

# 明光市东部城区供水能力提升项目 专项债券

## 实施方案

财政部门：明光市财政局

主管部门：明光市水务局

实施单位：明光明诚供水集团有限公司

2025 年 5 月 21 日



## 情况简介

项目名称	明光市东部城区供水能力提升项目
项目所属领域	市政基础设施
项目总投资	69,233.83 万元（其中：第三自来水厂 42785.99 万元，城东自来水厂 26447.84 万元）
资金来源	申请政府专项债券和财政资金配套
项目地点	明光市
主管部门	明光市水务局
项目单位	明光明诚供水集团有限公司
项目主要内容	<p>第三自来水厂供水能力提升：新建原水加压泵站 1000 m<sup>2</sup>，7 万吨平流沉淀池 5000 m<sup>2</sup>，v 型滤池（7 万吨）2500 m<sup>2</sup>，预臭氧及后臭氧接触池 600 m<sup>2</sup>，活性炭滤池（10 万吨）5000 m<sup>2</sup>，臭氧发生间 500 m<sup>2</sup>，脱水机房及排水排泥池 1200 m<sup>2</sup>，设备改造工程 1 项，清水池 5000 m<sup>2</sup>，水厂附属配套工程 1 项，原水管网 15km，供水加压泵站 5500 m<sup>2</sup>，供水支管道改造工程 40km，水厂自控系统 1 项。</p> <p>城东自来水厂供水能力提升：新建 5 万吨平流沉淀池 3016 m<sup>2</sup>、v 型滤池（5 万吨）1314 m<sup>2</sup>、活性炭滤池（10 万吨）5000 m<sup>2</sup>、臭氧发生间 1150 m<sup>2</sup>、二级泵房设备升级改造工程 1 项、清水池 500 m<sup>2</sup>、水厂附属配套工程 1 项、配水管网 10km、水厂自控系统 1 套。</p>

项目建设期	2024 年 12 月至 2026 年 12 月
项目合法性	项目已完成立项批复、可研批复、建设项目用地预审与选址意见书、环境影响评价的审查意见等项目前置性手续。
拟发行债券金额	34,000.00 万元
债券发行计划	本项目拟申请专项债券 34,000.00 万元，分两年发行，其中：分两年发行，其中：2025 年下半年拟发行金额为 16,000.00 万元，2026 年上半年拟发行金额为 18,000.00 万元。
拟发行债券期限	20 年
拟发行债券利率	3.00%
项目收入来源	项目收入为经营收入，包括生活用水销售收入及非生活用水销售收入。
债券存续期净收益	69666.97 万元（其中：第三自来水厂 40811.83 万元，城东自来水厂 28855.14 万元）
债券存续期本息和	54,400.00 万元（其中：第三自来水厂 32000.00 万元，城东自来水厂 22400.00 万元）
本息覆盖倍数	总本息覆盖倍数 1.28（分项本息覆盖倍数：第三自来水厂 1.28，城东自来水厂 1.29）
本息覆盖能力	能够合理保障融资资金的本金和利息，可以实现项目收益与融资的自求平衡。
相关风险控制能力	良好

# 目录

一、项目基本情况 .....	1
（一）区域情况简介 .....	1
（二）项目情况 .....	2
二、经济社会效益分析 .....	8
（一）社会效益 .....	8
（二）经济效益 .....	9
三、绩效评估分析 .....	11
（一）事前绩效评估情况 .....	11
（二）绩效目标 .....	17
四、项目建设方案 .....	21
（一）工程方案 .....	21
（二）工程设计 .....	70
五、项目投资估算及资金筹措方案 .....	113
（一）投资估算 .....	113
（二）资金筹措方案 .....	120
六、项目预期收益、成本及融资平衡情况 .....	122
（一）预期收益 .....	122
（二）债务还本付息（偿债计划）情况 .....	144
（三）偿债指标计算 .....	146
（四）资金测算平衡情况 .....	146
（五）敏感性分析（压力测试） .....	149

七、项目风险评估及控制措施 ..... 152

    （一）风险评估情况 .....152

    （二）风险控制措施 .....153

八、投资者保护措施 .....155

    （一）资金管理方案 .....155

    （二）投资者权益保障措施 ..... 164

附件 ..... 169

    附件 1 事前绩效评估报告 .....169

## 一、项目基本情况

### （一）区域情况简介

#### 1.区域情况简介

明光地处皖东，东与江苏盱眙、泗洪相邻，南与滁州市区接壤，北接五河，西邻定远、凤阳；辖 13 个乡镇、4 个街道，共 135 个村、17 个城市社区；户籍人口 64 万人，常住人口 48 万人。

明光市位于安徽省东北部边缘，居江淮分水岭北侧，地处东经 117° 至 119°，北纬 32° 至 34° 之间，与滁州市南谯区接壤；北临淮河，与五河县接壤；东与江苏省盱眙、泗洪等县相邻；西邻安徽省定远、凤阳两县。明光地域辽阔，面积 2335 平方公里，境内山水纵横，景观秀美，资源丰富，素有“三山二水四分田，还有一分是庄园；七湖六水老明光，三界四场跃龙冈”之说，是全省 9 个县级市之一。

明光市是位于皖苏两省交界处的边境型城市，区域层面是沿淮节点、省际边缘的门户城市，省域层面是皖东重镇、山水田园的中等城市，滁州层面是明皇故里、小城大景的副中心城市。是全国双拥模范城、全国科技先进市、全国文化先进市、全国体育先进市、全国水产百强市、全国电子商务进农村综合示范市、国家园林城市、省级文明城市、省级卫生城市、省级森林城市和省级生态文明建设示范市。

明光市把握宏观政策和发展趋势，全方位接轨长三角一体化发展；要提振信心，主动融入，充分发挥自身优势，谋划好“大江北”协同发展，促进明光加快融入南京都市圈共建长三角一体化发展。



图1-1 明光市区域位置图

## 2.区域经济情况

表1-1 明光市2022-2024年区域经济情况表

项目 \ 年份	2022 年	2023 年	2024 年
地区生产总值（亿元）	288.3	306.5	321.5
地区生产总值（GDP）增速（%）	4.8	6.9	5.7
第一产业（亿元）	45.6	45.1	46.8
第二产业（亿元）	82	87.8	101.2
第三产业（亿元）	160.7	173.6	173.5
产业结构	100	100	100
第一产业（%）	15.8	14.7	14.5
第二产业（%）	28.5	28.6	31.5
第三产业（%）	55.7	56.7	54
固定资产投资额（亿元）	-	-	-
进出口总额（万美元）	-	-	-

项目 \ 年份	2022 年	2023 年	2024 年
出口额（万美元）	-	-	-
进口额（万美元）	-	-	-
社会消费品零售总额（亿元）	178.3	194.9	203.2
城镇居民人均可支配收入（元）	37466	39714	41422
农村居民人均可支配收入（元）	17278	18790	19983

数据来源：明光市统计局

### 3.区域财政收支及地方政府债务状况

表1-2 明光市2022-2024年财政收支及地方政府债务情况表

一、财政收支状况（亿元）				
（一）近三年一般公共预算收支				
项目 \ 年份	2022 年	2023 年	2024 年	
一般公共预算收入	22.39	24.63	26.60	
一般公共预算支出	51.56	54.77	59.85	
地方政府一般债券收入	2.81	0.48	1.17	
地方政府一般债券还本支出	2.39	3.51	0.86	
转移性收入	29.82	31.62	32.96	
转移性支出	-	-	-	
（二）近三年政府性基金预算收支				
政府性基金收入	12.93	9.48	6.19	
政府性基金支出	23.4	24.52	24.74	
地方政府专项债券收入	10.95	13.28	23.83	
地方政府专项债券还本支出	2.89	1.38	8.37	
（三）近三年国有资本经营预算收支				
国有资本经营收入	-	0.21	0.23	
国有资本经营支出	-	0.21	0.17	
二、地方政府债务状况（亿元）				
地方政府债务限额	一般债务	19.36	19.78	19.80
	专项债务	34.07	45.97	79.32
地方政府债务余额	一般债务	18.48	18.83	19.67
	专项债务	31.31	43.21	79.32

数据来源：明光市财政局



## （二）项目情况

### 1.参与主体

#### （1）主管部门

本项目主管部门为明光市水务局

**表1-3 主管部门基本情况表**

主管单位	明光市水务局
统一社会信用代码	11341182003222979N
法定代表人	桑林庆
组织类型	机关单位
登记机关	明光市事业单位登记管理局
营业期限	长期有效
注册地址	明光市体育路 129 号
主要职责	<p>（一）拟定全市水务工作的政策，组织起草有关规范性文件、规章草案，组织水法律、法规的实施并监督检查。</p> <p>（二）拟定全市水利发展战略，组织编制中长期规划和年度计划；和有关部门配合研究拟定全市水利投资计划；根据职能分工的有关规定负责全市水利规划、水利基建项目建议和可靠性研究报告以及初步设计文件的审查、审批、申报工作，并组织实施。</p> <p>（三）统一管理全市水资源（含地表水、地下水）。制定全市水中长期供求计划、水量分配方案并监督实施；组织全市国民经济规划、城市规划及重大建设项目中有关水资源、水土保持和防洪的论证工作；组织实施全市取水许可制度和水资源费及其它水行政规费征收制度；发布全市水资源公报。</p> <p>（四）拟定全市节约用水政策，编制全市节约用水规划，制定有关标准，组织、指导和监督全市节约用水工作。</p> <p>（五）按照国家、省、滁州市和明光市资源与环境保护</p>

	<p>的有关法律、法规、规定和标准，拟定水资源保护规划；组织水功能区的划分。</p> <p>（六）组织、指导水政监察和水行政执法；协调并仲裁部门间及乡、镇、办事处间水事纠纷。</p> <p>（七）负责全市水务的行业管理；按照国家、省和市有关法律法规和规章，对水工程建设招标投标活动实施行政监督，推行水工程建设的项目法人负责制、招标投标制、建设监理制、合同管理制；负责对水工程质量的监督管理工作。</p> <p>（八）指导全市水务系统贯彻有关水利的价格、税收、信贷、财务政策以及各项水规费的收交、使用、监管；指导全市水务系统国有资产的保值增值，对局属单位国有资产管理 and 保值增值实施监管。指导全市水务行业的排灌、供水、水电等经营工作。</p> <p>（九）组织指导全市水工程设施、水域及其岸线的管理与保护；组织指导河流、湖泊的综合治理和开发；组织指导水闸、水库大坝的安全监督；对全市水库、河道采砂实施监管。</p> <p>（十）组织协调全市农田水利基本建设工作；指导全市农田排灌、节水灌溉和缺水地区人畜饮水工作；指导全市农村水利社会化服务体系建设。</p> <p>（十一）主管全市水土保持工作；研究拟定水土保持规划、措施并组织实施；组织全市水土流失的监测和综合防治，组织指导全市水土保持重点治理区的工作。</p> <p>（十二）负责全市水利科技和教育工作；组织指导水利科学研究、科技成果推广及对外交流；指导全市水务职工队伍建设。</p> <p>（十三）承担全市防汛抗旱日常工作；组织、协调、监督、指导全市防洪工作，对主要河流和重要水利工程实</p>
--	--

	施防汛抗旱调度。 (十四) 承办市政府交办的其他事项。
--	--------------------------------

## (2) 实施单位

本项目实施单位为明光明诚供水集团有限公司。

**表1-4 实施单位基本情况表**

实施单位	明光明诚供水集团有限公司
统一社会信用代码	91341182MA2TH2T85J
法定代表人	赵锋贤
组织类型	有限责任公司(非自然人投资或控股的法人独资)
登记机关	明光市市场监督管理局
营业期限	2019-03-06 至 无固定期限
注册地址	明光市交通局大楼 317 室
经营范围	城镇自来水生产、供应、销售；供排水工程及水环境工程建设、施工、维护、运营；供排水设备供应、安装、运营。

## 2.项目基本情况

(1) 项目名称：明光市东部城区供水能力提升项目。

(2) 项目区位：明光市。

(3) 项目建设内容和规模：

第三自来水厂供水能力提升：新建原水加压泵站 1000 m<sup>2</sup>，7 万吨平流沉淀池 5000 m<sup>2</sup>，v 型滤池（7 万吨）2500 m<sup>2</sup>，预臭氧及后臭氧接触池 600 m<sup>2</sup>，活性炭滤池（10 万吨）5000 m<sup>2</sup>，臭氧发生间 500 m<sup>2</sup>，脱水机房及排水排泥池 1200 m<sup>2</sup>，设备改造工程 1 项，清水池 5000 m<sup>2</sup>，水厂附属配套工程 1 项，原水管网 15km，供水加压泵站 5500 m<sup>2</sup>，供水支管道改造工程 40km，水厂自控系统 1 项。

城东自来水厂供水能力提升：新建 5 万吨平流沉淀池 3016 m<sup>2</sup>、v 型滤池（5 万吨）1314 m<sup>2</sup>、活性炭滤池（10 万吨）5000 m<sup>2</sup>、臭氧发生间 1150 m<sup>2</sup>、二级泵房设备升级改造工程 1 项、清水池 500 m<sup>2</sup>、水厂附属配套工程 1 项、配水管网 10km、水厂自控系统 1 套。

（4）项目建设期和运营期：本项目整体建设期约 24 个月，为 2024 年 12 月-2026 年 12 月，预计 2026 年 12 月完成竣工验收，2027 年 1 月正式投入运营。项目最后一期债券于 2026 年上半年发行，2046 年上半年偿还本金，故 2046 年不考虑收益，纳入本项目专项债券资金平衡测算的运营期为 19 年。

## 二、经济社会效益分析

### （一）社会效益

#### 1、提升当地水安全预测和应急处置能力

通过本项目，可以加强水环境、水资源、水生态的监测，从而提高灾害预防和预警能力。这种整合模式使得整个水利系统对突发性灾害和潜在危险的快速反应能力得到提升，有助于降低因灾害造成的损失。这不仅保障了消费者的饮食安全，也提高了食品行业的整体质量水平。

#### 2、提升资源配置与提高供水效率

本项目有助于消除供水资源和设施的重复建设，从而减少投资成本。合并后的供水系统能够更好地利用有限的水资源，通过统一调度和分配，确保水资源的高效利用。例如，在统一规划下，可以在城市和农村之间建立合理的供水网络，避免资源的浪费和闲置。

#### 3、提升当地供水服务质量

本项目可以实现资源共享，平衡城乡的供水质量。农村地区常常面临供水质量不稳定和供水量不足的问题，而城乡供水一体化可以将城市的供水资源和技术带入农村，从而改善农村地区的供水条件。这不仅提高了农村居民的生活质量，也缩小了城乡差距，促进了社会和谐。

#### 4、助力经济发展与生态平衡

本项目为明光地区提供了更多更好的用水条件，吸引了更多的企业和人才投资发展，从而推动了经济的全面发展。同时，这一模式还

有助于保护水环境，改善水生态系统和生态环境质量。水源是生态环境的重要组成部分，通过统一管理，可以更有效地保护水资源，实现经济与生态的平衡发展。

## （二）经济效益

### 1、项目建设对 GDP 的拉动作用

基础设施的建设将对地方 GDP 起到直接的拉动作用，有利于增加固定资产投资，本项目主要建设供水基础设施，固定资产约 5 亿元，对明光市 2024-2025 年固定资产投资及 GDP 增长起到积极作用。

推动城乡供水基础设施是满足人民群众美好生活需要的重要保障，也是现代城市发展的重要支撑。本项目建设能够完善区域供水改善区域用水质量，为城市发展、产业发展、经济发展提供有力保障，推动区域经济社会高质量发展。同时，项目建设将节约土地资源，促进土地资源利用的高效化，提升周边土地价值，充分发挥基础设施建设的经济效益。

### 2、项目运营对相关产业的带动作用

在社会化大生产过程中，每个生产环节都会受上游产业的影响，同时影响着下游产业的发展。本项目竣工投产后，在生产过程中需要消耗电力等资源，需要更新各种设备，即项目的运营活动本身所产生运营费用的支出，将促进相关生产部门产品的增加，这些部门的生产促进着后向产业的发展。

### 3、项目运营对地方税收的贡献

项目在运营过程中，按照当地的税收标准应缴纳相应的增值税、

城市建设税、教育附加税、所得税等。

### 三、绩效评估分析

#### （一）事前绩效评估情况

##### 1.项目实施必要性、公益性和收益性

###### （1）必要性

###### 1) 项目的建设是国家和省市地方政策的需要

2024 年中央一号文件明确完善农村供水工程体系，有条件的推进城乡供水一体化、集中供水规模化，暂不具备条件的加强小型供水工程规范化建设改造，加强专业化管护，深入实施农村供水水质提升专项行动。

综上所述，本工程的建设积极地响应了国家和省市地方关于农村饮水安全工程的方针政策，是为民办实事的民生工程。

###### 2) 项目的建设是提高农村供水普及率，满足人民用水的需要

随着明光市新一轮城市规划的实施，现状供水管网已无法满足日益增长的居民用水需求，供水基础设施建设明显滞后。明光市东部城区供水能力提升项目将使明光市水资源利用更合理，输配水管网布置更优化，同时可以减少地下水开采，防止地面沉降等地质灾害隐患的发生，有效的解决了广大农村饮用水问题，其社会意义重大，区域供水建设将带动经济发展，充分发挥经济效益。因此，尽快推进区域供水，扩大区域供水辐射范围，实现城乡一体化、区域资源共享，促进区域经济的共同发展是极为必须和紧迫的。

3) 项目的建设是解决供需矛盾，实现“同质”、“统管”、城乡一体，改善镇村用水水质的需要



本工程的建设是“同质”、“统管”，城乡一体，改善镇村用水水质，保障明光市广大人民群众身体健康的必然需求。目前明光市镇村供水水厂规模较小，处理工艺较为简单，缺乏技术人员运营维护，处于亚健康状态。急需进行系统性的规划与提升。

2023 年 4 月 1 日新的《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2022) 将正式实施，水质指标由原标准 (GB5749-2006) 的 106 项调整到 97 项，其中常规指标 43 项，扩展指标 54 项，增加 4 项指标（高氯酸盐、乙草胺、2-甲基异莰醇、土臭素），调整了 8 项指标限制或要求，调整 11 项指标分类。

《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2022) 对供水企业的饮用水处理技术提出了新要求。新标准符合城市与农村相结合、科学与可实践相结合、国情与国际接轨相结合、协调性与衔接性相结合的原则。明光市已建集中供水厂处理工艺均比较简单，出厂水水质距离国家新的水质标准有一定差距，存在较大的水质安全隐患。

## **(2) 公益性**

### **1) 对预测和应急处置能力的影响**

通过本项目，可以加强水环境、水资源、水生态的监测，从而提高灾害预防和预警能力。这种整合模式使得整个水利系统对突发性灾害和潜在危险的快速反应能力得到提升，有助于降低因灾害造成的损失。

### **2) 对资源配置与提高供水效率的影响**

本项目有助于消除供水资源和设施的重复建设，从而减少投资成

本。合并后的供水系统能够更好地利用有限的水资源，通过统一调度和分配，确保水资源的高效利用。例如，在统一规划下，可以在城市和农村之间建立合理的供水网络，避免资源的浪费和闲置。

### 3) 对供水服务质量的影响

本项目可以实现资源共享，平衡城乡的供水质量。农村地区常常面临供水质量不稳定和供水量不足的问题，而城乡供水一体化可以将城市的供水资源和技术带入农村，从而改善农村地区的供水条件。这不仅提高了农村居民的生活质量，也缩小了城乡差距，促进了社会和谐。

### 4) 对经济发展与生态平衡的影响

本项目为明光地区提供了更多更好的用水条件，吸引了更多的企业和人才投资发展，从而推动了经济的全面发展。同时，这一模式还有助于保护水环境，改善水生态系统和生态环境质量。水源是生态环境的重要组成部分，通过统一管理，可以更有效地保护水资源，实现经济与生态的平衡发展。

## (3) 收益性

根据《明光市东部城区供水能力提升项目可行性研究报告》，本项目总投资 69233.83 万元，其中项目资本金为 35,233.83 万元（约占项目建设总投资的 50.89%），为财政资金；剩余资金通过发行专项债券方式筹措 34,000.00 万元（约占项目总投资的 49.11%），分两年发行，其中：2025 年下半年拟发行金额为 16,000.00 万元，2026 年上半年拟发行金额为 18,000.00 万元，假设发行利率 3.00%，期限二十

年，每半年支付一次利息，到期偿还本金。

项目收入为经营收入，其中经营收入包括生活用水销售收入及非生活用水销售收入。

本项目债券存续期内预计项目运营净收益为 69,666.97 万元（其中：第三自来水厂 40,811.83 万元，城东自来水厂 28,855.14 万元），需偿还债券本息 54,400.00 元（其中：第三自来水厂 32,000.00 万元，城东自来水厂 22,400.00 万元）；债券存续期内项目运营净收益对债券本息覆盖倍数为  $1.28 > 1.20$ （其中分项本息覆盖倍数为：第三自来水厂 1.28，城东自来水厂 1.29）。能够合理保障融资资金的本金和利息，可以实现项目收益与融资自求平衡，有一定收益性。

## 2.项目建设和投资合规性和成熟度

目前本项目已经完成了立项批复、可研批复、建设项目用地预审与选址意见书、环境影响评价的审查意见等前期资料。

表3-1 项目手续进度表

序号	报批手续	取得时间	备注
1	立项批复	2024 年 7 月 5 日	详见附件 1
2	可研批复	2024 年 7 月 6 日	详见附件 2
3	建设项目用地预审与选址意见书	2024 年 7 月 5 日	详见附件 3
4	环境影响评价的审查意见	2024 年 7 月 5 日	详见附件 4
5	项目预计开工时间	2024 年 12 月	

## 3.项目资金来源和到位可行性

### （1）资金来源合规性

资金来源为政府专项债券资金及财政资金配套，资金来源都符合国家相关法规政策要求，资金来源合规。

## （2）资本金投入能力可行性

本项目资本金来源为财政资金配套，资本金根据项目进度逐步到位。

## （3）债券资金投入可行性

1) 项目属于债券支持的领域、不是负面清单，项目具备可实施性。

2) 项目债券资金需求比例符合政策，额度有保障。

3) 债券存续期内项目运营净收益对总本息覆盖倍数 1.28（分项本息覆盖倍数：第三自来水厂 1.28，城东自来水厂 1.29），能够保障偿还债券本金和利息。债券资金投入具有可行性。

## （4）项目收入、成本、收益预测合理性

经预测，债券存续期内项目可产生运营收入 124,001.00 万元（其中：第三自来水厂 72,333.90 万元，城东自来水厂 51,667.10 万元）。根据本项目专项债券发行计划，经测算，需偿还债券本金 34,000.00 万元，债券利息 20,400.00 万元，债券存续期本项目可产生运营净收益 69,666.97 万元（其中：第三自来水厂 40,811.83 万元，城东自来水厂 28,855.14 万元）。债券存续期内项目运营净收益对债券本息的覆盖倍数为 1.28（其中：第三自来水厂 1.28，城东自来水厂 1.29）。根据实际调研，参考地方类似项目情况，项目历史年均收益数据与方案预测的年均成本数据并无偏差，因此项目净收益预测具备合理性。

## （5）债券资金需求合理性

### 1) 融资方式合理性

本项目拟申请专项债券，专项债券具有周期长，利率低，前期还款压力小的特点，本项目债券预期利率为 3.00%，债券期限 20 年，利息按每半年支付一次，在债券存续期每半年支付一次利息，到期一次性支付本金及当期利息。当地申请专项债券资金可以缓解财政压力，并且债券利率显著低于五年期以上 LPR 利率，并且主要还款来源为项目自身收入，财政所需承担的还款压力较小，债券类型需求合理。

## 2) 债券资金规模需求合理性

本项目拟发行政府非标专项债 34,000.00 万元，占总投资的 49.11%，剩余资金 35,233.83 万元由财政配套资金解决，占总投资的 50.89%，既符合国家相关资本金比例的要求，同时充分发挥债券资金的融资作用和杠杆效应。本项目债券存续期内预计项目运营净收益为 69,666.97 万元（其中：第三自来水厂 40,811.83 万元，城东自来水厂 28,855.14 万元），运营期债券还本付息总额 54,400.00 万元（其中：第三自来水厂 32,000.00 万元，城东自来水厂 22,400.00 万元），债券存续期内项目运营净收益对总本息覆盖倍数 1.28（分项本息覆盖倍数：第三自来水厂 1.28，城东自来水厂 1.29），覆盖倍数大于 1.2，且符合专项债申请相关政策要求。综上所述，本次债券资金的需求规模是合理的。

## (6) 项目偿债计划可行性和偿债风险点

### 1) 偿债计划的可行性

项目方案中的财务测算合理准确；项目建设方案主要来自可研，后期还需要进一步完善，以证明项目的先进、可行和合理。项目建设

方案与项目内容及绩效目标基本匹配；本项目于 2024 年 12 月份启动建设，当前项目组织、进度安排与预期相符，与项目有关的前期基本工作已经完成，可以保障项目顺利实施。

## 2) 过程控制有效性

①项目组织机构是否健全、职责分工是否明确、项目人员条件与项目有关；

②业务管理制度还不够完善，尤其是针对项目运营，相应技术规程、标准还有待健全、完善。

③项目设立了相关的管控措施和机制，但是缺少与运营阶段收费定价有关的相关措施和机制。

## 3) 偿债风险点及可控性

本项目的偿债风险点主要包括：影响项目施工进度或正常运营的风险，影响项目净收益的风险，影响融资平衡结果的风险及控制措施，在本方案中第七章对相应风险进行了分析并提出了控制措施，相应风险识别到位，措施具有一定可行性，但缺乏细则，还待进一步完善。

## (7) 绩效目标合理性

评估认为，该项目绩效目标基本明确和合理，但个别指标还需要调整和优化。

## (二) 绩效目标

### 1. 设定情况

表3-2 地方政府专项债券资金项目支出绩效目标表

项目名称	明光市东部城区供水能力提升项目	使用领域	市政基础设施
主管部门	明光市水务局	项目实施单位	明光明诚供水集团有限公司

项目属性	以前年度延续性项目❑ 2025年新增项目☑				
项目期限	2024年12月至2046年6月				
项目拟投资数 (万元)	项目资金总额：69,233.83元			执行率分值 (10分)	
	其中：1.政府专项债券资金34,000.00万元				
	2.其他财政拨款资金35,233.83万元				
	3.除财政拨款外的其他资金 / 万元				
总体目标	1. 通过管网改造、泵站升级等措施的实施，提高供水能力及稳定性； 2. 实现优化水资源配置得以可持续利用，确保三水厂辐射区域的人民生活用水及工业用水需求得到有力保障； 3.供水稳定性稳步提升，满足明光市城乡日益提升的用水需求。				
绩 效 指 标	一级指标	二级指标	三级指标	指标值	分值权重
	成本指标	经济成本指标	指标 1：明光市东部城区供水能力提升项目投资支出控制	不超过项目投资估算69233.83元	10分
		社会成本指标	指标 1：和社会平均成本的比较	低于社会平均成本	6分
	产出指标	数量指标	指标1：第三自来水厂供水能力提升	新建原水加压泵站1000m²，7万吨平流沉淀池5000m²，v型滤池（7万吨）2500m²，预臭氧及后臭氧接触池600m²，活性炭滤池（10万吨）5000m²，臭氧发生间500m²，脱水机房及排水排泥池1200m²，设备改造工程1项，清水池5000m²，水厂附属配套工程1项，原水管网15km，供水加压泵站5500m²，供水支管道改造工程40km，水厂自控系统1项。	9分
			指标2：城东自来水厂供水能力提升	新建5万吨平流沉淀池3016m²、v型滤池（5万吨）1314m²、活性炭滤池（10万吨）5000m²、臭氧发生间1150m²、二级泵房设备升级改造1项、清水池500m²、水厂附属配套工程1项、配水管网10km、水厂自控系统1套。	9分

		质量指标	指标1: 工程质量监督情况	100%	5分
			指标2: 建设成果验收通过率	100%	5分
		时效指标	指标1: 项目完工及时率	100%	5分
			指标2: 项目资金到位及时性	资本金跟随项目进度及时到位	5分
	效益指标	经济效益指标	指标1: 项目收入	符合当地同类型项目的收入水平	5分
			指标2: 项目实施后的盈利能力	偿还本项目专项债券本息后, 仍有现金结余	5分
			指标3: 100%收益实现情况下偿债覆盖率	不低于1.2	5分
		社会效益指标	指标1: 提升供水应对突发问题的预测和应急处置能力	加强水环境、水资源、水生态的监测, 整个水利系统对突发性灾害和潜在危险的快速反应能力得到提升, 有助于降低因灾害造成的损失。	4分
			指标2: 提高水资源配置与提高供水效率	消除供水资源和设施的重复建设, 从而减少投资成本。合并后的供水系统能够更好地利用有限的水资源, 通过统一调度和分配, 确保水资源的高效利用。	4分
			指标3: 提高供水服务质量, 助力缩小城乡差距	平衡城乡的供水质量。农村地区常常面临供水质量不稳定和供水量不足的问题, 而城乡供水一体化可以将城市的供水资源和技术带入农村, 从而改善农村地区的供水条件。	4分
		生态效益指标	指标1: 项目建设不对周围环境和空气产生明显影响	充分考虑场址对附近的环境和空气污染、噪音干扰, 并且妥善处理“三废”, 有利于保护环境和生态。	4
	满意度指标	服务对象满意度指标	指标1: 群众对本项目的满意度	90%以上	5分



## 2.审核情况

经主管部门评估，项目建设目标明确，投入经济合理，具有明显的经济、社会效益，项目实施方案可行，地方政府专项债券资金投入风险基本可控，对该项目应“予以支持”。事前绩效综合评分 93 分。

## 四、项目建设方案

### （一）工程方案

#### 1.取水口方案论证

##### 1.1 取水口位置确定原则

根据有关规程、规范的要求，取水口应位于水质较好的地带，并靠近主流，有足够的水深，有稳定的河床及岸坡，有良好的工程地质条件，尽可能不受泥沙、漂浮物、冰凌、冰絮等影响，不妨碍航运和排洪，并符合河道、湖泊、水库整治规划的要求。

供生活饮用水的地表水取水构筑物的位置，应位于城镇和工业企业上游的清洁河段

##### 1.2.淮河取水口位置选择

工程通过新建取水泵站从淮河提水，按照输水管管线最短原则，将取水口布置在淮河干流右岸，分别拟定三种方案备选如下图。

方案一：徐明巢高速淮河水源，蚌埠市，直线距离桥头镇约 4km。

方案二：柳巷镇淮河水源，取水口位于明光市苗巷与义集村之间。

方案三：女山湖镇淮河水源，取水口位于明光市女山湖镇东侧，淮河干流右岸。

淮河取水口方案比选表

备 选 方 案	优点	缺点
方案一	直 线 距 离 桥 头 镇 约 4km，管道路线最短	取水口位于蚌埠市境内，划定水源保护地的协调难度较大，不利于工程运行管理

方案二	河道左右岸均位于明光市境内，便于运营管理；未穿越村庄，不存在拆迁问题	管道路线较长，投资较大
方案三	不穿越村庄，不存在拆迁问题，管道线路略短	岸边均为基本农田，无建设用地；且河道左岸为江苏省境内，划定水源保护地的协调难度较大，不利于工程运行管理

由上表可知，方案二取水口处河岸稳定，道左右岸均位于明光市境内，便于运营管理；且未穿越村庄，不存在拆迁问题，管线较为顺直，因此本阶段推荐方案二。

### 1.3.女山湖取水口位置选择

本次三水厂女山湖取水泵站位于小下郢，新建 10 万吨/天取水浮船，取水位置靠近 G104 国道有利于日常维护管理。

### 1.4.取水构筑物形式选择

取水构筑物可分为固定式和移动式取水构筑物，固定式取水构筑物是使用最多，适用条件最广的一种类型，适用于各种取水量和各种地表水源。移动式取水构筑物适用于中小取水量，多用于江河、水库、湖泊取水。

本次设计从淮河及女山湖取水，水文地质情况和类似工程的实践经验，提出 2 种较合适的取水方式可供选择，具体分析如下：

方案(推荐):浮船式水泵房

当水源水位变化幅度较大，水流不急，水位涨落速度小于 2.0mh，要求施工周期短和建造固定式取水构筑物存在困难时，可考虑采用浮船

式取水构筑物。浮船式取水特点:1、工程用材少,投资小、无复杂水下工程、施工简便、上马快;2、无需大量征地拆迁,基本无需征地;3、船体构造简单;4、在河流水文和河床易变化的情况下,有较强适应性;5、船体维修养护频繁,怕冲撞、对风浪适应性差,供水安全性相比岸边固定式取水较差。

它的适用条件:1、河流水位变化幅度较大,水位变化速度不大于2mm,枯水期水深大于1.5m,且流水平稳,风浪较小,停泊条件良好的河段;2、河床较稳定,岸边有适宜的倾角,当联络管采用阶梯式接头时,岸坡角度在 $20^{\circ}$ ~ $30^{\circ}$ 左右为宜,当联络管采用摇臂式接头时,岸坡角度可达 $60^{\circ}$ 或更陡些;3、无冰凌、漂浮物少的河流,没有浮筏、船只和漂木等撞击的可能。



浮船式取水泵房示意图

方案二：固定式取水泵房



浮船式取水泵房示意图

此种取水方式的特点是:1、比较常用,可分层取水,取水水质水量有保障;2、岸边式取水泵房运行管理方便,后期检修维护便捷;3、泵房深度根据取水水位控制,基本需要开挖处理,整体泵房深度较深;4、构建筑物建设于河岸上,需要考虑防洪水位影响和征地。



固定式取水泵房示意图



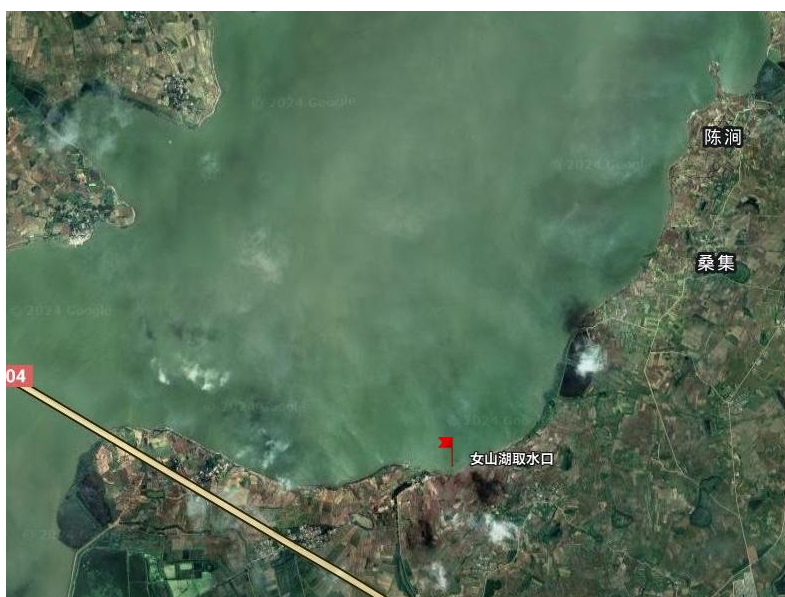
固定式取水泵房示意图

以上 2 个方案具体优缺点比较如下表：

取水构筑物方案比较分析表

	浮船式取水泵房（方案一）	固定式取水泵房（方案二）
优点	<p>1、施工周期短，施工工程不受水位影响；</p> <p>2、取水水质好，不受水位落差及阀门控制影响；</p> <p>3、岸上基本无需征地，水泵及配电间等均设在在船上，能够克服岸边用地紧张等情况；</p> <p>4、整体美观性较高；</p> <p>5、工程总投资相比方案二较低。</p>	<p>1、运行管理简单，无需进行复杂管理培训；</p> <p>2、抗冲击、抗风浪、供水安全性高；</p>
缺点	<p>1、需要进行严格运行管理培训，具有较高技术性要求；</p> <p>2、对风浪等抵抗力相比方案二较差，安全性相比固定式泵房较低。</p>	<p>1、施工需深井开挖，复杂且难度较大；</p> <p>2、泵房建设需要征地；</p> <p>3、工程总投资相比方案一较高。</p>

