

水保监测（粤）字第 0003 号

惠州市博罗县杨侨镇 100 兆瓦农业光伏电站项目

水土保持监测总结报告

建设单位：惠州市永景新能源科技有限公司

监测单位：广东河海工程咨询有限公司

2020 年 5 月



项目名称：惠州市博罗县杨侨镇 100 兆瓦农业光伏电站项目

建设单位：惠州市永景新能源科技有限公司

监测单位：广东河海工程咨询有限公司

监测资证：水保监测（粤）字第 0003 号

项目负责人：李庆芳



单位地址：广州市天河区天寿路 101 号 3 楼

邮 编：510610

联系人：李庆芳

电 话：13560439699

电子邮箱：qf-981606@163.com

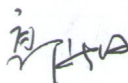
惠州市博罗县杨侨镇 100 兆瓦农业光伏电站项目

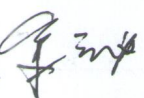
水土保持监测总结报告

责任页

广东河海工程咨询有限公司

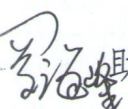
批准：孙栓国  董事长

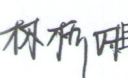
核定：郭新波  高级工程师

审查：巢礼义  高级工程师

校核：杜广荣  工程师

项目负责人：李庆芳  高级工程师

编写：罗海峰  助理工程师 前言、第 1~6 章节

林桥妹  助理工程师 第 7~8 章节

水土保持监测特性

主体工程主要技术指标											
项目名称		惠州市博罗县杨侨镇 100 兆瓦农业光伏电站项目									
建设规模		100MW 光伏 电站项目	建设单位		惠州市永景新能源科技有限公司						
			建设地点		广东省惠州市博罗县						
			所属流域		珠江流域						
			工程总投资		总投资 87297 万元，其中土建投资 5000 万元						
			工程总工期		本项目于 2016 年 4 月开工，2019 年 12 月完工， 总工期为 45 月。						
水土保持监测指标											
监测单位			广东河海工程咨询有限公司				联系人及电话		李庆芳/13560439699		
自然地理类型			平原浅丘地貌，亚热带季风气候，亚热带常绿阔叶林				防治标准		一级防治标准		
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		实地调查				2.防治责任范围监测		实地调查（面积监测）		
	3.水土保持措施情况监测		实地调查				4.防治措施效果监测		实地调查、巡查		
	5.水土流失危害监测		实地调查、巡查				水土流失背景值		500t/km ² •a		
方案设计防治责任范围			186.41 hm ²				容许土壤流失量		500t/km ² •a		
监测防治责任范围			186.41 hm ²				水土流失目标值		500t/km ² •a		
防治措施			工程措施		表土剥离 27.19hm ² 、表土回填 8.16 万 m ³ 、土地整治 40.07hm ² 、排水沟 450m、截（排）水沟 240m						
			植物措施		边坡植草绿化 0.45hm ² 、撒播草籽绿化 3hm ² 、撒播草籽 11.74hm ² 、铺草皮绿化 0.15hm ²						
			临时措施		排水边沟 5040m、临时排水沟 1747m、沉沙池 2 座、临时覆盖 0.03hm ²						
监测结论	防治效果	分类指标	目标值（%）	达到值（%）	实际监测数量						
		扰动土地整治率	95	99.8	防治措施面积	172.88 hm ²	永久建筑物及硬化面积	13.11 hm ²	扰动土地总面积	186.41 hm ²	
		水土流失总治理度	97	99.8	防治责任范围面积	186.41hm ²	水土流失总面积	173.3hm ²			
		土壤流失控制比	1.0	1.0	工程措施面积	0	容许土壤流失量	500t/km ² •a			
		拦渣率	95	95	植物措施面积	172.88hm ²	监测土壤流失情况	500t/km ² •a			
		林草植被恢复率	99	99.8	可恢复林草植被面积	173.3hm ²	林草类植被面积	172.88hm ²			
		林草覆盖率	27	92.7	实际拦挡弃渣量	6.47 万 m ³	总弃渣量	6.47 万 m ³			
	水土保持治理达标评价		六项指标值达到了现行标准目标值								
总结及建议		水土保持设施的管护、维护措施落实到位；建议加强植被养护，提高林草植被成活率。									

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	7
1.3 监测工作实施情况	8
2 监测内容和方法	11
2.1 监测内容	11
2.2 监测方法	11
2.3 扰动土地情况	13
2.4 取料（土、石）、弃渣（土、石、矸石、尾矿等）	13
2.5 水土保持措施	14
2.6 水土流失情况	14
3 重点对象水土流失动态监测	15
3.1 防治责任范围监测	15
3.2 取料监测结果	19
3.3 弃土弃渣监测结果	20
3.4 土石方流向情况监测结果	21
3.5 其他重点部位监测结果	22
4 水土流失防治措施监测结果	23
4.1 工程措施监测结果	23
4.2 植物措施监测结果	24
4.3 临时防护措施监测结果	25
4.4 水土保持措施防治效果	27
5 土壤流失情况监测	28
5.1 水土流失面积	28
5.2 土壤流失量	28
5.3 取料、弃渣潜在土壤流失量	29
5.4 水土流失危害	29

6 水土流失防治效果监测结果	30
6.1 水土流失防治指标标准值	30
6.2 扰动土地整治率	30
6.3 水土流失总治理度	31
6.4 拦渣率与弃渣利用情况	31
6.5 土壤流失控制比	31
6.6 林草植被恢复率	31
6.7 林草覆盖率	32
7 结论	33
7.1 水土流失动态变化	33
7.2 水土保持措施评价	33
7.3 存在问题及建议	34
7.4 综合结论	34
8 附图及有关资料	35
8.1 附图	35
8.2 有关资料	35

前言

项目名称：惠州市博罗县杨侨镇 100 兆瓦农业光伏电站项目

建设单位：惠州市永景新能源科技有限公司

建设地点：位于惠州市博罗县杨侨镇，项目中心区地理坐标为东经 114°27'28.14"，北纬 23°27'59.63"。

建设性质：新建项目

项目类型：其他电力工程

建设规模：100MW 光伏电站项目共安装 385000 块 260Wp 多晶硅组件，装机容量为 100.1MWp。预计年平均上网发电量 10622 万 kWh，年平均等效满负荷利用小时数为 1061h。

建设内容：主要包括光伏发电系统（光伏阵列、直流汇流系统、逆变升压系统、低压电缆）、110kV 升压站、35kV 集电线路、110kV 输电线路、杨村变电站对侧间改造工程、监测监控系统、农业综合开发等组成。

工程占地：本项目总占地面积为 186.41hm²，其中永久占地 177.18hm²，临时占地 9.23hm²。

土石方：本项目挖方总量 29.42 万 m³，填方总量 22.95 万 m³，无借方，弃方总量 6.47 万 m³。弃方就地摊平处理。

工程投资：本项目总投资 87297 万元，其中土建投资 5000 万元，由建设单位投资建设。

建设工期：本项目于 2016 年 04 月开工，2019 年 12 月完工，总工期为 45 月。

根据《中华人民共和国水土保持法》《广东省水土保持条例》以及《开发建设项目水土保持方案编报审批管理规定》等有关法律法规的要求，2016 年 4 月，建设单位委托广东建科水利水电咨询有限公司编报《惠州市博罗县杨侨镇 100 兆瓦农业光伏电站项目水土保持方案报告书》（报批稿）；2016 年 9 月 19 日，广东省水利厅以“粤水水保[2016]78 号”对该方案报告书予以批复。

根据《中华人民共和国水土保持法》、《水土保持生态环境监测网络管理办法》等规定和要求，2017 年 8 月，建设单位委托广东河海工程咨询有限公司（以下简称“我公司”）开展水土保持监测工作。监测委托合同签订后，我公司抽调水土保持监测技术人员成立了工作组，及时安排技术人员进行实地勘察，详细调查项目区

自然情况、水土流失背景与水土保持现状等，结合批复的水土保持方案、本工程的施工任务安排、施工工艺及总体布局，对本工程水土保持进行了总体规划，2017 年 8 月，编制完成《惠州市博罗县杨侨镇 100 兆瓦农业光伏电站项目水土保持监测实施方案》。施工期监测工作主要针对水土流失严重地段、存在水土流失隐患及正在实施的水土保持工程（措施）开展监测。自然恢复期重点勘查了项目区内裸露边坡及地表植被恢复等水土保持措施运行情况，并选取典型样地测定了植被的覆盖度、成活率和生长状况。

具体监测内容为：一是重点监测项目区水土流失防治责任范围的变化、扰动原地表面积的变化、损坏土地和植被数量、弃土弃渣量、防护措施是否到位、施工过程中是否设有临时防护措施，项目区及周边区域生态环境变化等情况；二是监测工程建设期和植被恢复期两个时段内项目区的水土流失面积、土壤侵蚀强度和土壤流失量等情况；三是监测水土流失防治责任范围内的水土保持措施落实、防治效果及维护和工程运行等情况。监测时段 2017 年 8 月至 2018 年 12 月，完工后各项工程及植物措施恢复较好，因而未开展自然恢复期监测，共完成水土保持监测季报 6 期。

