

## 立井液体乳化炸药机械化装药施工技术研究

陶银柱

铜陵有色金属集团铜冠矿山建设股份有限公司, 安徽 铜陵 244000

**[摘要]** 哈萨克斯坦 VCM 竖井项目于 2021 年 8 月 5 日开始进入基岩段凿井, 使用凿岩爆破方式进行井筒下掘作业, 由于受到当地法律法规的约束, 由现场中方人员进行凿岩作业, 当地爆破公司进行爆破作业, 火工器材由爆破公司购买、运输、存储和使用。2021 年 8 月至 10 月使用卷装乳化炸药进行井筒爆破作业, 爆破后存在较多的盲炮、哑炮, 爆破效率低下, 爆破后大块产出率高等问题, 自 2021 年 11 月开始使用液体乳化炸药进行井筒爆破作业。VCM 立井设计井深 742.6m, 净直径 7m, 井深 0—80m 为钢筋混凝土结构, 其余段为素混凝土结构, 混凝土厚度分别为 500mm 和 450mm, 混凝土强度为 B30。

**[关键词]** 立井; 装药机; 液体乳化炸药

DOI: 10.33142/ec.v6i12.10363

中图分类号: TD235.212

文献标识码: A

### Research on Mechanized Charging Construction Technology of Vertical Shaft Liquid Emulsion Explosive

TAO Yinzhu

Tongguan Mine Construction Co., Ltd. of Tongling Nonferrous Metals Group, Tongling, Anhui, 244000, China

**Abstract:** The VCM vertical shaft project in Kazakhstan began drilling in the bedrock section on August 5, 2021, using rock drilling and blasting methods for shaft excavation operations. Due to local laws and regulations, Chinese personnel on site were responsible for rock drilling operations, while the local blasting company was responsible for blasting operations. The pyrotechnic equipment was purchased, transported, stored, and used by the blasting company. From August to October 2021, rolled emulsion explosives were used for wellbore blasting operations. After blasting, there were many blind shots and dumbbells, resulting in low blasting efficiency and high yield of large blocks. Liquid emulsion explosives have been used for wellbore blasting operations since November 2021. The design depth of the VCM vertical shaft is 742.6m, with a net diameter of 7m. The shaft depth is 0-80m, which is a reinforced concrete structure. The remaining sections are plain concrete structures, with concrete thicknesses of 500mm and 450mm respectively, and the concrete strength is B30.

**Keywords:** vertical shaft; charging machine; liquid emulsion explosive

#### 1 技术特点

①机械化程度高, 可以提高工作效率, 降低工人劳动强度;

②容易装填, 散装炸药产品的炮孔装填流畅均匀, 不同于包装好的炸药产品, 在手工装药时会出现药包卡孔现象;

③节约成本。与传统的药卷装药方式相比, 散装炸药的耦合性明显提高, 可改善孔网参数的设置, 减少炸药的使用量, 节约成本;

④使用液体乳化炸药进行井筒爆破, 提高爆破效率, 减少盲炮和哑炮, 减少大块产出率。

⑤通过装药机内的计量泵, 可以准确控制每孔装药量和总装药量。

#### 2 适用范围

立井井筒爆破作业、巷道掘进爆破作业、硐室掘进爆破作业、井下采矿爆破作业。

#### 3 工艺原理

在立井作业面, 使用 XFJD6.10 六臂伞钻按照爆破护照设计参数钻孔, 钻孔结束后, 使用长度 5m 铜质吹风管

清理钻孔。

使用卷扬机将液体乳化炸药 (Emulsion) 和装药机 (Miniloader 1077P) 下放到井底, 并将装药管路连接至装药机, 按照爆破护照内的每孔装药量进行装药。装药结束后, 提升吊盘到爆破安全距离, 开始连接起爆网络, 连线后进行爆破前警戒、安全确认工作, 再使用起爆器起爆, 爆破结束后, 通风 30min, 进行验炮。

