

离网光伏阀室电信仪综合装置电源系统研究

姚晓林 杜 飞

中石化中原石油工程设计有限公司 河南 郑州 450018

摘要：本文主要介绍了天然气管道项目中，离网光伏阀室电信仪装置光伏发电系统的技术核心及细节问题。阀室电信仪装置采用离网光伏系统，可以有效解决偏远地区阀室供电难、供电质量差等问题，实现降本增效。

关键词：光伏发电；离网系统；蓄电池

引言：长输管道项目中的阀室因其功能及安全等多方面因素，其位置一般尽量远离城镇，导致其供电系统一直存在如下问题：周边无可依托电源或依托电源为可靠性较差的地方农网。农网供电电压降大、故障率高，电网接入审批流程复杂、建设周期长，且费用昂贵；后期运维与国网存在交叉，对管理带来不便。针对以上痛点，有必要建设一套独立的电源系统为阀室提供稳定的电能。光伏发电系统由于其能源来自太阳，取之不尽，用之不竭，获得了人们的青睐。光伏发电是根据光伏伏特效应原理，利用太阳能电池将太阳能直接转化为电能，将太阳能光伏发电与阀室电信仪综合装置紧密结合，利用其屋顶建设太阳能发电系统，有效的解决了传统电源供电难、管理难、建设周期长等问题。

1 光伏发电系统的构成

分布式光伏发电系统一般分为离网型光伏发电系统、并网光伏发电系统两大类。离网型光伏顾名思义，就是不连接电网，光伏独立发电。主要由太阳能电池组件、控

制器、蓄电池组成，若要为交流负载供电，还需要配置交流逆变器。

独立光伏电站包括边远地区的村庄供电系统、太阳能户用电源系统、通信信号电源、阴极保护、太阳能路灯等各种带有蓄电池的可以独立运行的光伏发电系统。离网型光伏系统特别适合规模小、地处偏僻的用户使用。

2 阀室离网光伏发电系统的工作原理

天然气管道项目中阀室地处偏远、负荷容量小，很适合离网型光伏系统的接入。离网型光伏太阳能发电系统，应包含光伏组件及安装支架、控制系统、整流逆变装置、储能系统等。当白天日照充足时，太阳能组件方阵将光能转换为电能，为用电负荷（24V/220V）供电同时为蓄电池充电；在光照不足时（日落或阴雨天），由蓄电池向用电负荷供电^[1]；当蓄电池工作电压低至某一阈值时，太阳能控制系统提前并持续发出告警，此时有足够的时间供运维人员携带应急柴油发电机至阀室，利用柴油发电机对蓄电池进行紧急充电。

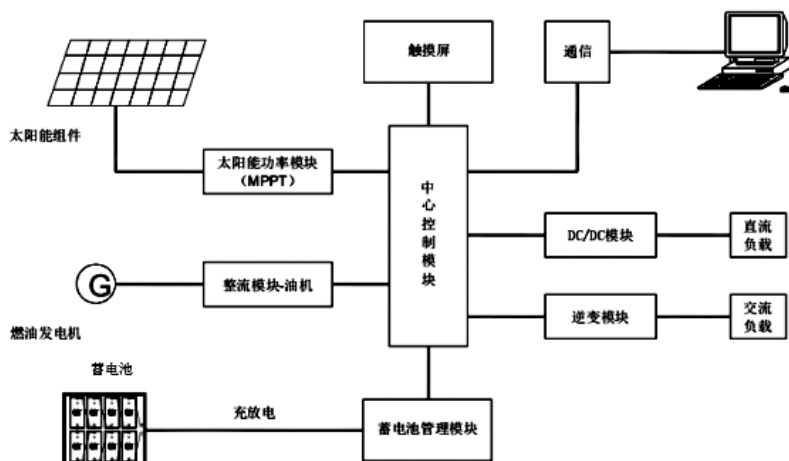


图1 离网光伏阀室发电系统组成

离网型光伏发电系统，首先需要确定用电需求，分析当地太阳能资源（太阳辐射量）及地理环境、气象数据的收集。其次，根据用电需求确定光伏系统的设计容

量，包括：光伏组件规格；系统电压；最佳倾角；光伏组件容量及运行方式；蓄电池的容量及结构形式；最后进行光伏、负荷、蓄电池、控制器的整体配置及组态^[2]。

3 阀室离网光伏系统分析

3.1 基础数据分析

利用软件Meteonorm 8.0查询了项目所在地太阳能资源,平均年总太阳辐射量为1234kWh/m²,即4442.4MJ/m²。根

据《太阳能资源评估方法》(QX/T 89),项目所在地区属于三类地区,适合光伏发电系统。设计人员对标准阀室的用电负荷进行了统计,见表1。

表1 典型阀室负荷统计表

编号	负荷名称	电压等级	负荷容量(W)	负荷等级
1	RTU柜自控	DC24V	70	重要
2	RTU柜工控网交换机	DC24V	20	重要
3	RTU柜通信网交换机	DC24V	20	重要
4	周姐防范报警主机	DC24V	30	重要
5	摄像头	DC24V	2*70	重要
6	电位采集器	AC220V	10	三级
7	门禁	AC220V	40	三级
8	风机	AC220V	243, 不计入	三级, 非连续
9	室内照明	AC220V	30, 不计入	三级, 非连续
10	插座	AC220V	500, 不计入	三级, 非连续
11	加热器	AC220V	100, 不计入	三级, 非连续
		合计	383.5	