2020 年 5 月，我公司技术人员对监测期数据和资料进行了整理、汇总和分析，编写完成《惠州市博罗县杨侨镇 100 兆瓦农业光伏电站项目水土保持监测总结报告》。

结合项目区水土流失特点和施工工艺，依据批复的水土保持方案，本工程实际施工未涉及取土场、弃渣场，水土保持监测过程中共布设 5 个监测点。采用施工区巡查、重点抽样调查和咨询建设相关人员相结合的方法进行监测。监测期间对项目区的踏勘及调查，监测面积为防治责任范围面积：186.41 hm^2 。本项目挖方总量 29.42 万 m^3 ，填方总量 22.95 万 m^3 ，无借方，弃方总量 6.47 万 m^3 。本工程监测期土壤流失量为 360t。

根据监测结论，本工程实施的水土保持措施主要包括：完成工程量：表土剥离 27.19 hm^2 、表土回填 8.16 万 m^3 、土地整治 40.07 hm^2 、边坡植草绿化 0.45 hm^2 、撒播草籽绿化 3 hm^2 、排水边沟 5040m、临时排水沟 1747m、沉沙池 2 座、临时覆盖 0.03 hm^2 、撒播草籽 11.74 hm^2 、排水沟 450m、铺草皮绿化 0.15 hm^2 、截（排）水沟 240m。

本工程通过采取水土保持措施，水土流失防治指标达到了方案确定的目标值：扰动土地整治率为 99.8%，水土流失总治理度为 99.8%，土壤流失控制比 1.0，拦渣率 95%，林草植被恢复率为 99.8%，林草覆盖率 92.7%。

在现场勘查、资料收集等过程中，建设单位、监理单位及施工单位等予以积极配合，在此表示感谢。

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

项目名称：惠州市博罗县杨侨镇 100 兆瓦农业光伏电站项目

建设单位：惠州市永景新能源科技有限公司

建设地点：位于惠州市博罗县杨侨镇，项目中心区地理坐标为东经 $114^{\circ}27'28.14''$ ，北纬 $23^{\circ}27'59.63''$ 。项目区地理位置见图 1.1-1。

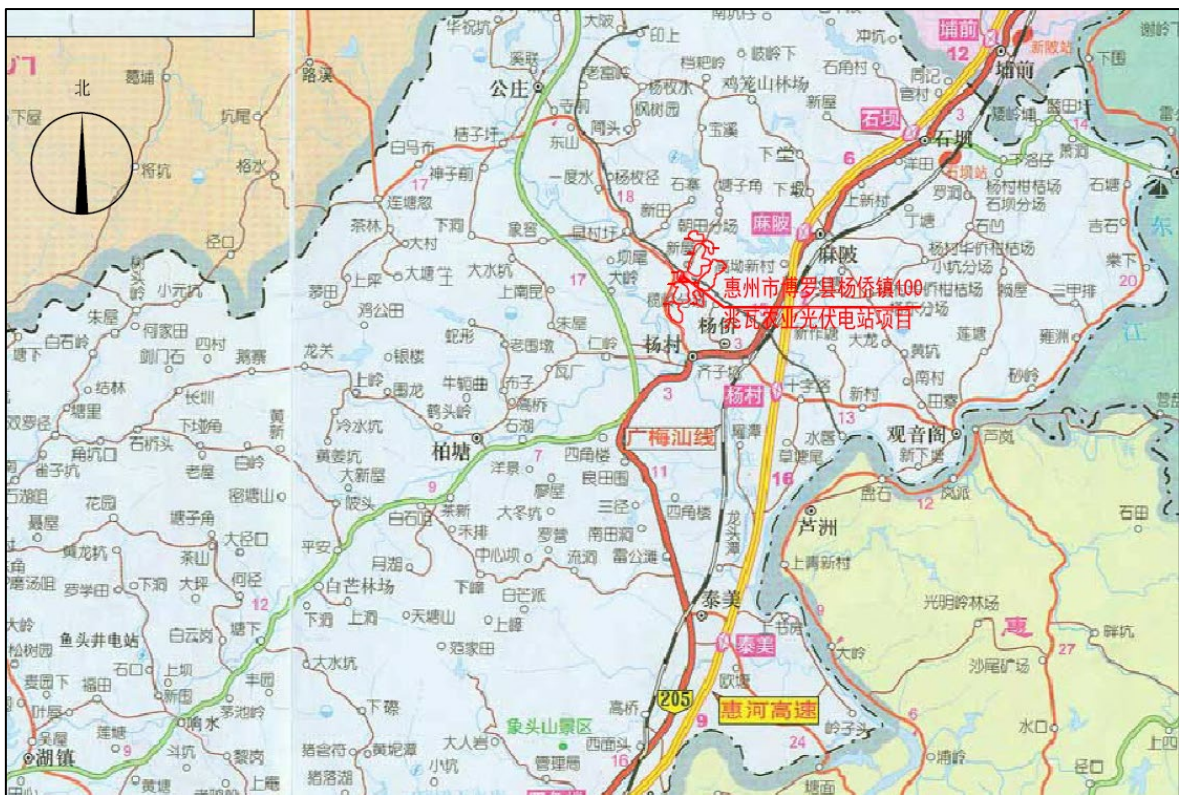


图 1.1-1 项目区地理位置图

建设性质：新建项目

项目类型：其他电力工程

建设规模：100MW 光伏电站项目共安装 385000 块 260Wp 多晶硅组件，装机容量为 100.1MWp。预计年平均上网发电量 10622 万 kWh，年平均等效满负荷利用小时数为 1061h。

建设内容：主要包括光伏发电系统（光伏阵列、直流汇流系统、逆变升压系统、低压电缆）、110kV 升压站、35kV 集电线路、110kV 输电线路、杨村变电站对侧间改造工程、监测监控系统、农业综合开发等组成。

工程占地：本项目总占地面积为 186.41hm²，其中永久占地 177.18hm²，临时占地 9.23hm²。

土石方：本项目挖方总量 29.42 万 m³，填方总量 22.95 万 m³，无借方，弃方总量 6.47 万 m³。弃方就地摊平处理。

工程投资：本项目总投资 87297 万元，其中土建投资 5000 万元，由建设单位投资建设。

建设工期：本项目于 2016 年 04 月开工，2019 年 12 月完工，总工期为 45 月。

项目组成：本项目由光伏发电区、升压站区、送电线路区 3 部分组成。

参建单位：建设单位：惠州市永景新能源科技有限公司；可研单位：中国科学院广州能源研究所；勘察单位：广东有色工程勘察设计院；设计单位：三峡大学（湖北）建筑设计研究院有限责任公司、惠州电力勘察设计院有限公司；监理单位：广东国信监理工程有限公司；施工单位：珠海兴业新能源科技有限公司；水土保持方案编制单位：广东建科水利水电咨询有限公司。

主要技术指标见表 1-1。

表 1.1-1 主要技术指标表

一、项目的基本情况			
项目名称	惠州市博罗县杨桥镇 100 兆瓦农业光伏电站项目		
建设单位	惠州市永景新能源科技有限公司	所在流域	珠江流域
建设地点	广东省惠州市博罗县	建设性质	新建项目
建设规模	100MW 光伏电站项目共安装 385000 块 260Wp 多晶硅组件，装机容量为 100.1MWp。预计年平均上网发电量 10622 万 kWh，年平均等效满负荷利用小时数为 1061h。		
项目组成及建设内容	主要包括光伏发电系统（光伏阵列、直流汇流系统、逆变升压系统、低压电缆）、110kV 升压站、35kV 集电线路、110kV 输电线路、杨村变电站对侧间改造工程、监测监控系统、农业综合开发等组成。		
总投资	本项目总投资 87297 万元，其中土建投资 5000 万元，由建设单位投资建设。		
建设期	本项目于 2016 年 04 月开工，2019 年 12 月完工，总工期为 45 月。		
二、项目组成及占地（单位：hm ² ）			
项目组成	占地面积	占地性质	
		永久占地	临时占地
光伏发电场区	184.56	176.55	8.01
升压站	0.50	0.45	0.05
送电工程区	1.35	0.18	1.17
合计	186.41	177.18	9.23

三、土石方工程（单位：万 m ³ ）			
挖方	填方	借方	弃方
29.42	22.95	0	6.47

1.1.2 项目区概况

（一）地形地貌

惠州市博罗县地处东江中下游平原区、珠江三角洲东北端。地貌类型多样，台地占 6 成多，多分布在中部，沿江平原狭小，属东江谷地和西枝江谷地的一部分；平原近 3 成，多分布在沿江两岸；丘陵不足 1 成，多分布在北部，以东北－西南走向为主，属粤东岭谷区的一部分。地势为北西南三面向中部倾斜，形成一小盆地。东江水由北而下，到横沥镇后转往西，与西枝江合股后流往博罗。

（二）气候

博罗县地处北回归线稍南，属南亚热带季风气候，阳光充足，雨量充沛，夏天炎热，冬短不寒，气候条件较好。年平均气温 22.5℃，雨季多集中于 5～9 月份，多年平均降雨量为 1832.8mm。

（三）水文

博罗县地处东江中下游，全县地形复杂，山区、丘陵、平原交错，河川众多，水资源丰富，拥有集雨面积 100km² 以上的河流 9 条。项目所在区域内有沙河和显岗水库。沙河为东江一级支流，发源于博罗县螃蟹顶，在东莞石龙流入东江北干流，河长 89km，集水面积 1235km²，河道平均坡降 0.64%。沙河是博罗县最大的内河，贯穿湖镇镇全镇，从博罗独山到显岗水库大坝河长 54km，从显岗水库大坝到东莞石龙河长 35km。显岗水库库容 1.38 亿 m³，是博罗县的重要饮用水源。

