



T/CECS XXX- 202X

---

中国工程建设标准化协会标准

# 晶硅光伏与压型钢板一体化技术规程

Technical specification for crystalline silicon photovoltaic system integrated  
profiled steel

(征求意见稿)

\*\*\*出版社

中国工程建设标准化协会标准

# 晶硅光伏与压型钢板一体化技术规程

**Technical specification for application of integrated system of crystalline  
silicon photovoltaic and profiled metal plate**

T/CECS -20

主编单位：

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：20 年 月 日

\*\*\*\*出版社

202 北京

## 前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2021年第一批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字[2021]11号）的要求，编制组经深入调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准共分 11 章和两个附录，主要内容包括：总则、术语、基本规定、设备和材料、建筑设计、结构设计、光伏系统设计、加工制作、运输与贮存、施工、验收、运行与维护等。

本标准的某些内容可能直接或间接涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国工程建设标准化协会建筑环境与节能专业委员会归口管理，由建科环能科技有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中，如有意见或建议，请反馈给建科环能科技有限公司（地址：北京市北三环东路 30 号，邮政编码：10013，邮箱：cabriac@126.com）。

主编单位：

参编单位：

主要起草人：

主要审查人：

# 目 次

1 总则.....	1
2 术语.....	2
3 基本规定.....	3
4 材料、构配件、设备.....	5
4.1 一般规定.....	5
4.2 压型钢板.....	5
4.3 固定支座及紧固件.....	6
4.4 结构胶.....	7
4.5 光伏组件.....	7
4.6 逆变器.....	8
4.7 汇流箱.....	8
4.8 储能系统.....	8
4.9 线缆.....	8
5 建筑设计.....	10
5.1 一般规定.....	10
5.2 系统选型.....	11
5.3 防火设计.....	11
5.4 防水及排水设计.....	11
5.5 热工设计.....	12
5.6 防冰雪设计.....	13
5.7 隔声及吸声设计.....	14
5.8 系统设计.....	14
5.9 安全防护设计.....	15
5.10 附加层设计.....	15
6 结构设计.....	17
6.1 一般规定.....	17
6.2 荷载作用与效应.....	17
6.3 支承结构构件.....	18
6.4 压型钢板.....	19
6.5 连接.....	20
6.6 硅酮结构密封胶设计.....	21
7 光伏系统设计.....	24
7.1 一般规定.....	24
7.2 系统分类.....	25
7.3 系统设计.....	25

7.4 配电电气系统.....	26
7.5 系统接入电网.....	26
7.6 电能储存系统.....	27
7.7 防雷设计.....	28
8 加工制作、运输与贮存.....	29
8.1 加工制作.....	29
8.2 运输与贮存.....	29
9 施 工.....	31
9.1 一般规定.....	31
9.2 支承结构安装.....	31
9.3 压型钢板安装.....	32
9.4 晶体硅光伏组件安装.....	33
9.5 汇流箱安装.....	34
9.6 逆变器安装.....	35
9.7 电缆布线施工.....	35
9.8 防雷与接地.....	35
9.9 系统调试.....	36
10 验收.....	37
10.1 一般规定.....	37
10.2 主控项目.....	37
10.3 一般项目.....	39
11 运行与维护.....	41
11.1 一般规定.....	41
11.2 压型钢板屋面检查与维修.....	41
11.3 系统检查与维护.....	42
附录 A 晶硅光伏与压型钢板一体化系统使用环境耐腐蚀性等级.....	43
附录 B 晶硅光伏与压型钢板一体化系统用紧固件使用年限要求.....	46
用词说明.....	48
引用标准名录.....	49

# Contents

1	General Provisions .....	1
2	Terms and Symbols.....	2
3	Basic Requirement .....	3
4	Materials, Components and Equipment.....	5
4.1	General Requirements.....	5
4.2	Steel Plate.....	5
4.3	Fixed Support and Fastener .....	6
4.4	Structural Adhesive.....	7
4.5	Photovoltaic Modules .....	7
4.6	Inverter .....	8
4.7	Junction Box .....	8
4.8	Battery .....	8
4.9	Cables.....	8
5	Architectural Design .....	10
5.1	General Requirements.....	10
5.2	System Selection .....	11
5.3	Fire Protection Design .....	11
5.4	Waterproof and Drainage Design .....	11
5.5	Thermal Protection.....	12
5.6	De-icing Design .....	13
5.7	Sound Insulation and Absorption Design .....	14
5.8	System Design .....	14
5.9	Safety Protection Design.....	15
5.10	Additional Layer Design.....	15
6	Structural Design .....	17
6.1	General Requirements.....	17
6.2	Load Action and Effect.....	17
6.3	Supporting Structural Members .....	18
6.4	Profiled Steel Sheet.....	19
6.5	Connect .....	20
6.6	Design of Silicone Structural Sealant .....	21
7	Design of Photovoltaic System.....	24
7.1	General Requirements.....	24
7.2	System Classification.....	25
7.3	System Design .....	25

7.4 Electrical Distribution System .....	26
7.5 Connection to Power Grid .....	26
7.6 Electric Energy Storage System.....	27
7.7 Lightning Protection Design .....	28
8 Manufacturing,Transportation and Storage .....	29
8.1 Manufacturing.....	29
8.2 Transportation and Storage .....	29
9 Construction.....	31
9.1 General Requirements.....	31
9.2 Support Structure Installation .....	31
9.3 Installation of Profiled Steel Plate .....	32
9.4 Installation of Crystalline Silicon Photovoltaic Module.....	33
9.5 Installation of Junction Box .....	34
9.6 Installation of Inverter.....	35
9.7 Cable Wiring Construction .....	35
9.8 Lightning Protection and Grounding .....	35
9.9 System Debugging .....	36
10 Check Before Acceptance.....	37
10.1 General Requirements.....	37
10.2 Main Control Items .....	37
10.3 General Items .....	39
11 Operation and Maintenance .....	41
11.1 General Requirements.....	41
11.2 Repair and Maintenance of Profiled Steel Sheet Roof .....	41
11.3 Inspection and Maintenance of Photovoltaic System .....	42
Appendix A Corrosion Resistance Grade of Profiled Steel Sheet Roofing System in Service Environment.....	43
Appendix B Service Life Requirements of Fasteners For Profiled Steel Sheet Roofing System.....	46
Explanation of Wording in This Standards.....	48
List of Quoted Standards .....	49

# 1 总则

**1.0.1** 为规范晶硅光伏与压型钢板一体化技术在屋面工程中的应用，使晶硅光伏与压型钢板一体化系统在设计、安装、验收、运行与维护中做到安全适用、技术先进、经济合理，制定本标准。

**【条文说明】**随着我国推动生态文明建设走向深入，太阳能作为具有潜力的清洁能源日益受到重视。工业与民用建筑工程中利用太阳能光伏发电技术正在成为节能的新趋势。广大工程技术人员，尤其是建筑工程设计人员，只有掌握了光伏系统的设计、安装、验收等方面的工程技术要求，才能促进光伏系统在建筑中的应用，达到与建筑结合。

**1.0.2** 本标准适用于在新建、改建和扩建的工业与民用建筑安装晶硅光伏与压型钢板一体化系统，及既有工业与民用建筑上安装或改造晶硅光伏与压型钢板一体化系统的设计、施工、验收和运行维护。

**【条文说明】**本标准只涉及建筑屋面由于使用了光电建筑构件引起建筑变化的屋面部分，未涉及建筑部分按现有建筑规范执行。

**1.0.3** 晶硅光伏与压型钢板一体化系统应与建筑新建、改建和扩建工程统一规划、同步设计和同步施工。

**1.0.4** 既有建筑上改造或安装晶硅光伏与压型钢板一体化系统应按照建筑工程审批程序进行专项工程的设计，施工和验收；并应进行全过程质量控制。

**1.0.5** 晶硅光伏与压型钢板一体化系统除应符合本规程规定外，尚应符合国家现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。



## 2 术语

### 2.0.1 晶硅光伏与压型钢板一体化系统 Crystalline silicon photovoltaic system integrated profiled steel

除满足光伏组件的要求外，同时具备建筑构件部分功能要求的光伏组件与建筑集成一体化系统。包括晶体硅光伏组件、压型钢板、两者连接结构、结构承载系统及相关电气连接和设备。

### 2.0.2 光伏压型钢板 Profiled steel sheet

指截面凹凸形状与光伏组件模数相匹配，将涂层板或镀层板经辊压冷弯，沿板宽方向形成波形界面的成型钢板，用于建筑屋面物围护结构。

### 2.0.3 附加层 Additional layer

位于建筑屋面顶板与屋面底板之间具有建筑功能的建筑构件层，如保温层、防水层、隔音层等。

## 3 基本规定

**3.0.1** 晶硅光伏与压型钢板一体化系统的发电规模应结合太阳能资源、建筑条件、安装条件、负荷条件等因素确定，并满足安全可靠、经济适用、环境美观、便于安装和维护的要求。

**【条文说明】** 晶硅光伏与压型钢板一体化构件系统外围结构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。使用在晶硅光伏与压型钢板一体化构件系统建筑上的光伏组件是以建材的方式的以体现，光伏组件不仅承担发电功能，还起到建筑功能。

**3.0.2** 晶硅光伏与压型钢板一体化系统应与所在地区建筑或城市规划相协调。

**3.0.3** 新建晶硅光伏与压型钢板一体化系统应与主体建筑同步设计、施工、验收。晶体硅光伏组件及连接件应按围护结构进行设计校核。

**3.0.4** 主体结构设计与计算应考虑晶体硅光伏组件及连接件产生的荷载。

**3.0.5** 光伏组件的模数应与压型钢板屋面的安装参数一致，压型钢板应满足光伏组件荷和其他物理性能需求，其模数与标称尺寸应符合现行国家标准。

**3.0.6** 在既有建筑安装晶硅光伏与压型钢板一体化系统，应对既有建筑结构安全和电气安全性进行复核。

**3.0.7** 晶硅光伏与压型钢板一体化系统的设计使用年限不应小于 25 年；按现行行业标准《建筑钢结构防腐技术规程》JGJ/T 251 对大气腐蚀类别的规定 C3 类以上时，应进行专项论证。

**3.0.8** 选择场地时应参考如下条件：

- 1 宜避开空气经常受悬浮物污染严重地区；
- 2 宜避开周边障碍物对光伏组件的遮挡。

**【条文说明】** 在建筑周围景观设计和绿化种植时，要避免对投射到光伏阵列的阳光造成遮挡，保证其正常工作。根据安装光伏系统的区域气候特征及太阳能资源条件，合理进行建筑群体的规划，为光伏系统接收更多的太阳能创造条件。规划设计时，应选择光反射较低的光伏构件用于晶硅光伏与压型钢板一体化系统，避免造成光污染。

**3.0.9** 晶硅光伏与压型钢板一体化系统设计前应取得建筑项目所在地的下列资料：

- 1 太阳能资源数据和资料分析报告；
- 2 建设项目所在地抗震设防要求；
- 3 工程建设地的基本风压和基本雪压；

4 工程建设地的盐雾及酸雨腐蚀性；

5 近 10 年年均沙尘暴次数、建筑物雷击次数及空气污染、能见度情况；

6 周边建筑用户对噪音和光污染的控制要求。工厂或建筑本身对晶硅光伏与压型钢板一体化系统面产生腐蚀或损害时，需要对其做专项研究。

### 3.0.10 晶硅光伏与压型钢板一体化系统接入电网设计前宜取得下列资料：

1 晶硅光伏与压型钢板一体化系统装机容量、发电量、年利用小时数、投运时间及运行周期；

2 接入电网的电压等级、主变容量、主变预留容量、出现间隔预留及扩建条件。

**【条文说明】**光伏发电系统接入电网的电压等级应根据光伏发电系统的容量及电网的具体情况，在接入系统设计中经济技术比较后确定。光伏系统的经济性与并网条件，地方支持力度，电网消纳太阳能电力的能源密切相关，大规模开发太阳能电力，应考虑这些因素对太阳能系统稳定、可靠运行产生的影响。

