

普力冲农光互补光伏项目 220kV 送出线路工程

电磁环境影响专题评价

(报批稿)

2023年10月

目 录

1、总则	1
1.1 编制依据	1
1.2 评价因子	1
1.3 评价等级	1
1.4 评价范围	2
1.5 评价标准	2
1.6 环境保护目标	3
2、项目概况	5
2.1 项目建设内容	5
2.2 220kV 输电线路工程规模及主要工程参数	7
2.3 线路导线对地距离及交叉跨越距离	9
3、电磁环境质量现状监测与评价	12
3.1 监测布点原则	12
3.2 监测布点	12
3.3 监测时间、监测频次、监测单位	15
3.3 监测环境条件	15
3.4 监测方法	15
3.5 监测仪器	15
3.6 监测结果	16
3.7 监测结果分析	16
4、电磁环境影响预测与评价	17
4.1 架空线路电磁环境模式预测与评价	17
5、电磁环境保护措施及监测计划	28
5.1 电磁环境保护措施	28
5.2 电磁环境监测计划	28
6、电磁环境影响评价结论	29
6.1 项目概况	29
6.2 电磁环境现状	29
6.3 电磁环境影响预测与评价结论	29
6.4 电磁环境保护措施	30
6.5 结论	30

1、总则

1.1 编制依据

1.1.1 相关法律、法规、部门规章、标准、规范性文件、行业规范

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015年1月1日施行；
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018年12月29日修订并施行；
- (3) 《中华人民共和国电力法》（2018年修正版），2018年10月26日修订并施行；
- (4) 《云南省电力设施保护条例》，2008年1月1日施行；
- (5) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》（生态环境部部令第16号，2021年01月01日实施）；
- (6) 《建设项目环境保护管理条例》，中华人民共和国国务院令第682号，2017年10月1日施行；
- (7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021版）》（生态环境部部令第16号，2021年1月1日起施行）；
- (8) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）；
- (9) 《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ 24-2020）；
- (10) 《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）；
- (11) 《建设项目环境影响报告表编制技术指南（生态影响类）（试行）》；
- (12) 《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）；
- (13) 《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）；
- (14) 《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020）；
- (15) 《建设项目竣工环境保护验收技术规范输变电》（HJ705-2020）；
- (16) 《110kV~750kV 架空输电线路设计技术规范》（GB50545-2010）。

1.1.2 建设项目资料

- (1) 《玉溪市发展和改革委员会关于普力冲农光互补光伏项目 220kV 送出线路工程核准的批复》（玉发改能源复〔2023〕21号）；
- (2) 《云南省元江县普力冲农光互补光伏项目 220kV 送出线路 EPC 总承包工程初步设计说明书》；
- (3) 环境影响评价委托书。

1.2 评价等级

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）电磁环境影响评价工作等级确定原则确定本工程的电磁环境影响评价工作等级。

本项目 220kV 架空线路边导线地面投影外两侧各 15m 范围内无电磁环境保护目标，电磁环境影响评价等级为三级。因此，本项目电磁环境影响评价工作等级为三级。

1.3 评价范围

本项目属于普力冲农光互补光伏项目、干坝农光互补光伏项目的配套送出线路工程，本项目不涉及升压站及出线间隔的土建工程。

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ 24-2020），本项目评价范围如下：

输电线路：220kV 架空线路边导线地面投影外两侧各 40m 范围内（不包含升压站）。

1.4 评价因子

本项目建设期间无电磁环境影响。根据工程所在地环境特征、环境影响因素识别结果，确定项目运行期电磁环境评价因子见表 1-1。

表 1-1 电磁环境公众曝露控制限值

时段	环境要素	评价因子	
		现状评价因子	预测评价因子
运营期	电磁环境影响	工频电场（V/m） 工频磁场（ μT ）	工频电场（V/m） 工频磁场（ μT ）

1.5 评价标准

按照《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）的限值要求，本项目电磁环境控制限值见下表。

表 1-2 电磁环境公众曝露控制限值

频率范围	电场强度 E（V/m）	磁感应强度 B（ μT ）
25Hz~1200Hz	200/f	5/f
输电线路工作频率	4000V/m（4kV/m）	100 μT （0.1mT）
注：1、频率 f 的取值为 0.05kHz； 2、架空输电线路下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所，其频率 50Hz 的电场强度控制限值为 10kV/m，且应给出警示和防护指示标志。		

本项目工频电场、工频磁场执行标准如下：

- ①工频电场强度限值

以 4000V/m 作为工频电场强度公众曝露控制限值。

架空输电线路下的耕地、园地、牧草地、道路等场所，其频率 50Hz 的电场强度控制限值为 10kV/m，且应给出警示和防护指示标志。

②工频磁感应强度限值

以 100 μ T 作为工频磁感应强度公众曝露控制限值。

1.6 评价重点

电磁环境评价重点为工程运行期产生的工频电场、工频磁场对周围环境的影响，特别是对工程电磁环境敏感目标的影响。

1.7 评价方法

本项目 220kV 输电线路属于三级评价，根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）中 4.10.2 三级评价的基本要求：重点调查评价范围内主要电磁环境敏感目标和典型线位的电磁环境现状，可利用评价范围内已有的最近 3 年内的电磁环境现状监测资料；若无现状监测资料时应进行实测，并对电磁环境现状进行评价。电磁环境影响预测一般采用模式预测的方式。输电线路为地下电缆时，可采用定性分析的方式。

本次环评对 220kV 输电线路电磁环境现状采用现状实测数据进行评价；运营期输电线路电磁环境影响预测采用《环境影响评价技术导则输变电》（HJ24-2020）附录 C、D 推荐的计算模式对输电线路的工频电场、磁场进行模式计算预测的方式，并根据评价标准进行评价。

1.6 环境保护目标

根据现场踏勘和环境现状调查，本项目电磁环境评价范围内电磁环境保护目标见下表。

表 1-3 项目电磁环境保护目标一览表

保护目标名称	功能	建筑物楼层及高度	敏感点照片	坐标	导线排列方式	与导线位置关系	导线对地高度	保护类别
--------	----	----------	-------	----	--------	---------	--------	------

N70~N71 段西侧敏感点（穿越昆磨高速处村民工具房）	工作及生活，1人	2层斜顶结构，高约6m		E101.98262393 N23.68870171	三角排列	位于路边导线外约24m（距线路中心线约33m）	74m	《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中公众暴露控制限值4kV/m和100 μ T的限值要求。
------------------------------	----------	-------------	---	-------------------------------	------	-------------------------	-----	---

