## 第五节 炮掘巷道支护工艺

巷道半圆拱形断面采用炮掘方式施工中迎头采用前探梁临时支护形式，永久支护采用锚网索喷联合支护形式。工艺流程如下：

安设临时支护→挂钢筋网→打设锚杆→检测锚杆→喷浆。

**一、前探临时支护工艺**

1、工艺流程：敲帮问顶→安设吊环→穿放前探梁→安设拱顶部后排钢筋网→握钩连网→安放背板→安设拱顶部前排钢筋网→握钩连网→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、开裂的喷浆层摘除干净，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：首先将吊环按由外向里的顺序分别固定在巷道拱顶部、靠近迎头相邻的三排锚杆上，每排3个吊环（车场每排4个）。并将每个吊环的紧固螺栓和压板放到最下端。吊环安设后锚杆末端要露在吊环螺母外。每条前探梁的前后三个吊环要对正，顺齐一致。

4、穿放前探梁：由2～3人在前探梁的前后两端，将前探梁分别抬架至迎头，将前探梁前端安放在后部吊环内压板的上部，并由后向前穿放前探梁。将前探梁分别穿放在前后相对的三个吊环中，并使前探梁前端贴近迎头岩面。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、安设拱部钢筋网、背板进行临时支护：由1～2人在迎头永久支护的掩护下，面向迎头将两张钢筋网分别由前探梁的两侧窜放在前探梁上，将两张钢筋网靠近弯钩联接在一起。并按搭接要求与顶板钢筋网弯钩联接，然后在前探梁上、钢筋网下面安设一组木背板，托住钢筋网。再按同样方法在前探梁前端安放两张钢筋网，并弯钩联接在一起。再窜放一组木背板，调整每组木背板的位置，使背板避开锚杆打设位置，在钢筋网下均匀布置。

6、将前部吊环紧固螺帽上紧托高前探梁，使钢筋网足顶，当螺帽上紧仍不足顶时，在前探梁后端安放背板，将前部抬高足顶。然后将中部吊环紧固螺帽上紧托住前探梁。背板不实时用木楔加牢。

**二、钢筋网安装工艺**

1、顶部钢筋网安设顺序及要求见前探临时支护施工工艺部分。

2、帮钢筋网安装工序：安设钢筋网→握钩连接钢筋网。

3、施工前先敲帮问顶，将两帮及迎头的危岩、活石、开裂的喷浆层摘除干净，确保施工地点安全。两帮钢筋网按由上向下、先外后里的顺序安设。安设时将钢筋网按搭接要求在安设位置摆放好，将搭接处钢筋用网扳手握钩连接在一起。

4、当安设的钢筋网不能贴近岩面时，采用木背板支设趄柱将钢筋网顶靠在岩面上，背板与底板呈45ο～50ο夹角布置，一端安放在底板上，另一端将钢筋网顶靠在巷帮岩面上，趄柱要避开锚杆打设位置安设。

**三、锚杆支护工艺**

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→检测锚杆眼角度→装锚固剂、锚杆→ 搅拌锚固剂固定锚杆→ 安装锚杆盘、螺母→ 拆除前探临时支护→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、开裂的喷浆层摘除干净，确保施工地点安全。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。

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根据测量给定的巷道中腰线，找出巷道拱顶位置，按由上向下、由外向里的顺序标定好锚杆眼的位置。

⑶巷道拱部锚杆眼位置确定：①根据施工中腰线在控顶区内巷道顶板上标定出巷道中线。按与后部锚杆间距800mm标定出拱顶部锚杆眼的位置。②在迎头后部距迎头8～10m处巷道中线和起拱线交叉位置安设一个吊挂点，由该吊挂点向迎头拱顶部确定的锚杆眼拉尺，确定好拉尺长度；然后由上向下根据确定的拉尺长度和800mm的锚杆间距，标定出巷道拱部锚杆眼位置。

