

太阳能光伏在机电电气领域的集成与应用

朱良兵

合肥光献科技有限公司 安徽 合肥 230000

摘要: 基于19世纪中叶贝克勒尔观察到的光生伏打效应, 太阳能光伏技术已经崭露头角, 成为机电电气行业的核心部分。这项技术是用硅等半导体材料把太阳光能变成电能的。随着科学技术的发展, 光伏电池的效率越来越高, 造价越来越低, 在小屋顶甚至大型发电站中得到了广泛的应用。光伏系统构成主要由电池板, 逆变器, 储能设备, 支架结构, 控制系统等构成。目前, 光伏技术正面临着制造过程对环境的影响, 安装和维护对专业知识要求和发电间歇性问题。今后, 研究和开发将着力于解决上述问题和提高光伏技术可靠性和经济性。分布式光伏发电系统, 太阳能光伏水泵系统, 太阳能光伏充电站以及太阳能光伏照明系统的创新性应用表明光伏技术在机电电气领域具有广阔的应用前景。

关键词: 太阳能光伏; 机电电气; 系统集成; 电气自动化; 能效管理

引言

以太阳光伏技术为代表的可再生能源正在逐步改变世界能源结构。本论文研究目的是对太阳能光伏在机电电气领域中的集成和应用进行论述, 并对技术原理, 系统组成, 发展现状和所面临挑战等进行了分析。通过对分布式光伏发电系统、太阳能光伏水泵系统、太阳能光伏充电站以及太阳能光伏照明系统的介绍, 文章将对光伏技术在各方面的创新性应用进行论证。另外, 文章将结合案例分析讨论光伏技术在工业电气系统, 建筑电气系统及偏远地区电气系统等方面的应用及其为能源转型与可持续发展所做出的贡献。

1 太阳能光伏技术概述

1.1 太阳能光伏技术的基本原理

太阳能光伏技术基本原理最早可以追溯到19世纪中期, 法国物理学家贝克勒尔最早发现光生伏打效应。这一研究结果为以后光伏电池的研制打下理论基础。光伏电池以半导体材料为核心, 一般采用硅为材料, 内部电子结构可以在光作用下输出电压。太阳光照射在光伏电池的表面后, 光子能量会被半导体材料所吸收, 使电子由基带向导带激发, 从而产生电子-空穴对。这些电子与空穴受内部电场作用而发生脱离, 电子向负极方向流动, 空穴向正极方向流动, 使电池两端出现电压差而产生电流。

光伏电池效率由很多因素决定, 主要有材料光电转换效率, 电池几何结构和光照条件。目前市面上普通光伏电池分为单晶硅、多晶硅以及薄膜电池几种。单晶硅电池由于转换效率高在商业及工业领域得到了广泛的应用, 多晶硅电池由于成本低得到了人们的青睐。薄膜电

池由于其轻盈和高度的可塑性, 在建筑集成的光伏系统中获得了一定的地位。

1.2 太阳能光伏系统的组成

太阳能光伏系统以光伏电池板为中心, 负责太阳光能到电能的直接转换。所述光伏电池板为若干个光伏电池依次或者并联而成, 用于输出需要的电压及电流。电池板通常由硅材料制成, 但也可以由其他半导体材料如薄膜材料制成。^[1]该系统除电池板外还有一个逆变器把直流电变换成交流电供家用或者工业用。储能设备, 例如电池组, 是一种可选择的组件, 用于在缺乏阳光的情况下储存能量, 以确保电力供应的连续性。

另外所述太阳能光伏系统包括: 支架结构用于将电池板安装并固定在朝向最佳角度的方向上以便接受阳光。控制系统承担着对系统性能的监测和控制任务, 以保证系统在多种环境条件下的有效工作。像断路器和熔断器这样的保护设备也构成了系统的组成部分, 当系统出现过载或故障时, 它们为系统提供了必要的安全保护。

1.3 太阳能光伏技术的发展现状

世界太阳能光伏技术经历了飞速发展。科技的发展使光伏电池效率越来越高、成本也在逐步下降, 从而推动光伏系统得到广泛的应用。当前光伏技术已不仅仅应用在小型屋顶系统中, 而且还应用在大型太阳能发电站中。有些国家光伏发电已成为电力供应中的一个重要环节。随着科技的进步, 光伏系统集成方式越来越多样。举例来说, 建筑一体化光伏(BIPV)技术允许将光伏电池直接集成到建筑结构中, 这不仅节省了空间, 还提高了能源效率。另外, 智能电网技术发展对光伏系统并网具有较好支撑作用, 使光伏发电能够更加高效地并入到

