

水保监测（渝） 字 第 0020 号

重庆市巫溪县双通引水工程渠首枢纽 水土保持监测总结报告

建设单位：重庆市渝宁水利水电开发有限责任公司

监测单位：重庆市智创水土保持科技开发有限公司

二〇一八年七月



生产建设项目水土保持监测单位水平评价证书

(副本)

单位名称：重庆市智创水土保持科技开发有限公司

法定代表人：蒲力

单位等级：★(1星)

证书编号：水保监测(渝)字第 0020 号

有效期：自 2018 年 1 月 1 日至 2020 年 12 月 31 日

发证机构：

发证时间：2018 年 1 月 1 日



项目名称：重庆市巫溪县双通引水工程渠首枢纽

单位地址：重庆市渝北区龙溪街道新南路 11 号

邮政编码：401147

联系人：冯松

联系电话：023-67530991

电子邮箱：330930293@qq.com

重庆市巫溪县双通引水工程渠首枢纽

水土保持监测总结报告

批 准： 总经理

核 定： 工程师

审 查： 工程师

校 核： 工程师

项目负责人： 工程师

编 写： 工程师（第 4、5、6、7 章）

助理工程师（第 1、2、3 章）

目录

前言	1
1、建设项目及水土保持工作概况	3
1.1 建设项目概况	3
1.2 水土保持工作情况	6
1.3 监测工作实施情况	7
2、监测内容和方法	15
2.1 水土流失调查报告	15
2.2 水土流失主要影响因子——气象因子监测	15
2.3 项目区水土流失背景值监测	15
2.4 项目建设水土流失状况监测	15
2.5 水土保持措施实施情况	16
2.6 水土保持措施实施效果	17
3、重点对象水土流失动态监测	18
3.1 防治责任范围监测	18
3.2 弃渣监测结果	20
4、水土流失防治措施监测结果	24
4.1 枢纽工程	24
4.2 交通道路	24
4.3 料场	25
5、土壤流失情况监测	30
5.1 侵蚀单元的划分	30
5.2 各侵蚀单元侵蚀模数	30
5.3 土壤流失量	32
6、水土流失防治效果监测结果	35
6.1 扰动土地整治率	35
6.2 水土流失总治理度	35
6.3 拦渣率与弃渣利用情况	36
6.4 土壤流失控制比	36
6.5 林草植被恢复率	36
6.6 林草覆盖率	36
7、结论	38
7.1 水土流失动态变化	38
7.2 水土保持措施评价	38
7.3 存在问题及建议	38
7.4 综合结论	39
附件:	

附件 1 可行性研究报告的批复

附件 2 水土保持方案批复

附件 3 初步设计批复

附件 4 项目征占地协议

附件 5 项目建设过程中各阶段批文

附图：

1、项目水土保持监测点布设图

前言

1、工程概况

双通引水工程渠首枢纽位于重庆市巫溪县大宁河左岸一级支流巴岩子河上游长岩屋处（坝址在巫溪县双阳乡小阳板河段长岩屋处）。距巫溪县城 47Km，有山区公路通至坝址。该工程是一项与双通引水一期工程的配套工程，以农业灌溉为主，兼有农村人畜引水和发电等综合利用效益。

坝址以上流域面积 17.5km²，总库容为 234.3 万 m³，正常蓄水库容为 203 万 m³，调节库容为 161 万 m³，死库容为 42 万 m³。水库正常蓄水水位△ 1277.00m，死水位△ 1250.00m，灌溉面积 5.07 万亩，供牲畜引水 2.7 万头，供水人口 2.2 万人，装机容量 2×1000kw.h。

工程前期项目于 2003 年 5 月开工建设，主体工程于 2012 年 5 月基本全面完工，水土保持工程于 2017 年 11 月完工。工程概算总投资 4787.41 万元，其中建筑工程投资 2946.52 万元。工程实际完成投资 2.03 亿元。

2、水土保持方案编报及批复情况

2001 年 3 月，原项目建设单位巫溪县双通引水工程管理处委托重庆市水土保持生态环境监测总站编制完成《重庆市巫溪县双通引水工程渠首枢纽水土保持方案报告书》（报批稿）；同年 3 月，重庆市水利局以《关于巫溪县双通引水工程渠首枢纽水土保持方案的批复》（渝水保复[2001]14 号）对工程水土保持方案报告书予以批复。

3、水土保持监测工作开展情况

为贯彻落实《中华人民共和国水土保持法》等相关规定，2011 年 7 月，建设单位重庆市渝宁水利水电开发有限责任公司委托我公司承担本项目的水土保持监测工作。正式接受委托后，我公司成立了项目监测组，于 2011 年 7 月~2017 年 12 月先后多次对本工程扰动地表情况、水土流失及防治情况、措施运行效果等开展现场监测工作，布设监测样方，收集工程资料及监测数据，并配合水行政主管部门开展水土保持执法检查。

按照相关规范，监测组及时提交水土保持监测简报、监测年度报告等成果，并根据现场情况向建设单位提出完善各项水土保持措施的建议。2018 年 6 月，监测组汇总工程监测资料，编制完成《重庆市双通引水工程渠首枢纽水土保持监

测总结报告》。

4、水土保持措施实施情况

截止 2018 年 6 月，双通引水工程渠首枢纽实施完成的水土保持措施为：

渣场完成措施量为：挡墙 2083.53m³，排水沟 34.46m³，灌木栽植 430 株。

大坝厂房管理房完成措施量为：挡墙 582.20m³，排水沟 46.44m³，浆砌块石明渠 2155.81m³，灌木 1110 株，种植土回填 745.45m³。

交通道路完成措施量为：箱涵工程 3 处，挡墙 667.72m³。

料场完成措施量为：刺槐 790 株，撒播种草 11kg，排水沟 115.32m³。

5、水土流失防治效果

根据监测结果及相关资料分析，双通引水工程渠首枢纽建设期的实际防治责任范围为 18.10hm²，其中坝枢工程区占地 6.71hm²，料场 0.19hm²，交通道路 6.87hm²，水库淹没区 4.33hm²。

本工程实际建设过程中，实际土石方开挖 14.35 万 m³，填筑方 1.12 万 m³，弃渣量为 13.23 万 m³。

截止 2018 年 6 月，本项目建设对水土保持工作较为重视，通过各项防治措施的实施，使项目区内扰动土地整治率 99.3%，水土流失总治理度 98.0%，土壤流失控制比 1.03，拦渣率 99.00%，林草植被恢复率 99.2%，林草覆盖率 19.5%。

通过监测，双通引水工程渠首枢纽的建设基本按照主体工程和水土保持方案的设计要求开展了水土流失防治工作。针对目前本项目的水土保持工作而言，主要是做好弃渣场和管道槽等区域水土保持措施的完善工作，对已实施的水土保持措施进行管护及养护，避免被人为破坏和管护不当而丧失其功能。

1、建设项目及水土保持工作概况

1.1 建设项目概况

1.1.1 项目基本情况

双通引水工程渠首枢纽位于重庆市巫溪县大宁河左岸一级支流巴岩子河上游长岩屋处（坝址在巫溪县双阳乡小阳板河段长岩屋处）。距巫溪县城 47km，有山区公路通至坝址。

本水利枢纽工程等别为 IV 等，大坝和泄水建筑物的级别为 4 级，渠首及渠系建筑物的级别为 5 级，电站厂房的级别为 5 级。其主要建筑物挡水双曲拱坝、溢流坝、取水塔工程等级为 4 级。

工程实际土石方开挖 14.35 万 m^3 ，填筑方 1.12 万 m^3 ，弃渣量为 13.23 万 m^3 。

弃渣量主要来源于砼拱坝工程石方弃方 95745.30 m^3 ；灌浆平洞弃方 3272.471 m^3 ；1#主机段弃方 98.095 m^3 ；2#主机段弃方 913.828 m^3 ；压力管道土石方开挖 13287.098 m^3 ，20%的大石块用于挡墙砌筑；压力管道弃方为 10629.678 m^3 ；主副厂房土弃方 13092.5 m^3 ；厂区交通及绿化弃方 205.059 m^3 ；双通引水建筑物总挖方为 16754.094 m^3 ，20%的大石块用于挡墙砌筑，30%的石料用于砂石料生产，实际弃方为 8377.047 m^3 。

本项目实际占地面积 18.10 hm^2 ，各分区占地如下：坝枢工程区占地 6.71 hm^2 ，料场 0.19 hm^2 ，交通道路 6.87 hm^2 ，水库淹没区 4.33 hm^2 。

工程主要包括主体工程和施工辅助工程布置两部分组成。

一、主体工程

双通调蓄水库工程等别为 IV 级小（一）型调节水库工程，主要建筑物挡水拱坝、溢流坝、取水闸、引水渠、配套电站等。枢纽建筑物中挡水建筑物、泄水建筑物（坝体顶部表孔溢流）为 4 级；消能防冲及其它次要建筑物为 5 级；临时建筑物为 5 级，引水建筑物为 4 级建筑物。

1.挡水混凝土双曲拱坝

大坝为 C20 砼双曲拱坝，呈对称布置。坝顶高程 1281.9m；坝底高程 1201.80m，坝顶长 111.6m，坝顶宽 3m，坝底厚 17.6m，最大坝高 80.10m。坝下游面分别在高程 1230m、1256m 布置坝后观测桥。坝基采用固结灌浆处理，其孔深至基岩面 6m，基础防渗采用帷幕灌浆，在 1230m、1256m、1281.9m 高程处设灌浆平洞，

