

**T/CECS** XXX- 202X

中国工程建设标准化协会标准

工业建筑太阳能光伏系统评价标准

**Evaluation standard for solar photovoltaic system of industrial buildings**

（征求意见稿）

\*\*\*\*出版社

中国工程建设标准化协会标准

工业建筑太阳能光伏系统评价标准

**Evaluation standard for solar photovoltaic system of industrial buildings**

**T/CECS \*\*\* -20XX**

主编单位：建科环能科技有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：20XX年××月××日

XXXX出版社

2023 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，编制组深入调查研究，认真总结实践经验，参考国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准共分7章和1个附录，主要内容包括：总则、术语、基本规定、安全、耐久、节能减碳、提高与创新等。

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](#_Toc127362313)

[2 术语 2](#_Toc127362314)

[3 基本规定 3](#_Toc127362315)

[3.1 一般规定 3](#_Toc127362316)

[3.2 评价与等级划分 3](#_Toc127362317)

[4 安全 5](#_Toc127362318)

[4.1 控制项 5](#_Toc127362319)

[4.2 评分项 5](#_Toc127362320)

[I 结构安全 5](#_Toc127362321)

[II 电气安全 6](#_Toc127362322)

[III 防火防爆安全 7](#_Toc127362323)

[IV 防水防腐安全 8](#_Toc127362324)

[5 耐久 9](#_Toc127362325)

[5.1 控制项 9](#_Toc127362326)

[5.2 评分项 9](#_Toc127362327)

[I 系统设计 9](#_Toc127362328)

[Ⅱ 结构与基础 9](#_Toc127362329)

[Ⅲ 系统电气设计 10](#_Toc127362330)

[Ⅳ 电气二次 11](#_Toc127362331)

[Ⅴ 安全防护设施 11](#_Toc127362332)

[Ⅵ 施工质量 11](#_Toc127362333)

[Ⅶ 运行维护 13](#_Toc127362334)

[6 节能减碳 15](#_Toc127362335)

[6.1 控制项 15](#_Toc127362336)

[6.2 评分项 15](#_Toc127362337)

[7 提高与创新 18](#_Toc127362338)

[7.1 一般规定 18](#_Toc127362339)

[7.2 加分项 18](#_Toc127362340)

[附录 A 工业建筑太阳能光伏系统评价指标 19](#_Toc127362341)

[附录A.0.1 安全性能评价指标 19](#_Toc127362342)

[附录A.0.2 耐久性能评价指标 21](#_Toc127362343)

[附录A.0.3 节能减碳、提高与创新评价指标 24](#_Toc127362344)

[本标准用词说明 25](#_Toc127362345)

[引用标准名录 26](#_Toc127362346)

Contents

[1 General Provisions 1](#_Toc122963034)

[2 Terms 2](#_Toc122963035)

[3 Basic Requirements 3](#_Toc122963036)

[3.1 Genemal Reqirernents 3](#_Toc122963037)

[3.2 Assesstnent and Rating 3](#_Toc122963038)

[4 Safety 5](#_Toc122963039)

[4.1 Preroulsite Itemes 5](#_Toc122963040)

[4.2 Scoring Items 5](#_Toc122963041)

[I Structural Safety 5](#_Toc122963042)

[II Electrical Safety 6](#_Toc122963043)

[III Fire and Explosion Protection Safety 7](#_Toc122963044)

[IV Waterproof and Anti-corrosion Safety 8](#_Toc122963045)

[5 Durable 9](#_Toc122963046)

[5.1 Preroulsite Itemes 9](#_Toc122963047)

[5.2 Scoring Items 9](#_Toc122963048)

[I System Design 9](#_Toc122963049)

[Ⅱ Structure and Foundation 9](#_Toc122963050)

[Ⅲ System Electrical Design 10](#_Toc122963051)

[Ⅳ Secondary Electrical 11](#_Toc122963052)

[Ⅴ Safety Protection Facilities 11](#_Toc122963053)

[Ⅵ Construction Quality 11](#_Toc127290092)

[Ⅶ Operation and Maintenance 13](#_Toc127290093)

[6 Energy Saving and Carbon Reduction 15](#_Toc122963056)

[6.1 Preroulsite Itemes 15](#_Toc122963057)

[6.2 Scoring Items 15](#_Toc122963058)

[7 Promotion and Innovation 18](#_Toc122963059)

[7.1 Genemal Reqirernents 18](#_Toc122963060)

[7.2 Bonus Items 18](#_Toc122963061)

[Appendix A Evaluation Index for Solar Photovoltaic System of Industrial Building 19](#_Toc111129717)

[Appendix A.0.1 Safety Performance Evaluation Index 19](#_Toc111129718)

[Appendix A.0.2 Durability Evaluation Index 21](#_Toc111129718)

[Appendix A.0.3 Energy Saving and Carbon Reduction and Promotion and Innovation 24](#_Toc111129718)

[Explanation of Wording in This Standards 25](#_Toc111129719)

[List of Quoted Standards 26](#_Toc111129720)

1 总则

**1.0.1** 为执行国家有关节能能源、保护生态环境、应对气候变化的法律、法规，落实碳达峰、碳中和决策部署，提高能源资源利用率，引导工业建筑太阳能光伏系统发展，规范工业建筑太阳能光伏系统的评价，制定本标准。

**1.0.2** 本标准适用于新建、改建和扩建的工业建筑太阳能光伏系统评价。

**1.0.3** 工业建筑太阳能光伏系统评价除应符合本标准外，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 工业建筑太阳能光伏系统 solar photovoltaic system for industrial buildings**

将太阳能光伏系统安装在工业建筑屋顶或立面上，系统由太阳能光伏组件、逆变器、控制器、汇流箱、交流并网柜、支架、电缆及蓄电池组成。

**2.0.2 单位光伏阵列面积的日均发电量 average daily power generation per unit PV array area**

全年综合太阳辐照量情况下，光伏发电系统的日均发电量与光伏阵列面积的比值，单位为千瓦时每平方米每天[kWh/(m2·d)]。

3 基本规定

## 3.1 一般规定

**3.1.1** 工业建筑太阳能光伏系统评价应以单个独立工程为评价对象。

**3.1.2** 工业建筑太阳能光伏系统应在工程竣工后进行评价。

**3.1.3** 评价机构应对申请评价方提交的申请材料、工程图纸、测试报告和相关文件进行审查，出具评价报告，确定评价等级。

## 3.2 评价与等级划分

**3.2.1** 工业建筑太阳能光伏系统评价体系应由安全、耐久、节能减碳3类指标组成，且每类指标应包括控制项和评分项，评价指标体系应设置提高与创新加分项。

**3.2.2** 进行工业建筑太阳能光伏系统评价时，应审查是否满足控制项的各项指标。控制项指标满足要求后，应再进行评分项和加分项评价。控制项的评定结果应为达标或不达标，评分项和加分项的评定结果应为分值。

**3.2.3** 工业建筑太阳能光伏系统评价的分值设定应符合表3.2.4的规定。

**表3.2.4 工业建筑太阳能光伏系统评价分值**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 安全 | 耐久 | 节能减碳 | 提高与创新加分项 |
| 评价分值 | 400 | 250 | 150 | 100 |

