## 第六节 机掘巷道支护工艺

本巷道机掘段施工中迎头临时支护采用机载式前探支护形式，永久支护采用锚网索支护形式。工艺流程如下：安设临时支护→挂顶网及钢带→打设顶板锚杆、锚索→打设两帮锚杆→挂帮网、安钢带→检测锚杆安设质量。

**一、前探梁式临时支护施工工艺**

1、工艺流程：敲帮问顶→安设吊环→穿放前探梁→安设顶网及钢带→安放背板→

调整背板位置→紧固吊环螺母足顶。

2、施工前先敲帮问顶，将顶、帮的危岩、活石摘除干净，确保施工地点安全。同时将靠近迎头10m范围内外露的锚杆螺母重新紧牢固，达到安全要求。

3、安设吊环：班组长安排2～3人在靠近迎头的三排锚杆下按由外向里的顺序分别安设一个吊环，吊环要拧满帽。将每个吊环的压紧板放到最下端。并将同一组的三个吊环调整，使其前后顺齐一线，方向一致。

4、穿放前探梁：现场施工的2～3人分别在后部、前端抬起一条前探梁，按由后向前的顺序分别穿过同一排的三个吊环，并使前探梁前端要靠近迎头端面，保留100～200mm的间隙，以便于前探梁紧固。安设好一条后再安设另两条。前探梁要放在吊环压板的上部，以便与紧固。前部施工人员随前探梁及时前移至最前部一个吊环的后部进行操作，严禁进入空顶区内。上、下山掘进时要在前探梁后端挂链拉住前探梁，避免下滑。

5、安设顶网及钢带：根据迎头控顶距离，现场施工人员在后部锚网支护下，人员在后部面向迎头手持采用联网丝把钢带绑札的顶网，将其从三条前探梁的一侧穿到控顶距内前探梁上，并用长柄工具调整顶网的位置，达到两端长度均匀，后部搭接合理。

6、安设背板：现场1～2人用长柄工具托起顶网，1人员在后部面向迎头，在顶网下安设背板，背板左右两条为一组，分别安放在中间及左右两侧前探梁上，每条背板两端超出前探梁的长度要一致，共计安设三组背板，背板前后摆放要均匀，并留出锚杆孔位置。

7、紧固吊环螺母：背板安设好后，紧固吊环压板，使顶网足顶，不足顶时安设木楔或背板足顶。木楔或背板要用锤揳紧加牢。

**二、顶板锚杆支护工艺**

1、工艺流程：敲帮问顶→准备钻具→打锚杆眼→装锚固剂、锚杆→搅拌锚固剂固定锚杆→安装锚杆盘、螺母。

2、施工前在临时支护的掩护下先“敲帮问顶”，将顶、帮及迎头的危岩、活石摘除干净，确保施工地点安全。

3、施工人员系好工作服纽扣，将毛巾掖入衣领内，将衣领、袖口、衣角扎紧。

4、准备工具：将钻机、钎子、吹管、风水管及手镐、铁锨、锚杆搅拌器等工具运至施工地点，钻机安设好风水管路，靠巷道一侧摆放整齐。准备的工具必须合格能够正常使用。

5、打锚杆眼：

⑴打眼前先“敲帮问顶”，摘掉危岩活石，确定安全后方可开始工作。打锚杆眼时按由外向里、先中间后两边的顺序依次进行。

⑵根据要打设的锚杆眼的位置，调整好钻具，使钎子与锚杆眼所在的巷道轮廓线垂直布置，误差不得大于15ο。

⑶打眼时点眼工协助钻手将钻具支设好，将钻头插入钢带孔内并顶紧。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，减小风量使钻具低速运转，缓慢退出钻杆后关闭风水，停止钻具运转。然后调整钻具再打设其它锚杆眼。采用锚杆机打眼时钻手要与锚杆机操作手柄成一直线操作，开钻时按照先开水门再开风门的顺序进行，关钻时按照先关风门再关水门的顺序进行。

⑷需要更换、续接钎子时，在长钎或续接后的钎子上，比锚杆长度小80～100mm的部位做好标记。然后将钻头端插入锚杆眼内，再将钎尾安放在钻具上，然后钻进到设计深度。锚杆眼打设完成后取下钎子，将钻具和钎子放到施工位置后部，靠巷道一侧摆放好。

