

太阳能光伏发电系统在建筑电气中的应用

文 / 张思怡 华汇工程设计集团股份有限公司

摘要: 随着科学技术的发展和世界能源结构的变化,人们对环保的重视程度越来越高。但是,因矿物资源有限且其燃烧过程中产生的物质会影响地球环境及气候。在资源、环境以及社会发展中,开发及利用新能源是环境所趋。太阳能具有多项优点,如清洁、高效以及可再生等,其在建筑电气中的地位逐渐提升。

关键词: 建筑; 电气; 太阳能

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.02.123

引言

随着经济的快速发展,很多科技创新技术被广泛应用,新能源越来越多地被用于生产和生活,相关的技术研究也取得了丰硕的成果^[1]。特别是近年来,随着新能源产业的蓬勃发展,光伏技术也得到长足进步与提升。目前,国家对于新能源产业投入不断加大,使得光伏新能源技术成为能源转型与可持续发展战略实施过程中不可或缺的一项关键技术。尽管如此,在建筑电气设计中,太阳能新能源的利用有待于进一步的深入。因此,本论文对太阳能新能源在建筑电力工程中的应用进行了深入的分析与研究。

一、太阳能光伏发电技术简述

(一) 太阳能光伏发电技术工作原理及其各种分类

光伏发电技术的原理是半导体PN结的光生伏特效应。它是利用光电二极管作为光能转化元件,通过对太阳电池内部电场分布状况改变来完成电能转化过程。在太阳光照射下,P、N区域会因扩散运动而产生正负电荷,从而引起PN结两端电位差。此时,通过对二极管导通电阻大小变化量的计算可以确定出这一点所对应的光电转化效率,当电池和外电路相连时,就会出现电流和电压,这样就可以把太阳能和电能相互转换^[2]。在建筑业,晶硅电池可分为两种:一种是根据晶体硅含量不同而生产的,又可分为两种:一种是单晶硅和一种多晶硅;另一种是非晶硅太阳能电池,依据不同种类所占比重的不同,可以细分为单玻与非单玻两大类。其次,薄膜太阳电池按其所用的材料可分为多种类型,如有机高分子、硅和铜铟镓硒等^[3]。其中,硅基薄膜太阳能电池由于具有成本低、性能好等优点,成为当前最为重要的一类太阳能电池产品。目前,尽管晶硅太阳能电池在市场上的份额相对较大,但其高昂成本与难以弯曲特性,在某种程度上制约进一步发展与广泛应用。因此,需要研发一种成本低、性能优异新型太阳能电池体系,以满足实际需求。与之相比,柔性薄膜太阳电池具有更好的柔性和轻质特性,更适于与建筑物协同工作,是当前的研究热点^[4]。

(二) 光伏电池的种类及特性

太阳能电池分为多种类型,按照所需材料及结构的

特点进行分类。在光伏电池中,有部分属于性能较好且应用较为普遍的一种类型。光伏电池的常见种类有单晶硅、非晶硅、多晶硅及其他复合材料。在各类电池种类中,光伏电池各具优点,不同种类及类型的太阳能电池具有其特点,如单晶硅电池具有寿命长、稳定性好以及转换率高等优点,但设备的投资成本较高;多晶硅电池的价格比较便宜,但是它的稳定性和转化率可能会有一点点的欠缺;非晶硅电池具有柔性好、重量轻等优点,备受瞩目,然而,其光电转化效率仍有待提高;薄膜电池因具备柔性、低成本、高能量密度等优点,成为太阳能利用中最具潜力领域之一^[5]。复合材料光伏电池融合了各材料优点,以实现成本及效率的平衡。

二、建筑电气系统的光伏发电场景

独立光电技术:该系统大多在偏远地区或供电不稳定地区使用。它通过将太阳能电池板固定在建筑物上并与之连接以获取电能,然后再由蓄电池进行储存与释放,从而达到了不间断供电的目的。其最大的优势是可以实现自给自足,不再完全依赖传统电力系统,同时,可以为建筑物提供电力。