### 3.0.11 晶硅光伏与压型钢板一体化系统设计前宜取得下列建筑资料：

1 工业建筑、民用建筑等建筑类型、主要功能、建筑结构形式，建筑设计使用年限；

2 建筑气候分区对建筑围护结构的热工性能要求；

3 建筑耐火等级及相应建筑构件的燃烧性能及耐火等级；

4 建筑屋面防水等级及基本构造。

## 4 材料、构配件、设备

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 晶硅光伏与压型钢板一体化系统材料应符合现行国家标准《压型金属板工程应用技术规程》GB 50896 设计和使用要求。

【条文说明】光伏外围结构系统设计在满足安全性和可靠性的同时，宜采用新技术、新工艺、新设备、新材料。

**4.1.2** 单晶硅光伏组件太阳能转换效率宜达到 20%。

【条文说明】转换效率（全称是光电转换效率）是衡量太阳电池把光能转换为电能的能力。太阳电池的转换效率是不断提高的，为了保证光伏系统的经济型，要求太阳电池应符合国家的相关规定。目前国家有关部门对晶体硅、硅基薄膜等太阳能转换率有了最低要求，这个要求随着技术不断进步调整。

**4.1.3** 系统选材应按照使用环境腐蚀性等级要求确定，晶硅光伏与压型钢板一体化系统面使用环境腐蚀性等级应符合本规程附录 A 的规定。

**4.1.4** 晶硅光伏与压型钢板一体化系统宜参照《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB 8624 中耐火性能试验要求对钢板和光伏组件进行测试。

**4.1.5** 晶硅光伏与压型钢板一体化系统中的压型金属板避免与不相容的材料，如铅、铜、不锈钢金属、石墨垫圈、酸性密封胶等，直接接触。当不可避免时，应采取绝缘垫片或其他防腐措施。

### 4.2 压型钢板

**4.2.1** 压型钢板外板材料应采用镀铝锌钢板、镀铝锌镁钢板、涂层板；表皮自支撑构造应采用镀铝锌钢板、镀铝锌镁钢板。

【条文说明】热镀铝锌钢板应符合现行国家标准《连续热镀铝锌合金镀层钢板及钢带》GB/T 14978 的要求。

**4.2.2** 光伏组件与屋面压型钢板的结构胶连接应满足钢板与结构胶的相容性测试。

**4.2.3** 压型钢板材料应符合下列规定：

1 压型钢板应符合国家现行标准《彩色涂层钢板及钢带》GB/T 12754、《建筑用压型钢板》GB/T 12755、《压型金属板工程技术规范》GB 50896 和《冷轧高强度建筑结构用薄钢板》JG/T

378 的规定。

2 压型钢板用钢材按屈服强度级别宜选用不低于 250MPa 级的结构用钢。

3 压型钢板的厚度应通过设计计算确定，外层板公称厚度不应小于 0.6mm，内层板公称厚度不应小于 0.5mm。

4 重要建筑宜采用彩色涂层钢板，基板宜采用热镀铝锌钢板；一般建筑可采用镀层钢板，基板可采用热镀铝锌钢板或热镀锌钢板。

5 压型钢板公称镀层重量应根据不同腐蚀环境，按《建筑金属维护系统工程技术标准》JGJ/T 473-2019 附录 A 第 A.0.2 条确定；金属镀锌层在不同腐蚀环境等级时腐蚀速率可按《建筑金属维护系统工程技术标准》JGJ/T 473-2019 附录 A 第 A.0.3 确定。

6 压型钢板的涂层种类应根据不同环境腐蚀性程度进行确定，压型钢板涂层结构及厚度可按《建筑金属维护系统工程技术标准》JGJ/T 473-2019 附录 C 第 C.0.1 条确定，热镀锌钢板表面有机涂层相对使用寿命可按《建筑金属维护系统工程技术标准》JGJ/T 473-2019 附录 A 第 A.0.4 条确定。

7 穿孔压型钢板不宜在室外、潮湿或腐蚀性环境中使用，不宜作为持力板。

### 4.3 固定支座及紧固件

4.3.1 固定支座及紧固件的规格、技术性能、材质、表面处理方式等应符合相关规程的规定及设计要求，并满足被锁固物设计使用年限和安全要求。

4.3.2 固定支座宜选用与压型金属板相同材质材料制成，当材质不同时，应采取绝缘隔离措施。当紧固件材质与被锁固物材质不同时，应采取绝缘隔离措施避免电化学腐蚀，垫片金属材质宜与紧固件相同。

4.3.3 固定支座和钢质连接件表面应进行防腐镀层处理，应使其使用年限不低于被锁固物使用年限。

4.3.5 檩条连接用螺栓可采用碳钢或不锈钢材质，螺栓性能等级应符合现行国家标准《紧固件机械性能》GB/T 3098 的要求。

4.3.6 紧固件选用应符合表 4.3.6 的规定。

表 4.3.6 紧固件材质选用表

环境耐腐蚀性等级	环境腐蚀性程度	紧固件选用
C1	很低	可选择碳钢电镀锌材质紧固件

C2	低	宜选用碳钢高防腐涂层材质紧固件
C3	中	宜选择304/410不锈钢紧固件
C4	高	宜选择 304/316L 奥氏体不锈钢紧固件
C5	很高	宜选择 316L 奥氏体不锈钢紧固件

注：1 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 和 GB3097.6 中不锈钢紧固件材质中均没有 200 系列不锈钢牌号。

2 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蚀能力。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。

**4.3.7** 紧固件的使用年限应符合本规程附录 B 的要求并满足设计要求。

## 4.4 结构胶

**4.4.1** 结构胶产品应为细腻、均匀膏状物，无气泡、结块、凝胶、结皮，无不易分散的析出物。

**4.4.2** 双组分产品两组分的颜色应有明显区别。

**4.4.3** 结构胶的物理力学性能应符合现行行业标准《建筑幕墙用硅酮结构密封胶》JG/T 475 的要求。

## 4.5 光伏组件

**4.5.1** 光伏组件应符合现行国家标准《地面用晶体硅光伏组件设计鉴定和定型》GB/T 9535 的要求。

**【条文说明】**晶体硅屋面中所涉及的光伏组件应符合国家现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 和行业标准《民用建筑电气设计标准》GB 51348 的要求。

**4.5.2** 光伏组件的模数应与光伏建筑用压型钢板屋面的安装参数一致，其模数与标称尺寸应符合现行国家标准《建筑模数协调标准》GB/T 50002、《厂房建筑模数协调标准》GB/T 50006 和《住宅建筑模数协调标准》GB/T 50100 的要求。

**【条文说明】**为了保证建材型光伏构件的经济性，允许光伏构件的尺寸与同类建材有所不同，但是要保证其与建筑模数相统一，确保建筑的美观性，这也是晶硅光伏与压型钢板一体化系统面目的之一。

## 4.6 逆变器

**4.6.1** 并网逆变器应符合现行国家标准《光伏发电并网逆变器技术要求》GB/T 37408 和行业标准《光伏并网逆变器技术规范》NB/T 32004 的要求。

**4.6.2** 逆变器应具备工作温度监测功能，并应在温度过高时发出报警，关闭直流/交流逆变功能。

**4.6.3** 逆变器应安装交流侧电弧故障保护装置。当逆变器直流侧输入电压大于 80V 时，应安装直流侧电弧故障保护装置。

## 4.7 汇流箱

**4.7.1** 汇流箱应符合现行团体标准《光伏汇流箱技术规程》CNCA/CTS0001 的要求。

**【条文说明】** 汇流箱和配电柜是否完好、接线端子接触是否良好会直接影响光伏发电系统的电性能安全。

**4.7.2** 直流汇流箱应采取防雨、防腐、防尘措施。室内使用的直流汇流箱防护等级不应低于 IP44，室外使用的直流汇流箱防护等级不应低于 IP65。

## 4.8 储能系统

**4.8.1** 采用铅酸蓄电池应符合现行国家标准《储能用铅酸蓄电池》GB/T 22473 的要求。

**【条文说明】** 并网光伏电站配置储能装置的目的是为了改善光伏发电系统输出特性，包括平滑功率输出曲线、跟踪电网计划出力曲线、电力调峰、应急供电等。

**4.8.2** 采用锰酸锂蓄电池应符合现行行业标准《锰酸锂蓄电池模块通用要求》JB/T 11139 的要求。

**4.8.3** 采用磷酸亚铁锂蓄电池应符合现行行业标准《磷酸亚铁锂蓄电池模块通用要求》JB/T 11140 的要求。

**4.8.4** 采用磷酸铁锂蓄电池应符合现行行业标准《磷酸铁锂》YS/T1027 的要求。

**4.8.5** 若采用其他类型电池，则性能要求应符合其行业标准。

## 4.9 线缆

**4.9.1** 晶硅光伏与压型钢板一体化系统的电线、电缆的选择与敷设设计应符合现行国家标准《电力工程电缆设计规范》GB50217 的要求。

**【条文说明】** 当直流电缆有可能暴露在室外时，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，将导致电缆护套易碎，甚至会分解电缆绝缘层。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。

光电建筑构件连接电缆要选用经过认证的光伏电缆。目前多采用 TUV 的 2PFG1169/08.2007 标准认证，电缆 PV1-F。这种电缆的绝缘和护套采用辐射交联聚烯烃，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。依据组件功率的大小不同，该类电缆截面积可选 1.5 mm<sup>2</sup>、2.5 mm<sup>2</sup>、4.0 mm<sup>2</sup>、6.0 mm<sup>2</sup> 等四种规格。

**4.9.2** 电缆敷设可采用直埋、电缆沟、电缆桥架、电缆线槽等方式。动力电缆和控制电缆宜分开排列并满足最小间距要求。

**4.9.3** 远距离传输时网络电缆宜采用光纤电缆应符合现行国家标准《光伏发电站设计规范》GB50797 的要求。



## 5 建筑设计

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 晶硅光伏与压型钢板一体化系统应与建筑风格相协调。

【条文说明】晶硅光伏与压型钢板一体化系统的选型是建筑设计的重要内容，设计者不仅设计光电建筑构件的安装位置，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，比较光伏发电系统的性能、造价，进行技术经济分析。

晶硅光伏与压型钢板一体化系统的设计应由建筑设计单位和光伏发电系统供应商相互配合完成。建筑师不仅需要根据建筑类型和使用要求确定光伏组件的颜色、安装位置、构图要求，还应向电气工程师提出对电力的使用要求，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电建筑构件规格、荷载能力及电气参数等保证系统的质量和使用性能。

**5.1.2** 晶硅光伏与压型钢板一体化系统的建筑设计应符合建筑构件的各项物理性能要求，根据当地特点，晶硅光伏与压型钢板一体化系统面应采取相应的防冻、防冰雪、防过热、防风揭、防排水、防雷、防风、抗震、防火、防腐蚀等技术措施。

**5.1.3** 晶硅光伏与压型钢板一体化系统设计使用年限不小于 25 年。

【条文说明】一般情况下，建筑的设计寿命是光伏系统寿命的数倍，光伏组件及系统其他部件的构造、型式应有利于在建筑围护结构上的安装，便于维护、修理、局部更换。为此建筑设计不仅要考虑地震、风荷载、雪荷载、冰雹等自然影响因素，还应为光伏系统的日常维护，尤其是光伏组件的安装、维护、日常保养、更换提供必要的安全便利条件。

