

NB

中华人民共和国能源行业标准

NB/T XXXXX—XXXX

微电网 第 1 部分：微电网项目规划及设计
导则

Microgrids – Part 1: Guidelines For Microgrid

Projects Planning And Specication

IDT

(征求意见稿)

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

国家能源局 发布

目 次

前言	VI
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语与定义	2
4 通则	6
4.1 概要	6
4.2 前期调研	6
4.3 微电网规划总体流程	6
5 微电网的目标与应用	7
5.1 微电网应用分类	7
5.2 并网型微电网的应用	8
5.3 独立型微电网的应用	8
6 资源分析和发电预测	8
6.1 资源分析	8
6.2 发电预测	9
7 负荷预测	10
7.1 概要	10
7.2 负荷分析	10
7.3 负荷预测分类	10
7.4 技术要求	11
8 分布式能源规划	11
8.1 可再生能源配比	11
8.2 利用可再生能源发电的分布式发电配置	11
8.3 储能装置	11
8.4 电力电量平衡	11
8.5 利用非可再生能源发电的分布式发电配置	12
9 微电网规划	12
9.1 电压等级	12
9.2 微电网典型结构	12
9.3 电气计算	15
10 微电网中分布式能源的技术要求	15
10.1 概要	15
10.2 并网模式下 DER 的技术要求	15

10.3	独立型微电网和孤岛模式的并网型微电网中 DER 的技术要求	15
11	微电网中线路的技术要求	15
12	微电网接入配电网的技术要求	16
12.1	概要	16
12.2	接口保护	16
12.3	微电网接地	16
12.4	POC 处的电能质量	16
13	控制、保护、通信系统技术要求	17
13.1	微电网控制	17
13.2	保护继电器和自动保护装置	17
13.3	微电网通信	18
13.4	信息交互	18
14	微电网项目总体评估	18
14.1	概要	18
14.2	供电可靠性	18
14.3	经济效益	19
14.4	环境效益	19
14.5	微电网的可扩展性	19
14.6	微电网接入大电网	19
附录 A (资料性附录)	业务用例 A	20
A.1	通则	20
A.2	用途	20
A.3	目标	20
附录 B (资料性附录)	业务用例 B	21
B.1	通则	21
B.2	用途	21
B.3	目标	21
附录 C (资料性附录)	业务用例 C	22
C.1	通则	22
C.2	用途	22
C.3	目标	22
C.4	基本功能	22
C.5	高级功能	22
附录 D (资料性附录)	业务用例 D	23
D.1	通则	23
D.2	范围	23
D.3	目标	23
D.4	基本功能	23
D.5	高级功能	23

参考文献	24
图 1 微电网规划设计总体流程图.....	7
图 2 单母线结构.....	13
图 3 复杂母线结构.....	13
图 4 多层母线结构.....	14
图 5 独立型微电网典型结构.....	14

前 言

本部分为微电网规划与控制系列标准中的第一部分。

本部分使用翻译法等同采用 IEC/TS 62898-1:2017《微电网 第一部分：微电网项目规划及设计导则》。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分由全国电压电流等级和频率标准化技术委员会（SAC/TC1）提出并归口。

本部分主要起草单位：XXXX

本部分主要起草人：XXXX

微电网 第 1 部分：微电网项目规划及设计导则

1 范围

本部分提供了微电网项目的规划和设计导则。本部分中的微电网指的是包含中、低压负载和分布式能源（Distributed Energy Resources, DER）的交流电气系统。本部分不对直流微电网作出要求。

微电网分为并网型微电网和独立型微电网。独立型微电网和主网没有电气连接；并网型微电网是电力系统的一个受控部分，可以运行于以下两种模式：

- 并网模式；
- 孤岛模式。

本部分主要包括以下内容：

- 微电网应用范围、资源分析、发电预测、负荷预测；
- DER 规划和微电网电力系统规划；
- 对于 DER、微电网和配电系统的连接、微电网控制、保护和通信系统等的技术要求；
- 微电网项目的总体评估。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本规定的引用而成为本规定的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本规定，但鼓励根据本规定达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本规定。

- GB/T 156 标准电压（IEC 60038）
- GB/T 16895（所有部分）低压电器设备（IEC 60364 , IDT）
- IEC 61936（所有部分）交流电压大于1000V的电力装置
- IEC/TS 62749 电能质量评估 公用电网电能质量特性

3 术语与定义

下列术语和定义适用于本文件。

ISO与IEC在以下网站为标准制定提供技术名词的定义：

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>;
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>。

3.1

黑启动 black start

电力系统停电后通过内部电源实现启动。

[IEV 617-04-24]

3.2

母线 busbar

外部多个电路通过不同点实现连接的低阻抗导体。

注：多数情况下，母线包含一个汇流排。

[IEC 60050-151:2001, 151-12-30]

3.3

变流器 converter

实现一种或多种电能特性变换的装置

注：电能相关的特性包括例如电压、相数、频率（含零频率）等

[IEC 60050-151:2001, 151-13-36, 修改 — 删除术语里“电能”。]

3.4

热电联供 combined heat and power (CHP)

在实现发电的同时可生产用于非电能目的的热能。

注：传统发电厂在发电的同时，会向周围环境中排放无用的副产品：热能。采用热电联供，多余的热可以回收，作为民用或工厂加热目的。

[IEC 60050-602:1983, 602-01-24, 修改 — 添加缩写“CHP”，增加了注释。术语内容有所调整。]

3.5

地 earth

和接地极直接电气连接的大地，其电势不一定必须等于零。

[IEC 60050-195:1998, 195-01-03, 修改 — 删除术语里“局部”。]

3.6

接地配置 earthing arrangement

系统、装置或设备中所有与接地相关的电气连接件及元器件。

[IEC 60050-195:1998, 195-02-20, 修改 — 删除术语里的弃用词汇。]

3.7

接地导体 earthing conductor

在系统、装置或设备的具体连接点和接地极之间的导体，其可提供全部或部分的导电通路。

[IEC 60050-195:1998, 195-02-03, 修改 — 删除术语里的弃用词汇。]

3.8

电磁兼容 electromagnetic compatibility (EMC)

设备或系统在电磁环境中自身能够正常工作，且不对外部环境其他设备产生电磁干扰的能力。

[IEC 60050-161:1990, 161-01-07]

3.9

分布式能源 distributed energy resources (DER)

与中、低压电网相连的电源以及具有发电模式的负载（例如电能储存系统），及其相关的辅助部分、保护装置和连接设备。

[IEV 617-04-20, 修改]

3.10

分布式发电 distributed generation

与配电系统相连接的电源。

[IEC 60050-617:2009, 617-04-09, 修改 — 删除术语里其它常用词“embedded generation”和“dispersed generation”。]

3.11

配电网 distributed network

把电能从变电站输送到用户的公共电网设备，包括电杆、变压器、断路器、继电器、隔离开关、输电线等。

注：配电网额定电压一般最高为35kV。

3.12

厂内耦合点 in-plant point of coupling (IPC)

