

**T/CECS** XXX- 202X

中国工程建设标准化协会标准

屋面并网光伏发电系统技术规程

Technical specification for roof grid-connected photovoltaic power generation system

（征求意见稿）

\*\*\*\*出版社

中国工程建设标准化协会标准

屋面并网光伏发电系统技术规程

Technical specification for roof grid-connected photovoltaic power generation system

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

主编单位：水发兴业能源（珠海）有限公司

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，编制组经深入调查研究，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，制定本规程。

本规程共分7章，和1个附录，主要技术内容包括：总则、术语、基本规定、设计、施工、调试、验收等。

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

本规程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，由水发兴业能源（珠海）有限公司、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，请反馈给水发兴业能源（珠海）有限公司（地址：广东省珠海市香洲区唐家湾镇金珠路9号，邮政编码：519085，邮箱：liyingwen@zhsye.com）。

主编单位：水发兴业能源（珠海）有限公司

建科环能科技有限公司

参编单位：水发能源集团有限公司、中国水发兴业能源集团有限公司、珠海中建兴业绿色建筑设计研究院有限公司、广东诺斯顿检测技术有限公司、中国建筑装饰集团有限公司西北分公司、珠海杰云智能科技有限公司、珠海全岂科技有限公司、珠海兴业绿色建筑科技有限公司、湖南水发兴业科技有限公司、浙江晶科能源有限公司、湖南安华源电力科技有限公司、广东恒洲能源科技有限公司、深圳市创益科技发展有限公司、深圳珈伟低碳科技有限公司、隆基绿能光伏工程有限公司、广东永光新能源设计咨询有限公司、广东华矩检测技术有限公司

主要起草人： 王栋伟、罗多、郑清涛、张玲、孙金礼、李颖雯、毛惠洁、李进、李扬、赵磊、刘伶林、叶妮、马武兴、陈庆伟、史俊清、李宇青、刘会涛、胡乃东、王俊洋、杨德海、赵光敏、张曼、刘勇兵、罗栓、李凤辉、李冰之、陈宇瑾、肖慧明、唐凯、谢文、熊湜、王坛、符应典、李志坚、曾翻有、李宁、刘璐、刘仁生。

主要审查人：

目 次

[1 总则 2](#_Toc128496472)

[2 术语 3](#_Toc128496473)

[3 基本规定 5](#_Toc128496474)

[3.1 基本要求 5](#_Toc128496475)

[3.2 光伏方阵要求 6](#_Toc128496476)

[3.3 电气要求 6](#_Toc128496477)

[3.4 消防要求 7](#_Toc128496478)

[3.5 防雷要求 7](#_Toc128496479)

[3.6 环境保护要求 7](#_Toc128496480)

[3.7 其他要求 7](#_Toc128496481)

[4 设计 8](#_Toc128496482)

[4.1 一般要求 8](#_Toc128496483)

[4.2 光伏方阵设计 8](#_Toc128496484)

[4.3 电气设计 11](#_Toc128496485)

[4.4 消防设计 21](#_Toc128496486)

[4.5 防雷设计 23](#_Toc128496487)

[4.6 安全防护设计 23](#_Toc128496488)

[5 施工 24](#_Toc128496489)

[5.1 一般要求 24](#_Toc128496490)

[5.2 光伏方阵施工与安装 26](#_Toc128496491)

[5.3 电气施工与安装 32](#_Toc128496492)

[5.4 消防设施及通道安装 52](#_Toc128496493)

[5.5 防雷与接地 52](#_Toc128496494)

[5.6 防护栏杆安装 54](#_Toc128496495)

[5.7 清洗系统安装 54](#_Toc128496496)

[5.8 维护通道安装 55](#_Toc128496497)

[5.9环保与水土保持 55](#_Toc128496498)

[5.10 安全和职业健康 56](#_Toc128496499)

[6 调试 59](#_Toc128496500)

[6.1 一般要求 59](#_Toc128496501)

[6.2 直流汇流箱调试 59](#_Toc128496502)

[6.3 逆变器调试 60](#_Toc128496503)

[6.4 电力电缆交接试验 62](#_Toc128496504)

[6.5 低压配电装置调试 63](#_Toc128496505)

[6.6 高压配电装置调试 64](#_Toc128496506)

[6.7 变压器调试 64](#_Toc128496507)

[6.8 二次系统调试 64](#_Toc128496508)

[6.9 系统联合试运行 64](#_Toc128496509)

[7 验收 65](#_Toc128496510)

[7.1 整体性能验收 65](#_Toc128496511)

[7.2 资料验收 65](#_Toc128496512)

[7.3 光伏方阵验收 66](#_Toc128496513)

[7.4 电气验收 67](#_Toc128496514)

[7.5 消防设施验收 76](#_Toc128496515)

[7.6 防雷与接地验收 77](#_Toc128496516)

[7.7 防护栏杆验收 77](#_Toc128496517)

[7.8 清洗系统验收 78](#_Toc128496518)

[7.9 维护通道验收 78](#_Toc128496519)

[7.10 环境与水土保持验收 78](#_Toc128496520)

[7.11 视频监控系统验收 79](#_Toc128496521)

[用词说明 80](#_Toc128496522)

[引用标准名录 81](#_Toc128496523)

[附：条文说明 83](#_Toc128496524)

Contents

[1 General Provisions 2](#_Toc85814217)

[2 Terms 3](#_Toc85814218)

[3 Basic Requirements 5](#_Toc85814219)

[3.1 Basic Requirements 5](#_Toc128496475)

[3.2 Requirements for PV array 6](#_Toc128496476)

[3.3 Requirements for Electrical 6](#_Toc128496477)

[3.4 Requirements for Fire Protection 7](#_Toc128496478)

[3.5 Requirements for Lightning Protection 7](#_Toc128496479)

[3.6 Requirements for Environmental Protection 7](#_Toc128496480)

[3.7 Other Requirements 7](#_Toc128496481)

[4 Design 8](#_Toc128496482)

[4.1 Basic Requirements 8](#_Toc128496483)

[4.2 Design for PV Array 8](#_Toc128496484)

[4.3 Design for Electrical 11](#_Toc128496485)

[4.4 Design for Fire Protection 21](#_Toc128496486)

[4.5 Design for Lightning Protection 23](#_Toc128496487)

[4.6 Design for Safety Protection 23](#_Toc128496488)

[5 Construction 24](#_Toc128496489)

[5.1 Basic Requirements 24](#_Toc128496490)

[5.2 Construction and Installation for PV Array 26](#_Toc128496491)

[5.3 Construction and Installation for Electrical 32](#_Toc128496492)

[5.4 Installation for Fire Fighting Facilities and Passages 52](#_Toc128496493)

[5.5 Lightning Protection and Grounding 52](#_Toc128496494)

[5.6 Installation for Protective Railings 54](#_Toc128496495)

[5.7 Installation for Cleaning System 54](#_Toc128496496)

[5.8 Installation for Maintenance Access 55](#_Toc128496497)

[5.9 Environmental Protection and Water and Soil Conservation 55](#_Toc128496498)

[5.10 Safety and Occupational Health 56](#_Toc128496499)

[6 Test 59](#_Toc128496500)

[6.1 Basic Requirements 59](#_Toc128496501)

[6.2 Test for DC Combiner Box 59](#_Toc128496502)

[6.3 Test for Inverter 60](#_Toc128496503)

[6.4 Handover Test for Power Cable 62](#_Toc128496504)

[6.5 Test for Low-voltage Power Distribution Device 63](#_Toc128496505)

[6.6 Test for High-voltage Power Distribution Device 64](#_Toc128496506)

[6.7 Test for Transformer 64](#_Toc128496507)

[6.8 Test for Secondary System 64](#_Toc128496508)

[6.9 Combined Test for System 64](#_Toc128496509)

[7 Acceptance Check 65](#_Toc128496510)

[7.1 Acceptance Check for Overall Performance 65](#_Toc128496511)

[7.2 Acceptance Check for Means 65](#_Toc128496512)

[7.3 Acceptance Check for PV Array 66](#_Toc128496513)

[7.4 Acceptance Check for Electrical 67](#_Toc128496514)

[7.5 Acceptance Check for Fire Fighting Facilities 76](#_Toc128496515)

[7.6 Acceptance Check for Lightning Protection and Grounding 77](#_Toc128496516)

[7.7 Acceptance Check for Protective Railings 77](#_Toc128496517)

[7.8 Acceptance Check for Cleaning System 78](#_Toc128496518)

[7.9 Acceptance Check for Maintenance Access 78](#_Toc128496519)

[7.10 Acceptance Check for Environmental Protection and Water and Soil Conservation 78](#_Toc128496520)

[7.11 Acceptance Check for Video Monitoring System 79](#_Toc128496521)

[Explanation of Wording 80](#_Toc128496522)

L[ist of Quoted Standards 81](#_Toc128496523)

[Addition：Explanation of Provisions 83](#_Toc128496524)

1 总则

**1.0.1**为规范屋面并网光伏发电系统的设计、施工、调试和验收全过程，提高屋面并网光伏发电系统的质量，制定本规程。

**1.0.2**本规程适用于10 kV及以下的屋面并网光伏发电系统项目的设计、施工、调试和验收，屋面并网光伏发电系统项目的经营/投资、采购、运维可参照使用。本规程不适用于带储能、聚光、跟踪、双面发电功能及BIPV形式的屋面并网光伏发电系统。

**1.0.3** 屋面并网光伏发电系统项目的设计、施工、调试和验收除应符合本规程规定外，尚应符合国家现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

2 术语

**2.0.1并网光伏发电系统 grid-connected PV power system**

直接或间接接入公共电网运行的光伏发电系统，通常由光伏方阵、汇流装置、逆变器、变压器、交流配电装置、计量装置等部件组成。

**2.0.2光伏方阵 PV array**

由若干个光伏组件在机械和电气上按一定方式组装在一起并且有固定的支撑结构而构成的发电单元。

**2.0.3光伏发电系统效率 （PRT）performance ratio of PV power system**

光伏发电系统在一个时间段（T）内的系统效率。

**2.0.4 所在建筑 building with PV power system**

安装屋面并网光伏发电系统的建筑。

**2.0.5支架结构 modules support structures**

光伏系统中支承各种光伏组件的结构，包括横向抗侧力体系和纵向抗侧力体系。

**2.0.6 最优倾角 optimum tilt angle**

结合站址当地的气候条件、屋面的结构方式及倾角、施工运维的便捷性等因素，使光伏方阵受到全年辐照量最优的倾角。

**2.0.7 施工样板 demonstration**

在进行大面积相同工序施工前，根据事先编制的施工方案，在同条件施工现场制作并安装的具有代表性和可指导施工的示例样板。

**2.0.8成套配电装置 switchgerar and controlgear assembly**

由一个或多个开关器件和与之相关的控制、测量、信号、保护、调节等设备，以及所有内部的电气和机械的连接及结构部件构成的组合体。

**2.0.9最大系统电压 maximum system voltage**

若干光伏组件组成一个光伏发电系统的最大直流电压。

**2.0.10装机容量 installed capacity**

光伏发电系统中所有光伏组件的标称功率总和。

**2.0.11接入容量 access capacity**

又称额定容量，接入并网点回路的光伏系统逆变器交流容量之和。

**2.0.12光伏组串 PV module string**

在光伏发电系统中，将若干个光伏组件串联后，形成具有一定直流输出电压的电路单元，简称组件串或组串。

3 基本规定

3.1 基本要求

**3.1.1** 屋面并网光伏发电系统的基本功能为实现将太阳能转化为满足当地电网电能质量要求的电能。

**3.1.2** 屋面并网光伏发电系统的系统寿命，符合下列规定：

1 屋面并网光伏发电系统的设计寿命大于等于25年；

2 屋面并网光伏发电系统中主要部件的设计寿命，符合下列规定：

a) 光伏组件、支架和基座：大于等于25年；

b) 可替换的电气设备：大于等于10年。

**3.1.3** 屋面并网光伏发电系统的系统效率在消缺验收后首年应不低于80 %。

系统效率按下列公式计算：



式中：

ET——光伏发电系统在一个时间段（T）内输入电网的电量，单位为千瓦时（kW·h）；

Pe——光伏发电系统中光伏组件的标称装机容量，单位为千瓦（kW）；

hT——一个时间段（T）内光伏方阵面上的峰值日照小时数，单位为小时（h）。

**3.1.4** 屋面并网光伏发电系统的安全性，符合下列规定：

1 屋面并网光伏发电系统的安装与设置不应影响所在建筑的结构完整和结构安全；

2 屋面并网光伏发电系统在25年运行寿命周期内应安全可靠。

**3.1.5** 屋面并网光伏发电系统的可靠性，符合下列规定：

1通过实时数据、状态等监控，确保系统运行安全可靠；

2屋面并网光伏发电系统的结构、设备、材料具备可维护性、可更换性。

**3.1.6** 屋面并网光伏发电系统的通信、调度、电压等级、电能质量满足电力部门的并网接入要求。

**3.1.7** 屋面并网光伏发电系统的设计还应综合考虑经济适用性、可回收性、美观等。

3.2 光伏方阵要求

**3.2.1** 光伏方阵的布置，符合下列要求：

1宜保证光伏组件每天9:00～15:00（当地真太阳时）时段内不出现阴影遮挡情况，当条件允许时，可适当加长光伏组件不受遮挡的时间段；

2 光伏方阵的设计倾角宜采用最优倾角；

3 光伏方阵不应跨越建筑变形缝设置。

**3.2.2** 光伏方阵基座、支架、各类管线、电气等部件安装的防水和密封性，在系统的使用寿命周期内，应满足所在建筑的防水功能要求。

**3.2.3** 光伏组件最低点距屋面完成面的距离，符合下列要求：

1 混凝土屋面安装宜不小于300 mm，应不小于200 mm；

2 顺坡架空安装应不小于100 mm。

**3.2.4** 支架结构的使用寿命应不小于25年，并符合下列要求：

1 结构抗震设防应满足项目所在地区抗震设防烈度的要求，符合下列要求：

a) 在多遇地震作用下应能正常使用；

b) 在设防烈度地震作用下经修理后仍可使用；

c) 在罕遇地震作用下支架系统不得倒塌、脱落。

2 在25年一遇最不利荷载组合工况作用下不应倒塌、脱落，支架在经修理后仍可使用。

3 荷载组合工况是由风荷载、雪荷载、地震荷载、温度荷载、施工荷载等组成。

3.3 电气要求

**3.3.1** 屋面并网光伏发电系统的接入容量和电压等级与原配电网相匹配，并符合下列规定：

**1** 屋面并网光伏发电系统设计容量不应超出原配电网线路开关、电缆等承载能力，应保证上级电网保护装置正常工作；

**2** 接入电压等级与原配电网相匹配。

**3.3.2** 屋面并网光伏发电系统的电能质量达到原配电网要求。

**3.3.3** 屋面并网光伏发电系统接入应确保用户用电功率因数在电网要求范围内。

**3.3.4** 电气设备应综合所在建筑条件合理布置。

**3.3.5** 电气布线应合理利用所在建筑电缆井和电缆沟。

**3.3.6** 屋面并网光伏发电系统根据装机规模和并网电压等级设置监控系统。

3.4 消防要求

**3.4.1** 屋面并网光伏发电系统应采取必要的消防措施,具备预防火灾、火灾报警和灭火功能。不应因屋面并网光伏发电系统的建设降低所在建筑的消防等级。

3.5 防雷要求

**3.5.1** 屋面并网光伏发电系统的防雷等级不应低于所在建筑的防雷等级。

3.6 环境保护要求

**3.6.1** 屋面并网光伏发电系统的设计宜考虑可回收性。

**3.6.2** 屋面并网光伏发电系统的建设过程不得对环境造成污染。

3.7 其他要求

**3.7.1** 屋面并网光伏发电系统应设置合理的防护设施，不得危害人员人身和财产安全。

**3.7.2** 屋面并网光伏发电系统的设计应考虑便于检修、光伏组件清洗、维护及管理的要求。

**3.7.3** 未设置进入屋面的通道时，屋面并网光伏发电系统应设置检修楼梯，可选用金属爬梯、旋转楼梯等。

4 设计

4.1 一般要求

**4.1.1**在不同类型的建筑屋面上设计安装光伏发电系统，符合下列要求：

1 满足安装条件的新建建筑屋面可设计安装光伏发电系统；

2 经鉴定合格的既有建筑屋面，满足受力要求的可设计安装光伏发电系统；

3 经鉴定不合格的既有建筑屋面，经加固后满足受力要求的可设计安装光伏发电系统；

4 经鉴定不合格的既有建筑屋面，经加固后仍不满足受力要求的不能设计安装光伏发电系统。

**4.1.2** 屋面并网光伏发电系统应根据建筑物实际情况设计，符合下列要求：

1 避开经常受到悬浮物或腐蚀性气体严重污染的区域；

2 不应影响所在建筑的采光、通风、排水、防水、伸缩变形等功能，且不应引起建筑物的能耗增加；

3 屋面并网光伏发电系统安装后，不应降低相邻建筑的日照标准；

4 屋面并网光伏发电系统安装后不应超出所在建筑或所在建筑加固后的承载能力，并不影响所在建筑结构的安全可靠性。

4.2 光伏方阵设计

**4.2.1**设计光伏方阵前应获得拟建设光伏发电系统的屋面的结构设计、结构材料、耐久性、安装部位的构造及强度等技术资料。

**4.2.2** 设计光伏方阵前应对拟建设光伏发电系统的屋面结构的特性参数进行复核、验算和确认，所增加的荷载由光伏发电系统设计单位提供。

**4.2.3** 光伏方阵总体设计，根据设计依据分析和设计参数的确认，给出初步的方案，内容至少包括下列要点：

1 主要支架结构的材料；

2 支架结构形式；

3 屋面并网光伏发电系统安装区域及方位；

4 各栋建筑物安装光伏组件类型和装机容量；

5 系统总装机容量；

6 其他设计要求说明。

**4.2.4** 光伏组件选型设计时，应考虑下列因素：

1 满足合同要求；

2 满足使用寿命25年以上的要求；

3 满足经济合理性要求。

**4.2.5** 光伏方阵设计，符合下列规定：

1 光伏方阵的设计倾角宜采用最优倾角，并可根据实际需要，经技术经济比较后确定光伏方阵的设计倾角，光伏方阵最优倾角可参考GB 50797-2012附录B。

2 光伏方阵方位角的确定应综合考虑发电量、安装容量、建筑形式等因素。

3 满足3.2.1中1的要求。

4 光伏方阵设计不应影响所在建筑的功能，包括：

a) 建筑的采光功能；

b) 建筑的通风功能；

c) 建筑的排水功能；

d) 建筑的伸缩变形功能；

e) 当破坏所在建筑防水功能时，应做防水、密封处理，处理后应满足所在建筑的防水要求。

5 光伏方阵与电气设计结合应考虑下列因素：

a) 光伏子方阵中光伏组件数量宜考虑光伏组串数，以便于布线；

b) 各类管线、线槽、电气设备等的安装与设置。

6 光伏方阵设计应设置合理的安装、维护通道，通道宽宜大于等于500 mm。

7 光伏系统设备的安装位置应考虑原建筑结构的承载力。当屋面边缘无女儿墙时，应设置围栏，当光伏系统的高度不超过24 m，围栏高度应不低于1050 mm，当光伏系统的高度大于24 m，围栏高度应不低于1100 mm。

