

水保监测（云）字第 0001 号

三色评价结论：92 分

西双版纳州勐海县协鑫光伏 50 兆瓦农光互补电站工程

水土保持监测总结报告

建设单位：勐海协鑫光伏农业电力有限公司

监测单位：昆明龙慧工程设计咨询有限公司

2021 年 7 月



生产建设项目水土保持监测单位水平评价证书

(正本)

单位名称: 昆明龙慧工程设计咨询有限公司

法定代表人: 罗松

单位等级: ★★★★★ (4星)

证书编号: 水保监测(云)字第0001号

有效期: 自2018年10月01日至2021年09月30日

发证机构: 中国水土保持学会

发证时间: 2018年09月30日

本证书此次仅供西双版纳州勐

海县协鑫光伏50兆瓦农光互补电站

工程项目中使用,再次复印无效!



生产建设项目水土保持方案编制单位水平评价证书

(正本)

单位名称: 昆明龙慧工程设计咨询有限公司

法定代表人: 罗松

单位等级: ★★★★★ (5星)

证书编号: 水保方案(云)字第0024号

有效期: 自2018年10月01日至2021年09月30日

发证机构: 中国水土保持学会

发证时间: 2018年09月30日



编制单位地址: 昆明市二环西路625号云铜科技园工程技术中心B座二楼

部门负责人: 张 鹏 15912584226

技术负责人: 保春刚 15925116618

项目联系人: 蒙利宏 15969572078

项目负责人: 俞海光 18788557629

传 真: 0871-65392953

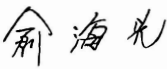
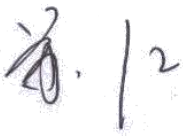
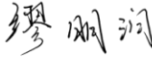
电子邮箱: lhsb02@163.com

西双版纳州勐海县协鑫光伏 50 兆瓦农光互补电站工程

水土保持监测总结报告

责任页

昆明龙慧工程设计咨询有限公司

批准:	张洪开		副总经理	
核定:	保春刚		高级工程师	
审查:	蒙利宏		高级工程师	
校核:	陈 密		工程师	
项目负责人:	俞海光		工程师	
编写:	俞海光		工程师	汇总编写及第 1、2 章
	苏 江		工程师	第 3、4、5 章
	缪明润		助理工程师	第 6、7 章、图纸

目 录

前言.....	1
1 建设项目及水土保持工作概况.....	5
1.1 建设项目概况.....	5
1.2 水土保持工作情况.....	18
1.3 监测工作实施情况.....	24
2 监测内容和方法.....	32
2.1 监测内容.....	32
2.2 监测方法.....	34
3 重点对象水土流失动态监测.....	40
3.1 防治责任范围监测.....	40
3.2 取料监测结果.....	44
3.3 弃渣监测结果.....	45
3.4 土石方流向情况监测结果.....	45
4 水土流失防治措施监测结果.....	48
4.1 工程措施监测结果.....	48
4.2 植物措施监测结果.....	51
4.3 临时防护措施监测结果.....	53
4.4 水土保持措施防治效果.....	55
5 土壤流失情况监测.....	57
5.1 水土流失面积.....	57
5.2 土壤流失量.....	57
5.3 取料、弃渣潜在土壤流失量.....	66
5.4 水土流失危害.....	66
6 水土流失防治效果监测结果.....	67
6.1 水土流失治理度.....	67

6.2 土壤流失控制比.....	68
6.3 渣土防护率.....	68
6.4 表土保护率.....	69
6.5 林草植被恢复率.....	69
6.6 林草覆盖率.....	69
7 结论.....	71
7.1 水土流失动态变化.....	71
7.2 水土保持措施评价.....	71
7.3 水土保持监测三色评价赋分.....	72
7.4 存在问题及建议.....	73
7.5 综合结论.....	74

附件

附件 1：水土保持监测委托书；

附件 2：《西双版纳州水利局关于准予西双版纳州勐海县协鑫光伏 50 兆瓦农光互补电站工程水土保持方案的行政许可决定书》（西水许〔2015〕39 号）；

附件 3：《西双版纳州水利局关于西双版纳州勐海县协鑫光伏 50 兆瓦农光互补电站工程水土保持方案变更报告的批复》（西水政保〔2019〕3 号）；

附件 4：《西双版纳州发展和改革委员会关于西双版纳州勐海县协鑫光伏 50MW 农光互补电站工程投资项目备案证》（西发改能源备案〔2015〕001 号）；

附件 5：工程现场监测照片集；

附件 6：补偿费缴纳凭证。

附图

附图 1：项目区地理位置图；

附图 2：西双版纳州勐海县协鑫光伏 50 兆瓦农光互补电站工程监测分区及监测点布设图；

附图 3：西双版纳州勐海县协鑫光伏 50 兆瓦农光互补电站工程水土流失防治责任范围图。

西双版纳州勐海县协鑫光伏 50 兆瓦农光互补电站工程水土保持监测特性表

主体工程主要技术指标											
项目名称		西双版纳州勐海县协鑫光伏 50 兆瓦农光互补电站工程									
建设规模	规划用地面积 190.73hm ² ，工程 建设装机容量为 28.4931MW			建设单位、联系人		勐海协鑫光伏农业电力有限公司 高学林					
				建设地点		勐海县					
				所属流域		澜沧江流域					
				工程总投资		43375 万元					
				工程总工期		12 个月（2015 年 7 月~2016 年 6 月）					
水土保持监测指标											
监测单位			昆明龙慧工程设计咨询有限公司			联系人及电话		俞海光/18788557629			
自然地理类型			浅切割中山地貌			防治标准		一级标准			
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		定位监测			2.防治责任范围监测		调查监测			
	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		巡查监测			水土流失背景值		701.21t/km ² •a			
方案设计防治责任范围			190.73hm ²			容许土壤流失量		500t/km ² •a			
水土保持投资			100.83 万元			水土流失目标值		500t/km ² •a			
防治措施			工程措施：砖砌排水沟 380m，浆砌石排水沟 250m，生态排水沟 10895m，排水涵管 78m，沉沙池 1 口； 植物措施：升压站绿化 400m ² ，植被恢复 2.18hm ² ； 临时措施：砖砌排水沟 85m，临时无纺布覆盖 22200m 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	97%	99.9%	防治措施面积	2.22hm ²	永久建筑物及硬化面积	8.73hm ²	扰动土地总面积	10.95hm ²	
		土壤流失控制比	1.0	1.11	防治责任范围面积	190.73hm ²	水土流失总面积	10.95hm ²			
		渣土防护率	92%	98%	工程措施面积	0hm ²	容许土壤流失量	500t/km ² •a			
		表土保护率	95%	/	植物措施面积	2.22hm ²	监测土壤流失情况	3634.69t/km ² •a			
		林草植被恢复率	96%	99.9%	可恢复林草植被面积	2.22hm ²	林草类植被面积	2.22hm ²			
		林草覆盖率	21%	95.94%	实际拦挡弃土（石、渣）量	0 万 m ³	总弃土（石、渣）量	0 万 m ³			
		水土保持治理达标评价		本工程水土保持措施总体布局合理，完成了工程设计和水土保持方案所要求的水土流失的防治任务，水土保持设施工程质量总体合格，水土流失得到有效控制，项目区生态环境得到根本改善。六项指标均达到防治目标要求。							
	总体结论		本工程水土保持治理措施基本完成，总体治理度较高，防治效果显著。								
主要建议			1、加强后期的植被抚育管理工作，避免因管理不当而影响植物措施的保存率； 2、建设单位应高度重视运行期间水土流失治理及管护责任，与当地有关部门共同配合，作好水土保持措施的管理工作，并在每年雨季期间加强监管，指派专人负责运行期水土保持工作，发现问题及时采取相应补救措施。								

前言

一、项目简况

西双版纳州勐海县协鑫光伏 50 兆瓦农光互补电站工程（以下简称勐海县协鑫光伏）项目场址位于勐海县西定乡旧过村帕顶梁子山南向坡面上，行政隶属于西定乡旧过村，场址距勐遮镇约 12km，距勐海县城约 55km，地理坐标介于东经 $100^{\circ}03'49''\sim 100^{\circ}05'11''$ ，北纬 $22^{\circ}01'00''\sim 22^{\circ}02'02''$ 之间。场址周边乡村道路网络发达，并且场址紧邻中广核建设的帕滇梁子风电场，可利用风电场场区道路及原有乡村道路连接至项目区内，外部交通条件较好，可满足场区设备、材料等的运输要求，交通十分方便。

受云南新能源开发政策影响，工程实际建设装机容量为 28.4931MW，实际并网容量为 27.389MW，光伏板采用两列柱斜顶支架，建设太阳能电池方阵 26 个，建设 110kV 升压站一座，安装箱变 26 座，逆变器 22 台，新建和改扩建场内道路 7.55km，改扩建进场道路 3.60km，建成后年平均发电量将达到 7793.08MW·h。本项目主要由太阳能电池方阵、逆变器及 35kV 箱式变、集电线路、升压站、道路工程、施工生产生活场地及其他附属设施等组成。

本项目建设占地面积 190.73hm²，其中工程建设扰动面积 10.95hm²，不扰动面积为 179.78hm²，占地性质为永久占地 188.70hm² 和临时占地 2.03hm²。工程主要占地类型为林地、草地及交通运输用地，其中，占用林地 8.08hm²，草地 178.61hm²，交通运输用地 4.04hm²。

根据各项工程土石方情况汇总，本项目建设共产生土石方开挖量为 11.44 万 m³；工程回填方为 11.44 万 m³；内部调运 0.79 万 m³；未产生永久弃渣。

本工程由勐海协鑫光伏农业电力有限公司负责投资建设及运行管理，工程总投资 43375 万元，其中土建工程费用为 24345 万元。本工程施工工期为 12 个月，工程于 2015 年 7 月开工建设，已于 2016 年 6 月工程完工。

二、监测任务由来及监测过程

为贯彻执行《中华人民共和国水土保持法》和建设工程项目的有关法律法规的规定，确保西双版纳州勐海县协鑫光伏 50 兆瓦农光互补电站工程在建设过程中新增水土流失得到全面有效的治理，2015 年 7 月，勐海协鑫光伏农业电力有限公司委托昆明龙慧工程设计咨询有限公司承担了本项目水土保持方案的编制

任务。根据《西双版纳州勐海县协鑫光伏 50 兆瓦农光互补电站工程可行性研究报告》，方案编制单位于 2015 年 8 月编制完成了《西双版纳州勐海县协鑫光伏 50 兆瓦农光互补电站工程水土保持方案初步设计报告书》（送审稿），报水行政主管部门审查。2015 年 9 月 3 日，西双版纳州水利局在景洪市主持召开了方案的技术审查会，会议通过评审并提出了修改意见，方案编制单位经修改完善形成方案《报批稿》（以下简称《原方案》）。2015 年 10 月 8 日，西双版纳州水利局以“西水许〔2015〕39 号”文对项目水土保持方案进行了批复。

西双版纳州勐海县协鑫光伏 50MW 农光互补电站工程原方案设计建设 50MW 光伏发电系统，变更后建设 30MW 光伏发电系统，其符合云水保〔2016〕49 号第二条：水土保持方案经批准后，生产建设项目地点、规模发生重大变化的，须重新编制水土保持方案报告书。方案编制单位（昆明龙慧工程设计咨询有限公司）于 2019 年 6 月编制完成了《西双版纳州勐海县协鑫光伏 50 兆瓦农光互补电站工程水土保持方案变更报告书》（送审稿）。西双版纳州水利局于 2019 年 7 月 9 日，在景洪市主持召开了《西双版纳州勐海县协鑫光伏 50MW 农光互补电站工程水土保持方案变更报告书》技术审查会。与会代表和专家查看了项目区现场及相关图片资料，听取了建设单位关于项目建设生产情况的介绍，以及关于方案编制内容的汇报，经质询、讨论，并提出了修改意见和建议，编制单位对报告进行了修改完善，于 2019 年 8 月完成《西双版纳州勐海县协鑫光伏 50 兆瓦农光互补电站工程水土保持方案变更报告书（报批稿）》（以下简称“变更方案”）。2019 年 8 月 15 日西双版纳州水利局以“西水政保〔2019〕3 号”文对项目水土保持变更方案进行了批复。

工程完工后，工程实际建设完成容量为 28.4931MW，实际并网容量为 27.389MW，两次获得的建设指标 30WM 中 1.5069MW 未建设，由于建设单位资金原因后期不再进行建设。与《变更方案》对比，光伏方阵减少，升压站、道路工程区、临时施工生产生活区与变更方案一致，防治责任范围不变，实际扰动面积、开挖回填土石方、水土保持植物措施、水土保持投资有所减少。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）及《云南省水利厅关于进一步加强省级生产建设项目水土保方案变更管理的通知》（云水保〔2016〕49 号），本工程建设涉及到了《水利部生产建设项目水土保持方案变更管理规定（试行）》的第三条、第四条及第五条，通过分析，项目实

际建设过程中虽然发生了变更,但通过分析,未达到重大变更条件,因此,可纳入验收管理规定。

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》以及云南省水利厅第 7 号公告《云南省开发建设项目水土保持生态环境监测管理办法暂行办法》等法律法规规定,建设单位(勐海协鑫光伏农业电力有限公司)于 2015 年 10 月委托昆明龙慧工程设计咨询有限公司进行该工程的水土保持监测。接受委托之后,昆明龙慧工程设计咨询有限公司即组织技术人员成立项目组到施工现场进行实地查勘、调查、收集有关数据,针对工程水土保持工作的不足和存在的问题,现场提出相应的整改建议。项目监测小组分别于 2015 年 10 月、12 月,2016 年 3 月、6 月、9 月、12 月,2017 年 6 月、12 月,2018 年 6 月、12 月,2019 年 6 月、12 月,2020 年 6 月、12 月对项目现场进行了外业调查。经过分析整理,于 2021 年 7 月编制完成了《西双版纳州勐海县协鑫光伏 50 兆瓦农光互补电站工程水土保持监测总结报告》(以下简称《监测报告》),为下阶段水土保持设施专项验收提供依据。

建设单位在监测工作过程中给予了积极配合、大力支持,提供了良好的工作条件。西双版纳州水利局、勐海县水务局等本工程涉及的各级水行政主管部门,也给予了大力支持和帮助,在此一并表示感谢。

三、水土保持监测结果

根据项目水土保持监测,从土壤侵蚀背景状况及监测结果的分析可以看出,建设单位和施工单位很重视水土保持工作和生态保护,基本按照《水保方案》设计实施各种预防保护措施。根据监测成果分析,可以得出以下总体结论:

(1)本项目在建设过程中,实际发生的防治责任范围为 190.73hm^2 ,其中工程建设扰动面积 10.95hm^2 ,不扰动面积为 179.78hm^2 ,占地性质为永久占地 188.70hm^2 和临时占地 2.03hm^2 。

(2)根据工程实际建设情况、工程监理资料以及现场踏勘,本工程开挖共产生土石方开挖量为 11.44万 m^3 ;工程回填方为 11.44万 m^3 ;内部调运 0.79万 m^3 ;未产生永久弃渣。

(3)截止 2020 年 12 月,经统计项目实施水土保持措施具体如下:

①工程措施:砖砌排水沟 380m,浆砌石排水沟 250m,生态排水沟 10895m,排水涵管 78m,沉沙池 1 口。

②植物措施：升压站绿化 400m²，植被恢复 2.18hm²。

③临时措施：砖砌排水沟 85m，临时无纺布覆盖 22200m²。

(4) 根据水土流失量监测结果，项目区原生平均土壤侵蚀模数为 701.21t/km²·a，施工期间平均土壤侵蚀模数为 3634.69t/km²·a，自然恢复期平均土壤侵蚀模数为 211.11t/km²·a，水土流失量由施工期间 174.40t 减少为 11.56t，与原地貌对比，施工期间项目的施工扰动造成了一定程度的水土流失，随着工程施工完成，通过各项水土保持措施的实施，各项水土保持措施发挥效益，本项目产生的水土流失危害减少，因此本工程水土保持措施可满足水土保持要求。

(5) 通过对项目区水土流失防治效果评价，水土保持措施实施后各项指标为：水土流失治理度达到 99.9%，土壤流失控制比达到 1.11，渣土防护率达到 98%，表土保护率不计，林草植被恢复率达到 99.9%，林草覆盖率达到 95.94%，六项指标均达到防治目标要求。

四、监测结论

根据监测成果分析，在工程施工建设过程中，工程施工未引起大面积严重水土流失，水土保持工程基本完好，发挥了防治因工程建设引发水土流失的作用。

目前，建设单位已初步完成水土保持设施的竣工结算，后期运行管理单位已明确，后续管护和运行资金有保证；各项水土保持设施具备运行条件，且能持续、安全、有效运转，符合交付使用要求，已具备水土保持设施竣工验收的条件。

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

1.1.1.1 项目地理位置

西双版纳州勐海县协鑫光伏 50 兆瓦农光互补电站工程项目场址位于勐海县西定乡旧过村帕顶梁子山南向坡面上，场址距勐遮镇约 12km，距勐海县城约 55km，地理坐标介于东经 100°03'49"~100°05'11"，北纬 22°01'00"~22°02'02"之间。

由勐海县城经 214 国道至勐遮镇，在经勐遮镇至西定乡的乡村道路可与项目区进场道路相连，外部交通条件较好，平均路面宽 4.5m 以上，均为混凝土和沥青路面道路，可满足项目建设外部交通运输要求。具体交通运输路线为：昆明—勐海县，里程约 570km，为高速公路；勐海县—勐遮镇，里程约 43km，为 214 国道；勐遮镇—场址南部，里程约 12km，为乡村道路。

1.1.1.2 项目建设规模及特性

一、项目特性

- (1) 项目名称：西双版纳州勐海县协鑫光伏 50 兆瓦农光互补电站工程；
- (2) 建设单位：勐海协鑫光伏农业电力有限公司；
- (3) 建设地点：云南省西双版纳州勐海县；
- (4) 建设性质：新建建设类项目；
- (5) 建设规模：规划用地面积 190.73hm²，工程实际建设装机容量为 28.4931MW，实际并网容量为 27.389MW；
- (6) 建设工期：2015 年 7 月~2016 年 6 月，总工期 12 个月；水土保持完善措施工期：2019 年 7 月~2019 年 8 月；
- (7) 工程总投资：工程总投资 43375 万元，其中土建工程费用为 24345 万元；
- (8) 征占地面积：本项目区占地面积为 190.73hm²，永久占地 188.70hm²，临时占地 2.03hm²。