⑷两帮锚杆眼的位置确定：由靠近起拱线处锚杆眼向下按垂直与巷道底板、800mm的锚杆间距，由上向下标定出两帮锚杆眼的位置。

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、点锚杆眼：标定好锚杆眼后，点眼工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20mm的眼窝。

6、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、由顶到帮的顺序依次进行。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。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。

7、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。

8、检测锚杆眼的打设角度：锚杆眼打设完成后由验收员或班组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。

9、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，搅拌时间达到30s后停止搅拌，撤去锚杆机、搅拌器，在锚杆末端安放锚杆盘，拧上锚杆螺帽。

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，保证锚杆盘压紧钢筋网、靠紧岩面，控制好巷道围岩。

⑹顶部锚杆盘、螺母紧固好后，撤掉背板，拆除前探梁，卸下吊环，运到耙装机后部10m内，靠巷帮摆放整齐。

10、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。

11、施工完成后将工具、管路、剩余物料撤到耙装机后部，摆放在工具、物料架上。将施工中找掉的矸石清理、平整，保证巷道高度达到要求。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→检测锚索眼角度→安装锚固剂、锚索线→安装锚索盘、锁具→涨紧锚索→检测锚固力→弯折锚索线末端→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、标定锚索眼：根据锚索布置方式及间排距要求，在巷道顶板上确定锚索眼的位置，并标定好。眼位误差不得超过±100mm。

5、点锚索眼：标定好锚索眼后，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。

6、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。

7、检测锚索眼的角度：锚索眼打完一节钎子后由验收员或班组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。

8、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【红色】在上部， MSK2350树脂锚固剂【白色】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在锚索线末端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。

9、锚索盘安装：

⑴待锚索线锚固剂凝固5～10min后再进行锚索盘的安装。

⑵安装锚索盘前将锚索线周围岩面处理平整，增加锚索盘与岩面的接触面积。

⑶安装时先将锚索盘托起，使锚索线由锚索盘中间的锚索线孔内穿出，抬高锚索盘使其紧靠岩面。在外露的锚索线上放置锁具,并使其贴紧锚索盘，调正锚索盘。

10、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，液压泵压力表的读书达到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。

11、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。

12、施工完成后清理施工现场，将工具、管路、物料撤到耙装机后部，摆放在工具、物料架上。将施工中找掉的矸石清理、平整，保证巷道高度达到要求。搞好现场文明施工。

**五、喷射混凝土**

**㈠混凝土喷射工艺**

1、工艺流程：



2、施工前先“敲帮问顶”，仔细检查、摘掉顶、帮的危岩、活石、开裂的喷浆层，确定安全后方可开始工作。

3、检查除尘器：在喷浆机回风侧，距离喷浆机2～4m处安设好除尘器，接好风水管路，并试运行合格，喷浆过程中对喷浆机上料口、余气口进行除尘。

4、检修喷浆机：

⑴将喷浆机开关停电、闭锁，并悬挂“有人工作严禁送电”的标志牌。

⑵检修喷浆机时先拿掉过滤筛、拆掉下料槽、出料口、搅拌器、衬盘；检查旋转体各眼，清除残留在各眼内的堵塞物；检查出料口橡胶板结合面的磨损情况，当磨损量较大，跑料较多时，要及时更换新橡胶板；检查出料管的完好情况，发现磨损量超过出料管厚度的三分之二时，及时更换新出料管；检查搅拌器、衬盘完好情况，发现损坏时，要及时更换；检修完毕后送电空载试运转，发现问题及时处理好。

⑶接好进风管、输料管和喷枪头。在喷枪头上安设好水管及水阀。输料管各处接头要严密，螺栓要设全紧牢固，绑扎处要捆绑两道，并将两侧管路拉紧，不得存在漏风、跑料现象。

⑷当喷浆机距离喷射地点远，一节输料胶管不够长时，中间可采用Ф50mm的高分子管作输料管，高分子管之间采用法兰盘配合四个螺栓连接，高分子管两端头用四个螺栓各连接一个短节。连接时将胶管套在短节钢管上，套入长度不得小于100mm，在胶管外用12#双股铁丝绑扎两道，并将绑扎的两道铁丝牵拉在高分子管上靠近法兰盘处。短节用长度不小于150mm的钢管和一个法兰盘焊接制作。

