

毕节至镇雄高速公路（贵州段）

# 水土保持监测总结报告

建设单位： 贵州毕龙高速公路建设有限责任公司

监测单位： 贵州天保生态股份有限公司

2021年10月

毕节至镇雄高速公路（贵州段）

# 水土保持监测总结报告

建设单位： 贵州毕龙高速公路建设有限责任公司

监测单位： 贵州天保生态股份有限公司

2021年10月

单位地址：贵阳市观山湖区甲秀南路 235 号北大资源梦想城 A07  
栋 16 楼

邮政编码：550002

联系人：朱波

联系电话：13765124637

传 真：0851-85750838

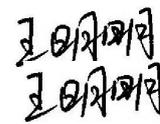
电子邮箱：[gztb@vip.163.com](mailto:gztb@vip.163.com)

责任页

贵州天保生态股份有限公司

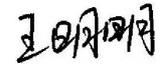
批准：  (总经理)

核定：  (副总经理)

审查：  (技术总工)

校核： (技术总工)

项目负责人：  (工程师)

编写：  (第一章、第二章、负责确定项目情况和监测开展工作)

 (第三章、第四章、第五章，负责调查监测水土流失情况和水土措施效果)

 (第六章、第七章、收集资料计算六大指标得出结论)

# 目 录

综合说明.....	3
<b>1 建设项目及水土保持工作概况.....</b>	<b>8</b>
1.1 项目概况.....	8
1.2 水土保持工作情况.....	16
<b>2 监测内容与方法及过程.....</b>	<b>23</b>
2.1 监测内容.....	23
2.2 监测方法.....	26
2.3 监测过程.....	28
<b>3 重点对象水土流失动态监测.....</b>	<b>35</b>
3.1 防治责任范围监测.....	35
3.2 取料监测结果.....	38
3.3 弃土监测结果.....	38
3.4 土石方流向情况监测结果.....	39
<b>4 水土流失防治措施监测结果.....</b>	<b>41</b>
4.1 工程措施监测结果.....	41
4.2 植物措施监测结果.....	41
4.3 临时防护措施监测结果.....	42
4.4 水土保持措施防治效果.....	42
<b>5 土壤流失情况监测.....</b>	<b>43</b>

5.1 水土流失面积.....	43
5.2 土壤流失量.....	43
5.3 取土（石、料）弃土（石、渣）潜在土壤流失量.....	46
5.4 水土流失危害.....	46
<b>6 水土流失防治效果监测结果.....</b>	<b>47</b>
6.1 水土流失总治理度.....	47
6.2 土壤流失控制比.....	47
6.3 渣土防护率.....	47
6.4 表土保护率.....	48
6.5 林草植被恢复率.....	48
6.6 林草覆盖率.....	48
<b>7 结论.....</b>	<b>50</b>
7.1 水土流失动态变化.....	50
7.2 水土保持措施评价.....	50
7.3 存在问题及建议.....	53
7.4 综合结论.....	53

## 综合说明

毕节至镇雄高速公路（贵州段）工程涉及毕节市七星关区。项目起于七星关区清丰镇（起点桩号 K0+000，起点坐标：东经 105°13'55"，北纬 27°15'44"），接已建毕威高速公路，清丰至新房段采用原毕节环高线位(0+000-K2+959.793)，并设临时落地连接线与本段相接(K0+000-K1+316.784)。于新房村设新房枢纽互通相接，途经毕节市水箐镇、青场镇后到达项目终点贵州省与云南省省界二龙关，与宜宾至毕节高速公路二龙关(滇黔省界)至镇雄段顺接进入云南省。本项目止于七星关区青场镇（终点桩号 K34+052，终点坐标：东经 104°59'51"，北纬 27°22'32"）。路线全长 37.012km（不含互通立交连接线 3.536km），其中新房互通至路线终点长 34.052km，毕节环高段长 2.960km。全线采用双向四车道高速公路标准建设，设计速度 80km/h，路基宽度为 24.5m。桥涵设计汽车荷载采用公路 I 级。互通立交连接线 3.536km，采用三级公路标准建设，设计速度 40km/h，路基宽度 8.5m。

全线在清丰、新房、水箐、青场设置互通式立交 4 处。全线共设桥梁 9877.6 米/20 座，其中特大桥 4875.9 米/3 座，大桥 4752.4 米/14 座，中桥 249.3 米/3 座，涵洞 12 道；主线布设隧道 12645 米/9 座（单幅），隧道占路线总长的 34.16%。其中：特长隧道 3984 米/1 座、长隧道 6944 米/4 座、中隧道 1367 米/2 座、短隧道 442 米/2 座；全线设置服务区 1 处、管理分中心 1 处、养护工区 1 处、隧道管理所 1 处、省界主线收费站 1 处、匝道收费站 2 处、弃渣场 15 处，施工便道 16 条，施工营地 10 处。

根据《中华人民共和国水土保持法》和《开发建设项目水土保持方案编报审批管理规定》等法律、法规的要求，2012 年 7 月，贵州毕节市交通投资建设集团有限责任公司委托贵州省交通科学研究院编制《毕节至镇雄高速公路(贵州段)工程水土保持方案报告书》。2013 年 4 月 9 日，贵州省水土保持监测站在贵阳

组织召开了水土保持方案技术评审会。2013年7月2日，贵州省水利厅以“黔水保函〔2013〕126号”对该工程水土保持方案进行了批复。项目实际建设过程中，由于路线走向及弃渣场的位置、数量等相对于水利厅批复的水土保持方案发生了重大变更，建设单位于2018年5月委托贵州天保生态股份有限公司开展水土保持方案变更工作，2020年6月编制完成了《毕节至镇雄高速公路（贵州段）工程水土保持方案变更报告书》（送审稿），2020年8月通过评审，同年12月，方案编制单位根据评审意见修改完成《毕节至镇雄高速公路（贵州段）工程水土保持方案变更报告书》（报批稿）并获贵州省水利厅批复（黔水保函〔2021〕164号）。

根据《毕节至镇雄高速公路（贵州段）水土保持方案报告书》报批稿，结合项目竣工验收资料与现场实际建设情况，截止2021年9月，本工程建设实际征占地面积329.97hm<sup>2</sup>，其中主体工程永久占地面积为221.45hm<sup>2</sup>，临时工程占地面积108.52hm<sup>2</sup>。建设共开挖土石方量819.08万m<sup>3</sup>（其中表土剥离37.49万m<sup>3</sup>），总填方量510.11万m<sup>3</sup>，废弃方量308.97万m<sup>3</sup>，已于2017年全部运往弃渣场堆渣完毕。

本项目建设总投资491816.61万元，其中土建投资392378.33万元，平均每公里造价13288.03万元。主体建设工期为2016年3月至2017年9月，总工期为19个月；水土保持工期为2016年3月至2018年10月，2020年3月至2021年9月，总工期为42个月。

根据《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》、《水土保持生态环境监测网络管理办法》等法律法规的规定，开发建设单位和管理单位应设立专项监测设施对项目建设引起的水土流失状况进行监测，并定期向项目所在地水行政主管部门通报本单位水土流失防治工作的情况；工程竣工验收时应提交水土保持监测报告。为落实上述法律法规的规定，切实做好毕节

至镇雄高速公路（贵州段）建设过程中的水土流失防治工作，保护项目区生态环境，贵州毕龙高速公路建设有限责任公司于2015年9月委托我公司承担毕节至镇雄高速公路（贵州段）水土保持监测工作，直至工程完工。

2015年9月，贵州天保生态股份有限公司成立了毕节至镇雄高速公路（贵州段）水土保持监测小组，组织相关管理技术人员进行现场踏勘，采用调查监测的监测方法，对项目建设区内的水土流失影响因子、水土流失状况及防治效果开展监测。

通过监测人员现场收集的数据、资料的整理、分析、总结，并结合工程建设实际情况，依据相关水土保持监测技术规范，于2020年12月编制完成了《毕节至镇雄高速公路（贵州段）水土保持监测总结报告》。

**据监测显示，本项目水土保持工程各项指标评价如下：**水土流失治理度99.98%，土壤流失控制比1.10，渣土防护率94.85%，表土保护率为95.74%，林草植被恢复率100%，林草覆盖率38.31%。监测结果表明，截止至2021年9月，水土流失六项指标均已达到并超过《毕节至镇雄高速公路（贵州段）水土保持方案变更报告书（报批稿）》的防治目标值。

附表一 生产建设项目水土保持监测特性表

填表时间：2021年1月

主体工程主要技术指标											
项目名称	毕节至镇雄高速公路（贵州段）										
建设概况	路线全长 37.012km，其中新房互通至路线终点长 34.052km，毕节环高段长 2.960km。全线采用双向四车道高速公路标准建设，设计速度 80km/h，路基宽度为 24.5m。桥涵设计汽车荷载采用公路 I 级。互通立交连接线 3.536km，采用三级公路标准建设，设计速度 40km/h，路基宽度 8.5m。			建设单位、联系人		贵州毕龙高速公路建设有限责任公司/邓启迪					
				建设地点		贵州省毕节市七星关区					
				所在流域		长江流域					
				工程总投资		491816.61 万元					
				建设总工期		42 个月					
水土保持监测主要技术指标											
监测单位全称		贵州天保生态股份有限公司			联系人及电话		朱波/13765124637				
自然地理类型		中山、低中山地貌			防治标准		西南岩溶区一级标准				
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			2.防治责任范围监测		调查			
	3.水土保持措施情况监测		调查			4.防治措施效果监测		调查			
	5、水土流失危害监测		调查			水土流失背景值		2417t/km <sup>2</sup> ·a			
	方案设计防治责任范围		329.97hm <sup>2</sup>			土壤容许流失量		500t/km <sup>2</sup> ·a			
水土保持投资		9641.88 万元			水土流失目标值		500t/km <sup>2</sup> ·a				
防治措施		<p>工程措施：表土剥离 37.49 万 m<sup>3</sup>，覆土整治 126.08hm<sup>2</sup>，排水沟 16973.38m，截水沟 18673m，边沟 11546m，急流槽 686m，改沟 240m，改河 220m，综合护坡 31.14hm<sup>2</sup>，衬砌拱护坡 29788.14m<sup>2</sup>，拱形骨架植草护坡 2404.27m<sup>3</sup>，锚杆框架植草护坡 2422.37m<sup>3</sup>，喷播植草灌 18082m<sup>2</sup>；</p> <p>植物措施：中央隔离带绿化 3.67km，灌木护坡 80592m<sup>2</sup>，三维网植草护坡 17031m<sup>2</sup>，种植乔木 26453 株，种植灌木 100936 株，种植长春藤 8481 株，撒播草种 126hm<sup>2</sup>；</p> <p>临时措施：临时覆盖8100m<sup>2</sup>，临时排水沟6880m。</p>									
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						
	表土保护率		95	95.74	防治措施面积	133.53hm <sup>2</sup>	永久建筑物及硬化面积	196.44hm <sup>2</sup>	扰动土地总面积	329.97hm <sup>2</sup>	
	水土流失治理度		97	99.98	防治责任范围		329.97hm <sup>2</sup>	水土流失面积		329.97hm <sup>2</sup>	
	土壤流失控制比		1.0	1.38	工程措施面积		7.13hm <sup>2</sup>	容许土壤流失量		500t/km <sup>2</sup> ·a	

