

原州区清水河人工湿地建设项目 环境影响报告表

(送审稿)

委托单位:	固原市原州区交通乡镇建设环保局
编制单位:	中圣环境科技发展有限公司

二〇一八年三月

原州区清水河人工湿地建设项目 环境影响报告表

评价单位：中圣环境科技发展有限公司

法定代表人：姬 瑜

委托单位：固原市原州区交通乡镇建设环保局

主要编制人员及职责：

编制 主持人	姓 名	职(执)业资格 证书编号	登记(注册证) 编号	专业类别	签 名
	曹 娟	HP00019217	A360708405	农林水利	
主要 编制 人员 情况	姓 名	职(执)业资格 证书编号	登记(注册证) 编号	编制内容	签 名
	曹 娟	HP00019217	A360708405	报告表	
其他参与人员：马莺春					

目 录

一、建设项目基本情况.....	1
二、建设项目所在地自然环境社会环境简况.....	9
三、环境质量状况.....	13
四、评价适用标准.....	17
五、建设项目工程分析.....	19
六、项目主要污染物产生及预计排放情况.....	35
七、环境影响分析.....	37
八、建设工程拟采取的防治措施及预期治理效果.....	47
九、结论与建议.....	48

附图列表:

附图 1 项目地理位置图;

附图 2 项目平面布置图;

图 3-1 本项目环境保护目标分布图;

图 5-1 项目施工期工艺流程及产污节点图;

图 5-2 液压升降坝示意图;

图 5-3 碳纳米工艺流程图;

图 5-4 表流人工湿地处理示意图;

附图 3 工程勘测定界图。

附件列表:

附件 1 委托书;

附件 2 可行性研究报告批复;

附件 3 项目用地申请;

附件 4 项目选址意见书;

附件 5 项目用地规划许可证。

附表:

建设项目环评审批基础信息表。

一、建设项目基本情况

项目名称	原州区清水河人工湿地建设项目				
建设单位	固原市原州区交通乡镇建设环保局				
法人代表	陈锡仓	联系人	曹静		
通讯地址	固原市六盘东路邮政营业所附近(西方向 115 米左右)				
联系电话	13519548076	传真	/	邮政编码	756000
建设地点	原州区三营镇孙家河清水河流域				
立项审批部门	/	批准文号	/		
建设性质	新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改扩建 <input type="checkbox"/> 技改 <input type="checkbox"/>		行业类别及代码	N7690 其他水利管理	
占地面积(平方米)	54000.44		绿化面积(平方米)	/	
总投资(万元)	2502.07	其中：环保投资(万元)	2502.07	环保投资占总投资比例	100
评价经费(万元)		预期投产日期	2018.9		
项目建设概况：					
一、项目由来					
<p>清水河发源于固原市原州区开城镇黑刺沟，海拔 2180m，由南向北流经固原市区、三营、同心至中宁入黄河。主河在固原市境内长 135km，有 10.5km 主河流经固原市区，河道内距源头 40km 处建有沈家河水库。清水河于三营出境经中卫市海原县和吴忠市同心县，最终在中卫市中宁县入黄，是宁夏境内入黄的最大一级支流。清水河固原境内流域面积 2763.02km²，主要支流有原州区东至河、双井子沟、石井河等。</p> <p>近年来，随着国民经济和人民生活水平的大幅提升，固原市特色农产品加工业、农田种植业、畜禽养殖业、屠宰业的发展迅猛，农药、化肥施用量上升，工业废水和生活污水排放量增加，各类不符合排放标准的工业废水和生活污水的排放，造成清水河水质污染。</p> <p>固原市“十三五”水污染防治目标责任书要求，到 2018 年，清水河三营断面水质要达到Ⅳ类水质，而目前三营断面水质为劣Ⅴ类，无法满足考核目标要求。通过本次人工湿地项目的实施，以源头水源涵养、污染源控制、多手段的河道水质强化净化、河流水质长效保持及严格的管理措施等相结合，清水河水质得到改善，2018 年达到Ⅳ类水质，</p>					

同时有效减轻清水河污染排放对黄河水质的影响，有力支撑原州区乃至固原市水污染防治工作，支撑黄河流域水质优良比率达到 100% 的目标。

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》（国务院第 682 号令）等有关规定，固原市原州区交通乡镇建设环保局于 2018 年 2 月 1 日委托我单位对“原州区清水河人工湿地建设项目”（以下简称“本项目”）进行环境影响评价工作。我单位接受了该项目的环境影响评价工作后，于 2018 年 2 月 8 日组织技术力量进行了现场踏勘和资料收集工作，2018 年 2 月 23 日委托宁夏森蓝环保有限公司监测本项目声环境质量，2018 年 3 月项目环境影响报告表编制完成。

本项目属于农林水利类（河湖政治工程），建设地点位于原州区三营镇孙家河清水河流域，用地为河滩滩涂地，选址已取得固原市原州区交通乡镇建设环保局批准（见附件 4 选址意见书）。本项目采用“清水河来水→液压升降坝→蓄水净化（碳纳米技术）→表流湿地→清水河下游”工艺，将清水河三营断面水质由劣 V 类提高至 IV 类。

二、工程建设内容

1、项目概况

项目名称：原州区清水河人工湿地建设项目；

建设性质：新建；

建设单位：固原市原州区交通乡镇建设环保局；

建设地点：本项目建设位于原州区三营镇孙家河清水河流域，所在地理位置中心坐标为北纬 36°19'12.45"，东经 106°8'41.49"。

项目地理位置见附图 1。

2、建设内容及规模

（1）建设内容及规模

本项目设计最大处理规模确定为 1.22m³/s，平均处理规模确定为 0.54m³/s，即日处理量为 46656m³/d，本次按照 50000m³/d 设计。

原州区清水河人工湿地建设项目总占地面积为 54000.44m²。分为蓄水坝体、蓄水净化一区 and 高效表流湿地二区。其中，蓄水净化一区占地面积为 10078.5m²，高效表流湿地二区占地面积为 22320.0m²。

(2) 处理对象及目标

本项目的建设处理对象为清水河上游来水、沈家河水库来水（沈家河水库主要接纳固原市污水处理厂尾水），其目标是处理并保持清水河出三营断面出水达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类水质，且当上游已建设的水环境治理工程措施发生事故时，能对水质起到一定的缓冲和净化作用，进一步削减清水河固原段污染物。营造景观效果的同时，增加生物多样性。本项目的建设和实施是保证清水河出境断面水质达标的一道有力屏障。

(3) 项目组成

本项目建设内容组成见表 1-1。

表 1-1 项目主要建设内容

工程组成	项目区域	建设内容	备注
主体工程	蓄水坝体	蓄水建筑物采用液压升降坝，闸型为开敞式结构，由上游铺盖、闸室、消力池及海漫组成。闸室底板高程 1507.5m，坝顶高 2.0m；闸前设钢筋混凝土铺盖长 15m、厚 0.4m；下游设钢筋混凝土消力池，池深 0.8m，厚 0.6m；海漫采用格宾石笼结构长 32m，厚 0.5m。	
	蓄水净化一区	建设蓄水湖体，湖体深度大于 2m。设置碳纳米设备 4 套，设备间备用 1 套，共 5 套，作为一级预处理用。	
	高效表流湿地二区	总面积 54000.44m ² ，水域面积为 32398.5m ² ，种植水生植物 23327m ² 。表流人工湿地内深水区水深为 2.0~2.5m，设计水面高程为 1508.3m，湖深为 1.5m，超高为 1m；浅水区水深为 0.5m~1.0m，设计水面高程为 1507.20m。	
	植物种类	多年生的芦苇、石菖蒲、香蒲和鸢尾等	
辅助工程	管理房	内设湿地配电控制和器具放置场所，管理间规格为 27m×15m×3.4m，砖混结构。	
	液压泵站	泵站规格为 5m×3m×3m，砖混结构。	
公用工程	给排水	本项目人员不坐班，只进行定期巡检，无生活污水产生。清水河来水经“清水河来水→液压升降坝→蓄水净化（碳纳米技术）→表流湿地→清水河下游”工艺处理后排入清水河下游。	
	供电	由固原市孙家河村供电系统提供一路 10KV 电源。	
	供暖	冬季不供暖。	
环保工程	废气治理	施工期：扬尘采取定期洒水、起尘材料采取篷布遮盖、运输车辆低速行驶。	
	废水治理	施工期：生产废水经沉淀后回用不外排，卫生设施依托周边公共设施。	
	固废治理	施工期：建筑垃圾及时清运至指定地点； 运营期：漂浮物集中收集后交由环卫部门统一处理，收割植物可作为饲草料外售。	

原州区清水河人工湿地建设项目环境影响报告表

生态治理	人工湿地内种植挺水植物、沉水植物等；管理区进行绿化。
防渗措施	现状土经夯实后，压实系数不小于 0.95，然后作 200mm 厚粘土层，再作 HDPE 防渗膜，厚度为 1.5mm，铺设面积约为 32424.31m ²

(4) 设计水质

①设计进水水质

本项目拟建人工湿地系统处理对象主要为清水河上游来水，根据建设单位提供清水河 2016 年-2017 年的监测数据，水质为劣 V 类，主要污染因子化学需氧量、氨氮和总磷。具体监测数据见表 1-2。

表 1-2 清水河三营水质监测数据表

水域名称	断面名称	点位名称	采样日期	COD	NH ₃ -N	TP	地表水类别
清水河	三营断面	出境	1.1	37	9.02	0.34	劣 V 类
			2.1	143	9.29	0.36	劣 V 类
			3.1	29	9.83	0.60	劣 V 类
			4.1	40	16.5	0.38	劣 V 类
			5.1	54.7	12.6	0.65	劣 V 类
			6.1	44	12.6	0.46	劣 V 类
			11.1	22.5	1.18	0.58	劣 V 类
2016 年			均值	52.89	10.14	0.481	劣 V 类
水域名称	断面名称	点位名称	采样日期	COD	NH ₃ -N	TP	地表水类别
清水河	三营断面	出境	3.1	49	2.00	0.34	劣 V 类
			4.1	37	2.12	0.08	劣 V 类
			5.1	119	3.78	0.04	劣 V 类
			6.1	40	4.42	0.06	劣 V 类
			9.1	71	5.61	0.30	劣 V 类
2017 年			均值	63.2	3.586	0.164	

因此，本次设计进水水质见表 1-3。

表 1-3 进水水质

指标	COD (mg/L)	BOD ₅ (mg/L)	NH ₃ -N(mg/L)	TP (mg/L)	PH
----	------------	-------------------------	--------------------------	-----------	----

设计进水	70	20	10	1.0	6~9
------	----	----	----	-----	-----

②设计出水水质

本项目设计出水水质达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类标准。具体出水指标见下表 1-4:

表 1-4 出水水质

指标	COD (mg/L)	BOD ₅ (mg/L)	NH ₃ -N(mg/L)	TP (mg/L)	PH
设计出水	30	6	1.5	0.3	6~9

3、项目选址合理性分析

本项目人工湿地建设地点位于原州区三营镇孙家河清水河流域。项目用地为河边滩涂地，已取得固原市原州区交通乡镇建设环保局下发的《建设项目选址意见书》（见附件4）。

根据《限制用地项目目录（2012年本）》和《禁止用地项目目录（2012年本）》，本项目的建设不属于限制用地和禁止用地范围。本项目在选址中综合考虑了既有道路现状、地方道路红线规划、工程施工难易等因素，所在区域沿线不涉及自然保护区、水源保护区、风景名胜区及重点文物古迹，无明显的环境制约因素。本项目符合用地规划，项目选址合理。

4、技术经济指标

项目主要经济技术指标详见表 1-5。

表 1-5 项目主要经济技术指标一览表

序号	指标名称	单位	数量	备注
1	处理工艺	表流人工湿地		
2	工程建设面积	m ²	54000.44	
2.1	蓄水净化一区	m ²	10078.5	土方开挖量 88907.76m ³ , 填方量为 17542.55m ³
	湿地净化二区	m ²	22320.0	
2.2	碳纳米设备	台	5	四用一备
2.3	液压升降坝	座	1	
2.4	植物种植	芦苇	m ²	7104
		黄菖蒲	m ²	1532

原州区清水河人工湿地建设项目环境影响报告表

		千屈菜	m ²	4336	
3	项目建设周期		月	8	包括前期工作
4	项目总投资		万元	2502.07	
5	资金筹措来源		申请上级政府投资		

5、生产设备

本项目主要生产设备详见表 1-6。

表 1-6 主要生产设备表

序号	设备名称	型号	数量	备注
1	碳纳米设备	小型 (36V)	5 台	1.2 米×0.5 米×0.4 米
2	液压泵	/	1 套	配备 2 台 20kw 电动机