本项目周边河流主要有东江及其支流公庄河，其中东江位于项目东南侧约 8km，公庄河位于项目西侧约 500m。本项目用地范围内无河道、河涌，仅有部分小溪沟。本项目距离榄岭水库最近地块距离约 200m，本项目建设不在榄岭水库集雨范围内。

（四）土壤

博罗县属丘陵山区，北靠罗浮山脉，南临东江，地势北高南低，成土母质为主要花岗岩、片麻岩、紫色岩、变质岩及砂页岩和河流冲积的细砂、石英砂岩、石砾岩和粘土，此外还有少量石灰岩，土壤类型主要有：南方山地草甸土、黄壤、红壤、赤红壤、石质土等。其中南方山地草甸土，占全县土地的 0.21%，主要分布在罗浮山海拔 1000m 以上的山地；黄壤，占全县土地的 3.26%，主要分布在罗浮山、

桂山海拔 600-1000m 的山地；红壤，占全县土地的 13.17%，分布在罗浮山海拔 300m 至 600m 左右的坡地上；赤红壤，占全县土地的 58.38%，主要分布在全县海拔 300m 以下的低山丘陵及低丘上；紫色土，占全县土地的 0.42%，一般位于紫色岩丘陵区。工程区土壤以赤红壤为主。

（五）植被

博罗县植被由于地形、气候与人为因素等的综合影响，地带性代表植被常绿季雨林或季雨性常绿阔叶林等原始植被已荡然无存，只有在局部谷地或村庄旁边的风水林等少量残存的次生林及丘陵台地分布的少量人工林，其它均以稀树灌丛和草灌丛为主并间以农田，条件较好的丘陵台地，多已开辟农田和果园，种植水稻、旱田作物及各种果树。

工程区植被以松杂树为主，部分种植桉树、竹林等经济林木；园地多种植龙眼、柑桔等果树，泥沼以鱼塘，水稻等经济作物为主，水土保持较好，工程区林草植被覆盖绿化达 53%，属微度水土流失区。

（六）容许土壤流失量、侵蚀类型与强度、国家和省级水土流失重点防治区划

项目区土壤侵蚀类型为 I4 南方红壤区，容许土壤流失量 $500t/(km^2 \cdot a)$ 。水土流失类型主要为水力侵蚀，侵蚀强度为微度。

根据水利部《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》、《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》，本项目区属东江上中游国家级水土流失重点预防区。

根据《广东省第四次水土流失遥感普查成果报告》（广东省水利厅、珠江水利委员会珠江水利科学研究院，2013 年 8 月 1 日），博罗县土壤侵蚀总面积为 $272.32km^2$ ，占行政区域总面积的 9.53%，总体来说土壤侵蚀比例不高；其中人为侵蚀 $123.15km^2$ ，自然侵蚀为 $149.17km^2$ ，自然侵蚀是该县土壤侵蚀的主要因素。

1.2 水土保持工作情况

1.2.1 项目区水土流失及水土保持情况

项目区土壤侵蚀类型为 I4 南方红壤区，容许土壤流失量 $500t/(km^2 \cdot a)$ 。水土流失类型主要为水力侵蚀，侵蚀强度为微度。

根据水利部《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》、《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》，本项目区属东江上中游国家级水土流失重点预防区。

根据《广东省第四次水土流失遥感普查成果报告》（广东省水利厅、珠江水利委员会珠江水利科学研究院，2013 年 8 月 1 日），博罗县土壤侵蚀总面积为 272.32km²，占行政区域总面积的 9.53%，总体来说土壤侵蚀比例不高；其中人为侵蚀 123.15km²，自然侵蚀为 149.17km²，自然侵蚀是该县土壤侵蚀的主要因素。

1.2.2 水土保持方案编报及变更

根据《中华人民共和国水土保持法》《广东省水土保持条例》以及《开发建设项目水土保持方案编报审批管理规定》等有关法律法规的要求，2016 年 4 月，建设单位委托广东建科水利水电咨询有限公司编报《惠州市博罗县杨侨镇 100 兆瓦农业光伏电站项目水土保持方案报告书》（报批稿）；2016 年 9 月 19 日，广东省水利厅以“粤水水保[2016]78 号”对该方案报告书予以批复。

根据《水利部生产建设项目水土保持方案变更管理规定（试行）》（办水保〔2016〕65 号）规定，本项目不符合变更要求。

1.2.3 水土保持工程建设情况

在水土保持措施建设过程管理中，建设单位根据水土保持工程和主体工程相辅相成的特点，将水土保持设施作为主体工程的一部分，纳入主体工程一并管理实施，在设计、施工招标文件中明确提出水土保持要求。水土保持措施与主体工程同时开工，水土保持措施由各标段施工单位承建，措施质量、进度及投资由主体工程监理公司一并承担。

本工程水土保持工程由建设单位进行统一管理。水土保持工程与主体工程同时设计、同时施工，同时进行管理监督。水土保持工程监理由主体监理单位实施。

本工程水土保持工程建设管理通过日常监督检查，加强对各标段施工管理，严格控制弃土弃渣去向实施。

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 监测实施方案执行情况

惠州市永景新能源科技有限公司于 2017 年 8 月委托广东河海工程咨询有限公司承担本项目的水土保持监测工作。

水土保持监测过程及成果：监测时段为 2017 年 8 月至 2018 年 12 月，在施工过程中采用监测方法以调查观测为主，辅以实地调查和巡查，监测重点是主体工程区扰动土地及植被占压情况，水土保持措施（含临时防护措施）实施状况、水土保持措施效益发挥等等进行监测（调查监测和实地监测）。具体监测工作实施概况如下：

监测内容主要包括工程建设扰动土地面积、工程建设过程中的水土流失形式、水土流失面积、水土流失强度变化情况，以及对周边地区生态环境的影响、造成的危害情况等；采用以调查观测为主，辅以实地调查和巡查。

1.3.2 监测时段及监测分区

（1）监测时段

本项目于 2016 年 04 月开工，2019 年 12 月完工，总工期为 45 月。建设单位 2017 年 8 月委托我公司开展监测工作。

（2）监测分区

根据工程水土流失特性，监测分区划分为光伏发电场区、升压站区及送电工程区 3 个监测区。

1.3.3 监测项目部设置

项目部由一名监测总工程师和两名监测员组成。总监测工程师全面负责项目监测工作组织、协调、编制监测总结报告；监测员协助完成监测数据的采集和整理，并负责原始记录、文档、图件、成果的管理。

1.3.4 监测点布设

根据《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 号文）中“建设类项目的水土保持监测点应按临时点设置”的规定，结合实际情况，设 5 个临时监测点位，如下：

表 1.3-1 水土保持监测点布设表

监测点名称	监测点位置	监测方法
1#监测点	光伏发电区	调查监测法、巡查
2#监测点	连接道路区	调查监测法、巡查
3#监测点	35kV 电缆敷设区	调查监测法、巡查
4#监测点	升压站区	调查监测法、巡查
5#监测点	线路塔基施工区	调查监测法、巡查

1.3.5 监测设施设备

本项目水土保持监测施工期主要通过调查法进行监测，主要投入使用的监测设备有钢钎、皮尺、钢卷尺、数码照相机等。

1.3.6 监测技术方法

本工程采用巡查、调查和咨询建设相关人员相结合的方法进行监测。

①工程占用土地面积、扰动地表面积及其类型监测。根据工程施工进度，对项目扰动区域采用收集资料、现场调查的方法进行监测，通过与工程各参建方的沟通，在收集监理月报的基础上，采用手持 GPS 仪结合 1:5000 地形图、照相机、标杆、尺子等工具，调查项目各分区的扰动原地貌类型、面积等，确定项目区的水土流失面积及其变化情况。

②工程挖、填数量监测。通过查阅主体工程施工图设计、监理资料和实地查勘、测量，监测工程建设过程中的土石方挖、填数量和弃渣方量及去向等。

③水土流失程度监测，采取现场调查结合沉沙池及侵蚀沟量测等方法，监测水土流失程度及其不同时段的变化规律。

④水土流失防治监测，采取收集资料、现场量测和调查监测等方法，监测各监测期内水土流失防治措施的数量及实施效果；对水土保持临时防护措施采取现场实地调查法，调查水土保持临时措施的布设位置、占地面积以及防治效果等。

⑤水土流失危害监测，采用现场巡查法，监测水土流失对主体工程及周边环境的影响等情况。

1.3.7 监测成果提交情况

根据施工进度安排，监测时段为 2017 年 8 月至 2018 年 12 月，编制完成本项目实施方案、2017 年~2018 年共完成水土保持监测季报 6 期，实施方案和监测季报提交给广东省水利厅、惠州市水务局和博罗县水务局。并在 2020 年 5 月，编制了水土保持监测总结报告。本项目在建设施工过程中十分重视水土保持工作，根据施工进度安排分别进行了实施和相应的水土保持监测工作，施工过程中各项水土保持措施落实较好，取得了良好的水土保持效。