8 光伏方阵设计应设置合理的消防通道。

9 光伏方阵设计应设置清洗设施，单个清洗点的辐射半径宜在25 m，最低水压不宜小于0.07 MPa，最大不宜大于0.35 MPa。

**4.2.6** 支架结构设计，符合下列规定：

1 支架结构设计时，其形式和材料应考虑下列因素：

a) 技术可行性——合理设计支架结构的形式，材料方便加工，易于采购；

b) 经济合理性——性价比选材；

c) 施工便利性——支架结构形式方便现场施工；

d) 安全性——防风、防震、防雷、防火等对人身安全、财产、环境的影响。

2 支架结构设计应进行安全可靠性验算。

3 支架结构经计算应满足强度、刚度、稳定性要求。

4 计算时应考虑下列因素：

a) 项目所在地25年一遇最大风压、雪压、温度等荷载；

b) 在抗震区域还应计入地震作用效应；

c) 大跨度支架钢结构的结构设计使用年限应与所在建筑设计年限相同；

d) 与建筑结构同时施工的预置埋件的设计使用年限宜与所在建筑设计年限相同。

注：风荷载、雪荷载25年的取值参照GB 50009。

5 支架的强度和刚度在最不利荷载效应组合下进行验算,最不利荷载效应组合可从下列荷载效应组合中比较取得：

a) 可变荷载效应控制组合；

b) 永久荷载效应控制组合；

c) 标准组合。

6 支架结构的防腐设计应满足系统25年使用寿命要求，可用但不限于下列技术：

a) 合理选用材料，如钢材、铝材、不锈钢、合金钢等；

b) 采取相应防腐措施，如电镀、热镀、涂防腐漆等。

**4.2.7** 光伏支架基座设计，符合下列规定：

1 混凝土屋面基座设计，应考虑下列因素：

a) 根据所在建筑屋面的结构形式和光伏支架结构形式，合理设计基座的形式，如条形、墩形；

b) 基座的安全性和稳定性设计应满足25年使用寿命周期要求；

c) 根据现场施工条件和项目规模，合理设计基座的施工工艺，如现浇、预制。

2 埋件设计，应考虑下列因素：

a) 基座的预埋件及连接件按照GB 50010-2010的9.7提供的方法进行设计及计算；

b) 地脚螺栓按照GB 50010-2010的8.3提供的方法进行设计及计算。

3 金属屋面基座设计，应考虑下列因素：

a) 根据所在建筑屋面的结构形式、金属屋面板形式和光伏支架结构形式，通过拉拔试验确定基座的合理形式和数量，拉拔试验的数据取值应：

1) 取项目所在地25年一遇最大风压验算基座的承载力；

2) 考虑地震烈度因素；

b) 根据所在建筑屋面的结构形式、金属屋面板形式和项目规模，合理设计基座的施工工艺。

4.3 电气设计

**4.3.1**屋面并网光伏发电系统电气设计前，应对所在建筑配电系统现状及技术要求进行分析，获取下列技术信息：

1 所在建筑电气一次图、所在建筑配电房设备布局图等配电情况；

2 所在建筑电气电缆井、电缆沟图纸；

3 光伏组件布置总平面图、各建筑光伏组件布置平面图；

4 所在建筑电力用户用电现状或用电规划情况；

5 招投标资料。

**4.3.2** 电气总体设计，符合下列规定：

1 总体设计时，完成系统规模和接入形式的确定，应考虑以下因素：

a) 屋面并网光伏发电系统设计容量；

b) 所在建筑配电系统用户用电容量及电压等级；

c) 所在建筑配电系统一次系统构成；

d) 所在建筑配电系统配电设备、配电线路等的布置情况。

2 系统规模和接入形式符合下列要求：

a) 屋面并网光伏发电系统的接入容量和电压等级应与所在建筑配电系统匹配；

b) 低压并网时，并网接入容量不宜超出园区变压器总容量的85 %；

c) 屋面并网光伏发电系统接入应确保所在建筑的供电功能的完整；

d) 屋面并网光伏发电系统接入不应超出所在建筑配电网电力承载能力，并保持所在建筑配电网稳定性；

e) 屋面并网光伏发电系统接入电能质量应满足GB/T 12326、GB/T 12325、GB/T 14549、GB/T 15543的要求。

3 总体设计应完成电气系统的框架模式，参见以下模式：

a) 低压并网模式见图4.3.2-1：

发电模块（含光伏组件、组串设计等）

变流模块（含直流汇流、变流设计等）

并网模块（含交流配电、并网装置设计等）

（直流电）

（交流电）

图4.3.2-1低压并网模式

b) 高压并网模式见图4.3.2-2：

发电模块（含光伏组件、组串设计等）

变流模块（含直流汇流、变流设计等）

升压模块（含变压器设计等）

并网模块（含交流配电、并网装置设计等）

（直流电）

（交流电）

（交流电）

图4.3.2-2高压并网模式

**4.3.3** 光伏组件选型设计，符合以下规定：

1 应进行光伏组件选型设计，确定光伏组件型号，考虑下列因素：

a) 光伏组件转换效率应满足合同要求，宜选用转换效率较高的产品；

b) 光伏组件衰减率，应满足现行《光伏制造行业规范条件》的要求；

c) 经济合理。

2 如合同另有要求，按合同确定光伏组件型号。

**4.3.4** 变流设计，符合以下规定：

1 应进行变流设计，本规程选用逆变器实现变流功能。

注1：本规程所涉及的变流是指直流电转换为交流电。

注2：如技术可行，可选用其他方法实现变流。

2 进行逆变器选型设计，逆变器型号确定考虑下列因素：

a) 宜优先选用组串式逆变器；

b) 宜优先选用具备灭弧功能的逆变器；

c) 宜选用中国效率较高的产品；

d) 系统接入电压为低压时，额定输出电压应与并网接入电压一致；系统接入电压为高压时，优先选择额定输出电压480 V及以上逆变器；

e) 最大功率跟踪工作电压应与接入该逆变器的光伏组串设计相匹配；

f) 谐波含量不超过5 %；

g) 具有通讯功能，且通讯接口协议可开放；

h) 宜具备低电压穿越、高电压穿越或零电压穿越功能。

3 逆变器的安装布置应满足4.3.10的要求。

4 逆变器直流输入、交流输出电缆选型、及电缆布线应满足4.3.11要求。**4.3.5**光伏组串设计，符合下列规定：

1 应进行光伏组串设计，确定光伏组串数，并符合下列要求：

a) 同一光伏组串中各光伏组件的电性能参数宜保持一致；

b) 光伏组串的最大功率点电压应在逆变器的最大功率跟踪电压范围内；

c) 光伏组串的最大开路电压不能超过光伏组件昼间环境极限低温下光伏组件最大系统电压及逆变器的最大直流输入电压；

d)通过技术经济分析比较确定输入逆变器的光伏组串峰值功率。

2 光伏组串的串联数按式4.3.5-1和式4.3.5-2进行计算：

 (4.3.5-1)

 (4.3.5-2)

式中：

——光伏组件的开路电压温度系统；

——光伏组件的工作电压温度系统；

——光伏组件的串联数（N取整）；

——光伏组件昼间环境极限低温（℃）；

——光伏组件昼间环境极限高温（℃）；

——逆变器允许的最大直流输入电压（V）；

——逆变器MPPT电压最大值（V）；

——逆变器MPPT电压最小值（V）；

——光伏组件的开路电压（V）；

——光伏组件的工作电压（V）。

注：公式来源于GB 50797-2012。

**4.3.6** 快速关断装置的设置，符合下列规定：

1 屋面并网光伏发电系统宜设置组件级快速关断装置，无设置组件级快速关断装置的条件时，应设置组串级快速关断装置。

2 组件级快速关断装置应符合下列要求：

a）能控制断开屋面并网光伏发电系统的直流和交流电路，如图4.3.6-1所示；

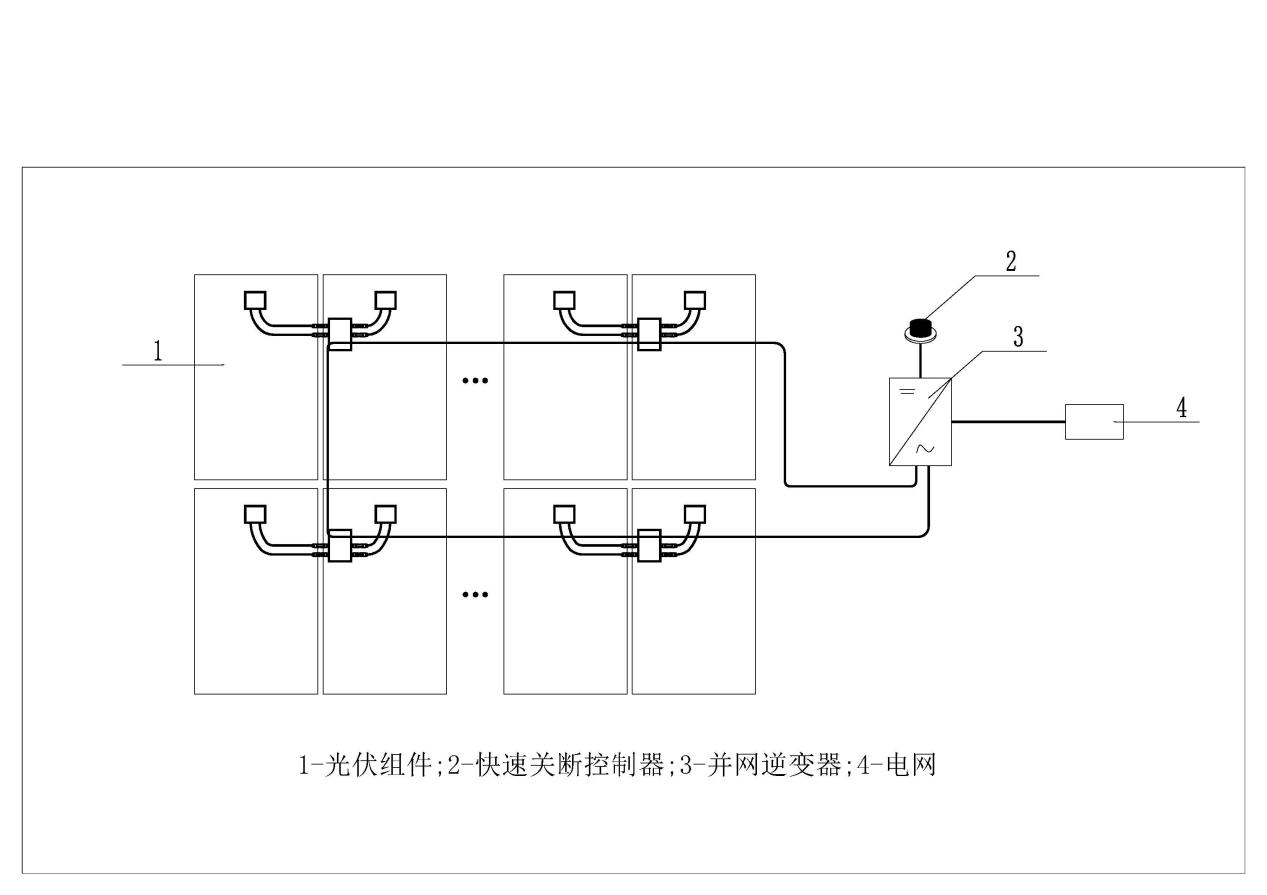


图4.3.6-1 组件级快速关断系统示意图

b）以距离到光伏构件矩阵305 mm为界限，在快速关断装置启动后30 s内，界限范围外电压应被限制不超过30 V，界线范围内电压应被限制不超过80 V。

3 组串级快速关断装置应符合以下要求：

a）能够快速将光伏构件组串与逆变器或储能装置等直流电源断开，如图4.3.6-2所示；

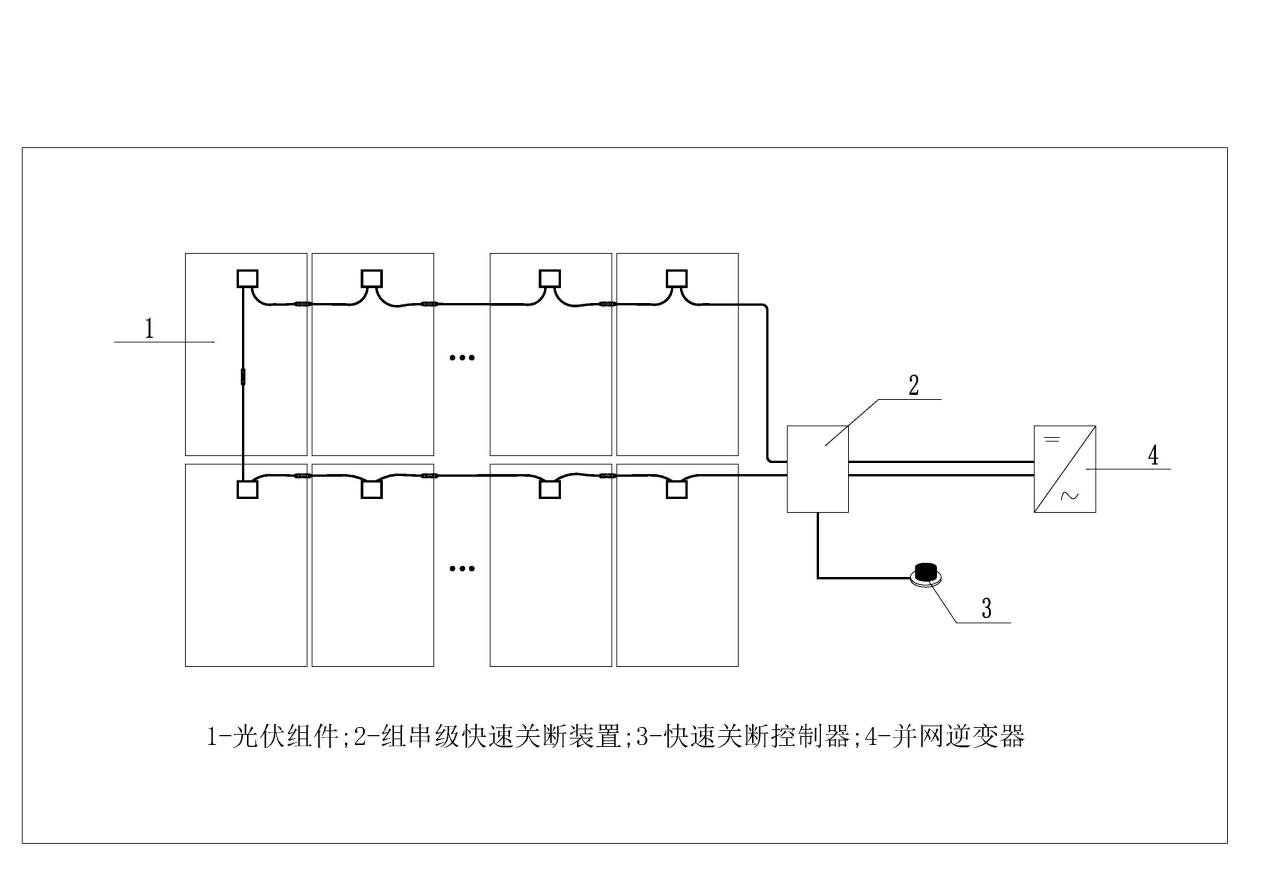


图4.3.6-2 组串级快速关断系统示意图

b）快速关断装置启动后10 s内，快速关断装置到并网逆变器段导线电压应被限制不超过30 V；

c）接入同一个逆变器的多个组串快速关断装置应由同一个快速关断控制器控制，需启动时应同时关断。

**4.3.7**直流汇流设计，符合下列规定：

1 直流汇流设计应根据逆变器接入回路的设置情况及光伏组串回路数确定，可选用下列方式：

a) 组串直接接入逆变器汇流；

b) 直流汇流箱汇流；

c) 直流汇流箱和直流配电装置两级汇流；

d) 其他直流配电装置汇流。

2 直流汇流箱设计，符合下列规定：

a) 需设置直流汇流箱的情况有：

1) 单台逆变器直流输入回路数不足以接入光伏组串回路数；

2) 逆变器直流侧不具备过流保护或防雷功能。

b) 直流汇流箱设计应符合下列要求：

1) 输入回路均应具备过流保护和监测功能；

2) 输出回路应具备过流保护及防雷功能；

3) 室内布置时防护等级应至少达到IP 20，室外布置时防护等级应至少达到IP54。

3 直流配电装置设计，符合下列规定：

a) 接入单台逆变器的直流汇流箱的数量超出逆变器的直流输入回路数时，需设置直流配电装置。

b) 直流配电装置设计应符合下列要求：

1) 输入回路均应具备过流保护功能；

2) 输出回路应具备防雷功能；

3) 直流配电装置与逆变器非相邻布置时，输出回路应具备过流保护功能；

4) 室内布置时防护等级应至少达到IP20，室外布置时防护等级应至少达到IP54。

4 直流汇流装置的安装布置应满足4.3.10要求。

5 直流汇流装置输入、输出电缆选型及电缆布线应满足4.3.11要求。**4.3.8**交流汇流设计，符合下列规定：

1 交流汇流设计应根据布线需求及线损要求确定，可选用下列方式：

a) 交流汇流箱汇流；

b) 交流汇流柜汇流；

c) 交流汇流箱和交流汇流柜两级汇流；

d) 其他交流汇流装置汇流。

2 交流汇流装置设计应符合下列要求：

a) 电压等级应与并网接入电压等级相匹配；

b) 输入回路均应具备过流保护功能；

c) 输出回路应具备过流保护和防雷功能；

d) 室内布置时防护等级应至少达到IP20，室外布置时防护等级应至少达到IP54。

3 交流汇流装置的安装布置应满足4.3.10要求。

4 交流汇流装置输入、输出电缆选型及电缆布线应满足4.3.11要求。

**4.3.9** 变压设计，符合下列规定：

1 需设置变压器的情况有：

a) 电力部门要求屋面并网光伏发电系统需经隔离变压器与电网隔离；

b) 逆变器交流输出电压与并网接入点电压等级不一致。

2 变压器设计应考虑下列因素：

a) 变压器高低压侧额定电压分别与并网电压和逆变器额定交流输出电压一致；

b) 如当地电力部门无要求，变压器额定容量应大于等于接入此变压器的逆变器额定容量之和；

c) 室内安装时宜选用干式变压器SCB10以上等级；

d) 室外安装时应选用箱式变压器，宜选用干式变压器，且沿海区域设备的防护等级应达到IP65，风沙大的区域设备防护等级应达到IP54；

e) 根据逆变器性能要求，设计双分裂变压器、双绕组变压器或其他满足要求的变压器；

f) 联接组别可选用：高压并网时，Dy11型。

3 变压器的安装布置应满足4.3.10要求。

4 变压器输入、输出电缆选型及电缆布线应满足4.3.11要求。

**4.3.10** 并网计量装置设计，符合下列规定：

1 并网计量装置设计应根据并网接入的容量和接入方式确定。

2 并网计量装置设计应符合下列要求：

a) 并网回路应设置可视断点的电气元件；

b) 并网回路应具备防雷功能；

c) 计量装置应满足当地电力部门的要求,应包括下列内容：

1) 光伏发电电能计量点（关口）应设在光伏发电与电网的产权分界处，产权分界处按国家有关规定确定；

2) 产权分界点处不适宜安装电能计量装置的，关口计量点由光伏发电业主与电网企业协商确定；

3) 计量装置配置和技术要求应符合DL/T 448的相关规定；

4) 通过10 kV及以上电压等级接入的光伏发电，同一计量点应安装同型号、同规格、准确度相同的主、副电能表各一套，主、副表应有明确标志；

d) 计量装置应设置独立计量室，并应铅封处理；

e) 应满足当地电力部门的其他要求，可包含但不限于下列要求：

1) 光伏发电站应配置电能质量实时监测设备，所装设的电能质量监测设备应满足GB/T 19862的要求。当光伏发电站电能质量指标不满足要求时，光伏发电站应安装电能质量治理设备，确保光伏发电站电能质量合格；

