

用户侧微电网工程应用 职业技能等级标准

标准代码：430013

(2021年2.0版)

广东南方电力科学研究院有限公司 制定

2021年12月 发布

目 次

前 言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	2
4 适用院校专业.....	4
5 面向职业岗位（群）.....	5
6 职业技能要求.....	6
参考文献.....	21

前 言

本标准按照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。

本标准起草单位：广东南方电力科学研究院有限公司、广东省电机工程学会、广西水利电力职业技术学院、广东南方电力客户服务中心、广东省南方电力职业培训学院。

本标准主要起草人：李海滨、冯文胜、蚁泽沛、陈祖勋、陈忠义、龙建平、蔡冠中、吴一培、周志良、张宗华、罗宇强、苏先红、陈杨洋、梁文希、莫智英。

声明：本标准的知识产权归属于广东南方电力科学研究院有限公司，未经广东南方电力科学研究院有限公司同意，不得印刷、销售。

1 范围

本标准规定了微电网及分布式发电（光伏、风力）工程设计、安装、调试、运维职业技能等级对应的工作领域、工作任务及职业技能要求。

本标准适用于微电网及分布式发电（光伏、风力）工程设计、安装、调试、运维职业技能培训、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。

2 规范性引用文件

下列文件对于本标准的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本标准。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 19939-2005 光伏系统并网技术要求

GB/T 19964-2012 光伏电站接入电力系统技术规定

GB/T 29319-2012 光伏发电系统接入配电网技术规定

GB/T 30152-2013 光伏发电系统接入配电网检测规程

GB/T 33342-2016 户用分布式光伏发电并网接口技术规范

GB/T 50794-2012 光伏电站施工规范

GB/T 50796-2012 光伏发电工程验收规范

GB/T 50865-2013 光伏发电接入配电网设计规范

GB/T 50866-2013 光伏电站接入电力系统设计规范

GB/T 2900.53-2001 电工术语 风力发电机组

GB 8116-1987 风力发电机组 型式与基本参数

GB/T 16437-1996 小型风力发电机组结构安全要求

GB 17646-1998 小型风力发电机组安全要求

GB/T 18709-2002 风电场风能资源测量方法

GB/T 18710-2002 风电场风能资源评估方法

GB/T 19960.1-2005 风力发电机组 第1部分：通用技术条件

GB/T 19960.2-2005 风力发电机组 第2部分：通用试验方法

GB/T 20319-2006 风力发电机组 验收规范

GB/T 20320-2006 风力发电机组电能质量测量和评估方法

GB/T 19115.1-2003 离网型户用风光互补发电系统 第1部分：技术条件

GB/T 19115.2-2003 离网型户用风光互补发电系统 第2部分：试验方法

GB/T 34930-2017 微电网接入配电网运行控制规范

GB/T 34129-2017 微电网接入配电网测试规范

GB/T 36274-2018 微电网能量管理系统技术规范

GB/T 36270-2018 微电网监控系统技术规范

GB/T 33589-2017 微电网接入电力系统技术规定

GB/T 51341-2018 微电网工程设计标准

GB/Z 34161-2017 智能微电网保护设备技术导则

3 术语和定义

国家、行业标准界定的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1 分布式发电系统 distributed generation system (DGS)

指较靠近负载端且发电容量较小的小型发电设备所组成的系统。

3.2 光伏发电系统 photovoltaic (PV) power system

利用光伏电池的光生伏特效应，将太阳辐射能直接转换成电能的发电系统。

3.3 风力发电系统 wind power system

指利用风的动能驱动风轮转动，从而带动发电机旋转发出电能的发电系统。

3.4 风光互补发电系统 PV/ Wind hybrid system

指利用太阳能光伏电池组、风力发电机组两种发电设备共同发电，同时结合控制器、逆变器、储能装置等设备共同组成的发电系统。

3.5 微电网 Micro-Grid

指由分布式电源、储能装置、能量转换装置、负荷、监控和保护装置等组成的小型发配电系统。

3.6 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。

3.7 储能装置 energy storage

指能将电能转化为其它形式的能量存储起来，在需要时重新转化为电能输送出来的装置，可以起到削峰填谷，平滑发电输出功率，减轻电网波动的作用。

3.8 逆变器 inverter

将直流电变换成交流电的设备。

3.9 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。

3.10 控制器 controller

对电能或电路进行调节和控制的自动控制装置。

3.11 公共连接点 point of common coupling (PCC)

指微电网或用户系统（发电或用电）接入公用电网的连接处。

3.12 储能变流器 power convertor system (PCS)

指用于连接储能装置与电网之间的双向逆变器。

3.13 微电网控制中心 Micro-Grid control center (MGCC)

微电网控制系统的核心部分，能对微电网内分布式电源发电功率和负荷需求进行预测，制订和调整运行计划；能控制各分布式电源、负荷和储能装置的启停，保证微电网电压和频率稳定。

