## 第二节 炮掘爆破凿岩方式

**一、施工方法及要求**

本规程所施工的炮掘巷道采用风钻打眼、爆破的方法破岩。

㈠凿岩工具

迎头采用7655型风钻，Ф32mm柱齿钻头配合长度为1.2m、1.8m、2.2m的B22中空钢钻杆打炮眼。

㈡爆破作业条件

1、巷道条件：炮掘段巷道掘进断面为14.26m2，车场掘进断面为19.6m2。岩层较为稳定。通风方式为局部风机压入式通风。CH4相对涌出量0m3/t。

2、作业条件

⑴掏槽方式：中下部楔形掏槽法。

⑵光面爆破参数：周边眼距定为300mm，抵抗距为400mm，周边眼距与抵抗距之比值取0.6～0.8为宜。周边眼全部预留光爆层，光爆层厚度400～450mm。辅助眼间距为400～500mm。

⑶炮掘巷道正常掘进时爆破循环进尺为1.6m。

⑷炸药：使用二级煤矿许用乳化炸药, 规格为Ф27×180mm，每卷重100g。

⑸电雷管：使用煤矿许用毫秒延期铜壳电雷管（1～5段），最后一段延期时间不得大于130ms。电雷管严格按生产编号管理使用。

㈢炮眼布置

1、根据炮眼用途分为掏槽眼、辅助眼、周边眼、底眼、水沟眼。

2、掏槽眼：在巷道中线两侧、靠下部水平对称布置3对楔形掏槽眼，左侧眼与迎头呈76°夹角向右布置；右侧眼与迎头呈76°夹角向左布置。每对眼眼口中­—中为1.2m，眼底距为0.2m，上下间距0.4m，眼深2.0m。

3、周边眼：靠近巷道荒断面周边轮廓线、与所在部位轮廓线呈87°夹角向外布置，眼口、眼底离轮廓线的距离不得大于100mm。周边眼间距为300mm，眼深1.8m。抵抗线400mm，密集系数0.75。

4、底眼：眼口在底板以上100mm内，眼底要处于巷道底板（台阶）以下。按85°俯角平行布置，眼距0.4m，眼深1.8m。

5、辅助眼：在周边眼、掏槽眼及底眼之间按间距400～500mm均匀布置，眼深1.8m。靠近周边眼的辅助眼间距、与周边眼的距离要均匀一致。

6、水沟眼：眼距0.5m，眼深1.8m。眼口在水沟底板以上100mm内，左右两眼分别距离水沟两帮100mm，眼底要处于水沟底板以下。与底板呈85°俯角，左右两眼分别与所在帮呈87°夹角向外布置。

7、炮眼在煤层中布置时，周边眼和辅助眼的间距比岩层中加大50～100mm，其它要求不变。

㈣装药结构和要求

1、装药结构：掏槽眼、辅助眼、起底眼采用正向连续装药结构，周边眼采用空气柱式装药结构。

2、装药要求：装药时，引药最后装入，引药及所装药卷的聚能穴都朝向眼底，药卷间接触要严密。每孔内药卷装完后，紧靠药卷填30～40mm的粘土炮泥，然后装入一个水炮泥，水炮泥外用粘土炮泥填实：掏槽眼、辅助眼、底眼、水沟眼的封泥长度不得小于500mm；周边眼封泥时，先在水炮泥外填30～50mm的粘土炮泥，然后靠近周边眼孔口位置填300～350mm的粘土炮泥，将孔封实。

㈤起爆方式

台上、台下分别采用一次装药、一次起爆的方式进行爆破。起爆使用MFd-100型发爆器，联线方式为串联。

㈥光爆技术要求

1、严格按中、腰线画好巷道轮廓线，为便于打周边眼，周边眼口在巷道荒断面轮廓线以里50～100mm内，向外或向上按3°斜角向外布置，斜角大小要根据炮眼深度来调整，确保眼底落在设计轮廓线外50～100mm范围内。

2、严格按爆破图表打眼，特别是周边眼和二圈眼，控制好间距及角度；严格按要求装药，特别是周边眼；严格按要求的顺序联线放炮。

3、巷道在硬岩中采用光面爆破施工，眼痕率不低于50%。在松软岩层和煤层中施工时，巷道成型要完整，并达到设计轮廓线要求。

**二、爆破施工工艺**

1、工艺流程：

敲帮问顶→施工准备→标定眼位、点眼→钻眼指向→钻炮眼→吹炮眼→洒水降尘→准备火药雷管→撤人设警戒线→检查瓦斯→装药连线→检查瓦斯→拉线爆破→检查瓦斯→检查爆破效果→洒水冲尘→支护。

