

铜铟镓硒薄膜光伏技术在建筑工程中的应用

王建刚

宁夏煤炭基本建设有限公司, 宁夏 银川 750000

[摘要]在全球能源需求增长的大环境下, 可再生能源在世界能源总量中的地位日益重要。太阳能光伏技术与建筑工程中的结合称为光伏建筑一体化(简称 BIPV), 建筑光伏一体化作为最有利于就近消纳的分布式光伏发电形式, 逐渐得到有力的政策支持, 具有广阔的发展前景。我单位施工的位于广东省惠州市潼湖科技小镇光伏建筑一体化示范项目是国内第一个在建筑物外立面采用铜铟镓硒薄膜光伏技术。也是国家能源集团与碧桂园集团强强联合, 第一个实现光伏发电与建筑的完美结合的项目, 是国家能源集团进入新能源产业的旗舰项目, 为今后国家能源集团 CIGS 产品在 BIPV 应用打下坚实基础。

[关键词]光伏建筑一体化、铜铟镓硒薄膜、光伏技术

DOI: 10.33142/aem.v3i12.5127

中图分类号: TM914.4

文献标识码: A

Application of CIGS Thin Film Photovoltaic Technology in Construction Engineering

WANG Jiangan

Ningxia Coal Jiben Construction Co., Ltd., Yinchuan, Ningxia, 750000, China

Abstract: In the environment of global energy demand growth, renewable energy plays an increasingly important role in the world's total energy. The combination of solar photovoltaic technology and building engineering is called photovoltaic building integration (BIPV). Building photovoltaic integration, as a distributed photovoltaic power generation form most conducive to nearby consumption, has gradually received strong policy support and broad development prospects. The photovoltaic building integration demonstration project in Tonghu science and technology town, Huizhou city, Guangdong province constructed by our company is the first in China to adopt CIGS thin film photovoltaic technology on the facade of the building. It is also the first project to realize the perfect combination of photovoltaic power generation and construction, and the flagship project for the national energy group to enter the new energy industry, laying a solid foundation for the future application of CIGS products of the national energy group in BIPV.

Keywords: photovoltaic building integration; copper indium gallium selenium film; photovoltaic technology

1 光伏建筑一体化的意义

(1) 铜铟镓硒(CIGS)光伏组件玻璃由4mm(厚度可根据需要调整)的钢化玻璃作为起保护作用的覆面板和3mm的浮法玻璃作为电池的基板, 中间用0.7mm的铜铟镓硒电池与两块玻璃板结合在一起, 单块板面尺寸为1200mmx600mm。

(2) 铜铟镓硒薄膜光伏电池(简称CIGS)具有高效、成本低、多用途等综合后发优势, 具有光电转化效率高, 弱光发电性能好, 功能衰减低等优势。在太阳辐射强度比较弱地区, 其光电转化率也远远高于其他太阳能电池。CIGS光伏幕墙系统可以分为开放式幕墙体系和封闭式幕墙体系。

(3) 光伏建筑一体化(BIPV)是将光伏技术和建筑上工程结合起来, 在建筑物的立面和屋面安装光伏玻璃, 光伏玻璃作为建筑物围护结构的一部分, 既有发电功能, 又具有建筑构件和建筑材料的功能。因为光伏玻璃的规格和色彩的多样性, 可以提高建筑物的美感, 与建筑物完美结合起来。采用光伏玻璃替代传统的外面围护材料, 可以节省光伏系统的支撑, 降低光伏建筑的整体造价, 改善建筑形象。

2 光伏建筑一体化的主要特点

(1) 光伏发电是将太阳能转变为绿色能源光伏发电不需要消耗燃料, 不污染环境、实现光伏建筑一体化, 既可以美化建筑物, 又可以减少建筑物在建造期间的不可再生燃料的消耗和有效保护环境。

