

水保监测(粤)字第 20230001 号

广东能源友好五一农场光伏复合项目 水土保持监测总结报告

建设单位：广东粤电徐闻新能源有限公司
监测单位：广东省水利电力勘测设计研究院有限公司

2025 年 3 月



生产建设项目水土保持监测单位水平评价证书

单位名称：广东省水利电力勘测设计研究院有限公司

法定代表人：王伟

单位等级：★★★★★（5星）

证书编号：水保监测（粤）字第 20230001 号

有效期：自 2023 年 10 月 01 日至 2026 年 09 月 30 日

发证机构：中国水土保持学会

发证时间：2023 年 11 月

单位地址：广州市天寿路 116 号广东水利大厦

单位邮编：510635

项目联系人：唐磊

联系电话：020-38356950 13902215650

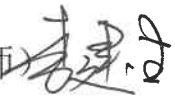
电子邮箱：tangleit@gpdiwe.com

广东能源友好五一农场光伏复合项目

水土保持监测总结报告

责任页

(广东省水利电力勘测设计研究院有限公司)

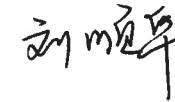
审 查：李建生（资源环境院副院长，正高级工程师）

林晓纯（资源环境院副总工程师，正高级工程师）

校 核：段东亮（正高级工程师）

项目负责人：唐 磊（工 程 师）

编 写：唐 磊（工 程 师）（参编第 1 章，制图）

刘顺华（助理工程师）（参编第 2-3 章）

柳 叶（助理工程师）（参编第 4-5 章）

岑 颖（高级工程师）（参编第 6-7 章，附件）

目 录

前 言	1
1 建设项目及水土保持工程概况	4
1.1 项目概况	4
1.2 水土流失防治工作概况	6
1.3 监测工作实施概况	8
2 监测内容与方法	14
2.1 土地扰动情况	14
2.2 取料（石、土）、弃渣（土、石、尾矿等）	14
2.3 水土保持措施	14
2.4 水土流失情况	15
3 重点部位水土流失动态监测结果	16
3.1 防治责任范围监测结果	16
3.2 取土监测结果	17
3.3 弃渣监测结果	17
3.4 土石方流向情况监测结果	18
3.5 其他重点部位监测	18
4 水土流失防治措施监测结果	19
4.1 工程措施监测结果	19
4.2 植物措施监测结果	19
4.3 临时措施监测结果	20

4.4 水土保持措施防治效果	20
5 土壤流失情况监测	21
5.1 水土流失面积	21
5.2 土壤流失量	21
5.3 取料、弃渣潜在土壤流失量	23
5.4 水土流失危害	23
6 水土流失防治效果监测结果	24
6.1 水土流失治理度	24
6.2 土壤流失控制比	24
6.3 渣土防护率	24
6.3 表土保护率	25
6.5 林草植被恢复率	25
6.7 水土保持效果达标情况	26
7 结论	27
7.1 水土流失动态变化	27
7.2 水土保持措施评价	27
7.3 存在问题及建议	28
7.4 综合结论	28
8 附件和附图	29
8.1 附件	29
8.2 附图	45

水土保持监测三色评价赋分表

项目名称		广东能源友好五一农场光伏复合项目												
监测时段和防治责任范围		2022 年 2 季度~2024 年 4 季度， 582.07 公顷												
三色评价结论（勾选）		绿色 ☒ 黄色 ☐ 红色 ☐												
评价指标		分值	得分											
			2022 年			2023 年				2024 年				平均
			2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	1 季度	2 季度	3 季度	4 季度	
扰动土地情况	扰动范围控制	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	表土剥离保护	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	弃土（石渣）堆放	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
水土流失状况		15	8	0	13	11	8	1	11	15	0	0	13	7
水土流失防治成效	工程措施	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	植物措施	15	13	11	11	13	13	14	14	14	14	15	15	13
	临时措施	10	8	8	8	8	8	8	8	7	8	8	10	8
水土流失危害		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
合计		100	89	79	92	92	89	83	93	96	82	83	98	89

前 言

广东能源友好五一农场光伏复合项目位于广东省湛江市徐闻县友好农场和五一农场，场区中心地理坐标位于北纬 20.478°，东经 110.193°。项目属新建建设类项目，建设内容主要为光伏方阵、集电线路、新建升压站等组成，其中光伏方阵划分为 135 个光伏子阵，共安装 962696 块峰值功率为 550~580Wp 的双玻双面单晶硅光伏组件；新建 220kV 升压站 1 座，进站道路长 40m，农场道路还扩建 671m；35kV 集电线路长 151.793km（其中架空线路长 71.043km，杆塔 241 基，电缆线路长 80.45km）。项目总占地面积 582.07hm²，其中永久占地 3.65hm²，临时占地 578.42hm²。本项目挖方量约 169.78 万 m³（含表土 1.12 万 m³），填方量约 168.33 万 m³（含表土 1.12 万 m³），无借方，总余方 1.45 万 m³余方于塔基用地范围摊平处置，不产生弃渣。本项目于 2022 年 4 月开工，2024 年 12 月完工，总工期 33 个月。项目总投资 246125 万元，其中土建投资 68779.73 万元。

广东能源友好五一农场光伏复合项目建设单位为广东粤电徐闻新能源有限公司；主体设计单位为广东华成电力能源股份有限公司（一区 I、II 标段，二区 II、III 标段）；EPC 总承包单位广东电网能源发展有限公司（二区 I 标段），施工单位为中国能源建设集团湖南火电建设有限公司（一区 I、II 标段、二区 II 标段）、广东电网能源发展有限公司（二区 III 标段），主体监理及水土保持监理单位为公诚管理咨询有限公司（一区 I、II 标段）、广东国信工程监理集团有限公司（二区 I、II、III 标段）；水土保持监测单位为广东省水利电力勘测设计研究院有限公司。

根据《中华人民共和国水土保持法》等法律法规的要求，广东粤电徐闻新能源有限公司委托广东省水利电力勘测设计研究院有限公司（以下简称“我司”）开展了本项目水土保持方案的编制工作；2021 年 11 月，我司完成了《广东能源友好五一农场光伏复合项目水土保持方案报告书（报批稿）》；2021 年 11 月 17 日，徐闻县水务局以《关于广东能源友好五一农场光伏复合项目水土保持方案审批准予行政许可决定书》（徐水〔2021〕427 号文）对本工程原水土保持方案进行批复。2023 年 1 月工程发生变更，建设单位于 2023 年 1 月委托我司开展本项目水土保持方案变更报告编制工作；2023 年 2 月，我司完成了《广东能源友好五一农场光伏复合项目水土保持方案变更报告书（报批稿）》；2023 年 5 月 4 日，徐闻县水务局以《关于广东能源友

好五一农场光伏复合项目水土保持方案变更审批准予行政许可决定书》（徐水〔2023〕142号文）。

2022年4月，建设单位委托广东省水利电力勘测设计研究院有限公司（下称“我司”）承担本项目的水土保持监测工作。我司接受委托后，立即成立了监测项目部，组织技术人员对项目区进行踏勘，调查项目区及周边的建设扰动情况，并搜集项目区水土流失现状、水文、气象、社会经济等资料，充分了解工程建设规模、特点、建设时序及施工工艺后，2022年4月完成《广东能源友好五一农场光伏复合项目水土保持监测实施方案》；2022年4月至2024年12月，我司监测项目部人员进行项目建设期的水土保持监测，监测过程中采用巡查、调查监测相结合的方法开展工作，共完成11期《广东能源友好五一农场光伏复合项目水土保持监测季度报告》；2025年3月，提交了《广东能源友好五一农场光伏复合项目水土保持监测总结报告》。水土保持监测三色评价为绿色。

在资料收集、现场勘察过程中，建设单位广东粤电徐闻新能源有限公司以及设计、施工、监理的有关同志给予了积极帮助，在此表示由衷的感谢。

水土保持监测特性表

主体工程主要技术指标											
项目名称		广东能源友好五一农场光伏复合项目									
建设规模	本项目装机容量为 550MWp，主要由光伏方阵、集电线路、220kV 升压站等组成。其中光伏方阵划分为 135 个光伏子阵，共安装 962696 块峰值功率为 550~580Wp 的双玻双面单晶硅光伏组件，新建 220kV 升压站 1 座，进站道路长 40m，农场道路还扩建 671m；35kV 集电线路长 151.793km（其中架空线路长 71.043km，杆塔 241 基，电缆线路长 80.45km）。			建设单位、联系人		广东粤电徐闻新能源有限公司 朱勇华/13318523600					
				建设地点		徐闻县					
				所属流域		广东省鉴江流域					
				工程总投资		246125 万元					
				工程总工期		2022 年 4 月 ~ 2024 年 12 月					
水土保持监测指标											
监测单位		广东省水利电力勘测设计研究院有限公司				联系人及电话			唐磊 020-38356950		
自然地理类型			项目区属南亚热带季风气候，热带常绿阔叶林，地带性土壤以赤红壤为主			防治标准		南方红壤区建设项目二级标准			
监测内容	监测指标		监测方法		监测指标			监测方法			
	1.水土流失状况监测		现场调查		2.防治责任范围监测			实地测量、资料分析法			
	3.水土保持措施监测		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			500 t/（km ² ·a）			
方案设计防治责任范围			579.37hm ²			土壤容许流失量			500 t/（km ² ·a）		
水土保持投资			637.24 万元（方案）			水土流失目标值			500 t/（km ² ·a）		
防治措施			表土剥离 5.58hm ² ，表土回填 1.12 万 m ³ ，场外排水管 50m，场内排水管 730m，排水沟 520m，场地绿化面积 4400m ² ，草皮护坡 170m ² ，全面整地 3.82hm ² ，撒播草籽 3.82hm ² ，临时苫盖 6.50hm ² ，临时绿化 0.1hm ² ，临时排水沟 350m，土工布铺垫 0.16hm 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						
		水土流失治理度	98	99.9	防治措施面积	572.35hm ²	永久建筑物面积及硬化面积	9.16hm ²	扰动土地总面积	582.07hm ²	
		土壤流失控制比	1.0	1.0	防治责任范围面积		582.07m ²	水土流失总面积		582.07m ²	
		渣土防护率	95	95	工程措施面积		0hm ²	容许土壤流失量		500 t/（km ² ·a）	
		表土保护率	87	99	植物措施面积		4.28hm ²	治理后的平均土壤流失强度		500 t/（km ² ·a）	
		林草植被恢复率	95	100	可恢复林草植被面积		4.28hm ²	林草类植被面积		4.28hm ²	
		林草覆盖率	22	31	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		各项措施运行良好，水土流失防治六项防治指标均达到水土保持方案批复标准和建设类项目水土流失防治的二级标准，土壤流失量控制在容许的范围内。								
	总体结论		本项目水土保持措施布局合理、措施体系完善、保存完好、外型美观，具备水土保持功能。								
主要建议			（1）建设单位需加强对水保设施的日常管理维护工作，发现损坏情况，及时修复处理。加强管理、维护已实施的工程措施，以保证其正常发挥水土保持功能。 （2）施工工区继续在使用，还未进行恢复，占地原地类为园地，建设单位应督促施工单位撤场之后按计划及时复垦并移交。								