**3.2.4** 工业建筑太阳能光伏系统评价的总得分用下式进行计算：

$Q=(Q\_{1}+Q\_{2}+Q\_{3}+Q\_{4})/10$ （3.2.4）

式中：$Q$——总得分；

 $Q\_{1}$——安全项得分；

 ——耐久项得分；

 ——节能减碳项得分；

 ——提高与创新项得分。

**3.2.5** 工业建筑太阳能光伏发电系统划分为基本级、一星级、二星级、三星级4个等级。各级别分值要求应符合表3.2.5的规定。

**表 3.2.5 各级别分值要求**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 星级 | 基本级 | 一星级 | 二星级 | 三星级 |
| 得分 | 50＜$Q\leq $55 | 55＜$Q\leq $60 | 60＜$Q\leq $65 | $Q$＞65 |

4 安全

## 4.1 控制项

**4.1.1** 安装在工业建筑物上的光伏方阵的最大电压不应超过1500V。

**4.1.2** 工业建筑太阳能光伏系统中的光伏组件、逆变器、汇流箱、支架、储能系统、线缆等关键设备应通过相关标准认证或型式试验的合格产品。

**4.1.3** 直流线缆应满足以下要求：

1 耐压等级不低于光伏方阵最大输出电压的1.25倍；

2 额定载流量不低于短路保护电器整定值，短路保护电器整定值不低于光伏方阵的标称短路电流的1.25倍；

3 直流线路压降不超过2%。

**4.1.4** 工业建筑太阳能光伏系统的接地应符合现行国家标准《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》GB 50169的相关要求，采用当敷设保护等电位连接导体时，导体与直流电缆和交流电缆以及附件平行并与之紧密接触。

## 4.2 评分项

## I 结构安全

**4.2.1** 在新建或既有建筑安装太阳能光伏系统应进行建筑结构安全复核，满足建筑结构的安全性要求，得20分。

**4.2.2** 建设单位应提供具有工程设计综合资质设计院或原设计院出具的建筑荷载报告。需要加固的建筑物由具有工程设计综合资质设计院或原设计院设计，加盖设计单位和注册结构工程师印章，得20分。

**4.2.3** 光伏支架结构设计应由具有电力行业工程设计资质，工程设计综合资质或新能源设计资质的设计院设计，设计使用年限应为25年，建筑光伏一体化的光伏支架设计使用年限应与一体化建筑主体结构一致，加盖设计单位和注册结构工程师印章。光伏支架结构安全评价总分值为25分，并按下列规则评分：

1 光伏支架结构安全等级可分为三级，一级最高。

2 根据光伏支架结构设计文件判定。在提供符合要求的设计文件后，可按表4.2.3规定进行光伏支架结构安全评分。

表4.2.3 光伏支架结构安全等级评分

|  |  |
| --- | --- |
| 安全等级 | 分值 |
| 一级 | 25 |
| 二级 | 15 |
| 三级 | 5 |

**4.2.4** 支架基础应与光伏支架结构同步设计，基础的强度、抗倾覆、抗滑移能力应符合现行相关国家标准的要求。光伏支架基础评价总分值为25分，并按下列规则分别评分：

表4.2.4-1 混凝土结构屋顶支架基础安全性评分

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 基础安全性划分 | 基础与建筑主结构是否刚性连接 | 光伏支架与基础是否刚性连接 | 评分 |
| 一级 | 是 ■ 否□ | 是 ■ 否□ | 25 |
| 二级 | 是 □ 否■ | 是 ■ 否□ | 15 |
| 三级 | 是 □ 否■ | 是 □ 否■ | 5 |

表4.2.4-2 钢结构屋顶支架基础安全性评分

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 基础安全性划分 | 光伏支架（光伏组件）与建筑物的连接方式 | 评分 |
| 一级 | 与建筑主结构有刚性连接 | 25 |
| 二级 | 与建筑屋面有刚性连接 | 15 |
| 三级 | 与建筑屋面有结构胶连接 | 5 |

**4.2.5** 采光带、气楼、无女儿墙或护栏屋顶等有坠落危险处，应设永久性栏杆或盖板或安全措施，得20分。

## II 电气安全

**4.2.6** 光伏组件应完好无损，无隐裂、弯曲、积灰等现象，得20分。

**4.2.7** 直流连接器外观完好，无变形、氧化锈蚀现象，得10分。

**4.2.8** 电缆选型应符合电路电气参数要求，并按下列规则分别评分，分值为10分。

1 光伏系统交直流侧线缆分别布线和编号，直流电缆正负极以颜色区分，得4分；

2 光伏系统每个组串编号在显眼的位置进行明确标记，得2分；

3 光伏系统交流电缆首末端有编号，且编号明显、清晰，得4分。

**4.2.9** 逆变器、控制器与周边其他电气设备或杂物的间距按下列规则分别评分，分值为10分。

1 间距小于60cm,不得分；

2 间距大于等于60cm且小于70，得4分；

3 间距大于等于70cm且小于80，得8分；

4 间距大于80cm，得10分。

**4.2.10** 逆变器监控评价按下列规则分别评分，分值为15分。

1 采用LED灯光报警的方式来向本地操作、运维人员发出故障提示信号，得5分；

2 采用LED灯光报警的方式来向本地操作、运维人员发出故障提示信号，且报警清晰，得10分；

3 具备监控系统，能够将发电信息及故障信息上传至监控后台，得8分；

4 具备监控系统，能够将发电信息及故障信息上传至监控后台，且后台接收清楚，得15分。

**4.2.11** 太阳能光伏发电系统储能部分，应符合现行相关标准要求，得15分。

**4.2.12** 太阳能光伏发电系统安全警示标识及设施应符合现行国家标准《安全标志及其使用导则》GB 2894相关规定，得15分。

**4.2.13** 电气设施应设防止蛇、鼠类等小动物危害的措施，得10分。

**4.2.14** 太阳能光伏发电系统设置了符合现行国家标准《光伏系统性能监测测量、数据交换和分析导则》GB/T 20513要求的监测系统，得10分。

## III 防火防爆安全

**4.2.15** 建筑设计应为光伏系统提供安全的安装条件，并符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016要求的防火分区及相关出入口，得10分。

**4.2.16** 光伏系统的光伏组件或构件应满足下列要求**：**

1 光伏组件或光伏构件的耐火等级应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016中相关要求，得20分。

