

牛栏江滇池补水出口（瀑布公园）—七水厂—松华坝连通应急工程

水土保持监测总结报告



建设单位：昆明自来水集团有限公司

编制单位：中国电建集团昆明勘测设计研究院有限公司

2021 年 10 月

牛栏江滇池补水出口（瀑布公园）—七水厂—松华坝 连通应急工程水土保持监测总结报告责任页

（中国电建集团昆明勘测设计研究院有限公司）

核定：陈平平（教授级高级工程师）

审查：李建兴（高级工程师）

校核：廖贵彩（高级工程师）

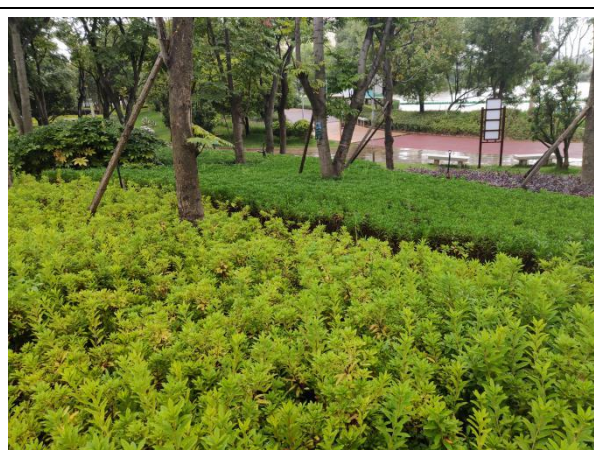
编写：

张琪琳（工程师）（第一、二、三、五章）

王 波（高级工程师）（第四、六章）

李晓燕（工程师）（第七章）

周 宣（助理工程师）（附图、附件）

工程区现状情况	
	
提水工程区取水口植被恢复 1	提水工程区取水口植被恢复 2
	
提水工程区取水口植被恢复 3	提水工程区取水口植被恢复 4
	
提水工程区取水口植被恢复 5	提水工程区取水口植被恢复 6

	
提水工程区引水线路植被恢复 1	提水工程区引水线路植被恢复 2
	
提水工程区引水线路植被恢复 3	提水工程区引水线路植被恢复及道路硬化
	
泵站区工程建成情况 1	泵站区工程建成情况 2



泵站区工程建成情况 3



泵站区工程建成情况 4



泵站区工程建成情况 5



泵站区工程照片



高位水池建成情况 1



高位水池建成情况 2

	
高位水池建成情况 3	高位水池建成情况 4
	
高位水池建成情况 5	高位水池边坡建成情况 1
	
高位水池边坡建成情况 2	高位水池边坡建成情况 3



水土保持技术人员开展监测工作照片 1



水土保持技术人员开展监测工作照片 2



配合水行政主管部门执法检查工作照 1



配合水行政主管部门执法检查工作照 2

目 录

1 建设项目及水土保持工作概况	1
1.1 项目概况	1
1.2 水土流失防治工作情况	14
1.3 监测工作实施情况	18
2 监测内容与方法	32
2.1 监测内容	32
2.2 监测方法	34
2.3 监测时段	37
3 重点部位水土流失动态监测	38
3.1 防治责任范围监测结果	38
3.2 取土（石、料）监测结果	40
3.3 弃土（石、渣）监测结果	40
4 水土流失防治措施监测结果	41
4.1 工程措施监测结果	41
4.2 植物措施监测结果	45
4.3 临时防治措施监测结果	51
4.4 水土保持措施防治效果	56
5 土壤流失情况监测	59
5.1 水土流失面积	59
5.2 土壤流失量	59
5.3 取土（石、料）弃土（石、渣）潜在土壤流失量	61
5.4 水土流失危害	62
6 水土流失防治效果监测结果	63
6.1 水土流失治理度	63

6.2 土壤流失控制比	63
6.3 渣土防护率	64
6.4 表土保护率	64
6.5 林草植被恢复率	64
6.6 林草覆盖率	65
7 结论	66
7.1 水土流失动态变化	66
7.2 水土保持措施评价	67
7.3 存在问题及建议	67
7.4 综合结论	68

==附件==

附件 1: 牛栏江滇池补水出口（瀑布公园）-七水厂-松华坝连通应急工程水土保持监测服务合同；

附件 2: 昆明市发展和改革委员会关于对牛栏江滇池补水出口（瀑布公园）-七水厂-松华坝连通应急工程可行性研究报告的批复（昆发改投资〔2019〕767 号）；

附件 3: 昆明市水务局关于牛栏江滇池补水出口（瀑布公园）-七水厂-松华坝连通工程初步设计报告准予行政许可决定书（昆水许可准〔2020〕23 号）；

附件 4: 昆明市水务局关于牛栏江滇池补水出口（瀑布公园）-七水厂-松华坝连通应急工程水土保持方案准予行政许可决定书（昆水许可准〔2020〕13 号）；

附件 5: 牛栏江滇池补水出口（瀑布公园）-七水厂-松华坝连通应急工程弃渣协议。

==附图==

附图 1: 牛栏江滇池补水出口（瀑布公园）-七水厂-松华坝连通应急工程地理位置图；

附图 2: 牛栏江滇池补水出口（瀑布公园）-七水厂-松华坝连通应急工程总平面布置图；

附图 3: 牛栏江滇池补水出口（瀑布公园）-七水厂-松华坝连通应急工程水土流失防治责任范围图。

牛栏江滇池补水出口（瀑布公园）-七水厂-松华坝连通应急工程水土保持监测特性表

主体工程主要技术指标				
项目名称	牛栏江滇池补水出口（瀑布公园）-七水厂-松华坝连通应急工程水土保持监测总结报告			
建设规模	牛栏江滇池补水出口（瀑布公园）—七水厂—松华坝连通应急工程属于建设类项目，包括取水口、自流输水管道、提水管道、泵站、高位水池、输电线路等六部分组成。本工程提水流量 7.3m³/s，日提水量为 63 万 m³；工程等别为Ⅲ等中型工程，泵站、高位水池及输水建筑为 3 级建筑物，次要建筑物为 4 级建筑物。工程实际占地面积 11.47hm²，土石方开挖量 21.02 万 m³，回填土石方总量为 12.20 万 m³，产生弃渣 8.82 万 m³。	建设单位、联系人	昆明自来水集团有限公司 李欣荣 13888834919	
		建设地点	云南省昆明市盘龙区龙泉街道办事处	
		所属流域	长江流域金沙江水系	
		工程总投资	34346.84 万元	
		工程总工期	2020 年 1 月~2020 年 12 月 （共计 12 月）	
水土保持监测指标				
监测单位		中国电建集团昆明勘测设计研究院有限公司	联系人及电话	张琪琳 18725056747
自然地理类型		亚热带高原季风气候，冲洪积准平原地貌	防治标准	一级标准
监测内容	监测指标	监测方法（设施）	监测指标	监测方法（设施）
	1.水土流失状况监测	巡查、调查监测	2.防治责任范围监测	实地量测、调查监测及无人机遥感监测
	3.水土保持措施情况监测	实地测量、调查、巡查	4.防治措施效果监测	调查、巡查监测
	5.水土流失危害监测	公众调查、巡查	水土流失背景值	328.96t/（km²•a）
方案设计防治责任范围		15.66hm²	土壤容许流失量	500t/（km²•a）
水土保持投资		268.23 万元（主体已列 51.85 万元，新增 216.38 万元）	水土流失目标值	500t/（km²•a）
防治措施	提水工程区	工程措施：浆砌石护坡 60m³，表土剥离 4700m³； 植物措施：景观绿化 1.38hm²、迹地恢复 1.22hm²、苗木移植 450 株、复耕 0.22hm²； 临时措施：临时覆盖 4900m²，土袋挡墙 160m，临时排水沟 220m，移动沉沙池 2 座，钢板过渡带 4 套。		
	泵站区	工程措施：基坑排水沟 630m、集水井 4 座，表土剥离 2090m³，覆土 2090m³，泵站四周排水沟 334m； 植物措施：景观绿化 0.35hm²； 临时措施：临时覆盖 4500m²，土袋挡墙 350m，临时排水沟 200m，固定沉沙池 1 座。		
	高位水池区	工程措施：表土剥离 8290m³，覆土 8290m³，进场道路排水沟 365m、边坡及外围排水沟 450m，边坡 C25 网格梁混凝土 283m³； 植物措施：植被恢复 2.02hm²，栽植行道树 365 株； 临时措施：临时覆盖 19240m²，土袋挡墙 165m，临时排水沟 520m，固定沉沙池 1 座，高位水池区基坑排水沟（简易）300m，集水井（简易）2 座。		

		输电线路区	植物措施：植被恢复 0.30hm ² ； 临时措施：临时覆盖 550m ² 。							
		施工生产区	工程措施：表土剥离 2700m ³ ； 植物措施：植被恢复 1.63hm ² 、复耕 4.90hm ² ； 临时措施：临时覆盖 3250m ² ，土袋挡墙 180m，回填土堆存区临时挡墙 240m，临时排水沟 1140m，固定沉沙池 1 座。							
监测结论	防治效果	分类指标	目标	达到值	实际监测数量					
		水土流失治理度（%）	97	99.86	防治措施面积	11.80hm ²	永久建筑物及硬化面积	0.87hm ²	扰动土地总面积	12.69hm ²
		土壤流失控制比	1.0	1.12	防治责任范围面积		14.77hm ²	水土流失总面积		0.02hm ²
		渣土防护率（%）	94	99.91	工程措施面积		0.03hm ²	容许土壤流失量		500t/（km ² •a）
		表土保护率（%）	95	99.99	植物措施面积		6.73hm ²	监测土壤流失情况		445t/km ² •a
		林草植被恢复率（%）	96	99.74	可恢复林草植被面积		6.75hm ²	林草类植被面积		6.73hm ²
		林草覆盖率（%）	23	45.58	实际拦挡弃土（石、渣）量		11.37 万m ³	总弃土（石、渣）量		11.38 万m ³
	水土保持治理达标评价		通过监测单位牛栏江滇池补水出口（瀑布公园）-七水厂-松华坝连通应急工程水土保持监测组的监测数据显示，各项指标均已达到并超过了一级防标准和方案的目标值。							
	总体结论		通过各项水保落实的实施，基本达到了预期目标，水土保持效果较好。							
主要建议		（1）在建设单位建设的其他项目过程中，需加强表土剥离收集、临时覆盖、临时排水、临时拦挡等临时措施的及时实施。 （2）加强水保相关资料的存档，以备水行政主管部门执法检查、水保设施验收、财务审计等使用。 （3）平时加强已完成水保设施的维护管理。								

1 建设项目及水土保持工作概况

1.1 项目概况

1.1.1 项目名称及建设性质

项目名称：牛栏江滇池补水出口（瀑布公园）—七水厂—松华坝连通应急工程；

建设地点：云南省昆明市盘龙区龙泉街道办事处；

建设单位：昆明自来水集团有限公司；

建设规模：本工程提水流量 $7.3\text{m}^3/\text{s}$ ，日提水量为 63 万 m^3 ；工程等别为 III 等中型工程，泵站、高位水池及输水建筑为 3 级建筑物，次要建筑物为 4 级建筑物；

建设性质：新建建设类项目；

建设内容：由取水口、自流输水管道、提水管道、泵站、高位水池、输电线路等六部分组成；

总投资：本工程初设批复投资为 34346.84 万元，其中土建投资 29921.05 万元；

工期：本项目已于 2020 年 1 月开工，于 2021 年 12 月完工，工期为 12 个月。

表 1-1 牛栏江滇池补水出口（瀑布公园）—七水厂—松华坝连通应急工程特性表

项目	单位	数量	备注
一、输水量			
1、设计输水量流量	m^3/s	7.30	
2、水质		近期：III	远期：II
二、工程规模			
（1）扬程	m	78.70	
（2）总装机容量	kW	4×2500	
三、主要建筑物及设备			
1、泵站			
（1）进水池			
型式	m	全地下式	
室外地坪高程	m	1911.50	
基础高程	m	1895.80	
尺寸	m	55m×12m×15.7m	
（2）泵房			
地震基本烈度	度	VIII	
型式		全地下式	

项目	单位	数量	备注
尺寸	m	55m×15.5m×17.2	
基础高程	m	1894.30	
水泵安装高程	m	1911.50	
2、输水管道			
输水设计流量	m ³ /s	7.30	
管材		球墨铸铁管	
管径	m	1.8	
长度	m	761.8	
3、提水管道			
输水设计流量	m ³ /s	7.30	
管材		球墨铸铁管	
管径	m	2.0	
长度	m	2041.18	
4、高位水池			
型式		钢筋混凝土水池	
水池建基面高程	m	1967.20	
水池设计水位	m	1974.80	
水池净尺寸	m	92m×52m×8.8m	
水池有效容积	万 m ³	2.5	
5、主要机电设备			
水泵台数	台	4（3+1）	
额定出力	kW	2500	
电动机台数	台	4	
单机容量	kW	2500	
四、工程投资			
总投资	万元	34346.84	初设批复投资
其中：土建投资	万元	29921.05	初设批复投资
五、主体工程主要工程量			
土石方开挖	万 m ³	18.15	
土石方回填	万 m ³	10.06	
七、占地面积	hm ²	14.77	
八、建设期	月	12	（2020.1-2020.12）

1.1.2 地理位置及交通

七水厂连通应急工程位于昆明市盘龙区北东向，工程中心坐标东经 $102^{\circ}45'45'' \sim 102^{\circ}46'15''$ ，北纬 $25^{\circ}08'20'' \sim 25^{\circ}09'55''$ ，工程涉及行政区隶属于昆明市盘龙区龙泉街道办事处。周边大部分区域规划开发为城区，七水厂附近为上坝村，工程区周边交通便利。

施工区附近分布有北京路、沔源路、盘江西路、小河公路等市政道路，施工期间作为工程对外交通公路。（详见附图 1）。

牛栏江滇池补水出口（瀑布公园）—七水厂—松华坝连通应急工程地理位置图

比例尺 1:5 万



图 1-1 工程区地理位置

1.1.3 项目建设内容及概况

1.1.3.1 工程规模

本工程为牛栏江滇池补水出口（瀑布公园）-七水厂-松华坝连通应急工程，供水对象为昆明市生活用水，松华坝水库补给。设计提水流量 $7.3\text{m}^3/\text{s}$ ，日提水量为 63万 m^3 。根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252—2017）、《调水工程设计导则》（SL430-2008）及《泵站设计规范》（GB 50265-2010）的规定，确定本工程等别为 III 等中型工程，泵站、高位水池及输水建筑为 3 级建筑物，次要建筑物为 4 级建筑物。

