

晶科电力徐闻龙塘 40MW 渔光互补项目

水土保持监测总结报告

建设单位：徐闻县晶科电力有限公司

监测单位：湛江华瑞科达地质勘测技术有限公司

2020 年 03 月

晶科电力徐闻龙塘 40MW 渔光互补项目

水土保持监测总结报告

责任页

编制单位：湛江华瑞科达地质勘测技术有限公司

项目负责人： 莫进发 莫进发

审 定： 马欢跃 （高级工程师） 马欢跃

审 核： 夏毅华 （工程师） 夏毅华

校 对： 李铁 李铁

编 写 人 员： 江欲飞 江欲飞（编写 1、2 章）

龙明艳 龙明艳（编写 3、4、5、6 章）

李丹莉 李丹莉（编写 7、8 章）

目 录

前 言.....	1
1 建设项目及水土保持工程概况.....	5
1.1 建设项目概况.....	5
1.2 水土保持工作情况.....	11
1.3 监测工作实施概况.....	12
2 监测内容和方法.....	15
2.1 扰动土地情况.....	15
2.2 取料（土、石）、弃渣（土、石、矸石、尾矿等）.....	15
2.3 水土保持措施.....	16
2.4 水土流失情况.....	16
3 重点对象水土流失动态监测.....	18
3.1 防治责任范围监测结果.....	18
3.2 取土监测结果.....	20
3.3 弃土弃渣监测结果.....	20
3.4 其他重点部位监测结果.....	21
4 水土流失防治措施监测结果.....	22
4.1 工程措施及实施进度.....	22
4.2 植物措施及实施进度.....	22
4.3 临时防治措施及实施进度.....	23
4.4 水土保持措施防治效果.....	24
5 土壤流失情况监测.....	25

5.1 水土流失面积.....	25
5.2 土壤流失量.....	25
5.3 取土（石、料）弃土（石、料）潜在水土流失量.....	27
5.4 水土流失危害.....	27
6 水土流失防治效果监测结果.....	28
6.1 扰动土地整治率.....	28
6.2 水土流失总治理度.....	29
6.3 拦渣率.....	29
6.4 土壤流失控制比.....	29
6.5 林草植被恢复率和林草覆盖率.....	29
7 结论.....	31
7.1 水土流失动态变化.....	31
7.2 水土保持措施评价.....	31
7.3 存在问题及建议.....	32
7.4 综合结论.....	32
8 附图及有关资料.....	33
8.1 附图.....	33
8.2 有关资料.....	33

前 言

晶科电力徐闻龙塘 40MW 渔光互补项目属于光伏发电工程,“渔光互补”是将光伏产业与渔业生产联系起来,光伏板利用半导体界面的光生伏特效应而将光能直接转变为电能,板下利用原水面进行罗非鱼养殖等综合高效渔业。项目既实现了光电转换,增加了电力,又满足了渔业养殖的需要,带动绿色生态养殖业发展,有望实现真正的低碳、绿色和循环农业。本项目所在地区太阳能资源较为丰富,基本具备建设光伏电站的条件,且是国家政策支持的产业项目,符合地方经济和社会规划,能提供清洁能源,促进当地经济增长。因此,本项目建设必要可行。

晶科电力徐闻龙塘 40MW 渔光互补项目位于湛江市徐闻县龙塘镇迈胜水库,场地地理坐标北纬 20°21.42'、东经 110°20.04'~北纬 20°19.74'、东经 110°20.28'。项目装机规模为 40MW,预计平均年发电量约 4251 万度,年等效满负荷利用小时数为 1507h,25 年发电总量约 10.62 亿度。项目属于新建项目,项目由徐闻县晶科电力有限公司独立建设。

项目由 31 个光伏阵列(包括 152768 块功率为 265Wp 的多晶硅光伏组件块,217 台交流汇流箱,868 台逆变器,19599m 低压电缆)、31 座 35kV 升压平台(各安装一台 1000kVA 双分裂绕组升压变压器)、9916m 的 35kV 集电线路(全部沿支架或桥架敷设)和 1 座 110kV 升压站(建设一台 40MVA 的变压器)等组成。光伏组件、串式逆变器、交流汇流箱、35kV 升压平台、35kV 集电线路等均布设在水库水面,基础均采用预制管桩,采用水上施工。110kV 升压站布设在光伏电场东侧。

本项目用地总面积 52.35hm²。项目于 2016 年 10 月开工,2018 年 9 月竣工并投入使用,总工期 24 个月。本项目总投资 32000 万元,其中土建投资为 3400 万元。

2015 年 10 月,徐闻县晶科电力有限公司完成了项目预可研及实施方案;2015 年 11 月,晶科电力有限公司以“晶电项目[2015]82 号”批复了预可研;2016 年 2 月,徐闻县住房和城乡建设局同意项目规划选址(徐住规建函[2016]20 号);2016 年 2 月,徐闻县水务局提出关于项目建设的意见(徐水函[2016]15 号);2016 年 3 月,徐闻县迈胜水库管理所同意使用水库水面区域等开展项目建设,并提出关于项目建设的意见;2016 年 7 月,项目获得了广东省发展和改革委员会的广东省企业投资项目备案证(备案项目编号为 2016-440825-44-03-002905),项目建设地点为徐闻县迈胜水库,装机规模为 40MW;2016 年 11 月,信息产业电子第十一设计研究院科技

工程股份有限公司完成了项目施工图。2016 年 11 月，广东粤源水利水电工程咨询有限公司受建设单位委托编制本项目水土保持方案报告书，于 2016 年 12 月编制完成了《晶科电力徐闻龙塘 40MW 渔光互补项目水土保持方案报告书（报批稿）》且于 2017 年 1 月 20 日取得广东省水利厅关于该项目的水土保持方案的批复《广东省水利厅关于晶科电力徐闻龙塘 40 兆瓦渔光互补项目水土保持方案的批复》（粤水水保[2017]1 号文）。

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，2020 年 01 月，建设单位委托湛江华瑞科达地质勘测技术有限公司(以下简称“我司”)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。由于我司接受监测委托时该项目已完工，因而我司对其自然恢复期进行了重点勘查，自然恢复期重点勘查了项目区内裸露地面植被恢复、项目区绿化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。

根据工程初步设计、施工图、监理月报、工程量签证单和现场监测实际情况，于 2020 年 03 月编制完成《晶科电力徐闻龙塘 40MW 渔光互补项目水土保持监测总结报告》。

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、扰动原地面表面积的变化、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。2020 年 03 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《晶科电力徐闻龙塘 40MW 渔光互补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，水土保持重点监测部位为光伏发电区、升压站区和施工临建区。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：52.35hm²。本工程实际挖方总量 0.22 万 m³，填方总量 0.22 万 m³，土石方平衡，本项目无弃借土。本

工程监测期土壤流失量为 67.4t，新增水土流失量为 60.0t。

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 100.0%，水土流失总治理度 100.0%，土壤流失控制比 1.0，拦渣率 95%，林草植被恢复率 100.0%，林草覆盖率 0.3%。由于本工程实际占地类型大部分为水域面积，施工结束后恢复水域占地，因而实际林草覆盖率较低。