2 监测内容和方法

2.1 监测内容

(1) 扰动土地情况监测

包括扰动范围、面积、土地利用类型及其变化情况等。

(2) 弃土（石、渣）监测

弃土（石、渣）场及临时堆放场的数量、位置、方量、表土剥离、防护措施落实情况等。

(3) 水土流失情况监测

土壤流失面积、土壤流失量、弃土（石、渣）潜在土壤流失量和水土流失危害等内容。

a) 土壤流失量是指输出项目建设区的土、石、沙数量。

b) 弃土（石、渣）潜在土壤流失量是指项目建设区内未实施防护措施，或者未按水土保持方案实施且未履行变更手续的弃土（石、渣）数量。

c) 水土流失危害是指项目建设引发的基础设施和民工设施的损毁，水库淤积、河道阻塞、滑坡、泥石流等危害。

(4) 水土保持措施监测

措施类型、开（完）工日期、位置、规格、尺寸、数量、林草覆盖度（郁闭度）、防治效果、运行状况等。

2.2 监测方法

本工程采用施工区巡查、重点抽样调查和咨询建设相关人员相结合的方法进行监测。

①调查监测

1) 水土流失现状调查

主要是开工以来水土流失量的调查。通过对项目区现有水土保持措施以及排水沟、周边环境或工程建设区下游沟道淤积的调查，查阅相关资料，咨询周边群众，对开工以来产生的水土流失量有个基本的了解。

2) 水土流失防治责任范围

根据主体工程施工图，通过现场实地勘测，采用测尺、大比例尺地形图、摄像机、照相机等工具，按不同防治分区测定不同地表扰动类型的面积，同时记录调查点名称、工程名称、扰动类型和监测数据编号等。

3) 水土流失防治措施

A、防治措施实施情况

包括措施的实施数量和完成情况。通过查阅主体工程施工图、监理月报、工程量签证单、施工中影像资料等，实地抽样调查防治措施数量和保存情况，监测和验证防治措施实施数量，了解实施情况。

B、防治效果情况

在工程措施布设区，主要调查措施的稳定情况、完好程度和运行情况。通过查看工程措施是否出现明显的裂痕，是否存在滑落或掉块，措施布设区是否存在坡面侵蚀沟、滑坡等威胁项目建设区的水土流失隐患，排水沟是否淤塞、对防治效果进行评价，提出存在的问题和改进建议。

在植物措施布设区，选有代表性的地块作为标准地，要求乔木林 20m×20m、灌木林 5m×5m、草地 2m×2m，测定林草的成活率、保存率和林草植被覆盖度等，评价植物防治措施效果。

对水土保持措施实施进度的监测，同时采用影像对比监测法。通过不同时期影像的对比，监测措施的实施进度、完好程度、运行情况等。

②咨询调查

通过咨询周边群众、建设单位、施工单位，了解建设过程中有无土方（泥浆）侵占道路、掩埋农田、淤塞河道等现象。

本工程水土流失主要调查、监测方法见表 2.2-1。

表 2.2-1 水土流失主要调查、监测方法一览表

序号	监测内容		监测方法
1	扰动土地情况	原地貌土地利用情况	采用历史卫星照片调查
		原地貌植被覆盖度	采用调查法和资料分析法
		扰动土地面积	采用调查法
		防治责任范围	实地量测和资料分析
2	取土（石、料）弃土（石、渣）情况		未设取土场、弃渣场，借方外购，弃渣采用调查法、资料分析法。
3	水土流失情况	土壤流失面积	实地量测和资料分析
		土壤侵蚀模数	调查法结合资料分析
		土壤流失量	采用沉沙池和调查法结合资料分析；

序号	监测内容		监测方法
4	水土保持措施	工程措施	采用实地量测和资料分析结合的方法
		植物措施	实地量测、样方法、树冠投影法
		临时措施	资料分析、调查
		防治效果	调查、巡查

2.3 扰动土地情况

水土保持监测主要采用全面调查与重点普查的方式，利用 GPS 定位仪、照相机、标杆、尺子、激光测距仪、无人机等设备，结合项目征地图与地形图量算主体工程与临建设施扰动土地范围与面积、占地性质与土地利用类型等内容，提出切实可行的意见与建议。详细见表 2.3-1。

表 2.3-1 扰动土地情况监测内容、频次和方法一览表

监测内容	监测频次	监测方法
扰动范围	每季度不少于一次	现场调查
扰动面积	每季度不少于一次，根据施工进度情况增加频次	现场观测（GPS、皮尺、激光测距仪等）及施工监理资料分析
土地利用类型及其变化	每季度不少于一次	现场调查、资料查阅

2.4 取料（土、石）、弃渣（土、石、矸石、尾矿等）

本项目的水土保持监测期间，主要通过资料汇总，结合调查监测与地面定位监测等方式核实土石方工程量，以及是否存在借方与弃方，调查外借与废弃土石方的位置、面积与特点、水土流失现状、水土流失隐患与危害。详细见表 2.4-1。

表 2.4-1 土石方工程监测内容、频次和方法一览表

监测内容	监测频次	监测方法
土石方工程施工现状与工程量	不少于一次	经资料汇总与分析，结合调查监测、无人机监测与巡查监测等监测方式，现场监测土石方施工区域、面积与施工现状、水土流失现状、隐患与危害。
取土（石、料）情况	不少于一次	经资料汇总与分析，本项目无外借土石方量；水土保持监测期间，采用调查监测、无人机监测与巡查监测等监测方式，现场监测是否存在遗漏的乱采乱挖情况。
弃土（石、渣）情况	不少于一次	经资料汇总与分析，本项目建设余方就地平摊于施工场地范围内，无外运余泥渣土与专设弃渣场地；水土保持监测期间，采用调查监测、无人机监测与巡查监测等监测方式，现场监测余方处理情况与水土流失现状、是否乱堆乱弃、有无隐患与危害等情况。
临时堆土（石、渣）情况	不少于一次	经资料汇总与分析，本项目建设期间的各项临时堆土均已清运，堆土场地均已覆盖建构物、植被或复耕；水土保持监测期间，采用调查监测、无人机监测与巡查监测等监测方式，现场监测是否存在遗留清运或处理的临时堆土、有无水土流失现状、是否形成隐患与危害。

2.5 水土保持措施

水土保持措施监测主要包括工程措施、植物措施和临时措施，主要包括措施类型、开工及完工时间、位置、规格、尺寸、数量、林草覆盖度、郁闭度、防治效果、运行情况等。详见表 2.5-1。

表 2.5-1 水土保持措施监测内容、频次和方法一览表

监测内容	监测频次	监测方法
措施类型	根据水土保持措施施工关键节点调整监测频次	现场调查、资料分析
开工完工日期		施工监理资料收集
位置		现场调查、资料分析
规格尺寸		现场调查、资料分析
措施工程量	每季度不少于一次，根据水土保持措施施工进度调整监测频次	现场调查、施工监理资料收集
防治效果及运行状况	每季度不少于一次	现场调查
林草覆盖度	每季度不少于一次	现场调查观测
郁闭度		现场调查观测

2.6 水土流失情况

本项目水土流失情况主要包括水土流失面积、土壤流失量、水土流失危害（潜在或存在）等。详见表 2.6-1。

表 2.6-1 水土流失情况监测内容、频次和方法一览表

水土流失情况	监测频次	监测方法
水土流失面积	每季度不少于一次，根据实际施工进度增加频次	现场观测（GPS、皮尺、激光测距仪等）、资料分析
土壤流失量	每季度不少于一次	现场调查、沉沙池法、资料分析
水土流失危害	每季度不少于一次，根据实际施工情况及气候降雨等增加频次	现场调查

3 重点对象水土流失动态监测

3.1 防治责任范围监测

3.1.1 水土流失防治责任范围

(1) 方案确定的防治责任范围

根据批复的水土保持方案报告书，水土流失防治范围总面积为 227.07 hm^2 ，其中项目建设区 193.20 hm^2 ，直接影响区 33.87 hm^2 ，全部隶属惠州市博罗县。

表 3.1-1 方案批复防治责任范围表单位： hm^2

防治分区		项目建设区		项目建设区面积	直接影响区面积	防治责任范围合计
		永久占地	临时占地			
光伏发电场区	光伏发电区	169.20		169.20	26.43	195.63
	连接道路区	5.00		5.00	1.25	6.25
	35kV 电缆敷设区	12.96	2.16	15.12	6.06	21.18
	临时堆土区	1.74		1.74	0.00	1.74
	施工生产生活设施区	1.40		1.40	0.00	1.40
升压站	站址区	0.45		0.45	0.06	0.51
	临时堆土区		0.05	0.05	0.02	0.07
送电工程区	塔基区	0.06	0.11	0.17	0.05	0.22
	牵张场地区		0.05	0.05	0.00	0.05
	对侧间隔改造区	0.02		0.02	0.00	0.02
合计		190.83	2.37	193.20	33.87	227.07

(2) 实际发生的防治责任范围

根据本工程有关设计、施工和竣工图资料及图纸，结合现场核实，本工程建设实际扰动原地貌共计 186.41 hm^2 ，其中永久占地 177.18 hm^2 ，临时占地 9.23 hm^2 。本次验收范围为工程实际水土流失防治责任范围，经实地勘察和核查，工程实际水土流失责任范围为 186.41 hm^2 ，均为项目建设区，无直接影响区。

表 3.1-2 实际防治责任范围表单位: hm^2

防治分区		项目建设区		项目建设区面积	直接影响区面积	防治责任范围合计
		永久占地	临时占地			
光伏发电场区	光伏发电区	163.59		163.59	0.00	163.59
	连接道路区		5.68	5.68	0.00	5.68
	35kV 电缆敷设区	12.96	2.16	15.12	0.00	15.12
	临时堆土区		0.17	0.17	0.00	0.17
	施工生产生活设施区			0.00	0.00	0.00
升压站	站址区	0.45		0.45	0.00	0.45
	临时堆土区		0.05	0.05	0.00	0.05
送电工程区	塔基区	0.16	0.27	0.43	0.00	0.43
	牵张场地区		0.90	0.90	0.00	0.90
	对侧间隔改造区	0.02		0.02	0.00	0.02
合计		177.18	9.23	186.41	0.00	186.41

