

水保监测（云）字第 0013 号

LSJC-201437

建水县南庄并网光伏电站  
水土保持监测总结报告

建设单位：云南冶金新能源股份有限公司

监测单位：云南林水环保工程咨询有限公司

二〇一八年三月

水保监测（云）字第 0013 号

LSJC-201437

建水县南庄并网光伏电站  
水土保持监测总结报告

建设单位：云南冶金新能源股份有限公司

监测单位：云南林水环保工程咨询有限公司

二〇一八年三月





# 生产建设项目水土保持监测单位水平评价证书

(正本)

建水县南庄普钢光伏电站水土保持监测总结报告

单 位 名 称：云南林水环保工程咨询有限公司

法 定 代 表 人：

单 位 等 级：★★(2星)

证 书 编 号：水保监测(云)字第0013

有 效 期 期：自2017年07月21日至2020年09

加盖云南林水环保工程咨询有限公司公章有效	
项目名称	建水县南庄普钢光伏电站
建设单位	云南冶金新能源股份有限公司

发证机构：

发证时间：2017年07月21日



项目名称		建水县南庄并网光伏电站	
建设单位		云南冶金新能源股份有限公司	
监测单位		云南秋水环保工程咨询有限公司	
审 定		柏登明	柏登明
监测项目部	总监测工程师	武 力	武力
	监测工程师	寸淑梅	寸淑梅
	监测员	寸淑梅	寸淑梅
校 核		王 进	王进
编写报告		李榆敏	李榆敏
参与监测人员		寸淑梅	寸淑梅

工程动态对比监测图



2014年12月项目区航拍照片



2016年6月项目区航拍照片



电池方阵区 2014年12月



电池方阵区 2016年6月

	
<p>道路工程区 2014 年 12 月</p>	<p>道路工程区 2016 年 6 月</p>
	
<p>升压站 2014 年 12 月</p>	<p>升压站区 2016 年 6 月</p>
	
<p>电池方阵区 2014 年 12 月</p>	<p>电池方阵区 2014 年 12 月</p>



电池方阵区 2015 年 5 月



电池方阵区 2015 年 7 月



电池方阵区 2015 年 7 月



电池方阵区 2015 年 7 月



电池方阵区 2015 年 7 月



电池方阵区 2015 年 11 月



电池方阵区 2015 年 11 月



电池方阵区 2016 年 3 月



电池方阵区 2016 年 6 月



电池方阵区 2016 年 6 月



电池方阵区 2017 年 4 月



电池方阵区 2017 年 4 月



电池方阵区 2017 年 8 月



电池方阵区 2017 年 8 月



升压站 2014 年 12 月



升压站 2014 年 12 月



升压站 2015 年 5 月



升压站 2015 年 5 月



升压站 2015 年 5 月



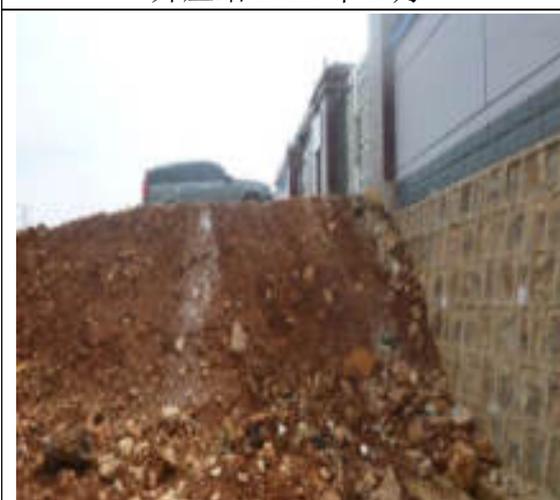
升压站 2015 年 11 月



升压站 2016 年 3 月



升压站区 2016 年 6 月



升压站边坡 2016 年 3 月



升压站区 2016 年 6 月



升压站区 2016 年 6 月



升压站区 2017 年 8 月



道路工程区 2014 年 12 月



场内道路 2015 年 7 月



道路边坡 2015 年 7 月



场内道路 2015 年 11 月



场内道路 2016 年 3 月



场内道路 2016 年 6 月



道路边坡 2016 年 6 月



场内道路区 2016 年 8 月



场内道路 2016 年 8 月



场内道路 2017 年 8 月



逆变器 2015 年 7 月

场内道路 2015 年 11 月



逆变器区 2016 年 6 月



逆变器区 2017 年 4 月

措施监测照片



道路边坡加高的浆砌石挡墙 2017 年 8 月



项目区植被恢复情况 2017 年 8 月



升压站区植被恢复情况 2017 年 8 月



电池方阵区植被恢复情况 2017 年 8 月



裸露地块补植补种 2017 年 9 月



裸露地块补植补种 2017 年 9 月

措施实施照片



电池方阵区浆砌石挡墙



道路工程区浆砌石挡墙

# 目 录

前言.....	1
1 建设项目概况 .....	1
1.1 项目概况 .....	1
1.1.1 本项目规模.....	1
1.1.2 地理位置与交通状况.....	1
1.1.3 项目组成及现状.....	2
1.1.4 工程占地.....	15
1.1.5 施工组织设计.....	17
1.1.6 主要材料及来源.....	18
1.2 项目区概况 .....	19
1.2.1 地形地貌 .....	19
1.2.2 地质构造与地震 .....	19
1.2.3 气候条件.....	21
1.2.4 水文条件.....	21
1.2.5 土壤状况 .....	21
1.2.6 植被状况 .....	21
1.2.7 社会经济概况 .....	22
1.2.8 土地利用现状 .....	22
1.3 工程水土流失情况 .....	23
1.3.1 建水县水土流失情况.....	23
1.3.2 项目区水土流失.....	23
1.3.3 工程水土流失特点.....	24
1.3.4 工程水土流失现状.....	24
2 监测实施 .....	26
2.1 监测目标与原则 .....	26
2.1.1 监测目标.....	26
2.1.2 监测原则.....	27
2.2 监测工作实施情况 .....	28

2.2.1 水土保持监测开展情况及监测频次.....	29
2.2.2 监测设备使用.....	30
3 监测内容和方法 .....	30
3.1 监测内容 .....	30
3.1.1 项目区水土流失因子监测.....	31
3.1.2 防治责任范围监测.....	31
3.1.3 弃土弃渣量监测.....	32
3.1.4 土壤流失量动态监测.....	32
3.1.5 水土流失防治动态监测.....	33
3.2 监测方法 .....	34
3.2.1 调查监测.....	34
3.2.2 定位监测.....	38
3.2.3 巡查.....	39
3.2.4 航拍监测.....	39
3.2.5 监测指标测试方法.....	39
3.3 监测时段 .....	41
3.4 监测点布设 .....	41
4 不同侵蚀单元侵蚀模数的分析确定.....	43
4.1 侵蚀单元划分 .....	43
4.1.1 划分原则.....	43
4.1.2 原地貌侵蚀单元划分.....	43
4.1.3 防治措施分类.....	43
4.2 各地表扰动类型侵蚀模数 .....	44
4.2.1 原地貌的侵蚀模数.....	44
4.2.2 施工期内各扰动地表的侵蚀模数.....	44
4.2.3 运行期内各扰动地表的侵蚀模数.....	46
5 水土流失监测结果与分析 .....	48
5.1 防治责任范围动态监测 .....	48
5.1.1 水土保持方案确定的防治责任范围.....	48
5.1.2 实际监测防治责任范围监测结果及分析.....	49

5.2 弃土弃渣监测结果 .....	49
5.2.1 方案设计弃土弃渣情况.....	49
5.2.2 实际弃土弃渣量监测结果.....	50
5.3 地表扰动面积监测结果 .....	51
5.4 土壤侵蚀量监测结果 .....	52
6 水土流失防治效果监测 .....	54
6.1 水土流失防治措施 .....	54
6.1.1 工程措施及实施进度.....	55
6.1.2 植物措施及实施进度.....	59
6.1.3 临时措施设计及实施进度.....	60
6.2 水土保持投资 .....	64
6.2.1 方案设计水土保持投资.....	64
6.2.2 实际完成水土保持投资.....	66
6.2.2 水土保持投资增减情况及原因分析.....	68
6.3 水土流失防治效果监测 .....	69
6.3.1 扰动土地整治率动态监测结果及分析.....	70
6.3.2 水土水流失总治理度.....	71
6.3.3 拦渣率.....	71
6.3.4 土壤流失控制比.....	71
6.3.5 林草植被恢复率.....	72
6.3.6 林草覆盖率.....	72
6.4 运行期水土流失分析 .....	72
7 结论 .....	73
7.1 水土保持措施评价 .....	73
7.1.1 水土流失动态变化及防治达标情况.....	73
7.1.2 综合结论.....	73
7.1.3 存在问题及建议.....	74
7.2 监测工作中的经验与问题 .....	74
7.2.1 监测工作中的经验.....	74
7.2.2 存在问题与建议.....	75

**附件：**

附件 1：云南省水利厅《建水县南庄并网光伏电站水土保持方案的行政许可》。云水保许[2013]401 号

附件 2：建水县南庄并网光伏电站水土保持监测委托书；

附件 3：云南省能源局《关于同意建水县南庄并网光伏电站开展前期工作的函》云能源水电[2013]61 号；

附件 4：水土保持补偿费发票复印件

附件 5：监测整改意见

**附图：**

附图 1 工程地理位置图

附图 2 建水县南庄并网光伏电站总平面布置及水土保持监测点布置图

附图 3 建水县南庄并网光伏电站水土流失防治责任范围图

附图 4 建水县南庄并网光伏电站水土保持措施布置图。

### 工程水土保持监测特性表

建设项目主体工程主要技术指标				
项目名称	建水县南庄并网光伏电站			
建设规模	光伏电站装机规模 300MWp, 245Wp 的多晶硅光伏组件 1150512 块, 占地 568.68hm <sup>2</sup> 。	建设单位	云南冶金新能源股份有限公司	
		建设地点	昆明市建水县南庄镇李海寨地界	
		工程等别	大型	
		所在流域	红河流域	
		工程总投资	工程总投资 24.60 亿元, 土建投资 5.84 亿元	
		工程总工期	19 个月 (2014 年 12 月~2016 年 6 月)	
		项目建设区	568.68hm <sup>2</sup>	
建设项目水土保持工程主要技术指标				
地形地貌	属构造侵蚀高中山地貌	“三区”公告	国家级“水土流失重点治理区”和省级“水土流失重点监督区和重点治理区”	
水土流失预测总量	5582.23t	措施分类分级目标值%	扰动土地整治率 (%)	95
防治责任范围面积	599.09hm <sup>2</sup>		水土流失总治理度 (%)	97
项目建区面积	568.68hm <sup>2</sup>		土壤流失控制比	1.0
水土流失背景值	821.17t/km <sup>2</sup> .a		拦渣率 (%)	95
方案目标值	500t/km <sup>2</sup> .a		林草植被恢复率 (%)	99
水土流失允许值	500t/km <sup>2</sup> .a		林草覆盖率 (%)	27
		水保工程投资	1668.67 万元	
水土保持监测主要技术指标				
监测单位全称	云南林水环保工程咨询有限公司			
监测内容	监测指标	监测方法	监测指标	监测方法
	土壤、地形、地貌、水系变化	收集资料	水土流失程度变化情况	普查、数据处理
	降雨变化	实测	对下游周边危害及趋势	公众调查、询问及典型调查
	林草覆盖度	抽样调查	防治措施的数量和质量	普查、抽样调查
	实际占地、扰动地表面积	普查、量测	工程措施的稳定完好程度	普查
	完成工程量情况	数据处理	林草措施成活率生长状况	抽样调查
	水土流失面积变化情况	数据处理	监督、管理措施落实情况	公众调查、询问调查
监测结论	分级指标		达到值%	水土保持治理达标评价  各项指标均已达到并超过了一级防治标准和方案的目标值。
	防治效果	扰动土地整治率 (%)	99.77	
		水土流失总治理度 (%)	99.69	
		土壤流失控制比	1.01	
		拦渣率 (%)	99.63	
		林草植被恢复率 (%)	99.40	
		林草覆盖率 (%)	37.24	
建议	(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) 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设计的实施和监督管理, 特别是水土保持监测、监理专项检查及验收作。			

## 前言

建水县南庄并网光伏电站场址位于红河州建水县南庄镇李海寨地界，地理坐标介于东经  $102^{\circ}55'02''\sim 102^{\circ}56'54''$ 、北纬  $23^{\circ}43'35''\sim 23^{\circ}46'29''$  之间，场址距昆明市公路里程约 213km，距建水县城公路里程约 18km，距通（通海）建（建水）高速公路约 8km。交通条件便利。

在项目建设过程中，根据国家有关法律、法规、条例的规定：云南冶金新能源股份有限公司于 2013 年 5 月委托昆明有色冶金设计研究院股份公司对《建水县南庄并网光伏电站》进行了水土保持方案报告书的编制；2013 年 8 月 2 日，云南省水利厅以“云水保许[2013]401 号”文批复了该工程水土保持方案。（见附件 1）

根据《水土保持生态环境监测网络管理办法》（水利部 12 号令）及《开发建设项目水土保持设施验收管理办法》（水利部 16 号令，2005 年 24 号令修订）的规定，2014 年 12 月受云南冶金新能源股份有限公司的委托，云南林水环保工程咨询有限公司承担了建水县南庄并网光伏电站的水土保持监测任务（监测委托书见附件 2）。在接受任务后我单位成立专门的水土保持监测项目组，通过对现场进行踏勘和资料收集与分析，并以该方案作为开展监测工作的技术依据。

水土保持方案规划建水县南庄并网光伏电站主要由电池方阵区、升压站、道路工程区、施工临时场地区 4 个部分组成，水保方案规划本工程占地面积为  $573.83\text{hm}^2$ ，工程实际占地面积共计  $568.68\text{hm}^2$ 。

工程于 2014 年 12 月开工建设，于 2016 年 6 月建成，目前处于运行阶段。建设实际总投资 24.60 亿元，该项目隶属于云南冶金新能源股份有限公司。

在接受水土保持监测委托后，我单位于 2014 年 12 月组织监测技术人员首次对工程现场进行踏勘，并全面调查主体工程及水土保持方案措施落实情况，进行外业影像等相关资料的收集；并根据建水县南庄并网光伏电站实际情况确定本工

程监测的时段为 2014 年 12 月~2018 年 1 月，共监测 14 次。为水土流失防治及水土保持设施验收提供依据，针对在监测过程中对工程水土保持工作的不足和存在的问题，现场讨论，形成完善意见，并对完善意见中的整改区域进行核实。

根据工程建设扰动实际情况，本项目监测实际发生的水土流失防治责任范围与方案批复确定的有些变更，防治责任范围面积较水保方案规划减少 28.06hm<sup>2</sup>，其中项目建设区减少 5.15hm<sup>2</sup>，直接影响区减少 22.91hm<sup>2</sup>，项目区范围减少主要是在后期勘察设计过程中为不扰动项目区内的林地，故项目建设区面积减少，同时分区设施已经建成并运转良好，相应的直接影响区减少。截止 2017 年 2 月本项目防治责任范围总面积为 599.05hm<sup>2</sup>，其中项目建设区面积为 573.83hm<sup>2</sup>，直接影响区 30.37hm<sup>2</sup>。通过现场调查监测及查阅工程建设相关资料，全区土方开挖 21.53 万 m<sup>3</sup>，土方回填 21.53 万 m<sup>3</sup>，表土剥离 5.37 万 m<sup>3</sup>，回填利用 5.37 万 m<sup>3</sup>，无永久弃方产生。

根据云南省水利厅“云水保许[2013]401 号”文件对《建水县南庄并网光伏电站水土保持方案的行政许可决定书》，确定本工程除主体工程设计已实施的具有水土保持功能的措施外，水土保持方案主要针对工程运行期间存在的水土流失情况，新增布设了工程措施、植物措施和临时措施进行治理。

通过监测确定本项目实际完成水土保持防治措施具体工程量：（1）工程措施量：①电池方阵区：浆砌石挡墙 1365m，表土剥离 15880m<sup>3</sup>，覆土 37840m<sup>3</sup>；②升压站区：浆砌石挡墙 396m，截洪沟 410m，砖砌排水沟 280m，碎石铺砌面积 4310m<sup>2</sup>，表土剥离 2890m<sup>3</sup>；③道路工程区：浆砌石排水沟 20849m，混凝土排水沟 14096m，排水涵管 11740m，浆砌石挡墙 4390m，沉砂池及水窖 5 个，表土剥离 27930m<sup>3</sup>，覆土 8860m<sup>3</sup>，穴状整地 25000 个，水平犁沟整地 0.93hm<sup>2</sup>，防火带碎石铺砌 21042m<sup>3</sup>；④施工临时场地区：表土剥离 7040m<sup>3</sup>，覆土 7040m<sup>3</sup>，水平犁沟整地 3.09hm<sup>2</sup>。（2）植物措施：①电池方阵区：条播草籽面积 6.19hm<sup>2</sup>，复

耕 12.6hm<sup>2</sup>；②升压站区：绿化面积 15m<sup>2</sup>；③道路工程区：种植油茶 25000 株，条播草籽 0.93hm<sup>2</sup>；④施工临时场地区：条播草籽 3.09 hm<sup>2</sup>。(3)临时措施：①电池方阵区：塑料薄膜覆盖 4500m<sup>2</sup>；②道路工程区：移动水箱 100 个，临时排水沟 37650m；③临时施工场地：彩条布 3000m<sup>2</sup>。

各项水土保持措施实施后，通过对项目区水土流失防治效果评价，项目建设区扰动土地整治率为 99.77%，水土流失总治理度 99.69%，拦渣率 99%，土壤流失控制比 1.02，林草植被恢复率 99.40%，林草覆盖率 37.24%。各项指标均已达到并超过了一级防治标准和方案的目标值。

根据监测成果分析，建水县南庄并网光伏电站水土保持方案的落实总体上效果较好，特别是涉及项目安全的重要地段的主体工程防护措施、绿化措施都很到位，既保障了主体设施的安全，又减少了建设造成的水土流失。水土保持方案中各项措施均基本到位，发挥了水土保持功能，基本控制了工程施工所造成的水土流失。

# 1 建设项目概况

## 1.1 项目概况

### 1.1.1 本项目规模

建水县南庄并网光伏电站光伏电站装机规模 300MW<sub>p</sub>，采用多晶硅光伏组件进行开发，共安装容量为 245W<sub>p</sub> 的多晶硅光伏组件 1150512 块，光伏组件装机规模总计为 300MW<sub>p</sub>，采用 300 个 1MW<sub>p</sub> 子方阵，300 个光伏发电子系统，多年平均上网电量 36878 万 kW·h，发电系统的总效率为 80.72%。在光伏电站内建设一个 220kV 升压站，汇集并网光伏电站电能后，电站以 1 回 220kV 线路接入 500kV 惠厉变。线路长度 4.3km (线路单独立项审批)。在光伏电站内建设一个 220kV 升压站，电站以 1 回 220kV 线路接入系统。本次工程改扩建进场道路 150m，新建场内道路 33.53km；钢丝网防护栏 61419m；升压站砖砌围墙 500m。

#### 建设主要单位及技术特性为：

工程名称：建水县南庄并网光伏电站

建设单位：云南冶金新能源股份有限公司

地理位置：云南省红河州建水县南庄镇李海寨地界

工程规模：光伏电站装机规模 300MW<sub>p</sub>

工程等级：大型

主要建设内容：电池板组件、道路工程等

工程性质：新建建设类

建设工期：19 个月（2014 年 12 月～2016 年 6 月）

投资：项目建设总投资为 24.60 亿元，土建投资 5.84 亿元

### 1.1.2 地理位置与交通状况

南庄并网光伏电站场址位于云南省红河州建水县南庄镇李海寨地界，地理坐

标介于东经 102°55'02"~102°56'54"、北纬 23°43'35"~23°46'29"之间，场址地势较平缓。场址距昆明市公路里程约 213km，距建水县城公路里程约 18km，距通（通海）建（建水）高速公路约 8km。G323 国道、通建高速公路、鸡石高速公路在建水县城附近交汇，交通条件便利。

### 1.1.3 项目组成及现状

本工程建设内容包括：电池方阵区、升压站区、道路工程区和施工临时场地区组成。

项目组成见表 1-1。

表 1-1 项目组成表

分区	项目组成	占地面积	
电池方阵	本工程 300MWp 共布置 300 个子方阵，每个 1MWp 子方阵由 2 台容量为 500kW 的阵列逆变器组成，每个阵列逆变器组均由太阳能电池组串、汇流设备、逆变设备及升压设备构成。 电池方阵区按施工扰动程度，分为施工扰动区及未扰动区两部分，其中施工扰动区还包括支架基础、逆变室、35kV 箱式变、35kV 集电线路及支架基础较陡处挖填区。	527.42hm <sup>2</sup>	
升压站	主要包括主变压器室、35kV 配电装置室、综合控制室和办公综合楼等构筑物。	1.04hm <sup>2</sup>	
道路工程区	进场道路区	改扩建至项目区外部分路段，长度为 150m，路基宽 5.5m，路面宽 4.5m，为泥结碎石路面。	0.08hm <sup>2</sup>
	场内道路区	为施工主线道路与施工支线道路，施工主线道路经由进场道路接入，由南北至场址中北部，经由升压站并延伸至场内主要区域，另外修建支线道路接入方阵各逆变器室；支线道路覆盖整个场区，使整个站区形成一个完整的道路网。施工主线道路长度为 7.92km，路基宽 5.5m，路面宽 4.5m，施工支线道路长度为 25.23km，路基宽 4.5m，路面宽 3.5m，为泥结碎石路面。	15.71hm <sup>2</sup>
	防火通道区	防火通道主要出于安全考虑，位于电池方阵区内部或外围，通道主要由沿厂区围栏内侧 0.1m 厚碎石面铺砌而成，通道长 46.76km，宽 4.5m。	21.04hm <sup>2</sup>
施工临时场地区	1#施工临时场地	主要为 A5 方阵区北侧空地修建的机械修配场、仓库及施工临时生活区。	1.10hm <sup>2</sup>
	2#施工临时场地	主要为升压站北侧的机械修配场、仓库及施工临时生活区。	1.09hm <sup>2</sup>
	3#施工临时场地	主要为 A2#方阵区中间空地的机械修配场、仓库及施工临时生活区	0.09 hm <sup>2</sup>
	4#施工临时场地	主要为 B2 方阵区东部空地的机械修配场、仓库及施工临时生活区	0.81 hm <sup>2</sup>

#### 1.1.3.1 电池方阵区

##### 一、水土保持方案规划情况

电池方阵区按施工扰动程度分为施工扰动区和未扰动区，其中施工扰动区包

括支架基础、逆变器室、35kV 箱式变、35kV 集电线路及支架基础较陡处挖填区。

### (1) 施工扰动区

施工扰动区主要包括光伏方阵区的太阳能电池板支架基础、逆变器室、35kV 集电线路占地区域。

光伏电站装机规模 300MW，采用多晶硅光伏组件进行开发，共安装容量为 245Wp 的多晶硅光伏组件 1230000 块，光伏组件装机规模总计为 300MWp，采用 300 个 1MWp 子方阵，300 个光伏发电子系统，多年平均上网电量 36878 万 kW·h，发电系统的总效率为 80.72%。在光伏电站内建设一个 220kV 升压站，电站以 1 回 220kV 线路接入系统。每个阵列逆变器组均由太阳能电池组串、汇流设备、逆变设备及升压设备构成。

#### ①太阳能电池组串设计

水平面太阳能电池支架最小列间距为 1.00m，每个晶体硅太阳能电池组串联数为 20 个，容量为 4900W，每个支架按 2 排、每排 10 个组件进行设计。每个支架平面尺寸约为 10190mm×3340mm。

#### ②汇流、逆变及升压系统

发电场内共有逆变器 300 个，分散布置于各个方阵相对中心位置。逆变器基础采用混凝土浇筑，平面轴线尺寸 3.5×2.5m。

#### ③支架及基础型式

太阳能电池阵列支架基础根据地基实际情况考虑采用岩石锚杆基础或独立基础；太阳能电池阵列支架采用钢结构；光伏阵列自重较轻，场地平整后的红粘土层可作为基础持力层。光伏阵列对水平度有一定要求，由于现场地形起伏，需要同一行列的基础底面高度基本一致，拟采用高挖低填的处理方法，基础埋深根据现场局部地形调整。个别基础底面高程与地形悬殊过大的，可用浆砌石铺垫进行调节。基础施工完毕后采用膨胀螺栓与钢支柱连接。

