



中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—XXXX

轨道交通 供电作业安全控制系统

Railway applications -Safety control system of power supply operation

（征求意见稿）

（本稿完成时间：202401）

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

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 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 系统构成 2

 4.1 整体要求 2

 4.2 中央级 3

 4.3 站级 3

 4.4 就地级 3

 4.5 系统网络 3

 4.6 对外接口 3

5 功能要求 3

 5.1 数据接入 3

 5.2 安全联锁 4

 5.3 接地安全保障 4

 5.4 视频关联推送 4

 5.5 告警与预警 4

 5.6 可视化显示 4

 5.7 历史数据查询 5

 5.8 报表管理 5

 5.9 系统配置 5

 5.10 接口信息传输 5

6 性能要求 5

 6.1 系统性能要求 5

 6.2 主要硬件设备性能要求 6

7 试验方法 7

 7.1 型式试验 7

 7.2 功能试验 8

 7.3 性能试验 9

8 检验规则 10

 8.1 检验分类 10

 8.2 型式检验 10

 8.3 检验项目 11

9 标志 12

 9.1 标牌 12

 9.2 铭牌 12

9.3 标识..... 12

10 包装、运输和储存..... 12

10.1 包装..... 12

10.2 运输..... 13

10.3 储存..... 13

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。

本文件由全国轨道交通电气设备与系统标准化技术委员会(SAC/TC 278)提出并归口。

本文件起草单位：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、中铁电气化勘测设计研究院有限公司、珠海优特电力科技股份有限公司、中车株洲电力机车研究所有限公司、深圳地铁集团有限公司、佛山市地铁集团有限公司、广州白云电器设备股份有限公司

本文件主要起草人：蔡昌俊、何治新、金辉、李鲲鹏、周丹、李超、田伟云、杨军、蒲晓斌、郭智生、余龙。

轨道交通 供电作业安全控制系统

1 范围

本文件规定了轨道交通供电作业安全控制系统的系统构成、功能要求、性能要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和储存。

本文件适用于城市轨道交通供电作业安全控制，其他轨道交通领域可参照执行。

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 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温

GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温

GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）

GB T 11022 高压交流开关设备和控制设备标准的共用技术要求

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

GB/T 24338.6—2018 轨道交通 电磁兼容 第5部分：地面供电设备和系统的发射与抗扰度

GB/T 25890.1 轨道交通 地面装置 直流开关设备 第1部分：总则

GB/T 25890.3 轨道交通 地面装置 直流开关设备 第3部分：户内直流隔离开关、负荷开关和接地开关

GB/T 25890.6 轨道交通 地面装置 直流开关设备 第6部分：直流成套开关设备

GB/T 32580.2 轨道交通 地面装置 交流开关设备的特殊要求 第2部分： U_n 大于1kV的单相隔离开关、接地开关和负荷开关

GB/T 33602 电力系统通用服务协议

GB 50150 电气装置安装工程 电气设备交接试验标准

DL/T 860（所有部分） 电力自动化通信网络和系统

TB/T 3150 电气化铁路高压交流隔离开关和接地开关

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

供电作业安全控制系统 safety control system of power supply operation

利用信息采集、逻辑判断、安全联锁、远程接地、流程控制等技术手段，通过中央级、站级和就地级共同实现对供电作业过程的安全控制系统。

注：中央级由中央控制单元组成，站级由变电工区/车间控制单元、接触网工区控制单元和车辆段检修调度控制单元组成，就地级由变电所控制单元、接触网控制单元和检修库/运用库控制单元组成。