电网系统或装置中与特定负载最近的电气连接点，其已经有负载连接或者可以实现负载连接。

注：IPC通常也是电磁兼容性评价的点。

[IEC 61000-2-4, ed. 2.0 (2002-06)]

3.13

接口开关 interface switch

能隔离微电网中至少包括一台发电机与配电系统的开关（包括断路器、隔离开关、接触器）。

3.14

可中断负荷 interruptible load

合同约定的可由电网运行人员中断有限的一段时间的特定用户的负荷。

[IEC 60050-603:1986, 603-04-41]

3.15

孤岛 island

在电力互联系统中，与其余部分断开但仍然能够独自供电的部分电力系统。

注1：孤岛可以是自动保护产生，也可以是人为操作产生。

注2：电源和负载可以是用户拥有和/或公共电网的。

[IEC 60050-617:2009, 617-04-12, 修改 — 术语中删除了“电力系统里”，增加了第二条注释。]

3.16

独立型微电网 isolated microgrid

由多个负载及分布式能源互相连接组成的本地电力系统，其配电电压暂时不能与更大电力系统进行连接。

[IEV 617-04-23, 修改]

3.17

低压 low voltage (LV)

低于常规采用的电压限值的电压。

注：对于交流配电系统，可以接受的上限一般是1000V。

[IEC 60050-601:1985, 601-01-26]

3.18

负荷预测 load forecast

对电网中的负荷在未来特定的时间内进行预测。

[IEC 60050-603:1986, 603-01-04]

3.19

负荷曲线 load profile

用电量输出随时间而变化的曲线来表示一段时间内负荷的变化。

[IEC 60050-617:2009, 617-04-05]

3.20

总开关 main switch

与微电网并网点距离最近的开关，可以保护微电网不受内部故障的影响并有使微电网进入孤岛运行的功能。

3.21

中压 medium voltage (MV)

低压和高压之间的所有电压等级。

注：配电系统中的中压一般指高于1000V和低于35kV（含）的电压。

[IEC 60050-601:1985, 601-01-28, 修改 — 删除了术语的适用范围.]

3.22

微电网 microgrid

具有明确电气边界的多个分布式能源和负载互联，为单个可控的系统，既可以运行在并网模式，也可以运行在孤岛模式。

注：这个定义既包括公用的配电微电网，也包括用户自有的微电网设施。

[IEV 617-04-22]

3.23

微电网能量管理系统 microgrid energy management system

微电网中对能源和负载进行运行和控制的系统。

[IEV 617-04-25]

3.24

并网点 point of connection (POC)

电力系统中和用户电气设备相连接的基准点。

注：本标准中，并网点指的是微电网接入电力系统的并网点

[IEC 60050-617:2009, 617-04-01, 修改 — 增加注释。]

3.25

发电预测 generation forecast

微电网中对分布式能源输出功率的预测。

3.26

电能质量 power quality

用一组作为基准的技术参数，对电力系统中给定点的电流、电压、频率等特性参数进行评价。

注：某些情况下，这些参数与电力系统中电能的提供，以及连接到电力系统中的负荷的兼容性有关。

[IEC 60050-617:2009, 617-01-05]

3.27

可靠性 reliability

电力系统在给定条件下按特定要求运行一段时间的可能性。

注1：可靠性衡量了电力系统持续不间断供电的能力。

注2：可靠性是电力系统设计与运行的总体目标。

[IEC 60050_617:2009, 617-01-01]

3.28

可再生能源 renewable energy

持续可用且永不枯竭的能源。

注1：可再生能源的例子包括风能、太阳能、地热能、水力发电。

注2：化石能源是非可再生能源。

[IEC 60050-617:2009, 617-04-11]

3.29

安全性 security

电力系统运行在可信事件下不会导致负荷切断、系统设备超过极限应力、母线电压和系统频率超过限值、系统不稳定、电压崩溃，或连锁故障的能力。

注1：安全性可以用一个或多个适当的指标来评价。

注2：该概念经常适用于大容量电力系统。

注3：在北美，这个概念通常只基于不稳定性、电压跌落和连锁故障来定义。

[IEC 60050-617:2009, 617-01-02]

3.30

开关 switch

改变电力连接状态的设备。

[IEC 60050-151:2001, 151-12-22]

3.31

低频减载 under-frequency load shedding (UFLS)

频率过低时，为维持功率平衡而对一部分预先选定的负荷停止供电。

3.32

低压减载 under-voltage load shedding (UVLS)

电压过低时，为维持功率平衡而对一部分预先选定的负荷停止供电。

4 通则

4.1 概要

并网型微电网的目的是提高用户供电可靠性，优化利用本地电源；而独立型微电网主要解决主网尚未建立偏远地区的供电问题。因此，在微电网的设计阶段，调研其目的和用户需求至关重要。

微电网规划设计的主要任务是评估当地能源资源，确定微电网架构及DER的连接要求。因为大多数微电网不是从零开始设计，在规划设计阶段，规划人员应考虑到当地的负荷曲线、能源需求和现有的供电配置设施。微电网规范方案应该足够灵活，以满足当前需要以及未来需求的发展。

为了达到微电网系统优化规划，需要事先明确微电网的应用范围。用例法可以明确微电网的应用范围，协助微电网系统的优化规划。

本标准将给出微电网内部**规划**和外部连接的详细要求，并给出微电网的规划设计的步骤。

4.2 前期调研

在进行微电网设计前，建议开展前期调研，以理解当地需求并进行技术评估。需要搜集的信息包括：

- a) 资源分析，包括可再生能源、储能、化石能源、现有的能源供应及其可调度性；
- b) 负荷曲线及负荷特性，例如负荷可调度性及未来需求；
- c) 现场调研，包括无功补偿的位置、容量和结构，调压装置、电抗器、变压器、保护装置与解列装置等；
- d) 当地配电网的系统参数；
- e) 未来系统扩容发展的可能性。

