

ICS

中国建筑业协会团体标准 团体标准

P

T/CCIAT XXXX—20xx

---

# 金属屋面光伏安装工程技术规程

Technical specification for metal roof photovoltaic installation

engineering

(征求意见稿)

20xx—xx—xx 发布

20xx—xx—xx 实施

---

中国建筑业协会 发布

中国建筑业协会团体标准

# 金属屋面光伏安装工程技术规程

Technical specification for metal roof photovoltaic installation  
engineering

**T/CCIAT XXXX--2023**

批准部门：中国建筑业协会

施行日期：2023年xx月xx日

中国建筑工业出版社

20xx 北京

# 前 言

根据中国建筑业协会《关于印发第六批中国建筑业协会团体标准编制工作计划》（建协〔2022〕9号）的通知要求，《金属屋面光伏安装工程技术规程》（以下简称规程）由中国建筑业协会钢木建筑分会和河南天丰钢结构建设有限公司会同有关单位共同制定而成。

本规程共分为9章和3个附录。主要内容包括：1. 总则；2. 术语和符号；3. 基本规定；4. 金属屋面光伏支架连接计算；5. 光伏组件安装节点构造；6. 加工制作；7. 安装施工；8. 工程验收；9. 运行维护。

本规程由中国建筑业协会钢木建筑分会归口管理（北京市海淀区XXX33号，邮政编码：100088，E-mail：XX）负责解释。在执行过程中，如发现需要修改和补充之处，请将意见和建议寄至解释单位。

主编单位：

参编单位：

主要起草人：

主要审查人：

# 目 次

1	总则	8
2	术语和符号	9
2.1	术语	9
2.2	符号	9
3	基本规定	11
3.1	荷载	11
3.2	材料要求	12
3.3	构造要求	13
4	金属屋面光伏支架连接设计	14
4.1	一般规定	14
4.2	与金属屋面直接	15
4.3	与屋面次结构构件连接	17
4.4	与屋面波形板腹板连接	19
4.5	夹具连接	19
4.6	连接加劲	20
4.7	其他连接	21
5	光伏组件安装节点构造	23
5.1	一般规定	23
5.2	金属条瓦屋面光伏组件安装节点构造	23
5.3	金属梯形波压型板屋面光伏组件安装节点构造	28
5.4	金属面夹芯板屋面光伏组件安装节点构造	30
5.5	金属扣合板屋面光伏组件安装节点构造	322
5.6	直立锁边金属屋面光伏组件安装节点构造	333
5.7	附属设施安装节点构造	34
6	加工制作	37
6.1	一般规定	37
6.2	下料	37
6.3	成型和矫正	38
6.4	制孔、槽、豁、榫	41
6.5	防腐	42

6.6 运输与贮存 .....	45
7 安装施工 .....	46
7.1 一般规定 .....	46
7.2 施工安全 .....	47
7.3 深化设计 .....	49
7.4 施工准备 .....	49
7.5 进场检验 .....	50
7.6 底部结构施工 .....	52
7.7 建筑光伏组件安装 .....	52
8 工程验收 .....	54
9 运行维护 .....	58
9.1 一般规定 .....	58
9.2 检查和维护 .....	59
附录 A  不锈钢连接计算 .....	62
附录 B  质量验收记录 .....	68
附录 C  光伏导轨截面特性 .....	73
本规程用词说明 .....	75
引用标准名录 .....	76
附：条文说明 .....	77

# CONTENTS

1 General Provisions	8
2 Terms and Symbols	9
2.1 Terms	9
2.2 Symbols	9
3 Basic Requirements	11
3.1 Load	11
3.2 Material requirements	12
3.3 Structural requirements	13
4 Design of Photovoltaic support connection of metal roof	14
4.1 General Provisions	14
4.2 Directly connection with metal roof	15
4.3 Connection with roof sub structural members	17
4.4 Connection with corrugated plate web of roofing	19
4.5 Fixture connection	19
4.6 Connection stiffening	20
4.7 Other connections	21
5 Structure of Photovoltaic module installation node	23
5.1 General provisions	23
5.2 Installation node structure of metal strip tile roof photovoltaic module	23
5.3 Installation node structure of metal trapezoidal corrugated plate roof photovoltaic module	28
5.4 Node structure for installation of metal faced sandwich panel roof photovoltaic modules	30
5.5 Construction of installation nodes of metal snap panel roof photovoltaic modules	32
5.6 Installation node structure of vertical locking metal roof photovoltaic module	33
5.7 Node structure of auxiliary facilities installation	34
6 Processing and fabrication	37
6.1 General Provisions	37
6.2 Blanking	37
6.3 Forming and straightening	38
6.4 Hole making, groove, notch and tenon	41

6.5 Corrosion protection	42
6.6 Transportation and storage	45
7 Installation and construction	46
7.1 General regulations	46
7.2 Construction Safety	47
7.3 Detailed design	49
7.4 Construction Preparation	49
7.5 Mobilization inspection	50
7.6 Substructure construction	52
7.7 Installation of building photovoltaic modules	52
8 Project acceptance	54
9 Operation and maintenance	58
9.1 General provisions	58
9.2 Inspection and maintenance	59
Appendix A Stainless Steel Connection Calculation	62
Appendix B Quality Acceptance Record	68
Appendix C Section Characteristics of Photovoltaic Guideway	73
Description of Words Used in the Procedure	75
List of referenced standards	76
Addition:Explanation of provisions	77

# 1 总 则

- 1.0.1 为在工业与民用金属屋面上安装光伏组件安装施工和使用中，贯彻执行国家的技术经济政策，做到技术先进、经济合理、安全适用、确保质量、节能环保，制定本规程。
- 1.0.2 本规程适用于在新建、扩建和改建的工业与民用建筑金属屋面上施工、验收和维护，建筑物可参照本规程执行。
- 1.0.3 新建、改建和扩建的建筑金属屋面上安装光伏组件应纳入建筑工程设计，统一规划、统一设计、同步施工，对光伏系统进行专项验收。
- 1.0.4 金属屋面光伏组件的安装、验收和维护等，除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 术语和符号

### 2.1 术语

#### 2.1.1 光伏组件 PV module

具有封装及内部联结的、能单独提供直流电流输出的，最小不可分割的太阳能电池组合装置，也称太阳能电池组件。

#### 2.1.2 光伏组件支架 PV support assembly

可以是支撑光伏组件的完整结构，也可以是由金属屋面为载体，通过连接件支撑光伏组件。

#### 2.1.3 连接件 Connecting piece

金属屋面与支撑光伏组件之间的结合物。

### 2.2 符号

#### 2.2.1 作用和作用效应设计值

$N_t$	—	一个连接件所承受的拉力 (N);
$N_v$	—	一个连接件所承受的剪力 (N);

#### 2.2.2 设计指标

$f$	—	钢材的抗拉强度设计值 (N/mm <sup>2</sup> )。
$f_c$	—	木材顺纹承压强度设计值 (N/mm <sup>2</sup> );
$N_{tot}^f$	—	一个自攻螺钉或抽芯铆钉的抗拉脱承载力设计值 (N);
$N_{tov}^f$	—	一个自攻螺钉或抽芯铆钉的抗拉脱承载力设计值 (N);

	$N_v^f$ — —	一个连接件的抗剪承载力设计值(N);
	$N_t^f$ — —	一个连接件的抗拉承载力设计值(N);
	$W_d$ —	一个连接件的抗拔承载力设计值(N);

### 2.2.3 几何参数

	$d$ —	一个自攻螺钉或抽芯铆钉的钉头直径 (mm);
	$d_w$ — —	一个自攻螺钉或抽芯铆钉的钉头直径, 当有垫圈时为垫圈的直径 (mm);
	$l_m$ —	一个螺丝的拧入深度 (mm);
	$t$ —	钢板厚度 (mm);
	$t_c$ —	紧挨钉头侧的钢板厚度 (mm);

## 3 基本规定

### 3.1 荷载

3.1.1 金属屋面光伏组件基本风压的确定应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的有关规定，且不小于  $0.3\text{kN/m}^2$ 。

重现期按下列规定：

- 1 可更换结构构件，应按 25 年重现期确定基本风压；
- 2 光伏一体化设计时，基本风压重现期应与主体结构一致。

3.1.2 金属屋面风荷载的高度系数、体形系数和风振系数与主体结构设计相同。单个设备支架等设计应考虑阵风系数。

3.1.3 作用在金属屋面光伏组件投影面上雪荷载标准值应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 确定，雪荷载的重现期为 25 年。光伏一体化设计时，雪荷载的重现期应与主体结构一致。

3.1.4 金属屋面上的雪荷载的不均匀系数同主体结构，由我屋面光伏设备等引起的雪荷载堆积的不均匀分布荷载同样应该计入。

3.1.5 光伏组件构件设计时，应按承载能力极限状态计算构件的强度和稳定性以及连接强度，按正常使用极限状态计算构件的变形。

## 3.2 材料要求

- 3.2.1 金属屋面光伏支架组件的材料分为主材和辅材，材料耐久性应满足设计和使用年限的要求。
- 3.2.2 金属屋面光伏支架组件所采用的钢材，其钢材牌号和等级应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700、《低合金高强度结构钢》GB/T 1591 的规定。所采用的铝合金材料的支承结构构件应符合现行国家标准《铝合金建筑型材》GB/T 5237 的规定。结构用不锈钢材料，其质量应分别符合现行国家标准《不锈钢和耐热钢牌号及化学成分》GB/T20878、《不锈钢热轧钢板和钢带》GB/T4237 和《不锈钢冷轧钢板和钢带》GB/T3280 的规定。
- 3.2.3 所采用紧固件的规格、技术性能、材质、表面处理方式应符合现行国家标准《紧固件机械性能》GB/T 3098、《紧固件表面缺陷》GB/T 5779 规定及设计文件要求，且螺栓、垫圈等连接件的耐腐蚀性能不应低于主材材料。
- 3.2.4 金属屋面光伏支架组件应选用耐候性好的材料，耐候性差的材料应采取适当的防护措施，并满足设计使用年限要求。
- 3.2.5 不相容的材料不应直接接触，应采取隔离措施。
- 3.2.6 制造、安装企业应制定材料的管理制度，并应做到订货、存放、使用规范化。

### 3.3 构造要求

- 3.3.1 支架的布置不应影响原屋面的排水功能，不应发生雨水向建筑物内渗漏；
- 3.3.2 光伏支架组件和屋面采用不同材质的金属材料时，应采用绝缘垫片或其他防腐蚀措施。
- 3.3.3 光伏支架组件中结构或构件的容许挠度限值为 $L/250$ ，其中 $L$ 为构件跨度。

## 4 金属屋面光伏支架连接设计

### 4.1 一般规定

- 4.1.1 金属屋面光伏支架组件的连接应按承载能力极限状态和正常使用极限状态进行设计，按承载能力极限状态设计时，应考虑荷载效应的基本组合，必要时尚应考虑荷载效应的偶然组合。按正常使用极限状态设计时，应考虑荷载效应的标准组合。
- 4.1.2 光伏支架组件中细部构造设计应满足使用功能、温差变形、施工环境条件和工艺的可操作性等要求。
- 4.1.3 当设计有要求时，应按设计要求进行抗风揭试验验证。
- 4.1.4 在既有建筑物上增设光伏屋面发电系统时，应根据建筑物的种类分别按照现行国家标准《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144 和《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292 的有关规定进行可靠性鉴定；位于抗震设防烈度6~9度地区的建筑还应根据其设防烈度、抗震设防类别、后续使用年限和结构类型，按照现行国家标准《建筑抗震鉴定标准》GB 50023 的有关规定进行抗震鉴定，经抗震鉴定后需要抗震加固的建筑应按现行行业标准《建筑抗震加固技术规程》JGJ 116 的有关规定进行加固处理。

## 4.2 与金属屋面直接

4.2.1 光伏支架与金属屋面直接的两种形式如图4.2.1所示，图4.2.1(a)所示的是波距较小的金属瓦屋面的直接形式，图4.2.1(b)所示的是短轨与金属屋面直接的一种形式。

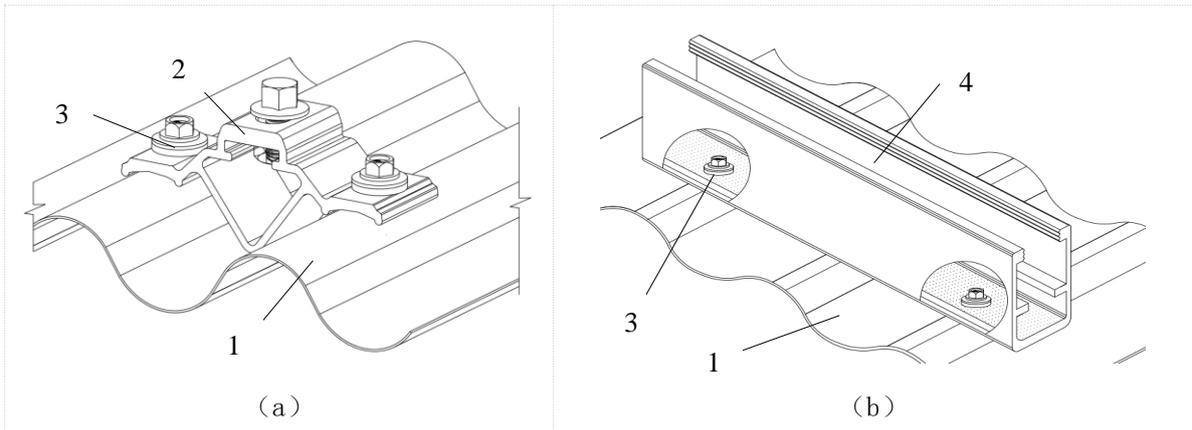


图4.2.1 光伏支架与金属屋面直接节点

1—金属屋面 2—连接件 3—自攻螺钉 4—轨道

4.2.2 与屋面金属板之间紧密连接的抽芯铆钉、自攻螺钉的承载力设计按下列要求执行：

1 风荷载（屋面坡度较小）作用下，连接的抽芯铆钉、自攻螺钉有可能产生杆轴方向拉力，所受的拉力应不大于按下列公式计算的抗拉脱承载力设计值：

当只受静荷载作用时：	$N_{\text{tov}}^f = 1.2d_{\omega}tf$	(4.2.2-1)
当受含有风荷载的组合荷载作用时：	$N_{\text{tov}}^f = 0.6d_{\omega}tf$	(4.2.2-2)

式中：	$N_{\text{tov}}^f$ ——	一个自攻螺钉或抽芯铆钉的抗拉脱承载力设计值(N)；
-----	-----------------------	---------------------------

$d_w$ ——	一个自攻螺钉或抽芯铆钉的钉头直径，当有垫圈时为垫圈的直径（mm）；
$t$ ——	紧挨钉头侧的钢板厚度（mm），应满足 $0.5\text{mm} \leq t \leq 1.5\text{mm}$ ；
$f$ ——	被连接钢板的抗拉强度设计值（ $\text{N}/\text{mm}^2$ ）。

自攻螺钉在基材中的钻入深度  $t_c$  应大于 0.9mm，其所受的拉力应不大于按下式计算的抗拔承载力设计值：

$$N_{\text{tot}}^f = 0.75t_cdf \quad (4.2.2-3)$$

式中：	$N_{\text{tot}}^f$ ——	一个自攻螺钉或抽芯铆钉的抗拉脱承载力设计值（N）；
	$d$ ——	一个自攻螺钉或抽芯铆钉的钉头直径，当有垫圈时为垫圈的直径（mm）；
	$t_c$ ——	紧挨钉头侧的钢板厚度（mm），应满足 $0.5\text{mm} \leq t \leq 1.5\text{mm}$ ；
	$f$ ——	基材的抗拉强度设计值（ $\text{N}/\text{mm}^2$ ）。

同时，自攻螺钉或抽芯铆钉所受的拉力设计值不应超过由试验确定的钉杆拉断破坏的承载力设计值。

2 在自重、风荷载（屋面坡度较大）、雪荷载和积灰荷载作用下，自攻螺钉或抽芯铆钉件受剪时，每个连接件所承受的剪力应不大于按下列公式计算的抗剪承载力设计值：

抽芯铆钉和自攻螺钉：

$$\text{当 } \frac{t_1}{t} = 1 \text{ 时,} \quad N_v^f = 3.7\sqrt{t^3}df \quad (4.2.2-4)$$

$$\text{且} \quad N_v^f \leq 2.4tdf \quad (4.2.2-5)$$

式中:	$N_v^f$ ——	一个连接件的抗剪承载力设计值 (N);
	$d$ ——	铆钉或螺钉直径 (mm);
	$t$ ——	较薄板 (钉头接触侧的钢板) 的厚度 (mm);
	$f$ ——	被连接钢板的抗拉强度设计值 (N/mm <sup>2</sup> )。

当抽芯铆钉或自攻螺钉用于压型钢板端部与支承构件 (如檩条) 的连接时, 其抗剪承载力设计值应乘以折减系数 0.8。

同时, 每个自攻螺钉所承受的剪力设计值应不超过由标准实验确定的钉杆抗剪强度设计值的 0.8 倍。

3 同时承受剪力和拉力作用的自攻螺钉和射钉连接, 应符合下式要求:

$$\sqrt{\left(\frac{N_v}{N_v^f}\right)^2 + \left(\frac{N_t}{N_t^f}\right)^2} \leq 1 \quad (4.2.2-6)$$

式中:	$N_v$ ——	一个连接件所承受的剪力;
	$N_t$ ——	一个连接件所承受的拉力;
	$N_t^f$ ——	一个连接件的抗剪承载力设计值; $N_t^f$ 取 $N_{tov}^f$ 和 $N_{tot}^f$ 中的小值。

