

露天开采矿山采矿技术及安全研究

王东荣 王伟

天博辰业矿业有限公司, 新疆 博尔塔拉蒙古自治州 833400

[摘要] 随着全球经济发展和资源需求增加, 露天开采以高效的生产率和低成本的优势成为主要的矿业开采方式, 尤其在煤炭、铁矿石和铜矿等领域广泛应用。尽管露天开采以其高效和低成本而广受青睐, 却面临日益严重的环境问题, 例如土地破坏和水资源管理挑战。同时, 安全管理也变得复杂多样, 涉及风险控制、设备安全以及员工安全意识等多个方面的挑战。本文将重点分析这些关键问题, 并探讨如何通过技术创新和有效管理措施实现矿山运营的可持续发展和社会责任的履行。

[关键词] 露天开采; 采矿技术; 安全措施

DOI: 10.33142/ec.v7i9.13350

中图分类号: TD824.7

文献标识码: A

Research on Mining Technology and Safety of Open-pit Mining

WANG Dongrong, WANG Wei

Tianbo Chenye Mining Co., Ltd., Bortala Mongol Autonomous Prefecture, Xinjiang, 833400, China

Abstract: With the development of the global economy and increasing demand for resources, open-pit mining has become the main mining method due to its high productivity and low cost advantages, especially widely used in coal, iron ore, and copper mines. Although open-pit mining is widely favored for its high efficiency and low cost, it faces increasingly serious environmental problems, such as land destruction and water resource management challenges. At the same time, safety management has become complex and diverse, involving multiple challenges such as risk control, equipment safety, and employee safety awareness. This article will focus on analyzing these key issues and explore how to achieve sustainable development of mine operations and fulfill social responsibility through technological innovation and effective management measures.

Keywords: open-pit mining; mining technology; safety measures

引言

露天开采作为一种高效、低成本的矿业开采方式, 在全球范围内广泛应用。随着资源枯竭和环境保护压力增加, 如何在保证经济效益的同时有效管理安全风险成为当前矿山运营的关键挑战。通过深入探讨露天开采矿山的技术和安全管理策略, 为行业提供理论支持和实践指导。

1 露天开采矿山采矿技术

1.1 开采范围确定

确定露天开采矿山的开采范围是一个关键的决策过程, 直接影响到开采效率、资源利用率以及环境影响的控制。首先, 考虑到矿床的地质特征和结构, 包括矿体的形态、深度和分布规律, 通过详尽的地质勘探和资源评估, 可以精确划定出矿床的空间范围和分布情况。这一步骤对于制定合理的开采方案至关重要, 能够有效减少不必要的开采浪费和资源损失。其次, 考虑到环境保护和社会责任的要求。在确定开采范围时, 必须充分考虑到矿山周边的生态环境和社区居民的生活安全。合理的开采范围应避免对周边环境造成不可逆转的破坏, 并确保采矿活动对当地社区的正面影响。进一步考虑到开采技术和设备的限制和能力, 不同的开采技术对于开采范围的要求不同, 有些技术更适合于大规模的开采, 而有些则更适合于复杂地质条件下的局部开采。通过综合考虑技术、设备和经济因素, 可以确定出最优的开采范围,

确保开采活动的高效进行。最后, 考虑到未来的发展需求和资源可持续利用的要求, 在确定开采范围时需要考虑到长远的资源供应和开采可持续性的问题。通过科学规划和精细管理, 可以实现资源的可持续开发, 延长矿山的生命周期, 同时最大化资源的利用效率和经济效益。

1.2 开采方式选择

在露天开采矿山中, 选择适当的开采方式对于有效利用资源、提高生产效率和保证安全至关重要。开采方式的选择直接影响到矿石的开采成本、能耗以及环境影响。首先, 针对不同类型和深度的矿床, 需要考虑到地质特征和矿体形态。例如, 对于较浅且均匀分布的矿床, 常采用传统的露天采矿方法, 通过机械化设备进行地表剥离和装运。这种方法操作简便, 适用于开采大规模矿体, 并能够有效降低能源消耗。其次, 针对深部矿床或矿体复杂的情况, 可能需要采用更复杂的开采方式, 如坡道开采或者开采立坑。这些方法通常涉及更高的工程技术和设备投入, 但能够有效减少地表扰动和环境影响, 同时提高资源的开采率和回收率。坡道开采通过修建斜坡通道连接地表和深部矿体, 提供稳定的运输通道, 适用于埋藏较深且形态复杂的矿床。它能够分阶段逐层开采矿体, 避免大规模开采的高风险和高成本, 减少地表扰动保护生态环境。开采立坑则通过垂直或近垂直的竖井直接通向深部矿体, 适用于深度

