

普宁市生活垃圾焚烧发电厂（一期工程）

水土保持监测总结报告

建设单位：普宁市城镇环境卫生管理局

监测单位：广州江碧源环保科技有限公司

2020年6月





监测单位：广州江碧源环保科技有限公司

监测单位地址：广州市番禺区大石街富石路 334 号 707

项目联系人：薛立群

联系电话：13922477735

电子邮箱：7797539@qq.com

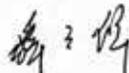
普宁市生活垃圾焚烧发电厂（一期工程）

水土保持监测总结报告

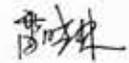
责任页

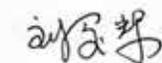
(广州江碧源环保科技有限公司)

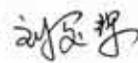


批准：薛立群 

核定：薛立群 

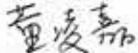
审查：雷晓林 

校核：刘灵辉 

项目负责人：刘灵辉 

编写：吕 球（第一、二、三章） 

焉芷尧（第四、五章及附件） 

董凌嘉（第六、七章及附图） 

目 录

前言	1
1 建设项目及水土保持工作概况	4
1.1 建设项目概况	4
1.2 水土保持工作情况	10
1.3 监测工作实施情况	12
2 监测内容和方法	19
2.1 扰动土地情况	19
2.2 取料（土、石）、弃渣（土、石）情况	19
2.3 水土保持措施	20
2.4 水土流失情况监测	23
2.5 监测时段与工作进度	29
3 重点对象水土流失动态监测	31
3.1 防治责任范围监测	31
3.2 取土（石、料）监测结果	32
3.3 弃土（石、渣）监测结果	32
3.4 土石方流向情况监测结果	32
3.5 其他重点部位监测结果	32
4 水土流失防治措施监测结果	34
4.1 工程措施监测结果	34
4.2 植物措施监测结果	35
4.3 临时措施监测结果	37
4.4 水土保持措施防治效果	37
5 土壤流失情况监测	39
5.1 水土流失面积	39
5.2 土壤流失量	40
5.3 取土（石、料）弃土（石、渣）潜在土壤流失量	41
5.4 水土流失危害	42
6 水土流失防治效果监测	43

6.1 扰动土地整治率	43
6.2 水土流失总治理度	43
6.3 拦渣率	44
6.4 土壤流失控制比	44
6.5 林草植被恢复率	44
6.6 林草覆盖率	45
7 结论	46
7.1 水土流失动态变化	46
7.2 水土保持措施评价	47
7.3 存在问题及建议	48
7.4 综合结论	48
8 有关资料及附图	49
8.1 有关资料	49
8.2 附图	67

前言

普宁市生活垃圾焚烧发电厂位于普宁市云落镇云楼水库旁山地，厂区原地貌为丘陵，大部分地形在国家 85 高程 170m 以上，厂区用地范围最高点高程为 210m，最低点高程为 155m。中心地理坐标为东经 116°4'47.84"，北纬 23°17'44.20"。

普宁市生活垃圾焚烧发电厂由普宁市城镇环境卫生管理局建设，项目为新建建设生产类项目；项目总投资 39147.0 万元，其中土建投资 9140.0 万元。

2019 年 11 月，建设单位委托我公司开展本项目水土保持监测工作，通过现场实地踏勘，监测工作介入时主体工程已完工。

方案设计项目总占地面积为 9.15hm²，永久占地 6.71hm²，临时占地 2.44hm²。建设规模为日处理生活垃圾 800 吨，年处理量 29.2 万吨，配置 2 台 400t/d 机械炉排焚烧炉，1 台 15MW 凝汽式汽轮发电机组。

项目分为一期和二期建设，因此在施工时序上存在差别，目前一期工程主体工程已完工。一期工程主要包括主厂房、主厂房附属设施用房、烟囱、综合楼、综合水池、冷却塔、地磅房、渗沥液污水处理站、油罐区、一期工程周边道路以及一期建筑物周边绿化组成，经过现场监测得知，一期工程占地面积 3.16hm²，全部为永久占地，项目建设过程中产生的挖填方边坡、施工工区以及临时堆土等临时性占地，统一纳入二期工程监测范围，本次监测总结范围为一期工程主体工程永久占地范围。

由于本项目水土保持监测工作介入时主体工程土石方开挖工作已经完成，经过现场监测调查以及依据施工单位以及监理单位提供的土石方资料分析，一期工程实际项目挖填土石方总量为 32.48 万 m³，其中挖方总量 18.75 万 m³，填方总量 13.73 万 m³，开挖土方用于除了用于一期工程场地内回填利用以外，剩余 5.02 万 m³ 土方用于二期工程回填使用，不产生弃土；与方案设计基本一致。一期工程于 2017 年 2 月开工建设，2019 年 4 月主体完工；工期 27 个月。

普宁市城镇环境卫生管理局作为建设单位委托了揭阳市水利水电设计院完成了本项目的水土保持方案编制工作，2016 年 1 月 12 日~13 日，广东省水利水电技术中心在普宁市主持召开了组织专家对报告书（送审稿）进行了技术评审，并原则上通过评审，根据评审意见，编写组人员进行了认真的修改完善，完成了《普宁市生活垃圾焚烧发电厂水土保持方案报告书》（报批稿）。2016 年 5

月 10 日，广东省水利厅下发了《关于普宁市生活垃圾焚烧发电厂水土保持方案报告书的批复》（粤水水保〔2016〕30 号）批复了本项目水土保持方案。本工程未涉及水土保持方案变更。

项目建设过程中，主体工程建设区的场地平整、建（构）筑物基础开挖等建设活动都会对项目区的原地貌、土地和植被产生不同程度的扰动和损坏，不可避免的产生一定的水土流失。根据我国水土保持法律、法规的规定，生产建设项目在建设过程中，必须承担防治水土流失的责任和义务，建设生产类项目在整个建设期（含施工准备期）内必须全程开展水土保持监测工作，生产建设项目水土保持设施验收合格后，方可投产使用。通过水土保持监测工作，评价水土保持工程的水土流失防治效果，即土壤流失量是否达到本区域土壤容许流失量的标准，这些数据资料为项目竣工验收提供依据。

2019 年 11 月，建设单位委托我公司开展本项目水土保持监测工作，接受任务后，我公司组织监测技术人员，依据水土保持监测技术规程和水土保持方案中水土保持监测篇章的要求，开展水土保持监测工作。监测实施过程中，向建设单位、监理单位和施工单位收集资料，整理工程建设过程关于施工进度、设计变更等信息资料，调查水土保持方案落实情况 and 水土保持措施实施效果。根据项目实际情况，采用了调查监测、场地巡查相结合的方法，通过资料分析统计工程已造成的土壤流失量，调查、巡查建设场地，及时发现工程水土流失问题，并向建设单位提出防治意见。

根据建设单位提供的竣工资料和监测结果统计，水土保持方案确定的水土流失防治体系已得到较好的落实，厂内平台监测区（一期工程）完成的水土保持措施如下：

工程措施：表土剥离 1.59hm^2 ，土地整治 0.98hm^2 ，表土回覆 4770m^3 ，雨水管 1600m ，雨水井 40 座，雨水井 60 座。

植物措施：铺设草皮 0.98hm^2 。

临时措施：临时排水沟排水沟 560m ，临时沉沙池 4 座，临时苫盖 0.98hm^2 。

工程监测特性表

建设项目主体工程主要技术指标								
项目名称		普宁市生活垃圾焚烧发电厂（一期工程）						
建设规模	日处理生活垃圾 800 吨，年处理量 29.2 万吨，配置 2 台 400t/d 机械炉排焚烧炉，1 台 15MW 凝汽式汽轮发电机组	建设单位全称	普宁市城镇环境卫生管理局					
		建设地点	普宁市云落镇					
		建设性质	新建					
		所属流域	珠江流域					
		工程总投资	39147.0 万元					
		工程工期	2017 年 2 月-2019 年 4 月					
水土保持监测指标								
监测单位		广州江碧源环保科技有限公司	联系人及电话		薛立群/13922477735			
自然地理类型		丘陵	国家及省级重点防治区类型		不涉及国家及省级重点防治区			
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、地面观测		2.防治责任范围监测		调查监测、现场量测		
	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	调查监测、遥感解译、现场复核		水土流失背景值		土壤侵蚀模数为 500t/km ² ·a		
方案设计防治责任范围		3.16hm ²		容许土壤流失量		500t/km ² ·a		
水土保持投资		129.87 万元		水土流失目标值		500t/km ² ·a		
防治措施		工程措施		厂内平台区表土剥离 1.59hm ² ，土地整治 0.98hm ² ，表土回覆 4770m ³ 。雨水管 1600m，雨水井 40 座，雨水口 60 座				
		植物措施		厂内平台区铺设草皮 0.98hm ² 。				
		临时措施		厂内平台区临时排水沟 560m，临时沉沙池 4 座，临时苫盖 0.98hm ² 。				
监测结论	防治效果	分类分级指标	方案目标值 (%)	监测值 (%)	监测数量 (hm ²)			
		扰动土地整治率	98	99.68	建（构）筑物及场地道路硬化、水保措施面积	2.17	扰动地表面积	3.16
		水土流失总治理度	98	99.0	水保措施面积	0.98	水土流失面积	0.99
		土壤流失控制比	1.0	1.0	治理后平均土壤流失量	500	项目区容许土壤流失量	500
		拦渣率	98	98.29	临时堆土量	18.75	实际拦挡量	18.43
		林草植被恢复率	99	99.0	植物措施面积	0.98	可绿化面积	0.99
		林草覆盖率	30	33.01	植物措施面积	0.98	项目建设区面积	3.16
	水土保持治理达标评价	本工程水土流失防治指标：扰动土地整治率为 99.68%，水土流失总治理度为 99.0%，土壤流失控制比为 1.0，拦渣率为 98.29%，林草植被恢复率为 99.0%，林草覆盖率为 33.01%。						
总体结论			本工程水土保持治理措施基本完成，总体治理度基本达到了生产建设项目水土流失防治一级标准，防治效果明显。					
主要建议	建议建设单位加强水土保持工程措施的维护工作，加强植物措施抚育工作，确保植物成活率，使水土保持措施更好的发挥水土保持功能，更好的控制水土流失。							

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

普宁市生活垃圾焚烧发电厂位于普宁市云落镇云楼水库旁山地，厂区原地貌为丘陵，大部分地形在国家 85 高程 170m 以上，厂区用地范围最高点高程为 210m，最低点高程为 155m。中心地理坐标为东经 116°4'47.84"，北纬 23°17'44.20"。详见下图 1-1 项目区地理位置图。

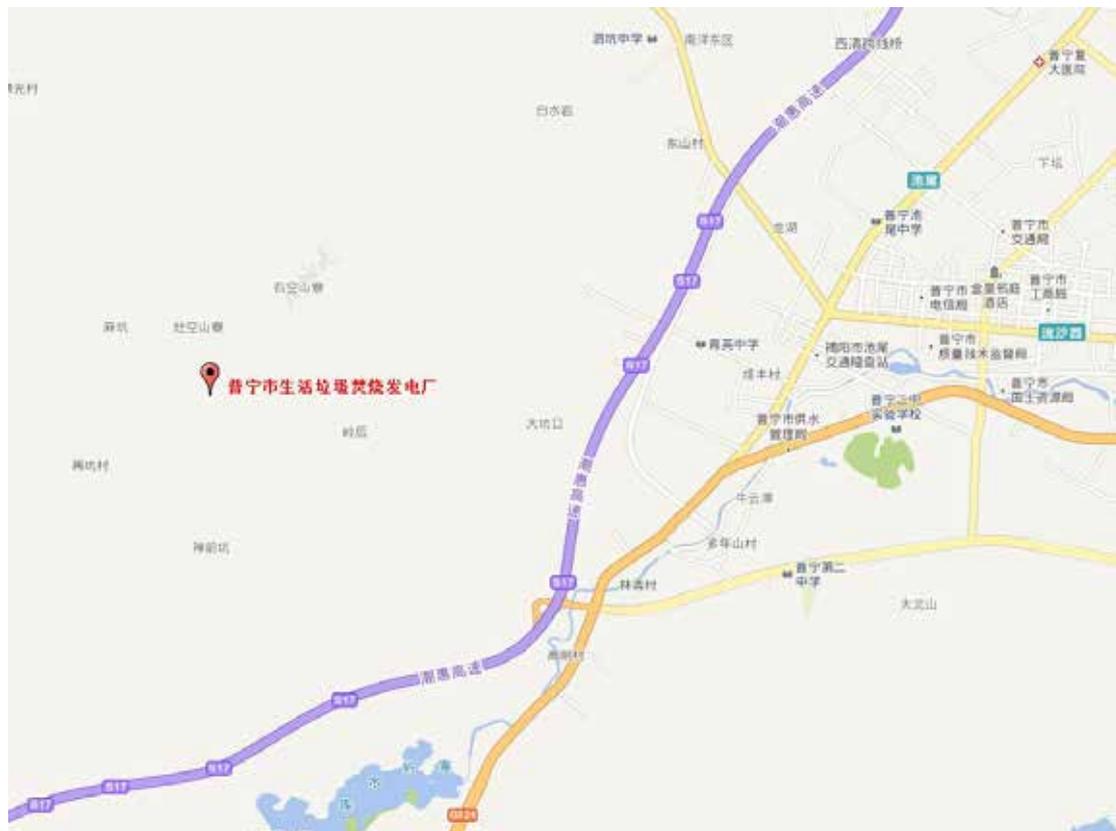


图 1-1 项目区地理位置图

普宁市生活垃圾焚烧发电厂由普宁市城镇环境卫生管理局建设，项目为新建建设生产类项目；项目总投资 39147.0 万元，其中土建投资 9140.0 万元。

2019 年 11 月，建设单位委托我公司开展本项目水土保持监测工作，通过现场实地踏勘，监测工作介入时主体工程已基本完工，正在进行厂内道路平整、厂区内绿化景观恢复以及相关配套设施建设工作。

