## 第四节 巷道支护设计

根据相邻巷道施工经验，确定本规程施工的半圆拱形巷道炮掘时采用前探梁进行临时支护。硐室施工中采用丁字棚进行临时支护。矩形巷道机掘时采用前探梁式进行临时支护。半圆拱形巷道炮掘时永久支护采用锚网索喷联合支护方式。矩形巷道机掘时永久支护采用锚网索联合支护方式。

**一、临时支护**

**㈠炮掘半圆拱形巷道前探梁临时支护**

半圆拱形巷道炮掘时迎头采用吊环吊挂前探梁配合木背板安设前探临时支护控制迎头顶板。

1、前探梁采用Ф≥75mm、壁厚4mm的钢管制作，每条3.8m长。前探梁使用条数：巷道掘进宽度为4.2m时采用3条，5.4m时采用4条。

2、吊环采用Ф18mm的20MnSi高强度全螺纹钢锚杆配合厚度为10mm的钢板加工制作。吊环上部设置锚杆螺母，安设时将该螺母拧在外露锚杆上使用。在吊环中部安设有活动压板，压板下部安设有紧固螺母，调节紧固前探梁。巷道掘进过程中吊环循环使用。详见半圆拱形断面最大控顶距前探临时支护平剖面图。

3、每条前探梁采用3个吊环、按与巷道中线平行吊挂在巷道拱顶部、靠近迎头相邻的三排锚杆下。前探梁上方采用两组规格长×宽×厚=1200×150×50mm的木背板和木楔足顶。背板垂直于巷道中线方向，在相邻的两条前探梁上安设。背板两端超出前探梁的长度要均匀一致。前探梁为3条时，每组2条背板，迎头共用4条背板；前探梁为4条时，每组3条背板，迎头共用6条背板。

4、前探梁随迎头施工及时安设，并保证牢固可靠。迎头前探梁最大控顶距离不大于1.9m，迎头最小空顶距离不大于0.3m，当迎头最小空顶距离大于0.3m 时安设前探梁进行临时支护。

5、上山掘进施工中为防止前探梁下滑，每条前探梁采用一条两端带挂钩的手拉葫芦起重链，将前探梁后端钩挂在顶板钢筋网上。链条长度为0.5～1m。

**㈡丁字棚临时支护**

1、在开掘躲避所、绞车窝硐室时，采用一条小头直径不小于180mm的优质圆木柱，配合规格长×宽×厚=1000×200×50mm的木背板，支设一架丁字棚作为迎头临时支护，躲避所支设丁字棚时使用木柱长度为2m，绞车窝支设丁字棚时使用木柱长度为2.6m。木柱两端面要整齐且垂直于木柱中线方向。

2、安设时木柱大头朝上，靠近硐室中线位置垂直布置在控顶距的中部，背板顺硐室中线方向布置，背板与木柱接触要严密，背板以上用木楔加牢，木楔不能重叠布置。木柱要支在实底上，不够高时在木柱下面垫规格300×300×200mm的木座，木座不能重叠布置。

**㈢前探梁式临时支护**

采用前探梁临时支护

巷道施工中迎头采用吊环吊挂前探梁配合方木安设前探临时支护控制顶板。

1、 前探梁：选用由Ф75mm、壁厚4mm的铁管制作，每条长度为4.0m，共使用3条前探梁。上下坡掘进施工每条前探梁必须设防滑装置，防滑装置采用手拉葫芦小链焊接铁钩子，然后再焊接在每条前探梁的一端，使用时将铁钩子挂在顶板网上防止前探梁下滑。

2、吊环：采用Ф18mm的20MnSi高强度全螺纹钢锚杆配合厚度为10mm的钢板加工制作。吊环上部安设有锚杆螺母，安设时将该螺母拧在外露锚杆上使用。在吊环中部安设有活动压板，压板下部安设有紧固螺母调节紧固前探梁。巷道掘进过程中吊环循环使用。

3、每条前探梁采用3个吊环、按与巷道中线平行吊挂在巷道顶板且靠近迎头相邻的三排锚杆下。前探梁上方采用三组规格长×宽×厚=2200×100×100mm的木背板和木楔足顶。方木垂直于巷道中线方向，在相邻的两条前探梁上安设。背板两端超出前探梁的长度要均匀一致。每组采用2块方木，迎头共用6块方木。

