

T/GSEA

广东省太阳能协会团体标准

T/GSEA 001—2022



2022-03-08 发布

2022-04-01 实施

广东省太阳能协会 发布



广东太阳能

Guangdong Solar Energy Association

目 次

目 次..... I

前 言..... II

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 适用院校专业..... 2

5 面向职业岗位（群）..... 2

6 职业技能要求..... 2

参 考 文 献..... 8



前 言

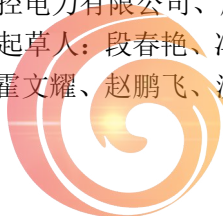
本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由广东省太阳能协会提出。

本文件由广东省太阳能协会标准化技术委员会归口管理。

本文件起草单位：佛山职业技术学院、广东产品质量监督检验研究院、广东永光新能源设计咨询有限公司、广东保威新能源有限公司、广州发展新能源股份有限公司、顺德职业技术学院、佛山市光生伏打新能源有限公司、广东晴天太阳能科技有限公司、广东伏光新能源科技有限公司、广东光合新能源有限公司、广东南控电力有限公司、广州城市理工学院、广东省太阳能协会。

本文件主要起草人：段春艳、冯泽君、曾飞、胡振球、王栋、范泳贤、潘永恒、黄钊文、刘付志新、黄涛、王旭伟、霍文耀、赵鹏飞、沈娜、李姗、胡昌吉、连佳生、林为、谭建斌、朱薇桦、刘书强、梁广文。



广东省太阳能协会
Guangdong Solar Energy Association

屋顶并网光伏发电系统安装工职业技能等级规范

1 范围

本文件规定了屋顶并网光伏发电系统安装工职业技能等级对应的工作领域、工作任务及职业技能要求。

本文件适用于屋顶并网光伏发电系统安装工的职业技能培训、考核与评价，相关用人单位的人员聘用、培训与考核可参照使用。

本文件适用于35 kV及以下电压等级的屋顶并网光伏发电系统安装工程，但不包括电网接入系统的安装部分。本文件适用于新建、改建和扩建的屋顶光伏发电系统，包括户用、工商业建筑和公共建筑的光伏发电系统，地面光伏发电系统、光伏建筑一体化发电系统可参考使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 20000.1 标准化工作指南 第1部分:标准化和相关活动的通用术语

GB 50794 光伏电站施工规范

GB/T 50795 光伏发电工程施工组织设计规范

DB 44/T 1702.2 屋面并网光伏发电系统 第2部分: 施工与验收规范

T/CPIA 0011.3 户用光伏并网发电系统 第3部分: 安装与调试规范

3 术语和定义

GB/T 20000.1界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

职业技能 professional skill

个体完成某个职业岗位或职业岗位群工作任务的能力。

3.2

职业技能等级 professional skill level

对个体职业技能要求的综合性水平规定，包括职业素养、专业知识和技术技能等方面的综合要求，一般分为初级、中级、高级，是开展职业技能培训和职业技能等级考核评价的基本依据。

3.3

工作领域 field of work

将职业岗位或职业岗位群所涉及的职业活动，按工作性质和要求等分解成若干个工作范畴或范围。

3.4

工作任务 work task

职业岗位的工作内容，是通过对从业者的实际工作提炼、概括而形成的具有普遍性、稳定性、持续性的工作项目。

4 适用院校专业

中等职业学校：电力系统自动化装置调试与维护、供用电技术、光伏工程技术与应用、太阳能与沼气技术利用、新能源装备运行与维护、机电技术应用、电气设备运行与控制、电子技术应用、微电子技术、器件制造等专业。

高等职业学校：分布式发电与智能微电网技术、电力系统自动化技术、电力系统继电保护技术、供用电技术、光伏工程技术、新能源材料应用技术、储能材料技术、材料工程技术、光伏材料制备技术、机电设备技术、应用电子技术、集成电路技术、微电子技术。

