

大量渗水、涌水隧道施工

一、大量涌水隧道施工

1. 施工方法

运用新奥法原理，沿隧道开挖轮廓线（含底部）按轴向辐射状布孔（开挖面中心也布孔），进行全断面全封闭深孔注浆固结止水，使隧道周边及开挖面形成一个堵水帷幕（加固区），切断地下水流通路，保持围岩稳定，增强施工安全。

2. 施工工艺

(1) 施工程序（见施工程序图）

(2) 超前地质预报

对于构造复杂、水量丰富的地层，必须准确预报工作面前方 20~25M 范围的工程地质和水文地质情况，以便为制定施工方案和确定注浆参数提供依据。

①钻孔方法：利用液压钻孔台车或 YQ-100A 施钻深孔，在拱顶、起拱线和隧道中下部位各钻 $\phi 76\text{mm}$ 孔，孔深超出注浆段 5m 左右。

②预报内容：预测工作面前方注浆段长度范围的地质构造和岩性、地下水出露位置和水量大小，以及围岩变化情况。

③预报方法：采用钻眼排渣取样分析，记录钻速、水质水量变化情况以及开挖后的岩面观测素描，综合判断预报前方水文、地质条件。

(3) 钻孔作业

①封堵墙（止浆墙）施工：首先按照注浆设计施工封堵墙，封堵墙设于开挖面后端，封堵墙厚 0.8~1.0m，用 C20 砼灌注一次成型。

②布孔：由测工站在工作平台上，用红油漆在掌子面上按设计准确画出钻孔位置，标注编号。

③钻孔：

A. 钻孔时台车大臂必须顶紧在掌子面上，以防止过大颤动而影响施钻精度。

B. 钻机开孔时钻速宜低，钻深 20cm 后转入正常钻速。

C. 第一根钻杆钻完后，凿岩机与钻杆脱离，使用联接套接第二根，依次接杆直至钻到设计深度。

D. 钻孔深度达到设计要求后，凿岩机后退带出钻杆，人工用卡或大扳手卡紧前杆，凿岩机反转，松开连接套卸下钻杆，按同样方法依次拆卸钻杆退出孔外。

E. 注浆孔角度参数:

仰角、俯角、左偏角、右偏角均控制在最小 3° 、最大 26° 内。

④开孔孔径及深度: 注浆孔用 $\Phi 100$ 钻头开孔, 孔内放置长 $3\sim 6\text{m}$ 的 $\Phi 86$ 钢管(或橡胶止浆塞管)做孔口管, 掏孔清碴时用 $\Phi 76$ 钻头。注浆段长度为 20m 一环。

⑤钻孔深度控制: 台车大臂按设计布孔位置点对正, 用简易垂球量角器测钻杆仰角, 调整至设计角度, 并在钻杆上安装导向指示器, 控制钻孔偏角。

⑥台车钻孔工作参数: 凿岩台车钻孔作业的推进压力 $2.5\sim 4.0\text{MPa}$, 回转压力 $5.0\sim 6.0\text{MPa}$, 冲击压力 $19\sim 20\text{MPa}$ 。

(4) 注浆作业

①注浆材料:

水泥: 用425号以上的普通硅酸盐水泥, 质量应符合标准。

水玻璃: 用出厂浓度 $42\sim 45\text{Bé}$, 比重 $1.42\sim 1.45$, 模数 $2.4\sim 2.8$ 的水玻璃原液。

拌合水: 水质应符合《铁路砟及砌石工程施工规范》中的各项规定。

②配合比控制: 水灰比(W/C)为 0.8 ; 水玻璃稀释浓度为 $25\sim 35\text{Bé}$; 双液体积比(C/S)为 $1: 0.5\sim 0.7$ 。

③凝胶与凝结时间控制: 为满足浆液扩散半径的要求, 采用凝结时间为: 一般地段 3 分钟, 富水地段 $1\sim 2$ 分钟。

施工控制分以下三种:

A. 水灰比固定, 水玻璃浓度不变, 变换双浆比例。当水玻璃溶液所占比例由小到大, 凝胶时间则由长到短, 初、终凝由慢到快。

B. 水玻璃浓度不变, 双液比例固定, 变换水灰比。当水灰比由小到大, 凝胶时间由短到长, 初、终凝由快到慢。

C. 水灰比不变, 双液比固定, 变换水玻璃浓度。当水玻璃浓度由高到低, 凝胶时间由短到长, 初、终凝由快到慢。

④注浆: 连接注浆管路, 用注浆泵先压水检查管路是否漏水, 设备状态是否正常, 然后再做压水试验, 以冲洗岩石裂隙, 扩大浆液通路, 增加浆液冲塞的密实性, 核实岩石的渗透性。