2、施工前先“敲帮问顶”，摘掉顶帮及迎头的危岩活石，检查紧固迎头支护，确定安全后方可开始工作。

3、准备工具：将风钻、钎子、吹管、风水管及手镐、铁锨、炮杆等工具运至施工地点，风钻安设好风水管路。准备的工具必须合格能够正常使用。

4、标定眼位点眼：按施工中腰线在迎头画出巷道轮廓线，然后按炮眼布置图要求，标定出各炮眼位置。标定好眼位后，点眼工用手镐在标定的眼位上，凿出直径不小于35mm，深度不小于20mm的眼窝。

5、点眼工、钻手将袖口、领口、衣角、毛巾扎紧，工作服上下收拾好。

6、各钻手手持风钻在迎头后部2～3m处均匀排开，在点眼工帮助下将钻杆安放好。

7、首先由靠近巷道中部的钻手在点眼工的帮助下，在迎头中间位置、靠近上部打一个与巷道中线平行的炮眼，将一条长度不小于2m的炮杆放在该炮眼内，使炮杆的一半露在外部，标明巷道掘进方向。

8、点眼工配合钻手将各钻的钎子放在眼窝内并顶紧，然后点眼工撤到钻手后部负责观察。钻手缓慢开动钻具钻进，待钻进30～50mm后加大风量钻进，到达设计深度后减小风量缓慢退出钻杆后关闭风水，停止钻具运转。打眼时按由下向上、先两遍后中间的顺序进行。各钻负责打与自己位置对应的炮眼。

9、眼打完后取下钎子，卸下风水管，将风钻和钎子运到工具架上摆放整齐。

10、吹炮眼：炮眼打完后，将风管安放在吹管上，一人控制供风阀门，一人手持吹管吹眼。随吹管慢慢伸入眼内，逐渐加大风量，以免堵吹杆。开风吹眼时现场人员要躲开钻孔方向。

11、炮眼吹完后对靠近爆破地点20m内巷道洒水降尘，然后清理现场，将所有工具设施撤到耙装机后部保护好，工具上架摆放整齐。

12、以上工作完成后将炸药、雷管、炮泥、水炮泥运到迎头，按“一炮三检”、“三人连锁放炮”、“三保险”、“三级信号”制度组织放炮工作。爆破工吹一声口哨，发出撤人信号，并将“警戒牌”交给班（组）长，由班（组）长派专人持牌负责在可能进入放炮地点的所有通道上担任撤人警戒工作。警戒人员将迎头及巷道内与装药无关的人员全部撤到警戒地点以外的安全地点，并在警戒地点由巷道的左帮到右帮拉设一条警戒线（麻绳），麻绳与巷道底板的距离控制在1～1.2m之间。在麻绳中间位置悬挂“放炮”警示牌，字面朝向外侧。警戒人员站在麻绳外侧负责警戒，严禁警戒线外所有人员进入到警戒线以内。警戒地点设在距离响炮地点100m外，靠近硐室或安设有放炮掩体的地点。

13、班组长首先检查迎头顶板与支护情况，无问题后将自己携带的“放炮命令牌”交给安监员。安监员检查迎头瓦斯、煤尘合格后，将自己携带的“放炮牌”交给爆破工。

14、以上工作完成后开始按爆破说明书要求、按由下向上的顺序装药。装完药后班（组）长协助爆破工将雷管脚线悬空联接好。然后装药人员及班（组）长开启放炮喷雾装置，并撤到警戒线以外的安全地点。

15、装药完毕安监员检查迎头瓦斯、煤尘合格后安监员撤到警戒线以外的安全地点。

16、爆破工将爆破母线与雷管脚线联接并固定好，然后向外拉设爆破母线到警戒地点，并将母线联接在发爆器上。然后班（组）长清点人数无误后向爆破工下达放炮命令，然后放炮员吹两声口哨，发出起爆信号，等待5s确认无问题后通电起爆。

17、起爆完毕等工作面的炮烟被吹散后，爆破工、安监员和班（组）长首先进入爆破地点巡视现场，检查通风、瓦斯、煤尘、顶板、支护、瞎炮、残炮等情况，如有危险情况，必须立即处理。