2) 光伏发电站应具备电能质量监测数据存储功能，对于10 MW及以上容量的光伏发电站，应具备实时监测数据远程传输功能；

3) 通过10 kV及以上电压等级接入的光伏发电的公共连接点应装设满足GB/T 19862要求的电能质量在线监测装置。电能质量监测历史数据应至少保存一年，必要时可供电网企业调用。

3 并网计量装置布置应遵循下列原则：

a) 应满足4.3.10要求；

b) 宜邻近并网点室内布置，当室内空间无法满足要求时，可在并网点邻近设置光伏配电室或箱式配电装置。

4 并网计量装置输入、输出电缆选型及电缆布线应满足4.3.11要求。

**4.3.11**电气设备布置设计，符合下列规定：

1 电气设备主要包括逆变器、直流汇流装置、交流汇流装置、变压器、并网计量装置等。

2 电气设备的基础设计应符合下列要求：

a) 当地电力部门的验收标准；

b) 承载力要求；

c) 电气设备的防护、安全要求。

3 电气设备布置设计应符合下列要求：

a) 紧凑合理，有利于电缆布线最少；

b) 有利于设备的操作、搬运、检修、调试和巡视；

c) 确保在9:00～15:00（当地真太阳时）时段内对光伏组件无遮挡；

d) 采取通风隔热措施，确保电气设备运行安全、可靠；

e) 布置位置应选择附近无发热源、不潮湿、不易燃易爆的环境。

f) 低压电气设备应符合GB 50054-2011的4.2的相关规定；

g) 高压电气设备应符合GB 50060-2008的5.3和5.4的相关规定;

h) 装有配电装置的房间可开固定窗采光，并应采取防止雨、雪、小动物、风沙及污秽尘埃进入的措施。

**4.3.12** 电缆选型与敷设设计，符合下列规定：

1 电缆选型时，应综合考虑下列因素：

a) 额定电流、电压；

b) 电缆选型应符合GB 50217-2018第3章的相关规定；

c) 光伏直流平均线损：远、中、近平均值≤1.5 %，光伏交流平均线损：逆变器-变压器≤1.5 %，变压器-并网点≤1.5 %。

2 电缆敷设设计符合下列要求：

a) 电缆敷设计符合GB 50217-2018的第5章、第6章、第7章的相关规定；

b) 屋面并网光伏发电系统布线应综合考虑光伏组件平面布置，逆变器、汇流箱等电气设备布置，所在建筑配电电缆线槽、电缆沟等配电设施；

c) 光伏电缆应采取防晒措施；

d) 电缆敷设不应影响检修通道；

e) 户外敷设的电缆线槽应具备抗腐蚀、抗老化性能，寿命应大于等于25年。

**4.3.13** 接入系统设计，符合下列规定：

1 应进行接入系统设计，实现安全接入电网的功能。

2 接入系统设计符合下列要求：

a) 应满足当地电力部门对屋面并网光伏发电系统接入电网的要求；

b) 屋面并网光伏发电系统接入容量不超过接入点的总进线电缆及成套电气设备的承载能力；

c) 低压并网时，并网接入容量不宜超出上级变压器容量的85 %；

d) 根据所在建筑配电系统低压侧配电情况设置接入点数量及各接入点容量；

e) 根据屋面并网光伏发电系统各屋面安装容量及总容量设置接入点，接入点宜就近设置；

f) 根据所在建筑用电负荷功率因素进行测算，屋面并网光伏发电系统接入电网后的功率因素，根据测算结果改造无功补偿装置，确保屋面并网光伏发电系统接入电网后功率因素满足电力公司的要求；

g) 并网光伏系统应采取与建筑物配电系统相同的供电电源方式。自用电系统应采用动力与照明网络共用的中性点直接接地方式。

3并网接入方式可参见表4.3.13。

表4.3.13 屋面并网光伏发电系统接入方式

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 单点接入容量  kW | 运行方式 | 适用范围 | 接入电压等级  kV |
| 1 | ≤8 | 自发自用/余量上网 | 安装位置在居民区 | 0.22 |
| 2 | 8～400 | 自发自用/余量上网 | 安装于企事业单位、工商业区等场所 | 0.38 |
| 3 | 400～6000 | 自发自用/余量上网 | 安装于商业区、负载较大的工厂等具有变压器的场所 | 10 |

注：屋面并网光伏系统接入电压等级选择应根据不同方案的技术经济比较确定。

**4.3.14** 监控系统设计，符合下列规定：

1 屋面并网光伏发电系统的监控系统应满足无人值班的要求。

2 220V、380V电压等级接入的屋面光伏发电系统宜采用远程监控的方式设计，主要功能应符合下列要求：

a) 可实现并网逆变器的远程监控；

b) 可实现逆变器的故障报警；

c) 可实时显示电站的当前发电功率、日总发电量、累计总发电量以及每天的发电功率曲线图。

3 10 kV及以上电压等级接入的屋面并网光伏发电系统应采用计算机本地监控系统设计，主要功能应符合下列要求，可包含但不限于下列要求：

a) 实时数据采集和处理（汇流箱、逆变器、变压器、环境检测仪的输出参数）；

b) 报警处理；

c) 事件顺序记录和事故追忆功能；

d) 控制功能；

e) 管理功能；

f) 在线统计计算；

g) 画面显示和制表打印；

h) 人机接口；

i) 远动功能；

j) 与继电保护装置的通信；

k) 系统的自诊断和自恢复；

l) 维护功能；

m) 网络通讯功能。

4 10 kV及以上电压等级接入的屋面并网光伏发电系统宜配置一套交流不间断电源系统，交流不间断电源系统持续供电时间按不小于1 h考虑。

5 10 kV及以上电压等级接入的屋面并网光伏发电系统宜配置一套直流电源系统，直流系统的选择可按照DL/T 5044的规定执行。

6 宜设置环境监测系统采集方阵周围的环境参数，包括气温、风速、风向、太阳辐射强度等。

7 宜设置视频监控系统，对光伏方阵、逆变器室、变压器室、控制室等设备的运行状态及安全进行实时监视。

8 监控系统信号传输设计应符合GB 50348的相关规定。

4.4 消防设计

**4.4.1** 屋面并网光伏发电系统不应妨碍所在建筑的消防功能。

**4.4.2** 屋面并网光伏发电系统应设置合理的消防通道，新增配电房应设置消防疏散通道。

**4.4.3**屋面并网光伏发电系统的主控室、配电装置室、电缆夹层均应配置合理的疏散出口。

**4.4.4** 屋面并网光伏发电系统的防火阻隔，符合下列规定：

1 当控制电缆或通信电缆与电力电缆敷设在同一电缆沟内时，宜采用防火槽盒或防火隔板进行分隔；

2 在金属屋面上安装汇流装置时，应在汇流装置与金属屋面之间采用防火板进行阻隔。

**4.4.5** 电气设备需配置相关的消防设施，如：

1 屋内单台总油量为100 kg以上的电气设备，应设置贮油或挡油设施；

2 变压器室、电缆夹层、配电装置室的门应向疏散方向开启；当门外为公共走道或其它房间时，该门应采用甲级防火门。相邻配电装置室之间设有防火隔墙时，隔墙上的门应为甲级防火门，并应向低压配电室开启，当隔墙仅为管理需求设置时，隔墙上的门应选用不燃材料制作的双向弹簧门；

3 灭火器设置要求参照4.4.9规定。

**4.4.6** 如有新增主控室、无功补偿室、配电装置室，屋面并网光伏发电系统应安装感烟类型的火灾探测器消防报警系统。

**4.4.7** 如有新增主控室、无功补偿室和配电装置室，屋面并网光伏发电系统应安装应急照明和疏散指示标志，符合GB 50016-2014的10.3的相关规定。

**4.4.8** 火灾探测报警、火灾应急照明应按所在建筑的消防负荷等级供电，可采用蓄电池作为备用电源，其连续供电时间不应小于30 min。

**4.4.9** 屋面并网光伏发电系统灭火方式采用灭火器，灭火器应选择磷酸铵盐干粉灭火器、碳酸氢钠干粉灭火器、卤代烷灭火器或二氧化碳灭火器，不得选用装有金属喇叭喷筒的二氧化碳灭火器。

**4.4.10** 灭火器设计参照GB 50140的相关规定。

4.5 防雷设计

**4.5.1** 屋面并网光伏发电系统的防雷设计应符合GB/T 32512的相关规定。

4.6 安全防护设计

**4.6.1** 屋面并网光伏发电系统的电气设备布置，应满足带电设备的安全防护距离要求，并应有必要的隔离防护措施和防止误操作措施。

**4.6.2** 应在屋面并网光伏发电系统安装范围内与安全有关的醒目地方设置相关安全标志，符合下列规定：

1 满足GB 2894及NB/T 31088的要求；

2 常设的安全标志与带电部分的安全距离应符合有关规定，并不影响运维人员对设备的巡视检查和检修；

3 高压室应注明电压等级；

4 设置安全标志时应兼顾建筑的美观，且不影响所在建筑的安全和使用。

**4.6.2** 根据项目现场情况，屋面并网光伏发电系统宜合理设置防滑格栅、围挡。

5 施工

5.1 一般要求

**5.1.1** 屋面并网光伏发电系统开工前具备的条件，符合下列规定：

1 在工程开始施工之前，应取得相关的施工文件，至少包含下列资料：

a) 施工许可文件；

b) 已审批的施工组织设计；

c) 已审批的施工图；

d) 已审批的重大施工方案；

e) 所在建筑的验收合格资料及结构验算报告。

2 施工组织设计应满足GB/T 50795的要求，包括下列内容：

a) 组织架构；

b) 施工总平面布置图；

c) 总进度计划：设备和材料、人工、施工机具、资金等；

d) 质量控制；

e) 安全措施；

f) 环境管理。

3 施工现场应具备水通、电通、路通、电信通及场地平整的条件。

4 施工单位的资质、特殊作业人员资格、施工机具、设备和材料、计量器具等应报监理单位或建设单位审查完毕。根据项目需要配备下列条件：

a) 施工单位的资质满足项目建设要求，施工单位应在专业技术、人员组织、业绩经验等方面具有同类工程的相应资格和能力；

b) 特殊作业人员资格：电工职业资格证、高压电工特种作业操作证、进网许可证、焊工证、脚手架岗位资格证书、高空作业证等；

c) 施工机具：起重机、叉车、切割机、台钻、挖掘机、电焊机等；

d) 设备和材料：电气设备和材料、结构材料、辅助材料等；

e) 计量器具：米尺、水平仪、经纬仪、万用表、接地电阻测试仪、绝缘电阻测试仪、混凝土强度回弹仪、扭矩扳手等。

5 项目开工前，应排查项目现场是否具备施工条件。

6 开工前建设单位应组织设计单位、施工单位、监理单位对进场必备的施工图会审并提出修改意见，由设计单位完成修改，各单位会签，建设单位批准后执行。

7 开工前建设单位（或监理单位）应组织设计单位工程师对施工单位进行设计交底，施工单位签字确认。

8 施工单位应根据已通过会审的施工总平面布置图的要求布置施工临建设施、施工场地、供电、道路等。

9 预制支架基座、预留孔洞、预埋件、预埋管应验收合格。

10 工程定位测量基准应确立。

**5.1.2** 屋面并网光伏发电系统的设备和材料，符合下列规定：

1 设备和材料的规格应满足设计要求，不得在工程中使用未经认证或不合格的设备、材料。

2 进场设备和材料应进行验收，包括下列内容：

a) 设备的验收内容：

1) 外观检查，包装及密封满足相应要求；

2) 检查型号、规格满足设计图纸和技术协议的要求；

3) 合格证、说明书、出厂检测报告、附件、备件应齐全；

4) 按相关抽样标准进行质量抽样检查，经工程监理或业主确认后方可使用；

b) 材料的验收内容：

1) 外观检查，外观及保护层应满足相关要求；

2) 检查型号、规格尺寸、材质满足设计要求；

3) 合格证、出厂检测报告应齐全；

4) 按相关抽样标准进行质量抽样检查，经工程监理或业主确认后方可使用。

3 设备和材料的内部运输和储存过程不应造成二次损坏，应：

a) 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；

b) 逆变器、配电柜等关键设备应满足相应的储存要求；

c) 设备与材料储存期间应定期检查储存环境变化及设备、材料是否丢失、损坏。

4 安装前，设备、材料调运至屋面时，不得超过存放点的承载能力，不得大量集中堆放，应分散到各安装区域附近的临时存放点。

**5.1.3** 屋面并网光伏发电系统的施工标识要求，符合下列规定：

1 屋面并网光伏发电系统施工过程中，应设置相关安全标识，标识应满足5.10.2的要求。

2 屋面并网光伏发电系统安装完成后，应进行标识，标识符合下列要求：

a) 光伏方阵、汇流箱、逆变器、成套配电装置、变压器、二次设备等电气设备应根据设计要求，贴明显的设备编号标识及安全警示标识；

b) 光伏电缆、电力电缆、通信电缆及光纤应按设计要求做好编号标识；

c) 电缆沟、线槽、埋地电缆应按设计要求做好安全警示标识；

d) 并网配电装置所在配电房应在明显位置悬挂光伏系统图及光伏系统安全操作规程。

**5.1.4** 屋面并网光伏发电系统的卸料平台，符合下列规定：

1 应在所在建筑屋面上设置卸料平台。

2 金属屋面的卸料平台应搭建在承重梁上，平台的承重能力应满足卸货要求。

3 卸料平台加载后总荷载应低于所在建筑屋面的结构承载能力，平台应悬挂限载标识牌，严禁超载使用。

**5.1.5** 屋面并网光伏发电系统的施工样板，符合下列规定：

1 在大范围施工前，应在同条件施工现场制定可指导施工的样板。

2 支架样板应按1：1比例进行制作及施工。

3 混凝土试块根据检测需求尺寸制作。

5.2 光伏方阵施工与安装

**5.2.1** 光伏方阵的测量定位与复核，符合下列规定：

1 根据施工图纸对现场进行尺寸复核。

2 根据施工图纸进行现场勘察，确认现场是否与施工图纸有偏差。

3 若出现图纸与现场不符的情况，应进行设计变更，在变更完成前不得施工。

4 在金属屋面上不得采用弹墨线的方式进行定位放线。

5 放线定位，应满足以下要求：

a) 核对现场与图纸上的轴线位置，确定现场至少有2个基准点与图纸相符合，且各基准点应分布在合理位置；

b) 以现场确定的基准点为起始，对施工区域进行准确定位，定位精度应满足施工图要求。

**5.2.2** 光伏方阵基座的安装，符合下列规定：

1 基座设置在所在建筑屋面防水层上时，应在所在建筑屋面防水工程结束且验收合格后施工，基座应安装平稳、整齐，固定牢固，且不得破坏所在建筑屋面的防水层。

2 基座设置在所在建筑屋面结构层上时，完工后应做防水处理，应符合GB 50207的相关规定。

**5.2.3** 光伏方阵金属屋面基座安装，符合下列规定：

1 应进行基座拉拔试验，现场试验数据不满足力学性能要求的不得施工。

2 基座施工不应损坏金属屋面系统和所在建筑主体结构。

3 金属屋面基座的安装精度应满足表5.2.3的要求：

表5.2.3 金属屋面基座安装精度要求

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 允许偏差/mm |
| 相邻高差 | ±2 |
| 水平位置偏差 | ±3 |

**5.2.4** 光伏方阵混凝土屋面基座安装，符合下列规定：

1 模板应安装牢固、严密，应在模板周边设置足够的固定支撑，以防模板浇筑过程模板变形或倾覆，防止胀模、漏浆，保证断面尺寸。

2 需预置的各类管线宜在模板安装前就位，减少对基座的二次开孔。

3 现场靠近模板进行施焊时，应采用有效隔挡，防止焊火损坏模板。

4 在混凝土浇筑前，应清理干净模板内的杂物，木模板应浇水湿润且不应有积水。

5 现浇基座模板应保持清洁，浇筑前应在内表面涂刷隔离剂，应选用无害于人体、不粘结、易脱模、易操作、易清理、不污染混凝土、不腐蚀模板的隔离剂。

6 浇捣、振捣混凝土时应避免震动器直接碰撞模板。

7 钢筋笼的绑扎应严格按图纸进行，保证其定位的准确度。

8 钢筋代换应征得设计单位同意，不得私自更换。

9 条形基座的箍筋应做成封闭式，箍筋末端弯折角度应为135°，弯钩末端平直段长度不应小于箍筋直径的10倍。

10 钢筋的保护层应满足设计要求。

11 钢筋绑扎完毕后，应做下列自检：

a) 根据设计图纸检查钢筋的钢号、直径、根数、间距；

b) 钢筋绑扎牢固，无明显变形现象；

c) 钢筋表面不允许有油污和颗粒状（片状）铁锈。

12 需要甩筋时，在混凝土施工前应对甩筋加以保护，防止污染。

13 基座预制埋件、地脚螺栓应与钢筋笼绑扎牢固，在混凝土施工前应对外露部分加以保护，在混凝土初凝前，对预制埋件、地脚螺栓进行位置校对，对有偏差的埋件进行校正。埋件的安装精度应满足表5.2.4-1的要求：

表5.2.4-1 埋件的安装精度要求

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | | 允许偏差/mm |
| 轴线偏差 | 预置埋件 | ±5 |
| 地脚螺栓 | 2 |
| 顶面标高偏差 | 预置埋件 | -5 |
| 地脚螺栓 | +20 |
| 垂直偏差 | | ±1 |
| 水平偏差 | | ±3 |
| 1. 表中轴线偏差和顶面表偏差数据来源于GB 50794-2012。 | | |

14 混凝土浇筑前应保证钢筋笼稳固及位置准确。

15 混凝土应振捣密实，浇筑完成后适时收平压实。

16 对阳角等易碰坏处，应有保护措施。

17 当施工所在地日平均气温连续5天稳定低于5 ℃或最低气温低于-3 ℃时，混凝土施工应按冬期施工处理，混凝土的冬期施工应符合JGJ/T l04和施工技术方案的规定。当室外日平均气温连续5天高于5 ℃即解除冬期施工。

18 混凝土基座养护符合以下规定：

a) 在浇筑完成后的12小时内及时实施养护；

b) 在常温下(日平均气温不低于5 ℃)用适当的材料(如草帘)覆盖混凝土，并适当浇水，使混凝土在规定的时间内保持足够的湿润状态；

c) 混凝土的浇水养护日期：硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥和矿渣硅酸盐水泥拌制的混凝土，不得少于7天；掺用缓凝型外加剂或有抗渗性要求的混凝土，不得少于14天；浇水次数应能保持混凝土具有足够的湿润状态为准。

19 在保证表面及棱角不因拆模而受到损伤时，可拆除模板。

20 应按预设拆模顺序拆除模板，拆除时应先拆固定物再拆模板，不得用暴力锤砸、撬开，不应破坏模板和混凝土边角。

21 现浇混凝土基座成品表面应坚实，平整，不应有露筋、积水现象，不应有明显的裂缝、起砂、起壳，蜂窝、麻面、油污等现象。

22 如采用自拌混凝土，在大面积施工前，应取得同条件养护试块强度的测试报告，确定混凝土配比和强度满足设计要求。

23 施工过程中应做同条件养护的混凝土试块。

24 现浇、预置混凝土基座的精度应满足表5.2.4-2的要求：

表5.2.4-2现浇、预制混凝土基座的精度要求

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 允许偏差/mm |
| 轴线 | ±10 |
| 顶标高 | -5 |
| 垂直度（全高） | ±2 |
| 截面尺寸 | ±10 |
| 注：表中轴线允许偏差数据来源于GB 50794-2012。 | |