4. 当采用单个自攻螺钉连接低延性钢板 (LQ550) 时, 以上承载力的计算结果乘以 0.8 确定。

### 4.3 与屋面次结构构件连接

4.3.1 扣件与如图 4.3.1 所示的屋面金属檩条等次结构构件连接时, 其计算可按 4.2.2 的有关公式执行。

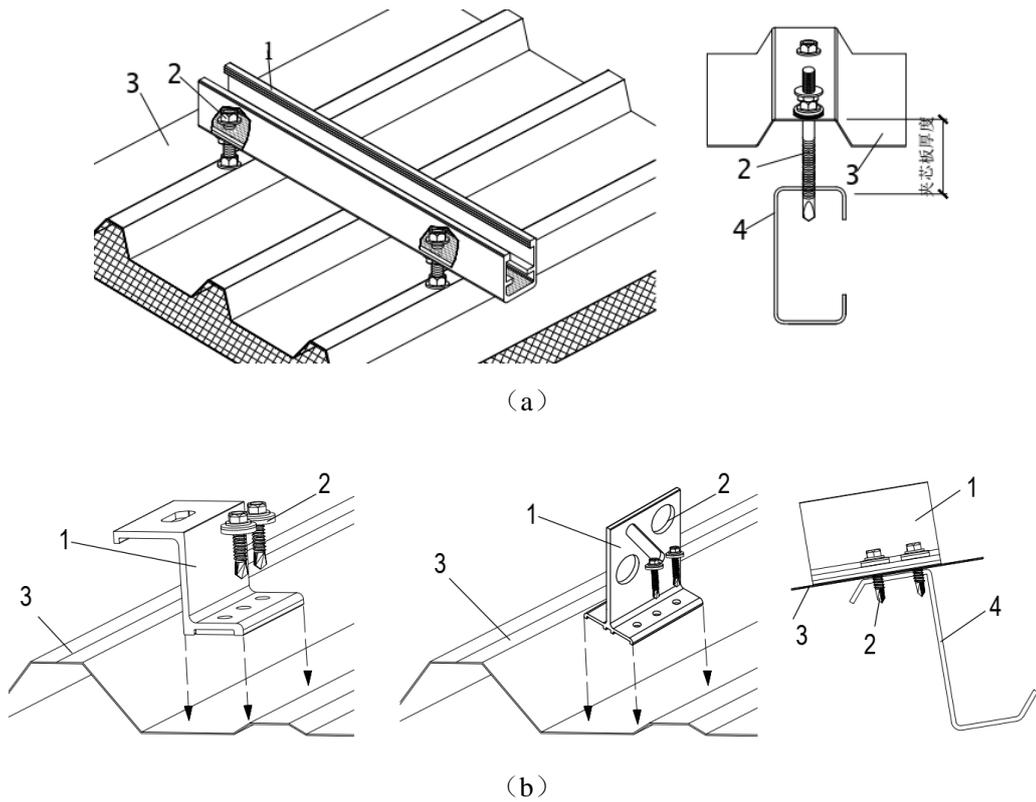


图4.3.1 扣件与屋面次结构构件连接节点

1—扣件（短轨） 2—自攻螺丝 3—屋面 4—次结构

4.3.2 扣件与如图4.3.2所示的屋面木檩条等次结构构件连接时，螺丝垂直拧入木龙骨中，其计算按如下公式执行：

1 一个螺丝抗剪承载力（N）

$$N_v = k_v \cdot d \cdot 2 \sqrt{f_c} \quad (4.3.2-1)$$

2 一个螺丝抗拔承载力（N）

$$W_d = 780 d^{0.2} l_m^{0.4} \quad (4.3.2-2)$$

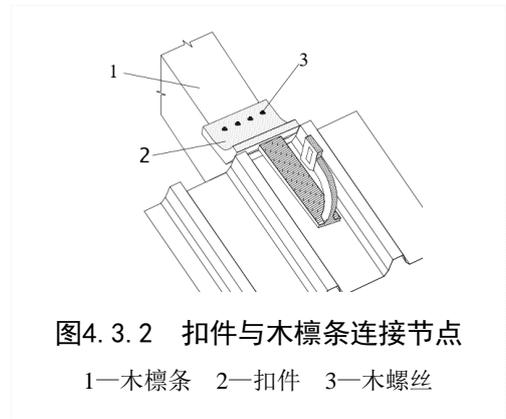


图4.3.2 扣件与木檩条连接节点

1—木檩条 2—扣件 3—木螺丝

式中：	$N_v$ ——	一个连接件的抗剪承载力设计值（N）；
	$k_v$ ——	计算系数，取 11.1；

$f_c$ ——	木材顺纹承压强度设计值 ( $N/mm^2$ )；
$W_d$ ——	一个连接件的抗拔载力设计值 ( $N$ )；
$d$ ——	螺丝的直径 ( $mm$ )；
$l_m$ ——	一个螺丝的拧入深度 ( $mm$ )；

#### 4.4 与屋面波形板腹板连接

4.4.1 光伏支架与屋面波形板腹板连接的几种形式如图4.4.1所示，图4.4.1 (a) 所示的是反对称布置的抗剪侧接形式，图4.4.1 (b) 所示的是扣件的翼与屋面侧接的形式。

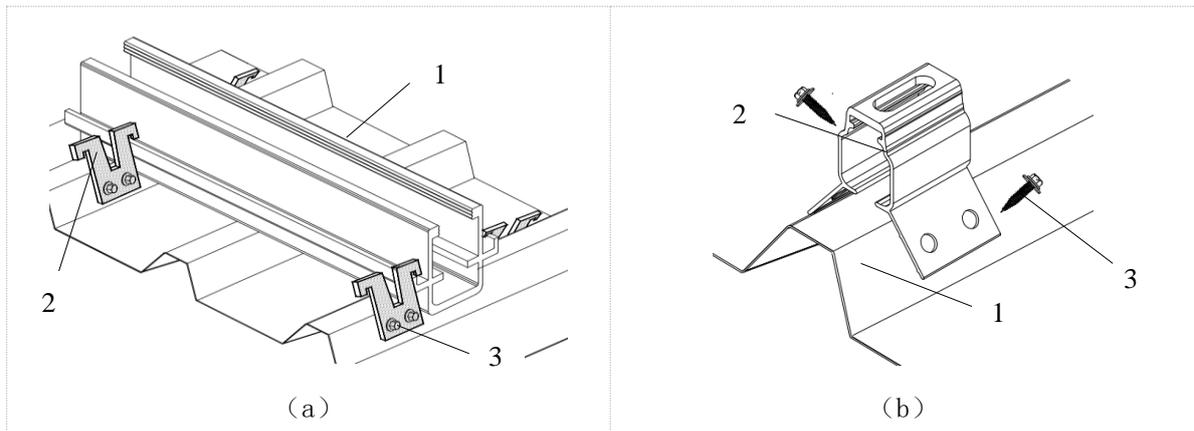


图4.4.1 光伏支架与金属屋面直接连接节点

1—金属屋面 2—扣件 3—自攻螺丝

4.4.2 光伏支架与屋面波形板腹板在重力荷载、雪荷载和风荷载作用下，对螺钉产生的是剪力，其计算可按4.2.2的有关公式执行。

#### 4.5 夹具连接

4.5.1 光伏支架通过夹具连接的几种形式如图4.5.1所示。图4.5.1 (a) 所示为扣合金属板屋面的夹具连接形式，图4.5.1 (b) 所示为角驰板屋面的夹具连接形式，图4.5.1 (c) 所示为铝

镁锰板直立锁边屋面的夹具连接形式，，图4.5.1（d）所示为直立锁边板屋面的夹具连接形式。

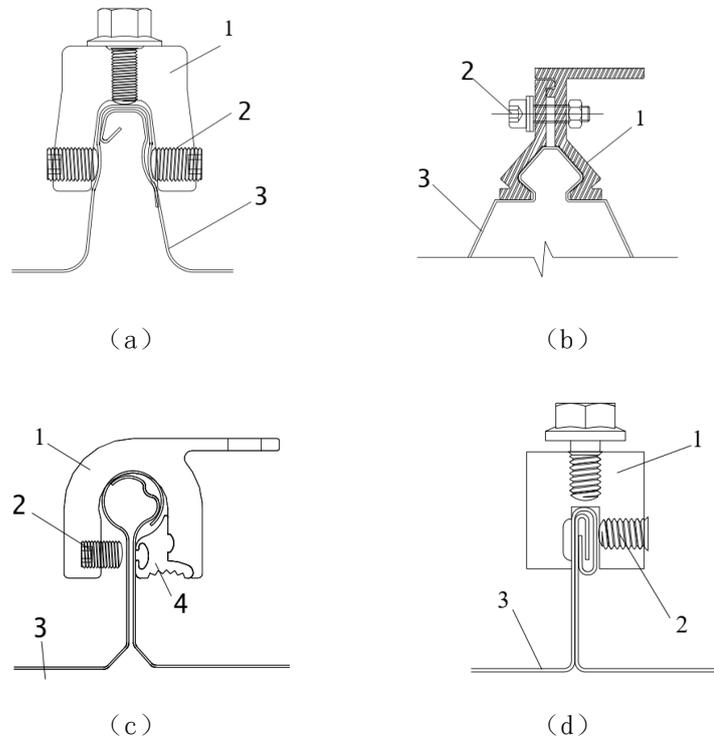


图4.5.1 光伏支架与金属屋面直接节点

1—扣件 2—螺丝柱 3—金属屋面 4—组合件

4.5.2 夹具连接节点在光伏组件的重力荷载、雪荷载和风荷载作用下，对夹具的与屋面之间产生的抗拉和抗剪承载力根据具体条件按试验确定。

## 4.6 连接加劲

4.6.1 对于连接夹具单个螺丝柱不能满足承载能力要求，采取加劲措施应符合下列规定：

1 增加与金属面板接触的螺丝柱，如图4.6.1a所示的；

2 通过夹具的组合件，由点接触改变为线接触，如图4.6.1b所示的；

3 选用与金属面板线接触的分离式夹具，如图4.6.1c所示的。

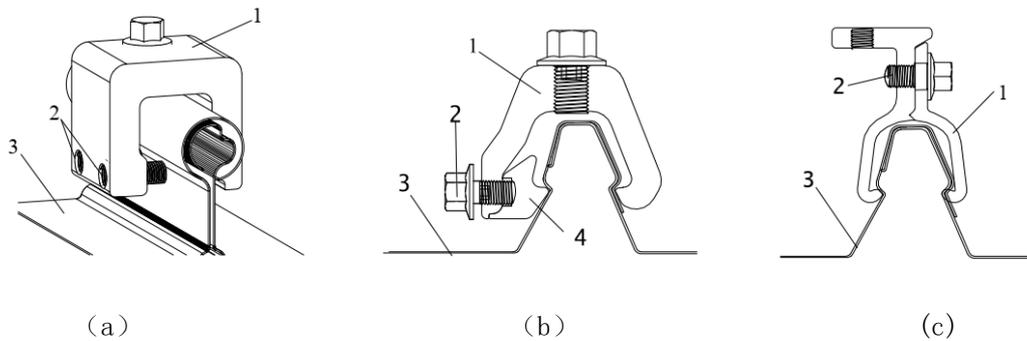


图4.6.1 加劲连接节点

1—扣件 2—螺丝柱(螺栓) 3—金属屋面 4—组合件

4.6.2 对于金属屋面搭接、扣合和锁边的连接节点本身较为薄弱，可在连接节点上增加加劲板（图4.6.2a），或者节点里面设置加劲件（图4.6.2b）。

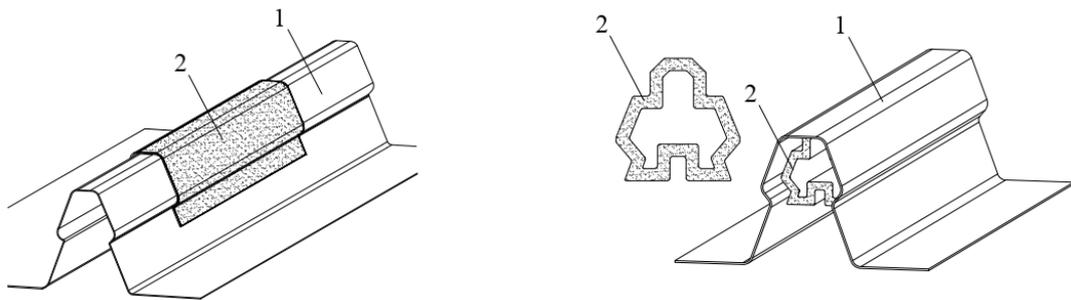


图4.6.2 节点加劲构造

1—金属板连接节 2—加劲件

## 4.7 其他连接

4.7.1 钢结构构件连接采用角焊缝和钢结构构件采用普通螺栓、锚栓的连接时的承载力应按《钢结构设计标准》GB50017 规定进行强度计算。

4.7.2 不锈钢构件的连接计算见本规程的附录 A。

4.7.3 铝合金构件的连接计算与构造应符合现行国家标准《铝合金结构设计规范》GB 50429 的有关要求。

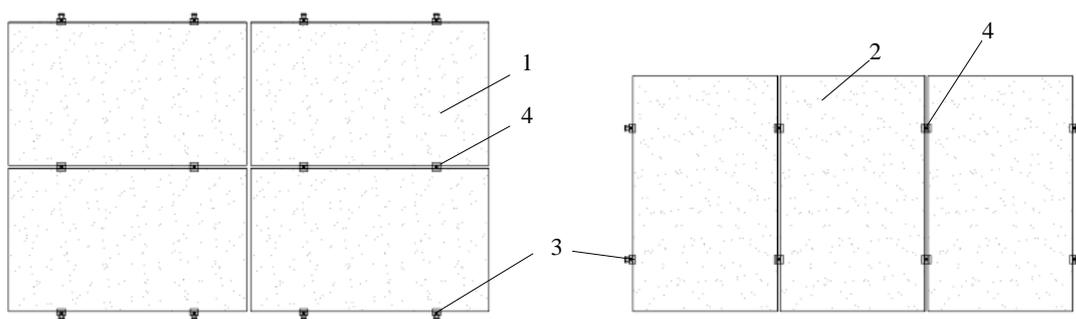
## 5 光伏组件安装节点构造

### 5.1 一般规定

- 5.1.1 金属屋面光伏支架及光伏组件的连接节点应满足承载力要求，其构造形式应保证传力简捷明确、构造合理、安全可靠，减小应力集中。
- 5.1.2 节点构造应根据受力特点、荷载情况、工作环境和材料截面型式等因素选用适当的节点连接形式，防止节点因强度破坏、局部失稳、变形过大、连接开裂等引起节点失效。
- 5.1.3 光伏组件与光伏支架之间的连接宜采用定型的铝合金压块标准件、轨槽插入式或螺栓固定形式。

### 5.2 金属条瓦屋面光伏组件安装节点构造

- 5.2.1 金属条瓦屋面根据屋面的坡度方向，光伏组件分横向安装(图



- 5.2.1a) 和纵向安装(图 5.2.1b)，从光伏组件的固定形式分为压块固定(图 5.2.1c)和插入式固定(图 5.2.1d)。

(a)

(b)

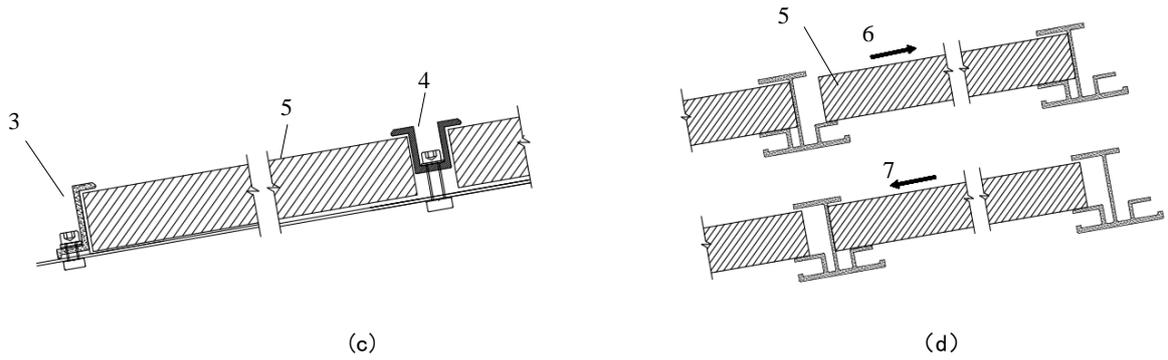


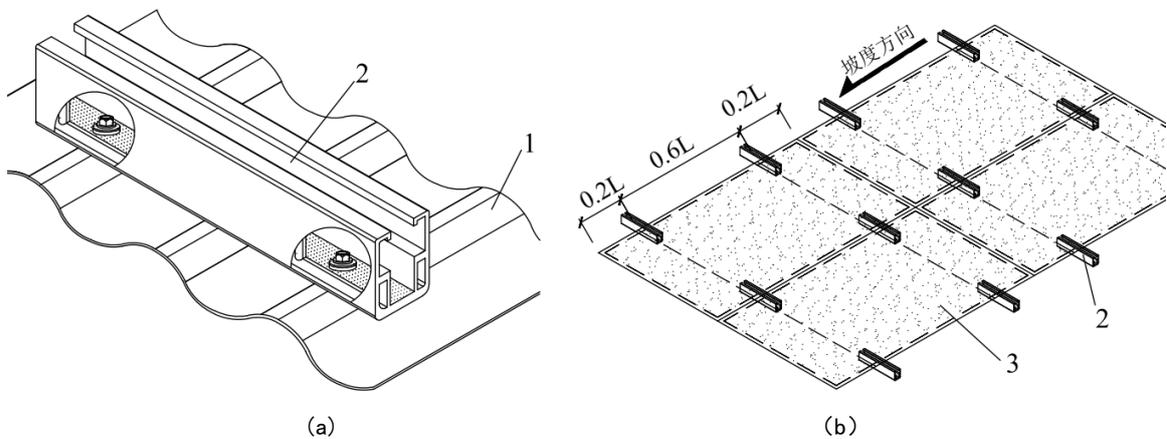
图5.2.1 光伏组件的安装形式

1—横装光伏模块 2—竖装光伏模块 3—边压块 4—中间压块  
5—光伏模块 6—向上顶进 7—向下插入

### 5.2.2 对于弧形波条瓦按下列规定设计节点：

1 光伏电池板采用压块安装时，短轨道应沿屋面纵向布置，如图5.2.2-1(a)所示。根据光伏电池板的坡度方向的尺寸按照 $0.2L$ 、 $0.6L$ 、 $0.2L$ 的原则确定短轨道轴线（ $L$ —光伏板的沿坡度方向的尺寸），见图5.2.2-1(b)。

