

山东省工程建设标准

# 太阳能光伏建筑一体化应用 技术规程

Technical Code for Solar Photovoltaic Application  
of Construction

**DB37/ 5007-2014**

住房和城乡建设部备案号：J 12655-2014

批准部门：山东省住房和城乡建设厅  
山东省质量技术监督局  
施行日期：2014年07月01日

中国建材工业出版社

# 前 言

近年来,太阳能光伏发电技术在我省建筑工程中得到大量应用,取得了较好的经济社会和环境效益。为了充分发挥太阳能光伏建筑应用的技术特点,加快推广应用步伐,确保工程应用质量,促进节能减排工作的深入开展,山东省建设发展研究院组织有关单位和专家依据国家相关标准,结合我省实际,共同编写了本技术规程。

本规程主要包括总则、术语、光伏系统设计、光伏建筑一体化设计、光伏系统安装和调试、工程质量验收、运行与维护等内容,对太阳能光伏建筑应用技术进行了系统具体的要求和规定。本规程是我省有关建设行政主管部门和设计、监理、施工、检测、质监等单位控制太阳能光伏建筑应用工程质量的法律依据和技术标准。

**本规程中黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。**

本规程在执行过程中,请各单位注意总结经验,积累资料,如发现需要修改和补充之处,请将修改意见和有关资料寄送至山东省建设发展研究院(济南市经六路三里庄17号,邮编250001,联系电话:0531-83180939,E-mail:sddfbz@126.com),以便今后修订。

本规程主编单位、参编单位、主要起草人员、主要审查人员:

主 编 单 位:山东省建设发展研究院

山东力诺太阳能电力工程有限公司

山东禹城汉能光伏有限公司

参 编 单 位:山东大海新能源发展有限公司

威海中玻光电有限公司

大唐山东发电有限公司

主要起草人员:范学平 毛 勤 赵云山 周广彦 刘斌勇

李 梅 江香玉 于保清 陈文华 黄松春

刘德杰 解欣业 宋艳君

主要审查人员:丁海成 张 钊 李全民 张 爽 房泽民

王春堂 司昌雷 吴 军 孙增桂

# 目 次

|     |                   |    |
|-----|-------------------|----|
| 1   | 总则 .....          | 1  |
| 2   | 术语 .....          | 2  |
| 3   | 光伏系统设计 .....      | 5  |
| 3.1 | 一般规定 .....        | 5  |
| 3.2 | 系统分类 .....        | 5  |
| 3.3 | 系统设计 .....        | 6  |
| 3.4 | 系统接入 .....        | 8  |
| 4   | 光伏建筑一体化应用设计 ..... | 10 |
| 4.1 | 一般规定 .....        | 10 |
| 4.2 | 规划设计 .....        | 10 |
| 4.3 | 建筑设计 .....        | 11 |
| 4.4 | 结构设计 .....        | 13 |
| 4.5 | 电气设计 .....        | 14 |
| 5   | 光伏系统安装和调试 .....   | 15 |
| 5.1 | 一般规定 .....        | 15 |
| 5.2 | 基座安装 .....        | 16 |
| 5.3 | 支架安装 .....        | 17 |
| 5.4 | 光伏组件安装 .....      | 18 |
| 5.5 | 系统电气安装 .....      | 20 |
| 5.6 | 防雷与接地系统安装 .....   | 21 |
| 5.7 | 系统调试 .....        | 22 |
| 6   | 环保、安全、消防 .....    | 23 |
| 6.1 | 环保 .....          | 23 |
| 6.2 | 安全 .....          | 23 |
| 6.3 | 消防 .....          | 23 |

|      |               |    |
|------|---------------|----|
| 7    | 工程质量验收 .....  | 24 |
| 7.1  | 一般规定 .....    | 24 |
| 7.2  | 分项工程验收 .....  | 24 |
| 7.3  | 竣工验收 .....    | 25 |
| 8    | 运行与维护 .....   | 27 |
| 8.1  | 一般规定 .....    | 27 |
| 8.2  | 维护管理 .....    | 27 |
| 附录 A | 质量验收表 .....   | 29 |
|      | 本规程用词说明 ..... | 33 |
|      | 规范性引用文件 ..... | 34 |
|      | 条文说明 .....    | 37 |

# 1 总 则

**1.0.1** 为推动太阳能光伏系统(简称光伏系统)在建筑中的应用,促进光伏系统建筑一体化发展,规范光伏系统的设计、安装、检测和验收,保证工程质量,制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于新建、改建、扩建以及既有工业与民用建筑光伏系统工程的设计、施工、检测、验收和运行维护。

**1.0.3** 新建、改建和扩建的工业与民用建筑光伏系统应与建筑统一规划、同步设计、同步施工、同步验收。

**1.0.4** 在既有建筑上安装或改造光伏系统应按照基本建设程序进行专项工程的设计、施工和验收。

**1.0.5** 工业与民用建筑光伏系统设计、安装和验收除应符合本规程外,尚应符合现行国家、行业和省有关标准的规定。

## 2 术 语

### 2.0.1 太阳能光伏系统 solar photovoltaic (PV) system

利用太阳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,简称光伏系统。

### 2.0.2 光伏建筑一体化 building – integrated photovoltaic (BIPV)

通过设计施工,实现光伏系统与建筑的良好结合和相互协调。

### 2.0.3 并网光伏系统 grid – connected PV system

与公共电网联接的光伏系统。

### 2.0.4 独立光伏系统 stand – alone PV system

不与公共电网联接的光伏系统,也称离网光伏系统。

### 2.0.5 太阳能辐照度 irradiance

单位面积上的太阳辐射功率。

### 2.0.6 辐照量 irradiation

在给定时间间隔内辐照度的积分。

### 2.0.7 峰值日照时数 peak sun hours

将太阳辐照量折算成标准测试条件(辐照度  $1000\text{W}/\text{m}^2$ , 光谱 AM1.5 和环境温度  $25^\circ\text{C}$ )下的小时数。

### 2.0.8 光伏电池 PV cell

将太阳辐射能直接转换成电能的一种器件,也称太阳能电池。

### 2.0.9 光伏组件 PV module

由若干光伏电池进行内部联结并封装、能输出直流电流、最基本的太阳能电池单元,也称太阳能电池组件。

### 2.0.10 光伏方阵 PV array

由若干光伏组件或光伏构件通过机械及电气方式组装成型、并安装在支撑装置上的直流发电单元。

### 2.0.11 光伏组件倾角 PV module tilt angle

光伏组件所在平面与水平面的夹角。

#### **2.0.12 峰瓦(Wp) Peak Watt**

指太阳能电池组件方阵,在标准测试条件下的额定最大输出功率。其需在 25℃,太阳光源辐照度  $1000\text{W}/\text{m}^2$ ,符合 AM1.5 标准的太阳光谱辐照度等测试条件下获得。

#### **2.0.13 建材型光伏组件 building material – integrated PV module**

指太阳能电池与瓦、砖、卷材、玻璃等建筑材料复合在一起成为不可分割的建筑材料或构件,如光伏瓦、光伏砖、光伏屋面卷材等。

#### **2.0.14 构件型光伏组件 building component – integrated PV module**

组合在一起或独立成为建筑构件的光伏构件,如以标准普通光伏组件或根据建筑要求定制的光伏组件构成墙板、幕墙、屋面板、雨篷构件、遮阳构件、栏板构件等。

#### **2.0.15 普通型光伏组件 building envelope – mounted PV module**

在屋顶或墙面上架空安装的光伏组件。

#### **2.0.16 光伏汇流箱 PV connecting box**

保证光伏组件有序连接和汇流功能的接线装置。

#### **2.0.17 直流主开关 DC main switch**

安装在光伏方阵输出汇总点与后续设备之间的开关,包括隔离电器和短路保护电器。

#### **2.0.18 直流分开关 DC branch switch**

安装在光伏方阵侧,为维护、检查方阵,或分离异常光伏组件而设置的开关,包括隔离电器和短路保护电器。

#### **2.0.19 并网点 PV point of inter connection (POI)**

指光伏电站与电网之间的直接连接点,也是光伏电站解并列点。

#### **2.0.20 逆变器 inverter**

光伏系统内将直流电转换为交流电的设备。

#### **2.0.21 孤岛效应 islanding effect**

电网失压时,并网光伏系统仍保持对失压电网中的某一部分线路继续供电的状态。

### **2.0.22 电网保护装置 protection device for grid**

检测光伏系统并网的运行状态,在技术指标超限情况下将光伏系统与电网安全解列的装置。

## 3 光伏系统设计

### 3.1 一般规定

**3.1.1** 工业与民用建筑光伏系统应有专项设计或作为建筑节能工程设计的一部分。

**3.1.2** 光伏组件的选型和设计应与建筑结合,在综合考虑发电效率、发电量、电气和结构安全、适用、美观的前提下,合理选用光伏组件型式,并与建筑模数相协调,满足安装、清洁、维护和局部更换的要求。

**3.1.3** 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。

**3.1.4** 光伏组件或方阵连接电缆应符合《光伏(PV)组件安全鉴定 第1部分:结构要求》GB/T 20047.1 的相关规定,以确保在预期的使用期内提供安全的电气和机械的运行。

**3.1.5** 在人员有可能接触或接近光伏系统的位置,应设置防触电警示标识。

**3.1.6** 并网光伏系统应具有相应的并网保护功能、电能计量等设备,并应符合《光伏系统并网技术要求》GB/T 19939 关于电压偏差、闪变、频率偏差、相位、谐波、三相平衡度和功率因数等电能质量指标的要求。

**3.1.7** 独立光伏系统应符合《家用太阳能光伏电源系统 技术条件和试验方法》GB/T 19064 的相关规定。

### 3.2 系统分类

**3.2.1** 光伏系统按是否接入公共电网的形式,可分为下列两种系统:

- 1 并网光伏系统;
- 2 独立光伏系统。

**3.2.2** 光伏系统按储能装置的形式,可分为下列两种系统:

- 1 带有储能装置系统;
- 2 不带储能装置系统。

**3.2.3** 建筑中采用的光伏系统按其太阳电池组件的不同安装型式,可分为以下三种系统:

- 1 建材型光伏系统;
- 2 构件型光伏系统;
- 3 普通型光伏系统。

### **3.3 系统设计**

**3.3.1** 应根据新建建筑或既有建筑的使用功能、电网条件、负荷性质和系统运行方式等因素,确定光伏系统的类型。

**3.3.2** 光伏系统一般包括:光伏方阵、光伏汇流箱、交直流配电柜、逆变器(限于包括交流线路系统)、蓄电池及其充电控制装置(限于带有储能装置系统)、电能表和显示电能质量指标的监测设备等,其具体设计应根据光伏系统类型和用电要求确定。

**3.3.3** 光伏系统的设备性能及正常使用寿命应符合以下要求:

- 1 光伏系统中设备及其部件的性能应满足国家或行业标准的相关要求,并应获得相关认证;