二、工程规模与等级

西双版纳州勐海县协鑫光伏 50 兆瓦农光互补电站工程占地面积为 190.73hm²，建设太阳能电池方阵 26 个，建设 110kV 升压站一座，安装箱变 26 座，逆变器 22 台，新建和改扩建场内道路 7.55km，改扩建进场道路 3.60km。

项目主要经济技术指标见表 1-1。

表 1-1 项目建设规模及主要技术经济指标

	项目名称	单位	数量	备注
1	征占地面积	hm ²	190.73	
2	项目组成			
2.1	太阳能电池方阵	个	26	总装机容量 28.4931MWp
2.2	升压站	座	1	新建 110kv
2.3	箱变	台	26	
2.4	集电线路	km	19.82	
2.5	道路工程	km	11.15	
2.5.1	进场道路	km	3.60	改扩建
2.5.2	场内道路	km	7.55	新修及改扩建
2.6	施工生产生活区	处	3	
2.7	预留用地区	hm ²	112.04	太阳能电池方阵外不在一期用地规划内的未利用区域
3	年平均辐射总量	MJ/m ²	5756	
4	额定发电功率	kW	80	
5	年上网电量	MW·h	7793.08	
6	全站人员指标	人	12	
7	全站用水量	m ³	6000	
8	发电系统总效率	%	80.3	
9	工程总投资	万元	43375	
10	土建投资	万元	24345	
11	建设工期	月	12	2015 年 7 月~2016 年 6 月

1.1.1.3 项目组成

西双版纳州勐海县协鑫光伏 50 兆瓦农光互补电站工程包括光伏发电系统区、升压站区、道路工程区、临时施工生产生活区、预留用地区。

一、光伏发电系统区

光伏发电系统包括光伏方阵、方阵支架及基础、方阵周边空地、逆变器室及箱式变。总占地面积为 71.41hm²。

(1) 太阳能电池组件

工程采用 1.28MW 及 1.10MW 的太阳能电池方阵，共布设 26 个方阵，建设光伏发电单元系统采用 225Wp 的多晶硅光伏组件，逆变器与的光伏方阵相连，

输出 35kV 中压，经集电线路输送升压站再次升至 110kV。

(2) 光伏阵列支架及基础

每方阵约 90 个支架，每个支架 22 块电池组件，每方阵约 $22 \times 90 = 1980$ 块电池组件。支架采用 $11.12 \times 3.03\text{m}$ 的钢结构框架，每个支架配置 8 个基础，共基础 1.87 万个。光伏阵列灌注桩基础桩基采用直径为 140mm，深 1.0m，用混凝土浇筑。

(3) 逆变器室及 35kV 箱式变

本项目每 2 个光伏发电单元系统组成光伏发电分系统，每个光伏发电分系统设一间逆变器室，35kV 箱式变户外布置在逆变器室旁。整个场区共布置箱式变 26 座，逆变器 22 台。逆变器及箱变基础总占地面积为 0.30m^2 。



二、升压站区

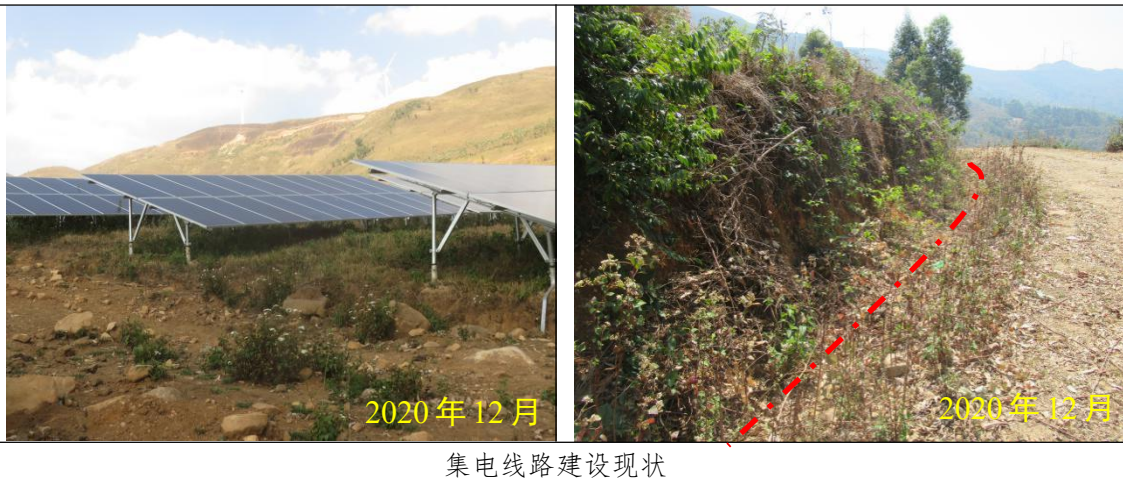
升压站由新建场内道路连接，属于综合功能区，主要包括综合楼、宿舍楼、35kV 配电室、GIS 室等建构物，总建筑面积 5498m^2 ，总占地面积增加 0.72hm^2 。

升压站占地尺寸 125m×75m，整个场区分为生产区、生活办公区两部分。站内道路为 4m 宽混凝土路面，转弯半径 9m，形成环形通道，满足消防要求。入口道路北侧布置办公综合楼，西侧布置仓库。生产区入口道路北侧布置 110kV GIS 室，南侧布置 35kV 配电装置室，东侧布置无功补偿装置，各电气设备之间由电缆沟连接。升压站四周设砖砌围墙，办公综合楼四周空地适当布置绿化，仓库区地下布置消防水池和泵房。



三、集电线路

集电线路采用电缆桥架敷设和电缆沟敷设两种方式，全长 25.07km。电缆桥架敷设长 19.82km，电缆桥架位于太阳能方阵区域，占地面积不再单独统计。电缆沟全长 5.25km，布设于场内道路区一侧，直埋壕沟截面尺寸为 1000mm×1000mm，电缆沟分布于场内道路区，占地统计入场内道路区中不单独计列。



四、道路工程区

道路工程区包括进场道路和场内道路，占地共计 6.56hm²，具体情况如下：

（1）进场道路

场址东部有乡村道路 3.60km 与中广核帕滇梁子风电场区道路相接，该段乡村道路可作为进场道路，不再新建进场道路，仅对其局部进行改扩建。由建设单位出资建设，供设备运输，道路占地及管护归当地村委会所有，本项目仅建设期间临时使用，路基平均宽为 5.5m，路面平均宽 4.5m，占地面积为 2.03hm²。

（2）场内道路

场址进场道路主入口在场址东部，场内道路包括原有道路改扩建及新修两部分组成，其中主线道路为改扩建，支线道路为新修道路。为合理缩短道路长度，同时考虑太阳能电池方阵的布置用地，沿道路两侧布置太阳能电池方阵，结合场内地形因素，场内道路基本依地形地势而建，对面积较大的方阵区域则布置支线道路贯穿场区，以满足施工期间设备运输和电站建成后的运行维护需要。经统计，新修道路 2.79km，改扩建场内道路 4.76km，新修及改扩建场内道路总长约 7.55km，均按露天矿山三级公路设计，主线路基平均宽为 5.0m，路面平均宽 4.5m，支线路基平均宽为 4.5m，路面平均宽 3.5m，路面结构为碎石路面。场内道路总占地面积共计 4.53hm²。



	
道路排水沟现状	道路边坡挡墙及植被恢复现状

五、临时施工生产生活区

本工程建设 3 个施工临时用地，其中 1#、2#施工生产生活区位于升压站附近的平缓开阔地带，包括搅拌站、材料及设备储存场、加工区、施工办公生活区等区域；3#施工生产生活区位于 6#方阵东侧，紧邻场内道路与之连接，包括搅拌站、材料及设备储存场、加工区等区域。施工临时用地总占地面积 0.98hm²。临时施工生产生活区占地为光伏方阵空地区域，处在二期用地规划中，不与预留用地相重合，面积不再单独计列。

	
临时施工生产生活区	
	
临时施工营地	

六、预留用地区

工程规划总面积为 190.73hm^2 ，其中有效利用面积 78.69hm^2 ，主要为光伏发电系统、场内道路、升压站、施工临时场地等。根据工程总体布置情况，在总规划范围内除有效用地外的区域，不用于方阵布置及其他工程建设，在本期工程建设期间将不进行扰动，作为预留用地区，预留用地区面积约为 112.04hm^2 。

七、辅助设施

（1）围栏（墙）

本工程围栏（墙）包括场区围栏及升压站围墙，场地围栏采用钢丝网防护栏，高度 2.3m ；升压站围栏采用砖围墙，高度 2.5m 。根据实际需要规划布置：场址钢丝网主要布设于场区入口处，防护栏总长度为 500m ，砖围墙总长度为 400m 。由于围墙分布于升压站区，占地统计入升压站区中不单独计列；围栏分布于道路工程、光伏发电系统区，占地统计入各区中不单独计列。

（2）给水设计

站内用水主要是职工生活用水，日最大用水量为 $2.8\text{m}^3/\text{d}$ 。站内生产用水主要为绿化及道路浇洒用水量、冲洗汽车等，日最大用水量为 $5.0\text{m}^3/\text{d}$ 。

项目区场址东侧有天然长流水沟箐，施工及生活用水用管道从上游水源点接至施工现场，距离场址较近，注入临时办公生活区附近的临时水池，供水充足。另外为满足高峰用水，本项目在升压站建构筑物内新建一个 20m^3 生活水池和 200m^3 消防水池一个（占地计入升压站构建筑物区），并增设一套生活水净化系统和生活变频给水设备。

（3）排水设计

场区排水主要依托道路排水系统，道路排水依地势布设，排水出口为下部沟箐，通过沟箐汇入下游河道。

升压站内的排水主要考虑雨水及少量生活污水。雨水的排放考虑利用升压站场地的自然坡度，在围墙及各建构（筑）物的四周设置排水沟，将雨水收集后排至场外自然沟箐。生活污水经埋设的管道排到化粪池处理后，再进入污水处理设备处理，经过处理后污水可用于场地绿化浇灌或重复利用。

（4）电力系统

施工过程中用电从附近 10kV 农网输电线路引接，紧急备用电源采用柴油机发电机供电。施工时作为施工电源，目前此电源作为备用电源。

1.1.1.4 施工组织及工期

(1) 施工生产生活区

本项目的施工营地设置在 1#、2#施工生产生活区，位于升压站附近。搅拌站、材料及设备储存场、加工区设置在 1#、2#、3#施工生产生活区。施工场地均布置于项目用地红线范围内，主要为场内道路及光伏方阵旁空地区域。

(2) 施工道路

由勐海县城经 214 国道至勐遮镇，在经勐遮镇至西定乡的乡村道路与项目区进场道路相连，外部交通条件较好，平均路宽 4.5m 以上，均为混凝土和沥青路面道路。本项目区通过改扩建 3.6km 的进场道路与场内道路相连，以满足场区设备、材料等的运输要求，交通十分方便。

(3) 施工供水、供电

经调查项目区场址东侧有天然长流水沟箐，施工期间，施工用水采用管道从上游水源点直接接至施工现场，沿地表引接，不进行敷设，生活用水引接后注入临时办公生活区附近的临时水池，供水充足。

施工用电：电站施工用将从附近村 10kV 农网引接，场内设置容量为 200kVA 的低压站用变压器和单母线接线的 0.4kV 低压配电段，为站用负荷供电。引接线路以独立杆塔形式布设，沿场内道路范围内布设，不计列新增占地。

(4) 主要材料及其来源

主体工程建设所需要的主要建筑材料，如砂子、石材和木材等应就近在具体合法手续采场进行采购或外购，项目建筑用钢材、水泥可在勐海县城、勐遮镇及其附近地区购买。因此，工程建设未专门设置取土、取料场。

(5) 施工期排水

施工期排水主要依托场内道路布置，与场内道路排水沟相结合，经沉淀后收集利用或外排。

(6) 施工工期

项目建设工程 12 个月，于 2015 年 7 月开工，于 2016 年 6 月竣工。项目实施进度详见表 1-2。

表 1-2 项目施工进度表

项目组成	2015 年				2016 年						2019 年
	7 月	8~9 月	10~11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7-8 月
施工准备	■										
场内道路建设		■	■								
升压站建设				■	■	■	■	■	■		
光伏板支架基础安装			■	■	■	■	■	■	■		
光伏组件安装及电缆敷设					■	■	■	■	■		
集电线路					■	■	■	■	■		
调试运行										■	
完善水土保持措施											■

1.1.1.5 占地面积

勐海县协鑫光伏征占地红线范围总面积为 190.73hm²，其中工程建设扰动面积 10.95hm²，不扰动面积为 179.78hm²，占地性质为永久占地 188.70hm²和临时占地 2.03hm²。根据项目组成，项目区包括光伏发电系统区 71.41hm²，升压站区 0.72hm²，道路工程区 6.56hm²，临时施工生产生活区 0.98hm²（位于光伏发电系统区内，临时占地面积不计入总面积），预留用地区 112.04hm²。工程主要占地类型为林地、草地及交通运输用地，其中，占用林地 8.08hm²，草地 178.61hm²，交通运输用地 4.04hm²。项目建设区占地情况详见表 1-3。

表 1-3 工程占地情况统计表 单位: hm²

序号	分区		占地类型及面积统计（hm ² ）				占地性质	备注
			林地	草地	交通运输用地	小计		
按功能分区统计								
一	光伏发电系统区	光伏板基础	0.11	2.29		2.39	永久占地	施工扰动
		光伏方阵空地	0.62	67.45	0.65	68.72	永久占地	不扰动
		逆变器室及箱式变	0.03	0.27		0.30	永久占地	施工扰动
		小计	0.749	70.01	0.65	71.41	永久占地	
二	升压站区	构建物及道路区		0.68		0.68	永久占地	施工扰动
		绿化区		0.04		0.04	永久占地	施工扰动
		小计	0	0.72	0	0.72	永久占地	
三	道路工程区	进场道路区			2.03	2.03	永久占地	施工扰动
		场内道路区	0.21	2.97	1.34	4.53	永久占地	施工扰动
		小计	0.21	2.97	3.37	6.56	永久占地	
四	预留用地区		7.12	104.91	0.02	112.04	永久占地	不扰动
五	合计		8.08	178.61	4.04	190.73	永久占地	
按工程扰动性质统计								
一	扰动区		0.62	6.96	3.37	10.95	永久/临时	施工扰动
二	未扰动区		7.46	171.65	0.67	179.78	永久占地	未扰动
三	合计		8.08	178.61	4.04	190.73	永久占地	

备注：①临时施工生产生活区位于光伏方阵外空地上，占地不重复计列，计入光伏发电系统区，临时施工生产生活区占地面积 0.98hm²，其中林地 0.27hm²，草地 0.27hm²。

②集电线路区占地计入太阳能方阵及道路占地区；

③预留用地区为征占地红线范围内不进行施工扰动的区域。

1.1.1.6 土石方量

西双版纳州勐海县协鑫光伏 50 兆瓦农光互补电站工程建设共产生土石方开挖量为 11.44 万 m³；工程回填方为 11.44 万 m³；内部调运 0.79 万 m³；未产生永久弃渣。

1.1.2 项目区概况

1.1.2.1 地形地貌

勐海县地处横断山系纵谷区南段,怒江山脉向南延伸的余脉部,澜沧江西岸,属西南山原地貌,高原丘陵盆地。东西最大横距为 76.2km,南北最大纵距为 144.5km。境内地势西北高、东南低、四周高峻,中部平缓,山峰、丘陵、平坝相互交错,县内最高地点在东北部勐宋乡的滑竹梁子,海拔 2429.5m,最低点在西南角南桔河与南览河交汇处,海拔 535m,高差为 1894m。县政府驻地海拔 1180m。

拟选场址总体位于勐遮盆地与勐满盆地的分水岭地带,属构造剥蚀中山地貌。拟建场地位于南向山坡靠山顶地带,地形相对开阔,地形大多相对平缓,地形坡度约 0~15°,以 10~15°的缓坡地形为主,场址内大多为草地和希林地,有小的沟谷分布。场地内无大规模的滑坡、泥石流、崩塌等不良地质作用,地貌属浅切割中山地貌。

1.1.2.2 气象

项目区所在地地处低纬度地区,北回归线以南,属亚热带季风气候,具有“冬无严寒,夏无酷暑,四季如春,年多雾日,雨量充沛,干湿分明,夏秋多阴雨天气,冬春多晴朗天气,年温差小,日温差大”的特点,多年平均气温为 18.7℃;1 月份的平均温度为 11.8℃;7、8 月份的多年平均温度在 21~22℃之间。10 月至翌年 4 月为旱季,少雨多风,5-9 月为雨季,雨量充沛。区内多年平均降雨量 1341.00mm,相对湿度 82%。一年中最多的风向是西风,大部份地区的平均风速都比较小,但干湿季转换期间 3~6 月常有大风出现。

根据勐海县气象局资料,本区 20 年一遇暴雨资料如下:1h 最大暴雨量 67.64mm,6h 最大暴雨量为 93.50mm,24h 最大暴雨量 131.82mm。

1.2.2.3 水文

勐海县境内有大小河流 159 条,总流长 1832.3km,属澜沧江流域。位于县境中部的流砂河全长 92 公里,流经勐遮、勐混、勐海 3 个坝子,是主要灌溉河流。县境北部有南朗河,西部有南览河,在江河流经之地区,共有大小坝子 15 个。修有那达勐水库、勐帮水库、曼丹水库、曼兴水库、曼拉闷水库、西双版纳勐海浓京水库等中小型水库,地下水单井日涌出量约 1000 吨。

项目区属于澜沧江流域南览河水系。本项目建设区范围内水文地质条件相对较简单,区域内地下水主要接受大气降水补给,区内无小型河流,且场地位于山顶部位,项目建设未涉及河道部分。项目区汇水流经项目区南侧沟箐,汇入南罕河,最终汇入南览河。

