

光伏发电项目工程规划及建设应用研究

高洋

内蒙古龙源新能源发展有限公司

摘要：近年来，随着光伏技术的不断发展和成本的不断降低，光伏发电的规模不断扩大，光伏发电被视为未来最有潜力的能源，对于光伏发电的开发和光伏项目工程建设的研究显得尤为重要和紧迫。文章旨在探究光伏项目工程建设的关键问题和影响因素，为光伏项目的规划、设计、建设和运行提供针对性的建议和措施，探究如何建立光伏项目工程建设的综合评价体系，对光伏项目的建设 and 运营情况进行评价和监测，提高光伏发电系统的效率和经济性。

关键词：光伏发电；光伏电站；工程规划

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2023.12.116

引言

光伏发电是一种清洁能源，具有发电时间长、无须消耗燃料和污染少等特点。近几年，随着光伏发电的大规模应用，电力系统的安全稳定运行面临着前所未有的挑战。首先，光伏发电本身具有一定的间歇性，会导致电网调峰困难；其次，光伏发电对电力系统的运行特性有较大影响，在大规模光伏发电接入后，会使电力系统中有功功率和无功功率发生变化，严重影响电网安全运行；再次，在大规模光伏发电接入后，还会使电力系统出现短路、容量不足和电压波动等问题；最后，由于电网中的电源出力具有较大的不确定性和随机性，从而使大规模光伏发电接入电网后对电网运行稳定性产生较大影响。

一、光伏发电技术概述

（一）光伏发电技术的分类

光伏发电技术主要基于光伏电池的种类、安装方式和电站规模等方面进行分类。常见的光伏电池组件包括单晶硅组件、多晶硅组件、非晶硅组件和染料敏化太阳能电池组件等。不同的组件类型光伏效率和成本也不同。根据安装方式，光伏发电又分为地面光伏电站和屋顶光伏电站。屋顶光伏电站通常安装在民用建筑物屋顶上，而地面光伏电站通常安装在开阔地区（如沙漠和田野）上。根据电站规模分为规模较小的分布式光伏电站和规模较大的集中式光伏电站。在分布式光伏电站中，光伏电池通常安装在楼宇、工厂和家庭屋顶等地方，对于城市市区的供应量非常有限；而集中式光伏电站通常是建立在大型空旷的区域，进行大规模发电。根据光伏发电的特点可将其划分为独立发电系统和并网发电系统。独立发电系统主要应用于无电网区域或需要独立供电的场合；并网发电系统则将光伏发电与电力网相连接，并将电能输送至电力网上。不同的光伏发电技术分类在具体应用中各有优缺点，在选择应用技术时需要综

合考虑实际情况。

（二）光伏发电技术的优缺点

光伏发电技术作为一种清洁、可再生的能源方案，在能源转型中起着越来越重要的作用。光伏发电技术有以下4个优点：（1）清洁环保。光伏发电不污染环境，排放量极低，没有噪声污染，是一种最为清洁环保的能源。（2）可再生。光伏发电利用太阳能进行发电，太阳是一种无限可再生的自然资源，因此光伏发电具有可持续性。（3）易于维护。由于光伏电站无须燃料供应和机器运转，因此维护成本较低，同时也不存在燃烧产生的废气、渣和污水等问题。（4）抗灾性强。光伏电站可以分布式布局，避免设备集中，无须大量输电线路，避免了自然灾害对电网造成的影响。光伏发电技术有以下4个缺点：（1）高成本。目前光伏电站的建设和维护成本相对较高，尤其是基于高效率晶体硅太阳能电池的光伏电站，其投资成本高昂。（2）稳定性差。光伏发电主要依赖于太阳能，因此光伏电站的发电量易受到天气等自然因素的影响，需要引入电池储能等技术对其进行优化。（3）土地需求高。建设大型光伏电站需要占用大量土地资源，这可能会影响当地的生态环境和农业生产。（4）能量密度低。与化石能源相比，太阳能密度较低，需要占用大量土地资源来收集光能，因此建造大型光伏电站的空间占用成本较高。

二、光伏发电实施施工管理的重要性

（一）保证工程质量

保证光伏电站的施工质量，对于确保项目后期的发电效率和寿命是至关重要的。在光伏电站的建设过程中，如果存在质量问题，不仅会导致发电效率降低，还会增加维护和修复成本，最终影响光伏电站的经济效益和可持续发展。因此，为了保证光伏电站建设的施工质量，需要严格按照规划和设计方案进行施工，并采取有效的管理和监督措施。这样才能保证项目的施

工质量符合规范要求，避免质量问题对光伏电站的发电效率和寿命造成影响，从而实现项目的可持续发展目标。

（二）确保安全生产

确保安全生产在光伏电站的施工管理中的重要性不容忽视。一方面，光伏电站的施工过程需要涉及高空施工、电气作业等危险作业环节，保障工人安全施工是重中之重。一旦发生安全事故，不仅会影响项目的建设进度和后期的运营效益，更会导致人员伤亡和财产损失，对工人和企业都是不可承受之重。另一方面，保证安全生产也是企业履行社会责任的体现，只有确保安全生产，才能赢得社会和公众的信任和支持。

