学兔兔 www.xuetutu.com



doi：10.11799/ce201307020

# 50m 超深孔爆破强制放顶技术研究

陈苏社[1,2]

（1. 西安科技大学 能源学院，陕西 西安 710054；
2. 神华神东煤炭集团有限责任公司 大柳塔煤矿，陕西 神木 719300）

**摘 要**：针对大柳塔煤矿活鸡兔井 21204 综采面初采期坚硬顶板难垮落的问题，研究实施了 50m 超深孔爆破强制放顶试验，该技术创造性地使用 PVC 管装药工艺及木楔封口技术，实现了炮眼的快速装药、封口，大大提高了顶板的爆破强度，现场试验效果显著，保证了工作面的安全高效生产。

**关键词**：超深孔爆破；强制放顶；炮眼布置；PVC 管装药工艺

**中图分类号**：TD235.33　　**文献标识码**：B　　**文章编号**：1671－0959(2013)07-0058-03

在煤矿生产过程中，顶板事故一直占据着较大的比重，尤其是在顶板坚硬、不易冒落的开采条件下，采空区大面积悬露顶板的突然垮落极易形成飓风冲击，造成人员伤亡和设备损坏。目前，我国各大矿区生产矿井普遍采用顶板爆破强放的措施，以减小采空区顶板的悬露面积，减缓顶板的来压强度。为了提高顶板的爆破效果，保证工作面的安全高效生产，大柳塔煤矿活鸡兔井在 21204 综采面初采期实施了最大孔深 50m 的超深孔爆破强制放顶试验，强放效果显著，取得了良好的经济效益和社会效益。

## 1 工作面概况

活鸡兔井 1－2 煤二盘区煤层结构简单，一般不含夹矸，厚度 9.63～10.04m，倾角 0°～5°；由于煤层厚度较大，对该盘区煤层进行了分层开采，21204 综采面就是其中一个上分层开采工作面，设计采高 3.8m。工作面倾向宽 231.8m，走向推进长度 1285m。工作面对应地表平坦，大部为第四系风积沙覆盖，上覆松散层厚 1.9～9.7m，基岩厚度 62～72m，平均 67m，基岩顶部发育厚度不等的风化层；基岩以粉砂岩、细砂岩及粗砂岩等硬岩为主，部分粉砂岩为极坚硬钙质及硅质胶结。工作面覆岩柱状如图 1 所示，从图 1 可以看出，1－2 煤顶板以砂岩赋存为主，岩性较硬。

| 层号 | 厚度/m | 埋深/m | 岩性 | 柱状 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 7.81 | 7.81 | 黄土 | |
| 2 | 3.86 | 11.67 | 细粒砂岩 | |
| 3 | 4.27 | 15.94 | 中粒砂岩 | |
| 4 | 2.15 | 18.09 | 粉砂岩 | |
| 5 | 1.30 | 19.39 | 粗粒砂岩 | |
| 6 | 4.03 | 23.42 | 细粒砂岩 | |
| 7 | 10.10 | 33.52 | 中粒砂岩 | |
| 8 | 8.52 | 42.04 | 粗粒砂岩 | |
| 9 | 5.41 | 47.45 | 中粒砂岩 | |
| 10 | 3.75 | 51.20 | 粗粒砂岩 | |
| 11 | 1.96 | 53.16 | 粉砂岩 | |
| 12 | 1.27 | 54.43 | 1-1煤 | |
| 13 | 2.30 | 56.73 | 中粒砂岩 | |
| 14 | 2.65 | 59.38 | 粉砂岩 | |
| 15 | 0.65 | 60.03 | 中粒砂岩 | |
| 16 | 6.22 | 66.25 | 粉砂岩 | |
| 17 | 9.97 | 76.22 | 1-2煤 | |

**图 1　21204 工作面覆岩柱状图**

## 2 超深孔爆破强制放顶技术

### 2.1 炮眼布置

针对 21204 工作面坚硬顶板的具体情况，为了确保工作面初采阶段的安全，需要对 21204 综采面顶板进行爆破强放。爆破炮眼设计施工时，将顶板爆破的最大垂深设计为 25m，炮眼仰角为 30°，采用长短炮眼搭配分组“一”字形的布置方式进行炮眼的布置设计，并对端部进行双向“八”字形的掏槽眼布置，具体炮眼布置示意图如图 2 所示。各炮眼的投影均处于同一直线上，炮眼中心线距切眼中心线 1m。每个分组内设 3 个炮眼，其中，中部 4 组炮眼组内炮眼的长度分别为 50m、40m、30m；两端炮眼组内炮眼的长度分别为 30m、24m、16m，共计 9 组 27 个炮眼，炮眼间距 8m，炮眼布置及爆破技术参数见表 1。炮眼采用 MYZ－150 型全液压坑道钻机施工，钻头采用 Φ85mm 合金钢钻头，成孔直径为 90mm。

