

凯里市城市生活垃圾焚烧发电项目

# 水土保持监测总结报告

建设单位：凯里盛运环保电力有限公司

监测单位：贵州天保生态股份有限公司

2020年09月

凯里市城市生活垃圾焚烧发电项目

# 水土保持监测总结报告

建设单位：凯里盛运环保电力有限公司

监测单位：贵州天保生态股份有限公司

2020年09月





## 生产建设项目水土保持监测单位水平评价证书 (正本)

单位名称：贵州天保生态股份有限公司  
法定代表人：王兴  
单位等级：★★★ (3星)  
证书编号：水保监测(贵)字第 0008 号  
有效期：自 2019 年 10 月 01 日至 2022 年 09 月 30 日

发证机构：中国水土保持学会

发证时间：2019 年 09 月 30 日

仅限于凯里市城市生活垃圾焚烧发电项目水土保持监测总结报告使用，再次复印无效。

项目名称：凯里市城市生活垃圾焚烧发电项目

建设单位：凯里盛运环保电力有限公司

监测单位：贵州天保生态股份有限公司

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

联系人：朱波

联系电话：0851-83867777 13765124637

电子邮箱：gztb@vip.163.com

责任页

贵州天保生态股份有限公司

批准：王兴 (高级工程师)

核定：朱波 (高级工程师)

审查：王明明 (中级工程师)

校核：李昕 (工程师)

项目负责人：潘磊 (助理工程师)

编写：王明明 (第一章、第二章、负责确定项目情况和监测开展工作)

潘磊 (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)

李昕 (第六章、第七章、收集资料计算六大指标得出结论)

# 目 录

<b>1 建设项目及水土保持工作概况</b> .....	<b>2</b>
1.1 项目概况.....	2
1.2 水土流失防治工作情况.....	6
1.3 监测工作实施情况.....	8
<b>2 监测内容、方法及过程</b> .....	<b>11</b>
2.1 监测内容.....	11
2.2 监测方法.....	15
2.3 监测过程.....	18
<b>3 重点部位水土流失动态监测结果</b> .....	<b>23</b>
3.1 防治责任范围监测结果.....	23
3.2 取土（石）监测结果.....	24
3.3 弃土监测结果.....	24
<b>4 水土流失防治措施监测结果</b> .....	<b>25</b>
4.1 工程措施监测结果.....	25
4.2 植物措施监测结果.....	26
4.3 水土保持措施防治效果.....	28
<b>5 土壤流失情况监测</b> .....	<b>29</b>
5.1 水土流失面积.....	29
5.2 土壤流失量.....	29
5.3 取土（石、料）弃土（石、渣）潜在土壤流失量.....	31
5.4 水土流失危害.....	31
<b>6 水土流失防治效果监测结果</b> .....	<b>32</b>
6.1 扰动土地整治率.....	32
6.2 水土流失总治理度.....	32
6.3 拦渣率.....	32
6.4 土壤流失控制比.....	33
6.5 林草植被恢复率.....	33
6.6 林草覆盖率.....	34
<b>7 结论</b> .....	<b>35</b>
7.1 水土流失动态变化.....	35
7.2 水土保持措施评价.....	35
7.3 存在问题及建议.....	37
7.4 综合结论.....	38

## 附图：

- 1、项目建设总平面布置图；
- 2、水土保持监测点布置图。

### 开发建设项目水土保持监测特性表

填表时间：2020年9月

主体工程主要技术指标											
项目名称			凯里市城市生活垃圾焚烧发电项目								
建设规模	III 级中型	建设单位	凯里盛运环保电力有限公司								
		联系人/联系方式	李秀金/13885506476								
		建设地点	贵州省凯里市炉山镇								
		所在流域	长江流域								
		工程总投资	51376.22 万元								
		工程总工期	34 个月								
水土保持监测指标											
监测单位			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			低中山地貌	防治标准			一级				
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、巡查监测		2、防治责任范围监测		调查				
	3、水土保持措施情况监测		调查、巡查监测		4、防治措施效果监测		调查、巡查监测				
	5、水土流失危害监测		现场巡查监测		水土流失背景值		1000t/km <sup>2</sup> ·a				
方案设计防治责任范围			11.16hm <sup>2</sup>	土壤容许流失量			500 t/km <sup>2</sup> ·a				
防治措施		工程措施：截水沟 1261m，浆砌石排水沟 880m，急流槽 22m，沉砂池 2 座，排水管 1607m，菱形框格植草护坡 1072m <sup>2</sup> ，挡墙 74m，土地整治 3.326hm <sup>2</sup> ，表土剥离 1360m <sup>3</sup> ，表土收集 760m <sup>3</sup> ，植物槽 2658m，复耕 0.23hm <sup>2</sup> ； 植物措施：本项目植物措施实施面积为 8.07hm <sup>2</sup> ，其中种植紫薇、铁树、红豆杉、八月桂、香樟等乔木 72 株，种植万年青、杜鹃、四季桂花、龟甲冬青、金叶女贞、红花檵木、红叶石楠等灌木 94831 株，种植油麻藤 2240 株，挂植物攀爬网 3.09hm <sup>2</sup> ，铺设马尼拉草皮 1.83hm <sup>2</sup> ，撒播草种 1.75hm <sup>2</sup> ； 临时措施：临时排水沟 260m，临时苫盖 2000m <sup>2</sup> ，临时土袋拦挡 284m，临时沉砂池 2 座。									
		监测结论		分类指标	目标值 (%)	达到值 (%)	实际监测数量				
				扰动土地整治率	>95	99.87	防治措施面积	7.28hm <sup>2</sup>	永久建筑物及硬化面积	2.02hm <sup>2</sup>	扰动土地总面积
防治效果		水土流失总治理度	>97	99.81	防治责任范围面积		11.50hm <sup>2</sup>	水土流失总面积	8.08hm <sup>2</sup>		
		土壤流失控制比	≥1	1.25	工程措施面积		0.0hm <sup>2</sup>	容许土壤流失量	500t/km <sup>2</sup> ·a		
		拦渣率	>98	100	植物措施面积		8.07hm <sup>2</sup>	监测土壤流失情况	91.20t/km <sup>2</sup> ·a		
		林草植被恢复率	>99	99.81	可恢复林草植被面积		8.08hm <sup>2</sup>	林草类植被面积	8.07hm <sup>2</sup>		
总体结论		林草覆盖率	>27	70.13	实际开挖(石、渣)量		52.63 万 m <sup>3</sup>	总回填料(石、渣)量	52.63 万 m <sup>3</sup>		
		水土保持治理达标评价		截止至 2020 年 9 月，六项指标均达到并超过《开发建设项目水土流失防治标准》(GB50434-2008)中建设类一级标准目标值。							
主要建议		建设单位在后期的运行过程中，加强对项目建设区林草植被的管护力度，同时对生长情况较差的区域采取必要的养护和补植，提高林草植被恢复率。									

