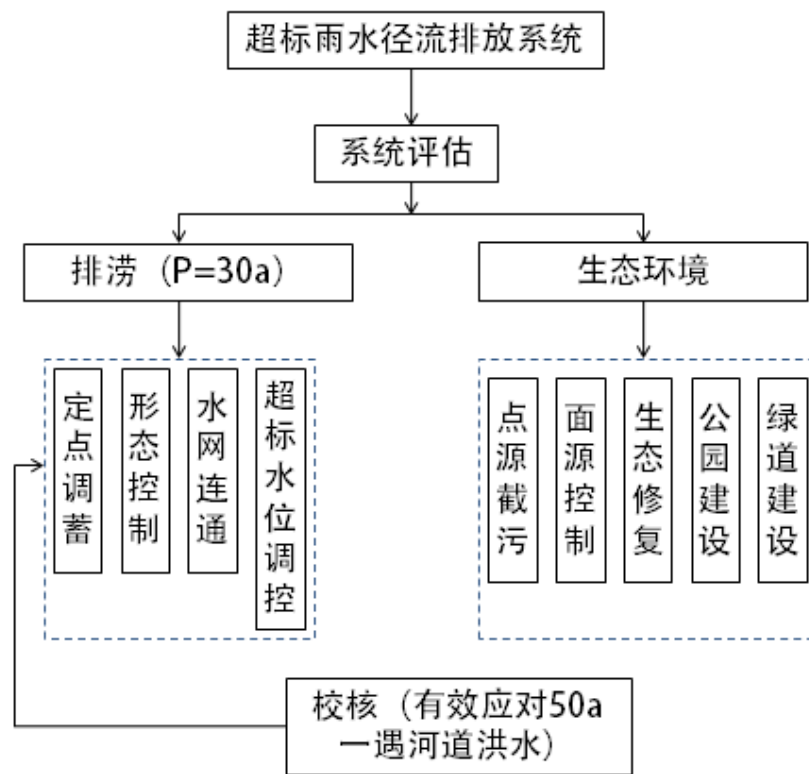


图6.5 河湖水系海绵改造流程图

6.4.4 能力建设

（1）管控考核平台建设与运维

许昌市海绵城市管控考核平台服务于海绵城市建设管控工作，支撑许昌试点区及全域海绵城市建设全生命周期管理与考核评估。

1) 综合数据库建设：集成地理信息、运行管理、在线监测、文档多媒体等多源多格式多类型的数据，构建综合数据库，为海绵城市规划建设提供可视化及分析评估基础。

2) 应用系统：设计并开发各子系统，实现海绵城市建设、运维与考核的全流程管理，包括数据采集、一张图管理、项目管控、考核评估、公众参与、用户权限管理。

3) 基础软硬件平台：基于信息系统运行与安全保护等级的基本要求，采购和部署各类系统运行所需的软件平台与计算机硬件平台，保证管控考核平台的正常运行。

(2) 在线监测网络建设

通过“源头-过程-终端”监测网络的建立，为海绵城市建设效果的定量化绩效评价与考核提供长期在线监测数据和计算依据，同时为设施运行情况的应急管理决策提供参考。

1) 综合监测方案制定：进行现场勘探，明确各监测点位具体位置与安装准备工作，制定分层、分类、分区的在线监测与人工采样化验结合的综合监测方案。

2) 在线监测网络构建：依据综合监测方案，对在线监测设备进行选型与安装维护，实现雨量、液位、流量、SS、温度的在线监测与预警预报。

3) Web 端监测系统：构建专业的 B/S 架构监测系统在线服务，支持 Web Services 的数据接口，软件在线自动升级，提供手机端微信报警与数据查询服务。

(3) 水质采样与化验分析

综合应用实时在线检测与实验室化验两种手段，以 SS 为典型指标建立估算关系，满足城市水环境质量、城市面源污染控制、地下水等海绵城市指标考核要求。

1) 人工降雨采样：在降雨过程中，对典型的下垫面及试点区域内排口进行人工降雨采样。

2) 实验室水质化验：样品采集后立即送至化学分析实验室，按国家标准中有关水质分析法进行各种指标的浓度的测定，化验指标以满足海绵城市考核评估及业主需求为主。

3) 水质化验报告编制：根据实验室水质指标化验结果，编制水质化验报告，用于后期评估分析。

(4) 监测考核技术咨询服务

监测考核技术咨询服务包括监测方案优化调整咨询及绩效考核评估咨询。

1) 监测方案优化调整咨询：根据许昌市海绵城市建设推进情况、试点项目落地情况及在线监测数据分析反馈情况，不断优化调整完善布点监测方案，提供持续的咨询改进完善服务。

2) 绩效考核评估咨询：基于获取的在线监测数据，利用统计分析、模拟分析手段，对已建项目进行工程效益的自评估与内部考核，定期编制考核评估咨询报告。

7 工程设计

7.1 主要设计标准

(1) 排水工程

1) 排水体制

采用雨污分流制排水体制。

雨水采用有组织排除，污水集中收集转输至污水厂处理达标后排放。

2) 管渠设计标准及参数如下：

许昌市的暴雨强度公式

$$q = \frac{1987(1 + 0.7471P)}{(t + 11.7)^{0.75}}$$

其中，q—设计降雨强度（L/s·ha）

P—重现期（年），

t—降雨历时（min）， $t = t_1 + t_2$ ， t_1 取 10min， $t_2 = L/60V$

雨量计算采用 $Q = q \cdot \psi \cdot F$ (L/s)

一般地区雨水设计重现期取 3 年，重要城市道路、广场、行政中心、车站、仓储区等雨水设计重现期取 4 年，芙蓉湖区域雨水设计重现期取 5 年，超标雨水径流及内涝防治设计重现期不低于 30 年，部分重要地区雨水径流及内涝防治设计重现期不低于 50 年。

3) 管道设计使用年限 50 年。

(2) 道路工程

1) 道路等级：主干路、次干路、支路。

2) 路面设计标准轴载：BZZ-100。

3) 道路交通量达到饱和状态时的设计年限：主线 20 年，地面辅道 15 年。

4) 路基顶面设计回弹模量：主线 $\geq 30\text{MPa}$ ，地面辅路 $\geq 20\text{MPa}$ 。

5) 抗震设防烈度为 7 度，设计基本地震加速度值为 0.1g。

(3) 建筑工程

设计使用年限为 50 年。

屋面防水等级为 II 级

防水耐用年限 15 年。

7.2 计算方法

(1) 容积法——调蓄、存储设施

低影响开发设施以径流总量和径流污染为控制目标进行设计时，设施具有的调蓄容积一般应满足“单位面积控制容积”的指标要求。设计调蓄容积一般采用容积法进行计算。用于合流制排水系统的径流污染控制时，雨水调蓄池的有效容积可参照《室外排水设计规范》（GB50014-2006）（2016 年版）进行计算。具有储存和调节综合功能的湿塘、雨水湿地等多功能调蓄设施，其规模应综合储存设施和调节设施的规模计算方法进行计算。弃流设施的弃流容积应按容积法计算。

$$V = 10H\phi F$$

式中：V——设计调蓄容积， m^3 ；

H——设计降雨量，mm；

F——汇水面积， hm^2 ；

ϕ ——综合雨量径流系数，参照下表进行加权平均计算。

表7.1 径流系数

| 汇水面种类 | 雨量径流系数 ϕ | 流量径流系数 ψ |
|--------------------------------|---------------|---------------|
| 绿化屋面（绿色屋顶，基质层厚度 $\geq 300mm$ ） | 0.30-0.40 | 0.40 |
| 硬屋面、未铺石子的平屋面、沥青屋面 | 0.80-0.90 | 0.85-0.95 |
| 铺石子的平屋面 | 0.60-0.70 | 0.80 |
| 混凝土或沥青路面及广场 | 0.80-0.90 | 0.85-0.95 |
| 大块石等铺砌路面及广场 | 0.50-0.60 | 0.55-0.65 |
| 沥青表面处理的碎石路面及广场 | 0.45-0.55 | 0.55-0.65 |
| 级配碎石路面及广场 | 0.40 | 0.40-0.50 |
| 干砌砖石或碎石路面及广场 | 0.40 | 0.35-0.40 |
| 非铺砌的土路面 | 0.30 | 0.25-0.35 |
| 绿地 | 0.15 | 0.10-0.20 |
| 水面 | 1.00 | 1.00 |
| 地下建筑覆土绿地（覆土厚度 $\geq 500mm$ ） | 0.15 | 0.25 |
| 地下建筑覆土绿地（覆土厚度 $< 500mm$ ） | 0.30-0.40 | 0.40 |
| 透水铺装地面 | 0.08-0.45 | 0.08-0.45 |

| | | |
|-----------------|---|----------|
| 下沉广场（50 年及以上一遇） | — | 0.85-1.0 |
|-----------------|---|----------|

（2）水量平衡法——调蓄、存储设施（湿塘、雨水湿地）

设施储存容积应首先按照“容积法”进行计算，同时为保证设施正常运行（如保持设计常水位），再通过水量平衡法计算设施每月雨水补水水量、外排水量、水量差、水位变化等相关参数，最后通过经济分析确定设施设计容积的合理性并进行调整。

（3）流量法——转输设施（植物缓冲带、植草沟）

$$Q=\psi \ qF$$

式中：Q——雨水设计流量，L/s；

ψ ——流量径流系数，同容积法；

q——设计暴雨强度，L/（s·hm²）；

F——汇水面积，hm²。

（4）以渗透为主要功能的设施规模计算——生物滞留设施、渗透塘、渗井

1) 渗透设施有效调蓄容积按下式进行计算

$$V_s=V-W_p$$

式中：V_s——渗透设施的有效调蓄容积，包括设施顶部和结构内部蓄水空间的容积，m³；

V——渗透设施进水量，m³，参照容积法计算；

W_p——渗透量，m³。

2) 渗透设施渗透量按下式进行计算

$$W_p=KJA_s t_s$$

式中：W_p——渗透量，m³；

K——土壤（原土）渗透系数，m/s；

J——水力坡降，一般可取 J=1；

A_s——有效渗透面积，m²；

t_s——渗透时间，s，指降雨过程中设施的渗透历时，一般可取 2h。

渗透设施的有效渗透面积 A_s 应按下列要求确定：

①水平渗透面按投影面积计算；

②豎直渗透面按有效水位高度的 1/2 计算；

③斜渗透面按有效水位高度的 1/2 所对应的斜面实际面积计算；

④地下渗透设施的顶面积不计。

表7.2 渗透系数取值表

| 土壤层 | 渗透系数K (m/s) |
|-------|--|
| 砂土 | $>5.8.3 \times 10^{-5}$ |
| 壤质砂土 | $1.70 \times 10^{-5} \sim 5.83 \times 10^{-5}$ |
| 砂质壤土 | $7.20 \times 10^{-6} \sim 1.70 \times 10^{-5}$ |
| 壤土 | $3.70 \times 10^{-6} \sim 7.20 \times 10^{-6}$ |
| 粉质壤土 | $1.90 \times 10^{-6} \sim 3.70 \times 10^{-6}$ |
| 砂质黏壤土 | $1.20 \times 10^{-6} \sim 1.90 \times 10^{-6}$ |
| 黏壤土 | $6.35 \times 10^{-7} \sim 1.20 \times 10^{-6}$ |
| 粉质黏壤土 | $4.23 \times 10^{-7} \sim 6.35 \times 10^{-7}$ |
| 砂质粘土 | $3.53 \times 10^{-7} \sim 4.23 \times 10^{-7}$ |
| 粉质粘土 | $1.41 \times 10^{-7} \sim 3.53 \times 10^{-7}$ |
| 粘土 | $3.00 \times 10^{-8} \sim 1.41 \times 10^{-7}$ |

(5) 以调节为主要功能的设施规模计算

调节塘、调节池等调节设施,以及以径流峰值调节为目标进行设计的蓄水池、湿塘、雨水湿地等设施的容积应根据雨水管渠系统设计标准、下游雨水管道负荷(设计过流流量)及入流、出流流量过程线,经技术经济分析合理确定。

$$V = \text{Max} \left[\int_0^T (Q_{in} - Q_{out}) dt \right]$$

式中: V——调节设施容积, m^3 ;

Q_{in} ——调节设施的入流流量, m^3/s ;

Q_{out} ——调节设施的出流流量, m^3/s ;

t ——计算步长, s;

T——计算降雨历时, s。

(6) 以转输与截污净化为主要功能的设施规模计算

植草沟等转输设施的计算方法如下:

1) 根据总平面图布置植草沟并划分各段的汇水面积。

2) 根据《室外排水设计规范》(GB50014-2006)(2016 年版)确定排水设计重现期,根据流量法计算设计流量 Q 。

3) 根据工程实际情况和植草沟设计参数取值,确定各设计参数。

(7) 构建模型

1) SWMM 模型

采用SWMM 模型——暴雨洪水管理模型对许昌市海绵城市设计效果进行水文模拟评价。SWMM 模型是美国环境保护署开发的一个动态降水—径流模拟模型,主要用于模拟城市某一单降水事件或长期的水量和水质模拟。

SWMM模型的原理为:降雨开始后,少量雨水经地表植物截留,然后地面开始受雨。刚开始地面比较干燥,雨水入渗较大,如果降雨强度较小,雨水可能全部被吸收,不产生雨水径流;随着降雨时间的延长,地面不能及时消纳雨水,洼地开始积水,待积满后,地面开始产生雨水径流;之后到雨停的整个过程中,径流量增大再减小,直到不产生余水,径流停止。

SWMM 模型就是模拟雨水径流的过程,将研究区域划分为若干不同性质的子汇水区域,根据各子汇水区域的特点分别计算径流过程,以及雨水在管渠、排水口等单元之中的流动,最后将各子汇水区域的雨水出流量进行叠加,形成研究区域的模拟结果。

SWMM 模型应用步骤如下:

①研究区域概化

在假定降雨在区域内均匀分布、降雨强度相等的条件下,根据研究区域周边的用地现状、规划资料和管网资料等进行子汇水区域的划分;确定子汇水区域、拐点、管渠、出水口等组件的位置和尺寸;采用海绵城市开发模式时,还需确定LID 设施的位置和尺寸;确定各组件之间的衔接关系。

②设置对象属性、确定参数

对于子汇水区域来说,需要确定雨量计、出水口、面积、宽度、坡度、不透水性、不渗透性粗糙系数 N 值、渗透性粗糙系数 N 值、不渗透性洼地蓄水深度和渗透性洼地蓄水深度等属性和参数值。其中宽度指的是最大地表漫流长度,即在水流渠道化之前,从子汇水面积排水最远点来的水流路径长度。不透水性是指不透水面积与总面积之比。不渗透性粗糙系数 N 值指的是不渗透面积的曼宁 N 值。

较点是指管段相互连接的排水系统节点，较点和排放口需要确定内底标高和最大深度。最大深度是指从地表道内地的最大深度。对于管渠来说，需要确定最大深度、长度、曼宁粗糙系数等参数。此处的最大深度为管渠断面的最大深度，为管道时，可以理解为管道的管径。对于LID 设施来说，需要确定蓄水深度、植被覆盖小数、曼宁N 值、表面坡度、土壤厚度、孔隙率、产水能力、导水率、吸水头、蓄水高度、蓄水导水率和暗渠的排水指数等参数。

③执行模拟并显示模拟结果。

通过模型计算，可以通过对比传统市政道路开发前后、海绵城市道路开发前后以及海绵城市道路开发与传统城市道路开发之间，为工程设计提供优化决策指导。

2) MIKE 模型

MIKE 软件是基于排水系统信息化开发出的新型模型软件，其具有实时性、精确性、系统性的特点，大幅度地提高城市防洪排涝模型计算水平，有效控制城市内涝和水体污染。GIS 系统是 MIKE 模型的基础，目前国内外各城市均采用了这个方法辅助进行模型搭建，利用 GIS 系统可以对整个城市的排水系统进行综合性系统性的管理，能够方便高效地掌握排水系统所有方面的信息。在此基础上开发出的 MIKE 软件是专门用于城市排水系统水力和水质模拟的模型，旨在对排水系统的运行状况实行微观和宏观的掌控，排水系统模型将实际存在的城市排水系统转化成数学模型，同时将与排水系统相关的各种水力水文学理论导入模型中，并通过参数的调整实现模型运行状态与实际排水系统运行状态的吻合，排水系统软件不仅在现状排水系统的模拟过程中有很大作用，可以如实地将当地排水系统的实际情况反映出来，这些问题既包括经常出现的事故也包括在日常维护过程中很难发现的瓶颈问题，此外排水系统软件还可以进行已开发或未开发区域的系统海绵规划设计，例如对于城市内涝高发地区来说，可以利用排水系统软件进行下垫面的规划设计，同时制定多种备选方案，将各备选方案与实际存在的地下管网系统结合模拟，从而得出最终的下垫面改造方案，实现排水系统的抗涝性改造。根据建模目的和建模方式模型可以分为确定性模型和统计性模型、分布式模型和集中模型、概念模型和经验模型、事件模型和连续模型、水量模型和水质模型、宏观模型和微观模型等。

①基础数据获取、转换与导入

在模型建立之前，需要获得比较准确的建模所需数据，用以勾勒出研究区排水系统的基本框架，之后再根据实际场地的考察来确定各模型元素的具体属性，如各检查井、雨水篦子、管道的位置和数量等，有个别不匹配的情况在后续建模工作中单独修改即可。

表7.3 模型中元素属性及参数情况

| 管道 | 检查井 | 汇水区域 | 低影响开发设施 |
|----------------------|---------------------|------------------------|-----------------------|
| 管长、管径、管道坡度、起始节点、曼宁系数 | 内底标高、地面高程、是否跌水、连接方式 | 出流节点、区域面积、径流方式、入渗方式、坡度 | 是否占据汇水区域、面积、设施数量、设施种类 |

②模型背景绘制

模型基本元素导入之后，排水管网系统的基本框架已建立，然而模型中所包含的模型元素众多，各个元素所具有的属性也比较复杂，排水系统模型的完整度还比较差，下一步需要根据实际场地的情况来补充所缺失的属性参数。模型背景文件的获取有多种途径，可以从卫星图上进行部分截取，以此方法获得的背景图精度比较低，如果对于模型背景的精度要求较高，可以利用 ArcGIS 软件提取出比较精确的背景图，也可以通过城市管理部门如市政管理或降雨测量部门来获取相关的地形图或等高线图，此外也可以利用已经获取到的数据自行绘制相关的背景图，这种方式提高了模型的精确度和模拟结果的可信性。

③系统基础元素建模

经过研究区排水系统基础数据导入和模型系统背景文件设置之后，需要对整个排水系统模型中的所有基本元素进行补充和修正。首先要对在导入过程中缺失的某些个别元素进行添加，例如缺少或者遗失的雨水口、检查井、管道、泵站等，除此之外还要将位置错误或者由于数据混乱而导致的元素冗余现象排除，避免影响整个模型的稳定性；之后要检查整个模型系统的拓扑结构，确保没有管网断接、排水方向错误、逆坡、连接错误、坡度过大等现象出现，对于管网和检查井节点拓扑关系检查的原则包括：重力流管网系统不允许出现管道逆坡情况、不允许一个节点存在多个出流管段、每个节点处的入流管和出流管地面高程应该匹配、检查节点处入流管道的接入口内底高应当高于出流管道接入口的内底标高。检查过程可以通过在模型主界面上逐条查找错误管段来完成，也可以调出所有管网信息

的汇总表格进行查看，在汇总表格中可以进行属性的单独调整或者全局设置，方便进行统一管理，另外还可以通过查看排水管网系统的剖面图来直观地定位出错误节点、管段和区域，提高研究区排水模型的纠错效率。

④模型汇水区域划分及参数调整

因此在建模过程中模型汇水区域的划分采用泰森多边形方法，以模型系统中雨水口的分布为依据初步划分了汇水区域，划分完成后再根据研究区地形图中的地面高程信息和具体的地形起伏情况来调整自动生成的汇水区域，力求与实际汇水情况相匹配。在汇水区域的手动调整过程中，需要参照一些原则，如地形起伏、道路分布情况、地表下垫面情况分布、雨水口分布情况等。汇水区域的调整首先要以雨水口的分布为基础，以雨水口的位置为中心确定各子汇水区域，之后参考地面标高，通过查看地面等高线图将各子汇水区域的边界划分出来，边界尽量选择分水岭位置，边界划分尽量保证平滑和完整，且各子汇水区域之间不能存在重叠，最后再依据道路分布情况和地表下垫面建设情况进行修改，使得各子汇水区域的边界尽量与主干道路分布和不同下垫面地块的分布相符合，从而比较接近实际条件下的汇流情况。汇水区域的划分结束之后，需要对各子汇水区域的属性进行设置。

表7.4 汇水区域元素属性情况

| 元素属性种类 | 物理属性 | 计算方式属性 | 交互设置 |
|--------|-------------------------|-------------|--------------|
| 具体属性 | 面积、蓄存深度、曼宁系数、坡度、土壤 CN 值 | 径流方式、入渗计算方式 | 特征宽度、不透水面积比例 |

⑤模型相关计算选项设定

模型系统内相关计算选项的设定是模型分析情景建立的最基础部分，模型的各项计算选项要根据排水系统模拟的目的以及在模型中设置的相关模块元素的种类来确定。建模过程中需要逐一设定的模拟计算选项如下表所示。

表7.5 模型计算选项

| 计算选项种类 | 通过计算选项 | 隐性引擎计算选项 |
|--------|--------------------------------|----------------------------|
| 具体属性 | 模拟起始时间、模拟历时、计算步长、输出结果精度、最小汇流时间 | Y 值迭代容忍度、计算长度、迭代次数、LPI 系数等 |

7.3 工程地质条件分析及参数选定

许昌市的土壤类型，按照土类、亚类、土属、土种四级划分，可划出 6 个土类、14 个亚类、25 个土属和 46 个土种。主要土壤类型为褐土、潮土、砂礓黑土。在大规模城市化过程中，许昌市的土壤发育演变过程参杂了更多的人为干扰因素。在许昌市海绵城市建设与建模过程中，有关土壤的具体参数如土壤渗透系数等应根据实测资料取值。在无实际资料的情况下，应分别根据土壤粒级、质地分类、排水能力等相关条件参考取值，取值过程如下：

(1) 土壤粒级

将土壤土粒按照粒径的大小及性质分为石砾、砂粒、粉砂粒和粘粒四级。

表7.6 土壤粒径分级表

| 粒级名称 | 粒径 (mm) |
|------|------------|
| 石砾 | >2 |
| 粗砂粒 | 2-0.2 |
| 细砂粒 | 0.2-0.02 |
| 粉砂粒 | 0.02-0.002 |
| 粘粒 | <0.002 |

(2) 土壤质地分类

将土壤按照砂粒、粉粒、粘粒三种粒级占百分数进行分类，划分为砂土、壤土、粘壤土、粘土四类十二级。

表7.7 土壤质地分类表

| 质地分类 | 各级土粒 (重量%) | | | |
|------|------------|------------------|-----------------------|------------------|
| 类别 | 质地名称 | 粘粒 (<0.002mm) | 粉砂粒 (0.002-0.02mm) | 砂粒 (0.02-2mm) |
| 砂土类 | 砂土及壤质砂土 | 0-15 | 0-15 | 85-100 |
| 壤土类 | 砂质壤土 | 0-15 | 0-45 | 55-85 |
| | 壤土 | 0-15 | 35-45 | 40-55 |
| | 砂粉质壤土 | 0-15 | 45-100 | 0-55 |
| 粘壤土类 | 砂质粘壤土 | 15-25 | 0-30 | 55-85 |

| | | | | |
|-----|--------|--------|-------|-------|
| | 粘壤土 | 15-25 | 20-45 | 30-55 |
| | 粉砂质粘壤土 | 15-25 | 45-85 | 0-40 |
| 粘土类 | 砂质粘土 | 25-45 | 0-20 | 55-75 |
| | 壤质粘土 | 25-45 | 0-45 | 10-55 |
| | 粉砂质粘土 | 25-45 | 45-75 | 0-30 |
| | 粘土 | 45-65 | 0-35 | 0-55 |
| | 重粘土 | 65-100 | 0-35 | 0-35 |

(3) 土壤特征参数

将土壤按照质地分类，选择相应土壤的饱和含水率、吸水头、孔隙率、产水能力、萎缩点等特征参数。

表7.8 土壤特征参数表

| 土壤组织类型 | K | Ψ | ϕ | FC | WP |
|--------|------|--------|--------|-------|-------|
| 砂土 | 4.74 | 1.93 | 0.437 | 0.062 | 0.024 |
| 壤质砂土 | 1.18 | 2.40 | 0.437 | 0.105 | 0.047 |
| 砂质壤土 | 0.43 | 4.33 | 0.453 | 0.190 | 0.085 |
| 壤土 | 0.13 | 3.50 | 0.463 | 0.232 | 0.116 |
| 粉质壤土 | 0.26 | 6.69 | 0.501 | 0.284 | 0.135 |
| 砂质粘壤土 | 0.06 | 8.66 | 0.398 | 0.244 | 0.136 |
| 粘质壤土 | 0.04 | 8.27 | 0.464 | 0.310 | 0.187 |
| 粉质粘壤土 | 0.04 | 10.63 | 0.471 | 0.342 | 0.210 |
| 砂质粘土 | 0.02 | 9.45 | 0.430 | 0.321 | 0.221 |
| 粉质粘土 | 0.02 | 11.42 | 0.479 | 0.371 | 0.251 |
| 粘土 | 0.01 | 12.60 | 0.475 | 0.378 | 0.265 |

K——饱和导水率，in/hr

Ψ ——吸水头，in

ϕ ——孔隙率，%

FC——产水能力，%

WP——萎缩点，%。

(4) 水文土壤分组

将土壤按照特征参数饱和导水率进行分组，表征不同饱和导水率土壤条件下土壤排水能力。

表7.9 水文土壤分组表

| 饱和导水率 (in/hr) | 分组 | 排水能力 |
|---------------|----|--|
| $K \geq 0.45$ | A | 低径流潜力。即使当整个土壤湿润时，土壤仍具有高渗入速率；表明土壤主要包含了排水能力良好的深层砂砾。 |
| $K=0.30-0.15$ | B | 当整个土壤湿润时，土壤具有中等渗透速率；表明土壤排水能力中上到良好之间，主要包含了中等深度到深度、中等粒度到中等粗糙组织的土壤。例如浅层黄土、砂质壤土。 |
| $K=0.15-0.05$ | C | 当彻底湿润时具有缓慢渗入速率；主要包含具有一层向下游移动水的土壤，或者具有中等粒度到细粒度组织的土壤。例如粘质壤土、浅层砂质壤土。 |
| $K=0.05-0.00$ | D | 高径流潜力。当彻底湿润时具有很慢渗入速率的土壤；主要包含了具有高膨胀潜力的粘土，具有永久性高水位的土壤，具有靠近地表粘土层的土壤，以及接近不渗透材料的浅层土壤。 |

(5) SCS 曲线数取值

径流曲线法(soilconservation service. curve numbermethod, SCS. CN)是美国农业部水土保持局(USDASCS)于 20 世纪 50 年代开发的用于估算地表径流的数学模型，该模型计算过程简单，所需参数较少。将土壤根据水文土壤分组情况以及土地利用类型，选择相关的 SCS 曲线数。

表7.10 土壤 SCS 曲线数取值表

| 土地利用描述 | | 水文土壤分类 | | | |
|--------|---------|--------|----|----|----|
| | | A | B | C | D |
| 耕种土地 | 没有保护性处理 | 72 | 81 | 88 | 91 |

| | | | | | |
|-------------------------|--------------------|----|----|----|----|
| | 具有保护性处理 | 62 | 71 | 78 | 81 |
| 牧场或放牧土地 | 不良条件 | 68 | 79 | 86 | 89 |
| | 良好条件 | 39 | 61 | 74 | 80 |
| 草地 | 良好条件 | 30 | 58 | 71 | 78 |
| 林地 | 细砂, 不良覆盖, 没有护根 | 45 | 66 | 77 | 83 |
| | 良好覆盖 | 25 | 55 | 70 | 77 |
| 开阔地、草坪、公园、高尔夫球场、陵园等 | 良好条件: 草地覆盖超过 75% | 39 | 61 | 74 | 80 |
| | 较差条件: 草地覆盖在 50-75% | 49 | 69 | 79 | 84 |
| 商业和经济区 | 85%不渗透区域 | 89 | 92 | 94 | 95 |
| 工业区 | 72%不渗透区域 | 81 | 88 | 94 | 95 |
| 居民区 平均地块尺寸 (不渗透性百分比) | 低于 1/8 ac (65) | 77 | 85 | 90 | 92 |
| | 1/4 ac (38) | 61 | 75 | 83 | 87 |
| | 1/3 ac (30) | 57 | 72 | 81 | 86 |
| | 1/2 ac (25) | 54 | 70 | 80 | 85 |
| | 1 ac (20) | 51 | 68 | 79 | 84 |
| 铺砌式停车场、屋顶、车行道等 | | 98 | 98 | 98 | 98 |
| 街区和道路 | 具有路缘石和雨水管道的铺砌路面 | 98 | 98 | 98 | 98 |
| | 砾石 | 76 | 85 | 89 | 91 |
| | 土路 | 72 | 82 | 87 | 89 |

7.4 道路与管网

7.4.1 设计原则

(1) 道路海绵改造原则

城市道路径流雨水应通过有组织的汇流与转输, 经截污等预处理后引入道路红线内、外绿地内, 并通过设置在绿地内的以雨水渗透、储存、调节等为主要功能的低影响开发设施进行处理。低影响开发设施的选择应因地制宜、经济有效、方便易行, 如结合道路绿化带和道路红线外绿地优先设计下沉式绿地、生物滞留带、雨水湿地等。

1) 城市道路应在满足道路基本功能的前提下达到相关规划提出的低影响开发控制目标与指标要求。为保障城市交通安全,在低影响开发设施的建设区域,城市雨水管渠和泵站的设计重现期、径流系数等设计参数应按《室外排水设计规范》(GB50014-2006)(2016 年版)中的相关标准执行。

2) 道路人行道宜采用透水铺装,透水铺装设计应满足国家有关标准规范的要求。

3) 道路横断面设计应优化道路横坡坡向、路面与道路绿化带及周边绿地的竖向关系等,便于径流雨水汇入低影响开发设施。

4) 规划作为超标雨水径流行泄通道的城市道路,其断面及竖向设计应满足相应的设计要求,并与区域整体内涝防治系统相衔接。

5) 路面排水宜采用生态排水的方式,也可利用道路及周边公共用地的地下空间设计调蓄设施。路面雨水宜首先汇入道路红线内绿化带,当红线内绿地空间不足时,可由政府主管部门协调,将道路雨水引入道路红线外城市绿地内的低影响开发设施进行消纳。当红线内绿地空间充足时,也可利用红线内低影响开发设施消纳红线外空间的径流雨水。低影响开发设施应通过溢流排放系统与城市雨水管渠系统相衔接,保证上下游排水系统的顺畅。

6) 城市道路绿化带内低影响开发设施应采取必要的防渗措施,防止径流雨水下渗对道路路面及路基的强度和稳定性造成破坏。

7) 城市道路经过或穿越水源保护区时,应在道路两侧或雨水管渠下游设计雨水应急处理及储存设施。雨水应急处理及储存设施的设置,应具有截污与防止事故情况下泄露的有毒有害化学物质进入水源保护地的功能,可采用地上式或地下式。

8) 道路径流雨水进入道路红线内外绿地内的低影响开发设施前,应利用沉淀池、前置塘等对进入绿地内的径流雨水进行预处理,防止径流雨水对绿地环境造成破坏。有降雪的城市还应采取措施对含融雪剂的融雪水进行弃流,弃流的融雪水宜经处理(如沉淀等)后排入市政污水管网。

9) 低影响开发设施内植物宜根据水分条件、径流雨水水质等进行选择,宜选择耐盐、耐淹、耐污等能力较强的乡土植物。

10) 城市道路低影响开发雨水系统的设计应满足《城市道路工程设计规范》

(CJJ37) 中的相关要求。

11) 应定期对市政道路海绵设施进行维护管理,在敞开式调蓄设施旁设置警示牌或围栏等安全防护措施。

12) 地表污染严重的道路不应设置以渗透功能为主的低影响开发设施。当调蓄设施以回收利用雨水为目标时,调蓄量应根据气候条件、回收雨水的出路和场地等因素,经经济技术比较后确定。

(2) 管网海绵改造原则

针对目前内涝积水问题,对试点区从源头削减、过程转输、末端调蓄三个方面,对试点区雨水排涝系统进行优化完善。

1) 源头减排

在许昌市海绵建设中,通过对试点区域居民小区、公共建筑、公园绿地、休闲广场以及道路绿化等进行低影响开发技术设施改造,如透水铺装、下沉式绿地、雨水花园、绿色屋顶等,通过低影响开发设施的下渗、储存、调节等功能,将雨水在源头就地滞洪蓄水,减少后续径流形成的洪峰流量,增加洪峰形成的实际,降低地表径流,有效缓解城市内涝压力。

2) 过程转输

在许昌市海绵建设中,对城市雨水管网进行梳理,对排水设计标准偏低、错接以及坡度设计不合理的雨水管道进行系统改造,并在内涝积水点等重要节点建设雨洪调蓄池、雨水泵站等,提高城市管网排涝系统能力。通过管网的规划设计及排水体制的更新,以及管网截流倍数与设计重现年限的提高,来调整管渠中的雨水径流,降低内涝的风险,减少洪涝灾害的发生。

3) 末端调蓄

在安排内涝措施时,应采用调蓄方式,包括利用绿地调蓄、利用水体调蓄和利用人工调蓄。对于附近有河湖水体或者公园绿地的内涝点,应将积水就近引入;对于距离较远的内涝点,应修建行泄通道将积水引入河湖水体或公园绿地;对于以上条件均不具备的内涝点,应在积水点附近修建人工调蓄设施进行调蓄。海绵城市设计应充分考虑雨水系统出水具有足够的空间和合理的出路。海绵城市设计应明确、固定雨水排放点。对于超出排水管渠排除能力的雨水,应预设雨水行泄通道并核实下游的受纳能力。

7.4.2 现状分析

（1）道路现状分析

海绵改造区道路分为主干路、次干路和支路。

主干路：宽度 44-100m；次干路：宽度 30-77m；支路：宽度 24m。

现状水泥路面状况良好，无断板、沉降、错台等破坏现象。

（2）管网现状分析

单条设计路段雨、污水排水系统基本齐全，大部分运行良好，较小部分排水系统不完善；但由于整个区域的管道设计建设分期完成，且管网的设计标准参差不齐，部分道路雨水管网管径较小，排水能力不足，造成整个雨水系统运行不畅，暴雨期间道路出现积水点，影响居民的出行。

7.4.3 海绵设施选择

（1）绿地

绿化带采用比道路低 5 公分的“植生滞留槽”即起到生物滞留作用。在绿化带区域内种植灌木花草，铺上粗砂砾石，再把下水道格栅设置在灌木花草间。当大雨来袭，路面被污染的雨水通过植物的吸收净化和填料的过滤吸附之后，渗入周围土壤，对地下水进行一定量的补给；未下渗雨水或过量的雨水则排入蓄水槽，进入市政管网，方便干旱天气时对植被或景观的补水。行道树周围以疏松的树皮、木屑、碎石、镂空金属盖板覆盖。突出了雨水的综合利用，实现了自然界的水循环，达到了雨水资源化、节约用水、修复水环境与生态环境、减轻城市洪涝的目的。

现状的道路路缘石高于路面，绿化带仅接纳自身范围内的雨水径流，道路路面的雨水径流均排入雨水口，经雨水管道排除，绿化带的雨水渗透能力差，无雨水储存和净化能力。

采用的LID绿化设施可以使路面雨水径流进入绿化带内储存，并且入渗能力强，有雨水净化功能。分车绿带受城市道路空间大小的约束，可以采用的LID 设施有下沉式绿地、植草沟、雨水花园等；行道树绿带可以采用生态树池。为防止雨水下渗可能对道路路面和路基、甚至地下设施造成破坏，这些LID绿化设施下应采取必要的防渗措施。

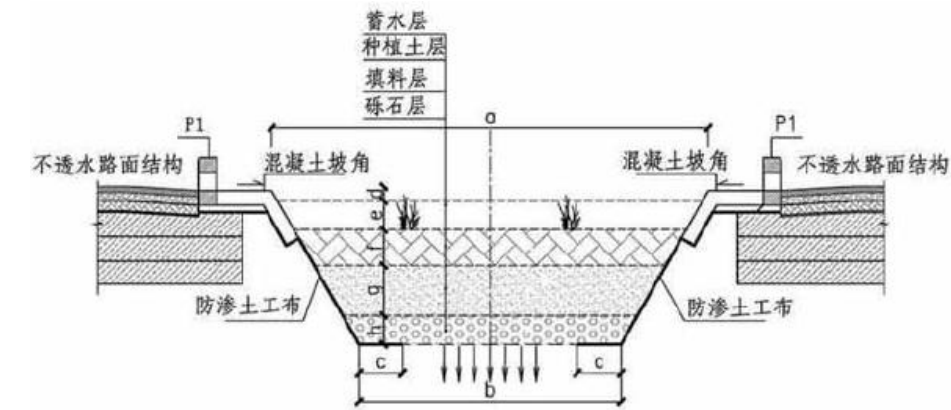


图7.1 下沉式绿化分隔带（下渗型）

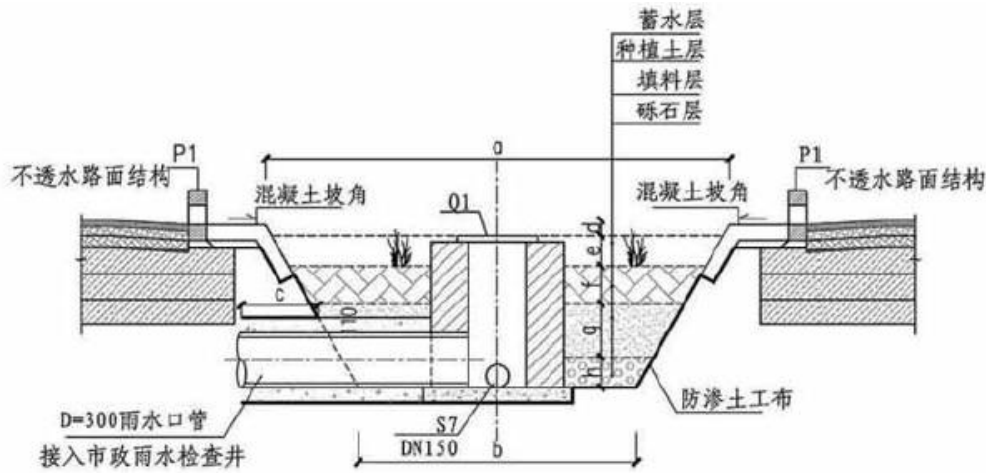


图7.2 下沉式绿化分隔带（溢流型）

1) 分车绿带与LID设施衔接设计

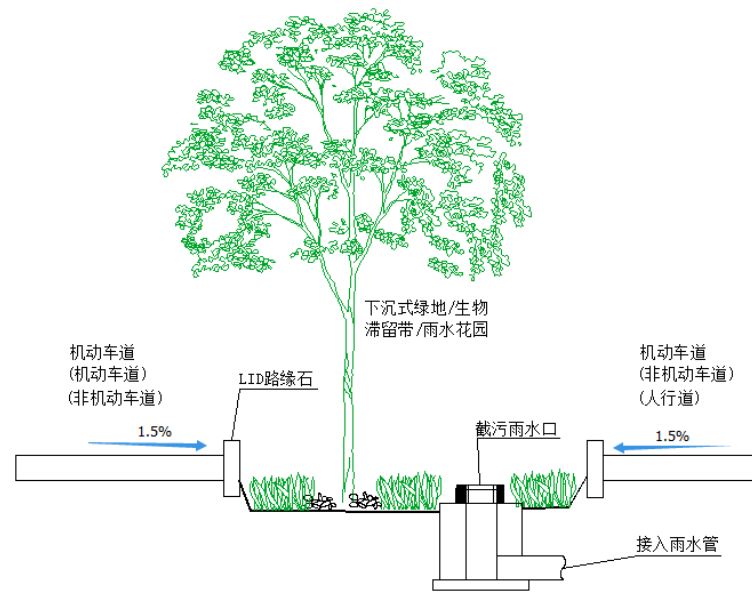


图7.3 分车绿带与LID 设施衔接设计

2) 行道树绿带与LID设施衔接设计

行道树绿带的植物以行道树为主，常与乔木、灌木和地被植物一起种植，形成连续的绿带。生态树池以种植大中型的乔木为主，形式灵活，适用范围广，一般布设在道路两侧、广场等区域。因此，当行道树绿带因条件限制只能种植行道树时，生态树池是最好的选择，树池之间采用透水铺装，可以通气渗水、改善土壤条件，生态树池可以汇集路面径流雨水，净化雨水、补给地下水、保证行道树生长，也不妨碍行人行走。

生态树池一般布置在人行道上，此时与人行道齐平，因此，生态树池与人行道平接；生态树池比机动车道或非机动车道高出一个路缘石的高度，此处应设置立式截污雨水口，如下图所示。

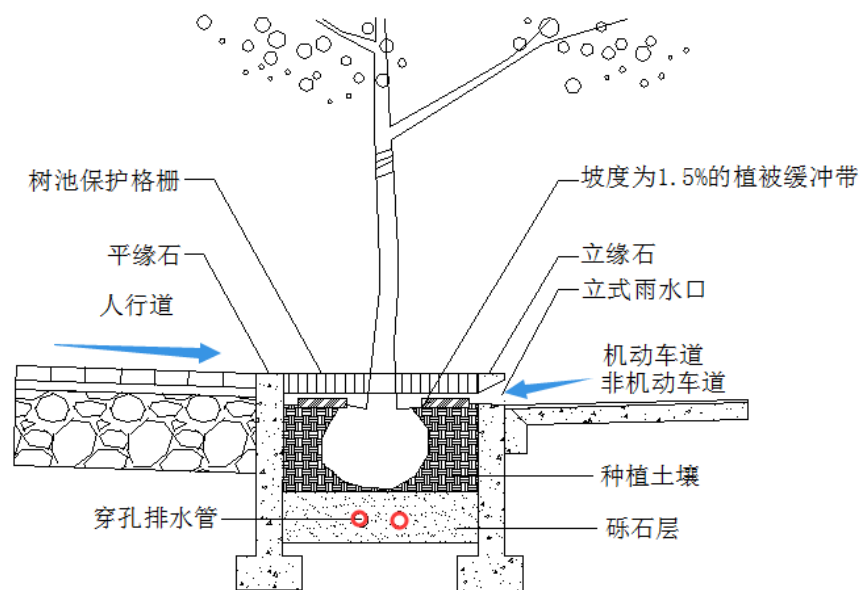


图7.4 生态树池与城市道路衔接设计

（2）环保雨水口

在绿化带两侧布设 U 型槽来收集道路周边雨水，最大程度的将道路上的雨水全部汇入绿化带内，进行雨水的收集、渗透、储存和地下水位以及土壤层的补给。同时在街道雨水管道口均设截污挂篮，以拦截雨水径流携带的污染物。

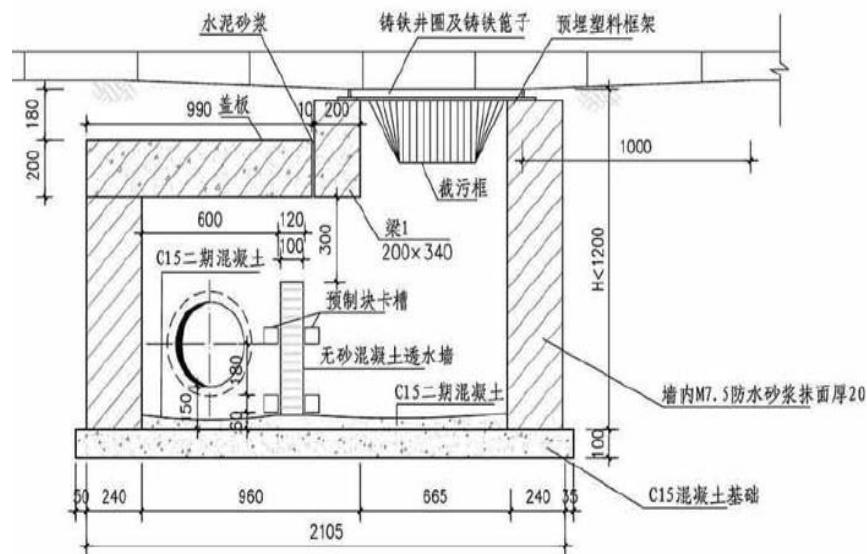


图7.5 环保型单算雨水口

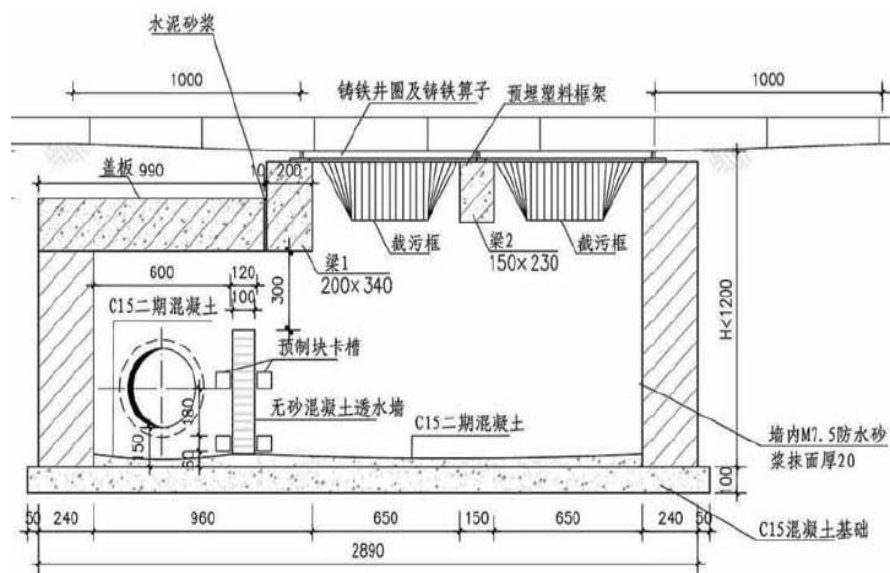


图7.6 环保型双算雨水口

(3) 透水铺装

为了实现雨水资源化、修复水环境与保护生态环境、减少径流污染、减轻城市洪涝，采用透水砖铺砌地面。高承载高透水高透气铺装的路面强度即可达到高运量道路标准，又可实现强降雨时，表面径流趋近于零，透水、储水的效果，同时满足铺面下树根与生态系统能够呼吸，以及允许炎热天气时地下水蒸发而出，并满足平价、耐用和易维护等条件。

高承载高透水高透气铺装可在原来的土壤地面之上，先放置碎石，并参考国外规定，设置储水碎石层厚度为 100cm，铺面之下孔隙率约为 0.3，每次大雨碎石层可储水 30cm。碎石层分为两层，并分别为“主水流空调层”和“副集水透

水层”。在碎石层之上放置结构性导水管，然后再倒入混凝土，使混凝土与导水管紧密结合。等混凝土层凝结结实后，就可掀起最上层的导水管盖，露出透水、

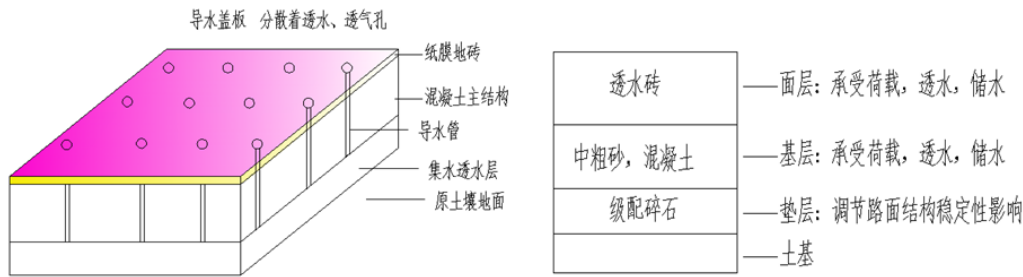


图7.7 透水砖

透气孔。其导水管盖的特殊设计使得透水、透气孔的四周会出现导水槽，引导雨水流入孔洞。

(4) 蓄水模块

在雨水最后汇入河流水系前，建立小型雨水蓄水模块，以此来对入河流雨水的水质和水量进行控制，以达到初期雨水弃流的目的。其功能包括雨水的初期沉淀、雨水沉淀、溢流排放、过滤处理及供水管线接口，实现雨水的收集、利用、调蓄排放功能。

通过上面蓄水池收集到的雨水相对来说比较干净，只需要简单的物理处理即可。通过初期弃流过的雨水，将其自然沉淀 90min 以上，COD 的去除率达到 30% 以上，此时的水质已经满足杂用水的要求，可以用其浇花景观用水等，如果水量较大时，可以将这些雨水用来回灌地下水，直接或间接的减少了淡水资源的使用。

(5) 雨水弃流装置

根据《建筑与小区雨水利用工程技术规范》规定，初期雨水弃流量应按照建设用地实测收集雨水的污染物浓度变化曲线确定。当无资料时，可采用 2~3mm 径流厚度作为屋面初期雨水弃流厚度，5~7mm 作为地面初期雨水弃流厚度。本项目采用初期雨水弃流井的措施，净化水质和减少径流污染。

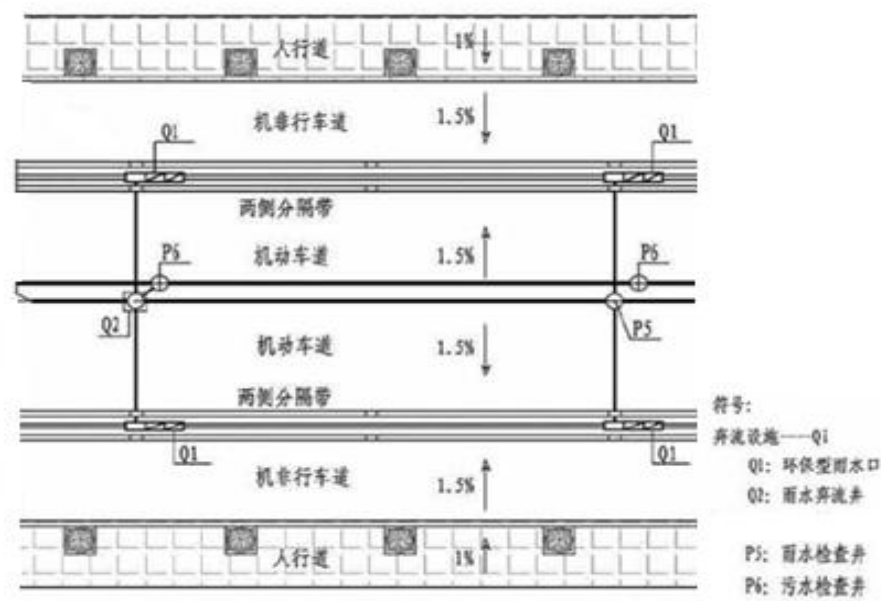


图7.8 雨水弃流井平面布置

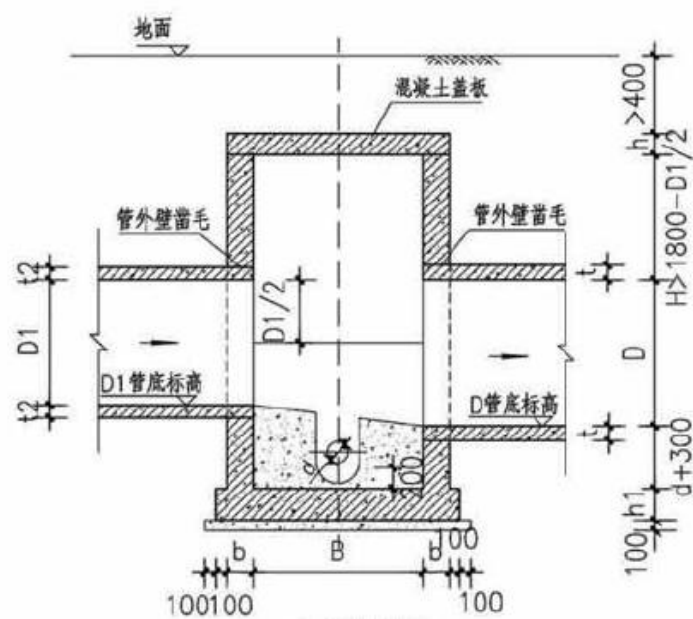


图7.9 雨水弃流井

(6) 生态停车场

《城市道路设计规范CJJ37-2012》中明确：停车场按照车辆停放的位置不同，分为路内停车场和路外停车场两种，其中路内停车场又分为路上停车场和路边停车场。路外停车场是指在道路用地红线以外专用建设的停车场、停车库、停车楼和为建筑物内停车服务的停车空地。路内停车场在有空间条件时尽量采用港湾式停车。此次工程设计方案针对许昌市对不同位置的停车场进行了LID 设施的选择及组合优化设计。

对于居住区、商业区或老城区等较窄的城市支路，交通量小，机动车辆少，道路荷载较小，通常采用无中央分隔带或两侧分隔带的单幅路或两幅路，道路宽度一般在6~12m之间，路上停车场即分布在机动车道或非机动车道的一侧或两侧。传统的路上停车场因停车阻碍了雨水径流，并且车辆荷载容易导致雨水口损坏。此次海绵城市工程设计方案设计了路上停车场与LID设施的衔接方式，如下图所示。即采用透水沥青混凝土铺装路面，并结合LID路缘石和雨水井，将路面的径流雨水排入绿化设施或雨水管网中。

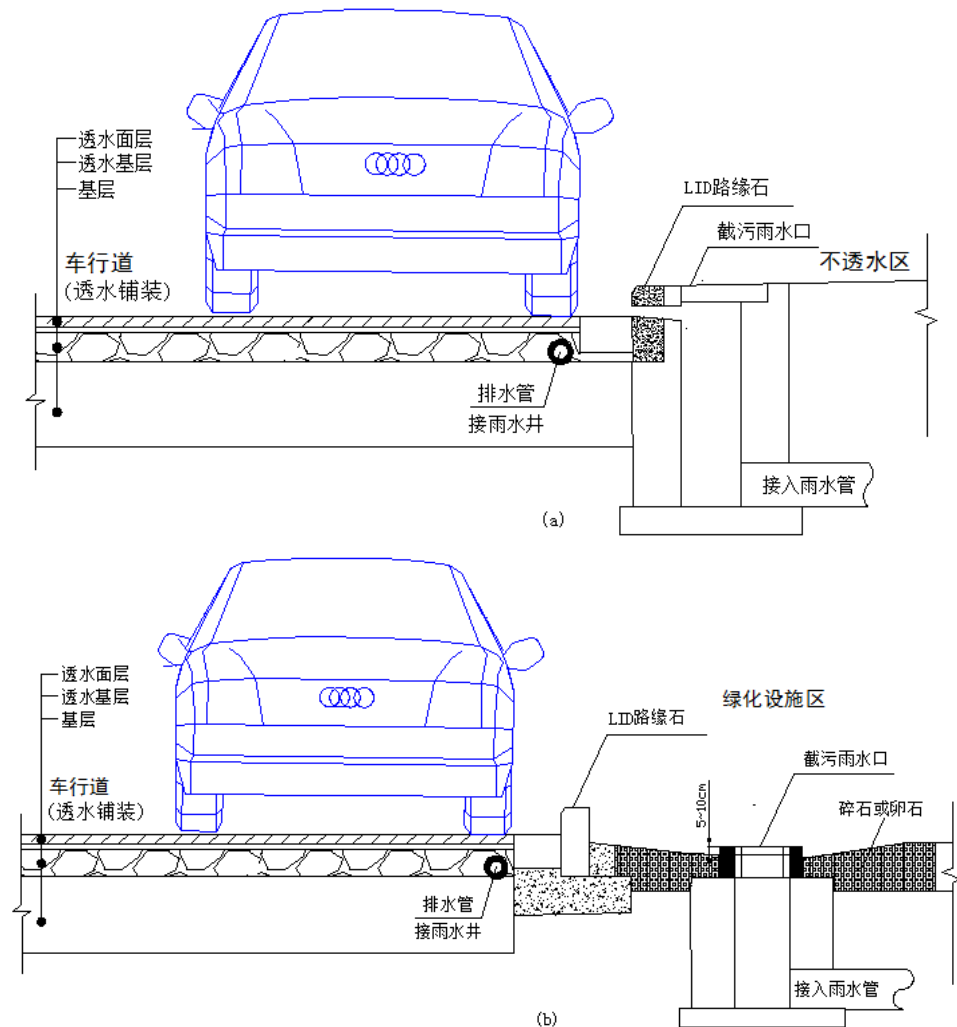


图7.10 路上停车场设计

对于居住区、商业区的城市主、次干路，交通量稍大，道路荷载较大，一般为三幅路或四幅路道路。路边停车场设置在车行道路缘外侧，包括在绿化带、人行道、路肩、高架桥及立交桥底等空间。

当停车位设置在分车带上时，可采用雨水花园的形式间隔出停车位，采用平缘石，停车位的雨水排入雨水花园中，停车场的排水坡度和道路纵坡相同，如下

图所示。

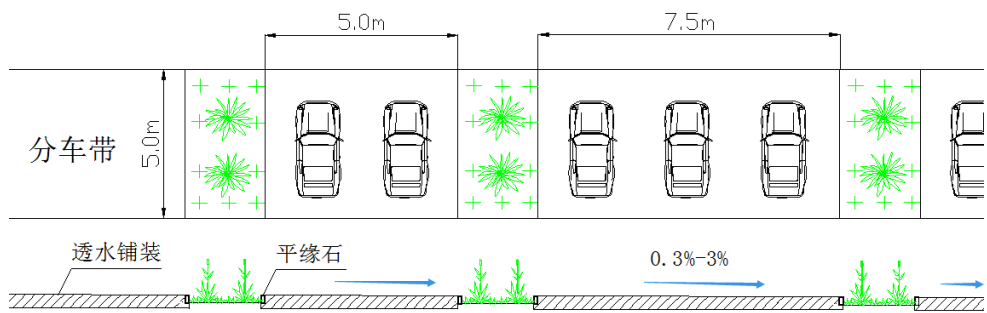


图7.11 停车场位于分车带上时与 LID 衔接设计

当停车位设置在人行道上时，可采用透水铺装或生态树池，生态树池具有遮阳和间隔停车位的作用，停车场的排水坡度和道路纵坡相同，如下图所示。

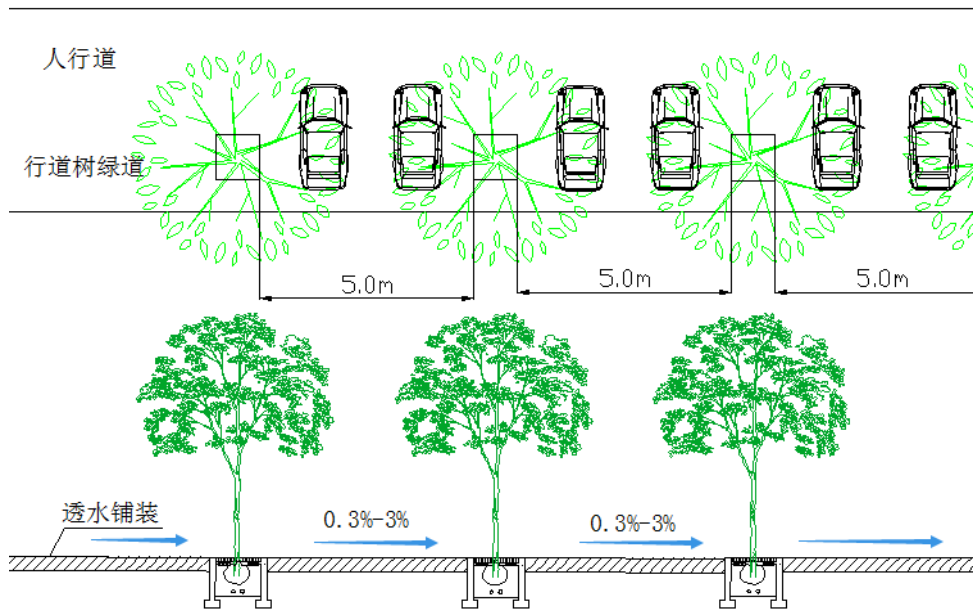


图7.12 停车场位于人行道上时与 LID 衔接设计

当停车位设置在路肩上时，路肩宽度一般不足以设置停车场，会占用少许路面，停车场雨水经过地表漫流排向边沟，边沟采用植草沟。停车场的路拱横坡为 2.5%，排水纵坡与道路纵坡相同。

路外停车场场地大部分是露天的大面积场地，雨水径流量较大，地面容易积水、湿滑，排水是一个难题。采用LID设施可以有效的缓解、甚至解决场地的排水问题。

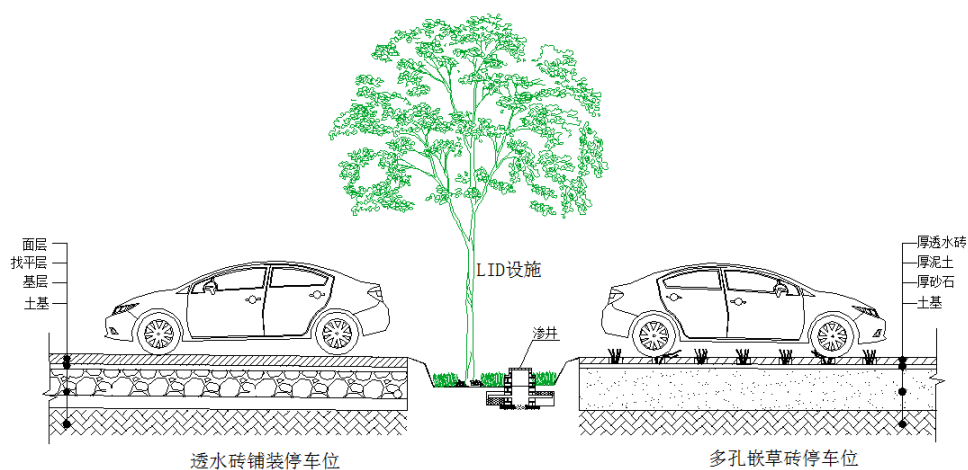


图7.13 路外停车场的 LID 设施组合优化设计

路外停车场的LID设施组合优化设计就是采用植草沟、下沉式绿地、雨水花园、生物滞留带、渗井等LID设施，让停车场坡向LID设施，雨水自然流向绿地。还可以结合透水铺装（透水砖铺装和多孔嵌草砖），让雨水下渗；在生物滞留带中种植树冠大、枝叶繁茂的乔木，采用“背靠背”的方式设置停车位，以达到遮阳防晒的目的。

（7）路肩边沟

一般采取边沟排水的城市道路均在路面外侧设置路肩。路面径流雨水通过地表漫流，经过路肩，流入边沟，属于自然排水方式，传统的水泥混凝土边沟易堵塞、建造和维护费用较高、没有净化雨水功能，并且不美观。

植草沟是种有植被的景观性的地表沟渠，呈长条形，一般种植本地草种。可以收集、输送、净化和排放径流雨水。植草沟有转输型植草沟、干式植草沟和湿式植草沟三种，标准转输植草沟多应用于径流量较小的居住区、工业区、商业区等使用，用来替代普通排水管；干式植草沟是适用于居住区，但需要定期割草维护；湿式植草沟一般用于小型停车场等地区，不适用于居住区。

边沟的设计如下图所示。即边沟采用植草沟的形式，中间铺设一些鹅卵石，加强渗透、减缓流速、将雨水转输其他区域。边沟可采用转输型植草沟，保护性路肩横坡比路面横坡度加大1.0%，为2.5%，植草沟纵坡不大于4%。



图7.14 路肩边沟与 LID 设施衔接设计图

(8) 雨水管网及雨水口

1) 根据现场踏勘，本次设计维持并利用现状排水主系统，实施时应应对现状排水系统进行复测、清疏和维修，同时根据排水专项规划，考虑新建部分雨水管道。

2) 结合下沉式绿地（侧分带）的设计，对应现状雨水检查井位置，在下沉式侧分带内设置雨水口，雨水口高出绿化地坪至少 5cm，新建的下沉式绿化带内的溢流雨水口就近接入对应的雨水检查井。路面雨水汇集径流先排入下沉式侧分带，经绿地蓄渗饱和后，多余的雨水溢流至雨水口，排至雨水主管系统。

3) 为保证下沉式侧分带收集路面雨水的效果，所有溢流式雨水口对应的开口均为 0.25m，两座溢流式雨水口开口范围内按 15m~20m 间距均匀等距离设置开口，开口宽度均为 0.25m。

4) 为保证下沉式侧分带内积水渗排效果，在新建溢流雨水口两侧各埋设一根 DN200 的透水导排渗管，渗管沿道路走向布置在下沉式侧分带内，以 0.005 坡向邻近的溢流式雨水口，管周采用透水性碎石和中粗砂回填，与土体相邻界面采用透水土工布隔离，以保证透水性和导排效果。

5) 由于人行道和非机动车道以 2%顺坡坡向下沉式侧分带，且无凸起部分，故人行道和非机动车道可不设置雨水口。

6) 对道口范围及无下沉式侧分带的路段，仍设置传统偏沟式雨水口，并就近接入现状雨水检查井，雨水口布置间距原则上不大于 30m。雨水口一般路段按 25~50m 间距设置，在道路交叉口、低洼地段、公交车站等地段适当增设雨水口。新建雨水口采用砖砌偏沟式双算雨水口，做法详见国标 06MS201-8-10。配套采用符合国标的球墨铸铁井圈及箅子，雨水口高程应比周围路面高程低 3~5cm，以利收水。

7) 改造后，路面雨水收集系统以下沉式侧分带收集渗排系统和道口范围偏

沟式雨水口收集排放系统为主，其他现状雨水口及其连接管，除改造利用外，均可以封闭。封闭方式主要有增设盖板的处理方式。

7.4.4 方案比选

道路海绵改造中低影响开发设施的选择应充分依据道路红线、路幅断面、沿线绿地、市政管道及设施、坡向等道路现状或设计特征因素，根据城市总规、专项规划及详规明确的控制目标，结合道路的主要功能、经济性、适用性、景观效果等因素选择效益最优的单项设施及其组合系统。

7.4.4.1 比选原则

(1) 对于具有人行道步砖铺装的道路，应根据道路现状，重点从经济技术可行性角度，结合城市建设情况，避免大拆大建，浪费投资：①未建道路，可在道路新建过程中，对人行道步砖铺装采用新型透水铺装，增强下渗能力；②老旧道路，应充分考虑城市建设的需求，结合近期城市道路等相关规划，对现有铺装进行全部替换；③已建道路，应尽量避免对道路现状产生干扰，减少对居民生活出行的影响，对破损严重路段的人行道可进行替换；④新建道路，应严格避免投资浪费，避免对居民生活出行产生影响，对人行道铺装不进行改造，同时考虑在设计中通过增加其他海绵设施保证道路整体调蓄目标；⑤特殊道路，如混凝土硬化路面，应结合城市建设需求，充分征求临街商户意见后，经论证提出合理改造方案。

(2) 对于具有红线内绿地的道路，应优先对红线内绿地进行改造，对道路雨水进行消纳、净化处理等，同时应结合道路实际情况，设计具体方案：①调查场地条件和可能影响后续设计的技术因素，对于地表坡度不适合组织地表径流的绿化带，如中央绿化带，避免投资浪费，不应进行改造；②对于宽度较窄、地下管线敷设较多的绿化带，如树下绿化带、宽度小于 2 米的分车带，应严格避免大拆大建，减少对道路现状的干扰，原则上不进行改造；③对于符合改造条件的绿化带，还应考虑道路景观绿化需求，避开行道植树、市政设施等，避免大拆大建改造面积过大；④对于红线内绿化带不能满足海绵建设目标要求的道路，应考虑设计地表径流以及溢流通道。

(3) 对于具有红线外绿地的道路，应结合城市建设情况，避免大拆大建，对现状产生过大干扰，浪费投资：①已建道路，可采用集中改造的措施，避免对

居民生活出行产生过大干扰；②未建道路，可采用均匀布置建设的模式，兼顾景观效果。

（4）充分利用道路临近绿地、公园、广场、水系等城市设施：①沿路有较大面积集中绿地，应考虑绿地绿化浇洒用水需求，适当增加雨水回用量，建设蓄水模块；②临近具有雨水泵站，可利用泵站前池对进入雨水管网的雨水进行调节，同时保留回用空间；③街角、公园等适当面积的集中绿地，可考虑雨水花园建设模式，增强景观效果；④临近河流、湖泊等水体，可利用水体为道路雨水提供一定调蓄容积，同时增加雨水缓冲、净化措施。

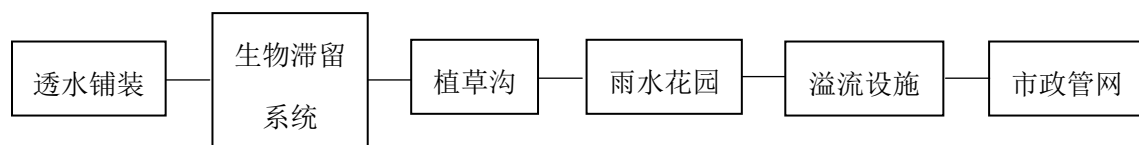
（5）道路海绵设施在技术经济分析比选基础上，还应考虑设施安全性、多样性等综合影响因素：①路面污染严重的地区不应设置以渗透功能为主的海绵设施，加油站、修车厂、危险废物和化学品的储存和处置地点、污染严重的重工业场地，不应采用渗透设施，以免污染物质渗入地下水中，造成土壤和地下水污染；②对于改造后与人行道、车行道路面落差较大，会对居民生活出行安全造成威胁的，应合理选择影响较小设施；③绿地较少，综合条件较差，可采用多孔纤维棉等设施，优先保障城市内涝安全可靠；④针对海绵设施种类及组合方案，合理调整初期雨水弃流技术手段；⑤充分考虑现有市政设施的现状，合理规避建设对原有市政管道的影响，路灯等市政电力设施，应由电力局等原单位核实，不在本次设计的范围；⑥道路雨水控制原则上应就地解决，同时充分考虑上游过境流量及下游受纳能力。

