

露天矿山开采爆破与安全管理策略

黄道新

福建成森建设集团有限公司 福建 龙岩 364000

摘要: 本文聚焦露天矿山爆破作业。首先阐述其作业特点,包括环境开阔易受自然条件制约、规模大危害效应强、工序复杂;接着介绍常用爆破技术,如浅孔、深孔、预裂爆破;然后分析安全管理现状,如人员意识技能不足、设备设施管理不到位、制度执行不力;最后提出加强人员、完善设备设施及优化技术与安全管理体系等安全管理策。

关键词: 露天矿山; 爆破技术; 安全管理; 风险防控; 爆破安全

引言: 露天矿山开采中,爆破作业作为关键环节,其特点鲜明,对安全与效率影响重大。然而,当前露天矿山爆破作业在人员、设备设施及安全管理制度等方面存在诸多问题。为保障露天矿山开采爆破作业安全有序开展,有必要深入剖析其特点,明确现存问题,并针对性地制定科学有效的安全管理策略,以推动行业健康发展。

1 露天矿山爆破作业特点

露天矿山爆破作业作为矿山开采中的关键环节,与地下矿山及其他工程爆破相比,呈现出诸多独特且显著的特点,深刻理解这些特点对于保障作业安全、提升开采效率至关重要。(1) 露天矿山爆破作业环境具有相对开阔性,这为爆破操作提供了一定的空间便利。然而,这种开阔环境也使其极易受到地形、气候等自然条件的制约。地形方面,复杂的地貌,如陡峭的山坡、深谷等,会增加爆破设计的难度。例如,在山坡地带进行爆破时,炸药的能量分布会因地形起伏而改变,可能导致部分岩石无法按预期方向崩落,甚至引发滚石等次生灾害。气候因素对露天矿山爆破作业的影响更为直接和显著。大风天气会使爆破产生的飞石飘散方向和距离难以预测,增加飞石对周边人员和设施造成伤害的风险;暴雨天气不仅会使作业场地泥泞不堪,影响人员和设备的正常作业,还可能导致炸药受潮,降低其爆炸性能,甚至引发拒爆等危险情况;雷电天气更是露天矿山爆破作业的“大敌”,雷电可能引发炸药的早爆,给作业人员带来灭顶之灾。(2) 露天矿山爆破规模通常较大,单次使用的炸药量众多。这一特点决定了爆破会产生更为强烈的危害效应。爆破产生的地震波会对周边地质结构造成扰动,可能引发山体滑坡、地面塌陷等地质灾害,对附近的矿山道路、采矿设备等基础设施造成破坏。冲击波的能量巨大,会对周围的建(构)筑物产生冲击,导致墙体开裂、结构损坏等问题。飞石则是露天矿山爆破作业中最直接的安全威胁,其飞行距离远、速度快,一

旦击中人员或设备,后果不堪设想。(3) 露天矿山爆破作业工序复杂,涵盖了穿孔、装药、填塞、联网、起爆等多个紧密相连的环节。穿孔作业的质量直接影响到炸药的装填效果和爆破能量的分布;装药环节需要精确控制炸药的种类、用量和装填方式,稍有不慎就可能导致爆破效果不佳或出现安全隐患;填塞作业能够保证炸药能量的有效利用,减少飞石的产生;联网和起爆环节更是关键,任何一个线路连接错误或起爆时间偏差,都可能引发安全事故^[1]。

2 露天矿山常用爆破技术

2.1 浅孔爆破技术

浅孔爆破在露天矿山开采里应用广泛,尤其适用于小型矿山开采、场地平整以及二次破碎作业。其炮孔直径通常小于75mm,孔深小于5m。(1) 浅孔爆破优势显著。操作简单是其一大特点,施工设备相对常规,对操作人员技术要求不高,经短期培训即可上手。它还具备高灵活性,能根据实际地形和爆破需求,灵活调整炮孔位置、角度与深度。而且,由于炮孔规模小,爆破产生的振动、飞石等危害效应相对较弱,对周边环境影响较小,在靠近居民区或对环境敏感区域作业时优势明显。(2) 在实际操作中,施工人员可根据岩石特性与爆破要求,合理选择炸药类型和装药量。例如,对于坚硬岩石,可选用威力大的炸药;对于需控制飞石的作业,适当减少装药量。同时,通过调整炮孔间距、排距和起爆顺序,能进一步优化爆破效果。合理间距和排距可使岩石破碎均匀,科学起爆顺序能降低振动对周边岩体的影响,提升爆破安全性。(3) 浅孔爆破也存在局限。效率相对较低,因炮孔直径和深度小,每次爆破方量有限,大规模露天矿山开采需钻凿大量炮孔,导致劳动强度大、施工周期长、成本增加,故在大规模开采中应用受限。