1 建设项目及水土保持工程概况

1.1 项目概况

1.1.1 项目基本情况

项目名称：广东能源友好五一农场光伏复合项目

地理位置：工程位于湛江市徐闻县

建设性质：新建工程

建设组成与规模：装机容量为 550MWp，主要由光伏方阵、集电线路、220kV 升压站等组成。其中光伏方阵划分为 135 个光伏子阵，共安装 962696 块峰值功率为 550~580Wp 的双玻双面单晶硅光伏组件，新建 220kV 升压站 1 座，进站道路长 40m，农场道路还扩建 671m；35kV 集电线路长 151.793km（其中架空线路长 71.043km，杆塔 241 基，电缆线路长 80.45km）。

项目投资：总投资 246125 万元，其中土建投资 68779.73 万元，投资方广东粤电徐闻新能源有限公司。

建设工期：本项目于 2022 年 4 月开工，2024 年 12 月完工，总工期 33 个月。

占地面积：总用地面积 582.07hm²，其中永久占地 3.65hm²，临时占地 578.42hm²。

土石方量：挖方量约 169.78 万 m³（含表土 1.12 万 m³），填方量约 168.33 万 m³（含表土 1.12 万 m³），无借方，总余方 1.45 万 m³ 余方于塔基用地范围摊平处置，不产生弃渣。

1.1.2 项目区概况

（1）地形地貌

工程场地主要为园地，主要种植剑麻、菠萝、甘蔗，尤其以剑麻和甘蔗种植范围较大，矮草、灌木等植被也零星生长，场地高程约 100~170m，为缓坡地。S373 省道在场区附近通过，并能直通场区。场区附近有省道、乡道等柏油路，以及简易道路和机耕路相连，交通条件较好。

（2）气象水文

本工程位于湛江市徐闻县境内，雷州半岛的南部，气候温暖湿润，雨水充足，属亚热带海洋性气候。年日照时数约 1934.9h，年太阳总辐射量约 4521.74kWh/m²，多年平均气温为 23.3℃，年均降水量在 1617.8mm，海水平均温度在 24.1℃ 以上。降雨

量的年内分配很不均匀，其中汛期的 4~9 月，约占全年降雨量的 80% 以上，降雨多属锋面雨和热带气旋雨；受季风的影响，年内的风向随季节转换明显，大致 4~8 月盛行东南风，9 月~次年 3 月盛行东北风，每年的夏、秋季节常受强烈热带风暴的影响，当热带风暴在广东沿海登陆时，当地风力较强，风速较大，并伴有暴雨天气过程，是当地主要的灾害性天气之一，对工、农业生产及人民生命财产安全构成危害；而冬季则受北方强冷空气的侵袭，会出现短暂的低温霜冻现象。

徐闻县江河纵横交错，粤西地区最大的河流鉴江，起源于信宜县，从北至南贯穿吴川全境，是条主流，其它“袂花江”、“小东江”（又称梅江）、“三丫江”分布于市东北部；塘土潆河、板桥河、乌泥河分布于市西南部。各条河流汇入鉴江，注入南海，形成了鉴东和鉴西两大水网。鉴江在境内流长 46.3km，平均水位 2.39 米，150t 量船可在境内常年航行。还有人造河两条：塘尾分洪河和博茂分洪河。

拟建场地为低丘缓坡、台地地貌，附近无河流等地表水系，亦无冲沟分布。由于区内多为园地，修建有完善的灌溉渠道。

（3）土壤植被

项目区主要土壤类型主要为赤红壤。赤红壤由花岗岩、砂页岩、变质岩等多种不同母岩母质发育而成，土壤有机质和氮的含量随植被覆盖度和耕作利用程度的不同而有明显差异，磷的含量较低，土壤偏酸，土质肥沃和偏粘，土层深厚，地下水位较高。

项目区地处热带，气候与土壤条件良好，植被种类繁多，繁殖生长旺盛和资源丰富等特点。项目周围主要有热带常绿阔叶林、热带灌木草丛植物、人工林和农作物等。主要树种有毛竹、大叶相思、黎蒴、木麻黄、黄连木、构树、阴香、马尾松、台湾相思、大叶相思、湿地松、加勒比松、柠檬桉、窿缘桉、尾叶桉、细叶榕、荷木、印度黄檀、石栗、大叶紫薇、麻棘、爪哇木棉等。灌木有野牡丹、桃金娘、铺地柏、田菁、酒饼叶、三角梅、海桐、大叶黄杨、夹竹桃、安石柳、胡枝子等，地被植物主要有含羞草、三裂叶野葛、山鸡血藤、苦瓜藤、百喜草、假俭草、白刺、鹧鸪草、铺地黍、类芦、狗牙根、高羊茅等。

本项目地块位于农业用地区域，区内多为园地，农作物有菠萝、甘蔗、剑麻等，建设区总体林草覆盖率约为 70%。

（4）水土流失情况

项目建设区位于广东省湛江市徐闻县，属于南方红壤丘陵区水力侵蚀范畴，项目

区不属国家级、广东省和湛江市水土流失重点预防区和重点治理区。根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）的划分，项目区土壤侵蚀以微度水力侵蚀为主，容许土壤流失量为 $500\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。

根据《2021 年广东省水土流失动态监测成果》，徐闻县土地总面积为 1605km^2 ，其中微度侵蚀面积 1599.21km^2 ，水力侵蚀面积 5.79km^2 。水力侵蚀中轻度侵蚀面积为 5.63km^2 ，中度侵蚀面积 0.16km^2 。

本工程位于湛江市徐闻县友好农场、五一农场和红星农场，依据《水利部办公厅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》、《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》和《湛江市水土保持规划（2018~2030 年）》，本工程不涉及各级政府公告的水土流失重点预防区和重点治理区。区域土壤允许流失量为 $500\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。项目设区水土保持总体较好，水土流失强度属于微度。

本工程不涉及水土流失重点预防区和重点治理区、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、森林公园以及重要湿地等。

1.2 水土流失防治工作概况

本项目水土保持实施主体单位为广东粤电徐闻新能源有限公司。本项目水土保持工程建设管理通过日常监督检查，加强对施工单位管理，严格控制施工土方。项目部与监理部通过定期监督检查，要求各施工队伍对施工现场产生的建筑垃圾及时进行清理，特别是已经完工的部位，要求及时进行迹地恢复，防治水土流失。

（1）参建单位

建设单位：广东粤电徐闻新能源有限公司

方案编制单位：广东省水利电力勘测设计研究院有限公司

方案变更编制单位：广东省水利电力勘测设计研究院有限公司

主体设计单位：广东华成电力能源股份有限公司（一区 I、II 标段，二区 II、III 标段）

EPC 总承包单位：广东电网能源发展有限公司（二区 I 标段）

主体监理及水土保持监理单位：公诚管理咨询有限公司（一区 I、II 标段）、广东国信工程监理集团有限公司（二区 I、II、III 标段）

施工单位：中国能源建设集团湖南火电建设有限公司（一区Ⅰ、Ⅱ标段、二区Ⅱ标段）、广东电网能源发展有限公司（二区Ⅲ标段）

水土保持监测单位：广东省水利电力勘测设计研究院有限公司

（2）主要建设过程

2022年4月，水土保持工程随项目土建工程开工同时开始实施，至2024年12月，主体工程全部完工，水土保持措施同期全部完成并开始发挥其水土保持效益，由主体工程各分部施工单位承建。项目完工至今，各分区水土保持措施完善，质量良好，无损坏现象；植物措施生长情况良好，对项目水土保持生态效益发挥起到重要作用。

（3）建设单位水土保持管理制度

工程的水土保持管理由建设单位、施工单位和监理单位共同负责。其中建设单位对施工期间的管理工作负指导管理责任，施工单位对施工期间水土保持工作负具体管理责任，监理单位对施工期间水土保持工作监督管理责任。

工程建设期间，建设单位不断建立健全水土保持工作制度，按期向各级水行政主管部门报送水土保持监测季报及工程水土保持方案实施情况，确保工程水土流失防治满足水土保持方案及水土保持法律法规要求。

（4）水土保持工程三同时落实情况

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。项目水土保持工程设计由广东华成电力能源股份有限公司、广东电网能源发展有限公司负责并将方案设计防治措施内容纳入工程主体设计中，施工单位为中国能源建设集团湖南火电建设有限公司、广东电网能源发展有限公司，主体工程及水土保持监理为公诚管理咨询有限公司、广东国信工程监理集团有限公司。

（5）水土保持方案编报及变更情况

2021年7月，建设单位委托广东省水利电力勘测设计研究院有限公司承担本项目水土保持方案报告编制工作；2021年9月，广东省水利电力勘测设计研究院有限公司编制完成了《广东能源友好五一农场光伏复合项目水土保持方案报告书》（送审稿）；2021年10月28日，建设单位采用函审形式对编制的《广东能源友好五一农场光伏复合项目水土保持方案报告书（送审稿）》进行了专家技术评审工作；2021年11月，广东省水利电力勘测设计研究院有限公司完成了《广东能源友好五一农场光伏复合项目水土保持方案报告书（报批稿）》；2021年11月17日，徐闻县水务局以《关于广东能源友好五一农场光伏复合项目水土保持方案的批复》（徐水〔2021〕

