

备案号：J1××××—20××

浙江省工程建设标准

DBJ

DBJ33/××××—20××

晶体硅光伏系统与压型金属板屋面 一体化技术规程

Technical specification for integration of
crystalline silicon photovoltaic system
and profiled metal sheet roof

(报批稿)

20××-00-00 发布

20××-00-01 施行

浙江省住房和城乡建设厅 发布

前 言

根据浙江省住房和城乡建设厅《关于印发〈2020 年度浙江省建筑节能与绿色建筑及相关工程建设标准编制计划〉（第二批）的通知》（浙建设函〔2020〕443 号）的要求，规程编制组经过广泛的调查、研究，总结国内外光伏系统的发展现状及相关方面的实践经验和研究成果，结合浙江省的地方特点，在广泛征求意见的基础上，制定了本规程。

本规程共分为 10 章，主要内容包括：总则、术语、基本规定、材料与设备、建筑设计、结构设计、光伏系统设计、施工、验收、运行与维护。

本规程由浙江省住房和城乡建设厅负责管理，浙江大学建筑设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释。在执行过程中如有需要修改或补充之处，请将意见或有关资料寄送至浙江大学建筑设计研究院有限公司（联系地址：浙江省杭州市天目山路 148 号浙江大学建筑设计研究院有限公司，邮编：310028，邮箱：545902823@qq.com），以供修订时参考。

本规程主编单位、参编单位、主要起草人及主要审查人：

主 编 单 位：浙江大学建筑设计研究院有限公司
隆基绿能科技股份有限公司

参 编 单 位：浙江省建筑设计研究院
杭州市建筑设计研究院有限公司
中国联合工程有限公司
精工工业建筑系统集团有限公司
浙江东南网架股份有限公司

主要起草人：韦 强 郑 直 颜晓强 吴 杰 高 媛
刘 莹 程 澍 尹湘武 毛 阆 丰建华
董雯燕 吕 俊 徐 鹏 周 聪 卢 耀
郭 强 翁智伟 杨家欢 周观根
主要审查人：陈 波 郭 丽 孙金月 姚 欣 范 鸣
陆柏庆 金 睿 郭卫东 刘亮球

目 次

1	总 则	(1)
2	术 语	(2)
3	基本规定	(3)
4	材料与设备	(5)
4.1	一般规定	(5)
4.2	压型金属板	(5)
4.3	固定支座及紧固件	(5)
4.4	结构胶	(6)
4.5	光伏组件	(8)
4.6	电气设备	(8)
5	建筑设计	(10)
5.1	一般规定	(10)
5.2	建筑构造	(10)
5.3	防火设计	(11)
5.4	排水设计	(11)
5.5	热工设计	(12)
5.6	隔声及吸音设计	(12)
6	结构设计	(13)
6.1	一般规定	(13)
6.2	荷载作用与效应	(13)
6.3	支承结构构件	(14)
6.4	压型金属板	(14)
6.5	连 接	(15)
6.6	结构胶粘结设计	(15)

7	光伏系统设计	(19)
7.1	一般规定	(19)
7.2	系统设计	(19)
7.3	系统接入	(20)
7.4	防雷与接地设计	(21)
8	施 工	(22)
8.1	一般规定	(22)
8.2	压型金属板	(23)
8.3	光伏组件	(24)
8.4	汇流箱	(25)
8.5	逆变器	(25)
8.6	电线、电缆	(26)
8.7	防雷与接地	(26)
8.8	系统调试	(27)
9	验 收	(28)
9.1	一般规定	(28)
9.2	压型金属板屋面分项验收	(28)
9.3	电气工程分项验收	(29)
10	运行与维护	(31)
	本规程用词说明	(33)
	引用标准名录	(34)
	附：条文说明	(37)

Contents

1	General Provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	Basic requirement	(3)
4	MaterialsandEquipments	(5)
4.1	General Requirements	(5)
4.2	Profiled Metal Plate	(5)
4.3	Fixed Support and fastener	(5)
4.4	Structural Adhesi	(6)
4.5	Photovoltaic Modules	(8)
4.6	Electrical Equipment	(8)
5	Architectural Design	(10)
5.1	General Requirements	(10)
5.2	Building Structure	(10)
5.3	Fire Protection	(11)
5.4	Drainage Design	(11)
5.5	Thermal Design	(12)
5.6	Sound Insulation and Absorption Design	(12)
6	Structural Design	(13)
6.1	General Requirements	(13)
6.2	Load Action and Effect	(13)
6.3	Supporting Structural Members	(14)
6.4	Profiled Metal Plate	(14)
6.5	Connection	(15)
6.6	Structural Adhesive Bonding Design	(15)

7	Photovoltaic System Design	(19)
7.1	General Requirements	(19)
7.2	System Design	(19)
7.3	Grid-connecting of the System	(20)
7.4	Lightning Protection and Earthing Design	(21)
8	Construction	(22)
8.1	General Requirements	(22)
8.2	Profiled Metal Plate	(23)
8.3	Photovoltaic Modules	(24)
8.4	Combiner Box	(25)
8.5	Inverter	(25)
8.6	Wire and Cable Wiring	(26)
8.7	Lightning Protection and Grounding	(26)
8.8	System Commissioning	(27)
9	Acceptance	(28)
9.1	General Requirements	(28)
9.2	Acceptance of Profiled Metal Sheet Roof Project	(28)
9.3	Electrical Engineering Acceptance	(29)
10	Operation and Maintenance	(31)
	Explanation of Wording in This Specification	(33)
	List of Quoted standards	(34)
	Addition; Explanation of Provisions	(37)

1 总 则

1.0.1 为推动太阳能光伏系统在建筑屋面中的应用，规范晶硅光伏系统与压型金属板屋面一体化的技术要求，保证工程质量，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于新建、改建、扩建的房屋建筑和既有建筑改造的，晶硅光伏系统与坡度不大于 $1/8$ 的压型金属板屋面一体化的设计、施工、验收、运行与维护。

1.0.3 晶硅光伏系统与压型金属板屋面一体化除应符合本规程外，尚应符合国家和浙江省现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 晶体硅光伏系统 crystalline silicon photovoltaic (PV) system

利用单晶硅或多晶硅太阳能电池的光伏效应将太阳辐射能直接转换成电能的发电系统。

2.0.2 压型金属板 profiled metal sheet

金属板经辊压冷弯，沿板宽方向形成连续波形或其他截面的成型金属板。

2.0.3 压型金属板屋面 profiled metal sheet roof

采用压型金属板作为主要材料，通过固定支架、紧固件与支承结构连接的屋面。

2.0.4 光伏组件 photovoltaic (PV) module

具有封装及内部联结，能单独提供直流电输出的最小不可分割的光伏电池组合装置。

3 基本规定

3.0.1 晶体硅光伏系统与压型金属板屋面一体化工程应根据太阳能资源、建筑条件和安装条件等因素进行设计和施工，并应做到安全可靠、经济适用、环境美观、便于安装和维护。

3.0.2 晶体硅光伏系统与压型金属板屋面一体化工程的设计使用年限不应小于 25 年。

3.0.3 新建、改建和扩建建筑的晶体硅光伏系统与压型金属板屋面一体化工程应与建筑工程统一规划，同步设计、同步施工、同步验收。

3.0.4 既有建筑改造增设晶体硅光伏系统与压型金属板屋面一体化工程时，应对既有建筑的结构安全性和电气安全性进行鉴定或复核，并按相关审批程序进行专项工程的设计、施工和验收。

3.0.5 晶体硅光伏系统与压型金属板屋面一体化工程的设置场所应满足下列要求：

- 1 不应设在电火花可能会引起爆炸或火灾的危险场所；
- 2 不宜设在多尘或有腐蚀性物质的场所，当无法避免时，不应设在污染源最大频率风向的下风侧；
- 3 不宜设在高温或有剧烈振动的场所；
- 4 应方便设备运输；
- 5 应避开周边障碍物对光伏组件的遮挡。

3.0.6 晶体硅光伏系统与压型金属板屋面一体化设计前应获取建筑所在地资料，并应包括下列内容：

- 1 太阳能资源数据和屋面日照分析报告；
- 2 年平均温度、月平均温度、最高温度和最低温度；

- 3 抗震设防要求、基本风压和基本雪压；
- 4 盐雾及酸雨腐蚀性程度、空气污染和能见度等情况；
- 5 建筑物年预计雷击次数和周边建筑对光污染的控制要求。

4 材料与设备

4.1 一般规定

4.1.1 当腐蚀性环境或建筑本身对屋面产生腐蚀或损害时，设备和材料应按使用环境的大气腐蚀性等级选择，并应采取相应的防护措施。大气腐蚀性等级应按现行国家标准《金属和合金的腐蚀 大气腐蚀性 第1部分：分类测定和评估》GB/T 19292.1确定。当位于大气腐蚀性等级C4类及以上场所时，应进行专项论证。

