

《基于自动驾驶技术的无人渣缓冷场建设指南》

征求意见稿 团体标准编制说明

一、任务来源

在有色金属冶炼行业中，渣缓冷场是处理高温熔融炉渣的关键环节。传统渣缓冷场作业长期面临高温、高粉尘、喷爆风险等极端恶劣环境，渣包运输、倾倒、冷却等工序主要依赖人工操作，不仅劳动强度大、作业效率低，更存在重大安全隐患。近年来，随着自动驾驶、5G通信、人工智能等技术的快速发展，利用智能化手段实现渣缓冷场的无人化、自动化作业，已成为有色金属冶炼行业转型升级的重要方向。然而，由于缺乏统一的技术规范和建设标准，各企业在推进无人渣缓冷场建设过程中，面临技术路线各异、系统集成困难、安全要求不明确等问题，严重制约了该技术的规模化推广和行业整体水平的提升。

与此同时，国家大力推进智能制造和工业数字化转型，鼓励传统高危险、高污染行业实施“机械化换人、自动化减人、智能化无人”改造。铜冶炼等有色金属企业对于建设无人渣缓冷场的需求日益迫切，亟需一部系统性的技术指南来规范建设过程、明确技术要求、保障运行安全。在此背景下，中国国际经济技术合作促进会标准化工作委员会立项制定《基于自动驾驶技术的无人渣缓冷场建设指南》团体标准，

旨在为行业提供统一的技术依据和建设参考。

通过团体标准的实施，能够有效规范市场秩序，降低企业研发和生产成本，推动行业的可持续发展。综上所述，《基于自动驾驶技术的无人渣缓冷场建设指南》团体标准的编制是行业内的一项重要工作，对于规范市场秩序、提高产品质量、促进技术创新和推动行业发展具有重要意义。根据《团体标准管理规定》、《中国西部开发促进会团体标准管理办法》有关规定，特立项本标准。本标准项目计划编号为2026-203-CWDPA。

二、起草单位

本标准由中国西部开发促进会标准与认证工作委员会提出，由中国西部开发促进会归口。本标准由青海中钛青锻装备制造有限公司、辽宁红银金属有限公司、西安欧中材料科技股份有限公司、深圳市万泽中南研究院有限公司、上海一郎合金材料有限公司、张家界航空工业职业技术学院、南通金源智能技术有限公司共同起草。

三、标准的编制原则

标准起草小组在编制标准过程中，以国家、行业现有的标准为制订基础，结合我国目前的造纸行业现状，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》的规定及相关要求编制。

四、标准编制过程

1、项目调研阶段

2026年4月，标准起草工作组围绕基于自动驾驶技术的无人渣缓冷场建设领域开展全面技术调研与专业咨询。工作组深入调研了国内多家大型铜冶炼企业的渣缓冷场运行现状、存在问题及智能化改造需求，走访了自动驾驶技术提供商、通信设备制造商和系统集成商，了解当前技术发展水平和应用案例。同时，系统收集了国内外相关技术标准、文献资料和行业最佳实践，为标准编制奠定了坚实的技术基础。

2、项目立项阶段

2026年4月10日，中国西部开发促进会标准化工作委员会正式立项《基于自动驾驶技术的无人渣缓冷场建设指南》团体标准，明确标准立项获批，正式启动该团体标准的规范化编制流程。

3、标准起草阶段

立项后，成立标准编制工作起草小组，全面统筹标准编制组织工作，同步开展标准起草单位的筹备与征集，经严格征集、评审与筛选，确定标准起草工作组核心成员单位。工作组基于前期调研成果，于2026年4月完成《基于自动驾驶技术的无人渣缓冷场建设指南》团体标准草案稿编写；并于

4月16日召开标准专题会议，针对草案稿内容研讨优化，完善标准框架与核心条款。

4、意见征集阶段

2026年4月23日，中国西部开发促进会标准化工作委员会发布通知，面向行业公开征集《基于自动驾驶技术的无人渣缓冷场建设指南》团体标准修改意见，广泛吸纳各方专业建议，对标准内容进行全面优化完善。

后续，标准起草工作组将结合意见征集阶段收集的反馈建议，对标准草案稿进行修订完善，并按流程进行送审及报批等工作。

五、标准主要内容

1、范围

本文件规定了基于自动驾驶技术的无人渣缓冷场的建设原则、系统架构、基础设施要求、核心系统功能、实施流程、验收测试、运营维护及安全保障。本文件适用于指导有色金属冶炼行业，特别是铜冶炼企业，进行渣缓冷场的无人化、智能化改造与新建项目。其他具有类似高温物料转运与处理需求的工业场景亦可参照执行。

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 28526 机械电气安全 安全相关电气、电子和可编程电子控制系统的功能安全

