

Safety Management Mode of Blasting Operation in Glauberite Mining

Chuntai Zhang

Hongya Qingyijiang Sodium Sulfate Co., Ltd., Meishan, Sichuan, 620360, China

Abstract

The mining blasting of glauberite mine is a special underground medium deep hole extrusion blasting, which has a large amount of single blasting charge, usually hundreds of tons of explosive; there are many detonators used in a single time, usually tens of thousands of detonators. Every link of blasting operation is full of danger, and the safety control of every link of blasting operation is the top priority.

Keywords

medium length hole extrusion blasting; design; construction safety; control

钙芒硝矿开采爆破作业安全管理模式

张春太

洪雅青衣江元明粉有限公司, 中国·四川眉山 620360

摘要

钙芒硝矿开采爆破是比较特殊的地下中深孔挤压爆破, 单次爆破药量大, 通常为上百吨炸药; 单次使用雷管数量多, 通常为上万发雷管。爆破作业的每一个环节都充满了危险性, 爆破作业的每一个环节的安全控制都是重中之重。

关键词

中深孔挤压爆破; 设计; 施工安全; 控制

1 引言

矿山开采是人类的重要生产方式之一, 爆破是多数矿山生产不可缺少的重要环节。爆破是利用炸药瞬间释放的爆炸能量对介质做功, 以达到预定工程目标的作业方式。炸药具有的特殊能量, 如果意外释放炸药爆炸后的有害效应未得到有效预防或控制, 将造成了严重的伤亡事故、设备损毁或环境破坏, 甚至是毁灭性的破坏; 如果爆破器材丢失, 可能危及社会公众利益和公共安全。

钙芒硝矿开采爆破是比较特殊的地下中深孔挤压爆破, 具有单次爆破药量大, 通常为上百吨炸药; 单次使用雷管数量多, 通常为上万发雷管。就该公司矿山来说, 规模最大的一次爆破炸药量为 210t, 雷管 3 万发左右, 属于炸药总量大、炮孔数目多、作业区域广的特点。爆破作业的每一个环节都

【作者简介】张春太(1964-), 男, 中国四川乐至人, 高级工程师, 从事采矿工程、爆破工程、安全工程、化工生产与建设、资源综合利用等研究。

充满了危险性, 爆破作业的每一个环节的安全控制都是重中之重。不仅要控制爆破器材储存、运输环节的安全, 还要控制装药、联网和起爆环节的安全, 还要控制爆破振动对地表建筑物及设施的破坏, 还要控制爆破有害气体对井上下员的危害及排放的安全, 还要控制爆破冲击波及飞石对井下设备设施的损坏。该公司矿山在 20 多年近 300 多次的钙芒硝矿开采爆破中, 有一套行之有效的安全管理模式。

2 矿山概况

2.1 矿山基本情况

白塔钙芒硝矿矿山地面属低山丘陵, 位于洪雅县余坪镇, 地面标高 +530m 左右, 矿层为灰绿色中—粗晶钙芒硝矿, 由 2 个单层组成, 平均品为 31.6%, 密度为 2.7t/m。

白塔钙芒硝矿矿山为地下开采矿井, 主要开采矿种为芒硝矿, 采用斜井开拓方式。主要使用凿眼爆破的方式进行巷道掘进, 有轨加无轨组合的运输方式运送掘进产生的矿渣, 矿石的回采方法为: 硐室水溶法进行溶矿、抽卤进行回采, 硐室水溶法采矿方法为: 在各水平中段划分为若干个溶区,

采用中深孔挤压爆破落矿后对每个溶区一次性爆破落矿，落矿后对溶区封闭注水、抽水进行回采作业。

2.2 3310 溶区爆破参数

3310 溶区位于井田西南部，溶区走向平均长度 140m，倾向全长 286.4m，爆破高度 8.95m；其中落矿走向平均长度 126m，落矿倾向长度 252m，爆落岩石 69.3 万 t。溶区巷道与巷道中心线距离 18m，布置切巷 7 根，平巷 15 根，使用扇形布孔，孔径 55 mm，平巷每排布置 3 孔，眼孔深度 4.9~9.7m。切巷每排 13 孔、14 孔交叉布置，孔深 6.6~9.7m。总装药量 $Q_{总} = 210729\text{kg}$ ，最大单段药量 $Q_{max} = 1640\text{kg}$ ，塑料导爆管雷管 29790 发，爆破网络设计上首段管选用 MS-8 段雷管 $t = 250\text{ms}$ 。