较大且形态垂直的矿体。通过垂直运输系统，矿石和废石可以高效、安全地运输到地表，虽然建设成本和技术要求较高，但能显著提高开采效率和资源回收率，同时减少地表面积的占用和扰动，降低环境影响。此外，随着技术的发展，一些先进的开采方法如高精度测量技术和自动化设备的应用逐渐成为选择。这些技术不仅能够提高开采的精度和效率，还能够减少人为操作的风险和工作环境的危险性。

1.3 采剥工艺选择

在露天开采矿山中，选择适合的采剥工艺是确保高效、安全和环保开采的关键步骤。采剥工艺直接影响到矿石开采成本、运输效率和环境影响的控制。常见的采剥工艺包括传统的剥离装运和现代化的大型装载机械作业。传统的剥离装运适用于表面浅、矿体均匀的矿床，通过挖掘机等设备直接剥离和装运矿石至处理设施^[1]。这种方法操作简便但需要大量机械设备和人力，适合规模较小的矿床或初期开采阶段。现代化的大型装载机械作业则逐渐成为主流选择，包括挖掘装载机 and 卡车，能够在深度较大的矿体中高效剥离和运输。这些设备具备高装载能力和运输效率，降低单位矿石开采成本，减少能源消耗和环境影响。此外，自动化和智能化技术的应用，如自动驾驶卡车和智能化调度系统，进一步提升了作业安全性、精度和资源利用率。

2 当前露天采矿安全管理存在的问题

2.1 风险管理不足

当前露天采矿安全管理中存在着多方面的问题，其中主要之一是风险管理不足。在露天采矿作业中，由于作业环境复杂、设备运行大规模和天气条件多变等特点，风险隐患层出不穷且多样化，需要有效的管理策略来应对。首先，缺乏全面的风险评估和分析是一个突出的问题，在开采前期不完善的地质勘探和工程评估可能导致对潜在风险的识别不足，无法全面预见和评估可能发生的安全隐患。例如，未能准确评估边坡稳定性或地质结构变化可能导致滑坡或塌方等事故发生。其次，作业过程中的风险控制措施不够完善也是一个问题，尽管现代化设备和技术的使用可以提高生产效率，但在风险管理上仍可能存在疏漏。例如，未能及时维护和更新老化设备，或者忽视作业人员的安全培训和意识教育，可能导致设备故障或操作失误进而引发事故。此外，管理层面的风险沟通和监督不足也是问题的一个方面，在采矿企业中信息沟通和决策层面的透明度和效率对于风险管理至关重要。如果管理层未能充分了解现场的实际情况，或者未能及时响应现场工作人员的安全反馈，可能会导致风险控制措施的滞后和不足。

2.2 安全技术设备落后

当前露天采矿中面临的另一个重要问题是安全技术设备的落后。在现代露天采矿中，安全技术设备的更新换代直接影响到作业人员的安全和生产效率。首先，部分露天采矿企业使用的设备可能已经过时，无法满足现代化安

全标准和要求。这些设备可能缺乏最新的安全保护功能或监测系统，不能有效应对复杂的作业环境和突发事件。其次，落后的安全技术设备可能导致操作风险增加和事故频发。例如，老化的设备可能存在故障率较高、精度不足或响应速度慢的问题，这些都可能导致操作人员在作业过程中面临更大的安全风险。另外，由于技术设备的落后，企业可能面临着维护成本高昂和效率低下的挑战。老旧设备的维修和保养可能需要更多的时间和资源投入，从而影响到生产计划和运营效率。最后，安全技术设备落后还可能阻碍企业在安全管理和监控方面的创新和进步。现代化的安全技术设备不仅可以提升安全性能，还可以实现数据的实时监控和分析，帮助企业更加有效地管理风险和应对突发事件。