太阳能电池阵列支架基础根据地质情况初步考虑采用 0.5m×0.5m×0.5m 现浇混凝土墩；共建设 300 个 1MWp 方阵，每 1MWp 方阵布置 100 个支架，按每个支架 10~14 个基础，工程基础数量约为 420000 个。单个基础土方开挖量为 0.15~0.3m<sup>3</sup>。

#### ④35kV 集电线路

本光伏电站每 1MWp 发电单元经逆变升压后输出电压为 35kV，每个发电单元的电力拟采用电缆分接箱接线，即在每台箱变附近设置一个 35kV 电缆分接箱，经集电线路汇集电力后集中输出至 220kV 升压站。整个电力的汇流、汇集系统全部采用 35kV 电缆。

本光伏电站共 300 台箱变。综合考虑本工程光伏阵列的位置分布、35kV 集电线路的走向等因素，将电站的 300 台箱变分为 20 组，每组箱变 35kV 侧经电缆分接箱并联至 1 回 35kV 集电线路。共 20 回 35kV 集电线路输送至 220kV 升压站 35kV 侧，35kV 集电线路采用直埋敷设的方式。

#### (2) 未扰动区

电池方阵区除太阳能电池板支架基础、逆变器室、35kV 集电线路占地区域需扰动开挖外，剩余部分均不扰动建设，保持原地貌，未扰动区域面积为 532.76hm<sup>2</sup>。

### 二、实际建设情况

#### (1) 施工扰动区

根据现场监测及调查结果，光伏电站装机规模 300MW，采用多晶硅光伏组件进行开发，共安装容量为 245Wp 的多晶硅光伏组件 1150512 块，共布置 300 个子方阵，每个 1.08MWp 子方阵由 2 台容量为 500kW 的阵列逆变器组，每个阵列逆变器组均由太阳能电池组串、汇流设备、逆变设备及升压设备构成。

#### ①太阳能电池组串设计

水平面太阳能电池支架最小列间距为 1.00m，每个晶体硅太阳能电池组串联数为 20 个，容量为 4900W，每个支架按 2 排、每排 10 个组件进行设计。每个支架平面尺寸约为 10190mm×3340mm。

### ②汇流、逆变及升压系统

发电场内实际共有逆变器 846 个，分散布置于各个方阵相对中心位置。逆变器基础采用混凝土浇筑，平面轴线尺寸 3.5×2.5m。

### ③支架及基础型式

太阳能电池阵列支架基础根据地基实际情况考虑采用岩石锚杆基础或独立基础；太阳能电池阵列支架采用钢结构；光伏阵列自重较轻，场地平整后的红粘土层可作为基础持力层。光伏阵列对水平度有一定要求，由于现场地形起伏，需要同一行列的基础底面高度基本一致，拟采用高挖低填的处理方法，基础埋深根据现场局部地形调整。个别基础底面高程与地形悬殊过大的，可用浆砌石铺垫进行调节。基础施工完毕后采用膨胀螺栓与钢支柱连接。

太阳能电池阵列支架基础根据地质情况初步考虑采用 0.5m×0.5m×0.5m 现浇混凝土墩；共建设 300 个 1MWp 方阵，每 1MWp 方阵布置 100 个支架，按每个支架 10~14 个基础，工程基础实际数量为 380000 个。单个基础土方开挖量为 0.15~0.3m<sup>3</sup>。

### ④35kV 集电线路

本光伏电站每 1MWp 发电单元经逆变升压后输出电压为 35kV，每个发电单元的电力拟采用电缆分接箱接线，即在每台箱变附近设置一个 35kV 电缆分接箱，经集电线路汇集电力后集中输出至 220kV 升压站。整个电力的汇流、汇集系统全部采用 35kV 电缆。

本光伏电站共 300 台箱变。综合考虑本工程光伏阵列的位置分布、35kV 集电线路的走向等因素，将电站的 300 台箱变分为 20 组，每组箱变 35kV 侧经电

缆分接箱并联至 1 回 35kV 集电线路。共 20 回 35kV 集电线路输送至 220kV 升压站 35kV 侧，35kV 集电线路采用直埋敷设的方式

工程设计建设过程中按照水保方案和主体设计进行了浆砌石拦挡、排水和绿化措施的建设，扰动土地面积约 30.02hm<sup>2</sup>。

## (2) 未扰动区

根据现场调查，项目区未扰动面积约 497.70hm<sup>2</sup>，由于整个项目区面积减少，故施工未扰动区也相应减少。

	
2014 年 12 月电池方阵区概况（一）	2014 年 12 月电池方阵区概况（二）
	
2015 年 5 月电池方阵区概况	2015 年 7 月电池方阵区概况

	
2015 年 11 月 电池方阵区概况	2016 年 3 月 电池方阵区概况
	
2016 年 6 月 电池方阵区概况	2016 年 6 月 电池方阵区概况

### 1.1.3.3 升压站区

#### 一、水保方案规划情况：

根据水土保持方案，升压站位于南庄并网光伏电站场址南部，场地相对较为平整，升压站东西长 123m，南北长 125m。35kV 进线由东侧引入，220kV 线路向西侧出线。升压站主要为 35kV 配电装置室、综合控制楼、办公综合楼、仓库、消防水池及泵房等，总建筑面积约 3345m<sup>2</sup>。升压站外设置砖砌围墙，高 2.2m，长 500m。

升压站生产区配电装置建筑物 2 幢：1 幢框架结构单层建筑内含 35kV 配电室、SVG 室，位于升压站东侧；1 幢框架结构单层建筑内含中控室、保护室、通信室，位于升压站东北侧。35kV 配电装置室层数为 1 层，框架结构，平面尺寸 81.3×14.7m（长×宽），层高 5.4m，建筑面积 1195m<sup>2</sup>。

220kV 敞开式配电装置布置于升压站西侧。主变压器露天布置于 35kV 配电室与 220kV 配电装置之间。主变 220kV 侧用 LGJ-300 软母线引上至主变进线构架，35kV 侧用封闭母线引至 35kV 配电室。主变中性点设备安装于变压器旁边。

综合控制楼位于场地东北侧，综合控制室层数 1 层，平面尺寸 35.6×14.2m（长×宽），内设保护屏室、中央控制室、通信室，建筑面积 506m<sup>2</sup>。

办公综合楼位于场地西北侧，综合楼层数 4 层，框架结构，平面尺寸 36×10.2m（长×宽），一、二层层高均为 3.6m，三、四层层高均为 3.3m，建筑面积 1469m<sup>2</sup>。一、二层为办公、食堂，三、四层为宿舍。

仓库、水泵房及消防水池布置于场地西北侧，由北至南依次为消防水池、泵房、仓库，备件室采用砖混结构，建筑面积约 52m<sup>2</sup>。采用地下消防水池，容积 120m<sup>3</sup>，钢筋混凝土结构。采用地下泵房，钢筋混凝土结构。

值班室布置在升压站大门处，层数 1 层，砖混结构，平面尺寸 4.0×3.0m（长×宽），层高 3.6m，建筑面积 12m<sup>2</sup>。

厂区内连接各功能设施的道路、停车场；主干道路面宽 6m，道路长 118m，次干道路面宽 4m，长 375m，采用水泥混凝土路面，停车场布置于综合楼东侧，水泥混凝土硬化，占地 11455m<sup>2</sup>。

主要在办公综合楼、综合控制室、泵房、水池、仓库周边空地区域，设计绿化区栽植低矮灌木、花卉、撒播草籽综合绿化。

## 二、实际建设情况：

实际建设过程中，升压站位于南庄并网光伏电站场址南部，场地相对较为平整，升压站东西长 86m，南北长 112m。35kV 进线由东侧引入，220kV 线路向西侧出线。升压站主要为 35kV 配电装置室、综合控制楼、办公综合楼、仓库、消防水池及泵房等，总建筑面积约 2516m<sup>2</sup>。升压站外设置砖砌围墙，高 2.2m，

长 396m。已建升压站位于项目的北侧，变压器、断路器、隔离开关、接地刀闸、电压互感器及综合管理区组成。

升压站生产区配电装置建筑物 6 幢：1 幢框架结构单层建筑内含 35kV 配电室，位于升压站东侧；1 幢框架结构 2 层建筑内含中控室、保护室、通信室等的主控制楼，位于升压站东北侧；2 幢框架结构单层建筑内含 SVG 设备室，位于升压站南侧；1 幢框架结构 2 层建筑的宿舍楼，位于升压站西北侧；1 幢框架结构单层建筑内含水池水泵房，位于升压站西北侧，宿舍楼南侧。

35kV 配电装置室层数为 1 层，框架结构，平面尺寸 48×9m（长×宽），层高 4.5m，建筑面积 432m<sup>2</sup>。

220kV 敞开式配电装置布置于升压站中部。主变压器露天布置于 35kV 配电室西侧。主变 220kV 侧用 LGJ-300 软母线引上至主变进线构架，35kV 侧用封闭母线引至 35kV 配电室。主变中性点设备安装于变压器旁边。

主控制楼位于场地东北侧，综合控制室层数 2 层，平面尺寸 26.70×15.3m（长×宽），内设保护屏室、中央控制室、通信室，建筑面积 726m<sup>2</sup>。

2 幢 SVG 设备室位于场地南侧，设备室层数均为 1 层，平面尺寸 26×10m（长×宽），建筑面积 520m<sup>2</sup>。

宿舍楼位于场地西北侧，宿舍楼层数 2 层，框架结构，平面尺寸 32.1×12m（长×宽），一、二层层高均为 3.6m，建筑面积 770m<sup>2</sup>。一、二层为办公、食堂，三、四层为宿舍。

水池水泵房布置于场地西北侧，宿舍楼南侧，框架结构，建筑面积约 68m<sup>2</sup>。采用地下消防水池，容积 120m<sup>3</sup>，钢筋混凝土结构。采用地下泵房，钢筋混凝土结构。

升压站内连接各功能设施的道路、广场；道路面宽 6m，采用水泥混凝土路面，广场布置于主控制楼与宿舍楼中间及宿舍楼北侧，水泥混凝土硬化，共占地

2075m<sup>2</sup>。

主要在主控制楼入口和宿舍楼北侧区域，考虑升压站内绿化面积较小，同时为考虑防止鼠患，升压站内的绿化区仅采用撒播草籽进行绿化。

	
2014年12月升压站建设概况（一）	2014年12月升压站建设概况（二）
	
2015年5月升压站建设情况	2015年7月升压站建设情况
	
2015年11月升压站建设情况	2016年3月升压站建设情况



#### 1.1.3.4 道路工程区

##### 一、水土保持方案规划情况

根据水土保持方案，道路工程区主要包括进站道路和场内道路。进站道路主要为连接外部与站区的接近的道路，位于站区西南侧，进站道路主要为改扩建至羊街收费站部分路段，在现有土路基础上拓宽和建设，改扩建进站道路总长 5km。路基宽 5.5m，路面宽 4.5m，为泥结碎石路面。进站道路占地面积为 2.75 hm<sup>2</sup>。

场内道路主要为连接站内各功能分区道路，依据方阵布置，施工主线道路经由进场道路接入，由南北至场址中北部，经由升压站并延伸至场内主要区域，另外修建支线道路接入方阵各逆变器室；支线道路覆盖整个场区，使整个站区形成一个完整的道路网。施工主线道路长度为 7.92km，路基宽 5.5m，路面宽 4.5m，施工支线道路长度为 25.61km，路基宽 4.5m，路面宽 3.5m，为泥结碎石路面，场内道路工程占地 15.88hm<sup>2</sup>。

##### 二、实际建设情况

根据现场监测和调查结果，实际建设过程中主要包括道路工程区主要包括进站道路、场内道路和防火通道。

进站道路主要为连接外部与站区的接近的道路，位于站区西南侧，进站道路主要为改扩建站区至李海寨的乡村道路，在现有土路基础上拓宽和建设，改扩建进站道路总长 150m。路基宽 6m，路面宽 5m，为泥结碎石路面。

场内道路主要为连接站内各功能分区道路，依据方阵布置，施工主线道路经由进场道路接入，由南北至场址中北部，经由升压站并延伸至场内主要区域，另外修建支线道路接入方阵各逆变器室；支线道路覆盖整个场区，使整个站区形成一个完整的道路网。施工主线道路长度为 7.92km，路基宽 5.5m，路面宽 4.5m，施工支线道路长度为 25.23km，路基宽 4.5m，路面宽 3.5m，为泥结碎石路面。

防火通道主要出于安全考虑，位于电池方阵区内部或外围，通道主要由沿厂区围栏内侧 0.1m 厚碎石面铺砌而成，通道长 46.76km，宽 4.5m。

道路工程区总占地面积约 36.83hm<sup>2</sup>，其中两侧边坡绿化 4.71hm<sup>2</sup>，种植油茶 25000 株。进光伏电站公路布置在站区西南侧，与外界道路相接。

该区域已建设完成，采用混凝土硬化并在道路内侧布设浆砌石排水沟、混凝土排水沟和排水涵管，能较好的汇集周边排水，部分区域布设浆砌石挡墙和水窖，经现场监测，区域水土流失基本得到控制。



2015年5月场内道路概况	2015年7月进站道路概况
	
2015年7月场内道路概况	2015年11月场内道路概况
	
2016年3月场内道路概况	2016年6月场内道路概况

### 1.1.3.5 施工临时场地区

#### 一、水土保持方案规划情况

水土保持方案中共设计了2个施工临时场地,1#施工场地布置于158#和159#方阵间东侧空地。场地原地貌标高1538-1540m,原地貌高差2m,坡度在0-3°;开挖边坡高度较小,且挖方边坡坡比1:1。2#施工场地位于升压站北侧、235#方阵南侧空地,场地原地貌标高1508-1512m,原地貌高差4m,坡度在0-5°;开挖边坡高度较小,且挖方边坡坡比1:1。依据场地内外衔接、场地排水、节省投资等,场地竖向布置采用平坡式布置,场地设计坡度1%。

#### 二、实际建设情况

根据现场监测和调查结果,截止2018年3月,项目建设过程中共建设了4个施工临时场地,施工临时场地布设于场地中部,1#施工临时场地位于A5方阵

区北侧空地、2#施工场地位于升压站北侧、3#施工场地布置于 A2#方阵区中间空地、4#施工临时场地位于 B2 方阵区东部空地。施工中所需的临时设施用地主要包括：设备临时存放场、建筑材料临时堆放场、临时生活及现场办公建筑和其它施工中所需临时用地等，总占地面积 3.09hm<sup>2</sup>，现已采取整地和撒播草籽恢复，该区域水土流失为轻微。根据现场调查及与业主询问了解，先阶段保留 3#和 4#临时施工场地的建筑物，用于后期电池方阵区检修材料的堆放。



2016年6月2#施工临时场地	2017年8月2#施工临时场地
	
2017年8月4#施工临时场地	2018年4月4#施工临时场地

## 1.1.4 工程占地

### 1.1.4.1 水保方案确定的工程占地

根据主体工程设计资料，本工程共征占地面积 573.83hm<sup>2</sup>，其中，永久占地 571.57hm<sup>2</sup>，临时占地 2.26hm<sup>2</sup>，征占地面积中，坡耕地 66.65hm<sup>2</sup>、林地 133.84hm<sup>2</sup>、草地 46.26hm<sup>2</sup>、交通运输用地 1.3hm<sup>2</sup>、其它土地（裸岩）325.78hm<sup>2</sup>。

表 1-2 工程占地面积表 单位：hm<sup>2</sup>

序号	项目名称		占地面积	用地类型				
				坡耕地	林地	草地	交通运输用地	其它土地（裸岩）
一	永久占地		<b>571.57</b>	<b>65.68</b>	<b>133.46</b>	<b>46.03</b>	<b>1.3</b>	<b>325.1</b>
1	电池方阵区	施工扰动区	支架基础	10.5	0.75	3.15	1.12	5.48
			逆变器室	1.16	0.05	0.35	0.13	0.63
			35kV 箱式变	0.29		0.09	0.05	0.15
			35kV 集电线路	5.78	0.4	0.98	0.43	3.97
		支架基础较陡处挖填区	0.89	0.05	0.23	0.06	0.55	
		未扰动区	532.76	61.34	123.34	41.15	306.93	
2	升压站区		1.56	0.45	0.32	0.11	0.68	
3	道路工程区	进场道路区	2.75	0.53	0.25	0.23	1.3	0.44
		场内道路区	15.88	2.11	4.75	2.75	6.27	
二	临时占地		<b>2.26</b>	<b>0.97</b>	<b>0.38</b>	<b>0.23</b>	<b>0</b>	<b>0.68</b>
1	施工临时场地区	1#施工临时场地	1.12	0.45	0.23	0.11	0.33	
		2#施工临时场地	1.14	0.52	0.15	0.12	0.35	
合计			<b>573.83</b>	<b>66.65</b>	<b>133.84</b>	<b>46.26</b>	<b>1.3</b>	<b>325.78</b>

#### 1.1.4.2 实际占地情况

根据工程实际建设情况，项目建设占地总面积为 568.68hm<sup>2</sup>：电池方阵区占地 527.72hm<sup>2</sup>，其中：施工扰动区 30.02hm<sup>2</sup>、未扰动区 497.70hm<sup>2</sup>；升压站区占地 1.04hm<sup>2</sup>；道路工程区占地 36.83hm<sup>2</sup>，其中：进场道路区 0.08hm<sup>2</sup>、场内道路区 15.71hm<sup>2</sup>、防火通道区 21.04hm<sup>2</sup>；施工临时场地区占地 3.09hm<sup>2</sup>，其中：1#施工临时场地 1.10hm<sup>2</sup>、2#施工临时场地 1.09hm<sup>2</sup>、3#施工临时场地 0.09hm<sup>2</sup>、4#施工临时场地 0.81hm<sup>2</sup>。按占地类型划分为坡耕地 12.06hm<sup>2</sup>、林地 9.53hm<sup>2</sup>、草地 4.96hm<sup>2</sup>、交通运输用地 2.22hm<sup>2</sup>、其他土地（裸岩）42.21hm<sup>2</sup>。

工程建设实际占地情况见表 1-3。

表 1-3 工程建设实际占地情况 单位：hm<sup>2</sup>

序号	项目	占地面积	扰动面积	占地类型				
				坡耕地	林地	草地	交通运输用地	其他土地 (裸岩)
1	电池方阵区	527.72						
1.1	施工扰动区	30.02	30.02	5.34	3.59	1.31		19.78
1.2	未扰动区	497.70						
2	升压站区	1.04	1.04	0.33	0.02	0.01		0.68
3	道路工程区	36.83	36.83	5.11	5.66	3.42	2.22	20.42
4	施工临时场地区	3.09	3.09	1.28	0.26	0.22		1.33
合计		568.68	70.98	12.06	9.53	4.96	2.22	42.21

#### 1.1.4.3 占地变化情况分析

项目区已于 2016 年 6 月完成，项目总占地面积 568.68hm<sup>2</sup>，较方案规划面积减少 5.15hm<sup>2</sup>。实际占地面积较方案设计减少是因为在编制水土保持方案时，项目处于可行性研究阶段，在主体工程后续规划设计过程中，为了避让现有林地，减少对水土保持设施的损坏，对部分区域太阳能光伏阵列布置进行了调整，导致项目区用地较批复的水土保持方案有所减少。工程建设区建设过程中占地变化情况见表 1-4。

表 1-4 工程建设区建设过程中占地变化情况统计表 单位：hm<sup>2</sup>

序号	项目	水保方案批复 (hm <sup>2</sup> )	实际建设 (hm <sup>2</sup> )	变化情况增加 (+) 减少 (-)
一	项目建设区	<b>573.83</b>	<b>568.68</b>	<b>-5.15</b>
1	电池方阵区	551.38	527.72	-23.66
2	升压站区	1.56	1.04	-0.52
3	道路工程区	18.63	36.83	+18.20
4	施工临时场地区	2.26	3.09	+0.83
二	总计	<b>573.83</b>	<b>568.68</b>	<b>-5.15</b>

### 1.1.5 施工组织设计

#### 一、施工工艺

主体工程为光伏阵列基础施工，支架基础采用钻孔灌注桩基础。土方开挖后进行混凝土施工，施工需架设模板、绑扎钢筋并浇筑混凝土，混凝土在施工中经常测量，以保证整体阵列的水平、间距精度。施工结束后混凝土表面必须立即遮盖并洒水养护，防止表面出现开裂。回填土要求压实，填至与地面水平。施工过程中，待混凝土强度达到 28 天龄期以上方可进行安装。

#### 二、施工方法

##### (1) 光伏阵列安装

光伏阵列安装之前要对地基的基座进行复检，对照设计图纸进行复核，特别注意关键尺寸的误差和整体的平整度。超出设计误差的部分要进行处理，使之尽可能满足安装构件的需要；安装太阳能电池组件前，应根据组件参数对每个太阳能电池组件进行检查测试，其参数值应符合产品出厂指标，太阳能电池组件连接时，确保独立开关处于关闭状态。

##### (2) 支架基础施工

建筑施工场地由推土机配合人工摊铺，基础施工完毕后，在混凝土强度达到规范、设计要求并经有监理单位参加的隐蔽工程验收后，方可进行土方回填。本期工程电池组件支架基础垫层采用混凝土，基坑开挖完毕后，因及时进行基础垫层混凝土浇筑，形成对坑基的保护，夯实找平后进行混凝土浇筑。采用现场搅拌

站集中搅拌、人工浇筑的方案，钢筋和地脚螺栓在浇筑前必须清理干净，以保证混凝土和钢筋的粘结力。

### (3) 电气设备的安装

变压器的安装程序为：施工准备—基础检查—设备开箱检查—吊装就位—附件安装—绝缘油处理—真空注油试验—调试运行。电力线路的进线与母线一同安装调试，电气设备的安装必须严格按设计要求、设备安装说明、电气设备安装规程及验收规范进行，及时进行测试、调试，确保电气设备的安装质量。

### (4) 道路施工

本项目全线路基土石方工程采用机械化施工为主、人工为辅，挖方工程路段布置多个作业面以推土机或挖掘机作业，配以铲运机、装载机和自卸翻斗车转运至填方路段；填方工程以装载机械或推土机伴以人工平整，分层碾压密实。路基防护工程及排水工程基本采用石砌圪工。作业中根据具体情况，调整各种机械的配套。路基施工的施工工序为：清除植被→平地机、推土机整平→截、排水沟放样→开挖截、排水沟→压路机压实→路基填筑、开挖→路基防护。

### (6) 土地整治施工

土地平整工程主要对旱地、荒草地进行平整。本项目特指通过土方工程对土地表层状况进行改造，以达到后续种植的要求。

## 1.1.6 主要材料及来源

### (1) 建筑材料

该项目位于红河州建水县，交通方便。砖、石、砂、石灰木材、水泥等材料均可由地方供应；钢材、板材等材料根据工程建设需要由市场采购供应。

由于本工程为石灰岩地区，项目区内有大量的石灰岩，因此，开挖产生的石料，可直接用于修建挡墙、排水沟的材料，也可做为道路路基等的回填材料。

### (2) 用水

施工用水主要包括：浆砌石砂浆拌制用水及混凝土施工用水等。绿化及消防用水从场址西部附近的水库取水，采用水车运水的方式供应，与施工用水共用一个水源点。生活用水从场址西侧的村庄取得，用罐车运至升压站内水池，运距约6km，再经泵房加压送往电站各用水点。

### （3）用电

本工程施工用电电源引自场址附近的农网10kV线路，距离较远处施工及紧急备用电源采用柴油发电机供电。引接的10kV施工电源在施工结束后保留，作为本电站升压站用电备用电源。

## 1.2 项目区概况

### 1.2.1 地形地貌

项目区地处云南高原南缘的建水盆地，地势西高东低。主要山脉有哀牢山、大冷山、磨盘山。以磨盘山主峰海拔2674m为最高。南部及西部地形切割剧烈，高差显著；中部和东部地形较缓，局部有湖泊及平原（坝子）。

项目区地形较平缓，地形坡度一般 $5^{\circ}\sim 10^{\circ}$ ，场址地貌以碳酸盐岩侵蚀中低山为主，场址区内发育小型冲沟，切割深度一般小于2m，对工程建设影响不大，项目区海拔在1390m~1610m之间，场址地势较平缓，地形整体上较连续，周围无高大山体的遮挡，有利于光伏阵列的布置。