427 号文) 对本工程原水土保持方案进行批复。

2023 年 1 月, 本项目水土保持方案发生重大变更。2023 年 1 月, 建设单位委托广东省水利电力勘测设计研究院有限公司承担本项目水土保持方案变更报告编制工作; 2023 年 2 月, 广东省水利电力勘测设计研究院有限公司完成了《广东能源友好五一农场光伏复合项目水土保持方案变更报告书(送审稿)》; 2023 年 2 月 15 日, 建设单位组织专家对《广东能源友好五一农场光伏复合项目水土保持方案变更报告书(送审稿)》进行技术审查; 2023 年 2 月, 广东省水利电力勘测设计研究院有限公司完成了《广东能源友好五一农场光伏复合项目水土保持方案变更报告书(报批稿)》; 2023 年 5 月 4 日, 徐闻县水务局以《关于广东能源友好五一农场光伏复合项目水土保持方案变更审批准予行政许可决定书》(徐水〔2023〕142 号文)。

(6) 水土保持监督检查情况

建设期间, 未接到水行政主管部门监督检查。

1.3 监测工作实施概况

1.3.1 监测实施方案执行情况

建设单位于2022年4月委托广东省水利电力勘测设计研究院有限公司承担本项目水土保持监测工作。

我司接受委托后, 随即成立了监测项目组, 通过资料收集, 分析项目水土流失特性后, 确定项目采取全面调查结合地面定位监测及巡查相结合的监测方法, 监测时段为施工期, 主体工程区为重点监测区域。2022年4月第一次进场实地查勘, 当月提交水土保持监测实施方案。

为了推进水土保持监测工作顺利开展, 我司在监测工作开展之前或实施过程中, 对相关人员进行过针对本项目的水土保持监测的培训, 使监测技术人员熟练掌握监测设施的使用与管护、设备操作及数据采集技术与分析方法等, 不断提高监测人员技术水平, 为及时采集数据、准确处理数据、安全管理和合理分析监测成果等提供人才保障, 确保监测工作及时、准确、可靠的进行, 并保障监测工作人员安全。

监测期间, 监测人员按水土保持监测实施方案开展监测工作, 及时总结监测过程中出现的水土流失问题, 及时向建设单位提出意见和建议; 针对项目区扰动地表现状和水土流失情况, 收集水保相关数据, 按照水保相关规划和规程要求, 按时完成广东
广东省水利电力勘测设计研究院有限公司

能源友好五一农场光伏复合项目的水土保持监测实施方案、监测季报及监测总结报告。

1.3.2 监测项目部设置

为保证工程水土保持监测工作顺利开展，我司在接到监测任务后，成立了监测项目部，配备专业监测设备及专业监测技术人员。项目组由监测经验丰富，具有工程学、植物学相关专业背景知识的成员组成，现场监测、数据记录、报告编写等各项工作分工明确。

根据本项目的特点，我司为本项目成立由项目负责人、监测工程师组成的专门项目监测机构。其中，项目负责人全面负责监测合同的履行，主持本项目监测机构的工作，在项目执行期间保持稳定。监测人员见表 1-1。

表 1-1 监测人员表

姓名	在本项目中分工	职称
唐 磊	项目负责人	工程师
	现场监测、报告编写	
林晓纯	成果审查	正高级工程师
段东亮	成果校核	正高级工程师
岑 颖	现场监测、数据记录	高级工程师
刘顺华	现场监测、数据记录	助理工程师
柳 叶	现场监测、数据记录	助理工程师

1.3.3 监测点布设

根据《水土保持监测技术规程》规定，本项目属建设类项目，水土保持监测点应按临时点设置。

本项目未涉及取土场、弃渣场，结合项目区水土流失特点和施工工艺，根据工程建设实际，结合已批复的水土保持方案，设置 12 个监测点。

表 1-2 水土保持监测点及监测内容表

监测点	布置位置	监测内容	所在分区	监测方法
1#监测点	升压站	土壤流失及防治效果情况	升压站区	实地调查、巡查
2~6#监测点	光伏阵列	土壤流失及防治效果情况	光伏方阵区	实地调查、巡查
7#监测点	电缆线路	土壤流失及防治效果情况	电缆线路区	实地调查、巡查
8~9#监测点	塔基	土壤流失及防治效果情况	塔基区	实地调查、巡查
10#监测点	施工营地	土壤流失及防治效果情况	施工工区	实地调查、巡查
11#监测点	牵张场	土壤流失及防治效果情况	牵张场区	实地调查、巡查
12#监测点	农场道路还扩建	土壤流失及防治效果情况	农场道路还扩建区	实地调查、巡查

1.3.4 监测设施设备

施工过程中，所使用的监测设施设备主要有车辆、皮尺、钢卷尺、无人机、笔记本电脑等常规监测设备。为准确获取各项地面观测及调查数据，水土保持监测采用GIS等现代技术与传统手段相结合的方法，借助一定的先进仪器设备，使监测方法更科学，监测结论更合理。根据监测方法采用适当的监测设施保证监测结果的科学性和准确性。

表 1-2 水土保持监测使用设施和设备表

仪器设备名称		规格及型号	单位	数量
消耗性材料	1	称重仪器（托盘天平）	台	1
	2	鼓风干燥箱	架	1
	3	采样工具（铁铲、铁锤、水桶等）	套	1
观测仪器	1	观测仪器（钢钎）	支	54
	2	观测仪器（皮尺）	把	2
	3	观测仪器（钢卷尺）	把	2
	4	观测仪器（罗盘仪）	把	1
其他设备	1	影像设备	台	2
	2	电脑	台	1
	3	GPS 仪	台	1
	4	车辆	辆	1
遥感设备	1	无人机	架	3

1.3.5 监测技术方法

一、调查监测

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

（1）范围监测

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

1）水土流失防治责任范围监测

水土流失防治责任范围监测即项目建设区。项目建设区监测指标为：永久性占地、临时性占地及扰动地表面积。主要根据工程设计资料，结合 GPS、皮尺等监测设备实地核算，对面积的变化进行监测。

2）水土流失面积监测

对于水土流失面积，采用 GPS、皮尺等监测设备进行实地核算。水土流失面积的监测主要是在施工期开展监测工作。

（2）植被监测

植被监测主要是在运行初期开展监测工作，针对整个工程的全部区域进行监测，监测植被的种类、覆盖率、成活率和分别情况等。

（3）水土流失因子

水土流失因子监测是在施工期和运行初期开展监测工作，本项目监测主要针对运行初期开展的水土保持监测。

对于项目区的地形地貌因子、气象因子、植被因子、水文因子、原土地利用情况、社会因子及经济因子，在现场实地踏勘的基础上查阅相关资料、询问、对照《水保方案》等形式获取。

对于土壤因子的监测指标有：土壤类型、地面组成物质、土壤容重。

（4）水土流失防治动态监测

本项目水土流失防治动态监测是施工期和试运行期期间开展的监测工作，监测数据能够较为详实的反映出由于工程施工造成的地表扰动而产生的水土流失对周边环境产生的影响。

1) 水土流失状况监测

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

2) 水土保持措施防治效果监测

主要调查的监测指标为防治措施的数量与质量和水土流失防治要求及水土保持管理措施实施情况。

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

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

二、临时监测

对突发性的事件，如发生水土流失灾害事件等，应及时增加临时监测，主要监测泥沙淤积情况、暴雨期洪水含沙量情况、水土流失强度、有无造成水土流失灾害及造成灾害的详细情况等。

本项目施工期没有突发性水土流失事件。2022年4月~2024年12月期间，监测技术人员在监测过程中未发现水土流失灾害事件发生。

三、巡查

巡查主要是对整个工程的全部区域所采用的监测方法。巡查的主要内容是水土流失危害和重大水土流失事件动态监测。

(1) 水土流失危害监测

1) 对周边河道影响情况

通过实地踏勘、走访群众等形式进行监测。

2) 对周边水利设施影响情况

通过实地踏勘、走访群众、询问相关管理人员等形式进行监测。

3) 其他水土流失危害

通过实地踏勘、问卷调查等形式进行监测。

（2）重大水土流失事件监测

通过实地踏勘、调查等形式进行监测。

根据工程实际情况结合水土流失状况，按照现场实际情况开展监测工作。

1.3.6 监测成果提交

工程监测过程中，监测组按照相关规定和要求向建设单位和水行政主管部门提交了相应监测成果：2022 年 4 月完成《广东能源友好五一农场光伏复合项目水土保持监测实施方案》，共完成 11 期《广东能源友好五一农场光伏复合项目水土保持监测季度报告》，并 2025 年 3 月编写完成了《广东能源友好五一农场光伏复合项目水土保持监测总结报告》。

2 监测内容与方法

2.1 土地扰动情况

扰动土地情况监测的内容包括扰动范围、面积、土地利用类型及其变化情况等。项目组对扰动面积数量变化情况、植被覆盖度、现有水保设施及其土壤侵蚀背景值、植被恢复情况采用资料分析和抽样调查相结合的方法进行监测，并通过实地监测，及时掌握不同阶段水土流失防治责任范围的变化情况。扰动土地情况监测频次与方法见表 2-1。

表 2-1 扰动土地情况监测频次与方法

项目	监测时段	监测频次	监测方法
扰动范围	2022 年 4 月至 2024 年 12 月	每个月监测一次	全面调查、GPS 测量、无人机调查
扰动面积	2022 年 4 月至 2024 年 12 月	每个月监测一次	GPS 测量、卷尺测量
土地利用类型及其变化情况	2022 年 4 月至 2023 年 12 月	每个月监测一次	全面调查、GPS 测量

2.2 取料（石、土）、弃渣（土、石、尾矿等）

本项目挖方量约 169.78 万 m^3 （含表土 1.12 万 m^3 ），填方量约 168.33 万 m^3 （含表土 1.12 万 m^3 ），无借方，总余方 1.45 万 m^3 余方于塔基用地范围摊平处置，不产生弃渣，未设置弃土场、取土场。土石方挖填情况的监测方法和频次见表 2-2。

