

基于光伏发电的配电站房所用电供电系统设计与实现

杨璞玮 柏棣凯

国网渭南市供电公司

摘要：配电站房所用电供电系统对配电房各设备的安全、稳定运行有着极为重要的作用，其运行的可靠性直接关系到整个配电房内各电力设备的稳定、可靠运行。本文设计了一款基于光伏发电的配电站房所用电供电系统，并投入到配电房所用电供电系统中加以应用，以进一步提升配电供电系统的智能水平和可靠性。本文首先对配电站房的用电负荷进行细致、全面分析，在此基础上，提出了基于光伏发电的配电房所用电供电系统的控制策略，该系统站内负载供电方式的切换和交直流转换主要是通过对光伏储能器电压的持续检测实现的，该方式可以对光伏发电中电能运用不足问题得到有效解决，同时，为了能够提高配电供电系统的智能水平，还通过对配电智能监控系统的应用，来对配电房各个设备运行情况和系统运行稳定性状态进行实时监控。实践表明，在所用电供电系统领域中，基于光伏发电的所用电供电系统应用过程中稳定性、可靠性和安全性较高，值得推广应用。

关键词：配电站房；所用电供电系统；光伏发电；应用实践

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2022.04.124

引言

在整个电力系统运行中，配电房、开关站等站房在电能输送过程中有着极为重要的电能分配和转换的作用，在常规配电房所用电的供电系统中，主要供电措施为采用PT柜引出AC220V电源，而专用UPS电源则是由备用电池替代，配电房所用电虽然在这种供电方式下实现了主备电源自动切换，然而存在的弱点就是电源应用可靠性较差，同时，还需要长期定期对备用电池进行维护，同时，供电应用中还会造成线路损耗率提高，难以快速实现碳达峰、碳中和状态。把光伏发电与配电站房所用电供电系统相结合应用，可以实现配电房所用电供电系统的创新升级。本文提出了一种基于光伏发电的配电站房所用电供电系统，该系统应用中，通过对光伏储能器的电压予以持续性自动化监测，来实现对光伏储能器内储存能源量的正确判断，光伏储能器完成充电就以其作为负载供电，当光伏储能器存在电量不足，充电状态下，就以交流电为负载供电，对光伏储能器能源的应用，实现了能源利用效率的提升。

一、光伏发电概述

（一）太阳能光伏系统构成

太阳能光伏系统主要有光伏组件、蓄电池组、逆变器构成，其中，光伏组件是太阳能系统中将太阳能转化为电能的核心元件，能够直接将所发电能作用到负载工作中，也能够将所发电能直接传输到蓄电池中进行电能的存储。当前，光伏组件有很多中类型，如：单晶硅、多晶硅和非晶硅组件。蓄电池组主要是对太阳能转化的电能进行存储。逆变器则是将光伏组件产生的直流电转化成交流电的电能调节装置，以实现电力能源的充分利用。逆变器以光伏发电系统是否并网为依据，可分为离网逆变器和并网逆变器。

（二）光伏发电原理

当太阳光直接照射到半导体材料后，部分太阳光被吸收到半导体材料中去，半导体材料所吸收的光与材料内部原子价电子碰撞而产生反应产生电子空穴对。如：以硅晶体半导体材料为例，将少量的杂质硼元素（或镉元素）掺入其中就可以形成P型半导体，将少量杂质磷元素（或锑元素）掺入其中就形成了N型半导体，当一块完整的硅片上即存在P型半导体，又存有N型半导体，那么P型和N型半导体的交界处就形成了P-N结。当有电流通过硅片后，硅片内建电场就会对P-N结产生影响，光子空穴就流向P区，此运动过程会产生电流。

（三）光伏发电供电系统概述

在配电站房所用电供电系统中，融合应用光伏发电技术，能够实现能源利用效率的提高，并进一步提升了配电站房所用电供电系统的稳定、可靠性。基于光伏发电的配电站房所用电供电系统中涵盖了多项系统组成部分，如：光伏发电系统、配电智能辅助监控系统、交直流电源切换系统、储能系统、负载设备等。该系统主要运行应用为：通过对光伏储能器电压的有效检测，来对储能器内储存电力能源的量进行合理判断，然后依据光伏储能器中所存储电量来自动、灵活的进行负载供电的切换。即：光伏储能器存有充足电量就采用光伏储能器中储存电量负载供电，若光伏储能器中电量不足，就切换到交流电作为负载供电。

二、配电站房负载分析

在配电站房所用电供电系统设计中，本着“最优供电，最少耗电”的设计原则，可以通过对锂电储能系统的应用，来实现对负载直接进行电源的供给，剔除了负载用电前，交流电向直流电转换的过程，大大降低了设备成本消耗，同时，还能实现对电力能源利用率的提

