



中华人民共和国能源行业标准

NB/T 10148—2019

微电网 第1部分：微电网规划设计导则

Microgrids—Part 1: Guidelines for microgrid projects planning and specification

(IEC TS 62898-1:2017, MOD)

2019-06-04 发布

2019-10-01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言	Ⅲ
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总则	5
4.1 概要	5
4.2 前期研究	5
4.3 微电网规划设计总体框图	5
5 微电网的目标与应用	6
5.1 微电网应用分类	6
5.2 并网型微电网的应用	7
5.3 独立型微电网的应用	7
6 资源分析与发电预测	7
6.1 资源分析	7
6.2 发电预测	8
7 负荷预测	9
7.1 概要	9
7.2 负荷分析	9
7.3 负荷预测分类	9
7.4 技术要求	10
8 分布式能源规划	10
8.1 可再生能源配比	10
8.2 可再生能源发电配置	10
8.3 储能装置	10
8.4 电力电量平衡	10
8.5 可调度资源发电配置	11
9 微电网规划	11
9.1 电压等级	11
9.2 微电网典型结构	11
9.3 电气计算	13
10 微电网中分布式能源的技术要求	13
10.1 概要	13
10.2 并网模式下 DER 的技术要求	14
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	14
11 微电网中线路的技术要求	14

12 微电网接入配电网的技术要求	14
12.1 概要	14
12.2 接口保护	14
12.3 微电网接地	14
12.4 POC 处的电能质量	15
13 控制、保护、通信系统技术要求	15
13.1 微电网控制	15
13.2 继电保护和自动保护装置	16
13.3 微电网通信	16
13.4 信息交互	17
14 微电网项目评估	17
14.1 概要	17
14.2 供电可靠性	17
14.3 经济效益	17
14.4 环境效益	17
14.5 微电网的可扩展性	17
14.6 微电网接入公共配电网	17
参考文献	18
图 1 微电网规划设计主要内容及总体框图	6
图 2 单母线典型结构	11
图 3 分段母线典型结构	12
图 4 多层母线典型结构	12
图 5 独立型微电网典型结构	13

前 言

本部分为微电网系列标准中的第1部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分使用重新起草法修改采用 IEC TS 62898-1:2017《微电网 第1部分：微电网规划设计导则》。

本部分与 IEC TS 62898-1:2017 的技术性差异及其原因如下：

——关于规范性引用文件，本部分做了具有技术性差异的调整，以适应我国的技术条件，调整的情况集中反映在第2章“规范性引用文件”中，具体调整如下：

- 用修改采用的 GB/T 156 代替 IEC 60038(见 9.1)；
- 用修改采用的 GB/T 7260.1 代替 IEC 62040-1(见 13.2.1)；
- 用等同采用的 GB/T 16895(所有部分)代替 IEC 60364(所有部分)(见第 11 章和 12.3.2)；
- 用等同采用的 DL/T 860(所有部分)代替 IEC 61850(所有部分)(见 13.3.1)；
- 用等同采用的 DL/T 890(所有部分)代替 IEC 61970(所有部分)(见 13.3.1)；
- 用等同采用的 DL/T 1080(所有部分)代替 IEC 61968(所有部分)(见 13.3.1)。

——7.3 负荷预测分类的注释中，为符合我国技术要求，删除短期、中期、长期负荷预测的具体时间尺度，说明该时间尺度将由负荷预测人员与规划设计人员共同决定。

——按国际标准要求修改图 2～图 5 中断路器符号；为适应我国技术条件，删除主开关、接口开关的标志。

本部分做了如下编辑性修改：

——规范性引用文件增加 IEC TS 62786，原文有遗漏；

——13.2.1 第三自然段内容增加编号；

——删除资料性附录 A～附录 D。

本部分由全国电压电流等级和频率标准化技术委员会(SAC/TC 1)提出并归口。

本部分起草单位：西安交通大学、中机生产力促进中心、中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司、中国电力科学研究院有限公司、西安博宇电气有限公司、国网江苏省电力公司电力科学研究院、南瑞集团有限公司、华北电力大学、金风科技北京天诚同创电气有限公司、北京西电华清科技有限公司、北京科诺伟业科技股份有限公司、福州大学。