- 2 光伏系统中设备及其部件的正常使用寿命应满足国家或行业标准的相关要求。

**3.3.4** 光伏方阵的选择、设计应遵循以下原则:

- 1 光伏组件的类型、规格、数量、安装位置、安装方式和可安装场地面积应根据建筑设计及其电力负荷确定;光伏方阵的结构设计必须保证元件与支架能够抵抗所在地区之抗风力及符合结构安全相关规范。

- 2 应根据光伏组件规格及安装面积确定光伏系统最大装机容量;

- 3 应根据并网逆变器的额定直流电压、最大功率跟踪控制范围、光伏组件的开路电压及其温度系数,确定光伏组件的串并联

数;

4 建材型和构件型光伏系统在建筑设计时需统筹考虑电气线路的安装布置,同时要保证光伏组件的可靠接地。

**3.3.5** 光伏汇流箱设置应遵循以下原则:

1 光伏汇流箱内应设置汇流铜母排;

2 每一个光伏组件阵列应分别由光伏专用线缆引至汇流母排,在母排前分别设置直流分开关或直流熔断器,并在输出端设置直流主开关;

3 光伏汇流箱内应设置防雷保护装置;

4 光伏汇流箱的设置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、防尘、防腐措施,其防护等级应为 IP65 以上。

**3.3.6** 独立光伏系统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。

**3.3.7** 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以下原则:

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 无隔离变压器的并网逆变器应具备直流接地检测功能;

5 并网逆变器应具有并网保护装置,与电力系统具备相同的电压、相数、相位、频率及接线方式;

6 并网逆变器的选择应满足高效、节能、环保的要求。

**3.3.8** 直流侧部分的选择应遵循以下原则:

1 耐压等级应不小于光伏方阵额定输出电压的 1.25 倍;

2 额定载流量应不小于短路保护电器整定值,短路保护电器整定值应不小于光伏组件或光伏方阵标准测试条件下的短路电流的 1.25 倍;

3 线路损耗应小于 2%。

### **3.3.9 光伏系统防雷和接地保护应符合以下要求：**

1 设置光伏系统的工业与民用建筑应采取防雷措施,其防雷等级分类及防雷措施遵守国家现行标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 的相关规定,且最低按三类防雷设防；

2 光伏系统防直击雷和防雷击电磁脉冲的措施,应按《建筑物防雷设计规范》GB 50057 的相关规定执行；

3 光伏系统和并网接口设备的防雷和接地措施,应符合《光伏(PV)发电系统过电压保护－导则》SJ/T 11127 的相关规定。

### **3.3.10 建材型光伏系统**

1 建材型光伏组件应具有建筑材料本身固有功能；

2 建材型光伏组件的电气连接部分需设置可断开点,便于对光伏系统进行检测。

### **3.3.11 构件型光伏系统**

1 构件型光伏组件应具有建筑构件本身固有功能；

2 构件型光伏系统为保留建筑构件本身固有的功能时,如果影响到组件接收太阳辐射的一致性,对每一串组件需要采用阻塞二极管隔离,或者单独使用控制器或者逆变器。

## **3.4 系统接入**

**3.4.1** 光伏系统与公共电网并网时,应符合《光伏系统并网技术要求》GB/T 19939 的相关规定,并应符合以下要求：

1 光伏系统在供电负荷与并网逆变器之间和公共电网与负荷之间应设置隔离装置,包括隔离开关和断路器,并应具有明显断开点指示及断零功能(断零功能仅对 0.4KV 及以下低压系统适用)；

2 光伏系统在并网处设置的并网专用开关箱(柜)应设置手动隔离开关和自动断路器,断路器应采用带可视断点的机械开关；

3 光伏系统宜设置独立控制机房,机房内应设置配电柜、仪表柜、并网逆变器、监视器等。

**3.4.2** 并网光伏系统与公共电网之间应设隔离装置。光伏系统

在并网处应设置并网专用低压开关箱(柜),并应设置专用标识和“警告”、“双电源”等提示性文字和符号。

### **3.4.3 通信与电能计量装置应符合以下要求:**

**1** 根据当地供电部门的要求,应配置光伏系统自动控制、通信和电能计量装置;光伏系统宜配置相应的自动化终端设备,采集光伏系统装置及并网线路的遥测、遥信数据,并将数据实时传输至相应的调度主站;

**2** 光伏系统应在发电侧和电能计量点分别配置安装专用电能计量装置,并接入自动化终端设备;

**3** 电能计量点原则上设置在产权分界点,计量装置应符合《电测量及电能计量装置设计技术规程》DL/T 5137 和《电能计量装置技术管理规程》DL/T 448 的相关规定。

## 4 光伏建筑一体化应用设计

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 光伏建筑的规划设计应根据建设地点的地理、气候及太阳能资源条件等因素,统筹确定建筑的布局、朝向、间距、群体组合和空间环境,满足光伏系统设计和安装的技术要求。

**4.1.2** 光伏系统应结合建筑的功能、外观、安装场地以及周围环境条件,合理选择光伏组件的类型、色泽及安装位置,不得影响安装部位的建筑功能,外观应与建筑统一协调,使之成为建筑的有机组成部分,同时兼顾建筑力学、电学、美学性能。

**4.1.3** 光伏系统设计应与建筑设计、建筑结构设计等相关专业密切配合,共同确定光伏系统各组成部分在建筑中的位置。

**4.1.4** 安装在建筑各部位或直接构成建筑围护结构的光伏组件,应满足该部位的使用功能、结构安全、电气安全及建筑节能等要求。

**4.1.5** 在既有建筑上增设或改造光伏系统,应进行建筑结构安全及使用功能、建筑电气安全的复核,并满足光伏组件所在建筑部位的防水、防火、防雷、防静电等相关功能要求和建筑节能要求。

**4.1.6** 安装光伏组件的建筑部位,应设置防止光伏组件损坏、坠落的安全防护措施。

**4.1.7** 建筑设计应为光伏系统的安装、使用、检修和更换等提供必要的承载条件和空间。

### 4.2 规划设计

**4.2.1** 安装光伏系统的建筑,主要朝向宜为可获取光伏发电量最大的朝向。

**4.2.2** 安装光伏系统的建筑不应降低建筑本身或相邻建筑的建筑日照标准。

**4.2.3** 应合理规划光伏组件的安装位置,避免遮挡投射到光伏组件上的阳光。

**4.2.4** 应对光伏构件可能引起的光污染进行预测并采取相应的措施。

### **4.3 建筑设计**

**4.3.1** 光伏系统各组成部分在建筑中的位置应合理确定,并满足其所在部位的建筑防水、排水、雨水、隔热及节能、美观等功能要求。

**4.3.2** 建筑设计应为光伏系统提供安全的安装条件,在安装光伏组件的部位采取安全防护措施。

**4.3.3** 安装的光伏组件不应跨越建筑变形缝。

**4.3.4** 光伏组件的安装应保持通风降温。

**4.3.5** 光伏组件布置在建筑平屋面上时,应符合以下要求:

1 采用建材型光伏组件和构件型光伏组件时,应保障屋面排水通畅;

2 普通型光伏组件安装支架可采用固定式或可调节式安装支架;

3 普通型光伏方阵中光伏组件的间距应满足冬至日上午9:00至下午15:00不遮挡太阳光的要求;

4 光伏组件的基座与结构层相连时,防水层应包到支座和金属埋件的上部,并在地脚螺栓周围作密封处理;在屋面防水层上安装光伏组件时,其支架基座下部应增设附加防水层;

5 光伏组件宜按最佳倾角布置,并应考虑设置维修通道与人工清洗设施,通道最小宽度宜为500mm;

6 光伏组件周围屋面、检修通道、屋面出入口和光伏方阵之间的人行通道上部应铺设屋面保护层;

7 光伏组件的引线穿过屋面处应预埋防水套管,并作防水密封处理。

**4.3.6** 光伏组件布置在建筑坡屋面上,应符合以下要求:

1 建材型光伏组件与周围屋面材料连接部位应做好建筑构造处理,并应满足屋面的保温、隔热、防水等围护结构功能要求;

2 普通型光伏组件应采用顺坡架空的安装方式,支架应与埋设在屋面板上的预埋件牢固连接,并应采取相应防水构造措施;

3 顺坡架空安装的光伏组件与屋面之间的垂直距离应满足安装和通风散热间隙的要求,自然间隙宜大于 100mm。

#### 4.3.7 光伏组件布置在阳台上,应符合以下要求:

1 构件型阳台栏板式光伏组件,应符合阳台栏板的高度、刚度、强度等防护功能的要求;

2 普通型光伏组件附设或镶嵌在阳台栏板上,应最大程度地满足光照要求;

3 构件型、安装型阳台栏板的光伏组件及支架应与栏板结构主体上的预埋件牢固连接,并有防坠落措施。

#### 4.3.8 光伏组件布置在墙面及窗面上,应符合以下要求:

1 普通型光伏组件及支架应与墙面结构主体上的预埋件牢固连接,并不应影响墙体的保温构造和节能效果;

2 设置在墙面的光伏组件的引线应暗设,其穿过墙面处应预埋防水套管,穿墙管线不宜设在结构柱节点处;

3 光伏组件镶嵌在墙面时,应与墙面装饰材料、色彩、风格等协调;

4 光伏组件设置在窗面上时,应满足窗面采光、通风、节能等功能要求。

#### 4.3.9 光伏组件应用在幕墙及雨篷等构件上,应符合以下要求:

1 由光伏组件构成的雨篷、檐口和采光顶,其刚度、强度应符合使用要求,还应满足排水功能及防止空中坠物的安全性要求;

2 光伏幕墙的性能应满足所安装幕墙整体性能的要求,并应满足建筑节能的要求。

#### 4.3.10 光伏系统的控制机房宜采用天然采光、通风,当不具备条件时,应采取机械通风措施。

## 4.4 结构设计

**4.4.1** 光伏建筑应根据光伏系统的类型,对光伏组件的安装结构、支撑光伏系统的主体结构或结构构件及相关连接件进行相应结构设计。

**4.4.2** 光伏建筑结构荷载取值应符合《建筑结构荷载规范》GB 50009的规定。

**4.4.3** 光伏组件的支架和连接件的结构设计应计算系统自重荷载、风荷载、雪荷载、检修荷载和地震作用效应;风荷载、雪荷载按50年一遇的荷载值计算。

**4.4.4** 在新建建筑上安装光伏系统,应考虑其传递的荷载效应;在既有建筑上安装光伏系统,应由相关资质的单位对既有建筑的结构进行结构安全性复核,加固设计应符合相应国家规范的要求。

**4.4.5** 光伏组件的支架,应由预埋在钢筋混凝土基座中的钢制热浸镀锌连接件或不锈钢地脚螺栓固定,钢筋混凝土基座的主筋应锚固在主体结构内。不能与主体结构锚固时,应设置支架基座,并采取措施提高支架基座与主体结构间的附着力,满足风荷载、雪荷载与地震荷载作用的要求。