### 1.2.2 地质构造与地震

#### （1）工程地质条件

区域内地层从元古界到新生界均有出露。工程区内出露的地层出露地层主要有古生界泥盆系及第四系松散覆盖层。第四系（Q）主要分布于河流及两岸缓坡等地带，主要有冲积、洪积、坡积、残积、泥石流堆积、崩塌堆积及滑坡堆积等多种类型，成分及厚度随地而异，一般为漂石、砂卵石、含砾或含碎石质黏土、

红黏土、碎石土及碎块石等，厚度约 30m。

## （2）水文地质条件

场区水文地质条件相对较简单。场址区地下水主要接受大气降水补给。区内含水层较为单一。按地下水赋存的介质条件不同，主要分为上层滞水及岩溶裂隙水两种类型。

① 上层滞水：主要赋存于上覆第四系红粘土土层中，受大气降水的补给，水位随季节性变化较大，无连续的水位面。

② 岩溶裂隙水：主要赋存于灰岩岩溶裂隙中，受大气降水和地表水的补给，进入岩石后便以分散或管道等方式流动，最终以泉水或地下暗河的形式流出地表。由于岩溶发育深浅不一，因此地下水埋藏深浅不一，空间分布差异较大，属不均一含水层。据调查该地下水埋深较大，对工程建设无影响。

根据施工期间地质测绘资料，场址区地形地貌较完整，物理地质现象主要以岩体风化为主，场址区及其附近未发现规模较大的滑坡体、崩塌体及泥石流等不良物理地质现象。地处碳酸盐岩分布区，岩性以白云岩、灰岩为主，喀斯特作用主要以垂直溶蚀为主，强烈的水平溶蚀发育高程较低，未发现影响场址选择的规模较大的溶洞。

## （3）地震

工程区大地构造单元划分上属于扬子准地台之滇东台褶带。区域构造背景复杂，涉及青藏高原地震区南部亚区的滇西南地震带与中部亚区鲜水河—滇东地震带，历史上破坏性的中、强地震均主要发生在红河以东通海—建水—石屏及红河以北洱源—弥渡一带。总体上新构造运动、深部构造变形、断裂活动、现代地壳形变等均较强烈，属于构造稳定性差的地区。

根据 1：400 万《中国地震动参数区划图》（GB18306-2001），本区 50 年超越概率为 10% 的地震动峰值加速度为 0.20g，对应的地震基本烈度为Ⅷ度，地

震动反应谱特征周期为 0.40s。

### 1.2.3 气候条件

项目区属亚热带高原季风气候，根据建水气象站三十年统计资料，年平均气温 18.7℃，多年极端最高气温 35.1℃，多年极端最低气温-3.1℃，年平均降雨量 783.1mm，其中 80%以上集中在 6—9 月，年蒸发量 2099.1mm，全年无霜期 307d，年均相对湿度 > 72%，年平均日照时数 2301.8 小时，太阳总辐射 5756MJ/m<sup>2</sup>，主导风向为西南风（SSW），多年平均风速为 2.7m/s。

项目区 20 年一遇 24h 最大降雨量为 95.2mm，6h 最大降雨量为 75.3mm，1h 最大降雨量为 67.1mm。

### 1.2.4 水文条件

建水县位于云南省南部、红河中游北岸、滇东高原南缘，地势南高北低，北西部微向东倾斜。建水南部高山为红河与南盘江的分水岭，分水岭以南为红河水系，分水岭以北属南盘江水系。境内主要河流泸江河、曲江河、塔冲河、南庄河等属南盘江水系，坝头河、玛朗河、龙岔河等属红河水系。

项目区域属珠江流域南盘江水系，地表水系不发育。

### 1.2.5 土壤状况

建水县的土壤呈垂直分布，共有八个土类，分别为黄壤、黄棕壤、红壤、燥红土、砖红壤性红壤、冲积土、紫色土和水稻土。

项目区内涉及的土壤主要以红壤为主。

根据《云南植被》的划分，项目区属滇东南岩溶山原峡谷季风常绿阔叶林区，由于人为破坏和地处石灰岩地区限制，此区域已全部为含车桑子的中草草丛。

### 1.2.6 植被状况

该植被类型乔木层中云南松和栎类树种均已遭到了反复砍伐，无明显的乔

木层。灌木层盖度约 10%—20%，高约 0.5 m—1m，以车桑子为主，其它种类还有火棘、小叶栒子等。草本层盖度约 30%~70%，主要种类有毛蕨菜、紫茎泽兰、四脉金茅、松毛火绒草、绿蒿、黄背草、刺芒野古草等。项目区原始林草植被覆盖率为 30.92%。

### 1.2.7 社会经济概况

建水县 2013 年，实现县域生产总值、固定资产投资、工业总产值及居民存款余额四个“跨百亿”目标，分别达 105.4 亿元、103 亿元、133 亿元、103.5 亿元；人均生产总值达 19800 元；财政总收入达 12.48 亿元，其中公共财政预算收入 8.6 亿元；公共财政预算支出 26.21 亿元；农业总产值 40.9 亿元；城镇居民人均可支配收入 21205 元；农民人均纯收入 6688 元。2014 年 1—7 月，县域生产总值预计实现 51 亿元、同比增长 11.8%；完成固定资产投资 87.5 亿元、同比增长 84.9%；实现财政总收入 6.8 亿元、同比增长 17.6%，其中：公共财政预算收入 4 亿元、同比增长 25.7%；完成公共财政预算支出 15 亿元，同比增长 30.5%；预计农村常住居民人均可支配收入为 4909 元、同比增长 15%，城镇常住居民人均可支配收入 12149 元、同比增长 12.2%；共引进州外到位资金 52.2 亿元、同比增长 63%，省外到位资金 41.7 亿元、同比增长 159%，实际利用外资 119.4 万美元；完成社会消费品零售总额 12.7 亿元、同比增长 12.1%；各项存款余额为 147 亿元、比年初增长 7.6%，其中居民储蓄存款余额 112.2 亿元，比年初增长 8.9%，贷款余额 76.3 亿元、比年初增长 8.2%。

### 1.2.8 土地利用现状

#### (1) 建水县土地利用现状

根据 2004 年国土资源厅土地利用调查资料，建水县土地总面积为 3759.29km<sup>2</sup>，土地利用类型主要为耕地、林地、园地、荒地、石山灌木地、水域和其他用地 7 种类型。其中，耕地面积为 263.15km<sup>2</sup>，林地面积为 1304.47km<sup>2</sup>，

园地面积 15.04km<sup>2</sup>，荒地面积为 857.12km<sup>2</sup>，石山灌木地 857.11km<sup>2</sup>，水面面积为 30.07km<sup>2</sup>，其他用地面积为 432.33km<sup>2</sup>。

## (2) 项目区土地利用现状

根据主体工程设计资料，本工程共占用土地面积 568.68hm<sup>2</sup>。具体如下：项目区土地利用情况见表 1-5。

表 1-5 项目区土地利用现状表 单位：hm<sup>2</sup>

序号	项目	占地面积	扰动面积	占地类型				
				坡耕地	林地	草地	交通运输用地	其他土地(裸岩)
1	电池方阵区	527.72						
1.1	施工扰动区	30.02	30.02	5.34	3.59	1.31		19.78
1.2	未扰动区	497.70						
2	升压站区	1.04	1.04	0.33	0.02	0.01		0.68
3	道路工程区	36.83	36.83	5.11	5.66	3.42	2.22	20.42
4	施工临时场地区	3.09	3.09	1.28	0.26	0.22		1.33
合计		568.68	70.98	12.06	9.53	4.96	2.22	42.21

## 1.3 工程水土流失情况

### 1.3.1 建水县水土流失情况

据《云南省 2004 年土壤侵蚀现状遥感调查报告》显示，建水县土地总面积为 3759.29km<sup>2</sup>，其中：微度侵蚀面积为 1940.02km<sup>2</sup>，占总土地面积的 51.61%，土壤侵蚀面积为 1819.27km<sup>2</sup>，占土地总面积的 48.39%，其中，轻度侵蚀面积为 1448.67km<sup>2</sup>，占土壤侵蚀面积的 79.63%；中度侵蚀面积为 283.40km<sup>2</sup>，占土壤侵蚀面积的 15.58%；强度侵蚀面积为 86.85km<sup>2</sup>，占土壤侵蚀面积的 4.77%；极强度侵蚀面积为 0.35km<sup>2</sup>，占土壤侵蚀面积的 0.02%。

### 1.3.2 项目区水土流失

项目区属滇黔桂岩溶石漠化国家级水土流失“重点治理区”。同时也属省级水

土流失“重点监督区”和“重点治理区”。本工程在建设占用地类林地、草地、坡耕地、交通运输用地和其它用地（裸岩）。林地、草地本身就具有良好的水土保持功能，经现场踏勘，这些用地类型上，水土保持无强度和剧烈侵蚀效果好，水土流失现状为微度；本工程总占地面积 568.68hm<sup>2</sup>，工程占地中草地、林地、园地属于微度侵蚀，交通运输用地属于轻度侵蚀，坡耕地属于中度侵蚀；经加权项目区原生土壤侵蚀模数值，821.17t/(km<sup>2</sup>·a)，属轻度水土流失区。

### 1.3.3 工程水土流失特点

建水县南庄并网光伏电站建设过程中将扰动地面产生的新增水土流失，随着主要工程建设完工，地表硬化、拦挡、排水及绿化措施的实施，各扰动区域水土流失得到控制和治理，项目区平均侵蚀模数降至土壤容许流失量以下。本工程水土流失特点如下：

工程建设造成水土流失以水力侵蚀为主，主要表现为各施工区域场地平整、基础开挖等扰动原地貌，造成地表破坏，降低土壤抗蚀性，在降雨作用下，易产生水土流失。

### 1.3.4 工程水土流失现状

建水县南庄并网光伏电站于 2016 年 6 月底完工，目前处于运行阶段。工程建设中，根据主体和水土保持方案设计，针对性的实施了一些水土保持工程措施和植物措施，一定程度防治了工程区水土流失情况。根据现场调查，项目各组成区水土流失现状如下：

#### 一、电池方阵区

根据现场调查，工程设计建设过程中按照水保方案和主体设计进行了电池板的铺设，下垫面基本被绿化覆盖，开挖边坡进行了浆砌石拦挡、挡墙底部修建排水沟，目前水土保持设施运转良好，路边排水沟无淤积破损情况，满足工程措施的防护要求。目前电池方阵区水土流失现状属于微度流失。

## 二、道路工程区

场内道路采用泥结石路面并在道路内侧布设排水沟，能较好的汇集周边排水，经现场监测分析，区域水土流失为轻度。

## 三、升压站

根据现场监测和调查结果，该区域采取挡墙、排水、碎石铺砌及绿化等措施，水土流失轻微。

## 四、施工临时场地区

根据现场监测和调查结果，此项目实际施工中启用了四个临时施工场地，现已全部进行植被恢复，该区域水土流失为轻微。

## 2 监测实施

### 2.1 监测目标与原则

#### 2.1.1 监测目标

根据《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》以及水利部、国家计委、国家环保部和云南省等部门有关规定，结合建水县南庄并网光伏电站建设情况及水土流失特点，水土保持监测重点应为主体工程已有水土保持措施建设情况和水土保持方案设计措施落实情况、防治效果等方面，具体监测目标为：

（1）调查了解工程建设所造成的水土流失状况，评价工程建设对区域生态环境造成的实际影响；

（2）通过对水土流失成因、动态变化情况监测、水土流失危害分析，评价工程建设造成的水土流失对项目区生态环境的影响；

（3）调查了解水土保持方案设计落实情况，水土保持管理工作情况，并进行评价；

（4）了解工程建设区各项水土保持措施的运行状况、水土保持措施布局的合理性及水土流失防治效果；

（5）检验植被恢复期间的水土流失能否得到有效控制，是否达到水土保持方案提出的防治目标；

（6）及时了解掌握水土流失动态信息，为建设单位提供水土流失的有关信息并提出能有效防治水土流失的相关意见及建议；

（7）为水行政主管部门进行水土保持监督管理提供科学依据，为项目的水土保持验收提供依据。说明工程水土流失情况和水土流失的防治效果是否达到国家规定的允许标准，能否通过水土保持验收，水土保持设施及主体工程可否投入

使用。

### 2.1.2 监测原则

依据《水土保持监测技术规范》等相关技术标准，对水土流失成因、数量、强度、影响范围及水土保持效果等进行动态监测和分析，确定水土保持监测工作应坚持四项基本原则为：宏观监测与微观监测相结合；固定监测点与临时监测点相结合；定点观测和实地调查相结合；监测内容、方法及时段依据合理、经济、可操作性强。

结合建水县南庄并网光伏电站的水土流失特点，水土保持监测原则如下：

#### (1) 全面调查与重点观测相结合

结合《建水县南庄并网光伏电站水土保持方案可行性研究报告》提出的分区防治措施体系，对建水县南庄并网光伏电站水土流失防治责任范围进行核实，并对各防治分区水土保持措施数量、质量、效益，及其防治效果进行全面调查。在全面调查的基础上，确定水土流失防治效果监测的重点区域，特别是对敏感部位水土流失危害以及水土保持措施的实施效果等的监测方面。

#### (2) 定量监测与定性监测相结合

水土流失防治效果的监测，尽量向量化评价的方向进行，但由于生态、环境、时段等因子的复杂性，还应适当的结合定性方法。因此，在监测过程中，在尽可能定量计量各种监测指标的前提下，采取定性和定量相结合的方法进行分析评价。

#### (3) 定位监测与调查、试验相结合

由于监测内容和方法的差异，不能用一种方法统揽所有的监测内容。监测中针对不同的监测因素，用定位监测和调查、试验相结合的方法进行。防治措施的数量和质量监测通过资料查询和实地调查相结合的方法；植被则通过实地调查量测和标准样地相结合的方法。

#### (4) 提出整改措施及建议

水土保持监测过程中,针对不符合水土保持要求及需要补充防护的地方提出相应的改进措施和建议。监测成果既要有分时段的过程监测内容,又要有期末的结论性监测内容,能够满足水土保持设施专项验收需要,提供全面、可靠的监测资料。

## 2.2 监测工作实施情况

根据水利部令第 16 号《开发建设项目水土保持设施验收管理规定》第七条:水土保持设施符合下列条件的,方可确定为验收合格:(一)开发建设项目水土保持方案审批手续完备,水土保持工程设计、施工、监理、财务支出、水土流失监测报告等资料齐全;(二)水土保持设施按批准的水土保持方案报告书和设计文件的要求建成,符合主体工程和水土保持的要求;(三)治理程度、拦渣率、林草植被恢复率、水土流失控制量等指标达到了批准的水土保持方案和批复文件的要求及国家和地方的有关技术标准;(四)水土保持设施具备正常运行条件,且能持续、安全、有效运转,符合交付使用要求,水土保持设施的管理、维护措施落实。

为反映建水县南庄并网光伏电站建设期间水土流失情况,指导项目水土保持措施的实施,保证项目水土保持设施顺利验收。云南冶金新能源股份有限公司于 2014 年 12 月委托我单位承担了该项目的水土保持监测工作,为下阶段水土保持设施专项验收提供依据。建水县南庄并网光伏电站建设总工期为 19 个月,由于监测委托较为及时,本次监测重点是对基建期电池方阵区和场内道路区水土流失状况进行监测,对工程运行期中的水土流失情况、水土保持措施实施数量、质量及其防治效果进行监测。

监测组通过现场巡查、实地观测和走访座谈的方式,结合建设方提供的基础

技术资料 and 工程竣工资料分析对比, 获取了有关水土保持的资料和数据, 在此基础上于 2017 年 3 月完成了《建水县南庄并网光伏电站水土保持监测总结报告》。

## 2.2.1 水土保持监测开展情况及监测频次

### 2.2.1.1 水土保持监测开展情况

接到任务之后, 我公司即组织相关监测技术人员成立了本项目的水土保持监测组, 依据本项目《水保方案》设计开展监测, 其中监测从 2014 年 12 月至 2017 年 12 月, 共监测 37 个月, 水土保持监测共进行 14 次。

#### (1) 施工期

2014 年 12 月, 监测组第 1 次外业, 到现场进行调查并布设监测点, 收集工程相关数据, 对本项目存在水土流失隐患的区域提出相应的水保完善建议。

2015 年 3-2016 年 3 月, 监测组共进行了 5 次外业, 采集监测点的观测数据, 调查监测范围水土流失情况, 核实完善建议的实施情况, 并收集水土保持措施实施情况的相关资料。

2016 年 6 月, 监测组第 7 次外业, 采集监测点的观测数据, 主要调查主体工程及水土保持方案措施落实情况, 收集项目建设施工和监理资料, 对目前项目运行中存在的水土流失问题进行分析和整理并形成监测整改建议提供给业主督促业主按监测整改建议对项目运行中存在的问题进行整改。

#### (2) 试运行期

在工程运行初期于 2016 年 9 月-2018 年 1 月监测组共进行 7 次外业, 对本项目水土保持措施欠缺地方提出完善建议, 对项目对工程建设水土保持工作做出客观评价, 系统汇总各阶段监测成果, 明确六项量化评价指标的监测值, 向业主提出管理运行阶段的水土保持工作建议, 并将监测总报告报送业主和配合业主进行水土保持设施专项竣工验收工作。

### 2.2.1.2 监测频次

我单位于 2014 年 12 月组织监测技术人员首次对工程现场进行踏勘，并全面调查主体工程及水土保持方案措施落实情况，进行外业影像等相关资料的收集；并根据建水县南庄并网光伏电站实际情况确定本工程监测的时段为 2014 年 12 月~2018 年 1 月，共监测 14 次。为下阶段水土流失防治及水土保持设施验收提供依据。

### 2.2.2 监测设备使用

投入本项目水土保持监测设备主要有钢卷尺、测绘罗盘、GPS 等设备，详见表 2-1。

表 2-1 监测设施设备一览表

序号	设施和设备	规格或型号	单位	数量	备注
1	手持式 GPS	展望	台	1	监测点、场地、措施的定位量测
2	罗盘		套	1	用于测量坡度、坡向
3	皮尺、卷尺		套	1	测量措施实施量、植物生长状况
4	数码照相机	佳能	台	2	用于监测现场的图片记录
5	数码摄像机	佳能	台	1	用于监测现场的影像记录
6	易耗品				样品分析用品、玻璃器皿等
7	辅材及配套设备				各种设备安装补助材料
8	飞行器		台	1	措施实施量、植物生长状况

## 3 监测内容和方法

### 3.1 监测内容

根据《水土保持监测技术规程》（SL277—2002）、《水保方案报告书》，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素的变化情况，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。本项目水土保持监测内容主要包括以下几方面

### 3.1.1 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。

### 3.1.2 防治责任范围监测

水土流失防治责任范围包括项目建设区和直接影响区。防治责任范围变化主要是通过项目建设区和直接影响区的面积，确定施工结束后防治责任范围是否与《建水县南庄并网光伏电站水土保持方案可行性研究报告》（报批稿）确定的防治责任范围一致。

#### 一、项目建设区

##### (1) 永久性占地

永久性占地是指项目建设征地红线范围内、由项目建设者（或业主）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。水土保持监测是对红线范围地区进行认真复核，监测项目建设有无超出电池方阵区、未扰动区、场内道路区和升压站区的红线范围。

##### (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。本项目临时占地为临时表土堆场，施工临时场地、35kV集电线路及输水管线。

##### (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。

## 二、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。

## 三、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，确定运行期的防治范围。

### 3.1.3 弃土弃渣量监测

弃土弃渣量监测内容包括工程挖方的位置、数量及占地面积；弃土、弃渣的位置、方量及堆放面积；挖方边坡水土流失防护、弃渣堆放地对周边的影响等。本工程不产生永久弃渣。

### 3.1.4 土壤流失量动态监测

一般开发建设项目土壤流失量动态监测主要为：针对工程施工期土壤流失量动态监测，监测针对不同地表扰动类型的流失特点，对不同地表扰动类型，分别采用沉砂池法、侵蚀沟样方测量法，简易径流小区法等进行多点位、多频次监测，经综合分析得出不同扰动类型的侵蚀强度及水土流失量。

本工程土壤流失主要发生在施工期，试运行期土壤流失量重点监测区域是电池方阵区和场内道路区。

#### 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。

### 3.1.5 水土流失防治动态监测

水土流失防治监测主要是针对施工期和林草植被恢复期开展监测工作，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动态监测和水土流失危害监测。

#### (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，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监测

##### ①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。

##### ②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。

##### ③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。

#### (3) 水土流失危害监测

##### ①对周边河道影响情况

监测水土流失是否流入项目区周边河道，是否对河道产生影响，造成河道淤积、堵塞等严重危害。

### ②对周边影响情况

根据项目实际情况，监测工程建设是否对周边产生影响或危害。

### ③其他水土流失危害

除上述几类危害外，监测工程建设是否还造成了其他的水土流失危害。

水土流失危害监测是针对整个工程的全部区域开展的，侧重于对《水保方案》中设计的直接影响区进行监测，并核实有无对周边造成危害和影响。

## 3.2 监测方法

根据《水土保持监测技术规程》和本工程建设引起水土流失的特点，此次监测主要采用调查监测、定位监测和巡查监测方式进行，重点采用调查监测。

### 3.2.1 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（特别是堆渣和开挖面坡长、坡度、岩土类型）及水土保持措施（拦挡工程、截排水工程）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，如堆渣、开挖面等，然后利用 GPS 沿各分区边界走一圈，确定各个分区的面积。

#### （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。

### (二) 植被监测

植被监测主要是选取有代表性的地块作为标准地，标准地的面积为投影面积，要求乔木林 20m×20m、灌木林 5m×5m、草地 2m×2m。分别取标准地进行观测并计算林地郁闭度、草地盖度和类型区林草覆盖度。植被监测主要是在运行初期开展监测工作，针对整个工程的全部区域进行监测。

### (三) 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：

## A、土壤类型及地面组成物质识别

土壤类型及地面组成物质识别鉴定标准见表 3-1 和表 3-2。

表 3-1 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 ( $0.02\sim 0.002\text{mm}$ )	砂粒 ( $2\sim 0.02\text{mm}$ )
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 3-2 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	还能见到砂砾	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	几乎见不到砂砾	感觉不到砂砾存在	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	看不到砂砾	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

水土流失防治动态监测主要是针对施工期和运行初期开展监测工作，监测内容主要包括项目区水土流失状况监测、水土保持措施防治效果动态监测和水土流失危害监测。

#### A、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。

#### B、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护坡、挡墙、截排水沟等工程，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。

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。

## 3.2.2 定位监测

定位监测方法主要用于施工期和运行初期（自然恢复期）。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：

### A、实测法

通过本项目布置的监测设施（简易坡面量测法、简易水土流失观测场、测针法等）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。

### B、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。

### C、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。

根据工程扰动特点，结合本项目的实际情况本报告采取简易水土流失观测场、沉砂池法、测针法等进行土壤侵蚀模数的测定。

### 3.2.3 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巡查。

#### (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。

### 3.2.4 航拍监测

利用飞行器搭载一个摄像设备，架设一个图传系统，地面有一人使用遥控即可进行航拍操控。

### 3.2.5 监测指标测试方法

结合项目特点，本项目监测中选用简易水土流失预测场、植被样方法等方法进行监测。

#### 3.2.4.1 简易水土流失观测场

根据开发建设项目实际情况，布设标准样地的主要规格为 5m×5m，也可根据实际情况适当增减，将长 80cm 的钢钎，在选定的坡面样方小区按照 2.5m×2.5m 的间距分纵横方向共计 9 支钢钎垂直打入地下，使钢钎顶部与坡面留有约 30cm，

用卷尺量测并记录其距离，并在坡面以上的钢钎上涂上油漆，样地面积可根据坡面实际情况进行调整，简易水土流失观测场布置见图 3-1。

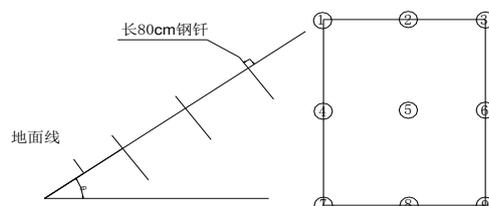


图 3-1 简易水土流失观测示意图

简易水土流失观测场的计算

计算公式为： $A=ZS/1000\cos\theta$

式中： $A$ ——土壤侵蚀数量（ $m^3$ ）；

$Z$ ——侵蚀厚度（ $mm$ ）；

$S$ ——水平投影面积（ $m^2$ ）；

$\theta$ ——斜坡坡度。

#### 3.2.4.2 植被样方法

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，造林成活率在随机设置  $5m \times 5m$  三个重复样方内，于秋季查看春秋造林苗木成活的株数占造林苗木总株数的百分数，保存率是指造林一定时间以后，检查保存完好的林木株数占总造林株数的百分数，单位为%。

