

团 体 标 准

T/CES XXX-XXXX

电力作业现场智能化安全管控系统 第 2 部分 现场管控终端技术规范

Intelligent safety management and control system at electric power operation site
--Part2:Technical specifications for field management and control terminal

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国电工技术学会发布

目 次

1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 缩略语	1
5 总体要求	2
6 技术要求	2
6.1 环境条件	2
6.2 工作电源	2
6.3 硬件性能要求	2
6.4 接口要求	3
6.5 系统及软件要求	3
7 功能要求	3
7.1 基础功能	3
7.2 业务应用	5
8 性能要求	6
8.1 功耗要求	6
8.2 绝缘性能	6
8.3 电磁兼容性	7
8.4 环境适应性能	7
8.5 机械性能	7
8.6 外壳防护性能	7
9 安全防护要求	7
9.1 终端自身安全要求	7
9.2 数据交互安全要求	8
10 检验规则	8
10.1 检验类别	8
10.2 型式试验	9
10.3 出厂试验	9
10.4 专业检测	9
10.5 到货检验	9
11 标志、包装、运输和贮存	9

11.1 标志	9
11.2 包装	9
11.3 运输	9
11.4 贮存	9
附录 A (资料性) 现场管控终端运维功能	11
附录 B (资料性) 现场智能终端分类	12
附录 C (资料性) 现场智能终端接入	14

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。

《电力作业现场智能化安全管控系统》分为以下部分：

- 第1部分：总则
- 第2部分：现场管控终端技术规范
- 第3部分：智能服务技术规范

本文件为《电力作业现场智能化安全管控系统》的第2部分。

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。

本标准由国网信息通信产业集团有限公司提出。

本文件由中国电工技术学会标准工作委员会能源智慧化工作组归口。

本文件起草单位：国网信息通信产业集团有限公司、福建亿榕信息技术有限公司、国网重庆市电力公司电力科学研究院、四川大学、安徽继远软件有限公司、国网重庆市电力公司。

本文件主要起草人：李强、庄莉、赵峰、王秋琳、梁懿、李涛、钟加勇、彭舰、黄飞虎、王金策、阎誉榕、陈锴、叶文良。

本文件为首次发布。

1 范围

本文件规定了现场管控终端的技术规范，包括总体要求、技术要求、功能要求、性能要求、安全防护要求、检验规则以及标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于现场管控终端的设计、开发、测试和应用等。

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 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 2423.3 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验C：恒温湿热方法

GB/T 2423.10 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Fc：振动(正弦)

GB/T 4208—2017 外壳防护等级（IP 代码）

GB/T 8566—2007 技术信息 软件生存周期过程

GB/T 14598.3—2006 电气继电器 第5部分：量度继电器和保护装置的绝缘配合要求和试验

GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验

GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验

GB/T 17626.8 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验

GB/T 34980.1—2017 智能终端软件平台技术要求 第1部分：操作系统

T/CES XXX-XXXX 电力作业现场智能化安全管控系统 第1部分 总则

ISO/IEC TR 30164:2020 Internet of things (IoT) – Edge Computing

3 术语和定义

T/CES XXX-XXXX 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1 北斗差分定位 **beidou differential positioning**

基于北斗卫星载波相位差分原理的定位技术，可为用户提供高精度、高可靠定位服务。

3.2 融合定位终端 **fusion location terminal**

融合多种定位技术的高精度便携式定位终端。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AI：人工智能（Artificial Intelligence）

AP：访问点（Access Point）

CPU：中央处理器（Central Processing Unit）

GPS：全球定位系统（Global Positioning System）

LoRa：基于扩频技术的远距离无线传输技术（Long Range Radio）

RFID：无线射频识别技术（Radio Frequency Identification）

UWB: 超宽带脉冲技术 (Ultra Wideband)

WiFi: 无线保真技术 (Wireless Fidelity)

4G: 第四代移动通信技术 (4th Generation Mobile Communication Technology)

5G: 第五代移动通信技术 (5th Generation Mobile Communication Technology)