应用型本科学校：电力工程及自动化、智能电网工程技术、新能源发电工程技术、储能材料工程技术、建筑环境与能源工程、电气工程及自动化、集成电路工程技术。

5 面向职业岗位（群）

面向户用、工商业、公共建筑屋顶光伏系统等的安装承建、运维、检测、经营、投资等企事业单位，从事设备安装、调试、检测、工程项目施工管理、运维管理等职业岗位。

6 职业技能要求

6.1 职业技能等级划分

屋顶并网光伏发电系统安装工职业技能等级分为三个等级：初级、中级、高级，三个级别依次递进，高级别涵盖低级别职业技能要求。

【屋顶并网光伏发电系统安装工】（初级）：主要面向屋顶光伏系统的安装承建、运维、调试、检测、经营、投资等企事业单位，从事安装相关的安全防护、安装前的施工准备、基础和支架安装、光伏组件安装、电缆连接和敷设、防雷与接地系统安装等作业，主要针对机械设备的基本安装。

【屋顶并网光伏发电系统安装工】（中级）：主要面向屋顶光伏系统的安装承建、运维、调试、检测、经营、投资等企事业单位，从事汇流箱、逆变器、并网柜、储能设备的安装，能够对基础和支架、光伏组件、电缆、汇流箱、逆变器进行安装后的检测，能够对安装过程实施监督和指导，主要针对电气设备的基本安装和检测。

【屋顶并网光伏发电系统安装工】（高级）：主要面向屋顶光伏系统的安装承建、运维、调试、检测、经营、投资等企事业单位，完成屋顶光伏系统相关的箱变和开关柜操作，能够进行储能设备及光伏系统的调试和预运行、运维管理等，能够对安装过程的资源和流程进行管理和优化，能够制定安装施工

过程中的安全保障措施，主要针对安装相关的管理工作。

6.2 职业技能等级要求描述

表 1 屋顶光伏系统安装工职业技能等级要求（初级）

工作领域	工作任务	职业技能要求
1.安全防护及安装准备	1.1 危险源识别	1.1.1 能识别光伏系统带电设备的电压等级。 1.1.2 能识别屋顶容易坠落、容易着火的危险区域。 1.1.3 能识别不适合屋顶安全作业的天气条件以及其他外部因素。 1.1.4 能够识别屋顶光伏系统相关的安全标识。
	1.2 高电压作业防护	1.2.1 能针对光伏系统的不同设备正确选择、使用灭火器材。 1.2.2 能使用专用工具剥离触电导体。 1.2.3 能对触电受伤人员进行心肺复苏急救。
	1.3 高空作业防护	1.3.1 能够使用安全头盔、安全带、防坠器护具等护具。 1.3.2 能够搭建脚手架，并在脚手架上进行安装、拆除作业。 1.3.4 能对高空坠落受伤人员进行急救。
	1.4 作业准备	1.4.1 进场前，能根据施工要求布置施工临建设施、施工场地、供电、道路等。 1.4.2 能够正确打包光伏组件、逆变器、汇流箱等设备，在组件吊、运过程中能够做好防倾覆、防震和防护面受损等安全措施。 1.4.3 能够根据现场情况确定上料地点和方式，选择材料在屋顶的堆放位置和方式。
2.基础和支架安装	2.1 安装准备	2.1.1 能够根据设计方案，检查支架型材、压块、螺栓等材料的清单。 2.1.2 能够识别不锈钢、镀锌钢、铝合金等型材的型号。 2.1.3 能够识别压块、螺栓、垫片等辅助材料的型号、规格。 2.1.4 能够识读设计图纸支架基础部分，识别安装高度、倾角、方位角、方阵间距等参数。
	2.2 支架安装	2.2.1 能够按照图纸正确安装支架。 2.2.2 安装过程中能保护支架防腐层不被破坏，能够检查支架防腐层的完好情况。 2.2.3 能够按照设计图纸要求调整支架的高度、角度。
3.光伏组件安装	3.1 安装准备	3.1.1 能够识别不同类型的光伏组件及其结构、性能特点。 3.1.2 能够识别组件的前表面、背表面、接线盒、正极、负极、安装孔、接地孔等结构。 3.1.3 能够根据说明书、铭牌等资料识别光伏组件的性能参数。 3.1.4 能够按照组件的档位、电流大小、色阶等进行分类安装。 3.1.5 能够检查光伏组件外观及部件的完好情况，能够识别玻璃破碎、背板划伤、接头破损、边框变形等质量问题。
	3.2 组件安装	3.2.1 能够正确搬运、摆放组件，能够保护组件的正面、背面、接线盒、边框、接头、线缆等不被破坏。 3.2.2 能够正确连接、断开光伏组件的连接头，不出现拉弧。