6、安装锚杆：

⑴施工前先“敲帮问顶”，摘掉危岩活石，确定安全后方可开始工作。

⑵将锚杆、锚固剂等支护材料运到施工地点，靠巷道一侧摆放整齐。准备的支护材料必须合格能够正常使用。

⑶将锚固剂逐卷装入锚杆眼内，然后用锚杆将锚固剂轻轻顶入眼内。在锚杆末端安设锚杆盘、螺母和搅拌器。

⑷将搅拌器安放在锚杆机上，缓慢升起锚杆机，将锚固剂轻轻顶入眼底，然后开动锚杆机带动锚杆旋转，边旋转边推进，将锚杆推入锚固剂进行搅拌，直至锚杆达到设计深度，搅拌时间达到25～30s后停止搅拌，撤去锚杆机、搅拌器。

⑸待锚固剂凝固3～5min后及时用机械或专用扳手拧紧锚杆螺帽，使锚杆扭矩达到120N·m的要求，保证锚杆盘压紧钢带、金属网，靠紧岩面，控制好巷道顶板围岩。

⑹顶部锚杆盘、螺母紧固好后，撤掉背板，后撤前探梁，卸下前部一排吊环，运到耙装机后部10m内，靠巷帮摆放整齐。将前排预先安设的金属网向后翻起，用铁丝捆绑在后排金属网下。

**三、两帮锚网支护工艺**

1、工艺流程：敲帮问顶→定眼位→准备钻具→点锚杆眼→打锚杆眼→吹锚杆眼→装锚固剂、锚杆→搅拌锚固剂固定锚杆→安设钢板网、钢带、锚杆盘、螺母→紧固锚杆→检测锚杆扭矩和锚固力→清理现场。

2、施工前先敲帮问顶，将顶、帮及迎头的危岩、活石摘除干净，确保施工地点安全。

3、标定锚杆眼位置：

⑴检查巷道断面规格，局部达不到要求时必须先处理合格。

⑵按与顶板锚杆顺齐一致在巷道两帮上、垂直于顶底板方向确定出两帮锚杆的布置线。

⑶沿两帮锚杆的布置线在顶板以下300mm处标定出上部一条锚杆的位置，然后向下按间距1000mm，标定出下部锚杆眼的位置。标定时锚杆在允许偏差范围内调整，以便相同位置的锚杆顺齐一致，起伏处过渡圆滑。

4、点锚杆眼：标定好锚杆眼后，用手镐在标定的锚杆眼位上，凿出直径不小于35mm深度不小于30mm的眼窝。

5、打锚杆眼：

⑴打眼前先“敲帮问顶”，摘掉危岩活石，确定安全后方可开始工作。打锚杆眼时按由外向里、先上后下的顺序依次进行。眼位误差不得超过±100mm。

⑵根据要打设的锚杆眼的位置，调整好钻具，使钎子与锚杆眼所在的巷道轮廓线垂直布置，误差不得大于15ο。

⑶打眼时点眼工协助钻手将钻具支设好，将钻头对准眼窝并顶紧。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，减小风量使钻具低速运转，缓慢退出钻杆后关闭风水，停止钻具运转。然后调整钻具再打设其它锚杆眼。

⑷需要更换、续接钎子时，在长钎或续接后的钎子上，比锚杆长度小80～100mm的部位做好标记。然后将钻头端插入锚杆眼内，再将钎尾安放在钻具上，然后钻进到设计深度。锚杆眼打设完成后取下钎子，将钻具和钎子放到施工位置后部，靠巷道一侧摆放好。

6、吹锚杆眼：锚杆眼打完后，将钻具上风管拆下，并安放在吹管上，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，将眼内的积水、岩粉吹出。开风吹眼时现场人员要躲开钻孔方向。

7、检测锚杆眼的打设角度：锚杆眼打设完成后由验收员或班长采用锚杆角度仪对锚杆眼的角度进行检测。要求锚杆眼与所在部位巷道轮廓线的夹角不小于75º，达不到要求时重新点眼、调整钻具位置补打，并达到要求。