4.1.2 直接接触的材料应相容。当不可避免时，应采取绝缘垫片或其他防腐措施。

4.2 压型金属板

4.2.1 压型金属板的材料应符合国家现行标准《压型金属板工程应用技术规范》GB 50896、《建筑金属围护系统工程技术标准》JGJ/T 473、《彩色涂层钢板及钢带》GB/T 12754和《建筑用压型钢板》GB/T 12755的相关规定。

4.2.2 压型金属板的镀层或涂层的种类、结构、厚度、腐蚀速率和使用寿命应根据所在环境的大气腐蚀性等级确定，并应符合国家现行标准《压型金属板工程应用技术规范》GB 50896、《连续热镀锌和锌合金镀层钢板及钢带》GB/T 2518和《建筑金属围护系统工程技术标准》JGJ/T 473的相关规定。

4.3 固定支座及紧固件

4.3.1 固定支座及紧固件的材质、规格、机械性能和防腐处理方式等应满足设计要求，并满足被锁固物的设计使用年限和安全要求。

4.3.2 紧固件的机械性能应满足现行国家标准《紧固件机械性能》GB/T 3098 的要求。

4.3.3 紧固件材质宜按表 4.3.3 选择。

表 4.3.3 紧固件材质

环境腐蚀性等级	环境腐蚀性程度	紧固件材质
C1	很低	电镀锌碳钢
C2	低	高防腐涂层碳钢
C3	中	304/410 不锈钢
C4	高	304/316L 奥氏体不锈钢
C5	很高	316L 奥氏体不锈钢

4.4 结构胶

4.4.1 当光伏组件与其支撑件采用结构性粘接的固定方式时，选用的结构胶的物理力学性能指标应符合表 4.4.1 的规定，其他性能应符合现行国家标准《建筑用硅酮结构密封胶》GB 16776 的相关规定。

表 4.4.1 结构胶物理力学性能指标

序号	项目		单组分	双组分	测试标准
1	挤出性（秒）		≤10	—	JG/T 475
2	表干时间（小时）		≤3		
3	适用期（分钟）		—	≥20	
4	烷烃增塑剂		无烷烃增塑剂		
5	相容性测试	耐水试验	粘结内聚破坏面积 ≥90%		GB/T 37882
6	质量变化-热失重	热失重	≤6%		JG/T 475

续表4.4.1

序号	项目		单组分	双组分	测试标准
7	剪切性能	23±2℃条件下剪切强度 (MPa)		≥0.6	JG/T 475
		剪切强度保持率	-20℃	≥75%	
			80℃	≥75%	
		粘结内聚破坏面积		≥90%	
8	拉伸粘结强度	23±2℃条件下拉伸粘结强度 (MPa)		≥0.6	JG/T 475
		保持率	-20℃	≥75%	JG/T 475
			80℃	≥75%	
			100℃, 7天	≥75%	
			SO ₂ 酸雾	≥75%	
			清洗剂	≥75%	
			水-紫外线光照	≥75%	
			盐雾老化	≥75%	GB/T 10125
			热循环老化	≥75%	GB/T 9535
			湿冻老化	≥75%	
		湿热老化	≥60%		
粘结内聚破坏面积		≥90%	JG/T 475		
9	撕裂强度	拉伸粘结强度保持率		≥75%	JG/T 475
10	疲劳循环	拉伸粘结强度保持率		≥75%	JG/T 475
		粘结破坏面积		≤10%	
11	蠕变性能	91d 受力后位移 (mm)		<1	JG/T 475
		力卸载 24h 后最大位移 (mm)		<0.1	
12	耐紫外线强度保持率		≥75%	JG/T 475	

注：表中的粘结内聚破坏面积以粘结内聚破坏格数占总格数的百分比表示。

4.4.2 结构胶应经国家认可的检测机构进行相容性和剥离粘结性试验，并应对其邵氏硬度和标准状态拉伸粘结性能进行复验，结构胶产品应提供变位、承载能力数据和质量保证书，进口产品尚应提供中文商检报告。

4.5 光伏组件

4.5.1 光伏组件的光反射系数应满足设计的要求。

4.5.2 光伏组件应能承受各种气象条件的影响，并应通过现行国家标准《地面用晶体硅光伏组件 设计鉴定和定型》GB/T 9535 规定的冰雹试验。光伏组件的载荷能力宜能承受维护人员的踩踏。

4.5.3 光伏组件的封装方式宜采用无边框、双玻封装。

4.5.4 光伏组件的模数应满足压型金属板的模数协调要求，并宜满足建筑的模数协调要求。

4.5.5 单晶硅光伏组件的光电转换效率不宜低于 20%，多晶硅光伏组件的光电转换效率不宜低于 18.4%。

4.5.6 光伏组件的加工尺寸偏差应符合表 4.5.6 的规定。

表 4.5.6 光伏组件的加工尺寸偏差

检查项目	允许偏差 (mm)
长度/宽度公差	±2
对角线长度公差	±2
两对角线长度差值	±3

4.6 电气设备

4.6.1 光伏系统逆变器可分为并网型逆变器和独立型逆变器，逆变器的性能应符合下列规定：

1 并网型光伏逆变器的性能应符合国家现行标准《光伏系统并网技术要求》GB/T 19939 和《光伏并网逆变器技术规范》

NB/T 32004 的相关规定。

2 独立型光伏逆变器的性能应符合现行国家标准《离网型风能、太阳能发电系统用逆变器 第1部分：技术条件》GB/T 20321.1 的相关规定。

4.6.2 汇流箱的性能应符合现行国家标准《光伏电站汇流箱技术要求》GB/T 34936 的相关规定。

4.6.3 储能系统的充电控制器应选用低能耗节能型产品。

4.6.4 屋面选用的电缆性能应符合国家现行标准《电力工程电缆设计标准》GB 50217 和《光伏发电系统用电缆》NB/T 42073 的相关规定。

5 建筑设计

5.1 一般规定

5.1.1 晶体硅光伏系统与压型金属板屋面一体化的设计应结合建筑外观和周围环境条件，进行屋面构造、安装位置和安装方式的选择，使其与建筑整体有机统一。

5.1.2 晶体硅光伏系统与压型金属板屋面一体化应满足所在建筑部位的防水、排水、防火、采光、通风和建筑节能等相关功能的要求。

5.1.3 晶体硅光伏系统与压型金属板屋面一体化的设置应考虑对建筑周围光环境的影响，对光伏组件可能引起的二次辐射和光污染应进行分析，必要时应采取相应的措施。

5.1.4 光伏组件的设置部位应尽量避免周边建筑、景观设施和绿化种植等对其遮挡，并应满足光伏组件日照时间的相关要求。

5.1.5 当屋面设有室外疏散场地或疏散通道时，光伏系统的设置不应影响建筑屋面的消防疏散功能。

5.2 建筑构造

5.2.1 晶体硅光伏系统与压型金属板屋面一体化应根据建筑类型、使用需求和气候条件等因素进行构造设计。

5.2.2 屋面构造应包含光伏组件、压型金属板、防水层、支承结构和防坠落措施等构造，并应根据功能需求设置附加防水层、防水垫层、绝热层、隔汽层、隔声吸音层和防冰雪设施等。

5.2.3 建筑构造设计应协调建筑模数与光伏组件尺寸的关系。

5.2.4 光伏组件不应跨越建筑变形缝。

5.2.5 屋面应沿檐沟或屋面檐口周边设置检修安全装置并连接牢固，并应预留安装清洁设施的条件。

5.2.6 光伏组件背面应留有通风间隙。

5.2.7 细部构造设计应符合国家现行标准《屋面工程技术规范》GB 50345 和《建筑金属围护系统工程技术标准》JGJ/T 473 的相关规定，并应满足使用功能、温差变形、施工环境条件和工艺的可操作性等要求。细部设计应包括下列内容：

1 屋面变形缝、屋脊、采光带、檐口、檐沟、天沟、山墙、女儿墙、高低跨、落水管、溢流管口和防风夹具等屋面构造节点；

2 光伏系统构造和板块搭接固定方式及构造；

3 天窗、出屋面管道井道洞口、防雷设施、防坠落设施、挡雪设施、屋面检修维护设施及其他附加设施等出屋面节点。

5.3 防火设计

5.3.1 晶体硅光伏系统与压型金属板屋面一体化的防火设计应符合国家现行标准《建筑设计防火规范》GB 50016 和《建筑金属围护系统工程技术标准》JGJ/T 473 的相关规定。

5.3.2 光伏组件的燃烧性能及防火性能应满足屋面的防火设计要求。

5.3.3 既有建筑改造进行晶体硅光伏系统与压型金属板屋面一体化设计时，应复核既有建筑物耐火等级，并完善屋面防火设计。

5.4 排水设计

5.4.1 晶体硅光伏系统与压型金属板屋面一体化的排水设计应确定屋面坡度、防水等级、排水构造要求、防水层材料及其性能和保温层材料及其性能等，并应符合国家现行标准《屋面工程技术规范》GB 50345 和《建筑金属围护系统工程技术标准》JGJ/T