2 光伏系统采用的光伏组件或光伏构件的燃烧性能应符合现行国家标准《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB 8624中不低于B级的要求，燃烧产烟毒性应符合现行国家标准《材料产烟毒性危险分级》GB/T 20285中不低于ZA2级的要求，得20分。

**4.2.17** 光伏系统的防火装置应满足下列要求：

1 光伏系统安装应避开爆炸危险场所，不得影响建筑之间的防火间距及消防疏散，应设置消防疏散通道，得10分。

2 光伏系统应设置自动灭火系统的设置应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016的有关规定，得10分。

3 手提灭火器的设置应符合现行国家标准《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140的有关规定，得10分。

4 光伏系统应设置火灾感应装置，发生火灾时可自动或手动切断系统电源，并应符合现行国家标准《电气火灾监控系统》GB 14287的有关规定，得15分。

## IV 防水防腐安全

**4.2.18** 光伏系统的防水安全应满足下列要求：

1 混凝土屋面的防水层应完好、无损坏，得15分。

2 金属屋面的孔洞和紧固件应紧固牢固可靠，无渗漏水现象，得15分。

3 光伏系统具有结构防水功能，屋面系统不用做二次防水，得20分。

**4.2.19** 光伏系统的防腐安全应满足下列要求：

1 金属屋面的防腐应无破损，无腐蚀现象，得15分。

2 金属屋面的紧固件紧固点防腐应完好无损，得15分。

5 耐久

## 5.1 控制项

**5.1.1** 在工业建筑上安装太阳能光伏系统，不应影响建筑的采光、通风，不应引起建筑能耗的增加。

**5.1.2** 新建建筑安装光伏系统应与主体建筑同步设计、施工和验收。

**5.1.3** 根据当地的特点，作为建筑构件的光伏发电组件应采取相应的防冻、防冰雪、防过热、防雷、抗风、抗震、防火、防腐蚀等技术措施。

**5.1.4** 既有建筑物屋面增设光伏发电系统，应进行建筑物结构和电气的安全复核，应满足建筑结构及电气的安全性要求。

**5.1.5** 应对光伏系统的光伏组串、逆变器与汇流箱、 其他电气设备、二次系统、全系统联合等进行调试，并提供相应的调试记录。

**5.1.6** 应对光伏系统进行运行维护，系统运行与维护手册的内容应符合现行行业标准《光伏建筑一体化系统运营与维护规范》JGJ/T 264及其他相关标准的要求。

## 5.2 评分项

## I 系统设计

**5.2.1** 工业建筑屋面安装光伏系统时，屋面的有效利用率不低于50%，得8分；屋面的有效利用率50%~60%，得12分；屋面的有效利用率大于60%，得20分。

**5.2.2** 光伏方阵的安装倾角与设计图纸一致，得10分。

**5.2.3** 在空气质量较差的地区，设置光伏组件清洁系统，得10分。

**5.2.4** 在多雪地区，直接构成建筑屋面的光伏组件设置有人工融雪、清雪的安全通道，得10分。

## Ⅱ 结构与基础

**5.2.5** 光伏支架设计使用年限为25年，风荷载和雪荷载按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009中25年一遇的荷载数值取值，得10分。

**5.2.6** 彩钢瓦屋面安装应选用铝合金光伏导轨，材质选用6005-T5及以上规格，要求使用矩形导轨，混凝土屋面按照应选用碳钢光伏支架，材质选用Q235及以上规格，得5分。

**5.2.7** 铝合金支架应进行表面防腐处理，可采用阳极氧化处理措施，阳极氧化膜的最小厚度应符合现行国家标准《光伏发电站设计规范》GB 50797的规定，得5分。

**5.2.8** 碳钢光伏支架采用热镀锌处理，镀锌层厚度不小于65um，得5分。

**5.2.9** 支架主要受力构件的钢板厚度不应小于2mm，连接件钢板壁厚不应小于3mm。彩钢屋面夹具安装如需破坏原有彩钢的，应使用防水垫片、补胶等防水处理，得5分。

**5.2.10** 光伏压块及夹具应选用铝合金材料，材质选用6005-T5及以上规格，阳极氧化膜按AA15级别管控。表面硬度标准韦氏硬度不小于12HW，得5分。

**5.2.11** 砖混屋面混凝土基础块下方应敷设防水卷材，防水卷材各边至少比混凝土基础块大10cm，得5分。

**5.2.12** 屋面混凝土基础块表面完整、形状规则，无蜂孔、无缺损，得5分。

**5.2.13** 使用U形螺栓进行预埋，U形螺栓使用热镀锌或不锈钢材质，外露螺纹，得5分。

**5.2.14** 光伏系统的防雷接地可与建筑物的防雷接地共用，引下线可采用直径不小于10mm的热镀锌圆钢或截面不小于25mm×4mm的热镀锌扁钢，且接地电阻应小于4Ω，得5分。

## Ⅲ 系统电气设计

**5.2.15** 光伏系统电能质量的电压偏差、电压波动、闪变、谐波和三相电压不平衡等电能质量指标应符合现行国家标准《电能质量 供电电压偏差》GB/T12325、《电能质量电压波动和闪变》GB/T12326、《电能质量公用电网谐波》GB/T 14549、《电能质量三相电压不平衡》GB/T15543、《电能质量公用电网间谐波》GB/T24337的有关规定，得10分。

**5.2.16** 同一最大功率点跟踪器或逆变器所接太阳电池组件串、相同组件串中不同太阳电池组（构）件的电性能参数一致，其STC条件下最大功率、最大功率点电流的偏差小于±3%，得10分。

**5.2.17** 接入同一最大功率点跟踪器或逆变器的光伏组件串的朝向、安装倾角基本一致，得5分。

**5.2.18** 直流汇流箱、组串式逆变器宜靠近光伏方阵布置，室内布置的逆变器、汇流箱、变压器应设置散热通风措施，得5分。

## Ⅳ 电气二次

**5.2.19** 通过 10kV 及以上电压等级接入电网光伏系统的监控系统应包括数据采集、数据处理、控制操作、防误闭锁、报警、事件处理、人机交互、对时、通信等基本功能，功能、性能应符合现行国家标准《光伏发电站监控系统技术要求》GB/T 31366的有关规定，得10分。

**5.2.20** 监控系统可采用本地监控或远程监控方式，无人值守的建筑光伏系统应安装远程实时监控系统，得10分。

**5.2.21** 通过 10kV 及以上电压等级接人电网的光伏发电系统配置的继电保护装置应符合现行国家标准《继电保护和安全自动装置技术规程》GB/T 14285 的有关规定。通过 380V 电压等级接入电网的光伏系统宜采用熔断器或断路器，可不配置专用的继电保护装置，得10分。