8、安装锚杆：

⑴施工前先“敲帮问顶”，摘掉危岩活石，确定安全后方可开始工作。

⑵将锚杆、锚固剂等支护材料运到施工地点，靠巷道一侧摆放整齐。准备的支护材料必须合格能够正常使用。

⑶将锚固剂装入锚杆眼内，然后用锚杆将锚固剂轻轻顶入眼底。

⑷在锚杆的外露端安设搅拌器，将锚杆机安在搅拌器上，开动锚杆机带动锚杆旋转，边旋转边推进，将锚杆推入锚固剂进行搅拌，直至锚杆达到设计深度，搅拌至感觉有负载后停止搅拌，撤去锚杆机、搅拌器。

⑸待锚固剂凝固3～5min后按由外向里、由上向下的顺序安设钢板网、钢带、锚杆盘、螺母，并用机械、力矩或风动扳手上紧螺母。使锚杆扭矩达到120N·m的要求，保证锚杆盘压紧钢带、钢板网，靠紧岩面，控制好巷道围岩。钢板网搭接处按要求连接。

9、锚杆安设质量检测：由验收员在班组长和迎头人员的配合下进行。

⑴每班安装的锚杆由验收员用LDZ-200型锚杆拉力计（1MPa=3.92kN）对锚杆的锚固力进行检测。检测时在巷道两帮和顶板上分别选定一棵锚杆进行检测，检测时锚杆拉力计压力表的读数达到22MPa时锚杆锚固力达到85kN。在达到该压力前锚杆出现松动的必须重新补打合格。

⑵每班安装的锚杆由验收员用MB-500型扭矩扳手对锚杆螺母扭矩进行检测，锚杆螺母扭矩必须达到扭矩扳手所设定的120N·m的要求，达不到要求的必须重新紧固合格。

⑶补打的锚杆在不合格锚杆周围100mm内布置。

⑷检测完成后验收员将检查结果填写在记录牌板上，上井后填写检测记录台帐。

10、施工完成后清理施工现场，将工具、管路、剩余物料撤到后部，摆放在工具、物料架上。搞好现场文明施工。

**四、锚索支护工艺**

1、工艺流程：敲帮问顶→定锚索眼位→准备钻具→点锚索眼→打锚索眼→安装锚固剂、锚索线→安装锚索盘、锁具→涨紧锚索→检测锚固力→清理现场。

2、施工前先“敲帮问顶”，摘掉危岩活石，确定安全后方可开始工作。

3、施工准备：将风动顶锚杆机、接长钻杆、风水管、手镐、铁锨、锚索搅拌器、液压泵、涨拉油顶等工具运到施工地点；将锚索线、锚索盘、锁具、锚固剂等材料运到施工地点，靠巷道一侧摆放整齐。接长钻杆总长度要达到锚索线的长度。准备的工具、材料必须合格能够正常使用。

4、打锚索眼：

⑴打眼前先“敲帮问顶”，摘掉危岩活石，确定安全后方可开始工作。

⑵锚索眼在T型钢带靠近巷道中线两侧的孔内。根据要打设的锚索眼的位置，调整好钻具，使钎子与锚索眼所在的巷道轮廓线垂直布置，误差不得大于15ο。

⑶打眼前点眼工协助钻手将锚杆机安设好，将一节钻杆安放在锚杆机上，点眼人协助钻手稳住锚杆机，钻手缓慢开启气腿阀门，使气腿慢慢升起，将钻头对准点好的眼窝并顶紧。然后点眼工撤到钻手后部负责观察。钻手缓慢开启控制阀，使锚杆机慢速运转，待钻头钻进30～50mm深度后，钻手加大风、水量钻进。钻杆进入岩体后，调整风阀将风量减到最小，使锚杆机低速转动，气腿慢慢收回，然后关闭风阀、水阀，停止锚杆机运转。

⑷续接钎子时点眼工由锚杆机上拔出钎子，在末端续接一节钎子，然后将续接后的钎子上端（钻头侧）插入眼内，下端安放在锚杆机上。再次续接钎子时，将钎子在眼内抬高，在末端续接一节钎子后再安放在锚杆机上。

⑸续接完成后点眼工撤到钻手后部负责观察。钻手开启锚杆机，继续加深锚索眼。眼深达到要求后，开大锚杆机水阀，加大水量，并上下来回串钎子，将锚索眼内的岩粉冲刷干净；然后按上述要求退下锚杆机，钻手和点眼工配合由下向上逐节撤出钎子。

