|  |  |
| --- | --- |
| ICS | 13.320 |
| CCS | |  | | --- | |  |   P61 |

团体标准

T/CSEE XXXX—XXXX

燃煤发电厂输煤系统人身安全主动防控

智能系统设计指南

Design guidelines for intelligent active prevention and control system for personal safety in coal handling systems of coal-fired power plants

XXXX - XX - XX发布

XXXX - XX - XX实施

中国电机工程学会  发布

目次

[前言 II](#_Toc192835556)

[1 范围 1](#_Toc192835557)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc192835558)

[3 术语和定义 1](#_Toc192835559)

[4 缩略语 1](#_Toc192835560)

[5 总体原则 2](#_Toc192835561)

[6 系统设计 2](#_Toc192835562)

[7 安全准入系统 3](#_Toc192835563)

[8 气体浓度检测系统 4](#_Toc192835564)

[9 皮带运行安全防护系统 4](#_Toc192835565)

[10 推煤车安全监管系统 4](#_Toc192835566)

[11 智慧广播管理系统 4](#_Toc192835567)

[12 作业安全监管系统 5](#_Toc192835568)

[13 输煤集控中心 5](#_Toc192835569)

[14 安全生产管理平台 5](#_Toc192835570)

[15 AI开放平台 5](#_Toc192835571)

[参考文献 7](#_Toc192835572)

1. 前言

本文件按照《中国电机工程学会标准化管理办法》、《中国电机工程学会标准化管理办法实施细则》的要求，依据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。

本文件的某些内容可能涉及专利。本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国电机工程学会提出。

本文件由中国电机工程学会热工自动化专业委员会技术归口并解释。

本文件起草单位：中国华能集团北方联合电力有限责任公司、北方联合电力有限责任公司包头第三热电厂、内蒙古蒙电华能热电股份有限公司乌海发电厂、北方联合电力有限责任公司包头一电厂、大唐国际宁德发电有限责任公司、杭州海康威视数字技术股份有限公司。

本文件主要起草人：

本文件为首次发布。

燃煤发电厂输煤系统人身安全主动防控智能系统设计指南

* 1. 范围

本文件提供了燃煤发电厂输煤系统人身安全主动防控智能系统设计的总体原则、系统架构、子系统及输煤集控中心架构、功能等方面的指导。

本文件适用于新建或改、扩建的燃煤发电厂输煤系统人身安全主动防控智能系统的设计与升级。

* 1. 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 28181 公共安全视频监控联网系统信息传输、交换、控制技术要求

GB/T 36572 电力监控系统网络安全防护导则

GB/T 50049 小型火力发电厂设计规范

GB/T 50660 大中型火力发电厂设计规范

* 1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

输煤系统 coal handling system

从卸煤点至煤场及从煤场至锅炉煤仓之间煤的运送设备及其控制设备的总称。

人身安全主动防控智能系统 personal safety active prevention and control intelligent

system

基于图像感知、AI算法、人工智能、物联网、大数据等先进技术，可主动识别输煤系统（3.1）运行过程中可能危及人身安全的风险因素并进行实时监测、风险评估、预警和应急控制的系统。

工作票 work ticket

保证电力生产现场、设备、系统上进行检修维护作业安全的技术措施与组织措施，是检修、运行人员双方共同持有、强制遵守的书面安全约定。

操作票 operation ticket

运行人员改变设备、系统运行方式的指令及操作步骤，是运行人员从事现场操作的书面依据。

* 1. 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AI：人工智能（Artificial Intelligence）