**5.1.4** 晶硅光伏与压型钢板一体化系统在设计时应根据当地地理、气候条件考虑清洗、维护及检修的措施。

**5.1.5** 晶硅光伏与压型钢板一体化系统设计应与建筑设计密切配合，共同确定晶硅光伏与压型钢板一体化系统面各项性能要求及各组成部分在建筑中的位置。光伏组件安装在无障碍物阴影遮挡区域，障碍物对组件无遮挡时间符合现行国家标准《光伏电站设计规范》GB50797 的要求。

**5.1.6** 建筑设计应考虑金属屋面模数与光伏组件尺寸配合。

## 5.2 系统选型

**5.2.1** 晶硅光伏与压型钢板一体化系统设计应遵循“安全可靠、保证功能、优选用材、合理构造、防排结合、美观耐用”的原则。

**5.2.2** 晶硅光伏与压型钢板一体化系统应根据建筑类型、使用需求、气候条件等因素进行构造设计。

**5.2.3** 晶硅光伏与压型钢板一体化系统面不同部位之间的衔接构造设计应满足建筑功能的要求，并便于施工。

**5.2.4** 屋面系统选型中应该含有基本构造光伏层、压型钢板层、支承结构层；晶硅光伏与压型钢板一体化系统面根据功能需求可以选用附加防水层、防水垫层、绝热层、隔汽层、室内装饰层、隔声吸音层、防坠落设施、防冰雪设施等。

## 5.3 防火设计

**5.3.1** 晶硅光伏与压型钢板一体化系统防火设计应满足如下要求：

1 晶硅光伏与压型钢板一体化系统面防火设计，应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的要求。

2 晶硅光伏与压型钢板一体化系统应满足建筑相应构件耐火等级的要求。

3 晶硅光伏与压型钢板一体化系统应采用不燃材料，屋面防水层宜采用不燃、难燃材料，当采用可燃防水材料且铺设在可燃、难燃保温材料上时，防水材料或可燃、难燃保温材料应采用不燃材料作防护层，防护层燃烧性能应达到 A 级。

**5.3.2** 采用晶硅光伏与压型钢板一体化系统防火设计应满足如下要求：

1 屋面与外墙交界处、屋面采光带部位四周的保温层，应采用宽度不小于 500mm 的燃烧性能为 A 级防火材料设置防火隔离带。

2 屋面与防火分隔构件间的间隔，应进行防火构造封堵，当设置有保温层时，应采用燃烧性能为 A 级的保温材料，并满足相应耐火极限要求。

3 闷顶周边的屋面系统内部使用外露材料应采用 A 级不燃材料覆面。

## 5.4 防水及排水设计

**5.4.1** 晶硅光伏与压型钢板一体化系统防水设计应根据建筑类型、功能需求、重要程度、区域环境和使用功能要求，合理选择材料、板型和构造；防水设计应确定屋面防水等级、防水构造、屋面坡度、压型钢板板型、防水构造措施等要求。

**5.4.2** 晶硅光伏与压型钢板一体化系统采用的防水材料及配套材料除应符合各个构造层的要求外，尚应满足安全及环保的要求；当晶硅光伏与压型钢板一体化系统及底面为一体时，应满足防水构造层连续设置的要求。

**5.4.3** 晶硅光伏与压型钢板一体化系统的排水系统应能及时将雨水排至雨水管道或室外。光伏组件不应影响天沟排水。

**5.4.4** 采用晶硅光伏与压型钢板一体化系统应进行排水设计，排水设计包括雨水量计算、屋面排水组织、檐沟天沟设置等。

1 采用晶硅光伏与压型钢板一体化系统雨水排水量取值应符合如下要求：

- 1) 一般建筑屋面雨水排水系统总排水能力不应小于 50 年重现期的雨水量；
- 2) 重要建筑屋面雨水排水系统总排水能力不应小于 100 年重现期的雨水量。

2 采用晶硅光伏与压型钢板一体化系统排水宜采用有组织排水。高跨屋面雨水不宜直接排放到低跨屋面上，少量雨水可设置水簸箕等散水设施。天沟雨水口宜设防止堵塞的设施。

**5.4.5** 天沟设计应符合现行行业标准《建筑金属维护系统工程技术标准》JGJ/T 473-2019 的要求。

**5.4.6** 采用晶硅光伏与压型钢板一体化系统与外墙连续设置时，宜在屋面与外墙交界处设置天沟。当外墙板与底面板连续设置时，宜在交界部位设置截水、滴水构造。

**5.4.7** 晶硅光伏与压型钢板一体化系统防水等级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 的要求。

## 5.5 热工设计

**5.5.1** 晶硅光伏与压型钢板一体化系统建筑热工设计应与所在区气候相适应，保证室内基本热工环境，符合国家和地区现行有关节能标准、规程的要求。

**【条文说明】**建筑应满足《工业建筑节能设计统一标准》GB 51245；《民用建筑热工设计规范》GB 50176；《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26；《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 134；《公共建筑节能设计标准》GB 50189 等相关标准。

**5.5.2** 根据使用条件和不同气候分区，绝热层应有防风、防水、防潮的保护措施。宜在绝热层外侧设置防风、防水层。

**【条文说明】**晶硅光伏与压型钢板一体化系统面可以将一定比例的太阳光伏转化电能，在转化过程中也产生一定的热量，晶硅光伏与压型钢板一体化系统面，应充分考虑这种独特性能对建筑节能的重要性。通过在屋面合理布置通风散热通道，既可以提高光伏系统的发电效率，

也可是使屋面发挥两个的隔热保温性能。在夏热冬暖地区，通过光伏构件将采光屋面完全覆盖，可以发挥良好的隔热效果，降低空调能耗，更好的实现建筑节能。

**5.5.3** 在严寒、寒冷的区室内侧及在其他气候区水蒸气较多一侧应设置隔气层，隔气层的设置应符合如下规定：

- 1 隔汽层应选用气密性、水密性好的材料；
- 2 隔汽层应连续铺设，屋面与墙面交接时应有连续搭接的措施；
- 3 隔汽层搭接缝应满粘，其搭接宽度不应小于 80mm；
- 4 穿过隔汽层的管线周围应封严，转角处应无折损。

**5.5.4** 热工计算时，冷凝界面的位置应设置在绝热层内部，绝热层两侧应有隔绝水汽进入的措施。

## 5.6 防冰雪设计

**5.6.1** 采用装配式压型钢板与晶硅光伏屋系统的屋面防冰雪设计应满足如下要求：

1 处于《建筑气候区划标准》GB 50178 内规定的一级区划内第 I 建筑气候区、第 II 建筑气候区、第 VI 建筑气候区、第 VII 建筑气候区的建筑，当使用晶硅光伏与压型钢板一体化系统时，应进行防冰雪设计。施工图阶段设计图纸中应明确表达相关内容的具体实施方式及构造。

2 处于上述四个气候区内的晶硅光伏与压型钢板一体化系统面设计应按照《民用建筑设计通则》GB 50352-2005 内表 3.2.1 规定的民用建筑设计使用年限向当地气象局取得相应的 5 年、25 年、50 年、100 年一遇的最大降雪量作为设计依据。

**【条文说明】**寒冷天气光伏构件上的积雪不易清除，因此在多雪地区的建筑屋面上安装光伏系统时，应采取融雪、扫雪及避免积雪滑落后遮挡光伏构件的措施。如采取扫雪措施，应设置扫雪通道及人员安全保障措施。

**5.6.2** 采用晶硅光伏与压型钢板一体化系统的屋面防冰雪堆积设计应满足如下要求：

1 突出屋面的烟囱、天窗、排气孔、避雷针等构件应做构造加强处理措施。可设置可视化屋面监控系统，可同时设置监控报警设施；宜设置永久性机械或电动的融冰、除雪设施，并宜与屋面监控系统联动，形成报警、除冰雪一体化系统；

- 2 严寒、寒冷多雪的区不宜设置高度较高的女儿墙；
- 3 应考虑屋面积雪及积雪冻融对屋面毛细渗水的影响；
- 4 压型钢板波高及连接方式应满足冬季排水要求。
- 5 屋面上人口应设置电动或机械开启设施及融雪设施；

6 屋面应设置用于人工除雪的安全通道；

7 有积雪可能的屋面宜设置防冰雪坠落装置。防冰雪坠落装置可直接固定于屋面板上，也可穿透屋面固定于屋面支撑结构上，但均需保证连接的可靠性；挡雪装置宜从屋脊向檐口处分层设置。檐口处应设置至少一道挡雪装置。

## 5.7 隔声及吸声设计

5.7.1 晶硅光伏与压型钢板一体化系统面系统隔声及吸声设计应符合下列规定：

- 1 晶硅光伏与压型钢板一体化系统应根据建筑功能要求，选择隔声、吸声材料及构造；
- 2 隔声及吸声构造应与晶硅光伏与压型钢板一体化系统一体化设计；
- 3 隔声层与吸声层宜各自独立分成设置。

5.7.2 晶硅光伏与压型钢板一体化系统宜根据使用要求设置降雨噪声设施。

5.7.3 吸声构造及措施应符合下列规定：

- 1 吸声层位于室内侧；
- 2 当吸声构造采用金属穿孔板时，穿孔率、孔径应根据声音要求及结构受力确定。

## 5.8 系统设计

5.8.1 新建、改建、扩建工业和民用建筑结构设计应满足晶硅光伏与压型钢板一体化系统的荷载传递和安装要求，在既有建筑上增设或改造晶硅光伏与压型钢板一体化系统，必须进行建筑结构和电气的安全复核，满足建筑结构及电气的安全性要求。

【条文说明】在既有建筑上增加或改造的光伏系统，其重量会增加。另外，安装过程也会对建筑结构和建筑功能有影响，因此，应进行建筑结构安全、建筑电气安全等方面的复核和检验。

5.8.2 晶硅光伏与压型钢板一体化系统安装光伏组件时，应采取必要的光伏组件安全防护措施。

5.8.3 安装光伏组件的建筑部位应采取相应的构造措施，确保该部位的建筑防水、排水、建筑隔热及保温效果不受影响。

5.8.4 晶硅光伏与压型钢板一体化系统面设置采光、通风、排烟等设施，其与晶硅光伏与压型钢板一体化系统交接处应满足防渗漏、防热桥、防火等性能要求。

【条文说明】晶体硅光伏组件，应满足抗风压、水密性、平面内变形性、防火等建筑各项物理性能要求。

5.8.5 光伏组件或板块及其支承结构不应跨越主体结构的变形缝，在与主体结构变形缝相对应

部位设计的构造缝，应能适应主体结构变形的要求。

【条文说明】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是容易遭到破坏，造成漏电、脱落等危险，所以光伏组件不应跨越主体构件的变形缝，或采用与主体建筑变形缝相适应的构造措施。

**5.8.6** 受腐蚀环境影响的安装区域和场所，应选择符合使用环境的材料及部件作为支撑结构，并采取相应的防护措施。

【条文说明】光伏组件的总面积根据需要电量、建筑上允许的安装面积、当地的气候条件等因素确定。安装位置要满足冬至日全天有 3h 以上日照时数要求。有时，为争取更多的采光面积，建筑平面往往凹凸不规则，容易造成建筑自身对太阳光的遮挡。除此以外，对于体型为 L 型、凹型的平面，也要注意避免自身的遮挡。

**5.8.7** 光伏层构造及安全性能应满足如下要求：

1 光伏层与压型钢板之间的连接应牢固可靠；

2 光伏层与压型钢板粘合后应符合现行国家标准《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》GB 51022 及《建筑抗震设计规范》GB 50011 对风荷载、地震等作用下的结构安全要求。