5 总体要求

5.1 现场管控终端应满足电力现场作业安全防护需求，提供电力现场作业安全管控功能。

5.2 现场管控终端 CPU 模块、采集模块、通信模块宜采用国产工业级芯片。

5.3 现场管控终端应实现软、硬件解耦，采用统一标准的系统环境，应支持边缘计算框架和容器技术，并以应用软件的方式实现应用功能。

5.4 现场管控终端应支持国家密码管理部门认可的密码算法，实现智能服务和现场管控终端的身份认证及数据交互的完整性、机密性和可用性保护，以及对本地重要存储数据的机密性和完整性保护。

6 技术要求

6.1 环境条件

6.1.1 基准温度、湿度

基准环境温度为 20℃，基准环境湿度为 (45~75)%RH。

6.1.2 工作温度、湿度

现场管控终端正常使用的温度范围为 -20 ~ +55 ℃，正常使用的湿度范围为 (10~100)%RH。极寒、极干等其他使用环境条件，由用户和制造商协商确定。

6.1.3 海拔高度

现场管控终端应能够在海拔 0~4000m 的范围内正常工作。

6.2 工作电源

现场管控终端应支持交流 220V 供电和内置电池供电，并满足以下要求：

- a) 交流电源电压允许偏差 -20% ~ +20%；
- b) 内置电池标准容量应不低于 280Ah，充电功率应不低于 0.25P，可充放电次数应不少于 6000 次。充满电情况下，持续工作时间应不得小于 8h。

6.3 硬件性能要求

现场管控终端硬件性能应满足以下要求：

- a) **主板性能：** 主控 CPU 主频应不低于 600MHz，内存应不低于 1GB，闪存存储空间应不低于 32GB；
- b) **AI 算力：** 应不低于 15TOPS；
- c) **视频性能：** 应支持不少于 4 路视频硬件编解码，编码性能应不低于 8x 1080p @ 30fps，解码性能应不低于 8x 1080p @ 30fps；
- d) **定位精度：** 现场管控终端应支持北斗差分高精度定位、UWB 高精度定位、GPS 定位

等定位类现场智能终端（参考附录 B），在无遮蔽条件下，提供的北斗差分定位精度应小于等于 0.5m，UWB 定位精度应小于等于 0.5m，GPS 定位精度应小于等于 10m；

- e) 时间精度：北斗/GPS 对时误差应小于等于 500 μs，日守时误差应小于等于 0.5s/d。

6.4 接口要求

6.4.1 本地通信接口

现场管控终端通过本地通信接口与现场智能终端进行数据通信，本地通信接口包括但不限于以下要求：

- a) WiFi 接口：应具备至少 1 路，具备 AP 功能，支持 2.4G 和 5G 频段；
- b) LoRa 接口：应具备至少 1 路，支持 LoRa 设备数据传输；
- c) 蓝牙接口：宜具备至少 1 路，蓝牙版本 4.2 及以上；
- d) 串口：宜具备至少 2 路 RS-232/RS-485 可切换串口，串口速率可选用 1200 bps、2400 bps、4800 bps、9600 bps、19200 bps、115200bps。

6.4.2 远程通信接口

现场管控终端通过远程通信接口与智能服务进行数据交互，远程通信接口包括但不限于以下要求：

- a) 4G/5G 通信接口：应支持至少 1 路，宜支持双通道、多天线，增强无线信号；
- b) 北斗卫星短报文：应支持至少 1 路数据传输接口。

6.5 系统及软件要求

6.5.1 操作系统

操作系统应符合 GB/T 34980.1-2017 中规定的操作系统管理要求，应能支撑上层应用软件的独立开发及运行，并提供统一标准的外部及内部资源调用接口。

6.5.2 边缘计算框架

现场管控终端应支持边缘计算框架和应用软件容器化部署，架构技术宜符合 ISO/IEC TR 30164:2020 中的相关要求。

6.5.3 终端维护

现场管控终端应采用专用运维工具，运维功能参考附录 A。

7 功能要求

7.1 基础功能

7.1.1 终端管理

现场管控终端可与现场智能终端通信交互（参考附录 C），现场智能终端管理应符合以下要求：

- a) 应具备现场智能终端配置功能；
- b) 应具备现场智能终端的接入和退出功能；
- c) 应具备现场智能终端数据交互功能；
- d) 应具备现场智能终端状态监控功能；
- e) 应具备现场智能终端数据存储功能；

