

分布式光伏发电在城乡电力供应中的运用研究

袁至

云南恒昌设计咨询有限公司

摘要：现阶段，电力资源在社会生产和人们生活中具有不可替代的重要作用，城乡电力供应系统作为我国电力领域的重要组成部分，应用分布式光伏发电方式可以有效提升城乡地区的电力供应能力。本文以上内容为基础，针对分布式光伏发电在城乡电力供应中的运用展开研究，分析分布式光伏发电具有的主要使用优势，总结相关经验，给出针对性发展建议，希望能够为同领域工作者提供合理参考作用。

关键词：分布式光伏发电；城乡电力供应；节能减排；城乡发展

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.10.054

前言：新时期背景，科学技术水平不断提升，电力资源已经成为人们生活和工作中必不可少的一项重要内容，同时这也属于社会发展给电力建设领域提出的时代性发展要求。电力能源作为支撑城乡发展的核心能源之一，需要受到高度重视。目前，火力发电量在我国总发电总量中占据较大比例，由于煤碳等天然化石燃料在经过燃烧后会导致气候变化等一系列环境问题，如：气温升高，进而导致夏季期间的用电量大幅度增加，而这种用电量的持续增加还会导致各种一次性能源的进一步消耗，形成恶性循环，最终造成气候问题变得越发严重。因此，清洁能源正式成为时代发展的主流趋势，其中，光伏发电分主要为集中式和分布式两种，前者具有发电规模大、独立占地的特点；后者具有发电规模小、布置灵活的特点，所以，后者大多会结合建筑物进行设置。本文主要以分布式光伏发电为研究对象，说明分布式光伏发电在城乡电力供应中具有的积极作用。

一、光伏发电在城乡电力供应中的应用

现有分布式光伏发电在城乡地区的应用大多为两种形式，第一种是与建筑进行结合使用，充分借助建筑物屋顶结构或墙壁结构完成并网发电任务；第二中是为部分景观路灯或者道路交通信号灯设备提供电力支持，大多会采用离网发电方式，在大部分乡村地区的道路等区域有着十分广泛的应用。

在上述内容中，并网光伏发电的实际发展速度更快，在各大城市中均会采用并网光伏发电方式，由此发出的电量能够做到就地消纳，并且多余电量还能够进一步提供给国家电网。在这样的情况下，国家与地方为进一步促进现代化光伏产业的未来发展，达成节能减排目标，会为光伏并网发电提供一定程度的福利补贴，如：在2020年的6月2日，上海市正式颁布《上海市可再生能源和新能源发展专项资金扶持办法（2020版）》规定，文中明确指出：2019年分布式光伏（含用户光伏）奖励标准为0.15元/kWh（学校光伏为0.36元/kWh），同时2020年、2021年期间投产的光伏项目具体奖励标准均参照2019年逐级减少1/3、2/3。由此可知，现有光伏并网发电依旧需要政府提供补贴，但是，这种补贴标准正处于逐步下降的发展趋势，也可间接说明光伏发电在未来阶段的发展趋势相对较好，并且发电成本也可得到进

一步控制，资源浪费现象逐渐降低，与时代发展提出的环保要求相符。

（一）光伏组件与建筑相结合

将光伏电池组件安装完成后，布设在建筑物屋顶区域，即为：BAPV（Building Attached Photovoltaic），这种比较简单的结合方式，即可有效光伏发电的基本运行要求；还可以将光伏电池组件设定为一个整体，并将其作为建筑物结构的屋顶或者墙壁结构，使其成为建筑物主体的组成部分，这种类型的组和方式即为：BIPV（Building Integrated Photovoltaic）。截至目前，大部分地区都在施行多能互补等其他类型的智能微电网项目，其中便包括光伏组件与建筑结合并网发电的相关内容。以京沪高铁上海虹桥站光伏发电项目为例，该项目采用的便是BAPV组和方式，详情如图1内容所示：



图1 BAPV方式——京沪高铁上海虹桥站屋顶光伏发电

在上图内容中，光伏组件会采用平铺的布置方式，布置在建筑物两侧区域的遮雨棚上。此时总装机实际容量为：6.7 MW，平均每年可发电量为：630万kWh，因此可减少二氧化碳排放量达到6600t，应用效果极为显著，环保效果极佳。

