

Eco²truxure™
Innovation At Every Level

24/7

Life Is On

Schneider
Electric™
施耐德电气

客户关爱中心热线：400 810 1315

施耐德电气 (中国) 有限公司
Schneider Electric (China) Co.,Ltd.

北京市朝阳区望京东路6号	Schneider Electric Building, No. 6,
施耐德电气大厦	East WangJing Rd., Chaoyang District
邮编: 100102	Beijing 100102 P.R.C.
电话: (010) 8434 6699	Tel: (010) 8434 6699
传真: (010) 8450 1130	Fax: (010) 8450 1130

<https://www.se.com/cn>

© 2024施耐德电气保留所有权。文中出现的施耐德电气产品商
标为施耐德电气及其子公司和附属公司财产。文中出现的其他
企业或品牌商标为其所有者财产。本文本内容于2024年06月
发布，有效期至2025年06月，或于官方网站上公布之提前终
止日为止。

由于标准和材料的变更，文中所述特性和本资料中的图像只有
经过我们的业务部门确认以后，才对我们有约束。

轨道交通行业 低压配电边缘智能管理系统应用白皮书

<https://www.se.com/cn>

本手册采用生态纸印刷 

关于施耐德电气



作为全球能源管理和自动化领域数字化转型的专家，施耐德电气业务遍及全球100多个国家和地区，为客户提供能源管理和自动化领域的数字化解决方案，以实现高效和可持续。施耐德电气的宗旨，是赋能所有人对能源和资源的最大化利用，推动人类进步与可持续发展的共同发展，我们称之为 Life Is On。

施耐德电气推动数字化转型，服务于楼宇、数据中心、基础设施和工业市场。我们通过集成世界领先的工艺和能源管理技术，从终端到云的互联互通产品、控制、软件和服务，贯穿业务全生命周期，实现整合的企业级管理。我们的使命是成为您实现高效和可持续发展的数字化伙伴。

- 中国已经成为集团在全球第二大市场
- 在中国拥有超过18000名员工
- 5个研发中心，1所施耐德电气研修院
- 29家工厂和物流中心，12个分公司，33个办事处
- 1100多家分销商遍布全国



目录

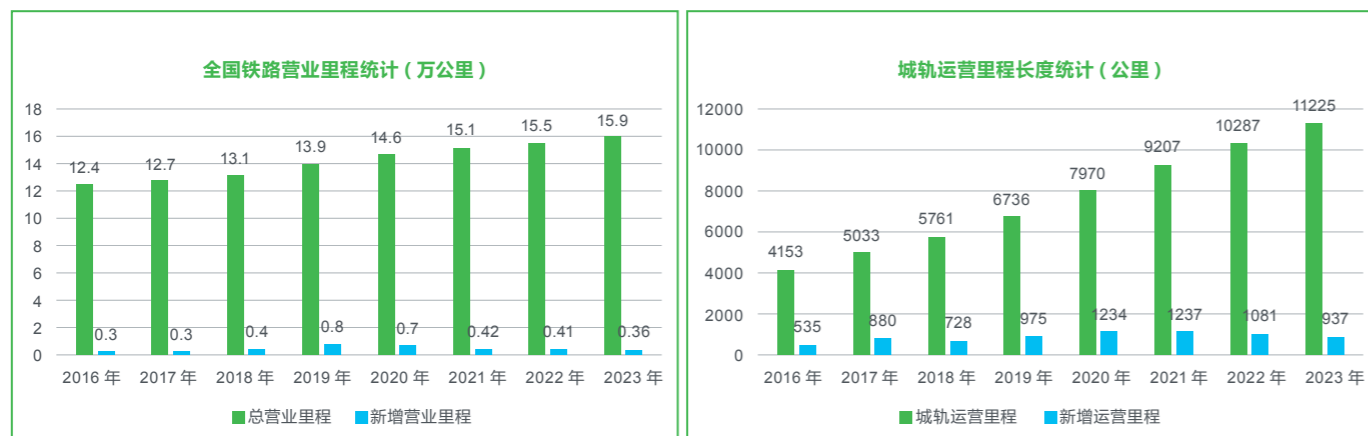
一、趋势	04
轨道交通行业发展现状 轨道交通行业高质量发展要求	
二、城轨行业智慧发展	06
城轨行业的数字化发展 数字化发展需求与挑战	
三、城轨行业数字化应用	08
低压边缘智能管理系统数字化架构 通信接口和通信协议 系统功能	
四、施耐德电气数字化解决方案	12
EcoStruxure Power 智能配电系统 施耐德电气智能化方案 智能低压断路器功能要求 POI 智能配电站控终端 POA-PSMS 预测仿真顾问 POA-EM 能碳管理顾问	
五、应用示例	24

一、趋势

轨道交通行业发展现状

《交通强国建设纲要》中明确提出“到 2035 年，基本建成交通强国。现代化综合交通体系基本形成，人民满意度明显提高，支撑国家现代化建设能力显著增强；拥有发达的快速网、完善的干线网、广泛的基础网，城乡区域交通协调发展达到新高度；基本形成“全国 123 出行交通圈”（都市区 1 小时通勤、城市群 2 小时通达、全国主要城市 3 小时覆盖）和“全球 123 快货物流圈”（国内 1 天送达、周边国家 2 天送达、全球主要城市 3 天送达）……”。

交通强国铁路先行；交通强国城轨担当。在纲要目标引领下我国轨道交通建设取得了快速发展，截至到 2023 年底，我国铁路网运营里程已达 15.9 万公里，其中高速铁路运营里程 4.5 万公里；城市轨道交通运营线路达到 1.1225 万公里，其中地铁运营线路 8543 公里，我国高速铁路和城市轨道交通运营里程均位居全球第一。为实现交通强国目标奠定了坚实的基础。



数据来源：国家铁路局、国铁集团、中国城市轨道交通协会

轨道交通行业高质量发展要求

随着路网建设的不断完善，《国家综合立体交通网规划纲要》又提出了新的发展要求：到 2035 年，基本建成便捷顺畅、经济高效、绿色集约、智能先进、安全可靠的现代化高质量国家综合立体交通网，实现国际国内互联互通、全国主要城市立体畅达、县级节点有效覆盖，有力支撑“全国 123 出行交通圈”和“全球 123 快货物流圈”。交通基础设施质量、智能化与绿色化水平居世界前列。交通运输全面适应人民日益增长的美好生活需要，有力保障国家安全，支撑我国基本实现社会主义现代化。

同年国务院关于印发《2030 年前碳达峰行动方案》，进一步推动我国交通行业进入交通强国的高质量发展阶段，交通发展由追求速度规模向更加注重质量效益转变，安全、绿色、智能成为了的交通体系建设发展的主要目标。



数字化作为智慧交通的基础，为交通运输体系的绿色发展起着关键的支撑作用，交通运输部早在 2019 年印发了《数字交通发展规划纲要》中提出，推动交通基础设施规划、设计、建造、养护、运行管理等全要素、全周期数字化。2020 年印发《关于推动交通运输领域新型基础设施建设的指导意见》主要任务中智能铁路部分进一步提出建设智能供电设施，实现智能故障诊断、自愈恢复等要求。行业的数字化发展要求不断深化聚焦。

2021 年交通部印发的《数字交通十四五发展规划》指出，在政策的不断引导与推动下，行业信息化和数字化取得了长足的发展，但当前交通行业的数据基础依然薄弱，数据采集能力难以满足发展需要，重建设轻运维问题依然存在。同时也进一步明确了新的发展要求，加速推进交通行业数字化建设。



二、城轨行业智慧发展

城轨行业的数字化发展

作为交通运输领域中绿色发展绿色出行的典范，城市轨道交通在公共交通运输领域发挥着至关重要的作用，截至 2023 年底我国已有 59 个城市开通了城市轨道交通线路 338 条，从 2019 年至 2023 年新增运营里程翻了近一倍，同时城市轨道交通的信息化和数字化发展也迅猛推进。

但是，鉴于全国城轨交通建设起步不一，所处阶段不同，特别是对“城轨交通 + 信息化”的认识程度深浅有别、信息化标准因地而异，致使各个城市轨道交通的信息化进程参差不齐，应用程度和水平差异较大，服务产品开发和管理信息应用不适应当前形势发展的需要，2020 年中国城市轨道交通协会发布了《智慧城轨发展纲要》，为行业的智慧发展进一步明确了方向和统一了架构，纲要给出了 1-8-1-1 布局结构的智慧城轨发展蓝图，以一个个城轨云与大数据平台为基础，实现八大体系的互联互通数据共享。



数字化发展需求与挑战

基于智慧城轨建设蓝图，各城市地铁企业纷纷加速深化落实数字化建设，信息化建设的成果初具规模，但我国目前各城市的城市轨道交通信息化建设和实施很难一步到位，尤其在城轨的供配电系统的数字化建设和管理上，还存在着一些问题与挑战。

在城市轨道交通运营中，因为线路长，能耗高，设备设施复杂，运行环境恶劣，导致运维成本高、管理难度大，数字化管理系统成为运行维护管理的必要手段。城市轨道交通的运行方式为电气化运行，目前在传统供电系统中因为中压侧确保着系统供电的连续性，是 100% 电气化运行的城市轨道交通的安全运行的前提，因此对中压系统的监控与管理一直较为完善，而低压侧的数字化管理还处于起步阶段，仅有一些主要回路及负载被纳入管理系统进行集中管理。