- f) 应具备现场智能终端通信链路状态查看功能;
- g) 应具备现场智能终端参数信息查看功能。

7.1.2 规则库管理

现场管控终端应具备规则库管理功能, 应符合以下要求:

- a) 应具备规则库增删改查等功能;
- b) 应具备规则启停配置功能;
- c) 应具备规则回调函数的管理功能, 包括告警文字及语音播报内容、频度、推送方式的配置功能。

7.1.3 版本管理

现场管控终端应具备软件版本维护和更新功能, 应支持应用软件本地及远程升级, 升级过程中支持断点续传。

7.1.4 容器管理

现场管控终端应支持应用软件容器化部署, 容器管理应符合以下要求:

- a) 应支持配置和修改容器资源, 包括 CPU 资源可利用的上限、内存可利用的上限, 配置和修改容器资源应不影响已部署应用软件的运行;
- b) 应支持查询容器信息, 包括容器列表、容器版本信息和容器运行状态;
- c) 应支持容器本地及远程启动、停止、安装、升级和卸载以及远程应用下发功能;
- d) 应具备容器监控功能, 包括容器事件、CPU、内存、磁盘占用率等, 对 CPU 内存、磁盘占用率越限应上报告警。

7.1.5 应用管理

现场管控终端的应用软件应容器化部署, 软件管理应符合以下要求:

- a) 应具备本地及远程启动、停止、安装、卸载等功能, 操作过程中不能影响已部署应用软件的运行;
- b) 应支持查询应用软件信息, 包括软件列表、版本信息、运行状态、CPU 占用率和内存占用率;
- c) 应具备监测应用软件异常的功能, 包括应用软件重启、CPU 占用率超限和内存占用率超限。

7.1.6 网络管理

现场管控终端应具备远程通信接口管理和本地通信接口管理功能, 应符合以下要求:

- a) 应具备远程通信接口的配置、启停等功能;
- b) 应具备远程通信通信链路状态监控、统计等功能;
- c) 应具备本地通信接口的配置、启停等功能;
- d) 应具备本地通信通信链路状态监控、统计等功能。

7.1.7 日志管理

现场管控终端应提供日志功能, 应符合以下要求:

- a) 日志应至少包括系统日志、操作日志和安全日志, 日志不可修改和删除, 支持记录循环记录;
- b) 用户应能够查询、备份和导出日志详细内容。

7.1.8 开机自检

现场管控终端应具备开机自检功能, 应符合以下要求:

- a) 应具备硬件自检功能,包括对中央处理器、存储器、通信模块、语音模块等检测功能;
- b) 应具备软件自检功能,包括对软件版本、应用重要参数等检测功能;
- c) 应具备通信自检功能,包括对信道状态、通信链路状态的检测功能。

7.2 业务应用

7.2.1 作业准备

7.2.1.1 作业计划管理

现场管控终端宜具备作业计划管理功能,应符合以下要求:

- a) 应具备从智能服务接收或者本地导入作业计划功能,解析并配置现场管控终端的作业参数,初始化现场作业安全管控引擎;
- b) 宜具备作业预执行数据的同步功能,包括实际作业现场中作业任务编号、作业人员信息、作业起止时间、工作内容、安全措施、危险点内容、作业计划状态等信息的同步。

7.2.1.2 作业人员核准

现场管控终端应具备作业人员核准和作业装备关联功能,应符合以下要求:

- a) 应具备身份核实功能,包括计划作业人员的基本信息查看,人脸数据验证等;
- b) 应具备作业资质核查功能,包括人员作业资质和任务要求一致性核查,作业人员数量配置一致性核查等;
- c) 应具备作业装备配置和安全准入检查功能,包括人员与定位终端的关联,准入异常告警等。