# 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

凯里市城市生活垃圾焚烧发电项目位于贵州省黔东南州凯里市炉山镇，项目紧临省道360，距凯里市约22km。凯里市距省会贵阳约160km，交通方便。

### 1.1.2 建设性质及工程规模

凯里市城市生活垃圾焚烧发电项目由凯里盛运环保电力有限公司投资建设，建设性质为新建，项目建设规模：垃圾处理能力为1200t/d，发电能力为18MW。

### 1.1.3 项目组成及分区

凯里市城市生活垃圾焚烧发电项目由厂区工程区、进厂道路工程区和附属系统区三部分组成。工程主要建设内容如下：

#### 1、厂区工程

厂区工程由主厂房、配套生产辅助设施和景观绿化组成。建构筑物主要包括综合楼、主厂房、烟囱、清水泵房及清水池、循环水泵房及冷却塔、油库、污水处理站等。厂工程占地面积9.36hm<sup>2</sup>，其中建筑物及硬化占地3.10hm<sup>2</sup>。

#### 2、进厂道路工程

进厂道路接自省道S360，按城市支路设计，长223.57m，路基宽13m，路面宽12m，沥青砼路面。

#### 3、附属系统区

附属工程包括供电工程、供水工程和通信工程。供电线路就近接入一路10kV线路，架空线路长134m；供水管道从炉山镇自来水厂接引，管道长3750m，埋地敷设；通信工程由当地政府负责。

### 1.1.4 项目占地面积及土石方数量

根据项目竣工验收资料，结合现场实际建设情况，截止2020年9月项目施工建设及投产运行期间，本项目占地包括永久占地和临时占地，共计11.50hm<sup>2</sup>。永久占地主要包括厂区工程区和进厂道路区等，共计10.18hm<sup>2</sup>。临时占地为附属系统区供水管线铺设占地等，共计1.32hm<sup>2</sup>。

本项目建设过程中，工程建设共开挖土石方总量为52.63万m<sup>3</sup>，回填土石方量52.63万m<sup>3</sup>。无废弃土石方。本项目未设置弃渣场，未设置取土场和料场。

表 1.1 项目占地面积及占地性质分析表

单位: hm<sup>2</sup>

序号	项目组成	项目建设区		
		永久占地	临时占地	合计
1	厂区工程	9.36	0.00	9.36
2	进厂道路工程	0.82	0.00	0.82
3	附属系统区	0.00	1.32	1.32
合计		10.18	1.32	11.50

### 1.1.5 工程投资及建设工期

本项目建设总投资 51376.22 万元，其中土建投资 11581.15 万元。资金来源为申请银行贷款 30000 万元，占总投资的 70%，其他资金 12778.05 万元由企业自筹，占总投资的 30%。项目所需资金由凯里盛运环保电力有限公司根据年度投资计划统筹安排。

项目实际建设总工期 34 个月（于 2014 年 8 月动工建设，至 2017 年 5 月主体工程建设完工并投产使用）。本工程占地区域无城镇区域规划，无拆迁安置、无专项设施迁改建。

### 1.1.6 项目区自然概况

#### （1）地质及地震

##### 1) 地质构造

项目区位于云贵高原向湘西丘陵过渡地段，大地构造单元属扬子准地台（I）--黔南台隆（I2）--贵定南北向构造变形区（II）和华南褶皱带（II）的交接部位，断裂、褶皱构造发育，构造形迹以北东向构造体系为主，无断层活动迹象，区域构造稳定。

##### 2) 地震

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2001），项目区地震动峰值加速度 0.05g，地震动反应谱特征周期 0.35s，地震基本烈度 6 度。

#### （2）地层

场区内出露地层为二叠系茅口组灰岩，属可溶性的硬质岩石，上覆第四系松散堆积层。

#### （3）不良地质灾害

该项目场地整体地质环境条件简单，地形稳定，无明显的不良地质现象。

#### （4）地形地貌



凯里市地处云贵高原东侧的梯级状大斜坡地带，西北部、西南部和东南部高，中部和东北部低，最高处海拔 1447 米,最低处海拔 529 米，属中山地貌区。

场地位于炉山镇工业园区西北侧的一支毛沟沟头部位，场地东、北、西三面环山，南面为沟道出口，征地红线内最高海拔 965 米，最低海拔 890 米，海拔相对高差 75 米。

#### (5) 气象

项目区气候属亚热带温暖湿润季风气候，具有暖湿多雨，冬冷夏热，四季分明的特点，根据凯里气象站 1970—2011 年的气象资料统计，项目区多年平均日照时数为 1289 小时；年平均无霜期 288 天，多年平均日照时数为 1289 小时；多年平均气温 15.7℃，日极端最高气温 37.5℃(1988 年 7 月 20 日)，日极端最低气温-9.7℃(1977 年 1 月 30 日)， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 有效积温 4966℃以上；多年平均降水量 1288.00mm，降水年内分布不均，降雨主要集中在 4~9 月，10 年一遇 1 小时降雨量为 64.64mm，20 年一遇 1 小时降雨量 73.47mm；多年平均蒸发量为 1094.1mm。

#### (6) 水文

项目区主要河流为清江河，属于长江流域沅江水系，清水江是沅江的主源。清水江发源于贵州省都匀市谷江乡西北，干流全长 459 公里，主要流经都匀市、麻江县、凯里市、台江县、剑河县、锦屏县，在天柱县流出省境，流域面积 17145 平方公里。拟建场地主要河流为泡木河，为清水江支流——重安江的一条小支流。

项目区地下水主要为基岩裂隙水，埋藏较深，对场地无影响。

#### (7) 土壤

项目区土壤主要为黄壤，为温暖湿润亚热带季风性生物气候条件下发育而成的土壤，在风化作用和生物活动过程中，土壤原生矿物受到破坏，富铝化作用表现强烈，发育层次明显，pH 在 6.2 左右，适于偏酸性速生树种的生长，土壤质地较粘重，土壤抗蚀性较弱，土层较薄，厚度在 0.3m~0.5m 之间。

#### (8) 植被

项目区植被为亚热带常绿林、阔叶混交林植被，主要树种有云南松、构树、杉树、云南松、漆树、楸树、侧柏、杜鹃、山茶、迎春和野酸梅等，林草植被覆盖率约 70%。

#### (9) 容许土壤流失量

根据区域的土壤侵蚀类型与强度，项目区的容许土壤侵蚀模数为  $500\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 。

#### (10) 侵蚀类型

本项目所在区域土壤侵蚀主要以水力侵蚀为主。

#### **(11) 水土流失重点防治区划分情况**

根据水利部《关于印发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的通知》（办水保〔2013〕188号）和《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），本项目位于凯里市炉山境内，项目所在区域属于贵州省省级水土流失重点预防保护区，结合本项目主体工程特点和项目区实际情况，本项目水土流失防治标准定为建设生产类一级标准；因此，水土流失防治标准执行建设类一级。根据《开发建设项目水土流失防治标准》，水土保持方案应达到下列防治水土流失的基本目标；项目建设区的原有水土流失得到基本治理；新增水土流失得到有效控制；生态得到最大限度的保护，环境得到明显改善；水土保持设施安全有效。