但随着社会及技术的发展，在确保安全运行的前提下，城市轨道交通越来越注重乘客体验、运行效率、绿色节能，更大量的低压底层数字化设备被应用，因此通过数字化系统架构的建设对低压侧实施有效管理的必要性和重要性突显。

目前在城轨供配电系统 400V 低压侧数字化建设中常见的一些问题与挑战：

- **数据利用率**：在城轨云及大数据的发展过程中，为了满足当前及未来使用需求，大量的 400V 低压底层设备已升级为先进的数字化设备，但因为各地的管理模式及管理需求存在一定差异，且还处于发展建设阶段，导致大量的底层数据暂时未能纳入集中管理系统平台，从而导致的数据资源的闲置与浪费；
- **重复性投资**：因数字化发展的分步与分阶段实施，以及不同管理系统因系统架构的原因，无法有效共享数据，各管理系统在建设实施中存在一定的重复采集数据所带来的扩展点位和增加布线难度，造成了一定的重复投资；
- **协议多样性**：大量的 400V 底层数字化配电设备因设备多样化带来的数据源的不同，以及在通信方式上的多样性以及协议上的差异性，导致的系统平台构建的难度与复杂性增加；
- **容量与算力**：当前大量的数据统计与分析工作由上层云平台系统计算完成，因低压配电系统设备多，数据量大，对系统的容量与算力要求较高，常导致系统运行速度慢，投资成本高；
- **多维度管理**：在城市轨道交通运营中，安全运行、能效管理、资产管理、电能质量管理往往分属在不同的系统中，但基础数据均来自现场底层设备，如何实现现场管理和远端管理的协同配合存在困难。



针对这些痛点与需求：

- 如何能在城市轨道交通的设计与建设中既考虑到现阶段的运维使用需求，又考虑到未来的管理发展需求；
- 如何在上层系统尚未构建时，既能有效利用好当前底层设备已有的数据资产，又能预留好数据上传通道，支持未来上层各系统的数据采集；
- 如何既能保证底层数据的灵活性，又能实现上层数据的统一性；
- 如何实现现场的数字化运维管理，又能实现远端的集中统一管理；
- 如何有效构建系统架构，避免重复投资与重复建设，使城轨系统的数字化建设可分步分阶段实施。

三、城轨行业数字化应用

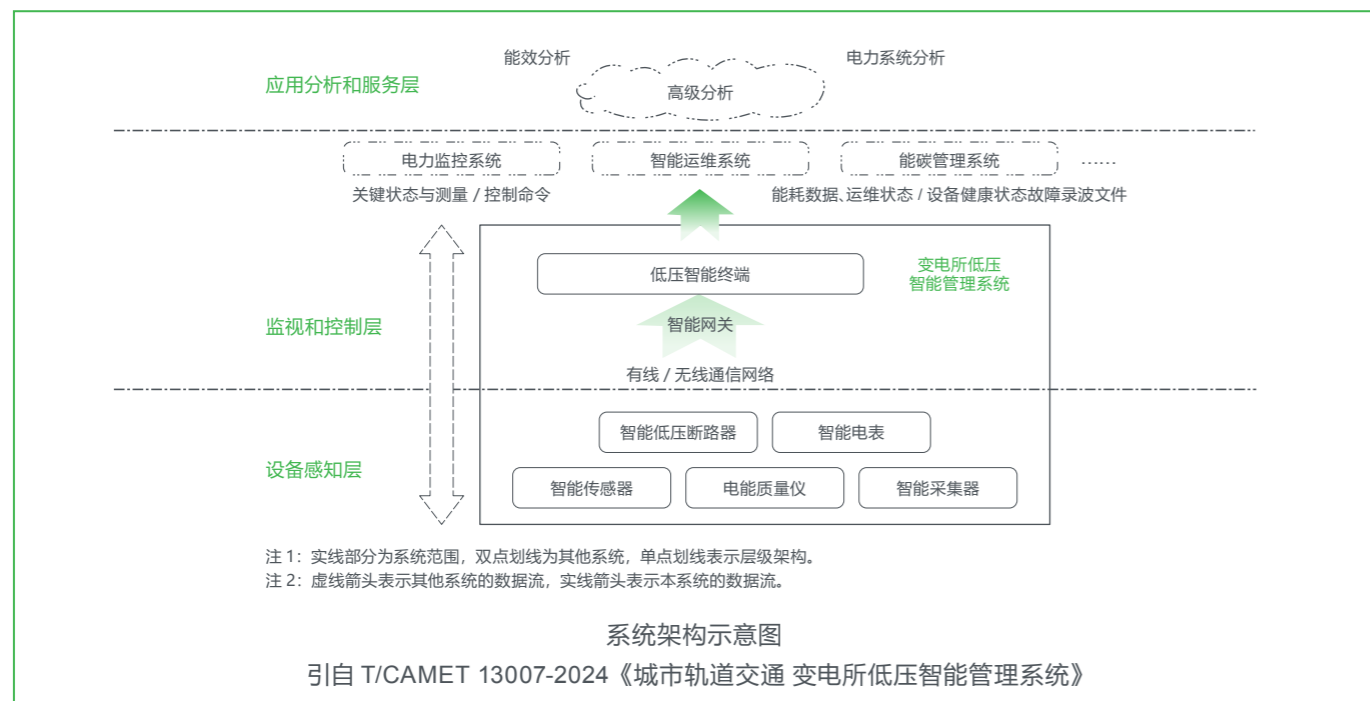


根据《智慧城轨发展纲要》中的目标指引，随着城轨行业供配电系统的数字化智能化发展，整体系统架构将分为三大层，第一层为数据采集和边缘计算管理层，第二层为各业务管理体系子系统，最上层为基于城轨云平台的线网综合管理平台。彼此形成各层系统之间的数据共享和独立运行。以满足整个线网在能源管理、运行维护管理、资产管理以及电能质量管理等不同层面的运营管理需求。

为了能更好的支撑城轨行业数字化系统的建设发展，应对当前的困难与挑战，低压供电系统中的数据采集和边缘计算层将会逐步发展为基于系统不同运行和管理范围（如降压变电所、环控电控室等），而形成的基础性系统架构，其系统架构构成和功能将主要体现为如下几个方面：

低压边缘智能管理系统数字化架构

系统构成：系统包括设备感知层、监视和控制层，系统架构示意图见下图。



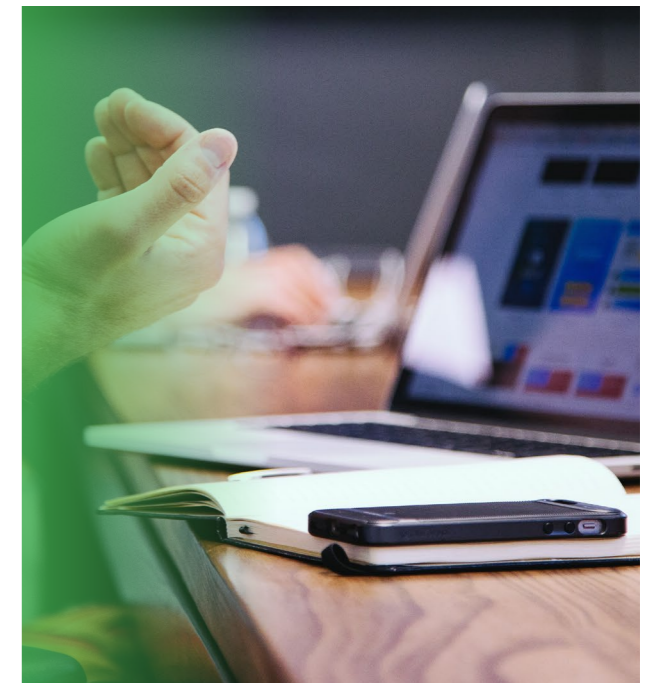
设备感知层由智能低压断路器、智能电表、智能传感器、电能质量仪和智能采集器等构成；智能断路器包括框架和塑壳断路器等；智能传感器包括温度传感器、湿度传感器和烟雾传感器等；电能质量仪包括专用电能质量检测和治理设备等；智能采集器包括电能质量控制器、多回路采集装置和故障录波分析仪等。

- 监视和控制层由低压智能终端和智能网关构成。
- 系统可以作为城市轨道交通 PSCADA 系统、智能运维系统和能源管理系统等的底层模块化组成部分。
- 系统可以独立运行。
- 支持就地和远端运维操作管理需求。

通信接口和通信协议

智能化配电系统的底层数字化设备种类众多，负责数据采集和边缘计算的底层系统需要能支持多种数据通信协议，确保系统的兼容性，同时也要对上开放数据接口和协议，支持多组访问，形成例如以变电所为数据节点的边缘侧数据集成端口，为各城轨云平台管理系统提供打包数据，支持城轨云平台各阶段的建设发展需求，避免重复投资。因此系统的数据接口和通信架构需满足一些基本要求。