1230m 和 1256m 高程处左右岸灌浆平洞各长 40m，坝顶 1281.9m 高程处右坝肩灌浆平洞长 60m，左坝肩灌浆平洞 80m。帷幕孔距 1.5m，排距 1.5m，帷幕范围两岸按照渗透剖面 3 吕荣线控制，坝基按小于 2 吕荣线控制帷幕灌浆总进尺 9968m。

2. 泄水建筑物

泄洪建筑物为坝体表孔溢流，跌流消能。消能堰采用 WES 实用堰，堰顶高程 1277.00m，跌坎高程 1271.00m，溢流堰净宽 25m，设 3 孔（2 孔 8m，1 孔 9m），无闸自由泄流。最大下泄流量 $226\text{m}^3/\text{s}$ ，消能防冲按 20 年一遇洪水设计，相应下泄流量 $204\text{m}^3/\text{s}$ ，校核水位时最大射距 20.7m。在大坝下游 45m 处布置消能副坝，坝顶高程 1214.00m，在拱坝与消能副坝之间采用护坦及海漫形式对河床进行保护，护坦长 60m，上宽 14.6m，下宽 10.2m，护坦顶部高程为 1209.000m，其后连接消能副坝和 15m 海漫。

3. 取水建筑物

取水建筑物由岸塔式进水口、压力隧洞、压力钢管三部分组成，设计引用流量 $1.8\text{m}^3/\text{s}$ 。进水口设在坝址右岸上游 50m 的凹槽内，进水口底板高程 1247.00m，平台高程为 1281.85m，取水塔顶部设有取水闸阀控制室。

4. 放空建筑物

放空设施为放空管，设在右岸非溢流坝段，采用管径 D600mm 的钢管，在进水口分三层，管道进口中心高程分别为 1224m、1235 m、1247 m，出口中心高程为 1218m，下游设有一道 D600mm 锥形阀，闸阀出口设有消力池，长、宽、高：4m*4.2m*7m，护坦高程为 1209m。

二、施工辅助工程布置

施工辅助工程由进场道路、渣场、料场和施工生产生活区等组成。

1. 进场道路

进场道路为坝址至外部 S102 道路连接部分，道路宽 4.5m，总计长 7.88km，为混凝土和泥结石路面。

2. 料场

料场位于阳板河左岸，地形坡度 $35^\circ \sim 40^\circ$ ，局部达 70° ，料场宽约 40~50m，长近 120m，分布高程为 1170~1190m。

3. 渣场

主体工程弃渣总量为 132333.98m^3 ，共设一处渣场，位于坝址下游约 4.5km 处，堆渣高程为 1140m ，属于临河型弃渣场。主要堆放灌浆平洞、1#主机段、2#主机段、压力管道、主副厂房、厂区交通和引水建筑物开挖回填产生的弃渣。

4.管理房

施工生产生活区包括管理房、施工队驻地和临时堆料场地，共计 0.16hm^2 。

1.1.2 项目区概况

1、地形地貌

本项目位于巫溪县大宁河左岸一级支流巴岩子河的长岩屋，电站厂址位于龙潭境内。巴岩子河发源于大巴山东端南侧，干流大致从此向南流，经过巫溪县的双阳、兰英至巫山县的大昌注入大宁河。主河道长约 34km ，落差 1240m ，属典型的山区型河流。河道蜿蜒曲折，河谷深狭，断崖峭壁处处可见，河中乱石栉比，深潭、跌水连续不断，平均比降在 36.5% 左右。

区内主要出露碳酸盐地层，属大巴山弧形挤压褶皱带一级夷平面。森林覆盖率在 60% 以上，人类活动稀少，水土流失轻微。

2、水文气象

本项目工程区径流由降雨形成，径流的年内、年际变化与降雨一致。每年 3 月下旬开始，随着降雨增加，径流也相应增大，4 月为汛前过渡期，5-9 月流域进入主汛期，径流量大增，10-11 月为汛后过渡期，降雨减少，径流也逐渐减少，12-次年 2 月很少降雨，径流主要由地下水补给，1-2 月是径流的最枯时期。河流平均最大流量为 $106\text{m}^3/\text{s}$ ，多年平均流量为 $5.10\text{m}^3/\text{s}$ ，最小流量为 $1.22\text{m}^3/\text{s}$ 。河流悬移质年输沙模数 $500\text{t}/\text{km}^2$ ，年输沙量为 2460t 。

流域内多年平均气温 17.7°C ，最高气温 41.8°C ，最低气温为 -3.3°C ，多年平均降雨量为 1386.6mm 。

3、水土流失情况

根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190—96），双通引水工程渠首枢纽建设影响涉及的巫溪县属于全国土壤侵蚀类型区划中西南土石山区水力侵蚀类型区，土壤容许流失量为 $500\text{t}/(\text{km}^2\text{a})$ 。

根据“2016 年《重庆市水土保持公报》”显示巫溪县水土流失面积达 1248.01km^2 ，占幅员面积的 30.97% ，平均侵蚀模数 $2344\text{t}/(\text{km}^2\text{a})$ ，年均土壤侵蚀总量 292.57 万 t。水土流失面积中，其中轻度流失面积 570.30km^2 ，占流失

面积的 45.70%；中度流失面积 368.18km²，占流失面积的 29.50%；强烈流失面积 78.89km²，占流失面积的 6.32%；极强烈流失面积 119.20km²，占流失面积的 9.55%；剧烈流失面积 111.44km²，占流失面积的 8.93%。

侵蚀类型主要为水力侵蚀，水力侵蚀又以面蚀为主；局部地区存在重力侵蚀。

根据《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》（办水保〔2013〕188号），项目区巫溪县属于三峡库区国家级水土流失重点治理区。

1.2 水土保持工作情况

1、方案编制情况

2001年3月，原项目建设单位巫溪县双通引水工程管理处委托重庆市水土保持生态环境监测总站编制完成《重庆市巫溪县双通引水工程渠首枢纽水土保持方案报告书》（报批稿）；同年3月，重庆市水利局以《关于巫溪县双通引水工程渠首枢纽水土保持方案的批复》（渝水保复[2001]14号）对工程水土保持方案报告书予以批复。

对照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）文件要求，本项目土石方量、防治责任范围、绿化面积等均未超过变更的上限，该项目不涉及水土保持方案变更。

2、水土保持管理

工程开工前，项目建设单位重庆市渝宁水利水电开发有限责任公司成立了工程建设项目部，负责对项目建设过程中的安全、环保等进行管理，该部门设专门岗位及人员督导现场文明施工及施工过程中的环境保护工作，水土保持是该部门负责的主要任务之一。

工程建设过程中，随着对开发建设项目水土保持工作重要性的逐步了解，项目建设单位于工程建设过程中委托我公司开展本工程水土保持监测工作，同时，在施工过程中，项目部向施工单位提出了文明施工环境保护的相关管理要求，土建施工单位按照文明施工和环保的要求，采取了一些水土保持工程措施和临时措施，规范了弃渣的堆放范围，设置了箱涵工程、挡墙、绿化和排水沟等措施。

工程建设后期，主要实施了水土保持植物措施，另在弃渣场、料场和业主营地等区域内设置了绿化措施、挡墙和排水沟等措施。

本项目主体工程施工过程中，为保障主体工程安全和防止项目建设引发的大

量水土流失，按照施工组织设计，完成了水土保持工程施工，符合“三同时”的要求。

3、水土保持监测落实情况

自建设单位委托我公司开展水土保持监测工作以来，我公司对项目建设过程中的水土流失进行了实时监测，形成了水土保持监测简报。建设单位根据我公司水土保持监测简报中的建议，要求施工单位现场落实了相应的水土保持防治措施。