本部分主要起草人：别朝红、林雁翎、张苹、李更丰、陈志刚、吴鸣、刘军成、李强、李澍森、程军照、孟昭军、张建华、郑德化、孙浩、刘志文、许晓慧、周昶、卫三民、张东升、付勋波、樊晓磊、刘晶、张逸。

微电网 第1部分：微电网规划设计导则

1 范围

本部分给出了微电网规划设计导则。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。本部分不涉及直流微电网。

微电网分为并网型微电网和独立型微电网。独立型微电网和公用电网没有电气连接；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、微电网接入配电网、微电网控制、保护和通信系统等的技术要求；
- 微电网项目的评估。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件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文件。凡是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 156 标准电压(GB/T 156—2017, IEC 60038:2009, MOD)

GB/T 7260.1 不间断电源设备 第1-1部分：操作人员触及区使用的UPS的一般规定和安全要求(GB/T 7260.1—2008, IEC 62040-1, MOD)

GB/T 16895(所有部分) 低压电气装置(IEC 60364, IDT)

DL/T 860(所有部分) 电力自动化通信网络和系统(IEC 61850, IDT)

DL/T 890(所有部分) 能量管理系统应用程序接口(IEC 61970, IDT)

DL/T 1080(所有部分) 电力企业应用集成 配电管理的系统接口(IEC 61968, IDT)

IEC 60904(所有部分) 光伏器件(Photovoltaic devices)

IEC 61936(所有部分) 交流1 kV以上电力设施(Power installations exceeding 1 kV AC)

IEC TS 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(Recommendations for small renewable energy and hybrid systems for rural electrification)

IEC TS 62749 电能质量评估 公用电网电能质量特性(Assessment of power quality—Characteristics of electricity supplied by public networks)

IEC TS 62786:2017 分布式电源与电网互联技术要求(Distributed energy resources connection with the grid)

IEC TS 62898-2:2018 微电网 第2部分：运行导则(Microgrids—Part 2: Guidelines for operation)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

黑启动 black start

电力系统停电后通过内部电源实现启动。

[IEC 60050-617:2009,定义 617-04-24]

3.2

母线 busbar

低阻抗导体,可以在其上分开的各点接入若干个电路。

注:在大多数情况下,母线由杆状导体构成。

[GB/T 2900.83—2008,定义 151-12-30]

3.3

变流器 converter

改变与电能相关的一个或几个特性的装置。

注1:与电能相关的特性有:例如,电压、相数和频率(包括零频率)等。

注2:改写 GB/T 2900.83—2008,定义 151-13-36。

3.4

热电联产 combined heat and power;CHP

在发电的同时可生产有用的热能。

注1:采用热电联产,多余的热可用于民用或工业用途。

注2:改写 IEC 60050-602:1983,定义 602-01-24。

3.5

地 earth

大地与接地极有电接触的部分,其电位不一定等于零。

注:改写 GB/T 2900.73—2008,定义 195-01-03。

3.6

接地配置 earthing arrangement

系统、设施和装置的接地所包含的所有电气连接和设备。

注:改写 GB/T 2900.73—2008,定义 195-02-20。

3.7

接地导体 earthing conductor

在系统、设施或装置的给定点与接地极或接地网之间提供导电通路或部分导电通路的导体。

注:改写 GB/T 2900.73—2008,定义 195-02-03。

3.8

电磁兼容 electromagnetic compatibility; EMC

设备或系统在电磁环境中能正常工作,且不对该环境中其他设备产生电磁干扰的能力。

[IEC 60050-161:1990,定义 161-01-07]