表 1 屋顶光伏系统安装工职业技能等级要求（初级）（续）

工作领域	工作任务	职业技能要求
3.光伏组件安装	3.2 组件安装	3.2.3 能够按照图纸要求安装组件，倾斜角度允许偏差$\pm 1^\circ$，相邻组件间边缘高差不大于 2 mm，同组组件间边缘高差不大于 5 mm。 3.2.4 能够使用工具固定紧固件。 3.2.5 能够制作光伏组件连接头，制作延长线。 3.3.6 能够测量连接后的组串输出电压。
4.电缆连接和敷设	4.1 安装准备	4.1.1 能够识别光伏专用电缆、直流电缆、交流电缆、通信电缆等的型号、规格。 4.1.2 能够检查电缆外观是否完好。
	4.2 电缆连接和敷设	4.2.1 能够进行电缆穿管、敷设。 4.2.2 能够按要求安装电缆桥架。 4.2.3 能够制作压接电缆。 4.2.4 能够对电缆进行编号，并安装标识。
5.防雷与接地系统安装	5.1 安装准备	5.1.1 能够识别接地导线、扁铁、圆钢等类型接地装置的规格。
	5.2 防雷与接地系统安装	5.2.1 能够按照要求连接接闪器、引下线等接地装置。 5.2.2 能够检查组件、汇流箱、逆变器、电压器等电气设备接地装置的牢固性。

表 2 屋顶光伏系统安装工职业技能等级要求（中级）

工作领域	工作任务	职业技能要求
1.安装前准备	1.1 安装区域确认	1.1.1 能够根据图纸划定光伏方阵、汇流箱、逆变器等设备的安装区域。 1.1.2 能够使用阴影分析仪拍摄屋顶阴影遮挡图像，分析图像，划定阴影区域。 1.1.3 能够对被破坏的屋面进行修复，并进行试水实验。
2.基础和支架安装	2.1 基础安装	2.1.1 能够根据设计要求，制作不同标号、规格的钢筋混凝土基础。 2.1.2 安装过程能保护原有建筑主体结构、屋面不被破坏，不破坏防水层，并判断屋面完好情况。
	2.2 支架加工	2.2.1 能够使用切割、焊接工具进行钢材、不锈钢支架型材加工，加工质量符合设计要求。 2.2.2 切割、焊接完成后，能够按照要求对焊接表面进行防腐处理。 2.2.3 能够检查焊接后支架的牢固性。
	2.3 基础和支架的调试和检测	2.3.1 能够使用镀层厚度测试仪测量镀锌钢的防腐涂层厚度。 2.3.2 能够根据要求对混凝土基础进行养护。 2.3.2 能够使用强度回弹仪等设备测量混凝土的强度。