3.2

供电作业 Power supply operation

针对供电系统电气设备的运行操作及检修作业，包括运行控制、开工作票、开操作票、接触网停送电、接触网接地、接地线存取、电气设备检查等方面。

3.3

安全控制 Safety Control

通过技术手段对供电作业中的人员及设备安全进行控制，确保作业安全。

注：技术手段包括安全警示、安全联锁、视频监控、门禁控制等。

3.4

可视化验电接地装置 visual grounding device for galvanometry

用于远程控制接触网验电和接地，并通过视频实时监视接地状态，以保证接触网检修作业接地安全的电气设备。

注：包括可视化直流验电接地装置和可视化交流验电接地装置。

3.5

防误手持终端 preventing mal-operation smart-key

一种用于接收防误闭锁装置操作票，按照操作票序列内容解锁相应锁具，能回传操作记录到防误闭锁装置的手持设备。

注：防误手持终端支持 ZigBee、WiFi、NB-NoT、LoRa、4G/5G 等无线通信方式，实现手持防误终端与供电作业安全控制系统的无线实时通信。

3.6

联锁元件 interlocking element

装设在电气设备或其闭锁附件上，具有唯一编码的机械锁或电气回路锁，可使用防误主机远程或防误手持终端就地解锁。

3.7

防误主机 preventing mal-operation host

微机型防误系统的主控单元。

注1：由计算机和防误软件组成。

注2：可预先编入并储存防误规则，接收模拟终端的操作程序，将符合规则的程序向防误手持终端传输或顺序控制遥控闭锁装置开锁，接收防误手持终端操作过程回传信息。

4 系统构成

4.1 整体要求

供电作业安全控制系统宜采用分层式结构，由中央级、站级、就地级以及主干网组成。系统结构示意图见图1。

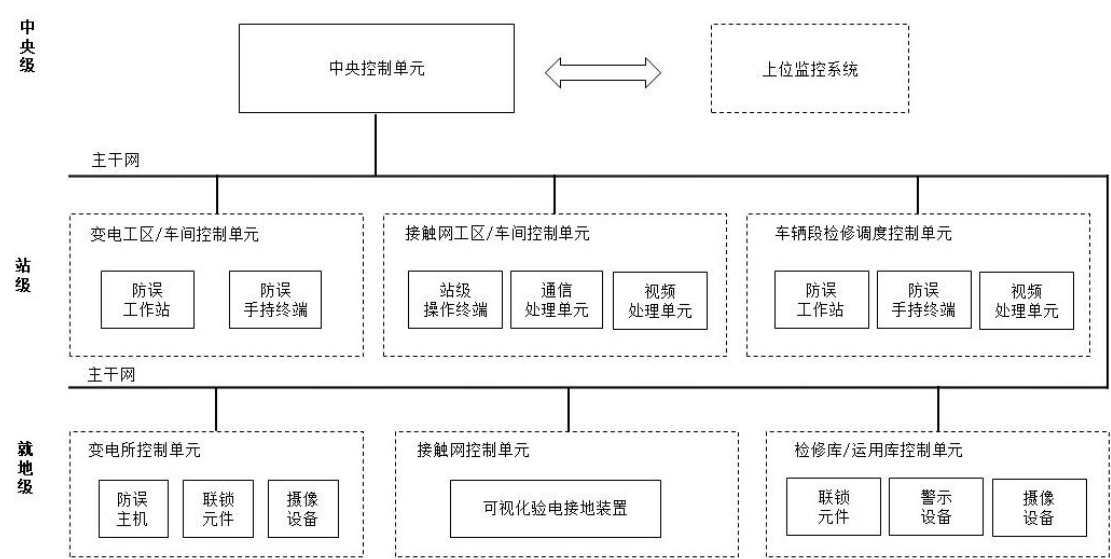


图1 供电作业安控制系统结构示意图

4.2 中央级

中央级由中央控制单元组成，实现全线供电作业的安全监视、判断和控制功能，当有与上位监控系统通信要求时，应具备与上位监控系统数据交互功能。中央控制单元一般由服务器、工作站等设备组成，服务器宜采用双机主备冗余设计。

4.3 站级

站级由变电工区/车间控制单元、接触网工区控制单元和车辆段检修调度控制单元组成，实现站级供电作业的安全控制。变电工区/车间控制单元一般由防误工作站、防误手持终端等设备组成；接触网工区控制单元一般由站级操作终端、通信处理单元及视频处理单元等设备组成；车辆段检修调度控制单元一般由防误工作站、防误手持终端和视频处理单元等组成。

4.4 就地级

就地级由变电所控制单元、接触网控制单元和检修库/运用库控制单元组成。变电所控制单元一般由防误主机、联锁元件以及摄像设备等组成；接触网控制单元一般由可视化验电接地装置组成；检修库/运用库控制单元一般由联锁元件、警示设备及摄像设备等组成。

4.5 系统网络

中央级、站级和就地级相互之间通过主干网进行信息交互，主干网宜采用光纤以太网，站级设备和现场就地级设备之间的通信网络可采用以太网、现场总线或工业级无线网。

4.6 对外接口

应支持与上位监控系统接口，采用以太网接口方式，支持从上位监控系统接收一次设备状态信息；支持向上位监控系统发送现场设备信息；支持向上位监控系统发送遥控操作防误校验结果。

5 功能要求

5.1 数据接入

5.1.1 供电作业安全控制系统应接入变电所、接触网以及车辆段等地点一次设备状态、接触网状态、接地状态、人员状态、安全警示、视频监控等数据信息。

5.1.2 供电作业安全控制系统接入的数据应包括如下内容。

- a) 设备状态：
 - 1) 一次设备状态；
 - 2) 地线状态；
 - 3) 检修区域门状态。
- b) 接触网状态：
 - 1) 接触网电压值；
 - 2) 接触网接地状态。
- c) 人员状态：
 - 1) 人员作业状态；
 - 2) 检修区域人员滞留状态。
- d) 安全警示：
 - 1) 预警信息；

- 2) 告警信息。
- e) 视频监控：
 - 1) 设备监视信息；
 - 2) 作业过程监视信息；
 - 3) 作业环境监视信息。

5.2 安全联锁

安全联锁应满足以下要求：

- a) 支持本站设备、站间电气设备的联锁操作控制功能；
- b) 支持接触网验电与接地的安全联锁功能；
- c) 支持停电接地与进入检修区域间的安全联锁功能。

5.3 接地安全保障

接地安全保障功能应满足以下要求：

- a) 支持远程视频监控、就地观察窗等方式实时查看可视化验电接地装置的接地状态，确保接地过程安全；
- b) 支持显示屏或信号灯方式显示接触网的带电状态及接地状态；
- c) 支持可视化验电接地装置的视频智能分析及异常告警功能。
- d) 支持接触网接地前强制验电功能，确保接地操作安全。

5.4 视频关联推送

视频关联推送功能应满足以下要求：

- a) 操作视频联动支持设备操作时主动关联推送对应设备的视频画面；
- b) 告警视频联动支持以下联动功能：
 - 1) 变电所电气设备盘面状态变化；
 - 2) 接触网可视化接地装置状态变化；
 - 3) 车辆段库内停送电状态及接地状态变化。

5.5 告警与预警

告警与预警功能应满足以下要求。

- a) 支持告警信息的分级处理及展示功能。
- b) 支持告警级别的设置。
- c) 对可能导致危险的事件应提前发出预警。
- d) 告警发生时应立即推出告警信息，并伴有声、光提示，告警内容应包括以下：
 - 1) 供电运行异常；
 - 2) 电气设备误动作；
 - 3) 可视化接地装置误分合；
 - 4) 作业人员误操作；
 - 5) 作业环境变化可能导致危险。