光伏并网:即将太阳能电池板发出的电力直接送入电网,使其与电网共用。在该技术中,采用新型的并网逆变器——有源箝位式逆变电路来取代传统的无源滤波器。它的显著优势是可以最大限度地利用太阳能,从而提升电力系统运行效率^[6]。

集中式:集中式光伏发电系统可以利用太阳能,构建较大规模、稳定的发电站,也可以与高压输电线路远距离输电,此系统的位置设定更加灵活,具有更高的可靠性,能够最大限度地利用太阳能资源。此外,其采用低压输电技术,能够降低电网损耗,提高电能质量,减少对环境的污染。这一系统还具备通过负荷的正向调整特性来调整负荷的能力。与单一的太阳能电池相比,这一系统展现出更高的灵活性和便利性,不仅可以提供无功电力,还能进行电压的精确控制。通过分析比较得出了该系统对光伏电站运行参数要求不高,且能够实现分布式光伏电源与传统变电站相结合,达到提高电力系统可靠性、安全性和经济性的目的。与其他系统相比,

这一系统的建设周期大大缩短，同时它对环境的适应性也更为出色，它具备低能耗、低操作成本和便于集中管理的特点。显然，建筑电气系统中光伏发电技术具有广阔的应用前景。随着我国经济水平与人民生活水平的不断提高，人们对绿色能源需求越来越高。首先，建筑可采用光电技术，即在建筑结构设置光电模块，如遮阳、屋面、外墙等，以将太阳能转变为电能，进而供建筑使用。同时，光伏电池能够有效地吸收太阳光线，将太阳光能转换为机械能储存到蓄电池中，以供建筑物内设备用电之用。此外，光伏电池组件也可被应用于建筑外观装饰，有助于提升建筑整体美观度。再次，光伏发电技术能够实现建筑物内各种用电设备的自动化管理与控制，从而使其具有智能化功能。此外，此技术还可以广泛应用于建筑电梯、空调以及照明等，以降低对传统电力资源的依赖，进而提升建筑的能源使用效率。

三、光伏发电技术的优点以及它所面临挑战

优点：光伏发电技术以其清洁、高效与可再生的特质脱颖而出，它不但可以避免对矿物燃料的过度依赖，降低使用过程中的温室气体出现，同时，为建筑运营提供可靠、稳定的供电。光伏能源在建筑用电领域有着广阔的应用前景，其既能满足建筑业的需要，又能向电网输送过剩的电能，对建筑节能具有重要意义。因此，相关部门应加强对太阳能光伏发电系统的研究，以推动我国建筑行业健康发展。此外，在发电全过程中，由于不需要更换装置，所以后期维修工作比较简单，可以保证电力系统的安全运行。该方法的实施，能够对电网输出电流进行动态调控，达到对电能进行科学存储与调控的目的，既能提高电网的安全，又能保证电网的稳定运行。

面临挑战：尽管建筑电气系统中广泛采用光伏发电技术，但仍有若干待解决的问题。这些问题主要包括以下几个方面。首先，由于光伏电池组件的生产成本相对较高，这导致了光伏发电系统需要更长的投资回报周期。另外，由于其使用寿命短，使得光伏发电系统不能长期稳定地工作，影响用户对其性能与可靠性的预期。再者，光伏发电技术在能源转换效率方面表现不佳，有待于进一步优化与提升。第三，光伏电池阵列受天气影响较大，不利于电网对其进行实时调节控制，降低供电可靠性。第四，在阴天及夜晚光伏发电的能力较低，无法符合电力要求。第五，因光伏电池本身存在缺陷，容易产生各种故障，影响光伏发电系统的正常运行。第六，由于光伏电池组件的使用寿命相对较短，因此需要进行定期替换与保养，这无疑增加整个系统运营开销。最后，光伏电池组件安装位置不准确导致发电量误差较大，影响到建筑物内照明系统的正常工作^[7]。在建筑电气系统中，光伏发电技术所面临的这些问题为其应用带