4、监督检查情况

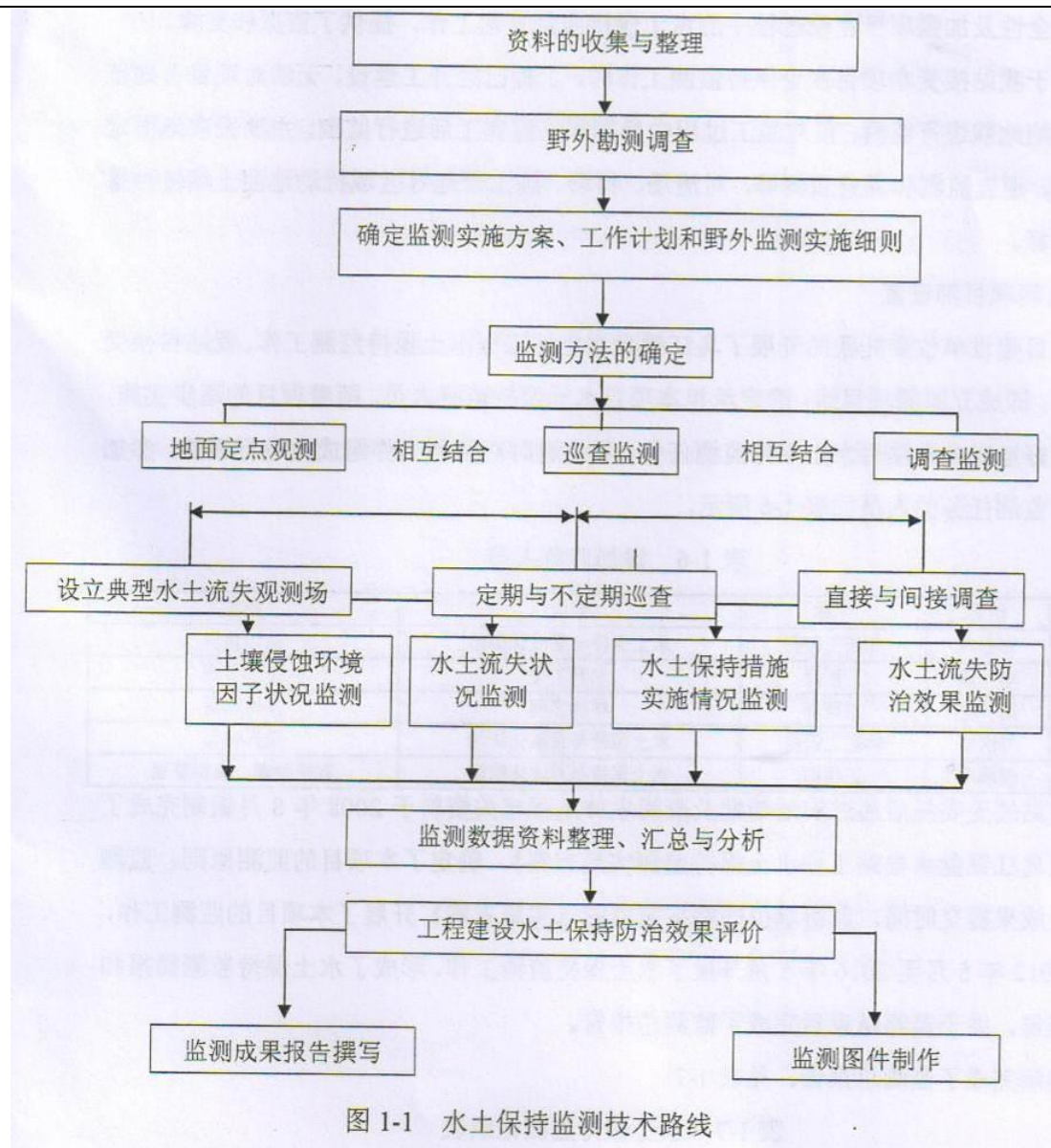
重庆市水利局、巫溪县水务局等水土保持执法检查组多次就项目建设过程中水土保持方案落实、水土保持监测、水土保持管理费缴纳等工作进行检查。经过检查，执法检查组对双通引水工程渠首枢纽水土保持工作给予了较高评价，对建设单位水土保持工作取得的成绩进行了肯定。

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 监测实施方案执行情况

依据《水土保持监测技术规程》（SL227-2002）、《关于规范生产建设项目水土保持监测工作的意见》（水保[2009]187号），结合项目建设内容和实施进度，确定本工程水土保持监测内容为：工程建设扰动土地面积、水土流失灾害隐患、水土流失及造成的危害、水土保持工程建设情况、水土流失防治效果、水土保持工程设计及管理。

本工程水土保持监测重点：水土保持方案落实情况、扰动土地及植被占压情况、水土保持工程实施情况、水土保持责任制度落实情况。



我公司自接到监测任务、成立监测项目组后，即开始监测工作。2011 年 7 月初，项目组成员赴现场进行实地查勘，查阅了工程设计、施工等资料，在此基础上，于 2011 年 8 月中旬编制完成了《重庆市巫溪县双通引水工程渠首枢纽水土保持监测实施方案》，9 月，项目组成员再次赴现场布设了水土流失定位观测点。此后，监测人员根据项目监测实施方案确定的内容、方法及时间开展监测工作，运用多种手段和方法进行各项防治措施和施工期扰动条件下的侵蚀强度调查，随时掌握工程建设过程中的扰动面积、弃土弃渣、水土流失量及排水沟、泥沙池、土地整治、绿化等各项水保措施的实施情况，及时了解项目建设过程中的水土流失情况，并做好监测记录，为确保项目水土流失防治措施的有效性、安全性及加强项目建设过程中的水土保持监督管理工作，提供了依据和支撑。

由于我公司介入本项目水土保持监测工作时，工程已经开工建设，无法对项

目占地范围内原始地貌进行监测，仅对施工过程中后期和工程完工后进行监测。主要采取地面定点观测、巡查监测和调查监测等，对渣场、料场、施工营地等区域扰动地面土壤侵蚀量进行估算。

1.3.2 监测项目部设置

项目建设单位委托我公司开展了双通引水工程渠首枢纽工程水土保持监测工作。我公司自接受委托后，即成立监测项目组，确定承担本项目水土保持监测人员。随着项目的逐步实施，为了更好地完成本项目水土保持监测任务，我公司适时对监测工作组成员进行调整，参加该项目监测任务的人员如表 1-1 所示。

表 1-1 参加监测人员

序号	姓名	职称	专业	分工
1	苟大宝	高级工程师	水利水电	总体负责
2	冯松	工程师	环境工程	技术负责
3	刘洪裕	工程师	水土保持与荒漠化防治	现场监测
4	任顺华	工程师	水土保持与荒漠化防治	现场监测
5	吴超	助理工程师	水利水电	现场监测、报告编写
6	牛俊伟	助理工程师	水利水电	数据处理、资料整理

我公司接受委托后通过实地踏勘及查阅主体工程相关资料于 2011 年 8 月编制完成了《重庆市巫溪县双通引水工程渠首枢纽水土保持监测实施方案》，确定了本项目的监测原则、监测方法及成果提交时间，监测单位严格按照监测《实施方案》开展了本项目的监测工作，并于 2011 年 9 月至 2017 年 12 月开展了水土保持监测工作，形成了水土保持监测简报和年度报告，并于监测结束后完成了监测总报告。见表 1-2。

表 1-2 水土保持监测记录表

监测时间	监测内容
2011 年 7 月	合同签订后，到工程建设区全面了解情况，明确监测范围及重点监测区域
2011 年 8 月	结合外业情况完成监测实施细则
2011 年 9 月	到现场布设监测点，重点进行基本扰动类型侵蚀强度监测
2011 年 10 月—2017 年 12 月	到现场坡面进行扰动面积监测
	到现场进行各区扰动面积、弃土弃渣整治堆放监测
	到工程现场进行水蚀监测，监测项目区水土流失量
	到现场进行扰动面积及防治措施调查。重点进行基本扰动类型侵蚀强度监测
	到现场进行扰动面积及防治措施调查
	到现场重点进行植物措施和侵蚀量监测
	到现场进行扰动面积及防治措施调查。重点进行植物措施面积的监测
	到现场进行扰动面积及防治措施调查。重点进行防护措施调查和侵蚀强度监测
2018 年 1 月—2017 年 6 月	到现场进行各区面积及防护措施调查，准备验收工作；
	到现场进行各区面积及防护措施、成活率调查，准备验收工作

1.3.3 监测点布设

根据本工程水土保持监测的内容与方法,结合工程建设特点、施工工艺以及目前进展情况,选择在枢纽工程(弃渣场处)、料场和交通道路等布置3处典型地面监测点,对其水土流失情况进行定点、定时监测。

表 1-3 水土保持监测点布设情况

监测区域	监测点名称	主要监测内容	备注
枢纽工程(弃渣场处)	弃渣场边坡	年弃渣量、堆放面积、植被破坏情况、水土流失量、防护工程稳定性及拦渣保土效果。	调查监测、巡查
交通道路	路基典型边坡设1个监测点	边坡防护措施效果,水土流失面积、防治效果监测。	地面定点观测
料场	料场无用层堆放边坡设1个监测点	临时堆置量、堆放面积、植被破坏情况、水土流失量等,防护工程稳定性及拦渣保土效果;林草措施成活及生长情况。	地面定点观测

1.3.4 监测设施设备

本项目主要监测设备及数量见表 1-4。

表 1-4 水土保持监测所需监测设备及材料一览表

序号	设备及材料	单位	数量
1	风速仪	个	20
2	自计雨量器	个	20
3	钢钎	根	30
4	钢卷尺	个	10
5	温度计	个	5
6	湿度计	个	5
7	电子天平	台	5
8	集流桶	个	15
9	流速仪	个	15
10	坡度仪	个	5
11	罗盘仪	个	5
12	便携 GPS	台	8
13	便携计算机	台	5
14	照相机	台	3
15	便携打印机	台	5
16	消耗性材料		
17	化学试剂		若干
18	办公及其它耗材		若干

1.3.5 监测技术方法

根据《水土保持监测技术规程》(SL277-2002)的规定要求,结合本项目建设区的地形、地貌及侵蚀类型,按调查监测和地面定位观测相结合的方法进行监测。

(1) 调查监测

定期或不定期通过现场实地勘测，采用 GPS 定位仪结合地形图、数码相机、标杆、皮尺和卷尺等工具，按不同地貌类型分区测定扰动地表类型及扰动面积，记录每个扰动类型区的基本特征（扰动土地类型、开挖面坡长和坡度）及水土保持措施（排水沟、土地整治、绿化等）实施情况。

①面积监测：采用手持式 GPS 对监测点定位、现场丈量的方法进行。首先对全线进行地貌类型分区，然后用手持 GPS 沿各分区边界行走，从而丈量该区域的面积，或通过现场调查，在工程平面布置图上勾绘各区域边界，数字化后通过软件平台获得该区域面积。

②长度、宽度监测：对于已实施的工程措施和临时措施的外观尺寸、工程量等可用皮尺或钢卷尺等测量工具进行实地量测。



长度、宽度量测

③植被监测：采用与面积测量相同的方法得到植物措施实施面积，对于乔、灌木，则通过计数方式记录栽植数量。选有代表性的地块作为标准地，标准地的面积为水平投影面积，要求乔木林 20×20m、灌木林 5×5m、草地 2×2m。分别取标准地进行观测并计算林地郁闭度、草地盖度和各类型区林草覆盖率。

