水保监测（川）字第 0010 号

四川省都江堰灌区续建配套与节水改造红旗分干渠工程

水土保持监测总结报告

建设单位：四川省都江堰水利发展中心

监测单位：四川嘉源生态发展有限责任公司

二〇二三年六月

生产建设项目水土保持监测单位水平评价证书

（正本）

单 位 名 称： 四川嘉源生态发展有限责任公司

法定代表人： 彭世俊

单 位 等 级： ★★★★（4星）

证 书 编 号： 水保监测（川）字第 0010 号

有 效 期： 自 2019 年 10 月 01 日 至 2022 年 09 月 30 日

发证机构：中国水土保持学会

发证时间：2019 年 09 月 30 日

仅用于四川省都江堰灌区续建配套与节水改造红旗分干渠工程水土保持监测使用

单位地址：四川省成都市青羊区清江东路 134 号

单位邮编：610072

联 系 人：许　磊

联系电话：18090005142

邮　　箱：scjiayuan@aliyun.com

四川省都江堰灌区续建配套与节水改造红旗分干渠工程

水土保持监测总结报告

责任页

四川嘉源生态发展有限责任公司

责任	姓名	职位及职称		签名
批准	彭世俊	执行董事		彭世俊
核定	李兴隆	总经理		李兴隆
审查	文　刚	监测总工程师		
校核	许　磊	监测工程师		许磊
项目负责人	甘祥圆	监测工程师		甘祥圆
报告编写	付德洪	监测工程师	建设项目及水土保持工作概况、监测内容及方法	付德洪
	习　超	监测工程师	重点对象水土流失动态监测、水土流失防治措施监测	习超
	李　豪	监测工程师	水土流失情况监测、水土流失防治效果监测结果、结论、附图及有关资料	李豪

目 录

前言

红旗水库位置龙泉山西边，背靠人民渠七期干渠，两地间直线距离约 8.0km，完全可新建引水工程，将都江堰的水充蓄水库。红旗分干渠工程渠线起于中江县合兴乡禾木村张家沟(人民渠七期 99+736)处，止于金堂县官仓镇红旗村红旗水库库尾牛脚杆处。

本工程在都江堰灌区人民渠七期干渠桩号 99+736.7 处建节制闸和进水闸，作为红旗分干渠工程的取水口。分干渠 0+000 ~ 0+008 新建进水闸 1 座长 8m，0+008 ~ 0+039 新建暗渠 1 座长 31m，0+039 ~ 8+078 新建隧洞 1 座长 8039m，8+078 ~ 8+088 新建暗渠 1 座长 10m，交水到红旗水库库尾牛脚杆。由于本工程主要为隧洞，为加快工程建设，在 4+340 处布置 1 条施工支洞，施工支洞长度 799.14m。红旗分干渠的设计流量规模 5.0m³/s，加大流量 6.0m³/s。本项目已于 2015 年 7 月开工，2022 年 10 月完工，总工期 88 个月。

2014 年 5 月 12 日，四川省发展和改革委员会以“川发改农经〔2014〕329 号”对本项目可行性研究报告进行批复，见附件 3。2015 年 3 月 17 日，四川省水利厅以“川水函〔2015〕384 号”对四川省都江堰灌区续建配套与节水改造红旗分干渠工程实施方案进行批复，见附件 4。2019 年 7 月 29 日，四川省水利厅以“川水函〔2019〕911 号”对都江堰灌区续建配套节水改造红旗分干渠重大设计变更进行批复，见附件 5。

2013 年 12 月 9 日，四川省水利厅以“川水函〔2013〕1911 号”对四川省都江堰灌区续建配套与节水改造红旗分干渠工程水土保持方案报告书进行批复，见附件 6。2016 年 3 月 30 日，中江县水务局以“江水函〔2016〕28 号”批复了四川省都江堰灌区续建配套与节水改造红旗分干渠工程水土保持措施变更，见附件 7。

2016 年 12 月，四川省都江堰人民渠第二管理处“现建设单位已变更为四川省都江堰水利发展中心”委托四川嘉源生态发展有限责任公司（以下简称“我单位”）负责四川省都江堰灌区续建配套与节水改造红旗分干渠工程的水土保持监测工作。签订合同后。我单位在建设单位配合下，对工程项目区采取现场查勘量测、GPS 定位、摄像、摄影等方式进行了第一次全区调查，初步了解了项目区的水土流失和水土保持情况。

其后，我单位编制了四川省都江堰灌区续建配套与节水改造红旗分干渠工程水土保持监测实施方案，并根据监测实施方案成立了四川省都江堰灌区续建配套与节水改造红旗分干渠工程水土保持监测项目部，配备了相应的监测设备，并对监测技术人员开展技术培训，制定了监测工作制度和技术“把关”程序。其后按照监测实施方案与相关法律法规要求开展现场监测工作。截止 2023 年 6 月，我单位完成了监测实施方案、监测季度报告 31 期、监测年报 8 期，并于 2023 年 6 月完成了《四川省都江堰灌区续建配套与节水改造红旗分干渠工程水土保持监测总结报告》的编写工作。

至此，本项目水土保持监测工作圆满结束，在监测过程中，得到了各级行政主管部门、建设单位和各参建单位等相关单位的大力支持和协助，在此一并致谢！

水土保持监测特性表

<table>
<tr><td colspan="10">主体工程主要技术指标</td></tr>
<tr><td>项目名称</td><td colspan="9">四川省都江堰灌区续建配套与节水改造红旗分干渠工程</td></tr>
<tr><td rowspan="5">建设规模</td><td colspan="2" rowspan="5">主要建筑物隧洞、水闸等级为 4 级</td><td colspan="2">建设单位、联系人</td><td colspan="5">四川省都江堰水利发展中心
李帅/15282800095</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设地点</td><td colspan="5">四川省成都市金堂县、德阳市中江县</td></tr>
<tr><td colspan="2">所属流域</td><td colspan="5">长江流域</td></tr>
<tr><td colspan="2">工程总投资</td><td colspan="5">14521.33 万元</td></tr>
<tr><td colspan="2">工程总工期</td><td colspan="5">2015 年 7 月开工，2022 年 10 月完工，总工期 88 个月</td></tr>
<tr><td colspan="10">水土保持监测指标</td></tr>
<tr><td colspan="2">监测单位</td><td colspan="3">四川嘉源生态发展有限责任公司</td><td colspan="2">联系人及电话</td><td colspan="3">许磊：18090005142</td></tr>
<tr><td colspan="2">自然地理类型</td><td colspan="3">丘陵地貌</td><td colspan="2">防治标准</td><td colspan="3">建设类一级标准</td></tr>
<tr><td rowspan="4">监测内容</td><td>监测指标</td><td colspan="3">监测方法（设施）</td><td colspan="2">监测指标</td><td colspan="3">监测方法（设施）</td></tr>
<tr><td>1.水土流失状况监测</td><td colspan="3">地面观测法</td><td colspan="2">2.防治责任范围监测</td><td colspan="3">调查监测、无人机低空遥感监测</td></tr>
<tr><td>3.水土保持措施情况监测</td><td colspan="3">调查监测和资料分析法</td><td colspan="2">4 防治措施效果监测</td><td colspan="3">调查、场地巡查与地面监测相结合</td></tr>
<tr><td>5.水土流失危险监测</td><td colspan="3">现场调查和巡查监测</td><td colspan="2">水土流失背景值</td><td colspan="3">1780/km^2·a</td></tr>
<tr><td colspan="2">方案设计防治责任范围</td><td colspan="3">14.17hm^2</td><td colspan="2">容许土壤流失量</td><td colspan="3">500t/km^2·a</td></tr>
<tr><td colspan="2">水土保持投资</td><td colspan="3">686.41 万</td><td colspan="2">水土流失目标值</td><td colspan="3">500t/km^2·a</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">防治措施</td><td colspan="3">工程措施</td><td colspan="5">（1）取水枢纽区：表土剥离 0.06 万 m^3、C20 混凝土排水沟 73m、沉沙池 1 座；
（2）暗渠工程区：表土剥离 0.06 万 m^3、土地整治 0.09hm^2、覆土 0.06 万 m^3；
（3）隧洞工程区：表土剥离 0.18 万 m^3、土地整治 0.07hm^2、覆土 0.03 万 m^3；
（4）施工道路区：表土剥离 0.16 万 m^3、土地整治 0.22hm^2、覆土 0.15 万 m^3、复耕 0.22hm^2；
（5）施工生产生活区：表土剥离 0.41 万 m^3、土地整治 0.36hm^2、覆土 0.22 万 m^3、复耕 0.36hm^2；
（6）渣场区：表土剥离 1.16 万 m^3、浆砌石挡墙 342m、框格梁护坡 4650m^2、浆砌石截水沟 828m、1#渣场暗涵 160m、2#渣场 1.2m 钢筋砼管涵 97.5m、2#渣场箱涵 25.06m、雨水口 13 个、雨水管 220m、土地整治 2.04hm^2、覆土 1.57 万 m^3、复耕 0.70hm^2。</td></tr>
<tr><td colspan="3">植物措施</td><td colspan="5">（1）暗渠工程区：撒播草籽 0.09hm^2；
（2）隧洞工程区：恢复林地 20 株、种草 0.07hm^2、藤本植物 400 株；
（3）渣场区：恢复林地 1356 株、种草 1.095hm^2、草皮回铺 0.245hm^2、乔木 80 株。</td></tr>
<tr><td colspan="3">临时措施</td><td colspan="5">（1）取水枢纽区：临时苫盖 1200m^2、临时排水沟 140m；
（2）暗渠工程区：临时苫盖 3800m^2；
（3）隧洞工程区：临时排水沟 400m、临时沉沙池 5 座；
（4）施工道路区：临时排水沟 620m、临时沉沙池 2 座；
（5）施工生产生活区：临时苫盖 10500m^2、临时排水沟 810m、临时沉沙池 4 座；
（6）渣场区：临时苫盖 7510m^2、临时排水沟 510m。</td></tr>
<tr><td rowspan="8">监测结论</td><td rowspan="6">防治效果</td><td>分类指标</td><td>目标值</td><td>达到值</td><td colspan="5">实际监测数量</td></tr>
<tr><td>扰动土地整治率（%）</td><td>95</td><td>99.73</td><td>防治措施面积</td><td>3.68hm^2</td><td>永久建筑物及硬化面积</td><td>0.79hm^2</td><td>扰动土地总面积</td><td>3.68hm^2</td></tr>
<tr><td>水土流失治理度（%）</td><td>98</td><td>99.51</td><td colspan="2">防治责任范围面积</td><td>3.68hm^2</td><td colspan="2">水土流失总面积</td><td>3.68hm^2</td></tr>
<tr><td>土壤流失控制比</td><td>1.0</td><td>1.11</td><td colspan="2">工程措施面积</td><td>1.386hm^2</td><td colspan="2">容许土壤流失量</td><td>500t/km^2·a</td></tr>
<tr><td>拦渣率（%）</td><td>95</td><td>98.37</td><td colspan="2">植被措施面积</td><td>1.486hm^2</td><td colspan="2">监测土壤流失情况</td><td>490t/km^2·a</td></tr>
<tr><td>林草植被恢复率（%）</td><td>99</td><td>99.07</td><td colspan="2">可恢复植被林草面积</td><td>1.50hm^2</td><td colspan="2">林草类植被面积</td><td>1.486hm^2</td></tr>
<tr><td>林草覆盖率（%）</td><td>28</td><td>40.38</td><td colspan="2">实际拦挡弃渣量</td><td>13.30 万 m^3</td><td colspan="2">总弃渣量</td><td>13.52 万 m^3</td></tr>
<tr><td colspan="2">水土保持治理达到评价</td><td colspan="8">通过实施各项水土保持措施，水土保持防治指标均达到了生产建设项目水土流失防治标准要求，满足水土保持要求。</td></tr>
<tr><td colspan="2">总体结论</td><td colspan="8">监测结果表明本工程已完成“川水函〔2013〕1911 号”批复的《水土保持方案》确定的防治任务，水土保持设施的完好率较高，可发挥其水土保持效益，可进入水土保持专项验收程序。</td></tr>
<tr><td colspan="2">主要建议</td><td colspan="8">（1）加强和完善水土保持工程相关资料的归档和管理，方便今后查阅和使用；尤其做好重要资料的备份，避免资料的遗失
（2）建设单位以后的建设项目应按照水土保持相关法律法规的要求，遵循水土保持“三同时”制度，及时开展项目水土保持工作，确保工程建设中的水土流失得到有效的防治。
（3）加强运行和验收后运行期的水土保持设施的管护，确保其正常发挥效益。</td></tr>
</table>

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

1.1.1.1 地理位置及线路走向

红旗水库位置龙泉山西边，背靠人民渠七期干渠，两地间直线距离约 8.0km，完全可新建引水工程，将都江堰的水充蓄水库。本工程在人民渠七期干渠桩号 99+736.7 右岸分水，干渠水位高程 526.783m，修建 8.088km 的引水隧洞、暗渠注入红旗水库充水，入库正常水位 520.50m。红旗分干渠工程渠线起于中江县合兴乡禾木村张家沟(人民渠七期 99+736)处，止于金堂县官仓镇红旗村红旗水库库尾牛脚杆处，设计线路长约 8.088km。

项目地理位置见附图一。

1.1.1.2 工程特性

项目名称：四川省都江堰灌区续建配套与节水改造红旗分干渠工程

建设单位：四川省都江堰水利发展中心(原四川省都江堰人民渠第二管理处)

建设性质：新建

建设内容与规模：本工程在都江堰灌区人民渠七期干渠桩号 99+736.7 处建节制闸和进水闸，作为红旗分干渠工程的取水口。分干渠 0+000～0+008 新建进水闸 1 座长 8m，0+008～0+039 新建暗渠 1 座长 31m，0+039～8+078 新建隧洞 1 座长 8039m，8+078～8+088 新建暗渠 1 座长 10m，交水到红旗水库库尾牛脚杆。由于本工程主要为隧洞，为加快工程建设，在 4+340 处布置 1 条施工支洞，施工支洞长度 799.14m。红旗分干渠的设计流量规模 5.0m³/s，加大流量 6.0m³/s。

工程特性表

表 1.1-1

<table>
<tr><td colspan="8">一、项目基本情况</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="2">项目名称</td><td colspan="5">四川省都江堰灌区续建配套与节水改造红旗分干渠工程</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2">建设单位</td><td colspan="5">四川省都江堰水利发展中心</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="2">建设地点</td><td colspan="5">四川省成都市、德阳市</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="2">工程性质</td><td colspan="5">新建建设类项目</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="2">工程投资</td><td colspan="5">本项目总投资 14521.33 万元</td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="2">建设工期</td><td colspan="5">2015 年 7 月开工，2022 年 10 月完工，总工期 88 个月</td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="2">建设内容与规模</td><td colspan="5">本工程在都江堰灌区人民渠七期干渠桩号 99+736.7 处建节制闸和进水闸，作为红旗分干渠工程的取水口。分干渠 0+000～0+008 新建进水闸 1 座长 8m，0+008～0+039 新建暗渠 1 座长 31m，0+039～8+078 新建隧洞 1 座长 8039m，8+078～8+088 新建暗渠 1 座长 10m，交水到红旗水库库尾牛脚杆。</td></tr>
<tr><td colspan="8">二、项目占地（hm²）</td></tr>
<tr><td colspan="2">分区</td><td colspan="2">永久占地</td><td colspan="2">临时占地</td><td colspan="2">合计</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="2">取水枢纽</td><td colspan="2">0.08</td><td colspan="2">0</td><td colspan="2">0.08</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2">暗渠工程</td><td colspan="2">0</td><td colspan="2">0.09</td><td colspan="2">0.09</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="2">隧洞工程</td><td colspan="2">0.02</td><td colspan="2">0.29</td><td colspan="2">0.31</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="2">施工道路</td><td colspan="2">0</td><td colspan="2">0.5</td><td colspan="2">0.5</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="2">弃渣场</td><td colspan="2">0</td><td colspan="2">2.15</td><td colspan="2">2.15</td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="2">施工生产设施</td><td colspan="2">0</td><td colspan="2">0.55</td><td colspan="2">0.55</td></tr>
<tr><td colspan="2">合计</td><td colspan="2">0.1</td><td colspan="2">3.58</td><td colspan="2">3.68</td></tr>
<tr><td colspan="8">三、土石方（万 m³）</td></tr>
<tr><td colspan="2">挖方</td><td colspan="2">填方</td><td rowspan="2">调入方</td><td rowspan="2">调出方</td><td rowspan="2" colspan="2">余方</td></tr>
<tr><td>土石方开挖</td><td>剥离表土</td><td>土石方回填</td><td>回填表土</td></tr>
<tr><td>13.81</td><td>2.03</td><td>1.09</td><td>2.03</td><td>0.41</td><td>0.41</td><td colspan="2">12.72</td></tr>
<tr><td colspan="2">15.84</td><td colspan="2">3.12</td><td>0.41</td><td>0.41</td><td colspan="2">12.72</td></tr>
<tr><td colspan="8">四、拆迁安置情况</td></tr>
<tr><td colspan="8">本工程不涉及拆迁安置</td></tr>
</table>

1.1.1.3 项目组成及工程布置

四川省都江堰灌区续建配套与节水改造红旗分干渠工程，主要由进水闸、隧洞、暗渠、消力池等主要建筑物和施工支洞、施工道路、施工生产设施、渣场等施工临时工程组成。

项目组成情况表

表 1.1-2

项目组成	实际实施
取水枢纽	设置节制闸 1 座、进水闸 1 座
暗渠工程	在本工程 0+008～0+039 和 8+078～8+088 段段设置 2 座暗渠，长度 41m
隧洞工程	在本工程 0+039～8+078 新建隧洞，长度 8039m；在 4+340 处布置 1 条施工支洞，施工支洞长度 799.14m
施工道路	本工程实际新建、改建施工道路 3 条，长度 620m，新建施工便桥 2 处
弃渣场	设置 3 处弃渣场
施工生产设施	设置 3 处施工厂区