人工种草的成活率是指在随机设置  $2m \times 2m$  的多个样地内，于苗期查验，当出苗  $30$  株/ $m^2$  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： $C_{iF}$  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。

## 3.3 监测时段

根据《水土保持监测技术规程》（SL277—2002）等有关规定，项目监测时段包括施工期和运行期。重点对施工期的水土流失情况、水土保持措施实施数量、质量及其防治效流失果监测进行监测，监测时段为2014年12月~2016年6月，共19个月。

## 3.4 监测点布设

本工程为点状工程，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，因此设置监测点考虑项目的现状，再结合本工程运行期的特点设置水土流失监测点。本工程共设置监测点19个（调查监测点13个，定位观测点1个，巡查点5个）其中电池方阵区9个监测点，道路工程区7个监测点，施工临时场地区1个监测点，升压站1个监测点，直接影响区1个监测点。详见下表3-3。

表 3-3 监测点布设

序号	监测项目	监测区域	数量	监测点具体布置位置	监测方法	监测内容
1	水土保持工程措施的运行情况	电池方阵区	4	方阵内浆砌石挡墙	调查	挡墙断面尺寸及运行效果
		道路工程区	3	路边排水沟	调查	排水沟长度断面尺寸及运行效果
		道路工程区	2	水窖	调查	水窖断面尺寸及运行效果
2	边坡稳定巡查点	电池方阵区	2	光伏板安装过程中形成的边坡	巡查	边坡稳定及工程措施防治效果
		道路工程区	1	开挖道路形成的边坡	巡查	开挖形成的边坡稳定及工程措施防治效果
	项目建设对周边影响	直接影响区	1	建设场地周边影响区	巡查	项目建设对周围影响情况
3	水土流失情况	电池方阵区	1	逆变器开挖形成的边坡	定位	采用土壤侵蚀量测法进行土壤流失量监测
		电池方阵区	1	逆变器植被恢复区域	调查	绿化区植物生长情况、水土流失情况及周边情况监测
4	植物成活率、保存率	道路工程区	1	进站道路绿化区域	调查	绿化区边坡植物恢复情况、水土流失情况及周边情况监测
		施工临时场地区	1	施工临时场地区	调查	植被恢复情况
		升压站	1	绿化区域	调查	场地绿化情况

## 4 不同侵蚀单元侵蚀模数的分析确定

### 4.1 侵蚀单元划分

#### 4.1.1 划分原则

参照水土保持监测分区的划分原则，确定侵蚀单元划分按照以下原则进行：

- (1) 施工扰动特点、建设时序、地貌特征、自然属性、水土流失影响等有显著差异；
- (2) 相同分区内造成水土流失的主导因子相近或相似；
- (3) 各级分区应层次分明，具有关联性和系统性。

#### 4.1.2 原地貌侵蚀单元划分

原地貌的侵蚀单元划分主要是根据项目设计资料土地利用类型、植被覆盖划分，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：坡耕地、林地、草地、园地和交通运输用地等。

#### 4.1.3 防治措施分类

项目采取的水土保持防治措施分为工程措施、临时措施和植物措施三类。

##### (1) 工程措施

建设单位主要在电池方阵区和场内道路实施了拦挡、排水措施，电池方阵内实施明沟、暗沟等排水措施。

##### (2) 植物措施

建设单位对道路工程区、35kV 集电线路、施工临时场地和升压站实施绿化措施，绿化措施不仅能有效防止水土流失，还具有美化环境和隔离作用。绿化措施主要为景观绿化、植草覆盖、植树等。

##### (3) 临时措施

工程在施工过程中实施了临时排水沟、临时覆盖和移动式水箱等水土保持措施。

## 4.2 各地表扰动类型侵蚀模数

### 4.2.1 原地貌的侵蚀模数

根据水保方案及相关资料分析，项目区占用地主要为坡耕地、林地、草地、园地和交通运输用地等。

本工程所在区域水土流失为水力侵蚀。本工程的各个项目分区的自然条件、侵蚀类型和工程施工情况基本一致。根据项目《水土方案》，林地：坡度在  $5-12^{\circ}$  之间，林草覆盖度大于 80%，为微度侵蚀，土壤侵蚀模数取  $450\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，草地：坡度在  $5-12^{\circ}$ ，植被覆盖率为 60~75%，水土流失为轻度侵蚀，土壤侵蚀模数取  $550\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，坡耕地：开挖扰动的坡耕地地表坡度在小于  $21^{\circ}$ ，根据设计图纸量测项目区多数地表坡度介于  $5\sim 15^{\circ}$  之间，整体综合判定为中度侵蚀，土壤侵蚀模数取  $2800\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，交通运输用地：主要为项目区现有土质道路，经碾压土质结构紧密，降雨情况下易发生水土流失，因此判定为轻度侵蚀，土壤侵蚀模数取  $1500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，园地：坡度在  $2\sim 10^{\circ}$  之间，栽植较密，判定为轻度侵蚀，土壤侵蚀模数取  $700\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，

在本项目监测过程中，同意水土保持方案报告中对原生土壤侵蚀强度的分析，如按面积加权平均计算，本工程防治责任范围内目前的原生土壤侵蚀强度约为  $821.17\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ ，属轻度水土流失区。

### 4.2.2 施工期内各扰动地表的侵蚀模数

项目建设中，电池方阵区和道路工程区占地面积和扰动相对较大，本次监测只对建设过程中只对电池方阵区和道路工程区进行土壤侵蚀模数的定位监测。

#### 4.2.2.1 电池方阵区土壤侵蚀模数

电池方阵区建设过程中主要进行支架基础、箱式变、逆变箱的安装，同时进行 35kV 集电线路、35kV 箱式变的建设，扰动地表较轻微，监测组采用简易坡面量测的方式进行数据采集，得出侵蚀数据表明 11#监测点土壤侵蚀模数为 1400t/(km<sup>2</sup>·a)，12#监测点土壤侵蚀模数为 1922.11t/(km<sup>2</sup>·a)。项目区平均侵蚀模数为 1661.66t/(km<sup>2</sup>·a)，项目区侵蚀沟量测场数据见表 4-1，整个区域属于轻度流失经监测确定本区为轻度流失。

表 4-1 简易坡面量测场观测数据

监测点	监测设施	测量单位 面积 (m <sup>2</sup> )	地面组成 物质	土壤侵蚀 体积 (m <sup>3</sup> )	土壤容重 (t/m <sup>3</sup> )	流失时 间 (a)	侵蚀模数 (t/km <sup>2</sup> ·a)	平均侵蚀模 数 (t/km <sup>2</sup> ·a)
11	侵蚀沟量测	4	土质	0.0056	1.5	1.5	1400	1661.06
12	侵蚀沟量测	9	土质	0.0172	1.5	1.5	1922.11	

#### 4.2.2.2 道路工程区土壤侵蚀模数

监测工作开展期间，由于现场未设置沉砂池，同时由于项目区属喀斯特地貌区，降雨量较小，同时降雨落地后很快下渗至地下，不容易形成径流，故道路工程区的土壤侵蚀模数采用经验推算法推算确定，经推算道路工程区土壤侵蚀模数为 7525 (t/km<sup>2</sup>·a)。

#### 4.2.2.4 项目各区土壤侵蚀模数

项目区内的未扰动区、施工临时场地区、升压站、等占地面积和扰动范围相对较小，在项目监测过程中采用经验推算法进行土壤侵蚀模数的测定。经推算判定未扰动区 500 (t/km<sup>2</sup>·a)、施工临时场地区土壤侵蚀模数为 7500 (t/km<sup>2</sup>·a)、升压站 3000 (t/km<sup>2</sup>·a)。

表 4-3 建设期项目各区域地表扰动土壤侵蚀模数及流失量表

监测分区	监测面积 (hm <sup>2</sup> )	扰动面积 (hm <sup>2</sup> )	土壤侵蚀模数 (t/km <sup>2</sup> ·a)
电池方阵施工扰动区	30.02	30.02	1661.01
未扰动区	497.70	-	500.00
道路工程区	36.83	36.83	7525
升压站	1.04	1.04	3000
施工临时场地区	3.09	3.09	7500
合计	<b>568.68</b>	<b>70.98</b>	<b>1058.86</b>

### 4.2.3 运行期内各扰动地表的侵蚀模数

根据监测项目现场调查和主体资料分析，本工程土建工程于 2016 年 5 月完工，项目已进入试运行期，截止目前，建设单位根据主体设计和《水保方案》设计，相应的水土保持工程措施已建设完工，且运行良好，有效的控制了项目建设造成的水土流失，降低了项目各区域的土壤侵蚀模数，项目区内基本达到一级标准的防治范围，各项防治措施实施后项目平均土壤侵蚀模数为 487.35 (t/km<sup>2</sup>·a)，各防治分区主要表现为：

#### (1) 电池方阵扰动区

露天采场区已基本完成电池板的铺设和拦挡、排水工程的建设，监测组采用简易坡面量测的方式进行数据采集，得出侵蚀数据表明 11#监测点土壤侵蚀模数为 450t/(km<sup>2</sup>·a)，12#监测点土壤侵蚀模数为 465t/(km<sup>2</sup>·a)。项目区平均侵蚀模数为 461.54t/(km<sup>2</sup>·a)，项目区侵蚀沟量测场数据见表 4-4，经监测确定本区为微度流失。

表 4-4 简易坡面量测场观测数据

监测点	监测设施	测量单位 面积 (m <sup>2</sup> )	地面组成 物质	土壤侵蚀 体积 (m <sup>3</sup> )	土壤容重 (t/m <sup>3</sup> )	流失时 间 (a)	侵蚀模数 (t/km <sup>2</sup> ·a)	平均侵蚀模 数 (t/km <sup>2</sup> ·a)
11	侵蚀沟量测	4	土质	0.0008	1.5	0.67	450	461.54
12	侵蚀沟量测	9	土质	0.0018	1.5	0.67	465	

#### (2) 电池方阵未扰动区

根据现场监测和调查结果，未扰动区域主要为原始的坡耕地、草地和林地，

此区域下垫面基本被农作物和植物覆盖，判定此区域土壤侵蚀为轻度，土壤侵蚀模数为  $500\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。

### (3) 道路工程区

场内道路及进站道路均为泥结碎石路面，局部路段在开挖边坡进行了浆砌石拦挡，路边布设了排水沟，防火带为碎石铺垫路面，项目区平均侵蚀模数为  $475.13\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ ，经监测确定本区为微度流失。

### (4) 施工临时场地区

根据现场监测和调查结果，此项目实际施工中启用了四个临时施工场地，施工临时场地布设于场地中部，1#施工临时场地位于 A5 方阵区北侧空地、2#施工场地位于升压站北侧、3#施工场地布置于 A2#方阵区中间空地、4#施工临时场地位于 B2 方阵区东部空地。施工中所需的临时设施用地主要包括：设备临时存放场、建筑材料临时堆放场、临时生活及现场办公建筑和其它施工中所需临时用地等。目前，场地内现已采取整地和撒播草籽恢复，该区域水土流失为轻微，判定此区域土壤侵蚀模数为  $400\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。

### (5) 升压站区

已建升压站位于项目的北侧，变压器、断路器、隔离开关、接地刀闸、电压互感器及综合管理区组成，升压站内基本被硬化和绿化覆盖，区域不存在水土流失，水土流失现状为微度，判定此区域土壤侵蚀模数为  $400\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。

本项目运行期地表扰动侵蚀模数预测见下表 4-8。

表 4-6 运行期项目各区域地表扰动土壤侵蚀模数 ( $\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ )

序号	项目名称		监测面积 ( $\text{hm}^2$ )	扰动面积 ( $\text{hm}^2$ )	平均土壤侵蚀模数	备注
1	电池方阵区	施工扰动区	30.02	30.02	461.54	
		未扰动区	497.70	-	500.00	
2	升压站区		1.04	1.04	475.13	
3	道路工程区		36.83	36.83	400	
4	施工临时场地区		3.09	3.09	400	
合计			568.68	70.98	490.90	

## 5 水土流失监测结果与分析

### 5.1 防治责任范围动态监测

#### 5.1.1 水土保持方案确定的防治责任范围

根据项目水土保持方案报告书及批复，批复确定项目水土流失防治责任范围总面积为 527.11hm<sup>2</sup>，其中项目建设区 573.83hm<sup>2</sup>，直接影响区 53.28hm<sup>2</sup>。

项目建设区为开发建设单位的征地范围、租地范围和土地使用管辖范围，根据本项目建设的特点，本项目建设区电池方阵区、升压站、道路工程区和施工临时场地区组成。

直接影响区为项目建设区以外由于开发建设活动而造成的水土流失及其直接危害的范围；本项目直接影响区范围为用地红线外 5m 范围内。本项目直接影响区为电池方阵区、道路工程区、升压站和施工临时场地区在建设过程中的影响范围。水土流失防治责任范围表详见表 5-1。

表 5-1 水保方案确定的防治责任范围统计表 单位：hm<sup>2</sup>

序号	项目名称			面积
一	项目建设区			573.83
1	电池方阵区	施工扰动区	支架基础	10.5
			逆变器室	1.16
			35kV 箱式变	0.29
			35kV 集电线路	5.78
			支架基础较陡处挖填区	0.89
		未扰动区	532.76	
2	升压站区			1.56
3	道路工程区	进场道路区	2.75	
		场内道路区	15.88	
4	施工临时场地区	1#施工临时场地	1.12	
		2#施工临时场地	1.14	
二	直接影响区			53.28
1	场地周边影响区			51.07
2	进场道路影响区			2.0
3	1#施工临时场地影响区			0.21
合计				627.11

### 5.1.2 实际监测防治责任范围监测结果及分析

根据工程建设扰动实际情况，实际调查经统计，本项目监测实际发生的水土流失防治责任范围与方案批复确定的有些变化，防治责任范围面积较水保方案规划减少 28.06hm<sup>2</sup>，其中项目建设区减少 5.15 hm<sup>2</sup>，直接影响区减少 22.91hm<sup>2</sup>，减少的原因是本项目编制水土保持方案时项目处于可研阶段，在主体工程后续规划设计过程中，为了避让现有林地，减少对水土保持设施的损坏，对部分区域太阳能光伏阵列布置进行了调整，导致项目区用地较批复的水土保持方案有所减少。本项目防治责任范围总面积为 599.05hm<sup>2</sup>，其中项目建设区面积为 568.68hm<sup>2</sup>，直接影响区 30.37hm<sup>2</sup>。具体情况详见表 5-2。

表 5-2 实际监测范围与方案规划情况对比表 单位：hm<sup>2</sup>

序号	项目	水保方案批复 (hm <sup>2</sup> )	监测结果 (hm <sup>2</sup> )	变化情况增加 (+) 减少 (-)
一	项目建设区	<b>573.83</b>	<b>568.68</b>	<b>-5.15</b>
1	电池方阵区	551.38	527.72	-23.66
2	升压站区	1.56	1.04	-0.52
3	道路工程区	18.63	36.83	+18.20
4	施工临时场地区	2.26	3.09	+0.83
二	直接影响区	<b>53.28</b>	<b>30.37</b>	<b>-22.91</b>
三	总计	<b>627.11</b>	<b>599.05</b>	<b>-28.06</b>

## 5.2 弃土弃渣监测结果

### 5.2.1 方案设计弃土弃渣情况

本工程在建设过程中共产生土石方 43.04 万 m<sup>3</sup>，其中基础开挖 29.43 万 m<sup>3</sup>，表土剥离 7.16 万 m<sup>3</sup>；回填利用 29.43 万 m<sup>3</sup>，调入 6.45 万 m<sup>3</sup>，调出 6.45 万 m<sup>3</sup>，无弃渣产生，产生的剥离表土 7.16 万 m<sup>3</sup>（临时堆存于各分区空置场地），待施工结束后，用作项目区绿化覆土；土石方平衡详见表 5-3。

表 5-3 方案设计土石方平衡及流向表 (万 m<sup>3</sup>)

项目名称		产生土石方量				土石方流向					备注	
		表土剥离	挖方	调入		回填利用	内部调出		废弃			
				数量	来源		数量	去向	临时堆存表土	土石方		
电池方阵区	施工扰动区	2.5	18.61	0	/	15.14	3.47	进场道路	2.5		产生的表土分别于各分区进行临时堆存,待施工结束后进行绿化覆土。	
升压站区		0.35	0.37	2.98	场内道路	3.35			0.35			
道路工程区	进场道路区	0.28	0.35	3.47	电池方阵区	3.82			0.28			
	场内道路区	3.36	9.17			6.19	2.98	升压站	3.36			
施工临时场地	1#施工临时场地	0.32	0.43			0.43			0.32			
	2#施工临时场地	0.35	0.5			0.5			0.35			
小计		7.16	29.43	6.45	0	29.43	6.45	0	7.16			
合计		43.04				43.04						

注：(1) 表中所列均以自然方；

(2) 土石方平衡校核：开挖+调入+外借=回填+调出+废弃；

(3) 开挖+调入+外借=回填+调出+废弃。

## 5.2.2 实际弃土弃渣量监测结果

通过现场调查监测及查阅工程建设相关资料,本工程在建设过程中共产生土石方 29.90 万 m<sup>3</sup>,其中基础开挖 21.53 万 m<sup>3</sup>,表土剥离 5.37 万 m<sup>3</sup>;回填利用 21.93 万 m<sup>3</sup>,调入 2.65 万 m<sup>3</sup>,调出 2.65 万 m<sup>3</sup>,无弃渣产生,产生的剥离表土 5.37 万 m<sup>3</sup>,由于项目区较大,集中堆放不方便利用,项目区剥离的表土,临时堆放于道路两侧。

表 5-4 实际土石方平衡及流向表 (万 m<sup>3</sup>)

项目名称		产生土石方量				土石方流向				
		表土剥离	挖方	调入		回填利用	内部调出		废弃	
				数量	来源		数量	去向	临时堆存表土	土石方
电池方阵区	施工扰动区	1.59	15.66			15.66			1.59	
升压站区		0.29	0.30	2.65	道路工程区	2.95			0.29	
道路工程区	进场道路区	0.02	0.04			0.04			0.02	
	场内道路区	1.05	1.62			0.95	0.67	升压站	1.05	
	防火通道	1.72	2.79			0.81	1.98	升压站	1.72	
施工临时场地	1#施工临时场地	0.28	0.48			0.48			0.28	

项目名称	产生土石方量				土石方流向				
	表土剥离	挖方	调入		回填利用	利用方			
			数量	来源		数量	去向	临时堆存表土	土石方
2#施工临时场地	0.22	0.32			0.32			0.22	
3 施工临时场地	0.07	0.1			0.1			0.07	
4 施工临时场地	0.13	0.22			0.22			0.13	
小计	5.37	21.53	2.65		21.53	2.65		5.37	
合计		29.55			29.55				

注：（1）表中所列均以自然方；

（2）土石方平衡校核：开挖+调入+外借=回填+调出+废弃；

（3）开挖+调入+外借=回填+调出+废弃=21.53+2.65+5.37=29.55 万 m<sup>3</sup>。

通过实际产生的土石方与方案设计的土石方对比，实际产生的土石方较方案设计减少了 3.14 万 m<sup>3</sup>，这是由于在实际建设过程中，项目建设区范围减少，同时，在建设电池方阵区时，电池方阵的开挖扰动区域较小，仅为桩基础的开挖，开挖面小，土方开挖量小，同时，项目区的道路在建设过程中，保持道路原地形，故开挖扰动量较小，由于项目现场地处喀斯特地貌，现场开挖后石方较多，开挖出的土方运至升压站回填，开挖产生的石方用于现场挡墙建设及打碎后用于铺路。

通过现场监测发现，在进行土方开挖后，现场开挖出的石方零星堆放于项目区，经提出整改意见后（整改意见附后），项目区将开挖出的石方进行了有效利用，既解决了石方去向，同时使项目区的水土保持防护等级提高。

### 5.3 地表扰动面积监测结果

一般开发建设项目地表扰动面积监测包括两方面的内容：即扰动类型判断和面积监测，其中扰动类型判断是关键，扰动类型的划分和判定是由其侵蚀强度确定的，监测过程中必须根据实际流失状态进行归类 and 进行面积监测。

通过现场踏勘和迹地调查，该项目工程实际占地 568.68hm<sup>2</sup>，项目区扰动面积为 70.98hm<sup>2</sup>，未扰动面积有 497.70hm<sup>2</sup>，本工程现状扰动面积统计表详见表 5-5。

表 5-5 工程建设现状扰动面积统计表 单位: hm<sup>2</sup>

序号	项目名称		占地面积	已扰动	未扰动	备注
1	电池方阵区	施工扰动区	30.02	30.02		
		未扰动区	497.70		497.70	
2	升压站区		1.04	1.04		
3	道路工程区	进站道路区	0.08	0.08		
		场内道路区	15.71	15.71		
		防火通道	21.04	21.04		实际建设过程中新增
3	施工临时场区	1#施工临时场	1.10	1.10		
		2#施工临时场	1.09	1.09		
		3#施工临时场	0.09	0.09		实际建设过程中新增
		4#施工临时场	0.81	0.81		实际建设过程中新增
合计			568.68	70.98	497.70	

## 5.4 土壤侵蚀量监测结果

建水县南庄并网光伏电站为建设生产类项目,根据项目实际建设情况,工程项目建设造成的水土流失主要集中在项目建设期。建设期由于要进行场地平整、配套建筑物的建设,需进行大面积的开挖、回填等施工活动,因此,土壤侵蚀较大,但在相应同步的防治措施治理下,产生的水土流失也得到有效控制。参照《土壤侵蚀分类分级标准》(SL-2007),结合现场水土保持措施实施情况分析,根据 4.2.2 土壤侵蚀模数,工程施工期按 1.58 年计算,工程在施工期内产生的水土流失量为 5582.23t,重点区域在电池方阵区和道路工程区。进入运行期后,通过各项工程措施和植物措施实施后,各分区处于微度流失,不计水土流失产生。项目区在施工期和运行期各区土壤侵蚀强度及侵蚀量如下:

表 5-6 项目区施工期水土保持措施防治条件下土壤侵蚀量计算表

监测分区		监测面积 (hm <sup>2</sup> )	流失面积 (hm <sup>2</sup> )	土壤侵蚀模数 (t/km <sup>2</sup> ·a)	时段 (a)	土壤流失量 (t)
电池方阵区	施工扰动区	30.02	30.02	1661.06	1.58	787.87
	未扰动区	497.70	无	500	1.58	/

监测分区	监测面积 (hm <sup>2</sup> )	流失面积(hm <sup>2</sup> )	土壤侵蚀模数 (t/km <sup>2</sup> ·a)	时段 (a)	土壤流失量(t)
升压站区	1.04	1.04	3000	1.58	49.30
道路工程区	36.83	36.83	7525	1.58	4378.90
施工临时场地	3.09	3.09	7500	1.58	366.17
合计	<b>568.68</b>	<b>70.98</b>	/	/	<b>5582.23</b>

注:微度侵蚀不计土壤流失量的计算

## 6 水土流失防治效果监测

### 6.1 水土流失防治措施

在项目建设过程中，对各防治分区采用工程措施、植物措施和临时防护措施进行综合防治，使施工中开挖面产生的水土流失在“面”上集中拦蓄；施工中形成的新生面（如场地边坡等）采用修筑挡土墙等措施来保护区域和坡脚稳定，使水土流失有效控制，减少地表径流冲刷，使土、石“难出场地、不下沟”；通过工程措施、植物措施、临时防治措施的有机结合、相互作用，形成立体的综合防治体系，达到保护地表、防止水土流失、改善生态环境的目的。具体防治体系设计情况见下表 6-1。

表 6-1 水土流失防治措施总体布局体系表

序号	防治分区	防治措施	措施类型	措施量
1	电池方阵区	浆砌石挡墙	工程措施	1365m
		表土剥离	工程措施	15880m <sup>3</sup>
		条播撒草	植物措施	37840m <sup>3</sup>
		土地复垦	植物措施	12.6hm <sup>2</sup>
		塑料薄膜	临时措施	4500m <sup>2</sup>
2	升压站区	浆砌石挡墙	工程措施	396m
		截洪沟	工程措施	410m
		砖砌盖板排水沟	工程措施	280m
		碎石铺砌	工程措施	4310m <sup>2</sup>
		表土剥离	工程措施	2890m <sup>3</sup>
		绿化	植物措施	15m <sup>2</sup>
3	道路工程区	浆砌石排水沟	工程措施	20849m
		混凝土排水沟	工程措施	14096m
		碎石铺砌	工程措施	21042m <sup>3</sup>
		排水涵管	工程措施	11740m
		浆砌石挡墙	工程措施	4390m
		水窖	工程措施	5 个
		表土剥离	工程措施	27930m <sup>3</sup>
		覆土	工程措施	8860m <sup>3</sup>
		穴状整地	工程措施	25000 个