473 的相关规定。

5.4.2 排水设计应满足屋面汇水面积计算及排水组织方式的设计要求。

5.4.3 光伏组件的布置及构件连接不应阻碍屋面排水。

5.5 热工设计

5.5.1 晶体硅光伏系统与压型金属板屋面一体化的建筑热工设计应与浙江省气候相适应，满足室内基本热工环境的要求，并符合相关节能标准的规定。

5.5.2 热工设计应根据气候特点和建筑使用功能，确定屋面的传热系数、构造层次和绝热材料种类，并通过热工计算确定绝热材料厚度。

5.5.3 热桥部位内表面温度不应低于室内空气露点温度，并应采取防止形成热桥的措施。绝热材料应连续设置，材料拼接处应连接紧密。

5.5.4 绝热层应有防风、防水和防潮的保护措施；宜在绝热层靠室外侧设置防风层和防水透气层。

5.5.5 压型金属板系统应防止外部水渗漏，并应防止系统构造层内冷凝水集结和渗漏。

5.6 隔声及吸音设计

5.6.1 晶体硅光伏系统与压型金属板屋面一体化的隔声及吸音设计应符合现行行业标准《建筑金属围护系统工程技术标准》JGJ/T 473 的相关规定。

5.6.2 隔声及吸音设计宜根据建筑使用要求设置减小降雨噪声的设施。

6 结构设计

6.1 一般规定

6.1.1 晶体硅光伏系统与压型金属板屋面一体化工程的压型金属板、支承结构构件和连接设计应符合国家现行标准的相关规定，应满足承载能力极限状态和正常使用极限状态的要求。

6.1.2 结构设计应考虑安装、使用和维护所需的荷载，并应考虑系统维护时所需要的操作空间。

6.1.3 屋面结构的承载力应通过设计计算确定，当没有成熟的经验时，应进行围护系统的承载力试验；围护结构宜进行抗风揭试验验证，并应满足设计要求。

6.1.4 结构设计应充分考虑并网逆变器等较重设备和部件的荷载作用，并应对相关的承重构件进行强度和变形计算。

6.2 荷载作用与效应

6.2.1 屋面承受的荷载作用和组合效应，应符合现行国家标准《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068 和《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定，并按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的要求考虑地震作用。

6.2.2 屋面雨水荷载可按现行国家标准《建筑给排水设计标准》GB 50015 规定的最大雨量扣除排水量后确定，排水系统结构设计应考虑排水系统出现故障时的最不利情况。屋面雪荷载应按积雪不均匀分布的最不利情况考虑。

6.2.3 结构设计宜考虑当地极端温度作用的影响。

6.3 支承结构构件

6.3.1 屋面支承结构钢构件的挠度限值应符合表 6.3.1 的规定。

表 6.3.1 屋面支承结构钢构件的挠度限值

构件类别		挠度限值
檩条	支承一体化屋面	L/150
	有吊顶	L/240

注：L 为受弯构件的跨度，对悬臂构件取悬臂长度的 2 倍。

6.3.2 檩条设计时，不应将隅撑作为檩条的支撑点。

6.3.3 撑杆长细比不应大于 220；当采用圆钢做拉条时，圆钢直径不宜小于 10mm。圆钢拉条可设置在距檩条翼缘 1/3 腹板高度的范围内。

6.3.4 支承结构构件与主体结构之间采用螺栓、锚栓连接时，每个受力连接部位不应少于 2 个，螺栓、锚栓的直径不应小于 10mm。

6.3.5 屋面边部和角部区域应根据设计计算加密支承结构及连接。

6.4 压型金属板

6.4.1 压型金属板挠度限值应符合表 6.4.1 的规定。

表 6.4.1 压型金属板挠度限值

建筑位置	材质	挠度限值
屋（底）面	钢、不锈钢、铜合金、锌合金	L/200
	铝合金	L/180

注：L 为受弯构件的跨度，对悬挑板取悬臂长度的 2 倍。

6.4.2 压型金属板屋面宜经抗风揭试验验证系统的整体抗风揭能力，并应满足设计要求。

6.4.3 压型金属板的有效宽度应按《冷弯薄壁型钢结构技术规

范》GB 50018 的规定计算。

6.5 连 接

6.5.1 固定式连接的受力应综合考虑压型金属板温度变化、重力、雪荷载及上部附属物重力等荷载作用进行设计。

6.5.2 压型金属屋面板与固定支架的连接强度应符合国家现行标准《压型金属板工程应用技术规范》GB 50896 和《建筑金属围护系统工程技术标准》JGJ/T 473 的相关规定。当有可靠依据时，也可采用试验确定。

6.5.3 压型金属板之间或压型金属板与檩条、支承构件之间的紧固螺栓、铆钉、自攻螺钉和射钉的连接节点承载力设计值应符合相关标准的规定。

6.5.4 光伏组件与压型金属板之间可采用结构件连接或结构胶粘接，并应符合下列规定：

1 采用结构件连接时，连接的构造和承载力应满足受力体系及相关标准的要求，选用的产品应符合本规程第 4.3 节的规定；

2 采用结构胶粘接时，应满足本规程第 6.6 节的要求。

6.5.5 螺栓连接的夹紧厚度或铆钉连接的铆合总厚度不宜超过螺栓直径或铆钉孔径的 4.5 倍。

6.5.6 外露自攻螺钉、拉铆钉等紧固件均应采用橡胶密封垫片。

6.6 结构胶粘结设计

6.6.1 当采用结构胶粘结固定光伏组件时，选用的结构胶产品应符合本规程第 4.4 节的规定；粘结宽度应符合本规程第 6.6.4 条的规定，且不应小于 10mm；粘结厚度应符合本规程第 6.6.5 条的规定，且压实后不应小于 2mm。

6.6.2 结构胶应根据不同的受力情况进行承载力极限状态验算。在风荷载作用下，结构胶的拉应力或剪应力设计值不应大

于其强度设计值 f_1 , f_1 应取 0.2N/mm^2 ; 在永久荷载作用下, 结构胶的拉应力或剪应力设计值不应大于其强度设计值 f_2 , f_2 应取 0.01N/mm^2 。

6.6.3 垂直于光伏组件的竖向地震作用标准值可按式计算:

$$Q_0 = \frac{\beta \alpha_{vmax} G_p}{A} \quad (6.6.3)$$

式中: Q_0 ——垂直于光伏组件平面竖向地震作用标准值 (kN/m^2);
 β ——动力放大系数, 可取 5, 当有可靠依据时可大于 5;
 α_{vmax} ——竖向地震影响最大值, 按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定取值;
 G_p ——光伏组件构件, 包括支承构件的重力荷载标准值 (kN);
 A ——光伏组件平面面积。

6.6.4 在风荷载作用下, 应根据光伏组件与压型金属板支撑肋的粘接情况, 对结构胶进行应力计算, 并应符合下列规定:

1 当光伏组件仅长边用结构胶和金属屋面板粘接时, 光伏组件的受力状态相当于承受均布荷载的单向板 (图 6.6.4-1)。当光伏组件短边和长边均用结构胶和金属屋面板连接时, 应根据长边和短边的比值情况确定:

- 1) 当 $b/a \geq 3$ 时, 应按单向传力考虑;
- 2) 当 $b/a < 3$ 时, 应按双向传力考虑 (图 6.6.4-2)。

2 应按本条第 1 款的传力情况, 计算各支撑边的等效均匀线荷载 q_w 。

3 支撑边上结构胶的拉应力应按式计算:

$$\sigma_w = \frac{q_w m}{C_s L} \leq f_1 \quad (6.6.4)$$

式中: σ_w ——风揭作用下, 计算支撑边上结构胶的拉应力 (N/mm^2);