一、取水枢纽

本工程在七期干渠 99+736 处布置取水枢纽一处，分别在七期干渠上设置节制闸一座、红旗分干渠上设置进水闸一座。

节制闸为单孔开敞式，设计过流能力 Q=28m³/S。闸室长 7.5m、宽 6.5、高 4.0m，闸门设计挡水高度为 3.1m。节制闸座落于泥岩、粉砂岩、及砂岩互层基础上，闸墩为重力挡墙式，基础埋深 2.0m、宽 3.2m，闸墩底部宽 2.75m，顶部宽 1.0m；闸底板厚 1.0m，进出口均设置齿墙；闸墩采用 C20 砼现浇，底板采用 C20 钢筋砼现浇。闸墩上设置 1.5m 宽检修桥。闸室支墩及闸台采用 C25 钢筋砼现浇。闸室后设置消力池，消力池总长 18.0m、宽 5.6m，闸底板至消力池底板采用斜坡连接，斜坡长 6.0m，消力池池深 1.0m 长 11m；消力池底板采用 C20 硅粉砼现浇，边墙采用 C20 砼扭面与原干渠护坡相接。闸门为平板钢闸门，启闭机为卷扬式 QPQ2×125KN。

进水闸为单孔胸墙式，设计过流能力 Q=5m³/S。闸室长 6.0m、宽 2.8m、高 3.6m，闸孔高 1.9m，闸门设计挡水高度为 2.7m。进水闸座落于泥岩、粉砂岩、及砂岩互层基础上，闸墩为重力挡墙式，基础埋深 1.5m、宽 3.1m，闸墩底部宽 2.65m，顶部宽 1.0m；闸底板厚 0.7m，进出口均设置齿墙；闸墩及闸底板均采用 C20 砼现浇。闸墩上设置 1.5m 宽检修桥。闸室支墩及闸台采用 C25 钢筋砼现浇。闸室后接暗渠。闸门为平板钢闸门，启闭机为卷扬式 QPQ2×80KN。闸前设钢制拦污栅一道。闸室后设置消力池，消力池总长 10.0m、宽 2.8m，闸底板至消力池底板采用斜坡连接，斜坡长 3.0m，消力池池深 0.5m 长 7.0m；消力池底板采用 C20 硅粉砼现浇，边墙利用暗渠边墙。

节制闸、进水闸闸台上均设置砖混结构闸房，两座闸房连为一个整体。闸房

建筑面积 54m²。闸室上均设置 1.5m 宽钢筋砼人行桥。

节制闸、进水闸枢纽

二、隧洞

红旗分干渠本次新建段共有隧洞 1 座，总长度 8039m，比降为 1/2000，位于分干渠 0+039～8+078 处。

隧洞洞身的围岩由侏罗系上统蓬莱镇组泥岩、砂岩、粉砂岩和苍溪组（K1C）泥岩、粉砂岩、砂岩及薄层砾岩组成。围岩结构主要受岩层层面及构造节理面控制。泥岩和粉砂岩多呈薄层状～厚层状，砂岩多层中厚层～厚层状；层间结合一般～较差。该隧洞穿过龙泉山大背斜，洞身岩层产状由 95°∠7°～272°∠5°缓慢变化，结构变化较大，节理裂隙较发育，对隧洞围岩稳定性有一定影响，洞身围岩受裂隙的切割，在支护不及时情况下，洞顶坍塌的可能性较高。隧洞区节理裂隙发育程度多属较发育，岩体较完整～较破碎。隧洞围岩级别可分为III、IV、V级，III级围岩占隧道总长 24.88%上，IV级围岩占隧道总长 55.37%上，V级围岩占隧道总长 19.75%上，成洞条件一般。

根据工程实际情况，本项目选用马蹄形断面、圆拱直墙式（又称城门洞形）断面、圆形断面，三种断面形式作比较，经比较在外荷载相同的情况下，马蹄形断面除侧拱拱脚附近处弯矩值较大外，其余各截面弯矩值均略小于城门洞形断面各截面的弯矩值。

设计隧洞底宽 2.38m，腰部宽 2.9m，边墙高 1.19m，拱顶半径 1.45m，边墙及底板半径 2.90m，顶拱及底板厚度均为 0.35 或 0.4m，为便于施工，边墙外缘采用垂直直线形，边墙衬砌厚度由上部的 0.35 或 0.4m 渐变为下部 0.61 或 0.66cm。衬砌均采用 C25 钢筋砼现浇。超高按“水工隧洞设计规范”（SL279—2002）要

求，满足通过设计最大流量时超高不低于 0.40m，同时保证其通气空间不小于 15%洞身面积。设计比降为 1/2000。

顶拱、侧墙、底板均采用等厚衬砌，顶拱、侧墙及底板均采用 C25 钢筋砼现浇衬砌。III、IV 类围岩底板、边墙、顶拱衬砌厚度为 35cm，根据应力计算结果分别配置钢筋；V 类围岩底板、边墙、顶拱衬砌厚度为 40cm。拱顶中心角 120°范围采取充填灌浆，充填灌浆压力为≤0.3Mpa。

每隔 12m 设置一条横缝，横缝采用 EPS 高强度聚苯板嵌缝（50kg/m³），边墙直墙段及底板设置 651—B 型止水带。每间隔 4m 设置长 2.5m 的 D=30mm 排水孔。

隧洞围岩自稳时间很短，拱顶常有坍落，边墙也有失稳现象，时间效应明显，可能产生较大的变形破坏，软岩流变显著，可产生较大的塑性变形。开挖后需及时支护，喷锚挂网，必要时可全部衬砌或设钢拱架，需注意施工期安全。

隧洞进口

隧洞出口

支洞口（已移交当地政府，现已作为川盟西眉酒庄建设项目永久占地）

三、暗渠

本工程隧洞的进出口处，即 0+008～0+039 和 8+078～8+088 段，挖深较大，

但不具备成洞的条件，为减少永久占地，保证渠道边坡稳定，采用明挖暗渠型式。本工程共需设置 2 座暗渠，总长度 41m。

暗渠断面采用半园拱直墙式，砼现浇结构，设计渠底宽度 2.8m。直墙高 1.9m，侧墙高度按通过设计流量水深为依据，超高按“水工隧洞设计规范”（SL279—2002）要求，满足通过设计最大流量时超高不低于 0.40m，同时保证其通气空间不小于 15%洞身面积。拱顶半径 1.3m，顶拱中心角为 180º，洞底为反拱底板。设计比降为 1/2000。暗渠采取整体式断面结结构，直墙、顶拱、底板均为 0.4m 厚，采用 C25 钢筋砼现浇衬砌。暗渠每隔 12m 设置一条横缝，横缝采用 EPS 高强度聚苯板嵌缝（50kg/m³），边墙直墙段及底板设置 651—B 型止水带。暗渠顶上回填土石废渣料厚度不小于 0.80m，拱顶及侧墙背亦应回填密实。

	
0+008 ~ 0+039 暗渠	8+078 ~ 8+088 暗渠

四、施工道路

场内道路布置主要以对外交通为依托，扩建部分机耕道，新修机耕道，将各渣场、生产生活区等连成交通网。本项目实际启用施工道路 3 条，其中隧洞进口处施工道路为利用原有机耕道，长度约为 300m，使用完毕后进行沥青铺面；第二条为隧洞出口处施工道路，为主干道通向隧洞进口道路，长度约 200m，隧洞出口处有一钢架桥；第三条为隧洞出口至 3#渣场施工道路，长度为 120m 左右。

详见表 1.1-3。

施工道路统计表

表 1.1-3

编号	长度（m）	路面宽度（m）	占地面积（m^2）	路面形式	线路说明
隧洞进口工区道路	300	4	1800	混凝土	利用原人民渠检修道路，使用完毕对该段进行沥青罩面
隧洞出口工区道路	200	3.5	1000	混凝土	该道路已被规划为金堂至中江的通向公路，最终保留移交地方
隧洞出口至3#渣场道路	120	6	2200	泥结石	对该段进行覆土复耕
合计	620		5000		


隧洞进口工区道路（利用原人民渠检修道路，最终保留）


隧洞出口工区道路（已规划为乡道，保留）


隧洞出口至 3#渣场道路（已复耕）

五、施工生产生活区

本工程共设置 3 处施工营地，分别在隧洞进口施工区、支洞口施工区、隧洞出口施工区。

I工区：该场区为 1 标段施工单位生活场区，占地 0.10hm^2，主要用于办公及住宿，目前已全部拆除并进行平整复耕；1 标段施工生产设施，布设于 1#渣场渣顶占地范围内，使用完毕后已拆除，目前该场地已进行平整绿化恢复。

II工区：该场区为 2 标段施工单位生活场区，占地 0.19hm^2，主要为办公及宿舍、材料临时堆放及砂石料加工区，目前已移交当地政府，后纳入川盟西眉酒庄建设项目永久占地，移交协议见附件 8。

III工区：该场区为 3 标段施工单位生活场区，占地 0.26hm^2，主要用于办公及住宿，目前已全部拆除并进行平整复耕。

详见表 1.1-4。

施工生产生活区统计表

表 1.1-4

序号	分区编号	工区布置点	面积（hm^2）	备注
1	I工区	隧洞进口附近（张家沟）	0.10	1 标施工单位办公及宿舍区
2	II工区	施工支洞口附近（陈家沟）	0.19	2 标施工单位办公及宿舍、材料临时堆放及砂石料加工区
3	III工区	隧洞出口附近（牛脚杆）	0.26	3 标施工单位办公及宿舍、材料临时堆放及砂石料加工区
合计			0.55	


I工区（已复耕，暂未种植作物）


II工区（已移交当地政府，现已作为川盟西眉酒庄建设项目永久占地）


III工区（已复耕）

六、弃渣场

本工程实际启用弃渣场3处，有2处弃渣场与批复的水土保持方案位置一致，分别位于隧洞进口与出口，其中隧洞进口为1#渣场，占地0.84hm^2，堆渣量为4.37万m^3，隧洞出口为3#渣场，占地0.83hm^2，堆渣量为4.15万m^3。另1处渣场位于支洞口附近，为2#渣场，占地0.48hm^2，堆渣量为2.40万m^3，该渣场于2015年8月启用，根据川水函〔2015〕1561号文件要求，该渣场变更属于一般变更，

应取得所在地县级人民政府主管部门同意，2016 年 3 月 30 日，中江县水务局以“江水函〔2016〕28 号”同意使用弃渣场。

弃渣场情况详见表 1.1-5。

弃渣场统计表

表 1.1-5

渣场名称	渣场位置	渣场类型	经纬度	实际占地面积（hm^2）	实际堆渣量（万 m^3）	堆渣高度（m）
1#渣场	隧洞进口附近（张家沟）	沟道型	E104.50037900，N30.93658000	0.84	4.37	14
2#渣场	施工支洞口附近（陈家沟）	坡地型	E104.55981373，N30.95193474	0.48	2.4	14
3#渣场	隧洞出口附近（牛脚杆）	坡地型	E104.58263397，N30.96009341	0.83	4.15	9
合计				2.15	10.92	


1#渣场


2#渣场

3#渣场

1.1.1.4 工程占地

根据现场调查和相关资料，本工程占地面积共计 3.68hm²，其中永久占地 0.10hm²，临时占地 3.58hm²；按项目组成划分，取水枢纽区 0.08hm²，暗渠工程区 0.09hm²，隧洞工程区 0.31hm²，施工道路区 0.50hm²，渣场区 2.15hm²，施工生产生活区 0.55hm²。

具体见表 1.1-6。

工程占地统计表

表 1.1-6

序号	工程组成	永久占地(hm²)	临时占地(hm²)	合计(hm²)	备注
1	取水枢纽区	0.08	0	0.08	进水闸 8m，进出口上下渠道行车道及机耕桥
2	暗渠工程区	0	0.09	0.09	暗渠 41m
3	隧洞工程区	0.02	0.29	0.31	隧洞进出口边坡占地及支洞口临时占地
4	施工道路区	0	0.5	0.5	新建道路
5	渣场区	0	2.15	2.15	3 处
6	施工生产生活区	0	0.55	0.55	3 处
7	合计	0.1	3.58	3.68	

1.1.1.5 土石方平衡

根据收集监理、监测、施工相关资料，本工程土石方开挖总量为 15.84 万 m³（包含表土剥离 2.03 万 m³），土石方回填总量为 3.12 万 m³（包含表土回覆

2.03 万 m^3），余方为 12.72 万 m^3，同期建设的西眉水库枢纽病害除险加固工程项目需填方，接收本工程弃渣 1.80 万 m^3（详见附件 9），最终弃渣 10.92 万 m^3，运至 1~3#弃渣场。

本工程土石方平衡见表 1.1-7。

项目土石方量平衡表

表 1.1-7

防治分区	开挖			回填			调出		调入		余方	弃方	
	表土剥离	土石方	小计	表土回覆	土石方	小计	数量	去向	数量	来源	数量	自然方	去向
取水枢纽区	0.06	0.23	0.29	0	0.08	0.08	0.06	渣场区			0.15	10.92	同期建设的西眉水库枢纽病害除险加固工程项目需填方，接收本工程弃渣 1.80 万 m^3，最终弃渣 10.92 万 m^3，运至 1~3#弃渣场
暗渠工程区	0.06	0.57	0.63	0.06	0.19	0.25					0.38		
隧洞工程区	0.18	12.05	12.23	0.03		0.03	0.15	渣场区			12.05		
施工道路区	0.16	0.52	0.68	0.15	0.48	0.63	0.01	渣场区			0.04		
施工生产生活区	0.41	0.44	0.85	0.22	0.34	0.56	0.19	渣场区			0.1		
渣场区	1.16		1.16	1.57		1.57			0.41	取水枢纽区、隧洞工程区、施工道路区、施工生产生活区	0		
合计	2.03	13.81	15.84	2.03	1.09	3.12	0.41		0.41		12.72		

1.1.1.6 建设工期及投资

工期安排：本项目已于2015年7月开工，2022年10月完工，总工期88个月。

工程总投资：本项目总投资14521.33万元；项目资金来源，中央预算内占总投资80%，自筹占总投资20%。

1.1.1.7 移民安置和专项设施改（迁）建

本工程不涉及移民安置和专项设施改（迁）建。

1.1.2 项目区概况

1.1.2.1 自然概况

一、地质

1、地质构造

沿线地质构造较简单，为新华夏系第三沉降带四川盆地的西缘，属川西褶带与川中、川北褶带的交接部位。本工程线路区走廊带总体位于龙泉山大背斜北东部，构造形式以褶皱变形和断裂构造为主。

2、地层岩性

根据勘察资料，隧洞区沿线出露地层主要为第四系全新统残坡积层（Q_4^{el+dl}），第四系全新统崩坡积层（Q_4^{c+dl}），全新统坡洪积层（Q_4^{dl+pl}）；基岩为白垩系下统白龙组组（K_{1b}），苍溪组（K_{1c}），侏罗系上统蓬莱镇组（J_{3p}^2）现按其由新至老的顺序分述如下：

①第四系（Q）

a、崩坡积层（Q_4^{c+dl}）：主要分布于隧洞出洞口和泥岩、砂岩、砾岩形成的陡崖下及陡坡坡脚地带，如沟谷及缓坡地带。主要沿基岩节理裂隙崩塌形成，由块石、碎石土组成，呈棱角状、次棱角状，松散，稍湿，厚度约1～10m。

b、残坡积层（Q_4^{el+dl}）：广泛分布于斜坡坡面及坡脚地带，主要由碎石土、粉土、粘土组成，为附近基岩全（强）风化产物，现多为农田及耕地，松散，稍湿～潮湿，厚度0.1～2m。

c、坡洪积层（Q_4^{dl+pl}）：零星分布于区内主要溪沟（冲沟）沟床地带。由块、碎石、漂石及少量的砾砂组成，成份主要为泥岩、砂岩、砾岩。粒径一般20～500mm，最大达1500mm，松散～稍密，潮湿～饱和。厚度不稳定，一般1～5m。

②白垩系下统(K_1)

白龙组（K_{1b}）：砖红色、灰紫色厚层状～块状细粒长石砂岩、岩屑长石砂岩、泥岩夹粉砂岩。该层厚度 153～210m。主要出露于分干渠工程隧洞出洞口上部金家坪山一带和朝天寺山一带。

苍溪组（K_{1c}）：紫红色、砖红色泥岩、粉砂岩与灰紫色长石砂岩、长石岩屑砂岩不等厚互层，夹透镜状砂砾岩、砾岩，厚～中厚层状。该层厚度 131～300m。主要出露于龙泉山背斜的两翼，隧洞进口段和出口段。

③侏罗系上统（J_3）

蓬莱镇组（J_3P^2）：灰、灰紫色厚层状细粒长石砂岩、钙质石英砂岩夹紫红色砂质钙质粘土岩，粉砂岩、夹“李都寺灰岩”、“景福院页岩”。厚 390～422m。龙泉山背斜的轴部。

3、地震

根据《中国地震烈度区划图》（1990 年），该区地震基本烈度为VII度；2008 年 5 月 12 日汶川特大地震之后，据国家标准化管理委员会于 2008 年 6 月 11 日批准的 GB18306-2001《中国地震动参数区划图》国家标准第一号修改单，《建筑抗震设计规范》（GB50011-2001）2008 年版，隧址区中江抗震设防烈度为 7 度；中江为第二组、金堂为第三组。

地震动峰值加速度为 0.1g，地震动反应谱特征周期为中江 0.40s、金堂 0.45s。

二、地貌

工程区沿线地形起伏较大，穿越 4 座山岭和三条沟谷，输水线路地表海拔高程一般 520～850m，最高点 877.5m（青冈堡山一带），最低点 520.0m（牛脚杆一带），区内相对高差 100～357.5m，属低山丘陵地貌区。地貌类别主要有堆积地貌、构造剥蚀地貌、侵蚀地貌。区内地形陡峭，山峦连绵，地貌受地质构造、岩性控制明显，山峦走向北东向，与地层走向及区域构造线基本一致。

三、气象

据中江县气象站资料统计，中江县处于亚热带湿润季风气候区范围内，具有气候温和、四季分明、冬无严寒、夏无酷热，春季冷暖无常、秋季降温迅速，雨量丰沛而季节分配不均等特点，气候具有明显的垂直变化。气温自东南向西北随地势的升高而逐渐降低，多年平均气温为 16.7℃；极端最高气温 38.2℃，极端最

低气温-5℃，累计平均相对湿度 79%。≥10℃积温多年在 4828.4~5699.6℃，平均为 5364.6℃，持续时间 229—283d。降水量比较丰沛，多年平均 890mm，最多年为 1466.8mm，最少年为 534.5mm。年内降水多集中在 7～9 月，12～翌年 2 月降水较少。年平均无霜期 270~290d。平均每年降雪日数 1~3d，多出现在隆冬季节。盛行偏北风，年平均风速 1.4m/s，春季风最大，3~5 月平均风速在 1.6~2.0m/s 之间，最大风速达 19m/s。秋冬季风最小，10~2 月平均风速 0.9~1.5m/s 之间。