**5.2.5** 光伏方阵支架安装，符合下列规定：

1 混凝土强度达到1.2 N/mm2前，不得在其上踩踏、堆放荷载、安装模板及支架。

2 支架安装前应对基座、预埋件、地脚螺栓的标高和轴线间距进行校核，校核不通过的应进行整改，合格后方可安装支架；不合格且无法整改的基座、预埋件、地脚螺栓应重制。

3 不应使用有明显弯曲变形且影响安装效果的支架材料。

4 支架安装过程中不应破坏支架防腐层。

5 支架紧固施工过程中不应强行敲打，不得烧焊扩孔。

6 按图施工，严禁减少螺栓、平垫、弹垫的安装数量。

7 支架螺栓的连接必须紧固牢靠，严禁出现松动现象，螺栓的紧固扭矩应符合产品和设计文件的相关规定。

8 支架对接杆件连接应牢靠，不应出现下陷、断裂现象。

9 对于需焊接的支架，焊接应保证焊缝连续饱满、平整无间隙，不得有裂纹、夹渣、较大焊瘤、虚焊、漏焊、气孔、未焊透、咬边等情况。

10 角焊缝焊脚尺寸应满足表5.2.5-1要求。

表5.2.5-1角焊缝最小焊脚尺寸要求

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 母材厚度t | 焊缝尺寸/mm | 最小焊脚尺寸hf/mm |
| t≤6 | 6 | 3（承受动荷载时不小于5） |
| 6＜t≤12 | t-（1~2） | 5 |
| 12＜t≤20 | t-（1~2） | 6 |
| t＞20 | t-（1~2） | 8 |
| 1. 表中数据来源于GB 50661-2011。 | | |

11 薄、厚板焊接时，宜按较薄板计算焊脚尺寸，焊脚尺寸hf不宜大于较薄板件厚度的1.2倍且应满足表5.2.5-1的要求。

12 采用角焊缝焊接接头，不宜将厚板焊接到薄板上。

13 外露焊缝表面应涂刷两道防锈漆和一道面漆作防腐防锈处理；应按需涂刷，不应污染周边及其他结构。

14 支架的安装精度应满足表5.2.5-2的要求。

表5.2.5-2支架的安装精度要求

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 允许偏差  mm |
| 中心线偏差 | ±2 |
| 梁顶标高偏差（同组） | ±3 |
| 梁端相对位置偏差 | ±10 |
| 立柱顶标高偏差（同组） | ±3 |
| 1. 表中中心线偏差、梁顶标高偏差（同组）和立柱顶标高偏差（同组）数据来源于GB 50794-2012。 | |

**5.2.6** 光伏组件的安装，符合下列规定：

1 光伏组件安装应在支架验收合格后进行。

2 在卸车和搬运过程中防止重击、撞击光伏组件。

3 搬运单块光伏组件时，应严格按照光伏组件厂家提供的搬运规程进行。

4 在混凝土屋面上放置光伏组件，应摆放整齐，并及时搬至安装位置附近，不得集中堆放，两箱之间间隔不得低于5 m，每平方米不得堆放超过40 kg光伏组件，并及时安装。

5 在金属屋面上放置光伏组件，应及时搬至安装位置附近逐块铺开摆放并及时安装。

6 应设置施工通道，必要时在施工通道上铺设木板或其他防护材料，保护所在建筑屋面不被损坏。

7 同一组串内不宜使用不同品牌、型号的光伏组件。

8 在安装光伏组件过程中，应轻拿轻放以免破坏光伏组件玻璃表面，禁止踩踏、重压光伏组件，禁止拉扯导线。

9 螺栓的紧固扭矩应符合产品和设计文件的相关规定。

10 光伏组件安装应按照设计图纸进行，接线盒朝向应与施工图一致。

11 安装在金属屋面上的光伏组件的光伏连接器应固定在避雨位置，禁止光伏连接器与金属屋面接触。

12 光伏组件的安装精度应满足表5.2.6的要求。

表5.2.6 光伏组件的安装精度要求

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 允许偏差 | |
| 倾斜角度偏差 | ±1° | |
| 光伏组件边缘高差 | 相邻光伏组件间 | ±2 mm |
| 同组光伏组件间 | ±5 mm |
| 1. 表中数据来源于GB 50794-2012。 | | |

13 严禁触摸光伏组串的金属带电部位。

14 同一光伏组件或光伏组串的正负极不应短接。

5.3 电气施工与安装

**5.3.1** 电气设备基础（或支架）施工，符合下列规定：

1 电气设备基础施工符合以下规定：

a) 根据设计图纸进行设备基础施工；

b) 室外安装的电气设备的基础应高于地坪，周围排水应通畅，其底座周围应采取封闭措施；

c) 用地脚螺栓固定的螺帽应齐全，拧紧牢固，自由安放的应垫平放正；

d) 混凝土基础施工符合5.2.4的规定。

2 电气设备支架（基础型钢）制作符合以下规定：

a) 根据设计图纸及电气设备安装说明书进行电气设备支架制作；

b) 电气设备支架钢材的焊接处、切割面和开孔处应涂刷两道防锈漆和一道面漆作防腐防锈处理，要求全部均匀覆盖；

c) 基础型钢安装的允许偏差应符合表5.3.1的规定；

d) 基础型钢安装后，其顶部宜高出抹平地面10 mm；基础型钢应有明显的可靠接地，接地电阻值满足设计要求。

表5.3.1 基础型钢安装的允许偏差

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 允许偏差 | |
| mm/m | mm/全长 |
| 垂直度 | <1 | <5 |
| 水平度 | <1 | <5 |
| 位置误差及不平行度 | - | <5 |
| 1. 表中数据来源于GB 50794-2012。 | | |

**5.3.2** 并网逆变器的安装，符合下列规定：

1 安装前应作以下检查：

a) 逆变器就位时应检查道路畅通，且留有足够的安装场地，满足逆变器安装环境要求；

b) 开箱检查：检查外包装应无可见的损坏，如孔、裂纹或其他内部可能损坏的迹象，并且核对逆变器型号；检查交付件应完整齐全，无任何明显的外部损坏；

c) 逆变器基础（或支架）安装完毕并应验收合格；

d) 逆变器基础（或支架）的接地电阻应满足设计要求。

2 逆变器的安装与调整应满足下列要求：

a) 根据设计图纸和产品要求安装逆变器，逆变器和基础（或支架）连接应牢固可靠，安装高度和水平度应满足设计要求；

b) 满足防晒和散热的要求；

c) 逆变器在9:00～15:00（当地真太阳时）时段内对光伏组件无遮挡；

d) 逆变器外壳应可靠接地；

e) 逆变器的布置及安全间距应满足设计要求；

f) 安装误差满足表5.3.2要求。

表5.3.2电气设备安装的允许偏差

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | | 允许偏差/mm |
| 垂直度（每米） | | 1.5 |
| 水平偏差 | 相邻两装置顶部 | 2 |
| 成列装置顶部 | 5 |
| 盘面偏差 | 相邻两装置边缘 | 1 |
| 成列装置操作面 | 5 |
| 装置间接缝 | | 2 |
| 注：表中数据来源于GB 50171-2012。 | | |

**5.3.3** 直流汇流箱的安装，符合下列规定：

1 安装前应做下列检查：

a) 开箱检查：检查外包装应无可见的损坏，如孔、裂纹或其他内部可能损坏的迹象，并且核对设备型号；检查交付件应完整齐全，无任何明显的外部损坏；检查箱内元器件完好，连接线无松动；

b) 安装前直流汇流箱的熔断器及断路器应断开；

c) 安装布局图与规格型号应满足设计要求；

d) 直流汇流箱的支架（或基础）安装完毕并应验收合格；

e) 直流汇流箱基础（或支架）的接地电阻应满足设计要求。

2 直流汇流箱的安装与调整应满足下列要求：

a) 根据设计图纸和产品要求安装汇流箱，汇流箱和基础（或支架）连接应牢固可靠，支架和固定螺栓应为防锈件；

b) 汇流箱的安装位置、高度和水平度应满足设计要求；

c) 满足防晒和散热的要求；

d) 汇流箱在9:00～15:00（当地真太阳时）时段内对光伏组件无遮挡；

e) 汇流箱外壳应可靠接地；

f) 汇流箱的布置及安全间距应满足设计要求；

g) 安装垂直度允许偏差不应大于1.5 mm/m。

**5.3.4** 成套配电装置安装，符合下列规定：

1 成套配电装置包括：交流汇流装置、并网配电装置和二次设备柜等。

2 安装前应做下列检查：

a) 开箱检查：检查外包装应无可见的损坏，如孔、裂纹或其他内部可能损坏的迹象，并且核对设备型号；检查交付件应完整齐全，无任何明显的外部损坏；检查箱内元器件完好，连接线无松动；

b) 安装前成套配电装置的所有电气元件应断开；

c) 安装布局图与规格型号应满足设计要求；

d) 成套配电装置基础（或支架）应验收合格；

e) 成套配电装置基础（或支架）的接地电阻应满足设计要求。

3 成套配电装置安装与调整应满足下列要求。

a) 成套配电装置的金属框架及基础型钢应与保护导体可靠连接；对于装有电器的可开启门，门和金属框架的接地端子间应选用截面积不小于4 mm2的黄绿色绝缘铜芯软导线连接，并应有标识。

b) 成套配电装置应有可靠的防电击保护；装置内保护接地导体(PE)排应有裸露的连接外部保护接地导体的端子，并应可靠连接。

c) 成套配电装置安装在振动场所，应按设计要求采取减振措施。

d) 手车、抽屉式成套配电柜推拉应灵活，无卡阻碰撞现象。动触头与静触头的中心线应一致，且触头接触应紧密，投入时，接地触头应先于主触头接触；退出时，接地触头应后于主触头脱开。

e) 成套配电装置的布置及安全间距应满足设计要求。

f) 成套配电装置相互间或与基础型钢间应用镀锌螺栓连接，且防松零件应齐全；当设计有防火要求时，成套配电装置的进出口应做防火封堵，并应封堵严密。

g) 成套配电装置应安装牢固，安装误差满足表5.3.1要求。

h) 成套配电装置间配线应符合以下规定：

1) 二次回路接线应满足设计要求，除电子元件回路或类似回路外，回路的绝缘导线额定电压不应低于450 V／750 V；对于铜芯绝缘导线或电缆的导体截面积，电流回路不应小于2.5 mm2，其他回路不应小于1.5 mm2；

2) 二次回路连线应成束绑扎，不同电压等级、交流、直流线路及计算机控制线路应分别绑扎，且应有标识；固定后不应妨碍手车开关或抽出式部件的拉出或推入；

3) 线缆的弯曲半径不应小于线缆允许弯曲半径；

4) 导线连接不应损伤线芯。

i) 成套配电装置面板上的电器连接导线应符合以下规定：

1) 连接导线应采用多芯铜芯绝缘软导线，敷设长度应留有适当裕量；

2) 线束宜有外套塑料管等加强绝缘保护层；

3) 与电器连接时，端部应绞紧、不松散、不断股，其端部可采用不开口的终端端子或搪锡；

4) 可转动部位的两端应采用卡子固定。

**5.3.5** 变压器安装，符合下列规定：

1 安装前应做下列检查：

a) 开箱检查：检查外包装是否有可见的损坏，如孔、裂纹或其他内部可能损坏的迹象，并且核对变压器型号；检查交付件是否完整齐全，有无任何明显的外部损坏，检查变压器内元器件完好，连接线无松动；油浸变压器油位正常，无渗油现象；绝缘件应无裂纹、缺损和瓷件瓷釉损坏等缺陷，外表应清洁，测温仪表指示应准确；箱式变电器的高压和低压配电柜内部接线应完整、低压输出回路标记应清晰，回路名称应准确；

b) 变压器应按产品技术文件要求进行器身检查，当满足下列条件之一时，可不检查器身：

1) 制造厂规定不检查器身；

2) 就地生产仅作短途运输的变压器，且在运输过程中有效监督，无紧急制动、剧烈振动、冲撞或严重颠簸等异常情况；

c) 安装前变压器高低压侧开关应断开；

d) 安装布局图与规格型号应满足设计要求；

e) 变压器基础（或支架）应验收合格；

f) 变压器基础（或支架）的接地电阻应满足设计要求。

2 变压器安装与调整应满足下列要求：

a) 根据设计图纸和产品要求安装变压器，变压器和基础连接应牢固可靠，安装高度和水平度应满足设计要求；

b) 变压器箱体、支架、基础型钢及外壳应分别单独与保护导体可靠连接且有标识，紧固件及防松零件齐全；

c) 变压器的布置及安全间距应满足设计要求；

d) 安装误差满足表5.3.1要求。

**5.3.6** 监控系统安装，符合下列规定：

1 监控系统包括微机监控系统、电气二次设备、环境检测仪、视频监控系统等设备。

2 二次设备柜安装满足设计要求，符合5.3.4的规定。

3 通信、远动、综合自动化、计量等装置的安装应满足产品的技术要求。

4 安防监控设备的安装应符合GB 50348的相关规定。

5 直流系统的安装应符合下列规定：

a) 蓄电池室的建筑工程及其辅助设施应满足设计要求，照明灯具和开关的形式及装设位置应满足设计要求；

b) 蓄电池组应排列整齐，间距应均匀，应平稳牢固；

c) 蓄电池间连接条应排列整齐，螺栓应紧固、齐全，极性标识应正确、清晰；

d) 蓄电池组每个蓄电池的顺序编号应正确，外壳应清洁，液面应正常；

e) 蓄电池组的绝缘应良好，绝缘电阻不应小于0.5 MΩ。

6 微机监控系统、视频监控系统、环境检测仪等设备的安装应满足设计文件及产品的技术要求。

**5.3.7** 其他电气设备安装，符合下列规定：

1 母线装置的施工应符合GB 50149的相关规定。

2 有功、无功控制装置等其他电气设备的安装应满足设计文件及产品的技术要求。

**5.3.8** 电缆敷设，符合下列规定：

1 电缆敷设前核对电缆型号、电缆敷设方式及路径与设计要求一致。

2 屋面并网光伏发电系统电缆敷设方式应根据设计要求确定，电缆敷设方式主要有：

a) 梯架、托盘和槽盒内敷设；

b) 直埋敷设；

c) 电缆保护管内敷设；

d) 电缆构筑物中敷设。

3 梯架、托盘和槽盒内敷设，符合下列规定：

a) 梯架、托盘和槽盒内敷设电缆按下列流程安装：

1) 支吊架安装；

2) 梯架、托盘和槽盒安装；

3) 电缆敷设；

4) 电缆支持与固定；

5) 桥架盖板安装；

6) 防火封堵。

b) 支吊架安装应满足下列要求：

1) 金属支吊架材料应进行防腐，位于室外及潮湿场所的应按设计要求做处理；

2) 水平安装的支架间距宜为1.5 m～3.0 m，垂直安装的支架间距不应大于2 m；

3) 支吊架设置应满足设计或产品技术文件要求，支吊架安装应牢固、无明显扭曲；与预埋件焊接固定时，焊缝应饱满；膨胀螺栓固定时，应选用适配、防松零件齐全、连接紧固的膨胀螺栓。

c) 梯架、托盘和槽盒安装应满足以下要求：

1) 桥架全长不大于30 m时，与保护导体的可靠连接不应少于2处；全长大于30 m时，每隔20 m～30 m应增加一个连接点；起始端和终点端均应可靠接地；

2) 桥架本体之间连接板的两端应跨接保护联结导体，保护联结导体的截面积应满足设计要求；

3) 桥架本体之间不跨接保护联结导体时，连接板每端不应少于2个有防松螺帽或防松垫圈的连接固定螺栓；

4) 电缆梯架、托盘和槽盒转弯、分支处宜采用专用连接配件，其弯曲半径满足设计要求；

5) 直线段钢制或塑料梯架、托盘和槽盒伸缩节及补偿装置应满足设计要求；

6) 梯架、托盘和槽盒与支架间及与连接板的固定螺栓应紧固无遗漏，螺母应位于梯架、托盘和槽盒外侧；当铝合金梯架、托盘和槽盒与钢支架固定时，应有相互间绝缘的防电化学腐蚀措施。

d) 电缆敷设应满足以下要求：

1) 同一梯架、托盘和槽盒内不宜同时敷设绝缘导线和电缆；

2) 同一路径无防干扰要求的线路，可敷设于同一槽盒内；槽盒内的绝缘导线总截面面积(包括外护套)不应超过梯架、托盘和槽盒内截面面积的40 ％，且载流导体不宜超过30根；

3) 当控制和信号等非电力线路敷设于同一梯架、托盘和槽盒内时，绝缘导线的总截面面积不应超过槽盒内截面面积的50 ％；

4) 分支接头处绝缘导线的总截面面积(包括外护层)不应大于该点盒(箱)内截面面积的75 ％；

5) 绝缘导线在梯架、托盘和槽盒内应留有一定余量，并应按回路分段绑扎，绑扎点间距不应大于1.5 m；当垂直或大于45°倾斜敷设时，应将绝缘导线分段固定在槽盒内的专用部件上，每段至少应有一个固定点；当直线段长度大于3.2 m时，其固定点间距不应大于1.6 m；梯架、托盘和槽盒内导线排列应整齐、有序。

e) 电缆支持与固定应满足5.3.8中7的要求。

f) 梯架、托盘和槽盒盖板安装应满足下列要求：

1) 盖板可采用紧固件或者抱箍固定；

2) 每节盖板首尾需固定，且每隔1 m至少一个固定点；

3) 安装盖板前需检查槽内电缆分布情况，防止紧固件损伤电缆。

g) 防火封堵应满足5.3.8中9的要求。

4 直埋敷设，符合下列规定：

a) 电缆沟开挖宽度及深度按设计要求，根据不同地质和施工条件，采取不同的开挖方式，如机械作业或人工作业。

b) 电缆线路路径上有可能使电缆受到机械性损伤、化学作用、地下电流、振动、热影响、腐蚀物质、虫鼠等危害的地段，应采取保护措施。

c) 电缆埋置深度应符合下列规定：

1) 电缆表面距地面的距离不应小于0.7 m，穿越农田或在车行道下敷设时不应小于1 m，在引入建筑物、与地下建筑物交叉及绕过地下建筑物处可浅埋．但应采取保护措施；