**4.4.6** 连接件与基座的锚固承载力设计值应大于连接件本身的承载力设计值。

**4.4.7** 支架基座设计应进行抗滑移和抗倾覆验算等稳定性验算。

**4.4.8** 光伏方阵与主体结构采用后加锚栓连接时,应符合《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145 的规定,并应符合下列规定:

- 1 每个连接节点不应少于2个锚栓;
- 2 锚栓直径应通过承载力计算确定,并应不小于10mm;
- 3 锚栓承载力设计值不应大于其选用材料极限承载力的

50%。

**4.4.9** 安装光伏系统的预埋件设计使用年限应与主体结构相同。

**4.4.10** 支架及其他的安装材料,应根据光伏系统设计使用年限选择相应的耐候材料,并应采取适宜的维护保养措施。

**4.4.11** 光伏方阵的支撑结构可为铝合金或经防腐处理的镀锌钢材,其材质应符合国家或行业相关标准要求。

**4.4.12** 受盐雾影响的区域和场所,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。

## **4.5 电气设计**

**4.5.1** 光伏系统机房的形式宜根据光伏方阵规模、布置形式、建筑物(群)分布、周围环境条件和用电负荷的密度等因素确定,并应符合下列要求:

1 逆变器安装位置应靠近光伏方阵;

2 配电装置和控制柜的布置,应便于设备的操作、搬运、检修和试验。

**4.5.2** 机房设计应符合《民用建筑电气设计规范》JGJ 16 的相关规定。

**4.5.3** 储能光伏系统宜设置独立的蓄电池室,并靠近控制器。

**4.5.4** 蓄电池应布置在无高温、无潮湿、无振动、少灰尘、避免阳光直射、通风的场所,并应符合《电力工程直流系统设计技术规程》DL/T 5044 的相关规定。

**4.5.5** 既有建筑设计光伏系统时,光伏系统的电缆敷设应满足建筑结构安全、电气安全,并宜建成隐蔽工程,以保持建筑物外观整齐。

## 5 光伏系统安装和调试

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 光伏系统安装施工应纳入建筑设备安装施工组织设计与质量控制程序,并应制定相应的安装施工方案与安全技术措施。

**5.1.2** 光伏系统安装前应具备以下条件:

- 1 设计文件齐备,并网接入系统已获有关部门批准并备案;
- 2 施工组织设计与施工方案已经批准;
- 3 建筑、场地、电源、道路等条件能满足正常施工需要;
- 4 预留基座、预留孔洞、预埋件、预埋管和相关设施符合设计图纸的要求,并已验收合格。

**5.1.3** 光伏系统安装施工流程与操作方案应选择易于施工、维护的作业方式。

**5.1.4** 安装光伏系统时,应对建筑物成品采取保护措施。

**5.1.5** 施工安装人员应采取以下安全措施:

- 1 系统运行调试时应穿绝缘鞋,戴低压绝缘手套,使用绝缘工具;
- 2 施工场所应有醒目、清晰、易懂的安全标识;
- 3 在雨、雪、大风 5 级以上天气情况下不得进行室外施工作业;
- 4 使用手持式电动工具应符合《手持式电动工具的管理、使用、检查和维修安全技术规程》GB/T 3787 的规定。

**5.1.6** 安装施工光伏系统时应采取以下安全措施:

- 1 光伏系统各部件在存放、搬运、吊装等过程中不得碰撞受损。光伏组件吊装时,其底部要衬垫木,背面不得受到任何碰撞和重压;
- 2 光伏组件在安装时应防止电击危险;
- 3 光伏组件的输出电缆应采取可靠的绝缘或绝缘保护措施,

不应非正常短路；

4 连接无断弧功能的开关时,不应在有负荷或能够形成低阻回路的情况下接通正、负极或断开；

5 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设置限制接近的措施,并由专业人员处置；

6 接通光伏组件电路后应注意热斑效应的影响,不得局部遮挡光伏组件；

7 在建筑工地安装光伏系统时,安装场所上空的架空电线应有隔离措施；

8 在坡度大于 $10^{\circ}$ 的坡屋面上安装施工,应设置专用脚踏板；

9 施工人员进行高空作业时,应设置可靠防护措施；

10 停工期间应设置可靠防护措施。

## 5.2 基座安装

### 5.2.1 主控项目

1 基座类型、强度应符合设计要求。

检查数量:全数检查。

检查方法:对照设计文件进行检查,核查试验报告。

2 后置埋件的承载力应符合设计要求。

检查数量:抽取锚栓总数的 $1\%$ ,且不少于3件。

检查方法:检查承载力检测报告,需由第三方检测认证。

3 基座有防水要求的,防水处理应符合设计要求和《屋面工程质量验收规范》GB 50207 的规定。

检查数量:全数检查。

检查方法:观察检查和雨后或淋水检验,淋水检验的时间2小时不渗不漏为合格。

### 5.2.2 一般项目

1 钢基座及混凝土基座顶面的预埋件,在支架安装前应涂防腐涂料,并妥善保护。

检查数量:全数检查。

检查方法:观察检查

2 连接件与基座之间的空隙,应采用细石混凝土填捣密实。

检查数量:全数检查。

检查方法:观察检查

3 地脚螺栓的尺寸偏差应符合表 5.2.2 的规定。地脚螺栓的螺纹应予保护。

检查数量:按基础数抽查 10%,且不应少于 3 个。

检查方法:用钢尺现场实测。

表 5.2.2 地脚螺栓的尺寸允许偏差 (mm)

| 项目         | 允许偏差 |
|------------|------|
| 轴线         | 3    |
| 标高         | ±10  |
| 螺栓(锚栓)露出长度 | +5.0 |
|            | 0.0  |
| 螺纹长度       | +5.0 |
|            | 0.0  |

### 5.3 支架安装

#### 5.3.1 主控项目

1 支架材料、支架的形式、支架的制作应符合设计要求。钢结构支架的安装和焊接应符合《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的规定。

检查数量:按支架总数抽查 10%,且不应少于 3 组。

检查方法:检查材料合格证,观察检查。

2 支架安装位置准确,连接牢固。

检查数量:按支架总数抽查 10%,且不应少于 3 个。

检查方法:对照设计要求测量检查,观察检查。

3 支架的防腐处理应符合设计要求和《建筑防腐蚀工程施工及验收规范》GB 50212、《建筑防腐蚀工程质量检验评定标准》GB 50224的规定。

检查数量:按支架总数抽查 10%,且不应少于 3 个。

检查方法:观察检查,核查检测报告。

**4** 支架的方位和倾角应符合设计要求,其偏差不应大于 $\pm 2^\circ$ 。

检查数量:按支架总数抽查 10%,且不应少于 3 个。

检查方法:测量检查。

**5** 支架接地系统、接地电阻应符合设计要求。

检查数量:按支架总数抽查 10%,且不应少于 3 个。

检查方法:观察检查,核查检测报告。

### **5.3.2 一般项目**

**1** 支架安装所有连接螺栓应加防松垫片并拧紧。

检查数量:按支架总数抽查 10%,且不应少于 3 个。

检查方法:观察检查。

**2** 安装组件的支架面应平直,直线度不大于 1‰,平整度不大于 3mm,机架上组件间的风道间隙应符合设计要求。

检查数量:按支架总数抽查 10%,且不应少于 3 个。

检查方法:观察检查,用 2m 卷尺测量检查,拉线测量。

**3** 安装组件的孔洞位置应准确,偏差值不应大于 3mm。

检查数量:按支架总数抽查 10%,且不应少于 3 个。

检查方法:观察检查,测量检查。

## **5.4 光伏组件安装**

### **5.4.1 主控项目**

**1** 光伏组件的品种、规格、性能等应符合现行国家产品标准、行业标准和设计要求等的规定。

检查数量:全数检查。

检查方法:检查组件的质量合格证明文件、标志及检验报告等。

**2** 光伏幕墙的物理性能检测和安装应符合设计要求和《玻璃幕墙工程质量检验标准》JGJ/T 139、《建筑幕墙》GB/T 21086、《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102 的相关规定。

检查数量:全数检查。

检查方法:按设计文件和有关标准规范要求。

**3** 光伏组件应按设计要求可靠地固定在支架或连接件上,连接件应便于拆卸和更换。

检查数量:按组件或方阵总数抽查 10%,且不应少于 3 个。

检查方法:观察检查。

**4** 安装光伏组件时,其周边的防水连接构造必须符合设计要求,不得渗漏。

检查数量:全数检查。

检查方法:观察检查和雨后或淋水检验。

**5** 光伏组件间的连接、光伏组件与支架连接、光伏组件支架间的连接应可靠、牢固;支架与接地系统的连接应可靠、牢固。

检查数量:全数检查。

检查方法:观察检查和测试检验。

**6** 光伏方阵电性能参数应符合设计要求,其误差不得大于  $\pm 3\%$ 。

检查数量:全数检查。

检查方法:测试检查。

**7** 连接在同一台逆变器的光伏方阵,其电压、电流应一致并符合设计要求,误差不得大于  $\pm 3\%$ 。

检查数量:核查检测报告。

检查方法:测试检查。

**8** 光伏方阵的排列应符合设计要求,每个光伏组件光照条件宜相同。

检查数量:全数检查。

检查方法:观察检查。

**9** 光伏方阵的最高电压不得超过光伏系统的最高允许电压。

检查数量:全数检查。

检查方法:测试检查。

#### **5.4.2 一般项目**

**1** 光伏组件上应标有带电警告标识。

检查数量:全数检查。

检查方法:观察检查。

**2** 同一组光伏组件的安装纵横向偏差不应大于 5mm。

检查数量:按光伏组件总数抽查 10% ,且不应少于 3 个。

检查方法:观察检查,测量检查。

**3** 光伏组件与建筑面层之间应留有的安装空间和散热间距,其间距误差不得超过设计参数的 5% 。

检查数量:按光伏组件总数抽查 10% ,且不应少于 3 个。

检查方法:观察检查。

## **5.5 系统电气安装**

### **5.5.1 主控项目**

**1** 系统使用电缆及其附件、光伏接线箱、过压保护装置、充电控制器、逆变器、配电柜的品种、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。

检查方法:检查质量合格证明文件、中文标志及检验报告等。

**2** 光伏组件电缆的长期使用设计载流量,应不低于光伏组件标准测试条件下的电流的 1.25 倍。

检查数量:全数检查。

检查方法:测试检查。

**3** 光伏接线箱防水应符合现行国家产品标准和设计要求。

检查数量:按总数抽查 20% ,且不应少于 3 个。

检查方法:雨后或淋水检验,淋水检验的时间 2 小时不渗不漏为合格。

**4** 控制器及配电柜的电气参数特性应符合现行国家相关产品标准和设计要求。

检查数量:全数检查。

检查方法:示波器、常用仪表测量。

**5** 裸露未加铠装的传输电缆防护管配置符合要求。

检查数量:全数检查。

检查方法:外观检查。

### 5.5.2 一般项目

1 逆变器外观无损坏及变形,安装牢固。

检查数量:全数检查。

检查方法:观察检查。

2 电气装置安装应符合《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 的相关规定。

3 电缆线路施工应符合《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》GB 50168 的相关规定。穿过屋面或外墙的管线应设防水套管,防水套管应在屋面防水层施工前埋设完毕,并采取防水密封措施。