	林草覆盖率	23	38.31	植物措施面积	126.4hm <sup>2</sup>	监测土壤流失情况	362.81t/k m <sup>2</sup> ·a
	林草植被恢复率	96	100	可恢复林草植被面积	126.4hm <sup>2</sup>	林草类植被面积	126.4hm <sup>2</sup>
	渣土防护率	90	94.85	实际拦渣量	308.97 万 m <sup>3</sup>	总弃渣量	308.97 万 m <sup>3</sup>
	水土保持治理 达标评价	根据监测结果，六项指标均达到方案设计目标。					
	总体结论	建设单位高度重视水土保持工作，已实施的水土保持措施对建设过程中的水土流失防治发挥了积极的作用，并不存在明显的水土流失现象。					
主要 建议	建设单位一要加强工程措施的维护，二要加强植物措施的后续抚育管理。						

# 1 建设项目及水土保持工作概况

## 1.1 项目概况

### 1.1.1 地理位置

毕节至镇雄高速公路（贵州段）工程涉及毕节市七星关区。项目起于七星关区清丰镇（起点桩号 K0+000，起点坐标：东经 105°13'55"，北纬 27°15'44"），接已建毕威高速公路，清丰至新房段采用原毕节环高线位(0+000-K2+959.793)，并设临时落地连接线与本段相接(K0+000-K1+316.784)。于新房村设新房枢纽互通相接，途经毕节市水箐镇、青场镇后到达项目终点贵州省与云南省省界二龙关，与宜宾至毕节高速公路二龙关(滇黔省界)至镇雄段顺接进入云南省。本项目止于七星关区青场镇（终点桩号 K34+052，终点坐标：东经 104°59'51"，北纬 27°22'32"）。路线全长 37.012km（不含互通立交连接线 3.536km），其中新房互通至路线终点长 34.052km，毕节环高段长 2.960km。

### 1.1.2 建设性质、工程规模与等级

毕节至镇雄高速公路（贵州段）由贵州毕龙高速公路建设有限责任公司投资建设，工程性质为新建，审批制项目。

项目规模与特性如下：

项目名称：毕节至镇雄高速公路（贵州段）

建设单位：贵州毕龙高速公路建设有限责任公司

建设地点：贵州省毕节市七星关区

工程性质：新建

施工内容：土建施工及相关机电、通信设备安装等

工程规模：37.012km

### 1.1.3 项目组成及分区

本项目由路基工程区、桥涵工程区、隧道工程区、施工营地区、互通及连接线工程区、施工营地、施工便道区及沿线设施区等 8 部分组成。

#### 一、路基工程区

项目起于七星关区清丰镇（起点桩号 K0+000，起点坐标：东经 105°13'55"，北纬 27°15'44"），接已建毕威高速公路，清丰至新房段采用原毕节环高线位(0+000-K2+959.793)，并设临时落地连接线与本段相接(K0+000-K1+316.784)。于新房村设新房枢纽互通相接，途经毕节市水箐镇、青场镇后到达项目终点贵州省与云南省省界二龙关，与宜宾至毕节高速公路二龙关(滇黔省界)至镇雄段顺接进入云南省。本项目止于七星关区青场镇（终点桩号 K34+052，终点坐标：东经 104°59'51"，北纬 27°22'32"）。路线全长 37.012km(不含互通立交连接线 3.536km)，其中新房互通至路线终点长 34.052km，毕节环段长 2.960km。

#### 二、桥梁工程

全线共设桥梁 9877.6 米/20 座，其中特大桥 4875.9 米/3 座，大桥 4752.4 米/14 座，中桥 249.3 米/3 座，涵洞 12 道。项目桥梁占路线总长的 26.69%。

#### 三、隧道工程

全线布设隧道 12645 米/9 座（单幅），隧道占路线总长的 34.16%。其中：特长隧道 3984 米/1 座、长隧道 6944 米/4 座、中隧道 1367 米/2 座、短隧道 442 米/2 座。隧道建筑限界净宽：10.25m，建筑限界净高：5.0m。

#### 四、互通及连接线工程

全线在清丰、新房、水箐、青场设置互通式立交 4 处，其中，清丰、新房互通立交为枢纽互通式立交，水箐、青场互通立交采用单喇叭方案。同步建设互通立交连接线 3.536km，其中，清丰枢纽互通至毕节连接线 1.317km，水箐互通立交连接线 0.859km，青场互通立交连接线 1.360km。采用三级公路标准建设，设计速度 40km/h，路基宽度 8.5m。

## 五、沿线设施

全线设置服务区 1 处（水箐），路段管理分中心 1 处（与水箐互通收费站合并设置），养护工区 1 处（与省界主线收费站合建）、隧道管理所 1 处（与水箐服务区合建），省界主线收费站 1 处（青场），匝道收费站 2 处；与毕节城市道路相接，设置临时收费站 1 处。

## 六、施工营地

本工程建设实际使用了施工营地 10 处。

## 七、施工便道区

全线施工便道为 16 条，其中新建 31.8km，利用地方道路 33.1km。

## 八、弃渣场区

本项目实际使用 15 处弃渣场，占地面积为 44.20hm<sup>2</sup>，设计库容为 554.12 万 m<sup>3</sup>，实际堆渣量为 308.97 万 m<sup>3</sup>（折合松方 460.60 万 m<sup>3</sup>）。

### 1.1.4 项目占地面积及土石方数量

根据本工程施工图设计资料，并结合现场踏勘，毕节至镇雄高速工程建设实际征占地面积 329.97hm<sup>2</sup>，其中主体工程永久占地面积为 221.45hm<sup>2</sup>，临时工程占地面积 108.52hm<sup>2</sup>。

根据施工图设计资料与项目交工验收证书，并结合现场实际土石方开挖回填情况，本项目建设共开挖土石方量 819.08 万 m<sup>3</sup>（其中表土剥离 37.49 万 m<sup>3</sup>，土方 274.29 万 m<sup>3</sup>，石方 504.52 万 m<sup>3</sup>，建筑垃圾 2.78 万 m<sup>3</sup>），总填方量 510.11 万 m<sup>3</sup>（其中表土回覆 37.49 万 m<sup>3</sup>，土方 213.68 万 m<sup>3</sup>，石方 258.94 万 m<sup>3</sup>），废弃方量 308.97 万 m<sup>3</sup>（其中土方 60.61 万 m<sup>3</sup>，石方 245.58 万 m<sup>3</sup>，建筑垃圾 2.78 万 m<sup>3</sup>），土方松散系数 1.33，石方松散系数 1.53，折合松方为 460.60 万 m<sup>3</sup>，已于 2017 年全部运往弃渣场堆渣完毕。

表 1-1 各分区开挖土石方量及回填土石方量分布

组成	开挖			回填			借方 石方	废弃		
	合计	土方	石方	合计	土方	石方		合计	土方	石方
T1 合同段主线	239142	83700	155442	337108	29424	307684		-97966	54276	-152242
清丰互通	566923	230873	336050	72296	41550	30746		494627	189323	305304
新房互通	809726	412298	397428	103505	24207	79298		706221	388091	318130
小计	1615791	726871	888920	512909	95181	417728		1102882	631690	471192
T2 合同段主线	2225680	778988	1446692	961463	71991	889472		1264217	706997	557220
水箐服务区	1764517	617580	1146937	386167	121104	265063		1378350	496476	881874
水箐互通	1214221	424977	789244	574556	574556			639665	-149579	789244
小计	5204418	1821545	3382873	1922186	767651	1154535		3282232	1053894	2228338
T3 合同段主线	1076070	376624	699446	1291072	768616	522456	161100	-53902	-391992	338090
青场互通	3490	2100	1390	716863	395515	321348	59115	-654258	-393415	-260843
小计	1079560	378724	700836	2007935	1164131	843804	220215	-708160	-785407	77247
合计	7899769	2927140	4972629	4443030	2026963	2416067	220215	3676954	900177	2776777

### 1.1.5 工程投资及建设工期

本项目建设总投资 491816.61 万元，其中土建投资 392378.33 万元，平均每公里造价 13288.03 万元。主体建设工期为 2016 年 3 月至 2017 年 9 月，总工期为 19 个月；水土保持工期为 2016 年 3 月至 2018 年 10 月，2020 年 3 月至 2021 年 9 月，总工期为 42 个月。

### 1.1.6 项目区自然概况

#### 一、地质、地层

项目区位于扬子准地台黔北台隆遵义断拱毕节北东向构造变形区。属云贵高原北部斜坡地带，构造形迹主要为北东向（华夏式）构造体系。

起点~K2+300 段位于马路冲向斜的北西翼，以三叠系（T）地层的灰岩、粉砂岩等为主，马路冲向斜为区域上较大的北向-南西向构造，核部出露最新地层为 J 地层，两翼地层为 T-P 地层；

K2+300~K21+550 段斜穿于整个花山背斜，背斜呈北东-南西向展布，核部出露最老地层为 C2-3ls，两翼地层为 O-P 地层，岩性以碳酸盐岩为主，夹少量碎屑岩，以北东-南西向的张性断裂为主，断层走向为  $N0^{\circ}\sim 40^{\circ}E$ ，断层面倾角  $35^{\circ}\sim 80^{\circ}$ ；

K21+550~K34+052 段路线斜穿于整个三眼井向斜，呈北东-南西向展布，核部出露最新地层为 J1-2zl，两翼地层为 T-P 地层，岩性为碎屑岩与碳酸盐岩相间，岩层倾角  $25^{\circ}\sim 50^{\circ}$ ，断裂构造不发育。

路线区地层复杂、岩性多样，沿线基岩出露较好，以碳酸盐岩和碎屑岩为主，呈互层状出现，局部分布火山侵入玄武岩。就项目走廊带内地层从新到老简述如下：

路线沿线区域上覆土层主要为第四系全新统冲洪积层（ $Q_4^{al+pl}$ ）和坡残积层（ $Q_4^{dl+cl}$ ），局部分布人工填筑土（ $Q_4^{mc}$ ）和崩塌堆积层（ $Q_4^{dl+col}$ ），土质以粘土、粉质粘土及卵石土、碎石土为主，斜坡地带坡残层一般土厚 0~3m，沟谷冲洪层