女山湖取水浮船式适合整体施工难度较小，投资较低，取水水质较优，同时不涉及大量征地，对女山湖生态红线影响极小；新建取水征地无法满足固定式泵房建设需求，同时女山湖生态红线控制严格，尽量避免涉及征地审批；同时取水口选址于现状一级提灌站引水渠前端，整体水位较深，利用浮船摇臂取水，能够取到靠近湖中心优质原水。综上所述，本次工程的三水厂取水方式采用浮船式取水泵房，位于女山湖小下郢附近。具体位置详见下图：



取水口位置

## 2.原水管道方案

### 2.1.原水管道布置原则

长距离原水管道走向布置的原则，如下：

- (1) 尽量缩短管线长度，降低原水管道总投资；
- (2) 尽量避开不良地质条件，减少原水管道基础处理设施等施工总投资；
- (3) 减少拆迁，少占良田，减少植被破坏，保护环境；

- (4) 施工、维护较为方便，节省造价，运行安全可靠；
- (5) 有利于提高供水系统的安全可靠性；
- (6) 有良好的环境条件；
- (7) 有良好的施工交通条件等；
- (8) 有良好的工程地质条件，施工、运行和维护方便。

总之，原水管道布置，应深入进行管线实地踏勘和线路方案比选，对原水输水方式、管道近远期建设条件进行综合考虑。

## 2.2.原水管道输水规模

明光市第三自来水厂建设规模 10 万 m<sup>3</sup>/d。本次原水管道部分敷设 DN1000 原水管道，管道长度为 15m。

## 2.3.输水管水力计算

### 1、输水规模

明光三水厂（远期 10 万吨/日）

### 2、输水流量系数

考虑水厂自用水及输水管道漏损量占输水规模 8%。

### 3、节点流量分配

本输水工程节点流量只有水泵站处集中进出流量。

### 4、水力计算公式

采用海曾——威廉（Hazen\_Williams）公式计算：

$$h = \frac{10.67Q^{1.852} \times l}{C^{1.852} \times D^{4.87}}$$

式中:a、管道长度 l 和管径 D 以米计；

b、流量 Q 以 m<sup>3</sup>/s 计：

c、C 值系数根据管道的新旧程度及材质不同，结合现状计算模型校核，根据管材取 140。

## 5、水压控制

本输水工程控制高点及出水点水压不小于 5m。

## 6、局部水损

取局部水头损失为沿程水头损失的 15%。

## 2.4.管材比选报告

本项目为明光市第三自来水厂原水管道工程，本工程管道的安全稳定运行决定了水厂向居民正常提供生活和工业用水；同时，本工程具有管道长、管径大和采购费用高的特点，因此，本次针对明光市第三自来水厂原水管道工程编制了管材比选报告，现将本次管材比选报告主要内容陈述如下：

### 2.4.1.管材选择原则

由于各地区地形、地质、水文、气候等自然条件不一样，经济条件与应用管材的习惯状况也不一样，而每项工程又都具有其特殊性，因此输水工程管材的应用也是多种多样的，输水管道管材选择原则如下：

(1) 管材性能可靠，抗震、防暴裂性能好，能承受要求的内压和外压。

(2) 来源可靠，管配件齐全，货源有保障，运输条件好。

(3) 施工方便，工程进度快。

(4) 使用年限长，寿命 $\geq 50$  年，维修工作量小。

(5) 输水能力好，在相同条件下，输水能力长期保持不变。

(6) 工程造价低，技术经济指标合理。

此外，还要考虑到水管承受的水压、外部荷载、埋管条件、供应情



况等。

#### 2.4.2.管材基本性能简介

本工程输水管道沿线为蓄洪区及平原地带，管道运行期间，绝大部分线路上覆土层需进行土地耕种、经济开发及公路交通等各种生产经营活动，要求管道除具备较高的抗内压能力外，还应具备较高的抗外压水平。

目前，国内用于长距离输水的管道管材主要有钢管（SP）、钢丝网骨架聚乙烯复合管（SRTP）、球墨铸铁管（DIP）、预应力钢筒砼管（PCCP）、预应力砼管（PCP）以及玻璃纤维增强塑料夹砂管（FRPMP）等。现分别对其进行技术特性和综合经济比较，初步选定适合本工程的管材。

##### （一）技术特性比较

##### ①钢管（SP）

钢管的优点是管材强度高，管道密封性好；管材及管件易加工，重量较轻，接口型式灵活，施工敷设方便，适应性强；适用于各种复杂地形和穿越障碍。

缺点是钢管的价格较高；刚度小、易变形，对管周土方回填要求高；内外防腐要求严格，且埋地管道必须采用阴极保护或其他有效的腐蚀控制技术。

##### ②钢丝网骨架聚乙烯复合管（SRTP）

管材以高强度钢丝左右螺旋缠绕成型的网状骨架为增强体，以高密度聚乙烯（HDPE）为基体，用高性能粘结树脂将钢丝骨架与内、外层高密度聚乙烯连接在一起，管材因高强度钢丝增强体被包覆在连续热塑性塑料之中，使管材克服了钢管和塑料管各自的缺点，而又保持了钢管和塑料管各自的优点。管材内外壁采用高密度聚乙烯为基体，具有 PE 管

材的特性，由于 S RTP 管材钢丝呈 54.7 度斜向缠绕在管材上，使得管材在受到内压时可向轴向和环向均匀分散受力，在确定钢丝直径和密度时采用了较高的安全系数，以钢丝为主要承压体，在相同压力等级下，S RTP 管才壁厚比 PE 管材薄，导致 S RTP 管材相对内径较大，同规格压力的 S RTP 管比 PE 管的流通能力可提高至少 1.1 倍以上。

### ③球墨铸铁管（DIP）

球墨铸铁管承受工作压力较高，管道延伸性好，使用寿命较长；管道接口采用柔性橡胶圈接口等多种形式，便于安装施工，防腐简单，同时可以承受一定的非均匀沉降及变形，对地基适应性较强，是供水工程中较为常用、性能较优越一种管材。DN=300~1200 球墨铸铁管是《中国节水技术政策大纲》（2005）推荐优先采用的管材。

缺点是管配件模式固定、生产不灵活，工程设计、施工相对不便；管材为柔性管材及承插接口，对管周土方回填要求较高，须分区按不同压实度回填，否则易造成接口渗漏；大口径管道价格较高。

### ④预应力钢筒混凝土管（PCCP）

预应力钢筒混凝土管是在带钢筒(厚度约 1.5mm)的混凝土管芯上，缠绕一层或二层环向预应力钢丝，并作水泥砂浆层保护制作而成的管材。大口径管芯采用立式振动工艺成型。可以承受较高的工作压力和外部荷载，管身密封性能好；承插接口为钢制，加工精度较高，接口施工较为简单；半柔性接口，对地基不均匀沉降具有一定的适应能力；双胶圈接口密封性能好，在每根管子插口的两个密封圈之间留有试压接口，可随时打压调试，方便快捷；管周土方回填要求相对较低。

缺点是管道重量较大，运输成本较高；必要时需采用阴极保护措施。

### ⑤预应力混凝土管（PCP）

预应力混凝土管价格较低，抗外压能力强，采用承插式胶圈柔性接口，适应地基变形能力较强，接口施工安装方便。防腐蚀性能与 PCCP 接近。

缺点是管道重量大，运输和安装不便；抗渗性较差，适合于低内压的输引水支线工程，输水安全性相对较差。在国内大口径输水工程中应用比重逐年降低。

⑥玻璃纤维增强塑料夹砂管（FRPMP）

玻璃纤维增强塑料夹砂管（FRPMP），其优点是管材承受内压强度高，密闭性好；重量轻，运输安装方便；管道内壁糙率小，相应水头损失小，在同样条件下口径可比其它管材小；管材具有良好的防腐性能，可直接埋设于土壤中，无需保护。

缺点是管道为柔性管，抗外压能力较差，对基础和施工回填要求较高。由于国内生产工艺、产品质量等原因，近年来对于大口径供水管道较少推荐使用。

2.4.3.比选内容

1、管材的综合性能比较

各种管材综合技术性能比较列于下表。根据各种管材技术特性分析，钢管（SP）、钢丝网骨架聚乙烯复合管（SRTP）、球墨铸铁管（DIP）均可作为本工程适用管材。

适用管材综合技术性能比较表

适用管材综合技术性能比较表	
性能	管材

	钢 管 (SP)	钢 丝 网 骨 架 聚 乙 烯 复 合 管 (S RTP)	球 墨 铸 铁 管 (DIP)	预 应 力 钢 筒 砵 ( PCCP )	预 应 力 砵 管 管 (PCP)	玻 璃 纤 维 塑 料 夹 砂 管 ( FRPMP )
工 作 压 力 范 围	0.3 ~ 2.0MP a	$\leq 2.5\text{MPa}$	$\leq 2.5\text{MPa}$ a	$\leq 2.0\text{MPa}$	0.4 ~ 1.2MPa	0.1 ~ 2.5MPa
抗 外 压 能 力	较好	好	较差	较好	好	差
抗 拉 强 度	215MP a	/	$\geq 240\text{MPa}$	$\geq 1000\text{MPa}$	$\geq 1000\text{MPa}$	60MPa
耐 腐 蚀 性 能	差	良好	良好	一般	一般	好
内 防 腐 型 式	水泥砂 浆	/	水 泥 砂 浆	/	/	/
常 用 外 防 腐	环氧煤 沥青涂 料+阴 极保护	/	环 氧 沥 青漆	环 氧 煤 沥 青 涂 料 阴 极 保护	环 氧 煤 沥 青 涂 料 阴 极 保护	/
耐 久 性 (a)	20~50	50	50	50	50	50
防 渗 漏	好	较好	较好	较好	一般	较好

适用管材综合技术性能比较表						
性能	管材					
	钢 管 (SP)	钢 丝 网 骨 架 聚 乙 烯 复 合 管 (SRTP)	球 墨 铸 铁 管 (DIP)	预 应 力 钢 筒 砼 ( PCCP )	预 应 力 砼 管 管 (PCP)	玻 璃 纤 维 塑 料 夹 砂 管 ( FRPMP )
性						
粗 糙 系 数 n	0.011 ~ 0.012	0.011 ~ 0.012	0.011 ~ 0.012	0.011 ~ 0.0125	0.012 ~ 0.014	
海森- 威 廉 系 数	120 ~ 130	120 ~ 130	120 ~ 130	120 ~ 140	110 ~ 130	140~150
密 度 (t/m <sup>3</sup> )	7.8	1.2	7.3	约 3.0	约 3.0	1.8~2.0
接 头 方 式	焊接	电 熔 熔 接	密 封 胶 圈 柔 性 接 头	承 插 式 双 胶 圈 接 头	密 封 胶 圈 柔 性 接 头	承 插 式 双 胶 圈 接 头
单 节 有 效 长 度 (mm)	12000	6000 ~ 17000	4000 ~ 9000	5000 、 6000	5000	3000 ~ 12000

适用管材综合技术性能比较表						
性能	管材					
	钢管 (SP)	钢丝网 骨架聚 乙烯复 合管 (SRTP)	球墨铸 铁管 (DIP)	预应 力 钢筒 砼 (PCCP)	预应 力 砼管 (PCP)	玻璃纤 维 塑料夹 砂 管 (FRPMP)
维修措施	接口： 焊接； 管身： 焊接补 强	接口：更 换校正； 管身：更 换	接口：更 换校正； 管身：更 换	接口：更 换校正； 管身：更 换	接口：更 换校正； 管身：更 换	接口：加 固；管身： 局部加强

管道耐腐蚀能力，直接影响工程使用年限，既涉及管道结构安全，也是供水工程经济性的重要影响因子。根据相关规范，金属管材及预应力（钢筒）混凝土管必要时均需采用阴极保护措施。球墨铸铁管的喷锌涂层也是牺牲阳极的保护方式，且铸铁防腐性能相对于钢材要好；钢管及预应力（钢筒）混凝土管一般采用的外加阳极则方便进行日常检查和维护，确保使用年限内有效运行。

#### 2.4.4.管材比选结论

通过各种管材的技术特性比较，以及结合本工程的综合经济分析比较，从管道强度、使用寿命、水头损失、输水可靠性、施工运输条件、造价等因素综合考虑，输水管道管材选定为球墨铸铁管。

### 3.工艺选择

明光市第三自来水厂各处理构筑物设计参数的选择以淮河原水为依据。通过国内外有关资料的收集、分析与研究，结合多年以来的大量试验和改造工程的总结，预处理、加强常规处理、深度处理和紧急处理措施4道工艺措施基本对应的处理对象有如下总结：

各段工艺对应的处理对象

预处理	加强常规处理	深度处理	紧急处理措施
去除氨氮和分子量<1.0kD亲水性强的有机物，主要由生物降解去除，并改善后续处理效果。	分子量>10kD的胶体有机物主要可通过常规处理去除，1~10kD有机物形态可能处于胶体和真溶液之间，常规处理可以去除一部分。	去除分子量0.5~3kD的有机物能被活性炭有效去除，臭氧可以使部分大分子量有机物氧化降解成小分子量有机物。	针对突发性水质恶化时的临时处理措施

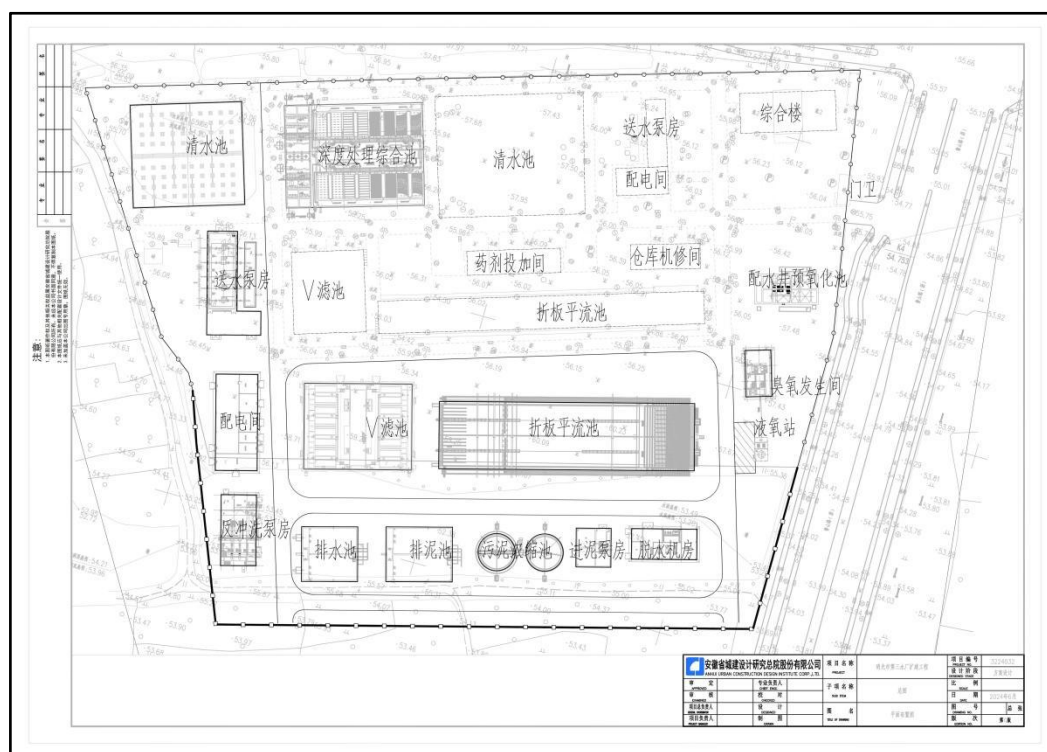
根据对本工程原水水质的分析，淮河原水水质总体较好，水质在《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）的Ⅲ类左右。常规的水处理目标——浊度和微生物，在常规处理工艺中加强管理就可以得到保证。

根据对原水水质的进一步调查研究，从健康风险和饮用水口感角度考虑，若以微量有机物和嗅味为去除目标，仅仅依靠常规处理工艺单元是无法胜任的，必须在常规处理工艺的基础上增加预处理和深度处理。

综上所述，本工程出厂水质目标需在满足《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2022）的同时，增加预处理和深度处理工艺单元控制水体中的微量有机物（包括持久性有机物和内分泌干扰物）、消毒副产物和改

### 3.1.厂区总图设计

厂区布置做到以人为本，以生产和管理为核心，巡视方便，流程顺畅，功能分区合理明晰，同时兼顾建筑景观要求，创造现代化大型水厂的低碳、生态、环保新形象。具体特点简述如下：



### 3.2.预处理方案研究



应急处理手段，增加常规处理水厂对原水水质突变的抵抗能力。

预处理技术主要是生物预处理和强氧化处理技术。

### 1、生物预处理技术的应用

生物预处理是通过生物作用来去除氨氮和部分有机物。微污染水源的生物预处理技术，在国内外的研究和应用已经有 30 多年的历史，并已经得到了人们的普遍的认同。作为微污染水源的预处理，生物处理的主要优点是：对去除  $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、AOC 效果显著，对有机物、色度、嗅味、TOC、浊度也有一定去除效果。缺点是占地大，处理效果对受水源水质和水温影响较大。

### 2、预氧化技术的应用

主要采用预氯化、预臭氧技术、高锰酸盐预氧化技术及二氧化氯预氧化技术。

#### 1) 预氯化

预氯化在国内已得到普遍使用，用于除藻和降解有机物，费用低廉，但氯与水中有机物生成的消毒副产物对人体非常有危害，应禁止在微污染水源中作为预处理使用。

#### 2) 预臭氧

预臭氧技术主要用于消除地下水中的铁、锰和去除色度、嗅味，以及降解水中的高分子有机物，还被用于改善絮凝和澄清。臭氧的氧化能力极强，在水溶液中，臭氧能迅速而广泛的氧化某些元素和有机化合物，即使在低浓度条件下也能瞬间完成。按反应的难易程度来分，臭氧对烯烃类化合物的双键氧化能力最强，其次胺类和一些碳氮双键类，再次是烯烃三键、碳环、杂环的芳香族化合物、硫化物、磷化物等。工程应用中，臭氧预氧化主要目的是助凝，必要时考虑强化去除藻类、色度和

有机污染物，臭氧投量一般为  $0.2\sim 1.0\text{mg/L}$ 。

有研究表明臭氧可与天然有机物产生醛类、酮类和小分子有机酸类等氧化副产物。当原水中含有较高浓度的溴离子时，臭氧预氧化使溴离子转变为溴酸根离子，并使水中溴代三卤甲烷、溴乙酸等浓度升高。

预臭氧工艺占地少，工艺效果不受季节、气温等因素影响，效果稳定。臭氧需要现场制备，且运行成本较高，但如果与臭氧活性炭工艺的臭氧设备联合运用，也是一种很好的选择。

### 3) 高锰酸盐预氧化

高锰酸钾是一种强氧化剂，能够选择性地与水中有机污染作用，破坏有机物的不饱和官能团，20 世纪 60 年代就被用于去除水中嗅味、色度等，效果良好。近年来又研制出高锰酸盐复合药剂，对地表水有显著的氧化助凝、除嗅味、去除微量有机污染物等效能，还可降低三卤甲烷生成势。高锰酸钾预氧化氧化能力少次于预臭氧，同时容易造成出水锰离子超标，也有报道指出高锰酸钾容易导致处理水颜色的改变，对后续构筑物外观有一定影响。

### 4) 二氧化氯预氧化

二氧化氯预氧化的应用还比较少，但二氧化氯预氧化对芳香烃类化合物都有比较好的去除效果，可以控制三卤甲烷（THMs）的形成，减少总有机卤的生成，对水中有色物质有很好的脱色作用。采用二氧化氯预氧化，形成的有机副产物较少且毒害作用较轻，无机副产物主要有亚氯酸盐、氯酸盐。有研究报道，亚氯酸盐和氯酸盐的不利影响主要在于它的强氧化性和对人体神经系统的毒害作用，长期饮用能导致贫血症等。目前这方面的研究有待于进一步深入。

二氧化氯也需要现场制备，而且根据不同的制备方法，需要严格控

制反应条件，防止发生爆炸。二氧化氯用于预氧化去除有机物、铁及锰时，其投加量为  $1\sim 1.5\text{mg/L}$ ，具体投量需要根据水质情况确定。投加浓度必须控制在防爆浓度以下，必须设置安全防爆措施。凡与二氧化氯接触处应使用惰性材料；对每种药剂应设置单独的房间，并要有排除和容纳遗留或渗漏药剂的措施。

根据原水水质情况和取水口面临的污染风险分析，本工程中预处理的目标物主要是助凝和去除微量有机物等，以及突发污染事故的有机物和臭味问题。因此，预处理技术中主要适用的方式为强氧化处理技术，采用预臭氧方式具有较好的针对性，相对来说，其副产物少，且结合臭氧活性炭深度处理单元设置，制取方便，投加简单，运行成本低，管理安全。因此，本工程采用预臭氧作为预处理措施。

### 3.3.常规处理工艺的选择

本工程应充分考虑现有原水状况，地形和地质条件，现有工艺流程，生产习惯和管理经验，考虑运行安全、可靠、便捷和低成本等生产管理要素，采用先进可靠水处理技术，建设国内一流水厂，使供水水质达到新的规范和标准。

本节针对原水水质状况，采用常规处理工艺流程，确定具有针对性、适宜的处理方案。

常规处理工艺主要包括混凝、沉淀、过滤等过程。

#### 混合型式及比较

混合是净水处理工艺中的重要环节，其作用是促进药剂溶解，将凝聚剂所产生的水解产物快速、均匀地分散（扩散）到全部水体，因为药剂的反应速度极快，因此要求加强水体搅动，缩短过程时间，是取得良好混凝效果的重要前提。

目前采用最多的混合设施有：（1）水泵混合；（2）管式静态混合器；（3）机械搅拌混合池；（4）分流隔板混合池。因考虑到水泵混合对水泵叶轮的腐蚀影响以及分流隔板混合效果较差，水头损失较大。因而本工程对管式静态混合器和机械搅拌混合池进行比较论述：

管道静态混合器内置多节固定叶片，使水流成对分流，同时还产生涡旋反向旋转及交叉流动，能获得较好的混合效果。但是，静态管道混合器系按特定范围的水量设计，一旦运行水量变化过大，其水头损失将按水量的二次方关系相应改变。水量大时，水头损失增大，混合效果好；水量小时，水头损失下跌，明显影响混合效果。

机械搅拌混合池混合效率高，不因水量变化而影响效果。但其水流具有返混的缺点，使处于不同反应阶段的药剂混合在一起，打乱了反应的自然过程。另外由于存在短路水流和水体的整体运动现象，使某一部分药剂混合不均匀。

混合方案其它优缺点比较

项目 方案	混合效果	运行控制条件	维修工作量	施工条件
管式静态混合器	好	较好	少	方便
机械搅拌混合	好	好	多	方便

我国原先净水工艺对于混合技术不太重视，原处理工艺常无混合处理或形同虚设，随着制水标准的提高和原水状况的恶化，对于混合技术的要求也日益提高。机械混合方式与混合理论相契合，混合的效率高，受原水水量的变化影响小。但机械混合的搅拌设备故障率较高，检修停水时间长，造价相对较高。

#### 絮凝型式的比较

絮凝过程就是使具有凝聚性能的微絮粒相互接触碰撞，形成更大的絮体，以便在后续沉淀过程中分离，为了完成完善的絮凝，必须使絮粒具有在彼此接触后相互聚集的能力，同时具备使絮粒获得相应接触碰撞而又不致造成破碎的水力条件。絮凝过程在整个净水工艺中是一个十分重要的环节。

净水工艺中絮凝池形式很多，大致可分为水力絮凝和机械絮凝。

水力絮凝有多种形式，目前大多采用絮凝效果好、效率高的栅条（网格）絮凝和折板絮凝，技术也成熟。

栅条（网格）絮凝池是在沿流程一定距离的过水断面中设置栅条或网格。通过栅条或网格的能量消耗完成絮凝过程。由于栅条或网格形成的能耗比较均匀，使水体各部分的微絮粒可获得较一致的碰撞机会，因而所需絮凝时间相对较少。通过各段栅条或网格的疏密可控制絮凝过程中  $G$  值得变化。栅条（网格）絮凝池的优点是絮凝时间短，絮凝效果较好，构造相对简单。但这种池型对水量的变化较为敏感，单池能力不能太大，另外栅条（网格）有时会被带状杂物堵塞，或孳生青苔，底部容易积泥，需经常清洗。

折板絮凝池是在隔板絮凝池基础上发展起来的。该种池型是利用在池中加入一些扰流单元以达到絮凝所要求的紊流状态，使能量损失得到充分利用。折板絮凝池可布置成竖流式或平流式。折板絮凝池具有絮凝时间短、絮凝效果好等特点，单池处理能力较大，但该种絮凝池构造较复杂，水量变化影响絮凝效果。

机械絮凝处理效果较好，能适应水量、水质、水温的变化，能耗、药耗也较低，但主要缺点是机械设备加工、维护工作量大，造价较高。机械设备一旦出故障，若不能及时抢修，将影响絮凝效果，这也是机械

絮凝未能在我国普及的主要原因。现随着机械设备的质量逐步提高，并在化工行业中诸多应用和发展成熟的搅拌设备，已经在水处理厂重新得到认可，尤其在高密度澄清池中，以其在小池体，变水量，短时间絮凝的适应性，得到普遍的应用。

本工程的絮凝池考虑采用单通道并联的折板絮凝池。近年在全国各地许多水厂中采用了该类型的折板絮凝池，效果良好。因此，本设计中考虑采用折板絮凝的方式。

### 沉淀型式的比较

给水处理中的沉淀工艺是在重力作用下悬浮固体从水中分离的过程。目前使用较多的有平流式沉淀池、斜管沉淀池。

近年来，随着国外政府贷款，引进技术项目增加，国外新的絮凝沉淀工艺如（高密度沉淀池）**Densadeg**、**ACTIFLO** 等池型纷纷引进我国，并取得较好的效果。在引进吸收国外技术基础上，结合国内经验开发的有自主知识产权的中置式高密度沉淀池也在全国各地应用，获得良好效果。

#### （1）平流沉淀池

平流沉淀池是目前我国大中型水厂最广泛使用的池型，具有构造简单、管理方便、耐冲击负荷强等优点。通过合理加药和絮凝，目前平流沉淀池的出水浊度基本可控制在  $1\sim 3\text{NTU}$ 。

平流沉淀池的缺点是停留时间长，占地面积大。

平流沉淀池对一些小而轻的矾花的去除效果很差。平流沉淀池很难进一步提高出水水质。这些细小矾花只能由后续滤池去除，从而加大了滤池负担。一般平流沉淀池的浊度控制在  $3\text{NTU}$  以下，想要进一步提高平流沉淀池对浊度和有机物去除率，必须耗费更多甚至数倍的混凝剂，

制水成本会增加很多。

平流沉淀池的另一大缺点是水体暴露面积大。

如果平流沉淀池采用加盖的方式，隔离阳光和防冻，则由于面积大而造价很高，较难实施。

## （2）斜管沉淀池

斜管沉淀池是基于浅池理论，在平流沉淀基础上发展起来的沉淀池型，它的主要优点是沉淀效率高，因而水池体积小，占地面积小，处理同样水量时其沉淀部分面积仅为平流沉淀池的  $1/3$ 。斜管沉淀池的主要缺点是对原水水质变化的适应性较差；斜管需定期更换且造价较高，增加运行费用；排泥机械的布置较困难。由于斜管沉淀池的配水问题，限制了斜管沉淀池大型化的发展。

日常管理如因水质异常或操作不当，会造成矾花多，但密度低，不易沉降的情况，存在黏附于斜管顶部易形成一层絮凝渣层堵住斜管的现象，脱落后又带入滤池，增加滤池负荷。

## （3）澄清池

澄清池是把絮凝和沉淀两个单元在一个构筑物中完成，主要依靠活性泥渣层与原水中脱稳颗粒接触碰撞一网捕达到澄清目的。

### 1) 脉冲澄清池

脉冲澄清池属于泥渣悬浮型澄清池。它的特点是通过脉冲发生器将进入水池中的原水以脉动形式进入池底配水系统，造成悬浮层不断产生周期性的收缩和膨胀，使微絮凝颗粒与活性泥渣进行充分作用，脉冲式配水还可以使悬浮层的浓度分布在全池内趋于均匀并防止颗粒在池底沉淀。脉冲澄清池自从 70 年代在国内采用以来，得到了一定的应用。但由于该池型对水量、水质及水温较敏感，悬浮泥渣层又无法观察到，



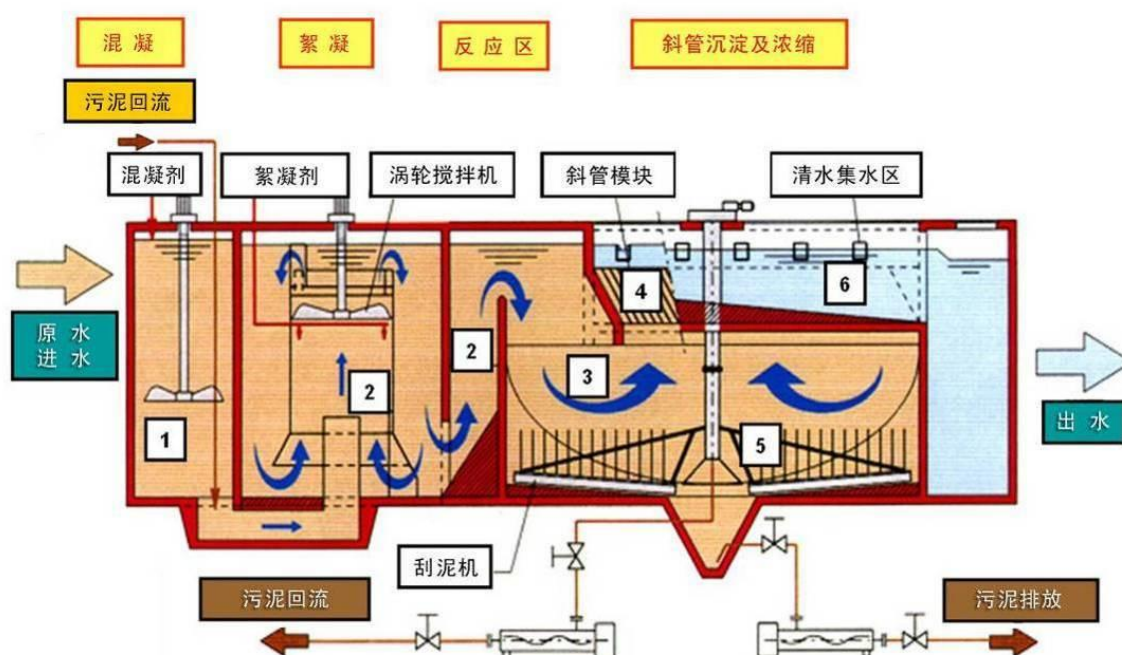


### 3) 高密度沉淀池

高效沉淀工艺有多种形式。传统的斜板（斜管）沉淀池等由于其出水效果难以进一步提高，耐冲击能力弱等因素，而不被大中型水厂接受。以法国 degremont 的高效沉淀池（Densadeg）和法国 OTV 的 Actiflo 为代表的新型高密度沉淀池为沉淀（澄清）带来了新的选择。

高密度沉淀池（Densadeg）是由法国 degremont 公司开发研究出的第三代新型沉淀池，在国外已多有应用，国内也有若干水厂建成运行。

高密度沉淀池（Densadeg）由混合絮凝部分、预沉淀浓缩部分、斜管沉淀部分组成。其流程见下图。



1.混合区 2.絮凝区 3.预沉淀区 4.斜管沉淀区 5.污泥浓缩区 6.出水区

在（1）区，投加混凝剂和助凝剂（PAM）的原水与浓缩回流污泥经快速混合后，进入搅动絮凝区（2），通过在机械絮凝区设置的螺旋

涡轮搅拌器提升，同时投入高分子助凝剂 **PAM**，并在絮凝区内产生一个内循环，使原水中的悬浮物形成均匀、大而密的絮体，再进入预沉淀区（3）。

通过预沉后的絮体通过斜管沉淀区（4）进行泥水分离，上清液由斜管上部的清水区出水，分离下来的污泥通过预沉区底部设有带栅条的刮泥机，将污泥刮至池中心污泥浓缩区（5），浓缩污泥一部分被定期排放，另一部分则连续不断地由循环泵回送至混合区。

**Actiflo** 是 OTV 公司成果，在投加混凝剂的同时，投加有机高分子助凝剂以及细砂，经机械混合、絮凝、污泥内部循环及细砂外部循环、斜管分离及慢速刮泥机等来实现去除原水中大部分悬浮物和部分大分子有机物的功能。其最大优点是：高效、快速。上升流速可达 50m/h，加细砂后 10 秒钟后几乎全部沉淀；细砂的损失补充量仅 3.0g/m<sup>3</sup>水，高分子助凝剂投加量仅 0.1mg/L，同时，加矾量较传统工艺为少；效果好：出水浊度 <1NTU，色度 <5 度，藻类去除率达 99%；抗负荷冲击，可承受进水浊度达 1500~2000NTU。

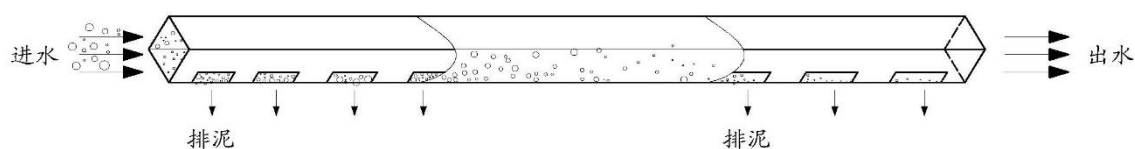
#### 4）中置式高密度沉淀池

水平管沉淀分离技术是一种高效的固液分离技术。

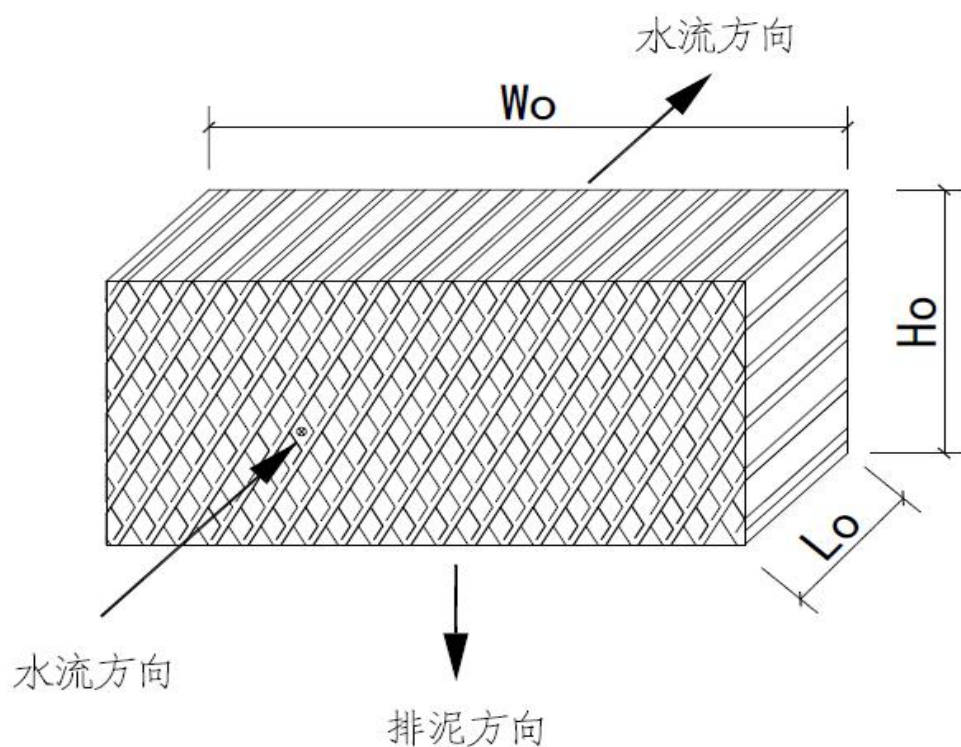
工作原理：水平管沉淀分离装置由多层水平放置的菱形沉淀管（以下简称“沉淀管”）和与水平面成 60°滑泥斜道组成，将竖直的过水断面分割成沉降距离相等的沉淀管和滑泥斜道，细分了沉淀和排泥功能。原水（或混合絮凝后的原水）水平流过沉淀管时，水中颗粒物或絮体铅垂沉淀，接触到沉淀管底部后下滑，即时通过排泥狭缝进入滑泥道，脱离水流随之进入沉淀池底部的泥区，从构造上解决了沉淀管水平放置排泥的重大难题。水走水道、泥走泥道，这样能缩短悬浮物的沉降距离，增