据金堂县气象站资料统计，县境位于成都平原东部。气温温和，四季分明，雨量充沛，湿度大、云雾多。日照少，平均风速小，无霜期长，大陆性季风气候显著多年日平均气温 16.6℃，高于同纬度地区 0.3—0.4℃，冬季气温比同纬度地区高 2.1—2.7℃，春季气温回升早，比同纬度地区早 25—30d。年均降雨量 920.5mm。74%的年份降雨量在 800mm 以上，雨量较为丰富；年均日照时数 1268.7h，比同纬度的长江中下游地区少 800-600h，太阳辐射能 80—90 千卡/cm²，属全国日照低值区之一。累年平均雾蒸发量为 1169.lmm，平均气压 962.6 百帕。县境风向夏季多偏南风，冬季多偏北风。累年平均风速为 1.1m/s，累年定时的最大风速为 15m/s。

本区主要灾害天气有：干旱、洪涝、冰雹、大风、低温阴雨。干旱是主要灾害天气，春旱率可达 73％，夏旱占 77％，伏旱占 37％。

四、水文

红旗水库：是金堂县已建的中型水库，位于沱江一级支流爪龙溪中游，金堂、广汉、中江三县交界处。地理位置：东经 104°29′，北纬 30°57′。距金堂县赵镇 18km，官仓镇 9km。水库控制集雨面积 67.1km²，河道长度 17.6km，平均坡降 16.5％。水库大坝高 50.6m，坝顶高程 524.60m，正常蓄水位 520.50m，设计洪水位 521.39m，校核洪水位 522.67m，死水位 494.00m。总库容 1127 万 m³，调节库容 900 万 m³，调洪库容 309 万 m 3，重复利用库容 182 万 m³，死库容 100 万 m³。溢洪道进口溢流堰顶高程 517.00m，堰顶设置 9.0m×3．5m(宽×高)弧形钢闸门 5 扇。水库以灌溉为主，灌溉金堂县栖贤乡、三星镇、官仓镇耕地及广汉县松林乡的部份耕地。灌区总耕地面积 4.31 万亩，自流灌溉面积 3.76 万亩，其中田 2.05 万亩，土 1.71 万亩，灌溉面积占耕地面积的 87％。

红旗分干渠灌区：位于沱江一级支流爪龙溪流域。爪龙溪发源于龙泉山西侧

的中江县石泉乡石垭子，属低山丘陵区，南流至官仓进入平坝地区，然后再南流3.8km注入沱江北河。流域面积94.3km²，河长31.4km，平均坡降6.84％。灌溉金堂县栖贤乡、三星镇、官仓镇耕地及广汉县松林乡的部份耕地。灌区总耕地面积4.31万亩，自流灌溉面积3.76万亩，其中田2.05万亩，土1.71万亩，灌溉面积占耕地面积的87％。

人民渠七期干渠：人民渠七期干渠进水口位于德阳市罗江县广富镇境内，紧接人民渠四期干渠尾端，止于三台县鲁班水库，干渠从全长173.51km。干渠上段设计流量为35m³/s，中段设计流量为28.0m³/s，下段设计流量为20.0m³/s。人民渠七期干渠的咽喉工程石垭隧洞已于2004年12月建成通水，彻底改变了七期干渠的输水条件，目前干渠110km以前渠道已经进行续建配套与节水改造达到设计输水能力。随着都江堰灌区续建配套与节水改造项目的推进，七期干渠全段达到设计输水能力也为时不远。加之都江堰灌区岷江上游的控制性工程紫坪铺水库的建成，为都江堰灌区提供了可靠的水源。

五、土壤

项目区内土壤分布特点是具有极强的区域性，即水平分布明显。水稻土分布于平坝和丘陵区，山区主要是黄壤。平坝地区土壤分布成带状，沿河床多为近代河流沉积物，离河较远的二级阶地多为再积黄泥水稻土，从河床由近到远质地由砂到粘，分布次序是沙土—砂壤—中壤—重壤—轻粘。一般丘陵下部及丘间为水稻土，丘陵中上部为旱作土壤。潜育型水稻土分布于丘谷中排水不良处，老冲积黄泥分布于台地上。从坡脚至坡顶，土壤质地由粘到砂，土层由厚到薄，肥力由高到低。

项目区土壤类型以水稻土为主，土壤厚度约30～60cm。

六、植被

项目区内植被属亚热带常绿阔叶林带。由于人为活动和乱砍滥伐，毁坏森林的影响，目前所能见到的植被残次林较多，幼林较多，用材林少，较完整的自然植被很少。主要植被类型有常绿阔叶林、常绿针叶林和山地灌丛，主要乔木有柏树、马尾松、桤木、青冈、油桐、乌桕、柑桔、杏、李、桃、黄柏等，灌木有马桑、黄荆等。草类主要有芭茅、茅草、梭草等。竹类主要是慈竹。农作物栽培植被主要有水稻、小麦、红苕、玉米、胡豆、豌豆、油菜、花生、棉花、甘蔗、各

种豆类及蔬菜和少量药材，近年来有许多村、组利用田边地角开发荒山、荒坡栽桑养蚕，桑树发展较快。中江县林草苫盖率为 45.61%；金堂县林草苫盖率为 41.4%。

1.1.2.2 水土流失概况

根据《水利部办公厅关于印发<全国水土保持规划国家级水土流失重点治理区和重点治理区复核划分成果>的通知》(办水保[2013]188 号)和四川省水利厅关于印发《四川省省级水土流失重点预防区和重点治理区划分成果》的通知（川水函［2017］482 号），工程所在的金堂县、中江县属于嘉陵江及沱江中下游国家级水土流失重点治理区。根据《全国水土保持区划（试行）》，本工程所在地水土保持一级区为西南紫色土区。工程区水土流失主要以水力侵蚀为主，表现形式为面蚀、片蚀、沟蚀等，区域内水土流失容许值为 500t/km^2·a。

1.2 水土保持工作情况

1.2.1 水土保持管理工程

建设单位认真贯彻落实《中华人民共和国水土保持法》的法律责任，确定专人负责水土保持相关日常工作，做到了水土保持管理有计划、有安排、有结果。在工程建设过程中，设计、施工、监理等相关部门相互配合，严格落实水土保持“三同时”制度，做到水土保持工程与主体工程同时设计、同时施工、同时运行，积极落实水土保持方案的各项措施，起到了防治水土流失的作用，遏制了水土流失的危害。

在工程竣工阶段，建设单位根据水利部《关于加强事中事后监管规范生产建设项目水土保持设施自主验收的通知》（水保〔2017〕365 号文）、《水利部办公厅关于印发生产建设项目水土保持设施自主验收规程（试行）的通知》（办水保〔2018〕133 号）等相关法律法规的规定，组织监理、监测、验收报告编制单位等相关单位开展水土保持设施竣工专项验收工作。

1.2.2 水土保持方案编报及变更

2013 年 11 月，四川金原工程勘察设计有限责任公司完成《四川省都江堰灌区续建配套与节水改造红旗分干渠工程水土保持方案报告书》。

2013 年 12 月 9 日，四川省水利厅以“川水函〔2013〕1911 号”对四川省都江堰灌区续建配套与节水改造红旗分干渠工程水土保持方案报告书进行批复。

2015 年 3 月 17 日，四川省水利厅以“川水函〔2015〕384 号”对四川省都江堰灌区续建配套与节水改造红旗分干渠工程实施方案进行批复，对原施工方案进行了调整，可研设计的 3 条施工支洞调整为 1 条施工支洞，弃渣场相应变更为 3 个。方案调整后，建设单位及时组织设计单位对现场进行踏勘，对照四川省水利厅川水函〔2015〕1561 号文件，复核本工程与批复的水土保持方案变更情况，核实出本工程主要为渣场存在变更，实际启用弃渣场数量减少 2 个，实际启用弃渣场堆渣量均为 10 万 m^3 以下，最终核实出本工程水土保持变更为一般变更。按照四川省水利厅川水函〔2015〕1561 号文件，应先征得所在地县级人民政府水行政主管部门同意。

2015 年 11 月 20 日，四川省都江堰人民渠第二管理处以“关于四川省都江堰灌区续建配套与节水改造红旗分干渠工程水土保持措施变更的函”（人二处函〔2015〕58 号）报送至中江县水务局。2016 年 3 月 30 日，中江县水务局以“江水函〔2016〕28 号”批复了四川省都江堰灌区续建配套与节水改造红旗分干渠工程水土保持措施变更。

1.2.3 水土保持监测意见落实情况

2016 年 12 月，建设单位委托四川嘉源生态发展有限责任公司负责四川省都江堰灌区续建配套与节水改造红旗分干渠工程的水土保持监测工作，在监测过程中，监测单位及时发现问题并与建设单位沟通，提出整改意见，建设单位积极落实整改，有效的控制了水土流失。

1.2.4 主管部门监督检查意见落实情况

在本工程建设过程中，建设单位积极与相关主管部门沟通，主动汇报水土保持工作情况，定期上报水土保持工作落实情况，接受相关部门的指导和监督。通过收集相关资料以及询问各参建单位相关情况，在 2018 年 10 月 26 日四川省水土保持局联合中江县水务局组成检查组对本项目进行了监督检查，并下发了整改要求与建议，详见附件 10。

建设单位积极接受检查意见，并立即组织了施工、监理对检查中提出的问题进行了认真细致的整改，并于 2018 年 12 月 18 日以“四川省都江堰人民渠第二管理处关于《四川省水土保持局关于四川省都江堰灌区续建配套与节水改造红旗分干渠工程水土保持监督检查意见的函》整改情况的报告（人二处〔2018〕212 号）”回复了四川省水土保持局，详见附件 11。

1.2.5 重大水土流失危害事件

根据现场踏勘、走访询问、回访调查等结果，本项目建设期间未发生重大的水土流失事件。

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 监测实施方案的执行情况

2017 年 4 月，在实地勘察和分析整理野外调查资料等前期准备工作的基础上，我单位编制了四川省都江堰灌区续建配套与节水改造红旗分干渠工程水土保持监测实施方案。并以监测实施方案作为监测工作的技术依据，成立监测项目部，配备了相应的监测设备，并对监测技术人员开展技术培训，制定了监测工作制度和技术“把关”程序。

此后，我监测项目部依据监测实施方案，对施工现场再次进行全区调查，选定监测点 9 个，主要针对本工程的扰动土地情况、土石方情况、水土流失防治责任范围、水土保持措施实施情况及效果进行监测。

1.3.2 监测项目部的设置

为切实做好四川省都江堰灌区续建配套与节水改造红旗分干渠工程的水土流失防治工作，保护工程区内生态环境。根据《中华人民共和国水土保持法》、《水利部关于加强事中事后监管规范生产建设项目水土保持设施自主验收得通知》（水保〔2017〕365 号）等相关规定，2016 年 12 月，四川省都江堰水利发展中心（原四川省都江堰人民渠第二管理处）委托我单位负责四川省都江堰灌区续建配套与节水改造红旗分干渠工程的水土保持监测工作。在接受委托后，我单位立即组织成立了水土保持监测项目部，并于 2017 年 2 月指派相关技术人员前

往项目现场开展监测工作。监测项目部由项目负责人、技术负责人和技术员组成，项目部成员与分工见下表。

项目组成员及分工见表 1.3-1。

水土保持监测项目部成员及分工表

表 1.3-1

序号	姓名	职务	专业	分工
1	文　刚	总监测工程师	环境保护	全面负责监测工作的组织，协调，实施，和监测质量成果
2	许　磊	技术负责人	水土保持与荒漠化防治	负责监测数据的采集、整理、校核，编制监测实施方案、监测季度报告、监测年度报告、监测总结报告
3	甘祥圆	监测工程师	水利水电工程	协助完成监测数据的采集和整理，负责监测原始记录、文档、图件、成果管理
4	付德洪	监测工程师	水利工程	协助完成监测数据的采集和整理，负责监测原始记录、文档、图件、成果管理
5	习　超	监测工程师	测绘工程	协助完成监测数据的采集和整理，负责监测原始记录、文档、图件、成果管理

1.3.3 监测点位的布设及监测频次

根据批复的《水土保持方案》要求及水土保持监测技术规程要求，本工程的监测点位主要是调查监测样点，气象因子观测采用项目区周边已设置的气象观测站进行观测，水文观测采用当地水文部门的水文观测资料，植被状况设置临时监测点位采用调查法进行监测，水土流失量根据资料分析与类比同类项目获取，其它监测内容采用资料收集、实地量测法或现场巡查法进行调查。本工程共布设监测点 9 个。

详见表 1.3-2，水土保持监测点位布设见附图 2。

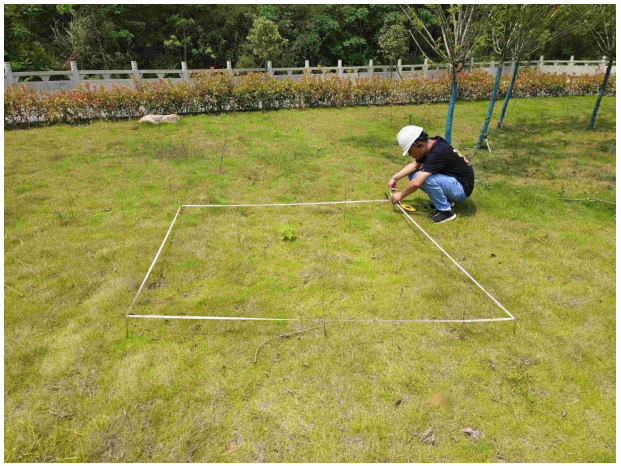
监测点位布设一览表

表 1.3-2

监测点位		位置	监测内容	主要监测方法	监测点照片
取水枢纽区	1#	进水闸枢纽	水土流失因子、扰动土地面积、水土保持措施落实情况	实地调查，遥感监测	
暗渠工程区	2#	0+008～0+039 暗渠段	水土流失因子、扰动土地面积、水土保持措施落实情况	实地调查，遥感监测	

隧洞工程区	3#	隧洞出口	水土流失因子、扰动土地面积、水土保持措施落实情况	实地调查、地面观测及遥感监测	
施工道路区	4#	隧洞出口至 3#渣场道路	水土流失因子、扰动土地面积、水土保持措施落实情况	实地调查，遥感监测	

施工生产设施区	5#	1 标施工场地	水土流失因子、扰动土地面积、水土保持措施落实情况	实地调查、地面观测及遥感监测	
	6#	3 标施工场地	水土流失因子、扰动土地面积、水土保持措施落实情况	实地调查、地面观测及遥感监测	

渣场区	7#	1#渣场	弃渣量、弃渣场防护情况、水土保持措施落实情况	实地调查、地面观测及遥感监测	
	8#	2#渣场	弃渣量、弃渣场防护情况、水土保持措施落实情况	实地调查、地面观测及遥感监测	

	9#	3#渣场	弃渣量、弃渣场防护情况、水土保持措施落实情况	实地调查、地面观测及遥感监测	

1.3.4 监测设施设备

本工程水土保持监测采用现代技术与传统手段相结合的方法，借助相应的先进仪器设备，使监测方法更科学，监测结论更合理。

主要监测仪器设备见表 1.3-3。

项目水土保持监测仪器设备一览表

表 1.3-3

序号	设备名称	单位	数量
1	手持 GPS 定位仪（设备已按折旧费计算）	套	1
2	摄像机（设备已按折旧费计算）	台	1
3	数码照相机（设备已按折旧费计算）	台	1
4	笔记本电脑（设备已按折旧费计算）	台	1
5	中纬 RTK（设备已按折旧费计算）	套	1
6	激光测距仪（设备已按折旧费计算）	套	1
7	50m 皮尺	卷	1
8	钢卷尺	个	2
9	坡度仪	个	1
10	无人机	架	1

		
大疆精灵4 无人机	中纬 RTK	笔记本电脑
		
相机	激光测距仪	手持 GPS
		
测距仪	投影仪	皮尺、卷尺

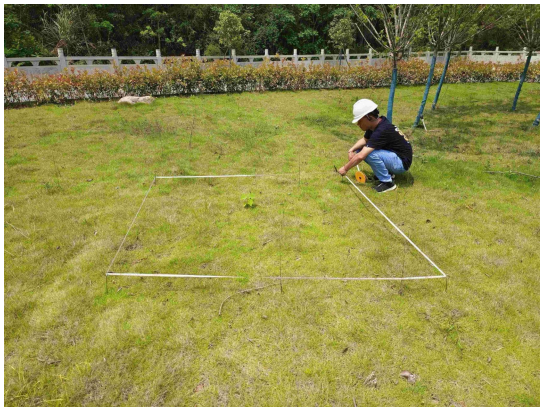
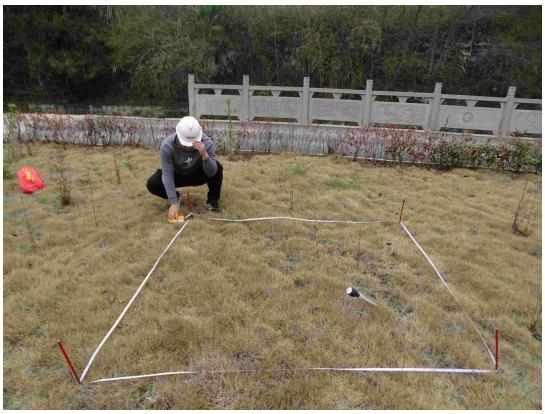
1.3.5 监测技术方法

针对不同水土保持监测分区，以各项监测指标为主线，制定不同的监测方法。根据《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》（办水保〔2015〕139 号）、《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018）和《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018），结合本工程的实际情况，对各布设点进行水土保持监测，主要采取调查监测、资料分析、场地巡查及低空无人机遥感监测的方法进行监测。

（1）调查监测是指定期采取全线路调查的方式，通过现场实地勘测，采用 GPS 定位仪结合地形图、照相机、标杆、尺子等工具，按照标段测定不同工程和标段的地表扰动类型和不同类型的面积。填表登记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、岩土类你型）及水土保持措施（拦渣工程、护坡工程、土地整治等）实施情况。