3.9

分布式能源 distributed energy resources; DER

接入中、低压电网的电源及具有发电模式的负载(例如,电力储能系统),及其相关的辅助部分、保护装置和连接设备。

注:改写 IEC 60050-617:2017,定义 617-04-20。

3.10

分布式发电 distributed generation

连接于配电网的多个/多种能源发电。

注:改写 IEC 60050-617:2017,定义 617-04-09。

3.11

配电网 distribution network

实现把电能从变电站分配到用户的公用电网,包括杆塔、变压器、断路器、继电器、隔离开关、配电线路等。

注:配电网标称电压等级一般最高为 35 kV。

3.12

厂内耦合点 in-plant point of coupling; IPC

电网或设施中与特定负载最近的电气连接点,该连接点已有或者可以实现负载连接。

注:IPC 通常用于电磁兼容性评价。

[IEC 61000-2-4:2002,定义 3.1.7]

3.13

接口开关 interface switch

用于隔离配电网与微电网的开关(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时间的特定用户负荷。

[IEC 60050-603:1986,定义 603-04-41]

3.15

孤岛 island

与相联的电力系统的其他部分分离,但仍然保持带电运行的电力系统的一部分。

注 1:孤岛可能是自动保护装置动作造成的结果,也可能是有意操作的结果。

注 2:电源和负载可以是用户所有和(或)公共电网所有的。

注 3:改写 GB/T 2900.87—2011,定义 617-04-12。

3.16

独立型微电网 isolated microgrid

由多个分布式能源互相连接组成的本地电力系统,其电压为配电电压等级,暂时不能与更大公用电网进行连接。

注 1:独立型微电网通常用于岛屿或者偏远农村的供电。

注 2:能和公用电网连接运行的微电网又称为并网型微电网。

注 3:改写 IEC 60050-617:2017,定义 617-04-23。

3.17

低压 low voltage; LV

用于配电的交流电力系统中 1 000 V 及以下的电压等级。

[GB/T 2900.50—2008,定义 601-01-26]

3.18

负荷预测 load forecast

对电网将来某一预期的负荷所作的估计。

[GB/T 2900.58—2008,定义 603-01-04]

3.19

负荷曲线 load profile

在给定的时间间隔内,供电电力随时间变化的曲线,以表示负荷的变动。

[GB/T 2900.87—2011,定义 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 1: 不同地区的中压与高压的范围有时会重叠。但中压可接受的上限一般在 30 kV 和 100 kV 之间。

注 2: 改写 IEC 60050-601:1985,定义 601-01-28。

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形成的单一可控系统,既可运行于并网模式也可运行于孤岛模式。

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。

[IEC 60050-617:2017,定义 617-04-22]

3.23

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

对微电网中电源和负荷进行运行和控制的系统。

[IEC 60050-617:2017,定义 617-04-25]

3.24

并网点 point of connection; POC

用户的电力设备与电力系统的连接参考点。

注 1: 本部分中,并网点指的是微电网接入电力系统的点。

注 2: 改写 GB/T 2900.87—2011,定义 617-04-01。

3.25

发电预测 generation forecast

微电网中对分布式能源输出功率在未来特定时间内进行的预测。

3.26

电能质量 power quality

在电力系统给定点上,电流和电压特性偏离基准技术参数的程度。

注: 在某些情况下,参数可能涉及电力系统的供电与连接到这些电力系统的负荷之间的兼容性。

[GB/T 2900.87—2011,定义 617-01-05]

3.27

可靠性 reliability

在给定条件下和给定时间间隔内,电力系统能够完成所要求的功能的概率。

注 1: 可靠性描述电力系统在一个较长的时间周期内提供连续、充足、几乎不中断的供电服务的能力。

注 2: 可靠性是电力系统设计运行的总体目标。

[GB/T 2900.87—2011,定义 617-01-01]

3.28

可再生能源 renewable energy

能够持续补充且不会耗尽的一次能源。

注 1: 可再生能源的例子: 风能、太阳能、地热、水力。

注 2: 化石燃料是不可再生的。

[GB/T 2900.87—2011,定义 617-04-11]