2.2 深孔爆破技术

深孔爆破是露天矿山大规模开采的主流方法,炮孔

直径一般为75-310mm,孔深大于5m。(1)深孔爆破优势突出。一次爆破方量大,能满足露天矿山高强度开采需求,大幅提升生产效率。与浅孔爆破相比,减少了炮孔钻凿数量,降低了劳动强度和施工成本。同时,炸药能量得到更充分利用,单位炸药消耗量降低,开采成本下降。(2)在深孔爆破作业中,精确设计炮孔布置参数至关重要。孔深、孔径、孔间距、排距等参数需综合考虑岩石性质、开采要求和爆破效果。合理孔深和孔径保证炸药能量有效释放,科学孔间距和排距使岩石破碎均匀,减少大块率。此外,合理选择炸药品种和装药结构是保证爆破效果的关键。不同岩石需不同类型炸药,装药结构设计影响炸药能量分布和爆破效果,如连续装药、间隔装药或耦合装药等,可根据实际情况调整。(3)深孔爆破要注重起爆网络设计。采用合理起爆顺序和延时时间,可减少爆破振动和飞石危害。分段起爆使爆破能量逐步释放,降低振动对周边岩体和建筑物的影响,控制飞石飞行距离,确保作业安全^[2]。

2.3 预裂爆破技术

预裂爆破是重要控制爆破技术,主要用于露天矿山开采中保护边坡稳定和控制爆破边界。(1)在露天矿山开采时,为保持边坡稳定,防止滑坡、崩塌等地质灾害,需在主爆区爆破前,沿设计轮廓线先爆出一条贯穿裂缝,即预裂爆破。预裂缝能缓冲、反射开挖爆破振动波,控制振动对保留岩体的破坏,获得平整开挖轮廓。(2)预裂爆破关键在于合理选择预裂孔参数。孔距、孔径、装药量、装药结构等参数需根据岩石性质、边坡要求和爆破效果精确设计。孔距过大会使预裂缝不连续,无法有效缓冲振动波;孔距过小则增加钻孔成本和难度。装药量和装药结构影响预裂缝形成效果,合理装药量保证预裂缝宽度和深度符合要求,科学装药结构提高炸药能量利用率。(3)要保证预裂孔钻孔精度,确保预裂缝连续性和完整性。钻孔时需严格控制角度、深度和位置,避免偏差,只有保证预裂缝质量,才能有效保护边坡稳定,提高露天矿山开采安全性和可靠性。

3 露天矿山安全管理现状

3.1 人员安全意识与技能不足

在露天矿山爆破作业中,人员是核心要素,但部分从业人员安全意识淡薄的问题较为突出。他们对爆破作业潜在的危险性缺乏深刻认知,存在严重的侥幸心理。在日常操作中,违规操作现象屡见不鲜,例如不按规定佩戴个人防护装备、在未确认安全的情况下提前进入爆破警戒区域等。这些违规行为犹如一颗颗定时炸弹,随时可能引发安全事故。同时,从业人员专业技能的欠缺

也是一大隐患。爆破作业涉及复杂的物理、化学知识以及专业的操作技能,但一些从业人员未接受过系统、专业的爆破知识和技能培训。他们对爆破器材的性能、特点了解不足,无法准确判断不同类型炸药、雷管等器材的适用场景;在使用方法上,操作不规范,如装药方式不当、起爆网络连接错误等,这些都可能造成爆破效果不理想甚至引发早爆、拒爆等危险情况。而且,当遇到突发状况,如盲炮处理、爆破振动异常等,他们缺乏应对经验和能力,无法及时采取有效的措施,从而增加了事故发生的概率^[3]。

3.2 设备与设施管理不到位

露天矿山爆破作业依赖众多设备和设施,其运行状态直接关系到爆破作业的安全。然而,一些矿山企业在设备和设施管理方面存在严重不足。(1)在日常维护保养方面,企业重视程度不够。穿孔设备作为爆破作业的前期准备工具,长期处于高强度作业状态,若不及时进行维护保养,其钻头磨损、传动部件松动等问题会逐渐加剧,导致设备故障频发,影响爆破孔的质量,进而影响爆破效果和安全。爆破器材运输车辆若维护不当,可能出现刹车失灵、轮胎爆裂等情况,在运输过程中极易引发交通事故,造成爆破器材泄漏、爆炸等严重后果。起爆器材作为控制爆破的关键设备,其性能稳定性至关重要,但一些企业对其检测和维护不及时,增加了误爆、迟爆等风险。(2)爆破器材储存库的管理也不容乐观。部分储存库建设不符合安全规范,库房结构不合理,防火、防潮、防雷等设施不完善。在储存过程中,存在超量储存的现象,一旦发生火灾、爆炸等事故,后果不堪设想。同时,消防设施配备不足或过期失效,无法在紧急情况下发挥应有的作用,给爆破器材的储存和使用带来了极大的安全隐患。