5、检查巷道支护：

⑴按由外向里、由顶到帮的顺序检查巷道支护情况，发现没有紧固好的锚杆要及时紧牢固，网钩不闭合的，重新弯好，确保所有支护完整有效。

⑵钢筋网内有浮矸时，摘除干净，受喷部位喷层开裂时及时找掉。将巷道两帮底角的矸石清理干净，并扒出深度不小于100mm的基础。

6、喷浆料准备：

⑴ 按照混凝土配比要求（重量比为水泥：砂：石子=1：2：2；体积比为水泥：砂：石子=1：1.5：1.5）。将施工所用的水泥、砂子、石子、速凝剂等材料装车运到喷浆机附近，将喷浆机附近巷道内的物料、浮矸等杂物清理干净，使巷道底板清洁。

⑵打开巷道内安设的降尘、净化水幕，施工人员佩戴齐全防尘用具。

⑶人工翻锨将喷浆料分别卸到巷道一帮堆放整齐。水泥堆放时底部要用木板垫起，使水泥离开底板；石子随卸随洒水，将石子湿透，冲去石粉。

⑷采用人工翻锨配合量具拌潮料。拌料过程中要随时掌握料的含水率，要求拌好的潮料用手握成团，松开手后，料似散非散，吹无烟。当拌的料较干时，可对砂堆或石子堆洒水增加料的含水率；当拌的料较湿时，可掺干石子降低料的含水率。料要翻拌三遍使其均匀混合。

7、冲刷受喷面：喷浆机检修完毕、风水管路安设好、巷道支护检查完毕后，用高压水冲刷受喷面，将受喷面上的浮尘、煤岩粉冲洗干净。

8、复喷安设喷厚标志：

⑴巷道复喷时根据施工中腰线首先确定出巷道两帮的位置，在底板以上0.3m、1.2m和起拱线处采用铁丝或细钢丝分别拉设一条线，标示出两墙设计轮廓线位置，上、中、下三条线要处在同一竖直面上。

⑵在巷道拱顶及两肩窝处按上述要求分别拉设一条线，标示出拱部设计轮廓线。

⑶拉线长度不小于20m，两端要固定在巷道成型比较完整、巷道荒断面靠近设计轮廓线部位，各条线要拉紧拉直，固定牢固。在每条线的中部按间距3～5m增加固定点，降低各条线的偏移量。

⑷用手镐将靠近巷道两帮底角的矸石清理干净，扒出深不小于100mm的基础。

9、将靠近喷浆地点的风水管路、电缆、风筒撤下，放到巷道底板，用废旧风筒布或雨布遮盖严。在喷射位置下巷道底板上铺设旧风筒布或雨布，收集回弹料。喷浆前对受喷面按1.5～2m的间距划分区段，喷浆时按由外向里的顺序依次进行。

10、喷射混凝土：

⑴喷浆手手持喷枪在受喷面靠外一端，面向受喷面调整好位置，使喷枪头与受喷面的垂直距离在0.8～1m之间，使喷枪头向下倾斜。

⑵喷浆手打开水阀调整供水量，副手用矿灯与喷浆机司机联系打开风阀调整供风量，供风压力控制在0.4MPa左右，水压比风压高0.1MPa左右；喷浆机司机打开除尘器的风水阀进行除尘。

⑶待风量调整好后，送电开动喷浆机，然后两人配合翻锨上料，一人控制给料量并添加速凝剂，开始喷浆。速凝剂掺入量一般为水泥重量的2.5～4%，喷拱取上限，有淋水时，可酌情加大速凝剂掺入量，速凝剂必须在喷浆机上料口均匀加入。

