

UDC

中华人民共和国国家标准

P

GB 50794 – 2012

光伏发电站施工规范

Code for construction of PV power station

2012 – 06 – 28 发布

2012 – 11 – 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

S/N:1580177•927



9 158017 792706 >



统一书号: 1580177•927

定 价: 15.00 元

中华人民共和国国家标准

光伏电站施工规范

Code for construction of PV power station

GB 50794 - 2012

主编部门：中 国 电 力 企 业 联 合 会

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 1 2 年 1 1 月 1 日

中国计划出版社

2012 北 京

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 1429 号

住房城乡建设部关于发布国家标准 《光伏电站施工规范》的公告

现批准《光伏电站施工规范》为国家标准,编号为 GB 50794—2012,自 2012 年 11 月 1 日起实施。其中,第 5.3.4、5.3.5、5.4.3、5.5.4、6.4.4、6.4.5 条为强制性条文,必须严格执行。

本规范由我部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

二〇一二年六月二十八日

中华人民共和国国家标准 光伏电站施工规范

GB 50794-2012

☆

中国计划出版社出版

网址:www.jhpress.com

(地址:北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 4 层)

邮政编码:100038 电话:(010)63906433(发行部)

新华书店北京发行所发行

北京世知印务有限公司印刷

850mm×1168mm 1/32 2.5 印张 61 千字

2012 年 10 月第 1 版 2012 年 10 月第 1 次印刷

☆

统一书号:1580177·927

定价:15.00 元

版权所有 侵权必究

侵权举报电话:(010)63906404

如有印装质量问题,请寄本社出版部调换

前 言

本规范根据住房和城乡建设部《关于印发〈2010 年工程建设国家标准制订、修订计划〉的通知》(建标〔2010〕43 号)的要求,由协鑫光伏系统有限公司会同有关单位共同编制完成。

本规范在编制过程中,编制组进行了广泛的调查分析,召开了多次专题研讨会,总结了近年来我国光伏电站施工技术的实践经验,与国际先进的标准进行了比较和借鉴。在此基础上以多种方式广泛征求了全国有关单位的意见,对主要问题进行了反复讨论和研究,最后经审查定稿。

本规范共分 9 章和 3 个附录,主要技术内容包括总则、术语、基本规定、土建工程、安装工程、设备和系统调试、消防工程、环保与水土保持、安全和职业健康等。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本规范由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释,由中国电力企业联合会负责日常管理,由协鑫光伏系统有限公司负责具体技术内容的解释,为了提高规范质量,请各单位在执行本规范的过程中,注意总结经验,积累资料,如有意见或建议,请寄协鑫光伏系统有限公司(地址:江苏省南京市珠江路 1 号珠江壹号大厦 50~53 层,邮政编码:210008),以供今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人:

主 编 单 位:协鑫光伏系统有限公司

中国电力企业联合会

参 编 单 位:国华能源投资公司

华电新能源发展有限公司

华电电力科学研究院

无锡尚德太阳能电力有限公司
葛洲坝集团电力有限责任公司
中电电气(南京)太阳能研究院有限公司
中国水利水电第三工程局有限公司
诺斯曼能源科技有限公司
国家太阳能研究设计院

主要起草人:徐永邦 康明虎 张文忠 顾华敏 于 耘
瞿建国 高 辉 范 炜 贾艳刚 姚卫星
徐洪军 潘建峰 季蔚蓉 刘小宝 许 霞
董习斌 任玉亭 钟天宇 张 伟 王文平
高鹏飞 余 平 邵 吉 乔 学 支少锋
庄晓武 马万疆 张宫斌 李 杨
主要审查人:李世民 郭家宝 汪 毅 李春山 衣传宝
陆志刚 任玉清 姚敏成 石司强 赵震亚
高 平 王 野 王宏波 李 斌 孙 湧
何国庆 吴福保 葛小丰 马乃兵 沈正平
徐 阳 张云波 王素美 张士平 朱庚富
严玉廷 吕平洋 张友权 孙耀杰

目 次

1 总 则	(1)
2 术 语	(2)
3 基本规定	(3)
4 土建工程	(4)
4.1 一般规定	(4)
4.2 土方工程	(5)
4.3 支架基础	(5)
4.4 场地及地下设施	(8)
4.5 建(构)筑物	(9)
5 安装工程	(10)
5.1 一般规定	(10)
5.2 支架安装	(11)
5.3 光伏组件安装	(12)
5.4 汇流箱安装	(13)
5.5 逆变器安装	(14)
5.6 电气二次系统	(15)
5.7 其他电气设备安装	(15)
5.8 防雷与接地	(16)
5.9 架空线路及电缆	(16)
6 设备和系统调试	(17)
6.1 一般规定	(17)
6.2 光伏组件串测试	(17)
6.3 跟踪系统调试	(18)
6.4 逆变器调试	(19)

6.5	二次系统调试	(21)
6.6	其他电气设备调试	(23)
7	消防工程	(24)
7.1	一般规定	(24)
7.2	火灾自动报警系统	(24)
7.3	灭火系统	(25)
8	环保与水土保持	(27)
8.1	一般规定	(27)
8.2	施工环境保护	(27)
8.3	施工水土保持	(28)
9	安全和职业健康	(29)
9.1	一般规定	(29)
9.2	安全文明施工总体规划	(29)
9.3	安全施工管理	(30)
9.4	职业健康管理	(30)
9.5	应急处理	(30)
附录 A	中间交接验收签证书	(31)
附录 B	汇流箱回路测试记录表	(32)
附录 C	并网逆变器现场检查测试表	(33)
	本规范用词说明	(34)
	引用标准名录	(35)
	附:条文说明	(37)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	Basic requirement	(3)
4	Civil works	(4)
4.1	General requirement	(4)
4.2	Earth works	(5)
4.3	Supporting-bracket foundation	(5)
4.4	Field and underground facilities	(8)
4.5	Structure	(9)
5	Installation engineering	(10)
5.1	General requirement	(10)
5.2	Supporting-bracket installation	(11)
5.3	The installation of PV module	(12)
5.4	The installation of combiner-box	(13)
5.5	The installation of inverter	(14)
5.6	Secondary electric system	(15)
5.7	The installation of other electric equipment	(15)
5.8	Lighting protection and grounding	(16)
5.9	Overhead lines and cables	(16)
6	The debugging & testing of equipment and system	(17)
6.1	General requirement	(17)
6.2	PV array testing	(17)
6.3	Tracking system debugging	(18)
6.4	Inverter debugging	(19)

6.5	Secondary system debugging	(21)
6.6	Other electric equipment debugging	(23)
7	Fire protection engineering	(24)
7.1	General requirement	(24)
7.2	Automatic fire alarm system	(24)
7.3	Fire-extinguishing system	(25)
8	Environmental protection & soil and water conservation in project construction	(27)
8.1	General requirement	(27)
8.2	Environmental protection	(27)
8.3	Soil and water conservation	(28)
9	Occupational health and safety	(29)
9.1	General requirement	(29)
9.2	General plan of field construction safety civilization	(29)
9.3	Construction safety management	(30)
9.4	Occupational health management	(30)
9.5	Emergency treatment	(30)
Appendix A	Project intermediate handover document ...	(31)
Appendix B	Loopback testing data sheet of combiner-box	(32)
Appendix C	Field inspection table of grid-connected inverter	(33)
	Explanation of wording in this code	(34)
	List of quoted standards	(35)
	Addition; Explanation of provisions	(37)

1 总 则

1.0.1 为保证光伏电站工程的施工质量,促进工程施工技术水平的提高,确保光伏电站建设的安全可靠,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于新建、改建和扩建的地面及屋顶并网型光伏电站,不适用于建筑一体化光伏发电工程。

1.0.3 光伏电站施工前应编制施工组织设计文件,并制订专项应急预案。

1.0.4 光伏电站工程的施工,除应符合本规范外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 光伏组件 PV module

指具有封装及内部联接的、能单独提供直流电的输出、最小不可分割的太阳电池组合装置。又称为太阳电池组件。

2.0.2 光伏组件串 PV 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。

2.0.3 光伏支架 PV supporting 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。简称支架。

2.0.4 方阵(光伏方阵) array(PV array)

由若干个太阳电池组件或太阳电池板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。又称为光伏方阵。

2.0.5 汇流箱 combiner-box

在光伏发电系统中将若干个光伏组件串并联汇流后接入的装置。

2.0.6 跟踪系统 tracking system

通过机械、电气、电子电路及程序的联合作用,调整光伏组件平面的空间角度,实现对入射太阳光跟踪,以提高光伏组件发电量的装置。

2.0.7 逆变器 inverter

光伏发电站内将直流电变换成交流电的设备。

2.0.8 光伏电站 PV power station

利用太阳电池的光生伏打效应,将太阳辐射能直接转换成电能的发电系统。

2.0.9 并网光伏发电站 grid-connected PV power station

直接或间接接入公用电网运行的光伏电站。

3 基本规定

3.0.1 开工前应具备下列条件:

1 在工程开始施工之前,建设单位应取得相关的施工许可文件。

2 施工现场应具备水通、电通、路通、电信通及场地平整的条件。

3 施工单位的资质、特殊作业人员资格、施工机械、施工材料、计量器具等应报监理单位或建设单位审查完毕。

4 开工所必需的施工图应通过会审;设计交底应完成;施工组织设计及重大施工方案应已审批;项目划分及质量评定标准应确定。

5 施工单位根据施工总平面布置图要求布置施工临建设施应完毕。

6 工程定位测量基准应确立。

3.0.2 设备和材料的规格应符合设计要求,不得在工程中使用不合格的设备材料。

3.0.3 进场设备和材料的合格证、说明书、测试记录、附件、备件等均应齐全。

3.0.4 设备和器材的运输、保管,应符合本规范要求;当产品有特殊要求时,应满足产品要求的专门规定。

3.0.5 隐蔽工程应符合下列要求:

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,自检合格后向监理方提出验收申请。

2 应经监理工程师验收合格后方可进行隐蔽,隐蔽工程验收签证单应按照现行行业标准《电力建设施工质量验收及评定规程》DL/T 5210 相关要求的格式进行填写。

3.0.6 施工过程记录及相关试验记录应齐全。

4 土 建 工 程

4.1 一 般 规 定

4.1.1 土建工程的施工应按照现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的相关规定执行。

4.1.2 测量放线工作应按照现行国家标准《工程测量规范》GB 50026 的相关规定执行。

4.1.3 土建工程中使用的原材料进厂时,应进行下列检测:

1 原材料进场时应对其品种、规格、外观和尺寸进行验收,材料包装应完好,应有产品合格证书、中文说明书及相关性能的检测报告。

2 钢筋进场时,应按现行国家标准《钢筋混凝土用钢》GB 1499等的规定抽取试件作力学性能检验。

3 水泥进场时应对其品种、级别、包装或散装仓号、出厂日期等进行检查,并应对其强度、安定性及其他必要的性能指标进行复验,其质量应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 等的规定。

4.1.4 当国家规定或合同约定应对材料进行见证检测时或对材料的质量发生争议时,应进行见证检测。

4.1.5 原材料进场后应分类进行保管,对钢筋、水泥等材料应存放在能避雨、雪的干燥场所,并应做好各项防护措施。

4.1.6 混凝土结构工程的施工应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的相关规定。

4.1.7 对掺用外加剂的混凝土,相关质量及应用技术应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076 和《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 的相关规定。

4.1.8 混凝土的冬期施工应符合现行行业标准《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104 的相关规定。

4.1.9 需要进行沉降观测的建(构)筑物,应及时设立沉降观测标志,做好沉降观测记录。

4.1.10 隐蔽工程可包括:混凝土浇筑前的钢筋检查、混凝土基础基槽回填前的质量检查等。隐蔽工程的验收应符合本规范第3.0.5条的要求。

4.2 土 方 工 程

4.2.1 土方工程的施工应执行现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202 的相关规定,深基坑基础的土方工程施工还应执行现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的相关规定。

4.2.2 土方工程的施工中如遇有爆破工程应按照现行国家标准《土方与爆破工程施工及验收规范》GB 50201 的相关规定执行。

4.2.3 工程施工之前应建立全场高程控制网及平面控制网。高程控制点与平面控制点应采取必要保护措施,并应定期进行复测。

4.2.4 土方开挖之前应对原有的地下设施做好标记,并应采取相应的保护措施。

4.2.5 支架基础采用通长开挖方式时,在保证基坑安全的前提下,需要回填的土方宜就近堆放,多余的土方应运至弃土地堆场堆放。

4.2.6 对有回填密实度要求的,应试验检测合格。

4.3 支 架 基 础

4.3.1 混凝土独立基础、条形基础的施工应按照现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的相关规定执行,并应符合下列要求:

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、杂物应清除干净。

2 基础拆模后,应对外观质量和尺寸偏差进行检查,并及时

对缺陷进行处理。

3 外露的金属预埋件应进行防腐处理。

4 在同一支架基础混凝土浇筑时,宜一次浇筑完成,混凝土浇筑间歇时间不应超过混凝土初凝时间,超过混凝土初凝时间应做施工缝处理。

5 混凝土浇筑完毕后,应及时采取有效的养护措施。

6 支架基础在安装支架前,混凝土养护应达到 70% 强度。

7 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。

8 预制混凝土基础不应有影响结构性能、使用功能的尺寸偏差,对超过尺寸允许偏差且影响结构性能、使用功能的部位,应按技术处理方案进行处理,并重新检查验收。

4.3.2 桩式基础的施工应执行国家现行标准《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202 及《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的相关规定,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,并应在施工过程中进行观测记录。

6 灌注桩施工中应对成孔、清渣、放置钢筋笼、灌注混凝土(水泥浆)等进行全过程检查。

7 灌注桩成孔质量检查合格后,应尽快灌注混凝土(水泥浆)。

8 采用桩式支架基础的强度和承载力检测,宜按照控制施工质量的原则,分区域进行抽检。

4.3.3 屋面支架基础的施工应符合下列要求:

1 支架基础的施工不应损害原建筑物主体结构及防水层。

2 新建屋面的支架基础宜与主体结构一起施工。

3 采用钢结构作为支架基础时,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。

4 对原建筑物防水结构有影响时,应根据原防水结构重新进行防水处理。

5 接地的扁钢、角钢均应进行防腐处理。

4.3.4 支架基础和预埋螺栓(预埋件)的偏差应符合下列规定:

1 混凝土独立基础、条形基础的尺寸允许偏差应符合表 4.3.4-1 的规定。

表 4.3.4-1 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

2 桩式基础尺寸允许偏差应符合表 4.3.4-2 的规定。

表 4.3.4-2 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

注:若上部支架安装具有高度可调节功能,桩顶标高偏差则可根据可调范围放宽;

D 为直径。

3 支架基础预埋螺栓(预埋件)允许偏差应符合表 4.3.4-3 的规定。

表 4.3.4-3 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 光伏电站道路的施工宜采用永临结合的方式进行。

4.4.2 道路的防水坡度及施工质量应满足设计要求。

4.4.3 电缆沟的施工除应符合设计要求外,尚应符合下列要求:

- 1 电缆沟的预留孔洞应做好防水措施。
- 2 电缆沟道变形缝的施工应严格控制施工质量。
- 3 室外电缆沟盖板应做好防水措施。

4.4.4 站区给排水管道的施工应符合下列要求:

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。管道回填后应尽量避免二次开挖,管道埋设完毕应在地面做好标识。

2 给、排水管道的施工应符合现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的相关规定。

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 在集水井周围采取滤水措施。

4.5 建(构)筑物

4.5.1 光伏电站建(构)筑物应包括综合楼、配电室、升压站、逆变器小室、大门及围墙等。

4.5.2 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质量验收规范》GB 50204 的相关规定,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 的相关规定。

4.5.3 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 的相关规定。

4.5.4 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 的相关规定。

4.5.5 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 的相关规定。

4.5.6 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规范》GB 50210 的相关规定。

4.5.7 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 的相关规定。

4.5.8 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规范》GB 50205 的相关规定。

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 在吊、运过程中应做好防倾覆、防震和防护面受损等安全措施。必要时可将装置性设备和易损元件拆下单独包装运输。当产品有特殊要求时,尚应符合产品技术文件的规定。

2 设备到场后应做下列检查:

1) 包装及密封应良好。

2) 开箱检查,型号、规格应符合设计要求,附件、备件应齐全。

3) 产品的技术文件应齐全。

4) 外观检查应完好无损。

3 设备宜存放在室内或能避雨、雪的干燥场所,并应做好防护措施。

4 保管期间应定期检查,做好防护工作。

5.1.2 安装人员应经过相关安装知识培训。

5.1.3 光伏发电站的施工中间交接验收应符合下列要求:

1 光伏发电站施工中间交接项目可包含:升压站基础、高低压盘柜基础、逆变器基础、配电间、支架基础、电缆沟道、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”,并提供相关技术资料,交安装专业查验。中间交接验收签证书可按本规范附录 A 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。

5.1.4 安装工程的隐蔽工程可包括:接地装置、直埋电缆、高低压盘柜母线、变压器吊罩等。隐蔽工程的验收应按照本规范第 3.0.5 条执行。

5.2 支架安装

5.2.1 支架安装前应做下列准备工作:

1 采用现浇混凝土支架基础时,应在混凝土强度达到设计强度的 70% 后进行支架安装。

2 支架到场后应做下列检查:

1) 外观及防腐涂镀层应完好无损。

2) 型号、规格及材质应符合设计图纸要求,附件、备件应齐全。

3 对存放在滩涂、盐碱等腐蚀性强的场所的支架应做好防腐工作。

4 支架安装前安装单位应按照“中间交接验收签证书”的相关要求对基础及预埋件(预埋螺栓)的水平偏差和定位轴线偏差进行查验。

5.2.2 固定式支架及手动可调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) 采用型钢结构的支架,其紧固度应符合设计图纸要求及现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的相关规定。

2) 支架安装过程中不应强行敲打,不应气割扩孔。对热镀锌材质的支架,现场不宜打孔。

3) 支架安装过程中不应破坏支架防腐层。

4) 手动可调式支架调整动作应灵活,高度角调节范围应满足设计要求。

2 支架倾斜角度偏差度不应大于 $\pm 1^\circ$ 。

3 固定及手动可调支架安装的允许偏差应符合表 5.2.2 中的规定。

表 5.2.2 固定及手动可调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

5.2.3 跟踪式支架的安装应符合下列要求:

- 1 跟踪式支架与基础之间应固定牢固、可靠。
- 2 跟踪式支架安装的允许偏差应符合设计文件的规定。
- 3 跟踪式支架电机的安装应牢固、可靠。传动部分应动作灵活。
- 4 聚光式跟踪系统的聚光部件安装完成后,应采取相应防护措施。

5.2.4 支架的现场焊接工艺除应满足设计要求外,还应符合下列要求:

- 1 支架的组装、焊接与防腐处理应符合现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 及《钢结构设计规范》GB 50017 的相关规定。
- 2 焊接工作完毕后,应对焊缝进行检查。
- 3 支架安装完成后,应对其焊接表面按照设计要求进行防腐处理。

5.3 光伏组件安装

5.3.1 光伏组件安装前应做下列准备工作:

- 1 支架的安装应验收合格。
- 2 宜按照光伏组件的电压、电流参数进行分类和组串。
- 3 光伏组件的外观及各部件应完好无损。

5.3.2 光伏组件的安装应符合下列要求:

- 1 光伏组件应按照设计图纸的型号、规格进行安装。

- 2 光伏组件固定螺栓的力矩值应符合产品或设计文件的规定。
- 3 光伏组件安装允许偏差应符合表 5.3.2 规定。

表 5.3.2 光伏组件安装允许偏差

项 目	允许偏差	
倾斜角度偏差	$\pm 1^\circ$	
光伏组件边缘高差	相邻光伏组件间	$\leq 2\text{mm}$
	同组光伏组件间	$\leq 5\text{mm}$

5.3.3 光伏组件之间的接线应符合下列要求:

- 1 光伏组件连接数量和路径应符合设计要求。
- 2 光伏组件间接插件应连接牢固。
- 3 外接电缆同插件连接处应搪锡。
- 4 光伏组件进行组串连接后应对光伏组件串的开路电压和短路电流进行测试。
- 5 光伏组件间连接线可利用支架进行固定,并应整齐、美观。
- 6 同一光伏组件或光伏组件串的正负极不应短接。

5.3.4 严禁触摸光伏组件串的金属带电部位。

5.3.5 严禁在雨中进行光伏组件的连线工作。

5.4 汇流箱安装

5.4.1 汇流箱安装前应符合下列要求:

- 1 汇流箱内元器件应完好,连接线应无松动。
- 2 汇流箱的所有开关和熔断器应处于断开状态。
- 3 汇流箱进线端及出线端与汇流箱接地端绝缘电阻不应小于 $20\text{M}\Omega$ 。

5.4.2 汇流箱安装应符合下列要求:

- 1 安装位置应符合设计要求。支架和固定螺栓应为防锈件。
- 2 汇流箱安装的垂直偏差应小于 1.5mm 。

5.4.3 汇流箱内光伏组件串的电缆接引前,必须确认光伏组件侧和逆变器侧均有明显断开点。

5.5 逆变器安装

5.5.1 逆变器安装前应作下列准备:

1 室内安装的逆变器安装前,建筑工程应具备下列条件:

1)屋顶、楼板应施工完毕,不得渗漏。

2)室内地面基层应施工完毕,并应在墙上标出抹面标高;室内沟道无积水、杂物;门、窗安装完毕。

3)进行装饰时有可能损坏已安装的设备或设备安装后不能再进行装饰的工作应全部结束。

2 对安装有妨碍的模板、脚手架等应拆除,场地应清扫干净。

3 混凝土基础及构件应达到允许安装的强度,焊接构件的质量应符合要求。

4 预埋件及预留孔的位置和尺寸,应符合设计要求,预埋件应牢固。

5 检查安装逆变器的型号、规格应正确无误;逆变器外观检查完好无损。

6 运输及就位的机具应准备就绪,且满足荷载要求。

7 大型逆变器就位时应检查道路畅通,且有足够的场地。

5.5.2 逆变器的安装与调整应符合下列要求:

1 采用基础型钢固定的逆变器,逆变器基础型钢安装的允许偏差应符合表 5.5.2 的规定。

表 5.5.2 逆变器基础型钢安装的允许偏差

项 目	允 许 偏 差	
	mm/m	mm/全长
不直度	<1	<3
水平度	<1	<3
位置误差及不平行度	—	<3

2 基础型钢安装后,其顶部宜高出抹平地面 10mm。基础型钢应有明显的可靠接地。

3 逆变器的安装方向应符合设计规定。

4 逆变器与基础型钢之间固定应牢固可靠。

5.5.3 逆变器交流侧和直流侧电缆接线前应检查电缆绝缘,校对电缆相序和极性。

5.5.4 逆变器直流侧电缆接线前必须确认汇流箱侧有明显断开点。

5.5.5 电缆接引完毕后,逆变器本体的预留孔洞及电缆管口应进行防火封堵。

5.6 电气二次系统

5.6.1 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 的相关规定外,还应符合设计要求。

5.6.2 通信、远动、综合自动化、计量等装置的安装应符合产品的技术要求。

5.6.3 安防监控设备的安装应符合现行国家标准《安全防范工程技术规范》GB 50348 的相关规定。

5.6.4 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 的相关规定。

5.7 其他电气设备安装

5.7.1 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 的相关规定。

5.7.2 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 的相关规定。

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 的相关规定。

5.7.4 低压电器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 的相关规定。

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。

5.8 防雷与接地

5.8.1 光伏电站防雷系统的施工应按照设计文件的要求进行。

5.8.2 光伏电站接地系统的施工工艺及要求除应符合现行国家标准《电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范》GB 50169 的相关规定外,还应符合设计文件的要求。

5.8.3 地面光伏系统的金属支架应与主接地网可靠连接;屋顶光伏系统的金属支架应与建筑物接地系统可靠连接或单独设置接地。

5.8.4 带边框的光伏组件应将边框可靠接地;不带边框的光伏组件,其接地做法应符合设计要求。

5.8.5 盘柜、汇流箱及逆变器等电气设备的接地应牢固可靠、导通良好,金属盘门应用裸铜软导线与金属构架或接地排可靠接地。

5.8.6 光伏电站的接地电阻阻值应满足设计要求。

5.9 架空线路及电缆

5.9.1 架空线路的施工应符合现行国家标准《电气装置安装工程 35kV 及以下架空电力线路施工及验收规范》GB 50173 和《110~500kV 架空送电线路施工及验收规范》GB 50233 的有关规定。

5.9.2 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 的相关规定。

5.9.3 架空线路及电缆的施工还应符合设计文件中的相关要求。

6 设备和系统调试

6.1 一般规定

6.1.1 调试方案应报审完毕。

6.1.2 设备和系统调试前,安装工作应完成并验收合格。

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。

6.2 光伏组件串测试

6.2.1 光伏组件串测试前应具备下列条件:

- 1 所有光伏组件应按照设计文件数量和型号组串并接引完毕。
- 2 汇流箱内各回路电缆应接引完毕,且标示应清晰、准确。
- 3 汇流箱内的熔断器或开关应在断开位置。
- 4 汇流箱及内部防雷模块接地应牢固、可靠,且导通良好。
- 5 辐照度宜在高于或等于 $700\text{W}/\text{m}^2$ 的条件下测试。

6.2.2 光伏组件串的检测应符合下列要求:

- 1 汇流箱内测试光伏组件串的极性应正确。
- 2 相同测试条件下的相同光伏组件串之间的开路电压偏差不应大于 2%,但最大偏差不应超过 5V。

3 在发电情况下应使用钳形万用表对汇流箱内光伏组件串的电进行检测。相同测试条件下且辐照度不应低于 $700\text{W}/\text{m}^2$

时,相同光伏组件串之间的电流偏差不应大于5%。

4 光伏组件串电缆温度应无超常温等异常情况。

5 光伏组件串测试完成后,应按照本规范附录B的格式填写记录。

6.2.3 逆变器投入运行前,宜将接入此逆变单元内的所有汇流箱测试完成。

6.2.4 逆变器在投入运行后,汇流箱内组串的投、退顺序应符合下列要求:

1 汇流箱的总开关具备灭弧功能时,其投、退应按下列步骤执行:

1)先投入光伏组件串小开关或熔断器,后投入汇流箱总开关。

2)先退出汇流箱总开关,后退出光伏组件串小开关或熔断器。

2 汇流箱总输出采用熔断器,分支回路光伏组件串的开关具备灭弧功能时,其投、退应按下列步骤执行:

1)先投入汇流箱总输出熔断器,后投入光伏组件串小开关。

2)先退出箱内所有光伏组件串小开关,后退出汇流箱总输出熔断器。

3 汇流箱总输出和分支回路的光伏组件串均采用熔断器时,则投、退熔断器前,均应将逆变器解列。

6.3 跟踪系统调试

6.3.1 跟踪系统调试前,应具备下列条件:

1 跟踪系统应与基础固定牢固、可靠,并接地良好。

2 与转动部位连接的电缆应固定牢固并有适当预留长度。

3 转动范围内不应有障碍物。

6.3.2 在手动模式下通过人机界面等方式对跟踪系统发出指令,

跟踪系统的动作应符合下列要求:

1 跟踪系统动作方向应正确;传动装置、转动机构应灵活可靠,无卡滞现象。

2 跟踪系统跟踪转动的最大角度和跟踪精度应满足设计要求。

3 极限位置保护应动作可靠。

6.3.3 在自动模式调试前,跟踪系统应具备下列条件:

1 手动模式下的调试应已完成。

2 对采用主动控制方式的跟踪系统,还应确认初始条件的准确性。

6.3.4 跟踪系统在自动模式下,应符合下列要求:

1 跟踪系统的跟踪精度应符合产品的技术要求。

2 设有避风功能的跟踪系统,在风速超出正常工作范围时,跟踪系统应启动避风功能;风速减弱至正常工作允许范围时,跟踪系统应在设定时间内恢复到正确跟踪位置。

3 设有避雪功能的跟踪系统,在雪压超出正常工作范围时,跟踪系统应启动避雪功能;雪压减弱至正常工作允许范围时,跟踪系统应在设定时间内恢复到正确跟踪位置。

4 设有自动复位功能的跟踪系统在跟踪结束后应能够自动返回到跟踪初始设定位置。

5 采用间歇式跟踪的跟踪系统,电机运行方式应符合技术文件的要求。

6.4 逆变器调试

6.4.1 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 方阵接线应正确,具备给逆变器提供直流电源的条件。

6.4.2 逆变器调试前,应对其做下列检查:

- 1 逆变器接地应牢固可靠、导通良好。
- 2 逆变器内部元器件应完好,无受潮、放电痕迹。
- 3 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。