大沉淀面积，提高了沉淀效率。避免排泥和沉淀共用同一通道的弊端（悬浮物堵塞过水通道和跑矾现象），改善了悬浮物可逆沉淀的排泥条件。

水平管高效沉淀池可采取并联或串联的形式组装，降低了沉淀池的深度，节省土建投资，减少了占地面积。水平管高效沉淀池真正体现“浅池理论”。



沉淀管的流态图



沉淀装置的结构图

优点：

主体工艺没有运转设备，操作维修简单，运行维护费用低，调试时间短，只需要 2-8 小时；

水平管高效沉淀池沉淀效率高，能保证水厂长周期稳定达标运行；

抗冲击负荷能力强，在水水量和水质变化大的情况下，出水也能保证稳定达标；

一般情况不需要投加 PAM，药耗小，运行成本低，不影响后续处理过滤工艺正常运行；

沉淀管下部设有排泥口，将沉淀下来的悬浮物（或絮体）与水流彻底隔离，避免了沉淀下来的悬浮物在水体中的可逆沉淀。沉淀下来的悬浮物不断从排泥口滑出，水流边流动，悬浮物边沉淀，沉泥边排泥，沉淀效率高。滑泥距离很短，避免了悬浮物在水平管的积聚而堵塞通道；

沉淀管水平放置，水流进、出沉淀管不需要改变方向，减少涡流发生，利于水流在沉淀管流动过程中的悬浮物沉淀；

配备了自动冲洗装置，解决人工冲洗劳动强度大的问题；

水平管沉淀分离装置使水流与阳光隔离，避免藻类在沉淀管内滋长，减少冲洗次数；

水平管沉淀分离装置可以设计在全封闭状态下运行，避免在斜管沉淀池、平流沉淀池中出现的受自然条件影响而产生的染和异重流现象。

缺点：

水平管高效沉淀分离装置设计单体相对制造成本较高；

模块化安装，安装要求较高，运输吊装环节较多。

结合原水水质及当地周边现有水厂的平流沉淀池运行效果，结合到日常运行的实际管理经验，平流沉淀池具有管理方便、耐冲击负荷强以及投资低的显著优势，本报告推荐采用平流沉淀池形式。

## 物理过滤型式的比较

目前我国滤池形式较多，如普通快滤池（双阀滤池）、虹吸滤池、移动罩滤池、V 型滤池等等，各种滤池由于工作原理和布置形式不同，其性能和适用条件各有优劣。随着过滤技术的发展，我国现在大中型水厂普遍采用 V 型滤池或翻板滤池。

### （1）V 型滤池

V 型滤池是法国 degremont 公司的一种滤池形式，二十世纪八十年代进入国内后被广泛采用，经过消化吸收已在许多细节设计及运行方式上均有改进提高。

V 型滤池的主要特点有：

- ①滤料粒径均匀，厚度大而粒径较粗，具有较大的截污能力，可保证出水水质和延长过滤周期；
- ②采用微膨胀的气水反冲洗和表面扫洗，冲洗干净。
- ③过滤清水采用调节阀门做到恒水位等速过滤，出水水质更有保障。
- ④运行和反冲过程的自动控制更使滤池体现出先进水平。但 V 型滤池配套设备多，土建较复杂，投资较高。

V 型滤池适用于大、中型水厂，单池面积可达 138 m<sup>2</sup>以上。

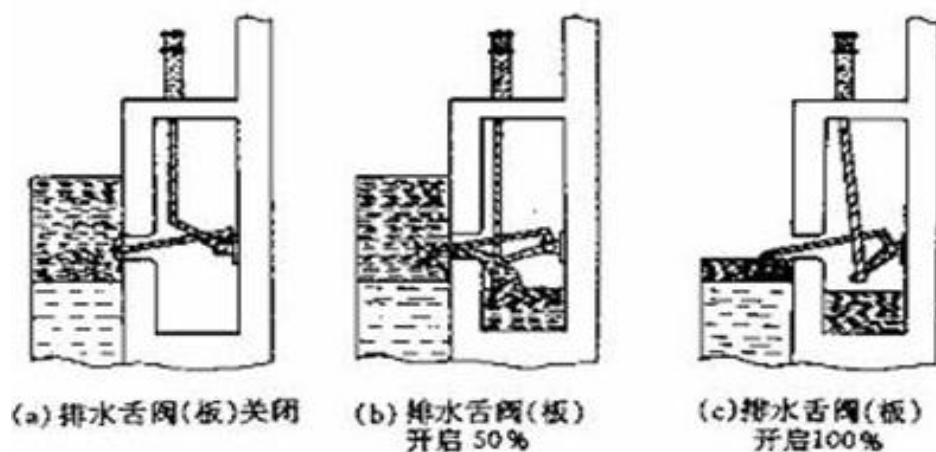
目前，国内采用了 V 型滤池的水厂在沉后水浊度小于 1NTU 时，滤后水基本控制在 0.3~0.5NTU 以下，甚至于可控制到 0.1NTU 以下。



## V 型滤池示例

### (2) 序批式气水反冲洗双层滤料滤池

翻板滤池是瑞士苏尔寿(Sulzer)公司下属的技术工程部(现称瑞士 VA TECH WABAG Winterthur)的研究成果。所谓"翻板",是因为该型滤池的反冲洗排水舌阀(板)在工作过程中是在  $0^{\circ}\sim 90^{\circ}$  范围内来回翻转而得名,见下图。



### 翻板工作示意图

#### 1) 翻板滤池的工作原理

该型滤池的工作原理与其它类型气水反冲滤池相似:原水(一般指上一级净水构筑物的出水)通过进水渠经溢流堰均匀流入滤池,水以重力渗透穿过滤料层,并以恒水头过滤后汇入集水室,滤池反冲洗时,先关进水阀门,然后按气冲、气水冲、水冲 3 个阶段开关相应的阀门,一般重



复两次后关闭排水舌阀(板)，开进水阀门，恢复到正常过滤工况。

## 2) 翻板滤池的主要特点

苏尔寿公司经过长期对滤池技术与推广应用，使翻板滤池不断地改进完善。它在反冲洗系统、排水系统与滤料选择方面有新的技术性突破，从而使该型滤池具有出水水质明显提高、反冲洗水量少、反冲洗时间短、反冲周期长、基建投资省、运行费用低以及施工简单、工期短等特点。

### a. 滤料、滤层可多样化选择

根据滤池进水水质与对出水水质要求的不同，可选择单层均质滤料或双层、多层滤料，亦可更改滤层中的滤料。一般单层均质滤料是采用石英砂(或陶粒)；双层滤料为无烟煤与石英砂(或陶粒与石英砂)。当滤池进水水质差(如原水受到微污染，含 TOC 较高时)，可用颗粒活性炭置换无烟煤等滤料。

### b. 滤料流失率低

翻板滤池有级配的砾石承托层，滤料一般不会从滤池底部流失。反冲洗时反冲洗水的强度高( $15\text{L}/(\text{m}^2\cdot\text{s})\sim 16\text{L}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ )、滤料的膨胀率较大( $15\%\sim 25\%$ 或以上)，若对一般滤池比重较轻的颗粒活性炭、陶粒等滤料易于从排水槽流失。但对于翻板滤池由于它具有：①排水舌阀(板)的内侧底高于滤料层  $0.15\text{m}\sim 0.20\text{m}$ ；②排水舌阀(板)是在反冲洗结束，滤料沉降 20s 后再逐步开启，从而保证轻质滤料不致于通过排水舌阀(板)流失。反冲泥水一般在  $60\text{s}\sim 80\text{s}$  内排完。此时，滤池中的微细污泥颗粒仍呈悬浮状态，不会发生沉淀，截留在滤料表面。

### c. 滤料反冲洗净度高、周期长与容污能力强

翻板滤池反冲洗的第三阶段即水冲段，其强度达  $15\text{L}/(\text{m}^2\cdot\text{s})\sim$

16L/(m<sup>2</sup>·s), 使滤料膨胀成浮动状态, 从而冲刷和带走前两阶段(气冲段、气水冲段)洗擦下来的截留污物和附在滤料上的小气泡。一般经两次反冲洗过程, 滤料中截污物遗留量少于 0.1kg/m<sup>3</sup>。这样使翻板滤池运行周期延长, 反冲洗周期达 40h~70h(相应水头损失为 2.0mH<sub>2</sub>O 左右)。当 2m 容污水头时, 滤料容污能力达 2.5kg/m<sup>3</sup>。

#### d. 翻板滤池出水水质好

这主要由于反冲洗强度较高, 滤料中截污物遗留量少、滤料净度好, 使初滤水水质得到保证。根据昆明市自来水总公司第五水厂的翻板滤池(模型)试验结果表明: 同样进水水质下, 翻板滤池出水水质显著提高。

当进入滤池的浊度<5NTU 时, 苏尔寿(Sulzer)双层滤料滤池的出水水质可达 0.2NUT(95%)、<0.5NTU(100%)。

#### e. 反冲洗水耗低、水头损失小

翻板滤池的水冲强度(15L/(m<sup>2</sup>·s)~16L/(m<sup>2</sup>·s))、滤料膨胀率(可高达 15%~25%)与普通快滤池相近, 但它的水冲时间短(2×2.2min), 反冲洗周期长(进水浊度 5NTU 时, 反冲洗周期 40h~70h), 故反冲洗水耗量少, 一般约为 3m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>~4.5m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, 相应的反冲洗水泵耗电量也较小。据运行表明: 滤层厚 1.5m, 滤速为 9m/h 时, 滤料层产生的水头损失约为 0.35m~0.40m。

#### f. 双层气垫层保证布水、布气均匀

苏尔寿滤池在底板上、下形成两个均匀的气垫层, 从而保证布水、布气均匀, 避免气水分配出现脉冲现象, 影响反冲洗的效果。

#### g. 气水反冲系统结构简单施工进度快

翻板滤池的反冲洗系统综合了普通快滤池与 V 型滤池的设计特点, 但对滤池底板施工要求的平整度不很严格, 即使每格滤池中间安装布气



布水管部分的池底，对水平误差要求 $\leq 10\text{mm}$ 。这样可降低施工难度、缩短施工周期，较明显地减少施工费用。

该型滤池的布气布水立管一般采用不锈钢管，配水、气横管采用 PE 塑料。配水、气横管的水平度在施工中易调整，使滤池的整个滤料层能均匀地反冲洗，去污效果好，避免了局部滤料结污结块现象，滤池的使用寿命较长，减少维护工作与运行费用。



### 翻板滤池(炭-砂组合)

V 型滤池与翻板滤池这两种滤池出水水质较好，反冲洗后过滤周期长，均是较为先进的过滤池型，对于大型水厂较为适用。不过相比于 V 型滤池，翻板滤池池型更加适用于活性炭滤池或者双层、多层滤料滤池。

### 3、膜处理技术

膜技术在饮用水处理中的应用逐渐成为水处理领域的热点，被誉为“21 世纪的水处理技术”。在饮用水中，膜技术主要包括：微滤（MF）、超滤（UF）、纳滤（NF）和反渗透（RO），膜处理分离能力见下图。

膜处理技术国内外发展迅速，目前，在美国、法国、英国、日本、澳大利亚、南非和荷兰等国都已相继建立了生产性的微滤、超滤和纳滤

净水厂。除了大量使用在海水淡化工程以外，在常规处理方面如：美国膜处理水厂供应的人数已超过全国的十分之一，法国巴黎梅里奥赛水厂 1993 年建成的 14 万  $\text{m}^3/\text{d}$  规模的膜处理水厂供应巴黎北郊 39 区 80 万人口，给水处理技术相对保守的日本建成 8 万  $\text{m}^3/\text{d}$  规模的膜处理水厂，并大力推广大型的膜处理水厂建设。

中国台湾高雄建有 31 万  $\text{m}^3/\text{d}$  规模的膜处理水厂，内地也在广东、苏州建成万吨级的膜处理自来水厂，国内也已有大型超滤膜生产厂家，所生产的超滤膜深受国内外工程界的赞誉，为膜技术在国内应用提供了便利条件。尤其在 2008 年国内已相继建成了山东省东营市南郊水厂 10 万  $\text{m}^3/\text{d}$  规模的浸没式膜处理工艺和无锡市中桥水厂 15 万  $\text{m}^3/\text{d}$  规模的外压式膜处理工艺。近年来国内超滤膜处理工艺水厂大量应用，本次列举相关案例如下：

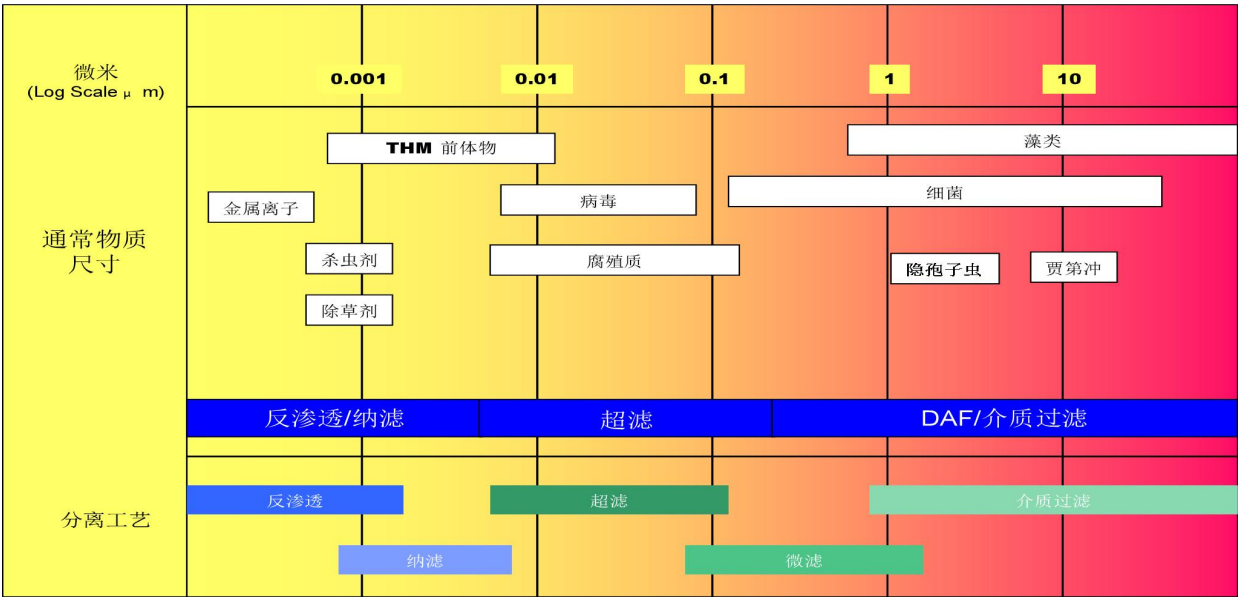
国内超滤膜相关工程案例

序号	工程	类型	规模	备注
1	东营南郊水厂水质改善工程	浸没式	10	处理黄河原水
2	上海青浦第三水厂一期工程	浸没式	10	处理太浦河水
3	广州市北部水厂一期工程	柱状膜	60	处理西江水
4	宁波桃源水厂及出厂管线工程	浸没式	50	处理水库水
5	郑州航空港经济综合实验区第二水厂一期工程	浸没式	20	处理南水北调水
6	南水北调配套工程辛集城区水厂工程	浸没式	15	处理南水北调水
7	海南洋浦自来水厂扩建工程	浸没式	5	处理当地河水
8	济南南康水厂深度处理工程	浸没式	6	处理黄河原水
9	延安黄河引水工程东川水厂	浸没式	6	处理黄河原水

序号	工程	类型	规模	备注
		式		
10	潍坊市眉村水厂扩建工程	柱状膜	10	处理南水北调水
11	深圳长流陂水厂改扩建工程	浸没式	55	处理石岩水库来水
12	郑州龙湖水厂工程	浸没式	20	处理黄河原水
13	无锡市中桥水厂饮用水净水改造工程	柱状膜	15	常规处理后增设
14	上海洋山深水港区港外供水扩建工程	柱状膜	1.6	管网自来水深度处理
15	徐泾水厂一期改造工程	浸没式	3	老平流沉淀池后段改造
16	乌鲁木齐市红雁池水厂改扩建工程	浸没式	10	与高密度池的联用
17	东营市南郊水厂扩建工程	浸没式	10	与粉炭的联用
18	清泰水厂饮用水改造工程	柱状膜	30	膜车间下叠清水池
19	泰安市三合水厂改造工程	浸没式	10	拆除滤池新建膜池
20	大庆市东城水厂二期扩建工程	柱状膜	15	现有水厂扩建
21	宁波市江东水厂改造工程	浸没式	20	老虹吸滤池改造扩容
22	济南雪山水厂工艺改造工程项目	浸没式	3	老普通快滤池改造扩容
23	唐山市自来水公司净水厂一期改造工程	浸没式	12.5	老双阀滤池改造扩容
24	嵊泗县基湖水厂扩建工程	柱状膜	1	官山水库与四角凉亭水库
25	太仓市第二水厂深度处理工程	浸没式	6	V型滤池改超滤膜池
26	张家港市第四水厂扩建工程	浸没式	20	处理长江原水

超滤膜与微滤膜相比，能几乎将细菌、病毒、两虫、藻类及水生生物全部去除，是保障饮用水的微生物安全性最有效的技术；纳滤膜尽管比超滤膜能够去除更多的溶解性有机物，但由于其对进水水质要求很高，产水回收率较低，为提高回收率需要增大进水工作压力（达超滤的四倍

以上），增加运行费用较多，目前大型地面水厂采用极少。此外膜处理将产生一定量的生产废水（浓水和冲洗废水），加大厂区尾水处理负荷。酸洗和碱洗产生的废液需单独收集，特殊处理。



膜处理与分离物质对应图

在我国，从经济角度考虑，超滤是近年膜技术在饮用水处理中应用的主流产品，其优点在于：

- 1) 可有效去除水中的颗粒状物质（确保处理后水浊度在 0.1NTU 以下），提高饮用水的感观效果；
- 2) 能够有效去除包括隐孢子虫、贾第鞭毛虫、细菌和病毒等在内的微生物，显著提高饮用水的微生物安全性；
- 3) 几乎可以消除水中的全部藻类组织；
- 4) 在水处理过程中不产生副产物；
- 5) 膜过滤处理单元体积小，组合扩容方便，技术操作简单。

在预处理之后，原水可以直接经过膜处理来满足出水要求。超滤膜

工作跨膜水头损失 0.02~0.06Mpa，加上管线及阀门附件等损失，与常规处理的水头损失基本相仿。膜技术能够提供稳定可靠的水质，并且可以使水厂用地大大减少，运行操作自动化，在净水处理中具有广阔的应用前景。

但超滤膜对于小分子的有机物去除能力较弱，对于水质的生物稳定性贡献较小。为进一步减少小分子有机物，改善出水水质的口感，延长膜处理工作周期，膜处理前应设置对小分子有机物预处理设施，如增设粉末活性炭投加工艺。

目前超滤膜工艺已经在我省水处理行业广泛应用，如黄山市、蚌埠市、六安市已经开始应用，本工程就超滤膜和臭氧活性炭工艺投资造价和运行费用对比如下：

工艺投资费用对比表

提升泵房+V 滤池		单项造价 (万元)	工程投资 (万元)	运行费用 (元/吨水)
提升泵房 (2 座)	土建	310	约 3500	0.12~0.14
	设备安装	310		
V 滤池 (2 座)	土建	1730		
	设备安装	1130		
超滤膜 (1 座)	土建(含建筑)	300	约 4100	0.17~0.2
	设备安装	3800		

本次设计考虑到超滤膜运行费用偏高，同时需要五年左右更换超滤膜，所以本次物理过滤形式采用常规处理 V 型滤池。

### 3.4.深度处理工艺

深度处理技术一般包括氧化技术（臭氧、高锰酸钾、催化氧化等）、吸附技术（GAC、PAC 和 BAC）、膜技术（超滤、纳滤、反渗透）以及离子交换技术等。其中臭氧氧化、活性炭吸附技术在发达国家已经成熟运用，而膜技术是 20 世纪八十年代后开始普及的新兴的深度处理技术，净水效果非常显著。

目前深度处理工艺在工程中可能采用的主要有活性炭吸附、生物活性炭、臭氧—活性炭、膜处理等工艺。

### 1、活性炭吸附

活性炭吸附可采用上向流或下向流，具体参数按水质、活性炭品种及实验确定，一般接触时间大于 7.5min，炭层厚度 1.0~2.5m，滤速 8~20m/h，炭层水头损失 0.5~1.0m，冲洗膨胀率 20%~40%，常温下经常冲洗强度 13L/m<sup>2</sup>·s，；历时 6~10min，定期采用大流量冲洗强度为 15~20L/m<sup>2</sup>·s，历时 6~10min，经常冲洗周期 2~6d，定期大流量冲洗周期约 1 个月，活性炭失去吸附能力后，需要再生。

### 2、生物活性炭

生物活性炭是多年来活性炭在饮用水处理的应用实践中产生的。通常，生物活性炭的前提条件是应避免预氯化处理，否则微生物就不能在活性炭上生长，因而失去生物活性炭的生物氧化作用。

对生物活性炭的功能一致的看法是：在利用活性炭吸附作用的同时还利用微生物的降解作用。其实活性炭还有一项特殊功能，即吸附掉水中对微生物有抑制（或杀灭）作用的物质（如农药）；由于活性炭所吸附的有机物大部份是可逆的，因而能脱附（解析）出来作为微生物繁殖的营养源，这几种作用的叠加，保证了微生物的平稳地繁殖，这就是活性炭表面能载持大量微生物的根本原因。

根据欧洲一些国家饮用水处理的运行结果和试验结果表明，采用生物活性炭比单独采用活性炭吸附具有以下优点：

- （1）提高了出水水质，可以增加水中溶解性有机物的去除效率；
- （2）延长了活性炭的再生周期，减少了运行费用；
- （3）水中氨氮可以被生物转化为硝酸盐，从而减少后氯化的投氯

量，降低三卤甲烷的生成量。

### 3、臭氧活性炭技术

臭氧活性炭就是把臭氧氧化和活性炭吸附工艺组合使用，它包括原水的预臭氧化、活性炭的吸附和生物降解作用。一方面可以利用活性炭吸附去除臭氧氧化生成的低分子量有机物，活性炭也可将  $O_3$  还原为  $O_2$ ，减少臭氧释出进入空气污染环境，并增加供氧量；另一方面利用臭氧的供氧作用，在炭床中大量生长繁殖好氧菌，被吸附的溶解性有机物作为炭床中微生物生命活动的营养原，通过生物降解作用得到去除。这样，炭床中就同时存在着活性炭吸附和微生物的降解作用，使活性炭对水中溶解性有机物的累积吸附负荷大大超过只根据吸附等温线所预计的吸附负荷，从而延长了活性炭的工作周期，减少运行费用。

臭氧投加量常在  $1\sim 4\text{mg/L}$  之间，臭氧接触水力停留时间  $10\sim 15\text{min}$  左右，接触后余臭氧宜控制在  $0.1\text{mg/L}$  以下，尾气必须作无害处理。其中臭氧发生器气源选择和活性炭滤池设计选择是决定处理成本和运行效果的重要因素。

2003~2004 年，针对存在微污染的原水水质，相关单位进行了预臭氧—常规处理—后臭氧—活性炭过滤净水工艺的研究，对  $\text{CODMn}$ 、 $\text{UV}_{254}$ 、 $\text{TOC}$  的去除见下表，对不同分子量有机物的去除见下表。

各工艺对  $\text{CODMn}$ 、 $\text{UV}_{254}$ 、 $\text{TOC}$  去除情况

项目	$\text{CODMn}$ ( $\text{mg/L}$ )	去除率 (%)	平均 ( $\text{UV}_{254}$ , $\text{cm}^{-1}$ )	去除率 (%)	$\text{TOC}$ ( $\text{mg/L}$ )	去除率 (%)
原水	6.02		0.376		6.365	
预臭氧原水	5.75	4.5	0.401	-6.6	5.967	6.3
滤后水	3.46	42.5	0.088	72.3	4.274	32.9
后臭氧水	3.34	44.5	0.077	75.3	4.023	36.8

1.8m 炭滤水	2.73	54.7	0.059	84.3	3.208	50.0
----------	------	------	-------	------	-------	------

各净水单元溶解性有机物 DOM 测定值 (mg/l)

采样点	合计	>30K	30K - 10K	10K - 3K	3K - 1K	<1K
原水	6.365	0.537	0.758	1.213	1.453	2.404
预臭氧水	5.967	0.439	0.694	1.194	1.090	2.550
滤池出水	4.274	0.041	0.485	0.860	0.407	2.481
后臭氧水	4.023	0.037	0.461	0.696	0.227	2.602
活性炭出水	3.208	0.006	0.442	0.567	0.343	1.820

各净水单元芳香族有机物紫外吸光 UV254 测定 (cm-1)

采样点	合计	>30K	30K - 10K	10K - 3K	3K - 1K	<1K
原水	0.134	0.016	0.019	0.021	0.025	0.053
预臭氧水	0.112	0.010	0.016	0.019	0.018	0.049
滤池出水	0.081	0.004	0.010	0.009	0.010	0.048
后臭氧水	0.053	0.003	0.008	0.008	0.006	0.028
活性炭出水	0.040	0	0.007	0.007	0.004	0.022

从表中可以看出：

(1) 常规工艺对 CODMn 去除率达到了 39.8%，CODMn 主要与浊度一起去除，臭氧活性炭工艺可以进一步提高 CODMn 的去除率，整个常规处理—臭氧活性炭工艺全程去除率约为 55%左右，在试验期间活性炭出水 CODMn 基本小于 3.0mg/L。

(2) 常规工艺、后臭氧、活性炭吸附池对 UV254 都有很好的去除效果，活性炭吸附池对 UV254 和 CODMn 的去除率有很好的一致性，都在 20%左右，常规处理—臭氧活性炭工艺全程的 UV254 去除率达到了 84%以上。

(3) 常规处理对 TOC 的去除率为 28.4%，常规处理—臭氧活性炭工艺全程 TOC 的去除率在 50%左右。

各工艺对不同区间分子量有机物的去除情况也表明，臭氧活性炭深



度处理工艺在滤后水的基础上，可以大大提高小分子量有机物的去除率，降低出水有机物总量。

#### 4、深度处理工艺比较

随着社会的发展、生活水平的提高、人们对水中有害物质认识的进一步深化，饮用水卫生标准将可能进一步提高。因此，本次设计水厂净水工艺选择既应立足当前，同时还具有前瞻性。为此，在水厂的平面布置中，预留深度处理工艺用地。

深度处理常见的工艺流程有 2 种，即粒状活性炭吸附过滤、臭氧生物活性炭过滤处理工艺，以下就 2 种工艺作比较和选择。

##### (1) 粒状活性炭吸附过滤

该工艺的主要特点是在常规处理工艺后增设颗粒状活性炭滤池（GAC 滤池），对常规处理水进行深度处理，利用活性炭的吸附作用，能够有效降低水中的色度、嗅阈值（TON）、有机物，并可使 Ames 试验结果得到显著改善。

常规+GAC 处理工艺对色度、TON、高锰酸盐指数、THMs 的要求可以达到，并可使 TOC、TOX 降至微量，使出水水质全面改善，但由于 GAC 滤池基本以吸附为主，生物作用较弱，故对氨氮的去除率低。根据本院所做试验，氨氮去除率为 38%左右，即当原水氨氮为 1.0mg/L 时，出水仍有 0.62mg/L，而亚硝酸盐氮则升高。因此从满足水质方面考虑该工艺仍具有一定的局限性。此外靠吸附作用降解有机物的颗粒状活性炭随时间延长其处理效率会逐渐降低，一般不超过一年就需要对活性炭再生，活性炭再生或更换费用很高，对正常使用造成了一定的影响。

##### (2) 臭氧生物活性炭（O3-BAC）过滤

臭氧生物活性炭（O3-BAC）过滤工艺是处理受微污染水源水并保

证高质量出水水质的一种有效方法。该工艺主要是经过常规处理的出水再投加臭氧后，由活性炭滤池过滤后出水。由于臭氧的强氧化性，它可以将水体中的大分子有机物氧化成小分子有机物，尤其是双键有机物，通过氧化作用，使水体中的部分溶解性有机碳转化成可生化性的溶解性有机碳，增强了有机物的可生物降解性，从而有利于提高处理工艺的净化效率。

根据国内部分水厂的运行经验，O3-BAC 工艺流程能够有效地去除溶解性有机物，可以满足氨氮、亚硝酸盐氮的水质标准，处理水质可全面提高，而且出水稳定、管理方便；尤其是臭氧生物活性炭的生物作用增强，减轻了活性炭吸附负荷，充足的溶解氧为好氧微生物提供了优质条件，生物活性炭利用微生物吸收被活性炭吸附的污染物，客观上起到了使活性炭再生的作用，可以使活性炭的寿命大大延长，从而降低运行费用。

### （3）深度处理工艺确定

综合以上分析，预 O3+常规处理+O3-BAC 工艺适用范围更广，与其他两种深度处理工艺相比，具有较为明显的优势，完全可以满足出厂水水质进一步提高的要求。

综上所述，臭氧-活性炭工艺具有水源水质针对性强，水质保障性强，技术成熟等优点的深度处理工艺。该工艺对有机物去除效果好、氨氮去除效果明显、色度及嗅味的去除率高、口感改善明显。因此本工程深度处理技术路线确定为臭氧-活性炭工艺。

### 3.5.总体净水工艺流程选择

综合上述净水工艺分析，本次推荐采用强化常规处理工艺，使常规处理出水浊度更低，并通过增加絮凝剂投加、排泥水回流等措施解决低

温低浊水的处理，投加碱剂来调节出厂水 PH 值；同时考虑原水水质的变化以及进一步提高出水水质标准，本次设计采用常规水厂处理工艺基础上增加预处理工艺和深度处理工艺，使出厂水水质始终满足并优于各个阶段的饮用水卫生标准的要求。最终确定水厂工艺：“臭氧预氧化池+折板絮凝平流沉淀池+V 滤池+后臭氧氧化池+活性炭滤池+次氯酸钠消毒”。

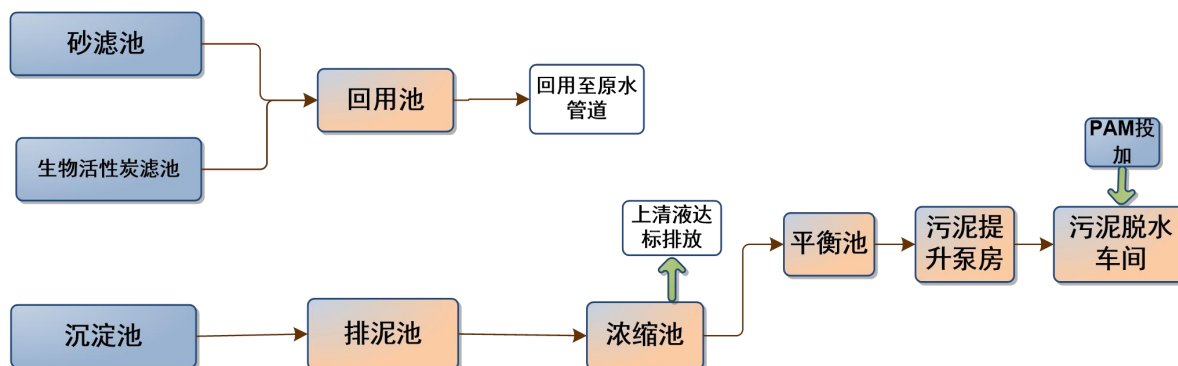
### 3.6.排泥水处理工艺选择

随着人们环境保护意识的加强以及国家有关环境保护的法律法规监管力度加大，城市给水厂排泥水处理问题也受到进一步重视。各自来水公司在提供优质、可靠饮用水的同时，也必须采取有效措施，减少其本身产生的废水对当地环境的影响。本工程也将建设排泥水处理系统，以保证污水排放达标。

本工程中沉淀池排泥水需脱水干化，实现固液分离，降低污泥含水率，缩减污泥体积，以方便外运和最终处置。对污泥脱水的方案作如下的分析和比较选择。

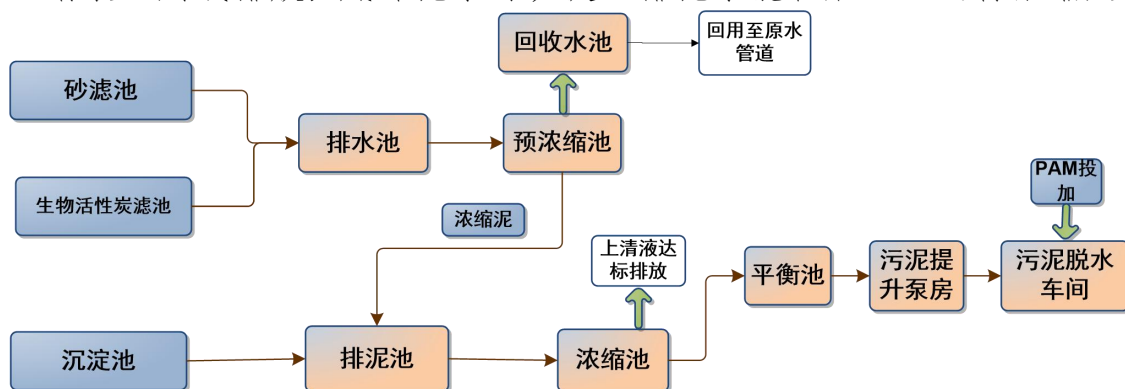
在实际工程中，对上述生产废水一般可以采取不同的处理方式有：

方案 1：沉淀池排泥水浓缩处理，滤池反冲洗水和生物活性炭深度处理废水经回用池后回用。

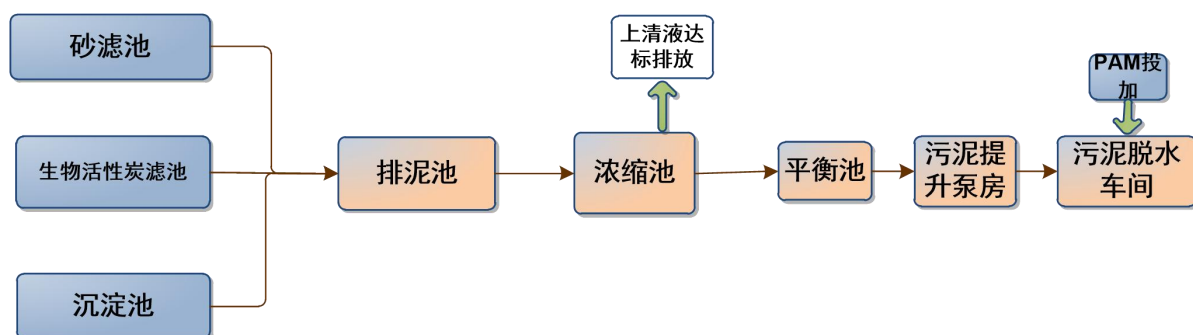


方案 2：滤池反冲洗水和臭氧生物活性炭深度处理废水先经预浓缩，

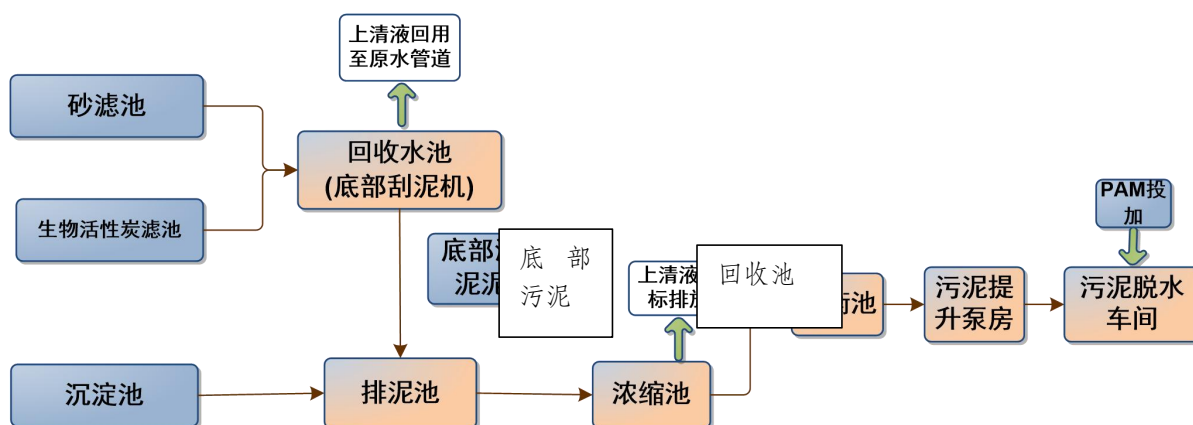
上清液回用或排放，底部泥水与沉淀池排泥水混合后一起进行浓缩处理。



方案 3：沉淀池排泥水、滤池反冲洗水和生物活性炭深度处理废水经调节池混合后，一起进行浓缩处理。



方案 4：沉淀池排泥水浓缩处理，滤池反冲洗水和生物活性炭深度处理废水混合后在设有底部刮泥机的回收水池简单预浓缩后，上清液回用，下部高浓度泥水和沉淀池排泥水一并浓缩处理。