2) 电缆应埋设于冻土层以下，当受条件限制时，应采取防止电缆受到损伤的措施。

d) 电缆直埋敷设于非冻土地区时，埋置深度应符合下列规定：

1) 电缆外皮至地下构筑物基础，不得小于0.3 m；

2) 电缆外皮至地面深度，不得小于0.7 m；当敷设于耕地下时，应适当加深，且不宜小于1 m。

e) 直埋敷设的电缆，不得平行敷设于管道的正上方或正下方；高电压等级的电缆宜敷设在低电压等级电缆的下面。

f) 电缆之间，电缆与其他管道、道路、建筑物等之间平行和交叉时的最小净距，应满足设计要求。

g) 直埋敷设的电缆与铁路、道路交叉时，应穿保护管，保护范围应符合下列规定：

1) 与道路交叉时，保护管应超出道路边各1 m，或者排水沟外0.5 m。埋设深度不应低于路面下1 m；

2) 保护管应有不低于1 ％的排水坡度。

h) 直埋敷设的电缆引入构筑物，在贯穿墙孔处应设置保护管，管口应实施阻水堵塞。

i) 直埋敷设的电缆接头配置应符合下列规定：

1) 接头与邻近电缆的净距不得小于0.25 m；

2) 并列电缆的接头位置宜相互错开，且净距不宜小于0.5 m；

3) 斜坡地形处的接头安置应呈水平状；

4) 重要回路的电缆接头附近宜采用留有备用量方式敷设电缆。

j) 电缆沟回填应满足下列要求：

1) 电缆敷设完毕后，按设计要求回填电缆沟，电缆沟回填土土质应对电缆外护层无腐蚀性；

2) 直埋电缆回填前，应经隐蔽工程验收合格，回填料应分层夯实。

k) 电缆标识桩设置应满足下列要求：

1) 应在直埋线路直线段每隔15 m～50 m处、转弯处、T形口、十字口、接头部位和进入建(构)筑物等处设置明显的标志或标桩；

2) 位于城郊或空旷地带，沿电缆路径的直线间隔100 m，应设置明显的方位标志或标桩。

5 电缆保护管内敷设，符合下列规定：

a) 电缆保护管内敷设电缆按下列流程安装：

1) 保护管布设；

2) 电缆敷设；

3) 防火封堵。

b) 保护管布设应满足以下要求：

1) 电缆保护管选材应满足设计要求，内壁应光滑无毛刺，应满足机械强度和耐久性要求，且应符合下列规定：

(1) 采用穿管方式抑制对控制电缆的电气干扰时，应采用钢管；

(2) 交流单芯电缆以单根穿管时，不得采用未分隔磁路的钢管；

2) 保护管管径与穿过电缆数量选择应符合以下规定：

(1) 每管宜只穿1根电缆；

(2) 管的内径不宜小于电缆外径或多根电缆包络外径的1.5倍，排管的管孔内径不宜小于75 mm；

3) 使用排管时，应符合下列规定：

(1) 管孔数量宜按发展预留适当备用；

(2) 导体工作温度相差大的电缆宜分别配置于适当间距的不同排管组；

(3) 管路顶部土壤覆盖厚度不宜小于0.5 m；

(4) 管路应置于经整平夯实土层且有足以保持连续平直的垫块上，纵向排水坡度不宜小于0.2 ％；

(5) 管路纵向连接处的弯曲度应满足牵引电缆时不致损伤的要求；

(6) 管孔端口应采取防止损伤电缆的处理措施；

4) 较长电缆管路中的下列部位应设置工作井：

(1) 电缆牵引张力限制的间距处。电缆穿管敷设时，允许最大管长的计算方法宜符GB 50217-2018附录H的规定；

(2) 电缆分支、接头处；

(3) 管路方向较大改变或电缆从排管转入直埋处；

(4) 管路坡度较大且需防止电缆滑落的必要加强固定处。

c) 电缆敷设应满足下列要求：

1) 电缆保护管在敷设电缆前，应进行疏通，清除杂物。电缆敷设到位后应做好电缆固定和管口封堵，并应做好管口与电缆接触部分的保护措施。

2) 电缆穿管的位置及穿入管中电缆的数量应满足设计要求，交流单芯电缆不得单独穿入钢管内。

3) 在10 ％以上的斜坡排管中，应在标高较高一端的工作井内设置防止电缆因热伸缩和重力作用而滑落的构件。

4) 工作井中电缆管口应按设计要求做好防水措施。

d) 防火封堵应满足5.3.8中9要求。

6 电缆构筑物中敷设，符合下列规定：

a) 电缆构筑物中敷设电缆按下列流程安装：

1) 电缆敷设；

2) 电缆支持与固定；

3) 防火封堵。

b) 电缆构筑物中电缆敷设应满足下列要求：

1) 电缆排列应符合下列规定：

(1) 电力电缆和控制电缆不宜配置在同一层支架上；

(2) 高低压电力电缆，强电、弱电控制电缆应按顺序分层配置，宜由上而下配置；但在含有35 kV以上高压电缆引入盘柜时，可由下而上配置；

(3) 同一重要回路的工作与备用电缆实行耐火分隔时，应配置在不同侧或不同层的支架上；

2) 并列敷设的电缆净距应满足设计要求；

3) 电缆在支架上的敷设应符合下列规定：

(1) 控制电缆在普通支架上，不宜超过两层；桥架上不宜超过三层；

(2) 交流三芯电力电缆，在普通支吊架上不宜超过一层；桥架上不宜超过两层；

(3) 交流单芯电力电缆，应布置在同侧支架上，并应限位、固定。当按紧贴品字形(三叶形)排列时，除固定位置外，其余应每隔一定的距离用电缆夹具、绑带扎牢，以免松散；

4) 电缆与热力管道、热力设备之间的净距，平行时不应小于1 m，交叉时不应小于0.5 m，当受条件限制时，应采取隔热保护措施。电缆通道应避开锅炉的观察孔和制粉系统的防爆门；当受条件限制时，应采取穿管或封闭槽盒等隔热防火措施。电缆不得平行敷设于热力设备和热力管道的上部；

5) 电缆敷设完毕后，应及时清除杂物、盖好盖板。当盖板上方需回填土时，宜将盖板缝隙密封。

c) 电缆支持与固定应满足5.3.8中7的要求。

d) 防火封堵应满足5.3.8中9的要求。

7 电缆的支持与固定，符合下列规定：

a) 电缆明敷时，应沿全长采用电缆支架、桥架、挂钩或吊绳等支持与固定。最大跨距应符合下列规定：

1) 应满足支架件的承载能力和无损电缆的外护层及其导体的要求；

2) 应保持电缆配置整齐；

3) 应适应工程条件下的布置要求。

b) 直接支持电缆的普通支架(臂式支架)、吊架的允许跨距应满足设计要求。

c) 固定电缆用的夹具、扎带、捆绳或支托件等部件，应表面平滑、便于安装、具有足够的机械强度和适合使用环境的耐久性。

d) 电缆固定用部件选择应符合下列规定：

1) 除交流单芯电力电缆外，可采用经防腐处理的扁钢制夹具、尼龙扎带或镀塑金属扎带；强腐蚀环境应采用尼龙扎带或镀塑金属扎带；

2) 交流单芯电力电缆的刚性固定宜采用铝合金等不构成磁性闭合回路的夹具，其他固定方式可采用尼龙扎带或绳索；

3) 不得采用铁丝直接捆扎电缆。

8 通信线缆敷设，符合下列规定：

a) 通信线缆敷设前应就线缆进行导通测试；

b) 通信线缆敷设应自然平直布放，不应交叉缠绕、打圈，牵引力均衡；

c) 通信线缆接续点和终端应设置对应编号和永久标识，线缆两端、检修孔等位置应设置标签；

d) 同轴电缆应一线到位，中间无接头；

e) 多芯电缆的弯曲半径应大于其外径的6倍，同轴电缆的弯曲半径应大于其外径的15倍，4对型网络数据电缆的弯曲半径应大于其外径的4倍，光缆的弯曲半径应大于光缆外径的10倍；

f) 光缆敷设应符合下列规定：

1) 敷设光缆前应对光纤进行检查，光纤应无断点，其衰耗值应满足设计要求；核对光缆长度，并应根据施工图的敷设长度来选配光缆；配盘时应使接头避开河沟、交通要道和其他障碍物；架空光缆的接头应设在杆旁1 m以内；

2) 敷设时应对光缆的牵引端头做好技术处理，应合理控制牵引力和牵引速度；牵引力加在加强芯上，其牵引力不应大于150 kg，牵引速度应为10 m／min；一次牵引的直线长度不应大于1 km，光纤接头的预留长度不应小于8 m。

9 防火封堵，符合下列规定：

a) 对电缆可能着火蔓延导致严重事故的回路、易受外部影响波及火灾的电缆密集场所，应设置适当的防火分隔，并应按工程重要性、火灾概率及其特点和经济合理等因素，采取下列安全措施：

1) 实施防火分隔；

2) 采用阻燃电缆；

3) 采用耐火电缆；

4) 增设自动报警和（或）专用消防装置。

b) 防火分隔方式选择应符合以下规定：

1) 电缆构筑物中电缆引至电气柜、盘或控制屏、台的开孔部位，电缆贯穿隔墙、楼板的孔洞处，工作井中电缆管孔等均应实施防火封堵；

2) 在电缆沟、隧道及架空桥架中的下列部位，宜设置防火墙或阻火段：

(1) 公用电缆沟、隧道及架空桥架主通道的分支处；

(2) 多段配电装置对应的电缆沟、隧道分段处；

(3) 长距离电缆沟、隧道及架空桥架相隔约100 m处，或隧道通风区段处，厂、站外相隔约200 m处；

(4) 电缆沟、隧道及架空桥架至控制室或配电装置的入口、厂区围墙处；

3) 与电力电缆同通道敷设的控制电缆、非阻燃通信光缆，应采取穿入阻燃管或耐火电缆槽盒，或采取在电力电缆和控制电缆之间设置防火封堵板材；

4) 在同一电缆通道中敷设多回路110 kV及以上电压等级电缆时，宜分别布置在通道的两侧；

5) 在电缆竖井中，宜按每隔7 m或建(构)筑物楼层设置防火封堵。

c) 实施防火分隔的技术特性应符合下列规定：

1) 防火封堵的构成，应按电缆贯穿孔洞状况和条件，采用相适合的防火封堵材料或防火封堵组件；用于电力电缆时，宜对载流量影响较小；用在楼板孔、电缆竖井时，其结构支撑应能承受检修、巡视人员的荷载；

2) 防火墙、阻火段的构成，应采用适合电缆敷设环境条件的防火封堵材料，且应在可能经受积水浸泡或鼠害作用下具有稳固性；

3) 除通向主控室、厂区围墙或长距离隧道中按通风区段分隔的防火墙部位应设置防火门外，其他情况下，有防止窜燃措施时可不设防火门；防窜燃方式，可在防火墙紧靠两侧不少于1 m区段的所有电缆上施加防火涂料、阻火包带或设置挡火板等；

4) 防火封堵、防火墙和阻火段等防火封堵组件的耐火极限不应低于贯穿部位构件(如建筑物墙、楼板等)的耐火极限，且不应低于1 h，其燃烧性能、理化性能和耐火性能应符合GB 23864的规定，测试工况应与实际使用工况一致。

d) 非阻燃电缆用于明敷时，应符合下列规定：

1) 在易受外因波及而着火的场所，宜对该范围内的电缆实施防火分隔；对重要电缆回路，可在适当部位设置阻火段实施阻止延燃；防火分隔或阻火段可采取在电缆上施加防火涂料、阻火包带；当电缆数量较多时，也可采用耐火电缆槽盒或阻火包等；

2) 在接头两侧电缆各约3 m区段和该范围内邻近并行敷设的其他电缆上，宜采用防火涂料或阻火包带实施阻止延燃。

e) 在火灾概率较高、灾害影响较大的场所，明敷方式下电缆的选择应符合下列规定：

1) 火力发电厂主厂房、输煤系统、燃油系统及其他易燃易爆场所，宜选用阻燃电缆；

2) 地下变电站、地下客运或商业设施等人流密集环境中的回路，应选用低烟、无卤阻燃电缆；

3) 其他重要的工业与公共设施供配电回路，宜选用阻燃电缆或低烟、无卤阻燃电缆。

f) 阻燃电缆的选用应符合下列规定：

1) 电缆多根密集配置时的阻燃电缆，应采用符合XF 306.1规定的阻燃电缆，并应根据电缆配置情况、所需防止灾难性事故和经济合理的原则，选择适合的阻燃等级和类别；

2) 当确定该等级和类别阻燃电缆能满足工作条件下有效阻止延燃性时，可满足6.8.8.4的要求；

3) 在同一通道中，不宜将非阻燃电缆与阻燃电缆并列配置。

g) 在外部火势作用一定时间内需维持通电的下列场所或回路，明敷的电缆应实施防火分隔或采用耐火电缆：

1) 消防、报警、应急照明、断路器操作直流电源和发电机组紧急停机的保安电源等重要回路；

2) 计算机监控、双重化继电保护、保安电源或应急电源等双回路合用同一电缆通道又未相互隔离时的其中一个回路；

3) 火力发电厂水泵房、化学水处理、输煤系统、油泵房等重要电源的双回供电回路合用同一电缆通道又未相互隔离时的其中一个回路；

4) 油罐区、钢铁厂中可能有熔化金属溅落等易燃场所；

5) 其他重要公共建筑设施等需有耐火要求的回路。

h) 对同一通道中数量较多的明敷电缆实施防火分隔方式，宜敷设于耐火电缆槽盒内，也可敷设于同一侧支架的不同层或同一通道的两侧，但层间和两侧间应设置防火封堵板材，其耐火极限不应低于1h。

i) 耐火电缆用于发电厂等明敷有多根电缆配置中，或位于油管、有熔化金属溅落等可能波及场所时，应采用符合XF 306.2规定的A类耐火电缆(ⅠA级～ⅣA级)。除上述情况外且为少量电缆配置时，可采用符合XF 306.2规定的耐火电缆(Ⅰ级～Ⅳ级)。

j) 在油罐区、重要木结构公共建筑、高温场所等其他耐火要求高且敷设安装和经济合理时，可采用矿物绝缘电缆。

k) 自容式充油电缆明敷在要求实施防火处理的公用廊道、客运隧洞、桥梁等处时，可采取埋砂敷设。

l) 在安全性要求较高的电缆密集场所或封闭通道中，应配备适用于环境的可靠动作的火灾自动探测报警装置。明敷充油电缆的供油系统宜设置反映喷油状态的火灾自动报警和闭锁装置。

m) 在地下公共设施的电缆密集部位，多回充油电缆的终端设置处等安全性要求较高的场所，可装设水喷雾灭火等专用消防设施。

n) 用于防火分隔的材料产品应符合下列规定：

1) 防火封堵材料不得对电缆有腐蚀和损害，且应符合GB 23864的规定；

2) 防火涂料应符合GB 28374的规定；

3) 用于电力电缆的耐火电缆槽盒宜采用透气型，且应符合GB 29415的规定；

4) 采用的材料产品应适用于工程环境，并应具有耐久可靠性。

**5.3.9** 光伏电缆接线，符合下列规定：

1光伏电缆接线按以下顺序进行：光伏组件输出端串接——光伏组串输入端接线——光伏组串输出端连接，连接示意图如图5.3.9所示。



图5.3.9 光伏电缆连接示意图

说明：

PV——光伏组件输出端；

Sout——光伏组串输出端；

Sin——汇流箱/逆变器输入端。

2 光伏组件输出端串接应符合下列要求：

a) 施工时，光伏组件的正负极严禁短接；

b) 接线时，不应造成玻璃和背板的划伤或破损；

c) 光伏组件之间连接线应避免承受外力，并进行绑扎固定，整齐、美观；

d) 进行光伏组件连线施工时，施工人员应配备安全防护用品；

e) 光伏组串数和串接路径满足设计要求；

f) 严禁触摸光伏组串的金属带电部位；

g) 严禁在雨天进行光伏组件的连线工作；

h) 对串接完成但不具备接引条件的部位，应用绝缘胶布包扎好并做好警示。

3 汇流箱/逆变器输入端接线应符合下列要求：

a) 每根光伏电缆需根据图纸标识编号和正负极；

b) 剥线长度约15 mm，并采用专用接线端子压接紧实；

c) 接线前，确保光伏组串输出端未连接，汇流箱/逆变器内熔断器全部断开；

d) 每根光伏电缆接线端子需全部插入熔断器进线口；

e) 光伏电缆接入汇流箱时，按从左到右或从右到左依次压接紧实；

f) 进出线防护：根据设计要求，采取套管或封闭防护措施；

g) 防火封堵应满足5.3.8中9的要求。

4光伏组串输出端连接应符合下列要求：

a) 光伏组件间和组串连接均采用光伏连接器连接，光伏连接器连接应满足下列要求：

1) 检查并清洁光伏连接器各配件，确保无杂物；

2) 光伏连接器的防水等级应不低于IP67；

3) 根据公芯（或母芯）的压线端长度用剥线钳剥去光伏电缆的绝缘层（长度约15 mm）,剥线时，不得伤到线芯；

4) 将电缆线芯插入公芯（母芯）压线端，用压线钳压紧实；

5) 将母头（公头）紧固端先套入电缆，然后再将公芯（母芯）卡入母头（公头），卡入时听到“咔”的一声后，用适当力度试拔，不分离为宜；

6) 用手将紧固端紧固后，再用专用扳手适当再次紧固，不宜用力过猛；

b) 对组串完成但不具备接引条件的部位，应用绝缘胶布包扎好并做好警示；

c) 组串连接后应检测组串的开路电压，电压值应满足设计要求，并标识正负极；

d) 组串出线两端应根据图纸标识编号；

e) 方阵间的跨接线缆应穿管进行保护，穿管应满足下列要求：

1) 保护管材质应采用PVC电工管；

2) 拐弯处应采用弯管器制作弯通或者采用专用弯头连接；

3) 保护管横跨方阵，管的两头应固定在支架结构上；

f) 严禁在雨天进行组串的连线工作。

**5.3.10** 电力电缆接线，符合下列规定：

1 电力电缆接线按下列流程安装：

a) 安装前检查；

b) 电缆头及附件制作；

c) 电缆压接；

d) 防火封堵。

2 电力电缆接线应做下列安装前检查：

a) 检查待接线电缆型号和编号是否与设计要求一致；

b) 检查待接线电气设备是否与设计要求一致；

c) 检查电缆绝缘：低压电力电缆绝缘阻值不应低于0.5 MΩ，10 kV电力电缆绝缘阻值不应低于400 MΩ；

d) 电源侧应确保断电，并派专人作业期间内持续监视。

3 电缆头等附件制作满足下列要求：

a) 电缆终端与接头制作前，应核对电缆相序或极性。

b) 制作电缆终端和接头前，应按设计文件和产品技术文件要求做好检查，并符合下列规定：

1） 电缆绝缘状况应良好，无受潮；电缆内不得进水；充油电缆施工前应对电缆本体、压力箱、电缆油桶及纸卷桶逐个取油样，做电气性能试验，并应符合标准的相关规定；

2） 附件规格应与电缆一致，型号满足设计要求。零部件应齐全无损伤，绝缘材料不得受潮；附件材料应在有效贮存期内。壳体结构附件应预先组装、清洁内壁、密封检查，结构尺寸应满足产品技术文件要求；