推荐组合形式一：



适用于沿线具有一定宽度后排绿地的道路，突出体现其渗透、蓄积和净化的功能。

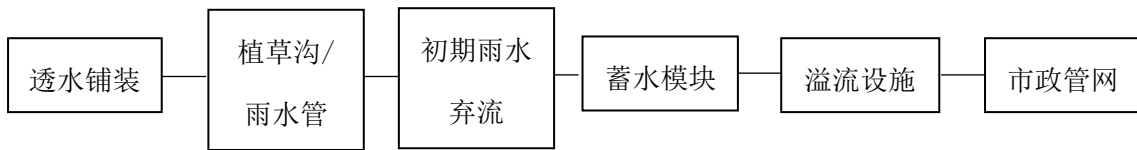
推荐组合形式二：



适用于沿线有集中绿地或临近公园、水系等绿地面积较大地块的道路，突出

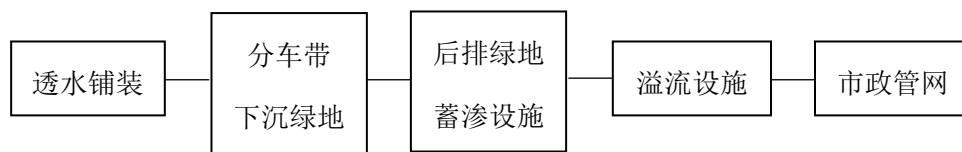
体现期渗透、蓄积、调节和净化作用。

推荐组合形式三：



适用于道路周围有较大面积集中绿地的道路，引入蓄水模块的雨水可储存作为绿化浇洒回用，突出体现其净化、蓄积、调节和回用作用。

推荐组合形式四：



适用于道路红线较宽，并且具有分车带绿地的三幅路、四幅路等道路，通过转输集中对雨水净化、调节、蓄积和回用，达到雨水资源化的目的。

推荐组合形式五：



适用于绿地较小或现有绿地改造困难的道路，突出体现其渗透、调节和净化作用。

7.4.4.2 昌盛路海绵改造工程方案比选

昌盛路位于建安区聚贤街以南，尚集街以北，改造范围约 1.4km，红线宽 50m，三幅路，道路红线外具有绿化带，未来规划在昌盛路新建有雨水泵站、雨水管网。根据现状调查资料及现场踏勘情况，昌盛路为城市主干道，道路现状良好，属于新建成道路；道路周围区块有建安区人民政府、北海公园等重点单位，沿线居民住户较多，道路车流量较大，属于本次许昌市海绵城市建设道路与管网类重点改造项目。本次海绵改造方案从调蓄能力、雨水利用能力、对居民的影响、对现状的干扰、景观效果、经济性等多方面进行方案比选。

(1) 方案一：透水铺装+下沉式绿地

根据现场踏勘，昌盛路道路红线内具有机非分车带绿化带，红线外具有沿线

绿化带。本方案道路雨水将主要利用以上两部分绿地。

本方案设计将人行道全部改造为透水铺装，对中小雨进行下渗，超过透水铺装能力的降雨溢流进入红线外绿地内的下沉式绿地进行消纳。设计在机非分车带绿地中设置下沉式绿地，将机动车道沥青路面雨水引入下沉式绿地进行消纳，超过机非分车带绿地处理能力的雨水径流将引入红线外绿地。设计在道路红线外绿地内布置下沉式绿地，将非机动车道路面雨水、人行道雨水及超过机非分车带处理能力的雨水引入下沉式绿地进行消纳，并在设施相应位置设置溢流通道，超标雨水将溢流进入雨水管网。

本方案综合使用下沉式绿地、透水铺装技术综合控制道路雨水，设施布局如下图所示：

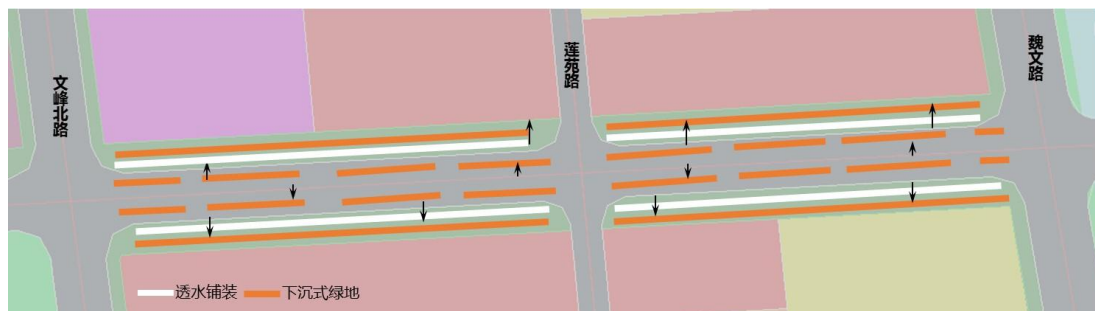


图7.15 方案一昌盛路海绵设施布局图

（2）方案二：蓄水模块

根据现场踏勘，昌盛路道路红线外具有沿线绿化带，同时昌盛路道路北侧临近北海公园，公园内具有较大面积集中绿地。本方案道路雨水将主要利用以上两部分绿地。

本方案设计在道路红线外绿化带以及北海公园集中绿地中布置植草沟、蓄水模块，将道路雨水引入绿地中，再通过植草沟转输至蓄水模块进行调蓄，调蓄雨水可回用于绿地绿化浇洒。同时在设施相应位置设置蓄水模块，超标雨水将溢流进入市政雨水管网。

本方案综合使用植草沟、蓄水模块等技术综合控制道路雨水，设施布局如下图所示：



图7.16 方案二昌盛路海绵设施布局图

(3) 方案三：综合调蓄

根据《许昌市海绵城市建设 PPP 项目规划》及现场踏勘，昌盛路除机非分车带绿地、道路红线外绿化带外，规划未来在新元大道与滨河路交叉处新建雨水泵站。本方案道路雨水将综合利用以上海绵设施承载对象。

本方案设计在机非分车带绿地中布置下凹式绿地，在道路红线外绿地适当位置设置植草沟、雨水花园。将机动车道雨水引入下沉式绿地中消纳，将非机动车道雨水、人行道雨水及超过下沉式绿地处理能力的雨水引入红线外绿地，在通过植草沟转输至雨水花园中进行消纳。同时在设施相应位置设置溢流通道，超标雨水将溢流进入雨水管网。设计在北海公园内集中绿地中建设蓄水模块，将道路临近北海公园路段的雨水引入蓄水模块中进行调蓄回用。设计利用新建雨水泵站的前池为本项目提供一定雨水调蓄容积，对进入管网的雨水进行调蓄，调蓄雨水可作为清潁河带状公园绿化浇洒回用。

本方案综合使用下沉式绿地、雨水花园、植草沟、蓄水模块、泵站前池调蓄回用等技术综合控制道路雨水，设施布局如下图所示：

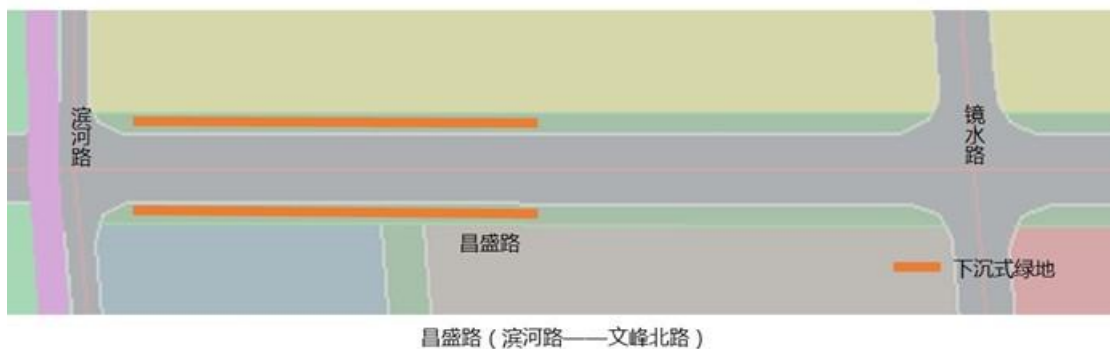


图7.17 方案三昌盛路海绵设施布局图

表7.11 新元大道海绵改造方案比选

| | 方案一 | 方案二 | 方案三 |
|--------|-----|-----|-----|
| 调蓄能力 | 高 | 中 | 高 |
| 雨水利用能力 | 低 | 高 | 较高 |
| 雨水净化效果 | 好 | 较差 | 好 |
| 对居民的影响 | 大 | 小 | 较小 |
| 对现状的干扰 | 大 | 小 | 小 |
| 景观效果 | 好 | 中 | 好 |
| 经济性 | 差 | 差 | 好 |
| 综合比选结果 | 备选 | 备选 | 推荐 |

昌盛路海绵改造方案的比选结果如上表所示。

方案一采用沿线均匀布置下沉式绿地的方式，同时将人行道改造为透水铺装，增强雨水下渗能力，道路雨水沿线均匀得到消纳，调蓄能力较好，同时具有较好的景观效果。但是方案改造面积较大，需要大量对新建成人行道、绿化带进行拆除重建，对现状的干扰过大，造成投资的浪费，并且容易对居民生活出行带来不便，对海绵城市建设的实施产生阻碍，因此适合于未建道路海绵改造。

方案二采用集中布置蓄水模块的方式，使道路雨水得到有效调蓄回用，并且可以用于日常绿地的浇洒，雨水利用程度高，同时对现状的破坏较小。但是根据现场实际情况，道路红线外绿地存在不均匀的情况，部分路段红线外绿化带较窄甚至中断，对蓄水模块的布置带来干扰。此外，蓄水模块需要配套建设相应喷洒设备，造价较高，经济性较差，雨水径流污染控制效果较差。

方案三综合利用了道路绿地以及泵站前池进行调蓄。集中建设雨水花园能够有效减少对现状绿地的大范围破坏，减少对居民生活的影响。在公园集中绿地内建设蓄水模块，使得道路雨水得到更高效的利用。利用泵站前池提供一定调蓄容积，减少海绵设施工程量，降低投资，经济性较好。

综上所述，昌盛路海绵改造推荐采用方案三综合调蓄方案。

7.4.5 海绵改造工程设计

本项目范围内道路与管网类项目共计 19 个，道路临近带状绿地海绵改造项目与内涝整治项目分别与临近的道路与管网类项目整合后编制海绵城市建设方

案。

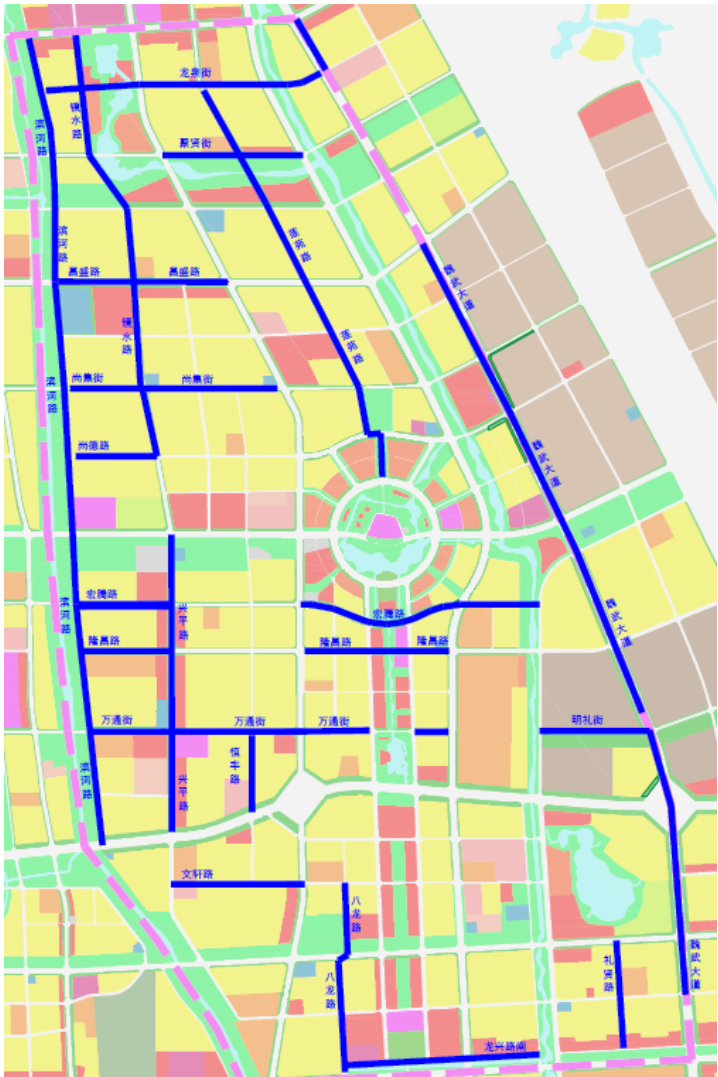


图7.18 道路海绵改造项目分布图

7.4.5.1 昌盛路海绵改造工程

(1) 项目概况

昌盛路（滨河路——文峰路）位于示范区周庄街以南，尚集北街以北，采用城市主干路标准。道路全长 1406m，红线宽 50m，沥青路面宽 24m，断面自北向南依次为 6.2m（绿化带）-5m（人行道）-5m（辅道）-1.8m（分车带）-14m（车行道）-1.8m（分车带）-5m（辅道）-5m（人行道）-6.2m 绿化带。道路竖向坡度呈北高南低走势。道路现状良好，现已全部投入使用。

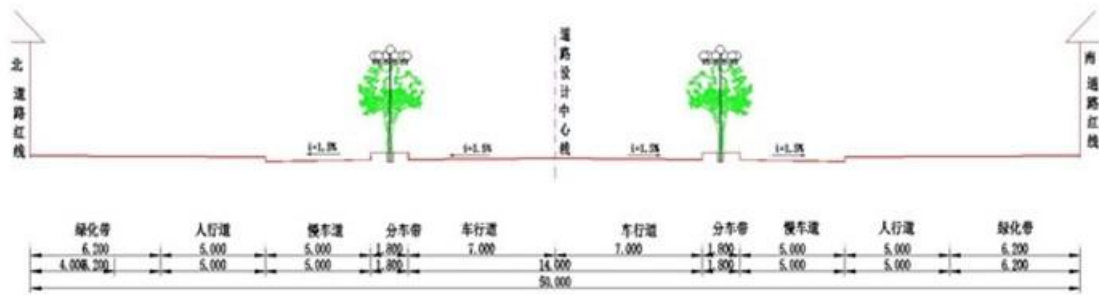


图7.19 昌盛路标准横断面



图7.20 昌盛路现状实景图

(2) 海绵城市建设目标

根据《许昌市海绵城市建设 PPP 项目规划》海绵建设目标，本项目对应年径流总量控制率目标为 75%，设计降雨量为 24.4mm，雨水控制容积为 1716m³，雨水调蓄容积为 990m³。

(3) 技术路线

昌盛路道路雨水处理主要利用道路红线外绿地及雨水泵站前池。

本项目机动车道、非机动车道沥青路面面积约 33744 m²，拟将道路沿线沥青路面雨水引入道路红线外绿化带中建设的下凹式绿地进行消纳，超过下凹式绿地消纳能力的雨水将进入市政雨水管网，并通过昌盛路雨水泵站前池进行调蓄回用。

本项目人行道面积 14060 m²，为减少海绵改造对现状的干扰，仅对现状人行道破损路段改造为透水铺装。拟将人行道雨水引入道路红线外绿地内的下凹式绿地进行消纳，超标降雨溢流进入市政雨水系统。

本项目绿地面积约 22496 m²，绿地作为本项目海绵城市设施的重要载体。拟在道路沿线两侧红线外绿地中布置下凹式绿地，将沥青路面以及人行道雨水引入下凹式绿地中消纳，并在设施相应位置设置溢流通道。

规划未来在昌盛路与滨河路交叉口处建设雨水泵站，拟利用泵站前池对超过下凹式绿地消纳能力的雨水进行调蓄回用。

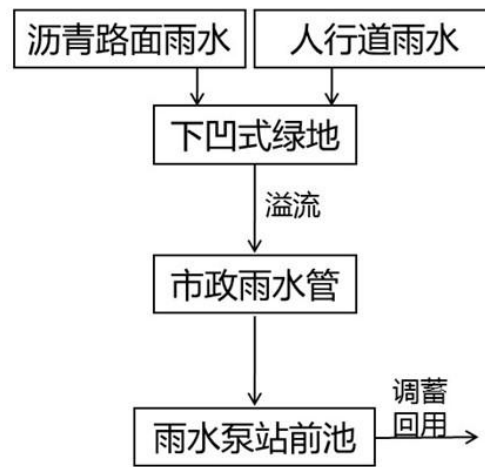


图7.21 昌盛路径流组织路径图

（4）系统布局

昌盛路机动车道与非机动车道绿化带宽 1.8m，绿化带内管线较多，改造较为困难，设计方案对该绿化带不做改造。设计将机动车道道路雨水引入非机动车道路面上，最终进入道路红线外绿地中海绵设施进行消纳。

设计在道路两侧红线外绿地内建设下凹式绿地，在人行道道牙雨水口的纵向上游位置设开口道牙，并在在人行道下敷设敞口排水管渠，将沥青路面雨水、人行道雨水通过排水管渠引入后排绿地中的下凹式绿地，并在下凹式绿地内设置溢流口，将超过滞留带处理能力的径流引入市政管道。

规划未来在昌盛路与滨河路交叉口处清潁河带状公园中建设雨水泵站，提升雨水排入清潁河。泵站前池为昌盛路道路雨水提供 100m³ 的调蓄容积，设计利用泵站前池对超过下凹式绿地处理能力的雨水进行消纳。

本项目设计综合使用下凹式绿地、透水铺装等技术综合控制道路雨水，设施布局如下图所示：

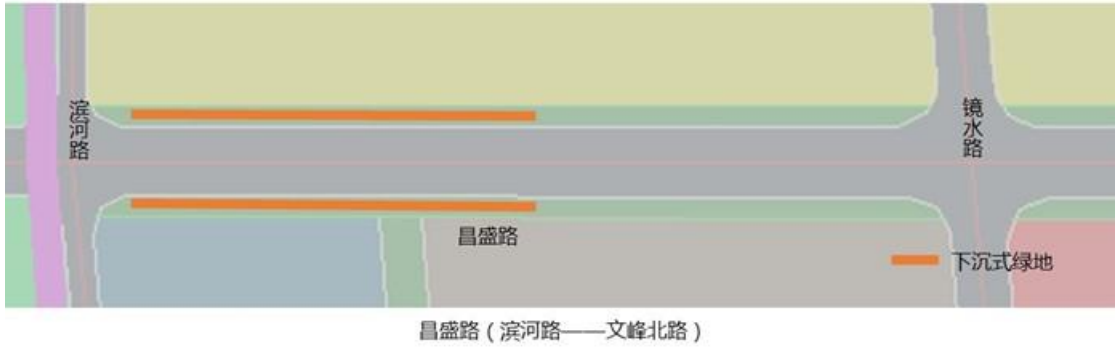


图7.22 昌盛路项目海绵设施布局图

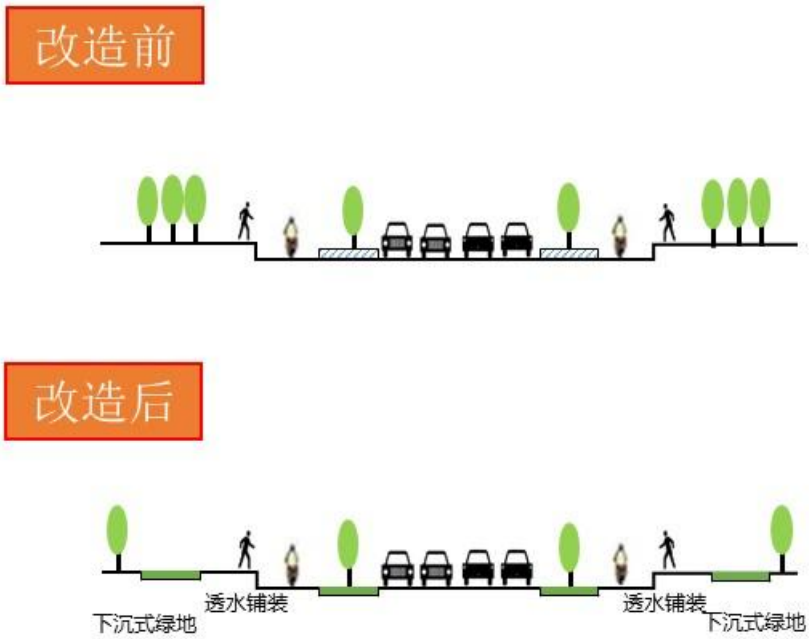


图7.23 昌盛路项目横断面改造示意图

经核算，本项目方案实际雨水调蓄容积 1000m³，大于项目目标 990m³。项目年径流总量控制率可达 75.5%，设计降雨量可达 24.7mm。本项目设计通过利用透水铺装、下沉式绿地、泵站前池调蓄回用等海绵城市低影响开发单项设施进行径流雨水的渗透、调蓄回用和截污净化等，可达到径流总量减排、内涝防治、径流污染、雨水资源化利用等多重目标。

7.4.5.2 镜水路海绵改造工程

(1) 项目概况

镜水路（新元大道——尚德路）位于示范区滨河路以东、文峰路以西，为兴平路向北延伸道路，采用城市次干路 I 级标准。其中新元大道至周庄街段道路全长约 1539m，红线宽 30m，沥青路面宽 24m，断面自西向东依次为：3m（人行道）

-24m（车行道）-3m（人行道）。道路两侧各设 10m 绿化带。周庄街至尚德路段道路全长约 1924m，红线宽 40m，断面自西向东依次为：6m（人行道）-5m（辅道）-2m（分车带）-14m（车行道）-2m（分车带）-5m（辅道）-6m（人行道）。道路两侧各设 10m 绿化带。道路竖向坡度呈北高南低走势。现镜水路（新元大道——尚德路）段已全部投入使用。

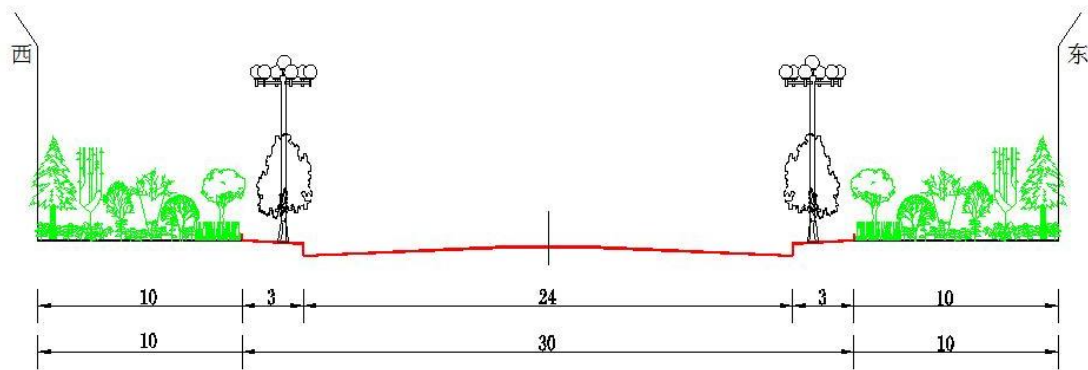


图7.24 镜水路（新元大道——周庄街）标准横断面图

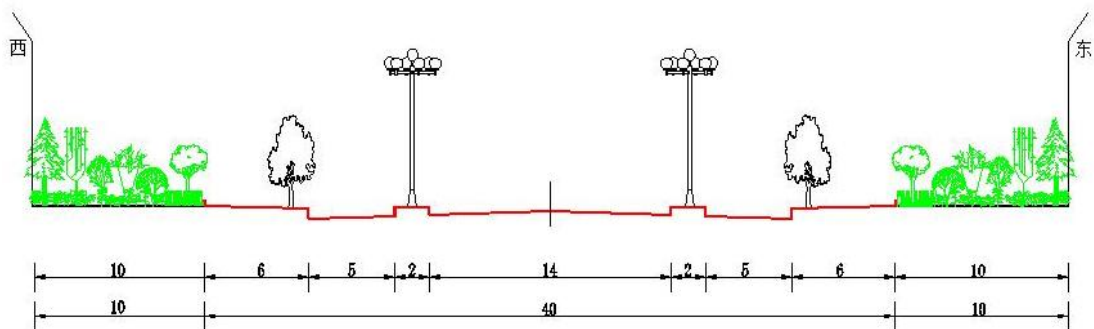


图7.25 镜水路（周庄街——尚德路）标准横断面图

（2）海绵城市建设目标

根据《许昌市海绵城市建设 PPP 项目规划》海绵建设目标，本项目对应年径流总控制率目标为 80%，对应设计降雨量为 29.3mm，雨水控制容积为 5637m³，雨水调蓄容积为 3102m³。

（3）技术路线

镜水路道路两侧红线外设有绿化带，道路雨水处理主要利用此部分绿地。

本项目机动车道、非机动车道沥青路面面积约 83112 m²，拟将道路沿线沥青路面雨水引入道路红线外绿化带中建设的下凹式绿地进行消纳，超标降雨直接溢流进入市政雨水系统。

本项目人行道面积 32322 m²，拟对人行道现状破损路段改造为透水铺装，将

雨水引入道路红线外绿地内的下凹式绿地进行消纳，超标降雨溢流进入市政雨水系统。

本项目绿地面积约 76956 m²，绿地作为本项目海绵城市设施的重要载体。拟在道路沿线两侧红线外绿地中布置下凹式绿地，将沥青路面雨水以及人行道雨水引入绿地中低影响开发设施中进行消纳，并在设施相应位置设置溢流通道，超标降雨直接溢流进入市政雨水系统。

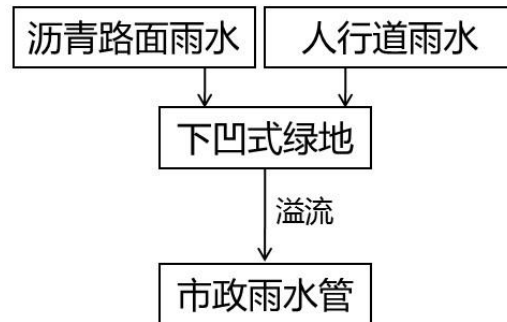


图7.26 镜水路（新元大道——周庄街）径流组织路径图

（4）系统布局

镜水路（周庄街——尚德路）机动车道与非机动车道绿化带宽 2m，绿化带内管线较多，改造较为困难，设计方案对该绿化带不做改造。拟将机动车道道路雨水引入非机动车道路面上，最终进入道路红线外绿地中海绵设施进行消纳。

本项目镜水路全段道路红线外两侧均设有 10 米绿化带。设计在新元大道至尚德路沿线道路两侧后排绿地内集中建设下凹式绿地，在人行道道牙雨水口的纵向上游位置设开口道牙，并在在人行道下敷设敞口排水管道，将沥青路面雨水、人行道雨水以及超过分车带消纳能力的雨水通过排水管道引入后排绿地中的下凹式绿地，并在下凹式绿地内设置溢流口，将超过滞留带处理能力的径流引入市政管道。

设计新建镜水路从昌盛路至尚德路段的市政雨水管网，新建后雨水管径为 DN1400~DN2000，收集雨水沿镜水路向南就近汇入尚集街、永兴西路雨水干管，最终排入清潁河。

本项目设计综合使用下凹式绿地、透水铺装等技术综合控制道路雨水，设施布局如下图所示：



图7.27 镜水路项目海绵设施布局图

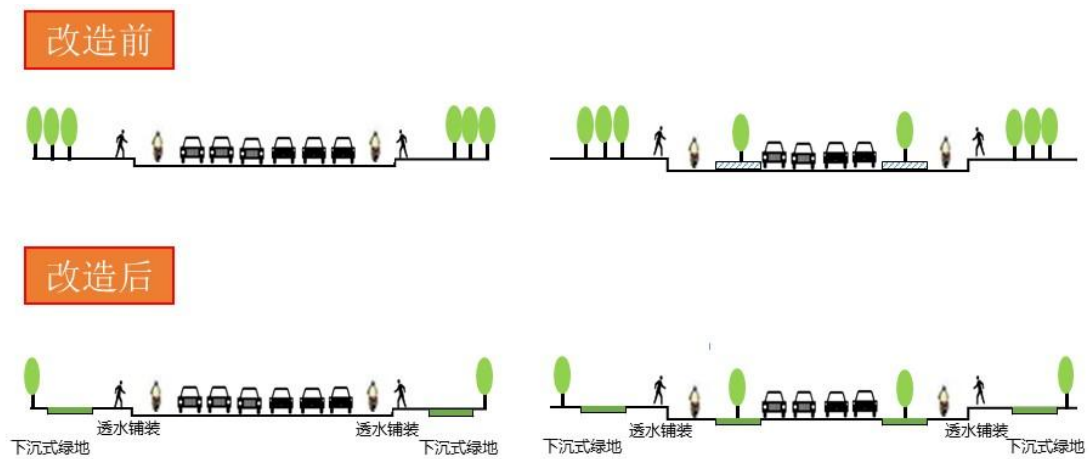


图7.28 镜水路项目横断面改造示意图

经核算，本项目方案实际雨水调蓄容积 3150m³，大于目标调蓄容积 3102m³。项目年径流总量控制率可达 80.75%，设计降雨量可达 30.2mm。本项目设计通过利用透水铺装、下沉式绿地、生物滞留带等海绵城市低影响开发单项设施进行径流雨水的渗透和截污净化等，可达到径流总量减排、内涝防治、径流污染、雨水

资源化利用等多重目标。

7.4.5.3 龙泉街海绵改造工程

(1) 项目概况

龙泉街（滨河路——魏武大道）位于示范区建安区新元大道以南，聚贤街以北，采用城市支路 I 级标准。道路全长约 2320m，红线宽 20m，沥青路面宽 14m，断面自北向南依次为：3m（人行道）-14m（车行道）-3m（人行道）。道路两侧各设 10m 绿化带。道路竖向坡度呈东高西低走势。现龙泉街（滨河路——魏武大道）段已全部投入使用。

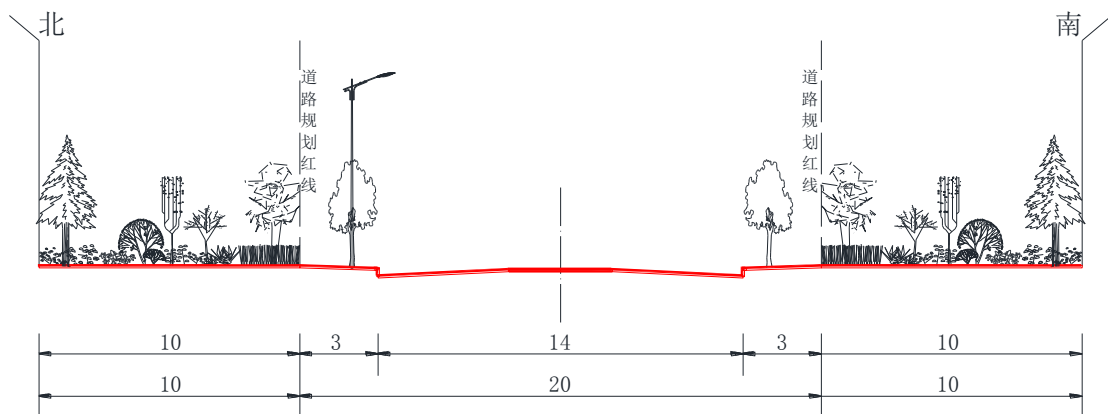


图7.29 龙泉街（滨河路——魏武大道）标准横断面图

(2) 海绵城市建设目标

根据《许昌市海绵城市建设 PPP 项目规划》海绵建设目标，本项目对应年径流量控制率目标 85%，对应设计降雨量为 36.3mm，雨水控制容积为 3369m³，雨水调蓄容积为 1567 m³。

(3) 技术路线

龙泉街道路两侧设有绿化带，道路雨水处理主要利用此部分绿地。

本项目机动车道、非机动车道沥青路面面积约 32480 m²，拟将道路沿线沥青路面雨水分路段分别引入绿化带中建设的下凹式绿地和蓄水模块中以及道路临近的北海公园中。引入下凹式绿地的雨水将直接进行消纳，超标降雨直接溢流进入市政雨水系统；引入蓄水模块的雨水将存储作为绿化浇洒回用，超标降雨直接溢流进入市政雨水系统；引入北海公园的雨水将经过雨水净化设施处理后缓冲进入水体。

本项目人行道面积 13920 m²，道路铺装现状良好，为避免对现状的干扰，本项目对人行道铺装不进行改造，将人行道雨水引入道路红线外绿地内的下凹式绿地或蓄水模块进行消纳，超标降雨溢流进入市政雨水系统。

本项目绿地面积 46400 m²，绿地作为本项目海绵城市低影响开发设施的重要载体，拟在道路沿线两侧绿化带中分路段分别布置下凹式绿地或蓄水模块，将沥青路面以及人行道雨水引入绿地中低影响开发设施中进行消纳，并在设施相应位置设置溢流通道。

本项目临近北海公园，公园内水体为周围地块提供一定调蓄容积，为减少对现状的干扰，本项目拟将道路临近北海公园路段的雨水引入北海公园水体中进行调蓄。



图7.30 镜水路项目横断面改造示意图

（4）系统布局

龙泉街从滨河路至魏武大道道路红线外两侧均设有 10 米宽绿化带。本项目设计在滨河路至文峰北路段以及魏文路至魏武大道段南侧集中绿地内建设蓄水模块，将该路段机动车道、人行道雨水通过雨水管网引入绿地内的蓄水模块收集回用。设计在莲苑路至魏文路段绿化带内沿线两侧建设下凹式绿地，在人行道道牙雨水口的纵向上游位置设开口道牙，并在在人行道下敷设敞口排水管道，将该路段机动车道、人行道雨水通过排水管道引入下凹式绿地，并在下凹式绿地内设置溢流口，将超过滞留带处理能力的径流引入市政管道。设计在北海公园内建设雨水缓冲、净化等设施，将文峰北路至莲苑路段机动车道、人行道雨水通过雨水管网并经过缓冲、净化处理后引入北海公园的水体中。

设计新建龙泉街从魏文路至文峰北路段的市政雨水管网，新建后雨水管径为 DN1400~DN1800，收集雨水沿龙泉街向西向西汇入鹿鸣湖。设计新建龙泉街从魏

文路至魏武大道路段的市政雨水管网，新建后雨水管径为 DN1600，收集雨水沿龙泉街向东汇入魏武大道雨水管网。

本项目设计综合使用下凹式绿地、蓄水模块等技术综合控制道路雨水，设施布局如下图所示：

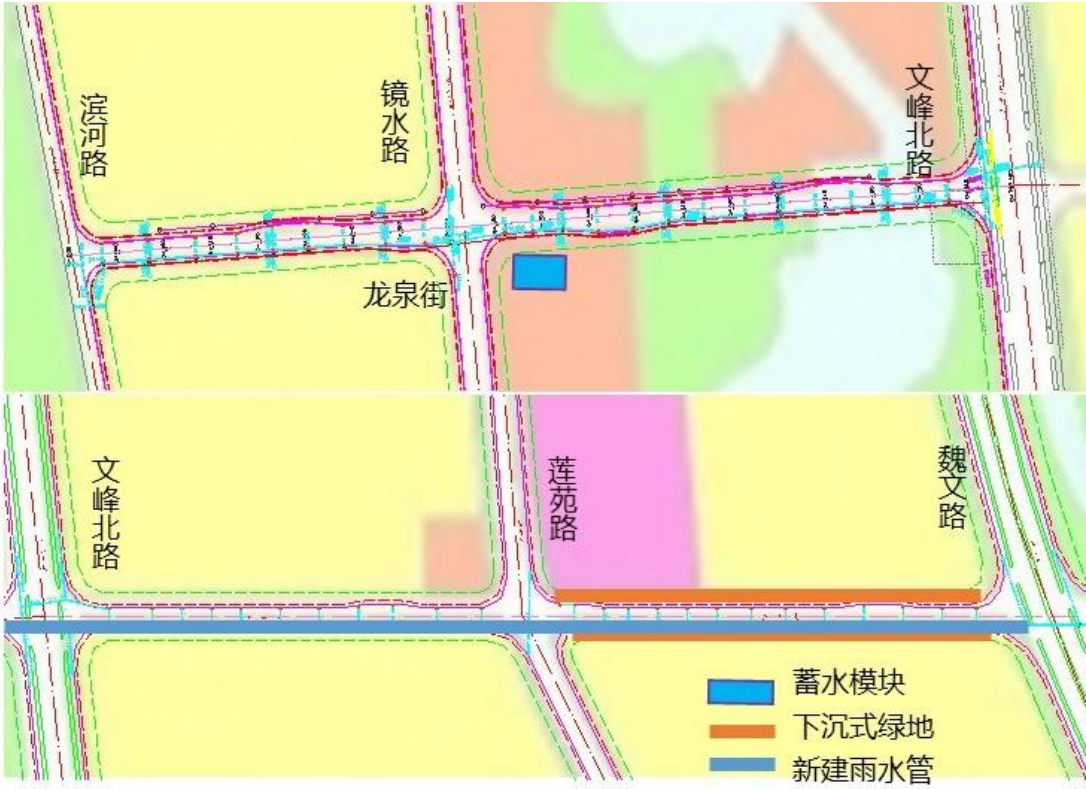


图7.31 龙泉街项目海绵设施布局图

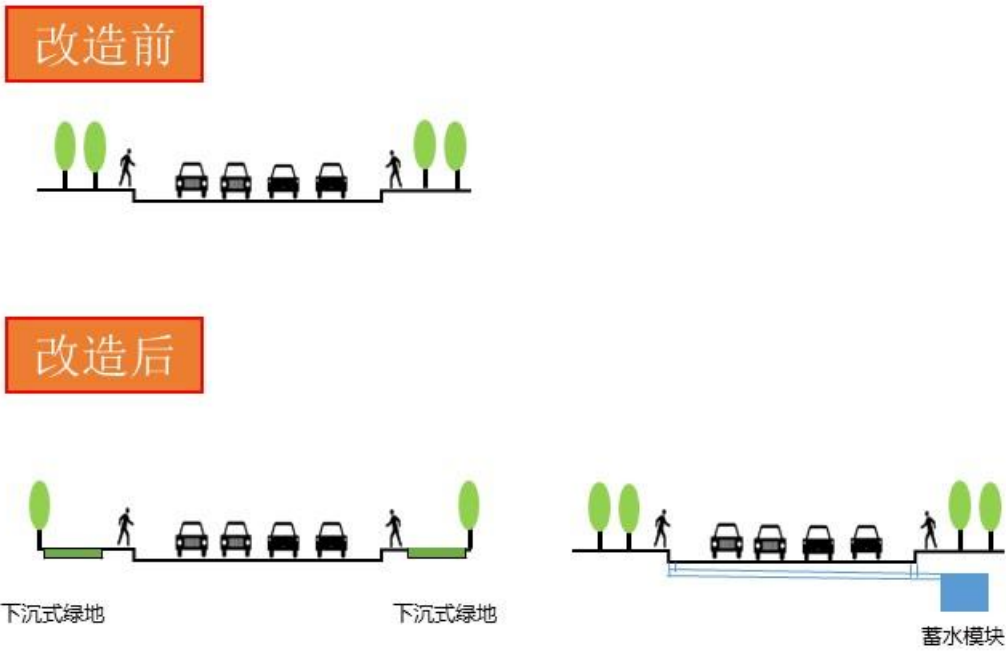


图7.32 龙泉街项目横断面改造示意图

经核算，本项目方案实际调蓄容积 1575 m^3 ，大于项目目标 1567 m^3 。项目年径流总量控制率可达 86%，设计降雨量可达 37.7mm。本项目设计通过利用下沉式绿地、生物滞留带、蓄水模块等海绵城市低影响开发单项设施及临近水体进行径流雨水的渗透、调蓄回用和截污净化等，可达到径流总量减排、内涝防治、径流污染、雨水资源化利用等多重目标。

7.4.5.4 尚德路海绵改造工程

(1) 项目概况

尚德路(滨河路——镜水路)位于示范区建安区尚集街以南、永兴西路以北，采用城市次干路 I 级标准。道路全长约 719m，红线宽 30m，沥青路面宽 24m，断面自北向南依次为：3m（人行道）-24m（车行道）-3m（人行道）。道路两侧设 10m 绿化带。道路竖向坡度呈中间高东西两侧低走势。现尚德路（滨河路——镜水路）段已全部投入使用，道路现状良好。

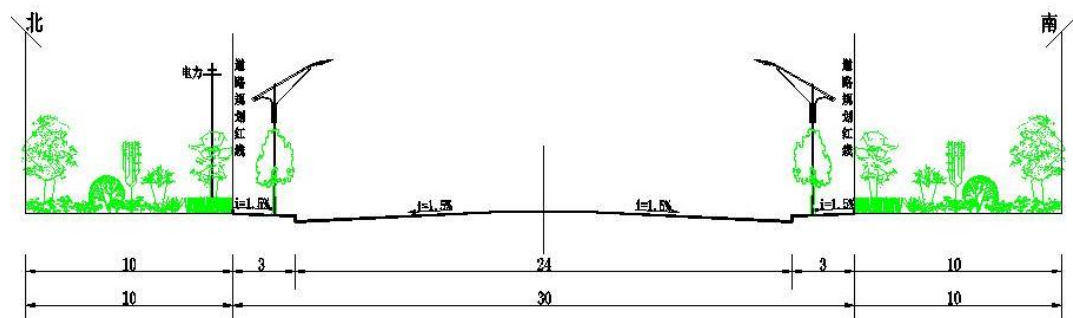


图7.33 尚德路（滨河路——镜水路）标准横断面图



图7.34 尚德路现状实景图

（2）海绵城市建设目标

根据《许昌市海绵城市建设 PPP 项目规划》海绵建设目标，本项目对应年径流总控制率目标为 80%，对应设计降雨量为 29.3mm，雨水控制容积为 1054m³，雨水调蓄容积为 582m³。

（3）技术路线

尚德路道路两侧红线外设有绿化带，道路雨水处理主要利用此部分绿地。

本项目机动车道、非机动车道沥青路面面积约 17256 m²，拟将道路沿线沥青路面雨水引后排绿化带中建设的下凹式绿地进行消纳，超标降雨直接溢流进入市政雨水系统。

本项目人行道面积 4314 m²，本项目路段为新建成道路，为避免对现状进行干扰，本项目对人行道铺装不进行改造，拟将人行道雨水引入道路红线外绿地内的下凹式绿地进行消纳，超标降雨溢流进入市政雨水系统。

本项目绿地面积约 14380 m²，绿地作为本项目海绵城市设施的重要载体。拟在道路沿线两侧后排绿地中布置下凹式绿地，将沥青路面以及人行道雨水引入绿地中低影响开发设施中进行消纳，并在设施相应位置设置溢流通道，超标降雨直接溢流进入市政雨水系统。

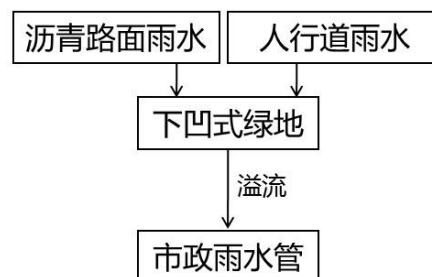


图7.35 尚德路（滨河路——镜水路）径流组织路径图

（4）系统布局

本项目尚德路从滨河路至镜水路全段道路红线外两侧均设有 10 米绿化带。设计在沿线道路两侧红线外绿地内建设下凹式绿地，在人行道道牙雨水口的纵向上游位置设开口道牙，并在在人行道下敷设敞口排水管道，将沥青路面雨水、人行道雨水通过排水管道引入后排绿地中的下凹式绿地，并在下凹式绿地内设置溢流口，将超过滞留带处理能力的径流引入市政管道。

设计新建尚德路从文峰北路至滨河路段的市政雨水管网，新建后雨水管径为

DN1100~DN1800，收集雨水沿尚德路就近汇入滨河路、镜水路雨水干管，最终排入清潁河。

本项目设计综合使用下凹式绿地、透水铺装等技术综合控制道路雨水，设施布局如下图所示：

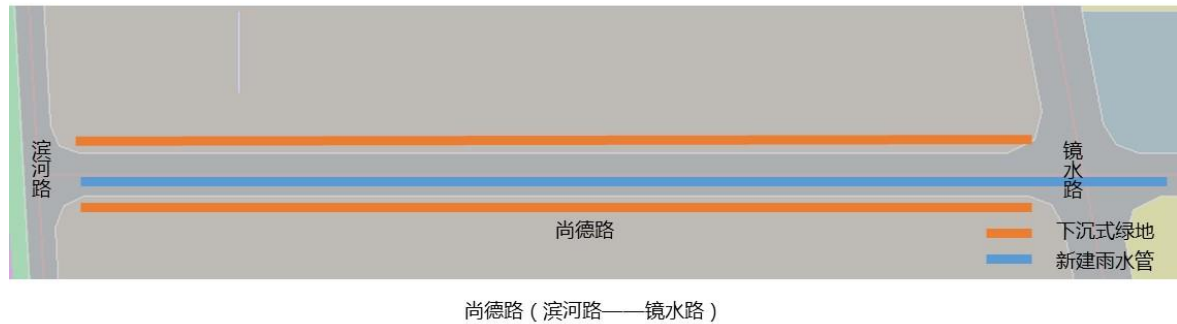


图7.36 尚德路项目海绵设施布局图

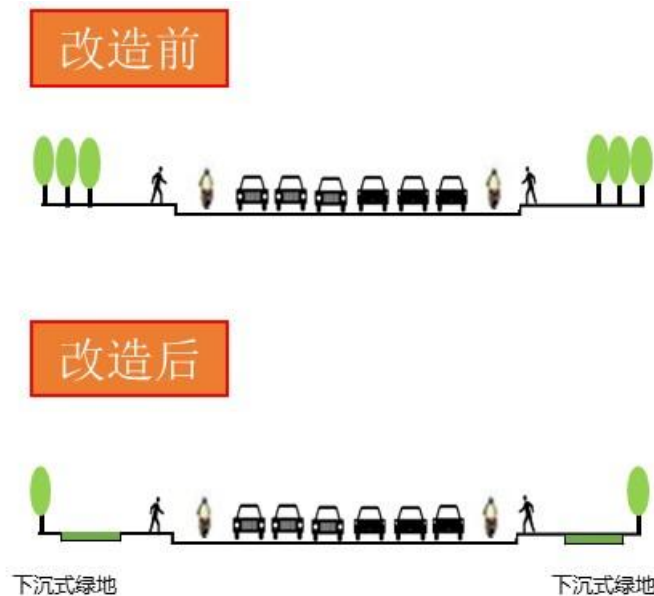


图7.37 尚德路项目横断面改造示意图

经核算，本项目方案实际雨水调蓄容积 585m³，大于目标调蓄容积 582m³。项目年径流总量控制率可达 80.2%，设计降雨量可达 29.4mm。本项目设计通过利用下沉式绿地、生物滞留带等海绵城市低影响开发单项设施进行径流雨水的渗透，可达到径流总量减排、内涝防治、径流污染、雨水资源化利用等多重目标。

7.4.5.5 尚集街海绵改造工程

（1）项目概况

尚集街（滨河路—文峰北路）位于示范区建安区尚集北街以南、尚德路以

北,采用城市次干路 I 级标准。道路全长约 1775m,红线宽 30m,沥青路面宽 24m,断面自被向南依次为:3m(人行道)-24m(车行道)-3m(人行道)。道路两侧设 10m 绿化带。道路竖向坡度呈东高西低走势。现尚集街(镜水路——文峰北路)段道路尚未施工,其余路段已投入使用。

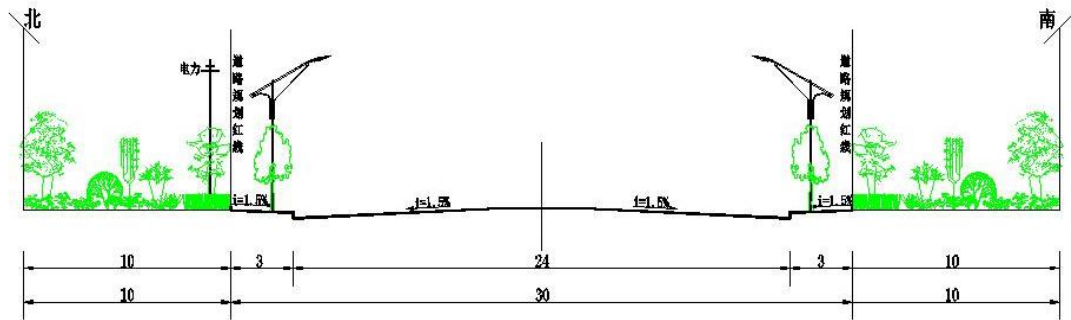


图7.38 尚集街(滨河路——文峰北路)标准横断面图

(2) 海绵城市建设目标

根据《许昌市海绵城市建设 PPP 项目规划》海绵建设目标,本项目对应年径流总量控制率目标为 75%,雨水控制容积为 2166m³,雨水调蓄容积为 1179m³。

(3) 技术路线

尚集街道路两侧设有绿化带,道路雨水处理主要利用此部分绿地。

本项目机动车道、非机动车道沥青路面面积约 42600 m²,拟将道路沿线沥青路面雨水引后排绿化带中建设的下凹式绿地进行消纳,超标降雨直接溢流进入市政雨水系统。

本项目人行道面积 10650 m²,拟将尚集街人行道分路段进行改造:对于滨河路至镜水路已建成路段,为减少对现状的干扰,对人行道铺装不进行改造;对于镜水路至文峰北路新建路段,将人行道采用透水铺装,对中小降雨进行下渗。将人行道雨水引入后排绿地内的下凹式绿地进行消纳,超标降雨溢流进入市政雨水系统。

本项目绿地面积约 35500 m²,绿地作为本项目海绵城市设施的重要载体。拟在道路沿线两侧后排绿地中布置下凹式绿地,将沥青路面以及人行道雨水引入绿地中低影响开发设施中进行消纳,并在设施相应位置设置溢流通道,超标降雨直接溢流进入市政雨水系统。

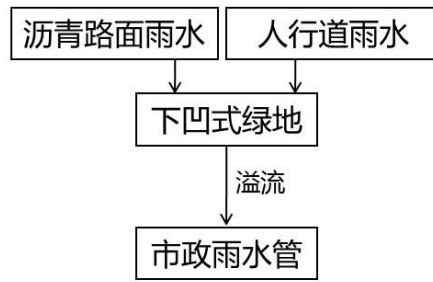


图7.39 尚集街（滨河路——文峰北路）径流组织路径图

（4）系统布局

本项目尚集街从滨河路至文峰北路全段道路红线外两侧均设有 10 米绿化带。设计在沿线道路两侧后排绿地内建设下凹式绿地，在人行道道牙雨水口的纵向上游位置设开口道牙，并在在人行道下敷设敞口排水管道，将沥青路面雨水、人行道雨水通过排水管道引入后排绿地中的下凹式绿地，并在下凹式绿地内设置溢流口，将超过滞留带处理能力的径流引入市政管道。

设计新建尚集街从文峰北路至滨河路段的市政雨水管网，新建后雨水管径为 DN1100~DN1600，新建后作为雨水干管收集就近汇入的雨水，最终排入清潁河。

本项目设计综合使用下凹式绿地、透水铺装等技术综合控制道路雨水，设施布局如下图所示：

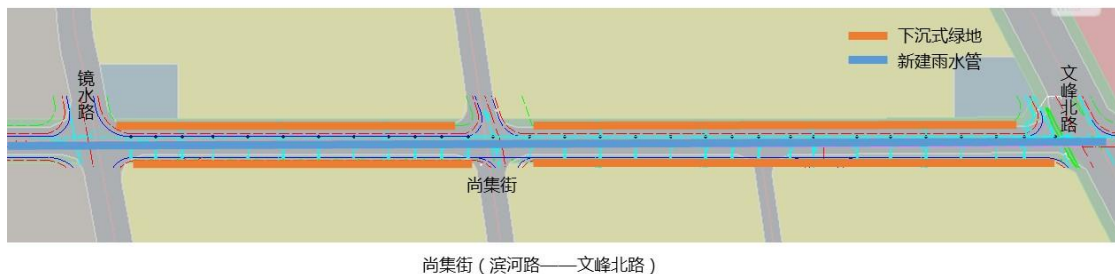


图7.40 尚集街项目海绵设施布局图

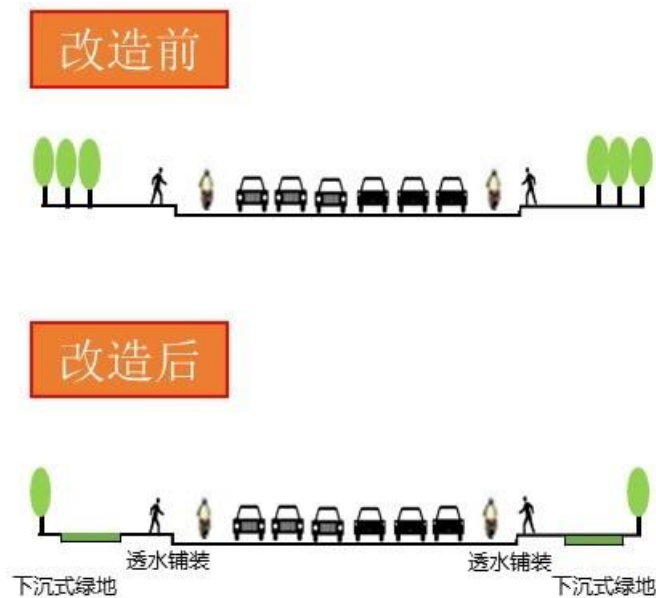


图7.41 尚集街项目横断面改造示意图

经核算，本方案实际雨水调蓄容积为 1200 m³，大于目标调蓄容积 1179m³。项目年径流总量控制率可达 75.7%，设计降雨量可达 24.9mm。本项目设计通过利用透水铺装、下沉式绿地、生物滞留带等海绵城市低影响开发单项设施进行径流雨水的渗透和截污净化等，可达到径流总量减排、内涝防治、径流污染、雨水资源化利用等多重目标。

7.4.5.6 聚贤街海绵改造工程

(1) 项目概况

聚贤街(文峰北路——魏文路)位于示范区建安区龙泉街以南，周庄街以北，采用城市次干路 I 级标准。道路全长约 1138m，红线宽 30m，沥青路面宽 24m，断面自北向南依次为：3m（人行道）-24m（车行道）-3m（人行道）。道路北侧设 10m 绿化带，南侧为北海公园绿化林带。道路竖向坡度呈东高西低走势。现聚贤街（文峰北路——魏文路）段已全部投入使用。

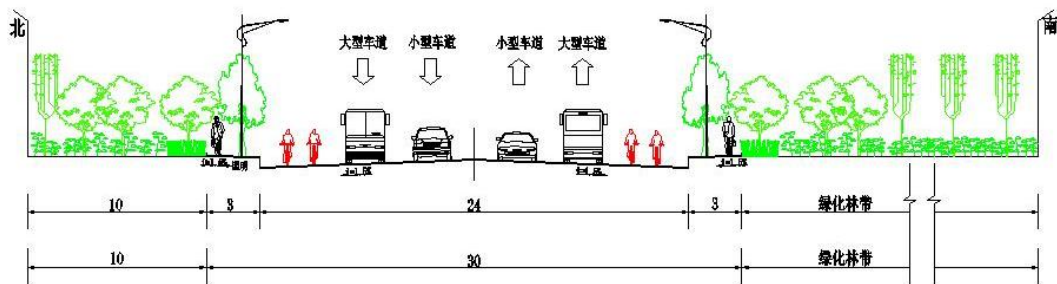


图7.42 聚贤街（文峰北路——魏文路）标准横断面图



图7.43 聚贤街现状实景图

（2）海绵城市建设目标

根据《许昌市海绵城市建设 PPP 项目规划》海绵建设目标，本项目对应年径流总量控制率目标为 75%，设计降雨量为 24.4mm，雨水控制容积为 1023m³，调蓄容积为 696m³。

（3）技术路线

聚贤街道路北侧设有绿化带，南侧为北海公园绿化林带，西端与北海公园水体相交，东端与饮马河相交，道路雨水处理利用道路红线外绿地及临近水体。

本项目机动车道、非机动车道沥青路面面积约 27312 m²，拟将沥青路面雨水引入绿化带及绿化林带中建设的植草沟，进入植草沟的雨水将转输至临近水体进行调蓄，超标降雨直接溢流进入市政雨水系统。

本项目人行道面积约 6828 m²，为避免对现状的干扰，本项目对人行道铺装不进行改造，将人行道雨水引入绿地内的植草沟进行转输，超标降雨溢流进入市政雨水系统。

本项目绿地面积 11380 m²，绿地作为本项目海绵城市低影响开发设施的重要载体，拟在道路两侧红线外绿化带中布置植草沟，将沥青路面及人行道雨水引入绿地并通过植草沟转输至临近水体进行消纳，并在设施相应位置设置溢流通道。

本项目临近北海公园与饮马河，水体为周围地块提供一定调蓄容积，为减少对现状的干扰，本项目拟将道路临近北海公园路段以及饮马河路段的雨水分别引入水体中进行调蓄。

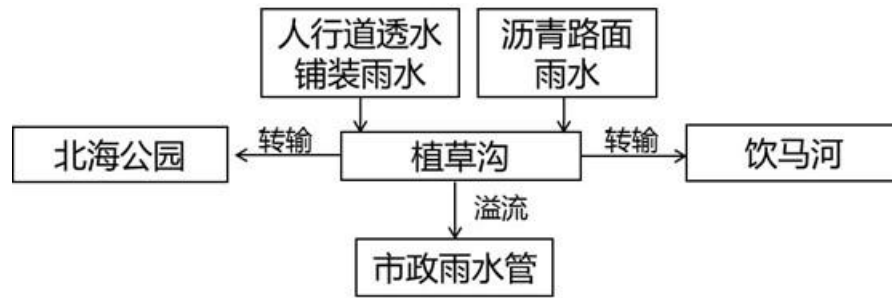


图7.44 聚贤街道路径流组织路径图

(4) 系统布局

聚贤街从文峰北路至魏文路道路北侧红线外设有 10 米宽绿化带，南侧红线外有北海公园绿化林带，设计在红线外绿地内建设植草沟，设计将该路段机动车道、人行道雨水通过排水管渠引入道路红线外绿地内，通过植草沟分别转输至北海公园和饮马河水体进行消纳，并在植草沟内设置溢流口，将超标雨水引入市政管道。设计在北海公园及饮马河带状公园内建设雨水缓冲、净化等设施，将文峰北路至魏文路段机动车道、人行道雨水通过雨水管网并经过缓冲、净化处理后引入水体中。

设计新建聚贤街从魏文路至滨河路段的市政雨水管网，新建后雨水管径为 DN1100~DN2700，收集雨水沿聚贤街向西最终汇入清潁河。

本项目设计综合使用植草沟等技术综合控制道路雨水，设施布局如下图所示：

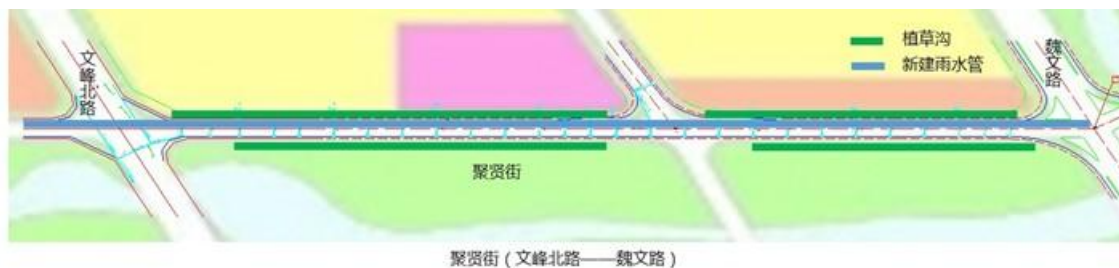


图7.45 聚贤街项目海绵设施布局图

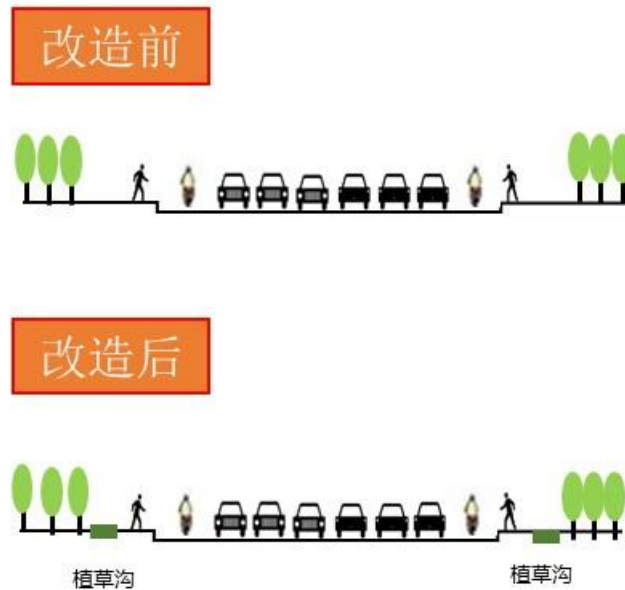


图7.46 聚贤街项目横断面改造示意图

经核算，本项目方案实际雨水调蓄容积为 700m^3 ，大于目标调蓄容积 696m^3 。项目年径流总量控制率可达 75.2%，设计降雨量可达 24.6mm。本项目设计通过利用植草沟等海绵城市低影响开发单项设施以及临近水体进行径流雨水的渗透、传输和截污净化等，可达到径流总量减排、内涝防治、径流污染、雨水资源化利用等多重目标。

7.4.5.7 兴平路海绵改造工程

（1）项目概况

兴平路（永兴西路——永昌西路）位于示范区魏都区滨河路以东，恒丰路以西，为镜水路向南延伸道路，采用城市次干路 I 级标准。道路全长约 2461m，红线宽 40m，断面自西向东依次为：6m（人行道）-5m（辅道）-2m（分车带）-14m（车行道）-2m（分车带）-5m（辅道）-6m（人行道）。道路两侧各设 10m 绿化带。道路竖向坡度呈北高南低走势。现兴平路（永兴西路——宏腾路）段已全部投入使用。

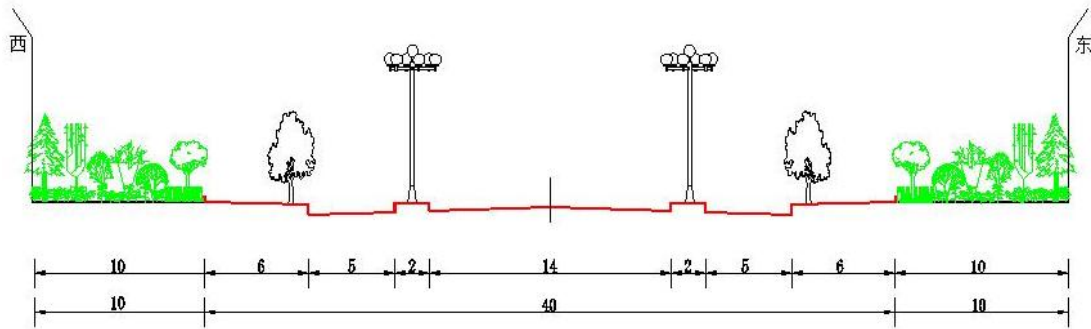


图7.47 兴平路（永兴西路——永昌西路）标准横断面图



图7.48 兴平路现状实景图

（2）海绵城市建设目标

根据《许昌市海绵城市建设 PPP 项目规划》海绵建设目标，本项目对应年径流总量控制率目标为 75%，雨水控制容积为 3603m³，雨水调蓄容积为 1864m³。

（3）技术路线

兴平路从永兴西路至永昌西路全段道路两侧设有红线外绿化带，道路雨水处理主要利用此部分绿地。

本项目机动车道、非机动车道沥青路面面积约 59064 m²，拟将道路沿线沥青路面雨水引入道路红线外绿化带中建设的下凹式绿地进行消纳，超标降雨直接溢流进入市政雨水系统。

本项目人行道面积 29532 m²，为减少对现状的干扰，仅对兴平路从永泰街至永昌西路段人行道铺装破损严重的路段将人行道改造为透水铺装，对中小降雨进行下渗。将人行道雨水引入道路红线外绿地内的下凹式绿地进行消纳，超标降雨溢流进入市政雨水系统。

本项目绿地面积约 59064 m²，绿地作为本项目海绵城市设施的重要载体。拟在道路沿线红线外绿地中布置下凹式绿地，将沥青路面以及人行道雨水引入绿地

中低影响开发设施中进行消纳，并在设施相应位置设置溢流通道，超标降雨直接溢流进入市政雨水系统。

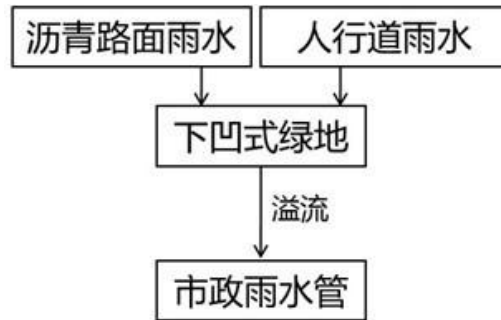


图7.49 兴平路（永兴西路——永昌西路）径流组织路径图

（4）系统布局

兴平路从永兴西路至永昌西路段机动车道与非机动车道分隔绿化带宽 2m，绿化带内管线较多，改造较为困难，为避免对现状的干扰，设计方案对该绿化带不做改造。拟将机动车道道路雨水引入非机动车道路面上，最终进入道路红线外绿地中海绵设施进行消纳。

本项目兴平路全段道路红线外两侧均设有 10 米绿化带。设计在沿线道路两侧红线外绿地内建设下凹式绿地，在人行道道牙雨水口的纵向上游位置设开口道牙，并在在人行道下敷设敞口排水管渠，将沥青路面雨水、人行道雨水通过排水管渠引入后排绿地中的下凹式绿地，并在下凹式绿地内设置溢流口，将超过滞留带处理能力的径流引入市政管道。

设计新建兴平路从宏腾路至永昌西路段的市政雨水管网，新建后雨水管径为 DN1000~DN2000，收集雨水沿镜水路就近分别汇入隆昌路、万通街雨水干管，最终排入清潁河。

本项目设计综合使用下凹式绿地、透水铺装等技术综合控制道路雨水，设施布局如下图所示：



兴平路（永兴西路——永昌西路）

图7.50 兴平路项目海绵设施布局图

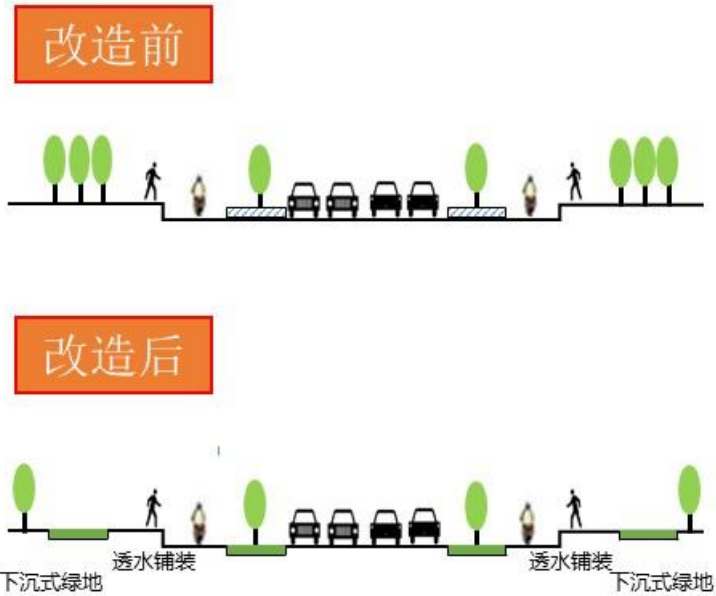


图7.51 兴平路项目横断面改造示意图

经核算，本项目方案实际雨水调蓄容积为 1875 m^3 ，大于目标调蓄容积 1864 m^3 。项目年径流总量控制率可达 75.1%，设计降雨量可达 24.5mm。本项目设计通过利用透水铺装、下沉式绿地、生物滞留带等海绵城市低影响开发单项设施进行径流雨水的渗透和截污净化等，可达到径流总量减排、内涝防治、径流污染、雨水资源化利用等多重目标。

7.4.5.8 文轩路海绵改造工程

(1) 项目概况

文轩路(兴平路——文峰路)位于示范区魏都区永昌西路以南,陈庄街以北,采用城市支路 I 级标准。道路全长约 1067m,红线宽 20m,沥青路面宽 14m,断面自北向南依次为:3m(人行道)-14m(车行道)-3m(人行道)。道路两侧各设 10m 绿化带。道路竖向坡度呈东高西低走势。现文轩路(兴平路——文峰路)段已全部投入使用。

人工调蓄池项目位于文轩路与恒丰路交叉路口,用于处理此处内涝积水点。在 30 年一遇降雨条件下,此处最大积水量为 580 m^3 ,最大积水深度 0.158m,积水时间 63min,积水面积 10229 m^2 。

