

非金属露天矿山主要生产工艺及其特征

文 / 程 龙 汉中西乡尧柏水泥有限公司

摘要: 在非金属露天矿山建设阶段, 面临着严峻的安全事故风险, 包括意外物体碰撞、山体突发崩塌、冒顶片帮等地质灾害, 以及高空作业引发的高空坠物等危险。针对频繁发生的安全事故, 本文旨在对非金属露天矿山的主要生产工艺及其特征进行系统性分析, 从而为矿山管理的优化, 以及安全事故的预防, 提供科学的参考依据。

关键词: 非金属露天矿山; 生产工艺; 特征

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.01.124

前言

在非金属露天矿山的建设过程中, 安全管理工作是一项复杂且艰巨的任务。只有通过全面深入分析生产工艺及其特征、强化安全教育与制度建设、加大对安全技术与设备的投资等多方面的协同努力, 才能有效预防各类安全事故, 保证矿山生产的顺利进行。通过深入探讨生产工艺流程中的关键环节, 可以更清晰地认识到安全生产的重要性, 并据此制定出更为科学合理的管理策略。

一、非金属露天矿山开采内容

(一) 主要内容

其一, 穿孔、爆破作业也被称之为土壤松化预处理, 其顺利实施依赖于事前进行的详尽地质勘探, 为科学地穿孔及爆破提供可靠的数据支持。特别是在矿石富集的岩石区, 需实施灵活的爆破计划, 以保证有效地破碎岩石, 从而为重型机械设备的顺利进场, 以及后续的高效作业创造必要的条件。在某些特殊地质条件下, 还可能采取防冻措施, 或者是土壤松化处理, 增强作业的安全性, 降低重机械作业对环境的影响, 提高生产的稳定性。其二, 采装作业在现代化的采矿机械有很广泛地运用, 它通过高效的机械化方式深入地下, 挖掘出岩石中蕴含的非金属矿物及剥离物。所开采的物料需要迅速有效地转移至运输设备。若采用倒堆生产模式, 则可通过“铲挖”作业取代传统的“装载”流程, 直接剥离出富含非金属矿物的岩石, 并将其留置于预设的排土场。此举不但可以简化作业流程, 还能显著提高生产效率。其三, 运输处理方面, 其工程的内容主要包括对从矿山开采得到的岩石、矿石及剥离物的分类和运输。其中, 矿石以及一些剥离物, 会根据其最终用途分别送至指定的堆放区域。通常情况下, 剥离物会集中转运至排土场, 而矿石则需送往加工厂进行进一步加工。在此过程中, 采掘设备不但可以负责开采作业, 还需要承担倒堆开采期间相关产品的短途运输任务。以此确保开采过程的连续性, 使矿山作业流程变得更为有序进行。其四, 排土和卸矿作业中, 通常需要根据露天矿场的整体布局, 将矿石准确地卸载到指定的卸矿地点。同时, 剥离物会有序堆放在设定的排土场中, 以待后续处理或进

一步利用。上述操作流程, 可以保证开采活动的有序进行, 为矿山的可持续发展提供可靠的保障^[1]。

(二) 辅助内容

其一, 润滑技术的运用中, 需要通过科学的润滑剂选择、合理的润滑周期以及优化的润滑方式, 进一步降低设备磨损, 并减少故障发生的概率, 从而保证生产活动的连续性。例如, 采用先进的润滑技术, 一方面, 可以减少机械组件间的摩擦, 另一方面, 也能延长设备的使用期限, 同时提升运行效率, 从而有效降低设备维修或者更换的费用支出。其二, 动力输出与供应稳定性方面。为保证电力、燃油等各类能源的平稳供应, 需建立高效的能源分配和调度机制, 以便能应对生产高峰时期或者突发情况下, 准确地判定能源需求的波动方向。例如, 在生产高峰季节, 通过合理预判能源需求, 并提前做好储备和调控, 可以有效避免因能源短缺而导致生产停滞, 从而提升整体操作效率。其三, 场地平整与基础设施的维护方面。随着矿山开采作业的持续推进, 场地条件可能会随之变化, 要求管理者进行及时的规划, 找准应对措施。定期进行场地平整, 并结合生产进度调整及优化线路配置, 以保证机械设备顺利进出作业区域。同时, 还需加强对线路的维护修建, 以避免因线路故障造成的生产中断, 从而保证生产的流畅性^[2]。