6、主要工程量

本项目主要工程量见表 1-7。

表 1-7 主要工程量

序号	工程名称	备注
1	土方工程	土方开挖量 88907.76m ³ , 填方量为 17542.55m ³ 。
2	管理用房	为绿化器具放置场所, 同时碳纳米设备的控制、管理、储存均设置在这里, 管理间规格为 27m×15m×3.4m, 砖混结构。
3	道路工程	/
4	涵管工程	在液压升降坝体内预埋 2 根 d600 钢筋混凝土预埋管, 作为人工湿地进水管, 污水进入本工程区。
5	液压升降坝	建设钢板型液压升降坝截流, 长度为 48m。
6	绿化工程	人工湿地及周边种植植物绿化。
7	防渗工程	现状土经夯实后, 压实系数不小于 0.95, 然后作 200mm 厚粘土层, 上再作 HDPE 防渗膜, 厚度为 1.5mm。
8	安装工程	碳纳米设备、泵等安装。
9	边坡砌护工程	护坡顶高程高于滩面 0.5m, 护坡基础采用 1.0×1.0m 格宾石笼以及 1.0×2.0m 格宾护脚。
10	植物工程	将床体上的垃圾杂物清理干净, 保证床表碎石均匀致密。植物根系埋深控制在 20cm -30cm, 种植密度计品种严格按照设计要求进行。植物种植应遵循挖坑、布苗、回填三步骤, 根据园林种植规范可是东修建种苗枝叶等。一般宜在下午实施种植, 完毕后就近浇灌养护, 不得小于 7d 养护。

7、劳动定员与工作制度

本项目劳动定员 2 人, 不坐班不值班, 定期巡检。

8、公用工程

(1) 给排水

本项目职工只做定期巡检，无生活污水产生。经人工湿地处理后尾水排入清水河下游。

(2) 供电

本项目管理站用电由固原市孙家河村供电系统提供一路 10KV 电源供给。

(3) 供暖

本项目冬季不供暖。

(4) 防洪

本项目表流人工湿地建设在清水河三营的河口位置，建设过程中区域采用挖方的方式进行，不影响行洪。

三、产业政策符合性分析

本项目属于人工湿地项目，根据国家发展改革委《产业结构调整指导目录（2011 年本）》（修正版）中的有关规定，本项目属于第一类“鼓励类”中“三十八环境保护与资源节约综合利用”中第 15 条“三废”综合利用及治理工程，符合国家产业政策。

四、总平面布局

本项目厂区平面布置结合项目拟建地地形、气候和地质条件等因素，以满足各构筑物的功能和流程要求为前提，以布置紧凑、节约用地为基本原则，按照工艺流程一次进行布设。其中蓄水区位于上游，人工湿地位于下游，管理区位于人工湿地中部，便于管理。同时，各处理单元之间均注重植被搭配、增加树木绿化带，在构筑物四周的空地上种植草坪，并以各种观赏植物加以点缀。

总之，本项目总图布置坚持“工艺流程顺畅、布置紧凑、分区合理”的原则，充分考虑进出水走向、风向和外观因素，合理布置全场的构筑物，为今后的运行管理提供了方便。因此，本项目总图布置较为合理，项目平面布置具体见附图 2。

五、总投资及环保投资

本项目总投资为 2502.07 万元，其中：(1)工程费用估算为 2066.50 万元，占总投资的 82.6%；(2)其他费用估算为 250.23 万元，占总投资的 10.0%；(3)预备费 185.34 万元，占总投资的 7.4%。资金来源主要为国家环保部专项资金。

与本项目有关的原有污情况及主要环境问题：

本项目为新建项目，不存在与本项目有关的原有污染情况。

二、建设项目所在地自然环境社会环境简况

自然环境简况(地形、地貌、地质、气候、气象、水文、植被、生物多样性等):

1、地理位置

固原市位于宁夏回族自治区南部的六盘山地区，省域副中心城市；下辖西吉县、隆德县、泾源县、彭阳县和原州区，市域行政辖区面积10541.4平方公里；东部、南部分别与甘肃省庆阳市、平凉市为邻，西部与甘肃省白银市相连，北部与本区中卫市、吴忠市接壤；地域范围在北纬35°14'~ 36°38'，东经105°20'~106°58'之间；市域总面积10540平方公里，市区面积45平方公里。

固原处于西安、兰州、固原三省府城市所构成的三角地带中心，宁夏五个地级市之一和唯一的非沿黄城市，宁南区域中心城市，政治，经济，文化中心和交通枢纽。固原，古称大原、高平、萧关、原州，简称“固”，丝绸古镇，秀美六盘。是全国最大的回族聚居地，伊斯兰文明与中原文化交汇处。并且是陕甘宁革命老区振兴规划中心城市，著名的红色旅游城市，长征十大潜力城市之一。

本项目位于固原市原州区孙家河村清水河流域，地理坐标北纬 36°19'12.45"，东经 106°8'41.49"，本项目地理位置图见附图 1。

2、地形地貌

固原市原州区地处宁南黄土高原丘陵中部和六盘山山地东北部，境内山多川少。南部、西部为六盘山山地，东部为黄土丘陵，中部、北部为清水河河谷平原。清水河河谷平原位于县境中北部，为一断陷谷地，镶嵌于六盘山与古陆梁之间。南起县城，北入海原、同心县城。全长 80km，宽 15-20km。以古生代结晶灰岩为基底，其上沉积巨厚的白垩系、第三系和第四系物质。地貌由黄土台原、山前洪积扇和洪积、冲积平原组成。

项目内地貌类型属黄土丘陵区，路线主要沿葫芦河的支流马莲川二级、三级阶地布设，局部跨越黄土丘陵，沿线微地貌单元划分为河谷阶地及黄土丘陵。沿线地形起伏不大，海拔高程 1790.21-1835.62，东高西低，地势由北向南缓倾。

3、气候气象

固原市属中温带半干旱区，具有显著的大陆性气候特征，冬季寒冷而漫长，夏季炎热而短暂，寒暑变化剧烈，无霜期短，干旱少雨、雨量集中（暴雨多），蒸发量大，日照长、太阳辐射强，春暖迟、秋凉早、冬寒长，气温年较差和日较差大、无霜期短而多

变。固原国家基准气象站（位于固原市原州区西关路12号，北纬N：36°00′，东经E：106°16′）1980-2009年气象资料见表2-1。

表2-1 固原市气象站近30年主要气象要素统计表

序号	项目	数据	序号	项目	数据
1	年平均气压 (hPa)	825	11	年平均风速 (m/s)	2.8
2	年平均气温(°C)	6.4	12	历年最大风速 (m/s)	20.0
3	极端最高气温 (°C)	34.6	13	最多风向/频率 (%)	ESE/11.18
4	平均总云量	5.3	14	沙尘暴日数 (d)	2
5	极端最低气温 (°C)	-30.9	15	大风日数 (d)	14.2
6	平均低云量	1.6	16	雾日数 (d)	9.4
7	年平均降水量(mm)	435.2	17	冰雹日数 (d)	2.5
8	最大日降水量 (mm)	98.1	18	降水日数 (d)	24.3
9	年平均蒸发量 (mm)	1550	19	最大积雪深度	31(cm)
10	平均相对湿度 (%)	62	20	最大冻土深度	121(cm)

4、水文地质

固原市原州区地跨地台和地槽两个构造单元。以石景河至蒿店大断裂为界，以西属祁连山褶皱系走廊过渡带，以东属中朝准地台鄂尔多斯台坳。原州区工作区出露的地层主要有奥陶系中统三道沟组、白垩系下统三桥组、和尚铺组、李洼峡组、马东山组、乃家河组、第三系始新统寺口子组、渐新统清水营组、上新统甘肃群、第四系上更新统及全新统等地层。

表2-2 项目所在区域地层系统表

年代地层			岩石地层	
界	系	统	祁连-北秦岭地层分区	
			宁夏南部小区	海原—西吉小区
新生界	第四系	全新统	风积层 (Qh ^{col})、湖积层 (Qh ^l)、化学堆积物 (Qh ^{ch})、湖沼堆积物 (Qh ^{fl})	
			冲积层 (Qh ^{l+2al})、洪积层 (Qh ^{lp^l})	
		上更新统	马兰组 (Qp ₃ ^m) 洪积层 (QP ₃ ^{pl})	
			洪积层 (Qp ₃ ^{pl})	
		中更新统	风积层 (Qp ₂ ^{col})、冲积层 (Qp ₂ ^{al}) 洪积层 (QP ₂ ^{pl})	
	下更新统	风积层 (Qp ₁ ^{col})、冲积层 (Qp ₁ ^{al})		
		洪积层 (Qp ₁ ^{al})		
	新近系	上新统	甘肃群 (NG)	干河沟组 (Ng)
中新统		红柳沟组 (Nh)		

	古近系	渐新统	固原群 (EG)	清水营组 (Eq)
		始新统		寺口子组 (Es)
中生界	白垩系	六盘山群 (KL)		乃家河组 (Kn)
				马东山组 (Km)
				李洼峡组 (Kl)
				和尚铺组 (Kh)
				三桥组 (Ks)
	侏罗系		安定组 (Ja)	
			延安组 (Jy)	
			直罗组 (Jz)	

原州区供水区主要分布于清水河上游及其支流的河谷阶地范围内，其潜水含水层主要由全新统洪积砾石层、冲积砂及砂砾石层、湖积盐壳层和近代风积细砂层混合组成。河床中地下水位埋深 0.2-1.5m，两岸阶地地下水位一般在 15-50m 变化，稳定隔水底板平均埋深约在 70-80m，隔水层总厚度约 10-15m（粘性土为主）。单井涌水量 500-800m³/d 左右，水质矿化度一般小于 1g/L；由于透水，地下水由季节性地表水渗漏和地下水越流径流补给而形成。

5、地表水系

项目区域地表水体为清水河。

原州区境内地表水系主要为清水河水系，发源于开城乡黑刺沟脑，流经固原、海原、同心、中宁四市县，在中宁县泉眼山汇入黄河，全长 320km，河源海拔 2489m，河口 1190m，河道平均比降 1.49‰，原州区境内流域面积 2057km²。地表水资源主要依赖于天然降水补给，区域降水差异较大。多年平均降雨量 435.2mm，仅占全国降水量平均值(648mm)的 67%，年蒸发量 1550mm，降水主要集中在 7~9 月份，降水量占年降水总量的 60%以上。

6、工程地质

根据近年相关地质勘察报告所述，地质情况简述如下：固原市地处黄土高原连绵的丘陵之中。城市东依东岳山，西临六盘山，清水河自南向北流经城市，城市的主体部分座落在清水河西岸的一、二、三级阶地之上，场地上部为黄土所覆盖。城市西部、北部属清水河二、三级阶地，黄土覆盖层厚，而城市东南部分，属清水河一级阶地，黄土地层浅，第三系地层埋藏浅。

本项目位于城市西北部，属清水河二、三级阶地，黄土覆盖层厚。

7、地震

根据《中国地震动反应谱特征周期区划图》（GB18306-2001B1）和《中国地震动峰值加速度区划图》（GB18306-2001A1）可知：项目所在区域地震峰值加速度处在 0.20g 区内，相当于地震基本烈度为Ⅷ度，因此本项目按地震烈度Ⅷ度设防。

8、清水河水质概况

清水河发源于固原市原州区开城镇黑刺沟，海拔 2180m，由南向北流经固原市区、三营、同心至中宁入黄河。主河在固原市境内长 135km，有 10.5km 主河流经固原市区，河道内距源头 40km 处建有沈家河水库。境内流域面积 2763.02km²，主要支流有原州区东至河、双井子沟、石井河等。根据《宁夏回族自治区地表水资源》资料，流域多年平均径流深 71mm，多年平均径流量 1491 万 m³，偏枯年（P=75%）径流量 894 万 m³，平水年（P=50%）径流量 1341 万 m³，偏丰年（P=20%）径流量 2086 万 m³。枯水期几乎无径流，是典型的季节性河流。

三、环境质量状况

建设项目所在区域环境质量现状及主要环境问题(环境空气、地表水、地下水、声环境、生态环境等):

1、环境空气质量现状

本项目环境空气质量现状引用《2016年固原环境质量报告》中固原市的监测数据,监测项目为SO₂、NO₂、PM₁₀、PM_{2.5}。具体监测结果见表3-1。

表3-1 环境空气现状监测布点一览表

时间	指标	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}
2016年	平均值 (ug/m ³)	11	27	93	33
	最大值 (ug/m ³)	54	55	741	154
	最小值 (ug/m ³)	2	6	10	4
	超标率 (%)	0	0	10.9	4.4

由表3-1可知,各项污染物的污染现状如下:本项目中环境空气中PM₁₀最大浓度为741ug/m³,超标率10.9%;PM_{2.5}最大浓度为154ug/m³,超标率4.4%;SO₂最大浓度为54ug/m³,超标率0.0%;NO₂最大浓度为55ug/m³,超标率0.0%。