3） 施工用机具齐全、清洁，便于操作；消耗材料齐备，塑料绝缘表面的清洁材料应满足产品技术文件的要求。

c) 在室内、隧道内或林区等有防火要求的场所以及充油电缆施工现场进行电缆终端与接头制作，应备有足够消防器材。

d) 电缆终端与接头制作时，施工现场温度、湿度与清洁度，应满足产品技术文件要求。在室外制作6 kV及以上电缆终端与接头时，其空气相对湿度宜为70 ％及以下；当湿度大时，应进行空气湿度调节，降低环境湿度。制作电力电缆终端与接头，不得直接在雾、雨或五级以上大风环境中施工。

e) 电缆终端及接头制作时，应遵守制作工艺规程及产品技术文件要求。

f) 附加绝缘材料除电气性能应满足要求外，尚应与电缆本体绝缘具有相容性。两种材料的硬度、膨胀系数、抗张强度和断裂伸长率等物理性能指标应接近。橡塑绝缘电缆附加绝缘应采用弹性大、粘接性能好的材料。

g) 电缆线芯连接金具，应采用符合标准的连接管和接线端子，其内径应与电缆线芯匹配，间隙不应过大；截面宜为线芯截面的1.2倍～1.5倍。采取压接时，压接钳和模具应符合规格要求。

h) 三芯电力电缆在电缆中间接头处，其电缆铠装、金属屏蔽层应各自有良好的电气连接并相互绝缘；在电缆终端头处，电缆铠装、金属屏蔽层应用接地线分别引出，并应接地良好。交流系统单芯电力电缆金属层接地方式和回流线的选择应满足设计要求。

i) 35kV及以下电力电缆接地线应采用铜绞线或镀锡铜编织线，其截面积不应小于表5.3.10的规定。66kV及以上电力电缆的接地线材质、截面面积应满足设计要求。

表5.3.10 电缆终端接地线截面

|  |  |
| --- | --- |
| 电缆截面/mm2 | 接地线截面/mm2 |
| 16及以下 | 接地线截面可与芯线截面相同 |
| 16～120 | 16 |
| 150及以上 | 25 |

j) 制作电缆终端与接头，从剥切电缆开始应连续操作直至完成，应缩短绝缘暴露时间。剥切电缆时不应损伤线芯和保留的绝缘层、半导电屏蔽层，外护套层、金属屏蔽层、铠装层、半导电屏蔽层和绝缘层的剥切尺寸应满足产品技术文件要求。附加绝缘的包绕、装配、热缩等应保持清洁。

k) 电缆终端的制作安装应按产品技术文件要求做好导体连接、应力处理部件的安装，并应做好密封防潮、机械保护等措施。电缆终端安装应确保外绝缘相间和对地距离符合GB 50149的有关规定。

l) 交联电缆终端和接头制作时，电缆绝缘处理后的绝缘厚度及偏心度应满足产品技术文件要求，绝缘表面应光滑、清洁，防止灰尘和其他污染物黏附。绝缘处理后的工艺过盈配合应没,满足产品技术文件要求，绝缘屏蔽断口应平滑过渡。

m) 交联电缆终端和接头制作时，预制件安装定位尺寸应满足产品技术文件要求，在安装过程中内表面应无异物、损伤、受潮；橡胶预制件采用机械现场扩张时，扩张持续时间和温度应满足产品技术文件要求。

n) 电缆导体连接时，应除去导体和连接管内壁油污及氧化层。压接模具与金具应配合恰当，压缩比应满足产品技术文件要求。压接后应将端子或连接管上的凸痕修理光滑，不得残留毛刺。

o) 三芯电缆接头及单芯电缆直通接头两侧电缆的金属屏蔽层、金属护套、铠装层应分别连接良好，不得中断，跨接线的截面应满足产品技术文件要求，且不应小于表5接地线截面的规定。直埋电缆接头的金属外壳及电缆的金属护层应做防腐、防水处理。

p) 电力电缆金属护层接地线未随电缆芯线穿过互感器时，接地线应直接接地；随电缆芯线穿过互感器时，接地线应穿回互感器后接地。

q) 单芯电力电缆的交叉互联箱、接地箱、护层保护器等安装应满足设计要求；箱体应安装牢固、密封良好，标识应正确、清晰。

r) 单芯电力电缆金属护层采取交叉互联方式时，应逐相进行导通测试，确保连接方式正确；护层保护器在安装前应检测合格。

4 电缆压接应满足下列要求：

a) 根据接线端子的型号，选用螺栓将电缆接线端子压接在对应电气设备上，相位确保无误；

b) 固定螺栓应从上向下或从内到外穿，螺栓应采用双平垫和双弹垫安装。

5 防火封堵应满足5.3.8中9的要求。

5.4 消防设施及通道安装

**5.4.1** 测量定位：根据施工图纸，核实确定消防设施及通道安装的具体位置，并与其他设施不发生干涉。

**5.4.2** 消防设施及通道的固定：按照施工图的固定方式固定好各消防设施及其通道，保证连接安全可靠。

**5.4.3** 消防设施：光伏区需设置必要的消防设施，每100kWp设置两个4kg手提式磷酸铵盐干粉灭火器，并每两个配置一个金属箱体。

5.5 防雷与接地

**5.1.1** 防雷设施不应遮挡光伏组件。

**5.5.2** 防雷与接地施工包括下列安装工作：

1 光伏组件等电位连接；

2 接地网布置及安装；

3 引下线连接；

4 接地装置施工；

5 接地电阻测试检查。

**5.5.3** 光伏组件等电位连接应满足下列要求：

1 带金属边框的光伏组件之间均应进行等电位连接，且连接牢固可靠、导通良好；

2 每个光伏方阵的光伏组件应与方阵金属支架进行等电位连接，连接点不少于2处；

3 光伏方阵应按设计要求与接地网连接，或按所在建筑的雷电防护等级要求进行连接。

**5.5.4** 接地网布置及安装应满足以下要求：

1 根据设计图纸要求进行接地网布局，符合GB／T 50065-2011的相关规定；

2 每个光伏方阵的光伏支架应按设计要求与接地网连接；

3 接地线应水平或垂直敷设，亦可与建筑物倾斜结构平行敷设，在走线段上，不应有高低起伏及弯曲等现象；

4 沿建筑物墙壁水平敷设时，离地面距离宜为250 mm～300 mm；接地线与建筑物墙壁的间隙宜为10 mm～15 mm；

5 接地线跨越建筑物伸缩缝、沉降缝处时，应设置补偿器。补偿器可用接地线本身弯成弧状代替；

6 明敷接地线，在导体的全长度或区间段及每个连接部位附近表面，应涂以15 mm～100 mm宽度相等的绿色和黄色相间的条纹标识。当使用胶带时，应使用双色胶带；

7 接地线搭接应采用焊接，搭接长度满足设计文件的要求，设计文件无明确要求时应符合以下规定：

a) 扁钢与扁钢连接时，其长度为其宽度的2倍（且至少3个棱边焊接）, 且不小于100 mm；

b) 圆钢与圆钢连接时，其长度为其直径的6倍,且不小于100 mm；

c) 圆钢与扁钢连接时，其长度为圆钢直径的6倍,且不小于100 mm。

8 在接地线引向建筑物的入口处和检修用临时接地点处，均应刷白色底漆并标以黑色标识，其代号为“ ”。同一接地体不应出现两种不同的标识；

9 接地线的安装固定应牢固可靠。

**5.5.5** 引下线连接应满足以下要求：

1 根据设计图纸要求进行引下线连接；

2 所在建筑有避雷带的，引下线可直接搭接至避雷带；

3 所在建筑无避雷带的，引下线应引至接地极，未经许可不得直接搭接至钢结构、管道等设施；

4 引下线与接地网及接地极之间的连接应满足5.5.4的要求。

**5.5.6** 所在建筑有避雷带的，无需进行接地极安装,所在建筑无避雷带的，按照设计文件进行接地极安装，接地极安装深度及数量应满足设计要求。

**5.5.7** 防雷与接地安装完成后，应进行接地电阻测试，接地电阻应满足设计要求。

**5.5.8** 工作接地与保护接地应分别接入地网。

5.6 防护栏杆安装

**5.6.1** 防护栏杆施工应按照设计文件要求进行，严禁擅自加宽杆件间距及降低护栏高度。

**5.6.2** 防护栏杆连接必须紧固牢靠，严禁出现松动现象，螺栓的紧固扭矩应符合产品和设计文件的相关规定。

**5.6.3** 严禁减少螺栓、平垫、弹垫的安装数量。

**5.6.4**  需焊接时，焊接应保证焊缝连续饱满、平整无间隙，不得有裂纹、夹渣、较大焊瘤、虚焊、漏焊、气孔、未焊透、咬边等情况。

**5.6.5** 采用钢材时，外露焊缝表面应涂刷两道防锈漆和一道面漆作防腐防锈处理。

**5.6.6** 防护标杆应有效接地，接地电阻应满足设计要求。

**5.6.7** 防护栏杆安装精度满足表5.6.7的要求。

表5.6.7 防护栏杆安装精度要求

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 允许偏差/mm |
| 轴线 | ±20 |
| 顶标高 | ±10 |
| 垂直度 （每米偏差） | ±5 |
| 垂直度（全高） | ±10 |

5.7 清洗系统安装

**5.7.1** 按照施工图对管道坐标、标高及预留管口尺寸进行核实。

**5.7.2** 清洗管道不应对光伏组件产生遮挡。

**5.7.3** 需穿屋面楼板的管道应埋设套管并设止水圈，节头不得埋在墙内、楼板内。

**5.7.4**  管道接口(丝接)管螺纹加工精度达到设计要求，无断丝、咬丝乱扣现象，连接牢固。

**5.7.5** 施工前应检查原有的管道是否畅通，再进行施工，施工后应再检查管道是否畅通。

**5.7.6** 隐蔽的给水管道应经通水检查，给水管道应按有关规定进行加压试验，应无渗漏，检查合格后方可进入下道工序施工。

**5.7.7** 对未能及时连接的管道应临时封口，避免杂物进入管道。

**5.7.8** 管外径在25 mm以下给水管的安装，管道在转角、水表、水龙头或角阀及管道终端的100 mm处应设管卡，管卡安装必须牢固。

**5.7.9** 管道采用螺纹连接在其连接处应有外露螺纹，安装完毕应及时用管卡固定，管材与管件或阀门之间不得有松动。

**5.7.10** 安装的各种阀门位置应满足设计要求，便于使用及维修。

**5.7.11** 所有接头、阀门与管道连接处应严密，不得有渗漏现象，管道坡度应满足设计要求。

**5.7.12** 管道应使用专用工具安装，防止损坏铜接头内部双层护圈，不得出现渗漏。

5.8 维护通道安装

**5.8.1** 混凝土屋面应按设计要求预留维护通道。

**5.8.2** 金属屋面的维护通道应严格按图施工，且满足以下要求：

1 维护通道不应对光伏组件产生遮挡；

2 不得将维护通道作为堆料平台；

3 维护通道应连接牢靠，不应采用有腐蚀或明显变形的材料；

4 平台搭接处应平齐，空隙不应大于15 mm；

5 金属材质维护通道应有效接地，接地电阻应满足设计要求。

5.9环保与水土保持

**5.9.1** 环保与水土保持，一般符合下列规定：

1 应根据工程实际情况和环境特点，制订环境保护及水土保持的措施和对策；

2 屋面并网光伏发电系统的施工宜采取永临结合、因地制宜的方式，减少施工对环境的影响。

**5.9.2** 施工环境保护，符合下列规定：

1 施工噪声控制应按照GB 12523的相关规定，对各施工阶段的噪声进行监测和控制。

2 施工废液控制应符合下列要求：

a) 生活污水及施工中产生的其他废水应经过处理达标排放，不得直接排放；

b) 施工产生的废油应排入专门盛放废油的容器内进行回收处理。

3 施工粉尘控制应满足下列要求：

a) 施工现场应采取洒水、清扫等措施；施工道路宜硬化；

b) 水泥等易飞扬的细颗粒及建筑材料应采取覆盖或密闭存放；

c) 混凝土搅拌站应采取围挡、降尘措施。

4 施工固体废弃物控制应符合下列规定：

a) 应对施工中产生的固体废弃物进行分类存放并按照相关规定进行处理，不应现场直接焚烧各类废弃物；

b) 建筑垃圾、生活垃圾应及时清运，并按指定地点堆放。

**5.9.3** 施工水土保持，符合下列规定：

1 施工中的水土保持应满足下列要求：

a) 临建设施的搭设应科学布局、减少用地，优选已有建筑相关设施；

b) 屋面并网光伏发电系统的施工应减少破坏植被。工程完工后应按设计要求恢复地貌、植被。

2 屋面并网光伏发电系统的施工不宜破坏排水沟渠，场地排水及道路排水宜采用自然排水。

5.10 安全和职业健康

**5.10.1** 安全和职业健康一般符合下列规定：

1 开工前应结合工程自身特点，建立工程施工安全和职业健康管理组织机构，健全各项管理制度，并应同其他管理体系协调一致；

2 应对施工人员和管理人员进行各级安全和职业健康教育和培训；

3 危险区域应设置明显的安全、警示标志或隔离带。

**5.10.2** 安全文明施工总体规划，符合下列规定：

1 施工现场应挂设工程概况牌、管理人员名单及监督电话牌、消防保卫（防火责任）牌、安全生产牌、文明施工牌和施工现场平面图；

2 施工现场安全标志的使用应符合GB 2894和NB/T 31088的有关规定；

3 施工现场应实行区域模块式管理，对施工作业区、辅助作业区、材料堆放区、办公区和生活区等应进行明显的划分，办公区、生活区与作业区应保持足够的安全距离；

4 站区施工道路应畅通，不宜在路边堆放设备和材料等物品；

5 临时设施应布局合理、紧凑，充分利用地形，节约用地；

6 施工机械应进行定期检查和保养；

7 设备、材料、土方等物资应堆放合理，并应标识清楚，排放有序。

**5.10.3** 安全施工管理，符合下列规定：

1 进入施工现场人员应自觉遵守现场安全文明施工纪律规定，应穿着防滑鞋，各施工项目作业时应严格按照DL 5009.2、DL 5009.3的相关规定执行。

2 所有电气设备都应有可靠接地或接零措施，对配电盘、漏电保护器应定期检验并标识其状态，并在使用前进行确认。施工用电线路布线应合理、安全、可靠。

3 施工过程中，应减少交叉作业。

4 临边作业和高空作业时，施工现场人员应使用安全绳、安全带等安全措施。

**5.10.4** 职业健康管理，符合下列规定：

1 进人施工现场的各级人员可在指定的医疗机构进行体检。对于不宜从事有关现场作业疾病的人员，不应进人现场从事相关工作；

2 对噪声控制、粉尘污染防治、固体弃废物管理、水污染防治管理等，应制订有效的措施，并组织实施；

3 施工区、办公区和生活区等场所应有良好的工作、生活条件；

4 施工单位应加强食品卫生的管理，并应制定食堂管理制度。

**5.10.5** 应急处理

1 在光伏发电站开工前，应根据项目特点编制防触电、防火等应急预案；

2 应急预案的编制应包括应急组织体系及职责、危险源分析、预防措施和应急响应等内容；

3 施工人员应进行应急救援培训，并进行演练。

6 调试

6.1 一般要求

**6.1.1** 调试方案应报审完毕。

**6.1.2** 设备和系统调试前，安装工作应完成，且分部分项工程验收合格。

**6.1.3** 室内安装的系统和设备调试前，建筑工程应具备下列条件：

1 所有装饰工作应完毕并清扫干净；

2 装有空调或通风装置等特殊设施的，应安装完毕，投入运行；

3 受电后无法进行或影响运行安全的工作，应施工完毕。

**6.1.4** 在系统运行状态下，严禁断开电气设备无灭弧能力的开关和熔断器。

**6.1.5** 调试前应充分做好安全防护措施，确保人身安全。

**6.1.6** 设备调试应由具有资质的单位和人员及生产厂家完成，施工单位配合。

6.2 直流汇流箱调试

**6.2.1** 直流汇流箱的调试应执行下列工作：

1 调试前准备；

2 输入侧调试；

3 输出侧调试；

4 通讯调试；

5 投入运行后巡查；

6 排除异常。

**6.2.2** 调试前应具备下列条件：

1 所有光伏组件应按照设计要求组串并接引完毕；

2 各回路电缆应接引完毕，且标示应清晰、准确；

3 汇流箱内的熔断器和开关均应在断开位置，逆变器直流侧开关应在断开位置；

4 汇流箱及内部防雷模块接地应牢固、可靠，且导通良好；

5 复拧所有元器件的接线端子，确保元器件接线固定可靠；

6 接地线接地电阻不应大于4 Ω。

**6.2.3** 输入侧光伏组串的测试结果应满足下列要求：

1 光伏组串绝缘阻值不应低于1 MΩ；

2 汇流箱内测试光伏组串的极性应正确；

3 相同测试条件下的相同光伏组串之间的开路电压偏差应小于等于2 %；

4 经耐压试验，不出现绝缘击穿等异常情况。

**6.2.4** 输出侧的测试结果应满足下列要求：

1 直流电缆绝缘阻值不应低于1 MΩ；

2 汇流箱内直流输出的极性应正确；

3 经耐压试验，不出现绝缘击穿等异常情况。

**6.2.5** 倒闸顺序：投入时，先逐一合熔断器，再合断路器；切断时，先分断路器，再分熔断器。

**6.2.6** 智能监控模块应能与上位机正常通讯。

**6.2.7**投入运行后，应满足下列要求：

1 无异常跳闸；

2 光伏组串电缆及内部元器件温度应无超常温等异常情况；

3 发电电压电流信息无异常；

4 通讯无异常；

5 检测外壳对地应无电压；

6 无其他异常。

**6.2.8** 应进行调试并排除异常。

6.3 逆变器调试

**6.3.1** 逆变器的调试应执行下列工作：

1 调试前准备；

2 并网前调试；

3 并网后调试；

4 排除异常。

**6.3.2** 逆变器调试前，应具备下列条件：

1 逆变器控制电源应具备投入条件；

2 逆变器直流侧、交流侧电缆应接引完毕，且极性（相序）正确、绝缘良好；

3 逆变器接地应牢固可靠、导通良好；

4 接地电阻不应大于4 Ω；

5逆变器内部元器件应完好，无受潮、放电痕迹；

6 逆变器内的熔断器和开关均应在断开位置；

7 逆变器内部所有电缆连接螺栓、插件、端子应连接牢固，无松动；

8 当逆变器本体配有手动分合闸装置时，其操作应灵活可靠、接触良好，开关位置指示正确；

9 逆变器本体及各回路标识应清晰准确；

10 逆变器内部应无杂物，并经过清灰处理。

**6.3.3** 逆变器并网前调试应满足下列要求：

1直流侧调试应满足6.2.3和6.2.4的要求；

2 逆变器控制回路带电时，应对其做下列检查：

a) 工作状态指示灯、人机界面屏幕显示应正常；

b) 人机界面上各参数设置应正确；

c) 散热装置工作应正常；

3 逆变器直流侧投入带电而交流侧断开不带电时，应进行下列工作：

a) 测量直流侧电压值和人机界面显示值之间偏差应在允许范围内；

b) 检查人机界面显示直流侧对地阻抗值应满足要求，无报警。

**6.3.4** 逆变器并网后调试应满足下列要求：

1 逆变器直流侧投入带电、交流侧投入带电，逆变器投入并网时，应进行下列工作：

a) 测量交流侧电压值和人机界面显示值之间偏差应在允许范围内；交流侧电压及频率应在逆变器额定范围内，且相序正确；

b) 具有门限位闭锁功能的逆变器，逆变器盘门在开启状态下，不应作出并网动作；

c) 逆变器的参数调试应满足电力接入方案和批复意见中的相关要求；

2 逆变器并网后，出现下列情况时，逆变器应跳闸解列：

a) 具有门限位闭锁功能的逆变器，开启逆变器盘门；

b) 逆变器交流侧掉电；

c) 逆变器直流侧对地阻抗低于保护设定值；

d) 逆变器直流输入电压高于或低于逆变器的整定值；

e) 逆变器直流输入过电流；

f) 逆变器交流侧电压超出额定电压允许范围；

g) 逆变器交流侧频率超出额定频率允许范围；

h) 逆变器交流侧电流不平衡超出设定范围；

3 逆变器出现异常情况，需检测时，必须切断直流、交流和控制电源，并确认无电压残留后，在有人监护的情况下进行。

**6.3.5** 倒闸顺序：投入时，先合直流侧开关，再合交流侧开关；切断时，先分交流侧开关，再分直流侧开关。

**6.3.6** 应进行调试并排除异常。

6.4 电力电缆交接试验

**6.4.1** 电力电缆的交接试验应执行下列工作：

1 试验前准备；

2 低压电力电缆试验；

3 高压电力电缆试验；

4 排除异常。

**6.4.2** 试验前应将已连接电气设备的电缆两端卸下，并确保各芯线可靠分开且不与任何物体接触。

**6.4.3** 低压电力电缆交接试验应满足下列要求：

1 电缆线路的两端相位应与电网的相位一致；

2 电缆外护套、内衬层的绝缘电阻不应低于0.5 MΩ／km；

3 电缆各芯线间绝缘电阻应大于1 MΩ；

4 交流耐压试验应合格；

5 经耐压试验，不出现绝缘击穿等异常情况。

**6.4.4** 高压电力电缆交接试验由具备相应电压等级资质的单位完成，满足GB 50150及相关规范的要求。

**6.4.5** 电力电缆应进行交接试验并排除异常。

6.5 低压配电装置调试

**6.5.1** 低压配电装置的调试应执行下列工作：

1 调试前准备；

2 调试；

3 排除异常。

**6.5.2** 调试前，应具备下列条件：

1 连接低压配电装置的设备应在断电状态，且断路器应分开；

2 低压配电装置内电器元件应断开。

**6.5.3** 调试应满足下列要求：

1 测量低压电器连同所连接电缆及二次回路的绝缘电阻，不应小于1 MΩ；在比较潮湿的地方，不应小于0.5 MΩ；

2 对电压线圈动作值进行校验时，线圈的吸合电压不应大于额定电压的85 ％，释放电压不应小于额定电压的5 ％；短时工作的合闸线圈应在额定电压的85 ％～110 ％范围内，分励线圈应在额定电压的75 ％～110 ％的范围内均能可靠工作；

