

团 体 标 准

T/CAMET XXXXX. 1—XXXX

城市轨道交通 智能变电所 第 1 部分：通 用技术要求

Urban rail transit — Smart substation — Part 1: General technical requirements

（征求意见稿）

（本稿完成时间：2025 年 3 月）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

中国城市轨道交通协会 发 布

目 次

前 言	II
引 言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 使用条件	1
4.1 环境条件	1
4.2 供电条件	2
5 体系架构	2
5.1 系统构成	2
5.2 通信网络架构	3
6 技术要求	3
6.1 一般要求	3
6.2 监控系统	3
6.3 供电设备状态监测及诊断评估系统	3
6.4 智能一次设备	4
6.5 电能管理系统	4
6.6 所用电系统	4
6.7 系统安全防护	4
参 考 文 献	6

前 言

本文件按照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。

本文件是T/CAMET XXXXX《城市轨道交通 智能变电所》的第1部分。T/CAMET XXXXX已经发布以下部分：

- 第1部分：通用技术要求；
- 第2部分：监控系统；
- 第3部分：供电设备状态监测及诊断评估系统。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国城市轨道交通协会标准化技术委员会牵引电气设备与系统分技术委员会提出。

本文件由中国城市轨道交通协会标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：中铁第四勘察设计院集团有限公司、广州地铁集团有限公司、广州地铁设计研究院股份有限公司、天津凯发电气股份有限公司、武汉中直电气股份有限公司、株洲中车时代电气股份有限公司、成都交大光芒科技股份有限公司、南京地铁集团有限公司、武汉地铁集团有限公司、无锡地铁建设有限责任公司、合肥市轨道交通集团有限公司、杭州市地铁集团有限责任公司运营分公司、重庆市轨道交通（集团）有限公司、北京市轨道交通建设管理有限公司。

本文件主要起草人：王开康、张华志、钟骏、张海申、龚孟荣、许龙、郑斌、何治新、冯剑冰、李鲲鹏、周丹、王传启、赵双石、张光平、何贤伟、翁星方、张志学、陈奇志、李存昌、裴丽君、蔡彬彬、蒋涛、苏劼王伟梁、付国平、周尚明、王颖、卫巍。

引 言

城市轨道交通智能变电所采用可靠、经济、集成、节能、环保的设备与设计，以全所信息数字化、通信平台网络化、信息共享标准化、一次设备智能化和运行状态可视化为基本要求，实现变电所智能化运行，提高供电系统运行可靠性及经济性。在《中国城市轨道交通智慧城轨发展纲要》的指导下，智能变电所经过一段时期的发展，关键技术已经成熟，并在多个工程中应用，成为城市轨道交通供电系统的发展方向。

城市轨道交通智能变电所监控系统负责对变电所的运行状态进行实时监视控制，以确保变电所的正常运行；供电设备状态监测及诊断评估系统侧重于对变电所供电设备的健康状态进行监测，对供电设备潜在故障进行早期预警和诊断；监控系统和供电设备状态监测及诊断评估系统在数据共享、协同工作、系统架构等方面又存在紧密联系。T/CAMET XXXXX《城市轨道交通 智能变电所》旨在对城市轨道交通智能变电所的通用技术要求和关键系统部件进行规范，拟由3个部分构成。

- 第1部分：通用技术要求。目的在于规定城市轨道交通智能变电所的使用条件、体系架构、通用技术要求等。
- 第2部分：监控系统。目的在于规定城市轨道交通智能变电所监控系统的总体构成、技术要求、试验方法、检验规则等，为该产品的设计、制造和检验提供依据。
- 第3部分：供电设备状态监测及诊断评估系统。目的在于规定城市轨道交通变电所供电设备状态监测及诊断评估系统的构成、功能要求、技术要求、试验方法、检验规则等方面的内容，为该产品的设计、制造和检验提供依据。

城市轨道交通 智能变电所 第 1 部分：通用技术要求

1 范围

本文件规定了城市轨道交通智能变电所的使用条件、体系架构和技术要求。

本文件适用于采用直流牵引供电制式的城市轨道交通工程智能变电所的设计、制造，采用其他供电制式的轨道交通工程智能变电所可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 22239 信息安全技术网络安全等级保护基本要求