(2) 建筑光伏主要安装在建筑物外立面和建筑屋面, 节约土地资源。

(3) 可就地发电, 就近使用, 一定范围内节约了电力输配过程产生的建设投资和损耗。

(4) 光伏建筑在使用中, 光伏玻璃发电可以满足建筑自身部分用电需要, 多发的发电量还可以并网。

(5) 使用光伏组件作为新型建筑围护材料, 即能满足建筑外立面的封闭、美化及使用功能。可以替代常规建筑幕墙。

(6) 光伏玻璃组件外观色彩、规格可以根据不同地区、不同消费群体的需要。

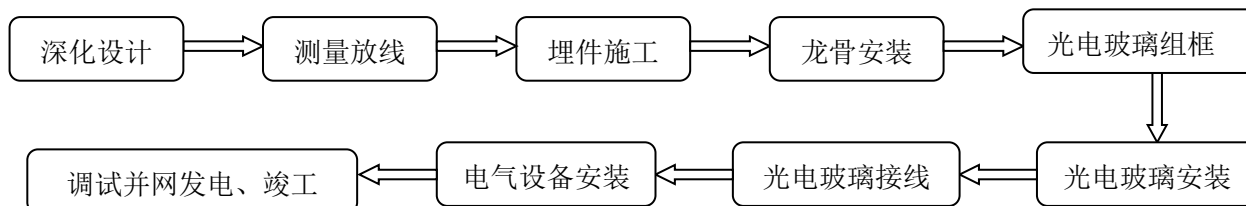
(7) 惠州潼湖科技小镇光伏幕墙为封闭式光伏幕墙, 光伏幕墙与内墙形成竖向封闭空腔, 项目设计空腔取热系统,

结合空气源热泵将空腔内热空气收集取热，制造生活热水，实现了光伏建筑的热效能综合利用。

(8) 结合幕墙装配技术和施工工艺。幕墙集成系统采用创新设计的单元边框式幕墙体系，干挂式施工工艺，电缆在框架内综合布线。提高了安装和施工的集成化程度，效率提高，安全性能可靠。施工方便，工期短。

3 施工工艺及重点难点

3.1 光伏幕墙安装顺序及流程



3.2 主要重点难点

(1) 组框：光伏玻璃在安装前需要先组框。组框用的型材要在铝合金型材成产厂家定制，经过设计院确认后开模；光伏玻璃组框在加工厂家经过排尺、下料、打胶、玻璃上贴双面贴，自攻螺丝固定，硅酮胶密封，成型。

(2) 玻璃粘接：避免在光电玻璃组框过程中出现玻璃单片和铝合金副框直接接触，硅酮胶和玻璃接触面产生腐蚀，在铝合金副框和光伏玻璃之间加入 2mm 双面贴粘接。用双面贴分隔在铝合金和玻璃的接触面既可以保证组框的稳定还能起到密封作用。

(3) 光伏组件安装：CIGS 光伏组件安装时每组必须同时配备光伏组件安装人员和电工配合，每个组串之间串联连接，边接线边测试。安装前检查各横向水平线槽之间的中心距离及平整度，同时要核对组件尺寸是否合适并且安装牢固。

(4) 防火封堵：安装光伏玻璃的区域采用竖向防火封堵（考虑到光伏组件在发电过程中产生大量热量，便于热量的散热和取热），安装彩釉玻璃和中空玻璃的部分按楼层设置水平方向防火封堵。

安装光伏玻璃区域和门窗洞口两侧竖向封堵采用在铝合金竖向主龙骨外侧用镀锌铁皮，中间用 A 级不燃防火岩棉封堵；安装彩釉玻璃、中空玻璃区域按楼层设水平封堵，门窗洞口横向封堵用厚度不小于 12mm 厚硅酸钙板中间夹 A 级不燃防火岩棉封堵。

(5) 线路连接：每块光伏组件由 4~6 块光伏组件串联组成，每 2~4 串组串接入一个底层直流汇流箱，若干个底层汇流箱的输出接入上层汇流箱，通过逐级汇流最终 8~23 个组串连接至 1 台组串逆变器。逆变器将直流电能逆变为交流电能，经隔离变压器，再经过交流并网柜汇流。因每块光伏组件之间采用串联方式，如果一块组件故障会导致该组串失效。光伏电缆不应在光伏玻璃幕墙组件间的胶缝内布线；金属槽盒和金属导管的连接处，不得设在穿楼板或墙壁等孔处。

(6) 光伏幕墙防渗水：光伏幕墙工程渗水因素非常复杂，涉及到设计、材料应用、施工和管理等各个方面。对可能产生水渗透的部位采用外堵及引导排水，不采用内堵方式。横梁处铣除部分，紧贴立柱，以便雨水排到立柱，避免幕墙积水。光伏组件与铝合金型材框连接处使用硅酮密封胶进行覆盖密封，密封材料应能在长期压力下保持弹性。

4 主要施工工序及步骤

4.1 后置埋件施工

后置埋件采用材质为 Q235B，规格为 250*300*12 镀锌预埋板，化学锚栓为 4M12*160，根据每个建筑物外立面承受的荷载不同，要求化学锚栓承受的剪力也不同。