方案设计项目总占地面积为 9.15hm²，永久占地 6.71hm²，临时占地 2.44hm²。建设规模为日处理生活垃圾 800 吨，年处理量 29.2 万吨，配置 2 台 400t/d 机械

炉排焚烧炉，1台15MW凝汽式汽轮发电机组。

项目分为一期和二期建设，目前一期工程已基本完成，道路地坪以及景观绿化恢复情况良好，一期工程主要包括主厂房、主厂房附属设施用房、烟囱、综合楼、综合水池、冷却塔、地磅房、渗沥液污水处理站、油罐区、一期工程周边道路以及一期建筑物周边绿化组成，经过现场监测得知，一期工程占地面积 3.16hm^2 ，全部为永久占地，项目建设过程中产生的挖填方边坡、施工工区以及临时堆土等临时性占地，统一纳入二期工程监测范围，本次监测总结范围为一期工程占地范围。详见本次监测总结一期工程范围图1-2。

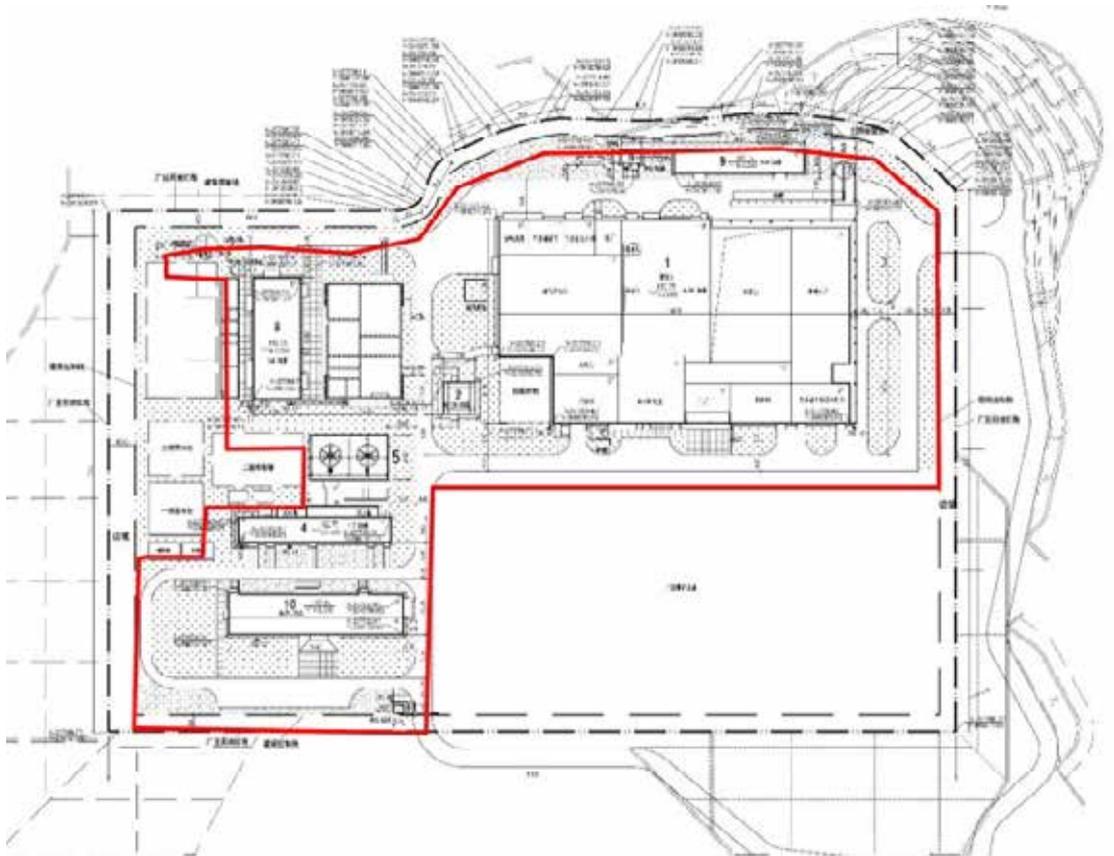


图 1-2 本次监测总结一期范围图

由于本项目水土保持监测工作介入时主体工程土石方开挖工作已经完成，经过现场监测调查以及依据施工单位以及监理单位提供的土石方资料分析，一期工程实际项目挖填土石方总量为 32.48万m^3 ，其中挖方总量 18.75万m^3 ，填方总量 13.73万m^3 ，开挖土方用于除了用于一期工程场地内回填利用以外，剩余 5.02万m^3 土方用于二期工程回填使用，不产生弃土；与方案设计基本一致。一期工程于2017年2月开工建设，2019年4月主体完工；工期27个月。详见下

表 1-1 一期工程基本情况表。

表 1-1 一期工程基本情况表

一、项目基本情况				
序号	项目	内容		
1	项目名称	普宁市生活垃圾焚烧发电厂（一期工程）		
2	建设单位	普宁市城镇环境卫生管理局		
3	建设地点	普宁市云落镇		
4	建设性质	新建建设生产类		
5	工程等级	一级		
6	建设规模	日处理生活垃圾 800 吨，年处理量 29.2 万吨，配置 2 台 400t/d 机械炉排焚烧炉，1 台 15MW 凝汽式汽轮发电机组。		
7	建设内容	包括主厂房、主厂房附属设施用房、烟囱、综合楼、综合水池、冷却塔、地磅房、渗沥液污水处理站、油罐区、一期工程周边道路以及一期建筑物周边绿化。		
8	工程总投资	工程总投资 39147 万元，其中土建投资 9140 万元。		
9	建设工期	一期工程 2017 年 2 月开工，2019 年 4 月完工。		
10	拆迁数量及方式	无拆迁安置		
11	施工布置	本项目主体工程全部布置在红线范围内，施工工区布置在项目南侧红线外，属于临时占地，考虑到二期工程仍在使用的，纳入二期工程占地范围，不重复计列。		
二、经济技术指标				
序号	指标名称	单位	数量	备注
1	用地面积	hm ²	3.16	均为永久占地
2	建筑面积	hm ²	1.42	
3	道路地坪面积	hm ²	0.76	
4	园林景观绿化面积	hm ²	0.98	
5	绿地率	%	31.01	
三、土石方				
	挖方（万 m ³ ）	填方（万 m ³ ）	借方（万 m ³ ）	余方（万 m ³ ）
	18.75	13.73	/	5.02
备注：一期工程余方 5.02 万 m ³ 用于二期工程回填利用				

1.1.2 项目区概况

（1）地形地貌

普宁市境内丘陵山地与平原谷地的比例，为 6: 4。榕江、练江、龙江三大水系纵横交织，莲花山脉东南坡延伸至本市西南部，构成西南高、东北低，地貌类型复杂多样。中部为练江中游，与榕江南岸连成较广阔的平原地带，为市内的主要粮产区。西南部最高峰的峨眉嶂海拔高达 980 米，形成南阳山区、大

南山区，山峰陡峻，河流湍急。东北部由海拔 489 米的铁山构成低山丘陵地带，山坡平缓，源短流缺。榕江、练江中游河畔地势低洼，最低田面高程为海拔 1.2~1.4 米。

普宁市生活垃圾焚烧发电厂位于普宁市云落镇云楼水库旁山地，厂区现状地貌为丘陵，属灌木林地，大部分地形在国家 85 高程 170m 以上，厂区用地范围最高点高程为 210m，最低点高程为 155m。

(2) 地质

本区地质由燕山三期岩浆岩和第四纪沉积的松散土所组成。岩浆岩为基底，其上覆盖着厚度和岩性不一的第四纪松散土。而第四纪松散土以古代沉积的卵石、黄土、一般粘性土和近代河流洪积——冲积的亚砂土和卵石为主分布在河漫滩和阶地上。

根据《中国地震烈度区划图（1990）》普宁市地震基本烈度为 7 度。

(3) 水文气象

1) 水文

普宁市生活垃圾焚烧发电厂位于普宁市云落镇云楼水库库区山地，位属龙江崩坎水上游东北侧一小支流，其上游东北面山脊为龙江与练江分水岭，西北面山脊为龙江与榕江分水岭，下游为小（2）型云楼（狮腰）水库。

① 龙江

龙江干流上游称桂坑水，发源于普宁市南水凹，经陆丰市，再入惠来县，在磁窑水陂上游溪口村汇入源自普宁的高埔水、崩坎水，三流合一后向东南，河口改道前，下游还汇入罗溪水和雷岭水，然后由神泉港入海。龙江上游属暴雨高值区，每逢暴雨，洪水奔流直下，峰高量大：中下游惠来河段，坡降平缓，流速减慢，加之下游汇入罗溪水和雷岭水，又受海潮顶托，洪水渲泄不畅。龙江流域面积 1164km²，境内集水面积 1008.8km²，河流长 82km，平均比降 1.63‰。龙江流域上游已建成大（二）型龙潭水库、中型巷口水库、尖官陂水库，及小（一）型水库 16 宗、小（二）型水库 51 宗，总库容 0.87 亿 m³，境内控制流域面积 77.98km²。龙江干流上建成磁窑水陂、葵潭水闸、邦山水闸，灌溉兼顾发电。龙江流域水力资源理论蕴藏量 5.58 万 kw，已开发小水电 128 宗，装机容量 1.95 万 kw，年发电量 0.36 亿 kw·h。

②崩坎水

崩坎水位于龙江上游左岸，发源于普宁市大坳口，西南流经南洋、梅林、凤池、崩坎、马鞍山，入惠来县葵潭镇，于磁窑汇入龙江。流域面积 331km²，河流长 47km，平均比降 2.33%。已建成小（一）型水库 4 宗、小（二）型水库 10 宗，总库容 1217.1 万 m³，控制流域面积 14.27km²。

③云楼（狮腰）水库

云楼（狮腰）水库位于普宁市云落镇，属云楼村所有，并由云楼村委会管理，地处深山主要功能任务是为云楼村、神前坑村、中央寨村 550 亩农田提供灌溉用水，兼有防洪作用。水库于 1966 年 5 月建成投产，集雨面积 1.22km²，多年平均年来水量 176.9 万 m³，保证率 90%。年来水量 119.29 万 m³，保证率 95% 年来水量 103.47 万 m³。最大坝高 18m，坝长 164m，坝顶高程 152.6m，溢洪道进口底高程 149.6m，水库死水位 139.6m，死库容 2 万 m³，正常蓄水位 149.6m，库容 52 万 m³，水库采用 20 年一遇洪水设计，设计洪水位 150.87m，库容 59 万 m³；200 年一遇洪水校核，校核洪水位 151.77m，水库总库容 70 万 m³，为小（二）型水库工程。

2) 气象

本流域地处北回归线以南，且临近南海，属南亚热带季风性湿润气候，受海洋性东南亚季风影响较大。由于地处低纬度地区，太阳辐射强，日照天数多，平均气温高，夏季盛吹东南风，冬季多吹北风和偏北风。区域四季主要特点为：春季阴雨天气较多，夏季高温湿润热水汽含量较大，常带来大雨、暴雨，秋季常有热雷雨、台风雨，冬季阴冷，雨量稀少，霜冷期短。