(3) 防治责任范围变化情况

表 3.1-3 防治责任范围对比表单位: hm^2

防治分区		方案批复防治责任范围			实际发生防治责任范围			水土流失防治责任范围增减情况		
		项目建设区	直接影响区	防治范围	项目建设区	直接影响区	防治范围	项目建设区	直接影响区	防治范围
光伏发电场区	光伏发电区	169.20	26.43	195.63	163.59	0.00	163.59	-5.61	-26.43	-32.04
	连接道路区	5.00	1.25	6.25	5.68	0.00	5.68	+0.68	-1.25	-0.57
	35kV 电缆敷设区	15.12	6.06	21.18	15.12	0.00	15.12	0.00	-6.06	-6.06
	临时堆土区	1.74	0.00	1.74	0.17	0.00	0.17	-1.57	0.00	-1.57
	施工生产生活设施区	1.40	0.00	1.40	0.00	0.00	0.00	-1.40	0.00	-1.40
升压站	站址区	0.45	0.06	0.51	0.45	0.00	0.45	0.00	-0.06	-0.06
	临时堆土区	0.05	0.02	0.07	0.05	0.00	0.05	0.00	-0.02	-0.02
送电工程区	塔基区	0.17	0.05	0.22	0.43	0.00	0.43	+0.26	-0.05	+0.21
	牵张场地区	0.05	0.00	0.05	0.90	0.00	0.90	+0.85	0.00	+0.85
	对侧间隔改造区	0.02	0.00	0.02	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
合计		193.20	33.87	227.07	186.41	0.00	186.41	-6.79	-33.87	-40.66
注:“-”表示减少,“+”表示增加,“0”表示无变化。										

(3) 运行期水土保持防治责任范围

工程施工完成后，运行期本项目水土保持防治责任范围不包含直接影响区和项目建设区中的临时用地。本工程永久占地 177.18 hm^2 ，临时占地 9.23 hm^2 ，因而其运行期的水土保持防治责任范围为 177.18 hm^2 。

(4) 防治责任范围变化情况

本项目防治责任范围在实际建设过程中发生了变化，与水保方案中防治责任范围预测值有所减少。防治责任范围变化情况详见表 3.1-3。

本工程实际水土流失防治责任范围与方案设计对比如下：

1、光伏发电场区

①光伏发电区

光伏发电区实际防治责任范围 163.59 hm^2 ，方案设计的防治责任范围为 195.63 hm^2 ，其中项目建设区减少了 5.61 hm^2 ，直接影响区减少了 26.43 hm^2 。主要由实际施工过程中优化了本项目的光伏发电布设的位置。在实际施工过程中，该区的扰动范围严格控制在项目建设区内，且实施的水土保持措施能有效的防止施工过程中水土流失的发生，因此直接影响区未发生。

②连接道路区

连接道路区实际防治责任范围 5.68 hm^2 ，方案设计的防治责任范围为 6.25 hm^2 ，其中项目建设区增加了 0.68 hm^2 ，直接影响区减少了 1.25 hm^2 。主要由实际施工过程中部分光伏发电布设的位置发生，因此连接道路区增加了 0.68 hm^2 。在实际施工过程中，该区的扰动范围严格控制在项目建设区内，且实施的水土保持措施能有效的防止施工过程中水土流失的发生，因此直接影响区未发生。

③35kV 电缆敷设区

35kV 电缆敷设区实际防治责任范围 15.12 hm^2 ，方案设计的防治责任范围为 21.18 hm^2 ，其中项目建设区未发生变化，直接影响区减少了 6.06 hm^2 。在实际施工过程中，该区的扰动范围严格控制在项目建设区内，且实施的水土保持措施能有效的防止施工过程中水土流失的发生，因此直接影响区未发生。

④临时堆土区

临时堆土区实际防治责任范围 0.17 hm^2 ，方案设计的防治责任范围为 1.74 hm^2 ，其中项目建设区减少了 1.57 hm^2 ，直接影响区 0.00 hm^2 。主要由于实际施工过程中减少了减少布置，因此临时堆土区减少 1.57 hm^2 。在实际施工过程中，该区的扰动范围

严格控制在项目建设区内，且实施的水土保持措施能有效的防止施工过程中水土流失的发生，因此直接影响区未发生。

⑤施工生产生活设施区

施工生产生活设施区实际防治责任范围 0.00hm^2 ，方案设计的防治责任范围为 1.4hm^2 ，其中项目建设区减少了 1.40hm^2 ，直接影响区 0.00hm^2 。主要由于实际施工过程中采用租用周边房屋，因此临施工生产生活设施区 1.40hm^2 。在实际施工过程中，该区的扰动范围严格控制在项目建设区内，且实施的水土保持措施能有效的防止施工过程中水土流失的发生，因此直接影响区未发生。

2、升压站

①站址区

站址区实际防治责任范围 0.45hm^2 ，方案设计的防治责任范围为 0.51hm^2 ，其中项目建设区未发生变化，直接影响区减少了 0.06hm^2 。在实际施工过程中，该区的扰动范围严格控制在项目建设区内，且实施的水土保持措施能有效的防止施工过程中水土流失的发生，因此直接影响区未发生。

②临时堆土区

临时堆土区实际防治责任范围 0.05hm^2 ，方案设计的防治责任范围为 0.07hm^2 ，其中项目建设区未发生变化，直接影响区减少了 0.02hm^2 。在实际施工过程中，该区的扰动范围严格控制在项目建设区内，且实施的水土保持措施能有效的防止施工过程中水土流失的发生，因此直接影响区未发生。

3、送电工程区

①塔基区

塔基区实际防治责任范围 0.43hm^2 ，方案设计的防治责任范围为 0.22hm^2 ，其中项目建设区增加了 0.26hm^2 ，直接影响区减少了 0.05hm^2 。主要由于主体优化了光伏发电区的位置，并增加三条送入升压站的架空线路进站，因此塔基区增加 0.26hm^2 。在实际施工过程中，该区的扰动范围严格控制在项目建设区内，且实施的水土保持措施能有效的防止施工过程中水土流失的发生，因此直接影响区未发生。

②牵张场地区

牵张场地区实际防治责任范围 0.90hm^2 ，方案设计的防治责任范围为 0.05hm^2 ，其中项目建设区增加了 0.85hm^2 ，无直接影响区。牵张场地区增加了 0.85hm^2 ，主要

由于新增三条 35kV 架空线进站，从而增加牵张场地数量，因此牵张场地区增加 0.85hm^2 。

③对侧间隔改造区

对侧间隔改造区与方案保持一致。

3.1.2 背景值监测

根据有关设计资料、图纸，按照本项目水土保持监测方案，对项目区内植被现状、林草覆盖度、水土流失背景值进行调查监测。项目区内水土流失背景值为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

3.1.3 建设期扰动土地面积

经统计，本项目实际扰动地表面面积为 177.18hm^2 ，主要分为光伏发电场区 184.56hm^2 ，升压站 0.50hm^2 ，送电工程区 1.35hm^2 。具体详见表 3.1-4。

表 3.1-4 工程建设扰动地表面积统计表单位： hm^2

防治分区		项目建设区		合计
		永久占地	临时占地	
光伏发电场区	光伏发电区	163.59		163.59
	连接道路区		5.68	5.68
	35kV 电缆敷设区	12.96	2.16	15.12
	临时堆土区		0.17	0.17
升压站	站址区	0.45		0.45
	临时堆土区		0.05	0.05
送电工程区	塔基区	0.16	0.27	0.43
	牵张场地区		0.90	0.90
	对侧间隔改造区	0.02		0.02
合计		177.18	9.23	186.41

3.2 取料监测结果

3.2.1 设计取料情况

根据已批复的《惠州市博罗县杨侨镇 100 兆瓦农业光伏电站项目水土保持方案报告书》，本工程未设置取土场。

3.2.2 取料场位置、占地面积及取料量监测结果

根据有关施工、监理和竣工资料以及对现场的勘查，本项目实际建设过程中，无需购买砂石料均，未设置取土场。

3.2.3 取料对比分析

本工程实际与方案均未设置取料场，未发生变化。

3.3 弃土弃渣监测结果

3.3.1 设计弃渣情况

根据批复的《惠州市博罗县杨侨镇 100 兆瓦农业光伏电站项目水土保持方案报告书》，本工程在建设过程中，本项目挖方 36.92 万 m^3 ，填方 29.10 万 m^3 ，无借方，弃方 7.82 万 m^3 。弃方中剥离表土 7.78 万 m^3 作为绿化覆土利用，塔基余方 0.03 万 m^3 采取就地摊平处理，对侧改造弃渣物 0.01 万 m^3 ，其中拆除砖块可用作排水沟及墙体砌筑，灰渣主要是用于场地内用于化粪池回填；不设专门弃土弃渣场。详见表 3.3-1。

表 3.3-1 方案土石方开挖回填量表单位：万 m^3

项目分区		挖方	填方	借方	弃方
光伏发电场区	光伏发电区	21.82	16.91		7.74
	连接道路区	2.5	1.00		
	35kV 电缆敷设区	12.1	10.89		
升压站	站址区	0.41	0.30		
送电工程区	塔基区	0.07			0.07
	对侧间隔改造区	0.02			0.01
合计		36.92	29.10	0	7.82

3.3.2 弃渣场位置、占地面积及弃渣量监测结果

根据工程监理资料及施工方提供资料进行统计，结合现场的勘查了解，本工程实际总挖方 29.42 万 m^3 ，填方 22.95 万 m^3 ，无借方，弃方 6.47 万 m^3 。