2.3 人员安全意识不足

在当前露天采矿中，人员安全意识不足是一个显著的问题。尽管现代技术和设备在提高安全性能方面发挥了重要作用，但如果作业人员缺乏足够的安全意识和行为规范，仍然会面临潜在的安全风险和事故发生的可能性。首先，安全意识不足可能导致作业人员对潜在危险和安全风险的认知不足或忽视。例如，未能正确理解和遵守安全操作规程、未能认真执行安全防护措施，或者对工作环境中存在的潜在风险缺乏警觉性，都可能导致意外事件的发生。其次，缺乏足够的安全意识可能影响到事故应急响应和处理的能力。在面对突发事件或紧急情况时，如果作业人员未能迅速有效地采取正确的应对措施，可能会加剧事故的严重程度或延长事故后果的影响范围。此外，安全意识不足还可能反映在个体和团队之间的沟通和协作上。缺乏安全意识的人员可能未能积极参与安全培训和教育活动，也未能能在日常工作中与他人分享安全经验和实践，从而影响到整体团队的安全文化建设和共同维护。

3 露天开采矿山采矿技术安全措施

3.1 爆破作业安全

在露天开采矿山中，爆破作业安全是确保生产效率和保障人员安全的关键环节。爆破作业涉及到大量的爆破剂、炸药以及精确的操作技术，必须严格遵守安全规程和操作标准，以防止事故的发生并最小化环境影响^[2]。首先，爆破作业前需要进行详尽的安全评估和计划，这包括对爆破场地、周围环境以及人员和设备的安全状态进行全面检查和评估，通过分析地质结构、周边设施和居民区域等因素，确定安全的爆破设计和作业方案，以确保爆破作业的可控性和安全性。其次，爆破作业过程中需严格遵守爆破方案和操作程序，操作人员必须具备专业的技能和经验，确保炸药装置、引爆系统和监测设备的正确设置和调试。同时，需要保证爆破参数的准确计算和控制，如炸药量、装药密度、起爆序列等，以最大限度地减少振动、飞石和声波等对周边环境和设施的影响。另外，爆破作业现场的安全管理和监控也至关重要，通过建立有效的安全防护措施，包

括限制作业区域、实施临时封闭和警告通告、安装安全警示标志等，确保作业人员和周围人员的安全。同时，利用先进的监控技术和实时数据反馈系统，及时掌握作业现场的安全状态和变化，以便实时调整和应对可能的安全风险。

3.2 边坡稳定措施

在露天开采矿山中，边坡稳定措施是确保矿山边坡安全和持续稳定的重要环节。由于矿山地质条件复杂、采矿活动引起地质变动，边坡稳定性的维护对于防止坍塌、滑坡和地质灾害等风险至关重要。首先，边坡稳定措施的设计和实施需要基于详尽的地质勘探和工程地质评估。通过对地层构造、岩性特征、地质断裂和地形起伏等因素的深入分析，确定矿山边坡的稳定性评级和潜在风险点，为后续的稳定措施提供科学依据。其次，针对不同类型和规模的边坡问题，采取合适的工程治理措施是关键，这些措施包括岩体支护、土方整形、边坡防护网的安装、排水系统的优化等。例如，对于高陡度边坡，可以采用钢筋混凝土桩、锚杆和防护网等技术手段，增强岩体的稳定性和抗坍塌能力。此外，边坡稳定措施的实施过程中需严格遵守相关的安全操作规程和施工标准。操作人员必须具备专业的技能和经验，确保施工过程中不会造成二次破坏或安全事故。同时，通过定期的监测和评估系统，对已实施的稳定措施进行效果评估和调整，以保证长期稳定性和安全性。