4 适用院校专业

4.1 参照原版专业目录

中等职业学校：农村电气技术、雷电防护技术、水电厂机电设备安装与运行、水泵站机电设备安装与运行、反应堆及核电厂运行、风电场机电设备运行与维护、太阳能与沼气技术利用、输配电线路施工与运行、供用电技术、光伏工程技术与应用、水电站运行与管理、电气化铁道供电、城市轨道交通供电、船舶电气技术、发电厂及变电站电气设备、继电保护及自动装置调试维护、电气运行与控制、电气技术应用等。

高等职业学校：发电厂及电力系统、供用电技术、电力系统自动化技术、高压输配电线路施工运行与维护、电力系统继电保护与自动化技术、水电站机电设备与自动化、电网监控技术、电力客户服务与管理、水电站与电力网、农业电气化技术、分布式发电与微电网技术、电厂热工自动化技术、风力发电工程技术、风电系统运行与维护、生物质能应用技术、光伏发电技术与应用、太阳能光热技术与应用、机电一体化技术、电气自动化技术、工业过程自动化技术、智能控制技术、电源变换技术与应用、分布式发电与微电网技术、农村能源与环境技术等。

应用型本科学校：智能制造工程、能源与动力工程、能源与环境系统工程、新能源科学与工程、储能科学与工程、电气工程及其自动化、智能电网信息工程、光源与照明、电气工程与智能控制、电机电器智能化、自动化、智能装备与系统、农业电气化、建筑电气与智能化等。

4.2 参照新版职业教育专业目录

中等职业学校：农村电气技术、水电厂机电设备安装与运行、水泵站机电设备安装与运行、太阳能与沼气技术利用、输配电线路施工与运行、供用电技术、光伏工程技术与应用、水电站运行与管理、电气化铁道供电、城市轨道交通供电、船舶电气装置安装与调试、发电厂及变电站运行与维护、电力系统自动化装置调试与维护、电气设备运行与控制等。

高等职业学校：发电厂及电力系统、供用电技术、电力系统自动化技术、输配电工程技术、电力系统继电保护技术、水电站机电设备与自动化、电力客户服务与管理、水电站与电力网技术、农业电气化技术、分布式发电与智能微电网技术、发电运行技术、热工自动化技术、风力发电工程技术、生物质能应用技术、光伏工程技术、太阳能光热技术与应用、机电一体化技术、电气自动化技术、工业过程自动化技术、智能控制技术、分布式发电与智能微电网技术等。

应用型本科学校：智能制造工程、能源与动力工程、能源与环境系统工程、新能源科学与工程、储能科学与工程、电气工程及其自动化、智能电网信息工程、光源与照明、电气工程与智能控制、电机电器智能化、自动化、智能装备与系统、农业电气化、建筑电气与智能化等。

高等职业教育本科学校：智能制造工程技术、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、电气工程及自动化、自动化技术与应用、建筑电气与智能化工程等。

5 面向职业岗位（群）

用户侧微电网工程应用职业技能等级标准主要针对发电厂及电力系统施工与运行、新能源开发与利用、分布式发电工程技术、太阳能光伏发电系统设计施工与运维、

风力发电系统设计施工与运维、智能微电网设计与施工、城乡供用电、农业电气化等专业技术方向，从事小型分布式电源（光伏、风力等）设计、安装、调试、运维，以及微电网构建、运维等工作岗位（群）。

6 职业技能要求

6.1 职业技能等级划分

用户侧微电网工程应用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。

【用户侧微电网工程应用】（初级）：主要面向电网企业、发电厂、电力建设公司以及电力用户等，投资开发建设用户侧分布式电源及微电网，通过分布式电源及微电网的建设运营有效降低用电成本，提高经济效益，并作为停电断网突发事件的应急手段，确保电力用户用电安全。初级人员要求懂得分布式发电（主要包括中、小型光伏、风力发电、风光互补）系统、微电网系统的安装施工及运行维护。

【用户侧微电网工程应用】（中级）：主要面向电网企业、发电厂、电力建设公司以及电力用户等，投资开发建设用户侧分布式电源及微电网，通过分布式电源及微电网的建设运营有效降低用电成本，提高经济效益，并作为停电断网突发事件的应急手段，确保电力用户用电安全。中级人员要求能胜任分布式发电（主要包括中、小型光伏、风力发电、风光互补）系统、微电网系统的设备调试、试运行工作，能对系统运行数据进行分析，以及能对系统故障进行分析处理。

【用户侧微电网工程应用】（高级）：主要面向电网企业、发电厂、电力建设公司以及电力用户等，投资开发建设用户侧分布式电源及微电网，通过分布式电源及微电网的建设运营有效降低用电成本，提高经济效益，并作为停电断网突发事件的应急手段，确保电力用户用电安全。高级人员要求初步具备对单一发电系统（主要包括中、

小型光伏、风力发电)、多个分布式发电系统所组成的简单微电网系统进行规划设计、设备选型的能力,并初步具备对微电网系统进行运行设置、优化控制和能量管理的技能。

6.2 职业技能基本要求

6.2.1 职业道德

- (1) 遵守法律、法规和有关规定;
- (2) 爱岗敬业,具有高度的责任心;
- (3) 严格执行工作程序、工作规范、工艺文件和安全操作规程;
- (4) 工作认真负责,团结合作;
- (5) 爱护作业设备及工具;
- (6) 文明生产,保持工作环境清洁有序,着装整洁,符合规定。

