

西安市高陵区 再生水利用“十四五”规划

西安市高陵区水务局

2024 年 7 月

核 定：赵小庆

审 查：李敏娜

校 核：马林红 郑小敏 张广育

编写人员：催妍妍 韦世杰 张 斌 李洞洞

陕西晨兴水利工程勘测设计有限公司





工程资质证书

证书编号: A161014612 (临)

有效期: 至2025年04月30日

中华人民共和国住房和城乡建设部制

企业名称: 陕西晨兴水利工程勘测设计有限公司

经济性质: 有限责任公司 (自然人投资或控股)

资质等级: 水利行业乙级。



《西安市高陵区再生水利用“十四五”规划》审查意见

2024年7月4日，西安市高陵区水资源服务中心在西安组织有关专家（名单附后）召开《西安市高陵区再生水利用“十四五”规划》（以下简称《规划》）项目审查会。会议听取了项目承担单位陕西晨兴水利工程勘测设计有限公司的汇报，经质询和讨论，形成审查意见如下：

一、高陵区水资源短缺，供需矛盾突出，再生水利用是解决水资源危机、缓解水资源短缺态势、增加水资源供给的重要措施与途径。根据中、省、市相关要求，编制本规划十分必要。

二、本次规划现状年为2020年；规划水平年为2025年、2035年。

三、《规划》提出的再生水利用现状分析准确，城市污水排放量预测、再生水需求量分析基本合理。

四、基本同意《规划》提出的高陵区再生水供水系统、设施布局及规模及近远期实施计划。

五、基本同意《规划》提出的再生水利用保障措施。

六、建议与相关规划进一步做好衔接。

综上，同意通过审查。

专家组组长：



2024年7月4日

目录

第一章	规划总论	1
1.1	规划背景	1
1.2	规划依据	3
1.3	指导思想	5
1.4	规划原则	6
1.5	规划总则	7
第二章	区域概况	9
2.1	自然地理	9
2.2	地形地貌	9
2.3	气象水文	10
2.4	河流水系	10
2.5	水文地质	11
2.6	社会经济	14
第三章	再生水利用调查与评价	16
3.1	区域水资源状况	16
3.2	区域水资源开发利用状况	17
3.3	再生水现状调查	19
3.4	再生水利用存在的问题	20
第四章	需水量与可供水量分析	22
4.1	再生水利用的可能性	22
4.2	再生水利用技术路线	22
4.3	再生水需水量预测分析	28
4.4	再生水可利用量分析	33
第五章	再生水利用规划	34

5.1 再生水系统布局	34
5.2 再生水水质指标	36
5.3 再生水水厂规划	37
5.4 再生水泵站规划	39
5.3 再生水管网规划	39
5.4 再生水自动化管理	43
第六章 实施计划	44
6.1 实施原则	44
6.2 近期实施	44
6.3 远期实施	45
第七章 规划保障	46
7.1 政策法规	46
7.2 组织管理	46
7.3 资金保障	47
7.4 科技保障	48
7.5 加大宣传力度	50
第八章 实施预期效果分析	51
8.1 经济效益	51
8.2 社会及环境效益	51
8.3 生态效益	51

附图:

第一章 规划总论

1.1 规划背景

（1）国家积极推进污水再生利用

水资源是十分重要又很特殊的自然资源，是人类赖以生存的基本物质条件和人类社会可持续发展的限制因素。随着社会经济的发展，人们对水资源的需求越来越大，水资源的开发利用力度也日益强烈，导致水资源缺乏问题日益严峻。国家先后印发《国务院关于加强城市基础设施建设的意见》、《城镇排水与污水处理条例》、《水污染防治行动计划》、《关于加快推进生态文明建设的意见》、《生态文明体制改革总体方案》、《关于制定国民经济和社会发展第十三个五年规划的建议》以及《国家节水行动方案》，其中对水资源利用目标、节约集约利用、治污和严格管理等作了明确规定和要求，从国家战略层面上高度重视水资源保护与管理工作。

2023年6月，水利部、国家发展和改革委员会印发《关于加强非常规水源配置利用的指导意见》（水节约〔2023〕206号），文件提出促进再生水配置，统筹将再生水用于工业生产、城市杂用、生态环境等领域，稳步推进典型地区再生水利用配置试点。以缺水地区、水资源超载地区为重点，将再生水作为工业生产用水的重要水源，推行再生水厂与企业间“点对点”配置，推进企业内部废污水循环利用，支持工业园区废水集中处理及再生利用；河湖湿地生态补水、造林绿化、景观环境用水、城市杂用等，在满足水质要求条件下，优先配置再生水。到2025年，全国非常规水源利用量超过170亿 m^3 ，地级及以上缺水城市再生水利用率达到25%以上，黄河流域中下游力争达到30%；到2035年，建立起完善的非常规水源利用政策体系和市场机制，非常规水源经济、高效、系统、安全利用的局面基本形成。

（2）我省积极推进污水再生利用

2023 年 11 月 3 日，省水利厅发布《陕西省水利厅关于加快我省非常规水源利用的通知》（陕节水发〔2023〕9 号），加大非常规水源利用是加强水资源节约集约利用的有效途径，推动非常规水源利用是各级水行政主管部门义不容辞的责任，面对非常规水源利用不足的现状，市县两级水利部门应统一认识、大胆推进，不断扩大非常规水源利用规模。

市、县两级水行政主管部门要按照国家部委目标考核要求，到 2025 年地级以上缺水城市再生水利用率达到 25%以上。各区市水利局在现有基础上深挖节水潜力，抢抓政策机遇，优化规划、论证和安排落实非常规水源利用相关项目，将非常规水收集和输配水工程打造成水利投资新的增长点。

（3）西安市积极推进污水再生利用

2023 年 1 月 1 日，为全面贯彻落实最严格水资源管理制度，加强再生水推广利用和管理，提高水资源利用率，缓解供需矛盾，实现城市可持续发展，西安市水务局印发《西安市城市再生水利用实施细则》的通知。

（4）水资源供需矛盾突出，节水工作急需纵深发展

高陵区水资源短缺，区内无自产地表径流，供水主要依靠区域外水源和区内地下水。

高陵区属于地下水超载县区，2020 年水利部组织复核黄河流域地下水超载情况，并于 12 月印发《关于黄河流域水资源超载地区暂停新增取水许可的通知》（水资管〔2020〕280 号），高陵区被列入地下水超载县区，全区暂停审批各类地下水源的新增取水许可。

高陵地区地下水水质矿化度较高，矿化度大于 2g/L 的区域面积为 177.67km²，占总面积的 61.8%。

（5）污水厂的提标改造，进一步推进再生水利用广泛性

根据《西安市剿劣水三年行动方案暨 2018 年工作方案》、《西安市城镇污水处理再生水化提标改造和加盖除臭工程三年行动方案（2018-2020）》，

2020 年高陵区污水处理厂投资 3000 余万元，实施了提标改造和加盖除臭工程，出水达到《陕西省黄河流域污水综合排放标准》（DB61/224-2018）表 1 中 A 标准（其中 TN 根据《西安市城镇污水处理厂再生水化提标改造和加盖除臭工程三年行动方案（2018-2020 年）》（市政办发〔2018〕100 号）要求执行 12mg/L），将进一步提高再生水推广利用适用范围。

综上所述，为加强水资源节约集约利用，加大再生水的利用，缓解供需矛盾，实现城市可持续发展，编制高陵区再生水利用“十四五”规划是十分必要的。

1.2 规划依据

1.2.1 法律法规

- （1）《中华人民共和国水法》（2016.7）；
- （2）《中华人民共和国城乡规划法》（2019.4）；
- （3）《中华人民共和国环境保护法》（2015.1）；
- （4）《中华人民共和国水污染防治法实施条例》（2017.12）；
- （5）《城镇排水与污水处理条例》（2014.1）；
- （6）《陕西省渭河保护条例》（2022.12）；
- （7）《陕西省节约用水办法（修订）》（2021.12）；
- （8）《陕西省水资源管理办法》（2017.7）；
- （9）《陕西省地下水管理条例》（2015.12）；
- （10）《西安市城市污水处理和再生水利用条例》（2023.1）。

1.2.2 标准规范

- （1）《城市规划基本术语标准》（GB/T 50280-98）；
- （2）《城镇再生水利用规划编制指南》（SL760-2018）；
- （3）《室外给水设计标准》（GBJ50013-2018）；

- (4) 《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）；
- (5) 《室外排水设计标准》（GB50014-2021）；
- (6) 《城市污水再生利用分类》（GB/T 18919-2002）；
- (7) 《城镇污水再生利用工程设计规范》（GB 50335-2016）
- (8) 《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T 18920-2002）；
- (9) 《城市污水再生利用景观环境用水水质》（GB/T 18921-2019）；
- (10) 《城市污水再生利用工业用水水质》（GB/T 19923-2005）；
- (11) 《城市污水再生利用农业灌溉用水水质》（GB/T20922-2007）；
- (12) 《城市污水再生利用绿地灌溉水质》（GB/T 25499-2010）；
- (13) 《城镇污水再生利用工程设计规范》（GB 50335-2016）；
- (14) 《污水排入城市下水道水质标准》（CJ343-2010）；
- (15) 《陕西省黄河流域污水综合排放标准》（DB61/224—2018）；
- (16) 《城镇污水再生利用设施运行、维护及安全技术规程》（CTT252-2016）。

1.2.3 相关政策、规划

- (1) 《“十四五”城镇污水处理及资源化利用发展规划》（发改环资〔2021〕827号）；
- (2) 《关于推进污水资源化利用的指导意见》（发改环资〔2021〕13号）；
- (3) 《关于加快推进中水设施建设促进中水回收利用的意见》（陕西省人民政府办公厅）；
- (4) 《住房和城乡建设部关于印发城镇污水再生利用技术指南（试行）的通知》（建城〔2012〕197号）；
- (5) 《水利部、国家发展和改革委员会关于加强非常规水源配置利用的指导意见》（水节约〔2023〕206号）；

- (6) 《陕西省水利厅关于加快我省非常规水源利用的通知》（陕节水发〔2023〕9号）；
- (7) 《陕西省第三次水资源调查评价》（2020年）；
- (8) 《陕西省地下水超采区划定与保护方案》（2015年）；
- (9) 《陕西省水利厅关于黄河流域水资源超载地区暂停新增取水许可的通知》（陕水资发〔2021〕2号）；
- (10) 《陕西省地下水管控指标》（2023年）；
- (11) 《陕西省城镇污水处理提质增效三年行动实施方案（2019-2021年）》；
- (12) 《西安市城镇污水处理提质增效三年行动实施方案（2019~2021年）》；
- (13) 《西安市城市再生水利用“十四五”规划》（2023年）；
- (14) 《西安市城市供水“十四五”规划》（2022年）；
- (15) 《西安市城市给水工程专项规划》（2020年）；
- (16) 《西安市2020年供用水量统计年报》（2020年）；
- (17) 《西安市各区县“十四五”用水总量和强度双控目标》（市水字〔2022〕99号）；
- (18) 《高陵区2020年统计年鉴》（2020年）；
- (19) 《高陵区国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》（高政发〔2021〕8号）

1.3 指导思想

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，深入贯彻习近平生态文明思想，全面贯彻党的二十大精神，深入贯彻习近平生态文明思想，实施全面节约战略，坚持“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”治水思路，

按照省委、省政府决策部署，在城镇、工业和农业农村等领域系统开展污水资源化利用，以城镇生活污水资源化利用为突破口，以工业利用、生态（景观）补水、城市杂用为主要途径，加强统筹协调，完善政策措施，为缓解水资源供需矛盾、提升水安全保障能力提供有力保障。

1.4 规划原则

（1）可持续发展原则。城市污水再生利用是水资源可持续开发的重要组成部分，应按照可持续发展的思想，将再生水作为高陵区城市水资源的重要组成部分，进行统一配置和管理；

（2）安全利用原则。城市再生水作为污水处理再生的水源，应按照安全利用的原则进行合理规划和设计，确保再生水水质和用途相一致，确保用水安全；

（3）统筹协调原则。城市再生水利用涉及到水资源开发利用、城市供水、城市排水、污水处理、用水成本、水环境保护等各方面，是城市水循环系统的一个重要组成部分，因此在制定再生水利用规划时应注重协调各系统间的关系，从水资源系统角度，全面协调，科学布局；

（4）经济有效原则。技术和经济的合理性是衡量再生水规划是否合理可行的重要指标，再生水应优先用于需水量大、水质要求相对较低、综合成本低、经济和社会效益显著的用水途径。因此应通过技术经济比较，因地制宜的确定再生水的利用方向、利用方式、水质标准和处理工艺，确保再生水利用可行性和经济性。

（5）循序渐进原则。再生水利用是城市水资源的重要组成部分，也是城市水资源的新兴成员，其建设和发展应与水处理技术进步、城市经济社会发展等条件紧密结合，因此需要遵循“循序渐进”的原则，根据城市用水的水量、水质需求，不断完善。