4 光伏系统直流侧施工时,应标识正、负极性,并宜分别布线。

5 蓄能型光伏系统的蓄电池上方及四周不得堆放杂物。

6 逆变器、控制器等设备的安装位置周围不宜设置其它无关电气设备或堆放杂物。

## 5.6 防雷与接地系统安装

### 5.6.1 主控项目

1 避雷针、避雷带或避雷网等接闪器设备和安装应符合现行国家相关产品标准和设计要求。

检查数量:全数检查。

检查方法:外观检查,用测量工具检查。

2 接地体的安装应满足设计要求,其接地电阻应满足下列要求:

1)电气设备的接地电阻不得大于  $4\Omega$ ,并应满足屏蔽接地和工作接地的要求;

2)逆变器、蓄电池的中性点、电压互感器和电流互感器的二次线圈直接接地时,接地电阻不得大于  $10\Omega$ 。

检查数量:全数检查。

检查方法:外观检查,用测量工具检查。

### **5.6.2 一般项目**

**1** 电气系统接地应符合《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。

**2** 引下线不得少于两根,引下线距离不大于 18m,下线接长处采用焊接方式;引下线采用 10mm 圆钢或相同面积的扁钢。

## **5.7 系统调试**

**5.7.1** 光伏系统工程验收前应按照《光伏系统并网技术要求》GB/T 19939、《家用太阳能光伏电源系统技术条件和试验方法》GB/T 19064 的要求进行调试。

**5.7.2** 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 4 项检查调整合格后,再进行各系统的联合调整试验。

## **6 环保、安全、消防**

### **6.1 环保**

- 6.1.1** 光伏系统的设备及安装应符合环保要求。
- 6.1.2** 光伏系统的噪声应符合国家现行标准的相关规定。
- 6.1.3** 独立光伏系统使用的蓄电池应采用密封免维护电池,存放蓄电池的场所应保证通风。维护蓄电池时,应符合蓄电池运行维护的相关规定。

### **6.2 安全**

- 6.2.1** 光伏组件区域周边宜设置安全隔离措施。
- 6.2.2** 光伏组件外围防护栏杆显著位置上应悬挂带电警告标识牌。

### **6.3 消防**

- 6.3.1** 光伏方阵安装部位应不影响建筑物本身的消防疏散。
- 6.3.2** 光伏方阵安装应符合《建筑设计防火规范》GB 50016 及《高层民用建筑设计防火规范》GB 50045 的规定。
- 6.3.3** 光伏系统主要室内电气设备为逆变控制器,因此消防给水系统的设置原则应按《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229的相关规定执行。

## 7 工程质量验收

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 光伏系统为建筑节能分部的一个子分部工程,其验收应纳入建筑节能分部工程进行验收。既有建筑安装的太阳能光伏系统应作为单位工程进行专项验收,并应根据其施工安装特点进行分项工程验收和竣工验收。

**7.1.2** 光伏系统工程验收的程序和组织应符合《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的规定。建材型光伏系统工程验收还应符合《建筑幕墙》GB/T 21086、《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102、《玻璃幕墙工程质量检验标准》JGJ/T 139、《建筑玻璃采光顶》JG/T 231等标准的相关规定。

**7.1.3** 光伏系统工程验收应具备以下条件:

- 1 设计文件和合同约定的各项施工内容已经施工完毕;
- 2 施工项目自检验收合格;
- 3 有完整且符合验收规定的工程竣工资料;
- 4 有光伏系统工程使用的各种材料、构(组)件进场证明及相关试验、检测报告。

**7.1.4** 光伏系统分项工程包括基座工程、支架工程、光伏组件工程、光伏系统电气工程。

### 7.2 分项工程验收

**7.2.1** 分项工程验收应包括以下内容:

- 1 在隐蔽工程隐蔽前,进行施工质量验收;
- 2 光伏系统分项工程检验批质量验收。

**7.2.2** 隐蔽工程质量验收应包括以下项目:

- 1 预埋件或后置化学锚栓连接件,不得使用膨胀螺栓,必要时做第三方认证检测;

- 2 基座、支架、光伏组件四周与主体结构的连接节点;
  - 3 基座、支架、光伏组件四周与主体围护结构之间的建筑做法;
  - 4 需进行防水处理工程节点;
  - 5 系统防雷与接地保护的连接节点;
  - 6 隐蔽安装的电气管线工程。
- 7.2.3 光伏系统分项工程检验批合格质量标准应符合下列规定:
- 1 主控项目必须符合本规程合格质量标准要求;
  - 2 一般项目其检验结果应有 80% 及以上的检查点(值)符合本规程质量合格标准的要求,且偏差值不应超过其允许偏差值的 1.5 倍;
  - 3 隐蔽验收记录、质量证明文件应完整。
- 7.2.4 光伏系统分项工程合格质量标准应符合下列规定:
- 1 分项工程所含的各检验批均应符合本规程合格质量标准;
  - 2 分项工程所含的各检验批质量验收记录应完整。

### 7.3 竣工验收

- 7.3.1 光伏系统工程交付用户前,应进行竣工验收,竣工验收应在分项工程验收合格后进行。
- 7.3.2 光伏系统竣工验收依据应包括以下内容:
- 1 批准的设计文件、施工图纸及说明书;
  - 2 双方签订的施工合同;
  - 3 设备技术说明书;
  - 4 设计变更通知书和施工洽商文件(发生时);
  - 5 施工验收规范及质量验收标准。
- 7.3.3 竣工验收应检查下列文件和记录:
- 1 设计文件、图纸会审记录、设计变更和洽商记录;
  - 2 材料、设备和构件的产品出厂合格证、检验报告、进场检验记录、有效期内的型式检验报告;
  - 3 后置埋件、防雷装置测试记录;

- 4 隐蔽工程验收记录和相关图像资料；
  - 5 工程质量验收记录；
  - 6 系统联合试运转及调试记录；
  - 7 系统检测报告；
  - 8 其他对工程质量有影响的重要技术资料。
- 7.3.4 光伏系统竣工验收合格质量标准应符合下列规定：
- 1 所有分项工程均应符合本规程合格质量标准；
  - 2 质量控制资料完整；
  - 3 安全和功能性检测结果符合规定；
  - 4 观感质量验收符合规定。
- 7.3.5 光伏系统工程竣工验收资料归档应包括以下内容：
- 1 工程准备阶段文件；
  - 2 施工文件和过程资料；
  - 3 质量保证资料、检验评定资料；
  - 4 工程验收记录；
  - 5 工程竣工总结资料。

## 8 运行与维护

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 光伏系统运行与维护应符合《光伏建筑一体化系统运行与维护规范》JGJ/T 264 的规定。

**8.1.2** 光伏系统交付使用前,应建立光伏系统的管理制度,制定使用手册,并应对光伏系统管理和操作人员进行专业技术培训。

**8.1.3** 用户应至少每半年进行一次对光伏系统、锚固结构等全项目的检查。当发生极端气象灾害前应进行全面加固,发生后必须进行全面检查。

**8.1.4** 光伏系统的日常维护宜选在晚上或阴天进行,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。

**8.1.5** 光伏系统运行发生异常时,应及时与专业维修人员联系处理。主要设备和控制装置应由专业人员维修。

**8.1.6** 发电计量装置应按规定定期进行校验。

**8.1.7** 运行、检修及维护保养等记录应及时归档。

### 8.2 维护管理

#### 8.2.1 光伏方阵

1 光伏系统的光伏组件,应定期清洗,严禁用有腐蚀性的溶剂冲洗或用硬物擦拭。光伏组件清洗应避免在风力大于4级、大雨或大雪等气象条件下进行;

2 应定期检查光伏组件间连线,连线连接应可靠、牢固、无接地,并绝缘良好;

3 定期检查光伏组件,如有破损或因热斑损坏等,及时更换。

#### 8.2.2 控制器及逆变器

1 定期检查控制器、逆变器与其它设备的连线、接地连线;

- 2 定期检查控制器、逆变器的运行参数。

### 8.2.3 防雷接地

- 1 组件接地连接可靠；
- 2 支架接地连接可靠；
- 3 电缆金属外皮与接地系统的连接可靠；
- 4 光伏方阵防雷保护器如损坏,应进行更换；
- 5 检查各功率调节设备与接地系统,应连接可靠；
- 6 测量接地装置的接地电阻值应满足设计要求；
- 7 在雷雨过后或雷雨季到来之前,检查光伏接线箱以及各设备内安装的防雷保护器,如损坏,应及时更换。

### 8.2.4 配电线路

- 1 线缆如有损伤、断股,应及时更换；
- 2 绝缘子如有破损,应及时更换,绝缘子铁脚如有歪曲和松动,应进行调整或更换；
- 3 进户线上的熔丝盒、熔丝应完整、合格；固定铅皮卡应牢固；
- 4 光伏系统应定期进行一次系统绝缘电阻的检查。

### 8.2.5 支撑结构

- 1 螺栓、焊缝和支撑结构的连接等应牢固可靠；
- 2 支撑结构表面的防腐层,不应存在开裂和脱落现象,否则应及时处理。

# 附录 A 光伏系统隐蔽工程、检验批、分项工程和竣工验收表

A.0.1 光伏系统隐蔽工程验收应按表 A.0.1 的规定填写。

表 A.0.1 隐蔽工程质量验收表

|                                                  |  |                                                            |                                                                                             |
|--------------------------------------------------|--|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 工程名称                                             |  | 分项工程名称                                                     |                                                                                             |
| 施工单位                                             |  | 隐蔽工程项目                                                     |                                                                                             |
| 项目经理                                             |  | 专业工长                                                       |                                                                                             |
| 分包单位                                             |  | 分包项目经理                                                     |                                                                                             |
| 施工标准名称及编号                                        |  | 施工图名称及编号                                                   |                                                                                             |
| 隐蔽工程部位                                           |  |                                                            |                                                                                             |
| 质量要求                                             |  |                                                            | <div> <div>施工单位</div> <div>自查记录</div> </div> <div> <div>建设监理单位</div> <div>验收记录</div> </div> |
| 1                                                |  | 附图片资料份<br>编号：                                              |                                                                                             |
| 2                                                |  | 附图片资料份<br>编号：                                              |                                                                                             |
| 3                                                |  | 附图片资料份<br>编号：                                              |                                                                                             |
| 4                                                |  | 附图片资料份<br>编号：                                              |                                                                                             |
| 5                                                |  | 附图片资料份<br>编号：                                              |                                                                                             |
| <div> <div>施工单位</div> <div>自查结论</div> </div>     |  | <div> <div>项目经理</div> <div>年 月 日</div> </div>              |                                                                                             |
| <div> <div>监理(建设)</div> <div>单位验收结论</div> </div> |  | <div> <div>监理工程师(建设单位项目负责人)：</div> <div>年 月 日</div> </div> |                                                                                             |