5.6 可视化显示

可视化显示功能应满足以下要求：

- a) 支持电气设备分合状态的显示功能；

- b) 支持地线、网门状态的显示功能;
- c) 支持接触网接地状态的显示功能;
- d) 支持检修区域门禁状态的显示功能;
- e) 支持人员作业状态的显示功能。

5.7 历史数据查询

历史数据查询功能应支持对以下历史数据查询和展示:

- a) 供电运行记录日志;
- b) 操作日志;
- c) 故障日志;
- d) 系统运行日志。

5.8 报表管理

报表管理功能应满足以下要求。

- a) 支持供电作业报表的电子化开票及网络化审批功能, 报表包含以下类型:
 - 1) 工作票;
 - 2) 操作票;
 - 3) 调度指令票。
- b) 支持对所定义报表的存档、查询、调用、追溯和打印功能。

5.9 系统配置

系统配置功能应满足以下要求:

- a) 支持对系统参数进行设置和管理;
- b) 支持对系统界面进行设置和管理;
- c) 支持对系统图形进行编辑和管理;
- d) 支持对系统数据库进行设置和管理;
- e) 支持对用户及权限进行设置和管理;
- f) 支持对设备属性进行设置和管理。

5.10 接口信息传输

与上位监控系统的接口信息传输, 应满足以下要求:

- a) 支持从上位监控系统接收一次设备状态变位等信息;
- b) 支持从上位监控系统接收隔离开关遥控命令;
- c) 与上位监控系统的通信接口规约宜符合 GB/T 33602 或 DL/T 860 (所有部分) 的规定。

6 性能要求

6.1 系统性能要求

6.1.1 外观及结构

系统产品表面无损伤、变形和污染, 表面涂覆层均匀, 无起泡、龟裂、脱落和磨损。金属零部件无锈蚀和损伤。

6.1.2 绝缘性能

- 6.1.2.1 绝缘电阻应满足 GB 50150 中的要求。
- 6.1.2.2 工频耐压应满足 GB/T 25890.1 或 GB/T 32580.2 中的要求。
- 6.1.2.3 雷电冲击性能应满足 GB/T 25890.6 或 GB/T 32580.2 中的要求。

6.1.3 电源适应能力

系统设备应适应交流或直流电压不同供电方式。

6.1.4 电磁兼容性

- 6.1.4.1 静电放电抗扰度应满足 GB/T 24338.6—2018 中表 1 的要求。
- 6.1.4.2 电快速瞬变脉冲群抗扰度应满足 GB/T 24338.6—2018 中表 2、表 3、表 5 的要求。
- 6.1.4.3 浪涌（冲击）抗扰度应满足 GB/T 24338.6—2018 中表 3、表 5 的要求。
- 6.1.4.4 工频磁场抗扰度应满足 GB/T 24338.6—2018 中表 1 的要求。
- 6.1.4.5 阻尼震荡波抗扰度应满足 GB/T 24338.6—2018 中表 3 的要求。
- 6.1.4.6 射频场感应的传导骚扰抗扰度应满足 GB/T 24338.6—2018 中表 2、表 3、表 5 的要求。
- 6.1.4.7 射频电磁场辐射抗扰度应满足 GB/T 24338.6—2018 中表 3、表 5 的要求。

6.1.5 高温性能

系统的设备应满足 GB/T 2423.2 中的要求。

6.1.6 低温性能

系统的设备应满足 GB/T 2423.1 中的要求。

6.1.7 防护等级

系统设备外壳防护等级应满足 GB/T 4208 中的要求。

6.1.8 短时和峰值耐受电流

可视化验电接地装置应满足 GB/T 25890.6—2010 或 GB/T 32580.2—2010 中短时和峰值耐受电流的要求。

6.1.9 系统响应时间

系统响应时间应满足如下要求：

- a) 遥信变化响应时间：≤2s；
- b) 遥控命令传送时间：≤1s；
- c) 控制操作正确率：100%；
- d) 操作状态变化响应时间：≤3s；
- e) 视频联动响应时间：≤2s；
- f) 画面调用响应时间：≤2s。

6.2 主要硬件设备性能要求

6.2.1 防误手持终端

防误手持终端应满足如下性能要求：

- a) 识别编码锁个数：≥6 万；
- b) 抗静电强度：≥8000V；

- c) 抗射频干扰强度： $\leq 50\text{db}$ ($\mu\text{V}/\text{m}$)；
- d) 一次接收操作票项数： ≥ 1000 ；
- e) 电池连续工作时间： $\geq 8\text{h}$ ；
- f) 防护等级： $\geq \text{IP54}$ 。

6.2.2 防误主机

防误主机应满足如下性能要求：

- a) 接口数量：2 个以太网口，2 个 RS232 或 RS485、2 个 USB 口；
- b) 通信规约：支持 101、104、CDT 等规约。

6.2.3 联锁元件

联锁元件应满足如下性能要求：

- a) 抗拉强度： $\geq 500\text{N}$ ；
- b) 抗剪强度： $\geq 500\text{N}$ ；
- c) 操作寿命： ≥ 10000 次；
- d) 码片频率： $\geq 125\text{kHz}$ 。

6.2.4 可视化验电接地装置

可视化验电接地装置性能应满足如下要求：

- a) 接地回路短时耐受电流、工频耐受电压、冲击耐受电压、防护等级、一次回路电气间隙及爬电距离等性能参数应满足 GB/T 25890.6 或 GB/T 32580.2 的要求；
- b) 机械寿命性能参数应满足 GB/T 25890.3 或 GB/T 32580.2 的要求；
- c) 接地回路电阻(接地时箱内隔离断口两铜端子间)： $\leq 100\ \mu\ \Omega$ 。