3.29

安全性 security

电力系统在运行中发生异常的情况下,不致引起损失负荷、系统元件所受应力超过额定值、母线电压或系统频率超出允许范围、失稳、电压崩溃或相继跳闸等后果的能力。

注 1: 这种能力可以用一个或几个合适的指标来度量。

注 2: 这一概念通常用于大电力系统。

注 3: 在北美,这个概念一般仅针对失稳、电压崩溃和连锁跳闸等情况而言。

[GB/T 2900.87—2011,定义 617-01-02]

3.30

开关 switch

在各端子间改变电连接状态的器件。

[GB/T 2900.83—2008,定义 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 总则

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公共配电网尚未建立的偏远地区的供电问题。因此,在微电网的规划设计阶段,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需要从零开始设计,在规划设计阶段,规划人员应考虑到当地的负荷曲线及特性、能源需求和现有的供电配置设施。微电网规划设计方案应足够灵活,以满足当前需要以及未来需求的发展。

需要事先明确微电网的应用范围。用例法可明确微电网的应用范围,协助微电网系统的优化规划。本部分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 前期研究

在进行微电网规划前,应开展前期研究,了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节性;
- 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 微电网规划设计总体框图

图 1 是微电网规划设计主要内容及总体框图。

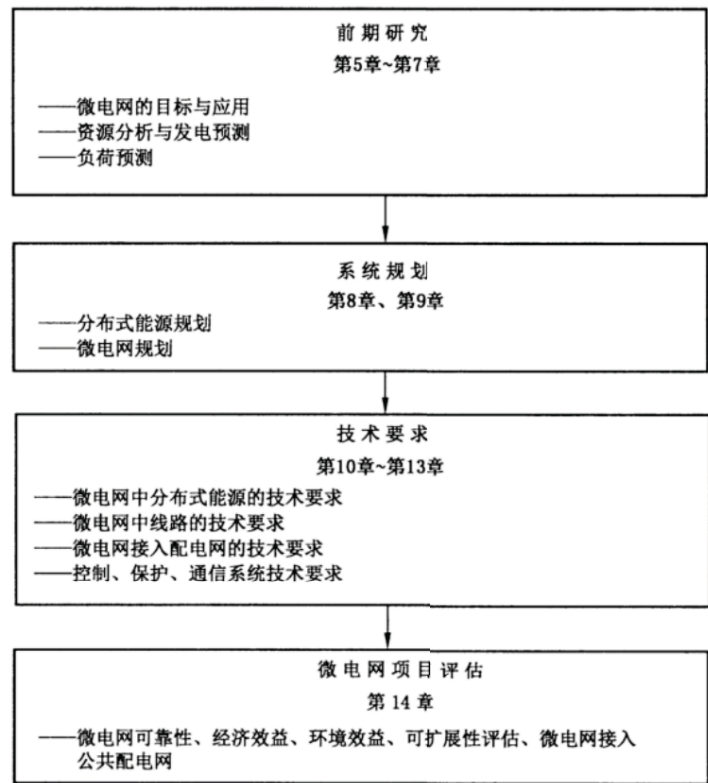


图 1 微电网规划设计主要内容及总体框图

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。微电网的典型应用案例场景包括:

- a) 微电网可以通过孤岛运行模式,保障微电网内所有或部分负荷用电的可靠性:
 - 1) 与公共配电网相联的微电网,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,可通过优化储能设备、可调度负荷及可调度的电源等,为公共配电网提供辅助服务;
- d) 提高防灾减灾能力的微电网,可优化储能设备、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公共配电网、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。

规划人员可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部分中的技术要求。

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)接入配电网,可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为重要负荷在规定时间内持续供电。

并网型微电网的微电网能量管理系统应密切跟踪当地发电成本以及电网实时电价,实现最经济运行。

并网型微电网应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供电。此类微电网系统中应装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联,因此一直运行在孤岛模式。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,此类微电网应包含必要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。还应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 资源分析与发电预测