4.3 微电网规划总体流程

图1是微电网规划总体流程图。

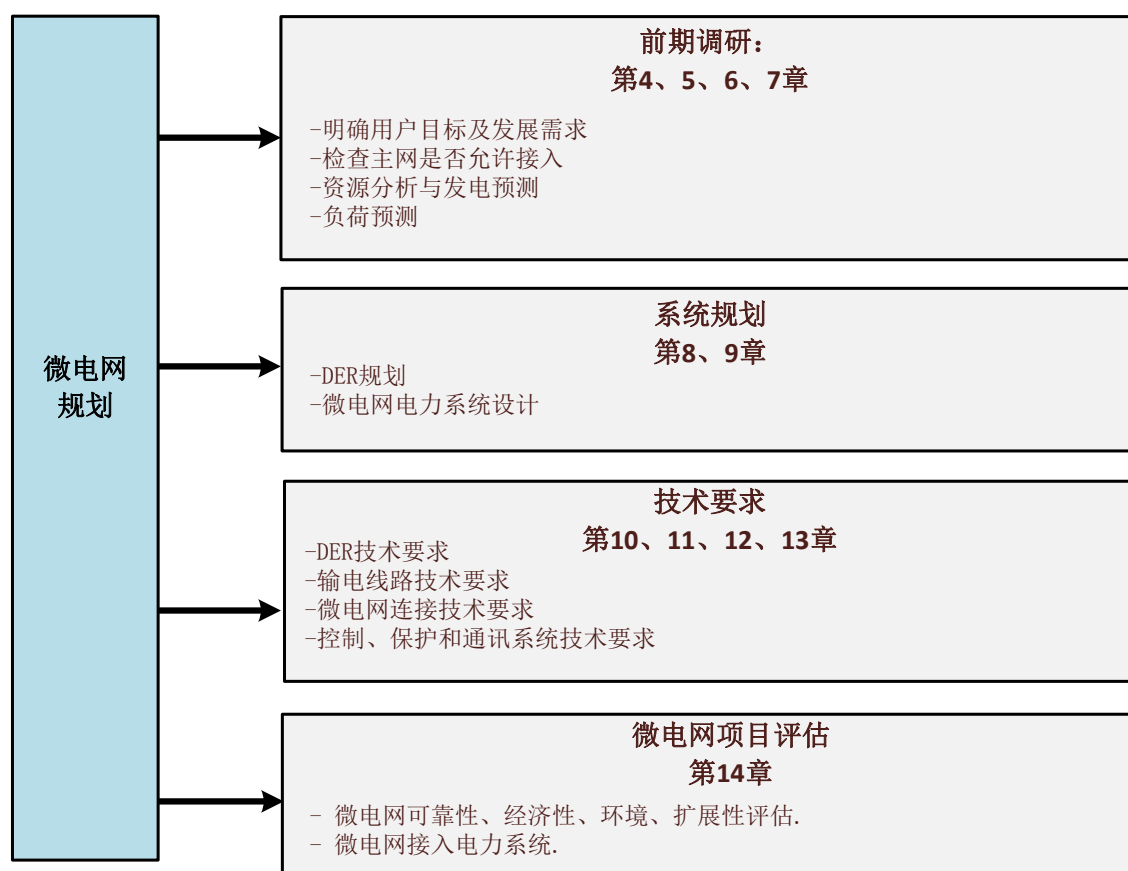


图1 微电网规划设计总体流程图

5 微电网的目标与应用

5.1 微电网应用分类

用户对微电网有不同的要求，包括更高的供电可靠性、经济性和事故抵御能力等。以下是一些微电网的典型应用案例场景（与智慧能源系统工作组制定的IEC/TS 62913-2-1中的内容相一致）：

- a) 微电网可以通过进入孤岛运行模式，提高微电网内所有或部分负荷用电的可靠性：
 - 1) 与公共配电系统相连的微电网，例如一个校园，一个活动中心等；
 - 2) 特定设施中的微电网，例如一个用户自建的微电网，一个军事基地，一家医院等。
- b) 以提高供电经济性为目的，为偏远地区供电的微电网，例如偏远农村、海岛等地建立的独立型微电网；
- c) 以降低用户在并网运行模式时的用电成本为目的的微电网，可以通过优化储能设备、可调度负荷及可调度的电源等，为主网提供辅助服务；
- d) 提高防灾减灾能力的微电网，可以优化储能设备、可调度负荷及可调度的电源等。该种微电网一般建于灾害频发地区或有重要负荷的地区。

在规划设计阶段，应根据微电网是否能够接入主网、当地DER特点、负荷特性等，将其设计为“并网型”或“独立型”微电网。决定性因素还包括用户对环境保护、电能质量、供电可靠性、经济性的要求。

对微电网进行这样的分类非常重要，因为规划人员会针对微电网不同建设目的和需求进行不同的规划方案设计。但是两种类型的微电网都应满足本标准中的技术要求。

5.2 并网型微电网的应用

并网型微电网通过并网点（Point of Connection, POC）点接入配电网，可以运行在并网模式或孤岛模式，应配有必要的储能装置，必要时可配置可调度的发电单元。并网型微电网强调包括可再生能源在内的当地资源的利用，装设储能装置，保证孤岛运行模式下重要负荷在规定时间内能进行持续供电。

并网型微电网的**微电网**能量管理系统需密切跟踪当地发电成本以及电网实时电价，目的是实现最经济运行。

城市电气化中，应为关键负荷提供满足一定电能质量要求和可靠性要求的电能。因此，并网型微电网需要能够实现不同运行模式之间的无缝、安全切换，同时在孤岛运行模式下仍然能够为关键负荷提供足够电能。此类微电网系统中应装设有提高电能质量和供电可靠性的相关装置，以及滤波器、无功补偿装置等。

5.3 独立型微电网的应用

独立型微电网不与配电网相连，因此一直运行在孤岛模式。此类微电网主要为远离主网的偏远地区供电。独立型微电网的建设目标是无论当地用于发电的可再生能源是否充足，都能够为负荷提供连续、可靠的供电。因此，此类微电网应包含容量足够大的储能装置和可调度的DER。

独立型微电网需要通过调节发电机、储能系统及可控负荷来保持功率平衡。

微电网规划设计阶段，应该根据经济性来决定，是否装配大容量的电力储能装置还是定期的进行燃料运输补充。

微电网规划人员需要在规划阶段考虑独立型微电网的可扩展性，扩展手段包括扩大该微电网的范围或者与其他微电网互联。

6 资源分析和发电预测

6.1 资源分析

6.1.1 概要

微电网设计的第一步是正确认识当地能源的发电潜力和特点。应首先分析不可调度资源，其次对可调度资源展开分析。不可调度资源大部分是可再生能源，包括太阳能和风能等；可调度资源包括生物质能、热电联产（CHP）、火力发电、储能系统等。在前期研究阶段，应收集历史气象资料、地理环境特征及可用的施工场地信息等。也可采用最先进的现场评估技术来预测能源利用的潜力。

6.1.2 不可调度资源分析

6.1.2.1 太阳能资源分析

太阳能资源的分析需要基于月度、年度的太阳能辐射和日照强度数据，并结合地区气候条件、太阳能辐射和日照强度的年度变化进行分析。评估太阳能资源的指标应能够表明太阳能的丰富程度和稳定性。

对于光伏发电，应采用总太阳能辐射量作为评估太阳能资源丰富度的指标。对于光热发电，应采用垂直于入射光的平面上的直接辐射量作为评估太阳能资源丰富度的指标。

太阳能资源和光伏发电单元的分析和设计应遵循IEC 60904（所有部分）的要求。

6.1.2.2 风资源分析

为了进行风资源分析，应在可能的风电机组安装地点，收集月度以及年度风况数据。应纳入评价标准的因素包括：风功率密度、风速、风向、风速波动、湍流强度等气象因素。

6.1.2.3 其他不可调度资源的分析

应根据相关标准和程序来评估其他不可调度资源，如潮汐能和波浪能等，并应确定其最大可用容量。

6.1.2.4 不可调度资源发电机组的选择

在技术先进和运行可靠的基础上，应根据当地自然环境、工程地质条件、场地利用状况、设备供应等因素来选择间歇性能源机组，并应计算其最大可用容量。

6.1.3 可调度资源的分析

对于可调度的可再生能源（如生物质能、水能和地热能），可采用类似于不可调度资源的分析方法。例如，利用生物质能发电，微电网规划人员应评估原料日、月、年的可用量。对可调度的热发电机组规划也应评估原料可用量、燃料成本、运输成本及对环境的影响。