表 2 屋顶光伏系统安装工职业技能等级要求（中级）（续）

工作领域	工作任务	职业技能要求
3.光伏组件安装	3.1 组件的调试和检测	3.1.2 能够使用绝缘电阻测试仪测量方阵的绝缘电阻。 3.1.3 能够根据电压测量结果，按顺序逐段检查、处理组串的输出电压故障。 3.1.4 能够使用扭力扳手测量固定螺栓的力矩值。 3.1.5 能够使用便携式 I-V 曲线测试仪测量组件功率，并分析、查找功率异常的组件。 3.1.6 能够使用红外热成像仪测量组件表面温度，并分析、查找温度异常的组件。 3.1.7 能够使用便携式 EL 测试仪测量组件电致发光图像，并分析组件内部缺陷情况，包括隐裂、裂片、背板划伤等。
4.电缆连接和敷设	4.1 电缆的检查 and 检测	4.1.1 能够使用绝缘电阻测试仪测量电缆的绝缘电阻。
5.防雷与接地系统安装	5.1 防雷与接地系统的检测	5.1.1 能够使用接地电阻测试仪测量接地电阻，并排查接地不良的原因。
6.交、直流汇流箱安装	6.1 安装准备	6.1.1 能够识别直流汇流箱、交流汇流箱的型号、最大系统电压、防护等级等参数。 6.1.2 能够识别汇流箱内的元器件，包括开关、保险丝、防雷模块、监控模块、汇流排、进线端、出线端等。 6.1.3 能够检查开关保险丝、防雷模块、监控模块等元器件是否完好。 6.1.4 能够按照正确的顺序对汇流箱进行接线，电缆接线前能够确认组串侧、逆变器侧已全部关断。
	6.2 汇流箱安装	6.2.1 能够根据图纸标注的位置、倾角安装汇流箱，汇流箱安装的偏差不大于 1.5 mm。 6.2.2 能够规范地进行汇流箱内部线缆布线、接线。 6.2.4 能够安装汇流箱接地连接线。 6.2.3 能够填堵防火泥。
	6.3 汇流箱的调试和检测	6.3.1 能够检查接线是否正确、有无松动。 6.3.2 能够按正确的顺序开启、断开汇流箱，不出现拉弧现象。 6.3.3 能够使用等电位测试仪等设备测量汇流箱的接地连续性。 6.3.4 能够使用绝缘电阻测试仪等设备测量汇流箱的绝缘电阻。 6.3.5 能够用万用表等设备排查直流汇流箱故障。 6.3.6 能够使用红外热成像仪排查汇流箱内线路虚接情况。
7.逆变器安装	7.1 安装准备	7.1.1 能够识别逆变器的型号、最大系统电压、最低启动电压、防护等级等参数。 7.1.2 能够识别逆变器内的元器件，包括开关、直流进线端、交流出线端、通讯模块、mppt 模块等。

表 2 屋顶光伏系统安装工职业技能等级要求（中级）（续）

工作领域	工作任务	职业技能要求
7.逆变器安装	7.1 安装准备	7.1.3 能够检查逆变器的开关、直流进线端、交流出线端、通讯模块等元器件是否完好。 7.1.4 能够识别逆变器的开关和熔断器的通、断状态。 7.1.5 逆变器接线前，能够使用万用表等设备测量内部元器件的残留电压。
7.逆变器安装	7.2 逆变器安装	7.2.1 能够按照图纸安装逆变器。 7.2.2 能够按照正确的顺序对逆变器进行接线，直流侧电缆接线前能够确认汇流箱侧已全部关断。 7.2.3 能够按照正确的顺序启动、关断逆变器。 7.2.4 能够按照说明书对逆变器进行基本参数设置。 7.2.5 能够安装逆变器接地连接线。
	7.3 逆变器的调试和检测	7.3.1 能够校对逆变器电缆的相序和极性。 7.3.2 能够检查、调试逆变器的通信。 7.3.3 能够识读逆变器显示器上显示的基本数据。 7.3.4 能够识读逆变器说明书，按照故障提示信息进行处理。 7.3.5 能够使用红外热成像仪查找逆变器接线虚接情况。 7.3.6 能够使用等电位测试仪等设备测量逆变器接地连续性电阻。 7.3.7 能够使用绝缘电阻测试仪等设备测量逆变器直流端、交流端的绝缘电阻。
8.交流并网柜安装	8.1 交流并网柜安装	8.1.1 能够安装光伏计量柜的万能断路器与原配电系统断路器之间、与原配电系统发电机等应急电源之间的机械互锁。 8.1.2 能够制作交流电缆头。 8.1.3 能够使用工具安装不同相位的三相四线制、三相五线制电缆护套。
9.储能系统安装	9.1 安装准备	9.1.1 能够识别铅酸、镍铬、镍氢、锂离子等储能电池的种类和型号。 9.1.2 能够检查储能单元、储能变流器等设备的外观完好性。 9.1.3 能够检查光伏组件、蓄电池与储能变流器等之间的参数匹配性。 9.1.4 能够检查安装环境是否满足储能系统的防火、防水、控温等安全要求。 9.1.5 能够测量蓄电池内阻。
	9.2 储能系统安装	9.2.1 能够按照图纸连接光伏组件、蓄电池、储能变流器、升压及配电设备等。 9.2.2 能够安装电池管理系统 BMS、能量管理系统 EMS。 9.2.3 能够使用电池优化器，能够按设计要求对电池进行串并联安装。

