

水保监测（川）字第0022号

德昌至会理高速公路工程  
水土保持监测总结报告

建设单位：四川德会高速公路有限责任公司

监测单位：四川西晨生态环保有限公司

2024年1月

德昌至会理高速公路工程

# 水土保持监测总结报告

建设单位：四川德会高速公路有限责任公司

监测单位：四川西晨生态环保有限公司

2024年1月



监测单位名称：四川西晨生态环保有限公司

监测单位地址：成都市温江区光华大道三段 1868 号德昆新天地 2 号楼 13 楼 2-5 号

监测单位邮编：610000

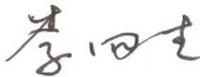
项目联系人：朱 敏

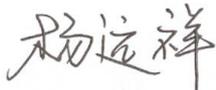
联系电话：028-82735622

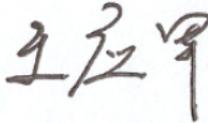
电子信箱：[843676697@qq.com](mailto:843676697@qq.com)

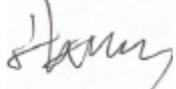
# 德昌至会理高速公路工程 水土保持监测总结报告

编制单位：四川西晨生态环保有限公司

批 准： 李向生  (董事长)

核 定： 杨远祥  (高级工程师)

审 查： 王应军  (高级工程师)

校 核： 陈 磊  (高级工程师)

项目负责人： 朱 敏  (工程师)

编 写： 李江朋  (工程师)(参编第1章~第4章)

朱 敏  (工程师)(参编第5章~第8章)

## 前 言

德昌至会理高速公路工程位于四川省最南端的凉山彝族自治州境内，经过的行政区域有德昌县和会理市。路线呈南北向条带状展布，起于德昌县锦川乡，衔接西攀高速，止于会理市城南侧，与拟建宜攀高速相接，本项目是《四川省高速公路网规划（2014年~2030年）》规划布局省域“16、8、8”路网中20条联络线中的一条，通过会理至皎平渡高速公路可与《云南省省道网规划（2014-2030）》中的禄劝至皎平渡高速公路 S31 相连，将形成南北向又一条便捷的西昌至昆明大通道。

德昌至会理高速公路总体走向自北向南，路线起于德昌县锦川镇，设 T 型枢纽互通接西攀高速；设置桥梁跨越安宁河、G108、成昆铁路明洞段，然后沿老碾河前行，经老碾镇、六华镇，依次设置老碾互通、德（昌）会（理）服务区及六华互通；路线经连续升坡至仓田电站库区，其后沿益门河继续向南前行至益门镇，设益门互通连接益门镇；后沿 G108 线走廊向南继续前行，设越岭隧道和平隧道穿越垭口，然后路线开始下行至外北乡，设会理服务区+会理北互通综合体；经会理市城东侧，于莽坝水库附近设置会理东互通，在南阁乡南阁村设置南阁枢纽衔接拟建成丽高速。路线全长约 78.418km，其中德昌县境内约 15.282km，其余约 63.136km 处于会理市境内。

德昌至会理高速公路工程主线全长 78.418km，其中德昌县境内约 15.282 公里，会理市境内约 63.136 公里。全线设置桥梁 29195.635 米/74 座（含互通主线桥），其中特大桥 5781.09m/3 座，大中桥 23414.545m/71 座；设置隧道 17408.53m/14 座，其中长隧道 14086.03m/7 座，中隧道 1486m/2 座，短隧道 1836.5m/5 座；设置涵洞 1588.43m/35 道；设置互通式立交 7 处，其中枢纽互通 2 处、一般互通 5 处、分离式立交 9 座；同步建设互通连接线 5 条，长度 6.047km，连接线采用二级或三级公路标准；全线设置养护工区 1 处（德昌养护工区）、匝道收费站 5 处、服务区 2 处、停车区 1 处。永久占用土地 441.90hm<sup>2</sup>；

主体工程土石方开挖 1535.23 万 m<sup>3</sup>，土石方回填 1421.77 万 m<sup>3</sup>；总投资估算为 121.44 亿元，平均每公里造价 15487 万元。

项目由主体工程区、弃渣场区、取土场区、施工便道区、施工场地区、临时堆土区共 6 个一级防治分区，根据项目弃渣场变更水土保持方案（补充报告书）水土流失防治责任范围面积为 607.84hm<sup>2</sup>，其中项目建设区 441.90hm<sup>2</sup>。项目实际于 2020 年 6 月正式动工，至 2022 年 12 月主体工程完工，总工期为 30 个月。建设期项目实际投资 121.44

亿元，其中土建投资 98.18 亿元，项目采用“BOT+股权合作”形式，其中资本金为总投资的 25%（不含建设期贷款利息），其余 75%采用银行贷款。

按照《中华人民共和国水土保持法》、《〈中华人民共和国水土保持法〉实施条例》，《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）和《生产建设项目水土保持设施自主验收规程（试行）》（办水保〔2018〕133 号）和水利部 12 号令《水土保持生态环境监测网络管理办法》等法律、法规和文件的规定，有水土流失防治任务的开发建设项目，建设和管理单位应设立专门的专项监测点对水土流失状况进行监测，并定期向项目所在地监测管理机构报告监测成果。因此我单位于 2020 年 11 月 4 日与业主单位签订了水土保持监测合同，开始履行本项目的水土保持监测义务。2020 年 10 月，我公司成立了该项目水土保持监测项目组，并组织技术人员赶赴工程现场，根据《水土保持监测技术规程》等技术规范的要求、结合《德昌至会理高速公路工程水土保持方案报告书》（报批稿）（以下简称《水土保持方案》）以及部分施工技术资料，通过在项目区内进行巡查监测等方式进行了监测。

从 2020 年 10 月开始，监测项目部组织有关技术人员对工程施工现场开展日常水土保持监测。获得了本项目的水土流失情况和水土流失防治效果情况。在此基础上组织技术人员编写了本项目的水土保持监测总结报告，并顺利完成了监测总结报告的编写工作。根据现场水土保持的监测，结合项目施工过程中的影像资料并比照土壤侵蚀背景状况可以看出，本项目水土流失防治达到了水土保持方案确定的防治要求和效果。

在监测报告编制过程中，我公司得到了四川德会高速公路有限责任公司、四川省公路院工程监理有限公司、四川省亚通工程咨询有限公司、四川省交通建设集团有限责任公司、中国建筑第八工程局有限公司、四川民圆工程项目管理有限公司等单位的大力支持，在此一并表示衷心感谢！

水土保持监测特性表

主体工程主要技术指标										
项目名称		德昌至会理高速公路工程								
建设规模	项目主线全长 78.418km	建设单位		四川德会高速公路有限责任公司						
		建设地点		凉山彝族自治州会理市、德昌县						
		所属流域		金沙江下游国家级水土流失重点治理区						
		工程总投资		121.44 亿元						
		工程总工期		2020 年 6 月~2022 年 12 月，总工期 30 个月						
水土保持监测指标										
监测单位		四川西晨生态环保有限公司								
自然地理类型		低中山、中山地貌			防治标准		西南岩溶区水土流失防治一级标准			
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	调查监测			2.防治责任范围监测		调查监测			
	3.水土保持措施情况监测	调查监测			4.防治措施效果监测		调查监测			
	5.水土流失危害监测	调查法、巡查法			水土流失背景值		1647t/km <sup>2</sup> •a			
防治责任范围		方案设计 612.34hm <sup>2</sup> 实际 607.84hm <sup>2</sup>			土壤容许流失量		500t/km <sup>2</sup> •a			
水土保持投资		方案设计：41697.61 万元 实际投资：42177.20 万元			水土流失目标值		500t/km <sup>2</sup> •a			
防治措施	监测区	工程措施			植物措施		临时措施			
	项目区内	详见正文 4.1.2			详见正文 4.2.2		详见正文 4.3.2			
监测结论	防治效果	分类分级指标	目标值	达到值	实际监测数量					
		水土流失治理度（%）	97	98.48	防治措施面积（hm <sup>2</sup> ）	406.62	永久建筑物面积及硬化面积（hm <sup>2</sup> ）	194.94	扰动土地总面积（hm <sup>2</sup> ）	607.84
		土壤流失控制比	1.0	1.12	防治责任范围面积（hm <sup>2</sup> ）		607.84	水土流失面积（hm <sup>2</sup> ）		412.9
		渣土防护率（%）	92	98.86	工程措施面积（hm <sup>2</sup> ）		248.03	容许土壤流失量（t/km <sup>2</sup> •a）		500
		表土保护率（%）	95	95.65	植物措施面积（hm <sup>2</sup> ）		158.59	监测土壤流失强度（t/km <sup>2</sup> •a）		446
		林草植被恢复率（%）	96	97.37	可恢复林草植被面积（hm <sup>2</sup> ）		162.87	林草类植被面积（hm <sup>2</sup> ）		158.59
		林草覆盖率（%）	23	26.09	实际拦挡堆土（万 m <sup>3</sup> ）		136.22	实际堆土（万 m <sup>3</sup> ）		134.67
	水土保持治理达标评价	水土保持工程措施布局合理，排水通畅，工程完好率达 95% 以上，植物措施成活率达 90% 以上，水土保持措施保存率达 85% 以上。各项水土流失防治措施效果明显，质量合格，运行稳定，达到水土保持方案设计要求。								
总体结论	1、建设单位重视水土保持工作； 2、建设中基本按照批复的水土保持方案落实各项水土保持措施； 3、因工程建设造成的水土流失得到有效控制；									
主要建议	1.加强对已建水土保持措施的运行管理，确保各项措施持久发挥效益，不会对周边的安全造成影响。 2.加强林草措施后期管护，提高苗木成活率和保存率。									

## 目 录

<b>1 建设项目及水土保持工作概况</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 建设项目概况</b> .....	<b>1</b>
1.1.1 项目基本情况.....	1
1.1.2 项目区概况.....	4
<b>1.2 水土保持工作情况</b> .....	<b>11</b>
1.2.1 建设单位实施情况.....	11
1.2.2 建立水土保持工作制度.....	13
1.2.3 落实“三同时”制度.....	13
1.2.4 水土保持方案编报情况.....	14
1.2.5 重大水土流失危害事件处理情况.....	14
<b>1.3 监测工作实施情况</b> .....	<b>14</b>
1.3.1 监测实施方案执行情况.....	14
1.3.2 监测项目部设置.....	16
1.3.3 监测点位布设.....	17
1.3.4 监测实施设备.....	18
1.3.5 监测技术方法.....	19
1.3.6 监测成果提交情况.....	21
<b>2 监测内容及方法</b> .....	<b>22</b>
2.1 扰动土地情况.....	22
2.2 取料（土、石）和弃渣（土、石）.....	23
2.3 水土保持措施.....	25
2.4 水土流失情况.....	26
<b>3 重点部位水土流失动态监测</b> .....	<b>28</b>
<b>3.1 防治责任范围监测</b> .....	<b>28</b>
3.1.1 水土保持防治责任范围.....	28
3.1.2 背景值监测.....	29
3.1.3 建设期扰动土地面积.....	30
<b>3.2 取料监测结果</b> .....	<b>30</b>
3.2.1 设计取料情况.....	30
3.2.2 取料场位置、占地面积及取料量监测结果.....	31
3.2.3 取料对比分析.....	31
<b>3.3 弃渣监测结果</b> .....	<b>31</b>
3.3.1 设计弃渣情况.....	32

3.3.2 弃渣场位置、占地面积及弃渣量监测结果.....	32
3.3.3 弃渣对比分析.....	33
3.4 土石方流向情况监测结果.....	34
3.5 其他重点部位监测结果.....	34
4 水土流失防治措施监测结果.....	36
4.1 工程措施监测结果.....	36
4.1.1 水土保持工程措施设计情况.....	36
4.1.2 工程措施监测结果.....	37
4.2 植物措施监测结果.....	39
4.2.1 水土保持工程措施设计情况.....	39
4.2.2 植物措施监测结果.....	39
4.3 临时措施监测结果.....	40
4.3.1 水土保持临时措施设计情况.....	40
4.3.2 临时措施监测结果.....	41
4.4 水土保持措施防治效果.....	44
5 土壤流失情况监测.....	45
5.1 水土流失面积.....	45
5.2 土壤流失量.....	45
5.2.1 各侵蚀单元侵蚀模数.....	45
5.2.2 土壤流失情况.....	46
5.2.3 各阶段土壤流失量.....	47
5.2.4 各扰动地表类型土壤流失量.....	48
5.3 取料、弃渣潜在土壤流失量.....	49
5.4 水土流失危害.....	49
6 水土流失防治效果监测结果.....	51
6.1 水土流失治理度.....	51
6.2 土壤流失控制比.....	51
6.3 渣土防护率.....	52
6.4 表土保护率.....	52
6.5 林草植被恢复率.....	52
6.6 林草覆盖率.....	53
7 结论.....	54
7.1 水土流失动态变化.....	54
7.2 水土保持措施评价.....	55

---



---

<b>7.3 存在的问题及建议</b> .....	<b>55</b>
7.3.1 存在的问题.....	55
7.3.2 建议.....	55
<b>7.4 综合结论</b> .....	<b>55</b>
<b>8 附图及有关资料</b> .....	<b>56</b>
<b>8.1 附图</b> .....	<b>56</b>
<b>8.2 有关资料</b> .....	<b>56</b>

## 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. 项目名称：德昌至会理高速公路工程
2. 建设地点：凉山彝族自治州德昌县、会理市
3. 建设单位：四川德会高速公路有限责任公司；
4. 建设性质：新建、建设类

5. 建设内容及规模：项目为低中山、中山区高速公路，双向四车道、设计时速 80km/h、路基宽度 25.5m、汽车荷载等级公路-I级、全线为沥青砼路面、桥隧比 59.57%。项目主线全长 78.418km，其中德昌县境内约 15.282km，会理市境内约 63.136km。全线设置桥梁 29195.635m/74 座（含互通主线桥），其中特大桥 5781.09m/3 座，大中桥 23414.545m/71 座；设置隧道 17408.53m/14 座，其中长隧道 14086.03m/7 座，中隧道 1486.00m/2 座，短隧道 1836.50m/5 座；全线共设置互通式立交 7 处，分离式立交 9 处；全线设置服务区 2 处、养护工区 1 处，停车区 1 处；同步建设互通立交连接线 5 条，长度 6.047km，连接线采用二级或三级公路标准建设。

#### 6. 工程占地：

项目总占地 607.84hm<sup>2</sup>，其中永久占地 441.90hm<sup>2</sup>，临时占地 165.94hm<sup>2</sup>；项目占地类型主要包含耕地、草地、林地、住宅用地、交通设施用地、水域及水利设施用地等。

表1-1 项目占地类型及占地性质汇总表

占地性质	项目	耕地 hm <sup>2</sup>	园地 hm <sup>2</sup>	林地 hm <sup>2</sup>	草地 hm <sup>2</sup>	其他土 地 hm <sup>2</sup>	住宅用 地 hm <sup>2</sup>	交通运输 用地 hm <sup>2</sup>	水域及水利设 施用地 hm <sup>2</sup>	小计 hm <sup>2</sup>
永久 占地	路基 工程	41.59		96.59			9.82		1.63	149.63
	隧道 工程	2.19		10.35					0.34	12.88
	桥涵 工程	46.42		18.35			0.56		10.87	76.20
	互通 工程	71.90		66.25			7.23	7.85	15.43	168.66
	沿线 设施	17.85		14.02			0.16		2.50	34.53

	小计	179.95		205.56			17.77	7.85	30.77	441.90
临时 占地	取土 场	3.38		1.95	0.07	0.07				6.10
	其他 工程							23.64		39.12
	施工 场地	23.38		9.49	2.12			0.12	15.48	35.11
	施工 便道	32.76		16.25				4.20		58.23
	临时 堆场	2.58	1.52	3.99	1.12				5.02	9.77
	弃渣 场	3.35	3.25	2.35	2.46	6.20			0.56	17.61
	小计	65.45	4.77	34.03	6.40	6.27		27.96	21.06	165.94
合 计	<b>245.40</b>	<b>4.77</b>	<b>239.59</b>	<b>6.40</b>	<b>6.27</b>	<b>17.77</b>	<b>35.81</b>	<b>51.83</b>	<b>607.84</b>	

### 7. 项目土石方:

全线土石方开挖总量 1535.23 万 m<sup>3</sup> (自然方, 下同), 回填总量 1421.77 万 m<sup>3</sup>, 借方 74.53 万 m<sup>3</sup> (含外购表土 30.86 万 m<sup>3</sup>), 余方 187.99 万 m<sup>3</sup>, 其中的 74.03 万 m<sup>3</sup> 软基全部被运至周边村庄及苗圃基地进行综合利用, 其余的 113.96 万 m<sup>3</sup> (自然方, 合松方 158.96 万 m<sup>3</sup>, 合压实方 136.22 万 m<sup>3</sup>) 全部弃至设置的 9 处弃渣场内进行堆存防护。

8. 施工进度及投资: 项目于 2020 年 6 月正式开工建设, 项目于 2022 年 12 月完工, 水土保持工程同步于 2022 年 12 月全部完成, 总工期 30 个月。