在压块安装之前先在光伏板上轨道的下面分别设置2个防滑螺栓，如图5.2.2-1(c)所示。然后压块螺栓顺着短轨道开口塞入然后旋转90度，如图5.2.2-1(d)所示。最后安装边压块和中间压块，如图5.2.2-1(e)所示。



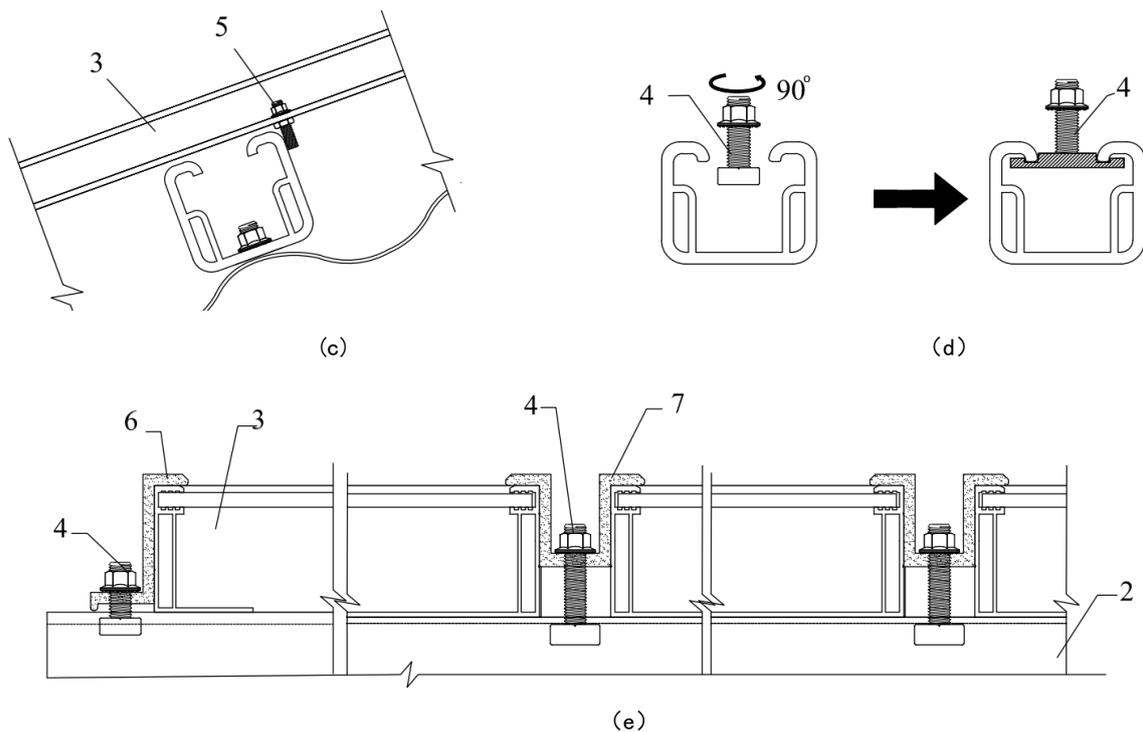
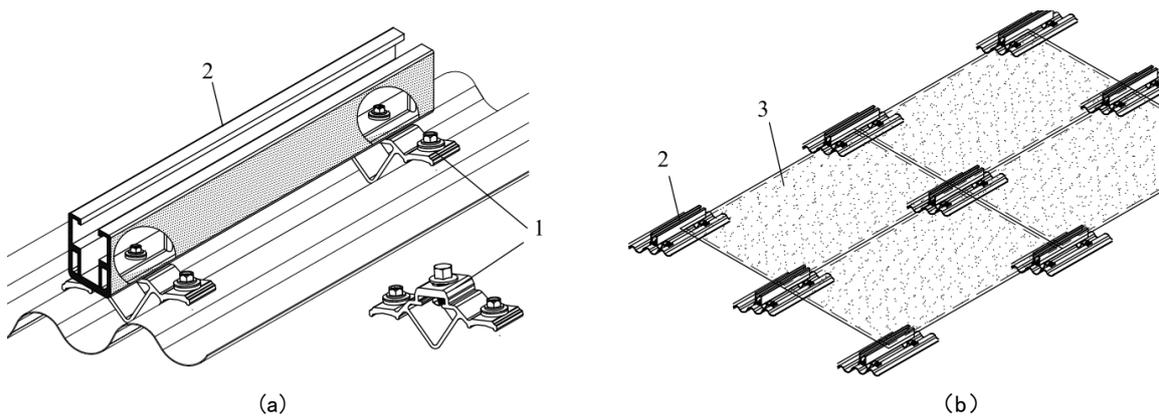


图5.2.2-1 金属条瓦屋面连接节点

1—金属屋面 2—轨道 3—光伏板 4—压块螺栓 5—挡滑螺栓 6—边压块 7—中间压块

2 光伏电池板采用插入式安装时，首先在两个屋面固定件上安装短轨道，如图 5.2.2-2 (a) 所示。将轨道布置在光伏电池板角点上，如图 5.2.2-2 (b) 所示。然后安装最底部插入式轨道的固定件和插入式轨道。



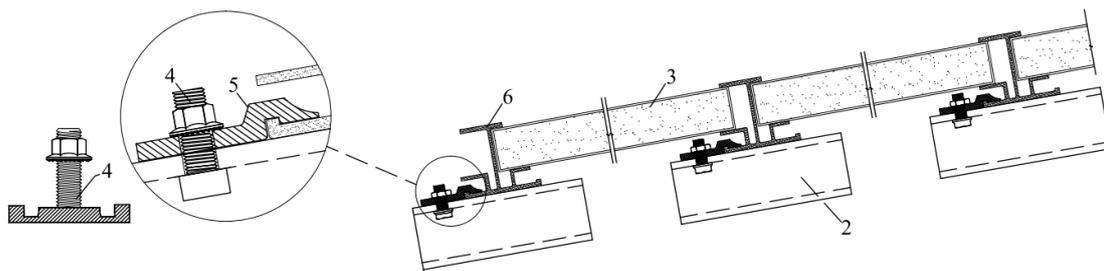


图5.2.2-2 金属条瓦屋面光伏板插入式节点

1—屋面固定件 2—轨道 3—光伏板 4—T形螺栓 5—插入式轨道固定件 6—插入式轨道

5.2.3 对于可移动的金属条瓦屋面，可采用L形固定件与金属条瓦所依附次结构连接。并符合按下列规定：

1 L形固定件可根据光伏电池板的安装方向和连接轨道选择，轨道连接端的形式有部向上的螺丝杆、开孔平面与屋面坡度方向平

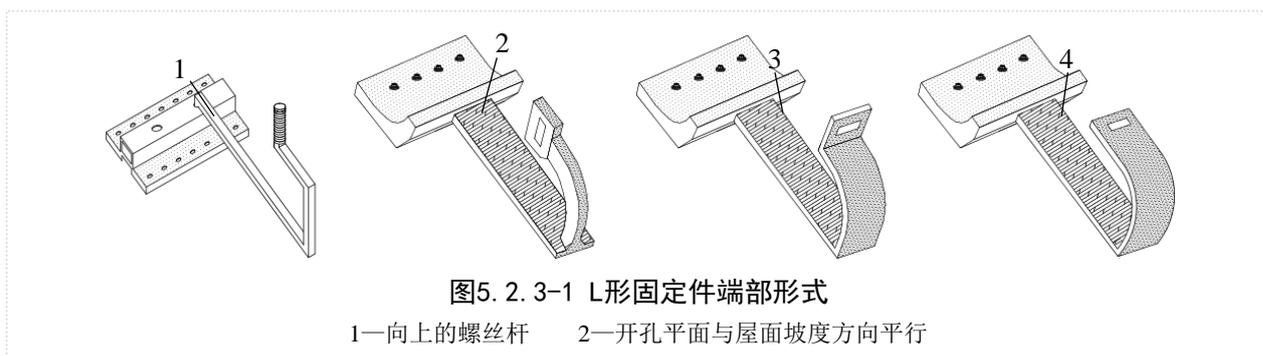


图5.2.3-1 L形固定件端部形式

1—向上的螺丝杆 2—开孔平面与屋面坡度方向平行

行、开孔平面与屋面坡度方向垂直和开孔平面与屋面平行等，图5.2.3-1所示。

2 掀开金属条瓦，根据金属条瓦的波谷位置左右调整L形固定件，然后按上至少2个与木龙骨有效范围内的木螺丝，最后合上金属条瓦，图5.2.3-2所示。

3 L形固定件端部与太阳能电池板的安装如图5.2.3-3所示。

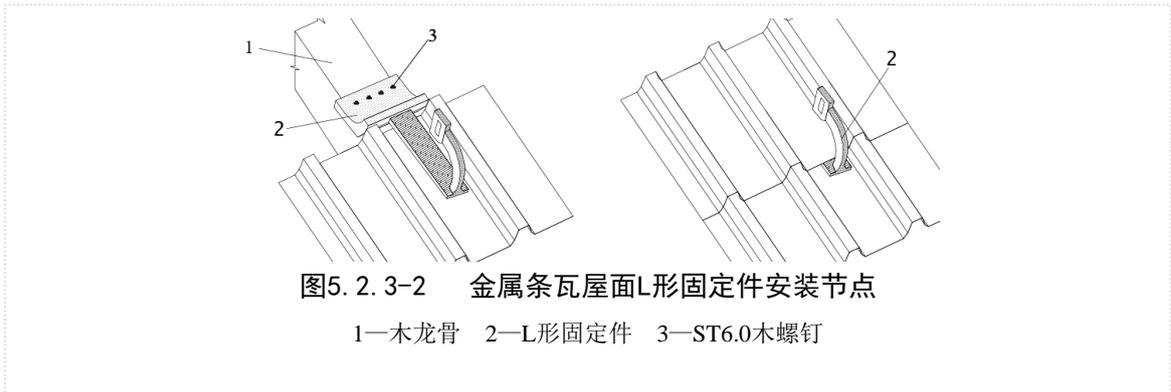
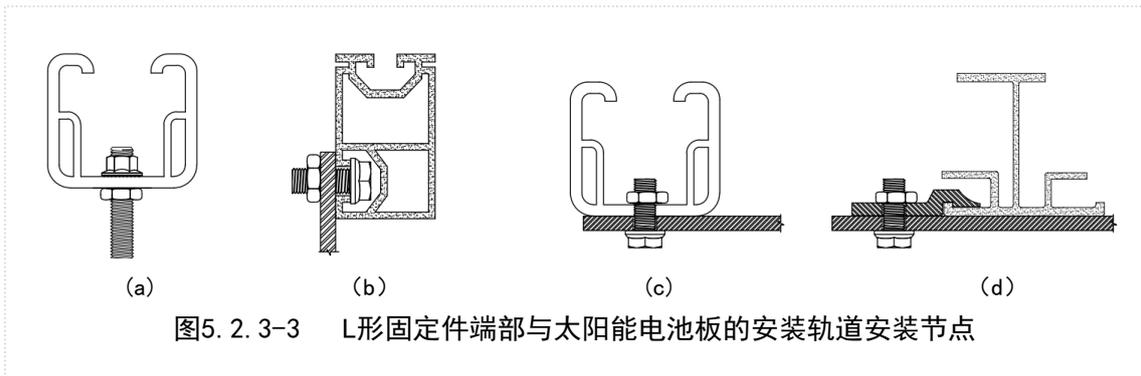


图 5.2.3-3 (a) 端部形式为向上的螺丝杆与轨道安装节点；图 5.2.3-3 (b) 端部形式为开孔平面与屋面坡度方向平行和开孔平面与屋面坡度方向与轨道安装节点；图 5.2.3-3 (c) 端部形式为开孔平面与屋面平行分别与轨道安装节点；图 5.2.3-3 (d) 端部形式为开孔平面与屋面平行与插入式轨道安装节点。



5.2.4 对于梯形波条瓦屋面的光伏支架组件的节点构造，插入式光伏板安装节点如图5.2.4 (a) 所示，压块式安装如图5.2.4 (b) 所示。

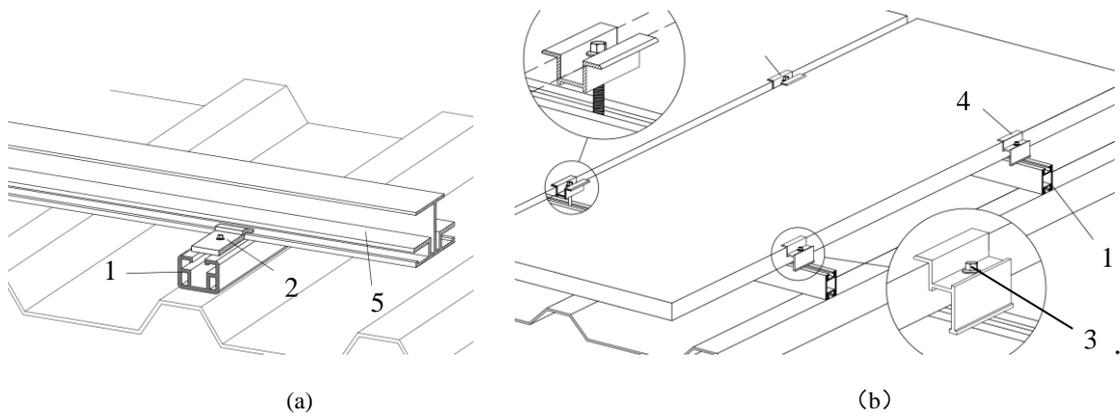


图5.2.4 梯形波条瓦屋面的光伏支架组件的节点构造

1—屋面固定件轨道 2—插入式轨道固定件 3—T形螺栓 4—边（中间）压块 5—光伏板插入式轨道

### 5.3 金属梯形波压型板屋面光伏组件安装节点构造

5.3.1 金属梯形波压型板屋面的光伏组件的安装节点构造，当连接件和梯形波峰连接时，插入式和压块式光伏组件安装节点见图 5.2.4 所示。

5.3.2 当连接件和梯形波波腹连接时，压块式光伏组件安装节点见图 5.3.2 所示。

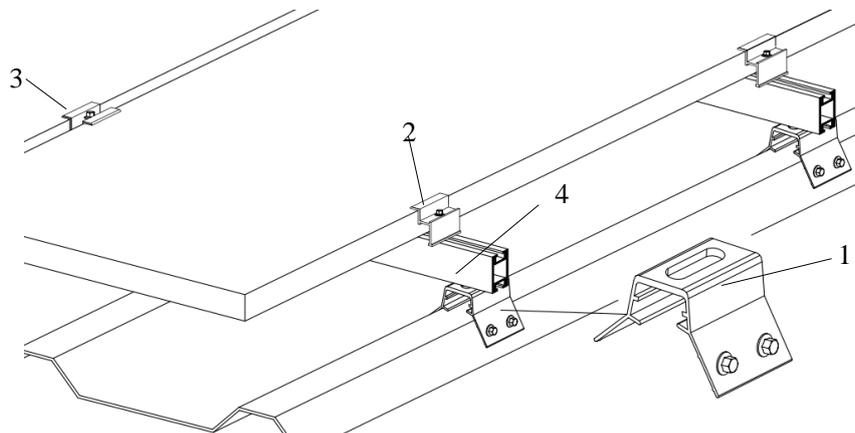


图5.3.2 梯形波压型板压块式安装光伏组件节点构造

1—夹具 2—边压块 3—中间压块 4—轨道 5—光伏板

5.3.3 当连接件和梯形波波腹连接，插入式安装光伏组件时，其安装节点见图 5.3.3 所示。压块式光伏组件安装可参照 5.3.2 所示的方法。

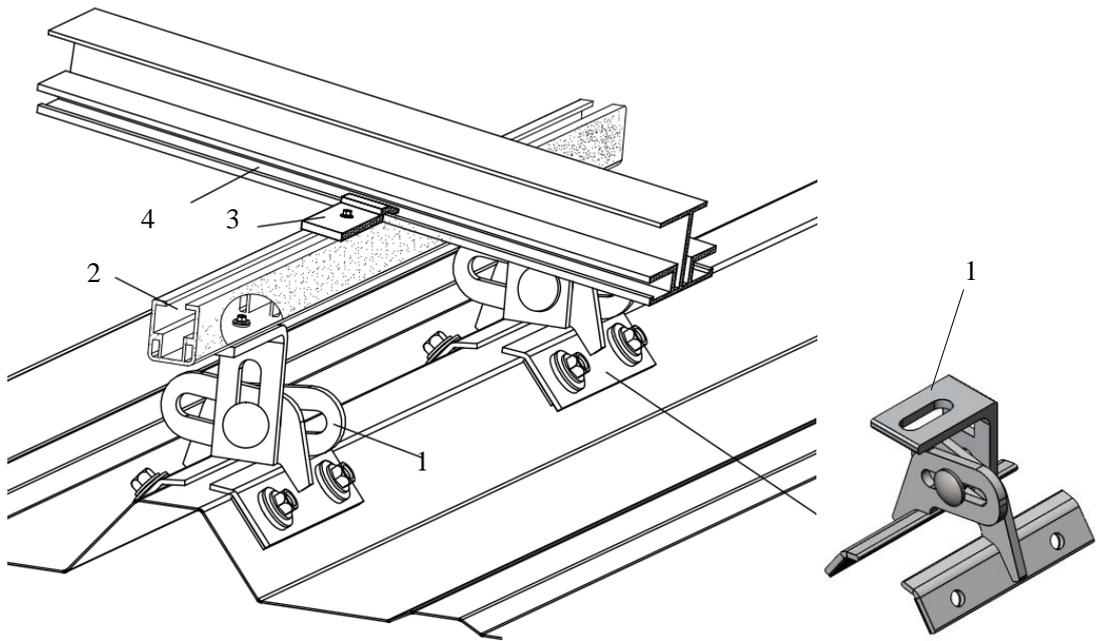


图5.3.3 梯形波压型板插入式安装光伏组件节点构造

1—夹具 2—固定轨道 3—轨道固定件 4—光伏板插入式轨道

5.3.4 对于用固定支架在梯形波的波谷直接与下面的檩条连接的光伏组件安装，图 5.3.4 (a) 所示的 Z 形支架的光伏组件的压块式安装，也可以参照 5.3.3 所示的方法插入式安装光伏组件。