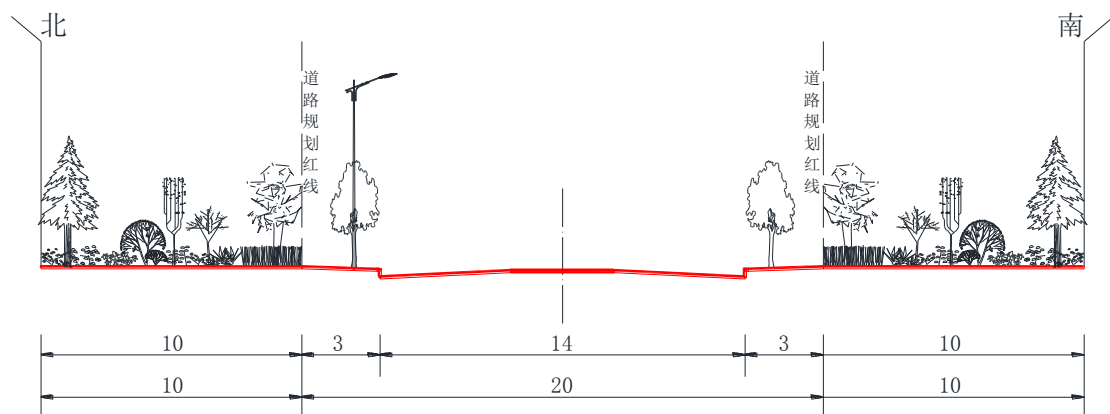


图7.52 文轩路（兴平路——文峰路）标准横断面图

(2) 海绵城市建设目标

根据《许昌市海绵城市建设 PPP 项目规划》海绵建设目标,本项目对应年径流总控制率目标为 85%,对应设计降雨量为 36.3mm,雨水控制容积为 1550 m^3 ,雨水调蓄容积为 698 m^3 。

(3) 技术路线

文轩路道路两侧设有绿化带，道路雨水处理主要利用此部分绿地。

本项目机动车道、非机动车道沥青路面面积约 14938 m²，拟将道路沿线沥青路面雨水引入绿化带中建设的下沉绿地中消纳，超标降雨直接溢流进入市政雨水系统。

本项目人行道面积 6402 m²，人行道铺装现状破损严重，拟将人行道改造为透水铺装，对中小降雨进行下渗，超过透水铺装处理能力的降雨引入绿地内的下沉绿地进行消纳，超标降雨溢流进入市政雨水系统。

本项目绿地面积 21340 m²，绿地作为本项目海绵城市低影响开发设施的重要载体，拟在道路沿线两侧绿化带中布置下沉绿地，将沥青路面以及人行道雨水引入绿地中低影响开发设施中进行消纳，并在设施相应位置设置溢流通道。

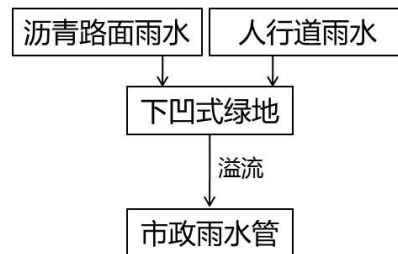


图7.53 文轩路道路径流组织路径图

（4）系统布局

文轩路从兴平路至文峰路全段道路两侧红线外均有 10 米宽绿化带，设计在该绿地内建设下凹式绿地，设计将非机动车道雨水、人行道雨水通过排水管渠引入道路红线外绿地进行消纳。

设计新建文轩路从恒丰路至学院路的市政雨水管网，新建后雨水管径为 DN1200~DN2200，新建后的雨水管网将作为干管收集沿线雨水沿向东最终排入饮马河。

设计在文轩路与恒丰路交叉路口积水点处修建地表人工调蓄设施进行调蓄，调蓄池容积为 580m³。

本项目设计综合使用透水铺装、下凹式绿地等技术综合控制道路雨水，设施布局如下图所示：

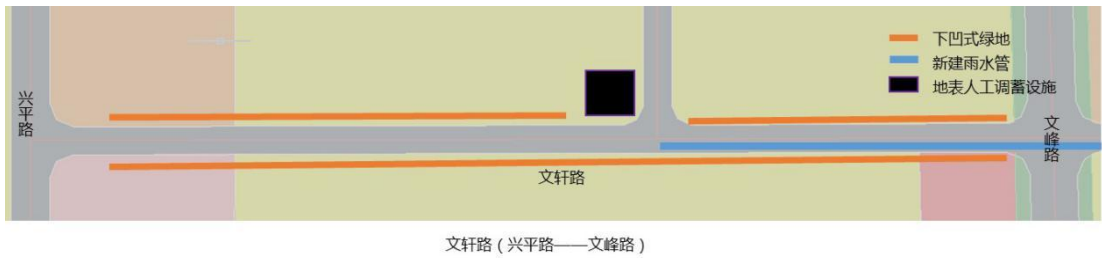


图7.54 文轩路项目海绵设施布局图

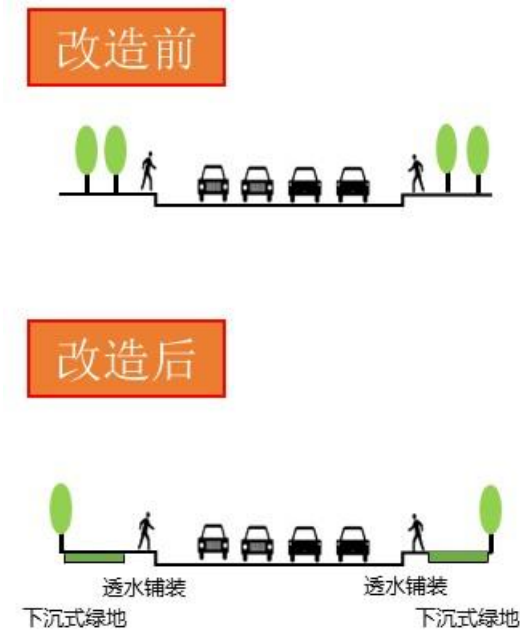


图7.55 文轩路项目横断面改造示意图

经核算，本项目方案实际雨水调蓄容积 705m³，大于目标调蓄容积 698m³，同时为道路积水点及周围地块提供 580m³ 调蓄容积。项目年径流总量控制率可达 85.4%，设计降雨量可达 36.7mm。本项目设计通过利用透水铺装、下沉绿地、地表调蓄设施等海绵城市低影响开发单项设施进行径流雨水的渗透和截污净化等，可达到径流总量减排、内涝防治、径流污染、雨水资源化利用等多重目标。

7.4.5.9 恒丰路海绵改造工程

(1) 项目概况

恒丰路（永昌西路-万通街）位于示范区魏都区兴平路以东，文峰路以西，采用城市支路 I 级标准。道路全长约 686m，红线宽 20m，沥青路面宽 14m，断面自北向南依次为：3m（人行道）-14m（车行道）-3m（人行道）。道路两侧各设 10m 绿化带。道路竖向坡度呈北高南低走势。现恒丰路（永昌西路-万通街）段已全部投入使用，道路现状良好。。

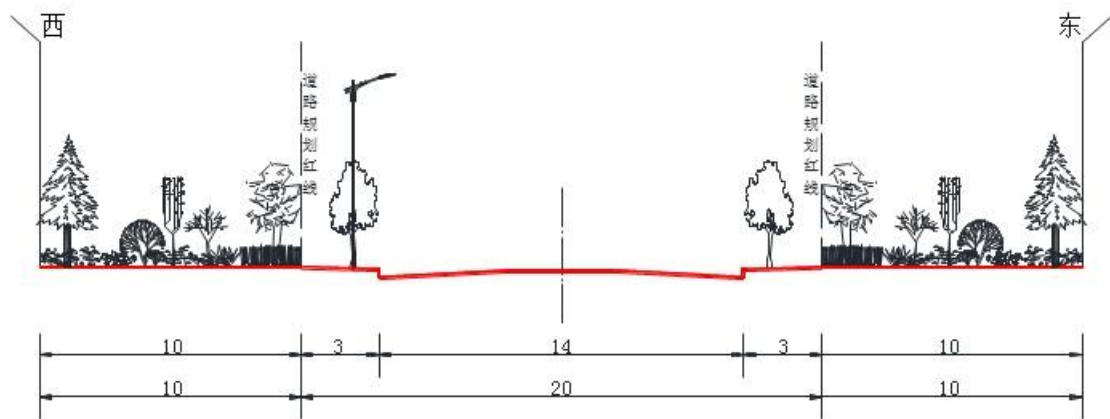


图7.56 恒丰路（永昌西路-万通街）标准横断面图

（2）海绵城市建设目标

根据《许昌市海绵城市建设 PPP 项目规划》海绵建设目标，本项目对应年径流量控制率目标为 85%，对应设计降雨量为 36.3mm，雨水控制容积为 997m³，雨水调蓄容积为 464m³。

（3）技术路线

恒丰路道路两侧红线外设有绿化带，道路雨水处理主要利用此部分绿地。

本项目机动车道、非机动车道沥青路面面积约 9604 m²，拟将道路沿线沥青路面雨水引入红线外绿化带中建设的下凹式绿地消纳，超标降雨直接溢流进入市政雨水系统。

本项目人行道面积 4116 m²，为避免对现状的干扰，本项目对人行道铺装不进行改造，将人行道雨水引入道路红线外绿地内的下凹式绿地进行消纳，超标降雨溢流进入市政雨水系统。

本项目绿地面积 13720 m²，绿地作为本项目海绵城市低影响开发设施的重要载体，拟在道路沿线两侧绿化带中布置下凹式绿地，将沥青路面以及人行道雨水引入绿地中低影响开发设施中进行消纳，并在设施相应位置设置溢流通道。

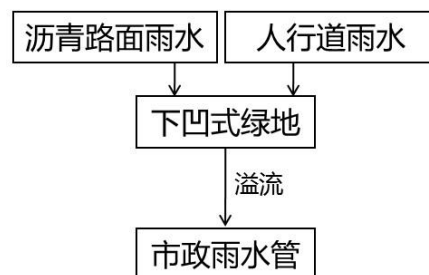


图7.57 恒丰路道路径流组织路径图

(4) 系统布局

恒丰路从永昌西路至万通街全段道路两侧红线外均有 10m 宽绿化带，设计在该绿地内建设下凹式绿地，设计将非机动车道雨水、人行道雨水通过排水管路引入道路红线外绿地。

设计新建恒丰路从永兴西路至万通街的市政雨水管网，新建后雨水管径为 DN1400~DN1600，收集沿线雨水沿向南汇入万通街雨水干管，最终排入清潁河。

本项目设计综合使用透水铺装、下凹式绿地等技术综合控制道路雨水，设施布局如下图所示：

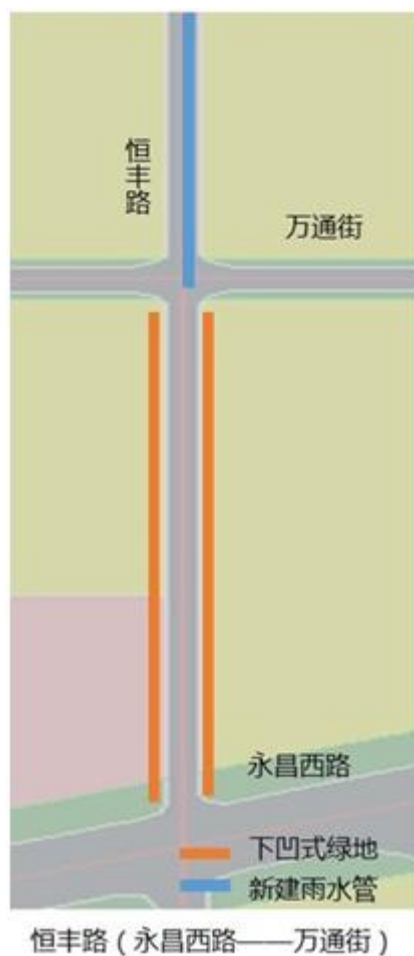


图7.58 恒丰路项目海绵设施布局图

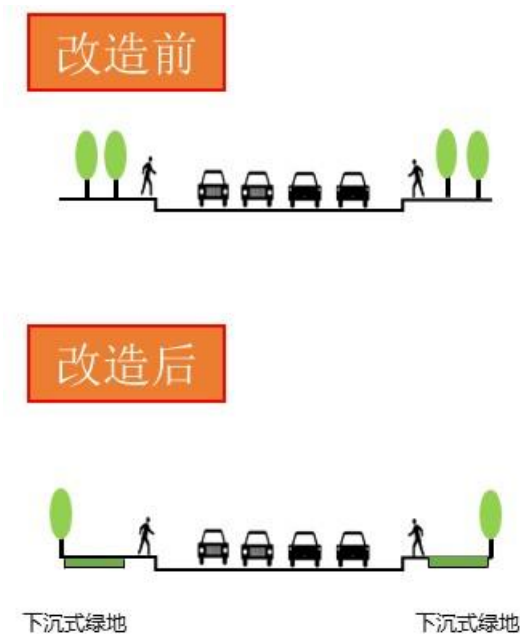


图7.59 恒丰路项目横断面改造示意图

经核算，本项目方案实际雨水调蓄容积为 480m^3 ，大于目标调蓄容积 464m^3 。项目年径流总量控制率可达 87.6%，设计降雨量可达 37.6mm。本项目设计通过利用下凹式绿地等海绵城市低影响开发单项设施进行径流雨水的渗透和截污净化等，可达到径流总量减排、内涝防治、径流污染、雨水资源化利用等多重目标。

7.4.5.10 明礼街海绵改造工程

(1) 项目概况

明礼街（学院路——魏武大道）位于示范区隆昌路以南，永昌东路以北，采用城市次干路 I 级标准。道路全长约 870m，红线宽 30m，沥青路面宽 24m，断面自被向南依次为：3m（人行道）-24m（车行道）-3m（人行道）。道路北侧设 10m 绿化带，南侧为 120m 高压走廊绿地。道路竖向坡度呈西高东低走势。现明礼街（学院路——魏武大道）段已全部投入使用，道路现状良好。

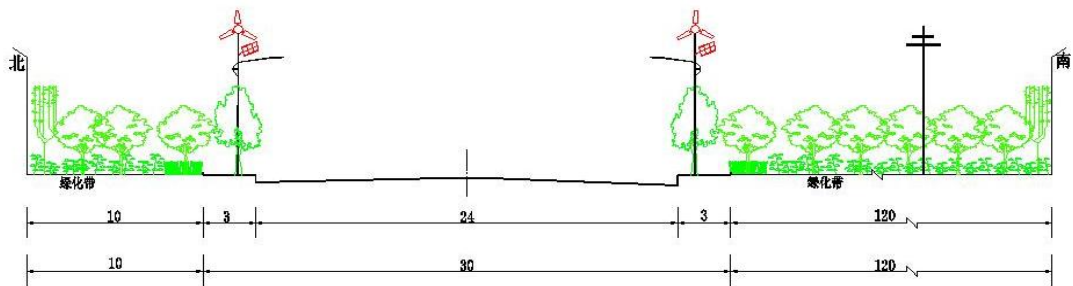


图7.60 明礼街（学院路——魏武大道）标准横断面图



图7.61 明礼街现状实景图

（2）海绵城市建设目标

根据《许昌市海绵城市建设 PPP 项目规划》海绵建设目标，本项目对应年径流量控制率目标 80%，对应设计降雨量为 29.3mm，雨水控制容积为 4079m³，雨水调蓄容积为 1125m³。

（3）技术路线

明礼街道路北侧设有绿化带，南侧为 120m 高压走廊绿化林带，道路雨水处理利用道路红线外绿地。

本项目机动车道、非机动车道沥青路面面积约 20880 m²，拟将沥青路面雨水通过市政雨水管道引入高压走廊绿地中建设的蓄水模块中绿化浇洒回用，超标降雨直接溢流进入市政雨水系统。

本项目人行道面积 5220 m²，为避免对现状进行干扰，本项目对人行道铺装不进行改造，将人行道引入道路红线外绿地中海绵设施进行消纳，超标降雨溢流进入市政雨水系统。

本项目绿地面积 113100 m²，绿地作为海绵城市设施的重要载体，拟在道路沿线两侧高绿地中布置下凹式绿地，用于消纳自身绿地雨水，并在设施相应位置设置溢流通道，超标降雨直接溢流进入市政雨水系统。拟在道路南侧高压走廊绿地中适当位置设置蓄水模块，将人行道以及沥青路面雨水通过市政雨水管道截留引入蓄水模块中处理，超标降雨通过市政雨水系统排往下游。

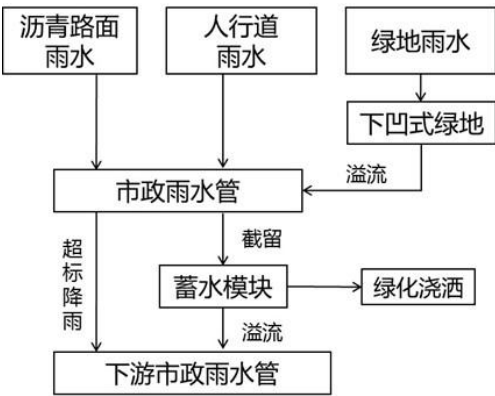


图7.62 明礼街道路径流组织路径图

(4) 系统布局

明礼街从学院路至魏武大道道路北侧红线外设有 10 米宽绿化带，南侧红线外设有 120 米宽高压走廊绿化林带。本项目设计在两侧绿地内建设下凹式绿地，对该路段绿地雨水进行消纳，并在下凹式绿地内设置溢流口，将超过滞留带处理能力的径流引入市政管道。设计在南侧高压走廊绿化林带内建设蓄水模块，将该路段机动车道、人行道雨水通过市政雨水管网引入绿地内的蓄水模块收集回用。

本项目设计综合使用下凹式绿地、蓄水模块等技术综合控制道路雨水，设施布局如下图所示：

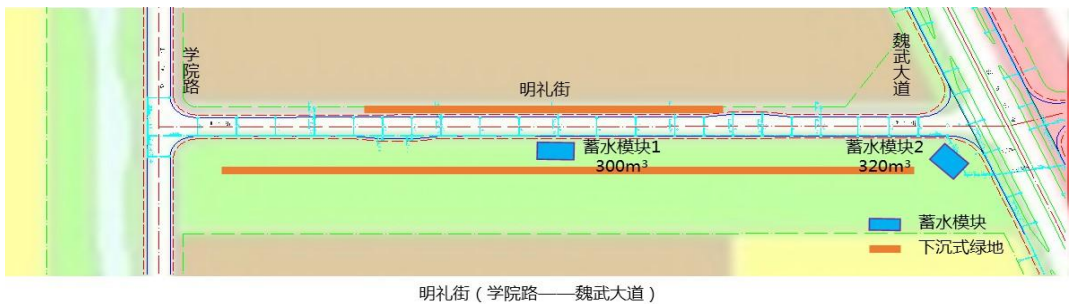


图7.63 明礼街项目海绵设施布局图

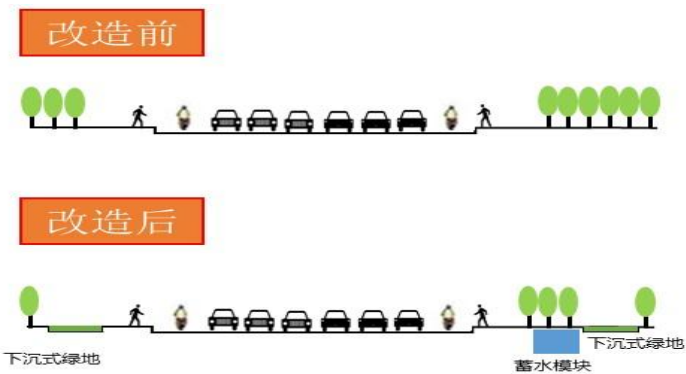


图7.64 明礼街项目横断面改造示意图

经核算，本项目方案实际雨水调蓄容积为 1145 m^3 ，大于目标调蓄容积 1125 m^3 。项目年径流总量控制率可达 80.5%，设计降雨量可达 29.8mm。本项目设计通过利用下凹式绿地、生物滞留带、蓄水模块等海绵城市低影响开发单项设施进行径流雨水的渗透和截污净化等，可达到径流总量减排、内涝防治、径流污染、雨水资源化利用等多重目标。

7.4.5.11 礼贤路海绵改造工程

(1) 项目概况

礼贤路(龙兴路——陈庄街)位于示范区东城区魏武大道以西,学院路以东,采用城市支路标准。道路全长约 885m,红线宽 30m,沥青路面宽 24m,断面自西向东依次为:3m(人行道)-24m(车行道)-3m(人行道)。道路两侧各设 10m 绿化带。道路竖向坡度呈北高南低走势。现礼贤路(南海街——龙兴路)段正在施工,其余路段已投入使用。

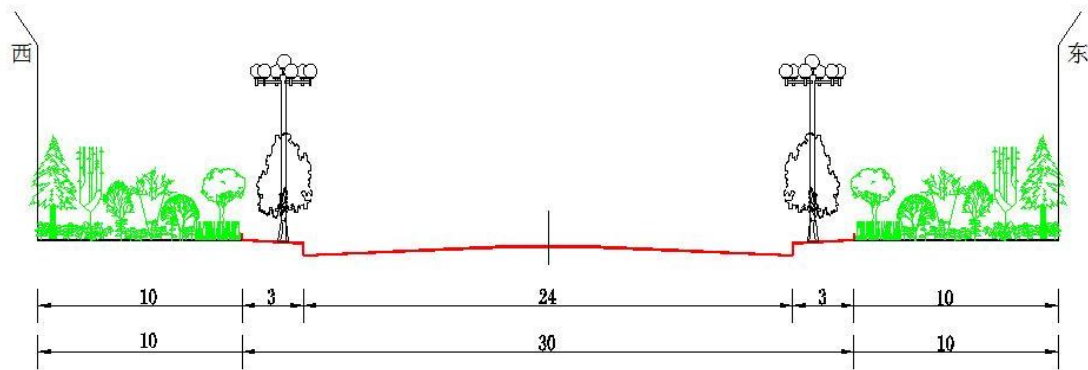


图7.65 礼贤路（龙兴路——陈庄街）标准横断面图

(2) 海绵城市建设目标

根据《许昌市海绵城市建设 PPP 项目规划》海绵建设目标,本项目对应年径流量控制率目标为 80%,对应设计降雨量为 29.3mm,雨水控制容积为 1297 m^3 ,雨水调蓄容积为 709 m^3 。

(3) 技术路线

礼贤路道路两侧红线外设有绿化带,道路雨水处理主要利用此部分绿地。

本项目机动车道、非机动车道沥青路面面积约 21240 m^2 ,拟将道路沿线沥青路面雨水引入绿化带中建设的雨水花园中进行消纳,超标降雨直接溢流进入市政雨水系统。

本项目人行道面积 5310 m²，拟将礼贤路人行道分路段进行改造：陈庄街至南海街已建成路段，为避免对现状产生干扰，对人行道铺装不进行改造；南海街至龙兴路新建路段，人行道采用透水铺装，对中小降雨进行下渗。将人行道雨水引入道路红线外绿地内的雨水花园进行消纳，超标降雨溢流进入市政雨水系统。

本项目绿地面积约 17700 m²，绿地作为本项目海绵城市低影响开发设施的重要载体，拟在道路沿线两侧道路红线外绿化带中适当位置设置雨水花园，将沥青路面及人行道雨水引入绿地中低影响开发设施中进行消纳，并在设施相应位置设置溢流通道，超标降雨将直接溢流进入市政雨水系统。

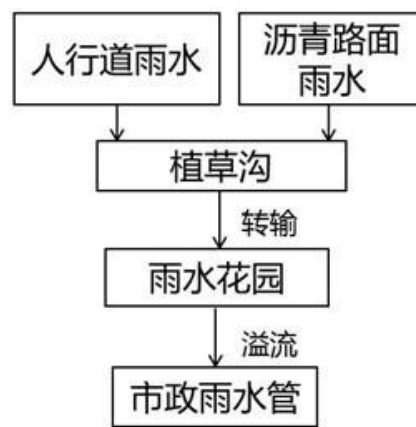


图7.66 礼贤路道路径流组织路径图

（4）系统布局

礼贤路从陈庄街至龙兴路段道路沿线两侧均有 10m 宽绿化带。本项目设计在绿地内建设植草沟、雨水花园，设计将机动车道、人行道雨水通过排水明沟引入道路红线外绿地，通过植草沟转输至雨水花园进行消纳。

本项目设计综合使用透水铺装、植草沟、雨水花园等技术综合控制道路雨水，设施布局如下图所示：

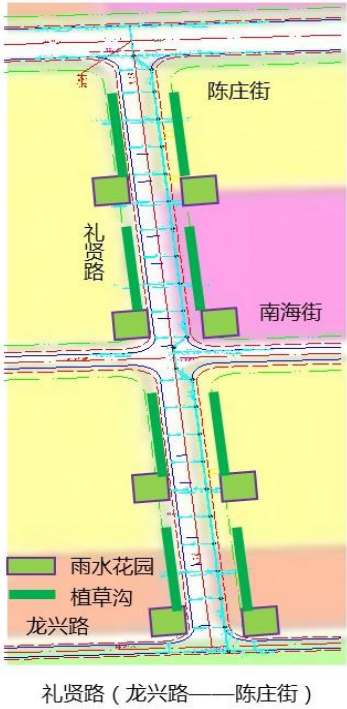


图7.67 礼贤路项目海绵设施布局图

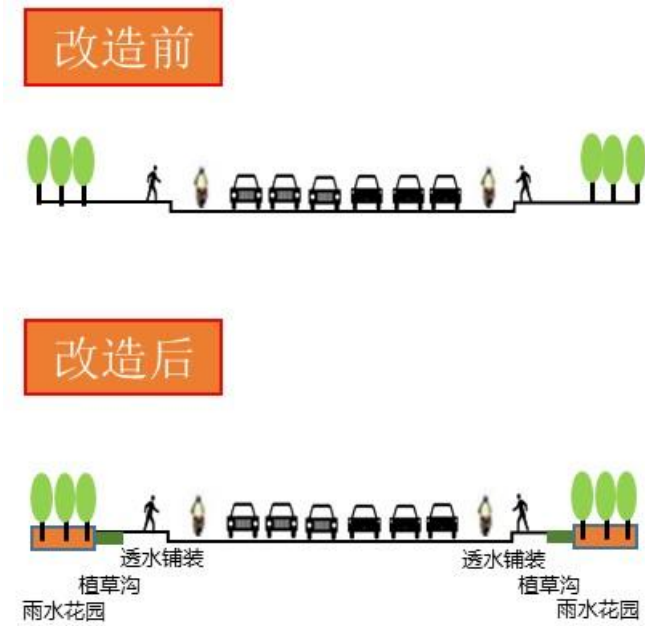


图7.68 礼贤路项目横断面改造示意图

经核算，本方案实际雨水调蓄容积为 720 m³，大于目标调蓄容积 709m³。项目年径流总量控制率可达 80.3%，设计降雨量可达 29.8mm。本项目设计通过利用透水铺装、生物滞留带、植草沟、雨水花园等海绵城市低影响开发单项设施进行径流雨水的渗透、转输和截污净化等，可达到径流总量减排、内涝防治、径流污染、雨水资源化利用等多重目标。

7.4.5.12 龙兴路南海绵改造工程

(1) 项目概况

龙兴路南（八龙路——学院路）位于示范区东城区天宝路以北，采用城市支路 I 级标准。道路全长约 1585m，红线宽 20m，沥青路面宽 14m，断面自北向南依次为：3m（人行道）-14m（车行道）-3m（人行道）。道路南侧为天宝河绿化林带，本项目仅对龙兴路南侧进行海绵改造。道路竖向坡度呈中间高东西两侧低走势。龙兴路南（八龙路——学院路）段已全部投入使用，道路现状良好。

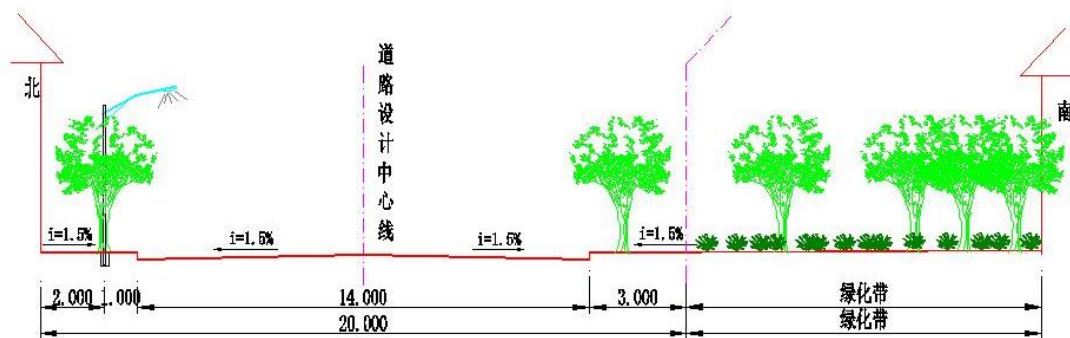


图7.69 龙兴路（八龙路——学院路）标准横断面图

(2) 海绵城市建设目标

根据《许昌市海绵城市建设 PPP 项目规划》海绵建设目标，本项目对应年径流总量控制率目标为 85%，设计降雨量为 24.4mm，雨水控制容积为 576m³，雨水调蓄容积为 449m³。

(3) 技术路线

本项目仅对龙兴路南侧进行海绵改造，道路北侧沥青路面及人行道不列入改造范围。

龙兴路从八龙路至学院路道路南侧红线外为天宝河绿化林带，南侧道路雨水处理利用此部分绿地。

本项目机动车道、非机动车道沥青路面面积约 11095 m²，拟将沥青路面雨水引入绿化带中建设的雨水花园进行消纳，超标降雨直接溢流进入市政雨水系统。

本项目人行道面积约 4755 m²，为减少对现状的干扰，本项目对人行道铺装不进行改造，将人行道雨水引入道路红线外绿地内的生物滞留带进行消纳，超标降雨溢流进入市政雨水系统。

本项目改造范围内无绿地面积，天宝河绿化林带作为本项目海绵城市低影响

开发设施的重要载体，拟在该绿地中适当位置设置植草沟和雨水花园，将沥青路面及人行道雨水通过植草沟转输至绿地中低影响开发设施中进行消纳，并在设施相应位置设置溢流通道。

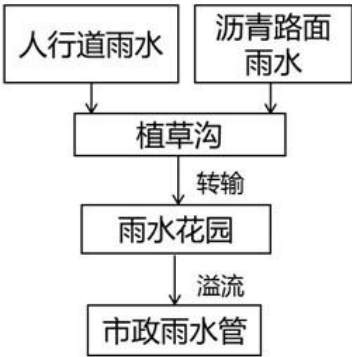


图7.70 龙兴路道路南侧径流组织路径图

(4) 系统布局

龙兴路从八龙路至学院路道路南侧红线外有天宝河绿化林带。本项目设计在该绿地内建设植草沟和雨水花园，设计将该路段东侧机动车道、人行道雨水通过排水明沟引入道路红线外绿地内，通过植草沟转输至雨水花园进行消纳。

本项目设计综合使用透水铺装、植草沟、雨水花园等技术综合控制道路雨水，设施布局如下图所示：

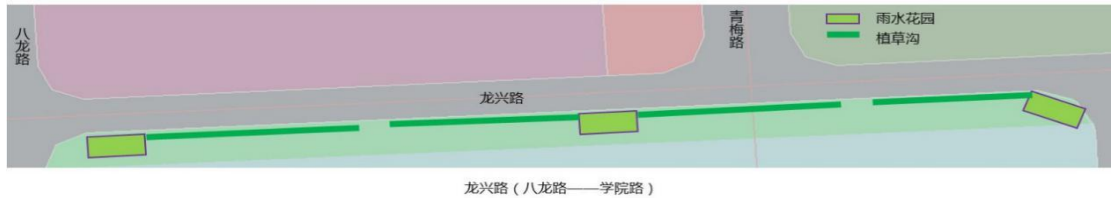


图7.71 龙兴路项目海绵设施布局图

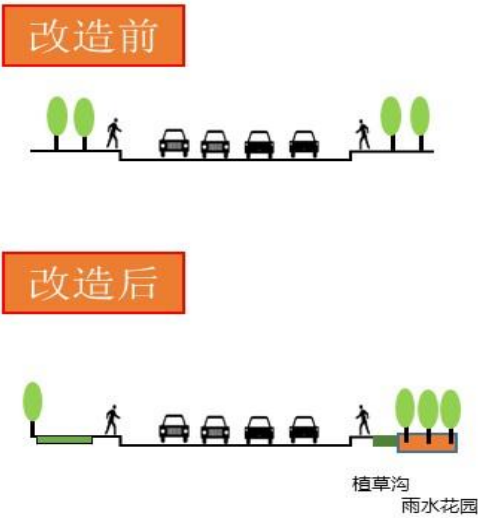


图7.72 龙兴路项目横断面改造示意图

经核算,本项目方案实际雨水调蓄容积为 450m^3 ,大于目标调蓄容积 449m^3 。项目年径流总量控制率可达 85.2%,设计降雨量可达 36.4mm。本项目设计通过利用植草沟、雨水花园等海绵城市低影响开发单项设施进行径流雨水的渗透、转输和截污净化等,可达到径流总量减排、内涝防治、径流污染、雨水资源化利用等多重目标。

7.4.5.13 八龙路海绵改造工程

(1) 项目概况

八龙路(文轩路—天宝路)位于示范区建安区东城区文峰路以东,青梅路以西,采用城市主干道 II 级标准。道路全长约 1585m,红线宽 40m,沥青路面宽 32m,断面自被向南依次为:4m(人行道)—32m(车行道)—4m(人行道)。道路两侧设 10m 绿化带。道路竖向坡度呈中间高南北两侧低走势。现八龙路(文轩路—陈庄街)尚未施工,其余路段已投入使用。

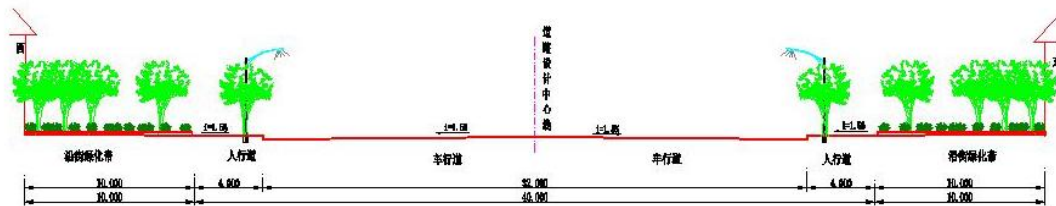


图7.73 八龙路标准横断面

(2) 海绵城市建设目标

根据《许昌市海绵城市建设 PPP 项目规划》海绵建设目标,本项目对应年径流总量控制率目标为 75%,设计降雨量为 24.4mm,雨水控制容积为 2321m^3 ,雨水调蓄容积为 1368m^3 。

(3) 技术路线

八龙路道路两侧设有绿化带道路雨水处理主要利用此部分绿地。

本项目机动车道、非机动车道沥青路面面积约 50720m^2 ,拟将道路沿线沥青路面雨水引后排绿化带中建设的下凹式绿地进行消纳,超标降雨直接溢流进入市政雨水系统。

本项目人行道面积 12680m^2 ,拟将人行道分路段进行改造:文轩路至陈庄街未建成路段,人行道全部采用透水铺装,对中小降雨进行下渗;陈庄街至天宝路已建成路段,对人行道铺装不进行改造。将人行道雨水引入道路红线外绿地内的

下凹式绿地进行消纳，超标降雨溢流进入市政雨水系统。

本项目绿地面积约 31700 m²，绿地作为本项目海绵城市设施的重要载体。拟在道路沿线两侧红线外绿地中布置下凹式绿地，将沥青路面雨水以及人行道雨水引入绿地中低影响开发设施中进行消纳，并在设施相应位置设置溢流通道，超标降雨直接溢流进入市政雨水系统。

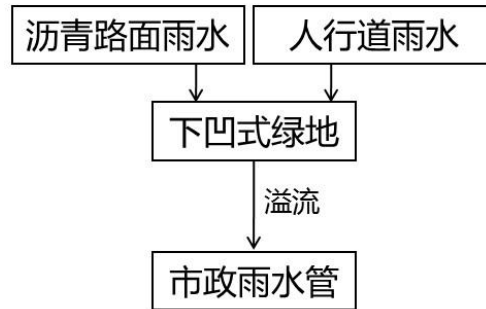


图7.74 八龙路径流组织路径图

（4）系统布局

本项目道路两侧设有 10 米绿化带。设计在沿线道路两侧红线外绿地内建设下凹式绿地，在人行道道牙雨水口的纵向上游位置设开口道牙，并在在人行道下敷设敞口排水管渠，将沥青路面雨水、人行道雨水通过排水管渠引入道路红线外绿地中的下凹式绿地。并在下凹式绿地内设置溢流口，超过滞留带处理能力的径流直接进入市政管道。

设计新建八龙路从文轩路至天宝路的雨水管网，新建后的雨水管径为 DN900~DN1000，收集雨水汇入文轩路，最终排入饮马河。

本项目设计综合使用下凹式绿地、透水铺装等技术综合控制道路雨水，设施布局如下图所示：



八龙路（文轩路——天宝路）

图7.75 八龙路项目海绵设施布局图

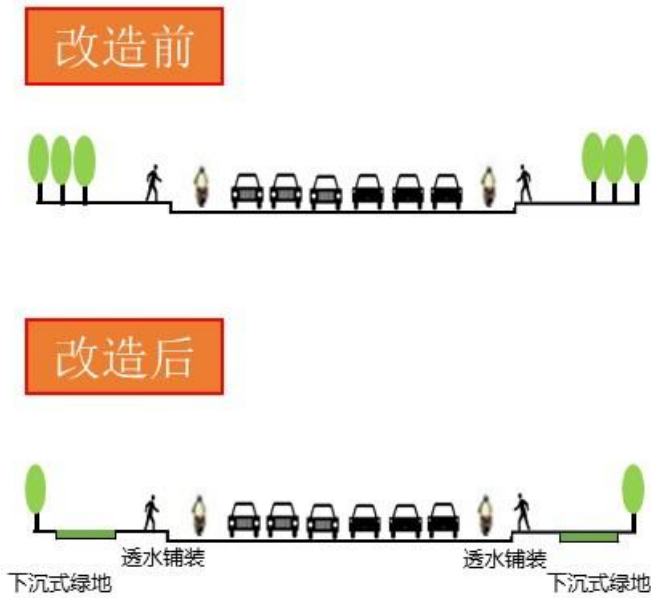


图7.76 八龙路项目横断面改造示意图

经核算，本方案实际雨水调蓄容积为 1380m³，大于目标调蓄容积 1368m³。项目年径流总量控制率可达 75.3%，设计降雨量可达 24.6mm。本项目设计通过利用透水铺装、下沉式绿地、生物滞留带等海绵城市低影响开发单项设施进行径流

雨水的渗透和截污净化等，可达到径流总量减排、内涝防治、径流污染、雨水资源化利用等多重目标。

7.4.5.14 滨河路海绵改造工程

(1) 项目概况

滨河路（新元大道——永昌西路）位于示范区清潁河以东，镜水路、兴平路以西，为许昌市海绵城市试点区域西部道路边界，采用城市支路标准。道路全长约 6614m，红线宽 20m，沥青路面宽 14m，断面自被向南依次为：3m（人行道）-14m（车行道）3m（人行道）。道路竖向坡度呈北高南低走势。道路东侧设 10m 绿化带，西侧为清潁河带状绿地。现新元大道滨河路（新元大道——永昌西路）已全部投入使用。

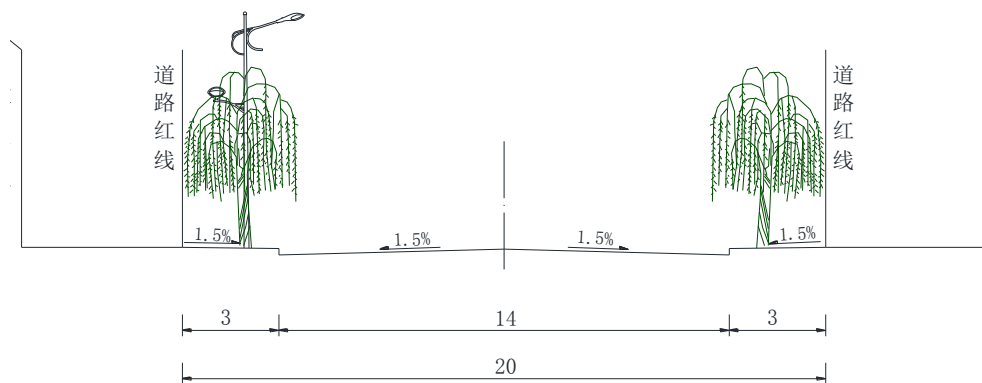


图7.77 滨河路标准横断面



图7.78 滨河路现状实景图

(2) 海绵城市建设目标

根据《许昌市海绵城市建设 PPP 项目规划》海绵建设目标，本项目对应，年

径流总量控制率目标为 75%，设计降雨量为 24.4mm，雨水控制容积为 4842m³，雨水调蓄容积为 2745m³。

（3）技术路线

滨河路道路东侧红线外设有绿化带，西侧红线外为清潁河带状绿地，道路雨水处理主要利用此部分绿地。

本项目机动车道、非机动车道沥青路面面积约 92596 m²，拟将道路沿线沥青路面雨水引入道路红线外绿化带中建设的下凹式绿地进行消纳，超标降雨直接溢流进入市政雨水系统。

本项目人行道面积 39684 m²，为减少对现状的干扰，本项目仅对人行道现状破损严重的路段改造为透水铺装，将人行道雨水引入道路红线外绿地内的下凹式绿地进行消纳，超标降雨溢流进入市政雨水系统。

本项目绿地面积约 66140 m²，绿地作为本项目海绵城市设施的重要载体。拟在道路沿线两侧红线外绿地中布置下凹式绿地，将沥青路面以及人行道雨水引入绿地中低影响开发设施中进行消纳，并在设施相应位置设置溢流通道，超标降雨直接溢流进入市政雨水系统或清潁河水体。

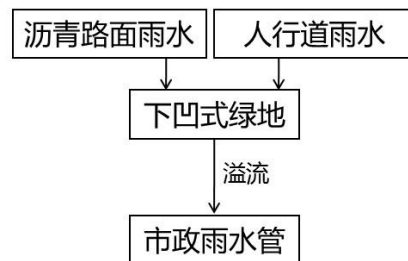


图7.79 滨河路径流组织路径图

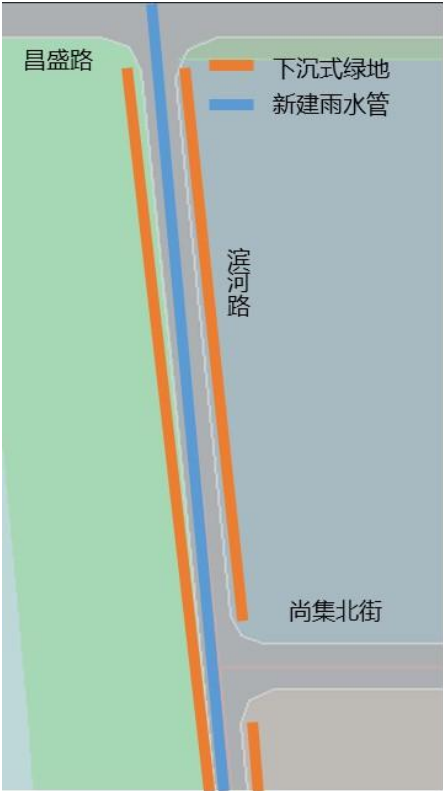
（4）系统布局

本项目滨河路东侧设有 10m 绿化带，西侧为清潁河带状绿地。设计在沿线道路两侧后排绿地内建设下凹式绿地，在人行道道牙雨水口的纵向上游位置设开口道牙，并在在人行道下敷设敞口排水管渠，将沥青路面雨水、人行道雨水通过排水管渠引入后排绿地中的下凹式绿地。并在下凹式绿地内设置溢流口，东侧超过滞留带处理能力的径流直接进入市政管道，西侧超过滞留带处理能力的径流直接进入清潁河。

设计新建滨河路从新元大道至永昌西路段的道路雨水管网，新建后雨水管径为 DN1400~DN2200，新建后作为雨水干管沿路收集就近道路雨水，并最终汇入

清潞河。

本项目设计综合使用下凹式绿地、透水铺装等技术综合控制道路雨水，设施布局如下图所示：



滨河路（新元大道——永昌西路）

图7.80 滨河路项目海绵设施布局图

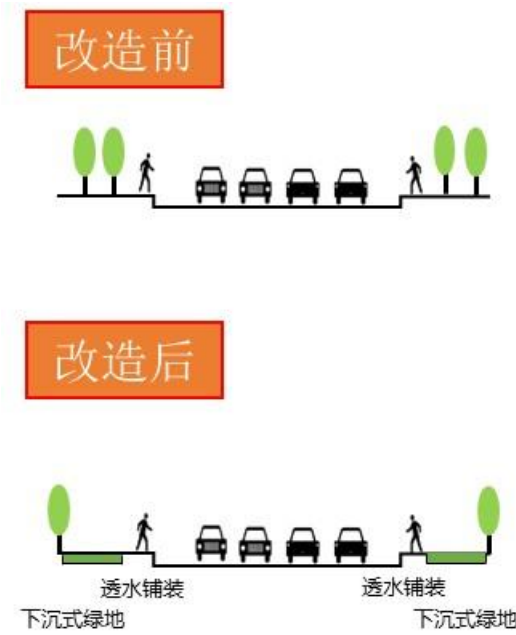


图7.81 滨河路项目横断面改造示意图

经核算，本方案实际雨水调蓄容积 2775 m^3 ，大于目标调蓄容积 2745 m^3 。项目年径流总量控制率可达 75.4%，设计降雨量可达 24.7mm。本项目设计通过利用透水铺装、下沉式绿地、生物滞留带等海绵城市低影响开发单项设施进行径流雨水的渗透和截污净化等，可达到径流总量减排、内涝防治、径流污染、雨水资源化利用等多重目标。

7.4.5.15 莲苑路海绵改造工程

(1) 项目概况

莲苑路（龙泉街——周庄街）与（芙蓉大道——尚德路）位于示范区文峰路以东，魏文路以西，采用城市次干道 I 级标准。道路全长约 1644m，红线宽 30m，沥青路面宽 24m，断面自西向东依次为：3m（人行道）-24m（车行道）35m（人行道）。道路两侧设 10m 绿化带。道路竖向坡度呈北高南低走势。现莲苑路仅龙泉街至聚贤街已投入使用，其余路段尚未施工。

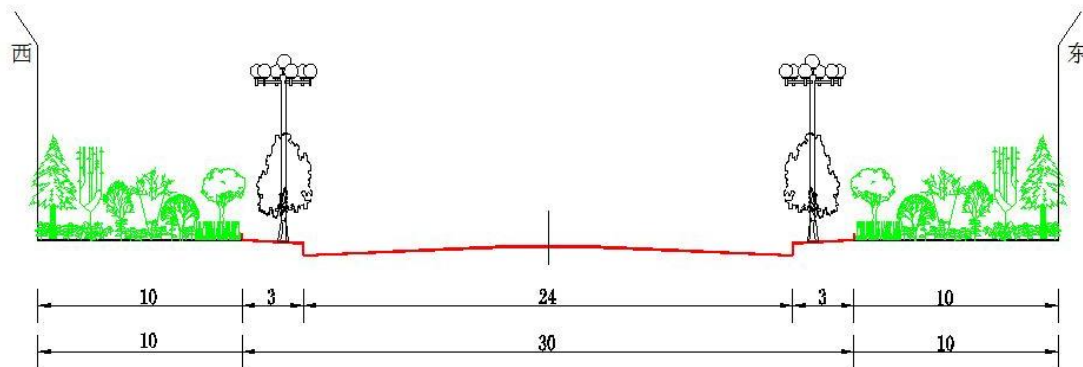


图7.82 莲苑路标准横断面

(2) 海绵城市建设目标

根据《许昌市海绵城市建设 PPP 项目规划》海绵建设目标，本项目对应年径流总量控制率目标为 75%，设计降雨量为 24.4mm，雨水控制容积为 2006 m^3 ，雨水调蓄容积 1093 m^3 。

(3) 技术路线

莲苑路道路两侧红线外设有绿化带，道路雨水处理主要利用此部分绿地。

本项目机动车道、非机动车道沥青路面面积约 39456 m^2 ，拟将道路沿线沥青路面雨水引红线外绿化带中建设的下凹式绿地进行消纳，超标降雨直接溢流进入市政雨水系统。

本项目人行道面积 9864 m²，拟对人行道分路段进行改造：对于龙泉街至聚贤街已建成路段，为避免对现状产生干扰，对人行道铺装不进行改造；对于未建路段，在道路新建过程中人行道全部采用透水铺装，对中小降雨进行下渗。将人行道雨水引入道路红线外绿地内的下凹式绿地进行消纳，超标降雨溢流进入市政雨水系统。

本项目绿地面积约 32880 m²，绿地作为本项目海绵城市设施的重要载体。拟在道路沿线两侧红线外绿地中布置下凹式绿地，将沥青路面以及人行道雨水引入绿地中低影响开发设施中进行消纳，并在设施相应位置设置溢流通道，超标降雨直接溢流进入市政雨水系统。

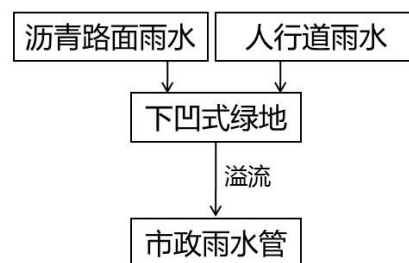


图7.83 莲苑路径流组织路径图

（4）系统布局

本项目莲苑路全段道路红线外两侧均设有 10 米绿化带。设计在沿线道路两侧红线外绿地内建设下凹式绿地，在人行道道牙雨水口的纵向上游位置设开口道牙，并在在人行道下敷设敞口排水渠，将沥青路面雨水、人行道雨水通过排水渠引入红线外绿地中的下凹式绿地，并在下凹式绿地内设置溢流口，将超过滞留带处理能力的径流引入市政管道。

设计新建莲苑路从新元大道至聚贤街段道路的市政雨水管网，新建后的雨水管径为 DN1400~DN1500，收集沿线雨水向南汇入聚贤街，最终排入清潁河。设计新建尚德路至芙蓉大道段道路的市政雨水管网，新建后的雨水管径为 DN1100，收集沿线雨水向北汇入尚德路，最终排入饮马河。

本项目设计综合使用下凹式绿地、透水铺装等技术综合控制道路雨水，设施布局如下图所示：



莲苑路（龙泉街——周庄街、芙蓉大道——尚德路）

图7.84 莲苑路项目海绵设施布局图

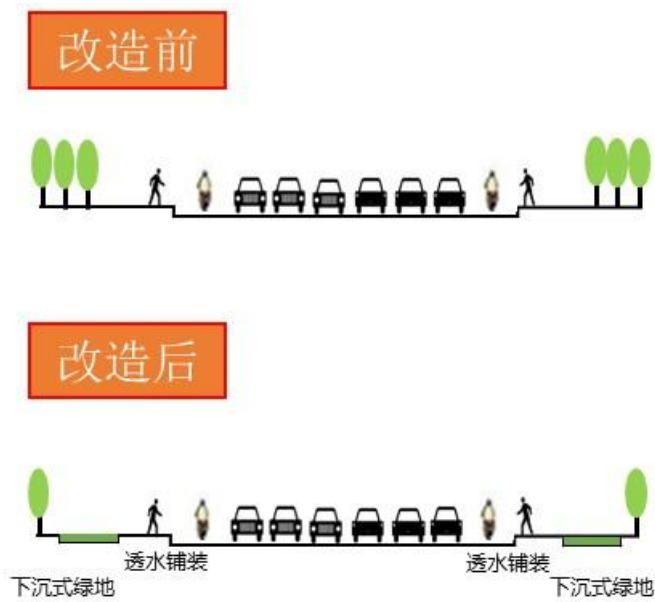


图7.85 莲苑路项目横断面改造示意图

经核算，本方案实际雨水调蓄容积为 1095 m³，大于目标调蓄容积 1093m³。

项目年径流总量控制率可达 75.0%，设计降雨量可达 24.4mm。本项目设计通过利用透水铺装、下沉式绿地、生物滞留带等海绵城市低影响开发单项设施进行径流雨水的渗透、转输和截污净化等，可达到径流总量减排、内涝防治、径流污染、雨水资源化利用等多重目标。

7.4.5.16 魏武大道海绵改造工程

(1) 项目概况

魏武大道（新元大道——龙泉街）、（昌盛路——明礼街）、（陈庄街——龙兴路）位于示范区魏文路以东，为许昌市海绵城市试点区域东部边界，采用城市主干道 I 级标准。道路全长约 5327m，红线宽 80m，沥青路面宽 48m，断面自北向南依次为：4m（人行道）-8m（辅道）-8m（分车带）-16m（车行道）-8m（中央分车带）-16m（车行道）-8m（分车带）-8m（辅道）-4m（人行道）。道路两侧设 15m 绿化带。道路竖向坡度呈北高南低走势。现魏武大道本项目中全段道路已全部投入使用。

魏武大道临近绿地项目包括：永昌路与魏武大道交叉口西北侧绿地海绵改造工程，永兴路与魏武大道交叉口西北角绿地海绵改造工程，尚德路与魏武大道交叉口东北角绿地海绵改造工程，尚德路与魏武大道交叉口西南角绿地海绵改造工程。

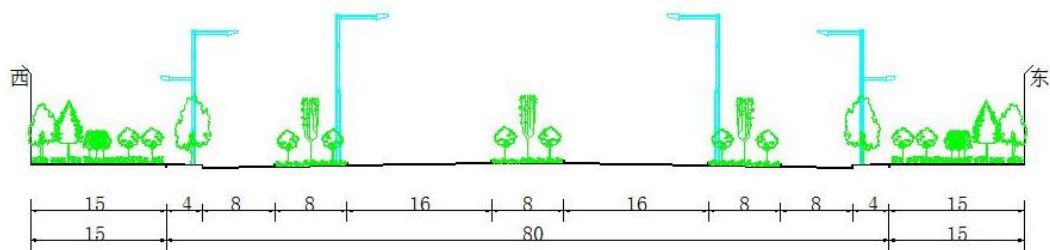


图7.86 魏武大道标准横断面



图7.87 魏武大道现状实景图

（2）海绵城市建设目标

根据《许昌市海绵城市建设 PPP 项目规划》海绵建设目标，本项目道路部分对应年径流总量控制率目标为 75%，设计降雨量为 24.4mm，雨水控制容积为 14298m³，雨水调蓄容积为 7169m³；绿地海绵改造部分年径流总量控制率目标为 98%，对应设计降雨量为 84mm，雨水控制容积为 3974m³，雨水调蓄容积为 596 m³。合计雨水控制总容积为 18272m³，总调蓄容积为 7765m³。

（3）技术路线

魏武大道道路两侧设有分车绿化带以及红线外绿化带，道路雨水处理主要利用此部分绿地。

本项目机动车道、非机动车道沥青路面面积 255696 m²，拟将沥青路面雨水引入绿化带中建设的下凹式绿地或蓄水模块中。引入下凹式绿地的雨水将直接进行消纳，超标降雨直接溢流进入市政雨水系统；引入蓄水模块的雨水将存储作为绿化浇洒回用，超标降雨直接溢流进入市政雨水系统。

本项目人行道面积 42616 m²，为减少对现状的干扰，本项目仅对人行道现状破损较为严重的路段改造为透水铺装。将人行道雨水引入道路红线外绿地内的海绵设施进行消纳，超标降雨溢流进入市政管渠系统。

本项目绿地面积 334959 m²，其中永昌路与魏武大道交叉口西北侧绿地面积 6751 m²，永兴路与魏武大道交叉口西北角绿地面积 6945 m²，尚德路与魏武大道交叉口东北角绿地面积 17845 m²，尚德路与魏武大道交叉口西南角绿地面积 15760 m²。绿地作为海绵城市设施的重要载体，为减少对现状的干扰，拟分路段进行改造：对于临近集中绿地路段，在道路临近绿地中建设蓄水模块；其余路段在道路机非分隔带及红线外绿化带中建设下凹式绿地。在设施相应位置设置溢流通道，将道路雨水引至以上设施处理。

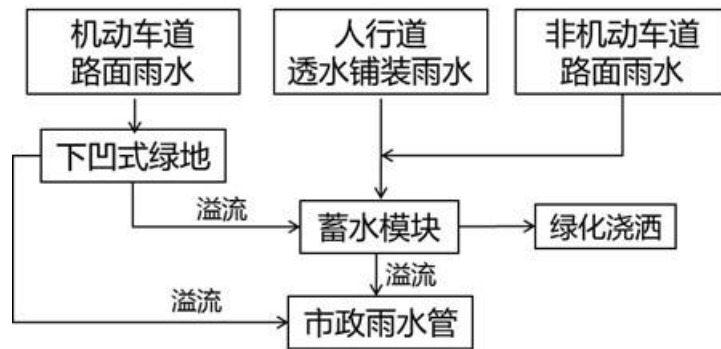


图7.88 魏武大道径流组织路径图

（4）系统布局

本项目魏武大道全段道路有中央分车带绿地，因地势较高，改造较为困难，本设计方案对此部分绿地不做改造，仅做适当下沉用于消纳自身雨水。

本项目魏武大道全段道路两侧均有 8 米宽机非分隔带绿地，道路两侧红线外均有 15 米宽绿化带，为减少对现状的干扰，设计对该部分绿地分路段进行改造：新元大道至龙泉街段、永兴路至万通街段、永昌路至明礼街段、陈庄街至礼贤路段道路，在机非分隔带绿地、道路两侧红线外绿化带中设置下凹式绿地，在机动车道雨水口的纵向上游位置设置开口道牙，将雨水引入分隔带中下沉式绿地，在下沉式绿地内设置溢流口，将超标雨水引入市政管道。

本项目魏武大道临近永昌路与魏武大道交叉口西北侧绿地、永兴路与魏武大道交叉口西北角绿地、尚德路与魏武大道交叉口东北角绿地、尚德路与魏武大道交叉口西南角绿地 4 处集中绿地。设计在该绿地内建设植草沟、蓄水模块，将临近路段道路雨水及绿地自身雨水通过排水明沟引入道路红线外绿地，通过植草沟转输至蓄水模块进行消纳。

设计新建魏武大道从新元大道至聚贤街段道路市政雨水管网，新建后雨水管径为 DN1500~DN2000，新建后作为雨水干管就近收集雨水沿魏武大道向南最终汇入鹿鸣湖。设计新建魏武大道从学院路至永昌西路段道路市政雨水管网，新建后雨水管径为 DN2000，收集雨水沿魏武大道向南汇入永昌道路，最终排向示范区外。设计新建魏武大道从尚德路至永兴东路段道路市政雨水管网，新建后雨水管径为 DN1500~DN2000，收集雨水沿魏武大道排入饮马河和学院河连通处。

本项目设计综合使用下凹式绿地、植草沟、透水铺装、蓄水模块等技术综合控制道路雨水，设施布局如下图所示：



图7.89 魏武大道项目海绵设施布局图

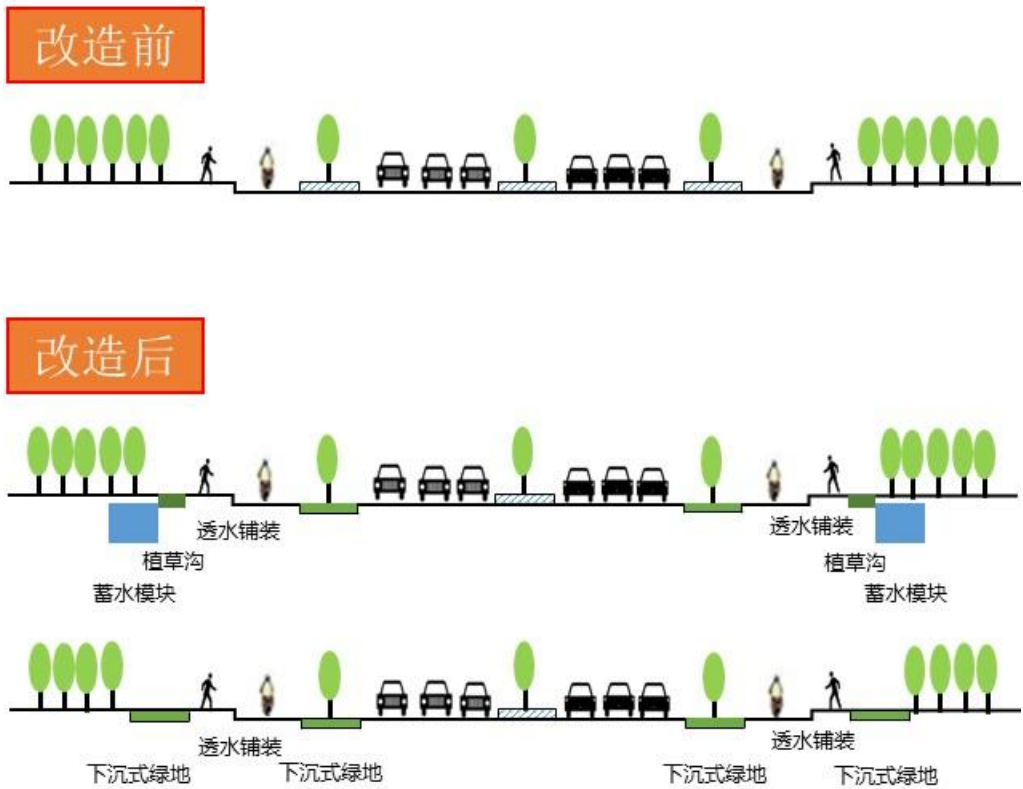


图7.90 魏武大道项目横断面改造示意图

经核算,本项目方案实际雨水调蓄容积 7850m^3 ,大于目标调蓄容积 7765m^3 。本项目道路部分年径流总量控制率可达 75.3%,设计降雨量可达 24.7mm;绿地部分年径流总量控制率可达 98%,设计降雨量可达 84mm。本项目设计通过利用透水铺装、下凹式绿地、生物滞留带、植草沟、蓄水模块等海绵城市低影响开发单项设施进行径流雨水的渗透、转输和截污净化等,可达到径流总量减排、内涝防治、径流污染、雨水资源化利用等多重目标。

7.4.5.17 万通街海绵改造工程

(1) 项目概况

万通街(滨河路——魏文路)位于示范区隆昌路以南,永昌路以北。其中从滨河路至文峰北路段采用城市支路标准,道路长 1707m,红线宽 20m,沥青路面宽 14m,断面形式为 3m(人行道)-14m(车行道)-3m(人行道);文峰北路至魏文路道路长 1231m,红线宽 30m,沥青路面宽 24m,断面形式为 3m(人行道)-24m(车行道)-3m(人行道)。道路竖向坡度呈中间高东西两侧低走势。道路全段两侧设 10m 绿化带。现万通街现已全部投入使用,部分路段存在破损。

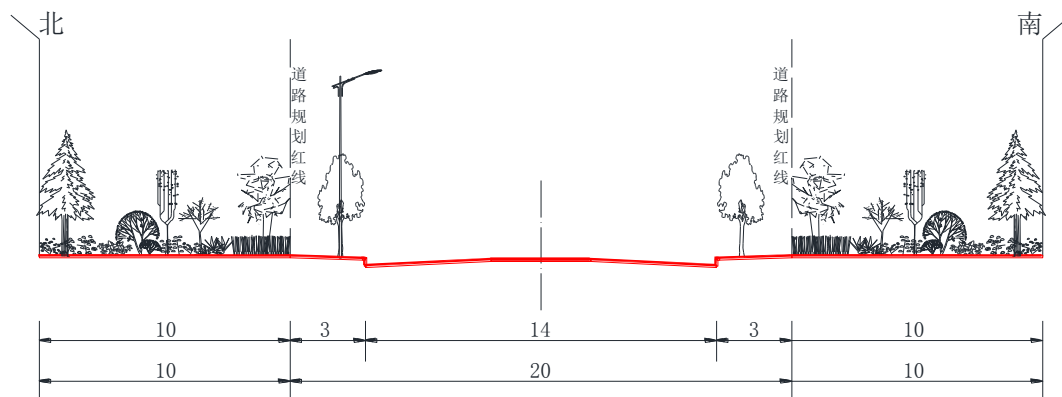


图7.91 万通街(滨河路——文峰北路)标准横断面

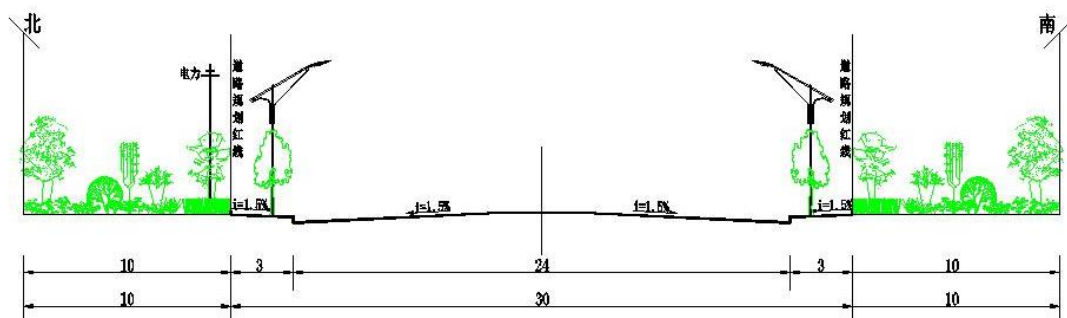


图7.92 万通街(文峰北路——魏文路)标准横断面

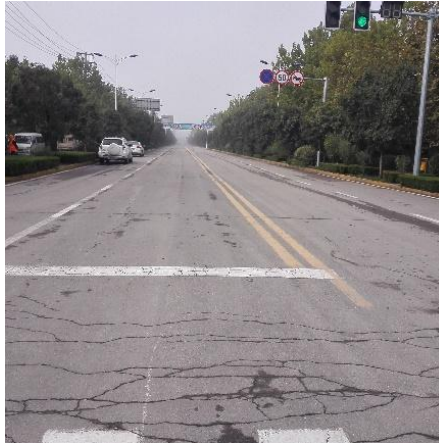


图7.93 万通街现状实景图

(2) 海绵城市建设目标

根据《许昌市海绵城市建设 PPP 项目规划》海绵建设目标，本项目对应，年径流总量控制率目标为 75%，设计降雨量为 24.4mm，雨水控制容积为 3168m³，雨水调蓄容积为 1592m³。

(3) 技术路线

万通街道路雨水处理主要利用道路红线外绿地。

本项目机动车道、非机动车道沥青路面面积约 53442 m²，拟将道路沿线沥青路面雨水引入红线外绿化带中建设的下凹式绿地进行消纳，超标降雨直接溢流进入市政雨水系统。

本项目人行道面积 17628 m²，为减少对现状的干扰，拟对人行道铺装破损较为严重的路段改造为透水铺装，对中小降雨进行下渗。将人行道雨水引入道路红线外绿地内的下凹式绿地进行消纳，超标降雨溢流进入市政雨水系统。

本项目绿地面积约 58760 m²，绿地作为本项目海绵城市设施的重要载体。拟在道路沿线两侧红线外绿地中布置下凹式绿地，将沥青路面以及人行道雨水引入绿地中消纳，并在设施相应位置设置溢流通道。

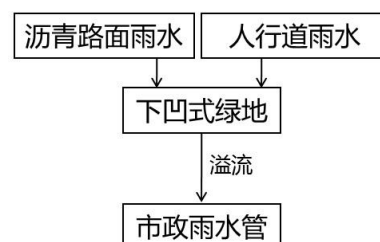


图7.94 昌盛路径流组织路径图

(4) 系统布局

设计在道路两侧红线外绿地内建设下凹式绿地，在人行道道牙雨水口的纵向上游位置设开口道牙，并在在人行道下敷设敞口排水管道，将沥青路面雨水、人行道雨水通过排水管道引入后排绿地中的下凹式绿地，并在下凹式绿地内设置溢流口，将超过滞留带处理能力的径流引入市政管道。

设计新建万通街从滨河路至青梅路段的市政雨水管网，新建后的雨水管径为 DN800-DN2200。

本项目设计综合使用下凹式绿地、透水铺装等技术综合控制道路雨水，设施布局如下图所示：

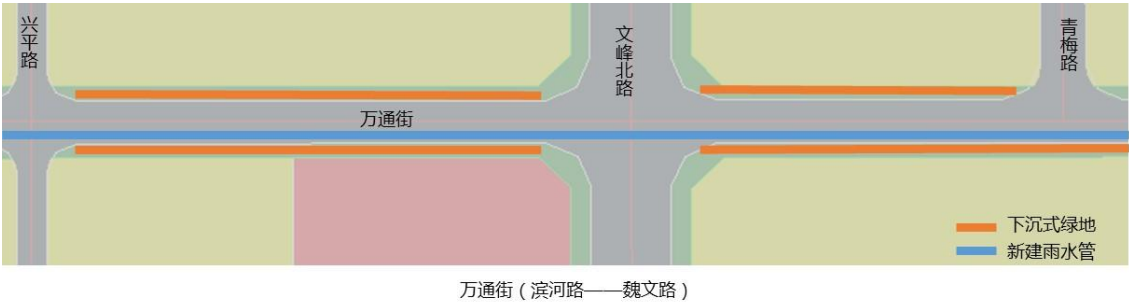


图7.95 万通街项目海绵设施布局图

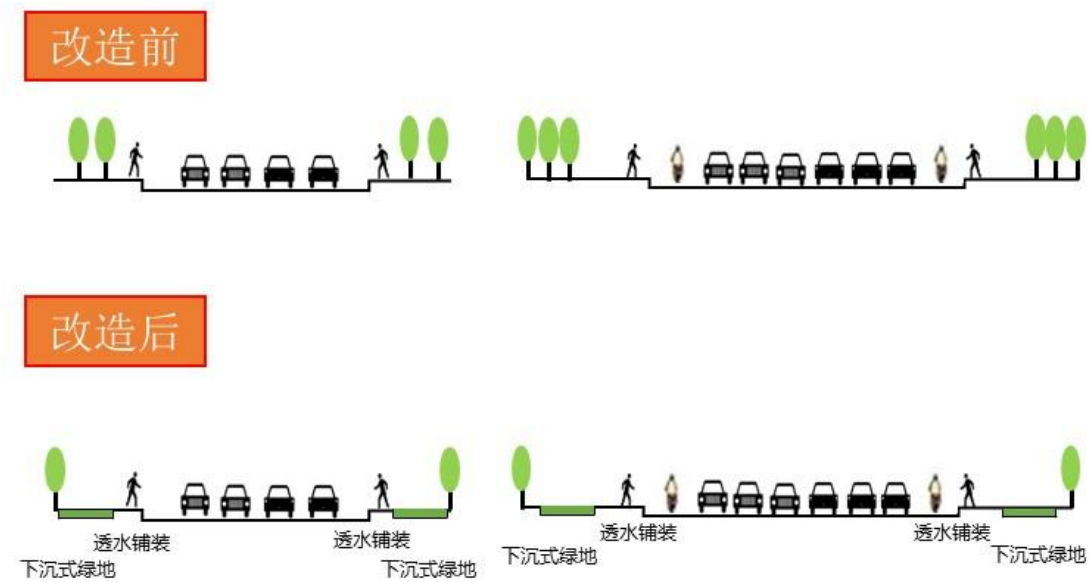


图7.96 万通街项目横断面改造

经核算，本项目方案实际雨水调蓄容积 1650 m³，大于目标调蓄容积 1592m³。项目年径流总量控制率可达 75.2%，设计降雨量可达 24.6mm。本项目设计通过利用透水铺装、下沉式绿地等海绵城市低影响开发单项设施进行径流雨水的渗