1.1.3.2 项目组成

昆明市牛栏江滇池补水出口-七水厂-松华坝连通工程由提水泵站和输水管道组成。

工程近期从瀑布公园上池取水至提水泵站，经提水泵站将牛栏江滇池补工程输水送至七水厂向昆明城区供水；工程远期从瀑布公园上池取水至提水泵站，经提水泵站将滇中引水工程输水送至松华坝水库向昆明城区供水。

取水口：取水口进水池布置于瀑布公园上池，尺寸 $13.75\text{m}\times 13\text{m}\times 7.5\text{m}$ ，室外地坪高程 1915.50m ，底板高程 $\text{EL}1908.000\text{m}$ 。

输水管线：输水管线由取水口通过球墨铸铁管线沿金汁河自流引入泵站进水池，输水管道总长 761.8m ，输水流量为 $7.3\text{m}^3/\text{s}$ ，采用 $\text{DN}1800$ 球墨铸铁管。人行道路和公园内绿底段管底标高为 1910.60m ，埋深约 $4.9\text{m}\sim 7.4\text{m}$ ；公园外与金汁河衔接段管底标高由 1910.60m 变化至 1905.685m ，埋深约 $5.2\text{m}\sim 6.3\text{m}$ ；金汁河段管底标高 1905.685m ，埋深约 3.3m ；泵站段管底标高 1905.6m ，埋深约 $5.3\text{m}\sim 5.9\text{m}$ 。

提水泵站：提水泵站由进水池、主泵房和电器副厂房组成。进水池尺寸 $55\text{m}\times 12\text{m}\times 15.7\text{m}$ ，室外地坪高程 1911.50m ，基础高程 $\text{EL}1895.800\text{m}$ ；主泵房尺寸 $55\text{m}\times 15.5\text{m}\times 17.2\text{m}$ ，室外地坪高程 1911.50m ，基础高程 $\text{EL}1894.300\text{m}$ ；电器副厂房尺寸 $36\text{m}\times 22.48\text{m}\times 10.2\text{m}$ ，室外地坪高程 1911.50m ，基础高程 $\text{EL}1901.3\text{m}$ 。

提水管线：从泵站压力出水口经金汁河在上坝村附近穿入盘龙江后沿松华坝水库溢洪道上行，右转后与第七自来水厂的东侧的高位水池，提水管道总长 2041.18m ，输水流量为 $7.30\text{m}^3/\text{s}$ ，采用 $\text{DN}2000$ 球墨铸铁管；提水管线（金汁河内）长度为 253.71m ，管底高程为 1906m ，埋深约 $3.5\sim 4.1\text{m}$ ；提水管线（金汁河右岸）长度为 482.43m ，管底高程为 1908m ，埋深约 3.5m ；提水管线（盘龙江至高位水池）长度为 1305.03m ，管底高程为 $1906.5\text{m}\sim 1971\text{m}$ ，埋深约 3.5m 。

高位水池：高位水池尺寸 $92\text{m}\times 52\text{m}\times 8.8\text{m}$ ，顶部标高为 1976.00m ，基底标高为 1967.20m ，水池最高水位 1975.00m ，水池设计水位 1974.80 ，水池最低水位 1968.80m 。

远期规划桩号提 $1+699.132$ 处右转后继续沿松花坝溢洪道上行，进入松华坝水库，由于目前瀑布公园水质无法达到Ⅱ类水质要求，在 $1+699.132$ 处设置节制阀，待滇中通水并水质满足松华坝水质要求后启用，远期工程不属于本项目建设内容。

本工程组成详见表 1-2。

表 1-2 项目组成表

序号	工程项目	主要建设内容	备注
1	提水工程	取水口	取水口布置于瀑布公园上池，取水口为 3×3m 的钢筋混凝土集水池。
		输水管道	输水管道由取水口通过球墨铸铁管线沿金汁河自流引入龙泉小学对面的泵站进水池，输水管道总长 761.8m，输水流量为 7.30m³/s，采用 DN1800 球墨铸铁管。
		提水管道	提水管道从泵站压力出水口管沿金汁河西岸在上坝村附近穿入盘龙江后沿松华坝水库溢洪道与七自来配水井。提水管道平面线路总长 2041.18m，输水流量为 7.3m³/s，采用 DN2000 球墨铸铁管。
2	泵站	泵站采用全地下式，埋入地面以下 2m。提水泵站主泵房尺寸 55m×15.5m×17.2m，共布置四台机组（3 主 1 备）。	
3	高位水池	高位水池布置在七水厂东侧，为 C25 钢筋混凝土有盖水池，水池有效容积 2.5 万 m³，尺寸 92m×52m×8.8m。	
4	输电线路	布设 7.1km 输变电路，电缆沟铺设。	

工程区现状情况

	
提水工程区取水口植被恢复 1	提水工程区取水口植被恢复 2
	
提水工程区取水口植被恢复 3	提水工程区取水口植被恢复 4

	
提水工程区取水口植被恢复 5	提水工程区取水口植被恢复 6
	
提水工程区引水线路植被恢复 1	提水工程区引水线路植被恢复 2
	
提水工程区引水线路植被恢复 3	提水工程区引水线路植被恢复及道路硬化

	
泵站区工程建成情况 1	泵站区工程建成情况 2
	
泵站区工程建成情况 3	泵站区工程建成情况 4
	
泵站区工程建成情况 5	泵站区工程照片

	
高位水池建成情况 1	高位水池建成情况 2
	
高位水池建成情况 3	高位水池建成情况 4
	
高位水池建成情况 5	高位水池边坡建成情况 1

	
高位水池边坡建成情况 2	高位水池边坡建成情况 3
	
水保监测技术人员开展监测工作照片 1	水保监测技术人员开展监测工作照片 2
	
配合水行政主管部门执法检查工作照 1	配合水行政主管部门执法检查工作照 2

1.1.4 工程投资

根据《水保方案》及批复，本工程投资为 33195 万元，其中土建投资 20093.46 万元。

根据批复的水土保持方案，本工程水土保持总投资 268.23 万元，主体工程已有水土

保持投资 51.85 万元，本方案新增水土保持投资 216.38 万元。其中，工程措施 67.89 万元；植物措施 60.85 万元；临时措施 48.15 万元、独立费用 68.75 万元（其中水土保持监测费 20.26 万元、监理费 1.88 万元）；基本预备费 11.63 万元、水土保持补偿费 10.96 万元。

根据工程结算初步审核意见及施工资料，本工程实际建设总投资为 34346.84 万元，其中土建投资 29921.05 万元。

1.1.5 工程占地面积

根据《水保方案》及批复，本工程总占地面积合计为 15.66hm^2 ，其中提水工程区 5.81hm^2 、泵站区 0.49hm^2 、高位水池区 2.53hm^2 、输电线路区 0.30hm^2 、施工生产区 6.53hm^2 ，其中永久占地 3.05hm^2 ，临时占地 12.61hm^2 。按占地类型划分，本工程占用草地 2.75hm^2 ，林地 0.73hm^2 ，城市绿地 1.41hm^2 ，园地 7.81hm^2 ，交通运输用地 0.47hm^2 ，水域及水利设施用地 2.49hm^2 。

根据工程结算初步审核意见及施工资料，截止目前，本工程实际占地面积为 14.77hm^2 ，其中提水工程区 5.05hm^2 、泵站区 0.49hm^2 、高位水池区 2.53hm^2 、输电线路区 0.30hm^2 、施工生产区 6.40hm^2 。

1.1.6 项目土石方平衡情况

根据《水保方案》及批复，本工程共产生土石方量为 18.15万 m^3 （其中土石方开挖 15.24万 m^3 ，表土剥离 1.70万 m^3 ，浆砌石拆除 0.44万 m^3 ，河道清淤 0.77万 m^3 ），回填土石方量为 10.06万 m^3 （场地回填 0.49万 m^3 ，基础回填 7.74万 m^3 ，石方利用 0.13万 m^3 ，表土回填 1.70万 m^3 ），产生弃渣 8.11万 m^3 ，弃渣全部运至社会消纳场集中堆存，外购围堰填筑砂料 0.02万 m^3 。

根据工程结算初步审核意见及施工资料，本工程施工过程中实际土石方开挖总量为 21.02万 m^3 （其中土石方开挖 17.23万 m^3 ，表土剥离 1.78万 m^3 ，浆砌石拆除 0.53万 m^3 ，河道清淤 1.47万 m^3 ），回填土石方总量为 12.20万 m^3 （场地回填 0.49万 m^3 ，基础回填 9.79万 m^3 ，石方利用 0.13万 m^3 ，表土回填 1.78万 m^3 ），产生弃渣 8.82万 m^3 ，弃渣全部运至云南玮泉房地产开发有限公司杉松园永久弃土场集中堆存（协议附后）。

1.1.7 项目区概况

1.1.7.1 地形地貌

工程区为昆明断陷盆地北部边缘向山地的过渡地带。工程区输水线路、提水泵站、提水线路（0+000~0+750）沿线位于断陷盆地北部或河流阶地的平缓地台上，属盘龙江一级阶地范围，为冲洪积准平原地貌，总体地形呈东高西低，地形坡度 $1\sim 3^{\circ}$ 左右，场地地面相对平整，并微向中部的盘龙江倾斜。管线场地地面标高介于1908.7~1913.5m之间，相对高差4.8m。

高位水池位于七水厂东侧的山梁上，山梁最高点为1985.02m，最低点为其南东侧的松华坝溢洪道，高程为1931.02m，高差约54m。山包北东侧地形相对较陡，地形坡度一般为 $20^{\circ}\sim 25^{\circ}$ 的斜坡，其余四周坡度一般为 $10^{\circ}\sim 20^{\circ}$ 的斜坡。

1.1.7.2 工程地质

（1）地层岩性

工程区内主要出露地层为侏罗系（J）、第三系（N）、第四系地层。

（2）地质构造

对拟建场地稍有影响的构造主要为黑龙潭—官渡断层（F3），该断层为昆明盆地内次级控制性断裂，张性断层，北端在大哨-石关一带断面倾向东，走向南北，延伸长98km，倾角 70° ，石关以南断层分两支，东支为主干部分，沿黑龙潭、关上南延至官渡以远入滇池。西支经茨坝南延昆明北京路至南坝入滇池，断层面倾向东。两支断层联合构成了龙头街-小河咀宽200~800m的新生代凹陷。拟建场地在断层两支之间，距离该断层约2km。拟建项目场地内均为第四系地层覆盖，未发现断裂，为单斜构造。

（3）水文地质

按地下水类型可划分为孔隙水含水层、基岩裂隙水含水层两大类。

松散岩类孔隙水含水层：拟建场地地下水的类型主要为微承压孔隙型潜水，少量为存在于浅部土层中的上层滞水，地下水主要赋存于各圆砾层及卵砾石层中。地下水主要受大气降水、地表水的入渗补给和控制，排泄以下渗及地表蒸发为主。

基岩裂隙水含水层：地下水补给区和径流区基本一致，水位随地表高程变化，水力坡降和水位埋深则与含水层透水性及所处地貌部位相关。

（4）物理地质现象

拟建场地处于昆明断陷盆地北部边缘与山地的过渡地带，场地地面较平缓，场地内

有盘龙江和金汁河通过。场地地表浅部分布有厚薄不均的人工填土层，冲洪积层中有透镜体状有机质粘土层，除上述不利因素之外，场地内及附近未发现滑坡、崩塌、泥石流、地裂缝等地质灾害和不良地质作用存在，属稳定的建筑场地，适宜本工程的建设。

1.1.7.3 地震烈度

在地震带划分中，昆明位于小江断裂带和普渡河断裂带上，属于地震多发区和易发区，但主城区未发生过大地震。根据 1:400 万《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)，项目所在昆明市按《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)划分：拟建区域的抗震设防烈度为Ⅷ度，设计地震分组为第三组，设计基本地震加速度值为 0.2g。

1.1.7.4 气候气象

项目区属亚热带高原季风气候，气候温和，冬无严寒，夏无酷暑，昼夜温差不大，年最高气温 31.2℃，年平均气温 15.6℃，最冷为 1 月，最热为 7 月，平均气温 19.8℃。降雨多集中于 5~10 月份，约占全年降雨量 70%~80%，为补给地下水的旺盛时期，年平均降雨量为 1018mm；11 月至次年 5 月为干季，水面年蒸发量 1200mm~1450mm，陆地总蒸发量为 650mm~700mm。年平均日照时数 2481.2 小时，多年平均太阳总辐射量为 12kcd/cm².a，年平均无霜期 227 天。主导风向南西风，年平均风速 3m/s，最大风速 23.6m/s，大风天气集中在 3~4 月份。

根据该地区多年气象水文统计资料分析，项目区 20 年一遇最大 1h、6h、24h 的暴雨量分别为 61.70mm、102.2mm 和 129.40mm。

1.1.7.5 河流水系

项目区属长江流域金沙江水系，水资源丰富。盘龙区位于滇池的东北部，全境均在滇池流域内，区内地表（湖）库、河流水体主要有金殿水库、源清水库、东白沙河水库、盘龙江、金汁河、明通河、东干渠等地表水体。

本项目涉及河流主要有盘龙江、金汁河两条水系。盘龙江发源于阿子营乡白沙坡，南至滇池东岸官渡区福海乡海埂村滇池入海口，全长 105km。经松华坝水库出库后穿昆明市区流入滇池，自松华坝水库至滇池河道全长 26.5km，径流面积 142km²。盘龙江作为昆明主要的水景观河道，也是昆明市入滇河道中最大、最长的河道。

金汁河由松华坝水库左岸引水，顺盘龙江东西山麓南流，贯穿昆明东部，汇入枳槽河，最终流入滇池，贯穿盘龙、官渡两个区，在盘龙区境内全长 18.6km，顺流分别经过盘龙区的龙泉、金辰、联盟、青云、东华和拓东 6 个街道办事处。

输水管线沿金汁河床及盘龙江底部布置，施工期申请松花坝暂停生态流量下放，而

且选择旱季施工，施工采用半幅围堰施工，降低施工难度的同时也降低施工对下游水系的影响。

1.1.7.6 土壤

昆明市盘龙区属高原红壤地区，土壤主要以红壤土、紫色土和水稻土为主。红壤在区内广泛分布；水稻土主要分布在区内盆地和主要粮经作物区、河滩阶地等；紫色土在区内分布零散，主要分布在松华乡的双玉村、庄科村。