①气温

根据普宁市流沙气象站 1960~2013 年气象资料统计：多年平均气温为 21.5℃，年内气温变化幅度较大，最高气温为 38.1℃（1990 年 8 月 17 日），最低气温为 -0.2℃（1963 年 1 月 27 日），年无霜期平均 353 天，多年平均日照为 1991.5 小时。

②降雨

根据普宁市流沙雨量站 1960~2011 年降雨量资料统计，多年平均降雨量为 2091.6mm，年最大降雨量为 3161mm（1973 年），年最小降雨量为 1233.3mm

(2004年)，降雨量年内分配不均匀，汛期主要集中在4~9月，汛期降雨量占多年平均年降水量80%以上。通过查询降雨数据可知，2018年普宁市寒妈站降雨量为1129.0mm，2019年1-10月普宁市寒妈站降雨量为1836.0mm。

③风速、风向

根据普宁流沙气象站1960~2011年资料系列，本区域内多年平均风速为1.9m/s，夏季多吹偏东风，冬季多吹偏北风。历年最大风速35m/s，相应风向为NE。普宁市地处北回归线以南，夏季受西太平洋和南海低压影响，台风和热带低压频繁，1959~1998≥8级风力的有64天，平均每年2.1天，台风频率集中时段为7月中~9月中旬。自上世纪七十年代以来，晚秋季节台风较为频繁，常发生大暴雨，造成洪涝灾害。

④蒸发量、相对湿度

本区域多年水面平均蒸发量为1473.7mm，多年平均相对湿度为82%。各月平均相对湿度最小为77%，最大为86%。

⑤灾害性天气

普宁市地处南亚热带季风性湿润气候，受海洋性气候影响明显，是台风活动侵袭经过的地区之一。夏秋季节主要灾害性天气是台风带来的暴雨，易爆发山洪和涝灾，而非汛期月份由于降水量少，且流域内蓄水工程数量较少，规模较小，常易发生旱灾。

(4) 土壤与植被

①土壤

项目区丘陵地处赤红壤土地带，成土母质多为花岗岩、砂页岩类，这些岩层经长期风化、溶蚀形成的土壤，土质疏松，保水率差，遇水即散，易蚀易冲，尤其以砂岩、页岩发育风化或半风化形成的红壤，结构松散、抗蚀力差，同时山地坡度较大，有机质少、土壤贫瘠。

②植被

项目区地处南亚热带季风性湿润气候，植被类型主要由灌丛、草类构成，项目区现状林草植被覆盖率为72%。灌木植物高度1~2m，覆盖率达100%，种类常见有盐肤木、漆树、水同木、白背叶、野牡丹等。草本层盖度多为50~100%，主要种类有鸭嘴草、鹧鸪草、类芦、乌毛蕨、五节芒、粽叶芦等。

项目区地带性植被为亚热带常绿阔叶林，项目区及周边现状植被主要以人工种植的乔灌木为主，树种主要为樟树、构数等，并伴有少量杂草，项目区现状植被覆盖率约为 27.6%。

(5) 容许土壤流失量

根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007），项目区属南方红壤丘陵区，土壤侵蚀以水力侵蚀为主，容许土壤流失量为 500t/（km²·a）。

(6) 侵蚀类型与强度

根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007），项目区属南方红壤丘陵区，土壤侵蚀以水力侵蚀为主，通过对本项目建设区域进行的水土流失调查、背景资料分析，原始地形地貌图及现场图片分析、图斑勾绘可知，项目区土壤侵蚀模数背景值取 500t/（km²·a）。

(7) 水土流失重点防治区划与执行标准

根据《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《广东省水利厅关于划分省级水土流失重点预防区和重点治理区的公告》（广东省水利厅，2015年10月）等相关规定，项目所在地普宁市云落镇不属于国家和广东省水土流失重点预防区和重点治理区。本项目水土保持方案批复中明确本项目水土流失防治标准执行建设生产类项目一级标准。

(8) 其他

本项目区不涉及饮用水水源保护区、水功能一级区的保护区和保留区、自然保护区、世界文化和自然遗产地，风景名胜区、地质公园、森林公园、重要湿地等。

1.2 水土保持工作情况

1.2.1 水土保持方案的编制和实施情况

普宁市城镇环境卫生管理局作为建设单位委托了揭阳市水利水电设计院完成了本项目的水土保持方案编制工作，2016年1月12日~13日，广东省水利水电技术中心在普宁市主持召开了组织专家对报告书（送审稿）进行了技术评审，并原则上通过评审，根据评审意见，编写组人员进行了认真的修改完善，完成

了《普宁市生活垃圾焚烧发电厂水土保持方案报告书》（报批稿）。2016年5月10日，广东省水利厅下发了《关于普宁市生活垃圾焚烧发电厂水土保持方案报告书的批复》（粤水水保〔2016〕30号）批复了本项目水土保持方案。本工程未涉及水土保持方案变更。

该工程建设、设计、施工单位贯彻国家和地方的有关法律、法规，本着“谁开发谁保护，以预防为主，生态优先”的原则。按照水土保持方案设计要求进行施工建设。

本工程开工时间为2017年2月，一期工程主体工程完工时间为2019年4月。

2017年2月主要为施工准备期，主要进行了表土剥离、场地平整等工作。

2017年4月~2019年1月主要为施工建设期，主要进行了主体工程区的建设工作，包括主厂房、主厂房附属设施用房、烟囱、综合楼、综合水池、冷却塔、地磅房、渗沥液污水处理站、油罐区、一期工程周边道路。2019年2月~2019年5月逐渐开展扰动区域的土地整治，以及景观绿化区域的绿化恢复工作。

2019年6月~2020年5月为植被恢复期，主体工程已完工。

1.2.2 水土保持管理及三同时制度的落实

本项目的水土保持工程已纳入主体工程的管理体系中，管理机构与主体工程管理机构一致。普宁市城镇环境卫生管理局作为项目建设单位，承担了本项目水土保持工程的组织实施，公司成立了水土保持管理小组，负责水土保持工作的日常管理：

①对水土保持工作实施全面监督管理；

②对机械设备、物资的采购和使用管理中产生的水土流失问题进行控制，制定相应规定和措施；

③负责提供水土保持工作所需资金，对资金的使用进行监督管理。

项目建设过程中，公司在工程建设中基本按照水土保持与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”制度，公司要求施工单位按照水土保持方案的要求规范施工，并对照水土保持方案相关要求进行调整完善。施工过程中剥离的表土进行集中堆放，并树立标牌规范管理，用于绿化区域的表土回填；施工过程中采取了临时防护措施，施工结束后及时平整、覆土和恢复植被；及

时实施了各种防护措施，做到了边施工，边绿化，尽可能减少场地地表裸露时间，贯彻“带绿施工”的水土保持理念。

1.2.3 水土保持监测意见的落实情况以及重大水土流失危害事件处理情况

2019年11月，建设单位委托广州江碧源环保科技有限公司开展本项目水土保持监测工作，监测单位进场后，与建设单位、施工单位、监理单位等单位密切配合，由于水土保持监测工作滞后，无法对施工前期水土流失情况实施动态监测；现场监测后，对项目存在的问题提出相关建议，建设单位及时组织施工单位对存在的水土保持问题进行落实，根据项目建设实际情况，本项目无水土流失危害事件发生。

水土保持工程实施后，扰动地表得到了较好的治理，区域内水土流失得到了有效控制和治理，但仍存在一定的水土流失；该时段绿化措施处于自我修复阶段，其“固土保水”能力还未达到最佳状态，在降雨等外力因子的影响下易造成二次水土流失，因此需要及时对植物进行抚育，对成活率低的区域及时补植补种。

1.2.4 水土保持监督检查意见落实情况

2019年10月31日，广东省水利厅会同揭阳市水利局、普宁市水利局组成检查组，对本项目水土保持工作进行了监督检查，检查组查看了工程现场，听取了建设单位关于水土保持工作的情况汇报，同与会代表进行了座谈。会后广东省水利厅下发了《关于普宁市生活垃圾焚烧发电厂项目水土保持监督检查意见的函》（粤水水保函〔2019〕1513号）对本项目水土保持工作目前存在的问题以及整改意见作出了要求，建设单位积极落实相关意见，统筹安排资金对项目存在的问题进行整改。详见附件3水土保持监督检查意见的函。

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 监测实施方案执行情况

监测工作小组进场时，一期工程主体工程已完工；水土保持工程施工过程中的监测已经无法实施，通过查找建设期间的相关的现场资料、施工资料、安

全评价报告等内容，监测人员根据项目监测实施方案确定的内容、方法对现场进行调查监测，调查了工程建设过程中的扰动面积、弃土弃渣及土地整治、植物措施等各项水保工程的开展情况，运用多种手段和方法进行各项防治措施和施工基本扰动类型的侵蚀强度调查，了解项目建设过程中的水土流失情况，做好监测记录，确保项目水土流失防治措施的有效性、安全性。

水土保持监测项目组在研究工程建设布局、施工扰动特点及建设区域水土流失特点的基础上，依据《普宁市生活垃圾焚烧发电厂水土保持方案报告书》中的各项水土保持工程的布局、施工设计，对各水土流失防治责任分区进行了实地调查，结合水土保持监测目的和任务要求，编制完成了项目水土保持监测实施方案；确定了监测重点区域及其监测方法。依据《水土保持监测技术规程》（SL227-2002）、《关于规范生产建设项目水土保持监测工作的意见》（水保[2009]187号），结合项目建设内容和实施进度，确定本工程水土保持监测的主要内容，水土保持方案落实情况、扰动土地及植被占压情况、水土保持工程实施情况、水土保持责任制度落实情况、了解项目区土壤及植被等情况，将实际完成的水土保持工程措施与设计量进行对比，分析措施变化的原因，同时根据项目建设进度以及现场实际情况确定了监测点位及监测方法。

监测组按照水土保持方案报告书中水土保持监测的目的和任务要求，结合工程实际情况，2019年11月完成了对该项目区一期工程的水土流失情况调查、基础资料搜集、典型样地调查以及各单元工程的水土保持工程措施的实地调查。并对监测数据进行处理、分析，通过各项传统及新型的监测技术准确客观地反映出施工过程中各项水土保持指标变化情况，对主体工程完工后水土保持工程措施实际监测的结果进行分析统计，最终得出各种措施综合作用下的水土保持效果。监测人员根据项目监测实施确定的内容、方法及时间，到现场进行调查监测，调阅项目施工图纸并实地查看施工迹地，确定占地面积及施工区域，核定防治责任范围；巡查施工场地，查看施工前期临时堆土情况，询问堆放时间。防治责任范围和扰动土地面积动态监测，收集建设单位测量部门季度及年度项目区测量图，对比扰动面积变化，结合GPS、测距仪和皮尺等现场量测进行；水土保持措施实施情况及实施效果采用查阅施工单位资料和现场测量监测；弃土、弃渣情况，详细查阅施工单位施工记录，记录回填数量及弃土数量，询问弃土

方运往何处；水土流失危害监测，采用实地跟踪调查走访项目建设各相关工作人员及周边居民。

水土保持工程实施过程中结合工程特点及区域气候特点，合理利用主体工程的施工条件布设水土保持措施，本着积极稳妥、保证质量尽快发挥效益的原则，基本保证了水土保持措施的施工进度和工程质量。重点对措施实施后，植物措施、工程措施、扰动面积、土石方量展开调查监测，运行期植被固土保水能力监测。在监测过程中，针对项目现场存在的问题向建设单位建议加强场地植物抚育工作以及适时补植补种。

监测时段：2019年11月至2020年5月，共7个月。①准备阶段：组建监测工作组，收集项目建设区气象、水文资料，有关工程设计资料，地形图和有关工程设计图，开展各区面积调查监测、扰动类型侵蚀强度监测及监测设施(点)布设。②实施阶段：进行基本扰动类型侵蚀强度、土石方量监测，完善各区面积监测及防治措施调查。分析评价阶段：重点进行植物措施监测，植被保水保土能力监测等，完成监测总结报告。

表 1-2 水土保持监测工作开展记录表

监测时间	频次	监测内容	备注
2019年11月~2020年5月	4	合同签订后，到工程建设区全面了解情况，明确监测范围及重点监测区域	
		到现场进行各区面积及防治措施调查，重点进行植物措施面积的监测。	
		到现场进行各区面积及防治措施调查，重点进行防治措施调查和侵蚀强度监测。	
		到现场进行各区面积及防治措施调查，准备验收工作。	
		到现场进行各区面积及防治措施、成活率调查，准备验收工作。	
		编制监测总结报告。	