表 3 屋顶光伏系统安装工职业技能等级要求（高级）

工作领域	工作任务	职业技能要求
1.储能系统安装	1.1 储能系统调试和检测	1.1.1 能够调试储能变流器、电池管理系统 BMS、能量管理系统 EMS、升压及配电设备。 1.1.2 能够在调试根据故障检查问题，并维修、更换故障设备。
2.箱变和开关柜操作	2.1 箱变和开关柜操作	2.1.1 能够制定厂站的箱变和开关柜操作规程及相关表格。 2.1.2 能够对光伏系统箱变进行常规倒闸操作。 2.1.3 能够检查光伏系统的箱变异常，并维修或更换设备以解决故障。 2.1.4 能够对光伏系统高、低压开关柜进行常规倒闸操作。
3.系统调试	3.1 系统调试和预运行	3.1.1 能够根据标准 DB 44/T 1702.1、T/CPIA0011.3 的要求，制定光伏系统试运行前的调试方案。 3.1.2 能够根据试运行情况进行故障制定检修方案。 3.1.3 能够使用无人机拍摄电站整体外观照片，并根据结果核查系统安装容量。 3.1.4 能够使用无人机拍摄电站组件红外热成像照片，并查找温度异常组件。 3.1.5 能够测量并网点电能质量，并分析电能质量数据，排查电能质量不合格的原因。 3.1.6 能够编写系统调试报告、竣工报告。
4.项目施工管理	4.1 施工管理	4.1.1 能够根据标准 GB 50794、GB/T 50795、DB 44/T 1702.2 的要求，制定项目施工方案和进度计划。 4.1.2 能够根据所在屋顶光伏系统的实际情况，编制防触电、防坠落、防火等安全应急预案，并进行相关培训。 4.1.3 能够编写施工日志。 4.1.4 能够编写设备操作规程。 4.1.5 能够编写设备检修规程。
5.项目运维管理	5.1 项目运维管理	5.1.1 能够对光伏系统箱变、高低压开关柜、配电柜进行常规维护和日常巡回检查，记录设备的运行情况。 5.1.2 能够查看、分析监控系统数据。 5.1.3 能够编写运维管理规程。 5.1.4 能够编写事故报告。

参 考 文 献

- [1] GB/T 34936-2017光伏电站汇流箱技术要求
- [2] GB/T 35694-2017光伏电站安全规程
- [3] GB/T 36547-2018电化学储能系统接入电网技术规定
- [4] GB/T 36963光伏建筑一体化系统防雷技术规范
- [5] GB/T 37655-2019 光伏与建筑一体化发电系统验收规范
- [6] GB/T 38946-2020 分布式光伏发电系统集中运维技术规范
- [7] GB 50303-2015 建筑电气工程施工质量验收规范
- [8] GB 50794-2012 光伏发电站施工规范
- [9] GB/T 50795-2012 光伏发电工程施工组织设计规范
- [10] GB 50797-2012光伏发电站设计规范
- [11] GB 50169 电气装置安装工程接地装置施工与规范验收
- [12] GB/T 51437-2021风光储联合发电站设计标准
- [13] JGJ 81-2002 建筑钢结构焊接技术规程
- [14] JGJ 203-2010 民用建筑太阳能光伏系统应用技术规范
- [15] NB/T 10128-2019 光伏发电工程电气设计规范
- [16] NB/T 32034-2016 光伏电站现场组件检测规程
- [17] NB/T 32042-2018 光伏发电工程_建设监理规范
- [18] DB13/T 2350-2016 分布式光伏组件安装技术规范
- [19] DB34/T 3188-2018 建筑光伏系统防火技术规范
- [20] DB44/T 1702.2-2015 屋面并网光伏发电系统 第2部分：施工与验收规范
- [21] T/CPIA 0011.3-2019 户用光伏并网发电系统 第3部分：安装与调试规范
- [22] T/HZPVA 003-2020 附加型工商业屋顶光伏发电系统安装规范
- [23] T/CBDA 39-2020 光电建筑技术应用规程
- [24] 教育部《职业技能等级标准开发指南（试行）》