透和截污净化等，可达到径流总量减排、内涝防治、径流污染、雨水资源化利用等多重目标。

7.4.5.18 宏腾路海绵改造工程

(1) 项目概况

宏腾路（滨河路——学院路）位于示范区隆昌路以北，永兴路以南，采用城市次干路标准。道路全长约 3781m，红线宽 30m，沥青路面宽 24m，断面自西向东依次为：3m（人行道）-24m（车行道）-3m（人行道）。道路两侧设 10m 绿化带。道路竖向坡度呈中间高东西两侧低走势。现尚未全部投入使用。

本项目有临近绿地海绵改造项目宏腾路与魏文路交叉口西北角绿地海绵改造工程。

本项目有内涝整治项目行泄通道建设工程，位于宏腾路（滨河路——兴平路）段，用于处理此处内涝积水点。在 30 年一遇降雨条件下，此处最大积水量为 4075m³，最大积水深度 0.784m，积水时间 106min，积水面积 13237 m²。

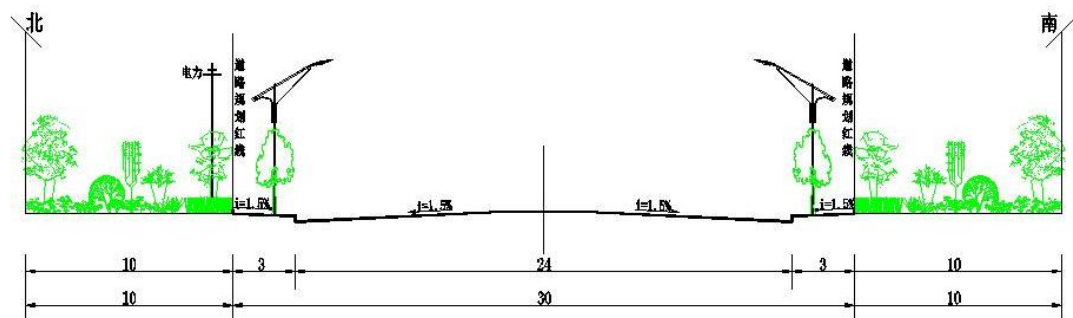


图7.97 宏腾路道路标准横断面



图7.98 宏腾路现状实景图

(2) 海绵城市建设目标

根据《许昌市海绵城市建设 PPP 项目规划》海绵建设目标，本项目道路部分对应年径流总量控制率目标为 75%，设计降雨量为 24.4mm，雨水控制容积为 4613m³，雨水调蓄容积为 2531m³；绿地部分对应年径流总量控制率目标为 98%，设计降雨量为 94mm，雨水控制容积为 614m³，雨水调蓄容积为 92m³。合计雨水控制总容积为 5227m³，雨水总调蓄容积为 2623m³。

（3）技术路线

宏腾路道路雨水处理主要利用道路红线外绿化带以及临近绿地。

本项目沥青路面面积约 90744 m²，拟将道路沿线沥青路面雨水引入道路红线外绿地中建设的下沉式绿地或蓄水模块中。引入下凹式绿地的雨水将直接进行消纳；引入蓄水模块的雨水将存储作为绿化浇洒回用。超标降雨直接溢流进入市政雨水系统。

本项目人行道面积约 22686 m²，为减少对现状的干扰，拟对新建路段人行道采用透水铺装，对中小降雨进行下渗，对已建道路人行道铺装不进行改造。将人行道雨水引入道路红线外绿地中海绵设施进行消纳，超标降雨溢流进入市政雨水系统。

本项目绿地面积约 82920 m²，其中宏腾路与魏文路交叉口西北角绿地面积 7300 m²，绿地作为本项目海绵城市设施的重要载体。拟在绿地中下沉式绿地和蓄水模块，将该路段沥青路面雨水、人行道雨水引入绿地中低影响开发设施中进行消纳，并在设施相应位置设置溢流通道，超标降雨直接溢流进入市政雨水系统。

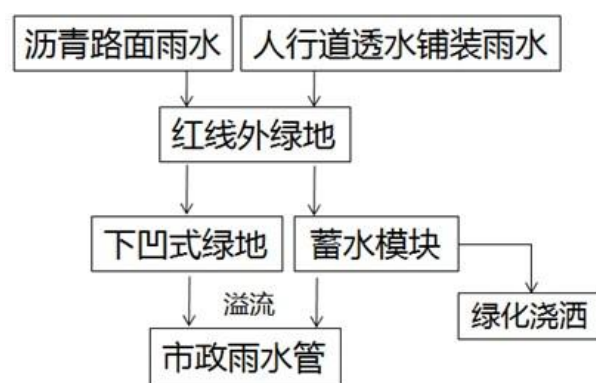


图7.99 宏腾路道路径流组织路径图

（4）系统布局

宏腾路道路红线外设有 10 米宽绿化带。设计在沿线绿化带内建设下凹式绿地，在人行道道牙雨水口的纵向上游位置设开口道牙，并在人行道下敷设敞口排

水管道。设计在宏腾路与魏文路交叉口西北角绿地内建设植草沟和蓄水模块。在设施相应位置设置溢流通道。

设计新建宏腾路道路市政雨水管网，新建后的雨水管径为 DN1100~DN1200。

设计在宏腾路从滨河路至兴平路段建设行泄通道，规模为 1000×600mm，建设长度 844m。

本项目设计综合使用透水铺装、下沉式绿地、植草沟、蓄水模块等技术综合控制道路雨水，设施布局如下图所示：



图7.100 宏腾路项目海绵设施布局图

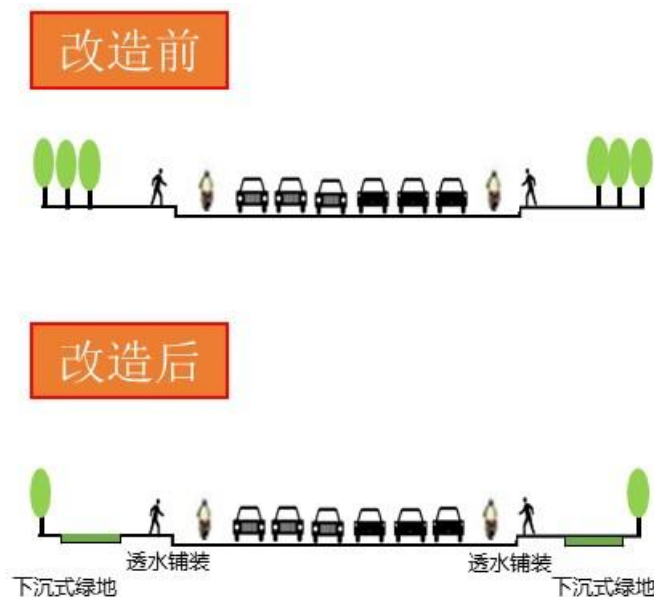


图7.101 宏腾路项目横断面改造示意图

经核算，本项目方案实际雨水调蓄容积 2650 m³，大于目标调蓄容积 2623m³。项目道路部分年径流总量控制率可达 75.3%，设计降雨量可达 24.7mm。绿地部分年径流量控制率可达 98%。本项目设计通过利用透水铺装、下沉式绿地、植草沟、蓄水模块、行泄通道等海绵城市低影响开发单项设施进行径流雨水的渗透、

转输和截污净化等，可达到径流总量减排、内涝防治、径流污染、雨水资源化利用等多重目标。

7.4.5.19 隆昌路海绵改造工程

(1) 项目概况

隆昌路（滨河路——学院路）位于示范区宏腾路以南，万通街以北，采用城市次干路标准。道路全长约 3724m，红线宽 40m，沥青路面宽 28m，断面自西向东依次为：5m（人行道）-14m（车行道）-2m（中央分车带）-14m（车行道）-5m（人行道）。道路两侧设 10m 绿化带。道路竖向坡度呈中间高两侧低走势。现尚未全部投入使用。

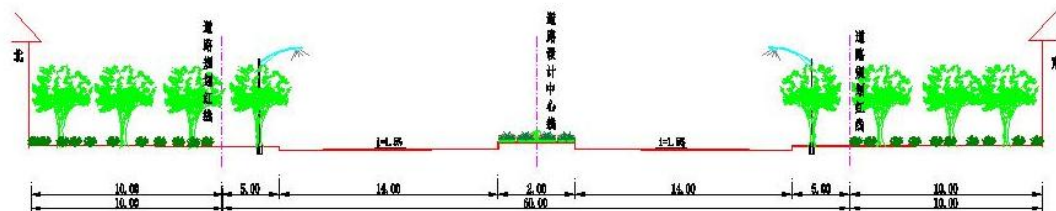


图7.102 隆昌路道路标准横断面



图7.103 隆昌路现状实景图

(2) 海绵城市建设目标

根据《许昌市海绵城市建设 PPP 项目规划》海绵建设目标，本项目对应，年径流总量控制率目标为 75%，设计降雨量为 24.4mm，雨水控制容积为 5452m³，雨水调蓄容积为 3005m³。

(3) 技术路线

隆昌路道路雨水处理主要利用道路红线外绿化带。

本项目沥青路面面积约 104272 m²，拟将道路沿线沥青路面雨水引入红线外

绿地中建设的下凹式绿地消纳，超标降雨直接溢流进入市政雨水系统。

本项目人行道面积约 37240 m²，拟对新建路段人行道采用透水铺装，对中小降雨进行下渗，已建道路人行道铺装不做改造。将人行道雨水引入红线外绿地中建设的下凹式绿地消纳，超标降雨直接溢流进入市政雨水系统。

本项目绿地面积约 81928 m²，绿地作为本项目海绵城市设施的重要载体。拟在道路红线外绿化带中建设下凹式绿地，将该路段沥青路面雨水、人行道雨水引入绿地中低影响开发设施中进行消纳，并在设施相应位置设置溢流通道，超标降雨直接溢流进入市政雨水系统。

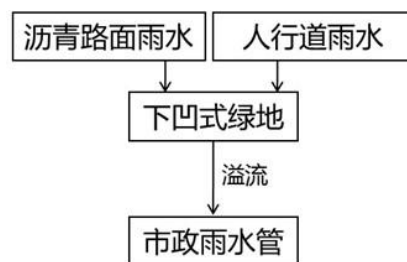


图7.104 隆昌路道路径流组织路径图

（4）系统布局

隆昌路设有 2m 宽中央分隔绿化带，由于地势较高，改造较为困难，本设计方案对此处绿地不做改造，仅做适当下沉用于消纳自身雨水。

隆昌路道路红线外设有 10m 宽绿化带。设计在沿线绿化带内建设下凹式绿地，在人行道道牙雨水口的纵向上游位置设开口道牙，并在人行道下敷设敞口排水管道，将沥青路面雨水、人行道雨水引入蓄水模块进行消纳。

设计新建隆昌路道路市政雨水管网，新建后的雨水管径为 DN1200~DN2000。

本项目设计综合使用透水铺装、下凹式绿地等技术综合控制道路雨水，设施布局如下图所示：

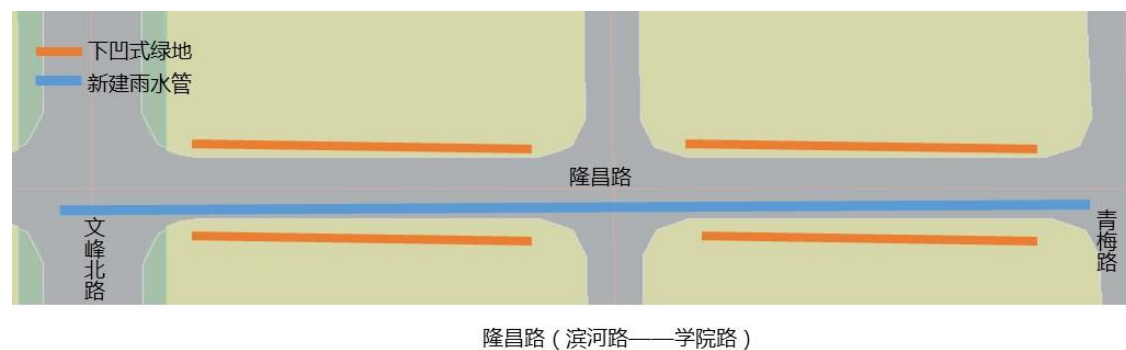


图7.105 隆昌路项目海绵设施布局图

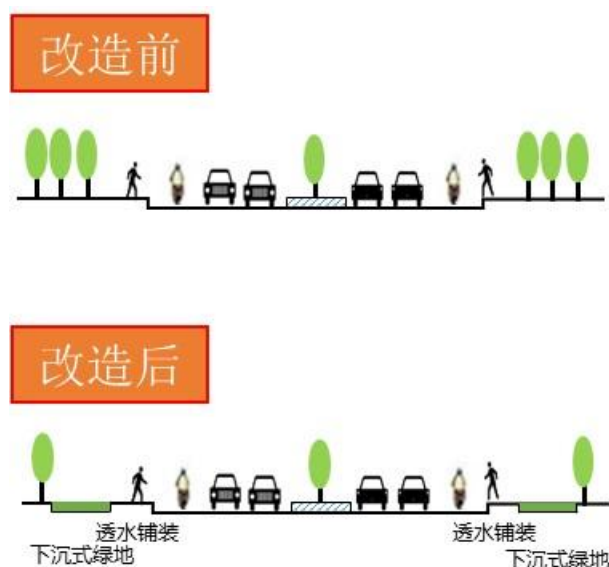


图7.106 隆昌路项目横断面改造

经核算，本方案实际雨水调蓄容积 3075 m³，大于目标调蓄容积 3005m³。项目年径流总量控制率可达 75.8%，设计降雨量可达 25.0mm。本项目设计通过利用透水铺装、下凹式绿地等海绵城市低影响开发单项设施进行径流雨水的渗透、转输和截污净化等，可达到径流总量减排、内涝防治、径流污染、雨水资源化利用等多重目标。

7.5 建筑与小区

7.5.1 设计原则

(1) 场地设计

1) 应充分结合现状地形地貌进行场地设计与建筑布局，保护并合理利用场地内原有的湿地、坑塘、沟渠等。

2) 应优化不透水硬化面与绿地空间布局，建筑、广场、道路周边布置可消纳径流雨水的绿地。建筑、道路、绿地等竖向设计应有利于径流汇入海绵设施。

3) 海绵设施的选择除生物滞留设施、雨水罐、渗井等小型、分散的海绵设施外，还可结合集中绿地设计渗透塘、湿塘、雨水湿地等相对集中的海绵设施，并衔接整体场地竖向与排水设计。

4) 景观水体补水、循环冷却水补水及绿化灌溉、道路浇洒用水的非传统水源优先选择雨水。按绿色建筑标准设计的建筑与小区，其非传统水源利用率应满足《绿色建筑评价标准》的要求，其他建筑与小区参照该标准执行。

5) 有景观水体的小区，景观水体具备雨水调蓄功能，景观水体的规模应根据降雨规律、水面蒸发量、雨水回用量等，通过全年水量平衡分析确定。

6) 雨水进入景观水体之前应设置前置塘、植被缓冲带等预处理设施，同时可采用植草沟转输雨水，以降低径流污染负荷。景观水体采用非硬质池底及生态驳岸，为水生动植物提供栖息或生长条件，并通过水生动植物对水体进行净化，必要时可采取人工土壤渗滤等辅助手段对水体进行循环净化。

(2) 建筑

1) 采取雨落管断接或设置集水井等方式将屋面雨水断接并引入周边绿地内小型、分散的海绵设施，或通过植草沟、雨水管渠将雨水引入场地内的集中调蓄设施。

2) 建筑材料也是径流雨水水质的重要影响因素，应优先选择对径流雨水水质没有影响或影响较小的建筑屋面及外装饰材料。

3) 水资源紧缺地区可考虑优先将屋面雨水进行集蓄回用，净化工艺应根据回用水水质要求和径流雨水水质确定。雨水储存设施可结合现场情况选用雨水罐、地上或地下蓄水池等设施。当建筑层高不同时，可将雨水集蓄设施设置在较低楼层的屋面上，收集较高楼层建筑屋面的径流雨水，从而借助重力供水而节省能量。

(3) 小区道路

1) 优化道路横坡坡向、路面与道路绿化带及周边绿地的竖向关系等，便于径流雨水汇入绿地内海绵设施。

2) 路面排水采用生态排水的方式。路面雨水首先汇入道路绿化带及周边绿地内的海绵设施，并通过设施内的溢流排放系统与其他海绵设施或城市雨水管渠系统、超标雨水径流排放系统相衔接。

3) 人行道采用透水铺装，透水铺装路面设计应满足路基路面强度和稳定性等要求。

(4) 小区绿化

绿地在满足改善生态环境、美化公共空间、为居民提供游憩场地等基本功能的前提下，结合绿地规模与竖向设计，在绿地内设计可消纳屋面、路面、广场及停车场径流雨水的海绵设施，并通过溢流排放系统与城市雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统有效衔接。

道路径流雨水进入绿地内的海绵设施前，应利用沉淀池、前置塘等对进入绿地内的径流雨水进行预处理，防止径流雨水对绿地环境造成破坏。降雪还应采取措施对含融雪剂的融雪水进行弃流，弃流的融雪水经处理（如沉淀等）后排入市政污水管网。

海绵设施内植物根据水分条件、径流雨水水质等进行选择，选择耐盐、耐淹、耐污等能力较强的乡土植物。

此次工程设计方案中公共建筑海绵改造基于低影响开发理念，结合场地原有地形布局，通过相对紧凑的布局来减少不透水面积，择放更多的开放场地。同时利用紧凑型开发释放出的场地与原有自然水体结合可以创造出更多人的景观环境，营造出人性化、小尺度的居住氛围。

| 绿地设计 | 影响内容 |
|--------|--|
| 绿地分布 | 通过对绿地的分布进行调整，降低不透水面积连续程度，进而减小雨水径流量和洪峰量 |
| 绿地密度 | 通过对绿地的密度进行调整，增大绿地密度，降低不透水面积的连续程度，进而减小雨水径流量和洪峰量 |
| 绿地离散率 | 通过对绿地的离散率进行调整，减小绿地离散率，降低不透水连续程度，进而减小雨水的径流量和洪峰量 |
| 绿地形状指数 | 通过：对绿地形状进行调整，绿地形状越复杂，绿地和不透水基础面积越大，进而减小雨水的径流量和洪峰量 |
| 绿地下凹深度 | 通过改变绿地下凹深度，下凹越深，雨洪管理能力越强 |

1) 绿地分布

在居住区开发场地总下垫面比例一定的情况下，通过对绿地分布进行调整，打散分布，从而降低居住区下垫面的连续程度，进而达到雨调蓄的作用。

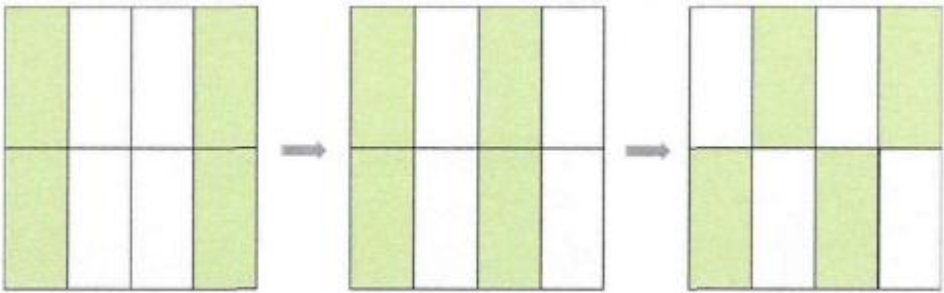


图7.107 绿地分布示意图

2) 绿地密度

在开发场地绿地面积一定的情况下，绿地密度越大，不透水面积的连续程度越少，雨水径流量和洪峰量越小。

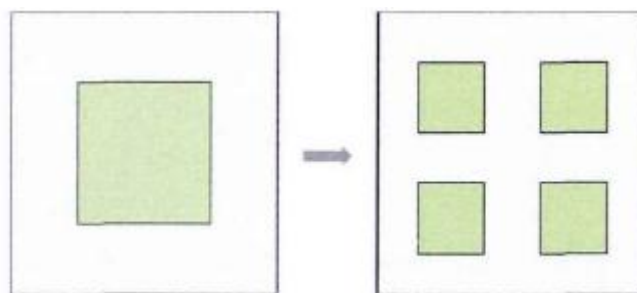


图7.108 绿地密度示意图

3) 绿地离散率

而当绿地面积、绿地密度相同的情况下,绿地之间距离越小也就是离散率越小。离散率越小,不透水连续程度越小,径流量和洪峰量就越小。

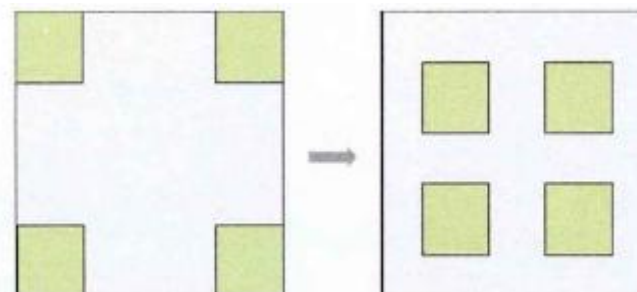


图7.109 绿地离散示意图

4) 绿地形状指数

对公共建筑绿地形状进行调整,也可起到对雨水调蓄的作用。绿地形状指数越大(绿地形状指数指绿地形状和圆形的相差程度,1代表圆形,取值越偏离1,形状越复杂),形状越复杂,不透水面积就越大,雨洪管理的效果就越好。

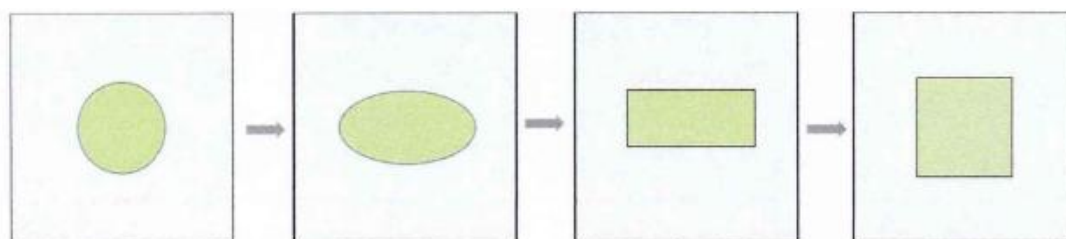


图7.110 绿地形状指数示意图

5) 绿地下凹深度

在传统绿地设计中分为凸、平、凹式三种绿地形式,其中上凸式绿地景观效果最好,但雨水调蓄效果,下凹式绿地,调蓄效果最佳。

7.5.2 现状分析

试点区主要以商业金融、办公、学校、厂区等公共建筑区为主，改造对象主要包括小区内的广场、道路、停车场及绿地等下垫面。根据现场调研，建筑物屋面多为较早建设，屋面荷载不满足绿色屋面的要求，不宜进行改造。

现状小区存在以下问题：

- (1) 部分小区绿化率低，绿地多为高位花坛，未能发挥调蓄作用；
- (2) 道路及广场铺装不透水，停车位占用原有绿化；
- (3) 雨水管出户埋深过大，需进行断接。

7.5.3 方案比选

低影响开发设施的选择应结合不同区域水文地质、水资源等特点，建筑密度、绿地率及土地利用布局等条件，根据城市总规、专项规划及详规明确的控制目标，结合汇水区特征和设施的主要功能、经济性、适用性、景观效果等因素选择效益最优的单项设施及其组合系统。

7.5.3.1 比选原则

(1) 对于建筑物密集，易遭受内涝灾害的小区，应优先考虑通过新建或改造设置绿色屋顶，同时应根据小区建筑现状，从技术可行性角度设计具体方案：①已建屋顶，应校核屋顶的荷载和防水性能，在荷载满足的条件下，可通过增加防渗措施，设置绿色屋顶，还应满足建筑、结构等相关专业规范的要求；②不具备设置绿色屋顶的建筑，可通过延缓雨水进入雨水斗、落雨管和地下管道的的时间，使雨水在屋顶上短暂聚集，从而达到削减雨水径流峰值流量的目的，雨水斗的数量和布置，应根据单个装置的过水能力和设计屋顶积水深度确定；③屋面坡度大于10%的建筑，不宜设置绿色屋顶；④屋面落雨管临近小区绿地，应优先将落雨管通过散排方式，接入绿地内，同时应在绿地内设置具有消能、缓冲、净化、渗透等功能的海绵城市单项设施。

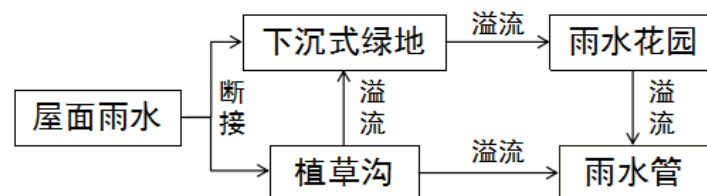
(2) 具有一定面积的绿化面积的建筑与小区内，应将绿地重点作为海绵设施的载体，同时应兼顾安全性、经济性、景观性等原则：①应结合绿地规模与竖向设计，在绿地内设计可消纳屋面、路面、广场及停车场径流雨水的低影响开发设施，并通过溢流排放系统与城市雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统有效衔接；②道路径流雨水进入绿地内的低影响开发设施前，应利用沉淀池、

前置塘等对进入绿地内的径流雨水进行预处理,防止径流雨水对绿地环境造成破坏;③均匀利用小区内绿地,可通过对绿地的分布、密度、离散率、性状等因素进行调整,降低不透水面积连续程度,增强雨水控制效果;④结合竖向设计充分利用小区内景观水体进行调蓄;⑤绿地面积较大的小区,应考虑绿化浇灌用水需求,适当设置蓄水模块提高雨水利用率;⑥结合城市建设需求,充分征求居民意见后,经论证可适当增加人工湿地、调节塘等景观水体的改造方案。

(3) 具有一定面积硬化铺装的建筑与小区内,应根据小区现状,重点从经济技术可行性角度,结合小区建设情况,避免大拆大建,浪费投资:①未建小区,可在小区新建过程中,满足居民生活出行前提下,适当减少硬质铺装程度,或者采用透水铺装,增强下渗能力;②老旧小区,应充分考虑城市建设的需求,结合近期城市相关规划,对现有铺装进行全部替换为透水铺装;③已建小区,应尽量避免对现状产生干扰,减少对居民生活出行的影响,对破损严重路段的硬质铺装可进行替换;④新建小区,应严格避免投资浪费,避免对居民生活出行产生影响,不改造现有硬质铺装,同时考虑在设计中通过增加其他海绵设施保证小区整体调蓄目标;⑤小区内停车场,充分征求开发商及居民意见后,可改造为生态停车场。

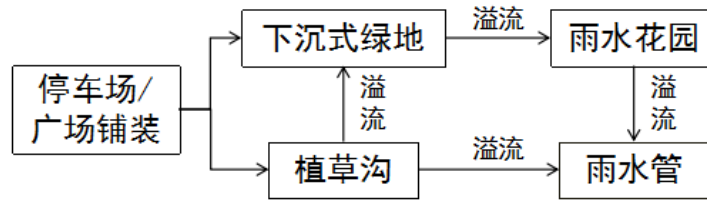
海绵设施的选择结合不同区域水文地质、水资源等特点,建筑密度、绿地率及土地利用布局等条件,根据城市总规、专项规划及详规明确的控制目标,结合汇水区特征和设施的主要功能、经济性、适用性、景观效果等因素选择效益最优的单项设施及其组合系统。

推荐组合形式一:



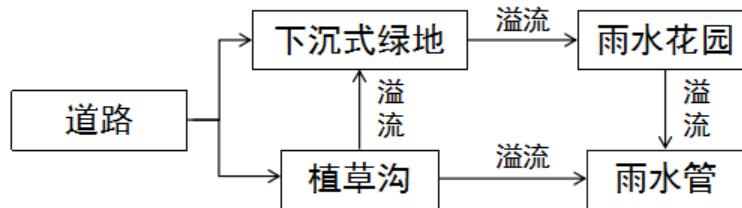
适用于建筑与小区屋面雨水径流,凸出体现其渗透和蓄积的功能。

推荐组合形式二:



适用于建有广场或停车场的建筑与小区，凸出体现其渗透、蓄积和调节的功能。

推荐组合形式三：



适用于雨水回用要求较高的公建场地，凸出体现其渗透和净化的功能。

7.5.3.2 留学生创业园海绵改造工程方案比选

留学生创业园公共建筑海绵改造工程项目位于尚德路以北，尚集街以南，魏武大道以西，饮马河以东，项目占地约 1.5 公顷，绿地率约 16%。根据现场踏勘情况，留学生创业园现状良好，属于已建项目。留学生创业园未许昌市重点人才战略单位，同时临近示范区管委会，属于本次许昌市海绵城市建设建筑与小区类重点改造项目。本次海绵改造方案从调蓄能力、雨水利用能力、对现状的干扰、社会影响、景观效果、竖向布置合理性、经济性等多方面进行方案比选。

(1) 方案一：透水铺装+下沉式绿地

根据现场踏勘，本方案主要利用留学生创业园内绿地及硬质铺装面积。

本方案设计将建筑屋面雨水采用雨落管断接引入绿地中建设的下沉式绿地进行消纳，超过下沉式绿地处理能力的雨水将溢流进入植草沟，通过植草沟转输至市政雨水管。设计将留学生创业园停车场、人行道步砖改造为透水铺装，对中小雨进行下渗，超过透水铺装下渗能力的雨水经路面进入植草沟，通过植草沟转输至雨水管。设计在绿地内建设植草沟，利用植草沟的转输能力将人行道雨水、道路雨水以及超过下沉式绿地处理能力的雨水转输进入市政雨水管道。

本方案综合使用下沉式绿地、透水铺装、植草沟等技术控制雨水，设施布局如下图所示：



图7.111 方案一留学生创业园海绵设施系统布局

（2）方案二：高位花坛+下沉式绿地+雨水花园

根据现场踏勘，本方案主要利用留学生创业园内绿化面积。

本方案设计将建筑屋面雨水采用雨落管断接引入建设的雨水花园中进行消纳。道路与广场硬化面积雨水一部分直接进入下沉式绿地进行消纳。另一部分经盖板沟、植草沟转输至雨水花园进行雨水滞蓄、净化。同时在下沉式绿地、雨水花园中设置溢流通道，超标雨水溢流进入市政雨水管网。

本方案综合使用高位花坛、下沉式绿地、雨水花园、盖板沟、植草沟等技术综合控制雨水，设施布局如下图所示：

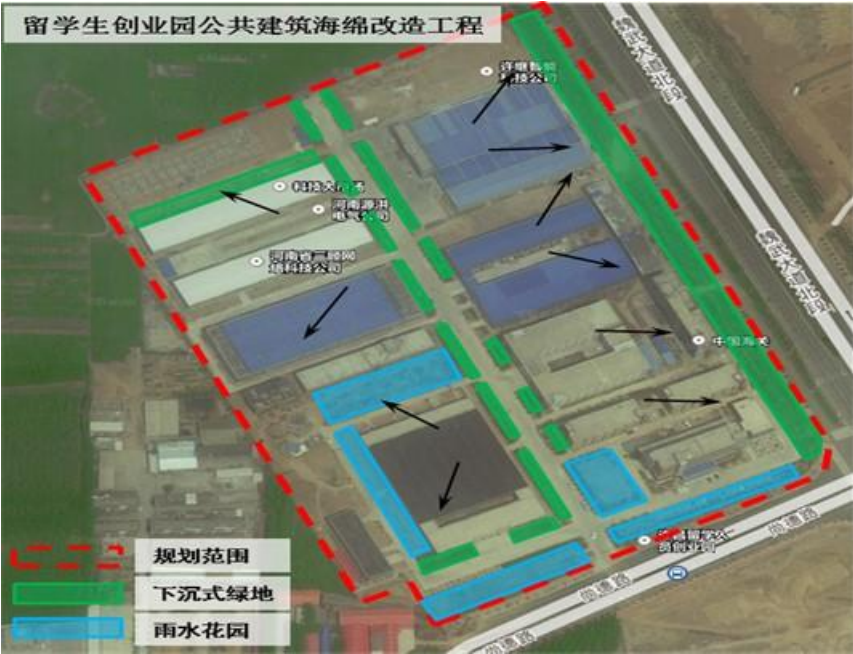


图7.112 方案二留学生创业园海绵设施系统布局

表7.12 留学生创业园海绵改造方案比选

| | 方案一 | 方案二 |
|---------|-----|-----|
| 调蓄能力 | 中 | 高 |
| 雨水利用能力 | 低 | 中 |
| 雨水净化效果 | 中 | 好 |
| 对现状的干扰 | 大 | 小 |
| 社会影响 | 大 | 小 |
| 景观效果 | 好 | 好 |
| 竖向布置合理性 | 中 | 好 |
| 经济性 | 差 | 好 |
| 综合比选结果 | 备选 | 推荐 |

留学生创业园海绵改造方案的比选结果如上表所示。

方案一采用在留学生创业园绿地内集中建设下沉式绿地的方式，同时将人行道与停车场改造为透水铺装，增强雨水下渗能力，具有较好的景观效果。但是方案改造面积较大，需要大量对现有停车场硬化面积以及绿地面积进行拆除重建，对现状的干扰过大，造成投资的浪费，并且对日常办公、生产等产生较大的社会影响。同时，除过下沉式绿地能消除一部分自身及临近地面雨水外，需要通过植草沟将屋面雨水、道路雨水转输至下沉式绿地进行消纳，一方面雨水得不到快速

调蓄，另一方面需要通过竖向布置组织雨水径流，经济性较差。

方案二采用集中布置雨水花园与离散布置下沉式绿地的方式，同时设置高位花坛消纳屋面雨水，在增加魏都医院区块内地表下渗能力的同时，竖向布置上减少了径流组织，道路雨水、屋面雨水就近得到均匀消纳，调蓄能力较好，兼具较好的净化效果与景观效果。同时方案二摒弃了对大量硬质铺装的改造，通过将小部分硬质铺装更换为下沉式绿地，既减少工程量和投资造价，又提高调蓄能力和景观效果，不会对医院日常就医办公产生较大社会影响。

综上所述，留学生创业园海绵改造推荐采用方案二高位花坛、下沉式绿地与雨水花园综合调蓄方案。

7.5.4 海绵改造工程设计

试点区内建筑与小区类项目共计 3 个，各项目单独编制海绵城市建设方案。建筑屋面和小区路面径流雨水应通过有组织的汇流与转输，经截污等预处理后引入绿地内的以雨水渗透、储存、调节等为主要功能的海绵设施。因空间限制等原因不能满足控制目标的建筑与小区，径流雨水还可通过雨水管渠系统引入城市绿地与广场内的海绵设施。

结合试点区公共建筑不同的现状情况，充分利用公共建筑的绿地系统，发挥生态效应，设置渗透性设施，如透水铺装、下沉式绿地、生物滞留设施等；转输设施，如植草沟；调节设施，如调节塘；存储设施，如湿塘、雨水湿地；截污净化设施，如植被缓冲带、初期雨水弃流设施等，构建渗、滞、蓄、净、用、排等六项功能相互协调的综合海绵体系。

7.5.4.1 产业集聚区管委会海绵改造工程

(1) 项目概况

产业集聚区管委会海绵改造工程项目位于北环西路（永昌西路）以北，腾飞大道以西，总用地面积为 13082 m²，其中建筑占地 4365 m²，现状绿地率约 36%。该项目为已建成项目，规划范围内雨水经雨水管网收集后有序排向北环西路（永昌西路）市政 DN2000 管道。本项目竖向地势大体呈北高南低走势。



图7.113 腾飞集团海绵改造工程现场图

根据现场调研海绵城市建设技术指南的要求，本项目的下垫面主要分为 4 类屋面、绿地、道路与停车场（植草砖），各类下垫面的面积及所占比例如下表所示。

表7.13 下垫面统计表

| 下垫面类型 | 屋面 | 绿地 | 道路 | 停车场（植草砖） |
|---------------------|--------|--------|--------|----------|
| 面积（m ² ） | 4365 | 3527 | 4690 | 500 |
| 比例 | 33.37% | 26.96% | 35.85% | 3.82% |

根据《许昌市海绵城市建设 PPP 项目规划》，本项目对应的年径流总量控制率为 85%，其对应的设计降雨量为 36.3mm。

（2）设计方案

1）雨水径流控制总量

根据《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建》（试行），采用容积法计算该项目所需的雨水径流控制总量。

该项目综合雨量径流系数为：

$$\varphi_{\text{综}} = (\varphi_{\text{屋面}} \times F_{\text{屋面}} + \varphi_{\text{绿地}} \times F_{\text{绿地}} + \varphi_{\text{道路}} \times F_{\text{道路}} + \varphi_{\text{停车场}} \times F_{\text{停车场}}) / F_{\text{总}}$$

$$= (0.9 \times 4365 + 0.15 \times 3527 + 0.9 \times 4690 + 0.4 \times 500) / 13082 = 0.68$$

则，项目所需的雨水径流滞蓄容积为：

$$V = 10H\varphi F = 10 \times 36.3 \times 0.68 \times 1.31 \text{m}^3 = 322.92 \text{m}^3。$$

2）雨水径流组织

该项目屋面均为平屋面，拟采用雨落管断接、高位花坛控制雨水。将现有停车场部分改造为透水的植草砖，道路雨水经植草沟转输至雨水花园。超标雨水经高位花坛、雨水花园溢流井溢流至市政雨水管网。该项目雨水径流组织如下图所

示。

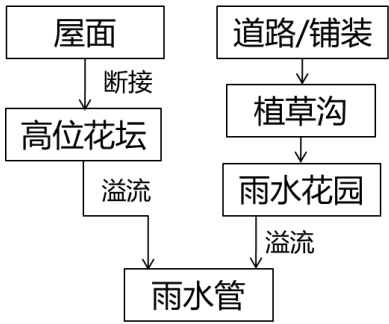


图7.114 雨水径流组织图

(3) 海绵设施系统布局及规模

根据该项目所需要的雨水径流调蓄容积和不同下垫面的径流组织路线，布设植草沟、高位花坛、雨水花园等设施，该项目的海绵设施系统布局如下图所示，设施规模和调蓄容积如下表所示。

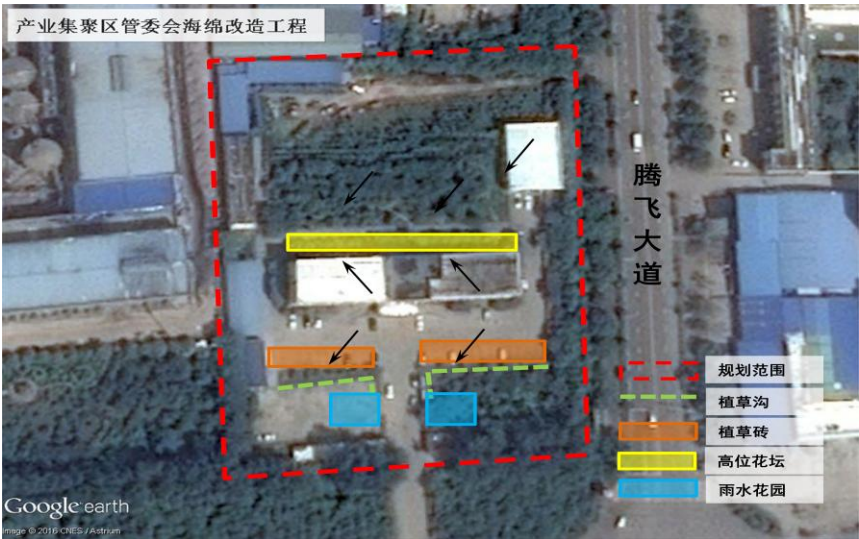


图7.115 海绵设施系统布局

表7.14 海绵设施统计表

| 海绵设施 | 规模 | 蓄水层高度（m） | 调蓄容积（m³） |
|------|---------|----------|----------|
| 高位花坛 | 80 m² | 0.1 | 8 |
| 雨水花园 | 1600 m² | 0.2 | 320 |
| 植草沟 | 100m | | |
| 植草砖 | 484 m² | —— | —— |
| 总计 | —— | —— | 328 |

根据场地的竖向分析，根据雨水的径流方向布置海绵设施，有效的截留及滞蓄雨水，海绵设施总调蓄容积为328m³，大于项目所需雨水控制体积(322.92m³)，

本设计方案可满足海绵城市建设年径流控制量指标的要求。

7.5.4.2 留学生创业园公共建筑海绵改造工程

(1) 项目概况

留学生创业园公共建筑海绵改造工程项目位于尚德路以北，尚集街以南，魏武大道以西，饮马河以东，总用地面积为 146034 m²，其中建筑占地 64985 m²，现状绿地率约 16%。该项目为已建成项目，规划范围内雨水经雨水管网收集后有序排向魏武大道市政 DN1500 管道。本项目竖向地势呈中间较高、东西两侧较低走势。



图7.116 留学生创业园现场图

根据现场调研和海绵城市建设技术指南的要求，将该项目的下垫面主要分为 3 类，分别为屋面、绿地、道路，各类下垫面的面积及所占比例如下表所示。

表7.15 下垫面统计表

| 下垫面类型 | 屋面 | 绿地 | 道路 |
|----------------------|--------|--------|--------|
| 面积 (m ²) | 64985 | 23073 | 57976 |
| 比例 | 44.50% | 15.80% | 39.70% |

根据《许昌市海绵城市建设 PPP 项目规划》，本项目对应的年径流总量控制率分别为 86%和 56%，面积加权平均后年径流总量控制率为 57%，对应的设计降雨量为 13.5mm。

(2) 设计方案

1) 雨水径流控制总量

根据《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建》(试行)，采用容积法计算该项目所需的雨水径流控制总量。

该项目综合雨量径流系数为：

$$\varphi_{\text{综}} = (\varphi_{\text{屋面}} \times F_{\text{屋面}} + \varphi_{\text{绿地}} \times F_{\text{绿地}} + \varphi_{\text{道路}} \times F_{\text{道路}}) / F_{\text{总}} = (0.9 \times 64985 + 0.15 \times 23073 + 0.9 \times 57976) / 146034 = 0.78$$

则，项目所需的雨水径流滞蓄容积为：

$$V = 10H\varphi F = 10 \times 13.5 \times 0.78 \times 14.6 \text{m}^3 = 1537.74 \text{m}^3。$$

2) 雨水径流组织

该项目屋面均为平屋面，拟采用雨落管断接、下沉式绿地控制雨水。道路雨水排至附近下沉式绿地或雨水花园。超标雨水经下沉式绿地、雨水花园溢流井溢流至市政雨水管网。受地形限制，在下沉式绿地、雨水花园内设置渗排一体化设施，增加雨水下渗效果。该项目雨水径流组织如下图所示。

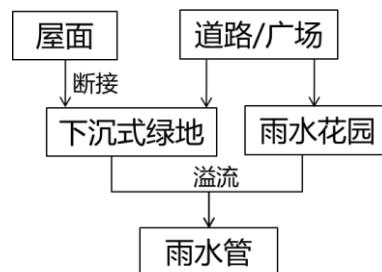


图7.117 雨水径流组织图

(5) 海绵设施系统布局及规模

根据该项目所需要的雨水径流调蓄容积和不同下垫面的径流组织路线，布设下沉式绿地、雨水花园等设施，该项目的海绵设施系统布局如下图所示，设施规模和调蓄容积如下表所示。

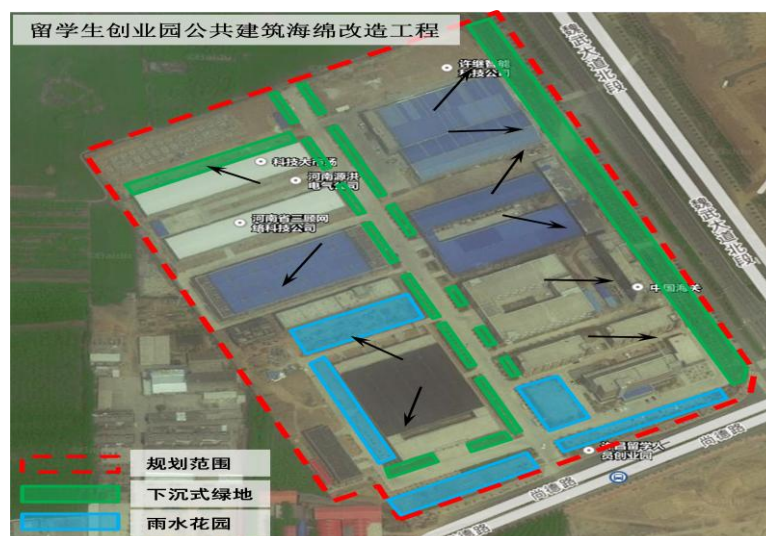


图7.118 海绵设施系统布局

表7.16 海绵设施统计表

| 海绵设施 | 规模 | 蓄水层高度 (m) | 调蓄容积 (m³) |
|-------|---------|-----------|-----------|
| 下沉式绿地 | 4700 m² | 0.1 | 470 |
| 雨水花园 | 5400 m² | 0.2 | 1080 |
| 总计 | —— | —— | 1550 |

根据场地的竖向分析,根据雨水的径流方向布置海绵设施,有效截留及滞蓄雨水,海绵设施总调蓄容积为1550m³,大于项目所需雨水控制体积(1537.74m³),本设计方案可满足海绵城市建设年径流控制量指标的要求。

7.5.4.3 迎宾馆海绵改造工程

(1) 项目概况

迎宾馆海绵改造工程项目位于八一路以北,府西路以东,总用地面积为24674 m²,其中建筑占地 5987 m²,现状绿地率约 43%。该项目为已建成项目,项目区域内雨水经雨水管网收集后有序排向府西路、八一路市政 DN800 管道。本项目竖向地势呈中心较高外围较低走势。

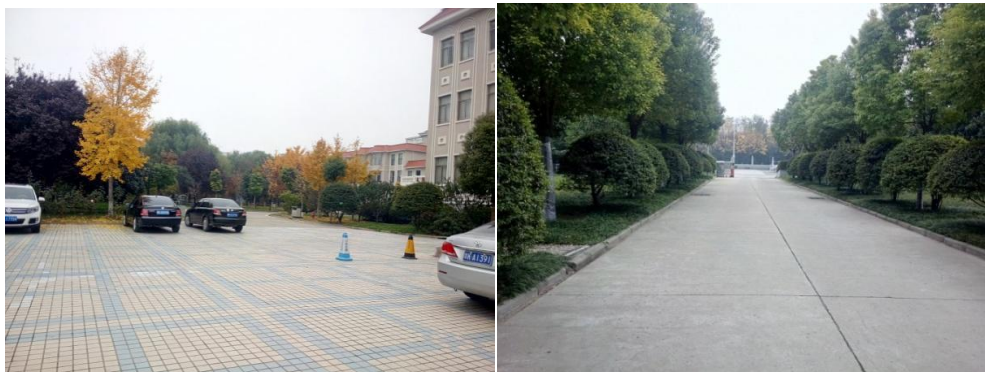


图7.119 迎宾馆现场图

根据现场调研和海绵城市建设技术指南的要求,将该项目的下垫面主要分为4类,分别为屋面、绿地、道路与广场、水体,各类下垫面的面积及所占比例如下表所示。

表7.17 下垫面统计表

| 下垫面类型 | 屋面 | 绿地 | 道路与广场 | 水体 |
|---------|--------|--------|--------|-------|
| 面积 (m²) | 5987 | 10563 | 7641 | 483 |
| 比例 | 24.26% | 42.81% | 30.97% | 1.96% |

根据现场调研,将其年径流总量控制率定为80%,对应设计降雨量为29.3mm。

(2) 设计方案

1) 雨水径流控制总量

根据《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建》（试行），采用容积法计算该项目所需的雨水径流控制总量。

该项目综合雨量径流系数为：

$$\varphi_{\text{综}} = (\varphi_{\text{屋面}} \times F_{\text{屋面}} + \varphi_{\text{绿地}} \times F_{\text{绿地}} + \varphi_{\text{道路}} \times F_{\text{道路}}) / F_{\text{总}}$$

$$= (0.9 \times 5987 + 0.15 \times 10563 + 0.9 \times 7641) / 24191 = 0.57$$

则，项目所需的雨水径流滞蓄容积为：

$$V = 10H\varphi F = 10 \times 29.3 \times 0.57 \times 2.42 \text{m}^3 = 404.01 \text{m}^3。$$

2) 雨水径流组织

该项目屋面既有平屋面也有坡屋面，拟采用雨落管断接、下沉式绿地控制雨水。道路广场雨水经植草沟转输至雨水花园。超标雨水经下沉式绿地、雨水花园溢流井溢流至市政雨水管网。该项目雨水径流组织如下图所示。

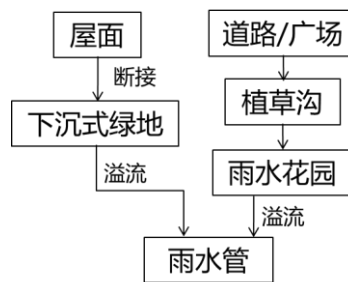


图7.120 雨水径流组织图

（3）海绵设施系统布局及规模

根据该项目所需要的雨水径流调蓄容积和不同下垫面的径流组织路线，分别布设下沉式绿地、雨水花园、植草沟等设施，该项目的海绵设施系统布局如下图所示，设施规模和调蓄容积如下表所示。

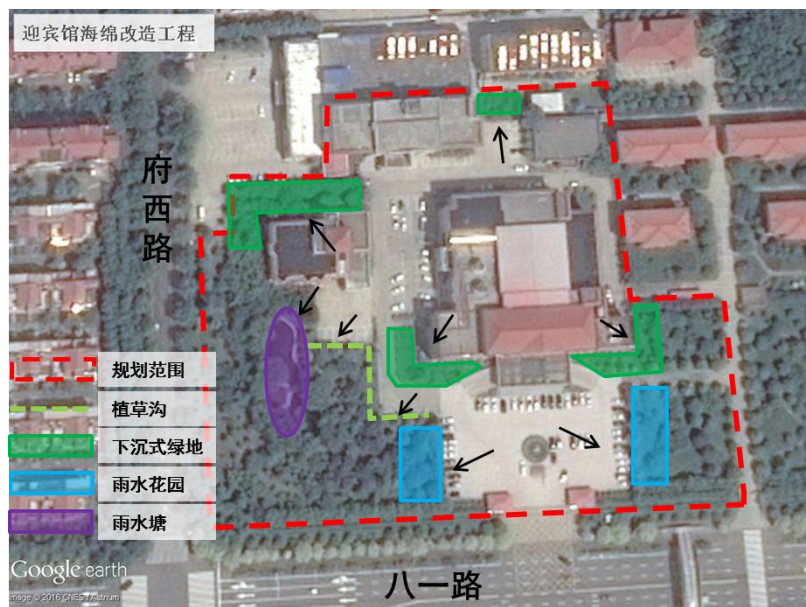


图7.121 海绵设施系统布局

表7.18 海绵设施统计表

| 海绵设施 | 规模 | 蓄水层高度 (m) | 调蓄容积 (m³) |
|-------|---------|-----------|-----------|
| 下沉式绿地 | 1060 m² | 0.1 | 106 |
| 雨水花园 | 2000 m² | 0.15 | 300 |
| 植草沟 | 300m | —— | —— |
| 合计 | —— | —— | 406 |

根据场地的竖向分析，根据雨水的径流方向布置海绵设施，有效的截留及滞蓄雨水，海绵设施总调蓄容积为406m³，大于项目所需雨水控制体积(404.01m³)，本设计方案可满足海绵城市建设年径流控制量指标的要求。

7.6 公园水系与湿地

7.6.1 设计原则

城市公园广场及周边区域径流雨水应通过有组织的汇流与转输，经截污等预处理后引入城市绿地内的以雨水渗透、储存、调节等为主要功能的海绵设施，消纳自身及周边区域径流雨水，并衔接区域内的雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统，提高区域内涝防治能力。海绵设施的选择应因地制宜、经济有效、方便易行。

(1) 城市绿地与广场应在满足自身功能条件下（如吸热、吸尘、降噪等生态功能，为居民提供游憩场地和美化城市等功能），达到相关规划提出的海绵控

制目标与指标要求。

(2) 城市绿地与广场利用透水铺装、生物滞留设施、植草沟等小型、分散式海绵设施消纳自身径流雨水。

(3) 城市湿地公园、城市绿地中的景观水体等具有雨水调蓄功能，通过雨水湿地、湿塘等集中调蓄设施，消纳自身及周边区域的径流雨水，构建多功能调蓄水体/湿地公园，并通过调蓄设施的溢流排放系统与城市雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统相衔接。

(4) 承担城市排水防涝功能的城市绿地与广场，其总体布局、规模、竖向设计应与城市内涝防治系统相衔接。

(5) 城市绿地与广场内湿塘、雨水湿地等雨水调蓄设施应采取水质控制措施，利用雨水湿地、生态堤岸等设施提高水体的自净能力，有条件的可设计人工土壤渗滤等辅助设施对水体进行循环净化。

(6) 应限制地下空间的过度开发，为雨水回补地下水提供渗透路径。

(7) 周边区域径流雨水进入城市绿地与广场内的海绵设施前，应利用沉淀池、前置塘等对进入绿地内的径流雨水进行预处理，防止径流雨水对绿地环境造成破坏。有降雪的城市还应采取措施对含融雪剂的融雪水进行弃流，弃流的融雪水经处理（如沉淀等）后排入市政污水管网。

(8) 海绵设施内植物根据设施水分条件、径流雨水水质等进行选择，选择耐盐、耐淹、耐污等能力较强的乡土植物。

(9) 城市公园绿地海绵雨水系统设计应满足《公园设计规范》(CJJ48)中的相关要求。

公园广场海绵改造将主要利用生态植草沟和雨水花园等收集汇水区域内雨水径流，然后通过雨水弃流和溢流设施进入雨水储蓄和净化系统。该系统先由多功能调节池对雨水进行调蓄和预处理，然后通过植草沟转输进入雨水湿地净化，最后将净化后的雨水排放进入景观水体。设计过程中充分利用原有地形地貌，通过合理的场地竖向设计加强雨水渗透、储存、转输与截污净化能力，实现径流总量减排、内涝防治、径流污染、雨水资源化利用等多重目标，加强城市的“海绵”功能。

7.6.2 现状分析

依托清潁河综合治理工程、学院河饮马河综合治理连通工程，项目范围内的公园水系湿地大部分已经形成，除北海公园续建段以及芙蓉湖公园尚属在建项目外，其余海绵建设项目均属于改造工程。

公园内场地雨水散排导致大面积水土流失，绿化土壤淤积于铺装广场，局部园路有渍水，绿地土壤板结失去“弹性”，雨水无法下渗，微地形缓坡至低凹处缺少雨水沟。

部分广场园路为硬化地面，园内雨水大部分通过自然排水排至中央水系以及周边市政管网。现有中央水系面积较大，但与周边绿地衔接不畅，不能很好的发挥蓄水功能。且部分地块低洼，容易产生积水。

涉水景观生物、植物生长情况差，不能起到净化的生态功能。

试点区现状雨水管道被封堵，未排入饮马河景观水系，割裂了地面径流对景观水系的自然补给。

7.6.3 方案比选

公园水系湿地海绵改造中低影响开发设施的选择应充分依据道路红线、路幅断面、沿线绿地、市政管道及设施、坡向等道路现状或设计特征因素，根据城市总规、专项规划及详规明确的控制目标，结合道路的主要功能、经济性、适用性、景观效果等因素选择效益最优的单项设施及其组合系统。

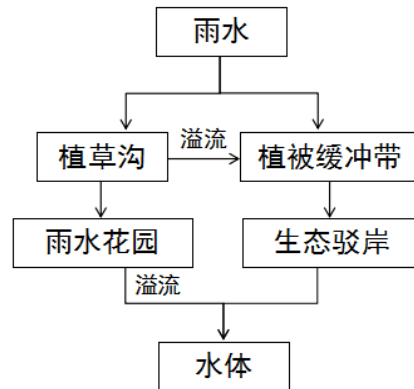
7.6.3.1 比选原则

根据不同的项目现状，重点从经济技术可行性角度，结合城市海绵建设的目标与城市建设情况，杜绝大拆大建，浪费投资的情况，减小社会影响：①未建项目在建设，对人行步道、园路以及广场砖铺装采用新型透水铺装，增强下渗能力；②已建成时间较长的项目，应充分考虑城市建设的需求，结合相关规划，对现有铺装进行替换翻新；③刚建成项目，应尽量避免对道路现状产生干扰，减少社会影响，对破损严重铺装可进行替换；④在建项目，应严格避免投资浪费，减小社会影响，避免对居民生活出行产生影响，在项目建设时需同时考虑在设计中通过增加其他海绵设施保证整体调蓄目标。

海绵设施的选择应结合不同区域水文地质、水资源等特点，建筑密度、绿地率及土地利用布局等条件，根据城市总规、专项规划及详规明确的控制目标，结

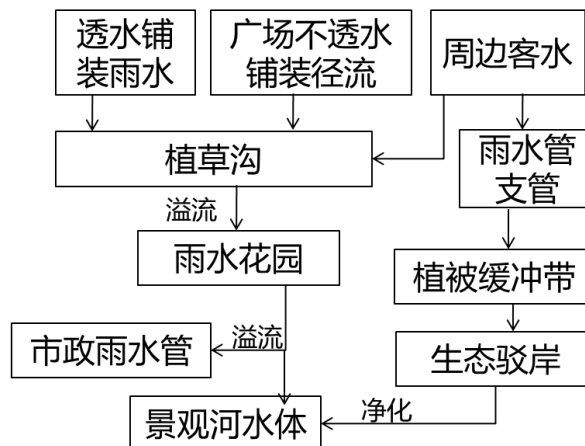
合汇水区特征和设施的主要功能、经济性、适用性、景观效果等因素选择效益最优的单项设施及其组合系统。

推荐组合形式一：



适用于仅收纳公园范围内的雨水径流，凸出体现其渗透和蓄积的功能。

推荐组合形式二：



适用于收纳周边客水的项目雨水径流，凸出体现其渗透、蓄积和调节的功能。

7.6.3.2 鹿鸣湖公园海绵改造工程施工方案比选

鹿鸣湖公园位于东城区，魏文大道与陈庄街交叉口西北方向，总面积约 38 公顷，其中水域面积约 18 公顷，驳岸长度约 3.3km。根据现场踏勘情况，鹿鸣湖公园属于新建成公园，现状良好，属于许昌市标志性旅游景点之一，游人较多。因此鹿鸣湖公园海绵改造属于本次许昌市海绵城市建设公园与水系类重点改造项目。本次海绵改造方案从调蓄能力、水质净化效果、对现状的干扰、社会影响、景观效果、经济性等多方面进行方案比选。

(1) 方案一：下垫面改造

根据现场踏勘，鹿鸣湖公园有较大面积绿地、驳岸、广场等海绵设施载体，本方案主要利用以上载体进行海绵改造。

本方案设计将鹿鸣湖公园内人行道步砖、广场硬质铺装改造为透水铺装，对中下雨进行下渗，超过透水铺装下渗能力的雨水将进入绿地内海绵设施进行消纳。设计在公园集中绿地内布置植草沟、雨水花园，将人行道、广场雨水引入绿地内，通过植草沟转输至雨水花园进行净化消纳，并在雨水花园内设置溢流通道，超标雨水将溢流进入水体。设计在临近水体的绿地内设置植被缓冲带，并将原驳岸改造为生态驳岸，对进入水体的雨水进行缓冲、净化。

本方案综合使用雨水花园、植草沟、植被缓冲带、生态驳岸、透水铺装等技术控制雨水，设施布局如下图所示：

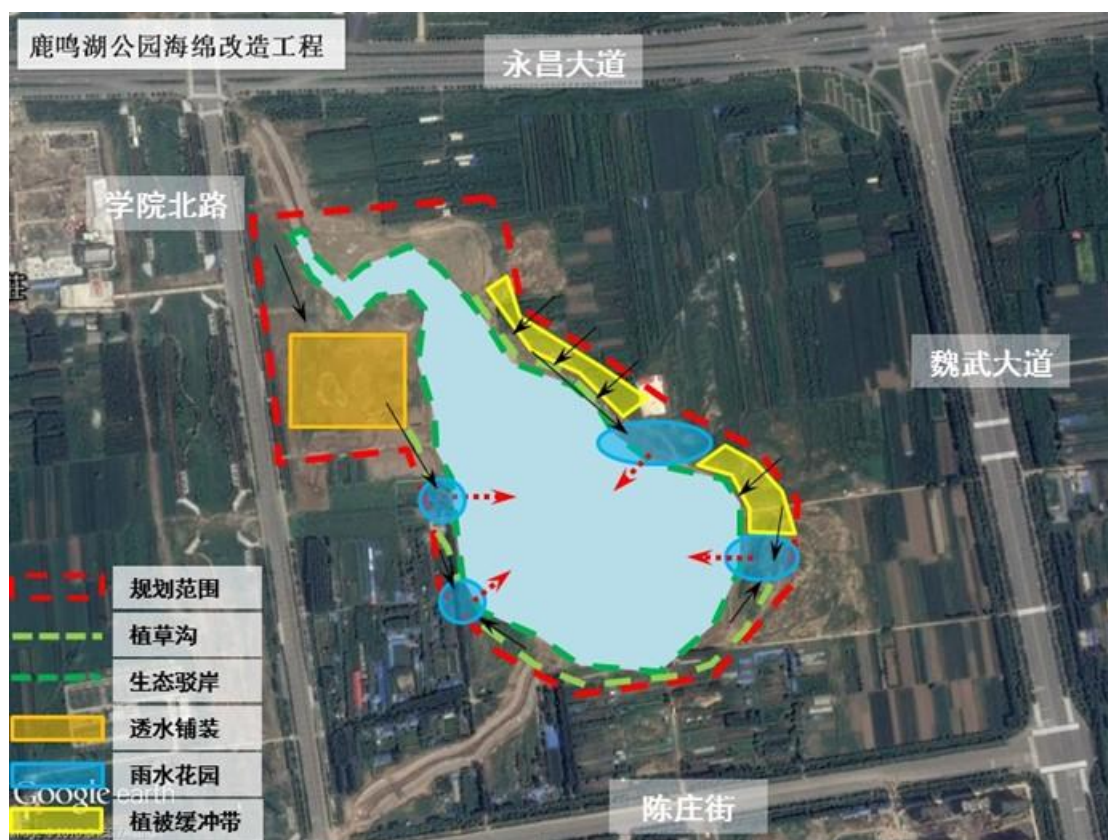


图7.122 方案一鹿鸣湖公园海绵设施布局图

(2) 方案二：水系改造+下垫面改造

根据现场踏勘，本方案除利用鹿鸣湖公园现有人行道、广场等下垫面进行海绵改造外，还对鹿鸣湖水体进行一定程度的改造。

本方案设计在公园绿地内离线布置少量植草沟、雨水花园及下沉式绿地，将

人行道、广场路面雨水就近引入雨水花园或下沉式绿地进行消纳。设计在鹿鸣湖水体中建设雨水湿地，对水体水质以及排入鹿鸣湖水体的雨水进行净化，并在观景功能区集中建设少量透水铺装。设计维持公园水体现状驳岸，仅对现状破损严重的驳岸改造为生态驳岸。

本方案综合使用雨水花园、下沉式绿地、植草沟、生态驳岸、透水铺装、雨水湿地等技术控制雨水，设施布局如下图所示：

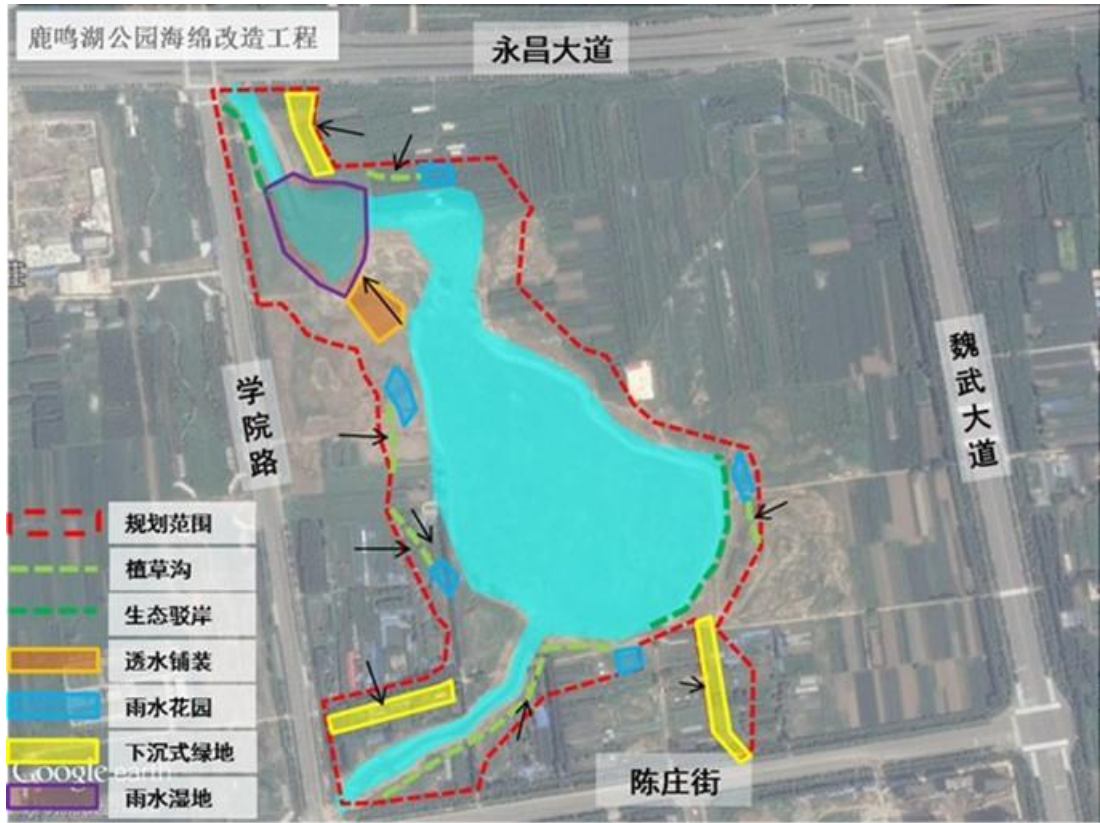


图7.123 方案二鹿鸣湖公园海绵设施布局图

表7.19 鹿鸣湖公园海绵改造方案比选

| | 方案一 | 方案二 |
|--------|-----|-----|
| 调蓄能力 | 高 | 高 |
| 水质净化效果 | 中 | 好 |
| 对现状的干扰 | 大 | 小 |
| 社会影响 | 大 | 小 |
| 景观效果 | 好 | 好 |
| 经济性 | 差 | 好 |
| 综合比选结果 | 备选 | 推荐 |

鹿鸣湖公园海绵改造方案的比选结果如上表所示。

方案一主要通过对公园内下垫面进行改造,通过将现有硬质铺装与硬质驳岸分别改造为透水铺装与生态驳岸,并且建设雨水花园与植被缓冲带,增加雨水下渗能力,具有较好的景观效果。但是方案集中对下垫面进行改造以满足海绵建设要求,不仅忽略了水体自身的调节能力,并且改造面积较大,需要大量对新建成的公园广场、绿地等下垫面进行拆除重建,对现状的干扰过大,造成投资的浪费,经济性较差,并且对公园景观效果、游人观景等产生较大的社会影响。同时,雨水经过简单净化后进入水体,容易将地面径流污染带入水体,破坏水体水质。

方案二对公园水体与下垫面同时进行改造,有效利用水系自身的调节能力,降低了下垫面改造工程量,社会影响与对现状的干扰较小,兼具较好的景观效果。同时,通过雨水湿地的水质净化效果,不仅加强对雨水径流污染的去除效果,而且对水体水质具有较好的净化效果。

综上所述,鹿鸣湖公园海绵改造推荐采用方案二水系改造与下垫面改造相结合的方式。

7.6.4 海绵改造工程设计

公园水系湿地类项目共计 6 个海绵城市建设方案。

7.6.4.1 北海公园海绵改造工程（北海段）

（1）项目概况

北海公园海绵改造和水系改造工程位于新元大道以南、文峰北路以西,镜水大道以东,总占地面积约 60.5 万 m^2 ,其中,湖面水体面积约 21.8 万 m^2 ,公园面积 38.7 万 m^2 。其中龙泉街以北已建成,其余部分属于在建项目。本项目竖向地势呈北高南低、西高东低走势。