从各地自来水公司的实践经验来看：

方案 1 必须考虑砂滤池反冲洗废水浊度对沉淀池带来的冲击负荷，

影响出水水质；必须考虑砂滤池反冲洗废水直接回用所带来的微生物、铁、锰等元素的富集对出水水质的影响。

方案 2 需另设置预浓缩池、预浓缩上清液回收水池等，工程难度和费用较大，管理复杂。

方案 3 构筑物较少，工程难度低，管理简单，但需浓缩水量较大，浓缩池体量很大。在浓缩池中增加慢速搅拌浓缩机械，提高混合后废水的浓缩效果。

方案 4 活性炭滤池反冲洗废水在回收水池通过底部刮泥机预浓缩，上清液可考虑适时回用。同时本方案建设过程较方便，管道工程量小。滤池反冲洗水进入回收池，上清液回收，底部设置污泥浓缩机，对底泥进行浓缩后进入排泥处理系统。

综上所述，本工程拟采用方案 4 作为推荐方案。

#### 4.配水管网工程方案

##### 4.1.配水管网布置

本次实施工程为三水厂部分配水管网及加压泵站部分。新建配水管网 DN700-DN500 供水管道 45km，DN300-DN110 管网改造 20km。加压泵站 2 座，分别为凹凸棒产业园加压泵站 3 万吨/d，涧溪加压泵站 0.6 万吨/d。



## 4.2.加压泵站站址位置选择

### 4.2.1.选址原则

泵站厂址的选择在整个供水系统工程中占有重要位置，这不仅制约着输水管线的走向，还直接影响着供水系统的布局和运行成本，站址选择应遵循以下原则：

- (1) 符合城市总体规划；
- (2) 有利于提高供水系统的安全可靠性；

- (3) 尽可能位于供水管网系统覆盖范围中心；
- (4) 有良好的环境条件；
- (5) 符合土地利用和保护，尽量不占用农田和保护区，不得占用基本农田；
- (6) 有良好的供电、排水、交通等基础设施条件；
- (7) 有良好的工程地质条件。

#### 4.2.2.站址方案

泵站的站址位置选择涉及到规划、交通、供电、环境等因素，是优化给水系统方案的重要因素。本次方案在结合现场调研的基础上，在供水系统方案中结合现状管网及用水分布情况，综合土地利用规划情况合理选择站址，为保证下一步工程的顺利实施，本次选址尽量选择在可建设用地范围内。

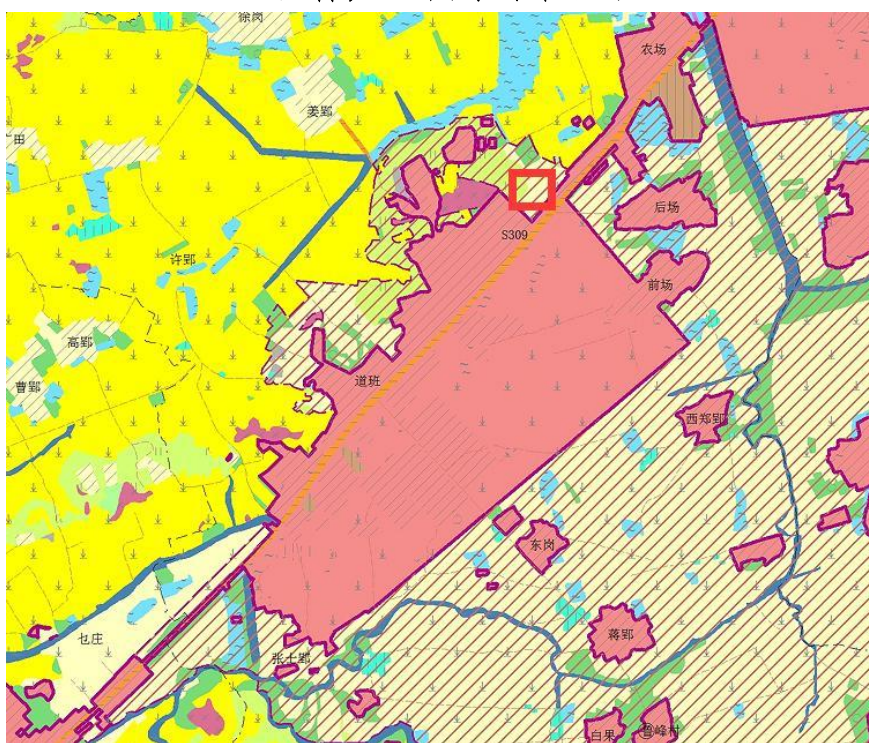
结合土地利用规划，按照节约集约原则，不得占用永久性农田，不占用耕地。

##### 一、凹凸棒产业园泵站位置





凹凸棒产业园泵站位置图



凹凸棒产业园泵站土地利用图





涧溪泵站位置图



涧溪泵站土地利用图

#### 4.3.加压泵站形式选择

给水加压泵站形式一般有 2 种：

传统调节泵站（清水池+水泵）

### 无负压叠压泵站

传统调节泵站主要由调节水池和加压泵房组成，调节水池内储存一定量的水，通过水泵将水输送至用户。



无负压叠压泵站主要由无负压供水设备组成，设备直接连接到供水管网上进行增压后，输送至用户



根据以往运营经验，在工业园区用水的平均日供水量低于设计供水规模，该工况下，由于管道是按远期建设，管道管径大，水头损失小，到泵站的水头高。工业用水集中在工作日，夜间用水量小，若采用传统清水池加压泵站，浪费剩余水头，且需日常加氯，增加电费及运行管理难度，故本次泵站形式选取原则应在保障供水安全性的前提下，考虑节

能降耗。本次推荐采用无负压泵站+清水池形式，考虑小流量时段采用无负压供水，在大流量条件下考虑清水池调节水量。

#### 4.3.1.清水池形式

清水池是给水系统中调节水厂均匀供水和满足用户不均匀用水的调蓄构筑物。清水池的有效容积包括调节容积、消防用水量和安全储量。

在二次加压泵站的清水池一般可选址不锈钢成品清水池及传统混凝土清水池。传统混凝土清水池结构稳定，耐久性强，但其存在投资高，地基处理费用高，容易滋生细菌产生二次污染。

不锈钢水箱其产品采用 SUS304 不锈钢板精工模压而成，造型美观、经济实用、主体以久不坏。不锈钢水箱与其它水箱相比，具有外形美观、重量轻、强度高、耐腐蚀、耐高温、水质清洁，防渗，抗震，永不生青苔，水质无二次污染，安装方便，无需维修，便于清洗等诸多优点。但不锈钢清水池的容积有限，且不锈钢在氯离子环境下容易被腐蚀。

在市政供水加压泵站中，泵站规模较大，本次规划日供水规模将为 3 万吨，调节容积量大，同时需对泵站进行二次补充加氯，为避免不锈钢腐蚀风险，建议仍采用传统混凝土清水池形式。

## （二）工程设计

### 1.取水工程设计

次取水泵房采用分层取水，根据后期水库水质变化情况确保取水水质满足《生活饮用水水源水质标准（CJ3020-93）》。

泵船的稳定性应满足 MSA（船舶与海上设施法定检验规范）《内河船舶法定检验技术规范》（2011）对停泊于内河 B 级航区取水泵船的要求。泵船的干舷尺寸、吃水深度（不得大于 1.05m（该尺寸根据河道或水库的最低水位确定））、船体深考虑风、浪及其它附加力矩冲击的

影响，在受风浪冲击、风压作用及船舶移位时，泵船横倾角小于  $2^{\circ}$ ，并满足在最大横倾角时约有 0.5 米的干舷(其干舷变化值小于 0.2m，船舶最小干舷为 1.0m)。

### 1.1.主要技术参数

#### 一、船体主尺寸

总长 L: 27.20m

型宽 B: 10.2m 型深 D: 2.80m

吃水 d: 1.55m

甲板室最大宽度 b=10.50m

水线以上主船体及上建宽度大于 B/4 舱室高度之和 h=7.00m

主甲板室长度  $l_i=44.00m$

主甲板室高度  $h_i=5.50m$

停泊航区：B 级航区。

#### 二、结构形式

船体结构按 B 级航区要求设计，主船体为钢质、全电焊、横骨架式结构。主船体是一个  $50m \times 17m \times 3m$  对称的方箱形结构，艏艉削斜，具体结构方式如下：

1.全船共分为 25 个水密隔舱，具有良好的抗沉性，能保证船体 3 舱遭到损坏进水，仍有足够的浮力；

2.船体设计时精确分配了设备安装位置，使船体左右的重量保持平衡，船体始终处于水平状态；

3.取水泵船采用模块化设计方式，共由 18 个  $11m \times 2.5m \times 1.5m$  相互独立的模块组合而成，便于汽车运输，加工周期短；分段上设置有连接公母槽，通过连接插销连接，实现水上拼装，节约施工时间。

船体外板及水密舱壁均采用厚度为 8mmCCSA 钢板制作而成，焊接牢固，焊缝匀称，船体完工后做焊缝无损探伤试验和整体充气耐压试验。船体内采用空气压缩机供气，气压为 0.2MPa，保压半小时。

整体泵船采用了结构加强措施，内部纵向及横向设有纵向焊有角钢、折边材加强，增强了船体纵向和横向的整体强度性能。在水泵、摇臂装置、吊架、等需要承载的部位做局部加强，提高了泵船的安全性，同时有利于减少泵船振动和噪声。

为保证取水泵船在运行、巡检和维修中的稳定性，通过锚泊系统、系泊系统对船体实现定位，以对抗河流流船体产生的冲击力，增加了稳定性。

### 1.2.引锚泊及系泊设备

泵船锚泊及系泊设备应按《钢制内河船舶建造规范》的相关要求进行计算。经计算，泵船需配置：

- 1、艏锚 2 口，每只重 1200kg，AM2 级直径  $\Phi 20.5\text{mm}$  有档焊接锚链，总长 275m，每根长：138m；
- 2、艉锚 1 口，每只重 200kg，直径  $\Phi 14\text{mm}$  锚索 1 根，长 138m；
- 3、、系船索：直径为  $\Phi 20.5\text{mm}$ ，最小破断力 156800N，2 根；直径为  $\Phi 17\text{mm}$ ，最小破断力 104860N，3 根；直径为  $\Phi 13\text{mm}$ ，最小破断力 63770N，2 根；

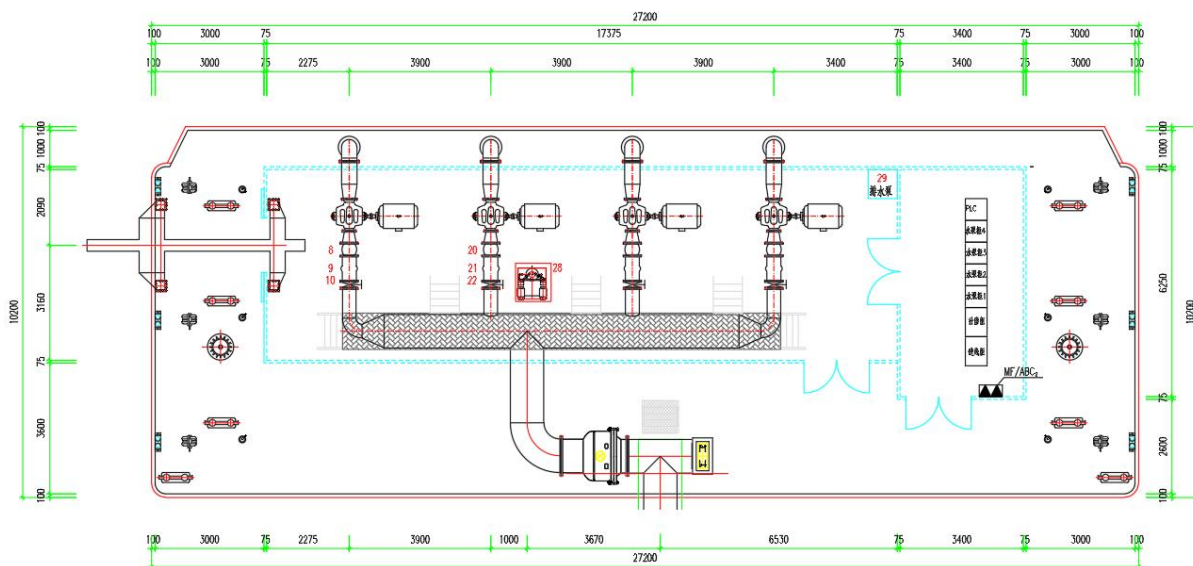
由于取水泵船需在任何风浪下确保不走锚，以保证泵船正常工作，实际取值应略大于计算值。

### 1.3.泵房

取水泵房是泵船体的重要功能区域，取水规模 10.0 万  $\text{m}^3/\text{d}$ ，水厂自用和管网漏损取用水系数的 10%。设置 4 台变频水泵，2 大 2 小，3



用 1 备，大泵参数： $Q=2291.6\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=45\text{m}$ ， $P=110\text{kW}$ ，小泵参数： $Q=1145.84\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=45\text{m}$ ， $P=75\text{kW}$ 。



泵船设备平面布置图

取水喇叭口处设置拦污格栅，取水泵选用离心泵，大泵进水管管径 DN600，出水管管径 DN500；小泵进水管管径 DN500，出水管管径 DN400，出水母管管径为 DN1000。泵船与岸上支墩间的输水管采用万向摇臂接头联接，输水管采用  $D1020 \times 9$  钢质管道，长度 600m。输水管上架设人行栈桥，工作人员可自由进出泵船。

考虑到摇臂管长度、自重自重、以及水泵启动后管道里面充满水的重量、运输备件上下船的重量等方面因素。联络管强度会受到影响，管道底部设置了反口加强措施。采用  $700 \times 12$  扁钢，做成 T 型结构，以增加联络管的强度，满足联络管工作状态下的抗弯曲强度。在施工时，再放适当扰度，效果更好，管道承载强度更高。同时管道侧面加有每隔 1.5m 加有刚性环结构，提高了管道刚度及结构强度。

联络管一侧设置电缆桥架支架，所有上下泵船的电缆全部放置在电缆桥架内，不外露，符合国家关于安全用电的要求。

取水泵房采用钢质泵房，泵房围壁及房顶均采用 4mm 钢板制作。

房顶可安装 LED 彩灯，用于夜晚装饰；房顶设有航标灯，可在夜晚起到警示作用；房顶另设有防雷系统，可保证护泵船免遭雷击，保证运行安全。

围壁上设有门窗、通风设施等，为了与周围环境相协调，围壁可涂成当地建筑或环境一样的颜色，与周围环境融为一个整体。

## 2.输水管线设计

### 2.1.输水管线平面及纵断面设计方案

#### 1)管道平面线路

根据《室外给水设计标准》及《城市工程管线综合规划规范》对工程管线综合规划的规定：“应结合城市道路网规划，在不妨碍工程管线正常运行、检修和合理占用

土地的情况下，使线路短捷”，“平原城市宜避开土质松软地区、地震断裂带、沉陷区以及地下水位较高的不利地带；起伏较大的山区城市，应结合城市地形的特点合理布置工程管线位置，并应避开滑坡危险地带和洪峰口”，在本工程规划选定的线路方案基础上，对现场进行详细查勘后，确定本阶段管道平面线路。

#### 2)管道纵断面

输水管道纵断面主要根据管道沿线地形的变化情况，以满足管顶埋深要求，并尽量控制减少竖向转折为前提加以确定，一般情况下管顶最小覆土厚度取为 1.0m，在农田位置最小覆土厚度取为 1.5m；遇沟渠处，采取倒虹吸的布置型式从沟底穿越，以满足现状沟渠的排水要求，并减少管道开挖工程量。

### 2.2.管道设计

由于输水管道距离较近，本次设计按照供水规模 10.0 万 m<sup>3</sup>/d 一次性建设完成，根据《室外给水设计标准》GB50013-2018，输水管道宜设置两根，单根管道输水能力满足厂区总规模的 70%。输水规模 10 万 m<sup>3</sup>/d。

1、原水管道事故工况具体设计参数如下：

输水流量：3208.4m<sup>3</sup>/h

管径、管长：1 根 DN1000，长度 15km

管道流速：0.83m/s

水力坡降：2.99‰

沿程水损：18.3m

### 2.3.输水管道施工方式简述

#### 1、开挖施工

施工准备（管道的采购、运输和存放）→清理施工现场→测量定位→表层土清理或破除路面→施工降排水→基槽开挖及必要的支护→地基处理（如果需要）→人工整槽→验槽→管道基础→管道安装→接口处理→阀门井砌筑及阀门安装→水压试验→冲洗与消毒→项目监理验收及检验（至缺陷责任期结束）→回填夯实→地表恢复→土方外运→施工人员、机具和余料退场。





管道开挖实景图

## 2、架支墩施工

该施工方式结合河道宽度，设置不同数量的支墩，过河给水管水平固定在支墩上，跨过河道。其中支墩可设在河道内，也可设置在河道岸边，在安徽省内过河管道方式中较为常见。

优缺点：管道检修维护较方便；工程投资相对较低；河堤破坏程度相对较小；施工难度相对较小。但其施工需要和河道主管部门协调，在施工过程中可能影响下游城市供水和水源保护；施工过程需要做施工围堰，影响河道通流；支柱置于河道中间，跨度小，管道高程低，不适用与河道通航；景观性较差。



支墩过河实景图

### 3、顶管施工

该施工方式为给水管道顶管施工过障碍物，在障碍物两侧设置工作井和接收井。

优缺点：不影响现状河道及障碍物；无需做施工围堰，施工不影响河道通流；工程施工技术成熟。如果过河时，河岸两侧地势高，工作井深度大，增加施工难度；管道检修不方便；需要临时征地，有足够的场地来设置工作坑，对障碍物附近空余地块破坏程度相对较大；应进一步提供地质勘察资料，河床钎探报告来确定可行性，如遇岩石地基，需爆破顶管，费用会大幅提升。



顶管工作井实景图

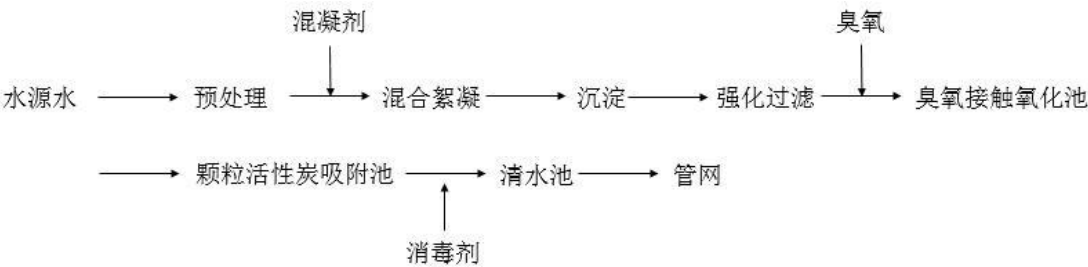
2.4.输水管线具体施工方案

输水管线距离长，沿线有不同的铺设条件。本次设计主要施工方式如下：开挖施工、架支墩施工、顶管施工、包管施工和打隧洞施工等。

我院设计人员实地踏勘，本次输水管道沿线现状为农田，局部存在河道、道路等障碍物。因此，原水管道本次农田段采用开挖施工方式，过河处采用围堰开挖，过路采用顶管施工方式。

3.水厂工艺设计

经上一章工艺方案论证，本工程推荐采用如下净水工艺流程



3.1.配水井预氧化池

设预臭氧接触池座，单座规模为 10 万  $\text{m}^3/\text{d}$ ，分独立运行的 2 格。设计水力停留时间约 7min，臭氧投加量 1.0mg/L。接触池内有效水深约 6.9m。

原水管在进入水厂内后，全部进入预臭氧接触池，2 根进水水平管道上依次安装手动检修蝶阀、电动调流蝶阀，出水管上安装手动检修阀。进出水管间设置超越管，超越管上设置手动检修蝶阀。

预臭氧投加采用水泵增压水射器投加方式，设 2 台增压水泵，1 用 1 备，单泵功率 22kW，设 2 套臭氧投加水射器和臭氧扩散器。预臭氧接触池池顶设置压力安全阀、臭氧尾气分解破坏器等设备。

出水采用堰后跌落，考虑通过跌落消除水中余臭氧，保护沉淀池内设备，出水堰后跌落约 0.5m，出水为 2 根 DN1000 管道至平流沉淀池。

预臭氧下部设置泥斗及 DN200 排泥管，排泥管端部依次设置手动软密封闸阀、气动闸阀（排泥阀）。排泥管单边 6 处，单侧排泥。排泥槽排出管管径 DN300。

### 3.2.折板絮凝平流沉淀池

本工程设机械混合折板絮凝平流沉淀池新增加 1 座，分 4 格，设计规模 7 万  $\text{m}^3/\text{d}$ 。每格分别对应一座与平流沉淀池合建的机械混合池及折板絮凝池。

机械混合池内设 1 台快速混合搅拌机，混合时间 30S，G 值 $\geq 500\text{s}^{-1}$ 。絮凝采用竖向流单通道多级串联的折板絮凝形式，布置成 3 段串联，絮凝时间 21min。折板采用 120°相对折板，316 不锈钢材质。絮凝池底部设穿孔排泥管，末端设隔膜角式排泥阀。原水经折板絮凝后进入沉淀池，平流沉淀池设计停留时间 2.7h。有效水深为 3.6~4.5m，底部沉泥高度 0.1m。沉淀池出水采用不锈钢穿孔指形槽，出水负荷  $200\text{m}^3/\text{d}\cdot\text{m}$ 。每格

沉淀池设 1 台泵吸式刮泥机，吸泥机共 6 个吸泥口，按 1 吸口  $25\text{m}^3/\text{h}$ 。

沉淀池最前端及末端吸泥机吸不到，需要增加一道 DN200 排泥管。

### 3.3.V 型滤池

设 V 型滤池 1 座，设计规模 7 万  $\text{m}^3/\text{d}$ ，单座分为 6 格，双排布置，双排之间设管廊。活性炭滤池水深约 3m。

V 滤池采用下向流形式，单格有效面积约  $52.8\text{m}^2$ ，设计正常滤速  $7\text{m}/\text{h}$ ，强制滤速  $8.2\text{m}/\text{h}$ ，工作周期 24h。反冲洗先气冲，再气水联冲，最后水冲；冲洗时间分别为 1.5min、5min 和 5min。

同侧 3 格活性炭滤池通过渠道及进水堰配水，每格设 DN700 进气动蝶阀将水引入池底配水配气渠，并通过配水配气系统均匀配水至整格活性炭池。出水通过  $500\times 600$  出水槽收集后进入出水渠道，并设 DN300 初滤水排放阀门，DN350 反冲气阀门 1 只，均采用气动执行装置。

V 滤池采用气、水反冲方式，气冲强度  $15\text{L}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ ；水冲强度  $5\text{L}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 。

### 3.4.后臭氧接触池

本工程设提升泵房及后臭氧氧化池 1 座，设计规模 10 万  $\text{m}^3/\text{d}$ 。提升泵房与后臭氧接触池合建，主要是将 V 滤池出水提升至后臭氧接触池。提升水泵采用潜水轴流泵，单座泵房配备 3 台水泵（2 用 1 备），单台泵设计参数为  $Q=1375\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=6\text{m}$ ， $P=30\text{kw}$ 。

后臭氧加注量  $2.0\text{mg}/\text{L}$ ，在臭氧接触池各段的加注量可根据实际需要进行调整。

臭氧接触池分为 1 座，每座处理规模 10 万  $\text{m}^3/\text{d}$ 。臭氧接触池为全封闭钢筋混凝土结构，水深 5.8m，设计水力停留时间约 5min。每座分 2



格,每格接触池为三阶段接触反应,各段接触时间依进水方向约为 1min、3min、1min,各阶段布气量可根据实际需要进行调整,设计按 25~20%、50~60%和 25~20%调节布气。

臭氧接触池采用密闭对流接触方式,在接触池下部采用曝气盘微孔曝气,臭氧上向流,水流下向流,以达到充分反应。接触池内逸出的臭氧经负压收集、热催化剂破坏分解成氧气后排入大气。在接触池顶部设尾气管和臭氧尾气处理装置,以降低臭氧尾气散逸到大气中的浓度。

臭氧接触池建于滤池进水端,臭氧接触池内出水通过堰跌落 0.5m 进入出水渠,并采用渠道与后续的活性炭滤池连接。

### 3.5.下向流 V 型活性炭滤池

设下向流活性炭滤池 1 座,设计规模 12 万  $\text{m}^3/\text{d}$ ,双排布置,双排之间设管廊。活性炭滤池水深约 4.5m。

活性炭滤池采用下向流形式,单格有效面积约  $63.2\text{m}^2$ ,设计正常滤速  $8.3\text{m}/\text{h}$ ,强制滤速  $9.96\text{m}/\text{h}$ ,石英砂滤层厚 0.6m,活性炭滤层厚 2m,炭砂层接触时间 18.8min,选用 20~50 目颗粒活性炭,不均匀系数 1.4,水浸湿颗粒密度 $\leq 1.5\text{g}/\text{cm}^3$ 。承托层采用砾石为分层级配,分 2~4、4~8、8~16mm 各 1 层,每层 150mm,共 0.45m。

同侧 3 格活性炭滤池通过渠道及进水堰配水,每格设 DN700 进气动蝶阀将水引入池底配水配气渠,并通过配水配气系统均匀配水至整格活性炭池。出水通过 500×600 出水槽收集后进入出水渠道,并设 DN300 初滤水排放阀门, DN350 反冲气阀门 1 只,均采用气动执行装置。

活性炭滤池采用气、水反冲方式,气冲强度  $15.3\text{L}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ ;水冲强度  $8.9\text{L}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 。

### 3.6.反冲洗泵房及鼓风机房

设 1 座反冲洗泵房，布置卧式离心泵、鼓风机、空压机、增压水泵。

设 4 台卧式离心泵，2 用 2 备，全变频，作为活性炭滤池的冲洗水源。用于 V 滤池单泵流量  $936\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 11m，电机功率 45kW。用于活性炭滤池单泵流量  $1944\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 10m，电机功率 75kW。

设 4 台螺杆鼓风机，2 用 2 备，全变频，作为 V 型滤池和活性炭滤池冲洗的气源。V 型滤池气冲鼓风机风量  $2772\text{m}^3/\text{h}$ ，风压 60kPa，电机功率 55kW；活性炭滤池气冲鼓风机风量  $3312\text{m}^3/\text{h}$ ，风压 50kPa，电机功率 75kW。

设置空压机 2 台，单台风量  $60\text{m}^3/\text{h}$ ，8bar，15kW，1 用 1 备，成套配置，包括储气罐、空气冷干机、过滤器等设备及其管配件，储气罐容积 0.5m。

在反冲洗泵房和鼓风机房内设 2 台电动单梁悬挂起重机（2 吨和 3 吨）。

### 3.7.清水池

本工程扩建 1 座清水池，单座总有效容积  $11600\text{m}^3$ ，可保证 30min 接触时间；可保证约 17.6% 的调节容量。

清水池有效水深 4m。清水池采用地下式布置，上部覆土绿化和球场。

清水池进出水管 DN1000，均设手动蝶阀；溢流管 DN1200，通过溢流堰出水，接厂区雨水系统。

### 3.8.吸水井及二级泵房

吸水井及二级泵房规模 7 万  $\text{m}^3/\text{d}$ 。泵房共设 5 台泵位，2 台大泵，3 台小泵，备用 1 台大泵，全部变频， $K_h=1.4$ 。水泵出水管路设 DN600

和 DN450 蝶式微阻缓闭止回阀和手动阀门各 1 只。泵房内设电动单梁桥式起重机 1 台，起吊重量为 5 吨。

泵房内设置直径 1.2m 集水坑一座，深度为 2.0m，坑内固定安装潜水排污泵 2 台，流量为 25 m<sup>3</sup>/hr，扬程 15m，功率 1.5kW。

### 3.9.臭氧发生器间

臭氧发生器间规模 10 万 m<sup>3</sup>/d，设计臭氧最大投加量为 3mg/L，平均投加量 2.0mg/L。其中预臭氧 1.0mg/L，后臭氧为 2.0mg/L。

设 2 台臭氧发生器，在臭氧浓度 10wt%，冷却水温度 25℃的条件下，每台产量 7kg/h，配电功率 90Kw。最大产量时 3 台全开，平均投加量时 2 用 1 备。当达到最大加注量且 1 台发生器发生故障时，在臭氧浓度 6wt%，冷却水温度 25℃的条件下，单台发生器能力应达到 10kg/h。

### 3.10.液氧站

臭氧气源采用液氧，液氧罐设在氧气站内。在臭氧发生器间北侧布置 1 只 30m<sup>3</sup>液氧罐，储存平均投加量 15 天的液氧用量。氧气站总占地面积约 100 m<sup>2</sup>，为露天布置，采用购买液氧方式，通过蒸发器向臭氧发生器间供氧。液氧站与周边厂区道路距离在 5m 以上，与其他建筑物最小距离在 12m 以上，满足《氧气站设计规范》（GB50030-2013）相关要求。

### 3.11.排泥池

设 1 座排泥池用于接收沉淀池排泥、脱水机房滤液，上述生产废水进排泥池调蓄后通过潜水泵提升至浓缩池。

排泥池分成独立运行的 2 格，水深 3.0m，净容积 1820m<sup>3</sup>。设 4 台潜水排污泵，2 用 2 备，全变频，单台流量 87.5m<sup>3</sup>/h，扬程 14m，电机功率 7.5kW。为防止污泥沉降，每格排泥池均设 2 台轴流推送器，单机



功率 7.5kW。

### 3.12.排水池

设 1 座排水池用于收集活性炭滤池初滤水。上述废水经水池调蓄后均匀回流至预臭氧接触池进水端。

回用水池分成独立运行的 2 格，水深 5.5m，净容积 2300m<sup>3</sup>。设 4 台潜水排污泵，2 用 2 备，全变频，单台流量 200m<sup>3</sup>/h，扬程 20m，电机功率 15kW。

### 3.13.污泥浓缩池

设 2 座直径 14m 的重力浓缩池，浓缩池池边有效水深 4.65m。24 小时运行，设计干泥量时，液面负荷 0.12m<sup>3</sup>/（m<sup>2</sup>•h），固体通量约为 0.75kg/（m<sup>2</sup>•h）；最大干泥量时，液面负荷 0.17m<sup>3</sup>/（m<sup>2</sup>•h），固体通量约为 1.42kg/（m<sup>2</sup>•h）。

每座浓缩池设中心传动全桥式浓缩刮泥机 1 台，单台功率 4.0kW，以增加浓缩污泥浓度。

浓缩池进泥总管口径 DN300，单池进泥管口径 DN150，单池进泥管上依次设置手动检修阀、电动调流阀、流量计。上清液通过三角堰出水槽收集，达标排放至厂区雨水系统，单池上清液排放管 DN250。浓缩池底泥通过 DN250 排泥管间歇重力压至平衡池，排泥管上依次安装手动闸阀、污泥浓度计、电动闸阀、手动闸阀。

### 3.14.污泥平衡池及进料泵房

设置污泥平衡池以接纳浓缩污泥，使浓缩泥含固率保持相对稳定，在浓缩池与脱水机械之间起平衡及缓冲作用。

平衡池规模 10 万 m<sup>3</sup>/d，根据上章节分析，本工程污泥处理系统设计浊度为 128NTU，最大浊度为 250NTU，对应设计干泥量为 21t/d，最

大干泥量为 41t/d。

平衡池体积按 0.5 天的最大干泥量计算。250NTU 时全厂干泥量为 41t/d,以污泥浓度 3%计,每天污泥量 1366m<sup>3</sup>/d,取平衡池容积为 1000m<sup>3</sup>。

平衡池分成 2 格池,水深 3.0m,净容积 1000m<sup>3</sup>,每格平衡池内安装 2 台搅拌机,单机功率 5kW,以防止污泥的沉积。

进料泵房设 3 台螺杆泵作为离心机的进料泵,单泵流量 25m<sup>3</sup>/h,扬程 20m,电机功率 7.5kW。为防止污泥中的大颗粒物损坏离心机的旋转叶片,每台螺杆泵前均设置污泥切割机。

### 3.15.污泥脱水机房及进料泵房

污泥脱水机房与进料泵房合建,规模 10 万 m<sup>3</sup>/d。

污泥脱水机房设离心脱水机 3 套,单台离心脱水机处理能力 15m<sup>3</sup>/h,单套功率 22+11kW。设计干泥量时 2 用 1 备,工作 8h;最大干泥量时 3 台全开,工作 6h。

药剂采用固体粒状 PAM 高分子聚合物,设计最大投加量为 4kg/t 干泥,PAM 投配浓度为 0.5%,在线稀释至 0.1%后投加,通过螺杆泵加注至离心机进口。配置 PAM 投配系统 2 套,单套制备能力 8kg/h。设加药螺杆泵 4 台,3 用 1 备,单台流量 1.2m<sup>3</sup>/h,扬程 20m,电机功率 1.5kW。配置 2 台立式增压泵,1 用 1 备,流量 20m<sup>3</sup>/h,扬程 20m,功率 5kW。

脱水机房设置值班室、卫生间,脱水机房及堆棚设置冲洗龙头、洗手盆,污泥堆棚墙面全部采用瓷砖到顶。

## 4.建筑设计

本项目各单体建筑设计使用年限均为 50 年,结构形式为框架结构,其中超滤膜车间地上部分为钢结构。屋面防水等级均为 II 级。建筑耐火等级均为二级。

平面布置原则是：功能空间布局紧凑合理、分区明确、联系方便、高效

便捷，满足工艺专业的各项使用要求。

立面设计：

本项目为现状水厂改扩建项目，建筑样式保持一致，建筑设计基本原则采用如下：立面设计上采用新中式建筑风格，厂内建筑物以简洁明快的米白色真石漆为主调，以朴素优雅的灰色涂料作点缀，将二种立面元素有序的组合在一起，简洁但不乏细部的考虑，在保证大的体量关系的基础上，创造出丰富的肌理效果，体现出纯粹简约、大气的现代风格；建筑色彩简洁大方，体型简约而多变，强调虚实对比，材质对比、立面凹凸有致，形成较为丰富的空间层次。通过现代装饰材料（真石漆、金属瓦）和手法修改了传统建筑中的各个元素，并在此基础上进行必要的演化和抽象化，外貌上看不到传统建筑的原来模样，但在整体风格上，仍然保留着中式建筑的神韵和精髓。空间结构上有意遵循了传统建筑的布局格式，但不循章守旧，根据当地特色吸收了当地的建筑色彩及建筑风格，自成特色。