图 5.3.4 (b) 所示的为 T 形支架光伏组件插入式安装。

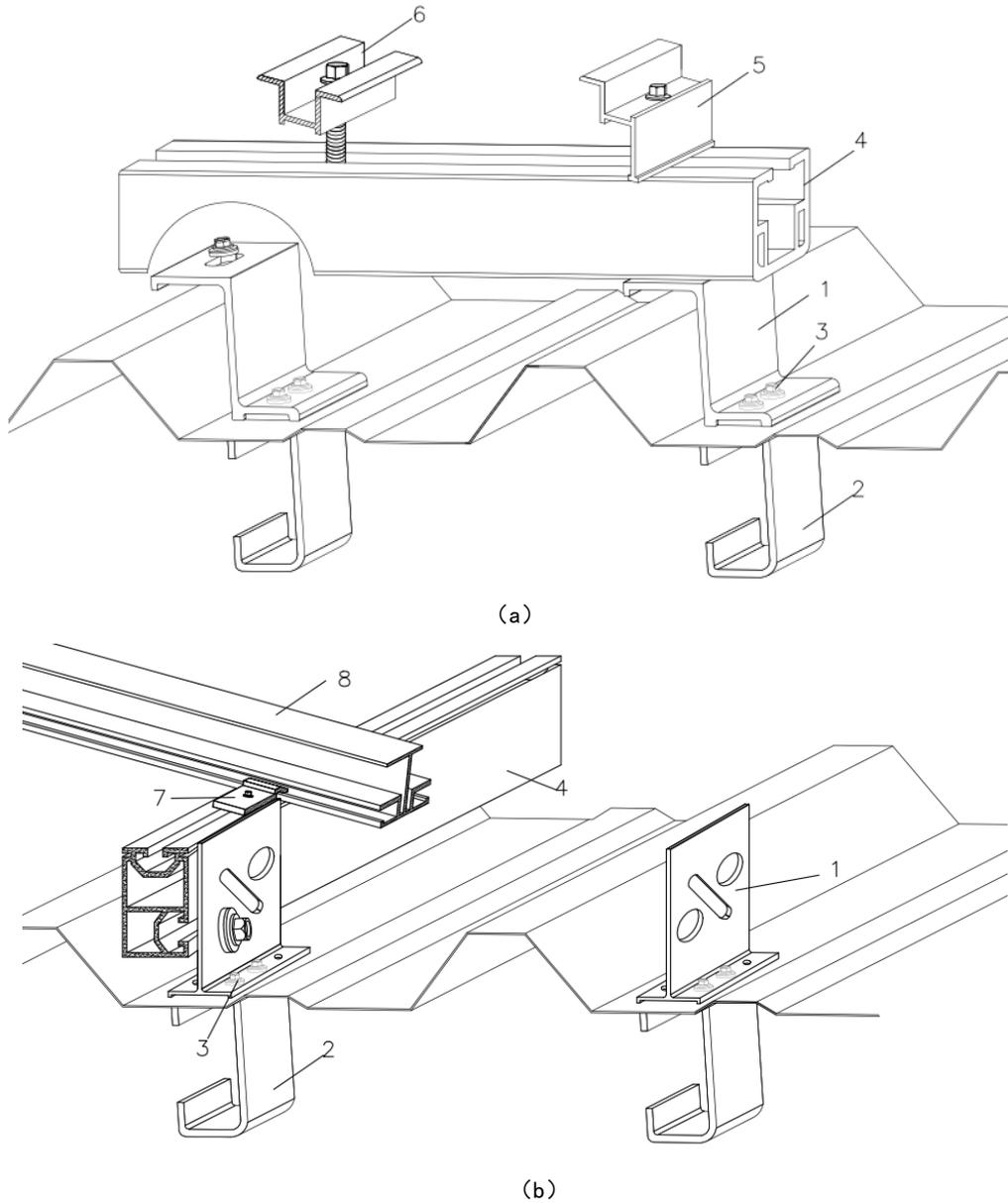


图5.3.4 梯形波压型板支架直接连接檩条安装光伏组件节点构造

1—Z(T)形固定支架 2—檩条 3—螺丝 4—轨道

5—边压块 6—中间压块 7—轨道固定件 8—光伏板插入式轨道

## 5.4 金属面夹芯板屋面光伏组件安装节点构造

5.4.1 直接与下面次结构连接的梯形金属面夹芯板屋面的压块式光伏支架组件的安装见图 5.4.1 所示。插入式安装可参考 5.2.2-2 所示。

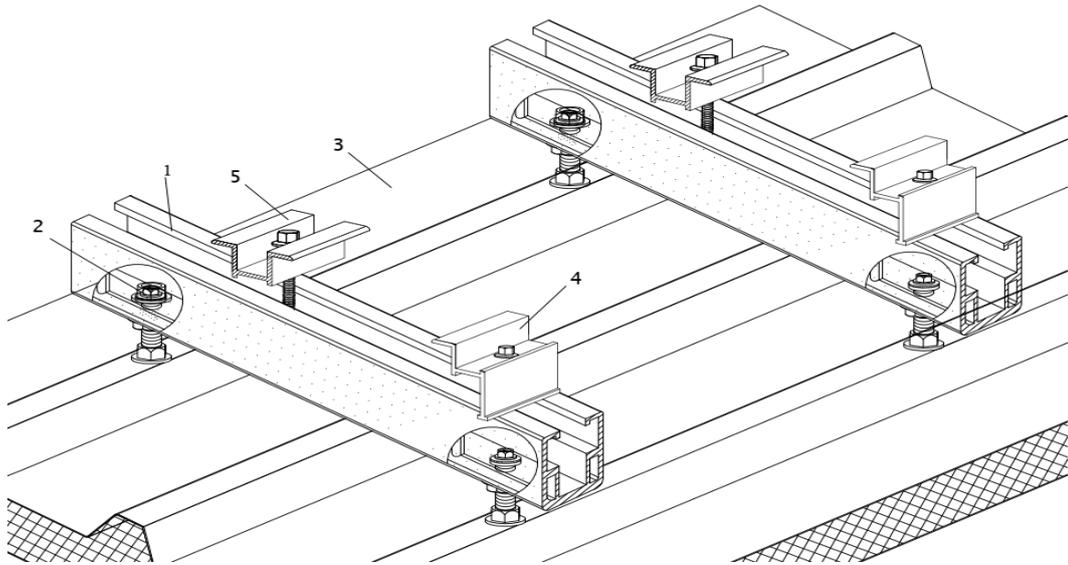
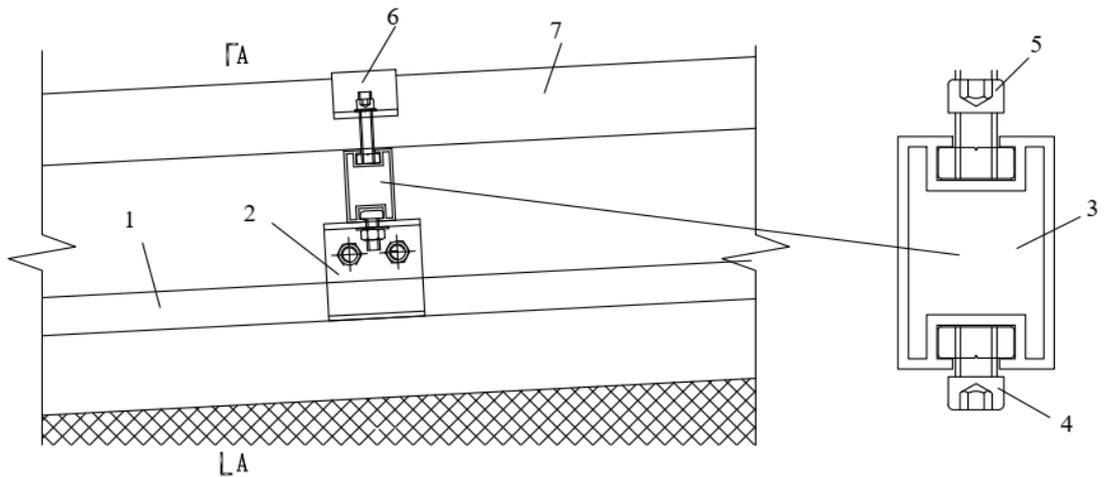
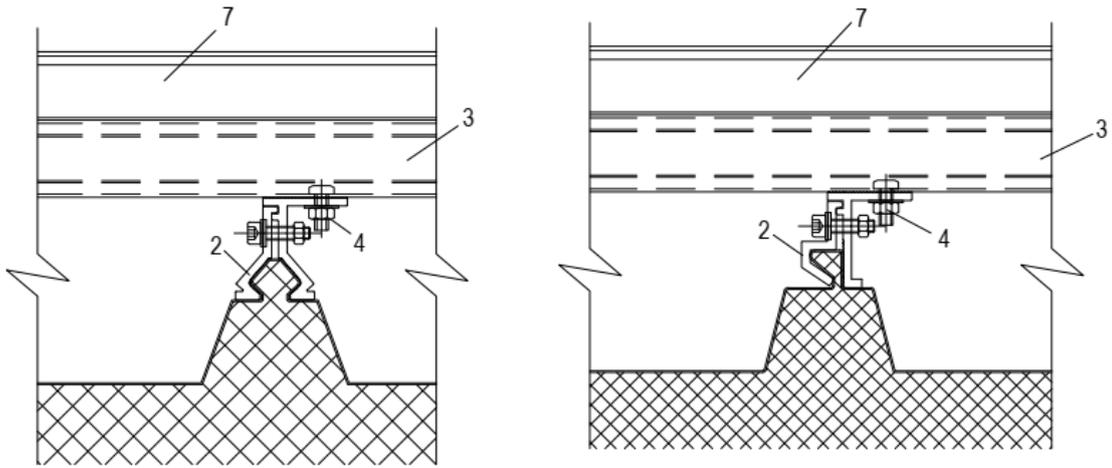


图5.4.1 梯形金属面夹芯板屋面连接节点

1—短轨 2—长螺丝 3—金属面夹芯板屋面 4—边压块 5—中间压块

5.4.2 角驰型金属面夹芯板屋面的光伏组件安装可参照图 5.4.2 所示的形式，夹具应放置在与檩条连接的支架处。强风荷载地区应设置 5.4.1 所示的直接与下面次结构连接的螺栓与轨道连接。





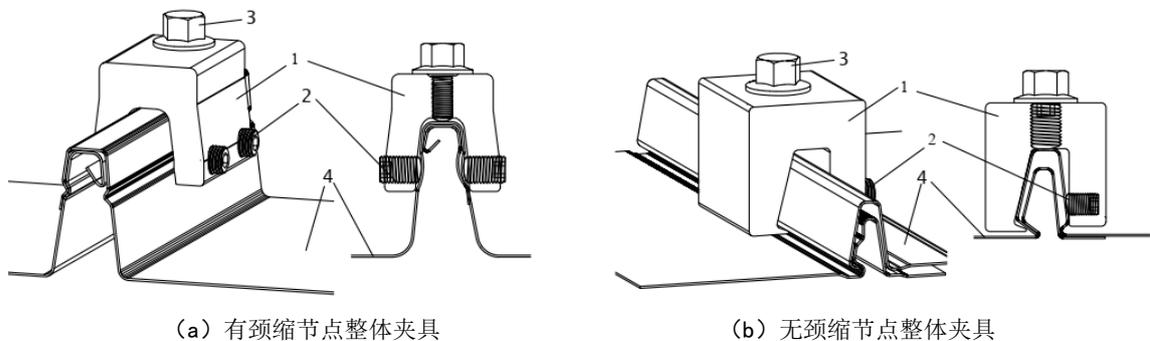
A-A 中间波峰光伏安装节点和边波峰锁边光伏安装节点

图5.4.2 角驰型金属面夹芯板压块安装节点

1—屋面 2—夹具 3—轨道 4—连接螺栓 5—固定压块螺栓 6—压块 7—光伏板

## 5.5 金属扣合板屋面光伏组件安装节点构造

5.5.1 金属扣合板屋面整体式夹具可选择如图5.5.1(a)(b)所示的两种形式，其上面光伏组件的安装可参照5.2.2和5.2.4的安装方法。



(a) 有颈缩节点整体夹具

(b) 无颈缩节点整体夹具

图5.5.1 扣合板屋面整体式夹具连接节点

1—夹具 2—螺丝柱 3—与上面光伏组件连接螺栓 4—金属屋面

5.5.2 在强风地区和雪荷载较大地区，整体式夹具单靠连接螺丝柱点接触会引起节点的破坏，宜采用图5.5.2(a)所示的组合式夹具，或者采用图5.5.2(b)所示的分离式夹具。其上面光伏组件的安装可参照5.3.2、5.3.3和5.3.4的安装方法。

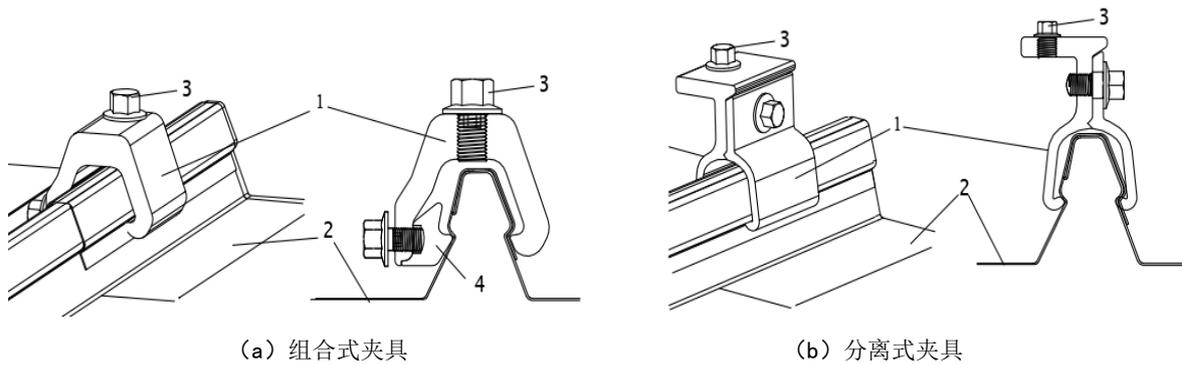


图5.5.2 扣合板屋面分离（组合）式夹具连接节点

1—夹具 2—金属屋面 3—与上面光伏组件连接螺栓 4—组合件

## 5.6 直立锁边金属屋面光伏组件安装节点构造

5.6.1 对于镀层钢板直立锁边金属屋面整体式夹具可选择如图5.6.1(a)(b)所示的两种形式，其上面光伏组件的安装可参照5.2.2和5.2.4的安装方法

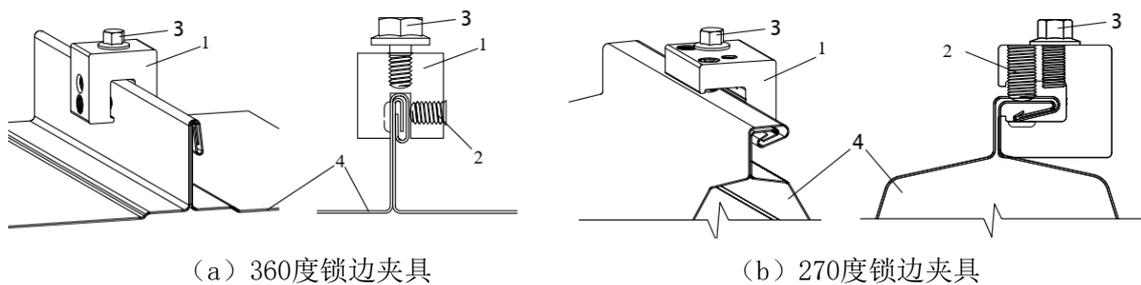
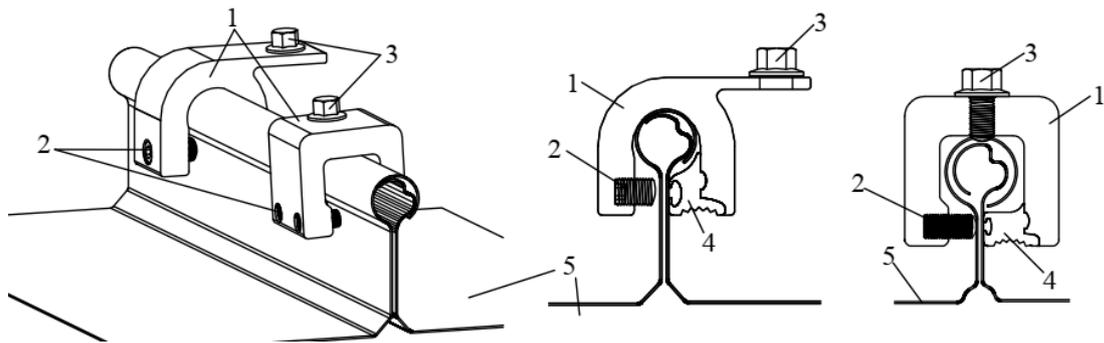


