DB43

湖南省工程建设地方标准

DB43/TXXXX-2022

分布式光伏工程施工标准 Code for construction of distributed photovoltaic project

2022-XX-XX发布

XXXX-XX-XX实施

湖南省住房和城乡建设厅 发布

前 言

根据湖南省住房和城乡建设厅《关于公布 2022 年湖南省工程建设地方标准制（修）订计划项目的通知》（湘建科函【2022】40 号）文件要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考国内有关标准，并在广泛征求意见的基础上，经反复讨论和修改，制定了本标准。

本标准共分为 10 个章节和 10 个附录，主要内容包括：总则、术语、基本规定、土建工程、安装工程、设备和系统调试、环境保护与水土保持、消防、劳动安全与职业健康、工程验收与移交。根据住房和城乡建设部办公厅发布的《工程建设标准涉及专利管理办法》（建办标〔2017〕3 号）文件要求，主编单位声明：本标准不涉及任何专利情况，如在使用过程中发现涉及专利技术事实，请与编制组联系。

本标准由湖南省住房和城乡建设厅负责管理，由第一主编单位湖南省可再生能源学会负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请将有关意见和建议反馈至主编单位（地址：湖南省长沙市雨花区长沙总部基地 1-B 栋北塔 16002 室 湖南省可再生能源学会，邮政编码：410082）。

本标准主编单位：湖南省可再生能源学会

五凌电力有限公司新能源分公司

本标准参编单位：华能国际电力股份有限公司湖南清洁能源分公司

中国能源建设集团湖南火电建设有限公司

株洲变流技术国家工程研究中心有限公司

湖南红太阳新能源科技有限公司

湖南筱豪新能源有限公司

湖南固星延新能源科技有限公司

长沙晶辉太阳能有限公司

本标准主要编制人员：陈丽华 牛国智 王玉明 谭振国 李 敏 李 伟

何学飞 吴恒亮 闾 灿 龙 涛 黄立新 陈勇刚

张 娜 易敏文 吴乐强 曾佳佳 黄超辉 翟文杰

刘根平 方 勇 林子翔 彭宏亮 王 帅

本标准主要审查人员：毛文祥 蔡定坤 戴 光 王富昌 王 学 彭琳娜
陈维超 李树华 贺小龙

目录

1 总 则.....	1
2 术 语.....	2
3 基本规定.....	4
4 土建工程.....	6
4.1 一般规定.....	6
4.2 土方工程.....	7
4.3 支架基础.....	7
4.4 场地及地下设施.....	10
4.5 建（构）筑物.....	10
5 安装工程.....	12
5.1 一般规定.....	12
5.2 支架安装.....	13
5.3 光伏组件安装.....	14
5.4 交、直流汇流箱安装.....	16
5.5 组串式逆变器安装.....	17
5.6 控制电源及二次设备安装.....	18
5.7 其它电气设备安装.....	19
5.8 电缆及架空线路敷设.....	19
5.9 防雷与接地.....	21
6 设备和系统调试.....	23
6.1 一般规定.....	23
6.2 光伏组件串测试.....	23
6.3 汇流箱测试.....	24
6.4 组串式逆变器测试.....	25
6.5 二次系统调试.....	26
6.6 其它电气设备调试.....	27
6.7 并网测试.....	27
7 环境保护与水土保持.....	29
7.1 一般规定.....	29

7.2 环保措施	29
7.3 地面分布式光伏工程施工水土保持	30
8 消防	31
8.1 一般规定	31
8.2 消防设施	31
9 劳动安全与职业健康	32
9.1 一般规定	32
9.2 安全文明施工	32
9.3 职业健康管理	33
9.4 登高作业	33
9.5 电气安全	34
9.6 应急处置	34
10 工程验收与移交	36
附录 A 电缆检查、绝缘电阻测试项目表	37
附录 B 直流汇流箱并网前检查、测试项目表	38
附录 C 交流汇流箱并网前检查、测试项目表	39
附录 D 组串式逆变器并网前检查、测试项目表	40
附录 E 光伏并网柜或光伏并网箱检查、测试项目表	41
附录 F 接地电阻检查、测试项目表	42
附录 G 户用光伏工程交直流电缆选用推荐表	43
附录 H 户用光伏工程逆变器并网前检查、测试项目表	44
附录 J 户用光伏工程并网箱检查、测试记录表	45
附录 K 中间交接验收签证书	46
本标准用词说明	47
引用标准名录	47
附：条文说明	50

Contents

1 General Provisions	1
2 Terms	2
3 General Requirements	4
4 Civil Engineering	6
4.1 General Provisions	6
4.2 Earthwork	7
4.3 Bracket Foundation	7
4.4 Site and Underground Facilities	10
4.5 Buildings (Structures)	10
5 Installation Project	12
5.1 General Provisions	12
5.2 Bracket Installation	13
5.3 Photovoltaic Modules Installation	14
5.4 Combiner Box Installation	16
5.5 Group Series Inverter Installation	17
5.6 Control Power Supply and Electrical Secondary Equipment	18
5.7 Other Electrical Equipment Installation	19
5.8 Cable and Overhead Line Laying	19
5.9 Lightning Protection and Grounding	21
6 Equipment and System Debugging	23
6.1 General Provisions	23
6.2 Photovoltaic String Test	23
6.3 Combiner Box Test	24
6.4 Group Inverter Test	25
6.5 Electrical Secondary System Debugging	26
6.6 Other Electrical Equipment Debugging	27
6.7 Grid Connection Test	27
7 Environmental Protection \Soil and Water Conservation	29
7.1 General Provisions	29
7.2 Environmental Protection Measures	29
7.3 Soil and Water Conservation for Ground Distributed Photovoltaic Engineering Construction	30

8 Fire Protection	31
8.1 General Provisions	31
8.2 Fire Control Facilities	31
9 Labor Safety and Occupational Health	32
9.1 General Provisions	32
9.2 Safe and Civilized Construction	32
9.3 Occupational Health Management	33
9.4 Climbing operation	33
9.5 Electrical Safety	34
9.6 Emergency Disposal	34
10 Project Acceptance and Handover	36
Appendix A List of Cable Inspection and Insulation Resistance Test Items	37
Appendix B Inspection and Test Items of DC Combiner Box before Grid Connection	38
Appendix C Inspection and Test Items of AC Combiner Box before Grid Connection	39
Appendix D List of Inspection and Test Items of Series Inverter before Grid Connection	40
Appendix E Inspection and Test Record of Photovoltaic Grid Connected Cabinet or Photovoltaic Grid Connected Box	41
Appendix F Inspection and Test record of Grounding Resistance	42
Appendix G Recommended Selection of AC and DC Cables for Household Photovoltaic Projects	43
Appendix H Table of Inspection and Test Items for Inverter of Household Engineering before Grid Connection	44
Appendix J Inspection and Test Record Form of Photovoltaic Grid box of Household Project	45
Appendix K Intermediate Handover Acceptance Certificate	46
Explanation of Wording in this Standard	47
Lists of quoted standards	47
Addition: Explanaton of Provisions	50

1 总 则

1.0.1 为了规范分布式光伏工程施工，保障分布式光伏工程施工质量，加强安全控制，贯彻绿色建造理念，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于电压等级35kV及以下且单个并网点装机容量小于6MW的新建、改建、扩建分布式光伏工程。

1.0.3 在分布式光伏工程施工中，除应符合本标准外，尚应符合国家及行业现行有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 分布式光伏发电系统 distributed photovoltaic power generation system

指利用分散式空间资源，采用光伏组件将太阳能转换为电能，在用户所在场地或附近建设运行，以自发自用、多余电量上网，且在配电系统平衡调节为特征的光伏发电系统。

2.0.2 分布式光伏工程 distributed photovoltaic power generation project

建设分布式光伏系统的工程项目简称分布式光伏工程。

2.0.3 户用光伏工程 household photovoltaic engineering

接入电压等级为 220V 或 380V，交流侧容量在 50kW 及以下的分布式光伏工程。

2.0.4 光伏组件 photovoltaic module

指具有封装及内部连接的，能单独提供直流电的输出，最小不可分割的太阳能电池组合装置。

2.0.5 光伏方阵 photovoltaic 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直流发电单元。又称光伏阵列。

2.0.6 交流汇流箱 alternating current combiner-box

在光伏发电工程中将若干个逆变器并联汇流后接入的装置。

2.0.7 直流汇流箱 direct current combiner-box

在光伏发电工程中将若干个光伏组件串并联汇流后接入的装置。

2.0.8 逆变器 inverter

光伏发电系统内将直流电变换成交流电的设备。

2.0.9 光伏支架 photovoltaic support bracket

光伏发电系统中为了摆放、安装、固定光伏组件而设计的专用支架。

2.0.10 光伏组件串 photovoltaic string

光伏发电系统中，将多个光伏组件以串联方式连接，形成具有所需直流输出电压的最小单元。

2.0.11 最大功率点跟踪 maximum power point tracking (MPPT)

对因光伏方阵表面温度变化和太阳辐照度变化而产生的输出电压与电流的变化进行跟踪控制，使方阵一直保持在最大输出工作状态，以获得最大的功率输出的自动调整行为。

3 基本规定

3.0.1 开工前应具备的条件：

- 1 在工程开始施工之前，建设单位应取得相应的合规性文件。
- 2 施工单位的资质符合现行管理规定。
- 3 特种作业人员资格、施工机械、施工材料、计量器具等已报监理单位或建设单位审查合格。
- 4 工程设计图纸和相关技术文件齐全，并已按规定程序完成图纸会审和设计交底。
- 5 施工项目应建立相应的安全、质量、技术管理体系。
- 6 工程定位测量基准点应确定，现场复测已完成。
- 7 在既有取得合法验收证明的建筑物上增设光伏发电系统时，必须对建筑物的电气和消防安全现状进行复核，并满足建筑电气和消防的安全性要求。建设单位应有建筑物产权证明、签订光伏电站建设合同能源管理协议，按照新增光伏荷载取得建筑物屋顶承载力复核报告合格文件；建筑物屋顶承载能力不足的，应先完成加固处理并验收合格。
- 8 施工现场应具备合法移交施工的条件。
- 9 施工组织设计和施工方案已通过批准，并完成技术和安全交底。
- 10 项目质量检验及评定范围划分表、质量检验评定标准均已确定。

3.0.2 设备和构件的规格、型号应符合设计要求并经验收合格后方可使用。设备进行开箱检查时，其质量证明文件及技术文件、附件、备件应齐全。

3.0.3 光伏组件、逆变器、光伏连接器、光伏专用直流电缆，必须有第三方的认证标志，并核实认证证书的认证范围、有效性及真实性。

- 3.0.4** 施工人员在施工前应熟悉本标准和现行有关安全技术标准及产品的技术文件，应经安全培训并考试合格后方准上岗作业。
- 3.0.5** 原材料进场时，其规格和型号应符合设计要求，并按国家现行相关标准的规定取样复检，其质量应符合有关标准的规定。
- 3.0.6** 进场原材料应建立跟踪记录台账。
- 3.0.7** 进场的设备、构件和原材料应分类进行保管。当产品有特殊要求时，应满足产品要求的专门规定。电气设备以及钢筋、水泥等材料应存放在干燥、通风场所。
- 3.0.8** 对已经安装完成的建筑光伏系统的构筑物和设备，应采取相应的保护措施。
- 3.0.9** 施工单位对隐蔽工程进行自检，合格后报监理单位，监理单位验收合格后进行隐蔽工程封闭并办理验收记录。隐蔽工程的验收应符合《分布式光伏工程验收标准》DB43/TXXXX的有关规定。
- 3.0.10** 施工过程记录、试验报告、检测报告应完整有效。

4 土建工程

4.1 一般规定

4.1.1 测量放线工作除应符合现行国家标准《工程测量标准》GB 50026的有关规定外，还应符合下列要求：

- 1 光伏发电系统的测量应与主体结构的测量相配合，及时调整、分配、减少累积偏差。
- 2 应定期对安装定位基准进行校核。
- 3 测量应在风力不大于四级时进行。

4.1.2 基坑工程应满足现行标准《建筑地基基础施工质量验收规范》GB 50202、《建筑与市政地基基础通用规范》GB 55003、《建筑基坑支护技术规程》JGJ120、《建筑桩基技术规范》JGJ94的有关规定。

4.1.3 模板工程应符合现行标准《施工脚手架通用规范》GB 55023、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204及《建筑施工模板安全技术规范》JGJ 162的有关规定。

4.1.4 混凝土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、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666、《混凝土结构通用规范》GB 55008的有关规定，混凝土强度评定应符合现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB 50107的有关规定；如混凝土中掺用外加剂，相关质量及应用技术应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB8076、《混凝土外加剂应用技术规范》GB50119的有关规定。

4.1.5 混凝土养护应按照现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的有关规定执行，并应符合下列要求：