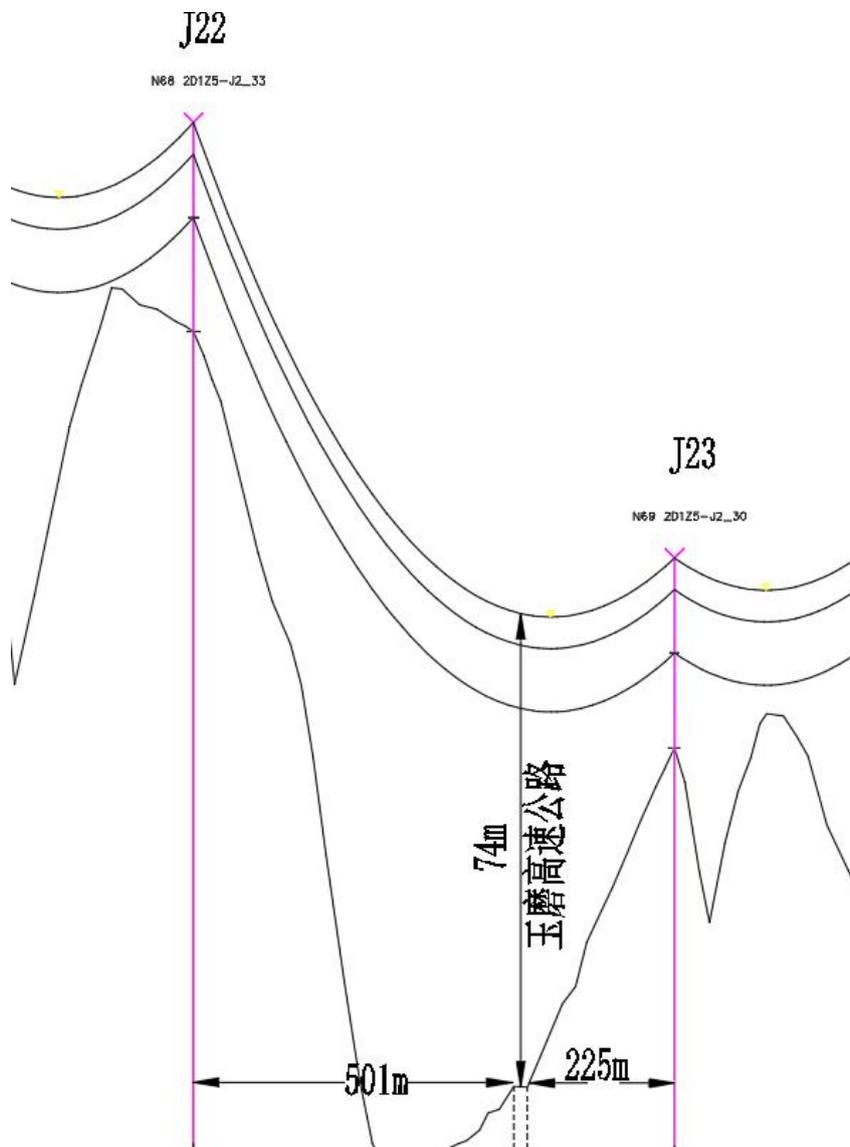


图 1-1 本项目输电线路跨玉磨高速公路档平断面定位图

2、项目概况

2.1 项目建设内容

项目主要建设内容为新建 220kV 输电线路，线路总长度 43.731km。本工程均按单回路架设，导线采用 JL/LB20A-300/40 型铝包钢芯铝绞线，地线采用 2 根 OPGW-24B1-100 光缆。本工程共用铁塔 83 基，其中耐张塔 32 基，直线塔 51 基，耐张比为 38.5%。采用现浇混凝土掏挖式基础及人工挖孔桩基础。本项目属于普力冲农光互补光伏项目、干坝农光互补光伏项目的配套送出线路工程，本工程仅进行导线的接入，不涉及升压站及出线间隔的土建工程，升压站及出线间隔工程已办理环评手续，目前处于在建状态。

项目建设内容见表 2-1。

表 2-1 项目工程建设内容一览表

工程类别	工程内容		
主体工程	220kV输电线路工程	电压等级 (kV)	220
		线路路径长度 (km)	43.731
		新建杆塔数量 (基)	铁塔83基，其中耐张塔32基，直线塔51基
		导线型号	导线采用JL/LB20A-300/40型铝包钢芯铝绞线
		地线选型	地线采用2根OPGW-24B1-100光缆
		架设方式	架空线路采用单回路架设。铁塔导线采用三角排列，线路相位为普力冲220kV升压站向干坝220kV升压站线路方向，相序依次为左C、上B、右A。
		杆塔型式	直线塔拟采用2D1Z5-ZM1、2D1Z5-ZM2、2D1Z5-ZM3、2D1Z5-ZM4四种塔型；耐张塔拟采用2D1Z5-J1、2D1Z5-J2、2D1Z5-J3、2D1Z5-J4四种塔型；1000以上大档距拟采用大跨越耐张塔JKGF231A和大跨越直线塔ZM5104。所有塔型均按全方位长短腿设计。
		地形分布 (%)	(1) 杆塔地形:平地2%、丘陵8%、山地70%、高山20%、峻岭1%。(2) 线地形: 丘陵5%、山地65%、高山30%。(3)人运地形: 丘陵10%、山地70%、高山20%。
		工程占地	项目总占地面积2.261 hm ² ，其中：永久占地0.466 hm ² 、临时占地1.795 hm ² 。永久占地包括：塔基区0.466 hm ² ，临时占地包括：塔基施工区1.64 hm ² 、牵张场区0.10 hm ² 、穿跨越场地区0.005 hm ² 、人抬道路区0.05 hm ² 。
依托工	普力冲农光互补光伏项目	本项目起点段依托普力冲农光互补光伏项目	

程	220kV 升压站	220kV 升压站间隔出线，普力冲农光互补光伏项目 220kV 升压站属于普力冲农光互补光伏项目的建设内容。该项目于 2022 年 9 月 13 日取得玉溪市生态环境局元江分局《关于对普力冲农光互补光伏项目环境影响报告表的批复》（玉环元审〔2022〕11 号），2022 年 12 月 6 日取得玉溪市生态环境局元江分局《关于对普力冲农光互补光伏项目环境影响报告表（电磁专章）的补充批复》（玉环元审〔2022〕11 号-1 号）。普力冲农光互补光伏项目 220kV 升压站于 2023 年初开工建设，目前处于在建状态。 本工程仅进行导线的接入，不涉及升压站及出线间隔的土建工程。
	干坝农光互补光伏项目 220kV 升压站	本项目终点段依托干坝农光互补光伏项目 220kV 升压站间隔出线，干坝农光互补光伏项目 220kV 升压站属于干坝农光互补光伏项目的建设内容，该升压站于 2022 年 11 月 29 日取得玉溪市生态环境局元江分局《关于对干坝农光互补光伏项目环境影响报告表的批复》（玉环元审〔2022〕20 号）。干坝农光互补光伏项目 220kV 升压站于 2023 年初开工建设，目前处于在建状态。 本工程仅进行导线的接入，不涉及升压站及出线间隔的土建工程。
	交通道路	玉元高速公路、213 老公路、县道、乡道、村村通道路及机耕道路。进塔基线路不修建施工便道，靠牲畜及人力运输。仅在交通条件特别困难的区域设置人抬道路。
	施工生活区及办公场所	施工生活区、办公场所租赁当地民房。本项目不新增占地用于新建或改扩建施工生产、生活区及办公场所。
	电力、给水	线路工程依托沿线已建变电所（站）的现有电力线路，施工用水可从附近山涧、河沟取用或采用人背、马驮、车辆运送等方式运送至施工场地。
临时工程	料场	本工程施工过程中使用的水泥、砾石、沙子等建筑材料从所在区域合法料场购买，施工现场不设置取土场和砂石料加工系统。
	取土场和弃渣场	本工程施工期产生的表土用于施工后生态恢复使用，其余土石方用于塔基回填、塔基周边护坡使用，无永久弃渣产生，不设置取土场和永久弃渣场。
	塔基施工区	本工程在每基铁塔附近设置 1 处塔基施工场地作为塔基施工区，为临时占地，塔基施工区仅对地面产生占压扰动、无土石方工程。220kV 线路按每个塔基施工临时占地 200m ² 计算，共计铁塔 82 基，塔基施工区共计占地 1.649hm ² 。
	牵张场区	本项目新建线路工程采用导线张力牵引放线，220kV 线路一般每 4-8km（或者控制在塔位不超过 15 基的线路范围内）设置一处牵张场地，牵张场为临时占地，牵张场仅对地面产生占压扰动、无土石方工程，使用完毕后恢复原始功能。220kV 新建线路共设置 10 处牵张场，每处牵张场占地 100m ² ，占地面积共计 0.10hm ² 。
	穿跨越场地区	穿跨越工程一般采用搭建脚手架进行线路跨越，无土石方工程，对地表扰动较小。其他电力线路的跨越，则采用停电降线跨越施工，无土石方工程。220kV，新建线路按每个穿跨越场地临时占地 50m ² 计算，重要穿跨越共计 1 处（昆磨高速穿跨越 1 次）。
	项目部、材料	本项目的项目部、材料站等采用租赁当地民房的形式，设置在离

	站	项目最近的村中，无地表扰动及土石方工程。本工程分段施工，塔基浇筑采用人工现场拌和，拌和点位于各塔基施工点，不设置集中混凝土生产加工营地。	
	施工临时道路	在交通条件特别困难的区域设置人抬道路，人抬道路无土石方工程，仅进行临时占压。新建线路设置人抬道路0.954km。	
环保工程	运营期电磁辐射防治措施	输电线路导线对地距离及交叉跨越物的距离按照《110kV~750kV架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）规定的进行架设，非居民区导线对地最小距离6.5m，居民区采取抬升导线架设高度措施：在通过居民区时，其导线架设最低距地高度不得低于10m，则项目线路运行期产生的电磁环境影响均满足相应评价标准限值要求。	
	施工期废气	施工扬尘	车辆密闭运输，施工物料、临时堆土等采用篷布覆盖、遮挡，洒水降尘。
	施工区固体废物	施工生活垃圾	各塔基施工点施工人员产生的生活垃圾由施工人员随身带往附近村庄垃圾收集站与当地生活垃圾一并处理。
		建筑垃圾	塔基施工产生的建筑垃圾中可回收利用的收集后回收利用，其他废弃混凝土、砂石等不可回收利用的按照市政管理部门要求进行处置。
	施工期噪声防治措施	施工围挡、夜间禁止施工等。	
	施工期生态保护措施	表土临时堆存	塔基施工基础开挖放坡前需先对其剥离表层土。表土剥离堆放在塔基临时施工场地，并设置临时遮盖、隔离、拦挡等防护措施。
临时占地植被恢复		塔基施工平台、牵张场、施工便道等临时占地在施工结束后进行植被恢复。	