表 2-2 土石方挖填情况监测方法和频次

监测内容		监测时段	监测方法	频次
土石方挖填情况	挖方量	2022 年 4 月至 2024 年 12 月	全面调查、巡查及跟踪	每个月监测一次
	填方量	2022 年 4 月至 2024 年 12 月	全面调查、巡查及跟踪	每个月监测一次
	表土剥离	2022 年 4 月至 2024 年 12 月	全面调查、巡查及跟踪	每个月监测一次
	土石方工程量	2022 年 4 月至 2024 年 12 月	查阅资料、巡查	每个月监测一次
	临时堆土及防护情况	2022 年 4 月至 2024 年 12 月	全面调查全面调查、巡查及跟踪、影像对比监测	每个月监测一次

2.3 水土保持措施

水土保持措施监测内容包括对项目区实施的水土保持措施类型、数量、进度进行监测。结合施工资料、竣工图纸，通过现场调查对实施的水土保持工程措施的数量、质量、面积及植物措施的成活、保存和生长情况进行监测。水土保持措施监测频次与

方法见表 2-3。

表 2-3 水土保持措施监测频次与方法

项目	监测时段	监测频次	监测方法
水土保持措施类型	2022 年 4 月至 2024 年 12 月	每个月监测一次	现场调查
水土保持措施位置、数量	2022 年 4 月至 2024 年 12 月	每个月监测一次	现场调查
工程措施规格、尺寸	2022 年 4 月至 2024 年 12 月	每个月监测一次	现场调查、卷尺测量
植物措施林草覆盖度	2022 年 4 月至 2024 年 12 月	每个月监测一次	卷尺测量、现场调查
临时措施规格、尺寸	2022 年 4 月至 2024 年 12 月	每季度监测一次	现场调查、卷尺测量
水土保持措施防治效果	2022 年 4 月至 2024 年 12 月	每个月监测一次	现场调查
水土保持措施运行状况	2022 年 4 月至 2024 年 12 月	每个月监测一次	现场调查

2.4 水土流失情况

水土流失情况监测主要包括土壤流失面积、土壤流失量、取土（石、料）弃土（石、渣）潜在土壤流失量和水土流失危害等内容。水土流失情况监测采用实地量测和资料分析的方法，即结合工程竣工图纸、卫星影像等分析情况，实地测量核实土壤流失面积、土壤流失量和取土（石、料）弃土（石、渣）潜在土壤流失量。监测频次为土壤流失面积监测每季度 1 次遇暴雨等加测。

水土流失情况的监测内容、频次和方法详见表 2-4。

表 2-4 水土流失情况的监测内容、频次和方法

监测项目	监测时段	监测频次	方法	备注
水土流失面积	2022 年 4 月至 2024 年 12 月	每季度监测一次	实地量测和资料分析	遇暴雨等加测
土壤流失量	2022 年 4 月至 2024 年 12 月	每个月监测一次	地面观测和资料分析	遇暴雨等加测
取料弃渣潜在土壤流失量	/	/	/	/
水土流失危害	2022 年 4 月至 2024 年 12 月	每个月监测一次	实地量测	遇暴雨等加测

3 重点部位水土流失动态监测结果

3.1 防治责任范围监测结果

3.1.1 水土流失防治责任范围

(1) 水土保持方案设计防治责任范围

根据本项目水土保持方案批复文件，本项目水土流失防治责任范围总面积为 579.37hm²。

(2) 实际施工水土流失防治责任范围

本项目建设期实际发生防治责任范围为 582.07hm²。

(3) 防治责任范围变化情况

工程实际发生的水土流失防治责任范围为 582.07hm²，实际的水土流失防治责任范围比方案批复增加 2.7hm²。详见表 3-1。

表 3-1 水土流失防治责任范围表

单位: hm²

防治责任范围		批复范围	实际范围	增减 (+/-)
项目建设区	升压站区	1.58	1.58	0
	进站道路区	0.05	0.05	0
	光伏方阵区	564.48	567.07	+2.59
	电缆线路区	5.63	6.9	+1.27
	塔基区	6.83	5.47	-1.36
	施工工区	0.56	0.56	0
	牵张场区	0.24	0.16	-0.08
	农场道路还扩建区		0.28	+0.28
	合计	579.37	582.07	+2.7

本次实际防治责任范围为 582.07hm²，比方案设计的 579.37hm²增加 2.7hm²，主要由于光伏方阵占地面积少量增加；电缆线路区电缆线路变长，面积增加；新增农场道路还扩建区，面积增大；塔基区塔基实施量减少，面积减少；牵张场区实际占用面积减少。

3.1.2 背景值监测

项目区位于广东省湛江市徐闻县，通过现场查勘及查阅资料，确定项目所在区域的土壤流失背景值定为 $500\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。

3.1.3 建设期扰动土地面积

本项目建设工期为 2022 年 4 月~2024 年 12 月，2022 年 4 月入场监测，在监测过程中，建设单位对各项占地进行严格控制。根据占地资料、协议工程图纸和现场调查情况，分析统计扰动土地面积 582.07hm^2 ，其中永久占地 3.65hm^2 ，临时占地 578.42hm^2 。

3.2 取土监测结果

3.2.1 设计取料情况

根据批复的《广东能源友好五一农场光伏复合项目水土保持方案变更报告书（报批稿）》，本项目不设取料场。

3.2.2 实际取料情况

通过查阅相关工程设计、施工资料及现场监测调查核实，本项目无借方。实际施工不涉及取料场。

3.2.3 取料对比分析

本项目无借方，未设置取料场，与方案一致。

3.3 弃渣监测结果

3.3.1 设计弃渣情况

根据批复的《广东能源友好五一农场光伏复合项目水土保持方案变更报告书（报批稿）》，本项目 1.45 万 m^3 余方于塔基用地范围摊平处置，不产生弃渣。

3.3.2 实际弃渣情况

通过现场监测及询问施工、监理单位核实，本项目无弃方，不涉及弃渣场。

3.3.3 弃渣对比分析

本项目实际未设置弃渣场，与方案一致。

3.4 土石方流向情况监测结果

水保方案设计无借方，1.45 万 m³ 余方于塔基用地范围摊平处置，不产生弃渣，与方案设计的情况一致。本项目建设过程中无取料场及弃渣场。

3.5 其他重点部位监测

本项目实际无取土场、弃渣场。由于本项目施工集中点在光伏方阵区土建施工，可能造成土壤侵蚀强度高。因此将监测重点部位设定为光伏方阵区，建设单位和施工单位对水保工作高度重视，所采取的临时排水和覆盖等各项水保防治措施效果明显。广东能源友好五一农场光伏复合项目已完工投入试运行，现场地表已被建筑物覆盖、硬化、绿化或复耕，施工已经结束，经过现场监测，项目各区已经完成各项水土保持措施，现场各项目措施运行正常，绿化生长良好。未发现水土流失的危害事件。

4 水土流失防治措施监测结果

4.1 工程措施监测结果

根据监测及现场调查，本项目完成工程措施为表土剥离 5.58hm²，表土回填 1.12 万 m³，场外排水管 50m，场内排水管 730m，排水沟 520m。项目水土保持工程措施工程量及实施进度见表 4-1。

表 4-1 工程措施工程量及实施进度表

分区	措施名称	单位	完成工程量	实施时间
升压站区	表土剥离	hm ²	1.2	2022.4~2022.5
	表土回覆	m ³	2400	2022.10~2023.1
	场外排水管	m	50	2022.4~2023.11
	场内排水管	m	730	2022.4~2023.11
	排水沟	m	520	2022.4~2023.11
电缆线路区	表土剥离	hm ²	3.73	2022.4~2024.9
	表土回覆	m ³	7500	2022.4~2024.9
塔基区	表土剥离	hm ²	0.65	2022.4~2024.9
	表土回覆	m ³	1300	2022.4~2024.9

4.2 植物措施监测结果

根据监测及现场调查，施工后期对施工区域裸露地表实施全场地绿化、草皮护坡、全面整地及恢复绿化，场地绿化面积 4400m²，草皮护坡 170m²，全面整地 3.82hm²，撒播草籽 3.82hm²。项目水土保持植物措施工程量及实施进度见表 4-2。

表 4-2 植物措施工程量及实施进度表

分区	措施名称	单位	完成工程量	实施时间
升压站区	场地绿化	m ²	4400	2022.8~2023.1
塔基区	全面整地	hm ²	3.82	2023.2~2024.9
	撒播草籽	hm ²	3.82	2023.2~2024.9
进站道路区	草皮护坡	m ²	170	2023.4~2023.5

4.3 临时措施监测结果

根据询问走访现场施工、监理人员结合监测人员现场调查，本项目实际完成的临时苫盖 6.50hm^2 ，临时绿化 0.1hm^2 ，临时排水沟 350m ，土工布铺垫 0.16hm^2 。

表 4-3 临时措施工程量及实施进度表

分区	措施名称	单位	完成工程量	实施时间
升压站区	临时覆盖	m^2	5500	2023.2~2023.4
进站道路区	临时覆盖	m^2	170	2023.2~2023.4
光伏方阵区	临时覆盖	m^2	13440	2023.2~2024.9
电缆线路区	临时覆盖	m^2	39132	2023.2~2024.9
塔基区	临时覆盖	m^2	6720	2023.2~2024.9
施工工区	临时排水沟	m	350	2022.4~2023.1
	临时绿化	hm^2	0.1	2022.4~2023.1
牵张场区	土工布铺垫	hm^2	0.16	2023.2~2024.9

4.4 水土保持措施防治效果

通过现场查勘，工程实现了控制和减少水土流失、恢复和改善生态环境的目的。建设单位较为重视项目区的水土流失防治工作，工程建设过程中采取了水土保持设施进行防护，周边未发现冲刷、滑坡等水土流失现象，水土保持措施布局合理、适用得当、防护效果显著，符合水土保持方案设计要求。目前，各项水土保持设施运行良好。整体而言，主体工程设计中具有水土保持功能的防护措施得到落实，完成的工程量基本满足工程水土流失防治需要，有效防治了因工程建设造成的水土流失，并改善了项目区生态环境。