序号	防治分区	防治措施	措施类型	措施量
		水平犁沟整地	工程措施	0.93hm <sup>2</sup>
		移动式水箱	植物措施	100 个
		临时排水沟	植物措施	37650m
		种植油茶	植物措施	25000 株
		条播草籽	植物措施	0.93hm <sup>2</sup>
4	施工临时场地区	表土剥离	工程措施	7040m <sup>3</sup>
		覆土	工程措施	7040m <sup>3</sup>
		水平犁沟整地	工程措施	3.09hm <sup>2</sup>
		彩条布覆盖	临时措施	3000m <sup>2</sup>

### 6.1.1 工程措施及实施进度

#### 一、原方案设计工程措施及工程量

根据水保方案及其批复,本工程除主体工程设计已实施的具有水土保持功能的措施外,水土保持方案主要针对施工期间存在的水土流失情况,新增布设了工程措施,原方案设计水土保工程持措施具体工程量如下:

##### (1) 主体工程设计工程措施

①电池方阵区:浆砌石挡墙 975m。

②升压站区:浆砌石挡墙 335m,截洪沟 298m,浆砌石排水沟 1225m,碎石铺砌面积 4955m<sup>2</sup>。

③道路工程区:浆砌石排水沟 29260m,浆砌石挡墙 12185m。

##### (2) 水保方案新增水保工程措施工程量

①电池方阵区:表土剥离 25000m<sup>3</sup>,碎石埂 27500m,跌水 215m,覆土 25000m<sup>3</sup>;②升压站区:表土剥离 3500m<sup>3</sup>,消力池 2 个,跌水坎 16m。③道路工程区:表土剥离 36400m<sup>3</sup>,截洪沟 375m,跌水坎 377m,生态沟 25545m,沉砂池 10 个,水窖 10 个,穴状整地 2000 个,块状整地 583 个。④施工临时场地区:表土剥离 6700m<sup>3</sup>,覆土 6700m<sup>3</sup>,水平犁沟整地 1.29hm<sup>2</sup>,穴状整地 3225 个,复耕 0.97hm<sup>2</sup>。

#### 二、实际实施工程措施工程量

通过对本项目实施水土保持监测及现场测量统计,本工程完成的水土保持工程措施工程量如下:

经统计,实施的工程措施为①电池方阵区:浆砌石挡墙 1365m,表土剥离 15880m<sup>3</sup>,覆土 37840m<sup>3</sup>。②升压站区:浆砌石挡墙 396m,截洪沟 410m,砖砌排水沟 280m,碎石铺砌面积 4310m<sup>2</sup>,表土剥离 2890m<sup>3</sup>。③道路工程区:浆砌石排水沟 20849m,混凝土排水沟 14096m,排水涵管 11740m,浆砌石挡墙 4390m,沉砂池及水窖 5 个,表土剥离 27930m<sup>3</sup>,覆土 8860m<sup>3</sup>,穴状整地 25000 个,水平犁沟整地 0.93hm<sup>2</sup>,防火带碎石铺砌 21042m<sup>3</sup>。⑤施工临时场地区:表土剥离 7040m<sup>3</sup>,覆土 7040m<sup>3</sup>,水平犁沟整地 3.09hm<sup>2</sup>。

设计工程措施与实际实施对比详见表 6-2。

表 6-2 水土保持工程措施实际实施与设计情况对比统计表

防治分区	防治措施	分项工程	单位	水保方案设计		工程实际建设		变化情况(+、-)		
				主体	新增	主体	新增	主体	新增	
电池方阵区	浆砌石挡墙	长度	m	975		1365		+390		
		浆砌石量	m <sup>3</sup>	526.5		1228.5		+702		
	表土剥离	措施量	m <sup>3</sup>		25000		15880		-9120	
	覆土	措施量	m <sup>3</sup>		25000		37840		+12840	
	水平犁沟整地	措施量	hm <sup>2</sup>				6.19		+6.19	
	碎石埂	措施量	m		27500					-27500
		干砌碎石	m <sup>3</sup>		3712.5					-3712.5
	跌水坎	措施量	m		215					-215
		浆砌石量	m <sup>3</sup>		167.7					-167.7
	升压站	浆砌石挡墙	长度	m	335		396		+61	
浆砌石量			m <sup>3</sup>	743.7		1157		+413.3		
截洪沟		措施量	m	298		410		+112		
		浆砌石量	m <sup>3</sup>	232.44		369		+136.56		
砖砌盖板排水沟		措施量	m	1225		280		-945		
		砌体	m <sup>3</sup>	771.75		201.6		-570.15		
碎石铺砌		措施量	m <sup>2</sup>	4955		4310		-645		
		碎石	m <sup>3</sup>	991		431		-560		
表土剥离		措施量	m <sup>3</sup>		3500		2890		-610	

防治分区	防治措施	分项工程	单位	水保方案设计		工程实际建设		变化情况 (+、-)	
				主体	新增	主体	新增	主体	新增
防治分区	覆土	措施量	m <sup>3</sup>		3500				-3500
		消力池	措施量	个		2			-2
	消力池	浆砌石量	m <sup>3</sup>		14.8				-14.8
		跌水坎	措施量	m		16			-16
	跌水坎	浆砌石量	m <sup>3</sup>		12.48				-12.48
		浆砌石排水沟	长度	m	29260		20849		-8411
浆砌石量	m <sup>3</sup>		16385.6		13135		-3250.6		
浆砌石挡墙	长度	m	12185		4390		-7795		
	浆砌石量	m <sup>3</sup>	16449.75		6027		-10422.75		
表土剥离	措施量	m <sup>3</sup>		36400		27930		-8470	
	覆土	措施量	m <sup>3</sup>		36400		8860		-27540
混凝土排水沟	长度	m		25545		14096		-11449	
	砌体	m <sup>3</sup>				8880		+8880	
水窖	措施量	座		10		5		-5	
	砂浆抹面	m <sup>2</sup>		261.1		820		+558.9	
	C20 砼	m <sup>3</sup>		69.2		118		+48.8	
	混凝土垫层	m <sup>3</sup>		14.4		96		+81.6	
穴状整地	措施量	个		2000		25000		+23000	
水平犁沟整地	措施量	hm <sup>2</sup>				4.71		+4.71	
沉砂池	措施量	座		10				-10	
	砌筑粘土砖	m <sup>3</sup>		9.1				-9.1	
	砂浆抹面	m <sup>2</sup>		50				-50	
排水涵管	措施量	m				11740		+11740	
碎石铺砌	措施量	m <sup>2</sup>				210420		+210420	
	碎石	m <sup>3</sup>				21042		+21042	
跌水坎	措施量	m		377				-377	
	浆砌石量	m <sup>3</sup>		882.18				-882.18	
截洪沟	措施量	m		375				-375	
	浆砌石量	m <sup>3</sup>		393.75				-393.75	
施工临时场地区	表土剥离	措施量	m <sup>3</sup>		6700		7040		+340
	覆土	措施量	m <sup>3</sup>		6700		7040		+340
	水平犁沟整地	措施量	hm <sup>2</sup>		1.29		3.09		+1.80
	穴状整地	措施量	个		3225				-3225

防治分区	防治措施	分项工程	单位	水保方案设计		工程实际建设		变化情况 (+、-)	
				主体	新增	主体	新增	主体	新增
	复耕	措施量	hm <sup>2</sup>		0.97				-0.97

### 三、方案设计与实际实施工程量对比分析

通过工程实际实施工程量与方案设计工程量进行对比分析，（1）电池方阵区规划的措施均按照《水保方案》进行了实施，且工程量取消了碎石埂和跌水，其余设计均已按照或超过要求实施；（2）升压站区根据实际地形条件和主体工程设计，取消了跌水坎和消力池，将浆砌石排水沟优化为砖砌盖板排水沟，减少了碎石铺砌厚度，其余措施均已按照或超过要求实施；（3）道路工程区根据道路地形，取消了跌坎、截洪沟和生态沟，改为建设混凝土排水沟，其余规划措施均已按照或超过要求实施，并且新增了排水涵管和碎石铺砌等措施；（4）施工临时场地区按照《水保方案》设计要求进行措施的实施。

综上所述，本项目的水土保持工程措施实施基本到位，对因工程施工开挖（填方）形成的边坡采取了拦挡、截排水等水土保持工程措施，对于稳固开挖（填方）边坡、控制坡面水土流失起到了关键作用，有效的保障了主体工程的安全运行。

### 四、工程措施实施进度

本项目于 2016 年 6 月完成土建施工，建设单位依据主体设计和水土保持方案，遵循同步进行的原则，结合现场实际情况，同步实施了相应的水土保持工程措施。各分区工程措施实施时段如下：

表 6-3 工程措施施工时段统计表

防治分区	工程措施	施工时段
电池方阵区	浆砌石挡墙	2015 年 9 月~2015 年 11 月
	表土剥离	2015 年 4 月~2015 年 6 月
升压站区	浆砌石挡墙	2014 年 12 月~2015 年 1 月
	截洪沟	2015 年 1 月~2015 年 2 月
	砖砌盖板排水沟	2015 年 4 月~2015 年 6 月
	碎石铺砌	2015 年 6 月
	表土剥离	2015 年 1 月
道路工程区	浆砌石排水沟	2015 年 10 月~2016 年 5 月
	浆砌石挡墙	2016 年 2 月~2016 年 3 月
	混凝土排水沟	2015 年 10 月~2016 年 5 月

防治分区	工程措施	施工时段
	排水涵管	2015年3月~2015年4月
	水窖	2016年3月~2016年4月
	表土剥离	2015年1月~2015年6月
	碎石铺砌	2016年1月~2016年4月
施工临时场地区	表土剥离	2015年4月~2015年7月

### 6.1.2 植物措施及实施进度

#### 一、水保方案设计植物措施及工程量

根据水保方案及其批复，本项目主体设计的植物措施主要针对升压站区，采取了绿化设计，绿化面积 800m<sup>2</sup>。

水保方案新增设计植物措施具体工程量为：①电池方阵区：条播草籽面积 6.26hm<sup>2</sup>（狗牙根 140.82kg，羊茅草 187.8kg），抚育管理 6.26hm<sup>2</sup>。②道路工程区：种植云南樟 2040 株、种植爬山虎 595 株，条播草籽面积 8.04hm<sup>2</sup>（狗牙根 361.8kg），抚育管理 8.04hm<sup>2</sup>。③施工临时场地区：种植火棘 3290 株，点播种子 1.29hm<sup>2</sup>（车桑子 103.2kg），条播草籽 1.29hm<sup>2</sup>（狗牙根 58.05kg），抚育管理 1.29hm<sup>2</sup>。

#### 二、实际实施植物措施工程量

通过对本项目实施水土保持监测及现场测量统计，实施水土保持植物措施工程量：①电池方阵区：条播草籽 6.19hm<sup>2</sup>，农光互补区土地复垦 12.6hm<sup>2</sup>。②升压站区：绿化 15m<sup>2</sup>。③道路工程区：种植油茶 25000 株，条播草籽 4.71hm<sup>2</sup>。④施工临时场地：条播草籽 3.09 hm<sup>2</sup>。方案设计植物措施与实际实施对比详见表 6-4。

表 6-4 水土保持植物措施实施与设计情况对比统计表

防治分区	防治措施	分项工程	单位	水保方案设计		工程实际建设		变化情况 (+、-)	
				主体	新增	主体	新增	主体	新增
电池方阵区	条播草籽	措施量	hm <sup>2</sup>		6.26		6.19		-0.07
		绿化面积	hm <sup>2</sup>		6.26		6.19		-0.07
	土地复垦	措施量	hm <sup>2</sup>				12.60		+12.60
		绿化面积	hm <sup>2</sup>				12.60		+12.60
升压站	绿化	措施量	hm <sup>2</sup>	800		15		-785	

防治分区	防治措施	分项工程	单位	水保方案设计		工程实际建设		变化情况 (+、-)	
				主体	新增	主体	新增	主体	新增
		绿化面积	hm <sup>2</sup>	800		15		-785	
道路工程区	条播草籽	措施量	hm <sup>2</sup>		8.04		4.71		-3.33
		绿化面积	hm <sup>2</sup>		8.04		4.71		-3.33
	油茶	措施量	株				25000		+25000
	云南樟	措施量	株		2040				-2040
	爬山虎	措施量	株		595				-595
施工临时场地区	条播草籽	措施量	hm <sup>2</sup>		1.29		3.09		+1.80
		绿化面积	hm <sup>2</sup>		1.29		3.09		+1.80
	点播种子	措施量	hm <sup>2</sup>		1.29				-1.29
		绿化面积	hm <sup>2</sup>		1.29				-1.29
	火棘	措施量	株		3290				-3290

### 三、植物措施实施进度

本项目于 2016 年 6 月完成建设，建设单位依据水土保持方案，实施了绿化措施，监测项目介入后针对地表裸露区域对建设单位提出了整改建议，经过调查分析，各分区植物措施实施时段如下：

表 6-5 植物措施施工进度统计表

防治分区	植物措施	施工时段
电池方阵区	条播草籽	2015 年 6 月~2015 年 9 月
	土地复垦	2015 年 6 月~2015 年 7 月
升压站	绿化	2015 年 6 月
道路工程区	条播草籽	2016 年 2 月~2016 年 8 月
	油茶	2016 年 4 月~2016 年 8 月
施工临时场地区	条播草籽	2016 年 4 月~2016 年 10 月

### 6.1.3 临时措施设计及实施进度

#### 一、水保方案设计临时措施及工程量

根据水保方案及其批复，方案新增的临时防护措施主要为：①电池方阵区：密目网苫盖 8795m<sup>2</sup>。②升压站区：编织袋装土挡护 75m，临时排水沟 875m，沉砂池 2 个，密目网苫盖 835m<sup>2</sup>。③道路工程区：编织袋装土挡护 930m。临时排水沟 1360m，密目网苫盖 10750m<sup>2</sup>。④施工临时场地区：编织袋装土挡护 207m。临时排水沟 1005m，沉砂池 4 个，密目网苫盖 1775m<sup>2</sup>。

## 二、实际实施临时措施工程量及变化

根据现场监测及查阅工程水土保持施工、监理、投资结算等方面的资料，经分析统计，主体工程施工期间，针对各施工区域采取了临时防护措施；①电池方阵区：塑料薄膜 4500m<sup>2</sup>；②道路工程区：移动水箱 100 个，临时排水沟 37650m 土。③施工临时场地区：临时土质沉砂池 1 口；临时土质排水沟 180m；土工布覆盖 300m<sup>2</sup>。④临时施工场地：彩条布 3000m<sup>2</sup>。

本项目在实际施工过程中减少了沉砂池的建设是由于项目区属于喀斯特地貌，降雨不能形成径流，故不需要建设沉砂池，已实施的临时措施已达到了水保方案设计的防治要求。

表 6-6 水土保持临时措施实施与设计情况对比统计表

防治分区	防治措施	分项工程	单位	水保方案设计	工程实际建设	变化情况 (+、-)
				新增	新增	新增
电池方阵区	塑料薄膜	措施量	m <sup>2</sup>	8795	4500	-4295
升压站区	编织袋装土挡护	措施量	m	75		-75
	临时排水沟	措施量	m	875		-875
	沉砂池	措施量	个	2		-2
	密目网苫盖	措施量	m <sup>2</sup>	835		-835
道路工程区	编织袋装土挡护	措施量	m	930		-930
	临时排水沟	措施量	m	1360	37650	+36290
	移动水箱	措施量	个		100	+100
	密目网苫盖	措施量	m <sup>2</sup>	10750		-10750
施工临时场地区	编织袋装土挡护	措施量	m	207		-207
	临时排水沟	措施量	m	1005		-1005
	沉砂池	措施量	个	4		-4
	彩条布	措施量	m <sup>2</sup>	1775	3000	+1225

## 三、临时措施实施进度

表 6-7 临时措施施工进度统计表

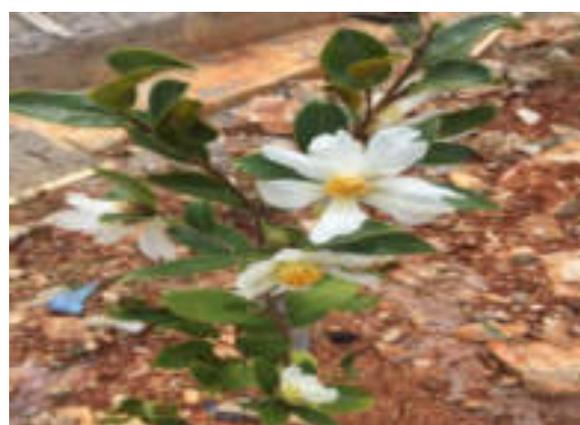
防治分区	防治措施	施工时段
电池方阵区	塑料薄膜	2015 年 5 月~2016 年 3 月
道路工程区	临时排水沟	2015 年 7 月~2015 年 8 月
	移动水箱	2016 年 3 月
施工临时场地区	彩条布	2015 年 6 月~2016 年 3 月

表 6-8 项目区水土保持措施照片

工程措施		
截排水工程		
		
浆砌石挡墙		



植物措施



绿化工程、复耕





## 6.2 水土保持投资

### 6.2.1 方案设计水土保持投资

依据云水保许[2013]401号，建水县南庄并网光伏电站水土保持方案估算总投资 1935.87 万元（其中主体工程已考虑的水保投资 1292.07 万元，方案新增水土保持投资 643.80 万元。），总投资中工程措施 1522 万元，所占比例为 78.62%；植物措施 45.84 万元，所占比例为 2.37%；临时工程 57.13 万元，所占比例为 2.95%；

独立费用 252.36 万元，所占比例为 13.04%；基本预备费 35.12 万元，所占比例为 1.81%；水土保持补偿费 23.42 万元，所占比例为 1.21%。

水土保持方案中确定的水土保持工程投资详见表 6-9、6-10。

表 6-9 主体工程设计的具有水土保持功能的措施投资统计表

防治分区	措施类别	投资（万元）
电池方阵区	工程措施	18.87
升压站区	工程措施	80.39
	植物措施	9.6
道路工程区	工程措施	1183.21
合计		1292.07

表 6-10 水土保持方案新增水土保持总投资表 单位：万元

编号	工程或费用名称	方案新增				小计
		建安工程费	植物措施费		独立费用	
			种植费	苗木费		
第一部分：工程措施		239.53				239.53
1	电池方阵区	90.91				90.91
2	升压站区	2.56				2.56
3	道路工程区	130.11				130.11
4	施工临时场地区	15.95				15.95
第二部分：植物措施			14.54	21.7		36.24
1	电池方阵区		3.68	4.15		7.83
2	升压站区					0
3	道路工程区		7.02	14.24		21.26
4	施工临时场地区		3.84	3.31		7.15
第三部分：施工临时工程		57.13				57.13
一	临时防护工程	51.62				51.62
1	电池方阵区	5.65				5.65
2	升压站区	3.39				3.39
3	道路工程区	34.42				34.42
4	施工临时场地区	8.16				8.16
二	其他临时工程	5.51				5.51
第四部分：独立费用					252.36	252.36
1	建设管理费				6.66	6.66
2	工程建设监理费				55	55
3	水土保持方案编制费				45	45
4	科研勘测设计费				16.65	16.65
5	水土保持监测费				77.06	77.06

6	水土保持技术文件咨询服务费				2	2
7	水土保持设施竣工验收技术评估报告编制费				50	50
一至四部分合计		296.66	14.54	21.70	252.36	585.26
基本预备费						35.12
水土保持补偿费						23.42
总投资						643.80

### 6.2.2 实际完成水土保持投资

通过云南冶金新能源股份有限公司和监理单位对项目水土保持措施实施建设投入资金的统计，南庄并网光伏电站实际完成的水土保持投资总计 1668.67 万元，其中主体工程建设完成水土保持措施投资 840.99 万元，完成新增的水土保持措施投资为 827.68 万元。完成投资中工程措施投资 1427.26 万元；植物措施投资 41.25 万元；临时措施费 27.43 万元；独立费用 149.31 万元；水土保持设施补偿费 23.42 万元。实际完成的水土保持措施总投资详见表 6-11、6-12。

表 6-11 实际完成主体工程设计的具有水土保持功能的措施投资统计表

序号	工程或费用名称	单位	工程量	综合单价（元）	合价（万元）
第一部分 工程措施					840.89
1	电池方阵区				43.46
1.1	浆砌石挡墙	m	1365	318.39	43.46
2	升压站区				66.47
2.1	浆砌石挡墙	m	396	1044.44	41.36
2.2	截洪沟	m	410	315.86	12.95
2.3	砖砌盖板排水沟	m	280	295.72	8.28
2.4	碎石铺砌	m <sup>3</sup>	431	90	3.88
3	道路工程区				730.96
3.1	浆砌石排水沟	m	20849	233.63	487.10
3.2	浆砌石挡墙	m	4390	555.49	243.86
第二部分 植物措施					0.10
1	升压站区				0.10
1.1	绿化	m <sup>2</sup>	15	67	0.10
合计					840.99

表 6-12 实际完成方案新增水土保持投资统计表 单位：万元

序号	工程或费用名称	单	工程量	综合单价（元）	合价（万元）
第一部分 工程措施					586.37
1	电池方阵区				75.85
1.1	表土剥离	m <sup>3</sup>	15880	4.50	7.15

序号	工程或费用名称	单	工程量	综合单价(元)	合价(万元)
1.2	覆土	m <sup>3</sup>	37840	17.65	66.79
1.3	水平犁沟整地	hm <sup>2</sup>	6.19	3078.28	1.91
2	升压站区				1.30
2.1	表土剥离	m <sup>3</sup>	2890	4.50	1.30
3	道路工程区				488.80
3.1	表土剥离	m <sup>3</sup>	27930	4.50	12.57
3.2	覆土	m <sup>3</sup>	8860	17.65	15.64
3.3	混凝土排水沟	m	14096	151.19	213.12
3.4	排水涵管	m	11740	35.00	41.09
3.5	碎石铺砌	m <sup>3</sup>	21042	90.00	189.38
3.6	水窖	个	5	22600.00	11.30
3.7	穴状整地	个	25000	1.70	4.25
3.8	水平犁沟整地	hm <sup>2</sup>	4.71	3078.28	1.45
4	施工临时场地区				
4.1	表土剥离	m <sup>3</sup>	7040	4.50	3.17
4.2	覆土	m <sup>3</sup>	7040	17.65	12.43
4.3	水平犁沟整地	hm <sup>2</sup>	3.09	3078.28	0.95
第二部分 植物措施					41.15
1	电池方阵区				13.70
1.1	条播草籽	hm <sup>2</sup>	6.19	7945.02	4.92
1.2	土地复垦	hm <sup>2</sup>	12.60	6968.25	8.78
2	道路工程区				24.99
2.1	条播草籽	hm <sup>2</sup>	4.71	7945.02	3.74
2.2	油茶	株	25000	8.50	21.25
3	施工临时场地区				2.46
	条播草籽	hm <sup>2</sup>	3.09	7945.02	2.46
第三部分 临时措施					27.43
1	电池方阵区				2.03
1.1	塑料薄膜	m <sup>2</sup>	4500	4.51	2.03
2	道路工程区				23.44
2.1	临时排水沟	m	37650	4.50	16.94
2.2	移动水箱	个	100	650	6.50
3	施工临时场地区				1.96
3.1	彩条布	m	3000	6.54	1.96
第四部分 独立费用					149.30
1	建设管理费	项	1	66582	6.66
2	工程建设监理费	项	1	330000	33.00
3	水土保持方案编制费	项	1	450000	45.00
4	科研勘测设计费	项	1	166455	16.64
5	水土保持监测费	项	1	290000	29.00
6	水土保持设施竣工验收技术评估报告编制	项	1	170000	17.00
7	水土保持技术文件技术咨询服务费	项	1	20000	2.00
基本预备费			项	1	0