项目实际总投资约 121.442 亿元, 其中土建 98.18 亿万元, 项目拟采用“BOT+股权投资”形式, 其中资本金为总投资的 25% (不含建设期贷款利息), 其余 75% 采用银行贷款。

### 9. 项目组成:

本项目由主体工程区、弃渣场区、取土场区、施工道路区、施工场地区、临时堆场区等 6 个一级防治区进行水土保持措施布置。同时根据线路工程的特点, 将主体工程区细化为路基工程区、桥涵工程区、隧道工程区、互通工程区、沿线设施区、其他工程区等 6 个二级分区。

项目组成及技术经济指标等项目特性见表 1-2。

表1-2 项目组成及特性表

一、项目基本情况				
1	项目名称	德昌至会理高速公路工程		
2	建设地点	凉山州德昌县、会理市	所在流域	金沙江流域

1 建设项目及水土保持工作概况

3	公路等级	高速公路	4	工程性质	新建		
5	建设单位	四川德会高速公路有限责任公司					
6	建设规模	里程长度	78.418km	设计速度	80km/h		
		路基宽度	25.5m	车道宽度	4×3.75m		
		路面结构类型	沥青砼	设计荷载	公路-I级		
		最大纵坡	4%	平曲线极限最小半径	250m		
		竖曲线最小半径(凸)	12000m	竖曲线最小半径(凹)	8500m		
		路基设计洪水频率	1/100	桥涵设计洪水频率	1/100(特大桥 1/300)		
7	总投资	122.9 亿元	8	平均每公里造价	15672 万元		
9	建设期	2020 年 6 月开工建设, 2022 年 12 月建成通车, 建设工期 30 个月					
二、项目占地工程数量							
项目组成			占地面积 (hm <sup>2</sup> )				
			合计	永久占地	临时占地		
主体工程区	路基工程区、桥涵工程区、隧道工程区、互通工程区、沿线设施区		441.90	441.90			
其他工程区			39.12		39.12		
弃渣场区			17.61		17.61		
取土场区			6.10		6.10		
施工场地区			58.23		58.23		
施工便道区			35.11		35.11		
临时堆场区			9.77		9.77		
<b>合 计</b>			<b>607.84</b>	<b>441.90</b>	<b>165.94</b>		
三、项目土石方挖填工程量 (万 m <sup>3</sup> , 自然方)							
项目		挖方 (万 m <sup>3</sup> )	填方 (万 m <sup>3</sup> )	调入 (万 m <sup>3</sup> )	调出 (万 m <sup>3</sup> )	借方 (万 m <sup>3</sup> )	废弃方 (万 m <sup>3</sup> )
		小计	小计	小计	小计	小计	小计
主体工程区	路基工程区	636.43	520.02	168.56	238.51	0	46.46
	桥涵工程区	8.61	8.61	0	0	0	0
	隧道工程区	369.94	0.58	0	361.8	0	7.56
	互通工程区	387.63	432.84	284.9	155.46	28.7	38.9
	沿线设施区	24.96	335.14	293.81	0.17	17.68	1.14
	其他工程区	74.68	53.01	11.72	14.11	0.62	19.9
弃渣场区		2.41	3.39	0	0	0.98	0
取土场区		0.36	0.36	0	0	0	0
施工场地区		6.75	23.26	3.16	0	13.35	0

施工便道区	23.46	42.05	7.9	0	10.69	0
临时堆场区	0	2.51	0	0	2.51	0
合计	<b>1535.23</b>	<b>1421.77</b>	<b>770.05</b>	<b>770.05</b>	<b>74.53</b>	<b>113.96</b>

## 1.1.2 项目区概况

### 1.2.1.1 地形地貌

本工程位于东经 104°14'10"~104°14'55"，北纬 26°39'26"~27°07'52"区内，区域地貌分为侵蚀构造地貌、剥蚀构造地貌—丘陵低山地貌、堆积侵蚀地貌—河谷冲积平原及阶地地貌三种地貌形态，路线走廊带内地形以低中山、中山地貌为主。

#### (1) 侵蚀构造地貌—中山地貌区

主要分布路线 K0+000~K20+800、K36+000~K60+000 段，路线主要沿河谷布设，山势稍微缓和，山顶、山脊多呈浑圆状，出露岩性多为花岗岩、砂岩、泥岩、泥质粉砂岩等。标高一般 1000m~2500m，沟谷多呈“U”字型，少数呈“V”字型，切割深度 100m~200m，山坡较缓，平均坡度 20°~35°；谷宽一般 200~500m，局部 500~2000m，该区以耕地及林地为主，岩石裸露较差。安宁河、益门河、老碾河、城河等较大河流两侧，由河漫滩、一、二级阶地组成。部分为嵌入式结构及上迭式结构。I 级阶地一般高出河水面 5m~10m，由全新统亚砂土、亚粘土及砂砾卵石组成，阶地面较平坦，宽 50m~500m，长 500m~3000m，以耕地为主。III~IV 级阶地经长期冲刷、剥蚀，多呈垄岗状，高出河水面 30~100 米。河漫滩阶地由近代河流冲积物堆积而成，阶面较为平坦；山前洪积阶地由洪积巨砾和冲积的砂砾石、粘土组成，阶面倾斜度大，多被冲沟破坏。

#### (2) 剥蚀构造地貌

##### ① 高山峡谷地貌区

分布于路线桩号 K20+800~K36+000 段，海拔标高在 1500~2500 米之间，切割深度在 500~1000 米以上。由灰白色薄层变质细砂岩、石英粉砂质千枚岩、千枚岩组成，岩石软硬相间，经侵蚀构造和风化剥蚀等作用，顶脊呈尖棱状。地形坡度陡峭，其坡度上、中、下各段悬殊较大，上段一般大于 50 度，中段 30 度左右，下段几乎直立，悬崖绝壁屡见不鲜。河谷深切成“V”型峡谷，河谷纵坡常出现跌水。

##### ② 低中山地貌区

该地貌类型分布于 K60+000~路线终点一带。主要为泥岩夹砂岩分布区，地形上形成园丘、鸡爪丘、条状丘、垄岗、洼地，局部形成单面山地形。前段标高一般在 1000m~1500m、后段标高在 1700~2000m 之间，高差 100m~200m 之间。地形切割较弱，而

剥蚀作用强烈，丘顶呈浑圆状，沟谷宽缓，山体平均坡度  $20^{\circ}\sim 25^{\circ}$ ，低洼地带湖泊、鱼塘及小型水库遍布其间。该区以耕地及林地为主，岩石裸露较差。

### ③堆积侵蚀地貌—河谷冲积平原及阶地地貌

该地貌类型分布于路段内各主要河流及会理盆地内，由外动力侵蚀堆积而成。

主要分布于安宁河、城河等较大河流两侧，由河漫滩、一、二级阶地组成。部分为嵌入式结构及上迭式结构。I 级阶地一般高出河水面  $5\text{m}\sim 10\text{m}$ ，由全新统亚砂土、亚粘土及砂砾卵石组成，阶地面较平坦，宽  $50\text{m}\sim 500\text{m}$ ，长  $500\text{m}\sim 3000\text{m}$ ，以耕地为主。

根据现场踏勘和地形图分析，本项目工程区主要属于低中山、中山地貌。

#### 1.2.1.2 气象

项目区所在区域属亚热带西部半湿润气候和亚热带高原季风气候区。主要表现为日照时间长，蒸发旺盛；雨量集中，干湿季分明；气温年差较小，日差较大，夏季雨量充沛，冬季干燥少雨雪。

项目区年平均气温  $15.1\sim 17.7^{\circ}\text{C}$ ，极端最低气温  $-5.8\sim -1.2^{\circ}\text{C}$ ，极端最高气温  $32.6\sim 37.3^{\circ}\text{C}$ ，年均降水量  $1079\sim 1130.9\text{mm}$ ，降雨主要集中在 6 月至 10 月，占全年降雨量的 86% 以上，相对湿度  $63\sim 69\%$ ，无霜期  $285\sim 300$  天，大于  $10^{\circ}\text{C}$  积温  $4746\sim 6700^{\circ}\text{C}$ 。

1-3 项目区多年气象要素特征值表

气候要素	单位	德昌县	会理市
平均气温	$^{\circ}\text{C}$	17.7	15.1
极端最高气温	$^{\circ}\text{C}$	37.3	32.6
极端最低气温	$^{\circ}\text{C}$	-1.2	-5.8
平均降水量	mm	1079.0	1130.9
平均风速	m/s	3.5	1.5
常年主导风向		南、北风	南、北风
无霜期	d	300	285
平均蒸发量	mm	2413.7	1793.6
平均湿度	%	63	69
$>10^{\circ}\text{C}$ 积温	$^{\circ}\text{C}$	6700	4746

#### 1.2.1.3 水文

##### 一、地表水

本项目所在区域为金沙江流域的中上游区域，区内水系以益门镇南的油菜地至福安村一带为该区分水岭，北侧发育安宁河水系，锦川河水系，河流整体呈自南向北汇流，最大的河流为益门河，发育于 N 方案线一带；南侧发育金沙江水系，河流整体自北向南汇流，最大的河流为城河。

#### (1) 安宁河

属金沙江区雅砻江水系，发源于贝母山、大雪山，为东岸最大支流。主要河流支流短，成羽状分布，多东西流向，流量季节性变化大。长度 76.4km，比降 0.51%，流域面积 1851.40km<sup>2</sup>，由北至南穿越项目区，沿途一级阶地发育，孔隙水丰富。雨季河水补给，旱季则向河流排泄，地下水位动态与河水有关。据米易站观测，年径流量只有 79.7 亿 m<sup>3</sup>；据德昌站观测，日最枯流量仅为 1.89m<sup>3</sup>/s。随着上游大量引用，所剩无几，大有枯竭之势。据观测年变化幅度 0.7~2.2m。

#### (2) 锦川河

锦川河为安宁河右岸一级支流，锦川河上游主要有六华河、益门河、冷水河，其中六华河为主流。锦川河流域为长条形，支沟发育，该流域在中上游较为开阔，两岸耕地较多，中下游山势陡峻，河谷狭窄，两岸耕地较少。分水岭高程多在 3000m~2300m 左右，流域落差 1556m。锦川河上游分两支，左支（又称益门河）发源于会理市益门镇和平村，由南向北径流，右支发源于会理市六华镇戴家村，两支于六华镇仓田村附近汇合，汇合后由东南向西北径流，于仓田村纳入右岸支流冷水河后，最终于德昌县锦川池塘村汇入安宁河，全流域面积 912km<sup>2</sup>，其中老碾水电站进水口以上集雨面积为 769 平方公里，多年平均流量 17.6 立方米/秒。

#### (3) 益门河

发源于贝母山、大雪山，在会理市仓田乡（原岔河乡）与六华河、冷水河汇合形成岔河，下游德昌境内称老碾河（锦川河），流入安宁河，河流长 15.0km，流域面积 918km<sup>2</sup>。会理市境内出口处年平均流量 21.84m<sup>3</sup>/s，占全县总径流量的 29.30%，最枯流量 4m<sup>3</sup>/s，河流比降 15%~93.80%，为会理市境内水力资源丰富的河流之一。

#### (4) 城河

金沙江下游左岸一级支流，是会理市第一大河，发源于会理市龙肘山东麓，由北向南径流，经会理市城、弹冠驿，在打吉塘处纳江舟河水后转为近东西向，经江西湾，在菜园园处汇入力马河水，转为北南向，经下普隆，在河门口处汇入金沙江。流域面积

2096.59km<sup>2</sup>，占会理市面积 46.20%，干流长 141km，平均比降 10.35%，天然落差 1340m。河口处多年平均流量 31.87m<sup>3</sup>/s，占全县出境水量的 42.5%，最枯流量 0.30m<sup>3</sup>/s，枯、丰水量悬殊。

## 二、地下水

地下水的赋存与分布，主要受地质构造、地貌、岩性、气候和古地貌条件的控制，根据赋存条件和水理特征，项目区地下水分为第四系松散岩类孔隙水、昔格达组裂隙孔隙水、碎屑岩孔隙裂隙水、基岩裂隙水和碳酸盐岩裂隙岩溶水五大类。现将其主要特征详述如下：

### (1) 第四系松散岩类孔隙水

分布在安宁河河谷、会理市城一带及主要的支流益门河两侧，含水层由第四系冲积、冲洪积层及少量的坡积组成。该类孔隙水的富水性受地形、地貌影响较大。安宁河锦川到永郎一段，河漫滩及 I 级阶地的冲积砂砾卵石层富水性最好，单井涌水量在 1000 t/d 以上。安宁河部分 I 级阶地、益门河沟谷冲洪积扇区，由冲积、冲洪积形成的含粘土砂砾卵石层组成，富水性不均一，单井涌水量 100~1000 t/d。河谷高阶地及会理市城一带，岩性多为砂砾石层，含水性差，单井涌水量小于 100 t/d。其它地段，由于所处位置较高，一般不含水或含水性较差。此类地下水不易大量富集，水量贫乏，对隧道施工无影响。

### (2) 昔格达组裂隙孔隙水

该类型地下水受分布地层的限制，走廊带起点至六华镇一带较为发育，由新近系昔格达组地层组成，以泥岩、粉砂岩为主夹砂岩，岩石较为松散，胶结较差，受构造及微地形的影响，地层多倾向于西侧沟谷，岩层总厚约 100m，最厚 150m，裂隙不发育，一般富水性差，泉流量小于 0.5l/s，单井涌水量小于 100t/d。地下水化学类型为 HCO<sub>3</sub>-Ca 型水，PH 值 7~7.6，矿化度 0.2g/l 左右。

### (3) 碎屑岩孔隙裂隙水

由震旦系观音崖组、寒武系西王庙组、奥陶系红石崖组、三叠系、侏罗系纪白垩系地层组成，岩性为石英砂岩、细砂岩、粉砂岩、中粗粒砂岩、泥质砂岩、泥岩、砾岩等，主要分布于益门以南及以东地带，多呈窄条形分布，又多在低中山地区，地下水不易形成大面积富集，泉水流量一般为 0.1~1L/s，在断裂带附近裂隙发育地带，泉水流量大于 1L/s，对隧道施工有一定影响。

(4) 基岩裂隙水

①变质岩裂隙水

变质岩裂隙水主要分布于 K0+000~K12+400、K21+750~K36+600、K64+000~K66+620 一带。含水岩组主要由前震旦系天宝山群组成。岩性为千枚岩、片岩、变质砂岩等。泉水流量一般 0.1~1 L/S，地下径流模数 0.85~2.94 L/S。平方公里，为 HCO<sub>3</sub> 类水，矿化度 0.1~0.3 L/S。变质砂岩比千枚岩、板岩类相对富水，泉流量可达 1~2 L/S。主要接受大气降水补给。

②岩浆岩裂隙水

主要分布于 K2+000~K21+800、K36+600~K39+500 一带。含水岩组主要为花岗岩，规模大小不等。泉流量一般 0.1~1L/S，在断裂带附近大于 1 L/S，最大可达 13 L/S，且流量稳定。

(5) 碳酸盐岩裂隙岩溶水

零星分布于 K40+500~K41+500、K59+400~K66+100 一带。主要由震旦系灯影组、观音崖组及寒武系地层组成，主要岩性以白云岩、灰岩为主。走廊带主要分布于白果湾及会理市城西側一带。该类型地下水在走廊带内均为裸露型，受岩性、构造、地貌等因素的影响。据调查访问，区内未发现溶洞暗河，仅有小的溶蚀现象。地下水主要以裂隙下降泉的形式出露，流量一般小于 10L/s，在裂隙发育及断层发育地段，泉水流量较大，如白果湾以北东西向断层与南北向断层的交汇地带，泉流量可达 15~26L/s。另外，泉水流量受季节变化明显，枯水期与丰水期流量差距可达 3 倍左右。在不同地带，该类裂隙水分布不均，主要是受微地形的影响较大。水化学类型以 HCO<sub>3</sub>-Ca、Mg 为主，矿化度 0.1~0.5L/s。区内该类型地下水整体全流量均大于碎屑岩孔隙裂隙水，对隧道施工有一定影响。

本项目所在区域中，仅分布在安宁河河谷、会理市城一带及主要的支流益门河两侧的第四系松散岩类孔隙水地区有部分涌水现象，但因水量贫乏，对隧道施工无影响。

1.2.1.4 土壤

一、项目区土壤基本情况

(1) 德昌县

德昌县土壤分为土 8 个土类，13 个亚类，24 个土属，64 个土种，主要为红壤、黄棕壤、棕壤、紫色土、水稻土和冲积土。

其中，红壤土占全县土地总面积的 33.33%，分布于海拔 1200~2100m 以下的地区；黄棕壤占全县土地总面积的 20.88%，分布于海拔 2100~2500m 的地区；棕壤土占全县土地总面积的 20.10%，分布在海拔 2500~3000m 的山地；紫色土占全县土地总面积的 8.83%，分布于雅砻江以东的铁炉、马安、大湾、热河及前山、六所等地。