土厚 5~20m，局部分布软弱土，范围不大，厚度较薄。人工填土主要分布于既有公路和建筑物地带，土质以碎块石及粉质粘土为主，厚 0~10m。崩塌堆积碎块石仅零星分布于局部斜坡面上，主要为上部硬质岩下部软质岩的斜坡地带，厚 3~10m，范围不大。碳酸盐岩和玄武岩区坡残积土多为红粘土或次生红粘土，具有弱膨胀性，厚 0~5m，分布较广泛，但厚度普遍较小。已建公路项目区各地层岩性及分布表 2-19。

## 二、地震

项目区及其周围地区均未发生过地震烈度大于 V 度的地震，且震次较少，一般所发生地震为异地地震波及所致。项目区地层是以石灰岩为主构成，不属于地震断裂带，根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2001)和《地震动峰值加速度分区与地震基本烈度对照表》，基本烈度为 VI 度，地震动峰值加速度系数小于 0.05g，地震反应谱特征周期为 0.35s。

## 三、地形地貌

项目区属低中山地貌。项目区位于云贵高原北部斜坡地带，总体上属构造溶蚀侵蚀相间低中山区。地貌复杂多变，地形起伏大，山体较陡峻，河流中等切割，河谷宽窄不一，少有河滩和阶地。地势总体上东北低西南高，路线沿线最低点位于两省交界的岔河汇流处（地面高程约 1390m），最高点位于水箐镇东北侧的大高山（地面高程为 2175.4m），相对高差一般为 200~800m，自然坡度一般为 15°~50°，局部灰岩地区山崖陡峭。

根据地形形态及地质条件，已建公路沿线地貌可大致分为两个地貌单元，即构造溶蚀低中山峰丛洼地地貌和构造侵蚀间夹溶蚀低中山冲沟地貌。

## 四、气象

据七星关区综合农业区划气象资料显示，项目所在地七星关区属于亚

热带季风湿润气候区，项目区具有明显的高原气候特点，冬暖夏凉，春秋气候多变。根据农业区划及七星关区气象局 1970 年至 2019 年的气象资料显示，项目区多年均气温 12.8℃，极端最高 36℃(1988 年)，极端最低-10.9℃（1985 年）， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温为 4661℃。多年平均降水量为 954.2mm，最多年达 1239.2mm（1981 年）；项目区 1 小时点雨量为 38mm，项目区 10 年一遇 1 小时最大降雨量为 58.32mm，20 年一遇最大降水量 67.46mm，雨季 5-10 月；多年平均蒸发量 997.2mm；年平均日照时数 1391.1 小时，年无霜期平均 246 天，年平均相对湿度 85%。历年最大风速 24.0m/s，平均风速 2.2m/s。灾害气候主要为干旱、暴雨、秋风、倒春寒、冰雹、凝冻等。

## 五、水文

1) 河流水系：项目涉及河流属于长江流域乌江水系。项目跨越的河流为倒天河（龙官桥段）、头道河、鲍家河、红岩河、岔河。公路跨越的河流概况如下：

倒天河（龙官桥段）：为倒天河水库上游河段。沿线流经沟头、旱庄、周家沟、后菁，下游为倒天河，汇入倒天河水库，多年平均流量为 3.86m<sup>3</sup>/s，河段长度约为 15.86km。

头道河：项目以大湾子大桥跨越头道河，头道河是鲍家河的支流，沿线经过渔洞冲、鲍家，在鲍家处汇入鲍家河，河段长度约为 7.42km，多年平均流量约为 9.43m<sup>3</sup>/s。

鲍家河：项目以大沙地大桥跨越鲍家河，鲍家河为红岩河的支流，河流沿线经过三火头、鲍家屯、木山村、大沙地、吉家屋基、新钩等地，下游河段为红岩河，河段长度约为 20.64km，多年平均流量为 12.76m<sup>3</sup>/s

红岩河：项目以青场大桥跨越红岩河，红岩河为岔河的支流，跨越河流段执行地表水Ⅲ类标准，为灌溉功能。沿线经过青场镇、大湾、青坝村、山边，在二龙关处汇入岔河，河段长度约为 18.64km，多年平均流量约为 18.42m<sup>3</sup>/s。

岔河：项目以岔河 1 号大桥跨越红岩河和岔河，红岩河为岔河的支流，岔河在冲云南境内流经二龙关，在二龙关处与红岩河汇合，多年平均流量约为 30.43m<sup>3</sup>/s。

2) 水库：本项目在 K2+600~K19+200 路段位于倒天河水库水源保护区的准保护区内。K9+100~K9+350 以旱庄大桥跨越龙官桥水库。

倒天河水库是七星关区的饮用水源，倒天河水库积雨面积 123.44km<sup>2</sup>，总库容为 1880 万 m<sup>3</sup>，日供水能力为 5 万 m<sup>3</sup>。饮用水源保护区分为一级保护区、二级保护区和准保护区。本项目从倒天河水库准保护区经过，距离倒天河二级保护区最近距离约为 3.0km。

龙官桥水库，总库容为 1099 万 m<sup>3</sup>，日供水能力为 1.8 万 m<sup>3</sup>。正常水位高程 1655.00m，最大坝高 46m。根据现场调查，但该水库规划为七星关区的饮用水源。拟建项目距离龙官桥水库最近距离约 40m。

### 3) 水文地质

路线区地层构造复杂、地形地貌多样，水文地质特征亦各不相同，根据地质、地形条件大致可分为两个水文单元区。K3+500~K21+550、DK2+300~K21+300 段为构造溶蚀峰丛洼地地貌，张性断裂交错发育，主要为碳酸盐岩地区，夹少量碎屑岩或侵入岩，岩溶水为本区的主要地下水类型，峰丛地带以岩溶垂直渗流为主，在河谷洼地处以岩溶泉、暗河方式排泄，水量较大，区内洼地边缘可见岩溶水平空洞或消水洼地，总体上地下水埋深大，地表水和浅部地下水不发育。其它地段为构造侵蚀溶蚀中切割地形，岩性为碳酸盐岩和碎屑岩相间，分别位于区域上的马路冲向斜和三眼井向斜，为深埋承压赋水构造，向斜多形成向斜山体，两翼的灰岩与砂岩互层分布在斜坡上，补给条件较好，地下水沿地层倾向向轴部深处汇流聚集，形成深部分段承压水，主要地下水类型为基岩构造裂隙水和岩溶管道裂隙水，在近核部地带均发育有河谷，则为上部的地下水排泄区，在沟谷边缘

灰岩局部有水平溶洞发育，故山岭地带地下水分布较深，而河谷地带的冲洪积卵石土层受地表水和两侧山体地下水的补给，水量较丰富，地下水埋深较浅。

## 六、土壤

项目区域地层构成复杂，沿线土壤分为黄壤、黄棕壤、紫色土、石灰土、潮土和水稻土 6 个土类，其中紫色土和石灰土肥力抗侵蚀性较差，一般厚度 10~30cm；黄壤、黄棕壤肥力抗侵蚀性较强，一般厚度 30~120cm，紫色土和潮土肥力抗侵蚀性最强，一般厚度 20~50cm。沿线所经地区土壤 pH 在 5.6~7.8 之间。

## 七、植被

项目区属于中亚热带常绿阔叶针叶混交林。该区域原生植被多已被破坏，北部赤水河谷以常绿阔叶林为主，主要树种为油桐、乌桕、油茶、香樟等阔叶林，柏木、华山松等针叶林，马桑、黄荆、斑茅草等灌木草丛。中南部海拔 1000~1800m，以落叶阔叶、常绿阔叶混交林为主，主要树种为桦、响叶杨、泡桐、板栗、杉等，林下有杜鹃、茅栗、冬青、鼠李、蕨类等灌木草丛。南部海拔 1800m 以上地区以常绿针叶、落叶阔叶混交林为主，主要树种有华山松、云南松、青冈、大叶杨、栓皮栎等。林草覆盖率达到 36.49%。

## 八、水土流失重点防治区划分情况

根据《根据《贵州省水利厅关于印发贵州省水土流失重点预防区和重点治理区划分成果的通知》（黔水保[2015]82 号），本项目所在区域属于乌江中下游国家级水土流失重点治理区，土壤容许流失量为  $500\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 。因此本报告采用《开发建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2018）中西南岩溶区一级标准对项目建设区的水土保持治理作定量达标评价。

### 1.2 水土保持工作情况

#### 1.2.1 水土保持方案编报情况

根据《中华人民共和国水土保持法》和《开发建设项目水土保持方案编报审

批管理规定》等法律、法规的要求，2012年7月，贵州毕节市交通投资建设集团有限责任公司委托贵州省交通科学研究院编制《毕节至镇雄高速公路(贵州段)工程水土保持方案报告书》。2013年4月9日，贵州省水土保持监测站在贵阳组织召开了水土保持方案技术评审会。2013年7月2日，贵州省水利厅以“黔水保函〔2013〕126号”对该工程水土保持方案进行了批复。项目实际建设过程中，由于路线走向及弃渣场的位置、数量等相对于水利厅批复的水土保持方案发生了重大变更，建设单位于2018年5月委托贵州天保生态股份有限公司开展水土保持方案变更工作，2020年6月编制完成了《毕节至镇雄高速公路(贵州段)工程水土保持方案变更报告书》(送审稿)，2021年8月方案编制单位根据评审意见修改完成《毕节至镇雄高速公路(贵州段)工程水土保持方案变更报告书》(报批稿)并获贵州省水利厅批复(黔水保函[2021]164号)。

### 1.2.2 水土保持工作组织开展情况

建设单位在工程建设过程中高度重视水土保持工作，指定工程部全面负责落实工程建设过程中的水土保持工作，工程部详细地安排各单位工程的施工顺序，为项目建设的各单位开工做好准备，并为其连续快速施工做好周密安排。本项目建设过程中，水土保持措施由贵州桥梁建设集团有限责任公司负责施工。

2015年9月，建设单位委托贵州天保生态股份有限公司承担该项目水土保持监测工作。项目动工前、施工期的水土流失、防治效果及危害的监测记录与资料全部通过监测人员现场监测得出。

### 1.2.3 水土保持工程实施概况

监测结果显示，建设单位在建设过程中，各防治分区均采取了适宜的水土保持工程措施或植物措施，水土保持措施的总体布局较为合理，防治效果比较明显，有效地减少了项目建设过程中造成的水土流失，基本达到了《毕节至镇雄高速公路(贵州段)水土保持方案变更报告书》(报批稿)的设计要求。

截止2021年9月，项目建设区实施的水土保持措施如下：

工程措施：表土剥离 37.49 万 m<sup>3</sup>，覆土整治 126.08hm<sup>2</sup>，排水沟 16973.38m，

截水沟 18673m，边沟 11546m，急流槽 686m，改沟 240m，改河 220m，综合护坡 31.14hm<sup>2</sup>，衬砌拱护坡 29788.14m<sup>2</sup>，拱形骨架植草护坡 2404.27m<sup>3</sup>，锚杆框架植草护坡 2422.37m<sup>3</sup>，喷播植草灌 18082m<sup>2</sup>；