6.1 资源分析

6.1.1 概要

微电网规划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不可调度资源发电机组,并应确定其最大可用容量。

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,微电网规划设计人员应评估原料日、月、年的可用量。对可调度的火电机组规划也应评估燃料可用量、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设计和运行的基础。以历史气象监测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 h)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、微电网规划设计人员来决定。

需要收集的信息应包括但不限于以下内容:

- a) 发电机组可安装范围、系统容量、组件类型、变流器类型;
- b) 发电机组尺寸和数量;
- 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:

- a) 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;
- b) 发电机组的输出功率、变流器工作条件、发电机组的故障记录。

需要收集的天气预报数据一般应包括下列内容:

- a) 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;
- b) 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,并从中选择最适合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,并给出一定置信水平下的误差范围。

6.2.3 数据处理

6.2.3.1 数据合理性的检验

数据合理性检验应包括:

- a) 对发电功率和测量系统进行越限检验,可手动设置限值范围;
- b) 对发电功率的变化率进行检验,可手动设置变化率限值;

- c) 对功率的均值及标准差进行检验；
- d) 对测量数据和发电功率之间的相关性进行检验。

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历史数据。例如,可通过以下方式对其进行处理:

- a) 替换为相邻的功率测量数据;
- b) 替换为机组装机容量;
- c) 小于零的数据替换为零;
- d) 丢失或明显有误的数据能手动修改;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,是微电网规划设计和能源配置(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,根据需要,收集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、电源布局的分析;
- d) 峰值负荷、日负荷曲线;
- e) 大用户的历史用电量、负荷、合同电力需求;
- f) 当地在建大型工程;
- g) 可中断负荷情况;
- h) 负荷特性变化分析,以及 DER 接入对负荷预测的影响。

微电网的规划设计应考虑预期的负荷年增长率。

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,影响功率平衡的因素包括 DER 发电量、负荷优先级、可控负荷及需求侧响应。

微电网规划设计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。需求侧响应能以旋转备用的方式参与功率平衡。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为短期、中期和长期预测。

注:负荷预测时间尺度的具体区分由预测人员与微电网规划设计人员共同决定。

中期和长期负荷预测主要用于微电网扩建、投资、收益分析和预算,包括长期合约电量、总电量和峰

值负荷的预测等,是微电网规划设计决策的重要因素。

短期负荷预测主要用于微电网项目的评估。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用电量。

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。微电网的规划设计需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 可再生能源发电配置

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

微电网可采用储能装置来缓冲可再生能源以及负荷的波动性,进行负荷管理,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、储热系统或其他形式。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,可展开对负荷波动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设计可参考。

8.4 电力电量平衡

规划设计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,应考虑各类新能源、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(如柴油发电机、微燃机、储能等)的容量。

8.5 可调度资源发电配置

根据电力电量平衡结果,并在考虑可再生能源发电不确定性的基础上,确定最终的可调度资源发电配置。可调度资源发电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应执行 GB/T 156。

