

资质证书编号：水保监测（云）字第 0025 号

宾川县董家地并网农业光伏电站
水土保持监测总结报告

建设单位：云南大唐国际宾川新能源有限责任公司

监测单位：云南兴禹生态环境建设有限责任公司

2018 年 7 月

目 录

前言.....	I
监测背景.....	I
项目简况.....	I
监测任务由来及监测过程.....	I
监测结果.....	II
监测结论.....	IV
1 建设项目及水土保持工作概况.....	8
1.1 建设项目概况.....	8
1.2 水土保持工作情况.....	14
1.3 监测工作实施情况.....	15
2 监测内容和方法.....	23
2.1 扰动土地情况.....	23
2.2 取料、弃渣情况.....	24
2.3 水土保持措施.....	24
2.4 水土流失情况.....	25
3 重点对象水土流失动态监测.....	27
3.1 防治责任范围监测.....	27
3.2 取料监测结果.....	31
3.3 弃渣监测结果.....	31
3.4 土石方流向情况监测结果.....	33
3.5 其他重点部位监测.....	34
4 水土流失防治措施监测结果.....	35
4.1 工程措施监测结果.....	35
4.2 植物措施监测结果.....	39
4.3 临时措施监测结果.....	41
4.4 水土保持措施投资分析.....	44
4.5 水土保持措施防治效果.....	47
5 土壤流失情况监测.....	49
5.1 水土流失面积.....	49
5.2 土壤流失侵蚀模数确定.....	50
5.3 土壤流失量.....	52
5.4 取料、弃渣土壤流失量.....	53

5.5 水土流失危害	53
6 水土流失防治效果监测结果	54
6.1 方案确定防治标准	54
6.2 扰动土地整治率	54
6.3 水土流失总治理度	55
6.4 拦渣率与弃渣利用情况	55
6.5 土壤流失控制比	56
6.6 林草植被恢复率	56
6.7 林草覆盖率	56
7 结论	58
7.1 水土流失动态变化	58
7.2 水土保持措施评价	59
7.3 存在问题及建议	60
7.4 综合结论	60

附件

附件 1：水土保持监测委托书；

附件 2：《宾川县董家地并网农业光伏电站水土保持方案的批复》（大理白族自治州水务局，大水保许【2016】74 号）；

附件 3：水土保持补偿费收据。

附图

附图 1：地理位置图；

附图 2：平面布置图；

附图 3：水土流失防治责任范围图；

附图 4：水土保持措施及监测点布置图。

前言

监测背景

宾川县董家地并网农业光伏电站已于 2017 年 7 月开工,并于 2018 年 3 月完成全部水土保持相关建设,由于建设业主 2018 年 3 月才委托我单位进行监测,本项目监测工作属于后补监测,无法对之前水土保持措施建设过程进行实时监测。

因此,本报告以项目现状为编制依据,通过现状数据对项目现状下的水土保持效果及水土流失情况进行分析与评价。

项目简况

宾川县董家地并网农业光伏电站场址位于云南省大理州宾川县大营镇洪水塘村以西,距宾川县城直线距离约 22km,地理坐标介于东经 100°21′26″~100°22′08″、北纬 25°46′16″~25°47′10″之间。场地主要由较为平缓的山顶和部分平缓的南向坡、西南向坡组成。场址交通便利,宾川县城至鸡足山新建旅游公路从场地西南侧通过,紧邻场址,昆明-祥云 G56 杭瑞高速公路 266km,祥云-宾川 S220 省道 48km,宾川-进场点 083 县道 28km,进场点为大营老鹰岩光伏一期场址,公路里程约 1.5km。

宾川县董家地并网农业光伏电站实际总占地面积为 66.55hm²,由电池方阵区、交通道路区、施工生产生活区、主体工程未利用区等 4 个分区组成。

工程于 2017 年 7 月开工建设,于 2018 年 3 月份建成投入运行,工程建设总工期 9 个月。项目主体工程预计总投资 35135 万元,实际投资为 24117 万元。

监测任务由来及监测过程

云南大唐国际宾川新能源有限责任公司于 2015 年 11 月委托昆明理工大学科技产业经营管理有限公司编制《宾川县董家地并网农业光伏电站水土保持方案可行性研究报告》,编制完成后上报大理白族自治州水务局审批。水保方案编制完成后经评审修改,大理白族自治州水务局于 2016 年 4 月 27 日以“大水保许【2016】74 号”文对项目进行了批复。明确了本工程的水土流失防治责任范围、防治分区,同意项目水土保持措施总体布局和相关投资概算;肯定了建设单位编报水土保持方案符合我国水土保持法律法规的规定。

截至 2018 年 6 月 31 日该项目已完成了排水、绿化等水保方案设计的大部分水土保持措施并发挥了其水土保持功效，已达到了建设生产类项目建设期的水土保持验收标准。因此，建设单位云南大唐国际宾川新能源有限责任公司于 2018 年 3 月委托云南兴禹生态环境建设有限责任公司进行本项目水土保持监测工作。（详见附件：委托书）

我单位接受建设单位委托后于 2018 年 3 月成立了项目监测组，并确定了以下监测实施方案：

（1）监测范围以批复的水土流失防治责任范围为基准，对照现场量测确定的实际项目建设区和直接影响区开展监测工作；

（2）监测工作仅针对项目现状开展，由于本项目建设期已于 2018 年 3 月完工并投入运行，监测委托阶段进入项目自然恢复期内，本项目监测主要针对现状情况进行，监测重点为现状植被生长、道路硬化及排水等情况；

（3）对监测介入前的建设期，通过查阅相关施工记录资料、施工照片等，了解项目建设水土保持措施实施时段、工程量及质量评定情况等，与业主及施工人员座谈交流，了解工程建设过程中的水土保持工作开展情况，并对施工资料、施工照片中的相关内容进行核实；

（4）结合项目监测滞后的特点，本次监测主要对监测时段内项目建设区的土壤流失量、绿化情况进行监测，以评价项目建设区现状水土流失治理达标情况，为项目水土保持设施验收提供依据；

（5）水土流失防治责任范围、弃渣量、土壤流失量、水土保持措施实施数量等监测数据主要通过实地测量进行采集，并与批复的建设期相关指标进行比对，以评价项目已实施的水土保持设施是否满足项目建设期水土保持设施验收的相关要求。

根据以上监测实施方案，监测组组织水土保持、植物等专业技术人员于 2018 年 3 月 25 日对现场开展了监测工作，主要任务是结合监测内容完成监测数据采集工作，获取项目防治效果照片。于 2018 年 7 月完成了《宾川县董家地并网农业光伏电站水土保持监测总结报告》。

监测结果

1、水土流失防治责任范围面积

通过水保监测工作的开展，截止 2018 年 6 月，通过实地量测、遥感量测等手段，确定工程实际的水土流失防治责任范围面积为 69.24hm²，其中项目建设区 66.55hm²，直接影响区占地面积为 2.69hm²。

2、水土保持措施实施情况

截止 2018 年 6 月，根据水土保持监测工作的开展后确定，工程区目前已完成以下水土保持措施：

工程措施：电池方阵区水窖 2 座、交通道路区排水沟 6974m；

植物措施：项目整体实施绿化措施 1.17hm²，其中交通道路区植被绿化 0.78hm²，施工生产生活区植被恢复 0.39hm²；

临时措施：电池方阵区共实施临时覆盖 900m²。

3、水土保持投资完成情况

核定《水土保持方案》批复本项目水土保持总投资为 78.60 万元，截止 2018 年 6 月，实际完成的水土保持措施总投资为 107.41 万元，比方案批复的设计总投资增加了 29.18 万元，主要由于建设单位根据项目实际需要，对项目措施体系进行了优化，利用临时措施代替工程措施进行水土流失防治。

本项目实际完成的水土保持总投资比批复增加 29.18 万元，投资的增加是由于项目措施的增设、优化导致，并未降低项目建设区的水土流失防治效果和水土保持措施功能的发挥，因此本项目对水土保持措施的优化较为合理。

4、防治目标及达标情况

项目所在地属于云南省水土流失“重点监督区”和“重点治理区”，依据《开发建设项目水土保持方案技术规范》和《开发建设项目水土流失防治等级标准》要求及相关法律、法规，确定项目区水土流失防治等级执行建设类项目 II 级标准。

按全国土壤侵蚀类型区划标准，项目建设区属以水力侵蚀为主的西南土石山区，土壤侵蚀强度容许值为 500t/km² a。

结合方案编制的原则和工程建设范围内降雨情况、地形地貌、土壤及水土流失特点，确定水土保持防治指标如下：设计水平年水土流失防治目标为：扰动土地整治率 95%，水土流失总治理度 85%，土壤流失控制比大于 1.0，拦渣率 95%，林草植被恢复率 95%，林草覆盖率 20%。

本项目于 2018 年 3 月工程建设已经全面结束，通过监测得到项目建设区截止 2018 年 4 月~2018 年 6 月监测数据计算出的六项指标均达标，各项指标分别为：

扰动土地整治率：项目建设期间扰动地表总面积为 25.09hm²，建设中对 23.89hm² 进行了整治，扰动土地治理率为 95.22%。

水土流失总治理度：项目建设造成水土流失的面积（不含永久建筑、硬化面积）为 23.91hm²，通过各种防治措施的有效实施，建设期间项目水土流失治理达标面积为 21.10hm²，水土流失治理度为 88.24%。

拦渣率：拦渣率主要通过项目场地内临时堆放的砂石料的质量以及产生的水土流失量进行计算，根据施工记录资料及同类工程治理经验，本工程的拦渣率达到 95.50%。

土壤流失控制比：容许土壤侵蚀模数 500t/km²·a，通过各项措施的实施，项目建设区平均土壤侵蚀模数为 495.32/km²·a，土壤流失控制比为 1.01，大于目标值的 1.0。

林草植被恢复率：项目建设区可恢复林草植被面积 1.17hm²，实际植被恢复面积 1.21hm²，林草植被恢复率可达到 96.69%。

林草覆盖率：项目建设区面积为 66.55hm²，林草措施面积 26.05hm²，本项目林草覆盖率为 39.14%。

综上所述，项目六项防治指标均达到或超过了方案设计的目标值，从防治效果分析，工程区由于建设活动引发的水土流失已得到有效控制。

监测结论

根据项目水土保持监测，对照土壤侵蚀背景状况及调查监测结果的分析可以看出，业主和施工单位很重视水土保持工作和生态保护，根据监测成果分析，可以得出以下总体结论：

(1) 通过现场踏勘及收集的资料综合分析，项目建设期间因工程建设施工扰动造成原地貌的改变，通过大量水土保持措施的实施，水土流失及危害得到最大限度的控制。

(2) 结合监测结果进行分析，本项目水土保持工作基本得到落实，工程建设期间的水土保持措施实施到位，工程区内绿化植被生长良好。

(3) 从现状防治效果和各防治指标值分析，实施的防治措施发挥了一定的保土蓄水功能，对防治项目建设引发的水土流失起到了很好的作用，达到预期的水土流失防治效果。

(4) 各项水土保持措施均基本实施到位，各项防治指标均达到了国家要求的开发建设项目水土流失防治标准。

宾川县董家地并网农业光伏电站水土保持监测特性表

主体工程主要技术指标								
项目名称		宾川县董家地并网农业光伏电站						
建设规模	本项目实际占地面积为 66.55hm ² 。包括电池方阵区 22.74hm ² ，交通道路区 1.96 hm ² ，施工生产生活区 0.39 hm ² ，主体工程未利用区 41.46 hm ² ；装机规模 40.8146MW。				建设单位、联系人	云南大唐国际宾川新能源有限公司 黄德亮 13888351887		
					建设地点	宾川县大营镇		
					所属流域	长江流域		
					工程总投资	24117 万元		
					工程总工期	9 个月		
水土保持监测指标								
监测单位		云南兴禹生态环境建设有限责任公司		联系人及电话		王昊 18087820093		
自然地理类型		高原低中山地貌		防治标准		建设生产类 II 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		实地调查		2.防治责任范围监测		实地调查、量测	
	3.水土保持措施情况监测		实地调查、量测		4.防治措施效果监测		实地调查	
	5.水土流失危害监测		实地调查		水土流失背景值		1447.39t/km ² ·a	
方案设计防治责任范围		63.63hm ²		容许土壤流失量		500t/km ² ·a		
水土保持投资		批复 78.23 万元； 完成 107.41 万元		水土流失目标值		500t/km ² ·a		
防治措施		工程措施：电池方阵区水窖 2 座、交通道路区排水沟 6974m； 植物措施：项目整体实施绿化措施 1.17hm ² ，其中交通道路区植被绿化 0.78hm ² ， 施工生产生活区植被恢复 0.39hm ² ； 临时措施：电池方阵区共实施临时覆盖 900m ² 。						
监测结论	防治效果	分类指标	目标值（%）	达到值（%）	实际监测数据			
		扰动土地整治率	95	95.50	防治措施面积	23.89hm ²	扰动土地总面积	25.09hm ²
		水土流失总治理度	85	88.24	防治责任范围面积	69.24hm ²	水土流失总面积	25.09hm ²
		土壤流失控制比	1.0	1.01	工程措施面积	22.72hm ²	容许土壤流失量	500t/km ² ·a
		林草覆盖率	20	39.14	植物措施面积	1.17hm ²	监测土壤流失情况	1211.16t
		林草植被恢复率	95	96.69	可恢复林草植被面积	1.21hm ²	林草类植被面积	26.05hm ²
		拦渣率	95	95.50	实际拦挡弃渣量	—	总弃渣量	—
	水土保持治理达标评价		各项指标均达到了《水土保持方案》防治目标					

	总体结论	从项目现状及各项指标可以看出本项目防治措施较好，项目区水土流失得到较好控制。
	主要建议	(1) 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； (2) 派专人进行监督管理，做好植物措施的抚育和补植工作。

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

（一）地理位置及交通

宾川县董家地并网农业光伏电站场址位于云南省大理州宾川县大营镇洪水塘村以西，距宾川县城直线距离约 22km，地理坐标介于东经 100°21′26″~100°22′08″、北纬 25°46′16″~25°47′10″之间。场地主要由较为平缓的山顶和部分平缓的南向坡、西南向坡组成。场址交通便利，宾川县城至鸡足山新建旅游公路从场地西南侧通过，紧邻场址，昆明-祥云 G56 杭瑞高速公路 266km，祥云-宾川 S220 省道 48km，宾川-进场点 083 县道 28km，进场点为大营老鹰岩光伏一期场址，公路里程约 1.5km。项目地理位置及交通示意图详见附图 1。