q_w ——风揭作用下，根据传力情况，计算支撑边上的等效均匀线荷载（kN/m）；

m ——光伏组件的支撑边长（mm），取边长 a 或 b；

C_s ——计算支撑边上结构胶的粘接宽度（mm）；

L ——计算支撑边上结构胶的粘接长度（mm）；

f_1 ——结构胶的强度设计值，按第 6.6.2 条的规定取值。

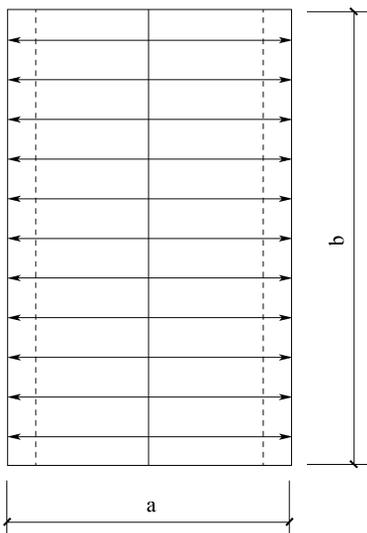


图 6.6.4-1 单向板荷载
传递示意

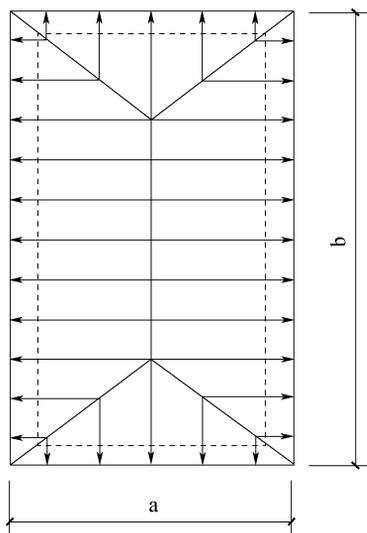


图 6.6.4-2 双向板荷载
传递示意

6.6.5 在温度作用下，结构胶的粘接厚度应按下式计算：

$$t_s = \frac{u_s}{\sqrt{\delta(2 + \delta)}} \quad (6.6.5)$$

式中： t_s ——结构胶的粘结厚度（mm）；

u_s ——温度应力作用下，光伏组件相对于金属屋面板的相对位移（mm）；

δ ——结构胶的变位承受能力，取对应于其受拉应力为 0.14N/mm^2 时的伸长率。

6.6.6 在永久荷载作用下，结构胶的剪应力应按下式计算：

$$\tau_c = \frac{q_c a b \sin\theta}{1000 P_s C_s} \leq f_2 \quad (6.6.6)$$

式中： τ_c ——坡屋面时，光伏组件重力荷载引起的剪应力 (N/mm^2)；

q_c ——光伏组件重力荷载准永久值 (kN/m^2)；

θ ——屋面与水平面夹角；

P_s ——光伏组件上结构胶的粘接总长度 (mm)，取四周粘接长度的总和；

f_2 ——结构胶的强度设计值，按第 6.6.2 条的规定取值。

7 光伏系统设计

7.1 一般规定

7.1.1 光伏系统应与建筑结合，综合考虑工程特点、发电容量、电气安全、环保和建筑美观等方面，满足安装、运行和维护的要求。

7.1.2 光伏系统的设计应符合现行国家标准《建筑光伏系统应用技术标准》GB/T 51368 和现行浙江省标准《建筑太阳能光伏系统应用技术规程》DB 33/1106 的相关规定。

7.1.3 逆变器等设备的安装使用环境应满足设备对通风、湿度、屏蔽和电磁干扰等的要求。

7.2 系统设计

7.2.1 光伏方阵的设计应满足下列要求：

1 光伏组件的类型、规格、数量、安装位置和安装场地面积应根据建筑设计和采光条件确定；

2 同一个逆变器接入的光伏组串的阵列朝向和安装倾角宜一致；不同类型、不同朝向的组串应接入不同的逆变器；

3 同一组串及同一子阵内，光伏组件的电性能参数应尽可能一致，最大输出功率、最大工作电流的离散性应小于 $\pm 3\%$ 。

7.2.2 光伏系统汇流箱应根据光伏组件、逆变器类型和系统需要进行配置；汇流箱的位置应便于操作和检修，宜选择室内干燥的场所；当设在室外时，应具有防水、防腐措施。

7.2.3 逆变器的选择应满足下列要求：

1 应满足高效、节能和环保的要求；

2 应按型式、容量、过载能力、输入输出电压、最大功率点跟踪、保护功能、监测功能和防护等级等相关技术条件进行选择；

3 应按环境温度、相对湿度、海拔高度、地震烈度、污秽等级和盐雾影响等使用环境条件进行校验。

7.2.4 光伏系统电线、电缆的设计应满足下列要求：

1 电线、电缆的型号和截面应根据敷设环境和载流量确定，并应满足环境温度、日晒和大气污染等条件下的使用要求；

2 电力线缆、控制线缆应统筹安排，安全、隐蔽、集中布置，并应满足安装、维护和防护的要求；

3 电线、电缆应有固定措施和防晒措施，满足与系统相匹配的设计使用年限；

4 集中敷设于电缆沟、槽盒、托盘和梯架中的电线、电缆和光缆应选用燃烧性能不低于 B2 级的阻燃型产品。

7.2.5 电能储存宜采用电化学储能系统，电化学储能系统设计应符合现行国家标准《电化学储能电站设计规范》GB 51048 的相关规定；储能蓄电池应选用长寿命、高效充放电、安全环保和少维护的电池。

7.2.6 光伏系统变、配电间可根据需要集中或分散布置，变、配电间设计应符合现行国家标准《20kV 及以下变电所设计规范》GB 50053、《低压配电设计规范》GB 50054 的相关规定。

7.2.7 规模较大或较复杂的光伏系统宜采用智能运维系统，监测运行数据和工况条件，实现故障预判和系统效率分析评估等功能。

7.3 系统接入

7.3.1 光伏系统与公共电网并网应满足当地电力部门的规定和要求。光伏系统接入电网的电压等级应根据光伏系统容量和电网的具体情况，进行技术经济比较后确定。

7.3.2 光伏系统应在并网点设置易于操作、可闭锁并具有明显断开点的并网断开装置，并在并网开关柜、设备和线路附近设置警示标识，标识的形状、颜色、尺寸和高度应符合现行国家标准《安全标志及其使用导则》GB 2894 的相关规定。

7.3.3 并网型光伏系统的计量、监控与通信应满足下列要求：

1 根据相关标准及当地电力部门的要求，确定计量点位置和计量表类型；

2 根据相关标准及当地电力部门的要求，配置相应的自动化终端设备与通信装置，实时采集光伏系统的遥测、遥信数据和系统并网点的电能质量参数，并将数据实时传输至相应的调度站。

7.4 防雷与接地设计

7.4.1 光伏系统的防雷与接地设计应满足下列要求：

1 防雷设计应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 的相关规定，光伏系统的防雷分类应按系统所在建筑物的防雷类别划分；

2 光伏系统的防雷装置应与建筑物的防雷装置协调一致，构成一个整体防雷体系，满足建筑物的整体防雷要求；

3 防雷系统应充分利用金属屋面、金属构件和光伏组件金属边框等，形成电气导通及等电位联结。

7.4.2 接闪器的设计应满足下列要求：

1 应根据建筑屋面形状和光伏阵列的布置确定接闪器的类型和做法，光伏组件应处于接闪器的保护范围中；

2 接闪器的设置应考虑其日照阴影对光伏组件的影响。

7.4.3 当利用金属构件做引下线时，引下线应与接闪器和接地装置可靠连接，其材料和规格应能承受泄放预期雷电流时所产生的机械效应和热效应。

7.4.4 光伏系统的雷击电磁脉冲防护措施应符合现行国家标准《光伏电站防雷技术要求》GB/T 32512 的相关规定。

8 施 工

8.1 一般规定

8.1.1 晶体硅光伏系统与压型金属板屋面一体化工程的施工，应编制施工组织设计与质量控制程序，并制定相应的安装施工方案与安全技术措施；施工前应完成施工图设计文件的交底工作。

8.1.2 设备安装应满足设计文件、产品说明书及订货技术条件等的相关要求，并应符合相关标准的规定。

8.1.3 材料与设备在施工现场的贮存应符合下列规定：

1 存储场地应坚实、平整、不易积水；

2 存储压型金属板时不应使之变形，底部应采用带有柔性衬垫的架空枕木铺垫，枕木间距不应大于 3m，露天存储时架空枕木应保持 5%的倾斜度，并应采取防雨措施；

3 光伏组件在存放过程中不得碰撞受损，存储堆放时应确保堆放平整，防止倾覆。

8.1.4 施工期间施工人员行走于压型金属板或光伏组件表面时应穿戴软质防滑鞋，并确保鞋底清洁，无硬质杂物。在未安装压型金属板或光伏组件的区域，应根据施工设计要求做好各种工况下的抗风揭措施。

8.1.5 压型金属板或光伏组件安装完成后，应按以下要求进行成品保护：

1 应保护屋面免受坠物冲击，严禁在屋面上任意行走或堆放物件；

2 进行焊接时，应采取措施防止损坏压型金属板或光伏组件；

3 在已安装好的压型金属板上施工时，应在作业面和行走通道等部位铺设木板等临时保护措施；

4 安装完成的区域应保持清洁，不应留有杂物。

8.2 压型金属板

8.2.1 压型金属板现场加工的允许偏差应符合现行国家标准《压型金属板工程应用技术规范》GB 50896 的相关规定；压型金属板宜采用通长板型。

8.2.2 压型金属板的安装应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 和《建筑光伏系统应用技术标准》GB/T 51368 的相关规定。

8.2.3 压型金属板应按系统设计的排板图铺设，并应满足下列要求：

1 应提前排板，并宜逆全年最大频率风向铺设；

2 安装前，应先在支撑结构上标出安装基准线和安装控制点；

3 施工测量应与主体结构测量相配合，施工过程中应定期对安装基准点进行校核，并从屋面安装基准线开始铺设，按规定的顺序和分区进行安装；

4 安装时应边铺设、边调整位置、边固定，对于节点部位还应根据设计要求，同时安装泛水板和防水密封材料等；

5 当天铺设就位的面板应当天完成固定，未固定完的，应采取临时措施绑扎牢固；

6 铺设时，应在面板上设置临时施工通道和板面保护措施；

7 应根据安装环境温差对面板长度进行修正。

8.2.4 面板端部现场切割时应保证整齐、干净，切割端部应做好防腐处理。相关的泛水板、包角板和屋脊盖板等在加工、安装前应复测现场尺寸，安装前应先放线。固定应牢固可靠，密封材料敷设应完好。