BNC：同轴电缆接口（Bayonet Nut Connector）

CVR：视频中心存储（Central Video Recorder）

DCS：集散控制系统（Distributed Control System）

DVI：数字显示接口（Digital Visual Interface）

GPU：图形处理器（Graphics Processing Unit）

HDMI：高清晰度多媒体接口（High Definition Multimedia Interface）

IPC：网络摄像机（IP Camera）

NVR：网络硬盘录像机（Network Video Recorder）

RESTful：表征状态转移（Representational State Transfer）

UWB：无线载波通信技术（Ultra Wide Band）

VGA：模拟信号接口（Video Graphics Array）

* 1. 总体原则
     1. 安全性原则‌

人身安全主动防控智能系统（以下简称“系统”）通过实时监测、预警和应急处理等功能，确保输煤系统在运行过程中各项安全指标得到有效保障，最大程度降低人员伤亡和财产损失的风险。

* + 1. ‌实用性原则‌

充分考虑输煤系统的实际运行需求和工作环境，保证系统功能实用、可操作。切实满足燃煤发电厂在输煤环节的安全管理业务需求，提高整体安全生产效率。

* + 1. ‌先进性原则

采用先进的技术和理念，如人工智能、物联网、大数据分析等，紧跟科技发展趋势。具备较强的扩展性和兼容性，以便随着技术的进步和业务需求的变化，能够方便地进行技术升级和功能扩展。随着人工智能算法的不断优化，可以及时将新的算法应用到系统中，提高对人员行为、设备状态等的识别和分析能力。

* + 1. ‌经济性原则‌

在满足系统功能和性能要求的前提下，充分考虑投资成本与效益，合理选择技术和设备，优化系统设计，降低建设和运营成本。通过系统的应用，有效减少安全事故带来的经济损失，提高企业的经济效益。

* + 1. 可靠性原则

确保系统运行稳定可靠，具备较高的容错能力和抗干扰能力，能够在恶劣的工业环境下长期稳定运行。采用成熟的技术和设备，具备冗余设计和备份机制，以防止单点故障导致系统失效。关键设备应采用双机热备或多机冗余的方式，网络通信应具备备份链路，以保证在部分设备出现故障或网络中断的情况下，系统仍能正常运行，持续保障人身安全。

* + 1. 合规性原则

遵循国家和行业的相关标准和规定，如安全生产法律法规、电力行业安全标准等，确保系统的建设和运行符合相关要求，避免出现违规行为和安全隐患。在数据采集、存储和使用方面，要遵守相关的隐私保护和数据安全法规，保护员工的个人信息安全；在设备选型和安装方面，符合电力系统相关安全标准。

* 1. 系统设计
     1. 通则

系统的总体规划与设计做到技术先进、经济合理，满足系统实际建设与运行需要，可参考GB/T 50049、GB/T 50660的相关规定。

在满足安全可靠的前提下，宜采用统一的网络和硬件系统。不同子系统宜避免软件及功能配置的相互交叉与重复。

系统设计需预留接口，支持功能扩展；采用模块化架构，便于后期维护升级。

系统宜以前端智能感知设备为基础，为燃煤发电厂人身安全主动防控提供高集成度、智能化的可视化平台，满足统一设备接入、统一配置管理、多系统联动等系统需求。

基于安全生产业务需求，集DCS生产系统、智能监测设备、高清监控为一体，完成对输煤系统人身安全的综合智能防控。

* + 1. 系统架构

系统架构采用分层设计，主要包括以下层级：

1. 感知层：包括视频监控、人员定位、环境监测、设备监测等传感器和数据采集设备；
2. 网络层：负责数据传输和通信，包括有线网络和无线网络，通过网络映射至信息管理区；
3. 应用层：包括安全准入系统、气体浓度检测系统、皮带运行安全防护系统、推煤车安全监管系统、智慧广播管理系统、作业安全监管系统等子系统，满足人身安全管理的工业场景智能化应用需求；
4. 管理层：即为输煤集控中心，主要包括安全生产管理平台、AI开放平台、管理应用服务器和集中存储等软硬件设施，提供数据管理、算法模型、应用服务等功能。
   * 1. 主要功能
        1. 人身安全防护