（二）建设性质与工程规模

项目名称：宾川县董家地并网农业光伏电站；

项目法人：云南大唐国际宾川新能源有限责任公司；

施工单位：特变电工新疆新能源股份有限公司；

监理单位：福建宏闽电力工程监理有限公司；

主体设计单位：中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司；

水土保持方案编制单位：

等级与规模：占地面积 66.55hm²，工程装机容量 40.8146MW，安装标准功率为 340W 的太阳能电池组件 5653 块。

管理机制：实行项目法人制、合同制等管理机制；

建设地点：云南省大理州宾川县大营镇洪水塘村以西；

建设工期：9 个月（2017 年 7 月 14 日~2018 年 3 月 31 日）；

工程投资：总投资 24117 万元。

主体工程特性详见表 1-1。

表1-1 宾川县董家地并网农业光伏电站经济指标表

光伏电站名称	宾川县董家地并网农业光伏电站		电池组件单位造价	元/kW	4400		
建设地点	云南省宾川县		支架单位造价	元/t	8000		
设计单位	中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司		支架基础单价	元/kW	335		
建设单位	云南大唐国际宾川新能源有限责任公司						
装机规模	MW	40.8146	主要工程参数	方阵数量	个	25	
年均上网电量	万 kW h	5691		组件规格	Wp	340	
年均等效满负荷小时数	h(固定)	1392		支架单元	2*10		
	h(固定可调)	1461					
工程总投资	万元	24117		支架个数	个	5653	
绿化投资	万元	359.4					
施工时段	2017年7月~2018年3月			建设用地面积	hm ²	66.55	

(四) 项目组成及占地

《水土保持方案》确定本项目由电池方阵区、交通道路区、施工生产生活区、临时表土堆存场区、主体工程未利用区等5个分区组成，其水土流失防治责任范围总面积为63.63hm²，其中项目建设区总占地面积为61.45hm²，直接影响区2.18hm²。

根据实际监测分析，由电池方阵区、交通道路区、施工生产生活区、主体工程未利用区等4个分区组成，其水土流失防治责任范围总面积为69.24hm²，其中项目建设区总占地面积为66.55hm²，直接影响区2.69hm²。

(五) 土石方量

《水土保持方案》确定本项目建设生产过程中，共产生土石方开挖量4.90万m³（其中收集表层剥离土0.27万m³），用于场地平整回填4.63万m³，临时转存用于后期绿化覆土0.27万m³，工程最终无永久弃渣产生。

通过水土保持实地监测结果结合主体资料分析，截止 2018 年 6 月份，本工程建设过程中共产生土石方开挖量 5.32 万 m^3 （全部为一般土石方），未单独剥离表土，开挖土石方 5.32 万 m^3 全部用于场地的回填利用及水窖的搭建，未产生多余土石方，也未单独建设弃渣场。

（六）项目投资及建设工期

本项目建设工期为 9 个月（0.75 年），工程于 2017 年 7 月开工建设，2018 年 3 月建成后投入运行。工程建设预计总投资 35135 万元，实际总投资为 24117 万元。

1.1.2 项目区概况

（一）地形地貌

宾川地处滇西南北向构造带，与滇藏、滇缅印尼“歹”字型带复合部位中段，既有经向构造成分，也有“歹”字型构造成分，构造较为复杂，以经向构造褶皱为主，分布在中部及东部。发育有炼洞向斜、杨保向斜、帽角山向斜、东升向斜、麻栗坪背斜、芹菜塘倾伏背斜等。全县地形、地貌由于受南北构造线的作用，主要山脉、河谷、坝子、盆地多呈南北向展布，且南高北低，向金沙江倾斜。境内地貌可分为东部中山峡谷区；西部中山丘陵区；南部中低山谷区，中部（宾川坝子）为低丘盆地区。

拟建场地位于宾川盆地西南部的山顶上，地形相对开阔平缓，坡度 $5^{\circ}\sim 20^{\circ}$ ，海拔 2157.00m~2254.00m，最高处为老鹰岩，高程 2473.00m。地貌属于高原低中山地貌。本项目工程场址位于老鹰岩并网光伏电站一期(已建成)场址相连的西北侧宽缓山梁缓坡台地上，场地为近南北走向，以西侧场地起伏较大，总体地势西北高东南低，平均坡度约为 8° 。场内无箐沟和大的冲沟分布。项目区内及项目区 3km 内无河流，水库等自然水体分布。

（二）地质和地震

（1）地层岩性

宾川地区地层复杂，从古生界到新生界均有出露。其中以侏罗系紫红色砂岩、泥岩、杂色泥砂岩、三叠系砂页岩及二叠系峨眉山玄武岩分布最广，坝区主要为第四系更新统河流、湖沼碎屑岩。场地地基岩土主要为第四系全新统残积型(Q_4^{al})红黏土及下伏的泥盆系下统青山组 (D_{1q}) 深灰、灰色灰岩组成。红黏土为棕红、灰黄色，稍湿，硬塑状态，场

地局部低洼处为可塑状态；厚度一般为0~5 m，局部低缓地段大于5 m。下伏灰岩为中等~微风化，多呈石芽或块石状。

（2）地质构造

宾川县处于径向构造带与藏滇歹字型构造体系的复合部位，褶皱、断裂都很发育，地质构造也较复杂，程海断裂南北向纵贯县境，断裂以东主要为中生界红色碎屑岩建造，以褶皱为主；断裂以西主要为古生界碳酸岩建造和火山岩建造，以断裂发育为其特征，程海断裂带形成宾川断陷盆地。

工程区属扬子准地台西部边缘之丽江台缘褶皱带二级构造单元，区域地质构造背景复杂，活动断裂发育。场地附近主要活动性区域断裂有：维西~乔后断裂带、红河断裂（洱海深大断裂）、程海~宾川断裂等。场地范围及其附近未发现断层通过的迹象；岩层为单斜构造，岩层走向为 N40~50 °W 或 S40~50 °E，倾向 SE，倾角 35~40 °。

（3）水文地质条件

场地位于高原山区，全县山坝区年平均降雨量 563.9mm，年降水量 22.82 万 m³，年径流量 4.34 万 m³，年经流深 170mm，全县河流均属于金沙江流域。场地地下水主要有孔隙水、岩溶裂隙水两大类。孔隙水主要分布在场低洼处，以潜水的形式赋存在第四系松散堆积层中，由大气降水补给，沿沟谷排出，最终汇入金沙江。场地内年降雨量的 80% 以上集中在 6~10 月份，不利于渗入补给，岩溶裂隙水埋藏深，在基坑开挖深度内很难见到，对基础基本无影响。

（4）不良地质现象

工程场地不良地质作用主要为岩溶、冲沟及边坡稳定。场地岩溶发育形式主要为溶沟、溶槽及石芽，场地地表未见落水洞或溶蚀漏斗分布；场地内冲沟多呈“U”字型，沟底一般为旱地或生长有杂草，沟壁局部有垮塌现象，处于不发育阶段；工程场地局部地段边坡较陡，岩土结构松散。

（5）地震

根据 1：400 万《中国地震动参数区划图》（GB18306~2001），工程区 50 年超越概率 10%的地震动峰值加速度为 0.20g，地震动反应谱特征周期为 0.40s，对应地震基本烈度为Ⅷ度。

（三）气象

宾川在全国和云南省的气候区划中,属于亚热带冬干夏湿低纬高原季风气候区,高原季风对宾川的气候有显著的影响。全年平均气温 17.9℃,极端最高温为 38℃,极端最低温为零下 6.2℃,干旱、炎热、少雨,多年平均降雨量为 559.80 毫米。全县气候有如下特点:

(1) 光热充足,量多质好,潜力很大。全年日照时数平均为 2719.4 小时,是全省日照时数较多的地区之一,仅次于楚雄州的永仁(全年平均日照时数 2833 小时),同我国日照最多的西藏、新疆、内蒙古相近。由于日照时数多,加上晴天多(271 天),空气清新、稀薄、阳光透射率强,光质较好,有利于植物的光合作用,提高光能利用率,可以获得较高的光合生产率。气候温热,四季分明,条件优越。其气候特征:冬暖、夏热、春温高、秋冷迟。

(2) 温热兼备,垂直多层,各具优势。县内从海拔 1104 米的金沙江谷底皮厂到鸡足山 3248.4 米的天柱峰相对高差 2144.4 米,峡谷中山、亚高山盆地、低山丘陵状地形均具备,地形地貌复杂,构成了立体气候。海拔高差悬殊大,温热兼备,雨热同季,干凉同季,作物多种多样,种类分布高低有别,且干雨季分明,冬春多晴日,夏秋多阴雨,雨季与高温期基本一致,能适应大春作物对水温的要求。气候资源得天独厚,素有“天然温室”之称,不但适宜于发展粮食作物,尤其适宜于大力发展以热带、亚热带经济作物为主的种植业、林果业和畜牧养殖业。

(3) 雨量少,湿度小,蒸发大。宾川为全省雨量最少,日照最长,蒸发量最大的地区,十年几乎有五、六年干旱,尤其是春旱,几乎年年有之,秋旱较少,仅发生在个别年份。由于受地形因素影响,河谷气温高,雨量少,湿度小,因此称干热河谷。

根据《云南省暴雨径流查算图表》,得到该地区二十年一遇 1 小时最大暴雨量为 41.11mm,6 小时最大暴雨量为 76.83mm,24 小时最大暴雨量为 113.80mm。

项目建设区位于宾川县境内,其气象情况基本与宾川县气象情况一致。

(四) 水文

宾川位于横断山脉云岭东缘,境内山脉属云岭山系,多纵向排列。宾居—牛井—力角断裂带把县内诸山划分为东西两部分,东部以哨房梁子、平顶流山为主,西部以鸡足山和木香坪主峰为主。宾川县属长江流域金沙江水系,主要河流有纳溪河、平川河、朵背箐河、清水河,干支流总长 304.6km,流域面积 2518.56km²,占全县总面积的 99.1%,径流量 4.34

万 m^3 ；四条河流均由南向北平行穿越崇山峻岭注入金沙江。

桑园河属金沙江一级支流，宾川县境内称纳溪河、永胜县境内称达旦河，发源于宾川县鸡足山镇茅草坪，发源地高程 2450m，集水面积为 $1888km^2$ ，河长 102.4km，落差 1286m，平均比降 6.7‰，多年平均流量为 $4.85m^3/s$ 。从源头由西向东，折转北流，经宾川坝子，于永胜县片角乡花坪汇入金沙江，汇口处高程 1164m，在宾川县内河长 79.8km，永胜县内 22.6km。其主要支流有铁城河、瓦溪河、大营河、炼洞河。

项目区河流主要为瓦溪河，瓦溪河从项目建设区西南侧自西北之东南向流过，距离项目建设区直线距离 3.5km 左右，属纳溪河一级支流。瓦溪河又名宾居河、西大河，多年平均径流量为 0.44 万 m^3 ，近纳溪河之 1/4 强，河流所流迳的宾居、州城等地区。

经实地踏勘记录，项目建设区及周边无自然水体及泉眼出露、无箐沟或大冲沟分布，无水库等自然水体分布。

（四）土壤

宾川县全县土壤类型分棕壤、黄棕壤、红壤、紫色土、燥红土、石灰（岩）土、水稻土、菜园土 8 个土类，16 个亚类，25 个土属，87 个土种（70 个耕作土种、17 个自然土种）。经实地踏勘记录，项目建设区土壤主要为红壤。

（五）植被

宾川县植被属于高原亚热带北部常绿阔叶林地区，滇中、北中山峡谷云南松林、硬叶栎类地区，动植物繁殖较快，种类繁多，有树木 123 种，中药材植物有 394 种。宾川县森林资源少，分布不均，森林主要分布在拉乌、古底、平川、钟英四个区，占有林面积的 67%，森林覆盖率达 40%。其他地区如鸡足山、宾居区的乌龙坝、李白、大营、州城林区及乔甸、太和坝区分布有零星的森林。山区的四个区的森林覆盖面积占全县森林总面积的 82%，拉乌森林覆盖率为 48.2%，平川森林覆盖率为 39%，古底和钟英森林覆盖率均为 40% 以上。全县少林地区中的乔甸森林覆盖率为 13.2%，力角仅为 4.9%。

经实地踏勘记录，项目区分布植被主要有乔木、低矮灌木、草本等，乔木树种主要有云南松、麻栎等，灌木树种主要有火棘、矮高山栎等，草本植物主要有黑麦草、蕨类、茅草等，旱地作物主要为玉米、马铃薯、薯类、小麦等。项目区植被覆盖率约 60.00%。

（六）水土流失防治标准

根据全国土壤侵蚀类型区划标准，项目所在地施甸县属西南土石山区，土壤侵蚀模数允许值为 $500t/km^2 \cdot a$ 。依据云南省人民政府云政发[2007] 165 号《云南省人民政府关于划分水土流失重点防治区的通告》，项目所在地属于云南省水土流失“重点监督区”和“重点治理区”，依据《开发建设项目水土保持方案技术规范》和《开发建设项目水土流失防治等级标准》要求及相关法律、法规，确定项目区水土流失防治等级执行建设类项目 II 级标准。

因此，结合方案编制的原则和工程建设范围内降雨情况、地形地貌、土壤及水土流失特点，项目水土保持监测提出的防治目标值为：扰动土地整治率 95%，水土流失总治理度 85%，土壤流失控制比达 1.0，拦渣率 95%，林草植被恢复率 95%，林草覆盖率 20%。具体水土流失防治目标值详见下表 1-1。

本次监测是针对监测区域现阶段水土保持措施实施落实情况进行，因此本报告在进行效益分析时，只针对监测区现阶段的效益值，并对比设计水平年方案目标值以评价现阶段监测区域实施的水土保持措施是否达标。