①面积监测：本工程主要对渣场等较为集中的区域采用手持 GPS 进行定位监测。首先对调查区按扰动类型进行分区，如堆渣、开挖面等，同时在监测记录薄上记录调查点名称、工程名称扰动类型和监测数据编号等。然后沿着分区边界走一圈，通过 GPS 记录所走区域的形状（边界坐标点数据），然后将 GPS 记录的监测数据结果转入计算机，通过计算机软件显示监测区域的图形和面积。

②植被监测：选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并计算林地郁闭度、草地盖度和类型区林草的植被覆盖度。

1#渣场植物样方法


2#渣场植物样方法




监测技术人员测量乔木间距






监测技术人员现场复核排水沟、沉砂池尺寸

（2）地面观测法

对不同地表扰动类型，侵蚀强度的监测，采用地面观测方法。如测钎法、侵蚀沟样方测量法、简易径流小区法，人工模拟降雨试验等，本项目监测方法以测钎法、侵蚀沟法和简易径流小区法为主。同时采用自记雨量计观测降雨量和降雨强度。

1）测钎法：将直径 0.6cm、长 50cm 类似钉子形状的钢钎相距 1m，分上中下、左中右纵横各 3 排（共 9 根）沿坡面垂直方向打入坡面，地面上漏出 20cm，钉帽与坡面齐平，并在钉帽上涂上红漆，编号登记入册，周边用石块或绳子作好

标记，以便定期观测土壤流失情况。样地面积可根据坡面实际情况进行调整。

针对每个桩订小区，在每次现场监测时测出钉帽出露地面高度，并作好记录，结合上一次监测时记录的对应钉帽出露地面高度，计算出前后两次监测期间的侵蚀深度，再计算出土壤侵蚀深度和土壤侵蚀量。

计算公式采用：A=ZS/1000cosθ

式中 A——土壤侵蚀量;

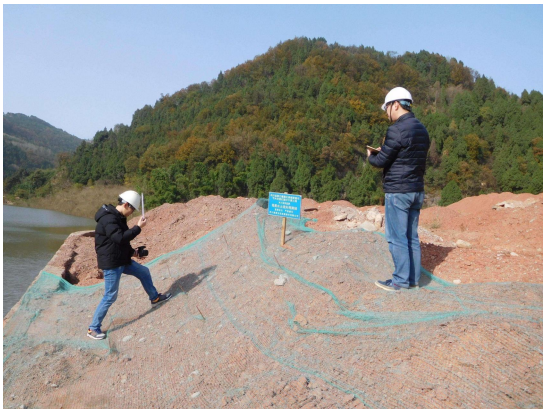
Z——侵蚀深度（mm）;

S——侵蚀面积（m^2）;

θ——坡度值。

2）侵蚀沟样方法：在已经发生侵蚀的地方，通过选定样方，测定样方内侵蚀沟的数量和大小来确定侵蚀量。样方大小取 5~10m 宽的坡面，侵蚀沟按大（沟宽＞100cm）、中（沟宽 30~100cm）、小（沟宽＜30cm）分三类统计，每条沟测定沟长和上、中上、中、中下、下各部位的沟顶宽、底宽、沟深，推算流失量。

侵蚀沟样方法通过调查实际出现的水土流失情况推算侵蚀强度。重点是确定侵蚀历时和外部干扰。必须及时了解工程进展和施工状况，通过照相、录像等方式记录、确认水土流失的实际发生过程。



监测技术人员采取测钎法测量土壤流失情况

监测技术人员采取侵蚀沟法测量土壤流失情况

（3）巡查监测法

现场观察为本工程的最主要方法，即对工程区破坏和占压面积、地面扰动类型、地形部位、地面组成物质类型、原地面坡度、现地面坡度、挖深或堆置高度、坡向、坡长、周边植被状况、植被恢复状况、植被种类、覆盖度、生长状况、土壤侵蚀类型、侵蚀强度、水土流失危害、水土保持措施数量、规格、质量等进行详查，应保证现场观察资料的时效性、准确性和可靠性。

对水土流失防治责任范围、扰动土地等面积监测，可以采用 GPS 定位仪绕边一圈测量，但要求测量地块周边可安全行走，能接收 3 颗以上的卫星信号。另一种较准确的测量方法可借助于全站仪，选择能通视测量地块全貌的位置，对准地块边界特征点进行坐标测量，计算出投影面积。还有一种在林业上常用的面积测量方法可以借鉴采用，采用较大比例尺的地形图在现场比对地形地貌特征点，勾汇出地块轮廓线，按地形图比例量算面积。

在进行调查监测的同时，还须进行巡查，现场填写表格，及时掌握各种可能出现的水土流失问题，定期向当地水行政主管部门和项目建设单位汇报和提出相

应的处理意见，由建设单位在水行政主管部门的监督下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。

（4）无人机监测

无人机监测是水土保持监测的新生事物，是针对当前普通的监测手段工作效率低、精度有限、外业工作量大、周期长、不能满足现有水土保持监测的要求（快速、准确），更不能适应水土保持监测自动化、快速的发展趋势。无人机技术可以服务于生产建设项目水土保持监测，结合现有水土保持监测手段能有效提高项目水土保持监测的效率、精度和自动化程度。

随着无人机技术不断成熟、完善、普及，无人机的可在云层正在低空飞行、无需机场降落、成本低、运行灵活等特点发挥得更好。

监测技术人员采取无人机开展现场监测工作

1.3.6 监测成果的提交情况

2015 年 7 月~2016 年 12 月，建设单位将水土保持监测纳入日常水土保持管理工作中，并由专人负责，后为了更专业的开展水土保持监测工作，2016 年 12 月，建设单位委托了我公司开展本工程水土保持监测工作。我单位接受委托后，

积极展开现场勘查，收集工程建设相关资料，对进场前本工程水土保持相关资料进行了整理，完成了监测实施方案，并开展补充监测，完成了 2015 年 3 季度~2016 年 4 季度监测季报。

其后我单位根据实际情况采用调查监测（包括资料收集分析）、地面观测和场地巡查监测相结合的方法对本项目开展了水土保持监测工作，完成了 2017 年 1 季度~2023 年 1 季度监测季报，在以上工作的基础上，监测单位于 2023 年 5 月编制完成了《四川省都江堰灌区续建配套与节水改造红旗分干渠工程水土保持监测总结报告》并报送建设单位。

2 监测内容和方法

2.1 扰动土地情况

生产建设项目水土流失防治责任范围包括项目永久征地、临时占地（含租赁土地）以及其他使用与管辖区域。永久占地面积随着主体设计深度的变化会发生变化，但施工阶段和植被恢复期一般变化不大，临时占地的面积则随着工程进展可能发生变化。防治责任范围监测重点调查工程建设单位有无超越红线施工，量算施工占地，从而确定实际的水土流失防治责任范围。

A 永久性占地：是指项目建设征地红线范围内、由建设单位负责管辖和承担水土保持法律法规责任的地方。水土保持监测内容是复核对红线范围地区，监测项目建设有无超范围开发的情况，以及各阶段永久性占地的变化情况。

B 临时性占地：是指因主体工程开发需要、临时占用的部分土地，土地管辖权仍属于原单位（或个人），建设单位无土地管辖权。水土保持监测内容是复核临时性占地面积有无超范围使用。

扰动地表面积是指开发建设项目在建设过程中扰动地表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，均属于扰动地表行为。

本工程在我单位主要采取调查、收集施工监理资料以及相关遥感影像的方式进行，针对正在实施的区域采取实地量测，资料分析与无人机低空遥感监测的方式进行。

扰动土地情况监测要求

表 2.1-1

监测类型	监测内容	监测方法	监测频次
扰动土地情况	扰动范围、位置、扰动面积、土地利用类型及其变化情况	调查监测、资料分析、遥感监测	每季度监测一次

采取分析 DOM 影像获取扰动土地范围

2.2 取料（土、石）、弃渣（土、石、矸石、尾矿等）

本项目施工材料采取外购，未布设取料场；主要对弃渣场进行监测，采用资料收集与分析、地面观测、实地量测、遥感监测以及无人机航拍相结合的监测方法。监测内容主要包括弃渣场的数量、位置、面积、弃土（渣）量、表土剥离、防治措施落实及迹地恢复情况等。

弃土(渣)场位置由收集资料分析确定;表土剥离通过实地调查了解弃土(渣)前是否进行了表土剥离，表土剥离后是否按相关规定堆放，是否实施临时防治措施。

在施工期，弃土（渣）面积监测方法同扰动土地情况监测弃土（渣）扰动面积监测方法一致。弃土（渣）量以收集施工单位弃土（渣）量统计数据为主，基于无人机对弃土（渣）场航拍影像，生成弃土（渣）场区 DSM 数据，以此为基础计算方量，对统计数据进行校核。

在弃土（渣）、剥离表土临时堆放期间，采取实地量测的方法，获取堆土、堆渣高度，堆土、堆渣体表面坡度、面积等。

弃土（渣）完成后，弃土（渣）面积确定同扰动土地面积防治责任范围确定方法，弃土（渣）方量以施工单位统计方量为主。

弃土（渣）防治措施主要包括挡渣墙、截排水沟、渣体边坡防治等工程措施

以及植物措施。施工过程中以实地量测为主，施工结束后以相关措施验收资料为主统计防治措施类型和工程量。弃土（渣）场情况每季度监测 1 次。

弃渣（土、石、矸石、尾矿等）情况监测内容、方法及频次见表 2.2-1。

弃渣（土、石、矸石、尾矿等）情况监测内容、方法及频次

表 2.2-1

防治分区	监测内容	监测方法	监测频次
弃渣场区	数量、位置、面积、弃土（渣）量、表土剥离、防治措施落实及迹地恢复情况	资料收集与分析、地面观测、实地量测、遥感监测以及无人机航拍	数量、位置、面积、水土保持措施等每个季度监测记录一次；正在实施的取土场区方量、表土剥离情况等每个月监测记录一次；遥感监测：施工前一次，施工中一次，资料分析：每季度一次

2.3 水土保持措施

本项目水土保持措施的监测主要采用实地量测、资料分析的监测方法。对于工程防治措施，主要调查其实施数量、质量及进度；防护工程稳定性、完好程度、运行情况、措施的拦渣保土效果。植物措施主要调查其不同阶段林草种植面积、成活率、生长情况及覆盖度；扰动地表林草自然恢复情况；植物措施拦渣保土效果。对于临时防护措施，主要调查其实施情况，如实施数量、质量、进度、运行情况和临时措施的拦渣保土效果。水土保持措施监测指标包括：措施类型、位置、规格、尺寸、数量、林草覆盖度、防治效果、运行状况。

在施工期，监测方法以实地量测为主。根据水土保持方案及防治措施实施情况，采用实地量测和巡测相结合的方法，获取各监测分区水土保持措施建设动态及防治措施数量、质量。也可通过无人机航拍的方法调查水土流失防治措施建设动态。

在植被恢复期，工程措施基本实施完毕，工程措施监测以运行情况和运行效果监测为主，以施工单位实施防治措施验收资料为基础，通过分析获得工程措施数量，通过实地巡查了解工程措施运行情况及运行效果。植物措施处于实施阶段或实施完成发挥防治效果阶段，对于已实施完成的植物措施，采用典型样方或典型植株调查的方法，记录林草生长情况、成活率、保存率、覆盖度及自然植被恢复情况；对于处于实施阶段的植物措施，通过实地调查、资料收集获取实施进度；以施工单位实施防治措施验收资料为基础，通过分析获得植物措施数量。

在水土保持措施监测过程中，以无人机航拍为辅助手段，用无人机对监测区域进行全景拍摄，从拍摄的全景照片上经过专业分析，获取监测区域水土流失防治措施布局、建设进度。水土保持措施每季度监测记录 1 次。

（1）水土保持措施监测

①水土保持措施的类型、数量、质量。

②水土保持工程措施的稳定性、完好程度和运行情况。

③水土保持植物措施的林草成活率、保存率、生长情况（树高、乔木胸径、乔灌冠幅）及林草郁闭度（盖度）。

④水土流失防治要求及水土保持管理措施实施情况。

（2）水土流失防治指标监测

监测植被恢复期水土流失治理度、土壤流失控制比、渣土防护率、表土保护率、林草覆盖率、林草植被恢复率六项防治指标的达标情况。

水土保持措施及监测要求

表 2.3-1

水土保持措施类型	监测内容	监测方法	监测频次
工程措施	位置、规格、尺寸、数量、开完工日期、运行状况、防治效果、	调查监测、资料分析、场地巡查	每季度一次
植物措施	位置、规格、尺寸、数量、开完工日期、林草覆盖度、林草植被恢复率、郁闭度、成活率、	调查监测、资料分析、场地巡查	
临时措施	位置、规格、尺寸、数量、开完工日期、运行状况、防治效果、	资料分析	

2.4 水土流失情况

水土流失情况主要监测指标包括水土流失面积、土壤流失量、潜在土壤流失量和水土流失危害等。项目区以水力侵蚀为主，通过在不同区域布设简易水土流失观测场定位观测土壤流失量。

水土流失情况监测主要采用地面观测、实地量测、遥感监测、资料分析的监测方法。水土流失面积监测采用实地量测、遥感监测相结合的方法；土壤流失量监测采用地面观测法，得出不同分区的水土流失总量。

水土流失监测指标及其监测要求

表 2.4-1

监测项目	监测内容	监测方法	监测频次
水土流失情况	水土流失面积	资料分析、现场量测、无人机遥感监测	每季度开展一次现场监测，雨季加测
	土壤流失量	地面观测、资料分析、现场巡查	
	潜在水土流失量	资料分析、现场巡查	
	水土流失危害	现场巡查、资料分析	

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）水土保持方案设计情况

根据“川水函〔2013〕1911 号”批复的《水土保持方案》，本工程防治责任范围为 14.17hm²，其中项目建设区 6.20hm²，直接影响区 7.97hm²。

批复的《水土保持方案》水土流失防治责任范围详见表 3.1-1 所示。

批复的《水土保持方案》水土流失防治责任范围　（hm²）

表 3.1-1

防治分区	防治责任范围（hm²）		
	项目建设区	直接影响区	合计
取水枢纽区	0.1	/	0.1
暗渠工程区	0.12	0.02	0.14
隧洞工程区	0.06	1.92	1.98
施工道路区	2.29	3.74	6.01
渣场区	2.91	2.29	4.81
施工生产设施区	0.72	/	0.72
合计	6.2	7.97	14.17

（2）项目实际防治责任范围

监测人员在查阅工程占地文件，通过收集资料并结合现场监测结果，确定本工程建设期水土流失防治责任范围面积 3.68hm²，全为项目建设区。

本项目实际发生的水土流失防治责任范围较原批复的《水土保持方案报告书》中确定水土流失防治责任范围减少 10.49hm²，因为在施工过程中严格管控，未在项目建设区以外新增占地，故直接影响区面积为零，项目建设区面积减少 2.25hm²，主要原因如下：

①取水枢纽区取消了明渠工程，增加进出口上下渠道行车道及机耕桥，实际占地减少 0.02hm²；

②暗渠工程区的暗渠工程长度由原方案 53m 调整为 41m，占地面积减少 0.03hm²；

③隧洞工程区隧洞支洞口由原方案设计 3 处调整为 1 处，但该处支洞口扩大了施工作业面，设置轨道运输洞渣，隧洞工程区占地面积增加 0.25hm²;

④施工道路区实际施工道路长度减少，部分施工道路可利用当地乡村公路，实际道路占地面积减少 1.79hm²;

⑤渣场区由原方案设计的 5 处调整为 3 处，弃渣更集中堆放，占地面积减少 0.76hm²;

⑥施工生产生活区由原设计的 5 处调整为 3 处，实际占地面积减少 0.17hm²。

实际发生的水土流失防治责任范围情况与方案设计对比详见表 3.1-2 所示。水土流失防治责任范围见附图 2。

水土流失防治责任范围对比表

表 3.1-2

防治分区	防治责任范围（hm²）								
	方案设计			实际实施			变化		
	项目建设区	直接影响区	合计	项目建设区	直接影响区	合计	项目建设区	直接影响区	合计
取水枢纽区	0.1	0	0.1	0.08	0	0.08	-0.02	0	-0.02
暗渠工程区	0.12	0.02	0.14	0.09	0	0.09	-0.03	-0.02	-0.05
隧洞工程区	0.06	1.92	1.98	0.31	0	0.31	0.25	-1.92	-1.67
施工道路区	2.29	3.74	6.01	0.5	0	0.5	-1.79	-3.74	-5.51
渣场区	2.91	2.29	4.81	2.15	0	2.15	-0.76	-2.29	-2.66
施工生产生活区	0.72	0	0.72	0.55	0	0.55	-0.17	0	-0.17
合计	6.2	7.97	14.17	3.68	0	3.68	-2.52	-7.97	-10.49

3.1.2 背景值监测

本项目水土流失现状采用实地调查和图纸量测相结合的方法进行。首先采用实地调查法获得土地利用现状和水土流失现状图斑，然后根据地形、坡度、植被覆盖度等指标，参照《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）的土壤侵蚀强度分级标准和面蚀分级指标，结合专家估判法划分和确定其水土流失强度，并计算其原地貌土壤侵蚀模数。经分析计算，本工程原地貌土壤侵蚀模数为 1780t/(km²·a)。

3.1.3 建设期扰动土地面积

本项目对工程永久占地主要采取查阅征占地资料，结合典型区域现场量测复核和遥感监测量测的方式确定其面积，对临时占地主要是依据工程施工图设计和征占地资料，同时结合现场调查来综合确定。

根据调查本工程扰动土地面积，最终本项目扰动土地面积为 3.68hm^2。

施工阶段分年度扰动面积情况详情见表 3.1-3 所示。

建设期年度扰动土地面积统计

表 3.1-3

防治分区	扰动土地面积（hm^2）								
	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年
取水枢纽区	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
暗渠工程区	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
隧洞工程区	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31
施工道路区	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
渣场区	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15
施工生产设施区	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
合计	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68

3.2 取料监测结果

3.2.1 设计取料情况

“川水函〔2013〕1911 号”批复的《水土保持方案》未布设取料场。

3.2.2 取料场位置、占地面积及取料量监测结果

在实际施工中，未设置取料场。

3.2.3 取料对比分析

“川水函〔2013〕1911 号”批复的《水土保持方案》设计与实际施工均无取料场。

3.3 弃渣监测结果

3.3.1 设计弃渣情况

根据批复的水土保持方案，本工程土石方开挖总量为 13.39 万 m^3（自然方），土石方填筑总量约为 1.64 万 m^3（自然方），弃渣总量约为 11.75 万 m^3（自然方），折合松方后为 16.19 万 m^3。运至规划的 5 处弃渣场，总弃渣量为 16.19 万 m^3，占地面积为 2.91hm^2。