8.3 光伏组件

8.3.1 光伏组件在搬运过程中应有防止面层损伤和功能损坏的防护措施；吊装时，其底部应衬垫木，背面不得受到碰撞和重压。

8.3.2 光伏组件的安装应符合现行国家标准《建筑光伏系统应用技术标准》GB/T 51368、《光伏电站施工规范》GB 50794 和现行浙江省标准《建筑太阳能光伏系统应用技术规程》DB 33/1106 的相关规定。

8.3.3 当光伏组件采用粘接方式安装时，应满足下列要求：

1 光伏组件安装之前，金属屋面安装的主要工作应已完成，确保光伏系统和金属屋面不存在作业冲突；

2 光伏组件型号和规格应符合设计要求，外观及各部件应完好无损；

3 粘接时的施工环境应符合粘接剂产品的环境要求和设计要求，不应在夜晚、雨天、风沙或高温等恶劣天气环境下粘接；

4 现场施胶前，应完成粘接剂的均匀性和固化速度等试验；

5 粘接前，应按粘接剂产品要求对粘接部位进行清洁，完成清洗和干燥，且应在清洁后一小时内进行注胶，若注胶前再度污染，应重新清洁；

6 粘接前，应根据施工图的要求，进行组件安装位置的定位；

7 现场施胶时，胶条表面应平整光滑，不得出现气泡，胶条的宽度和长度应符合粘接剂产品的要求及设计要求，并应在粘接剂产品要求的时间内完成粘接工作，不得使用超过粘接剂适用期的余胶；

8 施胶后，结构胶的表干时间不应低于结构胶产品的要求，在结构胶固化并达到设计承载力前不应移动已粘接的光伏组件，并应采取措施避免松动；

9 安装人员应经过相关安装知识培训和技术交底，且应持证上岗。

8.3.4 光伏组件周边的防水构造必须严格按设计要求施工，且不得渗漏。

8.3.5 光伏组件接线等相关工作宜根据实际情况穿插进行，光伏组件连接线应进行绑扎，应整齐、美观；不应在安装或移动的过程中拉扯导线，连接线不应承受外力。

8.4 汇流箱

8.4.1 汇流箱安装前应做如下准备：

- 1 检查汇流箱内元器件完好，连接线无松动；
- 2 汇流箱中的开关应处于分断状态，熔断器中不应放入熔体。

8.4.2 汇流箱安装应符合以下规定：

- 1 汇流箱进线端和出线端与汇流箱接地端应进行绝缘测试，绝缘电阻不应小于 $2M\Omega$ （DC1000V）；
- 2 直流汇流箱连接线路前，必须确认光伏组件侧和逆变器侧均有明显断开点、线路极性正确、绝缘良好。与光伏组件串的线路连接时，应先接汇流箱内的输入端子，后接光伏组件接插件；
- 3 交流汇流箱连接线路前，必须确认逆变器侧和并网柜侧均有明显断开点、线路相序正确、绝缘良好。

8.5 逆变器

8.5.1 逆变器的安装应符合现行国家标准《电气装置安装工程盘、柜及二次回路接线施工及验收规范》GB 50171 的相关规定。

8.5.2 逆变器安装前应作好以下工作：

- 1 检查安装逆变器的型号、规格应正确无误，外观完好无损；

- 2 运输及就位的机具应准备就绪，且满足荷载要求；
- 3 大型逆变器就位时应检查运输通道畅通，且有足够的场地。

8.5.3 逆变器的安装应符合下列规定：

- 1 逆变器与基础之间固定应牢固可靠，逆变器底部宜高出地面不少于 100mm；
 - 2 安装在震动场所时，应采取防震措施；
 - 3 逆变器柜体应接地，单列柜与接地干线之间应选取至少两点进行连接，金属柜门应与金属柜架或接地排可靠连接；
 - 4 逆变器接线前，必须确认直流侧、并网点侧均有明显断开点，并应检查线路绝缘，校对线路的相序或极性；
 - 5 组串式逆变器与光伏组件串进行线路连接时，应先接组串式逆变器内的输入端子，后接光伏组件接插件；
 - 6 电缆连接完毕后，逆变器本体的预留孔洞及电缆管口应做好封堵。
- 8.5.4 逆变器四周不应设置与系统无关的设备或堆放杂物。**

8.6 电线、电缆

8.6.1 电线、电缆线路施工应符合现行国家标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 和《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规程》GB 50168 的相关规定。

8.6.2 电线、电缆应敷设在支撑结构或专用槽盒中，并按相关要求留有适当的余量。

8.6.3 光伏阵列的布线施工应有支撑、紧固和防护等措施。

8.6.4 穿过屋面和外墙的线路应设防水套管，并做好防水密封处理。

8.7 防雷与接地

8.7.1 光伏系统防雷与接地系统的安装应符合现行国家标准

《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》GB 50169 的相关规定和设计文件的要求。

8.7.2 需要接地的设备或构件，应保持接地的连续性和可靠性，接地电阻值必须满足设计的要求。

8.8 系统调试

8.8.1 工程验收前应按现行国家标准《建筑光伏系统应用技术标准》GB/T 51368、现行浙江省标准《建筑太阳能光伏系统应用技术规程》DB 33/1106 的相关要求，对设备和光伏系统进行调试和检测。

8.8.2 系统调试应包括光伏组件串、汇流箱、逆变器、配电柜、二次系统和储能系统等设备的调试，以及光伏发电系统的联合调试。

8.8.3 系统调试完毕后，应进行不少于连续 48 小时的试运行，方可进行竣工验收。

9 验 收

9.1 一般规定

9.1.1 晶体硅光伏系统与压型金属板屋面一体化工程施工质量应进行专项验收，验收的程序和组织应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的相关规定。

9.1.2 施工质量验收应按压型金属板屋面验收、电气工程验收和光伏系统与压型金属板屋面一体化整体验收三个分项进行，三个分项工程均验收合格后，方可进行竣工验收。

9.1.3 电气工程验收和光伏系统与压型金属板屋面一体化整体验收应按现行国家标准《光伏与建筑一体化发电系统验收规范》GB/T 37655 的相关规定进行，并应按其要求填写验收记录表。

9.1.4 施工过程中应对隐蔽部位在隐蔽前进行验收，并应有详细的文字记录和必要的图像资料。

9.2 压型金属板屋面分项验收

I 主控项目

9.2.1 压型金属板板材的进场验收、现场加工验收应符合现行国家标准《压型金属板工程应用技术规范》GB 50896 和《建筑金属围护系统工程技术标准》JGJ/T 473 的相关规定。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察、尺量检查；核查质量证明文件和相关资料。

9.2.2 压型金属板面板的泛水板、包角板和收边板等连接节点

应符合设计要求，固定牢固可靠，密封材料敷设完好。

检查数量：连接节点按长度每 10m 抽查 1 处，且不少于 3 处。

检查方法：观察检查。

9.2.3 压型金属板面板的支架（座）数量和间距应符合设计要求，紧固件固定牢固、可靠。

检查数量：按固定支架（座）数抽查 10%，且不少于 20 处。

检查方法：观察检查。

II 一般项目

9.2.4 压型金属板面板的泛水板和收边板应平直、洁净、接口严密。

检查数量：按收边部位长度每 10m 抽查 1 处，且不少于 3 处。

检查方法：观察检查，手扳检查。

9.2.5 压型金属板面板安装的允许偏差应符合表 9.2.5 的规定。

表 9.2.5 压型金属板面板安装的允许偏差

项目	允许偏差 (mm)
檐口、屋脊与山墙收边的直线度檐口与屋脊的平行度	10.0
压型金属板板肋或波峰直线度 压型金属板板肋对屋脊的垂直度	L/800 且不应大于 25.0 (L 为屋面半坡或单坡长度)
檐口相邻两块压型金属板端部错位	5.0
压型金属板卷边板件最大波浪高	4.0

检查数量：檐口与屋脊的平行度按长度抽查，且不少于 10m；其他项目按长度每 20m 抽查 1 处，且不少于 3 处。

检查方法：拉线、吊线和钢尺检查。

9.3 电气工程分项验收

I 主控项目

9.3.1 光伏组件及其组成材料、构配件等应进行进场验收，质

量证明文件和相关技术资料应齐全，并应符合设计要求和国家、浙江省现行有关标准的规定。

检查数量：全数检查。

检查方法：检查质量证明文件、标志、检验报告和设计文件等。

9.3.2 光伏组件不应有隐裂。

检查数量：按现行国家标准《计数抽样检验程序第1部分：按接受质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划》GB/T2828.1中规定的一般检验水平Ⅰ类，AQL取2.5。