表 1-1 水土流失防治目标统计表

防治目标项	GB50434-2008 规定值		按降水量修正	按轻度侵蚀修正	按中山地貌修正	方案修正值	
	施工期	试运行期				施工期	试运行期
扰动土地整治率%	*	95	0	0	0	*	95
水土流失总治理度%	*	85	0	0	0	*	85
土壤流失控制比	0.5	0.7	0	3	0	0.8	1
拦渣率%	90	95	0	0	0	95	95
林草植被恢复率%	*	95	0	0	0	*	95
林草覆盖率%	*	20	0	0	0	*	20

1.2 水土保持工作情况

为了贯彻执行《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》、《建设项目环境保护管理条例》和其他有关法律法规的规定，正确处理开发建设项目与生态环境保护之间的关系，改善和提高项目区生态环境质量。云南大唐国际宾川新能源有限责任公司于 2015 年 11 月委托昆明理工大学科技产业经营管理有限公司编制《宾川县董家地并网农业光伏电站水土保持方案可行性研究报告》，编制完成后上报大理白族自治州水务局审批。

水土保持方案编制完成后经评审修改，大理白族自治州于 2016 年 4 月 27 日以“大水保许【2016】74 号”文对项目进行了批复。明确了本工程的水土流失防治责任范围、防治分区，同意项目水土保持措施总体布局和相关的投资概算；肯定了建设单位编报水土保持方案符合我国水土保持法律法规的规定，对于防治工程建设可能造成水土流失，保护生态环境具有重要意义。

该项目属于建设类项目，工程于 2017 年 7 月开工建设，已于 2018 年 3 月完成基础建设并投入运行。通过水土保持监测工作的开展，本项目截至目前已完成了排水、绿化等水土保持方案设计的大部分水土保持措施，从目前水土保持措施产生的水土保持效益，已达到了建设类项目建设期的水土保持验收标准。

截止 2018 年 6 月，根据水土保持监测工作的开展后确定，工程区已完成以下水土保持措施及水土保持投资：

工程措施：电池方阵区水窖 2 座、交通道路区排水沟 6974m；

植物措施：项目整体实施绿化措施 1.17hm²，其中交通道路区植被绿化 0.78hm²，施工生产生活区植被恢复 0.39hm²；

临时措施：电池方阵区共实施临时覆盖 900m²。

截止 2018 年 6 月，本项目实际完成水土保持总投资 107.41 万元，完成主体工程 78.60 万元，完成方案新增投资 28.81 万元，其中方案新增投资中工程措施费 3.43 万元，临时措施费 0.71 万元，独立费用 10.00 万元及水土保持补偿费 14.67 万元。

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 监测实施方案执行情况

本项目水土保持监测工作按照有关技术规范和监测任务书对工程现场进行了详细踏勘，通过资料收集，对项目区水土流失现状、水土保持措施的运行情况以及水土保持措施防治效果等内容进行了监测。监测内容包括水土流失防治责任范围实时监测、弃土弃渣调查监测、水土流失防治效果实时监测并要求补充、土壤流失量实时结合调查综合监测以及水土流失危害实时监测等。

1.3.2 监测项目部设置

一、监测任务的由来

为客观评价本项目水土保持设施实施情况及水土保持设施对工程建设水土流失的防治效果，并为工程水土保持措施专项验收提供必备的监测资料，建设单位云南大唐国际宾川新能源有限责任公司于2018年3月25日委托云南兴禹生态环境建设有限责任公司进行本项目水土保持监测工作。接到任务后我单位立即进入现场进行监测工作。

二、监测人员及组织机构

为了确保本项目监测工作的顺利开展，我公司组织一支专业知识强、业务水平熟练、经验丰富的水土保持监测队伍，领导小组直接领导开展该项目的监测工作，全面负责现场的监测工作及技术把关；技术小组负责野外观测、数据分析、负责实测数据归档、图像编辑和报告编写等工作；后勤小组负责项目的后勤保障工作。监测人员组织安排见表1-2。

表 1-2 水土保持监测人员组织安排表

分组	成员	职务	监测上岗证号	分工情况
领导小组	何黎明	总经理	第(3670)号	监测成果的批准，项目管理，监测技术指导；
	李靖伟	副经理	第(9187)号	监测成果的核定，对监测过程协调及监督等；
技术小组	李云海	主任	第(1632)号	监测成果的审查，项目出差工作安排；
	彭生林	主任	第(9194)号	监测成果的校核，协调安排监测工作；
	王昊	技术员		主要负责工程测量，水土流失影响因子监测野外观测，监测项目数据收集、报告编写；
后勤小组	杨向葵	资料员		报告装订，监测工具及设备的管理；
	张催元	驾驶员		车辆驾驶

1.3.3 监测点布设

本工程的水土保持监测主要以调查监测及定点观测相结合。根据《水土保持监测技术规程》(SL277-2002)中监测点布设原则和选址要求，水土流失特点以及水土保持措施布局特征，并考虑观测结果的代表性与可操作性的原则。通过对现场的全面调查监测，根据云南大唐国际宾川新能源有限责任公司的实际工程状况，为保证其监测点的完好性，监测人员采取了定位监测、调查监测及巡查监测方式进行监测。

本工程为点状建设类项目，在项目建设中，每个施工区对地表及植物的破坏主要来自

施工开挖、临时施工区布设、临时堆土点压占等方面；根据水土保持监测有关规程规范要求，结合项目组成现状情况及施工等，在分析监测点布设时，遵循监测点布设要具有代表性、可操作性、结合实际、时段对应的原则，最终在项目区布设 6 个监测点。

监测点详细布设情况详见表 1-3。

表 1-3 水土保持监测点情况位置统计表

序号	监测位置	数量	备注
1	电池方阵区	2	简易水土流失观测场 2 个，植被样方观测点 2 个
2	交通道路区	3	简易水土流失观测场 3 个
3	主体工程未利用区	1	简易水土流失观测场 1 个

1.3.4 监测设施设备

投入本项目水土保持监测设备主要有钢卷尺、测绘罗盘、GPS、无人机等设备，详见表 1-4。

表 1-4 监测设施设备一览表

序号	设备仪器	型号规格	序号	设备仪器	型号规格
1	笔记本电脑	IBM	7	钢卷尺	5m
2	测绘罗盘		8	游标卡尺	黄山 MC18cm
3	专业测绘 GPS	国宝	9	全张切纸机	Gzhi-IB
4	皮尺	30m	10	摄像机	松下 HDC-SD1
5	记录夹	硬塑	11	数码相机	Kodak10X 变焦
6	钢卷尺	3m	12	无人机	DJI phantom4 Pro

1.3.5 监测技术方法

一、调查监测

(一) 水土流失因子调查

区内原地貌和水系分布情况通过收集地形资料和工程设计资料分析获得；因工程建设而引起地形、地貌、水系的变化，采用实地勘测、线路调查等方法进行监测。

(1) 地貌监测：地貌监测包括地貌类型区、小地形和地面坡度组成三个方面。外业监测时，根据表 1-5 地貌类型划分标准进行判别归类；小地形监测则应确定每一地块的地貌部位和坡地特征，坡地特征包括坡向、坡度、坡长等。地貌部位划分如表 1-6。

表 1-5 地貌类型区划分标准

分级	地貌类型区	海拔高程(m)	相对高差(m)
极高原面以上(>4000m)	极高山区	>6000	>1500
	高山区	5500~6000	1000~1500
	中山区	5000~5500	500~1000
	低山区	4500~5000	200~500
	丘陵区(山前台地)	<4500	<200
	盆地(谷地)	可低于 4000	可成负地形
	极高原区	4000	<50
高原面(4000~1000)	高山区	>2800	>1000
	中山区	2000~2500	500~1000
	低山区	1500~2000	200~500
	丘陵区(山前台地)	<1500	<200
	盆地(谷地)	可低于 1000	可成负地形
	高原区	1000	<50
平原区	中山区	>1000	>500
	低山区	500~1000	200~500
	丘陵区(山前台地)	<500	<200
	洼地区(谷地)	可低于海平面	可成负地形
	平原区	<200	<50

表 1-6 小地形地貌部位划分

地形地貌	部位划分
山地	山脊、山坡、山麓
丘陵地	丘顶(梁)、丘坡、丘间凹地、丘间低地
沟谷地	沟掌、沟坡、阶地、沟底、滩地、冲积扇

(2) 气象监测：降雨特征以当地气象站资料为准，当地气象站观测仪器齐全，观测项目齐全。

(3) 土壤因子监测：土壤因子监测包括土壤属类及土壤质地，不同土壤类型的分布范围、面积。开展监测工作时，主要通过实地调查方法，利用土钻或其他方法取样，查清土层厚度、土壤质地，用于水土流失防治措施的配置，以此分析、评价工程水土保持整地措施与植物措施配置的合理性。土壤质地分类和野外指感法鉴定标准见下表 1-7 和表 1-8。

表 1-7 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(<0.002mm)	粉沙粒(0.02~0.002mm)	砂粒(2~0.02mm)
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 1-8 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	不能搓成条
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

(4) 林草覆盖度监测：对工程区域绿化植被，本次监测主要采用抽样调查。选择具有代表性的地块作为标准样地，标准地的面积为投影面积，乔木选择 20m×20m，灌木选择 5m×5m、草地 2m×2m，分别取标准地进行观测并计算林地的郁闭度、草地的盖度和该类型区的林草盖度。计算公式为：

$$D = fd / feC = f / F$$

式中：D——林地的郁闭度（或草地盖度）

C——林（或草）植被覆盖度，%

f_e ——样方面积， m^2 。

f_a ——样方内树冠（草冠）垂直投影面积， m^2 。

f ——林地（或草地）面积， hm^2 。

F ——类型区总面积， hm^2 。

（二）工程土石方量

采用建设单位提供的实际完成工程量及竣工、结算资料统计。

（三）面积监测

（1）水土流失防治责任范围监测

A 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。

B 直接影响区

监测指标为项目建设压占地区的面积及地类。通过实地调查，结合 GPS、皮尺等监测设备实地核算。

水土流失防治责任范围监测是针对整个工程的全部区域开展的，结合项目建设区及直接影响区实地监测面积，统计项目各个时段实际发生的水土流失防治责任范围面积。

（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建设期开展监测工作。

水土流失面积监测是针对整个工程的全部区域开展的，结合项目建设区及直接影响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。

（四）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建设区内土壤侵蚀类型、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建设单位及下属工程部提供，工程的施工质量主要由建设单位及工程部确定。

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建设单位及下属工程部确定。

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、排水沟等工程,工程的施工质量主要由建设单位及下属工程部确定,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。

运行初期水土流失防治动态监测主要是针对整个工程的全部区域开展监测工作。

调查监测的监测频率为每次现场监测对项目区的水土保持措施运行情况、水土保持措施稳定情况以及植被生长状况进行调查,而地形地貌、土壤因子等水土流失因子只在监测初期全面调查一次。

二、临时监测

临时监测主要是在工程施工建设过程中,由于工程变动或连续多日降雨等特殊条件下,而进行的一种监测。由于临时监测的不确定性,故监测内容和方法均不确定,根据现场实际情况开展监测工作。

三、巡查

巡查主要是在工程施工建设过程中和运行初期针对整个工程的全部区域所采用的监测方法,尤其注意对于直接影响区的影响情况。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。本工程主要对运行期进行监测。

(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、走访群众等形式进行监测。

C 其他水土流失危害

通过实地踏勘、现场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。

1.3.6 监测成果提交

宾川县董家地并网农业光伏电站已于 2017 年 7 月开工建设,并于 2018 年 3 月完成主体建设,建设单位云南大唐国际宾川新能源有限责任公司于 2018 年 3 月委托本单位对该项目进行水土保持监测工作,接到任务后,我单位立即成立监测小组进行监测,但由于项目主体工程及水土保持措施基本已经完工,目前已进入自然恢复期,因此,我单位对项目施工期间的监测内容主要以查阅施工记录、竣工资料等进行分析。

2018 年 4 月初成立了项目监测组,并组织水工、水土保持、植物等专业技术人员多次对宾川县董家地并网农业光伏电站水土流失情况进行现场监测。本项目水土保持监测从 2018 年 3 月至 2018 年 6 月,监测时段为 3 个月(0.25 年)。监测组通过现场巡查、实地观测和走访座谈的方式,监测中分别对水土流失因子、流失防治责任范围、弃土弃渣量、土壤流失量、水土流失防治情况等方面进行了监测,监测中主要以地面观测、调查监测为主,全线巡查辅助,具体在项目建设区内布置 6 个定位观测点、建设 6 个简易水土流失观测场、建设 2 个植被样方观测点,监测组成员通过 2 次现场监测,取得了相关的监测数据。监测后提出对项目的完善意见,在建设方的积极实施下得到良好的防治效果,并于 2018 年 7 月完成了《宾川县董家地并网农业光伏电站水土保持监测总结报告》。

2 监测内容和方法

2.1 扰动土地情况

项目的扰动土地情况为该项目的水土保持防治责任范围,建设项目的防治责任范围包括项目建设区和直接影响区。项目建设区:指开发建设单位的征地范围、租地范围和土地使用管辖范围,是工程建设直接造成地貌、土地、植被损坏和扰动的区域,是治理的重点区域。本项目建设区主要包括电池方阵区、交通道路区、施工生产生活区、临时表土堆存场区、主体工程未利用区等5个分区。

根据本工程施工扰动情况,核实工程永久占地面积、临时占地面积及扰动地表面积,确定防治责任范围面积。

(1) 永久性占地监测

永久性占地面积由国土部门按权限批准,水土保持监测是对红线围地认真核查,建设单位有无超越红线开发的情况和永久性占地的变化情况。

(2) 临时性占地监测

临时性占地由于土地管辖权不变,在主体工程竣工验收前必须恢复原貌,故水土保持监测主要监测是否超范围使用临时性占地情况、各种临时占地的临时性水土保持措施数量和质量及施工结束后原地貌是否恢复。

(3) 扰动地表面积

在开发建设过程中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,扰动地表水土保持监测内容主要有扰动地表面积、地表堆放面积、地表堆存处的临时水土保持措施、被扰动部分能够恢复植被的地方恢复植被情况。

(4) 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。

(5) 水土流失防治责任范围的界定

根据永久占地、临时占地和直接影响区的面积,确定施工期防治责任范围。

由于监测单位进场监测时,本项目基础建设已经完工,本项目正处于自然恢复期,项目建设过程中各时段的防治责任范围变化情况无法进行监测,所以对项目的水土流失防治责任范围的监测主要是以核查建设期及现阶段的防治责任范围为主,其具体扰动土地情况