7 试验方法

7.1 型式试验

7.1.1 外观及结构检查

外观及结构检查以目视检查为主。

7.1.2 绝缘试验

绝缘强度试验包括以下内容：

- a) 绝缘电阻试验：试验方法按照 GB 50150 的规定进行。
- b) 工频耐压试验：主电路和辅助电路均按照 GB/T 25890.1 或 GB/T 32580.2 的规定进行。
- c) 雷电冲击试验：试验方法按照 GB/T 25890.6 或 GB/T 32580.2 中的规定进行。

7.1.3 电源适应能力试验

用交流或直流电压对被测设备各进行3次试验，观察被测设备是否正常。

7.1.4 电磁兼容性试验

7.1.4.1 静电放电抗扰度试验方法按 GB/T 24338.6—2018 表 1 中的要求进行。

7.1.4.2 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验方法按 GB/T 24338.6—2018 表 2、表 3、表 5 中的要求进行。

7.1.4.3 浪涌（冲击）抗扰度试验方法按 GB/T 24338.6—2018 表 3、表 5 中的要求进行。

7.1.4.4 工频磁场抗扰度试验方法按 GB/T 24338.6—2018 表 1 中的要求进行。

7.1.4.5 阻尼震荡波抗扰度试验方法按 GB/T 24338.6—2018 表 3 中的要求进行。

7.1.4.6 射频场感应传导骚扰抗扰度试验方法按 GB/T 24338.6—2018 表 2、表 3、表 5 中的要求进行。

7.1.4.7 射频电磁场辐射抗扰度试验方法按 GB/T 24338.6—2018 表 3、表 5 中的要求进行。

7.1.5 高温试验

将试品置于高温试验箱中，试验方法按GB/T 2423.2的规定进行。试品在工作状态下，在55摄氏度通电情况下，检查试品工作是否正常。

7.1.6 低温试验

将试品置于低温试验箱中，试验方法按GB/T 2423.1的规定进行。试品分别在零下10度、零下25度和零下35度的情况，检查试品工作是否正常。

7.1.7 防护等级试验

试验方法按GB/T 4208的规定进行，检查外壳防护等级是否符合系统各硬件装置的具体规定。

7.1.8 短时和峰值耐受电流试验

将可视化验电接地装置接入试验回路中，试验方法按照GB/T 25890.6或GB/T 32580.2进行，检查试品工作是否正常。

7.2 功能试验

7.2.1 数据接入功能试验

通过目测法在供电作业安全控制系统界面上查看，检查系统接入信息及视频等数据，检查是否满足5.1.2的要求。

7.2.2 安全联锁功能试验

分别模拟本站接触网和邻站接触网带电状态下的接地遥控操作，检查是否满足5.2的要求。

7.2.3 接地安全保障功能试验

接地安全保障功能试验包括以下内容：

- a) 通过目视检查方式分别在中央级和就地查看可视化接地装置的接地状态，检查是否满足 5.3 a) 的要求；
- b) 通过目视检查的方式检查系统接地状态灯显示是否正常，检查是否具备灯光警示功能，是否满足 5.3 b) 的要求；
- c) 通过目测方式查看供电作业安全控制系统上是否具备视频智能分析及异常告警功能，是否满足 5.3 c) 的要求；
- d) 模拟给接触网加上电压，检查可视化验电接地装置或临时地线验电器是否支持强制验电功能，是否满足 5.3 d) 的要求。

7.2.4 视频关联推送功能试验

分别模拟变电所电气设备盘面状态变化, 接触网可视化接地状态变化以及车辆段内停送电状态变化, 查看供电作业安全控制系统是否可以实现视频联动, 是否满足5.4的要求。

7.2.5 告警与预警功能试验

向供电作业安全控制系统模拟发送供电运行异常、电气设备误动作、可视化接地装置误分合、作业人员误操作以及作业环境变化导致有可能出线危险等情况, 观察系统是否实现智能告警提醒, 是否满足5.5的要求。

7.2.6 可视化显示功能试验

向供电作业安全控制系统分别模拟发送电气设备分合状态、地线、网门状态、接触网接地状态、检修平台门状态、人员作业状态等信息, 观察系统是否对上述状态信息进行可视化显示, 是否满足5.6的要求。

7.2.7 历史数据查询功能试验

在供电作业安全控制系统上进行供电运行记录日志、操作日志、故障日志、本系统及装置自身运行日志等历史数据的查询, 观察查询功能是否正常, 是否满足5.7的要求。

7.2.8 报表功能试验

在供电作业安全控制系统上进行工作票、操作票、调度指令票等报表的开票、网络审核以及打印、存档、查询和追溯等操作, 确认系统是否具备上述功能, 是否满足5.8的要求。

7.2.9 系统配置功能试验

在供电作业安全控制系统上模拟进行系统参数、运行组态、界面设置、图形编辑、数据库、人员权限、设备属性等信息的修改操作, 确认是否正常, 是否满足5.9的要求。

7.2.10 接口信息传输功能试验

接口信息传输功能试验按下列进行:

a) 模拟变电站监控系统向供电作业安全控制系统发送一次设备状态变位信息, 查看供电作业安全控制系统是否正常显示, 是否满足5.10 a) 的要求。

b) 模拟供电作业安全控制系统向变电站监控系统下发一条开关遥控命令, 查看变电站监控系统, 是否正确接收到该信息, 是否满足5.10 b) 的要求。

7.3 性能试验

7.3.1 系统性能试验

系统的性能试验包含下列方法:

a) 模拟设备向供电作业安全控制系统上送遥信变化事件, 查看系统遥信变化响应时间, 检查是否满足6.1 a) 的要求。

b) 模拟从供电作业安全控制系统向设备下发遥控命令, 查看遥控命令传送到设备的时间, 检查是否满足6.1 b) 的要求。

c) 模拟从供电作业安全控制系统向设备下发控制操作命令10次, 统计控制操作的正确率, 检查是否满足6.1 c) 的要求。

- d) 模拟设备向供电作业安全控制系统上送操作状态变化事件，查看系统操作状态变化响应时间，检查是否满足 6.1 d) 的要求。
- e) 模拟设备向供电作业安全控制系统上送视频联动事件，查看系统视频联动响应时间，检查是否满足 6.1 e) 的要求。
- f) 在供电作业安全控制系统上随机调用画面，查看画面调用的响应时间，检查是否满足 6.1 f) 的要求。