3.2 光伏容量及配置分析

3.2.1 光伏安装角度分析

光伏安装最佳倾角选择取决于诸多因素,如:地理位置、^[1]全年太阳辐射分布、直接辐射与散射辐射比例、负载供电要求和特定的场地条件等。离网型光伏发电系统的最佳倾角是发电量最少月份仍然能够满足负载正常供电的角度。

本项目选取管道沿线日照最差的风阳县(东经117.83°北纬32.82°方位角0°)作为设计参考点,经模拟,当组件倾角为39°时,光伏组件的年均标准辐射量最大为1304kWh/m².a,即4694.4MJ/m²,系统相较最优的损失为0,即发电量为最大值。

即选39°作为板阵最佳倾角,取日照最低月2月的3.26小时作为太阳能发电小时数。

3.2.2 光伏容量分析

考虑到产品的互通性,采用540Wp单晶硅光伏组件。

在太阳能板阵容量计算中,我们将充分考虑控制系统效率、线损、长期工作后的组件降效、污垢、组件差异性、温度对输出功率的影响等等,并依据光伏领域常用的公式对太阳能电池板阵的需求容量进行计算:

$$P = U / U_{pv} \times \frac{\frac{P_{wh}}{U \times T_d \times \eta} + \frac{C_{wh}}{U \times T_d \times \eta \times D}}{I_0} \times Wp$$

通过计算, $P = 5202Wp$

则太阳能光伏矩阵采用单晶硅组件功率540Wp, 2块串

联, 5块并联, 共计10块, 总容量为5400Wp \geq 5202Wp, 满足实际计算容量需求。

3.2.3 光伏阵列分析

光伏方阵运行方式

光伏方阵的运行方式有简单的固定式、倾角季度调节式和自动跟踪式三种类型。自动跟踪式又可分为“单轴跟踪”、“双轴跟踪”两种类型。

固定式: 光伏方阵固定安装, 朝南设置, 根据不同地区的辐射和地理位置进行不同的倾角。

单轴跟踪式: 它通过围绕位于光伏方阵面上的一个轴旋转来跟踪太阳。该轴可以有任一方向, 但通常取东西横向, 南北横向, 或平行于地轴的方向。最常见的是轴取为南北横向, 且有一定的倾角。斜单轴跟踪系统能够提高安装组件整体发电量20%以上。

双轴跟踪式: 它有两个可以旋转的轴, 通过旋转这两个轴可使得方阵面始终和太阳光垂直, 从而最大可能捕获太阳能。双轴跟踪系统能够提高安装组件整体发电量35%以上。

固定式初始投资低, 且支架系统基本免维护; 自动跟踪式虽然能增加一定的发电量, 但目前初始投资相对较高, 而且后期运行过程中需要一定的维护, 运行费用相对较高。另外电池阵列的同步性对机电控制和机械传动构件要求较高, 自动跟踪式缺乏在场址地区或相似特殊气候环境下的实际应用的可靠性验证。

考虑到阀室地处偏远, 运维人员较少, 且光伏支架

安装在阀室屋顶，上屋顶层存在不便，故采用固定式光伏布置方式。

4 离网光伏阀室电信仪综合装置的应用

2021年，我公司中标该天然气输气管线项目，针对阀室地理位置偏导致供电难、供电审批时间长、后期管理交叉给运维带来不便等突出问题。在“30/60”双碳背景下，中石化提出打造世界领先洁净能源化工公司的目标及“一基两翼三新”的产业格局。电气设计人员紧贴

集团公司“五化”纲要，围绕痛点，深入现场，仔细研究分析，^[1]创新性的提出将光伏新能源与综合装置有机结合，选用了10块540Wp单晶硅光伏组件、竖向双列布置、冬季最佳倾角安装、固定式运行方式、铅酸胶体蓄电池等，作为本次离网型光伏系统最佳方案，并与国内一流预制舱服务商合作，生产出第一套试验装置，并成功模拟了现场环境安全平稳运行，同时申请了实用新型专利1套。



图2 离网光伏阀室电信仪综合装置效果图

5 结语

离网光伏阀室电信仪综合装置解决了天然气管道项目中阀室供电难、供电可靠性差、管理存在交叉、管理难度大等问题，让阀室的电源主动权掌握在中石化建设方手中，减少了单个阀室架空线路带来的征地、施工等高额费用，并大幅缩短了建设周期。此外，该套装置可设计标准化、工厂预制化、施工模块化，适用性强，应用前景广阔，全国大部分地区均可使用。

参考文献

- [1]白珍,等.高原高寒地区离网光伏电站选型设计 西藏科技, 2020, 7:70-73.
- [2]赵振兴.高海拔地区离网光伏电站系统方案设计 山西建筑, 2017, 27: 158-159.
- [3]杨成银.太阳能LED照明系统的设计 光源与照明, 2007,3:17-20.