6.2 发电预测

6.2.1 概要

DER发电预测是微电网规划和运行的基础。以历史气象测量数据和天气预报数据为输入数据，发电预测模型可预测不同时间尺度的发电功率。

注：发电预测一般可以分为超短期（若干秒至若干分钟）、短期（若干小时，最多为72小时）和长期（若干天、星期、年）的功率预测。不同时间尺度的精确定义将由预测服务的供应商、微电网规划人员和运营商来决定。

需要收集的信息应包括但不限于以下内容：

- a) 机组占地面积、系统容量、组件类型、变流器类型；
- b) 发电机尺寸和数量；
- c) 发电机组特性曲线；
- d) 气象站的经度、纬度、海拔和坐标信息。

需要收集的历史监测数据应包括但不限于以下内容：

- e) 水平辐射度、直接辐射度、散射辐射度、环境温度、相对湿度、气压、风速和风向；
- f) 发电机输出功率、变流器工作条件、发电机的故障记录。

需要收集的天气预报数据一般应包括下列内容：

- g) 太阳能水平辐射度、太阳能水平散射辐照度、垂直于入射光的直接辐射度；
- h) 风速、风向、温度、相对湿度、气压、云层厚度和降雨量等。

6.2.2 技术要求

应提出多种预测方案，并从中选择一种或一组具有最佳匹配度的方案来建模和预测发电量。

数据处理时允许对明显偏离的数据进行剔除。需要评估预测曲线的误差，并且要给出具有一定置信水平的误差范围。

6.2.3 数据处理

6.2.3.1 数据可行性的测试

数据可行性测试应包括：

- a) 在给定置信区间的条件下，对发电预测和测量系统进行测试，并可手动设置置信区间；
- b) 测试发电功率的变化率，变化率的限制要能够复位；
- c) 测试功率的平均值和标准差；
- d) 测量数据和实际输出之间的相关性测试。

6.2.3.2 丢失或明显有误的数据

应考虑丢失或明显有误的发电预测数据。例如，可通过以下方式对丢失或明显有误的数据进行处理：

- a) 换成当前最新的功率测量数据；
- b) 换成机组装机容量；
- c) 小于零的数据替换为零；
- d) 丢失或明显有误的数据可以手动修改；数据修改后需要进行标记。

7 负荷预测

7.1 概要

负荷预测包括能源需求预测和功率需求预测，是微电网规划和能源配置（例如电源配置、制定燃料购买计划、维护计划、投资计划等）的重要基础。

负荷预测工作应在长期调查分析的基础上，收集和积累本地区用电量和负荷的历史数据，以及城市建设和各行各业发展的信息。同时应充分研究社会发展、自然环境与国民经济等各种相关因素与电力需求的关系。

负荷预测所需数据包括：

- a) 人口及地理数据；
- b) 经济社会发展及国民经济水平、环境气象条件等有关数据；
- c) 电力电量平衡、电源布局等有关资料；
- d) 峰值负荷、日负荷曲线及潮流分析；
- e) 大用户的历史用电量、负荷、装接容量、合同电力需求；
- f) 当地在建大型工程；
- g) 可中断负荷情况；
- h) 负荷特性变化，以及 DER 接入对预测结果的影响分析。

每年应该对负荷增长预期进行评估，并纳入系统规划。

7.2 负荷分析

如果并网运行的微电网内的发电量小于负荷需求，可从配电网购电并通过POC传输；对运行在孤岛模式的并网型微电网以及独立型微电网，功率平衡依赖于DER发电量、负荷优先级、可控负荷及需求侧响应。

微电网规划时应分析不同负荷的优先级，区分重要负荷以及可切除的可控负荷。当供电不足时应首先切除低优先级的负荷，保障重要负荷的供电。低优先级的负荷也可以在用电高峰时段通过主动切除的方式参与需求侧响应，并获得相应的补偿。需求侧响应可以以旋转备用的方式参与功率调节。这些服务应及时响应且能保证自身设备安全。可控负荷包括即插即用电动汽车和恒温控制的负载，如冰箱、空调、电热水器等。

7.3 负荷预测分类

负荷预测按时间可分短期、中期和长期预测。

注：长期预测为1年及以上并以年为单位。中期预测为1年以内并以月作单位。短期预测为1年以内并以小时、日、周为单位。各时间尺度的具体区分由预测人员、微电网规划人员与运行人员共同决定。

中期和长期负荷预测主要用于电网扩建、投资、回报分析和预算，内容通常包括长期售出电力、总电量和峰值负荷等。

短期负荷预测主要侧重于每小时系统的负荷。短期负荷预测的作用是确定满足可靠性、运行约束、环境影响等约束条件下最经济的机组运行方式。除了每小时负荷的预测外，短期负荷预测还包括：

- a) 系统日峰值负荷；
- b) 系统日间某时刻的负荷值；
- c) 每小时以及每半小时的系统负荷；
- d) 每日及每星期的系统所需电量。

如果缺乏历史数据，微电网规划可以使用负荷预测数据。

7.4 技术要求

预测结果可参考国内外同类型地区的资料进行校核，使预测结果更加准确。微电网的规划需要考虑未来负荷的增长。

进行负荷预测时，可综合选用两种及以上适宜的方法进行预测，并相互校核。经综合分析后给出高、中、低负荷预测方案，给出推荐的预测结果，作为微电网规划设计的依据。

应对负荷功率和电量历史数据记录中明显有误的数值进行合理的剔除或替换。

负荷预测工作宜先进行电量需求预测，再进行电力需求预测。一般先进行目标年的电量需求预测，再根据年综合最大负荷利用小时数求得最大电力需求的预测值。也可按典型负荷曲线，得出各时间节点的电力负荷值。

8 分布式能源规划

8.1 可再生能源配比

应根据微电网建设目的和当地可用的可再生能源，在考虑微电网投资和运行经济性的基础上，结合DER的建设条件，确定微电网中可再生能源的配比。

注：可再生能源配比指的是微电网中可再生能源装机容量占总装机容量的比例。

8.2 利用可再生能源发电的分布式发电配置

在确定微电网可再生能源配比的基础上，根据DER的经济性和可靠性，确定可再生能源发电机组的类型、容量。

8.3 储能装置

微电网可采用能量存储装置来缓冲可再生能源以及负荷的波动性，提高负载管理水平，提高微电网的可靠性，在孤岛模式下保证电力供应。储能装置可以是电化学储能系统、机械储能系统、化学储能、电磁储能、**储热系统**或其它形式。储能系统的种类和容量应由可靠性要求、电能质量要求、微电网投资决定。在对储能系统进行规划时，应展开对负荷波动分析以及可再生能源发电能力的谱分析。