- 现场感知层设备具备相应通信接口，通信协议一般采用供配电系统标准通信协议的一种或多种，可通过有线或无线方式传输。标准通信协议包括 Modbus RTU、Modbus TCP 等；
- 感知层设备具备以太网接口或通过智能网关将现场总线转换成工业以太网接口；
- 感知层设备和监视控制层智能终端之间，应用基于工业以太网的智能通信协议。



系统功能



为了最大化的发挥数据价值，确保各层级系统的数据共享，边缘管理系统应能最大化分析、处理数据信息，根据其他各管理系统需要进行转发，并支持各类上层管理系统所需的相关基础性功能，包括可实现就地管理所需的基础性功能，以实现上层系统数据采集的完整性和统一性，实现一次性投入即可服务与当前阶段的数字化管理需求，同时也可有效支持未来各上位系统的管理数据需求。

因此，系统需具备设备数据的采集、存储、转发、分析处理和调节等功能，并通过操作界面直观反映现场配电系统的运行状态和过程，实现感知层设备的管理。系统应用程序可在设备侧发起，采用通信、计算、存储、应用等核心能力为一体的开放平台，提供近端服务，可以作为城轨电力监控系统、智能运维系统和能源管理系统等系统集中控制管理业务的底层模块化组成部分，提供设备性能评估、能耗测量、故障录波等数据文件的预处理计算等。

基本功能包括：运行维护管理、电气设备资产管理、设备健康状态评估、能耗数据分析、电气信息监测、电能质量分析等，参考 T/CAMET 13007-2024《城市轨道交通 变电所低压智能管理系统》标准，具体功能要求如下：

运行维护管理功能

- 对智能低压断路器等开关设备进行状态监测，动态实时显示系统运行状态。
- 具备监测、报警、控制、保护、安全隐患早期识别、运行故障及时报警功能。支持状态变位触发和越限触发等实时报警功能。报警等级不少于高低两个等级，并根据等级进行声光报警，支持事件顺序记录（SOE）。
- 支持故障录波文件读取、显示、存储和转发功能。
- 通过智能低压断路器保护特性、脱扣器动作事件记录，判断动作事件，形成故障恢复指导。
- 监测低压成套开关设备母线连接处、断路器上下口连接处等关键位置的温度，预测低压成套开关设备温升，提供越限报警。
- 具备设备维护指导功能，依据设备运行状态，给出操作建议和维修建议。

电气设备资产管理功能

- 系统具备资产管理功能，可查询低压电气设备资产信息、图纸、维护手册等。
- 实时监测智能低压断路器的运行状态，计算断路器本体组成部件和控制单元的使用寿命，评估断路器触头磨损情况、设备健康度等。
- 分级预警信息，指导制定预防性运维计划。
- 具备标签识别功能，构建包含监测、抢修调度、预防维护功能，提供设备维护日志、运行记录、故障信息等。

能耗数据统计分析功能

- 对站内低压电气设备的能耗准确计量，提供重点用能设备能耗数据统计分析报告。
- 提供能耗数据底值或差值计算和周期存储，采样记录满足需量计算和尖、峰、平、谷统计要求。
注：能耗数据底值是指计量表上的底数，指计量周期使用的起始值。
- 实现能耗测量的数据转发，能耗报告可远程访问和下载。

电能质量分析功能

- 监视无功补偿、有源滤波、电压治理设备的运行状态、参数和报警。
- 通过电能质量仪提供电压暂降骤升监测和分析、电能质量评级、负载损失分析，生成电能质量报告。

信息监测

- 监测电气实时运行参数，包括电流、电压、频率、功率因数、有功功率、无功功率、有功电量和无功电量等电气参数。
- 不限于监测以下设备运行状态：
 - > 分闸 / 合闸状态；
 - > 运行 / 试验位置；
 - > 断路器分、合闸次数统计；
 - > 断路器累计运行时间。
- 监测回路开关的故障跳闸和报警状态，区分故障类型的保护动作信息和其他故障信号。
- 进行电能质量监测，电压 / 电流总谐波畸变率和多次谐波分量的测量。
- 测量和记录故障脱扣时电流及波形。
- 对母线连接处、电缆连接处、抽屉柜一次插头处和断路器上下口连接处等关键点温度进行监测。