详见表 3.2-1。

渣场布置情况

表 3.2-1

渣场序号	桩号	控制范围	土地类型	容渣量（万 m^3）	面积 (hm^2)	平均堆高（m）	弃渣量（万 m^3）	渣场类型
1#渣场	0+000~1+800	张家沟（暗渠 0+008～0+036、主洞进口 0+036～1+800）及进水闸	林地	3.46	0.35	10	2.96	临沟型
2#渣场	1+800~3+300	一碗水（1#施工支洞、主洞 1+800～3+300）	耕地	4.51	0.56	8	3.14	坡谷型
3#渣场	3+300~4+800	吴家院子(2#施工支洞、主洞 3+300～4+800)	耕地	3.42	0.62	11	3.13	坡谷型
4#渣场	4+800~6+300	响水滩(3#施工支洞、主洞 4+800～6+300)	耕地、林地	3.43	0.53	12	3.36	坡谷型
5#渣场	6+300~8+046.3	牛脚杆(主洞 6+300～8+008.7、暗渠 8+008.7～8+033.7、明渠(包括渐变段)：8+033.7～8+0046.3)及出口进水闸	耕地、林地	4.41	0.85	13	3.60	坡谷型
合计				19.23	2.91		16.19	

3.3.2 弃渣场位置、占地面积及弃渣量监测结果

本工程土石方开挖总量为 15.84 万 m^3（包含表土剥离 2.03 万 m^3），土石方回填总量为 3.12 万 m^3（包含表土回覆 2.03 万 m^3），余方为 12.72 万 m^3，同期建设的西眉水库枢纽病害除险加固工程项目需填方，接收本工程弃渣 1.80 万 m^3（详见附件 10），最终弃渣 10.92 万 m^3，运至 1~3#弃渣场。

1#渣场：该渣场位于隧洞进口附近，属于沟道型弃渣场，占地面积为 0.84hm^2，堆渣量为 4.37 万 m^3，最大堆渣高度为 14m，该渣场已按照专项设计落实了挡渣墙、框格梁植草护坡、截排水沟、撒播草籽、种植乔灌木等措施，渣场现状如下图：

	
1#渣场全貌	1#渣场框格梁植草护坡
	
1#渣场截排水沟	1#渣场雨水口
	
1#渣场渣顶乔灌木植被恢复	

2#渣场：该渣场位于施工支洞口附近（陈家沟），属于坡地型弃渣场，占地面积为 0.48hm^2，堆渣量为 2.40 万 m^3，最大堆渣高度为 12m，该渣场已按照专项设计落实了挡渣墙、框格梁植草护坡、截排水沟、撒播草籽等措施，渣场现状如下图：

	
2#渣场全貌	2#渣场框格梁植草护坡
	
2#渣场挡渣墙	渣场渣顶植被恢复
	
2#渣场截排水沟	2#渣场沉沙池

3#渣场：该渣场位于隧洞出口附近（牛脚杆），属于坡地型弃渣场，占地面积为 0.83hm^2，堆渣量为 4.15 万 m^3，最大堆渣高度为 9m，该渣场已按照专项设计落实了挡渣墙、框格梁植草护坡、截排水沟、复耕等措施，渣场现状如下图：

	
3#渣场全貌	3#渣场框格梁植草护坡
	
3#渣场挡渣墙	3#渣场渣顶复耕
	
3#渣场截排水沟	3#渣场沉沙池

详见表 3.2-1 实际弃渣场情况统计表。

弃渣场信息统计表

表 3.2-1

渣场名称	渣场位置	渣场类型	经纬度	实际占地面积（hm^2）	实际堆渣量（万 m^3）	堆渣高度（m）	弃渣来源
1#渣场	隧洞进口附近（张家沟）	沟道型	E104.50037900，N30.93658000	0.84	4.37	14	隧洞进口、取水枢纽及暗渠开挖土石方
2#渣场	施工支洞口附近(陈家沟）	坡地型	E104.55981373，N30.95193474	0.48	2.4	12	支洞口及隧洞洞挖土石方
3#渣场	隧洞出口附近（牛脚杆）	坡地型	E104.58263397，N30.96009341	0.83	4.15	9	隧洞出口、暗渠、施工道路、施工生产生活区开挖土石方
合计				2.15	10.92		

3.3.3 弃渣对比分析

“川水函〔2013〕1911 号”批复的《水土保持方案》设计弃渣场与实际施工设置弃渣场对比，渣场数量由原方案设计的 5 处调整为 3 处，弃渣量由原方案的 11.75 万 m^3 调整为现在的 10.92 万 m^3，堆渣面积由 2.91hm^2 调整为 2.15hm^2，实际弃渣综合利用了 1.80 万 m^3，这更有利于水土保持。

3.4 土石方流向情况监测结果

3.4.1 原批复方案土石方流向情况

根据批复的水土保持方案，本工程土石方开挖总量为 13.39 万 m^3（自然方），土石方填筑总量为 1.64 万 m^3（自然方），余方为 11.75 万 m^3（自然方），余方全部弃于 5 处弃渣场，弃渣总量折合松方后为 16.19 万 m^3。

本项目除取水枢纽及进出口明渠工程属永久占地外，其他工程（引水隧洞、引水暗渠、施工支洞工程、道路工程等）均属于临时占地，经现场踏勘，工程占地涉及到耕地、林地、园地；其表土可剥离厚度为 40～60cm，根据项目区土地利用类型、立地条件分析，本工程区内可剥离表土 3.15 万 m^3，工程建成后迹地恢复需覆土 3.01 万 m^3，水土保持覆土主要来源于施工初期各个分区的表土剥离。

方案设计土石方平衡情况详见表 3.4-1。

方案设计阶段土石方平衡表　单位：万 m³

表 3.4-1

序号	工程名称		土石方开挖	土石方回填	调出		调入		弃方		
					数量	去向	数量	来源	自然方	松方	去向
1	取水枢纽及进出口明渠工程	进口明渠及闸室 0+000~0+008	1379	1005					374	486	1#渣场
		出口明渠 8+003.7~8+046.3	225	75					150	195	5#渣场
		小计	1604	1080					524	681	
2	引水隧洞	隧洞 0+036~1+800	20392						20392	28549	1#渣场
		隧洞 1+800~3+300	17340						17340	24276	2#渣场
		隧洞 3+300~4+800	17340						17340	24276	3#渣场
		隧洞 4+800~6+300	17340						17340	24276	4#渣场
		隧洞 6+300~8+008.7	19753						19753	27654	5#渣场
		小计	92165						92165	129031	
3	引水暗渠	暗渠 0+008~0+036	2875	2449					426	554	1#渣场
		暗渠 8+008.7~8+033.7	2549	2172					377	490	5#渣场
		小计	5424	4621					803	1044	
4	施工支洞工程	1#支洞	5608	112					5496	7145	2#渣场
		2#支洞	5519	106					5413	7037	3#渣场
		3#支洞	7043	134					6909	8982	4#渣场
		小计	18170	352					17818	23163	
5	导流工程		6385	455					5930	7709	5#渣场
6	道路工程		10131	9903					228	296	4#渣场
7		合计	133879	16411	0	0	0	0	117468	161925	

注：1、表土剥离与回填未纳入项目土石方平衡分析，单独进行说明；2、施工围堰土石量已纳入土石方平衡。

3.4.2 实际土石方流向情况

根据收集监理、监测、施工相关资料，本工程土石方开挖总量为 15.84 万 m³（包含表土剥离 2.03 万 m³），土石方回填总量为 3.12 万 m³（包含表土回覆 2.03 万 m³），余方为 12.72 万 m³，同期建设的西眉水库枢纽病害除险加固工程项目需填方，接收本工程弃渣 1.80 万 m³（详见附件 10），最终弃渣 10.92 万 m³，运至 1~3#弃渣场。

本工程土石方平衡见表 3.4-2。

施工阶段工程实际土石方平衡表

表 3.4-2

防治分区	开挖			回填			调出		调入		余方	弃方	
	表土剥离	土石方	小计	表土回覆	土石方	小计	数量	去向	数量	来源	数量	自然方	去向
取水枢纽区	0.06	0.23	0.29	0	0.08	0.08	0.06	渣场区			0.15	10.92	同期建设的西眉水库枢纽病害除险加固工程项目需填方，接收本工程弃渣 1.80 万 m^3，最终弃渣 10.92 万 m^3，运至 1~3#弃渣场
暗渠工程区	0.06	0.57	0.63	0.06	0.19	0.25					0.38		
隧洞工程区	0.18	12.05	12.23	0.03		0.03	0.15	渣场区			12.05		
施工道路区	0.16	0.52	0.68	0.15	0.48	0.63	0.01	渣场区			0.04		
施工生产生活区	0.41	0.44	0.85	0.22	0.34	0.56	0.19	渣场区			0.1		
渣场区	1.16		1.16	1.57		1.57			0.41	取水枢纽区、隧洞工程区、施工道路区、施工生产生活区	0		
合计	2.03	13.81	15.84	2.03	1.09	3.12	0.41		0.41		12.72		

3.5 其他重点部位监测结果

（1）对外交通

本工程对外交通主要利用现有交通条件，工程区内的有中江～合兴～石泉、金堂～石泉～官仓镇有 101 国道（兴隆至长乐），另外众多的乡村机耕道横穿或平行重点建筑物旁边处通过（如张家沟(进口)、陈家沟(支洞)、牛脚杆(出口)等），工程对外交通便利，其中乡级公路为水泥路面。

（2）场内交通

场内道路布置主要以对外交通为依托，扩建部分机耕道，新修机耕道，将各渣场、生产生活区等连成交通网。本项目实际启用施工道路 3 条，其中隧洞进口处施工道路为利用原有机耕道，长度约为 300m，使用完毕后进行沥青铺面；第二条为隧洞出口处施工道路，为主干道通向隧洞进口道路，长度约 200m，隧洞出口处有一钢架桥；第三条为隧洞出口至 3#渣场施工道路，长度为 120m 左右。

详见表 3.5-1。

施工道路统计表

表 3.5-1

编号	长度（m）	路面宽度（m）	占地面积（m^2）	路面形式	线路说明
隧洞进口工区道路	300	4	1800	混凝土	利用原人民渠检修道路，使用完毕对该段进行沥青罩面
隧洞出口工区道路	200	3.5	1000	混凝土	该道路已被规划为金堂至中江的通向公路，最终保留移交地方
隧洞出口至 3#渣场道路	120	6	2200	泥结石	对该段进行覆土复耕
合计	620		5000		

4 水土流失防治措施监测结果

4.1 工程措施监测结果

实际监测工作中，按照各分区的监测内容和监测指标，针对主体工程中具有水土保持功能的工程措施在收集设计资料、监理资料的基础上，通过地面观测、资料分析、实地测量等方法进行监测；对水土保持工程措施进行重点调查，通过实地量测等手段监测实际实施情况。本工程水土保持工程措施实施情况如下：

（1）取水枢纽区：表土剥离 0.06 万 m^3、C20 混凝土排水沟 73m、沉沙池 1 座；

（2）暗渠工程区：表土剥离 0.06 万 m^3、土地整治 0.09hm^2、覆土 0.06 万 m^3；

（3）隧洞工程区：表土剥离 0.18 万 m^3、土地整治 0.07hm^2、覆土 0.03 万 m^3；

（4）施工道路区：表土剥离 0.16 万 m^3、土地整治 0.22hm^2、覆土 0.15 万 m^3、复耕 0.22hm^2；

（5）施工生产生活区：表土剥离 0.41 万 m^3、土地整治 0.36hm^2、覆土 0.22 万 m^3、复耕 0.36hm^2；

（6）渣场区：表土剥离 1.16 万 m^3、浆砌石挡墙 342m、框格梁护坡 4650m^2、浆砌石截水沟 828m、1#渣场暗涵 160m、2#渣场 1.2m 钢筋砼管涵 97.5m、2#渣场箱涵 25.06m、雨水口 13 个、雨水管 220m、土地整治 2.04hm^2、覆土 1.57 万 m^3、复耕 0.70hm^2。

工程措施监测结果见下表。

工程措施监测结果表

表 4.1-1

防治分区	措施类型		单位	方案设计工程量	实际实施工程量	实际实施工程量-方案设计工程量	实施时间
取水枢纽区	表土剥离	土方开挖	万 m^3	0.05	0.06	0.01	2015.07~2015.09
	截水沟	长度	m		73	73	2021.07~2021.09
		土方开挖	m^3		36.5	36.5	
		C20 砼	m^3		3.65	3.65	
	沉砂池	数量	座		1	1	2021.07~2021.09
		土方开挖	m^3		1	1	
		C20 砼	m^3		0.85	0.85	
暗渠工程区	表土剥离	土方开挖	万 m^3	0.07	0.06	-0.01	2015.07~2015.09
	迹地恢复	土地整治	hm^2		0.09	0.09	2021.07~2021.09
		覆土	万 m^3		0.06	0.06	
		复耕	hm^2	0.12	0	-0.12	
隧洞工程区	表土剥离	土方开挖	万 m^3		0.18	0.18	2015.08~2015.09
	迹地恢复	土地整治	hm^2		0.07	0.07	2021.09~2021.10
		覆土	万 m^3		0.03	0.03	
		复耕	hm^2	0.05	0	-0.05	
施工道路区	表土剥离	土方开挖	万 m^3	1.1	0.16	-0.94	2015.07~2015.08
	迹地恢复	土地整治	hm^2		0.22	0.22	2022.07~2022.08
		覆土	万 m^3		0.15	0.15	
		复耕	hm^2	0.77	0.22	-0.55	
		恢复园地	hm^2	0.53	0	-0.53	
施工生产生	表土剥离	土方开挖	万 m^3	0.38	0.41	0.03	2015.07~2015.08

活区	迹地恢复	土地整治	hm^2		0.36	0.36	2022.07~2022.08
		覆土	万 m^3		0.22	0.22	
		复耕	hm^2	0.48	0.36	-0.12	
渣场区	表土剥离	土方开挖	万 m^3	1.51	1.16	-0.35	2015.07~2015.09
	挡渣墙（1170m）	土石开挖	m^3	3286.58		-3286.58	
		土石回填	m^3	1339.29		-1339.29	
		C20 埋石砼（挡墙）	m^3	6352.73		-6352.73	
		C20 砼面板	m^3	111		-111	
		C20 砼基础	m^3	46.25		-46.25	
		大块石抛填	m^3	403.76		-403.76	
		模板	m^2	8194.49		-8194.49	
		苯板（30kg/m^3）	m^2	737.32		-737.32	
		DN100PVC 排水管	m	1356.8		-1356.8	
		反滤包	m^3	25.35		-25.35	
	截水沟	M7.5 浆砌块石	m^3	752.22		-752.22	
	沉沙凼（5 座）	M10 浆砌块石	m^3	42		-42	
		C20 砼	m^3	5		-5	
	浆砌石挡渣墙（342m）	土石开挖	m^3		2958.64	2958.64	2015.11~2015.12
		土石回填	m^3		579.1	579.1	
		C20 砼基础垫层	m^3		740.07	740.07	
		C20 细石砼砌大块石(挡土墙)	m^3		5310.03	5310.03	
		M10 浆水泥砂浆勾(挡土墙)	m^2		1724.66	1724.66	
		Φ50PVC 排水管	m		759.5	759.5	
		反滤包	m^3		11.51	11.51	

		EPS 聚苯板	m^2		418.34	418.34	
	框格梁护坡（4650m^2）	C20 砼（网格）	m^3		394.05	394.05	2019.04~2021.12
		C20 砼（压顶）	m^3		323.98	323.98	
		C20 砼（起坡石）	m^3		247.1	247.1	
		模板	m^2		9341.06	9341.06	
	截水沟（828m）	土石开挖	m^3		220	220	2021.08~2022.10
		M10 浆砌块石	m^3		496.31	496.31	
		M10 水泥砂浆抹面	m^3		1833.7	1833.7	
	1#渣场暗涵（160m）	石方开挖	m^3		7861.8	7861.8	2015.11~2016.04
		C20 砼（渐变段底板 50 厚）	m^3		84.5	84.5	
		C20 埋石砼(渐变段边墙)(埋石率 20%)	m^3		126.12	126.12	
		C35 钢筋砼（渐变段盖板）	m^3		41.02	41.02	
		三毡三油	m^2		22.78	22.78	
		Φ50PVC 排水管	m		15.55	15.55	
		反滤包	m^3		0.48	0.48	
		C15 砼（垫层）	m^3		172.8	172.8	
		C35 钢筋砼(厚度 60)	m^3		1371.6	1371.6	
		EPS 聚苯板（30kg/m^3）	m^2		151.53	151.53	
		钢筋制安	t		187.84	187.84	
		模板	m^2		3004.68	3004.68	
		基础 M7.5 浆砌块石换填	m^3		99.52	99.52	
		基础干砌块石换填	m^3		315.45	315.45	
		橡胶带止水(QZ1-300(651 型))	m		260.4	260.4	

	2#渣场 1.2m 钢筋砼管涵（97.5m）	长度	m		97.5	97.5	2015.11~2016.04
		管涵 C15 砼垫层	m^3		30.71	30.71	
		石渣回填	m^3		483.82	483.82	
		1#竖井钢筋	t		0.79	0.79	
		1#竖井 C15 砼垫层	m^3		2.5	2.5	
		1#竖井 C25 砼	m^3		23.63	23.63	
		2#竖井钢筋	t		0.79	0.79	
		2#竖井 C15 砼垫层	m^3		2.5	2.5	
		2#竖井 C25 砼	m^3		23.63	23.63	
	2#渣场箱涵（25.06m）	长度	m		25.06	25.06	2015.11~2016.04
		箱涵 C15 砼垫层	m^3		25.06	25.06	
		箱涵钢筋	t		16.56	16.56	
		箱涵 C25 钢筋砼	m^3		162.7	162.7	
		石渣回填	m^3		149.44	149.44	
		集水井 C15 砼垫层	m^3		1.18	1.18	
		集水井 C25 钢筋砼	m^3		20.87	20.87	
		集水井钢筋	t		1.49	1.49	
	排水设施	雨水口	口		13	13	2021.07~2021.09
		雨水管	m		220	220	2021.07~2021.09
	迹地恢复	土地整治	hm^2		2.04	2.04	2021.07~2022.08
		覆土	万 m^3		1.57	1.57	2021.07~2022.08
		复耕	hm^2	1.71	0.7	-1.01	2021.07~2022.08