在监测实施过程中，根据对本项目勘察情况，依照不同侵蚀类型确定监测工作的重点区域。对自然环境、水土流失因子、水土流失强度及其危害、植被状况与恢复特点、工程措施防治效果等进行全面监测。主要监测和调查各建设项目施工扰动过程中造成的土壤流失量及其对水系、下游河道径流泥沙的影响，水土流失危害情况变化等进行监测。对非重点水土流失区域进行定期调查。

1.3.2 监测项目部设置

水土保持监测是水土保持生态建设的基础性工作，通过对普宁市生活垃圾焚烧发电厂（一期工程）进行水土保持监测，掌握水土流失形成过程，了解不同类型水土流失分布情况及影响范围和程度，弄清水土保持设施的防治效果，确定工程的水土流失情况，从而为水土保持措施的实施、防治水土流失以及监督管理提供依据。

建设单位委托广州江碧源环保科技有限公司开展本项目水土保持监测工作后，我公司及时成立了监测组，组织监测技术人员进入现场，进行踏勘工作；针对建设施工活动引发水土流失的特点和造成危害程度，开展水土保持监测工作，及时获取建设工程防治责任范围内水土流失情况，掌握各项水土保持措施的实施效果。

根据项目需要成立水土保持监测小组，开展现场监测工作。负责日常监测工作及监测点布置工作，根据项目开展情况实时报送监测观测数据；负责监测前期和验收相关报告的组织编写，日常监测工作的技术指导、组织协调和技术核查（质量把关）等工作；本项目投入工程师3人。

表 1-3 本工程水土保持监测人员组成及分工

姓名	性别	职称/职务	监测分工
刘灵辉	男	工程师	全面负责项目监测工作的组织、协调、实施和监测成果质量
吕球	男	工程师	全面负责监测数据的采集、整理、校核和汇总
			负责编制监测实施方案、监测季度报告、监测年度报告、监测总结报告等
董凌嘉	男	工程师	协助工程师完成监测数据的采集和整理
			负责监测原始记录、文档、图件、成果的管理

1.3.3 监测点布设

根据项目区现有的水土流失类型、强度等，并结合各建设区的具体施工工艺情况，确定水土保持重点监测地段和部位，从本工程水土流失预测结果看，水土流失主要发生在施工区域，因此，在可能造成严重水土流失的区域，布设水土保持监测点位进行监测。

由于水土保持监测工作介入时，本工程已经开工；根据项目区现有的水土流失类型、强度等，并结合各建设区的具体施工工艺情况，确定水土保持重点

监测地段和部位。根据项目施工特点以及实际情况；项目共布设 3 个调查监测点；对水土流失因子、水土流失形式、土壤流失量等进行及时监测，及时掌握项目施工过程中的水土流失状况和水土保持工程效果，对水土保持工程效益进行分析评价。监测点位一览表 1-4。

表 1-4 监测点位一览表

监测区域	监测地点	监测点类型	监测点数
厂内平台监测区 (一期工程)	厂房东侧绿化区域	调查监测点	1
	综合楼周边绿化区域	调查监测点	1
	厂内中央绿化区域	调查监测点	1

1.3.4 监测设施设备

表 1-4 本项目监测设施设备投入表

监测方法	监测设备	单位	数量	消耗性材料
调查监测	数码照相机	台	1	抽式标杆、皮尺
	雨量计	套	1	
	钢卷尺	个	5	
	手持GPS	台	1	
	无人机	台	1	
	多功能坡度仪	台	1	
	笔记本电脑	台	1	

1.3.5 监测技术方法

本项目属于点型生产建设项目，根据工程建设的特性、水土流失及其防治的特点，本项目采用的水土保持监测方法主要实地量测、遥感监测、资料分析。其中扰动面积、水保措施量、侵蚀强度等采用遥感监测方法获取；水土保持措施完备性、植被盖度、挖填方量、地形地貌等采用现场调查为主，以资料收集为辅进行。利用遥感影像对工程实际情况进行摸底，并对已经建设部分进行水土流失状况评价。利用 GPS 技术结合收集到的资料，首先对项目区按照扰动类型进行分区，然后利用 GPS 沿各区边界走一圈，确定各个分区的面积。

(1) 实地量测

对于扰动土地面积、边坡坡度、高度等因子；水土保持林草措施的成活率、保存率、生长发育情况及其植被覆盖度的变化等采用实地量测的方法。具体方法为：

草地盖度的监测采用针刺法。用所选定样方内，选取 2m×2m 的小样方，测绳每 20cm 处用细针（ $\phi=2\text{mm}$ ）做标记，顺次在小样方内的上、下、左、右间隔 20cm 的点上，从草的上方垂直插下，针与草相接触即算有，不接触则算无。针与草相接触点数占总点数的比值，即为草地盖度。用此法在样方内不同位置取三个小样方求取平均值，即为样方草地的盖度。

（2）卫星遥感影像技术分析

为了弥补监测工作滞后和资料不足的影响，搜集历史遥感影像，利用 ArcGIS 等软件对区内建设活动的扰动范围、强度、水土流失程度等采用遥感宏观监测分析，得出年度相关动态数据。

（3）资料分析

对于扰动土地原地貌类型、扰动面积、土石方量等采用资料分析的方法进行监测。通过向工程建设单位、设计单位、监理单位收集有关工程资料，主要是项目区土地利用现状及用地批复文件资料；主体工程有关设计图纸、资料；项目区的土壤、植被、气象、水文、泥沙资料；监理、监督单位的月报及有关汇总报表等，从中分析出对水土保持监测有用的数据。

1.3.6 监测成果提交情况

建设单位于 2019 年 11 月与我公司签订监测委托合同，签订技术服务合同后，我公司及时成立了监测组，组织监测技术人员进入现场，进行踏勘工作。并于 2019 年 11 月完成水土保持监测实施方案的补充编制。

按照相关技术规范及技术服务合同的要求，结合现场实际情况，在监测过程中，认真记录项目的扰动面积、植被面积、土壤流失量等各项指标，并积极针对项目存在的水土流失问题提供意见和防治建议，尽心协助建设单位做好水土保持工作。

建设单位在工程建设过程中，具体措施布设时，针对不同工程的施工工艺、施工特点与施工季节，因地制宜，因害设防，制定了行之有效的防治方案。对于其它水土流失相对不突出的区域，也制定了有针对性的防治方案，设置了相应的防治措施，水土保持措施结合了施工特点和工程性质进行了合理布设，最终实现工程措施、临时措施以及植物措施的有机结合，点、线、面治理的有机结合，形成了综合防治体系；减少了因项目建设造成的土壤流失量。并及时向

水行政主管部门报送本项目水土保持监测季度报告表，目前已报送 2019 年第四季度以及 2020 年第一季度季度报告表。

2020 年 6 月，及时对监测资料和监测成果进行统计、整理和分析，监测工作全部结束后，对监测结果做出了综合评价与分析，2020 年 6 月完成《普宁市生活垃圾焚烧发电厂（一期工程）水土保持监测总结报告》。本工程监测工作，得到了项目建设单位、设计单位、施工单位、监理单位及各级水土保持部门的大力支持和协助，在此深表谢意。

2 监测内容和方法

依据《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》（办水保〔2015〕139号）及《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018）的规定、要求，本项目水土保持监测内容包括项目原地貌土地利用、植被覆盖度、扰动土地、防治责任范围、水土保持措施（数量、质量）以及土壤流失量等。结合本项目施工特点和现场施工的实际情况，确定水土保持监测的内容。一期工程于2019年5月完工，已进入自然恢复期，自然恢复期监测主要是对水土保持措施数量、质量及其效益等进行监测，主要包括土地整治工程、临时防护工程、植被建设等措施的数量、质量。同时，根据监测数据分析确定工程项目是否达到水土保持方案提出的防治目标。

2.1 扰动土地情况

扰动土地情况通过建设单位以及施工单位各季度扰动地表面积统计表，结合施工图设计统计得出。监测工作组于2019年11月进场开展监测工作，至2020年5月进行总结，一期工程于2017年2月开工建设，于2019年4月完工，工期为27个月。扰动土地最为严重时段为2017年2月~2017年9月，主要以土方开挖以及土方填筑为工作重点，也是建设过程中产生水土流失最为严重的时期。

项目建设扰动土地情况控制在红线范围内，经大面积扰动后，主要为红线范围内小区域的扰动面积，主要为建筑物建设以及道路管线开挖对地表造成的影响。水土保持措施主要跟随主体工程施工进度进行施工。

本项目扰动土地治理情况监测方法采用资料分析法以及遥感监测法。利用遥感影像对工程建设情况进行摸底，并对建设部分进行水土流失状况评价。

2.2 取料（土、石）、弃渣（土、石）情况

施工中开挖、回填和利用是一个动态过程，施工期某时段的弃土弃渣量指的是该时段没有被回填和利用的土料、石渣、石料。本工程监测工作中监测的弃土弃渣包括施工过程中的临时堆渣堆土，主要监测堆放量、堆放情况（面积、堆渣高度、坡长、坡度等）、防护措施及拦渣率。由于本项目水土保持监测工作介入时主体工程土石方工程已经完成，并且经过现场监测调查以及依据施工单位和监理单位提供的土石方资料分析，一期工程实际项目挖填土石方总量为

32.48 万 m^3 ，其中挖方总量 18.75 万 m^3 ，填方总量 13.73 万 m^3 ，开挖土方用于除了用于一期工程场地内回填利用以外，剩余 5.02 万 m^3 土方用于二期工程回填使用，不产生弃土。

2.3 水土保持措施

2.3.1 水土保持措施监测内容

（一）水土保持工程、临时措施监测

水土保持工程措施（以及临时防护措施）监测包括：工程数量、质量；防护工程稳定性、完好程度、运行情况；工程措施的拦渣保土效果等。

（二）水土保持植物措施监测

植物措施监测主要包括：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等。

经监测反映方案设计的措施体系合理性，确定的水土保持措施已得到较全面落实。完成的植物措施和自然恢复的植被较好的防治了因工程建设引发的人为水土流失。经监测工作组监测，完成的水土保持措施量如下表 2-1，主要采取调查监测方法，结合监测点的布置取得监测数据。



一期工程主厂房周边绿化情况

表 2-1 水土保持措施工程量实际发生与方案设计对比表

序号	措施名称	单位	工程量变化情况			
			设计工程量	实际工程量	变化情况	变化原因
一、工程措施						
1	厂内平台区（一期工程）					
①	表土剥离	hm ²	1.59	1.59	0	与方案设计一致
②	表土回覆	m ³	4770	4770	0	与方案设计一致
③	土地整治	hm ²	0	0.98	+0.98	实际施工过程中增加了景观绿化区域的土地整治，经土地整治后，绿化恢复效果更好。
④	雨水管	m	0	1600	+1600	实际施工增加了雨排水管网等措施，增加场地排水能力。
⑤	雨水井	座	0	40	+40	实际施工增加了雨排水管网等措施，增加场地排水能力。
⑥	雨水口	座	0	60	+60	实际施工增加了雨排水管网等措施，增加场地排水能力。
二、植物措施						
1	厂内平台区（一期工程）					
①	景观绿化	hm ²	1.12	0	-1.12	方案设计景观绿化，实际铺设草皮绿化恢复，实际道路面积有所增加，导致景观绿化区域减少。
②	铺设草皮	hm ²	0	0.98	+0.98	
三、临时措施						
1	厂内平台区（一期工程）					
①	临时排水沟	m	120	560	+440	实际施工过程中增加了临时排水沟，增加场内排水能力。
②	临时沉沙池	座	2	4	+2	实际施工过程中增加了临时沉沙池，增加沉沙能力，减少水土流失。
③	临时苫盖	hm ²	0	0.98	+0.98	增加了景观绿化区域表土回覆后的临时苫盖措施，减少地表裸露，降低水土流失造成的影响。

2.3.2 水土保持措施监测方法以及频次

一、植物措施监测方法及频次

抽样调查适用于水土保持措施防治效果调查。主要用于调查土壤侵蚀类型和土壤侵蚀量；调查排水工程、拦挡工程、护坡工程的稳定性、完好程度和运行情况；调查水土保持林草措施的成活率、保存率、生长情况和覆盖度等。其中植物措施监测指标的具体调查方法如下：