（三）保证工期进度

保证工期进度对于光伏发电项目的重要性不言而喻。举个例子，如果一个光伏发电项目的工期被延误了几个月，那么在这段时间内，该项目无法发电，无法产生任何经济收益，而且可能需要额外投入成本来弥补因延误带来的损失。另外，正常项目合同会规定工期要求，一旦无法按时完成施工，施工方就会面临合同违约的风险，还可能需支付违约金等费用。因此，保证工期进度对于光伏发电项目的经济效益和风险管理都至关重要。

（四）控制成本

对于任何项目来说，成本都是一项重要的考虑因素，因为它涉及投资回报率和可行性分析。在光伏发电项目中，投资成本通常是非常高的，举例说明按照2022年根据工程量、施工难度、设备采购价格、市场价格等因素100MW集中式地面光伏电站大EPC中标价格在4亿元到4.2亿元左右，在因此需要采取有效的措施降低成本，以确保项目在经济上可行。同时，合理的成本控制也可以帮助提高项目的竞争力，让项目在市场上更具有优势。在施工管理中，加强材料采购和物资管理可以帮助避免浪费和成本增加。

三、光伏电站发电效率的影响因素

（一）自然因素

分布式光伏电站会被灰尘、积雪和阴影遮挡，灰尘会阻挡光线照到组件上，影响散热和转换效率，进而使系统的发电量减少。电路板上长时间积累的尘埃会腐蚀电路板的表面，增加其粗糙度，并且随着尘埃的积累，会增加其太阳漫射率。其辐射强度越高，日光穿透越强，粉尘所引发的损耗越小，故对发电模块进行定期清洁非常有必要。冬季的时候，如果不能及时清理积雪，再受阴影的影响，就很难产生电能。（2）温度系数是太阳能电池模块的一个重要参数。通常，晶硅电池的温

度系数在 $-0.45\%/^{\circ}\text{C}\sim-0.35\%/^{\circ}\text{C}$ ，而非晶硅电池的温度系数在 $-0.40\%/^{\circ}\text{C}\sim-0.20\%/^{\circ}\text{C}$ 。通过有关测试发现，随着温度的升高，其最大输出功率每升高 1°C 就下降 0.04% ，同时逆变器等电力装置的转换效率也将下降，为了防止温度变化引起不利影响，组件一定要有良好的通风。（3）光伏电站的发电量受太阳的辐射量和辐射强度的影响，其所能接收到的辐射是各种辐射的总和，但并非所有的辐射都能用于发电。

（二）设备因素

分布式光伏发电系统由多个设备构成，当一个设备发生故障时，将会对整个发电系统造成不利的影 响。导致的发电效率降低的设备因素大致可总结为以下4个方面。（1）太阳能电池模块的倾斜角度。太阳能电池斜面的总太阳辐射主要为天空散射和地表反射，所以当其倾斜角度不同时，所接收到的辐射量也会有所差别。其倾角需要使用分析软件依据本地纬度来确定。（2）电池模块之间的电流不匹配。电池模块之间的电流差别会导致电池模块之间的串联产生电流损耗，电池模块之间的电压差别会导致电池模块之间的并联产生电压损耗，进而导致电池效率下降。（3）电池模块之间的损耗。器件的输出功率随照明时间的延长而持续降低，这与器件本身的特点密切相关。电池模块之间的损耗通常可分为3类：由于外界恶劣环境的影响而引起的器件功率骤降；由于初始光照引起的器件损耗；由于器件本身的老化而引起的器件损耗。（4）换流器及箱式变压器的效能。对于分布式光伏电站来说，逆变器是整个电站的核心器件，它对电站的品质和发电效率有着重要影响。当太阳辐射强度提高时，模块发电所产生的电压也会提高，当电压达到逆变器工作电压范围时，就可以开始工作。但是，当电压降低于逆变器的运行电压时，电站运行和产生的电能就会中断。所以，操作的电压范围将决定电能的产生时间。而箱变在电压提升时会产生电能损耗，电能损耗的大小取决于其自身的特性。

（三）人为因素

（1）设计不合理。设计不合理会造成严重的发电损耗，例如发电站布置和间隔不合理，前后两个模块被挡住，这些问题在后期的运行维护中很难得到有效的解决，从而影响了发电量。（2）清洗不及时。在沙尘暴和大雾天气里，太阳能电池的产量会较低。如果不能及时清洁，将会造成严重的后果，需要根据其实际的粉尘状况来制订运行计划，定期清洗组件，以确保正常发电。