1.2.2.4 土壤

勐海县土壤类型多样,呈垂直分布,分为砖红壤、赤红壤、红壤、黄壤、紫色土、水稻土、冲积土 7 个土类,其中:赤红壤、砖红壤、红壤、黄壤、紫色土属于自然土壤,水稻土、冲积土属于农业土壤。800m 以下为砖红壤,主要分布

在布朗山南部中缅接壤的低山地、打洛坝区的低山地及勐满坝区,分布面积 19.77 万亩,占土地总面积 2.5%;海拔 800~1500m 分布赤红壤,是本县占绝对优势的土类,分布面积 462.42 万亩,占土地总面积 57.6%;红壤分布于 1500~2100m 之间,分布面积 181.61 万亩,占土地总面积 22.6%;黄壤分布于 1700m 或 1900m 以上的山地,分布面积 45.09 万亩,占土地总面积 5.6%;紫色土,西定乡分布有零星非地带性紫色土壤,分布面积 227.28 万亩,占土地总面积的 3.4%;水稻土,主要分布在海拔 600~1500m 之间的坝区,分布面积 47.71 万亩,占土地总面积 5.95%;冲积土,分布面积 2.57 万亩,占土地总面积 0.3%。赤红壤、砖红壤、红壤、黄壤 4 种土壤类型均为林业用地的主要土壤。

根据现场调查,项目区域内土壤以黄红壤、黄壤为主。

1.2.2.5 植被

勐海县主要的植被类型有季节性雨林、半常绿季雨林、暖热性针叶林、热性竹林、河漫滩灌丛、山地丘陵灌丛、禾本科草类灌丛等。勐海县是云南省重点林区县之一,林业用地面积为 37 万 hm^2 ,有林地面积为 29.85 万 hm^2 ,森林覆盖率 63%。按不同生长环境,植被群落分布亦有差异。海拔高 900m 以下的勐满、打洛、布朗山的低山河谷炎热地区,上层树种多为干季换叶性落叶树种,中、下层多为常绿树种组成。海拔高 900m 以上的南亚热带季风常绿阔叶林、思茅松林带,面积宽、分布广,是勐海县最主要的植被带,分三种类型。一是南亚热带季风常绿阔叶栎类混交林,分布在 900~1800m 地区,以山间缓坡地段及沟谷为多,曼稿自然保护区是为其代表。二是南亚热带季风常绿思茅松林、松栎混交林。分布在勐阿的南朗河、纳京、勐康及布朗山的部份地区。三是南亚热带栽培植被。在坝区边缘村寨附近多分布有茶树、樟、栗类的混交林及少部份茶树纯林。勐海、勐混、勐宋多为茶樟混交林,南糯山、苏湖、曼吕多为茶树、栎、木荷混交林,茶树为大叶种茶。

项目区植被类型主要以林地、草地为主。乔木主要有柳叶桉、青冈栎等,天然草本主要以紫羊茅为主,人工种植草本主要有三叶草、黑麦草及紫羊茅等。现状林草覆盖率为 95.08%。

1.1.2.6 容许土壤流失量

根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007),项目区属以水力侵蚀为主

的西南土石山区，水土流失允许流失量值为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

1.1.2.7 侵蚀类型与强度

西双版纳州勐海县协鑫光伏 50 兆瓦农光互补电站工程属构造剥蚀中山地貌。从土壤侵蚀类型来看，项目区土壤主要以黄红壤、黄壤为主，全区的水土流失类型主要为水力侵蚀、人为作用引起的物理机械侵蚀。西双版纳州勐海县协鑫光伏 50 兆瓦农光互补电站工程建设过程中扰动地表、土石方开挖施工产生水土流失，随着工程建设完工，各扰动区域水土流失得到控制和治理，项目区平均土壤侵蚀模数降至 $263.38\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，流失强度为微度。

1.1.2.8 水土流失重点防治区划

根据《西双版纳州水利局关于准予西双版纳州勐海县协鑫光伏 50 兆瓦农光互补电站工程水土保持方案的行政许可决定书》（西水许〔2015〕39 号），项目所在的勐海县属云南省水土流失重点预防保护区，水土流失防治标准执行一级。根据《云南省水利厅关于划分水土流失重点预防区和重点治理区的公告》（第 49 号）及《全国水土保持区划（试行）》，项目所在的勐海县属于“西双版纳省级水土流失重点预防保护区”，依据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）和《生产建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2018）相关规定，水土流失防治标准按一级标准执行。

1.1.2.9 项目区现状水土流失情况

西双版纳州勐海县协鑫光伏 50 兆瓦农光互补电站工程于 2015 年 7 月开工建设，于 2016 年 6 月工程完工，总工期为 12 个月。主体针对施工期布设了临时防护措施，目前项目已完工，施工扰动区域为建构筑物覆盖、硬化覆盖及植被覆盖。随各项防治措施的实施，有效地降低了水土流失危害。根据监测组现场调查，项目区水土流失情况简述如下：

（1）光伏发电系统区：工程在施工过程中仅对光伏方阵基础区域、逆变器室及 35kV 箱式变区域进行扰动，施工结束后针对可绿化区域进行植被恢复，目前区域地表为建构筑物及植被覆盖，区域水土流失得到了明显控制，区域现状侵蚀强度判读为微度。

（2）集电线路区：集电线路电缆沟位于场内道路一侧，施工过程中，针对电缆沟开挖临时堆放土石方布设了临时覆盖措施，并及时回填，目前集电线路区

域地表主要为道路一侧生态排水沟覆盖，区域现状侵蚀强度判读为微度。

(3) 道路工程区：工程在施工过程中，针对道路一侧布设了生态排水沟、沉砂池，对跨越道路区域布设了涵管，目前道路工程区域基本为碎石路面覆盖，道路边坡为植被覆盖，区域水土流失得到了明显控制，区域现状侵蚀强度判读为轻度。

(4) 临时施工生产生活区：目前临时施工生产生活区为材料堆放室及植被覆盖，区域现状侵蚀强度判读为微度。

(5) 预留用地区：预留用地区为原生地貌，未进行扰动，现状基本为林地和草地覆盖，区域现状侵蚀强度判读为微度。

(6) 辅助设施：辅助设施基本为建构筑物覆盖，区域现状侵蚀强度判读为微度。

1.2 水土保持工作情况

1.2.1 建设单位水土保持管理

本项目开工后，建设单位已专门派人专门负责本项目建设过程中水土保持的领导、管理和实施工作；并配合地方水行政主管部门对本建设项目水土保持措施的实施情况进行监督和管理，搞好本项目的水土保持工作。建设单位自主监理的过程中积极对存在的问题及时下发通知并督促整改；自主施工过程中制定了施工阶段水保实施方案、管理制度及应急预案等多项制度办法措施，水土保持管理体系相对健全。工程建设过程中，建设单位严格履行基本建设程序，认真执行项目审批制度。在项目建设过程中，制定了多项施工管理、财务管理办法，严格按照法定程序办事。工程质量管理的内容和目标层层落实，责任到人。施工管理中以加快施工进度、避免雨季施工、减少土石方活动、土石方采用即运机制和绿化覆土采用即运即填方式等举措进行控制。工程建设项目管理的办法、制度和措施，对确保工程建设的顺利进行起到了重要的作用。

1.2.2“三同时”制度落实情况

本项目于 2015 年 5 月 25 日，勐海县发展改革和工业化信息局给予《西双版纳州勐海县协鑫光伏 50MW 农光互补电站工程备案的请示》，同时云南电力设计咨询研究院有限公司完成了《西双版纳州勐海县协鑫光伏 50MW 农光互补电

站工程可行性研究报告》，在该阶段建设单位按照《中华人民共和国水土保持法》、《中华人民共和国水土保持法实施条例》和云南省的有关法律法规要求，建设单位于 2015 年 7 月委托昆明龙慧工程设计咨询有限公司进行水土保持方案编制工作，该阶段水保方案与主体设计同时设计，并于 2015 年 10 月 8 日，取得《西双版纳州水利局关于准予西双版纳州勐海县协鑫光伏 50 兆瓦农光互补电站工程水土保持方案的行政许可决定书》（西水许〔2015〕39 号），由于方案编制时资料不完善，导致水土保持方案上报审查滞后 2 个月；水保方案批复前，项目已于 2015 年 7 月开工，但是项目水保方案取得批复前正在进行生活营地的场平施工，建设单位优化施工工艺，减轻了水土流失的发生；建设单位于 2015 年 10 月委托昆明龙慧工程设计咨询有限公司进行水土保持监测工作，虽未能及时委托进行水土保持监测工作，但是建设单位重视水土保持工作，该阶段水保措施与主体工程同时实施；项目于 2016 年 6 月竣工后，实施后的永久水保措施与主体工程同时运行。

1.2.3 水土保持方案编报及批复情况

2015 年 7 月，勐海协鑫光伏农业电力有限公司委托昆明龙慧工程设计咨询有限公司进行《西双版纳州勐海县协鑫光伏 50MW 农光互补电站工程水土保持方案初步设计报告书》的编制工作，于 2015 年 8 月编制完成了《西双版纳州勐海县协鑫光伏 50MW 农光互补电站工程水土保持方案初步设计报告书》（送审稿）。2015 年 9 月 3 日，西双版纳州水利局在景洪市主持召开了方案的技术审查会，会议通过评审并提出了修改意见，方案编制单位经修改完善形成方案《报批稿》（以下简称《原方案》）。2015 年 10 月 8 日西双版纳州水利局以“西水许〔2015〕39 号”文对项目水土保持方案进行了批复。

《原方案》批复主要内容有：

（1）同意该项目水土流失防治责任范围 206.43hm²，其中项目建设区 190.73hm²；直接影响区 15.70hm²。

（2）同意水保方案水土流失预测分析。工程扰动原地貌、损坏土地的面积 为 190.73hm²，本项目建设过程中损坏水土保持设施总面积为 10.55hm²，，主要为具有一定水土保持功能的林地和草地。项目区原生水土流失总量为 70.55t，扰动后水土流失总量为 821.83t，新增水土流失量为 751.28t。新增水土流失量主要

集中在场内道路区，也是水土流失防治和水土保持监测的重点区域。

(3) 同意防治措施总体布局。主体工程已考虑的水土保持措施包括：升压站景观绿化 0.04hm²，砖砌排水沟 380m；道路工程区浆砌石排水沟 2600m；临时施工生产生活区砖砌排水沟 85m。方案新增水土保持措施包括：a 工程措施：生态排水沟 7600m，碎石铺垫 1170m²，挡水坎 250 道，沉砂池 7 口，预制涵管 85m；b 植物措施：植被恢复面积 3.45hm²；c 临时措施：临时无纺布覆盖 34900m²；临时植物篱拦挡 850m。

(4) 同意水土保持监测目的、原则及监测点的布设，确定项目建设期设置 9 个监测点，监测时段为施工期和自然恢复期。

(5) 水土保持投资概算的编制依据、方法、价格水平年、基础单价、工程单价等与主体工程一致，符合编制规定。本工程水土保持总投资 163.33 万元，其中主体工程设计措施的投资 51.18 万元，新增投资 112.15 万元。方案新增投资中工程措施 14.05 万元，植物措施 4.04 万元，临时工程 23.95 万元，独立费用 51.47 万元（其中水土保持监测费 16.53 万元，监理费 8.00 万元），基本预备费 2.81 万元，水土保持设施补偿费 15.83 万元。

(6) 同意水土保持防治目标及效益分析。项目水土流失防治标准执行建设类 I 级标准。水土流失防治目标为：扰动土地整治率达到 95%，水土流失总治理度达到 97%，土壤流失控制比达 1.0，拦渣率达到 95%，林草植被恢复率达 99%，林草覆盖率达 27%。

1.2.4 工程变化情况

一、工程建设规模变化

项目主体工程中未规划分期建设，受云南省新能源开发政策影响，本工程分别根据云南省发展和改革委员会关于《印发 2015 全省增补光伏电站新增建设规模项目名单的通知》（云发改能源〔2015〕1436 号）和云南省能源局关于《印发 2017 光伏发电新增建设规模项目清单的通知》（云发改能源〔2017〕17 号）两次获得 17WM 和 13WM 合计 30MW 的建设规模，建设单位剩余 20MW 的指标至今未获得，与《原方案》比较总征占地范围不变，由于建设规模减少，导致光伏发电系统区、道路工程区、临时施工生产生活区、预留用地区占地面积、土石方量、防治措施体系、水土保持措施投资发生变化。变更后建设 30MW 光伏

发电系统，其符合云水保〔2016〕49 号第二条：水土保持方案经批准后，生产建设项目地点、规模发生重大变化的，须重新编制水土保持方案报告书。

2018 年 12 月，勐海协鑫光伏农业电力有限公司委托昆明龙慧工程设计咨询有限公司编制项目水土保持方案变更报告书。昆明龙慧工程设计咨询有限公司于 2019 年 6 月编制完成了《西双版纳州勐海县协鑫光伏 50 兆瓦农光互补电站工程水土保持方案变更报告书》（送审稿）。西双版纳州水利局于 2019 年 7 月 9 日，在景洪市主持召开了《西双版纳州勐海县协鑫光伏 50MW 农光互补电站工程水土保持方案变更报告书》技术审查会。与会代表和专家查看了项目区现场及相关图片资料，听取了建设单位关于项目建设生产情况的介绍，以及关于方案编制内容的汇报，经质询、讨论，并提出了修改意见和建议，编制单位对报告进行了修改完善，于 2019 年 8 月完成《西双版纳州勐海县协鑫光伏 50 兆瓦农光互补电站工程水土保持方案变更报告书（报批稿）》（以下简称《变更方案》）。2019 年 8 月 15 日西双版纳州水利局以“西水政保〔2019〕3 号”文对项目水土保持变更方案进行了批复。

二、实际施工过程中变化情况

工程完工后，工程实际建设完成容量为 28.4931MW，实际并网容量为 27.389MW，两次获得的建设指标 30WM 中 1.5069MW 未建设，由于建设单位资金原因后期不再进行建设。与《变更方案》对比，光伏方阵减少，升压站、道路工程区、临时施工生产生活区与变更方案一致，防治责任范围不变，实际扰动面积、开挖回填土石方、水土保持植物措施、水土保持投资有所减少。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）及《云南省水利厅关于进一步加强省级生产建设项目水土保持方案变更管理的通知》（云水保〔2016〕49 号），本工程建设涉及到了《水利部生产建设项目水土保持方案变更管理规定（试行）》的第三条、第四条及第五条，通过分析，项目实际建设过程中虽然发生了变更，但通过列表分析，未达到重大变更条件，因此，可纳入验收管理规定，具体列表分析如下：

表 1-4 工程变更情况对比分析表

序号	类别	内容	变更方案设计	实际发生	变化情况	是否构成重大变动
1	项目地点、规模	(1) 涉及国家级和省级水土流失重点预防区或者重点治理区	西双版纳省级水土流失重点预防保护区	西双版纳省级水土流失重点预防保护区	无	否
		(2) 水土流失防治责任范围增加 30% 以上的;	防治责任范围 190.73hm ²	防治责任范围 190.73hm ²	无	否
		(3) 开挖填筑土石方总量增加 30% 以上的;	挖方 11.48 万 m ³ , 填方 11.48 万 m ³ , 土石方挖填总量 22.96 万 m ³	挖方 11.44 万 m ³ , 填方 11.44 万 m ³ , 土石方挖填总量 22.88 万 m ³	工程土石方挖填总量减少 0.08 万 m ³ , 减少 0.35%。	否
		(4) 线性工程山区、丘陵区部分横向位移超过 300m 的长度累计达到该部分线路长度的 20% 以上的	本项目不属于线性工程	本项目不属于线性工程	无	否
		(5) 施工道路或者伴行道路等长度增加 20% 以上的;	工程进场道路 3.60km, 新修及改扩建场内道路总长约 7.55km	工程进场道路 3.60km, 新修及改扩建场内道路总长约 7.55km	无	否
		(6) 桥梁改路堤或者隧道改路堑累计长度 20 公里以上的。	/	/	无	否
2	水土保持措施	(1) 表土剥离量减少 30% 以上的;	/	/	无	否
		(2) 植物措施总面积减少 30% 以上的;	植物措施 2.49hm ²	植物措施 2.46hm ²	植物措施面积减少 0.27hm ² , 减少 10.84%。	否
		(3) 水土保持重要单位工程措施体系发生变化, 可能导致水土保持功能显著降低或丧失的。	措施体系与批复方案一致		—	否
3	弃渣场	(1) 新设弃渣场	无	无	/	否
		(2) 提高弃渣场堆渣量达到 20% 以上	/	/	/	否

1.2.5 水土保持监测意见及落实情况

监测单位自接收该项目监测委托后，先后于 2015 年 10 月，2016 年 3 月、6 月、9 月、12 月，2017 年 3 月、6 月、9 月、12 月，2018 年 3 月、6 月、9 月、12 月，2019 年 6 月、12 月，2020 年 6 月、12 月多次到项目现场进行监测，监测过程中针对现场提出监测意见，以现场交流或简报形式向建设单位提出。

建设单位基于水土保持管理和相关水土保持措施实施的基础下，根据监测意见进行落实。相关监测意见及落实情况如下：

监测意见落实 1	
监测意见：场内道路没有排水设施，道路一侧汇水及淤泥淤积，降雨汇水及地表径流汇集将对场内道路区域冲刷造成水土流失； 落实情况：完善道路一侧排水设施。	
	
监测意见前	监测意见后

监测意见落实 2	
监测意见：进场道路边坡垮塌； 落实情况：对垮塌区域进行清理，边坡脚布设了拦挡措施。	
	
监测意见前	监测意见后

监测意见落实 3	
监测意见：光伏方阵旁空地裸露，在降雨及地表径流的冲刷下，易造成水土流失； 落实情况：针对空地实施了植被恢复。	
 2016 年 3 月	 2017 年 3 月
监测意见前	监测意见后

监测意见落实 4	
监测意见：逆变器室及 35kV 箱式变周边扰动区域裸露，在降雨及地表径流的冲刷下，易造成水土流失； 落实情况：针对空地实施了植被恢复。	
 2016 年 3 月	 2017 年 3 月
监测意见前	监测意见后