2.2 220kV 输电线路工程规模及主要工程参数

(1) 线路工程规模

本项目输电线路总长度 43.731km，均按单回路架设，导线采用 JL/LB20A-300/40 型铝包钢芯铝绞线，地线采用 2 根 OPGW-24B1-100 光缆，本工程共用铁塔 83 基，其中耐张塔 32 基，直线塔 51 基，耐张比为 38.5%。采用现浇混凝土掏挖式基础及人工挖孔桩基础。

(2) 导线和地线

本线路导线型号采用 JL/LB20A-300/40 型铝包钢芯铝绞线。地线型号 2 根 OPGW-24B1-100 光缆。

本工程使用导线的基本参数详见表 2-2。

表 2-2 项目导线机械电气特性表

项目	导线型号
----	------

		JL/LB20A-300/40
结构 根数/直径	铝股	24/3.99
	钢芯	7/2.66
计算截面 (mm ²)	铝	300
	钢	38.9
	总计	339
外径 (mm)		23.9
计算重量 (kg/km)		1132.0
额定拉断力 (kN)		94.69
弹性模量 (10MPa)		6720
线膨胀系数 (1/0C)		2.02×10 ⁻⁵
20°C直流电阻 (Ω/km)		0.0921
电流 (A)		525
项目	光缆型号及其参数	
	OPGW-24B1-100[118;50]	
光缆结构		1/2.6/20AS+5/2.5/20AS +11/2.8/20AS
综合截面积(mm ²)		97.59
计算直径(mm)		13.2
计算拉断力(kN)		118
线膨胀系数(1/°C)		13.0×10 ⁻⁶
20°C 直流电阻(Ω/km)		≤0.58
短路电流容量(kA ² .s)		50
参考重量(kg/km)		674

(3) 杆塔和基础

①杆塔

全线新建铁塔 83 基，其中耐张塔 32 基，直线塔 51 基，耐张比为 38.5%。本工程《中国南方电网公司 110kV-500kV 杆塔标准设计（V2.1 版）》无对应使用条件的铁塔模块。）采用 2D1Z5 模块，该模块为海拔 2500~3000m、基本风速 27m/s（离地面 10m）、覆冰厚度 10mm、导线 1×JL/G1A-400/50、地线 LBGJ-150-40AC 的单回路铁塔，按山地进行规划设计。直线塔为猫头型铁塔，耐张塔为干字型铁塔，按全方位长短腿设计。该子模块共计 8 种塔型。

直线塔拟采用 2D1Z5-ZM1、2D1Z5-ZM2、2D1Z5-ZM3、2D1Z5-ZM4 四种塔型，呼高范围 18.0~48.0m 不等，导线呈三角排列方式；耐张塔拟采用 2D1Z5-J1、2D1Z5-J2、2D1Z5-J3、2D1Z5-J4 四种塔型，转角适用范围 0~90° 不等，2D1Z5-J1、2D1Z5-J3、2D1Z5-J4 呼高范围 15.0~30.0m 不等，2D1Z5-J2 呼高范围 15.0~39.0m 不等，导线呈三角排列方式，部分路径由于山高、沟大、高差大，出现了 1000 以上大档，为满足杆塔受力要求，采用海南瑞拓工程勘察设计有限公司设计的大跨越耐张塔 JKGF231A 和大跨越直线塔 ZM5104。本工程共用铁塔 83 基，其中耐张塔 32 基，直线塔 51 基，耐张比为 38.5%。

本项目线路杆塔情况见表 2-3。

表 2-3 杆塔型式及使用数量情况表

序号	杆塔名称	杆塔型式	呼高 (m)	最大边导线间距		单位	数量
				水平档距 (m)	垂直档距 (m)		
1	单回路猫头型直线塔	2D1Z5-ZM1	15.0~36.0	9.6	6.4	基	12
2	单回路猫头型直线塔	2D1Z5-ZM2	18.0~48.0	10.6	7.3	基	12
3	单回路猫头型直线塔	2D1Z5-ZM3	18.0~48.0	11.4	7.4	基	13
4	单回路猫头型直线塔	2D1Z5-ZM4	18.0~48.0	11.9	7.4	基	9
5	单回路干字型转角塔	2D1Z5-J1	15.0~42.0	10.0	4.0	基	8
6	单回路干字型转角塔	2D1Z5-J2	15.0~39.0	11.0	4.0	基	12
7	单回路干字型转角塔	2D1Z5-J3	15.0~30.0	12.0	4.0	基	4
8	单回路干字型转角塔	2D1Z5-J4	15.0~30.0	12.0	4.0	基	5
9	单回路猫头型直线塔 (大跨越塔)	ZM5104	18.0~48.0	14.2	8.7	基	5
10	单回路干字型转角塔 (大跨越塔)	JKGF231A	18.0~48.0	18.0	6.0	基	3
合计						基	83

②基础

本工程决定全线拟采用现浇钢筋混凝土掏挖式基础、人工挖孔桩基础。

本工程在部分高陡边坡且地下水埋深较深地段采用了掏挖式基础,尽量减少塔位的开挖量,减小植被破坏,最大可能保证塔位的安全稳定,是本工程的主要基础型式。本工程掏挖基础全部采用预偏心设计,可抵消部分塔腿水平力对基础产生的弯矩,从而减小基础立柱尺寸,减低混凝土方量。

对位于陡坡地形的塔位采用人工挖孔桩基础能有效的降低基坑开挖量及小平台开挖量,减少施工弃土对表土的破坏,降低施工对环境的破坏,保护塔基周围的自然地貌。

2.3 线路导线对地距离及交叉跨越距离

(1) 导线对地距离

220kV 输电线路导线对地距离及交叉跨越物的最小距离按《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》(GB50545-2010)规定考虑,详见下表:

表 2-4 输电线路导线对地面的最小距离 (单位: m)

序号	线路经过区域	标准电压 (kV)				
		110	220	330	500	750
1	居民区	7.0	7.5	8.5	14	19.5

2	非居民区	6.0	6.5	7.5	11	15.5
3	交通困难地区	5.0	5.5	6.5	8.5	11.0
4	步行可以到达的山坡	5.0	5.5	6.5	8.5	11.0
5	步行不能到达的山坡、峭壁、岩石	3.0	4.0	5.0	6.5	8.5
6	导线与树木之间（考虑自然生长高度）	4.0	4.5	5.5	7.0	8.5
7	导线与果树、经济作物、城市绿化灌木基街道树之间	3.0	3.5	4.5	7.0	8.5

表 2-5 输电线路与铁路、公路、河流、管道、索道及各种架空线路交叉或接近的最小垂直就距离要求

项目	铁路				公路		电车道（有轨及无轨）	
	至轨顶			至承力索或接触线	至路面	至路面	至承力索或接触线	
标准电压 (kV)	标准轨	窄轨	电气轨					
110	7.5	7.5	11.5	3.0	7.0	10.0	3.0	
220	8.5	7.5	12.5	4.0	8.0	11.0	4.0	
330	9.5	8.5	13.5	5.0	9.0	12.0	5.0	
500	14.0	13.0	16.0	6.0	14.0	16.0	6.5	
750	19.5	18.5	21.5	7.0 (10)	19.5	21.5	7 (10)	
项目	通航河流		不通航河流		弱电线路	电力线路	特殊管道	索道
标准电压 (kV)	至 5 年一遇洪水水位	至最高航行水位的最高船桅顶	至百年一遇洪水水位	冬季至冰面	至被跨越物	至被跨越物	至管道任何部分	至索道任何部分
110	6.0	2.0	3.0	6.0	3.0	3.0	4.0	3.0
220	7.0	3.0	4.0	6.5	4.0	4.0	5.0	4.0
330	8.0	4.0	5.0	7.5	5.0	5.0	6.0	5.0
500	9.5	6.0	6.5	11 (10.5)	8.5	6.0 (8.5)	7.5	6.5
750	11.5	8.0	8.0	15.5	12.0	7 (12)	9.5	8.5 (11)