7.3.2 防误手持终端性能试验

防误手持终端的性能试验包含下列方法：

- a) 模拟在防误手持终端上新增 6 万个编码锁信息，查看系统是否满足 6.2.1 a) 的要求。
- b) 将防误手持终端置于 8000V 的静电场环境中，查看设备运行是否正常，是否满足 6.2.1 b) 的要求。
- c) 向防误手持终端模拟发送 1000 张操作票，查看设备运行是否正常，是否满足 6.2.1 c) 的要求。
- d) 连续使用防误手持终端 8 个小时，查看设备是否能正常使用，是否满足 6.2.1 d) 的要求。

7.3.3 防误主机性能试验

防误主机的性能试验包含下列方法：

- a) 通过目测方法检查防误主机是否符合接口类型和数量的规定。
- b) 通过与防误主机通信的方式检查设备是否支持规定的规约类型。

7.3.4 联锁元件性能试验

采用专业工具对联锁元件试品进行 500N 的拉拽力和 500N 强度的剪力，观察被试品联锁元件是否保持正常。

7.3.5 可视化验电接地装置性能试验

可视化验电接地装置的性能试验包含下列方法：

- a) 可视化直流验电接地装置性能试验应按 GB/T 25890.6 的规定进行。
- b) 可视化交流验电接地装置性能试验应按 GB/T 11022、GB/T 2423.1、GB/T 2423.2、GB/T 32580.2、TB/T 3150 的规定进行。

8 检验规则

8.1 检验分类

检验分为：

- 型式检验；
- 出厂检验；
- 现场检验。

8.2 型式检验

凡遇下列情况之一者，应进行型式检验：

- a) 新产品试制完成或老产品转场生产时；

- b) 产品的结构、工艺、材料或元件的变更有较大改变，可能影响产品性能时；
- c) 连续生产的定型产品每 5 年时；
- d) 当出厂检验的结果和型式试验结果发生不可容许的偏差时；
- e) 国家质量监督机构提出进行型式检验的要求时。

8.3 出厂检验

产品出厂时应逐台进行出厂检验。

8.4 现场检验

产品在使用现场完成安装后，需进行现场检验。

8.5 检验项目

检验项目应符合表1的规定。

表1 检验项目

序号	检验项目	检验分类			技术要求 对应的条款	试验方法 对应的条款
		型式检验	出厂检验	现场检验		
1	数据接入	√	√	√	5.1	7.2.1
2	安全连锁	√	√	√	5.2	7.2.2
3	可视化接地	√	√	√	5.3	7.2.3
4	视频联动	√	√	√	5.4	7.2.4
5	智能告警	√	√	√	5.5	7.2.5
6	可视化显示	√	√	√	5.6	7.2.6
7	历史数据查询	√	√	√	5.7	7.2.7
8	报表	√	√	√	5.8	7.2.8
9	系统配置	√	√	√	5.9	7.2.9
10	接口信息传输	√	√	√	5.10	7.2.10
11	系统性能	√	√	√	6.1	7.3.1
12	外观及结构	√	√	—	6.1.1	7.1.1
13	绝缘性能	√	—	—	6.1.2	7.1.2
14	电源适应能力	√	—	—	6.1.3	7.1.3
15	电磁兼容性能	√	—	—	6.1.4	7.1.4
16	高温性能	√	—	—	6.1.5	7.1.5
17	低温性能	√	—	—	6.1.6	7.1.6
18	防护等级	√	—	—	6.1.7	7.1.7
19	短时和峰值耐受电流	√	—	—	6.1.8	7.1.8
20	系统响应时间	√	√	√	6.1.9	7.1.9
21	防误手持终端性能	√	—	—	6.2.1	7.3.2
22	防误主机性能	√	—	—	6.2.2	7.3.3

表1 检验项目（续）

序号	检验项目	检验分类			技术要求 对应的条款	试验方法 对应的条款
		型式检验	出厂检验	现场检验		
23	联锁元件性能	√	—	—	6.2.3	7.3.4
24	可视化验电接地装置性能	√	—	—	6.2.4	7.3.5
25	无线基站性能	√	—	—	6.2.5	7.3.6
注：“√”表示应做的项目，“—”表示不做的项目。						

9 标志

9.1 标牌

- 9.1.1 每台产品上应有安全警示标牌，包含高温、高压等内容的警示。
- 9.1.2 每台产品上宜有设备二维码，可读取设备相关信息。

9.2 铭牌

产品应设有铭牌，铭牌上应标示出（但不限于）下列内容：

- a) 产品名称、型号；
- b) 制造厂名；
- c) 出厂编号；
- d) 制造年月；
- e) 重量；
- f) 防护等级。

9.3 标识

- 9.3.1 每台产品上应有明显的接地标识，所有紧固螺钉均需打上防松动标记。
- 9.3.2 标识要牢固，清晰可辨，不易褪色并不易去除，查看方便。标识经受任何规定的试验后仍然要求清晰可见。