**5.8.8** 光伏层的设置应考虑对周围光环境的影响，对光伏组件可能引起的二次辐射和光污染进行分析并采取相应的措施。

**5.8.9** 安装在建筑各部位的光伏组件，应具有带电警告标识及相应的电气安全防护措施，并应满足该部位的建筑围护、结构安全和电气安全要求。

## 5.9 安全防护设计

**5.9.1** 采用晶硅光伏与压型钢板一体化系统应设置安全可靠的防坠落设施。防坠落装置可直接固定于屋面板上，也可穿透屋面固定在屋面支承结构上，应进行必要的结构设计。

**5.9.2** 采用晶硅光伏与压型钢板一体化系统上设有需要定期检查维护的设施时，在屋面上应设置专门的检修人员安全走道。检修人员安全走道与屋面的连接应牢固可靠。

## 5.10 附加层设计

**5.10.1** 晶硅光伏与压型钢板一体化系统附加层设计应满足如下要求：

1 设置附加层，不应影响晶硅光伏与压型钢板一体化系统的相应功能；

2 附加层应与晶硅光伏与压型钢板一体化系统一体化同步设计。

3 当建筑高度超过 24 米时不宜采用容器型绿化作为附加层使用。

**5.10.2** 附加层构造及安全性能应满足如下要求：

1 附加层与晶硅光伏与压型钢板一体化系统之间的连接构件与主体结构相连接时，应牢固可靠；

2 附加层应考虑风荷载、地震等作用下的结构安全；

3 复合型附加层与晶硅光伏与压型钢板一体化系统连接时，应考虑热桥构造措施；

4 当采用容器绿化作为附加层时，应首选耐旱植物，并考虑给排水及防水措施。

**5.10.3** 附加层的设置应考虑对周围光环境和光伏系统发电的影响。

**5.10.4** 复合型附加层与建筑围护系统连接方式，应做好防雨雪渗漏措施。

**5.10.5** 附加层的金属构件应考虑增设避雷装置，并与建筑避雷系统可靠连接。

## 6 结构设计

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 压型钢板、支撑结构构件及连接设计应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009、《钢结构设计标准》GB 50017、《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、《空间网格结构技术规程》JGJ 7 和《铝合金结构设计规范》GB 50429 的有关规定。

【条文说明】晶硅光伏与压型钢板一体化系统的压型钢板、支撑结构构件及连接应按围护结构进行设计，应具有规定的承载能力、刚度、稳定性、耐久性，应满足承载能力极限状态和正常使用极限状态的要求。晶硅光伏与压型钢板一体化系统结构采用以概率理论为基础的极限状态设计方法，用分项系数设计表达式进行计算。

**6.1.4** 晶硅光伏与压型钢板一体化系统应进行永久荷载、活荷载、风荷载作用计算分析；当温度作用不可忽略时，结构设计应考虑温度效应的影响。

【条文说明】光伏组件，应满足建筑材料本身的结构性能。应满足强度、刚度和防热炸裂等要求，应满足行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ102、《金属与石材幕墙工程技术规范》JGJ133 等对幕墙材料结构性的要求；作为屋面材料使用的光伏构件，应满足相应屋面材料的结构要求。

**6.1.5** 晶硅光伏与压型钢板一体化系统结构承载力和变形应通过设计计算确定。当没有成熟的计算方法时，应进行围护系统承载试验；对风敏感的围护结构，宜进行抗风揭试验验证，应满足相关设计要求。

**6.1.6** 结构设计应考虑晶硅光伏与压型钢板一体化系统的安装、使用、维护所需的承载力，也应考虑到装配系统的保养、维护时所需要操作的空间。

**6.1.7** 并网逆变器等较重的设备和部件宜安装在承载能力大的结构构件上或放置在地面安全区域，设计时应应对承重的构件进行强度与变形计算。

### 6.2 荷载作用与效应

**6.2.1** 采用装配式压型钢板与晶体硅光伏系统的建筑围护系统结构承受的永久荷载、活荷载、雪荷载、积灰荷载、施工和检修荷载，其取值和组合效应应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009、《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》GB51022 的要求。当特殊要求需要



考虑地震作用时其取值和组合效应应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的要求。屋面雪荷载应按积雪不均匀分布的最不利情况采用。

【条文说明】金属维护结构的地震作用值远小于风荷载，因此，在进行金属维护结构设计计算时设防烈度为 8 度如下不考虑地震作用，但当其上覆盖有重载时，宜考虑地震作用。

**6.2.2** 晶硅光伏与压型钢板一体化系统的风荷载应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009-2019 第 8 章、《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》GB 51022-2015 第 4 章的规定确定。

**6.2.3** 屋面雨水荷载可按现行国家标准《建筑给排水设计规范》GB50015 规定的最大雨量扣除排水量后确定。

**6.2.4** 设计晶硅光伏与压型钢板一体化系统时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适当增加或降低。对暴露室外的构件（包括施工期间的构件），宜依据结构的朝向和表面吸热性质考虑太阳辐射的影响。

**6.2.5** 进行晶硅光伏与压型钢板一体化系统的承载力设计时，按荷载基本组合计算。荷载的作用分项系数应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009-2019 第 3 章、《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068 中相关规定取值。

**6.2.6** 进行晶硅光伏与压型钢板一体化系统的构件挠度验算时，采用荷载的标准组合计算。永久荷载和可变荷载的荷载分项系数应按现行国家标准《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》GB 51022-2015 第 4 章规定确定。

### 6.3 支承结构构件

**6.3.1** 支承结构的钢构件挠度不宜超过表 6.3.1 所列的容许值。

表 6.3.1 晶硅光伏与压型钢板一体化系统中支撑结构钢构件的挠度容许值

项次	构件	构件类别	挠度容许值
			$v_T$
1	屋面檩条	支承晶硅光伏与压型钢板一体化系统	$t/150$
2		有吊项	$t/240$

注：1 为受弯构件的跨度（对悬臂梁和伸臂梁为悬臂长度的 2 倍）。

$2V_T$  为永久和可变荷载标准值产生的挠度的容许值； $V_Q$  为可变荷载标准值产生的挠

度的容许值。

**【条文说明】**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。

光伏方阵与主体结构的连接和锚固必须牢固可靠，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，防止偶然产生的破坏。主体结构应具备承受光伏方阵等传递的各种作用力。本条综合了《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》GB 51022-2015 及工程实际。

**6.3.2** 计算檩条时，不应将隅撑作为檩条的支撑点。

**6.3.3** 实腹式檩条跨度不宜大于 12m。当檩条跨度为 4m~6m 时，宜在跨中设置拉杆或支承；当檩条跨度为 6m~9m 时，宜在跨间三分点处各设置一道拉条或撑杆；当檩条跨度为 9m~12m 时，宜在跨度四分点处各设置一道拉杆或撑杆。在檐口和屋脊处均应设置由斜拉条或刚性撑杆组成的桁架结构体系；当构造能保证屋脊处拉条互相拉结平衡时，在屋脊处可不设斜拉条和刚性撑杆。

**6.3.4** 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。圆钢拉条可设在距檩条翼缘 1/3 腹板高度的范围内。

**6.3.5** 支撑结构构件与主体结构之间采用螺栓连接时，每个受力连接部位的连接螺栓不应少于 2 个，且连接螺栓直径不宜小于 10mm。支撑结构和压型钢板之间可采用支座或其他连接件连接。

**6.3.6** 每个连接处的受力螺栓、铆钉或销钉不应少于 2 个。

**6.3.7** 采用晶硅光伏与压型钢板一体化系统边部和角部区域，应根据设计计算加密支撑结构及连接。

**【条文说明】**通常情况下，作用于建筑物表面的风压分布并不均匀，在附属结构的角部和边区风压通常会超过常规值，因此考虑此处风荷载效应，应适当加密支撑构件及连接。

## 6.4 压型钢板

**6.4.1** 由于本标准涉及产品采用硅酮胶粘结的方式，因此需要压型钢板提供可供粘胶的水平段，且宽度能够施加足够的黏胶面。

**6.4.2** 压型钢板的挠度与跨度之比不宜超过表 6.4.1 的容许值。

表 6.4.1 压型钢板的挠度容许值

项次	建筑位置	名称	材质	挠度容许值
1	屋（底）面	屋（底）面板	钢、不锈钢、铜合金、锌合金	$t/200$
2			铝合金	$t/180$

注： $t$ 为受弯构件的跨度（对悬臂梁和伸臂梁为悬臂长度的2倍）。

【条文说明】支承结构的钢檩条和墙梁变形不宜超容许值。对直立锁边金属屋面、一级防水等金属屋面以及坡地比较平缓的金属屋面的檩条，其容许变形应从严控制。

**6.4.3** 晶硅光伏与压型钢板一体化系统宜经抗风揭试验验证系统的整体抗风揭能力，并满足设计要求。

【条文说明】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光伏与压型钢板一体化系统。设计人员应根据建筑设计安全性能等方面的因素，确定抗风揭试验方法及最终试验数据的采用。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，动态试验方法有欧洲、澳大利亚、日本等国家和地区，两种试验方法国内均有采用。抗风揭试验标准，包括静态法和动态法参照《钢结构工程施工质量验收标准》GB50205，附录C及《金属屋面抗风掀性能检测方法 第2部分：动态压力法》GB/T 39794.2-2021。

**6.4.4** 压型钢板的相关计算应按《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钢板温度变化、重力、雪荷载及上部附属物重力等荷载作用进行设计。

【条文说明】在工业与民用建筑中，屋面上安装光伏装置、挡雪和防坠落装置以及装饰面层等附属屋的情况较为普遍，但因其连接不牢造成事故也屡见不鲜。为保证建筑使用的安全，应进行相关的设计计算。

**6.5.2** 压型钢板屋面板与固定支架的连接强度应符合现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018和现行行业标准《建筑金属围护系统工程技术标准》JGJ/T 473的相关规定。当有可靠依据时，也可采用试验确定。

【条文说明】重点部位或试验数据不充分的情况，应采用抗风加强措施。

**6.5.3** 压型钢板之间或压型钢板与檩条、支承构件之间宜采用紧固螺栓、铆钉、自攻螺钉和射钉连接，并应符合《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018和《建筑金属围护系统工程技术

标准》JGJ/T473 的相关规定。当有可靠依据时，也可采用其他连接形式。

**6.5.4** 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。

**6.5.5** 压型钢板和支座连接的受压、受拉和受剪强度应根据《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB50018 确定。当有可靠依据时，也可采用试验确定。

**6.5.6** 支座与支撑结构构件（檩条）的自攻螺钉连接计算应参考《建筑金属围护系统工程技术标准》JGJ/T 473-2019。

## 6.6 硅酮结构密封胶设计

**6.6.1** 光伏组件粘贴用中性硅酮结构密封胶及酸性硅酮结构密封胶的性能，应符合现行国家标准《建筑用硅酮结构密封胶》GB 16776 的要求。

**6.6.2** 硅酮结构密封胶使用前，应经国家认可的检测机构进行与其相接触材料的相容性和剥离粘结性试验，并应对邵氏硬度、标准状态拉伸粘结性能进行复验。检验不合格的产品不得使用。进口硅酮结构密封胶应具有商检报告。

**6.6.3** 硅酮结构密封胶生产商应提供其结构胶的变位承受能力数据和质量保证书。

**6.6.4** 硅酮结构密封胶的粘接宽度应符合本规范第 6.6.6 条的规定，且不应小于 10mm；在厂房屋面应用时其粘接厚度不应小于 2mm 且硅酮结构密封胶的粘接宽度取值应满足计算要求。

**6.6.5** 硅酮结构密封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，硅酮结构密封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  $0.2\text{N/mm}^2$ ；在永久荷载作用下，硅酮结构密封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  $0.01\text{N/mm}^2$ 。