GB/T 30155—2013 智能变电站技术导则

DL/T 860（所有部分） 电力自动化通信网络和系统

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

智能变电所 smart substation

采用可靠、经济、集成、节能、环保的设备与设计，以全所信息数字化、通信平台网络化、信息共享标准化、一次设备智能化和运行状态可视化为基础要求，支持变电所实时在线分析和控制决策，并建立所间网络，形成以变电所为核心的数据共享网络，实现变电所的智能运行，提高供电系统运行可靠性及经济性的变电所。

[来源：GB/T 30155—2013，3.1.1，有修改]

3.2

监控系统 monitoring and control system

通过系统集成优化和信息共享，实现供电系统和设备运行信息、状态监测信息、计量信息等变电所信息的接入、存储和管理，实现智能变电所运行监视、操作与控制、综合信息分析、运行管理和辅助应用等功能，并为调度、生产等提供统一的变电所操作和访问服务的一种变电所监控系统。

[来源：GB/T 37546—2019，3.2，有修改]

3.3

供电设备状态监测及诊断评估系统 power supply equipment condition monitoring and diagnostic evaluation system

对变电所内供电设备的运行状态和运行环境监测数据进行连续或周期性地采集、处理、存储、展示、传输，并实现对变电所设备及运行环境的状态监测、智能诊断、自动巡视、联动控制功能的系统。

[来源：DL/T 1403—2015，3.5，有修改]

3.4

智能一次设备 smart primary equipment

具有测量数字化、控制网络化、状态可视化、功能一体化和信息互动化等技术特征的电气设备，由一次设备本体、集成于设备本体的传感器和用于一次设备状态信号采集、运行控制、故障检测、非电量保护的监测装置组成。

4 使用条件

4.1 环境条件

智能变电所应能在以下环境条件下正常工作：

- a) 环境温度和湿度符合表 1 的规定；
- b) 试验大气压力为 86 kPa～106 kPa，正常工作大气压力为 80 kPa～106 kPa；
- c) 贮存、运输的环境温度为-25℃～70℃，相对湿度不大于 85%；
- d) 工作地点无爆炸危险，无腐蚀性气体及导电尘埃，无严重霉菌，无剧烈振动源，无超过智能变电所正常运行范围内可能遇到的电磁场，且有防御雨、雪、风、沙、尘埃及防静电措施。

表1 使用场所、环境温度和湿度分级

级别	环境温度		湿度		使用场所
	范围 ℃	最大变化率 ℃/h	相对湿度 ^a %	最大绝对湿度 g/m ³	
C0	-5～45	20	5～95	28	室内
C1	-25～55	20	5～95	28	遮蔽场所（户外柜）
C2	-40～70	20	5～100	28	室外
CX	特定				与用户协商
^a 设备内部既不凝露，也不结冰。					

4.2 供电条件

智能变电所应能在以下供电条件下正常工作：

- a) 交流电源：
 - 1) 电压：单相 AC220 V，允许偏差为-20%～15%；
 - 2) 频率：50 Hz，允许偏差为± 5 %；
 - 3) 波形：正弦波，谐波含量小于 5 %。
- b) 直流电源：
 - 1) 电压：DC110 V 或 DC220 V，允许偏差为-20%～15%；
 - 2) 电压纹波系数：小于 5%。
- c) 不间断电源备用电源切换时间小于 5 ms，备用电源供电时间不小于 2 h。

5 体系架构

5.1 系统构成

5.1.1 智能变电所的系统构成见图 1，由监控系统、供电设备状态监测及诊断评估系统和智能一次设备及其他设施或系统组成：

- a) 监控系统包括站控层、间隔层和过程层设备；
- b) 供电设备状态监测及诊断评估系统包括间隔层、站控层和中央层设备；
- c) 智能一次设备由一次设备本体、集成于一次设备本体的传感器和智能组件组成；
- d) 其它设施主要包括电能管理系统、所用电系统和二次安防系统等。

5.1.2 监控系统纵向联系电力调度系统、变电所内互联各间隔层设备，是智能变电所的核心部分。监控系统直接采集所内电气设备运行信息和测控、保护等二次设备运行状态信息，通过标准化接口与供电设备状态监测及诊断评估系统、电能管理系统等系统进行信息交互，完成全所数据采集和处理；实现对智能变电所的监视、控制和管理，同时为电力调度系统提供远程控制和浏览服务。