3 对低压电器动作情况进行检查时，对于采用电动机或液压、气压传动方式操作的电器，除产品另有规定外，当电压、液压或气压在额定值的85 ％～110 ％范围内，电器应可靠工作；

4 对低压电器采用的脱扣器的整定，各类过电流脱扣器、失压和分励脱扣器、延时装置等，应按设计要求进行整定；

5 对低压电器连同所连接电缆及二次回路进行交流耐压试验时，试验电压应为1000 V。当回路的绝缘电阻值在10 MΩ以上时，可采用2500 V兆欧表代替，试验持续时间应为1 min；

6 应满足电力接入方案和批复意见中的相关要求。

**6.5.4** 倒闸顺序：投入时，先合电网侧主开关，再合各回路开关；切断时，先分各回路开关，再分电网侧主开关。

**6.5.5** 低压配电装置应进行调试并排除异常。

6.6 高压配电装置调试

**6.6.1** 调试由具备相应电压等级资质的单位完成，满足GB 50150及相关规范的要求。

6.7 变压器调试

**6.7.1** 调试由具备相应电压等级资质的单位完成，满足GB 50150及相关规范的要求。

6.8 二次系统调试

**6.8.1** 调试由具备相应资质的单位完成，调试技术要求应根据当地电力部门要求提出。

6.9 系统联合试运行

**6.9.1** 系统联合试运行前，项目启动方案已审批。

**6.9.2** 系统联合试运行应严格按照项目启动方案执行。

7 验收

7.1 整体性能验收

**7.1.1** 整体性能验收应在系统接入电网运行30天～60天内进行。

**7.1.2** 确认系统正常运行发电，实现屋面并网光伏发电系统接入配电网。

**7.1.3** 通过查看设计文件与实物对照，确认发电系统设计寿命大于等于25年。

**7.1.4** 通过实时数据、状态等监控，检查系统各组成部分运行安全可靠，发电系统效率应满足设计要求。

**7.1.5** 检查零配件为通用件。

**7.1.6** 屋面并网光伏发电系统的接入容量和电压等级与原配电网相匹配：

1 屋面并网光伏发电系统设计容量不应超出原配电网线路开关、电缆等承载能力，应保证上级电网保护装置正常工作；

2 接入电压等级与原配电网相匹配。

**7.1.7** 屋面并网光伏发电系统的电能质量达到原配电网要求。

**7.1.8**  屋面并网光伏发电系统接入应确保用户用电功率因数在电网要求范围内。

7.2 资料验收

**7.2.1** 现场验收前，检查设计文件，确认该屋面并网光伏发电系统设计寿命为25年；确认设计各环节的设计确认、设计评审和设计验证记录齐全且有责任人签字。

**7.2.2** 检查来料检验记录，资料齐全且验收合格，确认有质量问题的来料已作相应处理，让步接收的有授权人签字。

**7.2.3** 检查施工过程验收记录，资料齐全且验收合格，包括隐蔽工程验收、检验批验收、分部分项工程验收、子工程及单位工程验收的记录，对于验收记录中的质量问题应有整改合格记录。

**7.2.4** 检查施工样板验收记录，资料齐全且验收合格。

**7.2.5** 检查金属屋面基座拉拔试验记录，对试验数据不满足力学性能要求的要有相应原因分析和整改措施，以及再次试验合格的记录。

**7.2.6** 检查调试报告，调试项目完整且结果合格。

7.3 光伏方阵验收

**7.3.1** 基座验收，符合下列规定：

1 混凝土屋面基座的验收包括下列内容：

a) 基座表面平整，不应有露筋、积水等现象；

b) 外表不应有明显的裂缝、起砂、起壳，蜂窝、麻面、油污等现象；

c) 预埋件的安装精度要满足表5.2.4-1的要求；

d) 预埋件做好防腐处理且周围不应积水；

e) 混凝土强度不低于设计要求；

f) 结构尺寸、间距满足设计要求；

g) 混凝土基座的安装精度应满足表5.2.4-2的要求。

2 金属屋面基座的验收包括下列内容：

a) 基座不应损坏金属屋面系统和所在建筑物主体结构；

b) 基座安全平稳、整齐、固定牢固，且不应破坏所在屋面的防水层；

c) 金属屋面基座的安装精度应满足表5.2.3的要求。

**7.3.2** 设备基础（或支架）验收，符合下列规定：

1 设备基础验收包括下列内容：

a) 无严重裂缝、蜂窝麻面、空洞、漏筋等现象；

b) 强度不低于设计要求；

c) 结构尺寸满足设计要求；

d) 室外安装的电气设备的基础应高于地坪，周围排水通畅；

e) 用地脚螺栓固定的螺帽应齐全，拧紧牢固。

2 设备支架（基础型钢）验收包括下列内容：

a) 设备支架钢材的焊接处、切割面和开孔处要按设计要求做防腐处理；

b) 结构尺寸满足设计要求；

c) 基础型钢应有明显的可靠接地，接地电阻值满足设计要求；

d) 基础型钢的安装精度应满足表5.3.1的要求。

**7.3.3** 光伏支架验收，符合下列规定：

1 材料质量验收包括下列内容：

a) 结构尺寸满足设计要求；

b) 主材及螺栓垫片等零部件的外观及保护层完好，不能出现保护层受损、露底及生锈；

c) 保护层厚度满足设计要求。

2 支架安装验收包括下列内容：

a) 支架安装平直，不得出现明显下陷、错位、偏移和歪斜；

b) 垂直搭接的杆件，不得出现明显歪斜，杆件不应与紧固件互相干涉；

c) 支架并排安装的杆件端部应保持整齐、且安装光伏组件后两端预留长度应满足设计要求；

d) 各固定件安装应保证接触面、垂直度满足设计要求；

e) 螺栓垫片的安装需紧固，数量及安装方式满足设计要求；

f) 螺丝拧紧，无松动，扭矩测试满足设计要求；

g) 支架的安装精度应满足表5.2.5-2的要求。

**7.3.4** 光伏组件验收包括下列内容：

1 光伏组件及方阵倾角和方位角满足设计要求；

2光伏组件没有明显的划伤或破损，表面清洁；

3 在9:00～15:00（当地真太阳时）时段内无阴影遮挡；

4 设计无明确要求时，同一逆变器内宜使用同品牌、同型号的光伏组件；

5 光伏组件安装横平竖直，不应出现锯齿状、波浪状；

6 紧固件和连接件的螺丝应拧紧，扭矩满足设计要求；

7 光伏组件固定压块压接完全，不应出现明显缝隙；

8 光伏连接器必须固定在避雨位置，不应散落在屋面或放置在光伏组件之间缝隙位置；

9 光伏方阵不应跨越建筑变形缝设置；

10 光伏组件最低点距屋面完成面的距离满足设计要求；

11光伏组件的安装精度满足表5.2.6的要求。

7.4 电气验收

**7.4.1** 电缆敷设，符合下列规定：

1 屋面并网光伏发电系统电缆敷设方式主要有：

a) 梯架、托盘和槽盒内敷设；

b) 直埋敷设；

c) 电缆保护管内敷设；

d) 电缆构筑物中敷设。

2 梯架、托盘和槽盒内敷设验收包括以下内容：

a) 水平安装的支架间距宜为1.5 m～3.0 m，垂直安装的支架间距不应大于2 m；

b) 支吊架应牢固、无明显扭曲，与预埋件焊接固定的，焊缝应饱满并做好防腐措施；

c) 桥架全长不大于30 m时，与保护导体的可靠连接不应少于2处；全长大于30 m时，每隔20 m～30 m应增加一个连接点；

d) 桥架本体之间连接板的两端跨接保护联结导体的，保护联结导体的截面积应满足设计要求；桥架本体之间不跨接保护联结导体时，连接板每端不应少于2个有防松螺帽或防松垫圈的连接固定螺栓；

e) 电缆梯架、托盘和槽盒转弯、分支处宜采用专用连接配件，其弯曲半径满足设计要求；

f) 梯架、托盘和槽盒伸缩节及补偿装置应满足设计要求；

g) 梯架、托盘和槽盒与支架间及与连接板的固定螺栓应紧固无遗漏，螺母应位于梯架、托盘和槽盒外侧；当铝合金梯架、托盘和槽盒与钢支架固定时，应有相互间绝缘的防电化学腐蚀措施；

h) 槽盒内的绝缘导线总截面面积(包括外护套)不应超过梯架、托盘和槽盒内截面面积的40 ％，且载流导体不宜超过30根；当控制和信号等非电力线路敷设于同一梯架、托盘和槽盒内时，绝缘导线的总截面面积不应超过槽盒内截面面积的50 ％；

i) 绝缘导线在梯架、托盘和槽盒内的余量满足设计要求；

j) 电缆支持与固定应满足7.4.1中6的要求；

k) 梯架、托盘和槽盒每节盖板首尾需固定，每隔1 m至少一个固定点；

l) 防火封堵应满足7.4.1中7的要求。

3 直埋敷设验收包括下列内容：

a) 直埋电缆敷设线路上有可能使电缆受到机械性损伤、化学作用、地下电流、振动、热影响、腐蚀物质、虫鼠等危害的地段，应采取保护措施；

b) 电缆沟宽度及深度满足设计要求；

c) 直埋敷设的电缆，不应平行敷设于管道的正上方或正下方；高电压等级的电缆宜敷设在低电压等级电缆的下面；

d) 电缆之间，电缆与其他管道、道路、建筑物等之间平行和交叉时的最小净距，应满足设计要求；

e) 直埋敷设的电缆与铁路、道路交叉时，应穿保护管，保护范围应满足设计要求；

f) 直埋敷设的电缆引入构筑物，在贯穿墙孔处应设置保护管，管口应实施防水封堵；

g) 直埋敷设的电缆接头配置应满足设计要求；

h) 电缆沟回填土土质应对电缆外护层无腐蚀性，回填料应分层夯实；

i) 直埋电缆线路直线段每隔15 m～50 m处、转弯处、T形口、十字口、接头部位和进入建(构)筑物等处应设置明显的标志或标桩，位于城郊或空旷地带，沿电缆路径的直线间隔100 m，应设置明显的方位标志或标桩。

4 电缆保护管内敷设验收包括以下内容：

a) 电缆保护管选材应满足设计要求，内壁应光滑无毛刺；

b) 采用穿管方式抑制对控制电缆的电气干扰时，应采用钢管；交流单芯电缆以单根穿管时，应采用分隔磁路的钢管；

c) 保护管每管宜只穿1根电缆,管的内径不宜小于电缆外径或多根电缆包络外径的1.5倍，排管的管孔内径不宜小于75 mm；

d) 使用排管时，管路顶部土壤覆盖厚度不宜小于0.5 m,管孔端口应采取防止损伤电缆的处理措施；

e) 电缆分支、接头处、管路方向较大改变或电缆从排管转入直埋处、和管路坡度较大且需防止电缆滑落的必要加强固定处，应设置工作井；

f) 电缆穿管的位置及穿入管中电缆的数量应满足设计要求，交流单芯电缆不应单独穿入钢管内，电缆固定和管口封堵满足设计要求；

g) 工作井中电缆管口防水措施满足设计要求；

h) 防火封堵应满足7.4.1中7的要求。

5 电缆构筑物中敷设验收包括下列内容：

a) 电力电缆和控制电缆不宜配置在同一层支架上；

b) 高低压电力电缆，强电、弱电控制电缆应按顺序分层配置，宜由上而下配置；但在含有35 kV以上高压电缆引入盘柜时，可由下而上配置；

c) 并列敷设的电缆净距应满足设计要求；

d) 控制电缆敷设在普通支架上时，不宜超过两层，桥架上不宜超过三层；

e) 交流三芯电力电缆敷设在普通支吊架上时，不宜超过一层，桥架上不宜超过两层；

f) 交流单芯电力电缆应敷设在同侧支架上，并应限位、固定；

g) 电缆与热力管道、热力设备之间的净距，平行时不应小于1 m，交叉时不应小于0.5 m，当受条件限制时，应采取隔热保护措施。电缆通道应避开锅炉的观察孔和制粉系统的防爆门；当受条件限制时，应采取穿管或封闭槽盒等隔热防火措施。电缆不得平行敷设于热力设备和热力管道的上部；

h) 电缆支持与固定应满足7.4.1中6的要求；

i) 防火封堵应满足7.4.1中7的要求。

6 电缆的支持与固定验收包括以下内容：

a) 电缆明敷时，应沿全长采用电缆支架、桥架、挂钩或吊绳等支持与固定。最大跨距应满足设计要求；

b) 直接支持电缆的普通支架(臂式支架)、吊架的允许跨距应满足设计要求；

c) 固定电缆用的夹具、扎带、捆绳或支托件等部件，应表面平滑、具有足够的机械强度和适合使用环境的耐久性；

d) 电缆固定用部件选择应满足设计要求，不应采用铁丝直接捆扎电缆；

e) 通信线缆敷设应自然平直布放，不应交叉缠绕、打圈，牵引力均衡；

f)通信线缆接续点和终端应进行统一编号、设置永久标识，线缆两端、检修孔等位置应设置标签；

g) 电缆的弯曲半径应满足设计要求。

7 防火封堵验收包括下列内容：

a) 电缆构筑物中电缆引至电气柜、盘或控制屏、台的开孔部位，电缆贯穿隔墙、楼板的孔洞处，工作井中电缆管孔等均应实施防火封堵；

b) 在电缆沟、隧道及架空桥架中设置防火墙或阻火段应满足设计要求；

c) 与电力电缆同通道敷设的控制电缆、非阻燃通信光缆，应采取穿入阻燃管或耐火电缆槽盒，或采取在电力电缆和控制电缆之间设置防火封堵板材；

d) 在电缆竖井中，宜按每隔7 m或建(构)筑物楼层设置防火封堵；

e) 防火封堵、防火墙和阻火段等防火封堵组件的耐火极限不应低于贯穿部位构件(如建筑物墙、楼板等)的耐火极限，且不应低于1 h，其燃烧性能、理化性能和耐火性能应符合GB 23864的规定，测试工况应与实际使用工况一致；

f) 非阻燃电缆用于明敷时，在火灾概率较高、灾害影响较大的场所，采用明敷方式的电缆选择应满足设计要求；

g) 阻燃电缆的选用应满足设计要求；

h) 在外部火势作用一定时间内需维持通电的下列场所或回路，明敷的电缆应实施防火分隔或采用耐火电缆；

i) 在安全性要求较高的电缆密集场所或封闭通道中，应配备适用于环境的可靠动作的火灾自动探测报警装置；

j) 用于防火分隔的材料产品应满足设计要求。

**7.4.2** 光伏电缆接线验收包括下列内容：

1 光伏组件之间连接线应避免承受外力，并进行绑扎固定，整齐、美观；

2 方阵间的跨接线缆应穿管进行保护；

3 保护管横跨方阵，管的两头应采用钢丝扎带固定在龙骨上；

4 光伏连接器部件应安装牢固，插接到位；

5 光伏连接器不得散落贴在屋面上；

6 光伏连接器不得放置于光伏组件缝隙不避雨的位置；

7 光伏电缆绝缘层应完好无破损。

**7.4.3** 电缆头附件验收，符合下列规定：

1 电缆头附件验收包括下列内容：

a) 电缆头表面无损坏；

b) 电缆头电缆三相不应呈交叉、绞相、扭曲；

c) 电缆头各相间与周围物件安全距离应满足规范要求；

d) 穿线口处应固定牢固；

e) 固定螺栓应从内往外穿，紧固件应配齐平垫、弹垫。

2 直埋敷设的电缆接头配置验收包括下列内容：

a) 接头与邻近电缆的净距不得小于0.25 m；

b) 并列电缆的接头位置宜相互错开，且净距不宜小于0.5 m；

c) 斜坡地形处的接头安置应呈水平状；

d) 重要回路的电缆接头附近，电缆应留有余量。

**7.4.4** 直流汇流箱验收，符合下列规定：

1 标识与外观验收包括下列内容：

a) 箱体外观良好，无变形、破损迹象。箱门表面标识清晰，无明显划痕、掉漆等现象；

b) 在显要位置设置铭牌、编号、高压警告标识，不得出现脱落或褪色；

c) 汇流箱防水良好；

d) 汇流箱编号编码方式及标识方式满足设计要求。

2 汇流箱安装验收包括以下内容：

a) 箱体安装应牢固可靠，且在9:00～15:00（当地真太阳时）时段内对光伏组件无遮挡，不应安装在易积水处或易燃易爆环境中，固定箱体的支架有焊接或切口的应按设计要求做防腐；