- 1 应在浇筑完毕后的12小时以内对混凝土加以覆盖并保湿养护。
- 2 浇水次数应能保持混凝土处于湿润状态。
- 3 混凝土养护用水宜与拌制用水相同。

4 对于采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥混凝土，混凝土养护的时间不得少于7天；对于掺用缓凝型外加剂或有抗渗要求的混凝土，混凝土养护的时间不得少于14天。

5 冬季混凝土宜采用塑料薄膜覆盖并保温养护。采用塑料薄膜覆盖养护的混凝土，其全部表面应覆盖严密，并应保持塑料薄膜内有凝结水。

4.1.6 混凝土冬期施工应符合现行标准《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T104的有关规定。

4.1.7 需要进行沉降观测的建（构）筑物，应及时设立沉降观测标志，进行沉降观测，做好沉降观测记录，符合现行国家标准《工程测量标准》GB50026的有关规定。

4.1.8 光伏发电系统施工过程中不应影响屋面防水的周期性更新和维护；对原建筑物防水结构有影响时，应进行防水功能修复或重新进行防水处理；管线穿过屋面处应预埋防水套管，并进行防水密封处理。

4.1.9 屋面光伏支架基础施工前应对屋面进行外观检查，检查结果应由包括原建筑物产权方或其授权人员在内的相关人员签字确认。如存在屋面结构、渗漏水问题，应由建设单位提出处理方案。

4.1.10 金属屋面安装光伏发电系统前应检查金属屋面原建筑物各位置尺寸、瓦楞形状、瓦楞间距尺寸，若出现与设计要求不符而无法进行现场安装的情况，应通知建设单位、设计单位做相应调整。

4.2 土方工程

4.2.1 土方工程的施工应符合现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202的有关规定。

4.2.2 工程施工之前应建立全场高程控制网、平面控制网。平面控制桩与水准控制点需要定期进行复测。

4.2.3 开挖场地内存在原有的沟道、管线等地下设施时，土方开挖之前应对原有的地下设施做好标记和相应的保护措施。

4.2.4 土方开挖宜按照阵列方向通长开挖，多余的土方应运至弃土场地堆放。

4.2.5 土方回填应分层夯实，密实度应符合设计要求。

4.3 支架基础

4.3.1 现浇混凝土支架基础的施工应符合下列要求：

- 1 在混凝土浇筑前应先进进行基槽验收，轴线、基坑尺寸、基底标高应符合设计要求，基坑内浮土、水、杂物应清除干净。
- 2 在基坑验槽后应立即浇筑垫层混凝土。
- 3 支架基础混凝土浇筑前应对基础标高、轴线及模板安装情况检查并做好自检记录；对钢筋隐蔽工程进行验收，预埋件应按照设计图纸进行安装。
- 4 基础拆模后，应由监理（建设）单位、施工单位对外观质量和尺寸偏差进行检查并记录，如有超标缺陷应及时处理。
- 5 在同一光伏阵列的支架基础混凝土浇筑时，混凝土浇筑间歇时间不应超过混凝土初凝时间。
- 6 混凝土浇筑完毕后，应及时采取有效的养护措施。
- 7 混凝土独立基础、条形基础的尺寸允许偏差应符合表4.3.1 混凝土独立基础、条形基础的尺寸允许偏差的有关规定。

表4.3.1 混凝土独立基础、条形基础的尺寸允许偏差

项目名称		允许偏差（mm）
轴线		±10
顶标高		0~-10
垂直度	每米	<5
	全高	<10
截面尺寸		±20

4.3.2 桩式基础的施工应符合现行标准《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202及《建筑桩基技术规范》JGJ 94的有关规定，并应符合下列要求：

- 1 压（打、旋）式桩在进场后和施工前应进行外观及桩体质量检查。
- 2 成桩设备的就位应稳固，设备在成桩过程中不应出现倾斜和偏移。
- 3 压桩过程中应检查压力、桩身垂直度及压入深度。
- 4 压（打、旋）入桩施工过程中，桩身应保持竖直，不应偏心加载。
- 5 灌注桩成孔钻具上应设置控制深度的标尺，并应在施工中进行观测记录。
- 6 灌注桩施工中应对成孔、清渣、放置钢筋笼、浇筑混凝土等工序全过程检查。
- 7 灌注桩成孔质量检查合格后，应尽快浇筑混凝土。
- 8 桩式光伏支架基础的强度和承载力检测，宜分区域进行抽检。

9 桩式基础的尺寸允许偏差应符合表4.3.2 桩式基础尺寸允许偏差的有关规定。

表4.3.2 桩式基础尺寸允许偏差

项目名称		允许偏差 (mm)
桩位		D/10且小于或等于30
桩顶标高		0~-10
垂直度	每米	≤5
	全高	≤10
桩径 (截面尺寸)	灌注桩	±10
	混凝土预制桩	±5
	钢桩	±0.5%D

4.3.3 屋面基础的施工应符合下列要求：

- 1 新建屋面的光伏支架基础宜与主体结构一起施工。
- 2 支架基础施工应不损害原建筑物的主体结构，并应保证光伏支架基础与原建筑物承重结构的连接牢固、可靠。如根据设计要求不得不破坏原建筑物防水结构时，应根据原防水结构重新进行技术处理。
- 3 采用钢结构作为基础时，屋面防水工程施工应在钢结构支架施工前结束，钢结构支架施工过程中不应破坏屋面防水层，如根据设计要求不得不破坏原建筑物防水结构时，应根据原防水结构重新进行防水处理。
- 4 在屋面焊接作业时应采取保护措施，不得破坏屋面原有结构表面。
- 5 接地的扁钢、角钢的焊接处应进行防腐处理。
- 6 光伏配套附属设施（包括接地扁钢、运维通道、电缆桥架、电缆保护管、清洗水管等）不应直接敷设在金属屋面上。

4.3.4 支架基础预埋螺栓（预埋件）允许偏差应符合表4.3.4 支架基础预埋螺栓（预埋件）允许偏差的有关规定。

表4.3.4 支架基础预埋螺栓（预埋件）允许偏差

项目名称		允许偏差（mm）
标高偏差	预埋螺栓	+20~0
	预埋件	0~-5
轴线偏差	预埋螺栓	2
	预埋件	±5

4.4 场地及地下设施

4.4.1 光伏工程道路的施工宜采用永临结合的方式进行。

4.4.2 道路的排水坡度及施工质量应符合设计要求。

4.4.3 电缆沟的施工应符合设计要求,电缆沟内应无杂物、盖板齐全，排水设施应完好。

4.4.4 场区给排水管道的施工要求：

1 地理的给排水管道应与道路或地上建筑物的施工统筹考虑，先地下再地上，管道回填后尽量避免二次开挖，管道埋设完毕应在地面做好标识。

2 地下给排水管道应按照设计要求做好防腐及防渗漏处理，并注意管道的流向与坡度。

4.4.5 雨水井口应按设计要求施工，如设计文件未明确时，现场施工应与场地标高协调一致；集水井口一般宜低于场地20mm~50mm，雨水口周围的局部场地坡度宜控制在1%~3%；施工时应在集水口周围采取滤水措施。

4.4.6 给排水管道与其他管线交叉时的最小垂直净距，应符合国家现行标准《城市工程管线综合规划规范》GB50289的有关规定。

4.5 建（构）筑物

4.5.1 建（构）筑物混凝土的施工应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666和《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的有关规定，混凝土强度检验应符合现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107的有关规定。

4.5.2 砌体工程的施工应符合现行国家标准《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203的有关规定。

4.5.3 屋面工程的施工应符合现行国家标准《屋面工程质量验收规范》GB 50207的有关规定。

4.5.4 地面工程的施工应符合现行国家标准《建筑地面工程施工质量验收规范》GB 50209的有关规定。

4.5.5 建筑装饰工程的施工应符合现行国家标准《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB 50210的有关规定。

4.5.6 通风与空调工程的施工应符合现行国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243的有关规定。

4.5.7 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。

5 安装工程

5.1 一般规定

5.1.1 设备的运输与保管应符合下列要求：

- 1 设备的吊装应制定专项施工方案，并经审核、批准后实施；危大工程应组织专家论证。
- 2 在吊、运过程中应有防倾覆、防碰撞、防震和防护面受损的安全措施。
- 3 放置在屋面或楼面的设备应及时分散，避免集中堆放，且不应超过屋面或楼面的允许荷载。场内二次运输和吊装方案由制造厂指导编制并应符合产品技术文件的规定。
- 4 设备到场后应做下列检查：
 - 1) 包装及密封应良好、外观检查应完好无损。
 - 2) 光伏支架应放置在平台或枕木上，不应直接接触地面，并做好防雨措施。
 - 3) 产品的技术文件应齐全，应至少包括产品（安装）说明书、出厂检测报告、合格证、质量保证书。
 - 4) 需要送检的，应按照规定进行见证取样和第三方检测。
- 5 设备宜存放在室内或能避雨、雪、风、沙的干燥场所，并应做好防护措施。
- 6 保管期间应定期检查，做好防护工作。
- 7 设备应做好出入库登记。

5.1.2 设备安装应符合下列要求：

- 1 施工人员应根据图纸复核基础、支架、吊架、预埋件、管道、沟道的位置及设计尺寸、屋面遮蔽物情况，与图纸不符时，应及时通知监理单位、建设单位、设计单位。
- 2 设备应按照设计图纸，在制造厂家指导下或根据产品安装说明书进行安装。
- 3 电气设备、电缆线路应根据图纸进行编号、标识。电气设备编号、标识优先在制造厂内完成，现场制作时宜采用喷塑材料；光伏组件串电缆的编号、标识宜采用号码管；二次电缆和动力电缆的编号、标识宜采用电缆挂牌。
- 4 各类预留孔洞及电缆管口应进行防火封堵。
- 5 光伏直流电缆正负极宜分开敷设。交、直流电缆应分开、分层敷设，且层数须符合设计文件要求和规范的有关规定。

6 施工中发现光伏支架、汇流箱、逆变器等有跨越建筑变形缝（伸缩缝、沉降缝等）安装的情况时，应及时通知设计单位进行设计更改，现场进行安装调整。。

7 安装工程的隐蔽工程应验收合格后，方可进入下一施工工序。

5.2 支架安装

5.2.1 支架安装前应做下列准备工作：

1 支架到场后应做下列检查：

- 1) 外观及保护层应完好无损。型号、规格、材质、孔位、孔数应符合设计文件要求。
- 2) 产品的质量证明文件、装箱单明细、安装说明书或安装图纸应齐全。
- 3) 安装前，应对产品的防腐层进行抽检，其厚度应符合设计文件要求，抽检比例应符合现行行业标准《光伏电站支架技术要求》NB/T 10642的有关规定。防腐层存在质量问题或被损坏的，应及时进行技术处理，确保符合设计要求。现场不宜处理的，应返厂整改合格后使用。
- 2 支架吊装、摆放应采取保护措施，不应造成支架变形。出现变形的支架和零部件应及时校正，无法校正时应进行更换。
- 3 支架安装前基础验收应检查基础外观、基础混凝土强度、基础水平和轴线偏差、基础标高、预埋件水平和轴线偏差、标高偏差，不符合设计和规范要求的应整改合格后再进行安装。
- 4 采用现浇混凝土支架基础时，支架安装应在混凝土强度大于设计强度的70%后进行。

5.2.2 光伏支架的安装应符合下列要求：

1 支架安装和紧固应符合下列要求：

- 1) 支架安装不宜在雨雪环境中作业。支架在相对其下部安装平面高度不低于2m处安装时应采取高处作业相应保护措施，并有安全监护人。
- 2) 支架施工不应损坏原建筑物主体结构和防水层。
- 3) 支架及其零部件拼装前应清除飞边、毛刺、焊接飞溅物。
- 4) 现场宜采用螺栓连接的安装方式。若采用焊接工艺，应符合下列要求：
 - a) 现场焊接时应对影响范围内的型材、表面和光伏组件采取保护措施。
 - b) 焊接工艺、焊缝宽度、焊缝高度应符合设计要求，不能虚焊。焊接完毕后

应对焊缝质量进行检查。

c) 焊接表面应按设计要求进行防腐处理。

5) 螺栓的紧固力矩应符合设计文件要求及现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205的有关规定。螺栓螺母的连接和紧固、平垫片和弹簧垫片的安装均应按照厂家说明和设计文件要求的数目、顺序和方向穿放。