图7.124 北海公园现状图

（2）海绵城市建设目标

根据《许昌市海绵城市建设 PPP 项目规划》海绵建设目标，本项目年径流总量控制率目标为 98%，对应设计降雨量为 83.5mm，雨水控制容积为 13427m³。

因本项目为公园绿地在建项目，根据项目实际情况，维持原目标中项目总控制容积不变。地块自身年径流总量控制率目标调整为 90%，对应设计降雨量为 46.4mm，雨水调蓄容积 3950m³；另外公园向周边客水提供 9477m³ 的总调蓄容积（控制容积 13427m³），保证公园总控制容积不减少。

（3）技术路线

本项目利用透水铺装、雨水花园、下沉式绿地、植草沟、生态驳岸等海绵城市设施进行径流雨水渗透、回用、转输、截污净化等实现径流总量减排、内涝防治、径流污染、雨水资源化利用等多重目标。

北海公园龙泉街以南新建段广场与公园原路采用透水铺装；对龙泉街以北公园已建成部分的不透水铺装，保持铺装现状并在不透水铺装广场周边设置线性排水沟，将广场径流通过线性排水沟、植草沟等引入雨水花园、下沉式绿地等海绵城市室内下渗净化，超标径流溢流滞北海水体。

在北海公园绿地内建设植草沟、下沉式绿地、雨水花园以及多孔纤维棉等海绵城市设施，并将公园不透水铺装及北海公园周边商业地块及道路雨水引入设施内净化、下渗，超标降雨溢流至北海水体。雨水花园、下沉式绿地位置应结合公园竖向合理选择，原则上应布置在区域的下游低洼区域，并应能通过直接汇流或植草沟引流加纳不透水面径流。雨水花园、下沉式绿地的建设应尽量减少对现状

公园景观的破坏。

将紧邻公园周边商业地块及市政道路（新元大道、文峰北路、镜水路以及聚贤街）的雨水径流通过地表明渠引入植草沟，经植草沟转输至雨水花园消纳；市政雨水管网转输水量引入设置在公园内的处理设施及储水模块内消纳；周边地块及道路雨水在雨水支管适当高程处，断接至北海，经植被缓冲带、生态驳岸净化后排入景观河道水体。

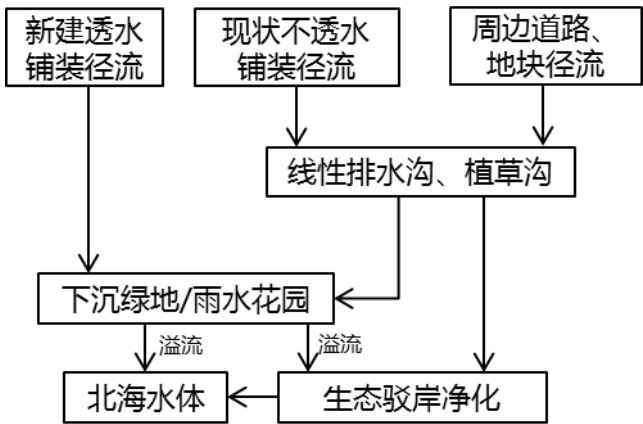


图7.125 北海公园径流组织技术路线图

（4）海绵设施系统布局及规模

本项目综合采用透水铺装、植草沟、植被缓冲带、生态驳岸、蓄水模块及景观水系等海绵城市设施。设施布局如下图所示：



图7.126 北海公园海绵设施布置图

经核算，本次设计海绵设施的总调蓄容积为 27373m³，公园可提供总控制容

积大于 13428m³，可达到项目既定目标。

7.6.4.2 清潁河带状公园海绵改造工程

(1) 项目概况

清潁河带状公园水系海绵改造方案包含清潁河带状公园海绵改造和水系海绵改造工程（新元大道-永兴西路）、建安区清潁河海绵改造工程、清潁河带状公园海绵改造工程和水系海绵改造三个试点项目改造方案。

清潁河带状公园海绵改造工程和水系海绵改造工程北起规划北苑大道，南至天宝路，总长 12.55km，总占地面积约 240 公顷，水面面积 62.75 公顷。

本项目为改造工程，依托许昌市清潁河综合治理工程，河道体系及护岸已形成。项目共分为三段，分别为试点区上游段（北苑大道-新元大道）、建安区段（新元大道-永兴西路）以及魏都区段（永兴西路-天宝路）。本项目竖向地势呈北高南低走势。



图7.127 清潁河河道断面图



图7.128 清潁河河岸冲蚀现状图



图7.129 试点区上游段现状图



图7.130 建安区段现状图



图7.131 魏都区段现状图

(2) 海绵城市建设目标

清潩河水系海绵改造以增强水系防洪排涝能力、生态净化能力为主要目标；清潩河带状公园以增强雨水滞留净化能力为主要目标，发挥带状公园区域控制枢纽作用。清潩河水系近期防洪标准为 50 年一遇，相关防洪工程建设方案已纳入

清潁河综合治理工程，此处不做详细阐述；根据《许昌市海绵城市建设 PPP 项目规划》，清潁河带状公园年径流总量控制率目标为 97.7%，对应设计降雨量为 83.5mm。考虑海绵城市建设的系统性，清潁河带状公园年径流总量控制率目标调整为 90%，对应设计降雨量为 46.4mm，并向周边道路、地块提供不小于 44520m³ 控制容积。

（3）技术路线

清潁河水系及带状公园现状已建成，海绵城市建设过程中应尽量减少对现状的破坏与干扰，只在局部开展优化措施。在内、外坡脚设植草沟及砾石沟进行水土保持。堤顶路以内的带状公园不增设低影响开发设施，以外部分考虑周边径流消纳和净化，适当设置雨水花园和下沉绿地。周边道路管网接入处预留蓄水设施位置。

清潁河河堤内部分水土流失严重区域开展植物修复、增补等水土保持措施，并沿护坡坡脚增设植草沟或截流沟，减少河堤内绿地及铺装径流及污染物直接入河量，减轻对水体环境的冲击。

河堤外侧设置植草沟、下沉绿地、雨水花园以及多孔纤维棉等设施，对带状公园产生的径流进行就地消纳处理。将带状公园周边的滨河路等道路径流通过排水渠、植草沟引入带状公园内的下沉绿地及雨水花园中进行控制，超量雨水并控制后溢流排入市政雨水管网。

在清潁河市政雨水排放口处预留雨水湿地建设用地，沿清潁河泵站建成后，对排入清潁河的雨水进行净化处理，削减如何雨水面源污染。超标暴雨下在湿地除设施溢流短接通道，保证排水安全。

清潁河水系及带状公园雨水径流组织技术路线如下图所示：

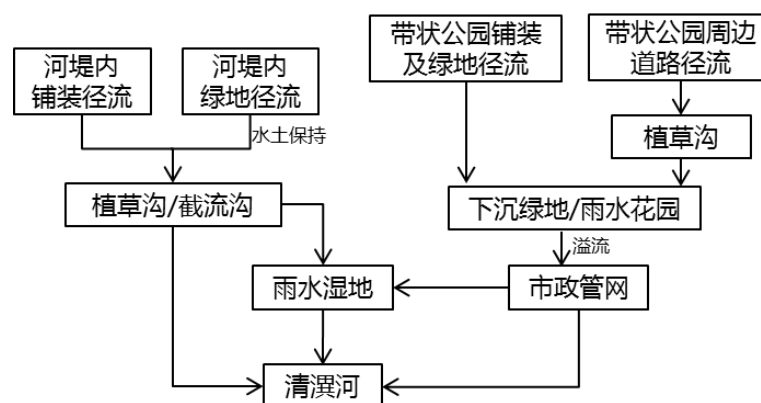


图7.132 清潁河水系及公园径流组织技术路线图

（4）海绵设施布局

清潁河（永昌西路-天宝西路段）设施布置如下图所示：



图7.133 清潁河水系及公园（永昌西路-天宝西路段）海绵设施布置示意图

经核算，本次设计海绵设施可满足带状公园年径流总量控制率90%、并为周边客水提供不小于44520m³（实际控制容积53750m³）控制容积的目标；并削减清潁河河岸水土流失量，提升水系生态景观功能。

7.6.4.3 学院河饮马河带状公园海绵改造工程

（1）项目概况

学院河饮马河带状公园及水系海绵改造方案包含建安区学院河饮马河海绵改造工程、饮马河带状公园海绵改造工程（新元大道-周庄街）、学院河饮马河水系综合提升海绵改造工程、饮马河带状公园海绵改造工程（天宝路-学院路）四个试点项目海绵改造方案。

学院河饮马河公园水系海绵改造工程用地面积 140.6 公顷，其中水域面积 42.9 公顷。项目共分为四段，第一段为北苑大道至新元大道段，长约 3.8km，面积 41.9 公顷，其中绿化面积 32.3 公顷；第二段为新元大道至周庄街段，长 1.7km，面积 21.1 公顷，绿化面积 14 公顷；第三段为周庄街至永昌东路段，长 4.8km，面积 68.8 公顷，绿化面积 45.6 公顷；第四段为学院路至天宝路段，长 1km，面积 8.8 公顷，绿化面积 5.8 公顷。

依托学院河饮马河综合治理工程以及学院河饮马河连通工程，现场已形成完

善的河道、护岸及绿地公园体系。根据上位规划,学院河饮马河不承担防洪功能,仅作为景观水体。本项目属于改造项目。本项目竖向地势呈北高南低走势。



图7.134 北苑大道至新元大道段现状图



图7.135 新元大道段至周庄街现状图



图7.136 周庄街至永昌东路段现状图



图7.137 学院路至天宝路现状图

(2) 海绵城市建设目标

项目海绵城市建设目标为作为区域滞蓄枢纽，提升项目生态自净能力。“实施方案”与“专项规划”中均没有对该项目作出径流总量控制的要求，结合项目实际，项目建设增加提供 43780m³ 调蓄容积的建设目标。

(3) 技术路线

学院河饮马河水系及带状公园目前已建设完成，海绵城市建设过程中应充分与现状结合，减少对现状的破坏和扰动。学院河饮马河周边现状雨水管线未接入河道，拟将高程允许直接接入河道的管网接入河道，发挥学院河饮马河滞蓄排水防涝的综合效益。

学院河饮马河带状公园设植草沟及砾石沟防止冲刷及水土流失，对现场植物（特别是保留完好的原生植物群落、大树）进行保护，结合现状对植物补种，稳定植物群落、植物种类及空间层次整体生态效益。沿河公园设置植草沟、下沉绿地及雨水花园等设施，进行径流雨水渗透、回用、转输、截污净化等实现径流总量减排、内涝防治、径流污染、雨水资源化利用等多重目标。

在带状公园内局部位置增设下沉绿地、雨水花园、植草沟以及多孔纤维棉等海绵城市设施，滞蓄净化魏文路、学院北路、德兴路等道路及学院河带状公园周边地块雨水，人行道分段开口便于道路地表雨水汇入公园。在项目周边雨水管道接入河道处，预留雨水净化湿地等净化设施用地，以保证河道水体水质不因雨水汇入而变差。

项目及周边雨水径流路径组织如下所示：

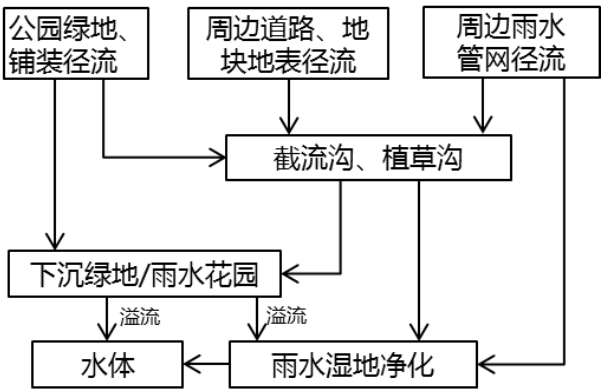


图7.138 学院河饮马河公园水系径流组织示意图

(4) 海绵设施布局

学院河饮马河（陈庄街-天宝东路段）海绵城市设施布置示意图如下所示：

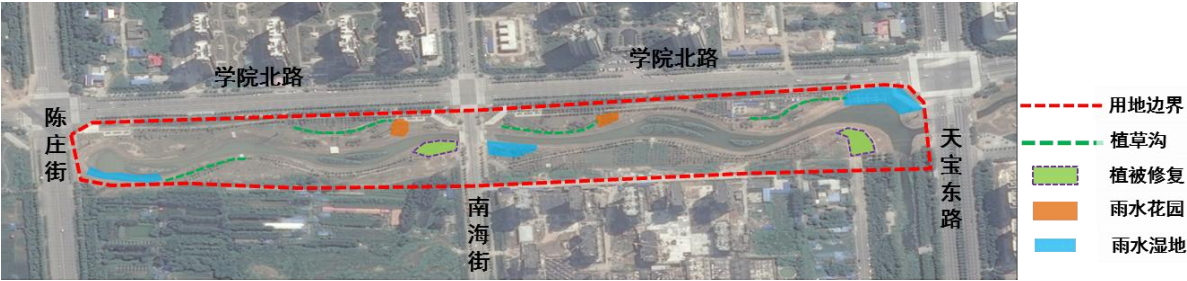


图7.139 学院河饮马河（陈庄街-天宝东路）公园水系海绵设施布置示意图

经核算，本次设计海绵设施可提供的调蓄容积为 47590m³，高于 43780m³ 的既定目标。

7.6.4.4 芙蓉湖公园及芙蓉广场海绵改造工程

(1) 芙蓉湖公园

1) 项目概况

芙蓉湖水系海绵改造工程与芙蓉湖公园海绵改造工程位于芙蓉大道内环，总用地 46.4ha，其中水域面积 10.9ha。目前公园南侧已进行部分施工，北侧尚未建设，属于在建项目。本项目竖向地势呈中心高外围低走势。



图7.140 芙蓉湖公园及水系现状实景图

2) 海绵城市建设目标

根据《许昌市海绵城市建设 PPP 项目规划》海绵建设目标，本项目年径流总量控制率目标为 98%，设计降雨量为 83.5mm，总控制容积 29726m³。

因本项目为公园绿地在建项目，根据项目实际情况，维持原目标中项目总控制容积不变。将地块自身年径流总量控制率目标调整为 90%，对应设计降雨量为 46.4mm；另外为芙蓉大道、演艺中心等周边道路、地块提供不小于 7925m³ 的调蓄容积。

3) 技术路线

本项目利用透水铺装、植草沟、雨水花园、植被缓冲带、生态驳岸以及多孔纤维棉等海绵城市设施进行径流雨水渗透、净化、转输、回用等实现径流总量控制、径流污染控制、雨水资源化利用等多重目标。

不透水铺装宜改造为透水铺装，水系驳岸按照生态驳岸建设，并在绿地适当位置建设下沉式绿地及雨水花园等生物滞留设施。通过植草沟将景观轴铺装及建筑等硬化面径流净化转输至下沉式绿地或雨水花园消纳，并将景观轴周边地块及道路雨水通过盖板渠、植草沟等转输至生物滞留设施净化下渗，超标径流溢流至景观水体或市政雨水管。

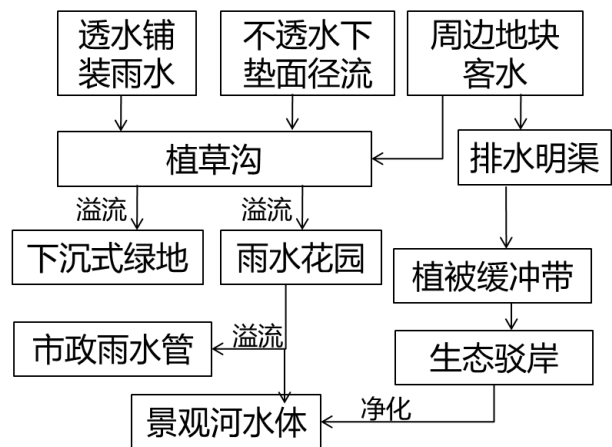


图7.141 项目周边径流组织路径图

4) 海绵设施布局

本项目综合采用透水铺装、植草沟、下沉式绿地、雨水花园、植被缓冲带、生态驳岸等海绵城市设施。设施布局如下图所示。

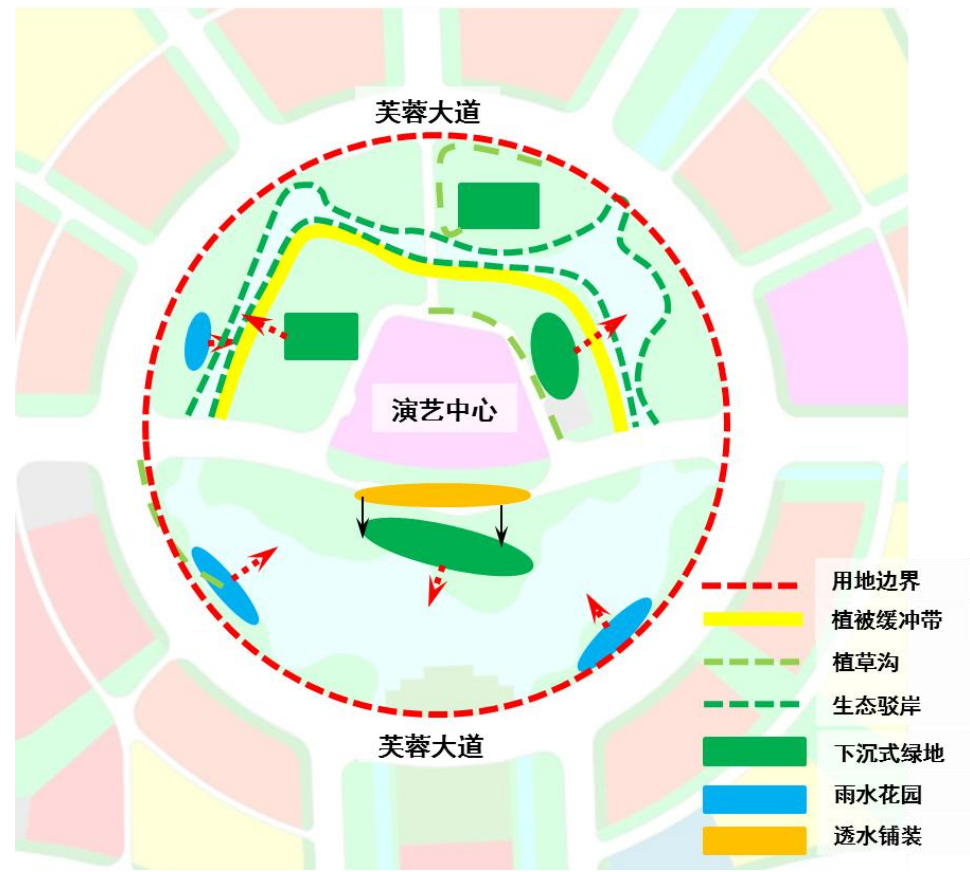


图7.142 芙蓉湖公园及水系海绵设施布局图

经核算，本次设计该项目本身年径流总量控制率可达 90%，并可为周边地块提供的总提调蓄容积为 7925m³；大于总调蓄容积不小于 13168m³ 的既定目标。

(2) 芙蓉广场

1) 项目概况

芙蓉广场毗邻芙蓉湖，位于芙蓉大道与宏腾路之间，青梅路东侧，竹林路西侧。项目占地 8.32ha，其中水域面积 1.38ha。该项目为已建成项目。本项目竖向地势呈中间高东西两侧低走势。



图7.143 芙蓉广场现场图

根据现场调研和海绵城市建设技术指南的要求，将该项目的下垫面主要分为 4 类分别为屋面、绿地、道路与广场及水体，各类下垫面的面积及所占比例如下表所示。

表7.20 下垫面统计表

| 下垫面类型 | 屋面 | 绿地 | 道路与广场 | 水体 |
|----------------------|-------|--------|--------|--------|
| 面积 (m ²) | 122 | 54150 | 15199 | 13772 |
| 比例 | 0.15% | 65.05% | 18.26% | 16.54% |

根据现场调研，将其年径流总量控制率定为 85%，对应设计降雨量为 36.3mm。

2) 设计方案

①雨水径流控制总量

根据《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建》(试行)，采用容积法计算该项目所需的雨水径流控制总量。

该项目综合雨量径流系数为：

$$\begin{aligned} \varphi_{\text{综}} &= (\varphi_{\text{屋面}} \times F_{\text{屋面}} + \varphi_{\text{绿地}} \times F_{\text{绿地}} + \varphi_{\text{道路}} \times F_{\text{道路}}) / F_{\text{总}} \\ &= (0.9 \times 122 + 0.15 \times 54150 + 0.6 \times 15199) / 69471 = 0.25 \end{aligned}$$

则项目所需的雨水径流滞蓄容积为：

$V=10H\phi F=10\times 36.3\times 0.25\times 6.95\text{m}^3=630.45\text{m}^3$ ，考虑到海绵城市建设的系统性，项目附属绿地消纳周边地块的客水，客水总量 $V_2=567\text{m}^3$ 。则总调蓄容积 $V=V_1+V_2=1197.45\text{m}^3$ 。

②雨水径流组织

该项目屋面为坡屋面，拟采用雨落管断接、下沉式绿地控制雨水。道路、广场雨水经植草沟转输至附近下沉式绿地、雨水花园。超标雨水经下沉式绿地、雨水花园溢流井溢流至水体。该项目雨水径流组织如下图所示。

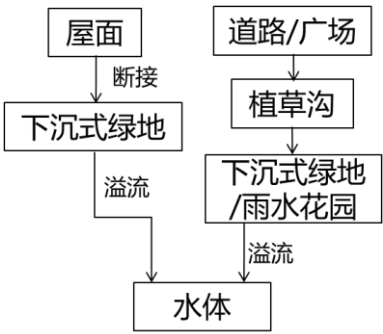


图7.144 雨水径流组织图

3) 海绵设施系统布局及规模

根据该项目所需要的雨水径流调蓄容积和不同下垫面的径流组织路线，分别布设具有调蓄作用的下沉式绿地、雨水花园、植草沟，该项目的海绵设施系统布局如下图所示，设施规模和调蓄容积如下表所示。

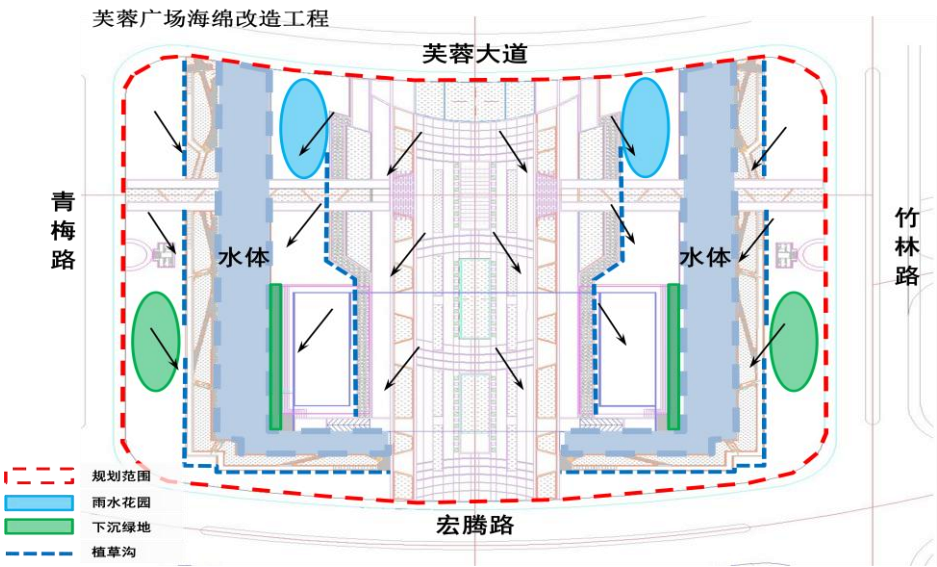


图7.145 海绵设施系统布局

根据场地的竖向分析，根据雨水径流方向布置海绵设施，有效的截留及滞蓄雨水，海绵设施总调蓄容积为 1200m^3 ，大于项目所需雨水控制体积(1197.45m^3)，本设计方案可满足海绵城市建设年径流控制量指标的要求。

7.6.4.5 鹿鸣湖公园海绵改造工程

(1) 项目概况

鹿鸣湖公园位于东城区，魏武大道与陈庄街交叉口西北方向。鹿鸣湖公园总面积 37.5 公顷，其中鹿鸣湖规划水域面积约 18.3 公顷，驳岸长度约 3388m。鹿鸣湖公园及湿地已建成，该项目属于改造项目。本项目竖向地势呈北高南低走势。



图7.146 鹿鸣湖公园现场图

(2) 海绵城市建设目标

根据《许昌市海绵城市建设 PPP 项目规划》，本项目对应年径流总量控制率为 98%，其对应的设计降雨量为 83.5mm。

考虑到海绵城市建设的系统性，鹿鸣湖公园消纳周边地块 46.4mm；鹿鸣湖公园向周边客水提供 4005m^3 调蓄容积，以保证鹿鸣湖公园总控制容积不变。

(3) 技术路线

雨水经组织排至雨水花园，超标雨水经雨水花园溢流井溢流至水体。其雨水径流组织如下图所示：

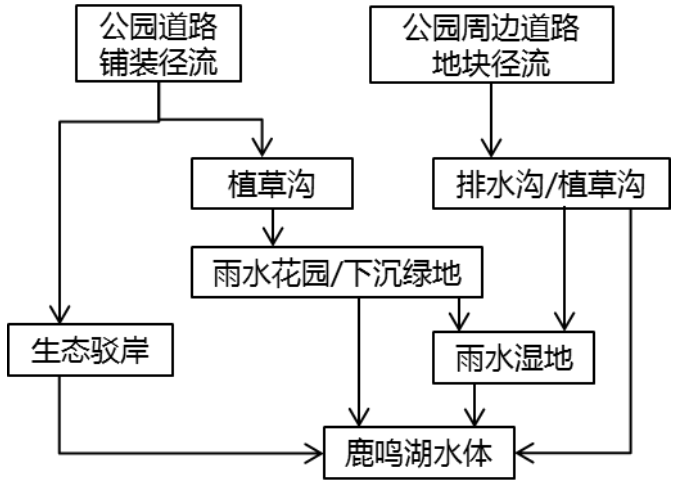


图7. 147 鹿鸣湖公园海绵改造工程雨水径流组织图

(4) 海绵设施布局

根据该项目所需要的雨水径流控制总量和不同下垫面的径流组织路线，本项目综合布设具有滞留净化作用的雨水花园、下沉式绿地、透水铺装、雨水湿地以及多孔纤维棉等，并布置植草沟、生态驳岸、雨水湿地等雨水净化措施，该项目的海绵设施系统布局如下图所示：



图7. 148 鹿鸣湖公园海绵改造工程海绵设施系统布局

海绵设施的总调蓄容积为6821m³，大于该项目所需雨水调蓄体积(6455m³)，现有方案能够满足海绵城市建设要求。

7.6.4.6 悦民公园一、二标段海绵改造工程

(1) 项目概况

悦民公园一、二标段海绵城市改造工程位于天宝路以北（许州路-魏武大道段）。许州路-魏武大道段规划红线内总用地面积约 6.15 万 m²。其中第一标段用地面积约为 3.18 万 m²；第二标段用地面积约为 2.97 万 m²。目前悦民公园一、二标已完成传统景观设计、尚未开工建设。本项目竖向地势呈西高东低走势。



图7.149 悦民公园一、二标段现状实景

(2) 海绵城市建设目标

根据《许昌市海绵城市建设 PPP 项目规划》海绵建设目标，年径流总量控制率目标为 98%，设计降雨量为 83.5mm，总控制容积 3291m³。

本项目尚未开始工程建设、可按照新建项目目标执行。根据项目实际情况，维持原目标中项目总控制容积不变。地块自身年径流总量控制率目标调整为 90%，对应设计降雨量为 46.4mm；另外公园向周边客水提供 1370m³ 的控制容积。

(3) 技术路线

本项目利用透水铺装、蓄水模块、植草沟、生态树池、雨水花园以及多孔纤维棉等海绵城市设施进行径流雨水渗透、回用、转输、净化等实现径流总量减排、内涝防治、径流污染、雨水资源化利用等多重目标。

公园园路、停车场、广场等建设为透水地面，透水材质可选择透水砖、植草砖、透水沥青、透水混凝土等；铺装广场树阵建设为生态树池。在绿地内结合景观、竖向建设雨水花园，并通过植草沟将公园硬化面雨水引入雨水花园，进行径流就近的消纳。将悦民公园周边天宝路、龙兴路道路雨水径流通过地表明渠引入植草沟，经植草沟转输至雨水花园消纳，超标径流溢流至市政管道。周边地块及道路雨水在雨水支管适当高程处，断接支公园蓄水模块，结合公园绿化浇洒开展

雨水回用。

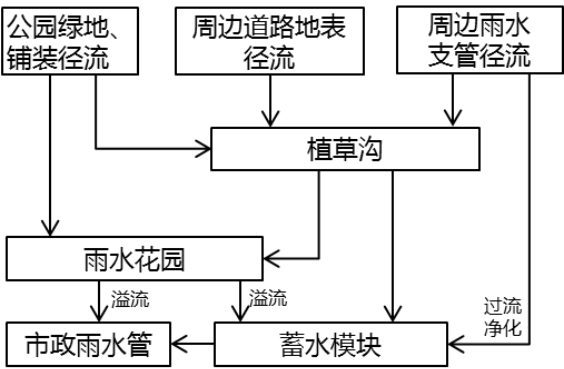


图7.150 悦民公园及周边客水径流组织技术路线图

(4) 海绵设施系统布局及规模

本项目综合采用透水铺装、植草沟、雨水花园、生态树池、蓄水模块等海绵城市设施。设施布局如下图所示。



图7.151 悦民公园海绵设施布局图

经核算，本次设计该项目本身年径流总量控制率可达 90%，同时公园可向周边道路及地块提供大于 1370m³ 的总调蓄容积，可达到项目既定目标。

7.7 植物种植设计

7.7.1 设计原则

本次设计，是利用植物来滞留、吸纳雨水的生态渗透景观。因此，植物的选择至关重要。选择植物时，耐寒性、耐湿性、耐旱性、土壤类型等都是必须考虑的，主要有以下几点原则：

(1) 优先选用本土植物，适当搭配外来物种：本土植物对当地的气候条件、土壤条件和周边环境有很好的适应能力，在人为建造中能发挥很好的去污能力并使景观具有较强的地方特色。外来物种可以在试验驯化的前提下谨慎选用，既提高物种的多样性，又避免物种入侵。

(2) 选用根系发达、茎叶繁茂、净化能力强的植物：植物对于雨水中污染物质的降解和去除机制主要有 3 个方面：一是通过光合作用，吸收利用氮、磷等物质；二是通过根系将氧气转输到基质中，在根系周边形成有氧区和缺氧区穿插存在的微处理单元，使得好氧、缺氧和厌氧微生物均各得其所，发挥相辅相成的降解作用；三是植物根系对污染物质，特别是重金属的拦截和吸附作用。因此根系发达、生长快速、茎叶肥大的植物能更好得发挥上述功能。其次降雨期间水体流动速度较快，因此要求植物拥有较深的根系。

(3) 选用既可耐涝又有一定抗旱能力的植物：设计应吸取雨水花园的理念，水量大小与降雨息息相关，存在满水期与枯水期交替出现的现象，因此种植的植物既要适应水生环境又要有一定的抗旱能力。同时作为一个需经常处理污染物的人工系统，容易滋生病虫害，所选的植物也要具有较高的抗逆性，能抗污染、抗病虫害、抗冻、抗热等。

(4) 选择可相互搭配种植的植物，提高去污性和观赏性：研究表明，不同植物的合理搭配可提高对水体的净化能力：可将根系泌氧性强与泌氧性弱的植物混合栽种，构成复合式植物床，创造出有氧微区和缺氧微区共同存在的环境，从而有利于总氮的降解；可将常绿草本与落叶草本混合种植，提高花园在冬季的净水能力；可将草本植物与木本植物搭配种植，提高植物群落的结构层次性和观赏性。

7.7.2 植物功能及作用

(1) 吸收净化

植物在生长过程中吸收碳、氮和磷，有些植物甚至分泌毒素类物质以杀灭细菌。能够有效地去除径流中的悬浮颗粒、有机污染物以及重金属离子、病原体等有害物质。

(2) 减小径流

减小水流速度、降低雨水对土壤的侵蚀、加快生境的恢复与复原等。

(3) 增加生物多样性

雨水花园一般选用当地适生的植物物种，创造出适当生物的植物生境，吸引

野生生物，如蝴蝶、蜜蜂、蜻蜓，增加生物多样性。

（4）补充地下水

通过对雨水的滞留吸纳，补充地下水源。

（5）改善城市微环境

利用植物的光合作用、蓄水特性和滤水性能，以及植物对温度、辐射和空气湿度的调节能力、吸尘能力和对城市季风运动的影响、消解城市噪音等的功效来改善城市微环境的生境。

7.7.3 种植绿化设计

（1）道路绿化

利用不同等级道路的绿化带是实现道路低影响开发控制目标的主要途径之一。整改措施包括下凹式绿化带、人行道边缘植草沟、街边生态滞留区、生态树池等。植物的选择和配置除了考虑常规道路设计中遮阴、防噪音、除尘、抗污等效果外，还要能有效消纳雨水。

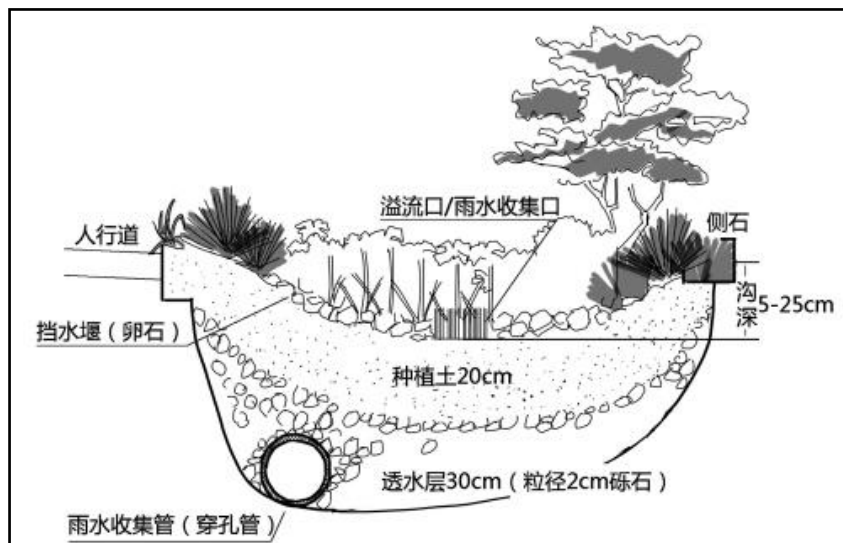


图7.152 道路绿化剖面示意图

乔木主要有国槐、栾树、垂柳、馒头柳、枫杨等；灌木可以选择黄金条、丰花月季、锦带、珍珠梅、郁李等；地被的选择耐水湿耐旱的两栖类草本植物。



图7.153 道路绿化意向

（2）建筑与小区

建筑与小区可以将建筑屋顶、建筑立面、小区中心绿地、小区道路两侧、小区停车场进行改造和利用。

1) 屋顶绿化：开展屋顶绿化，建设屋顶花园。绿色屋顶能够消纳一定的雨水量，在暴雨期可以削减现有城市污水系统的洪峰流量。屋顶绿化植物的选择取决于生长媒介以及本地的适生条件、和植物本身的表现力。所选植物可以经受强烈的太阳辐射和强风的侵袭，并能在干旱、低养分供应、寒冷和有限空间的环境中正常生长。这些植物的主要品种有：景天属植物、虎耳草属植物、石竹科、菊科植物、禾本科植物、多年生草本植物和观赏草等也都适合屋顶绿化。





图7.154 屋顶绿化意向图

2) 建筑立面绿化：建筑立面绿化能够拦截一部分雨水，起到消纳雨水，延迟径流时间的作用。所选植物沿着棚架、外墙立面、屋顶等四处蔓延、攀援、或垂吊生长，植物的选择特点是生长快、绿量大，能快速形成绿色覆盖。适宜的植物有爬山虎属、紫藤属、凌霄属、常春藤属、牵牛属、景天科等植物。



图7.155 立体绿化意向图

(3) 绿地广场

公园绿地及广场绿地的海绵措施包含建设雨水花园、植草沟、下凹式绿地、绿化带。

1) 现状绿地优化

构建以乔木为骨架、以生物多样性为基础、以地带性植物为特征、以乔灌草藤复层结构为模式的生态效益最大化的彩化体系，增加观叶、观花、观果、观干等植物，营造春花烂漫，夏荷映碧，秋林尽染、硕果累累，梅飘暗香的绿地景观效果。在普通的绿化带内建立合理的乔灌草植物的种植比例，乔木与灌木的比例

为 1: 3-6; 在绿地中, 乔木、灌木的种植比例一般应控制在 60%, 地被(麦冬/草坪)面积(乔灌木投影范围除外)不高于绿地总面积的 30%。绿乔木与落叶乔木种植数量的比例应控制在 1:3~1:4 之间。改善现状绿地植物搭配关系, 富植物景观层次, 营造四季变换的植物特色。



图7. 156 绿地配置优化意向

植物配置首先要考虑地上乔木覆盖率和多层植物覆盖率, 避免植物单一。植物的选择以耐水湿耐旱的两栖类植物为主, 乔木主要有水杉、枫杨、乌桕、湿地松、垂柳、柿子树等; 灌木主要有草木樨、雪柳、紫藤、夹竹桃、紫穗槐、妃柳等; 花卉地被植物主要有千屈菜、黄菖蒲、鸢尾、芦苇、蒲苇、细叶芒、狼尾草、燕麦草等。

2) 雨水花园植物景观

雨水花园的植物配置要根据其水的情况而定, 比如下凹式绿地内并非常年有水所以其植物配置选择的植物需要即耐旱又耐湿, 而雨水花园的植物配置选择耐水湿的植物。

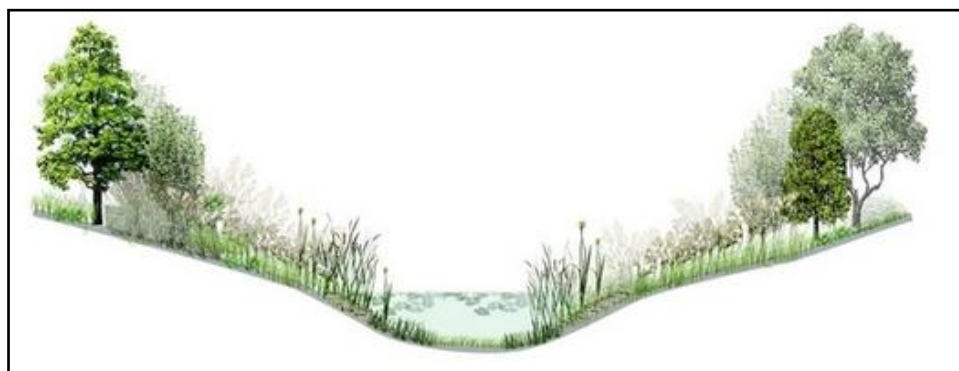


图7. 157 雨水花园剖面示意图

雨水花园与湿地不同, 应选取合适物种, 合理搭配植物群落结构。如, 深水区域由于水深原因可种植植被量较少, 应优化深水区水位设计扩大植物可配置的范围。



图7.158 雨水花园植物景观意向

雨水花园不利于乔木的生长，因而一般不选择配置乔木、宜选耐水湿型地被植物及灌木，如黄菖蒲、芦苇、芦竹、香蒲、千屈菜、美人蕉、灯芯草、鸢尾、八角金盘等。



图7.159 雨水花园植物品种意向

下凹式绿地是一种相对而言较为经济的做法，无需进行复杂的技术处理便能

够充分发挥下凹式绿地调节雨洪方面的作用。



图7.160 下凹式绿地植绿化意向图

下凹式绿地多选择耐水湿又耐旱的的地被植物，如芦苇、黄菖蒲、千屈菜、鸢尾、马蔺、美人蕉等。从景观效果方面考虑，下凹式绿地景观在设计时应与周边景观协调，植物配置宜用过渡式。



图7.161 下凹式绿地植物品种选择

3) 植草沟植物景观

植草沟一般用于城市道路的两侧、不透水地面的周边，以卵石为主，辅以耐水湿植物的滞滤沟槽，形成一个拟自然状态的沟渠。植草沟需要选用抗雨水冲刷且根系发达的植物，一般选择高度在 70mm~150mm 之间的草本植物，过高的植物可能会由于雨水冲刷二发生倒伏。植草沟内的植物种类可以较为单一，但是密度

应该稍大，植被密度越大，阻力越大，对雨水径流的延缓作用也就越大。常用于植草沟的植物有早熟禾、野牛草、狗牙根、结缕草、白三叶、麦冬等。

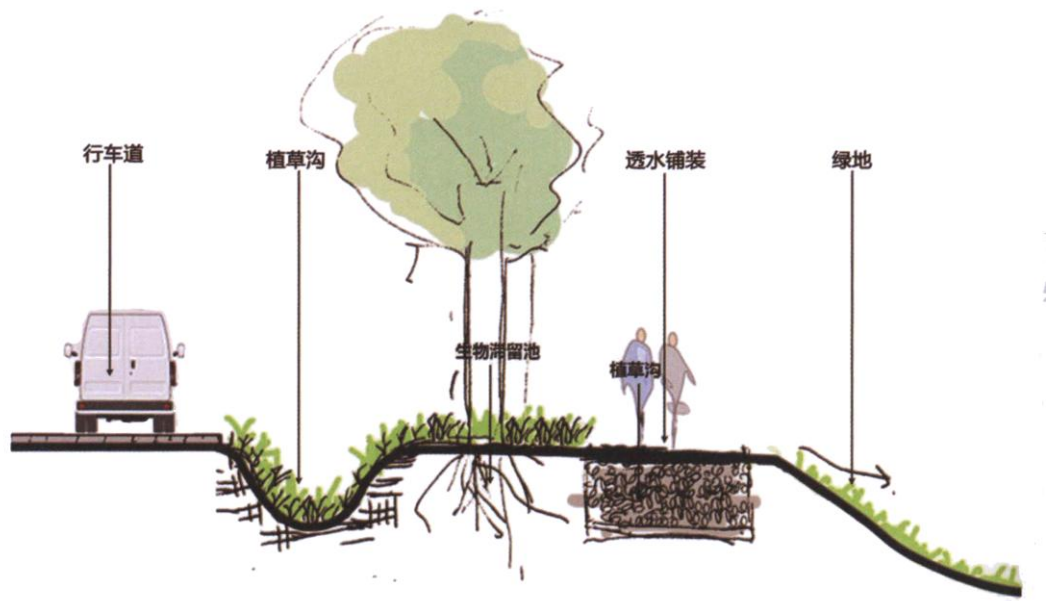


图7.162 植草沟剖面示意图



图7.163 植草沟意向图



图7.164 植草沟植物品种意向

通过景观设计，实施绿色海绵体。以生态优先为原则，建立以水安全生态格局为核心的保障措施，构建具有前瞻性的保障生态服务功能的海绵系统。

设计应用了绿色海绵营造的一系列原理，通过将部分灰色河道改造成绿色河道，通过简单的海绵设施滞蓄雨水，削减洪峰，过滤和净化水中面源污染物，为

多种生物提供栖息地，形成生物群落，在改善区域小气候的同时，对环境进行美化和提升。

公园绿地系统方案结合景观慢行系统和休憩平台的改造和丰富，为市民提供更多宜人的游憩空间和出行选择；对现有的广场空间进行改造，构建合理的城市绿地系统，实现其休闲功能与雨洪管理功能并存的设计策略；对现有的建筑屋顶及立面进行改造，消纳雨水，拓展城市空间，改善城市绿地肌理，营造生态宜居的新城风貌。结合植物群落的营造对现行城市道路绿植系统进行梳理，改变现有均质且城市化浓郁的道路绿带，形成具有古城特色的道路景观系统。

通过绿色海绵的系列改造措施，实现建设美丽许昌、塑造城市特色、建设生态文明、展示宜居城市的美好愿景。

7.8 水生态系统设计

7.8.1 设计范围

水生态系统构建工程主要布置于涉水公园水系项目内。

7.8.2 设计目标

原位水体生态修复工程实施后，拟达到以下目标：

- (1) 水体主要水质指标长效维持在地表水Ⅳ类标准，抑制水体富营养化，避免水质变差；
- (2) 水体无异味，水质清新、水色正常，展现优美的“水下森林”景观；
- (3) 水生生物多样性高，河面景观效果充分展现。

7.8.3 工程设计

水生态系统工程的应以前期调研资料及工程实践成果为设计依据，以基底改良工程为实施基础，通过各分项工程的实施，构建清水型水生态系统，并对该系统进行优化调整，建立长效运行机制，实现常态运行维护，确保水质的净化与保持。

7.8.3.1 基底改良工程

基底改良工程主要针对项目现状基底条件与存在的问题，针对未建及在建原河底土壤转变为适合高等植物健康生长的底泥，对已建项目的进行微量元素投加，

并对项目周边进行植物病原体消毒工程，为生态系统构建打下良好的基础。

（1）基底整理工程

未建及在建项目（水体未形成）在河湖底板成形后（已铺设 30cm 以上种植土），进行机械耕耘、翻晒，并在回埋的种植土中合理配比微量元素和多种营养成分，以促进高等植物快速定植，形成发达的根系和粗壮的植株，提高对病虫害的抵抗力。采用机械点播营养调节剂，进行微量元素合理配置，从而有利于高等植物根部扩张，减少高等植物根部疾病。

（2）基底微量元素配比工程微量元素在植物体内含量很少，但它对于植物的生长具有很强的专一性，通过添加各种微量元素和多种营养成分均衡营养在底质中的分布，一方面为沉水植物的根系发育提供有利条件，增强植物对环境的抗逆性；另一方面提高沉水植物对底泥、水体中以氮、磷为主营养盐的吸收利用率。针对已建项目进行定点微量元素包的投放固定，以促现有植物的快速定植，形成发达的根系和粗壮的植株，提高对病虫害的抵抗力。采用机械点播营养调节剂，进行微量元素合理配置，工程实施面积

（3）植物病原体消杀工程

已建项目在周边环境内施用具有针对性的植物病原体消杀剂，消灭蛰伏的易导致高等植物发生褐斑病、叶锈病、秆锈病、黑粉病等的细菌性病原体和霉菌，以提高高等植物成活率。

7.8.3.2 多样性生境营造工程

本工程主要利用在水系工程设计中的滨水湿地及岛屿区域设置生态鱼巢，形成丰富的生态层次，保证鱼类群落的构建。

生态鱼巢的特点

- 1) 鱼巢的设置完全符合各类鱼的生活与繁殖习性。
- 2) 鱼巢材质环保，无污染；耐腐蚀，耐老化，使用寿命长。
- 3) 鱼巢安装稳固，抗水流。

7.8.3.3 挺水植物群落构建工程

（1）挺水植物选择原则

- 1) 净化效果好，去污能力强。
- 2) 景观效果好。

3) 适应当地环境，优先选择本土植物。

4) 生态安全、易管理。

5) 根系发达。

(2) 挺水植物品种

水生美人蕉、芦苇、香蒲、黄菖蒲、旱伞草、千屈菜、石菖蒲、灯芯草、水葱、莲、梭鱼草、雨久花、德国鸢尾。

7.8.3.4 浮叶植被构建工程

(1) 浮叶植物选择原则

1) 根系发达。选择根系发达的品种，以防止风浪及水流运动对浮叶植物的干扰。

2) 有一定的美化景观效果。浮叶植物由于叶子浮在水面，直接影响人们的视觉效果，须兼顾河流的景观功能。

3) 净化效果好，去污能力强。选择对河流中营养盐有较高的净化率的品种，以降低河流

内源污染负荷。

4) 适应当地环境，优先选择本土植物。浮叶植物必须适应当地的土壤和气候条件，否则难以达到理想的处理效果。

5) 容易管理。在满足以上要求的基础上，尽量使选择的品种容易管理，减少维护的工作量。

(2) 浮叶植被品种

根据许昌市区域气候、地质地貌、以及许昌市周边区域情况，选用以下浮叶植物品种：睡莲、萍蓬草、菱。

7.8.3.5 沉水植物群落构建工程

(1) 沉水植物选择原则

1) 光补偿点低。选择光补偿点较低的品种，以适应深水型沉水植物获取光照的正常需求，保证深水型沉水植物的正常生长。

2) 净化效果好，去污能力强。选择对河流中氮、磷等污染物有较高的净化率的品种，以降低河流内源负荷，防止富营养化。

3) 季节与空间搭配原则。根据深水型沉水植物的生态习性选择不同类型的

品种进行搭配，在季节转换过程中要选择适应当地气候的品种，并根据空间情况（如底质等）进行搭配，不仅能保证深水型沉水植物的正常生长，还能增加多样性。

4) 生态安全。为防止外来物种入侵带来生态灾害，湖区植物尽量选取本土品种或外来本

土安全品种。繁殖力强的、不易控制生长区域的品种不宜选择，应选择繁殖能力和生长区域均可控的品种。

5) 容易管理。再满足以上要求的基础上，尽量使选择的品种容易管理，减少维护的工作量。

（2）沉水植物品种

根据许昌市区域气候、地质地貌、以及许昌市周边区域情况，沉水植物选用以下品种：竹叶眼子菜、菹齿眼子菜、苦草、金鱼藻、黑藻、水车前、伊乐藻。

7.8.3.6 大型底栖动物群落构建工程

（1）大型底栖动物选择原则

- 1) 摄食习性。
- 2) 生态安全。

（2）大型底栖动物品种根据许昌市区域气候、地质地貌、周边区域情况，及大型底栖动物特性，选用以下大型底栖动物：

梨形环棱螺、铜锈环棱螺、无齿蚌、褶皱冠蚌。

7.8.3.7 鱼类群落构建工程

（1）鱼类选择原则

1) 岸带鱼类选择原则。岸带是鱼类较丰富的生境，常见的种类包括岸带底层鱼类和岸带上层鱼类。岸带底层鱼类主要包括鲤鱼、鲫鱼等，这些鱼类过多一方面会影响水生植被的发展，还会扰动沉积物，促进沉积物营养盐释放，因此如何控制岸带底层和上层鱼类的数量是敞水区生态构建的主要原则。

2) 敞水区鱼类选择原则。在敞水区控制浮游植物的关键因子是浮游动物，尤其是大型枝角类，而小型鱼类是影响大型枝角类形成较大种群的不利因子，因此如何控制其数量是敞水区生态构建的主要原则。

（2）鱼类品种介绍

根据许昌市区域气候、地质地貌、周边区域情况，及鱼类的特性，选用以下鱼类品种：滤食性鱼类、腐食性鱼类、肉食性鱼类，包括：鳊、乌鳢、黄颡鱼、鲶鱼。

7.8.3.8 水质与水生生物指标监测与分析

水质与水生生物指标监测是工程实施的重要组成部分，通过水质与水生生物指标监测数据，可以了解水体的基本情况，从而建立水环境的评估与决策模型，分析和掌握污染物在水体中稀释扩散和自净化过程与平衡关系，及时调整工程建设与管理实施方案。

在水生态修复工程区设置采样点，监测的指标主要包括水质、底泥及生物指标三大类，施工期及养护期定期定量进行检测。

7.8.3.9 优化调整工程

通过对鱼类群落、高等水生植物群落、底栖生物群落优化调控，使清水型生态系统结构合理、健康，充分发挥作用，稳定、长效运行，满足较高的景观需求。

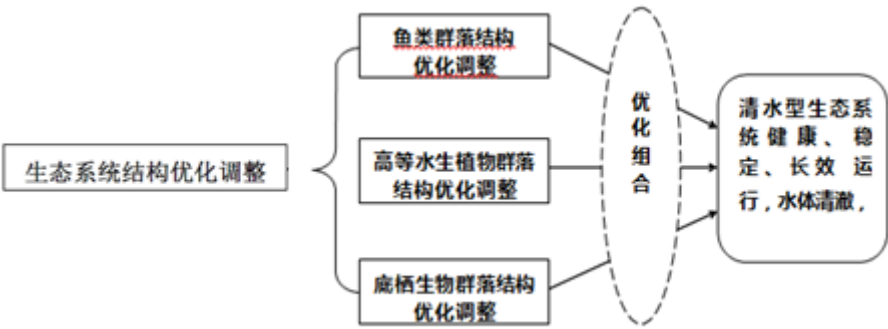


图7.165 水生态系统结构优化调整

- (1) 挺水植物与浮叶植物群落调整
 - 1) 植物栽种初期管理

植物栽种初期主要是保证其成活率。挺水和浮叶植物栽植最好在春季栽植，植物容易成活。若是在夏季进行栽植，应做好防晒措施，如设置防晒网等。
 - 2) 控制水位

挺水植物栽植时，应控制蓄水水量，使水位缓慢上升，以使挺水植物根系充分生长。
 - 3) 收割与修剪枯萎枝叶的整修清理是挺水植物养护管理的重要内容。残枝败叶堆制沤肥或深埋焚毁能减少病虫害，使植株保持美观、整齐的姿态，同时，

植物残体在水中积存，会分解产生 H₂S 等气体，使水质恶化，并导致水体营养素的循环而使水体保持富营养化状态，所以这是防止水体污染的必要措施。

挺水和浮叶植物一般在冬季枯萎，如芦苇、花叶芦竹等，此时应及时收割。植物收割是利用专用刀具收割水生植物的茎叶部分，不伤及根系。用修剪刀修剪时，整剪留茬应低矮整齐。

另外，挺水植物生长期合理修剪可有效促使其生长、开花。应根据植物生长情况，合理修剪，并结合疏删弱枝弱株，达到通风透光的目的。

4) 控制植物蔓延，适时抽稀

个别挺水型植物无性繁殖能力强，如果超过设计需要的范围不予控制，便会造成过度蔓延的状况，进而侵占其他植物的生长空间，造成灾害，应及时予以控制，控制方法为：绞拔、耙捞、建设生态隔离带或物理隔离带，或结合修剪进行整治，切除多余根蘖，防止种子散播等。

绞拔：绞拔是使用两根细竹竿夹住水生植物的冠部，并拢后用力转动，将水草缠绕在竹竿上，然后向上拖拽，就可以把水草连根拔起。这是一种选择性收获方式，可以有效控制植物的蔓延。

耙捞：耙捞是用致密的铁耙在河底拖拽，把水草连根拔起，是一种野蛮的掠夺式收获方法，能严重损伤水生植被，对能形成群丛的水生植物威胁最大。该方法只限于根除过度生长的水生植物。

生态隔离带根据挺水和浮叶植物正常生长对深水的适应范围建设，一般挺水和浮叶植物生长水深低于 1.5m，如芦苇等。生态隔离带建设一般在挺水和浮叶植物生长水域外围开挖水深 1.5m 以上，宽 4m 以上的深沟槽。

物理隔离带常使用围护、切边等措施进行土壤隔离。

5) 病虫害防治挺水植物与浮叶植物发生病虫害时，及时清除病虫害发生的枝叶，以免病虫害蔓延。一般情况下，应禁止喷洒农药。

6) 清除杂草挺水植物种植区域由于离岸带较近，杂草较易生长，应根据日常巡湖情况，及时清除杂草。

7) 疏密移植挺水植物与浮叶植物群落生长一段时间后，应及时进行疏密移植，避免某个区域挺水植物生长过为拥挤，一般在秋季实施挺水植物分株。

(2) 沉水植物群落调整沉水植物群落管理在清水型生态系统优化调整工程

中非常重要，沉水植物群落的合理引导和控制是生态系统能否长效、稳定运行的关键。

1) 提高沉水植物成活率

沉水植物成功栽植后，其成活率主要由两方面因素决定：①水体透明度的高低。水体透明度与水下真光层厚度直接相关，水体透明度越高，水下真光层越厚，即光在水下穿透的越深；②沉水植物植株上的附着物多少。沉水植物植株上附着物过多会影响其叶片接受阳光的面积，进而影响其光合作用与沉水植物成活率。沉水植物成功栽植后，应根据水质与水生生物指标检测情况作出判断，及时实施水体透明度提升工程和沉水植物表面附着物清除工程。水体透明度提升工程实施方法为：根据水质监测情况，判断水体透明度下降的原因，然后分别实施氮源削减工程、浮游植物生物量控制工程、悬浮物沉降工程。沉水植物表面附着物清除工程实施方法为：增加大型底栖动物的投放量，如梨形环棱螺、铜锈环棱螺；适度扰动沉水植物，以达到水体冲洗沉水植物的目的。

2) 收割

沉水植物休眠后，茎叶失去活性，应及时予以收割，避免发生枯叶二次污染。另外，高体型沉水植物过度生长，会影响湖面的清洁与景观，应予以及时收割。

水生植物可采取收割方式宜剃头式收割，应该采取间断分块收割。有必要根据水草生长和繁衍机理，按照草型和藻型富营养化发生机制决定水草收割时间、收割面积比例等。在水深 0.7m 以下的水面不宜收割，在其余湖面采用分条或分块间隔收割的方法顺序收割，在收割区域内暂时保留 30%水草，以合理保持沉水植物在水生态系统中的作用。

俗称“牛头刀”的大型收割刀具可以贴近河底收割。收割方法也可用长柄镰刀、脚踏收割船或割幅宽达 4~5m 的大型收割船，均可有效抑制高体型沉水植物的生长，保持湖面清洁和开敞。

3) 引导沉水植物优势种群

根据沉水植物群落结构调查数据，分析各种沉水植物在湖区中的生长优势，从优势种群中选取 2~4 种繁殖能力一般，长势较好的沉水植物进行优势种群扩增。优势种群的扩增实施方法：①补种，根据沉水植物的繁殖习性，选择合适的栽种季节，栽植植株、点播块茎、或撒播种子；②疏密移植：在沉水植物优势种

群生长较密的区域绞拔，栽植到优势种群生长稀疏的区域。

4) 控制或清除繁殖能力较强的先锋品种

生态系统构建工程初期，为了尽快净化初次蓄水，即湖区本底水质，工程实施期间引种了先锋沉水植物，其在湖区繁殖能力较强，过度生长会影响生态系统的稳定，在优化调整工程期间应予以逐步清除。清除的方法为：①绞拔。绞拔是使用两根细竹竿夹住水生植物的冠部，并拢后用力转动，将水草缠绕在竹竿上，然后向上拖拽，就可以把水草连根拔起。②耙捞。耙捞是用致密的铁耙在河底拖拽，把水草连根拔起，是一种野蛮的掠夺式收获方法，能严重损伤水生植被，对能形成群丛的水生植物威胁最大。

5) 抽稀沉水植物

沉水植物一般为多年生草本植物，有自主繁殖能力，冬季休眠后，第二年春季会重新发芽、繁殖生长。工程实践中往往出现沉水植物第一年生长旺盛，而后生长势头变弱的现象，这主要是因为沉水植物生长空间竞争激烈造成的，即前一年或几年的沉水植物繁殖力变弱，但是又没有其繁殖的空间，导致沉水植物植株不能更新换代。则，工程实践中，每年秋季，在沉水植物生长旺盛的区域进行适度抽稀，从而为沉水植物的自主繁殖与更新换代留出充足的生长空间，以保证沉水植物群落结构的稳定性、可持续性。

6) 水生植物的利用

水生植物比较可行的利用方法是养殖鱼类。黑藻、苦草、微齿眼子菜等都是养殖鱼类的良好饲料，特别是草鱼。草鱼在市场上的价格较高，生长速度较快，是较好的养殖对象。为有效利用水生植物资源，加快河道区营养盐的输出，适时收割沉水植物，然后将沉水植物转售鱼类养殖厂，达到效益最大化。

(3) 鱼类群落调整

鱼类是影响水生植物乃至整个生态系统的关键因素之一。根据鱼类生物量监测的结果，进行鱼类群落的管理，生态系统构建初期，应以肉食性鱼类群落为主，控制杂食性鱼类生物量；另外，要对各种鱼类生物量与体积进行控制。

生态系统构建工程完成后，根据鱼类群落结构监测结果，当杂食性鱼类（鲤鱼、鲫鱼、草鱼等）生物量占总生物量的比例在 20%~30%以上时，集中捕捞、电杀杂食性鱼类；另外，每年 10~11 月集中捕捞肉食性鱼类成体；每年 3~4 月，

按照设计文件进行适时放养肉食性鱼类鱼苗。

(4) 底栖动物群落调整

底栖动物的管理主要指大型底栖软体动物的管理，大型底栖动物螺、蚌等主要以保护为主，控制底栖动物性鱼类的放养，如鲤鱼等。由于水生植物的种植，水体附着基和其他理化环境会大大改善，大型底栖动物数量会显著增加，从而增强水体的自净能力和对浮游植物的控制能力。螺、蚌等初期可以适当放养，但主要以保护为主，禁止捞螺、蚌等大型底栖动物。

(5) 优化组合，建立长效运行机制

水系生态系统结构的形成是缓慢的，在完成水生高等植被的构建、食物网和底栖群落构建等工程后，初期系统还不够稳定，必须予以群落结构优化调整，使各种群之间，及与周边环境协调发展、有机融合后才能形成稳定的清水态生态系统，以长久保持水质清澈。在系统优化调整过程中，通过对系统中各个要素的连续监测来分析影响生态系统正常运行的内外因素，同时优化水生高等植被结构、食物网结构和底栖生态系统结构，统筹协调生态系统各营养级，建立水层——底栖平衡、刮食功能群——沉水植被平衡、底栖鱼类——沉水植被平衡、滤食功能群——浮游植物平衡等，最终建立稳定、长效的河流清水态生态系统。

(6) 突发性环境污染事件应急管理

1) 油脂性液体扩散：用半浮式围隔圈隔，逐渐缩小周长；油脂性液体相对集中后，向水面抛撒吸油毡，吸附后清除。

2) 藻类爆发：当水体颜色变绿、变黄，应迅速采浮游植物样送检，确定杀藻剂使用方案，进行杀藻作业；若出现藻类水华，藻类聚集在水面，立即使用除藻船进行藻类收集与水藻分离工作。

3) 水体浑浊：受一些因素影响，水体中悬浮颗粒量在较短的时间内迅速增加，导致透明度下降；可使用絮凝剂促进沉降。

4) 水体缺氧：当水体中溶解氧低于 2mg/L 时，应进行人工增氧。

5) 有毒有害物质进入局部水体：应及时使用幕帘式围隔封堵隔离，并使用潜水泵将污染水抽离。

6) 浓度很高的污水或洪水大量进入水体：应及时开放溢洪坝快速放水。

(7) 日常管理

- 1) 河内水面、水底垃圾杂物清理；
- 2) 河内水位调控；
- 3) 河内水色、鱼类活动、底栖动物栖息、植物生长等情况观察与反馈；
- 4) 防止偷捕和私自放生。

7.9 工程设计目标可达性分析

此次许昌市海绵城市建设项目的工程设计，综合利用了下沉式绿地、透水铺装、蓄水模块、植草沟、雨水花园、多孔纤维棉、生态停车场、植草砖、消能台、植被缓冲带、生态驳岸、人工湿地、雨水湿地、渗沟、新建雨水管网系统、地表调蓄设施、行泄通道、泵站前池调蓄回用、临近水系水体调蓄、植被修复等低影响开发设施、海绵城市技术，对项目建设范围内的建筑与小区、道路与管网、公园与水系三大类项目进行了海绵城市改造，通过对雨水进行渗透、滞留、蓄积回用、转输、截污净化等，可以达到雨水径流总量减排、内涝防治、径流污染控制、雨水资源化利用等多重目标。

在工程方案设计中，综合考虑了海绵城市项目建设的经济性、技术性、环境保护、水土保持、节能、安全卫生等因素：结合城市建设现状，最大程度减少了对已建成项目、尤其是新建成项目现状的干扰，避免了大拆大建等造成投资浪费的因素；依据城市相关规划，合理制定项目建设时序，最大程度减少了对居民生活出行的影响；充分利用城市原有地形地貌与竖向规划，合理组织地表径流，合理选择雨水末端出口，将海绵城市建设整体化，避免了碎片式建设；合理优化方案组合模式，减少施工期对城市环境的破坏，提升海绵城市建成后环境改善效果；重视海绵设施安全性，提升海绵城市可操作与可维护性。

综上，此次许昌市海绵城市建设项目的工程设计，可达到海绵城市建设的目标，技术经济上可行。

8 智慧运维管控系统建设

根据住建部海绵城市考核办法要求，海绵城市以绩效考核为基准，并且以绩效考核作为 PPP 项目付费基本依据。因此，需加强许昌海绵城市绩效考核与评价能力建设。根据“实施方案”，许昌市拟开展“海绵城市监测、考核一体化管控平台工程”项目，通过对排水在线监测系统及海绵城市信息管理平台的构建，对海绵城市试点建成后的各项指标进行实时监测，评估各项工程效果。提高海绵城市信息化、科学化、现代化和规范化水平。

本项目中海绵城市智慧运维管控系统的建立主要基于在线监测仪表系统、数据采集传输系统、服务器存储、大屏幕展示系统、基础软件、应用软件、人工采样与水质化验、技术咨询服务等相关实施内容。综合运用地理信息系统、数学模型、物联网、云计算等技术构建以考核评估管理、数据监测、预警为核心的智慧运维管控系统。

由于各部分建设的相关性与独立性，系统将具备七项能力建设内容：

- 1、考核动态评估优化管理及分析
- 2、地图可视化管理
- 3、实时监控平台管理
- 4、自动预警报警功能
- 5、灾害应急处置
- 6、平台建设运维与运营
- 7、智慧知识库管理

以上建设内容有效地选取信息的收集、处理、分析、决策步骤，具有全生命周期一体化、智能化、网络化、可视化、联动性的特点，最终实现许昌海绵城市建设运维过程管控与考核评估。

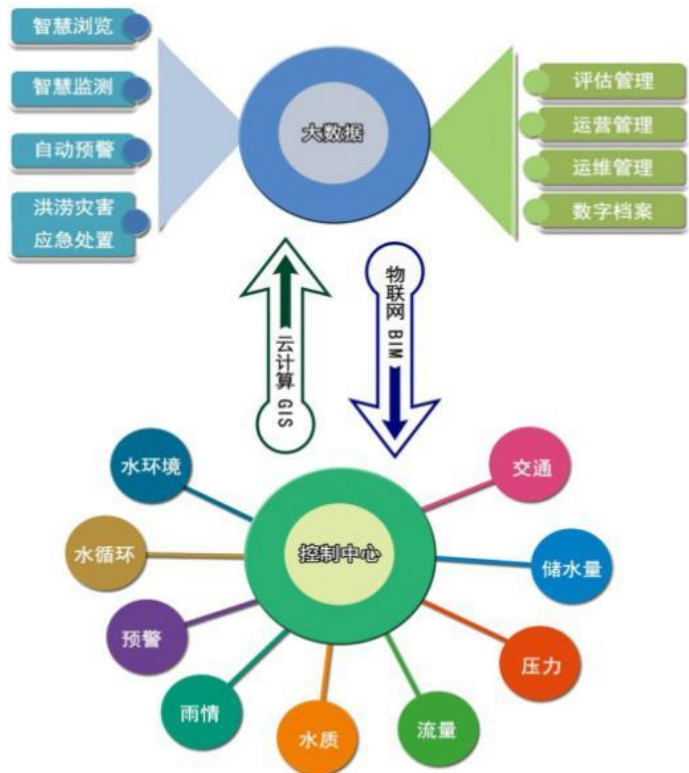
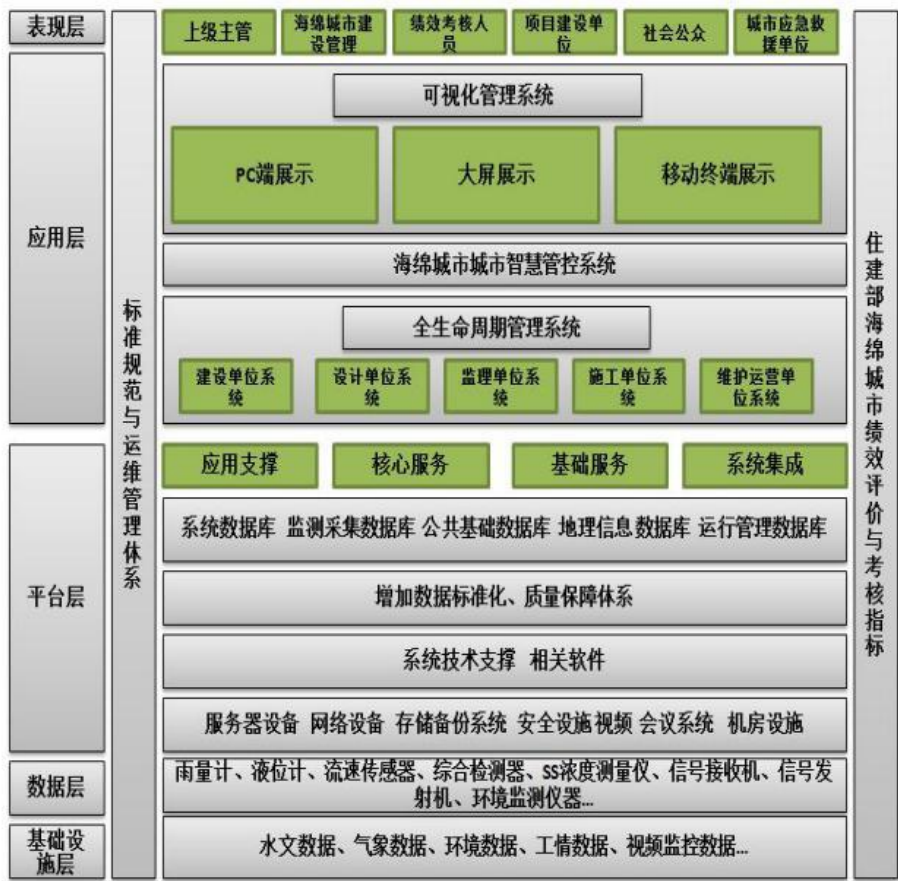