计算公式为： $D=fd/Fe$

$C=f/F$

式中： D —林地郁闭度（或草地盖度）；

C —林草覆盖度，%；

fd —样方内树冠（草冠）投影面积， m^2 ；

Fe —样方面积， m^2 ；

f —林草地面积， hm^2 ；

F —类型区总面积， hm^2 。

④问询：通过与现场施工人员及管理人员谈话，调查、记录主体工程施工进度及水土保持措施实施的相关情况。

(2) 巡查

由于生产建设项目施工场地的时空变化复杂，定位监测有时比较困难，如临时堆土石料的时间很短，来不及监测，土料已经搬走；不断变化的施工场地常因各种原因造成水土流失，必须采取有效措施，控制水土流失。场地巡查的重点一般是弃土弃渣场、大型开挖面、周边有来水的陡峭和破碎工作面。



(3) 地面定点观测——桩钉法

在汛期前将方 2cm、长 60cm 的竹条（应通过油漆防腐处理），根据开挖面积，按间距 0.5m，5 排共 22 根沿坡面布设（按正方形或菱形布设）。观测桩沿坡面垂直方向打入，桩顶与坡面齐平，并在顶上涂上红漆，编号登记入册。

每次观测时记录竹钎顶部露出坡面距离，同时对小区内的侵蚀沟进行记录，记录每条侵蚀沟的沟长以及上、中、下各部位的沟顶宽、底宽、沟深等。依据每次观测桩顶部露出地面的距离以及侵蚀沟的体积，计算土壤侵蚀厚度和总的土壤侵蚀量。计算公式如下：

$$W = \rho [ZS / \cos \alpha \times 10^{-3} \times \sum_{i=1}^n \frac{1}{3} (s_{i1} + s_{i2} + s_{i3}) L]$$

式中：W——土壤侵蚀量，t；

ρ ——开挖面土样的密度，t/m³；

Z——土壤侵蚀厚度，mm；

S——监测开挖面水平投影面积，m²；

α ——开挖面坡面坡度；

s_{i1} 、 s_{i2} 、 s_{i3} ——第 i 条侵蚀沟上、中、下部位的断面面积，m²；

L——第 i 条侵蚀沟长度，m。

我公司还在各个防治区典型区域处采用桩钉法，监测开挖边坡土壤流失量，即在汛期前将方 2cm、长 60cm 的竹条（应通过油漆防腐处理），根据开挖面面积，按间距 0.5m，5 排共 22 根沿坡面布设（按正方形或菱形布设）。观测桩沿坡面垂直方向打入，桩顶与坡面齐平，并在顶上涂上红漆，编号登记入册。

表 1-5 监测项目与方法

序号	监测项目	主要调查和监测方法
1	降雨强度降雨量	收集附近气象站多年观测资料，主要包括年降水量、年降水量的季节分配和暴雨情况；记录监测期间暴雨出现的季节、频次、雨量、强度占年雨量的比例。
2	平均风速风向大风日数	以收集附近气象站观测资料为主，主要包括年平均风速、大风日数、主导风向、风频情况；采用风速仪随时监测地面风速，记录监测期间大风出现的季节、频次、风速和风向。
3	水蚀量	地面监测法：采用沉沙池法及称重法。
4	植物覆盖度林草生长情况	采用标准地样法，草本 1m×1m，灌木 5m×5m，乔木 20m×20m。林草生长情况采用随机调查法，记录林草植被的分布、面积、种类、群落、生长情况、成活率等。
5	临时堆放石渣	对堆放于库内料场的大量临时石渣等进行监测
6	植物防护措施监测	植物措施和管护情况监测：绿化林草的生长情况、成活率等采用标准地样法（样线法），植物措施管护情况采用工作记录检查法和调查访问方法。
7	工程防护措施监测	巡视、观察法确定防护的数量、质量、效果及稳定性。 拦渣工程效果：主要记录运行期间拦渣坝的工程质量、拦渣量、雨季后拦护效果以及保护和维修情况； 排水工程效果：排水系统、防护措施的实施效果及稳定性； 土地整治工程：记录整地对象、面积、整治后的地面状况、覆土厚度、整治后的土地利用方式等。

1.3.6 监测成果提交情况

2011 年度，我公司接到监测任务后成立了项目监测组，于 2011 年 7 月首次进入工程现场，对项目区周边地形地貌、植被类型、水文地质以及工程布局进度、土地扰动情况、水土流失情况等详细的全面调查，收集了相关工程资料。根据水土保持方案设计情况，结合工程相关资料和现场调查情况，监测组于 2011 年 8 月编制完成了《重庆市巫溪县双通引水工程渠首枢纽水土保持监测实施方案》，并提交给项目建设单位和重庆市水利局水土保持处。

2011 年 7 月至 2017 年 12 月，监测组先后多次到达工程现场，主要开展的工作为：对工程现状进行调查，于项目区布设水土保持监测样方；收集相关工程资料，采集监测样方数据；调查项目的水土流失及防治情况；每次现场调查完后，编制《水土保持监测简报》，上报监测季度报告表和水土保持监测年度报告，并根据工程存在的水土流失现象提出完善建议。

2011 年—2017 年，监测组先后多次到达工程现场，主要开展的工作为：对工程现状进行调查，收集相关工程资料，采集监测样方数据，调查沿线水土流失

及防治情况。于 2018 年 6 月底，监测组汇总监测数据，编制完成工程《水土保持监测总结报告》。

2、监测内容和方法

根据本工程建设实际情况，水土保持监测的主要内容包括：

2.1 水土流失调查报告

针对施工区前期工程建设、进展情况，对已开工的扰动区域进行全面调查，编制施工区前期水土流失调查报告，对施工区前期水土流失和水土保持情况进行总结，提出存在的问题和解决的对策措施。

调查内容：项目区建设扰动地表面积情况、水土流失面积及流失强度、水土流失危害、水土保持措施实施情况，水土保持工作存在的问题，防治对策。

调查方法：实地现场调查、测绘，收集主体前期施工、监理、总结报告和相关资料。

调查时间：2011 年 7 月。

2.2 水土流失主要影响因子——气象因子监测

主要监测指标有：多年平均降雨量、各年降雨总量、各月降雨总量、最大一日降雨量、最大次降雨量等。

监测方法：从项目区附近的雨量站收集、查阅获取。

监测时间：2011 年 7 月。

2.3 项目区水土流失背景值监测

监测内容：工程地理位置、气候特征、地貌类型、微地貌组成、地质构造、原地貌状态下不同土地利用类型的面积、土壤类型、土层厚度、植被类型和种类、植被覆盖度、项目区河流水系、水土流失类型区、“三区”类型、水土流失形式、平均土壤侵蚀模数、土壤允许侵蚀模数。

监测方法：工程项目区在施工期间原地表形态已发生改变，故水土流失背景值的监测拟采取工程区原地形图、土地利用现状图、以及水土流失现状图等图件进行综合辨识与分析。

监测时间：2011 年 7 月。

2.4 项目建设水土流失状况监测

(1) 工程扰动地表面积及强度

监测内容：各监测分区实际占地范围、扰动地表面积、扰动方式及强度。

监测方法：以工程占地红线图为对照，根据水土保持监测分区，分区进行实

地调查丈量，核实工程实际占地范围；采用现场调查及面积测量法，确定工程扰动地表面积，分析地表扰动形式及强度。

监测时间：2011 年 7 月～2017 年 12 月。

监测频次：每 3 个月监测 1 次。

(2) 工程弃土（渣）情况监测

监测内容：工程项目弃土（渣）的地点、占地类型、占地面积（hm²）、堆渣量（m³）、弃渣防护情况、弃渣周边环境状况等。

监测方法：查阅主体工程设计资料及施工监理文件，结合施工区地形图，采用 GPS、全站仪等设备现场测量弃渣场的弃渣量、占地面积等。

监测时间：2011 年 7 月～2017 年 12 月。

监测频次：每 3 个月监测 1 次。

(3) 项目区水土流失状况监测

监测内容：各监测分区水土流失面积、水土流失形式、水土流失强度、平均侵蚀模数（或侵蚀厚度）、土壤侵蚀量、重点水土流失地段等。

监测方法：针对不同地表扰动类型的流失特点，结合监测分区，分别采用简易径流场法、侵蚀沟样方测量法、类比推算法、典型调查法等进行多点位监测和调查，经综合分析得出不同时段、不同扰动类型（监测分区）的侵蚀强度和水土流失量。

监测时间：2011 年 7 月～2017 年 12 月。

监测频次：调查监测每 3 个月 1 次，水土流失量定点监测每个月 1 次，当降雨量>50mm/d 时，加测 1 次。

(4) 水土流失危害监测

监测内容：各监测分区水土流失形式、以及各种水土流失形式对坝址上下游及周边地区水系、周边地区景观格局、居民生活的影响。

监测方法：通过现场生态调查和住户咨询定性描述工程建设水土流失危害及发展趋势。

监测时间：2011 年 7 月～2017 年 12 月。

监测频次：每 3 个月监测 1 次。

2.5 水土保持措施实施情况

监测内容：主体工程和水土保持方案中设计的各监测区域水土保持措施（包

括各项工程措施、植物措施、临时防护措施)的数量及质量以及存在的问题。

监测方法：以《方案》中列举的主体工程中具有水土保持功能的工程及新增的水土保持措施为依据，结合工程水土保持监理资料，通过抽样调查核实水土保持措施实施情况。

监测时间：2011年7月~2017年12月。

监测频次：每3个月监测1次。

2.6 水土保持措施实施效果

监测内容：施工区开挖边坡的稳定性、边坡绿化措施的防护效果；办公生活区场地排水系统运行情况，场地绿化情况；场内外交通区开挖边坡防护情况及其稳定性，道路排水设施运行情况；料场边坡防护情况、周边排水设施情况；弃渣场挡墙、堆渣体的稳定情况；植物措施实施后的苗木成活率、保存率及生长状况等。