通过上述边缘侧智能管理系统架构和功能，将可最大化发挥和利用当前行业智能化建设中已有的数据资源，提升运维效率，深化能耗管理等，更好的满足行业绿色可持续发展。

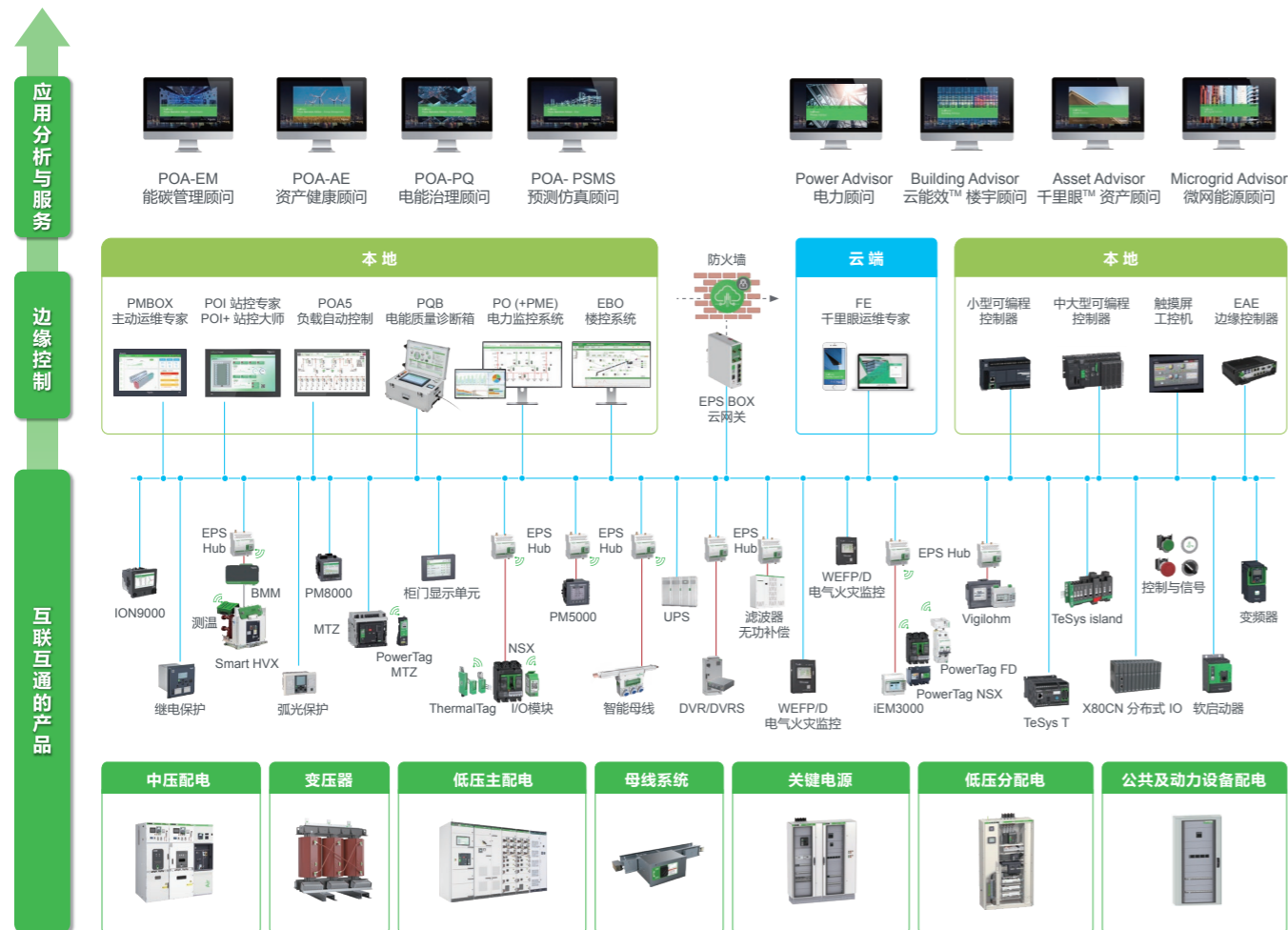
四、施耐德电气数字化解决方案

施耐德电气边缘智能管理系统方案，为您实现驭翻如简的数字化建设与管理体验

EcoStruxure Power 智能配电系统

EcoStruxure Power 覆盖配电数字化全场景

施耐德电气智能配电全新升级，更全面互联互通的产品、更细分边缘控制软件平台、更深入专家分析应用



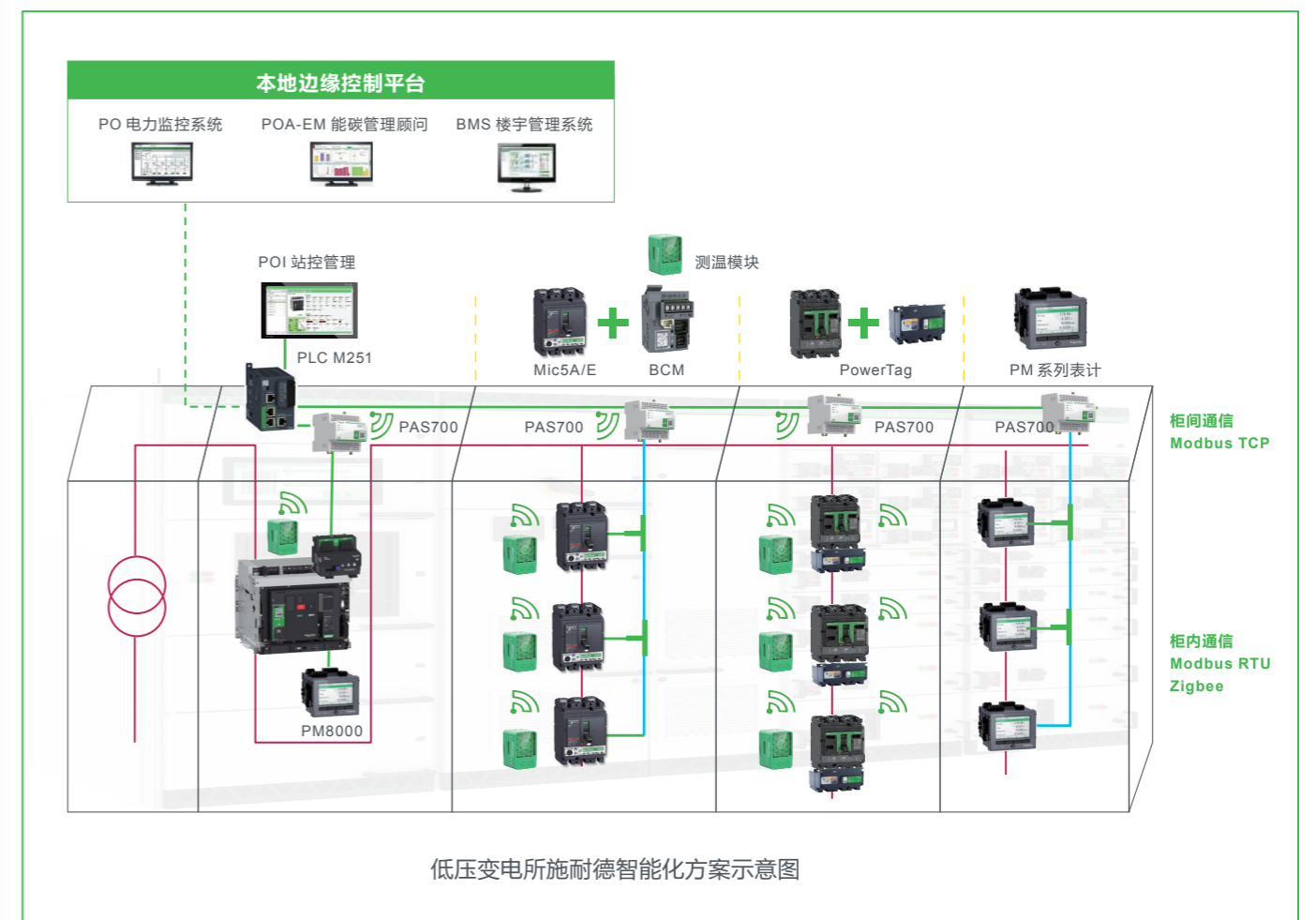
EcoStruxure Power (智能配电)是集智能硬件、专业软件和持续服务于一体的整体解决方案，满足设备的数字化监测管理、用户能耗监测分析管理的需求，实现用户现场配电系统安全稳定运行。

EcoStruxure Power (智能配电)为三层架构：应用分析与服务层、边缘控制层、互联互通产品层。

EcoStruxure Power (智能配电)以配电系统的数字化为核心，囊括中压、低压的变配电系统智能化，整合本地边缘控制系统和大数据管理平台，具备深层次的数据挖掘功能、数据管理和分析功能，提供全生命周期的配电设备监测、管理、分析，实现将现场设备的运行状态，包括智能断路器、监测保护设备、通信、监测分析软件和大数据分析进行完美整合的解决方案。

- 支持本地及云端大数据平台，部署方式灵活多样，兼容性强，可根据用户的需求和预算灵活搭建，快速部署；
- 全面集中监测配电系统的运行状态，及时获得报警和针对报警的处理预案，提高配电系统的可用性和可靠性；
- 提供电力系统监测界面，通过动态的画面着色清晰区分带电状态显示；
- 获取并自动保存设备运行信息，结合设备的生产、整定、维护数据，有效分析设备运行效能和寿命，并追溯设备的运行历史。

施耐德电气智能化方案



变电所低压智能管理系统应用程序在设备侧发起,采用通信、计算、存储、应用等核心能力为一体的开放平台,提供近端服务,可为 PSCADA 系统、智能运维系统、能源管理系统等城市轨道交通系统集中控制管理业务提供设备性能评估、能耗测量、故障录波等数据文件的预处理计算。系统具备嵌入 HTTP 服务和浏览器调用功能,支持手持终端通过蓝牙、NFC (Near Field Communication) 等通信方式访问现场设备。

系统提供开放式设备层数据地址表,采用现场总线、分布式 I/O、网络多路级联等技术。在功能上,设备感知层和监视控制层相结合;在物理上,设备感知层和监视控制层独立运行。

- 柜内感知设备通信接口采用 485 口或无线通信接口,通信协议采用 Modbus RTU 和 Zigbee。
- 感知层设备和监视控制层智能终端之间,使用基于工业以太网的智能通信协议 Modbus TCP。
- 监视控制层智能终端对上数据转发使用 OPC、Modbus TCP、共享目录和安全文件传输 FTPS 等传输方式。

注:远动控制方式

- 远动控制有两种实现方式,一是通信方式,二是通过硬接线 I/O 方式;
 - > 断路器 I/O 硬接线方式接入 I/O 模块,实现遥控功能。
 - > 通信总线接入,实现遥控功能。
- 闭锁通信方式的遥控 & 遥调功能:通过 NSX DCM 模块、MTZ EIFE 模块锁止遥控和遥调功能,通信仅实现遥信和遥测;
- I/O 控制和通信控制,二者物理隔离,互不干扰。

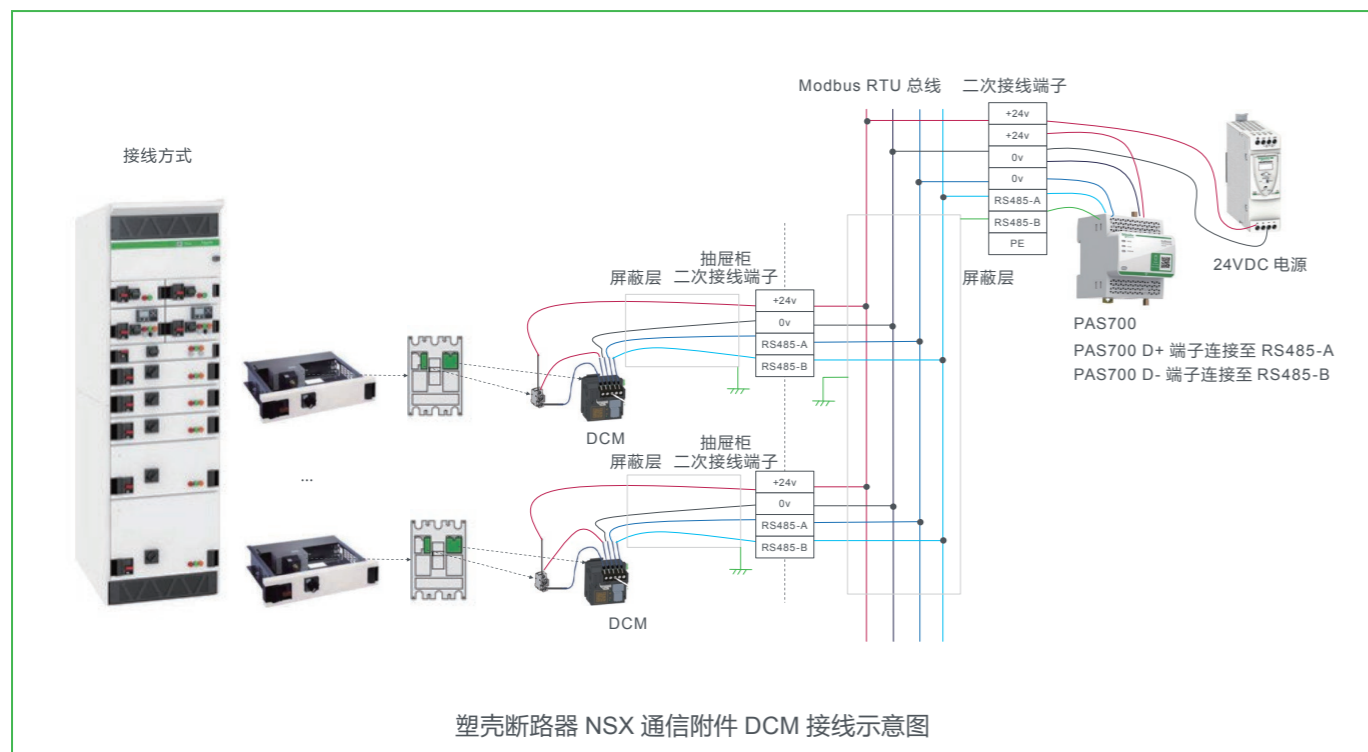


需 DC24V 电源												
主设备 Modbus TCP	主-从协议	从设备 (建议数量)	PowerTag	MTZ	NSX	MCB	PM 多功能表	Status Reader	Meter Reader	PowerTag C IO	PowerTag C 2DI	ThermalTag 无线测温
PAS700	ZigBee	20	遥信遥测							1DI+1DO	2DI	60个
IFE IFE1	Modbus RTU	12		EIFE 四遥	EIFE 四遥		PM2000 PM5350	6DI+1DO 遥信遥控	3PH 1级遥测			
I/O 模块	Modbus TCP	1		EIFE 四遥			PM8000 PM9000					
PM2000	硬接线	DI, DO		遥信遥控								
PM5350				遥信遥控								
PM8000	硬接线	DI, DO		遥信遥控								
PM9000				遥信遥控								