4、前探梁随迎头施工及时安设，并保证牢固可靠。最大控顶距离不大于1.2m。迎头最小空顶距离不大于0.3m，当迎头最小空顶距离大于0.3m 时安设前探梁进行临时支护。

**二、半圆拱形巷道永久支护**

**㈠永久支护参数**

半圆拱形巷道采用锚网索喷联合支护形式作为永久支护，锚杆由拱顶部向两边均匀布置。锚杆拟采用Ф18×2100mm的20MnSi高强度全螺纹钢锚杆，间排距拟定为800×800mm。锚杆要与所在部位巷道轮廓线垂直布置，其角度不得小于75°。每条锚杆采用2卷MSCK2850树脂锚固剂固定，锚固力均不小于85kN。喷砼C20（水泥、石子、砂子），喷体厚度100mm，抗压强度要达到20MPa。

**㈡永久支护参数验算**

按悬吊理论对较大断面的3302轨道顺槽车场段锚杆支护参数进行验算。

1、锚杆长度验算：

L = KH + L1 + L2 = 2×0.675+0.5+0.1=1.95（m）。

式中：L — 锚杆长度，m；

H — 冒落拱高度，m；

K — 安全系数，一般取K=2；

L1 — 锚杆锚入稳定岩层的深度，一般按经验取0.5m；

L2 — 锚杆在巷道中的外露长度，一般取0.1m。

其中：H ===0.675(m)。

式中：B — 车场巷道开掘宽度，取5.4m；

f — 岩石坚固性系数，取4；

即需要锚杆长度为1.95m，故选用的锚杆长度2.1m ＞1.95m，满足支护要求。

2、锚杆间排距按相等验算：

a =

式中：a — 锚杆间排距，m；

Q — 锚杆设计锚固力，85kN/条；

H — 冒落拱高度，取0.675m；

R — 被悬吊砂岩的重力密度，取25.48kN/m3；

K — 安全系数，一般取K=2；

a ==1.5m＞0.8m，故设计锚杆间排距0.8m＜1.5m，满足支护要求。

3、树脂锚固剂数

由L锚=

式中: Ф卷 —树脂锚固剂直径，Ф卷=28mm；

L卷 —树脂锚固剂长度， L卷=500mm；

L锚 —锚固剂充填长度， 取L锚=1000mm；

Ф孔 —杆孔直径，Ф孔=32mm；

n — 树脂锚固剂卷数；

d — 锚杆直径，Ф18mm；

n=1.785卷＜2卷，故每条锚杆采用2卷MSCK2850树脂锚固剂固定满足支护要求。

4、锚杆直径校验

按杆体强度与锚固力相匹配的原则确定杆体直径。

额定锚固力为P锚=π×Ф孔×σ′×L锚

式中 ： Ф孔 —锚杆眼径，取32mm；

σ′— 锚固剂与孔壁之间的粘结强度： 取 1.45MPa；

L锚 — 锚固剂长度,取1000mm；

由上式计算得出P锚=145696N。

杆体采用20MnSi高强度全螺纹钢材料，则其直径应满足：

π×d2×σs /4≥P锚

式中： d — 杆体直径；

σs — 杆体屈服强度，取580MPa；

由上式计算得出 d=17.88mm＜18mm。故选用Ф18mm的锚杆满足支护要求。

经以上验算拟采用的锚杆支护参数满足车场巷道的支护要求。由于上山段巷道断面小于车场段巷道断面，故拟采用的锚杆支护参数亦能满足上山段巷道的支护要求。

**㈢锚索补强加固参数**

根据3302轨道顺槽预测剖面图，巷道在煤层底板内开始掘进施工后，逐步靠近煤层并进入到煤层中。为保证巷道安全顺利的接近煤层，参考以往巷道施工经验，对该段巷道增加三路锚索加强顶板支护，三路锚索平行布置在巷道中线及其两侧各1.6m处，前后相邻两排锚索的距离为2.4m。锚索打设滞后迎头的距离不得超过两个锚索排距的距离。锚索线长度在施工中根据巷道顶板岩石情况进行修定。