6.2.2 基础知识

6.2.2.1 基础理论知识

- (1) 高、低压电工基本知识;
- (2) 配电系统、线路及其主要电气设备;
- (3) 常用电工测量仪器、仪表的原理和使用方法;
- (4) 常用电气作业安全防护工器具的使用方法;
- (5) 高处作业相关知识及安全防护工器具的使用方法;
- (6) 电气作业安全措施相关知识;
- (7) 防火、防爆、防雷、防静电、电磁场危害相关知识及防护措施;
- (8) 电气、高处作业紧急救护相关知识。

6.2.2.2 微电网及储能应用专业理论知识

- (1) 分布式电源定义、分类和特点；
- (2) 分布式光伏发电技术原理、系统构成、设备组件及运行控制；
- (3) 分布式风力发电技术原理、系统构成、设备组件及运行控制；
- (4) 风光互补发电系统构成、配置及运行控制；
- (5) 微型燃气轮机、小水电等其它分布式电源的技术原理及系统构成；
- (6) 电力储能技术的分类、特点和应用；
- (7) 微电网的定义、构成和体系结构；
- (8) 微电网的运行、控制、保护和能量管理；
- (9) 微电网储能系统与电动汽车；
- (10) 微电网在大电网停电断网应急处置中的作用；
- (11) 微电网和电力储能新技术的发展及应用方向；
- (12) 国家、行业关于分布式能源、微电网的相关法规、政策、标准和规定。

6.3 职业技能等级要求描述

表 1 用户侧微电网工程应用职业技能等级要求（初级）

工作领域	工作任务	职业技能要求
1.基础作业技能操作	1.1 常用电气作业仪器仪表使用	1.1.1 能够对常用电气作业仪器仪表进行检查。 1.1.2 能够正确使用常用电气作业仪器仪表。
	1.2 电工常用防护装备使用	1.2.1 能够对电工常用防护装备的状态进行检查。 1.2.2 能够正确使用电工常用防护装备。
	1.3 高处作业工器具使用	1.3.1 能够对高处作业工器具的状态进行检查。 1.3.2 能够正确使用工器具开展高处作业。
2.分布式光伏发电系统安装和维护	2.1 施工前准备	2.1.1 熟悉系统各部件作用、主要性能参数，能够识别和判断各部件主流产品的类型、型号及其产品特点。

		<p>2.1.2 熟悉系统主要部件、设备运输和保管的一般规定和注意事项，并正确掌握其运输、保管的方法。</p> <p>2.1.3 熟悉系统主要部件、设备安装施工前的检查项目、内容及施工现场条件，能够在安装施工前对设备质量、状态进行检查和初步判断，并判断现场安装施工条件是否具备。</p>
	2.2 安装施工	<p>2.2.1 理解工程施工规范化意义，能正确理解并执行系统安装施工的流程及规范。</p> <p>2.2.2 熟悉系统工程安装施工图纸，能识读主要施工图纸，并能绘制简单图纸。</p> <p>2.2.3 熟悉光伏组件基座常见类型和应用场合，掌握其浇筑要求；熟悉光伏组件支架常见分类和各自特点，并能正确安装。</p> <p>2.2.4 熟悉系统主要部件安装前应做的准备工作以及安装应符合的规范，并能正确安装。</p> <p>2.2.5 熟悉系统线缆敷设标准或规范，能够按标准或规范进行线缆布线与敷设，完成各部件之间电气连接。</p> <p>2.2.6 熟悉系统防雷和接地装置安装施工及验收应符合标准或规范，并能正确安装。</p>
	2.3 运行维护	<p>2.3.1 熟悉系统主要运行参数，能够现地或远方监视、查看系统运行相关数据、报警信息。</p> <p>2.3.2 熟悉系统运行常规操作项目，能够完成常规运行操作。</p> <p>2.3.3 能够正确填写系统运行日志登记表。</p> <p>2.3.4 熟悉日常检查维护的项目、内容及周期，能够完成各部件、设备的日常检查和维护。</p>
	2.4 故障识别和记录	<p>2.4.1 熟悉系统常见故障的报警信息或表征，能识别系统常见的简单故障并进行正确的处理。</p> <p>2.4.2 熟悉系统检查维护情况登记表的元素组成，并能对表格进行正确的填写。</p>
3.小型风力发电系统安装和维护	3.1 施工前准备	<p>3.1.1 熟悉系统各部件的作用、主要性能参数，能够识别和判断各部件主流产品的类型、型号及其产品特点。</p> <p>3.1.2 熟悉市场主流小型风力发电机组的类型和总体结构布局。</p> <p>3.1.3 理解工程施工规范化的意义，能够正确理解并执行系统施工流程及规范。</p>