施工工区因收尾工作仍继续在使用，还未进行恢复、移交，占地原地类为园地，计划使用结束后，进行复耕并移交。

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

我司接受委托时，工程主体已开工，施工准备期和前期施工阶段水土流失情况主要通过查阅资料和调查获取。水土流失面积的变化是一个动态过程，掌握水土流失面积变化的动态变化实质上是掌握工程建设期扰动土地面积的变化，随着工程全面开展，水土流失面积达到最大值，截至 2024 年 12 月，本项目防治责任范围为 582.07hm²。试运行期间，水土流失治理达标面积 581.51hm²。

5.2 土壤流失量

5.2.1 土壤流失背景值

根据批复的方案变更报告书，本项目执行开发建设项目水土保持防治标准二级标准，水土流失容许值 500t/(km²·a)。

根据现场勘查，项目区原地形以平原为主，不易发生水土流失，土壤侵蚀强度属轻度侵蚀以下，土壤侵蚀背景值为 500t/(km²·a)。

5.2.2 施工期土壤侵蚀

工程于 2022 年 4 月开工，各类型的土壤侵蚀容计量和相应的地质条件有关，南方降雨量大，水力侵蚀强。根据南方土壤侵蚀构成，土壤侵蚀的动力主要来源于降雨，其次也与地面坡度、地块类型、植被种类和植被覆盖度等水土流失主要因子有关。

根据工程实际情况并参照面蚀分级指标和水力侵蚀强度分级，确定项目区土质开挖坡面、堆填坡面扰动类型及平台扰动类型土壤侵蚀模数。

通过确定的扰动类型侵蚀模数结合现场监测得到的扰动面积，计算得出监测时段内项目各分区每季度平均侵蚀强度及水土流失量。各季度土壤侵蚀强度及流失量见表 5-3。

表 5-1 面蚀（片蚀）分级指标

地类		地面坡度 (°)				
		5 ~ 8	8 ~ 15	15 ~ 25	25 ~ 35	>35
非耕地林草覆盖度 (%)	60 ~ 75	轻度			中度	
	45 ~ 60	轻度		中度	中度	强烈
	30 ~ 45	轻度	中度		强烈	极强烈
	<30	中度		强烈	极强烈	剧烈
坡耕地		轻度	中度	强烈	极强烈	剧烈

表 5-2 水力侵蚀强度分级

级别	平均侵蚀模数 [t/(km ² ·a)]	平均流失厚度 (mm/a)
微度	<200, <500, <1000	<0.138, <0.345, <0.690
轻度	200, 500, 1000 ~ 2500	0.138, 0.345, 0.690 ~ 1.724
中度	2500 ~ 5000	1.724 ~ 3.448
强烈	5000 ~ 8000	3.448 ~ 5.517
极强烈	8000 ~ 15000	5.517 ~ 10.345
剧烈	>15000	>10.345
注：本表流失厚度系按广东省当地平均土壤干密度 1.35g/cm ³ 折算。		

本项目按扰动土地类型划分主要为平台侵蚀类型。平台包括各种施工场地、施工过程中开挖和堆填形成的比较平坦的地面，其特点是地面平坦、地表比较密实，降雨入渗很少，容易形成地表径流，造成土壤向平台外流失，但因地表比较密实、地面平坦，一般很少形成侵蚀细沟，流失相对较小。在地面有零星堆渣时，流失会加剧。本项目的平台扰动类型一般地面坡度小于 5-8°，根据土壤侵蚀分级分类标准，属轻度侵蚀，施工期监测期间土壤流失总量 14992.43t，详见表 5-3。

表 5-3 施工期土壤流失量情况

项目	2022 年 2 季	2022 年 3 季	2022 年 4 季	2023 年 1 季	2023 年 2 季	2023 年 3 季	2023 年 4 季	2024 年 1 季	2024 年 2 季	2024 年 3 季	2024 年 4 季	合计
监测时段内总侵蚀量 (t)	1083.72	3389.74	414.57	676.43	1069.39	2138.67	690.19	0	2230.36	2941.52	357.84	14992.43

5.2.3 试运行期土壤侵蚀

随着工程的进展，水土保持措施逐步发挥作用，进入试运行期，土壤侵蚀强度逐步下降。结合现场调查，项目区内均恢复绿化及实施农业综合利用，植被恢复良好，覆盖度高，项目区土壤侵蚀模数降到 $500\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。

5.2.4 土壤流失量分析

本项目建设过程中，建设单位基本按水保方案要求完善各项水保措施。施工结束，已落实的植物措施经过自然恢复，项目区地面硬化、各项防护措施及植被措施的落实，有效发挥了各项水土保持措施的生态效益，区内土壤侵蚀模数降至 $500\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ ，扰动地表基本转为无危害类型。

5.3 取料、弃渣潜在土壤流失量

本项目没有设置弃渣场和取料场，不涉及潜在土壤流失。

5.4 水土流失危害

施工期间，建设单位布设了工程措施、植物措施及临时措施，有效将水土流失控制在征地红线范围内，对外没有造成影响。查阅工程资料结合现场监测，本项目未发现水土流失危害事件。

施工工区因收尾工作仍继续在使用，现场已实施临时绿化、临时排水沟措施，场地平坦，无水土流失危害隐患。

6 水土流失防治效果监测结果

6.1 水土流失治理度

项目建设区面积为 582.07hm²，建筑物及硬化固化面积 9.16hm²，水土流失治理达标面积 572.35hm²，其中植物措施面积 4.28hm²，复垦 568.07hm²，项目区水土流失治理度为 99.9%，超过了防治目标值 98%。详见表 6-1。

表 6-1 水土流失治理度计算表

防治分区	项目建设区 面积 (hm ²)	建筑物硬 化固化及 水域 (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	复垦	合计	
升压站区	1.58	1.14		0.44		0.44	100
进站道路区	0.05	0.03		0.02		0.02	100
光伏方阵区	567.07	7.61			559.46	559.46	100
电缆线路区	6.9				6.9	6.9	100
塔基区	5.47	0.1		3.82	1.55	5.37	100
施工工区	0.56						
牵张场区	0.16				0.16	0.16	100
农场道路还扩 建区	0.28	0.28					100
合计	582.07	9.16		4.28	568.07	572.35	99.9

6.2 土壤流失控制比

项目区土壤容许流失量为 500t/(km²·a)。随着各项工程和植物措施发挥效益，试运行期土壤侵蚀模数为 500t/(km²·a)，土壤流失控制比为 1.0，达到了批复方案设定的目标值。

6.3 渣土防护率

渣土防护率是指项目水土流失防治责任范围内采取措施实际挡护的永久弃渣、临时堆土数量占永久弃渣和临时堆土量的百分比。本项目无弃方，主要为临时堆土防护，渣土防护率达 95%，达到了批复方案设定的目标值 95%。

6.4 表土保护率

表土保护率是指项目水土流失防治责任范围内保护的表土数量占可剥离表土总量的百分比，本项目可剥离表土量 1.13 万 m^3 ，实际表土保护量 1.12 万 m^3 ，表土保护率达 99%，达到了批复方案设定的目标值 87%。

6.5 林草植被恢复率

项目区水土流失防治责任范围 582.07hm^2 ，可恢复植被面积 4.28hm^2 ，实际恢复林草类植被面积 4.28hm^2 ，林草植被恢复率达到 100%，达到了批复方案设定的目标值 95%。工程水土保持措施实施后防治效果分详见表 6-2。

表 6-2 林草植被恢复率计算表

防治分区	项目区面积 (hm^2)	可绿化面积 (hm^2)	植物措施面积 (hm^2)	林草植被恢复率 (%)
升压站区	1.58	0.44	0.44	100
进站道路区	0.05	0.02	0.02	100
光伏方阵区	567.07			
电缆线路区	6.9			
塔基区	5.47	3.82	3.82	100
施工工区	0.56			
牵张场区	0.16			
农场道路还扩建区	0.28			
合计	582.07	4.28	4.28	100

6.6 林草覆盖率

本项目通过植物措施建设，项目区水土流失防治责任范围 582.07hm^2 ，实际恢复林草类植被面积 4.28hm^2 ，扣除恢复农耕后占地面积 (568.07hm^2) 为 14.00hm^2 ，林草覆盖率预测计算值 31%，达到了批复方案设定的目标值 22%。水土保持措施实施后防治效果分详见表 6-3。

表 6-3 林草覆盖率计算表

防治分区	项目区面积 (hm ²)	绿化面积 (hm ²)	复耕面积 (hm ²)	扣除恢复农耕 后占地面积 (hm ²)	林草覆盖率 (%)
升压站区	1.58	0.44		1.58	28
进站道路区	0.05	0.02		0.05	40
光伏方阵区	567.07		559.46	7.61	
电缆线路区	6.9		6.9		
塔基区	5.47	3.82	1.55	3.92	97
施工工区	0.56			0.56	
牵张场区	0.16		0.16		
农场道路还扩 建区	0.28			0.28	
合计	582.07	4.28	568.07	14	31

6.7 水土保持效果达标情况

本工程水土流失治理度达 99.9%、土壤流失控制比 1.0、渣土防护率达 95%、表土保护率 99%、林草植被恢复率 100%、林草覆盖率达 31%。项目区各项指标均达到方案确定的目标值，。水土保持效果达标情况见表 6-4。

表 6-4 方案防治目标值达标情况

指标名称	方案目标	实际
水土流失治理度 (%)	98	99.9
土壤流失控制比	1.0	1.0
渣土防护率 (%)	95	95
表土保护率 (%)	87	99
林草植被恢复率 (%)	95	100
林草覆盖率 (%)	22	31

7 结论

7.1 水土流失动态变化

土壤侵蚀背景值通过收集土壤侵蚀主要因子指标，参考土壤侵蚀分类分级表得出；运行期土壤侵蚀模数通过现场调查取点得出。

本项目建设过程中水土流失呈动态变化，过程线单峰型。到施工后期的平均侵蚀强度为 $500t/km^2$ ，此时地表扰动已经完成，水土保持措施也已得到落实；工程建成后，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工程建设过程中，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容许的范围内。