本工程未设弃渣场，本工程实际产生的土石方调配合理，尽量减少了开挖与调运，达到了良好的水土保持效果。详见表 3.3-2。

表 3.3-2 实际土石方开挖回填量表单位: 万 m³

项目分区		挖方	填方	借方	弃方
光伏发电场区	光伏发电区	21.42	16.7		6.19
	连接道路区	1.25	0.5		
	35kV 电缆敷设区	6.05	5.45		
升压站	站址区	0.41	0.3		
送电工程区	塔基区	0.27			0.27
	对侧间隔改造区	0.02			0.01
合计		29.42	22.95	0	6.47

3.3.3 弃渣对比分析

本项目方案设计弃方 7.82 万 m³, 实际实际施工中弃方 6.47 万 m³, 减少了 1.34 万 m³, 主要由于本项目优化了光伏布置和减少电缆敷设长度, 采用架空方式送电。

3.4 土石方流向情况监测结果

本项目监测结果显示土石方挖方总量较方案设计减少了 7.50 万 m³, 填方总量较方案设计减少了 6.15 万 m³, 借方与方案保持一致, 弃方总量较方案设计减少了 1.35 万 m³。详见表 3.4-1。

表 3.4-1 实际与方案设计土石方数量对比分析表单位: 万 m³

项目分区		水保方案				实际情况				增加+/减少-			
		挖方	填方	借方	弃方	挖方	填方	借方	弃方	挖方	填方	借方	弃方
光伏发电场区	光伏发电区	21.82	16.91	0	7.74	21.42	16.7	0	6.19	-0.40	-0.21	0.00	-1.55
	连接道路区	2.5	1	0	0	1.25	0.5	0	0	-1.25	-0.50	0.00	0.00
	35kV 电缆敷设区	12.1	10.89	0	0	6.05	5.45	0	0	-6.05	-5.44	0.00	0.00
升压站	站址区	0.41	0.3	0	0	0.41	0.3	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
送电工程区	塔基区	0.07	0	0	0.07	0.27	0	0	0.27	+0.20	0.00	0.00	+0.20
	对侧间隔改造区	0.02	0	0	0.01	0.02	0	0	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
合计		36.92	29.1	0	7.82	29.42	22.95	0	6.47	-7.50	-6.15	0.00	-1.35
注: “-”表示减少, “+”表示增加, “0”表示无变化。													

土石方增减情况和主要原因如下:

1、光伏发电场区

①光伏发电区

光伏发电区挖方减少了 0.40 万 m^3 ，填方减少了 0.21 万 m^3 ，借方与方案保持一致，弃方减少了 1.55 万 m^3 。主要由实际施工过程中优化了本项目的光伏发电布设的位置，因此减少了挖填弃量。

②连接道路区

连接道路区挖方减少了 1.25 万 m^3 ，填方减少了 0.50 万 m^3 ，借方与方案保持一致，弃方与方案保持一致。主要由于优化了光伏发电区的布设位置，因此减少了挖填量。

③35kV 电缆敷设区

35kV 电缆敷设区挖方减少了 6.05 万 m^3 ，填方减少了 5.44 万 m^3 ，借方与方案保持一致，弃方与方案保持一致。主要由于光伏发电区内的电缆位于光伏发电区中（不再重复计列），场外的电缆敷设因主体调整了采用塔基进行送入升压站，因此减少了挖填量。

2、升压站

站址区与方案保持一致。

3、送电工程区

①塔基区

塔基区挖方增加了 0.20 万 m^3 ，填方与方案保持一致，借方与方案保持一致，弃方增加了 0.20 万 m^3 。主要由于主体优化了光伏发电区的位置，并增加三条送入升压站的架空线路进站，因此增加了挖弃量。

②对侧间隔改造区

对侧间隔改造区与方案保持一致。对侧间隔改造区与方案保持一致。

3.5 其他重点部位监测结果

根据现场调查发现，本项目已全部完工，项目建设区内的扰动区域已全部建设完成。监测中未发现裸露地表现象，能有效防止项目区降雨冲刷，施工结束后项目区植物措施成活率高、生长状况良好，各项水土保持措施完好，发挥了较好的水土保持防护作用，项目建设区基本无水土流失现象。

4 水土流失防治措施监测结果

4.1 工程措施监测结果

本工程水土保持工程措施主要在 2016 年 4 月至 2019 年 12 月期间实施，主要为土地整治、表土回填、表土剥离、排水沟等措施。监测方法采用现场调查法，实时监测工程措施实施数量、完好程度、运行情况、措施的拦渣保土效果。

完成工程量：表土剥离 27.19hm²、表土回填 8.16 万 m³、土地整治 40.07hm²、排水沟 450m、截（排）水沟 240m。各防治区工程设施完成情况如下：

（1）光伏发电场区

光伏发电场区表土剥离 26.76hm²、表土回填 7.96 万 m³、土地整治 38.85hm²。

（2）升压站

升压站排水沟 450m、表土回填 0.07 万 m³。

（3）送电工程区

送电工程区表土剥离 0.43hm²、表土回填 0.13 万 m³、土地整治 1.17hm²、截（排）水沟 240m。

根据监测结果，治理措施实施情况及结果如表 4.1-1 所示。

表 4.1-1 水土保持工程措施完成情况表

项目分区		实施时间	措施	单位	方案设计	实际完成	增减情况
光伏发电场区	光伏发电区	2016-2018	表土剥离	hm ²	11.27	11.27	0
		2016-2018	表土回填	万 m ³	3.31	3.31	0
		2016-2018	土地整治	hm ²	23.56	23.56	0
	连接道路区	2016-2019	表土剥离	hm ²	0.37	0.37	0
		2016-2019	表土回填	万 m ³	0.11	0.11	0
	35kV 电缆敷设区	2016-2019	表土剥离	hm ²	14.17	15.12	0.95
		2016-2019	表土回填	万 m ³	4.25	4.54	0.29
		2016-2019	土地整治	hm ²	10.52	15.12	4.6
	临时堆土区	2017-2018	土地整治	hm ²	1.74	0.17	-1.57
升压站	站址区	-	土地整治	hm ²	1.4	0	-1.4
	临时堆土区						

项目分区		实施时间	措施	单位	方案设计	实际完成	增减情况
送电工程区				m ³			
		2016-2017	土地整治	hm ²	0.05	0.05	0
	塔基区	2016-2018	表土剥离	hm ²	0.16	0.43	0.27
		2016-2018	表土回填	万 m ³	0.05	0.13	0.08
		2016-2018	土地整治	hm ²	0.15	0.27	0.12
	牵张场地区	2016-2018	土地整治	hm ²	0.05	0.9	0.85
	对侧间隔改造区	2016-2017	截（排）水沟	m	240	240	0

由上表可知，水土保持工程措施变化的主要原因有：

（1）光伏发电场区：表土剥离增加了 0.95hm²、表土回填增加了 0.29 万 m³、土地整治增加了 1.63hm²。主要由于 35kV 电缆敷设区部分采用塔基架空线路送入升压站，且临时堆土区面积减少；施工生产生活设施区实际施工中无布置。

（2）升压站：排水沟与方案保持一致、表土回填与方案保持一致、土地整治与方案保持一致。主要由于临时堆土区实际施工中无布置。

（3）送电工程区：表土剥离增加了 0.27hm²、表土回填增加了 0.08 万 m³、土地整治增加了 0.97hm²、截（排）水沟与方案保持一致。主要由于塔基区和牵张场地区数量增加。

4.2 植物措施监测结果

本工程水土保持植物措施主要在 2016 年 4 月至 2019 年 12 月实施。已完成水土保持植物措施主要为边坡植草绿化、撒播草籽绿化、撒播草籽、铺草皮绿化等措施。监测方法采用现场调查法，实时监测不同阶段林草种植面积、成活率、生长情况及覆盖率、防治效果等。

主要完成措施数量为：边坡植草绿化 0.45hm²、撒播草籽绿化 3hm²、撒播草籽 11.74hm²、铺草皮绿化 0.15hm²。各防治区工程设施完成情况如下：

（1）光伏发电场区

光伏发电场区边坡植草绿化 0.45hm²、撒播草籽绿化 3hm²。撒播草籽 10.52hm²。

（2）升压站

升压站铺草皮绿化 0.15hm²。

（3）送电工程区

送电工程区撒播草籽 1.17hm²。

根据监测结果，治理措施实施情况及结果如表 4.2-1 所示。

表 4.2-1 水土保持植物措施完成情况表

项目分区		实施时间	措施	单位	方案设计	实际完成	增减情况
光伏发电场区	光伏发电区	2016-2018	边坡植草绿化	hm ²	0.45	0.45	0
		2017-2019	撒播草籽绿化	hm ²	3	3	0
	35kV 电缆敷设区	2017-2019	撒播草籽	hm ²	10.52	10.52	0
升压站	站址区	2017-2019	铺草皮绿化	hm ²	0.15	0.15	0
	临时堆土区	2017-2018	撒播草籽	hm ²	0.05	0.05	0
送电工程区	塔基区	-	铺草皮绿化	hm ²	0.16	0	-0.16
		2017-2019	撒播草籽	hm ²	0	0.27	0.27
	牵张场地区	2017-2019	撒播草籽	hm ²	0.05	0.9	0.85