		<p>3.1.4 能够识读工程主要施工图纸，并能绘制简单图纸。</p> <p>3.1.5 熟悉系统主要部件、设备安装施工前的检查项目、内容和施工现场条件，能够在安装施工前对设备质量、状态进行检查和初步判断，并判断现场安装施工条件是否具备。</p> <p>3.1.6 落实机组安装前的必备条件，协调机组安装相关各方人员等。</p>
	3.2 安装施工	<p>3.2.1 熟悉风力发电机组安装过程中设备供应商的工作内容和服务范围，能够在供应商进行机组安装时提供必要的协助并进行工程施工监督。</p> <p>3.2.2 熟悉用户侧小型风力发电机组主要部件安装前应做的准备工作，以及安装应符合的规范，能正确安装除风机外的其它主要部件。</p> <p>3.2.3 熟悉系统线缆敷设标准或规范，能够按设计要求完成系统各部件之间电力线缆的布线与敷设，并对各部件进行电气连接。</p> <p>3.2.4 熟悉系统防雷和接地装置安装施工及验收应符合的标准或规范，能完成接地网的布置和安装施工。</p>
	3.3 运行维护	<p>3.3.1 熟悉系统主要运行参数，能够现地或远方监视、查看系统运行相关数据、报警信息，维持系统正常稳定运行。</p> <p>3.3.2 熟悉系统运行常规操作项目，能够完成常规运行操作。</p> <p>3.3.3 能够正确填写系统运行日志登记表。</p> <p>3.3.4 熟悉日常检查维护的项目、内容及周期，能够完成系统各部件、设备的日常检查和维护。</p>
	3.4 故障识别和记录	<p>3.4.1 熟悉系统常见故障的报警信息或表征，能识别系统常见的简单故障并进行正确的处理。</p> <p>3.4.2 熟悉系统检查维护情况登记表的元素组成，并能对表格进行正确的填写。</p>
4.风光互补发电系统安装和维护	4.1 施工前准备	<p>4.1.1 熟悉系统结构及设备组成。</p> <p>4.1.2 能够正确理解并执行系统安装施工规范及流程。</p>
	4.2 安装施工	<p>4.2.1 能够组织完成系统主要部件和设备的安装。</p>

		<p>4.2.2 能够完成系统各部件、设备之间的电气线缆敷设和电路连接。</p> <p>4.2.3 熟悉系统防雷和接地装置安装施工及验收应符合的标准或规范，能够完成接地网的布置和安装施工。</p>
	4.3 运行维护	<p>4.3.1 熟悉系统主要运行参数，能够现地或远方监视、查看系统运行相关数据、报警信息，维持系统正常稳定运行。</p> <p>4.3.2 熟悉系统运行常规操作项目，能够完成常规运行操作。</p> <p>4.3.3 能够正确填写系统运行日志登记表。</p> <p>4.3.4 熟悉系统日常检查维护的项目、内容及周期，能够完成系统各部件及设备的日常检查和维护。</p>
	4.4 故障识别和记录	<p>4.4.1 熟悉系统常见故障的报警信息或表征，能识别系统常见的简单故障并进行正确的处理。</p> <p>4.4.2 熟悉系统检查维护情况登记表的元素组成，并能对表格进行正确的填写。</p>
5.微电网系统安装和维护	5.1 施工前准备	<p>5.1.1 熟悉组成微电网系统的体系结构和设备构成，以及主要设备部件的作用、重要性能参数。</p> <p>5.1.2 能够识别和判断系统中主要设备、部件的类型、型号及其产品特点。</p> <p>5.1.3 熟悉微电网系统各子系统、主要部件和设备安装施工前的检查项目和内容，能够在安装施工前对设备质量、状态进行检查和初步判断。</p>
	5.2 安装施工	<p>5.2.1 熟悉微电网系统各子系统、主要部件和设备安装施工的现场条件，能够判断现场安装施工条件是否具备。</p> <p>5.2.2 理解工程施工规范化的意义，能够正确理解并执行微电网及其各子系统的安装施工规范及流程。</p> <p>5.2.3 能够完成微电网分布式电源、储能系统等电源子系统的设备安装。</p> <p>5.2.4 能够完成微电网测量、监控、保护、通信等子系统的设备安装。</p> <p>5.2.5 能够完成微电网各子系统、部件、设备之间的线缆敷设和电路连接。</p>

		<p>5.2.6 熟悉微电网的防雷接地要求，能够完成接地网的布置和安装施工。</p> <p>5.2.7 能够识读微电网系统工程主要施工图纸，并能绘制简单图纸。</p>
	5.3 运行维护	<p>5.3.1 了解微电网监控系统架构及设备组成，熟悉微电网监控系统人机交互界面，能够正确使用监控系统软件对微电网运行状态进行监视。</p> <p>5.3.2 熟悉微电网的运行模式和控制模式，能够在监控系统软件上进行微电网并（离）网控制、负荷控制、DG单元并入（退出）、储能系统充放电控制等操作。</p> <p>5.3.3 熟悉系统运行报警信号分类和意义，能够远方和现地查看各设备、部件的运行信息和报警信号，并进行相应的处理。</p> <p>5.3.4 熟悉微电网保护设置以及保护动作造成的后果，能够在保护动作后进行正确的处置。</p> <p>5.3.5 熟悉微电网并、离网运行的有关国家标准、规范，电网公司相关规定、调度要求等。</p> <p>5.3.6 熟悉系统运行日志的主要内容，能够正确填写系统运行日志登记表。</p> <p>5.3.7 熟悉系统日常检查维护的项目、内容及周期，能够完成系统各部件及设备的日常检查和维护。</p>
	5.4 故障识别和记录	<p>5.4.1 熟悉系统常见故障的报警信息或表征，能识别系统常见的简单故障并进行正确的处理。</p> <p>5.4.2 熟悉系统检查维护情况登记表的元素组成，并能对表格进行正确的填写。</p>