10 包装、运输和储存

10.1 包装

- 10.1.1 装置或独立包装的元器件（部件）应采用防水材料包装，且应装入具有防震能力的包装箱内，并应采取防潮、防霉措施。在包装箱的两个侧面应采用国际通用的标志和图案标明重心和吊点。
- 10.1.2 技术文件应包括下列内容：
 - a) 产品说明书；
 - b) 出厂检验报告；
 - c) 产品合格证；
 - d) 装箱单；
 - e) 保修卡；
 - f) 随机附件清单。
- 10.1.3 应符合 GB/T 13384 的规定。

10.2 运输

装置在运输过程中，不应有剧烈振动、撞击，不应倾斜或倒置。

10.3 储存

在储存期间，装置应放置在空气流通、无腐蚀性气体的仓库中，储存温度应为 $-25^{\circ}\text{C}\sim 55^{\circ}\text{C}$ ，不应淋雨、暴晒，不得出现凝露和霜冻。

国家标准《轨道交通 供电作业安全控制系统》

(征求意见稿)

编制说明

1 工作简况

1.1 编制依据

根据《国家标准化管理委员会关于下达 2022 年第四批推荐性国家标准计划及相关标准外文版计划的通知》(国标委发〔2022〕51 号) 20221960-T-347 项目的要求, 由全国轨道交通电气设备与系统标准化技术委员会归口, 并由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、中铁电气化勘测设计研究院有限公司、珠海优特电力科技股份有限公司、中车株洲电力机车研究所有限公司、深圳地铁集团有限公司、佛山市地铁建设集团有限公司、广州白云电器设备股份有限公司共同起草《轨道交通 供电作业安全控制系统》。

本标准为首次制定。

1.2 制修订本标准的必要性

我国城市轨道交通发展迅速, 而传统的作业方式采取人工开票和审票、人工验电和接地、人工监督和管理模式, 存在着安全风险高、操作效率低、劳动强度大等诸多不足。而目前行业还缺乏轨道交通供电作业管控类相关国家标准, 只有地方标准, 无法实现全国范围内的统一。轨道交通供电作业安全控制系统在数字化开票、网络化流转、可视化操作、自动化监管等优点已通过近年来相关的实际项目中得到广泛认可, 并发挥着越来越重要的作用。近年来, 有关单位在多年实际工作和经验的基础上对轨道交通供电作业安全控制技术进行了全面的分析和总结, 形成了一些地方性的标准, 目前还有待系统、规范地总结相关技术, 并在此基础上制定全国性的标准以规范和指导轨道交通供电作业安全控制系统的设计、制造、验收和运营工作。

1.3 编制过程

在本标准的编制过程中, 完成了大量的基础研究和编写工作, 并邀请了国内和铁路行业相关领域的专家进行了技术审查, 确保了标准的规范性和权威性。本标准编制过程概要如下:

(1) 标准计划下达后, 在归口单位组织下, 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等单位成立了标准起草组, 对系统构成、功能要求、性能要求、试验方法、检验规则等情况进行了调研, 收集了相关技术资料, 形成了工作大纲和本标准的草案稿。

(2) 标准起草组对前期工作和标准草案深入讨论研究后, 2024 年 2 月形成了本标准的征求意见稿(SAC/TC278/SC3〔2024〕5 号), 归口单位将征求意见稿发往中国国家铁路集团有限公司科信部、中国铁路设计集团有限公司、中铁检验认证中心有限公司等 76 个单位进行意见征集。

(3) 本标准起草单位和起草人承担的起草工作见表 1。

表 1 《轨道交通 供电作业安全控制系统》起草工作分工表

序号	起草单位	起草人姓名	承担的工作
1	广州地铁集团有限公司	蔡昌俊、何治新、金辉	蔡昌俊任工作组组长，负责第 1~2 章、4~7 的编制审核及主持全面工作，负责 1 编制。 何治新负责第 2 章编制。 金辉负责第 3 章编制。
2	广州地铁设计研究院股份有限公司	李鲲鹏、周丹	李鲲鹏负责 4.1-4.3 节编制，周丹负责第 4.4-4.6 节编制
3	中铁电气化勘测设计研究院有限公司	李超	负责第 5 章编制
4	珠海优特电力科技股份有限公司	田伟云	负责第 6 章章编制
5	中车株洲电力机车研究所有限公司	杨军	负责第 7 章编制
6	深圳地铁集团有限公司	蒲晓斌	负责 8.1-8.2 节编制
7	佛山市地铁集团有限公司	郭智生	负责 8.3 章编制
8	广州白云电器设备股份有限公司	余龙	负责第 9 章编制

2 编制原则

- 2.1 标准格式统一、规范，符合 GB/T 1.1—2020 要求。
- 2.2 标准内容符合统一性、协调性、适用性、一致性、规范性要求。
- 2.3 标准技术内容安全可靠、成熟稳定、经济适用、科学先进、节能环保。
- 2.4 标准实施后有利于提高铁路产品质量、保障运输安全，符合轨道交通行业发展需求。