## 1.2 水土流失防治工作情况

### 1.2.1 水土保持方案编报情况

凯里盛运环保电力有限公司根据《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》、《开发建设项目水土保持方案管理办法》等法律法规的有关规定，凯里盛运环保电力有限公司于2014年7月委托中国科学院·水利部成都山地灾害与环境研究所承担凯里市城市生活垃圾焚烧发电项目水土保持方案报告书的编制工作；受贵州省水利厅委托，贵州省水土保持监测站于2015年2月11日在贵阳组织召开了《凯里市城市生活垃圾焚烧发电项目水土保持方案报告书（送审稿）》技术评审会议并通过专家评审，根据专家意见修改完成《凯里市城市生活垃圾焚烧发电项目水土保持方案报告书》（报批稿），并于2015年4月29日获得贵州省水利厅下发的批复《关于凯里市城市生活垃圾焚烧发电项目水土保持方案的批复》（黔水保函〔2015〕65号）。

### 1.2.2 水土保持工作组织开展情况

凯里盛运环保电力有限公司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，详细地安排各单位工程的施工顺序，为项目建设主要生产线上的各单位工程开工做好准备，并为其连续快速施工做好周密安排。

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，切实做好凯里市城市生活垃圾焚烧发电项目建设过程中的水土流失防治工作，保护项目区生态环境，2018年5月，凯里盛运环保电力有限公司委托贵州天保生态股份有限公司承担凯里市城市生活垃圾焚烧发电项目水土保持监测调查工作，直至工程完工。

### 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《凯里市城市生活垃

圾焚烧发电项目水土保持方案报告书（报批稿）》的设计要求。

截止 2020 年 9 月，项目建设区实施的水土保持措施如下：

工程措施：截水沟 1261m，浆砌石排水沟 880m，急流槽 22m，沉砂池 2 座，排水管 1607m，菱形框格植草护坡 1072m<sup>2</sup>，挡墙 74m，土地整治 3.326hm<sup>2</sup>，表土剥离 1360m<sup>3</sup>，表土收集 760m<sup>3</sup>，植物槽 2658m，复耕 0.23hm<sup>2</sup>；

植物措施：本项目植物措施实施面积为 8.07hm<sup>2</sup>，其中种植紫薇、铁树、红豆杉、八月桂、香樟等乔木 72 株，种植万年青、杜鹃、四季桂花、龟甲冬青、金叶女贞、红花檵木、红叶石楠等灌木 94831 株，种植油麻藤 2240 株，挂植物攀爬网 3.09hm<sup>2</sup>，铺设马尼拉草皮 1.83hm<sup>2</sup>，撒播草种 1.75hm<sup>2</sup>；

临时措施：临时排水沟 260m，临时苫盖 2000m<sup>2</sup>，临时土袋拦挡 284m，临时沉砂池 2 座。

## 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。通过对项目的水土保持监测说明施工、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、覆盖度等的变化情况，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，根据项目不同阶段的变化情况，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，以管道工程区为监测重点；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》，建设单位于2018年5月委托贵州天保生态股份有限公司承担本项目的水土保持监测工作，委托我单位监测时项目已

完工。接受委托之后，我单位即成立了凯里市城市生活垃圾焚烧发电项目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7名，工程师3名，助理工程师4名，具有水土保持监测上岗证书人员7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）监测点布设的基本原则

##### （1）代表性原则

结合新增水土流失预测结果及监测重点地段及重点对象，选择具有水土流失代表性的场所进行监测；

##### （2）可操作性原则

结合工程项目对水土流失的影响特点，力求经济、适用、可操作；

##### （3）结合工程实际情况布设原则

布设水土保持监测点应结合工程实际情况，这样才能更好的为项目水土保持监测服务，使得水土保持监测工作与项目具体情况接轨；

##### （4）时段对应性原则

工程建设期，在工程建设区建立适当的监测点，建立原则主要以能有效、全面的监测水土流失状况、危害及防治措施的效果为主。

林草植被恢复期，在上述监测点的基础上，在项目直接影响区内增设调查样点，建立原则以能反映人类活动对水土流失及生态环境的影响为主。

#### （二）监测点布设结果

监测点布设按照《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）中监测点布设原则和选址要求，在指定的区域根据实地踏勘情况确定。根据凯里市城市生活垃圾焚烧发电项目的水土流失特点和水土保持措施布局特征，并考虑观测结果的代表性与管理的方便性，分别在项目建设区域内设置了2个地形地貌变化情况观测点、4个植被生长情况观测点、5个侵蚀针监测样方、3个侵蚀沟监测样方、3个边坡稳定情况观测点、不定点的工程措施运行情况观测点、并在工程沿线对水土流失危害和植物成活率进行观测。监测点布设详见表1-3。

**表 1-3 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	2	厂区、进厂道路区	
4	植被生长状况监测样方	4	厂区、进厂道路区	
5	坡面水土流失量及其强度（包括测桩、侵蚀沟样方）	5	挖方区域	厂区 3 处
			填方区域	厂区 2 处
6	边坡稳定情况	3	厂区 3 处	
7	水土流失危害	不定点	厂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	调查统计厂区工程措施运行情况	
9	植物成活率、保存率	不定点	调查统计厂区水土保持植物措施生长情况	

**（三）监测重点地段、重点对象**

在运行期间，根据水土保持方案水土流失预测与分析，本项目随着厂区周围防护工程的实施，土壤侵蚀得到有效控制，侵蚀模数大幅度下降，各项水土保持措施开始发挥功效。水土保持的工程措施和植物措施都已完备，并逐渐发挥其水土保持功能，项目建设区的土壤侵蚀逐渐达到新的平衡状态。由于人为地进行绿化和养护，部分区域水土流失量甚至低于原有水平，生态环境得到改善。根据预测结果，本工程监测的重点区域为厂区、进厂道路区的开挖回填区域。

## 2 监测内容、方法及过程

### 2.1 监测内容

本项目水土保持监测的主要内容包括：

（一）项目区水土流失因子监测：包括地貌、地形和水系情况，建设项目占有地面积，扰动地表面积，项目挖方、填方数量，弃渣量及堆放面积，项目区林草覆盖率。

（二）项目区水土流失状况监测：包括水土流失面积、水土流失量、水土流失程度的变化情况，水土流失防治责任范围内防治措施情况等。

（三）水土流失灾害监测：主要包括下游河道泥沙、洪涝灾害、植被及生态环境变化，对周边地区经济、社会发展的影响等。

（四）水土保持措施防治效果监测：包括防治措施的数量，林草措施成活率、保存率、生长情况及盖度，各项拦挡措施的拦渣保土效果。

（五）主体工程建设进度监测：包括主体工程施工进度、相应的水土保持措施实施进度、主体工程实施的水土保持措施实施后的防治效果等，采用现场调查、测量，列表统计。

#### 2.1.1 防治责任范围监测

防治责任范围监测主要是在项目的运行期开展监测工作，主要包括项目建设区和直接影响区。

##### （1）建设区

A 永久性占地：永久性占地是指项目建设征地红线范围内、由项目建设者（或业主）负责管辖和承担水土保持法律责任的地方。永久性占地面积由国土部门按权限批准。水土保持监测是对红线范围地区进行认真复核，监测项目建设有无超范围开发的情况，以及各阶段永久性占地的变化情况。