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。

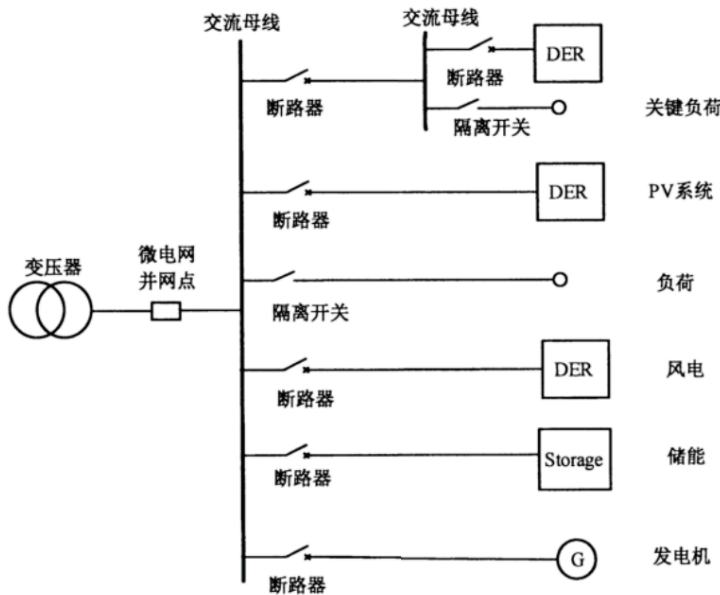


图 2 单母线典型结构

9.2.1.2 分段母线结构

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)可采用图 3 所示的分段母线结构。

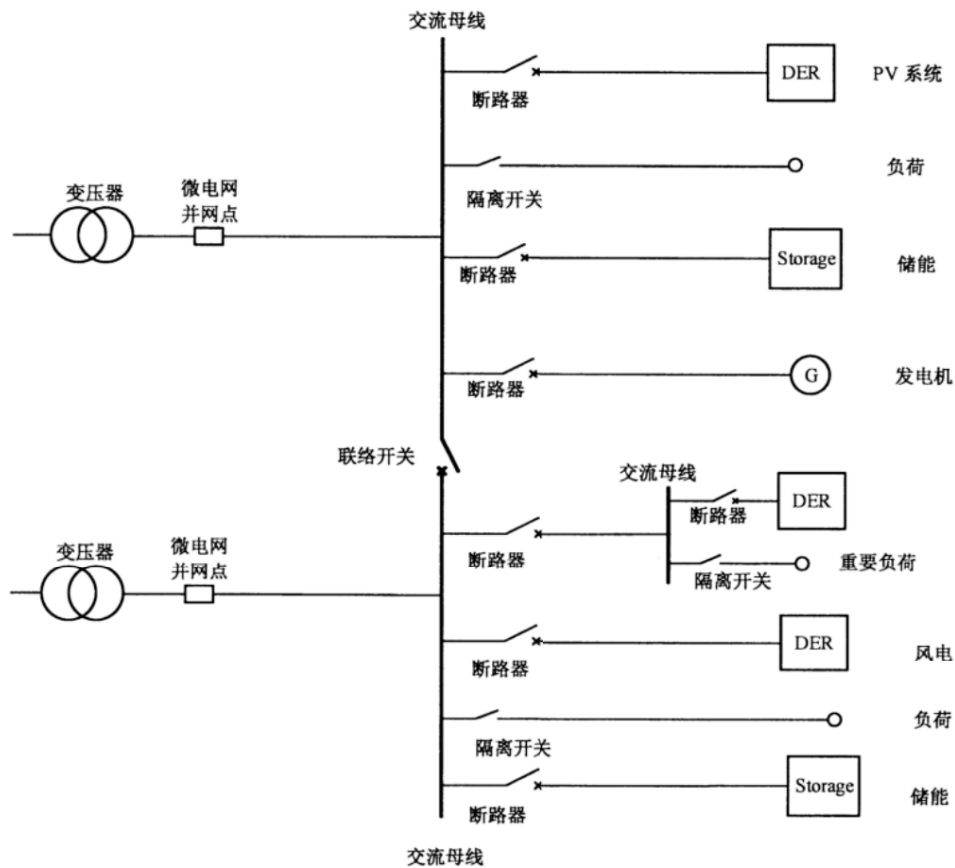


图 3 分段母线典型结构

9.2.1.3 多层母线结构

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。

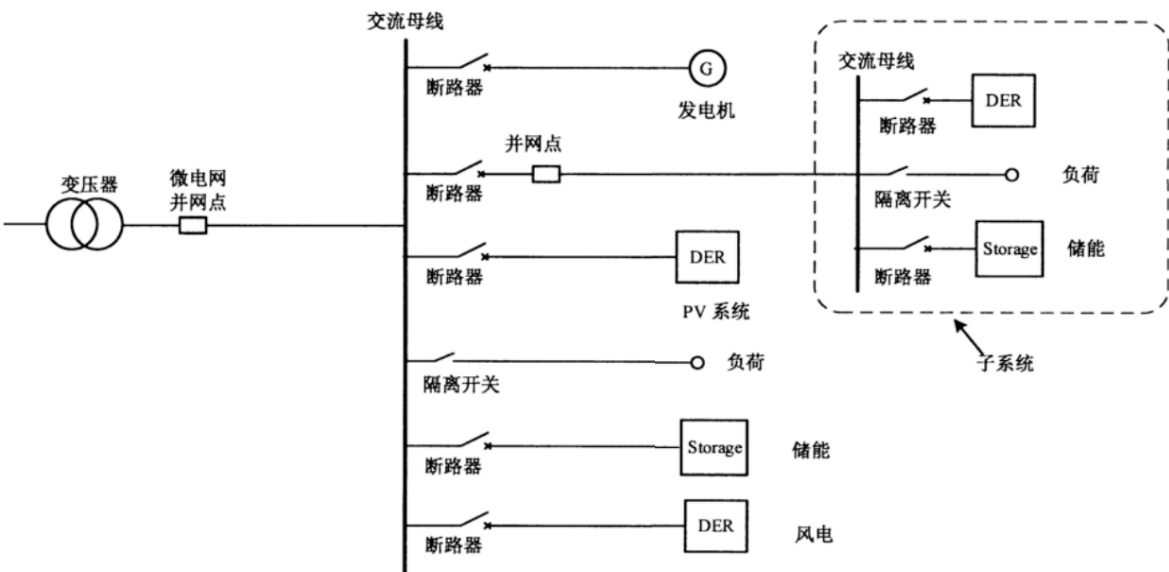


图 4 多层母线典型结构

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。

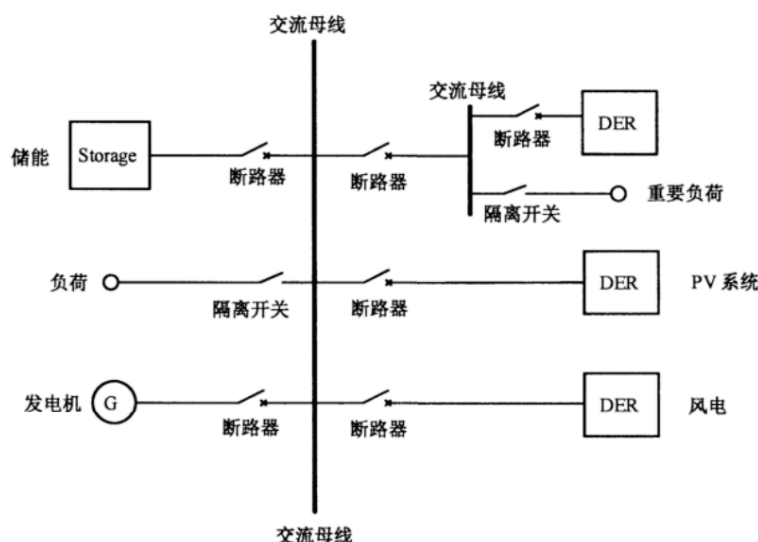


图 5 独立型微电网典型结构

9.3 电气计算

微电网规划设计的电气计算应包括：

- 潮流计算：典型运行模式下的潮流计算；
- 短路电流计算：三相短路电流计算和单相短路电流计算；
- 按需要进行稳定性计算；
- 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 62786:2017 中已经给出了 DER 接入配电网的原则和技术要求, 且其中的内容适用于并网运行模式微电网中的 DER。IEC TS 62898-2:2018 给出了 DER 在不同的微电网运行模式下的技术要求和运行规范。

微电网中的 DER 可以是同步发电机、异步发电机、变流器型的发电机。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。

对于变流器型的 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 62786:2017 给出 DER 的常用功能包括：