## 5.结构设计

### 5.1.设计原则

建（构）筑物的设计，在满足业主要求的同时，贯彻执行国家的技术经济政策，做到安全适用、技术先进、经济合理、确保质量、保护环境。

结构设计根据建（构）筑物的具体情况，采用不同的结构形式，保证建（构）筑物满足强度、刚度、变形、耐久性的要求，符合国家规范及标准。

## 5.2.结构设计技术标准及相关参数

### (1) 安全等级

本工程新建构（建）筑物结构安全等级为二级，结构重要性系数  $r_0=1.0$ 。结构构件设计使用年限为 50 年。

### (2) 荷载取值

风载：基本风压  $0.45\text{kN/m}^2$ ；地面粗糙度 B 类。

雪压：基本雪压  $0.55\text{kN/m}^2$ ；

屋面均布活荷载标准值： $0.5\text{kN/m}^2$ （不上人屋面）， $2.0\text{kN/m}^2$ （上人屋面）；

楼梯活载： $3.5\text{kN/m}^2$

构筑物侧边地面堆载： $10\text{kN/m}^2$ 。

其余活载见《建筑结构荷载规范》。

### (3) 设计控制标准：

a.水池构筑物环境类别为二 b 类，地面建筑物室内环境类别为一类，室外环境类别为二 a 类。

b.一般水池、泵房下部的最大裂缝控制宽度为  $0.20\text{mm}$ ；

与强腐蚀性液体接触的水池，如臭氧接触池、加药间内储药池等，最大裂缝控制宽度为  $0.15\text{mm}$ ；

地面建筑的最大裂缝控制宽度为  $0.30\text{mm}$ 。

c.室内扶梯根据需要选用钢筋混凝土结构或钢制，室外扶梯采用或钢制；

d.控制水池地基的最大沉降量不大于  $200\text{mm}$ ，控制相邻水池的相对沉降量不大于  $50\text{mm}$ ，控制砌体结构建筑物的局部倾斜不大于  $0.002$ ，控制框架结构相邻柱基的沉降差不大于  $0.002L$ 。

e.结构稳定性标准：抗滑： $k \geq 1.30$ ；抗倾覆： $k \geq 1.50$ ；抗浮： $k \geq 1.05$ 。

抗浮设防水位：拟建（构）筑物的设计抗浮水位为设计室外地坪面以下 0.50m。

#### （4）防水抗渗标准

贮水或水处理构筑物按防水等级二级，采用二道防水措施；根据《地下工程防水技术规范》（GB 50108-2008）二级防水具体规定如下：不允许漏水，总湿渍面积不应大于总防水面积的 2/1000；任意 100m<sup>2</sup> 防水面积上的湿渍不超过 3 处，单个湿渍的最大面积不大于 0.2m<sup>2</sup>；平均渗水量不大于 0.05L/(m<sup>2</sup>•d)，任意 100m<sup>2</sup> 防水面积的渗水量不大于 0.15L/(m<sup>2</sup>•d)。

#### （5）防水防腐措施

采用抗渗混凝土，±0.00m 标高以上池外壁外露部分采用水泥砂浆抹面：刷素水泥浆（掺水泥量 10%的环保建筑胶），1：2 水泥砂浆。基础垫层为 C20 级素混凝土，厚 100mm，四周扩出基础底边各 100mm。池体防腐选用《20J333 建筑防腐蚀构造》图集第 10-10 页池槽，面层涂料选用编号 1 厚浆型环氧涂料。

预埋管、预埋螺栓设置止水片。施工中不设置竖向施工缝，水平施工缝设钢板止水带，并按抗渗要求处理。

变形缝中设带钢边天然橡胶止水带，便于施工安装固定，表面嵌双组份聚硫密封膏。设计中采取措施控制变形缝两侧的不均匀沉降，如变形缝下设枕梁或适当的地基处理等。

清水池内由于存在余氯，有一定腐蚀性，迎水面采用可用于饮用水聚合物水泥砂浆防腐，厚 20mm。

与腐蚀性溶液接触的溶液池、储药池迎水面采用增强纤维塑料防腐。

臭氧接触池迎水面采用可用于饮用水的抗臭氧氟碳涂料。

(6) 主要结构材料标准

水泥：普通硅酸盐水泥强度等级不低于 42.5MPa。

混凝土等级：

C30、P6：用于一般水池、泵房下部；

C30：用于建筑物的主体结构；

C20：池内回填；

C15：用于地坪结构、管槽、建（构）筑物的基础垫层。

砌体材料：地下部分采用 MU20 混凝土实心砖，Mb10 水泥砂浆砌筑；地上部分采用 A5.0 加气混凝土砌块，Ma5.0 混合砂浆砌筑。

钢筋：

HPB300 热轧钢筋，强度标准值  $f_yk=300N/mm^2$ ；

HRB400E 热轧钢筋，强度标准值  $f_yk=400N/mm^2$ 。

铁件：Q235B，作防腐处理。

### 5.3.抗浮设计

本工程抗浮设防水位为设地面下-0.5m，各构筑物均需进行抗浮计算。为降低工程造价，构筑物抗浮尽量利用自重、底板外挑覆土或顶板覆土作为抗浮重量。

本地区常用的辅助抗浮措施包括单节管桩、钻孔灌注桩等方式。单节管桩施工方便、施工周期短、工程造价低，但受桩长限制，抗拔承载力较低；钻孔灌注桩施工工艺成熟、抗拔承载力较高、对周边环境影响小，但施工周期长、工程造价高。

结合场地地质条件、构筑物抗浮承载力，工程投资、施工便利性等因素，反冲洗泵房和清水池两个单体采用单节管桩抗浮方式。

## 5.4.危险性较大分部分项工程设计要求

### (1)基坑工程

本工程属于新建工程，且周边无需要保护的构（建）筑物基坑可采用放坡+土钉的支护方式。施工过程中应注意如下事项：

a.施工前应进一步摸清现场情况。

b.基坑开挖前，应制定详细、可行的施工组织方案，并根据实际情况针对支护结构施工和基坑开挖可能发生的问题制订相应的应急预案，确保基坑的安全。

c.土方开挖必须根据现场情况布置按分层、分块、对称、限时、限量的原则，分段均匀连续进行。

d. 施工过程中基坑（槽）不得暴晒或泡水。地基基础工程宜避开雨天施工；雨期施工时，应采取防水措施

e.基坑回填要求需严格按照设计要求执行。

f.加强施工监测：整个施工过程必须对周边环境进行严密的监测，实行监控信息化管理，以保证周边环境不受工程施工影响。

g. 基坑开挖接近设计标高处，宜留约 300mm 土的厚度，待浇筑垫层前人工挖除，验槽合格后应及时浇筑混凝土垫层或采取其它封闭措施。

### (2)高支模工程

本工程中涉及高支模施工的单体包括：预臭氧接触池、后臭氧接触池、炭滤池、吸水井及二级泵房、反冲洗泵房、回收池、浓缩池、综合加药间、污泥脱水机房及进料泵房等。施工过程中应注意如下事项：

a.进场的模板、钢管、扣件等配件需经验收合格后方可使用。

b.高支排架立杆、水平杆及剪刀撑的布置应严格按照要求布置。

c.模板承重架应与已浇注的砼墙或柱作顶紧及拉结节点，增强整体

稳定性。

d.混凝土浇筑过程中要确保模板支架要受到均匀荷载；注意避免混凝土流淌形成堆载。

e.严格控制实际施工荷载，不得超过设计荷载，对可能出现超过最大荷载的现象要有相应的控制措施，钢筋等材料不得随意堆放在支架上方。

f.浇筑混凝土过程中，派人检查支架和支承情况，发现下沉、松动的变形情况及时上报、解决。

### （3）起重吊装及起重机械安装拆卸工程

a.起重、吊装应考虑对周边环境、交通的影响；

b.起重吊装承重点不得影响地下管线及周边构筑物；

c.吊装作业时，严格开工至吊车回转半径，避免触及周边建筑物及高压线等；

d.起重吊装中应采取切实可行的措施对风险进行控制，并应有切实可行的应急预案措施。

### （4）脚手架工程

a.脚手架工程应考虑对周边交通影响，不得侵入生产厂区界线；

b.脚手架应设置有效的安全标志及防撞设施，避免安全事故发生；

c.脚手架工程不得影响周边建筑物、管线及高压线等。

## 6.电气设计

### 6.1.设计依据

本工程依据以下电气设计规范、工艺专业所提条件及其他资料进行设计：

1、《20kV 及以下变电所设计规范》（GB50053-2013）；



- 2、《供配电系统设计规范》（GB50052-2009）；
- 3、《低压配电设计规范》（GB50054-2011）；
- 4、《通用用电设备配电设计规范》（GB50055-2011）；
- 5、《建筑照明设计标准》（GB50034-2013）；
- 6、《建筑物防雷设计规范》（GB50057-2010）；
- 7、《电力工程电缆设计规范》（GB50217-2018）；
- 8、《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》（GB/T50062-2008）；
- 9、《3—110kV 高压配电装置设计规范》（GB50060-2017）；
- 10、《交流电气装置的接地设计规范》（GB50065-2011）；
- 11、《民用建筑电气设计标准》（GB51348-2019）
- 12、《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》（GB 50058-2014）
- 13、与本工程设计相关的其它设计规范；
- 14、工艺专业提交的设备表、工艺流程及平面布置图。

## 6.2.负荷等级

本工程为供水工程，若中断供电，将给城市居民生活造成重大影响。为保证水厂连续、可靠地运行，按《室外给水设计标准》GB50013-2018 相关条文要求，确定该给水工程用电负荷等级为二级。

## 6.3.功率因数补偿

为提高系统功率因数，减少线路损耗和变压器损耗，本工程净水厂部分在低压侧进行无功集中补偿，补偿后的 0.4kV 母线的功率因数将达到 0.95 以上，折算到 10KV 侧，功率因数达到 0.9 以上，满足当地供电部门要求。

## 6.4.操作电源

10kV 配电系统断路器分合闸为开关柜就地控制，断路器配弹簧储

能操作机构，操作电源为 DC220V，由专用的直流电源屏供电。

### 6.5.照明设计

电气照明设有工作照明、应急照明和户外道路照明，照明电源引自各区域内低压配电系统。正常照明系统的电压等级为 AC380/220V，控制方式采用集中及就地两种方式。

在保证照度的前提下，优先采用高效节能灯具和使用寿命长、光色好的光源，以降低能源损耗和运行费用，实现绿色照明。

室内照明主要采用三基色 T5 或 T8 荧光灯照明灯具；车间等场所室内照明主要采用防水、防尘、防腐型低频电磁感应灯类型的灯具；变配电间、总控制室等重要场所设应急照明灯具。

室外照明采用高效投光灯及庭院灯作为主要照明灯具。灯具形式与建筑物风格和厂区绿化环境相协调，营造良好的光环境。灯具的外壳防护等级要求室内不低于 IP44，室外不低于 IP65。

在各种不同的场所，照度要求不应低于以下数值。

厂区照明负荷计算表

区域	照度标准值 (lx)	功率密度值 (W/ m <sup>2</sup> )
配电装置室	200	7
变压器室	100	4
一般控制室	300	9
主控制室	500	15
泵房	100	4
反应沉淀池、滤池	50	4
加药间	100	4
办公室	300	9
厂区道路	8	0.5

在变配电间、总控制室等重要场所设应急照明灯具。应急照明的照度值不低于该场所一般照明照度值的 10%。应急照明采用自带蓄电池的

灯具，应急照明时间不小于 30 分钟。当正常照明电源失电后，应急照明应能自动投入。

在新能源系统高速发展的今天，电动汽车走进了越来越多的家庭，在厂前区办公楼停车场，设置部分交流充电桩，为水厂工作人员的电动汽车提供充电服务。

#### 6.6.防雷接地设计

按防雷规范要求，本工程二级泵房按第二类防雷建筑物考虑防雷设计，厂区内其他建筑物按第三类防雷建筑物考虑防雷设计，防直击雷采用在建筑物易受雷击部位采用避雷带进行保护，并在屋面组成不大于 10mX10m 或 12mX8m（二类防雷建筑）和 20mX20m 或 24mX16m（三类防雷建筑）的网格。

本工程 380/220V 侧采用 TN-C-S 制接地系统，变压器低压侧中性点直接工作接地。电源进出建筑物处均需重复接地，二级配电距一级配电的距离超过 50m 时设重复接地装置，重复接地电阻不大于 10 欧。

变配电间防雷接地系统采用共用接地体方式，其接地电阻要求不大于 1 欧姆。为了防止直击雷及感应过电压的侵害，变配电间内高、低压母线均装设防雷装置及电涌保护器。为防止雷电波侵入，各建筑物电源箱在其电源进线端安装电涌保护器。

对于插座回路、手持式及移动式用电设备、室外工作场所的用电设备等设置剩余电流动作保护，以进一步提高安全性。

全厂各建（构）筑物的接地装置与变配电间的接地装置借助于厂区电缆沟内的通长接地扁钢或电缆保护钢管焊接成一体，作等电位联结。各建（构）筑物设总等电位联结，进线配电箱的 PE 线、建筑物的金属结构、进出建筑的铠装电缆金属外皮、各种金属管道进户处，就近接入

总等电位联结箱。

## 7. 自控设计

为了提高水厂的现代化科学管理水平，保证生产安全、正常、有序地进行，最大限度地减轻工人的劳动强度，提高水厂的经济效益、社会效益及环境效益，有必要在全厂设置满足水处理工艺要求且性价比高的仪表及计算机测控管理系统。

### 7.1. 设计范围

本工程自控及仪表设计范围为全厂工艺流程中生产单元的过程控制及全厂自动控制系统、厂区视频监控系统设计及周界防护系统，自控具体设计内容为：

- 1、根据工艺流程配置必要的液位、流量和水质分析等检测仪表。
- 2、所有检测仪表信号的传送和显示。
- 3、根据设备运行要求，设置自动控制或自动调节装置。
- 4、按集中管理、分散控制的原则建立中央计算机控制系统及管理系统，合理设置现场 PLC 控制系统。

### 7.2. 检测仪表

本工程拟选用数字式智能化仪表测量各工艺、电气参数。主要检测仪表有：超声波液位计、电磁流量计、差压变送器、压力变送器、浊度分析仪、PH/T 分析仪、在线余氯分析仪等。主要监测：原水流量、进水 PH 值、温度、浊度；出水流量、压力、PH 值、浊度和余氯；沉淀池出水浊度；清水池水位；滤池水位、水位差、滤后水浊度；反冲洗泵及鼓风机出口压力；污泥浓缩池、平衡池液位及回收水流量等。

## 8. 配水管网工程设计

工程规模：供水规模为 3.6 万 m<sup>3</sup>/d。

工程内容：本次实施工程为三水厂部分配水管网及加压泵站部分。  
配水管网工程：新建配水管网 DN700-DN500 供水管道 45km，  
DN300-DN110 管网改造 20km。加压泵站 2 座，分别为凹凸棒产业园加  
压泵站 3 万吨/d，涧溪加压泵站 0.6 万吨/d。

## 8.1.加压泵站工艺设计

### 8.1.1.泵站平面设计

#### (1)、布置原则

总平面布置是根据确定的工艺方案，将处理构筑物 and 辅助建筑物进行合理组合，以达到泵站整体功能的总体设计。其基本原则是：流程合理、管理方便、节约用地、环境优美，并能与今后的发展合理结合。

#### (2)、影响要素及对策

泵站总平面布置是一项综合性很强的设计工作，不仅需考虑工艺的要求还需要结合结构、电气、建筑、环境等进行综合考虑。

#### (3)、布置方案

根据厂址地形条件，在充分满足泵站功能的前提下，进行总平面布置。根据进水管道来水方向，泵站布置为南北方向，泵房布置在南侧靠近道路位置，清水池布置在北侧，清水池布置北侧有利用现状地形，形成高位水池，充分利用来水水头降低加压泵站的扬程。在泵房四周采用 4m 的环形道路，转弯半径为 9 米。泵站东侧布置为综合间，内设加间、仓库间及值班室。

### 8.1.2.泵站竖向设计

1)凹凸棒产业园泵站场地高程确定为 31m。

2)涧溪泵站场地高程确定为 40m。

### 8.1.3.工艺设计

### (1)、凹凸棒产业园泵站设计规模

本次加压泵站设计规模为 3.0 万 m<sup>3</sup>/d。主要构、建筑物包括清水池、加压泵房及综合间等。主要处理构筑物分组如下：

净水构筑物分组表

序号	构筑物	规模	分组	备注
1	清水池	1280	2 座	总调节容积 2560m <sup>3</sup>
2	加压泵房	土建 3.0 万 m <sup>3</sup> /d 设备 1.5 万 m <sup>3</sup> /d	1 座	
3	综合间	土建 3.0 万 m <sup>3</sup> /d	1 座	仓库及加氯间

### (2)、涧溪泵站设计规模

本次加压泵站设计规模为 0.6 万 m<sup>3</sup>/d。主要构、建筑物包括清水池、加压泵房及综合间等。主要处理构筑物分组如下

净水构筑物分组表

序号	构筑物	规模	分组	备注
1	清水池	500	2 座	总调节容积 1000m <sup>3</sup>
2	加压泵房	土建 0.6 万 m <sup>3</sup> /d 设备 0.6 万 m <sup>3</sup> /d	1 座	
3	综合间	土建 0.6 万 m <sup>3</sup> /d	1 座	仓库及加氯间

### (3)、泵站形式设计

送水泵房含 2 套送水系统，分别为“无负压供给系统”与“清水池&加压泵供给系统”“无负压供给系统”：当用水流量不大时，采用该种供水方式，由无负压设备直抽市政给水管。无负压供水原理如下：

a. 正常供水时（小流量时），通过稳压补偿系统使设备与市政来水管网直接串接。通过压力传感器检测管网压力，根据实际情况设定出水点工况，并将采集到的供水管网实际压力与设定压力进行比较，实现恒压供水。

b. 当达到用水高峰时，通过电磁流量计检测流量，压力传感器检测压力，确定上端来水量不能满足后端用户需水量，为了避免设备对上端

管网造成过分抽吸，产生负压的危害，切换到“清水池&加压泵供给系统”。

c. 当市政工况较好，清水池内水较长时间不循环时，为了保证水质的鲜活度，设置定时切换功能，强制从清水池取水，增加清水池水的流动性，保证供水水质。成套设备必须按照每台水泵单独设置变频器，采用一对一变频；所有水泵都能通过控制系统切换实现变频控制运行；在满负荷的情况下自行切换到工频状态；各水泵应具备自动切换运行和自动巡检功能，保证每台泵的工作时间基本相同；变频器性能参数必须与水泵相适配，能对自身故障和报警通过数据通讯上传至现场 PLC 站，可以通过现场数据采集器将数据传输至厂家监控中心以及供水企业调度中心。

1) 无负压功能：设备运行时不应对市政给水管网或有压管网产生负压影响。

2) 全密闭、稳流补偿功能。

3) 设备供水能力。

4) 无水自动停机、有水自动开机保护功能。

5) 备用泵自动投入运行功能。

6) 压力控制误差。

7) 水泵自动切换功能。

8) 连续运行功能。

9) 设备启、停控制功能。

10) 远程监测功能。成套供水设备应提供主流通讯接口，可利用互联网技术和移动通信技术实现；将泵房现场的水压情况、机泵运行数据、变频器参数、故障报警等信息上传到供水企业调度中心；设备应具有远

程监视和控制功能。

11) 超压保护功能。

(4)、涧溪泵站主要构筑物工艺设计

1)、清水池

数量：2 座

功能：调节市政管网水量，以保证对加压泵站出水管网的均匀供水。

尺寸：14×10m（单组）

高度：3.7 m

水深：3.2 m

调节容积：980m<sup>3</sup>，调节容积为 16%。

2)、吸水井及送水泵房

规模：土建 0.6 万 m<sup>3</sup>/d，近期设备 0.6 万 m<sup>3</sup>/d 配备

数量：1 座

吸水井尺寸：3.4m×14.4m

送水泵房尺寸：12.1m×6.6m

高度：2.2m（地下部分）+7.3m（地上部分）

主要设备：

1、单级单吸泵

数量：3 台变频，（2 用 1 备）

单泵流量：180m<sup>3</sup>/h

水泵扬程：45m

水泵功率：37kW

2、1T 电动单梁桥式起重机

数量：1 台



功率：0.4x2kW

### 3、无负压供水系统

规模：设备 0.6 万  $\text{m}^3/\text{d}$  配备

#### 3)、综合间

综合间设置加氯间、仓库间及值班室。加氯间设计规模为 0.6 万  $\text{m}^3/\text{d}$ ，建筑面积为  $35\text{m}^2$ ，清水池投加点 1 处。采用次氯酸钠 ( $\text{NaClO}$ ) 投加系统，原料采用有效含氯 5%的次氯酸钠溶液，清水池投加点 1 处。清水池消毒设计加氯量均为  $1\text{mg/l}$ ；次氯酸钠储存量按近期最大用量 15d，远期最大用量的 7d 进行计算。

#### (4)、凹凸棒产业园泵站主要构筑物工艺设计

##### 1)、清水池

数量：2 座

功能：调节市政管网水量，以保证对加压泵站出水管网的均匀供水。

尺寸： $20\times 20\text{m}$ （单组）

高度：3.7 m

水深：3.2 m

调节容积： $2560\text{m}^3$ ，调节容积为 8.5%。

##### 2)、吸水井及送水泵房

规模：土建 3 万  $\text{m}^3/\text{d}$ ，设备 3.0 万  $\text{m}^3/\text{d}$  配备

数量：1 座

吸水井尺寸： $5.0\text{m}\times 35.0\text{m}$

送水泵房尺寸： $9.7\text{m}\times 25.6\text{m}$

高度：3m（地下部分）+7.3m（地上部分）

主要设备：

### 1、单级单吸泵

数量：4 台变频，（3 用 1 备）

单泵流量：540m<sup>3</sup>/h

水泵扬程：30m

水泵功率：75kW

### 2、3T 电动单梁桥式起重机

数量：1 台

功率：0.4x3.7kW

### 3、无负压供水系统

规模：设备 3 万 m<sup>3</sup>/d 配备

### 3）、综合间

综合间设置加氯间、仓库间及值班室。加氯间设计规模为 3 万 m<sup>3</sup>/d。

#### 8.1.4.主要技术规范

本工程在建筑设计时所使用的技术规范主要有：《建筑防火设计规范》、

《建筑灭火器配置设计规范》、《民用建筑设计通则》、《民用建筑节能设计标准》、《建筑抗震设计规范》、《建筑工程设计文件编制深度的规定》。

#### 8.1.5.建筑设计

本设计考虑到其工业建筑的特点，在满足工艺流程的基础上，尽量做到平面布局合理，沿厂区道路及厂前区设置绿化隔离带，将厂前区与生产区分隔，使其相互独立。

建筑单体设计力求造型新颖、简洁、明快，注重建筑的艺术性、生

动性及群体效果，和谐的融入所处环境中。在建筑造型处理上，注意因地制宜地创造出简洁明快，新颖别致的建筑造型，同时充分地体现出建筑风格的特点。并且注重规整几何形体的运用，追求空间与体型的立体构成的组合形象与虚实关系。生产建筑物打破以往工业建筑呆板、单一的面貌，建筑屋面采用坡屋面，立面采用米白色真石漆，突显整个建筑的端庄朴素的建筑风格，使厂区内建、构筑物 and 周边环境协调统一。

#### 8.1.6.建筑装修

建筑装修标准参照国家有关规定，在满足使用功能要求的同时，考虑消防和耐久性的要求，力求做到经济、美观、安全、清洁。

建筑外装修统一采用真石漆，经济美观，自重轻且施工方便。除特殊要求外，外门窗通用 6mm 厚透明玻璃，铝合金框。室外楼梯、踏步，走道板等，均贴浅灰色防滑地砖。不锈钢栏杆及扶手。

建筑内装修标准分别为：配电间地面为浅色防滑地砖地面，白色乳胶漆内墙；木制夹板本色漆内门配球形 316 不锈钢门锁；楼梯贴浅灰色防滑踏步砖，316 不锈钢栏杆及扶手；内墙踢脚用材同所在楼地面层。其它工业性生产用房根据工艺要求及环境特征确定相应的装修标准及用材，力求做到经济合理、安全可靠、持久耐用。

#### 8.1.7.建筑构造

##### 1.墙体

对于钢筋混凝土框架结构的建筑物，围护墙及非承重墙采用煤矸石空心砌块。框架结构水泥砂浆砌 MU10 砖。室内地坪 60 毫米以下沿墙身做 20 厚 1:2.5 水泥砂浆掺 2.5%防水剂水平防潮层。

##### 2.变形缝

变形缝在做防水处理后，面层用玻璃胶粘 U 型 316 不锈钢变缝条。

### 3.屋面

一般建筑屋面为炉渣混凝土找坡，SBS 柔性防水层，架空隔热层，有组织排除上人屋面或不上人屋面的雨水。

### 4.顶棚

3mm 厚 1:2.5 水泥砂浆抹面，管线暗敷，表面喷涂白色乳胶漆。

### 5.吊顶

轻钢龙骨，石膏板面材。吊顶内电线穿管敷设，谨防短路火灾。

### 8.1.8.建筑环境与绿化设计

建筑环境与绿化设计主要由各分区构成，按照不同的使用性质和环境要求，采取相应的环境和绿化设计。

生产区的环境与绿化设计，以满足生产、美化环境为原则，力求设计整洁、大气，充分体现现代工业建筑对环境洁静、顺畅的设计要求。绿化形式多以草坪和乔木为主，配以灌木做绿篱，植物选用抗性较强的为宜，如大叶黄杨、圆柏等。

进场道路两侧绿化呈带状分布，树种可选择抗性较强，锥形树冠或卵形树冠，叶色不同的种类搭配，丰富道路景观。

### 8.2.配水管网设计

#### 8.2.1.配水管道建设原则

1、配水管道建设规划应结合城区供水系统的近、远期规划和分期建设的可能。

2、配水管道应选择经济合理的线路。应尽量做到线路短、起伏小、土石方工程量少，减少(穿)越障碍次数、避免沿途重大拆迁、少占农田和不占农田。3、配水管道应尽量避免穿越地上及地下障碍物，必须穿过时应采取防护措施，统筹考虑、协调配合。

4、配水管道走向和位置应符合城乡规划要求，根据城区的发展及用户的分布情况，从今后维修安装方便出发，管线走向城区尽量沿公路、城市道路，近郊尽量沿机耕路、沟渠，以最短的管线距离供给最大的城区服务范围，从经济、安全、运输、施工、维护管理费用低等因素考虑管网定线。

5、配水管道建设应与改善配水水质的要求结合起来，使用户饮用的水质与水厂出厂的水质相近，并符合生活饮用水的标准。

6、配水管道建设应结合大多数住宅建筑层数的供水水头需要，适当调整服务水压。

#### 8.2.2.配水管道水力计算

##### 1、供水规模

三水厂按 10 万 m<sup>3</sup>/d 进行平差计算。

##### 2、时变化系数

时变化系数 Kh 取值 1.3~1.8。

##### 3、节点流量分配

以各乡镇现状水厂的供水覆盖范围为依据，以现状水厂为集中流量出水点进行工程计算。

##### 4、水力计算公式

采用海曾——威廉（Hazen\_Williams）公式计算：

$$h = \frac{10.67Q^{1.852} \times l}{C^{1.852} \times D^{4.87}}$$

式中:a、管道长度 l 和管径 D 以米计;b、流量 Q 以 m<sup>3</sup>/s 计;

c、C 值系数根据管道的新旧程度及材质不同，结合现状计算模型

校核，取 100~150 之间。

## 5、服务水压

依据村镇规划的要求给水水压的要求，结合明光市城地形高差的实际情况以及经济社会发展现状，本报告确定用户接管点处镇区自由水压宜满足不小于 20m 的要求，农村水压满足不小于 16m，部分进入二次加压部分进水水压按不低于 5m 水头考虑。

## 6、设计工况的确定

管网平差是对整个城市配水管网按多水源统一进行计算。主要设计计算工况如下：

### 时变化系数 $K_h$ 的确定

供水的时变化系数  $K$  在 1.2~2 之间,由于本次供水有直供区域也有加压站,加压站的清水池有调节作用，时变化系数取  $K1.3$ ，无清水池变化系数取 1.6。

### 8.2.3.配水管材的选择

#### 配水管材比较

给水工程中传统供水管道以铸铁管、钢管和钢筋混凝土管为主。近年来随着经济的发展，科学技术的进步，人民生活水平的提高，为满足安全供水，减少管网漏失率的需要，各地开始的管网新建与改扩建工程中采用各种新型管材，如 UPVC 塑料管、PE 塑料管、玻璃钢管、预应力钢筒混凝土管等。

#### 1、铸铁管

铸铁管按材质可分为灰口铸铁管和球墨铸铁管。连续铸铁管或称灰口铸铁管，有较强的耐腐蚀性，但因其工艺的缺陷，质地较脆，抗冲击和抗震能力较差,重量较大,且经常发生接口漏水、水管断裂和爆管事故，

给生产带来很大的损失,现在一般不予采用。

球墨铸铁管既具有灰口铸铁管的许多优点,而且机械性能有很大提高,其强度是灰口铸铁管的多倍,抗腐蚀性能远高于钢管,因此是理想的管材。球墨铸铁管的重量较轻,很少发生爆管、渗水和漏水现象,可以减少管网漏损率和管网维修费用。球墨铸铁管采用楔式形胶圈柔性接口,也可用法兰接口,施工安装方便,接口的水密性好且有适应地基变形的能力,抗震效果也好。

## 2、钢管

钢管应用历史较长,范围较广。钢管有无缝钢管和焊接口钢管两种。钢管的特点是能耐高压、耐振动、重量较轻、单管的长度大和接口方便,但承受外荷载的稳定性差,耐腐蚀性差,管壁内外都需有防腐措施,并且造价较高。在给水管网中,通常只在管径大和水压高处,以及因地质、地形条件限制或穿越铁路、河谷和地震地区时使用。钢管用焊接或法兰接口。

## 3、预应力和自应力钢筋混凝土管

在给水工程建设中,有条件时宜以非金属管代替金属管,对于加快工程建设和节约金属材料都有现实意义。

预应力钢筋混凝土管分普通混凝土管和加钢套筒两种,其特点是造价低,抗震性能强,管壁光滑,水力条件好,耐腐蚀,爆管率低,但重量大,不便于运输和安装。预应力钢筋混凝土管在设置阀门、弯管、排气、放水等装置处,须采用钢管配件。

预应力钢筒混凝土管是在预应力钢筋混凝土管内放入钢筒,其用钢量比钢管省,价格比钢管便宜。接口为承插式、承口环和插口环,均用扁钢压制成型,与钢筒焊成一体。

#### 4、玻璃钢管

玻璃钢管按制造工艺不同分为:离心浇铸型玻璃钢管和纤维缠绕型玻璃钢管。给水上常用的是属于纤维缠绕型的玻璃钢夹砂给水管。玻璃钢夹砂给水管具有管轻、强度好、耐腐蚀、水头损失小等优点,并且运输、吊装、连接方便。但管价较其他管材高。

#### 5、PE 管

PE 管是由乙烯合成的高分子材料,其分子式为 $(CH_2-CH_2)_n$ ,是一种生态环保的碳氢化合物,无毒、无味。其的性能特点:(1)卫生条件好。PE 管无毒,不含重金属添加剂,不结垢,不滋生细菌。(2)柔韧性好,抗冲击强度高,耐强震、扭曲。(3)独特的电熔焊接和热熔对接技术使接口强度高于管材本体,保证了接口的安全可靠。(4)表面光滑,不易结垢,水头损失小,耐腐蚀,重量轻,对小口径管可采用盘管供应,运输、敷设方便。

连接方式主要有电热熔、热熔对接焊和热熔承插连接。管道敷设既可采用通常使用的直埋方式施工,也可采取插入管敷设(特别是用于旧管道改造中的插入新管,省去大开挖)。

#### 6、PVC-U 管

PVC-U 管是由硬聚氯乙烯塑料通过一定工艺制成的管道。目前积累了较多的使用经验,技术也比较成熟。PVC-U 管材不导热,不导电,阻燃,但 PVC 管相对于 PE 管的柔性差,硬度高不易煨弯加工,铺设时要求管沟平直,如管路有一定的弯曲度,则需增加管件。

##### 管材选择

##### 1、卫生性能比较

内衬水泥沙浆的球墨铸铁管及钢管,水泥管,均有国标要求,卫生



性能满足要求。

PE 管是由乙烯合成的高分子材料，其分子式为 $(CH_2-CH_2)_n$ ，是一种生态环保的碳氢化合物，无毒、无味，其卫生标准达到《生活饮用水输配水设备及防护材料的安全评价标准》(GB/T7219-1998)和《饮用净水水质标准》(CJ94-99)。PVC 管材本身无毒，如果严格控制生产，也是可以用于供水管网的。但是在控制不严的情况下，可能出现质量问题。如：配方中误用了有毒的助剂、PVC 树脂氯乙烯单体超标，单体氯乙烯和一些小分子在应用时转移到水中成为水中细菌的营养剂，使残留细菌加速繁殖，造成水质污染。

玻璃钢管的内防渗层树脂明确要求：无毒、防、耐、厚度宜 2mm，防渗层应采用价格较高的间苯性不饱和聚脂树脂，但有部分采用价格较低的原邻苯性饱和聚脂树脂，厚度又相当薄，倘若此层出现裂纹，玻璃纤维容易浸入水中，水质易受到污染。

## 2、工程造价比较

供水管网的建设费用通常占供水系统建设费用的 50%~70%，因此如何通过技术经济分析确定供水管网的建设规模，恰当选用管材及设备是管网合理运行的途径。

管道的工程造价对比表

管径 (mm)	球墨铸铁管	PVC (包括胶圈)	PE 管	钢管	钢筋砼管
100	1	0.45	0.40	1.08	
150	1	0.66	0.58	1.05	0.63
200	1	0.73	0.65	1.06	0.58

300	1	0.94	0.98	0.94	0.51
400	1	0.93	0.96	1.15	0.57
500	1	1.036	1.115	1.05	0.54
600	1	1.237	1.329	1.10	0.59

根据明光市的实际经济状况和相邻地区供水公司提供的给水管材使用状况，球墨铸铁管在安徽省大部分县城已被广泛使用，有成熟的施工经验，与其他管材相比具有较大的优越性。在综合考虑球墨铸铁管、PVC、PE 管、钢管和钢筋混凝土管承压、耐腐、卫生性能等功能以及管材造价、开挖施工、维护等各种费用的情况下，结合以上分析，推荐供水干管选择球墨铸铁管，DN150 及以下的管道选用 PE 管，对于局部过河、公路等障碍物，选用钢管。对于丘陵地带地势低处压力大、道路弯曲的管道采用钢丝网骨架 PE 管。

#### 8.2.4.穿越障碍物

##### 1、管道穿越河流

管道在穿越河道时多采用沉管施工方式，该方式具有施工速度快、投资省的优点，但维修困难，需要水下作业。穿越河道设计时需要注意以下几点：

需要委托航道部门进行水下测量，并请航道部门提出河道的规划断面及技术要求。

般过河管管顶高程在规划河底高程以下 1.0m，并且管道在河底的直线段应满足河道的规划断面宽度要求。

沉管施工时，两侧斜管段上口应高出河流的常水位，待管道沉到设计高程后，局部进行抛石固定，然后去除管道上吊耳等突出物，以免船只抛

锚时刮到,然后沉管段沟槽内需回填碎石至现况河底,两侧河岸管道视水位及设计高程关系,确定是否需要采用围堰施工:管道穿堤部分需根据水利部门要求设钢筋混凝土包封,并且每隔3米设止水环1个。管道施工完需要按航道部门要求设置标志,沉管上下游河岸都需进行衬砌。

2、管道穿越道路管道穿越主要道路时一般采用不开挖施工方式,施工工艺一般采用顶管或水平定向钻方式;一般道路采用开槽施工。

#### 8.2.5.管道内外防腐

目前大型输配水工程中铸铁管常用的内防腐材料有水泥砂浆和分子涂料。分子涂层防腐效果较好,但其成本较高,对施工要求也较高。本工程在水泥砂浆衬里与分子涂料之中综合比选。

水泥砂浆衬层是最常见的管道内涂层,是在铸铁管内壁均匀地涂抹一层水泥砂浆而使铸铁管得到保护,根据口径不同,管道涂层厚度也不同,口径越大涂层越厚。

分子涂料一次成膜很薄,涂装只需二底二面,四道即可。涂装方式不局限于刷涂、而且根据现场需要滚涂、喷涂均可,施工速度快、效果较好。

综合比较,考虑到分子涂料形成的涂层较薄,防腐寿命难以保证,且价格较贵,而水泥砂浆涂衬防腐效果稳定可靠,有多年的实践经验。因此,球管及钢管内防腐推荐采用水泥砂浆防腐涂衬。

#### 8.2.6.管道附属设施设计

##### (1) 管道基础

根据区域地基条件,设计时考虑球墨铸铁管选用砂石基础:聚乙烯管在一般情况下,可不作基础处理,如遇地基较差地区埋管时,选用砂石基础。特殊地段,按具体地质条件做设计处理。

管道埋深,考虑到县城城区冻土深度、城市规划等情况,干管覆土均大于 1.0 米,支管在 1.0~1.2 米之间。

## (2) 管道支墩

对弯头、三通等部位均按不同管径、压力设计素混凝土支墩。

## (3) 管道排气与放空阀

在主干管道最高点处设有自动进排气阀门外,另外还在主干管道的水平管段上每公里设置一个自动进排气阀。同时,考虑到管道定期维修和初期运行时管道清洗的需要,还在管道最低点等部位设计放空阀门井。

## (4) 主管道阀门设置

为了管网改扩建后便于管理,避免水资源浪费,输配水管道适当设置阀门。

### 输水管阀门设置

当输水管长度小于 3km 时,间距可为 1.0~1.5km,长度 3~10km 时,间距为 2.0~2.5km,长度 10~20km,间距为 3.0~4.0km,具体视地形、穿越障碍物和连通管位置而定。长距离管道(400 米以上)在管道接头处需安装控制阀门,以便检修。

### 配水管阀门设置

管网中的阀门布置,应满足事故检修时隔断的需要,一般靠近管网节点布置,安装在连接管的下游,

干管上的阀门间距一般为 400~600m.