①草地盖度的监测采用针刺法。用所选定样方内，选取 2m×2m 的小样方，测绳每 20cm 处用细针（ $\phi=2\text{mm}$ ）做标记，顺次在小样方内的上、下、左、右间隔 20cm 的点上，从草的上方垂直插下，针与草相接触即算有，不接触则算无。针与草相接触点数占总点数的比值，即为草地盖度。用此法在样方内不同位置取三个小样方求取平均值，即为样方草地的盖度。

②项目建设区内各种类型场地的林草植被覆盖度（C）计算公式为：

式中：C - 植被的覆盖度，%；

F - 类型区总面积， km^2 ；f - 类型区内灌草地垂直投影面积， km^2 。

水土保持工程建设期根据监测工作进度开展进行多次、水土保持工程验收前一个雨季时进行一次。

二、工程措施以及临时防护措施监测方法

采用收集资料、查阅施工、监理资料，抽样调查，实地量测等方法。通过进入现场实地调查，对水土保持工程措施（包括临时措施）稳定性、完好程度、运行情况以及拦渣保土效果进行监测。详见下表 2-2。

表 2-2 水土保持监测方法以及监测频次一览表

监测内容	监测指标		监测方法	监测频次
	指标名称	指标内容		
水土保持措施实施	工程措施	措施类型、数量、实施进展以及完好程度	收集资料、查阅施工、监理资料、抽样调查，实地量测	2 次
	植物措施	措施类型、数量、实施进展、生长状况及保存情况	收集资料、查阅技术资料和设计文件、抽样调查，设置植物样方、网格法等综合分析绿化以及水土保持效果	2 次
	临时措施	措施类型、数量及实施进展	收集资料、查阅施工、监理资料、抽样调查	2 次
水土保持防治效果	治理措施合格情况	验收合格的治理措施项目（或面积）	收集资料、查阅施工、监理及建设单位统计资料	2 次
	土壤流失控制比	治理后的土壤流失量	抽样调查	2 次
	拦渣率	实际拦渣量	抽样调查	2 次
	扰动土地整治率	实际整治面积	实地量测	2 次
	林草植被恢复率	已恢复植被面积及可恢复植被面积	实地量测以及资料分析	2 次
	林草覆盖率	实际完成的植物措施面积	实地量测	2 次

2.4 水土流失情况监测

2.4.1 水土流失情况监测内容

（一）水土流失面积监测

水土流失面积监测主要内容为对工程建设过程中扰动地表的类型、坡度、面积、毁坏原地貌的水土保持设施情况等进行动态监测，并对工程建设的地表扰动情况进行分析评价。

（二）扰动地表土壤流失量监测

项目施工过程中出现的地表扰动增加土壤侵蚀的强度，不同扰动类型与自然土壤的侵蚀又有明显不同。针对建设项目不同地表扰动类型的流失特点，经综合分析得出不同扰动类型的土壤侵蚀模数。在监测过程中，根据对不同地表扰动类型的面积与侵蚀强度的监测，计算工程建设过程中整个扰动地表的土壤流失量的动态变化。

（三）取料弃渣潜在土壤流失量和水土流失危害情况监测

建设项目对土壤环境的影响是由于施工开挖使土壤裸露造成的侵蚀，以及项目建成后，土壤植被条件的变化改变了地面径流条件而造成的侵蚀。

本工程实际施工过程中，工程未涉及取料，工程未涉及永久弃土（石、渣）场，工程开挖土方全部用于场地回填。

开挖土方主要集中在施工期间地表场平时期，在工程建设过程中，开挖形成的坡面是最主要的土壤流失成因，需要及时防护处理，使开挖坡面不裸露，并及时覆土加以利用。通过有效的工程措施与植物措施相结合，减少施工过程中的土壤流失。详见下表 2-3 水土流失情况监测指标一览表。

表 2-3 水土流失情况监测一览表

监测内容	监测指标	
	指标名称	指标内容
水土流失影响因子	自然因素	包括降雨量、地形地貌、地表组成物质、植被类型等
	地表扰动情况	包括工程建设对原地貌、植被的占压、损毁等
	水土流失防治责任范围	征占地情况、防治责任范围变化情况
水土流失状况	水土流失类型	水土流失类型、形状以及分布情况
	水土流失面积	轻度以上土壤侵蚀面积
	土壤侵蚀强度	各监测分区土壤侵蚀强度及趋势
	土壤流失量	典型地段或重点部位的土壤流失量
水土流失危害情况	对主体工程造成危害的数量和程度	
	掩埋冲毁农田、居民点的数量和程度	
	损坏水土保持设施的数量和程度	
	其他危害	

2.4.2 水土流失情况监测方法以及频次

一、调查监测法

(1) 询问调查

通过询问有计划地以多种询问方式向被调查者提出问题，通过他们的回答来获得有关信息和资料的一种重要方法。本项目中主要应用于调查公众对项目建设水土流失的影响，项目区水土流失及其防治方面的经验、存在的问题和解决的办法。一般包括面谈、电话访问、邮寄访问、问卷回答等方法。

(2) 收集资料

收集的资料主要包括气候、地质、地貌、土壤、植被资料的收集；与国土资源部门联系收集项目建设区土地利用情况等数据、与统计部门联系收集项目建设区沿线各地区的社会经济情况数据、与气象部门联系收集项目所在地气象相关数据、与水利和水土保持有关部门联系收集水利工程建设和水土保持相关资料；针对各种数据调查使用的软件，并收集与各方面数据有关系的遥感数据资料、文字说明材料以及其它技术资料。

(3) 典型调查和抽样调查

典型调查是一种在特定条件下非全面调查，是针对项目建设造成水土流失为典型对象，根据事先确定的内容，进行细致的调查，目的是揭示事物的本质规律，并提出相应的对策。典型调查适用于水土流失典型区域、典型事例及水

土流失灾害的调查。

抽样调查是一种非全面调查，是在被调查对象总体中，抽取一定数量的样本，对样本指标进行量测和调查，以样本统计特征值（样本统计量）对应的总体特征值（总体参数）做出具有一定可靠性的估计和推断的调查方法

（4）全面调查巡查

指对项目水土保持监测区内水土流失情况定期进行水土保持调查，是建设项目水土流失与水土保持综合调查。

二、水土流失因子监测方法

（1）地形地貌监测

包括地貌类型区、小地形和地面坡度组成两个方面。

（2）地面组成物质监测

分析工程区的地面组成物质即土壤和形成土壤的主要矿物质。调查主要内容有：土壤类型、土壤质地、土壤厚度等。以便采取适应的整地工程与植树种草措施。

（3）降雨状况监测

通过降雨观测以及数据的收集分析，了解年降雨量及其季节分布和暴雨情况，涉及内容有最大年降雨量、最小年降雨量、多年平均降雨量和丰水年、枯水年、平水年的比例分配等。降雨状况以当地多年降雨资料进行统计，辅助以其他观测的降雨资料，根据需要随时运用和测定。

详见下表 2-4 水土流失因子监测要求及其监测频次一览表。

表 2-4 水土流失因子监测要求及其监测频次一览表

因子类型	指标名称	监测要求	监测频次
地形	地理位置	用经度、纬度坐标表示	1 次
	地貌形态类型及分区	中、小地貌形态, 侵蚀地貌形态特征, 类型及组合, 分布与流失强度分区的关系	1 次
	相对高差	最大高程、最小高程及高差	1 次
	坡面特征	地面起伏程度、平均坡度、坡长与坡形及其变化范围, 采用定位观测与调查监测的方法	1 次
气象	气候类型与分区	气候类型特征与水土流失关系	1 次
	降水量	最大年降雨量、最小年降雨量、多年平均降雨量和丰水年、枯水年、平水年的比例分配	4 次/年
	侵蚀性降雨	多年的均值及变化范围、特征值	4 次/年
	气温	多年平均值, 年度最大值、最小值	4 次/年
	蒸发量	多年平均值, 年度最大值、最小值	4 次/年
	太阳辐射与日照	区内多年辐射与日照均值, 最大值和最小值	4 次/年
土壤	地面组成物质	根据地面物质中的土类进行划分	1 次
	土壤类型	土壤种属及分布面积	1 次
	土壤质地	主要土种的机械组成	1 次
	有效土层厚度	主要土种有效土层厚度以及分布面积	1 次
植被	植被类型与植物种类组成	植被类型以及植被生长情况	4 次/年
	盖度	监测区内草本植物盖度变化情况	4 次/年
	植被覆盖度	植草植被变化情况	4 次/年
自然资源	土地资源利用状况	区内耕地、林地、未利用地等变化情况	1 次
	水资源利用状况	项目区内水资源总量、开发利用方式	1 次
地质	地层岩性特征	项目区内岩性特征	1 次

三、遥感解译监测法

利用遥感影像对工程状况进行摸底, 并对已经建设部分进行水土流失状况评价。在遥感图像的季相选择上, 使用高分辨率影像。主要调查以下几方面:

(1) 地表组成

利用遥感数据, 获取详实的土地利用信息, 整理出项目区土地利用分布图和统计表

(2) 植被变化情况监测

利用遥感解译, 通过调查检验, 得出项目区植被类型和植被覆盖度等空间数据和属性数据。

(3) 水土流失状况监测

利用前面得出的土地利用，植被盖度和地形数据等参照《土壤侵蚀分类分级标准》并结合调查，分析项目区土壤侵蚀强度状况，得到项目区水土流失现状图和统计表。

遥感监测法综合应用资料搜集、野外抽样调查、遥感解译、模型计算等多种技术方法和手段进行。主要工作环节包括资料准备、野外调查、数据处理、水土流失情况分析与评价四部分。遥感影像变化情况下图 2-1。



2015 年 11 月扰动前原地貌遥感影像图



2017 年 3 月施工准备期遥感影像图



2017年3月施工前期遥感影像图



2018年5月施工中期遥感影像图



2019年9月施工后期遥感影像图

2.5 监测时段与工作进度

2.5.1 监测时段

根据《开发建设项目水土保持方案技术规范》（GB50433-2008）和《水土保持监测技术规程》（SL277-2002），本项目为建设类项目，且监测工作介入时，项目已完工；根据本工程实际情况，本工程水土保持监测时段为合同签订时到水土保持设施验收完成，即2019年11月-2020年5月止。

在监测期间，我公司增加监测次数，保证监测数据的及时获取，特别是雨季即时监测，及时对各施工过程中的水土流失监测点实际情况进行调查、评价，加强各水土流失监测因子分析，了解各区域水土保持措施的完整性、稳定状况、地表植被恢复等，以及水保措施防护效果和安全情况等，确保监测效果。

2.5.2 工作进度

监测工作进度根据水土保持监测实施方案的安排，结合工程建设期实际进度，开展水土保持监测工作。

2019年11月，进入现场，进行实地踏勘、现场监测和资料收集等工作，针对工程水土流失现状进行评价，及时对过程中水土流失情况进行监测，对现场水保措施实施情况进行详细监测；对各监测区域已完成的水土保持措施展开全

面调查，采用遥感监测等先进监测方法对本项目区进行全面监测，对本项目的扰动土地面积、水土保持措施落实情况、临时占地恢复情况、植物措施的覆盖率等进行统计、分析，并且及时完成项目季度报告表。

2020年6月，将监测数据及资料汇总，我公司编制完成《普宁市生活垃圾焚烧发电厂（一期工程）水土保持监测总结报告》。

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

根据《普宁市生活垃圾焚烧发电厂水土保持方案报告书》（报批稿），方案设计项目水土流失防治责任范围为 9.90hm²，其中建设区面积 9.15hm²，直接影响区面积 0.75hm²。方案设计一期工程水土流失防治责任范围为 3.16hm²，实际监测一期工程水土流失防治责任范围为 3.16hm²，全部为项目建设区。详见下表 3-1 方案设计与实际监测水土流失防治责任范围对照表。

表 3-1 方案设计与实际监测水土流失防治责任范围对照表 单位：hm²

监测分区	方案设计防治责任范围			实际发生防治责任范围			增减情况		
	项目建设区	直接影响区	合计	项目建设区	直接影响区	合计	项目建设区	直接影响区	合计
厂内平台监测区（一期工程）	3.16	0	3.16	3.16	0	3.16	0	0	0
小计	3.16	0	3.16	3.16	0	3.16	0	0	0

一期工程实际监测防治责任范围与方案设计防治责任范围面积未产生变化，项目严格规范施工，未对周边红线以外产生影响；工程建设中施工生活区、临时堆土场占用项目区红线以外的临时占地，由于二期工程仍在建设，纳入二期工程验收范围，不予以计列。

3.1.2 背景值监测

由于监测工作委托滞后，监测工作介入时一期工程主体工程已完工；故无法对项目水土流失背景值进行监测。依据主体工程资料及现场调查，项目建设区背景土壤侵蚀模数为 500t/（km²·a）。