二、非金属露天矿山开采中面临的主要风险

(一) 爆破风险

露天矿山的开采环境中, 充满各类挑战和风险, 而穿孔爆破作业因其固有的高风险特性, 而受到格外关注。因此, 保证生产安全、提升爆破作业整体效率的前提是严格遵循相关操作规范并采用科学合理的技术方案。这包括使用非电导爆管起爆系统以及特定型号的岩用炸药, 比如2#炸药, 以尽量降低爆破过程中的安全风险。炸药作为矿山建设中不可或缺的关键物质, 具有极高的危险性, 因此在其应用的每一个环节都需要特别谨慎。炸药运输、妥善储存及最终使用的每个步骤, 都隐藏着不容忽视的风险。如果在运输过程中发生意外碰撞, 或储存与管理不当, 以及在操作时出现失误, 都可能引发灾难性的爆炸, 给人员、设备甚至环境造成不可

估量的损失^[3]。

为规范爆破作业流程并减少人为失误导致的风险，相关的管理部门，需要制定《爆破安全规程》及相关操作规程。虽然有明确的指导规程，但不规范操作行为依然存在。无论是简化操作步骤、执行顺序混乱，还是对规程的误解，都会成为引发生产安全事故的潜在原因。因此，加强操作人员的安全意识，保证他们熟练掌握并严格遵循规程，是提高爆破作业安全性的重要保障。

在爆破过程中，人为因素的影响同样不容小觑。不同矿山的特性及爆破范围的具体要求，在制定爆破方案时都需详细考虑。一旦设计方案存在缺陷，或实际操作偏离既定方案，甚至因员工思想松懈而出现疏忽，都可能埋下安全隐患，诱发安全生产事故。因此，增强对爆破方案的审核以及监督力度，提升员工的责任感与专业素养，成为预防人为风险的重要措施^[4]。

此外，值得注意的是，爆破过程可能会存在盲炮或余炮等潜在风险。这些未完全爆炸的炸药如同潜在的定时炸弹，随时可能引发新的爆炸。如果工作人员在未确认安全的情况下贸然处理，这样的举动极有可能导致突如其来的爆炸及严重伤亡。因此，必须建立健全的盲炮处理机制，保证在专业人员的指导下安全处理。

（二）设备风险

在矿山建设及开采的广阔领域内，各式机械设备扮演着举足轻重的角色。这些设备种类繁多，涵盖起重机、输送机、通风机与排水机等基本设施，以及凿岩机、潜孔钻机及空压机等专业核心机械。它们共同构成矿山高效运作的全过程。然而，随着机械设备使用的普遍化，随之而来的机械伤害风险亦随之显现，这成为矿山安全管理中不容忽视的重要因素^[5]。

机械伤害行为潜在的威胁，常见于多个层级。操作人员在工作中的不当行为往往是导致此类伤害的主要原因。在矿山作业环境下，不少机械设备仍然需要依赖人工直接控制。如果操作员技能不足、疏忽大意或违反操作规程，就可能引发一系列违规操作的风险。同时，一些操作人员对自我保护的意识较薄弱，未能采取有效的个人防护措施，导致职业暴露的风险显著增加。长期以来，若机械设备得不到及时地维护检修，将因磨损老化等因素导致性能下降，最终在作业中失控，从而引发安全事故。特别需关注的是，在大型设备出现突发故障且难以移动的情况下，维修人员的作业环境可能充满未知的危险。例如，地质变动可能导致的塌方、滑坡等自然灾害，随时威胁到维修人员的生命安全。同时，衣物、肢体及头发被机械卷入的意外事故时有发生，这进一步增加机械伤害的风险。

此外，机械设备自身所存在的安全隐患同样必须引起重视。在矿山建设的初期，若机械设备选择不当或外围防护措施缺失，便可能埋下安全隐患。一些设备因强

度不足而无法承受岩石等恶劣工况的考验，易出现变形或者损坏等问题。机器内部的传动部件若暴露在外并未得到有效保护，在运行中可能会导致螺丝松动或脱落，这直接威胁到周围人员的安全。同时，设备在长期运行过程中，如果缺乏必要的维护保养，将会导致性能下降并出现故障，甚至保险装置也可能失效。一旦发生故障，设备将无法及时停机，进而引发更严重的后果。更严重的是，超负荷运行，不但可能会加速机械的磨损，还可能因过热或零部件断裂等问题，直接造成安全事故，从而给矿山的生产带来巨大的经济损失^[6]。

