

光伏新能源光伏发电技术应用的思考

蒋守光

信息产业电子第十一设计研究院科技工程股份有限公司杭州分公司 浙江 杭州 310000

摘要: 当今时代,传统化石能源弊端丛生,环境污染与资源枯竭问题日益严峻,能源结构转型迫在眉睫。在此背景下,光伏新能源光伏发电技术脱颖而出,成为全球能源领域的焦点。该技术基于半导体材料的光电效应,将取之不尽的太阳能转化为电能,为人类提供了清洁、可持续的能源解决方案,对推动能源可持续发展和应对气候变化具有重大意义。

关键词: 新能源光伏;发电技术;应用

引言

文章围绕光伏新能源光伏发电技术展开深入探讨。阐述其基于半导体光电效应与PN结形成的原理,介绍晶体硅、薄膜等多种技术类型,分析各技术在转换效率、成本等方面的特点。探讨光伏发电系统的组件、逆变器及跟踪技术,以及在分布式和集中式场景下的应用。指出该技术具有能源可持续、环境友好、利用灵活等优势,为相关研究与应用提供全面参考。

1 光伏发电技术原理

1.1 半导体材料与光电效应

光伏发电的核心基础是半导体材料的光电效应。半导体材料具有独特的能带结构,其价带与导带之间存在一定宽度的禁带。当光子照射到半导体材料上时,若光子能量大于半导体的禁带宽度,光子的能量将被半导体中的电子吸收。电子吸收能量后,从价带跃迁到导带,在价带留下空穴,从而形成电子-空穴对,即光生载流子。这种由光照产生的电子-空穴对是光伏发电的基础,它们在半导体材料内部的运动和传输,为电能的产生创造了条件。

1.2 PN结的形成与作用

在实际的光伏发电系统中,通常利用P型半导体和N型半导体相结合形成PN结。P型半导体中,空穴为多数载流子,N型半导体中,电子为多数载流子。当P型和N型半导体结合时,由于载流子浓度的差异,N区的电子会向P区扩散,P区的空穴会向N区扩散,在界面处形成一个由N区指向P区的内建电场。这个内建电场会阻止电子和空穴的进一步扩散,最终达到动态平衡。

当光生载流子在PN结附近产生时,内建电场会将电子驱向N区,空穴驱向P区,从而在PN结两侧形成电势差。若将外部电路接通,就会有电流流过,实现了将光能直接转化为电能的过程。PN结在光伏发电中起到了关

键的作用,它不仅能够分离光生载流子,还能形成电势差,为电流的产生和传输提供驱动力。

2 光伏发电技术类型

2.1 晶体硅光伏发电技术

(1) 单晶硅光伏发电技术

单晶硅是通过高纯度的硅材料在特定条件下生长形成的具有完整晶体结构的硅晶体。单晶硅光伏电池具有较高的光电转换效率,其晶体结构的完整性使得电子在其中的迁移率较高,减少了电子-空穴对的复合概率,从而提高了光电转换效率。单晶硅光伏电池的性能较为稳定,受温度等环境因素影响相对较小,在光照条件较好的地区能发挥出良好的发电性能。然而,单晶硅的制备过程较为复杂,需要高纯度的硅原料以及精密的晶体生长设备。高纯度硅原料的制备需要经过多道提纯工序,以去除杂质对晶体结构和电学性能的影响。晶体生长过程则需要严格控制温度、压力等条件,确保晶体的完整性和质量。这些复杂的制备工艺导致单晶硅光伏电池的生产成本相对较高,在一定程度上限制了其大规模应用。

(2) 多晶硅光伏发电技术

多晶硅是由许多小的单晶硅晶粒随机排列组成的。多晶硅光伏电池的光电转换效率一般略低于单晶硅光伏电池,由于多晶硅的晶体结构中存在晶界,晶界处的缺陷会增加电子-空穴对的复合,从而降低了光电转换效率。但多晶硅的制备工艺相对简单,对硅原料纯度要求相对较低,生产过程能耗也相对较低。在多晶硅的制备过程中,虽然不需要像单晶硅那样追求极高的纯度和完美的晶体结构,但仍需要对硅原料进行一定程度的提纯和处理,以保证多晶硅的质量和性能^[1]。相较于单晶硅,多晶硅的制备工艺在设备和工艺控制方面相对简化,这使得多晶硅光伏电池的成本比单晶硅光伏电池有所降低,在大规模光伏发电应用中具有一定的成本优势,是