综上所述,PM₁₀、PM_{2.5}的监测浓度不满足《环境空气质量标准》(GB3096-2012)二级标准要求;NO₂、SO₂的监测浓度满足《环境空气质量标准》(GB3096-2012)二级标准要求。PM₁₀、PM_{2.5}超标原因主要是该区域因受自然条件的影响,气候干燥、植被稀疏,刮风引起扬尘较多所致。

2、地表水环境质量现状

本项目所在区域的主要地表水体为清水河,监测断面位于项目东侧460m,本次评价引用《宁夏回族自治区环境质量报告书》(2016年)中清水河三营断面水质的监测统计资料,对评价区地表水环境质量现状进行评价。具体的监测结果见表3-2。

表3-2 2016年清水河三营断面水质监测结果统计表

序号	项目	样品数(个)	最大值	最小值	平均值	超标率(%)	最大超标倍数	IV类标准
1	总磷(TP)	7	0.650	0.340	0.481	100	1.17	0.3
2	高锰酸盐指数	7	11.00	5.50	8.32	14.3	0.1	10
3	BOD ₅	7	30.00	5.00	11.9	85.7	4.0	6
4	氨氮	7	16.5	1.18	10.1	100	10.0	1.5
5	汞	7	0.00002	0.00002	0.00002	0	-	0.001
6	铅	7	0.005	0.001	0.002	0	-	0.05
7	挥发酚	7	0.0007	0.0002	0.0003	0	-	0.01

8	石油类	7	0.02	0.01	0.01	0	-	0.5
9	pH 值(无量纲)	7	8.72	7.96	7.96-8.72	0	-	6~9
10	溶解氧	6	11.16	6.31	7.96	0	-	3
11	COD	7	143	23	53	71.4	3.8	30
12	铜	7	0.003	0.001	0.002	0	-	1.0
13	锌	7	0.025	0.001	0.008	0	-	2.0
14	氟化物	7	1.49	0.64	1.17	0	-	1.5
15	硒	7	0.0002	0.0002	0.0002	0	-	0.02
16	砷	7	0.0002	0.0002	0.0002	0	-	0.1
17	镉	7	0.0005	0.0001	0.0002	0	-	0.005
18	六价铬	7	0.002	0.002	0.002	0	-	0.05
19	氰化物	7	0.002	0.002	0.002	0	-	0.2
20	阴离子表面活性剂	7	0.11	0.03	0.06	0	-	0.3

由表 3-2 可知，清水河三营断面各监测因子中除 TP、高锰酸盐指数、BOD₅、NH₃-N、COD 超标外，其余均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准。

3、声环境质量现状

本次委托宁夏森蓝环保有限公司对评价区域声环境质量进行现状监测，根据监测结果评价区域环境质量状况。

(1)、监测点位布设

根据项目所在区域环境功能区划，在项目场址东、南、西、北场界外 1 米处各布设一个监测点，共布设 4 个监测点位。

(2)、监测时间与频率

监测时间：2018 年 2 月 27 日~28 日，连续监测两天。

监测频率：监测 2 天，每天昼间、夜间各 1 次

(3)、监测项目及监测方法

监测项目为连续等效 A 声级 Leq，监测方法严格按《环境监测技术规范》（噪声部分）和《声环境质量标准》（GB3096-2008）中进行。

(4)、监测仪器

噪声测量仪器选用杭州爱华电子研究所生产的 AWA6228 型噪声统计分析仪，监测期间无雨、无雪、无雷电，风速小于 5m/s。

(5)、质量控制

噪声测量仪器性能符合 GB3875《声级计电声性能及测量方法》规定，年检合格，并在测量前后进行校准。

(6)、监测结果统计

各监测点噪声现状监测统计结果见下表 3-3。

表 3-3 环境噪声现状监测结果单位：dB (A)

监测点位	编号	监测项目	监测结果			
			2月27日		2月28日	
			昼间	夜间	昼间	夜间
北边界外 1 米处	N1	等效连续 A 声级	52.3	41.5	51.6	40.5
东边界外 1 米处	N2		51.4	40.4	50.6	41.0
南边界外 1 米处	N3		50.7	41.2	51.3	42.7
西边界外 1 米处	N4		51.5	41.2	52.0	41.7

备注：①监测方法按照《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的有关测量方法进行；
②仪器型号选用杭州爱华电子研究所生产的 AWA6228 型噪声统计分析仪。

(7)、声环境现状评价结果

根据噪声监测数据统计分析结果，采用与评价标准值比较的方法，对评价范围内声环境质量现状作出评价。由表 3-3 可知，本项目所在地昼、夜间环境噪声等效声级均达到《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的 2 类标准。项目所在区域声环境质量现状较好。

4、生态环境质量现状

评价区生态环境主要为农田，植物一般以极耐旱的草本植物、小灌木、小半灌木为主，常见的植物种类有针茅、黑沙蒿、柠条和沙柳等，动物以蛇类、蜥蜴、山雀等常见动物为主，经现场踏勘和调查未见国家法定保护的野生动物和需保护的珍稀植物。

主要环境保护目标（列出名单及保护级别）：

本项目位于原州区三营镇孙家河清水河流域。根据现场踏勘，项目评价范围内没有水源地、名胜古迹、自然保护区、温泉、疗养地、居民集中居住区等国家明令规定的保护对象。具体环境保护目标见表 3-4，图 3-1。

表 3-4 环境保护目标一览表

项目	敏感目标	功能	方位、距离	规模	保护要求
大气	孙家河村	居住	东侧，650m	约 50 户	《环境空气质量标准》 (GB3095-2012)中的二级标准
	赵寺村	居住	南侧，310m	约 40 户	
	花坪梁	居住	南侧，2268m	约 30 户	
	坪滩堆	居住	西侧，880m	约 20 户	
	扬家河	居住	北侧，1300m	约 20 户	

	红城村	居住	北侧, 2140m	约 40 户	
噪声	项目四周	/	四周, 200m	/	《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的 2 类标准

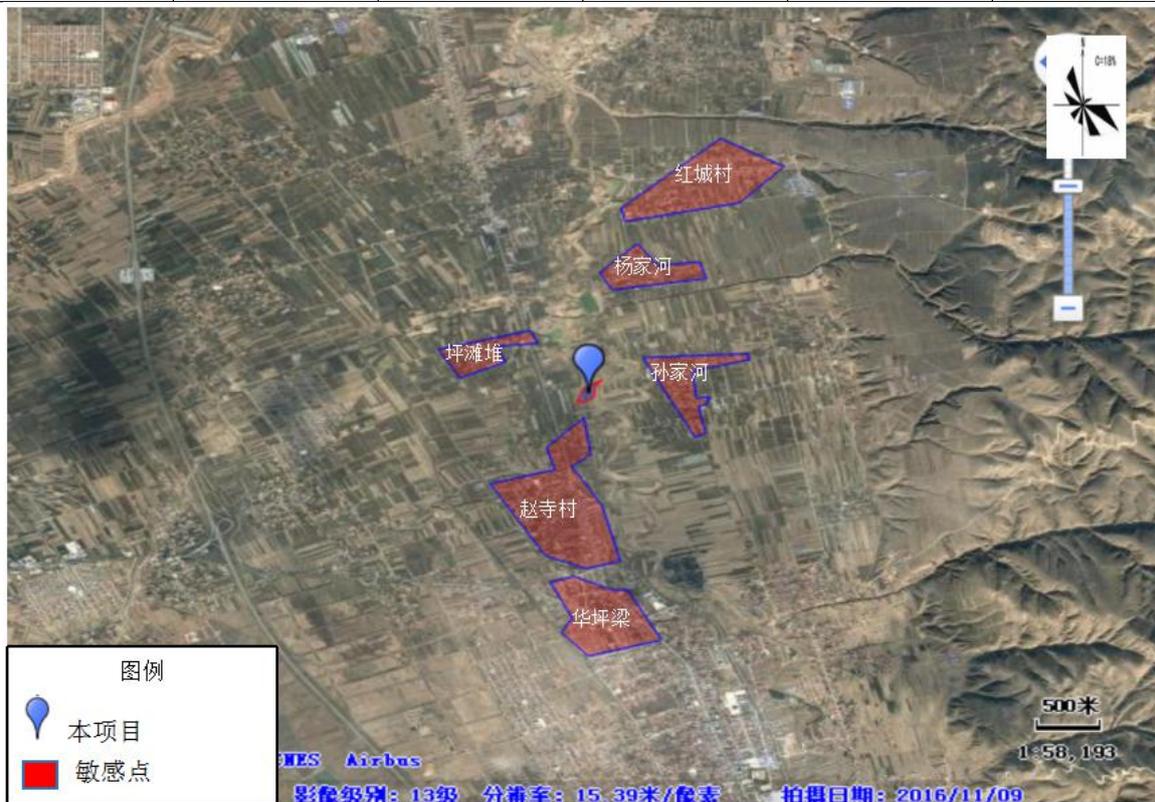


图 3-1 本项目环境保护目标分布图

四、评价适用标准

环境质量标准	(1) 环境空气							
	按环境空气功能区划分方案，评价区域环境空气中 SO ₂ 、NO ₂ 、PM ₁₀ 执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准，具体见表 4-1。							
	表 4-1 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准							
	污染物名称	取值时间	浓度限值		单位	依据		
			二级标准					
	SO ₂	年平均	60		ug/m ³	《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 二级标准		
	NO ₂	年平均	40		ug/m ³			
	PM ₁₀	年平均	70		ug/m ³			
	PM _{2.5}	年平均	35		ug/m ³			
	(2) 地表水环境							
地表水环境质量执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的 IV 类标准，具体见表 4-2。								
表 4-2 《地表水质量标准》(GB3838-2002)IV 类标准 单位 mg/L								
污染因子	pH	溶解氧	COD	BOD ₅	氨氮	挥发酚	石油类	
标准值	6~9	≥3	≤30	≤6	≤1.5	≤0.01	≤0.5	
污染因子	高锰酸盐指数	汞	铅	总磷	铜	锌	氟化物	
标准值	≤10	≤0.001	≤0.05	≤0.3	≤1.0	≤2.0	≤1.5	
污染因子	硒	砷	镉	六价铬	氰化物	阴离子表面活性剂		
标准值	≤0.02	≤0.1	≤0.005	≤0.05	≤0.2	≤0.3		
(3) 声环境								
本项目所在区域声环境质量执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准，具体标准限值详见表 4-3。								
表 4-3 《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 2 类标准								
				昼间	夜间			
1				60	50			

污 染 物 排 放 标 准	<p>(1) 噪声</p> <p>施工期环境噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），营运期噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008），具体标准限值详见表 4-4。</p> <p style="text-align: center;">表 4-4 环境噪声排放标准</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">标准</th> <th style="text-align: center;">执行标准</th> <th style="text-align: center;">昼间 (dB (A))</th> <th style="text-align: center;">夜间 (dB (A))</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">《建筑施工场界环境噪声排放标准》 (GB12523-2011)</td> <td style="text-align: center;">/</td> <td style="text-align: center;">70</td> <td style="text-align: center;">55</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">《工业企业厂界环境噪声排放标准》 (GB12348-2008)</td> <td style="text-align: center;">2 类</td> <td style="text-align: center;">60</td> <td style="text-align: center;">50</td> </tr> </tbody> </table>	标准	执行标准	昼间 (dB (A))	夜间 (dB (A))	《建筑施工场界环境噪声排放标准》 (GB12523-2011)	/	70	55	《工业企业厂界环境噪声排放标准》 (GB12348-2008)	2 类	60	50
	标准	执行标准	昼间 (dB (A))	夜间 (dB (A))									
	《建筑施工场界环境噪声排放标准》 (GB12523-2011)	/	70	55									
	《工业企业厂界环境噪声排放标准》 (GB12348-2008)	2 类	60	50									
	<p>(2) 废水</p> <p>本项目人工湿地出水执行标准参照《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类标准，具体标准限值详见表 4-5。</p> <p style="text-align: center;">表 4-5 《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类标准</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">项目</th> <th style="text-align: center;">标准限值</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">COD (mg/L)</td> <td style="text-align: center;">≤30</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">BOD₅ (mg/L)</td> <td style="text-align: center;">≤6</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">TP (mg/L)</td> <td style="text-align: center;">≤0.3</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">氨氮 (mg/L)</td> <td style="text-align: center;">≤1.5</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">pH 值</td> <td style="text-align: center;">6-9</td> </tr> </tbody> </table>	项目	标准限值	COD (mg/L)	≤30	BOD ₅ (mg/L)	≤6	TP (mg/L)	≤0.3	氨氮 (mg/L)	≤1.5	pH 值	6-9
项目	标准限值												
COD (mg/L)	≤30												
BOD ₅ (mg/L)	≤6												
TP (mg/L)	≤0.3												
氨氮 (mg/L)	≤1.5												
pH 值	6-9												
<p>(3) 固体废物</p> <p>《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）及 2013 修改单。</p>													
<p>本项目运营后可有效地削减清水河污染物总量，削减量为 COD: 730t/a, 氨氮: 155.125t/a, 最终排放量即建议控制总量指标如下:</p> <p style="margin-left: 20px;">COD: 547.5t/a</p> <p style="margin-left: 20px;">氨氮: 27.375t/a</p>													
总 量 控 制 标 准													