图8.1 海绵城市智慧运维管控系统总体构架图

8.1 考核动态评估优化体系

结合考核技术咨询服务，以实现许昌海绵城市建设过程管控与考核评估为目标，基于监测数据、填报数据、系统集成数据，以许昌海绵城市建设效果评价为核心。基于应用引擎中细化的各项指标的详细计算体系，利用统计分析、多点对比等方法研发相关算法。基于在线监测数据、填报数据、系统集成数据，支持海绵城市建设效果的全方位、可视化、精细化评估，并通过多种展示方式进行考核评估指标的综合展示、对比分析等。集成海绵城市相关规范、规定、规章等管理管控文件中关于海绵城市考核及评价指标，构建真实、系统、完整的考核动态评估体系，定量化评估海绵城市在“水生态、水环境、水资源、水安全”等方面的改善效果。

（1）考核技术咨询服务

根据许昌市海绵城市建设推进情况、试点项目落地情况及在线监测数据分析反馈情况，不断优化调整完善布点监测方案，提供持续的咨询改进完善服务。并且基于获取的在线监测数据，利用统计分析、模拟分析手段，对已建项目进行工程效益的自评估与内部考核，定期编制考核评估咨询报告。

（2）考核评估动态计算引擎

对考核指标进行细化分解，提出各项指标的详细计算体系，利用统计分析、多点对比等方法研发相关算法，配置考核评估参数，开发考核评估指标动态计算引擎，并支持算法和引擎的动态与维护。

（3）年径流总量控制率考核评估

基于监测数据实现关键指标年径流总量控制率的计算与考核评估，支持源头设施、地块、排水分区、示范区域的年径流总量控制率逐级追溯、动态更新。提供实际控制雨量与场次降雨达标率双重核算结果，支持年径流总量控制率实际值与设计值的相互校验分析。

（4）城市面源污染控制考核评估

以 SS 浓度为代表指标，将在线数据与实验室化验数据拟合分析。计算面源污染排放负荷，并结合历史监测数据与海绵城市下垫面监测数据，计算污染负荷削减率等，全面核算城市面源污染排放负荷。

（5）城市暴雨内涝风险考核评估

借助于 GIS 技术、计算机技术和通讯技术、建立地形模型、降雨模型、排水模型和地面特征模型等，利用历史灾情评估法、指标体系评估法、情景模拟评估法结合雨量监测数据，分析不同降雨工况下管道液位、市排水管网系统、易涝点、城市内河的水位变化规律，高精度地反应一定概率的致灾因子导致的灾害事件的影响范围与程度，直观得反应灾害风险的空间分布特征。可视化展示城市历史积水点的深度、时间及流速等情况，持不同降雨过程的雨量-液位监测曲线对比分析，实现降雨量的场次统计，液位曲线的调出，不同降雨过程的监测曲线对比分析等功能。实现城市暴雨内涝灾害防治的评估。

（6）雨水资源化利用率考核评估

基于低影响开发的理念，结合雨水资源利用率相关各项指标要求，监测各分区可收集利用雨水利用率，统计分析雨水在道路浇洒、城市绿化中的利用数据，与考核标准实时进行对比分析，有效提高雨水资源利用率。

（7）设备效能考核评估

对雨污调蓄池，管网等设备的运行，管理及整体效能进行综合评估，通过设备负荷分析，设备溢流分析等，识别影响效能的关键因素，统计区域设备的排水负荷空间，区间分布等。整体评价调蓄池等设备产生的环境效应，保障设备运行的效率 and 安全性，为优化设别运行调度，使其发挥更大效能提供依据与支持。依据的考核指标有：设备溢流量消减、溢流污染物消减、消锋、减排、降污等效果。

（8）考核指标预警分析评估

建立完善的预警指标考核体系，设置各项相关检测指标的警戒值，还可以综合排水管网中关键位置的在线监测数据和排水设施的运行信息，结合历史积累的运行数据，将当前指标的实际值，与所定目标值进行对比分析，提前进入全城预警状态。

（9）考核评估综合报表

针对海绵城市考核评估指标体系，要求各指标考核评估结果的全方位综合展示、跟踪、查询与分析。同时，预留接口，支持考核评估结果与部级海绵城市信息化综合管理平台无缝对接。使年径流总量控制率，城市防涝标准，雨水资源化利用率，溢流污染控制等达至预期控制目标。

8.2 地图可视化管理

基于通用地图（百度、高德等）实现在线监测设备及数据的定位，对标准地图服务的集成和支持，实现多源数据集成显示，根据比例尺进行地图数据的无缝切换显示，本模块的主要功能包括：

（1）地图可视化操作

通过鼠标对地图进行缩放，漫游，并提供鹰眼视图和地图书签等进行地图视图控制。

（2）地图可视化查询

快速查询片区实时状况及各项设施，如雨情，交通，调蓄池等的相关信息，实现信息的基本查询功能，分类查询，设施定位，并且能够对查询结果进行放缩，居中显示操作。实现设施的静态空间和属性信息进行综合查询，支持自定义查询模式，与监测平台联动，可将查询结果的属性信息以图形或图表的形式显示系统中。

（3）地图发布与显示

集成支持标准地图服务，支持各类专题图的生成和输出，包括但不限于调蓄池容量专题图，监测设备专题图，通讯状态专题图等。能够实现随时间演变进行专题图的动态刷新与显示；实现项目、考核指标、监测点位、等海绵建设要素的快速切换，并提供多种选择模式，方便用户单独进行要素的选择与叠加，更加系统的掌握海绵城市建设考核评估信息。

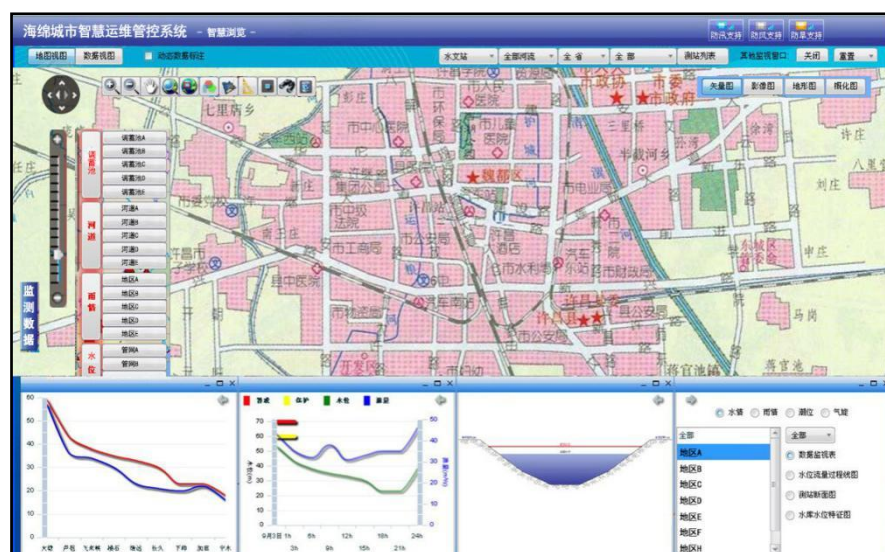


图8.2 地图可视化管理模块基本功能

8.3 在线实时监控平台管理

基于物联网，大数据，云计算等技术实现远程数据及雨情数据的同步监控，涵盖设施，设备，仪表，雨量、流量、液位、水质等多项指标的监测数据接入系统，实现层、分类、分区的智能监测并可进行人工采样复核的监测管理方案，可对各项数据进行查询，分析及可视化信息管理。为海绵城市安全运维提供可靠保障。远程监控实现多现场点的同步实时二三维联动监控，采用 B/S 架构，管理人员可通过互联网客户端访问该系统并浏览监测点的模拟画面，视频监控画面以及实时统计的数据趋势曲线等，实时掌握现场运行状态。在线数据在监测中心数据库里统一储存，提供加密的 WebService 数据接口，支持信息化管理平台及其它外部系统的数据读取与共享，满足海绵城市考核计算数据要求及手机端报警与数据查询等服务。

（1）设备设施监控管理

设施、设备在运行中可能出现因客观及主观环境的变化而产生问题或故障。其主观环境即自身状态，如受到电的、热的、机械的负荷作用，以及自然环境的影响，长期工作引起的老化、磨损，以致可靠性逐渐降低。对设备实时监控有效提高设备的利用率和安全性。同时在线监控画面应能联动地图可视化管理实时展示现场设施、设备、仪表的状态信息和读数，及设施、设备的方位等。

（2）水情监测显示

年净流量、水流速、水流量、液位、降雨量、SS 浓度等水情监测数据由各管网系统主干管，溢流点，易涝点等关键节点的在线液位计、流量计、SS 浓度监测仪等监测设备所采集得到，可对数据进行显示、查询、储存、分析和管理，并提供数据表、趋势线、分布图等多种数据展示方式。

（3）水环境监测显示

监视和测定水体中污染物的种类、各类污染物的浓度及变化趋势，评价分析水环境的过程。监测范围广泛，包括未被污染和已受污染的天然水及各种各样的工业排水等。监测得到数据类型分为两大类：一类是反映水质状况的综合指标，如温度、色度、浊度、pH 值、电导率、悬浮物、溶解氧、化学需氧量和生化需氧量等；另一类是一些有毒物质，如酚、氰、砷、铅、铬、镉、汞和有机农药等。

水环境监测主要通过设备在线智能监测及人工采样两种方式得到相关监测

数据，其中人工采样综合应用实时在线检测与实验室化验两种手段，以 SS 为典型指标建立估算关系，满足城市水环境质量、城市面源污染控制、地下水等海绵城市指标考核要求。

1) 人工降雨采样：在降雨过程中，对典型的下垫面及试点区域内排口进行人工降雨采样。

2) 实验室水质化验：样品采集后立即送至化学分析实验室，按国家标准中有关水质分析法进行各种指标的浓度的测定，化验指标以满足海绵城市考核评估及业主需求为主。

3) 水质化验报告编制：根据实验室水质指标化验结果，编制水质化验报告，用于后期评估分析。

(4) 气象监测显示

根据气象监测装置，自动将采集到的各种气象参数，包括风向、风速、雨量、气温、相对湿度、气压等，及其变化状况，通过 3G/GPRS/CDMA 网络实时的传送到中心监控分析系统，实现实时对气象数据的监控及分析。

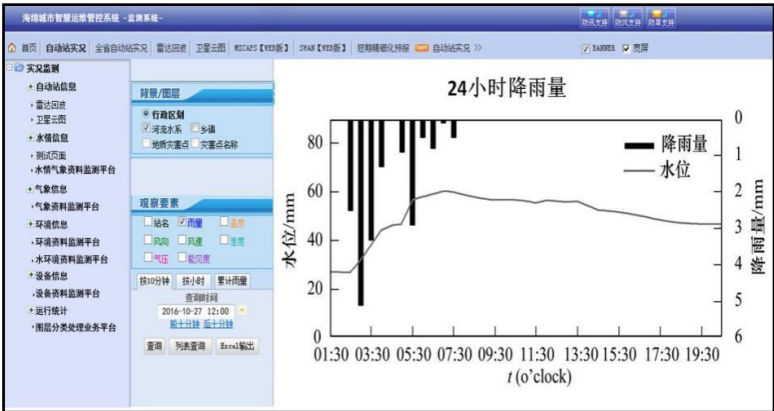


图8.3 气象监测功能界面地图



图8.4 雨情监测功能界面

（5）环境监测显示

按照规定程序和有关法规的要求，对代表环境质量及发展趋势的各种环境要素如氧气浓度、有害气体、PM2.5 等进行技术性监视、测试和解释，对环境行为符合法规情况进行执法性监督、控制和评价的全过程操作。实时掌握其分布与扩散规律，监视大气污染源的排放和控制情况。实现大气污染及空气质量的在线智能综合监测。



图8.5 环境监测功能界面

（6）运行统计

运行统计支持对监测数据生成各类运行专题图（如曲线图，柱状图等），实现对于排水管网运行信息的汇总统计，辅助管理人员掌握管网等设施总体运行状况。同时与地图可视化管理连同可在地图上直接查询相关专题图。

8.4 自动预警报警管理

一体化动态预警管理平台结合各项数据分析判断，实现与监测系统的联动控制，设置自动处理及响应流程，实现事故与事故处理方案间的自动执行与部门间的自动调度，对各类异常情况进行预警和报警功能。

（1）灾情预警推送

系统根据预先定义的标准对采集到的降雨量、水质、液位等数据进行识别分析，当发现监测指标超出警戒值，将以图标闪烁，报警列表等方式向用户及相关监控部门发出警报信息。与此同时，在线监测数据还可以结合历史累计的运行数据，根据指定区域内一定时间内的降雨强度，历时时间和防范标准等实际情况，对检查井溢流、地面积水等事故可能出现的时间，范围和等级等信息进行显示并

提前预报。



图8.6 预警报警功能界面

- (2) 设备异常预警推送
在排水泵站、管网竖井、调蓄池、污水厂等设施设备及管控中心控制楼等区域安装温湿度、火灾等自动报警系统，以便及时发现设备运行出现异常，准确发出声、光报警信号和控制命令通过网络方式接入相关管理部门。
- (3) 交通事故预警推送
系统通过采集技术选用合适的交通信息，实时监控人、车、路、环境等要素并结合相关理论进行交通安全分析。如不同车辆在极端天气状况下的制动距离，可以按照能见度将预警系统分为不同的预警等级。从信息采集设备获取交通事故信息、拥堵信息、路政信息等相关数据后，转输到相关交通监管部门,并经过分析处理，将预警等级推送到信息终端设备。（交通管控点根据预警等级进行必要的交通管制）。

8.5 灾害应急处置管理

一体化灾害应急处置管理平台，可实现在暴雨、洪涝、交通安全事故等紧急事件发生时，及时采用相关应急措施，实现对指定区域内联合调度突发事件应急处理处置方案的管理和维护。同时具备调度历史管理功能，实现对运行调度日志的维护和管理。通过调度日志可以准确掌握片区排水系统调度操作信息，便于跟踪各操作员的各项操作的详细过程。提高灾情预判能力，避免和减少突发公共事件造成的人员伤亡和危害。

(1) 应急管理

建立应急预案库，专家库，案例库，通过系统进行应急预案报告的上传，浏览，下载，导出，更新等功能操作。并对应急事件处置程序响应情况进行跟踪备案记录。结合运维管理针对不同情境环境和运行条件制定相应的预防措施和应急程序，为应急指挥调度提供分析，决策依据。

(2) 应急预案

针对各级各类可能发生的事故和所有危险源制定专项应急预案和现场处置方案，并明确事前、事发、事中、事后的各个过程中相关部门和有关人员的职责。现场处置方案应根据风险评估及危险性控制措施逐一编制，做到事故相关人员应知应会，熟练掌握，并通过应急演练，做到迅速反应、正确处置。

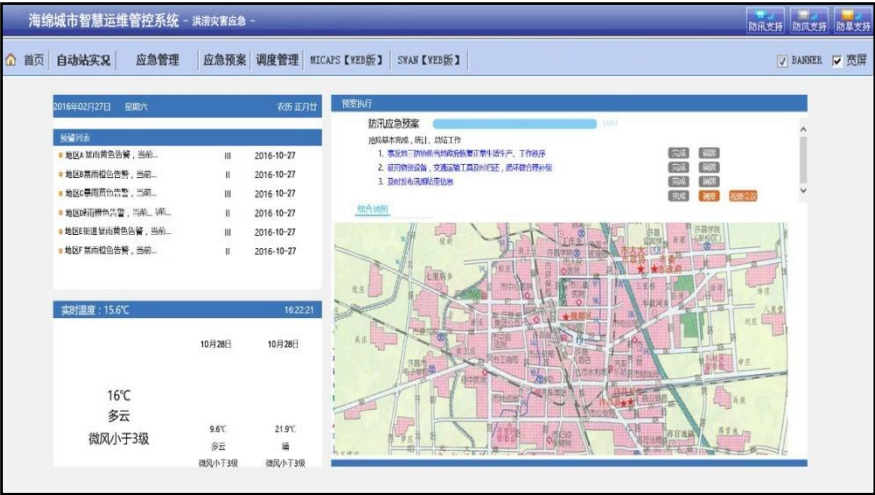


图8.7 应急预案管理功能界面

(3) 安保监控

安防监控设备应用光纤、同轴电缆或微波在其闭合的环路内传输视频信号，并从摄像到图像显示和记录构成独立完整的系统。应设置在设施区域及控制中心区域，可在特殊环境下代替人工进行长时间监视，能实时、形象、真实地反映被监控对象。同时与报警系统设备联动对非法入侵等状况进行报警。

(4) 灾害应急处置

防止事态扩大，迅速控制危险源，封锁现场，实行交通管制、启动应急机制、组建应急工作机构、开展应急救援、适时公布事件进展等。最大限度地减轻突发事件带来的影响。

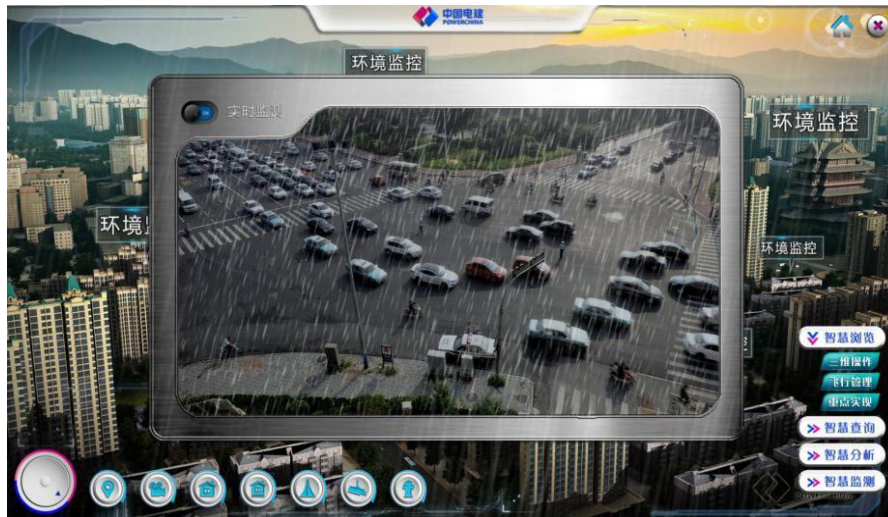


图8.8 灾情应急处置功能演示（暴雨下交通监控）

（5）灾情预判及调度管理

通过对各项监控数据，设备运行状态及蓄水空间的计算，为灾情判断提供依据。结合灾情预判实现对调度策略的远程控制与执行，系统提供自动调度及人工手动调度两种方式实现调度方案执行，即相关部门可以根据具体情况选择实施控制联动，由系统执行调度方案，也可以选择人工操作通过控制界面下达调度指令，依据调度方案远程控制设备。

8.6 平台建设运维与运营

许昌市海绵城市运维与运营平台服务于海绵城市建设管控工作，支撑许昌试点区及全域海绵城市建设全生命周期管理与考核评估。

（1）平台建设运维管理

结合当今运维管理理念开发的一体化运维管理平台，可实现交互状态下的设备检修、养护，设备状态等相关内容的处置与处理，同时通过数字化、信息化手段将软件系统整体运行环境，初始化配置，角色权限等进行统一管理，维护系统的安全性和稳定性。

1) 基础软硬件平台：基于信息系统运行与安全保护等级的基本要求，采购和部署各类系统运行所需的软件平台与计算机硬件平台，保证管控考核平台的正常运行。同时，相关行政主管部门可以通过该系统对海绵性设施所有者或管理者进行专门的上岗培训。

2) 应用平台：实现海绵城市建设、运维与考核的全流程管理，包括数据采集、专题图、项目管控、考核评估、公众参与、用户权限等管理。不仅项目建设

的环保措施的实施起到监督作用，而且增强了项目环评的合理性和社会可接受性，确保各项措施的可行性、合理性。



图8.9 公众参与功能演示

(2) 平台建设运营管理

运营管理功能主要对资源决策、财务分析等运营能力及盈利能力进行分析，同时进行人员、能耗、运营、维护等成本管理，实现对运营过程的计划、组织、实施和控制的综合高效管理模式，为一体化运营管理平台提供核心支持。

8.7 智慧知识库管理

利用先进数字化管理模式，实现海绵城市规划建设的全过程信息化，档案管理信息化体系的建立，支撑海绵城市全生命周期管理，另一方面，可以实现快速查阅国家标准与项目背景。

(1) 各项相关标准：实现对国家各项相关标准，法律法规及企业标准的查询。

(2) 相关制度：实现对系统运行制度、维护制度的查询。

(3) 维护日志：日志文件对系统监控、调度历史、设备维护、历史报警及安全审计等相关活动提供记录过的有价值的信息，如生成数据调查监控报告、确定事故高频发生范围、恢复系统等。

(4) 工程概况：以图文并茂等富媒体形式对工程信息进行展示，其主要包括：工程总造价、施工条件、开竣工日期、建筑面积、结构形式、图纸设计完成情况、承包合同等。

9 工程项目年度建设计划

根据项目实际进度安排,并结合许昌市海绵城市建设需求的轻重缓急,按照试点区域八个汇水分区分区管控要求,各项目进度计划共划分在,海绵改造建设时序安排如下表所示。

表9.1 海绵改造工程建设时序安排

| 序号 | 汇水分区 | 项目分类 | 项目名称 | 责任单位 | 开工时间 | 竣工时间 |
|----|------|----------|----------------------|------------|------------------|--------------------|
| 1 | I | 道路与雨水管网类 | 昌盛路(滨河路—文峰北路)海绵改造工程 | 建安区 | 2017.6 | 2018.5 |
| 2 | | 道路与雨水管网类 | 镜水路(新元大道—尚德路)海绵改造工程 | 建安区 | 2017.6 | 2018.5 |
| 3 | | 道路与雨水管网类 | 尚德路(滨河路—镜水路)海绵改造工程 | 建安区 | 2017.6 | 2018.5 |
| 4 | | 道路与雨水管网类 | 尚集街(滨河路—文峰北路)海绵改造工程 | 建安区 | 2017.6 | 2018.5 |
| 5 | | 道路与雨水管网类 | 滨河路(新元大道—永昌西路)海绵改造工程 | 建安区 魏都区 | 2017.6 2017.7 | 2018.5 2018.5 |
| 6 | II | 道路与雨水管网类 | 兴平路(永兴西路—永昌西路)海绵改造工程 | 魏都区 | 2017.7 | 2018.5 |
| 7 | | 道路与雨水管网类 | 恒丰路(永昌西路—万通街)海绵改造工程 | 魏都区 | 2017.7 | 2018.5 |
| 8 | | 道路与雨水管网类 | 万通街(滨河路—魏文路)海绵改造工程 | 魏都区 示范区 | 2017.6 2017.6 | 2017.11 2017.11 |
| 9 | | 道路与雨水管网类 | 宏腾路(滨河路—学院路)海绵改造工程 | 魏都区 示范区 | 2017.6 2017.6 | 2017.12 2017.11 |
| 10 | | 道路与雨水管网类 | 隆昌路(滨河路—学院路)海绵改造工程 | 魏都区 示范区 | 2017.6 2017.6 | 2017.11 2017.11 |
| 11 | | 建筑与小区类 | 产业集聚区管委会海绵改造工程 | 魏都区 | 2017.6 | 2017.12 |
| 12 | | 道路与雨水管网类 | 文轩路(兴平路—文峰路)海绵改造工程 | 魏都区 | 2017.6 | 2017.11 |
| 13 | | 道路与雨水管网类 | 龙兴路(八龙路—学院路)南海绵改造工程 | 东城区 | 2017.5 | 2017.12 |
| 14 | | 道路与雨水管网类 | 八龙路(文轩路—天宝路)海绵改造工程 | 东城区 | 2017.6 | 2018.5 |
| 15 | | 建筑与小区类 | 迎宾馆海绵改造工程 | 东城区 | 2017.6 | 2017.12 |
| 16 | IV | 道路与雨水管网类 | 明礼街(学院路—魏武大道)海绵改造工程 | 示范区 | 2017.6 | 2017.11 |

| 序号 | 汇水 分区 | 项目分类 | 项目名称 | 责任单位 | 开工 时间 | 竣工 时间 |
|----|----------|----------------------|--|---------|----------|----------|
| 17 | | 道路与雨水管网类 | 礼贤路（龙兴路—陈庄街） 海绵改造工程 | 东城区 | 2017.5 | 2017.12 |
| 18 | | 道路与雨水管网类 | 魏武大道（新元大道—龙 泉街、昌盛路—明礼街、 陈庄街—礼贤路）海绵改 造工程 | 建安区 | 2017.10 | 2018.5 |
| | | | | 示范区 | 2017.10 | 2018.10 |
| | | | | 东城区 | 2017.12 | 2018.5 |
| 19 | 建筑与小区类 | 留学生创业园公共建筑海 绵改造工程 | 示范区 | 2017.10 | 2017.7 | |
| 20 | Ⅷ | 道路与雨水管网类 | 龙泉街（滨河路—魏武大 道）海绵改造工程 | 建安区 | 2017.6 | 2018.5 |
| 21 | | 道路与雨水管网类 | 聚贤街（文峰北路—魏文 路）海绵改造工程 | 建安区 | 2017.10 | 2018.10 |
| 22 | | 道路与雨水管网类 | 莲苑路（龙泉街—周庄街、 芙蓉大道—尚德路）海绵 改造工程 | 建安区 | 2017.10 | 2018.5 |
| | | | | 示范区 | 2017.11 | 2018.11 |
| 23 | 其他 | 公园水系湿地类 | 清潁河带状公园海绵改造 工程 | 建安区 | 2017.8 | 2018.10 |
| | | | | 魏都区 | 2016.11 | 2017.11 |
| 24 | | 公园水系湿地类 | 学院河饮马河带状公园海 绵改造工程 | 建安区 | 2017.5 | 2017.10 |
| | | | | 示范区 | 2017.10 | 2018.6 |
| | | | | 东城区 | 2017.8 | 2018.10 |
| 25 | | 公园水系湿地类 | 鹿鸣湖公园海绵改造工程 | 东城区 | 2017.5 | 2017.11 |
| 26 | | 公园水系湿地类 | 悦民公园一、二标段海绵 改造工程 | 东城区 | 2017.5 | 2017.12 |
| 27 | | 公园水系湿地类 | 芙蓉湖公园及芙蓉广场海 绵改造工程 | 示范区 | 2017.6 | 2017.12 |
| 28 | | 公园水系湿地类 | 北海公园海绵改造工程 （北海段） | 建安区 | 2017.8 | 2018.10 |
| 29 | | 能力建设类 | 监测及一体化管控平台 | 海绵办 | 2017.7 | 2018.12 |

10 维护管理

10.1 维护管理主体

本项目由 PPP 投资商和政府共同组建海绵城市建设项目公司，由海绵城市建设项目公司负责海绵设施的运营和维护，主要包括 PPP 项目内的河湖水系、雨水水泵站及管网、调蓄设施、透水性路面、园林绿化等的海绵设施运维。

10.2 维护管理监督

(1) 相关行政主管部门应对海绵性设施所有者或管理者进行专门的上岗培训。

(2) 相关行政主管部门应定期对海绵性设施进行检查，包括工程运行、设施维护过程记录等，项目运营期 15 年。

表10.1 海绵性设施监督检查工作一览表

| 设施名称 | 检查时间间隔 | 检查/维护重点 |
|------|------------------|-----------------|
| 集水设施 | 非汛期：1 个月，汛期：10 天 | 污/杂物清理排除 |
| 输水设施 | 1 个月 | 污/杂物清理排除、渗漏检查 |
| 处理设施 | 非汛期：3 个月，汛期：1 天 | 污/杂物清理排除、设备功能检查 |
| 储存设施 | 6 个月 | 污/杂物清理排除、渗漏检查 |
| 监控设施 | 15 日 | 设备功能检查 |
| 安全设施 | 1 个月 | 设备功能检查 |

10.3 运营成本测算

根据当地市场调研并考虑一定的市场波动行动，进行本项目的运营费用测算，具体见下表。

表10.2 运营维护成本测算

| 维护项目 | 单价 | 数量 | 单位 | 总额（万元） |
|---------|-------|--------|---------|--------|
| 绿化 | 5.00 | 518985 | 元/平方米/年 | 259.49 |
| 保洁 | 4.5 | 113711 | 元/平方米/年 | 51.17 |
| 管网维护 | 30.00 | 28861 | 元/米/年 | 86.58 |
| 蓄水设施维护 | 45.00 | 15720 | 元/立方米/年 | 70.74 |
| 湿地、湿塘 | 20.00 | 50150 | 元/平方米/年 | 100.30 |
| 驳岸 | 25.00 | 6400 | 元/米/年 | 16.00 |
| 年运营维护成本 | | | | 584.29 |

11 保障措施

11.1 组织保障

11.1.1 领导机构

许昌市委、市政府高度重视海绵城市建设工作，发布《中共许昌市委许昌市人民政府关于成立许昌市海绵城市建设工作领导小组的通知》（许文[2015]46号），成立了高规格的推进海绵城市建设工作领导小组。

11.1.2 办公室职责与设置

领导小组办公室设在市住房和城乡建设局，住建局局长任办公室主任，具体负责日常工作。办公室职责：负责统筹推进海绵城市建设工作，决策建设工作中的重要事项，协调解决工作中的重大问题，研究相关政策。建立高效的协调机制，明确各级各部门职责分工，定期开展重点问题会商、重大项目推进，实现信息交流共享、进度按时报送等。

11.1.3 成员单位责任分工

市住建局：牵头组织海绵城市建设专项规划、海绵城市建设试点实施方案等规划方案编制工作，海绵城市建设相关制度体系建设，以及海绵城市建设项目的建立、海绵城市建设实施意见等。

市规划局：修编城市总体规划、制定海绵城市规划设计导则、提出海绵城市建设试点区域规划设计管控指导意见。

市水务局：负责水务相关专项规划编制、制度体系建设。

市气象局：负责建立城市暴雨监测预警体系。

市财政局：负责建立保障社会资本正常运营和合理收费的费价制度、海绵城市建设财政奖补制度、中长期财政预算制度和海绵城市建设专项配套资金制度。

另外，各县、区也成立相应的海绵城市建设工作领导小组。各级政府要切实加强对海绵城市建设工作的组织领导，细化分解任务，建立推进机制，推动海绵城市建设工作规范、高效、有序开展。要强化监督检查和绩效考核，实行责任制和问责制，定期督查、通报有关情况，严格实施奖惩。各有关部门要建立统一指挥、整体联动、部门协作、责任落实的联动机制。

11.2 制度保障

11.2.1 政策制定机制

为推动海绵城市建设工作的有效进展与实施，许昌市根据海绵城市建设指导思想和相关技术要求，结合城市规划建设基本情况，制定了一系列配套政策制度，涵盖组织保障、规划建设管控、河湖水系保护与管理、投融资与投融资机制、技术规范与标准、雨水及再生水利用、城市防洪防涝预警应急机制建设、绩效考核与监督等方面。

表11.1 许昌市海绵城市建设政策保障体系

| 编号 | 文件 | 文号或日期 |
|----|---|---------------|
| 1 | 《中共许昌市委许昌市人民政府关于成立许昌市海绵城市建设工作领导小组的通知》 | 许文[2015]46 号 |
| 2 | 《许昌市海绵城市建设工作领导小组关于建立海绵城市建设工作联席会议制度的通知》 | 许海绵领[2015]1 号 |
| 3 | 《许昌市海绵城市建设工作领导小组关于印发许昌市海绵城市建设试点创建工作任务分解的通知》 | 许海绵领[2015]2 号 |
| 4 | 《许昌市人民政府关于全面推进海绵城市建设的意见》 | 许政[2015]48 号 |
| 5 | 《许昌市海绵城市建设工作领导小组关于印发许昌市海绵城市规划建设管理暂行办法的通知》 | 许海绵领[2015]4 号 |
| 6 | 《许昌市人民政府办公室关于印发许昌市城市区域雨水排放管理办法的通知》 | 许政办[2015]41 号 |
| 7 | 《许昌市人民政府办公室关于印发许昌市城市雨水调蓄利用实施办法的通知》 | 许政办[2015]68 号 |
| 8 | 《许昌市人民政府办公室关于印发许昌市城市蓝线管理办法的通知》 | 许政办[2015]35 号 |
| 9 | 《许昌市人民政府办公室关于印发许昌市城市中水利用管理办法的通知》 | 许政办[2015]63 号 |
| 10 | 《许昌市人民政府印发关于加强水系连通工程环境保护和管理的意见和许昌市市区河湖水系供水调度管理办法（试行）》 | 许政[2015]55 号 |
| 11 | 《许昌市人民政府办公室关于印发许昌市水环境生态补偿暂行办法的通知》 | 许政办[2010]66 号 |
| 12 | 中共许昌市委办公室许昌市人民政府办公室印发《许昌市市区河湖水系管理考核奖惩办法（试行）》的通知 | 室文[2016]13 号 |
| 13 | 《许昌市人民政府办公室关于转发污水处理厂低水温状态下提升出水标准确保断面达标实施方案的通知》 | 许政办[2015]14 号 |
| 14 | 《许昌市创建国家节水型城市工作领导小组关于持续抓好国家节水型城市创建工作的实施意见》 | 许创水[2013]1 号 |
| 15 | 《许昌市人民政府关于印发许昌市城市河流清洁行动实施方案的通知》 | 许政[2014]58 号 |
| 16 | 《许昌市人民政府关于加快水系连通工程建设工作的意见》 | 许政[2013]40 号 |

许昌市海绵城市建设 PPP 项目可行性研究报告

| | | |
|----|--|-----------------|
| 17 | 《许昌市人民政府办公室关于进一步完善许昌市水生态环境补偿暂行 | 许政办[2014]38 号 |
| 18 | 《许昌市人民政府关于推进生态文明建设试点工作的意见》 | 许政[2013]39 号 |
| 19 | 《许昌市人民政府办公室关于印发许昌市海绵城市建设 PPP 运作模式管理办法（试行）的通知》 | 许政办[2015]45 号 |
| 20 | 《许昌市人民政府办公室关于印发许昌市推广运用政府与社会资本合作（PPP）模式实施意见（试行）的通知》 | 许政办[2015]39 号 |
| 21 | 关于印发《许昌市海绵城市建设财政中长期投资计划及资金奖补暂行办法》的通知 | 许财建[2016]3 号 |
| 22 | 《许昌市海绵城市建设工作领导小组关于印发在全市推行低影响开发建设模式实施意见的通知》 | 许海绵领[2015]5 号 |
| 23 | 许昌市财政局许昌市住房和城乡建设局关于印发《许昌市海绵城市专项资金管理暂行办法》的通知 | 许财建[2015]19 号 |
| 24 | 《许昌市人民政府办公室关于印发许昌市政府向社会力量购买服务实施办法的通知》 | 许政办[2015]38 号 |
| 25 | 《许昌市人民政府关于实行最严格水资源管理制度的实施意见》 | 许政[2014]25 号 |
| 26 | 《许昌市人民政府办公室关于转发许昌市发展绿色建筑实施方案的通知》 | 许政办[2015]37 号 |
| 27 | 《许昌市人民政府关于印发许昌市建设节约型城市园林绿化指导意见的通知》 | 许政[2014]39 号 |
| 28 | 《许昌市海绵城市建设工作领导小组关于印发许昌市海绵城市建设工作督查办法的通知》 | 许海绵领[2015]3 号 |
| 29 | 《许昌市政府向社会力量购买服务实施办法的通知》 | 许政办[2015]38 号 |
| 30 | 《许昌市海绵城市建设财政中长期投资计划及资金奖补暂行办法》 | 许财建[2016]3 号 |
| 31 | 《许昌市海绵城市专项资金管理暂行办法》 | 许财建[2015]19 号 |
| 32 | 《许昌市暴雨监测预报预警系统建设方案》 | 许气发[2014]23 号 |
| 33 | 《许昌市城区排水防涝应急预案及 2015 年市区重点部位排水防涝工作方案的通知》 | 许城汛[2015]1 号 |
| 34 | 《许昌市市区防汛指挥部关于印发许昌市城区排水防涝应急预案及 2015 年市区重点部位排水防涝工作方案的通知》 | 许城汛[2015]1 号 |
| 35 | 许昌市城乡规划局关于印发《许昌市海绵城市建设试点区域规划设计管控指导意见》和《许昌市海绵城市规划设计导则》的通知 | 许城规[2015]58 号 |
| 36 | 《许昌市中心城区排水（雨水）防涝综合规划(2015-2030)》 | 2016 年 4 月 22 日 |
| 37 | 《许昌市供水及节约用水专项规划(2015-2030)》 | 2016 年 4 月 21 日 |
| 38 | 《许昌市排水、污水处理、再生水利用和污泥处置设施专项规划(2015-2030)》 | 2016 年 4 月 21 日 |
| 39 | 《许昌市人民政府关于印发许昌市建筑垃圾管理及资源化利用实施细则的通知》 | 许政[2015]78 号 |
| 40 | 《许昌市人民政府办公室转发市住房城乡建设局关于做好建筑垃圾综合利用工作意见的通知》 | 许政办[2013]70 号 |

11.2.2 管控机制

对海绵城市建设试点区域范围内的所有新建、改建、扩建工程项目实行严格管控，规划部门将海绵城市建设的原则、目标和技术要求落实到城市总体规划、控制性详细规划、修建性详细规划和各相关专项规划编制、审查，纳入选址意向书、建设用地规划许可证、建设工程规划许可证审核范围和监督管理等工作中，使海绵城市设施与主体工程同时规划设计、同时施工、同时竣工运营使用。

11.2.3 项目运行机制

在公共服务领域推广政府和社会资本合作（PPP）模式，有助于提高公共服务效率，为社会资本提供更多投资机会；有助于政府转变职能，建设法治政府、服务政府。为更好的推广运用政府和社会资本合作项目的开展，许昌市成立许昌市政府和社会资本合作项目管理中心（以下简称 PPP 项目管理中心），PPP 项目管理中心设立在市投资总公司，主要承担政府和社会资本合作的政策研究、项目储备、项目评估、信息管理、宣传培训等任务。

PPP 模式并非万能，政府不能当“甩手掌柜”。通过 PPP 模式引入社会资本方，并不意味着政府提供公共服务责任的完全转移。因此，必须对 PPP 项目库进行动态管理，规范项目运作方式，推动项目签约落地，大力促进 PPP 项目在许昌稳步推进。

（1）项目申报和筛选。PPP 项目管理中心向市发改委征集潜在 PPP 项目。政府发起的 PPP 项目由项目行业主管部门以实施方案的方式向 PPP 项目管理中心推荐；社会发起的 PPP 项目由社会资本方以实施方案的方式向 PPP 项目管理中心推荐。PPP 项目管理中心会同发改、财政和项目行业主管部门对推荐项目进行评估论证和筛选，从项目资本结构、定价调价机制、责任风险分担、产出质量与效益、绩效目标实现、运营维护成本、融资方案和中长期财政补贴（财政承受能力论证）等进行重点评估，平衡项目财务效益和社会效益。必要时可委托专业机构提供咨询。依据筛选结果，由 PPP 项目管理中心建立许昌市 PPP 项目储备库，并向社会公开。

（2）合作伙伴选择。PPP 项目管理中心会同财政部门对项目方案进行物有所值和财政承受能力验证，通过验证的，由项目行业主管部门报政府审核；未通过验证的，可在实施方案调整后重新验证。

项目方案审查通过后，项目行业主管部门应按照《中华人民共和国政府采购法》及有关规定组织开展招标，同等对待各类投资主体，对合作伙伴需要满足的条件提出明确要求，综合评估合作伙伴专业资质、技术能力、管理经验和财务实力等因素，择优选择诚实守信、安全可靠的合作伙伴。

(3)规范项目合同管理。政府或授权实施单位与项目合作伙伴在平等协商、依法合规的基础上订立项目合同，合同中应明确项目功能、绩效要求、付款方式、风险分担、收益调整、争议解决程序、退出机制、监督管理等事项。PPP 项目管理中心要制定标准化的项目合同文本。

合同的调整由项目行业主管部门根据项目运营情况、公众满意度等提出申请，由财政部门、PPP 项目管理中心提出初步审核意见，最终由政府审核同意后适时调整价格、收费标准、财政补贴、租金等；项目实施机构、社会资本或项目公司未履行项目合同约定义务的；应承担相应违约责任；包括停止侵害、消除影响、支付违约金、赔偿损失以及解除项目合同等；在项目实施过程中，可就发生争议且无法协商达成一致的事项，依法申请仲裁或提起民事诉讼。

(4)项目组织实施。PPP 项目管理中心作为专门协调机构，负责项目评审、组织协调和检查督导等工作；项目行业主管部门负责项目准备、采购、监管和移交等工作。PPP 项目管理中心和项目行业主管部门监督各方履行合同约定，按时足额出资设立项目公司，项目融资由社会资本或项目公司负责，社会资本或项目公司未按照合同约定完成融资的，PPP 项目管理中心可提取履约保函直至终止项目合同；同时应做好监督管理工作，防止企业债务向政府转移。

项目行业主管部门应根据合同约定，监督社会资本或项目公司履行合同义务，定期监测项目产出绩效指标，编制月报、季报、年报，并分别报送财政部门 and PPP 项目管理中心备案。

(5)合作绩效评价。PPP 项目管理中心、项目行业主管部门及相关职能部门，建立健全综合性评价体系，对项目的绩效目标实现程度、运营管理、资金使用、公共服务质量、公众满意度等进行绩效评价，绩效评价结果依法对外公开，接受社会监督。同时，要根据评价结果，依据合同约定对价格或补贴进行调整，激励社会资本通过管理创新、技术创新提高公共服务质量。视项目合作周期，每隔 3 至 5 年对合作项目实行一次中期评估，重点分析项目运行状况及合同的合规

性、适应性和合理性，评估风险并制定应对措施。

(6) 合作项目移交。项目合作期满，由项目行业主管部门牵头，PPP 项目管理中心和有关职能部门组建项目移交工作组，依据合同约定进行项目移交，做好移交资产的评估、性能测试及资金补偿，依法办理过户和管理权移交手续。项目移交完成后，PPP 项目管理中心应组织有关部门对项目产出、成本效益、监管成效、可持续性、政府和社会资本合作模式运用等进行绩效评价。评价结果作为开展政府和社会资本合作管理工作决策的参考依据。

11.2.4 项目监管机制

(1) 项目监管主体

各 PPP 项目的主要监管主体为相关政府机构、各合同签订方和社会公众。从许昌市政府机构的设置和项目所涉及的审批监管部门来看，各 PPP 项目中涉及行政监管的部门主要有以下三类：

1) 行业主管部门：根据许昌市政府授权，与项目公司签订 PPP 项目协议，并对项目的投资、建设及运营进行监督管理的政府部门。

2) 职能监管部门：包括各级发改、财政、国土、住建、水利、环保、审计等部门，主要是在项目前期承担各类审批职责，并在各自职权范围内履行监管职责。

3) 一般监管部门：根据各自的职责范围对本项目的建设和运营等相关方面进行监管，履行其相应职能，其关系紧密程度可能弱于职能监管部门，如电力、城管、公安、工商等。

除此之外，与项目公司有业务联系的其他机构，如金融机构、保险机构、设备供应商及监理机构等均通过相应合同的约定进行履约监管。

(2) 项目监管内容和方式

按照 PPP 模式的要求，作为公共事业最终责任主体的政府需要实现从“经营者”到“监管者”的转变，切实履行从前期准入到项目运营全过程的监管职责。PPP 项目监管主要包括行政监管、履约管理和公众监督三个方面，涵盖 PPP 项目的完整生命周期。

1) 行政监管

行政监管是行政机关根据法律、法规授予的行政权力，对项目公司、从业人

员和各相关方实施监督、检查、奖惩、勒令整改等一系列行为的统称。在国内目前的法律和机构框架内，行政监管仍然是 PPP 项目前期最主要的监管方式。

就海绵城市所涉及的 PPP 项目而言，前期阶段的选定投资人、规划、可研、立项、投资等一系列工作均需要行业主管部门、职能监管部门（规划、发改、建委、环保等）等相关部门的各项审批，即政府部门履行 PPP 项目的准入监管和投资监管职责。从建设阶段开始，行政审批减少，行政监管的重点有所转移，主要集中在公共安全、环境保护、价格及绩效等方面。

①公共安全

在项目建设期和运营期均可能发生影响公共安全的事件。各相关行政部门（建设、安检、质检等）应在各自职权内对项目实施安全监督检查，防范重大安全事故发生。监管职责包括但不限于：建设工程安全检查、生产运营设施达标检查、工程项目完工验收等。

②环境保护

环境保护是项目公司应尽之责。在项目建设过程中，环保局等相关部门也应加强环境保护监督，防止因施工管理不到位造成环境污染。项目运营过程中，应由行业主管部门牵头，对污水排放达标情况，水环境治理达标情况进行严格的监督检查，并制定定期检查及不定期抽查制度，辅以完善的奖惩制度，以保证项目在运营过程中不污染环境。

③价格监管

价格监管是重要的监管内容，政府应该保留对各项目成本及监督审核的权利。建立合理的调价机制、政府补贴及激励分成机制，是政府部门实施价格监管的关键。因为价格监管的本质不是限价，而是通过对价格的管理，寻求公众、政府和投资人之间的利益平衡。对于委托运营类项目，服务费的支付和调整与项目公司的运营绩效挂钩，因而价格的制定应该综合价格主管部门、行业主管部门和财政部门的多方意见，同时还要重视政府定价项目的价格调整规定及流程，形成公开透明、科学合理的制定和调整机制。

④绩效监管

行业主管部门应会同相关职能监管部门制定完善的项目绩效评价体系，加强对项目全生命周期的考核。不仅只关注短期的工程建设质量，更加注重运营期服

务质量标准的制定和落实，以检验服务效果，切实施行基于运营绩效的付费制度。

除了按照协议对服务验收达标进行日常考核并据此支付相关服务费用外，行业主管部门需要建立定期评估机制，全面评估项目的技术、管理运营和财务表现，督促投资人持续改进项目管理水平，提升公共服务效率。

2) 履约管理

履约管理是基于政府与项目公司间的合同关系实现的。政府授权的 PPP 项目签约方是政府方履约管理的责任主体。其按照项目协议约定，督促项目公司落实相关承诺。该监管方式的效力并非来自行政权力，而是政府与社会资本双方基于平等的民商事合同关系共同协商的结果。

项目协议理清了签约各方的权利义务边界，对政府授权、项目设施的建设运营、协议终止、设施移交等关键环节，以及运营补贴、绩效评价、服务管理等重要事项均有约定。从项目各阶段看，履约管理的重点内容在建设期主要是建设质量、工期和成本管理，在运营期主要是运营绩效，移交阶段的监管重点则为移交资产的完好性。其中，运营期监管是履约管理的重点，包括不间断运营、安全运营等各项细化要求。

履约监管的范围限于项目协议确定的权利义务边界。对于项目协议有所约定的情形，各方需遵从合同约定；对于项目协议没有约定的情形，双方应本着“平等、友好”的原则协商解决。值得注意的是，项目协议对签约各方均具有同等的约束力。政府在依约监管的同时，也需本着“诚信守约”的契约精神，履行自己的义务，这对于项目顺利推进具有重大意义。

3) 公众监督

在信息散播日益迅速、民众参与意识日益高涨的今天，发挥公众的监督作用越发重要。政府应该鼓励公众的参与，以促进项目公司服务水平和管理水平的提升。项目公司也非单纯的公众监督的被动承受者，应主动建立一套有效的公众沟通机制，具体包括以下方面：

① 重大事项公示

在处理涉及公众利益的相关问题上，应该主动提前公示，如环保、拆迁、价格调整、紧急疏散、运营计划调整等事项。

公示的渠道应当包括但不限于：政府和项目公司的官方网站、官方微博、微

信号、运营车辆和站台提示牌、当地主要媒体等。根据事件的影响范围和重要程度，双方可选择合适的信息发布渠道。

如果单一方向的信息告知不足以解决相关问题，可能还会涉及利益相关方的意见征询、座谈、电话访问具有交互功能的形式。

②建立通畅的公众意见反馈的渠道

如设立投诉热线、开通具有信息反馈功能的官方微博、微信号等，并指定专门的部门或人员负责，对公众意见提供反馈。

③搭建媒体沟通平台

项目公司可根据企业的人力资源情况，设立新闻办公室或类似机构，负责官方信息平台的维护运营、媒体关系的处理、公众信息的搜集和反馈等。

④重大事项的听证机制

按照我国的法律规定，在涉及价格调整等敏感问题时需要遵循听证程序。政府相关部门需根据法律规定，履行必要的程序。

行政监管、履约管理、公众监督三方面并非边界明晰独立，而是一个相互交织的系统。在当前国内 PPP 项目监管体系并不完善的情况下，行政监管仍然是监管的主要方式。但行政监管在一些关键问题上，有时会显得鞭长莫及，如后续运营效果的评估和持续改善、运营成本的监督等。未来，随着履约管理和公众监督在 PPP 项目监管中受到越来越多的重视，基于项目协议的履约管理和广泛的公众参与将对 PPP 项目的公共监管体系的完善起到很大的促进作用。

11.3 资金保障

许昌市海绵城市试点建设在资金筹措方面坚持“以地方和社会投入为主，中央投入为辅”的原则，对于公共建筑雨水综合利用改造、道路与管网改造以及河道治理等系统性工程采用 PPP 模式，充分且有效地吸引社会资本参与实施各类项目的投资、建设和运营，减少政府的财政压力。

自海绵城市创建工作开展以来，许昌市财政局认真贯彻市委、市政府的决策部署，在海绵城市建设工作领导小组的统一领导下，积极履行工作职责，认真完成工作任务，确保了创建工作高起点、高标准进行。市财政局先后制定了《许昌市推广运用政府和社会资本合作（PPP）模式实施意见》、《海绵城市建设专项资金管理办法》、《海绵城市建设财政中长期投资计划及资金奖补暂行办法》、《许昌

市海绵城市建设 PPP 运作模式管理办法（试行）》、《许昌市海绵城市建设试点区域财政承受能力报告》和《海绵城市建设试点财政预算 2016—2018 年三年滚动计划》。

11.4 绩效评估

海绵城市建设考核评估应坚持科学性、合理性、适用性等原则，进行全面、分级评价，依照海绵城市建设需统筹工程措施和非工程措施，可将绩效评价指标体系分为定量与定性指标。通过评价，明晰海绵城市各类、各项指标的实现程度，反映海绵城市建设带来的能力变化，从而检验海绵城市建设带来的中长期趋势变化，找准海绵城市建设工作的成效和不足，进而更进一步推动海绵城市建设工作。

根据住建部发布的《海绵城市建设绩效评价与考核指标（试行）》及许昌市具体情况，进行分级、分对象评价，形成较完善的评价指标体系。

11.4.1 绩效考核评定方法

海绵城市绩效考核评定需对各类、各项指标提出切实可行的确定方法，并以此作为评价指标评分标准的依据，制定评价指标评分表，进而完善奖惩机制。

根据指标性质及各指标之间的重要程度，分别对定量和定性指标进行评分，定量指标总分为 60 分，定性指标总分为 40 分，总分 100 分。实施效果分为优秀等级（90 分以上）、良好等级（80 分以上）、一般等级（60 分以上）三个等级。

表11.2 定量指标评分表

| 序号 | 指标 | 分值 | 方法 | 评分标准 |
|----|----------|----|--|--|
| 1 | 年径流总量控制率 | 10 | 结合相关设计图纸与现场勘测，对试点区域内雨水设施的衔接关系、汇水面积、有效调蓄容积进行计算，判断设施的设计降雨量标准及对应的年径流总量控制率(必要时结合实际降雨的连续监测分析进行辅助判断)，进而利用加权平均的方法逐层计算得到试点区域的多年平均径流总量控制率；同时，结合气象部门提供的近 3 年的连续降雨数据，通过长历时连续降雨的模型模拟，辅助分析试点区域近 3 年平均径流总量控制率。 | 考核年限内，未达标准不得分。 |
| 2 | 生态岸线恢复 | 5 | 查看相关设计图纸、规划，现场检查等。 | 生态岸线恢复长度达到标准，得 5 分；每减少 10%，扣 1 分，分数扣完为止。 |

| | | | | |
|----|------------|---|---|--|
| 3 | 城市热岛效应 | 2 | 查阅气象资料，可通过红外遥感监测评价。 | 考核年限内，热岛强度值未降低，不得分。 |
| 4 | 水环境质量 | 5 | 委托具有计量认证资质的检测机构开展水质检测。 | 低于《地表水环境质量标准》IV类标准或劣于海绵城市建设前的水质，不得分。 |
| 5 | 城市径流污染控制 | 8 | 委托具有计量认证资质的监测机构对试点区域内各类雨水设施的径流污染物（如 SS 等）削减率进行监测，并结合试点区域年径流总量控制率评价结果，计算确定年径流污染总量削减率。必要时，进行长历时连续降雨的模型模拟分析，辅助确定年径流污染总量削减率。溢流污染控制率通过对管网排放口流量与水质进行连续监测获得。 | 城市面源污染控制达标率达到标准得 8 分，低于 50%不得分。 |
| 6 | 污水再生利用率 | 5 | 统计污水处理厂（再生水厂、中水站等）的污水再生利用量和污水处理量。 | 考核年限内，达到同级城市平均水平，得 2 分；达到相应指标得 5 分。 |
| 7 | 雨水资源利用率 | 8 | 查看相应计量装置、计量统计数据和计算报告等。 | 考核年限内，达到同级城市平均水平，得 5 分；每增加 1%加 1 分。 |
| 8 | 管网漏损控制 | 2 | 查看相关统计数据。 | 考核年限内，达到标准得 3 分，每降低 1%加 1 分。高于标准不得分。 |
| 9 | 城市暴雨内涝灾害防治 | 7 | 查看降雨记录、监测记录等，必要时通过模型辅助判断。 | 考核年限内，未达标准不得分。 |
| 10 | 饮用水安全 | 3 | 查看水源地水质检测报告和自来水厂出厂水、管网水、龙头水水质检测报告。检测报告须由有资质的检测单位出具。 | 超过相应规范标准的不得分。 |
| 11 | 连片示范效应 | 5 | 查看规划设计文件、相关工程的竣工验收资料。现场查看。 | 项目占地比例达到标准得 3 分，每增加 1%加 1 分；不达标或低于 60%不得分。 |

表11.3 定性指标评分表

| 序号 | 指标 | 分值 | 方法 | 评分标准 |
|----|------------|----|--|--|
| 1 | 规划建设管控制度 | 10 | 查看出台的城市控详规、相关法规、政策文件等。 | 有具有相应资质的规划机构编制、并经政府主管部门批准的海绵城市总体规划和详细规划，得 4 分；出台相应法规得 2 分；出台相应政策得 2 分；规划执行并落实到位，得 2 分。 |
| 2 | 蓝线、绿线划定与保护 | 5 | 查看当地相关城市规划及出台的法规、政策文件。 | 有具有相应资质的规划机构编制或修编、并经政府主管部门批准的蓝线和绿线规划，得 1 分；出台相应法规得 1 分；出台相应政策得 1 分；规划执行并落实到位，得 2 分。 |
| 3 | 技术规范与标准建设 | 5 | 查看地方出台的海绵城市工程技术、设计施工相关标准、技术规范、图集、导则、指南等。 | 有具有相应资质的设计机构编制、并经政府主管部门批准的技术规范标准等，得 2 分；执行并落实到位，得 3 分。 |
| 4 | 投融资机制建设 | 10 | 查看出台的政策文件等。 | 出台相应政策得 5 分；执行并落实到位，得 5 分。 |
| 5 | 绩效考核与奖励机制 | 5 | 查看出台的政策文件等。 | 出台相应政策得 2 分；执行并落实到位，得 3 分。 |
| 6 | 产业化 | 5 | 查看出台的政策文件、研发与产业基地建设等情况。 | 出台相应政策得 2 分；执行并落实到位，得 3 分。 |

11.4.2 考核评估实施

在工程建设的不同阶段，针对试点区、项目或地块、具体设施三个层次的考核对象，其考核指标各不相同，不同的考核指标需要制定不同的考核评估实施办法。

（1）规划设计阶段

在设计阶段，由于具体设施或者项目还没有进行建设，因而此阶段主要考虑采用模型辅助模拟和设计方案的图纸审查等方式进行考核。具体指标考核方式如下表所示。

表11.4 许昌市海绵城市建设规划设计阶段考核指标考核方式表

| 层级 | 考核指标 | 考核方式 |
|-----|----------|--------|
| 试点区 | 年径流总量控制率 | 模型模拟计算 |

| | | |
|-------|--------------|--------|
| | 地表水水质达标率 | 模型模拟计算 |
| | 内涝积水点消除率 | 模型模拟计算 |
| | 年雨水资源化利用率 | 水量平衡计算 |
| 管控分区 | 年径流总量控制率 | 模型模拟计算 |
| | 地表水水质达标率 | 模型模拟计算 |
| | 面源污染削减率 | 模型模拟计算 |
| | 内涝积水点消除率 | 模型模拟计算 |
| | 年雨水资源化利用率 | 水量平衡计算 |
| 项目或地块 | 径流峰值削减率 | 模型模拟计算 |
| | 年径流总量控制率 | 模型模拟计算 |
| | 面源污染削减率 | 模型模拟计算 |
| | 透水铺装率 | 图纸审查 |
| | 下凹式绿地率 | 图纸审查 |
| | 绿色屋顶率 | 图纸审查 |
| | 不透水下垫面径流控制比例 | 图纸审查 |

(2) 建设施工阶段

在建设施工阶段，由于具体设施处于在建中没有运行，因而此阶段全部考核指标均采用项目建设方填报表格上报，政府部门随机抽查的模式进行考核。

(3) 运行管理阶段

在运行管理段，由于具体设施或者项目已经建设完成并运行，故此阶段全部指标均采用监测的方式进行考核。

11.4.3 考核及结果上报制度

第一，在下阶段将根据本计划深化完善，并编制许昌市海绵城市建设考核办法，建立完善的考核制度。在项目实施过程中，加强工程质量、运营标准的全程监督，确保公共产品和服务的质量、效率和延续性。

第二，以海绵城市一体化监测考核平台为依托，由许昌市海绵城市领导小组监测各地块和项目的控制指标，同时对重要节点进行管理和控制，汇总统计许昌市海绵城市的整体信息，分析考核结果，并通过上报系统向省级或国家主管部门汇报，形成海绵城市的集中管理系统，为许昌市主管部门和项目建设运营单位的管控平台提供基础技术支持，也为省级或国家考核评估海绵城市建设情况提供

依据。在监测结果上报方面，坚持做到无缝衔接，保证具体设施和项目的监测指标和具体建设进度能够实施通过考核平台进行上报和汇总分析，为许昌市海绵城市建设提供必要的依据。同时，年径流控制率等试点区层面的考核指标，也将通过平台实时进行上报。

第三，在监测考核中鼓励推进第三方评价，对公共产品和服务的数量、质量以及资金使用效率等方面进行综合评价，评价结果向社会公示，作为价费标准、财政补贴以及合作期限等调整的参考依据。通过多方参与考核评审、设置较大权重的公众满意度指标、加大考核结果公开力度以及强化问责机制等措施确保考核制度的权威性，针对不同主体功能区，考核内容和指标应有所调整。根据考核结果，以及低影响开发措施的实施效果进行付费。

12 主要工程量及设备材料表

表12.1 海绵设施工程量汇总

| 建筑与小区类 | | | | | |
|---------|------------------|-------|----|--------|------|
| 编号 | 项目名称 | 设施类型 | 单位 | 工程量 | 备注 |
| 1 | 产业集聚区管委会海绵改造工程 | 高位花坛 | m² | 80 | |
| | | 雨水花园 | m² | 1600 | |
| | | 植草沟 | m | 100 | |
| | | 植草砖 | m² | 500 | |
| | | 绿地 | m² | 1680 | 拆除 |
| 2 | 留学生创业园公共建筑海绵改造工程 | 下沉式绿地 | m² | 4700 | |
| | | 雨水花园 | m² | 5400 | |
| | | 绿地 | m² | 10100 | 拆除 |
| 3 | 迎宾馆海绵改造工程 | 下沉式绿地 | m² | 1060 | |
| | | 雨水花园 | m² | 2000 | |
| | | 植草沟 | m | 300 | |
| | | 绿地 | m² | 3060 | 拆除 |
| 公园水系湿地类 | | | | | |
| 编号 | 项目名称 | 设施类型 | 单位 | 工程量 | 备注 |
| 1 | 北海公园海绵改造工程（北海段） | 透水铺装 | m² | 2000 | |
| | | 雨水花园 | m² | 1250 | |
| | | 下沉式绿地 | m² | 5320 | |
| | | 植草沟 | m | 6180 | |
| | | 生态驳岸 | m | 2500 | |
| | | 多孔纤维棉 | m³ | 400 | |
| | | 石材铺装 | m² | 5500 | 拆除 |
| | | 绿地 | m² | 40200 | 拆除 |
| | | 混凝土驳岸 | m | 2500 | 拆除 |
| 2 | 清潞河带状公园海绵改造工程 | 透水铺装 | m² | 18000 | |
| | | 雨水花园 | m² | 20600 | |
| | | 下沉式绿地 | m² | 81200 | |
| | | 植草沟 | m | 25700 | |
| | | 植被修复 | m² | 106250 | 水土保持 |
| | | 雨水湿地 | m² | 21000 | |
| | | 石材铺装 | m² | 18000 | 拆除 |
| | | 绿地 | m² | 229700 | 拆除 |
| 3 | 学院河饮马河海绵改造工程 | 雨水花园 | m² | 16800 | |
| | | 植草沟 | m | 13650 | |
| | | 植被修复 | m² | 64250 | 水土保持 |
| | | 下沉式绿地 | m² | 35000 | |
| | | 雨水湿地 | m² | 19500 | |
| | | 绿地 | m² | 96500 | 拆除 |

| | | | | | |
|--------|---------------------|-------|----|-------|----|
| 4 | 芙蓉湖公园及芙蓉广场海绵改造工程 | 透水铺装 | m² | 600 | |
| | | 雨水花园 | m² | 12600 | |
| | | 下沉式绿地 | m² | 16000 | |
| | | 植草沟 | m | 3500 | |
| | | 植被缓冲带 | m² | 10000 | |
| | | 生态驳岸 | m | 1600 | |
| | | 多孔纤维棉 | m³ | 530 | |
| | | 石材铺装 | m² | 6000 | 拆除 |
| | | 绿地 | m² | 30000 | 拆除 |
| 5 | 鹿鸣湖公园海绵改造工程 | 透水铺装 | m² | 3711 | |
| | | 雨水花园 | m² | 6240 | |
| | | 下沉式绿地 | m² | 9320 | |
| | | 植草沟 | m | 2500 | |
| | | 植被缓冲带 | m² | 3600 | |
| | | 生态驳岸 | m | 2300 | |
| | | 雨水湿地 | m² | 9650 | |
| | | 多孔纤维棉 | m³ | 400 | |
| | | 石材铺装 | m² | 3400 | 拆除 |
| | | 绿地 | m² | 30000 | 拆除 |
| | | 混凝土驳岸 | m | 2305 | 拆除 |
| 6 | 悦民公园一、二标段海绵改造工程 | 透水铺装 | m² | 20500 | |
| | | 生态树池 | 座 | 150 | |
| | | 雨水花园 | m² | 9500 | |
| | | 植草沟 | m | 1800 | |
| | | 多孔纤维棉 | m³ | 200 | |
| | | 混凝土铺装 | m² | 10500 | 拆除 |
| | | 绿地 | m² | 12000 | 拆除 |
| 道路与管网类 | | | | | |
| 编号 | 项目名称 | 设施类型 | 单位 | 工程量 | 备注 |
| 1 | 昌盛路（滨河路—文峰北路）海绵改造工程 | 下沉式绿地 | m² | 6000 | |
| | | 透水铺装 | m² | 2000 | |
| | | 多孔纤维棉 | m³ | 220 | |
| | | 绿地 | m² | 6000 | 拆除 |
| | | 硬质铺装 | m² | 2000 | 拆除 |
| 2 | 镜水路（新元大道—尚德路）海绵改造工程 | 下沉式绿地 | m² | 21000 | |
| | | 透水铺装 | m² | 3000 | |
| | | 多孔纤维棉 | m³ | 700 | |

| | | | | | |
|---|---------------------|----------|----------------|-------|-----------|
| | | 新建雨水管网 | m | 361 | DN1400 |
| | | 新建雨水管网 | m | 412 | DN1500 |
| | | 新建雨水管网 | m | 591 | DN2000 |
| | | 矩形检查井 | 座 | 32 | 钢筋混凝土 |
| | | 管道直槽开挖支护 | m | 1364 | 平均埋深 5m |
| | | 沥青路面 | m ² | 4500 | 新建 |
| | | 绿地 | m ² | 21000 | 拆除 |
| | | 硬质铺装 | m ² | 3000 | 拆除 |
| | | 沥青路面 | m ² | 4500 | 拆除 |
| 3 | 龙泉街（滨河路—魏武大道）海绵改造工程 | 下沉式绿地 | m ² | 4700 | |
| | | 门字式管道出水口 | 座 | 1 | 浆砌石 DN800 |
| | | 蓄水模块 | m ³ | 330 | |
| | | 多孔纤维棉 | m ³ | 350 | |
| | | 新建雨水管网 | m | 535 | DN1400 |
| | | 新建雨水管网 | m | 351 | DN1600 |
| | | 新建雨水管网 | m | 464 | DN1800 |
| | | 矩形检查井 | 座 | 30 | 钢筋混凝土 |
| | | 管道直槽开挖支护 | m | 1350 | 平均埋深 5m |
| | | 沥青路面 | m ² | 4000 | 新建 |
| | | 绿地 | m ² | 4700 | 拆除 |
| | | 沥青路面 | m ² | 4000 | 拆除 |
| 4 | 尚德路（滨河路—镜水路）海绵改造工程 | 下沉式绿地 | m ² | 3900 | |
| | | 多孔纤维棉 | m ³ | 130 | |
| | | 新建雨水管网 | m | 273 | DN1100 |
| | | 新建雨水管网 | m | 673 | DN1400 |
| | | 新建雨水管网 | m | 558 | DN1800 |
| | | 矩形检查井 | 座 | 35 | 钢筋混凝土 |
| | | 管道直槽开挖支护 | m | 1504 | 平均埋深 5m |
| | | 沥青路面 | m ² | 4500 | 新建 |

| | | | | | |
|---|----------------------|----------|----------------|-------|-----------|
| | | 绿地 | m ² | 3900 | 拆除 |
| | | 沥青路面 | m ² | 4500 | 拆除 |
| 5 | 尚集街（滨河路—文峰北路）海绵改造工程 | 下沉式绿地 | m ² | 8000 | |
| | | 透水铺装 | m ² | 6800 | |
| | | 多孔纤维棉 | m ³ | 270 | |
| | | 新建雨水管网 | m | 258 | DN1100 |
| | | 新建雨水管网 | m | 701 | DN1200 |
| | | 新建雨水管网 | m | 536 | DN1600 |
| | | 矩形检查井 | 座 | 35 | 钢筋混凝土 |
| | | 管道直槽开挖支护 | m | 1495 | 平均埋深 5m |
| | | 沥青路面 | m ² | 4000 | 新建 |
| | | 绿地 | m ² | 8000 | 拆除 |
| | | 硬质铺装 | m ² | 6800 | 拆除 |
| | | 沥青路面 | m ² | 4000 | 拆除 |
| 6 | 聚贤街（文峰北路—魏文路）海绵改造工程 | 植草沟 | m | 2400 | |
| | | 多孔纤维棉 | m ³ | 150 | |
| | | 门字式管道出水口 | 座 | 2 | 浆砌石 DN800 |
| | | 新建雨水管网 | m | 258 | DN1100 |
| | | 新建雨水管网 | m | 517 | DN1200 |
| | | 新建雨水管网 | m | 902 | DN2000 |
| | | 新建雨水管网 | m | 275 | DN2700 |
| | | 矩形检查井 | 座 | 45 | 钢筋混凝土 |
| | | 管道直槽开挖支护 | m | 1952 | 平均埋深 5m |
| | | 沥青路面 | m ² | 7500 | 新建 |
| | | 沥青路面 | m ² | 7500 | 拆除 |
| 7 | 兴平路（永兴西路—永昌西路）海绵改造工程 | 下沉式绿地 | m ² | 12500 | |
| | | 透水铺装 | m ² | 4000 | |
| | | 多孔纤维棉 | m ³ | 410 | |
| | | 新建雨水管网 | m | 264 | DN1000 |

| | | | | | |
|---|-----------------------------|----------|----------------|-------|---------|
| | | 新建雨水管网 | m | 528 | DN1600 |
| | | 新建雨水管网 | m | 582 | DN1800 |
| | | 新建雨水管网 | m | 373 | DN2000 |
| | | 矩形检查井 | 座 | 40 | 钢筋混凝土 |
| | | 管道直槽开挖支护 | m | 1747 | 平均埋深 5m |
| | | 沥青路面 | m ² | 5500 | 新建 |
| | | 绿地 | m ² | 12500 | 拆除 |
| | | 硬质铺装 | m ² | 4000 | 拆除 |
| | | 沥青路面 | m ² | 5500 | 拆除 |
| | | | | | |
| 8 | 文轩路（兴平路— 文峰路）绵改造工程 | 下沉式绿地 | m ² | 4700 | |
| | | 透水铺装 | m ² | 6400 | |
| | | 多孔纤维棉 | m ³ | 160 | |
| | | 人工调蓄池 | m ³ | 580 | |
| | | 新建雨水管网 | m | 420 | DN1200 |
| | | 新建雨水管网 | m | 330 | DN1600 |
| | | 新建雨水管网 | m | 596 | DN2000 |
| | | 新建雨水管网 | m | 938 | DN2200 |
| | | 矩形检查井 | 座 | 50 | 钢筋混凝土 |
| | | 管道直槽开挖支护 | m | 2284 | 平均埋深 5m |
| | | 沥青路面 | m ² | 7500 | 新建 |
| | | 绿地 | m ² | 4700 | 拆除 |
| | | 硬质铺装 | m ² | 6400 | 拆除 |
| | | 沥青路面 | m ² | 7500 | 拆除 |
| | | | | | |
| 9 | 恒丰路（永昌西路— 万通街）海绵改 造工程 | 下沉式绿地 | m ² | 3200 | |
| | | 多孔纤维棉 | m ³ | 110 | |
| | | 新建雨水管网 | m | 690 | DN1400 |
| | | 新建雨水管网 | m | 605 | DN1600 |
| | | 矩形检查井 | 座 | 28 | 钢筋混凝土 |
| | | 管道直槽开挖支护 | m | 1295 | 平均埋深 5m |

| | | | | | |
|----|---------------------|----------|----------------|-------|---------|
| | | 沥青路面 | m ² | 3500 | 新建 |
| | | 绿地 | m ² | 3200 | 拆除 |
| | | 沥青路面 | m ² | 3500 | 拆除 |
| 10 | 明礼街（学院路—魏武大道）海绵改造工程 | 下沉式绿地 | m ² | 3300 | |
| | | 蓄水模块 | m ³ | 650 | |
| | | 多孔纤维棉 | m ³ | 250 | |
| | | 绿地 | m ² | 3300 | 拆除 |
| 11 | 礼贤路（龙兴路—陈庄街）海绵改造工程 | 透水铺装 | m ² | 2600 | |
| | | 雨水花园 | m ² | 4800 | |
| | | 植草沟 | m | 1600 | |
| | | 多孔纤维棉 | m ³ | 160 | |
| | | 绿地 | m ² | 4900 | 拆除 |
| 12 | 龙兴路（八龙路—学院路）南海绵改造工程 | 雨水花园 | m ² | 3000 | |
| | | 植草沟 | m | 1500 | |
| | | 多孔纤维棉 | m ³ | 100 | |
| | | 绿地 | m ² | 5250 | 拆除 |
| 13 | 八龙路（文轩路—天宝路）海绵改造工程 | 下沉式绿地 | m ² | 9200 | |
| | | 透水铺装 | m ² | 6800 | |
| | | 多孔纤维棉 | m ³ | 310 | |
| | | 新建雨水管网 | m | 300 | DN900 |
| | | 新建雨水管网 | m | 549 | DN1000 |
| | | 矩形检查井 | 座 | 20 | 钢筋混凝土 |
| | | 管道直槽开挖支护 | m | 849 | 平均埋深 5m |
| | | 沥青路面 | m ² | 2000 | 新建 |
| | | 绿地 | m ² | 5740 | 拆除 |
| | | 沥青路面 | m ² | 2000 | 拆除 |
| 14 | 滨河路（新元大道—永昌西路）海绵 | 下沉式绿地 | m ² | 18500 | |
| | | 透水铺装 | m ² | 6000 | |

| | | | | | |
|----|--------------------------------------|----------|----------------|-------|---------|
| | 改造工程 | 多孔纤维棉 | m ³ | 610 | |
| | | 新建雨水管网 | m | 609 | DN1400 |
| | | 新建雨水管网 | m | 1031 | DN1600 |
| | | 新建雨水管网 | m | 1850 | DN2200 |
| | | 矩形检查井 | 座 | 65 | 钢筋混凝土 |
| | | 管道直槽开挖支护 | m | 2881 | 平均埋深 5m |
| | | 沥青路面 | m ² | 10000 | 新建 |
| | | 绿地 | m ² | 18500 | 拆除 |
| | | 硬质铺装 | m ² | 6000 | 拆除 |
| | | 沥青路面 | m ² | 10000 | 拆除 |
| 15 | 莲苑路（龙泉街—周庄街、芙蓉大道—尚德路）海绵改造工程 | 下沉式绿地 | m ² | 7300 | |
| | | 透水铺装 | m ² | 6000 | |
| | | 多孔纤维棉 | m ³ | 240 | |
| | | 新建雨水管网 | m | 299 | DN1100 |
| | | 新建雨水管网 | m | 434 | DN1400 |
| | | 新建雨水管网 | m | 613 | DN1500 |
| | | 矩形检查井 | 座 | 30 | 钢筋混凝土 |
| | | 管道直槽开挖支护 | m | 1346 | 平均埋深 5m |
| | | 沥青路面 | m ² | 4000 | 新建 |
| | | 绿地 | m ² | 2920 | 拆除 |
| | | 沥青路面 | m ² | 4000 | 拆除 |
| 16 | 魏武大道（新元大道—龙泉街、昌盛路—明礼街、陈庄街—龙兴路）海绵改造工程 | 下沉式绿地 | m ² | 21000 | |
| | | 透水铺装 | m ² | 8000 | |
| | | 蓄水模块 | m ³ | 4700 | |
| | | 植草沟 | m | 6000 | |
| | | 多孔纤维棉 | m ³ | 1730 | |
| | | 新建雨水管网 | m | 958 | DN1500 |
| | | 新建雨水管网 | m | 437 | DN1800 |
| | | 新建雨水管网 | m | 3010 | DN2000 |

| | | | | | |
|----|--------------------|----------|----------------|-------|---------------------|
| | | 矩形检查井 | 座 | 100 | 钢筋混凝土 |
| | | 管道直槽开挖支护 | m | 4405 | 平均埋深 5m |
| | | 沥青路面 | m ² | 14000 | 新建 |
| | | 绿地 | m ² | 17000 | 拆除 |
| | | 硬质铺装 | m ² | 8000 | 拆除 |
| | | 沥青路面 | m ² | 14000 | 拆除 |
| 17 | 万通街（滨河路—魏文路）海绵改造工程 | 下沉式绿地 | m ² | 11000 | |
| | | 透水铺装 | m ² | 5000 | |
| | | 多孔纤维棉 | m ³ | 370 | |
| | | 新建雨水管网 | m | 215 | DN800 |
| | | 新建雨水管网 | m | 607 | DN1200 |
| | | 新建雨水管网 | m | 652 | DN2000 |
| | | 新建雨水管网 | m | 651 | DN2200 |
| | | 矩形检查井 | 座 | 50 | 钢筋混凝土 |
| | | 管道直槽开挖支护 | m | 2125 | 平均埋深 5m |
| | | 沥青路面 | m ² | 7000 | 新建 |
| | | 绿地 | m ² | 11000 | 拆除 |
| | | 硬质铺装 | m ² | 5000 | 拆除 |
| | | 沥青路面 | m ² | 7000 | 拆除 |
| 18 | 宏腾路（滨河路—学院路）海绵改造工程 | 透水铺装 | m ² | 5400 | |
| | | 下沉式绿地 | m ² | 15000 | |
| | | 蓄水模块 | m ³ | 400 | |
| | | 植草沟 | m | 900 | |
| | | 多孔纤维棉 | m ³ | 590 | |
| | | 行泄通道 | | 844 | 钢筋混凝土 1000×600mm |
| | | 新建雨水管网 | m | 324 | DN1100 |
| | | 新建雨水管网 | m | 650 | DN1200 |
| | | 矩形检查井 | 座 | 25 | 钢筋混凝土 |

| | | | | | |
|----|----------------------------|----------|----------------|-------|---------|
| | | 管道直槽开挖支护 | m | 974 | 平均埋深 5m |
| | | 沥青路面 | m ² | 2500 | 新建 |
| | | 绿地 | m ² | 16350 | 拆除 |
| | | 沥青路面 | m ² | 2500 | 拆除 |
| 19 | 隆昌路（滨河路— 学院路）海绵改造 工程 | 下沉式绿地 | m ² | 20500 | |
| | | 透水铺装 | m ² | 6400 | |
| | | 多孔纤维棉 | m ³ | 670 | |
| | | 新建雨水管网 | m | 598 | DN1200 |
| | | 新建雨水管网 | m | 279 | DN1600 |
| | | 新建雨水管网 | m | 960 | DN2000 |
| | | 矩形检查井 | 座 | 40 | 钢筋混凝土 |
| | | 管道直槽开挖支护 | m | 1837 | 平均埋深 5m |
| | | 沥青路面 | m ² | 6000 | 新建 |
| | | 绿地 | m ² | 8000 | 拆除 |
| | | 沥青路面 | m ² | 6000 | 拆除 |