以河北省晶龙“金太阳”光伏电站项目为例，该项目采用BIPV组和方式，详情如图2内容所示：



图2 BIPV方式——河北省晶龙“金太阳”光伏建筑一体化

在上图内容中, 光伏电池组件被应用于玻璃幕墙结构, 属于建筑物本身的一部分组成结构, 具有不可分割的特点。在该项目中, 总装机容量可达: 2MW, 平均每年发电量约为: 261万kWh, 因此可减少二氧化碳排放量为: 2368t应用效果极为显著, 环保效果极佳。

在我国, 各大城市建筑能耗约占全国建筑耗能总量的80%以上, 在这样的情况下, 如果可以在城市中成功将上述光伏发电与现代化建筑物进行有效结合, 能够成功控制城市建筑产生的能耗问题。据相关统计分析, 我国当下建筑屋顶区域的可利用面积综合在3.16亿 m^2 左右, 如果设定发电量标准为: 100W/ m^2 , 并且年运行时间设定为1000h进行计算, 现有建筑屋顶区域可利用总面积平均每年可提供电能为316亿kWh, 如果可以将建筑物墙面结构进行充分利用, 则年供电量水平还会再次增加。由于光伏发电形式大多需要与建筑物进行结合, 并且会采用直接并网的发电方式, 所以需要注意到并网光伏发电结构的设置, 详情如图3内容所示:

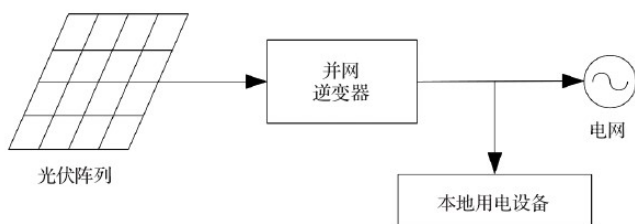


图3 并网光伏发电结构示意图

常规情况下, 与蓄电池具有类似功能的其他储能装置价格大多比较昂贵, 所以, 大部分装置不会专门设置储能装置。所以, 发出的电能大多会保持自发自用的消耗方式, 并且多余电量还能够供给电网, 如果自身产电能力不足, 则不足电量可由对应的电网进行补给。对于系统装机容量标准的选取而言, 需要根据实际情况进行专门设定, 以电能的实际需求为标准完成后续设计任务, 此间需要尽可能减少对电网形成的冲击作用。

(二) 光伏景观路灯或交通信号灯

城市中的部分景观园区或者乡村道路中, 大多会使用光伏路灯装置提供必要的照明服务; 在部分道路应急事件方面, 同样可以借助光伏交通信号指示灯完成警示任务, 在电网停止供电的情况下, 这些光伏指挥灯依旧可以为往来车辆提供及时的警示或指示作用。对于上述类型的光伏应用手段而言, 大多会应用离网发电形式, 详情如图4内容所示:

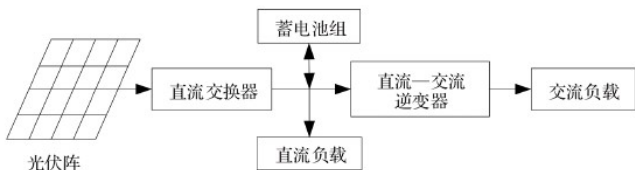


图4 离网光伏发电结构示意图

以上述内容为基础, 由光伏组件制造的所有电能可以成功应用在灯具照明, 并且多余电量还能够被存储在蓄电池系统中。但是, 因为光伏组件自身的功率相对有限, 所以照明灯具大多需要使用功耗水平较低的灯具, 如: LED灯。

二、光伏发电纳入城乡电力供应存在的问题及注意事项

目前, 光伏发电正式纳入城乡电力供应系统以后, 能够有效缓解城乡区域面对的电力需求, 同时也能够在一定程度上控制二氧化碳等其他类型污染物的总体排放量。但是, 想要将光伏发电模式持续应用在未来阶段的城乡发展中, 依旧需要地方政府的政策支撑, 才能够达到应有效果。主要原因在于, 光伏发电本身的成本要远远高出火力发电, 在这样的情况下, 如果没有地方政府的政府倾向, 缺少足够完善的补贴政策, 此时的光伏产业便不具备在城乡地区快速发展的基本条件; 与之相反, 如果可以具备足够完善的补贴政策, 同时配合稳定的政策激励, 则光伏产业在后续阶段的发展中同样会使光伏发电总体成本出现大幅度降低, 并达成光伏发电的市场化发展目标。