1.5 规划总则

1.5.1 规划范围

本次规划范围与《西安市高陵区国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》中城镇开发区域一致，共计 174.55km²，如下图所示：

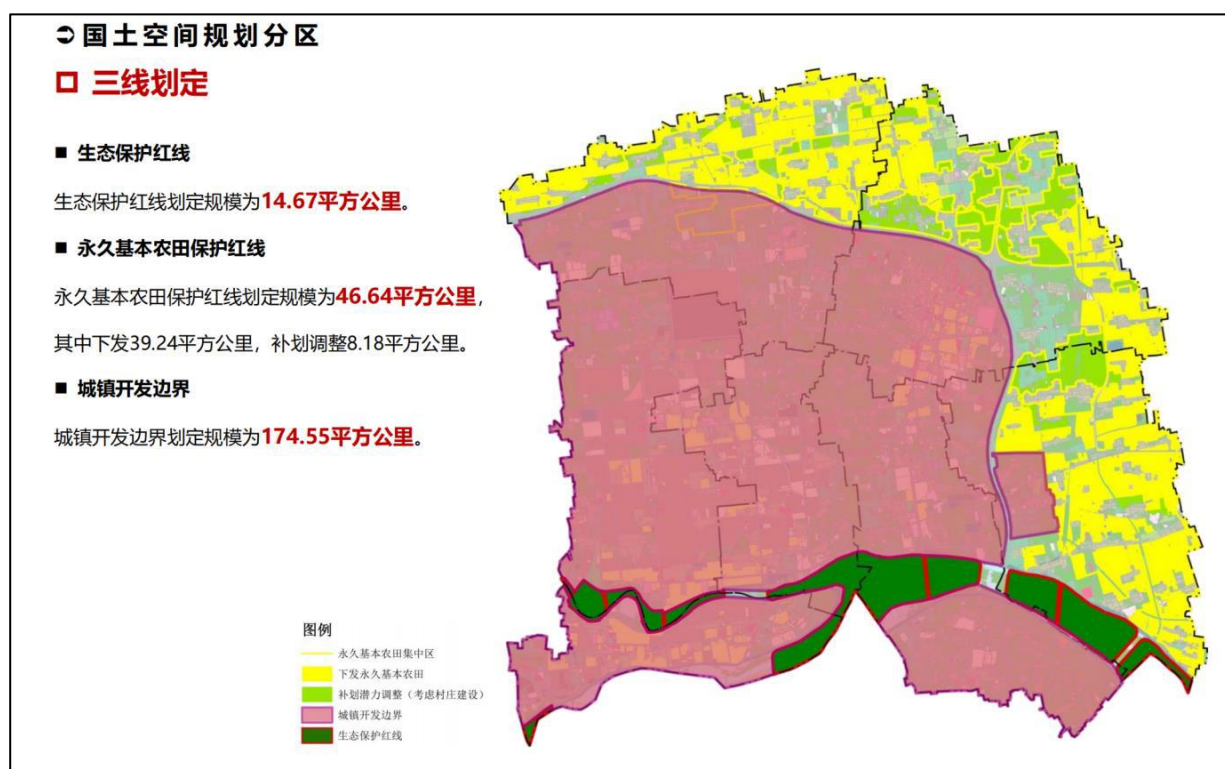


图 1-1 规划范围图（图中红色区域）

1.5.2 规划水平年

现状年为 2020 年

规划水平年为：近期 2025 年，远景展望至 2035 年。

1.5.3 规划目标

按照关于《加强非常规水源配置利用的指导意见》（水节约〔2023〕206号）、《城镇污水再生利用技术指南》等相关要求，《“十四五”城镇污水处理及资源化利用发展规划》、《西安市城市再生水利用“十四五”规划》等相关规划，结合高陵区总体规划发展目标及区域特征，确定高陵区再生水

利用“十四五”规划目标为：至 2025 年，再生水利用率达到 40%以上；至 2035 年，再生水利用率达到 45%以上。

1.5.4 主要内容

本规划主要内容分为以下几部分：

- （1）分析再生水系统现状，分析存在问题及原因；
- （2）分析现状供水结构及用水大户用水现状，再生水潜在用户及需求；
- （3）再生水供求预测及水量平衡分析；
- （4）再生水用户水质需求标准分析及再生水处理工艺；
- （5）再生水设施系统规划；
- （6）实施保障措施。

1.5.5 技术路线

在积极创建节水型城市的背景下，依据相关规划、政策、法规条例关于再生水利用的建议要求及指导意见，综合分析高陵区再生水系统现状，分析存在问题及原因，确定规划编制的原则和目标，通过对高陵区现状供水结构、再生水潜在用户及需求的分析，确定再生水供求关系，并确定再生水处理工艺和设施系统，优化可实施度高的再生水资源，改善水环境，保障高陵区水资源的可持续发展。

第二章 区域概况

2.1 自然地理

高陵区位于关中平原，东经 $108^{\circ} 56' 16'' \sim 109^{\circ} 11' 15''$ ，北纬 $34^{\circ} 25' 00'' \sim 34^{\circ} 37' 30''$ ，地处我国重心，距大地圆点仅 16km，东西 20.55km，南北 20.1km，呈不规则的正方形，全区总面积 288km^2 ，素有关中“白菜心”之称。距省会西安市 42km，东靠临潼区、南连灞桥区、西和西南与泾阳县、咸阳市毗邻，北与三原县接壤。高陵区区位图，见图 2.1-1。

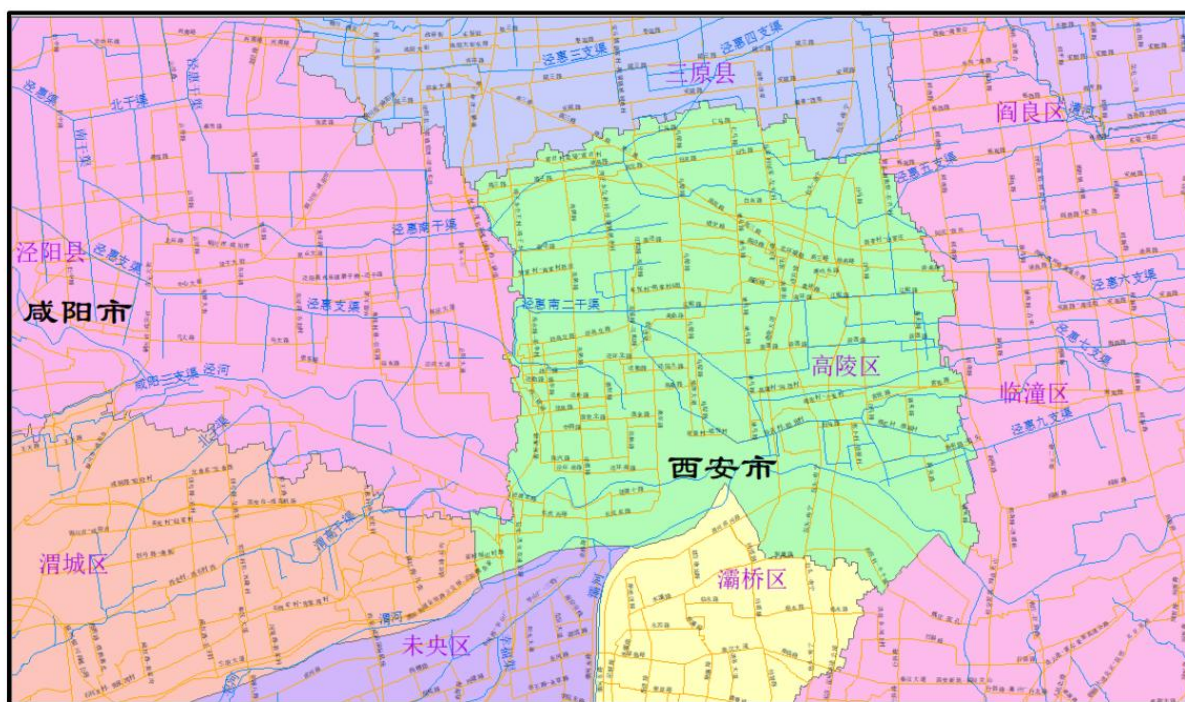


图 2.1-1 高陵区地理位置图

2.2 地形地貌

高陵区位于关中盆地中部，处第四系固市凹陷与西安凹陷之间。地层属华北地区层，汾渭分区，渭河小区。地质构造简单，地表出露地层单一，全境地表均被第四系覆盖，局部地段有第三系出露，未见基底岩裸露。地表出露地层：全境地表仅出露第四系上更新统—全新统地层；上部为马兰组风积层，分布在赵家村—张卜奉正塬及马家湾鹿苑塬一带，岩性为灰黄色疏松状

垂直节理发育的砂质黄土，底部可见厚 4~5m 富含钙质结核的古壤层，厚度为 20~30m；下部为乾区组冲积层，仅在马家湾—渭河桥二级阶地底部局部出露，岩性为粘质砂土、砂质粘土及砂卵石层。高陵区所处大地构造位置为汾渭断陷渭河断陷区域，地表覆盖层深厚，基底隐伏断层很多，主要是渭河北岸断层及泾阳—高陵—渭南断层组成的地垒式结构的构造形式。

高陵区大面积为泾渭河冲积平原区（一级阶地），小面积为黄土残塬（二级阶地）及泾渭河道与河漫滩，地势平坦。全境自西北微向东南倾斜，海拔 357.5~414m，相对高差 56.5m。北部平川，偏南部为塬、滩；区域内大面积为泾渭河冲积平原区约占 76.7%，小面积为黄土残塬约占 14%，泾、渭河道与河滩区约占 3.7%。平川地总势由西北向东南以 1.8%~2.7%的比降倾斜，中间有少量槽、碟洼地分布。塬地总体窄平，台升较低，略有起伏，由西向东以 1.3%~3%比降倾斜。塬面上有条形沟，为水冲涮而成，各向塬的南、北向敞开。滩地总势低平，海拔 357.5~360 米，由西向东比降为 0.7%~2%。

2.3 气象水文

高陵属暖温带、半湿润大陆性季风气候，冬季寒冷，常有冬旱；春季变化较大，常有春旱；夏季雨量集中，时有大雨、暴雨，间或有冰雹；秋季温和湿润，多连阴雨。年平均气温 13.2℃，一月平均气温-1.5℃，七月平均气温 26.7℃，极端最高气温 41.4℃，极端最低气温-20℃，早霜期始于十月下旬，晚霜期终于三月下旬，全年无霜期 212 天，年日照 2247.3 小时。多年平均降雨量 530.6mm，年内分布不均，多集中于夏秋季，汛期（7-9 月份）降水量占年总降水量的 50%，年际变化大。

2.4 河流水系

高陵区区域有渭河、泾河两条地表水河流穿境而过。渭河是黄河最大支流，也是关中平原的主要河流，渭河发源于甘肃渭源县西南的乌鼠山，流经

陇东黄土高原，天水盆地，经宝鸡峡谷，进入关中平原，行至陕西潼关附近汇入黄河。渭河全长约 818km，流域面积 134767k m²。

高陵区水域泾河、渭河自西向东，在泾渭堡村东北交会，流经区境南部，区境内河长 22.5km。水域占全区总面积 5.6%。泾河流域面积 45421km²，全长 455km，平均比降 2.47‰，泾河自西北向东南在泾渭镇泾渭堡东北流入渭河，区内流长 13 公里。入渭口上游张家山水文站实测多年平均径流量 18.48 亿 m³。

区境内主要河流基本情况统计见表 2.4-1。

表 2.4-1 高陵区主要河流基本情况表

河流名称	流域面积 (km ²)	平均径流 (亿 m ³)	长度 (km)		平均比降 (‰)
			全长	境内长度	
泾河	45421	18.48	455	11	2.47
渭河	134766	97.1	818	22.5	3.6

2.5 水文地质

受地形地貌和地质构造的影响，高陵区域内在深 26~83m 和 125~163m 处，分别分布有相对稳定、厚度不等的弱透水层，在其上下的地层岩性、水力性质、水化学特征均存在明显的差异，因此，将其作为潜水、浅层承压水、深层承压水三个含水岩组的分界。

(1) 潜水含水岩组

按成因类型与地层时代，将区内潜水含水岩组划分为冲积层孔隙潜水含水岩组和冲洪积层孔隙潜水含水岩组。冲积层孔隙潜水含水岩组分布于泾、渭河漫滩及各级阶地区，目前是农业用水的主要开采层。含水层由全新统、上更新统、中更新统上部冲积层组成，含水介质主要为含砾中细砂、中粗砂及砂砾卵石。水位埋深 2.2~44.8m，含水层厚度 9.15~52.41m，单位涌水量 1.68~11.04L/s.m，渗透系数 4.18~59.6m/d，水化学类型为 HCO₃-Ca.Na，HCO₃.Cl-Mg.Na 型。冲洪积层孔隙潜水含水岩组分布于东北部的一、二级冲洪积平原，是该区农业用水的主要开采层。含水层由全新统下部、上更新统