4.2 铝合金龙骨安装：

(1) 铝合金型材下料根据计划开出下料单，按优化设计图尺寸切割。

(2) 主龙骨一般由下向上安装，主龙骨通过预埋件与主体结构链接牢固。主龙骨可用铝合金插芯连接件螺栓连接。

(3) 安装过程中要严格控制每根横向水平龙骨之间的中心距离。

(4) 横竖向龙骨安装完成后，进行龙骨垂直度和水平度以及龙骨间距等项检查，检查验收符合要求后不影响铝合金次线槽安装，便可进行铝合金次线槽的安装。

(5) 安装过程中要严格控制各横向水平线槽之间的中心距离及水平度、垂直度，同时要核对组件尺寸是否能镶嵌合适并且安装牢固。

4.3 组框

(1) 按组装图组装铝框，横竖框内先装好角片，用铝框组装机挤压装角片部位组框。

(2) 贴胶条: 粘胶条前要用甲苯对光伏玻璃和型材的粘接部位进行清洗, 等清洗干净后, 粘贴胶条。

(3) 合框: 按组装图组装, 铝框与玻璃四周必须对齐, 保证下板边与铝框垂直度。将铝框与玻璃对齐压紧, 用力要适度均匀。

4.4 组件安装

(1) 安装前应将铝合金龙骨、接地、组件、汇流盒等全部检查一遍, 合格后再将相应规格的面材搬入就位, 然后自上而下进行安装。

(3) 安装前对组件进行测试, 组件和接线同步进行, 安装一块组件立即接线。

(4) 同一区域组件安装完成后对区域内组件进行测试, 测试合格后用中性硅酮密封胶密封处理。

(5) 安装时, 组件的接线盒方向一致。

4.5 光伏组件接线、汇流箱安装

(1) 按照图纸要求在相应位置按照相对应的汇流箱。

(2) 按照电气施工组件组串图, 对光伏玻璃进行组串, 不得组串短路、不得多串少串; 次线槽需要打孔穿线时, 穿线孔处需有防止刮破线缆的防护措施。

4.6 布线、汇流箱接线

(1) 按照设计规格要求铺设过线桥架, 按要求在特定位置开洞预留光伏线、直流线、信号线的进出点, 并在预留端口处接波纹管, 长度按实际情况来定。

(2) 按照直流侧图纸要求, 进行光伏线放线, 保证线路走向与图纸设计一致, 并标注每路线号及正负极, 且每根线两端同时要标注并相同。

(3) 按照要求在组件侧, 做光伏线接插件正负极接头。

(4) 按照要求在汇流箱侧将光伏线接入汇流箱, 接线前应把内部熔丝拉出, 防止正负极接反造成汇流箱损坏报废, 在每路线上套上相应标号的号码管以便日后线路维修, 光伏线进线处防水端子要拧紧, 并保证美观不松动。

(5) 汇流箱端光伏线接线完成后, 组件侧光伏线接插件接插完成。

(6) 在汇流箱侧按规格要求接入接地线, 另一端接在支架上, 非标准接地线情况下一定要套黄绿热缩管, 防水端子拧紧, 并保证美观不松动。

4.7 防雷接地

带边框的光伏组件应将边框可靠接地, 光伏组件安装在建筑物的外立面, 防雷利用建筑物防雷措施, 不再单独设置防直击雷装置。组件接地采用在直流汇流箱内将负极就近与强电竖井内的接地网连接接地。直流汇流箱、逆变装置、交流并网柜就近与楼内既有的主接地网连接接地, 最终的接地电阻按不大于 4Ω 考虑。

为防止感应雷、浪涌等情况造成过电压而损坏并网设备, 其防雷措施主要采用浪涌保护器进行保护, 直流汇流箱、逆变装置交直流侧、交流并网柜等均安装浪涌保护器。

4.8 系统调试

每座单体建筑设计 1 个并网点, 共计 3 个并网点。并网前进行设备调试和并接地测试、并网点断路器测试等。

5 结语

能源是经济增长和社会发展的基础。太阳能是一种取之不尽, 用之不竭的能源。在建筑业将太阳能转化为可利用能源, 火力发电已经给环境、资源、经济和社会造成了很多负面影响, 由于火力发电造成污染的经济损失已达上千亿。同时, 由于经济的迅猛发展, 电力需求每年以 20% 的速度增长, 多个省市出现供不应求的情况。因此, 开发新能源迫在眉睫, 有效利用太阳能减少常规能源消耗, 缓解能源的供需矛盾是建筑节能的重要途径。

经过在广东省惠州潼湖碧桂园科技小镇计算。项目完全采用德国进口光伏板材, 惠州使用黑色标准光伏板材, 每块组件每年发电为 59 度 (国家能源集团北京低碳所提供); 惠州地区用户电价为 0.88 元/度; 可享受国家对新能源的补贴为 0.42 元/度。

[参考文献]

[1] 卞嘉铭. 建筑工程中光伏发电技术的应用探究[J]. 建材与装饰, 2016(46): 86-87.

[2] 毕凯, 宋明中, 林玉杰, 等. 光伏建筑一体化技术及应用[J]. 中国科技信息, 2021(11): 41-42.

作者简介: 王建刚 (1985.6-) 男, 河南城建学院, 大学本科, 测绘工程专业, 项目经理, 职务年限 8 年, 中级。