施耐德电气低压智能化方案功能比较

	功能	Mic5X	多功能表	PowerTag	
能效管理	测量精度	2级/1级	高中低	1级	不重要弱点
	电能质量	中	高中低	低	
	计费	内部考核	内外部计费	内部考核	
运行维护	远程监控	高	高	中	重要弱点
	预报警	设备/后台	后台	后台	
	脱扣电流	高	无	中	
	故障录波	高	无	中	
	事件、报警、脱扣记录	高	无	中	
	设备管理	高	无	中	
施工安装	维护信息	高	无	中	> 能效管理 > 标准化运营维护管理 • 设备状态精准评估 • 预报警 • 故障应急处理 • 远程维护 • 多功能表除接线复杂以外,最大的缺陷在于,无法读取开关设备内部信息,如脱扣器脱扣信息、事件记录、故障录波以及其他设备维护和管理信息。 • 采用 ZigBee 无线接入方式不推荐跨柜接入,施耐德 BlokSet/Okken 支持 ZigBee 方案。其他品牌需要验证。
	结构	一体化	分体式	一体化	
	接线	简	复杂	极简	
远动功能	安装空间	无要求	双倍空间	仅限施耐德品牌柜方案,其他品牌柜方案没有验证数据	
	安装方式	无要求	无要求	要求低	
	遥信、遥测、遥控	可	可	可	
	遥调	有	无	无	
	投资	高	中	低	



智能低压断路器功能要求

智能低压断路器符合 GB/T 14048.2 的规定，装配有智能脱扣器、执行机构、合理的人机界面和其他附加设施，具有电气测量及报警、状态感知、诊断维护及健康状态指示、故障及历史记录等功能，能进行本地和 / 或远程监控，并具有物联网 (IoT) 云平台连接能力可直接或间接接入物联网云平台，且符合网络安全要求的低压断路器。

智能低压断路器集保护、测量、诊断和维护、事件管理、通信为一体。具有一个由被保护线路能量产生的自生电源，至少保证断路器基本保护功能正常工作。具备故障远程复位、自复位和手动复位功能。支持有线、无线互联互通功能。

智能低压断路器内置监测、管理和控制模块，对设备数据进行采集、存储、转发、分析处理和控制在，且满足下列要求：

- 保护定值和时间可调、可关断；
- 反时限曲线可调；
- 采集和调整长延时、短延时、瞬时等保护整定值；
- 测量电流、电压、频率、功率、负载率和能耗等实时电气运行参数；
- 断路器的分闸位置、合闸位置、正常状态和故障状态等设备运行信息；
- 电气回路的功率因数和总谐波畸变率等电能质量参数；
- 断路器触头磨损率，运行时间，断路器分、合闸次数、脱扣次数、断路器分闸电流、不同负载率运行时长等设备维护和健康状态信息；
- 读取设备整定参数、设备内部的固件版本、设备型号、序列号和铭牌等信息；
- 通过可编程触点、模块进行本地或远程输出超限、报警和故障状态；



- 故障录波和故障记录，上传最近 10 次脱扣记录数据，包括脱扣时间、断路器状态和脱扣时故障电流值。框架断路器宜具备故障脱扣前后波形捕捉功能，并记录和上传；

- 控制功能可以通过 I/O 和通信实现，且能够根据现场需要关断通信控制功能；
- 电气参数越限预报管理。

注：智能断路器详细功能可查询 NXS Mic A/E 和 MTZ Mic X

PowerTag 无线测量模块

PowerTag 无线测量模块可以做为非智能断路器的智能化模块，内置 CT、PT 和 Zigbee 无线通信模块，与断路器一体化安装，无需外部电源。断路器信息采集包括状态、电参量、故障信息（包括故障电流）、健康状态和运行状态、预报警等。



电参量 / 状态量

- 全电量测量；
- Class 0.5 电压、电流精度；
- Class 1 电能、功率精度；
- OF/SD 状态量指示。

故障诊断信息

- 断路器跳闸前最大电流；
- 产品状态指示灯动态显示；
- 设备通信自诊断代码。

方案引导

塑壳断路器具有电参量测量功能，并能通过本体通信上传数据，实现本地状态量、电气量、故障信息、报警信息和设备信息等数据的定期发布。



POI 智能配电站控终端

变电所智能管理系统作为城市轨道交通智能化的边缘管理系统和现场管理接口，为 EcoStruxure Power 和其他智能化系统提供硬件和软件接口，优化系统架构和成本，提高数据传输效率。



POI 五大功能组件



报警管理和故障追溯

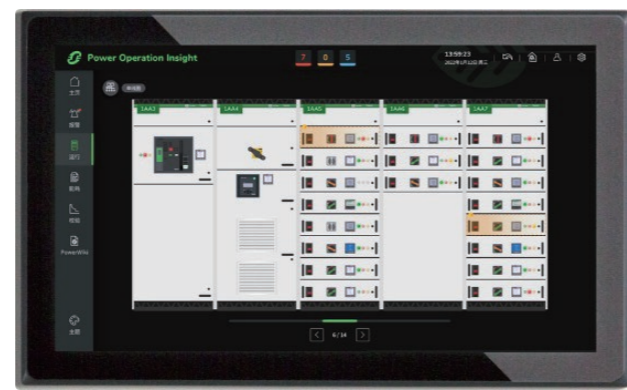
- 分级管理不同重要等级的报警事件;
- 可通过设备树, 或筛选器建立条件, 快速找出相关条目;
- 将有关联的报警事件聚合统计, 提供一键跳转。

站级综合报警统计, 呈现全站关键报警呈现



站内配电知识库

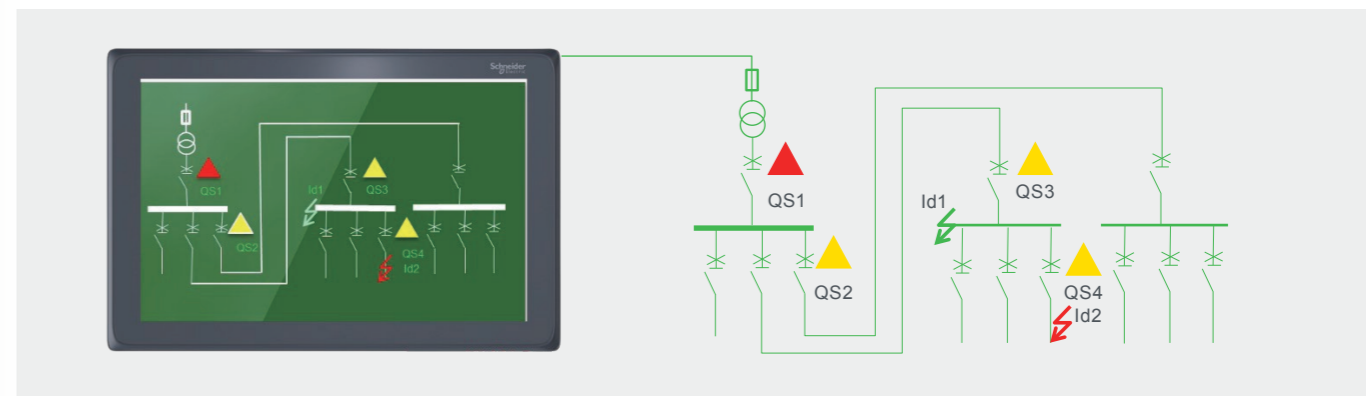
- 预置完备的施耐德电气低压元件设备资料库;
- 提供全站模糊搜索及精准搜索等方式, 快速检索;
- 用户可自定义上传文档, 且享受同样的便捷检索功能。



运行状态快照提, 柜面图界面精准定位异常设备

- 快照提示针对重要运行参数采取不间断对标策略, 系统化、自动化地执行日常巡检任务中的设备状态审核;
- 无需额外组态配置或设计绘制, 自动生成与用户现场情况相匹配的柜面图;
- 柜面图与单线图之间匹配查找操作便捷。