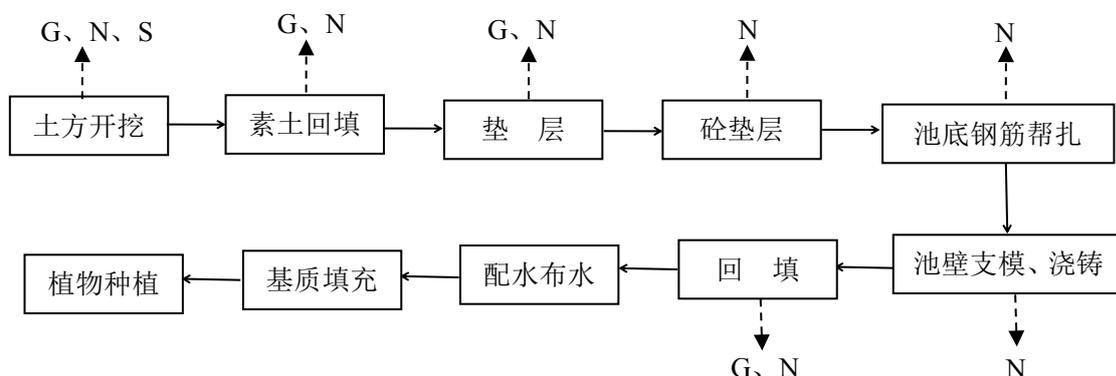
五、建设项目工程分析

一、项目工程工艺流程

本项目为非工业生产项目，无工业三废产生。本项目对环境的影响主要集中在项目施工期间，项目对环境的影响随施工期的结束而消失，其运营期对环境的影响甚微。相反，项目建设完成后将为环境带来一定正效益。

1、施工期工艺流程及产污环节

本项目施工期本着先深后浅，先预埋管道工程后上池体结构的原则进行。土建施工阶段工艺流程见图 5-1。



图例

G--废气；N--噪声；S--固废

图 5-1 项目施工期工艺流程及产污节点图

本项目土石方平衡见表 5-1。

表 5-1 土石方平衡

土方开挖量	填方量	弃土量
88907.76m ³	17542.55m ³	71365.21m ³

2、运营期工艺流程及产污环节

人工湿地系统污水处理流程为：清水河来水→液压升降坝→蓄水净化（碳纳米技术）→表流湿地→清水河下游。

2.1、液压升降坝

液压升降坝采用开敞式结构，挡水高度为 2.0m。液压升降坝设计总宽度 48m，共设置 6 扇液压活动面板，单扇宽度 8.0m 坝体。

根据工程布置，蓄水建筑物采用液压升降坝，闸型为开敞式结构，由上游铺盖、闸室、消力池及海漫组成。闸室底板高程 1507.5m，坝顶高 2.0m；闸前设钢筋混凝土铺盖长 15m、厚 0.4m；下游设钢筋混凝土消力池，池深 0.8m，厚 0.6m；海漫采用格宾石笼结

构长 32m，厚 0.5m。

液压活动坝基础为台阶状，液压活动坝上游侧厚 1.60m，下游侧厚 1.10m。基础横向每两扇坝分界处设置一道伸缩缝。上游铺盖及下游消力池由设计进行计算确定。液压活动坝两岸设置边墩，边墩厚度 1.0m 以上；边墩与液压活动坝坝体连接位置预留 150mm 进行干挂花岗岩贴面，并填浆。

液压活动坝采用 1 套液压泵站控制系统，共配备 2 台 20kw 电动机，同时控制 8 块坝面，每块坝面配备液压缸 2 套；液压缸共计 12 套。

控制室布置在左岸堤防平台上，偏向坝轴线下游侧，净面积为 16m²。

总油管沟设置在坝体塌平时的下游侧，宽 600mm，深 300mm，液压油管采用 DN22 不锈钢钢管；支油管沟设置在两个液压缸之间，与总油管沟垂直连接，宽 100mm，深 300mm。

(1) 液压升降坝工作基本原理：采用自卸汽车力学原理，结合支墩坝水工结构型式的一种坝型，具备挡水和泄水双重功能。

液压升降坝的构造由弧形(或直线)坝面、液压杆、支撑杆、液压缸和液压泵站组成。液压升降坝采用液压杆升降以底部为轴的活动拦水坝面，实现升坝拦水，降坝行洪的目的；采用支撑杆支撑活动坝面的背面，构成稳定的支撑墩坝；采用联动钢铰线带动定位销，达到支撑墩坝固定和活动的相互交换；采用浮标开关，控制操作液压系统，达到无人管理。根据洪水涨落，实现活动坝面自动升降。

(2) 液压升降坝先进性表现在以下几个方面：

①成本低

液压升降坝总体成本只有同等规格的水闸、橡胶坝的几分之一。活动坝部分与普通翻板门相同，比液压翻板门低。固定堰顶部的宽度只要求与活动坝高度相等，因此，总体工程投资是最低的。

②液压升降坝结构坚固可靠，使用寿命长。

升起坝面后，形成一个稳定的支撑墩坝结构，一个固定的三角支撑，力学结构最科学，抗洪水冲击的能力极强。使用寿命 50 年以上。

③液压升降坝的泄洪能力无与伦比。

活动坝面放倒后，坝面只高出固定堰顶部 20 厘米，达到无坝一样的泄洪效果。因此，

即使是千年一遇的特大洪水，也不会对它造成损坏。行洪过水、冲砂、排漂浮物效果都好。丰水期河床上看不见任何物体，既不影响防洪，也不影响航运，因此，无需建设船闸。

④液压升降坝自动化程度高。

采用浮标开关控制，操作液压系统，达到无人管理，根据洪水涨落，实现活动坝面的自动升降。

⑤密封止水效果好，维护管理费用低。

液压升降坝的密封止水有重要创新，不仅可以做到滴水不漏，而且能够使用十年。部件经久耐用，更换容易，费用不大。

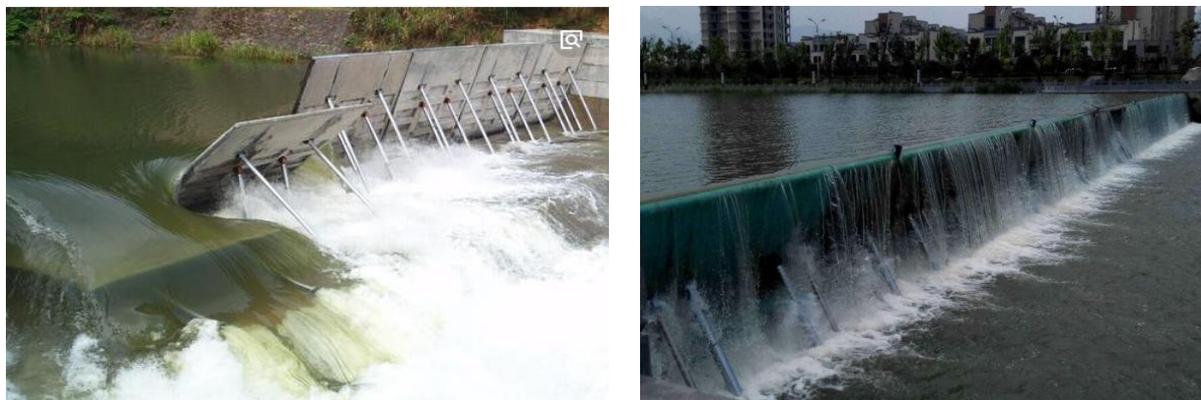


图 5-2 液压升降坝示意图

(3) 水力计算

①水闸净宽计算

确定闸孔净宽的依据为河道校核洪水位时满足闸的最大下泄洪峰流量。根据《水闸设计规范》（SL265—2016）规定，分水闸按照平底宽顶堰流计算泄流量。

计算公式：
$$Q = \varepsilon \cdot \sigma \cdot m \cdot nb \sqrt{2g \cdot H_0^2}^{\frac{3}{2}}$$

式中：Q—过闸流量（m³/s）；

nb—闸孔总净宽（m）；

H₀—计入行近流速水头的堰上水深（m）；

g—重力加速度，取 9.81（m/s²）；

m—堰流流量系数，取 0.385；

ε—堰流侧收缩系数；

σ —堰流淹没系数。

根据《水闸设计规范》（SL265—2016）规定，液压升降坝按照平底宽顶堰流计算泄流量。计算结果详见下表。

表 5-2 液压升降坝过流能力计算成果表

计算流量 (m^3/s)	堰顶高程 (m)	堰上水头 (m)	行进水头 (m)	堰上壅水位 (m)	堤岸高程 (m)
497	1507.50	2.38	0.24	0.15	1511.90

由以上计算结果可知，液压升降坝过流能力满足规范要求。

②消能防冲计算

根据水闸设计规范中对消能防冲的设计要求，进行水闸的消能防冲计算，具体计算方法及公式如下：

消力池深度计算

$$d = \sigma h_c'' - h_s' - \Delta Z$$

$$h_c'' = \frac{h_c}{2} \left(\sqrt{1 + \frac{8aq^2}{gh_c^3}} - 1 \right) \left(\frac{b_1}{b_2} \right)^{0.25}$$

$$h_c^3 - T_0 h_c^2 + \frac{aq^2}{2g\varphi^2} = 0$$

$$\Delta Z = \frac{aq^2}{2g\varphi^2 h_s'^2} - \frac{aq^2}{2gh_c''^2}$$

式中 d —消力池深度，m；

σ —水跃淹没系数，可采用 1.05~1.1，计算中取 1.1；

h_c'' —跃后水深，m；

h_c —收缩水深，m；

α —水流动能校正系数取，可采用 1.0~1.05，计算中取 1.05；

q —过闸单宽流量， $\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$ ；

b_1 —消力池首端宽度，m；

b_2 —消力池末端宽度，m；

T_0 —由消力池底板算起的总势能，m；

ΔZ —出池落差，m；

h'_s —出池河床水深，m。

消力池长度计算：

$$L_{sj} = L_s + \beta L_j$$

$$L_j = 6.9(h_c'' - h_c')$$

式中： L_{sj} —消力池长度，m；

L_s —消力池斜坡段水平投影长度，m；

β —水跃长度校正系数，可采用 0.7~0.8，计算中取 0.8；

L_j —水跃长度，m；

消力池底板厚度计算：

消力池底板厚度可根据抗冲和抗浮要求，分别按下式计算。

抗冲
$$t = k_1 \sqrt{q \sqrt{\Delta h'}}$$

抗浮
$$t = k_2 \frac{U - \gamma h_d \pm P_m}{\gamma_b}$$

式中 t —消力池底板始端厚度，m；

$\Delta h'$ —闸孔泄流时的上下游水位差，m；

k_1 —消力池底板计算系数，可采用 0.15~0.20，计算中取 0.20；

k_2 —消力池底板安全系数，可采用 1.1~1.3，计算中取 1.1；

U —作用在消力池底板底面的扬压力，kPa；

γ —水的重力密度，kN/m³；

h_d —消力池内水深，m；

P_m —作用在消力池底板上的脉动压力，kPa,其值可取跃前收缩断面流速水头值的 5%；计算消力池前半部的脉动压力时取“+”号，计算消力池后半部的脉动压力时取“-”号；

γ_b —消力池底板的饱和容重，kN/m³。

海漫长度计算：

$$L_p = K_s \sqrt{q_s} \sqrt{\Delta H'}$$

式中 L_p —海漫长度计算，m；

q_s —消力池末端单宽流量， $m^3/(s \cdot m)$ ；

K_s —海漫长度计算系数，查《水闸设计规范》（SL265—2016）表 B.2.1，计算值取 11。

根据以上计算结果，液压升降坝消力池深度为 0.8m，消力池长 15m，消力池厚 0.6m；消力池下游设置 32m 长的格宾石笼海漫段，海漫厚 0.5m，海漫下设土工布一层。