监测内容、方法及频次详见表 2-1。

表 2-1

扰动土地情况监测表

序号	监测内容	监测方法	监测次数
1	扰动范围监测	实地调查、资料分析	2 次
2	扰动面积监测	实地量测、资料分析	
3	变化情况分析	综合监测结果与资料具体分析	

2.2 取料、弃渣情况

取土、弃渣监测内容包括工程挖方的位置、数量及占地面积；弃渣、土方利用的位置、处（点）数、弃渣、土方利用数量及堆放面积；挖方边坡的水土流失防护、边坡的稳定性；弃渣、土方利用的水土流失防治措施及效果；挖方、填方及弃渣临时堆放地水土流失对周边的影响。

项目水土保持监测工作开展时，整个项目主体工程已经完工，已错过最佳监测时段。本方案土石方平衡数据均根据查阅施工资料、竣工资料获得。

表 2-2

取料、弃渣情况监测表

序号	监测内容	监测方法
1	挖方量统计	资料分析
2	土方利用量统计	资料分析
3	表土量平衡统计	资料分析

2.3 水土保持措施

本项目水土流失防治监测主要针对项目施工期和现状所采取的水土保持措施对水土流失的治理程度和治理效果，以及工程完工后水土保持设施的现状、数量及质量。

（1）防护措施的数量及质量

主要监测护坡工程、土地整治工程、截排水工程、植物措施工程的类型、布局、完成情况（数量要求、时间要求）以及以上各措施的拦挡泥沙，减少泥沙流失量、稳定坡面，避免滑坡发生、绿化地表，改善生态环境、为主体工程的安全运行起到的基础保证作用。

（2）林草措施的成活率、保存率、生长情况及覆盖度

主要监测方案实施后主体工程防治区的植被类型、主要树种、盖度、生长状况、生物量、持水量等。

（3）防护工程的稳定性、完好程度和运行情况

主要监测挡土墙、护坡、排水工程等是否有损坏、砼裂缝、挡墙断裂或沉降等不稳定

情况出现。

(4) 各项措施的拦渣保土效果

主要监测各项措施实施后的拦渣率、水土流失控制比。

本项目水土保持监测属于后补监测，项目水土保持监测工作开展时，整个项目主体工程已经完工，已错过最佳监测时段。本项目水土保持措施实施情况及防治效果情况通过实地调查、施工历史资料等方法综合分析得出，水土保持措施监测内容、方法及频次详见表 2-3。

表 2-3 水土保持措施监测表

序号	监测内容	监测方法	监测频次
1	措施类型	实地调查	2次
2	措施实施时间	实地调查，资料分析	2次
3	措施实施位置	实地调查	2次
4	措施实施规格	实地调查，资料分析	1次
5	措施断面尺寸	实地量测，资料分析	1次
6	实施数量	实地量测，资料分析	2次
7	林草覆盖率	实地调查	2次
8	防护效果监测	实地调查	2次
9	运行状况监测	实地调查	2次

2.4 水土流失情况

由于项目的主要水土流失类型为水力侵蚀，其主要流失为建设期间的土壤流失，该项目的监测采用对土壤的侵蚀情况来量化其项目的水土流失情况，土壤流失量实时监测主要包括水土流失因子监测及土壤侵蚀量的监测。

(1) 水土流失因子

主要对项目区的地形地貌、气象、土壤、植被、水文、社会经济因子进行调查。

A 地形地貌因子：地貌形态、海拔与相对高差、坡面特性及地理位置。

B 气象因子：项目区气候类型分区、降雨、气温、无霜期、风速与风向等因子。其中，降雨因子主要为多年平均降雨量。

C 土壤因子：土壤类型、地面组成物质。

D 植被因子：项目区植被覆盖度、主要植被种类。

E 水文因子：水系形式、河流径流特征。

F 土地利用情况：项目区原土地利用情况。

G 社会经济因子：社会因子及经济因子。

水土流失因子的监测是针对整个工程的全部区域开展的，通过对水土流失因子的监测，确定工程区不同区域造成水土流失的不同影响因素。

(2) 土壤侵蚀量监测

土壤侵蚀量的监测内容主要包括土壤侵蚀强度、土壤侵蚀模数和土壤侵蚀量等反映整个土壤侵蚀情况的指标。

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

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。

根据项目实际建设情况，对整个工程的全部区域在项目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。

项目水土保持监测属于后补监测，项目水土保持监测工作开展时，整个项目主体工程已经完工，已错过最佳监测时段。本项目水土保持措施实施情况及防治效果情况通过实地调查、施工历史资料等方法综合分析得出，水土流失情况监测内容、方法及频次详见表2-4。

表 2-4 水土流失情况监测表

序号	监测内容	监测方法	监测频次
1	流失面积	实地量测、遥感量测	2 次
2	土壤流失量	实地调查、实地观测	
3	水土流失危害	实地调查、巡查	

3 重点对象水土流失动态监测

3.1 防治责任范围监测

3.1.1 水土流失防治责任范围监测

(一) 《水土保持方案》确定的防治责任范围

根据《宾川县董家地并网农业光伏电站水土保持方案可行性研究报告》及其批复文件分析，本项目水土流失防治责任总面积为 63.63hm²，其中项目建设区 61.45hm²，直接影响区 2.18hm²。

本工程项目建设区为工程建设及运行过程中占地区域，总占地面积 61.45hm²，其中电池方阵区占地 22.46hm²，交通道路区占地 2.56hm²，施工生产生活区 0.39hm²，临时表土堆存场区 0.33hm²，主体工程未利用区占地 35.71hm²；

直接影响区按照征地红线外延 5m 计列，面积为 2.18hm²。

本项目水土保持方案确定的各防治分区及占地面积统计详见表 3-1。

表 3-1 水保方案确定的防治责任范围面积表

序号	项目	占地类型 (hm ²)			
		小计	林地	草地	坡耕地
一	项目建设区	61.45	0.32	38.52	22.61
1	电池方阵区	22.46	0.01	12.23	10.22
2	交通道路区	2.56	0	1.71	0.85
3	施工生产生活区	0.39	0	0.39	0
4	临时表土堆存场区	0.33	0	0.33	0
5	主体工程未利用区	35.71	0.31	23.86	11.54
二	直接影响区	2.18	0.05	1.25	0.88
三	水土流失防治责任范围	63.63	0.37	39.77	23.49

(二) 监测确定的实际防治责任范围

通过水保监测工作的开展，截止 2018 年 6 月，通过实地量测、遥感量测等手段，确定工程实际的水土流失防治责任范围面积为 69.24hm²，其中项目建设区 66.55hm²，直接影响区占地面积为 2.69hm²。本项目建设过程中实际发生的水土流失防治责任范围面积监测结果详见表 3-2。

表 3-2 水保监测确定的防治责任范围面积表

序号	项目	占地类型 (hm ²)			
		小计	林地	草地	坡耕地
一	项目建设区	66.55	0.38	43.78	25.08
1	电池方阵区	22.74	0.01	12.51	10.22
2	交通道路区	1.96	0	1.23	0.73
3	施工生产生活区	0.39	0	0.39	0
4	临时表土堆存场区	0	0	0	0
5	主体工程未利用区	41.46	0.34	28.29	12.83
二	直接影响区	2.69	0.03	1.36	1.30
三	水土流失防治责任范围	69.24	0.41	45.14	26.38

(三) 水土流失防治责任范围变化情况

通过数据的分析及计算,本项目实际产生的水土流失防治责任范围与水土保持方案确定的水土流失防治责任范围发生了一定变化,实际产生的防治责任范围面积较方案确定面积增加了 5.61hm²。其中项目建设区总面积增加了 5.10hm², 直接影响区增加了 0.51hm²。本项目水土流失防治责任范围变化情况详见表 3-3。

表 3-3 水土流失防治责任范围变化情况

项目分区		单位	方案确定	实际扰动	变化情况	备注
项目建设区	电池方阵区	hm ²	22.46	22.74	+0.28	
	交通道路区	hm ²	2.56	1.96	-0.60	道路路线实建较设计有所变化, 减少约 806m
	施工生产生活区	hm ²	0.39	0.39	0	
	临时表土堆存场区	hm ²	0.33	0	-0.33	未单独剥离表土, 该用地被纳入未利用区
	主体工程未利用区	hm ²	35.71	41.46	+5.75	
	小 计	hm ²	61.45	66.55	+5.10	
直接影响区		hm ²	2.18	2.69	+0.51	
合计		hm ²	63.63	69.24	+5.61	

本项目水土流失防治责任范围位置及面积较方案方案确定位置及面积发生了一定的变化,水土流失防治责任范围面积发生变化的主要原因有:

a、项目建设区

(1) **项目建设区位置:** 项目建设过程中, 由于采用的太阳能电池组件与可研阶段有所调整, 为保证项目装机容量的不变, 拟在项目北侧增加建设用地 (不超过原批复 30%),

但由于本项目需增加的占地与云南红塔滇西水泥股份有限公司洪水塘砂石骨料生产线项目征占地发生交叉，经宾川县人民政府、云南红塔滇西水泥股份有限公司、云南大唐国际宾川新能源有限责任公司等相关单位共同协商后，云南大唐国际宾川新能源有限责任公司对交叉地块进行土地避让，拟建用地并未实施，并已获得宾川县水务局同意水土保持变更的备案，详见附件。因此，本项目实际水土保持防治责任范围与《水土保持方案》确定的有所调整。

(2) 电池方阵区：根据《水土保持方案》，电池方阵区共建设 1~31#共 31 个光伏阵列单元，总占地 22.46hm²；根据竣工资料，本区电池方阵实际建设 1~24#共 24 个光伏阵列单元，并根据监测小组的工作开展，对该分区进行了遥感测量、实地测量，本区 1~24#电池方阵共占地 22.74hm²。根据竣工资料分析，方阵的减少主要原因为保证装机总容量为 40.8146MW 不变的情况下，增加硅光伏组件的单体容量，但由于实际建设过程中，由于地形、施工条件等因素，项目电池方阵区总占地较原来增加 0.28hm²，同时 1~22#电池方阵建设占地在《水土保持方案》红线范围内，但 23~25#电池方阵由于原规划的用地有所冲突，无法建设，因此，23~25#实际建设位置建设于西南侧 200m 外云南大唐国际宾川新能源有限责任公司升压站后的农用地，具体位置详见报告附图 2；

(3) 交通道路区：根据《水土保持方案》，本项目交通道路区共拟布设 5157m 路面宽为 4m 的碎石道路，以保障太阳电池方阵场的安装、检修、设备运输及基础施工等要求，总占地为 2.56hm²；根据监测小组的工作开展，对该分区进行了遥感测量、实地测量，本项目共建设 4351m 道路（其中 2050m 沥青道路、2301m 碎石道路），其总占地 1.96hm²。根据竣工资料分析，本项目交通道路占地面积的主要原因为由于电池方阵的减少，进入每个电池方阵的道路也随之减少，经统计，本项目交通道路区修建道路较《水土保持方案》减少 806m，占地减少 0.60hm²；

(4) 施工生产生活区：根据《水土保持方案》，施工生产生活区主要用于材料的堆放及水泥等材料的加工，其占地为 0.39hm²，在工程结束后进行绿化恢复；由于施工生产生活区该区域为临时占地，监测小组入场时本项目主体工程已全部建设完备，该分区目前已实施限购植被绿化措施，因此该分区的占地情况通过项目施工日志、施工照片等历史资料结合实测绿化措施的面积综合分析，本项目施工生产生活区实际用地为 0.39hm²，较《水土保持方案》占地面积不变；

(5) 临时表土堆存场区：根据《水土保持方案》，为避免表土资源的浪费，单独布

设临时表土堆存场进行统一堆放，统一防治水土流失，用于工程后期绿化的表土回覆，其占地为 0.33hm²，在工程结束后实施绿化恢复；根据现场踏勘及施工日志等资料分析，本项目由于场地表土资源较为丰富，并且项目施工过程中主要为太阳能收集板的架设和输变电线路的埋设，因此本项目未单独实施表土剥离，在实施绿化恢复时，仅进行简单的翻土整地即满足植物的生长，因此，本项目未使用该区域，本报告将该区域纳入主体工程未利用区统计；

(6) 主体工程未利用区：根据监测小组的工作开展，对项目进行了遥感测量、实地测量，并结合项目竣工资料，本项目主体工程未利用区主要指场地内坡度大于 10° 的东向或西向坡占地等无法利用区域，本项目主体工程未利用区实际占地 41.46hm²，较《水土保持方案》35.71hm²，增加 5.75hm²；

b、直接影响区

《水土保持方案》中直接影响区范围为项目红线以外 5m 区域，本监测直接影响区按照该方法圈定，根据实际量测情况计取，本项目直接影响区面积为 2.69hm²，较方案确定的 2.18hm²增加了 0.51hm²，直接影响区面积的增加主要原因为项目建设区面积的增加导致直接影响区的增加；

3.1.2 建设期扰动土地面积

本项目于 2017 年 7 月开工建设，并于 2018 年 3 月建设结束，建设单位于 2018 年 3 月委托我公司开展本项目水土保持监测工作，水保监测工作开展时，本项目已经建设完工，本项目建设期动态扰动土地面积无法统计，同时，本项目为典型的建设项目，运行期也不会增加新的扰动面积，因此本项目建设期扰动土地面积为为现状扰动面积。

根据监测小组的工作开展，对项目进行了遥感测量、实地测量，本项目扰动地表情况详见表 3-4。

表 3-4 建设期扰动地表面积统计表

序号	项目分区	单位	面积	备注
1	电池方阵区	hm ²	22.74	
2	交通道路区	hm ²	1.96	
3	施工生产生活区	hm ²	0.39	临时占地，已实施绿化恢复
合计		hm ²	25.09	

3.2 取料监测结果

根据建设单位施工日志及同类项目的施工工艺,本工程主要建设内容为太阳能收集板的架设和输变电线路的埋设,其施工程序较为简单,不存在大面积的土石方开挖,仅有少部分水窖、变压器等建筑的施工需要少量砂石料,因此本工程建设过程中不专门设置取土场,工程建设所需的碎石、砾石、砂子均来自本项目场地的整平阶段。