监测方法：采用实地样地调查和场地巡查相结合，定性描述水土保持措施实施效果；并根据《方案》中确定的6项水土流失防治目标，分别进行定量测定与验证。这6项指标是：

①扰动土地整治率。开发建设项目防治责任范围内的扰动土地整治面积占扰动土地面积的百分比。

②水土流失治理度。项目防治责任范围内的水土流失防治面积(不含永久建筑物及水面面积)占防治责任范围内水土流失总面积的百分比。

③土壤流失控制比。项目防治责任范围内治理后的平均土壤流失量占防治责任范围内的允许土壤流失量之比。

④拦渣率。项目防治责任范围内实际拦挡弃土弃渣量与防治责任范围内弃土弃渣总量的百分比。

⑤植被恢复系数。项目防治责任范围内植被恢复面积占防治责任范围内可恢复植被面积的百分比。

⑥林草覆盖度。项目防治责任范围内的林草面积占防治责任范围总面积的百分比。

监测时间及频次：2011年7月~2017年12月，各监测分区每3个月1次。

3、重点对象水土流失动态监测

3.1 防治责任范围监测

3.1.1 水土流失防治责任范围

1、水土保持方案确定的防治责任范围

根据《重庆市巫溪县双通引水工程渠首枢纽工程水土保持方案（报批稿）》，本工程水土流失防治责任范 36.30hm^2 ，包括枢纽工程（含渣场、大坝、施工生产生活区和厂房等）、料场、交通工程和水库淹没区等四部分组成。各分区水土保持防治责任范围详见下表。

表 3-1 《方案》水土流失防治责任范围统计

防治责任范围		批复范围/ hm^2
枢纽工程	渣场	1.55
	大坝厂房	8.40
	施工生产生活区	2.91
	小计	12.86
料场		3.80
交通道路		6.31
水库淹没区		13.33
合计		36.30

2、施工期实际发生防治责任范围

施工过程中实际发生的防治责任范围以实际征地范围和实际扰地地表为准。根据竣工、征地、土地使用批复等资料查阅，结合工程实际施工情况、监测资料。施工期防治责任范围为 18.10hm^2 ，其中坝枢纽工程区（包含渣场占地 3.71hm^2 ，大坝厂房管理房 2.84hm^2 ，施工生产生活区 0.16hm^2 ）占地 6.71hm^2 ，料场 0.19hm^2 ，交通道路 6.87hm^2 ，水库淹没区 4.33hm^2 。

表 3-2 施工期水土流失防治责任范围统计

防治责任范围		实际/ hm^2
枢纽工程	渣场	3.71
	大坝厂房管理房	2.84
	施工生产生活区	0.16
	小计	6.71
料场		0.19
交通道路		6.87
水库淹没区		4.33
合计		18.10

3、防治责任范围对比情况

施工期间防治责任范围为 18.10hm^2 ，与方案批复的防治责任范围 36.30hm^2 相比，防治责任范围减少了 18.20hm^2 ，详见表 3-3。

表 3-3 防治责任范围变化

单位： hm^2

防治责任范围		批复范围	实际	变化
枢纽工程	渣场	1.55	3.71	2.16
	大坝厂房管理房	8.40	2.84	-5.56
	施工生产生活区	2.91	0.16	-2.75
	小计	12.86	6.71	-6.14
料场		3.80	0.19	-3.61
交通道路		6.31	6.87	0.56
水库淹没区		13.33	4.33	-9.00
合计		36.30	18.10	-18.20

4、防治责任范围变化原因

(1) 原批复方案设计渣场 5 个，实际仅启用 4#渣场 1 个，渣场数量减少，但占地面积增加；原批复方案设计施工单位施工营地另行选址建设，实际施工过程中与建设单位共用一个施工营地，占地面积减少；

(2) 根据建设单位与白果林场签订的水库征占林地用地协议，本项目水库淹没区实际占地 4.33hm^2 ，较批复方案减少 9.00hm^2 。

(3) 根据双通调蓄水库进场公路协议书，本项目交通道路实际占地 6.87hm^2 ，较方案增加 0.56hm^2 。

3.1.2 建设期扰动土地面积

我公司于 2011 年 7 月水土保持监测介入时，本项目已经开始开工建设，大部分区域已经完成了土石方的开挖回填工作，工程对项目区地表大部分进行了扰动，扰动地表面积不在发生变化。

在监测过程中，我公司利用 GPS 工具对项目区内扰动地表情况进行了实地测量，并根据施工单位提供的红线范围图进行了复核。截止 2017 年末，项目区共计扰动地表面积 18.10m^2 。具体扰动面积情况见表 3-5。

表 3-5 监测介入后每年度扰动地表情况表

分区		2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年
枢纽工程	渣场	3.71	3.71	3.71	3.71	3.71	3.71	3.71
	大坝厂房管理房	2.84	2.84	2.84	2.84	2.84	2.84	2.84
	施工生产生活区	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
	小计	6.71	6.71	6.71	6.71	6.71	6.71	6.71
料场		0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19
交通用地		6.87	6.87	6.87	6.87	6.87	6.87	6.87
水库淹没区		4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33
合计		18.10	18.10	18.10	18.10	18.10	18.10	18.10

3.2 弃渣监测结果

3.2.1 设计弃渣情况

根据《方案》，工程区设计了 5 个弃渣场，渣场容量为 5.80 万 m^3 ，占地 1.55hm^2 。其中 1#渣场位于隧洞进水口右侧，容量为 1.0 万 m^3 ；2#渣场位于隧洞进水口右侧，容量设计为 1.1 万 m^3 ；3#渣场位于隧洞出口左侧，容量为 1.4 万 m^3 ；4#、5#渣场分别位于厂房上游左岸 60m 处以及下游右岸 80m 处，容量分别为 1.1 万 m^3 、1.2 万 m^3 。

主要来源于枢纽工程产生的弃渣。

3.3.2 弃渣场位置、占地面积及弃渣量监测结果

本工程实际建设过程中方案设计的弃渣场仅启用了 4#渣场，占地面积为 3.71hm^2 。

工程实际土石方开挖 14.35 万 m^3 ，填筑方 1.12 万 m^3 ，弃渣量为 13.23 万 m^3 。

弃渣量主要来源于砼拱坝工程石方弃方 95745.30m^3 ；灌浆平洞弃方 3272.471m^3 ；1#主机段弃方 98.095m^3 ；2#主机段弃方 913.828m^3 ；压力管道土石方开挖 13287.098m^3 ，20%的大石块用于挡墙砌筑；压力管道弃方为 10629.678m^3 ；主副厂房土弃方 13092.5m^3 ；厂区交通及绿化弃方 205.059m^3 ；双通引水建筑物总挖方为 16754.094m^3 ，20%的大石块用于挡墙砌筑，30%的石料用于砂石料生产，实际弃方为 8377.047m^3 。



弃渣场（2018 年）



弃渣场（2017 年）



弃渣场（2016 年）



弃渣场（2015 年）



弃渣场（2014 年）



弃渣场（2011 年）

根据“关于印发《水利部水土保持设施验收技术评估工作要点》的通知”（水保监便字〔2016〕第 20 号）函文的相关要求，对堆渣量超过 50 万立方米或者最大堆渣高度超过 20 米的弃渣场，应进行弃渣场的稳定性评估工作。项目实施阶段，工程开挖土石方全部堆放于 4#渣场内，最大堆渣高度为 18m，未超过 20m，不做弃渣场的稳定性分析评价。

项目建设单位为了确保弃渣场稳定、管道沉降、料场的稳定，建设单位成立

了“双通水库大坝安全监测小组”，负责对渣场、管道和料场进行观测。在管道和弃渣场布置有 3 个控制点和 11 个监测点，在料场布置有 2 个控制点和 2 个监测点，全面监测管道、弃渣场、料场的地表变化情况。

据《关于开展双通水库管道、弃渣场、料场安全监测的情况报告》，从 2017 年 9 月 7 日至 2018 年 6 月 12 日，共监测了 3 次，从 3 次监测的情况进行分析和比较，每次测量后与首次进行比较得出各测点的位移和沉降较差值。各个监测点的位移和沉降不大，1#-6#管道地表监测点最大位移在 2mm 至+6mm 以内，最大沉降在-1.0mm 至+10mm 以内。7#-11#弃渣场地表监测点最大位移在 3.2mm 至 10.4mm 以内，最大沉降在-10mm 至+2mm 以内。12#-13#料场地表监测点最大位移在 4mm 至 12mm 以内，最大沉降在-6mm 至-21mm 以内。据监测情况表明目前地质状况相对稳定。