下部冲洪积层组成。在一级洪积平原区岩性主要为粉砂、中细砂，在二级冲洪积平原区为粉细砂、砂砾石、砂层与粉质粘土层，呈不等厚互层状。水位埋深 5.27~14.01m，含水层厚度 6.31~9.50m，单位涌水量 0.60~1.29L/s.m，渗透系数 3.58~5.47m/d，水化学类型为 $\text{HCO}_3\text{-Ca.Na}$ ， $\text{HCO}_3\text{-Cl-Mg.Na}$ 型。

含水岩组的富水性分区：

①水量极丰富区

分布于泾、渭河交汇的漫滩地带，含水层岩性为厚层状的中砂、中粗砂、形、砾卵石等。单位涌水量为 17.56L/S.m，渗透系数为 27.3-53.1m/d，水化学类型为 $\text{HCO}_3\text{-Na.Ca}$ ，矿化度均小于 0.5g/L，属淡水。

②水量丰富区

分布于泾渭堡的渭河一、三级阶地及下徐吴村南侧的泾河漫滩，含水层厚度 38.87m，水位埋深 8.43~11.88m，单位涌水量为 5.39~7.71L/s.m，水化学类型为 $\text{HCO}_3\text{-Na.Mg}$ 及 $\text{HCO}_3\text{-Na.Ca}$ 型，矿化度均小于 0.5g/L，属淡水。

③水量较丰富区

分布于渭河二级阶地、泾河一级阶地及一、二级冲洪积平原区。在区内分布范围广，面积大，由于不同地貌类型不同，含水层的岩性、厚度、分布规律也不一致。

④水量中等区

分布于一、二级冲洪积平原北部地区，含水层厚度普遍较薄，为 9.15~17.95m，水位埋深 2.05~9.85m，单位涌水量为 0.89~1.45L/s.m，水化学类型为 $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Na.Mg}$ 型，矿化度均小于 1.4-1.8g/L。

(2) 浅层承压水含水岩组

含水层岩性及富水性主要受渭河断裂的控制，断裂两侧岩性差异明显。在泾渭河交汇的漫滩地段，上下隔水层分布极不稳定，浅层承压水的顶板埋深随地貌部位不同而变化，渭河漫滩区为 41.3~54.71m，渭河一级阶地区为

46.5~57.0m，渭河二级阶地为 74.69m，渭河三级阶地为 831m，含水层在漫滩区厚 92.88m，二级阶地区厚 89.59m，三级阶地区厚 50.95m。

①水量极丰富区

分布于渭河断裂以南，包括泾河一级阶地前缘部分，渭河二、三级阶地及泾、渭河交汇的漫滩地段。据抽水实验资料，降深 2.87~11.83m，单位涌水量为 2.15~11.04L/s.m，渗透系数为 8.23~47.40m/d，水化学类型为 $\text{HCO}_3\text{-Ca.Na}$ 型。

②水量较丰富区

分布于渭河断裂以北的阶地区。降深 5.53~9.90m，涌水量为 723.17-967.68 m^3/d ，渗透系数为 2.48-7.62m/d，计算涌水量为 1002-2223 m^3/d ，水化学类型为 $\text{HCO}_3\text{.SO}_4\text{.Cl-Na.Mg}$ 型，矿化度为 1.2-2.14g/L。

③水量中等区

分布于一、二级冲洪积平原，泾河南岸一级阶地和部分漫滩区。水位降深 4.17-10.25m，涌水量为 218.59-542.50 m^3/d ，渗透系数为 3.48-6.86m/d，单位涌水量为 0.18-0.62L/s.m，计算涌水量为 703-739 m^3/d ；水化学类型为 $\text{HCO}_3\text{.SO}_4\text{.Cl-Na.Mg}$ 型，矿化度为 1.4-1.8g/L。

(3) 深层承压水含水岩组

在区南部渭河漫滩及二级阶地区，深层承压水含水层厚度达 80.1~113.89m，抽水降深 5.47-7.45m，实际涌水量为 919.30~1143.94 m^3/d ，计算涌水量为 2639~3838 m^3/d ，属水量丰富区；泾渭河一级阶地区，含水层厚度为 30.4~63.4m，抽水降深 2.04~22.25m，实际涌水量 368.06~1019.52 m^3/d ，计算涌水量为 1135~1394 m^3/d ，属水量较为丰富区。在北部的泾河一级阶地及一、二级冲洪积平原，深层几乎无含水层。

(4) 地下水的补给、径流、排泄条件

地下水的补给来源主要是大气降水的入渗补给，其次是渠道的渗漏补给、

田间灌溉入渗补给、邻区地下水侧向径流补给和井灌回归补给等，北部及中部地区，地层岩性多为中积相的亚粘土、亚砂土，包气带厚度一般为 210m，故降雨后极易产生入渗补给，且补给效应明显，滞后时间短。集中补给期多在 7~10 月份。在泾渭河一级阶地及二级阶地富水区，渠系密布，因此，渠系渗漏及灌溉回归水也是地下水的主要补给源之一。在泾渭河漫滩区，河水入渗及地下水径流则为主要补给源。

浅层地下水的径流主要受地形条件制约。境内渭河、泾河相对切割深度较大，一般均切入潜水含水层构成的相对的排泄基准面，而且地势呈西北高、东南低的特点。因此，泾渭河一级阶地及二级阶地潜水的径流方向基本上具有自西北向东南或自北向南运动的规律，而渭河高漫滩地区潜水的径流方向则是由南向北运动。地下水的排泄途径主要是向河流的排泄、蒸发排泄及人工开采等。

2.6 社会经济

2.6.1 行政区划与人口

高陵区属西安市近郊区，辖鹿苑街办、泾渭街办、崇皇街办、姬家街办、通远街办、耿镇街办、张卜街办共 7 个街办，见图 2.6-1。2020 年全区常住人口为 44.2 万人，其中农业人口为 19.6 万人，占 44.3%；城镇人口为 24.6 万人，占 55.7%。

2.6.2 经济指标

2020 年，全区 GDP 达到 374.49 亿元。其中第一产业增加值 30.84 亿元，增长 3.6%；第二产业增加值 203.49 亿元，增长-0.1%；第三产业增加值 140.16 亿元，增长 6.2%；产业结构比例为 8.2：54.3：37.5。

现状年高陵区人口和经济社会产值统计情况见表 2.6-1。

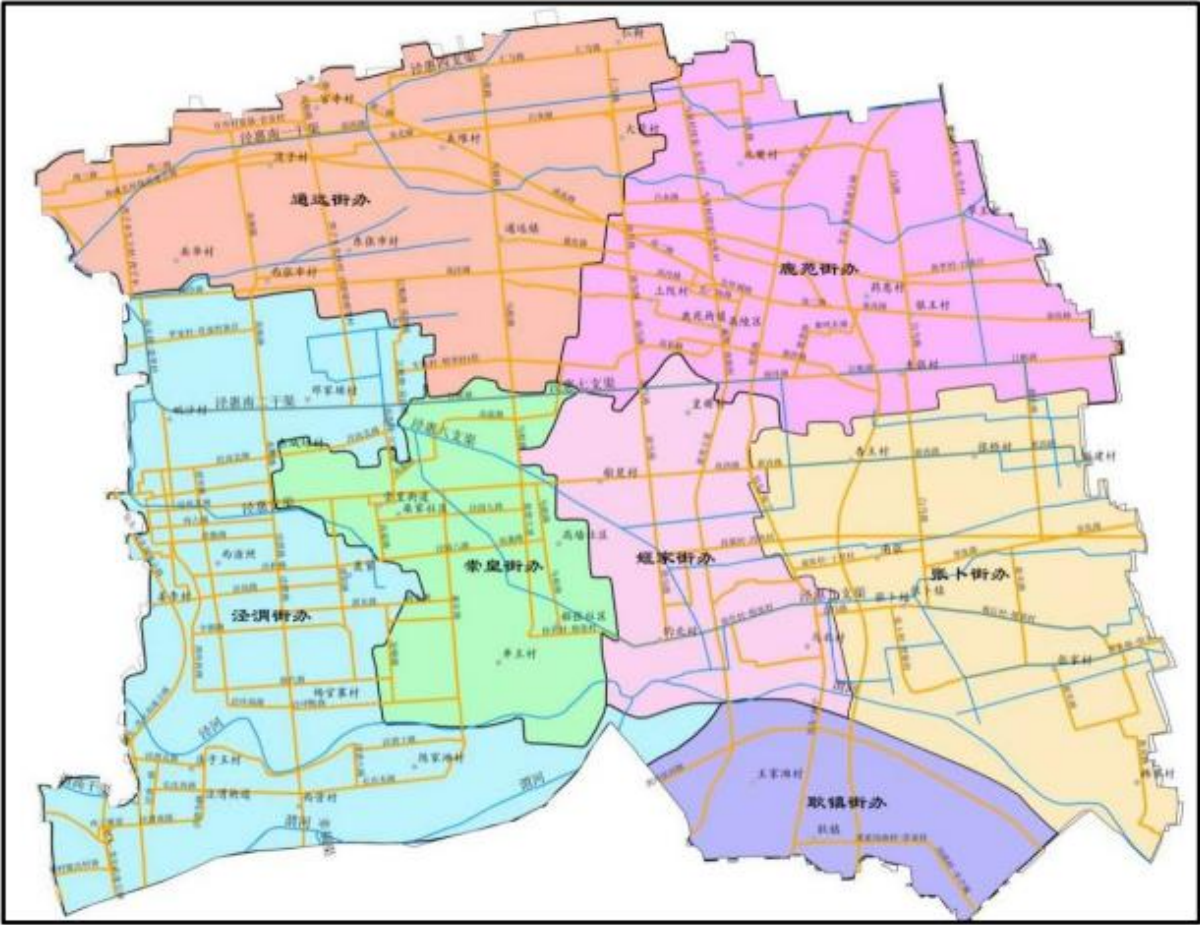


图 2.6-1 高陵区行政区划图

表 2.6-1 现状年高陵区人口和经济产值统计表

人口（万人）			一产	二产（亿元）			三产
城镇	农村	小计		工业	建筑业	小计	
24.6	19.6	44.2	30.84	189.22	14.27	203.49	140.16

第三章 再生水利用调查与评价

3.1 区域水资源状况

3.1.1 地表水资源

根据《陕西省第三次水资源调查评价》成果，高陵区多年平均径流深 25.7mm，多年平均地表水资源量 740 万 m^3 。

根据《陕西省第三次水资源调查评价》，高陵区地表水可利用量 270 万 m^3 ，占全区自产地表水资源量的 36.5%。

3.1.2 地下水资源

根据《陕西省第三次水资源调查评价》成果，高陵区面积为 288 km^2 ，全部为平原区，其中矿化度 $\leq 2\text{g/L}$ 的面积为 110.33 km^2 ，矿化度 $> 2\text{g/L}$ 的面积为 177.67 km^2 。平原区地下水资源量为 1473.23 万 m^3 ，重复量为 3.19 万 m^3 ，地下水资源总量 1470.04 万 m^3 （矿化度 $\leq 2\text{g/L}$ ）；平原区地下水资源矿化度 $\leq 2\text{g/L}$ 的总补给量为 1594.10 万 m^3 ，可开采量为 1321.00 万 m^3 ；平原区地下水资源矿化度 $> 2\text{g/L}$ 的总补给量 2389.57 万 m^3 。

3.1.3 水资源总量

根据《陕西省第三次水资源调查评价》成果，水资源总量由地表水资源量与地下水资源量中的不重复量之和计算。

根据《陕西省第三次水资源调查评价》成果，高陵区全区多年平均水资源总量为 1449 万 m^3 。

3.2 区域水资源开发利用状况

3.2.1 现状水利工程

(1) 泵站工程

区内已建成泵站工程 2 处，全部为小（2）型工程，且全部为从河湖取水泵站。

(2) 水闸工程

区内已建成水闸工程 5 处，全部为小（2）型工程，且全部为河湖引水闸，其中节制闸数量 1 座，引水闸 4 座。

(3) 机电井工程

地下水取用水专项整治核查后，高陵区规模以上地下水取水井 2441 眼，规模以下地下水取水井 20744 眼。

3.2.2 现状水源工程供水能力

1、黑河西阎供水工程

黑河西阎供水工程，水源为黑河系统水源，供水对象为高陵区城区，覆盖范围南到上林一路，北到高山路，东到西禹高速，西到上塬村，建成自来水输配水干管 80km，供水面积约 7.5km²，供水人口 5 万人。设计供水能力为 2.0 万 m³/d，年供水能力为 730 万 m³。