1.2.6 水土保持监督检查意见落实情况

当地水行政主管部门未对本项目进行监督检查。

1.3 监测工作实施情况

西双版纳州勐海县协鑫光伏 50 兆瓦农光互补电站工程于 2015 年 7 月开工建设，建设单位于 2015 年 10 月委托我公司（昆明龙慧工程设计咨询有限公司）进行本项目水土保持监测工作。我公司接到任务后，成立了本项目的监测小组，监测小组根据工程施工特点，对项目水土流失情况进行监测，项目监测小组分别于

2015 年 10 月、12 月，2016 年 3 月、6 月、9 月、12 月，2017 年 6 月、12 月，2018 年 6 月、12 月，2019 年 6 月、12 月，2020 年 6 月、12 月对项目现场进行了外业调查，并通过调查监测、巡查监测等方法统计项目建设期间水土流失情况。

1.3.1 监测计划执行情况

在接受水土保持监测任务后，我公司监测组对项目区进行实地调查，资料收集，制定了水土保持监测计划，计划在项目施工期和自然恢复期进行全过程监测，收集监测数据。

监测组技术人员按照监测计划频次进入现场进行实地监测，执行了以下监测计划内容：

（1）监测时段内对建设项目占地和扰动地表面积，挖填方数量及面积，弃渣量及堆放面积，项目区林草覆盖度等进行统计，记录随建设进度扰动面积、挖填方数量等变化情况。

（2）调查监测期间是否发生了水土流失危害，水土流失危害造成的损失以及对水土流失危害的处理、应对措施，水土流失危害的防护措施及运行情况。

（3）发生重大水土流失事件及时建议业主单位进行整改，并将其上报水土保持监测管理机构。

（4）统计水土保持措施数量，监测水土保持措施防治效果。

1.3.2 监测项目部设置

为保障监测工作高质量、高效率完成，我单位成立了西双版纳州勐海县协鑫光伏 50 兆瓦农光互补电站工程水土保持监测项目组，针对项目实际情况，落实各项监测工作，明确责任到人，详细分工，同时加强与当地水行政部门联系，以便及时获取水土保持监测工作新信息。

在西双版纳州勐海县协鑫光伏 50 兆瓦农光互补电站工程每期外业监测时，应保证水土保持、水工、地质、林学和测量各专业或从事该专业的至少有 1 人次，确保监测工作科学、系统的进行。

表 1-5 西双版纳州勐海县协鑫光伏 50 兆瓦农光互补电站工程水土保持监测人员安排和组织分工

序号	姓名	职称或职务	专业或从事专业	监测工作分工
领导小组	罗 松	高级工程师	法人代表/水工	项目管理
	张洪开	高级工程师	水 工	成果审查
水土流失因子监测组	苏 江	工程师	水土保持	水土流失因子监测组组长， 负责土壤分析
	陈俊昌	工程师	水土保持	
水土流失状况监测组	俞海光	工程师	水土保持	水土流失状况监测组组长， 负责监测报告编写
	蒙利宏	高级工程师	水土保持	负责水土保持状况监测
防治效果监测组	保春刚	高级工程师	水土保持	水土流失防治效果监测组组长， 项目负责人，负责监测报告统稿
	杨 平	工程师	水土保持	负责水土保持效果监测

1.3.3 监测时段、频次

根据《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）、《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB51240-2018），结合工程施工进度安排及水土保持监测工作实际需要，西双版纳州勐海县协鑫光伏 50 兆瓦农光互补电站工程水土保持监测时段为项目建设期和自然恢复期。项目建设期监测时段为 2015 年 10 月~2016 年 6 月，监测频次为每季度监测一次，自然恢复期为 2016 年 7 月~2020 年 12 月，监测频次为半年监测一次。

1.3.4 监测点布设

根据《生产建设项目水土保持监测技术规程》中监测点布设原则和选址要求，在实地踏勘的基础上，针对西双版纳州勐海县协鑫光伏 50 兆瓦农光互补电站工程的工程特点、施工布置、水土流失的特点和水土保持措施的布局特征，并考虑观测与管理的方便性，兼顾开展水土保持监测的典型性和可操作性原则，水土保持监测主要对水土流失情况、水土保持措施实施数量及质量、水土保持措施运行情况以及植被生长状况进行监测。

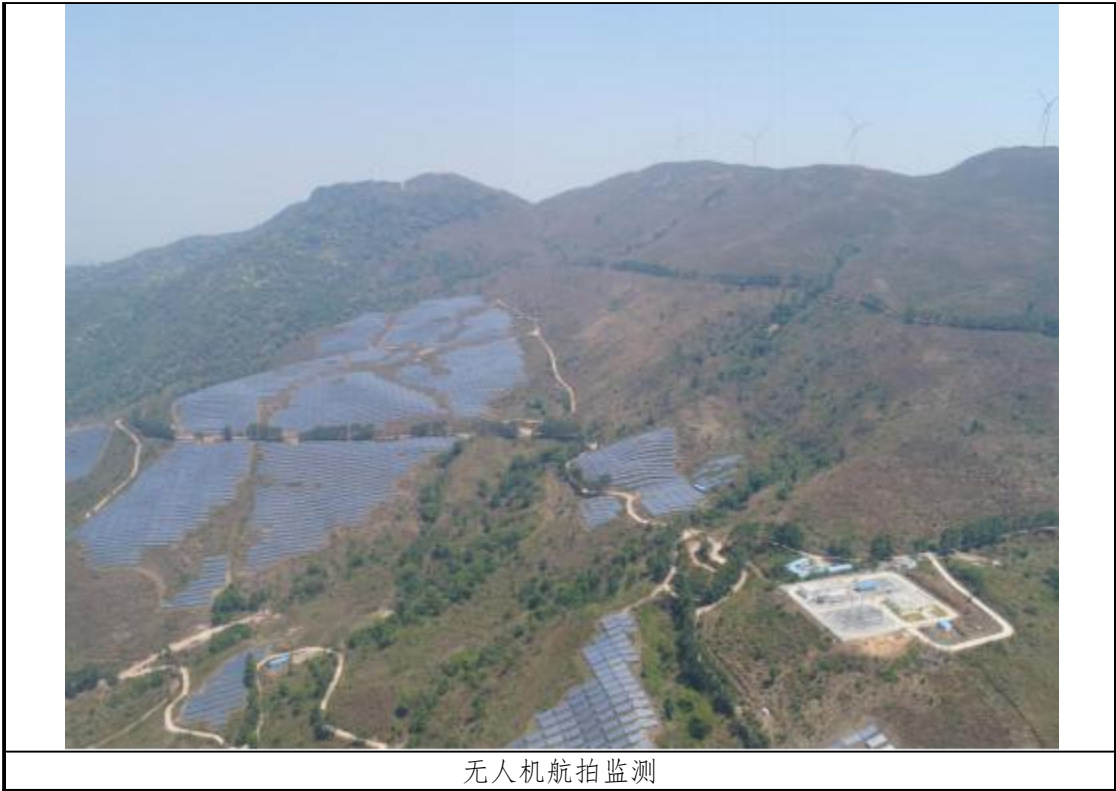
主要共布设监测点 9 个，其中观测型样方 1 个（其中侵蚀针监测样方 1 个），调查型监测样方 8 个（植被生长状况调查监测样方 2 个、水土流失状况及水土保持措施运行情况调查监测样方 5 个和水土流失危害监测点 1 个）。布设的监测点见表 1-6，监测设施见照片集。

表 1-6 西双版纳州勐海县协鑫光伏 50 兆瓦农光互补电站工程水土保持监测点
监测内容及方法一览表

分区及组成	监测部位	监测对象(范围)	编号	类型	监测内容	监测方法
光伏发电系 统区	光伏板施工 区域	周边边坡区域	1#监测点	观测型	水土流失状况	侵蚀针水土 流失观测场
	光伏方阵空 地	裸露空地及植被 恢复区	2#监测点	调查型	水土流失状况	调查监测
	逆变器室及 箱式变	裸露空地及植被 恢复区	3#监测点	调查型	水土流失状况	调查监测
升压站区	升压站区	开挖、回填区域 及植被恢复区	4#监测点	调查型	水土保持措施 防治效果	调查监测
道路工程区	场内道路	道路边坡	5#监测点	观测型	水土流失状况	侵蚀针水土 流失观测场
	进场道路	道路边坡	6#监测点	调查型	水土流失状况	调查监测
临时施工生 产生活区	植被恢复区	植被恢复区	7#监测点	调查型	水土保持措施 防治效果	植被样方
	植被恢复区	植被恢复区	8#监测点	调查型	水土保持措施 防治效果	植被样方
直接影响区		项目影响区范围 内	9#监测点	调查型	水土流失危害	巡查监测



	
布设水土保持观测样点	布设水土保持观测样点
	
布设水土保持调查样点	
	
布设水土保持调查样点	



1.3.5 监测设施设备

结合监测工作内容，监测设备主要有：GPS、数码相机、激光测距仪、5m 卷尺、50m 皮尺、笔记本电脑、无人机等。监测设施主要有：调查样方、植被标准地样方等。本项目监测设施及设备详见表 1-7。

表 1-7 水土保持监测使用设备表

序号	设施和设备	规格或型号	单位	数量
1	无人机	精灵 4 系		
2	激光测距仪	TM800	台	1
3	手持式 GPS	GeoRef K2	台	1
4	罗盘		套	1
5	皮尺或卷尺		套	1
6	数码照相机	佳能	台	2
7	数码摄像机	佳能	台	1
8	笔记本电脑		台	1
9	卷尺	5m	个	1
10	皮尺	50m	个	1

1.3.6 监测技术方法

根据《生产建设项目水土保持监测技术规程》《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GBT51240-2018)，结合本项目监测内容及指标，确定本次水土保持监测方法主要以定位观测为主，调查监测、巡查监测辅助的模式进行监测。

1.3.7 监测成果提交情况

根据《生产建设项目水土保持监测技术规程》的有关规定，结合项目所在区域气候、土壤、地形地貌等自然条件、项目实际情况，工程于 2015 年 7 月开工，2015 年 10 月监测进场，监测介入时，项目区已开始建设扰动，经监测项目组全过程实地查勘、调查，收集监测相关数据，为水土保持设施验收提供必要的技术资料。监测时段为项目建设期 2015 年 10 月~2016 年 6 月，自然恢复期 2016 年 7 月~2020 年 12 月。具体监测内容及监测成果见表 1-8。

表 1-8 监测内容及监测成果

监测次序	监测时间	监测方法、内容	监测成果
1	2015 年 10 月	针对整个项目建设区进行踏勘，查阅主体施工资料，调查水土保持措施实施情况，针对现场存在的问题与建设单位进行对接沟通	编制了《水土保持监测季度报告》（2015 年第一期），在勐海县水务局进行了监测备案，递交监测季度报告
2	2015 年 12 月	针对整个项目建设区进行踏勘，在不同的区域设置监测点，分析本季度土壤侵蚀模数及水土流失量	编制了《水土保持监测季度报告》（2015 年第二期）
3	2016 年 3 月	针对水土保持措施的实施情况及施工进度进行详细调查，并对往次监测数据进行采集	编制了《水土保持监测季度报告》（2016 年第一期），在勐海县水务局递交 2015 年度监测成果
4	2016 年 6 月	针对水土保持措施的实施情况及施工进度进行详细调查，并对往次监测数据进行采集	编制了《水土保持监测季度报告》（2016 年第二期）
5	2016 年 9 月	针对水土保持措施的实施情况进行详细调查，现场与建设单位进行沟通，提出整改意见	开展植被恢复期监测工作，统计整理监测数据，编制了《水土保持监测季度报告》（2016 年第三期）
6	2016 年 12 月	针对水土保持措施的实施情况进行调查	开展植被恢复期监测工作，统计整理监测数据，编制了《水土保持监测季度报告》（2016 年第四期）及《水土保持监测年度报告》（2016 年）
7	2017 年 3 月	针对水土保持措施的实施情况进行调查	开展植被恢复期监测工作，统计整理监测数据，在勐海县水务局递交 2016 年度监测成果
8	2017 年 6 月	针对水土保持措施的实施情况进行调查	开展植被恢复期监测工作，统计整理监测数据，根据实际建设规模，向建设单位反馈变更情况
9	2017 年 9 月	针对水土保持措施的实施情况进行详细调查，统计整理监测数据	开展植被恢复期监测工作，统计整理监测数据，等待建设单位明确剩下指标的建设情况
10	2017 年 12 月	针对水土保持措施的实施情况进行调查，统计整理监测数据	开展植被恢复期监测工作，统计整理监测数据，建设单位完善变更手续

监测次序	监测时间	监测方法、内容	监测成果
11	2018 年 3 月	针对水土保持措施的实施情况进行调查, 统计整理监测数据	开展植被恢复期监测工作, 统计整理监测数据
12	2018 年 6 月	针对水土保持措施的实施情况进行调查, 统计整理监测数据	开展植被恢复期监测工作, 统计整理监测数据
13	2018 年 9 月	针对水土保持措施的实施情况进行调查, 统计整理监测数据	开展植被恢复期监测工作, 统计整理监测数据
14	2018 年 12 月	针对水土保持措施的实施情况进行调查, 统计整理监测数据	开展植被恢复期监测工作, 统计整理监测数据
15	2019 年 6 月	针对水土保持措施的实施情况进行调查, 统计整理监测数据	开展植被恢复期监测工作, 统计整理监测数据
16	2019 年 12 月	针对水土保持措施的实施情况进行调查, 统计整理监测数据	开展植被恢复期监测工作, 统计整理监测数据
17	2020 年 6 月	针对水土保持措施的实施情况进行调查, 统计整理监测数据	开展植被恢复期监测工作, 统计整理监测数据
18	2020 年 12 月	针对水土保持措施的实施情况进行调查, 统计整理监测数据	开展植被恢复期监测工作, 统计整理监测数据, 编制监测总结报告
19	2021 年 1 月~7 月	统计整理监测数据	编制监测总结报告

2 监测内容和方法

2.1 监测内容

根据《生产建设项目水土保持监测技术规程》及《原方案》，结合本项目水土保持的监测目标和原则，调查分析项目建设区水土流失及其影响因子的变化情况，查清项目建设区内水土保持措施具体完建数量、质量及其防治效果。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。本工程水土保持监测内容主要包括以下几方面：

2.1.1 项目区水土流失因子监测

- (1) 地形、地貌、降雨、水系、土壤、林草覆盖度；
- (2) 建设项目实际占用地面积、扰动地表面积；
- (3) 损坏水土保持设施面积；
- (4) 工程实际挖方、填方数量及面积，弃土、弃石、弃渣量及堆放面积。

2.1.2 防治责任范围动态监测

防治责任范围动态监测主要是在工程的施工期开展监测工作，主要包括项目建设区。本项目监测根据现场踏勘及业主、监理单位、施工单位提供的资料来复核项目实际发生变化的防治责任范围。

(1) 项目建设区

①永久性占地

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

②临时性占地

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

③扰动地表面积

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

(2) 直接影响区

主要指因工程建设引起的水土流失影响范围内（项目建设区以外）。水土保持监测主要对直接影响区是否存在占用、破坏等情况进行调查。

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

2.1.3 水土流失量动态监测

根据项目实际建设情况，对工程在项目建设过程中实际的水土流失因子、土壤侵蚀强度、土壤侵蚀模数和土壤侵蚀量的情况进行监测，通过对监测时段内的土壤流失量进行量化以评价项目区治理达标与否。

A 土壤侵蚀强度

项目各个监测分区的土壤侵蚀强度监测，土壤侵蚀强度分为微度侵蚀、轻度侵蚀、中度侵蚀、强烈侵蚀、极强烈侵蚀及剧烈侵蚀。

B 土壤侵蚀模数

土壤侵蚀模数是单位面积土壤及其母质在单位时间内侵蚀量的大小，是表征土壤侵蚀强度的定量指标。

C 土壤侵蚀量

监测项目区内发生的水力、重力等侵蚀所产生的土壤侵蚀总量。

2.1.4 水土流失防治动态监测

根据本项目现状，水土流失防治监测主要是针现有水保措施及水土流失情况开展监测工作，监测内容主要包括水土流失状况监测、水土保持措施防治效果监测。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。

(1) 水土流失状况监测

主要监测项目区内土壤侵蚀类型及形式、水土流失面积。根据本项目所在地

区实际情况，土壤侵蚀的类型主要为水力侵蚀及重力侵蚀，其中，水力侵蚀形式分为沟蚀和面蚀。此外，对监测内容还包括水土流失面积的监测。

（2）水土保持措施防治效果动态监测

A 防治措施的数量与质量

主要包括防治措施的类型、防治措施的数量、防治措施质量。

B 防护工程的稳定性、完好程度和运行情况

对工程建设过程中所采取的措施的稳定性、完好程度及运行情况进行监测。

C 水土流失防治要求及水土保持管理措施实施情况监测。

水土保持措施防治效果动态监测是针对整个工程的全部区域开展的，监测工程建设实际情况是否按照《水保方案》中的防治要求实施，水土保持管理措施实施情况。

2.1.5 水土流失危害监测

- 1、产生的水土流失对下游河道、农田、乡村道路及植被的危害；
- 2、水土流失对周边居民的影响及危害；
- 3、水土流失危害趋势及可能产生的灾害现象；
- 4、水土流失对区域生态环境影响状况；
- 5、重大水土流失事件监测。

对于重大水土流失事件应及时要求建设单位进行整改，并将其上报水土保持监测管理机构，以方便管理机构进行调查和检查，重大水土流失事件还应进行专题研究，向水土保持监测管理机构提交专题水土保持监测报告。