3.3 弃渣监测结果

3.3.1 设计弃渣情况

根据《宾川县董家地并网农业光伏电站水土保持方案可行性研究报告》及其批复文件分析,本工程建设过程中共产生土石方开挖量 4.90 万 m³ (其中一般土石方 4.63 万 m³,收集表层剥离土 0.27 万 m³),其中一般土石方 4.63 万 m³ 全部用于场地平整回填,临时转存的 0.27 万 m³ 表土全部用于后期绿化覆土。因此,本项目土石方场内平衡,无永久弃渣产生,同时,由于没有弃渣的产生本项目也不单独布设弃渣场。

表 3-3 项目建设区土石方平衡及弃渣流向分析表

项目	挖方(万 m ³)		回填利 用量(万 m ³)	调入		调出		外借		废弃、 转存 临时 堆土
	开挖	表土 剥离 量		数量 (万 m ³)	来源	数量 (万 m ³)	去向	数量 (万 m ³)	来源	
光伏组件场区 平整	1.02	0.04	0.96	0	—	0.06	道路	—	—	0.04
光伏支架基础、 逆变器及箱变 基础、避雷针	0.14	0	0.10	0	—	0.04	道路	—	—	0
场内集电线路	2.65	0	2.65	0	—	—	—	—	—	0
道路工程	0.82	0.23	0.92	0.10	平整、 基础	—	—	—	—	0.23
合 计	4.63	0.27	4.63	0.10	平整、 基础	0.10	道路	—	—	0.27

工程施工期间场地平整、基础开挖等产生的土石方开挖、回填利用情况具体如下:

(1) 光伏组件场区平整

根据预可研报告,光伏电站的建设以尽量不破坏地表植被为原则,同时考虑到原有地

形场地的稳定性，以及场地地震烈度等级较高的情况，本项目仅对场区中的逆变器、箱变安装场地、组件及支架堆放场地及施工临时设施建筑区域进行场地平整，对其他区域略加修整，不进行大规模场平，光伏组件场区平整场地平整共开挖土石方 1.02 万 m^3 ，回填 0.96 万 m^3 ，剩余 0.06 万 m^3 用于道路回填。

（2）基础建设

根据预可研报告，基础建设主要是光伏支架基础、逆变器及箱变基础、避雷针基础的开挖和回填，本工程拟采用预制孔钢管灌注桩基础，共计 65830 根，钻孔直径为 130mm，成孔深度总长 110623m，同时考虑 20% 的孔口清理土石方，光伏支架基础共开挖土石方 0.10 万 m^3 。箱变 32 台，逆变器集装箱 32 台，开挖土石方为 0.02 万 m^3 。避雷针基础开挖 0.01 万 m^3 。

项目与在基础建设期间共产生土石方开挖量 0.14 万 m^3 ，用于基础回填 0.10 万 m^3 ，产生余土 0.04 万 m^3 ，余土用作场内道路回填。

（3）集电线路

根据预可研报告，项目集电线路采用直埋敷设，集电电缆长度约 9km，电缆的埋深为 800mm，电缆沟按 1:0.5 开挖边坡，共产生土石方开挖量 2.65 万 m^3 ，全部用于回填，不产生弃渣。

（4）道路建设

根据预可研报告，道路沿原有地形布设，道路路基宽 5.0m，路面宽 4.0m，道路依据原始地形建设，不会形成较大坡度的边坡，但在 29# 光伏阵列长度为 350m 的道路因为坡度较大，需要在道路东侧进行回填，回填后形成的边坡使用缓坡过渡，坡底设置挡墙，回填高度约为 1.5m，回填量为 0.10 万 m^3

道路建设共产生土石方开挖量 0.82 万 m^3 ，回填 0.92 万 m^3 ，不足方量从光伏组件场区平整和基础建设调入使用。

经计算，本工程在施工期开挖土石方量 4.63 万 m^3 ，全部进行回填，无弃渣产生。

（5）表土剥离、回覆平衡

为避免表土资源的浪费，同时为工程后期绿化覆土准备绿化覆土，本方案设计场地开挖平整前，对场地内土壤肥力较好的草地进行表土剥离并集中堆放，用于后期绿化覆土。因光伏方阵只针对支架基础占地、逆变器室及箱式变等建筑基础进行开挖扰动，扰动区域

较分散且面积不大，为此本方案设计不对其进行剥离表土；剥离表土区域主要为道路区域和施工生产生活区。后期植被恢复需覆土绿化区域主要为道路区、施工生产生活区，共计恢复植被 0.90hm²，根据苗木要求，覆土厚 30cm 左右，需绿化覆土 0.27 万 m³。交通道路区和施工生产生活区可剥离表土面积 2.94hm²，剥离厚度 10cm 左右，满足剥离条件，共计剥离表土 0.27 万 m³。剥离产生表土临时堆放于规划临时表土堆存场，后期全部用于绿化覆土。

3.3.2 弃渣场位置、占地面积及弃渣量监测结果

本项目于 2017 年 7 月开工建设，并于 2018 年 3 月建设结束，建设单位于 2018 年 3 月委托我公司开展本项目水土保持监测工作，水保监测工作开展时，本项目已经建设完工，因此，本项目土石方工程无法对各分区详细的土石方挖填量进行统计，仅能根据本项目的建设施工单位施工日志、历史资料等材料对项目整体工程进行分析获得。

根据建设单位施工日志、竣工资料等材料分析，本工程建设过程中共产生土石方开挖量 5.32 万 m³（全部为一般土石方），未单独剥离表土，开挖土石方 5.32 万 m³ 全部用于场地的回填利用及水窖的搭建，未产生多余土石方，也未单独建设弃渣场。

3.3.3 弃渣对比分析

通过以上内容分析，本项目实际产生的土石方开挖量与水土保持方案确定的土石方开挖量发生了一定变化，实际产生的总土石方开挖 5.32 万 m³ 比方案确定的 4.90 万 m³ 多开挖 0.42 万 m³，其中原设计规划剥离 0.27 万 m³ 表土作为绿化覆土，根据实际调查及施工日志，项目未单独剥离表土，其主要原因为项目用地表土资源丰富，同时由于项目的主要建设内容为太阳能收集板的架设和输变电线路的埋设，项目在实施植被恢复时，仅进行了简单的翻土整地。

3.4 土石方流向情况监测结果

本项目于 2017 年 7 月开工建设，并于 2018 年 3 月建设结束，建设单位于 2018 年 3 月委托我公司开展本项目水土保持监测工作，水保监测工作开展时，本项目已经建设完工，本项目建设过程中的土石方流向情况通过对建设单位施工日志、历史资料等分析获得。

根据实际调查及施工日志，本项目开挖土石方均用于本项目场地内部的回填及水窖的搭建，未产生多余土石方。

3.5 其他重点部位监测

本项目属于建设类项目，并且项目整体并无较大的土石方开挖、回填及多余土石方堆弃，同时由于监测小组入场时本项目主体工程已建设完备，已进入自然恢复期，因此，本项目现阶段主要监测的内容为植被恢复的情况。

4 水土流失防治措施监测结果

4.1 工程措施监测结果

4.1.1 工程措施设计情况

根据《宾川县董家地并网农业光伏电站水土保持方案可行性研究报告》及其批复文件显示，本项目方案新增的土保持工程措施主要为水窖、表土剥离、生态排水沟。各分区工程措施详见下表4-1。

表4-1 《水土保持方案》确定工程措施工程量统计表

防治分区	措施项目	工程数量		工程量									
		单位	数量	土方开挖 m ³	C ₁₅ 砼 m ³	C ₂₀ 砼 m ³	M _{7.5} 浆砌石 m ³	钢筋制安 kg	M ₁₀ 砂浆抹面 m ²	毛石垫层 m ³	PE管 m	黑麦草播撒 m ²	剥离表土 m ³
电池方阵区	水窖	座	1	42.56	1.23	2.71	8.72	34.78	23.79	0.25	5.00		
交通道路区	表土剥离	hm ²	2.31										2300
	生态排水沟	m	5100	729								3060	
施工生产生活区	表土剥离	hm ²	0.39										400
总计				771.68	1.23	2.71	8.72	34.78	23.79	0.25	5.00	3060	2700

根据《宾川县董家地并网农业光伏电站水土保持方案可行性研究报告》具体工程措施设计具体如下：

一、电池方阵区

1、水窖

出于完善项目区整体雨水收集系统考虑，同时兼顾综合利用地表径流的目的出发，本方案将设计水窖对项目区收集的到的地表径流进行汇集、利用，可以用于电池组件的清洗，同时还可以减少工程的投资。本方案共设置水窖 1 个，道路边侧地势低洼处。

水窖采用 25m³ 盖板水窖，水窖前段配套 1.4m×1.4m 的简易沉砂池，有效容积为 25m³，配有 1.0m 直径的盖板。

二、交通道路区

1、生态排水沟

主体工程设计中，并未进行道路区域的排水措施布设，方案结合电池方阵区的雨水收集系统，在道路内侧设置生态水沟用于收集项目区内的降水，同时也起到防治降水冲刷道路的作用，从便于施工的角度考虑，方案采用的生态排水沟断面使用梯形断面，上底 0.6m，下底 0.3m，深 0.4m，采用土质排水沟，沟壁撒播黑麦草。共需布设排水沟 5100.00m，生态排水沟共需土方开挖 729.00m³，撒播草籽 3060.00m²，需草籽 13.50kg。

2、表土剥离

同时为了保证道路后期的绿化覆土以及施工生产生活区的植被恢复用土，本方案还设计了本区的表土剥离措施。本区剥离表土 2.31hm²，剥离表土量 2300.00m³。

三、施工生活生产区

1、表土剥离

本方案在主体工程设计工程措施基础上，主要新增区域表土剥离措施，共剥离表土 0.39hm²，剥离表土量 400.00m³。

4.1.2 工程措施实施情况

根据本项目布局、施工扰动特点、建设时序、地貌特征、自然属性及水土流失影响等特点，按照各分区的监测内容和监测指标，采取设计的监测方法对工程措施进行全面的调查和量测。针对工程中具有水土保持功能的工程措施在收集设计资料、监理资料的基础上，通过现场巡查为主的方法进行调查监测；对《水土保持方案报告书》中新增的水土保持措施进行重点调查，通过实地量测等手段监测实际实施情况。

截至 2018 年 6 月，项目已实施水窖 2 座及入场道路排水沟，具体工程措施监测结果见表 4-2。

表 4-2 已实施水土保持工程措施工程量统计表

防治分区	措施项目	措施数量		工程量			
		单位	数量	土方开挖 (m ³)	C ₁₅ 砼 (m ³)	C ₂₀ 砼 (m ³)	M _{7.5} 浆砌石 (m ³)
电池方阵区	水窖	座	2	96.36	2.58	6.32	28.33
交通道路区	土质排水沟	m	4772	501.06			
	混凝土排水沟	m	2202	330.3	84.36	121.03	
	小计	m	6974	831.36	84.36	121.03	
总计				927.72	86.94	127.35	28.33

4.1.3 工程措施变化情况

根据《宾川县董家地并网农业光伏电站水土保持方案可行性研究报告》及其批复文件，结合监测小组对现场的调查工作分析，本项目水土保持工程措施的实施由于项目实际情况进行了调整，具体工程措施变化情况详见下表4-3。

表4-3 工程措施变化情况对比表

防治分区	防治措施	单位	批复数量	完成数量	增减情况	
电池方阵区	水窖	数量	座	1	2	+1
		土石方开挖	m ³	42.56	96.36	+53.8
		C ₁₅ 砼	m ³	1.23	2.58	+1.35
		C ₂₀ 砼	m ³	2.71	6.32	+3.61
		M _{7.5} 浆砌石	m ³	8.72	28.33	+19.61
		钢筋制安	kg	34.78	72.11	+37.33
		M ₁₀ 砂浆抹面	m ²	23.79	63.12	+39.33
		毛石垫层	m ³	0.25	3.00	+2.75
		PE 管	m	5.00	13.00	+8
交通道路区	表土剥离	数量	hm ²	2.31	0	-2.31
	排水沟	数量	m ³	5100	6974	+1874
		土石方开挖	m ³	729	927.72	+198.72
		C ₁₅ 砼	m ³	0	84.36	+84.36
		C ₂₀ 砼	m ³	0	121.03	+121.03
		黑麦草播撒	m ²	3060	0	-3060
施工生产生活区	表土剥离	数量	hm ²	0.39	0	-0.39

各防治分区措施变化及评价具体分述如下：

(1) 电池方阵区：《水土保持方案》设计建设 1 座水窖，主要用于场区收集雨水回

供场区的绿化使用；但考虑当地气候较为干旱结合同区域其他光伏电站的经验，建设单位共实施 2 座水窖，其水窖实际容量与设计规格一致，但由于地形差异等因素，在水窖工程量稍有增多，根据水窖具有的水土保持效果，该防治分区增设 1 座水窖，对该防治分区的水土保持效果越明显；

(2) 交通道路区：《水土保持方案》设计对场地单独剥离表土 2.31hm²，同时沿道路修建外侧生态排水沟 5100m，沟底撒播黑麦草，作为生态排水沟；根据施工日志，项目整体未单独进行表土剥离，同时项目沿道路两侧均修建排水沟，共修建 6974m 排水沟，部分采用土质排水沟，部分采用混凝土排水沟，排水沟底部均未撒播草籽，但由于未收集表土，对该区域的破坏影响越小，同时排水沟的增设，可以说项目实际实施的水土保持措施对该防治分区起到了更好的水土流失防治效果；

(3) 施工生产生活区：《水土保持方案》设计对场地单独剥离表土 0.39hm²；根据施工日志，项目未单独进行表土剥离，其使用该场地前期仅进行了简单的除草工作，由于该区域土壤资源丰富，在工程后期该区域只需进行翻土整地后即可实施植被恢复措施，因此，不存在对表土资源的浪费，同时由于未收集表土，对该区域的破坏影响越小，总体来说该防治分区在不实施表土剥离的情况下未造成明显的水土流失影响。

综上所述，本项目工程措施的主要变化为未实施表土剥离，根据现场勘察，由于场区内表土资源较为丰富，仅需翻土整理即可实施绿化措施，因此不存在对表土资源的浪费，同时其他措施均较《水土保持方案》设计的工程量增加，起到了更好的水土保持效果，目前，项目建设区内实施的工程措施已发挥了较好的水土保持效益。