5.1.3 供电设备状态监测及诊断评估系统采集所内设备的运行状态和运行环境监测数据，通过标准化接口向监控系统发送供电设备的状态监测系统运行工况和异常告警等信息，并从监控系统接收一次设备状态变位、保护动作和异常告警等信息。

5.1.4 智能一次设备可实现电气设备的智能控制、运行与控制状态的智能评估等智能化功能。

5.1.5 智能变电所包含 110 kV 变电所、35 kV 及以下变电所，其中 110 kV 智能变电所的监控系统结构及其与其他系统信息交互关系应满足 GB/T 30155—2013 的要求。35 kV 及以下智能变电所的监控系

统结构及其与其他系统信息交互关系如图 1 所示。

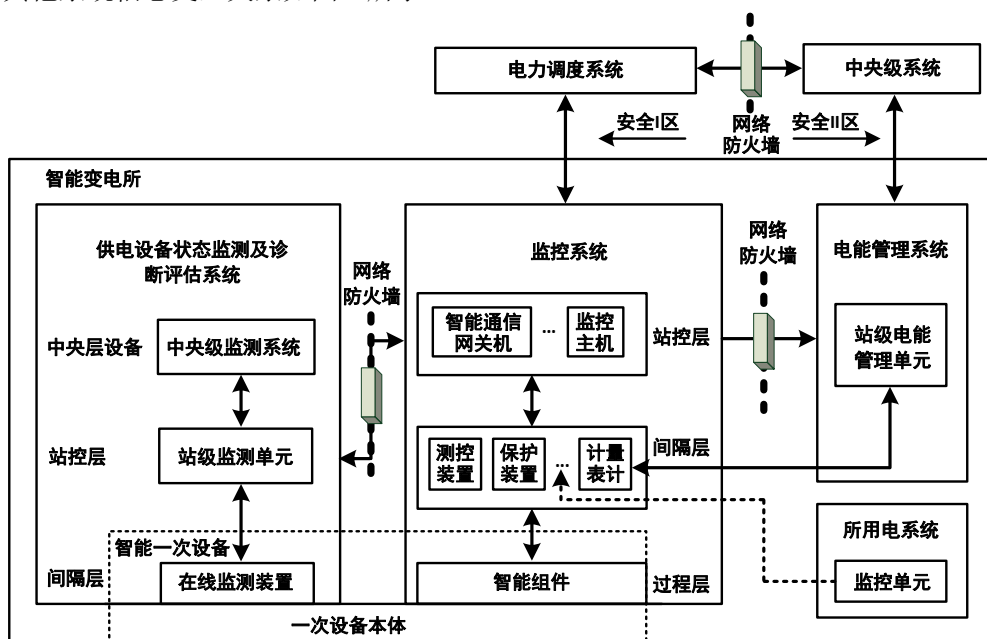


图1 智能变电所的系统构成

5.2 通信网络架构

智能变电所通信网络采用工作可靠、结构简单，易于维护的架构，满足实时性和可靠性要求，必要时可采用双网冗余方式。

6 技术要求

6.1 一般要求

- 6.1.1 应具有高的运行可靠性、运行稳定性和长期运行的经济性。
- 6.1.2 应优先采用节能、环保、集成、紧凑的设备和设计。
- 6.1.3 应符合易扩展、易维护、易升级、易改造的工业化应用要求。
- 6.1.4 应建立全所统一的通信网络，应遵循网络专用、横向隔离、纵向认证的原则，对不同类型的信息进行安全分区，以保障信息安全。
- 6.1.5 应具有全所信息数字化、通信平台网络化、信息共享标准化、系统功能集成化、结构设计紧凑化、一次设备智能化和运行状态可视化的特征，各设备接口应满足 DL/T 860（所有部分）的要求，且应互相兼容。
- 6.1.6 应实现所内设备的信息互动和信息实时共享，宜支持太阳能、风能等可再生能源的接入。
- 6.1.7 宜对所内的电测量信息及设备状态信息进行统一管理和展示，并通过对相关信息的综合分析，提升辅助决策能力。
- 6.1.8 继电保护应基于实时数据进行综合分析判断，提升继电保护的选择性、速动性、灵敏性和可靠性，适应智能供电技术和设备发展需求。
- 6.1.9 对于现阶段不具备条件实现的高级功能应用，应预留期远景功能接口。