4 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。

5 逆变器本体及各回路标识应清晰准确。

6 逆变器内部应无杂物,并经过清灰处理。

6.4.3 逆变器调试应符合下列要求:

1 逆变器控制回路带电时,应对其做下列检查:

1) 工作状态指示灯、人机界面屏幕显示应正常。

2) 人机界面上各参数设置应正确。

3) 散热装置工作应正常。

2 逆变器直流侧带电而交流侧不带电时,应进行下列工作:

1) 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。

2) 检查人机界面显示直流侧对地阻抗值应符合要求。

3 逆变器直流侧带电、交流侧带电,具备并网条件时,应进行下列工作:

1) 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。

2) 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。

4 逆变器并网后,在下列测试情况下,逆变器应跳闸解列:

1) 具有门限位闭锁功能的逆变器,开启逆变器盘门。

2) 逆变器交流侧掉电。

3) 逆变器直流侧对地阻抗低于保护设定值。

4) 逆变器直流输入电压高于或低于逆变器的整定值。

5) 逆变器直流输入过电流。

6) 逆变器交流侧电压超出额定电压允许范围。

7) 逆变器交流侧频率超出额定频率允许范围。

8) 逆变器交流侧电流不平衡超出设定范围。

6.4.4 逆变器停运后,需打开盘门进行检测时,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。

6.4.5 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。

6.4.6 施工人员测试完成后,应按照本规范附录 C 的格式填写施工记录。

6.5 二次系统调试

6.5.1 二次系统的调试内容主要可包括: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。

6.5.2 计算机监控系统调试应符合下列规定:

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。

6.5.3 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 的相关规定执行。

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 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。

6.5.4 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。

6.5.5 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,且应通过当地电力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力计量检测部门的校验,并出具报告。

3 光伏电站投入运行前,电能表应由当地电力计量部门施加封条、封印。

4 光伏电站的电量信息应能实时、准确地反应到后台监控画面。

6.5.6 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、旁路电源及直流电源间的切换功能应准确、可靠,且异常告警功能应正确。

2 计算机监控系统应实时、准确地反映不间断电源的运行数据和状况。

6.5.7 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 其他电气设备调试

6.6.1 其他电气设备的试验标准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 的相关规定。

6.6.2 无功补偿装置的补偿功能应能满足设计文件的技术要求。

7 消防工程

7.1 一般规定

7.1.1 消防工程应由具备相应等级的消防设施工程施工资质的单位承担,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。

7.1.2 消防工程施工前应具备下列条件:

1 施工图纸应报当地消防部门审查通过。

2 工程中使用的消防设备和器材的生产厂家应通过相关部门认证。设备和器材的合格证及检测报告应齐全,且通过设备、材料报验工作。

7.1.3 消防部门验收前,建设单位应组织施工、监理、设计和使用单位进行消防自验;安装调试完工后,应由当地专业消防检测单位进行检测并出具相应检测报告。

7.2 火灾自动报警系统

7.2.1 火灾自动报警系统施工应符合现行国家标准《火灾自动报警系统施工及验收规范》GB 50166 的相关规定。

7.2.2 火灾报警系统的布管和穿线工作,应与土建施工密切配合。

7.2.3 火灾自动报警系统调试,应先分别对探测器、区域报警控制器、集中报警控制器、火灾报警装置和消防控制设备等逐个进行单机通电检查,正常后方可进行系统调试。

7.2.4 火灾自动报警系统通电后,应按照现行国家标准《火灾报警控制器》GB 4717 的相关规定进行检测,对报警控制器主要应进行下列功能检查:

1 火灾报警自检功能应完好。

2 消音、复位功能应完好。

3 故障报警功能应完好。

4 火灾优先功能应完好。

5 报警记忆功能应完好。

6 电源自动转换和备用电源的自动充电功能应完好。

7 备用电源的欠压和过压报警功能应完好。

7.2.5 在火灾自动报警系统与照明回路有联动功能时,联动功能应正常、可靠。

7.2.6 火灾自动报警系统竣工时,施工单位应根据当地消防部门的要求提供必要的竣工资料。

7.3 灭火系统

7.3.1 消火栓系统的施工应符合现行国家标准《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 的相关规定,其灭火系统的施工还应符合下列规定:

1 消防水池、消防水箱的施工应符合现行国家标准《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141 的相关规定和设计要求。

2 消防水泵、消防气压给水设备、水泵接合器应经国家消防产品质量监督检验中心检测合格,并应有产品出厂检测报告或中文产品合格证及完整的安装使用说明。

3 消防水泵、消防水箱、消防水池、消防气压给水设备、消防水泵接合器等供水设施及其附属管道的安装,应清除其内部污垢和杂物。安装中断时,其敞口处应封闭。

4 消防供水设施应采取安全可靠的防护措施,其安装位置应便于日常操作和维护管理。

5 消防供水管直接与市政供水管、生活供水管连接时,连接处应安装倒流防止器。

6 供水设施安装时,环境温度不应低于 5℃;当环境温度低于 5℃时,应采取防冻措施。

7 消防水池和消防水箱的满水试验或水压试验应符合设计要求。

8 消火栓水泵接合器的各项安装尺寸,应符合设计要求;接口安装高度允许偏差为 20mm。

7.3.2 气体灭火系统的施工应符合现行国家标准《气体灭火系统施工及验收规范》GB 50263 的相关规定。

7.3.3 自动喷水灭火系统的施工应符合现行国家标准《自动喷水灭火系统施工及验收规范》GB 50261 的相关规定。

7.3.4 泡沫灭火系统的施工应符合现行国家标准《泡沫灭火系统施工及验收规范》GB 50281 的相关规定。

8 环保与水土保持

8.1 一般规定

8.1.1 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。

8.1.2 光伏电站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。

8.2 施工环境保护

8.2.1 施工噪声控制应按照现行国家标准《建筑施工场界噪声排放标准》GB 12523 的相关规定,对各施工阶段的噪声进行监测和控制。

8.2.2 施工废液控制应符合下列要求:

1 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。

2 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。

8.2.3 施工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 水泥等易飞扬的细颗粒及建筑材料应采取覆盖或密闭存放。

3 混凝土搅拌站应采取围挡、降尘措施。

8.2.4 施工固体废弃物控制应符合下列规定:

1 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。

2 建筑垃圾、生活垃圾应及时清运,并按指定地点堆放。

8.3 施工水土保持

水土保持应符合下列要求:

的搭设应科学布局、减少用地。

站的施工应减少破坏自然植被。工程完工后应地貌、植被。

站的施工不宜破坏自然排水沟渠,场地排水及道路排水。

应妨碍站区排水系统,临时弃土区应采用覆盖和

9 安全和职业健康

9.1 一般规定

9.1.1 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。

9.1.2 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。

9.1.3 危险区域应设置明显的安全、警示标志或隔离带。

9.2 安全文明施工总体规划

9.2.1 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。

9.2.2 施工现场安全标志的使用应符合现行国家标准《安全标志及其使用导则》GB 2894 的有关规定。

9.2.3 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。

9.2.4 站区施工道路应畅通,不宜在路边堆放设备和材料等物品。

9.2.5 临时设施应布局合理、紧凑,充分利用地形,节约用地。

9.2.6 施工机械应进行定期检查和保养。

9.2.7 设备、材料、土方等物资应堆放合理,并应标识清楚,排放有序。

9.3 安全施工管理

9.3.1 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,各施工项目作业时应严格按照现行行业标准《电力建设安全工作规程》DL 5009 的相关规定执行。

9.3.2 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。

9.3.3 施工过程中,应减少交叉作业。

9.4 职业健康管理

9.4.1 进入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,不应进入现场从事相关工作。

9.4.2 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。

9.4.3 施工区、办公区和生活区等场所应有良好的工作、生活条件。

9.4.4 施工单位应加强食品卫生的管理,并应制定食堂管理制度。

9.5 应急处理

9.5.1 在光伏电站开工前,应根据项目特点编制防触电、防火等应急预案。

9.5.2 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。

9.5.3 施工人员应进行应急救援培训,并进行演练。

附录 A 中间交接验收签证书

表 A 中间交接验收签证书

编号:

表码:

工程名称			
我单位施工的_____已具备交接条件,请检查接收。			
以下项目我方承诺在_____年____月____日完成:			
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。

附录 B 汇流箱回路测试记录表

表 B 汇流箱回路测试记录表

工程名称								
汇流箱编号：			测试日期：		天气情况：			
序号	组件 型号	组串 数量	组串 极性	开路电压 (V)	组串温度 ℃	辐照度 W/m ²	环境 温度	测试 时间
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
备注：								

检查人：

确认人：

附录 C 并网逆变器现场检查测试表

表 C 并网逆变器现场检查测试表

工程名称			
逆变器编号：		测试日期：	
天气情况：			
类别	检查项目	检查结果	备注
本体检查	型号		
	逆变器内部清理检查		
	内部元器件检查		
	连接件及螺栓检查		
	开关手动分合闸检查		
	接地检查		
人机界面 检查	孔洞阻燃封堵		
	主要参数设置检查		
直流侧电缆 检查、测试	通信地址检查		
	电缆根数		
	电缆型号		
	电缆绝缘		
	电缆极性		
交流侧电缆 检查、测试	开路电压		
	电缆根数		
	电缆型号		
	电缆绝缘		
	电缆相序		
逆变器并网后 检查、测试	交流侧电压		
	冷却装置		
	柜门连锁保护		
	直流侧输入电压低		
	交流侧电源失电		
	通信数据		

检查人：

确认人：

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明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