序号	工程或费用名称	单	工程量	综合单价(元)	合价(万元)
	水土保持设施补偿费	项	1	234200	23.42
	合计				1668.66

## 6.2.2 水土保持投资增减情况及原因分析

南庄并网光伏电站建设项目实际完成的水土保持投资总计 1668.66 万元，相比原方案设计投资减少 267.21 万元。其中主体工程建设完成水土保持措施投资 840.89 万元，相比设计投资减少 451.08 万元；新增的水土保持措施投资为 827.67 万元，相比设计投资增加 183.87 万元。新增投资中工程措施投资 586.37 万元，相比设计投资增加 346.84 万元；植物措施投资 41.15 万元，相比设计投资增加 4.91 万元；临时措施费 8.42 万元，相比设计投资减少 48.71 万元；独立费用 149.30 万元，相比设计减少 103.06 万元；基本预备费未发生，水土保持设施补偿费 23.42 万元，未发生变化。

表 6-13 水土保持设计投资与实际完成情况对比表

序号	费用名称	方案批复投资(万元)	完成投资(万元)	增减(+、-万元)
一	主体工程投资	1292.07	840.99	-451.08
1	工程措施	1282.47	840.89	-441.58
2	植物措施	9.60	0.10	-9.50
二	方案新增	643.80	827.67	+183.87
1	工程措施费	239.53	586.37	+346.84
2	植物措施费	36.24	41.15	+4.91
3	临时措施费	57.13	27.43	-29.70
4	独立费用	252.36	149.30	-103.06
4.1	建设管理费	6.66	6.66	0
4.2	工程建设监理费	55.00	33.00	-22.00
4.3	水土保持方案编制费	45.00	45.00	0
4.4	科研勘测设计费	16.64	16.64	0
4.5	水土保持监测费	77.06	29	-48.06
4.6	水土保持设施竣工验收技术 评估报告编制费	2.00	2.00	0
4.7	水土保持技术文件技术咨询 服务费	50.00	17.00	-33.00
5	基本预备费	35.12	0	-35.12
6	水土保持设施补偿费	23.42	23.42	0
7	水土保持工程总投资	1935.87	1668.66	-267.21

导致水土保持工程投资变动的情况主要为以下几点：

(1) 主体工程计列投资完成情况的分析评价

**工程措施投资：**项目区实际施工设计中减少了排水沟、挡墙、碎石铺砌，同时因升压站实际具备绿化条件的面积较小，投资也有所减少；总体上，主体已有工程实际完成的投资较设计减少 451.08 万元。

(2) 方案新增投资完成情况的分析评价

**工程措施投资：**实际完成工程措施的投资为 586.37 万元，相比设计投资增加 183.87 万元。增加的原因是主体工程根据实际施工情况和地形条件，将《水保方案》设计的生态沟改为混凝土排水沟，同时新增了防火通道的碎石铺砌，沉砂池、水窖等措施的数量，且表土剥离数量也有所增加，因此，实际工程措施投资相比原设计明显增加；

**植物措施投资：**实际完成的植物措施投资为 41.15 万元，相比设计投资增加了 4.91 万元，主要原因为实际实施过程中，新增了农光互补区的土地复垦，最终使得植物措施实际总投资较方案有所增加。

**临时措施投资：**实际完成的临时措施投资为 27.43 万元，相比设计投资减少 29.70 万元，主要原因是实际施工过程根据实际施工情况和地形条件，使施工临时场地与道路工程区相结合，共用水土保持措施，且较方案设计少经历一个雨季，使所需临时措施明显减少。

独立费用减少是由于合理的工程建设管理有效控制了投资成本；而投资中没有基本预备费主要是施工投资中不考虑基本预备费。

### 6.3 水土流失防治效果监测

在本项目建设过程中，监测组根据监测及收集数据分别对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。

本项目在监测过程中将项目监测分区划分为项目建设区和直接影响区。项目建设区由电池方阵区、升压站区、道路工程区、施工临时场地区组成，直接影响区为项目建设区以外由于开发建设活动而造成的水土流失及其直接危害的范围。本项目防治责任范围总面积为 599.05hm<sup>2</sup>，其中项目建设区面积为 568.68hm<sup>2</sup>，直接影响区 30.37hm<sup>2</sup>。

根据水土保持方案分析，项目区侵蚀类型主要为水力侵蚀，侵蚀强度以轻度为主。根据云政发〔2007〕165号“云南省人民政府关于划分水土流失重点防治区的公告”，项目所在区域属云南省“重点预防保护区”及“重点监督区”。六项水土流失防治标准应采用建设生产类一级标准。防治目标值为：扰动土地整治率 95%，水土流失总治理度 95%，土壤流失控制比达到 0.8，拦渣率 95%，林草植被恢复率 97%，林草覆盖率大于 27%。

### 6.3.1 扰动土地整治率动态监测结果及分析

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。

项目区扰动土地总面积 70.98hm<sup>2</sup>，其中已经治理的面积为 70.82hm<sup>2</sup>，由此可得项目区目前的扰动土地整治率为 99.77%。达到防治目标与一级标准值。见表 6-14。

表 6-14 扰动土地整治率计算表 单位：hm<sup>2</sup>

项目组成	总面积 (hm <sup>2</sup> )	未扰动面 积 (hm <sup>2</sup> )	建构筑物及硬 化面积 (hm <sup>2</sup> )	水土保持措施面积 (hm <sup>2</sup> )		治理面积 (hm <sup>2</sup> )	整治率%
				工程面积	植物面积		
电池方阵区	527.72	497.70	11.13	0.10	18.76	29.99	99.90
升压站区	1.04		0.53	0.51	0.00	1.04	100
道路工程区	36.83		8.42	23.70	4.61	36.73	99.73

施工临时场地区	3.09				3.06	3.06	99.03
合计	568.68	497.70	20.08	24.31	26.43	70.82	99.77

### 6.3.2 水土流失总治理度

水土流失总治理度是水土保持措施面积和建设区水土流失面积的比值。建设区水土流失面积是指除建筑物、硬化面积后的项目建设区扰动面积，经计算，水土流失总面积 50.96hm<sup>2</sup>，治理面积达到 50.74hm<sup>2</sup>，水土流失总治理度为 99.69%。计算过程见表 6-15。

表 6-15 水土流失总治理度计算表 单位：hm<sup>2</sup>

项目组成	水土流失总面积 (hm <sup>2</sup> )	水土保持措施面积 (hm <sup>2</sup> )			治理度
		工程措施面积	植物措施面积	小计	
电池方阵区	18.89	0.10	18.76	18.86	99.84
升压站区	0.51	0.51	0.00	0.51	100
道路工程区	28.41	23.70	4.61	28.31	99.65
施工临时场地区	3.09		3.06	3.06	99.09
合计	50.90	24.31	26.43	50.74	99.69

### 6.3.3 拦渣率

拦渣率为实际拦渣量与总弃渣量的比值，根据工程组织设计和现场调查监测，全区土方开挖量 21.53 万 m<sup>3</sup>，表土剥离 5.37 万 m<sup>3</sup>，回填利用 21.53 万 m<sup>3</sup>，场内调出 2.65 万 m<sup>3</sup>、调入 2.65 万 m<sup>3</sup>，无永久弃方产生。

本项目的临时覆盖措施可满足临时堆土的防护要求，项目现场实际拦挡的临时堆土量为 5.32 万 m<sup>3</sup>，因此，确定本项目拦渣率达到 99%，均达到了方案目标值与一级标准值。

### 6.3.4 土壤流失控制比

根据《土壤侵蚀分类分级标准》SL190—2007，项目区土壤侵蚀类型属西南土石山区水力侵蚀区，土壤容许流失量为 500t/(km<sup>2</sup>·a)。经现场查勘，项目建设区域相关开挖（填方）边坡水土保持工程措施防治效果明显，绿化用地实施的绿化措施具有较好的绿化美化效果。整体上看，通过各水土保持工程措施和植物

措施的实施，以及主体工程永久建筑物、地表硬化的相继完工以及林草植被的恢复，项目区水土流失得到了有效控制，现阶段项目建设区范围内土壤侵蚀模数为  $490.90\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，土壤流失控制比为 1.02。

### 6.3.5 林草植被恢复率

工程扰动土地面积共计  $70.98\text{hm}^2$ ，目前项目区内可恢复绿化措施面积为  $26.59\text{hm}^2$ ，实际完成植被措施面积  $26.43\text{hm}^2$ （包含复耕面积），植被恢复率为 99.40%，达到了方案目标值和一级标准。

### 6.3.6 林草覆盖率

林草覆盖率为林草总面积与项目建设区面积的比值，林草总面积为  $26.43\text{hm}^2$ ，项目建设区扰动面积  $70.98\text{hm}^2$ ，林草覆盖率 37.24%，林草植被覆盖率达到一级标准和方案目标值。

表 6-16 植被情况表

分区	扰动土地面积	可恢复植被面积	已恢复植被面积	林草植被恢复率	林草覆盖率
	( $\text{hm}^2$ )	( $\text{hm}^2$ )	( $\text{hm}^2$ )	(%)	(%)
电池方阵区	30.02	18.79	18.76	99.84	62.49
升压站区	1.04	0.00	0.00	-	-
道路工程区	36.83	4.71	4.61	97.88	12.52
施工临时场地区	3.09	3.09	3.06	99.03	99.03
合计	70.98	26.59	26.43	99.40	37.24

## 6.4 运行期水土流失分析

进入运行期以来，项目建设区内各项措施发挥了较好的水土保持作用，区内水土流失得到有效控制，土壤侵蚀强度已结控制在容许值以内。

## 7 结论

### 7.1 水土保持措施评价

#### 7.1.1 水土流失动态变化及防治达标情况

水土流失是一个动态变化过程，其强度也是动态变化的，随着基础施工建设的开始，水土流失强度增强，通过水土保持措施的治理又得到控制；到基础工程建设尾期，水土流失强度将减小，在各项水土保持措施较好的发挥作用下将降低到最小。

建水县南庄并网光伏电站水土保持方案的落实总体上效果较好，特别是涉及项目安全的重要地段的主体工程防护措施、绿化措施都很到位，既保障了主体设施的安全，又减少了建设造成的水土流失。水土保持方案中各项措施均基本到位，发挥了水土保持功能，基本控制了工程扰动过程中所造成的水土流失。

经监测，项目建设区扰动土地整治率为 99.77%，水土流失总治理度 99.69%，拦渣率 99%，土壤流失控制比 1.02，林草植被恢复率 99.40%，林草覆盖率 37.24%。各项指标均已达到并超过了一级防治标准和方案的目标值。达标情况详见表 7-1。

表 7-1 防治目标达标情况表

防治标准	方案目标值 (%)	一级标准值 (%)	监测值 (%)
扰动土地整治率 (%)	95	95	99.77
水土流失总治理度 (%)	97	95	99.69
土壤流失控制比	1.0	0.8	1.02
拦渣率 (%)	95	95	99.00
林草植被恢复率 (%)	99	97	99.40
林草覆盖率 (%)	27	25	37.24

#### 7.1.2 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，业主和施工单位较重视水土保持工作和生态保护，基本按照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,项目区内植被得到恢复。

(3) 施工期设计的各项水土保持措施到位,基本达到了国家要求的开发建设项目水土流失防治标准。

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

### 7.1.3 存在问题及建议

为进一步做好本项目的水土保持工作,彻底消除水土流失对工程运行产生的不良影响,我监测单位对业主提出以下建议

(1) 建议组织专人负责水土保持各项设施的管护,及时对各防治分区的排水设施进行检查,对损坏的设施及时进行修缮,防止水土流失,须重点加强雨季对排水设施的清理,保持畅通;

(2) 由于植物措施实施相对滞后,需要定期对已实施的植物措施加强抚育管理,提高植物的成活率,防止水土流失对场地造成影响。

(3) 建议在后期运行过程中加强对电池方阵区边坡巡查,确保电池方阵区在后期运行过程中的安全运行。

## 7.2 监测工作中的经验与问题

### 7.2.1 监测工作中的经验

通过建水县南庄并网光伏电站的水土保持监测工作,在调查监测、巡查监测和资料收集等方面基本做到了科学性和有效性,基本获取了真实的监测结果。

水土保持监测人员根据项目区水土流失实际情况,有针对性的向建设单位提出整改措施、完善建议,可弥补水土保持方案设计的不足,防治水土保持未设计而实际施工过程中

产生水土流失特点的区域，更有效、全面的防治项目建设过程中产生的水土流失。

上级水利行政主管部门的严格要求、积极协调，建设单位的主动配合与协助，是高质量地完成水土保持监测工作的前提。正是有了这两个方面的保证，本项目水土保持监测工作才得以顺利开展和完成。此外，监测人员认真、负责的工作态度和熟练运用有关理论与技术的能力，也是搞好监测工作的重要条件。

## 7.2.2 存在问题与建议

### 7.2.2.1 存在问题

建水县南庄并网光伏电站监测工作中存在以下问题：

(1) 开发建设项目在建设过程中对地表的扰动随着工程建设的发展不定时发生，各项监测设施较难保存，对项目的监测大多采用调查的方式，各项监测数据存在一定的误差；

(2) 植物措施实施相对滞后，主体工程完工后部分绿化区域存在一定的水土流失。

### 7.2.2.2 建议

为确保开发建设项目在开发建设过程中，对生态环境的影响降低，在今后的项目建设中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、及时地实施水土保持监测工作，有效防治工程建设中可能产生的水土流失。为做好项目的水土保持监测工作，提出以下建议：

(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) 加强监督管理，确保开发建设项目在根据水保方案进行各项措施的施工，对工程中存在的问题能及时得到解决，有效防治工程建设中可能产生的水土流失；

(3) 要注意对项目建设及运行范围以外原地貌的保护，严禁扰动、占压征地范围以外的土地面积；

(4) 优化施工工艺，对地采用面扰动最小的施工方式施工建设；对未扰动区域实施措施并管理；

(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设计的实施和监督管理，特别是水土保持监测、监理专项检查及验收工作。



# 云南省水利厅文件

云水保许〔2013〕401号

## 云南省水利厅关于准予建水县南庄并网光伏电站水土保持方案的行政许可决定书

云南冶金新能源股份有限公司：

你单位于2013年6月18日向本机关提出建水县南庄并网光伏电站水土保持方案审批的申请，本机关于2013年6月24日依法受理。本机关组织专家对该方案进行了技术审查，所需时间不计算在行政许可期限内。经审查，符合法定条件、标准，根据《中华人民共和国行政许可法》第三十八条第一款、《中华人民共和国水土保持法》第二十五条第一款的规定，本机关决定准予你单位建水县南庄并网光伏电站水土保持方案的行政许可。

本机关将按有关规定向你单位送达《云南省水利厅关于建

水县南庄并网光伏电站水土保持方案的批复》。



---

抄送：水利部水土保持司，珠江水利委员会，省发展和改革委员会，  
省国土资源厅，省环境保护厅，省水土保持生态环境监测总站，  
红河州水利局，建水县水务局，昆明有色冶金设计研究股份公司。

---

云南省水利厅办公室

2013年8月7日印发

## 云南省水利厅关于建水县南庄并网光伏电站水土保持方案可行性研究报告的批复

关于上报《建水县南庄并网光伏电站水土保持方案可行性研究报告》的请示（云冶新综字〔2013〕5号）收悉。经研究，现批复如下：

一、南庄并网光伏电站场址位于红河州建水县南庄镇和岔科镇交界处羊街农场附近的一片高台地上，场址距建水县城公路里程约18km，交通较为便利。光伏电站装机规模300MWp，工程建设内容包括：电池方阵区、升压站区、道路工程区和施工临时场地区。项目总占地面积573.83hm<sup>2</sup>。本工程土石方开挖29.43万m<sup>3</sup>，剥离表土7.16万m<sup>3</sup>，回填利用29.43万m<sup>3</sup>，临时堆存绿化覆土7.16万m<sup>3</sup>，无永久弃渣产生。项目建设总投资32.25亿元，其中土建投资6.61亿元。项目计划2014年1月开工，2016年6月完工，建设总工期30个月。

项目区地形较平缓，地形坡度一般5°~10°，场址地貌以碳酸盐岩侵蚀中低山为主，场址区内发育小型冲沟，切割深度一般小于2m，项目区海拔在1390m~1610m之间。项目区气候类型属亚热带高原季风气候，年平均气温18.7℃，年平均降雨量783.1mm。项目区属珠江流域南盘江水系，土壤主要为红壤。植被类型为亚热带常绿阔叶林区域，林草植被覆盖率为30.92%。项目建设区以轻度水力侵蚀为主，属于国家级水土流失重点治理区和云南省水土流失重点治理区，水土流失防治标

准执行建设类项目 I 级。

二、《报告书》的编制基本符合水土保持有关法律法规和《开发建设项目水土保持技术规范》(GB50433-2008)、《开发建设项目水土流失防治标准》(GB50434-2008)等技术规范、规程及标准的要求。基本达到可行性研究设计深度要求。

三、基本同意防治责任范围为项目建设区和直接影响区,防治责任范围总面积  $627.11\text{hm}^2$ 。项目建设区主要包括电池方阵区、升压站区、道路工程区、临时施工场地区等,其防治责任范围面积  $573.83\text{hm}^2$ ;直接影响区为项目建设区周边可能影响的区域,其防治责任范围面积  $53.28\text{hm}^2$ 。

四、基本同意本方案对水土流失的预测分析。预测时段,预测分区基本可行。工程建设扰动占压地表面积  $41.07\text{hm}^2$ ,损坏水土保持设施面积  $15.61\text{hm}^2$ 。预测时段内若不采取水保防治措施,工程建设可能产生的水土流失总量为  $6389.35\text{t}$ ,新增的水土流失量为  $5781.16\text{t}$ 。

五、基本同意防治措施总体布局。主要防治措施有工程措施、植物措施及临时措施等。本方案新增防护措施包括:①工程措施:截洪沟  $375\text{m}$ ;碎石埂  $27500\text{m}$ ,跌水坎  $608\text{m}$ ;消力池 2 个;沉沙池 10 个;水窖 10 个;表土剥离  $7.16\text{万 m}^3$ ;覆土  $71600\text{m}^3$ ;穴状整地 5225 个;块状整地 583 个;水平犁沟整地  $1.29\text{hm}^2$ ;复耕  $0.97\text{hm}^2$ ;②植物措施:种植云南樟 2040 株;火棘 3290 株;爬山虎 595 株;条播种子面积  $1.29\text{hm}^2$ ,条播草籽面积  $15.59\text{hm}^2$ ;抚育管理  $15.59\text{hm}^2$ 。③编织袋装土挡护长  $1212\text{m}$ ,临时排水沟  $3240\text{m}$ ;沉沙池 6 个;密目网覆盖  $13360\text{m}^2$ 。

(详见附件)。

六、基本同意水土保持监测目的、原则及监测点的布设，监测内容、监测计划及监测成果要求等基本可行。

七、水土保持投资估算的编制依据、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；基本同意本工程水保总投资 1935.87 万元，其中主体工程已列 1292.07 万元，本方案新增水保投资 643.80 万元。水保总投资中工程措施费 1522 万元，植物措施费 45.84 万元，临时措施费为 57.13 万元，独立费用 252.36 万元（其中监理费 55.00 万元，监测费 77.06 万元），基本预备费 35.12 万元，水土保持设施补偿费 23.42 万元。水土保持投资纳入工程基本建设总投资中，按年度计划安排，专款专用。

八、基本同意水土保持防治目标值及效益分析。防治目标中，扰动土地整治率 95%，水土流失总治理度 97%，土壤流失控制比 1.0，拦渣率 95%，林草植被恢复率 99%，林草覆盖率 27%。经效益分析，水土保持方案实施后，基本能达到水土流失防治确定的各项目标值。

九、基本同意水土保持方案实施进度安排，要严格按照批复的水土保持方案所确定的进度组织实施水土保持工程。

十、建设单位在工程建设中应重点做好以下工作：

（一）按照批复的水土保持方案，落实资金，安排专人负责，做好水土保持工程后续设计、招投标和施工组织工作，加强对施工单位的监督与管理，切实落实水土保持“三同时”制度。

（二）项目建设中各类施工活动要严格限定在用地范围

内，严禁随意占压、扰动和破坏地表植被；做好表土的剥离、集中堆放、拦挡、排水、苫盖及回覆等；施工过程中产生的弃土（渣）要及时清运至指定地点堆放并进行防护，禁止随意倾倒；施工结束后要及时进行迹地整治，复耕或恢复植被。加强施工组织管理和临时防护措施，合理安排施工时序，严格控制施工期间可能造成水土流失。

（三）每个季度向州（市）、县水行政主管部门通报一次水土保持方案实施情况，并主动接受水行政主管部门的监督检查。

（四）在项目开工前，委托具有水土保持监测相应资质的单位承担水土保持监测任务，并及时向省、州（市）、县三级水行政主管部门提交监测合同、监测实施方案、季度报告及总结报告。

（五）委托具有水土保持监理资质的单位和人员承担水土保持监理任务，加强水土保持工程建设监理工作，确保水土保持工程建设质量。

（六）工程建设中占用和损坏的水土保持设施，须依法按批复的水土保持方案足额交纳水土保持设施补偿费。

（七）本项目的规模、地点等发生较大变动时，建设单位应及时修改水土保持方案，并报我厅审批；水土保持初步设计和设计变更报我厅备案。

（八）采购石、砂等建筑材料要选择符合规定的料场，明确水土流失防治责任，并向地方水行政主管部门备案。

（九）建设单位要按照《开发建设项目水土保持设施验收

管理办法》的规定，在工程投入运行之前及时向我厅申请水土保持设施验收。

十一、方案编制单位必须于 30 日内将水行政主管部门批复同意的水土保持方案报告书分送项目建设涉及的州（市）、县水行政主管部门。

十二、州（市）、县水行政主管部门要加大检查指导力度，督促建设单位认真落实“三同时”制度，切实做好施工期间的水土保持工作。

附件：水土保持方案工程特性表

建水县南庄井网光伏电站水土保持方案特性表

项目名称	建水县南庄井网光伏电站			流域机构		珠江水利委员会		
涉及省区	云南省	涉及地州市个数	红河州	涉及省区	建水县			
项目规模	光伏电站装机规模300MWp 工程占地面积约373.83ha <sup>2</sup>	总投资(万元)	322519.47	土建投资(万元)	66108.94			
动工时间	2014年1月	完工时间	2015年6月	设计水平年	2017年			
项目组成	建设区域		长度/面积 (m/ha <sup>2</sup> )	挖方量(万m <sup>3</sup> )	表土剥离(万m <sup>3</sup> )	填方量(万m <sup>3</sup> )	临时堆存表土 (万m <sup>3</sup> )	弃方量(万m <sup>3</sup> )
	电池方阵区	施工扰动区	18.62	18.61	2.5	15.14	2.5	0
		未扰动区	332.76	/	/	/	/	/
	升压站区		1.96	0.37	0.36	3.35	0.35	0
	道路工程区	进场道路区	2.74	0.35	0.28	3.83	0.28	0
		场内道路区	15.88	9.17	3.36	6.19	3.36	0
	施工临时场地 区	I类施工临时场地	1.12	0.43	0.32	0.43	0.32	0
		II类施工临时场地	1.14	0.5	0.38	0.5	0.35	0
	合计		573.83	29.43	7.16	29.43	7.16	0
	国家级或者省级重点防治 区类型	国家级水土流失“重点治理区”,省级“重点治理区”			地形类型	碳酸盐岩侵蚀中低山地		
土壤类型	红壤			气候类型	亚热带高原季风气候			
植被类型	原始常绿阔叶林			原地表土壤侵蚀模数[t/(km <sup>2</sup> ·a)]	821.17			
防治责任范围面积(ha <sup>2</sup> )	327.11			土壤容许流失量[t/(km <sup>2</sup> ·a)]	500			
项目建设区(ha <sup>2</sup> )	573.83			扰动地表面积(ha <sup>2</sup> )	41.67			
直接影响区(ha <sup>2</sup> )	53.28			损坏水土保持设施面积(ha <sup>2</sup> )	15.61			
水土流失预测总量(t)	6389.36			新增水土流失量(t)	5781.16			
新增水土流失主要区域	电池方阵区和道路工程区							
防治目 标	扰动土地整治率(%)	95		水土流失总治理度(%)	97			
	土壤流失控制比	1		拦渣率(%)	95			
	林草植被恢复率(%)	99		林草覆盖率(%)	27			
防治措 施	分区	工程措施		植物措施		临时措施		
	电池方阵区	主体设计:浆砌石挡墙 975m, 方案新增:表土剥离 25000m <sup>3</sup> ,碎石填 27500m <sup>3</sup> ,跌水 215m,覆土 25000m <sup>3</sup> ;		方案新增:条播草籽面积 5.30ha <sup>2</sup> (狗牙根 140.80kg, 羊茅草 187.81kg), 抚育管理 4.26ha <sup>2</sup> ;		方案新增:密目网苫盖 8790m <sup>2</sup> ;		
	升压站	主体设计:浆砌石挡墙 235m,截洪沟 296m, 浆砌石排水沟 1225m,碎石铺面面积 4950m <sup>2</sup> ; 方案新增:表土剥离 3300m <sup>3</sup> ,育力池 2个, 跌水坎 16m;		主体设计:绿化面积 400m <sup>2</sup> ;		方案新增:编织袋装土防护 75m,临时排水沟 175m,沉砂池 2个,密目网苫盖 435m <sup>2</sup> ;		
	道路工程区	主体设计:浆砌石挡墙 12185m, 方案新增:表土剥离 36400m <sup>3</sup> ,截洪沟 375m, 跌水坎 377m,生态沟 25545m,沉砂池 10个,水 窖 10个,穴状整地 2000个,块状整地 583个;		方案新增:种植云南樟 2040株,种 植爬山虎 595株,条播草籽面积 8.04ha <sup>2</sup> (狗牙根 361.8kg),抚育管理 8.04ha <sup>2</sup> ;		方案新增:编织袋装土防护 530m,临时排水沟 1360m,密目 网苫盖 10750m <sup>2</sup> ;		
	施工临时场地 区	方案新增:表土剥离 4700m <sup>3</sup> ,覆土 6700m <sup>3</sup> , 水平阶均整地 1.29ha <sup>2</sup> ,穴状整地 3225个,黄 荆 0.97ha <sup>2</sup> ;		方案新增:种植火棘 3290株,点播 种子 1.29ha <sup>2</sup> (车厘子 103.2kg),条播草 籽 1.29ha <sup>2</sup> (狗牙根 58.05kg),抚育管理 1.29ha <sup>2</sup> ;		方案新增:编织袋装土防护 207m,临时排水沟 1005m,沉砂 池 4个,密目网苫盖 1775m <sup>2</sup> ;		
	投资(万元)	1522		45.94		57.13		
水土保持总投资(万元)	1895.87	独立费用(万元)	282.36	水土保持监测费(万元)	77.06			
水土保持监理费(万元)	55	基本预备费(万元)	35.12	补偿费(万元)	23.42			
方案编制单位	昆明有色冶金设计研究院股份公司			建设单位	云南省新能源股份有限公司			
法人代表及电话	周强 0871-63163755			法人代表及电话	俞德庆			
地址	昆明市东风东路 148 号			地址	云南省建水县			
邮编	650051			邮编	654300			
联系人及电话	张先明 13668707989, 0871-63104265			联系人及电话	鲁本静 13700098064			
传真	(0871) 63102855			传真	0873-7888996			
电子邮箱	zsmys@163.com			电子邮箱	lmjysb@126.com			