当前电力系统中。

尽管我们已经取得了很大的进步，但太阳能光伏技术依然面临着若干挑战。比如光伏电池在制造过程中可能对环境造成影响，同时光伏系统在安装及维修过程中还需要专业知识。另外，光伏发电具有间歇性的特点，这意味着在缺乏阳光照射的环境中，需要依赖其他类型的能源或储能系统来增加电力供应。今后的研发会不断地解决上述问题，从而进一步提升光伏技术可靠性与经济性。

2 太阳能光伏在机电电气领域的集成技术

2.1 光伏系统的设计与安装

在太阳能向电能有效转化过程中，光伏系统设计和安装至关重要。设计阶段需考虑地理位置、气候条件、建筑结构和期望电力需求等。首先应开展现场勘查工作，对安装位置日照时长、角度及可能遮阴因素等进行评估，以保证光伏板得到最大限度太阳光照射。其次，结合勘查结果及用户需求选择了适宜的光伏板型号及尺寸，并在兼顾系统扩展性及维护便利性的前提下设计了合理阵列布局。再者，安装时光伏板固定方式，角度调整及电气连接等均需严格遵守设计图纸及有关规范。为保证系统稳定安全，需要采用满足规范要求材料及相应的防雷，接地等措施。最后对光伏系统进行监测与控制系统在设计及安装过程中同样不容忽视。通过设置传感器及数据采集设备可实现光伏系统实时监测，及时发现及解决系统在运行过程中存在的各种问题，从而提高发电效率及可靠性。

2.2 光伏与现有电气系统的兼容性

光伏系统和既有电气系统兼容性强，是太阳能并网发电得以实现的一个重要先决条件。随着太阳能技术不断成熟、成本不断下降，在原有电气系统上整合光伏系统日益增加。首先，电气参数的匹配是保证兼容性的根本。光伏系统输出的直流电需经过逆变器转换成兼容电网的交流电^[2]。其次，保护措施设计关键。在光伏系统中必须安装合适的过载，短路及隔离保护装置以防电气故障损坏已有系统。同时系统接地设计还必须满足电气安全规范要求。再者，系统的控制策略还会对兼容性产生影响。现代光伏系统一般都安装了智能控制与监控设备，可根据电网需要及光伏板出力情况对发电策略进行动态调节。该智能化管理有利于增强系统稳定性及电网可靠性。最后，遵守法规与标准也是保证兼容性的一个关键。各区域并网标准及规定不一，光伏系统在设计及安装过程中一定要符合本地规定才能保证平稳并网。

2.3 光伏系统的智能控制技术

光伏系统智能控制技术对于提高太阳能发电效率，增强系统可靠性至关重要。该技术将先进传感器，控制器以及通信设备整合在一起，从而实现光伏系统实时监测与优化管理。该智能控制系统融合了最大功率点跟踪（MPPT）技术，可以持续地调节光伏板的运行状况，从而捕获并转化最大的太阳能为电力。

另外，该智能控制系统具有自动故障检测与诊断功能，能够迅速辨识出系统内存在的异常，采取适当的防护措施，例如断开线路或者调节工作模式等，从而避免对设备造成损害或者对电力供应造成影响。该系统也可基于天气预报及历史数据对太阳能辐照度进行预测，以实现能源输出与存储的最优化。

3 太阳能光伏在机电电气领域的应用

3.1 分布式光伏发电系统

分布式光伏发电系统在机电电气领域是一种创新性的应用。通过在建筑物的屋顶或外墙安装太阳能光伏板，可以将太阳能直接转化为电能，从而为建筑提供清洁和可再生的能源。这类系统是为了使太阳能得到最大程度的利用和减少对传统化石燃料依赖以降低能源成本和环境污染。分布式光伏发电系统具有可实现就地生产与消耗能源、降低长距离输电时能量损失、提升能源利用效率等优点。

另外，分布式光伏发电系统灵活性高、可扩展性强，可根据建筑的特定要求及可利用空间定制设计，在小型住宅和大型商业建筑中都可以找到适合自己的解决方案。在那些电网覆盖不充分的偏远区域，分布式光伏发电系统显得尤为关键，因为它能够提供一种独立且可靠的电力来源，从而提高当地居民的生活品质。^[3]

在光伏技术不断进步、成本不断下降的背景下，分布式光伏发电系统逐步成为了企业及家庭首选的能源解决方案。该体系既有利于促进能源可持续发展又可增强能源供应稳定性与安全性。在全球气候变迁和能源危机的大背景下，分布式光伏发电系统为我们提供了一个高效的应对策略，助力于打造一个更为环保和低碳的未来能源结构。