注：TC 120技术委员会正在制定与电力储能相关的标准，届时微电网储能系统规划可以参考。

8.4 电力电量平衡

规划人员应确保微电网在各种可能的机组组合方案下的功率平衡。

应定期或每年对微电网进行电力电量平衡分析。同时，需要考虑各类新能源、电动汽车、储能设备等因素对结果的影响。

保证微电网各种模式下、特别是孤岛模式下的安全稳定运行，微电网应具有电压调节能力。微电网应同时具有无功功率调节能力。

根据负荷预测、可再生能源发电最大利用容量进行电力电量平衡计算，并据此计算微电网中非可再生能源发电的DER（如微燃机、柴油发电机、储能等）的容量。

对独立型微电网或以孤岛运行为主的并网型微电网须进行电力电量平衡计算，而对以并网模式运行为主的并网型微电网则可不进行电能电量平衡计算。

8.5 可调度资源发电的分布式发电配置

根据电力电量平衡结果，并在考虑可再生能源发电的不确定性、微电网供电可靠性和运行经济性的基础上，确定最终的**可调度资源**发电量配置。利用**可调度资源**发电的DER配置应以最大化配电网可靠性以及经济性为目标。

根据DER的可靠性指标、经济性指标、DER建设条件、化石能源运输条件、可控负荷等，可以确定**可调度资源**发电的类型与容量。

9 微电网规划

9.1 电压等级

微电网内部的电压等级选择须执行IEC 60038标准。

对于并网型微电网，接入公共配电网的电压等级应由微电网与配电网最优的功率交换决定。并网点不同方向的最大交换功率由公共配电网运行管理部门决定。

9.2 微电网典型结构

9.2.1 并网型微电网典型结构

9.2.1.1 单母线结构

图2所示的单母线结构可用于中压或低压微电网。

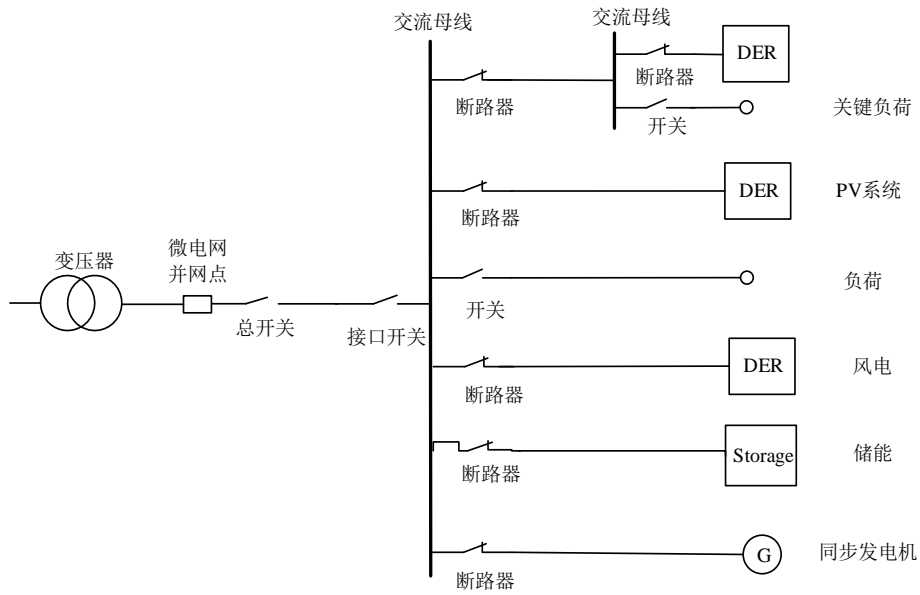


图2 单母线结构

9.2.1.2 复杂母线结构

供电可靠性要求高的微电网（如大型海岛或者城市社区供电）宜采用图3所示的复杂母线结构。

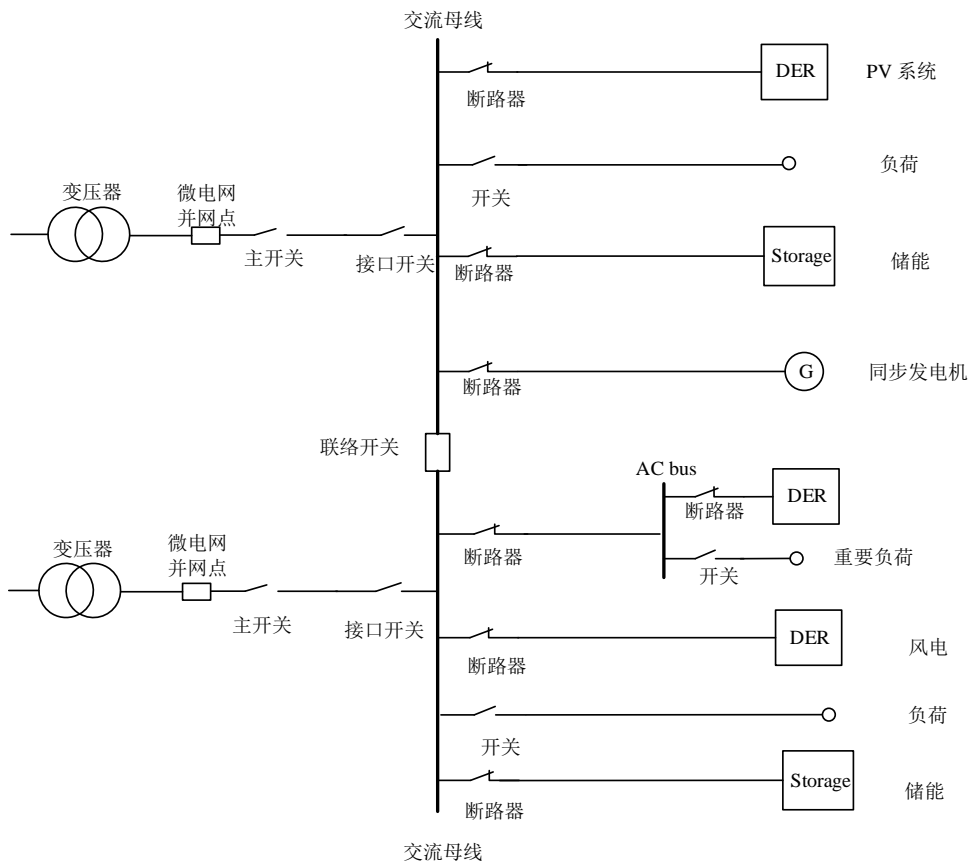


图3 复杂母线结构

9.2.1.3 多层结构

供电范围较大，DER相对分散的微电网可采用如图4所示的多层母线结构。

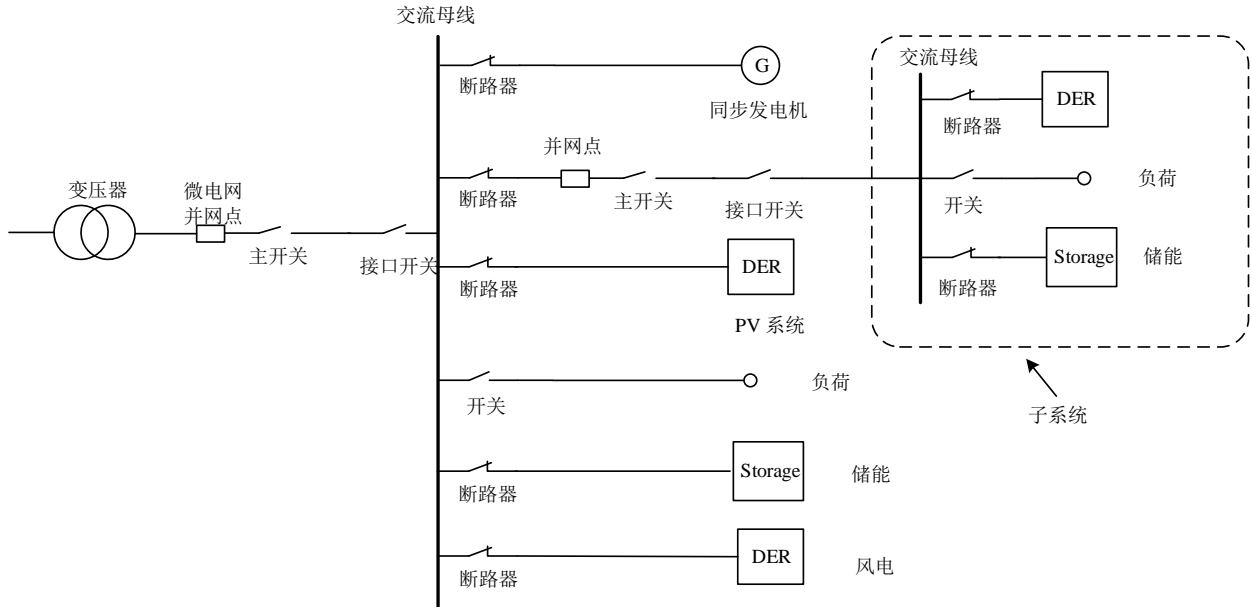


图4 多层母线结构

9.2.2 独立型微电网典型结构

独立型微电网典型结构如图5所示。独立型微电网除了没有与公共配电网的POC，接线方式与并网型微电网类似。