目前市场上应用较为广泛的一种晶体硅光伏发电技术。

2.2 薄膜光伏发电技术

(1) 非晶硅薄膜光伏发电技术

非晶硅薄膜是通过化学气相沉积等方法在衬底材料上生长形成的。非晶硅的原子排列呈现短程有序、长程无序的状态。非晶硅薄膜光伏电池具有制备工艺简单、成本低的特点,可在玻璃、塑料等多种衬底材料上进行大面积沉积,适合大规模生产。但其光电转换效率相对较低,且非晶硅的光致衰退效应较为明显,即长时间光照后,其光电转换效率会有所下降。这是由于非晶硅的原子结构无序,存在较多的缺陷和悬挂键,在光照过程中,这些缺陷和悬挂键会捕获光生载流子,导致载流子复合增加,从而降低光电转换效率。不过,在一些对成本敏感且对转换效率要求不是特别高的应用场景,如小型便携式电子设备的供电等方面,非晶硅薄膜光伏发电技术仍有一定的应用价值。

(2) 碲化镉薄膜光伏发电技术

碲化镉薄膜光伏电池是以碲化镉为吸收层材料的薄膜电池。碲化镉具有合适的禁带宽度,对太阳光的吸收能力较强,可实现较高的光电转换效率。其制备工艺相对成熟,生产成本相对较低,在大规模地面光伏电站建设中具有一定的竞争力。但碲化镉中含有重金属镉,在生产、使用和回收过程中需要严格控制镉的污染问题,以确保环境安全。在生产过程中,需要采取严格的环保措施,防止镉的泄漏和排放。在使用过程中,要确保电池的密封性和稳定性,避免镉的释放。在回收环节,需要建立完善的回收体系,对废弃的碲化镉薄膜光伏电池进行有效回收和处理,以减少对环境的危害。

(3) 铜钢镓硒薄膜光伏发电技术

铜钢镓硒薄膜光伏电池是一种四元化合物半导体薄膜电池。通过调整铜和镓的比例,可以改变其禁带宽度,从而优化对不同波长太阳光的吸收。CIGS薄膜光伏电池具有较高的光电转换效率,其稳定性较好,光致衰退效应不明显。然而,CIGS薄膜的制备过程较为复杂,需要精确控制多种元素的比例和沉积工艺。在制备过程中,要确保铜、镓、铜、硒等元素按照预定的比例均匀混合,并在衬底上形成高质量的薄膜。此外,铜、镓等稀有金属资源相对有限,这在一定程度上影响了其大规模推广应用。随着对CIGS薄膜光伏电池需求的增加,稀有金属资源的供应问题可能会成为制约其发展的重要因素。

3 光伏发电系统组成与技术

3.1 光伏组件技术

光伏组件是光伏发电系统的核心部件,由多个光伏

电池通过串联和并联的方式连接而成,并封装在一个框架内,以保护光伏电池免受环境因素的影响。光伏组件的封装技术对于其性能和使用寿命至关重要。目前常用的封装材料有EVA、TPT等。EVA具有良好的透光性和粘结性,能够有效地将光伏电池与封装材料紧密结合,同时起到防水、防潮的作用。TPT则具有优异的耐候性和机械性能,可保护光伏组件在户外环境下长期稳定运行。在光伏组件的制造过程中,还需要对电池片进行严格的筛选和测试,以确保组件的一致性和可靠性,提高整个光伏发电系统的性能。

3.2 光伏逆变器技术

光伏逆变器的作用是将光伏组件产生的直流电转换为交流电,以便接入电网或供交流负载使用。光伏逆变器的类型主要有集中式逆变器、组串式逆变器和微型逆变器。集中式逆变器功率较大,一般适用于大型地面光伏电站。其优点是效率较高、成本相对较低,但存在对光伏组件匹配要求高、部分组件故障可能影响整个系统发电等问题。组串式逆变器则是将若干个光伏组串分别接入逆变器进行独立的直流电到交流电的转换,具有对不同组串的适应性强、易于维护、部分组件故障影响范围小等优点,在分布式光伏发电系统和中小型地面光伏电站中应用较为广泛^[2]。微型逆变器则直接与每一块光伏组件相连,对每一块组件进行单独的最大功率点跟踪控制和逆变,能够充分发挥每一块组件的发电潜力,提高整个系统的发电效率,尤其适用于复杂安装环境和对发电效率要求较高的分布式光伏项目,但微型逆变器的成本相对较高。

3.3 光伏跟踪技术

光伏跟踪技术是通过调整光伏组件的朝向,使其始终保持与太阳光垂直或接近垂直的角度,以提高光伏组件对太阳光的接收量,从而增加光伏发电系统的发电量。常见的光伏跟踪系统有单轴跟踪系统和双轴跟踪系统。单轴跟踪系统一般只能在一个方向上跟踪太阳的运动,如东西方向的水平单轴跟踪或南北方向的倾斜单轴跟踪。双轴跟踪系统则可以在两个方向上对太阳进行跟踪,能够更精确地使光伏组件对准太阳,获得更高的发电量提升。但双轴跟踪系统结构复杂、成本较高,且维护难度相对较大。光伏跟踪系统需要配备高精度的传感器来检测太阳的位置,并通过控制系统实时调整光伏组件的角度,以实现最佳的跟踪效果。