7.2.1.3 作业终端核准

现场管控终端应具备现场智能终端本地接入的核准和关联功能,应符合以下要求:

- a) 应具备现场智能终端工作状态自检核查功能;
- b) 宜支持现场管控终端和现场智能终端的关联关系档案化,实现现场管控终端和现场智能终端工作环境的快速建立或恢复功能;
- c) 宜具备现场智能终端和作业安全管控任务匹配度核查功能。

7.2.1.4 作业工器具核准

现场管控终端应具备对现场工器具的核准功能,应符合以下要求:

- a) 应支持现场工器具的快速和动态加入功能,包括RFID或扫码方式;
- b) 应具备安全工器具产品信息和送检信息的查询和告警功能;
- c) 宜具备安全工器具和作业安全管控任务匹配度核查功能。

7.2.1.5 作业环境核准

现场管控终端应具备作业环境配置和核准功能,应符合以下要求:

- a) 应具备电子围栏区域绘制功能,实现作业区域、危险区域等坐标标注,支持自定义区域绘制;
- b) 应具备电子围栏作业区域出入口设置功能;
- c) 应具备多区域电子围栏绘制以及已绘制电子围栏调整功能;
- d) 应具备电子围栏地图缩放、网格设置、指北针、比例尺功能;
- e) 宜具备电子围栏配置和作业安全管控任务匹配度核查功能。

7.2.2 作业执行

7.2.2.1 行为识别分析

现场管控终端应具备感知分析及图像智能识别功能,可对现场传感数据及视频进行实时分析,应符合以下要求:

- a) 应具备通过指令对违章识别功能进行启用/停用的控制功能,支持对每个规则中采用的违章、告警条件进行配置;
- b) 应具备算法运行状态监测功能,支持运行状态异常算法的自动重启;
- c) 应具备远程更新算法模型功能;
- d) 应具备识别类别扩容功能。

7.2.2.2 定位与视频联动

现场管控终端应具备定位与视频联动功能,应符合以下要求:

- a) 应具备视频终端设定功能,设定内容包括设置视频终端定位信息、视频终端云台预置位初使化信息;
- b) 应具备定位类告警联动视频功能,对告警人员进行视频追踪及抓拍;
- c) 应具备人员登高与视频联动功能,支持对登高人员的视频追踪及视频画面自动缩放功能;
- d) 应具备对现场云台、布控球等监控视频终端的遥控、遥调功能,支持现场违章的视频追踪及抓拍。

7.2.2.3 告警推送

现场管控终端应具备对现场作业风险、违章的提示告警等功能,应符合以下要求:

- a) 应具备对已识别的现场风险和违章进行图文展示和语音告警推送功能;
- b) 应具备历史告警自动处置功能,对于现场已确认未再次发生的违规,支持将违规告警自动归入历史告警;
- c) 应具备违章告警推送功能,支持将告警信息推送上报。

7.2.3 作业结束

7.2.3.1 作业统计

现场管控终端应具备作业统计、评价等功能,应符合以下要求:

- a) 应具备作业过程回放、路径回放等功能;
- b) 应具备作业统计功能,对告警、设备状态等信息分类统计。

7.2.3.2 作业报告

现场管控终端应具备作业报告功能,将作业实际执行的结果数据与边缘服务同步,包括实际作业任务编号、作业人员信息、作业起止时间、工作内容、安全措施、危险点内容、作业计划状态等信息同步。

8 性能要求

8.1 功耗要求

在作业现场正常使用的条件下,现场管控终端平均功耗不宜超过 50W。

8.2 绝缘性能

现场管控终端绝缘性能试验应按照 GB/T 14598.3—2006 中有关规定执行,应满足如下

要求：

- a) 在正常试验环境下，设备交流电源回路对外壳在500V试验电压下绝缘电阻应不小于100MΩ；
- b) 在正常试验环境下，设备交流电源回路对机壳之间的绝缘能承受50Hz、2kV交流电压，历时1min。试验期间无闪络击穿及元器件损坏现象。