#### 4 工艺流程和操作要点

##### 4.1 艺流程

钻孔→吹孔→下放装药机→装药→连接起爆系统→装药机升井→起吊盘→安全确认→爆破。

##### 4.2 操作要点

###### 4.2.1 钻孔

根据岩石性质变化和爆破效果及时调整布孔参数, 布孔图如图 1、图 2:

钻孔总数 110~130 孔, 孔距 500mm~700mm 之间, 掏槽孔两圈, 第一圈 9 个孔, 第二圈 12 个孔, 孔深 5200mm, 角度 83°。

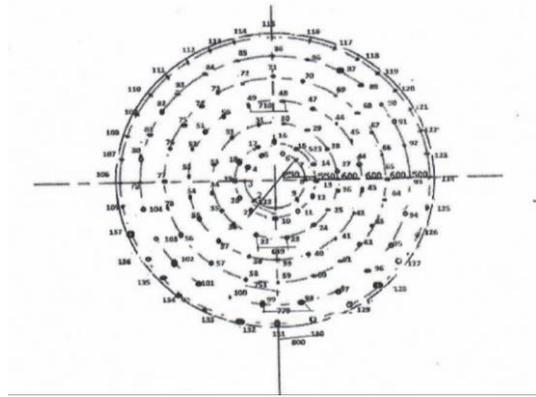


图 1 布孔图

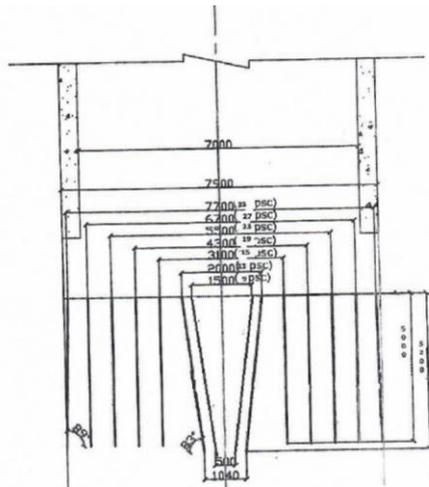


图 2 布孔图

4.2.2 装药机入井和升井:

装药机名称: Miniloader 1077P

使用提升机将装药机悬吊入井, 使用 12 吨吊具和 12 吨卸扣悬吊装药机, 装药机入井后启动提升机将装药机放入井底, 直至装药结束后将装药机提升到地表, 如图 3, 数据如表 1。

表 1 装药机尺寸表

长	宽	高	净重	最大装药量
1930mm	760mm	1320mm	1500kg	1000kg

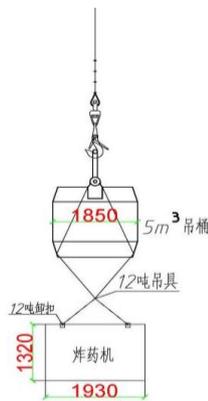


图 3 装药机下放示意图

提升孔直径 2050mm, 吊盘钢丝绳间距 2480mm, 均大于装药机的长度, 装药机可以入井。

4.2.3 吹孔

使用 5m 长铜质吹风管连接高压风将孔底的碎矸石和水吹出孔外。

4.2.4 装药

起爆药使用 Magnum 卷装炸药, 雷管使用导爆管雷管; 主炸药使用调制后的液体乳化炸药, 由爆破公司将调制液体乳化炸药的各种原材料运输到现场分开存储; 井底装药前将液体乳化炸药调制好装入装药机内, 液体乳化炸药制备示意图如图 4:



图 4 液体乳化炸药制备示意图

装入装药机的成品液体乳化炸药随装药机同时入井, 达到井底后, 悬吊在吊桶下方, 将高压风管与装药机上的风泵连接, 装药管与装药机炸药出口连接, 操作装药机开关箱控制装药机启停, 通过装药机上计量泵控制每个孔内的装药量, 装药机结构图如图 5, 数据如表 2。