编号：

**A.0.2** 光伏系统检验批质量验收应按表 A.0.2 的规定填写。

**表 A.0.2** \_\_\_\_\_ 检验批工程质量验收表

编号：

|              |   |                                           |     |              |  |
|--------------|---|-------------------------------------------|-----|--------------|--|
| 工程名称         |   | 分项工程名称                                    |     | 检验批/分项系统、部位  |  |
| 施工单位         |   | 专业工长                                      |     | 项目经理         |  |
| 施工执行标准名称及编号  |   |                                           |     |              |  |
| 分包单位         |   | 分包项目经理                                    |     | 施工班组长        |  |
| 验收规程规定       |   | 施工单位检查评定记录                                |     | 监理(建设)单位验收记录 |  |
| 主控项目         | 1 |                                           | 第 条 |              |  |
|              | 2 |                                           | 第 条 |              |  |
|              | 3 |                                           | 第 条 |              |  |
|              | 4 |                                           | 第 条 |              |  |
| 一般项目         | 1 |                                           | 第 条 |              |  |
|              | 2 |                                           | 第 条 |              |  |
|              | 3 |                                           | 第 条 |              |  |
| 施工单位检查评定结果   |   | 项目专业质量检查员：<br>(项目技术负责人)      年    月    日  |     |              |  |
| 监理(建设)单位验收结论 |   | 监理工程师：<br>(建设单位项目专业技术负责人)：    年    月    日 |     |              |  |

**A.0.3** 光伏系统分项工程质量验收应按附表 A.0.3 的规定填写。

**表 A.0.3** \_\_\_\_\_ 分项工程质量验收表

编号：

|                                             |             |             |                                                  |         |                  |
|---------------------------------------------|-------------|-------------|--------------------------------------------------|---------|------------------|
| 工程名称                                        |             |             |                                                  | 检验批数量   |                  |
| 设计单位                                        |             |             |                                                  | 监理单位    |                  |
| 施工单位                                        |             | 项目经理        |                                                  | 项目技术负责人 |                  |
| 分包单位                                        |             | 分包单位<br>负责人 |                                                  | 分包项目经理  |                  |
| 序号                                          | 检验批部位、区段、系统 |             | 施工单位检查评定结果                                       |         | 监理(建设)<br>单位验收结论 |
|                                             |             |             |                                                  |         |                  |
|                                             |             |             |                                                  |         |                  |
|                                             |             |             |                                                  |         |                  |
|                                             |             |             |                                                  |         |                  |
|                                             |             |             |                                                  |         |                  |
|                                             |             |             |                                                  |         |                  |
|                                             |             |             |                                                  |         |                  |
|                                             |             |             |                                                  |         |                  |
|                                             |             |             |                                                  |         |                  |
| 施工单位检查结论：<br><br>项目专业质量(技术)负责人<br><br>年 月 日 |             |             | 验收结论：<br>设计人员：<br>监理工程师：<br>建设单位代表：<br><br>年 月 日 |         |                  |

**A.0.4** 光伏系统竣工验收应按表 A.0.4 的规定填写。

**表 A.0.4** \_\_\_\_\_竣工验收表

编号：

|                   |          |                                          |          |         |  |
|-------------------|----------|------------------------------------------|----------|---------|--|
| 工程名称              |          | 结构类型                                     |          | 层数      |  |
| 施工单位              |          | 技术部门负责人                                  |          | 质量部门负责人 |  |
| 分包单位              |          | 分包单位负责人                                  |          | 分包技术负责人 |  |
| 序号                | 分项工程名称   | 检验批数                                     | 施工单位检查评定 | 验收意见    |  |
| 1                 |          |                                          |          |         |  |
| 2                 |          |                                          |          |         |  |
| 3                 |          |                                          |          |         |  |
| 4                 |          |                                          |          |         |  |
| 5                 |          |                                          |          |         |  |
| 6                 |          |                                          |          |         |  |
|                   |          |                                          |          |         |  |
| 质量控制资料            |          |                                          |          |         |  |
| 安全和功能检验<br>(检测)报告 |          |                                          |          |         |  |
| 观感质量验收            |          |                                          |          |         |  |
| 验收单位              | 分包单位     | 项 目 经 理      年    月    日                 |          |         |  |
|                   | 施工单位     | 项 目 经 理      年    月    日                 |          |         |  |
|                   | 勘察单位     | 项目负责人      年    月    日                   |          |         |  |
|                   | 设计单位     | 项目负责人      年    月    日                   |          |         |  |
|                   | 监理(建设)单位 | 总监理工程师<br>(建设单位项目专业负责人)      年    月    日 |          |         |  |

## 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,非这样做不可的用词:

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用词:

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用词:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

**2** 条文中指定应按其他有关标准、规范执行时,采用:“应按……执行”或“应符合……的要求或规定”。

## 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本规程的引用而成为本规程的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本规程,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本规程。

|                          |              |
|--------------------------|--------------|
| 《建筑物防雷设计规范》              | GB 50057     |
| 《建筑结构荷载规范》               | GB 50009     |
| 《屋面工程质量验收规范》             | GB 50207     |
| 《钢结构工程施工质量验收规范》          | GB 50205     |
| 《建筑防腐蚀工程施工及验收规范》         | GB 50212     |
| 《建筑防腐蚀工程质量检验评定标准》        | GB 50224     |
| 《建筑电气工程施工质量验收规范》         | GB 50303     |
| 《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》    | GB 50168     |
| 《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》    | GB 50169     |
| 《建筑设计防火规范》               | GB 50016     |
| 《高层民用建筑设计防火规范》           | GB 50045     |
| 《火力发电厂与变电站设计防火规范》        | GB 50229     |
| 《建筑工程施工质量验收统一标准》         | GB 50300     |
| 《光伏(PV)组件安全鉴定 第1部分:结构要求》 | GB/T 20047.1 |
| 《家用太阳能光伏电源系统 技术条件和试验方法》  | GB/T 19064   |

|                             |            |
|-----------------------------|------------|
| 《建筑幕墙》                      | GB/T 21086 |
| 《光伏系统并网技术要求》                | GB/T 19939 |
| 《家用太阳能光伏电源系统技术条件和试验方法》      | GB/T 19064 |
| 《建筑幕墙》                      | GB/T 21086 |
| 《手持式电动工具的管理、使用、检查和维修安全技术规程》 | GB/T 3787  |
| 《混凝土结构后锚固技术规程》              | JGJ 145    |
| 《民用建筑电气设计规范》                | JGJ 16     |
| 《玻璃幕墙工程技术规范》                | JGJ 102    |
| 《玻璃幕墙工程质量检验标准》              | JGJ/T 139  |
| 《建筑玻璃采光顶》                   | JG/T 231   |
| 《光伏建筑一体化系统运行与维护规范》          | JGJ/ T264  |
| 《光伏(PV)发电系统过电压保护 - 导则》      | SJ/T 11127 |
| 《电测量及电能计量装置设计技术规程》          | DL/T 5137  |
| 《电能计量装置技术管理规程》              | DL/T 448   |
| 《电力工程直流系统设计技术规程》            | DL/T 5044  |

山东省工程建设标准

# 太阳能光伏建筑一体化应用技术规范

条文说明

## 编制说明

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规程时能正确理解和执行条文规定,山东省《太阳能光伏建筑一体化应用技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明,供使用者参考。

# 目 次

|     |                   |    |
|-----|-------------------|----|
| 1   | 总 则 .....         | 41 |
| 3   | 光伏系统设计 .....      | 42 |
| 3.1 | 一般规定 .....        | 42 |
| 3.2 | 系统分类 .....        | 43 |
| 3.3 | 系统设计 .....        | 43 |
| 3.4 | 系统接入 .....        | 46 |
| 4   | 光伏建筑一体化应用设计 ..... | 48 |
| 4.1 | 一般规定 .....        | 48 |
| 4.2 | 规划设计 .....        | 49 |
| 4.3 | 建筑设计 .....        | 50 |
| 4.4 | 结构设计 .....        | 53 |
| 4.5 | 电气设计 .....        | 55 |
| 5   | 光伏系统安装和调试 .....   | 57 |
| 5.1 | 一般规定 .....        | 57 |
| 5.4 | 光伏组件安装 .....      | 57 |
| 6   | 环保、安全、消防 .....    | 58 |
| 6.2 | 安全 .....          | 58 |
| 6.3 | 消防 .....          | 58 |
| 7   | 工程质量验收 .....      | 59 |
| 7.1 | 一般规定 .....        | 59 |
| 7.2 | 分项工程验收 .....      | 59 |
| 7.3 | 竣工验收 .....        | 59 |
| 8   | 运行与维护 .....       | 60 |
| 8.1 | 一般规定 .....        | 60 |
| 8.2 | 维护管理 .....        | 60 |

# 1 总 则

**1.0.1** 在我国,民用建筑工程中利用太阳能光伏发电技术正在成为建筑节能的新趋势。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、验收和运行维护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,并达到与建筑结合。为了确保工程质量,本规范编制组在大量工程实例调查分析的基础上,编制了本规程。

**1.0.2** 本规程不仅适用于新建、扩建和改建工业与民用建筑,也适用于既有工业与民用建筑。

**1.0.3** 新建工业与民用建筑安装光伏系统时,光伏系统设计应纳入建筑工程设计;如有可能,一般建筑设计应为将来安装光伏系统预留条件。

**1.0.4** 在既有建筑上改造或安装光伏系统,容易影响房屋结构安全和电气系统的安全,同时可能造成对房屋其他使用功能的破坏。因此要求按建筑工程审批程序,进行专项工程的设计,施工和验收。

## 3 光伏系统设计

### 3.1 一般规定

**3.1.1** 在既有建筑上安装太阳能光伏系统应该进行专项设计,如果在新建建筑上安装太阳能光伏系统,应作为建筑节能工程设计的一部分,做到和建筑同时设计、同步施工、同步验收。

**3.1.2** 本条主要强调光伏系统的设计不是简单的将太阳能电池组件或方阵和建筑物结合在一起就可以达到设计任务的最终目的,它是太阳能光伏发电系统技术和现代建筑技术互相融会贯通的产物,只有这样才能达到系统美观、结构安全、清洁维护方便,同时尽可能多发电的最终目的。对于系统的设计者,不仅需要了解建筑物的基本情况,还需要了解太阳能电池封装技术的多样性,以及不同封装形式的太阳能电池适合在哪些不同的环境中使用,控制器、逆变器的主要技术特性,太阳辐射情况以及太阳能电池组件的最大功率跟踪等方面的技术。