地面属低山丘陵，溶区平均标高 +326.2m；地面标高 +530m，相距 203.8m，地表有少量住户。

3 爆破设计安全控制

中深孔挤压爆破作为四川地下芒硝矿开采的一个主要环节，安全在这一环节占据最重要的地位，如何保证爆破器材的安全正确使用，达到预定的爆破工程目标是决定爆破成功与否的关键。爆破设计中如何控制爆破有害效应，是实现安全爆破的本质目标。

3.1 爆破振动速度的控制

3.1.1 对地面建筑物的安全控制

对地表建筑物进行勘查，若在爆破中心对应地表有一般民用建筑物存在，GB6722—2014《爆破安全规程》爆破安全振动允许标准规定，经我公司长期对爆破振动监测统计，主频在 11.2~57.6Hz，对应地表振动速度应该控制在 2.0~3.0cm/s 之间，因此地表振动速度按小于 2.0cm/s 进行最大单段装药量设计。根据公式：

$$Q = R^3 (V/K)^{3/\alpha}$$

其中，V 为保护对象所在地面质点振动速度， $V = 2.0 \text{ cm/s}$ ；

R 为爆心至观测点的距离，m； $R = 203.8\text{m}$ ；

K、 α 为与爆破点至计算保护对象间的地形、地质条件有关的系数和衰减指数； $K = 250$ ， α 取 1.8；

Q 为最大单段装药量，kg； $Q \leq 2704\text{kg}$ ，而在实际设计中最大单段装药量 $Q = 1640\text{kg}$ ，低于标准值，符合规程要求，也确保地表建筑物的安全。

3.1.2 对井下巷道的安全距离

根据 GB6722—2014《爆破安全规程》矿山巷道安全振动允许振速 $V = 18 \sim 30\text{cm/s}$ ，因此巷道振速取 $V = 18 \text{ cm/s}$ 计算振动安全控制范围。

根据 $R = (k/v)^{1/\alpha} Q_{max}^{1/3} = 256.7\text{m}$ 必须对爆区 256.7m 内的巷道采取支护处理，设备进行固定加固处理。

3.2 爆破空气冲击波的控制

钙芒硝矿采矿爆破是井下大规模爆破，强烈的爆炸空气冲击波在一定距离内会摧毁管道、设备、构筑物以及巷道支架等，还有可能对人员造成伤害，因此，爆破设计时必须确定其危害的距离^[1]。

3.2.1 对井下设备的安全距离

对井下设备按公式：

$$R_{空.设} = K_{空} Q_{总}^{1/2} = 459\text{m}$$

其中， $K_{空} = 1$ 。

结合 3.1.2 爆破振动对井下巷道内设备的影响范围为 256.7m，故要求井下设备在 459m 范围内必须加固处理^[2]。

3.2.2 对人员的安全距离

根据公式： $R_{空.人} = 8 (0.6Q_{总})^{1/2[3]}$ 计算所得对人员的保护距为 2844.6m。

井下人员应在直线距离 2844.6m 范围之外，因爆破点距地表 203m，由于在起爆前，井下所有人员都已经撤出地面，因此不会对人员造成影响，地面人员在起爆前全部撤离主井、副井口 200m 范围外，并由专业救护人员在主井、副井口 200m 以外设立警戒。

3.2.3 对爆破网络的影响

从先爆破的第一延时区域传递到第九平巷需用时： $144/340 \times 1000 = 423.5\text{ms}$ ；传递到十五平巷需用时： $252/340 \times 1000 = 741\text{ms}$ ，而网路总延时为 417.5ms，所以冲击波冲从首爆区域传递到最近的第九延时区或最远的第十五延时区，爆破主网路早已传爆完毕，由此类推第一延时区域爆破后对第九、第十……第十四、第十五平巷网络都无影响^[2]。

3.3 爆破有毒有害气体控制

炸药在爆炸后将产生大量的有毒有害气体，如 CO、CO₂、NH₃、SO₂、H₂S 等，井下爆破后，空间狭窄，爆炸后有毒有害气体聚集在井下各巷道和爆区的矿石空隙间。爆破后 CO 浓度有时达到 50000ppm，超过相关规定的最高允许浓度 2100 多倍，爆破有毒有害气体排放（以下简称：排毒）不慎，就可能造成重大的人员伤亡。

爆破后产生大量的高浓度有毒有害气体必须采用正确的排放方式，我公司采用“救护监护，通风稀释”的排毒方法：专业救护人员侦察井下巷道、硐室的有毒有害气体浓度，按照制定的排毒预案，采用“主扇+局扇”的方式进行通风排毒；监护通风排毒排放的毒气量和浓度，也对溶区注水排毒进行监护。