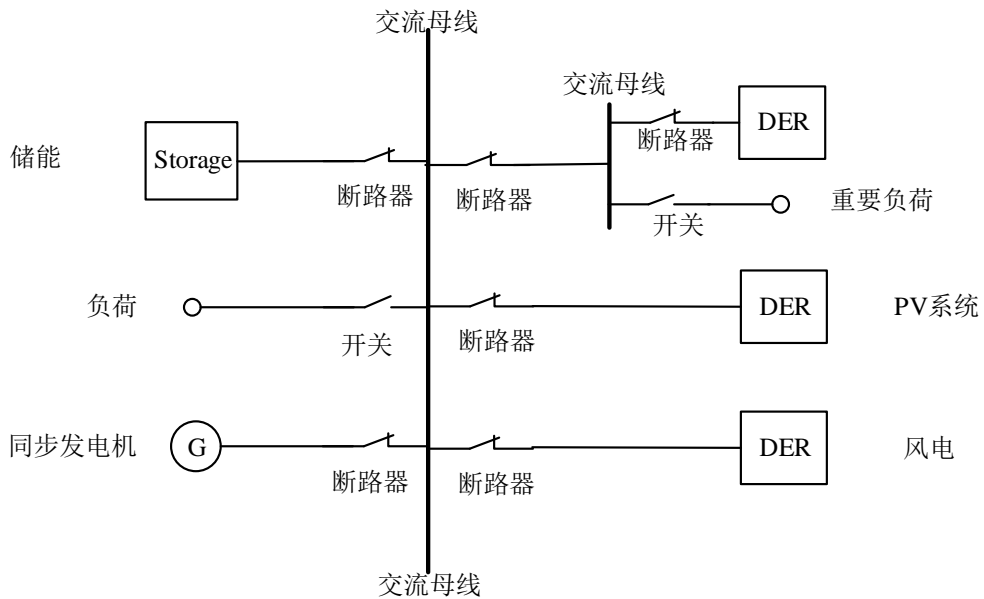


图5 独立型微电网典型结构

9.3 电气计算

微电网规划的电气计算应包括以下方面：

- a) 潮流计算：典型运行模式下的潮流计算；
- b) 短路电流计算：三相短路电流计算和单相短路电流计算；
- c) 按需求进行稳定性计算；
- d) 基于数字仿真以及理论分析进行的故障穿越能力校验。

10 微电网中分布式能源的技术要求

10.1 概要

本章旨在提出微电网中DER的基本技术要求。IEC TS 62786中已经给出了DER接入配电系统的原则和技术要求，且其中的内容适用于并网运行模式微电网中的DER。IEC TS 62898-2从微电网整体管理的角度给出了DER在不同的微电网运行模式下的技术要求。各国可参考本国电网的电网运行导则或其他对DER的特殊规定。

微电网中的DER可以是同步发电机、异步发电机、变流器型的设备。同步发电机因具有转动惯量可以直接耦合到微电网，并且通常工作在下垂模式。

基于变流器型的DER的控制方法通常包括对注入有功以及无功功率的控制、电压控制、频率控制以及下垂控制（P-f, Q-V）。

IEC TS 62786中给出DER的常用功能包括：

- a) 电压和频率控制能力；
- b) 调节有功和无功功率输出；
- c) 与微电网的**并网、孤岛模式**切换；
- d) 抗频率变化；
- e) 故障穿越能力。

在独立型微电网、孤岛模式的微电网和微电网模式切换的过程中，DER应能适应苛刻的运行环境。

10.2 并网模式下 DER 的技术要求

当微电网工作在并网模式下时，可以通过互联的配电系统来调节微电网的频率和电压。DER应遵循IEC TS 62786和当地电网的要求。

10.3 独立型微电网和孤岛模式的并网型微电网中 DER 的技术要求

在独立型微电网或孤岛运行的并网型微电网中，微电网须能在一段时间内或永久地独立运行。在这些运行模式下，负荷只能由DER和负荷管理来满足，而DER的容量应能保证预先确定的重要负荷能够正常运行。

如果没有互联配电网的支持，微电网在孤岛运行模式中可能会遇到更严重的电能质量问题。微电网操作人员可通过降低DER保护定值来实现提供稳定功率输出的目的。

在这些运行模式下，微电网中必须有至少一个（或一组）可控的DER来提供基准频率和基准电压。

当并网型微电网运行在孤岛模式时，微电网应监控配电网的电压、频率和相位角。当配电网的电压和频率正常时，微电网将允许进行并网操作。须通过同步控制来实现微电网从孤岛模式到并网模式的切换。