18、确认无问题后，爆破工吹三声口哨，发出爆破解除信号。然后班（组）长通知警戒人员撤掉警示牌和警戒线，准许人员进入施工地点洒水降尘，完成一次爆破施工任务。

19、爆破完毕警戒人员将“警戒牌”交还爆破工，爆破工将“放炮牌”交还安监员，安监员将“放炮命令牌”交还班（组）长，三牌各归原主。

**三、爆破说明表（见附表4）**

附表4-1： 3302轨道顺槽炮掘段巷道爆破说明表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 爆破原始条件 | | | | | | | | | | | | | |
| 序 号 | 名 称 | | 单 位 | 数 量 | | 序 号 | 名 称 | | | | 单 位 | 数 量 | |
| 1 | 巷道掘进断面 | | m2 | 14.5 | | 5 | 炮眼深度 | | | | m | 1.8 | |
| 2 | 岩石坚硬系数f | |  | 2～7 | | 6 | 炸 药 | | | | 二级矿用乳化炸药 | | |
| 3 | 瓦斯情况 | | 低 | | | 7 | 雷 管 | | | | 1～5段毫秒延期电雷管 | | |
| 4 | 炮眼数目 | | 个 | 99 | | 8 | 总装药量 | | | | kg | 31.5 | |
| 预期爆破效果 | | | | | | | | | | | | | |
| 序 号 | 名 称 | | 单 位 | 数 量 | | 序 号 | 名 称 | | | | 单 位 | 数 量 | |
| 1 | 炮眼利用率 | | ﹪ | 88.9 | | 6 | 每米炸药消耗 | | | | kg | 19.7 | |
| 2 | 每循环进尺 | | m | 1.6 | | 7 | 每循环雷管消耗 | | | | 个 | 99 | |
| 3 | 每循环破实岩 | | m3 | 23.2 | | 8 | 每米雷管消耗 | | | | 个 | 61.9 | |
| 4 | 每米爆破实岩 | | m3 | 14.5 | | 9 | 每循环炮眼总长度 | | | | m | 179.4 | |
| 5 | 每循环炸药消耗 | | kg | 31.5 | | 10 | 每循环所需矿车数 | | | | 个 | 26 | |
| 爆破说明书 | | | | | | | | | | | | | |
| 眼  号 | 炮眼  名称 | 眼深  （m） | 眼距  （m） | 眼数  （个） | 装药量（kg） | | 角度（°） | | | | 起爆  顺序 | 联线  方式 | 装药  结构 |
| 单  孔 | 小  计 | 水 平 | | 垂 直 | |
| 左 | 右 | 仰 | 俯 |
| 1～6 | 掏槽眼 | 2.0 | 1.2 | 6 | 0.5 | 3.0 | 76 | 76 | 0 | 0 | Ⅰ | 串  联 | 正向  连续  装药  结构 |
| 7～12 | 辅助眼 | 1.8 | 0.4 | 6 | 0.4 | 2.4 | 85 | 85 | 0 | 0 | Ⅱ |
| 13～20 | 辅助眼 | 1.8 | 0.4 | 8 | 0.4 | 3.2 | 90 | 90 | 0 | 0 | Ⅲ |
| 21～30 | 周边眼 | 1.8 | 0.3 | 10 | 0.15 | 1.5 | 87 | 87 | 0 | 0 | Ⅳ |
| 31～41 | 底 眼 | 1.8 | 0.4 | 11 | 0.4 | 4.4 | 87 | 87 | 0 | 85 | Ⅳ |
| 42～49 | 辅助眼 | 1.8 | 0.4 | 8 | 0.3 | 2.4 | 90 | 90 | 0 | 0 | Ⅳ |
| 50～62 | 周边眼 | 1.8 | 0.3 | 13 | 0.1 | 1.3 | 87 | 87 | 87 | 0 | Ⅴ |
| 台上合计 | | 112.8 |  | 62 |  | 18.2 |  |  |  |  |  |  |  |
| 63～71 | 起底眼 | 1.8 | 0.4 | 9 | 0.4 | 3.6 | 90 | 90 | 0 | 0 | Ⅰ | 串  联 | 正向  连续  装药  结构 |
| 72～80 | 起底眼 | 1.8 | 0.4 | 9 | 0.4 | 3.6 | 90 | 90 | 0 | 0 | Ⅱ |
| 81～86 | 周边眼 | 1.8 | 0.3 | 6 | 0.15 | 0.9 | 87 | 87 | 0 | 0 | Ⅲ |
| 87～97 | 起底眼 | 1.8 | 0.4 | 11 | 0.4 | 4.4 | 90 | 90 | 0 | 85 | Ⅳ |
| 98、99 | 水沟眼 | 1.8 | 0.4 | 2 | 0.4 | 0.8 | 87 | 87 | 0 | 85 | Ⅴ |
| 台下合计 | | 66.6 |  | 38 |  | 13.3 |  |  |  |  |  |  |  |
| 总计 | | 179.4 |  | 99 |  | 31.5 |  |  |  |  |  |  |  |