2.2 监测方法

根据《水土保持监测技术规程》和本工程建设现状及水土流失的特点，本项目的监测主要以调查监测法为主、巡查监测辅助的模式进行监测。

2.2.1 定位监测

定位监测方法主要用于施工期和试运行期。在工程施工建设过程中进行施工期土壤流失量动态监测和运行初期的土壤流失量监测。

对全区的土壤侵蚀模数及土壤流失量主要通过以下三种方法获得：

（1）实测法

通过本项目布置的监测设施（简易坡面量测法、侵蚀钉简易水土流失观测场法、沉砂池法等）进行实测，获得某一有代表性地区的侵蚀模数作为基础，再根据本项目其他区域的实际的地形地貌、气候特征、地面组成物质、植被覆盖度、土壤类型及扰动的实地地块坡度、坡长、侵蚀类型、弃土（弃渣）的堆放形态等因素，综合分析得出项目各侵蚀单元的平均侵蚀模数，从而求得全区的土壤流失量。

（2）类比法

采用已有的其它同类工程监测数据为基础，结合本项目实际的地形地貌、气候特征、地面组成物质、植被覆盖度、土壤类型及扰动的实地地块坡度、坡长、侵蚀类型、弃土（弃渣）的堆放形态等因素，综合分析得出项目各侵蚀单元的平均侵蚀模数，从而求得全区的土壤流失量。

（3）经验推测法

对于部分监测区域的侵蚀模数，可采取人工经验推测的方式。即根据实际的坡度、地面组成物质、侵蚀类型、坡长、植被盖度等，直接根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）对各个侵蚀单元的侵蚀模数进行取值，再根据各侵蚀单元的面积，求得全区土壤流失量。

2.2.2 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，测定不同分区的地表扰动类型和不同类型的面积。填表记录每个扰动类型区的基本特征（特别是临时堆土和开挖面坡长、坡度、岩土类型）及水土保持措施（排水工程、绿化工程和临时工程等）实施情况。

（一）面积监测

面积监测主要通过收集项目资料及采用手持式 GPS 定位仪测定获取。首先对调查区按照扰动类型进行分区，如临时堆土、回填土、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建设期。

（1）水土流失防治责任范围监测

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。

水土流失面积监测是针对整个工程的全部区域开展的,结合项目建设区实地监测水土流失面积,统计项目各个时段实际发生的水土流失面积。

(二) 其它调查监测

(1) 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。

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、土壤含水率、孔隙度、土壤容重、土壤 PH 值、土壤抗蚀性,具体监测方法如下:

土壤类型及地面组成物质识别鉴定标准见表 2-1 和表 2-2。

表 2-1 国际制土壤质地分类

质地分类		各级土粒重量 (%)		
类别	质地名称	粘粒 ($<0.002\text{mm}$)	粉沙粒 ($0.02\sim0.002\text{mm}$)	砂粒 ($2\sim0.02\text{mm}$)
沙土类	沙土及壤质沙土	0~15	0~15	85~100
壤土类	砂质壤土	0~15	0~45	40~85
	壤 土	0~15	35~45	40~55
	粉沙质壤土	0~15	45~100	0~55
粘壤土类	砂质粘壤土	15~25	0~30	55~85
	粘壤土	15~25	20~45	30~55
	粉沙质粘壤土	15~25	45~85	0~40
粘土类	砂质粘土	25~45	0~20	55~75
	壤质粘土	25~45	0~45	10~55
	粉沙质粘土	25~45	45~75	0~30
	粘 土	45~65	0~35	0~55
	重粘土	65~100	0~35	0~35

表 2-2 野外土壤质地指感法鉴定标准

土壤质地	肉眼观察形态	在手中研磨时的感觉	土壤干燥时的状态	湿时搓成土球（直径 1cm）	湿时搓成土条（2mm 粗）
砂土	几乎全是砂粒	感觉全是砂砾，搓时沙沙作响	松散的单位	不能或勉强成球一触即碎	搓不成条
砂壤土	以砂为主，有少量细土粒	感觉主要是砂，稍有土的感觉搓时沙沙作响	土块用手轻压或抛在铁锹上很易散碎	可成球，轻压即碎	勉强搓成不完整的短条
轻壤土	砂多，细土约占二三成	感觉有较多粘质颗粒	用手压碎土块，相当于压断一根火柴棒的力	可成球，压扁时边缘裂缝多而大	可成条，轻轻提起即断
中壤土	还能见到沙砾	感觉沙砾大致相当，有面粉状细腻感	土块较难用手压碎	可成球，压扁时有小裂缝	可成条，弯成 2cm 直径圆圈时易断
重壤土	几乎见不到沙砾	感觉不到沙砾存在	干土块难用手压碎	可成球，压扁时仍有小裂缝	可成条和弯成圆圈，将圆圈压扁有裂缝
粘土	看不到沙砾	完全是细腻粉末状感觉	干土块手压不碎，锤击也不成粉末	可成球，压扁后边缘无裂缝	可成条和弯成圆圈，将圆圈压扁无裂缝
土壤质地	肉眼观察形态	在手中研磨时的感觉	土壤干燥时的状态	湿时搓成土球（直径 1cm）	湿时搓成土条（2mm 粗）
砂土	几乎全是砂粒	感觉全是砂砾，搓时沙沙作响	松散的单位	不能或勉强成球一触即碎	搓不成条
砂壤土	以砂为主，有少量细土粒	感觉主要是砂，稍有土的感觉搓时沙沙作响	土块用手轻压或抛在铁锹上很易散碎	可成球，轻压即碎	勉强搓成不完整的短条
轻壤土	砂多，细土约占二三成	感觉有较多粘质颗粒	用手压碎土块，相当于压断一根火柴棒的力	可成球，压扁时边缘裂缝多而大	可成条，轻轻提起即断
中壤土	还能见到沙砾	感觉沙砾大致相当，有面粉状细腻感	土块较难用手压碎	可成球，压扁时有小裂缝	可成条，弯成 2cm 直径圆圈时易断
重壤土	几乎见不到沙砾	感觉不到沙砾存在	干土块难用手压碎	可成球，压扁时仍有小裂缝	可成条和弯成圆圈，将圆圈压扁有裂缝
粘土	看不到沙砾	完全是细腻粉末状感觉	干土块手压不碎，锤击也不成粉末	可成球，压扁后边缘无裂缝	可成条和弯成圆圈，将圆圈压扁无裂缝

B 土壤含水率测定

用铝盒在剖面上取三个土样，带回室内称得湿土重，然后在 105 度烘箱中烘 8 小时至恒重，称得干土重，用下列公式计算土壤含水率：

$$\text{土壤含水率} = \frac{\text{湿土重} - \text{干土重}}{\text{干土重}} \times 100\%$$

水土流失因子监测中的地形地貌因子、气象因子、植被因子、水文因子、原土地利用情况、社会因子及经济因子是针对全区开展的；土壤因子的监测是根据

实际需要，在工程的不同区域选取有代表性的土样进行测算，确定不同扰动类型下的土壤其土壤侵蚀强度及侵蚀量的关系。

2) 水土流失防治动态监测

(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、形式及型式。对于土壤侵蚀类型及形式，采取现场识别的方式获取；土壤侵蚀强度根据实地踏勘，对照《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）进行确定。

(2) 水土保持措施防治效果

① 防治措施的数量与质量

本工程全区水土保持措施的数量主要由业主及监理单位提供，工程的施工质量主要由监理单位确定。

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

② 防护工程的稳定性、完好程度和运行情况

本工程的防护工程主要指挡墙、护坡、排水沟等工程，工程的施工质量主要由监理单位确定，监测时主要查看其是否存在损害或砼裂缝、挡墙断裂或沉降等不稳定情况出现，做出定性描述。

③ 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、收集业主针对水土保持相关政策等方式获得。

2.2.3 巡查监测

巡查主要是在工程施工建设过程中和建设期针对整个工程的全部区域所采用的监测方法。结合项目实际情况，本项目监测于 2016 年 1 月份介入，主要针对项目建设期及植被恢复期进行监测，巡查的主要内容是水土流失危害和重大水土流失事件动态监测。

(1) 水土流失危害监测

A 对周边河道影响情况

通过实地踏勘、走访群众等形式进行监测。

B 对周边水利设施影响情况

通过实地踏勘、走访群众、项目管理人员等形式进行监测。

C 其他水土流失危害

通过实地踏勘、问卷调查等形式进行监测。

(2) 重大水土流失事件监测

根据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。

2.2.4 监测指标及监测方法

结合项目特点，本项目监测中选用植被样方法进行监测。

植被样方可用于调查林草植被的生长发育状况，根据监测指标不同，具体的测量方式方法也不同。根据本项目监测实际情况，主要监测指标测量方法如下：

(1) 林木生长情况

① 树高：采用测高仪进行测定。

② 胸径：采用胸径尺进行测定。

(2) 存活率和保存率

根据工程实际情况，对本项目全线行道树存活率和保存率进行统计，查看绿化苗木成活的株数占绿化苗木总株数的百分数，一定时间以后，检查保存完好的林木株数占总造林株数的百分数，单位为%。

人工种草成活率是指在随机设置 2m×2m 的多个样地内，于苗期查验，当出苗 30 株/m² 以上为合格，并计算和各样方占检查总样方的百分数及为存活率，单位为%，保存率是以上述合格标准在种草一定时间以后，再行查验，保存合格样数占总样数的百分比，单位为%。

(3) 林草覆盖度监测

覆盖度是反映林草植被覆盖情况的指标，通过测量植被（林、灌、草）冠层的枝叶地面上的垂直投影面积占该林草标准地面积的比例进行计算。计算式为：

$$\text{覆盖度} = \frac{\sum (C_i A_i)}{A} \times 100\%$$

式中：C_i为林地、草地郁闭度或盖度；A_i为相应郁闭度、盖度的面积；A 为流域总面积。

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

3.1.1.1 原方案确定的防治责任范围

根据《原方案》及批复“西水许〔2015〕39号”，西双版纳州勐海县协鑫光伏 50MW 农光互补电站工程水土流失防治责任范围总面积为 206.43hm²。其中项目建设区面积为 190.73hm²，直接影响区面积为 15.70hm²。方案批复防治责任范围面积详见表 3-1。

表 3-1 《原方案》确定的防治责任范围统计表 单位：hm²

防治分区			占地类型及面积统计（hm ² ）				备注
			林地	草地	交通运输用地	小计	
项目建 设区	光伏发电 系统区	光伏板基础	0.15	3.45		3.60	
		光伏方阵空地	0.88	101.83	0.65	103.36	
		逆变器室及箱 式变	0.04	0.41		0.45	
		小计	1.07	105.69	0.65	107.41	
	升压站区	构建筑物及道 路区	0.00	0.68		0.68	
		绿化区	0.00	0.04		0.04	
		小计	0.00	0.72	0.00	0.72	
	道路工程 区	进场道路区	0.00	0.00	2.03	2.03	
		场内道路区	0.76	4.02	1.34	6.12	
		小计	0.76	4.02	3.37	8.15	
	预留用地区		6.25	68.18	0.02	74.45	
	合计		8.08	178.61	4.04	190.73	
直接影响区			坡面上游取外延 5m，下游外 延取 10m			15.70	
防治责任范围			项目建设区+直接影响区			206.43	

3.1.1.2 变更方案确定的防治责任范围

根据《变更方案》及其批复“西水政保〔2019〕3号”，变更后西双版纳州勐海县协鑫光伏 50MW 农光互补电站工程水土流失防治责任范围总面积为 190.73hm²，其中工程建设扰动面积 11.10hm²，不扰动面积为 179.63hm²，占地性质为永久占地（188.70hm²）和临时占地（2.03hm²）。

表 3-2 《变更方案》确定的防治责任范围统计表

单位: hm^2

号	分区		占地类型及面积统计（hm ² ）				占地性质	备注
			林地	草地	交通运输用地	小计		
按功能分区统计								
一	光伏发电系统区	光伏板基础	0.11	2.41		2.52	永久占地	施工扰动
		光伏方阵空地	0.62	71.08	0.65	72.35	永久占地	不扰动
		逆变器室及箱式变	0.03	0.29		0.32	永久占地	施工扰动
		小计	0.76	73.78	0.65	75.19	永久占地	
二	升压站区	构建筑物及道路区		0.68		0.68	永久占地	施工扰动
		绿化区		0.04		0.04	永久占地	施工扰动
		小计		0.72		0.72	永久占地	
三	道路工程区	进场道路区			2.03	2.03	临时占地	施工扰动
		场内道路区	0.22	2.97	1.34	4.53	永久占地	施工扰动
		小计	0.22	2.97	3.37	6.56	永久占地	
四	预留用地区		7.10	101.14	0.02	113.04	永久占地	不扰动
五	合计		8.08	178.61	4.04	190.73	永久占地	
按工程扰动性质统计								
一	扰动区		0.63	7.10	3.37	11.10	永久占地	施工扰动
二	未扰动区		7.45	171.51	0.67	179.63	永久占地	未扰动
三	合计		8.08	178.61	4.04	190.73	永久占地	

备注：临时施工生产生活区位于光伏方阵外空地上，占地不重复计列，占地面积同《原方案》，计入光伏发电系统区，临时施工生产生活区占地面积 0.98hm^2 ，其中林地 0.27hm^2 ，草地 0.27hm^2 。

3.1.1.3 实际防治责任范围监测结果

根据现场踏勘量测，结合建设单位提供的征占地资料，本工程实际发生的防治责任范围面积为 190.73hm^2 ，其中工程建设扰动面积 10.95hm^2 ，不扰动面积为 179.78hm^2 ，占地性质为永久占地（ 188.70hm^2 ）和临时占地（ 2.03hm^2 ）。防治责任范围监测结果详见表 3-3。

表 3-3 实际水土流失防治责任范围统计表

单位: hm^2

序号	分区		占地类型及面积统计（hm ² ）				占地性质	备注
			林地	草地	交通运输用地	小计		
按功能分区统计								
一	光伏发电系统区	光伏板基础	0.11	2.29		2.39	永久占地	施工扰动
		光伏方阵空地	0.62	67.45	0.65	68.72	永久占地	不扰动
		逆变器室及箱式变	0.03	0.27		0.30	永久占地	施工扰动
		小计	0.749	70.01	0.65	71.41	永久占地	
二	升压站区	构建筑物及道路区		0.68		0.68	永久占地	施工扰动
		绿化区		0.04		0.04	永久占地	施工扰动
		小计	0	0.72	0	0.72	永久占地	
三	道路工程区	进场道路区			2.03	2.03	永久占地	施工扰动
		场内道路区	0.21	2.97	1.34	4.53	永久占地	施工扰动
		小计	0.21	2.97	3.37	6.56	永久占地	
四	预留用地区		7.12	104.91	0.02	112.04	永久占地	不扰动
五	合计		8.08	178.61	4.04	190.73	永久占地	
按工程扰动性质统计								
一	扰动区		0.62	6.96	3.37	10.95	永久/临时	施工扰动
二	未扰动区		7.46	171.65	0.67	179.78	永久占地	未扰动
三	合计		8.08	178.61	4.04	190.73	永久占地	

备注: 临时施工生产生活区位于光伏方阵外空地上, 占地不重复计列, 占地面积同《原方案》, 计入光伏发电系统区, 临时施工生产生活区占地面积 0.98hm^2 , 其中林地 0.27hm^2 , 草地 0.27hm^2 。

3.1.1.4 水土流失防治责任范围变化

根据建设单位及监理小组提供的监理资料, 并结合现场监测实际情况确定, 本工程实际发生的水土流失防治责任范围总面积, 与《变更方案》及其批复“西水政保〔2019〕3 号”确定的水土流失防治责任范围一致; 与《原方案》及批复“西水许〔2015〕39 号”的防治责任范围面积相比, 减少 15.70hm^2 , 根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018), 取消了防治责任范围中的直接影响区, 故本次防治责任范围未计直接影响区面积, 共减少 15.70hm^2 。

3.1.2 建设期扰动土地面积

3.1.2.1 原方案确定的扰动土地面积

根据《原方案》及其批复“西水许〔2015〕39 号”, 本工程征占地红线范围总面积为 190.73hm^2 , 永久占地 188.70hm^2 , 临时占地 2.03hm^2 , 其中工程建设扰动面积 13.92hm^2 (包括光伏板基础区、逆变器室及箱式变区、升压站区、道路工程区及临时施工生产生活区), 不扰动面积为 176.81hm^2 。详见表 3-4。

表 3-4 《原方案》中确定的扰动地表面积统计表 单位: hm^2

序号	分区		占地类型及面积统计 (hm^2)			
			林地	草地	交通运输用地	小计
一	光伏发电系统区	光伏板基础	0.15	3.45		3.60
		逆变器室及箱式变	0.04	0.41		0.45
		小计	0.19	3.86		4.05
二	升压站区	构建筑物及道路区		0.68		0.68
		绿化区		0.04		0.04
		小计		0.72		0.72
三	道路工程区	进场道路区			2.03	2.03
		场内道路区	0.76	4.02	1.34	6.12
		小计	0.76	4.02	3.37	8.15
四	临时施工生产生活区		0.25	0.75		1.00
六	合计		1.70	8.85	3.37	13.92

3.1.2.2 变更方案确定的扰动土地面积

根据工程施工及监理资料统计,勐海县协鑫光伏征占地红线范围总面积为 190.73hm^2 ,其中工程建设扰动面积 11.10hm^2 ,不扰动面积为 179.63hm^2 ,占地性质为永久占地 188.70hm^2 和临时占地 2.03hm^2 。具体见表 3-5。

表 3-5 《变更方案》中确定的扰动地表面积统计表 单位: hm^2

序号	分区		扰动地表面积统计 (hm^2)			
			林地	草地	交通运输用地	小计
一	光伏发电系统区	光伏板基础	0.11	2.41		2.52
		逆变器室及箱式变	0.03	0.29		0.32
		小计	0.14	2.70		2.84
二	升压站区	构建筑物及道路区		0.68		0.68
		绿化区		0.04		0.04
		小计		0.72		0.72
三	道路工程区	进场道路区			2.03	2.03
		场内道路区	0.22	2.97	1.34	4.53
		小计	0.22	2.97	3.37	6.56
四	临时施工生产生活区		0.27	0.71		0.98
五	合计		0.63	7.10	3.37	11.10