根据现场调查，项目区土壤主要为红壤土，土层厚度 0.3-1m。

1.1.7.7 植被

昆明地区地处滇中高原，根据中国植被区划，昆明市属亚热带西部半湿润常绿阔叶林区，中亚热带常绿阔叶林地带，滇中高原、盆地滇青冈、栲类、云南松林区。主要代表树种有高山栲、元江栲、滇青冈、滇石栎、云南松、华山松、滇油杉、桉树、柏树、桉木等。针叶林分布较广，从海拔 1800~2641m 均有分布。主要灌木有滇杨梅、小铁子、杜鹃、山茶、火把果、云南含笑、刺黄连、沙针、水麻柳、芝种花、乌饭、珍珠花、箭竹等，草本植物有白健杆、蔗茅、野古草、龙胆草、竹叶草、白茅、山姜、灰金茅、黄背草及各种蕨类，全区林草覆盖率为 58.60%。

本项目为新建项目，据实地调查，工程区主要占用绿化带、草地及金汁河河道，沿线绿化带分布有少量山茶花、桂花、樱花、樟树、天竺桂、枇杷树、楝树等。

1.1.7.8 水土流失类型及防治区划分情况现状

根据批复的水保方案，水土流失类型及防治区划分情况现状如下：

根据《全国水土保持区划（试行）》项目所在地盘龙区属于西南岩溶区，根据办水保〔2013〕188号“全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果”和《云南省水利厅关于划分省级水土流失重点预防区和重点治理区的公告》（云南省水利厅公告第49号，2017年8月30号），项目所在地盘龙区龙泉街道办事处既不属于国家级水土流失重点区，也不属于云南省人民政府公告的水土流失重点区。但本项目所在地位于县级及以上城市区域，依据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）和《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018）要求及相关法律、法规，综合确定本工程水土流失防治执行西南岩溶区建设类一级标准。

按全国土壤侵蚀类型区划标准，项目区属以水力侵蚀为主的西南土石山区，土壤侵蚀模数允许值为 $500t/km^2 \cdot a$ 。

1.2 水土流失防治工作情况

1.2.1 建设单位水土保持管理

建设单位在本项目建设过程中主要从以下方面规范落实水土保持管理工作：

（1）自工程开工以来，建设单位高度重视水土保持施工组织和管理工作的，由工程部负责管理水土保持工作，明确水土保持管理目标和各参建方的工作职责，加强日常管理工作，认真贯彻落实水土保持方案批复意见的相关要求，确保工程水土保持管理工作顺利开展。

（2）在选择施工单位时，选择施工经验丰富，技术力量强的施工单位，工程建设中采用了先进的施工手段和合理的施工工序，减少和避免水土流失。

（3）在施工合同中明确施工方水土流失防治责任，确保施工全过程中有效管理。并在合同中明确水土保持施工任务、投资等。

（4）建设单位重视水土保持方案、初步设计水土保持专章内设计的水土保持措施实施，由施工项目部负责施工范围内的水土流失防治工作，并要求施工单位按时提交水土保持措施完成情况。

1.2.2“三同时”制度落实

建设单位根据批复的水土保持方案报告书，要求施工单位按照设计的水土保持措施和设计进度及时实施，并委托监理单位对主体工程和水土保持工程进行监理，督促各项水土保持措施按时实施。

由于本项目为应急工程，水土保持监测工作为补报工作，监测单位介入时，该项目主体工程已完工，未能保证与主体工程“三同时”的原则；建议建设单位今后应保证其他建设项目水土保持相关工作的时效性，及时委托水土保持监测单位开展监测工作，从而将项目建设产生的水土流失降到最低。

1.2.3 水土保持方案编报

为了贯彻执行《中华人民共和国水土保持法》、《中华人民共和国水土保持法实施条例》以及有关法律法规的要求，切实做好本项目的水土保持工作，2019年11月，昆明自来水集团有限公司委托中国电建集团昆明勘测设计研究院有限公司（以下简称“昆明院”）承担本项目的水土保持方案编制工作。

接到委托任务后，昆明院成立了项目组，并于2020年1月对项目区进行了现场实

地勘察，开展了水土保持方案的编制工作，于 2020 年 2 月编制完成《牛栏江滇池补水出口（瀑布公园）-七水厂-松华坝连通应急工程水土保持方案报告书》（送审稿）；2020 年 3 月 13 日，昆明市水务局在昆明主持召开了《牛栏江滇池补水出口（瀑布公园）-七水厂-松华坝连通应急工程水土保持方案报告书（送审稿）》（以下简称“方案”）审查会；会后，昆明院技术人员按照专家组意见对报告书进行修改和完善，于 2020 年 3 月下旬初编制完成《牛栏江滇池补水出口（瀑布公园）-七水厂-松华坝连通应急工程水土保持方案报告书》（报批稿）。

2020 年 4 月 14 日，昆明市水务局以昆水许可准〔2020〕13 号文对《牛栏江滇池补水出口（瀑布公园）-七水厂-松华坝连通应急工程水土保持方案报告书》（报批稿）进行了批复。

1.2.4 水土保持监测成果报送

本项目水土保持监测工作于 2020 年 5 月委托，工程于 2020 年 1 月开工，2020 年 12 月工程完工，昆明院监测技术人员多次同建设单位工作人员赴项目现场进行查勘，调查项目区水土流失情况，核查项目水保措施实施情况，期间对项目现场对存在的问题提出整改建议，并定期编写了监测季报、年报等相关水土保持监测报告报送水行政主管部门和建设单位。

工程主体竣工且水土保持措施实施完毕后，建设单位将报送《牛栏江滇池补水出口（瀑布公园）-七水厂-松华坝连通应急工程水土保持监测总结报告》报送水行政主管部门备案。

1.2.5 主体工程设计及实施过程中变更、备案

1.2.5.1 主体工程设计情况

（1）昆明市牛栏江滇池补水出口-七水厂-松华坝连通工程已列入《云南省水利发展规划（2016-2020 年）》，为构建滇池流域城市供水及生态环境用水的昆明中心区域供水保障网的水源连通工程。

（2）2019 年 12 月 1 日，中国电建集团昆明勘测设计研究院有限公司编制完成《牛栏江滇池补水出口（瀑布公园）—七水厂—松华坝连通应急工程可行性研究报告》。2019 年 12 月 23 日，取得《昆明市发展和改革委员会关于对牛栏江滇池补水出口（瀑布公园）-七水厂-松华坝连通应急工程可行性研究报告的批复》（昆发改投资〔2019〕767 号）。

（3）2020年5月，中国电建集团昆明勘测设计研究院有限公司编制完成《云南省昆明市牛栏江滇池补水出口（瀑布公园）—七水厂—松华坝连通应急工程初步设计报告》。2020年6月4日，取得《昆明市水务局关于牛栏江滇池补水出口（瀑布公园）-七水厂-松华坝连通工程初步设计报告准予行政许可决定书》（昆水许可准〔2020〕23号）。

（4）2020年8月，中国电建集团昆明勘测设计研究院有限公司编制完成《云南省昆明市牛栏江滇池补水出口（瀑布公园）—七水厂—松华坝连通应急工程施工图设计》，并向相关水行政主管部门进行备案。

1.2.5.2 主体工程设计变更

（一）工程水土保持变更设计情况

根据水利部办公厅关于印发《水利部生产建设项目水土保持方案变更管理规定（试行）》的通知（办水保〔2016〕65号）及《云南省水利厅关于进一步加强省级生产建设项目水土保持方案变更管理的通知》（云水保〔2016〕49号）等文件内容所规定的变更报批条件，经对比分析，本项目红线、占地、措施等未发生重大变化，经济技术指标等未产生重大变更，因此，建设单位无需编制水土保持变更设计方案。

（二）工程水土保持重大变更

对照《水利部生产建设项目水土保持方案变更管理规定（试行）》的通知（办水保〔2016〕65号）第三、四、五条，本项目不涉及重大变更。

批复的《水保方案》编制阶段规划项目施工总工期约9个月（2020年1月~2020年9月）。项目实际动工时间为2020年1月，工程实际完工时间为2020年12月，实际工期12个月，目前主体工程建设及相关水保措施等所有工程已全部完工。

（1）水土流失防治责任范围

施工阶段，由于引水线路和临时施工生产区有所调整 and 变化，最终工程占地 14.77hm^2 ，实际水土流失防治责任范围为 14.77hm^2 ，比水保方案阶段的 15.66hm^2 增减少 0.89hm^2 ，较水保方案减少了5.68%。不涉及重大变更。

（2）开挖填筑土石方总量

本项目实际开挖土石方总量 21.02万 m^3 ，回填总量 12.20万 m^3 ，本项目实际开挖填筑土石方总量（ 33.22万 m^3 ）较水保方案批复的量（ 28.21万 m^3 ）增加了 5.01万 m^3 ，较水保方案增加了17.76%，未超过30%。不涉及重大变更。

（3）表土剥离量

根据批复的水保方案，本工程剥离表土 1.70 万 m^3 ；施工阶段，根据工程实际情况，工剥离表土 1.78 万 m^3 ；本项目实际剥离表土总量较水保方案批复的量增加了 0.08 万 m^3 。不涉及重大变更。

（4）植物措施总面积

本项目实际实施的植物措施总面积为 6.73 hm^2 ，水保方案批复的植物措施总面积为 6.90 hm^2 ，减少了 0.17 hm^2 ，较水保方案减少了 2.43%；植物措施面积减少主要是由于实际占地面积减少，导致绿化面积有所减少。不涉及重大变更。

（5）弃渣量

本项目实际弃渣量 8.82 万 m^3 ，实际弃渣量较水保方案批复的弃渣量（8.11 万 m^3 ）增加了 0.71 万 m^3 ，较水保方案增加了 8.91%，未超过 20%。不涉及重大变更。

工程水土保持变更情况详见下表。

表 1-3 工程水土保持变更情况对照表

相关文件	条款	条款内容	批复方案中	工程实际	结论
《水利部生产建设项目水土保持方案变更管理规定（试行）》的通知（办水保〔2016〕65号）	第三条	（一）涉及国家级和省级水土流失重点预防区或者重点治理区	不属于国家级重点治理区”，也不属于“省级重点重点治理区	不属于国家级重点治理区”，也不属于“省级重点重点治理区	不涉及重大变更
		（二）水土流失防治责任范围增加 30%以上的	水土流失防治责任范围为 15.66 hm^2	实际水土流失防治责任范围为 14.77 hm^2	实际水土流失防治责任范围比原方案减少 5.68%，不涉及重大变更
		（三）开挖填筑土石方总量增加 30%以上的	开挖填筑土石方总量 28.21 万 m^3	实际开挖填筑土石方总量 33.22 万 m^3	实际开挖填筑土石方总量比原方案增加了 17.76%，不涉及重大变更
		（四）线型工程区、丘陵区部分横向位移超过 300 米的长度累计达到该部分线路长度的 20%以上的	提水线路和输水线路总长度 2966m	实际提水线路和输水线路总长度 2803m	实际提水线路和输水线路工程未发生横向位移，不涉及重大变更
		（五）施工道路或者伴行道路等长度增加 20%以上的	新建施工道路长度 365m	实际新建施工道路长度 365m	不涉及重大变更
		（六）桥梁改路堤或者隧道改路堑累计长度 20 公里以上的	/	/	不涉及
	第四条	（一）表土剥离量减少 30%以上的	表土剥离量 1.70 万 m^3	实际表土剥离量 1.78 万 m^3	实际表土剥离量比原方案增加了

相关文件	条款	条款内容	批复方案中	工程实际	结论
					4.71%，不涉及重大变更
		（二）植物措施总面积减少 30%以上的	植物措施总面积 6.90hm ²	实际植物措施总面积 6.73hm ²	实际植物措施总面积比原方案减少了 2.43%；不涉及重大变更
		（三）水土保持重要单位工程措施体系发生变化，可能导致水土保持功能显著降低或丧失的	水保单位工程有：土地整治工程、植被建设工程、临时防护工程	实际水保单位工程有：土地整治工程、植被建设工程、临时防护工程	不涉及重大变更
	第五条	在水土保持方案确定的废弃砂、石、土、矸石、尾矿、废渣等专门存放地（以下简称“弃渣场”）外新设弃渣场的，或者需要提高弃渣场堆渣量达到 20%以上的	弃渣运至合法消纳场场集中堆存，弃渣量 8.11 万 m ³	弃渣运至云南玮泉房地产开发有限公司杉松园永久弃土场集中堆存，实际弃渣量 8.82 万 m ³	实际弃渣量比原方案增加了 8.91%；不涉及重大变更

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 监测委托及前期监测工作情况

根据国家水土保持相关法律法规规定，为了及时掌握工程水土保持措施实施情况、运行情况及水土流失动态防治效果，保护生态环境、保障主体工程的运行安全，同时保证工程水土保持专项验收顺利通过并投入运行，2020 年 5 月，建设单位委托中国电建集团昆明勘测设计研究院有限公司开展本工程的水土保持监测工作，并签订《牛栏江滇池补水出口（瀑布公园）-七水厂-松华坝连通应急工程水土保持监测服务合同》（以下简称“监测合同”）（详见附件 1）。

为保证本项目水土保持监测工作的顺利开展，我公司在接到监测任务后，成立了项目监测组，正式启动了牛栏江滇池补水出口（瀑布公园）—七水厂—松华坝连通应急工程的水土保持监测工作。监测项目组领导小组由陈平平教授级高级工程师担任项目负责人，主要负责整个项目整体协调，并负责报告核定；由李建兴高级工程师担任现场项目协调负责人，并负责报告的审查；技术工程小组由 4 名水保专业、从事过生产建设项目水土保持监测工作、经验较为丰富的技术人员组成。牛栏江滇池补水出口（瀑布公园）—七水厂—松华坝连通应急工程水土保持监测项目组人员及具体分工见下表。

**表 1-4 牛栏江滇池补水出口（瀑布公园）—七水厂—松华坝连通应急工程
水保监测人员组成及分工**

监测组	姓名	职称或职务	专业或从事工作	监测上岗证	监测工作分工
领导小组	陈平平	教授级高级工程师	水土保持	5508	项目负责人，主要负责整个项目整体协调，报告核定
	李建兴	高级工程师	水土保持	9229	现场项目协调总负责人及联系人，报告审查
技术工作小组	张琪琳	工程师	水土保持		现场负责人，外业监测人员、编写报告
	颜 燕	高级工程师	水土保持	9013	内业监测、编写报告
	王 波	工程师	水土保持		外业监测、编写报告
	周 宣	助理工程师	水土保持		内业人员、编写报告

根据水保方案及项目建设实际，监测项目组技术人员通过对项目主体工程设计资料分析研究，在整个监测期对现场情况进行了查勘勘察，采用调查监测、巡查及无人机遥感监测等方法，通过分析项目施工期影像和其他资料，对项目区的水土流失因子、水土流失状况及水土保持措施实施数量、质量及其防治效果等进行调查监测，客观反映项目区当前的水土流失和水土保持状况。并结合主体工程设计资料、施工、监理等资料，针对性的提出整改意见，并对整改情况进行了复核监测。