⑷喷浆手移动喷枪头按螺旋型轨迹缓慢运行，喷枪头移动幅度大小，要根据出料情况调整，使喷出的料一圈压半圈。并按先墙基后墙拱，自下而上的顺序进行，遇低凹处要先填平。一个区段喷完后再向里喷相邻区段。相邻区段间要喷成斜交接茬。

⑸喷浆时喷枪头与受喷面应尽量保持垂直，喷拱时其最小角度不得小于70°。

⑹喷浆手要根据出料量的变化，及时调整给水量，最合适的水灰比是0.4～0.5之间，使喷出的料无干斑、无流淌、粘着力强、回弹量少。回弹率拱部不大于25%，两帮不大于15%。

⑺喷浆过程中每遍喷射厚度控制在20～30mm，相邻两遍喷浆间隔时间不得超过2h，否则应用高压水重新冲洗受喷面。喷浆手随时掌握喷浆厚度，初喷浆时岩面平整处要盖严钢筋网，低凹处要填平。复喷时严格按拉设的铁丝标示出的巷道轮廓线控制喷浆厚度。

⑻喷浆结束时，副手先通知喷浆机司机停止加料，待喷浆机及输料管内的料全部喷出后，停止喷浆机运转，喷浆手手持喷枪，使喷枪头向下倾斜，然后喷浆机司机关闭风阀，停止供风，喷浆手关闭水阀，停止供水。当班所拌的料要用净。

⑼喷浆工作结束后卸开喷头，清理水环。将喷浆机内外部喷浆料清理干净。将回弹料清理干净，用高压水将靠近施工地点的所有管路、电缆、风筒、设备上的粉尘冲洗干净，搞好现场卫生。将输料管撤到耙装机后部，靠巷道一帮摆放整齐。

⑽喷浆后必须对喷体洒水养护，7天以内，每班洒水一次，7天以后每天洒水一次。洒水养护时间不少于28天。

**㈡喷射混凝土施工要求**

1、喷射混凝土要求初喷距迎头不超过3.5m，复喷距迎头不得超过40m。初喷厚度为30～50mm，对巷道围岩和钢筋网进行封闭。复喷总厚度不低于100mm。两墙基础深度不得小于100mm，无赤脚、穿裙现象。喷体表面平整，墙要垂直，拱部圆滑，在1m范围内凹凸不得大于50mm。

2、喷浆机司机应由了解所用喷浆机性能的人员担任，开机时必须先给水，后开风，再开机，最后上料；停机时要先停料，后停机，再停风，最后关水。

3、喷浆应有两人配备进行，喷射手手持喷枪喷浆，副人辅助照明，负责联络、观察顶板及喷射情况，保证喷浆安全顺利进行。

4、喷射工作开始后，严禁将喷枪头对准人员，喷浆中突然发生堵塞故障时，喷射手应紧握喷枪，使喷口向下朝向无人的一侧。

5、质量检测：

⑴加强喷层厚度的检查，巷道复喷成形后，质量验收员要每间隔10m标定一组验收孔，每组布置5个验收孔，验收孔分别布置在巷道拱顶、两肩、起拱处。打眼时验收孔的孔底必须进入巷道围岩20～50mm。验收孔打好后质量验收员对喷层厚度进行检测，并把数据记录在喷浆厚度检测记录表中。

⑵加强混凝土强度的质量检测，巷道在喷浆施工过程中，每月用现场拌好的喷浆料，制作3块规格长×宽×高=100×100×100mm的混凝土试块，并在靠近施工现场的安全地点洒水养护28天，7天以内，每班洒水一次，7天以后，每天洒水一次。完成养护后送有资质的检测机构对混凝土试块进行检测。

6、对顶帮涌水处处理方法：若巷道有大股或大面积的渗透水，应采取排、堵结合，以排为主的措施进行处理。在渗透水的地点用导水管集中导出，周围用水泥固结，使成片漏水变成漏水点，当混凝土凝固后，再用砂浆封堵。对一般渗水地点，应采用1:2（重量比）的灰砂比，加大速凝剂掺入量、加大风压喷射，封住渗水部位。