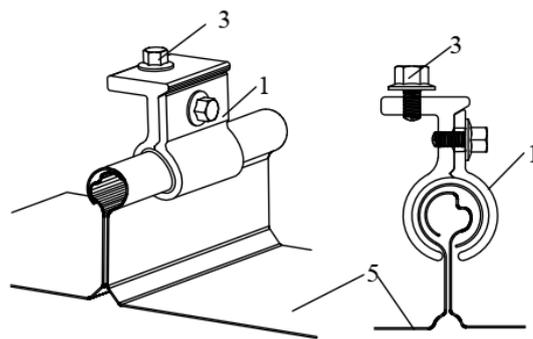
图5.6.1 镀层钢板直立锁边屋面连接节点

1—夹具 2—螺丝柱 3—与上面光伏组件连接螺栓 4—金属屋面

5.6.2 对铝镁锰板直立锁边金属屋面，宜采用图5.6.2(a)所示的组合式夹具，或者采用图5.6.2(b)所示的分离式夹具。其上面光伏组件的安装可参照5.3.2、5.3.3和5.3.4的安装方法。



(a) 组合式夹具



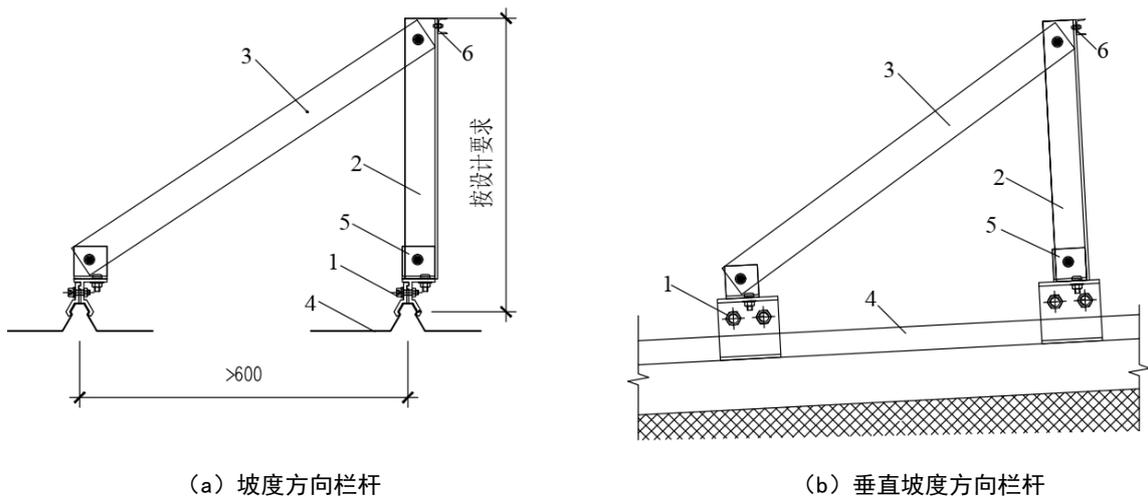
(b) 分离式夹具

图5.6.2 铝镁锰板直立锁边屋面连接节点

1—夹具 2—螺丝柱 3—与上面光伏组件连接螺栓 4—组合件 5—金属屋面

## 5.7 附属设施安装节点构造

5.7.1 施工及检修过程中设置的安全栏杆，沿坡度方向栏杆的设置可参照图5.7.1 (a) 所示，垂直于坡度方向栏杆的设置可参照图5.7.1 (b) 所示。栏杆的高度及栏杆之间的间距根据设计确定。



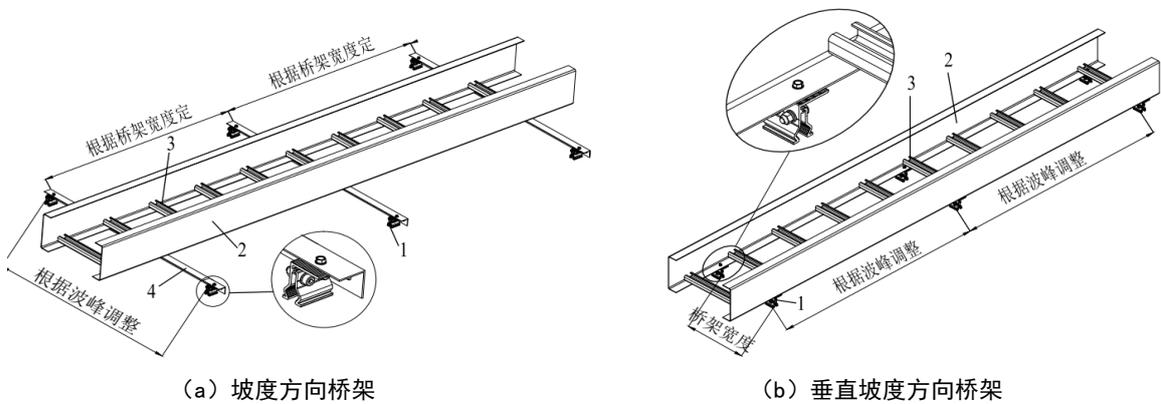
(a) 坡度方向栏杆

(b) 垂直坡度方向栏杆

图5.7.1 栏杆支架结构安装连接节点

1—夹具 2—立柱 3—斜撑 4—金属屋面 5—角钢连接件 6—扶手

5.7.2 金属屋面设置图5.7.2 (a) 所示的沿坡度方向的桥架, 及图5.7.2 (b) 所示的垂直与坡度方向的桥架, 组成桥架的主龙骨、次龙骨和横梁的构件类型按结构技术确定。



(a) 坡度方向桥架

(b) 垂直坡度方向桥架

图5.7.2 桥架安装连接节点

1—夹具 2—主龙骨 3—次龙骨 4—横梁

5.7.3 附属设备支架根据金属屋面的刚度、支架结构的高度及风荷载的大小等确定与屋面的连接形式。图5.7.3 (a) 所示的支架结构 (一) 直接连接在屋面夹具上, 图5.7.2 (b) 所示为

支架结构（一）的加强型，支架结构连接下面横梁上，横梁与屋面连接夹具的数量按计算确定。

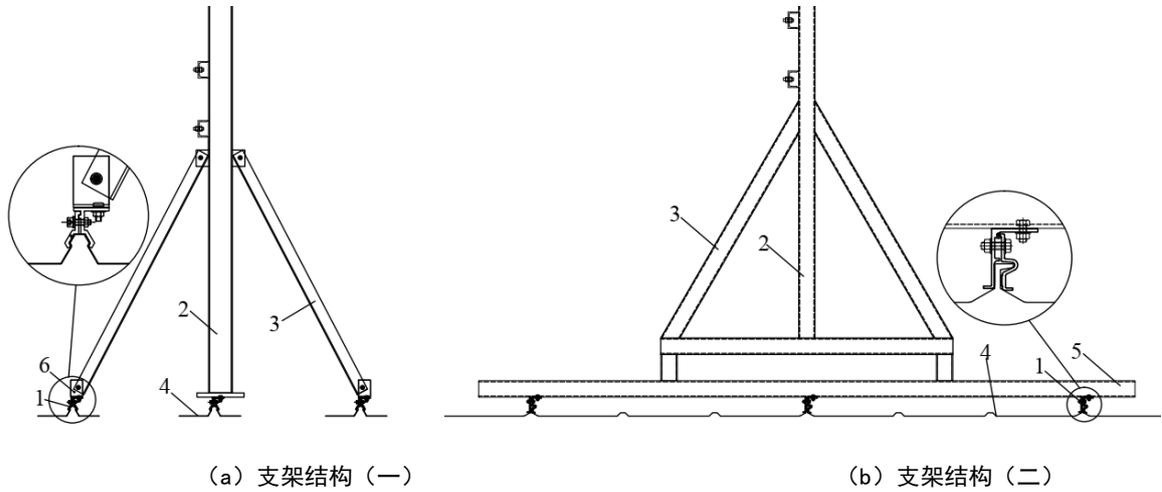


图5.7.3 附属设施支架结构安装连接节点

1—夹具 2—立柱 3—斜撑 4—金属屋面 5—横梁 6—角钢连接件

## 6 加工制作

### 6.1 一般规定

- 6.1.1 金属屋面光伏工程的各种支架构件和配件等应根据其造型和技术特征，分别采用焊接、冷弯、冲压（模）、拉伸、铸造、锻造等工艺方法制作，各配套的构件和配件材料宜尽量采用同一种金属材料。
- 6.1.2 光伏工程相关的钢支架构件及各种钢配件的材料及加工制作应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB50205 和《钢结构施工规范》GB 50755 的有关规定。
- 6.1.3 光伏工程相关的铝合金支架构件和配件的材料及加工制作应符合现行国家标准《铝合金结构工程施工质量验收规范》GB 50576 的有关规定。
- 6.1.4 光伏工程相关的不锈钢支架构件和配件的材料及加工制作可参考相关不锈钢结构工艺技术规范。

### 6.2 下料

- 6.2.1 材料放样下料应根据生产工艺预留加工余量，切割面或剪切面不应有裂纹、夹渣、分层、毛刺、褶皱及大于 0.5mm 的缺棱。
- 6.2.2 气割的允许偏差应符合表 6.2.2-1；机械剪切的允许偏差应符合表 6.2.2-2。

表 6.2.2-1 气割允许偏差 (mm)

项目	允许偏差
零件宽度、长度	+3.0, -3.0
切割面平面度	0.05t, 且不大于 2.0
割纹深度	0.3
局部缺口深度	1.0

表 6.2.2-2 机械剪切允许偏差 (mm)

项目	允许偏差
零件宽度、长度	+3.0, -3.0
断面垂直度	2.0
边缘缺	1.0

6.2.3 碳素结构钢材料的机械剪切时的环境温度不应低于-16℃，低合金结构钢材料的机械剪切时的环境温度不应低于-12℃。

6.2.4 不锈钢材料不应采用火焰切割方法，应采用水切割、等离子切割、激光切割及机械剪切方法。

### 6.3 成型和矫正

6.3.1 各种支架构件和配件的加工成型主要采用焊接、冷弯、冲压（模）等工艺方法，特殊形状的配件可采用锻造或铸造工艺，也可能用到机械切削加工工艺。

6.3.2 碳素结构钢材料的冷弯曲和冷矫正环境温度不应低于-16℃，低合金钢材料的冷弯曲和冷矫正环境温度不应低于-12℃。

- 6.3.3 碳素钢材料的焊接应按照《钢结构焊接规范》GB50661 的规定执行。
- 6.3.4 不锈钢材料的焊接应按照《不锈钢复合钢板焊接技术要求》GB/T 13148、《不锈钢焊接工艺标准》的有关规定执行。
- 6.3.5 铝合金材料的焊接应按照《铝及铝合金焊接技术规程》HG/T 20222 的有关规定执行。
- 6.3.6 支架构件和配件的矫正可选用热矫正或机械矫正方法，不锈钢材料不宜采用热矫正方法。
- 6.3.7 支架构件的允许偏差宜符合表 6.3.2，配件的成型允许偏差原则上不宜超过  $\pm 1.0\text{mm}$ 。其中，与屋面板紧固的夹具应与实际工程所采用的屋面压型钢板样品进行试拼装，其贴合面应无明显间隙，夹具与屋面板垂直线的偏差角度  $\theta$  不宜大于  $1.0^\circ$ ，见图 6.3.1 夹具示意图。

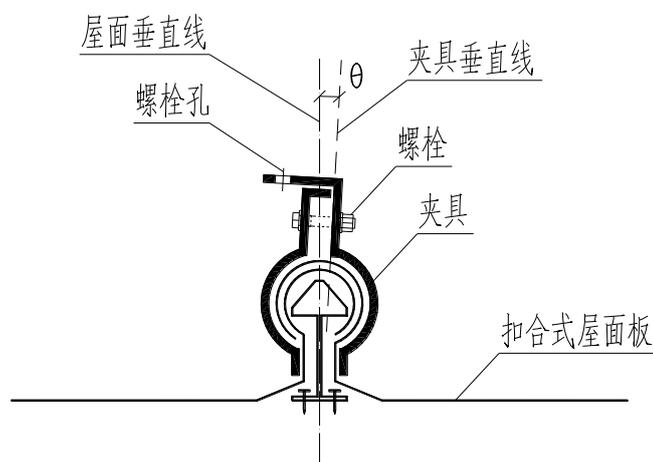


图 6.3.7 夹具偏差角度

表6.3.7 支架构件允许偏差

项目名称	符号	允许偏差	图例
构件尺寸	L	±3.0mm	
	h	±2.0mm	
	b	±1.5mm	
	a	±1.0mm	
定形角度	$\theta_1$	±3.0°	
	$\theta_2$	±3.0°	
螺栓孔群距	d	±3.0mm (±5.0mm)	
螺栓孔边距	$d_1$	±3.0mm (±3.0mm)	
螺栓孔间距	$d_2$	±1.0mm (±2.0mm)	
螺栓孔与中线距	$d_3$	±1.0mm (±2.0mm)	
构件弯曲度	c	≤1/500	
板厚度	t	按所用板材现行标准规范执行	

注：表中孔位允许偏差数据适用于圆孔，括号内数值对应槽型孔，建议优先考虑使用槽型孔。

6.3.8 支架构件和配件边缘加工的允许偏差应符合表 6.3.8。

表 6.3.8 边缘工的允许偏差

项目名称	允许偏差
零件宽度、长度	±1.0mm
加工边直线度	L/3000，且不大于 2.0mm
加工面垂直度	0.025t，且不大于 0.5mm
加工面表面粗糙度	Ra ≤ 50μm

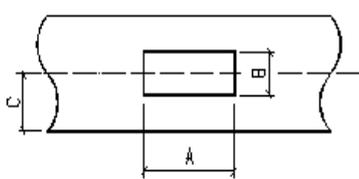
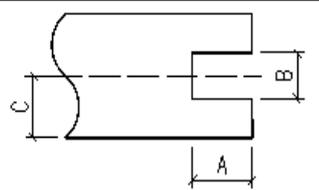
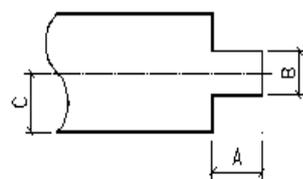
注：L 为加工边长度；t 为加工面的厚度

6.3.9 支架钢构件和配件大批量制作前，应通过三个组件组装检验合格后，再进行批量加工制作。

## 6.4 制孔、槽、豁、榫

- 6.4.1 支架构件和配件的螺栓孔可采用钻孔或冲孔制作方式，如采用冲孔方式，钢材的冲孔环境温度不得低于 $-16^{\circ}\text{C}$ 。
- 6.4.2 支架构件和配件的螺栓制孔精度、孔壁表面粗糙度、螺栓孔距和孔径等允许偏差应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的有关规定，宜采用槽型孔，槽型孔的孔径和孔距允许偏差可比圆形孔放宽 1.0mm，光伏支架及配件产品有专门要求的，应执行光伏产品供应商提出的技术条件或供货合同协议。
- 6.4.3 槽口、豁口、榫头等可采取冲压（模）、铸造或机械切削等加工方法制作，其成型表面应平整光滑，不应有毛刺和明显的凹痕、缺棱等，允许偏差应符合表 6.4.3 的规定。

表6.4.3 槽口、豁口榫头、榫头的允许偏差（mm）

项目	允许偏差		图例
槽口	A、B	0~0.5	
	C	$\pm 0.5$	
豁口	A、B	0~0.5	
	C	$\pm 0.5$	
榫头	A、B	-0.5~0	
	C	$\pm 0.5$	

## 6.5 防腐

6.5.1 除不锈钢材料外，支架构件和配件应根据其使用条件和所处环境，按照环境侵蚀程度分类选择相应的表面处理方法和防腐措施，侵蚀程度分类可参见表6.5.1。

表 6.5.1 外界环境对屋面的侵蚀作用分类可

地区	相对湿度 (%)	侵蚀分类
农村、一般城市的商业区及住宅	干燥, <60	弱侵蚀性
	普通, ≥60	中等侵蚀性
工业区、沿海地区	干燥, <60	中等侵蚀性
	普通, ≥60	

6.5.2 支架构件和配件进行防腐处理前，材料表面应去除焊渣、焊疤、灰尘、油污、水和毛刺等。

6.5.3 钢材料的支架构件和配件应根据具体情况选用下列相适应的防腐措施：

1 金属保护镀层：宜优先采用热浸镀锌法、热镀铝锌法、锌铝镁镀层法及静电粉末喷涂法。

2 油漆防腐涂料：

1) 无侵蚀性或弱侵蚀性条件下，可采用油性漆、酚醛漆或醇酸漆等；

2) 中等侵蚀性条件下，宜采用环氧漆、环氧脂漆、过氧乙烯漆、氯化橡胶漆或氯醋漆等；

3) 防腐涂料的底漆和面漆应相互配套，具有相容性。

3 复合保护：

1) 用镀锌钢板制作的构件，涂装前应进行除油、磷化、钝化处理（或除油后涂磷化底漆）；

2) 表面合金化镀锌钢板、镀铝锌钢板的表面不宜涂红丹防锈漆，宜涂 H06-2 锌黄环氧脂底漆或其他专用涂料进行防护。

6.5.4 钢支架构件和配件采用防腐涂料时，应按设计要求进行表面处理，机械除锈方法和除锈等级应符合表 6.5.4 的规定。当采用化学除锈方法时，应选用具备除锈、磷化、钝化两个以上功能的处理液，其质量应符合现行国家标准《多功能钢铁表面处理液通用技术条件》GB/T12612 的规定。

表 6.5.4 各种底漆或防锈漆要求最低的除锈等级

涂料品种	除锈等
油性酚醛、醇酸等底漆或防锈漆	St3
高氯化聚乙烯、氯化橡胶、率黄化聚乙烯、环氧树脂、聚氨酯等	Sa2
无机富锌、有机硅、过氯乙烯等	Sa2.5