6.2 监控系统

监控系统应能实现对主要设备的数据采集、运行监视、测量控制、继电保护、时间同步、与电力调度系统通信以及实时向供电设备状态监测及诊断评估系统提供信息等功能，且应能实现分层闭锁控制、层次化保护、网络报文记录分析、设备可视化分析、供电系统重构自愈、源端维护等高级功能。

6.3 供电设备状态监测及诊断评估系统

供电设备状态监测及诊断评估系统应具有测量数字化、功能集成化、通信网络化、状态可视化等功能，应能实现对供电设备状态参量和运行环境信息在线连续或周期性的采集、处理、转发，对供电设备进行状态监测、智能诊断、自动巡视和联动控制等功能；应具备与站控层和中央级其他外部系统的接口功能，可根据需求提供设备运行工况、智能诊断、自动巡视、联动控制结果等信息。

6.4 智能一次设备

应根据功能需求实现以下全部或部分智能化功能：

- a) 数字测量：实现数字化测量和传输；
- b) 网络控制：受控部件实现基于站内通信网络的控制，包括远方控制、多台智能一次设备受控部件之间的主从或协调控制等；
- c) 信息互动：智能一次设备能将监测信息或者自诊断信息传输（主动报告或者应约查询）到上级监测单元，多台智能一次设备部件之间能共享监测信息或者自诊断信息，能接收相互控制指令；
- d) 状态评估：基于自监测信息和相关联设备互动信息，通过预制模型自诊断，对一次设备进行状态评估和分析，并能进行状态检修。

6.5 电能管理系统

智能变电所可根据需要配置电能管理系统。电能管理系统由若干采集装置和中央级组成，并应满足以下要求：

- a) 具有电能数据采集和处理功能，实现对各类智能电表的数据采集与处理，并向中心级上送测量数据；
- b) 实现数据备份、灾难恢复、系统错误恢复和人为操作错误恢复等功能；
- c) 具有多维度能耗查询、统计和分析功能，支持手动、自动报表；
- d) 具备综合报警和报警管理功能，实现对监控对象关键运行参数、耗能量、能耗指标和数据突变等超标预警和报警管理；
- e) 具备综合展示功能，实现数据透视表、饼图、柱状图、堆积柱状图、趋势曲线和活动仪表盘等丰富的数据图表展示方式；
- f) 提供监视、管理和维护工具，支持远程部署和在线更新。

6.6 所用电系统

智能变电所应配置所用电系统，要求如下：

- a) 应对所用电系统进行统一设计、统一配置；
- b) 所用电系统应包含交流电源和直流电源。其中交流电源为供电设备提供加热电源、照明电源等交流自用电源。直流电源为供电设备提供直流操作电源、控制电源和信号电源；
- c) 交流电源的电源应接自智能变电所的两段低压母线，两路电源应互为备用；
- d) 直流电源由交流配电单元、充电模块、蓄电池组、直流母线自动/手动调压装置、直流馈电单元、绝缘监测装置、蓄电池巡检仪、系统监控单元及蓄电池放电回路等组成。直流电源宜采用成套装置，正常运行时蓄电池应处于浮充状态。蓄电池容量应满足交流停电情况下连续供电不小于 2 h 的要求；
- e) 应对所用电系统进行统一监视，监视信息宜按标准数据模型通过所用电源监测装置上送至监控系统，传输协议宜采用 DL/T 860（所有部分）。

6.7 系统安全防护

6.7.1 智能变电所安全防护应坚持“安全分区、网络专用、横向隔离、纵向认证”的原则，保障系统的安全。

6.7.2 根据智能变电所的功能属性应划分为安全 I 区和安全 II 区。其中，监控系统属于安全 I 区，供电设备状态监测及诊断评估系统、电能管理系统等其他系统属于安全 II 区。

6.7.3 智能变电所安全防护要求如下：

- a) 安全 I 区安全保护能力应满足 GB/T 22239 中的第三级安全保护要求；
- b) 安全 II 区安全保护能力应满足 GB/T 22239 中的第二级安全保护要求；

- c) 安全 I 区与安全 II 区之间应当采用具有访问控制功能的设备、防火墙或相当功能的设施，实现逻辑隔离；
- d) 监控系统与电力调度系统进行数据通信时应设置纵向加密认证装置。

参 考 文 献

- [1] GB/T 37546—2019 无人值守变电站监控系统技术规范
 - [2] DL/T 1403—2015 智能变电站监控系统技术规范
-