检查方法：1) 被检测组件全部进行红外扫描，不作为最终验收依据；2) 被检测组件全部进行EL检测，作为最终验收依据。

9.3.3 光伏组件应按设计图纸的型号、规格、数量、连接方式和布置方向进行安装、固定。

检查数量：光伏组件总数的10%，且不少于10块。

检查方法：观察检查。

II 一般项目

9.3.4 同一方阵中光伏组件安装的纵向或横向偏差不应大于5mm。

检查数量：光伏组件或方阵总数的10%，且不少于3个。

检查方法：观察检查，测量检查。

9.3.5 光伏组件与压型金属板面层之间应留有散热间距，散热间距实际值与设计值之间的相对误差不应大于5%。

检测数量：光伏组件或方阵总数的10%，且不少于3个。

检测方法：用钢尺检测。

10 运行与维护

10.0.1 晶体硅光伏系统与压型金属板屋面一体化工程整体验收合格后，且系统的运行与建筑物的后续施工不相互影响，方可交付用户，进入日常运行状态。

10.0.2 交付使用前，工程承包商应为使用方提供使用操作手册，进行相关使用培训，并协助使用单位建立管理制度、明确日常检查和定期巡检的内容。

10.0.3 使用方应根据使用说明书及本规程的相关要求，制定维护、维修计划与制度，保证系统的安全性与功能性要求。

10.0.4 压型金属板屋面应定期进行检查和维护，并做好相关记录，检查要求应符合表 10.0.4 的规定。

表 10.0.4 压型金属板屋面检查要求

部位	检查内容	检查方法	检查频次
屋面（对屋顶烟道、通风口、行走通道附近的屋面板应加强检查）	压型金属板脱落、变形、渗漏	观察检查	中雨及以上雨后、大雪后、8级以上风后
	表面锈蚀、涂层脱落；板面鼓包、凹陷、裂纹或破损	观察检查	每6个月一次
压型金属板搭接缝或板肋	压型金属板破损、变形、开裂、固定支架（座）与板肋脱离	观察检查	每6个月一次

10.0.5 压型金属板屋面在使用及检查和维护中，当发现有严重锈蚀、涂层或镀层脱落、变形或连接破坏等情况时，应进行评估、鉴定及维修；遭遇地震、火灾等灾害后，应进行评估、鉴定及维修。

10.0.6 压型金属板屋面超出设计使用年限时，应进行评估及鉴定。

10.0.7 光伏系统的运行与维护应保证系统本身安全，并保持正常的发电能力。光伏系统直流部分的日常维护宜在晚上进行。

10.0.8 光伏系统应定期进行检查和维护，应记录检查和维护情况，并存档；对每次故障应进行记录、分析、存档。

10.0.9 光伏系统维护前应做好安全准备，应断开所有应断的开关，必要时应穿绝缘鞋，戴绝缘手套，使用绝缘工具；应在有人监护的情况下进行，按操作手册顺序操作。

10.0.10 光伏系统的主要部件在运行时，温度、声音或气味等不应出现异常情况，指示灯应正常工作并保持清洁。

10.0.11 光伏支路的开路电压和系统的绝缘性能应定期检查；计量仪表应定期进行检测、校表。

10.0.12 光伏系统主要部件周围不得堆积易燃、易爆物品，设备本身及周围环境应散热良好，设备上的灰尘和污物应及时清理。

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《安全标志及其使用导则》 GB 2894
- 《建筑结构荷载规范》 GB 50009
- 《建筑抗震设计规范》 GB 50011
- 《建筑给排水设计标准》 GB 50015
- 《建筑设计防火规范》 GB 50016
- 《冷弯薄壁型钢结构技术规范》 GB 50018
- 《20kV 及以下变电所设计规范》 GB 50053
- 《低压配电设计规范》 GB 50054
- 《建筑物防雷设计规范》 GB 50057
- 《建筑结构可靠性设计统一标准》 GB 50068
- 《电气装置安装工程 电缆线路施工及验收标准》 GB 50168
- 《电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范》 GB 50169
- 《电气装置安装工程盘、柜及二次回路接线施工及验收规范》 GB 50171
- 《钢结构工程施工质量验收标准》 GB 50205
- 《电力工程电缆设计标准》 GB 50217
- 《建筑工程施工质量验收统一标准》 GB 50300
- 《建筑电气工程施工质量验收规范》 GB 50303
- 《屋面工程技术规范》 GB 50345
- 《光伏电站施工规范》 GB 50794
- 《压型金属板工程应用技术规范》 GB 50896
- 《电化学储能电站设计规范》 GB 51048
- 《连续热镀锌和锌合金镀层钢板及钢带》 GB/T 2518
- 《计数抽样检验程序 第 1 部分：按接收质量限（AQL）检索

的逐批检验抽样计划》 GB/T 2828. 1

《紧固件机械性能》 GB/T 3098

《地面用晶体硅光伏组件 设计鉴定和定型》 GB/T 9535

《彩色涂层钢板及钢带》 GB/T 12754

《建筑用压型钢板》 GB/T 12755

《建筑用硅酮结构密封胶》 GB 16776

《金属和合金的腐蚀 大气腐蚀性 第 1 部分：分类、测定和评估》 GB/T 19292. 1

《光伏系统并网技术要求》 GB/T19939

《离网型风能、太阳能发电系统用逆变器 第 1 部分：技术条件》 GB/T 20321. 1

《光伏电站防雷技术要求》 GB/T 32512

《光伏电站汇流箱技术要求》 GB/T 34936

《光伏与建筑一体化发电系统验收规范》 GB/T 37655

《建筑光伏系统应用技术标准》 GB/T 51368

《建筑金属围护系统工程技术标准》 JGJ/T 473

《光伏并网逆变器技术规范》 NB/T 32004

《光伏发电系统用电缆》 NB/T 42073

《建筑太阳能光伏系统应用技术规程》 DB 33/1106

浙江省工程建设标准

晶体硅光伏系统与压型金属板屋面
一体化技术规程

Technical specification for integration of
crystalline silicon photovoltaic system
and profiled metal sheet roof

DB 33/xxxx—20xx

条文说明

目 次

1	总 则	(41)
2	术 语	(42)
3	基本规定	(44)
4	材料与设备	(45)
4.1	一般规定	(45)
4.3	固定支座及紧固件	(45)
4.4	结构胶	(45)
4.5	光伏组件	(46)
4.6	电气设备	(46)
5	建筑设计	(47)
5.1	一般规定	(47)
5.2	建筑构造	(47)
5.3	防火设计	(49)
6	结构设计	(50)
6.1	一般规定	(50)
6.2	荷载作用与效应	(50)
6.3	支承结构构件	(50)
6.4	压型金属板	(51)
6.5	连 接	(51)
6.6	结构胶粘结设计	(51)
7	光伏系统设计	(53)
7.1	一般规定	(53)
7.2	系统设计	(53)
7.3	系统接入	(54)

7.4	防雷与接地设计	(54)
8	施 工	(55)
8.1	一般规定	(55)
8.2	压型金属板	(55)
8.3	光伏组件	(55)
8.5	逆变器	(56)
8.6	电线、电缆	(56)
8.8	系统调试	(56)
9	验 收	(57)
9.1	一般规定	(57)

1 总 则

1.0.1 为了深入贯彻国家能源新战略和碳达峰、碳中和的目标，国务院和相关部委出台了相关政策和规划，浙江省也有《浙江省可再生能源发展“十四五”规划》。同时，太阳能光伏发电系统的技术不断成熟，建设成本较以往大幅下降，建筑屋面设置光伏发电系统，尤其是“一体化系统”将成为节能减排的新趋势。为了确保工程质量和系统安全、高效地运行，真正达到节能减排的目的，编制本规程。

1.0.2 本规程适用于坡度不大于 $1/8$ 的建筑屋面。坡度过大的屋面和立面的构件受力不同，安装要求也大不相同，不适用。

1.0.3 本规程仅规定了晶体硅光伏系统与压型金属板屋面一体化工程的特殊要求，除应符合本规程的规定外，还应符合相关的建筑、结构、电气专业标准的规定。

2 术 语

2.0.1 目前建筑屋面上应用最多的就是晶体硅光伏系统，其与压型金属板屋面一体化应用，具有深远的意义和特殊的技术要求，在利用建筑外屋面空间开发太阳能电力的同时，满足建筑安全、功能、美观的要求。晶体硅光伏系统与压型金属板屋面一体化应用通常是装配式的，除了具有建筑维护功能外，还具有发电性能，为建筑提供安全可靠的电力能源。图 2-1 为一种典型的一体化屋面系统的示例。

2.0.2 将涂层板或镀层板经辊压冷弯，沿板宽方向形成连续波形或其他截面的成型金属板，用于建筑屋面围护结构。光伏屋面用压型金属板的截面凹凸形状与光伏组件尺寸相匹配。