2、渭北工业区湾子水厂供水工程

渭北工业区湾子水厂供水工程，水源为泾惠渠三原西郊水库，位于高陵区通远街办宋家窑村南，占地 172.671 亩，总规模为 20 万 m³/d，分二期实施，一期建设 10m³/d。高陵区内供水范围包括渭新新城、沿途创想小镇、东方红西路延伸段、幸福小区等。目前，湾子水厂一期已建设完成，至高陵区泾渭苑区域供水管道已连通，2020 年以前向泾渭新城供水约 2.3 万 m³/d，2020 年起向泾渭新城区域内吉利汽车和隆基 5GW 光伏组件工业园区增加供

水量 1.8 万 m^3/d ，总计 4.1 万 m^3/d 。

3、泾惠渠引水工程

高陵区位于泾惠渠灌区下游，区域内已建泾惠渠干、支渠 8 条，斗渠 133 条，总长 526km，分引渠网两千多公里，设计有效灌溉面积 27.46 万亩，涉及到高陵区鹿苑街办、通远街办、姬家街办、崇皇街办和张卜街办，年设计供水能力 7500 万 m^3 。

3.2.3 现状年供用水分析

(1) 供水量

2020 年高陵区水利工程供水总量 10509 万 m^3 ，其中地表水供水量为 5467 万 m^3 ，占总供水量的 52.03%；地下水供水量（不含微咸水）为 3338 万 m^3 ，占总供水量的 31.8%；微咸水供水量为 1543 万 m^3 ，占总供水量的 14.7%；再生水供水量为 161 万 m^3 ，占总供水量的 1.53%。

2020 年高陵区区内取水井供水量 4881 万 m^3 ，其中矿化度 $\leq 2\text{g/L}$ 的供水量 3338 万 m^3 ，矿化度 $> 2\text{g/L}$ （微咸水）的供水量 1543 万 m^3 ，详见表 3.2-1。

表 3.2-1 2020 年高陵区供水量统计表 单位：万 m^3

年度	地表水源	地下水源	其他水源		总供水量
			微咸水	再生水	
2020 年	5467	3338	1543	161	10509

(2) 用水量

2020 年高陵区总用水量为 10509 万 m^3 ，其中农业用水为 6622 万 m^3 ，占总用水量 63.0%；工业用水为 1290 万 m^3 ，占总用水量 12.3%；生活用水为 2376 万 m^3 ，占总用水量 22.6%；生态环境用水为 221 万 m^3 ，占总用水量 2.1%，详见表 3.2-2。

2020 年地下水用水量为 4881 万 m^3 ，其中农业用水为 2751 万 m^3 ，占地下水用水量 56.4%；工业用水为 516 万 m^3 ，占地下水用水量 10.6%；生活用水为 1454 万 m^3 ，占地下水用水量 29.8%；生态环境为 160 万 m^3 ，占地

下水用水量 3.3%，详见表 3.2-2。

表 3.2-2 2020 年高陵区用水量统计表 单位：万 m³

农业		工业		生活		生态环境		总用水量		备注
总用水量	地下水取用量	总用水量	地下水取用量	总用水量	地下水取用量	总用水量	地下水取用量	总用水量	地下水取用量	
6622	2751	1290	516	2376	1454	221	160	10509	4881	地下水含微咸水

3.3 再生水现状调查

3.3.1 再生水设施现状

1、污水处理厂现状

高陵区现有污水处理厂 1 座：高陵区污水处理厂。

西安市高陵区污水处理厂位于高陵区江毗路西段，主要承担高陵城区生活污水处理的治理任务。污水厂自 2007 年 9 月 26 日开始建设，2009 年 7 月投入试运行，采 CAST 处理工艺，设计规模 1.0 万 m³/d。2012 年 12 月，采用 AAO+絮凝沉淀+纤维转盘滤池工艺实施了一次提标改造（部分再生水回用），2021 年，实施完成了提标改造和加盖除臭工程，出水水质符合《陕西省黄河流域污水综合排放标准》（DB61/224—2018）表 1 中 A 标准（其中 TN 根据《西安市城镇污水处理厂再生水化提标改造和加盖除臭工程三年行动方案（2018-2020 年）》（市政办发〔2018〕100 号）要求执行 12mg/L）（以下简称：地表水准Ⅳ类标准）。

高陵区污水处理厂目前正在实施二期扩建改造工程，扩建后新增处理规模 2.0 万 m³/d，预计 2025 年可正式建设投产，届时总规模可达 3.0 万 m³/d。设计出水水质符合地表水准Ⅳ类标准。

2、再生水厂现状

高陵区现状再生水厂共 1 座，规模 0.35 万 m³/d，位于高陵区污水处理厂区内，采用“粗格栅+细格栅+曝气沉砂池+改良 A²/O 生物池+辐流二沉

池+机械絮凝沉淀池+纤维转盘滤池+次氯酸钠消毒”工艺方案。设计出水水质执行地表水准Ⅳ类标准。泵站规模： $V=600\text{m}^3$ ，设回用水泵3台（2用1备）， $Q=70\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=20\text{m}$ ， $N=7.5\text{Kw}$ 。

3、再生水配套管网现状

高陵区现状有四条再生水利用管线工程，其中，高陵污水厂至高陵区生活垃圾无害化处理热电项目再生水管道长度11.00km，为工业补水再生水管网；城市杂用水再生水管道长度1.70km。

表 3.4-1 现状再生水管线统计表

序号	项目名称	起止段	管径	管道长度 (km)
1	高陵区生活垃圾无害化处理热电项目	高陵污水厂~生活垃圾处理热电项目	DN500	11.00
2	城市杂用水		DN300、DN110、DN90 等	1.70
3	合计			12.70

3.3.2 再生水利用现状

2020年，高陵区污水处理量为1万 m^3/d ，再生水利用总量为0.35万 m^3/d ，其中，高陵区生活垃圾无害化处理热电项目再生水利用量0.2452 m^3/d ，城市杂用水再生水利用量0.1048 m^3/d ，再生水利用率为35%。根据现状调查，高陵区现状再生利用主要途径有：城市绿化、街道清扫、工业用水、景观用水等，其中工业用水占比较高。

3.4 再生水利用存在的问题

3.4.1 再生水实际用途途径尚未全面打开

（1）受制于建设资金有限、现状城区建设难度大等因素，再生水管网建设进度缓慢，高陵区现状再生水管道长度仅12.70km，为工业补水及城市杂用水管道。

（2）受再生水管网铺设范围有限、终端取水设施缺乏等因素影响，再

生水在市政用水方面未得到全面推广。

(3) 在景观环境方面，再生水与天然地表水价格对比没有明显优势。

(4) 部分居民小区配套建设了再生水利用设施，但设施规模小、运行成本高、管理水平参差不齐，导致水质保证率低，难以在居民小区稳定使用。

3.4.2 再生水利用的相关制度体系仍不完善

在新建建筑配套再生水利用设计实施审批方面，各部门未形成联审管理机制，未出台配合条例实施的细则，行政管理部门在监管或处罚方面未形成合力。

3.4.3 社会各界对再生水存在诸多疑虑

再生水宣传力度不足，受传统观念影响，社会各界普遍对再生水认识有限，甚至存在一定偏见和排斥心理，致使企业单位或居民小区使用再生水积极性不高。

近些年来，高陵区在再生水利用方面作了一定的探索，取得了一定的进展，但与省、市要求还有差距，仍需进一步研究和努力，面对再生水利用不足的现状，仍需要政府相关管理部门的关注和资金技术的支持，不断扩大再生水利用规模。

第四章 需水量与可供水量分析

4.1 再生水利用的可能性

在技术方面，经常采用的污水深度处理工艺有：混凝沉淀、滤布过滤、滤料过滤、膜过滤、反渗透、臭氧消毒、次氯酸钠消毒、紫外线消毒等技术。经过深度处理，出水可以满足生活杂用水、浇洒绿地、冲洗道路、景观水体用水和一般工业冷却水等用水要求。目前，国内外已经有大量再生水回用工程的成功实例，使得再生水广泛应用于工业、农业、市政杂用、河道补水、生活杂用等方面。

在标准方面，目前国家已经出台了《城镇污水再生利用工程设计规范》、《建筑中水设计标准》、《再生水水质标准》、《城市污水再生利用分类》、《城市污水再生利用城市杂用水水质》、《城市污水再生利用景观环境用水水质》、《城市污水再生利用工业用水水质》、《城市污水再生利用农田灌溉用水水质》等污水再生利用系列标准，为有效利用城市污水资源和保障污水处理的质量安全，提供了技术支撑。

在经济性方面，随着城市污水深度处理技术的成熟，再生水利用在经济性方面也已经具有一定的优势，再生水生产、输送系统的投资和运营成本通常低于同等规模的自来水生产系统投资。同时作为城市中的供水水源，再生水利用方便，潜在用途和用户较多，使得再生水的经济性和市场需求更加明显。

4.2 再生水利用技术路线

4.2.1 总体思路

高陵区再生水利用的总体思路是，通过鼓励工业生产、城市绿化、道路清扫、生态景观以及其他城市杂用等用水优先使用再生水，实现城市污水资源的再生利用，缓解城市水资源短缺，提升城市水资源的综合

利用效率和水平，推动高陵区节水型城市建设，促进黄河流域生态保护和高质量发展。

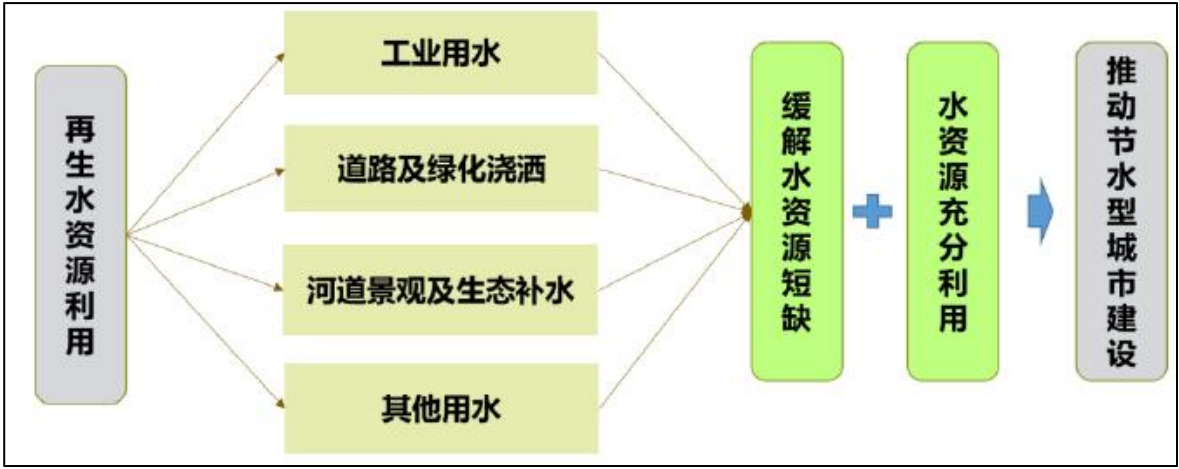


图 4.2-1 高陵区再生水利用技术路线图

4.2.2 再生水利用的主要途径

根据《国民经济行业分类与代码》、《城市污水再生利用分类》及《再生水水质标准》等相关标准，再生水利用的主要用途分为：工业用水，农、林、牧、渔业用水，城市杂用水和景观环境用水等五类。

表 4.2-1 再生水分类标准类别

序号	水质标准类别	分类细目	范围
1	工业用水	冷却用水	直流式、循环式
		洗涤用水	冲渣、冲灰、消烟除尘、清洗
		锅炉用水	中压、低压锅炉
2	农、林、牧业用水	农业用水	粮食作物、经济作物的灌溉、种植与育苗
		林业用水	林木、观赏植物的灌溉、种植与育苗
		牧业用水	家畜、家禽用水
3	城市杂用水	冲厕	厕所便器冲洗
		街道清扫、消防	城市道路的冲洗及喷洒、消防用水
		城市绿化	公共绿地、住宅小区绿化
		车辆冲洗	各种车辆冲洗
		建筑施工	施工场地清扫、浇洒、灰尘抑制、混凝土养护与制备、施工中的混凝土构件和建筑物冲洗
4	景观环境用水	娱乐性景观环境用水	娱乐性景观河道、景观湖泊及水景
		观赏性景观环境用水	观赏性景观河道、景观湖泊及水景
		湿地环境用水	恢复自然湿地、营造人工湿地

4.2.2.1 工业用水

再生水利用于工业用水，重点考虑的因素有：水垢、腐蚀、生物生长、堵塞、泡沫以及工人的健康。因此，再生水利用于工业用水水质的控制项目主要包括：1) 防止设备堵塞的水质指标：浊度和悬浮物（SS）；2) 防止设备腐蚀的水质指标：色度、pH 值、总硬度、五日生化需氧量（BOD₅）、化学需氧量（COD_{Cr}）、溶解性总固体、氨氮、总磷、铁和锰；3) 生物学指标：粪大肠菌群。