**㈣永久支护材料及参数确定**

1、锚杆：采用Ф18×2100mm的20MnSi高强度全螺纹钢锚杆，锚杆螺母采用与锚杆配套的M18铸钢螺母。锚杆间排距为800×800mm，偏差不超过±100mm。锚杆外露长度为30～50mm。锚固力均不小于85kN。锚杆螺母用机械或力矩扳手拧紧，螺母扭矩不小于120N•m。

2、锚杆由拱顶部向下均匀布置。锚杆要与所在部位巷道轮廓线垂直布置，其角度不得小于75°。前排锚杆到迎头的距离达到900mm时，及时打设锚杆支护围岩。上山段巷道每排布置13条锚杆，其中拱部9条，两帮各2条；车场段巷道每排布置16条锚杆，其中拱部10条，两帮各3条。

3、锚杆锚固剂：每条锚杆采用2卷树脂锚固剂固定，锚固剂长度为500mm。Ф32mm锚杆眼采用2卷MSCK2850树脂锚固剂，Ф27mm锚杆眼采用2卷MSCK2350树脂锚固剂，搅拌时间均为30s。在松软岩层中每条锚杆采用3卷树脂锚固剂固定，搅拌时间均为45s。

4、锚杆盘：采用钢板冲压制作，规格长×宽×厚=120×120×10mm。锚杆盘中间位置布置一个Ф20mm圆孔。

5、钢筋网：采用Ф6mm的钢筋焊接制作，规格长×宽=1800×900mm，网孔100×100mm。相邻的两边预留100mm长的搭接钢筋。相邻钢筋网用搭接钢筋握钩连接使用，握钩长度不小于50mm，弯曲度不得小于180°，并要闭合。

6、锚索线：根据相邻巷道施工经验，锚索线采用Ф15.24mm的低松弛预应力左旋钢铰线，锚索线长度根据现场顶板岩石情况截割，长度不得小于5m，并确保锚索线锚入顶板硬岩层中的长度不小于1m。锚索线与所在部位巷道轮廓线垂直布置，其角度不得小于75°。锚索线偏差不超过±100mm。每条锚索线必须使用一个与锚索线配套的锁具固定，锁具：规格型号为QLM。锚索线外露长度为150～200mm；锚固力要求达到98kN（无论使用风动或电动液压油泵压力表的读数均必须达到30MPa）。锚索线外露端分成单股后分别折弯贴紧岩面，以便喷浆盖严。

7、锚索线锚固剂：锚索线采用MSCK2350（红色）和MSK2350（白色）型树脂锚固剂固定。每条锚索线长度在6m以下时，使用1卷MSCK2350型和2卷MSK2350型树脂锚固剂固定；6～8m时，使用1卷MSCK2350型和3卷MSK2350型树脂锚固剂固定；8m以上时，使用1卷MSCK2350型和4卷MSK2350型树脂锚固剂固定，其中MSCK2350型树脂锚固剂在上部，MSK2350型树脂锚固剂在下部，其搅拌时间分别为45s、60s、75s。

8、锚索盘：钢板制作，规格长×宽×厚=200×200×20mm。在托盘中间位置布置一个Ф18mm的锚索线孔。

9、喷砼C20：水泥：石子：砂子=1：2：2（重量比），喷体厚度100mm。水泥使用32.5R普通硅酸盐水泥，结块、失效的水泥不能使用；砂为纯净的中粗砂；石子粒径3～5mm；速凝剂型号为J85型；水要清洁、干净无杂物。

**㈤支护材料消耗量**

1、车场支护材料消耗量：锚杆：16套/排，20套/m（每排拱部布置10套，两帮各布置3套）；锚杆锚固剂：32卷/排，40卷/m；钢筋网：11.4m 2/排，14.2m 2/m；锚索线：3条/排，1.25条/m；锚索盘：3条/排，1.25条/m；锚索锚固剂：12卷/排，5卷/m；砼消耗量：2.1m3/m（其中水泥：0.82t/m；砂：1.28m3/m；石子：1.32m3/m；速凝剂：29.4kg/m）。