由于本项目委托时间较开工时间略有滞后，无法对项目区地形地貌、植被类型、水文地质等原始土壤流失背景进行监测调查，主要是通过查阅工程资料的方法了解土壤流失背景情况；分别于 2020 年 5 月、9 月、12 月，2021 年 3 月、6 月、8 月先后赴工程区对项目区水土保持工作开展和水土流失情况进行了调查及监测。

目前项目现场达到了水土保持设施验收要求，监测项目部技术人员于 2021 年 9 月对现场进行了详细的踏勘，对各分区水保措施进行了详细的核查，在此基础上，监测单位编制完成了《牛栏江滇池补水出口（瀑布公园）—七水厂—松华坝连通应急工程水土保持监测总结报告》。

主体工程建设不同阶段现状



泵站区工程（2020.5）



泵站区工程（2020.5）



泵站区现状（2020.6）



提水工程区取水口现状（2020.6）



提水工程区取水口现状（2020.5）



提水工程区引水线路施工（2020.5）

	
提水工程区引水线路施工（2020.5）	提水工程区引水线路施工（2020.5）
	
提水工程区引水线路施工（2020.5）	提水工程区引水线路进一五水厂阀室施工（2020.6）
	
泵站区水泵及桥机安装完成（2020.6）	提水工程区引水线路进七水厂管道施工（2020.6）

	
高位水池建设现状（2020.6）	高位水池 1#水池浇筑完成（2020.6）
	
泵站区现状（2020.5）	提水泵站主梁排架搭设、次梁模板安装（2020.6）
	
泵站区工程（2020.12）	泵站区工程（2020.12）

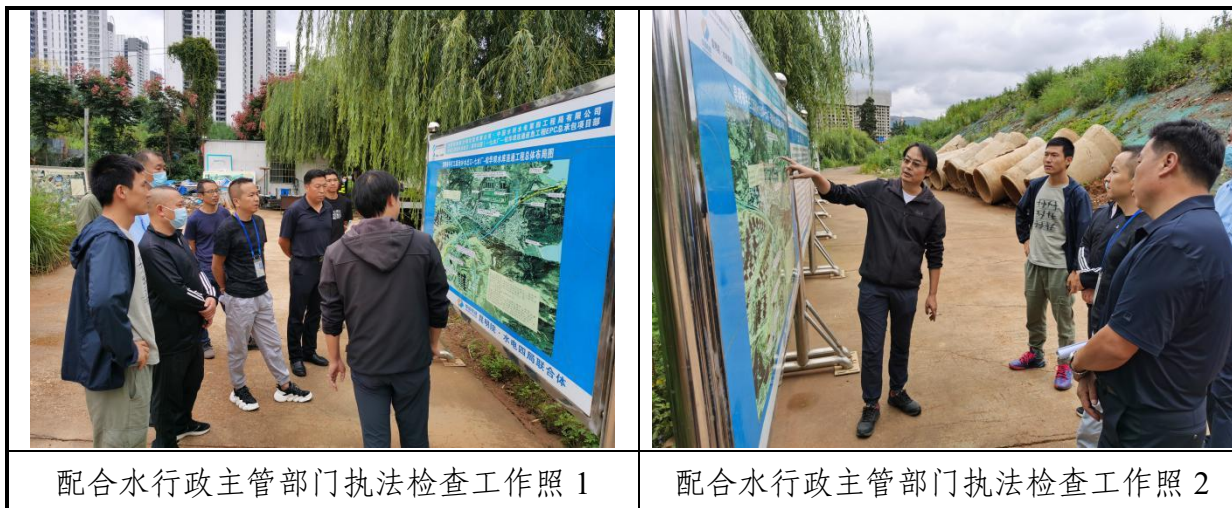
	
提水工程区取水口植被恢复（2020.12）	提水工程区取水口植被恢复（2020.12）
	
提水工程区取水口植被恢复（2020.12）	提水工程区取水口道路硬化（2020.12）
	
提水工程区引水线路植被恢复（2020.12）	提水工程区引水线路植被恢复（2020.12）

	
提水工程区引水线路植被恢复（2020.12）	提水工程区引水线路植被恢复及道路硬化（2020.12）
	
高位水池建设现状（2020.12）	高位水池建设现状（2020.12）
	
高位水池建设现状（2020.12）	高位水池建设现状（2020.12）
	
高位水池建设现状（2020.12）	高位水池建设现状（2020.12）

	
七水厂内植被恢复现状（2020.12）	七水厂内植被恢复现状（2020.12）
	
泵站区工程建成情况 1（2021.9）	泵站区工程建成情况 2（2021.9）
	
泵站区工程建成情况 3（2021.9）	泵站区工程建成情况 4（2021.9）

	
泵站区工程建成情况 5（2021.9）	泵站区工程照片（2021.9）
	
高位水池建成情况 1（2021.9）	高位水池建成情况 2（2021.9）
	
高位水池建成情况 3（2021.9）	高位水池建成情况 4（2021.9）

	
高位水池建成情况 5（2021.9）	高位水池边坡建成情况 1（2021.9）
	
高位水池边坡建成情况 2（2021.9）	高位水池边坡建成情况 3（2021.9）
水土保持监测工作照展示	
	
水保监测技术人员开展监测工作照片	水保监测技术人员开展监测工作照片



1.3.2 监测单位监测管理制度

（1）管理保障措施

为了保证本监测工作的顺利实施，加强领导和组织管理，成立水土保持监测专职机构，设置专人负责水土保持监测工作；制定目标责任制和实施、检查、验收的具体办法和要求；加强与相关部门的协调配合，共同推进水土保持监测工作。充分发挥各级水土保持领导协调机构的作用，建立和完善领导协调机制，定期召开有关会议，研究解决水土保持监测工作中面临的重大问题，制定相关政策措施，推动水土保持监测工作。

（2）技术保障措施

在水土保持监测过程中，采用国家、行业颁布的最新方法和质量标准，对水土保持监测全程实施质量控制，做到操作规范、分析可靠、结论正确，并达到政府监督的有关要求。为了保证监测所得数据的准确性，使各种数据和预测结果能够真实地反映各种变化的趋势，加强数据的质量保证和质量控制。建立质量和安全管理体系，在不断提高设备性能和人员工作素质的同时，研究数据质量控制方法，保证监测工作质量。

（3）监督保障措施

建立相应的监督保障机制，强化主管部门、责任单位由上而下的监督职能的作用；与地方水行政主管部门密切联系，接受其监督检查，确保水土保持监测工作的顺利实施。

1.3.3 监测点的布设

为体现水土保持监测的全面性、典型性和代表性，并结合各分区内土壤侵蚀类型和地形地貌特点的不同，在总结野外考察认识和分析勘测资料的基础上，经过反复研究，

选取容易造成大量水土流失，且具有一定的代表性的地点。根据项目建设进度实际情况，共布设 4 个监测点，其中 1 个水土流失防治责任范围监测点、1 个土石方平衡情况监测点、1 个水土流失灾害监测点，1 个水土保持措施措施监测点。监测点主要为调查及巡查型。监测方法主要采取无人机航拍、定点调查、巡查等监测方法。

监测期监测点布设情况详见下表。

**表 1-5 牛栏江滇池补水出口（瀑布公园）-七水厂-松华坝连通应急工程
水土保持监测点布设情况统计表**

序号	监测项目	监测对象/布设位置	监测点数	备注
1	土石方平衡情况	全区	1	调查型
2	防治责任范围、扰动地表面积	草地、林地等用地不同地类作业带	1	调查型
3	水保措施防治效果	表土剥离、植被恢复、临时排水沟、临时覆盖、临时拦挡、临时沉砂池	1	调查型
4	水土流失危害	全区	1	巡查

1.3.4 监测设施设备情况

本项目监测过程中主要使用的设施设备有：无人机、皮尺、卷尺、罗盘、相机、GPS 仪、测距仪、取样设备等，详细设施设备清单见下表。

表 1-6 监测设施及设备一览表

序号	设施和设备	型 号	单位	数量	备 注
一	设 施				
1	无人机		架	1	用于航拍项目区整体概况
二	设 备				
1	无人机	大疆 INSPIRE pro	台	1	项目全景监测
2	全站仪	RTS632	套	1	控制站
3	激光测距仪	ELITE1500	台	1	便携式
4	土壤采样器	ST-99027	台	1	用于土壤试验
5	手持式 GPS	麦哲伦 D600	台	1	监测点、场地、渣场的定位量测
6	罗盘		套	1	用于测量坡度、坡向
7	皮尺、卷尺		套	1	测量措施实施量、植物生长状况
8	数码照相机		台	2	用于监测现场的图片记录
9	数码摄像机		台	1	用于监测现场的影像记录
10	易耗品				样品分析用品、玻璃器皿等
11	幅材及配套设备				各种设备安装补助材料

1.3.5 监测技术方法

根据《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）、《关于规范生产建设项目水土保持监测工作的意见》（水利部，水保〔2009〕187号）和水利部办公厅关于印发《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》的通知（办水保〔2015〕139号）等文件及技术标准的规定要求，并结合本项目的实际情况，为保证监测数据的科学性和准确性，提高监测工作效率，牛栏江滇池补水出口（瀑布公园）—七水厂—松华坝连通应急工程水土保持监测技术方法主要采用实地调查监测、巡查监测和无人机遥感监测等。

1.3.6 监测成果情况

本项目水土保持监测工作于2020年5月委托，工程于2020年1月开工，2020年12月工程完工，昆明院监测技术人员多次同建设单位工作人员赴项目现场进行查勘，调查项目区水土流失情况，核查项目水保措施实施情况，期间对项目现场对存在的问题提出整改建议，并定期编写了监测季报、年报等相关水土保持监测报告报送水行政主管部门和建设单位。监测组提交的监测成果主要有：

（1）《牛栏江滇池补水出口（瀑布公园）—七水厂—松华坝连通应急工程水土保持监测季度报告表》（2020年2季度、2020年3季度、2020年4季度、2021年1季度、2021年2季度）；

（2）《牛栏江滇池补水出口（瀑布公园）—七水厂—松华坝连通应急工程水土保持监测年度报告》（2020年）；

以上监测成果按照水土保持监测规程以及相关规范要求，提交至当地水行政主管部门备案。

2020年9月监测项目组技术人员对工程项目区水土流失现状、水土流失防治责任范围内水土保持措施实施情况、水土保持工程质量及运行情况进行全面查勘调查和分析评价，经综合评价分析，认为牛栏江滇池补水出口（瀑布公园）—七水厂—松华坝连通应急工程现场达到了水土保持设施验收要求，在此基础上，监测单位完成了《牛栏江滇池补水出口（瀑布公园）—七水厂—松华坝连通应急工程水土保持监测总结报告》。

通过施工期对本项目的水土保持监测可知，牛栏江滇池补水出口（瀑布公园）—七水厂—松华坝连通应急工程未发生重大水土流失危害事件。

本项目监测组在牛栏江滇池补水出口（瀑布公园）—七水厂—松华坝连通应急工程水土保持监测过程中，得到了云南省水利厅等水行政主管部门的帮助与指导，同时也得

到了建设单位、施工单位、监理单位等相关单位的大力支持和协助，在此一并表示衷心的感谢！

2 监测内容与方法

2.1 监测内容

按照《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）及“水利部水保〔2009〕187号文”和“办水保〔2015〕139号文”文件规范的要求，本工程监测内容主要包括以下五方面：

（1）扰动土地情况。在项目施工阶段对因项目建设扰动的土地进行监测、统计。主要包括各分区不同阶段扰动土地面积，并根据年度进行扰动土地汇总。

（2）防治责任范围。根据项目施工进度，每年对项目区防治责任范围进行监测，包括项目建设区和直接影响区。

（3）取土（石、料）弃土（石、渣）情况，根据项目施工进度，对项目产生的弃土量、取土量进行监测。

（4）水土保持措施情况。根据水保方案中的措施布设，按照分区统计各阶段水土保持措施的实施情况，对措施的数量、质量、防护工程的稳定性、林草植被的成活率、生长情况、盖度等进行监测。

（5）水土流失流失情况。水土流失情况监测主要包括土壤流失面积、土壤流失量、取土（石、料）弃土（石、渣）潜在土壤流失量和水土流失危害等。工程建设前，根据水土保持方案，监测防治分区范围内土壤流失面积。通过布置的沉砂池，收集泥沙含量，结合巡查等多种方法，对项目建设过程中造成的水土流失情况进行监测，对于局部施工区域因侵蚀性降雨引起的地表径流冲刷造成局部坍塌、淤积等情况，及时进行现场调查，调查发生面积、坍塌（淤积）量和对周边区域的影响。

水土保持监测内容均对应具体监测指标，针对不同监测内容及其指标应采取不同的监测方法。结合本工程施工进展、水土流失特点及现场条件，监测方法为调查监测和无人机遥感监测。其中，调查监测包括查阅资料、询问、巡查、典型调查和抽样调查。本工程具体监测指标及方法详见表 2-1。

表 2-1 本工程水土保持监测指标及具体方法

序号	监测内容	监测指标		具体监测方法
		指标名称	指标内容	
1	水土流失影响因素	自然因素	包括降雨量、地形地貌、地表组成物质、植被等	·收集附近气象站资料，分析降雨情况 ·实地勘测、查阅资料 ·抽样调查，土壤采用手测法、环刀法，植被采用照相机、样线法等
2		地表扰动情况	包括工程对原地貌、植被的占压、毁损等情况	·查阅相关技术文件 ·实地巡查、调查，影像、文字记录扰动现状
3		水土流失防治责任范围	包括征占地情况、防治责任范围变化	·收集、查阅项目征占地文件 ·实测法，使用测尺、GPS 设备量测 ·绘图法，采用实际调查、大比例尺测绘
4		弃土弃渣	渣场扰动占地面积及弃土（渣）量	·查阅相关技术文件 ·本项目产生一定弃方，最终不产生永久弃渣，无弃渣场
5		料场开采	料场扰动占地面积及开采量	·查阅相关技术文件 ·本项目无料场，不监测
6	水土流失状况	水土流失类型	水土流失类型、形式及分布情况	·收集资料，综合分析各区段水土流失类型 ·实地调查，选取各区段的典型部位调查
7		水土流失面积	轻度以上土壤侵蚀面积	抽样调查法即选取典型地段、典型区域和部位进行调查后综合分析
8		土壤侵蚀强度	各监测分区的土壤侵蚀强度及趋势	根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）分析确定各分区侵蚀强度级别
9		水土流失量	典型地段或重点部位的水土流失量	·设置固定观测设施，结合类似工程经验，获得不同时段的水土流失量 ·综合分析各类监测结果，推算工程水土流失量
10	水土保持防治效果	施工进度	包括主体工程和各项水土保持措施的实施进展	·查阅施工、监理等资料 ·实地调查、询问
11		临时措施	措施类型、数量及效果	·查阅施工、监理等资料 ·实地调查、拍摄照片或录像
12		工程措施	措施类型、数量、完好程度及防护效果	·查阅施工、监理等资料 ·抽样调查工程措施，使用卷尺、测距仪等对尺寸进行核查，拍摄照片或影像记录外观质量，综合分析措施防护效果
13		植物措施	植物种类、面积、成活率、保存率、生长情况及林草覆盖率	·查阅技术资料和设计文件 ·本项目不涉及植物措施，无需检测
14		对主体工程安全建设和运行发挥的作用		以巡查为主，汛期前后及暴雨后及时调查评价
15		对周边水土保持生态环境发挥的作用		以调查为主，施工期及试运行期各开展一次
16	水土流失危害	对主体工程造成危害的数量和程度等		·水土流失危害面积采用实测法或绘图法