管网中的阀门距离不应超过 5 个消火栓的布置长度

阀门一般为手动,大型可用电动,应采用暗杆阀门,以免启闭时阀杆升降带来不便。

阀门放在阀门井内,阀门井大小应满足安装检修的需要。

### （5）消防栓设置

根据《建筑设计防火规范》(GB50016-2006)，每 120 米须安装室外消防栓，配水管网上两个阀门之间独立管段内消火栓的数量不宜超过 5 个，在此次管网建设改造过程中，镇区范围内配套安装室外消火栓，完善供水的消防功能，

### （6）管网漏损检测

对所改造、扩建完成的管道，进行漏损检查，以确保整个供水管网的供水总量及供水质量，完成城乡一体化基础设施工程任务。

## 五、项目投资估算及资金筹措方案

### （一）投资估算

#### 1.估算依据

本项目的投资估算，主要依据项目建设方案确定的建设任务及其工程量的建设投资和配套设施投资：

- （1）国家和地方政府有关建设和造价管理文件；
- （2）本项目建设方案提出的各项技术参数、数据；
- （3）行业部门、安徽省及滁州市工程造价管理机构或行业协会等编制的投资估算指标、概算指标（定额）、工程建设其他费用定额（规定）、价格指数等；
- （4）类似工程的各种技术经济指标和参数；
- （5）委托人提供的其他技术经济资料。

#### 2.工程建设其他费用取值依据

工程建设其他费用依据国家相关法律条文及建设部颁发的有关文件，并结合工程具体情况而定。主要费用项目取费依据参考如下：

- （1）建设单位管理费根据关于印发《基本建设项目建设成本管理的规定》的通知（财政部财建〔2016〕504号）计取；
- （2）建设工程监理费参考《建设工程监理与相关服务收费管理规定》（国家发改委、建设部发改价格〔2007〕670号）计取；
- （3）建设项目的期工作咨询费参考《建设项目的期工作咨询收费暂行规定》（国家计委计价格〔1999〕1283号）及《关于降低行政审批前置环节经营性服务收费标准的通知》（安徽省物价局皖价服〔2013〕105号）；

(4) 工程勘察设计的参考《关于发布〈工程勘察设计收费管理规定〉的通知》(国家计委、建设部计价格〔2002〕10号)及《市政工程投资估算编制办法》(建设部〔2007〕)计取;

(5) 环境影响评价咨询服务费按《关于规范环境影响咨询收费有关问题的通知》(国家计委、国家环境保护总局计价格〔2002〕125号)及《关于降低我省环境影响评价收费标准的通知》(安徽省物价局、安徽省环保厅皖价服〔2013〕83号)计取;

(6) 招标代理服务费按照《招标代理服务收费管理暂行办法》(国家计委计价格〔2002〕1980号)及《关于降低部分建设项目收费标准规范收费行为等有关问题的通知》(国家发展改革委〔2011〕534号)计取;

(7) 施工图审查费按照《关于规范并降低施工图审查服务收费的通知》(安徽省物价局、安徽省住房和城乡建设厅〔2012〕201号)、《关于降低行政审批前置环节经营性服务收费标准的通知》(安徽省物价局皖价服〔2013〕105号)计取;

(8) 造价咨询费参照《关于重新制定工程造价咨询服务收费项目及标准的通知》(安徽省物价局、建设厅皖价服〔2007〕86号)计取。

(9) 工程建设预备费根据行业有关要求,并结合项目区域的实际情况,按照工程费用和工程建设其他费用的5%进行估算。

项目估算总投资约为69,233.83万元(其中:第三自来水厂42785.99万元,城东自来水厂26447.84万元),其中工程费用为57932.68万元(其中:第三自来水厂35885.00万元,城东自来水厂22047.68万元),工程建设及其他费用为4148.38万元(其中:第三自来水厂2516.76万元,城东自来水厂1631.62万元),预备费为6365.37万元(其中:第

三自来水厂 3912.23 万元，城东自来水厂 2453.14 万元），建设期利息为 750.00 万元（其中：第三自来水厂 450.00 万元，城东自来水厂 300.00 万元），发行费用为 37.40 万元（其中：第三自来水厂 22.00 万元，城东自来水厂 15.40 万元）。投资构成详见下表：

表5-1 项目总投资构成表

序号	费用名称	金额（万元）	占比
<b>1.1</b>	<b>建设总投资</b>	<b>69,233.83</b>	<b>100.00%</b>
1.1.1	第三自来水厂	42785.99	61.80%
1.1.2	城东自来水厂	26447.84	38.20%
<b>1.2</b>	<b>工程费用</b>	<b>57932.68</b>	<b>83.68%</b>
1.2.1	第三自来水厂	35885.00	51.83%
1.2.2	城东自来水厂	22047.68	31.85%
<b>1.3</b>	<b>工程建设及其他费用</b>	<b>4148.38</b>	<b>5.99%</b>
1.3.1	第三自来水厂	2516.76	3.63%
1.3.2	城东自来水厂	1631.62	2.36%
<b>1.4</b>	<b>预备费</b>	<b>6365.37</b>	<b>9.19%</b>
1.4.1	第三自来水厂	3912.23	5.65%
1.4.2	城东自来水厂	2453.14	3.54%
<b>1.5</b>	<b>建设期利息</b>	<b>750.00</b>	<b>1.08%</b>
1.5.1	第三自来水厂	450.00	0.65%
1.5.2	城东自来水厂	300.00	0.43%
<b>1.6</b>	<b>发行费用</b>	<b>37.40</b>	<b>0.05%</b>
1.6.1	第三自来水厂	22.00	0.03%
1.6.2	城东自来水厂	15.40	0.02%



表5-2 总投资估算明细表

## 1.第三自来水厂

序号	工程和费用名称	估 算 金 额 (万元)				技术经济指标			占比
		建筑安装 工程	设备 购置	其他 费用	合计	单位	数量	单位价值 (元)	
一	工程费用	26542.50	7342.50	2000.00	35885.00				83.87%
	第三自来水厂	26542.50	7342.50	2000.00	35885.00				
1	原水加压泵站	480.00	720.00		1200.00	m²	1000.00	12000.00	
2	7万吨平流沉淀池	2030.00	870.00		2900.00	m²	5000.00	5800.00	
3	v型滤池(7万吨)	1500.00			1500.00	m²	2500.00	6000.00	
4	预臭氧及后臭氧接触池	510.00	510.00		1020.00	m²	600.00	17000.00	
5	活性炭滤池(10万吨)	8000.00			8000.00	m²	5000.00	16000.00	
6	臭氧发生间	230.00	920.00		1150.00	m²	500.00	23000.00	
7	脱水机房及排水排泥池	340.00	500.00		840.00	m²	1200.00	7000.00	
8	设备改造工程		250.00		250.00	项	1.00	2500000.00	
9	清水池	1125.00	125.00		1250.00	m²	5000.00	2500.00	
10	水厂附属配套工程		2100.00			项	1.00	21000000.00	
11	原水管网	3750.00	0.00	0.00	3750.00	m	15000.00	2500.00	
12	供水加压泵站	577.50	1347.50		1925.00	m²	5500.00	3500.00	

13	供水支管道改造工程	8000.00				m	40000.00	2000.00	
14	水厂自控系统			2000.00		项	1.00	20000000.00	
二	工程建设其他费用	0.00	0.00	2516.76	2516.76				5.88%
1	建设单位管理费			398.85	398.85	按《基本建设项目建设成本管理规定》计列			0.93%
2	建设工程监理费			643.43	643.43	国家发改委、建设部 发改价格[2007]670 号文计列			1.50%
3	建设项目前期工作咨询费			10.00	10.00	安徽省物价局 皖价服[2013]105 号文的 8 折计列			0.02%
4	勘察设计费			1050.09	1050.09	《市政工程投资估算编制办法》（建设部[2007]） 计列			2.45%
5	施工图审查费			12.05	12.05	安徽省物价局 皖价服[2013]105 号文计列			0.03%
6	造价咨询费			143.54	143.54	安徽省物价局、建设厅 皖价服[2007]86 号文 按计 列			0.34%
7	场地准备及临时设施费			107.66	107.66	《市政工程投资估算编制办法》（建设部[2007]） 计列			0.25%
8	招标代理服务费			43.49	43.49	国家计委计价格[2002]1980 号文计列			0.10%
9	工程检测费			107.66	107.66	工程费用的 0.3%计取			
10	土地费用			0.00	0.00	亩	0.00	46000.00	0.00%
三	预备费	0.00	0.00	3912.23	3912.23				9.14%
1	基本预备费			3912.23	3912.23				
2	价差预备费			0	0				
四	发行费用	0.00	0.00	22.00	22.00				

五	建设投资	26542.50	7342.50	8428.99	42313.99				
六	建设期利息			450.00	450.00				1.05%
七	总投资	26542.50	7342.50	8878.99	42785.99				100.00%

## 2.城东自来水厂

序号	工程和费用名称	估 算 金 额 (万元)				技术经济指标			占比
		建筑安装 工程	设备 购置	其他 费用	合计	单位	数量	单位价值 (元)	
一	工程费用	13617.90	6429.78	2000.00	22047.68				83.36%
二	城东自来水厂	13617.90	6429.78	2000.00	22047.68				
1	5万吨平流沉淀池	1224.50	524.78		1749.28	m²	3016.00	5800.00	
2	v型滤池(5万吨)	788.40			788.40	m²	1314.00	6000.00	
3	活性炭滤池(10万吨)	7750.00			7750.00	m²	5000.00	15500.00	
4	臭氧发生间	230.00	920.00		1150.00	m²	500.00	23000.00	
5	二级泵房设备升级改造工程		2300.00		2300.00	项	1.00	23000000.00	
6	清水池	1125.00	125.00		1250.00	m²	5000.00	2500.00	
7	水厂附属配套工程		2560.00			项	1.00	25600000.00	
8	配水管网	2500.00	0.00	0.00	2500.00	m	10000.00	2500.00	
9	水厂自控系统			2000.00		项	1.00	20000000.00	
二	工程建设其他费用	0.00	0.00	1631.62	1631.62				6.17%
1	建设单位管理费			260.48	260.48	按《基本建设项目建设成本管理规定》计列			0.98%

2	建设工程监理费			425.63	425.63	国家发改委、建设部 发改价格[2007]670 号文计列			1.61%
3	建设项目前期工作咨询费			10.00	10.00	安徽省物价局 皖价服[2013]105 号文的 8 折计列			0.04%
4	勘察设计费			669.73	669.73	《市政工程投资估算编制办法》（建设部[2007]） 计列			2.53%
5	施工图审查费			8.73	8.73	安徽省物价局 皖价服[2013]105 号文计列			0.03%
6	造价咨询费			88.19	88.19	安徽省物价局、建设厅 皖价服[2007]86 号文 按计 列			0.33%
7	场地准备及临时设施费			66.14	66.14	《市政工程投资估算编制办法》（建设部[2007]） 计列			0.25%
8	招标代理服务费			36.57	36.57	国家计委计价格[2002]1980 号文计列			0.14%
9	工程检测费			66.14	66.14	工程费用的 0.3%计取			
10	土地费用			0.00	0.00	亩	0.00	46000.00	0.00%
三	预备费	0.00	0.00	2453.14	2453.14				9.28%
1	基本预备费			2453.14	2453.14				
2	价差预备费			0	0				
四	发行费用	0.00	0.00	15.40	15.40				
五	建设投资	13617.90	6429.78	6084.76	26132.44				
六	建设期利息			300.00	300.00				1.13%
七	总投资	13617.90	6429.78	6384.76	26447.84				100.00%

## （二）资金筹措方案

### 1.资金来源（资本金不得全额通过发行专项债券筹集）

表5-3 资金来源（单位：万元）

项目总投资	资本金			融资	
	财政预算安排	发行专项债券用于项目资本金	其他来源(含单位或社会资本方自有资金等)	专项债券	市场化融资
69233.83	35,233.83	-	-	34,000.00	-
占总投资比例	50.89%	-	-	49.11%	-

项目资本金由财政配套资金解决，资本金根据项目进度逐步到位，初步安排如下：

表5-4 资本金到位安排计划（单位：万元）

合计	2025 年	2026 年
35,233.83	20,000.00	15,233.83

### 2.项目分年度融资情况

表5-5 专项债券发行计划（单位：万元）

合计	2025 年		2026 年	
	发行金额	期限	发行金额	期限
34,000.00	16,000.00	20 年	18,000.00	20 年

### 3.资金筹措及使用计划

表5-6 资金筹措及使用计划（单位：万元）

项目		合计	2025 年	2026 年
项目总投资		69,233.83	36,000.00	33,233.83
资 本 金	通过财政预算安排	35,233.83	20,000.00	15,233.83
	专项债券用于资本金部 分	-	-	-
	单位或社会资本方自有 资金	-	-	-
专项债券本金		34,000.00	16,000.00	18,000.00
市场化融资		-	-	-

## 六、项目预期收益、成本及融资平衡情况

### （一）预期收益

#### 1.项目收入预测

##### （1）项目收入的分类

项目收入为经营收入，其中经营收入包括生活用水销售收入及非生活用水销售收入。

##### （2）收入单价预测

根据《关于调整明光市城区自来水价格的通知》（明发改【2021】126号），预计运营期内本项目生活用水基本水价为 1.49 元/m<sup>3</sup>、非生活用水基本水价为 2.24 元/m<sup>3</sup>。

附件

明光城区自来水价格表

水价名称	基本水价	征收费用			到户水价	备 注
		污水处理费	原水费	水资源费		
生活用水	1.49	0.95	0.01	0.12	2.57	第一阶梯 0~180 吨
	2.235	0.95	0.01	0.12	3.315	第二阶梯 181~300 吨
	4.47	0.95	0.01	0.12	5.55	第三阶梯 300 吨以上
生活总表	1.59	0.95	0.01	0.12	2.67	
福利用水	1.15	0.30	0.01	0.12	1.58	
非生活用水	2.24	1.40	0.01	0.12	3.77	
特种用水	4.60	1.40	0.01	0.12	6.13	

备注：  
 1、居民生活水价的范围：包括居民生活、部队、社会福利院、敬老院、公立性质学校（小学、初中）公立幼儿园等用水。  
 2、执行非居民生活水价的范围：包括党政机关、事业单位、社会团体、公立高中、私立性质学校、幼儿园、医院、城市绿化、环卫、消防、公园、工业企业、医疗卫生、商业、交通运输、邮电通讯、金融保险业、餐饮业、旅馆业用水。  
 3、特种行业水价的范围：包括建筑工程施工、混凝土搅拌站、娱乐业（营业性歌舞厅、卡拉OK、夜总会、美容美发、健身室、音乐茶座、网吧、酒吧、台球、保龄球等）、桑拿、洗浴、足浴、直饮水、洗车业等

#### 其他事项

- 1、单户基数为 3 人，在 3 人以上的用户，经供水企业核实

##### （3）处理量预测

根据《明光市东部城区供水能力提升项目可行性研究报告》，本项目第三自来水厂新增 7 万吨/天供水能力，城东自来水厂新增 5 万

吨/天供水能力，生活用水占比约为 30%、非生活用水占比约为 70%。项目建成后，预计 2027 年日供水量达到供水规模的 60%、2028 年日供水量达到供水规模的 70%、2029-2045 年日供水量达到供水规模的 75%。全年按 365 天计算。

#### （4）项目收入预测

项目自 2027 年 1 月开始正式运营，产生收益，项目最后一期债券于 2026 年上半年发行，2046 年上半年偿还本金，2046 年不考虑收益，纳入本项目专项债券资金平衡测算的运营期为 19 年，项目收入预测如下：



表6-1 营业收入估算表

金额单位：人民币万元

收入类型/年份	2027 年	2028 年	2029 年	2030 年	2031 年	2032 年	2033 年	2034 年	2035 年	2036 年
一、第三自来水厂										
第三自来水厂总水量	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
生产比例	60.00%	70.00%	75.00%	75.00%	75.00%	75.00%	75.00%	75.00%	75.00%	75.00%
1、生活用水销售收入										
生活用水占比	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%
用水量（万 m³/d）	1.26	1.47	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58
单价（元/m³）	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49
小计	685.25	799.46	856.56	856.56	856.56	856.56	856.56	856.56	856.56	856.56
2、非生活用水销售收入										
非生活用水占比	70.00%	70.00%	70.00%	70.00%	70.00%	70.00%	70.00%	70.00%	70.00%	70.00%
用水量（万 m³/d）	2.94	3.43	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68
单价（元/m³）	2.24	2.24	2.24	2.24	2.24	2.24	2.24	2.24	2.24	2.24
小计	2,403.74	2,804.37	3,004.68	3,004.68	3,004.68	3,004.68	3,004.68	3,004.68	3,004.68	3,004.68
第三自来水厂合计	3,088.99	3,603.83	3,861.24	3,861.24	3,861.24	3,861.24	3,861.24	3,861.24	3,861.24	3,861.24
二、城东自来水厂										
城东自来水厂总水量	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
生产比例	60.00%	70.00%	75.00%	75.00%	75.00%	75.00%	75.00%	75.00%	75.00%	75.00%
1、生活用水销售收入										
生活用水占比	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%
用水量（万 m³/d）	0.90	1.05	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13
单价（元/m³）	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49
小计	489.47	571.04	611.83	611.83	611.83	611.83	611.83	611.83	611.83	611.83
2、非生活用水销售收入										
非生活用水占比	70.00%	70.00%	70.00%	70.00%	70.00%	70.00%	70.00%	70.00%	70.00%	70.00%
用水量（万 m³/d）	2.10	2.45	2.63	2.63	2.63	2.63	2.63	2.63	2.63	2.63

单价（元/ m <sup>3</sup> ）	2.24	2.24	2.24	2.24	2.24	2.24	2.24	2.24	2.24	2.24
小计	1,716.96	2,003.12	2,146.20	2,146.20	2,146.20	2,146.20	2,146.20	2,146.20	2,146.20	2,146.20
城东自来水厂合计	2,206.43	2,574.16	2,758.03	2,758.03	2,758.03	2,758.03	2,758.03	2,758.03	2,758.03	2,758.03
合计	5,295.42	6,177.99	6,619.27	6,619.27	6,619.27	6,619.27	6,619.27	6,619.27	6,619.27	6,619.27

（续上表）

收入类型/年份	2037 年	2038 年	2039 年	2040 年	2041 年	2042 年	2043 年	2044 年	2045 年	合计
一、第三自来水厂										
第三自来水厂总水量	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	—
生产比例	75.00%	75.00%	75.00%	75.00%	75.00%	75.00%	75.00%	75.00%	75.00%	—
1、生活用水销售收入										
生活用水占比	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	—
用水量（万 m <sup>3</sup> /d）	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	—
单价（元/ m <sup>3</sup> ）	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49	—
小计	856.56	856.56	856.56	856.56	856.56	856.56	856.56	856.56	856.56	16,046.23
2、非生活用水销售收入										
非生活用水占比	70.00%	70.00%	70.00%	70.00%	70.00%	70.00%	70.00%	70.00%	70.00%	—
用水量（万 m <sup>3</sup> /d）	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	—
单价（元/ m <sup>3</sup> ）	2.24	2.24	2.24	2.24	2.24	2.24	2.24	2.24	2.24	—
小计	3,004.68	3,004.68	3,004.68	3,004.68	3,004.68	3,004.68	3,004.68	3,004.68	3,004.68	56,287.67
第三自来水厂合计	3,861.24	3,861.24	3,861.24	3,861.24	3,861.24	3,861.24	3,861.24	3,861.24	3,861.24	72,333.90
二、城东自来水厂										
城东自来水厂总水量	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	—
生产比例	75.00%	75.00%	75.00%	75.00%	75.00%	75.00%	75.00%	75.00%	75.00%	—
1、生活用水销售收入										
生活用水占比	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	30.00%	—
用水量（万 m <sup>3</sup> /d）	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	—
单价（元/ m <sup>3</sup> ）	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49	—

小计	611.83	611.83	611.83	611.83	611.83	611.83	611.83	611.83	611.83	11,461.62
2、非生活用水销售收入										
非生活用水占比	70.00%	70.00%	70.00%	70.00%	70.00%	70.00%	70.00%	70.00%	70.00%	—
用水量（万 m³/d）	2.63	2.63	2.63	2.63	2.63	2.63	2.63	2.63	2.63	—
单价（元/ m³）	2.24	2.24	2.24	2.24	2.24	2.24	2.24	2.24	2.24	—
小计	2,146.20	2,146.20	2,146.20	2,146.20	2,146.20	2,146.20	2,146.20	2,146.20	2,146.20	40,205.48
城东自来水厂合计	2,758.03	2,758.03	2,758.03	2,758.03	2,758.03	2,758.03	2,758.03	2,758.03	2,758.03	51,667.10
合计	6,619.27	6,619.27	6,619.27	6,619.27	6,619.27	6,619.27	6,619.27	6,619.27	6,619.27	124,001.00

如上表所示，本项目在债券存续期内累计运营收入为 124,001.00 万元。

## 2.项目运营成本

### （1）项目成本的分类

项目成本为经营成本、发行费用及财务费用，其中经营成本包括药剂费成本、燃料动力费成本、人员成本、工程维护费成本、综合管理费及相关税费。

### （2）各类经营成本预测

#### 1) 药剂费成本

根据《明光市东部城区供水能力提升项目可行性研究报告》及明光市二水厂历史成本数据，预计每生产万吨水需消耗聚合氯化铝（PAC）约 0.6 吨、消耗次氯酸钠约 0.3 吨；通过查询药剂费市场销售单价，预计 2027 年聚合氯化铝（PAC）单价为 1,500.00 元/吨、次氯酸钠单价为 1,000 元/吨；以此为基础，基于谨慎性考虑，综合考虑物价上涨等因素，按每两年 5.00% 增长率预测项目建成后运营期内药剂费成本。

#### 2) 燃料动力费成本

根据《明光市第三水厂供水能力提升及管网项目可行性研究报告》及明光市二水厂历史成本数据，估计每生产万吨水耗电量为 3,500kW·h，根据滁州市非居民用电收费标准，用电单价按 0.70 元/kW·h 计算。

#### 3) 人员成本

根据《明光市第三水厂供水能力提升及管网项目可行性研究报告》，项目建成后，预计第三自来水厂配置员工为 30 人、城东自来水厂配置员工为 20 人，参照近年《滁州统计年鉴》相关行业工资标准，预计 2027 年人均人员成本支出为 12.00 万元/人，以此为基础，

基于谨慎性考虑，综合考虑物价上涨等因素，按每两年 5.00% 增长率预测运营期内人均人员成本支出。

#### 4) 工程维护费成本

根据《明光市东部城区供水能力提升项目可行性研究报告》，第三自来水厂年折旧额约为 1,326.65 万元、城东自来水厂年折旧额约为 874.76 万元，本项目工程维护费成本按照年折旧额的 10% 预计 2027 年第三自来水厂工程维护费成本为 132.67 万元、预计 2027 年城东自来水厂工程维护费成本为 87.48 万元，以此为基础，基于谨慎性考虑，综合考虑物价上涨等因素，按每两年 5.00% 增长率预测运营期内工程维护费成本。

#### 5) 综合管理费

综合管理费主要为日常管理费及办公费等综合费用，基于谨慎性考虑，本项目综合管理费按照工程维护费成本与人员成本之和的 6% 计算。

#### 6) 相关税费

本项目税费成本主要为增值税、相关附加税和所得税。根据现行税法规定，自来水销售收入适用 9% 增值税税率；城建税税率 7%；教育费附加税率 3%；地方教育费附加税率 2%；企业所得税 25% 税率。根据《明光市东部城区供水能力提升项目可行性研究报告》，项目建设过程中第三自来水厂可抵扣增值税进项税额为 3,493.82 万元，各项收入预计增值税销项税额 5,972.55 万元，应交增值税 2,478.73 万元。城建税为 173.53 万元，教育费附加为 74.33 万元，地方教育费附加为 49.60 万元，所得税税费 2,235.46 万元，相关税费合计为 5,011.65 万元。项目建设过程中城东自来水厂可抵扣增值税进项税额为 2,157.72

万元，各项收入预计增值税销项税额 4,266.14 万元，应交增值税 2,108.42 万元。城建税为 147.58 万元，教育费附加为 63.23 万元，地方教育费附加为 42.13 万元，所得税税费 2,126.15 万元，相关税费合计为 4,487.51 万元。

### （3）发行费用

债券发行成本按照发行债券金额 1.10% 计算，本项目拟发行专项债券 34,000.00 万元，发行费用 37.40 万元。

### （4）财务费用

本项目拟发行专项债券 34,000.00 万元，拟发行债券期限为 20 年，假设发行利率 3.00%，每半年支付一次利息，债券存续期内应支付利息 20,400.00 万元。

### （5）项目成本预测

项目自 2027 年 1 月开始正式运营，产生收益，项目最后一期债券于 2026 年上半年发行，2046 年上半年偿还本金，2046 年不考虑收益，纳入本项目专项债券资金平衡测算的运营期为 19 年，项目成本预测如下：

表6-2 运营成本估算表

金额单位：人民币万元

成本类型/年份	2027 年	2028 年	2029 年	2030 年	2031 年	2032 年	2033 年	2034 年	2035 年	2036 年
一、第三自来水厂										
日供水规模（万 m <sup>3</sup> /d）	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
生产比例	60.00%	70.00%	75.00%	75.00%	75.00%	75.00%	75.00%	75.00%	75.00%	75.00%
1、药剂费成本										
1.1 聚合氯化铝（PAC）成本										
聚合氯化铝（PAC）消耗量 （吨/万 m <sup>3</sup> ）	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
单价（元/吨）	1,500.00	1,500.00	1,575.00	1,575.00	1,653.75	1,653.75	1,736.44	1,736.44	1,823.26	1,823.26
小计	137.97	160.97	181.09	181.09	190.14	190.14	199.65	199.65	209.63	209.63
1.2 次氯酸钠成本										
次氯酸钠消耗量（吨/万 m <sup>3</sup> ）	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30

单价（元/吨）	1,000.00	1,000.00	1,050.00	1,050.00	1,102.50	1,102.50	1,157.63	1,157.63	1,215.51	1,215.51
小计	45.99	53.66	60.36	60.36	63.38	63.38	66.55	66.55	69.88	69.88
<b>2、燃料动力费成本</b>										
用电量（kW•h/万 m³）	3,500.00	3,500.00	3,500.00	3,500.00	3,500.00	3,500.00	3,500.00	3,500.00	3,500.00	3,500.00
单价（元/kW•h）	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
小计	375.59	438.18	469.48	469.48	469.48	469.48	469.48	469.48	469.48	469.48
<b>3、人员成本</b>										
人员数量	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
人均人员成本（万元/人/年）	12.00	12.00	12.60	12.60	13.23	13.23	13.89	13.89	14.59	14.59
小计	360.00	360.00	378.00	378.00	396.90	396.90	416.75	416.75	437.58	437.58
<b>4、工程维护费成本</b>										
工程维护费（万元/年）	132.67	132.67	139.30	139.30	146.27	146.27	153.58	153.58	161.26	161.26
小计	132.67	132.67	139.30	139.30	146.27	146.27	153.58	153.58	161.26	161.26
<b>5、综合管理费</b>	29.56	29.56	31.04	31.04	32.59	32.59	34.22	34.22	35.93	35.93



<b>6、相关税费</b>										
6.1 增值税										
增值税销项税	255.05	297.56	318.82	318.82	318.82	318.82	318.82	318.82	318.82	318.82
期初待抵扣进项税	3,493.82	3,238.77	2,941.21	2,622.39	2,303.57	1,984.75	1,665.93	1,347.11	1,028.29	709.47
应交增值税小计	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6.2 城建税小计	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6.3 教育费附加小计	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6.4 地方教育费附加小计	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6.5 所得税										
年折旧及摊销额	1,326.65	1,326.65	1,326.65	1,326.65	1,326.65	1,326.65	1,326.65	1,326.65	1,326.65	1,326.65
财务费用	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00
应纳税所得额	80.56	502.14	675.32	675.32	635.83	635.83	594.36	594.36	550.83	550.83
所得税费用小计	20.14	125.54	168.83	168.83	158.96	158.96	148.59	148.59	137.71	137.71
<b>相关税费小计</b>	<b>20.14</b>	<b>125.54</b>	<b>168.83</b>	<b>168.83</b>	<b>158.96</b>	<b>158.96</b>	<b>148.59</b>	<b>148.59</b>	<b>137.71</b>	<b>137.71</b>

第三自来水厂合计	1,101.92	1,300.58	1,428.10	1,428.10	1,457.72	1,457.72	1,488.82	1,488.82	1,521.47	1,521.47
二、城东自来水厂										
日供水规模（万 m³/d）	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
生产比例	60.00%	70.00%	75.00%	75.00%	75.00%	75.00%	75.00%	75.00%	75.00%	75.00%
1、药剂费成本										
1.1 聚合氯化铝（PAC）成本										
聚合氯化铝（PAC）消耗量 （吨/万 m³）	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
单价（元/吨）	1,500.00	1,500.00	1,575.00	1,575.00	1,653.75	1,653.75	1,736.44	1,736.44	1,823.26	1,823.26
小计	98.55	114.98	129.35	129.35	135.81	135.81	142.60	142.60	149.74	149.74
1.2 次氯酸钠成本										
次氯酸钠消耗量（吨/万 m³）	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
单价（元/吨）	1,000.00	1,000.00	1,050.00	1,050.00	1,102.50	1,102.50	1,157.63	1,157.63	1,215.51	1,215.51
小计	32.85	38.33	43.12	43.12	45.27	45.27	47.53	47.53	49.91	49.91

2、燃料动力费成本										
用电量 (kW•h/万 m³)	3,500.00	3,500.00	3,500.00	3,500.00	3,500.00	3,500.00	3,500.00	3,500.00	3,500.00	3,500.00
单价 (元/kW•h)	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
小计	268.28	312.99	335.34	335.34	335.34	335.34	335.34	335.34	335.34	335.34
3、人员成本										
人员数量	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
人均人员成本 (万元/人/年)	12.00	12.00	12.60	12.60	13.23	13.23	13.89	13.89	14.59	14.59
小计	240.00	240.00	252.00	252.00	264.60	264.60	277.83	277.83	291.72	291.72
4、工程维护费成本										
工程维护费 (万元/年)	87.48	87.48	91.85	91.85	96.45	96.45	101.27	101.27	106.33	106.33
小计	87.48	87.48	91.85	91.85	96.45	96.45	101.27	101.27	106.33	106.33
5、综合管理费	19.65	19.65	20.63	20.63	21.66	21.66	22.75	22.75	23.88	23.88
6、相关税费										
6.1 增值税										

增值税销项税	182.18	212.55	227.73	227.73	227.73	227.73	227.73	227.73	227.73	227.73
期初待抵扣进项税	2,157.72	1,975.54	1,762.99	1,535.26	1,307.53	1,079.80	852.07	624.34	396.61	168.88
应交增值税小计	—	—	—	—	—	—	—	—	—	<b>58.85</b>
6.2 城建税小计	—	—	—	—	—	—	—	—	—	<b>4.12</b>
6.3 教育费附加小计	—	—	—	—	—	—	—	—	—	<b>1.76</b>
6.4 地方教育费附加小计	—	—	—	—	—	—	—	—	—	<b>1.18</b>
6.5 所得税										
年折旧及摊销额	874.76	874.76	874.76	874.76	874.76	874.76	874.76	874.76	874.76	874.76
财务费用	420.00	420.00	420.00	420.00	420.00	420.00	420.00	420.00	420.00	420.00
应纳税所得额	164.86	465.97	590.98	590.98	564.14	564.14	535.95	535.95	506.35	499.29
所得税费用小计	<b>41.22</b>	<b>116.50</b>	<b>147.74</b>	<b>147.74</b>	<b>141.03</b>	<b>141.03</b>	<b>133.99</b>	<b>133.99</b>	<b>126.59</b>	<b>124.82</b>
相关税费小计	<b>41.22</b>	<b>116.50</b>	<b>147.74</b>	<b>147.74</b>	<b>141.03</b>	<b>141.03</b>	<b>133.99</b>	<b>133.99</b>	<b>126.59</b>	<b>190.73</b>
城东自来水厂合计	<b>788.03</b>	<b>929.93</b>	<b>1,020.03</b>	<b>1,020.03</b>	<b>1,040.16</b>	<b>1,040.16</b>	<b>1,061.31</b>	<b>1,061.31</b>	<b>1,083.51</b>	<b>1,147.65</b>
运营成本费用合计	<b>1,889.95</b>	<b>2,230.51</b>	<b>2,448.13</b>	<b>2,448.13</b>	<b>2,497.88</b>	<b>2,497.88</b>	<b>2,550.13</b>	<b>2,550.13</b>	<b>2,604.98</b>	<b>2,669.12</b>

(续上表)

成本类型/年份	2037 年	2038 年	2039 年	2040 年	2041 年	2042 年	2043 年	2044 年	2045 年	合计
一、第三自来水厂										
日供水规模 (万 m <sup>3</sup> /d)	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	—
生产比例	75.00%	75.00%	75.00%	75.00%	75.00%	75.00%	75.00%	75.00%	75.00%	—
1、药剂费成本										
1.1 聚合氯化铝 (PAC) 成本										
聚合氯化铝 (PAC) 消耗量 (吨 /万 m <sup>3</sup> )	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	—
单价 (元/吨)	1,914.42	1,914.42	2,010.14	2,010.14	2,110.65	2,110.65	2,216.18	2,216.18	2,326.99	—
小计	220.11	220.11	231.12	231.12	242.67	242.67	254.81	254.81	267.55	4,024.93
1.2 次氯酸钠成本										
次氯酸钠消耗量 (吨/万 m <sup>3</sup> )	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	—