## (2) 会理市

会理市土壤分为 9 个土类，20 个亚类，33 个土属，100 个土种，主要为红壤、紫色土、黄棕壤、水稻土和冲积土。

其中，红壤土占全县土地总面积的 35.55%，主要分布在盆地、浅山、中山及坝地边沿缓坡地带；紫色土占全县土地总面积的 31.34%，集中分布于红旗、通安、鹿厂等区紫色丘陵盆地上；黄棕壤占全县土地总面积的 10.71%，主要分布于海拔 2200~2600m 的中山地带。

## 二、项目沿线土壤分布情况

根据路线布设高程和沿线的土地利用类型，结合现场踏勘得到，项目沿线所分布的土壤主要为红壤土、黄棕壤、紫色土、水稻土、冲积土。

(1) 红壤土：主要分布在盆地、浅山、中山及坝地边沿缓坡地带，成土母质复杂，特性是黏、酸、瘦、板、缺磷，对农作物不利，项目区内的红壤土植被上多为林地、旱地。

(2) 黄棕壤：主要分布于海拔 2200~2600m 的中山地带，酸、瘦、缺磷，干时土粒

分散，湿时黏滑，透水性差，易遭冲刷，项目区内的红壤土植被上多为林地、旱地。

(3) 紫色土：为白垩系、侏罗系、三叠系的紫色砂页岩或泥岩发育而成，含磷钾及微量元素丰富，是较为肥沃的农业土壤，但由于微团聚体发育较差，遇水易于散碎，抗蚀能力较弱，因此紫色土地区也是水土流失比较严重的地区之一。项目区内紫色土植被上以种植作物为主，多为旱地、菜地及林地。

(4) 水稻土：在自然因素和人为因素的共同作用下，由多种母质经长期水更熟化发育而成，主要分布于城河、安宁河及其他山溪两岸的河谷坝地，土层深厚，疏松肥沃，宜种性广，复种指数高。由于水稻土所处地形相对平坦，多为水田，以种植作物水稻为主，水田的保水固土能力较好，故水土流失较轻。

(5) 冲积土：分布于主要河流及山溪两岸的河谷阶地、台地、小面积坝地，光热条件优越，由河流沿岸风化物与土壤经冲刷而成，矿物成分复杂，肥力高低悬殊。项目区内紫色土植被上以种植作物为主，多为菜地、林地。

### 三、项目沿线表土资源可利用性评价

表土是一种珍贵的土壤资源，项目后阶段需要使用大量表土对因施工扰动而裸露的地表进行覆盖，用于绿化和复耕，而在施工准备期扰动地表中，施工首先需要剥离可利用的表土，故在此有必要分析沿线可利用的表土类型。

水稻土和冲积土的土壤含水量和有机质含量高，质地很软，前期施工中剥离难度较大，且造价高昂不经济，故水稻土和冲积土表土难以利用，在施工中针对水稻土和冲积土这类软土采用软基处理方式，作为特殊路基处理，处理措施包括强夯筑柱、换填、塑料排水板、排水盲沟、碎石桩、路堤铺设土工格栅等方式。

对于项目沿线大量分布的紫色土、黄壤土和黄棕壤而言，由于多为旱作土和森林土壤，其上为以人工栽培的旱作作物如蔬菜、瓜果，以及经济林、薪炭林、竹林等人工次生林和散生林木等，土层厚度不一，大致从 20~80cm 不等，这些表土是用作后期临时工程区绿化和复耕的重要资源。这些土壤一般不作为特殊路基处理，其施工难度相对较小，在施工前期可酌情剥离，集中存放，辅以临时防护措施来降低表土流失，从而提高表土利用率。

#### 1.2.1.5 植被

##### (1) 德昌县

德昌县的植被类型分为中山河谷南亚热带稀树灌木草坡、中山河谷中亚热带稀树灌丛草坡、亚热带山地常绿阔叶林和亚热带山地云南松林四种，主要植物有山楂、香樟、青桐、山荔枝、桦木、云南杉、罗汉松、余甘子、番石榴等，全县林草覆盖率 68.9%。

##### (2) 会理市

属于亚热带常绿阔叶林区的西南缘台地干性常绿松、栎亚区。天然林多，人工林少，森林资源丰富，但残次面积大，南北差异大，县境北半部森林覆盖率达 60%，而南半部森林覆盖率仅有 12.7%，全县林草覆盖率 75.2%。境内木本、草本、藤本和栽培植物 105 科，450 余种，其中木本 81 科，372 种。

#### 1.1.2.6 项目区水土流失情况

项目所在地区的土壤侵蚀类型以水力侵蚀。水力侵蚀主要为面蚀、沟蚀。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》和《四川省人民政府关于划分水土流失重点防治区的公告》，项目所在德昌县和会理市水域金沙江下游国家级水土流失重点治理区。根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）、《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018）确定，项目区属于西南土石山区，容许土壤流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。经现场踏勘调查项目区土地利用类型、面积、地形坡度和植被覆盖率等，同时结合项目区地貌、土壤和气候特征，项目区水土流失强度为微度，侵蚀类型主要为水力侵蚀，依据《四川省水利厅关于印发〈四川省水土保持方案编制与审查若干技术问题暂行规定〉的函》（川水〔2014〕1723号）中对土壤侵蚀模数背景值的规定，“对水域、硬化地面、裸岩等无土体的微度流失区可不计背景值；对有土体的微度流失区，背景值可直接取 $1647\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。项目区的土壤侵蚀强度为轻度侵蚀。

### 1.1.2.7 防治区划分

按照《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018）要求和有关规定，本项目水土流失防治的总体要求是：预防和防治责任范围的水土流失，通过实施主体工程具有水土保持功能的各项措施及水土保持措施，保障工程建设及运行安全，并尽可能改善工程区生态环境。项目区属城市规划区，按照《开发建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2018）有关规定，方案总体执行建设类项目水土流失防治一级标准。

根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）和《生产建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2018）确定，项目区属于以水力侵蚀为主的西南土石山区，容许土壤流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

## 1.2 水土保持工作情况

### 1.2.1 建设单位实施情况

2015年7月29日，四川省交通运输厅以《关于委托开展永郎至会理高速公路工程可行性研究报告及监理咨询工作的通知》（川交函〔2015〕534号）委托四川省交通运输厅交通勘察设计研究院承担该项目水土保持方案编制工作。并于2018年8月初编制完成了《德昌至会理高速公路水土保持方案报告书（送审稿）》。

2018年9月13日，四川省水土保持局在成都市主持召开了《德昌至会理高速公路工程水土保持方案报告书（送审稿）》的技术评审会，随后编制单位对报告书进行了修改完善，于2018年10月编制完成《德昌至会理高速公路工程水土保持方案报告书（报批稿）》。

2018年12月13日，四川省水利厅以“川水函〔2018〕1853号”对《德昌至会理高速公路工程水土保持方案报告书（报批稿）》进行了批复。

2020年11月，建设单位委托四川西晨生态环保有限公司开展本工程水土保持监测工作。

2020年11月，建设单位委托四川西晨生态环保有限公司开展本工程水土保持监测工作。

在项目建设过程中，项目实际施工图纸与项目初步设计阶段编制的弃渣场、路基主线位置、土石方及措施体系等均发生了较大变化，根据《中华人民共和国水土保持法》、《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）以及《四川省水利厅关于印发四川省生产建设项目水土保持措施变更管理办法（试行）的通知》（川水函〔2015〕1561号）的相关规定和要求。因此建设单位在2020年6月委托四川百源工程勘察设计有限公司开展本项目水土保持方案变更报告编制工作；

2021年10月22日，四川省水利厅下发《德昌至会理高速公路工程水土保持方案变更审批准予行政许可决定书》（川水许可决〔2021〕227号）文件，对本项目水保方案变更报告进行了批准。

本项目水土保持变更方案于2021年10月22日批复，在后续施工建设过程中，由于设计局部优化调整及建设单位施工建设计划变化，同时在实际施工过程中根据施工建设进度和土石方工程开挖建设需要，对路线范围内开挖土石方进行了综合优化，加之施工组织时序优化导致实际取土工程量减少，导致项目后续实际施工建设过程中，对上次整体变更后的弃渣场位置、容量、数量都有不同程度的变化。

在2022年4月21日，凉山州水利局和凉山州交通运输局组织相关单位对本项目建设现场进行了监督检查，在检查过程中发现K4弃土场属于新增弃渣场，建议建设单位及时编报弃渣场补充方案并取得批复；同时对监督检查发现部分弃渣场堆放不规范、截排水措施不完善的，建议及时进行整改；施工便道及道路存在挂坡现象的及时开展排查整治；对表土剥离防护不到位的加强利用和管理。

根据水利部办公厅印发《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）以及凉山州水利局的水土保持监督检查意见，2022年7月建设单位及时委托四川百源工程勘察设计有限公司，结合工程设计及建设情况，

开展了现阶段弃渣场的梳理，期间多次会同建设单位、设计单位、施工单位、监理监测单位踏勘现场并提出了整改意见和建议，对发生变化并已征得地方水利、自然资源规划、林业、生态环境等部门同意的弃渣场进行了逐一核查，于2022年11月编制完成《德昌至会理高速公路工程弃渣场变更水土保持方案补充报告书》。

2023年3月24日，四川省水利厅以《德昌至会理高速公路工程弃渣场变更水土保持方案（补充报告书）审批准予行政许可决定书》（川水许可决〔2023〕44号）对本项目弃渣场补充报告进行了批复。

### 1.2.2 建立水土保持工作制度

为认真贯彻落实水土保持法律法规，保证水土保持方案提出的各项水土保持防治措施的实施和落实，建设单位把水土保持工程纳入到主体工程施工中统一进行管理，施工单位按照批复的水土保持方案、变更方案和相关法律法规的要求，完成了各个防治分区的水土保持防治措施，取得了较好的水土流失防治效果。

建设单位在本项目建设过程中主要从以下方面规范落实水土保持管理工作：

（1）德会公司根据项目环水保工作开展情况制定了相应的实施办法；2021年3月11日，四川德会高速公路有限责任公司下发《德昌至会理高速公路环境保护与水土保持实施办法》（德会发〔2021〕17号）。

（2）按照方案落实资金、管理等保证措施，做好本本项目的工程设计、招投标和施工组织工作，加强对施工单位的管理，加强水土保持工程建设监理工作，切实落实水土保持“三同时”制度。

（3）定期向流域机构及水行政主管部门报告水土保持方案的实施情况，并接受有关水行政主管部门的监督检查。

### 1.2.3 落实“三同时”制度

即水土保持设计与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。

本项目在建设期间，认真落实水土保持方案和相关要求，由于项目在施工阶段水保方案与实际线路走向不一致，建设单位及时委托水保变更单位完成了项目水土保持方案重编。做到了水土保持设施建设与主体工程同时设计、同时施工。在水土保持工程施工合同中明确了施工单位的任务、施工进度和质量要求；确保了各项水土保持措施按时按质按量完成，并及时发挥了防止水土流失的作用，有限的减少了项目建设过程中的水土

流失。

#### 1.2.4 水土保持方案编报情况

2015年7月29日，四川省交通运输厅以《关于委托开展永郎至会理高速公路工程可行性研究及监理咨询工作的通知》（川交函〔2015〕534号）委托四川省交通运输厅交通勘察设计研究院承担该项目水土保持方案编制工作。并于2018年8月初编制完成了《德昌至会理高速公路水土保持方案报告书（送审稿）》。

2018年9月13日，四川省水土保持局在成都市主持召开了《德昌至会理高速公路工程水土保持方案报告书（送审稿）》的技术评审会，随后编制单位对报告书进行了修改完善，于2018年10月编制完成《德昌至会理高速公路工程水土保持方案报告书（报批稿）》。

2018年12月13日，四川省水利厅以“川水函〔2018〕1853号”对《德昌至会理高速公路工程水土保持方案报告书（报批稿）》进行了批复。

2020年6月建设单位委托四川百源工程勘察设计有限公司承担《德昌至会理高速公路工程水土保持方案变更报告书》的编制工作。

2021年10月22日，四川省水利厅下发《德昌至会理高速公路工程水土保持方案变更审批准予行政许可决定书》（川水许可决〔2021〕227号）文件，对本项目水保方案变更报告进行了批准。

2023年3月24日，四川省水利厅以《德昌至会理高速公路工程弃渣场变更水土保持方案（补充报告书）审批准予行政许可决定书》（川水许可决〔2023〕44号）对本项目弃渣场补充报告进行了批复。

#### 1.2.5 重大水土流失危害事件处理情况

本项目在施工期间及试运行期间，没有发生过重大水土流失危害事件。

### 1.3 监测工作实施情况

#### 1.3.1 监测实施方案执行情况

2020年10月，我公司成立了该项目水土保持监测项目组，并组织技术人员赶赴工程现场，根据《水土保持监测技术规程》等技术规范的要求、结合《德昌至会理高速公路工程水土保持方案报告书》（报批稿2018年10月）（以下简称《水土保持方案》）。在项目施工后期，本项目发生重大变更。后期开展依据变更为《德昌至会理高速公路工

程水土保持方案变更报告书》（报批稿 2021 年 9 月）和《德昌至会理高速公路工程水土保持方案补充报告书》（报批稿 2022 年 11 月）。在开展监测过程中同时依据项目施工图纸和有关技术资料等，通过在项目区内进行巡查监测等方式进行了监测。

2020 年 11 月 4 日，四川德会高速公路有限责任公司与我公司签订了《德昌至会理高速公路水土保持监测合同》；2020 年 11 月，我站组织技术人员对项目现场做了现状调查，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，我公司监测项目部编写了《德昌至会理高速公路工程水土保持监测实施方案》，成立了监测项目部，明确了项目监测技术路线、监测布局、监测内容和方法、监测的重点、预期成果和监测组织实施。

此后，我公司依据监测实施方案，对该项目开展水土保持监测工作，主要包括对主体工程建设和进度、防治责任范围动态监测、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、工程建设过程中水土流失动态变化、水土保持工程建设情况、水土流失防治效果以及水土保持设计、水土保持管理等情况进行监测。在开展水土保持监测工作期间，通过调查监测、地面监测、巡查监测等方法对项目区水土流失情况经行监测，实时监测建设过程的水土流失类型、强度和危害，及时掌握新增水土流失发展的变化趋势，了解水土保持措施的防护效果，并通过向建设单位、设计单位反馈监测结果来调整防护措施，有效减少水土流失。

水土保持监测技术路线见图 1-1。

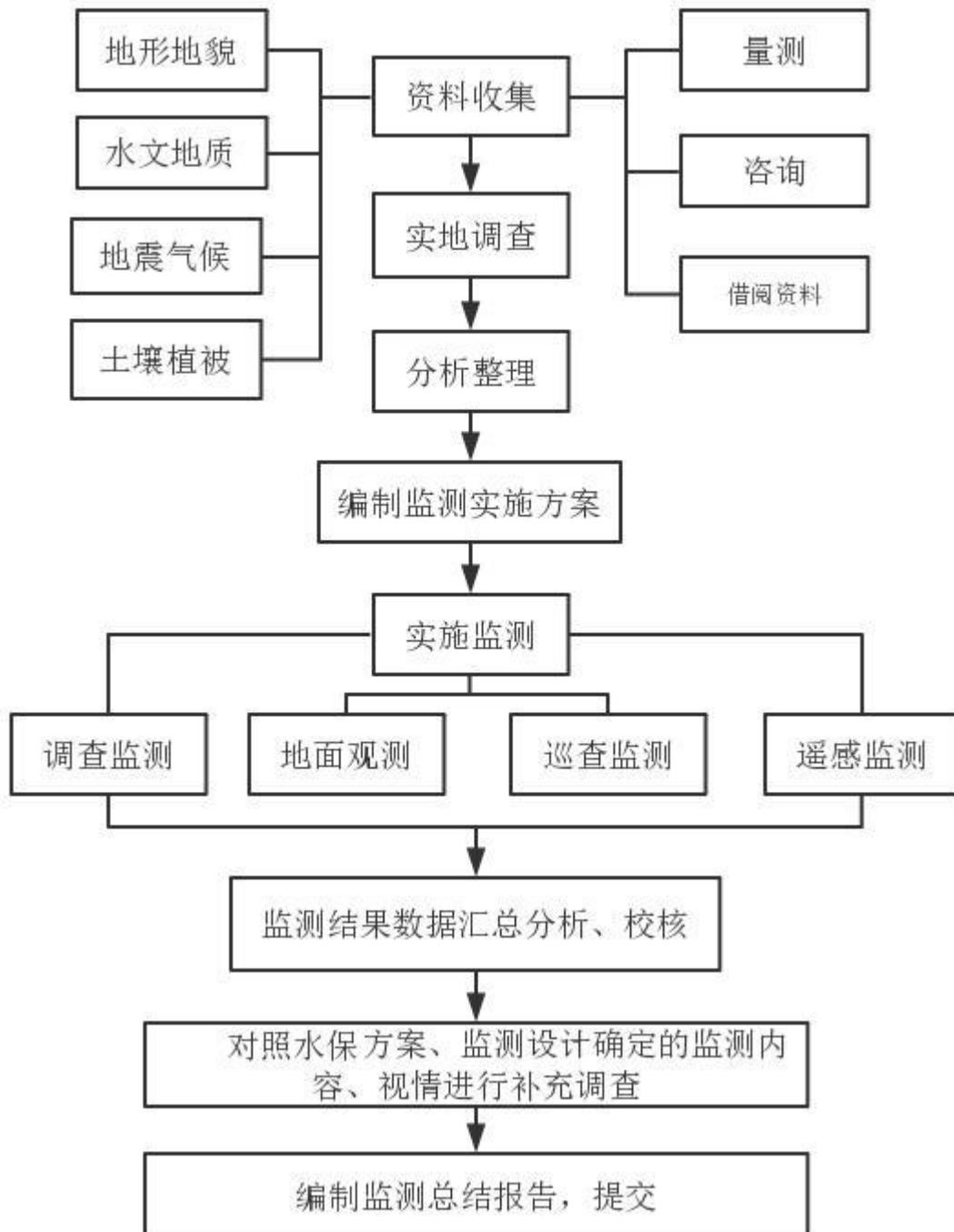


图1-1 水土保持监测技术路线图

### 1.3.2 监测项目部设置

2020年11月四川德会高速公路有限责任公司与我公司签订水土保持监测合同；2020年10月我单位组织人员建立项目工作小组，完善质量控制体系，并开展了对项目进场摸底调查工作。