由上表可知，水土保持植物措施变化的主要原因有：

(1) 光伏发电场区：光伏发电场区：边坡植草绿化与方案保持一致、撒播草籽绿化与方案保持一致、撒播草籽与方案保持一致。

(2) 升压站：升压站：铺草皮绿化与方案保持一致、撒播草籽与方案保持一致。主要由于临时堆土区实际施工中无布置。

(3) 送电工程区：送电工程区：铺草皮绿化减少了 0.16hm²、撒播草籽增加了 1.12hm²。主要由于塔基区和牵张场地区数量增加；塔基区实际施工中采用撒播草籽进行绿化。

4.3 临时防护措施监测结果

本工程水土保持临时措施主要在 2016 年 4 月至 2019 年 12 月期间实施。已完成水土保持临时措施包括排水边沟、临时排水沟、沉沙池、临时覆盖等。采用的监测方法主要采用采用现场调查法、查阅相关施工及监理资料等。

主要完成措施数量为：排水边沟 5040m、临时排水沟 1747m、沉沙池 2 座、临时覆盖 0.03hm²。各防治区工程设施完成情况如下：

(1) 光伏发电场区

光伏发电场区排水边沟 5040m、临时排水沟 1500m。

(2) 升压站

升压站临时排水沟 247m、沉沙池 2 座。

(3) 送电工程区

送电工程区临时覆盖 0.03hm²。

具体完成工程量及与设计值比较情况见表 4.3-1。

表 4.3-1 水土保持临时措施完成情况表

项目分区		实施时间	措施	单位	方案设计	实际完成	增减情况
光伏发电场区	光伏发电区	2017-2019	排水边沟	m	5040	5040	0
		-	主设临时排水沟	m	38830	0	-38830
		2016-2019	临时排水沟	m	15532	1500	-14032
		-	沉沙池	座	26	0	-26
	连接道路区	-	临时排水沟	m	5160	0	-5160
		-	沉沙池	座	10	0	-10
		-	临时拦挡	m	1548	0	-1548
		-	临时覆盖	hm ²	0.83	0	-0.83
		-	挡水梗	m	2200	0	-2200
	35kV 电缆敷设区	-	临时拦挡	m	7200	0	-7200
		-	临时覆盖	hm ²	4.54	0	-4.54
	临时堆土区	-	临时拦挡	m	1753	0	-1753
		-	临时覆盖	hm ²	1.77	0	-1.77
升压站	站址区	2016-2018	临时排水沟	m	247	247	0
		2016-2018	沉沙池	座	2	2	0
	临时堆土区	-	临时拦挡	m	90	0	-90
		-	临时覆盖	hm ²	0.05	0	-0.05
送电工程区	塔基区	-	临时拦挡	m	539	0	-539
		2016-2018	临时覆盖	hm ²	0.02	0.02	0
	对侧间隔改造区	2016-2018	临时覆盖	hm ²	0.01	0.01	0

由上表可知，水土保持临时措施变化的主要原因有：

(1) 光伏发电场区：光伏发电场区：排水边沟与方案保持一致、主设临时排水沟减少了 38830.00m、临时排水沟减少了 19192.00m、沉沙池减少了 36.00 座、临时拦挡减少了 10501.00m、临时覆盖减少了 7.14hm²、挡水梗减少了 2200.00m。主要由于沉沙池、临时排水沟、临时拦挡、临时覆盖、挡水梗实际无实施。

(2) 升压站：升压站：临时排水沟与方案保持一致、沉沙池与方案保持一致、临时拦挡减少了 90.00m、临时覆盖减少了 0.05hm²。主要由于临时堆土区实际施工中无实施。

(3) 送电工程区：送电工程区：临时拦挡减少了 539.00m、临时覆盖与方案保持一致。主要由于临时拦挡实际无实施。

4.4 水土保持措施防治效果

根据现场监测情况，本项目实施的各项工程措施外观良好、无损毁现象，其中各项排水措施能有效排除项目区内降水。植物措施即园林绿化不仅美化了环境，也覆盖了裸露地表，避免降雨和径流直接冲刷地表，具有良好水土保持功能；工程实施的临时措施主要是施工期间的临时排水沟和编织袋拦挡措施。这些临时措施具有排除项目区积水和沉降径流中泥沙的作用，具有良好的水土保持功能。按监测分区汇总工程、植物、临时措施等实施情况，评价水土保持措施防治效果如下表所示。

表 4.4-1 水土保持措施防治效果表

项目分区		实施时间	措施	单位	实际完成	运行状况	效果防治
光伏发电场区	光伏发电区	2016-2018	表土剥离	hm ²	11.27	良好	较好
		2016-2018	表土回填	万 m ³	3.31	良好	较好
		2016-2018	边坡植草绿化	hm ²	0.45	良好	较好
		2017-2019	撒播草籽绿化	hm ²	3	良好	较好
	连接道路区	2016-2019	表土剥离	hm ²	0.37	良好	较好
		2016-2019	表土回填	万 m ³	0.11	良好	较好
	35kV 电缆敷设区	2016-2019	表土剥离	hm ²	15.12	良好	较好
		2016-2019	表土回填	万 m ³	4.54	良好	较好
		2017-2019	撒播草籽	hm ²	10.52	良好	较好
升压站	站址区	2016-2018	排水沟	m	450	良好	较好
		2016-2018	表土回填	万 m ³	0.05	良好	较好
		2017-2019	铺草皮绿化	hm ²	0.15	良好	较好
送电工程区	塔基区	2016-2018	表土剥离	hm ²	0.43	良好	较好
		2016-2018	表土回填	万 m ³	0.13	良好	较好
		2017-2019	撒播草籽	hm ²	0.27	良好	较好
		2017-2019	撒播草籽	hm ²	0.9	良好	较好
	对侧间隔改造区	2016-2017	截（排）水沟	m	240	良好	较好

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

(1) 施工期

通过实地调查，随着本工程土建施工，项目开挖、回填及施工对地表造成扰动，从而极易产生水土流失的流失源，在降雨径流的冲刷下，水土流失面积不断增大，具体变化过程如下：

表 5.1-1 施工期水土流失面积变化情况单位：hm²

监测分区		施工期水土流失面积					
		2017 年（第三、四季度）		2018 年（第一季度至第四季度）			
		三	四	一	二	三	四
光伏发电场	光伏发电区	5.94	5.94	5.94	5.94	5.94	5.94
	35KV 电缆敷设区	0.2	0.2	0	0	0	0
合计		6.14	6.14	5.94	5.94	5.94	5.94

(2) 自然恢复期

通过实地调查，工程于 2019 年 12 月完工，完工后各项工程及植物措施恢复较好，因而未开展自然恢复期监测。

5.2 土壤流失量

5.2.1 土壤流失背景值

由于我中心站开展监测工作是从 2016 年 4 月开始，在进行监测时主体工程已开工，项目区的原始状况已经不复存在，因此本项目监测只能根据已批复水土保持方案等资料分析得出项目区土壤侵蚀模数背景值为 500t/(km²·a)。

5.2.2 施工期土壤侵蚀强度分析

工程自 2016 年 4 月开始施工，我公司于 2017 年 8 月初接受监测委托开展监测工作，根据工程的扰动形式，我公司技术人员将工程划分各防治分区，然后采取调查法对其水土流失侵蚀强度进行动态监测。

在对各个监测样方实际观测成果的基础上，根据地形条件、降雨情况对各个扰动形式进行修正，得出本工程开展监测工作后的施工期（2017 年 8 月至 2018 年 12 月）各个扰动形式水土流失平均侵蚀强度，监测结果如下表 5.2-1：

表 5.2-1 施工期平均土壤侵蚀强度监测值单位: $t/km^2.a$

监测分区		施工期土壤侵蚀模数					
		2017 年（第三、四季度）		2018 年（第一季度至第四季度）			
		三	四	一	二	三	四
光伏发电场	光伏发电区	4000	4000	4000	4000	4000	4000
	35KV 电缆敷设区	5300	5300				

5.2.3 施工期土壤流失量

根据监测所得的工程建设扰动地表面积及各季度监测所得平均土壤侵蚀强度，工程施工期因建设产生土壤流失总量 360t，详见表 5.2-2。

表 5.2-2 施工期土壤侵蚀量

监测分区		水土流失量 (t)					
		2017 年（第三、四季度）		2018 年（第一季度至第四季度）			
		三	四	一	二	三	四
光伏发电场	光伏发电区	59	59	59	59	59	59
	35KV 电缆敷设区	3	3				
合计		360					

5.2.4 自然恢复期土壤流失量

通过实地调查，工程于 2019 年 12 月完工，完工后各项工程及植物措施恢复较好，水土保持防护作用良好，基本达到验收条件，因而未计自然恢复期的土壤流失量。

5.3 取料、弃渣潜在土壤流失量

本工程实际总挖方 29.42 万 m^3 ，填方 22.95 万 m^3 ，无借方，弃方 6.47 万 m^3 。施工开挖土石方避开雨季，弃方就地摊平处理，因此不存在取料、弃渣潜在土壤流失量。

5.4 水土流失危害

通过调查，本项目施工对周边环境未造成任何水土流失危害。

6 水土流失防治效果监测结果

6.1 水土流失防治指标标准值

2016 年 4 月，建设单位委托广东建科水利水电咨询有限公司编报《惠州市博罗县杨侨镇 100 兆瓦农业光伏电站项目水土保持方案报告书》（报批稿）；2016 年 9 月 19 日，广东省水利厅以“粤水水保[2016]78 号”对该方案报告书予以批复。