6) 组合式支架安装依据设计文件或厂家技术文件要求进行。

7) 热镀锌钢构件，不宜现场切割、开孔、扩孔。

8) 支架安装时应确保支架倾角、朝向应符合设计要求。

9) 同一光伏阵列，应先确定两端立柱的安装位置，再确定中间立柱的位置。立柱的位置偏差应符合表5.2.2 支架安装的允许偏差的有关规定和设计文件要求。

2 支架安装的垂直度和倾斜角度应符合下列要求：

1) 固定式支架倾斜角度偏差在1°范围内。

2) 对不能满足安装要求的支架，应整改合格后使用。

3) 支架安装的允许偏差应符合表5.2.2 支架安装的允许偏差的有关规定。

表5.2.2 支架安装的允许偏差

项目名称	允许偏差 (mm)
中心线偏差	≤2
梁标高偏差 (同组)	≤3
立柱面偏差 (同组)	≤3

5.3 光伏组件安装

5.3.1 光伏组件的运输与保管应符合制造厂的规定。在搬运、吊装、存放时应防止碰撞或重压造成损坏。光伏组件存放时宜采用单层堆放，并采用遮雨及安全措施。光伏组件在屋面上应分散放置，堆放前对屋面做好防护措施。

5.3.2 光伏组件安装前应做如下准备工作：

1 支架的安装工作应通过质量验收合格。

2 开箱前，检查外包装箱应无明显损坏或变形，光伏组件条形码及随货产品资料应齐全并完好保存。

3 开箱后，检查光伏组件的型号、规格、参数应符合设计要求。光伏组件的外观及各部件应完好无损。

- 4 安装前，光伏组件应按照合同或技术规范要求完成抽检测试并达到合格标准。
- 5 光伏组件搬运前后，必须检查每块光伏组件的正背面玻璃应无崩边、破角、裂纹；检查接线盒应无脱胶、松动、脱落；检查光伏线缆及接插件应无挤压变形或破损。

5.3.3 光伏组件的安装应符合下列规定：

- 1 光伏组件安装及接线时应采取防触电安全措施，正确使用符合电气绝缘要求的工具，正确穿戴符合电气绝缘要求的劳动保护用品。
- 2 安装或维护光伏发电系统时，不应穿戴金属戒指、手表、耳环或其它的金属配饰，禁止利器与光伏组件玻璃表面接触。
- 3 不应撕掉光伏组件产品标签，不应在光伏组件边框上钻孔。
- 4 不应把光伏组件放置在易产生或聚集可燃气体的地方。不应在屋面设施（烟道、烟口、排风、粉尘、通气及空调系统）的排出口影响范围内安装光伏组件。
- 5 光伏组件不应安装在被遮挡、有阴影的地方。
- 6 光伏组件宜按照电流、电压分档进行分类和组串安装。
- 7 无边框光伏组件的固定应符合制造厂要求，固定夹具与光伏组件之间须有柔性耐火材料作缓冲。
- 8 光伏组件安装和搬运时，不应用力拉扯导线，应避免磕碰，轻拿轻放，不应造成玻璃和背板划伤或破损，避免造成隐裂。宜采用两人合抬或机械运输的方式分散光伏组件。严禁站立、脚踩、手撑光伏组件表面，不应将安装工具和其他杂物放在光伏组件表面。光伏组件在施工现场堆放时应在每两块光伏组件之间放置弹性垫块避免光伏组件面板直接接触，并且要摆放整齐，堆放时光伏组件面宜立放。
- 9 光伏组件安装允许偏差应符合表5.3.3 组件安装允许偏差的有关规定。

表5.3.3 组件安装允许偏差

项目	允许偏差	
倾斜角度偏差	±1°	
组件边缘高差	相邻光伏组件间	≤2 mm
	同组光伏组件间	≤5 mm

5.3.4 光伏组件之间的接线应符合下列要求：

- 1 不应在有负载的情况下断开光伏连接线，严禁在雨中进行光伏组件的接线工作。
- 2 单块光伏组件或同一光伏组件串正负极不应短接，严禁触碰光伏组件（串）的金属带电部位。
- 3 不同品牌、不同朝向、不同倾角、不同数量的光伏组件串不应接入到逆变器的同一路MPPT中。
- 4 光伏组件串的数量、走线方向和路径、固定和保护措施应符合设计文件要求。光伏连接线可利用光伏支架进行可靠固定，并应整齐、美观。光伏连接线不应掉落在屋面上，不应承受外力。光伏组件接插件应连接牢固。
- 5 光伏组件进行组串连接后应测试光伏组件串的开路电压，测试结果应符合设计和厂家技术文件的要求。
- 6 光伏组件串安装完成但不具备接引条件的部位，应用绝缘胶布包扎好电缆接头并做好防水措施及固定。
- 7 光伏组件串电缆的起止端应有与设计图纸一致的编号、标识。
- 8 架空和建（构）筑物表面敷设的电缆，应采用穿管或电缆槽盒保护。

5.3.5 光伏组件安装接地应符合下列要求：

- 1 带边框的光伏组件应将边框可靠接地。
- 2 不带边框的光伏组件，其接地做法应符合厂家技术文件的要求。
- 3 金属线管、金属桥架应做可靠接地。

5.3.6 光伏组件串开路电压测试项目应符合本标准附录 B、附录 D 的要求。

5.4 交、直流汇流箱安装

5.4.1 交、直流汇流箱安装前应做下列检查：

- 1 检查汇流箱外包装及外壳应完好无破损，产品合格证、技术文件、钥匙应齐全完整。
- 2 开箱检查汇流箱规格型号、防护等级、元器件型号应符合设计文件及技术规范要求；检查箱体无变形、无划痕，箱门开闭正常，箱内元器件完好无破损，接线牢固。
- 3 发现缺陷应拍照登记，及时与供应商联系。待产品整改质量合格后再进行安装。

- 4 汇流箱安装前应将箱内所有开关断开、熔断器熔丝拔出。
- 5 汇流箱支架和基础预埋件已安装完毕，并经验收合格。

5.4.2 交、直流汇流箱的安装应符合下列要求：

- 1 箱体采用户外安装时，应满足使用环境的防水、防腐、防尘和绝缘要求。安装过程中不应损坏箱体的防腐层，对于划伤损坏处，需重新做防腐处理。不应在雷雨天或空气湿度较大时安装汇流箱。
- 2 设备安装位置、安装高度应符合设计要求。设备支架和固定件应为防腐件。汇流箱安装位置应方便开、关门，以便后期运行维护。无特殊规定时，汇流箱安装空间宜与其他设备（如逆变器）统筹布置。采用竖直安装时其安装空间顶部不宜小于500mm，底部高度不宜小于1500mm，左右侧不宜小于300mm，前侧不宜小于1000mm。
- 3 汇流箱内光伏组件串的电缆接引前，应确认在其始端和终端连接设备已具有明显断开点。严禁DC1500V与DC1000V系统电缆混用。
- 4 汇流箱宜配置遮阳、遮雨板，避免太阳直晒。采用竖向安装时，其垂直方向允许偏差应小于1.5mm；采用水平安装时，其安装倾角不宜小于10°。禁止汇流箱倒置安装。
- 5 安装完成后，确保全部紧固件均紧固到位。
- 6 汇流箱PE排、箱门和外壳的接地均应牢固、可靠。外壳接地线应为黄绿相间多股软铜双色线，其截面积应符合设计要求。
- 7 汇流箱应可靠接地，汇流箱进、出线端与汇流箱接地端应进行绝缘测试，绝缘电阻值应符合设计要求。进、出线端对地绝缘电阻均应不小于1MΩ。
- 8 汇流箱熔断器闭合前应检查确认：光伏组件串的正负极极性和交流相序正确；光伏组件串开路电压应符合设计和厂家技术文件的要求。
- 9 直流汇流箱送电时应先合熔断器，再合断路器；交流汇流箱送电时应先合主断路器，再合分断路器。
- 10 汇流箱应标识、标牌齐全，编号与设计图纸一致，宜在制造厂内出厂前完成标识标牌的丝印。箱内主要元器件应按照设计文件的要求粘贴标识，柜门内侧应粘贴过塑的电气原理图。

5.5 组串式逆变器安装

5.5.1 组串式逆变器安装前应做下列检查：

- 1 开箱前，检查外包装应完好无损。
- 2 开箱检查装箱文件应完整，应至少包括产品（安装）使用说明书、产品合格证、出厂检验记录等，检查箱体应无划伤、破损，应无电缆头掉落。发现缺陷应拍照登记，及时与供应商联系。待产品整改质量合格后再进行安装。
- 3 检查逆变器的型号、规格、参数应正确无误，符合设计要求。
- 4 逆变器支架和预埋件已安装完毕，并经验收合格。

5.5.2 组串式逆变器的安装应符合下列要求：

- 1 不宜安装在塑料板、木板、发热、振动、易燃易爆或有潜在危险的地方，宜安装在保持良好通风的地方。
- 2 逆变器安装位置、安装高度应符合设计要求，安装支架和固定螺栓应为防腐件。无特殊规定时，逆变器安装空间宜与其他设备（如汇流箱、并网箱）统筹布置。采用竖直安装时其安装空间顶部不宜小于500mm，底部高度不宜小于1500mm，左右侧不宜小于300mm，前侧不宜小于1000mm。
- 3 逆变器宜配置遮阳、遮雨板，避免太阳直晒。逆变器宜安装在垂直或向后倾斜的墙上或支架上，但墙体或支架向后倾斜的角度不能超过15°，不应向前倾斜或水平安装。
- 4 逆变器应按照设计图纸进行接线和电缆编号。电缆接引前，应确认在其始端和终端连接设备有明显断开点，逆变器交、直流侧断路器已分断，进出线端对地绝缘电阻均应不小于1MΩ。电缆连接应接触良好，固定可靠。
- 5 逆变器应可靠接地，外壳接地线应为黄绿相间多股软铜双色线，其截面积应符合设计要求。
- 6 逆变器送电前，电缆极性和相序应检查确认无误。送电时，应按产品说明书进行操作。
- 7 逆变器应标识、标牌齐全，编号与设计文件一致，宜在制造厂内出厂前完成标识标牌的丝印。
- 8 逆变器并网前检查、测试项目表应符合本标准附录D的规定。

5.6 控制电源及二次设备安装

5.6.1 直流系统的安装应符合现行国家标准《电气装置安装工程蓄电池施工及验收规范》GB 50172的有关规定。

5.6.2 蓄电池室应采用防爆型灯具、通风电机，室内照明电缆应采用穿管暗敷，室内不应装设开关和插座。通风机的吸风口应靠近顶棚以便于排出氢气，吸风口的上缘至顶棚平面或屋顶的距离应不大于0.1m。

5.6.3 二次设备、盘柜安装及接线除应符合现行国家标准《电气装置安装工程盘、柜及二次回路接线施工及验收规范》GB 50171的有关规定外，还应符合设计要求。

5.6.4 通信、远动、综合自动化、计量等装置的安装应符合设计和产品的技术要求。

5.6.5 安防监控设备的安装应符合现行国家标准《安全防范工程技术标准》GB 50348的有关规定。

5.6.6 监控系统可采用本地监控或远程监控方式，无人值守的光伏发电工程应安装远程实时监控系统。监控布线应采用强电和弱电分离、关联设备之间就近走线的原则，每段通讯线两端应留有一定的余量。

5.7 其它电气设备安装

5.7.1 低压电器设备的安装应符合现行国家标准《电气装置安装工程低压电器施工及验收规范》GB 50254的有关规定。

5.7.2 高压电器设备的安装应符合现行国家标准《电气装置安装工程高压电器施工及验收规范》GB 50147的有关规定。

5.7.3 母线装置的施工应符合现行国家标准《电气装置安装工程母线装置施工及验收规范》GB 50149的有关规定。

5.7.4 电力变压器和互感器的安装应符合现行国家标准《电气装置安装工程电力变压器、油浸电抗器、互感器施工及验收规范》GB 50148的有关规定。

5.7.5 环境监测仪等其他电气设备的安装应符合设计文件及产品的技术要求。监测项目应包括太阳辐射量、气温、风速、风向等。环境监测仪信号应接入光伏监控系统，并应对观测数据进行实时记录。

5.7.6 建筑内部的配电箱不应直接安装在低于B1级（难燃性）的装修材料上。

5.8 电缆及架空线路敷设

5.8.1 电缆线路的施工应符合现行国家标准《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规

范》GB 50168的有关规定，安防综合布线系统的线缆敷设应符合现行国家标准《建筑与建筑群综合布线系统工程设计规范》GB/T 50311的有关规定。

5.8.2 电缆管的内径与穿入电缆外径之比不得小于1.5。

5.8.3 金属电缆支架、桥架及竖井全长均必须有可靠接地。

5.8.4 电缆敷设时，不应使电缆在支架上及地面摩擦拖拉。电缆不得有影响电缆安全运行的机械损伤。

5.8.5 电缆线路应在下列部位装设电缆标示牌：

- 1 电缆终端及电缆接头处。
- 2 电缆管两端人孔及工作井处。
- 3 电缆隧道内转弯处、T形口、十字口、电缆分支处、直线段每隔50m~100m处。

5.8.6 标识牌上应注明电缆线路编号，且应写明电缆型号、规格、起止地点；并联使用的电缆应有顺序号，单芯电缆应有相序或极性标识；标识牌的字迹应清晰不易脱落。

5.8.7 标识牌规格宜统一，标识牌应防腐，固定应牢固。

5.8.8 直埋电缆上下部应铺不小于100mm厚的软土砂层，并应加盖保护板，其覆盖宽度应超过电缆两侧各50mm，保护板可采用混凝土盖板或砖块。软土或砂子中不应有石块或其他硬质杂物。应符合现行国家标准《电气装置安装工程电缆线路施工及验收标准》GB 50168的有关规定。