- 《钢结构设计规范》GB 50017
《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018
《工程测量规范》GB 50026
《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107
《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119
《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141
《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规范》GB 50166
《电气装置安装工程 电缆线路施工及验收规范》GB 50168
《电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范》GB 50169
《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 35kV 及以下架空电力线路施工及验收规范》GB 50173
《土方与爆破工程施工及验收规范》GB 50201
《建筑地基基础工程施工质量验收规范》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规范》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规范》GB 50210
《110~500kV 架空送电线路施工及验收规范》GB 50233
《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242
《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
《自动喷水灭火系统施工及验收规范》GB 50261
《气体灭火系统施工及验收规范》GB 50263
《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268
《泡沫灭火系统施工及验收规范》GB 50281
《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300
《安全防范工程技术规范》GB 50348
《通用硅酸盐水泥》GB 175
《钢筋混凝土用钢》GB 1499
《安全标志及其使用导则》GB 2894
《火灾报警控制器》GB 4717
《混凝土外加剂》GB 8076
《建筑施工场界噪声排放标准》GB 12523
《电力建设安全工作规程》DL 5009
《电力建设施工质量验收及评定规程》DL/T 5210
《继电保护和电网安全自动装置检验规程》DL/T 995
《建筑桩基技术规范》JGJ 94
《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120
《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104

中华人民共和国国家标准

光伏电站施工规范

GB 50794 - 2012

条文说明

制 定 说 明

《光伏电站施工规范》GB 50794—2012,经住房和城乡建设部 2012 年 6 月 28 日以第 1429 号公告批准发布。

本规范制定过程中,编制组进行了广泛、深入的调查研究,总结了我国在太阳能光伏电站建设中的实践经验,同时参考了国外先进技术法规、技术标准。

为便于广大施工建设、监理及科研、学校等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定,《光伏电站施工规范》编制组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明,还着重对强制性条文的强制性理由做了解释。但是,本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

目 次

1	总 则	(43)
3	基本规定	(44)
4	土建工程	(46)
4.1	一般规定	(46)
4.2	土方工程	(46)
4.3	支架基础	(47)
4.4	场地及地下设施	(48)
4.5	建(构)筑物	(49)
5	安装工程	(50)
5.1	一般规定	(50)
5.2	支架安装	(50)
5.3	光伏组件安装	(51)
5.4	汇流箱安装	(53)
5.5	逆变器安装	(53)
5.6	电气二次系统	(55)
5.7	其他电气设备安装	(55)
5.8	防雷与接地	(55)
5.9	架空线路及电缆	(56)
6	设备和系统调试	(57)
6.1	一般规定	(57)
6.2	光伏组件串测试	(57)
6.3	跟踪系统调试	(58)
6.4	逆变器调试	(60)
6.5	二次系统调试	(62)

6.6 其他电气设备调试	(63)
7 消防工程	(64)
7.1 一般规定	(64)
7.2 火灾自动报警系统	(64)
7.3 灭火系统	(64)
8 环保与水土保持	(65)
8.2 施工环境保护	(65)
8.3 施工水土保持	(65)
9 安全和职业健康	(67)
9.1 一般规定	(67)
9.2 安全文明施工总体规划	(67)
9.3 安全施工管理	(68)
9.4 职业健康管理	(68)
9.5 应急处理	(68)

1 总 则

1.0.1 随着全球能源的持续紧缺和环境恶化的日益加剧,可再生能源的开发利用已经变得越来越重要。光伏发电被认为是解决未来能源需求的重要途径。近年来,随着可再生能源法的实施,我国光伏产业发展迅速。为了规范光伏发电项目的施工,在未来光伏电站的建设中,做到技术先进、安全适用、经济合理、长期可靠、确保质量,并能够得到健康有序的发展,制定本规范。

1.0.2 本条规定了本规范的适用范围,适用于新建、改建和扩建的地面及屋顶并网型光伏电站。而对于建筑一体化光伏发电工程,由于其施工工艺的特殊性,国家相关部门正在制定相应规范,故不适用于本规范。

1.0.3 本条强调了施工组织设计及应急预案的重要性。施工组织设计是对拟建工程施工全过程合理的安排,实行科学管理的重要手段和措施。通过施工组织设计的编制,可以全面考虑拟建工程的各种施工条件,扬长避短,制订合理的施工计划(包括确保实施的准备工作计划),提供最优的临时设施,以及材料和机具在施工现场地上的布置方案,以确保施工的顺利进行。它在整个施工管理过程中起着核心作用。应急预案是各类突发事件的应急基础,通过编制应急预案,可以对那些事先无法预料到的突发事件起到基本的应急指导作用。

1.0.4 本条表明本规范与国家现行有关标准规范的关系。需要说明的是,对引进设备的施工验收,应按合同规定的标准执行,这是常规做法,以免施工验收中因为标准不同产生异议。标准不同的情况应在签订订货合同时解决,或在工程联络会(其会议纪要同样具有合同效果)时协商解决。

3 基本规定

3.0.1 本条规定了光伏电站开工前应具备的一些基本条件。

1 建设单位在开工前应办理完毕的必备手续,包括:国土资源部门的土地规划许可、建筑规划许可;环保部门的环境影响评价报告、水土保持方案;安全部门的安全性评价、职业健康评价;消防部门的施工图报审;建设行政主管部门的施工许可证等。

2 “四通一平”是基本建设项目开工的前提条件。

3 只有选择具有相应从业资质的施工单位和工作人员及合格的机械、材料、器具,才能在工程中控制好施工安全和质量。因此,在工程开工前监理或建设单位应对此进行审查并通过。

4 通过图纸会审和设计交底可以熟悉设计图纸、领会并传达设计意图、掌握工程特点,找出需要解决的技术错误并拟定解决方案,从而将因设计缺陷而存在的问题消灭在施工之前。只要认真做好此项工作,图纸中存在的问题一般都可以在图纸会审时被发现并尽早得到处理,从而可以提高施工质量、节约施工成本、缩短施工工期,提高效益。施工方案是施工组织设计的重要组成部分,是指导专项工程施工的纲领性文件,对确保工程质量、进度和安全,实现预期经济效益起着重要作用。项目开工前明确质量划分及评定标准,能够提高工程的质量管理,规范和统一表格,促进工程质量的提高,以满足检查、验收和质量评定的需要。因此,规定在工程开工前,以上工作应准备就绪。

5 为了合理有序进行施工前期准备工作,施工单位应根据施工总平面布置图,布置施工临建设施完毕。

6 强调工程定位测量基准的确立,是工程前期顺利开展的重要条件。依据施工图图纸准确地进行工程定位测量工作,是保障

光伏电站土建工程和安装工程质量的重要一环。

3.0.2 按设计文件进行采购和施工是最基本的要求。本条还强调在工程中使用的设备和材料,均应为符合国家现行标准及相关产品标准的合格产品,严禁使用低劣和伪造的不合格产品。

3.0.3 随设备装箱的技术文件(图纸、说明书、合格证、测试记录等)是电站投运以后设备运行和检修时的重要依据,应统一收集保管并最终移交给建设单位。

3.0.4 本规范适用于一般通用设备的运输和保管,当制造厂对个别设备的运输和保管有特殊要求时,则应符合其特殊要求。

3.0.5 为有效控制隐蔽工程的施工质量,杜绝隐蔽工程质量隐患,隐蔽工程在隐蔽前,应会同有关单位做好中间检验及验收记录。

3.0.6 原始的施工记录和施工试验记录一方面是工程开展过程的取证,另一方面又是工程验收时的一项重要依据,同时将作为竣工资料的组成部分,由施工方整理移交。要求施工方在施工过程中收集、整理。

4 土 建 工 程

4.1 一 般 规 定

4.1.1 现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300规定了建筑工程各专业工程施工验收规范编制的统一准则和单位工程验收质量标准、内容和程序等。建筑工程各专业工程施工质量验收规范应该与该标准配合使用。

4.1.3 本条参考相应国家标准,对一些进场的原材料进行相应检查验收,以防止不合格材料混入工程建设中。

4.1.5 为了防止已经验收合格的建筑材料在仓储过程中发生性能改变,需要根据不同的建筑材料性质来确定需要防雨淋、防潮甚至密封等措施。

4.1.9 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,并为以后的勘察设计施工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。

4.1.10 本条说明了隐蔽工程的一些基本项目,其中混凝土浇筑前钢筋工程隐蔽验收包括钢筋的型号、材质、尺寸等;基槽隐蔽验收的项目包括基槽开挖尺寸、土层等;回填土之前的基础隐蔽验收包括混凝土强度等级以及外观质量等。

4.2 土 方 工 程

4.2.3 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。

4.2.4 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。

4.2.5 由于光伏电站中支架基础的埋深都不是很深,若采用通长开挖方式时,则土方工程量很大。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。

4.2.6 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,防止因基础上部设备受外力而导致基础倾斜。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电站施工工程量最大、工序重复性最强的施工环节。本条对采用独立基础和条形基础的施工提出要求。为了能够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相应的处理。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焊接。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 目前光伏电站在建设过程中广泛选用静压水泥桩(钢桩)、灌注桩及旋入桩。本条对采用此类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,主要是因为光伏电站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照搬现行国家标准《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 本条对采用不同方式施工的支架基础及预埋件的偏差提出了具体要求,主要是参照现行国家标准和通过对多个光伏电站施工情况的调研而来。光伏支架基础的施工是光伏电站施工中的重要环节,为了满足光伏支架安装的要求,应在施工中严格控制。对于采用压(打、旋)式桩的基础引起施工质量很难控制,因此若上部支架安装具有高度可调节功能,则可根据可调范围放宽。

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,先将路基甚至一部分路面完成作为现场的运输道路,工程完工之后再进行最后的道路路面施工。这既有利于工程施工,又节省工程造价和时间。