**【条文说明】** 此条参考《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102，关于硅酮密封胶性能参照现行国家标准《建筑用硅酮结构密封胶》GB 16776。

**6.6.6** 垂直于光伏组件竖向地震作用标准值可按下式计算：

$$Q_0 = \beta \alpha_{max} G_p / A \quad (6.6.6-1)$$

式中： $Q_0$ ——垂直于光伏组件平面的竖向地震作用标准值（ $\text{kN/m}^2$ ）；

$\beta$ ——动力放大系数，可取 5.1。如有可靠依据可取大于 5；

$\alpha_{max}$ ——竖向地震影响最大值，可取水平地震影响系数最大值的 65%；

$G_p$ ——光伏组件构件（包括支撑构件）的重力荷载标准值（ $\text{kN}$ ）；

$A$ ——光伏组件平面面积（ $\text{m}^2$ ）。

6.6.7 硅酮结构密封胶应根据受力情况进行应力计算，并符合下列规定：

1. 风荷载作用下，应根据光伏组件与压型钢板支撑肋的粘接情况，对硅酮结构密封胶进行应力计算；当光伏组件仅长边用硅酮密封胶和金属屋面板连接时，光伏组件按单向传力（6.6.7a）。当光伏组件短边和长边均用硅酮密封胶和金属屋面板连接时（6.6.7b），应根据长短边的比值情况，当  $b/a \geq 3$  时，应按照单向传力；当  $b/a < 3$  时，应按照双向传力。根据传力情况，计算各支撑边的等效均匀线荷载  $q_w$ ，支撑边上硅酮结构密封胶的拉应力应满足式（6.6.7-1）。

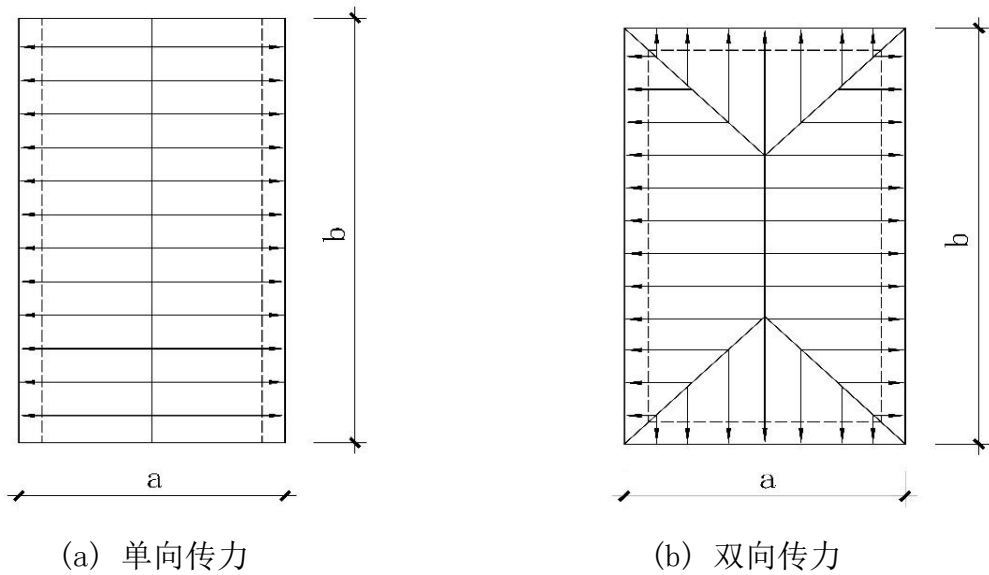


图 6.6.7-1 光伏组件的传力示意图

图中， $a$  代表长度（mm）， $b$  代表宽度（mm）。

$$\sigma_w = \frac{q_w m}{C_s l} \leq f_1 \quad (6.6.7-1)$$

式中： $\sigma_w$ ——风揭作用下，计算支撑边上硅酮结构密封胶的拉应力（ $N/mm^2$ ）；

$q_w$ ——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（ $kN/m^2$ ）；

$m$ ——光伏组件的支撑边长（mm），取边长  $a$  或  $b$ ；

$C_s$ ——支撑边上硅酮结构密封胶的粘接宽度（mm）；

$l$ ——计算支撑边上硅酮结构密封胶的粘接长度（mm）

2. 温度作用下，硅酮结构密封胶的粘接厚度  $t_s$ （图 6.7.2）应满足式（6.6.7-2）。

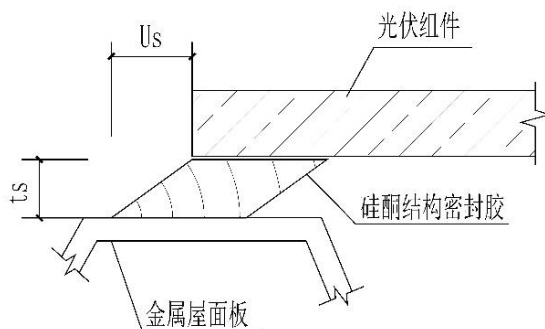


图 6.6.7-2 结构胶剖面

$$t_s \geq \frac{u_s}{\sqrt{\delta(2+\delta)}} \quad (6.6.7-2)$$

式中： $t_s$ ——硅酮结构密封胶的粘结厚度（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）

$\delta$ ——硅酮结构密封胶的变位承受能力，取对应于其受拉应力为  $0.14\text{N/mm}^2$  时的伸长率。

3.在永久荷载作用下，硅酮结构密封胶的剪应力满足式（6.6.7-3）。

$$\tau_G = \frac{q_G a b \sin \theta}{1000 P_s C_s} \leq f_2 \quad (6.6.7-3)$$

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

$q_G$ ——光伏组件重力荷载准永久值（ $\text{kN/m}^2$ ）；

$\theta$ ——屋面与水平面夹角；

$P_s$ ——光伏组件上硅酮结构密封胶的粘接总长度（mm），取四周粘接长度的总和。

**【条文说明 6.6.7】** 在晶体硅与压型钢板一体化屋面系统中，硅酮结构密封胶是保证光伏组件与压型钢板传力的关键环节。影响硅酮结构密封胶受力因素主要包括风揭荷载和温度作用。风揭荷载作用下，硅酮结构密封胶以承担拉应力为主，按照式 6.6.7-1 进行拉应力验算；温度作用下，硅酮结构密封胶以承担剪切为主，参照《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ102，控制硅酮结构胶的变位承受能力  $\delta$ ，取拉应力为  $0.14\text{N/mm}^2$  时的伸长率，按式 6.6.7-2 进行粘结厚度验算，其实质仍为控制变位承受能力  $\delta$ 。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，应分别按式 6.6.7-3 验算硅酮结构胶的剪应力。当不满足上述公式的计算时，应相应的增加硅酮结构密封胶的粘接宽度、厚度和长度。

## 7 光伏系统设计

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 光伏组件或方阵的选型和设计应与建筑结合,在综合考虑系统效率、发电量、电气和结构安全建筑美观的前提下,与建筑模数相协调,满足安装、清洁、维护和局部更换的要求。光伏系统设计应符合现行国家标准《晶硅光伏与压型钢板一体化系统应用技术标准》GB/T 51368 的有关规定。

【条文说明】晶硅光伏与压型钢板一体化系统应由专业人员进行设计,并应贯穿于工程建设的全过程。光伏组件形式的选择以及安装数量、安装位置的确定需要与建筑师配合设计,在设备承载及安装固定等方面需要与结构专业配合,在电气、通风、排水等方面与设备专业配合,使光伏系统与建筑物本身和谐统一,实现光伏系统与建筑的良好结合。并网光伏系统设计应进行接入电网技术方案的可行性研究,技术方案应获得当地电网管理部门的认可。综合考虑的因素还应包括 还应包括便于安装、清洁、维护和局部更换。

**7.1.2** 晶硅光伏与压型钢板一体化系统的电气系统设计应综合考虑负荷性质、用电容量、工程特点、规模以及所在建筑的供配电条件,合理确定设计方案。

【条文说明】晶硅光伏与压型钢板一体化系统所在地的某一方位角或某一倾度的年峰值日照时长建议有设计软件计算得出。其中,晶硅光伏与压型钢板一体化系统的地理位置、光伏组件的安装角度、安装方法由人工输入确定。常用光伏设计软件有 RETScreen、PVsyst 等,设计单位可自主选择需要设计软件。与建筑结合的光伏系统设计应包括通信与计量系统,以确保工程实施的可行性、安全性和可靠性。

**7.1.3** 晶硅光伏与压型钢板一体化系统中,同一个光伏组串内的光伏组件朝向、安装倾角宜一致,接入同一路 MPPT 跟踪器的各光伏组串中光伏组件数量宜一致。

**7.1.4** 光伏系统输配电和控制用缆线应与其他管线统筹安排,安全、隐蔽、集中布置,满足安装维护的要求。

**7.1.5** 光伏组件或方阵连接电缆及其输出总电缆应符合现行国家标准《光伏(PV)组件安全鉴定 第一部分:结构要求》GB/T 20046.1 的相关规定。

**7.1.8** 光伏组件应采用转换率大于 20%的光伏组件产品。

【条文说明】光伏发电材料的衰减率  $\alpha$ , 晶体硅组件衰减率为 25 年衰减 20%。

## 7.2 系统分类

**7.2.1** 光伏系统可按是否接入公共电网分为并网光伏系统和离网光伏系统。

**7.2.2** 光伏系统按是否具有储能装置分为两种系统，带有储能装置系统和不带储能装置系统。

## 7.3 系统设计

**7.3.1** 并网晶硅光伏与压型钢板一体化系统可包括光伏组件、汇流箱、逆变器、配电柜等；汇流箱应按所采用的组件和逆变器类型根据需要进行配置；逆变器交流宜设置隔离开关。

**7.3.2** 光伏系统中各部件的性能与使用寿命应满足国家或行业标准的相关要求，并应获得相关认证。

**7.3.3** 光伏方阵的设计应遵循如下原则：

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

2 应根据光伏组件的规格、可安装面积和用户的需求确定光伏系统的最大装机容量；

3 光伏组件串中串联数依据《光伏发电设计规范》GB 50797 计算确定；

4 根据总装机容量及光伏组件串的容量确定光伏组件串的并联数；

5 同一组串及同一子阵内，组件电性能参数宜尽可能一致，其中最大输出功率  $P_m$ 、最大工作电流  $I_m$  的离散性应小于  $\pm 3\%$ 。

**7.3.4** 光伏方阵中，同一光伏组件串中各光伏组件的电性能参数宜保持一致。

**7.3.5** 光伏汇流箱设置应遵循如下原则：

1 光伏汇流箱内应设置汇流铜母排或端子；

2 汇流母排前每一路输入支路应具有分断能力，汇流母排出线侧应设置主分断开关；

3 光伏汇流箱内应设置防雷保护装置；

4 光伏汇流箱的位置应便于操作和检修，宜选择室内干燥的场所，设置在室外的光伏汇流箱应具有防水、防腐措施，其防护等级应为 IP65 以上。

**7.3.6** 离网光伏系统的光伏组件装机容量和逆变器的总额定容量应根据交流侧负荷最大功率及负荷性质选择。

**7.3.7** 并网光伏系统逆变器的总额定容量应根据光伏系统装机容量确定；并网逆变器的数量应根据光伏系统装机容量及单台并网逆变器额定容量确定，并网逆变器的选择还应遵循如下原则：



- 1 并网逆变器应具备自动运行和停止功能、最大功率跟踪控制功能和防止孤岛效应功能；
- 2 逆流型并网逆变器应具备自动电压调整功能；
- 3 不带工频隔离变压器的并网逆变器应具备直流检测功能；
- 4 具有并网保护装置,与电力系统具备相同的电压、相数、相位、频率及接线方式；
- 5 应满足高效、节能、环保的要求；