本项目水土流失动态变化同时也印证了人为扰动是开发建设工程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。本项目实际防治责任范围为 $582.07hm^2$ ，其中永久占地 $3.65hm^2$ ，临时占地 $578.42hm^2$ 。本项目挖方量约 169.78 万 m^3 （含表土 1.12 万 m^3 ），填方量约 168.33 万 m^3 （含表土 1.12 万 m^3 ），无借方，总余方 1.45 万 m^3 余方于塔基用地范围摊平处置，不产生弃渣，未设置弃土场、取土场。建设单位在施工过程中严格控制扰动区域在占地红线范围内，并较好地完成了设计的水土保持措施。截止 2025 年 3 月，项目区六项指标均已达到水保方案设计目标值。

7.2 水土保持措施评价

本项目涉及的工程措施主要有表土剥离 $5.58hm^2$ 、表土回填 1.12 万 m^3 、场外排水管 50m、场内排水管 730m、排水沟 520m、场地绿化面积 $4400m^2$ 、草皮护坡 $170m^2$ 、全面整地 $3.82hm^2$ 、撒播草籽 $3.82hm^2$ 、临时苫盖 $6.50hm^2$ 、临时绿化 $0.1hm^2$ 、临时排水沟 350m、土工布铺垫 $0.16hm^2$ 。

项目区水土保持措施布局合理，防治措施体系完善，各项设施保存完好，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的功能基本得以恢复。

7.3 存在问题及建议

通过对项目区的全面调查监测，本项目水土流失在自然恢复期已得到有效控制，但仍存在少量遗留问题，待进一步改进：

（1）建设单位需加强对水保设施的日常管理维护工作，发现损坏情况，及时修复处理。加强管理、维护已实施的工程措施，以保证其正常发挥水土保持功能。

（2）施工工区继续在使用，还未进行恢复，占地原地类为园地，建设单位应督促施工单位撤场之后按计划及时复垦并移交。情况说明详见附件 5。

7.4 综合结论

通过水土保持监测，结果表明：自工程完工以来，工程水土保持效果较好，施工期没有对项目区以外区域造成影响。通过现场查勘及对相关工程资料查阅，项目区的水土保持措施布设到位，植物措施实施后养护到位，水土保持效果明显。根据各参建单位工程资料及现场监测，项目建设区未发生严重水土流失危害事件。监测结果表明：各项措施运行良好，水土保持六项防治指标分别为：水土流失治理度达 99.9%、土壤流失控制比 1.0、渣土防护率达 95%、表土保护率 99%、林草植被恢复率 100%、林草覆盖率达 31%。各项指标均达到方案设计目标值。水土保持措施布局合理，基本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；通过回访调查，本项目建设未发生水土流失影响事故；建设单位应及时完成遗留问题的整改，确保现场不产生水土流失危害。

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，防治措施体系完善，布局合理，水土保持设施具备正常运行条件，且能持续、安全、有效运行，水土保持设施的管护、维护措施落实到位，可开展水土保持设施验收工作。

8 附件和附图

8.1 附件

- 1、监测影像资料；
- 2、项目备案证；
- 3、水土保持方案批复文件；
- 4、水土保持方案变更批复文件；
- 5、关于施工工区的情况说明。

1、监测影像资料



图 1 航拍光伏阵列区现状



图 2 航拍光伏阵列区现状



图 3 航拍光伏阵列区现状



图 4 航拍光伏阵列区现状



图 5 航拍线路塔基区、光伏阵列区现状



图 6 航拍光伏阵列区现状



图 7 光伏阵列区种植农作物



图 8 电缆线路区电缆沟复耕

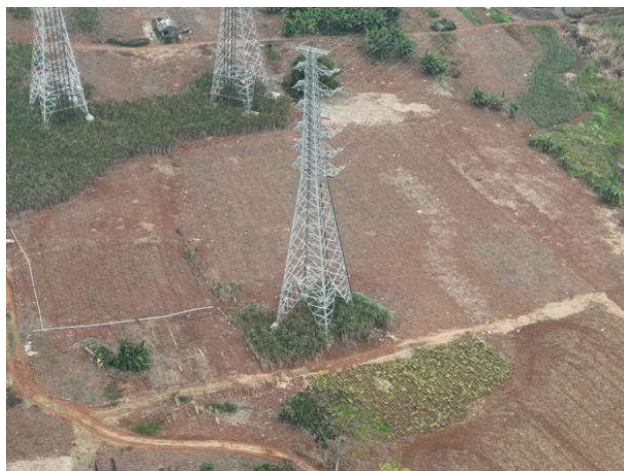


图 9 航拍线路塔基区现状

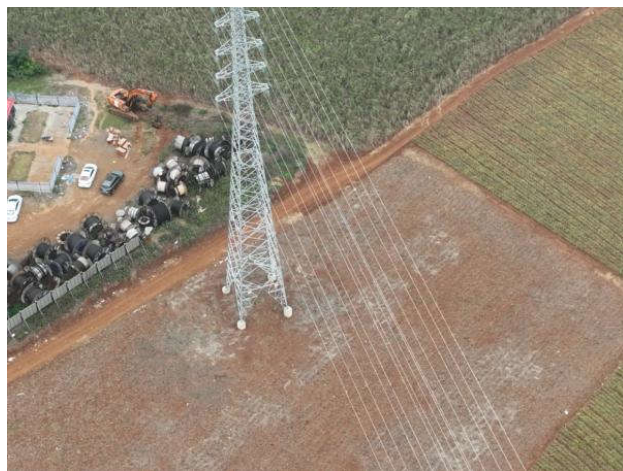


图 10 航拍线路塔基区现状



图 11 线路塔基区现状

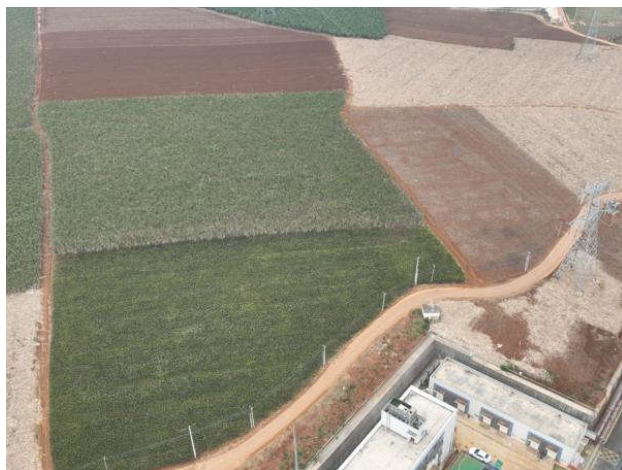


图 12 牵张场区复耕



图 13 升压站现状



图 14 升压站及农场道路还扩建区现状



图 15 升压站挡墙、围墙及排水沟防护现状



图 16 升压站内绿化及道路硬化现状



图 17 升压站内绿化



图 18 升压站场内排水



图 19 升压站场外排水沟



图 20 升压站场外排水沟



图 21 升压站场地绿化



图 22 升压站场地绿化

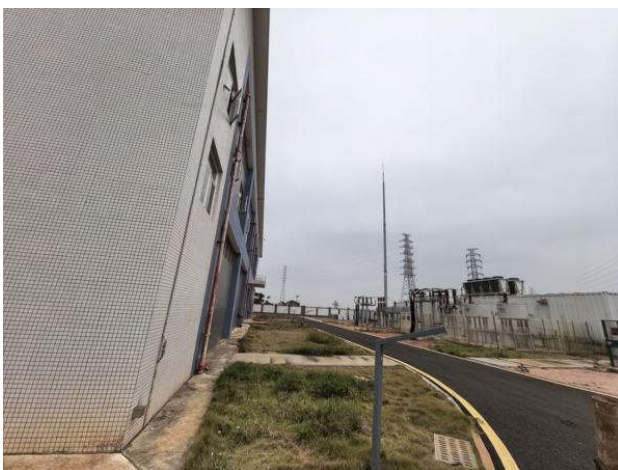


图 23 升压站场地绿化



图 24 施工营造区现状

2、项目备案证

项目代码:2012-440825-04-01-288864

广东省企业投资项目备案证



申报企业名称:广东粤电徐闻新能源有限公司

经济类型:国有独资

项目名称:广东能源友好五一农场光伏复合项目

建设地点:湛江市徐闻县广东农垦友好农场、五一农场、红星农场范围内

建设类别: ☒基建 ☐技改 ☐其他

建设性质: ☒新建 ☐扩建 ☐改建 ☐迁建 ☐其他

建设规模及内容:
项目拟在广东农垦友好农场、五一农场、红星农场范围内,建设550kW光伏复合项目,新建220kV升压站一座,采用高效单晶硅组件,组串式光伏逆变器,35kV升压变压器,经汇集线跨流后接入自建220kV升压站,经外送线路接入公共电网。建成后年均发电量6.6亿度,相当于节约标煤19.8万吨。

项目总投资: 275000.00 万元(折合 万美元) 项目资本金: 55000.00 万美元

其中: 土建投资: 27500.00 万元

设备和技术投资: 247500.00 万元; 进口设备用汇: 0.00 万美元

计划开工时间: 2021年06月

计划竣工时间: 2023年12月

备案机关: 徐闻县发展和改革委员会

备案日期: 2020年12月19日

更新日期: 2023年04月19日

备注: 项目须到县自然资源局、住房和城乡建设局、湛江市生态环境局徐闻分局、水务局等相关部门办理相关手续后,方能动工建设。

提示: 1. 备案证明文件仅代表备案机关确认收到建设单位项目备案信息的证明,不具备行政许可效力。
2. 备案有效期为两年。项目两年内未开工建设且未办理延期的,备案证自动失效。项目在备案证有效期内开工建设的,备案证长期有效。