## Ⅴ 安全防护设施

**5.2.22** 光伏系统安全防护设施宜包括：入侵报警系统、视频安防系统和出入口控制系统等，并能相互联动。系统应与火灾报警系统及其他紧急疏散系统联动，并满足紧急逃生时人员疏散的要求，得10分。

**5.2.23** 在人员有可能接触或接近光伏系统的位置，设置防触电警示标识，得5分。

**5.2.24** 光伏系统在并网处设置并网专用低压开关箱（柜），并设置专用标识和“警告”、“双电源”等提示性文字和符号，得5分

**5.2.25** 在人员有可能接触或接近光伏系统的位置，设置防触电警示标识，得5分。

## Ⅵ 施工质量

**5.2.26** 混凝土工程的施工应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定。钢结构工程的施工应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的有关规定。铝合金工程的施工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，得5分。

**5.2.27** 光伏系统支架连接部件的安装施工不应降低屋面的防水性能。施工损坏的屋面原有防水层应进行修复或重新进行防水处理，得5分。

**5.2.28** 支架安装应符合下规定，得5分：

1 应在连接部件验收合格后安装支架。采用现浇混凝土基座时，应在混凝土的强度达到设计强度的 70%以上后安装支架，得2分；

2 支架安装过程中不应破坏防腐涂层，得1分；

3 支架安装过程中不应气割扩孔；热镀锌钢构件，不宜现场切割、开孔。

支架安装的尺寸允许偏差应符合表5.2.28的规定，得2分。

**表 5.2.28 支架安装的尺寸允许偏差**

|  |  |
| --- | --- |
| 项目名称 | 允许偏差 |
| 中心线偏差 | ±2mm |
| 梁标高偏差（同组） | ±3mm |
| 立柱面偏差（同组） | ±3mm |
| 平屋顶支架倾斜角度 | ±1° |

**5.2.29** 现场宜采用机械连接的安装方式。当采用焊接工艺时，焊接工艺应符合下列规定，得5分：

1 现场焊接时应对影响范围内的型材和光伏组件采取保护措施，得2分；

2 焊接完毕后应对焊缝质量进行检查，得1分；

3 焊接表面应按设计要求进行防腐处理，得2分。

**5.2.30** 电气设备安装时，应对设备进行编号；电缆及线路接引完毕后，应对线路进行标识，各类预留孔洞及电缆管口应进行防火封堵，得5分。

**5.2.31** 汇流箱的安装应符合下列规定，得5分：

1 汇流箱进线端和出线端与汇流箱接地端应进行绝缘测试，得1分；

2 汇流箱内元器件应完好，连接线应无松动，得1分；

3 汇流箱中的开关应处于分断状态，熔断器熔丝不应放入，得1分；

 4 汇流箱内光伏组件串的电缆接引前，光伏组件侧和逆变器侧应有明显断开点，得1分；

5 汇流箱与光伏组件串进行电缆连接时。应先接汇流箱内的输人端子，后接光伏组件接插件，得1分。

**5.2.32** 逆变器的安装应符合下列规定，得5分：

1 应检查待安装逆变器的外观、型号、规格，得1分；

2 逆变器柜体应进行接地，单列柜与接地扁钢之间应至少选取两点进行连接，得1分；

3逆变器交流侧和直流侧电缆接线前应检查电缆绝缘，校对电缆相序和极性，得1分；

4 集中式逆变器直流侧电缆接线前应确认汇流箱侧有明显断开点，得1分；5 逆变器交流侧电缆接线前应确认并网柜侧有明显断开点，得1分。

**5.2.33** 电缆桥架和线槽的安装应符合下列规定，得5分：

1 槽式大跨距电缆桥架由室外进人室内时，桥架向外的坡度不应小于 1/100，得1分；

2 电缆桥架与用电设备跨越时，净距不应小于0.5m，得1分；

3 两组电缆桥架在同一高度平行敷设时，净距不应小于0.6m，得1分；

4 电缆桥架宜高出地面 2.5m 以上，桥架顶部距顶棚或其他障碍物不宜小于 0.3m，桥架内横断面的填充率应符合设计要求，得1分；

5 布放在线槽的缆线宜顺直不交叉，缆线不应溢出线槽;缆线进出线槽、转弯处应绑扎固定，得1分。

**5.2.34** 光伏系统的防雷、接地施工应符合下列规定，得5分：

1 光伏系统的金属支架应与建筑物接地系统可靠连接或单独设置接地，得2分；

2 带边框的光伏组件应将边框可靠接地，不带边框的光伏组件，固定结构的接地做法应符合设计要求，得1分；

3 盘柜、桥架、汇流箱、逆变器等电气设备的接地应牢固可靠、导电良好，金属盘门应采用裸铜软导线与金属构架或接地排进行接地，得2分。

## Ⅶ 运行维护

**5.2.35** 光伏系统正式投运前，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，并光伏系统应建立管理制度、编写应急预案，管理制度及应急预案的关键条款应张贴在醒目位置,得5分。

**5.2.36** 屋面保持清洁完整，无积水、油污、杂物，通道和楼梯处的平台应无杂物阻塞，得5分。

**5.2.37** 运维通道应符合下列要求，单项符合得1分，评价总分值为5分：

 1能够覆盖到达所有的屋顶关键设备屋；

2清洗和运维通道跨越采光带时，应具备踏板，临边的安全措施；

3运维通道的耐候性：满足25年要求；

4运维通道强度应满足单人踩踏无明显弯曲；

5上下楼的通道安全可靠，且能阻止无关人员进入。

**5.2.38** 面巡检通道宜设置保护措施，以防止巡检人员由于频繁踩踏而破坏屋面，得5分。

6 节能减碳

## 6.1 控制项

**6.1.1** 光伏系统日均发电量和系统装机容量不应低于80%设计值。

**6.1.2** 光伏系统静态投资回收年限不应低于75%设计值。

**6.1.3** 光伏系统中的光伏组件设计使用寿命应高于25年。

**6.1.4** 系统中的多晶硅、单晶硅、薄膜电池组件自系统运行之日起，一年内的衰减率应分别低于2.5%、3.0%、5%，之后每年衰减率应低于0.7%。

## 6.2 评分项

**6.2.1** 光伏系统单位面积日均发电量的试验条件、试验方法、试验结果、单位面积日均发电量评分按下规定进行。

1 试验条件

单位面积日均发电量的试验应符合下列条件规定：

a）在测试前，应确保系统能正常、稳定、连续运行1d。

b）为评估光伏系统的全年发电水平，测试期间，太阳辐照量区间划分应符合表6.2.1规定，每个太阳辐照量区间的测试天数至少为1d。各区间太阳辐照量实测值与规定值偏差不宜超过±1MJ/(m2·d)。