6 在任何极端环境条件下,光伏组串的工作电压不应超过光伏组件的系统电压,并且光伏组串的最大功率点的工作电压变化范围宜在逆变器的最大功率点跟踪(MPPT)电压跟踪范围内。

7 逆变器应按照型式、容量、相数、频率、冷却方式、功率因数、过载能力、温升、效率、输入输出电压、最大功率点跟踪、保护和监测功能、通讯接口、防护等级等技术条件进行选择；

8 逆变器应按环境温度、相对温度、海拔高度、地震烈度、污秽等级、盐雾影响等使用环境条件进行校验。

**7.3.8** 电缆的选择应遵循如下原则：

- 1 电缆选型应符合现行国家标准《电力工程电缆设计标准》GB50217的有关规定；
- 2 光伏组件及方阵连接电缆应符合现行行业标准《光伏发电系统用电缆》NB/T 42073的有关规定。
- 3 直流线缆在满发状态下线路电压损失应控制在总电缆电压3%以内。

## 7.4 配电电气系统

**7.4.1** 并网光伏系统配变电间设计除应符合本标准外,尚应符合《10kV及如下变电所设计规程》GB 50053,《35~110kV及如下变电所设计规程》GB 50059的相关要求。

**7.4.2** 光伏系统配变电间应根据光伏方阵规模和建筑物形式采取集中或分散方式布置。

**7.4.3** 设置在建筑物光伏系统中的变压器,宜选择干式变压器。

## 7.5 系统接入电网

**7.5.1** 光伏系统与公共电网并网应满足当地供电机构的相关规定和要求,必要时,开展接入电网的专题研究。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。

**【条文说明】**对于并网光伏系统,只有具备并网保护功能,才能保障电网和光伏系统的正常

运行，确保一方如发生异常情况下不至于影响另一方的正常运行。同时并网保护也是电力检修人员人身安全的基本要求。另外，安全计量装置还便于用户对光伏系统的运行效果进行统计、评估。同时也考虑到随着国家相关政策的出台，国家对光伏系统用户进行补偿的可能。

**7.5.2** 光伏系统以低压方式与公共电网并网时，应符合《光伏系统并网技术要求》GB/T 19939 的相关规定。

**【条文说明】** 并网光伏系统主要应用于当地已存的公共电网的区域，并网光伏系统为用户提供电能，不足部分由公共电网作为补充。

**7.5.3** 光伏系统以中压或高压方式（10kV 及以上）与公共电网并网时，电能质量等相关部分参照《光伏系统并网技术要求》GB/T 19939，并应符合如下要求：

**1** 有功功率

光伏系统输出的有功功率应能根据当地电网调度部门的指令进行控制；

**2** 运行电压

光伏系统并网点的电压为额定电压的 90%~110%时，光伏系统应能正常运行。

**7.5.4** 晶硅光伏与压型钢板一体化系统应在并网点设置易于操作、可闭锁、具有明显断开点的并网断开装置，并应符合现行国家标准《安全标志及其使用导则》GB 2894 的规定。

**7.5.5** 并网光伏系统，安全及保护等相关部分参照《光伏系统并网技术要求》GB/T 19939，并应符合如下要求：

**1** 并网光伏系统应具有自动检测功能及并网切断保护功能；

**2** 光伏系统应根据系统接入条件需要和供电部门的要求，选择安装并网保护装置，并满足《低压电气装置 第7-712部分：特殊装置或场所的要求 太阳能光伏（PV）电源系统》GB/T 16895.32-2021和《继电保护和安全自动装置技术规程》GB/T 14285-2006的功能要求；

## 7.6 电能储存系统

**7.6.1** 电能储存系统中蓄电池宜选用寿命长，充放电效率高等性能优越的电池。

**7.6.2** 电能储存系统应符合《电力工程直流系统设计技术规程》DL/T 5044 和《电化学储能电站设计规范》GB 51048 等的相关要求。

**【条文说明】** 光伏系统所提供电能受外界环境的影响变化较大，如阴雨天气和夜间都会使系统提供电力大大降低，不能满足用户的电力需求。因此，为了满足稳定的电能供应就需设置储能装置。对于电力供应不稳定地区，储能系统还可以起到不间断电源的作用。另外从安全

的角度来说，带储能系统的光伏系统，还具有抵抗不可抗力如自然灾害和战争的作用。

## 7.7 防雷设计

**7.7.1** 采用晶硅光伏与压型钢板一体化系统防雷设计应满足如下要求：

1 应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规程》GB 50057 和《光伏电站防雷技术要求》GB/T 32512 有关规定；

2 应能满足建筑物整体防雷要求，与建筑物防雷装置的接闪、引下线、接地系统协调一致，构成一个整体防雷体系；

3 应充分利用各构造层金属材料及部件形成电气导通及等电位连结，与晶硅光伏与压型钢板一体化系统构造做法相协调，光伏连接导体不应降低建筑围护系统的整体性能。

**7.7.2** 利用光伏方阵金属支架、建筑物金属部件引下线时，其材料及尺寸应能承受泄放预期雷电流时所产生的机械效应和热效应。

**7.7.3** 接闪器设计应满足如下要求：

1 应根据晶硅光伏与压型钢板一体化系统所处建筑物部位，依据规程规定确定接闪采取相应的防直击雷或侧击雷措施；

2 屋面檐口、天窗、天沟、伸缩缝及其它各类屋面构件、设施等应结合装配式晶硅光伏与压型钢板一体化系统做法进行一体化防雷设计，设置相关防雷设施，并与整个屋面连接成一体。

**7.7.4** 当利用装配硅晶屋面金属构件做引下线时，应与接闪器和接地装置可靠连接，连接点的数量应按分流系数计算校验。

**7.7.5** 晶硅光伏与压型钢板一体化系统应形成等电位联结。

## 8 加工制作、运输与贮存

### 8.1 加工制作

**8.1.1** 钢支承结构构件加工应符合设计及现行国家标准《钢结构工程施工规程》GB 50755、《钢结构工程施工质量验收规程》GB 50205、《门式钢架轻型房屋钢结构技术规程》GB 51022 及《冷弯型钢结构技术规程》GB 50018 等有关规定。

**8.1.2** 装配系统中压型钢板应采用通长板型，宜采用高空压制，加工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 有关规定。

**8.1.3** 光伏组件加工尺寸偏差应符合表 8.1.4 的规定。

表 8.1.3 光伏组件加工尺寸偏差 单位：mm

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

### 8.2 运输与贮存

**8.2.1** 材料与一体化装配系统的运输应符合下列规定：

1 一体化装配系统中压型钢板等在运输过程中应有防止涂层损伤和防止折弯的的保护措施；

2 光伏组件、光伏电气设备、光伏电气元件等在运输过程中应有防止面层损伤的防护措施；

【条文说明】光伏构件在运输、转运、存放过程中，应当妥善包装，并在外包装贴有警示标识。施工现场应采取严格的管理措施，防止发生安全事故。在安装过程中，应采取防触电措施，确保人员安全。

**8.2.2** 材料与装配系统的贮存应符合下列规定：

1 现场存储场地应坚实、平整、不易积水；

2 现场存储压型钢板不应使压型金属板变形，底部应采用衬有橡胶类柔性衬垫的架空枕木铺垫，枕木间距不大于 3m，需在施工现场短时露天存储时，架空垫木需保持约 5%的倾斜度，并应采取防雨措施；

3 光伏组件在现场存储堆放时应确保堆放平整，防止倾覆。

**【条文说明】**在安装过程中，应保证光伏系统部件完好，保证其性能不受损害。在大于 10° 坡面施工，需装脚踏板，保证施工人员安全。

# 9 施 工

## 9.1 一般规定

9.1.1 安装方案应符合下列规定：

1 新建建筑施工方案应纳入建筑设备安装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。

2 既有建筑安装施工应编制设计技术方案、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,必要时应进行可行性论证。

【条文说明】目前光伏系统施工安装人员的技术水平差别较大,为规范光伏系统的施工安装,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。

## 9.2 支承结构安装

9.2.1 支承结构包括主檩条(龙骨)、次檩条(龙骨)和固定支座等。应先安装主檩条(龙骨),再安装次檩条(龙骨),最后安装固定支座。

【条文说明】光伏构件应按设计要求可靠地固定在支架上,防止脱落、变形,影响发电功能。

9.2.2 在安装支承结构前,应先在主体结构上标出安装基准线和控制点。并按施工方案和排版图要求的顺序和分区进行安装。

9.2.3 主檩条(龙骨)和次檩条(龙骨)安装质量应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB50205 的规定。

【条文说明】对外露的技术预埋件应进行防腐处理,防止预埋件受损而失去强度。

9.2.4 固定支座安装质量应符合表 9.2.4 的规定。

表 9.2.4 固定支座安装要求及允许偏差

序号	项目	要求及允许偏差	检查方法	检查数量
1	固定支座固定	固定支座紧固、无松动,密贴檩条或支承结构	观察或用小锤敲击检查	按固定支座数抽查5%,且不得少于20
2	沿板长方向,相邻固定支座横向偏差	±2.0mm	用拉线和钢尺检查	

3	沿板宽方向，相邻固定支座纵向偏差	±5.0mm	用拉线和钢尺检查
4	沿板宽方向相邻固定支座横向间距偏差	+3.0mm -2.0mm	用拉线和钢尺检查
5	相邻固定支座高度偏差	±4.0mm	用拉线和钢尺检查
6	固定支座纵倾角	±1.0°	钢尺、角尺检查
7	固定支座横倾角	±1.0°	钢尺、角尺检查

### 9.3 压型钢板安装

**9.3.1** 在压型钢板面板安装前，应先在支撑结构上标出安装基准线和安装控制点，并从安装基准线开始铺设。

**9.3.2** 压型钢板面板应按系统设计的排板图铺设，并按深化设计规定的连接方式固定。压型钢板面板的铺设和固定还应符合下列规定：

1 压型钢板面板宜逆主导风向铺设。

2 压型钢板面板施工测量应与主体结构测量相配合。施工过程中应定期对压型钢板的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。

3 压型钢板面板安装时，应边铺设边调整位置、边固定。对于节点部位，在铺设压型钢板面板时，还应根据深化设计要求，敷设泛水板和防水密封材料。

4 当天铺设就位的面板应当天完成连接，未铺设或连接完的，应采取临时措施绑扎牢固；

5 铺设面板时，应在面板上设置临时施工通道，并保护板面不受损伤；

6 应根据安装环境温差对金属面板长度进行修正。

**【条文说明】**坡屋面上安装光伏组件时，会破坏周边的防水连接构造，因此应制定专门的构造措施，如附加防水层等，并严格按照要求施工，不得出现惨漏。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，建筑表面需要进行美观处理。

**9.3.3** 压型钢板面板安装允许偏差应符合表 9.3.3 的规定。

表 9.3.3 压型钢板面板安装允许偏差

单位：mm

项目		允许偏差
屋面	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
	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

注：L 为屋面半坡或单坡长度。

**9.3.4** 压型钢板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。

**9.3.5** 泛水板、包角板、屋脊盖板等，加工前应复测现场尺寸，安装前应先放线，固定应牢固可靠，密封材料敷设应完好。

**9.3.6** 压型钢板面板安装完成后，应按如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，应采取措施防止因焊把线短路损坏压型钢板面板；
- 3 在已安装好的压型钢板面板上施工时，应在作业面、行走通道等部位铺设木板等临时保护措施；
- 4 安装完成的板面应保持清洁，不应留有任何杂物。