3.1.3 建设期扰动土地面积

由于监测工作委托滞后，监测组对项目建设期间扰动土地面积进行了量算，主要采用现场调查、资料收集和实地GPS监测的方法；并收集前期主体设计、主体施工监理报告等施工资料，调查走访施工周边地区进行校正。通过对扰动地块的测量计算分析，统计出普宁市生活垃圾焚烧发电厂（一期工程）建设期扰

动土地面积 3.16hm²。根据监测结果分析，随着各区域工程施工的完成和水土保持工程措施与植物措施逐步实施，地表扰动面积及水土流失面积逐渐缩小，呈递减趋势变化。

3.2 取土（石、料）监测结果

3.2.1 设计取料情况

方案未涉及取料场，未取料。

3.2.2 取料场位置、占地面积及取料量监测结果

实际本工程未涉及取料场。工程建设所需土石方通过由开挖土石方回填利用。

3.2.3 取料对比分析

方案未涉及取料场，未取料，无对比分析价值。

3.3 弃土（石、渣）监测结果

3.3.1 设计弃渣情况

方案未涉及弃渣场，未弃渣。

3.3.2 弃渣场位置、占地面积及弃渣量监测结果

实际本工程未产生弃渣，开挖土石方全部回填利用。

3.3.3 弃渣对比分析

方案未涉及弃渣场，未弃渣，无对比分析价值。

3.4 土石方流向情况监测结果

由于本项目水土保持监测工作介入时一期工程主体工程已完工，并且经过现场监测调查以及依据施工单位以及监理单位提供的土石方资料分析，一期工程实际项目挖填土石方总量为 32.48 万 m³，其中挖方总量 18.75 万 m³，填方总量 13.73 万 m³，开挖土方用于除了用于一期工程场地内回填利用以外，剩余 5.02 万 m³土方用于二期工程回填使用，不产生弃土；与方案设计基本一致。

3.5 其他重点部位监测结果

工程措施监测点根据工程措施设计的数量、类型和分布情况，结合现场调

查进行布设。监测工作组于2019年11月，选取了一期工程主厂房周边绿化为本项目植物措施监测点，通过影像反映工程后期运行效果。监测工作组对堆场位置场地绿化成活率重点区域每月监测1次，整体状况每季度监测1次。



场地绿化恢复情况



场地绿化恢复情况

4 水土流失防治措施监测结果

本工程实际水土保持布局基本与方案设计一致，具体实施的水土保持措施总体布局如下表 4-1。

表 4-1 水土保持总体布局情况一览表

防治分区	采取措施		备注	
	方案设计措施布局	实际完成情况		
厂内平台防治区 (一期工程)	工程措施	表土剥离、表土回覆	表土剥离、土地整治、表土回覆、雨水管、雨水井、雨水口	实际增加了绿化施工前的土地整治以及场地内雨排水措施。
	植物措施	景观绿化	铺设草皮	景观绿化改用铺设草皮绿化恢复
	临时措施	临时排水沟、临时沉沙池	临时排水沟、临时沉沙池、临时苫盖	增加了景观绿化区域表土回覆后的临时苫盖措施。

厂内平台防治区（一期工程）各项水土保持工程的施工进度如下：

表土剥离：2017 年 2 月~2017 年 4 月；

土地整治：2019 年 1 月；

表土回覆：2019 年 1 月；

铺设草皮：2019 年 2 月~2019 年 4 月；

临时排水沟：2017 年 4 月；

临时沉沙池：2017 年 4 月；

临时苫盖：2019 年 1 月~2019 年 4 月；

雨水管：2018 年 11 月~2018 年 12 月；

雨水井：2018 年 11 月~2018 年 12 月；

雨水口：2018 年 11 月~2018 年 12 月；

该项目水土保持措施的时间与主体工程实施时间基本一致，实际实施的水土保持措施种类及数量与水土保持方案保持一致，从水土保持措施运行情况来看，各防治区水土保持措施实施后的蓄水保土效果明显，水土保持功能未降低，周边的生态环境得到了明显改善，项目区水土流失灾害事件未发生。

4.1 工程措施监测结果

通过查阅设计图纸、监理月报、工程验收计量单等资料，现场调查复核等

方法获取了水土保持工程措施完成情况数据，水土保持工程措施完成情况与方案设计有所调整，详见工程措施设计量与实际完成情况对比表 4-2。

表4-2 工程措施设计量与实际完成情况对比表

序号	措施名称	单位	工程量变化情况			
			设计工程量	实际工程量	变化情况	变化原因
1	厂内平台区（一期工程）					
①	表土剥离	hm ²	1.59	1.59	0	与方案设计一致
②	表土回覆	m ³	4770	4770	0	与方案设计一致
③	土地整治	hm ²	0	0.98	+0.98	实际施工过程中增加了景观绿化区域的土地整治，经土地整治后，绿化恢复效果更好。
④	雨水管	m	0	1600	+1600	实际施工增加了雨排水管网等措施，增加场地排水能力。
⑤	雨水井	座	0	40	+40	实际施工增加了雨排水管网等措施，增加场地排水能力。
⑥	雨水口	座	0	60	+60	实际施工增加了雨排水管网等措施，增加场地排水能力。

各防治分区水土保持防治的工程措施基本按照水土保持方案设计进行实施，水土保持工程措施防治责任基本得到落实。工程措施按照相应的设计标准进行施工，符合相关标准要求，实施的各项措施能够起到较好的水土保持作用。

4.2 植物措施监测结果

以监理单位统计的工程量为基础，同时查阅工程结算书，以及对项目建设区植物措施实施面积进行核算，植物措施面积相比方案设计变化较大。详见植物措施设计量与实际完成情况对比表 4-3。

表4-3 植物措施设计量与实际完成情况对比表

序号	措施名称	单位	工程量变化情况			
			设计工程量	实际工程量	变化情况	变化原因
1	厂内平台区（一期工程）					
①	景观绿化	hm ²	1.12	0	-1.12	方案设计景观绿化，实际铺设草皮绿化恢复，实际道路面积有所增加，导致景观绿化区域减少。
②	铺设草皮	hm ²	0	0.98	+0.98	

植物措施监测影像如下：



厂内平台区绿化



厂内平台区绿化



厂内平台区绿化

4.3 临时措施监测结果

以监理单位统计的工程量为基础，同时查阅工程结算书，根据项目结算资料工程量为依据，实际施工过程中增加了临时排水沟以及临时沉沙池，极大的增加了场地内临时排水能力，减少了水土流失，详见临时措施设计量与实际完成情况对比表 4-4。

表4-4 实际完成水土保持临时措施与方案设计对比表

序号	措施名称	单位	工程量变化情况			
			设计工程量	实际工程量	变化情况	变化原因
1	厂内平台区（一期工程）					
①	临时排水沟	m	120	560	+440	实际施工过程中增加了临时排水沟，增加场内排水能力。
②	临时沉沙池	座	2	4	+2	实际施工过程中增加了临时沉沙池，增加沉沙能力，减少水土流失。
③	临时苫盖	hm ²	0	0.98	+0.98	增加了景观绿化区域表土回覆后的临时苫盖措施，减少地表裸露，降低水土流失造成的影响。

4.4 水土保持措施防治效果

本工程在施工期对主体工程施工区域采取临时防护措施，将工程建设的扰动面积控制在征地范围内，避免了直接影响区面积。

(1) 项目实施了水土保持植物措施，主体工程已完成的植物措施成活率、保存率基本达到规范和设计的要求，防治效果明显。

(2) 施工过程中临时排水沟、临时沉沙池、临时苫盖等防治措施的及时实施有效控制了施工过程中的人为新增水土流失，起到了较好的防治作用。

(3) 随着各项防治措施的逐步实施完毕，水土流失源得到了全面控制，至设计水平年阶段，平均土壤侵蚀模数降至 $500\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ ，水土流失基本得到控制。

综上所述，本项目通过各项水土保持措施的实施，使项目区原有的水土流失得到了基本治理，新增水土流失得到了有效控制，工程安全得到了保障，项目区及周边的生态环境明显改善，防止和避免了工程建设过程中人为水土流失给当地工农业生产、群众生活以及自然景观带来的不利影响。工程建设期间也未发生水土流失灾害事件。

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

(1) 工程开工前项目区水土流失状况

根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)，项目区属南方红壤丘陵区，土壤侵蚀以水力侵蚀为主，通过对本项目建设区域进行的水土流失调查、背景资料分析，原始地形地貌图及现场图片分析、图斑勾绘可知，一期工程项目建设区背景土壤侵蚀模数为 $500t/(km^2 \cdot a)$ ，项目建设区水土流失强度为轻度，水土流失面积为项目建设区面积，为 $3.16hm^2$ 。

(2) 施工期不同监测时段水土流失面积

本项目一期工程于 2017 年 2 月开工建设，2019 年 5 月完工，施工期 27 个月。随着施工进度的推进，各区域扰动土地面积不断增加，水土流失面积也随之增加。由于本项目水土保持监测工作委托滞后，监测工作开始时项目已完工。因此，监测单位通过调取项目区施工过程中的照片、影像资料和监理数据等，获取项目建设过程中的水土流失面积。施工期各监测分区水土流失面积具体情况见表 5-1。

表 5-1 施工期各监测分区水土流失面积具体情况

序号	监测分区	占地面积 (hm^2)	各级水土流失面积 (hm^2)				中度以上水土 流失面积占建 设面积的比例 (%)
			小计	轻度	中度	强烈	
1	厂内平台监测区 (一期工程)	3.16	3.16	0.25	1.78	1.13	92.09
合计		3.16	3.16	0.25	1.78	1.13	92.09

(3) 自然恢复期项目水土流失面积

根据现场水土保持监测、外业调查、工程设计及施工、监理资料，本项目一期工程施工过程中实际扰动土地面积 $3.16hm^2$ 。同时，批复方案设计的各类水土保持措施严格按照水土保持“三同时”制度原则顺利实施到位，并融入了生态文明建设理念，增加实施了土地整治、临时排水沟、临时沉沙池等水土保持措施。

工程建成完工后自然恢复期间，各类水土保持措施开始发挥水土保持功能，并随着其水土流失防治效果逐步增强，尤其是随着项目建设区的植物措施林草

成活率、保存率、覆盖率的提高，项目区的水土流失程度逐步减轻，水土流失面积逐渐减小。自然恢复期各监测分区水土流失面积具体情况见表 5-2。

表 5-2 自然恢复期各监测分区水土流失面积具体情况

序号	监测分区	占地面积 (hm ²)	各级水土流失面积 (hm ²)		水土流失面积占建设 面积的比例 (%)
			小计	轻度	
1	厂内平台监测区 (一期工程)	3.16	0.98	0.98	31.01
合计		3.16	0.98	0.98	31.01

一期工程建成后开始试运行，各类水土保持措施开始发挥效益，项目区的土壤侵蚀强度和侵蚀总量均下降，自然恢复期项目水土流失面积为绿化面积，占地面积为 0.98hm²。

5.2 土壤流失量

(1) 施工前原地貌土壤侵蚀背景值

由于监测工作委托滞后，监测工作介入时一期工程主体工程已完工；故无法对项目水土流失背景值进行监测。原地貌侵蚀模数采用水土保持方案中的数据，平均土壤侵蚀模数 500 (t/km²·a)。

(2) 施工期土壤流失量计算

根据本项目水土保持监测定位观测及调查监测结果，施工期水土流失面积为 3.16hm²，年均土壤流失量为 176.7t，平均土壤侵蚀模数为 5590t/(km²·a)。施工期各监测分区土壤流失量计算如下表 5-3。

表 5-3 施工期各监测分区土壤流失量表

序号	监测分区	占地面积 (hm ²)	各级水土流失面积 (hm ²)				年均土 壤流 失量 (t)	平均土壤侵 蚀模数 (t/km ² ·a)
			小计	轻度	中度	强烈		
1	厂内平台监测区 (一期工程)	3.16	3.16	0.25	1.78	1.13	176.7	5590
合计		3.16	3.16	0.25	1.78	1.13	176.7	5590

备注：不同水土流失程度土壤侵蚀模数取值分别为：轻度 1500t/(km²·a)，中度 4000t/(km²·a)，强烈 9000t/(km²·a)。

(3) 自然恢复期土壤流失量计算

本项目建成完工后试运行期间，实施的水土保持措施开始发挥水土流失防治作用。随着项目建设区林草覆盖率的逐渐提高，水土流失程度逐步减轻，土壤流失量逐渐减小。自然恢复期水土流失面积为 0.98hm²，平均土壤侵蚀模数为 500t/(km²·a)。自然恢复期各监测分区土壤流失量计算如下表 5-4。