升。此外，还可以给直流供电体系的科学、合理设计提供了新思路。

通过对配电站房内各类负载电气设备进行类型分类，在本次配电站房所用电供电系统设计中，可以依据负载设备类型规划分为交流供电和直流供电两路供电系统展开供电，满足设备对电源的不同需求。其中，对能耗消耗比较大的复杂电气设备给予交流供电（交流AC220V/50Hz），如：没有直流供电的除湿系统，就必须就需要应用到交流供电电源；而一些风机、照明、辅控类、传感器类的电气设备就需要采用直流供电，需要采用直流电源进行供电的电气设备，需要依据负载设备的额定电压，降压电源将直流电进行降压处理后，在进行电源供电，以满足各类直流电压设备额定工作电压的标准要求。由此，也能够充分显现出直流供电的优越性。如：传感器类电气设备，是需要直流电源供电的，直流供电电压为DC200V，只有将直流电压降压到其所学电压进行直流电压供电，才能保障传感器类电气设备的稳定、可靠运行。

如：一座自动化配电站房内，需要应用到电源的机电设备有：房内的常规的照明、除湿机、通风机、环网柜电操机构、指示灯等二次负载设备外，还需要进行显示器、智能监测系统、传感器、DTU等自动化机电设备，需要应用到的电源电压涉及：交流220V以及直流12、24、48V四种电压。该配电站房内负载清单如表1所示。

表1 配电站房负载清单

名称	单位	数量	电压/V	单台功率/W	总功率/W
智能通风系统	台	8	DC24	180	1 440
LED平面灯	盏	14	DC24	48	672
LED滚动屏	个	1	DC12	120	120
除湿循环系统	台	2	AC220	320	640
监控屏柜	顶	1	DC12	500	500
监测传感器	套	1	DC12	200	200
大屏一体机	台	1	DC12	250	250
视频系统	套	1	DC12	200	200
环网柜电操机构及指示灯	套	1	DC48	300	300

三、基于光伏发电的配电站房内所用电供电系统设计

（一）硬件设计分析

光伏发电为储能系统提供存储电量，对外需要进行电能的供给时，可以依据房内负载设备的类型实际，来合理的进行电源的供给。依据对配电站房内各负载电气设备的分析，在进行光伏发电供电系统设计过程中，

需要对耗能较大的负载设备（如：除湿系统等）应用AC220V/50Hz的交流体系供电。此类设备在配电站房内日常中是不需要长时间运行的，因此，逆变系统就不会有大量的电能损耗产生，该设备只需要在开启时采用运行工作。对于照明系统、风机系统、传感器系统等小负荷的电力设备，则需要应用到不同电压型号的直流电电源供给，且部分电力设备本身就属于直流工作电源，在对电源的需求上，也只能通过采用直流方式供电。通常情况下，直流供电电压为DC200V，但是，配电站房内很多电力设备是多电压有限制要求的，这就需要机房中负载设备依据自身实际所需电压实际，进行降压后达到标准电压等级后在进行直流电源的供给应用。在本文案例设计中，配电站房所用电供电系统具体设计如图1所示。

有配电站房屋顶的光伏发电系统来进行供电系统电源的供给，依据标准化配电站房的大小，供给设置了4阵列光伏发电单元在配电站房的屋顶上，其中，9块光伏板串联形成一个阵列进行供电，36块太阳能光伏板形成了4阵列，供给屋顶占用面积63m。通过光伏发电产生的电源被分为2路进行应用，一路利用逆变器转换为220V交流电，然后再借助转换器将电源直接供给给站房内的除湿机进行设备运行，另一路主要是存储于磷酸铁锂电池中，以交流电的形式进行存储，设置200V的直流额定电压，40kW·h的容积量，在电池中对直流电进行应用时，需要借助电压变换器和切换开关，依据各负载电力设备需额定电压的需求，转换为12、24、48V直接供给给不同的电气设备应用。在交流220V回路中，逆变器输出交流电的转换以及互感器柜输出交流电的切换均由转换器辅助实现，若光伏发电功率存在不足或者电池蓄能不足时，利用转换器就可以将供电方式进行自动切换到互感器柜输出供电，继而实现了对系统稳定性、可靠性的提高。

（二）所用供电系统的控制方案的制定

为进一步提高供电系统的自动智能化水平，实现能源的最优化管控，本设计将除湿通风类、监控类、照明类等配电站房中的负载系统进行两极化能源管理。即：一类设备（大屏一体机、监控屏柜、照明系统、传感器类、视频系统等）设置为重要的负载设备体系，这些设备需要对其进行不间断的24小时的电源供给，保障设备的正常运行；二类设备（通风类、除湿类等）设置为一般负载设备体系，只需要在光伏储能系统电源量充足的情况下，给予提供电源供给，在储能不足的情况下，可以切换电源体系到市电备用供电体系中对通风类系统进行电源供给，除湿类设备停止工作。在一类设备中，照明系统不是持续运行设备，主需要在夜间或者