查询网址: <https://gd.tzxm.gov.cn>

广东省发展和改革委员会监制

3、水土保持方案批复文件；

徐闻县水务局文件

徐水（2021）427 号

关于广东能源友好五一农场光伏复合项目水土保持方案 审批准予行政许可决定书

广东粤电徐闻新能源有限公司：

我局于 2021 年 11 月 12 日收到你公司广东能源友好五一农场光伏复合项目水土保持方案申请材料（包括项目水土保持方案审批申请表、项目水土保持方案审批承诺书、项目水土保持方案报告书以及方案报告书技术审查意见等），并于当日受理你公司提出的广东能源友好五一农场光伏复合项目水土保持方案报告书审批申请。经程序性审查，我局认为你公司提交的申请材料符合法定条件。根据《中华人民共和国行政许可法》第三十八条第一款、《水行政许可实施办法》第三十二条第一项的规定，我局作出行政许可决定如下：

(一) 基本同意建设期水土流失防治责任范围为 681.43 公顷。

(二) 同意水土流失防治执行南方红壤区建设项目二级标准。

(三) 同意水土流失防治目标为：水土流失总治理度 95%，表土保护率 87%，土壤流失控制比 1.0，渣土防护率 95%，林草植被恢复率 95%，林草覆盖率 22%。

(四) 基本同意水土流失防治分区及分区防治措施安排。

(五) 同意建设期水土保持补偿费为 0 元。

附件：实施广东能源友好五一农场光伏复合项目水土保持方案告知书

徐闻县水务局
2021 年 11 月 17 日

抄送：徐闻县税务局；徐闻县水务水政监察大队；广东省水利电力勘测设计研究院有限公司。

徐闻县水务局办公室

2021 年 11 月 17 日印发

徐 闻 县 水 务 局

实施广东能源友好五一农场光伏复合项目 水土保持方案告知书

广东粤电徐闻新能源有限公司：

我局于 2021 年 11 月 17 日对你公司申请的关于广东能源友好五一农场光伏复合项目水土保持方案作出准予行政许可决定。为依法实施该项目的水土保持方案，依据《中华人民共和国水土保持法》《广东省水土保持条例》的相关规定，告知如下：

一、请按照批准的水土保持方案，做好水土保持初步设计和施工图设计，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、请严格按方案要求落实各项水土保持措施。各项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，严格控制施工期可能造成水土流失。

三、请切实做好水土保持监测工作，加强水土流失动态监控。项目开工前开展水土保持监测工作，向我局上的需报送年度报告)。

四、请做好水土保持监理工提交水土保持监测季度报告和年度报告(项目建设的工期在三年以作，确保水土保持工程质

量。

五、请落实报告制度。在项目开工建设后十五个工作日内向我局书面报告开工信息。

六、如项目建设的地点、规模如发生重大变化，或者水土保持方案实施过程中措施发生重大变更，应当补充或者修改水土保持方案，报我局审批。在水土保持方案确定的弃渣场外新设弃渣场的，或者需要提高弃渣场堆渣量达到 20%以上的，应当在弃渣前编制水土保持方案（弃渣场补充）报告书，报我局审批。

七、项目在竣工验收和投产使用前，你公司应对水土保持设施进行自主验收，并将验收资料报备我局。水土保持设施未经验收或者验收不合格的，生产建设项目不得投产使用。

八、请配合做好监督检查工作。我局以及上级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时，你公司应配合做好相关工作。

如违反上述告知事项，将承担相应的法律责任。



4、水土保持方案变更批复文件

徐闻县水务局文件

徐水（2023）142 号

徐闻县水务局关于广东能源友好五一农场光伏复合项目 水土保持方案变更审批准予行政许可决定书

广东粤电徐闻新能源有限公司：

我局收到你公司广东能源友好五一农场光伏复合项目水土保持方案变更申请材料（包括项目水土保持方案变更审批申请表、项目水土保持方案变更审批承诺书、项目水土保持方案变更报告书以及方案变更报告书技术审查意见等）收悉。我局于 2023 年 5 月 4 日受理你公司提出的广东能源友好五一农场光伏复合项目水土保持方案变更审批申请。经程序审查，我认为你公司提交的申请材料符合法定条件。现根据《中华人民共和国行政许可法》第四十九条、《水行政许可实施办法》第三十九条第二款的规定，我局作出准予变更行政许可决定如下：

（一）基本同意变更后水土流失防治责任范围为 579.37 公

顷。

(二)同意变更后水土流失防治执行南方红壤区建设项目二级标准。

(三)同意变更后水土流失防治目标为：水土流失治理度 98%，土壤流失控制比 1.0，渣土防护率 95%，表土保护率 87%，林草覆盖率 95%，林草覆盖率 22%。

(四)基本同意变更后水土流失防治分区及分区防治措施安排。

(五)同意建设期水土保持补偿费为 188.87 万元。根据《广东省发展改革委 广东省财政厅关于扩大部分涉企行政事业性收费免征对象范围的通知》（粤发改价格函（2019）649 号）规定，该项目免征省级收入水土保持补偿费 169.983 万元，征收省级代收上缴中央的水土保持补偿费 18.887 万元。

附件：实施广东能源友好五一农场光伏复合项目水土保持变更方案告知书



抄送：国家税务总局徐闻县税务局；广东省水利电力勘测设计研究院有限公司。

徐闻县水务局办公室

2023 年 5 月 4 日印发

徐 闻 县 水 务 局

实施广东能源友好五一农场光伏复合项目 水土保持变更方案告知书

广东粤电徐闻新能源有限公司：

我局于 2023 年 5 月 4 日对你公司申请的关于广东能源友好五一农场光伏复合项目水土保持方案变更作出准予行政许可决定。为依法实施该项目的水土保持方案，依据《中华人民共和国水土保持法》《广东省水土保持条例》的相关规定，告知如下：

一、请按照批准的水土保持方案，做好水土保持初步设计和施工图设计，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、请严格按方案要求落实各项水土保持措施。各项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，严格控制施工期可能造成水土流失。

三、请切实做好水土保持监测工作，加强水土流失动态监控。项目开工前开展水土保持监测工作，向我局提交水土保持监测季度报告和年度报告（项目报建工期在三年以上的需报送年度报告）。

四、请做好水土保持监理工作，确保水土保持工程质量。

五、请落实报告制度。在项目开工建设后十五个工作日内向我局书面报告开工信息。

六、请在项目开工前一次性缴纳水土保持补偿费。

七、如项目建设的地点、规模如发生重大变化，或者水土保持方案实施过程中措施发生重大变更，应当补充或者修改水土保持方案，报我局审批。在水土保持方案确定的弃渣场外新设弃渣场的，或者需要提高弃渣场堆渣量达到 20%以上的，应当在弃渣前编制水土保持方案（弃渣场补充）报告书，报我局审批。

八、项目在竣工验收和投产使用前，你公司应对水土保持设施进行自主验收，并将验收资料报备我局。水土保持设施未经验收或者验收不合格的，生产建设项目不得投产使用。

九、请配合做好监督检查工作。我局以及上级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时，你公司应配合做好相关工作。

如违反上述告知事项，将承担相应的法律责任。



5、关于施工工区的情况说明

关于广东能源友好五一农场光伏复合项目 施工工区后续恢复的情况说明

广东能源友好五一农场光伏复合项目主体工程已于2024年12月完工，正在进行投产前收尾工作。由于在收尾工作中还需使用到施工工区，施工工区用地未能达到拆除恢复条件。按照总公司要求，本项目需尽快投产使用产生效益，现承诺本项目水土保持设施验收工作遗留施工工区恢复问题，本公司将监督施工单位在施工结束后按时完成拆除、恢复及移交工作。