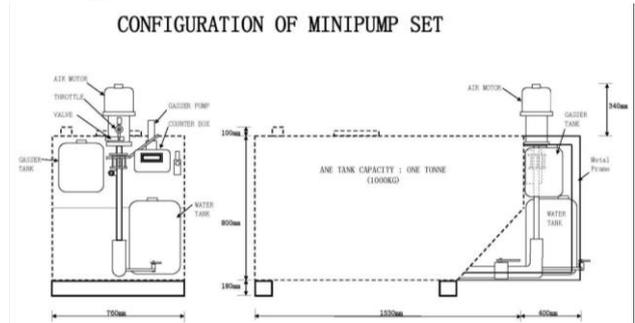


图 5 装药机结构图

表 2 炸药用量表

名称	孔号	孔深 (m)	装药系数	炸药质量 (kg/m)	每孔装药量 (kg)	小计装药量 (kg)
掏槽孔	1-9	5.2	0.8	1.7	7.1	63.6
掏槽孔	10-21	5	0.8	1.7	6.8	81.6
辅助孔	22-104	5	0.66	1.7	5.6	465.6
周边孔	105-138	5	0.6	1.7	5.1	173.4
起爆药					0.3	42
总计						826.2

4.2.5 连线爆破

使用装药机装药前, 先将起爆药卷和导爆管雷管安装好放入孔底; 装药结束后将装药机提升至地表, 开始连接起爆系统, 起爆系统如图 6:

连线结束后, 装药人员全部升井, 将吊盘升至离井底 60m 位置, 井下人员全部升井, 地表进行警戒、查验人数, 起爆。

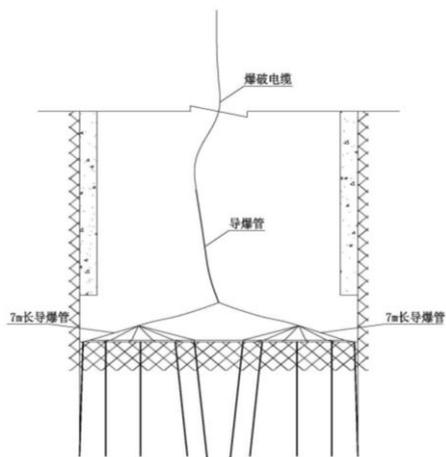


图6 起爆系统

### 4.3 劳动组织

装药爆破作业实行流水作业制。具体见表3。

表3 人员及劳动配备表

序号	管理职位	人数(人)	序号	辅助岗位	人数(人)
1	项目经理	1	1	伞钻工	7
2	项目副经理	1	2	信号工	12
3	技术负责人	1	3	铲车工	2
4	技术人员	1	4	爆破工	5
5	专职安全员	1	5	普工	12
6	预算员	1	6	卷扬机司机	6
7	会计	1			
8	测量员	2			
9	后勤服务	2			
	合计:	11		合计:	44

### 5 材料与设备

主要设备、材料如表4:

表4 主要设备、材料表(单次作业)

序号	名称	型号	数量	备注
1	卷扬机	JK-3x2.2	1台	
2	卷扬机	JK-2.5x2.2	1台	
3	吊桶	5m <sup>3</sup>	1个	
4	吊桶	2m <sup>3</sup>	1个	
5	空压机	SA250A-8	2台	
6	空压机	SA120A	2台	
7	风机	DJK60	1台	
8	伞钻	XFJD6.10	1台	
9	装药机	Miniloader 1077P	1台	
10	钎杆	5.5m	30根	
11	钻头	Φ42mm	40个	
12	铜质吹风管	5m	2根	
13	高压球阀	DN25	4个	