**表 6.2.1 太阳辐照量区间划分表**

单位：MJ/(m2·d)

|  |  |
| --- | --- |
| 序号 | 太阳辐照量H |
| 1 | H≥8 |
| 2 | 8＜H≤12 |
| 3 | 12＜H≤16 |
| 4 | H＞16 |

c）室外环境平均温度*ta*应符合当地年平均环境温度±10℃。

d）对于离网型光伏系统，试验前应通过负载调节装置，使储能设备两端电压达到充放电控制器欠压保护恢复值电压±1V，达到稳定的起始充电状态。

2 试验方法

a）测试开始前，应切断所有外接辅助电源，安装调试好太阳总辐射表、功率分析仪、和环境温度传感器，并测量光伏阵列总面积。

b）并网型光伏系统应将功率分析仪接入交流并网点；交流供电的离网型光伏系统应将功率分析仪接入逆变器交流输出端；直流供电的离网型光伏系统应将功率分析仪接入控制器直流输出端。同时通过负载调节装置，使储能设备两端电压波动幅度不超过±0.5V。

c）测试并记录户用光伏发电系统每日的发电量、光伏阵列表面上的太阳辐照度和环境温度。

3 试验结果

a） 按照式6.2.1-1计算全年综合太阳辐照影响的日均发电量：

|  |  |
| --- | --- |
|  | （6.2.1-1） |
| 式中： | *E*n | ——全年综合太阳辐照影响的日均发电量，kWh/d； |
|  | *x*1、*x*2、*x*3、*x*4 | ——各太阳辐照量区间在当地气象条件下的统计天数，d； |
|  | *E*1、*E*2、*E*3、*E*4 | ——对应各太阳辐照量区间的日发电量，kWh/d。 |

b）按照式6.2.1-2计算单位光伏阵列面积的日均发电量：

|  |  |
| --- | --- |
|  | （6.2.1-2） |
| 式中： | *e*n | ——单位光伏阵列面积的日均发电量，kWh/(m2·d)； |
|  | *E*n | ——全年综合太阳辐照影响的日均发电量，kWh/d； |
|  | *A*PV | ——光伏阵列面积，m2。 |

4 单位面积日均发电量评分

单位面积日均发电量6.2.1进行评分。

**表6.2.1 单位面积日均发电量评分表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 设计值偏差% | 分值 |
|
| 1 | 偏差＞100 | 100 |
| 2 | 95≤偏差＜100 | 80 |
| 3 | 90≤偏差＜95 | 60 |
| 4 | 偏差＜90 | 50 |

**6.2.2** 静态投资回收年限应按下列规定进行

1 光伏系统的年节约费用*Csr*应按下式计算：

　　　　　　　　　　　　　　　$C\_{sr}=P×E-M\_{r}$ （6.2.2-1）

式中：**——太阳能光伏系统的年节约费用(元)；

$E$——太阳能光伏系统的年发电量(kWh)；

 *P*——常规能源的价格(元/kWh)，常规能源的价格*P*应根据项目立项文件所对比的常规能源类型进行比较，当无明确规定时，由测评单位和项目建设单位根据当地实际用能状况确定常规能源类型选取。

 *Mr*——光伏系统每年运行维护增加的费用(元)，由建设单位委托有关部门测算得出。

 2 光伏系统的静态投资回收年限*N*应按下式计算：

 　　　　　　　　　　　　　　　　　 （6.2.2-2）

式中：*Nh*——光伏系统的静态投资回收年限；

 *Czr*——光伏系统增量成本（元）增量成本依据项目单位提供的项目决算书进行核算，项目决算书中应对可再生能源的增量成本有明确的计算和说明；

*Csr*——光伏系统的年节约费用（元）。

3静态投资回收年限应按表6.2.2进行评分：

**表6.2.2 静态投资回收年限评分表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 设计值偏差% | 分值 |
|
| 1 | 偏差＞100 | 50 |
| 2 | 90≤偏差＜100 | 40 |
| 3 | 80≤偏差＜90 | 30 |
| 4 | 偏差＜80 | 25 |

7 提高与创新

## 7.1 一般规定

**7.1.1** 工业建筑太阳能光伏系统评价时，应按本章规定对提高与创新项进行评价。

**7.1.2** 提高与创新项得分应为加分项得分之和，当得分大于100分时，应取为100分。

## 7.2 加分项

**7.2.1** 工业建筑太阳能光伏系统宜快速关断装置、优化器、直流弧监测等安全装置，得40分。具备快速关断（RSD）功能，得10分，具有“组件级关断”功能，得10分；具备优化器功能，得10分，具备直流弧监测功能，得10分。并按下列规则分别评分：以距离到光伏矩阵305mm为界限，在快速关断装置启动后30s内，界限范围外电压降低到30V以下，得10分，界线范围内电压降低到80V以下，得10分。