3.3 设备操作安全

设备操作安全在露天开采矿山中是确保生产效率和保障人员安全的关键要素。由于矿山作业涉及大型机械设备和复杂的操作环境，设备操作安全的重要性不可忽视。首先，设备操作安全需要依赖于经过专业培训和持证上岗的操作人员，这些操作人员必须具备良好的技术技能和操作经验，了解设备的使用规范和安全操作流程。他们应能够正确理解和执行操作手册中的各项指导，确保设备在安全、高效的状态下运行。其次，设备操作安全也涉及到设备本身的设计和维修，矿山设备应具备稳定可靠的性能，包括制动系统、紧急停车装置、防护装置等安全关键部件的功能完善。设备的定期检修和维护工作，对于预防设备故障和意外事故具有重要意义。此外，设备操作安全还需要建立完善的作业管理制度和安全规章制度，这包括设备作业前的安全检查和设备启动前的预操作检查，确保设备在使用前的安全性能和操作可靠性^[3]。同时，通过严格的作业流程控制和现场监控，及时发现和处理潜在的安全隐患，有效预防设备操作中可能出现的风险和事故。最后，设备操作安全还需要作业现场的安全文化和安全意识的普及。通过定期的安全培训和教育，提升全体员工的安全意识和责任感，建立起“安全第一”的理念和行为准则，从而共同保障设备操作过程中的安全性和高效性。

3.4 环境保护与社会责任

在露天开采矿山中，环境保护与社会责任是企业可持续发展的重要组成部分，也是保障周围社区和生态环境的基本要求。开采活动可能对周围的土壤、水体、空气和生态系统产生影响，因此，有效的环境保护措施和社会责任承诺是必不可少的。首先，环境保护在露天开采中体现为多层次的措施和策略，这包括合理的采矿规划和设计，减少土地破坏和生态系统破坏的可能性。通过采用先进的环境监测技术，定期监测和评估开采活动对周围环境的影响，及时采取有效的治理和修复措施，最大限度地减少环境污染和生态破坏。其次，社会责任的履行是露天开采企业的重要义务，这涵盖了与当地社区的良好关系建立和维护，通过社会投资、就业机会提供和基础设施建设等方式，回馈当地社区，促进社会经济的可持续发展。同时，积极参与社会公益事业和地方政府的合作，推动当地社区的发展和改善居民的生活质量。此外，环境保护与社会责任还体现在企业内部管理和文化建设中。企业应建立健全的环境管理体系和社会责任管理制度，设立专门的部门或职能来负责环境保护和社会责任事务。通过员工培训和教育，提升员工的环保意识和社会责任感，推动企业内部的可持续发展理念贯彻到每一个工作环节中。

4 结语

在露天开采矿山的探讨中，我们深入分析了采矿技术选择、安全管理挑战及相关的安全措施。通过探讨开采方式、范围确定和采剥工艺选择，我们揭示了如何优化资源利用和提高生产效率的关键策略。当前面临的风险管理不足、安全技术设备的落后以及人员安全意识的挑战，凸显了安全管理的紧迫性和重要性。针对这些问题，我们强调了爆破作业、边坡稳定、物体打击防范、设备操作安全以及环境保护与社会责任等方面的关键措施，这些措施不仅关乎生产效率，更直接影响到员工安全和环境可持续性。在未来的矿山运营中，我们必须坚持技术创新和安全管理的双重并重，持续改进和实施高效的安全措施，以确保矿山作业的可持续发展和社会责任的全面履行。通过这些努力，我们将为行业的发展注入动力，同时为环境保护和社会发展作出积极贡献。

[参考文献]

- [1] 额尔登夫. 露天开采矿山采矿技术及安全[J]. 内蒙古煤炭经济, 2022(16): 115-117.
 - [2] 魏国栋, 甄东升, 刘站言. 露天开采矿山采矿技术及安全探讨[J]. 内蒙古煤炭经济, 2022(4): 97-99.
 - [3] 鲍玉进, 彭亮, 翟昂, 等. 露天开采矿山采矿技术及安全研究[J]. 世界有色金属, 2021(16): 42-43.
- 作者简介: 王东荣(1986.8—), 男, 学历: 本科, 毕业院校: 中国地质大学(北京), 所学专业: 资源勘查, 目前职称: 采矿中级工程师, 目前就职单位: 天博辰业矿业有限公司。