

露天采矿工程中的采矿技术与施工安全

王应明

新疆天业(集团)有限公司精河县晶羿矿业有限公司, 新疆 博尔塔拉蒙古自治州 833300

[摘要] 采矿技术的实践应用及施工安全管理是金属非金属露天采矿工程日常管理的核心工作。在行业发展的新形势下, 亟需提升采矿技术应用水平与施工安全管理标准, 以保障作业安全, 提高开采效率。本文探讨了金属非金属露天采矿工程中采矿技术与施工安全面临的挑战, 强调通过科技应用和合理规划降低风险、提升效率, 利用高级计算机技术优化采矿流程与保障安全。

[关键词] 金属非金属露天采矿工程; 采矿技术; 实践应用; 施工安全管理

DOI: 10.33142/ec.v8i6.17261

中图分类号: TD8

文献标识码: A

Mining Technology and construction Safety in Open-pit Mining Engineering

WANG Yingming

Jinghe County Jingyi Mining Co., Ltd. of Xinjiang Tianye (Group) Co., Ltd., Bortala Mongolian Autonomous Prefecture, Xinjiang, 833300, China

Abstract: The practical application of mining technology and construction safety management are the core tasks of daily management in metal and non-metal open-pit mining projects. In the new situation of industry development, it is urgent to improve the application level of mining technology and construction safety management standards to ensure operational safety and improve mining efficiency. This article explores the challenges faced by mining technology and construction safety in metal and non-metal open-pit mining projects, emphasizing the use of technology applications and rational planning to reduce risks, improve efficiency, and optimize mining processes and ensure safety through advanced computer technology.

Keywords: metal and non-metal open-pit mining engineering; mining technology; practical application; construction safety management

引言

进入 21 世纪, 我国金属非金属矿产资源开采行业迎来新的发展阶段。随着各类采矿技术的不断实践应用, 即便整体采矿难度持续增加, 行业仍实现了产能的稳步增长。露天采矿作为重要的开采方式, 对我国经济建设意义重大。但在开采过程中, 面临资源合理利用、生态环境保护等诸多问题。因此, 借鉴先进技术, 改进和优化开采工艺, 加强施工安全管理, 成为推动金属非金属露天采矿行业可持续发展的关键。

1 露天采矿技术发展概述

早期的露天采矿技术受限于设备和工艺, 存在开采效率低、成本高的问题。随着技术的进步, 采矿设备不断更新换代, 自动化和智能化水平逐步提升。如今, 露天采矿技术朝着高效、环保、安全的方向发展, 多种先进工艺在实际生产中得到广泛应用, 显著提高了金属非金属矿产资源的开采效率和质量。

2 金属非金属露天采矿工程中的采矿技术

2.1 露天采矿技术原理与优势

露天开采是一种通过剥离或崩落覆盖在金属非金属矿产表面岩石层, 使矿产暴露于地表的开采方式。该工艺遵循自上而下的开采顺序, 借助大型穿孔设备(如牙轮钻机)完成炮孔钻进, 配合液压挖掘机、自卸卡车等机械设

备实现矿石的高效采装与运输。相较于地下开采, 露天开采在作业初期便能通过精确的储量估算与开采设计, 将资源损耗率控制在 10% 以内; 地表作业环境使得安全监控系统部署更为便捷, 人员可借助可视化监测设备实时掌握边坡稳定性、爆破震动等安全指标, 显著降低了因井下通风不畅、顶板坍塌等引发的安全风险。据行业统计, 露天开采单位产量的人力成本较地下开采可减少 30%~50%, 同时大幅削减了通风、支护等安全防护设施投入, 有效降低综合开采成本。

值得注意的是, 矿体埋深对开采效益影响显著: 浅部矿体(埋深<100m)可采用全境界开采模式, 配合高台阶、陡帮开采技术提升效率; 而中深部矿体(100~300m)则需引入分期开采理念, 通过优化运输系统布局, 平衡开采强度与剥采比。此外, 针对复杂地质条件下的矿体, 需结合三维地质建模技术, 制定动态开采方案, 确保在维持经济效益的同时, 实现资源回收率最大化。

2.2 拉斗铲无运输倒堆工艺

拉斗铲无运输倒堆工艺是当前金属非金属露天采矿的先进技术之一。该工艺通过将排土、运输、采掘三大核心环节进行创新性整合, 突破了传统采矿模式的局限性。具体而言, 其利用拉斗铲设备的长臂优势和强大抓取能力, 在采矿作业的空闲区域直接完成剥离物的倒堆工作, 形成

“采-运-排”一体化的高效作业流程。

从技术性能来看,该工艺具备显著的生产优势:其一,设备单机生产能力可 2000~4000m³/h,能够支撑千万吨级的年开采规模;其二,通过取消中间运输环节,直接将剥离物倾倒入排土场,相比传统卡车运输工艺可降低约30%~50%的生产成本;其三,作业效率大幅提升,在标准工况下,单台拉斗铲每日可完成超10万m³的采掘排土任务。此外,该工艺设备配置精简,仅需1~2台大型拉斗铲即可覆盖数百米的作业面,显著降低了设备维护和现场管理的复杂度。