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

C 扰动地表面积：地表面积是指开发建设项目在建设过程中扰动地表行为造成破坏或占用的面积。对原有地表植被或地形地貌发生改变的行为，均属于扰动地表行为。水土保持监测内容为认真复核扰动地表面积。

##### （2）直接影响区

主要指因项目建设引起的水土流失影响范围内（项目建设区以外）。水土保持监



测主要对直接影响区是否存在占用、破坏等情况进行调查。

根据项目建设区及直接影响区面积变化情况,对整个项目的全部区域在项目建设过程中实际发生的水土流失防治责任范围变化情况进行监测。

### 2.1.2 取土(石)、弃渣监测

取土(石)、弃渣监测主要是水土保持措施运行期。因本项目建设期土料、石料主要通过外购解决,土石方挖填主要采用半挖半填的施工工艺,土石方挖填基本平衡,实际不产生废弃土石方。因此,本项目不存在取土(石)、弃渣监测。

### 2.1.3 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管道工程区的拦挡、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，侧重于对《凯里市城市生活垃圾焚烧发电项目水土保持方案报告书（报批稿）》中设计的直接影响区进行监测，核实有无对周边造成危害和影响。

### 2.1.4 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进厂道路区的拦挡、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	复核项目建设区及直接影响区实际面积
			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			
		土壤侵蚀量	

		重大水土流失事件动态监测	及时反映重大水土流失事件，并上报监测管理机构
水土保持措施运行初期（林草植被恢复期）	整个项目建设区	水土保持措施防治效果	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
	监督、管理措施的落实情况		
	临时占地区	土壤流失量动态监测	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方法主要采用了调查监测、面积监测、现场巡查监测相结合的方法。

### 2.2.1 调查监测

调查监测是指定期采取全面调查的方式，通过现场实地勘测，采用 GPS 定位仪结合地形图、数码相机、测距仪、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《凯里市城市生活垃圾焚烧发电项目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、询问、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 面积监测

#### 一、项目建设区

##### （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。

二、直接影响区

(1) 直接影响区为工程建设过程中可能造成该区域水土流失的区域，监测过程主要复核工程建设影响工程周边环境水土流失状况。

2.2.3 现场巡查监测

现场巡查监测主要是项目运行期针对整个建设区所采用的监测方法，尤其注意对于直接影响区的影响情况。巡查的主要内容是水土流失危害和重大水土流失事件动态监测。

(1) 水土流失危害监测

A 对周边河道影响情况：通过实地踏勘、走访群众等形式进行监测。

B 对周边水利设施影响情况：通过实地踏勘、走访群众、询问水库管理人员等形式进行监测。

C 其他水土流失危害：通过实地踏勘、问卷调查等形式进行监测。

(2) 重大水土流失事件监测

根据项目实际情况结合水土流失状况，按照现场实际情况开展监测工作。

监测内容统与监测方法详见表 2-2。

表 2-2 项目监测时段监测内容一览表

监测时段	监测分区	监测内容		监测方法
施工期	整个项目建设区	防治责任范围监测	复核项目建设区及直接影响区实际面积	调查监测
			项目建设期间防治责任范围变化情况	调查监测
		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、坡度等）、防护措施进展情况及拦渣率）	调查监测、巡查
		水土流失防治动态监测	土壤侵蚀类型及形式	调查监测
			水土流失面积	调查监测
			实施的水土保持措施数量及质量	调查监测、巡查
			水土保持措施完好性、运行情况	调查监测
			防治要求及管理措施实施情况监测	调查监测
			对周边河道及水利设施的影响情况	调查监测
		施工期土壤流失量动态监测	造成的其他水土流失危害	调查监测
			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	调查监测
			土壤侵蚀强度	调查监测
	土壤侵蚀模数	调查监测		

			土壤侵蚀量	调查监测
		重大水土流失事件动态监测	及时反映重大水土流失事件，并上报监测管理机构	调查监测
林草植被恢复期	整个项目建设区	水土保持措施防治效果	实施的水土保持措施数量及质量	调查监测

### 2.3 监测过程

2018年5月，建设单位与我公司签订了《凯里市城市生活垃圾焚烧发电项目水土保持监测合同》。根据监测合同，我公司立即成立了凯里市城市生活垃圾焚烧发电项目水土保持监测项目小组，小组成员共包括3名技术管理人员，并制定了监测工作计划。根据监测计划，开展的监测工作主要如下：

2018年5月至2020年9月，监测人员多次对项目建设区进行了全面的现场踏勘，收集整理相关资料，并仔细研究项目区是否存在重大水土流失问题，结合工程建设实际情况，选定监测样方对已有的水土保持措施进行现场监测。监测小组通过对收集资料的整理、分析、汇总，完成了《凯里市城市生活垃圾焚烧发电项目水土保持监测总结报告》。

截止2020年9月为止，我单位会同水土保持验收评估单位工作人员一起，主要核查工程现场水土保持措施的完善情况，重点就污水处理厂区与污水收集系统区的拦挡、排水、植被恢复的完善工作进行全面复核。

2020年9月，我单位监测小组汇总、分析相关资料，完成了《凯里市城市生活垃圾焚烧发电项目水土保持监测调查报告》。

调查监测的部分影像资料如下：



调查厂内填方区域水土保持措施实施情况



调查进厂道路水土保持植物措施实施情况





调查厂区水土保持植物措施实施情况



调查厂区道路两侧水土保持植物措施实施情况



调查厂内道路两侧水土保持植物措施实施情况



调查厂内道路两侧水土保持植物措施实施情况



调查厂内边坡水土保持植物措施实施情况



调查厂内边坡水土保持植物措施实施情况

### 3 重点部位水土流失动态监测结果

#### 3.1 防治责任范围监测结果

##### 3.1.1 水土保持防治责任范围

###### (一) 方案设计的水土保持防治责任范围

根据《凯里市城市生活垃圾焚烧发电项目水土保持方案报告书（报批稿）》以及贵州省水利厅《关于凯里市城市生活垃圾焚烧发电项目水土保持方案的批复》（黔水保函〔2015〕65号），本项目水土流失防治责任范围总面积为 11.16hm<sup>2</sup>，其中，项目建设区面积 9.66hm<sup>2</sup>（其中永久占地 8.16hm<sup>2</sup>、临时占地 1.50hm<sup>2</sup>），直接影响区面积 1.50hm<sup>2</sup>。

