

# 露天煤矿班组安全生产标准化建设路径研究

白 雄

内蒙古亘生矿业工程技术研究有限公司 内蒙古 鄂尔多斯 017000

**摘 要：**在露天煤矿生产中，保障安全至关重要。当前作业流程衔接、人员操作规范及设备与现场环境管理存在不足。通过构建动态调度模型、开发虚拟作业场景训练系统、建立设备全生命周期健康档案等，优化作业流程、强化人员培训、完善设备与环境管理。借助5G实时交互平台、价值贡献计量模型、数字孪生全场景映射系统等，建立沟通协作机制、考核激励体系，引入先进技术，助力露天煤矿班组安全生产标准化建设迈向新高度。

**关键词：**露天煤矿；班组安全生产；标准化建设；路径

## 引言

露天煤矿生产环境复杂，安全生产标准化建设意义重大。本文聚焦班组层面，当前露天煤矿在作业流程上，各环节衔接不畅，影响生产效率与安全；人员操作规范性不足，易引发事故；设备与现场环境管理薄弱，威胁人员与设备安全。为解决这些问题，需深入探索建设路径，通过优化作业流程、强化人员培训、完善设备与环境管理模式，并辅以高效沟通协作、科学考核激励及先进技术引入，全面提升露天煤矿班组安全生产标准化水平。

### 1 露天煤矿班组安全生产标准化建设概述

露天煤矿班组安全生产标准化建设，需从作业现场的每一个环节入手，构建起连贯且细致的管理体系。将设备维护与作业流程深度融合，通过对采掘机械的日常巡检形成动态监测网络，确保关键部件的运行状态始终处于可控范围，同时结合开采面的地质变化实时调整作业参数，让机械操作与现场环境形成精准适配。在人员作业规范方面，着重培养班组成员的空间感知能力与协同意识，通过模拟复杂工况下的应急配合演练，强化不同岗位间的动作衔接精度，使装载、运输、排土等环节的转换过程既高效又安全，避免因操作节奏失衡引发的潜在风险。借助可视化的作业区域划分，将开采区、运输通道、临时堆料场等空间边界以醒目的物理标识与电子预警相结合的方式呈现，让班组成员在作业过程中能直观判断自身所处位置的安全等级，同时通过实时更新的区域状态看板，实现各作业点信息的即时共享，减少因信息滞后导致的操作偏差。把安全防护措施转化为量化的操作细节，例如将边坡监测的观察要点分解为具体的视觉检查指标，让班组成员在日常巡查中能快速识别岩体裂缝、沉降等异常迹象，同时把个人防护装备的穿戴要求融入作业前的准备流程，形成无需刻意提醒的

行为惯性，使安全防护成为作业过程中自然的组成部分。通过持续优化作业循环中的衔接节点，消除工序转换时的管理盲区，比如在爆破作业与后续采掘的间隔期内，设置多维度的安全确认步骤，涵盖现场环境检测、设备状态复位、人员到位核查等内容，确保每个环节的启动都建立在全面确认的基础上，从而在循环往复的作业过程中不断夯实安全标准化的根基。

### 2 露天煤矿班组安全生产标准化建设现状分析

#### 2.1 作业流程衔接不畅

在露天煤矿开采作业里，各环节流程的顺畅衔接对整体生产效率与安全状况影响重大。当前，不同作业环节的衔接存在明显滞碍。爆破作业完成后，后续的采掘、运输工作常无法迅速有序开展。由于爆破后的岩石破碎程度与预期存在偏差，或因现场清理工作效率低下，致使采掘设备无法及时就位，宝贵的作业时间在等待中白白流逝，严重影响生产进度。装载与运输环节的衔接同样不容乐观，装载设备的装载速率与运输车辆的调度频次未能精准匹配，常出现车辆排队等待装载，或是装载设备闲置等状况。这不仅降低了设备的利用率，还使得整个作业流程的节奏紊乱，增加了因长时间等待或匆忙作业引发安全事故的风险。在开采与排土环节，开采面与排土场之间的距离规划缺乏动态调整，随着开采工作的推进，运输路线变长，却未及时优化运输方案，导致运输成本上升的同时，排土作业的效率也大幅降低，影响了整个露天煤矿作业的连贯性与高效性。

#### 2.2 人员操作规范性不足

班组成员在设备操作过程中，规范性问题较为突出。部分操作人员在操作采掘机械时，未严格依照标准操作流程进行<sup>[1]</sup>。例如，在启动设备前，未对设备关键部位进行全面细致的检查，致使设备在存在安全隐患的情况下运行，容易引发故障甚至事故。在操作过程中，对