注：本工程在跨越电力线路、公路时严格按设计规程保留足够的净空距离。

(2) 主要交叉跨越

本线路跨跨越 550KV 线路 4 次，220KV 线路 2 次，110KV 线路 3 次，35KV 线路 4 次，10KV 线路 12 次，低压线路 10 次，通信光缆 10 次，高速公路 1 次，2 级公路 1 次，一般公路 50 次。高速公路 1 处重要跨越。

本工程主要交叉跨越情况如下表所示。

表 2-6 本工程主要交叉跨越情况一览表

序号	穿跨越物名称	次数	备注
1	500kV 线路	4	穿越
2	220kV 线路	2	穿越
3	110kV 线路	3	跨越
4	35kV 线路	4	跨越
5	10kV 线路	12	跨越
6	低压线路	10	跨越

7	通信光缆	12	跨越
8	高速公路	1	跨越
9	二级公路	1	跨越
10	一般公路	50	跨越

表 2-7 本工程主要交叉跨越线路明细表

序号	穿跨越物名称	次数	备注
1	穿 500kV 惠历墨江甲线	1	双绝缘子串、档距内无接头
2	穿 500kV 惠历墨江乙线	1	双绝缘子串、档距内无接头
3	穿 500kV 墨玉 I 回线	1	双绝缘子串、档距内无接头
4	穿 500kV 墨玉 II 回线	1	双绝缘子串、档距内无接头
5	穿 220kV 玉元 I 回线	1	双绝缘子串、档距内无接头
6	穿 220kV 玉元 II 回线	1	双绝缘子串、档距内无接头
7	跨 110kV 元澧 I 回线	2	停电跨越, 用时 1 天
8	跨 110kV 元茶线	1	停电跨越, 用时 1 天
9	跨 35kV 光伏线并网线	1	停电跨越, 用时 1 天
10	跨 35kV 那洼线#17-#18	1	停电跨越, 用时 1 天
11	跨 35kV 那洼龙线#26-#27	1	停电跨越, 用时 1 天
12	跨 35kV 茶澧线	1	停电跨越, 用时 1 天
13	跨越昆磨高速公路	1	搭跨越架, 办理交通管制
14	跨越昆洼线公路	1	县乡公路, 短时交通管制
15	跨越元龙线公路	1	县乡公路, 短时交通管制
16	跨越 213 老公路	1	二级公路、短时交通管制

本项目架空线路施工时, 建设单位严格要求施工单位按照上表输电线路导线对地距离及交叉跨越设计规范施工, 确保交叉跨越处满足相关安全距离。

根据《普力冲农光互补光伏项目 220kV 送出线路工程线路设计总说明书》, 项目拟建线路与重要交叉跨越间的最小设计距离见表 2-9。

表 2-8 项目拟建线路与交叉跨越物间的最小设计距离一览表

序号	本工程线路名称	钻(跨)越物名称	拟建线路与交叉跨越物间距离(m)	GB50545-2010 中的规定距离	是否符合要求
1	普力冲农光互补光伏项目 220kV 送出线路	跨越昆磨高速公路	75m	≥8.0m	符合
2		500kV 惠历墨江甲线	16.6m	≥8.5m	符合
3		500kV 惠历墨江乙线	24.5m	≥8.5m	符合
4		500kV 墨玉 I、II 回线	15.5m	≥8.5m	符合
5		220kV 玉元 I 回线	13.2m	≥4.0m	符合
6		220kV 玉元 II 回线	35.2m	≥4.0m	符合
7		110kV 元澧 I 回	5.5m	≥3.0m	符合
8		110kV 元茶线、元澧 I 回	35.3m	≥3.0m	符合

根据项目路径设计方案, 本工程拟建输电线路与交叉跨越物间最小距离均符

合《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）规定的设计限值要求。

3、电磁环境质量现状监测与评价

3.1 监测布点原则

（1）电磁环境敏感目标的布点方法以定点监测为主；对于无电磁环境敏感目标的输电线路，需对沿线电磁环境现状进行监测，尽量沿线路路径均匀布点，兼顾行政区、环境特征及各子工程的代表性；站址的布点方法以围墙四周均匀布点为主，如新建站址附近无其他电磁设施，可在站址中心布点监测。

（2）有竣工环境保护验收资料的变电站、换流站、开关站、串补站进行改扩建，可仅在扩建端补充测点；如竣工验收中扩建端已进行监测，则可不再设测点；若运行后尚未进行竣工环境保护验收，则应以围墙四周均匀布点监测为主，并在高压侧或距带电构架较近的围墙外侧以及间隔改扩建工程出线端适当增加监测点位，并给出已有工程的运行工况。

3.2 监测布点

本项目无电磁环境敏感目标，输电线路沿线共设 6 个电磁环境监测点。

监测点位示意图见下图。



本项目电磁环境监测具体点位下表。

表 3-1 本项目电磁环境监测点位表

监测类别	监测点位	坐标	监测因子	备注
220kV 输电线路	1#(普力冲 220kV 升压站站址中心)	102.2461351200, 23.4880431200	工频电场强度、工频磁感应强度	在建
	2#(穿越 500kV 惠历墨江甲、乙线处)	102.1444845200, 23.5347959715	工频电场强度、工频磁感应强度	
	3#(拟建 N47 塔基位于生态保护红线区处)	102.0784968033, 23.6178969881	工频电场强度、工频磁感应强度	
	4#(穿越 500kV 墨玉线处)	101.9709134102, 23.7013775970	工频电场强度、工频磁感应强度	
	5#(干坝 220kV 升压站站址中心)	101.9641810656, 23.7297066202	工频电场强度、工频磁感应强度	在建
	6#(穿越昆磨高速处村民工具房)	101.98262393, 23.68870171	工频电场强度、工频磁感应强度	电磁环境敏感目标

3.3 监测时间、监测频次、监测单位

监测时间：2023 年 7 月 24 日、2023 年 7 月 25 日、2023 年 10 月 26 日。

监测频次：各监测点位监测 1 次。

监测单位：云南升环检测技术有限公司。

3.3 监测环境条件

表 3-2 监测期间气象条件

日期	天气	气温 (°C)	气压 (hPa)
2023.7.24	晴	24~34	867
2023.7.25	阴	24~36	866
2023.10.26	晴	22~32	955

3.4 监测方法

按《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ 681-2013）执行。

3.5 监测仪器

电磁环境现状监测仪器见下表。

表 3-3 电磁环境现状监测仪器

仪器名称及编号	测试（校准）证书编号
工频电磁场分析仪 HI-3604(编号：11965)	校准单位：深圳市计量质量检测研究院 证书编号：JL2200907869 有效期：2022.11.09-2023.11.08
高斯计 TES-1393(编号：11968)	校准单位：深圳市计量质量检测研究院

	证书编号：JL2200948315 有效期：2022.11.09-2023.11.08
--	--

3.6 监测结果

电磁环境现状监测结果见下表。

表 3-4 电磁辐射监测结果一览表

日期	监测点位	电场强度 (V/m)	磁感应强度 (μ T)
2023/7/25	1#(普力冲 220kV 升压站站址中心)	1L	0.055
	2#(穿越 500kV 惠历墨江甲、乙线处)	1018.06	0.707
	3#(拟建 N47 塔基位于生态保护红线区)	1L	0.054
2023/7/24	4#(穿越 500kV 墨玉线处)	640.40	0.153
	5#(干坝 220kV 升压站站址中心)	1L	0.063
2023/10/26	6#(穿越昆磨高速处村民工具房)	620.92	0.151
备注：工频电场强度最低检出限范围1V/m、工频磁场强度最低检出限范围0.01 μ T。			

3.7 监测结果分析

从监测结果来看，220kV 输电线路沿线的工频电场强度监测最大值为 1018.06 V/m，工频磁感应强度监测最大值为 0.707 μ T；工频电场均满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中居民区 4000V/m、耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所 10kV/m，工频磁场均满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中 100 μ T 的公众曝露控制限值要求。