水土流失防治效益监测指实施水土保持措施后，水土流失控制和景观改善的效果，是否满足开发建设项目水土流失防治标准的要求。主要通过随机抽取样方实施调查监测，根据监测数据计算工程的扰动土地整治率、水土流失总治理度、拦渣率、土壤流失控制比、林草植被恢复率、林草覆盖率等防治指标，是否达到已批复的水保方案和批复文件要求以及国家和地方的有关技术标准。已批复的水土保持方案中确定的防治目标值见表 6.1-1。

表 6.1-1 水土流失防治指标标准值

水土流失防治目标	方案目标值		计算公式
	施工期	试运行期	
扰动土地治理率(%)	※	95	项目建设区内扰动土地的整治面积（含永久建筑物面积）÷扰动土地总面积×100%
水土流失总治理度(%)	※	97	水土流失治理达标面积÷造成水土流失面积×100%
土壤流失控制比	1.0	1.0	项目区容许值÷治理后平均土壤流失强度
拦渣率(%)	95	95	实际拦渣量÷总弃渣量×100%
林草植被恢复率(%)	※	99	林草类植被面积÷可恢复林草植被面积×100%
林草覆盖率(%)	※	27	林草总面积÷项目建设区面积×100%

6.2 扰动土地整治率

本工程扰动地表面积 186.41hm²，主体工程建筑物及硬化面积 13.11hm²，各项水土保持措施面积 172.88hm²，扰动土地整治率为 99.8%。扰动土地整治率计算见表 6.2-1。

表 6.2-1 扰动土地整治率计算表

项目组成	工程占地	扰动地表面积	工程措施面积	植物措施面积		建（构）筑物占地等	扰动土地整治率（%）
				中草药种植	种草		
光伏发电场区	184.56	184.56		157.54	13.97	12.63	99.8
升压站区	0.5	0.5			0.2	0.3	100
送电工程区	1.35	1.35			1.17	0.18	100
合计	186.41	186.41	0	157.54	15.34	13.11	99.8

6.3 水土流失总治理度

本工程完工后，实际发生水土流失面积 173.3hm^2 。采取各项措施后，各分区水土保持措施基本达到设计要求，水土保持治理达标面积为 172.88hm^2 ，水土流失总治理度 99.8%。水土流失总治理度计算见表 6.3-1。

表 6.3-1 水土流失总治理度计算表

项目分区	水土流失面积 (hm^2)	水土流失治理达标面积 (hm^2)			水土流失治理度 (%)
		工程措施	植物措施	小计	
光伏发电场区	171.93	0	171.51	171.51	99.8
升压站区	0.2	0	0.2	0.2	100
送电工程区	1.17	0	1.17	1.17	100
合计	173.3	0	172.88	172.88	99.8

6.4 拦渣率与弃渣利用情况

本工程实际建设中，根据工程监理资料及施工方提供资料进行统计，结合现场的勘查了解，本工程建设期土石方挖方总量为 29.42 万 m^3 ，填方总量 22.95 万 m^3 ，无借方，弃方 6.47 万 m^3 。弃方就地摊平处理。

本工程未设取土场和弃渣场，本工程实际产生的土石方调配合理，尽量减少了开挖与调运，达到了良好的水土保持效果。施工期拦渣率为 95.0%。达到了方案确定的目标值。

6.5 土壤流失控制比

项目区容许土壤流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ；通过对水土保持情况的监测，采取水土保持防治措施后，各防治分区年平均土壤流失量均达到区域容许值 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，土壤流失控制比可达到 1.0。

6.6 林草植被恢复率

通过查阅工程设计资料及现场巡查，本项目可绿化面积 173.3hm^2 ，实际绿化达标面积 172.88hm^2 ，林草植被恢复率 99.8%。林草覆盖率计算见表 6.6-1。

表 6.6-1 林草植被恢复率计算表

防治分区	恢复植物面积 (hm ²)	可绿化面积 (hm ²)	林草植被恢复率 (%)
光伏发电场区	171.51	171.93	99.8
升压站区	0.2	0.2	100
送电工程区	1.17	1.17	100
合计	172.88	173.3	99.8

6.7 林草覆盖率

通过查阅工程设计资料及现场巡查，工程总占地 186.41hm²，实际绿化达标面积 172.88hm²，林草覆盖率 92.7%。林草植被恢复率、林草覆盖率计算见表 6.7-1。

表 6.7-1 林草覆盖率计算表

防治分区	建设区面积 (hm ²)	扰动面积 (hm ²)	恢复植物面积 (hm ²)	林草覆盖率 (%)
光伏发电场区	184.56	184.56	171.51	92.9
升压站区	0.5	0.5	0.2	40
送电工程区	1.35	1.35	1.17	86.7
合计	186.41	186.41	172.88	92.7

综上所述，至设计水平年末，落实各项防治措施后，扰动土地整治率为 99.8%，水土流失总治理度为 99.8%，土壤流失控制比 1.0，拦渣率 95%，林草植被恢复率为 99.8%，林草覆盖率 92.7%，均可达到方案设计确定的防治目标值，详见表 6.7-2。

表 6.7-2 水土流失防治效果分析表

序号	项目	目标值	实际达到值	评价结果
1	扰动土地整治率 (%)	95	99.8	达标
2	水土流失总治理度 (%)	97	99.8	达标
3	土壤流失控制比	1.0	1.0	达标
4	拦渣率 (%)	95	95	达标
5	林草植被恢复率 (%)	99	99.8	达标
6	林草覆盖率 (%)	27	92.7	达标

通过表 6.7-2 可以看出，本项目的六项指标基本都达到生产建设类项目一级标准，根据现场监测，项目区布设的各项工程、植物措施满足生产建设项目要求。

7 结论

7.1 水土流失动态变化

本项目水土流失主要发生在施工建设期，经过对建设区域采取适宜的水土保持工程措施、植物措施和临时措施，水土保持工程的总体布局较为合理，效果比较明显，有效地减轻了建设过程中造成的水土流失，达到了水土保持方案的设计要求。

项目施工期水土流失总量 360t；自然恢复期为施工扰动结束后，各项水土保持措施已实施，项目区水土流失得到控制，土壤抗蚀能力显著增强，恢复到建设期之前的状态。水土流失动态变化说明项目建设过程中，人为扰动将各项土壤侵蚀因子叠加，在降雨、重力等外营力作用下，土壤流失量将剧增；同时，在采取各项水土保持措施后，土壤流失量可控制在允许的范围内。

总体来说，本项目水土流失以施工期为主。

7.2 水土保持措施评价

(1) 工程措施

总体来看本项目的工程措施满足批准的水土保持方案变更报告要求，综合分析得出如下评价结论：

(1) 项目建设区各扰动场地已完成了土地整治、表土回填、表土剥离、排水沟等设施，水土保持效果良好。

(2) 通过查阅资料，水土保持工程修建所需原材料、中间产品等质量合格，外形整齐，符合设计要求。

(3) 目前绝大部分水土保持工程结构保持完好，没有明显的破坏痕迹。

(2) 植物措施

总体来看本项目的植物措施满足批准的水土保持方案报告要求。综合分析得出如下评价结论：

(1) 全区可绿化区域采取植物措施进行恢复，植被生长情况较好，通过现场调查，林草植被盖度在 99%以上。

(23) 项目建设用地范围内未硬化用地基本以恢复绿化，通过选点调查，平均盖度大于 95%。

(3) 目前项目区植被恢复情况较好, 林草植被恢复率达 99.8%, 林草覆盖率达 92.7%, 均满足一级防治标准。

(3) 临时措施

项目在建设过程中, 建设单位比较重视水土保持工作, 严格按照获批的水土保持方案的设计, 依照“三同时”制度布设临时防护措施, 实施排水边沟、临时排水沟、沉沙池、临时覆盖等措施, 弥补建设施工过程排水系统不完善的不足, 增加排水和覆盖措施, 减轻雨水对场地裸露区域的侵蚀和冲刷。

通过临时措施的实施, 有效减少了工程施工过程中水土流失的发生, 减轻了工程施工对项目区及周边生态环境的影响。

(4) 整体评价

本工程水土保持措施布局合理、措施体系完善、各项设施保存完好、外型美观, 工程措施与植物措施相结合, 景观效果与生态效益良好, 具备良好的水土保持功能。各分区的各项水土保持措施已经基本实施到位, 地表植被恢复情况良好, 各项措施水土保持效益发挥得当, 扰动地表经治理后防治水土流失功能基本得以恢复。

7.3 存在问题及建议

- 1、项目区植被尚未完全恢复, 建议加强植被养护, 提高林草植被成活率。
- 2、由于植物的生长特性, 在运行管护过程中, 应加强巡查力度, 发现枯死、病死植株应立即采取措施, 防病治虫、补植补种、更新草种。

7.4 综合结论

通过监测结果表明: 各项措施运行良好, 六项防治指标全部达标, 土壤流失量控制在允许的范围内, 水土保持措施布局合理, 发挥了水土保持作用, 建设单位水土流失防治责任落实到位; 通过走访周边群众, 未发生由于施工带来水土流失造成危害的现象。

综上所述, 建设单位在水土流失防治责任范围内认真履行了水土流失的防治责任, 水土保持设施具备正常运行条件, 且持续、安全、有效运行, 符合交付使用的要求, 水土保持设施的管护、维护措施落实到位。

8 附图及有关资料

8.1 附图

- (1) 项目地理位置图
- (2) 防治责任范围图、监测分区及监测点布设图

8.2 有关资料

- (1) 广东省企业投资项目备案证
- (2) 水土保持方案批复
- (3) 监测影像资料