再生水用于工业用水，水质指标限值主要的参考标准有：《城市污水再生利用工业用水水质》（GB/T19923-2005）、《城镇污水再生利用工程设计规范》（GB50335-2016）和《工业锅炉水质》（GB/T1576-2018）。

表 4.2-2 工业用水水质的控制项目及指标与地表水准Ⅳ类标准对比一览表

序号	控制项目	冷却用水 控制指标	洗涤用水 控制指标	锅炉用水 控制指标	地表水准 Ⅳ类标准
1	色度（度）	≤30	≤30	≤30	≤30
2	浊度（NTU）	≤5	≤5	≤5	—
3	pH 值	6.5~8.5	6.5~9	6.5~8.5	6~9
4	总硬度（CaCO ₃ 计）（mg/L）	≤450	≤450	≤450	—
5	悬浮物（SS）（mg/L）	≤30	≤30	≤5	10
6	五日生化需氧量（BOD ₅ ）（mg/L）	≤10	≤30	≤10	≤6
7	化学需氧量（COD _{Cr} ）（mg/L）	≤60	≤60	≤60	≤30
8	溶解性总固体（mg/L）	≤1000	≤1000	≤1000	—
9	氨氮（mg/L）	≤10	≤10	≤10	≤1.5（3）
10	总磷（mg/L）	≤1.0	≤1.0	≤1.0	0.3
11	铁（mg/L）	≤0.3	≤0.3	≤0.3	—
12	锰（mg/L）	≤0.1	≤0.1	≤0.1	—
13	粪大肠菌群（个/L）	≤2000	≤2000	≤2000	≤1000

4.2.2.2 农、林、牧业用水

再生水利用于农、林、牧业用水，重点考虑的因素有：对土壤性状的影响、对作物生长的影响和对灌溉系统的影响。因此，利用于农、林、牧业用水水质的指标主要包括：1) 影响土壤和植物生长的指标：色度、pH 值、总硬度、五日生化需氧量（BOD₅）、化学需氧量（COD_C）溶解

性总固体、汞、镉、砷、铬、铅和氰化物；2）防止灌溉系统堵塞的指标：浊度和悬浮物（SS）；3）影响环境卫生的生物学指标：粪大肠菌群。

再生水用于农、林、牧业用水，水质指标限值主要参考标准有：《城市污水再生利用农田灌溉用水水质》（GB20922-2007）、《农田灌溉水质标准》（GB5084-2005）、《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）及《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）。

表 4.2-3 农、林、牧业用水水质的控制指标与地表水准IV类标准对比一览表

序号	控制项目	农业控制指标	林业控制指标	牧业控制指标	地表水准IV类标准
1	色度（度）	≤30	≤30	≤30	≤30
2	浊度（NTU）	≤10	≤10	≤10	—
3	pH 值	5.5~8.5	5.5~8.5	5.5~8.5	6~9
4	总硬度（CaCO ₃ 计）（mg/L）	≤450	≤450	≤450	—
5	悬浮物（SS）（mg/L）	≤30	≤30	≤30	≤10
6	五日生化需氧量（BOD ₅ ）（mg/L）	≤35	≤35	≤10	≤6
7	化学需氧量（COD _{Cr} ）（mg/L）	≤90	≤90	≤40	≤30
8	溶解性总固体（mg/L）	≤1000	≤1000	≤1000	—
9	汞（mg/L）	≤0.001	≤0.001	≤0.0005	≤0.001
10	镉（mg/L）	≤0.01	≤0.01	≤0.005	≤0.01
11	砷（mg/L）	≤0.05	≤0.05	≤0.05	≤0.1
12	铬（mg/L）	≤0.1	≤0.1	≤0.05	≤0.1
13	铅（mg/L）	≤0.1	≤0.1	≤0.05	≤0.1
14	氰化物（mg/L）	≤0.05	≤0.05	≤0.05	—
15	粪大肠菌群（个/L）	≤10000	≤10000	≤2000	≤1000

4.2.2.3 城市杂用水

再生水利用于城市杂用水，重点考虑的因素有：水体环境的要求、人体健康的要求和输水管网的要求。因此，利用于城市杂用水水质的控制项目主要包括：1）影响生态环境的生物化学指标：五日生化需氧量（BOD₅）、氨氮和溶解性总固体；2）影响感官的指标：色度、浊度、嗅和阴离子表面活性剂（LAS）；3）影响管道设备的指标：pH 值、溶解氧、铁和锰；4）影响环境卫生的生物学指标：粪大肠菌群。

再生水用于城市杂用水，水质指标限值主要参考标准有《城市污水再生利用城市杂用水水质标准》（GB/T18920-2002）、《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）、《建筑中水设计标准》（GB50336-2018）和《城镇污水再生利用工程设计规范》（GB50335-2016）。

表 4.2-4 城市杂用水水质的控制项目及指标与地表水准Ⅳ类标准对比一览表

序号	控制项目	冲厕控制指标	道路清扫、消防控制指标	城市绿化控制指标	车辆冲洗控制指标	建筑施工控制指标	地表水准Ⅳ类标准
1	色度（度）	≤30	≤30	≤30	≤30	≤30	≤30
2	浊度（NTU）	≤5	≤10	≤10	≤5	≤20	—
3	嗅	无不快感					—
4	pH 值	6~9					6~9
5	总硬度（CaCO ₃ 计）（mg/L）	≤450					—
6	溶解氧（mg/L）	≥1.0					—
7	五日生化需氧量（BOD ₅ ）（mg/L）	≤10	≤15	≤20	≤10	≤15	≤6
8	溶解性总固体（mg/L）	≤1500		≤1000		≤1500	—
9	阴离子表面活性剂（LAS）（mg/L）	≤0.1			≤0.5	≤1.0	—
10	氨氮（mg/L）	≤10	≤10	≤20	≤10	≤20	≤1.5（3）
11	铁（mg/L）	≤0.3	—	—	≤0.3	—	—
12	锰（mg/L）	≤0.1	—	—	≤0.1	—	—
13	粪大肠菌群（个/L）	≤200					≤1000

4.2.2.4 景观环境用水

再生水利用于景观用水，重点考虑的因素有：人体感观的要求、卫生要求和水生生物的生长要求。因此，利用于景观用水水质的控制项目主要包括：1）影响人体感观的指标：色度、浊度、嗅、悬浮物（SS）、阴离子表面活性剂（LAS）和石油类；2）影响水生生物生长的指标：pH 值、溶解氧、五日生化需氧量（BOD₅）、化学需氧量（COD_C）氨氮和总磷；3）影响环境卫生的生物学指标：粪大肠菌群。再生水用于景观环境用水，水质指标限值主要参考标准有：《城市污水再生利用景观环境用水水质》（GB/T18921-2019）《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）和《城镇污水再生利用工程设计规范》（GB50335-2016）。

表 4.2-4 景观环境用水水质的控制项目及指标与地表水准Ⅳ类标准对比一览表

序号	控制项目	观赏性景观环境用水			娱乐性景观环境用水			湿地环境用水	地表水 准Ⅳ类 标准
		河道 类	湖泊 类	水景 类	河道 类	湖泊 类	水景 类		
1	基本要求	无漂浮物，无令人不愉快的嗅和味							—
2	pH 值	6～9							6～9
3	五日生化需氧量 (BOD ₅) (mg/L)	≤10	≤6		≤10	≤6		≤10	≤6
4	浊度 (NTU)	≤10	≤5		≤10	≤5		≤10	—
5	总磷 (mg/L)	≤0.5	≤0.3		≤0.5	≤0.3		≤0.5	≤0.3
6	总氮 (mg/L)	≤15	≤10		≤15	≤10		≤15	≤12
7	氨氮 (mg/L)	≤5	≤3		≤5	≤3		≤5	≤1.5 (3)
8	粪大肠菌群 (个/L)	≤1000					≤3	≤1000	≤1000
9	余氯 (mg/L)	—					0.05 ～0.1	—	—
10	色度 (度)	≤20							≤30

4.2.3 高陵区再生水利用方向

根据现状调查，高陵区泾渭工业园、泾河工业园工业企业用水量较大，但是园区主导产业为生物医药、新材料产业等，对水质要求较高，再生水利用的需求不大，可利用再生水替代自来水的途径主要有热电厂冷却用水和锅炉用水。城市杂用水方面对再生水的主要需求有街道清扫和城市绿化等用水需求，由于现状公共建筑、居住建筑、体育场等建筑均未建设中水管网，对再生水的需求较小。水景公园等城市景观水体的观赏性景观环境用水水源。

根据高陵区的实际情况及再生水利用需求，高陵区再生水利用主要包含以下三个方面：工业用水、城市杂用水和景观环境用水。

表 4.2-5 高陵区再生水的规划利用方向

序号	水质标准类别	分类细目	范围
1	工业用水	冷却用水	直流式、循环式
		锅炉用水	中压、低压锅炉
2	城市杂用水	街道清扫	城市道路的冲洗及喷洒
		城市绿化	公共绿地、住宅小区绿化
		冲厕	公共厕所
		车辆冲洗	车辆冲洗站
		其他	大型公共建筑及其他大用户
3	景观环境用水	观赏性景观环境用水	景观湖泊及水景

4.3 再生水需水量预测分析

4.3.1 工业需水量预测

再生水工业用水适用于作为工业生产过程中冷却用水、洗涤、除尘、冲渣（灰）、锅炉补给、工艺和产品用水水源的再生水。

根据国内外案例分析以及西安市工业产业结构分析，电厂冷却用水可 100%采用再生水源，工业一般用水再生水利用率介于 5-30%。

经调研结合高陵区工业用水实际项目情况，选择用水大的企业开展再生水利用项目，通过项目示范作用带动工业领域再生水广泛利用，根据实地调研，本次选择高陵区污泥集中处置项目和高陵区生活垃圾无害化处理热电项目两个项目作为示范，预测规划水平年（2025 年）再生水需水量为 1.180 万 m^3/d ，430.70 万 m^3/a ；展望年（2035 年）再生水需水量为 1.600 万 m^3/d 。

表 4.3-1 工业用水再生水需水量预测表（万 m^3/d ）

序号	项目名称	水平年（2025 年）
1	高陵区污泥集中处置项目	0.160
2	高陵区生活垃圾无害化处理热电项目	0.820
3	其他	0.200
3	合计	1.180

4.3.2 城市杂用水需水量预测

4.3.2.1 街道清扫用水

根据西安市国土空间规划的人口及道路面积、现状人均道路面积情况，推测 2025 年高陵区常住人口 56.91 万，其中城镇人口 37.35 万；2035 年高陵区常住人口 94 万，其中城镇人口 80 万，规划期内人均道路面积约为 $15\text{m}^2/\text{人}$ ，再生水覆盖率 80%。按照《陕西省行业用水定额》（DB61/T 943-2020），城市道路清扫用水为 $2.0\text{L}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ ，本次规划根据实际情况考虑在道路清扫基础上增加道路附属绿地的植物灌溉用水，将道路清扫用水指标调整为 $3.0\text{L}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ ，年道路清扫天数按 180 天统计。2025 年道路清扫再生水需水量为 0.663 万 m^3/d ，242.03 万 m^3/a 。

4.3.2.2 城市绿化用水

根据《城市绿地分类标准》，城市绿化面积主要分为公园绿地（包括综合公园、社区公园、专类公园、游园等）、防护绿地（包括卫生隔离绿地、道路及铁路防护绿地、高压走廊防护绿地、公用设施防护绿地等）、广场用地中的绿地（绿化率 35%~65%）、附属绿地（附属于各类城市建设用地的绿化用地）及区域绿地（位于城市建设用地之外的绿地）。

公共绿地指满足规定的日照要求，适合于安排游憩活动设施的、供居民共享的游憩绿地。主要包括居住区公园、小游园和组团绿地及其他块状带状绿地等，城市街旁绿地等公共活动场所也属于此范畴。本规划中，公共绿地采用再生水进行浇洒。根据《陕西省行业用水定额》

（DB61/T943-2020），公园绿地用水指标为 $2.0\text{L}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 。

按照《西安市高陵区国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》2025 年高陵区城镇人均公共绿地面积不少于 15m^2 ，城镇人口 37.35 万，结合实际情况，2025 高陵区再生水浇洒的公共绿地比例为 80%。根据高陵区气候条件，全年实际冲洗天数按 180 天计，规划 2025 年城市集中公园绿地浇洒再生水需水量 $0.442\text{万 m}^3/\text{d}$ ， $161.35\text{万 m}^3/\text{a}$ 。

4.3.2.3 冲厕用水

根据《西安市城乡规划管理技术规定》相关规定，公厕设置密度为 3-5 座/ km^2 ，按 4 座/ km^2 计；依据《西安市高陵区国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》，2025 年高陵区城镇面积为 174.55km^2 ，公厕设置数量为 698 个。参考《城市公共厕所设计标准》（CJJ14-2016）相关规定，平均单座公厕配置 10 个大便器，3 个小便器。小便器每次用水量宜 $\leq 1.5\text{L}$ ，大便器每次用水量宜 $\leq 4\text{L}$ ，大便槽每小时使用 5 次，小便槽每小时使用 10 次，每天使用 12 小时，冲洗厕所需水量为 $0.040\text{万 m}^3/\text{d}$ 。