序号	监测内容	监测指标		具体监测方法
		指标名称	指标内容	
17		掩埋冲毁农田、居民点等的数量和程度		·水土流失危害数量采用实地调查、询问 ·水土流失危害程度采用实地调查、测量、询问
18		其他危害		

2.2 监测方法

根据《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）中规定的开发建设项目水土流失监测，宜采用地面观测法和调查监测法，并参照《关于规范生产建设项目水土保持监测工作的意见》（水利部，水保〔2009〕187号）和水利部办公厅关于印发《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》的通知（办水保〔2015〕139号）等技术标准，结合本项目监测内容及指标，确定本项目水土保持监测方法主要以调查监测、巡查监测及无人机遥感监测为主。

2.2.1 调查监测

调查监测是指定期采取全面调查的方式，通过现场实地勘测，采用 GPS 定位仪结合地形图、数码相机、测距仪、测高仪和尺子等工具，测定不同分区的地表扰动类型和不同类型的面积。填表记录每个扰动类型区的基本特征（特别是堆渣和开挖面坡长、坡度、岩土类型）及水土保持措施（拦挡工程、截排水工程）实施情况。

（一）面积监测

面积监测主要通过收集项目资料及采用手持式 GPS 定位仪测定获取。首先对调查区按照扰动类型进行分区，如堆渣、开挖面等，然后利用 GPS 沿各分区边界走一圈，确定各个分区的面积。

（1）水土流失防治责任范围监测

水土流失防治责任范围包括项目永久征地、临时占地以及其他使用和管辖区域。

监测指标为：永久性占地、扰动地表面积。主要根据工程设计资料，结合 GPS、皮尺等监测设备实地核算，对面积的变化进行监测。

（2）水土流失面积监测

对于水土流失面积，采用 GPS、皮尺等监测设备进行实地核算。水土流失面积的监测主要是在施工期开展监测工作。

水土流失面积监测是针对整个工程的全部区域开展的，结合项目建设区及直接影

响区实地监测水土流失面积，统计项目各个时段实际发生的水土流失面积。

（二）其它调查监测

（1）水土流失因子

水土流失因子监测是在施工期和运行初期开展监测工作。

对于项目区的地形地貌因子、气象因子、植被因子、水文因子、原土地利用情况、社会因子及经济因子，在现场实地踏勘的基础上查阅相关资料、询问、对照《水保方案》等形式获取。

对于土壤因子的监测指标有：土壤类型、地面组成物质、土壤含水率、孔隙度、土壤容重、土壤 PH 值、土壤抗蚀性。

（2）水土流失防治动态监测

水土流失防治动态监测主要是针对施工期和运行初期开展监测工作，监测内容主要包括项目区水土流失状况监测、水土保持措施防治效果动态监测和水土流失危害监测。

1) 水土流失状况监测

主要调查的监测指标为项目区内土壤侵蚀类型、形式及型式。对于土壤侵蚀类型及形式，采取现场识别的方式获取；土壤侵蚀强度根据实地踏勘，对照《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）进行确定。

2) 水土保持措施防治效果

①防治措施的数量与质量

本工程全区水土保持措施的数量主要由业主及监理单位提供，工程的施工质量主要由监理单位确定。

水土保持监测需要对监测重点地段或重点对象的防治措施工程量进行实地测量，对于质量问题主要由监理确定。

②防护工程的稳定性、完好程度和运行情况

本工程的防护工程主要指护坡、挡墙、截排水沟等工程，工程的施工质量主要由监理单位确定，监测时主要查看其是否存在损害或砼裂缝、挡墙断裂或沉降等不稳定情况出现，做出定性描述。

③水土流失防治要求及水土保持管理措施实施情况监测。

主要采用实地调查、问询、收集水土保持大事记、收集业主针对水土保持相关政

策等方式获得。

运行初期水土流失防治动态监测主要是针对整个工程的全部区域开展监测工作。

2.2.2 无人机遥感监测

在野外无人机航拍的基础上，通过无人机航拍照片拼接获取项目区高分影像数据，对高分影像解译，建立空间数据库，应用空间分析方法，在地形、植被、土地利用等资料的基础上，对施工开挖、弃土弃渣、扰动地表的土壤侵蚀类型和强度、水土保持工程类型、工程量及部位、植被恢复等进行解译，从而获取水土流失相关信息。水土流失遥感监测技术流程如下：

（1）野外调查建立影像解译标志。对项目区不同地貌区、不同气候区、不同土壤侵蚀区进行野外调查，用 GPS 接收机进行精确定位，建立全面、系统的各类土壤侵蚀类型及其强度分级的影像解译标志，包括色彩、形状、大小、影纹、结构等直接解译标志和水系、地貌、土壤类型、岩石种类等间接解译标志。

（2）室内人机交互解译。根据野外建立的影像解译标志，对项目区土地利用、植被覆盖进行遥感解译，对扰动图斑进行勾绘，在计算机上直接生成各种专题矢量图层，精确计算扰动面积、植被措施面积及土地利用变化等数据。

（3）建立项目区水土流失 GIS 系统。包括地形矢量、坡度 GRID、DEM、原始影像、融合影像、土地利用、植被覆盖等图层，并生成水土流失 GRID。并生成扰动面积、水土流失、植被状况、水土保持措施等专题图层，每季度生成一套，可直观对比水土流失、植被状况、水保措施的动态变化。

在进行调查监测的同时，还采取对现场巡查，及时掌握各种可能出现的水土流失问题，及时向项目建设单位汇报和提出相应的处理意见，由建设单位根据情况制定相应的处理方案，以保证水土保持监测的实效。巡视方法采取定期或不定期方式。

巡查采用不定期的方式进行，一般为步行，沿着项目区建设范围边界行走，对项目区各个分区进行巡视，主要采用照片拍摄，视频影像，现场记录等方法，对各个分区出现的水土流失隐患、水土保持措施实施情况、水保措施工程量等进行记录。本项目巡查基本上是按照先安置点、供水工程区、弃渣场等进行巡查，完毕后进行巡查记录的整理。最终汇总巡查记录并向业主单位进行汇报。

巡查主要是在工程施工建设过程中和自然恢复初期针对整个工程的全部区域所采用的监测方法，尤其注意对于直接影响区的影响情况。巡查的主要内容是水土流失危

害和重大水土流失事件动态监测。

2.2.3 巡查监测

在进行调查监测的同时，还采取对现场巡查，及时掌握各种可能出现的水土流失问题，及时向项目建设单位汇报和提出相应的处理意见，由建设单位根据情况制定相应的处理方案，以保证水土保持监测的实效。巡视方法采取定期或不定期方式。

巡查采用不定期的方式进行，一般为步行，沿着项目区建设范围边界行走，对项目区各个分区进行巡视，主要采用照片拍摄，视频影像，现场记录等方法，对各个分区出现的水土流失隐患、水土保持措施实施情况、水保措施工程量等进行记录。本项目巡查基本上是按照先安置点、供水工程区、弃渣场等进行巡查，完毕后进行巡查记录的整理。最终汇总巡查记录并向业主单位进行汇报。

巡查主要是在工程施工建设过程中和自然恢复初期针对整个工程的全部区域所采用的监测方法，尤其注意对于直接影响区的影响情况。巡查的主要内容是水土流失危害和重大水土流失事件动态监测。

2.3 监测时段

根据《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）、水利部办公厅关于印发《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》的通知（办水保〔2015〕139号）及《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T 51240-2018）等有关法律法规技术规范的规定，项目监测时段包括施工期和试运行期。重点对施工期的水土流失情况、水土保持措施实施数量、质量及其防治效流失效果进行监测。本工程为建设类项目，建设单位于2020年5月委托中国电建集团昆明勘测设计研究院有限公司开展本工程的水土保持监测工作，并签订监测合同。

工程于2020年1月开工建设，于2020年12月完工，监测时段包括建设期和运行期，由于水保监测委托时间相对略有滞后，监测时间从2020年5月至2021年10月。

3 重点部位水土流失动态监测

3.1 防治责任范围监测结果

3.1.1 水土保持防治责任范围

（1）防治责任范围监测方法

水土流失防治责任范围包括项目永久征地、临时占地以及其他使用和管辖区域。水土保持防治责任范围监测方法主要采用调查监测，通过收集项目资料及采用手持式 GPS 定位仪测定获取。首先对调查区按照扰动类型进行分区，如开挖面、回填面、施工平台以及堆渣面等，结合 GPS、皮尺等监测设备实地核算，对面积的变化进行监测。

（2）《水保方案》防治责任范围设计情况

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018），生产建设项目水土流失防治责任范围包括项目永久占地、临时占地（含租赁土地）以及其他使用与管辖区域。

根据《牛栏江滇池补水出口（瀑布公园）—七水厂—松华坝连通应急工程水土保持方案报告书》及其批复文件，本工程建设的的水土流失防治责任范围为项目建设区，项目建设区又分为提水工程区、泵站区、高位水池区、输电线路区、施工生产区等 5 个分区。本项目永久征占地面积 3.05hm²，临时征用地面积 12.61hm²，无其他使用与管辖区域，因此本项目水土流失防治责任范围总面积为 15.66hm²。防治责任范围见表 3-1。

表 3-1 《水保方案》确定的水土流失防治责任范围一览表

序号	分区	防治责任范围（hm ² ）
一	提水工程区	5.81
	取水口	0.03
	引水线路区	5.78
二	泵站区	0.49
三	高位水池区	2.53
四	输电线路区	0.30
五	施工生产区	6.53
合 计		15.66

（3）防治责任范围监测结果

目前项目建设已全部完工，根据现场踏勘资料，结合施工、工程竣工、监理等资

料，截止目前，牛栏江滇池补水出口（瀑布公园）-七水厂-松华坝连通应急工程实际防治责任范围面积 14.77hm^2 ，防治责任范围主要变化原因是：一方面，施工阶段引水线路实际施工过程中开挖扰动面积减少，临时占地面积减少，导致防治责任范围面积有所减少；另一方面，施工阶段施工生产区根据实际情况优化调整，面积减少；最终导致防治责任范围比原方案减少了 0.89hm^2 。

具体统计情况详见下表。

表 3-2 工程实际水土流失防治责任范围一览表

序号	分区	防治责任范围 (hm^2)
一	提水工程区	5.05
	取水口	0.03
	引水线路区	5.02
二	泵站区	0.49
三	高位水池区	2.53
四	输电线路区	0.30
五	施工生产区	6.40
合 计		14.77

3.1.2 扰动土地监测结果

（1）扰动土地情况监测方法

扰动土地面积是指开发建设项目在建设过程中扰动土地行为造成破坏或占用的面积。对原有地表植被或地形地貌发生改变的行为，均属于扰动土地行为。水土保持监测内容为认真复核扰动土地面积，主要采用调查监测方法进行，通过收集项目资料及采用手持式 GPS 定位仪测定获取。

（2）建设期扰动土地面积

本项目于 2020 年 1 月开工，2020 年 12 月完工，目前已结束施工，根据项目建设资料、设计、监理施工等资料分析，并结合现场监测调查核算，工程实际扰动地表面积为 14.77hm^2 。具体统计情况详见下表。

表 3-3 扰动土地面积情况统计表

序号	分区	项目占地面积 (hm ²)	扰动面积 (hm ²)
一	提水工程区	5.05	5.05
	取水口	0.03	0.03
	引水线路区	5.02	5.02
二	泵站区	0.49	0.49
三	高位水池区	2.53	2.53
四	输电线路区	0.30	0.30
五	施工生产区	6.40	6.40
合 计		14.77	14.77

3.2 取土（石、料）监测结果

根据水土保持监测调查及巡查，本项目未单独设计取土（石、料）场，所需天然建筑材料，砂石料从附近合法砂石料生产厂家或销售站采购。

3.3 弃土（石、渣）监测结果

根据查阅本项目施工资料、监理资料，经统计，本工程施工过程中实际土石方开挖总量为 21.02 万 m³（其中土石方开挖 17.23 万 m³，表土剥离 1.78 万 m³，浆砌石拆除 0.53 万 m³，河道清淤 1.47 万 m³），回填土石方总量为 12.20 万 m³（场地回填 0.49 万 m³，基础回填 9.79 万 m³，石方利用 0.13 万 m³，表土回填 1.78 万 m³），产生弃渣 8.82 万 m³，弃渣全部运至云南玮泉房地产开发有限公司杉松园永久弃土场集中堆存（协议附后）。弃渣堆存过程中的水土流失由接收方负责治理。

4 水土流失防治措施监测结果

4.1 工程措施监测结果

4.1.1 工程措施监测方法

（1）工程措施的数量与质量

本项目水土保持工程措施的数量主要由建设单位及监理单位提供，工程的施工质量主要由监理单位确定。水土保持监测需要对监测重点地段或重点对象的防治措施工程量进行实地测量，对于质量问题主要由监理确定。

（2）防护工程的稳定性、完好程度和运行情况

本项目工程措施主要为 M7.5 浆砌石护坡、基坑排水沟、集水井、进场道路排水沟、边坡及四周排水沟、表土剥离和覆土等工程，工程的施工质量主要由监理单位确定，监测时主要查看其是否存在损害等不稳定情况出现，做出定性描述。

4.1.2 工程措施设计情况

根据水保方案及其批复，本工程水土保持工程措施主要为：

（1）主体工程已有水土保持工程措施设计：

提水工程区浆砌石护坡 200m^3 ，表土剥离 4900m^3 ；泵站区基坑排水沟 650m、集水井 4 座；高位水池区进场道路排水沟 365m、边坡及外围排水沟 450m。