(一) 光伏发电运行原理

光伏电站可以在电气设备的配合下, 将光能进行转换作用, 使其成为电能资源, 其中, 太阳能电池板涉笔、逆变器设备均属于光伏电站系统中最为关键的电气设备。对于光伏系统而言, 主要是由控制器设备进行控制, 系统中的太阳能电池板在自身接收到的光能资源后, 可以借助转换器装置、逆变器装置、控制器装置的统一处理, 然后便可将生成的电能向外界输送, 由此产生的电力资源可以在众多不同类型的生产和生活活动中得以应用, 覆盖面极广。但是, 由于光伏电站在进行变电的过程中, 如果无法保证自身的电气设备运维检修处于稳定工作状态, 则自身的发电效果便会受到直接影响, 电能转换效率也会大幅度降低。

(二) 光伏电站运行注意事项

光伏电站中的电气设备总体数量、设备运行信息, 属于光伏电站当下运营工作中的关键参数, 所以, 需要受到检修工作人员的高度重视, 不仅如此, 还需要进一步加大巡检工作力度, 设定明确的设备巡检时间、规定必须巡检的主要项目等, 确保所有影响要素都处于检测范围内, 并制定好科学的巡检规划方案^[2]。在此期间, 在完成规划制定任务后, 还需要派遣专门的技术人员对设备进行巡检, 并且巡检工作人员还需要翔实记录设备巡检参数信息, 确保数据准确性, 此间不可出现伪造数据或者擅自修改原信息的情况。

首先, 站内工作人员需要严格检测电池系统的接线位置, 在明确不同部件之间的最终连接效果是否牢固后, 方可进行下一环节的检测工作。如果在检测过程中发现存在松动情况, 则需要第一时间进行加固处理, 同时还需要对电源接头接地情况加以严格排查, 确保系统接地状态良好, 以此达到防止阴雨天环境条件下出现的各种电气设备运维故障问题;

其次, 站内工作人员需要对电池组件的外表面进行检测, 主要监测内容为外表面是否存在破损现象, 如果在检测过程中发现存在破损问题, 则需要调遣专业检修人员对破损问题进行妥善处理, 同时还需要采取更加科学的手段为电池组件提供安全保障作用, 确保电池组件系统的相关问题都可以得到有效处理和解决, 通过这种方式, 可以经电量损失比例控制在最低标准, 达到提升输电效率的最终目的。

再次, 站内工作人员需要为电气组件的外表面提供必要的清洗作业, 这项工作对于光伏组件而言, 具有十

分重要的作用，如果组件长期处于不清洗状态，则会对系统的实际发电量造成直接影响，导致发电效率变低。但是，在清晰的过程中，清洗作业不可直接用冷水。

最后，站内工作人员需要对电气组件是否存在老化情况做出准确判断，如果在检查过程中发现个别组件出现老化现象，则需要第一时间更换组件，以此保证电气设备可以始终处于顺畅运行状态，保证电力系统的整体工作效率。

在上述内容中，保证光伏电站正常工作状态的同时，需要合理、科学使用跟踪系统，可以为电气设备维护工作和检修工作提供更为便利辅助作用。基于此，想要保证各项检修工作都可以取得理想效果，则需要站内的所有检修工作人员都能够熟练掌握相关技术，并保证每一环节的跟踪检测工作都可以落实到位，可以借助跟踪系统完成对设备实际运行状态的检测任务，并严格履行所有监控工作提出的具体要求。

（三）设备检修

光伏发电系统中的逆变器设备具有非常复杂的操作特点，如果与之相对应的检修工作没有落实到位，工作系统依旧存在隐患，则会导致电气设备无法保持正常运行状态，进而影响到系统的整体运维效率。基于此，需要站内工作人员提高对运维检修工作的重视程度，在检测过程中秉持更加严谨的工作态度，确保所有环节的检测工作都可以落实到位，保证所有检测内容都被相识度记录下来，并再第一时间处理好检测过程中发现的所有不利因素，以此为基础，为电力系统的整体运维效率提供必要保证作用。在逆变器处于工作状态时，站内检修工作者需要测量出设备内部的实时温度，如果温度值超出规定值，则需立即启动排风系统，尽可能快速的降低逆变器设备工作温度，在这样的情况下，可以更加有效的减小由于温度过高导致的能源损失问题。在逆变器设备出现工作故障问题后，站内检修工作人员需要立即对设备执行断电处理，待断电操作完成后，设备检修人员则需在最短时间内找出故障问题的具体位置及其成因，在经过深入分析后，需要立即采取必要处理措施，对设备工作状态进行合理调整。