3.3 安全管理制度执行不力

虽然大多数露天矿山企业都制定了较为完善的安全管理制度,但在实际执行过程中却大打折扣。(1)部分企业受经济利益驱使,将安全生产置于次要地位。安全检查和隐患排查工作往往只是走过场,检查人员敷衍了事,对一些明显的安全隐患视而不见,或者只是简单记录而不督促整改。例如,对于爆破作业现场的防护设施损坏、电气设备老化等问题,未能及时发现并要求整改,导致隐患长期存在,最终可能引发安全事故。(2)安全责任落实不到位也是突出问题。企业内部各部门、各岗位之间的安全职责划分不清晰,存在职责交叉或空白的情况。在安全管理过程中,容易出现互相推诿的现象,当发生安全事故时,无法迅速确定责任主体,导致

事故处理不及时、不彻底,也无法对相关责任人进行有效的问责,从而无法形成有效的安全管理约束机制。

4 露天矿山开采爆破安全管理案例

永安市金牛矿业有限公司孟家山矿区爆破技术设计与施工组织设计涵盖了爆破方案、安全措施、应急预案等内容。设计依据包括委托方资料、现场勘察结果及国家和地方相关安全规程、管理条例。设计原则强调技术可行、安全可靠、经济合理和施工方便。工程概况表明,矿区地形复杂,岩石类型为易碎易爆的水泥用灰岩,周边环境较为简单,但需防止飞石和震动对周边道路及施工人员的影响。爆破工程量采用深孔台阶松动爆破结合浅孔爆破,一次爆破总药量控制在10吨以内,爆破器材运输和使用需严格登记。

方案选择基于地形和周边环境,采用深孔台阶爆破结合浅孔爆破。深孔爆破使用潜孔钻机,控制爆破参数以减少振动和飞石危害,并减少大块率。爆破设计详细列出了主炮孔、预裂孔和缓冲孔的参数,确保爆破效果。起爆网路设计采用电子雷管,逐孔起爆,提高爆破效果。

爆破安全技术重点在于控制爆破振动和飞石危害。通过计算最大单段药量,确保爆破振动在安全范围内;通过调整抛掷方向、控制装药量和堵塞质量,防止飞石危害。每次爆破前需对地质、地形等情况进行勘察记录,确保安全技术措施到位。

质量保证措施包括建立质量保证体系、执行自检互检制度、严格测量验收制度等。施工组织设计确定了“分段实施、分区组织、平行流水、统一管理”的施工方法,成立爆破施工管理机构,对爆破人员进行安全技术交底和培训。施工机具包括起爆器、潜孔钻机、炸药现场混装车等,施工过程中需严格遵守爆破安全规程。

安全警戒方案中,成立爆破工程安全警戒小组,每次爆破前确定专人巡查,设立警戒点和爆破警戒告示牌,确保无车辆、人员出入。警戒信号采用三声警报

制,分别为预警信号、起爆信号和解除信号。爆破后需进行安全检查,处理危坡、危石和盲炮等现象。

安全事故应急救援预案明确了重要危险源及防范措施,成立了应急救援指挥部,下设综合保障组、抢险救灾组、疏散警戒组。应急救援原则强调保护人员生命安全,防止二次事故,设立警戒线,按事故性质采取不同抢救方法。应急救援组织程序包括报警、赶赴现场、履行职责、疏散撤离等。事故应急处理预案包括疏散人员、启动救援预案、抢救伤员等。事故报告和处置明确了不同级别事故的报告对象和程序,响应分级根据事故危害程度、影响范围和应急处置能力确定。现场医疗救护包括创伤止血、手外伤急救、骨折急救和眼睛受伤急救等措施,确保在事故发生后能迅速有效地进行救治。

结束语

露天矿山开采爆破作业兼具环境复杂、规模大、工序繁杂等特点,常用爆破技术各有优势与局限。当前安全管理在人员、设备设施及制度执行方面问题突出。为保障露天矿山开采爆破作业安全高效进行,需从人员安全管理、设备设施完善以及爆破技术与安全管理体系优化等多方面发力。通过强化人员培训、严格设备管理、科学选择技术并落实安全制度等举措,构建全方位安全管理屏障,推动露天矿山开采爆破作业安全可持续发展,实现安全生产与经济效益双赢。

参考文献

- [1]赵中翔.露天矿山爆破安全问题与防治措施[J].维普期刊官网,2023,11(5):24-25.
- [2]曹贺.当议露天采矿中深孔爆破技术的应用[J].世界有色金属,2021(01):46-47.
- [3]林日和.矿山露天转地下开采之安全实践探讨[J].中国锰业,2020,38(06):63-65.
- [4]刘志旭.露天矿山工程开采技术及施工安全管理分析[J].世界有色金属,2024(21):193-195.