**3.1.3** 对于在既有建筑上安装太阳能光伏系统,在有可能利用既有建筑上的输电槽架和管道的情况下,通常需要另行设计安装安全、尽可能隐蔽、集中布置的光伏系统输配电和控制用缆线;如果在新建建筑上安装太阳能光伏系统,用作为建筑电气工程设计的一部分进行设计。

**3.1.4** 光伏组件或方阵连接电缆的选择直接影响到光伏系统的安全和光伏电站的发电量,特别在低电压大电流的独立光伏系统中尤其显得重要。

**3.1.5** 人员有可能接触或接近、高于直流 50V 或 240W 以上的系统属于应用等级 A,适用于应用等级 A 的设备被认为是满足的安全等级 II 要求的设备。当光伏系统从交流侧断开后,直流侧的设备仍有可能带电,因此,光伏系统直流侧应设置必要的触电警示和防止触电的安全措施。

**3.1.6** 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,确保上述一方若发生异常情况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。

安装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。

光伏系统所产生电能应满足国家电能质量的指标要求,主要包括:

**1** 10kV 及以下并网光伏系统正常运行时,与公共电网接口处电压允许偏差为:三相为额定电压的  $\pm 7\%$ ,单相为额定电压的  $+7\%$ 、 $-10\%$ ;

**2** 并网光伏系统与公共电网同步运行,频率允许偏差为  $\pm 0.5\text{Hz}$ ;

**3** 并网光伏系统的输出应有较低的电压谐波畸变率和谐波电流含有率。总谐波电流含量应小于工率调节器输出电流的  $5\%$ ;

**4** 光伏系统并网运行时,逆变器向公共电网馈送的直流分量不应超过其交流额定值的  $1\%$ 。

**3.1.7** 离网独立光伏系统功率范围比较大,通常能够和建筑物结合一体的功率从几百瓦至几千瓦,这个特性决定了这种系统结构的多样性,《家用太阳能光伏电源系统技术条件和试验方法》GB/T 19064给出了这种多样性系统一个统一的设计和验收标准。

## **3.2 系统分类**

**3.2.1** 并网光伏系统主要应用于当地已存在公共电网的区域,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;独立光伏系统一般应用于远离公共电网覆盖的区域,如山区、岛屿等边远地区,独立光伏系统容量必须满足用户最大电力负荷的需求。

**3.2.2** 光伏系统所提供电能受外界环境变化的影响较大,如阴雨

天或夜间都会使系统提供电能大大降低,不能满足用户的电力需求。因此,对于无公共电网作为补充的独立光伏系统用户,要满足稳定的电能供应就必须设置储能装置。储能装置一般用蓄电池,在阳光充足的时间产生的剩余电能有储存在蓄电池内,阴雨天或夜间由蓄电池放电提供所需电能。对于供电连续性要求较高用户的独立光伏系统,应设置储能装置,对于无供电连续性需求的用户可不设储能装置。并网光伏系统是否设置成蓄电型系统,可根据用电负荷性质和用户要求设置。若光伏系统仅为一般负荷,且又有当地公共电网作为补充,在这种情况下可不设置储能装置;若光伏系统负荷为消防等重要设备,就应根据重要负荷的容量设置储能装置,同时,在储能装置放电为重要设备供电时,需首先切断光伏系统的非重要负荷。

**3.2.3 建材型光伏系统**,指使用将太阳能电池与瓦、砖、卷材、玻璃材料等复合在一起成为不可以分割的建筑物构件或者建筑材料,如光伏瓦、光伏砖、光伏层面卷材、玻璃光伏幕墙、光伏采光屋顶等组成的光伏发电系统。

构件型光伏系统,指使用与建筑构件组合在一起或者独立成为建筑构件的光伏组件,如由标准普通光伏组件或者根据建筑要求定制的雨篷构件、遮阳构件、栏板构件等组成的光伏发电系统。

普通型光伏系统,指在平层上安装、在坡面上顺坡架空安装以及在墙面上与前面平行安装普通太阳能电池组件组成的光伏发电系统。

### **3.3 系统设计**

**3.3.1 太阳能光伏与建筑一体化**具有非常大的灵活性,需要综合使用功能、外观建筑风格、电网条件、负荷性质和系统运行方式等诸多因素来决定光伏系统安装类型。一个优秀的太阳能光伏与建筑一体化设计,在完成太阳能光伏发电的同时,还可以在建筑物隔热、保温、空气对流、遮阳、美观方面做出贡献。

**3.3.2 独立光伏直流系统**有可能没有光伏接线箱和逆变器,它的

避雷装置在控制器里面,而负载为直流系统。并网光伏系统涉及上网电价补贴问题,所以电能表和显示电能相关参数的仪表在系统中是非常重要的。

**3.3.3** 民用建筑光伏系统各部件的技术性能包括电气性能、耐久性能、安全性能、可靠性能等几个方面。

**1** 电气性能强调了光伏系统各部件产品应满足国家标准中规定的电性能要求,如太阳电池的最大输出功率、开路电压、短路电压、短路电流、最大输出工作电压、最大输出工作电流等,以及系统中各电气部件的电压等级、额定电压、额定电流、绝缘水平、外壳防护类别等。

**2** 耐久性能规定了系统中主要部件的正常使用寿命,如光伏组件寿命不少于 25 年,并网逆变器正常使用寿命不少于 8 年。在正常使用寿命期间,允许有主要部件的局部更换以及易损件的更换。

**3** 安全性能是光伏系统各项技术性能中最重要的一项,其中特别强调了并网光伏系统必须保证光伏系统本身及所并电力电网的安全。

**4** 可靠性能强调了光伏系统应具有防御各种自然条件异常的能力,其中包括应用可靠的防结露、防过热、防雷、抗雹、抗风、抗震、除雪、除沙尘等技术措施。

**5** 在民用建筑设计中,应尽可能设计安排以上防护措施。如采用电热技术除结露、除雪,预留给水、排水条件除沙尘,在太阳电池下面预留风道防电池板过热,选用抗雹电池板,光伏系统防雷与建筑物防雷统一设计施工,在结构设计上选择合适的加固措施防风、防震等。

**3.3.5** 设置在室外的光伏接线箱应具有可靠防止雨水向内渗漏的结构设计。

**3.3.6** 对于纯阻性负载的独立光伏系统逆变器的额定容量可以和负载总额容量一致,如白炽灯、电烙铁等。对于电动机为负载的独立光伏系统逆变器的额定容量应该是电动机功率的 4 倍以上,

如电冰箱、电风扇、家用水泵等。

**3.3.7** 并网逆变器还应满足电能转换效率高、待机电能损失小、噪声小、谐波少、寿命长、可靠性高及起、停平稳等功能要求。

**3.3.8** 线路电压损失是根据《家用电太阳光伏电源系统技术条件和试验方法》GB/T 19064 中第 5.8.5 条对导线的技术要求规定的,这对于提高系统效率和安全非常重要。

**3.3.9** 光伏系统应符合以下防雷和接地保护的要求:

1 支架、固件等正常时不带电金属材料应采取等电位联结和防雷措施。安装在建筑屋面的光伏组件,采用金属固定构件时,每排(列)金属构件均应可靠联结,且与建筑物屋顶避雷装置有不少于两点可靠联结;采用非金属固定构件时,不在屋顶避雷装置保护范围内的光伏组件,应单独加装避雷装置。

2 光伏组件应采取严格措施防直击雷和雷击电磁脉冲,防止建筑光伏系统和电气系统遭到破坏。

3 光伏系统除应遵守《建筑物防雷设计规范》GB 50057 的相关规定外,还应根据《光伏(PV)发电系统过电压保护导则》SJ/T 11127 的相关规定,采取专项过电压保护措施。

**3.3.10** 在光伏发电输电系统中,最容易出故障的环节就是组件的接插元件,也就是说,接插元件越少,系统越可靠,在这个基础上,希望建材型光伏组件的单体功率不宜小于 100W。为了检修方便,建材型光伏组件的安装要给出电气连接部分的切断节点。

**3.3.11** 构件型光伏系统为了保留建筑构件本身固有的功能,很可能在每一天的一段时间,或者每年的某个季节影响到太阳辐射一致性,这样会引起各个串联回路的不平衡,在这种情况下,用阻塞二极管将各个串联回路隔离可以防止电流的倒流。如果能够对各个串联回路使用单独的逆变器,效果更好。

### **3.4 系统接入**

**3.4.1** 光伏系统并网需满足并网技术要求。大型并网光伏系统要进行接入系统的方案论证,并先征得当地供电机构同意方可实

施。

根据日本、德国等国家的经验,接入公共电网的光伏系统,其总装机容量一般控制在上级变压器单台主变额定容量的 30% 以内。

光伏系统电网接入点要根据系统总装机容量、电网条件和当地供电机构的要求确定;当系统总装机量小于或等于 100kW 时,接入点电压等级宜为 400V;当系统总装机容量大于 100kW 时,接入点电压等级可选择 400V 或 10kV。

在中型或大型光伏系统中,功率调节器柜(箱)、仪表柜、配电柜较多,且系统又存留一定量的备品备件,因此,宜设置独立的光伏系统控制机房。

**3.4.2** 光伏系统与公共电网间应设隔离装置,并应符合以下要求:

**1** 光伏系统并网后,一旦公共电网或光伏系统本身出现异常或检修后,两系统之间必须有可靠的脱离,以免相互影响,带来对电力系统或人身安全的影响或危害。

**2** 在公共电网与光伏系统之间一定要有专用的联结装置。在异常情况下就可通过此醒目的联结装置及时人工切断两者之间的联系,以免发生危害。

**3.4.3** 并网光伏系统与电力系统调度部门之间通信方式和信息传输由双方协商一致后做出规定,包括互相提供的模拟和开断信号种类、提供信号的方式和实时性要求等。

并网光伏系统自动化系统应满足《电网和电厂计算机监控系统及调度数据网络安全防护的规定》和《电力二次系统安全防护规定》的相关要求。

专用电能计量装置应得到相关电能计量强检机构的认可,并经验合格后方可投入使用。

## 4 光伏建筑一体化应用设计

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 本条是光伏建筑设计应遵循的基本原则。应用光伏系统新建工业与民用建筑,在规划及方案设计阶段就应该综合考虑建设场地环境现状条件、建筑规模、建筑的不同功能要求及各种规划要素,并充分结合影响太阳能系统光伏应用的地理气候、太阳能资源、能耗、施工条件等因素,确定建筑的布局朝向、间距、密度及道路、绿化及空间组合,使建筑在规划阶段就具备必要条件,满足太阳能光伏系统应用的技术要求。

