

澳门电力能源系统

报告人：Jay Leong

日期：2025年1月

目录

- 澳门电力网络概述
- 电力/能源来源
- 高压 (HV) 输电网络
- 中压 (MV) 与低压 (LV) 配电网络
- 网络图介绍

1. 澳门电力网络概述

截至2022年，澳门电力网络旨在为全区提供可靠的电力供应。

澳门电力网络的主要组成部分包括：

澳门的电力供应主要来自于**发电厂**，其中包含了路环发电厂A (CCA) 和 CCB 等主要设施。在**区域互联**方面，广东-澳门电力网络是重要的组成部分，它通过两条110千伏的互联通道和三条220千伏的互联通道与广东省电网紧密相连，确保了澳门电力供应的稳定性和多样性。

在**高压 (HV) 输电网络**方面，该网络由27座主变电站和8座高压开关变电站构成。这些变电站通过总长达1,072公里的高压电缆连接，涵盖66千伏、110千伏和220千伏等不同电压等级，负责将电力从发电厂和互联点输送到各个区域。

中压 (MV) 配电网络是电力分配的关键环节。11千伏的中压配电网络包括1,697个客户变电站和46个客户开关站（提供11千伏/400伏的电压转换），这些设施通过总长2,681公里的中压电缆连接，将电力进一步分配到客户附近。

低压 (LV) 配电网络是电力传输的“最后一公里”。该网络主要由总长1011公里的电缆组成，负责将电力从客户变电站输送到最终用户家中或商业场所，提供日常所需的低压电力。

2. 电力/能源来源

能源构成 (截至2023年)

截至2023年，澳门的能源结构呈现出高度依赖外部进口的特点。

- **从中国南方电网进口的电力**占据了主导地位，贡献了总能源的89.747%。这表明澳门绝大部分的电力需求是通过与内地电网互联来满足的。
- **由澳门电力股份有限公司（CEM）自身产生的电力**占总量的7.336%，这部分电力主要来自于本地的发电厂，作为重要的补充和备用电源。
- **从澳门垃圾焚化厂购买的电力**提供了2.911%的能源，这体现了澳门在废物处理和能源回收方面的努力。
- **光伏发电**虽然仅占0.006%，但其作为可再生能源的代表，预示着澳门在绿色能源发展方面的初步尝试和未来潜力。

峰值需求 (兆瓦) (截至2023年)

从2014年到2023年，澳门的电力峰值需求呈现出总体增长趋势，反映出社会经济发展对电力需求的不断增长，而总装机容量在近年保持不变，这凸显了外部供电的重要性。

- **2014年**，澳门的电力峰值需求为845兆瓦，当时的本地总装机容量为472兆瓦。
- **2015年**，峰值需求增至883兆瓦，总装机容量仍为472兆瓦，显示电力需求持续增长。
- **2016年**，峰值需求进一步攀升至932兆瓦，总装机容量保持在472兆瓦，本地发电能力面临挑战。
- **2017年**，峰值需求首次突破1000兆瓦大关，达到1004兆瓦，而总装机容量调整为408兆瓦，这可能意味着部分旧机组退役或改造。
- **2018年**，峰值需求略有下降至971兆瓦，但总装机容量维持在408兆瓦，表明外部供电仍是主要补充。
- **2019年**，峰值需求再次创下新高，达到1062兆瓦，总装机容量保持408兆瓦，电力供应压力进一步增大。
- **2020年**，峰值需求降至955兆瓦，这可能与疫情等因素导致社会经济活动减少有关，总装机容量仍为408兆瓦。
- **2021年**，峰值需求回升至1037兆瓦，总装机容量保持408兆瓦，经济活动逐渐恢复。
- **2022年**，峰值需求为986兆瓦，总装机容量仍为408兆瓦，电力系统运行平稳。
- **2023年**，峰值需求达到1068兆瓦，再次刷新记录，而总装机容量维持在408兆瓦，凸显了对外来电力的持续依赖和电网稳定运行的重要性。

电力流向图

电力系统运行是一个多阶段的复杂过程，确保电力从生产到消费的顺畅流动。首先，在**发电厂**，电力被生产出来，并随即通过变压器进行**升压**，以适应长距离传输。随后，高压电力沿着**输电线路**被高效传输至各个区域。抵达特定区域后，电力进入**主变电站**，在这里电压会经历一次**降压**，为后续的分配做准备。降压后的电力通过**配电线路**进行分配和**出线**，输送至客户的附近。最终，在**客户变电站**（通常称为PT），电力会进行进一步的电压转换，以满足**中压客户**（如大型商业建筑或工业设施）和**低压客户**（如普通居民和小型商户）的不同需求。

3. 高压 (HV - 220kV, 110kV, 66kV) 输电网络

高压输电网络是澳门电力系统的骨干，负责管理和输送高压电力。

主变电站

主变电站是高压网络中的关键节点，承担着电压转换和电力分配的重要功能。

主变电站的主要设备包括：

高压开关设备，这通常是气体绝缘开关设备（GIS）或开放式开关设备，用于控制和保护高压电路。还包括将电压从高压等级转换为较低高压等级的**电力变压器**，以及用于中压配电的**中压开关设备**（AIS）。此外，高压和中压电缆及其终端设备也是必不可少的组成部分，用于连接各个设备和线路。

辅助设备包括：

控制、保护和自动化系统，它们是变电站安全稳定运行的核心，负责监测电网状态、执行操作指令并在故障时迅速隔离。同时，监测、计量和通信设备也至关重要，用于实时收集运行数据、进行电能计量和保障信息传输。