本次规划考虑在新建道路及已覆盖再生水管网的区域进行试点，旨

在推进再生水在冲厕方面的使用。2025 年用再生水新建和改建公厕按 420 座计算，冲厕再生水需水量达到约为 0.024 万 m^3/d ，8.80 万 m^3/a 占总冲洗厕所需水量的 60%。

4.3.2.4 车辆冲洗

截止 2020 年底，高陵区汽车保有量已超过 11 万辆，高压水枪冲洗小型车洗车耗水量为 150L/辆次。每辆车按半个月冲洗一次计算，车辆冲洗需水量约为 0.11 万 m^3/d 。

本次规划考虑就近在污水厂周边新建再生水洗车示范项目，同时根据再生水管网布置情况，在有条件的地区建设再生水洗车点。规划期内新建高陵区污水处理厂洗车示范点污水厂，再其余地方建设 29 座再生水洗车点，共 30 座再生水洗车点，每座洗车点按每天冲洗 50 辆车规划，再生水需水量约为 0.055 万 m^3/d ，200.75 万 m^3/a ，试点车辆冲洗再生水用量占总冲洗车辆需水量的 50%。

4.3.2.5 大型公共建筑及其他大用户

本次规划拟主要在党政机关及高校办公场所推广再生水利用，充分发挥机关和高校的表率作用，营造良好的再生水使用氛围，让生态文明理念深入人心。逐步提高公众对再生水利用的认知度和认可度，消除公众疑虑，增强使用意愿。

表 4.3-2 党政机关及高校再生水需水量预测表（万 m^3/d ）

序号	项目名称	占地面积（ hm^2 ）	水平年（2025 年）
1	陕西交通职业技术学院（通远校区）	77.4	0.082
2	西安工商学院	46.5	0.055
3	丝路融豪科技创新产业园	64.7	0.069
4	高陵区人民政府	0.32	0.003
5	高陵区体育中心	26.7	0.027
6	高陵区人民政府招待所	0.23	0.006
7	高陵区人民医院	7.7	0.014
8	高川广场	2.9	0.016
9	龙发时代广场	2.4	0.016
	合计		0.288

4.3.2.6 城市杂用水需水量汇总

规划水平年（2025 年）城市杂用水需水量主要有街道清扫用水、城

市绿化用水、冲厕用水和车辆冲洗用水，预测需水量为 1.472 万 m³/d，537.24 万 m³/a，统计见表 4.3-3。展望年（2035 年）城市杂用水需水量预测 2.0 万 m³/d。

表 4.3-3 城市杂用水需水量预测汇总表（万 m³/d）

序号	项目名称	水平年（2025 年）
1	街道清扫用水	0.663
2	城市绿化用水	0.442
3	冲厕用水	0.024
4	车辆冲洗用水	0.055
5	大型公共建筑及其他大用户	0.288
	合计	1.472

4.3.3 景观环境需水量预测

高陵区内现有观赏性景观水体主要为水景公园。景观环境需水量包括两部分：补充量和换水量。

（1）补充量

由于以上水体基本为静止水体，因此补给水源的水量主要考虑自然蒸发量和下渗量。根据《河湖生态环境需水量计算规范》（SL/T712-2021），可按照水量平衡法进行计算：

$$W = W_{\text{蒸}} + W_{\text{渗}} - R$$

式中：W_蒸——水面蒸发量；

W_渗——河道、湖泊、水库渗水量；

R——河道、湖泊、水库水面年降雨量。

蒸发水量：根据气象资料，高陵区想多年平均水面蒸发量为 1546 毫米，每公顷水面每天因蒸发需补充的水量为 42.36m³/ha·d，水面蒸发折减系数取 0.8。

下渗水量：根据对规划区土壤地质情况调研，大部分景观水体坐落岩土层为粉质黏土（粉质黏土渗透系数为 3.00×10⁻⁸-3.53×10⁻⁷m/s），结合类似地质情况案例分析，岩土层渗透系数按 0.005m/d 计，比降按 0.5 计，根据达西定律计算，渗漏需补水量为 25m³/ha·d。

降雨量：根据气象资料，高陵区多年平均降雨量为 530.6 毫米，每公顷水面每天因降雨补充的水量为 $14.54\text{m}^3/\text{ha}\cdot\text{d}$ 。

表 4.3-4 景观水体日蒸发、下渗水量统计表

序号	景观水体名称	水面面积 (ha)	蒸发量 (万 m^3/d)	下渗量 (万 m^3/d)	降雨量(万 m^3/d)	补水量 (万 m^3/d)
1	水景公园	1.23	0.0042	0.0031	0.0018	0.006

(2) 换水量

本次规划换水量按以下方法计算：4~11 月每 10 天换水 1 次，其它月份每 15 天换水 1 次，每次换水量均为水域容量的 50%。假设某公园水域容积为 M，则一年中换水量为：

$$W_{\text{换水}} = (M/2 \times 8 \times 3 + M/2 \times 4 \times 2) = 14M$$

考虑到不同水体的景观功能不同，结合实际情况，对区域重点项目、人流量密度大、景观功能性强的水体，适当增加对景观湖池的补水量；对部分近期达到设计需水量有困难且有其他补水渠道的景观适当考虑减少再生水补水量；对部分已采用再生水补水的景观数据以实际补水量为准。

表 4.3-5 景观水体换水量统计表

序号	景观水体名称	水面面积 (ha)	水域容积 (万 m^3)	换水量 (万 m^3/d)
1	水景公园	1.23	1.48	0.057

(3) 景观用水量

规划水平年（2025 年）景观环境需水量包括补充量和换水量，共需再生水 $0.062\text{万 m}^3/\text{d}$ ， $22.74\text{万 m}^3/\text{a}$ ，统计见表 4.3-6。展望年（2035 年）再生水需求量预测 $0.5\text{万 m}^3/\text{d}$ 。

表 4.3-6 景观水体用水量汇总表

序号	景观水体名称	补水量 (万 m^3/d)	换水量(万 m^3/d)	景观用水量 (万 m^3/d)
1	水景公园	0.006	0.057	0.062

4.3.4 再生水需水量预测汇总

根据各类再生水需求量预测，规划水平年（2025 年）高陵区再生水总需水量为 $2.714\text{万 m}^3/\text{d}$ ， $990.65\text{万 m}^3/\text{a}$ 。通过再生水用途分析，其中

工业需水量 1.180 万 m^3/d ，占比 43.5%；城市杂用水需水量 1.472 万 m^3/d ，占比 54.2%；景观环境需水量 0.062 万 m^3/d ，占比 2.3%。因此，城市杂用水需水量占比最大。展望年（2035 年）再生水需求量预测 4.100 万 m^3/d 。

表 4.3-7 再生水需水量统计表（万 m^3/d ）

序号	项目名称	水平年（2025 年）	展望年（2035 年）
1	工业用水	1.180	1.600
2	城市杂用水	1.472	2.000
3	景观环境	0.062	0.500
4	合计	2.714	4.100

4.4 再生水可利用量分析

1、污水量预测

根据《西安市城市供水“十四五”规划》，城市用水量预测采用单位人口综合用水量指标法，并用增长率法修正，高陵区 2025 年规划最高日用水量为 16 万 m^3/d 。日变化系数取 1.2，污水排放系数取 0.90，污水收集率 100%，外水渗入率 5%，推算平均日污水量为 12.6 万 m^3/d 。

污水厂出水量按平均日污水量的 95%考虑，则污水厂出水量 12.0 万 m^3/d ，4369 万 $\text{m}^3/\text{年}$ 。

2、再生水可利用量预测

根据城市污水处理厂再生水利用相关规范，污水处理厂出水经过消毒处理除去水厂自用，其余部分 80%均可作为再生水水源。按照《西安市城市供水“十四五”规划》，到 2025 年，高陵区预测污水量 12.6 万 m^3/d ，每天可提供 10.1 万 m^3/d 再生水水源，满足规划期内水量需求。

同样方法，到 2035 年，高陵区预测污水量 26.4 万 m^3/d ，每天可提供 21.1 万 m^3/d 再生水水源，满足规划期内水量需求。

第五章 再生水利用规划

5.1 再生水系统布局

5.1.1 规划污水厂规模

高陵区现状污水处理厂共 1 座，为高陵区污水处理厂，位于高陵区江毗路西段，现状规模分别为：1 万 m^3/d ，实际日处理量分别为 1 万 m^3/d ，设计排放标准执行《陕西省黄河流域污水综合排放标准》（DB61/224—2018）表 1 中 A 标准（其中 TN 根据《西安市城镇污水处理厂再生水化提标改造和加盖除臭工程三年行动方案（2018-2020 年）》（市政办发〔2018〕100 号）要求执行 12mg/L）。

表 5.1-1 现状污水厂统计表

序号	名称	污水处理规模 (万 m^3/d)	处理量 (万 m^3/d)	服务范围 (km^2)	排放标准	排水出路
1	高陵区污水处理厂	1	1	10	地表水准Ⅳ类标准	30%回用，70%污水排入渭河

根据规划人口和用地，保留现状高陵区污水厂污水产生量 1 万 m^3/d ；规划改扩建、新建污水厂共 2 座，即扩建高陵区污水处理厂（目前已在扩建）、新建高陵区第二污水处理厂，预测污水产生量分别为：2.0 万 m^3/d 和 10 万 m^3/d （近期 5 万 m^3/d ，远期 5 万 m^3/d ）。

表 5.1-2 规划污水厂统计表

序号	名称	规划规模 (万 m^3/d)	预测处理量 (万 m^3/d)	服务范围 (km^2)	排放标准	排水出路
1	高陵区污水处理厂	3	3	10	地表水准Ⅳ类标准	2 万 m^3/d 回用，1 万 m^3/d 污水排入渭河
2	高陵区第二污水处理厂	10	10	46	地表水准Ⅳ类标准	40%回用，60%污水排入渭河
3	合计	13	13	56		

5.1.2 规划再生水厂规模及布局

根据《城镇污水再生利用工程设计规范》，再生水设计供水量应由再生

水利用水量、管网漏损水量、未预见水量等组成。管网漏损水量宜按再生水利用水量的 10%~12% 确定，本规划中取 11%。未预见用水量可按再生水利用水量与配水管网的漏损水量之和的 8%~12% 确定，本规划中取 10%。设计规模应按最高日供水量确定，本规划中日变化系数取 1.2。

综上，规划水平年（2025 年）高陵区再生水最高日需水量为 3.9767 万 m^3/d 。展望年（2035 年）高陵区再生水最高日需水量为 6.0 万 m^3/d 。

表 5.1-3 再生水最高日需水量计算表（万 m^3/d ）

序号	需水量	日变系数	管道漏损率	未预见水量	最高日需水量
1	2.7141	1.2	11%	10%	3.9767

表 5.1-4 规划再生水厂一览表（万 m^3/d ）（2025 年）

序号	名称	规划污水处理规模（万 m^3/d ）	预测污水量（万 m^3/d ）	现状再生水规模（万 m^3/d ）	规划再生水规模（万 m^3/d ）
1	高陵区污水处理厂	3	3	0.3	2
2	高陵区第二污水处理厂	10	5	--	2
3	合计	13	8	0.3	4

根据《城镇污水再生利用工程设计规范》，当水源为污水处理厂出水时，最大设计规模应为污水处理厂出水量扣除再生水厂各种不可回收的自用水量，且不宜超过污水处理厂规模的 80%。

为满足再生水的供水需求，综合考虑再生水主要用户的用水量及分布情况，本规划中规划再生水厂共 2 座，总供水规模 4 万 m^3/d 。其中，保留现状高陵区污水处理厂再生水厂，规模 0.9 万 m^3/d ，新建规模 1.1 万 m^3/d ，规划年规模达到 2 万 m^3/d ；新建高陵区第二污水处理厂再生水厂，规模 2 万 m^3/d ，总可用再生水规模为 4 万 m^3/d ，大于高陵区规划年最高日需水量 3.9767 万 m^3/d ，因此，规划污水厂规模满足规划水平年（2025 年）再生水利用需求。远期规划扩建高陵区第二污水处理厂再生水厂，规模 2 万 m^3/d ，总可用再生水规模为 6 万 m^3/d ，高陵区展望年最高日需水量 6.0 万 m^3/d ，因此，规划污水厂规模满足展望年（2035 年）再生水利用需求。

5.2 再生水水质指标

5.2.1 再生水水质指标确定的原则

再生水水质对污水回用工程至关重要，出水水质标准过低，不能满足用户要求，影响再生水的推广利用；水质标准过高，会造成处理成本提高，水价升高，用户也不能接受。因此，必须确定适当的再生水厂出水水质。力求以尽量低的工程投资和尽量低的处理成本满足对再生水的回用要求。