（2）水保方案新增水土保持工程措施设计：

泵站区表土剥离 1790m^3 ，覆土 1790m^3 ；高位水池区表土剥离 7590m^3 ，覆土 7590m^3 ；施工生产区表土剥离 2700m^3 。

工程措施具体设计情况详见表 4-1 和表 4-2。

表 4-1 《水保方案》主体设计水土保持工程措施统计表

序号	项目	措施量		备注
		单位	数量	
一	提水工程区			
1	M7.5 浆砌石护坡	m ³	200	主体设计
2	表土剥离	m ³	4900	主体设计
二	泵站区			
1	基坑排水沟	m	650	主体设计
2	集水井	座	4	主体设计
三	高位水池区			
1	进场道路排水沟	m	365	主体设计, 浆砌砖 0.4×0.4
2	边坡及四周排水沟	m	450	主体设计, 浆砌砖 0.2×0.2

表 4-2 《水保方案》新增水土保持工程措施统计表

序号	防治分区	措施及数量			备注
		措施类型	单位	数量	
一	泵站区	表土剥离	m ³	1790	方案新增
		覆土	m ³	1790	方案新增
二	高位水池区	表土剥离	m ³	7590	方案新增
		覆土	m ³	7590	方案新增
三	施工生产区	表土剥离	m ³	2700	方案新增

4.1.3 工程措施实施情况监测结果

通过施工单位、监理单位等资料数据及相关决算资料, 结合现场调查监测, 本工程完成的水土保持工程措施工程量如下:

提水工程区: 浆砌石护坡 60m³, 表土剥离 4700m³; 泵站区: 基坑排水沟 630m、集水井 4 座, 表土剥离 2090m³, 覆土 2090m³, 泵站四周排水沟 334m; 高位水池区: 表土剥离 8290m³, 覆土 8290m³, 进场道路排水沟 365m、边坡及外围排水沟 450m, 边坡 C25 网格梁混凝土 283m³; 施工生产区表土剥离 2700m³。

(注: M7.5 浆砌石护坡、边坡 C25 网格梁混凝土、混凝土排水沟等的实施有效减少了径流对地表的侵蚀冲刷, 减少了水土流失, 具有水土保持功能效果, 因此计列为主体设计的具有水土保持功能的措施)。

设计工程措施与实际实施对比详见下表。

表 4-3 水土保持工程措施实际实施与设计情况对比统计表

序号	防治分区	措施类型	单位	批复方案	实际实施	变化情况	变化原因
一	提水工程区	表土剥离	m ³	4900	4700	-200	结合施工现场实际，表土剥离量和覆土量略有增加，提水工程 M7.5 浆砌石护坡量减少，泵站及高位水池排水沟措施量增加，新增高位水池边坡 C25 网格梁混凝土措施。
		覆土	m ³	4900	4700	-200	
		M7.5 浆砌石护坡（主体）	m ³	200	60	-140	
二	泵站区	表土剥离	m ³	1790	2090	300	
		覆土	m ³	1790	2090	300	
		基坑排水沟（主体）	m	650	630	-20	
		集水井（主体）	座	4	4	0	
		泵站四周排水沟（主体）	m	0	334	334	
三	高位水池区	表土剥离	m ³	7590	8290	700	
		覆土	m ³	7590	8290	700	
		进场道路排水沟（主体）	m	365	365	0	
		边坡及四周排水沟（主体）	m	450	450	0	
		边坡 C25 网格梁混凝土（主体）	m ³	0	283	283	
四	施工生产区	表土剥离	m ³	2700	2700	0	

通过实际实施工程措施工程量与方案设计工程量进行对比分析，本项目在实际施工过程中工程措施工程较水保方案设计的工程量发生了一定的变化，本项目在实际实施过程中，表土剥离量和覆土量略有增加；提水工程区实施的 M7.5 浆砌石护坡量减少 140m³，根据实际情况优化调整；泵站区根据实际情况新增四周混凝土排水沟 334m；高位水池区新增边坡 C25 网格梁混凝土 283m³。这些工程措施的实施大大减少了水土流失。

综上所述，结合现场踏勘，本项目的水土保持工程措施实施基本到位，M7.5 浆砌石护坡、边坡 C25 网格梁混凝土、混凝土排水沟等的实施有效减少了径流对地表的侵蚀冲刷，减少了水土流失，对于控制水土流失起到了关键作用，有效的保障了主体工程的安全运行。

已经实施的工程措施部分照片如下：

	
提水工程区引水线路表土剥离	高位水池区表土剥离
	
高位水池区四周排水沟及边坡网格梁护坡措施	泵站区四周排水沟运行情况
	
高位水池区四周排水沟运行情况 1	高位水池区四周排水沟运行情况 2

图 4-1 工程措施实施现状图

4.2 植物措施监测结果

4.2.1 植物措施监测方法

植物措施监测一般采用植被样方调查方法，主要是选取有代表性的地块作为标准地，标准地的面积为投影面积，要求乔木林 20m×20m、灌木林 5m×5m、草地 2m×2m。分别取标准地进行观测植被生长发育状况，主要监测指标测量方法如下：

（1）林木生长情况

- ① 树高：采用卷尺或测高仪进行测定。
- ② 胸径：采用胸径尺进行测定。

（2）存活率和保存率

根据本工程实际情况，造林成活率在随机设置的 20m×20m 的三个重复样方内，于后期查看前期造林苗木成活的株数占造林苗木总株数的百分数，单位为%，保存率是指造林一定时间以后，检查保存完好的林木株数占总造林株数的百分数，单位为%。

人工种草的成活率是指在随机设置 2m×2m 的多个样地内，于苗期查验，当出苗 30 株/m² 以上为合格，并计算合格样方占检查总样方的百分数及为存活率，单位为%，保存率是以上述合格标准在种草一定时间以后，再行查验，保存合格样数占总样数的百分比，单位为%。

（3）林草覆盖度监测

覆盖度是反映林草植被覆盖情况的指标，通过测量植被（林、灌、草）冠层的枝叶地面上的垂直投影面积占该林草标准地面积的比例进行计算。计算式为：

$$\text{覆盖度} = \frac{\sum (C_i A_i)}{A} \times 100\%$$

式中：C_i 为林地、草地郁闭度或盖度；A_i 为相应郁闭度、盖度的面积；A 为流域总面积。

4.2.2 植物措施设计情况

根据水保方案及其批复，本工程水土保持植物措施主要为：

（1）主体工程已有水土保持植物措施设计：

提水工程区复耕 0.22hm²；施工生产生活区复耕 4.90hm²。

（2）水保方案新增水土保持植物措施设计：

提水工程区景观绿化 1.38hm²、迹地恢复 1.22hm²、苗木移植 450 株；泵站区景观绿化 0.35hm²；高位水池区植被恢复 2.02hm²，栽植行道树 365 株；输电线路区植被恢复 0.30hm²；施工生产区植被恢复 1.63hm²。

植物措施具体设计情况详见表 4-4 和 4-5。

表 4-4 《水保方案》主体设计水土保持植物措施统计表

序号	项目	措施量		备注
		单位	数量	
一	提水工程区			
1	复耕	hm ²	0.22	主体设计
二	施工生产区			
1	复耕	hm ²	4.9	主体设计

表 4-5 《水保方案》新增水土保持植物措施统计表

序号	分区		措施类型	单位	数量	备注
一	提水工程区		景观绿化	hm ²	1.38	方案新增
			迹地恢复	hm ²	1.22	方案新增
			苗木移植	株	450	方案新增
二	泵站区		景观绿化	hm ²	0.35	方案新增
三	高位水池区	进场道路	行道树	m	365	方案新增
		水池区	植被恢复	hm ²	2.02	方案新增
四	输电线路区		植被恢复	hm ²	0.3	方案新增
五	施工生产区		植被恢复	hm ²	1.63	方案新增

4.2.2 植物措施实施情况监测结果

根据施工单位施工资料、监理单位资料及建设单位提供的决算资料，结合现场监测调查统计分析，截止目前，本工程完成的水土保持植物措施工程量如下：

提水工程区景观绿化 1.38hm²、迹地恢复 1.22hm²、苗木移植 450 株、复耕 0.22hm²；泵站区景观绿化 0.35hm²；高位水池区植被恢复 2.02hm²，栽植行道树 365 株；输电线路区植被恢复 0.30hm²；施工生产区植被恢复 1.63hm²、复耕 4.90hm²。

表 4-6 水土保持植物措施实际实施与设计情况对比统计表

序号	分区		措施类型	单位	批复方案	实际实施	变化情况	变化原因
一	提水工程区		景观绿化	hm ²	1.38	1.38	0	结合施工现场实际，提水工程迹地恢复面积减少，泵站新增植草砖铺设，高位水池新增植生袋和植草砖，施工生产区植被恢复面积减少。
			迹地恢复	hm ²	1.22	0.86	-0.36	
			苗木移植	株	450	450	0	
			复耕（主体）	hm ²	0.22	0.22	0	
二	泵站区		景观绿化	hm ²	0.35	0.28	-0.08	
			植草砖铺设	m ²	0	1323	1323	
三	高位水池区	进场道路	行道树	m	365	365	0	
		水池区	植被恢复	hm ²	2.02	2.01	-0.01	
			植生袋	m ³	0	1220	1220	
			六角植草砖	m ²	0	1484	1484	
四	输电线路区		植被恢复	hm ²	0.3	0.3	0	
五	施工生产区		植被恢复	hm ²	1.63	1.5	-0.13	
			复耕（主体）	hm ²	4.9	4.9	0	

通过对比分析实际实施植物措施工程量与方案设计工程量，本项目在实际施工过程中植物措施工程较水保方案设计的工程量发生了一定的变化，实际实施的植被恢复和景观绿化总面积 6.73hm²，比水保方案设计量（6.90hm²）减少了 0.17hm²，是由于施工阶段，提水工程和施工生产占地面积减少，植物措施面积相应的有所减少；此外，结合现场实际，新增了泵站区植草砖铺设 1323m²，高位水池区植生袋 1220m³，植草砖铺设 1848m²。最终，工程区林草覆盖率及林草植被恢复率指标状况达标，水土流失防治效果明显，同时起到美化环境的作用，工程现场满足了验收要求。

已经实施的植物措施照片如下：



	
提水工程区取水口植被恢复	提水工程区取水口道路硬化
	
提水工程区引水线路植被恢复	提水工程区引水线路植被恢复
	
提水工程区引水线路植被恢复	提水工程区引水线路植被恢复及道路硬化
	
高位水池植被恢复 1	高位水池植被恢复 2

	
七水厂内植被恢复 1	七水厂内植被恢复 2
	
泵站区工程建成情况 1	泵站区工程建成情况 2
	
泵站区工程建成情况 3	泵站区工程建成情况 4

	
泵站区工程建成情况 5	高位水池建成情况 1
	
高位水池建成情况 2	高位水池建成情况 3
	
高位水池建成情况 4	高位水池建成情况 5

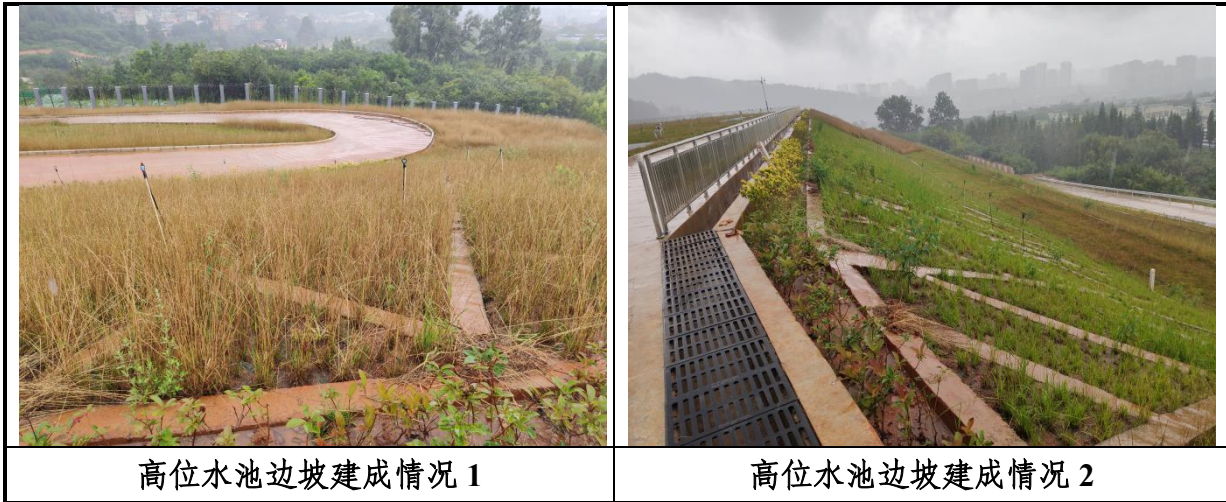


图 4-2 植物措施实施现状图

4.3 临时防治措施监测结果

4.3.1 临时措施监测方法

水土保持临时防护措施监测方法与工程措施监测方法类似，临时措施的数量以调查为主，主要由业主、施工单位及监理单位提供，水土保持监测需要对监测重点地段或重点对象的临时防护措施工程量进行实地测量，记录临时措施实施位置、时段、类型、数量以及防治效果等。临时措施的施工质量主要由监理单位确定。

4.3.2 临时措施设计情况

根据水保方案及其批复，本工程水土保持临时措施主要为：

（1）主体工程已有水土保持临时措施设计：

高位水池区基坑排水沟（简易）300m，集水井（简易）2座。

（2）水保方案新增水土保持临时措施设计：

提水工程区临时覆盖 4500m²，土袋挡墙 150m，临时排水沟 200m，固定沉沙池 1座，移动沉沙池 4座，钢板过渡带 5套；泵站区临时覆盖 4000m²，土袋挡墙 400m，临时排水沟 200m，固定沉沙池 1座，移动沉沙池 1座，车辆清洁池 1座；高位水位区临时覆盖 3000m²，土袋挡墙 150m，临时排水沟 450m，固定沉沙池 1座，车辆清洁池 1座；输电线路区临时覆盖 500m²；施工生产区临时覆盖 3000m²，土袋挡墙 200m，回填土堆存区临时挡墙 210m，临时排水沟 1100m，固定沉沙池 4座，车辆清洁池 2座。