8.3 电磁兼容性

现场管控终端电磁兼容试验期间不应出现损坏，试验后能正常工作和通信，电磁兼容性测试应满足如下要求：

- a) 应能承受GB/T 17626. 2规定的严酷等级为4级的静电放电干扰；
- b) 应能承受GB/T 17626. 3规定的严酷等级为3级的射频电磁场辐射干扰；
- c) 应能承受GB/T 17626. 4规定的严酷等级为5级的工频磁场干扰。

8.4 环境适应性能

现场管控终端宜满足 GB/T 2423. 3 规定的室外设备湿热性能要求。

8.5 机械性能

现场管控终端宜满足 GB/T 2423. 10 规定的机械性能要求。

8.6 外壳防护性能

现场管控终端应符合 GB/T 4208—2017 规定的 IP65 外壳防护等级要求。

9 安全防护要求

9.1 终端自身安全要求

9.1.1 硬件层安全要求

现场管控终端硬件层的安全防护要求应包括但不限于：

- a) 宜采用安全芯片等硬件技术，支持现场管控终端自身防护以及现场管控终端与边缘智能服务进行交互时的安全防护功能；
- b) 可基于可信根对终端的系统引导程序、系统程序、重要配置参数和通信应用程序等进行可信验证，在检测到其他可信性受到破坏时进行报警。

9.1.2 系统层安全要求

现场管控终端系统层的安全防护要求应包括但不限于：

- a) 应采用安全加固的操作系统；
- b) 应具备安全启动机制，对操作系统内核、文件系统和系统应用程序进行完整性检查，在检测到其可信性受到破坏后进行响应；
- c) 应支持对操作系统端口禁用、服务禁用、版本安全升级等功能；
- d) 应鉴别软件更新包的来源，并对更新文件进行完整性校验；
- e) 宜具有备份和恢复能力，防止更新异常导致系统失效。

9.1.3 数据安全要求

现场管控终端数据安全防护要求应包括但不限于：

- a) 应具有数据完整性保护功能，实现数据访问和传输的完整性防护；

- b) 应采用统一密钥管理, 实现现场管控终端的密钥生成、存储和使用;
- c) 宜采用国家密码管理部门认可的密码算法, 实现文件加密功能, 用户可对指定的文件和目录进行加密保护.

9.2 数据交互安全要求

9.2.1 现场管控终端与智能服务的数据交互安全要求

应符合 T/CES XXX-XXXX 的规定, 应满足以下要求:

- a) 应实现业务交互数据的机密性保护;
- b) 应根据交互数据的重要程度, 设置不同的安全防护措施; 对于操作类等关键数据实现完整性和可用性保护, 并采用追加随机数或时间戳等新鲜性设置信息实现抗重放保护; 对采集类等一般数据采用 MAC 校验技术实现完整性保护;
- c) 应实现对关键性数据存储的机密性、完整性保护, 宜实现对一般性数据存储的机密性、完整性保护;
- d) 容器和应用软件应经授权机构进行统一的数字签名, 安装前应验证签名的有效性;
- e) 应对重要行为和重要安全事件进行审计, 包括事件的日期和时间、用户、事件类型及其他与审计相关的信息, 应对审计记录进行保护。

9.2.2 现场管控终端与现场智能终端的交互安全要求

现场管控终端与现场智能终端宜支持统一融合的工业互联网标识, 数据交互安全要求应包括但不限于:

- a) 现场智能终端在接入网络中具有唯一网络身份标识, 至少支持基于网络身份标识的身份鉴别功能;
- b) 现场智能终端应对传输身份鉴别信息、隐私数据和重要业务数据等敏感信息进行加密传输。