1、对于回用于单一用途的再生水系统，其出水水质应满足相应用途的国家标准。

2、对于向服务区域内多用户供水的城市再生水厂，当再生水回用于多种用途时，其出水水质应取相应各种用途国家水质标准的最高标准。

3、个别水质要求更高的用户（例如锅炉软化用水、供热管网软化水等），可自行补充建设处理设施，直至达到其水质标准。

5.2.2 再生水水质指标

按照上述原则，根据本章 5.1 节确定的各用途再生水水质标准，结合高陵区再生水的利用方向进行综合分析，再生水利用以工业用水、城市杂用水和景观环境用水为主。

（2）再生水水质要求

国家再生水水质标准按照再生水的不同用途进行分类制定。城市杂用水、景观环境用水、工业用水是高陵区再生水的主要用户，因此再生水出水水质应符合国家标准《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）、《城市污水再生利用景观环境用水水质》（GB/T18921-2019）与《城市污水再生利用工业用水水质》（GB/T19923-2005）的规定。

（2）污水处理厂出水水质

根据相关要求，西安市水厂提标改造工程的设计出水水质（除 TN 外）

暂按《陕西省黄河流域污水综合排放标准》（DB61/224-2018）中的 A 标准执行，其中 TN 按《西安市城镇污水处理厂再生水化提标改造和加盖除臭工程三年行动方案（2018-2020）》中地表水准 IV 类水质标准执行，具体以环评要求为准。

根据各再生水厂出水水质监测报告，水厂正常运行情况下，出水水质可达到设计出水水质要求。目前再生水厂出水可以满足工业用水中的冷却用水、洗涤用水水质要求。

悬浮物（SS）不满足工业用水锅炉用水水质要求、粪大肠菌群不满足城市杂用水水质要求、色度不满足景观环境用水水质要求，其余指标均符合城市污水处理厂出水作为回用水的基本要求。

5.3 再生水水厂规划

5.3.1 规划原则

- 1、为节省投资、便于管理，再生水处理厂应与污水处理厂合建或就近建设。
- 2、根据各污水处理厂的规划处理规模和所处地势、再生水用户分布、用水量分布、供水量与供水距离的关系等因素，确定再生水厂的供水范围。
- 3、再生水厂规模为供水范围内的最高日用水量。
- 4、再生水厂的深度处理工艺应根据水源及水质要求进行合理确定。

5.3.2 工艺选择

本规划中，再生水指标与地表水准 IV 类标准出水水质指标相比，根据再生水用途不同仅有个别指标不满足要求，通常可通过强化二级生化处理工艺方式实现以上指标的达标，特殊情况下可采用混凝、活性炭吸附、消毒等方式实现色度、总大肠杆菌等指标的达标。

在既有污水处理设施基础上升级改造时，可选择增建深度处理设施的工

艺流程，新建再生水厂时应统筹考虑污水二级处理和深度处理有机结合的工艺流程。

根据不同的再生水水源及供水水质要求，污水再生处理可采用下列工艺流程：

- (1) 二级处理出水——介质过滤——消毒；
- (2) 二级处理出水——微絮凝——介质过滤——消毒；
- (3) 二级处理出水——混凝——沉淀(澄清、气浮)——介质过滤——消毒；
- (4) 二级处理出水——混凝——沉淀(澄清、气浮)——膜分离——消毒；
- (5) 污水——二级处理(或预处理)——曝气生物滤池——消毒；
- (6) 污水——预处理——膜生物反应器——消毒；
- (7) 深度处理出水(或二级处理出水)——人工湿地——消毒。

由于高陵区规划再生水厂水源均为污水厂的二级处理出水，结合再生水水质标准，高陵区再生水厂宜根据实际情况采用（2）~（4）再生水深度处理工艺。

5.3.3 选址及用地

为节省投资、便于管理，再生水处理厂应与污水处理厂合建或就近建设。根据高陵区实际情况，高陵区再生水厂均位于高陵区现有污水处理厂厂内，并在污水处理厂建设中考虑再生水厂设施用地，不需要另行选址，位置详见附图。

表 5.3-1 规划再生水厂选址和用地一览表

序号	名称	规划规模 (万 m ³ /d)	选址及用地	备注
1	高陵区污水处理厂	2	高陵区污水处理厂厂内	近期扩建
2	高陵区第二污水处理厂	2	高陵区第二污水处理厂厂内	近期新建
		2	高陵区第二污水处理厂厂内	远期扩建
3	合计	6		

5.4 再生水泵站规划

5.4.1 规划原则

- 1、要充分利用再生水厂泵站扬程，合理规划加压泵站。
- 2、充分利用自然地形，合理布局，尽量减少中途加压泵站的数量。
- 3、泵站的位置应结合高陵区总体规划的用地性质，尽量利用河道岸边、公园绿地、城市绿化带等位置进行设置，其形式应与周围环境协调一致。

5.4.2 泵站规划

根据加压泵站的设置原则，结合高陵区地形地貌，再生水泵站采用与再生水厂合建的方式进行建设。根据管网平差计算，泵站扬程能够满足服务范围内的供水压力要求，无需建设中途加压泵站。再生水泵站规模按最高日最大时流量进行计算，时变化系数取 1.3。

本次泵站用地位置优先考虑设置在绿化用地下，并采用地下式建设，具体可根据周边建设用地情况进行调整。若用水大用户对用水压力提出具体需求，泵站位置及规模可根据管道建设情况实际情况酌情考虑增加。

5.3 再生水管网规划

5.3.1 规划原则

- 1、本次规划管网布置以主、次干管为主，支管应结合用户及道路建设计划实施。
- 2、区域内再生水主干管应形成环网，次干管及支管布置应充分考虑供水量和供水点的分布，采用环状与枝状管网相结合的管道布置形式，力求减少供水距离。
- 3、管网布置尽量避免穿越铁路、重要桥梁以及地质条件差、施工难度大的地段。

5.3.2 管材选择

在再生水系统中，占投资额比例最大的是管材，可占工程投资的 50%~70%。合理地选用管道材料是节省工程投资，确保供水水量、水质、水压和安全运行的重要环节。输配水管材的选择一般要根据水质、工程规模、管道的工作压力、输配水距离的长短、工程的进度与重要性以及工程所在地形、地貌及地质情况，当地管材的生产、供应状况，应用管材的习惯，以及工程的资金落实情况，进行技术、经济和安全等方面的综合比较后确定。

目前用于再生水输水工程的管材主要有球墨铸铁管、焊接钢管、硬聚氯乙烯管（UPVC 管）、玻璃纤维缠绕成型复合管、高分子聚氯乙烯管（PE 管）和离心浇铸成型玻璃纤维增强复合管（HOBAS 管）等。

各种管道因材质不同，在强度、自重、施工方式、水力特性、耐腐蚀性等方面各不相同。管材强度、延伸率方面，钢管、球墨铸铁管最优。管材自重方面，PE 管材较轻，钢管和球磨铸铁管最重。施工方式方面，钢管、PE 管适应性最好，可采用明挖、拉管等多种方式进行敷设，同时可采用焊接、法兰连接等多种连接方式。水力特性方面，PE 管最优。耐腐蚀方面，PE 管最优。

综上，本规划推荐 PE 管材作为再生水输配水主次干管的主要管材。主要考虑因素有：

（1）老城区穿越道路较多，采用拉管施工节点较多，使用 PE 管材便于施工。

（2）PE 管材质轻，耐腐蚀性强，连接工艺简单，接头质量可靠，施工方便，便于维修，工程综合造价低。

（3）高陵区现状给水管、再生水管多采用 PE 管材，方便统一管理。

5.3.3 管网规划

根据现状及规划的工业企业、景观水体、主次干路、公共绿地等分布情况，对再生水主次干管进行规划，规划再生水管网主要沿主、次干路进行布置。

根据高陵区再生水用户分布及再生水厂布局情况，为提高再生水供水保障率，平衡供水压力，建成区主干路再生水管网宜布置成环状管网，次干路及建成区周边道路采用枝状管网布局。

管网平差是再生水系统的重要组成部分。在管网的设计和运行管理工作中，需要进行管网平差计算，即在确定管网内节点流量和沿线流量的基础上，计算再生水管径，确定管网中各管段的流量及水头损失，进而求出供水泵站的水泵扬程。在确定水泵压力后，应进行最不利点校核，即根据水泵压力校核各用水点是否满足最小自由水源的要求。本规划中考虑绿化浇洒常用碰头工作水压的要求（0.15Mpa~3.0Mpa），最不利点自由水头取 0.10Mpa。事故校核与最不利点校核类似，将事故管段（通常选取水泵出口附近的主干管）定义为不参与平差计算，对各节点流量、水头进行校核。在进行管网平差计算时，按最高日最高时流量计算。主要再生水管网统计见下表。

表 5.3-1 规划再生水管网统计表

序号	任务名称	道路名称	起止段	管径	管道长度（km）
1	水景公园	东方红路	高陵污水厂~昭慧西路	DN500	0.889
		公园管网	/	DN300	0.611
2	昭慧公园	昭慧西路	东方红路~昭慧公园	DN400	0.810
3	高陵区污泥集中处置厂	/	高陵区生活垃圾无害化处理热电厂~高陵区污泥集中处置厂	DN110	0.450
4	高陵区再生水利用配套管网	东方红路	水景公园~桑军大道	DN400	6.650
		吉利大道	桑军大道~泾渭路	DN400	3.617
		泾渭路	高泾路~长庆大街	DN300	9.587
		渭阳大道	桑军大道~西韩大道	DN300	6.195
		泾高南路	渭环西路~桑军大道	DN300	4.421
		旅游大道	渭阳一路~高泾路	DN300	8.956
		高泾路	渭环西路~北关路	DN300	10.223
		高油路	北关路~高陵污水厂	DN300	3.543
		西韩大道	东方红路~渭阳大道	DN300	4.167
		渭环西路	高泾路~长庆大街	DN300	10.945

序号	任务名称	道路名称	起止段	管径	管道长度 (km)
		长庆大街	泾渭中路~桑军大道	DN300	4.636
		桑军大道	长庆大街~高泾路	DN300	10.726
		中钢大道	渭环西路~渭阳路	DN300	2.645
		泾华路	渭阳路~西韩大道	DN300	8.165
		泾环北路	渭环西路~桑军大道	DN300	4.863
		渭阳九路	桑军大道~西韩大道	DN300	5.443
		鹿苑大道	东方红路~渭阳大道	DN300	4.518
5	合计				112.06

5.3.4 管网附属设施规划

5.3.4.1 管道设计

本规划推荐采用砂垫层基础，相关标准参照《给水排水管道工程施工及验收规范》。管道的埋设深度，应根据冰冻情况、外部荷载、管材性能、抗浮要求及与其他管道交叉等因素确定。管道接口形式采用热熔连接。

5.3.4.2 管道附属设施

根据事故抢修时间允许的排水时间、地形地貌及障碍物等因素设置检修阀门井，排水时间控制在 2 小时以内。为及时排除管内空气减少气阻，防止管内产生负压以及管道发生水锤时产生真空水击破坏，应在再生水管道的隆起点、倒虹吸管的上游侧设置自动进排气阀。同时应在再生水管道的低凹处及倒虹吸管的下游侧设置泄水管及泄水阀。

5.3.4.3 取水点和补水口

为满足绿化用水及街道清扫用水需求，应在布置再生水管网的道路上每隔一定距离设置一个洒水栓井供绿化浇灌使用和取水口供洒水车取水使用，并满足防冻要求。本规划洒水栓井和取水口设置情况，见表 5.3-2。

表 5.3-2 洒水栓井和取水口规划设置汇总表

序号	位置	规格	数量	备注
1	水景公园	DN200	12	用于绿地浇灌
2	昭慧公园	DN200	15	用于绿地浇灌
3	公路沿线	DN200	50	供洒水车取水使用
4	总计		77	

为满足景观环境用水需求，应在再生水管网与景观水体交汇处设置补水

口，再生水补水量及补水周期应根据景观水体的蒸发、下渗量及河道的生态需水量确定。景观水体补水口设置情况，见表 5.3-3。

表 5.3-3 景观水体补水口规划设置汇总表

序号	位置	规格	数量	备注
1	水景公园	DN200	3	

5.3.4.4 预留接口

为后期再生水结余外送的需求，本规划预留 2 个接口与周边区县再生水管网连接，分别位于泾渭路与泾环南路交汇处和西韩达到与渭阳一路交汇口南侧处，位置详见附件。

5.4 再生水自动化管理

探索运用大数据、物联网等新一代信息技术，以水务设施透彻感知、网络全面互联为基础，以数字孪生平台为核心，以网络安全为保障，以数据深度挖掘、应用协同智能、客户服务及时主动为落脚点，探索再生水供水服务标准化、调度智能化、管理精细化的平台构建。