我单位根据项目监测工作要求及监测有关技术规程。在项目区会理市老街村120号

成立了本项目水土保持监测项目部。监测项目部主要由总监测工程师、监测工程师、监测员等人员组成。总监测工程师对项目质量进行总负责，在各监测地段和各监测点明确具体的监测工程师，所有的监测数据必需由总监测工程师负责人审核，监测数据整编后，总监测工程师还将组织对监测成果进行审核和查验，以保证监测成果的质量。项目部配备的具体监测人员见下表 1-4；

表1-4 德昌至会理高速公路水土保持监测项目部人员组成

职务	姓名	职称	证书名称	证号
总监测工程师	王应军	高级工程师	水土保持监测上岗证	水保监测岗第(6167)号
监测工程师	杨远祥	高级工程师	水土保持监测上岗证	水保监测岗第(2425)号
监测工程师	陈磊	高级工程师	水土保持监测上岗证	水保监测岗第(6162)号
监测员	李江朋	助理工程师	水土保持监测上岗证	SBJC201900133
监测员	朱敏	工程师		

2020年12月15日由项目建设单位组织我单位、水保监理单位、环保咨询、JL1总监办、JL2总监办、各标段施工单位等在项目TJ1-1标段会议室组织召开了环水保专项技术交底会议。



2020年10月进场摸底调查



2020年12月15日组织技术交底

### 1.3.3 监测点位布设

为体现水土保持监测的全面性、典型性和代表性，并结合各分区内土壤侵蚀类型和地形地貌特点的不同，在总结野外考察认识和分析勘测资料的基础上，经过反复研究，选取容易造成大量水土流失，且具有一定的代表性的地点。各监测区采用巡查监测和调查监测相结合的方法进行监测。本项目水土保持监测定点监测点位分布情况详见下表

1-5。

表 1-5 本项目水土保持监测定点监测点位分布情况

监测分区	监测点位	监测内容	监测方法
主体工程区 (8个)	锦川 AB 匝道填方边坡	扰动土地情况监测；表土剥离情况监测；造成水土流失面积；土石方挖填情况；水土流失强度及流失量；水保措施实施数量及质量。	地面监测、巡查、实地调查
	K7+832 路基开挖上边坡		
	K8+200 路基填方边坡		
	K45+490 上村隧道施工填方边坡		
	K49+750 路基挖方边坡		
	K62+500 会理北互通		
	K74+100 路基填方边坡		
	K77+200 路基填方边坡		
弃渣场区 (4个)	K4+300 弃渣场	扰动土地情况监测；表土剥离情况监测；造成水土流失面积；弃渣堆存数量；水土流失强度及流失量；水保措施实施数量及质量。	调查法 实地量测
	K38+880 弃渣场		
	K64+200 弃渣场		
	K73+940 弃渣场		
施工场地 (2个)	K6+300 老碾隧道进口驻地	扰动地表面积；造成水土流失面积；水土流失强度及流失量；后期治理情况。	调查法 实地量测
	K78 综合场站		
施工便道 (2个)	锦川枢纽 AB 匝道施工便道	扰动地表面积；造成水土流失面积；水土流失强度及流失量；后期治理情况。	调查法 实地量测
	冉家湾隧道进口进场便道		
取土场 (1个)	K31+600 取土场	扰动土地情况监测；表土剥离情况监测；造成水土流失面积；开采土石方数量；水土流失强度及流失量；水保措施实施数量及质量；后期治理防治效果。	地面监测、巡查监测、遥感监测
临时堆场 (1个)	K34+180 临时堆场	扰动土地情况监测；表土剥离情况监测；造成水土流失面积；土石方数量；水土流失强度及流失量；水保措施实施数量及质量；后期迹地恢复防治效果。	地面监测、巡查监测、现场调查

### 1.3.4 监测实施设备

本项目监测过程中主要使用的设施设备有：钢钎、皮尺、相机、GPS仪、经纬仪、全站仪、无人机、测距仪、取样设备等，

设备清单见下表1-6。

表1-6 监测设备表

序号	设备名称	单位	数量
1	自记雨量计	套	1
2	手持 GPS	套	3

3	数码相机	台	2
4	数码摄像机	台	1
5	皮尺	个	2
6	钢卷尺	个	2
7	经纬仪	个	1
8	激光测距仪	个	1
9	泥沙取样器	个	2
10	烘箱	台	1
11	取样瓶	个	6
12	量筒、量杯	个	6
13	钢钎	根	120
14	天平	台	1
15	全站仪	台	1
16	监测车辆（日产途达）	辆	1
17	无人机（Mavic 2 Pro）	台	1
18	笔记本电脑	台	3

### 1.3.5 监测技术方法

根据《德昌至会理高速公路工程水土保持方案》（报批稿）和《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）、《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）要求，本项目采取调查监测和巡视监测相结合的方法，结合施工实际情况，具体监测方法如下：

#### 1.3.5.1 调查监测

调查监测主要是指通过定期现场实地勘测和定点调查，掌握项目区地形、地貌、水系的变化情况及水土流失等情况。在工作底图上确定各监测点的位置，利用附近的永久性明显地物标志和采用高精度 GPS 定位仪确定监测范围，设置固定标志。使用规定的图例、表格、符号、编码等进行数据处理，并对原始资料进行分类整理，录入计算机等成册保存。

其具体监测内容及方法见下：

（1）对施工开挖面和临时堆土区进行调查，结合施工设计、监理文件和实地量测，确定建设过程中的挖填方量及弃土、弃渣量。各建设区域的扰动面积、破坏水土保持设施的面积在施工前、中、后期各监测一次。

（2）水土保持林草成活率、保存率和植被覆盖率采用标准样方调查法进行观测。林草郁闭度采用树冠投影法、灌木盖度采用测绳法、草地盖度采用针刺法。样方面积根据实际情况确定，一般草本样方为 1m×1m，灌木样方 5m×5m，每一样方重复 3 次，记

录林草生长状况、成活率、植被恢复及盖度；各区域林草植被成活率、保存率、草生长状况及盖度在春夏各测定一次。

(3) 扰动土地面积的监测。采用手持式 GPS 定位仪进行。首先对调查区按扰动类型进行分区，如堆渣、开挖面等，同时记录调查点名称、工程名称、扰动类型和监测数据编号等。然后沿各分区边界走一圈，在 GPS 手簿上就可记录所测区域的形状（边界坐标），最后将监测结果转入计算机，通过计算机软件显示监测区域的图形和面积（如果是实时差分技术的 GPS 接收仪，当场即可显示面积）。对弃土弃渣量测量，把堆积物近似看成多面体，通过测量一些特征点的坐标，再模拟原地面形态，即可求出堆积物的面积和体积。在监测过程中应参考设计资料，结合实地调查，并以实际调查情况为准。

(4) 对施工过程中新建水土保持设施的质量和运行情况进行监测，并观测其稳定性。利用建设单位的工程质量、安全监测和监理资料，结合水土保持现场调查，进行综合分析评价。

(5) 调查沟道淤积、洪涝灾害及其对周边地区经济、社会发展的影响，评价建设期水土保持措施的作用与效果。

(6) 水土保持效益监测，主要是对水土保持设施的保土效益和拦渣效益等的监测。保土效益测算应按《水土保持综合治理效益计算方法》（GB/T 15774-2008）规定进行。

### 1.3.5.2 巡视监测

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

### 1.3.5.3 先进监测技术方法

#### (1) GPS 技术

GPS 技术用于开发建设项目水土流失面积、弃土弃渣量、水土流失速度等方面的监测。

#### ① 面积监测

应用 GPS 中的 RTK 技术，一台基站架设在某已知点或明显地物上，该作业点尽量设在作业区的中心位置。用移动站跟踪地类边界线，经室内处理，可以得到精度较高的地类三维现状图，计算面积，定期监测，将得到面积的变化量。一般地，利用手持 GPS

也可以完成面积测量，而且操作相当方便，只是精度相对较低。

②弃土弃渣量

将弃土弃渣区按一定网格划分，网格密度视精度要求而定，用 GPS 精确测量各网格交点坐标，用计算机编辑生成数字地面模型，就可以计算出精度较高的体积量。

③水土流失速度监测

通过监测区域内由于水土流失引起的侵蚀沟的变化监测侵蚀速度。用 GPS 的 RTK 实时动态定位技术，把 GPS 的基站放在已建立控制网的某已知点上，移动站沿侵蚀沟连续采集点的坐标，绘制出三维曲线。定期监测并比较变化情况。若用计算机处理，可以求得比较准确的变化量。

(2) 无人驾驶飞机技术

无人驾驶飞机是利用无线电遥控设备和自身程序控制装置操控的无人教师飞行器，通过无人机遥测系统实现了影像获取、数据处理，把航拍影像转成专业遥感软件可以读取的数据，达到水土保持监测目的。针对生产建设项目水土流失的特点，无人机技术可以快速地监测项目建设前后的土地利用动态变化，能够及时、客观、快速地获取建设项目的地表扰动、水土流失分布、水土流失面积、水土流失强度、水土保持措施布局等信息。

### 1.3.6 监测成果提交情况

截止 2023 年 11 月我单位在项目建设过程中累计完成过程监测季报 13 份，监测实施方案 1 份，监测年度报告 3 份，监测意见书 13 份等过程资料；

上述监测季报均在报告完成审核盖章后上报至省水利在线监督管理平台。监测季报、监测年报、监测意见书、监测实施方案等全部按时提交至项目建设单位工程技术处。

根据 2020 年 10 月至 2023 年 12 月对获取的监测数据进行了统计、分析后，编写完成了《德昌至会理高速公路工程水土保持监测总结报告》。

## 2 监测内容及方法

根据《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）、《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018）、《生产建设项目水土保持监测技术规程（试行）》（水保办〔2015〕139号文）和本项目水土保持监测实施方案，监测内容为扰动土地监测、取土（石、料）、弃土（石、渣）监测、水土流失监测和水土保持措施监测。

### 2.1 扰动土地情况

扰动土地是指开发建设项目在生产建设活动中形成的各类挖损、占压、堆弃用地，本项目扰动土地主要为项目主体工程永久占地、施工临时设施占地。

德昌至会理高速公路工程扰动土地分为永久占地和临时占地。主体工程永久占地范围、面积一般在项目建设时已基本确定，施工单位须在建设用地红线范围内施工；施工便道、临时工程等临时占地随工程施工进度会有不同程度变化。

扰动土地情况监测就是通过技术手段，采用地面观测、实地量测、遥感监测、资料分析的监测方法，核实永久占地和临时占地面积，调查扰动土地在扰动前后的土地利用类型，确定施工单位是否超越建设用地红线范围施工，进而确定项目防治责任范围，落实防治责任。

在施工期，主要采用实地量测、无人机航拍、遥感调查相结合的方法核实确定是否超越建设用地红线范围施工。主体工程区等局部范围采用实地量测的方法，确定扰动范围宽度、长度；在临时工程等区域，充分发挥无人机野外便于携带、易于操作、拍摄角度灵活、视野开阔、拍摄范围广的优势，利用无人机对以上区域进行拍摄，并对拍摄影像进行拼接处理后，形成区域正射影像图，从正射影像图上勾绘以上区域范围、土地利用类型；对于实地量测、无人机航拍等都不能到达的扰动区域，采用优于5米的高分辨率卫星遥感影像勾绘扰动范围，图上量测扰动面积。通过多次实地量测、无人机航拍反映扰动土地范围、面积的动态变化情况。

在监测工作后期，开挖、占压、破坏等扰动土地行为基本结束，扰动土地范围和面积基本确定。在根据扰动土地范围和面积确定防治责任范围时，若无超范围扰动情况，以资料收集和分析的方法为主，通过永久占地征地协议、临时用地租用地协议确定防治责任范围；若超范围扰动土地，所有超范围扰动土地均确定为项目建设用地，划入防治责任范围。扰动土地情况每季度监测1次。

本项目扰动土地情况监测内容、方法及频次见表 2-1。

表 2-1 扰动土地情况监测方法一览表

扰动土地情况监测	监测内容	监测方法	监测频次
主体工程区	主体工程施工占压原地貌耕地、林地、住宅用地、交通运输用地、水域及水利设施用地范围、面积及其变化情况	实地量测 遥感监测 资料分析	实地量测：每个季度一次； 遥感监测：施工前一次，施工中一次； 资料分析：每季度一次
弃渣场区	弃渣场占压原地貌耕地、园地、林地、草地及其他用地的扰动范围、面积变化情况。	实地量测 遥感监测 资料分析	实地量测：每个季度一次； 遥感监测：施工前一次，施工中一次； 资料分析：每季度一次
取土场区	取土场占压原地貌耕地、林地、草地及其他用地的扰动范围、面积变化情况。	实地量测 遥感监测 资料分析	实地量测：每个季度一次； 遥感监测：施工前一次，施工中一次； 资料分析：每季度一次
施工道路区	便道占压原地貌耕地、林地、水域及水利设施用地的扰动范围、面积变化情况	实地量测 遥感监测 资料分析	实地量测：每个季度一次； 遥感监测：施工前一次，施工中一次； 资料分析：每季度一次
施工场地区	场区建设占用原地貌耕地、林地、交通运输用地、草地及其他用地的面积变化情况	实地量测 遥感监测 资料分析	实地量测：每个季度一次； 遥感监测：施工前一次，施工中一次； 资料分析：每季度一次
临时堆场区	场区建设占用原地貌耕地、林地、草地、水域及水利设施用地的面积变化情况	实地量测 遥感监测 资料分析	实地量测：每个季度一次； 遥感监测：施工前一次，施工中一次； 资料分析：每季度一次

## 2.2 取料（土、石）和弃渣（土、石）

### 一、项目取料（土、石）情况

本项目在建设过程中，因土石方调配等问题。在项目全线共计设置了 2 处取土场，分别为 K31+600 和 K67+400 取土场，项目两处取土场共计取土 62.51 万 m<sup>3</sup>。K31+600 取土场主要用于武家沟停车区土石方回填使用，K67+400 取土场主要供应项目会理北互通及服务区填筑土石方使用。本项目取土场具体监测情况见下表；

表 2-2 本项目取土场设置情况

编号	位置	桩号	表土剥离	取料情况	防治措施	监测频次	监测方法	备注
1	26°58'5.39" 102°21'2.18"	K31+600 左	/	16.34	复耕	10 天/1 次	现场调查	会理市

2	26°40'31.62" 102°15'26.75"	K67+400 右	0.36 万 m <sup>3</sup>	46.17	表土回覆、撒播 草籽	10 天/1 次	现场调 查	会理 市
---	-------------------------------	--------------	--------------------------	-------	---------------	-------------	----------	---------

工程涉及主要建筑砂石料全部采用外购形式解决，业主在签订购买合同时，明确相应的水土流失防治责任由卖方承担。

## 二、项目弃渣（土、石）情况

根据项目过程监测成果和对各标段施工单位提供数据进行复核。本项目建设阶段工程实际土石方开挖总量为 1535.23 万 m<sup>3</sup>，土石方填方总量为 1421.77 万 m<sup>3</sup>，项目累计借方 74.53 万 m<sup>3</sup>，余方 187.99 万 m<sup>3</sup>，其中 74.03 万 m<sup>3</sup> 弃渣用于周边村庄及苗圃基地进行利用，其余的余（弃）方 136.22 万 m<sup>3</sup>。全部堆放于道路沿线设置的 9 个弃渣场内。