水土保持方案设计界定的水土流失防治责任范围详见表 3-1。

**表 3-1 水土保持方案界定的水土流失防治责任范围表 单位：hm<sup>2</sup>**

序号	建设区	建设区面积 (hm <sup>2</sup> )	直接影响区面积 (hm <sup>2</sup> )	责任范围面积 (hm <sup>2</sup> )
1	厂区工程	7.35		7.35
2	进厂道路工程	0.81		0.81
3	附属工程	1.50	1.50	3.00
4	合计	9.66	1.50	11.16

###### (二) 实际监测范围

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，实际水土流失防治责任范围总面积为建设区实际征占地面积 11.50hm<sup>2</sup>。项目实际建设期间征占地面积变化主要体现在以下几个方面：

###### (1) 厂区工程

通过现场调查及查阅相关主体建设资料，厂区占地面积根据项目后期建设需求进行建设，开挖边坡较大，对边坡进行分阶削坡，导致实际占地面积为 9.36hm<sup>2</sup>，较方案设计 7.35hm<sup>2</sup>增加了 2.01hm<sup>2</sup>。

###### (2) 进厂道路工程区

通过现场调查及查阅相关主体建设资料，项目建设过程中严格按照设计图纸进行施工，进厂道路区实际占地面积为 0.82hm<sup>2</sup>，与方案设计 0.81hm<sup>2</sup>相比减少了 0.01hm<sup>2</sup>。

###### (3) 附属系统区

通过现场调查及查阅相关主体建设资料，项目建设过程中根据项目建设需求对该区域进行了调整，附属系统区实际占地面积为 1.32hm<sup>2</sup>，与方案设计 1.50hm<sup>2</sup>相比减少了 0.18hm<sup>2</sup>。

因此根据现场实际情况及实际测量结果，整个项目区实际扰动面积为 11.50hm<sup>2</sup>。详细的水土流失防治责任范围见表 3-2。

**表 3-2 项目建设区监测水土流失防治责任变化表 单位：hm<sup>2</sup>**

项目组成	防治责任范围				
	项目建设区			直接影响区	合计
	永久占地	临时占地	小计		
厂区工程	9.36	0.00	9.36	0.00	9.36
进厂道路工程	0.82	0.00	0.82	0.00	0.82
附属系统区	0.00	1.32	1.32	0.00	1.32
合计	10.18	1.32	11.50	0.00	11.50

### 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表现为厂区和进厂道路区修建开挖及回填平整、供水管道铺设的开挖及回填平整等。通过对项目的监测调查统计，本项目实际建设期扰动土地地表总面积为 11.50hm<sup>2</sup>。

## 3.2 取土（石）监测结果

根据《凯里市城市生活垃圾焚烧发电项目水土保持方案报告书》（报批稿）及其批复文件，本工程建设所需土石料主要为厂区建设及进厂道路等区域基建修筑所需的土石料，据现场实际调查得知，石料全部从凯里市及周边的合法沙石料场内购买，覆土绿化用土来源于项目建设前期的表土剥离，故未设计取土（石）场。根据现场调查，项目建设期间未涉及取土（石）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 设计弃土（渣）情况

根据《凯里市城市生活垃圾焚烧发电项目水土保持方案报告书》（报批稿）得知，本项目土石方开挖总量为 50.92 万 m<sup>3</sup>，回填量 50.92 万 m<sup>3</sup>，无废弃土石方。

### 3.3.2 弃土（渣）场位置及占地面积监测结果

经监测人员查看《凯里市城市生活垃圾焚烧发电项目水土保持方案报告书》（报批稿），并结合现场调查得知，项目土建施工建设过程中，土石方开挖与回填平衡，故本项目未设置永久弃渣场，故没有弃渣场的监测资料。

### 3.3.3 弃土（渣）监测结果

经监测人员查看《凯里市城市生活垃圾焚烧发电项目水土保持方案报告书》及其批复文件，并结合现场调查得知，项目建设过程中，总挖方 52.63 万 m<sup>3</sup>，回填 52.63 万 m<sup>3</sup>（包含回覆表土 1360m<sup>3</sup>），本项目土石方挖填平衡，故无废弃土石方。

## 4 水土流失防治措施监测结果

根据业主提供资料及我单位技术人员现场复核，综合主体工程设计中具有水土保持功能工程项目的建设，凯里盛运环保电力有限公司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。项目水土保持措施量以建设单位提供的《凯里市城市生活垃圾焚烧发电项目水土保持工程结算书》为主要依据；同时结合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《凯里市城市生活垃圾焚烧发电项目水土保持方案报告书》（报批稿），水土保持方案设计的项目建设区水土保持工程措施主要有表土剥离 1360m<sup>3</sup>，表土收集 675m<sup>3</sup>，截水沟 1567m、排水沟 4319m、沉沙池 5 座、急流槽 69m，排水管 1562m，复耕 0.23hm<sup>2</sup>，土地整地 3.58hm<sup>2</sup>。根据现场调查以及结合凯里盛运环保电力有限公司提供的《凯里市城市生活垃圾焚烧发电项目水土保持工程结算书》，截至 2020 年 9 月为止，项目建设区已经实施的水土保持工程措施如下：

工程措施有：截水沟 1261m，浆砌石排水沟 880m，急流槽 22m，沉砂池 2 座，排水管 1607m，菱形框格植草护坡 1072m<sup>2</sup>，挡墙 74m，土地整治 3.326hm<sup>2</sup>，表土剥离 1360m<sup>3</sup>，表土收集 760m<sup>3</sup>，植物槽 2658m，复耕 0.23hm<sup>2</sup>。

各防治分区实际实施水土保持工程措施工程量详见表 4-1。

表 4-1 实施水土保持工程措施工程量

项目分区		厂区工程区	进厂道路工程区	附属工程区	
措施类型	工程措施	截水沟 (m)	1108	153	
		排水沟(m)	880		
		急流槽(m)	22		
		沉砂池(座)	2		
		排水管(m)	1388	219	
		菱形框格植草护坡 (m <sup>2</sup> )		1072	
		挡墙 (m)	74		
		土地整治 (hm <sup>2</sup> )	1.8	0.026	1.5
		表土剥离 (m <sup>3</sup> )			1360
		表土收集 (m <sup>3</sup> )	650	110	
		植物槽 (m)	2385	273	
		复耕 (hm <sup>2</sup> )			0.23

## 4.2 植物措施监测结果

根据《凯里市城市生活垃圾焚烧发电项目水土保持方案报告书》（报批稿），水土保持方案设计的项目建设区水土保持植物措施主要有景观绿化 1.75hm<sup>2</sup>，植树造林 1.27hm<sup>2</sup>，行道树 447m，菱形框格植草护坡 0.24hm<sup>2</sup>，藤本植物绿化护坡 1.71hm<sup>2</sup>，植草护坡 0.09hm<sup>2</sup>。根据现场调查以及结合凯里盛运环保电力有限公司提供的《凯里市城市生活垃圾焚烧发电项目水土保持工程结算书》，截至 2020 年 9 月为止，项目建设区已经实施的水土保持植物措施如下：