3.1.2.3 实际扰动土地面积监测结果

根据监测组统计,西双版纳州勐海县协鑫光伏 50 兆瓦农光互补电站工程建设实际扰动土地面积为 10.95hm^2 。本项目实际扰动地表面积详见表 3-6。

表 3-6 工程建设各年度扰动地表面积统计表 单位: hm^2

序号	分区		设计扰动面积	2015 年度	2016 年度	合计
一	光伏发电系统区	光伏板基础	3.60	0.23	2.16	2.39
		逆变器室及箱式变	0.45	0.03	0.27	0.30
		小计	4.05	0.26	2.43	2.69
二	升压站区	构建筑物及道路区	0.68	0.68		0.68
		绿化区	0.04	0.04		0.04
		小计	0.72	0.72		0.72
三	道路工程区	进场道路区	2.03	2.03		2.03
		场内道路区	6.12	0.69	3.84	4.53
		小计	8.15	2.72	3.84	6.56
四	临时施工生产生活区		1.00	0.98		0.98
五	合计		13.92	4.68	6.27	10.95

3.1.2.4 扰动土地面积变化

通过对比,本工程实际扰动地表面积与《变更方案》设计的占地面积对比减少 0.15hm^2 。由于建设规模减少,本工程实际扰动地表面积与《原方案》、《变更方案》比较,扰动面积分别减少 2.82hm^2 、 0.15hm^2 。

表 3-6 工程建设实际扰动土地面积与《原方案》、《变更方案》对比表 单位: hm^2

序号	分区		水保方案	变更方案	实际	扰动土地面积对比	
						变更-原方案	实际-变更
一	光伏发电系统区	光伏板基础	3.60	2.52	2.39	-1.08	-0.13
		逆变器室及箱式变	0.45	0.32	0.3	-0.13	-0.02
		小计	4.05	2.84	2.69	-1.21	-0.15
二	升压站区	构建筑物及道路区	0.68	0.68	0.68	0	0
		绿化区	0.04	0.04	0.04	0	0
		小计	0.72	0.72	0.72	0	0
三	道路工程区	进场道路区	2.03	2.03	2.03	0	0
		场内道路区	6.12	4.53	4.53	-1.59	0
		小计	8.15	6.56	6.56	-1.59	0
四	临时施工生产生活区		1.00	0.98	0.98	-0.02	0
五	合计		13.92	11.10	10.95	-2.82	-0.15

3.2 取料监测结果

3.2.1 设计取料情况

根据《西双版纳州勐海县协鑫光伏 50 兆瓦农光互补电站工程水土保持方案变更报告书》(报批稿),方案未布设取料场,工程建设所需砂石料从项目区周

边合法砂石料场购买。根据工程实际建设情况及现场踏勘，本项目建设期间所需建筑砂石料从当地有合法开采手续的采石场购买，相应砂石料开采水土保持防治责任由供方负责，在合同中注明，报地方水行政主管部门备案。

3.2.2 取料监测结果

本项目建设期间所需施工砂石料均从合法厂商购得，未布设取土（石、料）场。根据工程施工监理资料，施工用砂石料外购部分从邻近砂石料厂购得，施工用水泥从勐海县购得。

3.3 弃渣监测结果

3.3.1 设计弃渣情况

根据《西双版纳州勐海县协鑫光伏 50 兆瓦农光互补电站工程水土保持方案变更报告书》（报批稿）及其批复，本项目无废弃土石方。

3.3.2 弃渣场位置、占地面积及弃渣量监测结果

实际建设过程中，本项目土石方综合利用，无废弃土石方产生，未布设弃渣场。

3.4 土石方流向情况监测结果

3.4.1 原方案设计土石方流向情况

根据《西双版纳州勐海县协鑫光伏 50 兆瓦农光互补电站工程水土保持方案变更报告书》（报批稿）及其批复，本工程建设共产生土石方开挖量为 14.73 万 m^3 ；工程回填方为 14.73 万 m^3 ；内部调运 0.98 万 m^3 ；无需进行土石方外借，也未产生永久弃渣。具体见表 3-5。

表 3-5 土石方平衡及流向表（《水保方案》） 单位：万 m³

序号	项目组成	挖方	填方	调入		调出		外借		弃方	
				数量	来源	数量	去向	数量	来源	数量	去向
一	光伏发电系统区	1.15	0.96	0.00		0.19					
1	方阵支架基础区	0.72	0.72	0.00		0.00					
2	光伏方阵空地	0.00	0.00	0.00		0.00					
3	逆变器及箱式变区	0.43	0.24	0.00		0.19	场内道路区				
二	升压站区	0.98	1.77	0.79	进场道路区						
三	道路工程区	12.58	11.98	0.19	逆变器及箱式变区	0.79					
1	进场道路区	1.42	0.63	0.00		0.79	升压站区				
2	场内道路区	11.16	11.35	0.19							
四	施工生产生活区	0.02	0.02								
合计		14.73	14.73	0.98		0.98					

注：1、表中数据均为自然方；

2、开挖+调入+外借=回填+调出+废弃。

3.4.2 变更后土石方情况

根据《变更方案》，工程变更后，本项目建设共产生土石方开挖量为 11.48 万 m³；工程回填方为 11.48 万 m³；内部调运 0.79 万 m³；未产生永久弃渣，工程建设过程未开展表土剥离。

表 3-5 土石方平衡及流向表（《变更方案》） 单位：万 m³

号	项目组成	挖方	填方	调入		调出		外借		弃方	
				数量	来源	数量	去向	数量	来源	数量	去向
一	光伏发电系统区	0.80	0.80								
1	方阵支架基础区	0.50	0.50								
2	光伏方阵空地										
3	逆变器及箱式变区	0.30	0.30								
二	升压站区	0.98	1.77	0.79	进场道路区						
三	道路工程区	9.68	8.89			0.79					
1	进场道路区	1.42	0.63			0.79	升压站区				
2	场内道路区	8.26	8.26								
四	施工生产生活区	0.02	0.02								
合计		11.48	11.48	0.79		0.79					

注：1、表中数据均为自然方；

2、开挖+调入+外借=回填+调出+废弃。

3.4.3 实际土石方流向情况

根据工程施工及监理资料统计，本项目建设共产生土石方开挖量为 11.44 万 m³；工程回填方为 11.44 万 m³；内部调运 0.79 万 m³；未产生永久弃渣。

表 3-6 土石方平衡及流向表（实际） 单位：万 m³

序号	项目组成	挖方	填方	调入		调出		外借		弃方	
				数量	来源	数量	去向	数量	来源	数量	去向
一	光伏发电系统区	0.76	0.76								
1	方阵支架基础区	0.48	0.48								
2	光伏方阵空地										
3	逆变器及箱式变区	0.29	0.29								
二	升压站区	0.98	1.77	0.79	进场道路区						
三	道路工程区	9.68	8.89			0.79					
1	进场道路区	1.42	0.63			0.79	升压站区				
2	场内道路区	8.26	8.26								
四	施工生产生活区	0.02	0.02								
合计		11.44	11.44	0.79		0.79					

注：1、表中数据均为自然方；

2、开挖+调入+外借=回填+调出+废弃。

3.4.4 土石方流向变化情况

与《变更方案》对比分析，本工程实际建设过程中土石方开挖量减少 0.04 万 m³，回填方减少 0.04 万 m³。土石方平衡及流向表变化情况详见下表 3-7。

表 3-7 土石方平衡及流向变化情况分析表 单位：万 m³

分区或分段	土石方平衡项	变更方案	实际	变化量及说明	
		土石方量	土石方量	变化量	说明
光伏发电系统区	开挖	0.81	0.76	-0.04	建设规模减少，光伏方阵建设减少，使开挖回填量减少
	回填	0.81	0.76	-0.04	
	废弃				
升压站区	开挖	0.98	0.98		
	回填	1.77	1.77		
	废弃				
道路工程区	开挖	9.68	9.68		
	回填	8.89	8.89		
	废弃				
施工生产生活区	开挖	0.02	0.02		
	回填	0.02	0.02		
	废弃				
合计	开挖	11.48	11.44	-0.04	
	回填	11.48	11.44	-0.04	
	废弃				

注：实际建设过程中土石方产生量、流向与《变更方案》一致。

4 水土流失防治措施监测结果

西双版纳州勐海县协鑫光伏 50 兆瓦农光互补电站工程水土流失防治及其效果监测内容包括各项水土流失防治措施的数量、质量及其防治效果，主要为工程措施中拦渣工程、斜坡防护工程的稳定性、完好程度及运行情况，防洪排导工程的稳定性、完好程度及运行情况；植物措施成活率、保存率、生长情况及覆盖度。结合项目建设区水土流失特点和实际施工进度，从水土保持工程措施、水土保持植物措施、水土保持临时措施、水土流失防治效果几个方面对监测数据进行综合分析。与《变更方案》中的防治措施及水土流失量预测结果进行对比分析，反映项目建设区水土流失防治措施及其效果。

4.1 工程措施监测结果

一、《原方案》批复工程措施情况

根据《原方案》及其批复，主体设计具有水土保持功能的措施有：砖砌排水沟 380m，浆砌石排水沟 2600m。方案新增的水土保持工程措施有：生态排水沟 7600m，碎石铺垫 1170m²，挡水坎 250 道，沉砂池 7 口，预制涵管 85m。

表 4-1 《原方案》批复的工程措施工程量表

项目分区	措施名称	单位	方案批复数量	备注
升压站	砖砌排水沟	m	380	主体设计
光伏发电系统区	碎石铺垫	m ²	1170	方案新增
道路工程区	浆砌石排水沟	m	2600	主体设计
	生态排水沟	m	7600	方案新增
	挡水坎	道	250	方案新增
	排水涵管	m	85	方案新增
	沉砂池	口	7	方案新增
小计				

二、《变更方案》批复工程措施情况

根据《变更方案》及其批复文件，主体设计具有水土保持功能的措施有：砖砌排水沟 380m，浆砌石排水沟 250m。方案新增的水土保持工程措施有：生态排水沟 10895m，排水涵管 78m，沉砂池 1 口。

表 4-2 《变更方案》批复的工程措施工程量表

项目分区	措施名称	单位	方案批复数量	备注
升压站	砖砌排水沟	m	380	主体设计
道路工程区	浆砌石排水沟	m	250	主体设计
	生态排水沟	m	10895	方案新增
	排水涵管	m	78	方案新增
	沉砂池	口	1	方案新增
小计				

三、实际实施工程措施情况

根据施工单位结算资料及监理单位资料，截止 2020 年 12 月，西双版纳州勐海县协鑫光伏 50 兆瓦农光互补电站工程实际实施水土保持工程措施包括：砖砌排水沟 380m，浆砌石排水沟 250m，生态排水沟 10895m，排水涵管 78m，沉砂池 1 口。实施时间为：2015 年 7 月~2016 年 6 月，具体实施工程量情况及与方案批复的工程措施对比表见表 4-3。

表 4-3 实际实施与方案批复的工程措施工程量对比表

项目分区	措施类型	措施名称	单位	原方案批复	变更方案	实际	工程量对比 (+、-)	
							变更-原方案	实际-变更
光伏发电系统区	工程措施	碎石铺垫	m ²	1170	0	0	-1170	0
升压站区	工程措施	砖砌排水沟	m	380	380	380	0	0
道路工程区	工程措施	浆砌石排水沟	m	2600	250	250	-2350	0
		生态排水沟	m	7600	10895	10895	3295	0
		排水涵管	m	85	78	78	-7	0
		沉砂池	口	7	1	1	-6	0

通过对比，本工程实际实施的工程措施工程量与《变更方案》一致，与《原方案》及其批复相比有一定变化：

1、光伏发电系统区：主体工程实际建成 30MW 光伏发电系统，未实施碎石铺垫措施，针对方阵倾斜低的一侧地面位置及施工扰动区域进行绿化，现状为植被覆盖，已实施措施满足水土保持要求；

2、升压站区：升压站实际实施水土保持工程措施与《原方案》设计一致，满足水土保持要求。

3、道路工程区：

(1) 场内道路主干道未实施浆砌石排水沟、未实施挡水坎，实际道路上侧光伏方阵区域施工期扰动区域较小，周边空地大部分为植被覆盖，场内道路区域大部分为改扩建道路，项目区汇水下渗或汇入周边沟箐较多，同时为了方便道路一侧电缆检修，实际道路一侧排水沟全部实施为生态排水沟，生态排水沟数量增

加，由于沟底碎石铺垫，部分道路较陡处未实施挡水坎，生态排水沟实施后经历多个雨季，排水沟满足要求；

（2）实际建设过程中，光伏发电系统区施工扰动面减少，扰动强度较小，扰动区域为支架基础、逆变器及箱变基础，场内道路区域大部分为改扩建道路，场内道路上游降雨及地表径流汇水冲刷携带泥沙含量较少，实际未实施沉砂池；

（3）为了将汇水有效疏导排出，针对排水沟跨越路面无排水设施衔接区域铺设排水涵管，由于道路长度减少，实际实施排水涵管工程量总体减少，满足水土保持要求。

监测项目组认为，西双版纳州勐海县协鑫光伏 50 兆瓦农光互补电站工程水土保持工程措施基本能够满足项目区水土流失防治要求，实际实施情况基本到位，能满足工程水土保持防治要求。

实际实施工程措施照片集	
	
浆砌石排水沟	沉砂池
	
生态排水沟	



4.2 植物措施监测结果

一、《原方案》批复植物措施情况

根据《原方案》及其批复，主体设计具有水土保持功能的措施有：升压站绿化 0.04hm²。方案新增的水土保持植物措施有：植被恢复面积 3.45hm²。

表 4-1 《原方案》批复的植物措施工程量表

项目分区	措施	种植面积 (hm ²)	备注
光伏发电系统区	植被恢复	0.85	方案新增
升压站区	绿化	0.04	主体设计
道路工程区	植被恢复	1.60	方案新增
临时施工生产生活区	植被恢复	1.00	方案新增
小计		3.49	

二、《变更方案》批复植物措施情况

根据《变更方案》及其批复文件，主体设计具有水土保持功能的措施有：升压站绿化 0.04hm²。方案新增的水土保持植物措施有：植被恢复面积 2.45hm²。

表 4-2 《变更方案》批复的植物措施工程量表

项目分区	措施	种植面积 (hm ²)	备注
光伏发电系统区	植被恢复	0.60	方案新增
升压站区	绿化	0.04	主体设计

道路工程区	植被恢复	0.87	方案新增
临时施工生产生活区	植被恢复	0.98	方案新增
小计		2.49	

三、实际实施植物措施情况

根据施工单位结算资料及监理单位资料，西双版纳州勐海县协鑫光伏 50 兆瓦农光互补电站工程实际实施水土保持植物措施包括：升压站绿化 400m²，植被恢复 2.18hm²。水土保持植物措施实施时间为 2016 年 4 月~2016 年 6 月，2019 年 7 月~2019 年 8 月。具体实施工程量情况及与方案批复的工程措施对比表见表 4-4。

表 4-3 实际实施与方案批复的植物措施工程量对比表

项目分区	措施名称	单位	原方案 批复	变更 方案	实际	工程量对比 (+、-)	
						变更-原 方案	实际- 变更
光伏发电系统区	撒播三叶草和黑麦草	hm ²	0.85	0.60	0.57	-0.25	-0.03
升压站区	站区绿化	hm ²	0.04	0.04	0.04	0	0
道路工程区	撒播三叶草和黑麦草	hm ²	1.60	0.87	0.87	-0.73	0
临时施工生产生活区	撒播三叶草和黑麦草	hm ²	1.00	0.98	0.74	-0.02	-0.24

通过对比，本工程实际实施的植物措施工程量与《变更方案》及批复、《原方案》及批复相比有一定变化：

1、光伏发电系统区：实际建成光伏发电系统方阵减少，未实施碎石铺垫措施，针对方阵倾斜低的一侧地面位置及施工扰动区域进行绿化，导致植物措施面积总体减少；

2、升压站区：升压站实际实施水土保持植物措施与《原方案》、《变更方案》设计一致，满足水土保持要求；

3、道路工程区：与《原方案》对比，道路长度减少，道路边坡的面积比原设计减少，可绿化的面积比原设计减少，因此绿化面积同《原方案》设计的有所减少；

4、临时施工生产生活区：主体工程完工后，1#和 3#临时施工生产生活区施工管理房、材料及设备储存房未拆除，建设单位将留用，作为储物室，仅针对临时施工生产生活区裸露区域进行植被恢复，临时施工生产生活区植被恢复面积较《变更方案》及批复、《原方案》及批复减少。



4.3 临时防护措施监测结果

一、《原方案》批复临时措施情况

根据《原方案》及其批复，主体设计具有水土保持功能的措施有：临时施工生产生活区砖砌排水沟 85m。方案新增的水土保持临时措施有：临时无纺布覆盖 34900m²，临时植物篱拦挡 850m。

表 4-1 《原方案》批复的植物措施工程量表

防治分区	措施名称	单位	数量	备注
光伏发电系统区	临时无纺布覆盖	m ²	8500	方案新增
升压站区	临时无纺布覆盖	m ²	400	方案新增
道路工程防治区	临时无纺布覆盖	m ²	16000	方案新增
	临时植物篱拦挡	m	850	方案新增
临时施工生产生活区	砖砌排水沟	m	85	主体设计
	临时无纺布覆盖	m ²	10000	方案新增

二、《变更方案》批复临时措施情况

根据《变更方案》及其批复文件，主体设计具有水土保持功能的措施有：临时施工生产生活区砖砌排水沟 85m。方案新增的水土保持临时措施有：临时无纺

布覆盖 24900m²。

表 4-2 《变更方案》批复的植物措施工程量表

项目分区	工程名称	单位	数量	备注
光伏发电系统区	临时无纺布覆盖	m ²	6000	方案新增
升压站区	临时无纺布覆盖	m ²	400	方案新增
道路工程防治区	临时无纺布覆盖	m ²	8700	方案新增
临时施工生产生活区	砖砌排水沟	m	85	主体设计
	临时无纺布覆盖	m ²	9800	方案新增

三、实际实施临时措施情况

根据施工单位结算资料及监理单位资料，截止 2020 年 12 月，西双版纳州勐海县协鑫光伏 50 兆瓦农光互补电站工程实际实施水土保持临时措施包括：临时施工生产生活区砖砌排水沟 85m、临时无纺布覆盖 22200m²。项目的水土保持临时措施中砖砌排水沟实施时间为 2015 年 5 月，临时无纺布覆盖实施时间为 2016 年 4 月~2016 年 6 月，2019 年 7 月~2019 年 8 月。由于临时措施实施周期较短，部分区域没有影像资料。具体实施工程量情况及与方案批复的工程措施对比表见表 4-4。