单价（元/吨）	1,276.28	1,276.28	1,340.10	1,340.10	1,407.10	1,407.10	1,477.46	1,477.46	1,551.33	—
小计	73.37	73.37	77.04	77.04	80.89	80.89	84.94	84.94	89.18	1,341.65
2、燃料动力费成本										
用电量（kW•h/万 m³）	3,500.00	3,500.00	3,500.00	3,500.00	3,500.00	3,500.00	3,500.00	3,500.00	3,500.00	—
单价（元/kW•h）	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	—
小计	469.48	469.48	469.48	469.48	469.48	469.48	469.48	469.48	469.48	8,794.93
3、人员成本										
人员数量	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	—
人均人员成本（万元/人/年）	15.32	15.32	16.08	16.08	16.89	16.89	17.73	17.73	18.62	—
小计	459.46	459.46	482.43	482.43	506.56	506.56	531.88	531.88	558.48	8,497.60
4、工程维护费成本										
工程维护费（万元/年）	169.32	169.32	177.79	177.79	186.68	186.68	196.01	196.01	205.81	—
小计	169.32	169.32	177.79	177.79	186.68	186.68	196.01	196.01	205.81	3,131.57
5、综合管理费	37.73	37.73	39.61	39.61	41.59	41.59	43.67	43.67	45.86	697.74

<b>6、相关税费</b>										
<b>6.1 增值税</b>										
增值税销项税	318.82	318.82	318.82	318.82	318.82	318.82	318.82	318.82	318.82	<b>5,972.55</b>
期初待抵扣进项税	390.65	71.83	—	—	—	—	—	—	—	—
应交增值税小计	—	<b>246.99</b>	<b>318.82</b>	<b>318.82</b>	<b>318.82</b>	<b>318.82</b>	<b>318.82</b>	<b>318.82</b>	<b>318.82</b>	<b>2,478.73</b>
<b>6.2 城建税小计</b>	—	<b>17.29</b>	<b>22.32</b>	<b>22.32</b>	<b>22.32</b>	<b>22.32</b>	<b>22.32</b>	<b>22.32</b>	<b>22.32</b>	<b>173.53</b>
<b>6.3 教育费附加小计</b>	—	<b>7.41</b>	<b>9.56</b>	<b>9.56</b>	<b>9.56</b>	<b>9.56</b>	<b>9.56</b>	<b>9.56</b>	<b>9.56</b>	<b>74.33</b>
<b>6.4 地方教育费附加小计</b>	—	<b>4.94</b>	<b>6.38</b>	<b>6.38</b>	<b>6.38</b>	<b>6.38</b>	<b>6.38</b>	<b>6.38</b>	<b>6.38</b>	<b>49.60</b>
<b>6.5 所得税</b>										
年折旧及摊销额	1,326.65	1,326.65	1,326.65	1,326.65	1,326.65	1,326.65	1,326.65	1,326.65	1,326.65	—
财务费用	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	—
应纳税所得额	505.12	475.48	418.86	418.86	368.46	368.46	315.54	315.54	259.97	—
所得税费用小计	<b>126.28</b>	<b>118.87</b>	<b>104.72</b>	<b>104.72</b>	<b>92.12</b>	<b>92.12</b>	<b>78.89</b>	<b>78.89</b>	<b>64.99</b>	<b>2,235.46</b>
<b>相关税费小计</b>	<b>126.28</b>	<b>395.50</b>	<b>461.80</b>	<b>461.80</b>	<b>449.20</b>	<b>449.20</b>	<b>435.97</b>	<b>435.97</b>	<b>422.07</b>	<b>5,011.65</b>

第三自来水厂合计	1,555.75	1,824.97	1,939.27	1,939.27	1,977.07	1,977.07	2,016.76	2,016.76	2,058.43	31,500.07
二、城东自来水厂										
日供水规模（万 m³/d）	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	—
生产比例	75.00%	75.00%	75.00%	75.00%	75.00%	75.00%	75.00%	75.00%	75.00%	—
1、药剂费成本										
1.1 聚合氯化铝（PAC）成本										
聚合氯化铝（PAC）消耗量（吨/万 m³）	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	—
单价（元/吨）	1,914.42	1,914.42	2,010.14	2,010.14	2,110.65	2,110.65	2,216.18	2,216.18	2,326.99	—
小计	157.22	157.22	165.08	165.08	173.34	173.34	182.00	182.00	191.10	2,874.91
1.2 次氯酸钠成本										
次氯酸钠消耗量（吨/万 m³）	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	—
单价（元/吨）	1,276.28	1,276.28	1,340.10	1,340.10	1,407.10	1,407.10	1,477.46	1,477.46	1,551.33	—



小计	52.41	52.41	55.03	55.03	57.78	57.78	60.67	60.67	63.70	958.32
2、燃料动力费成本										
用电量 (kW·h/万 m³)	3,500.00	3,500.00	3,500.00	3,500.00	3,500.00	3,500.00	3,500.00	3,500.00	3,500.00	—
单价 (元/kW·h)	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	—
小计	335.34	335.34	335.34	335.34	335.34	335.34	335.34	335.34	335.34	6,282.05
3、人员成本										
人员数量	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	—
人均人员成本 (万元/人/年)	15.32	15.32	16.08	16.08	16.89	16.89	17.73	17.73	18.62	—
小计	306.31	306.31	321.62	321.62	337.70	337.70	354.59	354.59	372.32	5,665.06
4、工程维护费成本										
工程维护费 (万元/年)	111.65	111.65	117.23	117.23	123.09	123.09	129.25	129.25	135.71	—
小计	111.65	111.65	117.23	117.23	123.09	123.09	129.25	129.25	135.71	2,064.91
5、综合管理费	25.08	25.08	26.33	26.33	27.65	27.65	29.03	29.03	30.48	463.80
6、相关税费										

6.1 增值税										
增值税销项税	227.73	227.73	227.73	227.73	227.73	227.73	227.73	227.73	227.73	4,266.14
期初待抵扣进项税										
应交增值税小计	227.73	227.73	227.73	227.73	227.73	227.73	227.73	227.73	227.73	2,108.42
6.2 城建税小计	15.94	15.94	15.94	15.94	15.94	15.94	15.94	15.94	15.94	147.58
6.3 教育费附加小计	6.83	6.83	6.83	6.83	6.83	6.83	6.83	6.83	6.83	63.23
6.4 地方教育费附加小计	4.55	4.55	4.55	4.55	4.55	4.55	4.55	4.55	4.55	42.13
6.5 所得税										
年折旧及摊销额	874.76	874.76	874.76	874.76	874.76	874.76	874.76	874.76	874.76	—
财务费用	420.00	420.00	420.00	420.00	420.00	420.00	420.00	420.00	420.00	—
应纳税所得额	447.94	447.94	415.32	415.32	381.05	381.05	345.07	345.07	307.30	—
所得税费用小计	111.98	111.98	103.83	103.83	95.26	95.26	86.27	86.27	76.82	2,126.15
相关税费小计	367.03	367.03	358.88	358.88	350.31	350.31	341.32	341.32	331.87	4,487.51
城东自来水厂合计	1,355.04	1,355.04	1,379.51	1,379.51	1,405.21	1,405.21	1,432.20	1,432.20	1,460.52	22,796.56

运营成本费用合计	2,910.79	3,180.01	3,318.78	3,318.78	3,382.28	3,382.28	3,448.96	3,448.96	3,518.95	54,296.63
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	-----------

如上表所示，项目债券存续期累计项目运营成本 54,296.63 万元（其中：第三自来水厂 31,500.07 万元，城东自来水厂 22,796.56 万元）。

### 3.项目可偿债收益

项目收入扣除相关成本（不含本期债券利息费用）后，为项目收益，可以用以偿还融资的本息。项目收益预测如下：

表6-3 项目收益预测表

金额单位：人民币万元

年份	运营期收入	运营期成本	发行成本费用	项目收益
2025 年	—	—	17.60	-17.60
2026 年	—	—	19.80	-19.80
2027 年	5,295.42	1,889.95	—	3,405.47
2028 年	6,177.99	2,230.51	—	3,947.48
2029 年	6,619.27	2,448.13	—	4,171.14
2030 年	6,619.27	2,448.13	—	4,171.14
2031 年	6,619.27	2,497.88	—	4,121.39
2032 年	6,619.27	2,497.88	—	4,121.39
2033 年	6,619.27	2,550.13	—	4,069.14
2034 年	6,619.27	2,550.13	—	4,069.14
2035 年	6,619.27	2,604.98	—	4,014.29
2036 年	6,619.27	2,669.12	—	3,950.15
2037 年	6,619.27	2,910.79	—	3,708.48
2038 年	6,619.27	3,180.01	—	3,439.26
2039 年	6,619.27	3,318.78	—	3,300.49
2040 年	6,619.27	3,318.78	—	3,300.49
2041 年	6,619.27	3,382.28	—	3,236.99
2042 年	6,619.27	3,382.28	—	3,236.99
2043 年	6,619.27	3,448.96	—	3,170.31
2044 年	6,619.27	3,448.96	—	3,170.31
2045 年	6,619.27	3,518.95	—	3,100.32
合计	<b>124,001.00</b>	<b>54,296.63</b>	<b>37.40</b>	<b>69,666.97</b>

本项目在债券存续期内累计运营收入为 124,001.00 万元（其中：第三自来水厂 72,333.90 万元，城东自来水厂 51,667.10 万元），累计运营成本为 54,296.63 万元（其中：第三自来水厂 31,500.07 万元，城

东自来水厂 22,796.56 万元），发行成本费用为 37.40 万元（其中：第三自来水厂 22.00 万元，城东自来水厂 15.40 万元），经营期运营净收益为 69,666.97 万元（其中：第三自来水厂 40,811.83 万元，城东自来水厂 28,855.14 万元）。

## （二）债务还本付息（偿债计划）情况

### 1. 专项债券还本付息情况

本项目拟发行专项债券 34,000.00 万元，分两年发行，其中：2025 年下半年拟发行金额为 16,000.00 万元，2026 年上半年拟发行金额为 18,000.00 万元，假设发行利率 3.00%，期限二十年，每半年支付一次利息，到期偿还本金，债券存续期内应还本付息情况如下：

表6-4 融资还本付息情况表

金额单位：人民币万元

年度	期初本金	本期新增本金	本期偿还本金	期末本金	债券利率	本期应付利息
2025 年	—	16,000.00	—	5,000.00	3.00%	—
2026 年	16,000.00	18,000.00	—	34,000.00	3.00%	750.00
2027 年	34,000.00	—	—	34,000.00	3.00%	1,020.00
2028 年	34,000.00	—	—	34,000.00	3.00%	1,020.00
2029 年	34,000.00	—	—	34,000.00	3.00%	1,020.00
2030 年	34,000.00	—	—	34,000.00	3.00%	1,020.00
2031 年	34,000.00	—	—	34,000.00	3.00%	1,020.00
2032 年	34,000.00	—	—	34,000.00	3.00%	1,020.00
2033 年	34,000.00	—	—	34,000.00	3.00%	1,020.00
2034 年	34,000.00	—	—	34,000.00	3.00%	1,020.00
2035 年	34,000.00	—	—	34,000.00	3.00%	1,020.00
2036 年	34,000.00	—	—	34,000.00	3.00%	1,020.00
2037 年	34,000.00	—	—	34,000.00	3.00%	1,020.00
2038 年	34,000.00	—	—	34,000.00	3.00%	1,020.00
2039 年	34,000.00	—	—	34,000.00	3.00%	1,020.00

2040 年	34,000.00	—	—	34,000.00	3.00%	1,020.00
2041 年	34,000.00	—	—	34,000.00	3.00%	1,020.00
2042 年	34,000.00	—	—	34,000.00	3.00%	1,020.00
2043 年	34,000.00	—	—	34,000.00	3.00%	1,020.00
2044 年	34,000.00	—	—	34,000.00	3.00%	1,020.00
2045 年	34,000.00	—	16,000.00	29,000.00	3.00%	1020.00
2046 年	29,000.00	—	18,000.00	—	3.00%	270.00
合计		34,000.00	34,000.00	—	—	20,400.00

本项目债券还本付息总额为 54,400.00 万元（其中：第三自来水厂 32000.00 万元，城东自来水厂 22400.00 万元）。

## 2.总体债务还本付息情况

表6-5 总体债务还本付息情况表

金额单位：人民币万元

项目	第三自来水厂	城东自来水厂	合计金额
专项债券本金总额	20000.00	14000.00	34,000.00
专项债券利息总额	12000.00	8400.00	20,400.00
专项债券本息总额	32000.00	22400.00	54,400.00
市场化融资本金总额	-	-	-
市场化融资利息总额	-	-	-
市场化融资本息总额	-	-	-
总债务本金	20000.00	14000.00	34,000.00
总债务利息	12000.00	8400.00	20,400.00
总债务本息	32000.00	22400.00	54,400.00

### （三）偿债指标计算

预期项目收益偿还融资本金、利息和本息覆盖倍数具体情况如下：

1.总投资收益率=项目可偿债收益/总投资=1.0063

2.总债务本息保障倍数=项目可偿债收益/总债务融资本息  
=1.2806

3.总债务本金保障倍数=项目可偿债收益/总债务融资本金  
=2.0490

4.专项债券本息保障倍数=项目可偿债收益/专项债券本息  
=1.2806

5.专项债券本金保障倍数=项目可偿债收益/专项债券本金  
=2.0490

### （四）资金测算平衡情况

表6-6 项目收益覆盖还本付息测算表

金额单位：人民币万元

年度	融资本息			项目收益			
	本金	利息	本息合计	运营期收入	运营期成本	债券发行费用	项目收益
2025 年	—	—	—	—	—	17.60	-17.60
2026 年	—	750.00	750.00	—	—	19.80	-19.80
2027 年	—	1,020.00	1,020.00	5,295.42	1,889.95	—	3,405.47
2028 年	—	1,020.00	1,020.00	6,177.99	2,230.51	—	3,947.48
2029 年	—	1,020.00	1,020.00	6,619.27	2,448.13	—	4,171.14
2030 年	—	1,020.00	1,020.00	6,619.27	2,448.13	—	4,171.14
2031 年	—	1,020.00	1,020.00	6,619.27	2,497.88	—	4,121.39
2032 年	—	1,020.00	1,020.00	6,619.27	2,497.88	—	4,121.39
2033 年	—	1,020.00	1,020.00	6,619.27	2,550.13	—	4,069.14
2034 年	—	1,020.00	1,020.00	6,619.27	2,550.13	—	4,069.14
2035 年	—	1,020.00	1,020.00	6,619.27	2,604.98	—	4,014.29

2036 年	—	1,020.00	1,020.00	6,619.27	2,669.12	—	3,950.15
2037 年	—	1,020.00	1,020.00	6,619.27	2,910.79	—	3,708.48
2038 年	—	1,020.00	1,020.00	6,619.27	3,180.01	—	3,439.26
2039 年	—	1,020.00	1,020.00	6,619.27	3,318.78	—	3,300.49
2040 年	—	1,020.00	1,020.00	6,619.27	3,318.78	—	3,300.49
2041 年	—	1,020.00	1,020.00	6,619.27	3,382.28	—	3,236.99
2042 年	—	1,020.00	1,020.00	6,619.27	3,382.28	—	3,236.99
2043 年	—	1,020.00	1,020.00	6,619.27	3,448.96	—	3,170.31
2044 年	—	1,020.00	1,020.00	6,619.27	3,448.96	—	3,170.31
2045 年	16,000.00	1,020.00	17,020.00	6,619.27	3,518.95	—	3,100.32
2046 年	18,000.00	270.00	18,270.00	—	—	—	—
合计	<b>34,000.00</b>	<b>20,400.00</b>	<b>54,400.00</b>	<b>124,001.00</b>	<b>54,296.63</b>	<b>37.40</b>	<b>69,666.97</b>
本息覆盖倍数				<b>1.28</b>			

此次项目经营期经营活动净现金流量的现金预计总流入为 69,666.97 万元（其中：第三自来水厂 40,811.83 万元，城东自来水厂 28,855.14 万元），建设期及经营期的还本付息总额为 54,400.00 万元（其中：第三自来水厂 32,000.00 万元，城东自来水厂 22,400.00 万元），非标专项债券对应的净现金流量对融资成本覆盖倍数为 1.28（其中分项为：第三自来水厂 1.28，城东自来水厂 1.29），能够合理保障融资资金的本金和利息，可以实现项目收益与融资的自求平衡。

表6-7 平衡方案现金流量测算表

金额单位：人民币万元

项 目	2024-2026 年	2027 年	2028 年	2029 年	2030 年	2031 年	2032 年
一、经营活动产生现金流							
经营活动流入小计	—	5,295.42	6,177.99	6,619.27	6,619.27	6,619.27	6,619.27
经营活动流出小计	—	1,889.95	2,230.51	2,448.13	2,448.13	2,497.88	2,497.88
经营活动净流量	—	3,405.47	3,947.48	4,171.14	4,171.14	4,121.39	4,121.39
二、投资活动产生现金流							
投资活动流入小计	—	—	—	—	—	—	—
投资活动流出小计	68,446.43	—	—	—	—	—	—



投资活动净流量	-68,446.43	—	—	—	—	—	—
三、筹资活动产生现金流							
筹资活动流入小计	69,233.83	—	—	—	—	—	—
筹资活动流出小计	787.40	1,020.00	1,020.00	1,020.00	1,020.00	1,020.00	1,020.00
筹资活动净流量	68,446.43	-1,020.00	-1,020.00	-1,020.00	-1,020.00	-1,020.00	-1,020.00
四、现金及现金等价物年增加额	—	2,385.47	2,927.48	3,151.14	3,151.14	3,101.39	3,101.39
五、年初现金结余	—	—	2,385.47	5,312.95	8,464.09	11,615.23	14,716.62
六、期末资金	—	2,385.47	5,312.95	8,464.09	11,615.23	14,716.62	17,818.01

(续上表)

项 目	2033 年	2034 年	2035 年	2036 年	2037 年	2038 年	2039 年
一、经营活动产生现金流							
经营活动流入小计	6,619.27	6,619.27	6,619.27	6,619.27	6,619.27	6,619.27	6,619.27
经营活动流出小计	2,550.13	2,550.13	2,604.98	2,669.12	2,910.79	3,180.01	3,318.78
经营活动净流量	4,069.14	4,069.14	4,014.29	3,950.15	3,708.48	3,439.26	3,300.49
二、投资活动产生现金流							
投资活动流入小计	—	—	—	—	—	—	—
投资活动流出小计	—	—	—	—	—	—	—
投资活动净流量	—	—	—	—	—	—	—
三、筹资活动产生现金流							
筹资活动流入小计	—	—	—	—	—	—	—
筹资活动流出小计	1,020.00	1,020.00	1,020.00	1,020.00	1,020.00	1,020.00	1,020.00
筹资活动净流量	-1,020.00	-1,020.00	-1,020.00	-1,020.00	-1,020.00	-1,020.00	-1,020.00
四、现金及现金等价物年增加额	3,049.14	3,049.14	2,994.29	2,930.15	2,688.48	2,419.26	2,280.49
五、年初现金结余	17,818.01	20,867.15	23,916.29	26,910.58	29,840.73	32,529.21	34,948.47
六、期末资金	20,867.15	23,916.29	26,910.58	29,840.73	32,529.21	34,948.47	37,228.96

(续上表)

项 目	2040 年	2041 年	2042 年	2043 年	2044 年	2045 年	2046 年
一、经营活动产生现金流							
经营活动流入小计	6,619.27	6,619.27	6,619.27	6,619.27	6,619.27	6,619.27	—
经营活动流出小计	3,318.78	3,382.28	3,382.28	3,448.96	3,448.96	3,518.95	—
经营活动净流量	3,300.49	3,236.99	3,236.99	3,170.31	3,170.31	3,100.32	—

二、投资活动产生现金流							
投资活动流入小计	—	—	—	—	—	—	—
投资活动流出小计	—	—	—	—	—	—	—
投资活动净流量	—	—	—	—	—	—	—
三、筹资活动产生现金流							
筹资活动流入小计	—	—	—	—	—	—	—
筹资活动流出小计	1,020.00	1,020.00	1,020.00	1,020.00	1,020.00	17,020.00	18,270.00
筹资活动净流量	-1,020.00	-1,020.00	-1,020.00	-1,020.00	-1,020.00	-17,020.00	-18,270.00
四、现金及现金等价物年增加额	2,280.49	2,216.99	2,216.99	2,150.31	2,150.31	-13,919.68	-18,270.00
五、年初现金结余	37,228.96	39,509.45	41,726.44	43,943.43	46,093.74	48,244.05	34,324.37
六、期末资金	39,509.45	41,726.44	43,943.43	46,093.74	48,244.05	34,324.37	16,054.37

根据测算，报告预测期项目累计净现金流量大于 0，能够实现自求平衡。如报告预测期内个别年度该项目出现净现金流量为负值的情形，由项目单位对于项目资金缺口予以调剂。

### （五）敏感性分析（压力测试）

如上所示，经计算，本项目在专项债券存续期内合计还本付息额为 54,400.00 万元（其中：第三自来水厂 32000.00 万元，城东自来水厂 22400.00 万元），可用于偿还本息的累计净收益 69666.97 万元（其中：第三自来水厂 40811.83 万元，城东自来水厂 28855.14 万元），本息保障倍数为 1.28（其中：第三自来水厂 1.28，城东自来水厂 1.29）。

鉴于项目收益预测依赖一定的假设条件，依据当前的市场状况及数据，对未来收益和现金流进行预测，未来实现情况存在不确定性，本着保守性原则，对项目收益下行或成本上行波动情况进行敏感性分析，作为衡量项目收益满足本息偿付的可靠性指标。

1. 预计实现项目运营期收入的 95% 情况下测算，项目收益偿还融资本金、利息和本息覆盖倍数具体情况如下：

**表6-8 项目收益覆盖还本付息测算表（按运营期收益增速的95%）**

金额单位：人民币万元

年度	融资本息			项目收益			
	本金	利息	本息合计	运营期收入	运营期成本	债券发行费用	项目收益
2025 年	—	—	—	—	—	17.60	-17.60
2026 年	—	750.00	750.00	—	—	19.80	-19.80
2027 年	—	1,020.00	1,020.00	5,030.65	1,889.95	—	3,140.70
2028 年	—	1,020.00	1,020.00	5,869.09	2,230.51	—	3,638.58
2029 年	—	1,020.00	1,020.00	6,288.31	2,448.13	—	3,840.18
2030 年	—	1,020.00	1,020.00	6,288.31	2,448.13	—	3,840.18
2031 年	—	1,020.00	1,020.00	6,288.31	2,497.88	—	3,790.43
2032 年	—	1,020.00	1,020.00	6,288.31	2,497.88	—	3,790.43
2033 年	—	1,020.00	1,020.00	6,288.31	2,550.13	—	3,738.18
2034 年	—	1,020.00	1,020.00	6,288.31	2,550.13	—	3,738.18
2035 年	—	1,020.00	1,020.00	6,288.31	2,604.98	—	3,683.33
2036 年	—	1,020.00	1,020.00	6,288.31	2,669.12	—	3,619.19
2037 年	—	1,020.00	1,020.00	6,288.31	2,910.79	—	3,377.52
2038 年	—	1,020.00	1,020.00	6,288.31	3,180.01	—	3,108.30
2039 年	—	1,020.00	1,020.00	6,288.31	3,318.78	—	2,969.53
2040 年	—	1,020.00	1,020.00	6,288.31	3,318.78	—	2,969.53
2041 年	—	1,020.00	1,020.00	6,288.31	3,382.28	—	2,906.03
2042 年	—	1,020.00	1,020.00	6,288.31	3,382.28	—	2,906.03
2043 年	—	1,020.00	1,020.00	6,288.31	3,448.96	—	2,839.35
2044 年	—	1,020.00	1,020.00	6,288.31	3,448.96	—	2,839.35
2045 年	16,000.00	1,020.00	17,020.00	6,288.31	3,518.95	—	2,769.36
2046 年	18,000.00	270.00	18,270.00	—	—	—	—
合计	34,000.00	20,400.00	54,400.00	117,801.01	54,296.63	37.40	63,466.98
本息覆盖倍数				1.17			

2.预计实现项目运营期收入的 90%情况下测算，项目收益偿还融资本金、利息和本息覆盖倍数具体情况如下：

表6-9 项目收益覆盖还本付息测算表（按运营期收益增速的90%）

金额单位：人民币万元

年度	融资本息			项目收益			
	本金	利息	本息合计	运营期收入	运营期成本	债券发行费用	项目收益
2025 年	—	—	—	—	—	17.60	-17.60
2026 年	—	750.00	750.00	—	—	19.80	-19.80
2027 年	—	1,020.00	1,020.00	4,765.88	1,889.95	—	2,875.93
2028 年	—	1,020.00	1,020.00	5,560.19	2,230.51	—	3,329.68
2029 年	—	1,020.00	1,020.00	5,957.34	2,448.13	—	3,509.21
2030 年	—	1,020.00	1,020.00	5,957.34	2,448.13	—	3,509.21
2031 年	—	1,020.00	1,020.00	5,957.34	2,497.88	—	3,459.46
2032 年	—	1,020.00	1,020.00	5,957.34	2,497.88	—	3,459.46
2033 年	—	1,020.00	1,020.00	5,957.34	2,550.13	—	3,407.21
2034 年	—	1,020.00	1,020.00	5,957.34	2,550.13	—	3,407.21
2035 年	—	1,020.00	1,020.00	5,957.34	2,604.98	—	3,352.36
2036 年	—	1,020.00	1,020.00	5,957.34	2,669.12	—	3,288.22
2037 年	—	1,020.00	1,020.00	5,957.34	2,910.79	—	3,046.55
2038 年	—	1,020.00	1,020.00	5,957.34	3,180.01	—	2,777.33
2039 年	—	1,020.00	1,020.00	5,957.34	3,318.78	—	2,638.56
2040 年	—	1,020.00	1,020.00	5,957.34	3,318.78	—	2,638.56
2041 年	—	1,020.00	1,020.00	5,957.34	3,382.28	—	2,575.06
2042 年	—	1,020.00	1,020.00	5,957.34	3,382.28	—	2,575.06
2043 年	—	1,020.00	1,020.00	5,957.34	3,448.96	—	2,508.38
2044 年	—	1,020.00	1,020.00	5,957.34	3,448.96	—	2,508.38
2045 年	16,000.00	1,020.00	17,020.00	5,957.34	3,518.95	—	2,438.39
2046 年	18,000.00	270.00	18,270.00	—	—	—	—
合计	34,000.00	20,400.00	54,400.00	111,600.85	54,296.63	37.40	57,266.82
本息覆盖倍数				1.05			

由以上分析可见，本项目具有较强的抗风险能力，具有较高的安全边际。

## 七、项目风险评估及控制措施

### （一）风险评估情况

为配套本项目建设，政府需完善项目周边的道路、供水、排水、供电、公共交通等公共服务设施，存在不能按期落实影响本项目建设和运营的风险。

本项目建设涉及其周边居民，相关其他利益相关者较多且构成复杂，需要协调各利益相关者关系，存在外部关系协调的风险。

本项目建设全面铺开，涉及施工人员、管理人员及其他相关人员众多，安全管理难度大，存在安全管理风险。

本项目的具体风险清单如下：

**表7-1 项目主要风险清单**

序号	风险	风险描述
1	设计缺陷风险	设计缺陷风险是指在项目建设过程中，由于初始设计存在缺陷造成的风险。
2	设计变更/优化风险	设计变更/优化风险是指在项目建设过程中，由于新材料或新工艺的发展而导致设计变更/优化造成的风险。
3	工程质量风险	由于施工单位管理不善，技术不够熟练，或者监理不到位等原因造成的工程质量问题。
4	完工延误风险	工程未能按照计划工期完成的风险。
5	稳定性风险	第三方指的是政府和社会资本方之外的任何一方，由于第三方的原因导致项目损失的风险。
6	建设成本超支风险	由于原材料价格上涨、工期延长、工程质量缺陷返工等原因所造成的建设成本超支风险。
7	运维成本超支风险	在项目建成运营期间，由于物价成本上升，维修费用增加等原因导致的项目运维成本超支的风险。

序号	风险	风险描述
8	经营管理风险	由于经营管理能力不足，内部组织混乱、沟通协调困难，影响正常运营引发的风险。
9	收益不足风险	项目运营收益不能达到预期水平的风险。
10	通货膨胀风险	由于通货膨胀导致的各项目成本上升风险。
11	不可抗力风险	不可抗力主要是指台风、冰雹、地震、海啸、洪水、火山爆发、山体滑坡等自然灾害；有时也可包括战争、武装冲突、罢工、骚乱、暴动、疫情等社会异常事件。

## （二）风险控制措施

表7-2 针对本项目风险的应对措施

序号	风险	风险应对措施
1	设计缺陷风险	本项目设计由项目业主采购专业设计机构进行设计，对设计采购有主导权，设计成果及设计概算经过专家审查，施工图由专业机构审查，确保项目设计成果符合国家法律法规相关规范。
2	设计变更/优化风险	在项目建设期内，施工单位应严格按照施工图及批准的施工组织设计进行施工，并无条件地接受实施机构、监理单位、审计单位对工程施工进度、质量、造价、安全和文明施工等方面的监督管理。项目变更在未得到实施机构同意及适用法律要求的对设计文件的变更文件的批准前，施工单位不得将变更文件用于本项目施工。
3	工程质量风险	在工程建设日常监督和检查、项目验收中，政府方有权要求施工单位拆除不合格的建设工程并重建合乎标准的工程，更换有缺陷的材料和设备。施工单位应承担由此而造成的任何增加的费用和政府方发现这些问题的检查检验费用，并应对由此造成的工期延误负责。
4	完工延误风险	政府方违反施工合同及其他相关约定导致的延迟将相应顺延本项目建设期限，若延误对项目发债期限内收益造成实质性损失还应承担责任。施工单位未能按照施工合同及其他相关约定按期完工的，若延误对政府方造成损失的，施工单位应给予赔偿。

序号	风险	风险应对措施
5	稳定性风险	政府方负责建设过程中涉及的居民或其他第三方协调工作，防止涉及居民或其他第三方对项目建设、运营的非正常干扰。
6	建设成本超支风险	政府方组织实施的前期工作投资控制责任由政府方承担。政府方按照合同约定批准变更，变更导致的项目投资变化责任由政府方承担。施工单位按约定承担其他造价控制责任。
7	融资风险	本项目通过发行债券的方式融资，保证本项目建设资金按照合同约定足额、及时到位。
8	运维成本超支风险	项目业主负责本项目范围内项目设施的养护维修工作和日常运营管理。项目运营成本由项目业主承担并做好成本控制。
9	经营管理风险	运营维护服务应达到相关法律法规、行业要求及技术规范等要求。
10	收益不足风险	项目收入为经营收入，包括生活用水销售收入及非生活用水销售收入。
11	不可抗力风险	受不可抗力事件影响时，应先行采取合理的努力以缓解不可抗力的影响，并承担采取这种措施时可能发生的费用。不可抗力造成的损失，应先由通过保险获得补偿。

## 八、投资者保护措施

### （一）资金管理方案

#### 1.发行主体资格

《中华人民共和国预算法》第三十五条规定，经国务院批准的省、自治区、直辖市的预算中必需的建设投资的部分资金，可以在国务院确定的限额内，通过发行地方政府债券举借债务的方式筹措。

《地方政府专项债务预算管理办法》（财预〔2016〕155号）第四条规定，省、自治区、直辖市政府为专项债券的发行主体，具体发行工作由省财政部门负责。省政府依法承担专项债券的发行、管理及还本付息责任。

#### 2.地方政府债务限额管理

《中华人民共和国预算法》第三十五条规定，举借债务的规模，由国务院报全国人民代表大会或者全国人民代表大会常务委员会批准。

《地方政府专项债务预算管理办法》（财预〔2016〕155号）第十条规定，财政部在全国人民代表大会或其常务委员会批准的专项债务限额内，根据债务风险、财力状况等因素并统筹考虑国家调控政策、各地区公益性项目建设需求等，提出分地区专项债务限额及当年新增专项债务限额方案，报国务院批准后下达省级财政部门。

《财政部关于试点发展项目收益与融资自求平衡的地方政府专项债券品种的通知》（财预〔2017〕89号）规定，各地试点分类发行专项债券的规模，应当在国务院批准的专项债务限额内统筹安排，包括当年新增专项债务限额、上年末专项债务余额低于限额的部分。



### 3.地方政府债务预算管理

《中华人民共和国预算法》第三十五条规定，省、自治区、直辖市依照国务院下达的限额举借的债务，列入本级预算调整方案，报本级人民代表大会常务委员会批准。

《地方政府专项债务预算管理办法》（财预〔2016〕155号）第三条规定，专项债务收入、安排的支出、还本付息、发行费用纳入政府性基金预算管理。

### 4.建立地方政府债务应急处置机制

《中华人民共和国预算法》第三十五条第五款规定，国务院建立地方政府债务风险评估和预警机制、应急处置机制以及责任追究制度。

《国务院关于加强地方政府性债务管理的意见》（国发〔2014〕43号）第四（二）点“建立债务风险应急处置机制”规定，各级政府要制定应急处置预案，建立责任追究机制。

按照国务院办公厅印发的《国务院办公厅关于印发地方政府性债务风险应急处置预案的通知》（国办函〔2016〕88号）第7.1规定，县级以上地方各级人民政府要结合实际制定当地债务风险应急处置预案。

### 5.债务资金管理保障措施

#### （1）募集资金使用

1）募集资金使用要求。募集资金的使用应当严格对应到项目。对应的项目应当有稳定的预期偿债资金来源，对应的专项收入应当能够保障偿还债券本金和利息，实现项目收益和融资自求平衡。

2）募集资金由财政部门纳入政府性基金预算管理，并由本级项目主管部门专项用于明光市东部城区供水能力提升项目，严禁用于本

项目以外的项目，任何单位和个人不得截留、挤占和挪用，不得用于经常性支出。

### 3) 募集资金使用范围。

#### ①明光市东部城区供水能力提升项目，包括：

第三自来水厂供水能力提升：新建原水加压泵站 1000 m<sup>2</sup>，7 万吨平流沉淀池 5000 m<sup>2</sup>，v 型滤池（7 万吨）2500 m<sup>2</sup>，预臭氧及后臭氧接触池 600 m<sup>2</sup>，活性炭滤池（10 万吨）5000 m<sup>2</sup>，臭氧发生间 500 m<sup>2</sup>，脱水机房及排水排泥池 1200 m<sup>2</sup>，设备改造工程 1 项，清水池 5000 m<sup>2</sup>，水厂附属配套工程 1 项，原水管网 15km，供水加压泵站 5500 m<sup>2</sup>，供水支管道改造工程 40km，水厂自控系统 1 项。

城东自来水厂供水能力提升：新建 5 万吨平流沉淀池 3016 m<sup>2</sup>、v 型滤池（5 万吨）1314 m<sup>2</sup>、活性炭滤池（10 万吨）5000 m<sup>2</sup>、臭氧发生间 1150 m<sup>2</sup>、二级泵房设备升级改造 1 项、清水池 500 m<sup>2</sup>、水厂附属配套工程 1 项、配水管网 10km、水厂自控系统 1 套。

②经财政部门批准的与明光市东部城区供水能力提升项目有关的其他支出。

## 6. 资金流入管理保障措施

本项目资金流入主要为资本金、债券资金和项目收入流入。

项目资本金来源于财政预算安排资金。每年及时按要求申报财政预算，使本项目资本金需求纳入财政预算安排。对于审批通过的项目资本金，严格按资金需求进度进行支付。

项目专项债券资金由市财政统一管理，专账核算，专款专用，不得挪用。或者在商业银行开立独立于日常经营账户的债券资金管理专用账户（以下简称债券资金专户），用于专项债券募集资金的接收、

存储及划转。

本项目收入专款专用，收入资金由建设单位按期存入市财政专用账户，专项用于本项目债券本息的偿付。

## **7.资金流出管理保障措施**

本项目资金流出主要为项目投资支出及经营成本支出。

建设资金由负责实施的施工单位按照进度提出申请，并报送监理单位、市财政审核，施工单位需如实填写专项债券资金支付审批表、已完工程量、综合单价、变更、索赔凭证、工程进度等要件，并抄送市财政局、发改委，经市发改委、财政局同意后，方可从专用账户中拨付资金。

