

浅谈光伏支架结构的优化设计研究

陈伯雄

新疆水利水电勘测设计研究院有限责任公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要:随着我国经济社会的进步,我国能源不足问题也逐渐凸显了起来随着新能源得到更多的国家重视,光伏电站的建设也在社会工程领域中得到了很大的重视,其光伏支架结构已然成为了整个光伏电站的重要结构,其安全状况直接关乎着整个的光伏项目是否顺利通过。在光伏工程中,支架系统的安全特性则尤为重要,但是随着光伏工程的起步发展得较晚,有关的研究人员也较缺乏,所以目前对其有关的研究人员较少,而且对现有的技术研究也较缺乏,所以必须加强对这方面的技术研究工作。

关键词:光伏支架;结构;优化设计

1 光伏电站支架及基础设计以及设计原则

1.1 光伏支架基础型式

目前应用的太阳能光伏发电装置支架基本类型,主要包括钢制钉状地锚础、微孔灌注桩础、机械破土动工中成孔钢地锚础、混凝土钢筋大直径管桩基础施工、预应力大口径混凝土独立支撑结构等^[1]。文章将从结构类型与规格、受力性质、材质与制作方法、所应用的地质环境、施工工艺、施工条件与装备、人力条件、施工成本、环境保护等各个方面,对目前应用得较为广泛的各类光伏支架基本型式作了充分的对比研究,从而在工程项目实施中针对不同的项目特性,可选用最恰当的基础类型,以确保光伏电站性能和效益达到最佳。

1.2 光伏支架设计原则

1.2.1 基本原则

在开展光伏支架的设计施工之前,首先必须确定其结构能否达到所设计的受力特点,再确定是否具备相应的承载能力,并且还必须对相应的地基承载力做出相应验算;各部分负荷的计算范围必须按照相应的设计规范完成;全部的光伏支架构件的总体设计方案都必须涵盖该阶段的光伏系统施工的全部。

1.2.2 夹具布置原则

在设计的大坡度位置进行了相应夹具的设计,并根据不同的支架材料选用了不同的间距加以设计,确保各部分夹具的设计位置都符合有关的规定。

1.2.3 导轨布置原则

采用适当的轨道形式,主要是为了可以最大程度的使用光伏组件的相应的承载能力,同时又能使其获得良好的受力状态。所以,对其适当的进行安装的间距都是非常严格的遵循了相关的技术标准规定,从而也就可以实现最大限度的受力特点,也就是这样增加了整个光

伏支架的承载能力。

2 光伏支架结构的发展现状

光伏支架构件的设计采用材料制造将引起生产成本的大幅增加和生产物资的损失。这样,光伏支架内部结构的优化选择就变得尤为重要。目前常见的光伏支架内部结构一般是采用两个立柱起支撑功能,支柱内部采用各种拉筋实现稳固支撑连接等功能,并且,每个支撑上均设置有晶硅光伏面板^[2]。支撑整体的支柱可以利用在其下方的固定平台加强与地面间的稳定性,在支柱上面设置的气窗纵梁也可以提高整体上光伏支撑的安全性。对于这些传统的光伏支架存在的主要困难就是光伏发电的效益还很低下,其问题就在于光伏支架内部结构的稳定,而且无法实现控制。此外,整个支架的生产成本也相当昂贵,由于气窗纵柱和二根柱子的生产成本都过高,为整个光伏电站的建造都提供了巨大的困难。

3 光伏支架结构具备的性能

3.1 安全性

光伏支架由于总是生存在自然界的相对恶劣的条件下,甚至不排除面临着极端的天气情况,它的结构设计也需要能够经受着所有自然界的挑战,并且对于安装与使用过程中所有可能发生的问题,光伏支架设计都必须能够满足,以保证整个光伏电站的正常运转的根本条件。