2、顺槽支护材料消耗量：锚杆：13套/排，16.25套/m（每排拱部布置9套，两帮各布置2套）；锚杆锚固剂：26卷/排，32.5卷/m；钢筋网：9.72m 2/排，12.15m 2/m；锚索线：3条/排，1.25条/m；锚索盘：3条/排，1.25条/m；锚索锚固剂：12卷/排，5卷/m；砼消耗量：1.84m3/m（其中水泥：0.86t/m；砂：1.34m3/m；石子：1.38m3/m；速凝剂：25.76kg/m）。

**三、矩形巷道永久支护**

**㈠永久支护参数**

1、机掘巷道采用锚网索支护作为永久支护形式。锚杆采用20MnSi高强度全螺纹钢锚杆。顶板锚杆规格拟定为Ф18×2400mm，间排距拟定为900×900mm，锚杆由中间向两边均匀布置，靠近两帮的锚杆与帮的距离为300mm。两帮锚杆规格拟定为Ф18×1800mm，间排距拟定为1000×900mm，靠近顶板的锚杆与顶板间的距离为300mm。

2、锚杆要与所在部位巷道轮廓线垂直布置，其角度不得小于75°。顶板靠近两帮的锚杆沿垂直方向呈15°夹角向外布置；两帮靠近顶板的锚杆呈15°仰角布置，靠近底板的锚杆呈15°俯角布置。

3、顶板每条锚杆采用1卷MSCK2350树脂锚固剂【红色】和1卷MSK2350树脂锚固剂【白色】固定。两帮每条锚杆采用1卷MSCK2350树脂锚固剂【红色】固定。每条锚杆的锚固力均不小于85kN。

4、顶板金属网拟采用菱形铁丝网配合异型钢带和T型钢带支护。两帮采用菱形钢板网配合异型钢带支护。

**㈡永久支护参数验算**

1、顶板锚杆参数确定

⑴顶板两侧锚杆长度的确定原则是：使其锚固端水平投影伸入两帮内500mm以上，确保受到两帮煤体的有效支撑，从而实现巷道顶部载荷向两帮转移，按下式计算：

L=(L1+L2)/cosβ+L3+L4

式中：L — 倾斜锚杆长度；

L1 — 要求锚固端水平投影伸入煤体内的距离，取L1=500mm；

L2 — 倾斜锚杆下端到煤壁的水平距离，取L2=300mm；

β — 倾斜锚杆水平面夹角，取β≥60о；

L3 — 额定锚固长度，取L3=500mm；

L4 — 锚杆外露长度，取L4=100mm；

由上式计算得出：L=2200mm；取 L=2400mm。

为便于井下施工，取中间垂直锚杆长度与两侧倾斜锚杆长度相同。

⑵顶板锚杆树脂锚固剂用量计算

由 L锚= n×Ф2卷×L卷/(Ф2孔－d2)

式中:Ф卷 — 树脂锚固剂直径，Ф卷=23mm；

L卷 — 树脂锚固剂长度，L卷=500mm；

L锚 — 树脂锚固剂充填长度，取1000mm；

Ф孔 — 锚杆眼直径，Ф孔=27mm；

n — 树脂锚固剂数；

d — 锚杆直径，为了增加锚杆支护强度、减小锚杆支护密度、提高掘进速度，宜采用大直径锚杆，据有关研究认为：孔径与锚杆直径相差6～12mm时，锚固力达到最大，根据施工方便和锚固力大的设计思路，确定锚杆直径为18mm、钻孔直径27mm。

由上式计算得出n=1.53卷。考虑锚杆快速安装工艺要求，顶板每条锚杆选用1卷MSCK2350树脂锚固剂【红色】和1卷MSK2350树脂锚固剂【白色】固定。

⑶顶板锚杆直径校验

按杆体强度与锚固力相匹配的原则确定杆体直径。

额定锚固力P锚=π×Ф孔×σ′×L锚

式中：Ф孔  — 锚杆眼径，取27mm；

σ′— 树脂锚固剂与孔壁之间的粘结强度：取 1.45MPa；

L锚 — 树脂锚固剂长度，取1000mm；

由上式计算得出P锚=122931N；

锚杆杆体采用20MnSi高强度全螺纹钢材料，则其直径应满足π×d2×σs /4≥P锚

式中：d — 杆体直径；

σs — 杆体屈服强度，取540MPa；

由上式计算得出 d=17.02mm；根据我矿使用的锚杆系列，取直径d=18mm的20MnSi高强度全螺纹钢锚杆。

⑷顶板锚杆间排距

机掘巷道沿3下煤层顶板掘进施工，根据类似条件下的全煤巷道锚杆支护经验和巷道宽度及服务年限，确定锚杆间距为900mm。

锚杆排距L排应满足：L排= n×N/[ k×r×B×(L-L4)]