表 2 用户侧微电网工程应用职业技能等级要求（中级）

工作领域	工作任务	职业技能要求
1.分布式光伏发电系统调试与运行管理	1.1 运行前调试	<p>1.1.1 熟悉系统运行前调试应具备的现场条件，能够判断现场开展调试工作的条件是否具备。</p> <p>1.1.2 开展调试工作前能够对系统部件、电气设备进行外观、状态的检查，并判断其是否满足调试要求。</p>

		1.1.3 熟悉系统运行前调试的工作项目和内容，能够完成系统运行前的调试工作。
	1.2 试运行	1.2.1 熟悉系统试运行工作的项目和内容，并能够完成系统试运行。 1.2.2 能够完成系统并网调试。 1.2.3 能够根据调试及试运行的情况完成相关记录表格的数据填写。
	1.3 运行管理	1.3.1 熟悉系统重要运行数据的种类，能够从运行日志或现场设备查看系统运行历史数据。 1.3.2 能够根据系统运行测量数据对系统运行状态、性能作出评估，并提出优化调整措施。 1.3.3 能够根据系统运行环境的变化对系统设备运行参数进行优化设置。 1.3.4 熟悉系统并网有关国家标准、规范，电网公司相关的规定、办理手续及并网要求等。 1.3.5 能够编制系统用户运行操作手册，并培训或指导用户完成系统的简单日常操作。 1.3.6 能够统计、分析系统运行数据，编制系统运行技术、经济分析报告。
	1.4 故障分析处理	1.4.1 熟悉系统常见故障的种类、成因和相应的检测方法。 1.4.2 能够根据故障现象对故障进行分析、判断和处理。
2.小型风力发电系统调试与运行管理	2.1 运行前调试	2.1.1 熟悉系统运行前调试应具备的现场条件，能够判断现场开展调试工作的条件是否具备。 2.1.2 开展调试工作前能够对系统部件、电气设备进行外观、状态的检查，并判断其是否满足调试要求。 2.1.3 熟悉系统运行前调试的工作项目和内容，能够完成系统运行前测试。
	2.2 试运行	2.2.1 熟悉系统试运行工作的项目和内容，并能够完成系统试运行。 2.2.2 能够完成系统并网调试。 2.2.3 能够根据调试及试运行的情况完成相关记录表格的数据填写。
	2.3 运行管理	2.3.1 熟悉系统重要运行数据的种类，能够从运行日志或现场设备查看系统运行历史数据。

		<p>2.3.2 能够根据系统运行测量数据对系统运行状态、性能作出评估，并提出优化调整措施。</p> <p>2.3.3 能够根据系统运行环境的变化对系统设备运行参数进行优化设置。</p> <p>2.3.4 熟悉系统并网有关国家标准、规范，电网公司相关的规定、办理手续及并网要求等。</p> <p>2.3.5 能够编制系统用户运行操作手册，并培训或指导用户完成系统的简单日常操作。</p> <p>2.3.6 能够统计、分析系统运行数据，编制系统运行技术、经济分析报告。</p>
	2.4 故障分析处理	<p>2.4.1 熟悉系统常见故障的种类、成因和相应的检测方法。</p> <p>2.4.2 能够根据故障现象对故障进行分析、判断和处理。</p>
3.风光互补发电系统调试与运行管理	3.1 运行前调试	<p>3.1.1 熟悉系统调试的项目及其内容、流程步骤及注意事项。</p> <p>3.1.2 能够完成系统中风力发电和光伏发电子系统部件、设备的调试。</p>
	3.2 试运行	<p>3.2.1 能够完成系统试运行有关操作。</p> <p>3.2.2 能够根据调试及试运行的情况完成相关记录表格的数据填写。</p> <p>3.2.3 能够辨识系统试运行过程中常见的报警信息，以及处理试运行过程中的常见故障或异常情况。</p>
	3.3 运行管理及故障分析处理	<p>3.3.1 熟悉系统重要运行数据的种类，能够从运行日志或现场设备查看系统运行历史数据。</p> <p>3.3.2 能够根据系统运行测量数据对系统运行状态、性能作出评估，并提出优化调整措施。</p> <p>3.3.3 能够根据系统运行环境的变化对系统设备运行参数进行优化设置。</p> <p>3.3.4 熟悉系统并网有关国家标准、规范，电网公司相关规定、办理手续及并网要求等。</p> <p>3.3.5 能够编制系统用户运行操作手册，并培训或指导用户完成系统的简单日常操作。</p> <p>3.3.6 能够统计、分析系统运行数据，编制系统运行技术、经济分析报告。</p>
	3.4 故障分析处理	<p>3.4.1 熟悉系统常见故障的种类、成因和相应的检测方法。</p> <p>3.4.2 能够根据故障现象对故障进行分析、判</p>