## 委 托 书

云南林水环保工程咨询有限公司：

根据《中华人民共和国水土保持法》和《中华人民共和国水土保持法实施条例》等法律法规及云南省的有关文件规定，并为客观评价建水县南庄并网光伏电站水土保持设施实施情况及水土保持设施对工程建设产生水土流失的防治效果，也为项目水土保持专项验收提供必备的监测资料。为此，我公司现委托贵公司开展建水县南庄并网光伏电站水土保持监测工作。

特此委托！

云南冶金新能源股份有限公司

2014年12月



# 云南省能源局文件

云能源水电〔2013〕61号

---

## 关于同意建水县南庄并网光伏电站 开展前期工作的函

红河州能源局：

你局《关于云南省建水县南庄并网光伏电站工程开展前期工作的请示》（红能源电力〔2013〕39号）收悉。经研究，现函复如下：

一、为保护生态环境，大力发展清洁能源，改善能源结构，满足全州用电需求、促进地区电力和国民经济可持续发展，建设建水县南庄并网光伏电站是必要的。同意建水县南庄并网光伏电站开展前期工作。

二、项目装机规模现阶段确定为 300 兆瓦，项目业主为云南冶金新能源股份有限公司。

三、请按照项目前期工作的有关规定，认真组织开展南庄并网光伏电站的各项前期工作，落实项目建设的技术方案，同

时，开展土地预审、环保、水保、林业、电网接入、资金筹措等相关工作，并取得有关部门和单位对项目的相关支持文件，（支撑性专题名称见附件1）。

四、待项目前期工作落实、具备核准条件后，省发展和改革委员会、省能源局将根据核准投资项目有关规定开展项目核准工作。

五、本通知有效期一年，自发文之日起计算。在有效期内项目未完成前期工作的，应在有效期届满前30日内向我局申请延期。在有效期内未完成前期工作也未申请延期的，或虽提出延期申请但未获批准的，本文件自动失效。

- 附件：1. 需完成的支撑性专题报告  
2. 关于报送《云南省红河州建水县南庄并网光伏电站工程预可行性研究报告》评估意见的函（云电设函〔2013〕162号）



---

抄送：省国土资源厅、省环境保护厅、省林业厅、省水利厅、红河州人民政府，云南电网公司、云南冶金新能源股份有限公司、云南省电力设计院、中国水电顾问集团昆明勘测设计研究院。

---

云南省发展和改革委员会办公室

2013年5月28日印发

---



附件 1:

### 需完成的支撑性专题报告

序号	审批事项	审批部门	各部门办理时限	备注
1	用地预审报告	省国土资源厅		
2	水土保持方案报告书	省水利厅		
3	环境影响报告表	省环境保护厅		
4	用地矿产资源调查结果	省国土资源厅		
5	地质灾害危险性评估报告	省国土资源厅		
6	固定资产投资节能登记表	省发展改革委		
7	并网意向协议书/接入系统方案	云南电网公司		
8	贷款承诺书	贷款银行出具		

# 云南省电力设计院公函

云电设函〔2013〕162号

---

## 云南省电力设计院关于报送 《云南省红河州建水县南庄并网光伏电站工程 预可行性研究报告》评估意见的函

云南冶金新能源股份有限公司：

根据国家投资体制改革的决定，为规避企业投资决策风险，做好并网光伏发电项目的前期工作，为项目申报核准创造条件，按照云南省发展和改革委员会、省能源局的安排，并受项目业主的委托，中国能源建设集团云南省电力设计院（以下简称“云南院”）对中国水电顾问集团昆明勘测设计研究院（以下简称“昆明院”）编制的《云南省红河州建水县南庄并网光伏电站工程预可行性研究报告》（以下简称《预可研报告》）进行评估。接到《预可研报告》后，云南院即邀请有关专家组成专家组（专家组名单附后），将《预可研报告》分送各位专家审阅。专家组就其工作内容及深度进行了分析研究，提出了评估意见初稿。

2013年4月18日，云南院在昆明主持召开了《云南省红河州建水县南庄并网光伏电站工程预可行性研究报告》咨询评估会，云南省发展和改革委员会、省能源局、省水利厅、省林业厅、省物价局、红河州发展和改革委员会、建水县人民政府、建水县发展和改革局、建水县国土局、建水县林业局，云南冶金新能源股份有限公司，昆明院等单位的领导、专家和代表共计42人。

本次会议听取了报告编制单位关于《预可研报告》成果的汇报，与会领导、专家和代表进行了认真讨论和评估，会议认为：昆明院编制完成的《预可研报告》基本达到了本阶段设计深度和要求，同意通过评估。主要咨询评估意见见附件，现报送。

附件：《云南省红河州建水县南庄并网光伏电站工程预可行性研究报告》评估意见



---

抄送：云南省发展和改革委员会 云南省能源局

中国水电顾问集团昆明勘测设计研究院

---

云南省电力设计院

2013年4月18日印发

附件：

## **《云南省红河州建水县南庄并网光伏电站工程 预可行性研究报告》评估意见**

根据国家投资体制改革决定，为规避企业投资决策风险，做好并网光伏发电项目前期工作，为项目申报核准创造条件，按照云南省发展和改革委员会、省能源局安排，受项目业主委托，中国能源建设集团云南省电力设计院（以下简称“云南院”）对中国水电顾问集团昆明勘测设计研究院（以下简称“昆明院”）编制的《云南省红河州建水县南庄并网光伏电站工程预可行性研究报告》（以下简称《预可研报告》）进行评估。接到《预可研报告》后，云南院即邀请有关专家组成专家组（专家组名单附后），将《预可研报告》分送各位专家审阅。专家组就其工作内容及深度进行了分析研究，提出了评估意见初稿。

2013年4月18日，云南院在昆明主持召开了《预可研报告》咨询评估会，参加会议的单位有：云南省发展和改革委员会、省能源局、省水利厅、省林业厅、省物价局、红河州发展和改革委员会、建水县人民政府、建水县发展和改革局、建水县国土局、建水县林业局，云南冶金新能源股份有限公司，昆明院等单位的领导、专家和代表共计42人。

南庄并网光伏电站场址位于红河州建水县南庄镇和岔科镇交界处的高台地上，场址距建水县城直线距离约17km，场址地势较平缓，场址周边无高大山体遮挡，场地海拔高程1390m~1610m，工程建设占地

面积约 5.7km<sup>2</sup>，装机容量为 300MWp，场内设置一座 220kV 升压站，拟以一回 220kV 线路接入 500kV 惠厉变，线路长度约 10km。

本次会议听取了报告编制单位昆明院关于《预可研报告》成果的汇报，与会领导、专家和代表进行了认真讨论和评估，会议认为：昆明院修改后的《预可研报告》，基本达到了本阶段设计深度和要求，主要方案合理可行，同意通过评估。主要评估意见如下：

## 1、工程建设必要性

1.1 加快太阳能可再生能源开发利用，逐步改变我国以煤炭为主、石油依赖进口的能源结构，对减少温室气体排放、改善生态环境，立足国内资源、保障能源安全，优化能源结构、满足能源需求，实现能源、经济、环境可持续协调发展有着深远的历史意义。

1.2 太阳能是云南重要的可再生能源，加快开发利用，符合国家开展大型并网光伏示范电站建设的要求和云南省能源产业发展规划，对提升云南省太阳能利用水平，促进和带动太阳能发电及相关产业的发展，实现社会经济、环境的协调和可持续发展有着较大的现实意义。

1.3 南庄并网光伏电站工程的建设遵循《中华人民共和国可再生能源法》，符合国家产业政策和可持续发展战略，将为红河州电网提供可再生清洁电能，对优化全州电源结构，满足用电需求，发展新能源产业，促进经济发展有着积极的作用。

因此，建设红河州建水县南庄并网光伏电站工程是十分必要的。

## 2、建设任务和规模

2.1 本工程建设任务为太阳能发电，供电范围为省网覆盖下的红河

州建水县境内。

2.2 本工程装机规模为 300MW<sub>p</sub>。主要建设 300 个 1MW 太阳能电池方阵及逆变升压装置，新建一座 220kV 升压站及一回 220kV 出线，并建设相应配套建筑物及辅助设施。

### 3、太阳能资源

3.1 基本同意《预可研报告》对建水县太阳能资源的分析和评价。建水县太阳能资源较丰富，是云南省太阳能资源较佳开发区之一。本项目站址区的太阳能资源较丰富，适宜建设并网光伏电站。

3.2 基本同意本阶段采用云南省气候中心提供的、依据建水县气象站 1971 年至 2000 年 30 年日照资料的推算数据代表场区太阳能资源，项目区年太阳总辐射量为 5756MJ/m<sup>2</sup>，年日照时数为 2301.8h。

3.3 项目业主应尽快在场区设置太阳辐射观测站，可研阶段需采用实地观测满一年的太阳能辐射资料、经订正后的代表年数据作为发电量计算的依据。

### 4、站址及工程地质

4.1 基本同意《预可研报告》选定的工程建设场址。本项目场址的地理坐标介于北纬 23° 43' 35" ~ 23° 46' 29"、东经 102° 55' 02" ~ 102° 56' 54" 之间，设计占地面积 8549.42 亩。

4.2 基本同意《预可研报告》中区域地质条件的评价。工程区地处云南高原南缘的建水盆地，地势西高东低，大地构造上属于扬子准地台之滇东台褶带。工程区内挤压带及构造较发育，其中构造以近南北向的经向构造体系与云南山字型构造体系为主，有少量北北西向的青

藏、滇缅、印尼“歹”字型构造体系及纬向构造体系。工程区西距小关-李浩寨-利民断裂带约 12km，东距畔山-渣腊断裂带约 8km，场区附近断裂带活动相对较弱，场址区无活动性断裂分布。受周边活动断裂的影响，场区区域构造背景复杂。

4.3 拟建工程区的地震影响主要涉及青藏高原地震区南部亚区的滇西南地震带与中部亚区的鲜水河-滇东地震带，历史上破坏性的中、强地震主要发生在红河以东通海-建水-石屏一带。区域地震地质环境复杂。根据 1:4000000《中国地震动参数区划图》(GB18306—2001)，工程场地区 50 年超越概率 10%的地震动峰值加速度为 0.20g，对应的地震基本烈度为Ⅷ度，地震动反应谱特征周期为 0.40s。

4.4 基本同意报告对场址区工程地质条件、水文地质条件、不良物理地质现象、场地内可能存在的工程地质问题以及拟建工程宜采用的地基、基础类型和应采取的处理措施的初步分析评价，其内容满足本阶段设计的要求。

4.5 拟建场地位于建水县东北部坝埂脚村东面的山坡上，地形较平缓，坡度一般为 5°~10°，海拔高程一般为 1390m~1610m，场址区地形完整，不良物理地质现象不发育，山体稳定性较好，有布置本工程项目的地形条件。

4.6 场区地层主要为古生界泥盆系中统东岗岭阶曲靖段及上统驮山组白云岩及第四系坡残积型红黏土等。地基岩土层物理力学性质较好，各岩土层均可作为地基持力层，承载力可满足天然地基设计要求。

4.7 根据《建筑抗震设计规范》(GB50011—2010)，同意报告对本

工程建筑场地属抗震一般地段的判定；同意场地土类型为坚硬场地土或岩石、建筑场地类别为 I 类的判定。

4.8 本工程场地水文地质条件简单，地下水主要由大气降水补给，埋藏较深，对工程建设无影响。场区无液化土层分布，不存在地震液化问题。

4.9 拟建场地内无活动性断裂通过，场区及周边无制约工程建设的滑坡、崩塌、泥石流等大型不良物理地质现象存在，场区自然山坡稳定，工程地质条件较好，适宜本工程建设。

## 5、太阳能光伏发电系统

5.1 基本同意本阶段推荐采用的 245Wp 国产多晶硅太阳能电池组件，可研阶段应进一步对不同最大功率组件进行技术经济比较。

5.2 基本同意逆变升压设备的选择配置，即采用 1MW 逆变装置（由两台 0.5MW 逆变器组成）组合升压至 35kV 输出。

5.3 基本同意采用 600 个 500kWp 光伏发电单元、300 个 1MWp 光伏发电子系统的光伏方阵布置方案。

5.4 根据工程占地、发电量和投资综合比较，同意光伏阵列运行方式为固定式。采用带倾角的固定式支架，倾角为 22°。

5.5 基本同意光伏发电总体技术采用“集中安装建设，多支路上网”的模块化技术方案。光伏电池组件串、并联设计和光伏阵列布置方案基本可行，可研阶段需进一步优化。

5.6 基本同意本阶段发电量估算方法及成果。根据太阳辐射量，按系统组件总功率 300MWp、总效率 80.72%，采用固定式系统，倾角 22°

测算，25年平均年发电量约为36878万kW·h，25年平均年有效利用小时数1224h。

## 6、电气

6.1 本项目装机容量为300MWp，初拟采用一回220kV出线接至500kV惠厉变，线路长度约10km，接入系统方案初步可行。最终接入系统方案由电网公司审定的接入系统报告确定。

6.2 本工程光伏发电子系统输出电压为35kV，每1MW发电子系统的电能采用“就地升压、分区集中汇流”的方式合适，即全站300个发电子系统汇集为20回35kV集电线路接至场内220kV升压站。

6.3 全站新建一座220kV升压站，主变配置初选为2x150MVA。每台主变汇集10回35kV进线，采用220kV单母线接线，以一回220kV线路送出的电气主接线方案可行。可研阶段应根据审定的接入系统方案和比选的35kV集电线路汇集方案最终确定本工程的电气接线方案。

6.4 本工程设置动态无功补偿装置是合适的，可研阶段应结合接入系统设计优化选定。

6.5 基本同意主要电气设备的选择和布置格局。35kV配电设备选用成套开关柜，户内布置，35kV发电单元系统采用电缆敷设。220kV配电装置采用敞开式户外布置，选用SF6断路器，220kV出线采用架空线路。可研阶段应根据选定的电气接线进一步优化完善。

6.6 基本同意初步确定的电站调度管理与运行方式，控制、保护和通信设计配置基本要求。可研阶段应简化和细化电气二次、消防、空调、照明、图像监控等项目设计，努力降低相关项目工程量。

## 7、总平面布置及土建工程

7.1 基本同意总图布置，应按建筑物及设施保护的安全要求和有关规定界定用地范围。

7.2 基本同意太阳能电池方阵基础采用现浇混凝土墩，基本同意电气设备和建筑物基础设计。可研阶段应对太阳能电池方阵基础进行多方案论证，并根据场址地质条件选择经济适用的基础形式。

7.3 基本同意 220kV 升压站主要建筑物的布置及结构型式。

## 8、施工组织设计

8.1 基本同意施工总布置，总工期为 30 个月的进度安排可行。

8.2 本工程场区对外交通运输条件良好，满足本工程建设期的重大件设备运输要求。

8.3 基本同意太阳能方阵基础工程的施工方法和太阳能发电组件的安装方法。

## 9、建设征地

9.1 本工程无移民安置问题，初估工程占地面积 8549.42 亩，其中，升压站和逆变器室等设施为永久用地，面积为 50.28 亩；光伏阵列、场内道路等其他设施为临时用地，面积为 8499.14 亩。可研阶段需进一步核实占地性质及分类实物指标，并按国家规定计算征地补偿及相关规费，列入工程概算。

9.2 建议工程占地尽快纳入当地土地利用规划，可研阶段应按程序完成报批手续。

## 10、环境保护与水土保持

10.1 基本同意环境影响评价篇章的内容。工程建设无重大环境制约因素，工程建设对环境的影响分析基本符合工程实际，防止措施和水土保持措施可行。

10.2 太阳能是清洁、安全的可再生能源，太阳能光伏发电与燃煤火电相比，具有明显的节能减排环境效益。

10.3 可研阶段应专题编制环境影响评价和水土保持方案，并报请主管部门审批，按审定的费用列入工程概算。

## 11、投资估算

11.1 同意本工程投资估算依据《陆上风电场工程设计概算编制规定及费用标准（2011年版）》和《陆上风电场工程概算定额（2011年版）》进行编制。

11.2 基本同意主要设备单价水平，本阶段多晶硅电池组件到场价为4.8元/W，500kW逆变器到场价为37.5万元/台。

11.3 本工程总投资为322520万元（不含送出工程），其中静态总投资为303493万元，单位静态投资为10116元/kW。

## 12、财务效益初步分析

12.1 工程经济评价依据及方法符合现行有关规定，主要计算参数取值合适。

12.2 按资本金为总投资的20%，其余为贷款，贷款年利率6.55%，经营期上网电价1.0元/kWh测算，项目投资财务内部收益率为7.66%，资本金财务内部收益率为9.57%，投资回收期12.32年，项目的财务指标可行。

12.3 本报告进行了投资、电量、利率发生变化时的敏感性分析，项目具备一定程度的抗风险能力。本项目仍需积极优化工程设计，努力降低工程投资，进一步提高项目抗风险能力。

### 13、结论及建议

13.1 昆明院编制完成的《云南省红河州建水县南庄并网光伏电站工程预可行性研究报告》，其内容和深度基本达到了本阶段的要求。

13.2 本工程位于红河州建水县境内，工程区太阳能资源较丰富，交通方便，所选场址不占良田好地，建设条件良好。本工程的兴建，将为红河州电网提供可再生清洁电能，满足“十二五”用电需要；对促进当地经济和云南太阳能发电及相关产业的发展有着积极的作用。太阳能发电是国家鼓励和支持的可再生能源开发利用的重要组成部分，它具有较大的生态环境、宏观经济和社会综合效益，对实现能源长期发展、保障能源安全，促进环境、社会经济的和谐与可持续发展具有深远的战略意义，建议加快项目前期工作、为工程建设创造条件。

13.3 可研阶段应抓紧做好国土、环保、水保等专题报告，特别加强并网技术专题研究及接入系统设计，按程序完成报批手续。

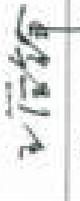
13.4 希望设计单位根据评估和相关要求，搞好可研阶段的勘测设计工作，提出高质量的可行性研究报告。

中国能源建设集团云南省电力设计院

二〇一三年四月十八日

# 《云南省红河州建水县南庄井网光伏300MWp发电示范工程预可行性研究报告》

## 评审专家名单

专家组	姓名	工作单位	专业	职务/职称	签名
组长	杨通伦	云南省发改委	电气	高工	
副组长	汪玉华	中国能源建设集团云南省电力设计院	新能源	副总/高工	
	洪祖兰	中国水利水电建设工程咨询昆明公司	新能源	教高	
	朱勇	云南省气候中心	气象资源	主任/教高	
	王学峰	云南省气候中心	气象资源	副主任/高工	
	范立强	云南省气候中心	气象资源	高工	
	王远亮	中国水利水电建设工程咨询昆明公司	土建	副总/教高	
	赵春宏	中国能源建设集团云南省电力设计院	工程地质	副总/教高	
	袁智勇	中国能源建设集团云南省电力设计院	技经	高工	

# 电子转账凭证

委托日期

2014年12月30日

云南信金新能源股份有限公司

5306665514PWAGNFAH  
凭证编号:

53001666551051001615-000

云南省水利厅

省  
建行建水广池分理处  
市/县

人民币 贰拾叁万肆仟贰佰元整

服务

用途:

(银行盖章)

客户经办人员:

复核:

记账:

根据中国建设银行昆明分行  
子指令,上述款项已由  
支付。

支付密码

亿	千	百	十	元	角	分
		2	3	4	2	0

收 入  
汇入地点  
汇入名称  
账号

24 010201040001390



2014年12月19日 12:20

章回

enHuiX Duen  
TS/SBU/MS/SL

## 建水县南庄光伏电站并网光伏电站项目水土保持监测意见书

项目名称	建水县南庄光伏电站并网光伏电站
建设地点	云南省红河州建水县南庄镇和岔科镇交界处羊街农场附近的一片高台地上，地理坐标介于东经 102° 55' 02" ~102° 56' 54" 、北纬 23° 43' 35" ~23° 46' 29" 之间
建设单位	云南冶金新能源股份有限公司
监测单位	云南林水环保工程咨询有限公司
监测人员	李榆敏、王勉
监测时间	2016 年 6 月 22 日
监测意见	<p>1、本次进场监测为 2016 年度第二次进场，建设已基本完成；</p> <p>2、项目区现已完成升压站的建设，升压站外围截水沟内有淤泥，建设单位应及时清理散落在截水沟内的弃石弃土；</p> <p>4、项目区土建已基本完成，现阶段主要问题为，项目建设过程中形成了大量的填方边坡，边坡现状为大量石块裸露，建设单位应尽快整理石块，以免在雨水冲刷下造成石块松动；。</p> <p>5、项目区大部分区域已有植被覆盖，但部分区域仍处于裸露状态，建设单位应尽快完成植被恢复工作；</p> <p>6、项目区内逆变室四周已有部分挡墙，但逆变室四周的土未压实，本次进场时发现，大部分逆变室四周已有冲刷痕迹，形成了侵蚀沟，建设单位应对逆变室四周的土进行夯实，同时，在逆变室四周撒播草籽，以稳固形成的边坡。</p>

## 水土保持监测照片

	
<p>监测位置: E23° 44' 02.58" N102° 55' 13.55"            监测分区: 升压站区            现场情况: 升压站已基本完成建设;            建议: 建设单位应及时清理截排水沟内的杂物, 保证截排水沟的正常运行;</p>	<p>监测位置: E23° 44' 02.58" N102° 55' 13.55"            监测分区: 电池方阵区            现场情况: 由于土未夯实, 在雨水冲刷下已形成部分侵蚀沟;            建议: 建设单位对逆变室四周的土进行夯实, 同时进行绿化;</p>
	