式中 ： n — 每排锚杆根数：取5条；

N — 每根锚杆锚固力，取85kN；

k — 安全系数，取1.6；

r — 顶板岩层重力密度，取25.48kN/m3；

B — 巷道荒宽，取4200mm；

L — 锚杆长度，取2400mm；

L4 —锚杆外露，取100mm；

由上式计算得出：L排=1058mm，取顶板锚杆排距为900mm，间距为900mm。

2、帮锚杆参数确定

⑴帮锚杆长度：L帮=L1+L2+L3=967+600+100=1667mm

式中： L1 — 两帮潜在松塌区宽度，L1=H×tg（45-Ψ/2）=4100×tg（45-63.4/2）=967mm；

L2 — 帮锚杆伸出潜在松塌区的额定锚固长度，取600mm；

L3 — 帮锚杆外露长度，取100mm；

Ψ — 煤的内摩擦角，取63.4；

H — 巷道高度，4100mm。

根据锚杆系列长度取帮锚杆长度为1800mm，1800mm>1667mm，满足要求。

⑵帮锚杆树脂锚固剂数量

由L锚= 

式中：Ф孔 — 锚杆眼直径，Ф孔=27mm；

Ф卷 — 树脂锚固剂直径，Ф卷=23mm；

L卷 — 树脂锚固剂长度，取500mm；

L锚 — 树脂锚固剂充填长度，取500mm；

d — 杆体直径；

根据孔径与锚杆直径相差6～12mm时，锚固力将达到最大的设计思路，确定锚杆直径为18mm、钻孔直径27mm。

故n=500× =0.77（卷）

考虑到巷道为实炭区，掘进时两帮受挤压力较小，故每条帮锚杆选用1卷MSCK2350树脂药【红色】固定。

⑶帮锚杆杆体直径校核：帮锚杆选用20MnSi高强度全螺纹钢锚杆，帮锚杆锚固力初步确定为85kN，选用1卷树脂锚固剂计算帮锚杆直径应满足额定锚固力要求。

P锚 — 帮锚杆额定锚固力，N；

P锚=π×Ф孔×σ′×L锚=61465N

式中：Ф孔 — 帮锚杆眼径，取27mm；

σ′— 锚固剂与孔壁之间的粘结强度： 取 1.45MPa；

L锚— 树脂锚固剂充填长度，取500mm；

σs — 帮锚杆杆体屈服强度，取540N/mm2；

d — 帮锚杆杆体直径，mm；

锚杆杆体采用20MnSi螺纹钢材料，则其直径应满足π×d2×σs /4≥P锚 ，则

d≥ =12mm,故选用直径18mm的20MnSi螺纹钢锚杆满足要求。

⑷帮锚杆间排距：为满足均匀压缩带即：“挡固层”有一定厚度的要求，则锚杆间距应满足D≤(L帮-L3)/2=1150mm，为便于施工，帮锚杆间距取1000mm，帮锚杆排距与顶板锚杆相同，取900mm。

（5）帮锚杆锚固力：根据确定的帮锚杆直径，校核帮锚杆锚固力。

P锚=π×Ф孔×σ′×L锚

L锚=L卷×Ф卷2/(Ф孔2-d2)