4.1.4 工程措施实施进度情况

本项目已于 2017 年 7 月开工，并于 2018 年 3 月竣工，建设单位依据水土保持方案，结合现场实际情况，截至 2018 年 6 月实施了相应的水土保持工程措施，根据监理单位提供的相关资料分析，各分区工程措施实施时段如下：

表 4-4 水土保持临时措施实施进度表

序号	防治分区	工程措施	施工时段
1	电池方阵区	水窖	2018 年 1 月~2018 年 3 月
2	交通道路区	排水沟	2017 年 10 月~2018 年 1 月

4.2 植物措施监测结果

4.2.1 植物措施设计情况

根据《宾川县董家地并网农业光伏电站水土保持方案可行性研究报告》及其批复文件显示,本项目主体设计植物措施为交通道路区,方案新增对施工生活生产区的植被恢复。各分区工程措施详见下表4-5及4-6。

表4-5 主体设计植物措施工程量统计表

分区	措施项目	措施类型	单位	工程量
交通道路区	植被绿化	植物措施	hm ²	0.51

表4-6 《水保方案》植物措施工程量统计表

防治分区	树(草)种	植树(株)	苗木(株)	种子量(kg)	绿化面积(hm ²)	全面整地(hm ²)	抚育管理(hm ²)	穴状整地(个)
施工生活生产区	火棘	1024	975		0.39	0.39	0.39	1950
	矮高山栎	1024	975					
	黑麦草			23.40				
合计		2048	1950	23.40	0.39	0.39	0.39	1950

根据《宾川县董家地并网农业光伏电站水土保持方案可行性研究报告》具体植物措施设计具体如下:

一、交通道路区

1、植被绿化

为绿化美化环境,主体工程设计于道路两侧空地区域栽植行道树及植草绿化、路基建设形成回填边坡及开挖边坡植草绿化,依据项目建设特殊性,主要采取栽植低矮灌木、铺植草坪绿化,主体设计灌木为火棘和矮高山栎,草种选择黑麦草,共计绿化 0.51hm²。

二、施工生活生产区

1、植被恢复

施工生活生产区占地面积 0.39hm²,本方案设计施工临时场地使用结束后对其恢复植被,区域绿化主要设计采取灌木、草本相结合的方式绿化,灌木树种选择火棘、草种选择黑麦草。由于项目区降雨量较小,且光照时间段,项目所在地购买草种的实际情况,备选狗尾草,根据实际购买情况定夺实际绿化草种。

4.2.2 植物措施实施情况

根据现场调查监测，项目实施的植物措施总面积约为为 0.78hm²。

根据施工监理资料，道路绿化植物种类：在配置上以适应当地气候、土质的草灌，并考虑苗木高度，不影响光伏组件发电：下层种植黑麦草，上层种植金叶女贞与红叶石楠及小松树搭配种植。黑麦草种植区域为道路两侧各 1 米，面积约 6000m²；金叶女贞在道路两侧各 0.3m 范围内种植，种植面积 1200m²，每平方米种植密度 10 株；红叶石楠及小松树在道路两侧各 0.3m 范围内种植，种植面积共 600m²，每平方米种植密度均为 1 棵。具体工程量详见下表。

表4-7 主体已实施水土保持植物措施工程量统计表

防治分区	措施名称	单位	工程量	备注	
				种植密度	苗木量
交通道路区	黑麦草	hm ²	0.60	50kg/hm ²	30kg
	金叶女贞	hm ²	0.12	10 株/m ²	12000 株
	红叶石楠	棵	300	1 棵/m ²	300 棵
	云南松	棵	300	1 棵/m ²	300 棵

表4-8 方案新增已实施水土保持植物措施工程量统计表

防治分区	措施名称	单位	工程量
施工生产生活区	种植柑橘树	hm ²	0.38

4.2.3 植物措施变化情况

根据《宾川县董家地并网农业光伏电站水土保持方案可行性研究报告》及其批复文件，结合监测小组对现场的调查工作分析，本项目水土保持植物措施的实施由于项目实际情况进行了调整，具体工程措施变化情况详见下表 4-9、表 4-10。

表4-9 主体植物措施变化情况对比表

防治分区	防治措施	单位	批复数量	完成数量	增减情况
交通道路区	植被绿化	hm ²	0.51	0.78	+0.27

表4-10 《水保方案》植物措施变化情况对比表

防治分区	防治措施	单位	批复数量	完成数量	增减情况
施工生产生活区	植被恢复	hm ²	0.39	0.39	0

交通道路区	植被绿化	hm ²	0.51	0.78	+0.27
合计			0.90	1.17	+0.27

各防治分区措施变化及评价具体分述如下：

(1) **交通道路区**：根据《水土保持方案》该分区为主体设计的道路绿化措施，其绿化面积为 0.51hm²，绿化苗木主要为黑麦草、火棘和矮高山栎仅灌草混交绿化；当根据施工监理资料，项目场地常年干旱，根据同区域内其他光伏电站的经验，采取了黑麦草、金叶女贞、红叶石楠及云南松等耐旱植物进行栽植，共实施绿化 0.78hm²。由于绿化面积的增加，项目绿化率增加，随之该防治分区内的水土防治效果越为明显；

(2) **施工生产生活区**：根据《水土保持方案》该分区设计了临时场地的绿化恢复，其绿化面积为 0.39hm²，其绿化苗木种类与主体设计一致；由于该区域面积，项目实际对该区域实施种植柑橘树，其种植面积为 0.39hm²，较《水土保持方案》绿化面积不变。该防治分区绿化面积未减少，实施的绿化恢复同样起到良好的水土保持防治效果。

综上所述，项目植物措施的变化主要为植被种类的改变，同样起到良好的水土保持效益，同时绿化面积有所增加，因此，项目已实施的绿化措施较为合理，根据现场勘察，项目建设区内实施的植物措施已发挥了较好的水土保持效益。

4.2.4 植物措施实施进度情况

本项目已于 2017 年 7 月开工，并于 2018 年 3 月竣工，建设单位依据水土保持方案，结合现场实际情况，截至 2018 年 6 月实施了相应的水土保持植物措施，根据监理单位提供的相关资料分析，各分区工程措施实施时段如下：

表 4-11 水土保持植物措施实施进度表

序号	防治分区	措施名称	施工时段
1	交通道路区	植被绿化	2018 年 2 月~2018 年 3 月
2	施工生产生活区	植被恢复	2018 年 2 月~2018 年 3 月

4.3 临时措施监测结果

4.3.1 临时措施设计情况

根据《宾川县董家地并网农业光伏电站水土保持方案可行性研究报告》及其批复文件显示，本项目方案新增的土保持工程措施主要为临时覆盖、临时排水沟、临时拦挡。各

分区工程措施详见下表4-12。

表4-12 《水保方案》临时措施工程量统计表

防治分区	措施项目	措施数量		工程量		
		单位	数量	土方开挖 (m ³)	编制土袋 (m ³)	土工布 (m ²)
电池方阵区	临时覆盖	m ²	960			960
施工临时场地	临时排水沟	m	285	38.48		
临时表堆存场区	临时挡拦	m	628		628.00	
	临时排水沟	m	856	115.56		
	临时覆盖	m ²	3300			3300
总计				154.04	628.00	4260

根据《宾川县董家地并网农业光伏电站水土保持方案可行性研究报告》具体临时措施设计具体如下：

一、电池方阵区

1、临时覆盖

本工程共布置逆变器室沿施工道路分散布置。为了防止逆变器室建设期间开挖面以及开挖的土石方引起的水土流失，方案考虑进行临时覆盖，每个逆变器室和箱变考虑 30m² 临时覆盖，共需土工布 960m²。

二、施工生产生活区

1、临时排水沟

经分析评价主体工程设计措施，主体工程设计中未考虑施工期水土保持防护措施，而施工期为水土保持设施易发时段；为有效防护施工期可能产生的水土流失，本方案新增布设临时排水沟进行防护。土质排水沟断面使用梯形断面，上底 0.6m，下底 0.3m，深 0.4m，，共需排水沟 285.00m，土石方开挖量共计 38.48m³。

三、临时表土存场区

1、临时挡拦

为了避免表土堆土期间土壤的流失，方案拟增加表土临时堆放场地周边的拦挡。临时拦挡采用编织袋挡墙，挡墙高 1m，顶宽 0.5m，底宽 1.5m，两个表土堆存场共需编织袋挡护 628.00m，编制袋装土共 628m³（1#表土堆场 328.00m，2#表土堆场 300.00m）。

2、临时排水沟

为避免表土在堆存期间因为区内径流引起的水土流失,方案考虑沿表土堆存场上部布设土质排水沟用于疏导汇流,排水沟末端接道路区的排水沟。土质排水沟断面使用梯形断面,上底 0.6m,下底 0.3m,深 0.4m。二个表土堆存场共需排水沟 856.00m (1#表土堆场 448.00m, 2#表土堆场 408.00m),土石方开挖量共计 115.56m³。

3、临时覆盖

表土临时堆放期间,虽已采取了临时拦挡、临时排水等措施综合防护,但降雨极易冲刷堆放土体而产生水土流失,为此本方案设计表土堆放期间于表土面采取土工布临时覆盖,以防止降雨对堆土造成冲刷。经统计,共计覆盖 0.33hm² (1#临时表土堆存场 0.16hm²、2#临时表土堆存场 0.17hm²),需土工布 3300.00m²。

4.3.2 临时措施实施情况

由于本项目 2018 年 3 月完工,2018 年 3 月委托我单位进行监测,因此监测小组无法实时、具体的对临时措施实施情况进行相关的监测工作,本项目的临时措施主要通过建设单位的施工资料分析。具体实施的临时措施如下:

表 4-13 已实施水土保持临时措施工程量统计表

防治分区	措施名称	单位	工程量
电池方阵区	临时覆盖	m ²	900

4.3.3 临时措施变化情况

根据《宾川县董家地并网农业光伏电站水土保持方案可行性研究报告》及其批复文件,结合监测小组对现场调查及项目历史资料、照片等分析,本项目水土保持临时措施的实施由于项目实际情况进行了调整,具体工程措施变化情况详见下表 4-14。

表4-14 临时措施变化情况对比表

防治分区	措施名称	单位	批复工程量	实际工程量	增减情况
电池方阵区	临时覆盖	m ²	960	900	+900
施工临时场地	临时排水沟	m	285	0	-285
临时表堆存场区	临时挡拦	m	628	0	-628
	临时排水沟	m	856	0	-856
	临时覆盖	m ²	3300	0	-3300

具体分述如下：

(1) **电池方阵区**：《水土保持方案》拟布设对该分区实施临时覆盖，共布设 960m²；根据施工日志及监理资料，该区域按照方案实施临时覆盖 900m²，满足项目覆盖需求，起到了水土保持效益；

(2) **施工临时场地**：《水土保持方案》拟布设对该分区实施临时排水沟，共布设 285m；根据施工日志及监理资料，该区域未布设临时措施，主要因为该区域利用时间较短，根据现场调查，目前该区域已实施绿化措施，场地无明显水土流失现象；

(3) **临时表堆存场区**：《水土保持方案》拟布设对该分区实施临时拦挡 628m，临时排水沟 285m，临时覆盖 3300m²；根据施工日志及监理资料，本项目未单独剥离表土，因此该区域为未利用场地，因此，该场地也不必单独进行治理。

综上所述，以上措施的调整，均在不降低其水土保持防护效果的前提下进行调整，措施实施合理，根据现场踏勘、历史资料及照片分析，项目建设区内实施的临时措施已发挥了较好的水土保持效益。

4.3.4 临时措施实施进度情况

根据《宾川县董家地并网农业光伏电站水土保持方案可行性研究报告》及其批复文件显示，本项目方案新增的土保持工程措施主要为临时覆盖、临时排水沟、临时拦挡。各分区工程措施详见下表4-15。

表4-15 水土保持临时措施实施进度表

序号	防治分区	措施名称	施工时段
1	电池方阵区	临时覆盖	2017年6月~2017年10月

4.4 水土保持措施投资分析

4.4.1 批复核定水土保持投资

根据《宾川县董家地并网农业光伏电站水土保持方案可行性研究报告》及其批复文件显示，批复核定宾川县董家地并网农业光伏电站水土保持总投资78.23万元，其中主体工程已列计投资7.65万元，方案新增投资70.58万元。方案新增投资中，工程措施费2.88万元，植物措施费8.34万元，临时措施费3.44万元，独立费用43.00万元（其中水保监理费4.00万元，水保监测费19.92万元），基本预备费3.17万元，水土保持补偿费14.67万元。具体如

下表所示:

表4-16 《水保方案》水土保持措施投资表

序号	工程或费用名称	方案新增投资					主体工程已入的投资	合计(万元)	
		建安工程费	植物措施费		设备费	独立费用			小计(万元)
			栽(种)植费	苗木、草、种子费					
第一部分 工程措施		2.88					2.88	2.88	
1	电池方阵区	0.31					0.31	0.31	
2	交通道路区	2.37					2.37	2.37	
3	施工生产生活区	0.20					0.20	0.20	
第二部分 植物措施			6.14	2.20			8.34	7.65	
1	施工生产生活区		6.14	2.20			8.34	8.34	
2	交通道路区							7.65	
第三部分 临时工程		3.44					3.44	3.44	
1	电池方阵区	0.07					0.07	0.07	
2	施工生产生活区	0.07					0.07	0.07	
3	临时表土堆存场区	3.30					3.30	3.30	
4	其它临时工程	0.12					0.12	0.12	
第四部分 独立费用						43.00	43.00	43.00	
1	建设管理费					0.19	0.19	0.19	
2	工程建设监理费					4.00	4.00	4.00	
3	水土保持方案编制费					5.00	5.00	5.00	
4	科研勘测设计费					0.39	0.39	0.39	
5	水土保持监测费					19.92	19.92	19.92	
6	水土保持设施竣工验收技术评估报告编制费					12.00	12.00	12.00	
7	水土保持技术文件技术咨询服务费					1.50	1.50	1.50	
一至四部分合计							52.74	7.65	
基本预备费							3.17	3.17	
水土保持设施补偿费							14.67	14.67	
合 计							70.58	7.65	
								78.23	