鹿苑大道是高陵区重点打造的形象示范路段，人口密集，也是交通要道，在鹿苑大道和渭阳七路十字西北角的鹿苑大道上设置智慧中水自助洗车机 2 台，每台可利用中水资源 450 升/天，每台投资额大概 18 万元，通过大数据分析如果使用频率频次都达到饱和量，也可向支线寻找合适地点安置更多智慧洗车点，增加中水利用的同时也方便群众使用。

第六章 实施计划

6.1 实施原则

- 1、优先建设和完善老城区市政杂用（道路浇洒、绿地浇洒）再生水管网，提高老城区绿化浇灌的再生水利用率。
- 2、优先建设景观水体再生水补水管网。
- 3、优先建设老城区再生水厂。

6.2 近期实施

6.2.1 再生水管网建设

考虑高陵区当地情况，“十四五”期间优先实施3个项目，实施再生水利用管网铺设46.704km，见表6.2-1，本次管网规划投资21586.27万元，2025年再生水利用量达到4万m³；再生水利用率达到40%以上。

表 6.2-1 高陵区“十四五”期间实施计划

序号	任务名称	道路名称	起止段	管径	管道长度 (km)	投资匡算 (万元)
1	水景公园	东方红路	高陵污水厂~昭慧西路	DN500	0.889	613.41
		公园管网	/	DN300	0.611	262.73
2	昭慧公园	昭慧西路	东方红路~昭慧公园	DN400	0.810	440.00
3	高陵区污泥集中处置厂	/	高陵区生活垃圾无害化处理热电厂~高陵区污泥集中处置厂	DN400	0.450	193.50
4	高陵区再生水利用配套管网	东方红路	水景公园~桑军大道	DN400	6.650	3624.25
		吉利大道	桑军大道~泾渭路	DN400	3.617	1971.27
		泾渭路	高泾路~长庆大街	DN300	9.587	4122.41
		渭阳大道	渭环西路~西韩大道	DN300	10.616	4564.88
		旅游大道	渭阳一路~高泾路	DN300	8.956	3851.08
		鹿苑大道	东方红路~渭阳大道	DN300	4.518	1942.74
5	合计				46.704	21586.27

6.2.2 再生水自动化管理建设

为提高再生水自动化管理能力，近期计划优先在鹿苑大道和渭阳大道西北角设置 2 台智慧自助洗车机，工程总投资约 36 万元。

6.2.3 近期实施总投资

本次管网规划投资 21586.27 万元，智慧水务规划投资 36 万元，规划总投资 21622.27 万元。

6.3 远期实施

远期展望年（2035 年）再生水利用管网铺设达到 112.06km，其中远期实施管网铺设 65.356km；再生水利用量达到 6 万 m³；再生水利用率达到 45% 以上。

第七章 规划保障

7.1 政策法规

根据水资源保护、水污染防治、节水型城市建设等方面有关要求，高陵区应健全和完善有关政策法规，加强相关制度的落实，鼓励污水深度处理再生利用，工业生产、城市绿化、道路清扫、车辆冲洗、建筑施工以及生态景观，应当优先使用再生水。

7.2 组织管理

（1）组织保障

为保障再生水利用的有效落实，高陵区应建立以区人民政府为领导，各有关部门相互协调的组织保障体系。区人民政府负责本市再生水利用的政策制定、组织领导工作。区水务主管部门负责本市再生水利用的监督管理工作，并将再生水利用纳入全区水资源统一配置，同时负责制定本区再生水利用实施计划，依据本区再生水利用专项规划以及城市发展的需要，做到厂网配套、管网优先、建管并重，并与道路建设相协调，保证管网建设的系统性。鼓励社会资本投资建设再生水利用设施。

（2）监督管理

政府投资建设的集中式再生水利用项目应通过招标投标、委托等方式确定符合条件的经营者，经营者应当具备与从事再生水经营活动相适应的资金和设备。再生水供水管网可以在实施特许经营时移交给经营者使用，由经营者在特许经营期内自行承担管理与维护费用。再生水利用项目的经营者应当建立健全安全生产管理制度，加强对再生水管网和再生水处理设施的日常巡查、维修和养护，保障设施安全运行。分散式再生水利用项目由其产权人自

行管理和维护。

再生水的供水系统和自来水供水系统应当相互独立，禁止将再生水供水管道与自来水供水管道连接。再生水设施和管线应当设立易于区分的标识，再生水的出水口、取水点及敞开式生态景观利用场所均应设置防护措施，并做好警示标识，防止误用。用户再生水设施与再生水供水系统的连接应严格遵守相关规范并由具有相应资质的专业人员实施。

经营者应当制定再生水设施突发事件应急预案并按照规定进行演练。发生事故时，经营者应当启动应急预案，立即开展现场抢修；可能影响公共安全的，应当及时告知受影响的单位和公众，同时向市水务主管部门报告。

区水务主管部门对经营者实施监督管理，履行下列职责：（一）监督经营者履行合同规定的义务；（二）受理公众对经营者的投诉；（三）依法查处经营者的违法行为；（四）建立应急预警机制，在紧急情况下依法接管再生水项目设施和经营；（五）定期对再生水水质进行抽检，并将检测结果向社会公布；（六）法律法规和规定的其他职责。

7.3 资金保障

积极建立“政府引导、市场推动、多元投入、社会参与”的再生水利用设施建设投入机制，积极争取中央及省级资金支持，有效整合地方财政资金，切实落实地方公共财政投入。

拓宽投融资渠道，创造良好投资环境，促进污水处理、再生水利用等具备一定收益能力的项目形成市场化融资机制，充分发挥市场融资的作用。积极吸引国家政策性银行、商业银行和社会资金参与再生水项目建设工作。根据高陵区再生水利用设施建设的实际情况，可采用 PPP、TOT、区域特许经营等模式建立多元筹资方案，不断吸引社会资本的进入，形成良好的可持续性的投入体制。

制定相关鼓励再生水消费政策,对于再生水管网覆盖的区域,绿化浇洒、街道清扫、锅炉冷却等用水应优先使用再生水。对于再生水管网没有覆盖的路段,绿化浇洒、街道清扫等用水应鼓励采用洒水车送水。对于城市景观水体,鼓励采用再生水作为景观和生态用水补给水源,提高水体的生态性和观赏性。对使用再生水进行绿化浇洒、街道清扫、冲厕、洗车等用户进行资金奖补或税收优惠。

7.4 科技保障

(1) 节水节能

节约用水是我国的国策,高陵区应按照总量控制、计划用水、节约用水相结合的原则,提高用水效率、减少资源浪费,促进水资源可持续利用和经济、社会稳定发展。在设施节水方面,应加强供水管网的维护管理、使用新型管材和接口,鼓励选用质量好的节水型用水器具,有效防止管网和用水器具漏失。在工业节水方面,应鼓励冷却水的循环使用和工艺用水工序间的重复使用,提高水资源利用效率。同时应鼓励生产企业采用节水型、低水耗和零水耗生产工艺,改进废水处理工艺,进一步提高节水效率。在节水宣传方面,应积极宣传节约用水,对表现突出的节水企、事业单位或节水社区予以鼓励。建立与节水型社会相符合的节水文化,形成节水的社会风尚和文明消费方式。

节能涉及到供水工程的方方面面,其中主要表现为电耗,因此,再生水利用中的节能就是以降低电耗为主要目的。在新建或改扩建再生水厂时,应按照国家有关规定,考核水厂、泵站的能耗指标。送水泵站应采用大型水泵机组和变频调速电机,根据管网末梢压力反馈,调整出水压力,提高机泵设备的运行效率,以达到良好的节能效果。设备选型要考虑符合国家规定的节能产品,管网选材应选用新型优质管材减少管壁粗糙度,降低水头损失。

同时还应加强运行调度工作，在保持服务压力的前提下，应对供水调度方案进行优化，通过合理运行水泵等设备使电耗（或成本）降到最低。

（2）安全保障

为提高再生水供水系统的安全性和供水保障率，应制定完善的应急预案，提高突发灾害时的反应能力。应采用 GIS、GPS 等先进手段建立完善的管道信息管理系统，在事故发生时，能够准确的确定灾害所破坏的范围，确定抢修及关阀方案，及时调度抢修人员奔赴现场。应加强巡线管理工作，对管道沿线地貌、阀井节点、水表节点等有无异常状况，如被压、被埋、损坏、沉降、明漏、暗漏疑点等，及时进行跟踪处理，并填写记录。应建立输水管道快速抢修机制，成立专业化工程抢修队伍，制定抢修预案，拟定输水管道的快速抢修方法，预备抢修器材、机具等设施。

（3）信息化管理

为提高再生水的供水保障率和降低运行成本，提高运行调度效率，减少安全事故发生，应加强再生水供水管理的信息化建设。将供水管网系统运行的所有数据进行集中管理，在此基础上统一规划，构建供水调度、管网运行、水质监控、故障处理、收费、用户服务等专业应用系统，形成再生水供水综合管理信息平台。

供水管理信息化系统主要包括三个部分：供水调度系统，水质监测和预警系统，用户服务系统。

供水调度系统的组成主要包括：管网 SCADA 系统；管网水力模型系统；管网优化调度系统。管网 SCADA 系统，即集成化的数据采集与监控系统，通过遥测、遥控、遥讯、遥调技术，对管网及设施运行状态和数据参数进行实时监控和反馈。水力模型系统是以管网 GIS 作为基础建立起来的管网仿真模拟系统，可以对当前管网的水力运行状态进行在线模拟，对管网的多工况进行延时模拟，对管网未来的调度决策进行预案模拟。管网优化调度系统中

包括用水量预测和优化决策两个功能。用水量预测主要包含日用水量和时用水量的预测。优化决策将接收到的多种调度方案，分别进行水力模拟，根据模拟计算的结果，筛选得到最优方案。

水质监测系统包括中心站和监测子站两部分。监测子站内部包括采水部分、分析仪表、和计算机控制系统部分，水样经过采水系统通过泵、阀、管路进入到相关的仪器、仪表进行水质的自动分析与检测，并实时传输至中心站。中心站主要是以数据处理分析为主，主要对监视子站的实时数据、历史曲线进行监控，并实现历史数据的统计和各种报表的自动生成。

用户服务系统的功能主要包括：业务咨询、信息查询、业务申报受理、业务投诉受理、用户服务热线、营业收费管理（包括抄表、收费等数据处理）

7.5 加大宣传力度

广泛宣传动员，充分发挥新闻媒体的宣传和监督作用，营造良好的舆论氛围。广泛宣传水环境保护知识及利用再生水资源对改善城市人居环境的重大意义，让生态文明理念深入人心。

采取“再生水进企业、进校园、进社区”等多种形式，开展宣传工作，加强科普教育，提高公众对再生水利用的认知度和认可度，消除公众疑虑，增强使用意愿。完善公众参与机制，发挥舆论监督、社会监督和行业自律作用，营造全社会共同参与再生水利用的良好氛围。

第八章 实施预期效果分析

8.1 经济效益

本次再生水利用规划的主要回用途径是景观（生态）补水和市政杂用，其本身不产生直接的经济效益。但是，规划实施后可以显著提高陵区的环境质量，减轻污水排放对水体等环境的污染现象，将规划区域内污水统一收集并处理达标后回用，降低了污水排放总量，也减少了新鲜水的开采量，保护了城市水体。

再生水利用工程的建设有不可忽略的间接经济效益，其可使高陵区县城水环境逐步得到改善，居民生活和工商业的生产环境都能得以大幅改观，对改善投资环境，招商引资，树立城市形象都将起到积极的作用，有利于高陵区走上一条经济、社会、环境相协调的可持续发展之路。

8.2 社会及环境效益

随着人类文明的进步和社会经济的发展，人类已经逐渐认识到环境保护对促进社会进步和经济持续、稳定、协调发展的重要意义。环境保护是我国的一项基本国策，受到全社会的关注和重视，本规划的实施正是高陵区重视环境保护的具体行动，本规划实施建成后，会产生巨大的社会和环境效益，再生水回用直接减少了污染物的排放量，改善了城市居民的生存环境，间接对于预防和控制各种传染病、公害病，提高居民健康水平，减轻健康风险有重要作用。

8.3 生态效益

再生水合理利用有利于维护生态平衡，有效地保护水资源，改变传统的

“开采-利用-排放”的不良模式，实现水资源的良性循环，对城市的水资源紧缺状况有积极的缓解作用，可以大大降低对地下水资源的开采力度，改善高陵区的水生态系统。随着规划项目的逐步实施，再生水的合理利用不但可以消除污染物对城市环境的不利影响，还可以进一步净化环境，提高城市整体的绿色生态水平。

本次规划的实施将为有效节约水资源、改善城市的水环境发挥巨大的作用。同时，也将为污水深度处理后排入自然水体进行水的大循环利用，进而改善生态环境起到积极的示范作用。

再生水的合理利用，将减少地下水用于景观绿化和城市杂用的用水量，促进高陵区早日完成地下水超载治理工作。

陕西省西安市高陵区再生水利用“十四五”规划