式中： Ф卷 — 树脂锚固剂直径，Ф卷=23mm；

L卷 — 树脂锚固剂长度，取L卷=500mm；

Ф孔 — 帮锚杆眼直径，Ф孔=27mm；

d — 帮锚杆直径，取d=18mm；

σ′— 树脂锚固剂与孔壁之间的粘结强度，取σ′=1.55MPa；

L锚=653mm；

P锚=85810N=85.8kN，85.8kN>85kN，故满足要求。

3、锚索补强加固参数

根据《3302轨道顺槽掘进地质说明书》可知矩形段巷道掘进过程中，无顶煤、无伪顶，直接顶为粉细砂岩互层，普氏系数f=3～7，平均厚度2.71m。为了加强对巷道顶板的控制参考以往巷道掘进情况锚索线长度初步选定6m，考虑现场施工方便，每隔2.7m施工一排锚索。锚索线长度在施工中根据煤层顶板岩石情况进行修定。

4、经以上验算拟采用的锚杆支护参数均能满足矩形段巷道支护要求。

**㈢永久支护材料及参数确定**

1、锚杆：采用20MnSi高强度全螺纹钢锚杆，锚杆螺母采用与锚杆配套的M18铸钢螺母。锚杆锚固力均不小于85kN。锚杆外露长度为30～50mm，偏差不超过±100mm。锚杆螺母用机械或力矩扳手拧紧，螺母扭矩不小于120N•m。

⑴顶板锚杆规格为Ф18×2400mm，间排距为900×900mm，锚杆由中间向两边均匀布置，靠近两帮的锚杆与帮的距离为300mm。中部的锚杆与顶板垂直布置，其角度不得小于75°，靠近两帮的锚杆沿垂直方向呈15°夹角向外布置。顶板锚杆每排用5条，每米用5.6条。

⑵两帮锚杆规格为Ф18×1800mm，间排距为1000×900mm，锚杆由上向下均匀布置，上部一条锚杆布置在顶板以下300mm处。靠近顶板的锚杆呈15°仰角布置，靠近底板的锚杆呈15°俯角布置，其它锚杆与帮垂直布置，其角度不得小于75°。两帮锚杆每排共用8条，每帮各4条，每米用8.9条。

2、锚杆锚固剂：顶板每条锚杆使用1卷MSCK2350树脂锚固剂【红色】和1卷MSK2350树脂锚固剂【白色】固定，其中MSCK2350树脂锚固剂【红色】在上方MSK2350树脂锚固剂【白色】在下方。帮锚杆每条使用1卷MSCK2350树脂锚固剂【红色】固定。锚固剂Ф23mm，长度为500mm。

3、锚杆盘：采用钢板冲压制作，规格长×宽×厚=120×120×10mm。锚杆盘中间位置布置一个Ф20mm圆孔。

4、金属网：顶板采用10#铁丝编制而成的网孔50×50mm、规格为4400×1100mm的菱形铁丝网。两帮采用规格为2600×2000mm的钢板网竖向裁截搭接使用，下部采用与上部同样规格的钢板网纵向裁截搭接使用。要求顶网与顶网、帮网与帮网、帮网与顶网搭接均为100mm，联网丝采用双股12#铁丝，每200mm联一扣，每扣拧2～3圈。

5、异型钢带：采用卷边厚度6mm、中间4mm，宽度为60mm的型材制作。

⑴顶板异型钢带规格为4000×60mm，每条钢带由中间向两边均匀布置5对10孔，相邻两对孔之间的距离中—中为900mm；每对孔间距中—中为100mm。每个小孔是由中间为正方形（边长为25 mm），两边为半圆形（半圆形半径为12.5 mm）组成的小孔，边孔中心与钢带端头的距离为150mm。

⑵两帮使用异型钢带规格为2600×60mm和1300×60mm上下搭接使用，其每条钢带布置三对六孔和二对四孔，每对孔的两孔间距为中—中100mm，每个小孔是由中间为正方形（边长为25 mm），两边为半圆形（半圆形半径为12.5 mm）组成的小孔，两对孔之间的距离为中—中1000mm，两端头与边孔的中心距离为250mm。

6、顶板T型钢带：规格为3800×100×10mm，每条T型钢带沿中心线位置，由中间向两边均匀布置5对10孔，相邻两对孔之间的距离中—中为900mm；每对孔间距中—中为100mm。每个小孔是由中间为正方形（边长为25 mm），两边为半圆形（半圆形半径为12.5 mm）组成的小孔，边孔中心与钢带端头的距离为50mm。顶板异型钢带与T型钢带间隔使用，每使用2条异型钢带后使用1条T型钢带。每条T型钢带采用3条锚杆和2条锚索线打设，锚杆在两端及中间的孔内打设，锚索线在巷道中线两侧的两个孔内垂直与巷道顶板打设。