		断和处理。
4.微电网系统调试与运行管理	4.1 运行前调试	<p>4.1.1 熟悉系统调试的内容及流程，能够编写微电网系统试运行调试方案。</p> <p>4.1.2 熟悉系统运行前调试应具备的现场条件，能够判断现场开展调试工作的条件是否具备。</p> <p>4.1.3 熟悉系统试运行调试工作的项目和内容，能够完成微电网各电源子系统的试运行调试。</p> <p>4.1.4 能够完成微电网测量、监控、保护、通信等子系统的功能部署、参数配置和试运行调试。</p>
	4.2 试运行	<p>4.2.1 能够完成微电网并（离）网运行、并网转离网、离网转并网、储能充放电控制、交换功率等试验项目的调试。</p> <p>4.2.2 能够完成系统运行性能测试，并根据测试数据分析、判断系统是否达到设计标准。</p> <p>4.2.3 熟悉系统试运行过程中常见的故障类型和现象，并能够完成常见故障或异常情况的处理。</p> <p>4.2.4 能够根据调试及试运行情况完成相关记录表格的数据填写。</p> <p>4.2.5 能够编写项目试运行调试分析评估报告。</p>
	4.3 运行管理	<p>4.3.1 熟悉系统重要运行数据的种类，能够从运行日志或现场设备查看系统运行历史数据。</p> <p>4.3.2 能够根据系统运行测量数据对系统运行状态、性能作出评估，并提出优化调整措施。</p> <p>4.3.3 能够根据系统运行环境的变化对系统设备运行参数进行相应优化设置。</p> <p>4.3.4 熟悉系统并网有关国家标准、规范，电网公司相关规定、办理手续及并网要求等。</p> <p>4.3.5 能够编制系统用户运行操作手册，并培训或指导用户完成系统的简单日常操作。</p> <p>4.3.6 能够统计、分析系统运行数据，编制系统运行技术、经济分析报告。</p>
	4.4 故障分析处理	<p>4.4.1 熟悉系统常见故障的种类、成因和相应的检测方法。</p> <p>4.4.2 能够根据故障现象对故障进行分析、判</p>

		断和处理。
--	--	-------

表3 用户侧微电网工程应用职业技能等级要求（高级）

工作领域	工作任务	职业技能要求
1.分布式光伏发电系统规划设计	1.1 规划基础	<p>1.1.1 熟悉国家或地方政府、电网公司发布的光伏发电相关政策，能够评估有关政策对项目的影响。</p> <p>1.1.2 熟悉电网公司关于分布式光伏发电项目并网有关规定，包括并网服务流程、购售电管理、计量管理等，能够根据项目的具体情况开展并网申请工作。</p>
	1.2 项目规划	<p>1.2.1 熟悉分布式光伏发电系统的业主需求评估，能够对业主的用电功率需求、系统离并网运行方式、建筑美观要求等方面进行评估。</p> <p>1.2.2 能够完成项目现场勘察，选择合适的拟建场地，对太阳能辐射强度、光伏组件安装位置、遮挡情况、组件安装有效面积、当地气候环境等进行评估。</p> <p>1.2.3 熟悉系统规划设计所需的资料种类，能够完成系统规划设计所需资料的收集和技术条件分析。</p> <p>1.2.4 能够对项目的发电量进行估算，并评估其经济、环境效益。</p>
	1.3 设计准备	<p>1.3.1 熟悉分布式光伏发电系统设计相关标准或规范，以及设计的原则、步骤和内容。</p> <p>1.3.2 掌握离网光伏发电系统的设计方法，能够完成离网光伏发电系统光伏组件容量、蓄电池（组）容量与组合的设计与计算。</p> <p>1.3.3 掌握并网光伏发电系统的设计方法，能够完成并网光伏发电系统光伏组件容量、蓄电池（组）容量与组合的设计与计算。</p>
	1.4 系统设计	<p>1.4.1 熟悉并网光伏发电系统的并网要求及接入方式，能够完成系统并网接入方案的设计。</p> <p>1.4.2 熟悉分布式光伏发电系统各部件、设备的技术参数，并能够完成设备选型。</p> <p>1.4.3 熟悉系统设计相关图纸类型，能够通过CAD辅助设计软件熟练绘制有关图纸。</p> <p>1.4.4 熟悉系统防雷接地系统组成，能够完成系统防雷和接地系统设计。</p>