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。

水土保持监测特性表

主体工程主要技术指标										
项目名		晶科电力徐闻龙塘 40MW 渔光互补项目								
建设规模		工程总装机规模为 40MW，主要由光伏阵列、升压平台、集电线路和升压站等部分组成。		建设单位、联系人		徐文县晶科电力有限公司、孙文明				
				建设地点		广东省徐闻县				
				所属流域		珠江流域				
				工程总投资		32000 万元				
				工程总工期		2016 年 10 月开工~2018 年 9 月完工				
水土保持监测指标										
监测单位		湛江华瑞科达地质勘测技术有限公司			联系人及电话			李铁/18820828618		
自然地理类型		低山丘陵			防治标准			二级标准		
监测内容	监测指标		监测方法（设施）			监测指标			监测方法（设施）	
	1.水土流失状况监测		定点定位监测（侵蚀沟法、桩钉法、淤积法）			2.防治责任范围监测			现场调查并结合地形图	
	3.水土保持措施情况监测		现场调查法			4.防治措施效果监测			现场调查法、影像对比法	
	5.水土流失危害监测		巡查法			水土流失背景值			500t/k m²•a	
方案设计防治责任范围			52.72hm²			土壤容许流失量			500t/k m²•a	
监测防治责任范围			52.35hm²			水土流失目标值			500t/k m²•a	
防治措施			工程措施：混凝土排水沟 252m，表土剥离 0.16hm²，表土回填 494m³。							
			植物措施：站区园林绿化 0.16hm²。							
			临时措施：砂浆抹面排水沟 260m，彩条布苫盖 200m²，砖砌沉沙池 1 座。							
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	100.0	防治措施面积	0.18hm²	永久建筑物及硬化面	0.51hm²	扰动土地总面积	52.35hm²
		水土流失总治理度	87	100.0	防治责任范围面积	52.35hm²	水土流失总面积			0.18hm²
		土壤流失控制比	1.0	1.0	工程措施面积	0.02hm²	容许土壤流失量			500t/km²•a

		林草覆盖率	0.3	0.3	植物措施面积	0.16hm ²	监测土壤流失情况	500t/km ² •a
		林草植被恢复率	97	100.0	可恢复林草植被面	0.16hm ²	林草类植被面积	0.16hm ²
		拦渣率	95	95	实际拦挡弃土（石、渣）量	/	总弃土（石、渣）量	/
	水土保持治理 达标评价		六项指标均达到方案设定的目标值。					
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。					

1 建设项目及水土保持工程概况

1.1 建设项目概况

1.1.1 项目基本情况

项目名称：晶科电力徐闻龙塘 40MW 渔光互补项目

建设单位：徐闻县晶科电力有限公司

建设性质：新建

建设规模：本项目占地面积 52.35hm²，工程总装机规模为 40MW，主要由光伏阵列、升压平台、集电线路和升压站等部分组成。

项目由 31 个光伏阵列（包括 152768 块功率为 265Wp 的多晶硅光伏组件块，217 台交流汇流箱，868 台逆变器，19599m 低压电缆）、31 座 35kV 升压平台（各安装一台 1000kVA 双分裂绕组升压变压器）、9916m 的 35kV 集电线路（全部沿支架或桥架敷设）和 1 座 110kV 升压站（建设一台 40MVA 的变压器）等组成。

总投资：工程总投资为 32000 万元，土建投资为 3400 万元。

建设工期：2016 年 10 月开工，2018 年 9 月竣工，总工期 24 个月。

地理位置：湛江市徐闻县龙塘镇迈胜水库水面，场地地理坐标北纬 20°21.42′、东经 110°20.04′~北纬 20°19.74′、东经 110°20.28′。

1.1.2 项目组成

本工程由光伏发电方阵区（光伏发电组件、架空低压电缆）、35kV 升压平台、35kV 集电线路、110kV 升压站及附属工程组成。工程建设特性见表 1-1。

表 1-1 工程建设特性表

名称		单位	数值
1.光伏发电工程站址	地理位置	湛江市徐闻县龙塘镇迈胜水库	
	全年太阳辐射量	千卡/cm ²	108.8 ~ 115.0
	全年日照时平均数	h	1953.8
2.土建工程	多晶硅光伏组件块	块	152768

	安装块功率		Wp	265
	逆变器		台	868
	交流汇流箱		台	217
	管桩基础	根数	根	17546
		地基特性	天然地基	
	35kV 升压平台		座	31
	110kV 升压站（含进站道路）		m ²	6865
3.施工特征	土石方	开挖	万 m ³	0.22
		回填	万 m ³	0.22
		借方	万 m ³	0
		弃方	万 m ³	0
	工程占地	总占地	hm ²	52.35
		永久占地	hm ²	0.68
		临时用地	hm ²	51.67
	总工期		月	5
4.投资指标	工程总投资		万元	32000
	土建工程投资		万元	3400

（1）光伏发电阵列

按照光伏方阵连接方式划分，光伏方阵结构由组件、组串、串列、子方阵组成。光伏方阵的连接结构组成为：由 22 个组件串联构成组串，由 8 个组串并联接入逆变器构成串列，由 4 个串列并联接入升压变压器构成子方阵；由 7 个子方阵排布构成光伏方阵，共 31 个发电单元。

本项目共 31 个 1.25 MW 电池组件阵列（发电单元），布设 217 台交流汇流箱，868 台逆变器，共安装 152768 块功率为 265Wp 的多晶硅光伏组件块，上述组件均安装在支架上。根据光伏组件安装倾角 13 度对光伏单元进行设计，阵列前后排间距为 3.2646m，即轴间距为 6.5m，东西向间距为 0.5m，南北向通道间距为 6.5m。光伏组件采用固定式支架安装方式，阵列形式采取南北向竖铺 2 块组件、东西向 22 块组件，单组 44 块组件，支架形式采取热镀锌冷弯薄壁 C 型钢单腿固定支架。每个阵列单元均采用 5 根外径 300mm 的预应力混凝土管桩平行排布，桩上布置支架柱、主梁和檩条。共布设 17360 根桩，桩长 6~12m，根据防洪要求，光伏组件低的标高与最高洪水位设计标高的距离需大于等于 6m（最高洪水位设计绝对标高 44.740m），因此光伏组件低的标高不低于 50.74m。桩基在正常维护情况下设计使用年限为 25 年，地基基

础设计等级为丙级。

(2) 35kV 升压平台

每个子方阵采用 1 台 1000kVA 双分裂绕组升压变压器(升压至 35kV)的升压方式。35kV 开关柜选用国产金属铠装移开式高压开关柜，一次元件主要包括断路器、操动机构、电流互感器、电压互感器、避雷器等。动态无功补偿回路和主变进线回路断路器采用 SF6 断路器，其余回路采用真空断路器。进线柜内断路器额定电流为 1600A，最大开断电流 31.5kA，其余开关柜内断路器额定电流为 1250A。35kV 侧装设动态无功补偿装置，配 1 套 10Mvar 容量的 SVG 型动态无功补偿装置，以实现光伏场无功功率的动态调节。

35kV 升压平台采用 6 根外径 300mm 的预应力混凝土管桩排布，桩顶设置梁板采用 C30 混凝土浇筑平台，平台平面为 7.375m×4.4m，平台采取现浇施工方式，平台上布设 35kV 箱式变压器。根据防洪要求，平台高度标高为 46.54m，与最高洪水位设计标高的距离为 1.8m（最高洪水位设计绝对标高 44.740m）。根据统计，35kV 升压平台 31 座。

(3) 35kV 集电线路

本工程 35kV 高压电力电缆选用铜芯电缆，沿支架或桥架敷设。35kV 集电线路支架基础利用光伏发电支架或升压平台支架，不单独建设。

整个光伏电站分 31 个发电单元，由 31 台升压设备升压至 35kV 后，1#~5#发电单元在场地东侧汇入升压站，6#~13#与 13#~31#分布在场西侧组成两个回路，在场地中部回合后，越过水面线，输送至升压站。根据统计，35kV 集电线路长度 9916m。