POI 智能配电站控终端越限报警和故障定位

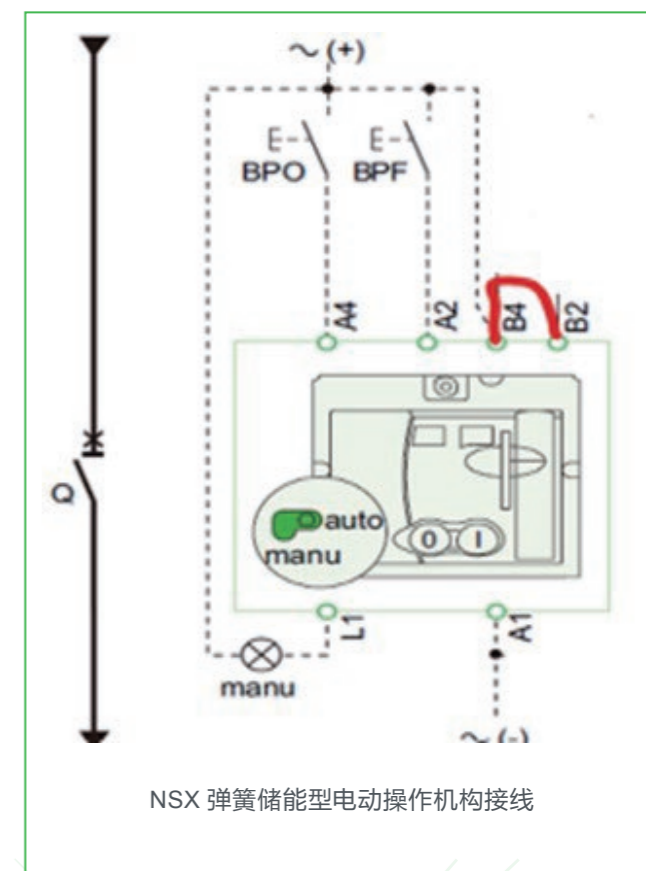


由于系统条件限制, 在某些特定应用场合, 上下级保护完全选择性依然比较困难, 越级动作也有发生, 如何定位故障回路, 明确故障责任, 迅速恢复供电, 是运营单位面临的一大挑战。

当上下级断路器壳架没有级差, 或级差很小, 无法避免保护区重叠, 仅能实现部分选择性。假设 Id2 处发生短路且故障电流处于重叠区域, 可能会出现越级 QS1 动作, 故障回路断路器 QS4 拒动 (图 8)。施耐德 NSX 智能断路器, 利用 POI 智能配电站控终端故障电流越限报警和标识功能, 标识 QS2、QS3 和 QS4 电流越限, 明确判断 QS1 动作为越级动作, 识别故障回路为 QS4 回路。运维人员能够断开 QS4, 复位并合闸 QS1, 明确事故责任, 快速恢复非故障回路供电, 减小停电范围和停电时间。

如果没有自动复位功能, 即使我们知道是越级动作, 也必须人到现场手动复位, 客观上延长了非故障回路停电时间, 扩大了停电范围。

实践中, 可以短接 NSX 弹簧储能型电动操作机构 B2 和 B4 端子实现断路器自动复位功能, 快速恢复非故障回路供电。



NSX 弹簧储能型电动操作机构接线

POA-PSMS 预测仿真顾问



POA-PSMS 用于供电系统的实时监控、分析、运行及优化，提升电力系统从规划设计到策略验证的数字孪生能力，专门应用于大型及关键电力用户场景。

POA 与 ETAP 结合进行供电系统的实时监控、分析、运行、优化，通过 OPC UA 开放接口将系统运行数据实时同步到 PSMS 预测仿真系统或 OTS 培训师操作系统，进行独立建模组态，实现在线仿真、诊断分析、预测模拟、培训演练等功能，提升电力系统从规划设计到策略验证的全生命周期的数字孪生能力。

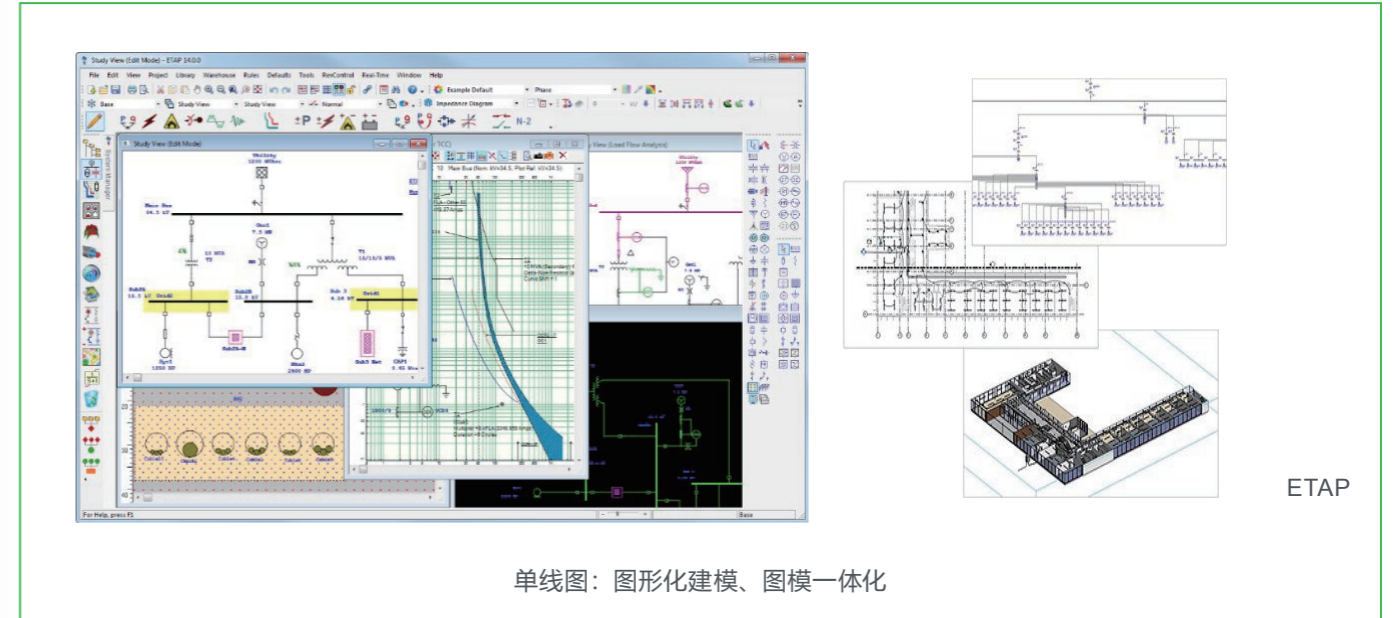
ETAP 支持实时在线和离线仿真，辅助工程师实现电能质量分析计算，包括谐波分析、不平衡度等，从而来保证系统安全稳定的运行。

用户对城市轨道交通供电系统进行数字孪生建模，将机场整体供电系统一次模型转化成 ETAP 数字化单线图。其次，确定系统中谐波源设备。在 ETAP 软件中，可以将等效电网、发电机、变压器、整流器、逆变器、UPS、变频器等设备都定义为谐波源。也可以在库中选取 ETAP 自带的谐波源模型或是根据厂家资料建立的谐波源模型，进行谐波潮流计算。此外，还可以模拟倒闸操作、大电机启动，进行谐波分析、潮流分析等，极大减少机场的运维人员在倒闸等动作前的压力与人为因素造成的损失。

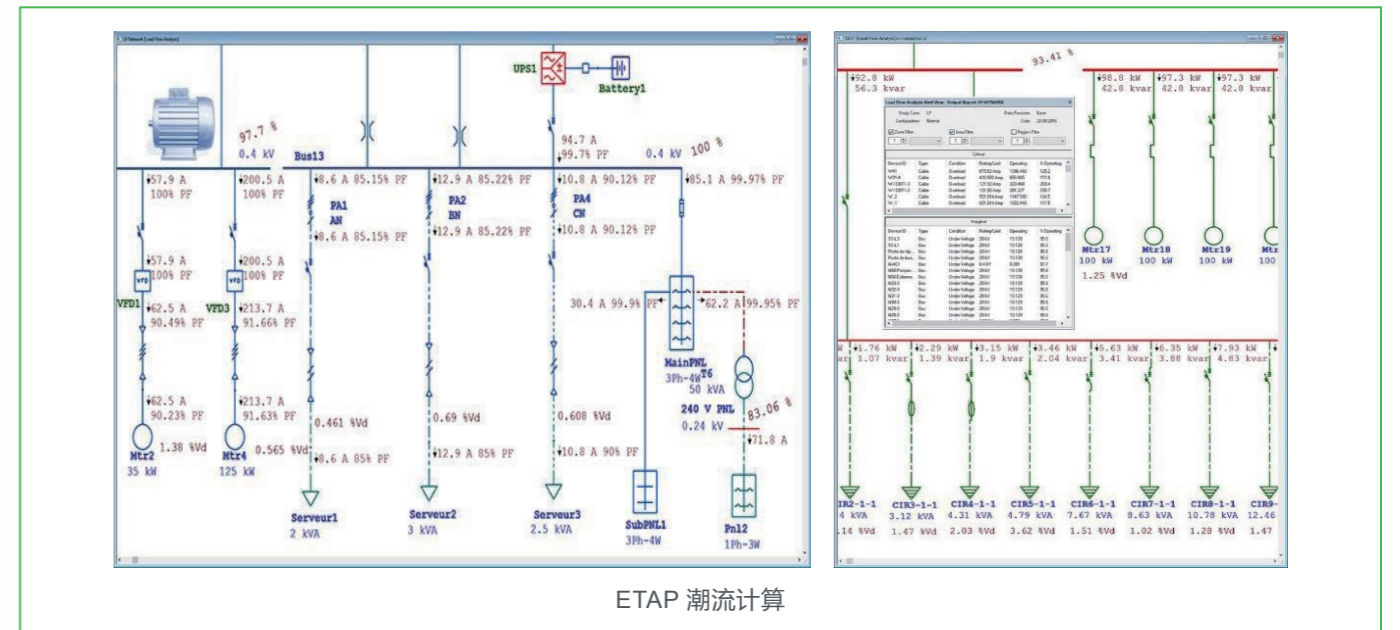
系统功能包括潮流分析、短路计算和动热稳定校验、保护选择性校核等：

- 根据配电系统实时状况运行“假设”分析，确保运行、操作安全可靠。通过模拟操作避免错误操作，
- 通过数据记录、事件回放、根因分析，快速定位故障、恢复运行；
- 将设计阶段的配电系统模型应用于运行阶段，确保单一数据源下的安全、合规。