5.8.9 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。

5.8.10 对爆炸和火灾危险环境、电缆密集场所或可能着火蔓延而酿成严重事故的电缆线路，防火阻燃措施必须符合设计要求。

5.8.11 当电缆穿过建筑物变形缝时，应在穿过处架设阻燃烧材料套管，并应采用阻燃烧材料将套管空隙填塞密实。

5.8.12 电缆穿墙敷设时，应采用防火封堵材料将墙与管道之间的空隙紧密填实。

5.8.13 光伏发电系统所有外露于空气的电缆均为阻燃或耐火材料，所有隐藏的材料燃烧后不得释放有毒有害气体。

5.8.14 架空线路的施工应符合现行国家标准《电气装置安装工程66kV及以下架空电力线路施工及验收规范》GB 50173的有关规定。

5.8.15 直流电缆正负极宜分开敷设，交、直流电缆应分开敷设。

5.8.16 架空线、电缆敷设完毕接入设备前应测试绝缘电阻，绝缘电阻满足规范要求方可接入。电缆绝缘电阻测试项目表应符合本标准附录A的规定。

5.8.17 光伏组件或组件串连接电缆及其输出总电缆必须采用光伏专用直流电缆，还应符合现行标准《光伏（PV）组件安全鉴定第一部分：结构要求》GB/T 20047.1的有关规定。

5.9 防雷与接地

5.9.1 防雷与接地应符合下列要求：

1. 建筑屋面光伏工程防雷接地应满足设计文件的要求，同时还应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB/T 50057、《光伏建筑一体化防雷技术规范》GB 36963和《光伏电站防雷技术要求》GB 32512的有关规定。屋面光伏工程的防雷及接地保护宜与建筑物防雷及接地系统合用，安装光伏工程后不应降低建筑物的防雷保护等级，光伏方阵接地应连续、可靠，接地电阻应小于 4Ω 。

2. 光伏电站接地系统的施工工艺及要求除应满足设计文件的要求外，还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的有关规定。

5.9.2 带边框的光伏组件，其金属边框与金属支架应可靠连接、连续贯通，每组支架与接地系统应采取至少两点连接；不带边框的光伏组件其接地施工应符合设计要求。

5.9.3 屋面接地干线（网）应独立设置。

5.9.4 光伏系统的防雷接地宜与其保护接地、系统接地以及汇流箱、逆变器、电气盘柜、升压变压器等配电设施的接地系统共用同一接地装置。

5.9.5 汇流箱、逆变器、电气盘柜金属门应可靠接地。

5.9.6 接地线、接地极采用焊接工艺时应使用搭接焊缝，其搭接长度应符合下列规定：

- 1 扁钢应为其宽度的2倍且不得少于3个棱边满焊焊接。
- 2 圆钢应为其直径的6倍。
- 3 圆钢与扁钢连接时，其长度应为圆钢直径的6倍。
- 4 扁钢与钢管、扁钢与角钢焊接时，为了连接可靠，除应在其接触部位两侧进行焊接外，并应焊以由钢带完成的弧形（或直角形）卡子或直接由钢带弯成弯成弧形（或直角形）与钢管（或角钢）焊接。

5.9.7 明敷接地线，应在导体的全长度或区间段及每个连接部位附近的表面，涂以15mm~100mm 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。中性线宜涂淡蓝色标识。

5.9.8 在接地线引向建筑物的入口处和在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“≡”。同一接地极不应出现两种不同的标识。

5.9.9 电气装置的接地必须单独与接地母线或接地网相连接，严禁在一条接地线中串联两个及两个以上需要接地的电气装置。

5.9.10 接地电阻检查、测试项目应符合本标准附录F的规定。

6 设备和系统调试

6.1 一般规定

6.1.1 设备和系统调试前，建筑工程应满足下列条件：

- 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。

6.1.2 设备和系统调试前，安装工程满足下列条件：

- 1 按设计文件接线准确、无松动，绝缘良好、标识清晰准确。
- 2 设备外观良好、无损坏。
- 3 安装工程完成并验收合格。

6.1.3 调试方案应经建设单位、监理单位、光伏电站接入用户审核通过。

6.1.4 调试单位应具备相应资质、调试人员应具有相应资格，必须熟悉该项目具体的设计和建设情况，服从总负责人的统一安排，统一管理。

6.1.5 调试用的仪器仪表应检定合格，并在有效期内。

6.1.6 调试作业要求。

- 1 作业期间，严禁非授权人员进入工作区。
- 2 严禁用手直接触摸电气设备以防触电。
- 3 作业期间，授权人员应当穿戴好适当的个人防护用品。
- 4 调试作业应不少于两人，其中一人监护。
- 5 调试人员应严格按照每道工序的调试步骤进行操作，上道工序调试合格后，才能进入下道工序，严禁违章操作。
- 6 调试过程中，电气装置遇到跳闸时，不得强行合闸，应查明其原因，排除故障后方可重新合闸。
- 7 故障排查时，须断电作业，严禁带电作业或采用预约送电时间的方式进行电气调试；必须在电源开关上挂“禁止合闸 有人工作”的标示牌，标示牌的挂、取应由专人负责。

6.2 光伏组件串测试

6.2.1 光伏组件串测试前，安装工程应满足下列条件：

- 1 光伏组件安装工程验收合格。
- 2 通电测试前，其他安装工程均验收合格。
- 3 确认光伏方阵可靠等电位联结，等电位导体可靠接地。
- 4 确认汇流箱（若有）、逆变器的输入、输出侧开关断开，交流配电柜开关断开。

6.2.2 光伏组件串测试条件

- 1 同一光伏组件串的组件生产厂家、型号及技术参数应一致，各光伏组件串极性正确。
- 2 测试宜在辐照度不低于 700 W/m^2 的条件下进行。

6.2.3 光伏组件串极性测试

- 1 光伏组件串极性测试在组件串输出电缆接入汇流箱、或组串式逆变器前进行。
- 2 检查组件串输出电缆的极性并标明正确，确保电缆连接正确。

6.2.4 光伏组件串电缆导体与大地之间的绝缘电阻测试（光伏组件边框接地）

- 1 测试前，断开光伏组件串与汇流箱（若有）、逆变器之间的电气连接。
- 2 测试电压峰值不超过光伏组件串和电缆的额定电压。
- 3 对于DC1000V系统和DC1500V系统，绝缘电阻最小值不小于 $1\text{M}\Omega$ 。测试方法可按现行标准《光伏电站现场组件检测规程》NB/T 32034的规定进行。

6.2.5 光伏组件串一致性测试

- 1 电压一致性测试：在相同测试条件下，同一路MPPT内各分支回路光伏组件串之间的开路电压偏差不应大于2%且不应超过5V。
- 2 电流一致性测试：对同一组串逆变器/汇流箱内各光伏组件串的电流进行检测，相同测试条件下，光伏组件串之间的电流偏差不应超过5%。
- 3 光伏组件串电缆温度应无超温等异常情况。
- 4 在非稳定光照条件下，可采用以下方法：（1）延长测试时间；（2）测试采用多个仪表同时测量。

6.3 汇流箱测试

6.3.1 汇流箱测试前，安装工程应满足下列条件：

- 1 汇流箱安装工程验收合格。
- 2 汇流箱接地端子可靠接地。

6.3.2 一般检查项目

- 1 箱体无破损，结构牢靠，无进水痕迹。
- 2 进、出线端开关或熔断器开合灵活，处于分断位置。
- 3 内部SPD（浪涌保护器）安装正确。
- 4 进、出电线、电缆接线正确且紧固、标识清晰准确。。
- 5 备用的进线孔密封完好。

6.3.3 在进、出线端电缆接线前，用1000kV兆欧表或绝缘电阻测试仪测量汇流箱进线端及出线端与汇流箱接地端子间的绝缘电阻，不小于1MΩ。

6.3.4 汇流箱投运后，确认SPD（浪涌保护器）信号上传、测控数据上传完整、准确。

6.4 组串式逆变器测试

6.4.1 组串式逆变器测试方案应由生产厂家提供。

6.4.2 组串式逆变器测试前，安装工程应满足下列条件：

- 1 组串式逆变器安装工程验收合格。
- 2 组串式逆变器接地端子可靠接地。
- 3 直流侧、交流侧具备送电条件。

6.4.3 送电前检查

- 1 直流侧、交流侧开关（若有）均处于分断位置。
- 2 进、出电线、电缆接线正确且紧固、标识清晰准确。。
- 3 备用的进线孔密封完好。

6.4.4 送电检测

组串式逆变器测试工作按设备用户手册进行，宜在厂家技术人员指导下进行。测试要求如下：

- 1 直流侧状态检测：将逆变器上的直流开关旋至“ON”，通过厂家APP等观测直流侧参数，检查电压、绝缘电阻等信息正常。
- 2 交流侧状态检测：若逆变器与电网之间配有交流开关，闭合该开关，通过厂家APP等观测交流侧参数，检查电压、频率、绝缘电阻等信息正常。
- 3 根据产品要求，初始化保护参数和其他运行信息。
- 4 逆变器在运行状态下，严禁断开无灭弧能力的汇流箱总开关或熔断器。

6.5 二次系统调试

6.5.1 二次系统调试方案应经监理和业主单位审批后方可执行。

6.5.2 二次系统的调试内容主要包括：计算机监控系统、继电保护系统、远动通信系统、电能量信息管理系统、不间断电源系统、二次安防系统等。

6.5.3 计算机监控系统调试应符合下列要求：

- 1 计算机监控系统设备的数量、型号、额定参数应符合设计要求，接地应可靠。
- 2 遥信、遥测、遥控、遥调功能应准确、可靠。
- 3 计算机监控系统防误操作功能应完备可靠。
- 4 计算机监控系统定值调阅、修改和定值组切换功能应正确。
- 5 计算机监控系统主备切换功能应满足技术要求。
- 6 站内所有智能设备的运行状态和参数等信息均应准确反映到监控画面上，对可远方调节和操作的设备，远方操作功能应准确、可靠。

6.5.4 继电保护系统调试应符合下列要求：

- 1 调试时可按照现行行业标准《继电保护和电网安全自动装置检验规程》DL/T 995的有关规定执行。
- 2 继电保护装置单体调试时，应检查开入、开出、采样等元件功能正确，开关在合闸状态下模拟保护动作，开关应跳闸，且保护动作应准确、可靠，动作时间应符合要求。
- 3 继电保护定值应由具备计算资质的单位出具，且应在正式送电前仔细复核。
- 4 继电保护整组调试时，应检查实际继电保护动作逻辑与预设继电保护逻辑策略一致。
- 5 站控层继电保护信息管理系统的站内通信、交互等功能实现应正确，站控层继电保护信息管理系统与远方主站通信、交互等功能实现应正确。
- 6 调试记录应齐全、准确

6.5.5 远动通信系统调试应符合下列要求：

- 1 远动通信装置电源应稳定、可靠。
- 2 站内远动装置至调度方远动装置的信号通道应调试完毕，且稳定、可靠。
- 3 调度方遥信、遥测、遥控、遥调功能应准确、可靠。
- 4 远动系统主备切换功能应满足技术要求。

6.5.6 电能量信息采集系统调试应符合下列要求：

- 1 光伏电站关口计量的主副表，其规格、型号及准确度应符合设计要求，且应通过当地电网计量检测部门的校验，并出具报告。
- 2 光伏电站关口表的电流互感器、电压互感器应通过当地电网计量检测部门的校验，并出具报告。
- 3 光伏电站投入运行前，电能表应由当地电网计量部门施加封条、封印。
- 4 光伏电站的电量信息应能实时、准确地反映到后台监控画面。

6.5.7 不间断电源系统调试应符合下列要求：

- 1 不间断电源的主电源、旁路电源及支路电源间的切换功能应准确、可靠，且异常告警功能应正确。
- 2 计算机监控系统应按时、准确地反映不间断电源的运行数据和状态。

6.5.8 二次系统安全防护调试应符合下列要求：

- 1 二次系统安全防护应主要由站控层物理隔离装置和防火墙构成，应能够实现自动化系统网络安全防护功能。
- 2 二次系统安全防护相关设备运行功能与参数应符合要求。
- 3 二次系统安全防护运行情况应与预设安防策略一致。