来不小考验。

四、在建筑电气系统中光伏发电技术起到的关键作用

（一）减少城市建筑能源使用的重要作用

我国城市化进程不断加速，已取得令人瞩目的建设成果。随着社会经济水平的提升，人们生活质量也得到显著改善，对能源需求量日益增加，这促使建筑行业获得巨大发展空间。但是，目前全国约80%的新建筑都是传统的能源密集型建筑，与既有建筑所产生的巨大能量消耗相结合，这使得我国每年的建筑能源消耗达到了近30%^[8]。在能源日益紧张的今天，建筑节能已成为当前建筑行业所面临的主要问题之一。面对日益加剧的能源危机，太阳能光伏发电技术因其低能耗与绿色能源的技术优点，受到建筑行业强烈推崇与应用。在建筑电气领域中使用太阳能光伏发电技术不仅可以实现对能源资源有效利用，还能够降低电能消耗，减少环境污染，提升居民生活质量水平。

（二）解决能源短缺地区建筑物用电问题

在当前阶段，我国依然有大量的偏远与贫困地区尚未接通电力，这对当地居民的日常生活与生产活动产生严重负面影响。为改善这一问题，需要将太阳能作为重要能源加以利用，其中最常见且有效方法便是建筑中光伏发电。应用于建筑设计的光伏发电系统，能够将太阳光直接转化为建筑供电，解决了边远地区的居民用电问题。

五、太阳能光伏发电核心技术手段

（一）关于光伏电池的技术手段

光伏电池作为光伏发电系统中关键组件，其转换效能对光伏发电系统的总发电量与功率有着直接影响。因此，提高光伏电池的转换效率已成为当前研究热点之一。目前，在提高光电转换效率、降低生产成本和延长其使用寿命等方面，一直处在不断发展和优化的阶段。

（二）太阳能电池板的设计

太阳能电池板是太阳能电池的关键部件，它的设计要综合考虑电池板的特性、所采用的封装材料和器件的结构。在具体设计过程当中，要充分考虑到组件功率特性与温度变化对组件输出功率产生影响。另外，零部件的安装和服役环境也要加以考虑，以保证其对多种气候和环境的适应性。

（三）浅谈变频器的工艺方法

逆变器是光伏发电系统的重要组成，也是发电系统的关键部分。逆变系统的性能与效率影响着电力系统的运营质量及能耗。随着太阳能光伏电池制造工艺及成本不断降低以及电力电子变换技术、计算机技术等方面的进步，使得基于光伏并网逆变器的光伏并网发电成为可能，并已被广泛应用于现代生活当中^[9]。因此，在建筑

电气系统中应用光伏发电技术时，逆变器技术研究及优化成为其中核心环节。

（四）关于能源管理体系

在建筑电气系统中，能源管理系统扮演着关键的角色，其主要职责是对建筑内部能源使用进行持续监控与管理。随着人们生活水平的不断提高，对于电能需求量越来越大，因此必须要加强建筑电气设计工作。为保证建筑用能稳定供给，达到节能减排的目的，在建立光伏发电系统时，需要充分挖掘太阳能电池的能量特性，并对其进行精细化调控和管理。

（五）光伏一体化技术在楼宇中的应用

将光伏发电与建筑设计相结合，既保证了建筑物的美观和使用性能，又有利于实现建筑的可持续发展和节能减排。当前，太阳能与建筑一体化的太阳能发电技术已经成为世界范围内的一个热门课题。其关键在于将太阳能的电池模块设置在建筑的门窗、屋面以及外墙等，与建筑的照明、空调及暖通等系统结合，多用途实现能源的利用^[10]。

（六）故障诊断方法

光伏系统发电时，故障检测技术起到不可或缺关键作用。由于其本身具有较强开放性特点，一旦出现问题便会导致整个工程受到严重损害，因此必须要做好相应维护工作。在实际应用中，逆变器与光伏组件等设备较容易遭遇老化与损坏等问题。一旦出现这种情况，将会严重影响整个系统运行安全性与可靠性。如果不能对这些故障进行及时诊断与处理，那么系统稳定性与电能生成效率将会受到较大影响^[11]。一旦出现此类问题，就会导致整个系统运行质量下降，严重情况下甚至可能造成设备损坏。所以，在进行故障诊断的时候，一定要给予足够的关注，要针对不同的故障类型，选用适当的数据分析软件和红外热成像等辅助手段，快速地找到故障的具体部位和原因，并据此制定出相应的排障方案，保证该系统能快速地恢复到正常的工作状态^[12]。