### 6 质量控制

#### 6.1 执行规范、标准

- ①《爆破安全规程》(GB 6722-2014)。
- ②《民用爆炸物品安全管理条例》国务院令第466号。
- ③哈萨克斯坦当地法律法规。

#### 6.2 质量控制措施

①施工前编制标准作业程序SOP,并对作业人员进行安全、质量技术交底,使其掌握工艺技术要求及有关注意事项。

②施工前进行安全质量技术交底培训,作业人员熟知当班作业内容和作业参数。

③成立以项目部经理为组长的质量领导小组,落实各级质量管理职责,在施工中严格执行,并认真进行考核。

④出台项目部质量管理办法,对工程质量进行考核。

⑤测量仪器在使用之前,应送交具有检定资质的单位检定,各项精度指标符合规范要求方可使用。

⑥设备使用前进行检查、试机。

### 7 安全措施

①严格执行项目部制定的安全规则。

②作业前,必须就SOP和风险评估与工人进行讨论。

③在所有人员下井前必须使用适当的PPE并携带自救器。

④作业前必须填写SLAM。

⑤凿岩作业必须佩戴防尘口罩。

⑥入井作业前必须仔细检查帮壁围岩状况,及时清找浮石。

⑦所有在吊盘人员必须使用按规范使用安全带。

⑧爆破作业人员必须取得作业资质和作业许可。

⑨所有参与爆破作业的人员必须取得任命。

⑩炸药和导爆管禁止混装运输,禁止混装入井。

### 8 环保措施

#### 8.1 执行标准

哈萨克斯坦国家及属地政府有关环境保护的其他法律、法规。

#### 8.2 环境保护措施

①废弃油料严禁乱倒、乱放。

②所有作业人员入井后必须佩戴防尘口罩。

③施工产生的废水,必须经污水处理厂处理后,才可排入矿区指定的排水点。

④每天作业结束后,相关凿岩装药设备、设施须清理干净、摆放整齐。

### 9 效益分析

通风罐笼并在井深150m后的掘进工作采用上述技术,实现了安全、优质施工目标,取得了良好的经济社会效益。

#### 9.1 经济效益

该技术使用1台装药机作业,使用液体乳化炸药,提

高了爆破效率, 爆破进尺由 4m 提高到 4.8m, 每月可提高成井进尺:  $20 \times 0.8 = 16\text{m}$ 。

### 9.2 社会效益

通过该技术, 在主凿井阶段爆破作业中, 有效地解决了井底盲炮的问题, 消除了因此产生的安全隐患; 爆破后大块产出率显著下降, 抓岩速度显著提升, 每循环出渣时间缩短了 25% 左右; 爆破效率由原来的不足 80% 提高到了 95% 以上。井筒正规作业循环时间也由原来的平均 52 小时/循环降低到平均 36 小时/循环, 有效提高了凿井质量和成井速度, 得到业主一致认可。

该技术简单、易操作, 安全系数高, 可普遍推广应用用于立井掘进、巷道掘进和矿石回采。

### 10 应用实例

①哈萨克斯坦 VCM 竖井凿岩爆破及该竖井-330m 马头门和-400m 马头门掘进均采用该技术施工。通过该技术,

VCM 竖井于 2022 年 11 月 25 日安全、高效掘砌到底。

②哈萨克斯坦阿克托别州境内的 DONSKOY 铬铁矿深部延伸工程 800m 深竖井建设过程中采用该技术进行凿岩爆破作业, 循环装药时间相比手工装填卷状炸药节约 1~2h, 平均爆破进尺效率均在 95% 以上, 该竖井比原计划提前 1 个月完成主凿井工作。

### [参考文献]

[1] 韩斌, 吴建勋, 王鹏, 等. 大直径深孔崩矿嗣后充填采矿法应用研究[J]. 金属矿山, 2014(6): 16-20.

[2] 杨年华. 钻爆法隧道开挖作业机械化发展的思考[J]. 隧道建设(中英文), 2021, 41(12): 6.

[3] 徐志强, 江学. 梅山铁矿上向中深孔机械化装药技术[J]. 现代矿业, 2013(10): 2.

作者简介: 陶银柱(1988.12—), 男, 汉族, 大学本科学历, 目前职称: 工程师, 从事矿山建设工作