表 4-3 实际实施与方案批复的临时措施工程量对比表

项目分区	措施类型	措施名称	单位	原方案批复	变更方案	实际	工程量对比 (+、-)	
							变更-原方案	实际-变更
光伏发电系统区	临时措施	无纺布覆盖	m ²	8500	6000	5700	-2500	-300
升压站区	临时措施	无纺布覆盖	m ²	400	400	400	0	0
道路工程防治区	临时措施	无纺布覆盖	m ²	16000	8700	8700	-7300	0
临时施工生产生活区	临时措施	砖砌排水沟	m	85	85	85	0	0
		无纺布覆盖	m ²	10000	9800	7400	-200	-2400

通过对比，本工程实际实施的植物措施工程量与《变更方案》及批复、《原方案》及批复相比有一定变化：

1、光伏发电系统区：由于实际建设规模减少，导致光伏发电系统临时防护措施工程量减少。

2、升压站区：升压站实际实施水土保持临时措施与原方案设计一致，满足水土保持要求。

3、道路工程区：道路边坡可绿化的面积减少，因此绿化区域的临时防护措施相应减少。

4、临时施工生产生活区：

- (1) 由于植被恢复面积减少，相应的临时覆盖措施工程量减少；
- (2) 砖砌排水沟实施情况与原方案主体设计一致。

实际实施临时措施照片集	
	
砖砌排水沟	无纺布覆盖

4.4 水土保持措施防治效果

4.4.1 水土保持措施实施情况汇总

截至 2019 年 8 月，西双版纳州勐海县协鑫光伏 50 兆瓦农光互补电站工程实际实施的水土保持措施包括：

- (1) 工程措施：砖砌排水沟 380m，浆砌石排水沟 250m，生态排水沟 10895m，排水涵管 78m，沉沙池 1 口。
- (2) 植物措施：升压站绿化 400m²，植被恢复 2.18hm²。
- (3) 临时措施：砖砌排水沟 85m，临时无纺布覆盖 22200m²。

4.4.2 水土保持措施防治效果评价

西双版纳州勐海县协鑫光伏 50 兆瓦农光互补电站工程水土保持措施共划分为防洪排导工程、植被建设工程及临时防护工程。

防洪排导工程实施的浆砌石排水沟、生态排水沟等设施形成一个完整的排水系统，运行良好，沟内无淤积，无破损毁坏，排水顺畅，正确引导水流，能有效地防止径流对地表的冲刷，保持水土的效果明显。后期运行管理中需重点巡察排洪导流设施是否出现淤积、破损，如有淤积应及时进行疏通，如有破损应及时进行维修。

植被建设工程绿化带采用植草方式进行绿化，绿化带实施后，美化了环境，

具有较好的水土保持功能，绿化区域植被生长较好，绿化成活率 100%。

临时防护工程实施了临时排水、覆盖措施，施工期间临时排水沟正常运行，能及时排出施工期间汇水，临时覆盖措施有效减轻降雨及地表径流对绿化区域的冲刷，临时防护措施质量总体合格。

表 4-4 水土保持措施质量评定结果表

单位工程	分部工程	布设位置	单元工程划分 (个)	质量评定			
				合格项数	优良项数	优良率%	质量评定等级
防洪排导工程	排水沟	升压站区、道路工程区	232	232	0	0	合格
植被建设工程	点片状植被	光伏发电系统区、升压站区、道路工程区、临时施工生产生活区	3	3	0	0	合格
临时防护工程	沉沙	道路工程区	1	1	0	0	合格
	排水	临时施工生产生活区	2	2	0	0	合格
	覆盖	光伏发电系统区、升压站区、道路工程区、临时施工生产生活区	28	28	0	0	合格
合计			266	266	0	0	

综上所述，本项目在工程建设过程中实施的工程措施、植物措施、临时措施有效保证了工程质量，达到了水土流失防治效果，发挥了较好的水土保持功能。

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

根据各阶段水土流失面积监测结果，建设期内占地红线范围内，扰动地表区域造成了新的水土流失，施工期水土流失面积为 10.95hm²；施工期结束后，进入自然恢复期，自然恢复期水土流失面积为 2.22hm²，具体各区域水土流失面积详见表 5-1。

表 5-1 项目区水土流失面积统计表 单位：hm²

序号	分区	造成的水土流失面积（hm ² ）	
		施工期	自然恢复期
1	光伏发电系统区	2.69	0.57
2	升压站区	0.72	0.04
3	道路工程区	6.56	0.87
4	临时施工生产生活区	0.98	0.74
5	合计	10.95	2.22

5.2 土壤流失量

5.2.1 侵蚀单元划分

5.2.1.1 原地貌侵蚀单元划分

根据项目设计资料调查结果显示，项目实施前项目区水土流失防治责任范围内的原生地貌主要有：林地、草地、交通运输用地。各侵蚀占地情况见表 5-2。

表 5-2 项目区各侵蚀单元占地表 单位：hm²

序号	分区		占地类型及面积统计（hm ² ）				占地性质	备注
			林地	草地	交通运输用地	小计		
按功能分区统计								
一	光伏发电系统区	光伏板基础	0.11	2.29		2.39	永久占地	施工扰动
		光伏方阵空地	0.62	67.45	0.65	68.72	永久占地	不扰动
		逆变器室及箱式变	0.03	0.27		0.30	永久占地	施工扰动
		小计	0.749	70.01	0.65	71.41	永久占地	
二	升压站区	构建筑物及道路区		0.68		0.68	永久占地	施工扰动
		绿化区		0.04		0.04	永久占地	施工扰动
		小计	0	0.72	0	0.72	永久占地	
三	道路工程区	进场道路区			2.03	2.03	永久占地	施工扰动
		场内道路区	0.21	2.97	1.34	4.53	永久占地	施工扰动
		小计	0.21	2.97	3.37	6.56	永久占地	
四	临时施工生生产生活区		0.27	0.71		0.98	永久占地	位于光伏方阵空地上
五	预留用地区		7.12	104.91	0.02	112.04	永久占地	不扰动
六	合计		8.08	178.61	4.04	190.73	永久占地	
按工程扰动性质统计								
一	扰动区		0.62	6.96	3.37	10.95	永久/临时	施工扰动
二	未扰动区		7.46	171.65	0.67	179.78	永久占地	未扰动
三	合计		8.08	178.61	4.04	190.73	永久占地	

5.2.1.2 地表扰动类型划分

通过现场踏勘和调查，根据重塑地貌后形成新的地形地貌，分析划分项目建设过程中的地表扰动类型。为了客观地反映建设项目的水土流失特点，对项目在建设过程中的地表扰动进行适当的分类。

为了客观的反映西双版纳州勐海县协鑫光伏 50MW 农光互补电站工程的水土流失特点，对项目建设扰动地表面积进行适当的分类，施工过程中对地表的扰动主要分为施工扰动平台、开挖坡面、回填坡面三个侵蚀单元。根据监测工作的实际需要和西双版纳州勐海县协鑫光伏 50MW 农光互补电站工程的工程特点，在实地调查的基础上，依照同一扰动类型的流失特点和流失强度基本一致、不同扰动类型的流失特点和流失强度明显不同的原则，共分为 3 类地表扰动类型。结果见下表 5-3、5-4。

表 5-3 施工期地表扰动现状分类表

扰动类型	开挖边坡	回填边坡	施工扰动平台
分类	有危害扰动		
侵蚀对象形态	风化土质坡面，局部先实施有挡墙	土质回填边坡	施工营地平台施工，路面施工
特征描述	开挖坡面坡长<4m	回填坡面<4m	施工营地场平施工，路面施工
代号	土石质风化物	土石质风化物	土石质风化物
侵蚀类型	水蚀为主	水蚀为主	水蚀

表 5-4 自然恢复期地表扰动现状分类表

扰动类型	建构筑物覆盖及硬化地表	裸露平台绿化	边坡绿化
分类	无危害扰动		
侵蚀对象形态	建构筑物占压及硬化地表	裸露场地撒草绿化	植草边坡
特征描述	建构筑物及硬化覆盖，无土体裸露	植被覆盖	植被覆盖
代号	/	土质风化物	土质风化物
侵蚀类型	水蚀为主	水蚀为主	水蚀为主

5.2.1.3 防治措施分类

依据水土保持措施防治对象，本工程水土保持措施包括工程措施、植物措施、临时措施，具体措施为：

（1）工程措施：砖砌排水沟 380m，浆砌石排水沟 250m，生态排水沟 10895m，排水涵管 78m，沉沙池 1 口。

（2）植物措施：升压站绿化 400m²，植被恢复 2.18hm²。

（3）临时措施：砖砌排水沟 85m，临时无纺布覆盖 22200m²。

5.2.2 各侵蚀单元侵蚀模数的确定

5.2.2.1 原地貌侵蚀模数

原地貌侵蚀单元主要根据不同的土地占用类型而确定，依据西双版纳州勐海县协鑫光伏 50 兆瓦农光互补电站工程《水保方案》，原地貌侵蚀主要为各区域占地类型的原生侵蚀，项目水土流失防治责任范围内的原生占地类型主要为：林地、草地、交通运输用地，项目区原生平均土壤侵蚀模数为 701.21t/km²•a。项目各区域原生平均土壤模数见下表 5-5、5-6。

表 5-5 原生土壤侵蚀模数取值

序号	地类	自然因素	原生土壤侵蚀模数 (t/km ² ·a)	备注
1	林地	多为灌木和小乔木,具有一定水土保持功能,林草覆盖率约 60%	300	微度侵蚀
2	草地	多为茅草类,具有一定水土保持功能,林草覆盖率大于 90%	350	微度侵蚀
3	交通运输用地	土质路面,地表裸露	1500	轻度侵蚀

表 5-6 项目区原生平均土壤侵蚀模数

项目分区		占地类型及面积统计 (hm ²)				平均侵蚀模数
		林地	草地	交通运输用地	小计	t/km ² ·a
光伏发电系统区	光伏板基础	0.11	2.29		2.39	347.80
	逆变器及箱变	0.03	0.27		0.30	345.33
	小计	0.13	2.56		2.69	347.53
升压站区	构建筑物及道路区		0.68		0.68	350.00
	绿化区		0.04		0.04	350.00
	小计		0.72		0.72	350.00
道路工程区	进场道路区			2.03	2.03	1500.00
	场内道路区	0.21	2.97	1.34	4.53	688.05
	小计	0.21	2.97	3.37	6.56	939.42
临时施工生产生活区		0.27	0.71		0.98	336.22
合计		0.62	6.96	3.37	10.95	701.21

5.2.2.2 监测时段内各地表扰动类型侵蚀模数

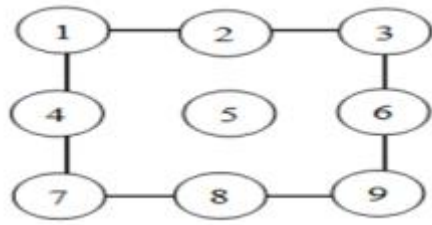
监测介入后,监测组根据现场勘察结果,对不同的扰动类型采用定位监测实测法对其产生的水土流失量进行了测定,推算出项目区内各扰动类型在监测时段内产生的水土流失量和各扰动类型侵蚀强度。具体情况如下:

1、施工期间各侵蚀单元土壤流失量分析

(1) 开挖边坡扰动类型土壤流失量分析

施工期间,监测项目组在场内道路开挖坡面布设简易水土流失观测场对其进行监测,记录侵蚀样方内各侵蚀钉数据,再计算分析得出道路开挖边坡土壤侵蚀模数。施工期间开挖边坡监测数据计算表详见表 5-7。

表 5-7 开挖边坡土壤侵蚀模数计算表

监测点、位置		5#监测点、场内道路开挖坡面		监测设施类型	
样方编号			2#侵蚀钉量测样方		
样方尺寸			3m×3m		
样方坡度			25°		
监测观测时间			2016 年 6 月		2015 年 12 月
侵蚀钉			侵蚀钉顶端至地表的高度（cm）		
桩钉	1#	34.3	31.2		
	2#	33.0	30.5		
	3#	33.3	30.2		
	4#	33.6	31.0		
	5#	33.6	30.1		
	6#	33.1	30.4		
	7#	32.9	29.8		
	8#	33.2	30.5		
	9#	34.3	31.2		
平均侵蚀深度（mm）			2.93		
水平投影面积（m ² ）			8.157		
土壤流失量计算公式			A=rZS/1000cosØ		
水土流失量（t）			0.038		
监测时段（a）			0.58		
土壤侵蚀模数（t/km ² .a）			7291.43		
对应扰动类型			开挖边坡		
填表说明			侵蚀钉观测样方示意图		
1、土壤流失量公式中 r 为容重（t/m ³ ），Z 为平均厚度（mm），S 为水平投影面积（m ² ），Ø为样方坡度；					
2、容重为 1.45 t/m ³ 。					

（2）回填边坡扰动类型土壤流失量分析

施工期间，监测项目组在光伏方阵周边回填边坡布设简易水土流失观测场对其进行监测，记录侵蚀样方内侵蚀钉数据。监测时段内回填坡面监测数据计算表详见表 5-8。

表 5-8 回填边坡土壤侵蚀模数计算表

监测点、位置		1#监测点、光伏方阵周边回填边坡		监测设施类型	
样方编号			1#侵蚀钉量测样方		
样方尺寸			3m×3m		
样方坡度			45°		
监测观测时间			2016 年 6 月		2015 年 12 月
侵蚀钉			侵蚀针顶端至地表的高度（cm）		
桩钉	1#		34.5		31.6
	2#		34.2		30.7
	3#		33.6		30.4
	4#		34.2		31.3
	5#		34.2		31.1
	6#		34.3		31.5
	7#		34.3		30.6
	8#		35.1		31.6
	9#		35.4		32.3
平均侵蚀深度（mm）			3.19		
水平投影面积（m²）			7.791		
土壤流失量计算公式			$A=rZS/1000\cos\varnothing$		
水土流失量（t）			0.042		
监测时段（a）			0.58		
土壤侵蚀模数（t/km².a）			7926.67		
对应扰动类型			回填边坡		
填表说明			侵蚀钉观测样方示意图		
1、土壤流失量公式中 r 为容重（t/m³），Z 为平均厚度（mm），S 为水平投影面积（m²），∅为样方坡度；					
2、容重为 1.45 t/m³。					

（3）施工扰动平台类型土壤流失量分析

施工期内，道路工程区设有沉砂池监测样方，以监测时段沉砂池监测样方数据推算施工期施工扰动平台造成的水土流失，监测样方计算详见表 5-9。

表 5-9 沉砂池监测数据计算表

位置		道路一侧沉沙池								
监测时段		2015 年 10 月~2016 年 6 月								
土壤特性		红壤、黄壤								
量测场规格 (hm ²)		3.20								
坡面坡比		0								
沉沙池尺寸 (长×宽×深)		3.0m×2.0m×1.5m								
泥沙淤积深度 (m)		0.49	0.53	0.57	0.62	0.70	0.74	0.82	0.90	1.03
结果 栏	量测场面积(m ²)	3200					投影面积(m ²)			3200
	流失体积(m ³)	4.26					流失总量(t)			6.18
	监测有效时长时段	0.75								
	平均土壤侵蚀模数 (t/km ² •a)	2576.17								

2、自然恢复期各侵蚀单元土壤流失量分析

(1) 硬化地表类型土壤流失量分析

自然恢复期，主体工程已实施完成，建构筑物及部分地表已进行硬化覆盖，该区域几乎不再产生水土流失，土壤侵蚀模数取值采用经验取值法取值为 100t/km²·a。

(2) 施工平台绿化类型土壤流失量分析

自然恢复期，施工平台绿化区域为撒草覆盖，该时段为植被恢复初期，仍存在轻度的水土流失，根据现场监测调查情况，结合植被覆盖度、土壤侵蚀分类分级标准，该区域土壤侵蚀模数取值采用经验取值法取值为 550t/km²·a。

(3) 边坡型绿化类型土壤流失量分析

自然恢复期，边坡绿化区域为植草覆盖，该时段为植被恢复初期，仍存在轻度的水土流失，根据现场监测调查情况，结合植被覆盖度、土壤侵蚀分类分级标准，该区域土壤侵蚀模数取值采用经验取值法取值为 650t/km²·a。

表 5-10 监测时段内项目区土壤侵蚀模数计算表

施工期 (2015 年 10 月 ~2016 年 6 月)	开挖边坡区	1.27	7291.43
	回填边坡区	1.04	7926.67
	施工扰动平台区	8.63	2576.17
自然恢复期 (2016 年 7 月 ~2020 年 12 月)	硬化地表区	8.49	100
	施工平台绿化区	1.35	550
	边坡绿化区	1.11	650

5.2.3 项目建设区土壤流失量分析

本工程为建设类项目，结合该工程建设实际监测过程，对监测时段内产生的

土壤流失量与原生土壤流失量进行对比分析。

5.2.3.1 原生土壤流失量监测结果及分析

根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007），项目区属水力侵蚀为主的西南土石山区。根据监测小组对工程水土流失状况实地调查资料，结合《水保方案》确定的侵蚀模数进行分析，水土流失背景值为 $701.21\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。采用公式：流失量 = $\sum$ 侵蚀单元面积 $\times$ 侵蚀强度，计算时段按施工期至设计水平年，即 2015 年 10 月至 2016 年 12 月计算，即 1.25a。项目建设区原生土壤水土流失量详见表 5-11。

表 5-8 项目区原生地表年土壤流失量

监测分区	水土流失面积 (hm^2)	平均土壤侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	预测时段 (a)	原生水土流失量 (t)
光伏发电系统区	2.69	347.54	5.25	49.08
升压站区	0.72	350.00	5.25	13.23
道路工程区	6.56	939.10	5.25	323.54
临时施工生产生活区	0.98	336.22	5.25	17.30
合计	10.95	701.21		403.14