设备运行参数的调整缺乏精准把控,仅凭个人经验随意为之,这不仅会降低设备的使用寿命,还可能因设备运行不稳定而造成安全事故。在多岗位协同作业时,人员之间的配合缺乏默契与规范。装载人员与运输司机之间的信号传递存在模糊不清的情况,导致装载量过多或过少,影响运输效率与安全。在进行边坡作业时,作业人员未严格按照规定的坡度与作业顺序进行操作,增加了边坡坍塌的风险。一些新入职员工在未经过充分系统培训的情况下,就仓促上岗操作复杂设备,对操作规范与安全要点理解不足,操作过程中频繁出现失误,给安全生产带来极大隐患。

### 2.3 设备与现场环境管理薄弱

设备管理方面存在漏洞。露天煤矿的采掘、运输等设备长期在恶劣环境下运行,磨损严重,但日常的维护保养工作未能有效落实。设备的定期巡检往往流于形式,未能及时发现设备部件的磨损、老化等问题,导致设备突发故障,影响正常生产。设备的维修工作缺乏计划性与科学性,常出现故障发生后才进行紧急抢修的情况,不仅维修成本高,还会因设备长时间停机而造成生产停滞。现场环境管理同样存在不足。开采区域内的粉尘污染治理措施不到位,作业过程中产生的大量粉尘弥漫在空气中,不仅影响作业人员的身体健康,还会降低设备的能见度,增加操作失误的风险。对于开采现场的排水管理不够重视,遇到降雨天气时,开采区域容易积水,影响设备的正常运行,甚至可能导致设备被淹损坏。对开采现场周边的地质环境监测不够及时与全面,未能提前发现潜在的滑坡、塌陷等地质灾害隐患,一旦发生地质灾害,将对人员和设备安全造成严重威胁。

## 3 露天煤矿班组安全生产标准化建设路径设计

### 3.1 优化作业流程与衔接机制

构建基于实时工况的动态调度模型,通过安装在采掘设备与运输车辆上的智能传感装置,捕捉各环节的运行数据并形成可视化的流程图谱,让爆破后的岩体破碎度、装载设备的作业半径、运输通道的通行负荷等关键参数实时关联,实现各工序间的精准匹配。在爆破与采掘的转换阶段,采用三维扫描技术对爆破区域进行快速建模,结合预设的采掘参数生成最优作业路径,同步推送至采掘设备的操作终端,减少人工判断带来的衔接延迟。建立工序转换的双闭环校验机制,前道工序完成后自动触发质量检测程序,检测结果通过无线传输至后续环节的控制中枢,经系统确认达标后才允许启动下道工序,同时在后道工序启动前设置反向追溯节点,确保衔接过程中的每一项操作都可回溯<sup>[2]</sup>。将排土场的容量变化

与开采进度进行算法关联,根据实时开采量自动调整运输车辆的排土路线与倾倒顺序,避免因排土场局部负荷过大导致的运输拥堵,通过智能调度系统平衡各排土区域的使用频率,实现开采与排土环节的动态均衡。

### 3.2 强化人员操作技能与安全意识培训

开发沉浸式的虚拟作业场景训练系统,模拟不同地质条件下的复杂工况,让班组成员在虚拟环境中反复练习装载角度调整、运输路线选择、边坡作业避险等关键操作,通过系统实时反馈的动作精度数据,逐步优化操作细节,形成肌肉记忆般的规范动作模式。设计岗位角色互换体验课程,让装载操作员参与运输车辆的调度工作,运输司机参与采掘面的规划讨论,通过换位思考理解不同岗位的操作约束与协作需求,增强跨岗位配合的默契度。在日常作业中嵌入微情景演练,利用作业间隙设置突发状况模拟,如设备突发异响、边坡出现微量滑坡等,观察班组成员的应急响应速度与处置方式,事后通过3D重现作业过程,集体分析操作中的优化空间,将安全意识转化为即时反应能力。制作便携式的操作要点可视化手册,采用AR技术将设备操作步骤与安全注意事项叠加在实体设备上,班组成员通过移动终端扫描设备关键部位即可查看动态演示,使抽象的操作规范转化为具象的动作指引。

### 3.3 完善设备与现场环境管理模式

建立设备全生命周期健康档案,通过加装的振动、温度、压力等传感器,持续采集设备运行数据,运用机器学习算法分析数据趋势,提前预测关键部件的磨损周期,在故障发生前生成维护提示,将被动维修转变为预防性养护。开发设备状态孪生镜像系统,在数字平台上构建与实体设备一一对应的虚拟模型,实时同步设备的运行参数与损耗状态,班组成员可通过虚拟模型直查看设备内部结构的运行情况,精准定位需要检修的部位,提高维护效率。构建现场环境自适应调控网络,在开采区域布置粉尘浓度与湿度传感器,与喷雾降尘系统、通风设备形成联动,当粉尘浓度超标时自动启动降尘装置,根据湿度变化调整喷雾量,保持作业环境的参数稳定。对边坡、排土场等关键区域安装激光扫描设备,每小时生成一次三维形态对比图,通过算法识别微小的位移变化,将潜在的地质风险以颜色预警的方式显示在作业区域的电子看板上,让班组成员实时掌握环境安全状态。