与水土保持方案对比，本工程实际实施工程措施工程量与方案设计工程量存在变化，主要如下：

（1）取水枢纽区实际实施新增了混凝土截水沟与沉沙池；

（2）暗渠工程区由于实际暗渠长度减少，表土剥离减少，后期恢复增加了土地整治与覆土，复耕调整为绿化恢复；

（3）隧洞工程区支洞口占地增加了表土剥离，后期恢复增加了土地整治与覆土；

（4）施工道路区取消部分道路，实际扰动占地减少，表土剥离量减少，后期恢复耕地、园地减少；

（5）施工生产生活区后期恢复增加了土地整治与覆土，由于 2 标营地移交当地政府后用于修建酒厂，复耕措施减少；

（6）渣场区由原方案的 5 处调整为 3 处，实际弃渣场按照后续设计实施，挡渣墙、截排水沟长度减少、沉沙池数量减少；后续设计增加了 1#渣场箱涵、2#渣场 1.2m 钢筋砼管涵、2#渣场箱涵、雨水口、雨水管、土地整治与覆土。

4.2 植物措施监测结果

在查阅本工程设计文件、施工及监理资料的基础上，对项目区已实施的水土保持措施进行调查监测。项目实际实施的水土保持植物措施如下：

（1）暗渠工程区：撒播草籽 0.09hm^2；

（2）隧洞工程区：恢复林地 20 株、种草 0.07hm^2、藤本植物 400 株；

（3）渣场区：恢复林地 1356 株、种草 1.095hm^2、铺草皮 0.245hm^2、乔木 80 株。

植物措施监测结果见下表。

植物措施监测结果表

表 4.2-1

防治分区	措施类型		单位	方案设计工程量	实际实施工程量	实际实施工程量-方案设计工程量	实施时间
取水枢纽区	边坡防护	挂网草籽	m^2	14	0	-14	
		植草	m^2	33	0	-33	
暗渠工程区	迹地恢复	撒播草籽	hm^2		0.09	0.09	2021.11~2021.12
隧洞工程区	迹地恢复	恢复林地（灌木）	株	17	20	3	2021.11~2021.12
		种草	hm^2	0.01	0.07	0.06	2021.11~2021.12
		藤本植物	株	400	400	0	2021.11~2021.12
施工道路区	迹地恢复	恢复林地（灌木）	株	1650	0	-1650	
		种草	hm^2	0.99	0	-0.99	
施工生产生活区	迹地恢复	恢复林地（灌木）	株	400	0	-400	
		种草	hm^2	0.24	0	-0.24	
渣场区	迹地恢复	恢复林地（灌木）	株	1834	1356	-478	2021.08~2021.10
		种草	hm^2	1.2	1.095	-0.105	2021.08~2022.09
		铺草皮	hm^2		0.245	0.245	2021.08
		种植乔木	株		80	80	2021.08~2021.10

与水土保持方案对比，本工程实际实施植物措施工程量与方案设计工程量存在变化，主要如下：

（1）取水枢纽区边坡采取了喷砼护坡措施，取消了植草护坡；

（2）暗渠工程区后期恢复将复耕调整为撒播草籽绿化；

（3）施工道路区取消了大部分道路，实际扰动面积减小，后期部分道路需要保留，部分道路采取了复耕，所以道路工程区恢复林地以及种草措施量减少；

（4）施工生产生活区 1 处移交当地，另外 2 处实施复耕，实际其恢复林地以及种草措施量减少；

（5）渣场区数量由原方案的 5 处调整为 3 处，实际恢复林地以及种草措施量减少。

4.3 临时防护措施监测结果

在查阅本工程设计文件、施工及监理资料的基础上，对项目区已实施的水土保持措施进行调查监测。项目实际实施的水土保持临时措施如下：

（1）取水枢纽区：临时苫盖 1200m^2、临时排水沟 140m；

（2）暗渠工程区：临时苫盖 3800m^2；

（3）隧洞工程区：临时排水沟 400m、临时沉沙池 5 座；

（4）施工道路区：临时排水沟 620m、临时沉沙池 2 座；

（5）施工生产生活区：临时苫盖 10500m^2、临时排水沟 810m、临时沉沙池 4 座；

（6）渣场区：临时苫盖 7510m^2、临时排水沟 510m。

临时措施监测结果见下表。

临时措施监测结果表

表 4.3-1

防治分区	措施类型		单位	方案设计工程量	实际实施工程量	实际实施工程量-方案设计工程量	实施时间
取水枢纽区	临时遮盖	防雨布	m^2	1100	1200	100	2015.8~2016.10
	排水沟	长度	m	140	140	0	2015.8~2016.10
		土方开挖	m^3	34	34	0	
		土工膜	m^2	210	210	0	
暗渠工程区	临时遮盖	防雨布	m^2	3900	3800	-100	2015.8~2016.10
隧洞工程区	沉沙凼	数量	座	6	5	-1	2015.08~2016.04
		土方开挖	m^3	12	10	-2	
		土工膜	m^2	42	35	-7	
	排水沟	长度	m	20	420	400	2015.08~2016.04
		土方开挖	m^3	5	84	79	
		土工膜	m^2	30	630	600	
施工道路区	新修道路沉沙凼	数量	座	5	2	-3	2015.08~2016.10
		土方开挖	m^3	10	4	-6	
		土工膜	m^2	35	14	-21	
	临时排水沟	长度	m	1810	620	-1190	2015.08~2016.10
		土方开挖	m^3	435	149	-286	
		土工膜	hm^2	0.27	0.09	-0.18	
	扩宽道路沉沙凼	数量	座	2		-2	
		土方开挖	m^3	4		-4	
		土工膜	m^2	14		-14	
	临时排水沟	长度	m	2550		-2550	

		土方开挖	m^3	612		-612	
		土工膜	hm^2	0.38		-0.38	
施工生产设施区	临时遮盖	防雨布苫盖	m^2	37300	10500	-26800	2015.8~2016.10
	排水沟	长度	m	800	810	10	2015.8~2015.10
		土方开挖	m^3	192	194	2	
	沉沙凼	数量	座	5	4	-1	2015.8~2015.10
		土方开挖	m^3	10	8	-2	
渣场区	排水沟	长度	m		510	510	2016.7~2017.10
		土方开挖	m^3		122	122	
	临时遮盖	密目网苫盖	m^2		7510	7510	2016.7~2018.10

与水土保持方案对比，本工程实际实施临时措施工程量与方案设计工程量存在变化，主要如下：

（1）取水枢纽区临时措施工程量与方案设计基本一致；

（2）暗渠工程区临时措施工程量与方案设计基本一致；

（3）隧洞工程区施工支洞作业面扩大，临时排水沟数量增加；

（4）施工道路区实际取消部分施工道路，扰动范围减小，实际实施临时排水沟、沉沙池数量减少；

（5）施工生产生活区由原方案设计的 5 处调整为 3 处，实际占地面积减小，实施的临时苫盖、沉沙池减少；

（6）弃渣场原方案未设计临时措施，现场实际实施了临时苫盖、临时排水。

4.4 水土保持措施防治效果

监测人员通过现场核查，工程实际施工扰动占地面积和水土保持措施量与批复的方案相比，水土流失防治原则、措施布设原则、防治目标均无较大变化，防治措施体系和布局无较大变化。本工程实际实施的水土流失防治分区划分合理，防治措施体系布设体现了“预防为主、保护优先、全面规划、综合治理、因地制宜、突出重点、科学管理、注重效益”的防治方针，实施的水土保持措施总体布局较为合理，注重植物措施与工程措施相结合，采取综合治理措施防治水土流失。

本工程实施了挡渣墙、边坡防护、排水沟、沉沙池、表土剥离、表土回覆、土地整治、复耕等工程措施，目前各水保设施运行良好，能有效运行。工程后期实施的喷播植草、植灌木、撒播草籽也有序恢复，不仅能起到保持水土，也能美化工程区环境的作用。具体详见下表 4.4-1。

水保措施监测结果表

表 4.4-1

防治分区	措施类型		单位	方案设计工程量	实际实施工程量
取水枢纽区	表土剥离	土方开挖	万 m^3	0.05	0.06
	截水沟	长度	m		73
		土方开挖	m^3		36.5
		C20 砼	m^3		3.65
	沉砂池	数量	座		1
		土方开挖	m^3		1
		C20 砼	m^3		0.85
暗渠工程区	表土剥离	土方开挖	万 m^3	0.07	0.06
	迹地恢复	土地整治	hm^2		0.09
		覆土	万 m^3		0.06
		复耕	hm^2	0.12	0
隧洞工程区	表土剥离	土方开挖	万 m^3		0.18
	迹地恢复	土地整治	hm^2		0.07
		覆土	万 m^3		0.03
		复耕	hm^2	0.05	0
施工道路区	表土剥离	土方开挖	万 m^3	1.1	0.16
	迹地恢复	土地整治	hm^2		0.22
		覆土	万 m^3		0.15
		复耕	hm^2	0.77	0.22
		恢复园地	hm^2	0.53	0
施工生产生活区	表土剥离	土方开挖	万 m^3	0.38	0.41
	迹地恢复	土地整治	hm^2		0.36
		覆土	万 m^3		0.22
		复耕	hm^2	0.48	0.36
渣场区	表土剥离	土方开挖	万 m^3	1.51	1.16
	挡渣墙（1170m）	土石开挖	m^3	3286.58	
		土石回填	m^3	1339.29	
		C20 埋石砼（挡墙）	m^3	6352.73	
		C20 砼面板	m^3	111	
		C20 砼基础	m^3	46.25	
		大块石抛填	m^3	403.76	
		模板	m^2	8194.49	
		苯板（30kg/m^3）	m^2	737.32	
		DN100PVC 排水管	m	1356.8	
		反滤包	m^3	25.35	

	截水沟	M7.5 浆砌块石	m^3	752.22	
	沉沙凼（5 座）	M10 浆砌块石	m^3	42	
		C20 砼	m^3	5	
	浆砌石挡渣墙（342m）	土石开挖	m^3		2958.64
		土石回填	m^3		579.1
		C20 砼基础垫层	m^3		740.07
		C20 细石砼砌大块石(挡土墙)	m^3		5310.03
		M10 浆水泥砂浆勾(挡土墙)	m^2		1724.66
		Φ50PVC 排水管	m		759.5
		反滤包	m^3		11.51
		EPS 聚苯板	m^2		418.34
	框格梁护坡（4650m^2)	C20 砼（网格）	m^3		394.05
		C20 砼（压顶）	m^3		323.98
		C20 砼（起坡石）	m^3		247.1
		模板	m^2		9341.06
	截水沟（828m）	土石开挖	m^3		220
		M10 浆砌块石	m^3		496.31
		M10 水泥砂浆抹面	m^3		1833.7
	1#渣场暗涵（160m）	石方开挖	m^3		7861.8
		C20 砼（渐变段底板 50 厚）	m^3		84.5
		C20 埋石砼（渐变段边墙）(埋石率 20%)	m^3		126.12
		C35 钢筋砼（渐变段盖板）	m^3		41.02
		三毡三油	m^2		22.78
		Φ50PVC 排水管	m		15.55
		反滤包	m^3		0.48
		C15 砼（垫层）	m^3		172.8
		C35 钢筋砼(厚度 60)	m^3		1371.6
		EPS 聚苯板（30kg/m^3）	m^2		151.53
		钢筋制安	t		187.84

		模板	m^2		3004.68
		基础 M7.5 浆砌块石换填	m^3		99.52
		基础干砌块石换填	m^3		315.45
		橡胶带止水(QZ1-300(651 型))	m		260.4
	2#渣场 1.2m 钢筋砼管涵（97.5m）	长度	m		97.5
		管涵 C15 砼垫层	m^3		30.71
		石渣回填	m^3		483.82
		1#竖井钢筋	t		0.79
		1#竖井 C15 砼垫层	m^3		2.5
		1#竖井 C25 砼	m^3		23.63
		2#竖井钢筋	t		0.79
		2#竖井 C15 砼垫层	m^3		2.5
		2#竖井 C25 砼	m^3		23.63
	2#渣场箱涵（25.06m）	长度	m		25.06
		箱涵 C15 砼垫层	m^3		25.06
		箱涵钢筋	t		16.56
		箱涵 C25 钢筋砼	m^3		162.7
		石渣回填	m^3		149.44
		集水井 C15 砼垫层	m^3		1.18
		集水井 C25 钢筋砼	m^3		20.87
		集水井钢筋	t		1.49
	排水设施	雨水口	口		13
		雨水管	m		220
	迹地恢复	土地整治	hm^2		2.04
		覆土	万 m^3		1.57
		复耕	hm^2	1.71	0.7
取水枢纽区	边坡防护	挂网草籽	m^2	14	0
		植草	m^2	33	0
暗渠工程区	迹地恢复	撒播草籽	hm^2		0.09
隧洞工程区	迹地恢复	恢复林地（灌木）	株	17	20
		种草	hm^2	0.01	0.07
		藤本植物	株	400	400
施工道路区	迹地恢复	恢复林地（灌木）	株	1650	0

		种草	hm^2	0.99	0
施工生产生活区	迹地恢复	恢复林地（灌木）	株	400	0
		种草	hm^2	0.24	0
渣场区	迹地恢复	恢复林地（灌木）	株	1834	1356
		种草	hm^2	1.2	1.095
		种植乔木	株		80
取水枢纽区	临时遮盖	防雨布	m^2	1100	1200
	排水沟	长度	m	140	140
		土方开挖	m^3	34	34
		土工膜	m^2	210	210
暗渠工程区	临时遮盖	防雨布	m^2	3900	3800
隧洞工程区	沉沙凼	数量	座	6	5
		土方开挖	m^3	12	10
		土工膜	m^2	42	35
	排水沟	长度	m	20	420
		土方开挖	m^3	5	84
		土工膜	m^2	30	630
施工道路区	新修道路沉沙凼	数量	座	5	2
		土方开挖	m^3	10	4
		土工膜	m^2	35	14
	临时排水沟	长度	m	1810	620
		土方开挖	m^3	435	149
		土工膜	hm^2	0.27	0.09
	扩宽道路沉沙凼	数量	座	2	
		土方开挖	m^3	4	
		土工膜	m^2	14	
	临时排水沟	长度	m	2550	
		土方开挖	m^3	612	
		土工膜	hm^2	0.38	
施工生产设施区	临时遮盖	防雨布苫盖	m^2	37300	10500
	排水沟	长度	m	800	810
		土方开挖	m^3	192	194
	沉沙凼	数量	座	5	4
		土方开挖	m^3	10	8
渣场区	排水沟	长度	m		510
		土方开挖	m^3		122
	临时遮盖	密目网苫盖	m^2		7510

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

水土流失面积包括因生产建设项目生产建设活动导致或诱发的水土流失面积，以及项目建设区内尚未达到容许土壤流失量的未扰动地表水土流失的面积。

土壤流失面积监测主要通过实地调查、资料分析、遥感监测等方法，对项目区内扰动土地情况进行测量和分析，结合施工区场地硬化及水土保持措施实施情况及防治效果，得出项目区内土壤流失面积。

我单位于 2016 年 12 月接受委托并开展本工程的监测工作，我单位主要采取调查监测结合遥感监测的方式获取水土流失面积，项目建设过程中水土流失面积是一个动态变化的值，本项目主要流失区域为取水枢纽区、暗渠工程区、隧洞工程区、施工道路区、施工生产生活区、渣场区。

水土流失面积监测结果见表 5.1-1。

水土流失面积监测表

表 5.1-1

年度	防治分区	设计扰动面积	1 季度		2 季度		3 季度		4 季度	
			实际扰动面积	水土流失面积	实际扰动面积	水土流失面积	实际扰动面积	水土流失面积	实际扰动面积	水土流失面积
2015 年	取水枢纽区	0.1					0.03	0.03	0.08	0.04
	暗渠工程区	0.12					0.05	0.05	0.09	0.04
	隧洞工程区	0.06					0.15	0.15	0.31	0.18
	施工道路区	2.29					0.5	0.5	0.5	0.22
	渣场区	2.91					0.88	0.88	2.15	2.15
	施工生产设施区	0.72					0.55	0.55	0.55	0.13

	合计	6.2					2.16	2.16	3.68	2.76
2016年	取水枢纽区	0.1	0.08	0.02	0.08	0	0.08	0	0.08	0
	暗渠工程区	0.12	0.09	0.02	0.09	0	0.09	0	0.09	0
	隧洞工程区	0.06	0.31	0.08	0.31	0	0.31	0	0.31	0
	施工道路区	2.29	0.5	0.22	0.5	0.22	0.5	0.22	0.5	0.22
	渣场区	2.91	2.15	2.1	2.15	2.1	2.15	2.1	2.15	2.1
	施工生产设施区	0.72	0.55	0.13	0.55	0.13	0.55	0.13	0.55	0.13
	合计	6.2	3.68	2.57	3.68	2.45	3.68	2.45	3.68	2.45
2017年	取水枢纽区	0.1	0.08	0	0.08	0	0.08	0	0.08	0
	暗渠工程区	0.12	0.09	0	0.09	0	0.09	0	0.09	0
	隧洞工程区	0.06	0.31	0	0.31	0	0.31	0	0.31	0
	施工道路区	2.29	0.5	0.22	0.5	0.22	0.5	0.22	0.5	0.22
	渣场区	2.91	2.15	2.1	2.15	2.1	2.15	2.1	2.15	2.1
	施工生产设施区	0.72	0.55	0.13	0.55	0.13	0.55	0.13	0.55	0.13
	合计	6.2	3.68	2.45	3.68	2.45	3.68	2.45	3.68	2.45
2018年	取水枢纽区	0.1	0.08	0	0.08	0	0.08	0	0.08	0
	暗渠	0.12	0.09	0	0.09	0	0.09	0	0.09	0