④ 闸室稳定计算

闸室基底应力计算公式：

$$P_{\min}^{\max} = \frac{\sum G}{A} \pm \frac{\sum M}{W}$$

式中 P —闸室基底应力的最大值或最小值（kPa）；

$\sum G$ —作用在闸室上全部竖向的荷载（kN）（包括闸室基础底面上的扬压力在内）；

$\sum M$ —作用在闸室上的全部竖向荷载和水平荷载对基础底面垂直水流方向的形心轴的力矩之和（kN·m）；

A —闸室基底面的面积（ m^2 ）；

W —闸室基底面对于该底面垂直水流方向形心轴的截面矩（ m^3 ）。

闸室基底抗滑稳定计算公式：

$$K_c = \frac{f \sum G}{\sum H}$$

式中： K_c —沿闸室基底面的抗滑稳定安全系数；

f —闸室基底面与地基之间的摩擦系数；

$\sum G$ —作用在闸室上全部竖向的荷载（kN）（包括闸室基础底面上的扬压力在内）；

$\sum H$ —作用在闸室上的全部水平荷载（kN）；

各级液压升降坝单位宽度稳定计算结果见下表。

表 5-3 液压升降坝闸室稳定及地基承载力计算结果表

坝高 (m)	计算工 况	基底应力 (KPa)		地基承载力 (KPa)		闸底不均匀 分布系数 η		抗滑安全系数 Ka	
		P_{\max}	P_{\min}	$P_{\text{平均}}$	[R]	η	[η]	Ka	[Ka]
2.0	完建期	66.57	33.96	50.26	300.00	1.96	2.00	8.27	1.20
	正常运	61.93	50.87	56.40	300.00	1.22	2.00	3.61	1.20

行期									
施工期	79.66	47.05	63.36	300.00	1.69	2.50	10.43	1.05	

计算结果表明，不同运行工况，闸室的地基承载力、基底应力不均匀系数和抗滑安全系数均能满足规范要求。

(4) 防渗排水计算

液压升降坝位于粉质砂壤土河床上，属透水性地基，需要对坝基进行渗流稳定计算。液压升降坝上游设钢筋混凝土防渗铺盖，长 15m，坝底板长 6m，下游消力池池长 15m。

根据《水闸设计规范》（SL 265-2016），地基的渗径应满足最小安全防渗长度。最小防渗长度的计算公式为：

$$L=C \cdot \Delta H$$

式中：L—闸基防渗长度，即闸机轮廓线防渗部分水平段和垂直段长度的总和，m；
 ΔH —上、下游水位差，取 2m（正常挡水下游无水时）；

C—允许渗径系数值，砂壤土取 11~7。

经计算，最小允许渗径为 20m~18m，根据坝体总体布置，整体防渗长度达到 40m。

2.2、碳纳米技术

(1) 碳纳米设备

在蓄水湖区设置碳纳米设备 4 套，设备间备用 1 套，共 5 套，作为一级预处理用。

(2) 碳纳米工艺原理

纳米材料电催化氧化是指在外加电场或电压的作用下，通过化学、物理作用达到高效净化水中污染物的清洁处理工艺。电化学氧化法是使污染物在纳米材料电极上发生直接的电化学反应，或者利用电极表面产生的强氧化性活性物种使污染物发生氧化还原反应，生成无害物的过程。通过电催化高级氧化技术产生大量活性极强的羟基自由基($\cdot\text{OH}$)，由于 $\cdot\text{OH}$ 的氧化能力极强，几乎可以无选择地将任何有机污染物氧化分解。生成的 $\cdot\text{OH}$ 进而与有机化合物发生加合、代替、电子转移、断键等反应，使污水中难降解的大分子有机物氧化降解成为低毒或无毒的小分子物质，甚至直接氧化为 CO_2 和 H_2O 。同时，基于纳米材料阳极发生氧化反应、阴极发生还原反应可以实现 TN 的去除。

(3) 技术优势

与其它水处理技术相比，电催化氧化技术具有以下优势：

①在电场的作用下，纳米材料电极表面呈多孔态，有效减少了内应力，电极寿命长，

对污染物降解效率高，同时电极无钝化；

②适用水质广，可同时高效去除污水中 COD、氨氮、总磷，脱色脱毒效果明显；

③与环境相容性高：电化学法对污染物去除主要依靠电子，不需要另外增加药剂，避免由于药剂带来的二次污染；另外电化学对有机物氧化几乎无选择性，可以最大程度的减少二次污染；不影响水中鱼类、植物的正常生长，治理后的流域环境非常适合多细胞微生物、动植物的健康生存，在实际治理过程中可与水域周边生态绿化景观廊道建设有机结合。

④单台设备尺寸，设备体积（长方形：1.2 米×0.5 米×0.4 米），设备维护简单。

⑤操作简单，接入电压为 36V 安全电压。

⑥不需要添加任何化学药剂，无污泥产生。

（4）碳纳米工艺流程

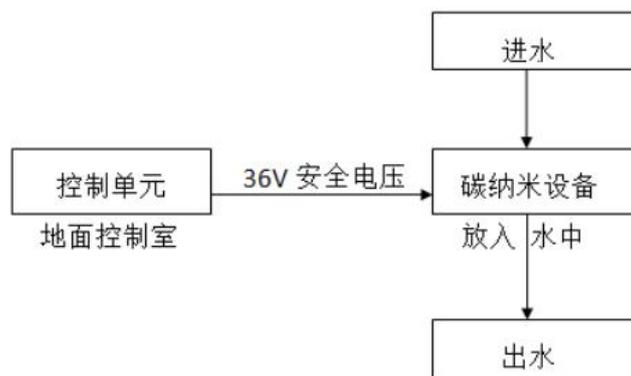


图 5-3 碳纳米工艺流程图

2.3、表流人工湿地

表面流型人工湿地是指具有自由水面，污水沿水平方向流动并浮于湿地填料之上的人工湿地。这种经过科学设计，形式最接近自然湿地，但纳污能力却远远高于前者的一类湿地。表面流人工湿地通过种植的挺水及浮水等植物、湿地底部的填料以及附着在表面的微生物的协同作用去除水中的污染物，湿地介质通常选用便宜易得的粗砂、土壤等自然介质，很少使用人工填料。

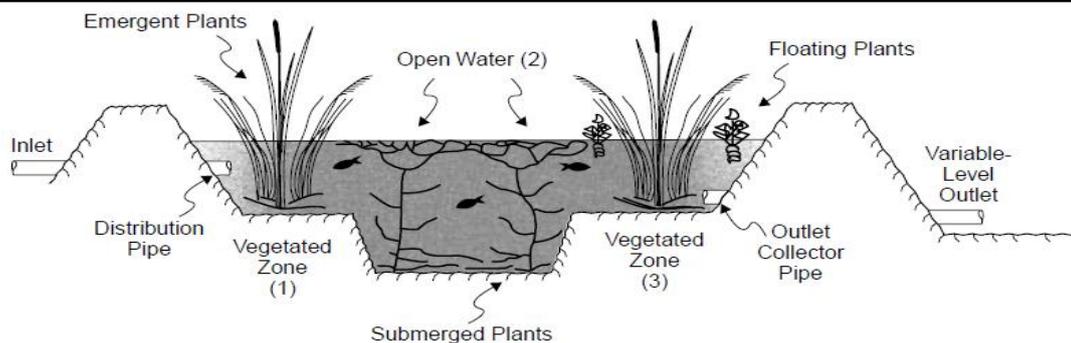


图 5-4 表流人工湿地处理示意图

表面流湿地通常是利用废弃的河道、沟渠或池塘改造而成，也可直接利用自然沼泽。因此，这种类型的人工湿地具有改造维护简单，造价及运行管理费用低等优势。但由于其运行负荷低，去污能力有限，占且地面积大，处理效果易受温度影响。

表面流人工湿地目前被广泛应用于以下各个方面：生活污水处理，河湖等水体修复、初期雨水和微污染水体净化，控制面源污染，养殖废水，蓄积并净化暴雨径流等。

(1) 人工湿地净化机理

人工湿地对废水的处理综合了物理、化学和生物的三种作用。湿地系统成熟后，填料表面和植物根系将由于大量微生物的生长而形成生物膜。废水流经生物膜时，大量的悬浮物被填料和植物根系阻挡截留，有机污染物则通过生物膜的吸收、同化及异化作用而被除去。湿地系统中因植物根系对氧的传递释放，使其周围的环境中依次出现好氧、缺氧、厌氧状态，保证了废水中的氮磷不仅能通过植物和微生物作为营养吸收，而且还可以通过硝化、反硝化作用将其除去，最后湿地系统更换填料或收割栽种植物时将污染物最终除去。

表 5-4 人工湿地净化污水主要机理

物理作用	大颗粒物沉降
	水生植物和生物滤膜对轻颗粒物的过滤
	通过沉淀或过滤聚集颗粒物以达到去除目的
化学反应	沉降
	吸收到基质和腐殖质
	挥发
生物反应	微生物降解、有机物质矿化
	转化作用（硝化/反硝化）
	从水体直接生物吸收（藻类、细菌生物膜）
	从根区间接生物吸收（水体生物膜、挺水植物）
	物生物竞争导致部分病菌死亡

①SS 的去除

SS 中有有机物和无机物，它们具有不同密度和颗粒度，大块物质可通过隔栅去除。部分小颗粒物质可在水解酸化池沉降去除。在人工湿地中 SS 的去除是相当迅速的物理过程。SS 主要去除机理为沉淀、聚集和表面粘附。

②BOD₅、COD 的去除

污水中的有机物可通过酸化水解池中的厌氧菌将有机物沉降、吸附、吸收以及分解去除。湿地中不溶性的有机物主要是通过湿地过滤的作用而被截留在湿地中；可溶性有机物则通过植物根系内的生物膜的吸附、吸收及生物降解过程而被分解去除。生物降解的过程主要是通过好氧和厌氧代谢得到降解，从而降低污水中的 BOD₅、COD。

③N 的去除

大多数污水中 N 是主要成分。N 在环境中以多种形式存在，有比较复杂的循环路径。总氮是由不同比例的颗粒有机氮、溶解有机氮、亚硝代氮、氨氮和硝代氮。N₂ 和 N₂O 在 N 循环中很重要。矿化、生物吸收和硝化和异化是使氮的一种形式转到另一种形式的过程。这些过程是物质平衡的过程，N 在同一个系统内发生循环反应。反硝化和氨氮的挥发是物质去除的过程，从而致使 N 从系统中得到去除。大量实验研究表明人工湿地中 N 的去除路径主要为生物硝化-反硝化。N 在人工湿地中的主要转化过程见表 5-5 所示。

表 5-5 氮的主要转化过程

过程	物质	产物
矿化	有机质	氨氮
生物吸收	氨氮、硝态氮	有机氮
硝化	氨氮	硝态氮
反硝化	硝态氮	氮气
DNRA	硝态氮	氨氮
挥发	氨氮+高 pH	氨气
固氮	氮气	有机氮

④P 的去除

无机磷是湿地植物必需的养分。废水中无机磷在植物吸收及同化作用下可变成植物的 ATP、DNA 及 RNA 等有机成分，通过植物收割而去除。物理化学作用包括填料对磷的吸附及填料与磷酸根离子的化学反应，这种作用对无机磷的去除会因填料中 Ca 和 Fe 可与 PO₄³⁻反应而沉淀去除 PO₄³⁻，因而除磷效果较好的填料非常重要，含钙质或铁质的地下水渗入人工湿地也有利于磷的去除。微生物对磷的去除包括它们对磷的正常同化-将磷

纳入其分子组成和对磷的过量积累。

由于植物中的光合反应、暗反应交替进行，根毛输氧多少的交替出现，以及系统内部不同区域对氧消耗量的差异，导致了系统中厌氧、好氧的交替出现，使磷的过量释放和过量积累得以完成，这是常规二级处理方式所难以满足的。在湿地系统中磷有着一系列的变化形式。如表 5-6 所示。

表 5-6 磷的主要转化过程

过程	物质	产物
矿化	有机质	氨氮
生物吸收	正磷酸	有机氮
吸附	正磷酸	磷-粘土/金属水化合物
沉降	正磷酸	离散状态磷矿物质
脱附	磷-粘土/金属水化合物	正磷酸

(2) 植物的功能

植物的存在能够稳定人工湿地床，为物理过滤各种污染物提供良好条件，同时也为微生物的生长提供了良好的环境。大量植物的存在减缓了污水在湿地里的流动速度，有利于悬浮颗粒污染物的沉降，并且减少了对系统地表的侵蚀和沉淀悬浮物的再悬浮。由于植物根系的存在，在基质中形成许多微小的间隙，增强了基质的疏松度，使在基质上的水力传导力（渗透系数）得到加强。死亡的植物根系也在基质中形成比较大的空隙，同样加强了基质的水力传导力，促进污水与植物或基质的相互作用，从而提高人工湿地对污染物的去除能力。

对于冬季寒冷的北方地区来说，植物的一个非常重要的作用是防止人工湿地系统结冰，冬季时，将同时已经死亡的挺立植物和降雪覆盖到湿地表面起到保温层的作用，以防止人工湿地系统对污染物的去除能力大幅度的降低。

植物能够将光合作用产生的氧气通过气道输送至根系，然后通过根系释放到根际并形成氧化层，氧化层的形成对人工湿地中的生物和化学反应有着重要的影响。根系氧化层有利于人工湿地中有机物的氧化分解和脱氮反应，从而达到去除氮和其他有机污染物的目的，根系氧化量的多少直接影响人工湿地对氮的去除效果。若根系生物量越高，输送的氧气越多，产生的氧化层也越高，则硝化反应越容易进行。