3.2 太阳能光伏水泵系统

太阳能光伏水泵系统就是利用太阳能光伏板直接把太阳能转换成电能并带动水泵运行的机电电气系统。该系统尤其适合农业灌溉，农村生活用水提供和偏远地区工业用水的需要。其利用太阳能光伏板进行太阳能采集，不需要增加电力供应就可以给水泵供电，自动输送水资源。

太阳能光伏水泵系统具有环保、节能、经济、可靠

等优点。由于对传统电力供应没有依赖,这类系统特别适合于电网动荡或者偏远地区,可以保证水资源供应持续稳定。另外,该太阳能光伏水泵系统还可以减少对化石燃料依赖程度,减少能源消耗及温室气体的排放量,利于环境保护。

本系统同时具有自动化、智能化程度高、能实现远程监控与控制、提高管理效率等特点。在农业领域中,太阳能光伏水泵系统能够提高灌溉效率、降低水资源浪费、提高农作物产量等,对于提高农业生产力、推动农业可持续发展有着十分重要的意义。

3.3 太阳能光伏电站

太阳能光伏电站作为太阳能光伏技术在机电和电气领域的一项应用创新,通过将太阳能光伏板设置于停车场和高速公路服务区,从而为电动汽车提供洁净可再生能源。^[4]该电站通过太阳能光伏板采集太阳能并将其转化为电能对电动汽车进行充电,从而达到高效使用能源,保护环境的目的。太阳能光伏电站具有环保、可持续等优点。其减少对化石燃料依赖、减少碳排放、为减缓全球气候变化做出贡献。此外,太阳能光伏电站具有较高的经济效益,因为太阳能是一种免费且无限的资源,一旦安装完成,运营成本相对较低。

这类充电站也有很高的灵活性与可扩展性,可根据实际需要与场地条件设计与安装。城市中心或者偏远地区太阳能光伏电站均可提供方便充电服务以推动电动汽车的推广应用。随着电动汽车市场迅猛发展,对太阳能光伏电站提出了越来越高要求。在给电动汽车用户带来清洁可靠充电方式的同时,也有利于促进能源结构转型升级。

3.4 太阳能光伏照明系统

太阳能光伏照明系统作为太阳能光伏技术在机电电气领域应用的又一革新,通过太阳能光伏板把太阳能转化为电能来对城市街道,公园和工业园区进行供电。该系统将太阳能光伏板及LED灯具设置于需照明地区,以自给自足能源。^[5]

太阳能光伏照明系统具有环保、节能、经济等优点。由于太阳能属于清洁能源,因此该照明系统降低了

人们对传统化石燃料依赖程度,减少能源消耗及温室气体排放量,有利于环境保护。另外,太阳能光伏照明系统降低了电力基础设施建设成本,特别适用于电网覆盖不完善的偏远地区,能够提供独立可靠的照明解决方案。

该照明系统同时具有自动化、智能化程度高、可实现远程监控与控制、提高管理效率等特点。该太阳能光伏照明系统能够根据环境光线的变化自动进行亮度的调整,进一步节约了能源。太阳能光伏照明系统推广应用有利于提升城乡照明质量及居民生活质量。既可用于公共照明又可用于家庭及商业照明,对多种照明需求可持续解决。

4 结束语

太阳能光伏技术发展在促进能源结构转型的同时,为可持续发展目标的达成提供有力支撑。通过文章分析可以看出光伏技术被广泛地应用于机电电气等行业中,并具有提高能源效率,减少环境污染,促进经济发展等潜能。尽管我们正面对诸多挑战,但随着科技的持续发展和成本的逐渐减少,光伏技术的应用潜力预计会更为广大。在今后的发展过程中,希望光伏技术能解决更多的环境与社会问题,在建设绿色,可持续的未来能源体系中发挥更大作用。与此同时,还需重视光伏技术创新与优化,才能保证光伏技术在多变的能源市场上始终保持竞争力。

参考文献

- [1]孙贤德.电气自动化在太阳能光伏发电中的应用和关键技术分析[J].光源与照明,2024(1):131-133.
- [2]王朋辉.电气自动化在太阳能光伏发电中的应用[J].光源与照明,2024(4):125-127.
- [3]陈武.电气自动化在太阳能光伏发电中的应用分析[J].智能城市应用,2023(1):73-75.
- [4]陈善炜,李晓曦,王文丹,等.太阳能光伏发电系统在高速公路领域的应用探讨[J].智能建筑与智慧城市,2023(6):190-192.
- [5]蔡城.电气自动化在太阳能光伏发电中的应用研究[J].光源与照明,2023(7):144-146.