**7.2.2** 光伏系统的逆变器并网运行时，光伏逆变器具备直流拉弧检测（AFCI）功能，得20分。能够识别光伏组件接头接点松脱、接触不良、电线受潮、绝缘破裂等原因而极易引起直流拉弧现象，得20分。

**7.2.3** 光伏系统具备故障诊断及分析功能智能化平台，智能化平台应包括各设备性能分析、发电性能分析、系统故障报警、系统自动处置等功能，得20分。

附录 A 工业建筑太阳能光伏系统评价指标

## 附录A.0.1 安全性能评价指标

| 评分项目 | 评分内容 | 分值 | 得分 |
| --- | --- | --- | --- |
| 结构安全 | 在新建或既有建筑安装太阳能光伏系统应进行建筑结构安全复核，满足建筑结构的安全性要求。 | 20 | 　 |
| 建设单位应提供具有工程设计综合资质设计院或原设计院出具的建筑荷载报告。需要加固的建筑物由具有工程设计综合资质设计院或原设计院设计，加盖设计单位和注册结构工程师印章。 | 20 | 　 |
| 光伏支架结构安全等级可分为三级，一级最高。 | 25 | 　 |
| 支架基础应与光伏支架结构同步设计，基础的强度、抗倾覆、抗滑移能力应符合现行相关结构国家标准要求。 | 25 | 　 |
| 采光带、气楼、无女儿墙或护栏屋顶等有坠落危险处，应设永久性栏杆或盖板或安全措施。 | 20 | 　 |
| 电气安全 | 光伏组件应完好无损，无隐裂、弯曲、积灰等现象。 | 20 | 　 |
| 直流连接器外观完好，无变形、氧化锈蚀现象。 | 10 | 　 |
| 电缆选型应符合电路电气参数要求。 | 10 | 　 |
| 逆变器、控制器与周边其他电气设备或杂物的间距。 | 10 | 　 |
| 逆变器监控评价要求。 | 15 | 　 |
| 光伏系统储能部分，应符合现行相关标准要求。 | 15 | 　 |
| 光伏系统安全警示标识及设施应符合现行国家标准《安全标志及其使用导则》GB 2894相关规定。 | 15 | 　 |
| 电气设施应设防止蛇、鼠类等小动物危害的措施。 | 10 | 　 |
|  光伏系统设置了符合现行国家标准《光伏系统性能监测测量、数据交换和分析导则》GB/T 20513要求的监测系统。 | 10 | 　 |
| 防火防爆安全 | 建筑设计应为光伏系统提供安全的安装条件，并符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016要求的防火分区及相关出入口。 | 10 | 　 |
| 光伏构件的耐火等级应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016中相关要求。 | 20 | 　 |
| 光伏系统采用的光伏组件或光伏构件的燃烧性能应符合现行国家标准。 | 20 | 　 |
| 光伏系统安装应避开爆炸危险场所，不得影响建筑之间的防火间距及消防疏散，应设置消防疏散通道。 | 10 | 　 |
| 光伏系统应设置自动灭火系统的设置应符合现行国家标准。 | 10 | 　 |
| 手提灭火器的设置应符合现行国家标准《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140的有关规定。 | 10 | 　 |
| 光伏系统应设置火灾感应装置，发生火灾时可自动或手动切断系统电源。 | 15 | 　 |
| 防水防腐安全 | 混凝土屋面的防水层应完好、无损坏。 | 15 | 　 |
| 金属屋面的孔洞和紧固件应紧固牢固可靠，无渗漏水现象。 | 15 | 　 |
| 光伏系统具有结构防水功能，屋面系统不用做二次防水。 | 20 | 　 |
| 金属屋面的防腐应无破损，无腐蚀现象。 | 15 | 　 |
| 金属屋面的紧固件紧固点防腐应完好无损。 | 15 | 　 |

## 附录A.0.2 耐久性能评价指标

| 评分项目 | 评分内容 | 分值 | 得分 |
| --- | --- | --- | --- |
| 系统设计 | 工业建筑屋面安装太阳能光伏发电系统时屋面的有效利用率大于60%。 | 20 |  |
| 光伏方阵的安装倾角与设计图纸一致。 | 10 |  |
| 在空气质量较差的地区，设置光伏组（构）件清洁系统。 | 10 |  |
| 在多雪地区，直接构成建筑屋面的光伏组件设置有人工融雪、清雪的安全通道。 | 10 |  |
| 结构设计 | 光伏支架设计使用年限为25年，风荷载和雪荷载按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009中50年一遇的荷载数值取值。 | 10 |  |
| 彩钢瓦屋面安装应选用铝合金光伏导轨，材质选用6005-T5及以上规格，要求使用矩形导轨，混凝土屋面按照应选用碳钢光伏支架，材质选用Q235及以上规格。 | 5 |  |
| 铝合金支架应进行表面防腐处理，可采用阳极氧化处理措施，阳极氧化膜的最小厚度应符合现行国家标准《光伏发电站设计规范》GB 50797的规定。 | 5 |  |
| 碳钢光伏支架采用热镀锌处理，镀锌层厚度不小于65um。 | 5 |  |
| 支架主要受力构件的钢板厚度不应小于2mm，连接件钢板壁厚不应小于3mm。彩钢屋面夹具安装如需破坏原有彩钢的，应使用防水垫片、补胶等防水处理。 | 5 |  |
| 光伏压块及夹具应选用铝合金材料，材质选用6005-T5及以上规格，阳极氧化膜按AA15级别管控。表面硬度标准韦氏硬度≥12HW。 | 5 |  |
| 砖混屋面混凝土基础块下方应敷设防水卷材（推荐SBS卷材），防水卷材各边至少比混凝土基础块大10cm。 | 5 |  |
| 屋面混凝土基础块表面完整、形状规则，无蜂孔、无缺损。 | 5 |  |
| 使用U形螺栓进行预埋，U形螺栓使用热镀锌或不锈钢材质，外露螺纹。 | 5 |  |
| 光伏系统的防雷接地可与建筑物的防雷接地共用，引下线可采用直径不小于10mm的热镀锌圆钢或截面不小于25mm×4mm的热镀锌扁钢，且接地电阻应小于4Ω。 | 5 |  |
| 系统电气设计 | 光伏系统电能质量的电压偏差、电压波动、闪变、谐波和三相电压不平衡等电能质量指标应符合现行国家标准。 | 10 |  |
| 同一最大功率点跟踪器或逆变器所接太阳电池组件串、相同组件串中不同太阳电池组（构）件的电性能参数一致，其STC条件下最大功率、最大功率点电流的偏差小于±3%。 | 10 |  |
| 接入同一最大功率点跟踪器或逆变器的光伏组件串的朝向、安装倾角基本一致。 | 5 |  |
| 直流汇流箱、组串式逆变器宜靠近光伏方阵布置，室内布置的逆变器、汇流箱、变压器应设置散热通风措施。 | 5 |  |
| 电气二次 | 过 10kV 及以上电压等级接入电网光伏系统的监控系统应包括数据采集、数据处理、控制操作、防误闭锁、报警、事件处理、人机交互、对时、通信等基本功能，功能、性能应符合现行国家标准《光伏发电站监控系统技术要求》GB/T 31366的有关规定。 | 10 |  |
| 监控系统可采用本地监控或远程监控方式，无人值守的建筑光伏系统应安装远程实时监控系统。 | 10 |  |
| 通过 10kV 及以上电压等级接人电网的光伏发电系统配置的继电保护装置应符合现行国家标准《继电保护和安全自动装置技术规程》GB/T 14285 的有关规定。通过 380V 电压等级接入电网的光伏系统宜采用熔断器或断路器，可不配置专用的继电保护装置。 | 10 |  |
| 安全防火设施 | 光伏系统安全防护设施宜包括：入侵报警系统、视频安防系统和出入口控制系统等，并能相互联动。系统应与火灾报警系统及其他紧急疏散系统联动，并满足紧急逃生时人员疏散的要求。 | 10 |  |
| 在人员有可能接触或接近光伏系统的位置，设置防触电警示标识 | 5 |  |
| 光伏系统在并网处设置并网专用低压开关箱（柜），并设置专用标识和“警告”、“双电源”等提示性文字和符号。 | 5 |  |
| 在人员有可能接触或接近光伏系统的位置，设置防触电警示标识。 | 5 |  |
| 施工质量 | 混凝土工程的施工应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定。钢结构工程的施工应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的有关规定。铝合金工程的施工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。 | 5 |  |
| 光伏发电系统支架连接部件的安装施工不应降低屋面的防水性能。施工损坏的屋面原有防水层应进行修复或重新进行防水处理。 | 5 |  |
| 支架安装质量要求。 | 5 |  |
| 现场宜采用机械连接的安装方式。当采用焊接工艺时，焊接工艺应符合相关要求。 | 5 |  |
| 电气设备安装时，应对设备进行编号；电缆及线路接引完毕后，应对线路进行标识，各类预留孔洞及电缆管口应进行防火封堵。 | 5 |  |
| 汇流箱安装质量要求。 | 5 |  |
| 逆变器安装质量要求。 | 5 |  |
| 电缆桥架和线槽安装质量要求。 | 5 |  |
| 光伏系统的防雷、接地安装质量要求。 | 5 |  |
| 运行维护 | 光伏系统正式投运前，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，并光伏系统应建立管理制度、编写应急预案，管理制度及应急预案的关键条款应张贴在醒目位置。 | 5 |  |
| 屋面保持清洁完整，无积水、油污、杂物，通道和楼梯处的平台应无杂物阻塞。 | 5 |  |
| 运维通道要求。 | 5 |  |