附表4-2： 3302轨道顺槽车场段巷道爆破说明表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 爆破原始条件 | | | | | | | | | | | | | |
| 序 号 | 名 称 | | 单 位 | 数 量 | | 序 号 | 名 称 | | | | 单 位 | 数 量 | |
| 1 | 巷道掘进断面 | | m2 | 19.6 | | 5 | 炮眼深度 | | | | m | 1.8 | |
| 2 | 岩石坚硬系数f | |  | 2～7 | | 6 | 炸 药 | | | | 二级矿用乳化炸药 | | |
| 3 | 瓦斯情况 | | 低 | | | 7 | 雷 管 | | | | 1～5段毫秒延期电雷管 | | |
| 4 | 炮眼数目 | | 个 | 135 | | 8 | 总装药量 | | | | kg | 47.4 | |
| 预期爆破效果 | | | | | | | | | | | | | |
| 序 号 | 名 称 | | 单 位 | 数 量 | | 序 号 | 名 称 | | | | 单 位 | 数 量 | |
| 1 | 炮眼利用率 | | ﹪ | 88.9 | | 6 | 每米炸药消耗 | | | | kg | 29.63 | |
| 2 | 每循环进尺 | | m | 1.6 | | 7 | 每循环雷管消耗 | | | | 个 | 135 | |
| 3 | 每循环破实岩 | | m3 | 31.36 | | 8 | 每米雷管消耗 | | | | 个 | 84.4 | |
| 4 | 每米爆破实岩 | | m3 | 19.6 | | 9 | 每循环炮眼总长度 | | | | m | 244.2 | |
| 5 | 每循环炸药消耗 | | kg | 47.4 | | 10 | 每循环所需矿车数 | | | | 个 | 38 | |
| 爆破说明书 | | | | | | | | | | | | | |
| 眼  号 | 炮眼  名称 | 眼深  （m） | 眼距  （m） | 眼数  （个） | 装药量（kg） | | 角度（°） | | | | 起爆  顺序 | 联线  方式 | 装药  结构 |
| 单  孔 | 小  计 | 水 平 | | 垂 直 | |
| 左 | 右 | 仰 | 俯 |
| 1～6 | 掏槽眼 | 2.0 | 1.2 | 6 | 0.5 | 3.0 | 76 | 76 | 0 | 0 | Ⅰ | 串  联 | 正向  连续  装药  结构 |
| 7～12 | 辅助眼 | 1.8 | 0.4 | 6 | 0.4 | 2.4 | 85 | 85 | 0 | 0 | Ⅱ |
| 13～28 | 辅助眼 | 1.8 | 0.4 | 16 | 0.4 | 6.4 | 90 | 90 | 0 | 0 | Ⅲ |
| 29～40 | 底 眼 | 1.8 | 0.4 | 12 | 0.4 | 4.8 | 90 | 90 | 0 | 84 | Ⅳ |
| 41～52 | 周边眼 | 1.8 | 0.3 | 12 | 0.2 | 2.4 | 87 | 87 | 0 | 84 | Ⅳ |
| 53～61 | 辅助眼 | 1.8 | 0.4 | 9 | 0.4 | 3.6 | 90 | 90 | 0 | 0 | Ⅳ |
| 62～75 | 周边眼 | 1.8 | 0.3 | 14 | 0.2 | 2.8 | 87 | 87 | 87 | 0 | Ⅴ |
| 台上合计 | | 136.2 |  | 75 |  | 25.4 |  |  |  |  |  |  |  |
| 76～87 | 起底眼 | 1.8 | 0.4 | 12 | 0.4 | 4.8 | 90 | 90 | 0 | 0 | Ⅰ | 串  联 | 正向  连续  装药  结构 |
| 88～99 | 起底眼 | 1.8 | 0.4 | 12 | 0.4 | 4.8 | 90 | 90 | 0 | 0 | Ⅱ |
| 100～111 | 起底眼 | 1.8 | 0.4 | 12 | 0.4 | 4.8 | 90 | 90 | 0 | 0 | Ⅲ |
| 112～123 | 起底眼 | 1.8 | 0.4 | 12 | 0.4 | 4.8 | 90 | 90 | 0 | 84 | Ⅳ |
| 124～133 | 周边眼 | 1.8 | 0.3 | 10 | 0.2 | 2.0 | 87 | 87 | 0 | 84 | Ⅳ |
| 134、135 | 水沟眼 | 1.8 | 0.5 | 2 | 0.4 | 0.8 | 87 | 87 | 0 | 84 | Ⅴ |
| 台下合计 | | 108 |  | 60 |  | 22 |  |  |  |  |  |  |  |
| 总计 | | 244.2 |  | 135 |  | 47.4 |  |  |  |  |  |  |  |