表 5-4 自然恢复期各监测分区土壤流失量计算表

序号	监测分区	占地面积 (hm ²)	各级水土流失面积 (hm ²)		年均土壤流 失量 (t)	平均土壤 侵蚀模数 (t/km ² ·a)
			小计	轻度		
1	厂内平台监测区 (一期工程)	3.16	0.98	0.98	15.8	1612
合计		3.16	0.98	0.98	15.8	500

(4) 不同阶段土壤流失量变化情况

序号	监测分区	占地面积 (hm ²)	年均土壤流失量 (t)			施工期较背景期 年均新增土壤流 失量 (t)
			背景期	施工期	自然恢复期	
1	厂内平台监测区 (一期工程)	3.16	15.8	176.7	15.8	160.9
合计		3.16	15.8	176.7	15.8	160.9

项目建设期间，背景期年均土壤流失量为 15.8t，施工期年均土壤流失量为 176.7t，自然恢复期年均土壤流失量为 15.8t，施工期较背景期年均新增土壤流失量 160.9t。由于本项目施工期为 27 个月，合 2.25a，因此新增土壤流失量 362.0t。

施工期是土壤流失发生的主要时段，进入自然恢复期后，土壤流失量较背景期一致，水土流失得到有效治理。

5.3 取土（石、料）弃土（石、渣）潜在土壤流失量

建设项目对土壤环境的影响是由于施工开挖使土壤裸露造成的侵蚀，以及项目建成后，土壤植被条件的变化改变了地面径流条件而造成的侵蚀。施工期引起土壤侵蚀的主要因素有开挖造成地表裸露；损坏原有地表植被及水保措施引起的水土流失。在工程建设过程中，开挖形成的坡面是最主要的土壤流失成因，需要及时防护处理，使开挖坡面不裸露，并及时覆土加以利用。通过有效的工程措施与植物措施相结合，减少施工过程中的土壤流失。

项目未涉及取土及弃土，因此基本不存在取、弃土潜在土壤流失。

5.4 水土流失危害

通过现场监测以及调查询问可知，工程在 2017 年 2 月至 2020 年 5 月未发生水土流失危害事件。

6 水土流失防治效果监测

6.1 扰动土地整治率

扰动土地整治率是指项目建设区内的扰动土地整治面积占扰动土地面积的百分比。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、堆弃用地面积。扰动土地整治面积，指对扰动土地采取各类整治措施的面积，包括永久建筑物面积。其计算公式如下：

$$\text{扰动土地整治率}(\%) = (\text{水土保持措施面积} + \text{永久建筑物及硬化占地面积}) / \text{建设区扰动地表面积} \times 100\%$$

表 6-1 工程扰动土地整治率统计表 单位: hm^2

监测分区	项目建设区面积	实际扰动面积	扰动土地整治面积				扰动土地整治率(%)
			工程措施面积	植物措施面积	建(构)筑物及场地道路硬化面积	小计	
厂内平台监测区(一期工程)	3.16	3.16	/	0.98	2.17	3.15	99.68
小计	3.16	3.16	/	0.98	2.17	3.15	99.68

一期工程建设实际扰动面积为 3.16hm^2 ，植物措施面积 0.98hm^2 ，建筑物及场地道路硬化面积 2.17hm^2 ，根据计算公式得到扰动土地整治率为 99.68%，达到了水土保持方案确定的 98% 的防治标准。

6.2 水土流失总治理度

水土流失总治理度指项目建设区内的水土流失治理面积占建设区内水土流失总面积的百分比。各项措施的防治面积均以投影面积计，不重复计算。计算公式如下：

$$\text{水土流失总治理度}(\%) = \text{水土流失治理面积} / \text{建设区水土流失总面积} \times 100\%$$

工程建设占地面积 3.16hm^2 ，建筑物及场地道路硬化面积为 2.17hm^2 ，除硬化面积以外，尚有 0.99hm^2 水土流失面积需要治理。在工程建设期间，采取了一系列措施治理水土流失，共计治理水土流失面积 0.98hm^2 。经计算得出水土流失总治理度 99.0%，达到了水土保持方案确定的 98% 的防治标准。项目建设各监测区水土流失治理度计算结果见表 6-2。

表 6-2 项目建设各监测区水土流失总治理度统计表 单位: hm²

监测分区	实际扰动面积	建(构)筑物及场地道路硬化面积	水土流失面积	扰动土地整治面积			扰动土地整治率(%)
				工程措施面积	植物措施面积	小计	
厂内平台监测区 (一期工程)	3.16	2.17	0.99	/	0.98	0.98	99.0
小计	3.16	2.17	0.99	/	0.98	0.98	99.0

6.3 拦渣率

拦渣率是指项目建设区内采取措施实际拦挡的弃土(石、渣)量与工程弃土(石、渣)总量的百分比。其计算公式如下:

$$\text{拦渣率}(\%) = \frac{\text{采取措施实际拦挡的弃土(石、渣)量}}{\text{建设区工程弃土(石、渣)总量}} \times 100\%$$

根据工程建设过程中的土石方量调查结果,在施工过程中实施了有效地临时措施,使土壤流失量降到了最低。本项目开挖土方 18.75 万 m³,有效拦渣量 18.43 万 m³,拦渣率为 98.29%,达到了水土保持方案确定的 98.0%的标准;拦渣率指标评价合格。

6.4 土壤流失控制比

土壤流失控制比是指项目建设区内容许土壤流失量与治理后的平均土壤流失量之比。其计算公式如下:

$$\text{土壤流失控制比} = \frac{\text{项目建设区容许土壤流失量}}{\text{治理后的平均土壤流失强度}}$$

根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)及本工程水土保持方案,结合工程所在区域的土壤侵蚀类型与强度,本工程区的容许土壤流失量为 500t/km²·a。截至 2020 年 5 月该工程项目治理后的平均土壤侵蚀强度达到 500t/km²·a,土壤流失控制比平均为 1.0,达到了防治标准 1.0。

6.5 林草植被恢复率

林草植被恢复率是指建设区内植被恢复面积占建设区面积范围内可恢复植被面积百分比。其计算公式如下:

$$\text{林草植被恢复率}(\%) = \frac{\text{项目建设区内林草植被面积}}{\text{可恢复林草植被面积}} \times 100\%$$

根据监测结果,项目建设区可恢复植被面积为 0.99hm²,已恢复植被面积 0.98hm²,林草植被恢复率达到 99.0%,达到了水土保持方案确定的 99%的防治

标准。

表 6-3 各时段监测区林草植被恢复率统计表 单位: hm²

监测分区	实际扰动面积	建(构)筑物及场地道路硬化面积	工程措施面积	可恢复林草植被面积	已恢复林草植被面积	林草植被恢复率(%)
厂内平台监测区 (一期工程)	3.16	2.17	/	0.99	0.98	99.0
小计	3.16	2.17	/	0.99	0.98	99.0

6.6 林草覆盖率

林草覆盖率则是指项目建设区内的林草面积占建设区面积的百分比。其计算公式如下:

$$\text{林草覆盖率}(\%) = \text{项目防治责任范围内林草面积} / \text{建设区面积} \times 100\%$$

工程建设区面积为 3.16hm², 目前林草植被面积为 0.98hm², 林草植被覆盖率平均达到 31.01%。达到了水土保持方案确定的 30%的防治标准。

表 6-4 各监测区林草覆盖率统计表 单位: hm²

监测分区	实际扰动面积	林草植被面积	林草覆盖率(%)
厂内平台监测区 (一期工程)	3.16	0.98	31.01
小计	3.16	0.98	31.01

7 结论

7.1 水土流失动态变化

本工程的水土流失动态变化总体上表现为：工程建设初期由于场地平整、基础开挖和土方调运等施工过程造成地表大面积裸露，裸露的土地丧失或降低原有的水土保持功能，水土流失面积和水土流失量急剧增加，同时对周边生态环境产生不利影响。随着工程进展，基础挖填和土方调运量逐渐减小，以及水土保持临时措施和工程措施的逐步实施，水土流失面积和水土流失量向递减趋势变化，主要表现为水土流失面积、水土流失量逐渐降低、土壤侵蚀强度逐步减轻。进入自然恢复期后，由于水土保持植物措施的实施，裸露的地表得到有效治理，水土保持生态环境逐步得到恢复和改善。

通过对资料的查阅、对施工单位和监理单位的走访及调查、监测单位的现场调查、遥感影像解译和实地监测等手段，收集相关资料和实际监测数据，经分析、计算、总结得如下结论：主体工程建设期间水土保持措施的实施基本按照主体工程和水土保持方案设计的要求组织实施。水土保持措施施工安排合理、紧凑，且与主体工程施工基本同步进行，水土保持措施质量符合要求，达到防治标准和防治效果，且防护效果明显，运行情况良好。

具体做到以下 2 点：

(1) 一期工程主体工程施工结束后，立即对一期工程主体工程区可恢复植被占地实施绿化措施，恢复植被，绿化美化环境，最大限度地防治水土流失。

(2) 本项目实际采用工程措施、植物措施和临时防治措施相结合，有效地控制了工程造成的人为水土流失。

六项指标具体如下：

(1) 扰动土地整治率。普宁市生活垃圾焚烧发电厂（一期工程）的扰动土地面积为 3.16hm^2 ，植物措施面积 0.98hm^2 ，建筑物及硬化面积 2.17hm^2 ，扰动土地整治面积 3.15hm^2 ，根据计算公式得到扰动土地整治率为 99.68% ，达到防治标准 98% 。

(2) 水土流失总治理度。本工程建设区水土流失总面积 0.99hm^2 ，整个工程期间，采取一系列措施治理水土流失，共计治理水土流失面积 0.98hm^2 。经计算

得出水土流失总治理度 99.0%，达到防治标准 98%。

(3) 拦渣率与弃渣利用率。本项目开挖土方 18.75 万 m³，有效拦渣量 18.43 万 m³，拦渣率为 98.29%，达到了设计 98.0% 的标准。

(4) 土壤流失控制比。本工程项目区的容许土壤侵蚀模数为 500t/km²·a，经过计算分析，工程全面结束后，建设区土壤侵蚀模数为 500t/km²·a，土壤流失控制比 1.0，达到目标值 1.0。

(5) 林草植被恢复率。本工程可恢复植被面积为 0.99hm²，已恢复植被面积 0.98hm²，林草植被恢复率达到 99.0%，达到水土保持方案报告书防治标准 99%。

(6) 林草覆盖率。本工程建设区面积为 3.16hm²，目前林草总面积为 0.98hm²，林草植被覆盖率平均达到 31.01%，达到水土保持方案报告书防治标准 30%。

六项指标均达到水土保持方案设计标准，详见下表 7-1。

表 7-1 水土流失防治指标对比分析表

防治指标	方案设计	已完成	综合评价
扰动土地整治率	98%	99.68%	达标
水土流失总治理度	98%	99.0%	达标
拦渣率	98%	98.29%	达标
土壤流失控制比	1.0	1.0	达标
林草植被恢复率	99%	99.0%	达标
林草覆盖率	30%	31.01%	达标

7.2 水土保持措施评价

本工程主要由水土保持工程措施、植物措施和临时防护措施组成。工程措施主要包括：土地整治、表土剥离、表土回覆等。植物措施主要包括：景观绿化恢复。临时防护措施主要包括临时排水沟、临时沉沙池、临时苫盖等临时措施。

水土保持工程措施的实施，基本按照主体工程和水土保持方案设计的要求组织实施。施工安排合理、紧凑、同步，有效地将水土流失控制在较小的范围内。具体做到了以下几点：

一、建设单位成立了水土保持工作领导小组，为水土保持工作的顺利开展奠定基础。

二、在施工过程中，修建临时排水措施及临时苫盖等防护措施，有效地控制施工过程中地表扰动产生的水土流失对周围的影响。

三、主体工程结束后立即对可绿化用地进行平整，采取绿化措施，绿化美化环境。

根据巡查和调查已完成的水土保持措施防护效果明显，没有人为损坏和自然损坏现象发生，运行情况良好。

7.3 存在问题及建议

一、建议建设单位加强各项措施的维护和后期管理工作，使其更好的发挥其水土保持功能。

7.4 综合结论

一、项目建设单位普宁市城镇环境卫生管理局对工程建设中的水土保持工作充分重视，按照水土保持法律法规的规定，依法编报了水土保持方案，落实了水土保持工程设计。将水土保持工程建设和管理纳入工作程序中，在工程建设过程中落实了项目法人、设计单位、施工单位、监理单位的水土保持责任人，强化了对水土保持工程的管理，确保了水土保持方案的顺利实施。