**4.1.2** 光伏系统的选型是建筑设计的重要内容,建筑师不仅要创造新颖美观的建筑外观,还要根据建筑类型和使用功能要求合理选择光伏系统类型、光伏材料色泽,并且不得影响该部位的建筑功能要求。光伏系统产品供应商需向建筑设计单位提供光伏组件的规格、尺寸、荷载,预埋件的规格、尺寸、安全位置及安全要求,提供光伏系统的发电性能等技术指标及其检测报告,保证产品质量和使用性能,并向建筑电气工程师提出对电力的使用要求。电气工程师进行光伏系统设计,布置管线,确定管线走向。结构工程师在进行建筑结构设计时,应考虑光伏系统的荷载,以保证结构的安全性,并埋设预埋件,为光伏构件的锚固、安装提供安全牢靠的条件,各方的紧密配合是确保光伏系统与建筑成为一体化的重要保障。

**4.1.3** 本条强调光伏系统在建筑上的应用,需由建筑设计各专业和光伏系统产品供应商相互配合共同完成,确定光伏系统组件在建筑各部位安装位置。

**4.1.4** 安装在建筑屋面、阳台、墙面、窗面或其他部位的光伏组件,应满足电气安全和结构安全要求,并应根据电气设计规范配置带电警示标识,同时应有安全防护措施。直接构成建筑物维护结构的光伏组件除应满足电气安全和结构安全要求,并应根据电气

设计规范配置带电警示标识,同时应有安全防护措施要求外,还应满足其建筑热工和功能要求。

**4.1.5** 在既有建筑上增设或改造的光伏系统,其重量会增加建筑荷载,另外,安装过程也会对建筑结构、建筑功能及建筑热工性能有影响。因此,必须进行建筑结构安全、建筑电气安全等方面的复核和检验,并且光伏组件的安装不得降低所在建筑部位的防水、防火、防雷、防静电及建筑热工要求。

**4.1.6** 建筑设计时应考虑采取防止光伏构件损坏而脱落伤人的措施,如设置挑檐、在入口处设雨蓬、在靠近建筑周边进行绿化种植等方法,使人不易靠近,达到防止坠物伤人的目的。

**4.1.7** 一般情况下,建筑的设计寿命是光伏系统寿命的2~3倍,光伏组件及系统其他部件在构造、形式上应利于在建筑围护结构上安装,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、冰雹等自然破坏因素,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、重换提供必要的安全便利的操作条件。平屋面应设置屋面出入口,便于安装检修人员出入;坡屋面在屋脊的适当位置预留金属钢架或吊钩,便于安装检修人员系安全带,确保维护人员操作安全。

## **4.2 规划设计**

**4.2.1** 在确定新建工业与民用建筑上应用光伏系统时,根据山东省的地理条件,设计人员应规划设计或建筑总平面设计时,尽可能正南正北布局建筑单体或建筑群体,为光伏系统接收更多的太阳能创造必要条件;在既有建筑上应用光伏系统时,应尽量选择正南向建筑,以利于提高光伏系统应用效率。

**4.2.2** 应用光伏系统的建筑,建筑间距应满足所在地区日照间距要求,且不得因应用了光伏系统而降低相邻建筑的日照标准。

**4.2.3** 本条强调设计人员在规划光伏组件的安装位置时不仅应选择不可能被周围环境景观、树木绿化及其阴影遮挡的部位,还要注重避免建筑自身投影对光伏组件产生遮挡阳光的情况。因为建

筑平面往往凹凸不规则,容易造成建筑自身对阳光的遮挡。除此以外,对于体形为 L 形、U 形的平面,也要注意避免自身的遮挡,从而确保光伏组件的正常工作。

### 4.3 建筑设计

**4.3.1** 建筑设计应与光伏系统设计同步进行。建筑设计根据选定的光伏系统类型,确定光伏组件形式、安装面积、尺寸大小、安装位置及方式;了解连接管线走向;考虑辅助能源及辅助设施条件;明确光伏系统各部分的相对关系。然后,合理安排光伏系统各组成部分在建筑中的位置。光伏组件安装在建筑屋面、阳台、墙面或其他部位时,不应造成局部积水、防水层破坏、渗漏和影响建筑保温、隔热及美观等功能要求。

**4.3.2** 建筑设计时,应考虑在安装光伏组件的墙面、阳台或挑檐等部位采取必要的安全防护措施,防止光伏组件损坏而掉下伤人,如设置挑檐、入口处设置雨棚或进行绿化种植等,使人不易靠近。

**4.3.3** 建筑主体结构在伸缩缝、沉降缝、抗震缝的变形缝两侧会发相对位移,光伏组件跨越变形缝时容易遭到破坏,造成漏电、脱落等危险,所以光伏组件不应跨主体结构的变形缝。

**4.3.4** 安装光伏组件时,应采取必要的通风降温措施以抑制其表面温度升高。一般情况下,组件与安装面层之间设置 50mm 以上的空隙,组件之间也留有空隙,会有效地控制组件面的温度升高。

**4.3.5** 建筑平屋面上安装光伏组件时应符合以下要求:

1 作为建筑材料使用的光伏组件,其材料特性应满足相应建材的性能要求。镶嵌设置的光伏组件与屋面连接处应做密封处理;

2 采用自动踊跃型和手动调节型支架可提高系统的发电量。自动跟踪型支架还需配置包括太阳辐射测量设备、计算机控制的步进电机等自动跟踪系统。手动调节型支架经济可靠,适合于以月、季度为周期的调节系统;

3 屋面上设置光伏方阵时,前排光伏件的阴影不应影响后排

光伏组件正常工作,要考虑能满足冬至日 6h 日照不受遮挡的要求,一般指:9:00 ~ 15:00 期间日照不受遮挡。另外,还应注意组件的日斑影响;

**4** 光伏组件一般不具备排水屋面的功能,需要在屋面上树立支架,其应与支架牢固连接,并且基座与结构层应采用螺栓固定,应保证竖向荷载、风荷载及地震荷载作用的可靠传递;防水层应包到支座和金属埋件的上部,形成较高的泛水,地脚螺栓周围缝隙容易渗水,应作密封处理;

**5** 在太阳高度角较小时,光伏方阵排列过密会造成彼此遮挡,降低运行效率。为使光伏方阵实现高效、经济的运行,应对光伏组件的相互遮挡进行日照计算和分析,选择光伏组件最佳倾角应考虑取得最大光照为原则。安装倾角小于  $10^{\circ}$  时容易产生积灰和维修不易情况,在安装支架周围应考虑设置人工清洗维修设施和通道,通道距支架宽度不小于 500mm;

**6** 需要经常维修的光伏组件周围屋面、检修通道、屋面出入口以及人行通道上面应设置刚性保护层保护水层,一般可铺设水泥砖;

**7** 光伏组件的引线穿过屋面处,应预埋防水套管,并做防水密封处理。防水套管应在屋面防水层施工前埋设完毕。

#### **4.3.6 建筑坡屋面上安装光伏组件时应符合以下要求:**

**1** 新建建筑的坡屋面坡度设计在考虑坡屋面排水功能同时,还应考虑光伏组件全年获得太阳光电能最多的倾角,可根据当地纬度  $\pm 10^{\circ}$  来确定屋面坡度;一般情况下坡度可采用  $22^{\circ} \sim 26^{\circ}$  进行设计;既有建筑坡度选择也参照执行。

建材型光伏组件安装在坡屋面上时,其与周围屋面材料连接部位应做好建筑构造设计,并应满足屋面整体的保温、防水等围护结构功能要求。

**2** 安装在坡屋面上的光伏组件宜根据建筑物实际情况,选择顺坡镶嵌设置或顺坡架空设置式;架空设置其支架基座与结构层应采用螺栓固定,支架与坡屋面结合处容易在排水垂直方向产生

挡水,应采取措施保证其排水通畅,并应做好防渗漏密封处理。

3 顺坡架空安装的光伏组件与坡屋面间宜留有大于 100mm 的通风间隙。控制通风间隙的目的有两个,一是通过加强屋面通风降低光伏组件背面温升,二是保证组件的安装维护空间。

#### **4.3.7 阳台或平台栏板上安装光伏组件时应符合以下要求:**

1 直接作为阳台及平台栏板的光伏组件,应满足建筑阳台栏板强度及高度的要求。阳台栏板高度应满足建筑阳台栏板高度要求,如低层、多层住宅的阳台栏板净高不应低于 1.05m,中高层、高层住宅的阳台栏板不应低于 1.10m;光伏组件背面温度较高,或电气连接损坏都会引起安全事故(儿童烫伤、电气安全),因此要采取必要的保护措施,避免人身直接接触及光伏组件;

2 安装或镶嵌在阳台栏板上的光伏组件应有适当的倾角,以接受更多的太阳光为原则,光伏组件及其支架应与阳台栏板上的预埋件牢固连接,并通过计算确定预埋件的尺寸与预埋深度,防止坠落事件发生;

3 本条强调不论是安装在阳台栏板上或作为栏板使用的光伏组件,均应与栏板或主体结构的预埋件牢固连接,并通过计算确定预埋件的尺寸与预埋深度,防止坠落事件发生。

#### **4.3.8 墙面及窗面上安装光伏组件时应符合以下要求:**

1 对于采取外挂等其他方式安装在建筑外墙上的光伏组件(安装型),结构设计时应作为墙体永久荷载;墙体上安装光伏组件可能造成墙体局部变形、产生局部裂缝的情况,可采取构造措施加以防止;光伏组件支架应锚固在墙体的结构构件上,预埋件应通过结构计算确定;光伏组件安装外保温构造的墙体上时,其与墙面连接部位易产生冷桥,因此需要做特殊断桥或保温构造处理,保证满足墙面整体保温节能的热工要求。

2 光伏组件的引线应暗设,过墙面处应预埋防水套管,可防止水渗入墙体构造层;管线穿越结构柱会影响结构性能,因此穿墙管线不宜设在结构柱内。

3 光伏组件镶嵌在墙面时,应由建筑建设专业结合建筑立面

进行统筹设计。作为外墙使用的光伏组件,应具备外墙材料的特性,并应满足外墙保温节能设计要求。

**4** 外墙窗面上安装光伏组件时,应满足不同性质建筑对窗的采光、通风要求,并应达到外窗的节能要求。光伏组件作为建筑遮阳构件使用时,应进行遮阳性能计算。

**4.3.9** 幕墙及雨篷等构件上安装光伏组件时应符合以下要求:

**1** 安装在幕墙上的光伏组件宜采用光伏幕墙,光伏幕墙的立面形式及光伏玻璃色泽的选择,建筑师可根据建筑立面的需要进行统筹设计。光伏幕墙的性能与所安装普通幕墙具备同等的强度,以及具有同等保温、隔热、防水等建筑热工性能,保证幕墙的整体性能;光伏幕墙玻璃应尽量避免遮挡建筑室内视线,并应与建筑遮阳、采光、通风统筹考虑。