项目管理单位定期向市财政报送经营成本支出明细并附发票等证明材料，确保项目经营支出真实性。

关于债券本息偿付，由市财政组织准备需要到期支付的债券本息。由市财政向省财政缴纳本期应当承担的还本付息资金。

本项目完成年度预测收支的不确定性可能会带来项目还本付息能力降低的风险，从而使项目出现资金使用风险。若出现此情况，资金保障措施如下：

1) 按照债券发行期限和额度，将项目的还本付息资金纳入政府综合预算管理，在项目年度预算中编列债券还本准备金以及债券利息支出专项预算，并将此项预算列为优先支付预算项目，减少年度收支的不确定性对债务还本付息造成的影响。

2) 要求项目业主加强对经费的绩效管理，坚决压缩不合理支出，减少资金的浪费，保证还本付息资金。

**3) 严格按《明光市非标债资金管理办法》要求管理债务资金，**

具体详见附件 7。

## **8.额度管理**

（1）明光市东部城区供水能力提升项目专项债券募集资金额度应当在省政府批准的分地区专项债务限额内安排，按照市人民政府批准的明光市东部城区供水能力提升项目专项债券分配方案限额拨款。

（2）每一笔募集资金的拨付，必须对应到具体项目，并明确约定债券本息。自募集资金到账之日起，由项目管理使用单位按计划和承诺时间足额还本付息。地方财政、项目主管部门应当按照专项债务风险防控要求审核项目资金支出，确保募集资金依法依规安全运行。

（3）项目管理使用单位未按时将还款资金归集到地方财政指定专户的，应当承担因违约所造成的一切损失及法律责任。

（4）未经地方财政和项目主管部门共同同意，项目管理使用单位不得将募集资金建设的基础设施等项目形成的资产以任何形式转让、抵押贷款或为第三方提供担保。

## **9.预算编制**

（1）明光市东部城区供水能力提升项目实施单位应当根据经营收入情况和下一年度主管部门建设计划，编制下一年度实施单位建设项目收支计划，提出下一年度实施单位建设资金需求，报地方项目主管部门审核、财政部门复核，财政部门将复核后的下一年度主管部门建设资金需求，经市级人民政府批准后按规定时间报省财政厅。

（2）地方财政部门应当会同项目实施单位在省财政厅下达的专项债券额度内，提出专项债券额度分配方案或具体项目安排建议，报市人民政府审定，由市人民政府提交市人大或其常委会审查批准后实施。

(3) 项目主管部门应当建立项目库，并做好与地方政府债务管理系统的衔接。项目管理使用单位应当及时向项目主管部门报送项目预算编制信息，主要包括：项目名称、建设规模、计划投资、项目投资计划、收益和融资平衡方案、预期经营收入等情况。无上述信息的项目，不予审核拨款。

(4) 募集资金还本支出应当根据当年到期项目专项债券规模、明光市东部城区供水能力提升项目收入等因素合理预计，妥善安排，由项目主管部门列入年度部门预算草案。

(5) 明光市东部城区供水能力提升项目专项债券利息和发行费用应当根据项目专项债券规模、利率、费率等情况合理预计，由地方项目主管部门列入部门预算支出统筹安排。

## **10.预算执行和决算**

(1) 募集资金的期限及利率。债券利率按财政部规定的利率标准执行。具体由地方财政部门会同项目实施单位根据项目周期、债务管理要求等因素提出建议，报省财政厅确定。

(2) 明光市东部城区供水能力提升项目取得的收入，应当按照该项目对应的项目专项债券余额统筹安排资金，专门用于偿还到期债券本金。

(3) 每年度末，募集资金管理使用单位应当向同级项目实施单位、财政部门上报募集资金使用收支决算报告，财政部门应当会同项目实施单位编制项目专项债券收支决算，在政府性基金预算决算报告中全面、准确反映项目专项债券收入、安排的支出、还本付息和发行费用等情况。

## 11.募集资金拨付资料

(1) 项目主管部门负责对募集资金的拨付实施审批和监管，项目管理使用单位对提供资料的真实性、齐全性、合规性负责。项目管理使用单位向项目具体实施企业或个人各类款项提报支付必须提供如下资料：

1) 项目建设需要支付的土地价款划拨建设用地相关文件。

2) 项目规划设计及建设过程中进行必要的费用支付，提供支付资料包括但不限于：发改批复文件、中标通知书、施工合同、监理合同、工程量清单、工程进度表（监理单位确认）、施工单位支付申请、监理单位支付证书、工程照片等。

3) 经财政部门批准的与明光市东部城区供水能力提升项目有关的其他支出，提供资料包括但不限于：规划、可研、用地、环评审批等及已投入项目建设的资本金凭证等资料。

(2) 募集资金拨付资料一式肆份。财政局、项目实施单位、项目管理使用单位、项目具体实施企业各留存一份。

## 12.募集资金拨付程序

(1) 申请募集资金拨付时，需具备以下条件：

1) 项目管理使用单位按财政部门的要求，对募集资金进行专账管理。

2) 项目的实际进度与已投资额相匹配。

(2) 募集资金拨付应当严格履行审批程序。

1) 用款计划。项目管理使用单位应根据工程进度提前一个月提出用款计划申请，申请书需有申请单位及具体责任人签字、盖章，并附有用款说明及计划，由项目管理使用单位主要领导签字确认。项目

主管部门在审核通过后，将募集资金划转至项目管理使用单位。

2) 申请拨款。项目管理使用单位申请拨款时，根据款项用途的不同，准备真实、完整的支付资料并出具依次由项目管理使用单位、项目主管部门审核后方可支付。

3) 资金支付。各项目管理使用单位应按需预测资金需求，经项目主管部门审核后拨付到项目管理使用单位。

(3) 项目管理使用单位拟向项目具体实施企业或个人支付资金，应当参照财政部门资金支付的相关规定和本办法规定，严格要求项目具体实施企业提供相应的拨付依据全部资料后，才能将募集资金再支付给项目实施开发企业或项目施工方等交易对象账户。

### **13.募集资金本息偿还**

(1) 募集资金本息偿还坚持“谁用款，谁还款”的原则，严格落实项目主管部门督促项目管理使用单位还款责任。

(2) 募集资金建设项目还款来源包括但不限于：

1) 项目实施后该项目对应的收入；

2) 项目管理使用单位承诺其他与本项目相关的资金。

(3) 募集资金本金、利息回收日期和额度以财政部门与省财政厅签订的合同约定的回收日期及额度为准。

(4) 地方财政部门应当及时向省财政厅缴纳募集资金应当承担的还本付息、发行费用等资金。

(5) 还本付息。财政部门应当及时将还本付息有关内容通知项目管理使用单位，项目管理使用单位应在还本付息日 20 个工作日前将应偿还本金和利息足额汇入财政部门指定账户中。项目管理使用单位未将应偿还本金和利息划入财政部门指定账户的，由此导致资金在

途所产生的有关支出，由管理使用单位承担。

（6）对于动用偿债准备金偿还募集资金本息的，应按照偿债准备金比例在募集资金本息偿还后 7 个工作日内补足。

（7）动态还款机制。如项目管理使用单位提前归还本项目募集资金本金，经财政、项目主管部门会商同意后可提前还款。

#### **14.部门职责**

（1）财政局主要职责：负责对募集资金建设项目的实施情况评审；对募集资金账户进行监督；负责协调募集资金按时偿还本息。

（2）审计部门主要职责：负责对募集资金建设项目进行审计监督；负责对募集资金使用进行审计监督。

（3）项目主管部门主要职责：负责年度募集资金的支付计划安排；负责对募集资金建设项目的建设情况动态监管；负责对募集资金建设项目的工程进度、质量安全等进行检查考核；严格审核资金支付审批表和支付依据等资料，负责组织募集资金建设项目的竣工验收。

（4）项目管理使用单位主要职责：向财政局和项目主管部门上报资金使用计划申请，按财政部门、项目主管部门和本办法的要求提供项目有关资料；对项目实施开发企业提供的募集资金拨付资料的真实性负责；严格按照批准的资金用途合理使用募集资金，做到专款专用；按时、足额偿还募集资金本金、利息；按要求向项目主管部门、财政部门、审计部门和募集资金存管银行报送募集资金建设项目进度说明和财务报表。

#### **15.监督管理**

（1）财政部门应当会同项目主管部门建立和完善相关制度，加强对本地区项目专项债券发行、使用、偿还的管理和监督。



(2)项目主管部门应当加强对募集资金建设项目的管理和监督,履行国有资产运营维护责任,保障募集资金建设项目按期投入运营,确保项目收益和融资平衡。应当按照有关规定,对募集资金进行专账核算,主动接受财政、审计部门的监督检查,依据规定的项目和指定的用途使用,不得截留、挤占、挪作他用。

(3)有下列行为之一的,依法追究相关人员的行政责任和法律责任:

- 1)违反资金使用规定,截留、挤占和挪用资金的;
- 2)因工作失职造成资金严重损失浪费的。

## (二)投资者权益保障措施

### 1.项目还款责任与保障

按照《国务院办公厅关于印发地方政府性债务风险应急处置预案的通知》(国办函〔2016〕88号)规定,本级政府对地方政府债券依法承担全部偿还责任。本级财政将按照《财政部关于印发〈地方政府专项债务预算管理办法〉的通知》(财预〔2016〕155号)规定,及时按照转贷协议约定逐级向省政府缴纳本级应当承担的还本付息资金,由省财政按照合同约定及时偿还专项债券到期本息。如偿债出现困难,将通过调减投资计划、处置可变现资产、调整预算支出结构等方式筹集资金偿还债务。未按时足额向省财政缴纳专项债券还本付息资金的,省财政采取适当方式扣回。

### 2.从制度层面建立地方政府债务风险防控措施及债务风险应急处置预案

安徽省委、省政府、滁州市、明光市高度重视政府债务管理工作,积极采取有效措施、不断完善政府债务管理制度,着力控制债务规模,

防范和化解政府债务风险。

### （1）建立完善明光市债务风险防控机制

根据《中华人民共和国预算法》《国务院关于加强地方政府性债务管理的意见》（国发〔2014〕43号）和《国务院办公厅关于印发地方政府性债务风险应急处置预案的通知》（国办函〔2016〕88号），省政府出台了《安徽省人民政府关于加强地方政府性债务管理的实施意见》（皖〔2015〕25号）、《关于印发政府性债务风险应急预案的通知》（皖政办秘〔2017〕10号）等一系列规范性文件，构建了安徽省政府性债务管理的制度框架。2017年6月成立了以李国英省长为组长的政府性债务管理领导小组（政府性债务风险事件应急领导小组）。明光市也将成立防范化解政府隐性债务风险工作领导小组，负责本地区政府性债务风险防控工作。

### （2）实行政府债务限额管理

安徽省对地方政府债务规模实行余额限额管理，政府举债不得突破批准的限额，省财政厅在国务院下达的限额内，根据各地债务风险和偿债压力，提出省级及市区新增债务限额分配方案，报省政府批准后下达各市区政府。本项目34,000.00万元募集资金拟在安徽省政府批准的限额范围内发行。

### （3）有效防范化解政府债务风险、严格政府债务风险监管

根据财政部通报的地方政府债务风险情况，对债务风险预警或提示地区实施通报。安徽省制定了《安徽省地方政府债务风险评估和预警暂行办法》，对各市区政府性债务进行动态监测、评估和预警，督促和约谈高风险的市本级及区制定风险化解应急预案，确保不发生系统性财政金融风险，印发了《关于印发政府性债务风险应急处置预案

的通知》，明确政府债务风险等级标准和应急处置措施，明光市将高度重视政府债务风险防范，积极配合省政府督导，并加强债务风险防控。

### 3.落实加强政府债务预算算理

设立预算稳定调节基金，建立跨年度的预算平衡机制，加强一般公共预算、政府性基金预算和国有资本经营预算体系的统筹力度，强化项目资金的管理，加快专项资金清理，归并和整合力度。建立债务项目全生命周期偿债计划，分层次编制政府债务偿还规划和年度计划，建立健全政府债务滚动偿还方案，做好分年度的债务还本付息预算安排工作，加大预算的统筹力度，多渠道多角度全方位筹集资金偿还到期债务。根据财政部的相关要求和统一部署，根据债务分类，将一般债务纳入一般公共预算管理，将专项债务纳入政府性基金预算管理。

### 4.项目收入管理

本项目债券存续期间，明光市东部城区供水能力提升项目收取的生活用水销售收入及非生活用水销售收入优先用于偿还本项目募集债券资金的还本付息。经测算，本项目建设完成后，债券发行期间运营期内预计可实现净收益 69,666.97 万元（其中：第三自来水厂 40,811.83 万元，城东自来水厂 28,855.14 万元），足够覆盖本项目融资成本、利息支出及发行费用，实现偿债来源与融资自求平衡。

本项目将加快项目进度，确保本项目及时投入运营，及时实现项目收入，保障项目按时进行债券还本付息。在例行审计之外，实施单位需不定期对项目收入进行内部审计，以保证债券存续期项目收入专款专用，落实对于债权人的承诺。

## 5.项目资产管理

项目资产权属当前较为清晰，不存在任何抵押或担保。在债券存续期间，明光市将会定期对项目资产进行检查和盘点。在本项目全部债券还本付息完成前，项目资产不会进行任何抵押或担保等影响本项目权益的风险操作。

根据财政部关于专项债券项目形成资产有关管理规定，项目申请单位需明确本项目资产类型、数量、预估价值、资产权益归属及资产持有单位、资产收入项目及收支安排、上缴财政部分的收入项目及比例，具体如下：

1) 资产类型：本项目利用资金建设完成后形成的资产类型为非流动资产；

2) 数量：本项目主要包括第三自来水厂供水能力提升：新建原水加压泵站 1000 m<sup>2</sup>，7 万吨平流沉淀池 5000 m<sup>2</sup>，v 型滤池（7 万吨）2500 m<sup>2</sup>，预臭氧及后臭氧接触池 600 m<sup>2</sup>，活性炭滤池（10 万吨）5000 m<sup>2</sup>，臭氧发生间 500 m<sup>2</sup>，脱水机房及排水排泥池 1200 m<sup>2</sup>，设备改造工程 1 项，清水池 5000 m<sup>2</sup>，水厂附属配套工程 1 项，原水管网 15km，供水加压泵站 5500 m<sup>2</sup>，供水支管道改造工程 40km，水厂自控系统 1 项。

城东自来水厂供水能力提升：新建 5 万吨平流沉淀池 3016 m<sup>2</sup>、v 型滤池（5 万吨）1314 m<sup>2</sup>、活性炭滤池（10 万吨）5000 m<sup>2</sup>、臭氧发生间 1150 m<sup>2</sup>、二级泵房设备升级改造工程 1 项、清水池 500 m<sup>2</sup>、水厂附属配套工程 1 项、配水管网 10km、水厂自控系统 1 套；

3) 预估价值：预估价值即项目工程投资 69,233.83 万元（其中：第三自来水厂 42785.99 万元，城东自来水厂 26447.84 万元）；

4) 资产权益归属及资产持有单位：本项目资产权益归属及资产持有单位为明光明诚供水集团有限公司，负责专项债形成资产产权登记、会计核算、收益收缴等工作；

5) 资产收入项目及收支安排：本项目资产收入包括生活用水销售收入及非生活用水销售收入，本项目建成后，债券存续期内所形成的项目运营收益优先偿还本项目专项债券还本付息的支出；

6) 上缴财政部分的收入项目及比例：本项目上缴财政部分的收入项目包括生活用水销售收入及非生活用水销售收入，本项目建成后，债券存续期内所形成的项目运营收益优先偿还本项目专项债券还本付息的支出，如有结余将统一上缴财政。

附件：

附件 1 事前绩效评估报告

## 明光市东部城区供水能力提升项目 事前绩效评估报告

财政部门：明光市财政局  
主管部门：明光市水务局  
实施单位：明光明诚供水集团有限公司  
2025 年 5 月

## 一、基本情况

### （一）政策背景

1、《国家水网建设规划纲要》中指出到 2025 年，建设一批国家水网骨干工程，国家骨干网建设加快推进，省市县水网有序实施，着力补齐水资源配置、城乡供水、防洪排涝、水生态保护、水网智能化等短板和薄弱环节，水旱灾害防御能力、水资源节约集约利用能力、水资源优化配置能力、大江大河大湖生态保护治理能力进一步提高，水网工程智能化水平得到提升，国家水安全保障能力明显增强。

到 2035 年，基本形成国家水网总体格局，国家水网主骨架和大动脉逐步建成，省市县水网基本完善，构建与基本实现社会主义现代化相适应的国家水安全保障体系。水资源节约集约高效利用水平全面提高，城乡供水安全保障水平和抗旱应急能力明显提升；江河湖泊流域防洪减灾体系基本完善，防洪安全保障水平显著提高，洪涝风险防控和应对能力明显增强；水生态空间有效保护，水土流失有效治理，河湖生态水量有效保障，美丽健康水生态系统基本形成；国家水网工程良性运行管护机制健全，数字化、网络化、智能化调度运用基本实现。

2、本项目属于《产业政策调整指导目录》（2024 年本）“鼓励类”中“节水供水工程”类别，属于国家产业政策支持鼓励建设的项目。

3、《安徽省人民政府办公厅关于加强农村饮水安全工程长效管理机制建设的指导意见》提出：推进城乡供水一体化。沿江、沿淮、淮北及江淮丘陵地区应统筹考虑县域水源条件、净水厂和输配水管网建设等供水系统整体布局，优先采用地表水，依靠长江、淮河、大中

型水库和湖泊等可靠的水源，将供水管网由城市向镇村延伸，逐步实现县域供水管网“一张网”、水源互为备用、水量相互调剂。依托大中型供水企业的技术、管理优势，实行统一管理、统一经营，建立一体化的城乡供水网络系统，实现城乡居民共享优质供水。

4、《安徽省城市供水条例》提出：城镇供水应当严格控制用水总量，提高用水效率，实行开发水源与节约用水相结合，优先保障城镇居民生活用水，统筹兼顾生产用水和其他各项建设用水，确保城镇供水用水安全。

鼓励有条件的地区向农村延伸城镇公共供水管网，发展城乡一体化供水。

5、《滁州市二次供水管理办法》提出：市、县（市、区）人民政府应当加强对城镇二次供水管理工作的组织领导，建立健全协调机制，强化供水设施建设管理。

6、《明光市国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》提出：探索农村供水改革，实施城乡供水一体化。实施城乡供水一体化工程，新建城东自来水厂，改扩建林东、分水岭等自来水厂，建设自动控制监测系统和信息化监管平台，城乡基础设施更加巩固。实施农村供水保障工程，加强水源地保护、水质检测能力和水厂信息化能力建设，逐步完善运行管护体系。

## （二）项目概况

- 1.项目名称：明光市东部城区供水能力提升项目。
- 2.项目类型：市政基础设施。
- 3.主管部门：明光市水务局
- 4.项目单位：明光明诚供水集团有限公司



5.项目地点：明光市。

## 6.建设内容及规模

第三自来水厂供水能力提升：新建原水加压泵站 1000 m<sup>2</sup>，7 万吨平流沉淀池 5000 m<sup>2</sup>，v 型滤池（7 万吨）2500 m<sup>2</sup>，预臭氧及后臭氧接触池 600 m<sup>2</sup>，活性炭滤池（10 万吨）5000 m<sup>2</sup>，臭氧发生间 500 m<sup>2</sup>，脱水机房及排水排泥池 1200 m<sup>2</sup>，设备改造工程 1 项，清水池 5000 m<sup>2</sup>，水厂附属配套工程 1 项，原水管网 15km，供水加压泵站 5500 m<sup>2</sup>，供水支管道改造工程 40km，水厂自控系统 1 项。

城东自来水厂供水能力提升：新建 5 万吨平流沉淀池 3016 m<sup>2</sup>、v 型滤池（5 万吨）1314 m<sup>2</sup>、活性炭滤池（10 万吨）5000 m<sup>2</sup>、臭氧发生间 1150 m<sup>2</sup>、二级泵房设备升级改造改造工程 1 项、清水池 500 m<sup>2</sup>、水厂附属配套工程 1 项、配水管网 10km、水厂自控系统 1 套。

## 7.项目建设期

项目建设期 2 年，建设期 2024 年 12 月-2026 年 12 月。

## 8.项目投资概况

项目估算总投资约为 69,233.83 万元（其中：第三自来水厂 42785.99 万元，城东自来水厂 26447.84 万元），其中工程费用为 57,932.68 万元（其中：第三自来水厂 35885.00 万元，城东自来水厂 22047.68 万元），工程建设及其他费用为 4,148.38 万元（其中：第三自来水厂 2516.76 万元，城东自来水厂 1631.62 万元），预备费为 6,376.95 万元（其中：第三自来水厂 3912.23 万元，城东自来水厂 2453.14 万元），建设期利息为 750.00 万元（其中：第三自来水厂 450.00 万元，城东自来水厂 300.00 万元），发行费用为 37.40 万元（其中：第三自来水厂 22.00 万元，城东自来水厂 15.40 万元）。

9.债券期限：本项目拟发行专项债券 34,000.00 万元，期限二十年。

## 二、绩效评价工作开展情况

为加强预算科学化精细化管理，提高预算资金分配决策的科学性、公开性和公正性，根据《地方政府专项债券项目资金绩效管理办法》的通知（财预〔2021〕61号）的相关要求，我单位组建评估工作组，按照事前绩效评估准备阶段、实施阶段、报告撰写阶段的程序，通过入户座谈、网络查阅资料、电话咨询等多种方式，独立、客观、公正地开展评估工作，对明光市东部城区供水能力提升项目进行充分论证评估，形成了“明光市东部城区供水能力提升项目”的评估结论。

### （一）评估程序

该项目事前绩效评估工作程序包括事前绩效评估准备阶段、实施阶段、报告撰写三个阶段。

### （二）论证思路及方法

围绕项目的评估重点，对项目实施的必要性、公益性、收益性；项目投资合规性与项目成熟度；项目资金来源和到位可行性；项目收入、成本、收益预测合理性；债券资金需求合理性；项目偿债计划可行性和偿债风险点；绩效目标合理性等评估重点，对项目是否由安排专项债券区财政专项资金予以支持，进行充分论证和评估。

### （三）评价人员组成

项目事前绩效评估组由项目主管单位及项目单位人员组成。

## 三、具体评估内容

### （一）项目实施必要性、公益性和收益性

#### 1.必要性

(1) 项目的建设是国家和省市地方政策的需要

2024 年中央一号文件明确完善农村供水工程体系，有条件的推进城乡供水一体化、集中供水规模化，暂不具备条件的加强小型供水工程规范化建设改造，加强专业化管护，深入实施农村供水水质提升专项行动。

综上所述，本工程的建设积极地响应了国家和省市地方关于农村饮水安全工程的方针政策，是为民办实事的民生工程。

(2) 项目的建设是提高农村供水普及率，满足人民用水的需要

随着明光市新一轮城市规划的实施，现状供水管网已无法满足日益增长的居民用水需求，供水基础设施建设明显滞后。明光市东部城区供水能力提升项目将使明光市水资源利用更合理，输配水管网布置更优化，同时可以减少地下水开采，防止地面沉降等地质灾害隐患的发生，有效的解决了广大农村饮用水问题，其社会意义重大，区域供水建设将带动经济发展，充分发挥经济效益。因此，尽快推进区域供水，扩大区域供水辐射范围，实现城乡一体化、区域资源共享，促进区域经济的共同发展是极为必须和紧迫的。

(3) 项目的建设是解决供需矛盾，实现“同质”、“统管”、城乡一体，改善镇村用水水质的需要

本工程的建设是“同质”、“统管”，城乡一体，改善镇村用水水质，保障明光市广大人民群众身体健康的必然需求。目前明光市镇村供水水厂规模较小，处理工艺较为简单，缺乏技术人员运营维护，处于亚健康状态。急需进行系统性的规划与提升。

2023 年 4 月 1 日新的《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2022)

将正式实施，水质指标由原标准（GB5749-2006）的 106 项调整到 97 项，其中常规指标 43 项，扩展指标 54 项，增加 4 项指标（高氯酸盐、乙草胺、2-甲基异莰醇、土臭素），调整了 8 项指标限制或要求，调整 11 项指标分类。

《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2022) 对供水企业的饮用水处理技术提出了新要求。新标准符合城市与农村相结合、科学与可实践相结合、国情与国际接轨相结合、协调性与衔接性相结合的原则。明光市已建集中供水厂处理工艺均比较简单，出厂水水质距离国家新的水质标准有一定差距，存在较大的水质安全隐患。

## 2.公益性

### （1）对预测和应急处置能力的影响

通过本项目，可以加强水环境、水资源、水生态的监测，从而提高灾害预防和预警能力。这种整合模式使得整个水利系统对突发性灾害和潜在危险的快速反应能力得到提升，有助于降低因灾害造成的损失。

### （2）对资源配置与提高供水效率的影响

本项目有助于消除供水资源和设施的重复建设，从而减少投资成本。合并后的供水系统能够更好地利用有限的水资源，通过统一调度和分配，确保水资源的高效利用。例如，在统一规划下，可以在城市和农村之间建立合理的供水网络，避免资源的浪费和闲置。

### （3）对供水服务质量的影响

本项目可以实现资源共享，平衡城乡的供水质量。农村地区常常面临供水质量不稳定和供水量不足的问题，而城乡供水一体化可以将城市的供水资源和技术带入农村，从而改善农村地区的供水条件。这

不仅提高了农村居民的生活质量，也缩小了城乡差距，促进了社会和谐。

#### （4）对经济发展与生态平衡的影响

本项目为明光地区提供了更多更好的用水条件，吸引了更多的企业和人才投资发展，从而推动了经济的全面发展。同时，这一模式还有助于保护水环境，改善水生态系统和生态环境质量。水源是生态环境的重要组成部分，通过统一管理，可以更有效地保护水资源，实现经济与生态的平衡发展。

### 3.收益性

根据《明光市东部城区供水能力提升项目可行性研究报告》，本项目总投资 69233.83 万元，项目资本金为 35,233.83 万元（约占项目建设总投资的 50.89%），为财政资金；剩余资金通过发行专项债券方式筹措 34,000.00 万元（约占项目总投资的 49.11%），分两年发行，其中：2025 年下半年拟发行金额为 16,000.00 万元，2026 年上半年拟发行金额为 18,000.00 万元，假设发行利率 3.00%，期限二十年，每半年支付一次利息，到期偿还本金。

项目收入为经营收入，其中经营收入包括生活用水销售收入及非生活用水销售收入。

本项目债券存续期内预计项目运营净收益为 69,666.97 万元（其中：第三自来水厂 40811.83 万元，城东自来水厂 28855.14 万元），需偿还债券本息 54,400.00 元其中：第三自来水厂 32000.00 万元，城东自来水厂 22400.00 万元）；债券存续期内项目运营净收益对债券本息覆盖倍数为 1.28>1.20（其中：第三自来水厂 1.28，城东自来水厂 1.29）。能够合理保障融资资金的本金和利息，可以实现项目收益

与融资自求平衡，有一定收益性。

（二）项目投资合规性和成熟度

目前本项目已经完成了立项批复、可研批复、建设项目用地预审与选址意见书、环境影响评价的审查意见等前期资料。

副表5-1 项目手续进度表

序号	报批手续	取得时间	备注
1	立项批复	2024 年 7 月 5 日	详见附件 1
2	可研批复	2024 年 7 月 6 日	详见附件 2
3	建设项目用地预审与选址意见书	2024 年 7 月 5 日	详见附件 3
4	环境影响评价的审查意见	2024 年 7 月 5 日	详见附件 4
5	项目预计开工时间	2024 年 12 月	

（三）项目资金来源和到位可行性

1. 资金来源合规性

资金来源为专项债券及财政配套资金，资金来源都符合国家相关法规政策要求，资金来源合规。

2. 资本金投入能力可行性

本项目资本金来源为财政配套资金，资本金根据项目进度逐步到位。

3. 债券资金投入可行性

（1）项目属于债券支持的领域、不是负面清单，项目具备可实施性。

（2）项目债券资金需求比例符合政策，额度有保障。

（3）债券存续期内项目运营净收益对债券本息覆盖倍数为 1.28（其中：第三自来水厂 1.28，城东自来水厂 1.29）能够保障偿还债券本金和利息。债券资金投入具有可行性。

#### （四）项目收入、成本、收益预测合理性

经预测，债券存续期内项目可产生运营收入 124,001.00 万元。根据本项目专项债券发行计划，经测算，需偿还债券本金 34,000.00 万元，债券利息 20,400.00 万元，债券存续期本项目可产生运营净收益 69,666.97 万元（其中：第三自来水厂 40811.83 万元，城东自来水厂 28855.14 万元），运营成本 54,296.63 万元（其中：第三自来水厂 31500.07 万元，城东自来水厂 22796.56 万元），债券存续期内项目运营净收益对债券本息的覆盖倍数为 1.28（其中：第三自来水厂 1.28，城东自来水厂 1.29）。根据实际调研，参考地方类似项目情况，项目历史年均收益数据与方案预测的年均成本数据并无偏差，因此项目净收益预测具备合理性。

#### （五）债券资金需求合理性

##### 1. 融资方式合理性

本项目拟申请专项债券，专项债券具有周期长，利率低，前期还款压力小的特点，本项目债券预期利率为 3.00%，债券期限 20 年，利息按每半年支付一次，在债券存续期每半年支付一次利息，到期一次性支付本金及当期利息。当地申请专项债券资金可以缓解财政压力，并且债券利率显著低于五年期以上 LPR 利率，并且主要还款来源为项目自身收入，财政所需承担的还款压力较小，债券类型需求合理。

##### 2. 债券资金规模需求合理性

本项目拟发行政府非标专项债 34,000.00 万元，占总投资的 49.11%，剩余资金 35,233.83 万元由财政配套资金解决，占总投资的 50.89%，既符合国家相关资本金比例的要求，同时充分发挥债券资金的融资作用和杠杆效应。本项目债券存续期内预计项目运营净收益为

69,666.97 万元（其中：第三自来水厂 40811.83 万元，城东自来水厂 28855.14 万元），运营期债券还本付息总额 54400.00 万元（其中：第三自来水厂 32000.00 万元，城东自来水厂 22400.00 万元），债券存续期内项目运营净收益对债券本息覆盖倍数为 1.28（其中：第三自来水厂 1.28，城东自来水厂 1.29），覆盖倍数大于 1.2，且符合专项债申请相关政策要求。综上所述，本次债券资金的需求规模是合理的。

## （六）项目偿债计划可行性和偿债风险点

### 1.偿债计划的可行性

项目方案中的财务测算合理准确；项目建设方案主要来自可研，后期还需要进一步完善，以证明项目的先进、可行和合理。项目建设方案与项目内容及绩效目标基本匹配；本项目计划于 2024 年 10 月份启动建设，当前项目组织、进度安排与预期相符，与项目有关的前期基本工作已经完成，可以保障项目顺利实施。

### 2.过程控制有效性

（1）项目组织机构是否健全、职责分工是否明确、项目人员条件与项目有关；

（2）业务管理制度还不够完善，尤其是针对项目运营，相应技术规程、标准还有待健全、完善。

（3）项目设立了相关的管控措施和机制，但是缺少与运营阶段收费定价有关的相关措施和机制。

### 3.偿债风险点及可控性

本项目的偿债风险点主要包括：影响项目施工进度或正常运营的风险，影响项目净收益的风险，影响融资平衡结果的风险及控制措，在本方案中对相应风险进行了分析并提出了控制措施，相应风险识别



到位，措施具有一定可行性，但缺乏细则，还待进一步完善。

### （七）绩效目标合理性

评估认为，该项目绩效目标基本明确和合理，但个别指标还需要调整和优化。

项目名称	明光市东部城区供水能力提升项目		使用领域	市政基础设施	
主管部门	明光市水务局		项目实施单位	明光明诚供水集团有限公司	
项目属性	以前年度延续性项目 <input type="checkbox"/> 2025年新增项目 <input checked="" type="checkbox"/>				
项目期限	2024年12月至2046年6月				
项目拟投资数 (万元)	项目资金总额：69,233.83元			执行率分值 (10分)	
	其中：1.政府专项债券资金34,000.00万元				
	2.其他财政拨款资金35,233.83万元				
	3.除财政拨款外的其他资金 / 万元				
总体目标	1. 通过管网改造、泵站升级等措施的实施，提高供水能力及稳定性； 2. 实现优化水资源配置得以可持续利用，确保三水厂辐射区域的人民生活用水及工业用水需求得到有力保障； 3.供水稳定性稳步提升，满足明光市城乡日益提升的用水需求。				
绩效指标	一级指标	二级指标	三级指标	指标值	分值权重
	成本指标	经济成本指标	指标 1：明光市东部城区供水能力提升项目投资支出控制	不超过项目投资估算69233.83元	10分
		社会成本指标	指标 1：和社会平均成本的比较	低于社会平均成本	6分
	产出指标	数量指标	指标1：第三自来水厂供水能力提升	新建原水加压泵站1000m²，7万吨平流沉淀池5000m²，v型滤池（7万吨）2500m²，预臭氧及后臭氧接触池600m²，活性炭滤池（10万吨）5000m²，臭氧发生间500m²，脱水机房及排水排泥池1200m²，设备改造工程1	9分

				项，清水池5000m <sup>2</sup> ，水厂附属配套工程1项，原水管网15km，供水加压泵站5500m <sup>2</sup> ，供水支管道改造工程40km，水厂自控系统1项。	
			指标2：城东自来水厂供水能力提升	新建5万吨平流沉淀池3016m <sup>2</sup> 、v型滤池（5万吨）1314m <sup>2</sup> 、活性炭滤池（10万吨）5000m <sup>2</sup> 、臭氧发生间1150m <sup>2</sup> 、二级泵房设备升级改造1项、清水池500m <sup>2</sup> 、水厂附属配套工程1项、配水管网10km、水厂自控系统1套。	9分
		质量指标	指标1：工程质量监督情况	100%	5分
			指标2：建设成果验收通过率	100%	5分
		时效指标	指标1：项目完工及时率	100%	5分
			指标2：项目资金到位及时性	资本金跟随项目进度及时到位	5分
	效益指标	经济效益指标	指标1：项目收入	符合当地同类型项目的收入水平	5分
			指标2：项目实施后的盈利能力	偿还本项目专项债券本息后，仍有现金结余	5分
			指标3：100%收益实现情况下偿债覆盖率	不低于1.2	5分
		社会效益指标	指标1：提升供水应对突发问题的预测和应急处置能力	加强水环境、水资源、水生态的监测，整个水利系统对突发性灾害和潜在危险的快速反应能力得到提升，有助于降低因灾害造成的损失。	4分

			指标2：提高水资源配置与提高供水效率	消除供水资源和设施的重复建设，从而减少投资成本。合并后的供水系统能够更好地利用有限的水资源，通过统一调度和分配，确保水资源的高效利用。	4分
			指标3：提高供水服务质量，助力缩小城乡差距	平衡城乡的供水质量。农村地区常常面临供水质量不稳定和供水量不足的问题，而城乡供水一体化可以将城市的供水资源和技术带入农村，从而改善农村地区的供水条件。	4分
		生态效益指标	指标1：项目建设不对周围环境产生明显影响	充分考虑场址对附近的环境和空气污染、噪音干扰，并且妥善处理“三废”，有利于保护环境和生态。	4
	满意度指标	服务对象满意度指标	指标1：群众对本项目的满意度	90%以上	5分

#### 四、总体结论

综合上述绩效评估情况，明光市东部城区供水能力提升项目的实施是必要且可行的，属于有一定收益的公益性项目，符合地方政府专项债券支出方向，且目前建设前期手续齐全，其投资是合规且具有一定成熟度的，项目资金来源和债券资金需求明确，收入、成本、收益测算合理，偿债计划具有可行性，绩效目标基本明确和合理，但个别指标还需要调整和优化。

#### 五、相关建议

- 1.后期项目实行过程中注重补充项目相关业务的管理制度。
- 2.进一步提升预算绩效管理意识，提高绩效目标编制的合理性科学性。
- 3.建立健全项目的相关业务管理制度，探索建立适用于本项目的管理模式和长效运行机制。
- 4.对项目风险点的识别工作还要加强，并细化相关的保障措施。