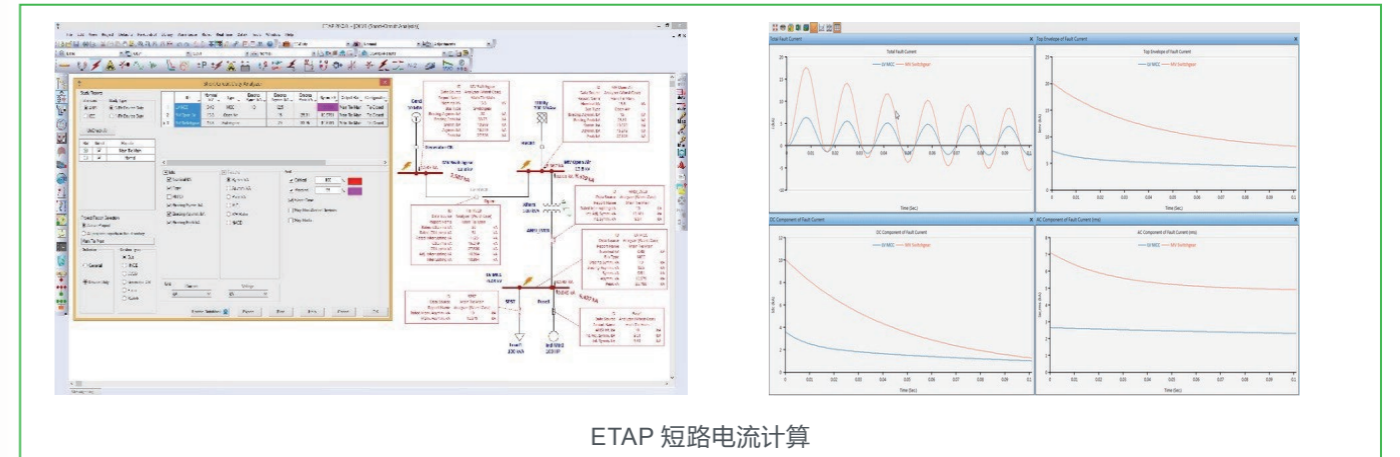
构建与实际运行状态一致的模拟培训环境，帮助运行、操作人员熟悉规程、提升运维能力。



单线图：图形化建模、图模一体化



ETAP 潮流计算

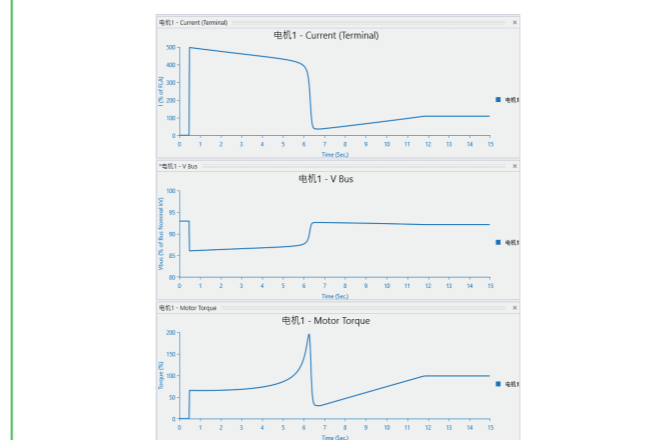
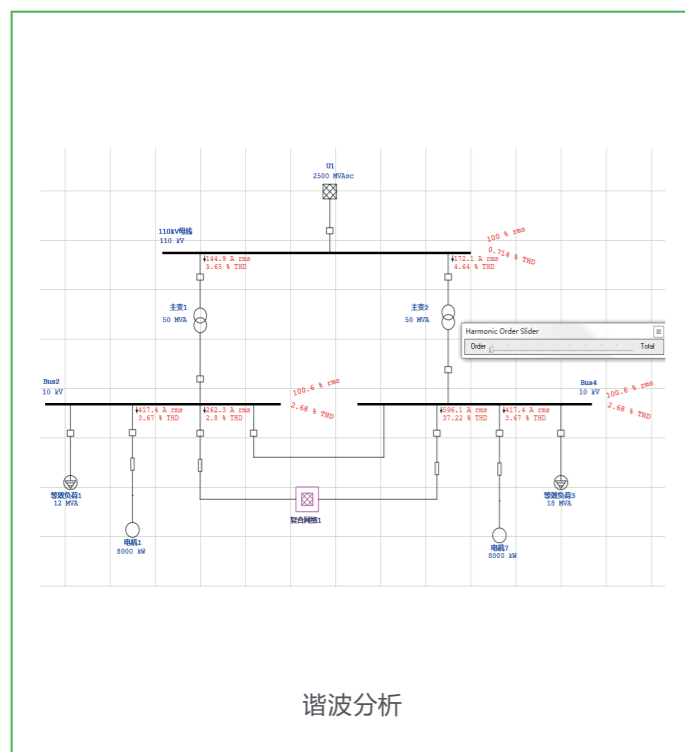
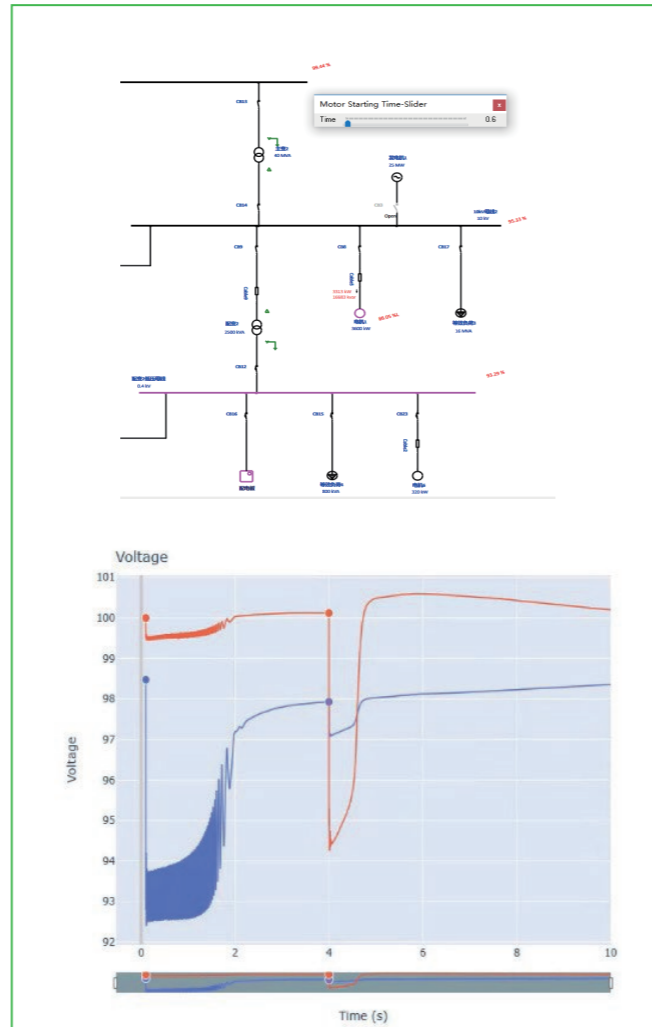
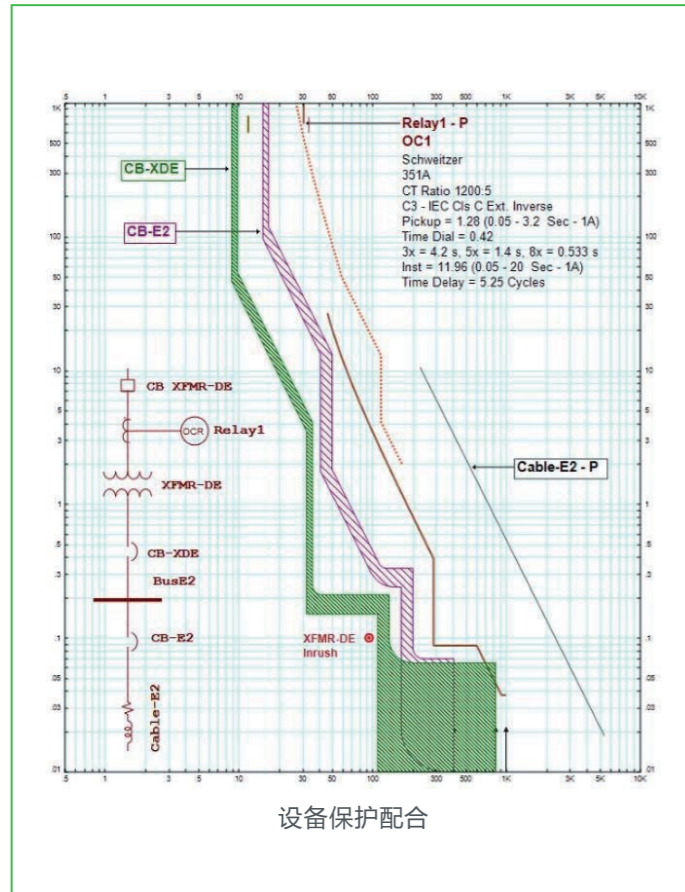