对于由光伏玻璃构成雨篷、檐口和采光顶的光伏组件,应具备使用所需的强度、刚度要求,并应具备空中坠物对其造成的破坏坠落物不至于伤人的安全性能。

**2** 安装在幕墙上的光伏组件尺寸应符合所安装幕墙板材的模数,既有利于安装,又与建筑幕墙在视觉上融为一体。

## **4.4 结构设计**

**4.4.1** 光伏建筑工程的结构设计包括两个方面:一是光伏组件自身的安装结构设计;二是支撑光伏系统的主体结构和构件设计及相关连接件设计。在主体结构设计时,应根据光伏系统各组成部分在建筑中的位置准确把握其荷载效应,保证其结构体系的安全;同时还要确定安装方式及安装位置对结构局部强度的要求。

**4.4.2** 光伏系统重量应按永久荷载效应进行荷载组合。对于体形、风荷载环境比较复杂的光伏建筑包括光伏幕墙,风荷载取值宜更加准确,因此在没有可靠参照依据时,宜采用风洞试验确定其风荷载取值。

**4.4.3** 光伏建筑结构设计应区分是否要求抗震设计。对于6度设防区,一般只需考虑系统自重、风荷载和雪荷载。对于6度以上

设防区,还应考虑地震作用。

**4.4.4** 在既有建筑上安装光伏系统,则应对原有建筑的设计资料进行调查,并对原有建筑的结构材料现状、耐久性进行鉴定,必要时应对材料取样测试。确认后应将增设光伏系统重量作为新加的永久荷载效应进行结构复核验算,保证结构的安全。

**4.4.5** 光伏组件的支架及各个连接节点主要承受系统自重、风荷载、雪荷载和地震作用,应通过计算确定支架结构构件的截面形式以及构件连接形式。

**4.4.6** 连接件与其基座(主体结构)的锚固承载力应大于连接本身的承载力,任何情况下不允许发生锚固破坏。光伏幕墙的连接与锚固必须可靠,其承载力必须通过计算或实物试验予以确认,并要留有余地。为了保证与主体结构的连接可靠性,连接部位主体结构混凝土强度等级不应低于 C20。

**4.4.7** 大多数情况下支架基座比较容易满足稳定性要求(抗滑移、抗倾覆),但在风荷载比较大的地区,支架基座的稳定性对结构安全起控制作用,必须进行验算并加以保证。

**4.4.8** 当土建施工中未设预埋件,预埋件漏放或偏离设计位置较远,设计变更,或在既有建筑增设光伏系统时,往往要使用后锚固螺栓进行连接。采用后锚固螺栓(机械膨胀螺栓或化学锚栓)时,应采取多种措施,保证连接的可靠性及安全性。另外,在地震设防区使用金属锚栓时,应符合建筑行业标准《混凝土用膨胀型、扩孔型建筑锚栓》JG 160 相关抗震专项性能试验要求;在抗震设防区使用的化学锚栓,应符合国家标准《混凝土结构加固设计规范》GB 50367中相关适用于开裂混凝土的定型化学锚栓的技术要求。

**4.4.9** 考虑光伏系统的有效使用周期,预埋件的设计周期与主体结构相同,避免光伏组件更新时对主体结构造成破坏。

**4.4.10 - 4.4.11** 支架、支撑金属件应根据光伏系统设定的使用寿命选择材料及其维护保养方法。根据目前常见方法以及使用经验,给出如下几种建议。

1 钢制 + 表面涂漆(有颜色):5 ~ 10 年,再涂漆。

## 2 钢制 + 热浸镀锌:20 ~ 30 年。

镀锌层的厚度要求取决于使用条件和使用寿命,应根据环境变化确定镀锌层的厚度。日本的经验表明,要获得 20 年的使用寿命,在国内重要工业区或沿海地区镀锌量为  $550\text{g}/\text{m}^2 \sim 600\text{g}/\text{m}^2$  以上,郊区为  $400\text{g}/\text{m}^2$  以上。

在任何特定的使用环境里,锌镀层的保护作用一般正比于单位面积内锌镀层的质量(表面密度),通常也正比于锌镀层的厚度,因此,对于某些特殊的用途,可采用  $40\mu\text{m}$  厚度的锌镀层。

在我国,采用碳素钢和低合金高强度结构钢作为支撑结构时,一般采取热浸镀锌防腐处理,锌膜厚度应符合现行国家标准《金属覆盖层钢铁制品热浸镀锌技术要求》GB/T 13912 的相关规定。

钢构件采用氟碳喷涂或聚氨酯喷涂的表面处理办法时,涂膜厚度应满足《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102 中的相关规定。

## 3 不锈钢:30 年以上。

不锈钢对盐害等具有高抵抗性,但价格较高,在海上安装の場合应有较多。

## 4 铝合金 + 氟碳漆喷涂:20 年以上。

铝合金型材采用氟碳喷涂进行表面处理时,应符合现行国家标准《铝合金建筑型材》GB/T 5237 规定的质量要求,表面处理层的厚度:平均膜厚  $t \geq 40\mu\text{m}$ ,局部膜厚  $t \geq 34\mu\text{m}$ 。其他表面处理方法应满足《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102 中的相关规定。

**4.4.10** 在有盐害的地方,不同的金属材料相互接触会产生接触腐蚀,所以应在不同金属材料之间垫上绝缘物,或采用同一金属材料的支撑结构。

## 4.5 电气设计

**4.5.3** 光伏发电系统宜采用阀控式免维护铅酸蓄电池,由于蓄电池的重量和体积均比较大,当容量超过  $200\text{A} \cdot \text{h}$  时,宜设置专用的蓄电池室。

考虑到蓄电池的荷重大,维护时要清洗地面等,故蓄电池室宜

布置在  $\pm 0.00\text{m}$  层,可以节约土建设资。

蓄电池室的建筑设计应满足以下要求:

1 蓄电池室应采用非燃性建筑材料,顶棚宜做成平顶,不应吊天棚,也不宜采用折板或槽形天花板;

2 蓄电池室内的地面应有约 0.5% 的排水坡度,并应有泄水孔;

3 蓄电池室内照明灯具应为防爆型,照明线宜采用穿管暗敷,室内不应装设开关和插座;

4 蓄电池室内的窗玻璃应采用毛玻璃或涂以半透明油漆的玻璃,阳光不应直射室内。蓄电池室走廊墙面不宜开设通风窗或玻璃采光窗;

5 蓄电池室的门应向外开启,应采用非燃烧体或难燃烧体的实体门,门的尺寸不应小于  $750\text{mm} \times 1960\text{mm}$  (宽  $\times$  高)。

**4.5.5** 既有建筑中增设光伏系统时,原有电缆通道预留空间不足、需新增电缆通道时,应对既有建筑的结构安全、电气安全距离等进行验算,必要时应进行改造。

## **5 光伏系统安装和调试**

### **5.1 一般规定**

**5.1.5** 光伏系统安装时应采取防触电、防坠落等措施,确保人员安全。

### **5.4 光伏组件安装**

**5.4.10** 光伏组件是一个直流发电单元,特别是组件之间的正负极连接端子是电流的输出端,只要有光照就会有电流输出,因此为了保证人身安全需要有带电警告标识。

## 6 环保、卫生、安全、消防

### 6.2 安 全

**6.2.1** 为保护施工、维护人员临边作业时的安全,屋面安装光伏阵列的区域临边宜设置防护栏杆。栏杆高度不低于 1.1m,超过绝大部分中国人身体的重心,即使人员动态冲击在栏杆上,也不致翻出栏杆坠落。栏杆的最高横杆上应能承受 1kN 的水平集中荷载,屋面临边还应设置防止锚固点失效后光伏构件坠落的措施。

**6.2.2** 人员有可能接触或接近光伏组件,为保证人身生命财产的安全,在其外围防护栏杆显著位置上应悬挂带电警告标识牌。

### 6.3 消 防

**6.3.1** 屋面安装光伏系统区域,应设置消防疏散通道,以便施工、维护人员迅速、安全撤离。

## **7 工程质量验收**

### **7.1 一般规定**

**7.1.1** 《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411 第 3.4.1 条规定建筑节能工程为单位工程的一个分部工程。太阳能光伏系统工程是建筑节能的一部分,故规定该系统为建筑节能分部的一个子分部工程,与节能分部的其他子分部共同组成一个分部工程。

既有建筑安装太阳能光伏是一个独立的系统,故应该作为单位工程进行专项验收。

### **7.2 分项工程验收**

**7.2.1 ~ 7.2.4** 规定了太阳能光伏系统分项、隐蔽验收及检验批质量验收项目及合格要求。

### **7.3 竣工验收**

**7.3.1 ~ 7.3.5** 规定了太阳能光伏系统竣工验收依据、合格要求、资料归档要求。

## 8 运行与维护

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 太阳能光伏系统工程验收合格交付用户后,为确保光伏系统的正常运行和发挥其最大效益,应按照《光伏建筑一体化系统运行与维护规程》JGJ/T 264 的规定进行维护管理。

**8.1.2** 光伏系统操作手册应包含系统组成、系统日常操作、系统维护、常见故障及其排除方法、异常状况(现象)及其应急处理措施。

**8.1.3** 为防止光伏系统故障和支撑、锚固结构年久失修,或因极端气象灾害导致光伏系统或锚固结构损坏,给用户带来人身生命及财产损失,要定期或极端气象灾害前后进行检查,如暴雨雪、台风或地震等。

**8.1.4** 选择在阴天或晚上光伏组件不发电的时候,对光伏系统进行检查,相对安全。

**8.1.5** 系统运行发生异常时,应由专业维修人员或在其指导下进行处理。若无法得到及时处理,应按照光伏系统操作手册进行应急处理。

### 8.2 维护管理

**8.2.1** 光伏方阵:光伏组件或阵列的清洗应根据当地气候状况确定,在干燥或灰尘较多的季节,应增加清洗次数。清洗时应先用清水冲洗,然后用干净的柔软布将水迹擦干,切勿用有腐蚀性的溶剂冲洗,或用硬物擦拭。若遇下雪天气,应及时清扫组件或阵列表面的积雪,清洗(或清扫)时,应避免在太阳辐射较强时进行。

若组件或阵列表面有树叶、鸟粪等杂物,应及时清理干净。