临时措施具体设计情况详见表 4-4 和 4-5。

表 4-7 《水保方案》主体设计水土保持临时措施统计表

序号	项目	措施量		备注
		单位	数量	
一	高位水池区			
1	基坑排水沟（简易）	m	300	主体设计
2	集水井（简易）	座	2	主体设计

表 4-8 《水保方案》新增水土保持临时措施统计表

序号	分区	措施类型	单位	批复方案	备注
一	提水工程区	临时拦挡	m	150	方案新增
		临时排水沟	m	200	方案新增
		固定沉沙池	座	1	方案新增
		移动沉沙池	座	4	方案新增
		临时覆盖	m ²	4500	方案新增
		钢板过渡带	套	5	方案新增
二	泵站区	临时拦挡	m	400	方案新增
		临时覆盖	m ²	4000	方案新增
		砖砌排水沟	m	200	方案新增
		固定沉沙池	座	1	方案新增
		移动沉沙池	座	1	方案新增
		车辆清洗池	座	1	方案新增
三	高位水池区	临时拦挡	m	150	方案新增
		临时覆盖	m ²	3000	方案新增
		临时排水沟	m	450	方案新增
		固定沉砂池	座	1	方案新增
		车辆清洗池	座	1	方案新增
四	输电线路区	临时覆盖	m ²	500	方案新增
五	施工生产区	临时拦挡	m	200	方案新增
		临时覆盖	m ²	3000	方案新增
		临时排水沟	m	1100	方案新增
		车辆清洗池	座	2	方案新增
		固定沉砂池	座	4	方案新增
		回填土堆存区临时挡墙	m	210	方案新增

4.3.3 临时措施实施情况监测结果

根据现场监测及查阅施工单位施工资料、监理单位、建设单位结算等方面的资料，主体工程施工期间，实际采取的临时防护措施主要为：

提水工程区临时覆盖 4900m²，土袋挡墙 160m，临时排水沟 220m，移动沉沙池 2 座，钢板过渡带 4 套；泵站区临时覆盖 4500m²，土袋挡墙 350m，临时排水沟 200m，固定沉沙池 1 座；高位水位区临时覆盖 19240m²，土袋挡墙 165m，临时排水沟 520m，固定沉沙池 1 座，高位水池区基坑排水沟（简易）300m，集水井（简易）2 座；输电线路区临时覆盖 550m²；施工生产区临时覆盖 3250m²，土袋挡墙 180m，回填土堆存区临时挡墙 240m，临时排水沟 1140m，固定沉沙池 1 座。

方案设计临时措施与实际实施对比详见下表。

表 4-9 水土保持临时措施实际实施与设计情况对比统计表

序号	分区	措施类型	单位	批复方案	实际实施	变化情况	变化原因
一	提水工程区	临时拦挡	m	150	160	10	根据施工阶段实际需要，对沉砂池和车辆清洗池等措施进行优化调整，临时措施量相应减少；临时覆盖、临时排水等措施较方案有所增加，较好的防治了水土流失；高位水池在进行植被恢复时采用临时土工布覆盖，临时覆盖面积大幅增加。
		临时排水沟	m	200	220	20	
		固定沉沙池	座	1	0	-1	
		移动沉沙池	座	4	2	-2	
		临时覆盖	m ²	4500	4900	400	
		钢板过渡带	套	5	4	-1	
二	泵站区	临时拦挡	m	400	350	-50	
		临时覆盖	m ²	4000	4500	500	
		砖砌排水沟	m	200	200	0	
		固定沉沙池	座	1	1	0	
		移动沉沙池	座	1	0	-1	
		车辆清洗池	座	1	0	-1	
三	高位水池区	临时拦挡	m	150	165	15	
		临时覆盖	m ²	3000	19240	16240	
		临时排水沟	m	450	520	70	
		固定沉砂池	座	1	1	0	
		车辆清洗池	座	1	0	-1	
		基坑排水沟（简易）（主体）	m	300	320	20	

序号	分区	措施类型	单位	批复方案	实际实施	变化情况	变化原因
		集水井（简易）（主体）	座	2	2	0	
四	输电线路区	临时覆盖	m ²	500	550	50	
五	施工生产区	临时拦挡	m	200	180	-20	
		临时覆盖	m ²	3000	3250	250	
		临时排水沟	m	1100	1140	40	
		车辆清洗池	座	2	0	-2	
		固定沉砂池	座	4	1	-3	
		回填土堆存区临时挡墙	m	210	240	30	

临时措施实际实施主要是根据施工时实际情况，各分区对于雨季雨天必要情况采取了相应的临时覆盖、临时拦挡、临时排水、临时沉沙等措施，这些临时措施的实施对于施工期间水土流失的防治起到了很大的作用，大大降低了因工程建设造成的水土流失。

临时措施实时照片如下：

	
提水工程区引水线路临时密目网覆盖	提水工程区引水线路临时土袋挡墙
	
泵站区临时排水沟 1	泵站区临时沉砂池

	
泵站区砖砌排水沟 1	泵站区砖砌排水沟 2
	
泵站区临时密目网覆盖 1	泵站区临时密目网覆盖 2
	
提水工程区钢板过渡带	泵站区临时密目网覆盖 3



图 4-3 临时措施实施情况照片展示

4.4 水土保持措施防治效果

经现场监测，截止目前，各个分区基本按照水保方案中的设计要求进行了工程措施、植物措施和临时措施的实施，通过监测可知，工程各个分区所实施的工程措施、植物措施及临时措施，在项目施工建设过程中较好的防治了项目水土流失的发生，发挥出相应的水土保持效益。

本项目的水土保持措施按监测分区汇总了水保方案设计工程措施、植物措施、临时措施等实施情况，具体详见下表。

表 4-10 水土保持措施监测情况统计表

序号	防治分区	防治措施类型		单位	批复方案	实际实施	变化情况	备注
一	提水工程区	工程措施	表土剥离	m ³	4900	4700	-200	结合施工现场实际，占地减少，表土剥离量和覆土量略有减少，M7.5 浆砌石护坡量优化调整，工程量减少。
			覆土	m ³	4900	4700	-200	
			M7.5 浆砌石护坡（主体）	m ³	200	60	-140	
		植物措施	景观绿化	hm ²	1.38	1.38	0	结合施工现场实际，占地减少，迹地恢复植物措施工程量减少。
			迹地恢复	hm ²	1.22	0.86	-0.36	
			苗木移植	株	450	450	0	
			复耕（主体）	hm ²	0.22	0.22	0	
		临时措施	临时拦挡	m	150	160	10	临时措施根据施工实际需要实施。
			临时排水沟	m	200	220	20	
			固定沉沙池	座	1	0	-1	
			移动沉沙池	座	4	2	-2	
			临时覆盖	m ²	4500	4900	400	

序号	防治分区	防治措施类型		单位	批复方案	实际实施	变化情况	备注
			钢板过渡带	套	5	4	-1	
二	泵站区	工程措施	表土剥离	m ³	1790	2090	300	结合施工现场实际，表土剥离量和覆土量略有增加，新增泵站四周混凝土排水沟。
			覆土	m ³	1790	2090	300	
			基坑排水沟（主体）	m	650	630	-20	
			集水井（主体）	座	4	4	0	
			泵站四周排水沟（主体）	m	0	334	334	
		植物措施	景观绿化	hm ²	0.35	0.28	-0.08	结合施工现场实际，泵站区景观绿化面积减少，新增植草砖铺设措施。
			植草砖铺设	m ²	0	1323	1323	
		临时措施	临时拦挡	m	400	350	-50	临时措施根据施工实际需要实施。
			临时覆盖	m ²	4000	4500	500	
			砖砌排水沟	m	200	200	0	
			固定沉沙池	座	1	1	0	
			移动沉沙池	座	1	0	-1	
			车辆清洗池	座	1	0	-1	
三	高位水池区	工程措施	表土剥离	m ³	7590	8290	700	结合施工现场实际，表土剥离量和覆土量略有增加，新增高位水池边坡 C25 网格梁混凝土措施。
			覆土	m ³	7590	8290	700	
			进场道路排水沟（主体）	m	365	365	0	
			边坡及四周排水沟（主体）	m	450	450	0	
			边坡 C25 网格梁混凝土（主体）	m ³	0	283	283	
		植物措施	行道树	m	365	365	0	结合施工现场实际，高位水池区植被恢复面积略有减少，新增植生袋和植草砖铺设措施。
			植被恢复	hm ²	2.02	2.01	-0.01	
			植生袋	m ³	0	1220	1220	
			六角植草砖	m ²	0	1484	1484	
		临时措施	临时拦挡	m	150	165	15	临时措施根据施工实际需要实施；高位水池区在进行植被恢复时采用临时土工布覆盖，临时覆盖面积大幅增加。
			临时覆盖	m ²	3000	19240	16240	
			临时排水沟	m	450	520	70	
			固定沉砂池	座	1	1	0	
			车辆清洗池	座	1	0	-1	

序号	防治分区	防治措施类型		单位	批复方案	实际实施	变化情况	备注
			基坑排水沟（简易）（主体）	m	300	320	20	
			集水井（简易）（主体）	座	2	2	0	
四	输电线路区	植物措施	植被恢复	hm ²	0.3	0.3	0	/
		临时措施	临时覆盖	m ²	500	550	50	临时措施根据施工实际需要实施。
五	施工生产区	工程措施	表土剥离	m ³	2700	2700	0	/
		植物措施	植被恢复	hm ²	1.63	1.5	-0.13	结合施工现场实际，占地减少，迹地恢复植物措施工程量减少。
			复耕（主体）	hm ²	4.9	4.9	0	
		临时措施	临时拦挡	m	200	180	-20	临时措施根据施工实际需要实施。
			临时覆盖	m ²	3000	3250	250	
			临时排水沟	m	1100	1140	40	
			车辆清洗池	座	2	0	-2	
			固定沉砂池	座	4	1	-3	
			回填土堆存区临时挡墙	m	210	240	30	

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

本项目水土保持监测进场略有滞后，根据施工、监理等资料可知，本项目从 2020 年 1 月至 2020 年 8 月为主体工程施工期，绿化工程于 2020 年 9 月至 2020 年 12 月施工；自然恢复期时段为 2021 年 1 月至 2021 年 10 月。截止目前，本工程扰动地表面积共 14.77hm²，施工期间产生水土流失面积 14.77hm²，自然恢复期水土流失面积 11.72hm²；具体统计和划分情况详见下表。

表 5-1 扰动及水土流失面积统计表

序号	分区名称	扰动面积 (hm ²)	施工期水土流失面积 (hm ²)	自然恢复期水土流失面积 (hm ²)
一	提水工程区	5.05	5.05	2.46
	取水口	0.03	0.03	0
	引水线路区	5.02	5.02	2.46
二	泵站区	0.49	0.49	0.28
三	高位水池区	2.53	2.53	2.28
四	输电线路区	0.3	0.3	0.3
五	施工生产区	6.4	6.4	6.4
合计		14.77	14.77	11.72

5.2 土壤流失量

5.2.1 施工期土壤流失量

根据实际施工进度，主体工程于 2020 年 1 月至 2020 年 8 月，绿化工程于 2020 年 9 月至 2020 年 12 月施工。由于水土保持监测介入时间稍晚，前期土壤流失量无法测算，因此，监测单位通过相关水土保持监测经验以及结合施工单位、监理单位的相关资料，利用类比法总结获取了 2020 年 1 月-2020 年 4 月监测时段项目各分区的平均土壤侵蚀模数，并通过实际监测获取施工期各个分区后期（2020 年 5 月-2020 年 12 月）不同时段的水土流失面积，施工期间不同时段各分区水土流失面积详见下表。通过计算，施工期间本工程水土流失量约为 324.93t。

表 5-2 本项目施工期土壤流失量汇总表

序号	项目分区	施工期年份	侵蚀面积 (hm ²)	平均侵蚀模 数 (t/(km ² a))	时段 (a)	水土流失量 (t)
一	提水工程区		5.08			87.31
	取水口	2020 年 1 月-2020 年 4 月	0.03	1600	0.33	0.16
		2020 年 5 月-2020 年 6 月	0.03	1400	0.33	0.14
	引水线路区	2020 年 1 月-2020 年 4 月	5.02	2800	0.33	46.85
		2020 年 5 月-2020 年 6 月	5.02	2400	0.33	40.16
二	泵站区	2020 年 1 月-2020 年 4 月	0.49	4000	0.33	6.53
		2020 年 5 月-2020 年 12 月	0.49	3500	0.67	11.43
三	高位水池区	2020 年 1 月-2020 年 4 月	2.53	5000	0.33	42.17
		2020 年 5 月-2020 年 10 月	2.53	4500	0.33	37.95
四	输电线路区	2020 年 2 月-2020 年 4 月	0.30	1500	0.67	3.00
五	施工生产区	2020 年 1 月-2020 年 4 月	6.40	2400	0.33	51.20
		2020 年 5 月-2020 年 12 月	6.40	2000	0.67	85.33
合计			14.8			324.93

5.2.2 自然恢复期土壤流失量

根据工程完工时间，自然恢复期时段为 2020 年 7 月至 2021 年 10 月，共经历 1.67 个雨季。自然恢复期主体工程均已完成，不存在新扰动面积，水土流失量较小，利用类比法总结得出该时段项目各分区的平均土壤侵蚀模数。自然恢复期土壤流失面积为 11.72hm^2 ，通过监测计算分析，此阶段土壤流失量为 68.60t，具体详见下表。

表 5-3 本项目自然恢复期土壤流失量汇总表

序号	项目分区	自然恢复期年份	侵蚀面积 (hm^2)	平均侵蚀模数 ($\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$)	时段 (a)	水土流失量 (t)
一	提水工程区		2.46			20.50
	引水线路区	2020 年 7 月-2021 年 10 月	2.46	500	1.67	20.50
二	泵站区	2021 年 1 月-2021 年 10 月	0.28	500	1	1.38
三	高位水池区	2020 年 11 月-2021 年 10 月	2.28	500	1	11.42
四	输电线路区	2020 年 5 月-2021 年 10 月	0.30	600	1.83	3.30
五	施工生产区	2021 年 1 月-2021 年 10 月	6.40	500	1	32.00
合计			11.72			68.60

5.2.3 土壤流失汇量

本项目施工期和自然恢复期（自 2020 年 1 月至 2021 年 10 月），共造成土壤流失量为 393.53t。土壤流失量主要发生在扰动剧烈地段，水土流失主要时段为雨季施工期。土壤流失量汇总情况见下表。