高压开关设备配置

高压开关设备采用不同的配置，以确保电网运行的可靠性和操作的灵活性，例如：

高压母线配置包括：

- **带有母线耦合器的双母线系统**：这种配置提供了高度的可靠性，允许在一条母线检修时通过另一条母线继续供电，母线耦合器则用于连接两条母线。
- **带有两个母线耦合器（BC）和两个母线分段耦合器（BSC）的四母线系统**：这是一种更复杂的配置，提供了更高的灵活性和可靠性，允许对母线进行更精细的控制和分段。
- **一点五（1.5）断路器配置**：这是一种高效且可靠的配置，每个出线回路使用一点五个断路器，可以在保证供电的同时对设备进行检修。

高压馈线类型包括：

- **互联馈线**：这些馈线连接不同的变电站或电力系统，用于电力交换和系统间的平衡。
- **电力变压器馈线**：这些馈线连接高压母线和电力变压器，负责将电力输送到变压器进行电压转换。

高压主变电站配置

主变电站集成了不同类型的变压器和中压开关设备，以满足不同的电压转换和配电需求。

电力变压器类型包括：

主变电站通常配备大容量变压器，例如220千伏/110千伏 180兆伏安的变压器（TF），用于将更高电压等级的电力降压至110千伏。同时，也有110千伏/66千伏 125兆伏安的变压器（TF），用于进一步降压。

配电变压器（DT）类型包括：

为了满足不同电压等级的配电需求，主变电站还可能配置多种配电变压器，例如66千伏/11千伏 40兆伏安的配电变压器、110千伏/11千伏 50兆伏安的配电变压器，以及110千伏/22千伏 30兆伏安的负载变压器（LT）。

中压开关设备配置包括：

中压开关设备通常采用三个带有母线分段耦合器（BSC）的单母线配置，这种结构能够实现中压回路的灵活分段和控制，提高供电可靠性。

主变电站单线图

（此处应参考原始PPT中提供的详细主变电站单线图，该图将清晰展示各种馈线、母线耦合器和母线分段的连接方式和符号。）

4. 中压（MV - 11kV, 22kV）与低压（LV）配电网络

中压和低压网络是电力分配的最后环节，负责将电力输送给最终客户。

中压（MV）网络主要包含了多种重要组件，这些组件共同确保了电力的安全高效分配。其中，**互联馈线**用于连接不同的中压回路或变电站，增强了电网的灵活性和可靠性；**变压器馈线**负责将中压电力输送给配电变压器进行降压；**母线耦合器**用于连接中压母线，实现母线间的电力转移和隔离；**出线**是连接客户或下一级配电点的回路；**变电站辅助交流电源**为变电站自身的设备提供运行电力；**母线分段**则允许将母线分成独立的部分，以便于检修或隔离故障；而**电容器组**则用于补偿无功功率，提高电网的功率因数和电压稳定性。

客户变电站

客户变电站是电力到达消费者前的最后电压转换环节，通常位于大型客户场所或居民区附近。

客户变电站的主要设备包括：

****环网柜（RMU）****是客户变电站的关键组成部分，它是一种紧凑型高压开关设备，通常用于中压配电网络的环网供电，提高了供电的可靠性。此外，**11千伏/400伏变压器**是核心设备，它们将11千伏的中压电力降压至400伏，以满足低压客户的需求，常见的容量有630千伏安、1000千伏安和1600千伏安。**QGBT**（可能指低压配电柜或总配电箱）则是负责将降压后的低压电力分配给不同的用户回路。

调度中心

调度中心是澳门电力系统的“大脑”，在电力网络的运行中扮演着至关重要的角色。其主要职责包括：

- **控制**：调度中心负责对电网中的各种设备进行远程操作和控制，包括开关的合闸与分闸、变压器的投切等，以实时调整电网运行状态。
- **监控**：通过先进的SCADA（数据采集与监控）系统，调度中心实时监控电网的各项运行参数，如电压、电流、频率、负荷等，确保电网在安全稳定的状态下运行，并能及时发现和处理异常情况。

额外信息 / 未来发展

澳门电力系统的其他关键信息包括：

本地发电能力作为电力供应的重要补充；**互联**网络则强调了与周边区域电网的紧密连接；**主变电站**作为输配电的关键枢纽；**客户变电站**是电力输送至用户的最后一站；最终的**客户**则是电力服务的接受者。

展望未来，澳门电力系统正积极探索和实施多项关键举措和发展方向，其中包括：

- **电动汽车（EV）充电设施**的普及和发展，以满足日益增长的电动汽车充电需求，并支持绿色交通出行。
- **智能公共照明系统**的推广，通过引入智能化技术，实现公共照明的节能增效和精细化管理。
- **CIRS**（可能指某个特定的系统或倡议，具体含义需要结合上下文或进一步说明）的实施，以提升电网的智能化水平和运行效率。

OpenText 中的网络图

OpenText 被广泛应用于绘制电力网络图，提供电力基础设施的详细和精确表示，对于电网的规划、运行和维护至关重要。

OpenText 中主要包含的图纸类型包括：

- **220千伏和110千伏网络图**，以及**66千伏网络图**，这些图纸详细展示了澳门高压输电网络的拓扑结构和主要设备布局。
- **主变电站的详细图纸**，例如NTSS_SLD（可能是某个特定主变电站的单线图），这些图纸提供了变电站内部设备连接和回路走向的详细信息。
- **开关站的图纸**，例如PS9900_SLD，用于展示开关站的布局和开关设备的功能。
- **客户变电站的图纸**，例如PT1033_k图纸，以及HZM闭环单线图等示例，这些图纸对于了解客户侧的电力接入和配电方式非常重要。

感谢您的学习！