实现人员定位与轨迹追踪，在危险区域（如皮带机、落煤口等）设置电子围栏，人员靠近时触发声光报警及设备连锁停机。

* + - 1. 环境风险预警

监测粉尘浓度、温度、气体泄漏等环境参数，超标时向输煤集控中心推送告警并自动启动通风或喷淋系统。

* + - 1. 智能行为分析

基于AI视频分析，实时监测人员位置、行为状态等信息，识别人员未佩戴安全装备、违规操作等行为，实时向输煤集控中心推送告警并向现场发出语音提示。

* + - 1. 应急响应机制

事故发生时，系统自动启动应急预案（如停机、疏散指引等），并联动消防、医疗等外部资源。

* + 1. 系统安全编号错误

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。

参考GB/T 28181的相关规定进行信息的传输、交换、控制。

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。

支持数据访问安全性认证，支持菜单、按钮级别的访问权限控制。

宜参考GB/T 36572的相关规定进行网络安全防护，划分安全分区，部署横向隔离、纵向认证机制‌。

定期进行漏洞扫描和渗透测试，确保数据传输与存储安全‌。

部署入侵检测措施，及时捕获网络异常行为，分析潜在威胁。

* 1. 安全准入系统
     1. 概要

​采用多重验证（身份-装备-权限-环境）​​机制，能与​​UWB高精度定位、工作票​管理系统深度融合，仅允许具备有效资质、佩戴安全装备、持有工作票的合规人员进入作业区域，同时实时监控人员行为。

* + 1. 系统功能
       1. 人员数量统计

宜基于头肩检测技术跟踪人体轨迹，判别是否为有效客流，并能结合人脸识别技术进行去重，实现徘徊人员、重复人员不计数。可对进出人员实现性别、年龄、眼镜、表情、帽子、口罩、来向、去向等的属性识别，以实现客流分类。

* + - 1. 异常事件监测

联动工作票管理系统实时比对人员位置、安全帽状态与工单权限，识别到无权限人员、超出授权范围以及未佩戴安全帽等违规行为则计入系统异常事件，同时联动广播系统进行告警，违规事件可追溯、可分析、可优化。

* 1. 气体浓度检测系统
     1. 概要

采用B/S架构配置、C/S架构控制结合的方式，通过接入报警设备和动环设备，配合各种探测器和传感器，对输煤区域进行布防及有害气体、粉尘浓度监控，实现系统的报警和动环监控。

* + 1. 系统功能

采用多传感器探头对原煤斗区域的氧气、有毒气体（如一氧化碳、硫化氢）、可燃气体（如甲烷、煤尘等）浓度进行分析，当浓度超过限值即报警并联动应急设备，快速响应风险。采集的气体数据经智能分析后上传至管控平台，可供远程实时查看和历史记录追溯‌。

* 1. 皮带运行安全防护系统
     1. 概要

利用摄像机的虚拟电子围栏功能，在输煤皮带头尾部位安全距离布防警戒，可通过AI热成像双光谱警戒相机进行皮带入侵检测，同时联合广播系统对越界人员提醒警告并启动联锁控制，以保障作业人员安全。

* + 1. 系统功能

设置二层警戒，当人员靠近皮带时，触发第一层警戒，启动广播系统预警直至其离开；如人员无视预警进入皮带危险区域，触发第二层警戒，联锁停止该皮带及其配套设备及来煤方向的全部上煤设备。

1. 第一层警戒、第二层警戒同时触发后方触发保护联停设备，以避免误动；第一层警戒、第二层警戒同时不触发后，方可启动设备。
   1. 推煤车安全监管系统
      1. 概要

通过盲区监测相机和车外监控相机对推煤车盲区位置进行覆盖，基于深度学习算法，精准检测各类报警，可实现对车辆全方位、全天候的监测，及时进行视频及语音提醒。

* + 1. 系统功能
       1. 目标检测及分类

实现推煤车盲区范围内的机非人检测，并可对目标进行分类，如汽车、行人、其他（非机动车/摩托车/三轮车等）。

1. ‌机非人是指机动车、非机动车和行人。
   * + 1. 车辆盲区风险预警

在直行、倒车、转弯、正常作业等场景，实时检测车辆四个方位盲区范围内的机非人等目标，按照风险严重程度采取分级预警，并能根据车辆行驶场景的应用需求调整报警策略和参数阈值。