**收稿日期**：2013－02－26

**作者简介**：陈苏社(1966－)，男，陕西西安人，高级工程师，在读博士，现任神华神东煤炭集团有限责任公司大柳塔煤矿总工程师。

学兔兔 www.xuetutu.com



表 1　炮眼布置及爆破技术参数表

| 炮眼编号 | 炮眼垂深/m | 炮眼水平投影长度/m | 炮眼长度/m | 炮眼仰角/(°) | 装药量/kg | 封泥长度/m | 导爆索长度/m | 炮眼雷管数/个 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3/4/7/22/25 号 | 8 | 13.856 | 16 | 30 | 38.4 | 6.4 | 30 | 2 |
| 2/5/8/23/26 号 | 12 | 20.786 | 24 | 30 | 57.6 | 9.6 | 42 | 2 |
| 1/6/9/10/13/16/19/24/27 号 | 15 | 25.981 | 30 | 30 | 72.0 | 12.0 | 50 | 2 |
| 11/14/17/20 号 | 20 | 34.641 | 40 | 30 | 96.0 | 16.0 | 64 | 2 |
| 12/15/18/21 号 | 25 | 43.301 | 50 | 30 | 120.0 | 20.0 | 78 | 2 |

## 2.2　强放炮眼的 PVC 管装药工艺

顶板强放炮眼的装药工艺直接关系到强制放顶的效果，装药工艺是此次超深孔爆破强放技术创新的关键所在。由于炮眼的长度较长，采用传统的整卷炸药直接装孔工艺已无法满足装药的要求，为此，研究开发出一种采用 PVC 管为载体的装药工艺，大大提高了炮眼的装药量，可装药的炮眼深度也得到了相应的增加。

PVC 管装药的总体思路为：采用刚性 PVC 管为载体，在 PVC 管内装入柔性的炸药、导爆索和炮泥，然后将已装入炸药、导爆索和炮泥的 PVC 管一节一节地装入炮眼内，强放炮眼的 PVC 管装药示意图如图 3 所示。具体装药工艺过程如下：