4、电磁环境影响预测与评价

4.1 架空线路电磁环境模式预测与评价

4.1.1 预测因子

本项目交流输电线路预测因子：工频电场、工频磁场。

4.1.2 预测模式

根据交流架空输电线路的架线型式、架设高度、相序、线间距、导线结构、额定工况等参数，计算其周围工频电场、工频磁场的分布及对电磁环境敏感目标的贡献。交流架空输电线路工频电场强度的预测模式参见附录 C；交流架空输电线路工频磁场强度的预测模式参见附录 D。

(1) 高压交流架空输电线路下空间工频电场强度的计算

①单位长度导线等效电荷的计算

高压送电线上的等效电荷是线电荷，由于高压送电线半径 r 远小于架设高 h ，因此等效电荷的位置可以认为是在送电导线的几何中心。

假设送电线路为无限长并且平行于地面，地面可视为良导体，利用镜像法计算送电线上的等效电荷。多导线线路中导线上的等效电荷由下列矩阵方程计算：

$$\begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \\ \vdots \\ U_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_{11} & \lambda_{12} \cdots \lambda_{1n} \\ \lambda_{21} & \lambda_{22} \cdots \lambda_{2n} \\ \vdots & \\ \lambda_{n1} & \lambda_{n2} \cdots \lambda_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ \vdots \\ Q_n \end{bmatrix}$$

式中：U——各导线对地电压的单列矩阵；

Q——各导线上等效电荷的单列矩阵；

λ ——各导线的电位系数组成的 n 阶方阵（ n 为导线数目）。

[U]矩阵由镜像原理求得。

[\lambda]矩阵由镜像原理求得。

②计算由等效电荷产生的电场

为计算地面电场强度的最大值，通常取设计最大弧垂时导线的最小对地高度。

当各导线单位长度的等效电荷量求出后，空间任意一点的电场强度可根据叠加原理计算得出，在 (x, y) 点的电场强度分量 E_x 和 E_y 可表示为：

$$E_x = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^m Q_i \left(\frac{x-x_i}{L_i^2} - \frac{x-x_i}{(L'_i)^2} \right)$$

$$E_y = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^m Q_i \left(\frac{y-y_i}{L_i^2} - \frac{y+y_i}{(L'_i)^2} \right)$$

式中： x_i 、 y_i ——导线 i 的坐标 ($i=1、2、\dots、m$)；

m ——导线数目；

ϵ_0 ——介电常数；

L_i 、 L'_i ——分别为导线 i 及镜像至计算点的距离。

由于接地架空线对于地面附近场强的影响很小，对 500kV 两条并行的单回路水平排列的几种情况计算表明，没有架空地线时较有架空地线时的场强增加约 1%~2%，所以常不计架空地线影响而使计算简化。

(2) 高压交流架空输电线路下空间工频磁场强度的计算

导线下方 A 点处的磁场强度：

$$H = \frac{I}{2\pi\sqrt{h^2 + L^2}}$$

式中：

I ——导线 i 中的电流值；

h ——计算 A 点距导线的垂直高度；

L ——计算 A 点距导线的水平距离。

对于三相线路，由相位不同形成的磁场强度水平和垂直分量都应分别考虑电流的相角，按相位矢量来合成。合成的旋转矢量在空间的轨迹是一个椭圆。

4.1.3 预测参数

输电线路运行产生的工频电场、工频磁场主要由架线形式、架设高度、相序、线间距、导线结构和额定工况等参数决定的。根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ 24-2020），塔型选择时，可主要考虑线路经过居民区时的塔型，也可按保守原则选择电磁环境影响最大的塔型，本次考虑选择电磁环境影响最大的塔型。

根据工程概况，项目选择的塔型有 10 种，塔型比选情况如下：

表 4-1 塔型比选一览表

序号	塔型	最大线间	垂直档距 (m)	导线结构	架线形式 (导线排列方式)	电流	电压
----	----	------	----------	------	---------------	----	----

		距(m)					
1	2D1Z5-ZM1	9.6	6.4	单导线	三角排列	525A	220kV
2	2D1Z5-ZM2	10.6	7.3	单导线	三角排列	525A	220kV
3	2D1Z5-ZM3	11.4	7.4	单导线	三角排列	525A	220kV
4	2D1Z5-ZM4	11.9	7.4	单导线	三角排列	525A	220kV
5	2D1Z5-J1	10.0	4.0	单导线	三角排列	525A	220kV
6	2D1Z5-J2	11.0	4.0	单导线	三角排列	525A	220kV
7	2D1Z5-J3	12.0	4.0	单导线	三角排列	525A	220kV
8	2D1Z5-J4	12.0	4.0	单导线	三角排列	525A	220kV
9	ZM5104	14.2	8.7	单导线	三角排列	525A	220kV
10	JKGF231A	18.0	6.0	单导线	三角排列	525A	220kV

输电线路运行产生的工频电场、工频磁场主要由导线的线间距离、导线对地高度、导线型式和线路运行工况（电压、电流等）决定的。输电线路线间距越大，工频电场、工频磁场越大，对环境的影响越不利。根据表 4-1，导线间距最大的为 JKGF231A（三角排列）。因此，本项目 JKGF231A 为最不利塔型进行预测。

根据《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）的要求，220kV 输电线路最大弧垂在居民区和非居民区的最小对地距离分别为 7.5m 和 6.5m。

本项目输电线路电磁环境理论预测计算分别取导线最低允许高度 6.5m（非居民区）、7.5m（居民区）计算线下距地面上 1.5m 高处的工频电场强度、工频磁感应强度；考虑项目电磁评价范围内有 1 处电磁敏感点，建筑为 2 层砖混斜顶建筑，第一层为砖混架构，第二层为钢架结构，不可上人（详见敏感点现状照片，附图 10）。本项目输电线路导线最低允许高度分别取 6.5m（非居民区）、7.5m（居民区），线下距地面高度分别取 1.5m 高处（一层斜顶）、4.5m（二层斜顶）高处的工频电场强度、工频磁感应强度。对于预测结果不满足标准要求的，采取抬高导线对地距离的方式看否满足标准。

220kV 输电线路预测参数见表 4-2。

表 4-2 电磁环境模式预测参数表

线路		普力冲农光互补光伏项目 220kV 送出线路
参数		
导线	型式	单回
	排列方式	三角排列
	导线型号	JL/LB20A-300/40 型铝包钢芯铝绞线
直径(mm)		23.9
分裂间距(mm)		单分裂
预测导线最低对地距离 (m)		6.5m（非居民区）、7.5m（居民区）

预测参数	工频电场、工频磁场	最不利塔型	JKGF231A
		导线排列方式	B (0, 6+h) C A (-9, h) (9, h)
导线电压等级		231kV (额定电压×1.05)	
导线电流		525A	
底层导线对地最小距离 (m)			
非居民区 (m)		6.5	
居民区 (m)		7.5	
预测点位高度 (m)		1.5 (一层斜顶)、4.5 (一层平顶/二层斜顶)	
试算高度 (m)		10.0	
电磁敏感目标预测			
预测点位高度 (m)		1.5 (一层斜顶)、4.5 (一层平顶/二层斜顶)	

注：h 为导线对地最小距离。

4.1.4 预测结果及评价

(1) 工频电场预测结果及评价

普力冲农光互补光伏项目 220kV 送出线路在最不利塔型段 (JKGF231A) 导线最低允许高度分别取 6.5m (非居民区)、7.5m (居民区)、10m (试算高度) 时线下距地面 1.5m 高处 (一层斜顶)、4.5m (一层平顶/二层斜顶) 的工频电场、工频磁场。

工频电场强度预测结果详见下表。

表 4-3 工频电场预测结果 单位：kV/m

最低导线高度 (m)	6.5m (非居民区)	7.5m (居民区)	10m (试算高度)	
	离地 1.5m	离地 1.5m	离地 1.5m	离地 4.5m
-50	0.0920	0.0960	0.1077	0.1070
-45	0.1176	0.1239	0.1412	0.1401
-40	0.1568	0.1669	0.1930	0.1911
-35	0.2214	0.2381	0.2775	0.2740
-33	0.2597	0.2802	0.3263	0.3218
-30	0.3394	0.3672	0.4247	0.4182
-25	0.5835	0.6276	0.6986	0.6879
-20	1.1694	1.2157	1.2282	1.2299
-15	2.7421	2.5999	2.1558	2.3431
-10	5.4819	4.4729	2.9155	3.8231
-9	5.5773	4.5006	2.8825	3.8822
-8	5.3122	4.3056	2.7606	3.7805
-7	4.7494	3.9169	2.5561	3.5410
-6	4.0256	3.4018	2.2847	3.2156
-5	3.2749	2.8358	1.9673	2.8605
-4	2.5895	2.2806	1.6258	2.5200
-3	2.0205	1.7790	1.2810	2.2249
-2	1.5939	1.3628	0.9560	1.9968
-1	1.3268	1.0698	0.6914	1.8520