植物措施：中央隔离带绿化 3.67km，灌木护坡 80592m<sup>2</sup>，三维网植草护坡 17031m<sup>2</sup>，种植乔木 26453 株，种植灌木 100936 株，种植长春藤 8481 株，撒播草种 126hm<sup>2</sup>；

临时措施：临时覆盖8100m<sup>2</sup>，临时排水沟6880m。

## 1.3 监测工作实施情况

### 1.3.1 监测目的

(1) 施工建设过程中的水土流失进行适时监测和监控。了解项目建设中水土保持方案实施情况，掌握水土流失发生的时段、强度等情况，及时采取相应的防控措施。

(2) 为项目的水土流失预测和制定防治方案提供依据。积累水土流失预测的实测资料和数据，为确定预测参数、预测模型等服务。

(3) 为项目的水土保持专项验收提供依据。通过对项目建设全过程的监测说明施工、建设、生产运行中防治水土流失效果。

### 1.3.2 监测原则

(1) 全面调查与重点观测相结合。全面调查即对本项目水土流失防治责任范围进行核实，并对水土流失及其防治状况进行全面调查。在全面调查的基础上，确定水土流失及其防治效果监测的重点区域，并确定相应的观测方法。

(2) 定期调查和动态观测相结合。对水土流失防治分区、地形地貌、地面组成物质、植被种类、覆盖度等变化随主体工程总体布局与施工进度变化而变化，需通过定期调查获取。

对土壤侵蚀形式、降水量、径流量、泥沙量、工程实施进展与防治效果等因子，根据项目不同阶段地面变化情况，采用不同的观测方式进行动态观测。

(3) 调查、观测与巡查相结合。随着工程施工进度变化，场地水土流失存在的问题和隐患也在不断的变化。为了及时掌握各种可能出现的水土流失问题，

现场隐患。除了调查与观测外，必须进行不断的巡查，制定巡查计划和工作表格，现场填写表格，并定期向水行政主管部门和建设单位汇报和提出相应的处理意见。建设单位在当地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时效。

(4) 项目水土保持监测费用应纳入水土保持方案，建设期监测费用应由建设费列支，生产期的监测费用应由生产费用列支。

(5) 结合项目建设特点和新增水土流失预测结果，以项目弃渣场区、施工便道区、路基工程区、互通工程区和施工营地区作为监测重点；监测方法力求经济、适用和可操作；监测成果客观、及时、准确。

### 1.3.3 任务委托及监测工作组织

根据《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》、《水土保持生态环境监测网络管理办法》等法律法规的规定，开发建设单位和管理单位应设立专项监测设施对项目建设引起的水土流失状况进行监测，并定期向项目所在地水行政主管部门通报本单位水土流失防治工作的情况；工程竣工验收时应提交水土保持监测报告。为落实上述法律法规的规定，切实做好毕节至镇雄高速公路（贵州段）建设过程中的水土流失防治工作，保护项目区生态环境，贵州毕龙高速公路建设有限责任公司于2015年9月委托贵州天保生态股份有限公司承担毕节至镇雄高速公路（贵州段）水土保持监测工作。

接受委托之后，我公司即成立了毕节至镇雄高速公路（贵州段）水土保持监测项目部，负责该项目的水土保持监测工作。项目部成员共8名，工程师2名，助理工程师6名，具有水土保持监测上岗证书人员3名，专业涉及水土保持、水文水资源、林学等领域。

### 1.3.4 监测点布设

#### (一) 监测点布设原则

(1) 建设类项目监测设施按临时监测设施设置，具体数量根据具体项目及其要求确定。

(2) 监测设施应对开发建设类项目具有整体控制性，重点地段实施重点监测。

(3) 按照项目的实际情况，监测的目的，监测设施的使用状况可临时增加布设监测设施。

(4) 根据项目建设的实际情况可增设临时监测点，监测内容、方法与成果组织形式尽量与以上所提监测点的内容、方法与成果保持一致，有利于为项目监测服务。

(5) 每个监测点都应有较强的代表性，对所在水土流失类型区和监测重点要有代表意义，原地表与扰动地表具有一定的可比性，选择宜避免人为活动的干扰，交通方面，便于监测管理的场地。

(6) 各种观测场地应适当集中，不同的监测项目宜相互结合。

## (二) 监测点分布情况

根据已确定的水土流失监测范围及其分区，水土流失防治措施监测的重点地段和重点对象，并结合《方案（报批稿）》及实地调查得出在项目建设区内共布设监测点 23 个（处），布设情况具体如下：

(1) 路基工程区设置 3 个监测点，本区监测重点为路基挖方、填方区域排水、工程护坡的实施完成情况及植物措施的生长情况与管护情况。

(2) 互通工程区布设 2 个监测点，主要在青场互通、水箐互通，监测重点主要为扰动区域排水措施实施情况、植被恢复情况及开挖剩余土方利用情况。

(3) 弃土场区布设 10 个监测点，本区监测重点为弃渣场弃渣量、堆渣高度、挡渣墙、截排水措施的实施情况及后期弃渣场植被恢复过程中植被的生长情况。

(4) 桥涵工程区布设 2 个监测点，主要监测桥梁桩基开挖土石方利用情况、施工便道及其后期植被恢复情况。

(5) 施工生活区布设 2 个监测点，主要监测拌合站及砂石料堆放场后期覆

土绿化措施的实施情况。

(6) 施工便道区布设 4 个监测点，主要监测施工便道区域土石方开挖、回填以及废弃土石方利用及后期植被恢复情况。监测点分布情况详见表 1-2。

表 1-2 水土保监测点布设位置

序号	监测项目	数量	监测位置	
1	工程占地、扰动地表面积	无	工程征地范围、扰动地表范围	
2	降雨监测	无	利用项目区气象站资料	
3	地形地貌变化情况	1	全线路基、水管服务区	
4	植被生长状况监测样方	12	2#、4#、6#、7#、8#、11#、13#、14#弃渣场、水管互通至青场互通路基中央隔离带、施工便道、大寨隧道出口施工营地	
5	坡面水土流失量及其强度 (包括测桩、侵蚀沟样方)	4	挖方边坡	大寨隧道出口+450m
			填方边坡	鱼洞隧道入口-110m
			施工营地	锅庄隧道出口右侧施工生产生活区 1 处
			桥梁下方	青场特大桥 17#墩旁
6	边坡稳定情况	6	2#、4#、5#、9#、11#、15#弃渣场	
7	水土流失危害	不定点	场区内调查统计水土流失危害情况	
8	工程措施的运行情况	不定点	调查统计弃渣场、施工便道、互通工程区、服务区、隧道工程区及施工营地区拦挡、排水、覆土整治等工程措施的运行情况	
9	植物成活率、保存率	不定点	调查统计项目区水土保持植物措施面积及生长情况	

### 1.3.5 监测设施设备

根据确定的监测点分布及监测重点，对监测点的监测方法、设施进行典型设计。本工程水土保持监测设施以监测时段和监测分区的划分为基础，根据监测点布设的原则来布设。共布设监测点 23 个，主要为调查的方法。主要的监测设施设备如下：手持水准仪 1 台、GPS 仪 2 套、皮尺 1 具、钢尺 1 具、数码相机 2 部、激光测距仪 1 台、罗盘仪 1 台。

### 1.3.6 监测技术方法

依据《水土保持监测技术规程》，结合《方案（报批稿）》和项目区的实际

情况，确定本项目采用调查的方法对各项指标实施监测。植物措施实施区采用植物样方调查其植被状况。选择有代表性的植物样方分乔、灌、草三层调查，测量相关指标。

### **1.3.7 监测成果提交情况**

2015年9月贵州毕龙高速公路建设有限责任公司委托贵州天保生态股份有限公司承担毕节至镇雄高速公路（贵州段）的水土保持监测工作，贵州天保生态股份有限公司于2015年9月编制完成了《毕节至镇雄高速公路（贵州段）水土保持监测实施方案》，根据《监测实施方案》，多次对项目建设区实施了全面的监测，并于2021年9月编制完成了《毕节至镇雄高速公路（贵州段）水土保持监测总结报告》。

## 2 监测内容与方法及过程

### 2.1 监测内容

本项目水土保持监测主要包括施工全过程各阶段扰动土地情况、水土流失状况、防治成效及水土流失危害等方面。

#### 2.1.1 扰动土地监测

在开发建设过程中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,扰动地表水土保持监测内容主要有项目建设永久占地和临时占地,永久扰动地表植被面积,永久和临时弃渣量积极变化等情况。

#### 2.1.2 防治责任范围监测

水土流失防治责任范围包括项目建设区。项目建设区分为永久征占地和临时占地,永久征占地面积和临时占地面积均在本项目水土保持监测工程开展时确定,故没有防治责任范围动态监测内容。

##### 1) 永久占地

永久占地是工程建设单位为工程建设永久征地区域,水土保持监测过程中复核工程建设是否在红线范围内施工。

##### 2) 临时占地

复核临时占地使用情况及扰动面积情况,是否合法租用,租用后是否恢复原地貌状况及原土地使用功能状况,临时性占地面积有否超范围使用。

#### 2.1.3 取土(石、料)弃土(石、渣)监测

主要监测土石方开挖、回填利用情况,以及土石方堆放于弃渣场后弃渣场设置的挡渣墙、截水沟、排水沟、排洪沟等措施和拦渣率。

#### 2.1.4 水土流失防治监测

水土流失防治监测主要是运行期开展监测工作,监测内容主要包括水土流失状况监测、水土保持措施防治效果监测和水土流失危害监测。水土流失防治监测主

要包括水土流失状况监测、水土保持措施防治效果监测和水土流失危害监测。

#### (1) 水土流失状况监测

主要监测项目建设区内土壤侵蚀类型及形式、水土流失面积。根据本项目所在地区实际情况，土壤侵蚀的类型主要为水力侵蚀及重力侵蚀，其中，水力侵蚀形式分为沟蚀和面蚀。此外，对监测内容还包括水土流失面积的监测。

A 水力侵蚀：面蚀-降雨和地表径流使坡地表土比较均匀剥蚀的一种水力侵蚀包括溅蚀、片蚀和细沟侵蚀。沟蚀-坡面径流冲刷土壤或土体，并切割陆地地表形成沟道的过程，又称线状侵蚀或沟状侵蚀。