<p>监测位置: 场内道路两侧            监测分区: 场内道路区            现场情况: 道路已完成建设, 但道路两侧有大量石块堆放;            建议: 建设单位应对石块进行清理, 整齐堆放;</p>	<p>监测位置: 填方道路边坡            监测分区: 道路区            现场情况: 大量石块堆放;            建议: 建设单位应对填方边坡进行防护, 以免雨水冲刷石块间的泥土, 造成石块的松动;</p>

## 建水县南庄光伏电站并网光伏电站项目水土保持监测意见书

项目名称	建水县南庄光伏电站并网光伏电站
建设地点	云南省红河州建水县南庄镇和岔科镇交界处羊街农场附近的一片高台地上，地理坐标介于东经 102° 55' 02" ~102° 56' 54" 、北纬 23° 43' 35" ~23° 46' 29" 之间
建设单位	云南冶金新能源股份有限公司
监测单位	云南林水环保工程咨询有限公司
监测人员	寸淑梅、赵亚男
监测时间	2015 年 11 月 12 日
监 测 意 见	<p>1、本次进场监测为 2015 年度第三次进场，项目建设较快，较上一次监测进场时，项目区变化较明显；</p> <p>2、项目区现已完成升压站的建设，升压站外围截水沟内有积水，建设单位应及时排走多余积水；</p> <p>3、岔科方向 B2、B3 片区已开工建设，正在进行电池方阵桩基础建设；</p> <p>4、部分场内道路已进行硬化，虽不计入水土保持措施，但硬化路面可有效防止施工道路水土流失；</p> <p>5、逆变室周围已有部分挡墙，有较好的水土保持功能；</p> <p>6、整个电池方阵区仍堆存有大量多余开挖土石方，未进行任何防护措施，也未转运至设计的渣场，经现场询问业主，这些多余的土石方在后续施工中要作为回填土回填利用，转运至渣场运距较远，但堆存于项目区内，不利于项目区的水土保持，建设单位可将石块进行粉碎，并回填至道路，既可以解决石块堆积，又可夯实路面，避免路面裸露，在降雨季节造成大量水土流失。</p> <p>8、同时，大量石块可用于水土保持方案设计的碎石埂的建</p>

	<p>设，既按照水土保持方案设计的措施实施，同时又处理了石块堆积问题。</p>
--	---

水土保持监测照片

 <p>2015.11.12</p>	 <p>2015.11.12</p>
<p>监测位置： E23° 44' 02.58" N102° 55' 13.55" 监测分区： 升压站区</p> <p>现场情况： 升压站已基本完成建设；</p> <p>建议： 建设单位应及时清理截排水沟内的杂物，及时排走多余积水，保证截排水沟的正常运行；</p>	<p>监测位置： 整个项目区 监测分区： 施工主线道路</p> <p>现场情况： 施工道路部分完成硬化；</p> <p>建议： 建设单位应尽量将场内道路进行硬化，以达到较好水土保持功能；</p>
 <p>2015.11.12</p>	 <p>2015.11.12</p>
<p>监测位置： 项目区道路旁 监测分区： 进站道路区</p> <p>现场情况： 有大量石块，土方裸露堆放；</p> <p>建议： 建设单位应将碎石粉碎后铺砌于场内道路，既可解决石块堆放，又可防止道路裸露产生大量水土流失问题；</p>	<p>监测位置： 整个电池方阵区 监测分区： 电池方阵区</p> <p>现场情况： 电池方阵区基本没有相应的水土保持措施，周边有大量弃土弃石堆放；</p> <p>建议： 建设单位应按水土保持方案设计的措施对该区域进行防护，周边堆积石块可用于该区域的碎石埂建设，既可解决石块堆放，又可建设相应水保措施，使整个项目区形成完整的水土保持系统；</p>

## 建水县南庄光伏电站并网光伏电站项目水土保持监测意见书

项目名称	建水县南庄光伏电站并网光伏电站
建设地点	云南省红河州建水县南庄镇和岔科镇交界处羊街农场附近的一片高台地上，地理坐标介于东经 102° 55' 02" ~102° 56' 54"、北纬 23° 43' 35" ~23° 46' 29" 之间
建设单位	云南冶金新能源股份有限公司
监测单位	云南林水环保工程咨询有限公司
监测人员	李榆敏、寸淑梅
监测时间	2014 年 12 月-2016 年 8 月
监 测 意 见	<p>1、本次进场监测为 2015 年度第二次进场，项目建设较快，较上一次监测进场时，项目区变化较大；</p> <p>2、项目区现已完成升压站的建设，部分电池方阵也建设完毕并投入试运行，但升压站外围截水沟还未完全施工完毕，建设单位应尽快完工，形成一个完整的截排水体系，及时排走多余积水；</p> <p>3、现场除岔科方向 B2、B3 片区还未开工建设外，大部分电池方阵桩基础已建设完毕，后续只需安装太阳能电池板即可运行；</p> <p>4、现场现启用的渣场有两个，分别为进站道路旁的 1#渣场和升压站旁的 2#渣场，随现场堆存渣量不多，但渣场未进行任何防护措施，现阶段为云南的雨季，大量降水易造成堆存土体随降水流失，造成水土流失及破坏环境的不利影响，建议建设单位尽快对渣场水土保持方案及监测实施计划设计的拦挡及覆盖的防护措施，以免造成更大的水土流失危害；</p> <p>5、1#渣场旁施工单位为尽快排走自然沟渠中汇集的降水，在进站道路下埋入了一根混凝土排水管，但根据现场勘察结果，混凝土管涵进水口及出水口处有大量淤积土，建设单位应尽快疏通排水管涵，以免再次强降水时无法及时排水，进而危害进站道路稳定；</p> <p>6、A5 电池方阵区开挖了部分临时排水沟，但多余开挖土方未及时转运至渣场，也未对堆存土方进行防护，大量松散土体堆存于排水沟外侧，易造成土体滑落回排水沟内，随降雨排</p>

	<p>至自然冲沟，造成大量水土流失，建设单位应及时根据水土保持方案及监测实施计划设计的相关内容，对临时堆存的土方进行拦挡，或及时转运至附近渣场，同时渣场也要做好相应水保措施，以免造成水土流失影响，危害周边环境；</p> <p>7、整个电池方阵区堆存有大量多余开挖土石方，未进行任何防护措施，也未转运至设计的渣场，经现场询问业主，这些多余的土石方在后续施工中要作为回填土回填利用，转运至渣场运距较远，但堆存于项目区内，不利于项目区的水土保持，建设单位应在土方外围布设编织袋挡墙，在有降雨时还要对土方进行临时覆盖，以免土方随降雨流走，造成严重的水土流失影响；</p> <p>8、施工期是项目区扰动最大的时期，同时，6-10 月为雨季，雨季施工若防护措施不到位，更容易造成水土流失影响，故建设单位应严格按照水土保持方案及监测实施计划设计的水土保持措施对项目区进行防护，以减少施工造成的水土流失影响，将产生的水土流失危害降至最低，以达到水土保持的目标。</p>
--	--

水土保持监测照片

 <p>2015.7.29</p>	 <p>2015.7.29</p>
<p>监测位置：E23° 44' 02.58" N102° 55' 13.55"          监测分区：升压站区          现场情况：升压站已基本完成建设，站外截水沟还未全部完成；          建议：建设单位应尽快完工，形成一个完整的截排水体系，及时排走多余积水；</p>	<p>监测位置：E23°44'01.99" N102°55'33.40"          监测分区：施工主线道路          现场情况：施工道路已大部分建成，但在道路外侧堆存有大量多余开挖土石方；          建议：建设单位应在土方外围布设编织袋挡墙，在有降雨时还要对土方进行临时覆盖，以免土方随降雨流走，造成严重的水土流失影响；</p>

 <p style="text-align: right;">2015.7.29</p>	 <p style="text-align: right;">2015.7.29</p>
<p>监测位置： 1#渣场旁的自然冲沟  监测分区： 进站道路区  现场情况： 1#渣场旁施工单位为尽快排走自然沟渠中汇集的降水，在进站道路下埋入了一根混凝土排水管，但根据现场勘察结果，混凝土管涵进水口及出水口处有大量淤积土；  建议： 建设单位应尽快疏通排水管涵，以免再次强降水时无法及时排水，进而危害进站道路稳定；</p>	<p>监测位置： 1#渣场  监测分区： 临时堆土场区  现场情况： 目前启用的渣场之一，土体随意堆放，渣场未进行任何防护措施，现阶段为云南的雨季，大量降水易造成堆存土体随降水流失，造成水土流失及破坏环境的不利影响；  建议： 建设单位尽快对渣场水土保持方案及监测实施计划设计的拦挡及覆盖的防护措施，以免造成更大的水土流失危害；</p>
 <p style="text-align: right;">2015.7.29</p>	 <p style="text-align: right;">2015.7.29</p>
<p>监测位置： A5 电池方阵区  监测分区： 电池方阵区  现场情况： A5 电池方阵区开挖了部分临时排水沟，但多余开挖土方未及时转运至渣场，也未对堆存土方进行防护，大量松散土体堆存于排水沟外侧，易造成土体滑落回排水沟内，随降雨排至自然冲沟，造成大量水土流失；  建议： 建设单位应在土方外围布设编织袋挡墙，在有降雨时还要对土方进行临时覆盖，以免土方随降雨流走，造成严重的水土流失影响</p>	<p>监测位置： 临时施工道路沿线  监测分区： 施工道路  现场情况： 施工道路已大部分建成，但在道路外侧堆存有大量多余开挖土石方；  建议： 建设单位应在土方外围布设编织袋挡墙，在有降雨时还要对土方进行临时覆盖，以免土方随降雨流走，造成严重的水土流失影响；</p>

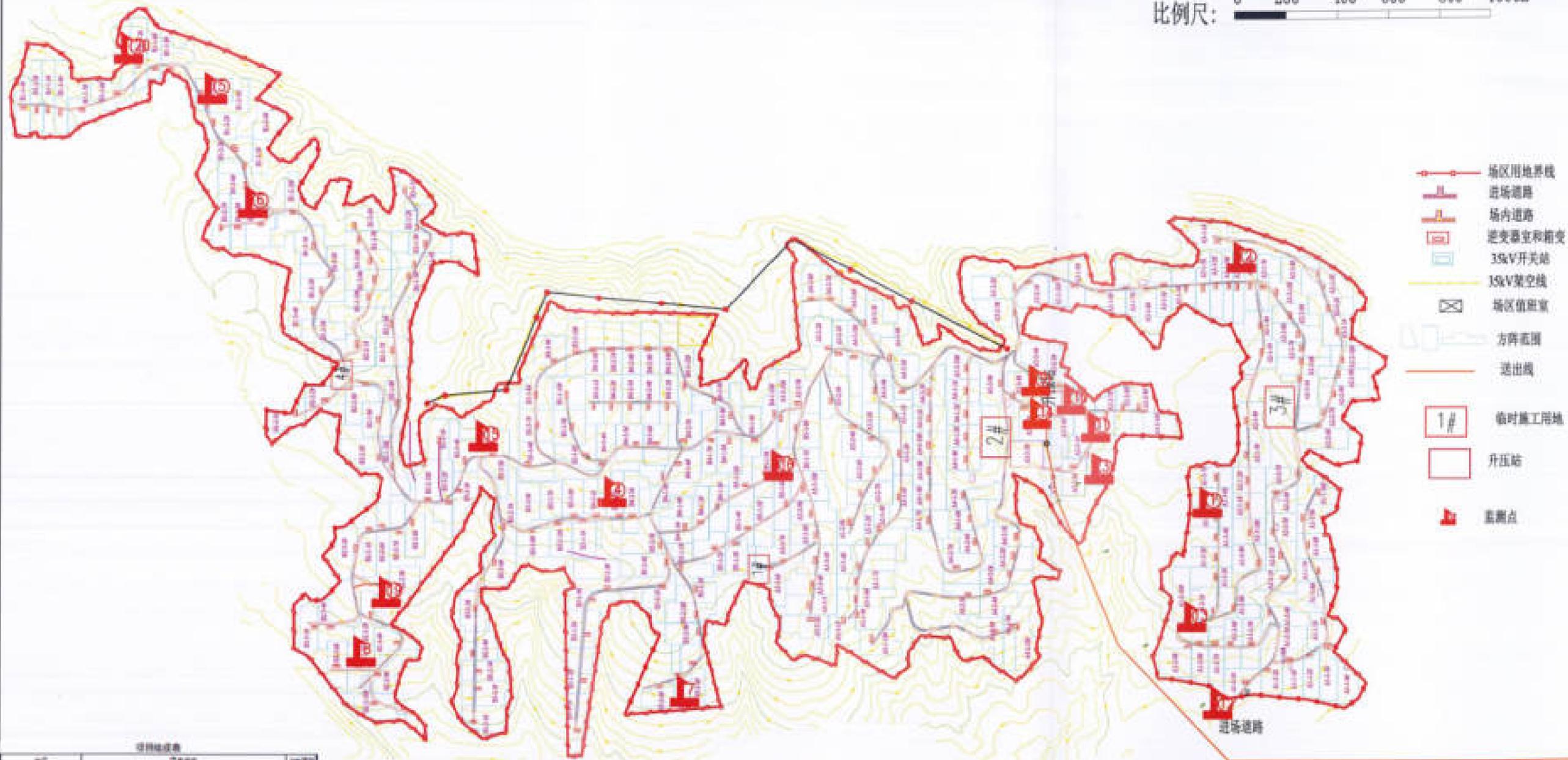
# 工程地理位置图





# 建水县南庄并网光伏电站平面布置及水土保持监测点布置图

比例尺: 0 200 400 600 800 1000m



项目组成表		项目组成表	
序号	组成内容	数量	备注
1	光伏组件	3000000	300MWp
2	逆变器	15000	
3	汇流箱	15000	
4	箱变	15000	
5	升压站	1	
6	进场道路	1	
7	场内道路	1	
8	临时堆料场	1	
9	临时施工用地	1	
10	施工区	1	
11	弃渣场	1	
12	施工区	1	
13	弃渣场	1	
14	施工区	1	
15	弃渣场	1	
16	施工区	1	
17	弃渣场	1	
18	施工区	1	
19	弃渣场	1	
20	施工区	1	
21	弃渣场	1	
22	施工区	1	
23	弃渣场	1	
24	施工区	1	
25	弃渣场	1	
26	施工区	1	
27	弃渣场	1	
28	施工区	1	
29	弃渣场	1	
30	施工区	1	
31	弃渣场	1	
32	施工区	1	
33	弃渣场	1	
34	施工区	1	
35	弃渣场	1	
36	施工区	1	
37	弃渣场	1	
38	施工区	1	
39	弃渣场	1	
40	施工区	1	
41	弃渣场	1	
42	施工区	1	
43	弃渣场	1	
44	施工区	1	
45	弃渣场	1	
46	施工区	1	
47	弃渣场	1	
48	施工区	1	
49	弃渣场	1	
50	施工区	1	

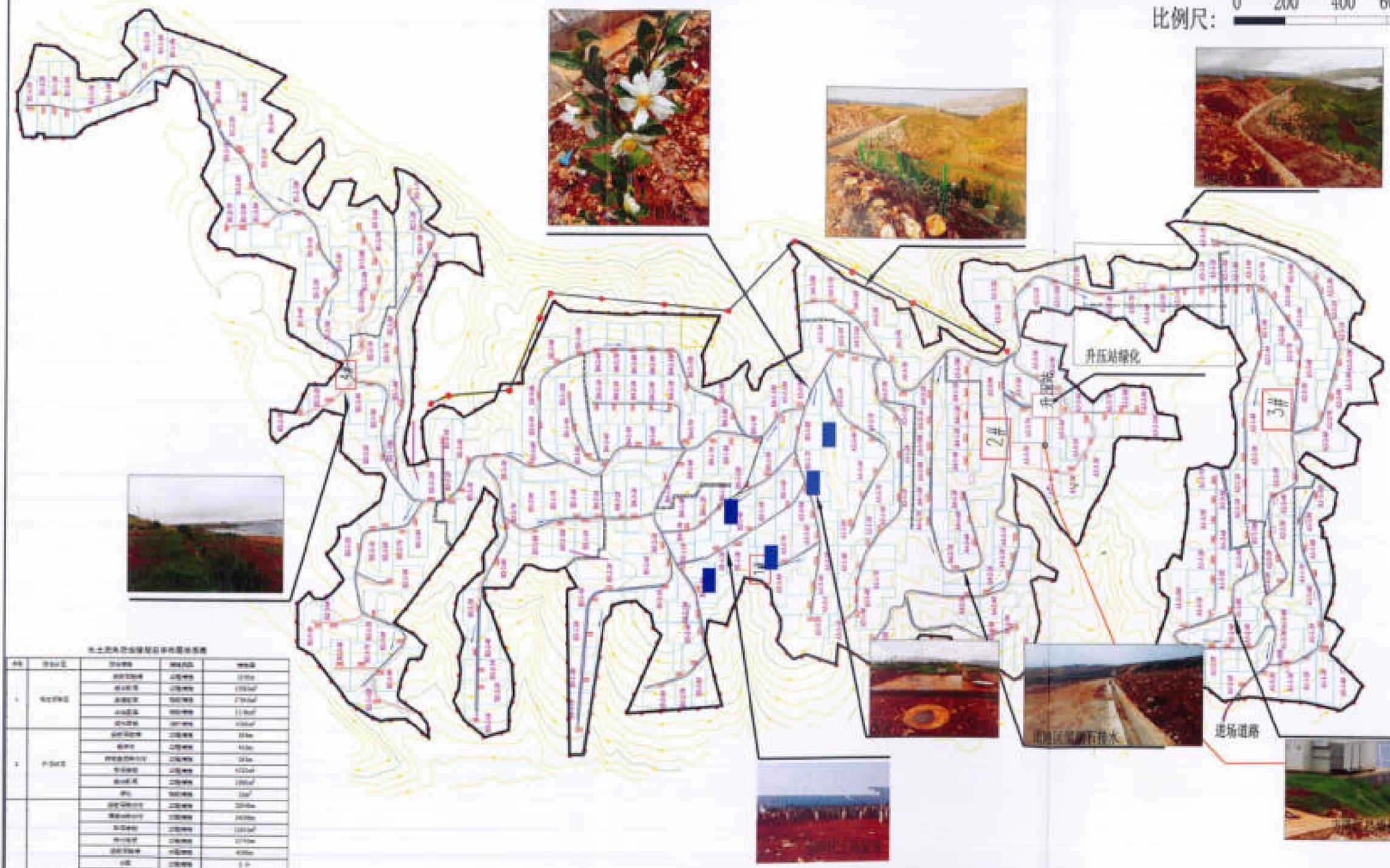
注：  
1、南庄并网光伏电站装机规模为300MWp；  
2、工程实际水土流失防治责任范围较批复的水保方案有所减少。

附图2

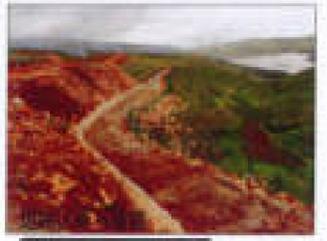


# 建水县南庄并网光伏电站水土保持措施布置图

比例尺: 0 200 400 600 800 1000m



- 场区用地界线
- 进场道路
- 场内道路
- 逆变器室和箱变
- 35kV开关站
- 35kV架空线
- 场区值班室
- 方阵范围
- 进出线
- 临时施工用地
- 升压站
- 150m³水管
- 排水措施
- 碎石铺砌

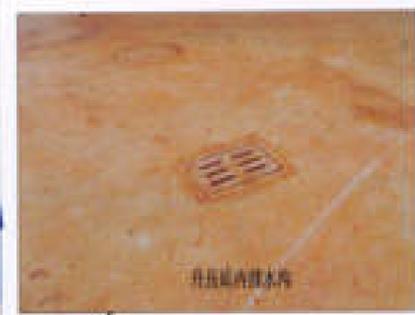
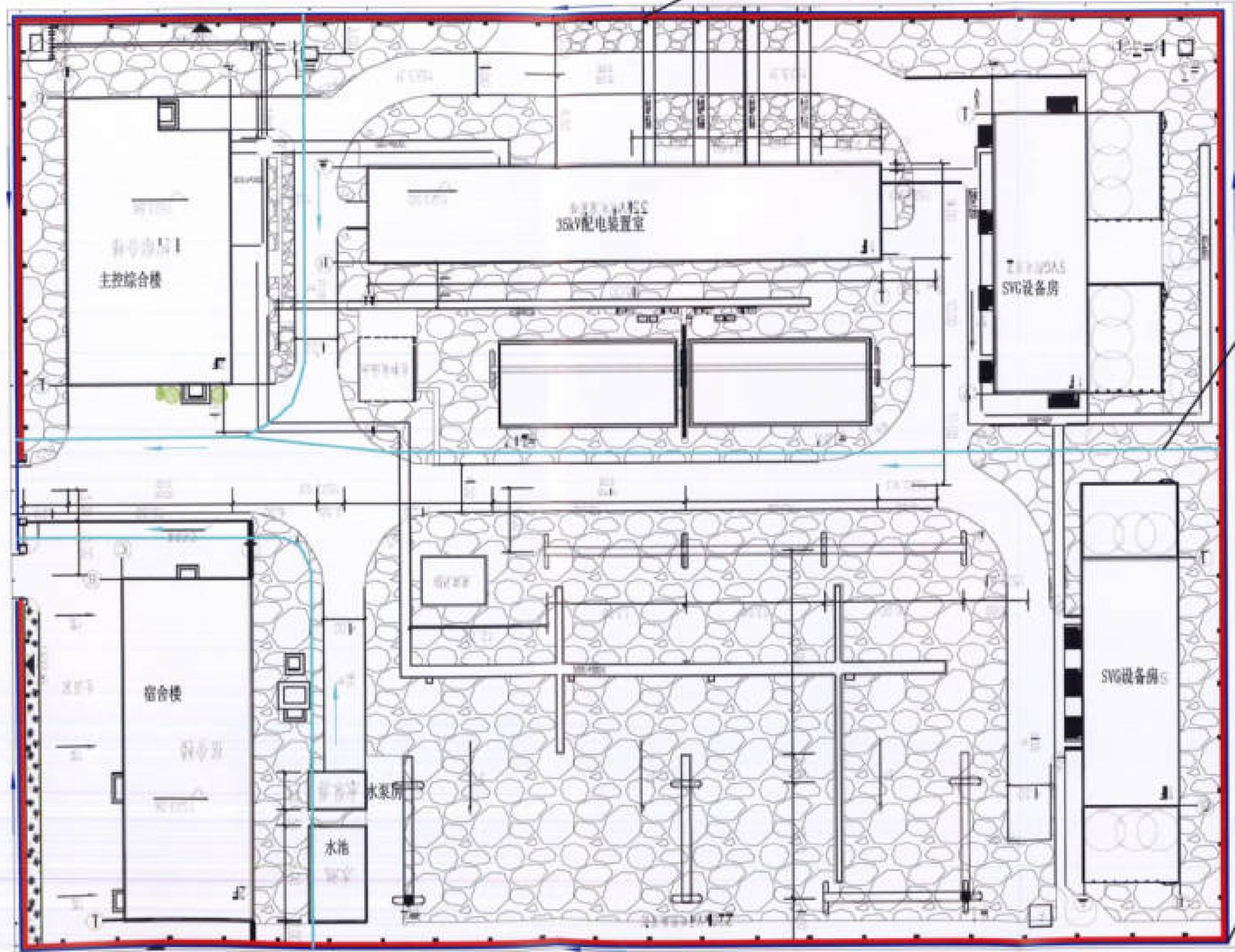


进场道路



序号	名称	规格	数量	备注
1	进场道路	20cm厚	1200m	
	场内道路	20cm厚	1500m	
	逆变器室	300m²	2	
	箱变	100m²	1	
2	35kV开关站	200m²	1	
	值班室	200m²	1	
	方阵范围	200m²	1	
	临时施工用地	200m²	1	
3	150m³水管	150m³	1	
	排水措施	200m	1	
	碎石铺砌	100m²	1	
	升压站	100m²	1	
	临时施工用地	200m²	1	
	进场道路	200m	1	
	场内道路	200m	1	
	逆变器室	300m²	1	
	箱变	100m²	1	
	35kV开关站	200m²	1	
	值班室	200m²	1	
	方阵范围	200m²	1	
4	临时施工用地	200m²	1	
	进场道路	200m	1	
	场内道路	200m	1	
	逆变器室	300m²	1	

附图4-1



图例

- |      |         |
|------|---------|
| 围墙   | 浆砌石挡墙   |
| 植物措施 | 截洪沟     |
| 碎石铺砌 | 砖砌盖板排水沟 |



附图4-2