## 附录A.0.3 节能减碳、提高与创新评价指标

|  |
| --- |
| **节能减碳评价指标** |
| 评分项目 | 评分内容 | 分值 | 得分 |
| 节能减碳 | 单位面积日均发电量。 | 100 | 　 |
| 静态投资回收年限。 | 50 | 　 |
| **提高与创新** |
| 评分项目 | 评分内容 | 分值 | 得分 |
| 提高与创新　 | 工业建筑太阳能光伏系统宜快速关断装置、优化器、直流弧监测等安全装置。 | 40 | 　 |
| 光伏系统的逆变器并网运行时，光伏逆变器具备直流拉弧检测（AFCI）功能。 | 20 | 　 |
| 能够识别光伏组件接头接点松脱、接触不良、电线受潮、绝缘破裂等原因而极易引起直流拉弧现象。 | 20 | 　 |
| 光伏系统具备故障诊断及分析功能智能化平台，智能化平台应包括各设备性能分析、发电性能分析、系统故障报警、系统自动处置等功能。 | 20 | 　 |

**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”；

1. 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”；

1. 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”；

1. 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。

|  |
| --- |
| 《建筑结构荷载规范》GB 50009 |
| 《建筑设计防火规范》GB 50016《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140 |
| 《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》GB 50169 |
| 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 |
| 《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 |
| 《铝合金结构工程施工质量验收规范》GB 50576 |
| 《光伏发电站设计规范》GB 50797 |
| 《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T 50801 |
| 《建筑光伏系统应用技术标准》GB/T 51368 |
| 《既有建筑维护与改造通用规范》GB 55022 |
| 《电能质量 供电电压偏差》GB/T 12325 |
| 《电能质量电压波动和闪变》GB/T 12326 |
| 《电能质量公用电网谐波》GB/T 14549 |
| 《电能质量三相电压不平衡》GB/T 15543 |
| 《电能质量公用电网间谐波》GB/T 24337 |
| 《光伏发电站监控系统技术要求》GB/T 31366 |

**附：条文说明**

中国工程建设标准化协会标准

**工业建筑太阳能光伏系统评价标准**

**T/CECS \*\*\* -20XX**

**条文说明**

**制 定 说 明**

本标准制定过程中，编制对在工业建筑上安装的各类太阳能光伏系统的应用现状进行调查研究，总结了我国工业建筑太阳能光伏系统工程建设的实践经验，同时参考了国外先进技术法规、技术标准，通过对工业建筑太阳能光伏系统安全性、耐久性、节能减碳、提高与创新方面进行研究，取得了各项指标评价成果。

本标准编制原则为：（1）科学合理、具有可操作性；（2）标准紧密结合我国工业建筑太阳能光伏系统发展现状和趋势，兼顾当前有关的法律法规，确保具有较强的科学性和指导性，所提出的技术要求具有可行性，同时还应具备前瞻性。

关于评价指标和评价分值等重要问题，编制组尚需深入对工业建筑太阳能光伏系统的结构与基础、系统电气涉设计、电气二次、安全防护设施、施工质量、运行维护等耐久方面进行试验验证和现场调研，对标准进行更新补充。

为便于广大设计、施工、科研、评价机构等有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条款规定，《工业建筑太阳能光伏系统评价标准》编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，对条款的规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项等进行了说明。本条文说明不具备与标准正文及附录同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

**目 次**

[1 总则 29](#_Toc128337826)

[4 安全 30](#_Toc128337827)

[4.2 评分项 30](#_Toc128337828)

[I 结构安全 30](#_Toc128337829)

[II 电气安全 30](#_Toc128337830)

[5 耐久 32](#_Toc128337831)

[5.1 控制项 32](#_Toc128337832)

[5.2 评分项 32](#_Toc128337833)

[I 系统设计 32](#_Toc128337834)

[Ⅱ 结构与基础 32](#_Toc128337835)

[Ⅵ 施工质量 32](#_Toc128337836)

[6 节能减碳 34](#_Toc128337837)

[6.2 评分项 34](#_Toc128337838)

[7 提高与创新 35](#_Toc128337839)

[7.2 加分项 35](#_Toc128337840)

1 总则

**1.0.1**城乡建设领域是碳排放的主要领域之一。随着城镇化快速推进和产业结构深度调整，城乡建设领域碳排放量及其占全社会碳排放总量比例均将进一步提高，住房和城乡建设部《关于印发城乡建设领域碳达峰实施方案》通知中指出，到2025年新建公共机构建筑、新建厂房屋顶光伏覆盖率力争达到50%，光伏在建筑中大规模应用必将从工业建筑开始，光伏在工业建筑中大规模应同时，也伴随着各种安全风险的产生，部分光伏系统发生着火、光伏组件被大风掀翻、发电量低于设计、无人运维等问题，本标准从安全、耐久、节能减碳、提高和创新等方面对工业建筑太阳光伏系统进行体系化、全面化的评价，从而规范工业建筑太阳能光伏系统高质量、规模化发展。

4 安全

## 4.2 评分项

## I 结构安全

**4.2.1** 全文强制国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015和《既有建筑维护与改造通用规范》GB 55022均对在建筑中安装太阳能提出了结构安全要求，与强制国家标准相协调。