## 4 露天煤矿班组安全生产标准化建设保障措施

### 4.1 建立高效的沟通与协作机制

(1) 搭建基于5G的实时交互平台,将班组各岗位的

操作终端、设备传感器与调度中心形成网状连接,作业中产生的异常数据、操作疑问等信息可通过语音转文字自动上传至共享界面,相关人员的回应与处理建议实时显示在对应节点,实现问题响应的无层级传递,避免信息在逐级汇报中出现延迟或失真。(2)开发虚拟协作空间系统,班组成员可通过VR设备进入数字化作业场景,针对开采计划调整、设备协同路径优化等议题进行沉浸式讨论,系统能实时模拟不同方案下的生产链运行状态,通过三维动态演示呈现协作环节的潜在冲突点,使各方在可视化环境中快速达成共识。(3)建立跨岗位的技能互补矩阵,根据班组成员的操作特长与经验领域构建能力数据库,当某一环节出现技术难题时,系统自动匹配具备对应解决能力的人员并推送协作请求,同时显示该人员当前的作业负荷与可协作时段,确保技术支持能够在不影响主流程的前提下精准到位,形成动态的能力互助网络<sup>[3]</sup>。

#### 4.2 构建科学的考核与激励体系

(1)设计基于作业链的价值贡献计量模型,通过物联网设备采集各岗位的操作精度、设备利用率、安全风险控制等多项核心指标,运用熵权法计算各项指标的动态权重,生成个人与班组的综合效能评分,评分结果与设备能耗、生产效率等硬性指标联动,形成可量化的价值贡献图谱,避免单一业绩指标导致的行为偏差。(2)推行技能积分兑换机制,将班组成员在虚拟训练系统中的操作达标次数、实际作业中的创新建议采纳率、协作过程中的问题解决贡献度等转化为积分,积分可用于兑换专业设备使用权、优先参与新技术试验项目等权益,同时积分排名实时更新在班组电子看板,形成良性竞争氛围。(3)建立容错激励制度,对因尝试新技术、优化操作流程而产生的非安全类失误,经技术团队评估确认属于探索性偏差后,不仅不纳入考核扣分范围,还根据失误中提炼的改进价值给予额外奖励,鼓励班组成员在安全框架内主动进行方法创新,将失误转化为集体学习的案例资源。

#### 4.3 引入先进技术与智能化手段

(1)部署数字孪生全场景映射系统,对露天煤矿的开采区域、设备群、作业动线进行1:1数字化复刻,实时同步爆破冲击波范围、运输车辆油耗、边坡位移速率等微观数据,通过AI算法模拟不同天气、地质变化下的生产状态演变趋势,为班组提供提前若干小时的工况预测报告,支撑作业方案的前瞻性调整。(2)开发设备健康度自愈系统,在关键设备的核心部件安装微损修复装置,结合振动分析与油液监测数据,当检测到轻微磨损或性能衰减时,自动启动超声波除垢、激光熔覆等微型修复程序,延缓部件老化速度,同时将修复过程中的参数变化上传至设备档案,为后续大修提供精准数据支撑。(3)构建物流智能追踪体系,在爆破器材、油料等关键物资上植入无源RFID芯片,通过布置在作业区域的毫米波雷达实现全域定位,实时生成物资消耗速率与库存预警曲线,结合开采进度自动计算最优补给时点与运输量,避免因物资短缺导致的生产中断,同时通过芯片记录物资的流转路径与使用节点,实现全生命周期的可视化追溯。

#### 结语

综上所述,露天煤矿班组安全生产标准化建设是一项系统且关键的工程。针对现存的作业流程、人员操作、设备与环境管理等问题,所设计的建设路径与保障措施具有创新性与可行性。通过多维度的优化与完善,有望重塑露天煤矿安全生产格局,推动行业向智能化、安全化、高效化转型,为煤炭行业可持续发展注入新动力,在复杂多变的开采环境中筑牢坚实的安全防线。

#### 参考文献

- [1]梁昆.露天煤矿班组安全生产标准化建设路径研究[J].奥秘,2024(8):228-230.
- [2]史博.浅析煤矿安全生产标准化管理体系建设[J].中文信息,2020(4):196-197.
- [3]张建宁.煤矿安全生产标准化管理体系建设分析[J].中国石油和化工标准与质量,2021,41(12):71-72.