植物长期生长在人工湿地渍水环境条件下，厌氧环境容易导致铁以二价铁形式存在，但植物能输送氧气到根际，使根系形成氧化环境并将二价铁氧化形成三价铁，从而在植

物根表形成铁氧化物胶膜。铁氧化物胶膜对人工湿地的生物化学性质有非常重要的影响，它在人工湿地去除有毒物质和净化污水中扮演了一个重要的角色。根系氧化层的形成使根际的铁氧化物含量高于非根际，有利于根系对铁氧化物和对磷的吸附和固定。种有植物的底泥释放到水体中的磷比没有种植物的底泥低，这说明高价铁氧化物增强了底泥对磷的吸附而减少向水体释放量，这也是采用植被恢复技术修复污染水体的重要机理。

不同植物的人工湿地污水净化效果存在较大差异，这是因为植物对基质的输氧能力和穿透基质作用与根系的发达程度有关。通常大型种类植物粗壮根系，还有发达的不定根，其输氧能力强于小型种类植物。

北方地区的人工湿地系统要求水生植物对各种高浓度的污染物有一定的承受能力。不同的生长环境，适宜的湿地植物是不同的。但所选择的湿地植物通常应遵循以下原则：

- ①去污效果好；
- ②抗逆性强；
- ③根系发达；
- ④有一定经济与观赏价值；
- ⑤因地制宜；
- ⑥重视物种之间的合理搭配。

本项目种植植物见表 5-7。

表 5-7 本项目植物类别

序号	名称	规格（单位：cm）	数量	单位	备注
		胸径/高度			
1	刺槐 A	D=10-12	32	株	半冠移植，冠形丰满，景观树
2	刺槐 B	D=5-6	1114	株	定杆高度>3.0 米,杆形通直,株距 3 米
3	垂柳	D=5-6	254	株	定杆高度>3.0 米,杆形通直,株距 3 米
4	桤柳	H=1.5M, 冠幅 1.2m	556	株	
5	芦苇	--	7104	m ²	16-20 株/平方米
6	黄菖蒲	--	1532	m ²	2-3 芽/丛 20-25 丛/平方米
7	千屈菜	--	4336	m ²	36 株/平方米

(3) 本项目表流人工湿地设计参数

①停留时间

水力停留时间指污水在人工湿地内的平均驻留时间。表流人工湿地的水力停留时间

按公式 5-1 计算：

$$t = \frac{V}{Q} \quad 5-1$$

式中： t —水力停留时间，d；

V —人工湿地在自然状态下的体积， m^3 ；本次设计湿地面积为 $58676.25m^3$ ；

Q_{max} —设计最大水量， m^3/d ， $105408m^3/d$ 。

$Q_{平均}$ —设计平均水量， m^3/d ， $46656m^3/d$ 。

则： $t=V/Q$ ，经计算得， $t_{min}=13.3h$ ， $t_{平均}=30h$

本项目工程表流湿地的水力停留时间正常为 30h，极限流量时停留时间为 13.3h。

②设计水深

表流人工湿地内深水区水深为 2.0~2.5m，设计水面高程为 1508.3m，湖深为 1.5m，超高为 1m；浅水区水深为 0.5m~1.0m，设计水面高程为 1507.20m。湿地污水净化区土方开挖量为 $88907.76m^3$ ，土方填方量为 $17542.55m^3$ 。

本项目通过改造现状荒地，在土方开挖工程完成后，通过设计不同的水深，种植适应不同水深的水生植物，形成高效的表流湿地。

2、4 植物建植工程

在选择栽植湿地植物时，要注意防止物种入侵风险，尤其是对于外来种要慎重选择，如属于十大害草之列的水葫芦快速生长而大面积覆盖水面容易使得水体缺氧厌氧。

人工湿地水生植物的最佳建植时间宜为春季建植，也可根据当地实际气候条件，选择在夏末秋初建植；建植方式包括幼苗移栽、根茎移栽、盆栽移植以及种子繁殖等。同一批建植的水生植物植株苗大小应均匀，不宜选用苗龄过小的水生植物。不同植物因叶面疏密不同而种植密度有别。水生植物初建植时，高大型挺水植物的株距和行距分别宜为 15cm-25 cm、20cm-30cm，矮小型挺水植物的株距和行距宜为 10cm-15cm，浮水植物的株距和行距均宜为 40cm-100cm；沉水植物的种植间距可随机确定，但不宜过密。水生植物建植时，应保持湿地种植土含水量达到饱和，水生植物建植完成后，应通过间断性浅灌水与排水交替促进其生根、发芽或缓苗，待幼苗正常生长后逐步大水力负荷使其驯化适应处理水质。

当栽植的水生植物不适于新的生存环境时，需调整植物种类并重新种植；或是植物

量不足的单元，可通过调节水位来促进植物的生长。高寒地区补栽或重新栽种期宜选择在春季幼苗萌发之前。

人工湿地进污水之前，已栽种植物需 4-6 周的培育期。在人工湿地运行的第 1 年中，需每隔一段时间下调水位 1 次，为湿地全面充氧，维持幼苗的正常生长。

在启动阶段应逐步提高表面流湿地的水深，以防止幼苗被淹没或漂出湿地。当植物建立后，运行水位可整年维持。

二、污染源分析

1、施工期污染源分析

1.1、废气污染源

施工期废气污染源主要为施工车辆尾气和施工扬尘等。

①扬尘污染

扬尘分施工扬尘和道路运输扬尘。施工扬尘主要来自于土地平整、开挖、回填、道路铺设、残土露天堆放、装卸和搅拌等作业过程，如遇干旱无雨季节，加上大风，施工扬尘将更为严重。道路运输扬尘来自于施工机械和车辆的往来过程。扬尘排放方式为间歇不定量排放，其影响范围为施工现场附近和运输道路沿途。

本项目施工扬尘对施工场界下风向 100m 之内的影响比较明显，影响范围基本在施工场界 200m 之内。

②汽车尾气

施工期间，使用机动车运送原材料和移栽植被等，均会排放一定量的 CO、NO_x 以及未完全燃烧的 HC 等，其特点是排放量小，且属间断性无组织排放，加之施工场地开阔，扩散条件良好，因此对环境的影响较小。在施工期内应多加注意施工设备的维护，使其能够正常的运行，提高设备原料的利用率。

1.2、废水污染源

①、生活污水

施工期间，施工人员会产生生活污水，主要污染物为 COD、SS、氨氮等。根据业主提供的资料可知，本项目施工期时长 8 个月，一般情况下施工人员平均按 20 人计，生活用水量按 100L/p·d 计，则施工期生活用水量为 2m³/d；排放系数以 80%计，则施工期生活污水排放量为 1.6m³/d。

施工人员产生的生活污水中主要污染物及其水质浓度如下：COD：250~350mg/L，BOD₅：180~250mg/L，SS：150~220mg/L，氨氮：25~45mg/L。卫生设施依托周边，不外排。

②、施工废水

施工废水主要包括浇筑混凝土产生的泥浆废水、施工机械和车辆的冲洗废水等，其主要污染物为SS和石油类，其排放量均难以估算，石油类浓度为10~300mg/L，SS污染物浓度约为400~500mg/L。本项目产生的施工废水应进行截流后集中沉淀处理，再全部用于场地洒水抑尘等工序，不外排。

1.3、噪声污染源

工程施工期间挖掘机、压路机、铲土机及卡车等均会产生噪声，对周边声环境产生一定的影响。为减缓人工湿地工程对声环境保护目标的影响，建议在项目施工过程中，应避免沿线居民点休息时间施工，合理安排各类施工机械的工作时间，以减少施工噪声对附近环境噪声敏感点的影响；采取具有一定隔音消声的围护施工板材，以减少施工噪声的影响。

1.4、固体废弃物

工程施工期固体废弃物主要为弃土弃渣及施工人员的生活垃圾，统一收集、装运、运送至管理部门指定的垃圾堆放处统一处置，或运往城镇垃圾填埋场，做垃圾填埋覆盖物处理，不会给环境造成污染影响。施工残土在工地内临时堆放时不应超过两天，尽量做到日产日清，减少对周围环境的影响。

1.5、生态影响

工程施工期对区域生态环境影响主要为植被破坏。施工期临时性工程对原地表植被产生破坏，但在采取一定的恢复措施后可逐渐得到恢复。此外，施工机械运输碾压及施工人员践踏也会对作业及周边植被产生一定程度上的扰动。本工程占用区域的植被类型为人工植被，施工期间对区域农业植被的破坏最为明显。

由于本工程施工过程对土壤和植被的破坏面积有限，故影响范围有限，不会造成大面积的生态环境破坏。人工湿地建设的永久占地大部分为植被覆盖度不高的河滩荒地，项目的建设具有一定的生态恢复和植被修复作用，具有改善生态环境的作用。

为减少工程施工对区域生态环境的影响，施工期间应采取以下措施：

- ①施工期间必须按规定对运放材料的车辆进行覆盖；
- ②施工过程中注意场地清理工作，避免土料、粉尘受雨水冲刷污染受纳水体；
- ③项目基础开挖、回填尽量避免在多雨季节进行，防止形成二次水土流失；
- ④优化施工工序，缩短材料堆放时间。

二、营运期污染源分析

2.1、废水

本项目尾水深度处理能力为 50000m³/d，各污染物浓度均能满足设计标准要求，处理后出水将达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的Ⅳ类水体标准。因此，本工程的建设对清水河三营段水环境的改善具有非常积极的意义，且将有助于改善周边生态景观、生态环境。

本项目人工湿地工程建成后，对各污染物的削减量见表 5-8。

表 5-8 清水河三营段水质提升工程污染物削减量预测表

项目	COD	BOD ₅	NH ₃ -N	TP
处理前水质（mg/L）	70	20	10	1.0
处理后水质（mg/L）	30	6	1.5	0.3
年削减量（t/a）	730	255.5	155.125	12.775

2.2、大气污染源

本项目本身是一项环境保护工程，拟建工程为生态型污水处理工艺，对清水河污水具有良好的深度净化效果，产生恶臭量较小，且厂区内绿化面积覆盖率较高，周边无环境敏感目标分布。因此，本项目对大气环境影响较小。

2.3、噪声污染源

本项目运营期噪声主要是碳纳米设备配备的泵。该泵功率较低，对周围环境影响较小。

2.4、固体废物

本项目建成营运后产生的固废主要为水面聚集的漂流物及收割的枯萎植物。水面漂浮物产生量约 15t/a，收集后交由环卫部门统一处理；在冬季，由于气温较低，部分水草枯萎，需人工收割清理，产生量约 300t/a。收割后的枯萎水草禁止焚烧，冬季作为保温层覆盖，春季运走可做饲料外售。

六、项目主要污染物产生及预计排放情况

内容类型	排放源		污染物名称	产生浓度及产生量	排放浓度及排放量排放去向
大气污染物	施工期	汽车尾气	CO、NO _x 、HC	少量	间断性排放、少量
		施工场地及运途中扬尘	TSP、PM ₁₀		
水污染物	施工期	施工废水	SS	少量	设沉淀池，经沉淀后用于施工期泼洒抑尘，不外排
		生活污水	生活污水量	730m ³ /a	依托附近卫生设施，不外排
			COD	400mg/L, 0.292t/a	
			SS	220mg/L, 0.161t/a	
			氨氮	30mg/L, 0.0219t/a	
	营运期	人工湿地外排水	排水量	18250000m ³ /a	18250000m ³ /a
			COD	70mg/L, 1277.5t/a	30mg/L, 547.5t/a
			BOD ₅	20mg/L, 365t/a	6mg/L, 109.5t/a
			总磷	1.0mg/L, 18.25t/a	0.3mg/L, 5.475t/a
			氨氮	10mg/L, 182.5t/a	1.5mg/L, 27.375t/a
固体废物	施工期	弃土弃渣	废弃土石方	7.14 万 m ³	运至指定地点统一处置
		生活垃圾	果皮、纸、塑料等	16kg/d	环卫部门统一处理
	营运期	水面漂浮物	水面漂浮物	15t/a	环卫部门统一处理
		枯萎水草	枯萎水草	300t/a	冬季作为保温层覆盖，春季运走，可用于饲料外售
噪声	施工期	施工设备、运输车辆	机械噪声	66~70dB(A)	达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)标准
	营运期	泵	机械噪声	45dB(A)	达到《工业企业厂界噪声排放标