附表4-3： 3302轨道顺槽躲避所爆破说明书

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 眼  号 | 炮眼  名称 | 眼深  （m） | 眼距  （m） | 眼数  （个） | 装药量（kg） | | 角度（°） | | | | 起爆  顺序 | 联线  方式 | 装药  结构 |
| 单  孔 | 小  计 | 水 平 | | 垂 直 | |
| 左 | 右 | 仰 | 俯 |
| 1～4 | 掏槽眼 | 1.5 | 0.8 | 4 | 0.3 | 1.2 | 79 | 79 | 0 | 0 | Ⅰ | 串  联 | 正向  连续  装药  结构 |
| 5～8 | 辅助眼 | 1.3 | 0.4 | 4 | 0.2 | 0.8 | 85 | 85 | 0 | 0 | Ⅱ |
| 9～12 | 周边眼 | 1.3 | 0.3 | 4 | 0.1 | 0.4 | 86 | 86 | 0 | 0 | Ⅲ |
| 13～18 | 底 眼 | 1.3 | 0.4 | 6 | 0.2 | 1.2 | 86 | 86 | 0 | 82 | Ⅳ |
| 19～24 | 辅助眼 | 1.3 | 0.4 | 6 | 0.2 | 1.2 | 90 | 90 | 0 | 0 | Ⅳ |
| 25～35 | 周边眼 | 1.3 | 0.3 | 11 | 0.1 | 1.1 | 86 | 86 | 86 | 0 | Ⅴ |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 合 计 | | 46.3 |  | 35 |  | 5.9 |  |  |  |  |  |  |  |

附表4-4： 3302轨道顺槽绞车窝爆破说明书

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 眼  号 | 炮眼  名称 | 眼深  （m） | 眼距  （m） | 眼数  （个） | 装药量（kg） | | 角度（°） | | | | 起爆  顺序 | 联线  方式 | 装药  结构 |
| 单  孔 | 小  计 | 水 平 | | 垂 直 | |
| 左 | 右 | 仰 | 俯 |
| 1～6 | 掏槽眼 | 1.5 | 1.0 | 6 | 0.3 | 1.8 | 75 | 75 | 0 | 0 | Ⅰ | 串  联 | 正向  连续  装药  结构 |
| 7～10 | 辅助眼 | 1.3 | 0.4 | 4 | 0.2 | 0.8 | 85 | 85 | 0 | 0 | Ⅱ |
| 11～14 | 辅助眼 | 1.3 | 0.4 | 4 | 0.2 | 0.8 | 90 | 90 | 0 | 0 | Ⅲ |
| 15～21 | 底 眼 | 1.3 | 0.4 | 7 | 0.2 | 1.4 | 90 | 90 | 0 | 82 | Ⅳ |
| 22～29 | 周边眼 | 1.3 | 0.3 | 8 | 0.1 | 0.8 | 86 | 86 | 0 | 82 | Ⅳ |
| 30～44 | 辅助眼 | 1.3 | 0.4 | 15 | 0.2 | 3.0 | 90 | 90 | 0 | 0 | Ⅳ |
| 45～61 | 周边眼 | 1.3 | 0.3 | 17 | 0.1 | 1.7 | 86 | 86 | 86 | 0 | Ⅴ |
| 合 计 | | 80.5 |  | 61 |  | 10.3 |  |  |  |  |  |  |  |

附图7-1： 3302轨道顺槽车场段巷道炮眼布置图；

附图7-2： 3302轨道顺槽半圆拱形断面炮眼布置图；

附图7-3： 3302轨道顺槽躲避所炮眼布置图；

附图7-4： 3302轨道顺槽绞车窝炮眼布置图；

附图7-5： 综掘机截割顺序图；

附图8： 3302轨道顺槽炮掘装药结构示意图。