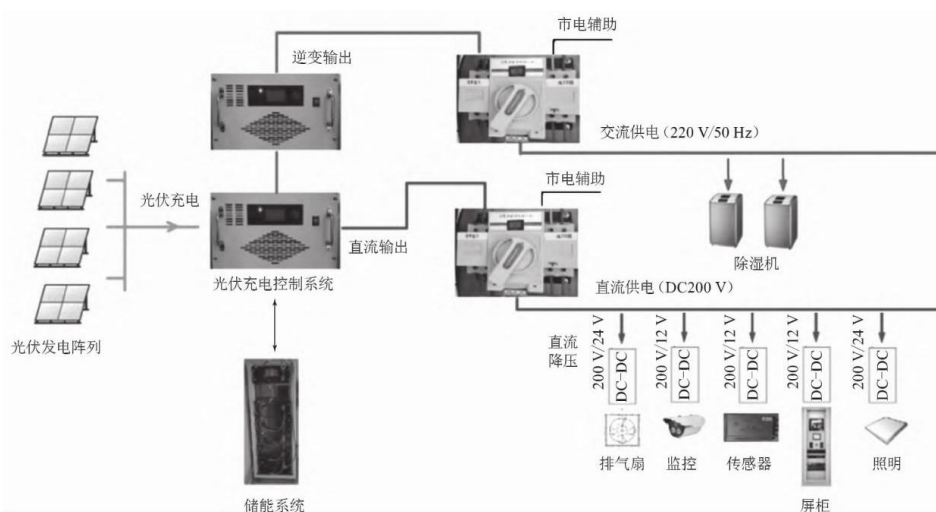


图1 光伏储能/市电备用交直流发供电系统

有工作人员进入工作时开启，其他时段是关闭状态，因此，出了照明应用的672W外，一类设备中，其他视频系统、传感器、监控类等设备应用的工作总功率为1270W。

磷酸铁锂电池设置规格为40kW·h，通过对本文案例中配电站房所设计的光伏发电配置分析，平均每天的发电量为60kW·h。在配电站房所需供电系统中，需要24小时持续不间断进行供电的设备所需电功率为1.27 kW，合计需要约30.5kW·h的每天电量消耗，每天需要应用到的照明系统按照1h计算，所需的耗电量约为0.7kW·h。光伏系统只能在白天8时一下午16时30分可以对系统进行正常的电源供给，满足屋内设备供电需求的前提下，将剩余的电量存储在锂电系统中，以供其他时段屋内设备对电源的应用需求，约需额外提供32kW·h的电量，而就可以通过白天的光伏进行电量的补充。在白天时间段，光伏系统发电效率比较高，且保障储能系统中电力的存量大于60%的前提下，可以对除湿系统、通风系统等应用光伏储能进行电源的供给，在其他时间阶段，可以自动切换到市电补充供电，该系统如此设置，可以对储能系统发电不稳定造成的不能提供更多电能的缺点进行有效的弥补。储能电量在低于10%时，需要应用切换器自动化的将传感器系统、辅控系统、照明系统自动化切换到市电辅助供电，当光伏储能电量在50%以上，在自动化切换到光伏储能系统供电，在本设计中，所有设备的工作电源均具有交直流通用输入功能，如：传感器类、视频系统、辅控设备等负载设备所需电源均为直流电源，可以有效的避免由于供电回路的交直流变换而烧毁设备的严重事故。

四、基于光伏发电的配电站房内所用电供电系统的应用实现

本文在某10kV开关站改造工程中，采用了基于光伏

发电的配电站房所用电供电系统，在该站配电站房屋顶上共计设置了36块太阳能光伏板，设置了40kW·h储能规格的磷酸铁锂电池，为了实现对储能间温度的降低，设计采用了联动风机排风、超温自动排风功能，并进行了除湿机和干粉灭火装置的安装，以优化电池运行环境。除常见的开关柜等设备以外，在开关站屋内还额外配置监控系统、配电智能辅助监控柜、所用电供电系统控制柜。本站自2022年1月投运以来，所用电供电系统运行稳定，实现了光伏发电的全部消纳。

结语

总而言之，太阳能光伏发电即是一种环保性电力能源获取方式，也具有较高的安全性、稳定性特点，当前随着科学技术的不断发展，光伏发电在各个领域中的应用日益广泛。在配电站所用电供电系统对光伏发电技术的应用，并加以配合储能技术、智能监控技术等，实现了对配电站房用电供电系统的智能化升级，解决的原配电站房所用电供电系统线损率高、可靠性低的问题，最终实践证明了，配电站所用电供电系统光伏发电系统方案具有较高的应用价值，保证了配电站所用电运用的安全、稳定性。

参考文献

- [1] 郭经州. 浅析光伏发电技术在废弃矿山中的应用[J]. 能源与环境, 2020(1): 68-69.
- [2] 戚忠华. 新能源光伏电站项目建设管理思考[J]. 科技风, 2020(19): 3.
- [3] 刘建发. 大型光伏电站发电系统智能化监控与保护协同的应用分析[J]. 通信电源技术, 2020, 37(22): 236-239.
- [4] 郭生全. 光伏电站系统的优化设计建设探讨[J]. 智能城市, 2019(06): 68-69.