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

4.4.4 给排水管道敷设在支架基础施工完成之后进行,这样便于管道保护。回填完成的管道需要在上部作好标志,以防开挖电缆沟等造成破坏。同时还规定了给排水管路的施工应按照现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的相关规定进行。

4.5 建(构)筑物

4.5.1 本条对光伏电站建(构)筑物作出相应说明,其中光伏电站内的建(构)筑物包括综合楼、升压站、大门以及围墙等,方阵内的建筑物主要是逆变器、变压器小室。

4.5.2~4.5.8 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,还应参照相应标准。

5 安 装 工 程

5.1 一 般 规 定

5.1.1 本条规定了设备在运输和保管中的一些基本要求:

1 在吊、运设备过程中,一定要采取好相应安全措施,防止设备在运输过程中受损。精密的仪表和元件必要时可拆下单独包装运输,以免损坏或变形。

2 设备到场后,开箱检查设备型号、规格应符合设计要求,设备无损伤,附件、备件的供应范围和数量符合合同要求。技术文件齐全,技术文件份数可按各厂家规定或合同协议要求配备。

3 设备保管的要求。对温度、湿度有较严格要求的装置型设备,如微机监控系统、综合保护装置和逆变器等设备,应按规定妥善保管在合适的环境中,待现场具备安装条件时,再将设备运进现场进行安装调试。

4 设备的保管是安装前的一个重要前期工作,需要有利于以后的施工。应定期对保管设备进行检查,做好防护工作。

5.1.2 光伏电站中有许多设施,如光伏组件、逆变器等设备,施工人员应在安装前进行相关培训,以防技术质量事故的发生,保证人身及设备安全。

5.1.3 本条对光伏电站的施工中间交接验收作出规定,其中包含中间交接项目内容以及中间交接验收时的职责和要求。

5.1.4 本条规定了安装施工中隐蔽工程的内容以及隐蔽验收时的职责和要求。

5.2 支 架 安 装

5.2.1 本条规定了支架安装前的准备工作,主要是对支架安装前

混凝土强度提出要求。因支架的重量较轻,荷载较小,没有规定支架混凝土强度必须达到100%才允许安装支架。同时,针对光伏支架的进场检查及保管提出要求,尤其在西北地区和沿海滩涂等土壤盐碱含量比较高的地方,如不采取保护措施,极易腐蚀支架的镀锌层。本条还规定了应在支架安装前对土建专业完成的支架基础进行中间交接验收。

5.2.2 本条对支架的安装和应达到的标准作出了规定。

1 支架安装验收的标准主要应从紧固度和偏差度两方面考虑,紧固度直接影响组件安装好后的抗风能力,故应严格控制。支架大多采用镀锌件,若破坏了镀锌层,将降低支架的使用寿命,在施工过程中不应对支架气焊扩孔。

2 支架的倾斜角度直接影响组件的安装角度,组件的安装角度又直接影响组件的效率。固定式支架的角度,都是综合当地的经纬度和相关气象数据计算而来的。根据计算,组件角度的偏差在 $\pm 1^\circ$ 时,对组件的效率影响不大,故对支架的安装角度提出此要求。

3 对支架安装过程中的偏差值提出要求,主要为整体感官考虑。但支架的安装质量主要取决于基础的安装质量。所以,在前期土建施工过程中应严把质量关,为后续支架安装提供好便利条件。

5.2.3 本条对跟踪式支架的安装提出具体要求。跟踪式支架个体较大,在安装前一定要将其与基础之间固定牢固,不管是采用焊接方式还是螺接方式。跟踪式支架采用旋转或推动的方式进行动态跟踪,其传动、转动部分的灵活性至关重要,电缆在经过转动部位时应充分考虑预留并固定牢固。对于聚光式跟踪系统,为尽量避免损坏聚光镜,应考虑好安装顺序,并做好相应保护措施。

5.2.4 本条规定了支架安装完成后应按设计要求进行焊接和防腐工作,提出了在施工过程中应遵循的国家标准。

5.3 光 伏 组 件 安 装

5.3.1 本条对光伏组件在安装前的准备工作做出了规定。

1 本款对光伏组件安装前提出要求。支架的安装质量决定

了光伏组件的安装质量,其工作顺序也是互相依托的。在光伏组件安装前支架应该通过质检和监理部门的验收,方可进行光伏组件的安装。

2 将电压、电流偏差过大的光伏组件进行组串,会产生短板效应。但光伏电站中光伏组件数量众多,现场测试的准确性及工作量都不好把控。若光伏组件厂家将出厂的光伏组件进行了分类,则应按照厂家提供的类别进行组串。

3 光伏组件经过运输、保管等环节,在安装前应进行外观检查。主要对光伏组件玻璃面板及接线盒等位置进行检查。

5.3.2 本条对光伏组件的安装作出了规定。

1 在光伏电站的建设中,往往会选用不同规格和型号的光伏组件,而不同的光伏组件,其电性能不同。若偏差值较大,则不允许在一个组串内安装。安装前应按照设计图纸仔细核对光伏组件规格和型号。

2 不同的生产厂家生产的光伏组件各有不同。在安装过程中,生产厂家会针对自己的产品如何固定、固定螺栓的力矩值,提出不同要求。尤其是无边框的薄膜组件,如果在安装过程中紧固力矩过小,可能会在今后的运行过程中脱落;如果紧固力矩过大,又会导致组件破裂。故在施工过程中,应严格遵守设计文件或生产厂家的要求。

3 根据支架安装的偏差要求,提出了光伏组件安装的偏差要求,其中最主要的是控制好光伏组件的安装角度。

5.3.3 本条对光伏组件之间的接线提出要求。经过对光伏电站建设项目的调研,在施工过程中,往往会在光伏组件连接线施工环节上,存在组串数量不对、插接件不牢等问题,从而造成光伏组件串电压过高或过低,甚至无电压。施工人员应认真按照设计图纸施工,并仔细检查回路的开路电压或短路电流,以便在投入运行前,发现并解决问题。插接件与外接电缆间搪锡处理,是为了避免因接触电阻增大而降低效率及出现虚接而造成事故。规定同一光

伏组件或光伏组件串不应短接,是因为虽然光伏组件的工作电流值和短路电流值差别不大,但光伏组件或光伏组件串长时间处于短路状态也会对设备和线缆的绝缘造成损伤。

5.3.4 本条为强制性条文,必须严格执行。由于光伏组件在接收光辐射时,在导线两端就会产生电压。当光伏组件组成一个组件串时,电压往往很高。为保障人身安全,在施工过程中严禁碰触光伏组件串的金属带电部位。

5.3.5 本条为强制性条文,必须严格执行。光伏组件的连线是一项带电操作的工作。在雨中由于天气潮湿,人体接触电阻变小,极易造成人身触电事故,所以规定在雨中严禁进行此项工作。

5.4 汇流箱安装

5.4.1 本条规定了汇流箱安装前应做的检查工作。在技术协议书中会对汇流箱的防护等级、元器件的品牌和型号做出相应要求,安装前应进行检查。经过长途运输和现场保管,箱内元器件及连线应进行检查,是否存在破损和松动现象。为后续接线工作的安全,应将箱内开关和熔断器断开。同时对汇流箱的绝缘电阻提出要求。

5.4.2 本条规定了汇流箱安装时应符合的要求。

5.4.3 本条为强制性条文,必须严格执行。汇流箱在进行电缆接引时,如果光伏组件串已经连接完毕,那么在光伏组件串两端就会产生直流高电压;而逆变器侧如果没有断开点,其他已经接引好的光伏组件串的电流可能会从逆变器侧逆流到汇流箱内,很容易对人身和设备造成伤害。所以在汇流箱的光伏组件串电缆接引前,必须确保没有电压,确认光伏组件侧和逆变器侧均有明显断开点。

5.5 逆变器安装

5.5.1 本条对逆变器安装前应具备的基本条件和准备工作提出了要求。

1 为了避免现场施工混乱,实行文明施工,为了给安装工程创造施工条件,本款对室内放置的逆变器安装前,建筑工程应具备的条件提出了具体要求,这对保证安装质量和设备安全是必要的(如为了防止设备受潮,提出逆变器安装前,屋面、楼板不得有渗漏现象、沟道无积水等要求)。

5 光伏发电站内可能会在不同区域安装不同规格、型号的逆变器,要求在逆变器就位前按照设计图纸进行复核,以免安装位置出现错误,造成不必要的返工。

6 按照逆变器的重量、外形尺寸及现场实际条件等因素,选择相应的机具进行运输和吊装。严禁超负荷使用机具。

7 随着逆变器功率的不断增大,逆变器的体积和重量也越来越大。500kW 和 1MW 的大型逆变器已被广泛应用到光伏电站的建设中,所以要求在大型逆变器就位时要考虑道路和场地的因素,以便于施工。

5.5.2 本条对逆变器的安装与调整提出了具体要求。

1 本规范表 5.5.2 是参照现行国家标准《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 中有关规定制订的。

2 参考同类规范中对盘柜基础的要求。非手车式开关基础,其基础型钢顶部一般都高出抹平地面 10mm。基础型钢与接地干线应可靠焊接。

2 逆变器的安装方向应按设计图纸施工,同时应考虑方便运行人员的操作和检修。

5.5.3 逆变器交流侧电缆接引至升压变压器的低压侧或直接接入电网中。对于大型逆变器来说,逆变器交流侧都接有几根电缆,在接入变压器低压侧以后,不便于电缆绝缘和相序的校验。逆变器直流侧电缆的极性和绝缘同样非常重要,需要施工人员仔细测试。故要求在此部分电缆接引前仔细检查电缆绝缘,校对电缆相序和极性,并做好施工记录。