7、锚索线：锚索线采用Ф15.24mm的低松弛预应力左旋钢铰线，锚索线长度根据现场顶板岩石情况截割，长度不得小于6000mm，并确保锚索线锚入顶板硬岩层中的长度不小于1000mm。每条锚索线使用一个锚索盘和一个与锚索线配套的锁具固定。锚索盘采用钢板制作，规格长×宽×厚=90×90×10mm。锁具：规格型号为QLM。锚索线外露长度为150～200mm；锚固力要求达到98kN（无论使用风动或电动液压油泵压力表的读数均必须达到30MPa）。

8、锚索线锚固剂：锚索线采用MSCK2350【红色】和MSK2350【白色】型树脂锚固剂固定。每条锚索线长度在6m时，使用1卷MSCK2350【红色】型和2卷MSK2350【白色】型树脂锚固剂固定；6～8m时，使用1卷MSCK2350【红色】型和3卷MSK2350【白色】型树脂锚固剂固定；8m以上时，使用1卷MSCK2350【红色】型和4卷MSK2350【白色】型树脂锚固剂固定，其中MSCK2350【红色】型树脂锚固剂在上部，MSK2350【白色】型树脂锚固剂在下部。

**㈣矩形巷道支护材料消耗量**

锚杆：13套/排，14.5套/m（每排顶部布置5套，两帮各布置4套）；锚杆锚固剂：18卷/排，20卷/m（每排顶部使用10卷，两帮各使用4卷）；两帮异型钢带：3条/排，3.3条/m；顶板菱形铁丝网：4.84m2/排，5.37m2/m；两帮钢板网：7.2m2/排，8m2/m；顶板异型钢带：1条/排，0.74条/m（顶板每使用2条异型钢带后使用1条T型钢带）；顶板T型钢带：1条/排，0.37条/m；锚索线：2条/排，1.48条/m；锁具：2套/排，0.56套/m；锚索锚固剂：8卷/排，2.3卷/m。

五、工程质量规定

附表3-1： 半圆拱形巷道工程质量规定

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 基  本  项  目 | 检 验  项 目 | | | 标 准 规 定 | | | | | 检 验  部 位 | 设计要求 | |
| 类 别 | | 合 格 | | 优 良 | 顺槽 | 车场 |
| 1. 巷 道  净 宽 | | | 主 要 | | 0～200mm | | 0～100mm | 拱 基 | 4.0m | 5.2 |
| 墙 脚 | 4.0m | 5.2 |
| 2. 巷 道  净 高 | | | 主 要 | | 0～200mm | | 0～150mm | 腰线上 | 2.0m | 2.6 |
| 腰线下 | 1.7m | 1.4 |
| 3. 锚固力 | | | 合格：最低值不小于设计的90%；  优良：最低值符合设计值。 | | | | | 顶 帮 | 85kN | |
| 4. 锚杆扭矩 | | | 合格：达到力矩扳手设定的扭矩。 | | | | | 顶 帮 | 120N·m | |
| 5. 喷 层  厚 度 | | | 合格：最低值不小于设计的90%；  优良：最低值符合设计值。 | | | | | 顶 帮 | 100mm | |
| 6. 锚杆、锚索线安装 | | | 合格：安装牢固，锚杆、锚索盘基本紧贴壁面不松动；  优良：安装牢固，锚杆、锚索盘紧贴壁面未接触部位楔紧。 | | | | | 顶 帮 | 优良 | |
| 7. 钢筋网压接  质量 | | | 合格：搭接处网钩完好，无脱钩现象，网基本紧贴壁面（不喷砼的），不松动；  优良：搭接处网钩闭合、拉紧，无脱钩现象，网紧贴壁面（不喷砼的），无空帮、空顶现象。 | | | | | 顶 帮 | 优良 | |
| 8. 表 面  质 量 | | | 合格：基本平整密实，无明显裸露，在1m范围内凸凹不大于80mm；  优良：表面平整密实，无裸露现象，在1mm范围内凸凹不大于50mm。 | | | | | 顶 帮 | 优良 | |
| 允许偏差项目 | 1. 锚杆间排距 | | -100～100mm | | | | 合格：70%及以上实测值在允许偏差范围内，其余不影响安全使用。  优良：90%及以上实测值在允许偏差范围内，其余不影响安全使用。  注：1.毛水沟以水流畅通为原则。 | | | 800×800mm | |
| 2. 锚索间排距 | | -100～100mm | | | | 1600×2400mm | |
| 3. 锚杆、锚索线的角度 | | 与巷道轮廓线的夹角或岩层夹角≥75°，深度符合规程要求。 | | | | ≥75° | |
| 4. 锚杆外露长度 | | | | 30～50mm | | 30～50mm | |
| 5. 锚索线外露长度 | | | | 150～200mm | | 150～200mm | |
| 6. 水沟 | 位 置 | | | -50～50mm | |  | |
| 宽 度 | | | -30～50mm | | 400mm | |
| 深 度 | | | -50～50mm | | 400mm | |
| 7.基础深度 | 符合设计要求并做到实底，局部（连续长度不超过1m）不小于设计50mm。 | | | | | 100mm | |
| 质量保证资料 | 锚杆、锚索线、树脂锚固剂抽样试验报告单。 | | | | | | | | | | |
| 锚杆、锚索线锚固力测试报告单。 | | | | | | | | | | |