GB/T 22239 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求

GB/T 16855.1 机械安全 安全控制系统 第1部分：设计通则

ISO 13849-1 机械安全 - 控制系统中与安全相关的部件 - 第 1 部分：设计通用原则 (Safety of machinery - Safety-related parts of control systems - Part 1: General principles for design)

IEC 61508 电器用开关——第 1 部分：一般要求 (Switches for appliances - Part 1: General requirements (IEC 61058-1:2016); German version EN IEC 61058-1:2018)

3、术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

无人渣缓冷场 unmanned slag slow cooling yard

应用包括但不限于：自动驾驶、物联网、5G通信、无线Wifi、高精度定位及智能调度等技术，实现渣包转运、放置、缓冷（即渣包在指定区域自然冷却或喷淋冷却至规定温度的过程）、测温（即对渣包温度进行实时监测与数据采集，确保冷却工艺安全可控）及倒渣等全流程无人化作业的智能化生产区域。

3.2

渣包车 slag pot carrier

经过智能化装配（指在原有人工驾驶渣包车基础上，加装自动驾驶控制系统、环境感知系统、定位通信系统及安全冗余系统，使其具备无人驾驶和远程控制能力），具备自动驾驶功能，用于承载和转运高温熔融渣包的专用车辆。

3.3

高精度地图 high-precision maps

专门为自动驾驶车辆创建的、包含厘米级精度道路信息及关键设施位置信息的数字化地图，是车辆定位与路径规划的基础。

3.4

智能调度系统 intelligent dispatch system

负责对渣包搬运任务进行解析、分配、优化，并对多台渣包车进行协同管理、交通管制和路径规划的软件系统。

3.5

组合定位方案 combination positioning solution

综合采用全球导航卫星系统-实时动态差分（GNSS-RTK）、惯性测量单元（IMU）、超宽带（UWB）、激光同步定位与建图（激光SLAM）等多种技术，以实现全域、全场景、高鲁棒性的精准定位解决方案。

4、建设原则

本文件提出了四条建设原则：安全第一、技术先进性与成熟度并重、系统集成与数据驱动、经济性与可推广性。这些原则贯穿标准全文，是指导无人渣缓冷场建设的总体指导思想。

5、系统架构与基础设施要求

本文件规定了云端、边缘层、端侧三层总体系统架构，并对通信网络基础设施（5G 专网覆盖、网络冗余与安全）、高精度定位基础设施（室外定位基准、室内及信号遮挡区定位、高精地图制作）提出了具体要求。

6、核心系统功能要求

本文件从数据服务中心与云控平台、智能调度系统、自动驾驶车辆系统、全流程视频监控系统四个方面规定了核心

系统的功能要求。其中，智能调度系统明确了任务管理和车辆调度与路径规划的具体要求；自动驾驶车辆系统对车载安全、远程控制时延、多车协同远程控制等提出了量化指标；全流程视频监控对远程驾驶舱、控制优先级、远程状态反馈等做出了规定。

7、运营、维护与持续改进

本文件对无人渣缓冷场的运营管理、维护保养和持续改进提出了要求，确保系统建成后能够长期稳定运行并不断优化。

8、安全保障体系

本文件构建了覆盖驾驶安全、设备安全、通信安全、工艺安全的四位一体安全保障体系。在驾驶安全方面，规定了自主安全能力、人车隔离与防撞、紧急干预等要求；在设备安全方面，明确了功能安全等级要求（SIL 不低于 2 级或 PL 不低于 d 级）和环境适应性要求；在通信安全方面，规定了网络安全等级保护要求和通信冗余要求；在工艺安全方面，对冷却工艺监控和倒渣安全控制提出了要求。此外，还对应急管理提出了具体处置时限要求。

六、标准水平分析

6.1 采用国际标准和国外先进标准的程度

经查，国内外无相同类型的标准，故没有相应的国内外标准可采用。

6.2 与国际标准及国外标准水平对比

本标准达到国内先进水平。

6.3 与现有标准及制定中的标准协调配套情况

本标准的制定与现有的标准及制定中的标准协调配套，无重复交叉现象。

6.4 设计国内外专利及处置情况

经查，本标准没有涉及国内外专利。

七、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准及相关标准协调配套情况

本标准的制定过程、技术指标的选定、检验项目的设置符合现行法律、法规和强制性国家标准的规定。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

九、标准作为强制性或推荐性标准的建议

建议该标准作为推荐性团体标准。

十、贯彻标准的要求和措施建议，包括（组织措施、技术措施、过渡办法）

由于本标准首次制定，没有特殊要求。

十一、废止现有有关标准的建议

无。

《基于自动驾驶技术的无人渣缓冷场建设指南》

团体标准起草组

2026年4月