4.4.2 实际水土保持投资

通过监理单位对项目水土保持措施实施建设投入资金的统计,截止2018年6月,实际完成水土保持总投资107.41万元,其中完成主体工程已列投资78.60万元,完成方案新增投资28.81万元,其中方案新增投资中工程措施费3.43万元,临时措施费0.71万元,独立费用

10.00万元及水土保持补偿费14.67万元。

表4-17 实际完成的水土保持投资情况表

序号	工程或费用名称	方案新增投资（万元）	主体已列投资（万元）	投资合计（万元）
第一部分：工程措施		3.43		3.43
1	电池方阵区	0.80		0.80
2	交通道路区	2.63		2.63
第二部分：植物措施		8.60	70	78.60
1	交通道路区		70	70
2	施工生产生活区	8.60		8.60
第三部分：临时措施		0.71		0.71
1	电池方阵区	0.71		0.71
第四部分：独立费用		10.00		10.00
1	水土保持方案编制费	5.00		5.00
2	水土保持监测费	2.50		2.50
3	水土保持设施验收报告编制费	2.50		2.50
一至四部分合计		14.14	78.60	92.74
基本预备费		0		0
水土保持补偿费		14.67		14.67
总投资		28.81	78.60	107.41

4.4.3 水土保持投资增减情况

工程已实施的水土保持防治措施总投资为 107.41 万元，较设计的 78.23 万元增加了 29.18 万元。水土保持投资变更情况见表 4-11。

表 4-11 水土保持投资变更情况表

序号	工程或项目名称	投资（万元）		
		方案设计	实际投资	增减情况
第一部分	工程措施	2.88	3.43	+0.55
第二部分	植物措施	15.99	78.60	+62.61
第三部分	临时措施	3.44	0.71	-2.73
第四部分	独立费用	43.00	10.00	-33.00
第五部分	水土保持设施补偿费	14.67	14.67	0
水土保持总投资		78.23	107.41	+29.18

通过水土保持措施实际投资与投资估算的对比，本项目水土保持总投资发生了一定的

变化。投资发生变化的主要原因为：

(1) **工程措施投资**：由于项目工程措施的增设，因此，工程措施投资增加了 0.55 万元；

(2) **植物措施投资**：由于本项目绿化措施的优化，绿化面积的增加，绿化管护的成本增加等一系列因素，本项目植物措施投资增加了 62.61 万元；

(3) **临时措施投资**：由于实际施工情况较为简单，时间较短，未能布设部分临时措施，因此，本项目临时措施投资减少了 2.73 万元；

(3) **独立费用及水土保持补偿费**：由于近年来水土保持政策的变化等因素，本项目独立费用减少 33.00 万元；水土保持补偿费已于 2016 年 5 月 10 日缴纳，缴纳数额与方案一致。

综上所述，本项目实际完成的水土保持总投资比批复增加 29.18 万元，投资的增加是由于项目措施的增设、优化导致，并未降低项目建设区的水土流失防治效果和水土保持措施功能的发挥，因此，本报告认为：完成的水土保持总投资满足项目建设区水土流失防治的实际需要，建设单位基本落实了水土流失防治责任，符合其水土保持方案批复（水保许〔2016〕74 号）文件的批复精神。

4.5 水土保持措施防治效果

由于本项目 2017 年 7 月开工建设，2018 年 3 月完成全部主体工程建设，2018 年 3 月才组织监测，监测时段正处于项目自然恢复期。经监测小组开展工作情况分析，本项目各分区水土保持措施运行良好，实施的各项措施均良好的发挥其水土保持效益，其中植物措施由于实施时间不长，未能发挥全部水土保持效益。具体水土保持措施情况看参见本报告水土保持情况照片集；

项目各分区防治情况具体如下：

（一）电池方阵区

通过同类型项目施工工艺及同类型项目水土流失治理经验分析，光伏电站电池方阵区施工较为简单，在电池方阵搭建完毕后，不会产生大量裸露地表。截止 2018 年 6 月，建设单位主要对站区内绿化用水储蓄进行了水窖的建设，经实地监测，通过监测小组工作的开展及数据分析后，措施的实施较大程度的降低了水土流失强度，该区域的水土流失得到较好控制。

（二）交通道路区

通过实地监测，截止 2018 年 6 月，本项目交通道路区两侧均实施大量植物措施，并根据道路集水情况布设有土质排水沟及混凝土排水沟，通过监测工作开展与分析，该项目交通道路区水土保持体系完整，道路排水满足项目要求，无明显水土流失现象，其水土保持工作到位，水土流失得到较好控制。

（三）施工生产生活区

通过实地监测，截止 2018 年 6 月，施工生产生活区已实施绿化恢复，通过监测工作的开展与分析，该区域的水土流失得到较好控制。

（四）主体工程未利用区

通过实地监测，该分区内场地在本项目建设过程中未进行开发利用，场地基本为小灌木及林草地，因此不需要进行措施的治理。

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

5.1.1 土地利用情况

通过水保监测工作的开展，截止 2018 年 6 月，通过实地量测、遥感量测等手段，确定项目建设区红线总占地 66.55hm²，其中已利用建设面积为 25.09hm²，包括临时占地 0.39hm²，永久占地 24.70hm²。

表 5-1 土地利用面积统计表

序号	项目	占地类型 (hm ²)			
		小计	林地	草地	坡耕地
一	永久占地	24.70	0.01	13.74	10.95
1	电池方阵区	22.74	0.01	12.51	10.22
2	交通道路区	1.96	0	1.23	0.73
二	临时占地	0.39	0	0.39	0
1	施工生产生活区	0.39	0	0.39	0

5.1.2 水土流失面积

宾川县董家地并网农业光伏电站于 2018 年 3 月已经完工，建设单位于 2018 年 3 月委托我公司开展本项目水土保持监测工作，水保监测工作开展时，本项目已经建设完工，本项目建设过程中的水土流失面积通过对建设单位施工日志、监理资料、历史资料等分析获得，本项目现阶段水土流失面积将通过遥感测量、实地测量、图纸量测修正的方法获得，最终总结出本项目不同阶段的水土流失面积情况。

根据建设单位提供的建设资料，结合监测小组工作情况分析得出，存在水土流失面积为 25.09hm²。包括电池方阵区、交通道路区、施工生产生活区等三个分区。本项目发生扰动的各分区具体水土流失面积详见下表 5-2。

表 5-2 水土流失面积统计表

序号	项目分区	单位	面积	备注
1	电池方阵区	hm ²	22.74	
2	交通道路区	hm ²	1.96	
3	施工生产生活区	hm ²	0.39	临时占地，已实施绿化恢复
合计		hm ²	25.09	

5.1.3 水土流失现状

本项目建设用地类型主要以林地、草地、坡耕地为主，用地以水力侵蚀为主，根据历史照片集施工工艺的分析，本项目原地貌以土壤侵蚀强度为中度。

本工程建设结束后进行了道路硬化及大量的植被恢复等具有水土保持功能的措施，在水土保持措施运行后起到了相应的水土保持效益，根据现场踏勘分析，本项目现状水土流失强度为微度。

5.2 土壤流失侵蚀模数确定

5.2.1 水土流失背景值分析

本报告同意《水土保持方案》中确定的原生土壤侵蚀模数，本工程所在区域水土流失以水力侵蚀为主，区内占地类型主要有林地、草地和坡耕地等。各地类原生土壤侵蚀模数取值详见表 5-3。

表 5-3 土壤侵蚀模数取值情况表

土地利用类型	自然概况	侵蚀模数 (t/km ² ·a)	备注
林地	坡度 0°~20°之间，植被分布有云南松、火棘、车桑子等，区域植被大多为低矮灌木，地表枯枝落叶层较薄，覆盖率 90%左右，林冠截流效果显著	300	微度侵蚀
草地	坡度 0°~20°之间，植被分布主要有黑麦草、茅草等，覆盖率在 80%左右，其水土保持功能较佳	400	微度侵蚀
坡耕地	现状土地为居民种植玉米、马铃薯等农作物耕地，坡度在 5°~15°之间，地势相对较陡，易于发生水土流失	2800	中度侵蚀

根据《水土保持方案》确定的土壤流失背景值，结合监测确定的水土流失面积，可以确定项目水土流失原生背景值，具体如下：

表 5-4 原生土壤侵蚀模数取值情况表

序号	项目分区	合计 (hm ²)	工程占地类型 (hm ²)			平均土壤侵蚀模数 (t/km ² ·a)
			林地	草地	坡耕地	
1	电池方阵区	22.74	0.01	12.51	10.22	1478.58
2	交通道路区	1.96	0	1.23	0.73	1293.88
3	施工生产生活区	0.39	0	0.39	0	400.00
合计		25.09	0.01	14.13	10.95	1447.39

5.2.2 建设期、自然恢复期土壤侵蚀模数分析

本项目已于2017年7月开工，并于2018年3月竣工，由于监测小组入场本项目已进入自然恢复期，本工程施工期土壤流失量主要通过查阅各水土流失分区的施工资料、施工照片，按照《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)标准判定建设期(2017年7月~2018年3月)、自然恢复期(2018年4月~2018年6月)的项目建设区各分区的平均土壤侵蚀模数，从而估算出工程在建设期、自然恢复期的土壤流失量。

同时主要结合各水土流失分区现状，按照《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)标准判定项目建设区监测时段内的土壤侵蚀模数。

各建设分区各阶段平均土壤侵蚀模数的确定如下：

(1) 电池方阵区

建设期：通过施工日志、施工照片等历史资料结合项目施工工艺等分析，项目建设期间电池方阵区主要以场地平整为主，后续的太阳能电池组件的搭建对地表扰动极小，根据同类型项目经验法判读，本项目电池方阵区建设期平均土壤侵蚀模数为 $5000 \text{ t/km}^2\cdot\text{a}$ ；

(2) 交通道路区

建设期：通过施工日志、施工照片等历史资料结合项目施工工艺等分析，项目建设期间交通道路区主要以地及开挖、铺设路面等施工为主，根据同类型项目经验法判读，本项目交通道路区建设期平均土壤侵蚀模数为 $5800 \text{ t/km}^2\cdot\text{a}$ ；

自然恢复期：根据现场踏勘分析，本项目交通道路区实施了大量绿化措施，由于实施后时段较短，植被恢复尚未完全产生水土流失效益，场地还存在部分零星空地，根据同类型项目经验法判读，本项目交通道路区自然恢复期平均土壤侵蚀模数为 $450 \text{ t/km}^2\cdot\text{a}$ ；

(3) 施工生产生活区

建设期：通过施工日志、施工照片等历史资料结合项目施工工艺等分析，项目建设期间施工生产生活区仅简单对场地进行了平整，根据同类型项目经验法判读，本项目施工生产生活区建设期平均土壤侵蚀模数为 $3000 \text{ t/km}^2\cdot\text{a}$ ；

自然恢复期：根据现场踏勘分析，本项目施工生产生活区实施了大量绿化措施，由于实施后时段较短，植被恢复尚未完全产生水土流失效益，场地还存在部分零星空地，根据同类型项目经验法判读，本项目交通道路区自然恢复期平均土壤侵蚀模数为 $450 \text{ t/km}^2\cdot\text{a}$ ；

表 5-5 各分区土壤侵蚀模数取值统计表

序号	项目分区	建设期土壤侵蚀模数 t/ (km ² a)	建设期扰动时段 (a)	自然恢复期土壤侵蚀 模数 t/ (km ² a)	自然恢复期扰动 时段 (a)
1	电池方阵区	5000	0.75		
2	交通道路区	5800	0.75	450	0.25
3	施工生产生活区	3000	0.75	450	0.25

5.3 土壤流失量

根据项目建设占地类型、建设情况及工程建设相关资料，并参照《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)，结合以上调查的水土流失现状及监测点量测的监测数据计算，项目区在监测内的土壤侵蚀强度及土壤流失量情况，采用实测法和经验推测法进行推算。

由于监测介入时，正在完善区内的工程、植物措施，区内的水土流失在逐步得到控制。建设期土壤流失情况具体如下：

(一) 背景土壤流失状况及土壤流失量情况

根据《水土保持方案》结合监测确定面积，本项目 2017 年 7 月~2018 年 6 月期间本工程背景土壤流失量约为 363.15t，平均土壤侵蚀模数为 1447.39t/km² a。各分区水土流失量详见表 5-6。

表 5-6 项目建设区背景土壤侵蚀流失量计算表

序号	项目分区	水土流失面积 (hm ²)	土壤侵蚀模数 t/ (km ² a)	侵蚀时段 (a)	土壤侵蚀量 (t)
1	电池方阵区	22.74	1478.58	1.00	336.23
2	交通道路区	1.96	1293.88	1.00	25.36
3	施工生产生活区	0.39	400.00	1.00	1.56
合计		25.09	1447.39	1.00	363.15

(二) 建设期土壤流失状况及土壤流失量情况

通过历史记录资料、施工照片及现场调查、分析，2017 年 7 月~2018 年 3 月期间本工程土壤流失量约为 946.79t，平均土壤侵蚀模数为 5031.41t/km² a。各分区水土流失量详见表 5-7。

表 5-7 建设期内土壤侵流失量计算表

序号	项目分区	水土流失面积 (hm ²)	土壤侵蚀模数 t/(km ² a)	侵蚀时段 (a)	土壤侵蚀量 (t)
1	电池方阵区	22.74	5000	0.75	852.75
2	交通道路区	1.96	5800	0.75	85.26
3	施工生产生活区	0.39	3000	0.75	8.78
合计		25.09	5031.41	0.75	946.79

(三) 自然恢复期土壤流失状况及土壤流失量情况

通过历史记录资料、施工照片及现场调查、分析，2018年4月~2018年6月期间本工程土壤流失量约为264.38t，平均土壤侵蚀模数为450.00t/km² a。各分区水土流失量详见表5-8。

表 5-8 自然恢复期内土壤侵流失量计算表

序号	项目分区	水土流失面积 (hm ²)	土壤侵蚀模数 t/(km ² a)	侵蚀时段 (a)	土壤侵蚀量 (t)
1	交通道路区	1.96	450	0.25	220.50
2	施工生产生活区	0.39	450	0.25	43.88
合计		2.35	450	0.25	264.38

5.4 取料、弃渣土壤流失量

根据“3.3 弃渣监测结果”小节，本项目未有大量土石方的开挖，产生的土石方均用于场地回填，土石方内部平衡，并无产生多余土石方的堆放，所以建设中也未单独设置取料场、弃渣场。因此本项目不涉及取料、弃渣的土壤流失。