11 微电网中线路的技术要求

微电网中配电线路的选择与安装须参照IEC 60364、IEC 61936或者当地公用配电部门的要求。

12 微电网接入配电网的技术要求

12.1 概要

本章适用于并网型微电网。微电网接入配电网后不能对配电网的安全可靠运行造成风险。微电网接入后，在POC处的电能质量应满足IEC相关标准的具体要求。

12.2 接口保护

在POC处的总开关须易于手动或自动操作，并具备闭锁功能。在POC处，同时必须安装有明显断开点的接口开关。

接口设备应符合相应电气设备的耐压水平。

在POC处总开关的分断能力应由下面两个值中较大的一个确定：微电网在孤岛模式下POC处最大短路电流、配电网在POC处的最大短路电流。

12.3 微电网接地

12.3.1 概要

微电网接地导体的选择对微电网的可靠性和人、畜以及财产的安全有很大影响。12.3节旨在为并网型微电网中的**接地配置**设计提供基本依据。独立型微电网的接地装置可以根据当地具体要求（如果有）或IEC TS 62257-5中的内容设计。

12.3.2 微电网接地技术要求

接地装置中接地导体接地配置应根据导体材料的机械强度、热稳定性和耐腐蚀性选择。

在微电网中，DER、变压器以及其它电气设备的接地须与互联配电网的接地系统兼容。在并网模式、孤岛模式以及两种模式的切换过程中，都应该保证微电网能够安全运行。

微电网的电气装置中，在各种系统接地类型的特定条件下，裸露的导电部分须与保护导体连接。同时人们可能接触到的外露导电部件，必须单独、一组或集中地连接到同一个接地系统。

对于中压微电网（额定电压高于交流1000V），其接地系统应遵循IEC 61936标准（所有部分）中的要求。

对低压微电网（额定电压等于或低于交流1000V），其接地系统应遵循IEC 60364标准（所有部分）中的要求。

微电网装置中的重要部件，包括DER开关设备、导体、母线系统，都应该清晰、耐久地贴有安全警告和操作指示等标识。

12.4 POC 处的电能质量

12.4.1 概要

电能质量指标用于衡量微电网可靠运行的能力，微电网内所有元件的电能质量指标不应超过允许的范围。

微电网的电能质量水平须与第五章所规定的用例所匹配。

对于并网型微电网，除非另有特殊情况说明，并网型连接和孤岛模式下，厂内耦合点(in-plant point of coupling, IPC)处的电能质量须为相同水平。

微电网与配电网相连时，绝不可以对电网的其他用户造成不可接受的扰动。

微电网并网运行时绝不可以造成配电网的电压波动或者造成超过IEC TS 62749所允许的闪变、快速电压变化。

12.4.2 电能质量监测

如果需要，微电网系统需要具备监测POC处电能质量参数的功能。

13 控制、保护、通信系统技术要求

13.1 微电网控制

13.1.1 概要

微电网控制系统的功能应该包括功率平衡、需求侧管理和经济调度。通过对DER类型、能源成本、设备维修计划和环境影响分析达到优化运行的目的。并网型微电网应能实现从并网运行模式到孤岛运行模式的平滑切换。微电网应设置紧急控制措施，避免微电网内部故障和扰动影响互联配电网的稳定运行。并网型微电网的控制系统应与公共配电网进行信息交换。

13.1.2 控制方式

微电网控制方式的选择应与运行计划一致。通常微电网可选用以下两种控制方式：

- 1) ... **集中式**：控制由一个中央控制器完成，在中央控制器与各控制单元之间需要大规模的通信系统。中央控制器产生所有的控制逻辑和信号。在集中式控制方式下，需有一个（或一组）主要的DER，具有类似同步发电机的调节电压和频率的能力。
- 2) **分散式**：分散式控制模式下的所有控制命令由各设备的控制单元产生，且只与相邻的设备节点进行信息交换（例如电压和频率信息），以各元件的自我调整为运行原则。

对于大规模微电网，可采用包括集中式控制和分散式控制的分层控制方式。

13.2 保护继电器和自动保护装置

13.2.1 概要

微电网保护与传统辐射型配电网的保护不同，因为微电网故障时没有来自配电网变压器产生的故障电流，因此。对于只包含变流器型电源而没有同步发电机的微电网，需要进行故障电流计算以确定安装在微电网保护装置是否能正确动作，同时相关内容请参考GB/T 7260.1。

并网型微电网中，并网运行模式和孤岛运行模式下的故障电流也不同。并网模式下，故障电流一般更大，因为故障电流同时受到公共配电网和DER二者的影响；而在孤岛模式下，故障电流仅受DER的影响。变流器型DER最大输出电流通常会限制在额定电流的1.5-2倍，故障电流相对更小。因此，两种不同的运行模式需要不同的继电保护设定值。

微电网的接入公共配电网绝不能影响互联配电网的安全、稳定和可靠运行。微电网与公共配电网并网点POC的保护配置，应与公共配电网现有保护相匹配。并网型微电网可被看作负荷或发电机，所以当微电网采用专用连接线方式接入公共配电网时，专用连接线的保护应该按照双向电源保护原理设置。如果微电网采用“T”连接方式接入公共配电网，微电网侧应配置电流方向保护；如果微电网直接接入低压电网母线，微电网应该安装过电流保护系统。

13.2.2 DER 元件保护

在微电网中，变压器与旋转式分布式发电机应配置可靠的保护装置。DER元件保护应能够检测到配电网系统的短路故障（包括单相接地故障）和定子相故障，并在这些条件下迅速断开DER。

为了确保操作人员人身和设备安全，DER应安装欠电压和过电压保护装置。

13.2.3 微电网元件保护

所有接入微电网的元件的保护装置均须要适应并网和孤岛两种不同运行模式下的故障水平，而且两种运行模式下的故障可能完全不同。这就要求具备至少两套可切换的保护定值。

13.2.4 微电网切负荷

微电网中的可中断负荷须具有低频减载与低压减载的能力。切负荷的保护装置应仿照下垂控制的特性来进行设置。

13.3 微电网通信

13.3.1 微电网子系统内部通信

在微电网内部，必要情况下，微电网的能量管理系统（Energy Management System, EMS）与DER之间应有快速、可靠的通信系统。微电网内的通信协议应采用IEC 61850；微电网EMS与公共配电网的通信协议应采用IEC 61968（所有部分）和IEC 61970（所有部分）。微电网系统内部通信服务同时也要满足所在国家和地区的规范及要求。

微电网通信网络的建设可根据微电网建设规划分阶段实施。

13.3.2 微电网与互联配电网的通信

与互联配电网的通信方式可以基于现有的通信服务。但在可能的情况下，光缆通信应是首选，其次可选用无线通信或载波通信等。

建议并网型微电网采用专用通信网络上传遥控信息，且优先采用电力调度数据传输网络。对于没有特殊控制要求的微电网，可采用公共无线网络进行通信，但应采取必要的信息防护措施保证信息安全性。