表 2-3 本项目弃渣场设置情况

编号	位置	桩号	表土剥离	堆渣情况	防治措施	监测频次	监测方法	备注
1	27.1771° 102.3024°	K4+300 左	/	22.30	混凝土挡墙、撒播草籽 绿化	10 天 /1 次	现场调查/简 易观测场	德昌 县
2	27.0948° 102.3534°	K14+560 左	0.36 万 m <sup>3</sup>	20.69	排水沟、土地整治、撒 播草籽绿化	10 天 /1 次	现场调查	德昌 县
3	26.9585° 102.3473°	K32+600 右	0.76 万 m <sup>3</sup>	14.10	土地整治、撒播草籽	10 天 /1 次	现场调查	会理 市
4	26.9079° 102.3389°	K38+800 左	/	5.98	排洪沟、撒播草籽绿化、 混凝土挡墙	10 天 /1 次	简易观测场/ 现场调查/遥 感监测	会理 市
5	26.9017° 102.3358°	K39+500 左	/	3.50	混凝土挡墙、土地整治、 撒播草籽	10 天 /1 次	现场调查	会理 市
6	26.8161° 102.2708°	K52+740 右	0.68 万 m <sup>3</sup>	8.55	浆砌石排水沟、土地整 治、撒播草籽绿化、混 凝土挡墙	10 天 /1 次	现场调查/植 物样地	会理 市
7	26.8154° 102.2708°	K52+800 右	0.43 万 m <sup>3</sup>	5.55	浆砌石排水沟、土地整 治、撒播草籽绿化、混 凝土挡墙	10 天 /1 次	现场调查	会理 市
8	26.7149° 102.2651°	K64+200 左	/	43.22	浆砌石排水沟、土地整 治、撒播草籽绿化、混 凝土挡墙	10 天 /1 次	简易观测场/ 现场调查	会理 市
9	26.6328° 102.2894°	K73+940 左	1.16 万 m <sup>3</sup>	12.33	浆砌石排水沟、土地整 治、复耕、混凝土挡墙	10 天 /1 次	简易观测场/ 现场调查/植 物样地	会理 市

## 2.3 水土保持措施

本项目水土保持措施的实施效果监测主要采用地面观测、实地量测、资料分析的监测方法。对于工程防治措施（挡墙、排水沟、截水沟、骨架护坡、土地整治等），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（植树、种草等）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（临时排水沟、装土草袋、密目网等），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。

水土保持措施实施效果监测内容、方法及频次见表 2-2。

表 2-1 水土保持措施监测内容、方法及频次

防治分区	监测内容			监测方法	监测频次
	工程措施	植物措施	临时措施		
主体工程	工程护坡、边沟、截水沟、急流槽、排水管、表土剥离、表土回覆、圆管涵等	栽植乔木、栽植灌木、撒播植草、喷播植草、密植灌木、栽植竹类	临时拦挡、临时排水、沉沙、临时遮盖、临时植草	地面观测 实地量测 资料分析	每季度 1 次
弃渣场区	挡土墙、排洪沟、卵	撒播灌草、撒播草	密目网遮盖、土	地面观测	每季度 1 次

	石盲沟、表土剥离、表土回覆、全面整地、复耕	籽	袋拦挡、无纺布遮盖、临时撒草绿化、密目网遮盖	实地量测 资料分析	
取土场区	排洪沟、表土剥离、表土回覆、复耕	\	土袋拦挡、土质排水沟、土质沉砂池、密目网遮盖、临时撒草绿化	地面观测 实地量测 资料分析	每季度1次
施工道路区	表土剥离、表土回覆、复耕、外购表土	撒播灌草	土袋拦挡、土质排水沟、土质沉砂池、密目网遮盖、	地面观测 实地量测 资料分析	每季度1次
施工场地区	表土剥离、表土回覆、复耕、外购表土	撒播灌草	土袋拦挡、密目网遮盖、砼排水沟、砼沉砂池、临时混凝土排水沟、临时混凝土沉砂池、临时撒草绿化、无纺布临时遮盖	地面观测 实地量测 资料分析	每季度1次
临时堆场区	表土回覆、复耕、外购表土	撒播灌草	土质排水沟、土质沉砂池、密目网遮盖、浆砌石拦挡、无纺布遮盖	地面观测 实地量测 资料分析	每季度1次

## 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测钎法、侵蚀沟样方测量的方法，得出不同分区的水土流失总量。

潜在土壤流失量和水土流失危害监测方法以实地调查为主，无人机航拍为辅。对于在现场巡查过程中发现的未实施防护措施的临时堆土、堆渣计入潜在土壤流失量，采用实地量测法估算潜在土壤流失量，若临时堆土、堆渣在规定的时间内按规定堆放且实施了防护措施，则不再计入潜在土壤流失量。水土流失危害除通过现场巡查发现外，还可以利用无人机获得监测区域全景照片，通过对全景照片的专业分析，发现水土流失危害

或隐患部位。水土流失情况每季度监测 1 次。详见表 2-3

表2-2 水土流失情况监测内容、方法及频次

防治分区	监测内容			监测方法	监测频次
	水土流失面积	水土流失量	水土流失危害		
主体工程	路基、桥梁、隧道、互通、沿线设施等开挖裸露边坡区域	主线路基、桥梁、隧道、互通、沿线设施等开挖及临时堆土边坡、桥下裸露地表水土流失数量及不同时段变化情况	造成水土流失事件的原因损失、补救措施等	地面观测 实地量测 遥感监测	面积监测每个季度1次；土壤流失量、取弃土潜在土壤流失量每个月1次
弃渣场区	弃渣场堆渣形成的裸露边坡	弃渣场堆存边坡水土流失数量及不同时段变化情况	造成水土流失事件的原因损失、补救措施等	地面观测 实地量测 遥感监测 资料分析	
取土场区	取土场开挖形成的裸露边坡	取土场开挖边坡数量及不同时段变化情况	造成水土流失事件的原因损失、补救措施等	地面观测 实地量测 遥感监测 资料分析	
施工道路区	便道开挖形成的裸露上边坡和下边坡	编导边坡开挖裸露边坡数量及不同时段变化情况	造成水土流失事件的原因损失、补救措施等	地面观测 实地量测 遥感监测 资料分析	
施工场地区	施工生产生活区建筑开挖边坡、区域内裸露地表、临时堆料无防护边坡等	挖边坡、区域内裸露地表、临时堆料无防护边坡数量及不同时段变化情况	造成水土流失事件的原因损失、补救措施等	地面观测 实地量测 遥感监测 资料分析	
临时堆场区	临时堆料场裸露边坡	临时堆土边坡水土流失数量及不同时段变化情况	造成水土流失事件的原因损失、补救措施等	地面观测 实地量测 遥感监测 资料分析	

### 3 重点部位水土流失动态监测

#### 3.1 防治责任范围监测

##### 3.1.1 水土保持防治责任范围

(1) “批复的水土保持方案”中确定的水土流失防治责任范围

根据项目方案报告书批复文件“川水许可决(2023)44号”本项目确定的防治责任范围为612.34hm<sup>2</sup>，其中项目建设区441.90hm<sup>2</sup>，临时占地170.44hm<sup>2</sup>。

项目建设区：建设区是指开发建设单位的征地范围、租地范围和土地使用管辖范围。项目建设区占地面积为441.90hm<sup>2</sup>，临时占地170.44hm<sup>2</sup>。

直接影响区：根据《四川省水利厅关于印发〈四川省水土保持方案编制与审查若干技术问题暂行规定〉的函》（川水发〔2014〕1723号文）要求，直接影响区仅需根据居民拆迁安置及专项设施改迁建情况计列，直接影响区面积可不计。本项目不涉及居民拆迁安置及专项设施改迁建情况，因此本项目直接影响区面积不计。

批复德昌至会理高速公路项目水土流失防治责任范围详细见表3-1。

表 3-1 弃渣场变更水土保持方案（补充报告书）本项目防治责任范围汇总表

防治区划分		防治责任范围 (hm <sup>2</sup> )			备注
		永久征地	临时占地	合计	
主体工程区	路基工程区	149.63		149.63	31.618km路基、外侧边坡及管护范围
	桥涵工程区	76.20		76.20	74座桥梁及其管护范围
	隧道工程区	12.88		12.88	14座洞脸其、附属场地及管护范围
	互通工程区	168.66		168.66	7处互通立交及其管护范围，含临时表土堆场
	沿线设施区	34.53		34.53	2处服务区、1处养护工区、1处停车区和5处收费站
	其他工程区		40.72	40.72	20.80km改移道路、6.63km改移河道工程
	小计	441.90	40.72	486.62	
弃渣场区			17.61	17.61	9处弃渣场，含临时表土堆场
取土场区			6.10	6.10	2处取土场
施工便道区			36.41	36.41	73.55km施工便道新增临时占地
施工场地区			58.63	58.63	21处施工场地新增临时占地，含临时表土堆场
临时堆场区			10.97	10.97	4处隧道工点堆渣转运地
合计		441.90	129.72	612.34	

## (2) 实际项目的水土流失防治责任范围

根据工程各组成部分扰动范围监测成果对照主体工程征占地资料及查阅竣工资料,实际防治责任范围与报告书确定的防治责任范围发生了细微变化,经统计,项目建设实际扰动地表面积为 607.84hm<sup>2</sup>,包括永久占地面积 441.90hm<sup>2</sup>,临时占地面积 165.94hm<sup>2</sup>。本项目水土流失防治责任范围变化对比表详见表 3-2。

表 3-2 项目水土流失防治责任范围变化对比表

防治区划分		原批复方案	现阶段	变化情况	备注
主体工程区	路基工程区	149.63	149.63	0.00	与批复一致
	桥涵工程区	76.20	76.20	0.00	与批复一致
	隧道工程区	12.88	12.88	0.00	与批复一致
	互通工程区	168.66	168.66	0.00	与批复一致
	沿线设施区	34.53	34.53	0.00	与批复一致
	其他工程区	40.72	39.12	-1.60	改路、改沟渠工程较设计有所调整;
	小计	482.62	481.02	-1.60	
弃渣场区		17.61	17.61	0.00	实际弃渣场数量、位置与设计方一致
取土场区		6.10	6.10	0.00	较方案未发生变化
施工便道区		36.41	35.11	-1.30	实际发生施工便道数量有所下降
施工场地区		58.63	58.23	-0.40	均按照场地实际占地面积统计,较方案面积有所减少
临时堆场区		10.97	9.77	-1.20	较项目原水保方案临时堆场面积有所减小
合计		612.34	607.84	-4.50	

根据施工资料统计分析并结合实地调查,实际的水土流失防治责任范围与原水土保持方案报告书相比,发生了一定的变化,实际的水土流失防治责任范围比水土保持方案报告所确定的扰动土地面积减少了 4.50hm<sup>2</sup>。

本工程在施工过程中能严格控制项目征占地面积进行施工,无超越用地边界施工现象发生。由于项目工程在建设过程中,建设单位制定了严格的环境保护和水土保持管理制度,要求设计、施工、监理单位严格执行,并纳入工程建设考核,因此施工单位在建设过程中一切施工活动严格控制在永久征地或临时租地范围内进行。

## 3.1.2 背景值监测

参照批复的水土保持方案分析计算的土壤侵蚀模数背景值,结合现场地形、地质、土壤、植被、土地利用等现状调查和相关资料分析,确定各监测分区土壤侵蚀模数背景值。

### 3.1.3 建设期扰动土地面积

本次监测总结工作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，同时结合现场调查和回访来综合确定。

根据本工程水土保持监测计划，我公司于2020年10月开展项目现场现状调查工作，2020年11月正式进场开展水土保持监测工作，截止至今，监测结果表明，该项目建设期扰动土地面积为607.84hm<sup>2</sup>。

表 3-3 本项目建设期扰动土地面积统计表

防治分区	扰动土地面积 (hm <sup>2</sup> )			
	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年
主体工程区	336.56	445.67	481.02	481.02
弃渣场区	10.04	17.61	17.61	17.61
取土场区	0.00	6.10	6.10	6.10
施工便道区	15.73	33.18	35.11	35.11
施工场地区	23.79	43.42	58.23	58.23
临时堆土场区	1.40	9.77	9.77	9.77
合计	387.52	555.75	607.84	607.84

## 3.2 取料监测结果

### 3.2.1 设计取料情况

项目因土石方调运等原因和建设需要，项目在施工阶段在 K31+600 和 K67+400 位置设计两处取土场，其中 K31+600 取土场主要满足武家沟停车区土石方回填使用，设计取土量为 16.34 万 m<sup>3</sup>，取土场占地面积约 1.31hm<sup>2</sup>；K67+400 取土场主要会理北服务区土石方回填使用，设计取土量为 46.17 万 m<sup>3</sup>，取土场占地面积约 9.22hm<sup>2</sup>。

表 3-4 设计取土场一览表

序号	桩号	与主线相对位置	位置	取土高程 (m)	平均取土高度 (m)	最大取土高度 (m)	借方量 (万 m <sup>3</sup> )	可借方量 (万 m <sup>3</sup> )	占地面积及类型 (hm <sup>2</sup> )					取土场类型	外环境关系	备注
									耕地	林地	草地	其他土地	小计			
1	K31+600	左	26°58'5.39" 102°21'2.18"	1952-1980	12.47	28	16.34	21	0.04	1.27			1.31	缓坡型	该处取土场位于 K31+600 左侧 50m, 供伍家沟停车区填方使用, 取土场主要占用林地及耕地, 未发现能危害场址安全的泥石流、崩塌、滑坡等地质灾害; 取土场交通条件较好, 直接利用主线路基施工便道进行通行。	会理县
2	K67+400	右	26°40'31.62" 102°15'26.75"	1840-1853	9.64	13	46.17	56	3.34	0.68	0.7	0.07	4.79	缓坡型	该处取土场位于 K67+400 右侧 1.6km 位置, 供会理北服务区回填使用, 取土场主要占用耕地、林地、草地及其他土地, 为发现能危害场址安全的泥石流、崩塌、滑坡等地质灾害; 取土场交通条件较好, 无需新建施工便道;	会理县

### 3.2.2 取料场位置、占地面积及取料量监测结果

实际施工中, 项目建设所需的砂石料、碎(卵)石及其它建筑材料全部以外购的形式进行解决。在项目建设过程中因武家沟停车区、会理北服务区需要填筑大量土石方。因此, 本项目设置了 2 处取土场。

本项目取土场设置情况一览表见表 3-5

表 3-5 本项目取土场设置情况

编号	位置	桩号	表土剥离	取料情况	防治措施	备注
1	26°58'5.39" 102°21'2.18"	K31+600 左	/	16.34	复耕	会理市
2	26°40'31.62" 102°15'26.75"	K67+400 右	0.36 万 m <sup>3</sup>	46.17	表土回覆、撒播草籽	会理市

### 3.2.3 取料对比分析

项目水土保持方案重编版本编制时, 项目两处取土场已经完成了取土施工。后续施工过程中未新增取土场, 因此项目取土场位置、数量、占地、取土量等数据与水土保持方案重编版本保持一致。

表 3-6 本项目取土场较方案阶段对比分析

两阶段对比	取土场数量	取土量 (万 m <sup>3</sup> )	取土场占地 (hm <sup>2</sup> )	位置变化分析
方案设计阶段	2	62.61	6.10	项目取土场位置较水土保持方案重编版本保持一致;
施工阶段	2	62.61	6.10	
对比分析	与设计阶段位置、数量等均保持一致;	与水土保持方案重编版本保持一致;	与水土保持方案重编版本保持一致;	

## 3.3 弃渣监测结果

### 3.3.1 设计弃渣情况

根据批复的水保方案及项目本项目水土保持方案变更补充报告，本项目全线设计弃渣总量有 181.12 万 m<sup>3</sup>，项目共计设置 10 处弃渣场进行堆存，但因后续施工衔接原因，原来设计的弃渣场不满足使用要求。根据变更项目弃渣场补充报告，全线弃渣场变更为以下 9 处弃渣场。设计堆渣 136.22 万 m<sup>3</sup>。本项目弃渣场设计情况见下表 3-7。

表 3-7 本项目方案设计弃渣场分部情况表

行政区划	渣场编号	里程位置	渣场类型	占地面积 (hm <sup>2</sup> )	堆渣量压 实方 (万 m <sup>3</sup> )	最大堆 渣高度 (m)	汇水面积 (km <sup>2</sup> )	渣场等级
德昌 县	1#	K4+300 左侧	坡地型	2.89 (利用主体 1.07)	22.3	19	0.008	五级
	2#	K14+560 左侧	坡地型 (凹 地型)	3.31	20.69	18.2	0.007	五级
会理 市	3#	K32+600 右侧	坡地型 (凹 地型)	2.35	14.1	24.4	0.24	四级
	4#	K38+880 左侧 185m	沟道型	0.79	5.98	26.4	1.637	四级
	5#	K39+550 左侧 150m	临河型	0.7	3.5	18	0.003	五级
	6#	K52+740 右侧 920m	坡地型	1.37	8.55	15.4	0.286	四级
	7#	K52+800 右侧 900m	坡地型	1.28	5.55	16	0.027	五级
	8#	K64+200 左侧 1100m	沟道型	4.31	43.22	57	2.864	三级
	9#	K73+940 左侧 320m	坡地型	1.68	12.33	34	0.395	四级
合计				18.68	136.22			