B 重力侵蚀：坡地表层土石物质，主要由于受到重力作用，失去平衡，发生位移和堆积的现象，称为重力侵蚀。

C 水土流失面积：除微度侵蚀外，其他强度的侵蚀面积统称为水土流失面积。

运行期的水土流失状况监测的重点主要是场内道路开挖回填边坡、风机平台开挖回填边坡的拦挡、道路排水及裸露地表植被恢复。

#### (2) 运行期水土保持措施防治效果监测

A 水土保持防治措施（工程措施和植物措施）的数量和质量；

B 工程防护措施的稳定性、完好程度和运行情况；

C 林草的生长发育情况（树高、乔木胸径、灌木冠幅）、成活率、保存率、抗性及植被覆盖率；

D 各种已实施的水土保持措施的拦沙（渣）保土效果监测，包括挖方、填方数量及面积、弃土、弃石、弃渣量及堆放面积；控制土壤流失量、提高拦渣率、改善生态环境的作用等。

E 防治目标监测，监测各个防治目标的达标情况。

F 监督、管理措施的落实情况

运行期水土保持措施防治效果的监测是针对整个项目的全部区域开展的。

#### (3) 水土流失危害监测

A 对周边或下游河道、天然排水通道的影响情况：监测水土流失是否流入项目建设区周边或下游河道、天然排水通道，是否对其产生严重危害等影响。

B 对周边影响情况：根据项目实际情况，监测项目建设是否对周边产生影响或危害。

C 其他水土流失危害：除上述几类危害外，监测项目建设是否还造成了其他

的水土流失危害。

水土流失危害监测是针对整个项目的全部区域开展的，主要包括：

A 项目建设造成水土流失对周边农田、河流、水库、乡村道路及植被的危害；

B 项目建设造成水土流失对周边居民造成的影响状况；

C 项目建设造成水土流失危害趋势及可能发生灾害现象；

D 项目建设造成水土流失对区域生态环境影响状况；

E 项目建设过程重大水土流失事件监测。

### 2.1.5 土壤流失量监测

土壤流失量监测主要包括水土流失面积监测、土壤流失量监测、场内潜在土壤流失量监测、水土流失危害监测，运行期重点监测区域是场内道路开挖回填边坡、风机平台开挖回填边坡的拦挡、道路排水及裸露地表植被恢复的水土流失危害监测。各监测时段监测内容详见表 2-1。

**表 2-1 项目各监测时段监测内容**

监测时段	监测分区	监测内容		
施工期	整个项目建设区	防治责任范围监测	复核项目建设区实际面积	
			项目建设期间防治责任范围变化情况	
		弃土弃渣动态监测	监测弃渣量、岩土类型、弃土弃渣堆放情况（面积、堆渣高度、坡长、坡度、堆渣量等）、防护措施进展情况及拦渣率	
			水土流失防治动态监测	土壤侵蚀类型及形式
		水土流失面积		
		实施的水土保持措施数量及质量		
		水土保持措施完好性、运行情况		
		防治要求及管理措施实施情况监测		
		对周边河道及水利设施的影响情况		
		施工期土壤流失量动态监测	造成的其他水土流失危害	
			项目建设过程中项目区的地形地貌、气象、土壤、植被、水文、社会经济因子进行调查	
土壤侵蚀强度				
土壤侵蚀模数				
	重大水土流失事件动态监测	土壤侵蚀量		
水土保持措施运行初期（林草植被恢复）	整个项目建设区	水土保持措施防治效果	及时反映重大水土流失事件，并上报监测管理机构	
			实施的水土保持措施数量及质量	
			水土保持措施完好性、运行情况	
			林草的生长发育情况	
			各种已实施的措施的拦沙（渣）保土效果	
	防治目标监测			
临时占地区	土壤流失量动态监测	监督、管理措施的落实情况		
		土壤侵蚀强度、土壤侵蚀模数及土壤侵蚀量		
	水土流失状况监测	对水土流失状况的监测实施情况及效果的监测		
	水土保持措施防治效果	防治措施实施情况及效果的监测		

## 2.2 监测方法

本项目水土保持监测工作主要采用了卫星遥感监测、无人机遥感监测、地面观测、实地调查量测的检测方法，并在监测过程中综合利用上述方法形成掌握项目建设区水土流失及防治状况的监测体系。

### 2.2.1 实地调查量测

实地调查量测是指定期采取全面调查的方式，通过现场实地勘测，采用 GPS 定位仪结合地形图、数码相机、测距仪、尺子等工具，测定不同分区的的地表扰动类型和不同类型的面积。填表记录每个扰动类型区的基本特征（特别是堆渣）及水土保持措施（拦挡工程、护坡工程和土地整治工程等）实施情况。

#### (1) 面积监测

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

#### (2) 植被监测

植被监测主要是选取有代表性的地块作为标准地，标准地的面积为投影面积，要求乔木林 20m×20m、灌木林 5m×5m、草地 2m×2m。分别取标准地进行观测并计算林地郁闭度、草地盖度和类型区林草覆盖度。植被监测主要是在运行期开展监测工作，针对整个项目的全部区域进行监测。

#### (3) 水土流失因子

水土流失因子监测是在施工期和运行期开展监测工作。

对于项目建设区的地形地貌因子、气象因子、植被因子、水文因子、原土地利用情况、社会因子及经济因子，在现场实地踏勘的基础上查阅相关资料、询问、对照《贵州毕龙高速公路建设有限责任公司(兼并重组)水土保持方案报告书(报批稿)》等形式获取。

对于土壤因子的监测指标有：土壤类型、地面组成物质、土壤容重、土壤抗蚀性，具体监测方法如下：

A 土壤类型及地面组成物质识别：监测工作鉴别土壤质地时常在野外进行，因此必须掌握一定的野外鉴别土壤质地的方法及标准。

B 土壤含水率测定：用铝盒在剖面上取三个土样，带回室内称得湿土重，然后在 105 度烘箱中烘 8 小时至恒重，称得干土重，用下列公式计算土壤含水率。

$$\text{土壤含水率} = \frac{\text{湿土重} - \text{干土重}}{\text{干土重}} \times 100\%$$

C 孔隙度、容重测定：用环刀法在土壤剖面上取土，带回室内称重，在进行浸泡后，计算土壤的毛管孔隙度、非毛管孔隙度、总孔隙度、田间持水量和容重。

D 土壤抗蚀性测定：土壤抗蚀性指单位面积上表土层抵抗水力冲刷的能力，值越大抵抗能力越强，值越小抵抗能力越弱。土壤抗性指标采用土壤袖珍剪力仪现场测定。

水土流失因子监测中的地形地貌因子、气象因子、植被因子、水文因子、原土地利用情况、社会因子及经济因子是针对全区开展的；土壤因子的监测是根据实际需要，在项目的不同区域选取有代表性的土样进行测算，确定不同扰动类型下的土壤其土壤侵蚀强度及侵蚀量的关系。

#### (4) 水土流失防治动态监测

水土流失防治动态监测主要是在施工期和运行期开展监测工作。

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

B 水土保持措施防治效果：包括防治措施的数量与质量。本项目整个项目建设区水土保持措施的数量主要由业主及施工单位提供，项目的施工质量主要由监理单位确定。

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

C 防护工程的稳定性、完好程度和运行情况：本项目的防护工程主要指挡土墙、护坡、排水沟等工程，工程的施工质量主要由监理单位确定，监测时主要查看其是否存在损害或砼裂缝、挡墙断裂或沉降等不稳定情况出现，做出定性描述。

D 水土流失防治要求及水土保持管理措施实施情况监测：主要采用实地调查、问询、收集水土保持大事记、收集业主针对水土保持相关政策等方式获得。

E 林草植被恢复：包括水土流失状况监测和林草措施防治效果监测。

## 2.2.2 卫星及无人机遥感监测

利用卫星拍摄的真彩或假彩遥感影像，通过人工解译，明确项目建设各区域的地表扰动情况，各区域建设的动态监测。

## 2.2.3 地面观测

通过采用土壤侵蚀量标桩定位法观测土壤侵蚀模数。利用治理后的土壤侵蚀模数与未治理区域的土壤侵蚀模数对比分析。使用钢钎、水泥桩、竹木棍等材料制作成标桩，标记刻度，布设在项目区内土壤侵蚀典型地段，通过标桩量测该地段的土壤侵蚀或泥沙淤积强度。

## 2.3 监测过程

### 1) 2016 年

2015 年 9 月，我公司与贵州毕龙高速公路建设有限责任公司签订水土保持监测合同，并成立监测组，并收集工程相关资料。2016 年 1 月至 2016 年 12 月，共进行现场监测 6 次，分别为 1 月、4 月、7 月、8 月、9 月、12 月底进行，期间共布置监测点 11 个，完成监测季报 4 份，出具现场整改建议 4 份。

### 2) 2017 年

2017 年 1 月至 2017 年 12 月，共进行现场监测 5 次，分别为 1 月、4 月、7 月、9 月、12 月底进行，期间共布置监测点 5 个（不包含上一年度设置的 11 个监测点），完成监测季报 4 份，出具现场整改建议 4 份。

### 3) 2018 年

2018 年 1 月至 2018 年 12 月，共进行现场监测 4 次，分别为每季度结束后进行，期间完成监测季报 4 份，出具现场整改建议 2 份。

### 4) 2019 年

2019 年 1 月至 2019 年 12 月，共进行现场监测 4 次，分别为每季度结束后进行，期间完成监测季报 4 份，出具现场整改建议 1 份。

### 5) 2020 年

2020 年 1 月至 2021 年 9 月，共进行现场监测 4 次，分别为每季度底进行，期间完成监测季报 4 份，出具现场整改建议 2 份。

截止 2020 年 12 月为止，我单位会同水土保持验收报告编制单位工作人员一起，出现场 4 次，主要核查工程现场水土保持措施的完善情况，重点就弃渣场、

施工便道、施工营地、路基工程区及沿线设施区的拦挡、排水、植被恢复的完善工作进行全面复核。

2021年9月，我单位监测组汇总、分析相关资料，完成了《毕节至镇雄高速公路（贵州段）水土保持监测总结报告》

监测过程中的部分影像资料如下：



监测小组成员对扰动土地面积进行监测



监测小组成员对扰动土地面积进行监测



监测小组成员对扰动土地面积进行监测



监测小组成员设置监测点



监测小组成员设置监测点



巡查调查弃渣场水土措施实施情况



巡查调查弃渣场水土措施实施情况



调查弃渣场覆土整治实施情况



调查施工营地植被恢复情况



调查弃渣场植被恢复情况



调查隧道口及中央隔离带植被恢复情况

### 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

###### 一、方案设计的水土保持防治责任范围

根据贵州省水利厅批复的《毕节至镇雄高速公路（贵州段）水土保持变更方案》，本项目水土流失防治责任范围为 329.97hm<sup>2</sup>，其中永久占地 221.46hm<sup>2</sup>，临时占地 108.52hm<sup>2</sup>。详细的水土流失防治责任范围详见表 3-1。

表 3-1 水土保持变更方案设计水土流失防治责任范围表

序号	工程区	征占地面积 (hm <sup>2</sup> )		
		小计	永久	临时
1	路基工程区	94.55	94.55	
2	桥涵工程区	22.66	22.66	
3	隧道工程区	1.90	1.90	
4	互通工程区	92.62	92.62	
5	沿线设施区	9.72	9.72	
6	施工便道区	49.32		49.32
7	施工营地	15.00		15.00
8	弃渣场区	44.20		44.20
合计		329.97	221.45	108.52