4 光伏发电技术在不同场景的应用

4.1 分布式光伏发电应用

在工业厂房的屋顶安装光伏组件,利用厂房大面积

的屋顶资源进行光伏发电。工业厂房一般用电负荷较大,光伏发电系统所发电量可优先供厂房内部用电设备使用,余电上网。在设计工业厂房分布式光伏发电系统时,需要考虑厂房屋顶的结构承载能力、朝向、遮挡情况等因素。对于屋顶结构承载能力有限的情况,可采用轻质的光伏组件和安装支架。根据厂房屋顶的朝向和当地的光照条件,合理设计光伏组件的安装角度和布局,以实现最大的发电量。同时,通过智能监控系统实时监测光伏发电系统的运行状态,及时发现和解决故障,确保系统稳定运行。

居民住宅分布式光伏发电系统一般安装在住宅的屋顶或庭院。由于居民住宅的用电负荷相对较小且用电时间较为分散,光伏发电系统所发电量主要以自发自用为主,余电上网。在居民住宅分布式光伏发电系统的建设中,要充分考虑居民的用电需求和习惯,合理配置光伏组件的容量。同时,要注重系统的美观性和与住宅建筑的协调性。采用小型化、美观的光伏组件和安装支架,使其与住宅建筑融为一体。此外,还可以通过安装智能电表和控制系统,实现对光伏发电量和用电量的实时监测与管理,方便居民了解系统的运行情况和收益。

4.2 集中式光伏发电应用

大型地面光伏电站通常建设在地势平坦、光照资源丰富的地区,如荒漠、戈壁等。电站规模较大,一般装机容量在兆瓦级以上。在大型地面光伏电站的建设中,首先要进行详细的光照资源评估和土地勘察,选择合适的建站地点。根据当地的光照条件和地形地貌,合理设计光伏组件的排列方式、安装角度和跟踪系统,以最大限度地提高太阳能的利用率。同时,要建设完善的电气系统,包括光伏逆变器、升压变压器、输电线路等,确保所发电量能够安全、稳定地接入电网。大型地面光伏电站还需要配备专业的运维团队,利用先进的监测技术和数据分析手段,对电站的运行状态进行实时监测和分析,及时进行设备维护和故障排除,保障电站的高效运行。

水上光伏电站是将光伏组件安装在水面上的一种新型光伏发电形式。它可以利用湖泊、水库、鱼塘等水域资源,不占用宝贵的陆地土地。在水上光伏电站的建设中,需要采用特殊的漂浮支架系统,使光伏组件能够稳定地漂浮在水面上。漂浮支架要具备良好的耐腐蚀性、抗风浪能力和稳定性^[3]。同时,要考虑水上环境对光伏组件和电气设备的影响,采取相应的防护措施,如防水、防潮、防雷等。水上光伏电站还可以与水产养殖等产业

相结合,实现立体综合利用,提高土地和水域资源的利用效率。

5 光伏发电技术优势

5.1 能源获取的可持续性

光伏发电技术以太阳能为能源来源,太阳能是一种取之不尽、用之不竭的可再生能源。与传统的化石能源相比,太阳能的储量几乎是无限的,且不会随着使用而减少。只要太阳存在,就能够持续地为光伏发电系统提供能源,为人类社会的长期发展提供了可靠的能源保障,符合可持续发展的理念。

5.2 环境友好性

光伏发电过程中不产生温室气体排放,不会对大气环境造成污染。与煤炭、石油等化石能源发电相比,避免了二氧化碳、二氧化硫、氮氧化物等污染物的排放,有助于缓解全球气候变化和环境污染问题。同时,光伏发电系统运行过程中不产生噪音,对周围环境的影响较小,特别适合在人口密集的地区和对环境要求较高的区域应用。

5.3 能源利用的灵活性

光伏发电系统的规模可大可小,既可以建设大型的地面光伏电站,为大规模用电提供电力支持;也可以在工业厂房、居民住宅等场所建设分布式光伏发电系统,实现自发自用、余电上网。这种能源利用的灵活性使得光伏发电能够适应不同的应用场景和能源需求,提高了能源利用的效率和可靠性。此外,光伏发电系统可以与其他能源系统,如储能系统相结合,实现能源的稳定供应和优化调度,进一步增强了能源利用的灵活性。

结束语

综上,光伏新能源光伏发电技术凭借独特原理与多样技术类型,在不同场景展现显著优势。从技术原理到系统组成,从应用场景到优势体现,其已逐步改变能源生产与消费模式。未来,需持续加大研发力度,突破转换效率提升与成本降低等关键难题,推动光伏发电技术在更广泛领域应用,为全球能源可持续发展贡献更大力量。

参考文献

- [1]全斌.新能源发电在电力系统中的发展前景[J].科技风,2020(29):126-127.
- [2]周文.光伏电站发电技术研究及应用[J].科技风,2020(26):1-2.
- [3]苏全舜.新能源光伏发电关键技术应用研究[J].科技与创新,2023,(16):154-156.