### 3.3.2 弃渣场位置、占地面积及弃渣量监测结果

根据本项目监测成果以及收集各标段施工单位资料，本工程实际土石方开挖总量为 1535.23 万 m<sup>3</sup> (含表土剥离 25.96 万 m<sup>3</sup>)，土石方填方总量为 1421.77 万 m<sup>3</sup> (含表土回覆 56.82 万 m<sup>3</sup>)，借方 74.53 万 m<sup>3</sup>，余 (弃) 方 187.99 万 m<sup>3</sup>，其中 74.03 万 m<sup>3</sup> 弃渣用于周边村庄及苗圃基地进行利用，其余的余 (弃) 方 136.22 万 m<sup>3</sup>。全部堆存项目方案设计的 9 个弃渣场内。

表 3-8 本项目弃渣场设置情况表

渣场编号	里程位置	渣场类型	占地面积 (hm <sup>2</sup> )	堆渣量压实方 (万 m <sup>3</sup> )	最大堆渣高度 (m)	渣场等级
1#	K4+300 左侧	坡地型	2.89 (利用主体 1.07)	22.30	19	五级
2#	K14+560 左侧	坡地型(凹地型)	3.31	20.69	18.2	五级
3#	K32+600 右侧	坡地型(凹地型)	2.35	14.10	24.4	四级
4#	K38+880 左侧 185m	沟道型	0.79	5.98	26.4	四级
5#	K39+550 左侧 150m	临河型	0.7	3.50	18	五级
6#	K52+740 右侧 920m	坡地型	1.37	8.55	15.4	四级
7#	K52+800 右侧 900m	坡地型	1.28	5.55	16	五级
8#	K64+200 左侧 1100m	沟道型	4.31	43.22	57	三级
9#	K73+940 左侧 320m	坡地型	1.68	12.33	34	四级
合计			18.68	136.22		

### 3.3.3 弃渣对比分析

与批复的水土保持方案和水保方案弃渣场补充报告，项目实际堆存弃渣基本与弃渣场补充报告一致。

水土保持方案重编版一共设计了 9 个弃渣场，共计弃渣量 136.22 万 m<sup>3</sup>，设计占地 18.68hm<sup>2</sup>。项目实际施工阶段共计设置了 9 处弃渣场，与项目批复的方案一致。共计堆渣 134.28 万 m<sup>3</sup>，较水土保持方案（弃渣场）补充报告一致。项目 9 处弃渣场占地为 18.68hm<sup>2</sup>，与项目批复的弃渣场补充报告一致。

表 3-9 本项目弃渣场较方案阶段对比分析

两阶段对比	弃渣场数量	弃渣量 (万 m <sup>3</sup> )	渣场占地 (hm <sup>2</sup> )	位置变化分析
方案设计阶段	9	136.22	18.68	项目在施工阶段发生位置变化，但在过程中已经完善弃渣场补充报告，因此项目最终弃渣场位置与设计阶段保持一致。
施工阶段	9	136.22	18.68	
对比分析	与设计阶段位置、数量等均保持一致	基本与项目批复的弃渣场补充报告阶段一致	弃渣场占地与项目批复的弃渣场补充报告阶段一致	

### 3.4 土石方流向情况监测结果

#### (1) 方案设计土石方平衡情况

根据本项目弃渣场变更水土保持方案补充报告书，项目全线土石方开挖总量 1535.23 万 m<sup>3</sup>（自然方，下同），回填总量 1421.77 万 m<sup>3</sup>，借方 74.53 万 m<sup>3</sup>（含外购表土 30.86 万 m<sup>3</sup>），余方 187.99 万 m<sup>3</sup>，其中的 74.03 万 m<sup>3</sup> 软基全部被运至周边村庄及苗圃基地进行综合利用，其余的 113.96 万 m<sup>3</sup>（自然方，合松方 158.96 万 m<sup>3</sup>，合压实方 136.22 万 m<sup>3</sup>）全部弃至设置的 9 处弃渣场内进行堆存防护。具体弃渣情况见下表 3-10 弃渣场堆渣分部情况表。

#### (2) 项目实际土石方监测结果

项目全线土石方开挖总量 1535.23 万 m<sup>3</sup>（自然方，下同），回填总量 1421.77 万 m<sup>3</sup>，借方 74.53 万 m<sup>3</sup>（含外购表土 30.86 万 m<sup>3</sup>），余方 187.99 万 m<sup>3</sup>，其中的 74.03 万 m<sup>3</sup> 软基全部被运至周边村庄及苗圃基地进行综合利用，其余的 136.22 万 m<sup>3</sup>，全部弃至设置的 9 处弃渣场内进行堆存防护。

表 3-10 本项目弃渣场堆渣量分部情况表

序号	里程位置	占地面积 hm <sup>2</sup>	堆渣量(万 m <sup>3</sup> )	渣场类型	备注
1	K4+300 左侧	2.89	22.3	坡地型	利用主体 1.07hm <sup>2</sup>
2	K14+560 左侧	3.31	20.69	凹地型	
3	K32+600 右侧	2.35	14.10	凹地型	
4	K38+880 左侧 185m	0.79	5.98	沟道型	
5	K39+550 左侧 150m	0.70	3.50	临河型	
6	K52+740 右侧 920m	1.37	8.55	坡地型	
7	K52+800 右侧 900m	1.28	5.55	坡地型	
8	K64+200 左侧 1100m	4.31	43.22	沟道型	
9	K73+940 左侧 320m	1.68	12.33	坡地型	
合计		<b>18.68</b>	<b>136.22</b>		

### 3.5 其他重点部位监测结果

1. 本项目开挖水土流失主要发生在路基开挖过程和部分路基填方路段。区域内施工初期，原有地表植被被破坏、导致开挖边坡裸露。根据相关影像资料分析，建设单位在开挖填筑区域采取了临时排水和临时拦挡等相应的水土保持临时措施，裸露边坡得到防护。在开挖过程中，土壤侵蚀强度得到控制，新增水土流失量在合理范围内。

2. 本项目位于四川省凉山彝族自治州，本项目区属于亚热带高原季风气候区。对项目扰动区域后期植被恢复受季节性影响较大。因此对项目后期场地、路基边坡、便道等区域绿化恢复将是本项目水土流失关注重点。建设单位通过在施工过程中，通过减少对原生地表的破坏。因此消除了项目区存在的重要水土流失隐患点位。

3. 本项目部分路段临河施工点位较多，该区域存在水力冲刷造成水土流失。施工过程中施工单位选择在旱季先开展河道防护工程施工。因此在此区域有效控制了项目水土流失情况。

## 4 水土流失防治措施监测结果

### 4.1 工程措施监测结果

#### 4.1.1 水土保持工程措施设计情况

批复的水土保持方案报告书将项目划分为主体工程区、弃渣场区、取土场区、施工便道区、施工场地区、临时堆土场区共计 6 个防治分区布设项目水土保持工程措施。

##### 1. 主体工程区

①路基工程区：网格护坡 54000m<sup>3</sup>，骨架护坡 15600m<sup>3</sup>，盖板边沟（50cm\*70cm）27107.9m，盖板边沟（50cm\*105cm）8599.6m，排水明沟（50cm\*70cm）24295.8m，砾石盲沟（50cm\*105cm）674.5m，截水沟 7972m，沉砂池 180 个，排水管 1877.3m，表土剥离 14.83 万 m<sup>3</sup>，表土回覆 10.14 万 m<sup>3</sup>；

②桥涵工程区：框格梁防护 1325.16m<sup>3</sup>、排水管 10304.8m；全面整地 42.27hm<sup>2</sup>；

③隧道工程区：框格梁防护 48m<sup>3</sup>、洞顶排水沟 469m<sup>3</sup>、洞外截水沟 1478m<sup>3</sup>、铺砌水沟 1061m<sup>3</sup>。表土剥离 0.86 万 m<sup>3</sup>、表土回铺 0.58 万 m<sup>3</sup>；

④互通工程区：边沟 126320m、截水沟 5655m、沉砂池 36 座、急流槽 1989m、盲沟 12470.4m、框格梁防护 4492.89m<sup>3</sup>、骨架护坡 19936.6m<sup>3</sup>、网格护坡 16833.66m<sup>3</sup>。表土回铺 6.34 万 m<sup>3</sup>；

⑤沿线设施区：边沟 7930.5m、排水管 593.5m、截水沟 593m、沉砂池 10 座、急流槽 185.22m、盲沟 4363.9m、框格梁防护 203.7m<sup>3</sup>、骨架护坡 2421.5m<sup>3</sup>、网格护坡 5609.4m<sup>3</sup>。表土回铺 1.34 万 m<sup>3</sup>；

⑥其他工程区：Φ100 排水圆管涵 459m、Φ200 排水圆管涵 26m、排水盖板涵 132m、Φ75mmPVC 排水管 1434m、网格护坡 10093m<sup>3</sup>、骨架护坡 1189m<sup>3</sup>、框格梁防护 1499.8m<sup>3</sup>、排水沟 2189m；全面整地 3.5hm<sup>2</sup>。

##### 2. 弃渣场区

挡土墙 1038.3m，截排水沟 5847.4m，盲沟 851.9m，消力池 3 座。表土剥离 0.50 万 m<sup>3</sup>，表土回覆 1.91 万 m<sup>3</sup>，外购表土 1.31 万 m<sup>3</sup>，全面整地 11.16hm<sup>2</sup>，复耕 4.49hm<sup>2</sup>；

##### 3. 取土场区

截排水沟 120m、表土剥离 0.72 万 m<sup>3</sup>、表土回覆 3 万 m<sup>3</sup>、复耕 6hm<sup>2</sup>、土袋挡墙 1970m；

**4. 施工便道区**

复耕 25.25hm<sup>2</sup>、表土回铺 16.47 万 m<sup>3</sup>；

**5. 施工场地区**

表土回铺 16.43 万 m<sup>3</sup>，复耕措施 25.29hm<sup>2</sup>。

**6. 临时堆场区**

表土回铺 2.51 万 m<sup>3</sup>。复耕措施 1.96hm<sup>2</sup>。

**4.1.2 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。截止到 2024 年 1 月，通过实际监测，项目工程措施实施情况见下表 4-1。

**表 4-1 水土保持工程措施完成情况表**

防治分区	措施名称	单位	分年度实施量				实施总量
			2020 年	2021 年	2022 年	2023 年	
路基工程区	网格护坡	m <sup>3</sup>	4500	14865.05	20563	678	40606.05
	骨架护坡	m <sup>3</sup>	2600	10858.7	21466	420	35344.7
	盖板边沟	m	1800	7500	13989.85	980	24269.85
	排水明沟	m	13100	33363.16	23558	1460	71481.16
	砾石盲沟	m		614.3	473.4		1087.7
	截水沟	m	1110.51	3178.3	3356.21	500	8145.02
	沉砂池	个		49	122	4	175
	排水管	m		1288.6	1485.3		2773.9
	表土剥离	万 m <sup>3</sup>	4.56	8.7	1.57		14.83
	表土回铺	万 m <sup>3</sup>			10.14		10.14
桥涵工程区	框格梁防护	m <sup>3</sup>	1708.7	9834.2	5636.75		17179.65
	排水管	m		9164.3	11253.1		20417.4
	全面整地	hm <sup>2</sup>			21.1	24.3	45.4
隧道工程区	洞顶排水沟	m <sup>3</sup>	1423	1003.4			2426.4
	洞外截水沟	m <sup>3</sup>	245	701.2	121		1067.2
	铺砌水沟	m <sup>3</sup>	413	1705	350		2468
	表土剥离	万 m <sup>3</sup>		0.86			0.86
	表土回铺	万 m <sup>3</sup>			0.58		0.58
互通工程区	网格护坡	m <sup>3</sup>	406.53	4500.34	7961.86	1600.49	14469.22
	骨架护坡	m <sup>3</sup>	670.34	15420.78	16543.43	139.1	32773.65
	截水沟	m		1500.3	3000.2	717.1	5217.6
	急流槽	m		613.42	1110.94	300.18	2024.54

4 水土流失防治措施监测结果

	线外排水沟	m		2245	8112.86	3200	13557.86
	沉砂池	个		21	14	2	37
	框格梁防护	m <sup>3</sup>		1269	3000		4269
	渗(盲)沟	m	3400	8824.8	980		13204.8
	表土回铺	万 m <sup>3</sup>			4.63	1.71	6.34
沿线设施区	网格护坡	m <sup>3</sup>		1345	2408		3753
	骨架护坡	m <sup>3</sup>		3784	2962		6746
	截水沟	m			1389		1389
	急流槽	m			359		359
	线外排水沟	m		3000	3901		6901
	沉砂池	个			13		13
	排水管	m			450	116	566
	框格梁防护	m <sup>3</sup>			311		311
	渗(盲)沟	m			4212	800	5012
	表土回铺	万 m <sup>3</sup>			0.54	0.8	1.34
其他工程区	网格护坡	m <sup>3</sup>		2000	6281	1600	9881
	骨架护坡	m <sup>3</sup>			1221	600	1821
	线外排水沟	m			4587.32	1638.1	6225.42
	框格梁防护	m <sup>3</sup>			1531		1531
	Φ100 排水圆管涵	m		421			421
	Φ200 排水圆管涵	m		20			20
	排水盖板涵	m			92		132
	PVC 排水管	m			1120	380	1500
	外购表土	万 m <sup>3</sup>				0.62	0.62
	全面整地	hm <sup>2</sup>			2.2	1.51	3.71
弃渣场区	C20 砼挡土墙	m	443.2	432.1	163		1038.3
	C20 排(水)洪沟	m	1134.3	4023.1	456	234	5847.4
	卵石盲沟	m	345.2	506.7			851.9
	C20 砼消力池	座		2	1		3
	表土剥离	万 m <sup>3</sup>	0.98	1.43			2.41
	外购表土	万 m <sup>3</sup>				1.31	1.31
	表土回铺	万 m <sup>3</sup>			1.12	2.27	3.39
	全面整地	hm <sup>2</sup>				11.16	11.16
	复耕	hm <sup>2</sup>				4.49	4.49
取土场区	C20 排(水)洪沟	m			120		120
	表土剥离	万 m <sup>3</sup>		0.36			0.36
	表土回铺	万 m <sup>3</sup>		0.36			0.36
	复耕	hm <sup>2</sup>					6.23
施工便道	表土剥离	万 m <sup>3</sup>	1.87	2.55			4.42
	表土回铺	万 m <sup>3</sup>			6.53	8.58	15.11
	复耕	hm <sup>2</sup>				25.25	25.25
施工场地区	表土剥离	万 m <sup>3</sup>	3.08				3.08

	表土回铺	万 m <sup>3</sup>			5.42	11.01	16.43
	复耕	hm <sup>2</sup>				25.29	25.29
临时堆土场区	表土回铺	万 m <sup>3</sup>			1.1	1.41	2.51
	复耕	hm <sup>2</sup>				1.96	1.96

## 4.2 植物措施监测结果

### 4.2.1 水土保持工程措施设计情况

批复的水土保持方案报告书将项目划分为主体工程区、弃渣场区、施工便道区、施工场地、临时堆土场区共计 5 个防治分区布设项目水土保持植物措施。

#### 1. 主体工程区

①路基工程区：栽植乔木 12392 株、灌木 416883 株、藤本植物 10661 株、撒播植草 917015m<sup>3</sup>、喷播植草 976468m<sup>2</sup>；

②桥涵工程区：灌草绿化 42.27hm<sup>2</sup>；

③隧道工程区：栽植乔木 2752 株、灌木 4878 株、密植灌木 2414m<sup>2</sup>、藤本植物 471 株、栽植草本 2004m<sup>2</sup>、撒播植草 23651m<sup>2</sup>。

④互通工程区：栽植乔木 8946 株、灌木 14462 株、竹类 514 丛、撒播植草 210202m<sup>2</sup>；

⑤沿线设施区：栽植乔木 1141 株、灌木 1844 株、竹类 66 丛、撒播植草 26801m<sup>2</sup>。

⑥其他工程区：撒播植草 3.12hm<sup>2</sup>；灌草绿化 3.5hm<sup>2</sup>。

#### 2. 弃渣场区

撒播灌草 10.29hm<sup>2</sup>，撒播草籽 1.60hm<sup>2</sup>；

#### 3. 施工便道区

灌草绿化 12.82hm<sup>2</sup>；

#### 4. 施工场地

灌草绿化 12.61hm<sup>2</sup>。

#### 5. 临时堆场区

灌草绿化 5.11hm<sup>2</sup>。

### 4.2.2 植物措施监测结果

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植物措施，在收集设计资料、监理资料的基础上，通过标准地样法、工作记录检查法和随机调查法等方法进行监测；对水保方案中要求的水土保持植物措施进行重点

调查,通过实地量测等手段监测实际实施情况。由于德昌县、会理市属于干热河谷气候,不利于植被生长存活,施工过程中,对植物措施多次进行补种补植。截止到2023年11月,通过实际监测,水土保持植物措施实施情况见下表4-2。