## 9.4 晶体硅光伏组件安装

**9.4.1** 晶体硅光伏组件宜采用粘接方式进行安装，光伏组件安装前应作如下准备工作：

- 1 光伏组件安装之前，金属屋面主要工作已经完成，确保光伏系统施工和金属屋面施工不存在作业冲突；
- 2 光伏组件的型号、规格应符合设计要求；
- 3 光伏组件的外观及各部件应完好无损；
- 4 应根据厂家提供的测试报告进行匹配、分类；
- 5 光伏组件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，粘接前粘接部位应按照粘接剂要求、完成清洗和干燥，不应在夜晚、雨天、风沙等天气下粘接；
- 6 安装人员应经过相关安装知识培训和技术交底且持证上岗。

**【条文说明】**为抑制光伏构件使用期间产生温升，屋面或墙面基层与光伏构件之间应留有通风间隙，从施工方便角度，通风间隙不宜小于 100mm 。

**9.4.2** 光伏组件的安装应符合如下要求：

- 1 光伏组件粘接前应对粘接部位清洗，不应有尘埃、油污及其他污染物，且应在清洁



后一小时内进行注胶；注胶前再度污染，应重新清洁；

2 结构胶的表干时间一般约3~5分钟，打胶时应控制在金属屋面板表面温度在5℃~50℃之间打胶。（表干时间为打出胶后开始计时，用手轻触胶条，胶不在手上粘接时停止计时，累计时间为表干时间）

3 光伏组件粘接前，应根据施工图纸的要求，进行组件安装位置的定位；

4 现场施胶前，需完成粘接剂的均匀性、固化速度等试验；

5 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设计要求，并且应在粘接剂要求的时间内完成相应粘接工作，超过粘接剂适用期的余胶不得使用。

6 已粘接的光伏组件在粘接剂固化并达到设计承载力前不应搬动，并应做好相关保护措施避免松动，做好成品保护。

7 根据实际情况，光伏组件接线等相关工作宜穿插进行，连接线应进行绑扎，应保证整齐、美观；

8 光伏组件周边的防水连接构造必须严格按设计要求施工，且不得渗漏；

9 光伏组件安装允许偏差应符合设计要求；

10 不应在光伏组件安装和移动的过程中拉扯导线，且连接线不应承受外力；

11 光伏组件在存放、搬运、安装过程中不得碰撞受损。吊装时，其底部应衬垫木，背面不得受到碰撞和重压，在屋面存放部位，需考虑屋面荷载，避免长时间集中堆放。

12 在未安装光伏组件的区域，应根据设计要求，做好抗风揭措施。

## 9.5 汇流箱安装

9.5.1 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 汇流箱的所有开关和熔断器宜断开。

9.5.2 汇流箱安装应符合如下要求：

1 安装位置应符合设计要求；

2 接地应牢固、可靠，接地线的截面应符合设计要求；

3 进线端及出线端与汇流箱接地端之间的绝缘电阻应不小于2MΩ（DC1000V）。

## 9.6 逆变器安装

### 9.6.1 逆变器安装前应作如下准备：

- 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道路畅通，且有足够的场地。

### 9.6.2 逆变器的安装与调整应符合如下要求：

- 1 逆变器与基础之间固定应牢固可靠，逆变器底部宜高出抹平地面 100mm；
- 2 安装在震动场所的逆变器应按设计要求采取防震措施；
- 3 逆变器内专用接地排必须可靠接地，100kW 及以上的逆变器应保证两点接地。金属盘门应用裸铜软导线与金属构架或接地排可靠接地；
- 4 逆变器直流侧电缆接线前必须确认汇流箱侧有明显断开点，电缆极性正确、绝缘良好；
- 5 逆变器交流侧电缆接线前应检查电缆绝缘，校对电缆相序；
- 6 电缆接引完毕后，逆变器本体的预留孔洞及电缆管口应做好封堵；
- 7 逆变器的安装使用环境应满足对通风、湿度、屏蔽、电磁干扰等的要求。

## 9.7 电缆布线施工

9.7.1 电缆线路施工应符合现行国家标准《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。

9.7.2 光伏组件阵列的布线应有支撑、固紧、防护等措施，导线应留有适当余量，光伏组件的布线方式应符合设计图纸的规定，导线规格应符合设计要求。

9.7.3 布线完毕，应按施工图检查核对布线是否正确。

9.7.4 光伏系统输配电和控制用线缆应与其他管线统筹安排，安全、隐蔽、集中布置，满足安装维护的要求。

9.7.5 电缆应隐藏在支撑结构或专用线槽中，并应便于维修。

9.7.6 穿过屋面的电线应设防水套管，并有防水密封措施。

## 9.8 防雷与接地

9.8.1 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

及验收规程》GB50169 的相关规定和设计文件的要求。

**【条文说明】**为防止漏电伤人，钢结构支架应与建筑接地系统可靠连接。

**9.8.2** 光伏发电系统和并网接口设备的防雷和接地，应符合现行行业标准《光伏（PV）发电系统过电压保护导则》SJ/T 11127 的规定。

**9.8.3** 对需要接地的光伏发电系统设备，应保持接地的连续性和可靠性。接地装置的接地电阻值必须符合设计要求。当以防雷为目的进行接地时，其接地电阻应小于  $10\Omega$ 。光伏发电系统保护接地、工作接地、过压保护接地使用一个接地装置，其接地电阻不大于  $4\Omega$ 。

## 9.9 系统调试

**9.9.1** 工程验收前应按照《光伏电站施工规程》GB 50794 要求对设备和光伏系统进行调试。

**9.9.2** 光伏系统的调试应按单体调试、分系统调试和整套光伏系统启动调试三个步骤进行。

1 按电气原理图及安装接线图进行，确认设备内部接线和外部接线正确无误。

2 按光伏系统的类型、等级与容量，检查其断流容量、熔断器容量、过压、欠压、过流保护等，检查内容均符合其规定值。

3 按设备使用说明书有关电气系统调整方法及调试要求，用模拟操作检查其工艺动作、指示、讯号和联锁装置的正确、灵敏可靠。

4 检查各光伏支路的开路电压及系统的绝缘性能。

5 上述四项检查调整合格后，再进行各系统的联合调整试验。

**9.9.3** 调试必须使用绝缘工具，系统调试过程中应确保人身安全。软件系统调试宜使用备用电源，确保不会出现系统非法断电导致无法修复。

**9.9.4** 逆变器停运后，需打开盘门进行检测时，必须切断直流、交流和控制电源，并确认无电压残留后，在有人监护的情况下进行。

**9.9.5** 逆变器在运行状态下，严禁断开无灭弧能力的汇流箱总开关或熔断器。

**9.9.6** 调试和检测完成后，应填写相关记录。

# 10 验收

## 10.1 一般规定

### 10.1.1 验收原则

晶硅光伏与压型钢板一体化系统的验收按照压型钢板屋面工程验收、光伏系统工程验收二个分项进行。压型钢板金属屋面的验收可作为建筑工程质量验收钢结构分部的分项工程进行验收，光伏系统的验收可单另作为分项工程进行验收，既有建筑安装的晶硅光伏与压型钢板一体化系统应作为单位工程进行验收。晶硅光伏与压型钢板一体化系统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》GB50300 的要求。二个分项均验收合格，可进行竣工验收。竣工验收通过后可交付使用。未经验收或者验收不合格的系统不得交付使用或进行后续施工。

**【条文说明】**晶硅光伏与压型钢板一体化系统工程验收应包括装配式屋面验收和光伏系统工程验收。由于光伏系统工程施工受多种条件的限制，分项工程验收可根据工程施工特点分期进行。为了保证工程质量，避免返工，光伏系统工程施工工序应在前一道工序完成并检查合格后才能进行下道工序，并明确了必须验收的项目。

### 10.1.2 竣工验收应向使用者提交下列资料：

- 1 经批准的设计文件、竣工图纸及相应的工程变更文件；
- 2 屋面防水检漏记录；
- 3 隐蔽工程验收记录及分项工程验收记录；
- 4 系统调试和运行记录；
- 5 系统控制、运行管理及维护说明书。