3.2 适用性

光伏电站在正常工作时,并不会因为工作的持续时间过长而产生变形,而且要具有卓越的环境适应性。

3.3 耐用性。

光伏支架长时间暴露于严酷的自然环境下,为了电站要正常运行,支架的所用材质需要能防风化、老化和侵蚀,以及在必须的维修保养的情况下,耐用性也必须很强。

4 影响光伏电站支架结构成本的因素

在建造光伏支架的构造上还必须充分考虑建设价值,特别是在对建筑物材料的选用时,不仅要充分考虑到安全性坚固度,利用的限度等方面,而且还要充分考虑到使用的经济价值力争实现经济建设,环境工程。也因此确定了影响光伏电站支架建造价值的最主要原因,源自于以下五大原因。既包含了前期的建造支出,又包含了前期管理费,经营费用等,同时还包括了开发成本的支出,机器设备折旧以及在运营阶段的定时维护费用等。以光伏组件设计定价为例,对于同样尺寸的光伏组件由于其所采用的光伏组件的数量及其材质不同的设计原因等问题,也是决定光伏电站支架设计定价优化设计的主要考虑因素。在光伏电站支架建设的进程中需要充分考虑的问题为了设备运送花费的减少,要合理的与设备运送企业进行提前磋商,选用运输流程最小,运输成本最低,安全是最好的设备运输方式,同时也是为了确保把有关建材的及时安全运送至施工现场,同时也涉及了有关建材的尽量就地使用,甚至涉及到该项目的选址等各种因素。关于机器的维护率等应充分考虑材质的选用,同时对金属材料的回收率等也要有一定保证。

5 光伏支架的优化设计研究

5.1 选用合适的支架材料

按照德国的统计数据,在一项大规模太阳能发电站建设项目中,建安资金投入约占整个太阳能光伏发电装置建设项目总投入的百分之二十一左右,而对太阳能光伏发电支架的投入则只占项目总造价的百分之三左右。所以,相比于对太阳能电站巨大的资金投入,支架成本的变化并不是很敏感的,选择较高端支架的资金投入也只增加了不到百分之一,但是一旦所选择的支架质量不理想,后期维护成本就将大幅提高,综合来看就很不合算了^[3]。对任何型式的太阳能或光伏产品装配部件来说,最关键的功能之一就是耐候性。要保证在二至五年内系统的牢固安全,能经受如环境腐蚀,大风、雪荷载以及其它的环境影响。可靠的施工方法,以最少的建筑成本取得最高的应用价格、几乎免维修、有效的维护、可回收等,这也是我们在进行选型方案时所必须考虑的最主要原因。而目前,在支架方面已采用了高温的耐磨材料,以抵御大风雪荷载和其它的材料受到腐蚀,并综合利用了铝合金的阳极氧化,超厚热镀锌,不锈钢,抗UV老化材料等最新的技术工艺,来提高太阳能支架和太阳能跟踪设备的使用寿命。

5.2 优化支架设计

框架主体的结构部分即是由次柱,泵管,柱和支承

构成,受控件为梁和支撑。对于主桥和次柱材料的承受力的计算,也可以近似于普通砼材料的受力状态,因为前梁和支撑结构主要受的压强一般也是轴流式的拉力或压强,不过因为光伏支撑的荷载相对小,也相对于普通钢体材料更小,所以对立柱材料的选用一般也不能全部由强度控制,在设计优化过程中根据钢体材料的稳定性特点等原因进行了建筑而和设计优化前的光伏支撑结构相比,改造后光伏支架结构的整体重量将大大提高,而由于改造后的支架结构为二套支架,与原来的光伏支架结构相比较而言整体重量将增加在一千w以内。因此同时,对每瓦的设计生产成本也将有所降低。而整个光伏支架的设计生产成本将会降低很多,其零件的设计生产量也将随之减少。而合理利用太阳光源也是提高发电效率最重要的组成部分,通过科学合理地确定使用光伏板方式,将原来的固定方式转换为可调节,或者可旋转的方式,甚至可转动的形式,可以有效提升光照效益。在自然环境条件和太阳能的光照强度基本不改变的条件,比较于以往的光伏支架,真正取得了成本下降,建设投资减少,采光效果提高的结果,对我国光伏电站的支架建设产生一定的指导意义。改造后的光伏支架在结构设计的位置以及离地高度上均进行了相应的调整,以确保不管季节的改变或者光照强度的变化,都能满足光线和光伏板间处于相对垂直的条件。从而有效提升了发电效益,也极大程度的利用了太阳光资源。

5.3 底座有限元分析

底座是连接光伏系统支架方形立柱与圆管地桩之间的一部分,目前在我方工程中使用的底座单个重一般在二点六公斤。在支撑结构中,底座是最重要的承载部件,且在安装支架中需要大量使用。怎样在确保安全的条件下使其自重相应地降低,从而达到降低成本的目的仍有待进一步深入研究。经进一步研究,拟把底座的宽度由一百五十mm降低到一百二十mm,厚度从八mm降低到六mm,长度也相应降低^[4]。现对新开发的底座在ANSYS上作了有限元分析,以判断其设计能否可靠。先根据地桩拉拔内部应力的经验值大小,以二十KN作为底座受的竖直度及放置方向的应力值,再把其折合为面压力的到底桩的紧固螺栓及接孔位置。得到了新底座的最大强度结果后。为了使计算更简单,使用了新底座的二分之一模型加以分析,并且在加载上也使用了对称约束方式。由计算得出,新底座的最大应力为一百零三MPa,而相对于国家标准Q二百三十五钢的许用应力, $235/1.2 = 196\text{MPa}$ 的最大变形为零点一mm完全符合了标准要求,因此经过了重新设计的底座系统还是比较可靠的。