6.5.5 采用的涂装材料，应具有出厂质量证明书，并应符合设计要求，涂覆方法可采用手刷或机械喷涂。涂装总厚度不宜小于 150 μm。

6.5.6 涂装时的环境温度和相对湿度应符合涂料产品说明书的要求，当产品说明书无要求时，环境温度宜在 5~38°C 之间，相对湿度不应大于 85%，结构表面有结露时不得涂装，涂装后 4 小时内不得搬运，不得淋雨。

6.5.7 涂装质量应均匀、细致，无明显色差，无流挂、失光、起皱、针孔、气饱、裂纹、脱落、脏物粘附、漏涂等，必须附着良

好。漆膜干透后，应用干膜测厚仪测出干膜厚度，不符合厚度要求的应补涂。

6.5.8 光伏支架钢构件和配件的双面热浸镀锌层密度应不小于 180g/m<sup>2</sup>，对于处于恶劣环境的建筑，双面热浸镀锌层密度应不小于 275g/m<sup>2</sup>。也可采用防护效果不低于以上要求的铝锌合金镀层或其它金属镀层防腐。

6.5.9 钢支架构件配套使用的自攻螺钉等紧固件宜采用镀锌工艺防腐，镀锌层厚度为 10μm。

6.5.10 铝合金材料的支架构件和配件宜采用阳极氧化、电泳涂漆、粉末喷涂、氟碳漆喷涂进行防腐处理：

1 铝合金型材的基材应符合现行国家标准《铝合金建筑型材 第 1 部分：基材》GB 5237.1 的有关规定。

2 阳极氧化材料应符合现行国家标准《铝合金建筑型材 第 2 部分：阳极氧化型材》GB 5237.2 的有关规定。

3 电泳涂漆材料应符合现行国家标准《铝合金建筑型材 第 3 部分：电泳涂漆型材》GB 5237.3 的有关规定。

4 粉末喷涂材料应符合现行国家标准《铝合金建筑型材 第 4 部分：喷粉型材》GB 5237.4 的有关规定。

5 氟碳漆喷涂材料应符合现行国家标准《铝合金建筑型材 第 5 部分：喷漆型材》GB 5237.5 的有关规定。

所有经防腐涂装处理后的铝合金材料表面应平整均匀，不应有皱纹、裂纹、气泡、流痕、夹杂物、发粘和漆膜脱落等缺陷，可允

许有轻微的桔皮现象，其允许程度应在防腐处理前由供需双方以实物标样的方式确认。

6.5.11 当铝合金材料与不锈钢以外的其他金属材料或含酸性、碱性的非金属材料接触紧固时，应采用隔离材料，不得直接接触。

## 6.6 运输与贮存

6.6.1 支架构件的装车运输应捆扎整齐并有防止涂、镀层损伤的措施，配件与紧固件等应装箱运输不得散装运输。

6.6.2 光伏工程材料的运输及贮存应符合下列规定：

1 检验合格的支架构件材料应按品种、规格、批号分类堆放，材料堆放应有标识，并应有防雨水、防变形、防污染等保护措施；

2 配件和紧固件等材料应按照装箱分类要求堆放于室内，不得露天堆放。

3 在吊、运过程中应做好光伏组件的防倾覆、防震和防护面受损等安全措施，必要时可将易损元件拆下单独包装运输。

# 7 安装施工

## 7.1 一般规定

7.1.1 光伏组件屋面系统施工前应完成深化设计，并应经施工图设计单位确认。

7.1.2 光伏组件屋面系统工程施工所用的材料应符合设计文件和本规程第3章的基本规定。

7.1.3 光伏组件屋面系统施工前，应有经审批的施工组织设计及其配套的专项施工方案和安全方案，并进行现场技术和安全交底，应包括下列内容：

1 工程概况、组织机构、责任和权利、施工进度计划和施工程序安排；

2 材料质量标准及技术要求；

3 与主体结构施工、设备安装、装饰装修的协调配合方案；

4 搬运、吊装方法、测量方法及注意事项；

5 试验样品设计、制作要求和物理性能检验要求；

6 安装顺序、安装方法及允许偏差要求，关键部位、重点难点部位施工要求，嵌缝收口要求；

7 构件、组件和成品的现场保护方法；

8 质量要求及检查验收计划和安全措施及劳动保护计划；

9 相关各方交叉配合方案。

7.1.4 材料或构件在运输、贮存过程中应做好保护措施，防止发生变形、破损和污染。

7.1.5 光伏组件屋面施工应按下列规定进行质量过程控制：

1 原材料及成品进行进场验收，凡涉及安全、功能的原材料及半成品，应按相关规定见证取样、送样进行复验。

2 各工序按施工工艺应进行质量控制，实行工序检验；

3 相关各专业工种之间应进行交接检验；

4 隐蔽工程在封闭前应进行质量验收。

**7.1.6** 光伏组件屋面系统工程的施工测量放线应在风力不大于 4 级时进行，并应符合下列规定：

1 分格轴线的测量应与主体结构测量相配合，及时调整、分配、消化测量偏差，不得积累；放线时应进行多次校正；

2 应定期对安装定位基准进行校核。

**7.1.7** 安装过程中，应及时对光伏组件屋面系统半成品、成品进行保护；在构件存放、搬运、吊装时不得碰撞、损坏和污染构件。

## **7.2 施工安全**

**7.2.1** 金属屋面光伏支架组件施工前，必须按经审批的施工安全方案检查落实各项安全保障措施，并应符合下列规定：

1 当光伏系统安装位置上空有架空电线时，应采取保护和隔离措施；

2 施工人员应戴安全帽、穿防护鞋、高空作业应系安全带、穿防滑鞋，并服从指挥员的统一指挥；

3 屋面周边和屋面预留孔洞部位应设置水平安全网和安全护栏或其他防止坠落的防护措施；

4 雨天、雪天和五级大风时，严禁施工；

5 光伏系统的产品和部件在存放、搬运和吊装等过程中不得碰撞受损；吊装光伏组件时，光伏组件底部应衬垫木，背面不得受到碰撞和重压；

6 光伏组件在安装时，表面应铺遮光板遮挡阳光，防止电击危险；

7 连接完成或部分完成的光伏系统，遇有光伏组件破裂的情况应及时采取限制接近的措施，并应由专业人员处置；

8 不得局部遮挡光伏组件，避免产生热斑效应；

9 在坡度大于  $10^{\circ}$  的坡屋面上安装施工，应采取专用踏脚板等安全措施；

10 光伏组件屋面的安装应由专业队伍施工，特种人员应持证上岗。

7.2.2 起吊前应对作业区域进行隔离，并拉起警戒线，禁止车辆、非施工人员进入吊装区内。

7.2.3 起重机吊装时的作业场地地面必须坚实平整，不得下陷，整机保持水平。

7.2.4 吊装过程应设有专人指挥，起重指挥不能兼作其他工种，并确保起重信号清晰准确。

- 7.2.5 在吊、运过程中应做好光伏组件、逆变器、配电柜等关键设备的防倾覆、防震和防护面受损等安全措施，有特殊要求的产品，应符合产品设计文件要求。
- 7.2.6 单次吊装重量不应超过理论起吊荷载的 30%，吊装货物不应集中堆放。
- 7.2.7 施工人员密度不应超过 2 人/m<sup>2</sup>。
- 7.2.8 操作人员必须系好安全带并扣好保险钩，屋面坡度大于 30° 时，应有施工防滑措施。

### 7.3 深化设计

- 7.3.1 光伏组件屋面系统深化设计应根据设计图纸、技术文件及国家现行有关标准进行，深化设计应包括设计说明、计算书、设计图纸及其他技术文件。
- 7.3.2 深化设计应包含下列内容：
- 1 支承结构构件尺寸、与主体结构的连接细部构造；
  - 2 排板设计：板型、排板图、定位及材料规格。

### 7.4 施工准备

- 7.4.1 施工前应根据设计图纸确定施工范围，项目部跟施工队到现场确认施工范围确定施工方案。
- 7.4.2 技术准备按下列要求执行：
- 1 项目部技术人员跟设计部门核对施工图纸，并对施工作业人员进行安装施工技术交底；项目部要熟悉、会审图纸，充分了解设

计文件和施工图纸的主要设计意图，明确工程所采用的设备和材料，明确图纸所提出的施工要求，以便及早采取措施，确保施工顺利进行；

2 施工项目部应熟悉与工程有关的其他技术资料，如施工合同、施工及验收规范、技术规范、质量检验评定等强制性条文；

3 项目经理编制施工组织设计并针对有特殊要求的分项工程编制专项施工方案，根据光伏工程设计文件和施工图纸的要求，结合施工现场的客观条件、设备器材的供应和施工人员数量等情况安排施工进度计划和编制施工组织计划，做到合理有序的进行施工，安装施工计划必须详细、具体、严密和有序，便于监督实施和科学管理。

**7.4.3** 施工现场应具备切割机、电钻、各种型号扳手和测量放线等施工工具。

## **7.5 进场检验**

**7.5.1** 支架进场按下列项目进行检验：

- 1 支架表面不得有裂纹、结疤、折叠、麻纹、气泡和夹杂；
- 2 支架端边或断口处不得有分层、夹渣等缺陷；
- 3 镀锌层应符合检验单规定的标准。

**7.5.2** 夹具进场按下列项目进行检验：

- 1 夹具表面不得有裂纹、结疤、折叠、麻纹、气泡和夹杂；

2 夹具表面的锈蚀、麻点、划伤、压痕等，深度不得大于该钢材厚度负允许偏差值得二分之一；

3 夹具端边或断口处不得有分层、夹渣等缺陷。

#### 7.5.3 压块进场按下列项目进行检验：

1 夹具表面不得有裂纹、结疤、折叠、麻纹、气泡和夹杂；

2 夹具表面的锈蚀、麻点、划伤、压痕等，深度不得大于该钢材厚度负允许偏差值得二分之一；

3 夹具端边或断口处不得有分层、夹渣等缺陷。

#### 7.5.4 连接板进场按下列项目进行检验：

1 连接板表面不得有裂纹、结疤、折叠、麻纹、气泡和夹杂；

2 连接板端边或断口处不得有分层、夹渣等缺陷。

#### 7.5.5 导轨进场按下列项目进行检验：

1 导轨表面不得有裂纹、结疤、折叠、麻纹、气泡和夹杂；

2 导轨尺寸误差不得超过允许误差值；

3 导轨端边或断口处不得有分层、夹渣等缺陷。

#### 7.5.6 进场设备及材料附件检查的内容：

1 清单（如名称、产地、规格、数量等）、样品；

2 生产许可证、出厂合格证、质保书；

3 检测报告、复试报告；

4 其他有关文件：检查结果如实填写在光伏电站项目材料、构配件进场使用检验单。

## 7.6 底部结构施工

7.7.1 当涉及既有屋面拆除时，应符合下列规定：

- 1 原屋面翻修改造工程，应经设计单位复核后方可进行；
- 2 屋面拆除应与安装同步进行；
- 3 拆除的屋面材料应按要求及时运至指定地点；
- 4 屋面拆除后应对屋面保温层、防水层进行修复。

7.7.3 支承结构件的连接，采用焊接连接时，应符合设计要求和现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661的有关规定，焊接材料型号应与焊件材质相匹配；采用螺栓连接时，应符合《钢结构工程施工规范》GB 50755的有关规定。

7.7.4 吊装到屋面材料时，应放置在主梁的位置，然后应马上分散各组件，不能集中堆放，在搬运组件过程中要轻拿轻放并平放在屋面或支架上面。

## 7.7 建筑光伏组件安装

7.7.1 光伏组件的安装应符合下列规定：

1 光伏组件的安装应在主体结构和对应工程量的支承金属构件验收合格后进行；

- 2 光伏组件应按预定的安装顺序安装；
- 3 相邻光伏组件边缘高差应为  $\pm 2$  mm；
- 4 散热间隙不得被杂物堵塞；
- 5 组件在施工过程中及安装完毕后均不得踩踏。

7.7.2 光伏组件的安装偏差应符合表 7.7.2 的规定。

表 7.7.2 光伏组件安装允许偏差 (mm)

项目	允许偏差	
倾斜角度偏差	$\leq 1^\circ$	
组件边缘高差	相邻组件间	$\leq \pm 2$
	东西向全长 (相同标高)	$\leq 10$
组件平整度	相邻组件间	$\leq \pm 2$
	东西向全长 (相同轴线及标高)	$\leq 5$
檐口与屋脊的平行度	允许偏差	$\leq 12$
光伏组件对屋脊的垂直度	单坡或半坡长度的 $1/800$ , 且 $\leq 25$	
光伏组件铺装的有关尺寸	符合设计要求	

## 8 工程验收

8.0.1 金属屋面光伏安装工程应按子分部工程竣工验收；其中光伏组件发电系统及相关管线的安装验收应另行作为专项电气工程进行验收，不含在本标准之内。

8.0.2 金属屋面光伏安装工程有关安全及功能的检验和见证检测项目应按表 8.0.2 规定。

表 8.0.2 光伏安装工程安全及功能的检验和见证检测项目

项次	项目		基本要求	检验方法及要求
1	见证 取样 送样 检验 按	支架及夹具材料复验	1. 由监理工程师或业主方代表见证取样送样；  2. 由满足相应要求的检测机构进行检测并出具检测报告。	见第 6.1.2 条、第 6.1.3 条、第 6.1.4 条
		焊材复验		按照 GB50205 第 4.6.1 条规定
		螺栓等紧固件		见 GB50205 第 6.2.1 条、产品质量合格文件、产品标志、检验报告。
		屋面光伏工程抗风揭试验		按照 GB50205 的附录 C
2	现场 见证 检测	焊缝外观质量	1 由监理工程师或业主方代表指定抽样样本，现场见证检查；  2 由施工单位质检人员或由其委托的的检	见第 6.3.3 条、第 6.3.4 条、第 6.3.5 条
		焊缝尺寸		见第 6.3.3 条、第 6.3.4 条、第 6.3.5 条
		构件表面处理		见第 6.3.3 条、第 6.3.4 条、第 6.3.5 条
		镀层或涂层附着力		见 GB50205 第 13.2.3 条、第 12.2.4 条

		镀层或涂层厚度	测机构进行检测。	见 GB50205 第 13, 2.4, 条、第 13.2.5 条
	安装检查	夹具与屋面的垂直度偏差		$\leq 1.0$
		夹具的紧固度		用小锤敲击无松动感, 检查总数的 1%且不少于 10 个。
	屋面排水障碍检查			全数观察检查, 光伏工程外表面不得有可形成积水的构筑物, 屋面压型钢板波峰面以下空间不得有障碍物阻挡屋面正常排水。

注: \*对于有较大堆积雪区域的金属屋面光伏安装工程, 尚需进行重力荷载作用下光伏支架夹具处的屋面板局部承压抗屈曲性能检测, 要求屋面板不得出现局部屈曲。

**8.0.3** 金属屋面光伏安装工程的抗风揭试验检测与主体结构金属屋面压型钢板体系的抗风揭试验检测无关联性, 二者不得相互替代。对于有较大堆积雪区域的金属屋面光伏安装工程, 应对重力荷载作用下光伏支架夹具处的屋面板局部承压抗屈曲性能检测。

**8.0.4** 金属屋面光伏安装工程有关观感质量检验应按表 8.0.4 规定。

表 8.0.4 光伏安装工程观感质量检验项目

项次	项目	抽查数量	检查方法及要求	备注
1	防腐涂层表面	随机抽查 3 个轴线支架构件	涂层表面应均匀，无明显皱皮、流坠、针眼和汽包；金属镀层不应有气孔、母材裸露斑点、裂纹等。	
2	光伏板表面	随机抽查 3 个轴线间光伏板表面	光伏板安装应平整、顺直，板面不应有施工残留物和污物。	

8.0.5 金属屋面光伏安装工程合格标准应符合下列规定：

- 1 质量控制资料 and 文件应完整；
- 2 有关安全及功能的检验和见证检测结果应满足本标准相应合格质量标准的要求；
- 3 有关观感质量应满足本标准相应合格质量标准的要求。

8.0.6 金属屋面光伏安装工程竣工验收时，应提供下列文件和记录：

- 1 金属屋面光伏安装工程竣工图纸及相关设计文件；
- 2 施工现场质量管理检查记录；
- 3 有关安全及功能的检验和见证检测项目记录；
- 4 有关观感质量检验项目记录；
- 5 原材料、成品质量合格证明文件，中文产品标志及性能检测报告；
- 6 不合格项的处理记录及验收记录；
- 7 重大质量、技术问题实施方案及验收记录；
- 8 其它有关文件和记录。

**8.0.7** 金属屋面光伏安装工程质量验收记录应符合下列规定：

1 施工现场质量管理检查记录可按照现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300 的规定实施；

2 质量验收记录可按照本标准表 B.0.1 ~ 表 B.0.5 规定实施。

**8.0.8** 金属屋面光伏安装工程计量应以施工详图及设计变更等文件为依据，应遵照合同文件的规定执行，当合同文件没有明确规定时，可按照《钢结构工程施工质量验收标准》GB50205 附录 J 的规定执行。

## 9 运行维护

### 9.1 一般规定

- 9.1.1 本章的规定仅限于与光伏工程安装相关部分的运行维护，有关光伏组件电气系统的运行维护另行按电气工程的技术标准执行，不含在本标准之内。
- 9.1.2 当进行光伏安装工程的运行维护操作涉及到光伏组件电气系统时，应报告电气工程专业人员，由电气工程专业技术人员配合处理，不得跨越专业分工擅自施工操作，应保证整个系统的安全。
- 9.1.3 光伏安装工程相关部分的运行维护主要包括以下内容：
- 1 检查并维护光伏工程的夹具与金属屋面板的连接不得有松动、变形或损坏；
  - 2 检查并维护光伏工程的各支架及其连接不得有松动或损坏；
  - 3 检查并维护光伏支架系统不得有明显的腐蚀、锈斑、变形或损伤；
  - 4 检查并维护光伏板的外表面上不得有其它的构筑物、废弃物、明显的落叶、鸟粪、污迹等；
  - 5 检查并维护光伏工程区域内的金属屋面板波峰以下空间不得有阻碍雨水排放的各种废弃物或灰尘堆积；
  - 6 检查并维护光伏板的外表面上不得有过量的灰尘。