10 检验规则

10.1 检验类别

现场管控终端检验分为型式试验、出厂试验、专业检测、到货检验 4 类, 试验项目应按表 1 的规定进行。

表1 现场管控终端检测项目

序号	检测项目	型式试验	出厂试验	专业检测	到货检验
1	一般检查	√	√	√	√
2	电源及电源影响	√	√	√	√
3	硬件性能	√	√	√	√
4	硬件接口	√	√	√	√
5	对时守时	√	√	√	√
7	绝缘强度	√	—	√	—
8	电磁兼容	√	—	√	—
9	环境试验	√	—	√	—
10	机械性能	√	—	—	—

注: √为必选, —为可选。

10.2 型式试验

由下列情况之一时，应进行型式试验：

- a) 新产品定型时；
- b) 正式投产后，如设计、工艺材料、元器件有较大改变，可能影响产品性能时；
- c) 产品停产1年以上又重新恢复生产时；
- d) 国家技术监督机构或受其委托的技术检验部门提出型式试验要求时。

10.3 出厂试验

每台现场管控终端出厂前应在正常试验条件下逐个按规定进行例行检验，检验合格后，附有合格证，方可允许出厂。

10.4 专业检测

专业检测应由具备国家级资质的检测机构进行。在以下情况下应进行专业检测：

- a) 新产品定型后；
- b) 设计、平台有较大改变，并可能影响产品性能时；
- c) 专业部门提出新技术要求时。

10.5 到货检验

正式投运前，应进行到货检验。

11 标志、包装、运输和贮存

11.1 标志

产品的标志应满足以下要求：

- a) 每台产品应有铭牌，内容包括制造商名称和商标、产品型号和名称、产品制造日期、产品编号；
- b) 产品的相关部位及说明书中应用安全标志，安全标志应满足 GB/T 14598. 27 的规定；
- c) 产品的使用说明书、质量证明文件或包装物上应标有产品执行的标志代号。

11.2 包装

产品的包装应满足以下要求：

- a) 产品应有良好的内外包装，并具备防潮、防雨、防尘、防水、防震等措施；
- b) 包装箱内应附有使用手册、检验报告、附件、装箱清单和产品检验合格证等。

11.3 运输

产品的运输应该满足以下要求：

- a) 产品应适应于陆运、空运、水运（海运）；
- b) 运输和装卸必须严格按照包装箱上标志的规定以及国家运输标准有关规定执行。

11.4 贮存

产品的贮存应该满足以下要求：

- a) 贮存的极限环境温度-25℃～+65℃，湿度不大于 75%RH；

- b) 包装好的产品应贮存在无酸、碱、盐及腐蚀性、爆炸性气体的室内环境中，不受灰尘、雨雪的侵蚀，长期不用的产品应保留原包装。

附录 A
(资料性)
现场管控终端运维功能

A. 1 现场管控终端的运维功能参考表A.1

表 A.1 现场管控终端运维功能

分类	功能项	备注
信息查询	设备名称	
	厂商信息	
	设备状态	
	设备 MAC 地址	
	设备当前时间	
	设备内部存储	
	系统软件及补丁版本	
	容器版本	
	APP 版本	
	硬件版本	
	通信接口信息	
参数配置	设备名称	
	设备当前时间	
	系统启动与升级	支持配置系统启动与升级
日志	日志基本功能	支持日志查询、日志过滤搜索、日志压缩功能，同时日志缓存到内存中，内存中的日志定时保存到存储介质，以提高存储介质的寿命。
	用户操作日志	
	日志远程上载	上传到智能服务。

附录 B
(资料性)
现场智能终端分类

B. 1 总述

现场智能终端是电力作业现场中用于全面感知作业安全风险各要素的设备,通过接入现场管控终端,并为现场管控终端的安全风险分析提供多源数据。现场智能终端一般分为定位类、视频类、传感类等类型。

B. 2 定位类

定位类现场智能终端包含融合定位终端等。

B.2.1 智能安全帽

具备定位、语音、监测以及头部安全防护等功能的智能型安全帽。

B. 3 视频类

作业现场配置移动布控球和围栏摄像机等视频监控设备,具备作业过程的高清视频采集、视频回传和本地存储等功能,为现场管控终端提供可分析的实时视频,结合搭载在现场管控终端上的智能识别算法,实现作业现场违章行为、作业风险的智能识别和自动告警。