13 环境保护

13.1 环境影响分析

本项目属环境保护类项目，建成后对保护河流、湖泊水体水质将起到良好作用，但在实施过程中或建成后若管理不善会对环境造成一定的影响。根据国家建设项目环境保护的有关管理程序对该项目进行环境影响综合评价。

（1）施工期环境影响

本工程建设对环境的影响主要是施工期对环境的影响，主要表现为施工扬尘对大气环境的影响、噪声、固体废物及污（废）水对周边生活环境等的影响，具体影响如下：

1）对大气环境的影响

本项目的废气主要来自于施工过程中的土方挖掘、堆放以及土地平整过程中产生扬尘以及各类运输车辆行驶过程中产生的扬尘；施工机械设备，如推土机、各类运输车辆等排放的废气；另外大量施工机械、车辆排放的尾气也会使施工地周围大气质量变差。

2）对声环境的影响

施工期噪声源主要来自于工程开挖、钻孔、混凝土拌和以及交通运输等活动。由于工程周边有居民，噪声会有扰民现象，尤其夜间噪声，将严重影响周边住户的工作和休息。但在施工期间严格控制施工时段、并采取一定的噪声防护措施，可将施工噪声对环境的影响降到较小，且施工结束后噪声影响即可消除，属暂时的、可逆的影响。

3）对水环境的影响

项目施工废水主要由少量生产废水和施工人员生活污水组成。

生产废水主要包括土石方阶段排水，结构阶段混凝土养护排水及各种车辆冲洗水，其中车辆冲洗利用市区的机修和冲洗设施。因此生产废水产生量较小，主要污染物为 pH、COD、SS 等。为避免施工废水肆意排放对环境的不良影响，要求在施工现场设临时沉砂池或设置沉淀水箱处理，废水经沉淀处理后循环使用。施工人员产生的生活污水，随城市污水管网进入污水处理系统的得到有效处理，对水环境无影响。

4）固体废弃物

固体废弃物主要包括施工弃渣和生活垃圾。

施工期间将产生许多废弃物，这些废弃物在运输、处置过程中都可能对环境产生影响。车辆装载过多导致沿程废弃物散落满地，影响行人和车辆过往及环境质量。废弃物处置地不明确或无规划乱丢乱放，将影响土地利用、破坏自然生态环境，影响城市的建设和整洁。

工程施工时，施工区内工人的食宿将会安排在工作区域内，这些临时食宿地的水、电以及废弃物若没有做出妥善的安排，则会严重影响施工区的卫生环境，导致工作人员的体力下降，尤其是在夏天，施工区的生活废弃物乱扔，会导致蚊蝇孳生，影响工人身体健康，同时使附近的居民遭受蚊蝇、臭气、疾病的影响，也影响区域环境容貌。

5) 工程取石、沙对环境的影响

工程需要大量的各种石方、沙，主要是向经批准的采石场购买用车运到工地，不是本工程自己组织开采。本工程土料开采将使土壤裸露，表土松散，降雨时表层松散土会经雨水冲刷造成局部水土流失。

(2) 运行期环境影响

工程建成后将减少热岛效应和内涝的影响，改善清潩河和饮马河水环境质量，提高了城市的品味，增加了亲水空间，提高了土地利用率，总之，工程建设改善了城市生态环境面貌。

工程建设占用试点区部分土地，生态环境虽有改变，但本工程建成后，植被绿化面积扩大，绿化带形成，绿地公园、雨水花园等将改变原来土地的生态环境，形成新的风景线，大大改善原有生态环境和景观。

项目建成后，主要不利环境影响为设备运行噪声，噪声源主要来自项目配套的水泵房、备用发电机、变配电系统等，这些都属于可控范围，在合理布局前提下，对周围声环境几乎无影响，且部分属于地下设施，噪声能得到有效阻隔。

13.2 环境影响对策

(1) 大气环境保护措施

针对施工期间可能对大气环境质量产生的影响，必须采取合理可行的控制措施，尽量减轻其污染程度，缩小其影响范围。主要对策有：

1) 对施工现场实行合理化管理，使砂石料统一堆放，水泥应在专门库房堆

放，并尽量减少搬运环节，搬运时做到轻举轻放，防止包装袋破裂；

2) 开挖时，对作业面和土堆适当喷水，使其保持一定湿度，以减少扬尘量，而且开挖的泥土和建筑垃圾要及时运走，以防长期堆放表面干燥而起尘或被雨水冲刷；

3) 运输车辆应完好，不应装载过满，并尽量采取遮盖、密闭措施，减少沿途抛洒，并及时清扫散落在路面上的泥土和建筑材料，冲洗轮胎，定时洒水压尘，以减少运输过程中的扬尘；

4) 应首选使用商品混凝土，因需要必须进行现场搅拌砂浆、混凝土时，应尽量做到不洒、不漏、不剩、不倒；混凝土搅拌应设置在棚内，搅拌时要有喷雾降尘措施；

5) 施工现场要设围栏或部分围栏，缩小施工扬尘扩散范围；

6) 当风速过大时，应停止施工作业，并对堆存的砂粉等建筑材料采取遮盖措施。

(2) 噪声防护措施

为减少项目施工噪声对周边居民和敏感点的影响，建议项目施工时高噪声设备尽量布置在项目建址区中部，特别是要远离居住区等敏感点。同时要求建设单位做好施工期的工程管理工作，合理安排工期和施工工序，严格控制高噪声设备的运行时段，并按照要求，严禁夜间施工（夜间 22：00～06：00），避免夜间施工产生扰民现象。选用低噪声设备、加强施工机械和运输车辆等的维护、减少设备等的运行噪声；还可设置交通警示牌，加强污染源监测控制等措施予以减免。此外，可为强噪声源工作的员工发放防护用具，合理安排施工作业时间。

(3) 固体废物的处置

施工过程中的建筑垃圾或弃渣等不能随意抛弃，尽可能回收利用，并按照规定清运到指定的建筑垃圾堆放场。

施工期生活垃圾以有机类废物为主，其成分为易拉罐、矿泉水瓶、塑料袋、一次性饭盒、剩余食品等。由于这些生活垃圾的污染物含量很高，如处理不当，会对周围环境造成不良影响。建设单位应按照国家对垃圾分类处理的原则，对收集到的垃圾分类袋装，集中收集后送至许昌市垃圾填埋场处理，严禁乱堆乱放，防止产生二次污染。

（4）制定弃土处置和运输计划

工程建设单位将会同有关部门，为本工程的弃土制定处置计划，弃土的出路主要用于筑路，小区建设等。分散于各个建设工地的弃土运输计划，将与公路有关部门联系。避免在行车高峰时运输弃土和建筑垃圾。建设单位应与运输部门共同作好驾驶员的职业道德教育，按规定路线运输，按规定地点处置弃土和建筑垃圾，并不定期地检查执行计划情况。施工中遇到有毒有害废弃物应暂时停止施工并及时与地方环保、卫生部门联系，经他们采取措施处理后才能继续施工。

（5）其他保护措施

施工期间还应做好人群健康的保护措施，生活污染源的清理和消毒工作；施工人员的检疫建档、疾病预防等；改善施工人员的生产生活条件，生活饮用水的卫生，配置较为完善的医疗卫生安全机构，加强对施工生活区的疾病预防工作。

根据有关法规和标准，制定建设期环境保护实施规划和管理办法，制定环境保护工作计划，监督承包商的环保措施执行情况，负责环保措施和环保工程的监督、检查和验收工作。组织开展施工区环境监理工作，落实环保措施。

14 水土保持

本项目所涉区域夏季暴雨多，海绵设施改造，雨水管网、雨水泵站施工过程中存在对周边地物扰动而产生新的水土流失。同时对沿线土地资源、生态环境造成一定的破坏和影响。为防止因工程施工建设过程中以及营运过程中引发新的水土流失，所以要改善项目区的生态环境，减少水土流失，为工程管理、运行创造良好条件，因此，在建设过程中应及时采取措施，对可能产生新的水土流失的区域及关键环节加以有效地防治。重点防治管渠开挖产生的取土场和弃土场的水土流失，使不利影响减少到最低限度，以达到有效地控制区域内的水土流失、保护生态环境，使管渠建设与生态环境建设协调统一发展。

水土保持工作指导方针：以预防为主，开发建设与预防并重，边开发边防治，以防治保开发，采取必要的工程措施和植物措施，因地制宜，因害设防，达到恢复水土保持设施，改善区域内沿线水土保持能力，保证主体工程安全运行。

根据现有的水土流失特点，以防治水土流失、恢复植被，改善项目区沿线的生态环境，保护主体工程正常安全进行为最终目的，以建设一流的环境，使沿线景观得到美化，对周边地区的环境和安全不造成负面影响为出发点；以开挖边坡和取土场、弃土场为重点，综合规划布设水土流失防治工程体系。

本工程造成水土流失的主要项目为土石方开挖和回填后造成的水土流失，防治对策措施如下：

（1）无论是挖方还是填方施工，应做好施工排水，先做好排水沟，不使地表流水漫坡流动，侵蚀裸露土壤；同时应合理划分工作面。

（2）对取土区的开挖面下游，应先做好挡土坝，防止取土面流失土壤被水流冲至下游，影响环境。

（3）应选择好弃土区的位置，弃土区宜选择在低洼处，开口或周边应做好挡土坝形成泥库，弃土完成后，其坡面及顶平面应做好植被覆盖，避免裸露土表长期被水流侵蚀。

（4）填方应边填土，边碾压，不让疏松的土料较长时间搁置。碾压密实的土壤在水流作用下的流失量将大大小于疏松土壤。

项目建设过程中和竣工后应建立水土流失监测制度，按技术施工设计的要求，开展监测预警工作，对整个工程特别是重点部位应定期巡视、监测、咨询、进行

监测数据的采集、分析和整理、定期上报监测成果和经验总结。主要监测降雨、径流、地表裂缝、地表和地下位移、地下水位变化、断面观测、冲淤观测、植物生长状况观测、经济作物产量、产值的调查分析等。

15 节能

15.1 编制依据

《中华人民共和国节约能源法》（2016 年）；
《综合能耗计算通则》（GB/T 2589-2008）（中华人民共和国国家标准）；
《国家发展改革委关于加强固定资产投资项目节能评估和审查工作的通知》
（国家发展和改革委员会发改投资[2006]2787 号）；
《中国节能技术政策大纲（2006 年）》（国家发展改革委、科技部联合发布）；
《节能中长期专项规划》（发改环资【2004】2505 号）；
《国家鼓励发展的资源节约综合利用和环境保护技术》（国家发改委 2005
第 65 号）；
《公共建筑节能设计标准》（GB50189-2015）。

15.2 工程能耗分析

（1）施工期能耗分析

本工程进行施工组织设计时首先立足于国内现有的施工水平，采用国内先进的施工技术和施工机械，以机械化作业为主。在施工机械设备选型和配套设计时，根据各单项工程的施工方案、施工强度和施工难度，地形和地质条件，以及设备本身能耗、维修和运行等因素，择优选用电动、液压、柴油等能耗低、生产效率高的机械设备。

（2）运行期能耗分析

工程运行期主要是日常的检查维护，基本无能源消耗。

15.3 节能分析

综合考虑地质条件、施工难度、工程量及投资等因素，以达到在工程建设期和运行期节能、降耗、增效的目的。

在进行土方工程施工时，尽量使开挖的土方利用于回填料用土，减少弃用的土方量，从而减少土方运距，达到了减少能源消耗的目的。

采用当地商品混凝土，减少设施占地和环境干扰，节约能源。

所有电气设备等均为国家推荐的节能产品，供电设计采用新型无功补偿装置，提高功率因数。

通过采取以上节能措施后，工程建设和日后运行管理费用将得到有效的控制，节能效果得以体现。

16 劳动保护、职业安全及卫生

16.1 设计依据

《中华人民共和国劳动法》；

《中华人民共和国安全生产法》（2014.12）；

《建设项目（工程）劳动安全卫生监察规定》；

《关于生产性建设工程项目职业安全卫生监察的暂行规定》；

《国务院关于加强防尘防毒工作决定》。

劳动保护及安全卫生设计除以上法规外，还须遵守河南省及许昌市的有关劳动安全卫生的规定。

16.2 设计原则

（1）以贯彻“安全第一，预防为主”的安全生产工作方针为原则。依靠安全科学技术手段，加强安全科学管理，提高员工素质；加强危险源管理，有效治理隐患，强化事故预防措施，使事故得到预先防范和控制，保证生产安全化。

（2）“安全具有否决权”的原则指安全生产工作是衡量工程项目管理的一项基本内容，它要求对各项指标考核，评优创先时首先必须考虑安全指标的完成情况。安全指标没有实现，即使其他指标顺利完成，仍无法实现项目的最优化，安全具有一票否决的作用。

（3）项目施工过程中设计、施工、投产使用与职业安全、卫生技术和环境保护等措施和设施必须同步的原则。企业在生产组织及领导者在计划、布置、检查、总结、评比生产工作的同时，评比安全工作。

16.3 设计任务及目的

依据有关法律法规，对工程投产后在生产过程中的高压、易燃、易爆、火灾、尘埃、污水、噪音、机械伤害等直接危害人身安全及人身健康的危害因素进行确认，提出符合规范要求 and 工程实际的具体综合防范、治理措施，保障本期工程投产后符合有关劳动安全与工业卫生标准，以保障场地工作人员的安全与健康，确保工程建筑物和设备本身的安全。

对施工过程中可能存在的主要危害，从管理方面对业主、工程承包商和工程监理部门提出安全管理要求，为业主的工程招标管理、工程竣工验收和安全运行

管理提供参考依据，确保施工人员生命及财产的安全。

16.4 劳动保护

16.4.1 主要危害因素分析

本项目的主要危害因素可分为两类。其一为自然因素形成的危害和不利影响，一般包括地震、不良地质、暑热、雷击、暴雨等因素；其二为生产过程中产生的危害，包括有害尘气、沟壁坍塌、机构伤害、噪声振动、触电事故、溺水、坠落及碰撞等各种因素。

16.4.1.1 自然危害因素分析

(1) 地震

地震是一种能产生巨大破坏的自然现象，尤其对构筑物的破坏作用更为明显。它作用范围大，威胁设备和人员的安全。但出现的机会极少。

(2) 暴雨和洪水

暴雨和洪水威胁工程安全，其作用范围大，但出现的机会不多。

(3) 雷击

雷击能破坏建构筑物和设备，并可能导致火灾和爆炸事故的发生，其出现的机会不大，作用时间短暂。

(4) 不良地质

不良地质对构筑物的破坏作用较大，甚至影响人员安全。同一地区不良地质对构筑物的破坏作用往往只有一次，作用时间不长。

(5) 气温

人体有最适宜的环境温度，当环境温度超过一定范围，会产生不舒服感，气温过高会发生中暑；气温过低，则可能发生冻坏设备。气温对人的作用广泛、作用时间长，但其危害后果较轻。

自然危害因素的发生基本是不可避免的，为保障劳动者的安全与健康，必须对其采取相应的防范措施，以减轻人员、设备等可能受到的伤害或损坏。

16.4.1.2 生产危害因素分析

(1) 高温辐射

当工作场所的高温辐射强度过大时，可使人体过热，产生一系列生理功能变

化，使人体体温调节失去平衡，水盐代谢出现紊乱，消化及神经系统受到影响，表现为注意力不集中，动作协调性、准确性差，极易发生事故。

（2）振动与噪声

振动能使人体患振动病，主要表现在头晕、乏力、睡眠障碍、心悸、出冷汗等。

噪声除损害听觉器官外，对神经系统、心血管系统亦有不良影响。长时间接触，能使人头痛头晕，易疲劳，记忆力减退，使冠心病患者发病率增多。

（3）沟壁坍塌

施工场地地表水丰富，地下水水位高，对沟槽开挖边坡的稳定影响较大，对施工人员的安全具有一定影响。因此，施工过程中必须高度重视，确保沟壁稳定。

（4）其它安全事故

触电、碰撞、溺水、坠落、机械伤害等事故均对人身形成伤害，严重时可能造成人员的死亡。

泵机运行的噪音会影响值班人员的身体健康。设备高速运转部分可能伤人。

16.4.2 劳动保护措施

（1）抗震

本工程区域的地震基本裂度为Ⅷ度，设计按Ⅷ度设防，项目的构筑物抗震设计均按《建筑抗震设计规范》的有关要求进行。

（2）防洪

施工期间布置施工导流设施及场地雨水临时排除系统，以及时排除雨水，避免积水毁坏设备和构筑物。

（3）防雷

按相应规范要求采取相应的防雷措施。

（4）防不良地质

对位于鱼塘、淤泥层较厚地段，通过采取适宜的地基处理措施可解决软土地基问题。

（5）防暑

为防范暑热，采取自然通风或机械通风等通风换气措施，并做好工人的防暑降温工作。

（6）防火防爆

在爆炸和火灾危险场所严格按环境的危险类别选用相应的电气设备和灯具，并按有关要求设移动式灭火器。

（7）防高温高压

在高温高压场所严格遵守操作程序，在检修维护时，必须断电后方可维护。同时定期对受压容器、压力表等安全配件进行试验检查和周期检查及强制检查。

（8）防潮

项目施工周期长，难免遇到雨季施工，下暴雨时沟槽及泵房基坑可能积水。因此，应在其周边设置警示标志，并派专人守护，严禁市民戏水，并请路人绕行。

（9）其它

为了防止触电事故并保证检修安全，两处及多处操作的设备在机旁设事故开关；1kV 以下的设备金属外壳作接零保护；设备设置漏电保护装置。

为了防止机械伤害及坠落事故的发生，生产场所梯子、平台及高处通道均设置安全栏杆，栏杆的高度和强度符合国家劳动保护规定；设备的可动部件设置必要的安全防护网、罩；地沟、水井设置盖板；有危险的吊装口、安装孔等处设安全围栏；在有危险性的地点设置相应的安全标志及事故照明设施。

项目排水管涵的埋设深度较大，而且施工场地不同程度存在着地下水和地质不稳的情况，操作不当易发生沟槽坍塌的事故，特别是在雨季施工，对施工现场人员和周边建筑的危害影响更大，为避免工程事故对操作人员或施工场地周边过往人员的危害，应按建筑安全相关法规，规范操作规程和施工作业程序，并由业主单位负担为施工现场人员购买施工责任一切险和第三者责任险。

16.5 职业安全及卫生

（1）项目实施场所的设备、设施，必须符合安全生产法律法规的规定和国家标准或者行业标准的要求；施工人员应当遵守安全生产规章制度和操作规程，接受安全生产教育和培训。

（2）主要负责人、分管负责人和安全生产管理人员，应当加强对安全生产工作的领导，证安全生产所必须的资金投入；建立完善的安全生产监管制度、责任体系和监管控制体系；对安全生产监督管理中存在的重大问题及时予以协调、解决。为从业人员配备劳动防护用品、用具，确保生产区域布局合理，并与生活

区域之间保持规定的安全距离。

(3) 组织设计、施工等专业的安全生产专项整治及事故隐患排查治理，及时消除事故隐患，根据实施进度组织治理存在的生产安全事故隐患。

(4) 本项目实施前组织制定生产安全事故应急救援预案，建立有效的安全生产预警和处置机制，定期组织应急救援演练；发生事故立即上报，并组织生产安全事故的调查处理，依法追究生产安全事故责任人员的法律责任。

(5) 环境污染的消除：生产期间环境污染源主要有噪声和固体废弃物。

噪声来源于传动机械工作时发出的噪声，主要为设备的噪声，还有车辆等的噪声。固体废弃物的主要来源是现场人员的生活垃圾。设计中，均考虑了相应的措施加以缓解或消除。

17 投资估算

17.1 编制依据

- (1) 建设部发布的建标[2007]164 号文《市政工程投资估算编制办法》。
- (2) 2008 年《河南省建设工程工程量清单综合单价》（市政工程）及配套的计价办法。
- (3) 豫建设标[2014]57 号河南省住房和城乡建设厅《关于调整河南省建设工程安全文明施工措施费计价管理办法的通知》。
- (4) 豫建设标[2014]29 号河南省住房和城乡建设厅《关于贯彻〈建标[2014]44 号文〉文件有关问题的通知》。
- (5) 豫建设标[2016]24 号河南省住房和城乡建设厅《关于我省建筑业“营改增”后计价依据调整的意见》。
- (6) 豫建标定[2016]7 号河南省建筑工程标准定额站发布《2016 年 10-12 月人工费指导价、各工种信息价、实物工程量人工成本信息价的通知》。
- (7) 豫建标定[2016]24 号河南省建筑工程标准定额站发布《关于建筑业“营改增”后材料预算价调整的指导意见》。
- (8) 河南省有关造价管理文件。
- (9) 本工程方案设计文本及图纸。
- (10) 类似工程估算指标。
- (11) 建设单位提供的有关资料。

17.2 各项建设费说明

- (1) 人工费：根据豫建标定[2016]7 号文规定。
- (2) 材料费：营改增后材料费均为“除税后材料费”，材料价格以不含增值税的“裸价”计算。
- (3) 机械费：营改增后机械费按照营改增前机械费 \times （1-11.34%）计算。
- (4) 企业管理费：城市建设税、教育费附加及地方教育费附加纳入企业管理费，计费基数为综合工日 \times 0.86 元/工日；根据进项税综合税率 5.13%，营改增后的企业管理费为营改增前机械费 \times （1-5.13%）。
- (5) 措施费

1) 安全文明施工措施费：执行豫建设标[2016]47、48 号文件增加“建设工程施工扬尘污染防治费, 计费基数为综合工日 \times 34 元/工日 \times 1.66, 市政工程安全生产费费率为 $13.55\% \times (1-10.08\%)$, 市政工程文明施工措施费费率为 $6.78\% \times (1-10.08\%)$, 市政工程施工扬尘污染防治费费率为 $3.25\% \times (1-10.08\%)$ 。

2) 二次搬运费、夜间施工措施费、冬雨季施工措施费不计列。

(6) 利润与规费

营改增后, 利润与规费不做调整, 仍然根据豫建设标[2014]29 号文计列, 计费基数为综合工日, 费率分别为: 社会保障费 8.08 元/综合工日, 住房公积金 1.7 元/综合工日, 工伤保险费 1.00 元/综合工日, 工程排污费及工程定额测定费不计列。

(7) 税金: 以税前工程造价为基数, 税率为 11%。

(8) 征地拆迁、附着物补偿费: 暂不考虑;

(9) 建设单位管理费: 依据财建[2016]504 号文规定计列;

(10) 工程监理费: 国家发改委、建设部发改价格〔2007〕670 号计列;

(11) 前期工作费(项目建议书及可研的编制、评估编制费): 依据国家发展计划委员会计价格(1999)1283 号通知计取;

(12) 勘察设计费: 按照计价格[2002]10 号计列

1) 勘察费: 按第一部分工程费用的 1%计;

2) 工程设计费依据《工程勘察设计收费标准》: 设计费采用内插法计取;

(13) 环境影响评价咨询收费: 按计价格[2002]125 号、发改价格[2011]534 号文规定计列;

(14) 施工图预算编制费: 参照相关工程, 按照设计费的 10%计列;

(14) 招标代理服务费: 按计价格[2002]1980 文规定计列;

(15) 施工图审查费: 参照豫政[2008]52 号文规定, 根据招标文件设置的勘察设计费的 5%计列;

(16) 临时设施费按第一部分费用的 0.1%计列;

(17) 基本预备费: 按第一、第二部分费用合计的 8%计列;

(18) 建设期贷款利息: 按第一、第二部分费用合计的 80%考虑贷款, 期限 2 年;

(19) 各单位价值采用综合造价的方法, 包含分部分项工程的人工费、材料费、机械费等项。

工程项目取费标准及工、料、设备价格, 今后如有变更, 由建设单位根据实际情况向主管部门申报解决。

17.3 工程投资

许昌市海绵城市建设工程总投资为 59216.69 万元。其中建筑安装工程费为 49058.76 万元; 工程建设其他费用为 3741.28 万元; 工程预备费 4224.00 元。

具体费用详见表 17.1—表 17.5。

17.4 资金筹措

(1) 本项目建设暂按政府投资项目计算, 建设工期为两年, 资金在建设期按工程实施进度分期全部投入。建设投资按第一、第二部分费用合计的 80% 考虑贷款, 期限 2 年。项目采用 PPP 模式的实施方案。

(2) 本项目总投资由两部分构成。

第一部分是政府出资人代表和社会资本方对项目公司的注资, 为自有资金出资。

根据《国务院关于调整和完善固定资产投资项目资本金制度的通知》(国发[2015]51 号), 本项目属于其他项目, 最低资本金比例为 20%。

为有效防范资金风险, 保障项目的顺利实施, 建议项目公司注册资本金占总投资的 20%, 政府出资人代表和社会资本方均以货币形式出资, 按各自认缴的持股比例分期同步缴纳到位。注册资本金拟定认缴方式为: 自项目公司注册之日起 15 日内, 双方均缴足认缴出资额的 20%; 自项目公司注册之日起 120 日内, 双方均缴足认缴出资额的 60%; 自项目公司注册之日起 360 日内, 双方均缴足认缴出资额的 100%。若因项目工程建设资金及融资需要, 政府出资人代表和社会资本可协商调整注册资本金出资时间。本项目资本金部分允许项目公司股东引入财务投资人以基金的方式出资, 需经项目实施机构书面同意。

第二部分为除自有资金外的其他资金, 主要筹集方式包括银行贷款、股东贷款等, 为债务性融资。建设期内, 该等债务性融资全部由社会资本方负责并由其股东提供支持。经项目实施机构同意, 项目公司可以为本项目融资之目的, 将其

在 PPP 合同项下的各项权益（如预期收益权、特许经营权等）设置质押或以其它方式设置担保权益。

表17.1 工程投资估算表

| 编号 | 工程或费用名称 | 建安工程 | 设备购置 | 其他费用 | 合价 | 占投资额(%) |
|----|---------------|--------------------------------------|---------|---------|----------|---------|
| | 第一部分 工程费用 | 44058.76 | 5000.00 | | 49058.76 | 82.85 |
| 1 | 道路与管网 | 28635.1 | | | 29788.15 | |
| 2 | 公园湿地水系 | 14860.75 | | | 13707.70 | |
| 3 | 建筑与小区 | 562.91 | | | 562.91 | |
| 4 | 监控平台 | | 5000.00 | | 5000.00 | |
| | 第二部分 工程建设其他费用 | | | 3741.28 | 3741.28 | 6.32 |
| 一 | 建设单位管理费 | 按财建[2016]504 号文规定计列 | | 428.29 | 428.29 | |
| 二 | 工程建设监理费 | 按发改价格[2007]670 号计列 | | 836.47 | 836.47 | |
| 三 | 建设项目前期咨询工作费 | 按计价格[1999]1283 号文规定计列 | | 64.01 | 64.01 | |
| 四 | 勘察设计费 | | | 1753.48 | 1753.48 | |
| | 勘察费 | 按照计价格[2002]10 号计列 | | 490.59 | 490.59 | |
| | 设计费 | 按照计价格[2002]10 号计列 | | 1262.90 | 1262.90 | |
| 五 | 环境影响咨询服务费 | 按计价格[2002]125 号、发改价格[2011]534 号文规定计列 | | 17.17 | 17.17 | |

| | | | | | | |
|----|----------|-----------------------|--|---------|----------|--------|
| 六 | 临时设施费 | 按照第一部分的 0.1%计列 | | 245.29 | 245.29 | |
| 七 | 竣工图编制费 | 按设计费的 8%计列 | | 101.03 | 101.03 | |
| 八 | 招标代理服务费 | 按计价格[2002]1980 文规定计列 | | 50.08 | 50.08 | |
| 九 | 工程造价编制费 | 包括招标控制价编制、施工图预算及竣工审计费 | | 126.29 | 126.29 | |
| 十 | 施工图审查费 | 按豫政[2008]52 号文规定计列 | | 44.15 | 44.15 | |
| 十一 | 生产准备开办费 | | | 75.00 | 75.00 | |
| | 第一~二部分合计 | | | | 52800.04 | |
| 三 | 预备费 8% | | | 4224.00 | 4224.00 | 7.13 |
| 四 | 贷款利息 | | | 2192.65 | 2192.65 | 3.70 |
| | 工程总投资 | | | | 59216.69 | 100.00 |

表17.2 贷款利息汇总表

| | | | |
|---------|----------|-------|----------|
| | 贷款总数 | 利率 | 57024.04 |
| 80%贷款额度 | 45619.24 | | |
| 第一年 | 22809.62 | 4.75% | 541.73 |
| 第二年 | 22809.62 | 4.75% | 1650.92 |
| 建设期利息合计 | | | 2192.65 |

表17.3 道路与管网海绵设施造价估算表

| 编号 | 设施类型 | 单位 | 工程量 | 单价（元） | 合价（万元） | 备注 |
|----|---------------------|----------------|-------|-------|---------|--------|
| 一 | 昌盛路（滨河路—文峰北路）海绵改造工程 | | | | 354.8 | |
| | 下沉式绿地 | m ² | 6000 | 155 | 93.00 | |
| | 透水铺装 | m ² | 2000 | 200 | 40.00 | |
| | 多孔纤维棉 | m ³ | 220 | 9000 | 198.00 | |
| | 绿地 | m ² | 6000 | 28 | 16.80 | 拆除 |
| | 硬质铺装 | m ² | 2000 | 35 | 7.00 | 拆除 |
| 二 | 镜水路（新元大道—尚德路）海绵改造工程 | | | | 1822.71 | |
| | 下沉式绿地 | m ² | 21000 | 155 | 325.50 | |
| | 透水铺装 | m ² | 3000 | 200 | 60.00 | |
| | 多孔纤维棉 | m ³ | 700 | 9000 | 630.00 | |
| | 新建雨水管网 | m | 361 | 3100 | 111.91 | DN1400 |
| | 新建雨水管网 | m | 412 | 3400 | 140.08 | DN1500 |
| | 新建雨水管网 | m | 591 | 4580 | 270.68 | DN2000 |

| 编号 | 设施类型 | 单位 | 工程量 | 单价（元） | 合价（万元） | 备注 |
|----|---------------------|----------------|-------|-------|---------|--------------|
| | 矩形检查井 | 座 | 32 | 7300 | 23.36 | 钢筋混凝土 |
| | 管道直槽开挖支护 | m | 1364 | 450 | 61.38 | 平均埋深 5m |
| | 沥青路面 | m ² | 4500 | 240 | 108.00 | 新建 |
| | 绿地 | m ² | 21000 | 28 | 58.80 | 拆除 |
| | 硬质铺装 | m ² | 3000 | 35 | 10.50 | 拆除 |
| | 沥青路面 | m ² | 4500 | 50 | 22.50 | 拆除 |
| 三 | 龙泉街（滨河路—魏武大道）海绵改造工程 | | | | 1183.36 | |
| | 下沉式绿地 | m ² | 4700 | 155 | 72.85 | |
| | 管道出水口 | 座 | 1 | 12000 | 1.20 | 门字式浆砌石 DN800 |
| | 蓄水模块 | m ³ | 330 | 2500 | 82.50 | |
| | 多孔纤维棉 | m ³ | 350 | 9000 | 315.00 | |
| | 新建雨水管网 | m | 535 | 3100 | 165.85 | DN1400 |
| | 新建雨水管网 | m | 351 | 3670 | 128.82 | DN1600 |

| 编号 | 设施类型 | 单位 | 工程量 | 单价（元） | 合价（万元） | 备注 |
|----|--------------------|----------------|------|-------|--------|---------|
| | 新建雨水管网 | m | 464 | 4200 | 194.88 | DN1800 |
| | 矩形检查井 | 座 | 30 | 6800 | 20.40 | 钢筋混凝土 |
| | 管道直槽开挖支护 | m | 1350 | 420 | 56.70 | 平均埋深 5m |
| | 沥青路面 | m ² | 4000 | 280 | 112.00 | 新建 |
| | 绿地 | m ² | 4700 | 28 | 13.16 | 拆除 |
| | 沥青路面 | m ² | 4000 | 50 | 20.00 | 拆除 |
| 四 | 尚德路（滨河路—镜水路）海绵改造工程 | | | | 919.94 | |
| | 下沉式绿地 | m ² | 3900 | 155 | 60.45 | |
| | 多孔纤维棉 | m ³ | 130 | 9000 | 117.00 | |
| | 新建雨水管网 | m | 273 | 2660 | 72.62 | DN1100 |
| | 新建雨水管网 | m | 673 | 3100 | 208.63 | DN1400 |
| | 新建雨水管网 | m | 558 | 4200 | 234.36 | DN1800 |
| | 矩形检查井 | 座 | 35 | 6800 | 23.80 | 钢筋混凝土 |
| | 管道直槽开挖支护 | m | 1504 | 410 | 61.66 | 平均埋深 5m |

| 编号 | 设施类型 | 单位 | 工程量 | 单价（元） | 合价（万元） | 备注 |
|----|---------------------|----------------|------|-------|---------|---------|
| | 沥青路面 | m ² | 4500 | 240 | 108.00 | 新建 |
| | 绿地 | m ² | 3900 | 28 | 10.92 | 拆除 |
| | 沥青路面 | m ² | 4500 | 50 | 22.50 | 拆除 |
| 五 | 尚集街（滨河路—文峰北路）海绵改造工程 | | | | 1459.58 | |
| | 下沉式绿地 | m ² | 8000 | 155 | 124.00 | |
| | 透水铺装 | m ² | 6800 | 200 | 136.00 | |
| | 多孔纤维棉 | m ³ | 270 | 9000 | 243.00 | |
| | 新建雨水管网 | m | 258 | 2660 | 68.63 | DN1100 |
| | 新建雨水管网 | m | 701 | 2850 | 199.79 | DN1200 |
| | 新建雨水管网 | m | 536 | 3670 | 196.71 | DN1600 |
| | 矩形检查井 | 座 | 35 | 6500 | 22.75 | 钢筋混凝土 |
| | 管道直槽开挖支护 | m | 1495 | 390 | 58.31 | 平均埋深 5m |
| | 沥青路面 | m ² | 4000 | 240 | 96.00 | 新建 |
| | 绿地 | m ² | 8000 | 28 | 22.40 | 拆除 |

| 编号 | 设施类型 | 单位 | 工程量 | 单价（元） | 合价（万元） | 备注 |
|----|---------------------|----------------|------|-------|---------|--------------|
| | 硬质铺装 | m ² | 6800 | 400 | 272.00 | 拆除 |
| | 沥青路面 | m ² | 4000 | 50 | 20.00 | 拆除 |
| 六 | 聚贤街（文峰北路—魏文路）海绵改造工程 | | | | 1322.72 | |
| | 植草沟 | m | 2400 | 191 | 45.84 | |
| | 多孔纤维棉 | m ³ | 150 | 9000 | 135.00 | |
| | 管道出水口 | 座 | 2 | 1600 | 0.32 | 门字式浆砌石 DN800 |
| | 新建雨水管网 | m | 258 | 2660 | 68.63 | DN1100 |
| | 新建雨水管网 | m | 517 | 2850 | 147.35 | DN1200 |
| | 新建雨水管网 | m | 902 | 4580 | 413.12 | DN2000 |
| | 新建雨水管网 | m | 275 | 5950 | 163.63 | DN2700 |
| | 矩形检查井 | 座 | 45 | 7500 | 33.75 | 钢筋混凝土 |
| | 管道直槽开挖支护 | m | 1952 | 500 | 97.60 | 平均埋深 5m |
| | 沥青路面 | m ² | 7500 | 240 | 180.00 | 新建 |

| 编号 | 设施类型 | 单位 | 工程量 | 单价（元） | 合价（万元） | 备注 |
|----|----------------------|----------------|-------|-------|---------|---------|
| | 沥青路面 | m ² | 7500 | 50 | 37.50 | 拆除 |
| 七 | 兴平路（永兴西路—永昌西路）海绵改造工程 | | | | 1623.12 | |
| | 下沉式绿地 | m ² | 12500 | 155 | 193.75 | |
| | 透水铺装 | m ² | 4000 | 200 | 80.00 | |
| | 多孔纤维棉 | m ³ | 410 | 9000 | 369.00 | |
| | 新建雨水管网 | m | 264 | 2180 | 57.55 | DN1000 |
| | 新建雨水管网 | m | 528 | 3670 | 193.78 | DN1600 |
| | 新建雨水管网 | m | 582 | 4200 | 244.44 | DN1800 |
| | 新建雨水管网 | m | 373 | 4580 | 170.83 | DN2000 |
| | 矩形检查井 | 座 | 40 | 7100 | 28.40 | 钢筋混凝土 |
| | 管道直槽开挖支护 | m | 1747 | 440 | 76.87 | 平均埋深 5m |
| | 沥青路面 | m ² | 5500 | 240 | 132.00 | 新建 |
| | 绿地 | m ² | 12500 | 28 | 35.00 | 拆除 |
| | 硬质铺装 | m ² | 4000 | 35 | 14.00 | 拆除 |

| 编号 | 设施类型 | 单位 | 工程量 | 单价（元） | 合价（万元） | 备注 |
|----|--------------------|----------------|------|-------|---------|---------|
| | 沥青路面 | m ² | 5500 | 50 | 27.50 | 拆除 |
| 八 | 文轩路（兴平路—文峰路）海绵改造工程 | | | | 1855.86 | |
| | 下沉式绿地 | m ² | 4700 | 155 | 72.85 | |
| | 透水铺装 | m ² | 6400 | 200 | 128.00 | |
| | 多孔纤维棉 | m ³ | 160 | 9000 | 144.00 | |
| | 人工调蓄池 | m ³ | 580 | 1500 | 87.00 | |
| | 新建雨水管网 | m | 420 | 2850 | 119.70 | DN1200 |
| | 新建雨水管网 | m | 330 | 3670 | 121.11 | DN1600 |
| | 新建雨水管网 | m | 596 | 4580 | 272.97 | DN2000 |
| | 新建雨水管网 | m | 938 | 5050 | 473.69 | DN2200 |
| | 矩形检查井 | 座 | 50 | 7400 | 37.00 | 钢筋混凝土 |
| | 管道直槽开挖支护 | m | 2284 | 510 | 116.48 | 平均埋深 5m |
| | 沥青路面 | m ² | 7500 | 280 | 210.00 | 新建 |
| | 绿地 | m ² | 4700 | 28 | 13.16 | 拆除 |

| 编号 | 设施类型 | 单位 | 工程量 | 单价（元） | 合价（万元） | 备注 |
|----|---------------------|----------------|------|-------|---------------|---------|
| | 硬质铺装 | m ² | 6400 | 35 | 22.40 | 拆除 |
| | 沥青路面 | m ² | 7500 | 50 | 37.50 | 拆除 |
| 九 | 恒丰路（永昌西路—万通街）海绵改造工程 | | | | 779.08 | |
| | 下沉式绿地 | m ² | 3200 | 155 | 49.60 | |
| | 多孔纤维棉 | m ³ | 110 | 9000 | 99.00 | |
| | 新建雨水管网 | m | 690 | 3100 | 213.90 | DN1400 |
| | 新建雨水管网 | m | 605 | 3670 | 222.04 | DN1600 |
| | 矩形检查井 | 座 | 28 | 6300 | 17.64 | 钢筋混凝土 |
| | 管道直槽开挖支护 | m | 1295 | 405 | 52.45 | 平均埋深 5m |
| | 沥青路面 | m ² | 3500 | 280 | 98.00 | 新建 |
| | 绿地 | m ² | 3200 | 28 | 8.96 | 拆除 |
| | 沥青路面 | m ² | 3500 | 50 | 17.50 | 拆除 |
| 十 | 明礼街（学院路—魏武大道）海绵改造工程 | | | | 447.89 | |
| | 下沉式绿地 | m ² | 3300 | 155 | 51.15 | |

| 编号 | 设施类型 | 单位 | 工程量 | 单价（元） | 合价（万元） | 备注 |
|----|---------------------|----------------|------|-------|--------|----|
| | 蓄水模块 | m ³ | 650 | 2500 | 162.50 | |
| | 多孔纤维棉 | m ³ | 250 | 9000 | 225.00 | |
| | 绿地 | m ² | 3300 | 28 | 9.24 | 拆除 |
| 十一 | 礼贤路（龙兴路—陈庄街）海绵改造工程 | | | | 461.08 | |
| | 透水铺装 | m ² | 2600 | 200 | 52.00 | |
| | 雨水花园 | m ² | 4800 | 460 | 220.80 | |
| | 植草沟 | m | 1600 | 191 | 30.56 | |
| | 多孔纤维棉 | m ³ | 160 | 9000 | 144.00 | |
| | 绿地 | m ² | 4900 | 28 | 13.72 | 拆除 |
| 十二 | 龙兴路（八龙路—学院路）南海绵改造工程 | | | | 271.35 | |
| | 雨水花园 | m ² | 3000 | 460 | 138.00 | |
| | 植草沟 | m | 1500 | 191 | 28.65 | |
| | 多孔纤维棉 | m ³ | 100 | 9000 | 90.00 | |
| | 绿地 | m ² | 5250 | 28 | 14.70 | 拆除 |

| 编号 | 设施类型 | 单位 | 工程量 | 单价（元） | 合价（万元） | 备注 |
|----|----------------------|----------------|-------|-------|---------|---------|
| 十三 | 八龙路（文轩路—天宝路）海绵改造工程 | | | | 861.52 | |
| | 下沉式绿地 | m ² | 9200 | 155 | 142.60 | |
| | 透水铺装 | m ² | 6800 | 200 | 136.00 | |
| | 多孔纤维棉 | m ³ | 310 | 9000 | 279.00 | |
| | 新建雨水管网 | m | 300 | 1720 | 51.60 | DN900 |
| | 新建雨水管网 | m | 549 | 2180 | 119.68 | DN1000 |
| | 矩形检查井 | 座 | 20 | 6000 | 12.00 | 钢筋混凝土 |
| | 管道直槽开挖支护 | m | 849 | 360 | 30.56 | 平均埋深 5m |
| | 沥青路面 | m ² | 2000 | 320 | 64.00 | 新建 |
| | 绿地 | m ² | 5740 | 28 | 16.07 | 拆除 |
| | 沥青路面 | m ² | 2000 | 50 | 10.00 | 拆除 |
| 十四 | 滨河路（新元大道—永昌西路）海绵改造工程 | | | | 2493.31 | |
| | 下沉式绿地 | m ² | 18500 | 155 | 286.75 | |
| | 透水铺装 | m ² | 6000 | 200 | 120.00 | |

| 编号 | 设施类型 | 单位 | 工程量 | 单价（元） | 合价（万元） | 备注 |
|----|---------------------------------|----------------|-------|-------|---------|---------|
| | 多孔纤维棉 | m ³ | 610 | 9000 | 549.00 | |
| | 新建雨水管网 | m | 609 | 3100 | 188.79 | DN1400 |
| | 新建雨水管网 | m | 1031 | 3670 | 378.38 | DN1600 |
| | 新建雨水管网 | m | 1850 | 2050 | 379.25 | DN2200 |
| | 矩形检查井 | 座 | 65 | 7700 | 50.05 | 钢筋混凝土 |
| | 管道直槽开挖支护 | m | 2881 | 480 | 138.29 | 平均埋深 5m |
| | 沥青路面 | m ² | 10000 | 280 | 280.00 | 新建 |
| | 绿地 | m ² | 18500 | 28 | 51.80 | 拆除 |
| | 硬质铺装 | m ² | 6000 | 35 | 21.00 | 拆除 |
| | 沥青路面 | m ² | 10000 | 50 | 50.00 | 拆除 |
| 十五 | 莲苑路（龙泉街—周庄街、芙蓉大道—尚德路） 海绵改造工程 | | | | 1073.43 | |
| | 下沉式绿地 | m ² | 7300 | 155 | 113.15 | |
| | 透水铺装 | m ² | 6000 | 200 | 120.00 | |

| 编号 | 设施类型 | 单位 | 工程量 | 单价（元） | 合价（万元） | 备注 |
|----|--------------------------------------|----------------|-------|-------|---------|---------|
| | 多孔纤维棉 | m ³ | 240 | 9000 | 216.00 | |
| | 新建雨水管网 | m | 299 | 2660 | 79.53 | DN1100 |
| | 新建雨水管网 | m | 434 | 3100 | 134.54 | DN1400 |
| | 新建雨水管网 | m | 613 | 3400 | 208.42 | DN1500 |
| | 矩形检查井 | 座 | 30 | 6800 | 20.40 | 钢筋混凝土 |
| | 管道直槽开挖支护 | m | 1346 | 425 | 57.21 | 平均埋深 5m |
| | 沥青路面 | m ² | 4000 | 240 | 96.00 | 新建 |
| | 绿地 | m ² | 2920 | 28 | 8.18 | 拆除 |
| | 沥青路面 | m ² | 4000 | 50 | 20.00 | 拆除 |
| 十六 | 魏武大道（新元大道—龙泉街、昌盛路—明礼街、陈庄街—龙兴路）海绵改造工程 | | | | 6085.97 | |
| | 下沉式绿地 | m ² | 21000 | 155 | 325.50 | |
| | 透水铺装 | m ² | 8000 | 200 | 160.00 | |
| | 蓄水模块 | m ³ | 4700 | 2500 | 1175.00 | |

| 编号 | 设施类型 | 单位 | 工程量 | 单价（元） | 合价（万元） | 备注 |
|----|--------------------|----------------|-------|-------|---------|---------|
| | 植草沟 | m | 6000 | 191 | 114.60 | |
| | 多孔纤维棉 | m ³ | 1730 | 9000 | 1557.00 | |
| | 新建雨水管网 | m | 958 | 3400 | 325.72 | DN1500 |
| | 新建雨水管网 | m | 437 | 4200 | 183.54 | DN1800 |
| | 新建雨水管网 | m | 3010 | 4580 | 1378.58 | DN2000 |
| | 矩形检查井 | 座 | 100 | 7200 | 72.00 | 钢筋混凝土 |
| | 管道直槽开挖支护 | m | 4405 | 455 | 200.43 | 平均埋深 5m |
| | 沥青路面 | m ² | 14000 | 320 | 448.00 | 新建 |
| | 绿地 | m ² | 17000 | 28 | 47.60 | 拆除 |
| | 硬质铺装 | m ² | 8000 | 35 | 28.00 | 拆除 |
| | 沥青路面 | m ² | 14000 | 50 | 70.00 | 拆除 |
| 十七 | 万通街（滨河路—魏文路）海绵改造工程 | | | | 1829.97 | |
| | 下沉式绿地 | m ² | 11000 | 155 | 170.50 | |
| | 透水铺装 | m ² | 5000 | 200 | 100.00 | |

| 编号 | 设施类型 | 单位 | 工程量 | 单价（元） | 合价（万元） | 备注 |
|----|--------------------|----------------|-------|-------|---------|---------|
| | 多孔纤维棉 | m ³ | 370 | 9000 | 333.00 | |
| | 新建雨水管网 | m | 215 | 1520 | 32.68 | DN800 |
| | 新建雨水管网 | m | 607 | 2850 | 173.00 | DN1200 |
| | 新建雨水管网 | m | 652 | 4580 | 298.62 | DN2000 |
| | 新建雨水管网 | m | 651 | 5050 | 328.76 | DN2200 |
| | 矩形检查井 | 座 | 50 | 7600 | 38.00 | 钢筋混凝土 |
| | 管道直槽开挖支护 | m | 2125 | 490 | 104.13 | 平均埋深 5m |
| | 沥青路面 | m ² | 7000 | 240 | 168.00 | 新建 |
| | 绿地 | m ² | 11000 | 28 | 30.80 | 拆除 |
| | 硬质铺装 | m ² | 5000 | 35 | 17.50 | 拆除 |
| | 沥青路面 | m ² | 7000 | 50 | 35.00 | 拆除 |
| 十八 | 宏腾路（滨河路—学院路）海绵改造工程 | | | | 1718.05 | |
| | 透水铺装 | m ² | 5400 | 200 | 108.00 | |
| | 下沉式绿地 | m ² | 15000 | 155 | 232.50 | |

| 编号 | 设施类型 | 单位 | 工程量 | 单价（元） | 合价（万元） | 备注 |
|----|--------------------|----------------|-------|-------|---------|------------------|
| | 蓄水模块 | m ³ | 400 | 2500 | 100.00 | |
| | 植草沟 | m | 900 | 191 | 17.19 | |
| | 多孔纤维棉 | m ³ | 590 | 9000 | 531.00 | |
| | 行泄通道 | | 844 | 3200 | 270.08 | 钢筋混凝土 1000x600mm |
| | 新建雨水管网 | m | 324 | 2660 | 86.18 | DN1100 |
| | 新建雨水管网 | m | 650 | 2850 | 185.25 | DN1200 |
| | 矩形检查井 | 座 | 25 | 5800 | 14.50 | 钢筋混凝土 |
| | 管道直槽开挖支护 | m | 974 | 360 | 35.06 | 平均埋深 5m |
| | 沥青路面 | m ² | 2500 | 320 | 80.00 | 新建 |
| | 绿地 | m ² | 16350 | 28 | 45.78 | 拆除 |
| | 沥青路面 | m ² | 2500 | 50 | 12.50 | 拆除 |
| 十九 | 隆昌路（滨河路—学院路）海绵改造工程 | | | | 2071.36 | |
| | 下沉式绿地 | m ² | 20500 | 155 | 317.75 | |
| | 透水铺装 | m ² | 6400 | 200 | 128.00 | |

| 编号 | 设施类型 | 单位 | 工程量 | 单价（元） | 合价（万元） | 备注 |
|----|----------|----------------|------|-------|---------|---------|
| | 多孔纤维棉 | m ³ | 670 | 9000 | 603.00 | |
| | 新建雨水管网 | m | 598 | 2850 | 170.43 | DN1200 |
| | 新建雨水管网 | m | 279 | 3670 | 102.39 | DN1600 |
| | 新建雨水管网 | m | 960 | 4580 | 439.68 | DN2000 |
| | 矩形检查井 | 座 | 40 | 7300 | 29.20 | 钢筋混凝土 |
| | 管道直槽开挖支护 | m | 1837 | 460 | 84.50 | 平均埋深 5m |
| | 沥青路面 | m ² | 6000 | 240 | 144.00 | 新建 |
| | 绿地 | m ² | 8000 | 28 | 22.40 | 拆除 |
| | 沥青路面 | m ² | 6000 | 50 | 30.00 | 拆除 |
| | 合计 | | | | 28635.1 | |

表17.4 公园湿地水系海绵设施造价估算表

| 编号 | 设施类型 | 单位 | 工程量 | 单价（元） | 合价（万元） | 备注 |
|----|-----------------|----------------|-------|-------|---------|----|
| 一 | 北海公园海绵改造工程（北海段） | | | | 859.81 | |
| | 透水铺装 | m ² | 2000 | 200 | 40.00 | |
| | 雨水花园 | m ² | 1250 | 460 | 57.50 | |
| | 下沉式绿地 | m ² | 5320 | 155 | 82.46 | |
| | 植草沟 | m | 6180 | 191 | 118.04 | |
| | 生态驳岸 | m | 2500 | 220 | 55.00 | |
| | 多孔纤维棉 | m ³ | 400 | 9000 | 360.00 | |
| | 石材铺装 | m ² | 5500 | 35 | 19.25 | 拆除 |
| | 绿地 | m ² | 40200 | 28 | 112.56 | 拆除 |
| | 混凝土驳岸 | m | 2500 | 60 | 15.00 | 拆除 |
| 二 | 清潁河带状公园海绵改造工程 | | | | 5852.24 | |
| | 透水铺装 | m ² | 18000 | 200 | 360.00 | |

| 编号 | 设施类型 | 单位 | 工程量 | 单价（元） | 合价（万元） | 备注 |
|----|--------------|----------------|--------|-------|---------|------|
| | 雨水花园 | m ² | 20600 | 460 | 947.60 | |
| | 下沉式绿地 | m ² | 81200 | 155 | 1258.6 | |
| | 植被修复 | m ² | 106250 | 80 | 850.00 | 水土保持 |
| | 植草沟 | m | 25700 | 191 | 490.87 | |
| | 雨水湿地 | m ² | 21000 | 590 | 1239.00 | |
| | 石材铺装 | m ² | 18000 | 35 | 63.00 | 拆除 |
| | 绿地 | m ² | 229700 | 28 | 643.17 | 拆除 |
| 三 | 学院河饮马河海绵改造工程 | | | | 3510.72 | |
| | 雨水花园 | m ² | 16800 | 460 | 772.80 | |
| | 植草沟 | m | 13650 | 191 | 260.72 | |
| | 植被修复 | m ² | 64250 | 80 | 514.00 | 水土保持 |
| | 下沉式绿地 | m ² | 35000 | 155 | 542.5 | |
| | 雨水湿地 | m ² | 19500 | 590 | 1150.5 | |
| | 绿地 | m ² | 96500 | 28 | 270.20 | 拆除 |

| 编号 | 设施类型 | 单位 | 工程量 | 单价（元） | 合价（万元） | 备注 |
|----|------------------|----------------|-------|-------|---------|----|
| 四 | 芙蓉湖公园及芙蓉广场海绵改造工程 | | | | 1751.65 | |
| | 透水铺装 | m ² | 6000 | 200 | 120.00 | |
| | 雨水花园 | m ² | 12600 | 460 | 579.6 | |
| | 下沉式绿地 | m ² | 16000 | 155 | 248 | |
| | 植草沟 | m | 3500 | 191 | 66.85 | |
| | 植被缓冲带 | m ² | 10000 | 120 | 120.00 | |
| | 生态驳岸 | m | 1600 | 220 | 35.2 | |
| | 多孔纤维棉 | m ³ | 530 | 9000 | 477.00 | |
| | 石材铺装 | m ² | 6000 | 35 | 21.00 | 拆除 |
| | 绿地 | m ² | 30000 | 28 | 84.00 | 拆除 |
| 五 | 鹿鸣湖公园海绵改造工程 | | | | 1686.35 | |
| | 透水铺装 | m ² | 3711 | 200 | 74.22 | |
| | 雨水花园 | m ² | 6240 | 460 | 287.04 | |
| | 下沉式绿地 | m ² | 9320 | 155 | 144.46 | |

| 编号 | 设施类型 | 单位 | 工程量 | 单价（元） | 合价（万元） | 备注 |
|----|-----------------|----------------|-------|-------|---------|----|
| | 植草沟 | m | 2500 | 191 | 47.75 | |
| | 植被缓冲带 | m ² | 3600 | 120 | 43.20 | |
| | 生态驳岸 | m | 2300 | 220 | 50.60 | |
| | 雨水湿地 | m ² | 9650 | 590 | 569.35 | |
| | 多孔纤维棉 | m ³ | 400 | 9000 | 360.00 | |
| | 石材铺装 | m ² | 3400 | 35 | 11.90 | 拆除 |
| | 绿地 | m ² | 30000 | 28 | 84.00 | 拆除 |
| | 混凝土驳岸 | m | 2305 | 60 | 13.83 | 拆除 |
| 六 | 悦民公园一、二标段海绵改造工程 | | | | 1199.98 | |
| | 透水铺装 | m ² | 20500 | 200 | 410.00 | |
| | 生态树池 | 座 | 150 | 3500 | 52.50 | |
| | 雨水花园 | m ² | 9500 | 460 | 437.00 | |
| | 植草沟 | m | 1800 | 191 | 34.38 | |
| | 多孔纤维棉 | m ³ | 200 | 9000 | 180.00 | |

| 编号 | 设施类型 | 单位 | 工程量 | 单价（元） | 合价（万元） | 备注 |
|----|-------|----------------|-------|-------|----------|----|
| | 混凝土铺装 | m ² | 10500 | 50 | 52.50 | 拆除 |
| | 绿地 | m ² | 12000 | 28 | 33.60 | 拆除 |
| | 合计 | | | | 14860.75 | |

表17.5 建筑与小区海绵设施造价估算表

| 编号 | 设施类型 | 单位 | 工程量 | 单价（元） | 合价（万元） | 备注 |
|----|------------------|----------------|-------|-------|--------|----|
| 一 | 产业集聚区管委会海绵改造工程 | | | | 90.65 | |
| | 高位花坛 | m ² | 80 | 180 | 1.44 | |
| | 雨水花园 | m ² | 1600 | 460 | 73.60 | |
| | 植草沟 | m | 100 | 191 | 1.91 | |
| | 植草砖 | m ² | 500 | 180 | 9.00 | |
| | 绿地 | m ² | 1680 | 28 | 4.70 | 拆除 |
| 二 | 留学生创业园公共建筑海绵改造工程 | | | | 349.53 | |
| | 下沉式绿地 | m ² | 4700 | 155 | 72.85 | |
| | 雨水花园 | m ² | 5400 | 460 | 248.40 | |
| | 绿地 | m ² | 10100 | 28 | 28.28 | 拆除 |
| 三 | 迎宾馆海绵改造工程 | | | | 122.73 | |
| | 下沉式绿地 | m ² | 1060 | 155 | 16.43 | |
| | 雨水花园 | m ² | 2000 | 460 | 92.00 | |

| 编号 | 设施类型 | 单位 | 工程量 | 单价（元） | 合价（万元） | 备注 |
|----|------|----------------|------|-------|--------|----|
| | 植草沟 | m | 300 | 191 | 5.73 | |
| | 绿地 | m ² | 3060 | 28 | 8.57 | 拆除 |
| | 合计 | | | | 562.91 | |

表17.6 综合单价分析表

| 设施类型 | 人工费 | 材料费 | 机械费 | 管理费 | 利润 | 安全文明 施工措施 费 | 规费 | 税金 | 综合单价 |
|---------------|--------|---------|-------|------|--------|-------------------|-------|--------|------|
| 雨水花园 | 98.25 | 242.20 | 10.50 | 1.42 | 31.59 | 15.63 | 14.91 | 45.59 | 460 |
| 下沉式绿地 | 35.40 | 75.20 | 7.20 | 0.51 | 10.60 | 5.63 | 5.37 | 15.39 | 155 |
| 植草沟 | 51.50 | 78.80 | 11.80 | 0.74 | 12.79 | 8.19 | 7.81 | 18.88 | 191 |
| 植草砖 | 54.80 | 69.30 | 8.50 | 0.79 | 11.93 | 8.72 | 8.31 | 17.86 | 180 |
| 透水砖铺装 | 66.90 | 91.70 | 5.60 | 0.96 | 2.30 | 2.61 | 10.15 | 19.82 | 200 |
| 高位花坛 | 68.10 | 65.20 | 13.20 | 0.98 | 2.05 | 2.66 | 10.33 | 17.88 | 180 |
| 盖板沟 | 164.20 | 221.50 | 25.20 | 2.37 | 5.75 | 6.40 | 24.91 | 49.54 | 500 |
| 多孔纤维棉 | 32.50 | 7950.30 | 6.70 | 0.47 | 111.85 | 1.27 | 4.93 | 891.88 | 9000 |
| 新建雨水管网 DN700 | 157.42 | 811.61 | 21.36 | 2.27 | 13.87 | 6.14 | 23.89 | 114.02 | 1151 |
| 新建雨水管网 DN800 | 174.36 | 1115.52 | 25.31 | 2.51 | 18.41 | 6.80 | 26.46 | 150.63 | 1520 |
| 新建雨水管网 DN900 | 205.64 | 1242.50 | 38.43 | 2.97 | 20.81 | 8.02 | 31.20 | 170.45 | 1720 |
| 新建雨水管网 DN1000 | 245.62 | 1590.45 | 51.29 | 3.54 | 26.42 | 9.58 | 37.27 | 216.06 | 2180 |

| | | | | | | | | | |
|---------------|--------|---------|--------|-------|-------|-------|--------|--------|------|
| 新建雨水管网 DN1100 | 285.12 | 1956.03 | 64.51 | 4.11 | 32.28 | 11.12 | 43.26 | 263.61 | 2660 |
| 新建雨水管网 DN1200 | 324.26 | 2072.15 | 70.46 | 4.68 | 34.54 | 12.65 | 49.20 | 282.47 | 2850 |
| 新建雨水管网 DN1400 | 351.00 | 2251.00 | 81.00 | 5.06 | 37.56 | 13.69 | 53.26 | 307.18 | 3100 |
| 新建雨水管网 DN1500 | 397.00 | 2452.50 | 91.00 | 5.72 | 41.17 | 15.48 | 60.24 | 336.94 | 3400 |
| 新建雨水管网 DN1600 | 411.20 | 2671.30 | 95.20 | 5.93 | 44.49 | 16.04 | 62.39 | 363.72 | 3670 |
| 新建雨水管网 DN1800 | 468.70 | 3052.80 | 115.30 | 6.76 | 50.92 | 18.28 | 71.12 | 416.23 | 4200 |
| 新建雨水管网 DN2000 | 503.20 | 3342.30 | 121.90 | 7.26 | 55.54 | 19.62 | 76.35 | 453.88 | 4580 |
| 新建雨水管网 DN2200 | 561.87 | 3671.10 | 140.26 | 8.10 | 61.23 | 21.91 | 85.25 | 500.47 | 5050 |
| 新建雨水管网 DN2700 | 726.10 | 4212.12 | 201.23 | 10.47 | 71.95 | 28.32 | 110.17 | 589.64 | 5950 |

表17.7 许昌市人工、材料咨询价格表

| 项目 | 单位 | 咨询价格（元） |
|--------|----------------|---------|
| 人工市场 | 天 | 65 |
| 水泥（综合） | kg | 0.255 |
| 钢材 | kg | 2.69 |
| 锯材 | m ³ | 2450 |
| 中砂 | m ³ | 125 |
| 碎石 | m ³ | 115 |
| 焊接钢管 | kg | 4.5 |
| 钢管及钢配件 | kg | 4.8 |
| 钢管 | kg | 4.3 |
| 闸阀 | kg | 5.2 |

18 经济评价

18.1 有关说明

本项目属于非经营性项目分类中的后二类的结合体，市政基础设施工程，为社会公益性建设项目，故经济评价与一般企业项目、具体的对象建设项目有所不同，其经济分析主要考虑国民经济评价方面。国民经济评价是在合理配置国家资源的前提下，从国家整体的角度研究项目对国民经济的净贡献，以判断项目的经济合理性。经济分析应以动态为主，采用“有无”比较法，即分析计算本项目与不实施本项目所付出的代价和产生的效益。