4、水土流失防治措施监测结果

4.1 枢纽工程

(1) 方案设计情况

该区包括大坝、引水工程、渣场、施工生产生活区等区域。根据枢纽工程设计、施工活动特点等情况和工程已经考虑的部分水土保持功能的措施布置,采取不同水土保持措施。对渣场采取修建挡墙,待工程无弃土弃渣产生时,再采取土地整治和植物措施进一步防治该区水土流失,以恢复地表植被和水土保持功能。

(2) 实施情况

①渣场

根据项目建设资料和验收等资料,结合现场踏勘,建设单位在渣场下部靠临河侧修建了 M7.5 浆砌块石挡墙,保证边坡稳定;靠山体一侧修建了 M7.5 浆砌块石排水沟,拦挡坡面来水;在渣场顶部和坡面栽植了刺槐(干径 3cm,杆高 100cm)和落叶松,增大植被覆盖度,保持水土。

渣场共计完成措施量为:挡墙 2083.53m³,排水沟 34.46m³,灌木栽植 430 株。

②大坝厂房管理房

根据项目建设资料和验收等资料,结合现场踏勘,建设单位在管道槽等处修建了挡墙,回填种植土的基础上栽植了乔灌木,在靠山体一侧修建了 M7.5 浆砌块石排水沟,拦挡坡面来水。在管理房等四周修建了排水沟,并加盖了复合材料沟盖板,

大坝厂房管理房完成措施量为:挡墙 582.20m³,排水沟 46.44m³,浆砌块石明渠 2155.81m³,灌木 1110 株,种植土回填 745.45m³。

实施时间:2016 年 9 月~2017 年 11 月。

4.2 交通道路

(1) 水土保持方案设计措施

该区水土保持措施主要采取植树造林对破坏的植被予以恢复。

(2) 实施情况

项目建设单位在上坝公路青龙潭和母猪龙潭处修建了挡墙和过水箱涵,排导山上来水,确保进场公路的安全,具有水土保持的作用。

交通道路完成措施量为：箱涵工程 3 处，挡墙 667.72m³。

实施时间：2016 年 9 月~2017 年 11 月。

4.3 料场

（1）水土保持方案设计措施

待工程开采完毕后利用剩下的边角石料应集中堆置，整平场地，就近回填摊平，再进行植树造林。

（2）实施情况

建设单位在取料结束后在料场中部修建了排水沟，排导坡面来水；并在适宜栽植苗木的地方种植了刺槐（干径 3cm，杆高 100cm）和撒播草籽。

料场完成措施量为：刺槐 790 株，撒播种草 11kg，排水沟 115.32m³。

实施时间：2016 年 9 月~2017 年 11 月。

现场情况：



渣场挡墙（一）



渣场挡墙（二）



渣场刺槐（一）



渣场刺槐（二）



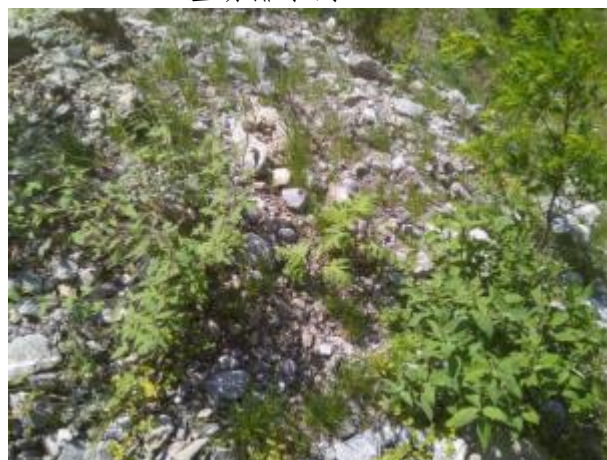
渣场排水沟（一）



渣场排水沟（二）



料场撒播草籽（一）



料场撒播草籽（二）



大坝下游覆土绿化（一）



大坝下游覆土绿化（二）



料场灌木栽植（一）



料场灌木栽植（二）



料场排水沟（一）



料场排水沟（二）



管道槽挡墙



管道槽植物措施



母猪龙潭排水箱涵



青龙潭排水箱涵



电站后排水沟



管理房排水沟



上坝公路



管道槽



大石包工棚



大坝砼浇筑队管理人员驻地



大坝砼浇筑民工驻地



灌浆队驻地

5、土壤流失情况监测

5.1 侵蚀单元的划分

根据水土流失特点，可以将施工期项目防治责任范围划分为原地貌（施工准备期）、扰动地表（施工期）和已实施防治措施后（自然恢复期）三大类侵蚀单元。在施工准备期，原地貌所占比例较高，随着工程进展，扰动地表的面积逐渐增大，原地貌所占比例逐渐减少；最终原地貌完全被扰动地表和防治措施地表取代，随着防治措施逐渐实施，实施防治措施的地表比例大增。

根据施工期间地表扰动类型和土壤侵蚀强度的差异，工程区地表扰动形式主要表现为弃土弃渣、土质坡面、石质坡面、主体占地、施工平台等，其具有不同的水土流失特点。因此，将地表扰动类型划分为堆渣坡面、土质开挖面、石质开挖面、回填坡面和施工平台五种。

项目区地表扰动类型划分详见表 5-1。

表 5-1 项目区地表扰动类型划分表

侵蚀类型划分	分布区域及侵蚀形态描述
堆渣坡面	弃渣场，侵蚀形态表现为堆渣体坡面侵蚀。
土质开挖坡面	主体工程土质边坡、场内外交通开挖土质边坡等，侵蚀形态表现为土质开挖面。
石质开挖坡面	主体工程石质边坡、场内外交通开挖石质边坡，侵蚀形态表现为石质开挖面的侵蚀。
回填坡面	主体工程土石混合回填边坡，料场回填边坡，侵蚀形态表现为填筑面的侵蚀
施工平台	施工营地、砂石料拌合场地等，侵蚀形态表现为地表冲刷侵蚀。

5.2 各侵蚀单元侵蚀模数

5.2.1 施工期扰动侵蚀模数

施工期是造成水土流失加剧的主要时段，尤其是集中在土建施工期，由于开挖改变了地形，改变了立地条件，破坏了土地结构，使土壤抗蚀性降低，因此施工场所根据扰动强度不同，致使土壤侵蚀模数较原地貌侵蚀模数显著增加。由于工程性质决定了本工程扰动土地面积大而集中，导致水土流失量也较大。

在监测过程中，监测组根据实地情况针对料场无用层堆放边坡设、路基典型边坡等开挖边坡等地表扰动类型布设了 1#~2#侵蚀针监测样方，通过采集、处理样方监测数据，计算得出各年度回填面、堆渣面扰动地表类型的侵蚀模数。平台和开挖面扰动地表类型由于施工扰动频繁及坡面组成物质较为紧密等原因，未布设监测样方，主要依据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007），采用经验估算法确定侵蚀模数。各侵蚀针监测样方数据记录及计算表格详见各年度监测报告。

根据各年度监测报告统计,在监测时段内,各地表扰动类型土壤侵蚀模数结果如表 5-2。

表 5-2 监测时段内各年度各地表扰动类型侵蚀模数表

分区	扰动地表类型	扰动面积(hm ²)	侵蚀模数(t/km ² •a)						
			2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年
大坝厂房管理房	土质开挖边坡	2.84	1800	1800	1800	800	650	410	400
施工生产生活区	平台	0.16	2500	2500	1300	1200	800	600	550
渣场	平台	1.98	1800	1800	1600	820	710	650	520
	土质开挖边坡	0.35	2850	2962.5	2600	2300	1251	1050	550
	回填边坡	1.38	1800	1800	1680	1320	1025	850	544
料场	平台	0.11	2000	2000	1800	1952	1504	850	450
	石质开挖边坡	0.08	1800	1800	1600	1552	1052	841	410

根据各分区各扰动地表类型侵蚀模数,进行加权平均,计算得出各扰动地表类型各年度侵蚀模数。详见表 5-3。

表 5-3 各年度各地表扰动类型平均侵蚀模数表

扰动地表类型	侵蚀模数(t/km ² •a)						
	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年
平台	2346	2346	1409	1272	897	643	532
土质开挖边坡	2164	2203	2077	1317	869	635	451
石质开挖边坡	2384	2384	1892	1509	1305	823	485
回填边坡	1966	2186	1956	1552	1240	899	539

2016 年度主体工程完工后逐渐落实各项水土保持措施,至 2017 年度完成绿化工程,经过自然恢复期之后,各扰动地表类型逐渐稳定,各项水土保持措施开始发挥水土保持效益,侵蚀模数逐渐降低。

5.2.2 防治措施实施后侵蚀模数

截止 2018 年 6 月,项目区各项水土保持措施均已基本得到落实,因工程建设造成的水土流失基本得到治理。现阶段各防治分区水土流失现状分析如下:

一、枢纽工程区

枢纽工程区包括渣场、大坝厂房管理房和施工生产生活区三部分,实施的工程措施主要由挡墙、排水沟、种植土回填等,植物措施以种植乔、灌木、撒播草种等措施为主。

以上措施的实施,在防治水土流失起到了很明显的效果,根据现场监测调查

分析，现状水土流失强度为微度，侵蚀模数取值 480t/km²·a。

二、交通道路

交通道路修建了过水箱涵、挡墙等水土保持措施；根据现场监测调查分析，现状水土流失强度为轻度，侵蚀模数取值 470t/km²·a。

三、料场

建设单位在料场修建了排水沟、栽植了灌木（刺槐）和撒播草籽；据现场监测调查分析，现状水土流失强度为微度，侵蚀模数取值 490t/km²·a。

综上所述，本项目水土保持措施实施基本到位，各防治分区现状水土流失强度及侵蚀模数详见表 5-4。

表 5-4 防治措施实施后侵蚀模数表

防治分区	土壤侵蚀模数 (t/km ² a)	容许流失量 (t/km ² a)	流失控制比	占地面积 (hm ²)
枢纽工程区	480	500	1.04	6.71
交通道路	470	500	1.06	0.19
料场	490	500	1.02	6.87
合计	480	500	1.04	13.77