	工程区									
	隧洞工程区	0.06	0.31	0	0.31	0	0.31	0	0.31	0
	施工道路区	2.29	0.5	0.22	0.5	0.22	0.5	0.22	0.5	0.22
	渣场区	2.91	2.15	2.1	2.15	2.1	2.15	2.1	2.15	2.1
	施工生产设施区	0.72	0.55	0.13	0.55	0.13	0.55	0.13	0.55	0.13
	合计	6.2	3.68	2.45	3.68	2.45	3.68	2.45	3.68	2.45
2019年	取水枢纽区	0.1	0.08	0	0.08	0	0.08	0	0.08	0
	暗渠工程区	0.12	0.09	0	0.09	0	0.09	0	0.09	0
	隧洞工程区	0.06	0.31	0	0.31	0	0.31	0	0.31	0
	施工道路区	2.29	0.5	0.22	0.5	0.22	0.5	0.22	0.5	0.22
	渣场区	2.91	2.15	2.1	2.15	1.94	2.15	1.94	2.15	1.94
	施工生产设施区	0.72	0.55	0.13	0.55	0.13	0.55	0.13	0.55	0.13
	合计	6.2	3.68	2.45	3.68	2.29	3.68	2.29	3.68	2.29
2020年	取水枢纽区	0.1	0.08	0	0.08	0	0.08	0	0.08	0
	暗渠工程区	0.12	0.09	0	0.09	0	0.09	0	0.09	0
	隧洞工程区	0.06	0.31	0	0.31	0	0.31	0	0.31	0

	施工道路区	2.29	0.5	0.22	0.5	0.22	0.5	0.22	0.5	0.22
	渣场区	2.91	2.15	1.94	2.15	1.94	2.15	1.94	2.15	1.94
	施工生产设施区	0.72	0.55	0.13	0.55	0.13	0.55	0.13	0.55	0.13
	合计	6.2	3.68	2.29	3.68	2.29	3.68	2.29	3.68	2.29
2021 年	取水枢纽区	0.1	0.08	0.02	0.08	0	0.08	0	0.08	0
	暗渠工程区	0.12	0.09	0	0.09	0	0.09	0	0.09	0
	隧洞工程区	0.06	0.31	0	0.31	0	0.31	0	0.31	0
	施工道路区	2.29	0.5	0.22	0.5	0.22	0.5	0.22	0.5	0.22
	渣场区	2.91	2.15	1.94	2.15	1.81	2.15	1.64	2.15	1.64
	施工生产设施区	0.72	0.55	0.13	0.55	0.13	0.55	0.13	0.55	0.23
	合计	6.2	3.68	2.31	3.68	2.16	3.68	1.99	3.68	2.09
2022 年	取水枢纽区	0.1	0.08	0	0.08	0	0.08	0	0.08	0
	暗渠工程区	0.12	0.09	0	0.09	0	0.09	0	0.09	0
	隧洞工程区	0.06	0.31	0	0.31	0	0.31	0	0.31	0
	施工道路区	2.29	0.5	0.22	0.5	0.22	0.5	0.22	0.5	0.22
	渣场区	2.91	2.15	1.64	2.15	1.64	2.15	1.34	2.15	1.34

	施工生产设施区	0.72	0.55	0.23	0.55	0.36	0.55	0.36	0.55	0.36
	合计	6.2	3.68	2.09	3.68	2.22	3.68	1.92	3.68	1.92
2023 年	取水枢纽区	0.1	0.08	0						
	暗渠工程区	0.12	0.09	0						
	隧洞工程区	0.06	0.31	0						
	施工道路区	2.29	0.5	0.22						
	渣场区	2.91	2.15	1.34						
	施工生产设施区	0.72	0.55	0.36						
	合计	6.2	3.68	1.92						

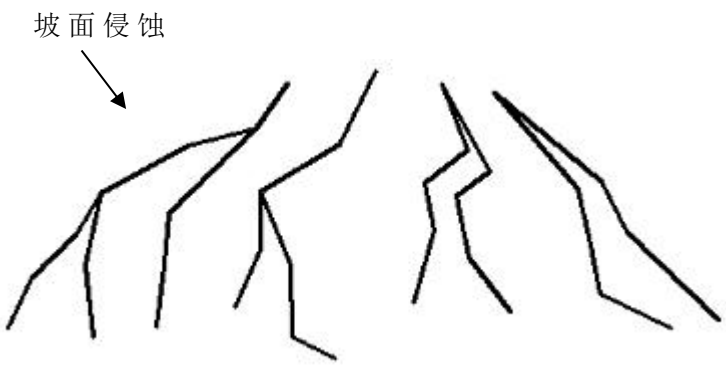
5.2 土壤流失量

5.2.1 土壤流失量计算方法

（1）土壤侵蚀模数

1）侵蚀沟法测量土壤流失量

简易坡面量测法又称侵蚀沟量测法。主要用于土质边坡、土或土石混合或粒径较小的石砾堆等坡面的水土流失量的测定。调查坡面形成初的坡度、坡长、坡面组成物质、容重等，并记录造成侵蚀沟的次降雨。在每次降雨或多次降雨后，量测侵蚀沟的体积，得出沟蚀量，并通过沟蚀占水蚀的比例（50%～70%），计算水土流失量，如图 1 所示。



通过量测坡面侵蚀沟的体积，按沟蚀占水蚀的比例(50—70%）计算坡面水土流失量

图 1　水土流失简易坡面量测场示意图

选定的坡面应具有较为明显的侵蚀沟，以侵蚀沟形状简单为宜，所选坡面要方便量测，侵蚀沟应具有代表性。

简易坡面量测场的布置主要由实际的坡面侵蚀沟确定，布置规格不等，一般小型侵蚀沟以 5m×5m 内为佳，较大侵蚀沟则视实际情况确定观测面积。当观测坡面能保存一年以上时，应量测至少一年的水土流失量，有条件的地区，简易坡面量测法也可和简易水土流失观测场相结合，效果更加。

在调查样地上等间距取若干个断面（B 样地宽×L 坡长），每个断面上量测侵蚀沟的断面积，然后按下式进行计算:

$$M = \frac{1}{2} r \sum_{i=1}^{n} \left(s_i + s_{i+1} \right) \times l$$

式中：M——样地侵蚀量，t;

Si——第 i 个断面的面积，m^2;

Si+1——第 i+1 个断面的面积，m^2;

l——样地断面间距，m;

r——土壤容重，t/m^3;

n——断面数。

也可以将侵蚀沟概化为棱锥、棱柱、棱台等，按下式计算:

棱锥体积：V=S·H／3

棱柱体积：V=S·H

棱台体积：V=H·［S1+S2+（S1·S2）1/2］／3

式中：V——体积，cm^3;

S1、S2、S——底面积，cm^2;

H——高，cm。

2）测钎法测量土壤流失量

根据开发建设项目实际情况，布设标准样地的主要规格为 5m×5m，也可根据实际情况适当增减，将长 100cm 的钢钎，在选定的坡面样方小区按照 1m×1m 的间距分纵横方向共计 9 支钢钎垂直打入地下，使钢钎顶部与坡面留有约 30cm，用卷尺量测并记录其距离，并在坡面以上的钢钎上涂上油漆，样地面积可根据坡面实际情况进行调整，简易水土流失观测场布置见图 2。

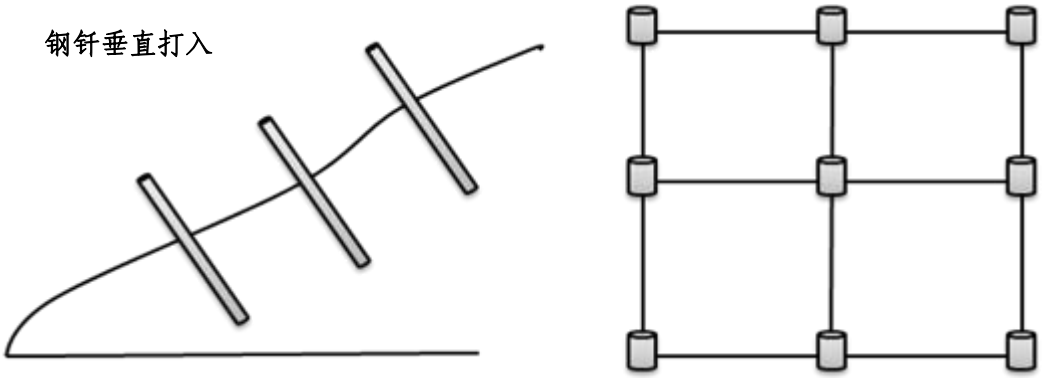


图 2　简易水土流失观测示意图

计算公式为：A=ZS/1000cosθ

式中：A——土壤侵蚀数量（m^3）；

Z——侵蚀厚度（mm）；

S——坡面面积（m^2）；

θ——斜坡坡度。

（2）土壤流失量

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分区进行分类、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水土流失量，公式如下：土壤流失量计算公式如下：

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

$$\Delta W = \sum_{j=1}^{3} \sum_{i=1}^{n} (F_{ji} \times \Delta M_{ji} \times T_{ji})$$

式中：W——土壤流失量，t;

△W——新增土壤流失量，t;

F_{ji}——某时段某单元的流失面积，km^2;

M_{ji}——某时段某单元的土壤侵蚀模数，$t/km^2 \cdot a$;

$\triangle M_{ji}$——某时段某单元的新增土壤侵蚀模数，$t/km^2 \cdot a$，只计正值;

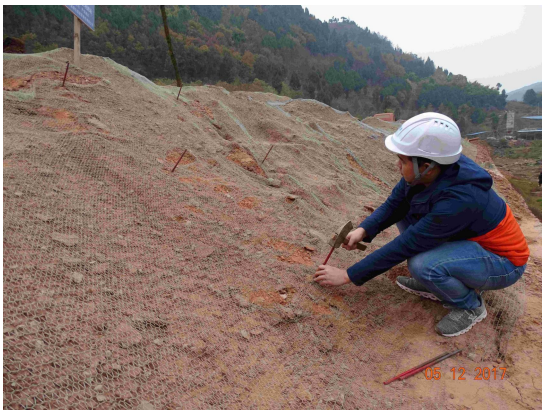
T_{ji}——某时段某单元的侵蚀时间，a;

i——侵蚀单元，i=1、2、3、……、n;

j——侵蚀时段，j=1、2，指施工期和自然恢复期。

土壤流失简易观测场（2017.06）

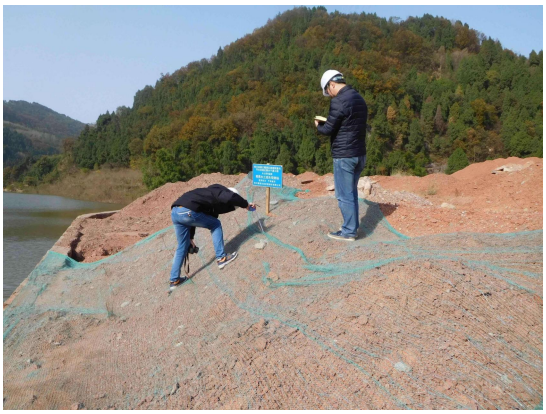
土壤流失简易观测场（2017.09）

土壤流失简易观测场（2017.12）


土壤流失简易观测场（2018.03）


土壤流失简易观测场（2018.09）

土壤流失简易观测场（2018.12）


土壤流失简易观测场（2019.11）

土壤流失简易观测场（2020.03）


土壤流失简易观测场（2020.06）


土壤流失简易观测场（2021.03）


土壤流失简易观测场（2023.03）

5.2.2 土壤流失量计算结果

依据上述计算原理，采用测钎法、《生产建设项目土壤流失量测算导则》（SL 773-2018），结合水土流失面积，计算得出本工程水土流失量如表 5.2-2 所示。

土壤流失量计算表

表 5.2-2

时段	防治分区	水土流失面积	侵蚀模数（(t/km^2·a)）	施工期（a）	流失量（t）
2015 年 3 季度	取水枢纽区	0.03	4865	0.25	0.36
	暗渠工程区	0.05	4865	0.25	0.61
	隧洞工程区	0.15	4865	0.25	1.82
	施工道路区	0.5	6154	0.25	7.69
	渣场区	0.88	7542	0.25	16.59
	施工生产设施区	0.55	5896	0.25	8.11
	小计	2.16			35.19
2015 年 4 季度	取水枢纽区	0.04	3784	0.25	0.38
	暗渠工程区	0.04	3784	0.25	0.38
	隧洞工程区	0.18	3784	0.25	1.70
	施工道路区	0.22	4968	0.25	2.73
	渣场区	2.15	5426	0.25	29.16
	施工生产设施区	0.13	4256	0.25	1.38
	小计	2.76			35.74
2016 年 1 季度	取水枢纽区	0.02	3216	0.25	0.16
	暗渠工程区	0.02	3216	0.25	0.16
	隧洞工程区	0.08	3216	0.25	0.64
	施工道路区	0.22	2587	0.25	1.42
	渣场区	2.1	5107	0.25	26.81
	施工生产设施区	0.13	2145	0.25	0.70
	小计	2.57			29.90
2016 年 2 季度	取水枢纽区	0	0	0.25	0.00
	暗渠工程区	0	0	0.25	0.00
	隧洞工程区	0	0	0.25	0.00
	施工道路区	0.22	2154	0.25	1.18
	渣场区	2.1	4786	0.25	25.13
	施工生产设施区	0.13	1989	0.25	0.65
	小计	2.45			26.96
2016 年 3 季度	取水枢纽区	0	0	0.25	0.00
	暗渠工程区	0	0	0.25	0.00
	隧洞工程区	0	0	0.25	0.00
	施工道路区	0.22	2897	0.25	1.59
	渣场区	2.1	5562	0.25	29.20
	施工生产设施区	0.13	2356	0.25	0.77
	小计	2.45			31.56
2016 年 4 季度	取水枢纽区	0	0	0.25	0.00
	暗渠工程区	0	0	0.25	0.00
	隧洞工程区	0	0	0.25	0.00
	施工道路区	0.22	2145	0.25	1.18

	渣场区	2.1	4216	0.25	22.13
	施工生产设施区	0.13	1752	0.25	0.57
	小计	2.45			23.88
2017 年 1 季度	取水枢纽区	0		0.25	0.00
	暗渠工程区	0		0.25	0.00
	隧洞工程区	0		0.25	0.00
	施工道路区	0.22	2195	0.25	1.21
	渣场区	2.1	4266	0.25	22.40
	施工生产设施区	0.13	1802	0.25	0.59
	小计	2.45			24.19
2017 年 2 季度	取水枢纽区	0	0	0.25	0.00
	暗渠工程区	0	0	0.25	0.00
	隧洞工程区	0	0	0.25	0.00
	施工道路区	0.22	2436	0.25	1.34
	渣场区	2.1	4507	0.25	23.66
	施工生产设施区	0.13	2043	0.25	0.66
	小计	2.45			25.67
2017 年 3 季度	取水枢纽区	0	0	0.25	0.00
	暗渠工程区	0	0	0.25	0.00
	隧洞工程区	0	0	0.25	0.00
	施工道路区	0.22	2649	0.25	1.46
	渣场区	2.1	5020	0.25	26.36
	施工生产设施区	0.13	2256	0.25	0.73
	小计	2.45			28.55
2017 年 4 季度	取水枢纽区	0	0	0.25	0.00
	暗渠工程区	0	0	0.25	0.00
	隧洞工程区	0	0	0.25	0.00
	施工道路区	0.22	1989	0.25	1.09
	渣场区	2.1	4026	0.25	21.14
	施工生产设施区	0.13	1847	0.25	0.60
	小计	2.45			22.83
2018 年 1 季度	取水枢纽区	0	0	0.25	0.00
	暗渠工程区	0	0	0.25	0.00
	隧洞工程区	0	0	0.25	0.00
	施工道路区	0.22	1856	0.25	1.02
	渣场区	2.1	4867	0.25	25.55
	施工生产设施区	0.13	1630	0.25	0.53
	小计	2.45			27.10
2018 年 2 季度	取水枢纽区	0	0	0.25	0.00
	暗渠工程区	0	0	0.25	0.00
	隧洞工程区	0	0	0.25	0.00
	施工道路区	0.22	2113	0.25	1.16

	渣场区	2.1	5280	0.25	27.72
	施工生产设施区	0.13	1969	0.25	0.64
	小计	2.45			29.52
2018 年 3 季度	取水枢纽区	0	0	0.25	0.00
	暗渠工程区	0	0	0.25	0.00
	隧洞工程区	0	0	0.25	0.00
	施工道路区	0.22	2217	0.25	1.22
	渣场区	2.1	5809	0.25	30.50
	施工生产设施区	0.13	2052	0.25	0.67
	小计	2.45			32.38
2018 年 4 季度	取水枢纽区	0	0	0.25	0.00
	暗渠工程区	0	0	0.25	0.00
	隧洞工程区	0	0	0.25	0.00
	施工道路区	0.22	1955	0.25	1.08
	渣场区	2.1	5123	0.25	26.90
	施工生产设施区	0.13	1869	0.25	0.61
	小计	2.45			28.58
2019 年 1 季度	取水枢纽区	0	0	0.25	0.00
	暗渠工程区	0	0	0.25	0.00
	隧洞工程区	0	0	0.25	0.00
	施工道路区	0.22	1866	0.25	1.03
	渣场区	2.1	4986	0.25	26.18
	施工生产设施区	0.13	1744	0.25	0.57
	小计	2.45			27.77
2019 年 2 季度	取水枢纽区	0	0	0.25	0.00
	暗渠工程区	0	0	0.25	0.00
	隧洞工程区	0	0	0.25	0.00
	施工道路区	0.22	2255	0.25	1.24
	渣场区	1.94	5069	0.25	24.58
	施工生产设施区	0.13	1996	0.25	0.65
	小计	2.29			26.47
2019 年 3 季度	取水枢纽区	0	0	0.25	0.00
	暗渠工程区	0	0	0.25	0.00
	隧洞工程区	0	0	0.25	0.00
	施工道路区	0.22	2369	0.25	1.30
	渣场区	1.94	5279	0.25	25.60
	施工生产设施区	0.13	2063	0.25	0.67
	小计	2.29			27.58
2019 年 4 季度	取水枢纽区	0	0	0.25	0.00
	暗渠工程区	0	0	0.25	0.00
	隧洞工程区	0	0	0.25	0.00
	施工道路区	0.22	1945	0.25	1.07