(4) 升压站区

110kV 升压站布设在光伏电场东侧，现状为旱地，不属于水库的用地范围。110kV 升压站是光伏发电的配套工程，是整个光伏电场的运行控制中心。升压站建设一台 40MVA 的变压器，装设一组容量为 10MVar 无功补偿装置。本项目采用户外 GIS 的配电装置。

升压站总用地面积为 0.69hm²，总建筑面积约 1000m²，包括综合楼、变压器、SVG 设备、事故油池、消防水池、综合水泵房、警卫室、污水处理间、停车位、配电装置区域、化粪池、隔油池等。综合楼建筑结构形式采用钢筋混凝土框架结构，基础拟采用条形基础。

(5) 施工临建区

本工程施工临建区布置在升压站内，未单独占用土地，因而实际不重复计算其占地面积。

1.1.3 项目区概况

(1) 地形地貌

徐闻位于粤桂加里东褶皱隆起带的东南缘，云开古陆的东南端，吴川——四会大断裂的南端，第四系火山喷溢产物玄武岩覆盖几乎全境。属低丘 台地地形，主要是第四纪熔岩地貌和海成地貌，地势自北向东、西、南三面沿海倾斜，北部地势较高，海拔一般在 100-150 米。石板岭为全县最高点，海拔 245.4米，中部地区起伏平缓，海拔 20-80 米。

本工程位于广东湛江市徐闻县曲界镇石林岭水库及其周边，场地中心坐标为 N20°27'34.49"，E110°20'19.78"。工程场地属沿海剥蚀准平原地貌，地形低缓平坦，场地地形基本平坦，局部有水滩。场址区海拔高程在96~131m。

(2) 地质概况

①区域地质概况

在大地构造上，徐闻境内位于粤桂加里东褶皱隆起带的东南缘，云开古陆的东南端，吴川——四会大断裂的南端。第四系火山喷溢产物玄武岩覆盖几乎全境。构造形迹多为平缓褶皱及断层，多隐伏于第四系地层之下而形成 基底构造。本区附近存在迈车坎正断层，断层上盘为湖光岩段玄武岩和凝灰 岩，下盘为湖光岩段凝灰岩及湛江组粉砂夹薄层状黏土。北东向断裂，规模 较大，斜切整个雷州半岛，走向 45°，由区外延伸而来，其中规模较大者有 吴川—海康港、庵里—龙门、淡水—流沙港、灯楼角—西禄断层、规模较小 有河头断裂等。但未发现地壳的差异升降活动及其它活动性断裂穿过工程场区，综合评估工程场区处于相对稳定的地质构造单元上。

②工程地质概况

1、建设场地周边比较空旷，工程环境条件简单，地貌单一。场地内无活动断层通过，无影响工程稳定的不良地质作用；未发现诸如古河道、沟浜等对工程不利的其它埋藏物，该区标准冻深一般为 0.2-0.3m，适宜建设。

2、岩土设计参数根据室内岩、土工试验及现场标贯、静力触探试验等结果，并结合地区工程实践经验综合确定，其中工程特性物理性指标压缩模量(E_s)为平均值，抗剪强度(c 、 Φ)为标准值。根据本次勘察结果，结合地区经验建议各层承载力特

征值如下:

- | | |
|-----------|-------------------------|
| (1) 层粉质粘土 | $f_{ak}=110\text{kPa}$ |
| (2) 层粉土 | $f_{ak}=110\text{ kPa}$ |
| (3) 层粘土 | $f_{ak}=135\text{kPa}$ |

3、勘探期间站前区地下水埋深 1.6-4.2 米,为孔隙潜水,年变化幅度为 1.0~1.5m,建议抗浮水位 0.8m。场地地下水环境类型Ⅱ类,地下水对混凝土有微腐蚀性,对钢筋混凝土结构中的钢筋在长期浸水条件下有微腐蚀性,地基土对建筑材料有微腐蚀性。

4、徐闻抗震设防烈度为 7 度,设计基本地震加速度值为 0.20g,拟建场地属中软场地土,建筑场地类别为Ⅲ类,设计地震分组为第一组,特征周期为 0.65s。建筑抗震地段划分为对建筑抗震一般地段,建筑抗震设防类别为标准设防类(丙类)。

③水文地质

场地内地下水位埋藏较浅,勘探期间,站前区地下水位埋深 1.6-4.2m,为第四系孔隙潜水,地下水受大气降水与侧向径流补给,人工建设与径流排泄,属孔隙型潜水,地下水位年变幅 1.5m 左右。

④地震

据湛江市地震局资料,湛江市境内自 1936 年有记录以来累计发生地震 78 次,震级大于 4.5 级者 14 次,最大震级为 5.75 级。综合区域地震规律为:震级小、震感强、震源浅。控震构造主要为北东向和北西向两组活动性基底断裂,两组断裂交汇处为主要发震构造部位。据《地震动峰值加速度区划图(GB18306-2001)》划分及《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010),徐闻抗震设防烈度为 8 度,设计基本地震加速度值为 0.20g,拟建场地属中软场地土,建筑场地类别为Ⅲ类,设计地震分组为第一组,特征周期为 0.65s。建筑抗震地段划分为对建筑抗震一般地段。

(3) 气象

徐闻县位于中国大陆的最南端,地处东经 109°52'~110°35',北纬 20°13'~20°43',是大陆通往海南的咽喉之地,县城距离湛江市区 150 多公里,距离海口市只有 18 海里。全县属热带海洋性季风气候,阳光充足,热量丰富,全年温暖,终年无霜,水热同季,降雨、气温和太阳辐射的高峰期大致相同,都出现在 5 月~10 月。境内的灾害性天气主要是破坏性极端风速、极端最高气温、雷暴和台风等。多年平均气温 23.6℃,各月平均气温均高于 15℃,最热为 7 月、平均气温 28.4℃、极端高温为 38.7℃,最冷为 1 月、平均气温 16℃、极端最低温 3.4℃;多年平均降雨量

1413.2mm, 但雨量的年际 和年内变化较大且地区分布极不均匀, 每年 4~9 月为雨季, 降水量占全年 的 80%以上, 降水以台风雨居多; 年平均蒸发量为 1788.5mm; 年平均相对 湿度为 83%, 各年都在 80~85%之间, 各月平均的相对湿度都在 80%以上, 季节差异不明显; 年平均气压为 1003.5hPa, 多年平均雷暴日数为 91.7d。日 照年平均 2003.6 小时。

(4) 水文

徐闻县地表水系不发育,境内无大江大河,仅有小河流 30 余条,其中集水面积在 100 km² 以上的有 6 条,分别是迈陈溪、大水桥溪、流沙溪、黄定溪、那板溪和北松溪。常年蓄水量 3.15 亿立方米, 年可供水总量 4.42 亿立方米。此外还有枯水入海水量每年 1.94 亿立方米河流源近流短,以中北部台地为中心,呈放射状单独出海。河流径流量较少,干旱问题非常突出。

全县有 117 座水库,其中大水桥水库是全县唯一 1 座大型水库,中型水库有合溪、鲤鱼潭、三阳桥、迈胜、北松等 5 座,小型水库 111 座。 控制集水面积为 877.45 km²。全县可建设利用地下水为 113.98 万立方米/日,总储量为 2.05 亿立方米/年,其中浅层地下水 1.39 亿立方米。按年径流总量 8.29 亿立方米计算,全县人均拥有水量 1829 立方米,为全省人均拥有水量 3546 立方米的 51.6%。