表 5-4 土壤流失量汇总表

序号	项目分区		年份		土壤流失量（t）
一	提水工程 区	取水口	建设期	2020 年 1 月-2020 年 6 月	0.30
		引水线路区	建设期	2020 年 1 月-2020 年 6 月	87.01
			自然恢复期	2020 年 7 月-2021 年 10 月	20.50
	小计				107.81
二	泵站区		建设期	2020 年 1 月-2020 年 12 月	17.97
			自然恢复期	2021 年 1 月-2021 年 10 月	1.38
	小计				19.34
三	高位水池区		建设期	2020 年 1 月-2020 年 10 月	80.12
			自然恢复期	2020 年 11 月-2021 年 10 月	11.42
	小计				91.54
四	输电线路区		建设期	2020 年 2 月-2020 年 4 月	3.00
			自然恢复期	2020 年 5 月-2021 年 10 月	3.30
	小计				6.30
五	施工生产区		建设期	2020 年 1 月-2020 年 12 月	136.53
			自然恢复期	2021 年 1 月-2021 年 10 月	32.00
	小计				168.53
合计					393.53

5.3 取土（石、料）弃土（石、渣）潜在土壤流失量

根据查阅本项目施工资料、监理资料，经统计，本工程施工过程中实际土石方开挖总量为 21.02 万 m³（其中土石方开挖 17.23 万 m³，表土剥离 1.78 万 m³，浆砌石拆除 0.53 万 m³，河道清淤 1.47 万 m³），回填土石方总量为 12.20 万 m³（场地回填 0.49 万 m³，基础回填 9.79 万 m³，石方利用 0.13 万 m³，表土回填 1.78 万 m³），产生弃渣 8.82 万 m³，弃渣全部运至云南玮泉房地产开发有限公司杉松园永久弃土场集中堆存（协议附后）。

弃渣堆存过程中的水土流失由接收方负责治理。因此，本工程建设防治责任范围内不存在弃土弃渣潜在土壤流失的情况。

5.4 水土流失危害

通过监测发现，本项目在施工过程中未发生重大水土流失危害。

本工程施工过程中，制定了水土流失防治方案，加强了项目建设期水土保持工作，随着主体建筑物的建设完毕、项目区 M7.5 浆砌石护坡、边坡 C25 网格梁混凝土、混凝土排水沟、景观绿化、植被恢复以及临时防护等措施实施，有效降低了降雨和径流对地表的侵蚀，减少了水土流失，美化了项目区环境，使项目区水土流失状况得到控制和改善。根据水土保持监测情况、走访工程区周围群众、查阅施工、监理等资料，项目从建设期至今，没有水土流失危害事件的发生，建设期实施的各项水保措施均发挥了一定的作用，各项水保措施的实施，对于控制项目建设过程中水土流失的防治起到了关键的作用。

6 水土流失防治效果监测结果

本工程水土保持措施的实施主要是为了防止项目区的水土流失，确保项目区建筑物安全、保障安全运行、绿化美化项目区环境。根据方案编制的指导思想、原则和对项目区水土流失防治执行的等级标准，结合有关规定要求，项目区水土流失六项防治指标监测分析如下：

6.1 水土流失治理度

水土流失治理度：项目水土流失防治责任范围内水土流失治理达标面积与水土流失总面积百分比值。

经现场调查监测，项目建设区施工期间产生了水土流失面积 12.69hm^2 ，实际完成水土流失治理面积 12.67m^2 ，水土流失总治理度为 99.86% ，达到了水土保持方案拟定的 97% 的防治目标值。详见下表。

表 6-1 水土流失治理度计算表

防治分区	项目建设区面积 (hm^2)	扰动面积 (hm^2)	水土流失总面积 (hm^2)	水土流失治理达标面积 (hm^2)						水面 (hm^2)	水土流失治理度 (%)
				构筑物	永久路面	林草措施面积	复耕	工程措施面积	小计		
提水工程区	5.05	5.05	2.97	0.03	0.46	2.24	0.22	0.01	2.96	2.08	
取水口	0.03	0.03	0.03	0.03					0.03		100.00
引水线路区	5.02	5.02	2.94		0.46	2.24	0.22	0.01	2.93	2.08	99.66
泵站区	0.49	0.49	0.49	0.06		0.41		0.02	0.4873		99.45
高位水池区	2.53	2.53	2.53		0.24	2.28			2.52		99.80
输电线路区	0.3	0.3	0.3			0.3			0.3		100.00
施工生产区	6.4	6.4	6.4			1.5	4.9		6.4		100.00
合计	14.77	14.77	12.69	0.09	0.7	6.73	5.12	0.03	12.67	2.08	99.86

6.2 土壤流失控制比

根据本工程水土保持方案，参考工程所在区域的土壤侵蚀类型和强度，本项目区的土壤容许流失量为 $500\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。

经现场调查监测，经过治理后，本工程建设区内土壤侵蚀强度为 $445/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ ，

土壤流失控制比为 1.12，达到批复的水土保持方案确定的 1.0 防治目标值。

6.3 渣土防护率

渣土防护率指项目水土流失防治责任范围内采取措施实际挡护的永久弃渣、临时堆土数量占永久弃渣和临时堆土总量的百分比。

经调查分析及建设提供的相关资料，并结合现场调查监测，产生的总弃渣量 8.82 万 m^3 （自然方），运至云南玮泉房地产开发有限公司杉松园永久弃土场集中堆存，不设弃渣场；施工过程中临时堆土量共计 2.70 万 m^3 （自然方），实际挡护临时对土量 2.69 万 m^3 。因此，本项目渣土防护率达到 99.91%，达到水土保持方案确定的 94%目标值。

6.4 表土保护率

表土保护率指项目水土流失防治责任范围内保护的表土数量占可剥离表土总量的百分比。

本项目对项目区内林地、草地、园地、城市绿化等在开工前进行表土剥离，结合现场调查监测结果，本项目可剥离表土 17780 m^3 ，实际施工过程中共剥离表土 17780 m^3 ，并对临时堆存的表土采取了临时挡墙、临时排水及临时覆盖等保护措施，表土保护率达到 99.99%，达到水土保持方案确定的 95%目标值。

6.5 林草植被恢复率

林草植被恢复率：项目水土流失防治责任范围内林草类植被面积占可恢复林草植被面积的百分比。

经现场调查监测，本工程可绿化面积 6.75 hm^2 ，实际恢复的林草植被面积 6.73 hm^2 。经计算，林草植被恢复率为 99.74%，达到批复的水土保持方案确定的 96%防治目标值。

表 6-2 林草植被恢复率和林草覆盖率计算表

序号	防治分区	项目建设区面积 (hm ²)	可恢复植被面积 (hm ²)	已恢复植被面积 (hm ²)	林草植被恢复率 (%)	林草覆盖率 (%)
一	提水工程区	5.05	2.25	2.24		
	取水口	0.03				
	引水线路区	5.02	2.25	2.24	99.56	44.62
二	泵站区	0.49	0.41	0.41	99.34	83.12
三	高位水池区	2.53	2.29	2.28	99.77	90.31
四	输电线路区	0.3	0.30	0.30	100.00	100.00
五	施工生产区	6.4	1.50	1.50	100.00	23.44
	合计	14.77	6.75	6.73	99.74	45.58

6.6 林草覆盖率

林草覆盖率：项目水土流失防治责任范围内林草类植被面积占总面积的百分比。

经现场调查监测，本工程项目建设区面积为 14.77hm²，项目区实际林草植被面积 6.73hm²，林草覆盖率为 45.58%，达到批复方案确定的目标值 23%。林草覆盖度详见表 6-2。

7 结论

7.1 水土流失动态变化

水土流失是一个动态变化过程，其强度也是动态变化的，随着基础施工建设的开始，水土流失强度增强，通过水土保持措施的治理又得到控制；到工程建设尾期，水土流失强度将减小，在各项水土保持措施较好的发挥作用下将降低到最小。

根据批复的水土保持方案报告书，设计水平年，六大防治目标指标值分别为：水土流失治理度 97%，土壤流失控制比 1.0，渣土防护率 94%，表土保护率 95%，林草植被恢复率 96%，林草覆盖率 23%。根据监测结果分析计算，最终水土流失治理度 99.86%，土壤流失控制比 1.12，渣土防护率 99.91%，表土保护率 99.99%，林草植被恢复率 99.74%，林草覆盖率 45.58%。各项指标均已达到并超过了一级防治标准和方案的目标值。达标情况详见下表。

表 7-1 防治目标达标情况表

序号	指标名称	单位	方案目标值	一级标准值	监测结果
1	水土流失治理度	%	91	91	99.86
2	土壤流失控制比		1.0	1.0	1.12
3	渣土防护率	%	94	94	99.91
4	表土保护率	%	95	95	99.99
5	林草植被恢复率	%	96	96	99.74
6	林草覆盖率	%	23	23	45.58

牛栏江滇池补水出口（瀑布公园）-七水厂-松华坝连通应急工程在工程建设过程中，因人为对原地形地貌和地表的扰动和破坏，不可避免地产生了一定的新增水土流失，主要表现为面蚀等，其中在施工期的流失强度相对集中。牛栏江滇池补水出口（瀑布公园）-七水厂-松华坝连通应急工程在建设过程中的水土保持临时工程措施、永久工程措施的实施对工程建设期防止水土流失起着至关重要的作用。根据现场调查与监测结果，本项目实施水土保持措施后，运行良好，并持续发挥作用，水土流失强度逐渐降低，区域内总体上目前不存在水土流失。

工程建成后，不存在新的地表扰动，项目区域内施工活动停止，随着主体建筑物的建设完毕、项目区 M7.5 浆砌石护坡、边坡 C25 网格梁混凝土、混凝土排水沟、景观绿化、植被恢复以及临时防护等措施实施，有效降低了降雨和径流对地表的侵蚀，减

少了水土流失，美化了项目区环境，已实施的水保措施将继续发挥其重要水土保持作用，工程区内水土流失情况进一步降低，目前多数区域的水土流失强度在微度范围内，与周边环境基本一致。

7.2 水土保持措施评价

根据建设单位提供的结算资料、施工单位施工资料及监理单位监理资料，结合现场水土保持监测调查，项目区实施的水土保持措施主要为（主体设计和方案新增）：

（1）实施的工程措施：提水工程区：浆砌石护坡 60m^3 ，表土剥离 4700m^3 ；泵站区：基坑排水沟 630m 、集水井 4 座，表土剥离 2090m^3 ，覆土 2090m^3 ，泵站四周排水沟 334m ；高位水池区：表土剥离 8290m^3 ，覆土 8290m^3 ，进场道路排水沟 365m 、边坡及外围排水沟 450m ，边坡 C25 网格梁混凝土 283m^3 ；施工生产区表土剥离 2700m^3 。

（2）实施的植物措施：提水工程区景观绿化 1.38hm^2 、迹地恢复 1.22hm^2 、苗木移植 450 株、复耕 0.22hm^2 ；泵站区景观绿化 0.35hm^2 ；高位水池区植被恢复 2.02hm^2 ，栽植行道树 365 株；输电线路区植被恢复 0.30hm^2 ；施工生产区植被恢复 1.63hm^2 、复耕 4.90hm^2 。

（3）实施的临时措施：提水工程区临时覆盖 4900m^2 ，土袋挡墙 160m ，临时排水沟 220m ，移动沉沙池 2 座，钢板过渡带 4 套；泵站区临时覆盖 4500m^2 ，土袋挡墙 350m ，临时排水沟 200m ，固定沉沙池 1 座；高位水池区临时覆盖 19240m^2 ，土袋挡墙 165m ，临时排水沟 520m ，固定沉沙池 1 座，高位水池区基坑排水沟（简易） 300m ，集水井（简易）2 座；输电线路区临时覆盖 550m^2 ；施工生产区临时覆盖 3250m^2 ，土袋挡墙 180m ，回填土堆存区临时挡墙 240m ，临时排水沟 1140m ，固定沉沙池 1 座。

这些水保措施的实施对于项目建设过程中水土流失的防治起到了非常重要的作用，已实施的各项水保措施运行良好，发挥了各项水保措施的水土保持功能。

7.3 存在问题及建议

牛栏江滇池补水出口（瀑布公园）-七水厂-松华坝连通应急工程目前已经全部完工，经过对本项目的监测，建设单位高度重视项目建设过程中的水土保持工作，在工程建设过程中基本按照《水保方案》及其批复文件组织落实相关水土流失防治工作，如 M7.5 浆砌石护坡、边坡 C25 网格梁混凝土、混凝土排水沟、景观绿化、植被恢复、临时覆盖、临时拦挡、临时排水沟、临时沉砂池等措施，对本项目施工过程中的水土

流失防治起到了积极作用。经过监测现场调查，本项目实施过程中存在的以下主要问题：

（1）水保监测单位介入时间略有滞后，项目施工前期的背景值调查无法进行，导致工程前期建设水土保持监测资料不够完善。

（2）施工过程中部分区域临时措施实施不够及时。

（3）水保相关资料存档不是很齐全完备，建议建设单位会同施工单位、监理单位等参建单位及时收集水保相关资料，以备水行政主管部门执法检查、水保设施验收、财务审计等使用。

针对以上存在的问题，提出建议如下：

（1）在建设单位建设的其他项目过程中，需要尽早进行水土保持监测工作的委托，需加强表土剥离收集、临时覆盖、临时排水、临时拦挡等临时措施及时实施。

（2）加强水保相关资料的存档，以备水行政主管部门执法检查、水保设施验收、财务审计等使用。

（3）平时加强已完成水保设施的维护管理。

7.4 综合结论

根据项目水土保持监测，从土壤侵蚀背景状况及监测结果的分析可以看出，建设单位和施工单位重视水土保持和生态保护工作，基本按照设计实施各种预防保护措施。通过分析监测成果，可以得出以下总体结论：

（1）建设单位高度重视水土保持工作，表现在有专门的机构和人员负责与协调水土保持工作，并制定了相应制度和规范来指导和约束水土保持工作；建设单位在施工中期、投产运营前主持召开了相关水保工作协调座谈会，督促施工单位做好施工过程中的水土保持工作。

（2）项目在建设过程中产生了一定面积的地表扰动，造成了新的水土流失，但建设单位采取一系列的水土保持措施，使水土流失降到最低程度，项目建设期没有因工程建设施工扰动造成大面积水土流失和危害。

（3）依据《水土保持方案》的措施设计，开展了相应的水土保持工作，如按照设计在项目区实施了 M7.5 浆砌石护坡、边坡 C25 网格梁混凝土、混凝土排水沟、景观绿化、植被恢复、临时覆盖、临时拦挡、临时排水沟、临时沉砂池等措施，在施工过程

中实施了临时措施，目前主体工程水土保持措施和新增水土保持措施运行良好，起到了良好的水土保持效果。

（4）通过监测单位牛栏江滇池补水出口（瀑布公园）—七水厂—松华坝连通应急工程监测组的监测数据显示，该项目的水土保持措施效益指标均达到了水保方案及规范标准中的设计要求。

目前，所完成的各项防治、治理措施达到水土保持方案的设计标准要求，各项工程措施保存完整，防治措施取得了良好的防治效果，达到了水土保持设施验收的条件。