**【条文说明】**当分项工程验收或检验合格后方可进行竣工验收。

**10.1.3** 晶硅光伏与压型钢板一体化系统整体验收合格，且系统的运行与建筑物的后续施工不相互影响，可交付用户，进入日常运行状态。

## 10.2 主控项目

**10.2.1** 压型钢板及制造压型钢板所采用的原材料的品种、规格、性能等应符合现行国家产品标准和设计要求。

检查数量:全数检查

检验方法:检查产品的质量合格证明文件、中文标志及检验报告等。

**10.2.2** 泛水板及制造泛水板所采用的原材料的品种、规格、性能等应符合现行国家产品标准和设计要求。

检查数量:全数检查

检验方法:检查产品的质量合格证明文件、中文标志及检验报告等。

**10.2.3** 压型钢板涂层、镀层不应有可见的裂纹、起皮、剥落和擦痕等缺陷。

检查数量和检验方法:按照《压型金属板工程应用技术规程》GB50896的相关规定。

**10.2.4** 压型钢板成型后,其基板不应有裂纹,表面的涂、镀层层不得有肉眼可见的裂纹、剥落和擦痕等缺陷。

检查数量:按计件数抽查 5%,且不应少于 10 件。

检验方法:观察检查。

**10.2.5** 压型钢板的基板厚度及允许偏差应符合其产品标准的要求。

检查数量:按计件数抽查 5%,且不应少于 10 件。

检验方法:用千分尺测量。

**10.2.6** 压型钢板屋面板咬合锁边应严密、连续平整,不得出现扭曲和裂口。

检查数量:咬合锁边部位每 10m 长度应抽查 1 处,且不应少于 3 处。

检验方法:观察检查。

**10.2.7** 压型钢板屋面板端与天沟板连接处,应有可靠的密封措施并应符合设计要求。

检查数量:连接部位每 10m 长度应抽查 1 处,且不应少于 3 处。

检验方法:尺量检查。

**10.2.8** 泛水板、包角板、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 长度应抽查 1 处,且不应少于 3 处。

检验方法:观察检查。

**10.2.9** 屋脊处应安装屋面板堵头,并且板波谷面宜向上弯折,下坡端的屋面板波谷面宜向下弯折。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

**10.2.10** 固定支架(座)数量、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%,且不得少于 10。

检验方法：观察检查。

**10.2.11** 光伏组件安装工程及其组成材料、构配件的性能应符合设计文件和国家现行工程建设标准、产品标准的要求。

检查数量：全数检查。

检查方法：检查光伏组件的质量合格证明文件、标志及检验报告等。

**10.2.12** 光伏组件按照设计图纸的型号、规格、连接方式、布置方向进行安装。

检查数量：光伏组件总数的 10%，且不应少于 10 个。

检查方法：对照设计要求检查数量、观察检查。

**10.2.13** 光伏组件按照设计要求可靠的粘结固定在压型钢板屋面上。

检查数量：粘结总数的 10%，且不应少于 3 个。

检查方法：组件结构胶凝固后向上垂直提拉的受力（向上垂直提拉力计数值 40kg 以上，保持 15 秒，不可站在被测试组件正面进行拉力测试）。

### 10.3 一般项目

**10.3.1** 压型钢板、泛水板的规格尺寸及允许偏差、表面质量等应符合设计要求和 GB50896《压型金属板工程应用技术规程》的相关规定。

检查数量：每种规格抽查 5%，且不应少于 10 件。

检验方法：观察或用 10 倍放大镜检查及尺量。

**10.3.2** 压型钢板成品，表面应干净，不应有明显凹凸和褶皱。

检查数量：按计件数抽查 5%，且不应少于 10 件。

检验方法：观察检查。

**10.3.3** 压型钢板现场加工尺寸及偏差应符合设计及排板的要求。现场制作的压型钢板加工尺寸允许偏差应符合 GB50205《钢结构工程施工质量验收规程》及 GB50896《压型金属板工程应用技术规程》的相关规定。

检查数量：按计件数抽查 5%，且不少于 10 件。

检验方法：尺量检查。

**10.3.4** 压型钢板面板在长度方向上搭接时，搭接缝应位于支承构件附近，上下搭接方向应按水流方向，搭接长度按设计或不小于 150mm。

检查数量：搭接部位每 10m 长度应抽查 1 处，且不应少于 3 处。

检验方法：观察及尺量检查。

**10.3.5** 压型钢板的焊接连接应符合设计要求，不得有裂纹、气孔等缺陷。

检查数量：焊接部位每 10m 长度应抽查 1 处，且不应少于 3 处。

检验方法：观察检查。

**10.3.6** 泛水板、收边板应平直、洁净、接口严密。

检查数量：接收边部位每 10m 长度应抽查 1 处，且不应少于 3 处。

检验方法：观察检查；手板检查。

**10.3.7** 面板表面应平整、洁净，外观色泽应均匀一致，不得有污染和破损。面板质量要求和检验方法应符合表 10.3.7 的规定。

表 10.3.7 每m<sup>2</sup>面板表面质量要求和检验方法

单位：mm

项次	项目	质量要求	检验方法
1	明显划伤和长度大于100mm 的轻微划伤	不允许	观察
2	长度小于等于100mm 的轻微划伤，条	≤10	用钢尺检查
3	擦伤总面积mm <sup>2</sup>	≤500	用钢尺检查

检查数量：按面积抽查 10%，且不应少于 10 m<sup>2</sup>。

**10.3.8** 同一组方阵中的光伏组件安装纵横向偏差不应大于 5mm。

检查数量：光伏组件或方阵总数的 10%，且不应少于 3 个。

检查方法：观察检查，测量检查。

**10.3.9** 光伏组件与压型钢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%，且不应少于 3 个。

检测方法：用钢尺检测。

**【条文说明】** 晶硅光伏与压型钢板一体化系统安装完成后，需要对光伏组件进行检测，建议采用无人机与 el 测试仪共同检测，但也可以采用其他成熟可靠的检测技术。

# 11 运行与维护

## 11.1 一般规定

**11.1.1** 晶硅光伏与压型钢板一体化系统正式投运前，应编制现场运行与维护规程，并应对运行与维护人员进行培训。

**11.1.2** 晶硅光伏与压型钢板一体化系统的运行与维护人员应具有相应的专业技能。

**11.1.3** 压型晶体硅屋面不应对人员或建筑造成危害，其运行与维护应保证系统本身安全，并保持正常的发电能力。

**【条文说明】**装配式晶体硅光伏晶硅光伏与压型钢板一体化系统的运行与维护，首先要确保安全问题，其次要通过经济合理的维护周期，维护方法，使得系统运行在最佳状态，延长使用寿命，产生更好的经济和社会效益。

**11.1.4** 晶硅光伏与压型钢板一体化系统在交付使用前，系统工程承包商需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，以保证系统的正常使用。

**【条文说明】**运营主体应与电网企业进行沟通，定期对计量仪表进行检测、校正。

**11.1.5** 晶硅光伏与压型钢板一体化系统在正常使用时，使用方需根据使用说明书及本标准的相关要求，制定维护维修计划与制度，保证其安全性与功能性要求。

**11.1.6** 晶硅光伏与压型钢板一体化系统运行与维护宜采用智能运维系统应由专业的运维人员进行作业。

**【条文说明】**《光伏建筑一体化系统运行与维护规范》JGJ/T 264 对系统的各部件、整体运行与维护做了详细的规定，应遵照执行。

## 11.2 压型钢板屋面检查与维修

**11.2.1** 压型钢板屋面交付使用后宜定期进行检查、维护，并做好相关记录。检查宜按照表 11.2.1 的规定进行。

表 11.2.1 压型钢板屋面检查要求

项目	部位	检查内容	检查方法	检查频次
压型钢板	屋面	压型钢板脱落、变形、渗漏	观察检查	中雨及以上、大



(对屋顶烟道、通风口、行走通道附近的屋面应加强检查)	表面锈蚀、涂层脱落； 板面鼓包、凹陷、裂纹或破损	观察检查	雪、8级以上风后 每12个月一次
	压型钢板接缝或板肋 压型钢板破损、变形、开裂、固定 支架(座)与板肋脱离	观察检查	每6个月一次

**11.2.2** 压型钢板屋面在使用及检查、维护中当发现有严重锈蚀、涂(镀)层脱落、变形、连接破坏等影响正常使用的情况时,或遭遇的震、火灾等灾害后,应进行评估、鉴定及维修。

**11.2.3** 对超出设计使用年限的压型钢板屋面应进行评估及鉴定。

### 11.3 系统检查与维护

**11.3.1** 系统不应对人员或建筑造成危害,其运行与维护应保证系统本身安全,并应保持正常的发电能力。

**11.3.2** 系统的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。

**11.3.3** 系统的各个接线端子应牢固可靠,设备的接线孔处应采取有效封堵措施。

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

**11.3.5** 系统运行和维护人员应熟悉光伏发电系统设备状况及接入电网技术要求,并具备相应的作业资质。

**11.3.6** 光伏直流系统的日常维护宜选择在晚上进行。

**11.3.7** 系统维护前应做好安全准备,并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。

**11.3.8** 系统运行与维护的过程应进行周期性记录,并进行存档,并对每次故障进行分析。

**11.3.9** 系统上网电量点宜设置在产权分界处,并应定期进行检测校表。

**11.3.10** 系统运行和维护宜采用智能运维系统,根据运行监控数据,结合系统类型、工况条件,实现对光伏系统进行故障预判、系统效率分析评估。

## 附录 A 晶硅光伏与压型钢板一体化系统使用环境耐腐蚀性等级

表 A.0.1 晶硅光伏与压型钢板一体化系统使用环境耐腐蚀性等级

腐蚀性	腐蚀性等级	典型大气环境示例	典型内部环境示例
很低	C1	-	干燥清洁的室内场所，如办公室、学校、住宅、宾馆
低	C2	大部分乡村的区、污染较轻城市	室内体育馆、超级市场、剧院
中	C3	污染较重城市、一般工业区、低盐度海滨的区	厨房、浴室、面包烘烤房
高	C4	污染较重工业区、中等盐度海滨的区	游泳池、洗衣房、酿酒车间、海鲜加工车间、蘑菇栽培场
很高	C5	高湿度和腐蚀性工业区、高盐度海滨的区	酸洗车间、电镀车间、造纸车间、制革车间、染房

## 附录 B 晶硅光伏与压型钢板一体化系统用紧固件使用年限要求

表 B.0.1 晶硅光伏与压型钢板一体化系统用紧固件使用年限要求

螺钉材质	环境		碳钢电镀锌	碳钢高防腐涂层		奥氏体不锈钢		连接板材			
	内部湿度等级	外暴露	6 $\mu$ m~8 $\mu$ m	Class3	Class4	304	316L	铝板	涂层钢板	不锈钢板	
碳钢	干燥/低湿	城市/农村	5年	15年	20年			N	Y	N	
		工业	不建议使用	10年	15年			N	C	N	
		海边	不建议使用	不建议使用	不建议使用			N	N	N	
	高湿度	城市/农村	不建议使用	10年	15年			N	C	N	
		工业	不建议使用	5年	10年			N	C	N	
		海边	不建议使用	不建议使用	不建议使用			N	N	N	
	300系奥氏体不锈钢	所有湿度等级	城市/农村				30+	35+	Y	Y	Y
			工业				25+	30+	Y	Y	Y
			海边				20+	25+	Y	Y	Y

备注：Y 代表推荐使用 N 代表不推荐使用 C 代表与金属板材生产商确认适用性。

注：以上年限为螺钉的实际使用寿命，请咨询金属板材生产商有关最适合的板材和涂层，以及在特殊环境下的使用寿命。

表 B.0.2 不同材质紧固件与不同被锁定物之间的腐蚀关系

表B.0.2不同材质紧固件与不同被锁定物之间的腐蚀关系

紧固件材质 被锁固物材质	锌镀锌钢	铝铝合金	钢铸铁	黄铜、铜 青铜、蒙 耐合金	马氏体系 不锈钢 410/550	奥氏体系 不锈钢 304/316
锌及镀锌钢	A	B	B	C	C	C
钢及铸铁	AD	A	A	C	C	B
铁素体不锈钢430	ADE	AE	AE	A	A	A
奥氏体系不锈 钢304/316	ADE	AE	AE	AE	A	A

- 注：A：紧固件不会增加基材腐蚀；  
 B：紧固件会少量增加基材腐蚀；  
 C：紧固件会明显增加基材腐蚀；  
 D：紧固件上的电镀层会快速腐蚀耗尽；  
 E：基材金属会增加紧固件腐蚀。

## 用词说明

为便于在执行本规程条款时区别对待，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”。

## 引用标准名录

本标准引用下列标准。其中，注日期的，仅对该日期对应的版本适用本标准；不注日期的，其最新版适用于本标准。

- 《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
- 《建筑给水排水设计标准》 GB 50015
- 《建筑设计防火规范》 GB 50016
- 《钢结构设计标准》 GB 50017
- 《冷弯型钢结构技术规范》 GB 50018
- 《10kV 及以下变电所设计规范》 GB 50053
- 《建筑物防雷设计规范》 GB 50057
- 《35~110kV 及以下变电所设计规范》 GB 50059
- 《建筑结构可靠度设计统一标准》 GB 50068
- 《民用建筑热工设计规范》 GB 50176
- 《建筑气候区划标准》 GB 50178
- 《公共建筑节能设计标准》 GB 50189
- 《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
- 《民用建筑设计统一标准》 GB 50352
- 《铝合金结构设计规范》 GB 50429
- 《光伏电站施工规范》 GB 50794
- 《光伏发电设计规范》 GB 50797
- 《压型金属板工程应用技术规范》 GB 50896
- 《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》 GB 51022
- 《工业建筑节能设计统一标准》 GB 51245
- 《民用建筑电气设计标准》 GB 51348
- 《连续热镀锌钢板及钢带》 GB/T 2518

《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 12574

《建筑用压型钢板》 GB/T 12755

《继电保护和安全自动装置技术规程》 GB/T 14285

《连续热镀铝锌合金镀层钢板及钢带》 GB/T 14978

《低压电气装置 第 7-712 部分：特殊装置或场所的要求 太阳能光伏（PV）电源系统》 GB/T 16895.32

《光伏系统并网技术要求》 GB/T 19939

《光伏与建筑一体化发电系统验收规范》 GB/T 37655

《空间网格结构技术规程》 JGJ 7

《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》 JGJ 26

《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》 JGJ 134

《建筑钢结构防腐技术规程》 JGJ/T 251

《冷轧高强度建筑结构用薄钢板》 JG/T 378

《建筑金属维护系统工程技术标准》 JGJ/T 473

《建筑幕墙用硅酮结构密封胶》 JG/T 475

《电力工程直流系统设计技术规程》 DL/T 5044

《光伏发电系统用电缆》 NB/T 42073

《不锈钢结构技术规范》 CECS 410