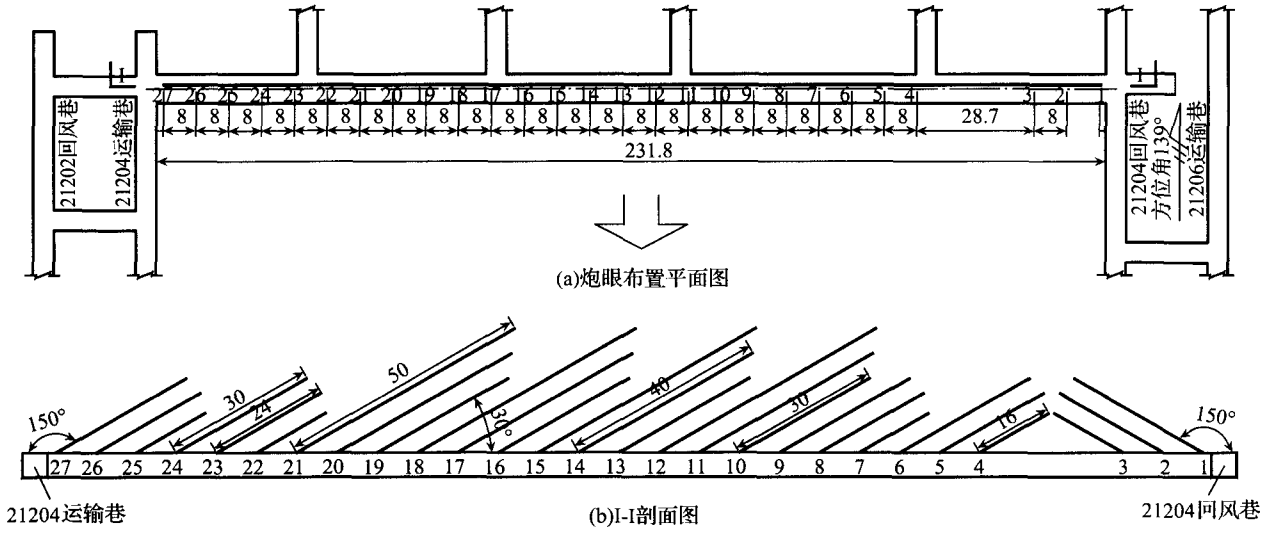



图 2　21204 顶板超深孔爆破强放炮眼布置图（m）

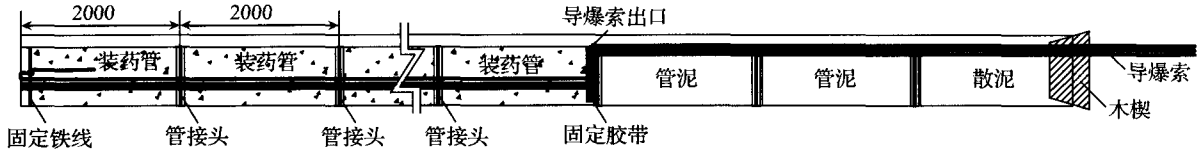



图 3　强放炮眼的 PVC 管装药示意图（mm）

1）首先将 Φ75mm 的 PVC 管截成 2m 长，并在管子的一头用 PVC 胶粘上管接头。

2）将每孔装药所需的所有 PVC 管摆成一排，然后向 PVC 管内穿导爆索，并将导爆索外露长度留足够；为了提高引爆的可靠性，孔内装入的导爆索需 2～3 根。同时为防止导爆索在向炮眼内装药过程中滑落，在每组装药管的两头和中间对导爆索采取固定措施。固定方法是：在以上三处位置的 PVC 管接头处管壁上钻眼并穿上 16#铁丝固定。

3）将已穿好导爆索的每组管子顺序折叠并捆扎起来，然后将每组管子的一头所有管口用封口纸卷堵塞。

4）将每组已装好导爆索并已捆好的 PVC 管竖立起来，把有封口纸卷堵住的一头朝下，然后站在工作平台上向管内装药，装药系数为 0.6，采用乳化炸药，药包规格为 Φ70mm×500mm；剩余部分采用黄泥装填，装填完毕后再

学兔兔 www.xuetutu.com



用封口纸卷堵住管子的另一头。

5）炮泥管制作：在长 1～2m 的 PVC 管内装入黄泥，装满装实，然后在每根管子的一头套上内壁粘有 PVC 胶的管接头，PVC 管炮泥的数量根据炮眼总量制作足够并有一定富余。

6）待工作面推进 6m 左右，将已制作好的炮泥管和炸药管用工程车运入井下放炮地点，然后人工依次将其一节一节地按顺序对接起来装入炮眼内，最后再进行封孔。

该项装药工艺也对传统的封口技术进行了改进，传统的封口方法是用炮泥直接封口，而该工艺中则是采用炮泥外加一刻有小槽的木楔进行封口，如图 4 所示。其中，封口木楔的长度为 500mm，大头一端直径 100mm，小头一端直径 70mm；表面加工的小槽则是用于引导导爆索，小槽断面为 25mm×25mm。采用此封口技术大大提高了炮眼的封口质量，保证了顶板强放的效果。

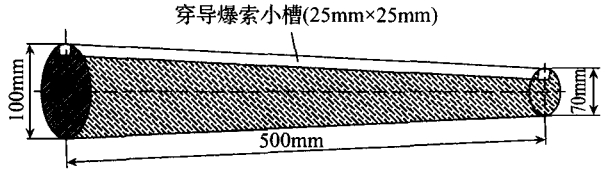



**图 4 强放炮眼封口木楔示意图**

### 2.3 强制放顶炮眼连线与引爆

雷管采用煤矿许用毫秒延期电雷管，联线方式为并联，起爆方式采用延期雷管导爆索起爆，起爆器型号为 QL2000 型。采用双雷管、双导爆索引爆，其中一根导爆索延伸至炮眼底部，另一根导爆索与炮眼外侧第一个药包连接，每一根导爆索均采用雷管起爆，两个雷管在孔口采用并联连接，并用木塞固定，放炮母线必须绝缘良好，采用串并联回路，与雷管的连接处必须符合要求并用绝缘胶布裹好，放炮母线悬空吊挂。在工作面推进 6m 时停产进行装药连线，待回风系统撤完人员并设好警戒后实施引爆。