表 2-5 水土保持植物措施完成情况表

防治分区	措施名称	单位	分年度实施量				实施总量
			2020	2021	2022	2023	
路基工程区	撒播植草	m <sup>2</sup>		259782	619193	11254	890229
	喷播植草	m <sup>2</sup>		198752	772651	21347	992750
桥涵工程区	撒播灌草	hm <sup>2</sup>			32	16	48
隧道工程区	撒播植草	m <sup>2</sup>			33314	13667	46981
互通工程区	栽植乔木	株			12377	3206	15583
	栽植灌木	株			187422	94879	282301
	撒播植草	m <sup>2</sup>			205784	38342	244126
沿线设施区	栽植乔木	株			4768	3197	7965
	栽植灌木	株			123977	27756	151733
	撒播植草	m <sup>2</sup>			43566	17706	61272
其他工程区	撒播植草	m <sup>2</sup>			3.8	0.7	4.5
	撒播灌草	hm <sup>2</sup>			4.2	0.5	4.7
弃渣场区	撒播灌草	hm <sup>2</sup>				10.29	10.29
	撒播草籽	hm <sup>2</sup>				1.6	1.6
施工便道区	撒播灌草	hm <sup>2</sup>			4.3	8.8	13.1
施工场地区	撒播灌草	hm <sup>2</sup>			2.1	10.51	12.61
临时堆土场区	撒播灌草	hm <sup>2</sup>			1.73	3.38	5.11

### 4.3 临时措施监测结果

#### 4.3.1 水土保持临时措施设计情况

批复的水土保持方案报告书将项目划分为主体工程区、弃渣场区、取土场区、施工便道区、施工场地区、临时堆土场区共计6个防治分区布设项目水土保持工程措施。

##### 1. 主体工程区

①路基工程区：土袋拦挡 9884m、浆砌石排水沟 9205m、浆砌石沉砂池 19 座、密目网遮盖 76040m<sup>2</sup>；临时混凝土排水沟 550m、混凝土沉砂池 4 座、土袋挡墙 5000m、无纺布遮盖 125000m<sup>2</sup>、永临结合排水沟 24300m、永临结合沉砂池 85 座。

②桥涵工程区：土袋拦挡 980m、土质排水沟 1142m、土质沉砂池 12 座、泥浆沉淀池 13 座、密目网遮盖 92750m<sup>2</sup>；土袋挡墙 600m、泥浆沉淀池 18 座、土质排水沟 850m、沉砂池 16 座、无纺布遮盖 70000m<sup>2</sup>。

③隧道工程区：浆砌排水沟 652m、沉砂池 14 座、密目网遮盖 39710m<sup>2</sup>。临时混凝土排水沟 600m、混凝土沉砂池 12 座、无纺布遮盖 12000m<sup>2</sup>。

④互通工程区：土袋挡墙 21526m、土质排水沟 15990m、沉砂池 68 座、密目网遮盖 41110m<sup>2</sup>。土袋挡墙 4760m、土质排水沟 8120m、土质沉砂池 21 座、临时绿化 6.31hm<sup>2</sup>，无纺布遮盖 97600m<sup>2</sup>。

⑤沿线设施区：土质排水沟 2325m、沉砂池 15 座、密目网遮盖 15220m<sup>2</sup>。土袋挡墙 240m、土质排水沟 1260m、土质沉砂池 6 座、无纺布遮盖 28000m<sup>2</sup>。

⑥其它工程区：土袋挡墙 11125m、土质排水沟 1352m、沉砂池 9 座、密目网遮盖 14260m<sup>2</sup>。土袋挡墙 100m、土质排水沟 300m、土质沉砂池 4 座、无纺布遮盖 1000m<sup>2</sup>。

## 2. 弃渣场区

土袋挡墙 238m，无纺布遮盖 11900m<sup>2</sup>，临时绿化 0.77hm<sup>2</sup>，密目网遮盖 16600m<sup>2</sup>；

## 3. 取土场区

土袋拦挡 40m，密目网遮盖 21050m<sup>2</sup>；临时绿化 0.20hm<sup>2</sup>，无纺布遮盖 42850m<sup>2</sup>，

## 4. 施工便道区

土袋挡墙 1416m、土质排水沟 1997m、沉砂池 13 座、密目网遮盖 8990m<sup>2</sup>。土袋挡墙 3600m、临时土质排水沟 12500m、土质沉砂池 42 座、无纺布遮盖 37500m<sup>2</sup>。

## 5. 施工场地区

土袋挡墙 26260m、砼排水沟 8368m、沉砂池 17 座、密目网遮盖 13400m<sup>2</sup>。土袋挡墙 2500m、临时混凝土排水沟 1500m、混凝土沉砂池 10 座、临时土质排水沟 600m、临时土质沉砂池 5 座，临时绿化 1.03hm<sup>2</sup>，无纺布遮盖 9500m<sup>2</sup>。

## 6. 临时堆场区

钢筋石笼拦挡 181m、土质排水沟 286m、沉砂池 2 座，密目网遮盖 3960m<sup>2</sup>。土质排水沟 180m、土质沉砂池 2 座、无纺布遮盖 3000m<sup>2</sup>。

### 4.3.2 临时措施监测结果

本项目在实施水土保持工程措施和植物措施防治的基础上，结合工程项目实际施工工序结合等原因，项目在水土流失易发区和水土流失治理重点部位均实施了相应的水土保持临时防护措施，项目实施临时措施情况下表 4-3。

表 2-6 水土保持临时措施完成情况表

防治分区	措施名称	单位	年度实施量				实施总量
			2020	2021	2022	2023	
路基工程区	土袋拦挡	m	4680	5100	343		10123
	浆砌排水沟	m	4000	5000	203		9203
	浆砌沉砂池	个	6	12			18
	密目网遮盖	m <sup>2</sup>	23000	35000	18431		76431
	土袋挡墙	m <sup>3</sup>	2310	2754			5064
	临时混凝土排水沟	m <sup>3</sup>		147.39			147.39
	临时混凝土沉砂池	m <sup>3</sup>	2	4			6
	无纺布遮盖	m <sup>2</sup>	23000	63000	10638	28000	124638
桥涵工程区	土袋拦挡	m	300	473	200		973
	土质排水沟	m	400	695	100		1195
	土质沉砂池	个	4	6	1		11
	密目网遮盖	m <sup>2</sup>	26700	64000	1832		92532
	土袋挡墙	m <sup>3</sup>	251	432			683
	泥浆沉淀池	m <sup>3</sup>	83	104			187
	土质排水沟	m <sup>3</sup>	174	43			217
	土质沉砂池	m <sup>3</sup>	74.26	17.08			91.34
	无纺布遮盖	m <sup>2</sup>	25988	38945	5813		70746
隧道工程区	浆砌排水沟	m	214	378	70		662
	浆砌沉砂池	个	7	5			12
	密目网遮盖	m <sup>2</sup>	13673	23318	4421		41412
	临时混凝土排水沟	m <sup>3</sup>	58	75			133
	临时混凝土沉砂池	m <sup>3</sup>	5.7	9.5			15.2
	无纺布遮盖	m <sup>2</sup>	3893	5755	2686		12334
互通工程区	土袋拦挡	m	5937	10842	4256		21035
	土质排水沟	m	5042	8771	2422		16235
	土质沉砂池	个	12	46	5		63
	密目网遮盖	m <sup>2</sup>	11000	19876	8900	2282	42058
	土袋挡墙	m	300	2000	1264		3564
	土质排水沟	m <sup>3</sup>	820	643			1463
	土质沉砂池	m <sup>3</sup>	4	13	4		21
	无纺布遮盖	m <sup>2</sup>	14300	53761	5000	2000	75061
	临时撒草绿化	hm <sup>2</sup>		3.81	2.39		6.2
沿线设施区	土质排水沟	m		1865	500		2365
	土质沉砂池	个		15	2		17
	密目网遮盖	m <sup>2</sup>		10231	3000	3000	16231
	土袋挡墙	m <sup>3</sup>		154	84		238
	土质排水沟	m <sup>3</sup>		262.6	53		315.6
	土质沉砂池	m <sup>3</sup>		17.65	12.88		30.53
	无纺布遮盖	m <sup>2</sup>		17844	15782	2017	35643

4 水土流失防治措施监测结果

其他工程区	土袋拦挡	m		8764	2709		11473
	土质排水沟	m		874	569		1443
	沉砂池	座		5	2		7
	密目网遮盖	m <sup>2</sup>		8765	5888		14653
	土袋挡墙	m <sup>3</sup>		68.32	33.23		101.55
	土质排水沟	m <sup>3</sup>		54.32	10.04		64.36
	土质沉砂池	m <sup>3</sup>		16	7		23
	无纺布遮盖	m <sup>2</sup>		980	620		1600
弃渣场区	密目网遮盖	m <sup>2</sup>	5000	8000	6000	2530	21530
	土袋挡墙	m <sup>3</sup>	34	28			62
	无纺布遮盖	m <sup>2</sup>	14598	19866	7671	2100	44235
	临时撒草绿化	hm <sup>2</sup>		0.2			0.2
取土场区	土袋拦挡	m	37	78	13		128
	土质排水沟	m	21	63			84
	土质沉砂池	个		2			2
	密目网遮盖	m <sup>2</sup>		2200			2200
	土袋挡墙	m <sup>3</sup>		182			182
	土质排水沟	m <sup>3</sup>		42			42
	土质沉砂池	m <sup>3</sup>		13.4			13.4
	无纺布遮盖	m <sup>2</sup>	310	1890			2200
	临时撒草绿化	hm <sup>2</sup>			0.13		0.13
施工便道区	密目网遮盖	m <sup>2</sup>	432	1968	1200		3600
	土袋拦挡	m	340	870	222		1432
	土质排水沟	m	547	1288	181		2016
	土质沉砂池	座	2	12	1		15
	密目网遮盖	m <sup>2</sup>	2780	5184	1200		9164
	土袋挡墙	m	1298	1698	577		3573
	土质排水沟	m <sup>3</sup>	855	1888	275		3018
	土质沉砂池	m <sup>3</sup>	45	143	39		227
施工场地区	无纺布遮盖	m <sup>2</sup>	13451	23895	3172		40518
	土袋拦挡	m	534	1755	345		2634
	密目网遮盖	m <sup>2</sup>	2867	7500	3279	230	13876
	砼排水沟	m	4300	3665	1800		9765
	砼沉砂池	个	5	8	4		17
	土袋挡墙	m	1578	877	220		2675
	临时混凝土排水沟	m <sup>3</sup>	87.4	197.2	48.2		332.8
	临时混凝土沉砂池	m <sup>3</sup>	9	4			13
	土质排水沟	m <sup>3</sup>	134	157	39		330
	土质沉砂池	m <sup>3</sup>	17	36			53
	无纺布遮盖	m <sup>2</sup>	2490	5688	1456		9634
临时撒草绿化	hm <sup>2</sup>	0.41	0.46	0.18		1.05	
临时堆土场区	土质排水沟	m		289			289

	沉砂池	座		2			2
	密目网遮盖	m <sup>2</sup>	1255	1891	897		4043
	干砌石拦挡	m		201			201
	土质排水沟	m <sup>3</sup>		41			41
	土质沉砂池	m <sup>3</sup>		15.5			15.5
	无纺布遮盖	m <sup>2</sup>	1330	1800			3130

#### 4.4 水土保持措施防治效果

本项目水土保持措施类型包括工程措施、植物措施和临时措施。其中工程措施主要包括综合护坡、截水沟、排水沟等措施；植物措施以种植乔灌草为主；临时措施主要包括临时拦挡、沉砂池、临时排水沟、临时苫盖等措施。

工程措施及植物措施在空间和时间尺度上立体结合，综合防治施工期可能产生的水土流失，从而极大地降低因工程施工建设新增的水土流失量，施工期间按本水土保持方案设计进行预防、治理，坚持水土保持工程与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”原则，就可以在很大程度地控制工程建设过程中造成的水土流失加速侵蚀现象。

采取拦挡、排水导流等工程措施，重点防止水蚀，将工程易产生的水土流失的区域基本拦住，防止其再次流失；后采取植物绿化措施，有效地控制松散土体的流失，随着植被发育及覆盖率的逐步提高，施工场地侵蚀强度逐渐降低。主体工程区、施工便道区、施工场地及施工营地区等水土流失量将有不同程度的降低。而植物措施由于需要一定的生长时间，在生产运行初期不能发挥全部有效的作用，当植物措施实施经过两年的生长恢复后，根系牢固、枝叶茂盛，固土保水的效果明显增强。

水土保持措施实施以后，因工程建设带来的水土流失将得到有效的控制，并改善施工场地的水土流失现状。总体上看，本项目实施的水土保持工程措施的内容与水保方案设计有所变化，各工程措施变化符合工程建设实际，能发挥较好的水土保持效益。

## 5 土壤流失情况监测

### 5.1 水土流失面积

根据《水土保持方案报告书》和项目水保批复，在设计阶段项目水土流失总面积612.34hm<sup>2</sup>。

在项目建设期，项目实际征地面积较方案设计阶段有所减少，随着工程的进展及各项水土保持措施的实施，工程在监测期不同年份扰动地表面积亦有所不同。经调查统计，项目2020年6月~12月水土流失面积308.18hm<sup>2</sup>；2021年1月~12月水土流失面积352.88hm<sup>2</sup>，2022年1月~12月水土流失面积257.55hm<sup>2</sup>，2023年1月~12月水土流失面积264.36hm<sup>2</sup>。

该项目属于西南地区，水土流失的主要因子为降雨，因此本项目水土流失的主要时段为雨季，在雨季项目水土流失面积明显增加，使得原本属于非水土流失的区域变为水土流失区域，在降雨季节部分区域的土壤侵蚀模数超过本区域允许土壤流失量。总体来说本区域水土流失面积变化规律为雨季面积变大。

表 5-1 各分区不同时段水土流失面积监测结果表

防治分区	水土流失面积 (hm <sup>2</sup> )			
	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年
主体工程区	260.54	273.5	174.35	150.78
弃渣场区	3.63	13.54	15.62	15.62
取土场区	0.00	6.06	6.06	6.06
施工道路区	18.67	28.43	20.32	27.79
施工场地区	25.34	25.89	31.43	54.34
临时堆场区	0.00	5.46	9.77	9.77
合计	308.18	352.88	257.55	264.36

### 5.2 土壤流失量

#### 5.2.1 各侵蚀单元侵蚀模数

##### (1) 原地貌侵蚀模数

项目施工前。我公司组织专业技术人员对现场现状进行了分析调查。参照已批复的《方案报告书》确定的土壤侵蚀模数，本工程项目区原地貌土壤侵蚀模数为1647t/(km<sup>2</sup>·a)。

##### (2) 各地表扰动类型侵蚀模数

通过对各项目防治分区在不同时间段内水土流失量的调查与分析，加之对水土流失影响因子分析得出各扰动类型土壤侵蚀模数，具体见表5-2。

表 5-2 各扰动地表类型侵蚀模数

防治分区	土壤侵蚀模数 (t/km <sup>2</sup> ·a)			
	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年
主体工程区	3467	3517	2256	1052
弃渣场区	3387	3543	2794	1582
取土场区	/	3854	2443	1433
施工道路区	2987	3879	2674	1845
施工场地区	2697	2977	1986	1574
临时堆场区	/	3582	2766	1675

### 5.2.2 土壤流失情况

我公司通过 2020年~2023年水土保持监测，本段水土流失总量为27007.31t，主要流失区域水土流失情况概述如下：

随着水土保持措施的不断完善以及各分区硬化面积不断增加，各区水土保持措施的实施，侵蚀面积和侵蚀强度逐年减小，土壤流失量也逐年减少。随着植物措施不断完善和覆盖度提高，土壤流失量下降，变化趋势减缓，水土流失面积基本趋于稳定。

通过2020年10月到至今的水土保持监测工作的开展，结合施工单位和监理单位的资料对比分析，综合施工进度及施工强度对比，分析进场前后的土壤侵蚀强度。通过全面调查，结合历年水土保持监测期间收集的资料文件和监测成果等，综合分析得出工程的土壤侵蚀模数。根据各阶段土壤侵蚀模数值可得出本工程总体以及各分区在不同时期的土壤侵蚀状况，详见下表 5-3。

表 5-3 土壤流失汇总表

监测时段	项目分区	扰动面积	流失面积	侵蚀模数	土壤流失量
		(hm <sup>2</sup> )	(hm <sup>2</sup> )	t/(km <sup>2</sup> ·a)	
2020 年	主体工程区	270.86	260.54	3467	4516.46
	弃渣场区	3.81	3.63	3387	61.47
	取土场区	0	0		0.00
	施工道路区	25.34	18.67	2987	278.84
	施工场地区	30.12	25.34	2697	341.71
	临时堆场区	0	0		0.00
	合 计	330.13	308.18		5198.48
2021 年	主体工程区	379.27	273.5	3517	9619.00
	弃渣场区	16.73	13.54	3543	479.72
	取土场区	6.1	6.06	3854	233.55

	施工道路区	33.45	28.43	3879	1102.80
	施工场地区	48.12	25.89	2977	770.75
	临时堆场区	7.43	5.46	3582	195.58
	合 计	491.1	352.88		12401.39
2022 年	主体工程区	482.62	174.35	2256	3933.34
	弃渣场区	17.61	15.62	2794	436.42
	取土场区	6.1	6.06	2443	148.05
	施工道路区	36.41	20.32	2674	543.36
	施工场地区	58.63	31.43	1986	624.20
	临时堆场区	10.97	9.77	2766	270.24
	合 计	612.34	257.55		5955.60
2023 年	主体工程区	482.62	150.78	1052	1586.21
	弃渣场区	17.61	15.62	1582	247.11
	取土场区	6.1	6.06	1433	86.84
	施工道路区	36.41	27.79	1845	512.73
	施工场地区	58.63	54.34	1574	855.31
	临时堆场区	10.97	9.77	1675	163.65
	合 计	612.34	264.36		3451.84
合 计					27007.31