b) 箱内接线牢固可靠，压接导线不应出现裸露铜丝，箱外电缆不应直接暴露在外；

c) 箱体门内侧有接线示意图，接线处有明显的标识牌，字迹清晰、不褪色；

d) 电缆进出底部以及电缆管口处应进行防火封堵，封堵应严密；

e) 箱体接地满足设计要求；

f) 汇流箱输入输出极性应正确；

g) 安装精度满足表5.3.2的要求。

**7.4.5** 逆变器验收，符合下列规定：

1 标识与外观验收包括下列内容：

a) 检查逆变器铭牌，型号与设计一致，清晰标明负载的连接点和直流侧极性，有安全警示标识；

b) 外观完好，不应有损坏和变形，无明显划痕、掉漆等现象；

c) 逆变器编号编码方式及标识方式满足设计要求。

2 逆变器安装验收包括下列内容：

a) 安装位置满足设计要求；

b) 逆变器与安装支架的连接应牢固可靠；

c) 逆变器在9:00～15:00（当地真太阳时）时段内对光伏组件无遮挡；

d) 柜体内部无遗留工具、零件、钻孔产生的导电灰尘和其他异物；

e) 有独立风道的逆变器，进风口和出风口不应有物体堵塞，散热风扇正常工作；

f) 安装精度满足表7.4.4的要求。

3 逆变器接线验收包括下列内容：

a) 接线应牢固可靠；

b) 直流侧极性应正确，交流侧相序应正确；

c) 通讯线线序应正确，屏蔽层接地；

d) 逆变器进出线缆应做好保护；

e) 逆变器接地应满足设计要求；

f) 所接线缆应有标识牌，字迹清晰、不褪色。

**7.4.6** 变压器验收，符合下列规定：

1 标识与外观验收包括下列内容：

a) 检查变压器铭牌，型号与设计一致，清晰标明高低压侧，有安全警示标识；

b) 变压器外壳完整,无锈迹，内外涂层无损伤；

c) 箱式变压器防水良好，对有通风口的，其通风口防护网应完好；

d) 变压器编号编码方式及标识方式满足设计要求。

2 变压器安装验收包括下列内容：

a) 变压器基础应高于室外地坪，周围排水通畅。基础预留排气窗口应设置纱窗及防水百叶窗；

b) 变压器安装位置满足设计要求，安装牢固；

c) 变压器接线应牢固可靠，紧固件应配齐平垫、弹垫；

d) 变压器散热装置应能正常运行；

e) 变压器基础预埋槽钢应按设计要求做防锈处理；

f) 防雷接地应按设计要求做好防腐，接地电阻满足设计要求；

g)高低压侧电缆进出底部或顶部以及电缆管口处应进行防火封堵，封堵应严密；

h) 安装精度满足表7.4.4的要求。

3 变压器围栏验收包括下列内容：

a) 围栏材质、安装满足设计要求，安装可靠牢固，围栏网安装到位；紧固件无生锈现象；

b) 围栏应有通用警示标识。

7.4.7 成套配电装置验收，符合下列规定：

1 标识与外观验收包括下列内容：

a) 箱体外观良好，无变形、破损迹象。箱门表面标识清晰，无明显划痕、掉漆等现象；

b) 在显要位置设置铭牌、编号、高压警告标识，不得出现脱落或褪色；

c) 箱体门内侧有原理及接线示意图，接线处有明显的标识牌，字迹清晰、不褪色；

d) 并网配电装置所在配电房应在明显位置悬挂光伏系统图及光伏系统安全操作规程。

2 成套配电装置验收包括下列内容：

a) 箱体安装应牢固可靠，不应安装在易积水处或易燃易爆环境中；

b) 箱内接线牢固可靠（用适当力度拉导线），压接导线不应出现裸露铜丝，箱外电缆不应直接暴露在外；

c) 配电箱的金属框架与基础型钢应可靠接地。装有电器的可开启门，门与金属框架应有截面积不小于4 mm2的等电位连接线连接；

d) 箱体外壳接地满足设计要求；

e) 箱体内接线整齐、规范；

f) 安装精度满足表7.4.4的要求。

**7.4.8** 监控系统验收，符合下列规定：

1 盘、柜单独或者成列安装时，垂直、水平偏差值、面偏差、盘柜间接缝偏差值应满足设计要求。

2 带照明的盘柜，照明装置应完好。

3 盘、柜基础型钢应有明显不少于两点的可靠接地，并且标识明显。

4 设备安装用的紧固件应采用镀锌制品或者其他防锈蚀制品。

5 电缆进出盘、柜的底部或顶部以及电缆管口处应进行防火封堵，封堵应严密。

6 监控软件功能应满足设计要求。

7 监控软件应支持标准接口，接口的通信协议应满足建立上一级监控系统的需要及调度的要求。

8 监控系统的任何故障不应影响被监控设备的正常工作。

9 通电设备都应提供符合相关标准的绝缘性能测试报告。

10 继电保护及安全自动装置的技术指标应符合GB/T 14285的有关规定。

11 调度自动化系统的技术指标应符合DL/T 5003和电力二次系统安全防护规定的有关规定。

12 调度通信系统的技术指标应符合DL/T 544和DL/T 598的有关规定。

13 所有二次回路接线电缆固定应牢固，装置与之相连接的二次回路的接线应整齐美观、牢固可靠，电缆牌及回路编号标识清晰、正确、无褪色。

14 跳（合）闸引出端子与正、负电源端子应适当隔开且有明显标识。

15 所有二次电缆都应采用阻燃铠装屏蔽电缆，屏蔽层在开关场、控制室同时接地，严禁采用电缆芯两端接地的方法作为抗干扰措施，多股软线必须经压接线头接入端子。

16 所有端子排的接线稳固，不同截面的电缆芯不许接入同一端子，同一端子接线不宜超过两根。

17 屏柜上的端子排按照“功能分区、端子分段”的原则设置，端子排按段独立编号，每段应预留备用端子，端子排名称运行编号应正确，满足设计要求；端子排的安装位置应便于更换和接线，离地高度应大于350 mm。

18 正、负电源之间以及正电源与跳合闸回路之间应以一个空端子隔开。

19 保护屏上所有设备应采用双重编号，内容标识明确规范，并应与图纸标识内容相符。

20 转换开关、按钮、连接片、切换片等安装中心线离地面不宜低于300 mm。

**7.4.9** 配电室验收，符合下列规定：

1 高压室验收包括下列内容：

a) 高压室内应保持清洁无杂物；

b) 高压柜和电缆标识、挂牌清晰正确，应与图纸相符；

c) 配电室照明充足；

d) 高压室内绝缘垫应合格，满足相关安全需求；

e) 保护定值按照供电局要求设置；

f) 应设置挡鼠板；

g) 高压室内通风良好；

h) 安全工器具应配置齐全。

2 低压室验收包括下列内容：

a) 配电室照明充足，监控系统设计合理；

b) 配电室内断路器运行良好，备自投装置能可靠投入；

c) 各抽屉式断路器无故障，指示灯应指示正常；

d) 各配电柜应有明显标识，备用柜数量应满足要求。

**7.4.10** 其他电气设备验收，符合下列规定：

1 无功补偿装置安装的验收应符合GB 50147的有关规定。

2 其他电气设备应满足设计要求和产品说明书的要求。

7.5 消防设施验收

**7.5.1** 消防设施的种类、安装地点、数量等满足设计要求。

**7.5.2** 消防器材均在有效的检定周期内。

**7.5.3** 灭火器气压应在正常范围内、软管无龟裂破损、保险销齐全。

7.6 防雷与接地验收

**7.6.1** 防雷与接地材料满足设计要求。

**7.6.2** 防雷与接地固定方式满足设计要求。

**7.6.3** 接地网与引下线点应满足设计要求。

**7.6.4** 防雷扁钢与扁钢搭接时，搭接长度应为扁钢宽度的2倍以上，且不小于100 mm，搭接长度不够采用三角搭接的，应不少于三面施焊，外露表面按设计要求做好防腐处理。

**7.6.5** 防雷圆钢与圆钢搭接时，搭接长度为应为圆钢直径的6倍以上，且不小于100 mm，并双面施焊，外露表面按设计要求做好防腐处理。

**7.6.6** 防雷扁钢与建筑物主体防雷圆钢搭接时，搭接长度应为圆钢直径的6倍以上，且不小于100 mm，并双面施焊，外露表面按设计要求做好防腐处理。

**7.6.7** 防雷扁钢与钢管连接时应紧贴3/4钢管的表面、防雷扁钢与角钢连接时紧贴角钢外侧两面，并上下施焊，外露表面按设计要求做好防腐处理。

**7.6.8** 接地干线应在不同的两点及以上与接地网连接，或与所在建筑屋顶防雷接地网可靠连接。

**7.6.9** 带金属边框的光伏组件之间均应进行等电位连接，且连接牢固可靠、导通良好。每个光伏方阵的光伏组件等电位连接应满足设计要求。

**7.6.10** 所有支架、电缆的金属外皮、金属保护管线、桥架、电气设备外露壳导电部分应与接地干线（网）牢固连接，并对连接处按设计要求做好防腐处理。

**7.6.11** 工作接地与保护接地应分别接入地网。

**7.6.12** 防雷连接伸缩缝设置应满足设计要求。

**7.6.13** 防雷设施在9:00～15:00（当地真太阳时）时段内对光伏组件无遮挡。

7.7 防护栏杆验收

**7.7.1** 防护栏杆件间距及护栏高度满足设计要求，在9:00～15:00（当地真太阳时）时段内对光伏组件无遮挡。

**7.7.2** 防护栏杆应固定牢固可靠，螺栓、平垫、弹垫的安装数量满足设计要求。

**7.7.3** 对于焊接固定的，焊缝应连续饱满，不应有裂纹、夹渣、较大焊瘤、漏焊、虚焊、气孔、咬边等现象，并按设计要求做好防锈措施。

**7.7.4** 防护栏杆应有效接地，接地电阻满足设计要求。

**7.7.5** 防护栏杆安装精度满足设计要求。

**7.7.6** 防护栏杆伸缩缝满足设计要求。

7.8 清洗系统验收

**7.8.1** 清洗管道材料及固定方式满足设计要求，固定牢固。

**7.8.2** 清洗管道在9:00～15:00（当地真太阳时）时段内对光伏组件无遮挡。

**7.8.3** 所有接头、阀门与管道连接处应固定严密，不得有渗、漏水现象。

**7.8.4** 清洗管道各清洗点的辐射半径及最低工作压力应满足设计要求。

**7.8.5** 保温层材料及安装方式满足设计要求，外层清洁无破损。

**7.8.6** 出水阀门材质满足设计要求，不应有生锈现象，安装牢固，开关灵活，不得有渗、漏水现象。

**7.8.7** 清洗管道排空点及几字弯设置应满足设计要求。

7.9 维护通道验收

**7.9.1** 混凝土屋面应按设计要求预留维护通道。

**7.9.2** 金属屋面的维护通道验收包括下列内容：

1 维护通道在9:00～15:00（当地真太阳时）时段内对光伏组件无遮挡；

2 维护通道应连接牢靠，不应采用有腐蚀或明显变形的材料；

3 平台搭接处应平齐，空隙不应大于15 mm；

4 金属材质维护通道应有效接地，接地电阻应满足设计要求。

7.10 环境与水土保持验收

**7.10.1** 施工过程中产生的废水、废油漆、粉尘、固体废弃物等已处理，现场没有存留。

**7.10.2** 地貌、植被已恢复到施工前状态。

7.11 视频监控系统验收

**7.11.1** 摄像装置在9:00～15:00（当地真太阳时）时段内对光伏组件无遮挡。

**7.11.2** 摄像装置牢固无松动，所有零部件、材料无变形、生锈。

**7.11.3** 摄像装置支架应牢固可靠，与基座紧密相连并做有效接地。

**7.11.4** 视频监控画面显示清晰、无抖动、无死角。

**7.11.5** 视频监控系统部件技术参数满足设计要求。

**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**

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

《安全标志及其使用导则》GB 2894

《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

《建筑施工场界环境噪声排放标准》GB 12523

《继电保护和安全自动装置技术规程》GB/T 14285

《电能质量 公共电网谐波》GB/T 14549

《机械工程 CAD制图规则》GB/T 14665

《电能质量 三相电压不平衡》GB/T 15543

《CAD工程制图规则》GB/T 18229

《电能质量监测设备通用要求》GB/T 19862

《防火封堵材料》GB 23864

《电缆防火涂料》GB 28374

《耐火电缆槽盒》GB 29415

《光伏发电站防雷技术要求》GB/T 32512

《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010

《建筑设计防火规范》GB 50016-2014

《低压配电设计规范》GB 50054-2011

《3～110kV高压配电装置设计规范》GB 50060-2008

《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065-2011

《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140

《电气装置安装工程 高压电器施工及验收规范》GB 50147

《电气装置安装工程 母线装置施工及验收规范》GB 50149

《电气装置安装工程 电气设备交接试验标准》GB 50150

《屋面工程质量验收规范》GB 50207

《电力工程电缆设计标准》GB 50217-2018

《安全防范工程技术标准》GB 50348

《建筑电气制图标准》GB/T 50786

《光伏发电站施工规范》GB 50794-2012

《光伏发电工程施工组织设计规范》GB/T 50795

《光伏发电站设计规范》GB 50797-2012

《电能计量装置技术管理规程》DL/T 448

《电力通信运行管理规程》DL/T 544

《电力系统自动交换电话网技术规范》DL/T 598

《电力系统调度自动化设计规程》DL/T 5003

《电力建设安全工作规程 第2部分：电力线路》DL 5009.2

《电力建设安全工作规程 第3部分：变电站》DL 5009.3

《电力工程直流电源系统设计技术规程》DL/T 5044

《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T l04

《风电场安全标识设置设计规范》NB/T 31088

《 阻燃及耐火电缆塑料绝缘阻燃及耐火电缆分级及要求 第1部分：阻燃电缆》XF 306.1

《阻燃及耐火电缆塑料绝缘阻燃及耐火电缆分级及要求 第2部分：耐火电缆》XF 306.2

**附：条文说明**

中国工程建设标准化协会标准

**屋面并网光伏发电系统技术规程**

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

**条文说明**

**制 定 说 明**

本规程制定过程中，编制组进行了屋面并网光伏发电系统发展现状的调查研究，总结了我国屋面并网光伏发电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，取得了阶段性成果。

本规程编制原则为：（1）科学合理、具有可操作性；（2）实事求是，规程使用人应严格遵守规程有关规定；（3）保证施工效率的同时又能保证质量等。

为便于广大技术和管理人员在使用本规程时能正确理解和执行条款规定，《屋面并网光伏发电系统技术规程》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规范正文及附录同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

**目 次**

[1 总则 86](#_Toc86055364)

[3 基本规定 87](#_Toc86055366)

[3.2 光伏方阵要求 87](#_Toc86055368)

[4 设计 88](#_Toc86055367)

[4.1 一般要求 88](#_Toc86055368)

[4.2 光伏方阵设计 88](#_Toc86055369)

[4.3 电气设计 88](#_Toc86055369)

[5 施工 89](#_Toc86055370)

[5.2 光伏方阵施工与安装 89](#_Toc86055371)

[5.3 电气施工与安装 89](#_Toc86055372)

[5.4 消防设施及通道安装 89](#_Toc86055373)

[5.8 维护通道安装 89](#_Toc86055374)

[6 调试 90](#_Toc86055376)

[6.5低压配电装置调试 90](#_Toc86055377)

[7 验收 91](#_Toc86055376)

[7.3光伏方阵验收 91](#_Toc86055377)

[7.9维护通道验收 91](#_Toc86055373)

1 总则

**1.0.1～1.0.3** 本规程是在现有国家标准的基础上，针对屋面并网光伏电站的特点，对屋面并网光伏发电系统的方阵结构、电气和安全等方面，提出完整、详尽的功能、性能和可靠性等方面的技术性要求以及设计、施工、调试和验收方面的相关规定，更直观、更全面地明确屋面电站的技术指标和判定方法，既可为屋面电站质量提供技术判定的依据，对评价屋面电站的性能具有重要的指导性意义，又为屋面电站的设计过程、施工过程、调试过程和验收过程提出针对性的要求和判定依据，更加规范屋面电站的各个过程，对提高屋面光伏电站的质量具有重要的意义。

3 基本规定

3.2 光伏方阵要求

**3.2.1** 根据GB 50797-2012《光伏发电站设计规范》中7.2.2的要求，本规程规定了在光伏方阵布置设计时，宜保证光伏组件每天9:00～15:00（当地真太阳时）时段内不出现阴影遮挡情况，当条件允许时，可适当加长光伏组件不受遮挡的时间段。

**3.2.3** 光伏组件最低点距屋面完成面的距离要求中，本规程对混凝土屋面安装和顺坡架空安装分别给出了不同的距离要求，首先是对于混凝土屋面安装，距离宜不小于300 mm，应不小于200 mm，该数据是考虑了预留管线架空操作空间以及便于后期检修维护而设置的；对于顺坡架空安装，距离应不小于100 mm，该数据是根据实际操作需要以及相关散热通风实验数据总结而来。

4 设计

4.1 一般要求

**4.1.1** 给出了在4种不同类型的建筑屋面上设计安装光伏发电系统的要求，让标准使用者对在建筑屋面上设计安装光伏发电系统的前置条件更加清晰。

4.2光伏方阵设计

**4.2.5** 根据GB 50352-2019《民用建筑设计通则》中6.7.3的规定，本规程对屋面光伏发电系统的围栏设置及设置的高度提出了相关的要求，具体为：当屋面边缘无女儿墙时，应设置围栏，当光伏系统的高度不超过24 m，围栏高度应不低于1050 mm，当光伏系统的高度大于24 m，围栏高度应不低于1100 mm。根据实际工程经验，本规程对光伏清洗设施的设置给出了具体的要求，具体为：单个清洗点的辐射半径宜在25 m，最低水压不宜小于0.07 MPa，最大不宜大于0.35 MPa。

4.3 电气设计

**4.3.2** 对系统规模和接入形式提出了具体要求

**4.3.3** 考虑到光伏组件技术在不断发展，行业对光伏组件衰减率的要求也在不断提高，因此本规程在光伏组件选型设计时，规定了光伏组件衰减率应符合现行的《光伏制造行业规范条件》的要求。

**4.3.7～4.3.8** 在参考了GB/T 34936-2017《光伏发电站汇流箱技术要求》对光伏发电站汇流箱提出的技术要求相关数值，本规程对直流汇流设计作出了“室内布置时防护等级应至少达到IP20，室外布置时防护等级应至少达到IP54”的规定。

**4.3.13** 在参考了国家电网和南方电网对分布式能源接入电网的相关要求，本规程对屋面并网光伏发电系统的并网接入方式提出了相关的建议，详见表4.3.13。

5 施工

5.2光伏方阵施工与安装

**5.2.3～5.2.4** 考虑屋面并网光伏发电系统的特性，其安装地有可能是金属屋面也有可能是混凝土屋面，而光伏方阵基座在两种屋面上的安装是有所区别的，因此本规程在编制上特别区分了金属屋面和混凝土屋面基座安装的不同要求，逻辑和架构更清晰，更便于技术人员在施工中参考与利用。

5.3电气施工与安装

**5.3.4** 根据GB 50303-2015《建筑电气工程施工质量验收规范》的相关规定，本规程对成套配电装置的安装前检查、安装与调整提出了相应要求。

**5.3.6** 根据GB 50172-2012《电气装置安装工程 蓄电池施工及验收规范》的相关规定，本规程对监控系统中的直流系统的安装提出了相应的要求。

**5.3.8** 根据GB 50217-2018《电力工程电缆设计标准》的相关规定，本规程对梯架、托盘和槽盒内敷设、直埋敷设、电缆保护管内敷设和电缆构筑物中敷设这四种辐射方式给出了详细的要求，更利于在屋面并网光伏发电系统的施工中参考利用。

5.4消防设施及通道安装

**5.4.3** 根据实际工程经验，本规程对屋面并网光伏发电系统的消防设施设置进行了统一的规定，具体为：光伏区需设置必要的消防设施，每100kWp设置两个4kg手提式磷酸铵盐干粉灭火器，并每两个配置一个金属箱体。

5.8维护通道安装

**5.8**考虑到混凝土屋面和金属屋面的不同结构，本规程分别对两种屋面结构维护通道的施工进行不同规定，使标准内容更具实操性。

6调试

6.5低压配电装置调试

**6.5.3**根据GB 50150-2016《电气装置安装工程 电气设备交接试验标准》的相关规定，本规程对低压配电装置的调试给出了更细化的要求，使标准内容更完善、更适应项目的需求。

7验收

7.3光伏方阵验收

**7.3.1**考虑屋面并网光伏发电系统的特性，本规程将混凝土屋面基座验收和金属屋面基座验收区分开，逻辑和架构更清晰，更便于技术人员在验收中参考与使用。

7.9维护通道验收

**7.9**考虑到混凝土屋面和金属屋面的不同结构，本规程分别对两种屋面结构维护通道的验收进行不同规定，使标准内容更具实操性。