### 2.4 安全施工要求

施工炮眼时必须严格遵守所使用钻机的操作、维护规程，并采用湿式打眼。向药包内安装导爆索时，导爆索必须用快刀切割，严禁冲击、挤压。装药和放炮前必须切断工作面及两侧巷道内所有电器设备电源；且必须对工作面和回风巷道的煤尘进行彻底冲洗，严格检测工作面、回风巷道及放炮地点的瓦斯和煤尘浓度，如不符合要求严禁装药放炮。工作面及两侧巷道内所有无关人员都必须撤到系统新鲜风流的巷道中。工作面所有支架必须处于完好工作状态并接顶严实，尤其确保初撑力保证到位；超前支护必须符合作业规程的要求。由于炮眼内药量较大，要求警戒距离和放炮安全距离不小于 500m。放炮时严格执行“一炮三检”制和“三人连锁放炮”制。整个放炮工作结束后，有害气体和粉尘浓度经检测符合安全规程要求后，人员方可进入工作面进行作业。

## 3 实施效果

21204 综采面于 2004 年 9 月 1 日 16：00 开始实施装药，总装药量达 2t 多；于 2004 年 9 月 1 日 22：30 成功爆破。放炮后，顶板爆破效果明显，爆破岩石体积达 3.8 万 $m^3$，支架后方采空区全部充填严实。最终，通过此次超深孔爆破强制放顶工作，工作面安全顺利地推过了初采阶段，初次来压时矿压显现微弱，说明顶板强放起到了显著的效果。

## 4 结 语

近年来，大柳塔煤矿通过技术上的不断摸索与创新，实现了超深孔爆破强制放顶技术的突破。该项技术创造性地使用 PVC 管串联药包的装药工艺，并采用炮泥加木楔的封口技术，有效解决了深孔装药装不进、炮泥封口难度大的问题，大大提高了炮眼的装药速度及封口质量，为顶板的爆破效果提供了保障。利用该套技术首次在大柳塔煤矿活鸡兔井 21204 综采面实施了 50m 超深孔爆破强制放顶的试验，取得了显著的放顶效果，体现了该套技术的优越性和实用性。

**参考文献：**

[1] 钱鸣高，石平五. 矿山压力与岩层控制［M］. 徐州：中国矿业大学出版社，2003.

[2] 朱德仁，钱鸣高，徐林生. 坚硬顶板来压控制的探讨［J］. 煤炭学报，1991，16(2)：11～19.

[3] 黄庆享. 采场老顶初次来压的结构分析［J］. 岩石力学与工程学报，1998，17(5)：521～526.

[4] 张 杰. 浅埋煤层顶板深孔预爆强制初放研究［J］. 采矿与安全工程学报，2012，29(3)：339～343.

[5] 张立辉. 综采工作面强制放顶工艺及实施过程中应注意的安全问题［J］. 神华科技，2012，10(5)：30～32.

[6] 魏光荣. 综采工作面深孔爆破强制放顶的应用［J］. 煤炭工程，2005，(7)：36～38.

[7] 秦 勇，刘 杰. 综放工作面强制放顶的设计与探索［J］. 煤炭工程，2006，(1)：9～11.

[8] 陈苏社. 神东矿区综采工作面深孔爆破强制放顶技术［J］. 煤炭科学技术，2013，41(1)：44～47.

[9] 蓝成仁，陈志彬. 煤矿深孔爆破钻孔装药技术应用［J］. 煤炭工程，2009，(8)：9～40.

[10] 张 杰. 浅埋煤层顶板深孔预爆强制初放研究［J］. 采矿与安全工程学报，2012，(3).

[11] 秦广鹏，蒋金泉，文志杰，等. 综放工作面初采期顶煤深孔爆破弱化试验研究［J］. 煤炭科学技术，2011，(10).

[12] 宋占有. 酸刺沟矿首采面深孔预裂爆破强制放顶技术［J］. 煤矿开采，2010，(4).

[13] 王金国. 浅析煤矿综采工作面强制放顶时应注意的几个问题［J］. 神华科技，2009，(5).

[14] 张德琦. 岩巷中深孔爆破合理掏槽型式的确定［J］. 煤矿安全，2005，36(5)：30～32.

（责任编辑 张宝优）