在应用适应性方面,拉斗铲无运输倒堆工艺展现出良好的环境兼容性。该工艺对降雨、大风等恶劣天气具有较强耐受能力,在-30℃~45℃的极端温度条件下仍能稳定运行。同时,其对剥离物的岩性要求较为宽泛,无论是松散砂土还是中等硬度的岩层均可高效处理。该工艺尤其适用于地形坡度小于15°、矿体水平分布连续性好的露天矿山,在内蒙古白云鄂博稀土矿、澳大利亚卡尔古利金矿等大型矿区的成功应用,充分验证了其在规模化开采中的显著效能。

2.3 靠帮开采工艺

在金属非金属露天采矿工程中应用靠帮开采工艺时,需通过适当提高帮坡角优化开采效能。该工艺在矿山工程设计与生产阶段呈现差异化应用特征:

设计阶段:采用“上缩下稳”模式,上部境界由外向内缩进以减少初期剥离量、降低边坡高度,下部境界保持设计标高不变以保障矿体开采空间完整性,同时无需在端帮设置运输道路,可减少边坡暴露面积与支护成本。

生产阶段:遵循“下推上稳”逻辑,下部境界由内向外水平分层推进以提升开采效率,上部境界维持设计形态不变,通过动态监测边坡稳定性确保作业安全。

实际应用中,取消端帮运输道路可减少边坡压覆矿量,使矿石回收率提升约5%~8%,开采量相应增加,同时降低运输系统对边坡的扰动,助力企业降低成本、提高经济效益。

2.4 带式输送机半连续开采工艺

带式输送机半连续开采工艺凭借较强的机动性和适应性,在金属非金属露天采矿中得到广泛应用。该工艺通过将间断式开采环节与连续运输系统有机结合,突破了传统运输方式的局限性。在地形复杂的山区矿山,可利用带式输送机沿等高线布置,实现矿岩的“接力式”运输,有效规避陡峭地形对运输效率的制约;在气候恶劣的高寒矿区,封闭式带式输送系统能避免物料冻结、撒落等问题,保障运输作业的连续性。通过模块化设计,带式输送机系统可根据开采进度灵活调整线路走向和输送能力,显著简化穿孔爆破、铲装运输等作业环节。

3.1 穿孔作业安全管理

穿孔作业作为露天采矿极为关键的前期环节,其安全

管理工作的重要性不容小觑。在露天矿场的日常运作中,穿孔设备的操作人员必须经历系统且严格的专业培训,确保他们对设备的操作流程烂熟于心,对各类安全规范了如指掌。每一次设备启动之前,操作人员都要遵循一套严谨的检查流程,对设备展开全面细致的检查。钻机的稳定性关乎整个作业过程的平稳,一旦出现晃动或位移,极有可能引发严重事故;钻杆的完整性更是重中之重,任何细微的裂缝或磨损都可能导致钻杆在作业时突然断裂;而各仪表及控制系统的准确性,直接关系到操作人员能否精准把控设备运行状态。进入作业过程后,安全防护措施必须落实到位,设备周围严禁人员逗留。在实际作业中,钻杆断裂、飞石溅射等意外时有发生,这些都可能对周围人员造成致命伤害。同时,穿孔参数的合理选择至关重要。

3.2 爆破作业安全管理

爆破是露天采矿中极为常用却也极度危险的关键环节。爆破技术人员务必持有相关专业资质证书,这是保障爆破作业安全的基础前提,且在整个作业过程中,必须一丝不苟地严格按照爆破安全规程开展各项操作。在爆破准备阶段,计算装药量的工作不容有失,需综合考量诸多因素,例如不同岩石所具备的独特特性,像硬度、韧性、节理裂隙发育程度等,以及爆破区域复杂多变的地形地貌,包括坡度、高差、周边环境等,从而合理且精准地设计爆破方案。药包加工过程更是质量把控的重点,操作人员要全神贯注,仔细检查每一个环节,全力防止出现药包受潮影响爆炸威力、雷管连接不当致使起爆异常等严重问题。爆破前,针对爆破区域展开的安全检查工作必须做到全面且严格,运用专业的检测设备与手段,对每一处可能存在安全风险的地方进行排查,确保无关人员和设备均已安全撤离到规定的安全距离之外。同时,在周边显著位置设置清晰醒目的警示标志,严禁在夜间光线昏暗、雷雨天气易引发雷击、黄昏视线不佳等不利于安全的时段进行爆破作业。爆破结束后,应即刻安排专业人员进行全面检查,借助专业工具与经验,确认是否存在盲炮等安全隐患。一旦发现,必须严格依照规定的处理方法,小心谨慎、有条不紊地进行妥善处理,杜绝任何潜在危险转化为实际安全事故。