附表3-2： 矩形巷道工程质量规定

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 基  本  项  目 | 检 验  项 目 | | 标 准 规 定 | | | | 检 验  部 位 | 设计要求 |
| 类 别 | | 合 格 | 优 良 |
| 1. 巷 道  净 宽 | | 主 要 | | 0～200mm | 0～100mm | 两帮锚杆端头之间 | 4.0m |
| 2. 巷 道  净 高 | | 主 要 | | 0～200mm | 0～150mm | 顶板锚杆末端与底板之间 | 4.0m |
| 3. 锚固力 | | 合格：最低值不小于设计的90%；  优良：最低值符合设计值。 | | | | 顶 帮 | 85kN |
| 4. 锚杆扭矩 | | 合格：达到力矩扳手设定的扭矩。 | | | | 顶 帮 | 120N·m |
| 5. 锚杆、锚索线安装 | | 合格：安装牢固，锚杆、锚索盘基本紧贴壁面不松动；  优良：安装牢固，锚杆、锚索盘紧贴壁面未接触部位楔紧。 | | | | 顶 帮 | 优良 |
| 6. 金属网钢带压接质量 | | 合格：搭接压茬（绑扎）良好，网带基本紧贴壁面，网与网相互搭接100mm，搭接长度不足100mm时，需扣扣相联，联网丝采用双股12#铁丝，每扣拧2-3圈。  优良：搭接压茬（绑扎）良好，网带紧贴壁面，无空帮、空顶,网与网相互搭接100mm，搭接长度不足100mm时，需扣扣相联，联网丝采用双股12#铁丝，每扣拧2-3圈。 | | | | 顶 帮 | 优良 |
| 允许偏差项目 | 1. 锚杆间  排距 | | -100～100mm | | | 合格：70%及以上实测值在允许偏差范围内，其余不影响安全使用。  优良：90%及以上实测值在允许偏差范围内，其余不影响安全使用。  注：1.毛水沟以水流畅通为原则。 | | 顶：900×900mm |
| 帮：1000×900mm |
| 2. 锚索排距 | | -100～100mm | | | 2700mm |
| 3. 锚杆、锚索线角度 | | 与巷道轮廓线的夹角或岩面夹角≥75°，深度符合规程要求。 | | | ≥75° |
| 4. 锚杆外露长度 | | | 30～50mm | | 30～50mm |
| 5. 锚索线外露长度 | | | 150～200mm | | 150～200mm |
| 6.毛水沟 | 位 置 | | -50～50mm | |  |
| 宽 度 | | -30～50mm | | 300mm |
| 深 度 | | -50～50mm | | 300mm |
| 质量保证资料 | 锚杆、锚索线、树脂锚固剂抽样试验报告单。 | | | | | | | |
| 锚杆、锚索线锚固力测试报告单。 | | | | | | | |