###### 二、实际监测期间的防治责任范围

根据《开发建设项目水土保持方案技术规范》（SL204-98）的有关规定，结合业主提供的项目建设区实测图，经监测人员进行现场复核，项目建设区实际水土流失防治责任范围面积为 329.97hm<sup>2</sup>，其中项目建设区实际征占地面积 329.97hm<sup>2</sup>。水土流失防治责任范围变化情况如下：

###### (1) 路基工程区

项目路基长度 14.489km，占线路长度的 39.15%。断面具体布置为：0.75 米（土路肩）+2.50 米（硬路肩）+2×3.75 米（行车道）+0.5 米（路缘带）+2.0 米（中央

分隔带)+0.5米(路缘带)+2×3.75米(行车道)+2.50米(硬路肩)+0.75米(土路肩)。整体式路基宽度24.5m,分离式路基宽度12.25m。路基工程用地94.55hm<sup>2</sup>。

#### (2) 桥涵工程区

全线共设桥梁9877.6米/20座,其中特大桥4875.9米/3座,大桥4752.4米/14座,中桥249.3米/3座,涵洞12道。项目桥梁占路线总长的26.69%,桥梁工程用地22.66hm<sup>2</sup>。

#### (3) 隧道工程区

全线布设隧道12645米/9座(单幅),隧道占路线总长的34.16%。其中:特长隧道3984米/1座、长隧道6944米/4座、中隧道1367米/2座、短隧道442米/2座。隧道建筑限界净宽:10.25m,建筑限界净高:5.0m。隧道工程用地1.90hm<sup>2</sup>。

#### (4) 沿线设施区

根据主体设计资料,结合现场实际,本项目全线设置服务区1处(水箐),路段管理分中心1处(与水箐互通收费站合并设置),养护工区1处(与省界主线收费站合建)、隧道管理所1处(与水箐服务区合建),工程占地面积9.72公顷。

#### (5) 施工营地区

经现场调查,本项目共计10处施工营地,其中7处(10.16hm<sup>2</sup>)已硬化并移交当地政府作他用,剩余3处(4.84hm<sup>2</sup>)施工营地已撒草恢复植被。施工营地区防治责任范围为15hm<sup>2</sup>。

#### (6) 施工便道区

根据施工图设计资料并结合实际建设情况,该项目施工便道占地包括弃渣场、施工营地和路基工程等区域的便道占地。全线施工便道为16条,其中新建31.8km,利用地方道路33.1km,共计占地49.32hm<sup>2</sup>。

#### (7) 互通工程区

根据施工图设计资料并结合实际建设情况，全线在清丰、新房、水箐、青场设置互通式立交4处，其中，清丰、新房互通立交为枢纽互通式立交，水箐、青场互通立交采用单喇叭方案。同步建设互通立交连接线3.536km，其中，清丰枢纽互通至毕节连接线1.317km，水箐互通立交连接线0.859km，青场互通立交连接线1.360km。采用三级公路标准建设，设计速度40km/h，路基宽度8.5m。共计占地面积92.62hm<sup>2</sup>。

#### (8) 弃渣场区

根据《两阶段施工图设计》、驻地办实地勘测并结合现场实际复核情况，本项目实际使用15处弃渣场，占地面积为44.20hm<sup>2</sup>，设计库容为554.12万m<sup>3</sup>，实际堆渣量为308.97万m<sup>3</sup>（折合松方460.60万m<sup>3</sup>），已于2017年全部堆渣完毕。弃渣场区占地面积44.20hm<sup>2</sup>。

表3-2 监测认定的水土流失防治责任范围表

序号	工程区	征占地面积 (hm <sup>2</sup> )		
		小计	永久	临时
1	路基工程区	94.55	94.55	
2	桥涵工程区	22.66	22.66	
3	隧道工程区	1.90	1.90	
4	互通工程区	92.62	92.62	
5	沿线设施区	9.72	9.72	
6	施工便道区	49.32		49.32
7	施工营地	15.00		15.00
8	弃渣场区	44.20		44.20
合计		329.97	221.45	108.52

### 3.1.2 建设期扰动土地面积

本项目在建设过程中扰动地表方式主要为场地平整、修建道路以及修建附属设施时破坏地表植被和土壤；扰动地表区域主要分布在路基工程区、互通工程区、桥涵工程区、弃渣场区、施工便道区、沿线设施区和施工营地区，通过对项目的

监测调查统计，项目建设区实际占地面积为 329.97hm<sup>2</sup>，项目建设过程中，扰动土地面积为 329.97hm<sup>2</sup>。

## 3.2 取料监测结果

根据现场调查，本项目建设过程中未使用取料场，故没有取土（石）情况的监测资料。

## 3.3 弃土监测结果

### 3.3.1 设计弃渣情况

根据《毕节至镇雄高速公路（贵州段）水土保持方案变更报告书》及施工图设计资料，并结合现场实际弃渣情况，本项目建设共开挖土石方量 819.08 万 m<sup>3</sup>（其中表土剥离 37.49 万 m<sup>3</sup>，土方 274.29 万 m<sup>3</sup>，石方 504.52 万 m<sup>3</sup>，建筑垃圾 2.78 万 m<sup>3</sup>），总填方量 510.11 万 m<sup>3</sup>（其中表土回覆 37.49 万 m<sup>3</sup>，土方 213.68 万 m<sup>3</sup>，石方 258.94 万 m<sup>3</sup>），废弃方量 308.97 万 m<sup>3</sup>（其中土方 60.61 万 m<sup>3</sup>，石方 245.58 万 m<sup>3</sup>，建筑垃圾 2.78 万 m<sup>3</sup>），土方松散系数 1.33，石方松散系数 1.53，折合松方为 460.60 万 m<sup>3</sup>。

### 3.3.2 弃渣场位置、占地面积及弃渣量监测结果

根据施工图设计资料，并结合现场实际土石方开挖回填情况，本项目建设共开挖土石方量 819.08 万 m<sup>3</sup>（其中表土剥离 37.49 万 m<sup>3</sup>，土方 274.29 万 m<sup>3</sup>，石方 504.52 万 m<sup>3</sup>，建筑垃圾 2.78 万 m<sup>3</sup>），总填方量 510.11 万 m<sup>3</sup>（其中表土回覆 37.49 万 m<sup>3</sup>，土方 213.68 万 m<sup>3</sup>，石方 258.94 万 m<sup>3</sup>），废弃方量 308.97 万 m<sup>3</sup>（其中土方 60.61 万 m<sup>3</sup>，石方 245.58 万 m<sup>3</sup>，建筑垃圾 2.78 万 m<sup>3</sup>），土方松散系数 1.33，石方松散系数 1.53，折合松方为 460.60 万 m<sup>3</sup>，已于 2017 年全部运往水土保持方案变更报告书指定的 15 处弃渣场进行堆放。

表 3-3 弃渣场特性表

渣场编号	桩号	位置	经纬度	占地面 积 (hm <sup>2</sup> )	渣场 类型	弃渣数量	
						自然	松方
Z1	K0+00	毕	E: 105°12'53"N: 27°14'50"	2.15	平	9.15	14.00
Z2	K1+00	右	E: 105°13'32"N: 27°15'9"	3.06	坡	27.32	41.80
Z3	K2+70	新	E: 105°13'55"N: 27°16'5"	6.32	平	48.56	74.30
Z4	K1+65	左	E: 105°12'57"N: 27°15'55"	2.80	沟	17.39	26.60
Z5	K6+30	大	E: 105°12'45.24"N:	3.28	坡	22.35	34.20
Z6	K6+50	大	E: 105°12'25"N: 27°18'23"	1.12	沟	8.50	13.00
Z7	K7+30	右	E: 105°12'18"N: 27°18'52"	1.43	沟	5.88	9.00
Z8	K8+10	右	E: 105°12'5"N: 27°19'12"	2.91	沟	24.31	37.20
Z9	K11+4	左	E: 105°10'13"N: 27°20'4"	1.81	坡	14.38	22.00
Z1	K14+0	左	E: 105°8'57"N: 27°20'52"	5.41	沟	42.96	53.60
Z1	K14+6	左	E: 105°8'45"N: 27°21'11"	6.14	沟	32.09	49.10
Z1	K16+8	两	E: 105°8'34"N: 27°22'18"	2.41	临	14.38	22.00
Z1	K18+6	右	E: 105°7'36"N: 27°22'26"	1.61	沟	15.56	23.80
Z1	K21+1	左	E: 105°6'6"N: 27°21'59"	2.30	沟	22.22	34.00
Z1	K25+5	左	E: 105°3'47"N: 27°22'33"	1.45	临	3.92	6.00
				44.2		308.9	460.6

### 3.4 土石方流向情况监测结果

表 3-4 土石方平衡表

组成	开挖			回填			借方	废弃		
	合计	土方	石方	合计	土方	石方	石方	合计	土方	石方
T1 合同段主线	239142	83700	155442	337108	29424	307684		-97966	54276	-152242
清丰互通	566923	230873	336050	72296	41550	30746		494627	189323	305304
新房互通	809726	412298	397428	103505	24207	79298		706221	388091	318130
小计	1615791	726871	888920	512909	95181	417728		1102882	631690	471192
T2 合同段主线	2225680	778988	1446692	961463	71991	889472		1264217	706997	557220
水箐服务区	1764517	617580	1146937	386167	121104	265063		1378350	496476	881874
水箐互通	1214221	424977	789244	574556	574556			639665	-149579	789244
小计	5204418	1821545	3382873	1922186	767651	1154535		3282232	1053894	2228338
T3 合同段主线	1076070	376624	699446	1291072	768616	522456	161100	-53902	-391992	338090
青场互通	3490	2100	1390	716863	395515	321348	59115	-654258	-393415	-260843
小计	1079560	378724	700836	2007935	1164131	843804	220215	-708160	-785407	77247
合计	7899769	2927140	4972629	4443030	2026963	2416067	220215	3676954	900177	2776777

## 4 水土流失防治措施监测结果

根据建设单位、监理单位提供资料及我公司技术人员现场复核，综合主体工程设计中具有水土保持功能工程项目的建设，毕节至镇雄高速公路（贵州段）建立了以水土保持工程措施和植物措施相结合的生态恢复体系，最大限度地减少水土流失量。项目在建设期间，充分顺应地形，分台阶布置，有效减少了项目场平期间的土石方开挖量；项目区设置有排水沟、截水沟、挡渣墙、排洪沟、工程护坡、土地整治、覆土绿化等措施，既能保障工程的安全性，又对水土保持工作起到了积极有效的作用；

项目水土保持工程措施量根据主体监理资料为主要依据；林草措施以《毕节至镇雄高速公路（贵州段）绿化工程量清单》等资料为主要依据，在此基础上进行现场调查复核相关工程布置及工程量，分析整理获得相关数据。