二、项目建设区内水土保持措施布局合理，数量和质量基本达到了该工程水土保持方案报告书的设计要求。林草措施实施后植被生长情况良好，工程措施基本无损坏，能起到较好的防治作用。

三、项目建设区经过系统整治后，水土流失面积、土壤流失量和水土流失强度都逐年递减。项目区的水土流失强度由施工中的中度、强烈下降到轻度、微度，有效的将水土流失控制在较低的范围內。

综上所述，项目建设区水土保持措施总体布局合理，防护效果明显，经过对监测数据分析汇总，各项水土流失防治指标均达到设计的目标水平，很好地控制了人为水土流失。

8 有关资料及附图

8.1 有关资料

- (1) 项目立项文件
- (2) 水土保持方案批复文件
- (3) 水行政主管部门水土保持监督检查的通知
- (4) 炉渣环保接收证明
- (5) 监测影像资料

(1) 项目立项文件

广东省发展和改革委员会

粤发改资环函〔2011〕2367号

关于普宁市生活垃圾焚烧发电厂项目的复函

揭阳市发展改革局：

你局《关于上报普宁市生活垃圾焚烧发电厂项目建议书的请示》（揭市发改投〔2011〕301号）及相关材料收悉。经审核，该项目为企业投资 BOT 模式，按照《广东省企业投资项目核准暂行办法》（粤府〔2005〕119号），应编制项目申请报告，并按规定办理核准手续。



公开方式：不公开



揭阳市发展和改革委员会文件

揭市发改投[2012] 301号

关于普宁市生活垃圾焚烧发电厂项目 建设投资主体招标核准的通知

普宁市发展和改革委员会：

你局《关于普宁市生活垃圾焚烧发电厂项目建设投资主体招标核准的请示》（普发[2012] 66号）收悉。经研究，现核准如下：

一、为加快普宁市环境基础设施建设，促进城市垃圾处理市场化和产业化进程，普宁市拟以BOT模式建设日处理垃圾800吨，分两期建设一期规模为400吨，计划投资20466万元。根据普宁市《市政府常务会议纪要》（2010-8）文件精神，同意核准普宁市生活垃圾焚烧发电厂项目采用委托招标形式和公开招标方式选择项目投资主体。

二、请抓紧做好相关准备工作，项目主体确定后，按规定程序上报核准。



抄送：普宁市环卫局



普府函【2012】67号

关于同意普宁市生活垃圾焚烧发电厂特许经营项目 法人招标招标文件的批复

市城镇环境卫生管理局：

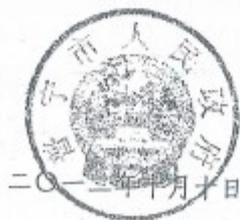
你局《关于要求审批普宁市生活垃圾焚烧发电厂特许经营项目法人招标招标文件的请示》收悉，经研究，现批复如下：

一、原则同意《普宁市生活垃圾焚烧发电厂特许经营项目法人招标招标文件》。

二、由你局依法依规组织实施。

附件：

- 1、普宁市生活垃圾焚烧发电厂特许经营项目招标公告
- 2、普宁市生活垃圾焚烧发电厂特许经营项目法人招标招标文件



二〇一二年十月十日

公开方式：依申请公开

揭阳市发展和改革局文件

揭市发改能源[2015]417号

关于普宁市生活垃圾焚烧发电厂 项目开展前期工作的批复

普宁市发展和改革局：

你局《关于普宁市生活垃圾焚烧发电厂项目开展前期工作的请示》（普发改[2015]35号）收悉，经研究，同意该项目抓紧开展前期工作，按有关程序申报核准。

揭阳市发展和改革局
2015年7月8日



(2) 水土保持方案批复文件

广东省水利厅文件

粤水水保〔2016〕30号

广东省水利厅关于普宁市生活垃圾焚烧发电厂项目水土保持方案的批复

普宁市城镇环境卫生管理局：

你单位《关于申请审批〈普宁市生活垃圾焚烧发电厂项目水土保持方案报告书〉的函》收悉。

普宁市生活垃圾焚烧发电项目位于揭阳市普宁市云落镇，设计规模为日处理生活垃圾 800 吨，配套 2 台 400 吨/日机械炉排焚烧炉和 1 台 15 兆瓦凝汽式汽轮发电机组。工程总占地面积 9.15 公顷，土石方挖方总量 47.5 万立方米，填方总量 46.64 万立方米，工程估算总投资约 3.91 亿元，总工期 15 个月。

我厅委托省水利水电技术中心对《普宁市生活垃圾焚烧发电厂水土保持方案报告书》进行了技术审查，提出了审查意见（详

-1-

见附件)。经研究，我厅基本同意该水土保持方案。现就水土流失的预防和治理批复如下：

一、水土保持方案总体意见

(一) 基本同意建设期水土流失防治责任范围为 9.9 公顷。

(二) 同意水土流失防治执行建设生产类项目一级标准。

(三) 基本同意设计水平年水土流失防治目标为：扰动土地整治率 95%，水土流失总治理度 92%，土壤流失控制比 1.0，拦渣率达到 98%，林草植被恢复率 99%，林草覆盖率 30%。

(四) 基本同意水土流失防治分区及分区防治措施安排。

(五) 基本同意建设期水土保持补偿费为 4.23 万元，须在项目开工前一次性向我厅缴纳。

二、后续水土保持工作要求

你单位在项目建设中应全面落实《水土保持法》的各项要求，并重点做好以下工作：

(一) 按照批复的水土保持方案，做好水土保持初步设计等后续设计，加强施工组织等管理工作，切实落实水土保持“三同时”制度。

(二) 严格按方案要求落实各项水土保持措施。各类施工活动要严格限定在用地范围内，严禁随意占压、扰动和破坏地表植被。做好表土的剥离和弃渣综合利用。根据方案要求合理安排施工时序和水土保持措施实施进度，严格控制施工期间可能造成的水土流失。

(三)切实做好水土保持监测工作,加强水土流失动态监控,并按规定向我厅以及省水土保持监测站、揭阳市水务局、普宁市水务局提交监测季度报告及总结报告。

(四)落实并做好水土保持监理工作,确保水土保持工程建设质量和进度。

(五)本项目的地点、规模如发生重大变化,应及时补充或修改水土保持方案报我厅审批。水土保持方案实施过程中,水土保持措施如需作出重大变更的,也须报我厅批准。

(六)项目建设如涉及河道防洪安全、水源保护、水利设施建设等其他方面的问题,需按规定报有审批权限的部门审批。

(七)按照《开发建设项目水土保持设施验收管理办法》的规定,本项目在投产使用前应通过我厅组织的水土保持设施验收。

附件:省水利水电技术中心《关于报送普宁市生活垃圾焚烧发电厂水土保持方案报告书(报批稿)审查意见的函》
(粤水技术〔2016〕166号)



(3) 水行政主管部门水土保持监督检查通知和意见

广东省水利厅

广东省水利厅办公室关于开展普宁市生活垃圾 焚烧发电厂项目水土保持监督检查的通知

揭阳市水利局，普宁市产业环保能源有限公司：

根据《中华人民共和国水土保持法》《中华人民共和国行政许可法》及《广东省水利厅双随机抽查办法（试行）》的规定和要求，我厅决定对普宁市生活垃圾焚烧发电厂项目开展水土保持监督检查。现将有关事项通知如下：

一、检查时间

2019年10月31日。

二、检查的主要内容

（一）水土保持工作的组织领导、日常工作管理、防治责任分解落实情况；

（二）水土保持初步设计与施工图设计落实情况；

（三）水土流失预防和治理措施的落实情况；

（四）水土保持工程监测、监理工作开展情况；

（五）违法违规堆放弃土弃渣及水土保持方案变更情况；

（六）水土保持补偿费缴纳情况；

（七）水行政主管部门历次监督检查意见的整改落实情况；

(八) 水土保持分部工程和单元工程的自查初验情况。

三、其他事项

(一) 请普宁市广业环保能源有限公司按照上述要求做好水土保持监督检查及相关书面汇报材料的准备工作,并通知水土保持监测、监理、施工等有关单位参加检查。

(二) 请揭阳市水利局参与检查,并通知普宁市水利局参加。

(三) 检查工作严格落实中央八项规定及实施细则精神和我省实施办法。



(联系人: 耿海波, 联系电话: 020-38356158、13922752020)

公开方式: 依申请公开

广东省水利厅

粤水水保函〔2019〕1513号

广东省水利厅关于普宁市生活垃圾焚烧发电厂 项目水土保持监督检查意见的函

普宁市广业环保能源有限公司：

按照《广东省水利厅“双随机一公开”推进工作方案》和《广东省双随机抽查办法》的工作部署和要求，为强化生产建设项目水土保持方案审批事中事后监管，2019年10月31日，我厅通过随机抽取检查对象的方式，会同揭阳市水利局、普宁市水利局组成检查组，对你公司在建的普宁市生活垃圾焚烧发电厂项目水土保持工作进行了监督检查。检查组查看了施工现场，听取了建设单位关于水土保持工作的情况汇报，同与会代表进行了座谈。现将现场检查及有关工作意见反馈如下：

一、项目基本情况

普宁市生活垃圾焚烧发电厂项目位于普宁市云落镇云楼水库旁，项目建设规模为日处理垃圾800吨，配置2台400吨/天机械炉排焚烧炉和1台15兆瓦凝气式汽轮发电机组。2016年5月10日，我厅以粤水水保〔2016〕30号文批复该工程水土保持

方案。工程于 2017 年 2 月开工。

二、存在的主要问题

(一) 场区边坡水土保持措施不完善

1. 场区东面边坡裸露，尚未落实植物措施。
2. 场区西面边坡没有采取防护措施，存在较大水土流失，已有大量泥沙流入水库。
3. 场区北面边坡裸露，尚未落实植物措施，排水体系不完善。

(二) 场区内临时堆土没有拦挡、覆盖措施。

(三) 未进行表土剥离。

(四) 没有开展水土保持监测工作。

三、整改意见和建议

(一) 强化主体责任意识。项目法人是落实水土保持工作的责任主体，应督促项目建设管理单位完善水土保持工作管理制度；进一步落实各施工单位的职责，强化水土保持日常工作管理，定期对照检查，把水土保持主体责任落到实处。

(二) 完善场区边坡水土保持措施

1. 落实场区东面边坡的植物措施。
2. 落实场区西面边坡防护、截排水及植被恢复措施。
3. 落实场区北面边坡截排水及植被恢复措施。

(三) 临时堆土应及时清理或采取拦挡、苫盖等措施。

(四) 尽快开展水土保持监测工作，并按水土保持方案批复

文件要求及时向我厅及揭阳市水利局、普宁市水利局定期上报水土保持监测实施方案和监测成果。

请针对以上意见进行整改，整改落实情况于2020年3月底前报送我厅。逾期不整改或整改不到位的，按照《中华人民共和国水土保持法》相关规定依法处理。

广东省水利厅

2019年11月15日

(联系人：耿海波，联系电话：020-38356158)

(5) 炉渣环保处理接收证明

炉渣环保处理接收证明

广州绿茵环保科技有限公司，专注于从事垃圾焚烧发电厂的炉渣综合利用的投资、建设及运营。目前已自主建设了十多家炉渣处置净化工厂，遍布全国各大城市的垃圾焚烧发电项目，每天处理炉渣量已经达到 3000 吨。

普宁市生活垃圾焚烧发电项目投产运行后所产生的炉渣，我公司愿长期全部接收。将所有炉渣进行净化处理后再利于建筑材料如制作免烧砖或外送水泥厂，搅拌站（水稳层）等等，对炉渣进行环保处理综合利用。具体合作方式、处理价格另行协商。

特此证明！



(6) 监测影像资料

	
绿化平整	排水沟施工
	
绿化施工	绿化施工
	
绿化平整	绿化平整

	
绿化恢复情况	绿化恢复情况
	
绿化恢复情况	绿化恢复情况
	
绿化恢复情况	绿化恢复情况

	
<p>绿化恢复情况</p>	<p>绿化恢复情况</p>
	
<p>绿化恢复情况</p>	<p>绿化恢复情况</p>
	
<p>绿化恢复情况</p>	<p>绿化恢复情况</p>

8.2 附图

- (1) 项目地理位置图
- (2) 监测范围图
- (3) 监测分区、监测点布设及水土流失防治责任范围图