原州区清水河人工湿地建设项目环境影响报告表

					准》 (GB12348-2008) 1类标准)
<p>主要生态环境影响</p> <p>工程施工期对区域生态环境影响主要为植被破坏。施工期临时性工程对原地表植被产生破坏，但在采取一定的恢复措施后可逐渐得到恢复。此外，施工机械运输碾压及施工人员践踏也会对作业及周边植被产生一定程度上的扰动。本工程占用区域的植被类型为人工植被，施工期间对区域农业植被的破坏最为明显。</p> <p>由于本工程施工过程对土壤和植被的破坏破坏面积有限，故影响范围有限，不会造成大面积的生态环境破坏。人工湿地建设的永久占地大部分为植被覆盖度不高的河滩荒地，项目的建设对荒草地具有一定的生态恢复和植被修复作用，具有改善生态环境的作用。</p>					

七、环境影响分析

一、施工期环境影响分析：

1、大气环境影响分析

项目施工期间场地平整、种植穴巢的挖掘等均有大量尘埃散逸到周围环境空气中，同时，物料运送、装卸，土石方挖掘、堆放期间将引起扬尘污染，以及运输车辆产生的汽车尾气等，对周围的环境产生一定的影响。

(1) 运输道路扬尘分析

施工产生的扬尘主要集中在土建施工阶段，按起尘的原因可分为风力起尘和动力起尘，其中风力起尘主要是由于露天堆放的建材(如黄沙、水泥等)及裸露的施工区表层浮尘由于天气干燥及大风，产生风力扬尘；而动力起尘，主要是在建材的装卸、搅拌过程中，由于外力而产生的尘粒再悬浮而造成，其中行驶产生的扬尘最为严重。据相关资料介绍，车辆行驶产生的扬尘占总扬尘的 60%上。车辆行驶产生的扬尘，在完全干燥情况下，可按下列经验公式计算：

$$Q = 0.123(V / 5)(W / 6.8)^{0.85}(P / 0.5)^{0.75}$$

式中：Q=汽车行驶的扬尘，kg/km·辆；

V=汽车速度，km/hr；

W=汽车载重量，吨；

P=道路表面粉尘量，kg/m²。

表 7-1 为一辆 10 吨卡车，通过一段长度为 1km 的路面时，不同路面清洁程度，不同行驶速度情况下的扬尘量。

表 7-1 在不同车速和地面清洁程度的汽车扬尘 单位：kg/辆·公里

车速 \ P	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	1
	(kg/m ²)					
5(km/hr)	0.051056	0.085865	0.116382	0.144408	0.170715	0.287108
10(km/hr)	0.102112	0.171731	0.232764	0.288815	0.341431	0.574216
15(km/hr)	0.153167	0.257596	0.349146	0.433223	0.512146	0.861323
25(km/hr)	0.255279	0.429326	0.58191	0.722038	0.853577	1.435539

由表中数据可以看出，在同样路面清洁程度条件下，车速越快，扬尘量越大；而在同样车速情况下，路面越脏，则扬尘量越大。因此限速行驶及保持路面的清洁是减少汽车扬尘的有效手段。

(2) 施工现场扬尘分析

施工期扬尘的另一个主要原因是露天堆场和裸露场地的风力扬尘。由于施工的需要，一些建材需露天堆放；一些施工点表层土壤需人工开挖、堆放，在气候干燥又有风的情况下，会产生扬尘，其扬尘量可按堆场起尘的经验公式计算：

$$Q = 2.1(V_{50} - V_0)^3 e^{-1.023W}$$

其中：Q=起尘量，kg/吨·年；

V=距地面 50m 处风速，m/s；

V₀=起尘风速，m/s；

W=尘粒的含水率，%。

V₀与粒径和含水率有关，因此，减少露天堆放和保证一定的含水率及减少裸露地面是减少风力起尘的有效手段。

尘粒在空气中的传播扩散情况与风速等气象条件有关，也与尘粒本身的沉降速度有关。以沙尘土为例，不同粒径的尘粒的沉降速度见表 7-2。

表 7-2 不同粒径尘粒的沉降速度

粒 径 (μm)	10	20	30	40	50	60	70
沉降速度 (m/s)	0.003	0.012	0.027	0.048	0.075	0.108	0.147
粒 径 (μm)	80	90	100	150	200	250	350
沉降速度 (m/s)	0.158	0.170	0.182	0.239	0.804	1.005	1.829
粒 径 (μm)	450	550	650	750	850	950	1050
沉降速度 (m/s)	2.211	2.614	3.016	3.418	3.820	4.222	4.624

由表可知，尘粒的沉降速度随粒径的增大而迅速增大。当粒径为 250μm 时，沉降速度为 1.005m/s，因此可以认为当尘粒大于 250μm 时，主要影响范围在扬尘点下风向近距离范围内，而真正对外环境产生影响的是一些微小尘粒。根据现场的气候情况不同，其影响范围也有所不同。

施工过程中的扬尘影响距离采用类比的方法进行分析，某施工现场扬尘监测结果见表 7-3，监测时风速为 2.4m/s。

表 7-3 建筑施工工地下风向 TSP 浓度监测结果单位：mg/m³

距离	20m	50m	100m	150m	200m	250m
浓度	1.503	0.922	0.602	0.591	0.512	0.406

从表 7-3 可以看出，施工场地下风向 50m 处 TSP 浓度已低于《大气污染物综合排放

标准》(GB16297-1996)中规定的颗粒物无组织排放监控浓度限值 $1.0\text{mg}/\text{m}^3$ 。施工现场的扬尘强弱与施工条件、施工方式、施工设备及施工季节、气象条件及建设地区土质等诸多因素有关。

(3) 扬尘控制措施

在施工期间对车辆行驶的路面和部分易起尘的部位实施洒水抑尘(每天洒水 4-5 次),可使扬尘减少 50-70%左右,洒水抑尘的实验结果见表 7-4。

表 7-4 洒水路面扬尘监测结果 单位: mg/m^3

距路边距离(m)		0	20	50	100	200
TSP 浓度	不洒水	11.03	2.89	1.15	0.86	0.56
	洒水	2.11	1.40	0.68	0.60	0.29
降尘效率		80.2%	51.6%	41.7%	30.2%	48.2%

上述结果表明,有效的洒水抑尘可以使扬尘在 20-50m 的距离内达到《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)中无组织排放监控浓度限值要求 $1.0\text{mg}/\text{m}^3$,在此范围内洒水降尘效率在 40-50%,有效降低了施工现场的扬尘污染程度。

为进一步降低扬尘对环境的影响,建设单位需采取以下措施:

对易产生扬尘的建筑材料应设立临时仓库。在施工期间,要进行洒水作业,尤其是物料堆放场周围及基础施工的挖填土现场经常洒水,以减轻二次扬尘的污染。

散装原材料运输过程中应采用苫布遮盖,建筑材料堆放应用篷布遮盖,施工现场应采取洒水措施。施工弃土应及时外运,避免长时间堆放;应在临时堆土场周围设置不低于堆放物料高度的封闭围栏;大风天禁止施工和向弃土场弃土;弃土后要进行土地平整和压实,尽可能减少扬尘产生量。

施工现场管理严格遵守“六必须”、“六不准”,即:必须湿法作业、必须打围作业、必须硬化道路、必须设置冲洗设施、必须配齐保洁人员、必须定时清扫施工现场;不准车辆带泥出门、不准运渣车辆冒顶装载、不准高空抛洒建渣、不准现场搅拌混凝土、不准场地积水、不准现场焚烧废弃物。

在绿化道路两侧沿线敏感点附近施工时采取设置施工围挡,加密洒水降尘等措施,减缓施工扬尘对敏感点的影响。

土石方开挖扬尘防治:

- ①施工场地和临时堆土场非雨天时适时洒水;

②加密洒水降尘等措施，减缓施工扬尘对敏感点的影响；

③风速四级及以上易产生扬尘时，施工单位暂停土石方开挖，同时采取覆盖、湿润等措施降低扬尘污染。

2、水环境影响分析

项目施工产生的废水主要有施工生产废水和施工人员生活废水。

施工生产废水设置沉淀池，将生产废水沉淀后用于施工场地及道路洒水抑尘，不外排。生活污水依托附近卫生设施。

采取上述废水治理措施后，项目施工期间产生的废水得到妥善处理，不会对当地地表水环境产生影响。

3、声环境影响分析

(1)、噪声源强

施工期间的噪声主要来自施工机械和运输车辆，根据类比调查，施工作业时，各类施工机械及运输车辆在距设备 5m 处的噪声源强在 80~90dB(A)。

(2)、预测模式

本次评价采用预测模式计算距离施工机械不同距离处的噪声值。

(3)、预测结果

将施工中使用较频繁的几种主要机械设备的噪声值分别代入预测模式进行计算，预测机械设备的噪声衰减情况，详见表 7-5。

表 7-5 单台机械设备的噪声预测值 (dB(A))

机械类型	噪声预测值									
	5m	10m	20m	40m	50m	100m	150m	200m	300m	400m
装载机	90	84	78	72	76	64	60.5	58	54.5	52
挖掘机	85	79	73	67	63	59	55.5	53	49.3	46.9
推土机	87	81	78	69	69	61	57.5	55	51.4	48.9
空压机	80	74	68	62	62	54	50.5	48	44.5	42
风镐	81	78	67	61	61	53	49.5	47	43.5	41
打桩机	87	81	75	69	69	61	57.5	55	51.4	48.9
振动棒	87	81	75	69	69	61	57.5	55	51.4	48.9
运输车辆	80	74	68	62	60	54	50.5	48	44.5	42
切割机	90	84	78	72	70	64	60.5	58	54.5	52

电钻	86	80	74	68	66	60	56.5	54	50.4	47.9
----	----	----	----	----	----	----	------	----	------	------

据表 7-5 预测结果可知，本项目在项目地施工期未采取噪声防治措施的前提下，当施工机械的施工点距离场界 50m 时，场界噪声值基本可以达到《建筑施工场界噪声排放标准》（GB12523-2011）昼间标准（≤70dB(A)），但在实际施工中，存在多台机械同时施工现象，此时施工场界噪声将可能超过《建筑施工场界噪声排放标准》（GB12523-2011）昼间标准。根据现场踏勘可知，环评建议施工方严格采取以下措施：

①、禁止高噪声机械设备同时运行，要合理布局，必须将设备远离周围敏感点放置，针对项目具体情况环评建议将高噪声设备放置在项目场地中部。

②、合理选择施工时间，避开夜间(22:00~次日 6:00)和正常午休时间施工作业，以防干扰周边居民休息。

③、尽量选用低噪声机械设备，经常对设备进行维修保养，避免由于设备性能差而使噪声增强现象的发生。

④、对固体的机械设备采用隔声罩或隔声棚等方式，大幅度消弱噪声源强。

⑤、施工便道应合理选择，避免穿越和靠近集中居民区、学校等敏感建筑，以避免施工车辆噪声对沿线的居民生活产生影响。

⑥、施工现场模板、钢管等维修清理时，严禁使用大锤敲打，钢材、木材等进出场装卸时，要轻拿轻放。模板、脚手架支设和拆除搬运时，必须轻拿轻放，上下左右有人传递，不得随意乱抛乱放。

经严格采取以上措施后，项目施工期噪声基本能满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的要求，并且施工期噪声的影响是暂时的，施工结束，噪声的影响也随之结束。

4、固体废物影响分析

固体废物主要是施工过程中的建筑垃圾和施工人员生活垃圾，项目在前期土地平整阶段的多余土石方运送到指定地点。

（1）、建筑垃圾

建筑施工过程中产生的建筑垃圾主要有碎砖、混凝土、砂浆、桩头、包装材料等。

建筑垃圾应集中收集、定点存放和分类处置，且注意防风、防雨、防渗漏，建筑垃圾中废钢铁、废包装材料等有利用价值部分可由废品回收公司进行回收，其它建筑垃圾

应严格按照规定处理，委托有经营建筑垃圾资质的单位运至渣土管理部门指定地点处理。

(2) 生活垃圾

本项目不设置施工营地和食堂，施工期间生活垃圾收集后交由当地环卫部门处置。

5、生态环境影响分析

拟建项目征地主要为河边滩涂地，不占用基本农田和水源涵养林。根据建设项目工程分析可知，如建设单位和施工单位不采取有效的防护措施，将对项目拟建地的植被、水土等造成不良影响，因此为减少施工场地的生态影响，环评建议采取如下措施：

①、动土前在项目周边建临时围挡，及时夯实回填土和及时绿化，施工道路采用硬化路面。

②、在施工场地建临时截排水沟，防止雨水冲刷场地，并在排水沟出口设沉沙池，使雨水经沉沙池澄清后用于洒水抑尘。

③、雨期对裸露地表或堆土采取覆盖措施，减少水土流失量。

④、对本项目所占用的河边滩涂地，应根据国家相关规定和当地林业部门的要求采取异地补偿等方式进行等面积补偿。

采取此类措施后，可很大程度上减轻对生态环境的影响，且施工期影响是短暂的。

因此，本项目施工期不会对项目周边生态环境造成明显影响。

6、施工期对交通的影响

施工期间，大量的建筑材料需要运入，现场产生的大量建筑垃圾和少量生活垃圾需要运出，运输车辆的进出将会对周边交通带来一定影响。环评建议尽量避开繁忙道路和交通高峰时段，以缓解施工期对交通带来的影响；建设单位应与运输部门共同做好驾驶员的职业道德教育，按规定路线运输，按规定地点处置，并不定期地检查执行的情况。