本项目建设利用迈胜水库水面。迈胜水库位于龙塘镇以东 2 公里,在博赊溪上游。水库枢纽工程主要由一座主坝、一座副坝、坝后电站一座、两座溢洪道、一条有压输水隧洞等建筑物组成。水库的正常水位为 44.15m,校核水位 46.21m,总库容 1608 万 m³,捍卫人口 0.36 万人、耕地 1.533 万亩,一座以灌溉,兼顾防洪、发电、养殖等综合利用的中型水利工程。迈胜水库属 III 等工程,永久性主要建筑物为 2 级,设计洪水标准为 50 年一遇,校核洪水标准为 1000 年一遇。

(5) 土壤植被

徐闻县土壤类型多样,有水稻土、砖红壤、滨海沙、堆叠土、菜园土、滨海盐渍沼泽土和滨海盐土等,其中以砖红壤土类、水稻土类和滨海土类为主。土壤的成土母质主要是玄武岩,其次是浅海沉积物和滨海冲积物。砖红壤土层深厚,肥力较高,有机质含量平均 2.79%,含氮 0.13%。黄色砖红壤土层深厚疏松,耕性良好,肥力也不低。滨海沙土较为瘦瘠。项目区内土壤类型为铁质砖红壤,厚度 0.5~6m,以棕红、褐红色为主,粘粒含量较高,持水性能强。土壤含铁较高,一般在 10%以上,有机质含量一般为 1%~3%,植被覆盖较好地段可达 5%,是当地自然肥力最高的一种土

壤，适宜种植各类经济作物，特别是热带作物。

徐闻县自然植被类型主要为热带雨林-季雨林，其次为稀树灌木草原和红树林。植物的科属种类丰富，可划分出 6 种植被群落：雨季乔木群落、稀树灌木群落、多刺灌木群落、红树灌木群落、稀树中草原和砂荒草原。项目区现状为农业种植用地，项目区及周边植被原始植被已经不复存在，主要为人工植被农作物植被，主要农作物有菠萝、甘蔗、香蕉等；以及少部分以荒草为主的自然植被。项目区大部分为水域，现状林草植被覆盖率 11.33%。

根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-96），本项目区所属土壤侵蚀类型为水力侵蚀，属南方红壤丘陵区，土壤容许流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。根据《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》及广东省两区划分，工程涉及的湛江市徐闻县均不属于国家级及广东省级水土流失重点预防区和水土流失重点治理区。

1.2 水土保持工作情况

在工程建设过程中，建设单位采取了一系列管理措施，预防和治理工程施工区水土流失。主要包括水土保持管理，“三同时”制度落实，水土保持方案编报及变更，监督检查意见落实及重大水土流失危害事件处理情况等。

a) 水土保持管理

为确保水土保持方案的顺利实施，更好地把水土保持方案落到实处，建设单位强化水土保持方案的组织管理，全面推行工程招投标制、工程监理制和合同管理制，严格按照批准的水土保持工程投资和实施进度安排落实资金，严把工程质量和技术关，自觉接受水行政主管部门和水土保持监督管理部门的监督检查，对工程建设过程中造成的水土流失进行及时、有效地防治。

为加强晶科电力徐闻龙塘 40MW 渔光互补项目的建设的管理，提高管理效率，各部门分工明确，各司其职。建设单位主要工作职责是宏观管理、负责与地方关系的协调、工作中的重大问题的决策，主持监理、主要工程材料等招标工作，审查工程变更、工程计量支付等；财务部负责资金筹措及按时付款。工程部派专人负责水土保持工程的具体管理工作。

工程开工前，施工单位上报了工程施工组织设计。工程建设过程中，在各分部工程完工、质量合格或有关质量缺陷已经处理完毕时，监理单位主持，组织设计、施

工、监理和质量监督等参建单位，对工程图纸、过程资料及验收成果等，开展该分部工程的自查初验工作。在各分部工程完工并自查初验合格、运行管理条件初步具备、少量尾工已妥善安排后，监理单位主持，组织设计、施工、监理、质量监督和运行管理等参建单位开展单位工程自查初验工作。

b) “三同时”制度落实

在工程建设过程中，建设单位将水土保持工程纳入到主体工程建设内容进行了招标，与主体工程一起捆绑实施。主体工程设计单位在主体施工图中一并进行水土保持工程措施和植物措施设计，结合当地自然条件确定植物措施品种配置。在工程建设前期，建设单位成立了专门的管理部门，负责工程监理工作管理，委托监理单位进行主体工程监理，水土保持设施建设监理工作包括在主体工程监理任务中。

c) 水土保持方案编报及变更

2016 年 11 月，建设单位委托广东粤源水利水电工程咨询有限公司编制本工程水土保持方案报告书，接受任务后，广东粤源水利水电工程咨询有限公司组织有关技术人员在业主、主体工程设计单位及当地水利部门的大力协助下，对工程现状进行了查勘和调查，根据现场查勘及收集的相关资料，于 2016 年 12 月编制完成《晶科电力徐闻龙塘 40MW 渔光互补项目水土保持方案报告书》（报批稿），2017 年 1 月 20 日，广东省水利厅以粤水水保〔2017〕1 号文对其进行了批复。

d) 监督检查意见落实及重大水土流失危害事件处理情况

工程现场各项水土保持措施落实较完善，水行政主管部门未出具书面整改意见。

1.3 监测工作实施概况

1.3.1 监测实施方案执行情况

2020 年 01 月，建设单位委托我公司开展本工程水土保持监测工作。监测委托合同签订后，我公司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，结合本工程的施工任务安排、施工工艺及总体布局，对本项目水土保持进行了总体规划，由于我司接受监测委托时该项目已完工，主要对项目自然恢复期进行勘测，自然恢复期重点勘查了可绿化空地植被恢复，项目区内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。2020 年 03 月，编写完成《晶科电力徐闻龙塘 40MW 渔光互补项目水土保持监测总结报告》。

1.3.2 监测时段及监测分区

(1) 监测时段

本工程于 2020 年 01 月接受委托，开展监测工作。监测时段主要为自然恢复期。

(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区、升压站区 2 个一级分区。

1.3.3 监测项目部设置

本项目水土保持监测工作投入外业专业技术人员 4 人，综合数据处理及报告编制若干人，项目监测日常工作人员安排由项目负责人统一调度。项目负责人定期检查协调，解决存在的问题，按时保质完成监测工作。

1.3.4 监测设施设备

本项目接受监测委托时该项目已完工，因而主要对项目自然恢复期进行监测，自然恢复期对植物措施主要通过调查法监测，主要投入使用的监测设备有皮尺、钢卷尺、数码照相机等。

1.3.5 监测技术方法

本项目水土保持监测主要采用调查法监测，监测重点主要为扰动地表面积、水土保持措施实施情况等，具体方法为：

① 扰动地表面积

扰动地表面积主要采用查阅设计文件资料、施工资料，实地量测等综合确定。

② 防治责任范围监测方法

主要采用查阅施工资料、现场调查结合实地量测获得。

③ 水土保持措施监测方法

水土保持工程措施数量主要采用现场量测、查阅施工资料获得，植物措施主要采用抽样统计、调查和测量等方法。

④ 水土流失状况监测方法

项目主体施工过程中，根据主体布设的沉沙池布设监测点位进行测定。

1.3.6 重点监测部位及监测点位

根据《水土保持监测技术规程》7.1.2 条“建设性项目的水土保持监测点应按临时点设置。生产性项目应根据基本建设与生产运行的联系，设置临时点和固定点”的规定。

定，由于我公司接受委托时该项目已完工，因而未单独布设水土保持监测点。

1.3.7 监测成果提交

2020 年 01 月，建设单位委托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。由于我司接受监测委托时该项目已完工，因而我司对其自然恢复期进行了重点勘查。根据工程初步设计、施工图、监理月报、工程量签证单和现场监测实际情况，于 2020 年 03 月编制完成《晶科电力徐闻龙塘 40MW 渔光互补项目水土保持监测总结报告》。