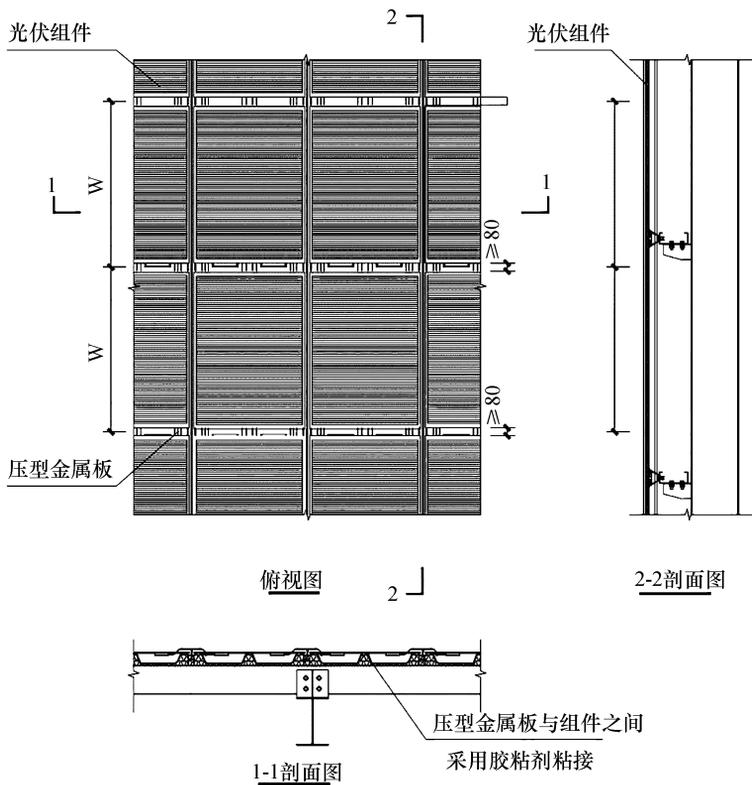


图 2-1 一种典型的一体化屋面系统示例

3 基本规定

3.0.1 晶体硅光伏系统与压型金属板屋面一体化的设计应与建筑整体设计相协调，应考虑建筑美观、风格等因素，建筑布局应满足建筑外围结构的基本功能，并应保证发电系统的正常运行。

大多数建筑的设计寿命长于光伏系统的寿命，光伏系统的构造、型式应便于安装、维护及更换。为此，建筑设计应为光伏系统的日常维护，尤其是光伏组件或构件的安装、维护、清洗、更换提供必要的安全便利条件。

3.0.6 应根据气候特征及太阳能资源条件，合理地进行建筑（群）及其光伏一体化系统的规划设计，确保光伏系统合理、可靠地运行。

4 材料与设备

4.1 一般规定

4.1.1 要保证系统的设计寿命，就要求光伏系统所使用的设备和材料适应所在地的气候、环境条件，针对盐雾气候、腐蚀性环境条件等场合采用针对性的设备和材料。

4.3 固定支座及紧固件

4.3.3 在 C4 及以上环境中应避免使用 200 系列低镍高锰不锈钢，因其无法抵御恶劣环境的腐蚀，ASTMF738M、ISO3506-1 中不锈钢紧固件材质中均没有 200 系列不锈钢牌号。同样，在 C4 及以上环境中应避免使用 410、550 系马氏体不锈钢或铁素体不锈钢紧固件。恶劣环境中马氏体或铁素体不锈钢不具备防腐能力。马氏体不锈钢或铁素体不锈钢紧固件在热处理强化其机械性能时会导致脆化，在受到墙面、屋面金属板热胀冷缩位移产生的剪切力或负风压长期震动下容易出现脆断。

4.4 结构胶

4.4.1 当光伏组件粘接固定在支撑件上时，结构胶的性能、质量至关重要，直接影响粘接可靠性和寿命。表 4.4.1 中的性能指标参考了国家标准《建筑用硅酮结构密封胶》GB 16776—2005、团体标准《光伏组件用硅酮类结构胶》T/CPIA 0008—2019。表 4.4.1 中的“测试标准”表示分别按现行标准《建筑幕墙用硅酮结构密封胶》JG/T 475、《地面光伏组件背轨粘接用有机硅胶粘剂》GB/T 37882、《人造气氛腐蚀试验 盐雾试验》GB/T 10125 和《地面用晶体硅光伏组件 设计鉴定和定型》

GB/T 9535 规定的试验方法测试。

4.5 光伏组件

4.5.3 无边框、双玻组件，可减小积灰影响、提高发电效率，并利于实现自清洁功能。

4.5.4 为了充分利用屋面面积，保证经济性、施工方便性，并确保建筑的美观性，模数协调非常必要。

4.5.5 本条参考了国家工信部发布的《光伏制造行业规范条件（2021 年本）》，双面发电组件按正面效率计算。

随着晶体硅光伏电池技术的不断发展，其光电转换率一直在不断提升，为了保证工程质量和光伏发电的效能，要求光伏电池应符合国家的相关规定。国家有关部门对晶体硅组件的转换率有最低要求，这个要求随着技术不断进步而调整。目前大多数正规企业的产品均能满足本条的要求。

4.6 电气设备

4.6.1 逆变器根据应用方式分为独立型光伏发电逆变器和并网型光伏发电逆变器。

4.6.3 常用的储能电池有铅酸电池、锰酸锂蓄电池、磷酸亚铁锂电池等等，相关的标准有：

《电力系统电化学储能系统通用技术条件》GB/T 36558；

《储能用铅酸蓄电池》GB/T 22473；

《锰酸锂蓄电池模块通用要求》JB/T 11139；

《磷酸亚铁锂电池模块通用要求》JB/T 11140。

4.6.4 光伏系统的连接电缆要选用经过认证的光伏电缆，目前多采用 PV1-F 光伏电缆。这种电缆的绝缘和护套采用辐照交联聚烯烃，可实现 A 级阻燃，额定温度可达 120℃，具有优良的防紫外线、臭氧、酸、盐的侵蚀能力，优越的全天候能力和耐磨损能力。

5 建筑设计

5.1 一般规定

5.1.1 一体化的设计应由建筑设计单位和光伏系统供应商相互配合完成。建筑师根据建筑类型和使用要求确定光伏组件的颜色、安装位置、造型要求，电气工程师进行光伏发电系统的设备安装、线缆敷设、并网接入等设计，光伏组件供应商需向建筑设计单位提供光伏建筑构件规格、荷载及电气参数等等。

屋面构件的选型是建筑设计的重点内容，不仅要考虑光伏组件的安装位置，还要结合建筑功能及其对电力供应方式的需求，综合考虑环境、气候、太阳能资源、能耗、施工条件等因素，并比较光伏发电系统的性能和造价，进行技术经济分析。

5.1.2 一体化的屋面是建筑物外围护结构的主要组成部分，应能满足所在部位的防排水、防火、采光、通风和建筑节能等各项功能。

5.1.3 光伏组件应优先选用光反射率较低的产品，避免引起二次辐射对本建筑或周围建筑造成光污染。

5.1.4 为充分利用太阳能，保证光伏系统的发电量，应尽量优化建筑形体，合理选择设置位置，增加光伏组件的日照小时数。光伏组件的日照时数宜满足冬至日不少于4h的要求。

5.2 建筑构造

5.2.1 建筑与构造设计包括：确定板型、编制排板图、异形件形状及尺寸、连接方式、各构造层的铺设及连接要求、节点处理等。

5.2.2 一种典型的晶体硅光伏系统与压型金属板屋面一体化构造示意图见图 5-1:

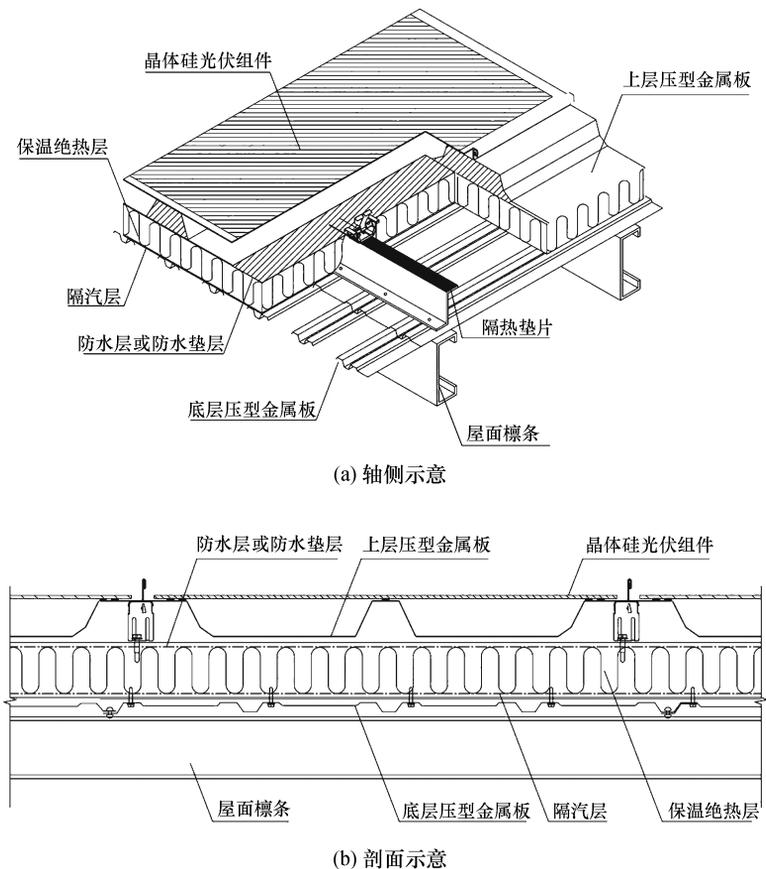


图 5-1 典型的晶体硅光伏系统与压型金属板屋面一体化构造示意图

5.2.3 符合基本的模数是建筑工业化的基本要求。建筑设计应充分协调建筑模数与一体化应用系统构件的尺寸、光伏组件的尺寸等的关系。

5.2.4 建筑主体结构在伸缩缝、沉降缝、防震缝的变形缝两侧会发生相对的位移，光伏组件跨越变形缝容易遭到破坏，造成漏电、脱落等危险。

5.2.5 对于光伏系统，检修、清洗、更换设备很重要，故应预留条件。

5.2.6 随着光伏组件工作温度升高，其光电转换效率会下降。为减小温升，留出通风间隙是必要的，通风间隙不宜小于100mm。

5.3 防火设计

5.3.2 各种建筑、建筑的各部位、各构件有不同的防火要求，当光伏组件代替了建筑构件，应满足该建筑构件的防火要求。

6 结构设计

6.1 一般规定

6.1.1 相关的标准包括《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068、《建筑结构荷载规范》GB 50009、《钢结构设计标准》GB 50017、《压型金属板工程应用技术规范》GB 50896、《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018、《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》GB 51022、《铝合金结构设计规范》GB 50429、《空间网格结构技术规程》JGJ7 等。

6.2 荷载作用与效应

6.2.3 宜考虑极端气温的影响，基本气温最大值和最小值可根据当地气候条件确定。对暴露室外的构件，宜考虑太阳辐射的影响，包括施工期间的构件。

6.3 支承结构构件

6.3.1 进行结构设计时，不但要校核安装部位结构强度和变形，还需要计算支架、支承金属件及连接节点的承载能力。支承结构的钢檩条和墙梁变形不应超容许值。对直立锁边金属屋面、一级防水等金属屋面以及坡度比较平缓的金属屋面的檩条，其容许变形应从严控制。本条综合了《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》GB 51022、《压型金属板工程应用技术规范》GB 50896 的相关要求。

6.3.3 本条根据《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》GB 51022 作出相关要求。

6.3.4 支承结构与主体结构的连接或锚固必须牢固可靠，主

体结构的承载力应经过计算或实物实验予以确认，并要留有余地。

6.4 压型金属板

6.4.2 在风荷载较大的地区，重要的大型公共建筑中采用金属围护系统时，应通过抗风揭试验验证方法确定最终选用的晶硅装配屋面。设计人员应根据建筑设计安全性能等因素，确定抗风揭试验方法及最终采用的试验数据。

抗风揭试验方法分为静态和动态两种。美国仅有静态试验方法，欧洲、澳大利亚、日本等国家和地区有动态试验方法，两种试验方法国内均有采用。金属屋面系统抗风揭性能检测方法可参见《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205—2020的附录 C 和《金属屋面抗风掀性能检测方法 第 2 部分：动态压力法》GB/T 39794.2。

6.5 连接

6.5.1 建筑屋面上安装光伏装置、挡雪装置、防坠落装置以及装饰面层等附属物的情况较为普遍，因连接不牢造成事故屡见不鲜，为保证安全应进行相关的设计计算。

6.6 结构胶粘结设计

6.6.2 本条文依据现行行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102 进行编制。

6.6.4 当采用结构胶粘结固定光伏组件时，结构胶是保证光伏组件与压型金属板传力的关键环节。影响结构胶受力因素主要包括风揭荷载、温度作用和永久荷载。风揭荷载作用下，结构胶以承受拉应力为主，按式 6.6.4 进行拉应力验算。

6.6.5 温度作用下，结构胶以承受剪应力为主，参照《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102，控制结构胶的变位承受能力 δ ，取拉应力为 0.14N/mm^2 时的伸长率，按式 6.6.5 进行粘结厚度

验算。

6.6.6 当屋面为坡屋面时，还应考虑组件永久荷载水平分量引起的剪切滑移，应按式 6.6.6 验算结构胶的剪应力。

7 光伏系统设计

7.1 一般规定

7.1.2 与光伏系统相关的国家、行业、浙江省标准和产品标准有很多，光伏系统的设计除满足本规程的要求外，也要满足这些标准的要求。

7.2 系统设计

7.2.1 当光伏组件的电性能参数一致，朝向、倾角一致时，才能最大限度地使系统工作在最佳状态，效率最高。

7.2.2 汇流箱内设有汇流母排、防雷保护装置、主开关、分开关、过流保护装置、防逆流装置等等，具体参见相关标准的要求。

7.2.3 逆变器是光伏系统的核心设备，具有强大的功能和复杂的技术指标，应仔细进行设计选型。

7.2.4 电线、电缆的设计包括选型、敷设安装等内容。

1 当电缆暴露在室外时，绝缘材料在紫外线、臭氧、剧烈温度变化和化学侵蚀环境下使用，将导致电缆护套加速老化、易碎，甚至会分解绝缘层。因此，要选用耐紫外型电缆，或将电缆敷设在耐紫外线辐射的导管中。

4 电线、电缆的燃烧性能按现行国家标准《电缆及光缆燃烧性能分级》GB 31247 确定。

7.2.6 高压并网变压器、并网柜、逆变器、汇流箱等设备宜布置在专用的房间内，具体设计应满足相关要求。

7.3 系统接入

7.3.1 建筑光伏系统并网的电压等级主要由容量大小确定，通常为 380V、10kV 等。

7.3.2 并网开关的两端均会带电，应注意安全。

7.3.3 光伏电站电能计量点（关口）应设在光伏电站与电网产权分界处，产权分界处按国家有关规定确定。产权分界点处不适宜安装电能计量装置时，关口计量点由光伏系统业主与电力部门协商确定。系统的运行管理、数据监控要同时满足业主、电力调度部门的要求。

7.4 防雷与接地设计

7.4.1 防雷设计应注重与建筑物本身防雷的整体性，应注重金属构件的等电位联结，确保电气导通的连续性。

7.4.2 接闪器可利用金属构件、光伏组件金属边框，也可专设接闪器，光伏组件本身不应遭受雷击。

专设接闪器可采用接闪杆或接闪带，架空接闪线也是可以考虑的方法之一。

7.4.3 泄放雷电流会影响金属构件的性能，具体要求和计算参见《建筑物防雷设计规范》GB 50057。

7.4.4 现行国家标准《光伏电站防雷技术要求》GB/T 32512 中关于光伏系统的雷击电磁脉冲防护措施的要求，比《建筑物防雷设计规范》GB 50057 更高、更具体，应参照执行。

8 施 工

8.1 一般规定

8.1.1 施工现场应采取严格的管理措施，保证施工质量，防止发生安全事故。光伏系统安装过程应采取防触电措施，确保人员安全。

目前光伏一体化系统施工安装人员的技术水平差别较大，为规范施工安装，应先设计后施工，严禁无设计的盲目施工。施工组织设计、施工方案以及安全措施应经监理和建设方审批后方可施工。光伏系统的安装一般在土建工程完成后进行，而土建部位施工多由其他施工单位完成，因此应加强对施工土建部位的保护。

8.1.3 在贮存过程中，应保证材料与设备完好，保证其性能不受损害。

8.2 压型金属板

8.2.1 采用通长的板型利于防水、避免偏差。通长板型可现场加工，并满足《压型金属板工程应用技术规范》GB 50896 的要求。

8.3 光伏组件

8.3.1 光伏组件在运输、转运、存放过程中，应当妥善包装，并在外包装贴有警示标识。

8.3.3 光伏组件用结构胶的性能、实用技术已趋成熟，具体可参见本规程第 4.4 节。采用结构胶粘接安装光伏组件具有简洁、美观、耐腐蚀、防水性好、施工方便等特点。

8.3.4 屋面上安装光伏组件时，可能会破坏周边的防水连接构造，因此需设计专门的构造措施，如附加防水层等，并严格按照要求施工，不得出现渗漏。光伏系统中的电缆防水套管与建筑主体之间的缝隙应做好防水密封。

8.5 逆变器

8.5.4 逆变器是核心设备，其工作环境应保持良好的，保证其安全工作和方便检修。

8.6 电线、电缆

8.6.2 电线、电缆在槽盒转角处容易受损，在满足转弯半径的同时也需留有适当的余量。

8.8 系统调试

8.8.1 本条文列出的两部标准对系统调试、检测做了全面、具体的要求，本规程参照执行。相关标准还包括《光伏电站施工规范》GB 50794、《家用太阳能光伏电源系统技术条件和试验方法》GB/T 19064 等等。

9 验 收

9.1 一般规定

9.1.2~9.1.3 这两条依据现行国家标准《光伏与建筑一体化发电系统验收规范》GB/T 37655 做出规定。