三、非金属露天矿山主要生产工艺及其特点

（一）机械开采

在分析矿山开采运作机制时，物料处理系统发挥着关键的作用。其一，起重机械开采模式作为矿山作业的核心，其技术类别丰富多样，涉及高效的带式机械运输、灵活的多斗挖掘机技术以及科学的土壤排土系统。这些技术工艺通常需要遵循特定的流程，然后由专业的技术人员进行操作，进而保证开采工作的顺利进行。其二，物料运输的效率提升方面，要求在设备配置上做出明智的选择。比如，可以将轮斗挖掘机与带式输送机及排土机巧妙结合，或者将链斗挖掘机与排土桥、带式输送机及排土机等多种设备协同作业，从而显著提高物料处理的效率与稳定性。其三，间断模式开采技术依据矿山的实际情况及矿石特性，灵活采用间断或循环的作业方式，包含矿石的阶段性运输、开采及排土等环节的顺畅交替。这种技术模式的循环生产特性，可以使设备配置更偏向于单斗挖掘机、运输汽车及排土犁等的组合应用。根据矿山的特定需求及运输条件进行这些设备的灵活配置，从而最大限度地提升生产效益。虽然间断模式在灵活性上表现出色，但整体上，矿山开采技术更倾向于联合模式，以融合多种技术的优势，实现更高的生产效率。其三，在半连续开采的趋势更加明显^[7]。它不但可以基于物料开采流程，还通过进一步优化设备组合，如单斗挖掘机、运输汽车与带式输送机、排土机的协同作业，保障作业的连续性，同时保证物料运输的高效性。它可以灵活应对不同矿山的实际情况，通过优化设备配置，使开采效率与成本控制之间实现最佳平衡。其四，近年来，倒堆式开采作为一种日益流行的开采方式，以其独特的作业特点引发广泛关注。在这一模式下，整个开采过程高度依赖于特定的机械设备，例如拉铲或大型剥离机械铲，通过科学的操作流程完成安装、运输及排土等多个技术环节。

（二）水力开采

由于中国幅员辽阔、地质环境繁杂，各类矿山的地质特性均表现出独特的特色。因此，对于这些明显特征的矿山，全方位引进水力开采技术，显得尤为必要。

其一，在具体矿山开采实践中，若以挖掘机作为主要作业工具，就必须对各种非金属矿产的特性，以及分

布情况进行详尽分析。基于此，施工人员，需依托科学理论及实际地质条件，挑选适合本施工项目挖掘开采的仪器设备，以保证技术作业能在水下环境中高效且安全地进行。其二，针对那些相对松散且广泛分布的岩层，施工人员还可以推广适用水枪开采工艺。利用水枪作为冲击工具，可以对目标岩石进行强力的冲击，从而实现有效地破碎。水力冲击与破碎的结合方式，不但效率高，还能降低传统方法中可能出现的风险。在后续资源运输中，借助水力的强大搬运能力，可以迅速将开采区域的矿产资源输送到指定地点的非金属露天矿山^[8]。

四、非金属露天矿山生产作业管理措施

(一) 生产管理

在非金属露天矿山的开采流程推进中，首先，要对作业模式及其独特特征进行深入分析。以此加深施工人员对矿山开采的理解，保证对每个环节的准确把握，还为后续工作奠定坚实的理论基础。其次，通过细致地研究，相关的技术团队可以对相关的生产技术工艺流程，产生很深的理解，并为后续灵活运用这些技术，做好前期铺垫。其中，开采流程涵盖多个关键步骤，包括科学的结构穿孔、严格的定向爆破、细致的技术填装，以及材料运输及土壤处理等。每一个环节在整体过程中都起着不可或缺的作用。因此，相关的施工人员，必须充分认识到各个阶段均潜藏着挑战，关注这些关键生产环节，以保证高效地生产作业，可以克服可能出现的各类障碍。