2 监测内容和方法

2.1 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。具体监测内容、频次与方法详见表 2-1。

表 2-1 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

2.2 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。土石方工程监测内容、频次与方法,详见表 2-2。

表 2-2 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筑物、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。

2.3 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。本项目水土保持措施监测详见表 2-3。

表 2-3 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

2.4 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。本项目水土流失情况监测详见表 2-4。

表 2-4 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）、遥感调查、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、桩钉法、资料分析
水土流失危害	每季度不少于一次，根据实际	现场调查

	施工情况及气候降雨等增加频 次	
--	--------------------	--

3 重点对象水土流失动态监测

3.1 防治责任范围监测结果

3.1.1 水土流失防治责任范围

(1) 方案批复的水土流失防治责任范围

根据已批复的《广东省水利厅关于晶科电力徐闻龙塘 40 兆瓦渔光互补项目水土保持方案报告书的批复》，本项目防治责任范围 52.72hm²，其中项目建设区 52.6hm²，直接影响区 0.12hm²。

(2) 建设期水土保持防治责任范围

在施工过程中，建设单位对工程各项占地进行严格控制，根据征地资料、征地协议、工程图纸和现场调查情况，分析、统计工程施工期防治责任范围总面积为 52.35hm²，主要分为光伏发电区 51.66hm²、升压站区 0.69hm²。实际防治责任范围详见表 3-1。

表 3-1 施工期水土保持防治责任范围 单位：hm²

项目分区	建设区面积	直接影响区	界定依据	防治责任范围
光伏发电区	51.66	/	控制在征地范围内	51.66
升压站区	0.69	/	控制在征地范围内	0.69
合计	52.35	/		52.35

(2) 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。本工程运行期的水土保持防治责任范围为 0.68hm²。

(3) 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减少了 0.10hm²。防治责任范围变化情况详见表 3-2。

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 光伏发电区

本区实际防治责任范围与方案设计的防治责任范围一致，均为 51.66hm²，全部为项目建设区用地，未计直接影响区。

② 升压站区

本区实际发生的水土流失防治责任范围面积为 0.69hm²，方案设计的防治责任范围为 0.79hm²，其中项目建设区未发生变化，直接影响区减少了 0.10hm²。主要原因

是优化了各功能区占地，使各功能区的平面布置更加合理，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施工临建区

本工程施工临建区未单独占用土地，其位于升压站内，因而实际不计其占地面积，实际较方案设计减少 0.27hm^2 。

监测期间对项目区的踏勘及调查，未发现项目区周边出现明显的水土流失影响痕迹，项目区施工产生的水土流失基本全部控制于项目建设区范围内。

综上所述，本项目施工期实际防治责任范围面积为 52.35hm^2 ，较方案设计减少了 0.37hm^2 ，均为项目建设区面积，不计列直接影响区。

表 3-2 水土保持防治责任范围监测对照表

防治分区	方案设计的责任范围 (hm^2)		实际防治责任范围 (hm^2)		增加+/减少-	
	项目建设区	直接影响区	项目建设区	直接影响区	项目建设区	直接影响区
光伏发电区	51.66	0	51.66	/	0	0
升压站区	0.69	0.10	0.69	/	0	-0.10
施工临建区	0.25	0.02	0	/	-0.25	-0.02
小计	52.6	0.12	52.35	/	-0.25	-0.12
合计	52.72		52.35		-0.37	

备注：“+”表示面积增加，“-”表示面积减少。

3.1.2 背景值监测

由于本工程接受监测委托时项目已完工，根据有关设计资料、图纸，按照本项目水土保持监测实施方案，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积为 52.35hm^2 ，其中光伏发电区 51.66hm^2 、升压站区 0.69hm^2 、其中永久占地 0.68hm^2 ，临时占地 51.67hm^2 。具体占地面积详见表

3-3。

表 3-3 工程建设扰动地表面积统计表

项目分区	永久 (hm ²)	临时 (hm ²)	合计 (hm ²)
光伏发电区		51.66	51.66
升压站区	0.68	0.01	0.69
合计	0.68	51.67	52.35

3.2 取土监测结果

3.2.1 设计取土（石）情况

根据已批复的《晶科电力徐闻龙塘 40MW 渔光互补项目水土保持方案报告书》，本工程未设置取土场。

3.2.2 取土（石）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，所需的砂石料均从合法料场购买，未设置取土场，取土（石）量为 0。

3.3 弃土弃渣监测结果

3.3.1 设计弃渣情况

根据已批复的《晶科电力徐闻龙塘 40MW 渔光互补项目水土保持方案报告书》，方案设计的土石方开挖总量约 0.22 万 m³，填方为 0.17 万 m³，弃方 0.05 万 m³，全部用于后期绿化覆土。

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，本工程实际挖方总量 0.22 万 m³，填方总量 0.22 万 m³，土石方平衡，本项目无弃借土。未设取土弃渣场。实际土石方量表详见表 3-4。

表 3-4 实际土石方开挖回填量表 单位：万 m³

序号	分区	开挖	回填	弃方	
				数量	来源
1	光伏发电区	0	0	0	/
2	升压站区	0.22	0.22	0	/
	合计	0.22	0.22	0	/

3.3.3 弃渣对比分析

本项目实际施工中未产生弃方，较方案设计减少了 0.05 万 m^3 ，主要是由于实际开挖的土方及表土全部用于项目区回填，未产生弃方，而方案设计中将剥离的表土计算在弃方范围内，施工结束后用于项目区绿化回填，因而实际较方案设计有所减少。

3.3.4 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与方案相同，填方总量较方案设计的增加了 0.05 万 m^3 ，弃渣较方案设计减少了 0.05 万 m^3 ，主要是由于方案设计阶段将表土计算在弃方内，实际表土已进行回填。本工程实际未产生弃方。

本项目实际发生的土石方数量与方案设计的土石方数量对比分析表见表 3-5。

表 3-5 实际与方案设计土石方数量对比分析表 单位：万 m^3

项目分区	方案设计			实际实施			增加+/减少-		
	开挖	回填	弃方	开挖	回填	弃方	开挖	回填	弃方
光伏发电区	0	0	0	0	0	0	0	0	0
升压站区	0.22	0.17	0.05	0.22	0.22	0	0	0.05	-0.05
合计	0.22	0.17	0.05	0.22	0.22	0	0	0.05	-0.05

土石方增减情况和主要原因如下：

(1) 本工程光伏发电区主要在水域范围内施工，因而实际及方案设计未对其进行开挖回填。

(2) 本工程升压站区实际开挖土方及表土全部用于回填，而方案设计剥离表土用于后期绿化回填，计算在弃方范围内，因而实际回填较方案设计增加了 0.05 万 m^3 ，弃方较方案设计减少了 0.05 万 m^3 。

3.4 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，项目升压站区施工过程中布设了排水、表土剥离及回填等工程，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 工程措施及实施进度

本工程水土保持工程措施主要在 2017 年 1 月至 2018 年 3 月期间实施,主要为混凝土排水沟等。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:混凝土排水沟 252m,表土剥离 0.16hm²,表土回填 494m³。

各防治区工程设施完成情况如下:

(1) 升压站区

升压站内排水考虑了场地雨水排放,在站场道路两侧布置了完善的盖板排水沟,场地雨水经边沟收集后,再排至站外雨水排水系统。排水沟采取钢筋混凝土结构,长约 287m。

项目区场地平整前先进行表土剥离,面积约 0.16hm²,剥离表土用于后期绿化覆土,表土回填 494m³。

具体水土保持工程措施详见表 4-1。

表 4-1 实际完成的水土保持工程措施及措施量

序号	措施类型	单位	工程量
1	升压站区		
1.1	混凝土排水沟	m	252
1.2	表土剥离	hm ²	0.16
1.3	表土回填	m ³	494

4.2 植物措施及实施进度

本工程水土保持植物措施主要在 2017 年 8 月~2018 年 9 月实施。已完成水土保持植物措施主要为站区园林绿化、全面整地及撒播草籽。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:站区园林绿化 0.16hm²,完成植物设施工程量详见表 4-2。各防治区工程设施完成情况如下:

(1) 升压站区

本工程升压站区绿化措施面积为 0.16hm²,绿化主要为站区内园林绿化方式,通过现场监测,其绿化植被成活率较高。

本工程主要完成的措施及措施量见表 4-2。

表 4-2 实际完成的水土保持植物措施及措施量

序号	措施类型	单位	工程量
1	升压站区		
1.1	站区园林绿化	hm ²	0.16

根据现场实际监测,本工程实际实施的植物措施能满足项目要求,减少地表裸露,能有效拦截降雨,缓解地面冲刷,减少水土流失。

4.3 临时防治措施及实施进度

本工程水土保持临时措施主要在 2017 年 4 月~2017 年 9 月期间实施。已完成水土保持临时措施包括砂浆抹面排水沟、砖砌沉沙池和彩条布苫盖等。采用的监测方法主要采用现场调查法,实时监测临时防护数量、防治效果等等。

主要完成措施数量为:砂浆抹面排水沟 260m,砖砌沉沙池 1 座,彩条布苫盖 200m²。完成临时防护设施工程量详见表 4-3。各防治区工程设施完成情况如下:

(1) 升压站区

升压站区布设的水土保持临时措施主要包括砂浆抹面排水沟、砖砌沉沙池和彩条布苫盖,其工程量分别为砂浆抹面排水沟 260m,砖砌沉沙池 1 座,彩条布苫盖 200hm²。

本工程主要完成的措施及措施量见表 4-3。

表 4-3 实际完成的水土保持临时措施及措施量

序号	措施类型	单位	工程量
1	升压站区		
1.1	砂浆抹面排水沟	m	260
1.2	砖砌沉沙池	座	1
1.3	彩条布苫盖	m ²	200

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，项目区实施的混凝土排水沟、表土剥离及回填等措施。植物措施即站区园林绿化等不仅美化了环境，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和彩条布苫盖等，这些临时措施具有排除施工期间的排水及对临时堆土的防护等作用，具有良好的水土保持功能。本工程主要完成的措施及措施量见表 4-4。

表 4-4 实际完成的水土保持措施及措施量

项目分区	措施类型		单位	工程量
升压站区	工程措施	混凝土排水沟	m	252
		表土剥离	hm ²	0.16
		表土回填	m ³	494
	植物措施	站区园林绿化	hm ²	0.16
	临时措施	砂浆抹面排水沟	m	260
		砖砌沉沙池	座	1
		彩条布苫盖	m ²	200

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,由于光伏发电区占地类型为水库水面用地,不计其水土流失面积,本工程施工期水土流失面积为 0.69hm^2 。

(2) 自然恢复期

通过实地调查,工程于 2018 年 9 月完工,完工后各项工程及植物措施恢复较好,本工程自然恢复期水土流失面积为 0.16hm^2 。

5.2 土壤流失量

5.2.1 土壤流失背景值

土壤侵蚀背景值通过实地调查地面坡度、植被覆盖度等水土流失主要因子,结合《土壤侵蚀分类分级标准》(SL 190-2007)中面蚀(片蚀)分级标准(见表 5-2),调查项目区土壤侵蚀背景值。

根据施工期的照片和工程监理报告,采用土壤侵蚀分级分类法按标准对各地类进行推测,其中,各种类型的土壤侵蚀容许量和相应的地质条件有关,南方降雨量大,水力侵蚀强。本项目位于南方红壤丘陵区容许土壤流失量为 $500\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$,即为轻度范围内,具体的分级和指标见表 5-1。

表5-1 水力侵蚀强度分级

级别	平均侵蚀模数 $[\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})]$	平均流失厚度 (mm/a)
微度	$<200, <500, <1000$	$<0.15, <0.37, <0.74$
轻度	$200, 500, 1000 \sim 2500$	$0.15, 0.37, 0.74 \sim 1.9$
中度	$2500 \sim 5000$	$1.9 \sim 3.7$
强烈	$5000 \sim 8000$	$3.7 \sim 5.9$

极强烈	8000 ~ 15000	5.9 ~ 11.1
剧烈	>15000	>11.1
注：本表流失厚度系按干密度 1.35g/cm ³ 折算，各地可按当地土壤干密度计算。		

本工程水土流失量主要采用调查法进行预测，根据工程特性、施工工艺、项目区的气候条件、地形地貌、土壤、植被、水土保持状况等进行比较分析，确定项目区的土壤侵蚀模数。结合表 5-2，项目区原地貌水土流失强度属轻度范围，无明显侵蚀现象，土壤侵蚀模数背景值取 500t/km².a。

5.2.2 施工期土壤侵蚀强度分析

工程自 2016 年 10 月开始施工，2018 年 9 月完工，我公司于 2020 年 1 月接受监测委托开展监测工作，接受监测时该项目已完工，因而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，然后采取调查法和类比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，得出本工程施工期水土流失平均侵蚀强度为 5000t/km².a。

5.2.3 施工期土壤流失量

根据 2016 年 10 月-2018 年 9 月监测所得的工程建设扰动地表面积及平均土壤侵蚀强度，工程施工期因建设产生土壤流失总量 66.1t，新增土壤流失量 59.5t。

5.2.4 自然恢复期土壤侵蚀强度分析

工程于 2018 年 9 月完工，施工结束后各项工程及植物措施恢复较好，通过现场调查监测，其自然恢复期（2018 年 10 月~2019 年 9 月）水土流失平均侵蚀强度为 800t/km².a。

5.2.5 自然恢复期土壤流失量

通过实地调查，项目于 2018 年 9 月完工，完工后各项工程及植物措施恢复较好，根据 2018 年 10 月-2019 年 9 月监测所得的工程建设扰动地表面积及平均土壤侵蚀强度，工程自然恢复期因建设产生土壤流失总量 1.3t，新增土壤流失量 0.5t。

5.2.5 土壤流失量分析

本项目监测期水土流失总量 67.4t，新增水土流失总量为 60.0t，其中施工期新增土壤流失量为 59.5t，自然恢复期新增土壤流失量为 0.5t，土壤流失主要发生在施工期。

表5-2 项目区土壤流失量 单位: t

项目区土壤流失量

单位: t

项目分区	水土流失面积	总水土流失量	新增水土流失量
施工期	0.69	66.1	59.5
自然恢复期	0.16	1.3	0.5
合计		67.4	60.0

本项目临时堆土堆放时间较短，后期均用于项目区回填，本项目无弃方，因此不存在取土（石、料）弃土（石、料）潜在水土流失量。

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。

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

本工程水土保持方案于2016年12月由广东粤源水利水电工程咨询有限公司编制完成《晶科电力徐闻龙塘40MW渔光互补项目水土保持方案报告书》（报批稿），2017年1月20日，广东省水利厅以粤水水保〔2017〕1号文对其进行了批复。