6.6 其它电气设备调试

6.6.1 其它电气设备调试应符合现行国家标准《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》GB 50150的有关规定。

6.6.2 无功补偿装置的补偿功能应满足设计文件的有关规定。

6.7 并网测试

6.7.1 并网测试为可选项，当所在地电网有要求时，测试项目和测试方案按照当地电网的要求实施。

6.7.2 并网测试单位应有相应的检测试验资质。测试前应编制测试方案，并经审核、批准。

6.7.3 光伏电站在进行并网测试前，应具备下列条件：

- 1 设备和软件调试完成。
- 2 并网方案和相应的测试方案编制完成并通过审批。
- 3 光伏电站建设单位、设计单位、施工单位以及并网主体设备供应商宜安排相关

工作人员协调配合测试实施。

4 测试气象条件应满足：辐照度大于 $700\text{W}/\text{m}^2$ ，环境温度在 $-10^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ 区间，环境湿度不大于90%。

6.7.4 并网测试内容

光伏电站并网测试项目按照当地电网要求进行。

7 环境保护与水土保持

7.1 一般规定

7.1.1 对地面分布式光伏项目，其建设单位应根据国家和地方政府有关生态环境保护管理要求，编制建设项目环境影响报告表或者填报环境影响登记表，进行环境影响评价并获得批复。

7.1.2 地面分布式光伏工程环境保护措施应以批复的环境影响报告表（登记表）为依据，对建设和运行过程中产生的各项污染物采取防治措施。

7.1.3 地面分布式光伏工程的建设所在地为山区、丘陵等水土易流失区域时，应按国家相关规定编制水土保持方案，并取得相关的批复文件。根据政府的要求、工程实际以及环境特点，制定水土保持措施和对策。

7.1.4 地面分布式光伏工程应采用永临结合、因地制宜的方式，减少施工和设施对环境的影响。

7.2 环保措施

7.2.1 固体废弃物控制应符合下列要求：

- 1 施工中产生的固体废弃物应进行分类存放并及时处理，不应在现场直接焚烧。
- 2 破损或废旧的光伏组件和设备应进行回收处理。
- 3 建筑垃圾应堆放在指定地点，并应及时清运。
- 4 危险固体废弃物应进行收集和专项处置。

7.2.2 粉尘控制应符合下列要求：

- 1 施工现场应采取洒水、清扫等措施，施工道路宜硬化。
- 2 水泥等细颗粒建筑材料应采取覆盖或密闭存放。
- 3 混凝土、砂浆搅拌站应设置围挡、采取洒水降尘等措施。

7.2.3 噪声控制应符合下列要求：

- 1 噪声防治设计应符合现行国家标准《声环境质量标准》GB 3096的有关规定。
- 2 对逆变器及其他输变电设备产生的噪声应从声源上进行控制，采取隔声、消声、吸声等控制措施。
- 3 对施工阶段噪声的检测和控制应符合现行国家标准《建筑施工场界环境噪声排放标准》GB 12523的有关规定。

7.2.4 施工废液的控制应符合下列要求：

- 1 生活污水和施工废水应通过处理后达标排放，不得直接外排。
- 2 施工中产生的危废品（废油、废液）应排入专门存放危废品的容器内由具备危废品回收资质的单位进行回收处理。

7.3 地面分布式光伏工程施工水土保持

7.3.1 地面分布式光伏工程施工中的水土保持应符合下列要求：

- 1 宜因地制宜随地势而建，不宜进行大面积土方平衡和场地平整而破坏自然植被。
- 2 施工临时办公室、钢筋加工场和搅拌站等临建设施应尽量紧凑布置，同时减少硬化地面的面积，停车场、广场宜选用水泥砖等小面积硬化块作为路面铺设物。
- 3 光伏电站场地排水及道路排水宜采用自然排水。

7.3.2 施工后的绿化应符合下列要求：

- 1 原始地貌植被较好的情况下，尽量恢复原始植被。
- 2 原始地貌植被覆盖情况不好的光伏电站内道路边栽种绿化树，场地中间人工种草。

7.3.3 施工区域外的水土保持应符合下列要求：

- 1 临时弃土区应采用覆盖和围挡。
- 2 永久弃土区应恢复与周边相近的植被覆盖。
- 3 处于风沙较大地区的光伏电站周边应栽种树木。
- 4 处于植被较好区域的光伏电站周边应恢复原始植被。

8 消防

8.1 一般规定

8.1.1 分布式光伏的消防工程施工单位应具备施工资质，项目负责人及其主要的技术负责人应具备相应的管理或技术等级资格。

8.1.2 消防工程施工应按照审查通过的消防设计施工图纸进行施工。

8.1.3 生产生活区域应备有必要的消防设施、消防器材和消防防护装备，并按规定使用和存放，定期检验确保随时可用。

8.1.4 生产生活区域的消防通道应保持畅通。

8.1.5 分布式光伏系统安装应避免爆炸危险场所。

8.1.6 分布式光伏系统不得影响建筑之间的防火间距及消防疏散通道。

8.2 消防设施

8.2.1 配置了自动灭火系统的光伏电站，自动灭火系统应按照相关设计文件和工艺要求施工，喷头的安装要注意与装修的协调，同时注意施工后的成品保护。

8.2.2 分布式光伏系统设置的火灾自动报警系统施工应按照现行国家标准《火灾自动报警系统施工及验收标准》GB 50166的有关规定执行。

8.2.3 灭火器的设置应满足设计要求，并符合现行国家标准《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140的有关规定。

9 劳动安全与职业健康

9.1 一般规定

9.1.1 分布式光伏工程建设的劳动安全与职业健康设计应结合工程情况，积极采用先进、可靠、经济的技术措施和设施。

9.1.2 项目现场作业人员应熟练掌握触电、窒息急救法和心肺复苏法等，熟悉有关烧伤、烫伤、外伤、气体中毒等急救常识，学会正确使用消防器材、安全工器具。

9.2 安全文明施工

9.2.1 分布式光伏工程应综合考虑工程现场自然条件和施工环境，结合施工现场情况制定安全防范措施。

9.2.2 对易发生事故和易危及人身安全的场所应设置专用进出通道、安全标志或涂安全色，安全标志或安全色应符合现行国家标准《安全色》GB 2893、《安全标志》GB 2894的有关规定。

9.2.3 建筑物间的安全距离、各建筑物内的安全疏散通道及各建筑物进、出交通道路布置应符合防火间距、消防通道、疏散通道等要求。

9.2.4 施工人员应依据工作内容佩戴相应的安全防护用品和劳动防护用品。

9.2.5 平台及走道的临空临边处、吊装孔、洞应设防护栏杆或盖板。楼梯、平台均应采取防滑措施。需登高检查、维修及更换光伏设备处应设操作平台或扶梯。屋面出入口处，应悬挂安全通道示意图，并做好安全通道指示牌。

9.2.6 危险性较大的分部分项工程等施工时应编写专项施工方案，编制、审批手续符合相关规范规定，超过一定规模的危险性较大的分部分项工程应组织专家进行论证。

9.2.7 雷雨、高温、五级以上大风等恶劣天气不宜进行户外作业。

9.2.8 六级及以上大风、大雨、大雪、浓雾等恶劣气候应停止起吊作业和高处作业。

9.2.9 雨雪天气后，应对高处作业安全设施进行检查，当发现有松动、变形、损坏或脱落等现象时，应立即修理完善，维修合格后方可使用。

9.2.10 安全设施、安全工器具和劳动防护用品等应检验合格且符合国家或行业标准的规定，安全工器具和劳动防护用品在每次使用前应检查确认合格、齐备。

9.2.11 设备运输应根据设备厂家的要求，采取运输加固措施，配备相应的运输装卸工具。

- 9.2.12** 施工高空作业防护措施设计，应符合现行标准《高处作业分级》GB/T 3608的有关规定。高空作业防护措施施工、检修操作应符合现行标准《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80的有关规定。
- 9.2.13** 分布式光伏工程的防电气伤害设计应符合现行国家标准《建筑物电气装置安全防护和电击保护》GB 16895.21的有关规定。
- 9.2.14** 冬季室外作业应采取个人的防护措施，减少低温环境下的作业时间。
- 9.2.15** 主要疏散通道、楼梯间、消防电梯及安全出口处应设置应急照明及应急疏散指示标志。
- 9.2.16** 屋面安装及检修分布式光伏系统时应使用专用通道，且通道畅通；临空面应装设安全网或防护栏杆等防护措施。
- 9.2.17** 分布式光伏系统的设备周围不得堆积易燃易爆物品，设备应具备通风散热条件，设备上的灰尘和污物应及时进行清理。
- 9.2.18** 分布式光伏系统的主要部件上的各种警示标识应醒目完整，设备的接线孔处应采取防止蛇、鼠等小动物进入设备内部的有效措施。
- 9.2.19** 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，各施工项目作业时严格按照现行行业标准《电力建设安全工作规程》DL 5009的有关规定执行。

9.3 职业健康管理

- 9.3.1** 进入施工现场的各级人员应在有资质的医疗机构进行体检合格。对于患有疾病不宜从事有关现场作业的人员，不应进入现场从事相关工作。
- 9.3.2** 对噪声控制、粉尘污染防治、固体废弃物管理、水污染防治管理等，应制订有效的措施，并组织实施。
- 9.3.3** 施工区、办公区和生活区等场所应有良好的工作、生活条件。
- 9.3.4** 施工单位应加强食品卫生的管理，并应制定食堂管理制度，食堂工作人员体检合格。

9.4 登高作业

- 9.4.1** 运维爬梯设计和安装必须规范，爬梯应为耐腐蚀材料或经防腐处理；爬梯的制造和安装应确保爬梯及其所有部件的表面无锐边、尖角、毛刺；爬梯不应对使用者造成伤害或妨碍其通过的外部缺陷；安装后的爬梯不应出现歪斜、扭曲、变形等其它缺

陷。

9.4.2 运维爬梯入口应贴“非作业人员禁止攀登”类似警示标识，必要时可封锁爬梯入口。

9.4.3 在室外安装的爬梯应有可靠的防雷接地。

9.4.4 高处作业者应佩戴好安全帽并系好安全带；安全带应检验合格，安全带的挂钩或绳子应挂在结实牢固的构件上，使用时严禁低挂高用。

9.4.5 高处作业应一律使用工具袋，禁止将工具及材料上下投掷。

9.4.6 上下爬梯时，应采用双手攀登，不应单手攀登或手提物品攀登。

9.4.7 禁止登在不坚固的结构上（如石棉瓦、彩钢板屋顶）进行工作。

9.5 电气安全

9.5.1 电气安装人员必须持有效的电工证，上岗配备电工专用防护用品。

9.5.2 应按照设备安装手册要求，准备符合要求的安装工具，2人及以上1组做好互检。

9.5.3 临时用电电源箱，现场应悬挂警示标牌，配备干粉灭火器，标明用电事项、作业区域、用电周期和现场负责人联系方式，并实行一日一检。

9.5.4 6kV及以上开关设备应加装五防闭锁装置。

9.5.5 配电室应设防治蛇、鼠等小动物进入的措施。

9.5.6 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示其状态，并在使用前进行确认。施工用电线路布线应合理、安全、可靠。

9.5.7 施工临时用电应符合现行标准《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46的规定。

9.6 应急处置

9.6.1 施工前，应根据项目特点编制防触电、防火灾、防高空坠落等现场应急处置方案（应急处置卡），现场应急处置方案（应急处置卡）应张贴在现场。

9.6.2 现场应急处置方案（应急处置卡）的编制应包括应急组织分工和职责、事故风险描述、应急处置程序、现场应急处置措施、报警负责人和报警电话及相关应急救援单位联系方式、救援路线、人员自救互救和防护及应急装备使用注意事项。

9.6.3 所有施工人员应进行应急救援培训，并进行演练，演练结束后应进行总结评

估。

9.6.4 施工人员发现直接危及人身安全的紧急情况时，有权停止作业或在立即采取科学有效处置措施后撤离作业场所，同时报告本项目负责人

10 工程验收与移交

10.0.1 分布式光伏工程的验收应符合《分布式光伏工程验收标准》（DB43/TXXX）的有关规定。

10.0.2 电缆检查、绝缘电阻测试项目表见附录 A。

10.0.3 直流汇流箱并网前检查、测试项目表见附录 B。

10.0.4 交流汇流箱并网前检查、测试项目表见附录 C。

10.0.5 组串式逆变器并网前检查、测试项目表见附录 D。

10.0.6 光伏并网柜或光伏并网箱检查、测试项目表见附录 E。

10.0.7 接地电阻检查、测试项目表见附录 F。

10.0.8 户用光伏工程交直流电缆选用推荐表见附录 G。

10.0.9 户用光伏工程逆变器并网前检查、测试项目表见附录 H。

10.0.10 户用光伏工程光伏并网箱检查、测试项目表见附录 J。

10.0.11 中间交接验收签证书见附录 K。

10.0.12 分布式光伏工程的中间交接验收应符合下列规定：

- 1 光伏工程中间交接项目可包含：高低压盘柜基础、逆变器基础、支架基础、设备基础二次灌浆等。
- 2 土建交付安装项目时，应由土建专业填写“中间交接验收签证书”，并提供相关资料,交安装专业查验。中间交接验收签证书可按本标准附录J的格式填写。
- 3 中间交接项目应通过质量验收，对不符合移交条件的项目，移交单位负责整改合格。