5.5 水土流失危害

本项目为建设类项目，根据监测小组的走访调查，本项目建设期间未发生严重的水土流失，未对项目区周边造成严重影响；本项目运行期间项目建设区范围内存在一定水土流失，但由于本项目施工工艺简单，不存在大范围开挖、回填面，同时建设单位在项目范围内布置了水土保持措施，本项目水土流失情况可控，不存在严重水土流失危害。

6 水土流失防治效果监测结果

6.1 方案确定防治标准

监测组在项目监测结束后，根据水土保持验收要求，分别对六项指标在设计水平的监测值进行量化，为项目的水土保持设施竣工验收提供依据，同时检验项目建设区内水土保持工程在设计水平年是否达到治理要求，以便对工程的维护、加固和养护提出建议。

根据《水土保持方案》批复确定：按全国土壤侵蚀类型区划标准，项目建设区属以水力侵蚀为主的西南土石山区，土壤侵蚀强度容许值为 $500t/km^2 a$ 。依据云南省人民政府云政发[2007]165号《云南省人民政府关于划分水土流失重点防治区的通告》，项目所在地属于云南省水土流失“重点监督区”和“重点治理区”，依据《开发建设项目水土保持方案技术规范》和《开发建设项目水土流失防治等级标准》要求及相关法律、法规，确定项目区水土流失防治等级执行建设类项目 II 级标准。结合方案编制的原则和工程建设范围内降雨情况、地形地貌、土壤及水土流失特点，确定水土保持防治指标如下：设计水平年水土流失防治目标为：扰动土地整治率 95%，水土流失总治理度 85%，土壤流失控制比大于 1.0，拦渣率 95%，林草植被恢复率 95%，林草覆盖率 20%。

表 6-1 水土保持措施（设施）分类分级评价指标

防治目标项	GB50434-2008 规定值		按降水量大于 800mm 修正	按轻度侵蚀修正	按中山地貌修正	方案修正值	
	施工期	试运行期				施工期	试运行期
扰动土地整治率%	*	95	0	0	0	*	95
水土流失总治理度%	*	85	0	0	0	*	85
土壤流失控制比	0.5	0.7	0	+3	0	0.8	1.0
拦渣率%	90	95	0	0	0	95	95
林草植被恢复率%	*	95	0	0	0	*	95
林草覆盖率%	*	20	0	0	0	*	20

6.2 扰动土地整治率

扰动土地是指开发建设项目在建设活动中形成的各类挖损、占压、堆弃用地，均以垂直投影面积计。扰动土地整治面积，指对扰动土地采取各类整治措施的面积。扰动土地整治率为水保措施防治面积、永久建筑物面积之和与扰动地表面积的比值。

本项目在现阶段，各分区均受到不同程度的扰动，且采取相应的措施进行了整治，现阶段（截至 2018 年 6 月）扰动土地整治率详见表 6-1。

表 6-1 扰动土地整治率计算表

时段	监测分区	扰动面积 (hm ²)	整治面积 (hm ²)	II 级标准值 (%)	监测目标值 (%)	监测值 (%)
2017 年 7 月 ~2018 年 6 月	电池方阵区	22.74	21.55	95	95	95.22
	交通道路区	1.96	1.95			
	施工生产生活区	0.39	0.39			
合计		25.09	23.89			

从表中分析可知，现阶段由于各项措施的实施，扰动土地整治率为 95.22%，达到了监测目标值的要求。

6.3 水土流失总治理度

水土流失治理度为水保措施防治达标面积与造成水土流失面积(不含永久建筑物)的比值。

通过监测，现阶段的水土流失面积，建设单位以进行了临时覆盖、绿化覆盖对流失区域进行治理，现阶段（截至 2018 年 3 月份）的水土流失总治理度详见表 6-2。

表 6-2 水土流失总治理度计算表

时段	监测分区	水土流失面积 (hm ²)	治理达标面积 (hm ²)	II 级标准值 (%)	方案目标值 (%)	监测值 (%)
2017 年 7 月 ~2018 年 6 月	电池方阵区	22.74	20.00	85	85	88.24
	交通道路区	0.78	0.75			
	施工生产生活区	0.39	0.35			
合计		23.91	21.10			

由于电池方阵区主要由于太阳能电池组件的遮挡作用，但该遮挡效果不显著，容易产生水土流失。结合上表分析，工程区水土流失总治理度为 88.24%，达到了本项目防治标准的要求。

6.4 拦渣率与弃渣利用情况

水土流失防治责任范围内采取措施实际拦挡的弃土（石、渣）量与工程弃土（石、渣）总量的百分比。

截止 2018 年 7 月，本工程建设过程中共产生土石方开挖量 5.32 万 m³，开挖土石方 5.32 万 m³ 全部用于场地的回填利用及水窖的搭建，不存在大量堆渣的情况，回填期间由于在场地内进行，基本不会产生外漏土石方，根据同类型项目，本项目拦渣率达 95.50% 以上，达到 II 级防治标准要求。

6.5 土壤流失控制比

土壤流失控制比是指项目建设区内容许土壤流失量与治理后的土壤流失强度之比,通过监测,现阶段的土壤流失控制比详见表 6-3。

表 6-3 土壤流失控制比计算表

时段	监测分区	容许强度 (t/km ² .a)	侵蚀强度 (t/km ² .a)	II级标准值 (%)	方案目标值 (%)	监测值 (%)
2017年7月~2018年6月	电池方阵区	500	500	1.0	1.0	1.01
	交通道路区	500	450			
	施工生产生活区	500	450			
合计		500	495.32			

从表中分析可知,项目在现阶段的土壤流失控制比为 1.01,达到了本项目的防治标准的要求。

6.6 林草植被恢复率

林草植被恢复率为林草类植被面积与可恢复林草植被面积的比值,考虑成活、种植密度等因素,其中可恢复林草植被面积指在当前经济、技术条件下通过分析论证确定的可以采取植物措施的面积,不含国家规定应恢复农耕的面积。通过监测,现阶段的项目区林草植被恢复率详见表 6-4 的计算。

表 6-4 林草植被恢复率计算表

监测时段	监测分区	可恢复面积 (hm ²)	绿化面积 (hm ²)	II级标准值 (%)	方案目标值 (%)	监测值 (%)
2017年7月~2018年6月	交通道路区	0.80	0.78	95	95	96.69
	施工生产生活区	0.10	0.39			
合计		1.21	1.17			

从表中分析可知,项目现阶段实际实施的绿化面积为 1.17hm²,工程区林草植被恢复率为 96.69%,达到了本项目监测防治标准的要求。

6.7 林草覆盖率

林草面积是指开发建设项目区内所有人工和天然林、灌木林和草地的面积。林草植被覆盖率为林草总面积与项目建设区面积的比值。

通过监测统计，本工程项目建设区面积 66.55hm²，实施植物措施面积 1.17hm²，主体工程未利用区按照林草覆盖按照 60% 计算，植被恢复总面积 26.05hm²，项目区林草覆盖率详见表 6-5 的计算。

表 6-5 林草覆盖率计算表

监测时段	监测分区	项目建设区面积 (hm ²)	绿化面积 (hm ²)	II 级标准值 (%)	方案目标值 (%)	监测值 (%)
2017 年 7 月~2018 年 6 月	电池方阵区	22.74	0	20	20	39.14
	交通道路区	1.96	0.78			
	施工生产生活区	0.39	0.39			
	主体工程未利用区	41.46	24.88			
合计		66.55	26.05			

从表中分析可知，项目在现阶段林草覆盖率为 39.14%，达到了方案确定的防治标准的要求。

从防治效果分析，六项指标均已达到了防治目标，项目建设区水土流失已得到有效控制。

7 结论

7.1 水土流失动态变化

7.1.1 水土流失防治责任范围变化分析与评价

根据 3.1 章节，项目《水土保持方案》确定的水土流失防治责任范围面积为 63.63hm²，项目建设过程中实际产生的水土流失防治责任范围面积为 69.24hm²，该项目实际水土流失防治责任范围面积较方案确定面积增加了 5.61hm²，其中项目建设面积较方案设计增加了 5.10hm²，直接影响区面积较方案设计面积增加了 0.51hm²。

综上，本项目项目建设区和直接影响区面积根据实际情况计列，虽然水土流失防治责任范围面积较《水土保持方案》确定面积发生了一定的变化，但是根据水土保持规范，其变动面积在 30% 以下，主要由于场地的置换等原因，因此其符合水土保持要求。

7.1.2 土石方变化分析与评价

根据 3.3、3.4 章节，本项目实际产生的土石方及平衡情况与《水土保持方案》确定的土石方平衡情况发生了一定变化，主要原因为项目建设面积增加，其相应的土石方也有所增加，本工程建设过程中未单独剥离表土，进行表土的堆放，开挖的全部土石方全部用于场地的回填利用及水窖的搭建，土石方全部内部利用，未产生多余土石方。

综上所述，项目区废弃的土石方去向明确，土石方平衡变化原有阐述合理，从水土保持角度分析，有利于水土保持，符合水土保持要求。

7.1.3 存弃渣场变化分析评价

根据 3.3 章节，本工程所产生土石方均在场内回填利用，未产生多余土石方，因此未单独建设弃渣场。

7.1.4 防治达标情况分析评价

根据《水土保持方案》批复确定：按全国土壤侵蚀类型区划标准，项目建设区属以水力侵蚀为主的西南土石山区，土壤侵蚀强度容许值为 500t/km² a。依据云南省人民政府云政发 [2007] 165 号《云南省人民政府关于划分水土流失重点防治区的通告》，项目所在地属于云南省水土流失“重点监督区”和“重点治理区”，依据《开发建设项目水土保持方案

技术规范》和《开发建设项目水土流失防治等级标准》要求及相关法律、法规，确定项目区水土流失防治等级执行建设类项目 II 级标准。

结合方案编制的原则和工程建设范围内降雨情况、地形地貌、土壤及水土流失特点，确定水土保持防治指标如下：设计水平年水土流失防治目标为：扰动土地整治率 95%，水土流失总治理度 85%，土壤流失控制比大于 1.0，拦渣率 95%，林草植被恢复率 95%，林草覆盖率 20%。

根据水土流失防治效果监测结果分析，截至 2018 年 6 月，项目实施的各项措施运行良好，均达到水土保持效果，方案确定的六项目标值均达标。达标情况见表 7-2。

表 7-2 防治目标达标情况表

防治标准	方案确定目标	监测值	达标情况
扰动土地整治率（%）	95	95.22	达标
水土流失总治理度（%）	85	88.24	达标
土壤流失控制比	1.0	1.01	达标
拦渣率（%）	95	95.50	达标
林草植被恢复率（%）	95	96.69	达标
林草覆盖率（%）	20	39.14	达标

通过水土保持监测六项指标可以看出，本项目各项指标均达到了水土保持方案确定的目标值，项目区水土流失得到明显控制。

7.2 水土保持措施评价

截止 2018 年 6 月，根据水土保持监测工作的开展后确定，工程区目前已完成以下水土保持措施：

工程措施：电池方阵区水窖 2 座、交通道路区排水沟 6974m；

植物措施：项目整体实施绿化措施 1.17hm²，其中交通道路区植被绿化 0.78hm²，施工生产生活区植被恢复 0.39hm²；

临时措施：电池方阵区共实施临时覆盖 900m²。

建设单位在项目建设过程中因害设防，工程措施、植物措施、临时措施相结合，有效的控制和减少了项目区范围内产生的水土流失，各项水土保持措施发挥了较好的水土保持效益，符合水土保持要求。

7.3 存在问题及建议

存在问题:

(1) 建设单位未及时委托开展水土保持监测工作, 监测工作开展时, 本工程已经完工, 无法对项目建设期间的水土流失情况进行实地监测, 丧失了最好的监测时间, 降低了建设期监测数据的科学性;

(2) 项目场地采取了大量绿化恢复, 根据相关政策, 项目可因地制宜种植农作物等经济作物带动农业发展;

(3) 根据实际监测情况分析, 项目所在地水源较少, 其场地有大量植被, 水窖容量难以满足项目后期绿化养护。

建议:

(1) 建议建设单位加强对项目区范围内已实施的水土保持措施加强管理维护, 保证其后续的正常运行;

(2) 根据监测小组的工作情况, 目前项目整体水土保持效果良好, 建议建设业主积极配合当地水土保持行政部门并做好后续的水土保持工作。

7.4 综合结论

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, 业主和施工单位很重视水土保持工作和生态保护, 基本按照《水土保持方案》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) 通过对调查资料进行分析, 项目建设期没有因工程建设施工扰动造成大面积水土流失和危害。

(2) 通过对各工程部位的分项评价, 认为项目水土保持工作做得较好, 主体工程具有水土保持功能措施实施到位, 项目区内可恢复区域植被得到恢复。

(3) 各项水土保持措施到位, 各项防治标准均达到了国家要求的开发建设项目水土流失防治标准。

目前, 所完成的各项治理措施基本达到水土保持方案的设计标准要求, 工程措施保存完整, 成活后的植被长势良好, 防治措施取得了良好的防治效果。

委 托 书

委托方：云南大唐国际宾川新能源有限责任公司

受托方：云南兴禹生态环境建设有限责任公司

根据《中华人民共和国水土保持法》、水利部办公厅关于贯彻落实国家（2015）58号文件进一步做好水土保持行政审批工作的通知（办水保〔2015〕247号）、水利部关于加强事中事后监测规范生产建设项目水土保持设施自主验收的通知（水保〔2017〕365号）等水土保持监测相关法规，为客观评价宾川县董家地并网农业光伏电站水土保持方案的实施情况以及水土保持设施对工程建设产生的水土流失的防治效果，并为该工程水土保持设施建成后的运行情况提供详实的监测成果，云南大唐国际宾川新能源有限责任公司特此委托云南兴禹生态环境建设有限责任公司承担该项任务。并请尽快完成《宾川县董家地并网农业光伏电站水土保持监测总结报告》等验收材料的编制工作。

委托方：云南大唐国际宾川新能源有限责任公司

法定代表人：（委托代理人）：

受托方：云南兴禹生态环境建设有限责任公司

法定代表人：（委托代理人）：

2018年3月15日