总之，项目施工期所产生的废气、废水、噪声对环境的影响，是可逆的、短期的，项目建成后，影响即自行消除。建设单位和施工单位在施工过程中只要切实落实对施工产生的噪声、废气、废水、固体废物的管理和控制措施，施工期的环境影响将得到有效控制。

二、营运期环境影响分析

1、水环境影响分析

本项目运营期无生活污水产生，主要处理对象为清水河来水，本项目处理规模为 5

万 m³/d，采用“清水河来水→液压升降坝→蓄水净化（碳纳米技术）→表流湿地→清水河下游”处理技术，处理后各污染物满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类标准，具体数据见表 7-6。

表 7-6 本项目污染物处理情况一览表

项目	COD	BOD ₅	NH ₃ -N	TP
处理前水质（mg/L）	70	20	10	1.0
处理效率（%）	57	70	85	70
处理后水质（mg/L）	30	6	1.5	0.3
执行标准	30	6	1.5	0.3
是否达标	是	是	是	是
年削减量（t/a）	730	255.5	155.125	12.775

碳纳米工程案例（沈家河水库项目）：

2016 年，碳纳米设备厂家通过与固原市环境保护局展开合作，对沈家河水库投放碳纳米设备，从 2016 年 5 月 5 日投放，2016 年 10 月 1 日收回，通过数次水质监测发现，沈家河水库水质发生明显变化，从原劣 V 类水体净化至劣 IV 类，效果显著。

表 7-7 沈家河水库项目水质监测汇总表

监测日期	总氮（mg/L）	COD（mg/L）	NH ₃ -N（mg/L）	总磷（mg/L）
2016.5.30	24.2	42	21.7	1.50
2016.7.12	/	48	7.07	1.29
2016.8.8	/	39	7.08	1.09
2016.9.1	/	34	6.37	1.17
2016.10.1	9.1	31	4.66	0.58

因此，本项目的建设运营，将改善清水河三营段水质，削减污染负荷，且有助于改善周边生态景观、生态环境。

2、大气环境影响分析

本项目本身属于一项环保工程，拟建人工湿地为生态型污水处理工艺，对污水具有良好的深度净化效果，在其运营期间，会产生少量恶臭，人工湿地厂区内绿化面积覆盖率较高，污染物排放条件较好，项目区外又无环境敏感目标分布，故该工程运营后，其污染物对环境的影响较小。

3、声环境影响分析

本项目运营期噪声主要污染源是泵。此泵用于碳纳米设备，功率较小，且周围有植

物绿化，有一定的削减作用，因此本项目运营期声环境影响较小。

4、固体废物影响分析

营运期固体废物主要来自水面聚集的漂浮物及冬季枯萎水草，其中漂浮物定期收集清运后交由环卫部门统一收集处理，枯萎水草冬季作为保温层覆盖，春季运走，可做饲料外售，对周边环境的影响较小。

5、地下水影响分析

人工湿地进水污染物浓度过高将有可能导致污水下渗造成局部地下水的污染，必须加强对人工湿地的管理，保证湿地系统正常运行，避免对地下水水质造成不良影响。

本项目人工湿地进水 COD 控制在 70mg/L 以内，经人工湿地处理后，出水 COD \leq 30mg/L，可达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准要求，水质达标后排入清水河下游，对地下水影响很小。

6、生态环境影响分析

1、对植被影响

本项目建设工程永久占地，现状为河边滩涂地，天然植被分布极少。项目所经区域不涉及重要保护植物物种及名木古树等，从植被影响角度，项目实施对项目所在区域影响不大。

2、水土流失的影响

本项目为新建项目，水土流失主要可能发生于液压升降坝、人工湿地的开挖及施工临时堆土区，涉及面窄，且项目设计中充分利用考虑利用滩区地形，减少开挖土石方。

本项目水土流失主要发生在施工期，在水力、风力作用下，土壤中营养元素随水流、风流而流失。针对水土流失提出以下防治措施：

（1）施工过程中专门设置取土场，施工前先将取土表层腐殖土临时堆放，先将弃土弃入取土坑内，再将腐殖土弃土最上层，工程完成后，栽植水生植物，减少水土流失。

（2）施工中尽可能避开大风或雨天施工。

项目运营期对水土流失起到积极作用。

总之，人工湿地生长的水生植物、动物、微生物提高了区域生物多样性。本项目的建设具有改善生态环境的作用。

三、环境监测计划：

项目环境监测计划见下表 7-7:

表 7-7 项目监测计划表

序号	监测方式	监测指标	监测时间及频次
1	日常监测	进、出水 BOD ₅ 、COD、SS、NH ₃ -N、TN、TP、PH 值、溶解氧、色度、水温、水量等	每二小时取样,用全天混合水样进行分析

生态环境效益:

本项目建设将形成近 32398.5m² 的人工构建湿地,年深度净化清水河来水达 1825 万吨,工程实施后年削减 COD730 吨、削减 NH₃-N155.125 吨、削减 TP12.775 吨,可大大减少清水河三营段径流污染物总量,减轻清水河三营段污染负荷,有效降低其入黄河污染物总量。同时,通过人工湿地系统的生态净化,实现深度处理后的出水,各种污染物均能得到进一步有效削减。此外,还可以减轻农作物、土壤污染、减轻人体健康影响,减轻环境潜在污染危险,控制水土流失,减少防洪损失。此外,具有良好的生态景观营建功能,湿地内建植有大量的水生植物,并形成一定的生态水域,能够为周边环境起到一定的小气候调节和净化空气质量的作用。人工湿地形成的公园式景观,也必将为城乡居民提供一个环境优美、空气清新、水质洁净、游憩休闲的好场所,有利于固原市原州区社会可持续发展和生态宜居城市建设。

环境保护竣工验收:

项目污染治理设施必须与项目主体工程内容“三同时”建成,建成试生产期间建设单位应按规定,及时进行项目竣工环境保护验收。

本项目本身属于一项环保工程,项目竣工环境保护验收一览表见下表 7-8。

表 7-8 项目竣工环境保护验收一览表

序号	验收项目	验收内容	验收要求
废水处理	蓄水坝体	建设液压升降坝,长度为 48m	出水水质满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中的IV类标准
	蓄水净化一区	建设蓄水湖体,湖体深度大于 2m	
	高效表流湿地区	表流湿地工程,总面积 54000.44m ² ,水域面积为 32398.5m ² ,种植水生植物 23327m ²	

冬季低温运行方案:

冬季低温条件下,由于地表植物的枯萎和人工湿地内微生物活性的下降,导致冬季人工湿地对污染物的去除效果有所降低。为保证冬季人工湿地处理效果,在秋季时将芦苇、香蒲收割后铺设于潜流湿地表层,并覆盖塑料薄膜,阻隔冬季低温空气进入潜流湿地床体内部。调节湿地进水阀门,降低冬季运行水位。每年春季,气温回暖后开启各单

元倒膜管，将冬季湿地内积聚的老化生物膜、有机物等杂质冲洗排放。然后恢复高水位运行模式。

八、建设工程拟采取的防治措施及预期治理效果

内容 类型	排放源	污染物名称	防治措施	预期治理效果
大气污 染物	机动车废气	CO、NO _x 、HC	加强养护	影响较小
水污 染物	人工湿地外排水	排水量	18250000m ³ /a	达到《地表水环境质 量标准》 (GB3838-2002)IV类 标准
		COD	70mg/L, 1277.5t/a	
		BOD ₅	20mg/L, 365t/a	
		总磷	1.0mg/L, 18.25t/a	
		氨氮	10mg/L, 182.5t/a	
固体废 物	人工湿地	水面漂浮物	及时清扫收集, 环卫 部门清运	对环境无影响
		枯萎水草	冬季作为保温层覆 盖, 春季运走, 可用 做饲料外售	对环境影响较小
噪声	施工车辆	交通噪声	选用低噪声喷洒车, 加强管理, 严禁按喇 叭	达到《建筑施工场界 环境噪声排放标准》 (GB12523-2011)标 准
	泵	机械噪声	选用低噪声泵	达到《工业企业厂 界噪声排放标准》 (GB12348-2008)1 类标准
生态保护措施及预期效果				
<p>本项目施工期间应设置必要的防护栏及草席等, 以防止预计造成水土流失; 在临时推土周围及容易发生水土流失的施工地段设置玻璃纤维布围栏防护; 挖掘工程执行“分层开挖”原则, 施工后及时回填, 以植被护土, 防止和减轻水土流失。营运期随着水土流失防治、场地清理平整以及绿化等生态恢复措施后对当地生态环境有一定的改善作用。</p>				

九、结论与建议

一、结论

1、项目概况

本项目建设地点位于原州区三营镇孙家河清水河流域。本项目处理规模 5 万 m³/d，占地面积 54000.44m²，采用“清水河来水→蓄水坝体→蓄水净化（碳纳米技术）→表流湿地→下游”工艺。项目总投资 2502.07 万元，其中直接工程费用为 2066.50 万元，占项目总投资的 82.6%。

2、国家产业政策的符合性

本项目属于国家发展和改革委员会第 9 号令《产业结构调整指导目录(2011 年本)(2013 年修正)》中的第一类“鼓励类”中“三十八环境保护与资源节约综合利用”中第 15 条“三废”综合利用及治理工程，符合国家产业政策。

3、项目选址合理性分析

本项目建设地点位于本项目人工湿地建设地点位于原州区三营镇孙家河清水河流域。

根据《限制用地项目目录（2012 年本）》和《禁止用地项目目录（2012 年本）》，本项目的建设不属于限制用地和禁止用地范围。本项目在选址中综合考虑了既有道路现状、地方道路红线规划、工程施工难易等因素，所在区域沿线不涉及自然保护区、水源保护区、风景名胜区及重点文物古迹，无明显的环境制约因素。本项目符合用地规划，项目选址合理。

4、环境质量现状评价

本项目所在区域 PM₁₀、PM_{2.5} 的监测浓度不满足《环境空气质量标准》（GB3096-2012）二级标准要求；NO₂、SO₂ 的监测浓度满足《环境空气质量标准》（GB3096-2012）二级标准要求。PM₁₀、PM_{2.5} 超标原因主要是该区域因受自然条件的影响，气候干燥、植被稀疏，刮风引起扬尘较多所致。清水河三营段现状水质属于劣 V 类，水质指标中除 TP、高锰酸盐指数、BOD₅、NH₃-N、COD 超标外，其余均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准。本项目所在地昼、夜间环境噪声等效声级均达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 2 类标准。项目所在区域声环境质量现状较好。

5、环境影响分析

(1) 大气环境影响分析

本项目本身属于一项环保工程，拟建人工湿地为生态型污水处理工艺，对污水具有良好的深度净化效果，在其运营期间，不会产生的恶臭。而且，人工湿地厂区内绿化面积覆盖率较高，污染物排放条件较好，厂外又无环境敏感目标分布，故该工程运营后，其污染物对环境的影响较小。

(2) 水环境影响分析

本项目运营期无生活污水产生，主要处理对象为清水河来水，本项目处理规模为5万m³/d，采用“清水河来水→蓄水坝体→蓄水净化（碳纳米技术）→表流湿地→清水河下游”处理技术，处理后各污染物满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类标准。因此，本项目的建设运营，将改善清水河三营段水质，削减污染负荷，且有助于改善周边生态景观、生态环境。

(3) 声环境影响分析

本项目运营期噪声主要污染源是碳纳米设备配备的泵。工程选用低噪声泵，同时采取减振、隔音等措施，减少噪声影响，因此本项目运营期声环境影响较小。

(5) 固体废物环境影响

运营期固体废物主要来自水面聚集的漂浮物及冬季枯萎水草。漂浮物定期收集清运后交由环卫部门统一收集处理，枯萎水草冬季作为保温层覆盖，春季运走，可用做饲料外售，对周边环境的影响较小。

综上所述，该项目实施后，污染物经过相应的措施处理后废气、废水、噪声及固体废物均可达标排放，实现了经济、社会、环境三方面效益的和谐统一，从环保的角度分析项目的建设是可行的。

二、建议

- 1、施工期加强对各项环保和水保措施落实情况的监理和检查；
- 2、运营期加强设施的维修和养护，保证运行顺畅；
- 3、鉴于项目建设地冬季时间长、气温低，建议应充分考虑这一特点，提出冬季系统能够正常运行的保障措施。
- 4、加强系统管理，及时收割水生植物，避免腐烂叶等影响水质。
- 5、运行中观察出水的均匀性，必要时对堵塞区块进行疏松或更换填料。