附录 A 电缆检查、绝缘电阻测试项目表

项目名称				测试时间					
测试人员				电缆厂家					
检查步骤	检查项目	技术要求及测试内容						自检结果评价	
1	电缆型号、规格、电压等级	设备型号、规格、电压等级等是否符合设计要求						☐ 正常 ☐ 异常	
	电缆敷设情况检查	电缆敷设路径正确、敷设方式符合设计要求，电缆保护管及桥架无毛刺和尖锐棱角等易损伤电缆的情况						☐ 正常 ☐ 异常	
	电缆外观情况检查	电缆外观完好无损，铠装无锈蚀、无机械损伤，无显皱折和扭曲现象						☐ 正常 ☐ 异常	
2	直流电缆正、负极对地，正负极间绝缘电阻测试	电缆编号	正极对地		负极对地		正负极间		
		第1路					☐ 正常 ☐ 异常		
		第...路					☐ 正常 ☐ 异常		
3	交流电缆绝缘电阻测试	电缆编号	A对B	A对C	B对C	A对地	B对地	C对地	
		第1路							☐ 正常 ☐ 异常
		第...路							☐ 正常 ☐ 异常
4	测试结论：								
	评定组织	评定结论			签名			日期	
	施工单位								
	监理单位								
	建设单位								

附录 B 直流汇流箱并网前检查、测试项目表

项目名称				设备名称	直流汇流箱
测试人员				设备编号	
测试时间				设备厂家	
检查步骤	检查项目	技术要求及测试内容			自检结果评价
1	设备型号、规格、铭牌	设备型号、规格、铭牌参数是否符合设计要求			☐ 正常 ☐ 异常
	设备安装情况检查	设备安装应牢固可靠，柜门开启方便			☐ 正常 ☐ 异常
	连接线情况检查	连接线具有明确标识，接线牢固可靠，无松动，柜门接地连接可靠			☐ 正常 ☐ 异常
2	光伏组件串 开路电压测量	第1路		☐ 正常 ☐ 异常	
		第2路		☐ 正常 ☐ 异常	
		第3路		☐ 正常 ☐ 异常	
		第4路		☐ 正常 ☐ 异常	
		第5路		☐ 正常 ☐ 异常	
		第6路		☐ 正常 ☐ 异常	
		第...路		☐ 正常 ☐ 异常	
3	汇流箱输出侧 正、负极开路电压测量	正负极间		☐ 正常 ☐ 异常	
4	汇流箱内绝缘电阻测试	正极对地			
		负极对地			
		正负间			
5	测试结论:				
	评定组织	评定结论	签名	日期	
	施工单位				
	监理单位				
	建设单位				

附录 C 交流汇流箱并网前检查、测试项目表

项目名称				设备名称	交流汇流箱
测试人员				设备编号	
测试时间				设备厂家	
检查步骤	检查项目	技术要求及测试内容			自检结果评价
1	设备型号、规格、铭牌	设备型号、规格、铭牌参数是否符合设计要求			☐ 正常 ☐ 异常
	设备安装情况检查	设备安装应牢固可靠,柜门开启方便			☐ 正常 ☐ 异常
	连接线情况检查	连接线具有明确标识,接线牢固可靠,无松动,柜门接地连接可靠			☐ 正常 ☐ 异常
2	汇流箱内绝缘电阻测试	A相对地		☐ 正常 ☐ 异常	
		B相对地			
		C相对地			
		A相对B相			
		B相对C相			
3	汇流箱交流相序的校验	汇流箱交流相序是否测试正常			☐ 正常 ☐ 异常
		测试结论:			
4	评定组织	评定结论	签名	日期	
	施工单位				
	监理单位				
	建设单位				

附录 D 组串式逆变器并网前检查、测试项目表

项目名称				设备名称	组串式逆变器
测试人员				设备编号	
测试时间				设备厂家	
设备出厂序列号				通讯模块序列号	
检查步骤	检查项目	技术要求及测试内容			自检结果评价
1	设备外观检查	设备是否破损、变形、其他异常			☐ 正常 ☐ 异常
	连接线情况检查	检查逆变器输入输出线是否连接好；连接线具有明确标识，接线牢固可靠，无松动，外壳接地连接可靠			☐ 正常 ☐ 异常
2	光伏组件串开路电压测量	第1路		☐ 正常 ☐ 异常	
		第2路		☐ 正常 ☐ 异常	
		第3路		☐ 正常 ☐ 异常	
		第4路		☐ 正常 ☐ 异常	
		第5路		☐ 正常 ☐ 异常	
		第6路		☐ 正常 ☐ 异常	
3	逆变器交流相序的校验	交流接线相序是否正常			☐ 正常 ☐ 异常
		A相对地		☐ 正常 ☐ 异常	
		B相对地		☐ 正常 ☐ 异常	
		C相对地		☐ 正常 ☐ 异常	
		A相对C相		☐ 正常 ☐ 异常	
		B相对C相		☐ 正常 ☐ 异常	
4	逆变器绝缘电阻测试	A相对B相		☐ 正常 ☐ 异常	
		通讯方式	☐ RS485 ☐ GPRS模块	☐ 通讯正常 ☐ 通讯异常	
		通讯地址	是否已按要求设置逆变器的远程通讯地址	☐ 正常 ☐ 异常	
		6	逆变器手动、自动开关机是否正常	☐ 正常 ☐ 异常	
		7	检查逆变器是否具备防孤岛保护功能	☐ 具备 ☐ 不具备	
		8	测试结论：		
评定组织	评定结论		签名	日期	
施工单位					
监理单位					
建设单位					

附录 E 光伏并网柜或光伏并网箱检查、测试项目表

工程名称		设备名称	光伏并网柜	
测试人员		设备编号		
测试时间		设备厂家		
检查步骤	检查内容	技术要求及测试内容		自检结果评价
1	设备安装和固定情况检查	设备安装应牢固可靠，柜门开启方便，通电之前测试断路器、刀闸开合正常，并断开		☐ 正常 ☐ 异常
	连接线情况检查	连接线具有明确标识，接线牢固可靠，无松动，柜门接地连接可靠		☐ 正常 ☐ 异常
2	合闸前测量电网输入端的电压	电网电压值应在逆变器允许电压范围内		☐ 正常 ☐ 异常
		电网侧线电压测量 (V)	电网侧相电压测量 (V)	
		U _{ab}	U _{an}	
		U _{bc}	U _{bn}	
	U _{ca}	U _{cn}		
3	并网运行时记录工作数据	输出侧相电压测量 (V)	输出侧相电流测量 (A)	☐ 正常 ☐ 异常
		U _{an}	A	
		U _{bn}	B	
		U _{cn}	C	
		1#进线相电流 (A)	2#进线相电流 (A)	
		A	A	
		B	B	
C	C			
4	断路器失压脱扣检查	并网断路器电网失压脱扣动作时间满足要求		☐ 正常 ☐ 异常
5	测试结论:			
	评定组织	评定结论	签名	日期
	施工单位			
	监理单位			
	建设单位			

附录 F 接地电阻检查、测试项目表

工程名称				测试内容	
测试人员				测试时间	
检查步骤	检查内容	技术要求及测试内容			自检结果评价
1	接地连接线情况检查	连接线具有明确标识，接线牢固可靠，无松动			☐ 正常 ☐ 异常
	连接线施工检查	接地材料规格、搭接面满足规范要求，焊接位置已做防腐处理			☐ 正常 ☐ 异常
2	接地电阻测试值	测试部位	接地性质	实测电阻值	☐ 合格 ☐ 不合格
		光伏组件	保护接地		☐ 合格 ☐ 不合格
		逆变器	保护接地		☐ 合格 ☐ 不合格
		并网柜/并网箱	保护接地		☐ 合格 ☐ 不合格
		交、直流汇流箱	保护接地		☐ 合格 ☐ 不合格
		光伏系统	防雷接地		☐ 合格 ☐ 不合格
5	测试结论：				
	评定组织	评定结论		签名	日期
	施工单位				
	监理单位				
	建设单位				

附录 G 户用光伏工程交直流电缆选用推荐表

逆变器类型	逆变器规格 (kW)	直流电缆 (mm ²)	交流电缆 (mm ²)
单相	5	1×4	3×6
	6	1×4	3×6
	7	1×4	3×10
	8	1×4	3×10
三相	10	1×4	5×10
	11	1×4	5×10
	12	1×4	5×10
	13	1×4	5×10
	15	1×4	5×10
	17	1×4	5×10
	20	1×4	5×10
	25	1×4	5×10
	30	1×4	5×10
	36	1×4	5×16
	40	1×4	5×16
	45	1×4	5×16
	50	1×4	5×16
备注	<p>1、直流电缆应采用国标 PV1-F 1×4mm² 光伏专用镀锡铜丝线缆，电压等级：0.6/1kV。 2、三芯电缆为红、蓝、黄绿双色，五芯电缆为红，黄，绿，蓝，黄绿双色。 3、项目中尽量避免逆变器到并网点的电缆距离大于50m, 大于50m的应增大电缆规格。 4、项目中存在多个逆变器时，可将逆变器进行汇流后，选择线径较大的线缆。</p>		

附录 H 户用光伏工程逆变器并网前检查、测试项目表

项目名称				设备名称	组串式逆变器	
测试人员				设备编号		
测试时间				设备厂家		
设备出厂序列号				通讯模块序列号		
检查步骤	检查项目	技术要求及测试内容			自检结果评价	
1	设备外观检查	设备是否破损、变形、其他异常			☐ 正常 ☐ 异常	
	连接线情况检查	检查逆变器输入输出线是否连接好；连接线具有明确标识，接线牢固可靠，无松动			☐ 正常 ☐ 异常	
	设备接地阻值检查	设备外壳可靠接地，接地电阻 $<4\Omega$			☐ 正常 ☐ 异常	
2	光伏组件串输入开路电压测量	第1路			☐ 正常 ☐ 异常	
		第2路				
		第3路				
		第4路				
3	逆变器直流电缆绝缘电阻测试	回路编号	正对地	负对地	正负极间	
		第1路				☐ 正常 ☐ 异常
		第2路				☐ 正常 ☐ 异常
		第3路				☐ 正常 ☐ 异常
		第4路				☐ 正常 ☐ 异常
4	逆变器交流电缆绝缘电阻测试	A相对地			☐ 正常 ☐ 异常	
		B相对地			☐ 正常 ☐ 异常	
		C相对地			☐ 正常 ☐ 异常	
		A相对C相			☐ 正常 ☐ 异常	
		B相对C相			☐ 正常 ☐ 异常	
		A相对B相			☐ 正常 ☐ 异常	
5	逆变器通讯是否正常	通讯方式	☐ RS485 ☐ GPRS模块		☐ 通讯正常 ☐ 通讯异常	
		远程访问	手机APP访问逆变器相关数据是否正常		☐ 正常 ☐ 异常	
6	逆变器手动开关机是否正常	☐ 正常 ☐ 异常				
7	测试结论：					
	评定组织	评定结论	签名	日期		
	施工单位					
	监理单位					
	建设单位					

附录 J 户用光伏工程并网箱检查、测试记录表

工程名称		设备名称	光伏并网箱			
测试人员		设备编号				
测试时间		设备厂家				
检查步骤	检查内容	技术要求及测试内容		自检结果评价		
1	设备安装和固定情况检查	设备安装应牢固可靠，柜门开启方便，通电之前测试断路器、刀闸开合正常，并断开		☐ 正常 ☐ 异常		
	连接线情况检查	连接线具有明确标识，接线牢固可靠，无松动，柜门接地连接可靠		☐ 正常 ☐ 异常		
	设备接地阻值检查	设备外壳可靠接地，接地电阻 $<4\Omega$		☐ 正常 ☐ 异常		
2	合闸前测量电网输入端的电压	电网电压值应在逆变器允许电压范围内		☐ 正常 ☐ 异常		
		电网侧线电压测量 (V)			电网侧相电压测量 (V)	
		U_{ab}			U_{an}	
		U_{bc}			U_{bn}	
	U_{ca}		U_{cn}			
3	并网运行时记录工作数据	输出侧相电压测量 (V)		输出侧相电流测量 (A)		
		U_{an}		A		
		U_{bn}		B		
		U_{cn}		C		
4	检查逆变器发电是否正常	手机APP和逆变器本地查看发电是否正常		☐ 正常 ☐ 异常		
5	测试结论:					
	评定组织	评定结论	签名	日期		
	施工单位					
	监理单位					
	建设单位					