（七）技术操作和维修

在实际应用中，应重视日常巡视、部件清洗和线路状态检测等一系列的操作和维修工作。通过对其进行科学、合理的维修管理，可以减少其发生失效的风险，保证其长期处于稳定、有序的运行状态。另外，有四项优先事项也必须加以重视：第一，保证安全，维修工作必须严格根据维修安全标准要求来进行，以降低意外；其次，强化环保意识，重视维修时的环境保护问题，以确保不会因为维护活动而对生态环境造成不良影响；第三是应急救援，在发生突发事件时，相关单位要积极做好人员疏散以及现场救护，保障工作人员生命安全。第四点，在光伏发电系统进行更新及维护时，应重视新技术的引入，升级和维护系统，保证系统达到预期^[13]。

结束语

综合来看，随着科技进步与环境保护意识的增强，建筑电气系统中光伏发电技术的使用范围预计将逐渐扩大。光伏发电是一种利用太阳能进行电能转换的新型发电方式，具有清洁无污染、运行成本低以及使用灵活方便等特点，因此被广泛应用于现代建筑工程中。在未来的研究中，因此，亟须开展创新研究，推动太阳能电池在建筑、电力等领域的应用，进而促进新能源的高效利用。

参考文献

- [1] 刘晓娜. 太阳能光伏发电系统设计研究[J]. 科技与创新, 2024, (13): 119-121.
 - [2] 王丽, 刘毅. 太阳能光伏发电系统在建筑电气中的应用研究[J]. 电气技术与经济, 2024, (06): 153-155.
 - [3] 郭润梅. 太阳能光伏发电技术在建筑电气系统中的应用探究[J]. 电子元器件与信息技术, 2024, 8(02): 213-216.
 - [4] 蔡焕宁. 太阳能光伏发电系统在民用建筑中的应用分析[J]. 建筑电气, 2018, 37(02): 45-50.
 - [5] 卢倩楠. 绿色建筑中太阳能光伏发电系统的设计研究[D]. 长安大学, 2016.
 - [6] 苑帅. 太阳能光伏发电系统及建筑一体化[J]. 门窗, 2015, (01): 128.
 - [7] 朱飞宇. 太阳能光伏发电系统的工程应用[J]. 现代建筑电气, 2013, 4(10): 46-48+64.
 - [8] 史海疆. 完善行业标准促进建筑电气节能访中国建筑东北设计研究院常务副总工程师中国建筑学会建筑电气分会理事长王金元[J]. 电气应用, 2012, 31(02): 4-6.
 - [9] 金真. 用好新型能源扩展建筑电气节能空间[N]. 中国建设报, 2010-12-14(006).
 - [10] 郭礼宝. 成都地区新建建筑太阳能利用策略及热源选择分析[C]//中国建筑学会建筑给水排水研究分会, 中国建筑学会建筑给水排水研究分会第四届第二次全体会员大会暨学术交流论文集(下册). 中国建筑西南设计研究院有限公司, 2023: 5.
 - [11] 张龙, 李金海, 高宇, 等. 太阳能光伏发电系统在某水泥厂的应用[J]. 水泥, 2022, (11): 12-13.
 - [12] 赵福聪, 张格凯. 光伏发电在建筑电气节能减排中的应用[J]. 光源与照明, 2023, (07): 126-128.
 - [13] 董道臣. 太阳能光伏发电技术对建筑电气设计的影响[J]. 门窗, 2019, (15): 129-130.
- 作者简介: 张思怡(1997-), 女, 汉, 浙江绍兴人, 本科, 助理工程师, 从事电气设计工作。