3 主要内容

- 3.1 本标准规定了轨道交通供电作业安全控制系统的构成、功能要求、性能要求、试验方法以及检验规则等要求；适用于城市轨道交通和城际轨道交通供电作业安全控制系统的设计、安装调试以及验收。
- 3.2 本标准的主要技术要求包括供电作业安全控制系统的整体要求，数据接入、安全联锁、接地安全保障、视频关联推送、告警与预警、可视化显示、历史数据查询、报表管理、系统配置和接口信息传输等功能要求，还包括系统电磁兼容、高低温、主要硬件设备等性能要求，以及供电作业安全控制系统的功能试验、性能试验方法和系统检验规则。
- 3.3 本标准符合法律、行政法规的规定。
- 3.4 本标准依据《地铁设计规范》（GB 50157—2013）、《电气装置安装工程 电气设备交接试验标准》（GB 50150—2016）、《高压交流开关设备和控制设备标准的共用技术要求》（GB T 11022—2020）、《轨道交通地面装置直流开关设备》（GB/T 25890—2010）、《微机型防止电气误操作系统通用技术条件》（DL/T 687—2010）、《轨道交通地面装置直流开关设备》（GB/T 25890—2010）、《带电作业用便携式接地和接地短路装置》（DL/T 879—2021），参考《电气化铁路高压交流隔离开关和接地开关》（TB/T 3150—2007）、《电力自动化通信网络和系统》（DL/T 860—2009）等技术规范，结合轨道交通供电作业安全控制系统的应用实际编制。

3.5 经起草组研究分析，没有与本标准相关联的国铁集团企业标准和标准性技术文件。

3.6 经起草组分析研究，与本标准主要技术内容有关联的现行国家标准、行业标准的关联关系及后续工作建议见表 2。

表 2 《轨道交通 供电作业安全控制系统》相关标准评估表

序号	被评估标准编号及名称	关联条款	关联性分析	本标准条款的合理性分析	后续工作建议
1	DL/T 687 《微机型防止电气误操作系统通用技术条件》	DL/T 687 的 5.1/5.3 与本标准 6.2 存在关联 DL/T 687 的第 7 章与本标准第 7 章存在关联	两个文件均规定了防误主机和防误手持终端（电脑钥匙）的主要参数。 两个标准文件均对设备试验参数进行了规定。	本标准所规定的参数标准均不低于 DL/T 687 所规定的参数标准要求。	本标准与 DL/T 687 无冲突，DL/T 687 条款无须更改
2	GB/T 11022 高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求	GB/T 11022 的 6.2 与本标准 7.1.2 存在关联 GB/T 11022 的 6.6 与本标准 7.1.9 存在关联 GB/T 11022 的 6.7 与本标准 7.1.7 存在关联 GB/T 11022 的 6.9.2.4 与本标准 7.1.4 存在关联	两个标准文件均对设备绝缘试验参数、短时和峰值耐受电流试验参数进行了规定。 GB/T 11022 的 6.7 条是为了确认防护等级，按照 GB 4208 规定进行，而本标准 7.1.7 中内容同样按照 GB 4208 标准进行。 GB/T 11022 的 6.9.2.4 条是为了对设备震荡波抗扰度试验进行规定，按照 GB 17626.10 规定进行，而本标准中 6.9.2.4 中内容同样按照 GB 17626.10 标准进行。	本标准所规定的绝缘试验、短时和峰值耐受电流试验要求不低于 GB/T 11022 所规定的标准要求； 本标准所规定的防护等级试验与 GB/T 11022 标准均根据 GB 4208 标准进行，均满足防护等级试验标准要求。 本标准所规定的震荡波抗扰度试验与 GB/T 11022 标准均按照 GB 17626.10 规定进行，均满足试验规定要求。	本标准与 GB/T 11022 无冲突，GB/T 11022 条款无须更改
3	GB/T 11920 电站电气部分集中控制设备及系统通用技术条件	GB/T 1192 的 5.2.2.1 与本标准 4.1 存在关联 GB/T 1192 的 5.3.3 与本标准 6.2.4 存在关联	两个文件均规定了系统构成基本要求。 GB/T 1192 的 5.3.3 条是为了确定柜体结构安全性要求，对柜体的安全性等级参数进行了规定，而本标准包含了可视化直流验电接地装置性能参数。	本标准所规定的参数标准均不低于 GB/T 11920 所规定的参数标准要求。	本标准与 GB/T 11920 无冲突，GB/T 11920 条款无须更改
4	GB/T 25890.1 轨道交通地面装置直流开关设备第 1 部分：总则	GB/T 25890.1 的 7.3.1 与本标准 6.2.3 存在关联	GB/T 25890.1 的 7.3.1 条是为了规定设备的机械性能试验，进行一定数量的操作试验，而本标准 6.2.3 中规定了联锁元件的各类机械规定要求。	本标准所规定的参数标准均不低于 GB/T 25890.1 所规定的参数标准要求。	本标准与 GB/T 25890.1 无冲突，GB/T 25890.1 条款无须更改