附录 K 中间交接验收签证书

编号：

表码：

工程名称			
<p>我单位施工的_____已具备_____条件，请检查接收。</p> <p>以下项目我方承诺在 年 月 日完成。</p>			
交付单位		代表签名/日期	
接收单位		代表签名/日期	
监理/业主		代表签名/日期	

注：参与交接的各方各执复印件一份，原件组织单位保存。

本标准用词说明

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词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正确情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 安全色 GB 2893
- 安全标志 GB 2894
- 声环境质量标准 GB 3096
- 高处作业分级 GB/T 3608
- 混凝土外加剂 GB 8076
- 建筑施工场界环境噪声排放标准 GB 12523
- 建筑物电气装置安全防护和电击保护 GB 16895.21
- 光伏（PV）组件安全鉴定第一部分：结构要求 GB/T 20047.1
- 生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则 GB/T 29639
- 工程测量标准 GB 50026
- 建筑物防雷设计规范 GB/T 50057
- 光伏建筑一体化防雷技术规范 GB 36963
- 光伏电站防雷技术要求 GB 32512
- 混凝土强度检验评定标准 GB 50107
- 混凝土外加剂应用技术规范 GB 50119
- 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
- 电气装置安装工程电力变压器、油浸电抗器、互感器施工及验收规范 GB 50148
- 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
- 火灾自动报警系统施工及验收标准 GB 50166
- 电气装置安装工程电缆线路施工及验收标准 GB 50168
- 电气装置安装工程接地装置施工及验收规范 GB 50169
- 电气装置安装工程盘、柜及二次回路接线施工及验收规范 GB 50171
- 电气装置安装工程蓄电池施工及验收规范 GB 50172
- 电气装置安装工程66kV及以下架空电力线路施工及验收规范 GB 50173
- 建筑地基基础工程施工质量验收标准 GB 50202
- 砌体结构工程施工质量验收规范 GB 50203

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
屋面工程质量验收规范 GB 50207
建筑地面工程施工质量验收规范 GB 50209
建筑装饰装修工程质量验收标准 GB 50210
通风与空调工程施工质量验收规范 GB 50243
电气装置安装工程低压电器施工及验收规范 GB 50254
城市工程管线综合规划规范 GB50289
建筑与建筑群综合布线系统工程设计规范 GB/T 50311
8安全防范工程技术标准 GB 5034
混凝土结构工程施工规范 GB 50666
建筑与市政地基基础通用规范 GB 55003
混凝土结构通用规范 GB 55008
施工脚手架通用规范 GB 55023
光伏发电工程组件及支架安装质量评定标准 NB/T 10320
光伏电站支架技术要求 NB/T 10642
光伏电站现场组件检测规程 NB/T 32034
电力建设安全工作规程 DL 5009
继电保护和电网安全自动装置检验规程 DL/T 995
施工现场临时用电安全技术规范 JGJ 46
建筑施工高处作业安全技术规范 JGJ 80
建筑桩基技术规范 JGJ 94
建筑基坑支护技术规程 JGJ 120
建筑施工模板安全技术规范 JGJ 162
建筑工程冬期施工规程 JGJ/T 104
分布式光伏工程验收标准 DB43/TXXX

湖南省工程建设地方标准

分布式光伏工程施工标准

DB43/TXXXX-2022

条文说明

制定说明

根据湖南省住房和城乡建设厅《关于公布 2022 年湖南省工程建设地方标准制（修）订计划项目的通知》（湘建科函【2022】40 号）文件要求，制定了本标准。

本标准制定过程中，编制组进行了广泛、深入的调查研究，总结了湖南省在分布式光伏工程建设中的实践经验，在满足国家及行业现行规程、规范的前提下，同时参考了国内先进技术方法、技术标准。为便于广大设计、施工、验收、科研、学校等有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《分布式光伏工程施工标准》编写组按章、节、条顺序编制了条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握本标准内容和规定的参考。

目 次

1 总则	53
3 基本规定	54
4 土建工程	56
4.1 一般规定	56
4.2 土方工程	56
4.3 支架基础	57
4.4 场地及地下设施	57
4.5 建（构）筑物	58
5 安装工程	59
5.1 一般规定	59
5.2 支架安装	59
5.3 光伏组件安装	60
5.4 交、直流汇流箱安装	60
5.5 组串式逆变器安装	61
5.6 控制电源及二次设备安装	61
5.8 电缆及架空线路敷设	61
5.9 防雷与接地	62
6 设备和系统调试	63
6.1 一般规定	63
6.2 光伏组件串测试	63
6.3 汇流箱测试	64
6.4 组串式逆变器测试	64
6.5 二次系统调试	64
6.6 其它电气设备调试	65
6.7 并网测试	65

1 总则

1.0.2 本标准适用于电压等级35kV及以下且单点并网装机容量小于6MW的新建、改建、扩建分布式光伏工程。

3 基本规定

3.0.1 开工前应具备的条件：

2 施工单位的资质符合现行管理规定。

1) 取得一级《承装（修、试）电力设施许可证》，可以从事所有电压等级电力设施的安装、维修或者试验活动。

2) 取得二级《承装（修、试）电力设施许可证》，可以从事330kV及以下电压等级电力设施的安装、维修或者试验活动。

3) 取得三级《承装（修、试）电力设施许可证》，可以从事110kV及以下电压等级电力设施的安装、维修或者试验活动。

4) 取得四级《承装（修、试）电力设施许可证》，可以从事35kV及以下电压等级电力设施的安装、维修或者试验活动。

5) 取得五级《承装（修、试）电力设施许可证》，可以从事10kV及以下电压等级电力设施的安装、维修或者试验活动。

8 合法移交施工的条件包括产权明晰、屋顶租赁协议、合同能源管理协议、项目备案文件、屋顶承载力复核报告合格文件、电网接入批复意见、设计图纸已出会审已技术交底等。

9 分布式光伏项目施工组织设计或施工方案需向建设单位或监理单位报审；户用分布式光伏项目施工组织设计或施工方案需编辑好备查。

3.0.4 安全培训由施工单位组织，并准备试卷进行安全考试，考试成绩应合格。

3.0.6 进场原材料跟踪记录台账主要指砂、石、水泥、钢筋等，其内容应包含进场时间、数量、型号、名称、使用去向（包括领用人、领用时间、领用数量等）。

3.0.9 隐蔽工程应经验收合格后才能隐蔽。隐蔽工程的验收应符合下列规定：

1 隐蔽工程隐蔽前，施工单位应根据工程质量评定验收标准进行自检，自检合格后向监理单位提出验收申请。

2 监理工程师应在约定的时间组织相关人员与施工单位共同进行检查验收。如验收合格，监理工程师应在验收记录上签字，施工单位可以进行工程隐蔽和继续下一工序的施工；验收不合格，施工单位应在监理工程师限定的期限内完成整改，整改后重新申请验收。

3 隐蔽工程验收签证单应按照现行标准《电力建设施工质量验收规程》DL/T 5210和《电气装置安装工程质量检验及评定规程》DL/T 5161.1~17有关规定的格式进行填写。

4 土建工程

4.1 一般规定

- 4.1.1** 本条对测量放线工作提出要求，针对光伏发电系统对安装定位基准校核和测量时的风力情况做了要求。
- 4.1.2** 基坑工程按照国家和行业标准要求。
- 4.1.3** 模板工程应符合国家和行业标准要求，并保证承载满足能力要求。
- 4.1.4** 混凝土配合比应满足国家标准要求。
- 4.1.5** 对混凝土养护应按施工方案采取措施并符合相关国家和行业标准要求。
- 4.1.6** 混凝土冬期施工应符合现行标准《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104要求。
- 4.1.7** 对有沉降观测要求的建（构）筑物，为了保证建（构）筑物的正常使用寿命和建（构）筑物的安全性，并为以后提供可靠的资料及相应的沉降参数，要求做好沉降观测记录。
- 4.1.8** 本条对屋面施工的防水处理做了要求。
- 4.1.9** 本条要求屋面光伏支架基础施工前应对屋面杂物、破损度、防水等外观进行检查，并要求施工单位、建设单位及原建筑物产权方或其授权人签字确认。
- 4.1.10** 本条对金属屋面安装光伏发电系统提出要求。

4.2 土方工程

- 4.2.1** 本条规定土方工程施工应符合国家和行业标准要求。
- 4.2.2** 施工之前先建立整个施工现场的高程控制网及平面控制网，便于以后分区（方阵）进行测量放线。高程控制点与平面控制点定期复测是为了保证控制网的准确度，避免在施工过程中由于外界因素引起控制桩偏移而造成一系列的测量偏差。
- 4.2.3** 为了便于地下管线以及其他已有地下基础设施的保护，防止因开挖造成破坏，施工之前需要对地下设施做好标志，开挖时采取避让、移位等保护措施。
- 4.2.4** 由于光伏电站中支架基础的埋深都不是很深，采用通长开挖方式时，则土方工程量比较大。所以为了便于回填工作，在保证基坑安全的前提下回填土宜堆放在基坑两边。

4.2.5 支架基础土方回填分层夯实可以避免因沉降而造成的凹凸不平，防止不均匀沉降造成支架变形、基础倾斜裂开、组件隐裂等情况。对土方回填有密实度要求的，现场进行回填土试验来检测压实系数。

4.3 支架基础

4.3.1 支架基础施工是光伏工程施工工程量最大、工序重复性最强的施工环节。为了满足安装支架的要求,支架基础混凝土浇筑之前需要检查轴线、标高，确保混凝土基础的施工质量。对于存在漏筋、孔洞等严重质量缺陷的支架基础需要经过相关方确认后进行处理。为了防止预埋件的锈蚀，预埋件上表面需要进行防锈处理。为了防止回填土破坏柱头，支架基础拆模后不能立即进行土方回填，可以采用塑料薄膜包裹养护。为了避免出现因在埋件上焊接产生的高温膨胀而造成混凝土柱头裂纹及荷载能力，混凝土强度达到70%以后才能进行上部支架安装。支架基础的混凝土施工应根据与施工方式相一致的且便于控制施工质量的原则，按工作班次及施工段划分为若干检验批。检验批的划分可根据以上原则灵活处理。

4.3.2 本条对采用桩式支架基础的施工提出要求。桩式基础在进场后和施工前的外观质量检查能够避免一些断桩、裂桩在工程中使用。压（打、旋）式桩施工中应保证桩体的垂直度与压入深度，倾斜的桩体承载力以及抗倾覆性会严重降低。对灌注桩施工的全过程进行检验是为了更好地控制施工质量。对于成品桩式基础的强度和承载力检测宜分区域进行抽检，主要是因为光伏工程中支架基础的数量巨大，且其大多入地深度较浅，只要在施工中控制好质量，其强度和承载力应该能够满足设计和使用要求，故成品桩式基础的抽检不宜完全按照现行国家标准《建筑地基 基础工程施工质量验收规范》GB 50202中的检测比例和方法进行，现场可根据实际情况以抽查的方式对桩式基础进行小应变检测。

4.3.3 本条规定在屋面上施工支架基础应遵守的原则。在进行屋面支架基础施工时应保证建筑物主体结构安全，应按照图纸要求与建筑物进行连接，不损害原建筑物主体结构及防水层。对于已经破坏的原建筑物防水的修复应该做到保证建筑物防水性能良好。

4.3.4 本条对施工的支架基础及预埋件的允许偏差提出了具体要求。

4.4 场地及地下设施

4.4.1 本条规定道路施工宜采用永临结合方式，这既有利于工程施工，又节省工程造价和时间。

4.4.2 本条对道路工程施工质量提出要求。

4.4.3 本条强调电缆沟道在施工中应做好各项防水和排水措施，以免电缆沟道出现积水而造成安全事故。

4.4.4 本条对场区给排水管道的施工提出了要求。

4.4.5 本条对场区雨水井口的施工提出了要求。

4.4.6 本条对给排水管道与其他管线交叉敷设时的最小垂直净距提出了要求。

4.5 建（构）筑物

4.5.1-4.5.7 这七条规定了建（构）筑物的在各施工环节上，除应满足设计要求外，还应符合国家和行业有关标准。

5 安装工程

5.1 一般规定

5.1.1 设备的运输与保管应符合下列规定：

3 屋面、楼面的堆积物料过于集中、甚至超过屋面、楼面的承重荷载时，极易引发安全事故，施工方案中必须采取有利措施加以控制。对于光伏组件在屋面分散后，还应及时固定，避免大风等恶劣天气引起吹翻掉落事故。