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。

表 6-1 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	生产运行期	
扰动土地治理率(%)	95	>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(%)	87	>87	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(%)	97	>97	林草类植被面积÷可恢复林草植被面积×100%
林草覆盖率(%)	0.3	>0.3	林草总面积÷项目建设区面积×100%

6.1 扰动土地整治率

本工程扰动土地 52.35hm²。施工结束后对可绿化部分进行绿化，扰动土地整治后的工程措施面积为 0.02hm²，植物措施面积为 0.16hm²，建构筑物及硬化面积为 0.51hm²，水利及水域设施面积 51.66hm²，扰动土地治理面积 52.35m²，扰动土地整治率 100.0%。扰动土地整治率计算见表 6-2。

表 6-2 扰动土地整治率计算表

项目分区	扰动面积 (hm ²)	扰动土地治理面积 (hm ²)					扰动土地 整治率(%)
		工程 措施	林草 植被	建(构)筑 物及硬化	水利及水域 设施用地	小计	

光伏发电区	51.66				51.66	51.66	100.0%
升压站区	0.69	0.02	0.16	0.51		0.69	100.0%
合计	52.35	0.02	0.16	0.51	51.66	52.35	100.0%

6.2 水土流失总治理度

本工程完工后，实际发生水土流失面积 0.18hm^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 0.18hm^2 ，水土流失总治理度 100.0%。水土流失总治理度计算见表 6-3。

表 6-3 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	
光伏发电区	0.00	0.00	0.00	0.00	
升压站区	0.18	0.02	0.16	0.18	100.0%
合计	0.18	0.02	0.16	0.18	100.0%

6.3 拦渣率

本工程实际挖方总量 0.22 万 m^3 ，填方总量 0.22 万 m^3 ，土石方平衡，本项目无弃借土，未设取土弃渣场。工程施工过程中对临时开挖土方进行了有效拦挡，其拦挡效果较好，可认为拦渣率达 95%，达到了方案确定的目标值。

6.4 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。

6.5 林草植被恢复率和林草覆盖率

通过查阅工程设计资料及现场巡查，工程总占地 52.35hm^2 ，其中可绿化面积 0.16hm^2 ，实际绿化达标面积 0.16hm^2 ，林草植被恢复率 100.0%，林草覆盖率 0.3%。林草植被恢复率、林草覆盖率计算见表 6-4。

表 6-4 林草植被恢复率、林草覆盖率计算表

防治分区	防治责任范围 (hm^2)	恢复植物面积 (hm^2)	可绿化面积 (hm^2)	林草植被恢复率 (%)	林草覆盖率 (%)
光伏发电区	51.66	0.00	0.00		
升压站区	0.69	0.16	0.16	100.0%	23.2%
合计	52.35	0.16	0.16	100.0%	0.3%

水土流失防治指标达标情况对比分析见表 6-5。

水土流失防治指标对比分析表

水土流失防治目标	防治目标值	实际达到值	达标情况
扰动土地治理率(%)	95	100.0	达标
水土流失总治理度(%)	87	100.0	达标
水土流失控制比	1.0	1.0	达标
拦渣率(%)	95	95	达标
林草植被恢复率 (%)	97	100.0	达标
林草覆盖率(%)	0.3	0.3	达标

通过表 6-5 可以看出,本项目的六项指标均达到方案设计值,其中项目区林草覆盖率较低,为 0.3%,主要原因是项目区光伏发电区基本为水利及水域设施用地,施工结束后,大部分恢复水利及水域设施用地,因而其林草覆盖率相对较低。

7 结论

7.1 水土流失动态变化

土壤侵蚀背景值通过实地调查得出；施工期的土壤侵蚀模数现场调查及类比得出。运行期土壤侵蚀模数通过现场调查实测得出。

建设过程中升压站区等的开挖、土方临时堆放、施工机械碾压等，增加了地表起伏，植被覆盖度降为零，土壤流失量剧增；项目建成后，人为扰动停止，各项水土保持措施逐步发挥效益，土壤流失量降低至原地貌程度。

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。

本工程水土流失动态变化同时也印证了人为扰动是开发建设项目的主要水土流失因素，采取防治措施是控制水土流失的必要手段。

7.2 水土保持措施评价

（1）工程措施

本工程涉及的工程措施主要有升压站区的混凝土排水沟。通过现场勘查各项措施运行效果、量测外观尺寸，项目区经过土地平整后大部分地势平坦，无明显人工堆体及开挖洼地，基本能满足后期绿化措施的要求。各项工程措施等能根据实际情况进行调整施工，无出现坍塌、裂缝，发挥了良好的水土保持作用。

（2）植物措施

水土保持植物措施主要为升压站区的绿化工程。通过巡视以及典型样地调查，施工扰动区域可绿化部分植被恢复良好，植物措施成活率 95%以上，主要由于现场占地类型主要为水利及水域设施用地，因而覆盖率达 0.3%以上，未发现大面积裸露地表，土壤活土层保存完整，水土保持作用明显。

（3）临时措施

工程临时措施要包括临时排水沟、彩条布苫盖及临时沉沙池，工程建设完毕后基本拆除完毕。通过施工期现场勘查，各项措施运行效果良好，沉沙池数量基本满足排水要求，场地内排水较为通畅，临时覆盖措施合理，有效防止了降雨冲刷造成水土流失，影响已建地面建筑安全。

（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）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