本工程施工工区原占地类型为园地，占地面积约0.56hm²，将继续利用至2025年8月后进行拆除，计划2025年10月完成恢复及移交工作，特此说明。

附：施工工区现状图

广东粤电徐闻新能源有限公司
广东能源友好五一农场
光伏复合项目
2025年3月31日

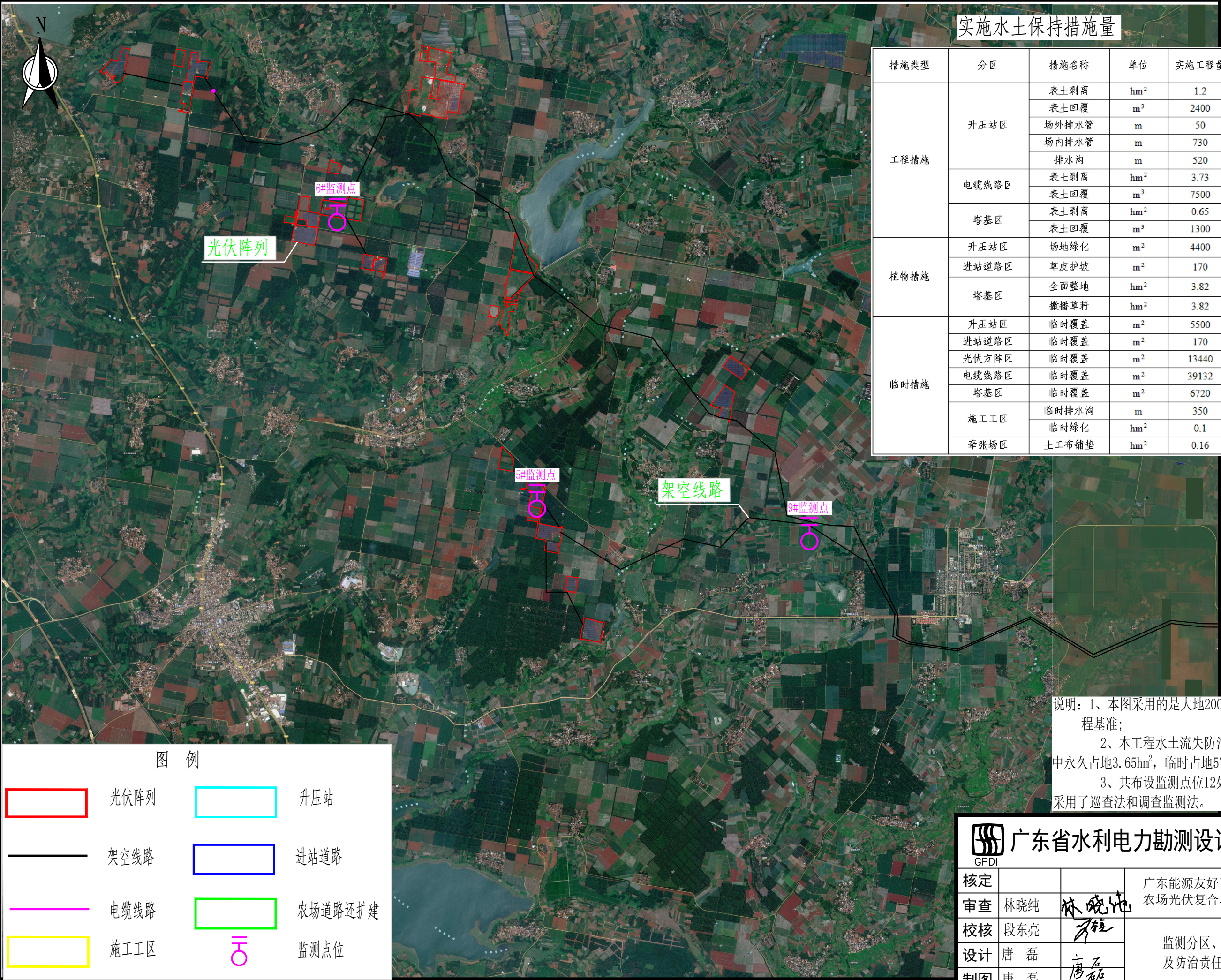
附图：施工工区现状图



8.2 附图

- 1、监测分区、监测点位布设及防治责任范围图。

		日期
		会签者
		会签单位



实施水土保持措施量				
措施类型	分区	措施名称	单位	实施工程量
工程措施	升压站区	表土剥离	hm ²	1.2
		表土回覆	m ³	2400
		场外排水管	m	50
		场内排水管	m	730
		排水沟	m	520
	电缆线路区	表土剥离	hm ²	3.73
		表土回覆	m ³	7500
	塔基区	表土剥离	hm ²	0.65
表土回覆		m ³	1300	
植物措施	升压站区	场地绿化	m ²	4400
	进站道路区	草皮护坡	m ²	170
	塔基区	全面整地	hm ²	3.82
		撒播草籽	hm ²	3.82
临时措施	升压站区	临时覆盖	m ²	5500
	进站道路区	临时覆盖	m ²	170
	光伏方阵区	临时覆盖	m ²	13440
	电缆线路区	临时覆盖	m ²	39132
	塔基区	临时覆盖	m ²	6720
	施工工区	临时排水沟	m	350
		临时绿化	hm ²	0.1
	牵张场区	土工布铺垫	hm ²	0.16

说明：1、本图采用的是大地2000平面坐标系 1985国家高程基准；
2、本工程水土流失防治责任范围为582.07hm²，其中永久占地3.65hm²，临时占地578.42hm²。
3、共布设监测点位12处，监测重点为光伏方阵区，采用了巡查法和调查监测法。

图 例			
	光伏阵列		升压站
	架空线路		进站道路
	电缆线路		农场道路还扩建
	施工工区		监测点位

广东省水利电力勘测设计研究院有限公司					
核定			广东能源友好五一农场光伏复合项目	监测	阶段
审查	林晓纯			水土保持	部分
校核	段东亮		监测分区、监测点位布设及防治责任范围图(1/2)		
设计	唐 磊				
制图	唐 磊				
设计证号	甲级 A144001909	图号	附图1	日期	2025.03

			日期
			会签
			会签单位

实施水土保持措施量

措施类型	分区	措施名称	单位	实施工程量
工程措施	升压站区	表土剥离	hm ²	1.2
		表土回覆	m ³	2400
		场外排水管	m	50
		场内排水管	m	730
		排水沟	m	520
	电缆线路区	表土剥离	hm ²	3.73
		表土回覆	m ³	7500
	塔基区	表土剥离	hm ²	0.65
		表土回覆	m ³	1300
植物措施	升压站区	场地绿化	m ²	4400
	进站道路区	草皮护坡	m ²	170
	塔基区	全面整地	hm ²	3.82
		撒播草籽	hm ²	3.82
临时措施	升压站区	临时覆盖	m ²	5500
	进站道路区	临时覆盖	m ²	170
	光伏方阵区	临时覆盖	m ²	13440
	电缆线路区	临时覆盖	m ²	39132
	塔基区	临时覆盖	m ²	6720
		施工工区	临时排水沟	m
	临时绿化		hm ²	0.1
	牵张场区	土工布铺垫	hm ²	0.16

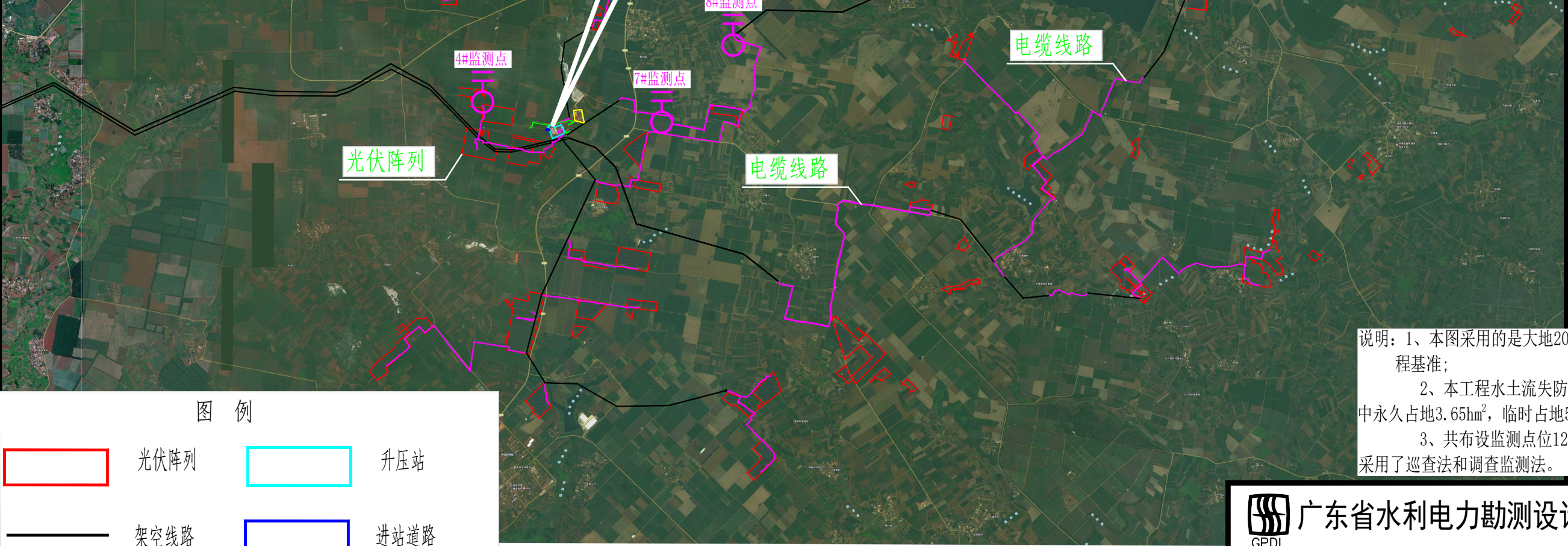
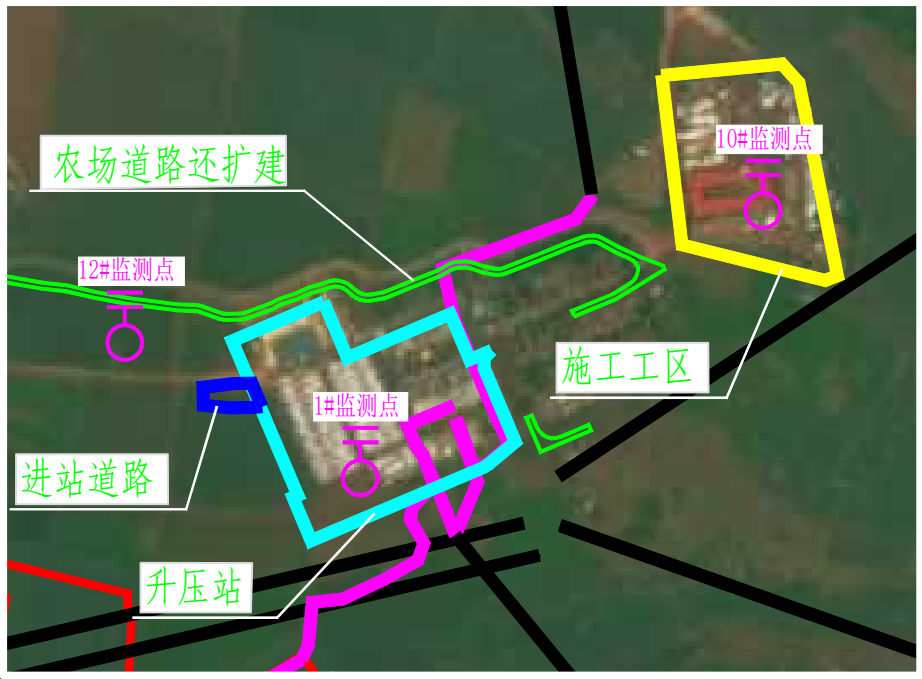


图 例

光伏阵列

架空线路

电缆线路

施工工区

升压站

进站道路

农场道路还扩建

监测点位

说明：1、本图采用的是大地2000平面坐标系 1985国家高程基准；
2、本工程水土流失防治责任范围为582.07hm²，其中永久占地3.65hm²，临时占地578.42hm²。
3、共布设监测点位12处，监测重点为光伏方阵区，采用了巡查法和调查监测法。

广东省水利电力勘测设计研究院有限公司					
GPDI					
核定			广东能源友好五一农场光伏复合项目	监测	阶段
审查	林晓纯	林晓纯		水土保持	部分
校核	段东亮	段东亮	监测分区、监测点位布设及防治责任范围图(2/2)		
设计	唐磊	唐磊			
制图	唐磊	唐磊			
设计证号	甲级 A144001909	图号	附图1	日期	2025.03