3.3 采装作业安全管理

采装工作是采矿的核心环节之一。挖掘机、装载机 etc 采装设备的警报器和喇叭必须完好,在设备移动、工作等操作前,应提前发出信号,提醒周围人员。设备作业时,严禁人员在铲斗和悬臂下面以及工作面活动范围内停留。装载过程中,要避免向运输设备装载过满或装载不均,防止运输车辆因重心不稳导致翻车等事故。同时,装卸货物时,汽车司机不得在设备活动范围内无故停留。此外,要定期对采装设备进行维护保养,确保设备的机械性能、制动系统等处于良好状态,减少因设备故障引发的安全事故。

3.4 运输作业安全管理

露天采矿中的运输作业涵盖矿岩的场内运输与场外运输两大关键板块。场内运输道路的状况直接关乎运输安全与效率,务必时刻保持平整、坚实,依据运输车辆的实际规格与性能,科学合理地设置坡度和转弯半径,以充分满足运输车辆平稳行驶的严苛要求。运输车辆作为运输作业的核心载体,需定期开展全面且细致的安全检查,涵盖刹车系统的灵敏度、轮胎的磨损程度、灯光的完整性等关键部件与功能,只有全方位确保车辆性能处于良好状态,才能为安全运输筑牢根基。驾驶员作为运输作业的直接执行者,必须持有合法有效的驾驶证件方能上岗,在作业过程中,要一丝不苟地严格遵守交通规则以及矿山运输所特有的规定,坚决杜绝超速、超载、疲劳驾驶等极易引发安全事故的违规行为。对于场外运输而言,与相关交通管理部门展开积极且深入的协调沟通至关重要,精准规划好运输路线,合理安排运输时间,以此全力保障运输过程安全无虞且顺畅无阻。同时,高效的运输车辆调度不可或缺,通过合理调配车辆,避免出现车辆拥堵的混乱局面,从而显著提升整体运输效率,让露天采矿工程的运输环节得以有条不紊地高效运转。

3.5 边坡管理与安全

边坡的稳定性在露天采矿作业里占据着举足轻重的地位,其状况直接左右着整个露天采矿活动的安全性。在开展采矿作业时,必须严格遵循“采剥并举,剥离先行”这一基本原则,对开采顺序进行科学合理的规划与安排。日常作业过程中,需定期针对边坡开展全面监测工作。借助先进的测量仪器与技术手段,密切关注边坡的位移变化,哪怕是极其细微的位移数据变动都不可忽视;仔细观测边坡的变形情况,判断是否存在异常的隆起或凹陷;认真排查边坡表面是否出现裂缝以及裂缝的发展态势等。通过这些细致入微的监测工作,能够及时察觉潜在的安全隐患,为后续采取针对性措施争取宝贵时间。对于易坍塌的大块浮石、松石等不稳定岩体,要及时予以处理。处理方式可依据实际情况灵活选择,当浮石、松石所处位置较为安全

且便于操作时,可采用人工清理的方式,安排经验丰富的工人,利用合适的工具,小心谨慎地将其移除;若浮石、松石规模较大、位置危险,人工清理难以实施,则可考虑采用爆破方式,但爆破作业务必严格遵循相关安全规程,由专业爆破人员操作,确保爆破效果的同时,最大程度降低对周边环境及设施的影响。在雨季,由于雨水的冲刷与渗透作用,会极大地增加采场边坡失稳的风险,因此必须加强对采场边坡的巡查力度。在爆破作业后,要立即对边坡稳定性进行检查,评估爆破震动对边坡的影响程度;在大雨过后,更要仔细核实边坡的实际状况,查看是否因雨水浸泡出现滑坡迹象、土体软化等问题。同时,为维护边坡的持续稳定,还需对边坡进行适当的修整和加固。可根据边坡的地质条件、坡度等因素,合理设置挡土墙,利用挡土墙的阻挡作用,有效防止边坡土体下滑;精心构建排水系统,通过设置排水沟、排水孔等设施,及时将边坡表面及内部的积水排出,降低雨水对边坡稳定性的不利影响。

4 结语

在金属非金属露天采矿工程中,采矿技术的科学选择与应用、施工安全管理的有效实施至关重要。未来,需持续关注采矿技术创新和安全管理优化,通过改进技术、加强管理,确保露天采矿工程高效、安全运行,为我国金属非金属矿产资源开发和经济发展提供坚实保障,同时注重生态环境保护,实现行业的可持续发展。

[参考文献]

- [1]陈冲.采矿工程中的采矿技术与施工安全探析[J].中国金属通报,2024(5):37-39.
- [2]高鹏.采矿工程中的采矿技术与施工质量安全研究[J].中国科技期刊数据库工业 A,2024(3):01.
- [3]刘利平.露天采矿工程中的采矿技术与施工安全[J].Engineering Management & Technology Discussion,2024,6(3).

作者简介:王应明(1987.6—),男,学历:本科,毕业院校:新疆工程学院,所学专业:采矿工程,目前职称:采选工程、二级建造师矿业工程。