植物措施有：本项目植物措施实施面积为 8.07hm<sup>2</sup>，其中种植紫薇、铁树、红豆杉、八月桂、香樟等乔木 72 株，种植万年青、杜鹃、四季桂花、龟甲冬青、金叶女贞、红花檵木、红叶石楠等灌木 94831 株，种植油麻藤 2240 株，挂植物攀爬网 3.09hm<sup>2</sup>，铺设马尼拉草皮 1.83hm<sup>2</sup>，撒播草种 1.75hm<sup>2</sup>。

各防治分区实际实施水土保持植物措施工程量详见表 4-2。

表 4-2 实施水土保持植物措施工程量

项目分区		厂区工程区	进厂道路工程区	附属系统区	
措施类型	植物措施	万年青（株）	13623		
		杜鹃（株）	15717		
		四季桂花（株）	13999		
		龟甲冬青（株）	14447		
		金叶女贞（株）	11621		
		红花檵木（株）	12961	360	
		红叶石楠（株）	12103		
		马尼拉草皮（m <sup>2</sup> ）	18004	262	
		紫薇（株）	31		
		铁树（株）	11		
		红豆杉（株）	11		
		八月桂（株）	10		
		香樟（株）	9		
		油麻藤（株）	1900	340	
		植物攀爬网（m <sup>2</sup> ）	28696	2251	
		撒播草种（m <sup>2</sup> ）	9858		7600
		万年青（株）	13623		
		杜鹃（株）	15717		
		四季桂花（株）	13999		
		龟甲冬青（株）	14447		
金叶女贞（株）	11621				
红花檵木（株）	12961	360			

	红叶石楠 (株)	12103		
	马尼拉草皮 (m <sup>2</sup> )	18004	262	
	紫薇 (株)	31		
	铁树 (株)	11		
	红豆杉 (株)	11		
	八月桂 (株)	10		
	香樟 (株)	9		
	油麻藤 (株)	1900	340	
	植物攀爬网 (m <sup>2</sup> )	28696	2251	
	撒播草种 (m <sup>2</sup> )			



### 4.3 临时措施监测结果

根据《凯里市城市生活垃圾焚烧发电项目水土保持方案报告书》（报批稿），水土保持方案设计的项目建设区水土保持临时措施主要有临时土袋拦挡 253m，临时苫盖 1919m<sup>2</sup>，临时排水沟 300m，沉砂池 2 座。根据现场调查以及结合凯里盛运环保电力有限公司提供的《凯里市城市生活垃圾焚烧发电项目水土保持工程结算书》，截至 2020 年 9 月为止，项目建设区已经实施的水土保持植物措施如下：

临时措施有：临时排水沟 260m，临时苫盖 2000m<sup>2</sup>，临时土袋拦挡 284m，临时沉砂池 2 座。

各防治分区实际实施水土保持临时措施工程量详见表 4-3。

**表4-3 实施水土保持临时措施工程量**

项目分区		厂区工程区	进厂道路工程区	附属系统区
措施类型	临时措施	临时土袋拦挡(m)	146	138
		临时苫盖(m <sup>2</sup> )	800	1200
		临时排水沟(m)	260	
		临时沉砂池(座)	2	

### 4.4 水土保持措施防治效果

根据监测小组现场监测结果显示，项目建设区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《凯里市城市生活垃圾焚烧发电项目水土保持方案报告书》（报批稿）的设计要求。

项目建设区水土流失防治体系主要以工程措施、植物措施及临时措施相结合，“点、线、面”相结合的方法，形成完整的综合防护体系。根据不同施工区的特点，建立分区防治措施体系，在厂区“点”状位置，以绿化措施及工程措施为主；在供水系统区等“线”状位置，以覆土整治及绿化措施为主，在整个施工区“面”上，土地整治和绿化工程相结合，合理利用水土资源，改善生态环境。在水土保持监测过程中，针对不同防治分区监测该区相应的水土保持措施的实施情况，验证工程建设水土保持方案中水土保持工程的实施情况，为工程项目的水土保持专项验收提供实际资料。

## 5 土壤流失情况监测

### 5.1 水土流失面积

项目实际建设总工期 34 个月（于 2014 年 8 月开工建设，至 2017 年 5 月主体工程完工并投入使用），截止 2020 年 9 月，根据监测记录结果显示，项目建设区实际占地面积为 11.50hm<sup>2</sup>，其全部扰动。水土流失面积为 8.08hm<sup>2</sup>。

表 5-1 项目建设区水土流失面积表 单位：hm<sup>2</sup>

项目分区	项目建设区面积 (hm <sup>2</sup> )	扰动面积 (hm <sup>2</sup> )	建筑物及场 地道路硬化 (hm <sup>2</sup> )	水土流失面积 (hm <sup>2</sup> )
厂区工程区	9.36	9.36	3.10	6.26
进厂道路区工程区	0.82	0.82	0.32	0.50
附属系统区	1.32	1.32	0.00	1.32
合计	11.50	11.50	3.42	8.08

### 5.2 土壤流失量

#### 5.2.1 原地貌土壤流失量

根据《凯里市城市生活垃圾焚烧发电项目水土保持方案报告书》（报批稿），工程所在地属于西南土石山区，项目监测开始时，本项目已开工建设且已完工运行多年，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 1000t/(km<sup>2</sup>.a)，年均土壤侵蚀量 80.8t。

#### 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	0.37-1.90
中度侵蚀	2500-5000	1.90-3.70
强烈侵蚀	5000-8000	3.70-5.90
极强烈侵蚀	8000-15000	5.9-11.10
剧烈侵蚀	>15000	>11.10

表 5-3 面蚀分级指标表

地面坡度 地类		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	强 烈	极强烈	剧 烈

主体工程建设期自 2014 年 8 月至 2017 年 5 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 11.50hm<sup>2</sup>，扰动区域平均土壤侵蚀模数 5184t/km<sup>2</sup>·a，扰动地表土壤流失总量为 1687.19t。扰动地表土壤流失量详见表 5-4:

表 5-4 项目建设区土壤流失量计算表

项目分区	扰动面积(hm <sup>2</sup> )	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)
厂区工程	9.36	2014.8~2017.5	强烈	9.36	5200	1377.42
进厂道路区	0.82	2014.8~2017.5	强烈	0.82	5300	122.99
附属系统区	1.32	2014.3~2014.11	强烈	1.32	5000	186.78
合计	11.50			11.50	5184	1687.19

### 5.2.3 试运行期土壤流失量

主体工程于 2017 年 6 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 11.50hm<sup>2</sup>，土壤侵蚀面积 11.50hm<sup>2</sup>，平均土壤侵蚀模数 396.52t/km<sup>2</sup>·a，试运行期土壤流失量为 91.20t。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**

项目分区	扰动面积(hm <sup>2</sup> )	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)
厂区工程	9.36	2017.6~2019.5	微度	9.36	400	74.88
进厂道路区	0.82	2017.6~2019.5	微度	0.82	480	7.87
附属系统区	1.32	2017.6~2019.5	微度	1.32	320	8.45
合计	11.50			11.50	396.52	91.20