5.1.2 设备安装应符合下列要求：

1 提前根据图纸复核屋面空间尺寸、屋面遮蔽物位置及高度等情况是否满足设计要求非常重要，当不一致时应及时调整设计后再施工。

3 标识、标牌现场制作时宜采用喷塑材料，主要是考虑与光伏电站的使用寿命相匹配。

5 鼓励直流电缆正负极分开敷设主要是减少正负极短路时的可能性。交、直流电缆分开敷设是减少短路故障时的影响面。

6 跨越建筑物变形缝（伸缩缝、沉降缝等）安装时易引起光伏组件隐裂、支架变形等情况，现场安装时应避免。

5.2 支架安装

5.2.1 支架安装前应做下列准备工作：

3 支架安装前基础验收合格，是保证后道工序的基础，必须满足要求后才能安装。

5.2.2 支架的安装应符合下列规定：

1 支架安装和紧固应符合下列要求：

1) 支架相对其下部安装平面高度不低于2m安装时应采取高处作业相应保护措施，并有至少1名安全监护人，是作为一种施工保护措施，现场施工时应规范执行。

4) 现场宜采用螺栓连接的安装方式，以减少焊接时对原镀锌层的破坏。采用焊接工艺时，要采取措施保护好施工范围内的材料表面，避免焊渣飞溅、高温破坏等情况发生。

5.3 光伏组件安装

5.3.1 光伏组件作为项目高价值物品，其成品保护和保管是现场管理的重要内容，光伏组件重量较重，在屋面不应集中堆放，应及时分散，并可靠固定，以防止恶劣天气吹翻、吹落等情况发生。

5.3.3 光伏组件安装时应严格遵守安装规定，以防止错误操作和不规范的作业习惯，造成光伏组件的损坏和隐裂。严禁直接站立在光伏组件表面进行作业安装，严禁触摸光伏组件连接器的导电部位。对现场发现的光伏组件可能有阴影遮挡、光伏组件安装位置可能受污染等不利情况，需及时通知设计人员调整设计或征得投资方的同意后方可实施。

5.3.4 光伏组件之间的接线应符合下列要求：

3 不同品牌、不同朝向、不同倾角、不同数量的组件串不应接入到逆变器的同一路MPPT中是为了尽可能提升发电效率，减少短板效应。

6 组串完成但不具备接引条件的部位，应用绝缘胶布包扎好电缆接头并做好防水措施及固定，是为了防止接头进水降低绝缘、防止触电等采取的措施。

5.3.5 光伏组件的接地施工应符合下列要求：

1 带边框的光伏组件的接地应优先使用光伏组件自带的接地孔，不应在光伏组件表面或侧面重新开孔。

2 不带边框的光伏组件接地，应连同设计单位和光伏组件制造厂共同确定施工方法。

5.4 交、直流汇流箱安装

5.4.1 交、直流汇流箱安装前应做下列检查：

2 汇流箱的开箱检查尤为重要，要核对和图纸要求是否有差异。要检查和紧固箱内螺栓是否拧紧，防止运输过程振动等产生的松动。要检查箱门之间是否有接地线连接、地排是否和接地导通。

5.4.2 交、直流汇流箱的安装应符合下列要求：

2 汇流箱的安装支架应具有不低于光伏组件支架的防腐等级。要符合设计规定的安装高度及间距要求，设计无规定时，应符合本条的规定。尤其是户用项目，其汇流箱底部的安装高度应不小于1500mm，甚至更高，以避免小孩误碰，防止发生

触电等安全事故。

3 严禁DC1500V与DC1000V系统电缆混用，是为了防止电压等级不匹配发生电缆绝缘破坏，而引起安全事故发生。DC1500V与DC1000V也泛指两种不同的电压等级情形。

7 汇流箱外壳需做好接地，接地线规格符合设计要求，最低不得小于16mm²。对汇流箱应按规定做好绝缘测试，进、出线端对地的绝缘电阻不小于1MΩ（参考GB/T 34936-2017 光伏电站汇流箱技术要求、GB/T 16895.23-2012 低压电气装置 第6部分：检验）。

5.5 组串式逆变器安装

5.5.2 组串式逆变器的安装应符合下列要求：

2 逆变器的安装支架应具有不低于光伏组件支架的防腐等级。要符合设计规定的安装高度及间距要求，设计无规定时，应符合本条的规定。尤其是户用项目，其逆变器底部的安装高度应不小于1500mm，甚至更高，以避免小孩误碰，防止发生触电等安全事故。

5 逆变器应可靠接地，接地线规格符合设计要求，最低不得小于16mm²。

6 送电前，应检查电缆极性和相序，进、出线端对地的绝缘电阻均应不小于1MΩ（参考GB/T 34936-2017 光伏电站汇流箱技术要求、GB/T 16895.23-2012 低压电气装置 第6部分：检验）。

5.6 控制电源及二次设备安装

5.6.6 监控系统可采用本地监控或远程监控方式，无人值守的光伏系统应安装远程实时监控。在光伏通讯监控系统、视频监控系统的设计和实施时，要统筹考虑建设单位在监控内容和上传数据方面的具体需求，以合理选择数据通讯是有线还是无线通讯方式，包括核实是否有远程接入集控的要求，接入集控的方法应遵照各建设方的技术要求，提前统筹考虑。

5.8 电缆及架空线路敷设

5.8.16 架空线、电缆敷设完毕接入设备前应测试绝缘电阻，绝缘电阻满足规范要求方可接入。绝缘电阻测试符合要求是设备连接前、送电前的先决条件，必须要有过程记

录资料。

5.8.17 光伏组件或组件串连接电缆必须采用光伏专用直流电缆，不得采用一般的电力电缆，还应符合现行标准《光伏（PV）组件安全鉴定第一部分：结构要求》GB/T 20047.1的有关规定。

5.9 防雷与接地

5.9.1 安装光伏工程后不应降低建筑物的防雷保护等级，是要求光伏防雷接地设计、施工必须参照原建筑物的防雷保护等级的相关防雷措施要求。光伏方阵接地应连续、可靠，接地电阻应小于 4Ω 。 4Ω 来源于《光伏电站设计规范》。

5.9.6 接地线、接地极采用焊接工艺时应使用搭接焊缝，搭接长度和焊接工艺要求需满足《电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范》的规定，现场施工时不得降低焊接和搭接的质量和工艺标准。

5.9.8 对于明敷的接地线，应刷 $15\text{mm}\sim 100\text{mm}$ 宽度相等的绿色和黄色相间的条纹标识，以起到警示作用。

5.9.11 接地电阻检查测试项目作为主控项目，必须有实测数据的记录资料。

6 设备和系统调试

6.1 一般规定

- 6.1.1 建筑工程应满足分布式光伏系统调试和试运行对安全、可靠的要求。
- 6.1.2 安装工程验收通过是调试的前提条件。
- 6.1.3 调试方案应报审通过，明确岗位职责、作业内容、应急预案等。
- 6.1.4 调试单位和人员须满足国家对电气工程试验的要求。
- 6.1.5 调试用的仪器仪表在有效使用期内，精度满足要求。
- 6.1.6 调试作业按照电气作业操作规程进行，安全防护贯彻“安全第一、预防为主”的方针，保障人员生命和财产安全。

6.2 光伏组件串测试

6.2.1 电气设备正常运行不带电的裸露金属必须可靠接地，同一电气设备的所述不同裸露金属部分、或者相邻电气设备的所述裸露金属部分之间，须可靠等电位联结，避免人员以外触电。此外，还应确认设备输入侧、输出侧相邻开关的状态，在送电时，按顺序操作开关。

6.2.2 光伏组件串测试条件

- 1 为避免限流现象降低光伏组件运行效率，同一组件串的光伏组件参数应一致。
- 2 光伏组件串的测试工作应在使用辐照仪对辐照度进行测试的前提下进行，测试时辐照度宜不小于 $700\text{W}/\text{m}^2$ ，详见现行国家标准《GB 50794—2012 光伏发电站施工规范》的有关规定。

6.2.3 光伏组件串极性测试是检查、消除光伏电缆接线错误的有效手段。

6.2.4 对于DC1000V系统和DC1500V系统，光伏组件串电缆导体与大地之间的绝缘电阻测试（光伏组件边框接地）标准不小于 $1\text{M}\Omega$ ，参照了现行标准《GB 50303-2015 建筑电气工程施工质量验收规范》、《GB 50150-2016 电气装置安装工程电气设备交接试验标准》、《GB/T 16895.23-2012 低压电气装置 第6部分：检验》、《GB/T 34933-2017 光伏发电站汇流箱检测技术规程》、《GB/T 34936-2017 光伏发电站汇流箱技术要求》等有关标准的规定。

6.2.5 光伏组件串一致性测试

- 1 电压一致性和电流一致性测试方案参照了现行国家标准《GB 50794—2012 光伏发电站施工规范》的有关规定。
- 2 在非稳定光照条件下，采取的措施主要是为了减小辐照变化对测试结果的影响。

6.3 汇流箱测试

- 6.3.1** 安装工程和接地工程验收通过是开展汇流箱测试的前提条件
- 6.3.2** 一般检查项目主要是确认汇流箱的箱体状态是否满足送电要求。
- 6.3.3** 汇流箱进线端及出线端与汇流箱接地端子间的绝缘电阻和测试要求，参照了现行标准《GB 50303-2015 建筑电气工程施工质量验收规范》、《GB 50150-2016 电气装置安装工程电气设备交接试验标准》、《GB/T 16895.23-2012 低压电气装置 第6部分：检验》、《GB/T 34933-2017 光伏电站汇流箱检测技术规程》、《GB/T 34936-2017 光伏电站汇流箱技术要求》等有关标准的规定。
- 6.3.4** 在汇流箱运行过程中，SPD（浪涌保护器）通过浪涌电流放电后，状态将发生变化，在初始投运后确认该器件的状态，避免正常情况下对该器件的误判。

6.4 组串式逆变器测试

- 6.4.1** 逆变器本体调试（若需要）由供应商负责。
- 6.4.2** 安装工程验收合格是设备调试的前提条件。
- 6.4.3** 送电前检查主要用来确认设备送电前的初始状态，并依据该状态制定调试和试运行方案。
- 6.4.4** 逆变器送电通常在供应商指导下进行、或由供应商实施。

6.5 二次系统调试

- 6.5.3** 本条规定了计算机监控系统功能要求。计算机监控系统应能够对主要设备进行监视，能够实时（延时满足技术要求）、可靠、准确地反映分布式光伏系统中各设备的运行工况。
- 6.5.4** 继电保护系统是电力系统的重要组成部分，对保证电力系统的安全经济运行，防止事故发生和扩大起决定作用。继电保护的基本要求是选择性、速动性、灵敏性和可靠性。在继电保护装置的测试过程中，应按照单体调试、带开关调试和整组调试的

顺序进行，验证其能否满足要求。

6.5.5 远动通信系统是对大量的发电站的生产过程进行监视和控制的系统，它包括对必需的过程信息的采集、处理、传输和显示、执行等全部的设备与功能。远动通信系统运行的稳定、可靠，将给电网调度部门提供必要的前提和保障。调试时应先保证通信通道畅通，然后检测遥信、遥测、遥控、遥调，即“四遥”功能若采用101和104等两种规约方式进行传输时，则应分别测试。

6.5.6 电能量信息采集系统的配置首先应满足当地电网部门的规定。电网对计量方案和技术要求的规定通常在项目的接入系统批复中明确，并在初步设计审查时审核计量方案是否满足批复要求。所以在初步设计、施工图设计均应严格按照项目接入系统批复确定的设计原则进行。

6.5.7 不间断电源系统为光伏发电站的监控系统、保护装置、计量装置、远动装置等重要设备提供稳定、可靠的电源。不间断电源方案在施工图中明确，通常由主电源、旁路电源和直流电源组成，在任何一路电源失电的情况下，不间断电源系统应能够持续、不间断的供电，以保障重要设备的可靠运行。监控画面上应能够反映不间断电源系统的运行状态。

6.5.8 为保障电力系统的安全稳定运行，国家电力监管委员会颁布的《电力二次系统安全防护规定》对相关要求已经做出具体规定，可遵照执行。

6.6 其它电气设备调试

6.6.1 常规的电气设备如电缆、变压器、真空断路器等，在国家现行标准《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》GB 50150中都有明确的实验项目和标准。在光伏发电站的建设中，此部分电气设备的调试应遵照执行。

对配置有无功补偿装置的光伏发电站，其补偿性能应满足设计文件的相关技术要求。

6.7 并网测试

6.7.1 当地电网若有并网测试要求，则测试内容和测试方案按要求进行。

6.7.2 光伏电站在进行并网测试前，光伏电站的单体设备调试和启动运行已完成，光伏电站进入试运行或正常运行阶段。并网测试根据当地电网的要求开展，并形成报告提报当地电网审核通过。

6.7.3 各地电网那个对并网测试内容的要求并不完全一致，常见的并网测试项目有电

能质量测试、防孤岛保护测试等。