		<p>1.4.5 熟悉系统规划设计方案的组成要素，能够编制系统项目规划设计方案。</p> <p>1.4.6 熟悉项目安装现场各要素对设计方案的影响，能够根据安装现场的具体条件对设计方案进行调整和优化。</p>
2.小型风力发电系统规划设计	2.1 规划基础	<p>2.1.1 熟悉国家或地方政府、电网公司发布的风力发电相关政策，能够评估有关政策对项目实施的影响。</p> <p>2.1.2 熟悉电网公司关于小型风力发电项目并网有关规定，包括并网服务流程、购售电管理、计量管理等，能够根据项目的具体情况开展并网申请工作。</p>
	2.2 项目规划	<p>2.2.1 熟悉小型风力发电系统的业主需求评估，能够对业主的用电功率需求、系统离并网运行等方面进行评估。</p> <p>2.2.2 能够完成项目现场勘察，选择合适的拟建场地，并对拟建场地的风力资源、风力发电机安装位置、施工影响因素、气候环境影响等方面进行评估。</p> <p>2.2.3 熟悉系统规划设计所需的资料种类，能够完成规划设计所需资料的收集和技术条件分析。</p> <p>2.2.4 能够对项目的发电量进行估算，并评估其经济、环境效益。</p>
	2.3 设计准备	<p>2.3.1 熟悉系统设计相关标准或规范。</p> <p>2.3.2 熟悉系统应用环境及影响设计的因素。</p> <p>2.3.3 熟悉系统设计的原则、步骤和内容。</p>
	2.4 系统设计	<p>2.4.1 能够根据业主需求、拟建场地现场勘察评估结果，完成小型风力发电机组容量、组合排布的设计与计算。</p> <p>2.4.2 熟悉市场主流小型风力发电机组的类型、结构、主要性能参数，能够根据项目需求和条件进行风力发电机组的选型。</p> <p>2.4.3 能够完成小型风力发电系统储能蓄电池（组）容量与组合的设计与计算。</p> <p>2.4.4 熟悉系统并网要求及接入方式，能够完成系统并网接入方案的设计。</p> <p>2.4.5 熟悉系统各部件、设备的技术参数，并能够完成设备选型。</p> <p>2.4.6 熟悉系统设计相关图纸类型，能够通过</p>

		<p>CAD 辅助设计软件熟练绘制有关图纸。</p> <p>2.4.7 能够完成系统的防雷和接地系统设计。</p> <p>2.4.8 熟悉规划设计方案的组成要素，能够编制项目规划设计方案。</p> <p>2.4.9 熟悉项目安装现场各要素对设计方案的影响，能够根据安装现场的具体条件对设计方案进行调整和优化。</p>
3.风光互补发电系统规划设计	3.1 规划基础	<p>3.1.1 熟悉国家或地方政府、电网公司发布的光伏发电、风力发电相关政策，能够评估有关政策对项目的影响。</p> <p>3.1.2 熟悉电网公司关于风光互补发电项目并网有关规定，包括并网服务流程、购售电管理、计量管理等，能够根据项目的具体情况开展并网申请工作。</p>
	3.2 项目规划	<p>3.2.1 熟悉风光互补发电系统的业主需求评估，能够对业主的用电功率需求、系统离并网运行方式、环境影响要求等方面进行评估。</p> <p>3.2.2 能够完成项目现场勘察，选择合适的拟建场地，对拟建场地的太阳能资源、光伏组件安装位置、遮挡情况、组件安装有效面积、拟建场地的风力资源、风力发电机安装位置、施工影响因素、气候环境影响等进行评估。</p> <p>3.2.3 熟悉规划设计所需的资料种类，能够完成系统规划设计所需资料的收集和技术条件分析。</p> <p>3.2.4 能够对项目的发电量进行估算，并评估其经济、环境效益。</p>
	3.3 设计准备	<p>3.3.1 熟悉系统设计条件、内容、步骤及合理配置因素。</p> <p>3.3.2 掌握日平均用电量、光伏组件日平均发电量、风力发电机组日平均发电量的计算方法。</p>
	3.4 系统设计	<p>3.4.1 能够根据业主需求、设计要求、拟建场地现场勘察评估结果、已有技术条件完成风光互补发电系统的光伏组件容量、风力机组容量、风光发电单元组合配置、排布的设计与计算。</p> <p>3.4.2 熟悉市场主流光伏组件、小型风力机组的种类、型号和技术参数，能够根据光伏组件及风力机组容量计算，风光发电单元组合</p>