B.3.1 移动布控球

具备视频监控功能的摄像头,可应用于临时或应急作业的视频布控。

B. 4 传感类

作业现场传感类现场智能终端包含风速传感器、空气粒子监测单元、噪声监测、沉降监测、气体检测仪、倾角、拉力等环境感知设备,以及智能接地线、智能安全绳、智能手环等个体防护传感设备。

B.4.1 智能接地线

临时性地使用电力线路、电气设备接地或接地并短路,易于携带并且能够方便地进行安装及拆卸,具备装备定位、挂接状态监测、数据通信、报警等智能化功能的现场智能终端。

B.4.2 风速传感器

具备风速、风向等监测能力,可应用于户外环境监测。

B.4.3 空气粒子监测单元

具备空气中颗粒物大小和浓度监测能力,可应用于户外环境监测。

B.4.4 噪声监测单元

具备作业现场噪声强度等监测能力,可应用于户外环境监测。

B.4.5 基础沉降监测单元

具备工程设施基础沉降量监测能力,可应用于基建施工。

B.4.6 气体检测仪

具备一氧化碳、可燃气体、硫化氢的浓度和氧气含量等气体检测能力，可应用于密闭空间或半封闭空间等环境的气体检测。

B.4.7 倾角传感器

具备倾角监测能力，可应用于电杆和杆塔等倾斜检测。

B.4.8 拉力传感器

具备拉力监测能力，可应用于组塔重要受力点及拉线等拉力监测。

B.4.9 智能安全绳

具备安全绳的挂接状态监测能力，可应用于登高作业中，实时监测登高作业人员漏挂接安全绳等行为。

B.4.10 智能手环

在作业现场应用的智能手环需具备心率、血压、体温等体征监测能力，实时对作业人员的心率、血压、体温等体征进行监测，及时发现并上报体征异常信息。

附录 C
(资料性)
现场智能终端接入

C. 1 总述

现场智能终端主要实现对作业人员、工器具、环境等状态数据的感知和采集，接入现场管控终端并提供必要的安全管控状态数据。

C. 2 通讯方式

现场智能终端可采用无线或有线的方式接入现场管控终端，无线方式包括 WiFi、蓝牙、LoRaWAN 等，有线方式包括以太网口、串口等。

C. 3 通信协议

现场智能终端可参考以下通信协议：

- a) 通过以太网、WiFi 等宽带接入的定位类、传感类现场智能终端，可支持 MQTT 协议；
- b) 通过蓝牙、LoRaWAN 等窄带接入的定位类、传感类现场智能终端，可支持二进制报文协议；
- c) 视频类现场智能终端，可支持 ONVIF 协议。

C. 4 通信数据

C. 4. 1 定位类

C. 4. 1. 1 融合定位终端

融合定位终端接入现场管控终端，可交互以下数据：

- a) 北斗高精定位信息；
- b) 电量信息；
- c) 终端事件，如 SOS 报警；
- d) 文字信息。

C. 4. 2 视频类

C. 4. 2. 1 移动布控球

移动布控球接入现场管控终端，可交互视频采集数据。

C. 4. 2. 2 围栏摄像机

围栏摄像机接入现场管控终端，可交互视频采集数据。

C. 4. 3 传感类

C. 4. 3. 1 智能接地线

智能接地线接入现场管控终端，可交互以下数据：

- a) 接地线操作棒挂接状态信息；
- b) 地钎入地状态信息；
- c) 地钎电量信息；

- d) 操作棒和地钎状态变位信息。

C. 4. 3. 2 拉力传感器

拉力传感器接入现场管控终端，可交互以下数据：

- a) 拉力值；
- b) 电量信息。

C. 4. 3. 3 倾角传感器

倾角传感器接入现场管控终端，可交互以下数据：

- a) 倾角值；
- b) 电量信息。

C. 4. 3. 4 气体检测仪

气体检测仪接入现场管控终端，可交互以下数据：

- a) 气体含量；
- b) 电量信息；
- c) 检测指令。