5、检测锚索眼的角度：锚索眼打完或钻进1m后由验收员或班长用锚杆角度仪对锚索眼打设角度进行检测。要求锚索眼与所在部位巷道轮廓线的夹角不小于75º，达不到要求时重新点眼、调整钻具位置补打，并达到要求。

6、安装锚索线：

⑴根据锚索线的长度，确定采用的锚固剂的数量。

⑵按照MSCK2350树脂锚固剂在上部， MSK2350树脂锚固剂在下部的安装顺序，将锚固剂依次放入锚索眼内。

⑶二人配合用锚索线顶住锚固剂缓缓送达眼底，锚索线要顶紧锚固剂不能出现下滑。

⑷首先在锚索线末端安设好锚索锁具，再安设好锚索搅拌器并拧紧紧固螺栓，然后将搅拌器末端安放在锚杆机上。确认无问题后点眼工协助钻手稳住锚杆机，钻手将风阀打到三分之一处使锚杆机慢速旋转、升起搅拌锚固剂。锚索线搅拌到眼底，达到设计搅拌时间后停止锚杆机旋转，等待约30s后慢慢将锚杆机气腿收回退出锚杆机。松开搅拌器紧固螺栓将搅拌器卸下，完成锚索线的锚固施工。

7、涨紧锚索：

⑴涨紧操作至少由两人配合进行，一人操作风动液压泵，另一人操作风动涨拉油顶。

⑵涨紧时一人将油顶套在外露的锚索线上，并顶紧锁具。一人开动液压泵涨紧锚索线，液压泵压力表的读数达到30MPa时，锚索线达到设计预紧力98kN（使用LSZ-150型锚索拉力计时20MPa）的要求。然后停止涨拉，卸下油顶。若油顶柱塞一次行程不够，应收回柱塞，将油顶抬高靠近锁具，然后继续涨拉。

8、锚索安设质量检测：由验收员在当班班组长和迎头人员的配合下进行。

⑴检测前首先在待检测的锚索周围300～400mm范围内，按要求均匀打设2～3棵点柱顶牢顶板；然后用LSZ-150型锚索拉力计检测锚固力，检测时锚索拉力计压力表的读数达到20MPa时锚索锚固力达到98kN。在达到该压力前锚索线出现松动的必须重新补打合格。

⑵补打的锚索在不合格锚索周围300mm内布置。

⑶检测完成后验收员将检查结果填写在记录牌板上，上井后填写检测记录台帐。

9、施工完成后清理施工现场，将工具、管路、物料撤到后部，摆放在工具、物料架上。搞好现场文明施工。

**五、备用支护材料**

掘进迎头必须备齐备足支护材料，施工中备用支护材料不少于2天的用量，并在距离掘进迎头200m内的专用料场中分类码放整齐，并挂牌管理。在迎头后部50～100m的范围内准备2～3个备用吊环、准备三架梯形棚以备急用，梯形棚采用12#矿用工字钢加工制作。

附图5-1： 3302轨道顺槽车场巷道支护平剖面图；

附图5-2： 3302轨道顺槽半圆拱形巷道支护平剖面图；

附图5-3： 3302轨道顺槽矩形巷道锚杆排支护平剖面图；

附图5-4： 3302轨道顺槽矩形巷道锚索排支护平剖面图；

附图5-5： 3302轨道顺槽躲避所支护平剖面图；

附图5-6： 3302轨道顺槽绞车窝支护平剖面图；

附图6-1： 3302轨道顺槽车场段最大控顶距前探临时支护平剖面图；

附图6-2： 3302轨道顺槽车场段最小空顶距支护平剖面图；

附图6-3： 3302轨道顺槽半圆拱形断面最大控顶距前探临时支护平剖面图；

附图6-4： 3302轨道顺槽半圆拱形断面最小空顶距支护平剖面图；

附图6-5： 3302轨道顺槽机载式前探临时支护平面图；

附图6-6： 3302轨道顺槽躲避所丁字棚临时支护平剖面图；

附图6-7： 3302轨道顺槽绞车窝丁字棚临时支护平剖面图。