### 5.3 取土（石、料）弃土（石、渣）潜在土壤流失量

监测结果显示：因本项目建设期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，土石方挖填主要采用半挖半填的施工工艺，土石方挖填基本平衡，实际不产生废弃土石方，因此，本项目不存在取土（石）、弃渣的潜在土壤流失量。

### 5.4 水土流失危害

根据现场监测调查结果，本项目在建设过程中，实施了完善的水土流失防治措施，如场内排水设施、植被恢复等。通过监测人员对本项目施工建设期间、试运行期间产生的施工扰动对周边河流、农田、乡村道路及植被的危害，对周边民房、居民造成的影响状况，水土流失危害趋势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显示，本项目建设期间没有严重水土流失危害事件的发生，项目已安全运行多年。

## 6 水土流失防治效果监测结果

根据调查结果显示，本项目已经于 2017 年 5 月主体建设完工，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。项目建设区实际征占地面积为 11.50hm<sup>2</sup>，项目建设过程中，扰动土地面积为 11.50hm<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 11.50hm<sup>2</sup> 进行计算。

### 6.1 扰动土地整治率

本项目水土保持措施面积 8.07hm<sup>2</sup>（其中工程措施 0hm<sup>2</sup>，植物措施面积 8.07hm<sup>2</sup>），永久建筑及硬化面积占地 3.42hm<sup>2</sup>，占压扰动地表面积 11.50hm<sup>2</sup>，扰动土地都已得到整治。经计算得扰动土地整治率 99.87%，大于《开发建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2008）中建设类一级标准及《凯里市城市生活垃圾焚烧发电项目水土保持方案报告书》（报批稿）的防治目标值 95%，详见表 6-1，计算公式如下：

$$\text{扰动土地整治率}(\%) = \frac{\text{水土保持措施面积} + \text{永久建筑物占地面积}}{\text{建设区扰动地表面积}} \times 100\% = \frac{8.07 + 3.42}{11.50} \times 100\% = 99.87\%$$

表 6-1 扰动土地整治率

项目分区	项目建设区面积 (hm <sup>2</sup> )	扰动面积 (hm <sup>2</sup> )	建筑物及场地道路硬化 (hm <sup>2</sup> )	水土流失治理面积 (hm <sup>2</sup> )			扰动土地整治面积 (hm <sup>2</sup> )	扰动土地整治率 (%)
				植物措施	工程措施	小计		
厂区工程区	9.36	9.36	3.10	6.25	0.00	6.25	9.35	99.89
进厂道路区工程区	0.82	0.82	0.32	0.50	0.00	0.50	0.82	99.39
附属系统区	1.32	1.32	0.00	1.32	0.00	1.32	1.32	100.00
合计	11.50	11.50	3.42	8.07	0.00	8.07	11.49	99.87

### 6.2 水土流失总治理度

本项目水土保持措施面积 8.07hm<sup>2</sup>（其中工程措施 0hm<sup>2</sup>，植物措施面积 8.07hm<sup>2</sup>），永久建筑及硬化面积占地 3.42hm<sup>2</sup>，造成水土流失的面积为 8.08hm<sup>2</sup>（不包括永久建筑面积及场内道路硬化面积，即为占地面积减去永久建筑、硬化区域面积），经计算得水土流失治理度 99.81%。大于《开发建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2008）中建设类一级标准及《凯里市城市生活垃圾焚烧发电项目水土保持方案报告书》（报批稿）的防治目标值 97%，详见表 6-2，计算公式如下：

$$\text{水土流失总治理度}(\%) = \frac{\text{水土保持措施面积}}{\text{建设区水土流失总面积}} \times 100\% = \frac{8.07}{8.08} \times 100\% = 99.81\%$$

表 6-2 水土流失总治理率

项目分区	项目建设区 面积 (hm <sup>2</sup> )	扰动面 积 (hm <sup>2</sup> )	建筑物及场 地道路硬化 (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 (%)
					植物措施	工程措施	小计	
厂区工程区	9.36	9.36	3.10	6.26	6.25	0.00	6.25	99.84
进厂道路区 工程区	0.82	0.82	0.32	0.50	0.50	0.00	0.50	99.00
附属系统区	1.32	1.32	0.00	1.32	1.32	0.00	1.32	100.00
合计	11.50	11.50	3.42	8.08	8.07	0.00	8.07	99.81

### 6.3 拦渣率

项目实际建设过程中，开挖土石方总量为 52.63 万 m<sup>3</sup>，回填土石方总量为 52.63 万 m<sup>3</sup>，无废弃土石方，挖填平衡，经计算采取措施后实际拦挡的开挖土石方量为 52.63 万 m<sup>3</sup>，经计算得拦渣率为 100%，大于《开发建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2008）中建设类一级标准及《凯里市城市生活垃圾焚烧发电项目水土保持方案报告书》（报批稿）的防治目标值 98%。计算公式如下：

$$\text{拦渣率} (\%) = \frac{\text{采取措施后实际拦挡的弃土(石、渣)量}}{\text{土(石、渣)总量}} \times 100\% = \frac{52.63}{52.63} \times 100\% = 100\%$$

### 6.4 土壤流失控制比

本项目施工期扰动地表面积 11.50hm<sup>2</sup>。项目区容许的地表侵蚀模数为 500t/(km<sup>2</sup>·a)，容许土壤流失量为 57.5t/a。经现场调查，治理后的平均地表侵蚀模数可达到 198.26t/(km<sup>2</sup>·a) 左右，治理后的水土流失量为 46t/a。经类比计算，土壤流失控制比达到 1.25，大于《开发建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2008）中建设类一级标准及《凯里市城市生活垃圾焚烧发电项目水土保持方案报告书(报批稿)》的防治目标值 1.00。计算公式如下：

$$\text{土壤流失控制比} = \frac{\text{容许土壤流失量}}{\text{治理后平均土壤流失量}} = \frac{57.5}{46} = 1.25$$

### 6.5 林草植被恢复率

项目区域内可恢复林草面积 8.08hm<sup>2</sup>，植物措施面积 8.07hm<sup>2</sup>，经计算得林草植被恢复率 99.81%，大于《开发建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2008）中建设类一级标准及《凯里市城市生活垃圾焚烧发电项目水土保持方案报告书》（报批稿）的防治目标值 99%。详见表 6-3，计算公式如下：

$$\text{林草植被恢复率} (\%) = \frac{\text{林草植被面积}}{\text{可恢复林草植被面积}} \times 100\% = \frac{8.07}{8.08} \times 100\% = 99.81\%$$