- 电压和频率控制能力；
- 有功和无功功率输出的调节能力；
- 与微电网的并网、离网切换；
- 抗频率波动能力；

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 应能适应恶劣的运行环境。

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,微电网的频率和电压能够通过相联的配电网来调节。DER 应遵循 IEC TS 62786:2017 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,微电网应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 的容量应能保证重要负荷的供电。

如果没有相联配电网的支持,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,微电网中应有至少一个(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允许时,微电网可进行并网操作。其从孤岛模式到并网模式的切换应通过同步控制来实现。

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应参照 GB/T 16895(所有部分)、IEC 61936(所有部分)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 处的总开关应易于手动或自动操作,并具备闭锁功能。在 POC 处,同时应安装有明显断开点的接口开关。

接口设备应符合相应隔离断口的耐压水平。

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、变压器以及其他电气设备的接地须与相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,应保证微电网的安全运行。

微电网的电气装置中,在各种系统接地类型的特定条件下,裸露的导电部分应与保护导体连接。同时人们可能接触到的外露导电部件,应单独、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 1 000 V),其接地系统应遵循 IEC 61936(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 1 000 V),其接地系统应遵循 GB/T 16895(所有部分)中的要求。

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,微电网内电能质量指标不应超过所有元件的耐受范围。

对于并网型微电网,除非另有特殊情况说明,并网模式和孤岛模式下,厂内耦合点处的电能质量应为相同水平。

微电网与配电网相联时,不应应对电网的其他用户造成不可接受的扰动。

微电网进行并网操作时,不应造成配电网的电压波动或者造成超过 IEC TS 62749 所允许的闪变及快速电压变化。

12.4.2 电能质量监测

如果需要,并网型微电网应能监测 POC 处电能质量参数。

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相联配电网的稳定运行。并网型微电网的控制系统应能与相联公共电网进行信息交换。

13.1.2 控制方式

微电网控制方式应与其运行方式一致。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。

根据微电网的规模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 继电保护和自动保护装置

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保微电网的保护装置能正确动作,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微电网内 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 倍~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。

微电网接入公共配电网不应影响与之相联的配电网的安全、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,其与公共配电网相联的保护应符合以下原则:

- a) 如果微电网采用专用连接方式接入公共配电网,专用连接线的保护应按照双向电源保护原理设置;
- b) 如果微电网采用 T 接方式接入公共配电网,微电网侧应配置电流方向保护;
- c) 如果微电网直接接入低压电网母线,微电网应安装过电流保护。

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电网侧的短路故障(包括单相接地故障)和缺相故障,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 应安装低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应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应具有低频减载和低压减载的能力。切负荷的保护装置应参考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符合 DL/T 860(所有部分)的要求;微电网 EMS 与公共配电网的通信协议应符合 DL/T 1080(所有部分)和 DL/T 890(所有部分)的要求。微电网系统内部通信服务也应满足我国的规范及要求。

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 微电网与相联配电网的通信

微电网与相联配电网的通信方式可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。

13.4 信息交互

在正常工作情况下,并网型微电网应向公共配电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;
- e) 微电网内 DER 的出力。

14 微电网项目评估

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。

基于微电网的建设目标,选择最优的微电网规划设计方案。

14.2 供电可靠性

微电网可靠性评估可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应考虑通信和信息系统可能出现的故障及其影响、微电网黑启动的能力、微电网为相联的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,应计算财务成本,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

应评估微电网建设对环境的影响,以证明项目的合理性。环境评估结果可用来指导微电网的环境保护措施。

微电网业主还应意识到对于环境保护应承担的责任,且应为环境治理提供所需的必要信息。

14.5 微电网的可扩展性

应对微电网与其他系统互联的可扩展性进行评估。应周期性地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 微电网接入公共配电网

对于独立型微电网而言,在规划设计阶段应考虑未来微电网接入公共配电网的可能性。当接入条件满足时(例如,公共配电网已经建成,输送能力足够),则独立型微电网可通过 POC 接入公共配电网。