经加权平均，防治措施实施后，项目区现状平均侵蚀模数为 480t/km²·a，水土流失强度为微度。

5.3 土壤流失量

5.3.1 土壤流失量计算方法

通过对定位观测和调查收集到的监测数据按各个防治责任区进行分类、汇总、整理，利用水土流失面积、侵蚀模数和侵蚀时段计算出各分区土壤流失量，公式如下：

$$W = \sum_{j=1}^3 \sum_{i=1}^n (F_{ji} \times M_{ji} \times T_{ji}) \quad (\text{公式 5-1})$$

$$\Delta W = \sum_{j=1}^3 \sum_{i=1}^n (F_{ji} \times \Delta M_{ji} \times T_{ji}) \quad (\text{公式 5-2})$$

式中：W——土壤流失量，t；

ΔW ——新增土壤流失量，t；

F_{ji} ——某时段某单元的预测面积，km²；

M_{ji} ——某时段某单元的土壤侵蚀模数，t/（km² a）；

ΔM_{ji} ——某时段某单元的新增土壤侵蚀模数，t/（km² a）；

T_{ji} ——某时段某单元的预测时间，a；

i ——预测单元， $i=1、2、3、\dots、n$ ；

j ——预测时段， $j=1、2、3$ ，指施工准备期、施工期和自然恢复期。

5.3.2 各阶段土壤流失量

一、各年度土壤流失量监测结果

根据 2011 年~2017 年度监测报告，并对 2018 年上半年监测时段内土壤流失量进行统计计算，得出本项目监测时段内土壤流失总量为 862.07t。其中，2011 年流失量为 92.11t，2012 年流失量为 181.18t，2013 年流失量为 175.43t，2014 年流失量为 125.50t，2015 年流失量为 102.91t，2016 年流失量为 80.96t，2017 年流失量为 70.57t，2018 年上半年流失量为 33.39t。

监测时段内土壤流失量汇总情况详见表 5-5。

表 5-5 各年度土壤流失量监测结果表

序号	序号	防治分区	土壤流失量 (t)								
			2011 年下 半年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年上 半年	合计
1	枢纽 工程	渣场	35.23	70.85	63.96	42.50	32.58	28.28	19.73	8.90	302.03
2		大坝厂房管理房	25.60	51.20	51.20	22.75	18.49	11.66	11.38	6.83	199.09
3		施工生产生活区	2.00	4.00	2.08	1.92	1.28	0.96	0.88	0.38	13.50
4		小计	62.83	126.04	117.24	67.18	52.35	40.90	31.99	16.11	514.63
5	料场		1.82	3.64	3.26	3.39	2.50	1.61	0.82	0.46	17.49
6	交通用地		27.47	51.50	54.93	54.93	48.07	38.45	37.77	16.82	329.94
7	合计		92.11	181.18	175.43	125.50	102.91	80.96	70.57	33.39	862.07

二、各监测时段土壤流失监测结果

本项目水土保持监测时段为 2011 年 7 月至 2018 年 6 月，监测历时 84 个月。其中，施工期监测时段为 2011 年 7 月~2017 年 12 月，历时为 78 个月；自然恢复期监测时段为 2018 年 1 月-2018 年 6 月，历时 6 个月。

按照监测时段划分，本项目施工期土壤流失量为 828.67t，自然恢复期土壤流失量为 33.39t。具体详见表 5-6 及图 5-1。

表 5-6 各监测时段土壤流失量监测结果表

防治分区		土壤流失量 (t)		
		施工期(2011.7~2017.12)	自然恢复期 (2018.1~2018.6)	小计
枢纽工程	渣场	293.13	8.90	302.03
	大坝厂房管理房	192.27	6.83	199.09
	施工生产生活区	13.12	0.38	13.50
	小计	498.51	16.11	514.63
料场		17.04	0.46	17.49
交通用地		313.12	16.82	329.94
合计		828.67	33.39	862.07

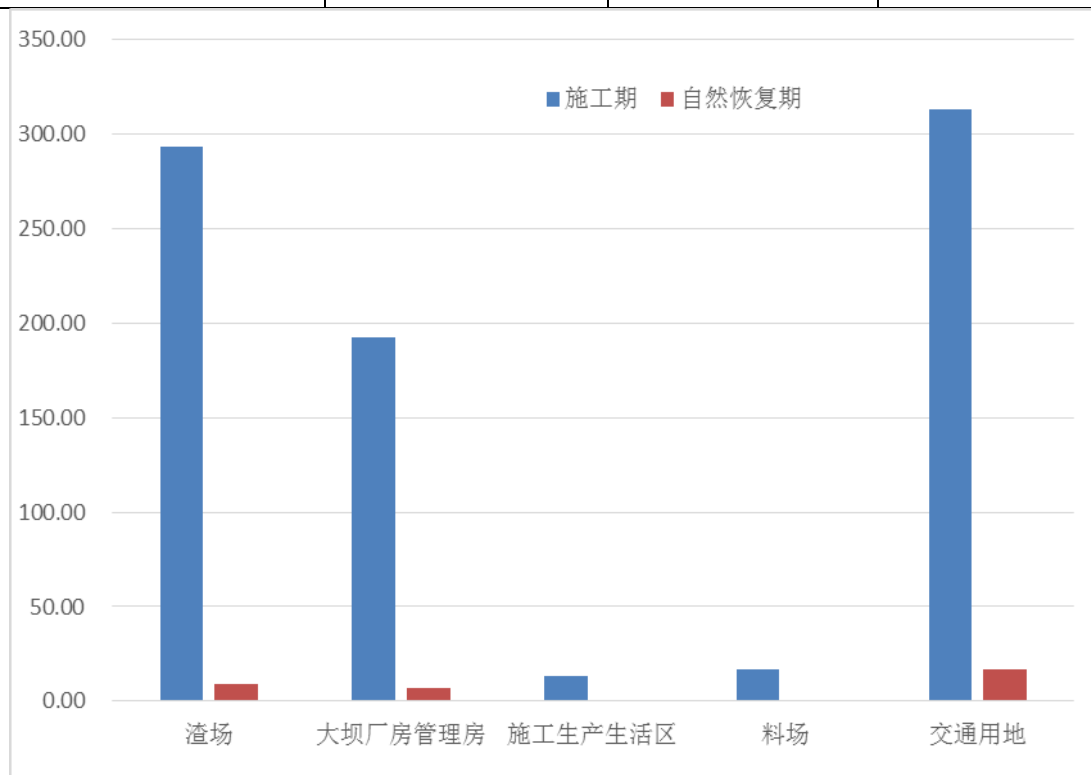


图 5-1 水土流失量统计表 单位: t

通过表 5-6 和图 5-1 分析, 本项目土壤流失主要发生在施工期, 经过各项水土保持措施实施后, 自然恢复期土壤流失量得到逐渐的控制。

6、水土流失防治效果监测结果

截止 2018 年 6 月，主体工程已处于试运行期，水土保持工程防治措施已全部实施，通过 6 项水土流失量化指标可以反映出整个防治效果。通过防治指标的对比分析，可对项目建设期末水土保持防治措施实施后的防治效果做出合理的分析与评价，以总结项目建设期的水土流失防治状况，评定项目防治目标达标情况。

6.1 扰动土地整治率

项目区施工扰动土地面积 13.77hm^2 ，通过各项水土保持综合治理措施、构筑物场地硬化等，共计完成土地整治面积 13.67m^2 ，其中：建筑物及道路硬化、水域面积 8.63hm^2 ，工程措施投影占地面积 0.15hm^2 ，植物措施（含自然恢复）占地面积 5.05hm^2 ，项目区扰动土地整治率为 99.3%，达到水土流失防治目标 95%。

详见表 6-1。

表 6-1 扰动土地整治率监测统计表

防治分区		实际扰动面积 (hm^2)	扰动土地整治面积 (hm^2)				扰动土地整治率
			工程措施	植物措施	建筑物及道路硬化	小计	
枢纽工程	渣场	3.71		3.45	0.25	3.7	99.7%
	大坝厂房管理房	2.84	0.15	1.25	1.35	2.75	96.7%
	施工生产生活区	0.16		0.16		0.16	100.0%
	小计	6.71	0.15	4.86	1.60	6.61	98.4%
料场		0.19		0.19		0.19	100.0%
交通用地		6.87			6.87	6.87	100.0%
合计		13.77	0.15	5.05	8.47	13.67	99.3%

6.2 水土流失总治理度

工程在施工中共计造成水土流失面积 5.30hm^2 ，水土流失治理达标面积 5.20hm^2 ，工程措施治理合格面积 0.15hm^2 ，植物措施治理合格面积 5.05hm^2 。经计算，项目区的水土流失总治理度为 98.0%，达到水土流失防治目标 97%。