序号	被评估标准编号及名称	关联条款	关联性分析	本标准条款的合理性分析	后续工作建议
5	GB/T 25890.6 轨道交通地面装置直流开关设备第6部分：直流成套开关设备	GB/T 25890.6 的 8.3.8 与本标准 7.3.1 存在关联	GB/T 25890.6 的 8.3.5.1 条是为了规定电气性能试验，对开关电器顺利操作过程中的间隔时间进行规定，而本标准 7.3.1 中规定了系统性能试验，查看操作设备后的响应时间，符合 GB/T 25890.6 中的要求。	本标准所规定的系统性能试验要求不低于 GB/T 25890 所规定的电气性能试验操作要求。	本标准与 GB/T 25890 无冲突，GB/T 25890 条款无须更改
6	GB/T 50062 电力装置的继电保护和自动装置设计规范	GB/T 50062 的 2.0.1 与本标准 5.3 存在关联	GB/T 50062 的 2.0.1 条是为了规定设备短路故障和异常运行的功能要求，而本标准 5.3 中规定了可视化接地的操作要求，符合 GB/T 50062 中的要求。	本标准所规定的设备运行过程功能要求不低于 GB/T 50062 备故障、异常 继电保护功能要求。	本标准与 GB/T 50062 无冲突，GB/T 50062 条款无须更改
7	DL/T 593 高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求	DL/T 593 的 4.8 与本标准 6.2.4 存在关联	DL/T 593 的 4.8 条是为了规定设备操作时在其回路的端子上测得的电压，并规定了其额定电压，而本标准 6.2.4 中规定了装置耐受电压值，符合 DL/T 593 中的要求。	本标准所规定的耐受电压参数标准不低于 DL/T 593 所规定的参数标准要求。	本标准与 DL/T 593 无冲突，DL/T 593 条款无须更改
8	DL/T 879 带电作业用便携式接地和接地短路装置	DL/T 879 的 6.6 与本标准 6.2.4 存在关联	DL/T 879 的 6.6 条是为了测试短路线路所引起的峰值电流，并规定了对于参数，而本标准 6.2.4 中规定了耐受电流值，符合 DL/T 879 中的要求。	本标准所规定的耐受电压参数标准不低于 DL/T 879 所规定的参数标准要求。	本标准与 DL/T 879 无冲突，DL/T 879 条款无须更改
9	TB/T 3150 电气化铁路高压交流隔离开关和接地开关	TB/T 3150 的 5.5.1 与本标准的 7.1.1 存在关联	TB/T 3150 的 5.5.1 条是为了对设备的一般结构进行要求，而本标准 7.1.1 中规定了设备的外观及结构检查，金属零部件不应锈蚀和损伤符合 TB/T 3150 中的要求。	本标准所规定的设备外观、结构要求标准不低于 B/T 3150 所规定的一般结构标准要求。	本标准与 TB/T 3150 无冲突，TB/T 3150 条款无须更改

4 关键指标和预期效益

4.1 系统性能指标

(1) 在对轨道交通供电作业安全控制系统监控要求、网络通信进行充分调研、试验验证的基础上，对遥信变化的响应时间做出了规定，提出了遥信变化响应时间不大于 2 秒的要求。

(2) 在对轨道交通控制系统针对遥控操作的要求以及网络情况进行充分调研和验证的基础上，对遥控操作的正确率做出了规定，提出了遥控操作正确率必须保证 100% 正确的要求。

(3) 在对轨道交通供电作业安全控制系统监控要求、网络通信进行充分调研、试验验证的基础上，对视频联动响应时间做出了规定，提出了视频联动响应时间不大于 2 秒的要求。

4.2 主要硬件设备性能指标

(1) 在对轨道交通供电作业操作票数量和未来作业需求进行充分调研和验证的基础上，对防误手持终端的一次接收操作票项数做出了规定，提出了一次接收操作票项数不小于 1000 的要求。提出了防护等级不低于 IP54 的要求。

(2) 在对轨道交通接触网验电接地作业情况进行充分调研和验证的基础上，对可视化直流验电接地装置的接地回路短路耐受电流、工频耐受电压、冲击耐受电压、防护等级、一次回路电气间隙及爬电距离等性能参数满足《轨道交通 地面装置 直流开关设备 第 6 部分：直流成套开关设备》(GB/T 25890.6—2010) 或《轨道交通 地面装置 交流开关设备的特殊要求 第 2 部分：Un 大于 1kV 的单相隔离开关、接地开关和负荷开关》(GBT 32580.2—2016) 的有关要求。

(3) 在对轨道交通联锁元件未来作业需求进行充分调研和验证的基础上，对连锁元件均提出抗拉强度、抗剪强度均要求不小于 500N 的要求，以及不小于 10000 次的操作寿命要求。

4.3 试验指标要求

(1) 在对轨道交通供电作业现场环境情况、绝缘要求情况等充分调研、试验验证的基础上，对供电作业安全控制系统硬件设备的绝缘电阻做出了规定，提出了绝缘电阻不小于 100MΩ 的要求。

(2) 在对轨道交通现场环境进行充分调研和试验验证的基础上，对供电作业安全控制系统硬件的工作温度做出了规定，提出了产品应能在零下 35 度到 55 度之间应能正常工作的要求。

(3) 防护等级要求 在对轨道交通现场环境、产品硬件抗跌落要求进行充分调研和试验验证的基础上，对系统硬件的抗跌落做出了规定，提出了手持终端产品应能在 1.2 米高度的 X、Y、Z 三个不同方向跌落后均能正常工作的要求。

4.4 预期效益

在经济效益方面，据统计，轨道交通供电作业安全控制系统在全国应用后，累计创造的经济效益已超 20 亿元。

在社会效益方面，标准的制定可提高我国城市轨道交通供电运维安全控制水平，提升轨道交通运营服务品质，满足乘客美好出行需求，推动城市轨道交通供电运维智能装备产业发展。

5 采标情况

无。

6 有无重大分歧意见

无。

7 强制或推荐、废止、公开建议

7.1 建议本标准作为推荐性国家标准发布。

7.2 由于未识别出版权等相关知识产权问题，建议本标准公开。

7.3 本标准未识别出相关专利。

8 实施标准的要求和措施建议

建议本标准在批准发布后 6 个月实施。

为使本标准得到实际的广泛应用，建议本部分在颁布实施后，相关单位积极开展标准宣贯和推广工作，使标准使用者正确理解标准的技术内容和相关要求，推动标准的实施。同时，积极监督标准实施情况，鼓励标准相关方及时反馈问题并答复。

9 其他应予说明的事项

由于本标准起草单位“佛山铁路投资集团有限公司”，已更名为“佛山市地铁集团有限公司”，故本标准作出相应调整。

标准起草组

2024年1月