18.2 经济评价内容

本项目经济评价为国民经济评价。

由于本项目建成后为城市市政基础设施，不会以直接收费的形式收回投资，项目所产生的效益主要为间接的社会经济效益，故本项目的经济评价为国民经济评价。

（1）经济评价的基准情况

建设项目的国民经济评价采用“有项目情况”与“无项目情况”的对比方法，在进行经济评价之前，首先确定经济评价参数，并分析和计算国民经济费用与效益。

（2）经济评价采用的价格

建设项目的国民经济评价使用影子价格，考虑城市道路建设使用的货物市场供应比较充足，用现行的市场价格代替影子价格。计算期内各年均采用基年（开工前一年）价格。

（3）经济评价通用参数

本项目经济评价有关参数如下：

- 1) 社会平均基准折现率 6%；
- 2) 项目计算期：本项目计算期为 17 年，其中建设期 2 年，运营期 15 年；
- 3) 影子价格：

建设项目影子价格按《建设项目经济评价方法与参数》中列出的部分货物影

子价格换算系数计算，影子工资的调整系数为 1.0，即按当地职工平均水平计入；

(4) 评价指标

进行国民经济评价时，主要采用以下几项指标：

1) 经济净现值（ENPV）（累计净现值）

经济净现值是用社会折现率将项目计算期内各年的净效益流量折算到建设期初的现值之和。其表达式为：

$$ENPV = \sum (B-C)_t (1+is)^{-t}$$

式中：ENPV——经济净现值

B——国民经济效益流量

C——国民经济费用流量

$(B-C)_t$ ——第 t 年的国民经济净效益流量

n——计算期

is——社会折现率

2) 经济内部收益率（EIRR）

经济内部收益率是项目在计算期内各年净效益流量的现值累计等于零时的折现率。其表达式为：

$$\sum (B-C)_t (1+EIRR)^{-t} = 0$$

式中：EIRR——经济内部收益率

3) 效益费用比（EBCR）

(5) 效益计算

1) 减少排水设施投资（B1）

按照道路排水设施，每公里新建投资 200 万元，且考虑每年排水实施管理养护费用，每年建设排水设施投资为新建投资的 30%计算，考虑运营期通货膨胀及其它因素，按 11%增长比例预测以后各年减少排水设施投资。

2) 减少城市内涝损失（B2）

按照城市内涝造成的经济直接损失和间接损失，每年损失金额为 3000 万元，本项目建成将减少内涝损失的 68%，考虑运营期通货膨胀及其它因素，按 14%增长比例预测以后各年减少城市内涝损失。

3) 增加公园绿地收费 (B3)

本项目公园绿地广场的建成,将增加政府公园绿地收费费用,按照城市常住人口和旅游人口计算,每人每次按 10 元计算,考虑运营期通货膨胀及其它因素,按 8%增长比例预测以后各年收费增长。

4) 增加城市生态效益 (B4)

本项目的建成,将增加城市生态效益,带动旅游经济,按南华县每年旅游经济收入的一定比例计算,考虑运营期通货膨胀及其它因素,按 12%增长比例预测以后各年生态效益增长。

5) 土地增效 (B5)

由于项目实施,将改善沿线地区的基础设施条件,带来土地收益的提高。本项目产生的土地收益计算公式为:

$$B_t = (B_d - B_o) \times A_r$$

式中: B_t : 项目每年产生的土地收益

B_d : 项目实施后的平均土地收益

B_o : 项目实施前的平均土地收益

A_r : 影响面积

综合分析沿线地区的用地现状等条件,该项目区域现状平均基准地价为 15 万元/亩,土地平均收益 5 万元/亩·年。参考本县类似项目的实施效果得到相关区域三年的年均土地收益可比实施前每年提高 25%,考虑运营期通货膨胀及其它因素,按 5%增长比例预测以后各年土地效益增长。

(6) 费用计算

项目建成后,项目的经营费用主要为道路养护、管理及大修费用。

1) 项目养护费用

项目护费用含道路的日常养护维修及绿化养护,养护费用约为 15 万元/ $m^2 \cdot \text{年}$ (广场公园),10 万元/公里·年(道路)。根据运营初年养护费用和相对价格变化趋势,不考虑运营期通货膨胀因素,但考虑破损程度逐年加大,按 5%增长比例预测以后各年日常养护费。

2) 管理人员工资及福利费

项目建成后，需清扫、绿化维护以及其他人员，本项目管理人员按 10 人考虑，每人 1.5 万元/年，根据基年管理费和相对价格变化趋势，不考虑运营期通货膨胀，但考虑职工实际生活水平逐年提高，按 5% 增长比例预测以后各年管理费。

3) 大修费用

本项目按 10 年进行一次大修考虑，大修费用主要包括路面罩面翻修费用和交通设施更新，大修费用约为下一年养护费用的 10 倍。

4) 折旧费

本项目建设期为 2 年，运营期 15 年，计算期为 17 年；固定资产形成率按 80% 计，残值率按 10% 计。

年折旧费 = $59216.69 \times 80\% \times (1 - 10\%) / 15 = 2842.40$ 万元。

18.3 国民经济评价

(1) 评价指标计算

静态投资回收期：11.35 年（含建设期一年）< 16 年，项目可行；

动态投资回收期 ($i=6\%$)：13.74 年（含建设期一年）< 16 年，项目可行。

(2) 评价结果

由上述计算结果可知，建设项目经济净现值 (ENPV) 大于零，经济内部收益率 (EIRR) 大于社会折现率 10%，表明该项目国民经济评价可行。

18.4 经济敏感性分析

敏感性分析是通过分析、预测项目主要因素发生变化时，对经济评价指标的影响，从中找出敏感因素，并确定其影响程度。影响该项目经济评价指标的不确定性因素很多，但在我们分析中没必要对所有的不确定性因素进行敏感性分析，仅选择一些主要的影响因素分析，该项目中我们对项目总投资、建设年限、经营收入、经营成本进行敏感性分析，通过这些因素在自身发生变化的范围内对经济评价指标的影响大小，确定该项目工程较敏感性因素为项目总投资和经营收入，尤其以项目总投资对该项目各项指标影响最大。因此作为政府非盈利性的基础设施项目，应尽量控制投资开支，合理确定工程项目的分期投资量，既不能资金闲置，也不能因资金投入不及时而影响工程进度，做到专款专用，让各项资金合理

及时地投入使用，是值得重视的问题。

19 工程效益分析

许昌市海绵城市建设 PPP 项目的建设和运营，通过因地制宜选择“渗、滞、蓄、净、用、排”等多种措施，建设分散式源头减排系统与“海绵”体系，缓解排水管网排水压力，降低水灾害，突出水生态、水环境的改善，不仅将形成明显的生态环境效益，还必然形成一定的社会效益，所产生的效益大部分难以用货币量化。因此，应从系统观点出发，与人民生活水准的提高和健康条件的改善，与区域经济的加速发展等宏观效益结合在一起评价。

19.1 环境效益

许昌市海绵城市建设 PPP 项目的工程建设必然会对区域环境产生一定影响，主要表现在施工期的噪音污染、尾气污染、水污染及对地表植被的破坏，但这些潜在的环境影响可以通过有效的防护措施进行控制，不会对周边环境产生污染。

本项目建成后，通过将防、排、蓄、渗、滞等措施合理地结合起来，增加城市绿化面积，降低城市地面的硬化比例。通过海绵城市建设，如下沉式绿地吸收雨水，再通过植物、土壤进行净化并渗入地下，富余雨水溢流至下沉广场形成景观水体或进入收集池等相关工程技术措施，这些被收集的雨水通过简单处理可以用于生产和生活，或者作为景观用水、补给地下水等，为城市中水保存提供容纳空间，从而改善城市生态环境，结合节水型社会建设，可以缓解水资源短缺问题。

本项目通过增加城市透水地面的比例，将提高许昌市海绵城市试点区区域雨水收纳和防洪排涝的能力，可以有效削减试点区内径流峰值流量和峰值强度，延长径流持续时间，从而使得径流峰值出现时间延后，达到不同地块径流错峰的目的，并减少场地外排水量，从而降低城市内涝灾害的风险。项目建成之后，可以有效吸纳雨水，提高许昌市防洪能力，为人民群众的生命财产安全以及城市发展提供有力保障，切实体现海绵城市建设对许昌市城市产生的安全效益。

本项目通过低影响开发措施，将城市雨水管渠系统及超标雨水径流排放系统衔接，对前期雨水进行截污、净化达标后再排入受纳水体，从而有效控制受纳水体的径流污染，达到削减城市径流污染负荷的效果，保护城市河湖水系水质，大幅减少水环境污染治理费用。同时，本项目建成后，通过保护城市水生态，促进水循环，雨水花园、植草沟、雨水湿地等绿色设施的构建能有效吸收热辐射，降

低热岛效应；透水铺装的应用增加地面与空气的流通性，促进空气流动，缓解热岛效应。

本项目的建设不仅具有较强的排水能力，还兼备较好的城市景观效果。在海绵城市建设过程中，将低影响开发设施与本地植物的应用紧密且有效地结合，并恰当融入一定的景观设计理念，能够营造适宜许昌市周边环境的景观效果，为市民营造较好的景观水体网络及休闲场所。同时城市整体生态环境面貌将得到改善，城市的绿化、美化，以及海绵城市建设后地面积水点的大量减少，将极大地方便居民的生活，为居民生活增添更多生气与活力，使居民的居住环境更为舒适优美，提高居民的生活质量。

因此，本工程社会及环境效益显著。

19.2 社会效益

许昌市海绵城市建设 PPP 项目的实施，有效缓解城市内涝积水问题，增加城市绿化面积，减少地表径流污染，改善该地区的城市生态环境，使城市现象得到进一步提高，促进旅游业及其他行业的发展，带动周边地区及全市的经济发展。

本项目通过海绵城市的建设，将转变传统的城市开发中的粗放模式，从水系统保护的角度出发，充分考虑水生态、水安全、水环境、水资源方面的发展需求，以低影响的开发模式开展城市规划与建设，将城市开发建设对周边环境影响降到最低程度，使城市的发展与生态环境的保护紧密有机结合起来，促进许昌城市的可持续发展。同时，通过本项目建设，树立先进的生态文化理念，不断提高人民的自然认知、生态认知水平，普及生态理念，同时通过一系列地影响开发措施的应用，对生态文化的理念进行宣传，提高海绵建设的知晓度，从而实现全社会的可持续发展。

本项目的实施对树立城市形象、提升城市品位都将有着明显的作用；为树立文明、整洁、现代化的城市形象打下良好的基础；为完善许昌市投资环境、发展经济提供了良好的条件。项目建成后，不但给境内外游客一个舒适的城市生态环境，促进旅游设施配套，带动旅游业的发展，所产生的高强度人流、物流和信息流，还会使沿线区域的服务行业也会聚集到附近发展，从而形成经济状态稳定的交通产业带，并对周边地区产生辐射和带动作用，对经济的发展具有积极的推动

作用。

本项目通过市政道路海绵改造、新建雨水管网、公园水系改造等城市环境与形象的提升，将为当地增加基础设施工程，带来居民生活质量的提高，提高了城市的整体竞争力，提高了政府的威信，维护社会的稳定，对促进整许昌市的稳步发展必将起到积极的作用。同时，本项目在建设过程中，可以为当地居民提供一定的就业机会，使其收入得到一定程度的提高，而在项目建成后，将有效促进旅游设施配套，带动许昌市旅游业的发展，必然刺激各种产业活动的增加，各种各样的服务会随之兴起，由此必然会提供更多的就业机会，也将有助于提高影响区域居民的收入。

因此，本项目的建设具有较好的社会效益。

19.3 经济效益

本项目的间接经济效益比较显著，主要是通过减少污水污染对社会造成的经济损失和带动周边发展而表现出来，其表现形式如下：

本项目的实施可以有效控制受纳水体的径流污染，达到削减城市径流污染负荷的效果，保护城市河湖水系水质，大幅减少水环境污染治理费用。通过改善水体水质环境，使周边土地的增值，可直接提高项目周边土地的价值，增加土地收益。环境美化的同时，将吸引更多的外商投资，促进城市经济发展，促进区域商业及旅游业的发展，创造较大的经济效益。此外，也提供了大量的就业机会，为旅游、餐饮、住宿等配套设施服务提供了大量的就业机会。

因此，本项目的建设间接带来较好的经济效益。

20 社会风险评价

社会风险评价的内容、原则就是要体现“以人为本”的理念，从社会、自然和人的全面、协调发展的角度出发，分析项目的投资建设及运营活动对与项目相关的机构及个人所带来的正负面影响，客观评价投资项目对实现各种社会发展目标所做的贡献，为投资决策提供科学依据。针对建设项目的内容，社会风险评价的主要目的，在于帮助项目方案的设计者全面考虑建设项目的社会受益目标，在服务社会整体利益的同时，尽量避免或减少项目在局部地区可能产生的不利影响。

20.1 社会影响分析

许昌市海绵城市建设 PPP 项目的实施对于减少城市内涝、减少水环境污染、改善城市生态环境、改善投资环境、提升许昌市城市形象、促进区域经济发展具有重要意义。而同时，不可避免的对区域带来一定的负面影响。社会影响分析主要是分析本项目对项目所在地社会的正负面影响。主要包括对居民收入、生活水平与质量、弱势群体的影响，对地区基础设施、社会服务容量、城镇化进程、旅游事业和文化教育卫生的影响。

（1）对居民就业的影响

本项目的实施将对增加社会就业有较大贡献。施工期需要投入大量的人力、物力，因此，项目建设过程中将为所在地区提供较多的就业机会，收入提高。项目建成后，对于城市交通道路、生态环境的改善将促使居民与外界交流便捷而频繁，先进文化和生产力的引入也导致生产力引入，提高居民收入。在项目运营期，许昌市海绵城市 PPP 项目将有效促进旅游设施配套，带动许昌市旅游业的发展，必然刺激各种产业活动的增加，各种各样的服务会随之兴起，地方经济将更加活跃，由此必然会提供更多的就业机会，同时也将有助于提高影响区域居民的收入。

（2）对居民生活水平与质量的影响

本项目对项目所在地各居民点、村庄的住户水平与质量影响较大。施工期的影响主要是施工带来噪音、扬尘、水污染、植被破坏以及出行受阻。项目建成后，本项目将增加区域内基础设施工程、促进区域交通条件改善以及城镇化进程，在此条件下，区域内居民日常消费品的供应将更加便捷、多样，居民出行更加方便、迅速、直达、具有适意选择性，缓解居民由于中转、拥堵带来的生活质量下降。

在项目运营期，本项目将减少许昌市地面硬化比例，增加绿地面积，提升许昌市现有水系环境质量，减少城市内涝现象，改善城市生态环境，从而带来居民生活质量的提高。

（3）对项目所在地弱势群体利益的影响

本项目对项目所在地及影响区域内弱势群体的利益影响较大。本项目的建成将有效改善许昌市城市生态环境，提升许昌城市形象，带动区域旅游业发展，从而促进区域经济发展。在此条件下，本项目的建设使部分影响区内的妇女有机会从事商业、服务员、餐饮业、旅游业第二、三产业的劳动，其结果是在某种程度上使得当地的性别分割减少。此外，本项目的建成将促使当地信息流通更快，妇女的视野和眼界将会大大地拓宽，由于当地妇女在儿童的养育上担负主要责任，妇女的生活状况将会直接影响到儿童的教养和福祉，妇女的受益将直接使得儿童获益。

（4）对地区基础设施、社会服务容量和城镇化进程的影响

本项目的实施过程中，海绵城市的建设过程将会对该区域的交通造成影响，有可能造成交通拥挤不堪，对城镇化进程造成短暂的负面影响。本项目建成后，通过市政道路海绵改造、新建雨水管网、公园水系改造等城市环境与形象的提升，将为当地增加基础设施工程，促进沿线经济布局与旅游业发展，所产生的高强度人流、物流和信息流，使沿线区域的服务行业也会聚集到附近发展，从而形成经济状态稳定的交通产业带，并对周边地区产生辐射和带动作用，进而扩大了社会服务容量。同时，本项目既可以促进原有城区的开发建设，也促进周边村镇的发展，推动本地区及相关地区劳动力由农村向城镇、由农业向工业转移，带动当地的城市化发展水平，促进沿线城镇化建设的进程。

（5）对旅游事业的影响

许昌拥有旅游资源 6 类 50 种。其中有史前文化系列、汉文化系列、曹魏文化系列、钧瓷文化系列等古文化旅游资源，有姓氏宗亲寻根旅游资源，有紫云山、大鸿寨等自然山水资源，有 75 万亩花木生态休闲旅游资源，有许继集团、瑞贝卡公司、黄河集团的工业旅游示范点。近年来，许昌已经形成了“三国文化之乡”、“陶瓷文化之乡”、“蜡梅文化之乡”等三大文化资源品牌优势。丰富的人文旅游

资源和自然旅游资源，为许昌市文化和旅游业的发展奠定了坚实的基础。

在项目施工期，施工带来噪音、扬尘、水污染、植被破坏会对城市旅游业的发展带来短暂的负面影响。本项目建成后，将为许昌市带来良好的社会、经济以及环境综合效益，通过市政道路类项目的海绵改造，大大提高区域道路的服务水平，将有利于区域旅游资源的开发；通过公园水系类的海绵改造，减少城市水灾现象，缓解水体污染，给境内外游客一个舒适的城市生态环境，促进旅游设施配套，带动旅游业的发展。

（6）对区域相关产业发展的影响

本项目的实施将对经济的发展具有积极的推动作用，城市交通条件以及生态环境的改善可以拉动相关国民经济产业的发展，如水的生产供应业、建筑业、交通运输仓储等。

（7）对文化、教育、卫生的影响

本项目的建设，可以进一步促进沿线居民与外界的物质、文化交往，促进相互间的联系，促进文化教育事业的发展。另一方面，在项目建设过程中，会产生车辆噪声、废气污染，对沿线居民的卫生条件和健康状况会造成一定的负面影响。

20.2 互适性分析

（1）当地政府对项目的态度

许昌市海绵城市建设 PPP 项目实施以后，将有效改善区域生态环境与交通条件，提升许昌城市形象，在为区域内生产、生活提供安全、舒适、高效、可持续的城市环境同时，对于促进区域资源开发和利用、改善区域投资环境、推动旅游业发展、带动相关产业发展、推进城市化发展进程、扩大就业、促进经济增长等方面均有重要意义。因此，当地政府全力支持项目建设，多次召开相关部门协调会，力争尽快实施。

（2）不同利益群体对项目的态度及参与程度

根据项目受益群体划分，项目沿线地区利益群体主要为：普通居民和村民、商业活动群体、企业、政府部门、妇女儿童等相对弱势群体。给项目沿线不同利益群体带来的影响因素主要是生产和生活出行距离改变、影响了生活习惯，同时施工期间产生的噪音、扬尘、水污染、植被破坏以及出行受阻也带来短暂负面影响。

响。但由于本项目的建设将为出行带来方便、有利于商业活动的开展、有利于开拓眼界，增加信息来源、为个人发展带来机会等，将继续提升城市的宜居性和生态性，实现社会、经济、环境协调发展，项目对各利益群体影响总体上利要远大于弊端，各级利益群体的利益都能得到保障和发展，加之通过一定的宣传教育，不同利益群体能从大局出发，对本项目的建设大力支持并积极参与。

（3）各部门或组织对项目的态度及支持程度

拟建项目完成后将极大地提升沿线地区的基础设施环境水平和竞争力，推进区域城镇化进程，从而能够满足更大规模的建设需要；同时项目的建成能够吸引更多的外来投资，推进沿线更多高标准、高要求的建设项目开展，提升各部门技术理论。项目所在低及影响区域内负责各类建设需求资源的各级部门和组织都对本项目的实施表现出极大的热情，均表示将尽最大努力保障项目的顺利实施。

20.3 社会稳定风险评估

社会稳定风险，广义是指一种导致社会冲突，危及社会稳定和社会秩序的可能性，是一类基础性、深层次、结构性的潜在危害因素，对社会的安全运行和健康发展会构成严重的威胁，一旦这种可能性变成现实性，社会风险就会转变成公共危机。广义的社会风险是一个抽象的概念，它涵盖了生态环境领域、整治领域、经济领域、社会领域和文化领域的各种风险因素。在狭义上，社会风险是指由于所得分配不均、发生天灾、结社群斗、失业人口增加造成社会不安、宗教纠纷、社会各阶级对立社会发生内争等社会因素引起的风险，仅指社会领域的风险。

20.3.1 工程可能存在风险及其评估

本项目在工程实施过程中，由于相关利益群体对项目建设的抗拒，也会衍生出一些潜在的社会风险。因此，对项目所涉及的影响社会稳定的风险进行界定，尽早识别这些风险，采取各种应对的措施规避和控制这些风险，对于项目的成功是十分必要的。按上述分析本工程实施过程中可能存在的风险主要有：项目合法性、合理性、可行性、可能造成环境破坏的风险；群众对生活环境变化的不适风险；项目可能引发社会矛盾的风险。

在识别了工程可能面临的六大类社会稳定风险的基础上，对上述六大类风险发生的可能性大小分别进行定性评估。便于评估表述准确，本报告把风险发生可

能性的大小划分成 5 个等级，可能性由小至大依次表述为：很小、较小、中等、较大、很大，并根据专家经验以及对征地拆迁相关利益群体的民意调研结果，界定各类风险发生可能性的大小。

本工程实施过程中可能存在的风险及其评估如下：

（1）项目合法性风险

许昌市海绵城市建设 PPP 项目符合法律法规、党和国家的方针政策、许昌市城市总体规划、许昌市排水防涝规划、许昌市海绵城市专项规划等相关专业专项规划的要求，其建设具有合法性。

同时，本报告从项目建设条件、水文、工程地质、工程建设方案、工程实施对环境的影响、项目实施进度计划、投资估算、社会及宏观经济效益等多个方面、从技术和经济等多个角度并结合上述规划资料，论证了项目建设的可行性。项目建设程序正在按部就班依法进行之中。

因此，本项目合法性风险很小。

（2）项目合理性风险

许昌市海绵城市建设 PPP 项目顺应自然、尊重自然、保护自然，在许昌现有优良的生态和宜居环境基础上，建设海绵城市，将继续提升许昌市的宜居性和生态性，实现社会、经济、环境协调发展。

因此，本项目合理性风险很小。

（3）项目可行性风险

本项目的建设时机和条件较为成熟，制定了具体、详实的方案和完善的配套措施。项目实施与本地区经济社会发展水平相适应，工程项目建成后对当地居民的生存现状有积极影响，得到了大多数群众的支持和认可。另外，项目在论证设计过程当中，履行了公众参与、专家咨询、信息公开等程序。

同时，本报告从项目建设条件、水文、工程地质、工程建设方案、工程实施对环境的影响、项目实施进度计划、投资估算、社会及宏观经济效益等多个方面、从技术和经济等多个角度并结合上述规划资料，论证了项目建设的可行性。

因此，本项目可行性风险较小。

（4）项目可能造成环境破坏的风险

本项目在建设期内的施工会对地表水、空气、噪声环境等方面产生一定程度的不利影响。本项目在建成后能将改善城市生态环境，有效削减地表径流造成的面源污染，同时对现有水体水质将有明显提升作用，减少水体污染治理成本，对许昌市城市环境具有积极影响。

因此，本项目造成环境破坏的风险很小。

（5）群众对生活环境变化的不适风险

本项目在建设期内的施工会对区域内沿线居民原有生产、生活方式产生不利影响，但这种影响不是全封闭、全隔离的。同时本项目区域大部分为待建区，该区域相较于主城区开发力度相对较弱，工程项目建成后对当地居民的生存现状有积极影响，随着市政配套设施的建成，居民的生活、出行等条件将得到明显改善，并能长期从项目所带动的城市化进程与经济发展中收益，群众抵触心理较小。

因此，本项目群众对生活环境变化的不适风险较小。

（6）项目可能引发社会矛盾的风险

根据调查，项目所在地的社会稳定和治安状况较好，不存在特殊的历史矛盾和社会背景。政府单位针对可能出现的社会稳定风险指定了相应的防范、化解措施，并且措施可行、有效。另外，政府单位对项目的建设进行了宣传解释和舆论引导，目前不存在负面舆论。可以预计本项目在建设过程中不会引发集体上访、社会负面舆论、恶意炒作以及其他影响社会稳定的问题。项目施工过程中会给居民的生产和生活带来不便、有时甚至会带来损害，还会对原有的设施造成影响，本项目不排除个体居民与施工单位等机构的冲突的风险。

因此，本项目可能引发社会矛盾的风险较小。

20.3.2 工程社会稳定风险综合评估

根据国家发展和改革委员会发改投资[2012]2492 号文颁发的《国家发展改革委重大项目社会稳定风险评估暂行办法》，重大项目社会稳定风险等级分为高风险、中风险、低风险三个等级。

上文已对工程项目可能引发的不利于社会稳定的六大类风险可能性大小进行了单项评估，为便于度量该项目整体风险的大小，有必要对各类风险的可能性大小进行量化，然后得到项目的综合风险大小。本项目社会稳定风险评估根据专

家经验和民意调研结果确定每类风险因素的权重, 取值范围为[0, 1], 取值越大表示某风险在所有风险中的重要性越大。其次确定风险可能发生的概率, 将风险概率划分为 5 个等级 (很低、较低、中等、较高、很高), 风险概率按风险可能性由小至大分别取值为 0.2、0.4、0.6、0.8、1.0。然后将每类风险因素的权重与等级值相乘, 求出该类风险因素的得分, 把各类风险的得分加总求和即得到综合风险的分值。综合风险的分值越高, 说明项目的风险越大。一般而言, 综合风险分值为低于 0.4 时, 表示该项目风险低, 有引发个体矛盾冲突的可能; 分值为 0.41~0.7 时, 表示该项目风险中等, 有引发一般性群体性事件的可能; 分值为 0.71~1.0 时, 表示该项目风险高, 有引发大规模群体性事件的可能。本项目综合风险值求取见下表。

表20.1 项目风险综合评估

| 风险类别 | 风险权重 | 风险发生的可能性 | 单项风险 | 综合风险 |
|----------------|------|----------|------|------|
| 项目合法性风险 | 0.2 | 0.2 | 0.04 | 0.29 |
| 项目合理性风险 | 0.2 | 0.2 | 0.04 | |
| 项目可行性风险 | 0.2 | 0.4 | 0.08 | |
| 项目可能造成环境破坏的风险 | 0.15 | 0.2 | 0.03 | |
| 群众对生活环境变化的不适风险 | 0.1 | 0.4 | 0.04 | |
| 项目可能引发社会矛盾的风险 | 0.15 | 0.4 | 0.06 | |

从上表可看出, 本项目可能引发的不利于社会稳定的综合风险值为 0.29, 风险程度低, 意味着项目实施过程中出现群体性事件的可能性不大, 但不排除会发生个体矛盾冲突的可能。

20.3.3 风险防范措施

根据对项目可能诱发的风险及其评估, 必须从风险的预防、处理、协调、反馈和评估等各方面采取应对措施。

(1) 落实民意调查, 公开建设情况

建议下阶段工作中, 环评专题承担单位应通过报纸、网络等媒体将环境信息予以公开, 采取发放调查表、网络调查、部门走访等多种方式进行公众参与。同

时，充分利用电视台、电台、报纸等新闻媒体，大力和正面宣传项目建设将继续提升许昌市的宜居性和生态性，实现社会、经济、环境协调发展；宣传项目坚持了严格的审查审批和报批程序，经过了严谨科学的可行性研究论证，充分考虑了时间、空间、人力、物力、财力等制约因素；告知群众本项目具有具体、详实的建设方案，配套措施完善，尽可能消除项目影响群众和各利益相关者的误解，引导舆论支持本项目建设。

（2）招投标工作依法执行

根据《中华人民共和国招标投标法》、财政部《政府和社会资本合作模式操作指南（试行）》、《政府和社会资本合作政府采购管理办法》，按照规定的方式和程序组织实施许昌市海绵城市建设 PPP 项目的招标，其招标投标活动进入许昌市公共资源交易中心进行。

（3）注重对群众切身利益的保护

首先最大限度降低项目建设过程中对周边交通产生的影响，应当制定合理、科学的施工方案，考虑周边人群出行交通的影响，例如临时便道的设置，临时停车场地安排，临时客车上下站点的布置。其次要从环境管理等方面考虑如何降低施工噪音给周边居民带来的不利影响，施工过程中所产生的垃圾、弃土等有可能污染周围环境的，应采取相应措施及时处理，不可随意倾倒；施工现场车辆尤其在深夜不得鸣笛，改用灯光信号，不要造成施工现场周围交通不畅或发生事故等。

（4）减少施工期间的扰民

对于施工期文明安全生产和施工现场管理采取的主要措施有：合理组织、疏导交通，减少施工交通干扰；加强施工期环境管理，文明施工；施工场地设置围栏，定期洒水，减少施工扬尘影响；优先采用低噪声及低振动的施工机械，合理安排施工作业时间，尽量避免高噪声作业在夜间施工；建筑垃圾及弃土的运输采取封闭措施；施工废水有组织排放；严防因安全生产措施不落实、对重大安全事故处理不力而引起的不稳定问题；严防文明施工措施不到位，对施工扰民现象处理不力而引发的不稳定问题；严防因竣工验收不规范、对工程质量纠纷处理不力而引起的不稳定问题；严防因合同履行不到位、对拖欠工程款协调不及时而引发的不稳定问题；严防因施工现场管理混乱，对施工人员内部矛盾处理不当而引发

的不稳定问题；严防因工地周边社会治安综合环境治理不良，影响正常施工程序而引发的不稳定问题。

将整个施工期防控措施落实到单位，具体到个人，确保将可能出现的涉稳风险消灭在萌芽状态。

（5）保障项目全过程治安安全

在项目建设过程中，施工单位应当加强施工队伍的管理。公安部门应做好相关工作，建立治安预警机制和情报信息系统，加强综合治理工作，保持工程建设涉及区域日常治安环境的良好。密切关注极少数人可能引发的闹访、示威等动向，第一时间采取教育、说服、化解等措施，将问题消除在萌芽状态。

20.3.4 社会稳定风险评估结论

许昌市海绵城市建设 PPP 项目符合法律法规、党和国家的方针政策、许昌市城市总体规划的要求，符合科学发展观要求，符合大多数群众的根本利益，项目将对许昌市城市生态环境改善、区域经济的发展起到积极的推动作用，对于受影响地区的绝大多数人来说，本项目的作用是积极的和可持续的，得到多数群众的理解和支持；项目经过科学的可行性研究论证，充分考虑各种相关制约因素，配套措施完善，建设时机成熟。项目实施后可能引发社会稳定风险的主要因素来自项目建设施工对生态环境的影响、项目建设施工管理影响。

本次分析综合判定本项目实施后可能引发不利于社会稳定的综合风险程度为低。

建议在项目实施过程中紧紧抓住项目建设对生态环境的影响，采取有效措施以保障居民的正常生产和生活，不因本项目建设而使生活环境质量显著下降；通过落实具体防范措施、制定周密应急预案、加大政策宣传力度，加强风险预警机制、建立风险应急预案等一系列手段，将社会稳定风险发生的概率控制在最小程度，以促进项目的顺利推进。

20.4 社会评价结论

本项目的建设有利于许昌市海绵城市建设试点区域进一步开发建设，有效提升城市生态环境与城市形象，促进招商引资；增加就业机会，提高区域内居民生活水平，带动区域经济发展；有利于加快城市化进程和全面实现小康社会。建设

海绵城市，将继续提升许昌市的宜居性和生态性，实现社会、经济、环境协调发展，全面提升和丰富许昌市城市的品质与内涵，对促进地方经济的快速发展具有重要的意义。

21 项目招标投标

21.1 项目招标范围

海绵城市建设运营需要政府、社会、企业共同努力来实现，海绵城市建设项目的多样化，其建设经费来源广泛。在综合考量各行业领域项目的基本情况、推进阶段、是否具备经营性、费价形成机制、权利义务分担和财政可承受能力等方面因素的情况下，针对不同项目设计适用于该项目的投融资模式，最终从整体上实现了“以政府和社会资本合作模式（PPP 模式）为主，地方政府直接融资为辅”的创新投融资和建设运营模式。许昌市海绵城市建设工程主要分为四大类，共计 29 个子项，项目采用整体打包的方式进行 PPP 运作，可取得连片示范效应，便于整体考核，同时降低全生命周期的成本。

21.2 项目采购原则及运作方式

根据《政府采购法》、财政部 76 号文以及操作指南的相关规定，可供选择的采购方式如下：

（1）公开招标和邀请招标在招标方式下，投标方只能响应招标人单方面制定的招标文件要求，缺乏必要的实质沟通，故适用于项目边界条件清晰、产出易于标准化的工程、货物采购。由于本项目所涉专业面广、产出说明及绩效评估标准复杂，又涉及到全寿命期内风险合理分担安排等，故不建议本项目采用公开招标方式确定社会资本合作方。

（2）单一来源采购

《政府采购法》对单一来源采购适用情形的规定较严格，即“只能从唯一供应商处采购的”或“发生了不可预见的紧急情况不能从其他供应商处采购的”，与本项目的实际情况不符。同时，考虑到本项目拟申报财政部第二批 PPP 示范项目，若采用单一来源采购方式，极有可能因缺乏竞争性而影响其评选。

（3）竞争性谈判

根据《政府采购非招标采购方式管理办法》（财政部令第 74 号）第 36 条规定，竞争性谈判应“根据质量和服务均能满足采购文件实质性响应要求，且最后报价最低的原则确定成交供应商”。本项目投资规模较大，所要求的技术复杂，

故对投资人的专业能力及相关项目经验等综合实力要求较高，在甄选社会投资人时需综合考虑其技术方案和商务方案。因此，本项目不适宜采用“最低价中选”的竞争性谈判方式。

（4）竞争性磋商

财政部下发的操作指南对竞争性磋商这一全新的采购模式进行了较为全面的介绍和描述，从政策用意和相关精神来看，竞争性磋商适用于技术工艺复杂、项目边界条件不清晰、需要与投资人进行多轮互动沟通才能确定采购需求的 PPP 项目，该种采购方式既采纳了竞争性谈判的多轮响应，又结合了公开招标的综合评审。

综合上述比较，结合本项目的实际情况，建议本项目采用竞争性磋商的方式甄选社会投资人，相应的采购程序按照操作指南的有关规定执行。

22 新技术、新材料的应用

22.1 连锁型陶瓷透水砖

本次透水砖方案设计通过参考《国家建筑标准设计图集》（海绵城市建设系列）—“城市道路与开放空间低影响开发雨水设施”、《国家建筑标准设计图集》（海绵城市建设系列）—“城市道路”等资料，结合许昌市海绵城市建设特点，比较了标准图集中各类透水路面结构层的适用条件，确定部分道路人行道选用连锁型陶瓷透水砖铺装。

连锁型陶瓷透水砖具有如下特点：

（1）制造工业特点

1）采用建筑废瓷、工业废瓷及矿渣为原料，属于固废利用国家鼓励的综合利用项目；

2）成型采用 1600T 的强力压机二次不了一次成型的工艺，保证产品的强度和结构性能的稳定；

3）采用高温瓷化的陶瓷熔化工艺将砖体瓷化的同时制造出蜂窝状的多孔颗粒型结构，确保高强度与高透水的统一；

4）制造过程采用国家鼓励的清洁能源，对产生的废品可以回笼利用，对环境没有任何影响，属清洁生产项目。

（2）性能特点

高强度、高透水、不褪色、耐风化、抗静电、易清洗、防堵塞、耐酸耐碱防腐蚀、抗冻融、耐磨防滑、可重复利用。



图22.1 连锁型陶瓷透水砖

22.2 彩色透水整体路面

本次透水路面方案设计通过参考《国家建筑标准设计图集》（海绵城市建设系列）—“城市道路与开放空间低影响开发雨水设施”、《国家建筑标准设计图集》（海绵城市建设系列）—“城市道路”等资料，结合许昌市海绵城市建设特点，比较了标准图集中各类透水路面结构层的适用条件，确定部分道路人行道选用彩色透水整体路面铺装。

彩色透水整体路面特点：

（1）产品孔隙率为 15%-20%，有利于夏天水分从土地中蒸发，增湿降温，降低地表温度 5℃-8℃，改善“热岛效应”对城市的影响；透水系数大于 3mm/s（国家标准 $\geq 0.2\text{mm/s}$ ），有利于雨水快速渗透，减少地表径流，减轻市政管网排水压力，缓解洪涝，还原地下水，维护地基稳定；

（2）抗压强度符合 CJB/T 50081-2012 标准，12cm 厚透水路面强度能达到 C30 及以上；

（3）耐用耐磨性优于沥青路面，耐磨性（磨坑长度）17mm（国家标准 $\leq 30\text{mm}$ ），由太平洋保险公司提供品质保证。

（4）可有效降低路面行车噪音 5-9db，吸音效果优于隔音墙 4db，控制噪声污染，为城市营造安静、舒适、和谐的环境；

（5）40℃不断裂不脱子，抗冻性 3.6%（国家标准 $\leq 20\%$ ），200℃不融化不变形；

（6）施工速度快，适应性强，易维护、维修；色彩鲜艳，装饰效果良好。



图22.2 人行道彩色透水整体路面

22.3 微生态活水净化工艺

“微生态活水原位净化法”工艺主要是以微生物技术为核心，结合曝气增氧、水生植物、水生动物等技术手段，对水中污染物进行转移、转化及降解，最大程度地恢复水体的自净能力，使水质得到净化。

微生物净水是建立在环境自净基础上的人工强化技术，其意义在于创造出有利于微生物生长繁殖的良好环境，增强微生物的代谢功能，促进微生物增殖，加速有机物的无机化，增进水体的净化进程。在污水处理中，主要分为活性污泥法和生物膜法。“微生态活水原位净化工艺”便是采用生物膜法，核心在于生态治水，工艺围绕着为净水土著微生物创造良好的生存环境和适宜的净水环境而展开，目的在于提高水体纳污能力，实现水体自净速度大于污染速度。

为了更好地提高水体自净力，在水体内设置生物填料。生物填料为微生物提供载体，大量的微生物在填料上繁殖，在充足的溶解氧和动水的环境下对水中有机污染物进行好氧分解，从而实现了污水净化，使水体具有极高的自净能力，能对外来有机污染物及时分解消化，使水体常年保持洁净状态。而超大流量曝气造流机，能够实现低成本造流和全流域曝气。设备通过水流接力完成湖水活化，独特造流功能实现整体水体的搅动。

该设备使用很小的功率就能营造庞大的水流，推动大水体循环和交换，是当时时代的新产品，广泛用于地表水的治理和水产养殖上。

超大流量曝气造流一体机产品特点体现在：①一边曝气一边营造庞大水流，一机两用，特别适合大水面的广域曝气以及与生物填料的配合；②耗能低，造流量大，高效节能；③机器沉没于水下，丝毫不影响水面景观；④机器无易损部件，维护简便、寿命可长。

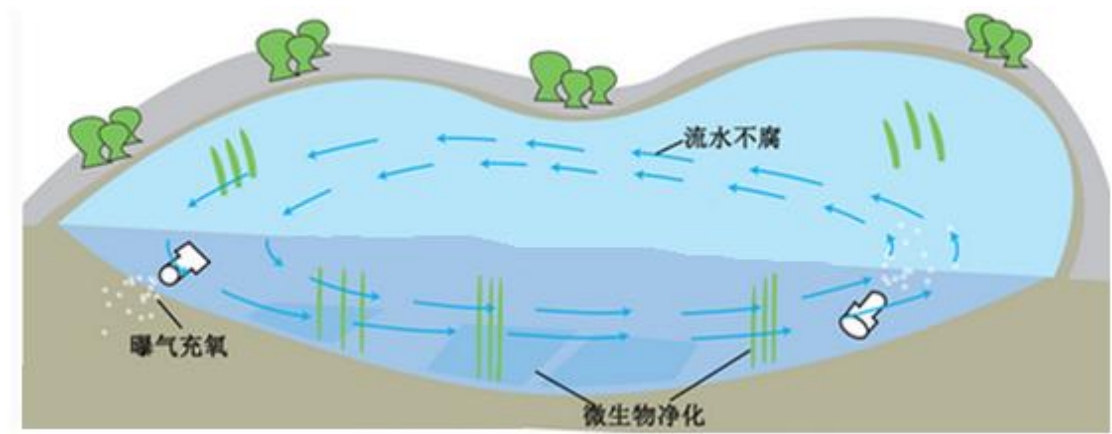


图22.3 微生物活水原位净化工艺

22.4 成品蓄水模块

成品蓄水罐材质采用聚乙烯材料，有效贮水容积为 2000L、3000L、4000L 三种形式。

成品蓄水池材质采用聚乙烯材料，单个成品规格为 1.0m×0.5m×0.4m，有效贮水容积 190L，重量仅 9kg，成品件之间可自由拼装组合。

特点：安装简单，强度高，寿命长，维护方便，综合造价低。

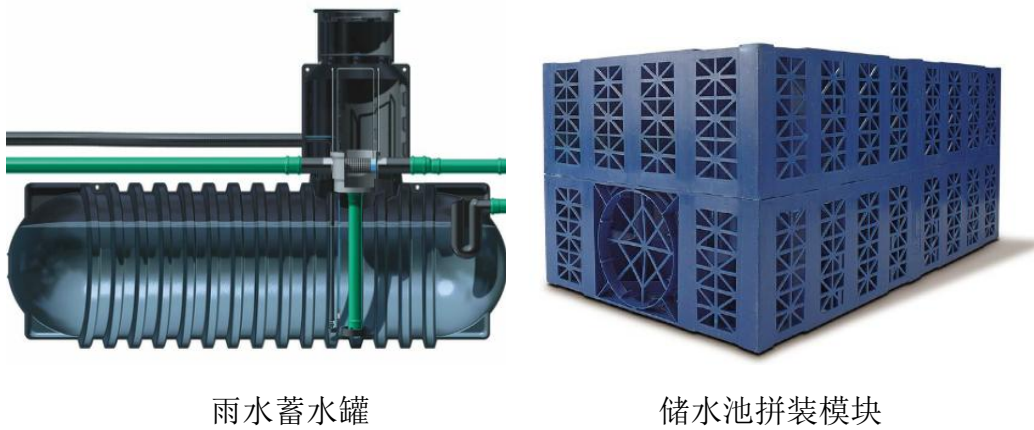


图22.4 塑料雨水成品设施

22.5 环保纤维植被毯技术

环保纤维植被毯是一种环保、能降解、无污染，保水、保墒，建植简易、快

捷，维护管理粗放和养护管理成本低廉的纤维绿化毯，主要用于生态驳岸改造。



图22.5 环保纤维植被毯产品及结构示意图

如图所示环保纤维植被毯结构包括：上下两层 BOP 拉伸网、植物纤维层、种子层和木浆纸层。

所采用的 BOP 拉伸网由纯天然麻绳经专用机械经纬编织而成，BOP 拉伸网的网孔尺寸优选为 $1\text{cm} \times 1\text{cm}$ 。纤维层的纤维的直径为 $0.2\text{mm} - 0.8\text{mm}$ ，长度为 $10\text{cm} - 20\text{cm}$ ，厚度优选为 $10\text{mm} - 15\text{mm}$ 。

（1）纤维植被毯的覆土：将碎石层的树枝、纸屑等杂物清除；采用机械，在碎石层表面回填 10cm 种植土，种植土应能满足植生的要求。

（2）纤维植被毯的铺设：从坡顶填埋层开始由上往下顺平摊开，坡面顶端之处用 U 型铆钉固定在坡面上，头尾搭接处缝合或者重叠 $40 - 50\text{cm}$ 用铆钉固定，搭接时新铺设层要放在下面，而铆钉要使用 U 型铆钉（铆钉长 50cm 以上，弯钩约为 5cm ）；

（3）播撒草种：根据所选植物品种（草、灌、花）配比好加工在种子带上，播撒量约为 $35 \sim 50\text{g}/\text{m}^2$ ；

（4）覆土、养护：使用营养种植土将椰毯均匀覆盖 $1 - 2\text{cm}$ ，浇水养护。

22.6 多孔纤维棉

多孔纤维棉是一种材质为纯天然矿物材质，集渗透、缓冲和排放功能于一体的新型海绵成品设施。



图22.6 多孔纤维棉成套产品及安装示意图

(1) 产品性能:

渗透系数高 3.8-8.5 mm/s、孔隙率 92-96%、缓冲容量: 92-96%、抗压强度: 5-7t/m², 使用寿命: 20 年

(2) 产品特点:

- 1) 有效提升雨水渗透和缓冲能力, 控制地表径流, 显著降低积水风险和径流污染。
- 2) 衔接管网系统, 将雨水导入绿化带, 雨水资源化利用, 降低养护成本。
- 3) 开挖量小, 施工简单, 安装方便, 地下填埋安装不影响原有景观格局。
- 4) 不依赖斜坡排水缓冲容量大, 保水能力强雨时吸水, 旱时补水雨水就地消纳和利用简单、高效。
- 5) 材质为纯天然矿物材质, 抗侵蚀, 生态友好, 支持植物生长。

(3) 信息化监控、评估和预警:

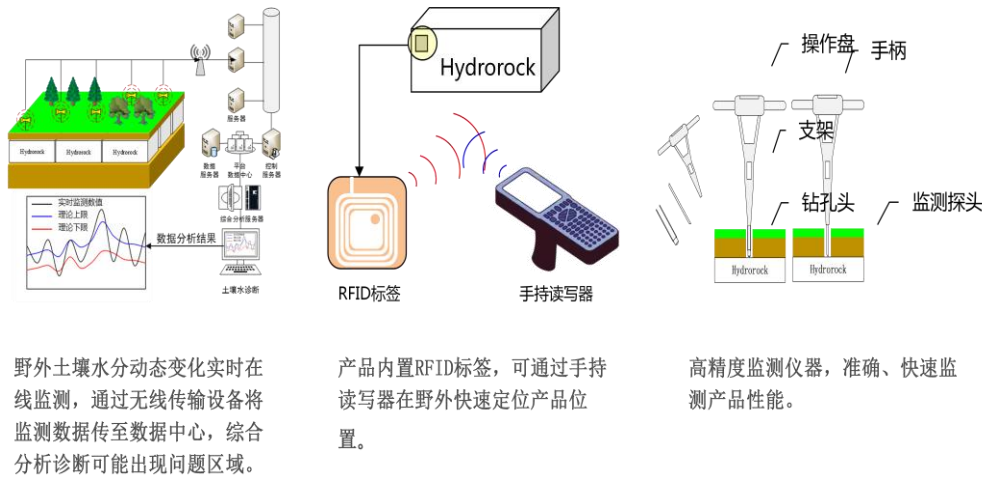


图22.7 多孔纤维棉成套产品监控示意图

23 结论及建议

23.1 结论

许昌市海绵城市 PPP 项目共计 29 个，设计内容包括：建筑与小区 3 个；道路与管网 19 个；公园湿地水系 6 个；能力建设类 1 个。以试点区项目为主，其中许昌迎宾馆海绵建设工程位于试点区外。

通过对许昌市海绵城市 PPP 项目所涉及的各项相关因素的分析、比较、论证，再结合试点区现有及将来经济、社会、环境等方面的综合影响，我们认为：本工程项目建设是必要的，技术上是可行的，经济上也是合理的。工程总投资为 59216.69 万元，其中直接工程费用为 49058.76 万元。

本项目是许昌市海绵城市建设试点区域的重要组成部分，项目的建设有助于完成试点区域海绵城市建设的各项指标，能够有效推进许昌市海绵城市建设的发展进程。

本工程的实施不但可以进一步完善许昌市试点区的基础设施建设，实现“小雨不积水、大雨不内涝、水体不黑臭、热岛有缓解”的目标，改善试点区人民的人居环境，活跃当地的经济，改善和提高当地人民生活状况和水平，为广大的人民群众带来经济与实惠。项目建成后，将会大大提高试点区的城市品位，改善投资和旅游环境，带动土地和资源的综合开发利用，有利于许昌市的可持续发展。

23.2 建议

（1）建议合理的项目实施进度计划、设计合理的组织机构、选择经验丰富的管理人员、建立良好的 PPP 协作关系、制定合适的培训计划等，保证试点区海绵城市建设顺利进行。

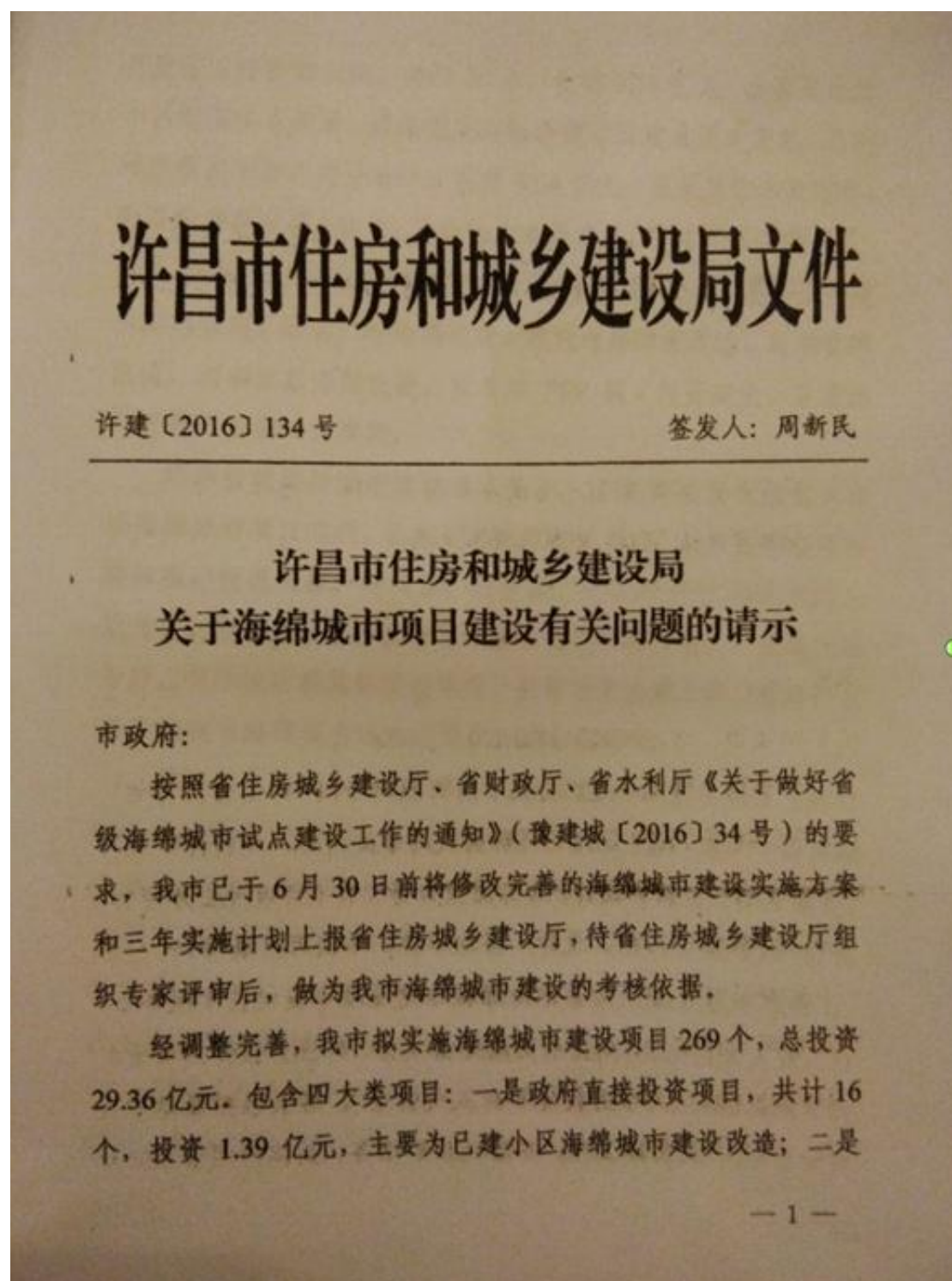
（2）海绵城市建设是以水系统为主题的城市生态系统的构建与完善，需要统筹水系统与绿地系统、交通系统、土地系统等相关子系统之间的关联。同时海绵城市建设需要从许昌市民实际需求出发，政府相关部门之间要分工协作。

（3）完善现状管网普查资料，以利于雨水管网工程新增管道落地。

（4）本工程具有良好的社会效益和生态环境效益，对于许昌市的城市发展具有重大的基础支撑作用，应尽快做好工程的立项批复工作。

24 相关附件

(1)《许昌市住房和城乡建设局关于海绵城市项目建设有关问题的请示》的批复



开发商直接投资项目，共计 10 个，投资 0.74 亿元，主要是新建小区海绵城市建设，拟由开发商随新建小区建设同步实施；三是可经营类项目，共计 6 个，投资 6.04 亿元，主要是污水处理厂、配套管网等项目，目前，已由市水务局牵头，正在开展前期工作；四是 PPP 打包项目，共计 237 个，投资 21.19 亿元，包括公共建筑海绵改造、游园广场海绵改造、市政道路海绵改造、雨水管网改造、河湖水系海绵改造，拟采取 PPP 模式投资建设，目前尚未有进入前期工作阶段。

根据省级海绵城市建设试点要求，2018 年前要完成试点区域海绵城市项目建设，达到海绵城市建设标准。从目前我市项目整体推进情况来看，时间紧、任务重。尤其是 PPP 打包项目，数量多、投资大，且涉及跨区域建设问题，牵涉面广，推进相对滞后，需尽快明确具体实施单位，抓紧开展前期工作，否则将直接影响我市海绵城市试点建设目标的如期实现。

鉴于以上情况，建议将我市海绵城市 PPP 打包项目（共计 237 个，投资 21.19 亿元）明确由我局牵头负责，先行开展前期的环评、可研、初步设计、施工图设计等工作（可通过公开招标，选择实力较强的可研、设计、咨询单位，不仅可开展 PPP 打包项目前期工作，也可为其他海绵城市建设项目提供技术服务）。所需费用经评审后，先由市财政筹措支付，待社会投资方确定后予以偿还（或作为政府投资平台入股资金）。各县区按属地管理原则，配合开展前期工作，并偿还政府债务。具体时间节点安排

如下:

- 一、7月20日前,市政府确定PPP打包项目牵头实施单位。
 - 二、7月22日前,编制前期费用预算,并报财政部门评审。
 - 三、7月26日前,完成前期费用的财政评审。
 - 四、7月底前,发布招标公告,通过公开招标选择勘察、可研、初步设计、施工图设计等单位。8月底前,开标确定勘察、可研、初步设计、施工图设计等单位。
 - 五、9月底前,完成环评、可研编制工作。
 - 六、10月15日前,完成可研批复,并通过招标确定PPP咨询机构。
 - 七、11月15日前,完成物有所值评价、财政承受能力报告和PPP实施方案。
 - 八、11月底前,完成物有所值评价、财政承受能力报告和PPP实施方案审批工作。
 - 九、2017年1月底前,通过公开招标,确定PPP投资公司,并开工建设。
- 妥否,请批复。

(联系人:马红亮 联系电话:13629999)



| 许昌市人民政府来文办理笺 | | | |
|--|-------|---|--------------|
| 编号: | | 来文时间: 2016 年 7 月 18日 | |
| 来文机关 | 市住建局 | 来文文号 | 许建〔2016〕134号 |
| 事由 | | 关于海绵城市项目建设有关问题的请示 | |
| 来文份数 | 此件已发: | | |
| 领导批示: | | 拟办意见: | |
| <p>同意 7.26</p> <p>呈五委阅示。</p> <p>拟同意由住建局作为业主，立即着手海绵城市建设的前期工作。</p> <p>石延军 26/7</p> | | <p>请六科审理。 秘书科 7.18</p> <p>呈赵秘书长阅示。 六科 7.18</p> <p>拟同意。呈市长阅示。 赵伟光 18/7</p> <p>呈市领导阅示。</p> <p>王莹 25/7</p> | |
| 阅者签字 | | | |

(2)《许昌市中心城区排水(雨水)防涝综合规划(2015-2030)》
的批复

许昌市人民政府文件

许政文〔2016〕45号

许昌市人民政府 关于许昌市中心城区排水(雨水)防涝综合规划 (2015—2030)的批复

市水务局:

你局《许昌市中心城区排水(雨水)防涝综合规划(2015—2030)》已收悉,经研究,现批复如下:

原则同意《许昌市中心城区排水(雨水)防涝综合规划(2015—2030)》,该规划是许昌市城市规划体系的重要组成部分,具有重要的指导意义,请你局认真组织实施。



2016年4月22日

— 1 —

(3)《许昌市排水污水处理再生水利用和污泥处置设施专项规划
防（2015-2030）》的批复

许昌市人民政府文件

许政文〔2016〕41号

许昌市人民政府 关于许昌市排水污水处理再生水利用和污泥处置 设施专项规划（2015—2030）的批复

市水务局：

你局《许昌市排水、污水处理、再生水利用和污泥处置设施
专项规划（2015—2030）》收悉，经研究，现批复如下：

原则同意《许昌市排水、污水处理、再生水利用和污泥处置
设施专项规划（2015—2030）》，该规划是许昌市城市规划体系
的重要组成部分，具有重要的指导意义，请你局认真组织实施。



2016年4月21日

(4)《许昌市人民政府关于许昌市供水及节约用水专项规划
(2015-2030)》的批复

许昌市人民政府文件

许政文〔2016〕40号

许昌市人民政府 关于许昌市供水及节约用水专项规划 (2015—2030)的批复

市水务局：

你局《许昌市供水及节约用水专项规划（2015—2030）》收悉，经研究，现批复如下：

原则同意《许昌市供水及节约用水专项规划（2015—2030）》，该规划是许昌市城市规划体系的重要组成部分，具有重要的指导意义，请你局认真组织实施。



2016年4月21日

(5) 《许昌市人民政府关于许昌市绿地系统专项规划
(2015-2030)》的批复

许昌市人民政府文件

许政文〔2016〕43号

许昌市人民政府 关于许昌市城市绿地系统专项规划 (2015—2030) 的批复

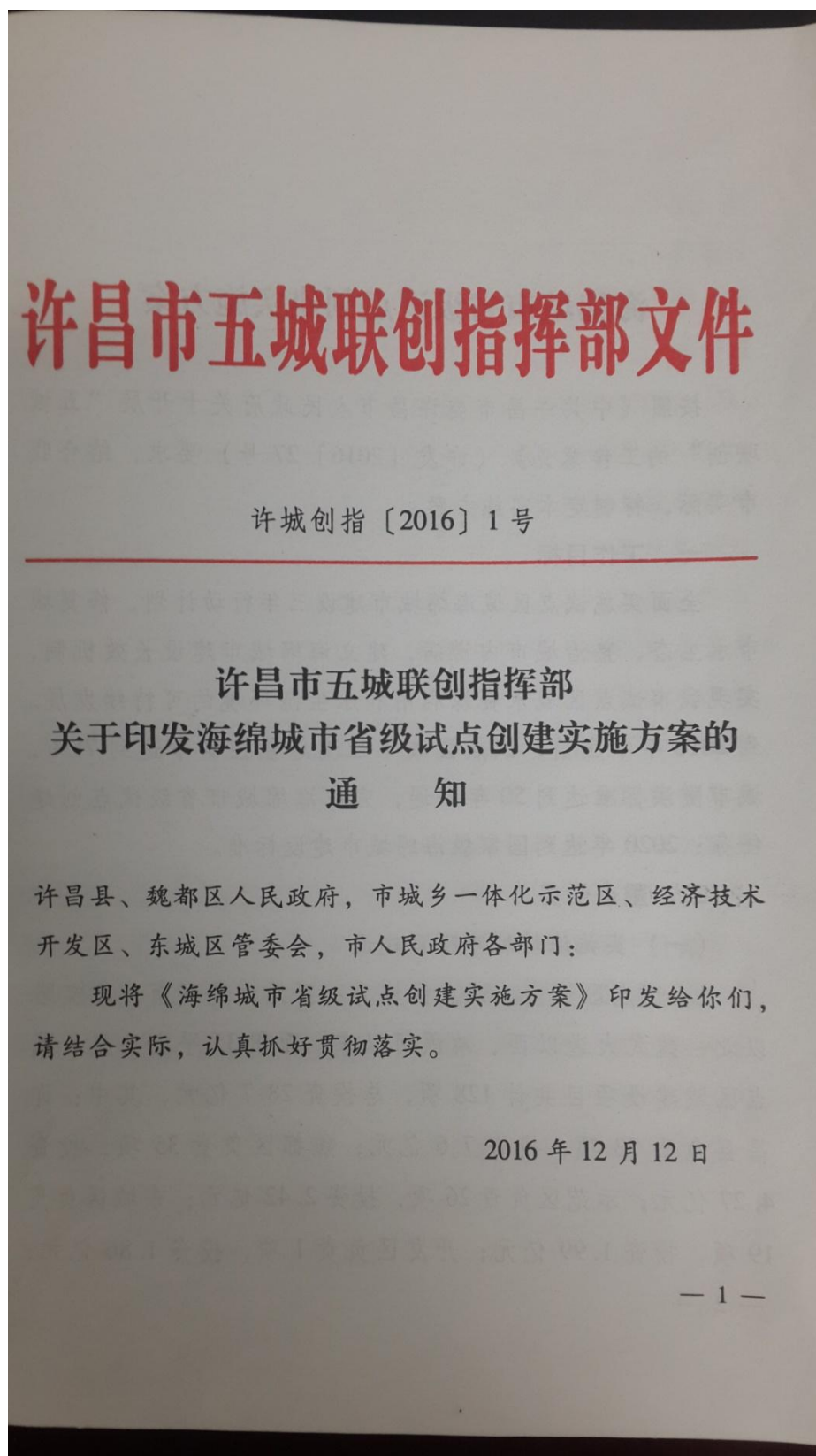
市住房和城乡建设局：

你局《许昌市城市绿地系统专项规划（2015—2030）》收悉，经研究，现批复如下：

原则同意《许昌市城市绿地系统专项规划（2015—2030）》，该规划是许昌市城市规划体系的重要组成部分，具有重要的指导意义，请你局认真组织实施。



(6)《许昌市五城联创指挥部关于印发海绵城市省级试点创建实施方案》的通知



海绵城市省级试点创建实施方案

按照《中共许昌市委许昌市人民政府关于开展“五城联创”的工作意见》（许发〔2016〕27号）要求，结合我市实际，特制定本实施方案。

一、工作目标

全面实施试点区域海绵城市建设三年行动计划，修复城市水生态，整治城市内涝病，建立海绵城市建设长效机制，实现我市试点区域水资源利用和水生态环境的可持续发展。到2018年年底，试点区域年径流总量控制率达到75%，城市防洪标准达到50年一遇，完成海绵城市省级试点创建任务；2020年达到国家级海绵城市建设标准。

二、重点任务

（一）实施海绵城市项目建设

1. 试点区域内。试点区域为：新元大道以南、天宝路以北，魏武大道以西、清潁河以东，面积35平方公里。试点区域建设项目共计128项，总投资28.7亿元，其中：许昌县负责23项，投资7.6亿元；魏都区负责35项，投资4.27亿元；示范区负责26项，投资2.42亿元；东城区负责19项，投资1.99亿元；开发区负责1项，投资1.86亿元；

— 2 —

许昌县、魏都区、示范区、东城区共同负责项目 13 项，投资 3.85 亿元；市水务局负责 5 项，投资 5.41 亿元；市海绵办负责 1 项，投资 0.71 亿元；市投资总公司负责 1 项，投资 0.04 亿元；市质监局负责 1 项，投资 0.05 亿元；市报业传媒集团负责 1 项，投资 0.03 亿元；市迎宾馆负责 1 项，投资 0.05 亿元；市电气职业学院负责 1 项，投资 0.39 亿元。按照投资模式不同，划分为四类项目：一是政府直接投资项目，共计 18 个，投资 1.36 亿元，主要为已建小区海绵城市建设改造；二是开发商直接投资项目，共计 17 个，投资 1.14 亿元，主要是新建小区海绵城市建设，由开发企业随新建小区建设同步实施；三是可经营类项目，共计 6 个，投资 6.54 亿元，主要是污水处理厂、配套管网等项目；四是 PPP 打包项目，共计 87 个，投资 19.66 亿元，包括建筑与小区海绵改造、市政道路和雨水管网改造、河湖水系与公园海绵改造、监测管控能力建设，采取 PPP 模式投资建设。

2. 试点区域外：中心城区新建项目要全部按照海绵城市要求进行规划、设计和建设，尤其是老城区要结合棚户区 and 危房改造、老旧小区改造、公园绿地建设、道路改造等，积极推进海绵城市项目建设。新建城区硬化地面中，可渗透地面面积比例不低于 40%；规划用地 2 万平方米以上的新建小区、单位及校区要配建雨水利用设施。

（二）完善相关制度体系

市财政局牵头完善海绵城市建设 PPP 运作模式管理办法；市住建局牵头完善海绵城市建设协调联动机制，制订海绵城市建设工程管理办法、绩效考核办法；市水务局牵头完善城市区域雨水排放管理办法、城市雨水调蓄利用实施办法、城市中水利用管理办法；市规划局牵头，市水务局配合，完善城市蓝线管理办法，划定城市蓝线，加强城市蓝线管理，修订完善海绵城市规划设计导则和建设标准图集。

三、实施步骤

（一）宣传发动阶段（2016 年 12 月至 2017 年 1 月）。组织召开动员大会，加大对海绵城市建设理念和政策的宣传解读，落实创建目标责任，发动全市各级各部门和广大市民积极参与创建工作，全面掀起海绵城市试点创建热潮。

（二）创建实施阶段（2017 年 1 月至 2018 年 12 月）。各县（区）政府（管委会）、市政府有关部门按照实施方案要求，制定具体工作计划和措施，大力开展海绵城市建设工作。对照海绵城市绩效考核目标要求，完善各项规章制度，加大项目推进力度，确保各项指标满足海绵城市绩效考核的要求，圆满完成海绵城市省级试点创建任务。

（三）验收总结阶段（2018 年 12 月至 2019 年 3 月）。每年对工作完成情况进行总结，汇总相关资料，迎接省住建厅组织的年度考核验收；2019 年 1—3 月迎接省住建厅总体验收。

(四) 全面提升阶段 (2019 年 3 月至 2020 年 12 月)。按照国务院、省政府相关文件要求, 围绕国家海绵城市建设标准, 组织各相关单位认真谋划海绵城市建设项目, 全面加快海绵城市建设, 力争到 2020 年达到国家级海绵城市建设标准要求。

四、保障措施

(一) 强化组织领导, 加快项目建设。建设海绵城市是党中央国务院作出的重大决策, 是城镇化进程中城市建设的新理念, 是一项重大的惠民生、调结构、稳增长的治水工程, 也是有效保护和修复城市水生态的重要举措。各级各部门要按照市政府统一部署, 依据职责分工和工作目标要求, 主要负责同志负总责, 加强组织领导, 建立高效顺畅的工作协调机制, 制定工作方案, 细化工作任务, 形成工作合力。市发改、规划、国土、环保、财政、公共资源交易中心等职能部门要紧密合作, 开辟海绵城市项目建设绿色通道, 简化审批程序, 缩短审批时间, 提高工作效率, 提供高效快捷服务; 项目建设责任单位要优化项目建设方案, 探索科学快捷安全的施工组织模式, 倒排工期, 抓时间、保质量、抢进度, 全面优质完成我市海绵城市试点建设任务。

(二) 明确工作职责, 落实各项任务。市住建局牵头负责海绵城市建设指导协调工作, 督促各项目建设责任单位抓好项目建设和运营管理, 对实施情况进行考核检查验收; 组

组织专业技术人员对所有新建、在建、改建、续建的建筑与小区、绿地与广场、市政道路、河湖水系类项目规划方案和施工图进行海绵建设技术审查并出具审查意见书，对施工图未通过海绵建设技术审查的项目，不予办理施工许可证、商品房预售许可证和竣工验收备案；牵头做好海绵城市 PPP 项目的实施工作。中心城区各县（区）按照“属地管理”原则，做好各辖区海绵城市建设任务；要严格把好海绵建设源头关，各辖区内所有新建、在建、改建、续建的建筑与小区、绿地与广场、市政道路、河湖水系类项目施工图未通过海绵建设技术审查的，不予办理施工许可证。市规划局要强化海绵城市建设源头管控，将海绵城市建设要求作为城市规划编制许可的前置条件，凡是提交市规划技术委员会的建筑与小区、绿地与广场、市政道路、河湖水系类建设项目，在上市规划技术委员会前，都必须进行海绵建设技术审查，对规划方案未通过海绵建设技术审查的项目，不能提交市规划技术委员会；对施工图未通过海绵建设技术审查的项目，不予办理建设项目规划许可证。市水务局负责完成承担的项目建设任务，牵头做好市区河湖水系及积水点改造工作，参与项目建设指导和实施情况检查验收。市财政局负责筹措海绵城市建设专项资金，统筹安排项目 PPP 项目政府资本金，指导项目建设投融资工作。市发改委负责将海绵城市建设项目纳入年度建设投资计划，争取上级资金支持，加快办理海绵城市

— 6 —

建设市本级核准、审批手续。市国土局负责做好相关项目土地利用规划修改完善、安排新增建设用地计划等工作。市环保局负责项目环评审查和验收，提供海绵城市建设项目所需环保数据和资料。市气象局负责对许昌市降雨进行监测分析，对暴雨强度公式进行修编，提供海绵城市建设所需气象资料。市公共资源交易中心负责协调配合做好海绵城市建设项目招标采购工作。其他部门配合做好海绵城市建设工作。

（三）完善工作机制，强化监督检查。市海绵办要坚持“日督查、周通报”机制，发现问题及时下发整改通知，进行跟踪督查，直至整改到位；要组织各相关单位定期召开工作例会，会商研究项目推进中存在的问题，确保顺利推进。市政府督查室要根据项目推进情况，定期不定期开展督查，重点对市海绵办多次督促仍未整改到位的进行专项督查。要将海绵城市试点建设工作实施情况纳入全市规划建设管理工作考评，每年进行一次综合考核打分，排名情况在全市通报。

附件：海绵城市省级试点创建工作台账