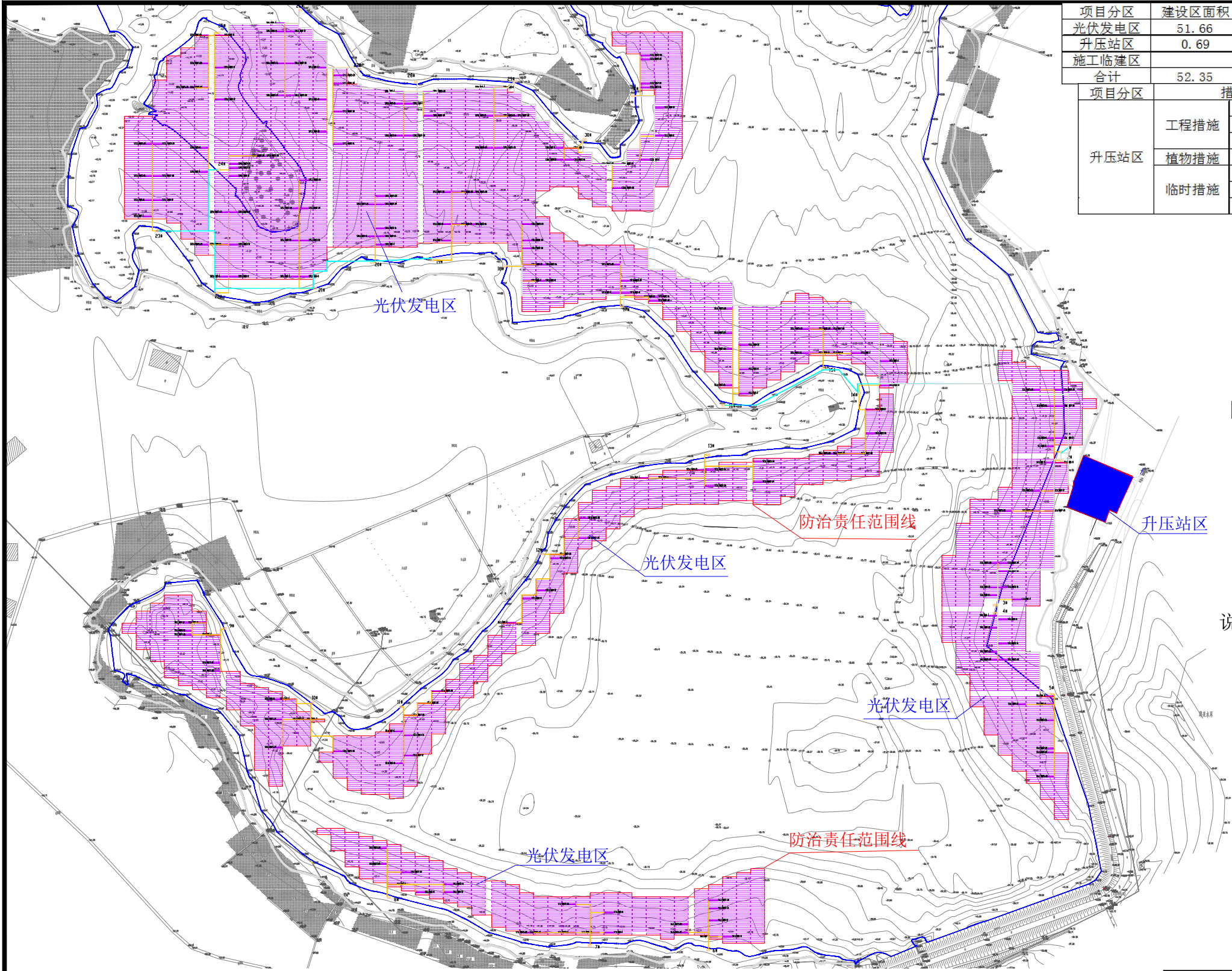
8.1 附图

- (1) 项目区地理位置示意图；
- (2) 水土流失防治责任范围及监测分区图。

8.2 有关资料

- (1) 水土保持方案的批复；
- (2) 广东省发改委备案证；
- (3) 监测现场照片。

附图 1：项目区地理位置示意图



项目分区	建设区面积	直接影响区	界定依据	防治责任范围
光伏发电区	51.66	/	控制在征地范围内	51.66
升压站区	0.69	/	控制在征地范围内	0.69
施工临建区		/	控制在征地范围内	0
合计	52.35	/		52.35

项目分区	措施类型		单位	工程量	备注
升压站区	工程措施	排水沟	m	252	主体已列
		表土剥离	hm ²	0.16	方案新增
		表土回填	m ³	494	
	植物措施	站区园林绿化	hm ²	0.16	主体已列
		临时措施	砂浆抹面排水沟	m	260
	砖砌沉沙池		座	1	
	彩条布苫盖		m ²	200	

图例

防治责任范围线

光伏发电区

升压站区

说明：

本工程分为光伏发电区、升压站区2个一级分区。

本工程水土流失防治责任范围为52.35公顷，其中光伏发电区51.66公顷，升压站区0.69公顷。其中永久占地0.68公顷，临时占地51.67公顷。

湛江华瑞达地质勘测技术有限公司						
核定			晶科电力徐闻龙塘40MW		监测阶段	
审查	马欢跃		渔光互补项目		水土保持部分	
校核	夏毅华		水土流失防治责任范围及 监测分区图			
设计	毕中领					
制图	毕中领					
描图						
比例	1:200		日期	2020.3	图号	附图2

有关资料 1: 水土保持方案的批复

广东省水利厅文件

粤水水保〔2017〕1号

广东省水利厅关于晶科电力徐闻龙塘 40 兆瓦 渔光互补项目水土保持方案的批复

徐闻县晶科电力有限公司:

你单位关于晶科电力徐闻龙塘 40 兆瓦渔光互补项目水土保持方案审批的申请及相关材料收悉。我厅委托省水利水电技术中心对你单位提交的水土保持方案等申请材料进行了技术审查,提出了审查意见(详见附件)。现根据申请材料和审查意见批复如下:

一、基本同意该水土保持方案。该项目位于湛江市徐闻县龙塘镇迈胜水库,项目总装机容量 40 兆瓦。工程总占地面积 52.6 公顷,土石方挖方总量 0.22 万立方米,填方总量 0.17 万立方米,弃方总量 0.05 万立方米。工程估算总投资约 3.2 亿元,建设总工期 5 个月。

-1-

二、水土保持方案总体意见

(一) 同意建设期水土流失防治责任范围为 52.72 公顷。

(二) 同意水土流失防治执行建设类项目二级标准。

(三) 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 87%，土壤流失控制比 1.0，拦渣率 95%，林草植被恢复率 97%，林草覆盖率 0.3%。

(四) 基本同意水土流失防治分区及分区防治措施安排。

三、有关工作要求

(一) 落实主体责任。项目法人单位是水土流失预防和治理工作的责任主体，你单位应按照水土保持“三同时”制度的要求，加强对水土保持工作的管理，将水土保持方案确定的任务分解落实到责任部门及各参建单位。招投标文件和施工合同应明确水土流失防治的职责，督促落实好防治措施。组织开展水土保持宣传和知识培训，提高施工单位和人员的水土保持意识。

(二) 制定水土保持工作管理制度。将水土保持工作纳入日常工作管理，明确水土保持目标、任务与要求，落实责任跟踪与奖惩措施，形成工作制度，定期检查落实。

(三) 做好水土保持工程的后续设计工作。水土保持工程的初步设计和施工图设计应与主体工程同步开展，报主体工程审查、审批部门办理水土保持工程的初步设计和施工图设计的审查、审批手续。

(四) 强化施工期预防保护措施。施工组织设计和施工时序安排上应充分体现预防为主的原则,严格控制好各阶段的施工用地范围,减少植被破坏和土地扰动面积,缩短地表的裸露时间。施工结束后,应及时恢复迹地植被。

(五) 依法落实水土保持监测工作。项目开工前应开展水土保持监测工作,向我厅以及省水土保持监测站、湛江市水务局、徐闻县水务局提交水土保持监测季度报告。

(六) 水土保持方案在实施过程中需变更的,应按相关规定办理变更手续。

(七) 项目主体工程竣工验收时,应依照有关法规的规定及时办理水土保持设施验收手续。

(八) 落实定期报告制度。按照法规的规定,在项目开工建设后十五个工作日内向我厅书面报告开工信息。每年3月底前,向我厅及市、县(区、市)水行政主管部门报告上一年度水土保持方案的实施情况。

(九) 配合做好监督检查工作。我厅以及市、县(区、市)水行政主管部门将对水土保持方案的实施情况进行监督检查,你单位应配合做好相关工作。

附件: 省水利水电技术中心《关于报送晶科电力徐闻龙塘



有关资料 2: 广东省发改委备案证

备案项目编号: 2016-440825-44-03-002905		 防伪二维码
广东省企业投资项目备案证		
申报企业名称: 徐闻县晶科电力有限公司	经济类型: 私营	
项目名称: 晶科电力徐闻龙塘40MW渔光互补项目	建设地点: 湛江市徐闻县迈胜水库	
建设类别: ☒ 基建 ☐ 技改 ☐ 其他	建设性质: ☒ 新建 ☐ 扩建 ☐ 改建 ☐ 其他	
建设规模及内容: 建设40MW的渔光互补光伏发电项目, 年均生产清洁电力4300万度		
项目总投资: 32000.00 万元 (折合 万美元) 项目资本金: 6400.00 万元		
其中: 土建投资: 2000.00 万元		
设备和技术投资: 30000.00 万元; 进口设备用汇: 0.00 万美元		
计划开工时间: 2016年09月	计划竣工时间: 2017年03月	
备案机关: 广东省发展和改革委员会		
备案日期: 2016年07月25日		
备注:		

提示: 备案证有效期为两年。项目两年内未开工且未申请延期的, 备案证自动失效。

广东省发展和改革委员会监制

有关资料 3: 监测现场照片