		<p>配置的设计结果完成光伏组件及小型风力机组的选型。</p> <p>3.4.3 能够完成风光互补发电系统中储能蓄电池（组）的容量计算以及选型。</p> <p>3.4.4 熟悉风光互补发电系统中各部件、设备的技术参数，并能够完成设备选型。</p> <p>3.4.5 熟悉系统并网要求及接入方式，能够完成系统并网接入方案的设计。</p> <p>3.4.6 熟悉系统设计相关图纸类型，能够通过CAD辅助设计软件熟练绘制有关图纸。</p> <p>3.4.7 能够完成系统的防雷和接地系统设计。</p> <p>3.4.8 熟悉规划设计方案的组成要素，能够编制项目规划设计方案。</p> <p>3.4.9 熟悉项目安装现场各要素对设计方案的影响，能够根据安装现场的具体条件对设计方案进行调整和优化。</p>
4.微电网系统规划设计	4.1 规划基础	<p>4.1.1 熟悉国家或地方政府、电网公司发布的分布式发电、微电网相关政策，能够评估有关政策对项目的影响。</p> <p>4.1.2 熟悉电网公司关于微电网项目并网有关规定，包括并网服务流程、购售电管理、计量管理等，能够根据项目的具体情况开展并网申请工作。</p>
	4.2 项目规划	<p>4.2.1 熟悉微电网系统的业主需求评估，能够对业主的用电功率需求、系统离并网运行方式、能量管理功能要求、环境影响要求等方面进行评估。</p> <p>4.2.2 能够完成项目现场勘察，选择合适的拟建场地，对拟建场地的太阳能资源、风力资源或其它电能资源、发电机组安装位置、施工影响因素、气候环境影响等进行评估。</p> <p>4.2.3 熟悉规划设计所需的资料种类，能够完成规划设计所需资料的收集和技术条件分析。</p> <p>4.2.4 熟悉微电网常见分布式电源的种类及其特点，能够根据经济、技术条件分析结果进行微电网分布式电源种类的选择。</p> <p>4.2.5 能够对项目的发电量和用电量进行估算，并评估其经济、环境效益。</p>
	4.3 设计准备	<p>4.3.1 熟悉微电网的体系结构。</p>

		4.3.2 能够根据项目的具体情况对微电网的体系结构、运行模式、控制模式、接入电压等方面进行设计。
	4.4 系统设计	4.4.1 能够完成光伏组件、风力发电机组、储能蓄电池等主要电源设备的型号选择。 4.4.2 能够利用规划设计软件进行微电网初步设计，并能根据软件提供的系统设计组合结果进行优化和结果选择。 4.4.3 能够完成系统主要设备或部件的选型。
	4.5 系统运行设置与优化	4.5.1 熟悉微电网能量管理系统相关功能，能够完成负荷控制、功率预测、负荷预测、经济调度等功能应用。 4.5.2 理解微电网优化调度策略，并能在能量管理系统中进行相应的设置。 4.5.3 能正确选择微电网保护策略，完成微电网系统继电保护的配置。 4.5.4 熟悉微电网通信体系结构及设备组成，能完成相应通信参数的设置。

参考文献

- [1] GB/T 50794-2012 光伏电站施工规范
- [2] GB/T 50796-2012 光伏发电工程验收规范
- [3] GB/T 50865-2013 光伏发电接入配电网设计规范
- [4] GB/T 50866-2013 光伏电站接入电力系统设计规范
- [5] GB 8116-1987 风力发电机组 型式与基本参数
- [6] GB 17646-1998 小型风力发电机组安全要求
- [7] GB/T 18710-2002 风电场风能资源评估方法
- [8] GB/T 20319-2006 风力发电机组 验收规范
- [9] GB/T 19960.1-2005 风力发电机组 第1部分：通用技术条件
- [10] GB/T 19960.2-2005 风力发电机组 第2部分：通用试验方法
- [11] GB/T 19115.1-2003 离网型户用风光互补发电系统 第1部分：技术条件
- [12] GB/T 19115.2-2003 离网型户用风光互补发电系统 第2部分：试验方法
- [13] GB/T 34930-2017 微电网接入配电网运行控制规范
- [14] GB/T 34129-2017 微电网接入配电网测试规范
- [15] GB/T 36274-2018 微电网能量管理系统技术规范
- [16] GB/T 36270-2018 微电网监控系统技术规范
- [17] GB/T 33589-2017 微电网接入电力系统技术规定
- [18] GB/T 51341-2018 微电网工程设计标准
- [19] GB/Z 34161-2017 智能微电网保护设备技术导则
- [20] 《光伏发电系统设计、施工与运维》 詹新生、张江为
- [21] 《并网光伏发电系统设计与施工》 胡昌吉、孙韵琳、屈柏耿

- [22] 《分布式光伏发电系统工程设计与实例》 周志敏、纪爱华
- [23] 《家庭新能源发电系统设计实例》 周志敏、纪爱华
- [24] 《风力发电系统的设计、运行与维护（第2版）》 叶杭冶
- [25] 《风力发电机组运行与维护》 邹振春、赵丽君
- [26] 《风力发电机组设计、制造及风电场设计、施工》 苏绍禹、苏刚
- [27] 《小型风电机组安装》 （美）R.诺兰·克拉克
- [28] 《分布式发电机微电网应用技术》 胡平、杨洪权
- [29] 《分布式发电与微电网技术及应用》 余建华、孟碧波、李瑞生
- [30] 《微电网技术及工程应用》 李富生、李瑞生、周逢权
- [31] 《用户侧智能微电网的优化能量管理方法》 刘念、张建华
- [32] 教育部关于印发《职业教育专业目录（2021年）》的通知（教职成〔2021〕2号）
- [33] 《教育部关于公布2019年度普通高等学校本科专业备案和审批结果的通知》（教高函〔2020〕2号）
- [34] 《教育部关于公布2020年度普通高等学校本科专业备案和审批结果的通知》（教高函〔2021〕1号）