0	1.2351	0.9593	0.5773	1.8022
1	1.3268	1.0698	0.6914	1.8520
2	1.5939	1.3628	0.9560	1.9968
3	2.0205	1.7790	1.2810	2.2249
4	2.5895	2.2806	1.6258	2.5200
5	3.2749	2.8358	1.9673	2.8605
6	4.0256	3.4018	2.2847	3.2156
7	4.7494	3.9169	2.5561	3.5410
8	5.3122	4.3056	2.7606	3.7805
9	5.5773	4.5006	2.8825	3.8822
10	5.4819	4.4729	2.9155	3.8231
15	2.7421	2.5999	2.1558	2.3431
20	1.1694	1.2157	1.2282	1.2299
25	0.5835	0.6276	0.6986	0.6879
30	0.3394	0.3672	0.4247	0.4182
33	0.2597	0.2802	0.3263	0.3218
35	0.2214	0.2381	0.2775	0.2740
40	0.1568	0.1669	0.1930	0.1911
45	0.1176	0.1239	0.1412	0.1401
50	0.0920	0.0960	0.1077	0.1070
工频电场 最大值	5.5773	4.5006	2.9155	3.8822
标准值	10	4	4	4

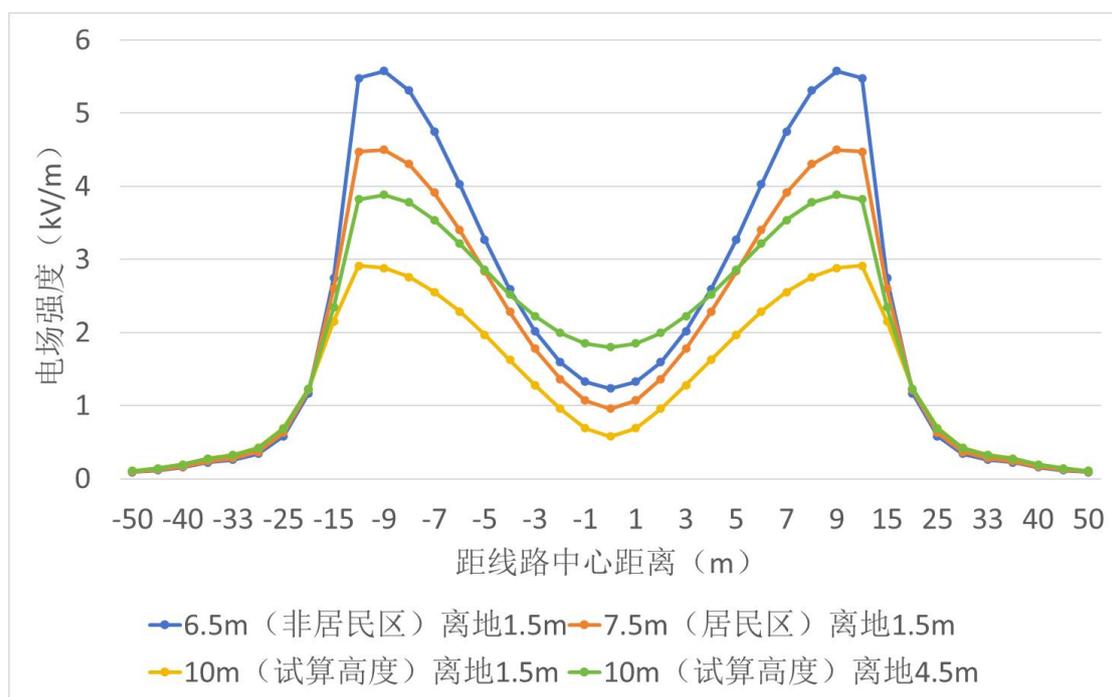


图 4-1 导线最低允许高度分别取 6.5m（非居民区）、7.5m（居民区）、10m（试算高度）时线下工频电场强度分布曲线图

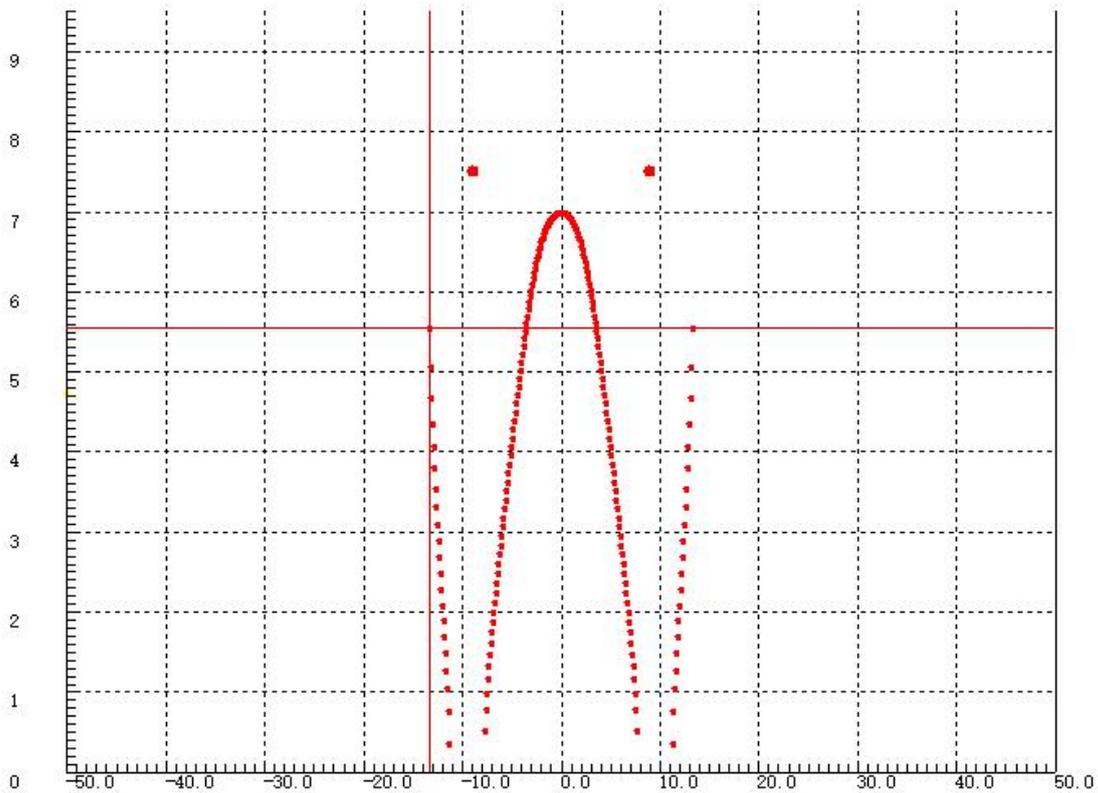


图 4-2 工频电场强度 (4kV/m) 预测等值线图

根据预测结果，普力冲农光互补光伏项目 220kV 送出线路在最不利塔型 (JKGF231A)：

①线路经过非居民区

线路经过非居民区导线最低允许高度为 6.5m 时，地面 1.5m 高处工频电场强度最大值为 5.5773kV/m，出现在边导线附近，满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014) 中架空输电线路下的耕地、园地、牧草地、道路等场所 (非居民区) 10kV/m 的限值要求。

②线路经过居民区

线路经过居民区导线最低允许高度为 7.5m 时，线下距地 1.5m 高 (地面/一层斜顶) 处工频电场强度为 4.5006kV/m，不能满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014) 中居民区评价标准限值 4kV/m 的要求；距导线中心 33m 处工频电场强度为 0.2802kV/m，能够满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014) 中居民区评价标准限值 4kV/m 的要求。

③经过试算提高导线架设高度至 10m 时，线下距地 1.5m 高 (地面/一层斜顶)、4.5m (一层平顶/二层斜顶) 处工频电场强度分别为 2.9155kV/m、3.8822kV/m，

满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中居民区评价标准限值 4kV/m 的要求；距导线中心 33m 处工频电场强度分别为 0.3263kV/m、0.3218kV/m，能够满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中居民区评价标准限值 4kV/m 的要求。