5.5.4 本条为强制性条文,必须严格执行。逆变器的直流侧通过电缆和汇流箱连接,往往在接引此部分电缆时,部分光伏组件已组串完毕,并接引至汇流箱中,此时在汇流箱的正负极两端将会产生很高的直流开路电压。为保障人身安全,应在逆变器直流侧电缆接线前,确认汇流箱侧有明显断开点,并做好安全防护措施。

5.5.5 为了防止设备受潮和小动物进入逆变器,在电缆接引完毕后,应及时进行防火封堵。

5.6 电气二次系统

5.6.1 二次系统元器件、盘柜安装及接线工作在现行国家标准《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 中,已经有很详细的规定,在施工中应遵照执行。若制造厂针对自己产品有特殊要求,应符合其要求。

5.6.2 对于通信、远动及综合自动化等二次设备的安装与接线,在产品的技术要求中均有规定,在施工中应严格遵守。

5.7 其他电气设备安装

5.7.1~5.7.5 对光伏电站中的光伏组件、逆变器等新型设备,目前我国尚无施工和验收标准,但很多常规电气设备的施工及验收,国家已经有现行的规范、标准,施工过程中应遵照执行。同时还应按照设计文件及厂家的特殊要求施工。

5.8 防雷与接地

5.8.3 光伏组件的接地目前一般都是经过支架进行连接的,另外跟踪式支架高度大,极易遭受雷击过电压的冲击,故接地工作应严格按照国家相应标准和设计文件进行。

5.8.4 本条对组件的接地提出了要求。对于晶硅组件,边框上预留有接地专用孔,需要用接地导线与地网可靠连接;而对于薄膜组件,制造厂家会根据逆变器的运行方式,采取不同的接地方式,或

不接地。

5.8.5 汇流箱内多设置有浪涌保护器,起到过电压保护的作用;而逆变器内部则设置有浪涌保护器、电感和电容元件,故汇流箱和逆变器的接地非常重要,应保证其连接的牢靠性和导通的良好性。同时若盘柜、汇流箱及逆变器的电器绝缘损坏,将使盘门上带有危险的电位,会危及人身安全,故应使用裸铜导线将此部分设备的金属盘门进行可靠接地。

5.8.6 光伏电站中的接地电阻阻值在设计文件中会参考相应国家标准,并根据电站实际情况而提出要求。它也是考核电站安全性的一项重要指标,应测试合格。

5.9 架空线路及电缆

5.9.1~5.9.3 这三条强调光伏电站线路及电缆在施工中应遵照的国家标准,同时还应满足相关技术要求和设计文件的特殊要求。

6 设备和系统调试

6.1 一般规定

6.1.1 进行单体实验及设备、系统调试前制订的调试方案是指导施工的重要依据,在调试前应编制完成并通过审查。

6.1.2 在设备和系统调试前,安装工作应完成并通过验收是最基本的要求。

6.1.3 本条是在设备和系统调试前,对建筑工程提出的要求。有很多品牌的逆变器对散热要求都比较严格,所以在设备调试前要求通风及制冷系统具备投入运行的条件。

6.2 光伏组件串测试

6.2.1 本条规定了光伏组件串调试前应做的工作和应具备的条件。

1 光伏组件串接引完毕才具备测试的条件,并要求组串的数量和型号应符合设计文件的要求。

2 回路的标识应清晰、准确,以便于故障的查找和运行人员的维护。

3 在未经测试前,光伏组件串可能因组串错误而出现电压偏差,过高的电压可能会对逆变器等设备造成损坏。

4 汇流箱的防雷模块在过电压的情况下起到保护作用,应将其可靠接地。

5 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。测试时辐照度宜高于或等于 $700\text{W}/\text{m}^2$ 。虽然为了准确评估光伏组件的各项电性能参数,最新颁布的国家标准采用了 IEC(国际电工委员会)标准,增加了低辐照度 ($200\text{W}/\text{m}^2$ 、 25°C 、

AM1.5)下的性能测试,但鉴于光伏组件在实际应用中经常工作在低于 $1000\text{W}/\text{m}^2$,又高于 $200\text{W}/\text{m}^2$ 的情况,为准确全面反映其性能,本规范对测试时的辐照度参考值做出了规定。

6.2.2 本条规定了光伏组件串调试检测应符合的要求。

1 光伏组件在组串过程中,会出现将插接头反装,从而导致光伏组件串的极性反接的现象。在测试过程中,应对此进行认真检测。

2 相同规格和型号的光伏组件组串完毕后,在相同的测试条件下进行测试,其电压偏差不应太大。若电压偏差超出正文规定,应对光伏组件串内的光伏组件进行检查,必要时可进行更换调整。

3 在并网状态下,使用钳形电流表直接测试光伏组件串的电流,直观且安全,并能通过此种测试方法发现光伏组件串之间的电流差异,从而发现存在的问题。

4 若光伏组件串连接电缆温度过高,应检查回路是否有短路现象发生。

5 光伏组件串的测试工作一定要做好相应的测试记录,并作为竣工资料的一部分内容进行整理、移交。

6.2.3 本条说明逆变器在投入运行前,宜将逆变单元内所有汇流箱均测试完成并投入。

6.2.4 本条规定了逆变器在投入运行之后,投、退汇流箱的顺序,主要是为防止带负荷拉刀闸。

6.3 跟踪系统调试

6.3.1 本条对跟踪系统调试的条件提出了具体要求。

1 光伏电站内的跟踪系统一般体积大、高度大,要求有一定的抗风强度,在调试前应检查跟踪系统固定是否牢固可靠。同时为防止雷击过电压或电缆线路绝缘受损而使支架带有电位,对人身和设备造成伤害,跟踪系统一定要可靠接地。

2 跟踪系统上的电缆在经过转动部位时,为防止被卷入或挣

断,要固定牢固并充分考虑转动距离,留足预留。

3 在跟踪系统调试前,检查转动范围内是否有临时设施阻碍跟踪系统转动,以防止出现设备损坏事故。

6.3.2 本条规定了跟踪系统在手动模式下调试应达到的要求。不同的产品有各自不同的结构和运行方式,但转动灵活、动作可靠、保护准确及满足技术文件要求是必须要达到的。本规范规范了跟踪系统转动时的最大方位角及高度角应满足设计文件要求。因为针对不同的业主或不同的地区,会有不同的需求。另外,为保证跟踪系统在允许范围内转动,不会因超行程对设备造成损坏,要求对极限位置保护进行测试,以保证设备运行的可靠。

6.3.3 本条规定自动模式调试前,手动模式下调试应已完成。对于采用主动控制方式的跟踪系统,应在自动模式调试前将参数准确设置完毕。

6.3.4 本条规定了跟踪系统在自动模式下应达到的要求。

1 跟踪系统的跟踪精度在签署技术协议过程中,供货方和采购方会进行充分沟通并确定具体要求,在调试过程中将按照此技术要求来考核跟踪系统的跟踪精度。

2 跟踪系统由于体积较大,抗风能力较弱,为避免设备在恶劣天气下受损,对设有避风保护功能的跟踪系统,要求对此项保护功能进行测试。可手动设置风速值超过保护上限,检测跟踪系统是否能够迅速做出响应(一般厂家都是采取将光伏方阵平面调至水平位置,以减少承载力);同时需要检测在风速减弱至正常工作允许范围时,跟踪系统是否能在设定时间内恢复到正确跟踪位置。

3 在暴雪天气下,跟踪系统应采取相应的抗雪压措施避免设备受损,对设有避雪保护功能的跟踪系统,要求对此项保护功能进行测试。可手动设置雪压值超过保护上限,检测跟踪系统是否能够迅速作出响应(一般厂家都是采取将光伏方阵平面调至最大下限位置,以减少承载力);同时需要检测在雪压减弱至正常工作允许范围时,跟踪系统是否能在设定时间内恢复到正确跟踪位置。

4 跟踪系统都会选择一种安全状态来应付特殊情况的发生,因此跟踪系统在夜间应能够自动返回到跟踪初始设定位置,并关闭动力电源。这也是为了保护跟踪系统在不工作时,不至于受到损坏。

5 跟踪系统的跟踪运行方式可分为步进跟踪方式和连续跟踪方式。步进跟踪方式能够大大降低跟踪系统自身能耗,被广泛采用。步进跟踪方式主要依靠电机带动传动装置并间歇式地运行来进行实时跟踪,其间隔时间长短,各厂家生产的产品不尽相同,需要参照技术协议要求进行检查。

6.4 逆变器调试

6.4.1 本条规定了在逆变器调试前应具备的基本条件。要想对逆变器进行最基本的调试工作,首先需要逆变器控制电源得电。逆变器的控制电源有的取自直流侧,有的取自交流侧,还有单独供给的,各个生产厂家都有不同;其次,是逆变器直流侧和交流侧的电缆接引完毕,并正确无误,绝缘良好;最后,方阵的接线工作部分或全部完成并通过检测,能够给逆变器提供安全的直流电源。这里没有提到逆变器的交流侧电源,是因为逆变器在静态调试初期,满足以上几点要求时,即可进行一些常规的参数和设置的检查。

6.4.2 逆变器经过长途运输、现场保管和安装等环节后,调试前还应对本体进行仔细检查,以确保设备安全。逆变器良好、可靠的接地,是保证调试人员人身安全的前提条件,需检查确认;对于逆变器内部的电路板、插接件及端子等部件,应仔细检查是否在运输过程中造成松动或损坏。

6.4.3 本条对逆变器调试过程中提出要求并规定了应做的检查项目。

1 逆变器在控制回路带电时应应对逆变器的参数进行检验和设置,同时检查逆变器自带的散热通风装置工作是否正常,以保证逆变器能够稳定地投入运行。

2 在逆变器直流侧带电而交流侧不带电时,可以通过逆变器的显示器查看直流侧的电压值,并和实际测量值进行比较,检测逆变器数据采集的准确性。同时可以查看到逆变器直流侧对地阻抗值是否满足要求,如果显示值偏低,应进一步查明原因。