* 1. 智慧广播管理系统
     1. 概要

集信息发布、应急指挥、安全预警等功能于一体，通过语音播放系统，设定分段播报、统一播报等程序向现场发出语音报警或喊话，并将现场原有警铃接入以实现系统联动。

* + 1. 系统功能

根据实际工作需求，宜通过实时广播、定时广播、图片可视化广播、视频可视化广播等形式，实现对特定以及全体广播点位的实时通信与指令传达、智能预警与应急响应，并能查看报警状态与处理记录。

* 1. 作业安全监管系统
     1. 概要

对接电厂“两票”（即工作票、操作票）管理系统，并与工业电视、UWB人员定位、生产区域门禁、公共广播等物联感知系统关联，实现高处作业、受限空间作业、挖掘钻探作业、脚手架作业等高风险作业的智能安全管控。

* + 1. 系统功能

可同步作业人员、作业时间、作业区域、作业类型等“两票”数据，并能自动关联视频、门禁、人员定位等设备，实现作业任务管理与权限管控，并对不安全行为、违章行为进行统计与展示。

* 1. 输煤集控中心
     1. 概要

作为整个系统的管理核心，能够实现视频图像资源的汇聚，资源点上图，报警上墙，并对安防资源进行统一管理和调度。

* + 1. 中心功能
       1. CVR存储

输煤集控中心的存储设计宜采用CVR视频监控专用存储设备，集编码设备管理、录像管理、存储和转发功能为一体，集中式存储于中心机房，可存储管理所有前端监控摄像头的实时监控视频。

* + - 1. LCD大屏显示

宜采用LCD拼接屏组成的显示大屏作为显示幕墙，显示前端设备采集画面、GIS系统图形、报警信息，其他应用软件界面等，可接入本地的VGA信号、DVD信号以及有线电视信号，并支持BNC、VGA、DVI、HDMI等多种接口，实现信号的实时预览、视频拼接显示、开窗漫游、图像叠加等一系列功能。

* 1. 安全生产管理平台
     1. 概要

基于“统一软件技术架构”先进理念，采用业务组件化技术，满足平台在业务上的弹性扩展，通过接入视频监控、一卡通、报警检测等设备获取边缘节点数据，实现安防信息化集成与联动。

* + 1. 平台应用

可对各子系统资源进行整合和集中管理，实现账户管理、视频监控、人脸信息录入、人员布控、入侵报警、事件处置、动环监控、车辆监控、网络管理、视频质量诊断、AI模型管理等功能。

* 1. AI开放平台
     1. 概要

作为基础平台部署于云端，后台集成GPU分析的服务器集群，可通过公网账号、密码登录平台进行算法训练，也支持部署在发电集团侧，作为私有的AI训练平台，提供基于行业场景的视频AI算法模型训练，可快速部署到边缘设备端或云端，实现应用落地。

* + 1. 平台功能

可一键创建多个训练数据集以支撑不同的模型训练，实现安全帽佩戴、皮带入侵、推煤车盲区、高风险作业等不同场景下对目标或行为的检测识别，并根据云服务、IPC、NVR应用类型的不同，形成不同的发布方式和发布路径。

参考文献

[1] GB/T 8566—2022 系统与软件工程 软件生存周期过程

[2] GB/T 17963—2000 信息技术 开放系统互连 网络层安全协议

[3] GB/T 50115—2019 工业电视系统工程设计规范

[4] DL/T 5041—2023 火力发电厂厂内通信设计技术规定

[5] DL/T 5182—2021 火力发电厂仪表与控制就地设备安装、管路、电缆设计规程

[6] GA 216.1—1999 计算机信息系统安全产品部件 第1部分：安全功能检测