(2) 工频磁场预测结果及评价

表 4-4 工频磁场预测结果 单位：μT

最低导线高度 (m)	6.5m (非居民区)	7.5m (居民区)	10m (试算高度)	
距线路中心距离 (m)	离地 1.5m	离地 1.5m	离地 1.5m	离地 4.5m
-50	3.7317	3.7207	3.6860	3.7264
-45	4.1716	4.1563	4.1080	4.1643
-40	4.7330	4.7103	4.6394	4.7221
-35	5.4753	5.4395	5.3282	5.4581
-33	5.8443	5.8002	5.6638	5.8231
-30	6.5055	6.4429	6.2523	6.4754
-25	8.0342	7.9080	7.5395	7.9730
-20	10.5234	10.2098	9.3764	10.3694
-15	14.9849	13.9599	11.7935	14.4630
-10	20.2401	17.4428	13.3419	18.7144
-9	19.9858	17.2205	13.2475	18.4708
-8	18.9272	16.5237	12.9902	17.6155
-7	17.2691	15.4530	12.5974	16.2896
-6	15.3458	14.1778	12.1144	14.7279
-5	13.4498	12.8709	11.5950	13.1543
-4	11.7642	11.6667	11.0924	11.7277
-3	10.3845	10.6555	10.6529	10.5441
-2	9.3618	9.8956	10.3130	9.6606
-1	8.7307	9.4245	10.0987	9.1145
0	8.5170	9.2648	10.0256	8.9296
1	8.7307	9.4245	10.0987	9.1145
2	9.3618	9.8956	10.3130	9.6606
3	10.3845	10.6555	10.6529	10.5441
4	11.7642	11.6667	11.0924	11.7277
5	13.4498	12.8709	11.5950	13.1543
6	15.3458	14.1778	12.1144	14.7279
7	17.2691	15.4530	12.5974	16.2896
8	18.9272	16.5237	12.9902	17.6155
9	19.9858	17.2205	13.2475	18.4708
10	20.2401	17.4428	13.3419	18.7144
15	14.9849	13.9599	11.7935	14.4630
20	10.5234	10.2098	9.3764	10.3694
25	8.0342	7.9080	7.5395	7.9730
30	6.5055	6.4429	6.2523	6.4754
33	5.8443	5.8002	5.6638	5.8231
35	5.4753	5.4395	5.3282	5.4581
40	4.7330	4.7103	4.6394	4.7221
45	4.1716	4.1563	4.1080	4.1643
50	3.7317	3.7207	3.6860	3.7264

工频磁场 最大值	20.2401	17.4428	13.3419	18.7144
标准限值	100	100	100	100

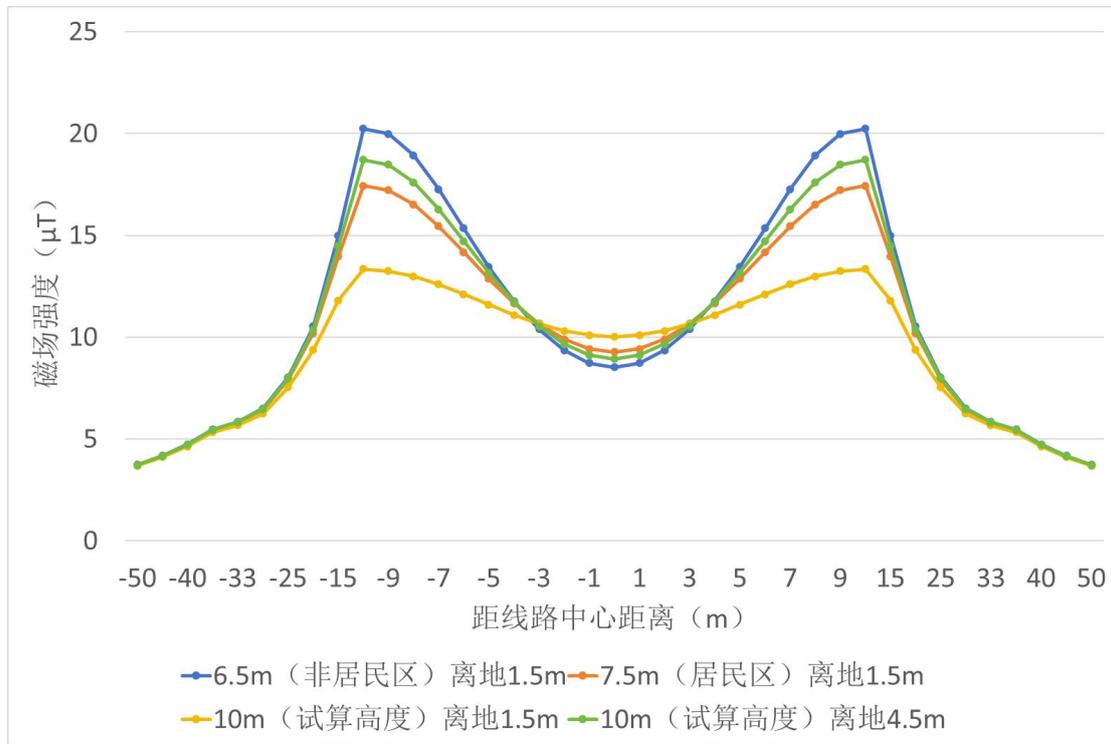


图 4-3 导线最低允许高度分别取 6.5m（非居民区）、7.5m（居民区）、10m（试算高度）时线下工频磁感应强度分布曲线图

根据预测结果，普力冲农光互补光伏项目 220kV 送出线路在最不利塔型（JKGF231A）：

①线路经过非居民区

线路经过居民区导线最低允许高度为 6.5m 时，地面 1.5m 高处工频磁感应强度最大值为 20.2401 μT ，满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中评价标准 100 μT 的限值要求。

②线路经过居民区

线路经过居民区导线最低允许高度为 7.5m 时，线下距地 1.5m 高（地面/一层斜顶）处工频磁感应强度最大值为 17.4428 μT ；距导线中心 33m 处工频磁感应强度为 5.8002 μT ，能够满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中居民区评价标准限值 100 μT 的要求。

③经过试算提高导线架设高度至 10m 时，线下距地 1.5m 高（地面/一层斜顶）、4.5m（一层平顶/二层斜顶）处工频磁感应强度最大值分别为 13.3419 μT 、

18.7144 μ T；距导线中心 33m 处工频磁感应强度分别为 5.6638 μ T、5.8231 μ T，能够满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中居民区评价标准限值 100 μ T 的要求。

4.2 线路交叉跨越电磁环境影响分析

根据《环境影响评价技术导则输变电》（HJ24-2020），多条 330kV 及以上电压等级的架空输电线路出现交叉跨越或并行时，需对进行交叉跨越和并行线路环境影响分析。根据工程设计资料及项目路径走向图（详见附图 2），本工程线路不存在线路并行的情况，但存在交叉跨越，重要交叉跨越点为主要为穿越 500kV 输电线路。

根据《云南省电力设施保护条例》、《电力设施保护条例》、《电力设施保护条例实施细则》，220kV 架空线路电力线路保护区为：导线边线向外侧水平延伸 10m 并垂直于地面所形成的两平行面内；杆塔外缘向周围延伸 15m 所形成的区域、拉线基础外缘向周围延伸 3m 所形成的区域。架空电力线路一般不得跨越房屋，本项目架空线路无跨越建筑物情况，不涉及拆迁。本次评价重点分析跨（钻）越 500kV 输电线路等重要交叉跨越处的电磁环境影响。

根据项目路径设计方案，本项目线路与 500kV 输电线路交叉跨（钻）越主要位于耕地、林地（非居民区），本次评价输电线路预测值采用最不利塔型导线中心处离地 1.5m 处的预测值，其交叉跨越处的影响采用现状值叠加预测值，项目线路重要交叉跨越电磁环境影响预测如下：

表 4-5 工程线路重要交叉跨越电磁环境影响预测结果

测点位置		现状监测值		输电线路贡献值		对交叉跨越处的影响	
		E(V/m)	B(μ T)	E(V/m)	B(μ T)	E(V/m)	B(μ T)
本工程线路重要交叉跨越点	穿越 500kV 惠历墨江甲、乙线处	1018.06	0.707	1235.1	8.517	2253.16	9.224
	穿越 500kV 墨玉线处	640.40	0.153			1875.5	8.670