详见表 6-2。

表 6-2 水土流失总治理度统计表

防治分区		实际扰动面积 (hm ²)	水土流失面积 (hm ²)	水土流失治理面积 (hm ²)			水土流失总治理度 (%)
				工程措施	植物措施	小计	
枢纽工程	渣场	3.71	3.46		3.45	3.45	99.7%
	大坝厂房管理房	2.84	1.49	0.15	1.25	1.4	93.7%
	施工生产生活区	0.16	0.16	——	0.16	0.16	——
	小计	6.71	5.11	0.15	4.86	5.01	98.0%
料场		0.19	0.19		0.19	0.19	1
交通用地		6.87	——	——	——	——	——
合计		13.77	5.30	0.15	5.05	5.20	98.0%

6.3 拦渣率与弃渣利用情况

本工程弃渣主要来源于包括主体建筑物及导流工程开挖、料场开采、施工附属场平及道路施工多余土石方，共计 13.23 万 m³，全部堆置于指定弃渣场内。经实地监测，项目建设拦渣率可达 99.5% 以上。

6.4 土壤流失控制比

项目区属于西南土石山区，容许土壤侵蚀模数为 500t/km² a，土壤侵蚀类型以水力侵蚀为主。截止 2018 年 6 月，项目区土壤侵蚀模数为 480/km² a。土壤流失控制比为 1.04。详见表 6-3。

表 6-3 土壤流失控制比统计表

防治分区	土壤侵蚀模数 (t/km ² a)	容许流失量(t/km ² a)	流失控制比
枢纽工程区	480	500	1.04
交通道路	470	500	1.06
料场	490	500	1.02
合计	480	500	1.04

6.5 林草植被恢复率

工程可绿化面积为 5.09hm²，实施植物措施恢复林草植被面积 5.05hm²，经计算林草植被恢复率为 99.2%，达到水土流失防治目标 99%。

详见表 6-4。

6.6 林草覆盖率

工程项目区扰动面积为 13.77hm²，林草植被恢复面积 4.89hm²，林草覆盖率为 19.5%，未达到水土流失防治目标 27%，主要是交通道路占地面积较大，可绿化面积较低。

林草植被恢复率和林草覆盖率详见表 6-4。

表 6-4 林草覆盖率情况表

防治分区		实际扰动面积 (hm ²)	可绿化面 积 (hm ²)	已恢复面 积 (hm ²)	林草植被恢 复率 (%)	林草覆盖率 (%)
枢纽工程	渣场	3.71	3.48	3.45	99.1%	93.0%
	大坝厂房管理房	2.84	1.26	1.25	99.2%	43.9%
	施工生产生活区	0.16	0.16	0.16	100.0%	100.0%
	小计	6.71	4.90	4.86	99.2%	20.2%
料场		0.19	0.19	0.19	100.0%	100.0%
交通用地		6.87	——	——	——	——
合计		13.77	5.09	5.05	99.2%	19.5%

7、结论

7.1 水土流失动态变化

根据各阶段土壤流失量动态监测结果，按照监测时段划分，本项目施工期土壤流失量为 828.67t，自然恢复期土壤流失量为 33.39t。

受施工扰动的影响，各防治区地表植被遭破坏后，土壤抗侵蚀能力降低，在水力及人为因素的综合作用下，扰动地表土壤流失量较原地貌状态土壤流失量明显增加。通过各项防治措施的实施，损坏水土保持设施面积逐渐恢复，土壤流失量明显减小，防治措施实施后土壤侵蚀模数为 $480/\text{km}^2 \text{ a}$ ，达到方案既定目标。

7.2 水土保持措施评价

截至 2018 年 6 月，实施各项防治措施面积 5.20hm^2 ，其中工程措施面积 0.15hm^2 ，植物措施面积 5.05hm^2 。建设单位为落实水土保持方案报告书设计的各项措施，在施工图设计阶段将水土保持措施细化，纳入工程招投标和施工组织设计，明确项目法人、施工单位、监理单位各自的职责。水土保持工程在设计和施工中不断优化，建立了有效的内部管理制度、工作规则、财务管理办法、档案管理制度等，保证了水土保持工程措施高标准、高质量的按时完成。

水土保持方案得到有效实施，工程资料齐全、翔实，水土保持工程措施均已完成，经过运行期检验，未发现大的缺陷，措施稳定，运行良好，管护责任明确，符合国家水土保持法律法规及技术规范的规定和要求。

7.3 存在问题及建议

(1) 项目工程施工单位应进一步强化水土保持意识，切实布置好施工过程中的防护措施，力求让水土保持监测工作在尚未开工阶段提前介入，努力使项目工程水土流失控制在最低限度。

(2) 本项目实施过程中，监测机构针对水土保持防治工作存在的薄弱环节，从专业角度提出整治建议，有效地加强了现场水土流失的控制与监管力度。

(3) 对项目水土保持设施的运行情况和效益进行跟踪调查和监测，并将监测成果定期上报水行政主管部门。

(4) 《开发建设项目水土保持监测规程》是水利部用于规范开发建设项目水土保持监测的纲领性文件。本项监测在该规程的技术框架内结合工程特点开展了大量基础科目的监测工作，所取得的成果可为同类工程监测提供借鉴和参考。

(5) 建议项目建设单位在今后的开发建设过程中,在执行水土保持“三同时”制度的同时,要求水土保持监理和质量监督单位建立“水土保持生态建设管理档案”,并纳入工程建设管理档案。使水土保持工程建设管理更加程序化、规范化、科学化。

(6) 建议建设单位在后期运营过程中加大对本项目所实施的挡墙、排水沟、箱涵等工程措施管理和维护力度,如即时修补和疏通堵塞排水沟和挡墙排水孔,对破损的挡墙进行修补或重建等;加强对栽植的乔灌木等的管护力度,如施肥、浇水、修枝等,确保所实施的水土保持措施都能够正常运行,充分发挥水土保持措施的防护效果,起到防治水土流失的作用。

7.4 综合结论

本工程建设单位管理体系健全,水土保持措施布局合理,工程质量总体合格,已建成的水土保持设施运行良好,尚未发现重大质量缺陷,达到了防治水土流失的目的,整体上已具备较强的水土保持功能,能够满足国家对开发建设项目水土保持的要求。

项目业主单位十分重视水土保持工作,按照水土保持法律法规的规定,在项目前期依法编报水土保持方案,工程建设中能够较好按照批复的水土保持方案开展水土保持工作。在工程建设过程中落实项目法人、设计单位、施工单位、监理单位的水土保持职责,强化了对水土保持工程的管理,实行了“项目法人对国家负责,监测单位控制,承包商保证,政府监督”的质量管理体系,确保了水土保持方案的顺利实施。

附表

水土保持监测特性表

主体工程主要技术指标											
项目名称		重庆市巫溪县双通引水工程渠首枢纽									
建设规模		工程等级为Ⅳ等，大坝和泄水建筑物的级别为4级，渠首及渠系建筑物的级别为5级，电站厂房的级别为5级	建设单位、联系人				刘启彬				
			建设地点				重庆市巫溪县				
			所属流域				长江流域				
			工程总投资				2.03 亿元				
			工程总工期				2003 年 5 月-2017 年 11 月				
水土保持监测指标											
监测单位		重庆市智创水土保持科技开发有限公司				联系人及电话		冯松 67530991			
自然地理类型		中亚热带季风气候				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		实地调查结合布设监测样方				2.防治责任范围监测		实地调查结合布设监测样方		
	3.水土保持措施情况监测		资料结合实地量测				4.防治措施效果监测		资料结合实地量测		
	5.水土流失危害监测		实地调查				水土流失背景值		500t/km ² •a		
方案设计防治责任范围		36.30hm ²				容许土壤流失量		500t/km ² •a			
水土保持投资		129.25 万元				水土流失目标值		500t/km ² •a			
防治措施		工程措施：挡墙、排水沟、种植土回填、排水箱涵									
		植物措施：乔灌木栽植、撒播草籽									
		临时措施：临时排水沟、临时覆盖									
监测结论	防治效果	分类指标	目标值（%）	达到值（%）	实际监测数量						
		扰动土地整治率	95	99.3	防治措施	5.20hm ²	永久建筑物及硬化	8.47hm ²	扰动土地	13.77hm ²	
		水土流失总治理度	97	98.0	防治责任范围		13.77hm ²	水土流失		5.30hm ²	
		土壤流失控制比	≥1.0	1.04	工程措施		0.15hm ²	容许土壤流失量		500t/km ² •a	
		林草覆盖率	27	19.5	植物措施		5.05hm ²	监测土壤流失情况		480t/km ² •a	
		林草植被恢复率	99	99.2	可恢复林草植被		5.09hm ²	林草类植被		5.05hm ²	
		拦渣率	95	99.0	实际拦挡弃渣量		13.23 万 m ³	总弃渣量		13.23 万 m ³	
	水土保持治理达标评价		由于交通道路占地面积较大，可绿化面积较低，因此除林草覆盖率外六项防治指标均达到了方案目标值。								
	总体结论		项目区水土保持工程措施已发挥拦挡作用，大部分区域的植被恢复较好，人为水土流失得到有效控制，保护和改善了项目区的生态环境。								
	主要建议		（1）项目工程施工单位应进一步强化水土保持意识，切实布置好施工过程中的防护措施，力求让水土保持监测工作提前介入，努力使项目工程水土流失控制在最低限度。（2）本项目实施过程中，监测机构针对水土保持防治工作存在的薄弱环节，从专业角度提出整治建议，有效地加强了现场水土流失的控制与监管力度。（3）《生产建设项目水土保持监测规程》是水利部用于规范生产建设项目水土保持监测的纲领性文件。本项监测在该规程的技术框架内结合工程特点开展了大量基础科目的监测工作，所取得的成果可为同类工程监测提供借鉴和参考。								