5.2.3.2 监测时段内土壤流失量监测结果及分析

一、施工期土壤流失量监测结果及分析

(1) 2015 年度工程区土壤流失情况

通过对工程施工区资料和调查，2015 年年底道路工程区、施工营地施工完工，光伏发电系统区支架基础开挖及安装施工正在进行。2015 年度工程建设扰动地表面积 10.95hm^2 ，其中造成的水土流失面积 10.95hm^2 。根据各区域地表扰动类型划分，本年度工程区土壤流失量为 47.92t ，年平均土壤侵蚀模数 $4095.64 (\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。

表 5-9 2015 年度施工区土壤流失量计算表

项目分区	水土流失面积 (hm^2)	流失时段 (a)	2015 年平均土壤侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	水土流失量 (t)	比例 (%)
		施工期			
开挖边坡区	0.75	0.25	7145.60	13.36	27.89
回填边坡区	0.61	0.25	7213.27	11.04	23.03
施工扰动平台区	3.32	0.25	2833.79	23.52	49.08
合计	4.68		4095.64	47.92	100.00

(2) 2016 年度工程区土壤流失情况

通过对工程施工区资料和调查，2016 年工程全部完工，绿化区域进入植被恢复期。2016 年度工程建设扰动地表面积 6.27hm^2 。根据各区域地表扰动类型划

分，本年度工程区土壤流失量为 111.92t，年平均土壤侵蚀模数 3570.14 ($t/km^2 \cdot a$)。

表 5-10 2016 年度施工区土壤流失量计算表

项目分区	水土流失面积 (hm^2)	流失时段 (a)	平均土壤侵蚀模数 ($t/km^2 \cdot a$)	水土流失量(t)	比例 (%)
		施工期			
开挖边坡区	0.53	0.50	4277.56	11.29	10.09
回填边坡区	0.43	0.50	6333.33	13.68	12.22
施工扰动平台区	5.31	0.50	3275.00	86.95	77.69
合计	6.27		3570.14	111.92	100.00

二、自然恢复期土壤流失量监测结果及分析

各防治措施实施后进入运行期，自然恢复期按照监测时段自然恢复期开始至设计水平年结束，即 2016 年 7 月~2016 年 12 月计算，植被恢复期水土流失时间按 0.50a 计算。通过计算，防治措施实施后土壤流失量为 11.56t。防治措施实施后土壤流失量分析如下表 5-11。

表 5-11 自然恢复期土壤流失量计算表

项目分区	水土流失面积 (hm^2)	流失时段 (a)	平均土壤侵蚀模数 ($t/km^2 \cdot a$)	水土流失量(t)	比例 (%)
		自然恢复期			
硬化地表区	8.49	0.50	100	4.25	36.74
施工平台绿化区	1.35	0.50	550	3.71	32.13
边坡绿化区	1.11	0.50	650	3.60	31.14
合计	10.95		211.11	11.56	100.00

5.2.3.3 各扰动阶段土壤流失量汇总

根据以上计算结果，本工程因施工建设产生土壤流失总量为 171.40t，其中施工期产生 159.84t，植被恢复期产生 11.56t。工程监测时段内原生土壤流失量为 95.99t，新增土壤流失量为 75.41t。

5.2.3.4 各年度土壤流失量和侵蚀模数统计

根据工程建设期和自然恢复期土壤流失量统计结果，2015 年至 2020 年时段内土壤流失量和年平均侵蚀模数见下表。

表 5-12 各年度土壤流失量和侵蚀模数统计表

年 度	2015 年	2016 年	2016 年 7 月~2016 年 12 (植被恢复期)
土壤流失量 (t)	47.92	111.92	11.56
侵蚀模数 ($t/km^2 \cdot a$)	4095.64	3570.14	211.11

5.2.3.5 水土流失情况对比分析

经对比分析，项目区原生平均土壤侵蚀模数为 $701.21t/km^2 \cdot a$ ，施工期间平均土壤侵蚀模数为 $3634.69t/km^2 \cdot a$ ，自然恢复期平均土壤侵蚀模数为 $211.11t/km^2 \cdot a$ ，

水土流失量由施工期间 174.40t 减少为 11.56t，与原地貌对比，施工期间项目的施工扰动造成了一定程度的水土流失，随着工程施工完成，通过各项水土保持措施的实施，各项水土保持措施发挥效益，本项目产生的水土流失危害减少，因此本工程水土保持措施可满足水土保持要求。

5.3 取料、弃渣潜在土壤流失量

本项目未设置料场，建设所需砂石料均外购，本项目已与采石场签订砂石料供应合同，砂石料从红塔区周边合法砂石料场购买。

本项目未规划设计弃渣场，项目实际建设过程中，实际建设过程中，本项目土石方综合利用，无废弃土石方产生，未布设弃渣场。

5.4 水土流失危害

通过对项目周边区域实地走访巡查，监测组未发现西双版纳州勐海县协鑫光伏 50 兆瓦农光互补电站工程在建设过程中直接对所在流域水系内的水体、周边农田等因水土流失造成危害。调查结果显示西双版纳州勐海县协鑫光伏 50 兆瓦农光互补电站工程在监测期间未产生严重水土流失危害事件。

6 水土流失防治效果监测结果

本项目已全部施工结束，监测组根据现场踏勘及收集数据分别对现阶段的六项指标进行量化计算，检验项目区内水土保持工程是否达到治理要求，以便对工程的维护、加固和养护提出建议。

根据《西双版纳州水利局关于准予西双版纳州勐海县协鑫光伏 50 兆瓦农光互补电站工程水土保持方案的行政许可决定书》（西水许〔2015〕39 号）、《变更方案》及其批复“西水政保〔2019〕3 号”，项目所在的勐海县属于“西双版纳省级水土流失重点预防保护区”，依据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）和《生产建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2018）相关规定，水土流失防治标准按一级标准执行。据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007），项目区属以水力侵蚀为主的西南土石山区，土壤允许流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。项目的建设对所在区域直接产生水土流失影响，因此本项目水土保持工作重点是坚持以预防为主、保护优先的方针，建立健全管护机构，制定有力措施，强化监督管理；依法实施重点监督，加强执法检查，加大宣传力度，增强法制观念，遏制人为造成的水土流失。

本项目水保方案批复水土保持防治指标作为西双版纳州勐海县协鑫光伏 50 兆瓦农光互补电站工程水土保持监测和后期验收的目标依据，具体情况如下表 6-1。

表 6-1 水土保持措施（设施）分类分级评价指标防治目标表

防治标准	计算方法	防治标准值
水土流失总治理度（%）	项目建设区内水土流失治理达标面积占水土流失总面积的百分比	97
土壤流失控制比	项目建设区内，容许土壤流失量与方案实施后土壤侵蚀强度之比	1.0
渣土防护率（%）	采取措施后实际拦挡的弃土量与弃土总量之比	92
表土保护率（%）	保护表土数量与可剥离表土总量之比	95
林草植被恢复率（%）	项目建设区内，林草类植被面积占可恢复林草植被面积的百分比	96
林草覆盖率（%）	林草类植被面积占项目建设区面积的百分比	21

6.1 水土流失治理度

水土流失治理度为项目水土流失防治责任范围内水土流失治理达标面积占

水土流失总面积的百分比。

至监测结束，本项目水土流失治理达标面积为 10.95hm²，水土流失总面积为 10.95hm²，水土流失治理度为 99.9%。具体分析见表 6-2。

表 6-2 水土流失治理度分析结果

防治分区	水土流失治理达标面积 (hm ²)				水土流失总面积 (hm ²)	水土流失治理度 (%)
	①水土保持措施面积	②永久建筑物占地面积	③道路、地表硬化面积	结果= (①+②+③)		
光伏发电系统区	0.57	2.12		2.69	2.69	99.9
升压站区	0.04	0.24	0.44	0.72	0.72	99.9
道路工程区	0.87		5.69	6.56	6.56	99.9
临时施工生产生活区	0.74	0.24		0.98	0.98	99.9
合计	2.22	2.60	6.13	10.95	10.95	99.9

6.2 土壤流失控制比

土壤流失控制比是指项目区容许土壤流失量与水土保持措施实施后土壤侵蚀强度之比。项目区属以水力侵蚀为主的西南土石山区，容许土壤流失量为 500t/km²·a。通过各水土保持工程措施和植物措施的实施，项目区的土壤侵蚀模数低于容许值。各项防治措施实施后，项目区加权平均土壤流失强度降到 451.23t/km²·a，经计算项目区土壤流失控制比为 1.11。

表 6-3 土壤流失控制比统计表

防治分区	占地面积 (hm ²)	治理后每平方公里年平均土壤流失量[t/(km ² ·a)]	容许土壤流失量 [t/(km ² ·a)]	土壤流失 控制比	
光伏发电系统区	2.69	400	451.23	500	1.11
升压站区	0.72	200			
道路工程区	6.56	500			
临时施工生产生活区	0.98	450			
合计	10.95				

6.3 渣土防护率

渣土防护率为项目建设区内采取措施实际拦挡的永久弃渣和临时堆土占永久弃渣和临时堆土总量的百分比，根据监测组监测结果，本工程建设期间土石方达到内部平衡，不产生永久弃方。通过各项水土保持措施实施，工程拦渣率达到 98%，达到了方案目标值。

6.4 表土保护率

表土保护率为项目区内保护的表土数量占可剥离表土总量的百分比。本项目施工扰动区域主要为光伏方阵支架基础、逆变器及箱式变基础，道路大部分为改扩建道路，设计对其场地进行表土剥离，因此，本项目表土保护率不计。

6.5 林草植被恢复率

林草植被恢复率为项目建设区内，林草类植被面积占可恢复林草植被（在目前经济、技术条件下适宜于恢复林草植被）面积的百分比，本项目可恢复林草植被面积 2.22m²，林草植被面积为 2.22hm²，林草植被恢复率达 99.9%。各防治分区具体分析见表 6-4。

表 6-4 林草植被恢复率计算结果

防治分区	可恢复林草植被面积 (hm ²)	林草植被面积 (hm ²)	林草植被恢复率(%)
光伏发电系统区	0.57	0.57	99.9
升压站区	0.04	0.04	99.9
道路工程区	0.87	0.87	99.9
临时施工生产生活区	0.74	0.74	99.9
合计	2.22	2.22	99.9

6.6 林草覆盖率

林草覆盖率为林草类植被面积占项目建设区面积的百分比。项目建设区总面积为 190.73hm²，工程植物措施实施后，项目区林草总面积为 182.98hm²，本项目内林草覆盖率 95.94%。具体分析见表 6-6。

表 6-5 林草覆盖率分析表

防治分区	项目建设区面积(hm ²)	林草植被面积(m ²)	林草植被覆盖率(%)
光伏发电系统区	71.41	69.29	97.03
升压站区	0.72	0.04	5.56
道路工程区	6.557	0.87	13.27
临时施工生产生活区	0.98	0.74	75.51
预留用地区	112.04	112.04	100.00
合计	190.73	182.98	95.94

综上所述，本工程水土保持措施实施后，各项指标均达到防治目标要求。各项指标达标情况见表 6-6。

表 6-6 水土流失防治效果监测达标情况

序号	防治指标类型	防治标准值	监测指标	达标情况
1	水土流失治理度 (%)	97	99.9	达标
2	土壤流失控制比	1.0	1.11	达标
3	渣土防护率 (%)	92	98	达标
4	表土保护率 (%)	95	/	/
5	林草植被恢复率 (%)	96	99.9	达标
6	林草覆盖率 (%)	21	95.94	达标

7 结论

7.1 水土流失动态变化

水土流失是一个动态变化过程，其强度也是动态变化的。

根据监测结果，项目区水土流失强度变化主导因子是降雨情况，随着雨季旱季的更替增大减小，项目区的水土流失强度有明显变化。项目区水土流失量随着时间的增加累积。防治目标达标情况能反映项目区防治措施的到位情况，项目施工初期水土流失强度最大，随着各项水土保持措施的实施，水土流失强度逐渐减小，通过各项水土保持措施的实施，截止 2020 年 12 月，本工程各项水土保持指标的达标情况见表 7-1。

表 7-1 六项指标监测结果与方案目标对比情况表

防治标准	方案目标值	监测值	达标情况
水土流失治理度 (%)	97	99.9	达标
土壤流失控制比	1.0	1.11	达标
渣土防护率 (%)	92	98	达标
表土保护率 (%)	95	/	/
林草植被恢复率 (%)	96	99.9	达标
林草覆盖率 (%)	21	95.94	达标

从表中可以看出，本项目六项指标均达到了方案批复的目标值。项目建设实施的水土保持工程措施、植物措施、临时措施有效，一定程度地遏制了新增水土流失量，具有一定的生态效益。

7.2 水土保持措施评价

通过现场勘察、图片拍摄、调查巡访等，对工程各扰动地表区域实施的水土保持措施进行评价。工程建设期间水土保持措施评价主要参照水土保持方案报告书设计情况，结合现场巡查记录（记录方式采用图片拍摄、表格记录等），查阅建设单位提供施工单位、监理单位相关施工资料进行综合分析、评价。经分析、评价，得出如下结论：

（1）本项目道路工程区道路一侧实施了浆砌石排水沟、生态排水沟、沉砂池、排水涵管等排洪导流设施，形成完整的排水系统，正确引导水流，能有效地防止径流对地表的冲刷，保持水土的效果明显。现状排水措施运行良好，沟内无淤积，无破损毁坏，排水顺畅。

(2) 各扰动地表区域可恢复植被区域均已按照主体工程设计及水土保持方案设计要求实施完成绿化措施。经监测项目组巡查监测记录,工程建设区域植被恢复良好,能够满足工程各扰动地表区域今后运行要求。

(3) 工程建设期间,施工单位基本按照水土保持方案设计及水土保持相关规定要求于各扰动地表区域实施完成临时覆盖,以防治建设期间可能产生的水土流失。经建设单位提供工程施工资料,施工期间实施完成各项临时防护措施实施数量、类型基本满足工程建设水土流失防治实际需求,尺寸、规格满足水土保持要求,能达到因地制宜的防治工程建设区域水土流失的目的。

(4) 截止 2020 年 12 月,工程建设区域实施完成各项工程措施均运行良好,未出现损坏、倒塌等现象,能够正常发挥其水土保持功能;实施完成各区域植被恢复良好,能够发挥其水土保持功能。

7.3 水土保持监测三色评价赋分

根据《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》(办水保〔2020〕161 号)文件要求,实行生产建设项目水土保持监测三色评价。三色评价以水土保持方案确定的防治目标为基础,以监测获取的实际数据为依据,针对不同的监测内容,采取定量评价和定性分析相结合方式进行量化打分。

根据生产建设项目水土保持监测三色评价赋分方法(试行),结合本项目水土保持监测情况,本项目实际得分 92 分,西双版纳州勐海县协鑫光伏 50 兆瓦农光互补电站工程水土保持监测总结报告三色评价结论为绿色。

表 7-2 生产建设项目水土保持监测三色评价指标及赋分表

项目名称		西双版纳州勐海县协鑫光伏 50 兆瓦农光互补电站工程		
监测时段和防治责任范围		2015 年~2020 年, 190.73 公顷		
三色评价结论(勾选)		绿色 ☒ 黄色 ☐ 红色 ☐		
评价指标		分值	得分	赋分说明
扰动土地情况	扰动范围控制	15	15	未扩大施工扰动面积
	表土剥离保护	5	0	本项目施工扰动区域主要为光伏方阵支架基础、逆变器及箱式变基础,道路大部分为改扩建道路,不扰动区域较多,未设计对其场地进行表土剥离
	弃土(石、渣)堆放	15	15	未布设弃渣场

水土流失状况		15	14	土壤流失总量为 171.40t
水土流失防治成效	工程措施	20	20	已全部落实变更方案批复措施
	植物措施	15	14	成活率、覆盖率基本达标，仅局部绿化效果不明显
	临时措施	10	9	临时措施基本按照变更方案批复落实，施工生产生活区 1 处未落实
水土流失危害		5	5	未产生水土流失危害
合计		100	92	

7.4 存在问题及建议

为进一步做好西双版纳州勐海县协鑫光伏 50 兆瓦农光互补电站工程的水土保持工作，确保开发建设项目在开发建设过程中，对生态环境的影响最低，能够按照批复的水保方案设计的内容合理地实施水土保持措施、及时委托开展水土保持监测工作，有效防治工程建设中可能产生的水土流失；并避免建设管理漏洞造成今后水土流失的发生发展，消除水土流失对工程运行产生的不良影响及安全隐患，提出如下建议：

一、施工期

（1）在项目建设过程中要加强领导和管理，组建专门的水保工程建设领导小组，提高施工人员的水土保持意识，落实水保资金，确保水土保持方案的有效实施；

（2）在施工过程中要注重水土保持临时措施的实施，以最大限度地减少施工期间的水土流失；

（3）要注意对施工征地范围以外土地的保护，严禁扰动、占压征地范围以外的土地面积；

（4）优化施工工艺，采用对地面扰动最小的施工方式施工建设；

（5）建设单位在进行施工、监理招标时，在标书中明确施工过程中的水土流失防治责任要求。在施工过程中，积极配合当地水行政主管部门做好《水保方案》的实施和监督管理，特别是水土保持监测、监理专项检查及验收工作。

二、运行期

（1）项目建设完工后，对植被恢复不良区域，加强抚育管理；

(2) 建议建设单位高度重视运行期间的水土流失治理及管护责任，积极配合当地相关主管部门，做好水土保持措施的管护工作，指派专人负责运行期水土保持工作，发现问题及时采取相应补救措施。

7.5 综合结论

监测结果表明，西双版纳州勐海县协鑫光伏 50 兆瓦农光互补电站工程在施工过程中，建设单位基本能按照批复的水土保持方案和有关法律法规要求开展水土流失防治工作，保障水土保持投资专项使用，有效控制了工程的水土流失。

截至 2020 年 12 月，随着工程区各项水保措施已完全发挥防护作用，取得了较好的水土保持防护效果。通过项目区巡查及查阅工程资料，项目建设未发生水土流失危害，除林草覆盖率、表土保护率外的几项指标均达到了方案批复目标值。

综上所述，建设单位在水土流失防治责任范围内的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，符合交付使用要求。