## 6.6 林草覆盖率

项目区内实施植物措施总面积为 8.07hm<sup>2</sup>（厂区植被面积为 6.25hm<sup>2</sup>，进厂道路区植被面积 0.50hm<sup>2</sup>，附属系统区植被面积 1.32hm<sup>2</sup>）。项目区域内防治责任面积为 11.50hm<sup>2</sup>，经计算得林草覆盖率为 70.13%，大于《开发建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2008）中建设类一级标准及《凯里市城市生活垃圾焚烧发电项目水土保持方案报告书》（报批稿）的防治目标值 27%。详见表 6-3，计算公式如下：

$$\text{林草覆盖率} = \frac{\text{林草植被面积}}{\text{防治责任范围面积}} \times 100\% = \frac{8.07}{11.50} \times 100\% = 70.13\%$$

表 6-3 林草植被恢复率与林草覆盖率计算表

项目分区	项目建设区面积 (hm <sup>2</sup> )	扰动面积 (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 (%)	林草覆盖率 (%)
厂区工程区	9.36	9.36	6.26	6.25	99.84	66.77
进厂道路区工程区	0.82	0.82	0.50	0.50	99.00	60.37
附属系统区	1.32	1.32	1.32	1.32	100.00	100.00
合计	11.50	11.50	8.08	8.07	99.81	70.13

综上所述，项目建设区可绿化区域已覆土绿化，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。调查结果表明，截止至 2020 年 9 月，六项指标中全部已经达到并超过《开发建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2008）中建设生产类一级标准目标值。

## 7 结论

### 7.1 水土流失动态变化

**项目建设前：**根据《凯里市城市生活垃圾焚烧发电项目水土保持方案报告书》(报批稿)，工程建设前项目建设区水土流失状况为：项目建设区面积为 11.16hm<sup>2</sup>，可能造成的水土流失量 111.6t，平均土壤侵蚀模数为 1000t/(km<sup>2</sup>·a)，属轻度水土流失区。

**项目建设过程中：**监测结果显示，截止 2017 年 5 月，项目建设区扰动地表面积为 11.50hm<sup>2</sup>，扰动区域平均土壤侵蚀模数 5184t/km<sup>2</sup>·a，扰动地表土壤流失总量为 596t。

**项目建成后：**监测结果显示，截止 2020 年 9 月，项目建设区存在水土流失面积为 11.50hm<sup>2</sup>，平均土壤侵蚀模数 396.52t/km<sup>2</sup>·a，试运行期土壤流失量为 91.20t。

综上所述，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，轻度和强烈水土流失面积大幅减少。从项目建设区现状来看，项目区域各项措施保存完好，但在运行过程中应注意检查排水措施是否损坏及堵塞，避免造成新的水土流失，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

凯里盛运环保电力有限公司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土保持工程措施，并根据需要及时实施了部分排水、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：

**厂区工程：**完成了厂内各区域之间的临时拦挡、土地整治工程等水保工程措施；同时对于厂区内大片的裸露区域均设置了完善的植物措施，充分发挥了防治水土流失的效果。整个区域的工程措施和植物措施基本按照工程进度实施，工程措施治理效果显著。但由于厂内道路两旁设有排水管及道路边坡设有截排水沟，需要建设单位在后续建设过程中，注意疏通水渠，保持水渠畅通。

**进厂道路工程区：**根据监测结果，建设单位对进厂道路工程区周围修筑有截排水措施、菱形框格植物护坡等工程措施，发挥了较大的水土保持作用，且实施的绿化措



施经过试运行期后，恢复效果良好。区域内的工程措施和植物措施基本按照工程进度实施，取得了一定的效果。但还存在部分区域植被长势较差，需要建设单位在后续建设过程中，持续进行补植补种和加强植被养护。

**附属系统区：**施工用电在施工结束后已拆除部分，留有供水管线系统持续供水，供水管线埋设区域已平整并进行覆土绿化及复耕，目前附属系统区植物措施效果明显，基本达到了防护标准。

监测结果显示，建设单位在建设过程中，各防治分区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量，工程基本达到《凯里市城市生活垃圾焚烧发电项目水土保持方案报告书》（报批稿）中的设计要求。

根据水利部《关于印发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的通知》（办水保〔2013〕188号）和《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），本项目位于凯里市炉山境内，项目所在区域属于贵州省省级水土流失重点预防保护区，结合本项目主体工程特点和项目区实际情况，本项目水土流失防治标准定为建设生产类一级标准；因此，水土流失防治标准执行建设类一级。该区以水力侵蚀为主，属轻度流失区。因此本报告采用《开发建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2008）中建设类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	防治目标	实际达到值	达标情况
扰动土地整治率	95%	99.87%	达标
水土流失总治理度	97%	99.81%	达标
土壤流失控制比	1	1.25	达标
拦渣率	98%	100%	达标
林草植被恢复率	99%	99.81%	达标
林草覆盖率	27%	70.13%	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 2020 年 9 月，六项指标全部达到并超过《开发建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2008）中建设类一级标准及《凯里市城市生活垃圾焚烧发电项目水土保持方案报告书》（报批稿）的防治目标。

### 7.3 存在问题及建议

建设单位对水土流失防治工作的重要性有一定的认识，按法律法规的要求，编制了水土保持方案报告书，并明确了水土保持工程建设的主管部门和项目负责人；在项目建设过程中因害设防，根据需要及时实施了大量排水、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，但本项目水土保持工作还存在一些问题和不足。

(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) 建设单位应加强各类水土保持措施的管理维护工作，特别是水土保持排水措施在运行期容易损坏，建设单位在生产运行期过程中应加大管护力度，发现有损坏、淤积等情况，应及时修复疏通，确保各项水土保持设施正常发挥水土保持效益。

(3) 项目建设区附近有部分居民，建设单位在运行期过程中，加强厂区及进厂道路周边区域的巡查工作，若遇存在水土流失区域，应及时的治理完善。

(4) 建设单位在后期应加强植物措施的养护(对草皮和撒播草种区域进行养护)，确保植物措施长势得到茂密生长，发挥水土保持生态绿化效益。

## 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 9.66hm<sup>2</sup>, 截止 2020 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 11.50hm<sup>2</sup>, 项目建设过程中, 扰动土地面积为 11.50hm<sup>2</sup>; 扰动面积中已经治理面积为 8.07hm<sup>2</sup>, 未治理面积 0.01hm<sup>2</sup>。

(2) 截止 2017 年 5 月, 项目建设区扰动地表面积为 11.50hm<sup>2</sup>, 扰动区域平均土壤侵蚀模数 5184t/km<sup>2</sup>·a, 扰动地表土壤流失总量为 1687.19t; 截止 2020 年 9 月, 项目建设区已扰动地表面积为 11.50hm<sup>2</sup>, 平均土壤侵蚀模数 396.52t/km<sup>2</sup>·a, 试运行期土壤流失量为 91.20t。

(3) 项目建设区实际发生的扰动地表面积为 11.50hm<sup>2</sup>, 比《凯里市城市生活垃圾焚烧发电项目水土保持方案报告书》(报批稿)设计及批复的项目建设区扰动地表面积 11.16hm<sup>2</sup>增加了 0.34hm<sup>2</sup>。

(4) 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, 据调查, 项目建设施工活动期间没有对周边产生不良影响。

(5) 建设单位严格按照水土保持方案报告书(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。