### 5.2.3 各阶段土壤流失量

各阶段土壤流失量根据监测时段分为 4 个年度进行统计，累计流失量 27007.31t，各年土壤流失量详见表 5-4。土壤流失量动态变化为：2020 年至 2021 年因工程施工造成开挖，流失面积增大，土壤流失量增加，2022 年至 2023 年，随着水土保持措施的不断完善以及建筑及硬化面积不断增加，侵蚀面积和侵蚀强度逐年减小，土壤流失量也逐年减少，2023 年以后，随着植物措施不断完善和覆盖度提高，土壤流失量下降，变化趋势减缓，基本趋于稳定。详见表 5-4 和图 5-1。

表 5-4 各阶段土壤流失量统计表

年份	2020年	2021年	2022年	2023年	合计
流失量 (t)	5198.48	12401.39	5955.60	3451.84	27007.31

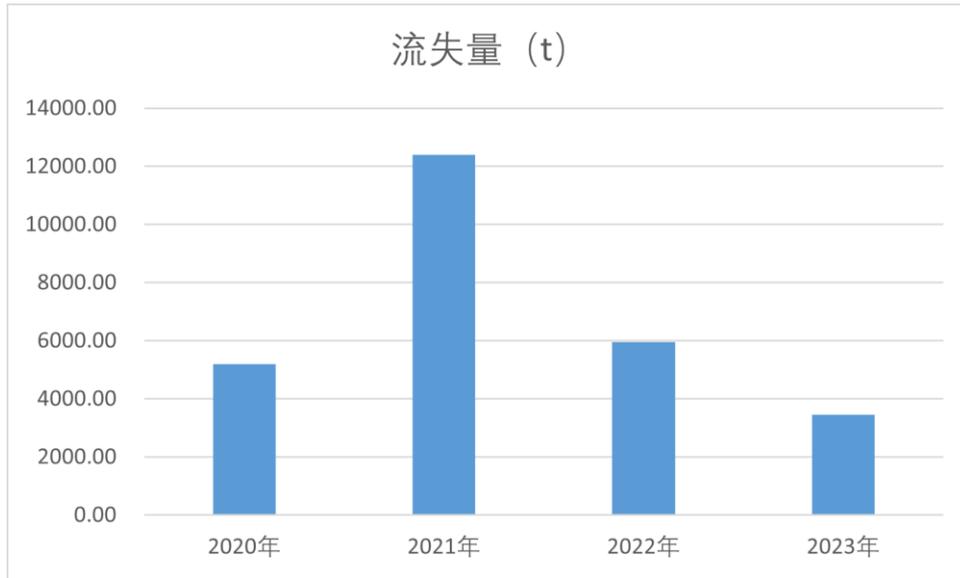


图 5-1 土壤流失量年度变化柱状图

#### 5.2.4 各扰动地表类型土壤流失量

扰动地表类型按照水土流失防治分区进行划分，即主体工程区、弃渣场区、取土场区、施工道路区、施工场地区、临时堆场区。各扰动地表类型土壤流失量为：主体工程区19655.00t，占比72.78%；弃渣场区1224.73t，占比4.53%；取土场区468.44t，占比1.73%；施工道路区2437.72t，占比9.03%；施工场地区2591.97t，占比2.33%。本项目各扰动地表类型土壤流失量详见表 5-5 及图 5-3

表 5-5 各扰动地表类型土壤流失量统计表

防治分区	流失量 (t)	占比 (%)
主体工程区	19655.00	72.78
弃渣场区	1224.73	4.53
取土场区	468.44	1.73
施工道路区	2437.72	9.03
施工场地区	2591.97	9.60
临时堆场区	629.46	2.33
合计	27007.31	100.00



图 5-2 各扰动地表类型土壤流失量饼状图

### 5.3 取料、弃渣潜在土壤流失量

2020 年 11 月，建设单位委托我公司进场开展本工程水土保持监测工作，监测小组进场后，对工程区进行了全过程监测工作，项目建设期间我单位每季度组织监测小组进入项目现场踏勘及查阅了施工过程控制资料、监理记录资料、影像资料，并与建设单位沟通交流，积极建议施工单位完善工程区内的水土保持措施，使得工程区内土壤侵蚀强度进一步降低。本工程水土流失主要发生在道路工程区土石方开挖和土石方回填阶段。

#### (1) 路基土石方潜在水土流失量

根据工程施工过程控制资料、监测记录资料、监测影像资料，施工初期进行路基开挖是大量土石方挖填的时段，扰动频繁且剧烈，并且在降雨等因素的影响下，区域内土壤侵蚀强度增大，水土流失量较大，存在一定的潜在水土流失量。但建设单位在施工过程中采取防雨布等临时措施的控制下，使水土流失降低到最小，有效的控制了土壤侵蚀强度，基本不存在主体开挖及回填过程中潜在水土流失量。

#### (2) 弃渣场区潜在水土流失量

弃渣场区是水土流失主要发生在土石方堆放过程中，在进行土石方堆放过程中土石方未松散体。特别容易受到降雨冲刷，导致水土流失。建设单位采取了防雨布等相应的水土保持临时措施，裸露临时堆土边坡得到防护。在弃渣场使用过程中，土壤侵蚀强度得到控制，新增水土流失量在合理范围内。

### 5.4 水土流失危害

通过对项目水土保持监测和现场调查，项目在施工期和林草恢复期，项目没有因人为因素而造成对主体工程及周边有负面影响的水土流失危害（如滑坡、大面积崩塌、堵塞河流、冲毁交通路线和村庄耕地等）事件。

## 6 水土流失防治效果监测结果

根据《水土保持监测技术规程》（SL277—2002）和水利部办公厅关于印发《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》的通知规定，本工程水土流失防治效果监测主要围绕扰动水土流失治理度、土壤流失控制比、渣土防护率、表土保护率、林草植被恢复率、林草覆盖率等6项防治效果指标进行实地调查、资料统计分析和计算得出水土流失防治效果监测结果。

### 6.1 水土流失治理度

经过实地调查、踏勘，结合水土保持监测数据，在工程施工过程中，相继实施了工程措施、植物措施、临时措施等水土保持措施，本工程实际扰动土地面积607.84hm<sup>2</sup>，水土流失面积412.90hm<sup>2</sup>，通过实施各类措施治理后，水土流失治理达标的面积共计406.62hm<sup>2</sup>，水土流失总治理度为98.48%，达到并超过批复水保方案设定的97%目标要求。

德昌至会理高速公路工程建设水土流失总治理度见表6-2。

表6-1 本工程建设水土流失治理度汇总表

防治分区	实际扰动土地面积 (hm <sup>2</sup> )	建筑物及硬化面积 (hm <sup>2</sup> )	水土流失面积 (hm <sup>2</sup> )	水土流失治理面积 (hm <sup>2</sup> )			水土流失总治理度 (%)
				工程措施	植物措施	小计	
主体工程区	481.02	187.24	293.78	184.94	107.98	292.92	99.71%
弃渣场区	17.61	0.03	17.58	4.49	13.05	17.54	99.77%
取土场区	6.1	0	6.1	6.1		6.1	100.00%
施工道路区	35.11	2.13	32.98	25.25	6.94	32.19	97.60%
施工场地区	58.23	4.34	53.89	25.29	24.87	50.16	93.08%
临时堆场区	9.77	1.2	8.57	1.96	5.75	7.71	89.96%
<b>合计</b>	<b>607.84</b>	<b>194.94</b>	412.9	<b>248.03</b>	<b>158.59</b>	<b>406.62</b>	98.48%

### 6.2 土壤流失控制比

土壤流失控制比指标是指项目建设区所处区域容许土壤流失量与项目建设区范围内单位面积实际发生的水土流失量的比值。根据本工程各防治分区的治理情况，水土保持措施全部实施后，工程总体水土流失得到有效控制。工程区域土壤容许流失量为500t/km<sup>2</sup>·a。根据施工过程控制资料、监理记录资料、影像资料及现场调查，通过水土流失治理，本工程总体平均土壤侵蚀模数可控制在446t/km<sup>2</sup>·a，土壤流失控制比为1.12，达到水土保持方案确定的1.0的防治指标。

表6-2 本工程土壤流失控制比汇总表

项目分区	治理后平均土壤流失强度 (t/km <sup>2</sup> ·a)	容许土壤流失量 (t/km <sup>2</sup> ·a)	土壤流失控制比
主体工程区	420	500	1.19
弃渣场区	450	500	1.11
取土场区	430	500	1.16
施工道路区	480	500	1.04
施工场地区	460	500	1.09
临时堆场区	440	500	1.14
合计	446	500	1.12

### 6.3 渣土防护率

根据监测成果数据，项目建设期间共计在项目沿线布设9座弃渣场。项目9处弃渣场共计堆存136.22万m<sup>3</sup>，实际拦挡的临时堆土量达134.22万m<sup>3</sup>，实际渣土防护率达到98.86%，达到92%的防治目标。

表6-3 渣土防护率一览表

序号	工程区域	实际堆放量 (万 m <sup>3</sup> )	实际拦渣量 (万 m <sup>3</sup> )	渣土防护率
1	弃渣场区	136.22	134.67	98.86%
小计		136.22	134.67	98.86%

### 6.4 表土保护率

表土保护率是指项目水土流失防治责任范围内保护的表土数量占可剥离表土总量的百分比。项目水土流失防治责任范围内保护的表土数量为25.96万m<sup>3</sup>，可剥离表土总量为27.14万m<sup>3</sup>，表土保护率95.65%，达到并超过方案设定的防治目标值95%的要求。

### 6.5 林草植被恢复率

林草植被恢复率指项目建设区内林草植被恢复面积占项目建设区内可恢复林草植被面积百分比，可恢复植被面积是指在当前技术经济条件下，通过分析论证确定的可以采取植物措施的面积。

经监测，本项目建设区面积607.84hm<sup>2</sup>，可恢复林草植被面积162.87hm<sup>2</sup>，实际恢复的林草植被面积158.59hm<sup>2</sup>，林草植被恢复率为97.37%，达到水土保持方案确定的96%的防治指标。

本工程林草植被恢复率和林草覆盖率监测结果见下表6-5。

表 6-5 本工程林草植被恢复率监测结果表

防治分区	项目建设区面积 (hm <sup>2</sup> )	可恢复植被面 积 (hm <sup>2</sup> )	已恢复植被面 积 (hm <sup>2</sup> )	林草植被恢复率 (%)
主体工程区	481.02	108.43	107.98	99.58%
弃渣场区	17.61	13.09	13.05	99.69%
取土场区	6.1			
施工道路区	35.11	7.47	6.94	92.90%
施工场地区	58.23	27.31	24.87	91.07%
临时堆场区	9.77	6.57	5.75	87.52%
合计	<b>607.84</b>	<b>162.87</b>	<b>158.59</b>	<b>97.37%</b>

## 6.6 林草覆盖率

林草覆盖率是指项目建设区内的林草植被恢复面积占项目建设区总面积的百分比。

经监测，本项目建设区面积607.84hm<sup>2</sup>，实际恢复的林草植被面积158.59hm<sup>2</sup>，林草覆盖率为26.09%，达到水土保持方案确定的23%的防治指标。

本工程林草覆盖率监测结果见下表6-6。

表6-6 本工程林草覆盖率监测结果表

防治分区	项目建设区面积 (hm <sup>2</sup> )	可恢复植被面 积 (hm <sup>2</sup> )	已恢复植被面 积 (hm <sup>2</sup> )	林草覆盖率 (%)
主体工程区	481.02	108.43	107.98	22.45%
弃渣场区	17.61	13.09	13.05	74.11%
取土场区	6.1	0	0	0.00%
施工道路区	35.11	7.47	6.94	19.77%
施工场地区	58.23	27.31	24.87	42.71%
临时堆场区	9.77	6.57	5.75	58.85%
合计	607.84	162.87	158.59	26.09%

## 7 结论

### 7.1 水土流失动态变化

根据监测，工程建设期实际发生的水土流失防治责任范围面积为 607.84hm<sup>2</sup>，均为项目建设区面积。

项目全线土石方开挖总量 1535.23 万 m<sup>3</sup>（自然方，下同），回填总量 1421.77 万 m<sup>3</sup>，借方 74.53 万 m<sup>3</sup>（含外购表土 30.86 万 m<sup>3</sup>），余方 187.99 万 m<sup>3</sup>，其中的 74.03 万 m<sup>3</sup> 软基全部被运至周边村庄及苗圃基地进行综合利用，其余的 136.22 万 m<sup>3</sup>，全部弃至设置的 9 处弃渣场内进行堆存防护。

项目实际完成水土保持投资 42177.20 万元，工程措施投资 33450.58 万元，临时措施投资 2160.44 万元，植物措施 5030.61 万元，独立费用 552.64 万元，水土保持设施补偿费 814.931 万元。截止目前，水土流失总治理度 98.48%，土壤流失控制比 1.12，渣土防护率 98.86%，表土保护率 95.65%，林草植被恢复率达 97.37%，林草覆盖率达 26.09%。各项防治指标均达到了《生产建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2018）建设类项目一级标准的要求。目前工程建设新增水土流失得到有效控制，项目区及周边的生态环境得到进一步改善。

监测的 6 项水土流失防治效果指标，均达到或高于本项目水土保持方案按照《生产建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2018）确定的目标值，监测值与目标值对比情况见表 7-1。

表 7-1 工程水土流失防治目标监测与方案对比情况表

序号	项目	计算方法	方案目标值 (%)	监测结果值 (%)	对比评价
1	水土流失总治理度	水土流失治理达标面积/水土流失面积	97%	98.48%	均高于方案目标值
2	土壤流失控制比	容许流失量/治理后平均土壤流失强度	1.0	1.12	
3	渣土防护率	采取措施实际拦挡的弃土（石、渣）量/工程弃土（石、渣）总量	92%	98.86%	
4	表土保护率	保护表土数量/可剥离表土总量	95%	95.65%	
5	林草植被恢复率	林草植被面积/可恢复林草植被面积	96%	97.37%	
6	林草覆盖率	林草植被面积/项目建设区面积	23%	26.09%	

## 7.2 水土保持措施评价

通过监测，本工程实施的水土保持措施布局较合理，选取的措施项目符合水土保持要求，完成的措施数量基本满足防治水土流失需要，水土保持措施施工进度基本达到与主体工程“三同时”。实施的工程措施稳定、完好，能发挥正常作用；实施的植物措施，适应工程建设区的立地条件和自然环境条件，基本达到了林草恢复设计的成活率、保存率和生长要求；实施的临时措施具有较好的针对性和时效性，对防治施工期的水土流失发挥了较好的作用。

## 7.3 存在的问题及建议

### 7.3.1 存在的问题

本项目建设过程中基本按照批复方案中各项水土保持措施实施，水土保持过程措施及植物措施质量总体优良，现场无遗留问题。

### 7.3.2 建议

1、加强对项目植被的管护力度，项目区由于地处攀西地区干热河谷气候，植被覆盖度随季节变化性较大。导致项目区部分区域植被覆盖度较低。

2、建议后期运行管理单位做好项目截水沟、沉砂池的清理和维护工作，确保投入的水土保持设施能较好的发挥水土流失防治功能。

3、项目区沿线跨越河流、沟道较多，汛期应加强对上述区域的安全巡查工作，确保道路车辆安全。

## 7.4 综合结论

本项目从设计到施工再至管理，都较好的贯彻执行了水土保持的法律法规和标准；截至目前，水土流失总治理度 98.48%，土壤流失控制比 1.12，渣土防护率 98.86%，表土保护率 95.65%，林草植被恢复率达 97.37%，林草覆盖率达 26.09%。各项指标均能达到批复的水保方案中的水土流失防治目标。工程建设新增水土流失得到有效控制，项目区及周边的生态环境得到进一步改善。

实施的水土保持措施布局较合理，完成的措施数量基本满足防治水土流失需要；实施的工程措施、植物措施和临时措施共同组成了比较完善的水土流失防治体系，有效控制和减少了工程建设产生的水土流失；项目区生态环境已逐渐得到恢复和改善。

## 8 附图及有关资料

### 8.1 附图

- (1) 项目区地理位置图
- (2) 监测分区及监测点位布设图
- (3) 防治责任范围图
- (4) 取料场、弃渣场分布图

### 8.2 有关资料

- (1) 监测影像资料
- (2) 监测季度报告表
- (3) 《德昌至会理高速公路工程水土保持方案变更审批准予行政许可决定书》（川水许可决〔2021〕227号）
- (4) 《德昌至会理高速公路工程弃渣场变更水土保持方案（补充报告书）审批准予行政许可决定书》（川水许可决〔2023〕44号）
- (5) 德昌至会理高速公路工程水土保持三色评价打分表