四、光伏电站工程实例分析

以某乡村中的道路照明工程设计作为研究案例进行分析，该道路工程执行环境整治改造工作，设定道路宽度为：7m，道路等级设定为乡村地区的道路干路。参考《乡村道路工程技术规范》（GB/T 51224-2017）标准要求，乡村道路干路两侧区域的路灯装置需要进行交叉布设，最终照明设计方案可参照城市现有支路标准完成设计任务。因为该道路属于乡村道路，所以周边缺少电源接入点，所以设计为太阳能光伏路灯。其中，路灯光

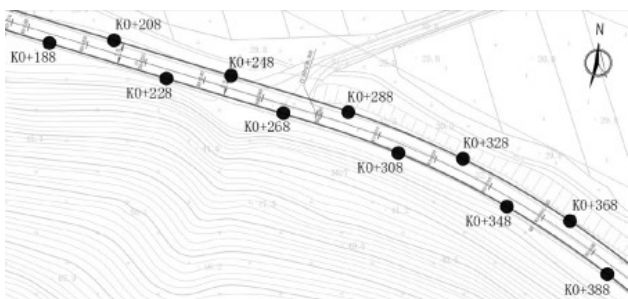


图5 某乡村道路照明平面图

源标准设定为：60WLED灯具，光源与地面之间的距离为6m，同时路灯灯具设定仰角为15°，灯架悬挑长度设定为：1m，所有灯具均采用半截光型灯具，安全防护等级设定在IP65以上。路灯单侧安装设定40m间距，整体安装间距标准设定为20m，其中，局部道路照明平面图详情如图5内容所示：

在上图内容中，照明设计方案能够满足《城市道路照明设计标准》（CJJ45--2015）中提出的城市支路标准要求。因此，可使用光伏发电形式进行供电，并且路灯或信号灯并不需要接入市电即可完成照明任务，此间能够节省出大量的电缆以及电缆沟施工作业成本，并且这种类型的照明灯具还具有安装简单、快捷的优势。但是，光伏组件以及蓄电池组会导致系统成本增加，同时还需要在系统设计过程中对所在地区的天气因素、光照因素等做出充分考量，尽可能控制成本支出。

结语

综上所述，城乡地区的电力供应大多需要凭借公共电网，但是，在将光伏发电成功纳入城乡电力供应系统后，不仅能够有效缓解城乡地区的电力需求问题，同时还能够将其作为一种特殊的后备电源，为部分重要场合提供更加可靠供电保障作用，对于低碳、智慧城市以及提升城乡防灾能力而言，均具有重要作用。

参考文献

- [1] 王志林, 仝伟. 基于分布式光伏发电接入的配电网电压越限监测研究[J]. 自动化技术与应用, 2021, 01(07): 120-121.
 - [2] 夏鲲, 付夏乐, 李正荣, 等. ZigBee技术在分布式光伏发电系统中的应用[J]. 电源技术, 2019, 43(04): 174-175.
 - [3] 柳君波, 张静静, 徐向阳, 等. 中国城市分布式光伏发电经济性与区域利用研究[J]. 经济地理, 2019, 39(10): 148-149.
 - [4] 陈建国, 苑英科. 社会能源系统视角下的中国居民小区分布式光伏发电[J]. 华北电力大学学报: 社会科学版, 2019, 02(06): 135-136.
 - [5] 杨昌辉, 石瑞智. 我国分布式光伏发电项目经济效益评价研究——基于区域层面不同电价情景的分析[J]. 价格理论与实践, 2021, 05(12): 175-176.
 - [6] 刘进军, 高林朝, 张香萍, 等. 基于EPC模式分布式光伏发电技术经济分析[J]. 河南科学, 2021, 39(11): 118-119.
 - [7] 刘博, 柯德平, 李鹏, 等. 低压配电网台区分布式光伏发电功率辨识方法[J]. 电力系统自动化, 2019, 07(19): 128-129.
 - [8] 张国祥, 严兴宇. 分布式光伏发电与APF协调统一控制策略[J]. 电力电子技术, 2021, 55(11): 104-105.
 - [9] 方鹏, 高亚栋, 潘国兵, 等. 基于LSTM神经网络的中长期光伏电站发电量预测方法研究[J]. 可再生能源, 2022, 40(01): 148-154.
 - [10] 任林涛, 汪飞, 杨柳柳, 等. 分布式光伏电站系统效率模型分析与研究[J]. 太阳能学报, 2019, 04(06): 159-166.
- 作者简介：袁至，1983.12，男，云南省会泽县人，汉，本科，电气工程高级工程师，研究方向：输变电与智能电网、新能源输配电。