3.3.1 爆破后排毒

主、副井地面排毒：爆破后，救护人员首先对主、副井周围进行有毒有害气体浓度检测，符合规程标准值后，副井留下监护排毒救护人员，其余救护人员到主井集合待命。

井下排毒：根据经验，1h后，主井及井底车场和主要进风巷道的有毒有害气体基本达到规程标准值，救护人员按排毒预案分别对井下巷道及硐室进行排毒。达到《爆破安全规程》规定标准并稳定12h才能允许其他作业人员进入。

3.3.2 溶区注水排毒

爆破完成恢复生产后，首先对溶区下部挡水墙钢制人孔进行封堵，然后对溶区上部注水挡水墙预留洞采用砼封堵，然后在救护人员监护下向密封了的溶区缓慢注水，注水量的增加，溶区矿石间隙的有毒有害气体被挤压通过专用PE管排入回风副井^[4]。经过多次对溶区注水后才能将有毒有害气体排完。

3.4 个别飞散物及噪声

矿山地下爆破，爆破时人员已经全部撤离，产生的飞散物不会对人员、爆破网络和周围环境造成危害，故飞石安全距离设计从略。

同时，因地下爆破，噪声影响甚微，在爆破安全设计也不考虑。

4 爆破施工作业安全控制

4.1 爆破组织机构及职责

为了使爆破工作安全有序进行，确保万无一失，决定成立爆破指挥部负责全面组织爆破实施工作。由公司总经理任指挥长，公司总工程师、生产安全副总经理及矿长任副指挥长。指挥部下设技术、通风、安监和保卫、矿山救护队、电钳、绞车、供应回收、后勤、生产科、调度室和装药队等11个职能组。明确指挥部及各职能组的职责。

4.2 爆破准备

根据溶区的基本情况进行爆破初步设计，然后进行溶区中深孔施工，并实测中深孔再修正爆破设计。经审查批准的设计进行混装乳化炸药、塑料导爆管雷管、导爆索等材料计划，编制各职能组人员和爆破工作日程。

4.3 爆破过程安全控制

由工程技术人员负责，对参加中深孔挤压爆破的人员进行三交培训（“交劳动组织”“交技术要求”“交安全技术措施和注意事项”）。未参加培训的人员严禁参加爆破作业。

对爆破器材进行检测：非电雷管的验收、分装及试爆。混装乳化炸药基质检验密度及试爆。

现场混装乳化炸药基质的运输：由工厂生产经专用爆破器材运输车运达矿山临时存放处后，再将基质按炸药下井安全规定通过轨道运输方式到达爆破溶区。

采用积木式现场混装系统进行耦合装药，由指挥部组织爆破技术人员进行爆破网络敷设联线。

爆破警戒：救护队员在副井以风机房为中心以200m为半径设置警戒；主井口正对的305公路两端200m处设置警戒，严禁车辆、人员通行；地表爆破影响中心区的警戒，在爆破前，公司相关人员要实地踏勘，爆破当天，还要由公司有关人员会同镇政府工作人员、派出所干警、村干部一起到现场，炮响前所有人员将所有人员撤离爆破影响区域。

4.4 爆破作业应急预案

在爆破作业期间，公司实行半军事化管理，并制定有关中深孔挤压爆破期间各环节违章处罚规定和中深孔挤压爆破的有关应急预案：排毒期间副井风机停止抽风，盲炮处理，基质、雷管、导爆索运输发生爆炸事故，地面雷管分装发生雷管爆炸，装药过程中雷管爆炸，地面点炮后溶区未爆等。

5 结语

论文以白塔矿山3310溶区中深孔挤压爆破为例，阐述了地下矿山大规模药量爆破作业安全管理模式，为其他矿山地下爆破提供了参考。控制最大单段药量是减少对地表振动危害的关键措施；爆破排毒方法解决人员中毒的问题；实行半军事化管理，保证了每一环节都安全可控。

参考文献

- [1] 蒲文龙,王亚军,毕业武,等.矿山爆破与安全[M].徐州:中国矿业大学出版社,2018.
- [2] 曾念均,张春太,李海涛.钙芒硝矿大规模大药量中深孔挤压爆破设计及分析[J].工程技术与管理,2021(10):78-81.
- [3] 石晨晨.井下大爆破空气冲击波传播规律及破坏效应研究[D].昆明:昆明理工大学,2018.
- [4] 张春太,余建兵,杨志刚,等.一种爆破毒气的排放装置中国,CN201420027434.6[P].2014-11-19.