四、光伏发电项目工程的实施与运维

（一）加强并网过程中的检测工作

对于光伏发电与风力发电来说，它们具有一定的综合性和复杂性，涉及的技术手段有着不同的特点。由于“孤岛效应”等现象可能会对电网的稳定性和安全性产生不利的影 响，在这种情况下，有关部门需要加强对设备及各个阶段的检测工作，选择合理的控制方法。工作人员需要及时发现可能出现的“孤岛现象”，通过被动检测、主动检测和开关检测等不同的检测方式，对电压、频率和电压相位等要素进行数据记录和分析，及时处理可能存在的异常现象，并且制订完善的检测计划，对逆变器等设备进行实时监督，确保频率和振动模式的合理性，加强对“孤岛效应”的有效防范。此外，在“孤岛效应”的检测工作中，可以插入阻抗，提高系统安全性，避免对电网造成影响。一旦发生故障问题，需要第一时间进行切断处理，做好信号方面的控制和反馈，保证并网技术的应用符合电网的要求和标准。

（二）优化调度与协调运行

在电网系统中，大规模光伏发电的接入使电网系统中的网损有所增加，这就需要采取措施对电网进行优化调度。在电网优化调度过程中，可以采用相关的智能算法，比如采用蚁群算法来对光伏发电出力进行优化，并制订合理的调度策略。此外，还可以通过对负荷需求的分析，来确定光伏发电接入电网后对电力系统稳定性造成的影响。另外，为了更好地实现电力系统的协调运行，相关工作人员还需要在电网中合理地配置储能装置。储能装置在电网系统中主要发挥2个方面的作用，分别为对电网系统中的有功功率和无功功率进行平抑。

（三）增强光伏消纳综合规划技术水平

对于大规模光伏发电来说，电站的布局情况也会对电网规划造成影响。在进行电网规划过程中，较小规模光伏发电更多是利用高压输电方式并入到当地电网负荷中心，因此需要提升当地的电网建设。对于大规模光伏发电，将其并入区域电网进行消纳过程中，不但要增强区域内电网，同时也要增强区域电网的跨省互联。随着光伏发电规模的逐渐增加，除了规划以上内容外，还要对跨区外送通道等进行规划，保证光伏发电大规模跨区外送的稳定性。为了进一步提高输电通道利用率，除了考量光伏发电之外，同时也要考虑水电、风电、火电等不同类型的匹配性，确保其运行的协调性。对于大规模光伏分散式并网来说，最关键的问题之一是对配电网结构进行优化调整，特别要考虑对含光伏发电系统的智能配电网进行合理的规划，同时也要确保光伏布点和容量与配电网规划的匹配性。随着近些年光伏发电规模的扩展，光伏屋顶发电以及光伏建筑一体化逐渐增加，为了充分保障可扩展性，城市电网规划一定要预留足够的余地。

（四）提高施工人员素质

在光伏发电项目的施工过程中，施工人员是直接参与项目建设的重要人力资源，他们的素质和能力直接关系到项目的顺利进行和顺利完成。因此，为了保证项目的顺利进行，在员工招录过程中录取专业对口，经验丰富，持证上岗的工作人员，施工单位需要加强对作业人员的培训，提高其技能水平和安全意识，确保施工过程的质量和安全性。施工单位需要制定完善的培训计划，根据施工人员的不同岗位和职责，制定相应的培训方案。对新员工进行基础培训，提高其技能水平，对老员工进行技术培训，更新其知识和技能。培训内容可以包括光伏发电项目的基础知识、施工技术、安全管理等方面。同时，施工单位需要加强对施工人员的管理，建立科学的管理制度。在施工现场，要对施工人员进行严格的安全管理，如正确佩戴安全帽、安全绳等必要的安全防护措施；建立施工人员考核制度，对施工人员进行绩效考核，激励施工人员积极工作；建立施工人员交流平台，促进施工人员之间的交流和学习。此外，施工单位需要注重人性化管理，提高施工人员的工作积极性和归属感。对于施工人员的合理诉求要积极予以解决，为他们提供舒适的工作环境和良好的工作待遇，营造良好的工作氛围。

结束语

在光伏发电接入电网后，应根据电网实际运行情况和负荷特性选择合理的光伏发电控制策略和并网控制策略。在光伏发电控制方面，应选择合适的光伏阵列布置方式，合理配置光伏发电并网容量，灵活选择光伏发电控制模式；在并网控制方面，应选择合适的并网模式，合理配置并网设备，优化运行方式。另外，还应 对电网侧负荷和储能装置进行合理配置，以提高电网调峰能力，从而使电网能够在正常情况下稳定运行，并能够在突发事件中快速恢复正常状态。

参考文献

- [1]周恒.大规模光伏发电对电力系统的影响[J].光源与照明, 2023(6): 130-132.
- [2]刘坤艳,付伟.大规模光伏发电对电力系统影响综述[J].环球市场, 2020(1): 167-168.
- [3]王宇.浅谈大规模光伏发电对电力系统的影响[J].石油石化物资采购, 2023(8): 182-184.
- [4]李东东,郭天洋,刘庆飞,等.计及光伏发电的新能源电力系统惯量评估[J].太阳能学报, 2021.42(5): 174-179.
- [5]孙岩.区域电网光伏发电对电力系统规划的影响及分析[J].油气田地面工程, 2021, 40(5): 67-69.