随着生产进程的推进，安全管理的重要性不容忽视。有效的安全管理，不但可以保证矿山作业平稳进行的基础，也是构建安全生产文化的关键所在。首先，应将矿产生产安全性作为首要任务，实施一系列有效措施保障作业安全。例如，应定期评估边坡稳定性，及时识别及管理潜在风险，以预防因边坡失稳引发的安全事故。其次，需要密切关注气候变化，合理运用气象预报信息，提前做好应对措施，以最大限度降低自然环境对矿山作业的影响。最后，进行安全培训教育，保证操作人员熟悉设备及作业流程，以降低操作风险，这也是至关重要的。通过这些努力，可以保证生产活动的顺利进行，并有效提升矿山开采的整体安全性，为矿山的可持续发展打下坚实基础，也为矿产资源的高效利用以及环境保护之间的平衡创造良好条件。

(二) 非生产管理

非金属露天矿山的建设和开采活动是作为一项复杂且系统的工程，为更好地完善生产管理体系，也需要加强非生产管理措施的运用。其一，从宏观角度来看，保证现场各类资源的及时与足量供应，是保证项目顺利进行的基础。其中，包括各类项目规划、关键设备，还涵盖基本物资。因此，项目管理者需具备强大的协调能力，预测并妥善应对可能的物资短缺风险，以保证生产链条的连续性。

其二，在技术层面，非金属露天矿山的开采工序对技术人员的综合素质提出全面的挑战。他们不但可以深入掌握工程质量管理，保证开采活动严格遵循既定标准及规范，同时还需科学把握施工进度，以期在效率与质量之间找到平衡。其三，施工人员的高效管理同样至关重要，其涉及人员的合理调配、团队的协作与激励机制的健全，以激发每位参与者的潜力，共同全面推动项目的顺畅实施。值得强调的是，安全管理监督在矿山建设中占据不可或缺的核心地位。无论是各个职能部门还是技术人员，在进行技术操作和资源采集时，应始终将安全放在首位，严格遵循操作规程，并保持高度警惕，敏锐地识别并消除潜在的安全隐患。因此，项目团队需要建立完善的安全管理体系，包括定期进行安全检查、隐患排查、风险评估以及应急预案的制定，以保证在突发事件发生时，可以快速反应，有效遏制事态的发展，从而保障人员安全和财产保护。

结语

总结而言，面对非金属露天矿山开采领域的安全问题时，相关的企业应采取科学且严谨的态度，深入分析该领域的生产工艺特性，全面评估各类风险因素，并据此制定切实有效的解决方案。通过技术创新、管理优化以及全面的员工培训等多方努力，可以进一步提升矿山开采的安全性，为全面推动我国经济的持续健康发展作出重要贡献。

参考文献

- [1] 张兆长, 李岩, 南贵军. 河北省非金属露天矿山水平分层式开采探索与实践[J]. 中国矿业, 2024, 33(06): 203-209.
- [2] 滑东建. 金属非金属矿山开采现场安全管理控制[J]. 中国金属通报, 2023, (12): 19-21.
- [3] 张信平. 绿色矿山建设对非金属矿山勘查与开采具有重要意义[J]. 冶金管理, 2023, (20): 81-85.
- [4] 董岩峰, 邱慧远, 武宠望, 刘保军, 田国涛, 贾卫东, 张洋洋, 陈安国, 宋泽峰, 王丰翔. 打造“四化三体系”, 建设建材非金属矿山绿色矿山建设模式——以太行华信石灰石矿为例[J]. 河北地质大学学报, 2023, 46(05): 89-95.
- [5] 孙利清, 何毅, 杜永强. 通过开采面积验证露天采矿生产能力之探讨[J]. 内蒙古科技与经济, 2022, (23): 122-123.
- [6] 吴绍咏. 金属非金属矿山安全标准化建设应注意的几个问题[J]. 中国金属通报, 2022, (07): 147-149.
- [7] 龚志勇, 张杰, 涂秉峰. 建材非金属露天开采矿山创建绿色矿山的思路探讨[J]. 资源环境与工程, 2021, 35(02): 264-268.
- [8] 张广波. 露天非金属矿山智能化平台建设方案探讨[J]. 中国非金属矿工业导刊, 2021, (03): 66-69.