## 9.2 检查和维护

- 9.2.1 应按照光伏产品厂家的产品使用手册的规定进行定期检查和  
维护，当产品使用手册无相应规定时，光伏安装工程的定期  
检查维护时间间隔不应超过 6 个月，当光伏工程处于较严重  
的环境污染区域时，其定期检查维护时间间隔应适当缩短。
- 9.2.2 当出现特大暴风或暴雪过后，应就 9.1.3 条所列的第 1 款和  
第 2 款事项进行专项检查和维护。
- 9.2.3 当出现特大沙尘暴过后，应就 9.1.3 条所列的第 4 款和第 6  
款事项进行专项检查和维护。
- 9.2.4 在进行检查和维修前应做好以下准备：
- 1 制定有安全保障措施，根据安全措施提供配套的安全防护用  
品：防滑绝缘胶鞋、塑胶手套、安全绳、安全带、安全帽等；
  - 2 与施工方法配套的工具：高压水枪、中性洗涤剂（PH=6.0 ~  
8.0）、无纺拖布或海绵刮板、柔软的棉纱或纤维布料；
  - 3 检查用小锤或其它重力加载物等。
- 9.2.5 光伏安装工程的检查与维修应选择阴天或早晨和傍晚进行。
- 9.2.6 检查和维护人员上屋面应穿戴防滑绝缘胶鞋、塑胶手套，当  
屋面坡度大于 1:5 时，必须安装安全线，工作人员应戴好安  
全帽并绑好安全带，将安全带扣挂在安全线上；工作时应沿  
屋面的检查马道或屋面板行走，严禁脚踏光伏组件、导轨支  
架、电缆支架及电缆线等设施。
- 9.2.7 用小锤敲击光伏工程安装的夹具和支架构件的连接螺栓，根  
据手握小锤敲击时的感觉和声音判断夹具和螺栓是否有松

动；可按 10%的数量检查，一旦发现有问题的则全数检查。根据检查出的情况采取更换紧固件或重新紧固的办法，施工人员不得触摸金属带电部位，当必须触碰带电金属部位需报告电气专业工程师由其提供技术配合。

**9.2.8** 全数检查光伏支架系统不得有明显的腐蚀、锈斑、变形或损伤，针对腐蚀、锈斑可进行局部补漆方法，补漆前应采用砂纸打磨暴露基材，应采用品质优良的油漆，按二底二面涂刷，总漆膜厚度不小于 160  $\mu\text{m}$ 。对于严重腐蚀、锈斑、变形或损伤的，应更换新的相同构件、配件和紧固件，不得任意更换不相同构件、配件和紧固件，如更换不相同构件、配件和紧固件必须经原设计单位同意方可。

**9.2.9** 屋面光伏组件的清洁有三种方法：

1 当处于缺水的山区且灰尘覆盖不严重时，可采用无纺拖布对光伏组件表面及支架等进行擦拭，分粗擦和细擦二步进行。

2 当光伏板表面无严重的灰尘覆盖，也无明显的鸟粪、污绩等，可采用高压水枪对光伏组件表面进行冲洗即可。

3 当光伏板表面有严重的灰尘覆盖，应采用以下三个步骤进行冲洗：

1) 首先用高压水枪对光伏组件表面浮灰进行冲洗；

2) 添加必要的中性洗涤剂（PH=6.0~8.0），用无纺拖布或海绵刮板对光伏组件表面擦洗；

3) 最后用高压水枪对光伏组件表面的擦洗污垢进行冲洗。

采用高压水枪冲洗时不得将水喷射到电缆接线盒及其它电气管线的连接处。

**9.2.10**对经过检查并维护的屋面光伏工程做好记录，作为下一次检查和维护的时间间隔依据。

**9.2.11**对超出设计使用年限或遭遇地震、火灾等灾害后的光伏工程，应进行专项的技术评估、检测鉴定及维修。

## 附录 A 不锈钢连接计算

A. 0.1 不锈钢普通螺栓连接承载力应按下列规定计算:

1 不锈钢普通螺栓的杆轴方向受拉连接中,应采取相应构造措施(设置加劲肋等)保证刚度,消除撬力的影响,其承载力应按下列公式计算:

$$N_t \leq N_t^b \quad (\text{A. 0. 1-1})$$

$$N_t^b = \frac{\pi d_e^2}{4} f_t^b \quad (\text{A. 0. 1-2})$$

2 不锈钢普通螺栓的受剪连接中,承载力应按下列公式计算:

$$N_v \leq \min(N_v^b, N_c^b) \quad (\text{A. 0. 1-3})$$

$$\text{螺纹处受剪: } N_v^b = 0.86k_d n_v \frac{\pi d_e^2}{4} f_v^b \quad (\text{A. 0. 1-4})$$

$$\text{非螺纹处受剪: } N_v^b = k_d n_v \frac{\pi d^2}{4} f_v^b \quad (\text{A. 0. 1-5})$$

$$\text{螺纹处承压: } N_c^b = d_e \Sigma t f_c^b \quad (\text{A. 0. 1-6})$$

$$\text{非螺纹处承压: } N_c^b = d \Sigma t f_c^b \quad (\text{A. 0. 1-7})$$

当采用非全螺纹螺栓时,螺栓抗剪面不宜位于螺纹处。

在节点处或拼接接头的一端,当螺栓沿受力方向的连接长度  $l > 15d_0$  时,螺栓的承载力应乘以按下式计算的折减系数:

$$\beta_L = \begin{cases} 1.1 - \frac{l}{15d_0} & \text{且 } 15d_0 < l \leq 30d_0 \\ 1.2 - \frac{l}{100d_0} & \text{且 } 30d_0 < l \leq 60d_0 \\ 0.6 & l > 60d_0 \end{cases} \quad (\text{A. 0. 1-8})$$

3 同时承受剪力和杆轴方向拉力的不锈钢普通螺栓连接承载力应符合下列公式要求:

$$\sqrt{\left(\frac{N_v}{N_v^b}\right)^2 + \left(\frac{N_t}{N_t^b}\right)^2} \leq 1 \quad (\text{A. 0. 1-9})$$

$$\text{且 } N_v \leq N_c^b \quad (\text{A. 0. 1-10})$$

式中:  $N_t$ 、 $N_v$  ——单个不锈钢螺栓所承受的拉力和剪力设计值;  
 $N_t^b$ 、 $N_v^b$ 、 $N_c^b$  ——单个不锈钢螺栓的抗拉、抗剪、承压承载力设计值;

$f_t^b$ 、 $f_v^b$ 、 $f_c^b$  ——不锈钢螺栓的抗拉、抗剪、承压强度设计值;

$d$ 、 $d_e$  ——螺栓孔公称直径、有效直径;

$d_0$  ——螺栓孔直径;

$k_d$  ——直径影响系数,  $d < 12\text{mm}$  时,  $k_d=0.9$ ;  $d \geq 12\text{mm}$  时,

$k_d=1.0$ ;

$n_v$  ——螺栓杆受剪面数目;

$\beta_L$  ——长连接螺栓强度折减系数;

$\Sigma t$  ——同一受力方向的承压构件总厚度的较小值。

**A. 0. 2** 不锈钢螺钉连接承载力应按下列规定计算:

1 不锈钢螺钉的杆轴方向受拉的连接中, 承载力应按下列公式计算:

$$N_t \leq \min(N_t^s, N_p^s) \quad (\text{A. 0. 2-1})$$

$$N_t^s = \frac{\pi d_e^2}{4} f_t^b \quad (\text{A. 0. 2-2})$$

$$N_p^s = k_F \eta d_w t (\zeta f) \quad (\text{A. 0. 2-3})$$

不锈钢螺钉在基材中的钻入深度应大于 0.9mm，且承载力应满足下式要求：

$$N_t \leq 0.45 d t_{\text{sup}} f \quad (\text{A. 0. 2-4})$$

式中：  $N_t$  —— 单个不锈钢螺钉承受的拉力设计值；

$N_t^s$ 、  $N_p^s$  —— 单个不锈钢螺钉的受拉、抗撕裂承载力设计值；

$k_F$  —— 荷载影响系数，静荷载时取 1.0，含有风荷载的组合荷载时取 0.2；

$d_w$  —— 垫圈的直径（有垫圈时）或螺钉头的直径；

$d_e$  —— 螺钉的螺纹处的有效直径；

$t$  —— 较薄板（钉头接触侧的钢板）的厚度；

$d$  —— 螺钉的公称直径；

$t_{\text{sup}}$  —— 螺钉钉杆的圆柱状螺纹部分钻入基材中的深度；

$f$  —— 被连接不锈钢板的抗拉强度设计值；

$f_t^b$  —— 不锈钢螺钉的抗拉强度设计值；

$\zeta$  —— 材料的影响系数，奥氏体不锈钢取 1.0，双相型不锈钢取 0.85。

2 不锈钢螺钉的受剪连接中，承载力应按下列公式计算：

$$N_v \leq \min(N_v^s, N_c^s) \quad (\text{A. 0. 2-5})$$

$$N_v^s = k_d n_v \frac{\pi d_e^2}{4} f_v^b \quad (\text{A. 0. 2-6})$$

$$N_c^s = \alpha t d f_c^b \quad (\text{A. 0. 2-7})$$

当  $t_2 = t_1$  时:  $\alpha = 3.2\sqrt{t/d}$  且  $\alpha \leq 2.1$ ;

当  $t_2 \geq 2.5t_1$  时:  $\alpha = 2.1$ ;

当  $t_1 < t_2 < 2.5t_1$  时:  $\alpha$  通过线性插值确定。

当不锈钢螺钉用于钢板端部与支承构件的连接时, 其抗剪承载力设计值应乘以折减系数 0.8。当采用多个螺钉连接且沿受力方向的连接长度  $l \geq 45d$  时, 承载力设计值应乘以折减系数  $\beta_L$ ,  $\beta_L$  应按下式计算;

$$\beta_L = 1.5 - \frac{l}{90d} \quad (\text{A. 0. 2-8})$$

式中:  $N_v$  ——单个不锈钢螺钉所承受的剪力;

$N_v^s$ 、 $N_c^s$  ——单个不锈钢螺钉的抗剪、承压承载力设计值;

$d_e$  ——螺钉的有效直径;

$k_d$  ——直径影响系数,  $d < 12\text{mm}$  时,  $k_d = 0.9$ ;  $d \geq 12\text{mm}$  时,

$k_d = 1.0$ ;

$n_v$  ——螺钉的受剪面数目;

$f_v^b$ 、 $f_c^s$  ——不锈钢螺钉的抗剪、承压强度设计值;

$t_1$  ——靠近螺钉头的连接板厚度;

$t_2$  ——远离螺钉头的连接板厚度。

3 同时承受剪力和杆轴方向拉力作用的不锈钢螺钉连接的承载力, 应满足下式要求:

$$\sqrt{\left(\frac{N_v}{N_v^s}\right)^2 + \left(\frac{N_t}{N_t^s}\right)^2} \leq 1 \quad (\text{A. 0. 2-9})$$

式中:  $N_v$ 、 $N_t$  ——单个不锈钢螺钉所承受的剪力和拉力设计值;

$N_v^s$ 、 $N_c^s$  ——单个不锈钢螺钉受剪、受拉承载力设计值。

**A. 0. 3** 不锈钢抽芯铆钉不应用于受拉连接，抽芯铆钉的受剪连接中，承载力应按下列公式计算：

$$N_v \leq \min(N_v^r, N_c^r) \quad (\text{A. 0. 3-1})$$

$$N_v^r = \phi n_v [N_v^r] \quad (\text{A. 0. 3-2})$$

$$N_c^r = \alpha t d f_c^b \quad (\text{A. 0. 3-3})$$

$$N_c^r \leq 0.83 e_1 t f_c^b \quad (\text{A. 0. 3-4})$$

当  $t_2 = t_1$  时：  $\alpha = 3.2\sqrt{t/d}$  且  $\alpha \leq 2.1$ ；

当  $t_2 \geq 2.5t_1$  时：  $\alpha = 2.1$ ；

当  $t_1 < t_2 < 2.5t_1$  时：  $\alpha$  通过线性插值确定。

当不锈钢抽芯铆钉用于钢板端部与支承构件（如檩条）的连接时，其抗剪承载力设计值应乘以折减系数 0.8。当采用多个抽芯铆钉连接且沿受力方向的连接长度  $l \geq 45d$  时，承载力设计值应乘以折减系数  $\beta_L$ ， $\beta_L$  应按下列式计算；

$$\beta_L = 1.45 - \frac{l}{100d_0} \quad (\text{A. 0. 3-5})$$

式中：  $N_v$  ——单个不锈钢抽芯铆钉所承受的剪力设计值；

$N_v^r$ 、 $N_c^r$  ——单个不锈钢抽芯铆钉的抗剪、承压承载力设计值；

$n_v$  ——不锈钢抽芯铆钉的受剪面数目；

$\phi$  ——剪切面数目影响系数，单剪时取 1.0，双剪时取 0.8；

$[N_v^r]$  ——不锈钢抽芯铆钉的最小抗剪承载力设计值，见表

A. 0. 3；

$f_c^b$  —— 不锈钢抽芯铆钉的承压强度设计值;

$t_1$  —— 靠近抽芯铆钉头侧的连接板厚度;

$t_2$  —— 远离抽芯铆钉头侧的连接板厚度;

$e_1$  —— 端距, 参见图 A. 0. 3;

$d_0$  —— 孔径, 参见图 A. 0. 3。

表 A. 0. 3 不锈钢抽芯铆钉的最小抗剪承载力设计值  $[N_v^r]$  (kN)

抽芯铆钉类别	公称直径 (mm)					
	3.0	3.2	4.0	4.8	5.0	6.4
封闭型平圆头抽芯铆钉	-	2.0	3.0	4.0	-	6.0
开口型沉头抽芯铆钉	1.8	1.9	2.7	4.0	4.7	-
开口型平圆头抽芯铆钉	1.8	1.9	2.7	4.0	4.7	-

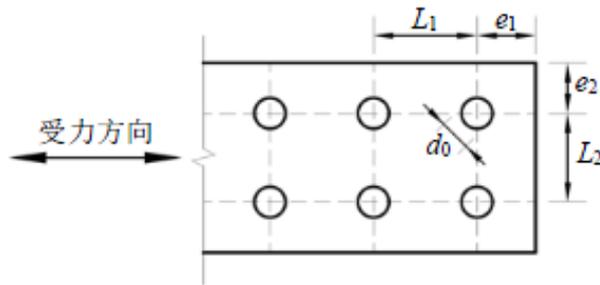


图 A. 0. 3 不锈钢抽芯铆钉连接的边距、端距和间距示意图

# 附录 B 质量验收记录

## B.0.1 光伏安装工程焊缝质量验收记录可按表 B.0.1 记录

表 B.0.1 光伏安装工程焊缝质量验收记录

				编号:		
施工单位		项目负责人		检验批容量		
分包单位		分包单位项目负责人		检验批部位		
施工依据				验收依据		
主控项目		验收项目	设计要求及标准规定	最小/实际抽样数量	检查记录	检查结果
	1	焊接材料进场	化学成分和力学性能检验及检查质量证明文件	全数文件, ≥3件/		
	2	材料匹配	检查焊材与母材的匹配及质量证明文件和烘焙记录	全数文件, ≥3件/		
	3	焊工证书	检查焊工合格证及认可范围和有效期	全数/		
	4	焊接工艺评定	检查焊接工艺评定报告及焊接过程参数测定、记录	全数文件/		
	5	内部缺陷	检查超声波检测记录	20%/		
一般项目		验收项目	设计要求及标准规定	最小/实际抽样数量	检查记录	检查结果
	1	焊接材料进场	焊条外观无药皮脱落、焊芯生锈, 焊剂不应受潮结块。	1%,且≥10件/		
	2	焊缝外观质量	按照GB 50205的5.2.7条执行	10%,且≥10条/		
	3	焊缝外观尺寸偏差	按照GB 50205的5.2.8条执行	10%,且≥10条/		
施工单位检查结果				专业工长: 专业质量检测员: 年 月 日		
监理单位验收结论				专业监理工程师: 年 月 日		

## B.0.2 光伏安装工程螺栓连接质量验收记录可按表 B.0.2 记录

表 B.0.2 光伏安装工程螺栓连接质量验收记录

				编号:	
施工单位		项目负责人		检验批容量	
分包单位		分包单位项目负责人		检验批部位	
施工依据			验收依据		
主控项目	验收项目	设计要求及标准规定	最小/实际抽样数量	检查记录	检查结果
	1 螺栓材料进场	检查质量合格证明文件。	全数/		
	2 螺栓实物复验	如对质量有疑义时,按GB/T 3098.1进行拉力试验。	1%或8个/		
一般项目	验收项目	设计要求及标准规定	最小/实际抽样数量	检查记录	检查结果
	1 螺栓紧固	外露丝扣不应少于2扣,用小锤敲击检查无松动。	10%, ≥3个/		
	2 外观质量	螺栓排列整齐,连接面密贴	10%, ≥3个/		
施工单位检查结果					
					专业工长:
					专业质量检测员: 年 月 日
监理单位验收结论					
					专业监理工程师:
					年 月 日