**六、水沟挖砌**

**㈠施工要求**

1、水沟随台下爆破施工将矸石破碎，随耙装机前移及时掘砌，水沟掘砌滞后耙装机的距离不得超过30m。耙装机前移后首先在耙装机后部扒出宽度和深度均不小于300mm的毛水沟，将迎头积水顺出。水沟掘砌按由外向里的顺序逐段进行。掘砌的水沟养护完成后，用水沟盖板将水沟盖严，每段采用的水沟盖板的长度要比水沟宽度大200mm。

2、水沟采用混凝土（水泥、石子、砂子）配合模板砌筑，砌体厚度100mm，砼C20，抗压强度要求达到20MPa。水泥：使用32.5R普通硅酸盐水泥；砂：为纯净的中粗砂；石子：粒径3～5mm。混凝土配比为水泥：砂：石子=1：2：2（重量比）。

3、模板采用铁板配合角铁焊接制作，长度为2m，宽度与水沟深度一致。撑杆用锚杆焊接制作，高度与模板宽度一致，宽度与两侧模板厚度相加后等于水沟宽度。

**㈡水沟挖砌工艺**

1、水沟挖砌工艺流程：施工准备→挖毛水沟→支设模板→拌混凝土浇筑→撤模板→洒水养护→盖水泥盖板。

2、准备施工所用的锨、手镐、风镐、风泵、模板等工具和混凝土材料。风镐、风泵安设好风管，试运行合格。准备的工具、材料要完好能够正常使用。

3、在已扒砌的水沟内，靠近施工位置2～5m 内用水泥袋装砂，构筑一条挡水墙。在挡水墙靠施工的一侧安设风泵，将施工位置的积水排出，便于施工。

4、根据巷道中线和水沟中线，确定出水沟靠巷道中心一侧位置，并拉绳或划线标出。

5、由外端开始人工采用手镐将水沟内的矸石扒起，用锨清理到巷道的对侧，水沟靠巷帮一侧要清理到硬岩，并于巷帮顺直。遇到没有爆碎的岩石时，采用风镐破碎后再清理。

6、将模板清理干净，在模板外面涂抹废旧机油。按巷道断面图中标定的水沟位置和规格安设模板，模板外端伸入后部砌好的水沟内100～200mm，两端和中部分别安设撑杆撑牢，模板外侧用木板顶牢。前端头处用木板或装砂的水泥袋挡牢。

7、以上工作完成后，靠近施工地点，人工翻锨按混凝土比例配料并拌均匀，在模板外侧均匀浇筑砼，每次浇筑高度为200mm，并随加料随用木棒捣实，以表面出现灰浆没有气泡为标准。浇筑完后将上部抹平。

8、浇筑12h后即可拆模，拆模时先将撑杆拆出，然后轻轻敲击震动模板，使模板与混凝土脱离，然后将模板拆出，将模板上的灰浆清理干净，靠巷帮摆放整齐。发现砌体表面有蜂窝、麻面时用混凝土填实抹平。

9、模板拆出后即可洒水养护，每班洒水一次，养护时间为7天。浇筑质量标准要求：浇砼表面平整度每平方米不大于10mm。砼厚度不得小于设计厚度，规格不小于设计要求，位置偏差不大于设计的±50mm。浇注后的砼不得有蜂窝、麻面、孔洞现象。

10、水沟洒水养护完成，即可由外向里逐块安设盖板。安设前先将水沟内外沿上的浮矸杂物清理干净，处理平整。在盖板安设位置的外侧拉线，确保盖板外侧顺齐一致，盖板上部平整，接触严密，盖板内侧与巷帮间空隙用砼填实抹平。

11、水沟内清出的矸石集中装车运走，多人装车时采用四角装车法，施工人员要控制好锨中的矸石，防止滑落伤人。矿车前后两端用木楔掩牢固，装矸过程中迎头要停止扒装，靠近装车地点前后20m内严禁其它车辆运行。

**七、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。