### 4.1 工程措施监测结果

根据年度监测报告、现场调查以及结合《毕节至镇雄高速公路（贵州段）结算报告》，截至 2021 年 9 月，项目建设区已经实施的水土保持工程措施主要有：表土剥离 37.49 万  $m^3$ ，覆土整治 126.08 $hm^2$ ，排水沟 16973.38m，截水沟 18673m，边沟 11546m，急流槽 686m，改沟 240m，改河 220m，综合护坡 31.14 $hm^2$ ，衬砌拱护坡 29788.14 $m^2$ ，拱形骨架植草护坡 2404.27 $m^3$ ，锚杆框架植草护坡 2422.37 $m^3$ ，喷播植草灌 18082 $m^2$ 。

### 4.2 植物措施监测结果

根据年度监测报告、现场调查以及结合《贵州毕节至镇雄高速公路（贵州段）绿化工程量清单》，截至 2021 年 9 月，本项目实施的植物措施有：中央隔离带绿化 3.67km，灌木护坡 80592 $m^2$ ，三维网植草护坡 17031 $m^2$ ，种植乔木 26453 株，种植灌木 100936 株，种植长春藤 8481 株，撒播草种 126 $hm^2$ 。

### 4.3 临时防护措施监测结果

根据年度监测报告、现场调查以及结合建设单位提供的《毕节至镇雄高速公路（贵州段）结算报告》，截止 2021 年 9 月，项目建设区实施的临时措施有：临时覆盖 8100m<sup>2</sup>，临时排水沟 6880m。

### 4.4 水土保持措施防治效果

项目在建设过程中以《方案（报批稿）》为依据，将重点治理和综合防治、植被恢复与工程防护、防治水土流失与治理土壤侵蚀和提高土地生产力有机结合起来，统筹安排各类水土保持措施，以工程措施为先导，发挥其速效性和控制性；加强点、线、面林草建设，改善和恢复水土流失防治责任范围内的生态环境，发挥项目区生态自我恢复能力和生物措施的后效性，促进建设区可持续发展，形成较为完整的水土流失防治体系。

## 5 土壤流失情况监测

### 5.1 水土流失面积

本项目主体建设工期为 2016 年 3 月至 2017 年 9 月，总工期为 19 个月；水土保持工期为 2016 年 3 月至 2018 年 10 月，2020 年 3 月至 2021 年 9 月，总工期为 42 个月。根据监测结果，项目建设区实际占地面积为 329.97hm<sup>2</sup>，已全部扰动。建设期水土流失面积为 329.97hm<sup>2</sup>，试运行期水土流失面积 126.4hm<sup>2</sup>。详见表 5-1。

表 5-1 项目建设区水土流失面积表 单位：hm<sup>2</sup>

防治分区	扰动地表面积 (hm <sup>2</sup> )	水土保持措施面 积(hm <sup>2</sup> )	建筑物及场地道 路(hm <sup>2</sup> )	水土流失面积 (hm <sup>2</sup> )
路基工程区	94.55	38.52	56.03	32.26
桥涵工程区	22.66	5.31	17.35	5.31
隧道工程区	1.9	1.01	0.89	0.93
互通工程区	92.62	23.73	68.89	19.86
沿线设施区	9.72	2.82	6.9	2.70
施工便道区	49.32	25.29	24.03	20.10
施工营地	15	4.84	10.16	4.84
弃渣场区	44.2	44.20	0	40.40
合计	329.97	145.72	184.25	126.4

### 5.2 土壤流失量

#### 5.2.1 原地貌土壤流失量

根据贵州天保生态股份有限公司提交的《毕节至镇雄高速公路（贵州段）水土保持方案变更报告书》（报批稿），工程所在地属于西南土石山区，项目监测

开始时，本项目尚未开工建设，因此，原地貌土壤流失量直接应用水土保持方案报告书计算结果。根据水土保持方案计算结果，项目建设区年均原地表土壤侵蚀模数为2417t/(km<sup>2</sup>·a)，年均土壤侵蚀量15228t。

### 5.2.2 建设期土壤流失量

项目建设区扰动地表区域通过建立遥感数据解译标志、从遥感数据上提取该区域林草覆盖度结合项目建设区地形图综合分析，参照《土壤侵蚀分级分类标准》(SL190-2007)的土壤侵蚀强度分级标准(表5-2)和面蚀分级指标(表5-3)等规定，确定水土流失等级。

表 5-2 土壤侵蚀强度分级标准表

侵蚀级别	平均侵蚀模数 t/(Km <sup>2</sup> ·a)	平均流失厚度 (mm/a)
微度侵蚀	<500	<0.37
轻度侵蚀	500-2500	0.37-1.9
中度侵蚀	2500-5000	1.9-3.7
强烈侵蚀	5000-8000	3.7-5.9
极强烈侵蚀	8000-15000	5.9-11.1
剧烈侵蚀	>15000	>11.1

表 5-3 面蚀分级指标表

地面坡度		5°-8°	8°-15°	15°-25°	25°-35°	>35°
非耕地 林草覆盖度 (%)	60-75	度				
	45-60	轻	度		强	烈
	30-45	中		强	烈	极强烈
	<30	强烈		极强烈	剧	烈
坡耕地		轻度	中度			

主体工程建设期自2016年3月至2017年9月，根据监测结果显示，项目开展水土保持监测期间，项目建设区扰动地表面积为329.97hm<sup>2</sup>，扰动区域平均土壤侵蚀模数5403.96t/km<sup>2</sup>·a，扰动地表水土流失总量为28532.89t。扰动地表土壤流失量详见表5-4。

表 5-4 项目建设期土壤流失量计算表

防治分区	扰动面积	监测时段	强度级别	土壤侵蚀面积 (hm <sup>2</sup> )	土壤侵蚀模数 t/(km <sup>2</sup> ·a)	土壤流失量 (t)
一级分区	(hm <sup>2</sup> )					
路基工程区	94.55	2016.3-2017.9	剧烈	94.55	5800	8774.24
桥涵工程区	22.66	2016.3-2017.9	剧烈	22.66	5200	1885.312
隧道工程区	1.9	2016.3-2017.9	中度	1.9	4800	145.92
互通工程区	92.62	2016.3-2017.9	剧烈	92.62	5800	8595.136
沿线设施区	9.72	2016.3-2017.9	中度	9.72	4900	762.05
施工便道区	49.32	2016.3-2017.9	剧烈	49.32	5600	4419.072
施工营地	15	2016.3-2017.9	轻度	15	850	204
弃渣场区	44.20	2016.3-2017.9	剧烈	44.2	5300	3748.16
合计	329.97		剧烈	329.97	5403.96	28532.89

### 5.2.3 试运行期土壤流失量

主体工程于 2017 年 9 月建设完工进入试运行期，根据监测结果显示，项目开展水土保持监测期间，项目建设区已扰动地表面积为 329.97hm<sup>2</sup>，平均土壤侵蚀模数 362.81t/km<sup>2</sup>·a，试运行期土壤流失量为 2693.61t。试运行期土壤流失量详见表 5-5。

表 5-5 项目试运行期土壤流失量计算表

防治分区	扰动面积	监测时段	强度级别	土壤侵蚀面积 (hm <sup>2</sup> )	土壤侵蚀模数 t/(km <sup>2</sup> ·a)	土壤流失量 (t)
一级分区	(hm <sup>2</sup> )					
路基工程区	94.55	2017.10~2020.12	微度	94.55	50	106.37
桥涵工程区	22.66	2017.10~2020.12	微度	22.66	492	250.85
隧道工程区	1.9	2017.10~2020.12	轻度	1.9	560	23.94
互通工程区	92.62	2017.10~2020.12	微度	92.62	480	1000.30
沿线设施区	9.72	2017.10~2020.12	微度	9.72	330	72.17
施工便道区	49.32	2017.10~2020.12	微度	49.32	620	688.01

施工营地	15	2017.10~2020.12	微度	15	280	94.50
弃渣场区	44.20	2017.10~2020.12	微度	44.2	460	457.47
合计	329.97		微度	329.97	362.81	2693.61

### 5.3 取土（石、料）弃土（石、渣）潜在土壤流失量

根据监测结果显示，本项目在建设过程中，涉及土料通过土建施工前剥离堆存的表土资源进行利用，石料通过外购解决，因此，不存在取土（石、料）场潜在土壤流失量。

根据施工图设计资料与项目交工验收证书，并结合现场实际土石方开挖回填情况，本项目建设共开挖土石方量819.08万m<sup>3</sup>（其中表土剥离37.49万m<sup>3</sup>，土方274.29万m<sup>3</sup>，石方504.52万m<sup>3</sup>，建筑垃圾2.78万m<sup>3</sup>），总填方量510.11万m<sup>3</sup>（其中表土回覆37.49万m<sup>3</sup>，土方213.68万m<sup>3</sup>，石方258.94万m<sup>3</sup>），废弃方量308.97万m<sup>3</sup>（其中土方60.61万m<sup>3</sup>，石方245.58万m<sup>3</sup>，建筑垃圾2.78万m<sup>3</sup>），土方松散系数1.33，石方松散系数1.53，折合松方为460.60万m<sup>3</sup>，已于2017年全部运往变更方案设计的15处弃渣场堆渣完毕。目前弃渣场已采取了拦挡、排水及覆土绿化等措施进行治理，但植物措施（面积40.40hm<sup>2</sup>）区域仍然存在一定的土壤流失量，目前该区域的土壤侵蚀模数为460t/（km<sup>2</sup>·a），年均土壤流失量约为185.84t。

### 5.4 水土流失危害

根据现场调查，本项目在建设过程中，实施了完善的水土流失危害防治措施及应急预案，通过监测人员对项目建设区造成的水土流失对周边农田、乡村道路及植被的危害调查、对周边民房、居民造成的影响状况、水土流失危害趋势以及可能发生灾害现象、造成水土流失对区域生态环境影响状况等的现场调查结果显示，本项目建设期间没有水土流失危害事件的发生。

## 6 水土流失防治效果监测结果

根据调查，本项目已经于 2020 年 12 月全部建设完工，项目运行期间，主要进行场内水土保持工程措施的完善工作，未产生水土流失事件。

根据调查结果显示，项目建设区实际征占地面积为 329.97hm<sup>2</sup>，项目建设过程中，扰动土地面积为 329.97hm<sup>2</sup>，因此，本项目六项指标值计算采用扰动地表占地面积 329.97hm<sup>2</sup> 进行计算。

### 6.1 水土流失总治理度

水土流失治理度——项目水土流失防治责任范围内水土流失治理达标面积占水土流失总面积的百分比，即：

$$\text{水土流失总治理度} = \frac{\text{水土保持防治措施面积}}{\text{造成水土流失面积}} = \frac{329.92}{329.97} \times 100\% = 99.98\%$$

项目建设区水土流失面积为 329.97hm<sup>2</sup>，措施后治理水土流失的面积为 329.92hm<sup>2</sup>（其中：工程措施面积 19.34hm<sup>2</sup>，植物措施面积 126.40hm<sup>2</sup>，永久建筑物硬化面积 184.18hm<sup>2</sup>），经计算得水土流失总治理度为 99.98%。