**4.2.2** 荷载报告应准确说明：输入参数和最后荷载数据，同一项目有多个建筑物的，应分开单独核算；报告最后应有明确的结论，说明安装太阳能光伏系统后，建筑物结构的承载能力是否满足要求，加盖设计单位和注册结构工程师印章。

**4.2.3**光伏支架结构安全评价依据《工程结构通用规范》GB 55001，等级可分为三级，一级最高，在提供符合要求的设计文件后，根据光伏支架结构设计文件判定。

**4.2.4**按照建筑物类型区别评分，建筑物类型主要分为两类，即混凝土结构屋顶和钢结构屋顶。

钢结构屋顶光伏支架基础安全性评价，主要根据光伏支架（光伏组件）与建筑物的连接形式，划分为三级，一级最高，按表4.2.4-1的规定进行评分。注：刚性连接是指通过焊接、螺纹连接等实现强连接；非刚性连接是指依靠基础自重压屋面或光伏支架上面。

混凝土结构屋顶光伏支架基础安全性评价，主要根据建筑物与基础的连接形式、光伏支架与基础的连接形式，划分为三级，一级最高，按表4.2.4-2的规定进行评分。注：1.与建筑主结构刚性连接是指通过焊接、螺纹连接等实现强连接；2.常见光伏支架与钢结构屋面刚性连接有铝合金夹具夹在金属瓦楞上、焊铆钉铆在金属屋面上、带安装槽的异型金属瓦与光伏支架（光伏组件）的螺栓连接等。

## II 电气安全

**4.2.6** 光伏组件外观检查包括插接头、接线盒、边框、面板和背板；目前的大组件对工程最大问题的饶度过大，大饶度导致组件长时间处于应力作用下隐裂和积灰，造成安全隐患；在移动荷载的作用下，组件的震动导致隐裂。

**4.2.7**直流连接器的受到各种力或高温影响变形，引起电路问题或熔毁；插座和插头的松动或绝缘不到位导致外接线缆有裸露引发触电；虚接引发拉弧、电阻增大发热，材料的阻燃性及其重要；组件安装的固定可靠性可以大幅度减少拉弧的可能性。

**4.2.12** 屋面须设置检修通道、运维通道，覆盖区域包括不限于逆变器、汇流箱等范围。在上屋顶楼梯、参观通道设计安全警示牌。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。所有带电设备在醒目位置需张贴“当心触电”的警示标志。光伏系统在并网处设置并网专用低压开关箱（柜)，并设置专用标识和“警告”、“双电源”等提示性文字和符号。开关柜（箱）中的应急回路设置相应的应急标志和警告标识。

5 耐久

## 5.1 控制项

**5.1.4**既有建筑建成的年代参差不齐，有的建筑已使用多年，过去我国在抗震设计等结构安全方面的要求较低，太阳能光伏发电系统需安装在建筑物的外围护结构表面上，会加重安装部位的结构承载负荷。

为保证建筑物的结构安全，增设或改造太阳能系统时，必须经过建筑结构复核，确定是否可以实施。复核可由原设计单位或其他有资质的设计单位根据原设计施工图、竣工图、计算书文件进行，或者委托法定检测机构检测，确认不存在结构安全问题；否则，应进行结构加固，以确保建筑结构安全和其他相应的安全性要求。

**5.1.5** 调试的目的检验方阵内设备接线正确、满足带电条件，调试设备参数、性能，保证设备顺利并网、安全稳定运行。调试监控中心内设备，达到参数设置正确、性能调试正常，以保证并网后运行正常。

## 5.2 评分项

## I 系统设计

**5.2.1** 屋顶资源是有限的，通过合理、优化的设计和排布，可以有效增加系统装机容量，大大提升屋面的有效利用率。

## Ⅱ 结构与基础

**5.2.11**砖混屋面混凝土基础块下方应敷设防水卷材建议采用SBS卷材，SBS防水卷材厚度会比较厚，具有很好的耐穿刺、耐撕裂以及耐疲劳等性能，除了拥有优良的弹性延伸以及较高承受基层烈缝的能力，还有一定的弥合裂缝的自愈能力。

## Ⅵ 施工质量

**5.2.27** 光伏发电系统支架的连接部件一般包括混凝土基座、锚栓(预埋或后植)、预埋件、金属屋面夹具等。连接部件宜与主体结构同时施工，当在既有屋顶施工时，对于采用后植错栓等需破坏防水层的基座形式，应根据原防水结构或是其他经批准的方案进行防水处理。

**5.2.28** 本条提出安装支架前混凝土强度的要求，主要是考虑以下两个方面:1为了避免出现因在预埋件上焊接产生的高温膨胀造成混凝土裂纹及影响其载荷能力，要求混凝土强度达到 70%以后才能进行上部支架煤接。2因支架的重量较轻，荷载较小，没有规定支架混凝土强度需达到 100%才允许安装支架。由于支架大多采用镀锌件，若破坏了镀锌层，将降低支架的使用寿命因此应避免现场切割、开孔等破坏镀锌层的施工。若镀锌层被破坏，应采取相应的防腐补救措施。对支架安装的定位尺寸偏差提出要求，主要是考虑支架安装后的整体观感和对组件安装质量的影响。根据计算，组件安装后角度偏差在士1°时，对组件的效率影响不大，故对支架的安装角度提出此要求。对于斜屋顶，组件一般采取随屋顶角度安装的方式，因此没有对斜屋顶安装支架的方式，则应按平屋顶支架倾斜角度的偏差值进行控制。

6 节能减碳

## 6.2 评分项

**6.2.1**单位光伏阵列面积的日均发电量是直接描述综合全年效果的光优系统发电能力的指标，是制造单位、设计单位和用户根据建筑用电负载进行匹配选型的依据，该指标也是从事建筑行业相关人员较为关注的重点。在编制过程中，基于实验数据归纳总结此项技术指标的要求，同时建立户用光优发电系统模型，同时实验数据验证模型的准确性，并利用该模型计算并比较我国不同地区单位光优阵列面积的日均发电量。在测试方法方面，借鉴国家标准《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T 50801的思路提出应考虑 4种不同太阳日辐照量区问下系统的日发电量，同时根据各太阳辐照量区间在当地气象条件下的统计天数，折算成全年综合的发电量指标。

7 提高与创新

## 7.2 加分项

**7.2.1** 当保护装置动作后，光伏方阵3米范围内或建筑物1.5米范围内的导体电压应在30s内降低到80V以下，光伏方阵3米范围外或建筑物1.5米范围外的导体电压应在30s内降低到30V以下，以确保在特定条件下（ 如火灾发生时）的人身安全。

**7.2.3**光伏系统具备通过将灰尘对发电量和收益的影响、清洗成本、天气预报等数据进行迭代分析功能，寻找最佳清洗时间，确保得到最大的清洗收益比。