3 逆变器能够并网发电需要具备三个基本条件,即控制电源带电、直流侧带电且满足逆变器要求和交流侧带电且满足逆变器要求。通过编写组对光伏电站的调研,前两个条件都可以提前实现,但逆变器交流侧带电,通常都是在电站即将并网启动时才具备条件,因为只有电站整体安装、调试工作结束,并通过一系列审查和质检合格以后,才具备倒送电条件,也就意味着光伏电站可以并网运行,所以本规范按照这样的顺序进行编写。在逆变器交流侧也带电时,可以对交流侧的相关参数进行检查,确认是否满足逆变器并网条件。另外,对于一些具有门限位闭锁功能的逆变器,也需要确认其闭锁功能。

4 逆变器的保护功能直接涉及光伏电站接入电网的稳定运行,甚至人身生命安全,所以其保护功能尤为重要。虽然逆变器生产单位在出厂前都经过此方面的测试,但按照现行国家标准《电气装置安装工程 电气设备交接试验标准》GB 50150 中的相关规定,应该在施工现场进行复测。因逆变器的保护功能只能在并网状态下进行,故需要逆变器厂家、施工方和建设方充分沟通并达成共识。具体操作可以通过更改逆变器参数的方法来进行测试。

6.4.4 本条为强制性条文,必须严格执行。逆变器内部布置有敏感性和容性元件,在运行后会有残留电荷。不同的逆变器厂家均要求在运行后,需静置一段时间才允许接触内部元器件,就是给逆变器一个放电的过程,以保证检修人员的人身安全。因此,规定在逆变器进行检查工作,要接触逆变器带电部位时,一定要断开交、直流侧电源开关和控制电源开关,确保在无电压残留,并在有人监护的情况下进行。

6.4.5 本条为强制性条文,必须严格执行。逆变器在运行状态

下,断开没有灭弧能力的汇流箱保险,极易引起弧光。为保证人身和设备安全,严禁带负荷断开没有灭弧能力的开关或保险。

6.4.6 本条规定施工人员应将相关测试记录按照附录 C 的格式进行填写,并作为施工记录进行移交。

6.5 二次系统调试

6.5.1 本条规定了光伏电站中二次系统调试的主要内容。

6.5.2 本条规定强调计算机监控系统调试应符合的条件。计算机监控系统能够实现对主要设备的监视,提高系统运行的可靠性,所以要求其准确、可靠。在光伏电站实施前期,业主方将会就监控系统等很多方面向设计方提出要求,设计方按照设计联络会的要求进行设计,故电站的监控系统应能满足设计要求。同时大多光伏电站运行都采用无人值守或少人值守,其智能化要求较高。因此,监控系统能够实时、准确地反映现场设备的运行工况,十分重要。

6.5.3 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。现场调试环节应做好调试记录。

6.5.4 在电网运行中,电网调度部门无疑是集中控制和管理的中心,每时每刻都要向发电厂、变电站提取大量的信息,同时又要将大量任务下达。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。

6.5.5 本条规定电能量采集系统的配置首先应满足当地电网部门的规定,因为光伏电站投运后的费用结算都将与电能量的计量密切相关。在电站的初步设计、技术设计和施工图设计阶段,都

应和当地电力计量部门充分沟通,符合其要求。

6.5.6 不间断电源为光伏电站重要的设备提供稳定、可靠的电源。通常由主电源、旁路电源和直流电源供电,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,以保证重要设备的可靠运行。监控画面上应能够反映其运行的状态。

6.5.7 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,现场调试时,可遵照执行。

6.6 其他电气设备调试

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。在光伏电站的建设中,此部分电气设备的调试工作应遵照执行。

6.6.2 对配置有无功补偿装置的光伏发电站,其补偿性能要满足设计文件的相关技术要求。

7 消防工程

7.1 一般规定

7.1.1 本条对从事消防施工的单位提出资质要求。从业单位应依法对建设工程消防设计和施工质量负责。

7.1.2 本条规定了消防工程施工前应具备的条件。主要对设计图纸及材料的到场检测提出基本要求。

7.1.3 本条规定在消防部门进行专项验收前,应进行建设单位组织的自检。

7.2 火灾自动报警系统

7.2.2 火灾报警系统的布管及穿线工作应与土建建筑施工同期进行,避免返工。

7.2.3 本条规定了火灾自动报警系统调试的顺序,先逐个设备进行单机调试,然后进行系统调试。

7.2.4 本条规定了火灾自动报警系统通电后,应按照现行国家标准《火灾报警控制器》GB 4717 的有关要求对报警控制器进行检查的项目。

7.2.5 火灾报警系统在火灾发生时,为避免事故扩大,对具备将照明回路主开关断开的连锁功能,现场应进行此项目检测。

7.3 灭火系统

7.3.1 本条强调消火栓灭火系统各施工环节中应注意的事项及遵循的标准。

7.3.2~7.3.4 这两条规定了采用其他一些灭火方式的施工应遵循的国家标准。

8 环保与水土保持

8.2 施工环境保护

8.2.1 噪声污染对周边环境影响很大,在施工中应根据《建筑施工场界噪声排放标准》GB 12523 的相关规定,对不同施工阶段作业噪声进行控制。

8.2.2 影响环境的施工废液主要包括泥浆、废油以及生活污水。这些废液直接排放在周围环境中,可能对环境产生较大的危害,需要经过相应的处理。

8.2.3 施工粉尘污染影响施工人员的身体健康,同时也对周边环境造成很大的影响,需要进行处理。

1 施工期间的道路灰尘很多,过往车辆容易造成尘土飞扬,采用经常洒水、清扫等措施,可减少对环境的污染及对人体的危害。

2 施工现场的水泥、粉煤灰及珍珠岩颗粒等细颗粒建筑材料,若露天堆放,容易随风飘散,影响环境。

3 混凝土搅拌站在上料时容易出现大量的粉尘,需要采取相应的措施,以减少对环境的影响。

8.2.4 施工固体废弃物需要适当处理以减少对周边环境的影响。将固体废弃物直接焚烧会产生大量的有毒有害气体,严重影响环境及人体健康。

8.3 施工水土保持

8.3.1 光伏电站在施工策划阶段需要根据现场的实际情况将临建办公室、钢筋加工场、木工场以及搅拌站等临建设施紧凑布置,尽量减少对原地貌的破坏面积,减少对原地面的开挖。

8.3.2 自然排水沟渠在施工中加以保护,在汛期和雨季不会扩大

地表的破坏面积。光伏电站施工完成以后恢复原地貌,能够保护环境不会恶化。

8.3.3 本条规定弃土区应该避开工区的排水沟渠。临时弃土区采用围挡和覆盖,是为了防止雨水冲淋以及大风天的扬尘污染环境。

9 安全和职业健康

9.1 一般规定

9.1.1 光伏电站的建设有自己的独特性,因而其安全和职业健康管理体系也有与之相对应的独特性。大型光伏电站涉及面广,施工方很多,在组织机构和管理制度中,都应纳入施工方管理。

9.1.2 为提高全员安全素质,认识安全施工的重要性,增强安全施工的责任感,最终实现安全和职业健康的目标,施工人员和管理人员应经各级安全和职业健康教育和培训,并经考试合格后,方可上岗。

9.1.3 为了施工安全着想,对危险区域周围设立隔离,并设置明显的安全、警示标志或隔离带,起到必要的警示、隔离作用。

9.2 安全文明施工总体规划

9.2.1 本条要求是根据国家现行标准《建筑施工安全检查标准》JGJ 59 中的规定:施工现场应该设有“五牌一图”,即工程概况牌、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。危险区域悬挂安全警示牌,可以起到一定的警示作用。

9.2.3 本条强调区域隔离、模块化管理的重要性,便于文明施工及安全管理。

9.2.4 本条强调道路的畅通在施工过程中的重要性,光伏电站的建设特点是:场区大、设备多、工期短且地质条件差。施工过程中一定要加强对施工道路的管理。

9.2.5~9.2.7 这三条对临时设施、施工机械、设备及材料的布置和摆放提出了要求。

9.3 安全施工管理

9.3.1 施工人员应自觉遵守现场安全文明施工纪律规定,同时应严格遵守国家现行标准《电力建设安全工作规程》DL 5009 的相关规定。如在吊装区域、设备耐压区域和送电调试区域等危险作业区域,非作业人员不了解施工内容及其危险性,极易出现人身伤害事故,故施工中应对危险区域设专人监护,并严禁非作业人员进入危险作业区域内。

9.3.2 本条对施工中的临时用电提出要求。

9.3.3 交叉作业存在安全隐患,在施工中应尽量避免。

9.4 职业健康管理

9.4.1 本条规定是根据国家相关管理办法制定,对体检中发现患有医学规定不宜从事有关现场作业疾病的人员,应禁止进入现场从事相关工作。

9.4.2 本条强调在施工中应针对噪声、粉尘、固体废弃物及水污染防治等方面应采取有效的管理措施,避免在施工中造成环境污染。

9.4.3 本条对施工区、办公区和生活区等场所的卫生要求做出规定,以保证施工人员的身体健康。

9.4.4 本条强调应加强食品卫生管理,防止食物中毒或其他食物中毒源性疾病的发生,制定相应的食品卫生管理制度,保证施工人员的身体健康。

9.5 应急处理

9.5.1~9.5.3 这三条强调了在光伏电站开工前,应根据项目特点编制一些专项应急预案,并要求组织 ([人员进行应急预案演练工作。

S/N:1580177•927



统一书号: 1580177•927

定 价: 15.00 元