### 6.2 土壤流失控制比

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，即：

$$\text{土壤流失控制比} = \frac{\text{容许土壤流失量}}{\text{治理后平均土壤流失量}} = \frac{500}{362.81} = 1.38 > 1.0$$

土壤容许侵蚀模数为 500t/(km<sup>2</sup>·a)；工程各建设区大部分地表已硬化和绿化，水土流失基本得到了控制，经分析计算，得出项目区治理后土壤侵蚀模数为 362.81t/(km<sup>2</sup>·a)。

### 6.3 渣土防护率

渣土防护率——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。

$$\text{渣土保护率} = \frac{\text{实际挡护临时堆土数量}}{\text{临时堆土数量}} = \frac{776.92}{819.08} = 94.85\%$$

项目水土流失防治责任范围内采取措施实际挡护的弃渣数量 776.92 万 m<sup>3</sup>，临时堆渣总量 819.08 万 m<sup>3</sup>，经计算得渣土保护率为 94.85%。

## 6.4 表土保护率

表土保护率——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。

$$\text{表土保护率} = \frac{\text{保护的表土数量}}{\text{可剥离表土总量}} = \frac{37.49}{39.16} = 95.74\%$$

项目水土流失防治责任范围内保护表土数量 37.49 万 m<sup>3</sup>，可剥离表土总量 39.16 万 m<sup>3</sup>，经计算得表土保护率为 95.74%。

## 6.5 林草植被恢复率

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

$$\text{林草植被恢复率} = \frac{\text{林草措施面积}}{\text{可绿化面积}} = \frac{126.40}{126.40} \times 100\% = 100\%$$

项目建设区可绿化面积 126.40hm<sup>2</sup>，林草植物措施面积 126.40hm<sup>2</sup>，经计算得林草植被恢复率 100%。

## 6.6 林草覆盖率

林草覆盖率——项目水土流失防治责任范围内林草类植被面积占总面积的百分比，即：

$$\text{林草覆盖率} = \frac{\text{林草覆盖面积}}{\text{建设区总面积}} = \frac{126.40}{329.97} \times 100\% = 38.31\%$$

项目建设区林草总面积 126.40hm<sup>2</sup>，建设区面积 329.97hm<sup>2</sup>，计算得林草覆盖率为 38.31%。

监测结果表明，截止至 2021 年 9 月，水土流失六项指标均已达到并超过《开发建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2018）中西南岩溶区一级标准目标值

及《毕节至镇雄高速公路（贵州段）水土保持方案变更报告书》（报批稿）的防治目标值。

## 7 结论

### 7.1 水土流失动态变化

**项目建设前：**根据《关于毕节至镇雄高速公路（贵州段）水土保持方案变更报告书（报批稿）》，项目建设区征占地面积  $329.97\text{hm}^2$ ，本项目年均土壤侵蚀量  $7976.1\text{t}$ ，本项目区域属轻度侵蚀区，年平均土壤侵蚀模数约为  $2417\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 。

**项目建设中：**监测结果显示，截止 2017 年 9 月项目施工建设及投产运行期间，项目建设区实际征占地面积为  $329.97\text{hm}^2$ ，项目区水土流失状况为：土壤侵蚀模数为  $5403.96\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ，年均水土流失总量  $28532.89\text{t}$ 。

**项目建成后：**监测结果显示，截止 2021 年 9 月，项目建设区已扰动地面积为  $329.97\text{hm}^2$ ，平均土壤侵蚀模数  $362.81\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ，试运行期土壤流失量为  $2693.61\text{t}$ 。

根据监测点观测数据，结合实地调查所得资料分析，在建设期内（2015 年 9 月~2017 年 9 月），本工程扰动区域共产生土壤流失量  $28532.89\text{t}$ ，在项目正式投产运行之后的监测时段内（2017 年 9 月~2020 年 12 月），本工程扰动区域共产生土壤流失量  $2693.61\text{t}$ 。

通过监测实地调查，结合建设单位提供资料，在工程施工过程中，建设单位实施了一系列的水土流失防治措施，有效减轻了因施工建设造成的水土流失。结合水土流失防治指标动态监测结果的对比分析，可以看出，随着项目区水土保持工程措施的逐步完善，项目建设区无水土流失面积及微度流失面积大幅增加，轻度、强烈水土流失面积大幅减少。从项目建设区现状来看，尚有部分区域存在水土流失，主要位于弃渣场区，因个别弃渣场局部区域绿化措施效果不理想，存在一定的水土流失，以上区域是后续运行过程中，建设单位需要重视及完善的区域。

### 7.2 水土保持措施评价

毕节至镇雄高速公路（贵州段）在工程建设过程中较为重视水土保持工作，指定工程部全面负责落实工程建设过程中的水土保持工作，在项目建设过程中因害设防，与主体工程施工同步实施完成大部分主体设计中的水保工程措施，并根据需要及时实施了部分拦挡及植被绿化等措施，这些水土保持措施对建设过程中的水土流失防治发挥了较为明显的作用。

项目建设区的水土保持措施完成情况分述如下：

路基工程区：该区已实施了表土剥离，施工期间采取了临时苫盖、临时排水沟等临时防护措施，在开挖边坡修建了截水沟并采取了综合护坡进行治理，道路路基及回填边坡修建了排水沟与急流槽等防洪倒排设置，该区域施工结束后开展了覆土整治及绿化等措施，基本达到了本项目水土保持方案变更报告书设计的防护标准。

桥涵工程区：该区已实施了表土剥离，建设过程中修建了边沟、排水沟、边坡衬砌拱护坡等措施，并在后期实施了覆土绿化等措施，基本达到了本项目水土保持方案变更报告书设计的防护标准。

互通工程区：该区已实施了表土剥离，施工期间采取了临时苫盖、临时排水沟等临时防护措施，在开挖边坡修建了截水沟并采取了综合护坡进行治理，道路路基及回填边坡修建了排水沟与急流槽等防洪倒排设置，该区域施工结束后开展了覆土整治及绿化等措施，基本达到了本项目水土保持方案变更报告书设计的防护标准。

隧道工程区：该区已实施了表土剥离，建设过程中修建了综合护坡、截水沟等措施，并在后期实施了覆土绿化，基本达到了本项目水土保持方案变更报告书设计的防护标准。

沿线设施区：该区已实施了表土剥离，在开挖边坡修建了截水沟，建筑物及周边场地布设了边沟，开挖边坡坡脚及场内应绿化区域均种植了乔木、灌木及撒播草种，基本达到了本项目水土保持方案变更报告书设计的防护标准。

施工营地区：该区域除已移交地方政府使用区域外，其他地块均已实施了覆土绿化措施，效果显著，基本达到了本项目水土保持方案变更报告书设计的防护标准。

弃渣场区：本项目使用的 15 处弃渣场均已按照设计要求修建了挡渣墙、截

水沟、排水沟，分级压实，覆土绿化等措施，基本达到了本项目水土保持方案变更报告书设计的防护标准。

施工便道区：该区域除已被地方政府用作乡村道路硬化区域外，其他地便道已实施了覆土绿化措施，基本达到了本项目水土保持方案变更报告书设计的防护标准。

监测结果显示，建设单位在项目建设过程中，针对各防治分区水土流失特点分别采取了适宜的水土保持工程措施和植物措施，水土保持措施总体布局较为合理，防治效果显著，有效地减少了项目建设过程中造成的水土流失，工程基本达到本项目《水土保持方案变更报告书》（报批稿）的设计要求。

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》（水利部办公厅文件，办水保[2013]188号文）和《贵州省人民政府关于划分水土流失重点防治区的公告》（黔府发[1998]52号）的规定，项目区属于乌江赤水河上中游国家级水土流失重点治理区。同时也属贵州省人民政府公告的水土流失重点治理区，因此本报告采用《开发建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2018）中西南岩溶区一级标准对项目建设区的水土保持治理作定量达标评价。具体详见表 7-1

**表 7-1 水土保持措施分类分级评价**

治标名称	方案设计标准	实际达到值	达标情况
水土流失治理度	>97%	99.98	达标
表土保护率	>95%	95.74	达标
土壤流失控制比	>1.0	1.38	达标
渣土防护率	>90 %	94.85	达标
林草植被恢复率	>96%	100	达标
林草覆盖率	>23%	38.31	达标

综上所述，本项目建设区水土保持措施总体布局合理，已实施治理区域效果较为明显，充分发挥了防治水土流失的效果。监测结果表明，截止至 2021 年 9 月，水土流失六项指标中均已达到并超过《开发建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2008）中西南岩溶区一级标准及《毕节至镇雄高速公路（贵州段）水土保持方案变更报告书》设计目标值。

## 7.3 存在问题及建议

本项目水土保持工作还存在一些问题和不足，具体问题和建议如下：

(1) 项目建设区的排水措施在运行过程中，极易被堵塞，建设单位应安排专人加强排水沟的清理、管护工作，保持道路排水沟畅通，避免排水沟堵塞后地表径流直接冲刷边坡，造成水土流失。

(2) 水土保持拦挡、排水措施在运行期容易损坏，建设单位在生产运行过程中应加大管护力度，发现有损坏区域，及时修复，最大限度的防治水土流失。

(3) 项目建设过程中，建设单位没有严格按照相关规定执行水土保持“三同时”制度，建议建设单位在后期的项目建设过程中应严格执行水土保持“三同时”制度。

## 7.4 综合结论

(1) 监测结果显示，方案设计项目建设区征占地面积 329.97hm<sup>2</sup>，截止 2020 年 12 月项目施工建设及投产运行期间，项目建设区实际征占地面积为 329.97hm<sup>2</sup>，项目建设过程中，扰动土地面积为 329.97hm<sup>2</sup>，扰动面积中已经治理面积为 329.92hm<sup>2</sup>，未治理面积 0.05hm<sup>2</sup>。

根据监测点观测数据，结合实地调查所得资料分析，在建设期内（2016 年 3 月~2017 年 9 月），本工程扰动区域共产生土壤流失量 28532.89t，在项目正式投产运行之后的监测时段内（2017 年 9 月~2020 年 12 月），本工程扰动区域共产生土壤流失量 2693.61t。

(2) 项目建设区实际发生的扰动地表面积为 329.97hm<sup>2</sup>，与《水土保持方案变更报告书》（报批稿）设计一致。

(3) 项目区现有水土流失防治措施体系较好地控制了项目建设区的水土流失，工程建设中产生的弃渣得到有效拦挡。据调查，项目建设施工活动没有对周边产生不良影响。

(4) 建设单位基本按照水土保持方案变更报告书（报批稿）的设计要求，并结合工程建设特点合理布设水土保持措施，施工符合要求。已完成的水土保持措施在有效防治水土流失的同时能与环境美化有机结合，改善了生态环境。