	渣场区	1.94	4947	0.25	23.99
	施工生产设施区	0.13	1821	0.25	0.59
	小计	2.29			25.65
2020 年 1 季度	取水枢纽区	0	0	0.25	0.00
	暗渠工程区	0	0	0.25	0.00
	隧洞工程区	0	0	0.25	0.00
	施工道路区	0.22	1991	0.25	1.10
	渣场区	1.94	4993	0.25	24.22
	施工生产设施区	0.13	1867	0.25	0.61
	小计	2.29			25.92
2020 年 2 季度	取水枢纽区	0	0	0.25	0.00
	暗渠工程区	0	0	0.25	0.00
	隧洞工程区	0	0	0.25	0.00
	施工道路区	0.22	2149	0.25	1.18
	渣场区	1.94	5151	0.25	24.98
	施工生产设施区	0.13	2025	0.25	0.66
	小计	2.29			26.82
2020 年 3 季度	取水枢纽区	0	0	0.25	0.00
	暗渠工程区	0	0	0.25	0.00
	隧洞工程区	0	0	0.25	0.00
	施工道路区	0.22	2251	0.25	1.24
	渣场区	1.94	5253	0.25	25.48
	施工生产设施区	0.13	2127	0.25	0.69
	小计	2.29			27.41
2020 年 4 季度	取水枢纽区	0	0	0.25	0.00
	暗渠工程区	0	0	0.25	0.00
	隧洞工程区	0	0	0.25	0.00
	施工道路区	0.22	1978	0.25	1.09
	渣场区	1.94	4856	0.25	23.55
	施工生产设施区	0.13	1687	0.25	0.55
	小计	2.29			25.19
2021 年 1 季度	取水枢纽区	0.02	2569	0.25	0.13
	暗渠工程区	0	0	0.25	0.00
	隧洞工程区	0	0	0.25	0.00
	施工道路区	0.22	1785	0.25	0.98
	渣场区	1.94	4287	0.25	20.79
	施工生产设施区	0.13	1542	0.25	0.50
	小计	2.31			22.40
2021 年 2 季度	取水枢纽区	0	0	0.25	0.00
	暗渠工程区	0	0	0.25	0.00
	隧洞工程区	0	0	0.25	0.00
	施工道路区	0.22	1525	0.25	0.84

	渣场区	1.81	3951	0.25	17.88
	施工生产设施区	0.13	1385	0.25	0.45
	小计	2.16			19.17
2021 年 3 季度	取水枢纽区	0	0	0.25	0.00
	暗渠工程区	0	0	0.25	0.00
	隧洞工程区	0	0	0.25	0.00
	施工道路区	0.22	1214	0.25	0.67
	渣场区	1.64	3568	0.25	14.63
	施工生产设施区	0.13	1103	0.25	0.36
	小计	1.99			15.65
2021 年 4 季度	取水枢纽区	0	0	0.25	0.00
	暗渠工程区	0	0	0.25	0.00
	隧洞工程区	0	0	0.25	0.00
	施工道路区	0.22	1158	0.25	0.64
	渣场区	1.64	3214	0.25	13.18
	施工生产设施区	0.23	2103	0.25	1.21
	小计	2.09			15.02
2022 年 1 季度	取水枢纽区	0	0	0.25	0.00
	暗渠工程区	0	0	0.25	0.00
	隧洞工程区	0	0	0.25	0.00
	施工道路区	0.22	845	0.25	0.46
	渣场区	1.64	2451	0.25	10.05
	施工生产设施区	0.23	1058	0.25	0.61
	小计	2.09			11.12
2022 年 2 季度	取水枢纽区	0	0	0.25	0.00
	暗渠工程区	0	0	0.25	0.00
	隧洞工程区	0	0	0.25	0.00
	施工道路区	0.22	725	0.25	0.40
	渣场区	1.64	2147	0.25	8.80
	施工生产设施区	0.36	1125	0.25	1.01
	小计	2.22			10.21
2022 年 3 季度	取水枢纽区	0	0	0.25	0.00
	暗渠工程区	0	0	0.25	0.00
	隧洞工程区	0	0	0.25	0.00
	施工道路区	0.22	428	0.25	0.24
	渣场区	1.34	1145	0.25	3.84
	施工生产设施区	0.36	658	0.25	0.59
	小计	1.92			4.66
2022 年 4 季度	取水枢纽区	0	0	0.25	0.00
	暗渠工程区	0	0	0.25	0.00
	隧洞工程区	0	0	0.25	0.00
	施工道路区	0.22	411	0.25	0.23

	渣场区	1.34	486	0.25	1.63
	施工生产设施区	0.36	458	0.25	0.41
	小计	1.92			2.27
2023 年 1 季度	取水枢纽区	0	0	0.25	0.00
	暗渠工程区	0	0	0.25	0.00
	隧洞工程区	0	0	0.25	0.00
	施工道路区	0.22	406	0.25	0.22
	渣场区	1.34	464	0.25	1.55
	施工生产设施区	0.36	425	0.25	0.38
	小计	1.92			2.16
合计	取水枢纽区				1.03
	暗渠工程区				1.15
	隧洞工程区				4.17
	施工道路区				39.30
	渣场区				644.18
	施工生产设施区				27.70
	小计				717.53

根据现场计算结果分析，截止 2023 年 1 季度，本工程土壤流失总量为 717.53t，其中取水枢纽区 1.03t、暗渠工程区 1.15t、隧洞工程区 4.17t、施工道路区 39.30t、施工生产生活区 27.70t、渣场区 644.18t。通过计算分析，本工程水土流失区域主要集中在渣场区，水土流失重点时段集中在施工期。

5.3 取土、弃土潜在土壤流失量

本工程未设置取土场，所以不存在取土潜在土壤流失量；本工程设置 3 处弃渣场，均已采取防护措施，故也无弃渣潜在土壤流失量。

5.4 水土流失危害

据走访调查，查阅相关施工资料及现场监测情况，本工程建设期间土壤侵蚀模数较大，但建设单位通过实施各项水土保持措施，有效的控制了水土流失。施工期间未发生水土流失危害事件。

6 水土流失防治效果监测结果

水土保持效益包括基础效益、生态效益、社会效益和经济效益四大效益。本方案属于建设生产类工程水土保持项目，其效益主要是生态效益和社会效益，即水土保持措施实施后，效益体现在地面土壤侵蚀量和产沙量的减少、环境质量的改善和周边（沿线）人民生活水平的提高等方面。“川水函〔2013〕1911 号”批复的《水土保持方案》设计的水土保持措施实施后，因工程建设而带来的水土流失将得到有效的控制，对改善项目区自然环境具有重要作用。

根据《四川省都江堰灌区续建配套与节水改造红旗分干渠工程水土保持方案报告书》（报批稿）及批复文件，水土流失防治目标值为：扰动土地整治率 95%，水土流失总治理度 98%，土壤流失控制比 1.0，拦渣率 95%，林草植被恢复率 99%，林草苫盖率 28%。

6.1 扰动土地整治率

扰动土地整治率是已建区范围内扰动土地的整治面积占扰动土地总面积的百分比。本工程在施工过程中产生了大量的地表扰动，致使地表裸露，造成了一定的水土流失，但建设单位及时采取了相应的防护措施，使水土流失得到了有效的控制。

根据现场调查及查阅相关资料，本工程建设扰动土地面积为 3.68hm^2，施工结束后，除建筑物及场地道路硬化外，各分区均采取工程措施和植物措施进行治理，有效地减少了由工程建设引起的水土流失。本工程水土保持措施面积、硬化地表及建构筑物面积 3.67hm^2，扰动土地整治率为 99.73%，达到防治目标 95%的要求。

各分区的扰动土地整治率详见表 6.1-1。

扰动土地整治率一览表

表 6.1-1

防治分区	项目建设区面积	扰动面积	建筑物及场地道路硬化、水域	水土流失治理面积			扰动土地整治面积	扰动土地整治率（%）
				植物措施	工程措施	小计		
	hm²							
取水枢纽区	0.08	0.08	0.08	0	0	0	0.08	100.00
暗渠工程区	0.09	0.09	0	0.09	0	0.09	0.09	100.00
隧洞工程区	0.31	0.31	0.24	0.07	0	0.07	0.31	100.00
施工道路区	0.5	0.5	0.28	0	0.22	0.22	0.5	100.00
施工生产生活区	0.55	0.55	0.19	0	0.36	0.36	0.55	100.00
渣场区	2.15	2.15	0	1.33	0.81	2.14	2.14	99.53
合计	3.68	3.68	0.79	1.49	1.39	2.88	3.67	99.73

6.2 水土流失总治理度

水土流失总治理度是指项目水土流失防治责任范围内水土流失治理达标面积占水土流失总面积的百分比。

根据现场调查及查阅相关资料，本工程建设共计造成水土流失面积 3.68hm²，工程建设期间，实施了水土保持综合防治措施，共计治理水土流失合格面积 3.662hm²，其中工程措施治理 1.386hm²，植物措施治理 1.486hm²，水土流失总治理度为 99.51%。达到目标值 98%的要求。

水土流失总治理度计算见表 6.2-1。

水土流失总治理度一览表

表 6.1-1

防治分区	项目建设区面积	扰动面积	建筑物及场地道路硬化、水域	水土流失面积	水土流失治理面积			水土流失总治理度
					植物措施	工程措施	小计	
	hm²							
取水枢纽区	0.08	0.08	0.08	0.08	0	0	0.08	100.00
暗渠工程区	0.09	0.09	0.09	0	0.088	0	0.088	97.78
隧洞工程区	0.31	0.31	0.31	0.24	0.068	0	0.308	99.35
施工道路区	0.5	0.5	0.5	0.28	0	0.218	0.498	99.60
施工生产生活区	0.55	0.55	0.55	0.19	0	0.358	0.548	99.64
渣场区	2.15	2.15	2.15	0	1.33	0.81	2.14	99.53
合计	3.68	3.68	3.68	0.79	1.486	1.386	3.662	99.51

6.3 土壤流失控制比

项目水土流失防治责任范围内容许土壤流失量与治理后每平方公里年平均土壤流失量之比。

通过查阅工程相关资料确定本项目容许土壤流失量为 500t/(km²·a)。随着主体工程和水土保持设施的建设完成，硬化区域已经不产生水土流失；水土流失主要发生在植被恢复区域，目前项目区土壤侵蚀模数值达到了 450t/(km²·a)，土壤流失控制比为 1.11，达到方案设计的目标值 1.0。

6.4 拦渣率

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。

根据现场调查及查阅相关资料，实际挡护永久弃渣和临时堆土数量为 13.30 万 m³，项目永久弃渣和临时堆土总量为 13.52 万 m³，计算得出渣土防护率为 98.37%，达到方案设计的目标值 95%。

6.5 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。

本工程共扰动土地面积 3.68hm²，扣除硬化及工程措施后等其他非可绿化区域后，可恢复植被面积 1.50hm²，已恢复达标植被面积 1.486hm²，林草植被恢复率 99.07%，达到方案设计的目标值 99%。

林草植被恢复率一览表

表 6.5-1

防治分区	工程总占地面积（hm²）	可恢复林草植被面积（hm²）	林草植被面积（hm²）	林草植被恢复率（%）
取水枢纽区	0.08	0	0	/
暗渠工程区	0.09	0.09	0.088	97.78
隧洞工程区	0.31	0.07	0.068	97.14
施工道路区	0.5	0	0	/
施工生产生活区	0.55	0	0	/
渣场区	2.15	1.34	1.33	99.25
合计	3.68	1.5	1.486	99.07

6.6 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。

本工程总占地面积为 3.68hm²，实际林草植被面积 1.486hm²，工程区林草覆盖率为 40.38%，达到方案设计的目标值 28%。

林草覆盖率一览表

表 6.6-1

防治分区	工程总占地面积（hm^2）	林草植被面积（hm^2）	林草覆盖率（%）
取水枢纽区	0.08	0	0.00
暗渠工程区	0.09	0.088	97.78
隧洞工程区	0.31	0.068	21.94
施工道路区	0.5	0	0.00
施工生产生活区	0.55	0	0.00
渣场区	2.15	1.33	61.86
合计	3.68	1.486	40.38

项目水土保持防治目标六项指标均达到了“川水函〔2013〕1911号”批复的《水土保持方案》目标值，本工程基本落实了《水土保持方案》及批复文件要求，基本完成了水土流失预防和治理任务，总体水土保持效果比较明显，符合水土保持要求。

7 结论

7.1 水土流失动态变化

生产建设项目水土流失防治责任范围包括项目永久征地、临时征占地（含租用地）以及其他使用和管辖区域，通过收集资料并结合现场监测结果得知，本项目总占地面积 3.68hm²，其中永久占地 0.10hm²，临时占地 3.58hm²。

本工程实际发生的水土流失防治责任范围为 3.68hm²，与水土保持方案对比减少 10.49hm²，主要是施工过程严格控制用地红线，未扰动直接影响区，所以实际直接影响区为零；项目建设区由于施工中原方案设计了 3 条施工支洞，实际仅启用 1 条，相应施工道路、施工场地、弃渣场均减少，所以最终项目建设区占地减少。

根据现场监测和查阅主体工程资料，本工程土石方开挖总量为 15.84 万 m³（包含表土剥离 2.03 万 m³），土石方回填总量为 3.12 万 m³（包含表土回覆 2.03 万 m³），余方为 12.72 万 m³，同期建设的西眉水库枢纽病害除险加固工程项目需填方，接收本工程弃渣 1.80 万 m³（详见附件 10），最终弃渣 10.92 万 m³，运至 1~3#弃渣场。

本工程通过实施水土保持措施，项目区扰动土地整治率为 99.73%，水土流失治理度为 99.51%，土壤流失控制比为 1.11，拦渣率 98.37%，林草植被恢复率为 99.07%，林草覆盖率为 40.38%，六大指标全达到了方案确定的防治目标值，满足水土保持验收要求。

详见表 7.1-1。

各指标达标情况

表 7.1-1

防治指标	方案设计	实际监测值	是否达标
扰动土地整治率（%）	95	99.73	是
水土流失治理度（%）	98	99.51	是
土壤流失控制比	1.0	1.11	是
拦渣率（%）	95	98.37	是
林草植被恢复率（%）	99	99.07	是
林草覆盖率（%）	28	40.38	是

7.2 水土保持措施评价

（1）本工程按项目组成分为取水枢纽区、暗渠工程区、隧洞工程区、施工道路区、施工生产生活区、渣场区。在施工过程中，各分区采取了适宜的水土保持措施，水土保持工程的总体布局合理，效果明显，达到水土保持方案设计要求。

（2）水土保持措施主要采用土地整治、拦渣工程、斜坡防护、防洪排导、临时防护以及植被建设等措施，有效地控制了水土流失，而且也保证了工程的安全运行，因此，水土保持方案中所设计的水土保持措施是可行的。

（3）在工程建设过程中，虽然进行了土石方开挖、回填、弃渣和表土堆放等活动，扰动地表面积较大，土石方工程量较大，但本项目应用现代化管理手段，严格执行水土保持“三同时”制度，按照水土保持方案设计的防治措施，从管理和施工工艺上强调水土流失防治措施和生态建设。初步形成了工程措施和植物措施因地制宜、紧密结合的综合防治措施体系；乔灌草结合、林草治理措施与项目区绿化美化、水土资源利用相结合的植被恢复体系；较好地控制了工程造成的水土流失。

总体上看，本工程水土保持方案针对项目特点，设计的各种防治措施切合实际，具有较强的可操作性，水土保持方案效果较显著

7.3 存在问题及建议

1、加强已建成水土保持设施管护，确保其正常运行和发挥效益。

2、加强和完善水土保持工程相关资料的归档和管理，方便今后查阅和使用，尤其做好重要资料的备份，避免资料的遗失。

3、加强与市、县水行政主管部门的沟通和联系，接收并积极配合当地水行政主管部门的监督检查，进一步健全水土保持工作的管理制度，使水土保持工作规范化、制度化和长期化。

7.4 水土保持监测三色评价结果

根据《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保〔2020〕161 号）的要求，实行生产建设项目水土保持监测三色评价，水土保持监测总结报告评分根据各季度平均分赋值，得出本项目监测总结报

告三色评价得分为 90 分，最终三色评价为绿色。

7.5 综合结论

通过实施各项水土保持措施，本工程各项防治指标均达到了水保方案中确定的防治目标。水土保持措施随主体工程建设相继实施，起到了良好的水土保持作用。经现场调查，从水土保持措施实施至今，各项防护措施较好防治了水土流失危害的发生。由于建设单位积极采取了设计的工程措施和植物措施，施工期间未造成较大的水土流失危害，随着水土保持工程基本稳定，工程区生态环境得到了恢复和改善。

目前各防治区的水土保持设施运行状况良好，各项措施发挥其应有的水土保持作用，有效的控制了工程区的水土流失，未对周边道路、建筑、植被等造成危害。

项目建设单位对水土流失防治责任范围内的水土流失进行了全面、系统的整治，从监测的情况来看，工程项目区内域的工程措施较完善，植物措施也得到了较好地落实，这对有效地防止工程建设带来的水土流失起到了较好的作用。总体看来，本工程水土保持防护措施落实较好，项目区水土流失防治效果均已达到要求，项目区的生态环境有明显改善，总体上发挥了较好的保持水土、改善生态环境的作用。

综上所述，监测结果表明本工程已达到水土保持方案报告书确定的防治标准，项目区内水土保持设施的完好率较高，可发挥其水土保持效益，可组织水土保持专项验收。

8 附图及有关资料

8.1 附图

附图 1：项目区地理位置图

附图 2：防治责任范围、弃渣场分布及监测点布设图

8.2 有关资料

附件 1：监测影像集

附件 2：建设单位变更函

附件 3：四川省发展和改革委员会关于都江堰人民渠灌区续建配套与节水改造工程 2013 年项目可行性研究报告的批复（川发改农经〔2014〕329 号）

附件 4：四川省水利厅关于都江堰灌区续建配套节水改造红旗分干渠实施方案的批复（川水函〔2015〕384 号）

附件 5：四川省水利厅关于都江堰灌区续建配套节水改造红旗分干渠重大设计变更的批复（川水函〔2019〕911 号）

附件 6：四川省水利厅关于四川省都江堰灌区续建配套与节水改造红旗分干渠工程水土保持方案报告书的批复（川水函〔2013〕1911 号）

附件 7：四川省都江堰灌区续建配套与节水改造红旗分干渠工程水土保持措施变更（江水函〔2016〕28 号）

附件 8：临时用地移交说明

附件 9：弃渣综合利用协议

附件 10：四川省水土保持局关于四川省都江堰灌区续建配套与节水改造红旗分干渠工程水土保持监督检查意见的函

附件 11：四川省都江堰人民渠第二关管理处关于《四川省水土保持局关于四川省都江堰灌区续建配套与节水改造红旗分干渠工程水土保持监督检查意见的函》的回复