为提高热力学计算的简易度,在SAP二千中对支撑构件作完个有限元分析之后,就能够直接对支撑横梁建模出可以进行调整的C型钢形状,这样热计算结果就能够和实际的计算结果产生差异。而为了正确算出横梁在各种状态下的总应力值,在SAP二千中就可以先对整个的空间结构作出评价之后,再在ANSYS中对实际的冷弯和内卷C型钢构件进行了整个有限元分析根据计算的结果,就能够确定了支柱结构的安全。将一条长四千七百二十mm横梁做了有限元分析。当光伏梁在某地架设时,在地面出现了自重、风荷载、雪荷载、温度压力、以及地震等的影响时,把这些负荷加以综合,并将这些不利组合中的热荷载转化为面荷载,再施加在梁上。由此得出了二个梁在同外热负荷情况下的抗拉强度、刚性结果,和在冷弯后内卷C型钢时的抗拉强度结果。由计算可以得出,在热负荷、约束等与外界条件相同的前提下,冷弯内卷C型钢的最大极限热承载能力良好。经优化的C型钢最大内部应力为一百七十九MPa,最大极限应力为6.83mm;冷弯内卷C钢的极限应力值是一百五十三Mpa,而最大极限是六点二mm。抗拉强度都低于Q二百三十五钢的许用极限, $235/1.2 = 196\text{MPa}$,因此强度并不符合标准要求。

5.5 应用前景

各方都在极力寻求能够替代常规化石燃料的新能源。同时核能发电的可靠性也遭到了怀疑,虽然风能与水能都受到当地天气条件和季节环境变化的影响很大,但是太阳能却作为取之不尽用之不绝的洁净能源,而受到国家重视并进一步使用^[5]。随着国内外大规模地面、建筑太阳能等光电技术的普遍普及和使用,太太阳能光伏发电已经开始在我国电力供应中作为必不可少的主要来源之一,但同时要保证光伏组件及供电系统的高效、安全、稳定的运行,就不得不需要太阳能组件的所有组成部分均具有良好的抗风、耐雪压、抗氧化等的特性。因此本文中所提出的太阳能光伏组件支架的设计方法,不

仅具备抗风、耐雪压、抗氧化等的特性。因此本文中所提出的太阳能光伏组件支架的设计方法,不仅具备抗风耐雪压、耐腐蚀等的特点,而且还完全可以应用在地面矩阵太阳能、建筑的太阳能系统上。因此该太阳能光伏组件支架工艺,在未来的光伏发电行业中将具有良好的应用前景。

结语

众所周知,尽管光伏电站建设周期相对较小但由于一定的建设投入过高,成本收回仍需要较长一段时间,而在光伏建设中最不可忽视的便是支架这一关键问题。按照人类对不同的太阳能光伏发电的需求,支撑体系通常包括了单立柱太阳能支架、双立柱太阳能支架、矩阵型太阳能支架、屋顶型太阳能支架、墙型太阳能支架、等,追踪传统建筑的支撑体系通常有很多种规格,但根据不同的建筑形式又包括了地面安装系统、屋顶安装系统,以及建筑节能的一体化支架装置系列。所以,进行它的最优设计也是非常必要的,可以增强光伏支架装置的稳定性和安全系数,为光伏发电工程奠定了坚实的技术基础。

参考文献

- [1]陈源.光伏支架结构优化设计研究[J].电气应用, 2018.
- [2]鞠振河.光伏电站中可调支架系统经济技术分析[J].可再生能源, 2019, (06).
- [3]马庆勇.太阳能光伏方阵可调支架角度优化分析[J].硅谷, 2019, (18).
- [4]郭增平.光伏支架结构优化设计探索[J].建筑工程技术与设计, 2020, 32(17).
- [5]王冉.浅析当前光伏支架结构优化设计[J].科研, 2018(8):00118-00118.
- [6]梁甜, 吴继亮, 廖镔, 谭争光.采煤塌陷区光伏支架及基础设计思考[J].低碳世界, 2020, (09):34-35.