ETAP 短路电流计算

POA-EM 能碳管理顾问

POA-EM 是 EcoStruxure Power 智能低压配电系统运行和管理解决方案。系统通过实时数据分析仪表盘向工程技术人员和管理人员提供设备的运行监测、设备性能、能源利用分析和电能质量分析信息，分析潜在的电能质量隐患，避免停机和设备伤害，优化设备的利用率。同时兼顾能耗管理系统功能，分析对比能耗的变化，提供简约实用的能源管理系统功能。

- 模块化设计的系统，按照搭建式的功能结构进行设计；
- 模块化数据仪表盘界面，提供灵活的配置和组态模式；
- 电能质量监测功能，实现供电质量的持续监测；
- 断路器老化分析管理，实现开关设备的预防性维护；
- 故障定位，保证故障快速隔离，实现供电连续性；
- 实时系统和历史数据分析的有机整合；
- 帮助用户建立能源管理体制，提供有效的分析整合工具平台。



五、应用示例

A.1 项目简介

变电所低压智能管理系统是城市轨道交通智慧运维的底层模块，提供近端服务和预处理计算，其系统配置、物理组网、监测信息的配置见图 A.1 和表 A.1。

A.2 系统配置

A.2.1 一般原则

智能配电系统按照设备感知层、监视和控制层及应用分析和三层架构方式进行规划。

A.2.2 设备感知层

包括智能低压断路器 MTZ&NSX、智能电表 PM 系列、无线测温传感器 TH150、电能质量仪 PM8000 等。

智能框架断路器 MTZ 和智能塑壳断路器 NSX 支持上传信息，包括但不限于以下功能：

- 电参量统计（包括电流、电压、频率、功率因数、电量等）；
- 故障事件信息采集（如故障类型、故障电流等）；
- 操作次数统计；
- 脱扣次数统计；
- 触头磨损比例计算；
- 断路器上下口连接处温度测量；
- 运行时间。

A.3 系统构成图

变电所低压智能管理系统构成见图 A.1。

A.4 监测信息

A.4.1 系统监测配置及点位见表 A.1。

A.4.2 电气参数监测信息包括三相电流、三相电压、频率、功率因数、有功功率、无功功率、有功电量和无功电量等电气参数。

A.4.3 设备状态监测信息包括回路的开关状态、分闸状态、合闸状态、运行位置、试验位置、弹簧储能状态、断路器分合闸次数统计和断路器累计运行时间等。

A.4.4 故障跳闸和报警状态监测信息包括区分故障类型的保护动作信息和其他内部故障信号。

A.4.5 电能质量监测包括 THD/TDD。

A.4.6 温度监测信息包括母线连接处、电缆连接处和抽屉柜一次插头处等关键点温度，如 400 A 以上大负荷回路、37 kW 以上电机回路等。

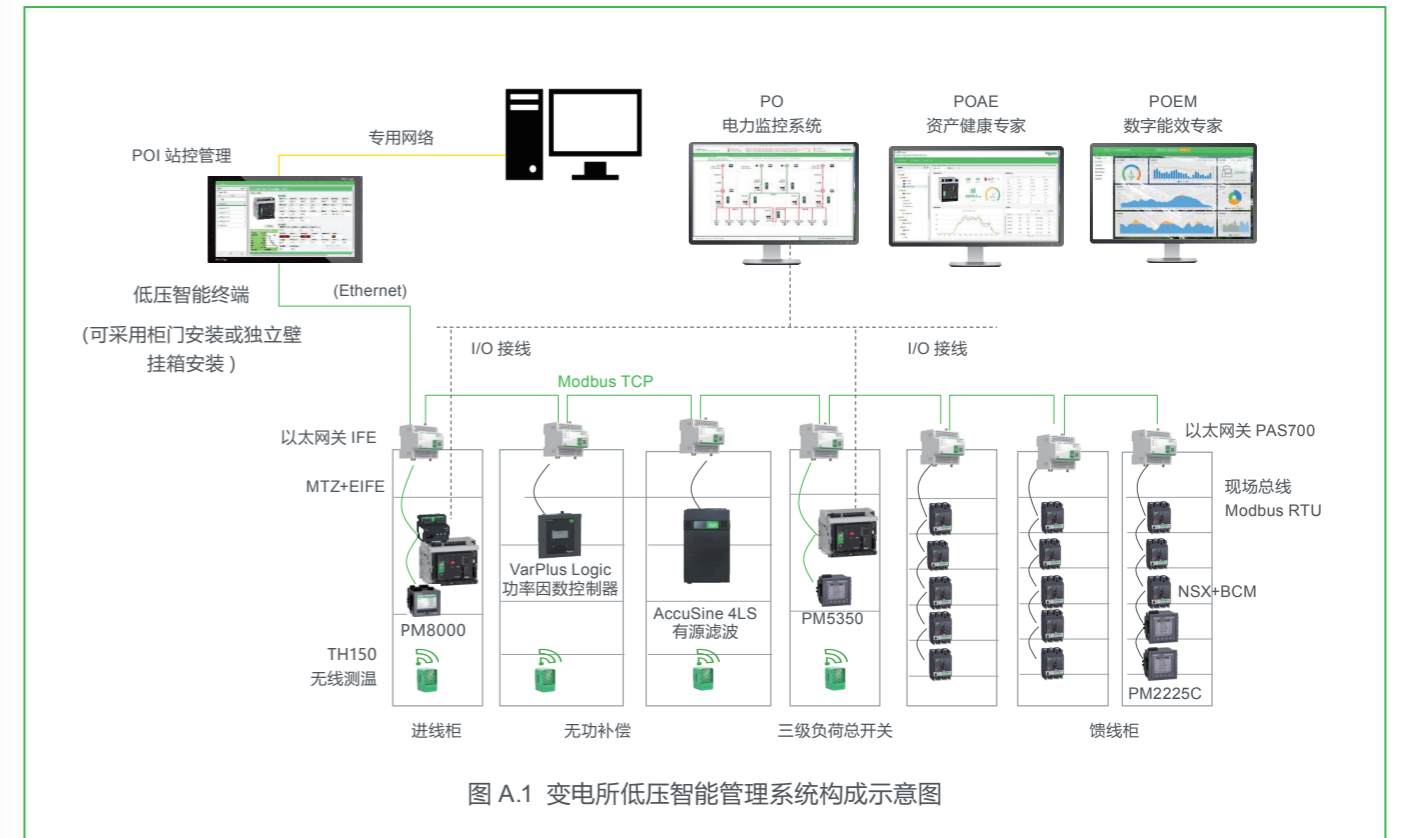


图 A.1 变电所低压智能管理系统构成示意图

表 A.1 典型案例系统监测配置及点位信息

负荷类型	负荷名称	监测信息	设备感知层
环控电源	环控	A.4.2 ~ A.4.5	智能低压断路器 + 智能电表
	环控电控	A.4.2 ~ A.4.5	智能低压断路器 + 智能电表
检修电源	变电所检修和区间检修等	A.4.2 ~ A.4.5	智能低压断路器 + 智能电表
电梯电源	站台电梯、站台扶梯、站厅电梯、站厅扶梯、出入口电梯和出入口扶梯等	A.4.2 ~ A.4.5	智能低压断路器 + 智能电表
照明	站台工作照明、站厅工作照明、站台节能照明、站厅节能照明、区间照明和事故照明等	A.4.2 ~ A.4.5	智能低压断路器 + 智能电表
	设备管理照明等	A.4.2 ~ A.4.4	智能低压断路器 + 智能电表
	商业广告照明和站台屏蔽门照明等	A.4.2	智能电表
通信监控	综合监控、综控室、通信机房、公安通信、商业通信、信号系统、人防系统、AFC 系统、BAS 系统和火灾自动报警系统等	A.4.2 ~ A.4.5	智能低压断路器 + 智能电表
通风排水	消防泵、排水泵、清洁通风和事故通风等	A.4.2 ~ A.4.5	智能低压断路器 + 智能电表
其他	变电所操作电源、站台屏蔽门和动力箱等	A.4.2	智能电表
	商业用电、冷水机组、辅助设施和其它备用等	A.4.2	智能电表