## B. 0.3 光伏安装工程零件及部件检验质量验收记录可按表 B. 0.3 记录

**表 B. 0.3 光伏安装工程零件及部件检验批质量验收记录**

				编号:	
施工单位	项目负责人			检验批容量	
分包单位	分包单位项目负责人			检验批部位	
施工依据			验收依据		
主控项目	验收项目	标准规定及检查方法	最小/实际抽样数量	检查记录	检查结果
	1	材料进场	检查质量合格证明文件。	全数/	
	2	材料复验	如对质量有疑义时，按GB/T 3098.1进行机械力学试验。	1%或8个/	
	3	切面质量	按6.2.1条，观察或用放大镜	全数/	
	4	矫正和成型	按6.3.2条和3.6条，检查工艺报告和施工记录。	全数/	
	5	边缘加工	按6.2.1条，检查工艺报告和施工记录。	全数/	
一般项目	验收项目	标准规定及检查方法	最小/实际抽样数量	检查记录	检查结果
	1	规格尺寸	按6.3.7条，用游标卡尺。	10%， $\geq 3$ 个/	
	2	表面质量	按6.1.2条、6.1.3条、6.1.4，观察检查。	全数/	
	3	切割精度	按6.2.2条，观察或用塞尺。	10%， $\geq 3$ 个/	
	4	矫正质量	按6.3.7条，观察或试拼装。	10%， $\geq 3$ 个/	
	5	构件加工精度	按6.3.8条，6.3.7条，实测检查。	10%， $\geq 3$ 个/	
	6	制孔精度	按6.3.7条，6.4.2条，实测检查。	10%， $\geq 3$ 个/	
施工单位检查结果				专业工长： 专业质量检测员： 年 月 日	
监理单位验收结论				专业监理工程师： 年 月 日	

## B.0.4 光伏工程安装检验批质量验收记录可按表 B.0.4 记录

表 B.0.4 光伏工程安装检验批质量验收记录

编号：

施工单位		项目负责人		检验批容量	
分包单位		分包单位项目负责人		检验批部位	
施工依据			验收依据		
主控项目	验收项目	标准规定及检查方法	最小/实际抽样数量	检查记录	检查结果
	1 光伏板材料进场	检查质量合格证明文件、产品标志、检验报告。	全数/		
	2 支架、配件、紧固件材料进场	检查质量合格证明文件、产品标志、检验报告。	全数/		
	3 光伏支架安装	****（按照第7章节要求）	5%，≥20个/		
	4 夹具连接安装	夹具与屋面板密贴，用小锤敲击无松动感。	5%，≥20个/		
一般项目	验收项目	标准规定及检查方法	最小/实际抽样数量	检查记录	检查结果
	1 支架、配件、紧固件材料外观	角尺量和观察，应无各种明显的缺陷、损伤、锈蚀、裂纹等	10%，≥20个/		
	2 支架安装外观	****（按照第7章节要求）	10%/		
	3 构造节点安装外观	****（按照第7章节要求）	10%，≥3个/		
	4 光伏板安装外观	****（按照第7章节要求）	≥3个轴线范围/		
施工单位检查结果				专业工长：	
				专业质量检测员：	
				年 月 日	
监理单位验收结论				专业监理工程师：	
				年 月 日	

## B.0.5 光伏安装工程防腐涂装检验批质量验收记录可按表 B.0.5 记录

表 B.0.5 光伏安装工程防腐涂装检验批质量验收记录

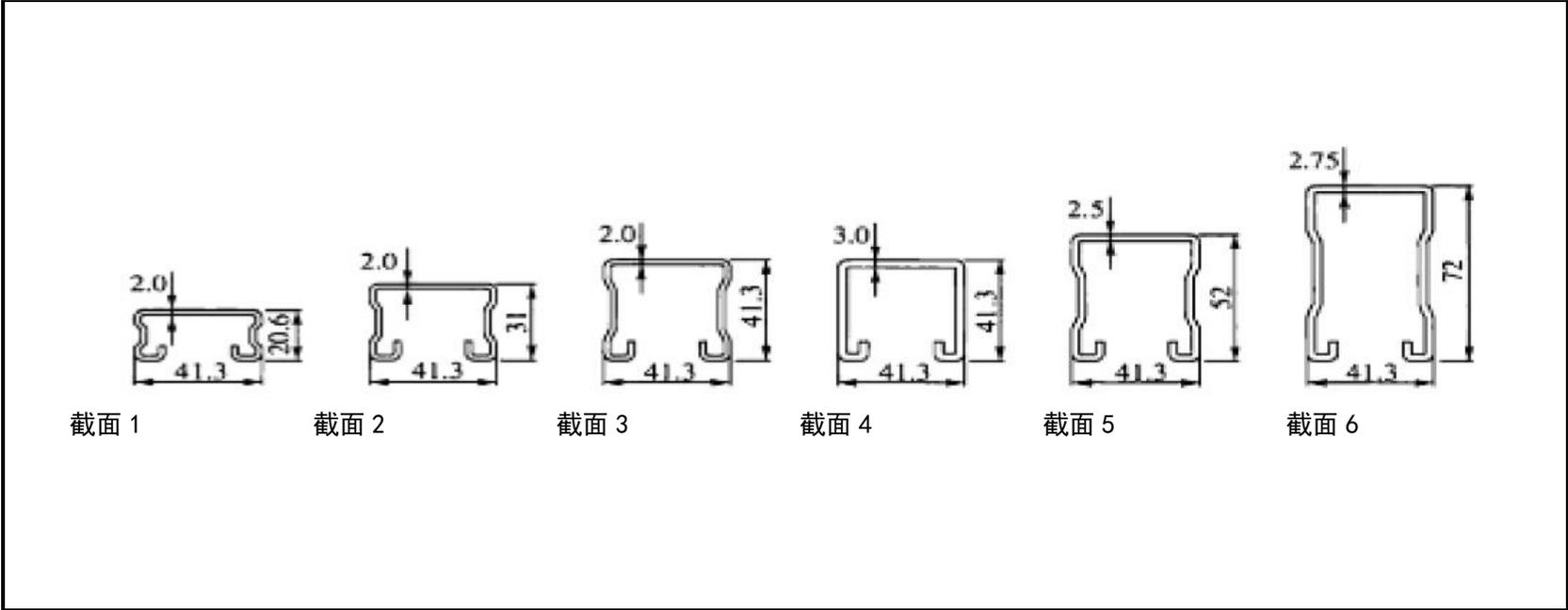
				编号:	
施工单位	项目负责人		检验批容量		
分包单位	分包单位项目负责人		检验批部位		
施工依据			验收依据		
主控项目	验收项目	标准规定及检查方法	最小/实际抽样数量	检查记录	检查结果
	1 产品进场	检查质量合格证明文件、产品标志、检验报告。	全数/		
	2 表面处理	、	10%，≥3个/		
	3 涂层厚度	按6.5.5条、6.5.8条，用干漆膜测厚仪检查。	10%，≥10个/		
一般项目	验收项目	标准规定及检查方法	最小/实际抽样数量	检查记录	检查结果
	1 产品进场	检查涂料的型号、名称、颜色及有效期，开启后观察不应有结皮、凝胶现象。	5%，≥3桶/		
	2 表面质量	按6.5.7条、6.5.10条，观察检查	全数/		
	3 附着力的测试	按GB 1720或GB/T 9286执行	1%，≥3件/		
4 标志	构件的标志、标记、编号应清晰完整。	全数/			
施工单位检查结果				专业工长： 专业质量检测员： 年 月 日	
监理单位验收结论				专业监理工程师： 年 月 日	

## 附录 C 光伏导轨截面特性

### C.0.1 光伏导轨截面特性按表 C.0.1 记录

表 C.0.1 光伏导轨截面特性

规格	尺寸 mm				理论重量 kg/m	截面面积 mm <sup>2</sup>	惯性矩 cm <sup>4</sup>		回转半径 cm		截面模 cm <sup>3</sup>			e1 cm	e2 cm
	h	b	a	t			I <sub>x</sub>	I <sub>y</sub>	i <sub>x</sub>	i <sub>y</sub>	W <sub>x1</sub>	W <sub>x2</sub>	W <sub>y</sub>		
截面 1	20.6	41.3	7.5	2.0	1.48	155.3	0.92	4.39	0.74	1.63	0.85	0.94	2.13	10.84	9.76
截面 2	31.0	41.3	7.5	2.0	1.76	204.9	2.60	5.83	1.13	1.69	1.62	1.73	2.82	16.01	14.99
截面 3	41.3	41.3	7.5	2.0	2.13	245.1	5.37	7.33	1.48	1.73	2.54	2.66	3.55	21.13	20.17
截面 4	41.3	41.3	7.5	3.0	2.91	348.4	7.02	10.44	1.42	1.73	3.26	3.55	5.06	21.52	19.78
截面 5	52.0	41.3	7.5	2.5	3.01	352.1	11.41	10.79	1.80	1.75	4.28	4.50	5.23	26.67	25.33
截面 6	72.0	41.3	7.5	2.75	4.2	492.8	28.70	15.40	2.41	1.77	7.80	8.15	7.46	36.79	35.22



# 本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对于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 条文中指明必须按其他标准、规范执行的写法为“按……执行”或“应符合……的规定”

# 引用标准名录

- 1 《建筑结构荷载规范》 GB50009
- 2 《建筑工程施工质量验收统一标准》 GB 50300
- 3 《钢结构设计标准》 GB50017
- 4 《热轧型钢》 GB/T 706
- 5 《热轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许的偏差》 GB/T 709
- 6 《热轧 H 型钢和部分 T 型钢》 GB/T 11263
- 7 《碳素结构钢》 GB/T 700
- 8 《低合金高强度结构钢》 GB/T 1591
- 9 《冷弯薄壁型钢结构设计标准》 GB50018
- 10 《钢结构工程施工规范》 GB50755
- 11 《钢结构焊接规范》 GB50661
- 12 《钢结构工程施工质量验收规范》 GB50205
- 13 《光伏支架结构设计规程》 NB/T10115
- 14 《铝合金建筑型材》 GB/T 5237
- 15 《不锈钢利和耐热钢牌号及化学成分》 GB/T20878
- 16 《不锈钢热轧钢板和钢带》 GB/T4237
- 17 《不锈钢冷轧钢板和钢带》 GB/T3280
- 18 《不锈钢结构技术规范》 CECS 410
- 19 《紧固件机械性能》 GB/T 3098
- 20 《紧固件表面缺陷》 GB/T 5779
- 21 《工业建筑可靠性鉴定标准》 GB 50144
- 22 《民用建筑可靠性鉴定标准》 GB 50292
- 23 《建筑抗震鉴定标准》 GB 50023
- 24 《建筑抗震加固技术规程》 JGJ 116
- 25 《压型金属板工程应用技术规范》 GB50896
- 26 《铝合金结构设计规范》 GB 50429
- 27 《铝合金结构工程施工质量验收规范》 GB 50576
- 28 《不锈钢复合钢板焊接技术要求》 GB/T 13148
- 29 《铝及铝合金焊接技术规程》 HG/T20222
- 30 《多功能钢铁表面处理液通用技术条件》 GB/T12612
- 31 《铝合金建筑型材》 GB 5237.1-5

中国建筑业协会团体标准

# 金属屋面光伏安装工程技术规程

Technical specification for metal roof photovoltaic installation  
engineering

条文说明

## 制定（或修订）说明

《金属屋面光伏安装工程技术规程》（T/CCIAT xxxx— 20xx），经中国建筑行业协会××××年××月××日以第××号公告批准发布。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《金属屋面光伏安装工程技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

## 目 次

1	总则	8
3	基本规定	11
3.1	荷载	11
3.2	材料要求	12
3.3	构造要求	13
4	金属屋面光伏支架连接设计	14
4.1	一般规定	14
4.2	与金属屋面直接	15
4.3	与屋面次结构构件连接	17
4.4	与屋面波形板腹板连接	19
6	加工制作	37
6.1	一般规定	37
6.2	下料	37
6.3	成型和矫正	38
6.4	制孔、槽、豁、榫	41
8	工程验收	54
9	运行维护	58
9.2	检查和维护	59

# 1 总则

**1.0.2** 金属屋面光伏安装工程属于屋面工程的一部分。本规程对此部分的选材、设计、制造、施工、验收、运维各环节给出具体规定。扩建和改建后的金属屋面可进行光伏组件的施工安装，扩建和改建部分的设计和施工本规程不包括。

本规程的制定主要根据我国光伏建设发展现状，充分考虑本行业现行的相关标准，同时借鉴相关行业标准规定，结合我国光伏组件金属屋面工程建设实践经验编制而成。

## 3 基本规定

### 3.1 荷载

3.1.1 不同重现期基本风压取值现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的附录中给出了相应的换算公式。

光伏支架组件中结构构件的受荷面积小、影响面小，属于现行国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068中所说的“易于替换的结构构件”，因此其结构设计使用年限不应低于25年。

3.1.2 本规程不包括出屋面支架上布置光伏组件，所以风荷载的高度系数、体形系数和风振系数与主体结构设计相同。出屋面支架上布置光伏组件的各种风荷载系数取值可参考现行行业标准《光伏支架结构设计规程》NB/T10115。

### 3.2 材料要求

3.2.1 易更换的主要建筑材料的设计使用年限不宜少于十年；不易更换的建筑材料宜与光伏组件屋面系统使用年限相同。

3.2.2 不锈钢的规定来自于现行协会标准《不锈钢结构技术规范》CECS 410。

### 3.3 构造要求

3.3.3 一般情况下，结构或构件变形的容许值见本条规定。当有实践经验或有特殊要求时，根据不影响正常使用和观感的原则可对本条规定的限值进行适当的调整。

## 4 金属屋面光伏支架连接设计

### 4.1 一般规定

4.1.1 金属屋面光伏支架组件的连接设计，也包括承载光伏组件的纵横轨道，其承载力极限状态是指光伏屋面支架组件或其连接达到最大承载能力，或达到不适于继续承载的变形的极限状态。

因过度变形而不适用于继续承载、设备支架结构或构件丧失稳定、设备支架结构转变为机动体系和结构倾覆。

正常使用极限状态是指影响结构构件正常使用或外观的变形、影响正常使用的振动、影响正常使用或耐久性能的局部损坏。

### 4.2 与金属屋面直接

4.2.1 光伏支架与屋面连接件各个厂家有自己的特殊产品，这里示意图这是某一种形式。

4.2.2 计算公式来自《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB50018。

自攻螺钉连接低延性高强钢板LQ550时，试验表明其抗拉（拔出破坏和拉脱破坏）、抗剪的承载力安全度明显小于连接具有较好延性的S280、S350薄板。为保证安全及安全水准的统一，建议在公式以上计算结果的基础上乘以0.8的折减系数，作为其设计承载力。

### 4.3 与屋面次结构构件连接

4.3.2 根据《木结构自攻螺钉抗拔承载力计算分析》一文，如果用中国规程中的螺栓的抗拔力计算用到螺丝上，误差为几倍以上。经过试验，加拿大的计算比起德国和欧洲规范相对误差较小。《木结构中新型自攻螺钉连接性能的研究综述》中推荐的公式  $W_d = 780d^{0.2}l_m^{0.4}$  与《木结构自攻螺钉抗拔承载力计算分析》一文中的试验结构较为吻合。

### 4.4 与屋面波形板腹板连接

4.4.1 屋面压型金属板上的集中荷载主要为压型金属板上的附属设施（光伏支架）荷载、施工及使用期间的检修荷载。在《压型金属板工程应用技术规范》GB50896的压型金属板计算部分给出了“压型金属板支座处的腹板局部受压（折屈）承载力”计算公式，如果荷载置于顶部引起腹板局部受压（折屈）承载力不满足要求，可通过扣件直接与腹板连接。

## 6 加工制作

### 6.1 一般规定

- 6.1.1 各配套的构件和配件材料宜尽量采用同一种金属材料是为了防止或减少不同金属材料之间的静电腐蚀作用。
- 6.1.4 目前仅有《不锈钢结构技术规范》（征求意见稿），尚没有出台国家正式的“不锈钢结构技术标准”，待国家正式的“不锈钢结构技术标准”出台后，应按其技术标准执行。

### 6.2 下料

- 6.2.1 一般情况下，气割或机械剪切的零件需要进行边缘加工，故应考虑预留的刨削量不应小于 1.5mm，以保证产品尺寸精度要求。

### 6.3 成型和矫正

- 6.3.1 光伏支架的配件与屋面金属压型钢板的构造方式及形状密切相关，随建筑市场金属压型钢板的构造方式与形状多种多样，配件的多样化也是必然的，且会涉及配件的专利授权技术，其加工工艺的多样化不可一概而论。

### 6.4 制孔、槽、豁、榫

- 6.4.2 光伏工程安装的螺栓连接宜优先采用槽型孔有利于适应金属屋面板安装所存在的各种偏差，方便其安装调节，当采用槽型孔时，其孔位的允许偏差可适当放宽。

## 8 工程验收

8.0.3 当采用的是光伏板与屋面板一体化结合体系时，则仅需针对该一体化结合体系做抗风揭试验检测，否则，应分别针对屋面板体系和光伏工程体系进行抗风揭试验检测。在屋面有不同高低阻挡引起较大堆积雪区域的光伏工程，尚需考虑光伏支架的夹具集中传递积雪荷载引起屋面板的局部承压屈曲，因此需通过屋面板在重力荷载作用下的抗局部屈曲试验检测。

## 9 运行维护

### 9.2 检查和维护

- 9.2.1 屋面光伏板表面的清洁程度直接影响光伏系统的发电效率，但屋面的清洗维护成本也比较高，二者之间如何平衡可以通过因灰尘覆盖引起发电量的折减进行测算。
- 9.2.7 检查人员无经验时，也可在夹具点和螺栓连接点上加载 25kg 的重物 10 秒中，连续 5 次测试后查看夹具和光伏边框架是否出现永久变形、连接接触面有位移（看灰尘痕迹）等判断是否有松动。
- 9.2.8 更换不同材料的构件、配件和紧固件可能会引起不同材料相接触的静电腐蚀作用或材料强度不满足的问题，因此需要慎重对待。
- 9.2.10 采用中性洗涤剂（PH=6.0~8.0）是为了防止酸性洗涤剂或碱性洗涤剂对光伏支架系统和光伏板的腐蚀作用。