13.4 信息交互

在正常工作情况下，并网型微电网应至少向公共配网调度部门提供以下信息：

- a) POC 处接口开关的状态；
- b) POC 处的电压、频率、电流；
- c) POC 处的有功功率与无功功率；
- d) 储能系统的充放电状态。

14 微电网项目总体评估

14.1 概要

对微电网规划方案进行评估，应以技术创新为目标，以提高能源高效利用和社会经济可行性等为前提，对多种可选方案进行讨论，对所有方案进行评估后确定最终方案。

基于微电网的建设预期目标，选择最优的微电网总体规划方案。

14.2 供电可靠性

微电网可靠性评估可以从公共配电网的角度展开，将微电网视作公共配电网的一个负荷或者电源节点。微电网内部也可进行可靠性评估，并且可以采用配电网的可靠性评估方法。应根据微电网的具体应用要求及当地相关规定，确定微电网供电可靠性的目标。

完整的微电网可靠性研究，需要考虑通信和信息系統可能出现的故障及其影响后果、微电网黑启动的能力、微电网为互联配电网提供黑启动的能力等。

14.3 经济效益

在进行微电网经济效益评估时，需要计算财务成本，分析规划项目的盈利和用户清偿能力，评估微电网的经济可行性。

为了对规划中或已建成的微电网进行社会经济可行性评估，可采用商业软件对其运行进行仿真。

14.4 环境效益

微电网建设对环境的影响是必须评估的内容，以证明项目的合理性。环境评估结果可以用来指导微电网的环境保护措施。

微电网业主还需要意识到对于环境保护应承担的责任，且需要为环境治理提供所需的必要信息。

14.5 微电网的可扩展性

需要对微电网与其他系统互联的可扩展性进行评估。需要周期性的评估附近微电网的建成情况、各微电网运行要求的兼容性，以及通信与控制系统的复杂程度。

14.6 微电网接入大电网

对于独立型微电网而言，在规划阶段需要考虑未来微电网接入大电网的可能性。当接入条件满足时（例如大电网已经建成，输送能力足够），则独立型微电网可以通过POC接入大电网。

附 录 A
(资料性附录)
业务用例 A
通过微电网孤岛运行持续为负荷供电

A.1 通则

本业务用例 (Business use case, BUC) 基于文档 IEC SyCSmartEnergy/32/CD, 且应与正在制定阶段的 IEC TS 62913-2-1¹⁾ 保持一致。

A.2 用途

本BUC只适用于并网型微电网(与配电网相连的微电网)。本BUC描述了微电网如何通过进入孤岛运行模式, 提高微电网内所有负荷用电的可靠性。

A.3 目标

本BUC提出了微电网服务用户的几个目标:

- 提高电网对停电的恢复能力;
- 在设备检修期间为下游用户持续供电;
- 停电时能够维持重要负荷供电;
- 提高对微电网地区供电的连续性;
- 缩短微电网地区停电时间。

以下三种情况下微电网可以进入孤岛运行模式:

- 当出现计划停电时(例如计划检修造成的停电), 或者当停电事件可预估时(例如预计风暴发生将造成架空线路故障, 或者太阳能发电造成过电压、线路阻塞等)微电网可以预防性孤岛;
- 主网非计划停电造成微电网自动进入孤岛运行模式;
- 在主网故障后, 当微电网自动**孤岛**运行无法避免停电时, 则通过黑启动重新恢复对微电网的负荷供电。

微电网一旦进入孤岛运行模式, 在主网没有恢复正常时, 微电网将一直运行在孤岛模式下。主网恢复正常后, 微电网可以重新与主网相连, 重新运行在并网模式下。

1) 尚在制定中。发表时此项标准的版本为: IEC CDM 62913-2:2016。

附 录 B
(资料性附录)
业务用例 B
通过优化当地资源为微电网供电

B.1 通则

本业务用例补充了IEC智慧能源系统工作组发表的IEC TS 62913-2-1。

B.2 用途

本业务用例适用于并网型微电网。本业务用例描述了微电网通过优化储能、可控负荷、发电机等设备为用户供电。实现的目标包括降低能源成本，提高当地消费，降低温室气体排放等。

B.3 目标

- 降低能源成本。
- 提高当地消费。
- 提高可再生能源接纳能力。
- 为电网提供服务。

附 录 C
(资料性附录)
业务用例 C
利用可再生能源为偏远地区供电

C.1 通则

本业务用例补充了智慧能源系统工作组制定的IEC/TS 62913-2-1。

C.2 用途

本业务用例适用于用于偏远地区以及海岛供电的独立型微电网。

C.3 目标

- 在大型公共配电系统建成之前实现地区供电；
- 对无法与大型公共配电系统相连的地区进行供电。

本业务用例说明含新能源发电的微电网是实现偏远农村地区或者海岛供电的方式之一。

C.4 基本功能

黑启动，频率与电压调节，必要的供电可靠性以及电能质量。

C.5 高级功能

切负荷，负荷控制，负荷预测，出力预测。

附 录 D
(资料性附录)
业务用例 D
通过优化当地资源为电网提供防灾减灾服务

D.1 通则

本BUC补充了智慧能源系统工作组制定的IEC/TS 62913-2-1。

D.2 范围

本BUC适用于能提供频率调节、电压控制、灾后电力恢复等服务的微电网或DER。

D.3 目标

- 为电网提供辅助服务，包括频率调节以及电压控制。
- 灾害后电力恢复（黑启动能力，启动风机，启动高压直流连接等）。

本BUC说明微电网或DER能够提供电网服务。

D.4 基本功能

黑启动，无功功率控制，频率以及电压调节。

D.5 高级功能

负荷优先级管理。

参 考 文 献

- [1] IEC 60904 (所有部分) 光伏器件
 - [2] IEC 61850 (所有部分) 通信网络和电力公用事业自动化系统
 - [3] GB/T 7260.1 不间断电源设备 第一部分: UPS 一般要求和安全要求 (IEC 62040-1)
 - [4] IEC 62257 (所有部分) 农村电气化用小型可再生能源和混合系统的建议
 - [5] IEC TS 62898-2²⁾ 微电网 第二部分: 运行原则
 - [6] IEC 61968 (所有部分) 配电网管理的公共信息模型
 - [7] IEC 61970 (所有部分) 能量管理的公共信息模型
 - [8] IEC 62913-2-1³⁾ 智能电网的通用要求 领域 电网相关领域
 - [9] GB/T 18039.3 电磁兼容 环境 公用低压供电系统低频传导骚扰及信号传输的兼容水平 (IEC 61000-2-2, IDT)
 - [10] GB/T 18039.4 电磁兼容 环境 工厂低频传导骚扰的兼容水平 (IEC 61000-2-4, IDT)
 - [11] GB/T 17626.30 电磁兼容 试验和测量技术 电能质量测量方法 (IEC 61000-4-30, IDT)
 - [12] IEC/TS 62786 负荷侧分布式电源接入
 - [13] IEC 62559 (所有部分) 用例方法
-

2) 尚在制定中。发表时此项标准的版本为: IEC PCC 62898-2:2016。

3) 尚在制定中。发表时此项标准的版本为: IEC CDM 62913-2:2016。