注：项目可研方案初步设计，工程线路穿越 500kV 线路处导线距地高度 \geq 20m。

根据预测结果：工程输电线路交叉跨越处工频电场强度值为 1875.5~2253.16V/m，工频磁感应强度值为 8.670~9.224 μ T，均满足《电磁环境控制限值》中公众曝露控制限值工频电场强度 10000V/m（10kV/m）、工频磁感应强度 100 μ T 的要求。

4.3 对居民敏感点的电磁环境影响分析

根据项目输电线路路径走向设计及现场调查,本工程输电线路边导线地面投影外两侧各 40m 的电磁环境评价范围内有 1 处居民保护目标。

本工程沿线环境保护目标的电场强度、磁感应强度分别取项目输电线路最不利塔型相应距离处电场强度、磁感应强度预测值,对保护目标的影响采用现状值叠加预测值,具体数值及预测结果见表 4-6。

表 4-6 环境保护目标的电磁环境影响预测结果表

保护目标名称	距边导线中心距离	预测高度	现状监测值		输电线路预测值		对保护目标的影响	
			工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度 (μT)	工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度 (μT)	工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度 (μT)
N70~N71 段西侧敏感点 (穿越昆磨高速处村民工具房)	33	1.5m	620.92	0.151	326.3	5.6638	947.22	5.8148
		4.5m	620.92	0.151	321.8	5.8231	942.72	5.9741

由上表知,工频电场强度值为 942.72V/m~947.22V/m、工频磁感应强度值为 5.8148 μT ~5.9741 μT ,均满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)中工频电场强度 4kV/m 的限值要求和工频磁感应强度 100 μT 的限值要求;因此,本项目输电线路建成投运后,评价范围内环境保护目标处工频电场强度值、工频磁感应强度值将小于《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)中工频电场强度 4kV/m 的限值要求和工频磁感应强度 100 μT 的限值要求;项目运营对周围环境保护目标的电磁环境影响很小。

4.4 电磁环境达标控制要求

本项目 220kV 线路在最不利塔型情况下,按电力设计规程要求(在非居民区导线对地高度 6.5m,居民区导线对地高度 7.5m)实施,根据预测结果,在非居民区导线对地高度 6.5m 预测值达标,但居民区导线对地高度 7.5m 时,预测值超标。因此,经过试算提高导线架设高度,本次评价要求,项目 220kV 输电线路在通过居民区时,其导线架设最低距地高度不得低于 10m,按本评价要求的对地高度挂线投运后产生的电场强度、磁感应强度均满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)中相应评价标准要求。

综上，项目 220kV 架空输电线路电磁环境达标控制要求为：**将项目 220kV 架空输电线路导线对地最小线高抬升至 10m 及以上**，确保电磁环境满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中公众曝露控制限值工频电场强度 4000V/m（4kV/m）、工频磁感应强度 100 μ T 的要求。

5、电磁环境保护措施及监测计划

5.1 电磁环境保护措施

1、合理选用各种电气设备及金属配件（如保护环、垫片、接头等），以减少高电位梯度点引起的放电；使用合理、优良的绝缘子来减少绝缘子的表面放电，尽量使用能改善绝缘子表面或沿绝缘子串电压分布的保护装置；合理选择导线截面积和相导线结构，防止尖端放电和起电晕。

2、优化导线的相序排列方式及杆塔型式，合理选择导线直径及导线分裂数，并提高线路的加工工艺，降低线路周围的工频场强；采用良导体的钢芯铝绞线，减小静电感应、对地电压和杂音。

3、本项目 220kV 线路在最不利塔型情况下，按电力设计规程要求（在非居民区导线对地高度 6.5m，居民区导线对地高度 7.5m）实施，根据预测结果，在非居民区导线对地高度 6.5m 预测值不超标，但居民区导线对地高度 7.5m 预测值超标，因此，经过试算提高导线架设高度，本次评价要求项目 220kV 输电线路单回段在通过居民区时，其导线架设最低距地高度不得低于 10m。

4、线路选择时已尽可能避开环境保护目标，项目架空输电线路与电力线路、公路、树木等的距离，必须满足《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）、《架空输电线路电气设计规程》（DL/T5582-2020）相关要求，严格按规范要求留有足够净空距离。

5、为避免将来规划线路路径附近建设民房，根据《云南省电力设施保护条例》，禁止在 220kV 以上架空输电线路杆塔周围 15m、拉线基础周围 3m 延伸所形成的区域新建永久性建筑物。

6、在输电设施危险位置及居民区附近设立相应的警示标志，并做好警示宣传工作，醒目位置设置安全警示图文标志，标明严禁攀登、线下高位操作应有防护措施等安全注意事项。

7、加强线路日常管理和维护，使线路保持良好运行状态。

5.2 电磁环境监测计划

（1）本项目环境监测计划

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ 24-2020）中环境监测要求，结合本项目的环境影响特点，本项目电磁环境监测计划见下表。

表 5-1 本项目环境监测计划表

监测类别	监测点位	监测项目	监测频次	监测方法	执行标准
电磁环境	①线路起点、终点各监测 1 个点位； ②架空线监测断面 1 处：导线地面投影 0m 处起，每隔 5m 设 1 个监测点，测至背景值（或边导线投影外 40m）处止； ③架空线路地面投影外延 40m 范围内环境保护目标处。	工频电场、工频磁场	①运行期间结合竣工环境保护验收监测一次；②运行期间存在投诉或纠纷时进行监测；③例行环境监测计划或生态环境主管部门要求时进行监测。	《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》(HJ 681-2013)中监测技术要求	《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）

(2) 监测技术要求

- ①监测范围应与工程影响区域相符。
- ②监测位置与频次应根据监测数据的代表性、生态环境质量的特征、变化和环境影响评价、工程竣工环境保护验收的要求确定。
- ③监测方法与技术要求应符合国家现行的有关环境监测技术规范和环境监测标准分析方法。
- ④监测成果应在原始数据基础上进行审查、校核、综合分析后整理编印。
- ⑤应对监测提出质量保证要求。

6、电磁环境影响评价结论

6.1 项目概况

项目主要建设内容为新建 220kV 输电线路，线路总长度 43.5km。本工程均按单回路架设，导线采用 JL/LB20A-300/40 型铝包钢芯铝绞线，地线采用 2 根 OPGW-24B1-100 光缆。本工程共用铁塔 83 基，其中耐张塔 32 基，直线塔 51 基，耐张比为 38.5%。采用现浇混凝土掏挖式基础及人工挖孔桩基础。

6.2 电磁环境现状

220kV 输电线路沿线的工频电场强度监测最大值为 1018.06 V/m，工频磁感应强度监测最大值为 0.707 μ T；工频电场、工频磁场均分别满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中 4000V/m、100 μ T 的公众曝露控制限值要求。

6.3 电磁环境影响预测与评价结论

(1) 本项目 220kV 线路导线按最小对地高度 6.5m 设计经过非居民区时，线路下空间电磁环境影响能满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)中规定架空输电线路下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所，其频率 50Hz 的电场强度控制限值为 10kV/m。经过居民区时，导线对地高度 7.5m 预测值超标，因此，经过试算提高导线架设高度，本次评价要求项目 220kV 输电线路单回段在通过居民区时，其导线架设最低距地高度不得低于 10m。**本次环评要求：施工图阶段应结合输电线路平纵断面合理设置档距，确保铁塔导线对地高度大于 10m**，以确保确保电磁环境满足《电磁环境控制限值》(GB 8702-2014)中公众曝露控制限值工频电场强度 4000V/m (4kV/m)、工频磁感应强度 100 μ T 的要求。

(2) 本工程线路不存在线路并行的情况，但存在交叉跨越，根据预测与现状监测叠加，工程评价范围内输电线路和其它工程交叉时工频电场强度和工频磁感应强度满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)中评价标准 10000V/m、100 μ T 的限值要求。

(3) 输电线路在环境保护目标处的工频电场强度和工频磁感应强度满足《电磁环境控制限值》(GB 8702-2014)中评价标准 4000V/m、100 μ T 的限值要求。综合分析，工程建成投运后，其所产生的电磁环境影响不会对周围环境造成明显影响，本工程运行期间电磁环境影响不大，满足相关限值要求，从电磁环境影响角度而言本工程的建设是可行的。

6.4 电磁环境保护措施

运行期做好设施的维护和运行管理，确保电磁环境影响满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)相关要求。

6.5 结论

综上所述，本项目采取电磁环境保护措施后，正常运行期间电磁环境影响满足相关限值要求，从环保角度，项目电磁环境影响是可行的。