对于富水断层破碎带清孔后, 先压水泥浆液, 再压CS双液浆。

标定注浆泵上电接触点压力表的 最大压力指标 ，泵压后观察压力变化及水泥浆和水玻璃的消耗数量。

记录注浆时间和注浆量。

注浆达到标准后，打开三通混合器的减压阀排浆，卸下混合器换注另一孔。

注浆结束后，拆卸各注浆器件，全部清洗干净，并对注浆泵进行检查保养。

⑤ 作业方式：

注浆方式采用前进式或全孔一次压入式。钻孔过程中未涌水的，就一钻到底，全孔一次压入式注浆；在钻孔过程中，如发现有水，即停止钻孔，采取注一段钻一段的前进式注浆，直至达到设计段长位置。

在水压、水量较大的情况下，还可采用分层泄水减压、分层注浆方式。即下层管注浆，中层管放水；中层管注浆，上层管放水，这样逐层抬水，把水排挤到拱顶以上规定的止水固结圈以外。

注浆顺序为由下而上，由里向外。

⑥ 注浆参数：

A. 注浆压力及单孔扩散半径：

注浆压力一般为地下水静水压力的 $2\sim 3$ 倍，考虑到岩层裂隙阻力，初始压力 3MPa ，终压 $4\sim 5\text{MPa}$ 。单孔浆液扩散半径 4m 。

B. 注浆速度：

钻孔出水量大于 $50\text{L}/\text{min}$ 时，注浆速度取 $80\sim 100\text{L}/\text{min}$ 。钻孔出水量等于 $0\sim 50\text{L}/\text{min}$ 时，注浆速度取 $60\sim 80\text{L}/\text{min}$ 。

C. 注浆扩散范围：

注浆有效范围为开挖轮廓线外 4.0m （塌方段为 5.0m ）。

D. 注浆量：

按注浆范围内围岩体积的 5% 左右考虑，实注量由钻孔压水试验确定。（单孔注浆量 $V=11\text{m}^3$ ，参考值）。

3. 劳动力组织

深孔超前预注浆工序多，要求工序衔接紧凑，因此施工组织安排要合理，使各道工序协调动作。

作业工序为四大项：钻孔、运料、配料、注浆。每班施工作业人员 29 人，劳动力安排见下表。

序号	作业内容	人数	备注
1	注浆孔司钻	2	
2	接钻杆，安孔口管、接注浆管	4	
3	操作注浆泵，接电和维修	3	
4	调释水玻璃，拌水泥浆	3	
5	装、运料，卸料	9	
6	运料汽车司机，值班汽车司机	3	
7	质量安全检查	1	
8	测量	1	
9	试验	1	
10	技术指导工程师	1	
11	指挥	1	
12	合计	29	

4. 机械设备配置

(1) 主要注浆配件

①制作注浆孔口管，管长 3m、6m 两种，管尾焊接联接套，联接套长 56mm，内径 90mm，外径 98mm，它的另一头带有梯形螺纹丝扣，也可用止水浆塞做注浆管，止浆塞采用自制橡胶止浆塞。

②羊角式注浆嘴套帽

注浆嘴套帽内口径螺纹能与孔口管尾外螺纹扣套接。帽头上钻两个孔，接成半角式接头，接头直径 30mm，长 85mm，与三通混合器连接。

③三通混合器

三通混合器外形尺寸 92mm×92mm×62mm，为逆止阀型，有 4 个孔，其中 2 个内径为 28mm 的螺纹孔接注浆管的入口，有一内径为 30mm 螺纹孔为出浆口，一个减压排浆口。逆止阀使双液混合后不能返流，直接流入羊角注浆嘴里。

④注浆孔口管顶进联接套

顶进联接套尺寸和注浆嘴套帽相同，在帽上套焊一个钎尾套，接在钻孔台车的凿岩机上。

⑤注浆管

φ25 高压胶管长 5m 和 10m，每一台注浆泵长短各配 2 根。

φ25 无缝钢管管路配长 30~50m，水泥浆和水玻璃浆液各一条管路。

钢管连接用钢制管节对接，高压胶管与钢管连接配件为快速接头或缩头锁接。

5. 质量控制要点

- (1) 一次注浆段长度不大于 20m；
- (2) 注浆帷幕厚度不小于 4.0m；
- (3) 堵水率不低于 90%；
- (4) 注浆结石体 7 天的单轴抗压强度不小于 5MPa。

6. 安全措施

- (1) 地质超前预报和监控量测在施工中贯彻始终。
- (2) 施工排水沟要及时疏排，严防积水。
- (3) 针对富水断层破碎带深孔注浆固结止水施工的特点和要求，制定安全实施细则。
- (4) 加强全员安全意识教育，坚持安全第一的思想，不盲目追求进度，以防止塌方。
- (5) 要配备少量聚胺脂材料，作为突水应急堵漏时用。
- (6) 注浆作业人员戴口罩、眼镜和软手套，以防止水泥粉尘和水玻璃溶液对人体造成伤害。
- (7) 要有良好的照明条件。

施工程序图见下页：

二、大量渗水隧道施工

1. 施工方法

整治隧道施工渗水，采用聚氯乙烯（PVC）塑料板，即在初期支护与模筑衬砌之间铺一层 PVC 板，使衬砌表面达到干燥的要求。

2. 施工工艺

①准备工作

A. PVC 防水板的质量检查

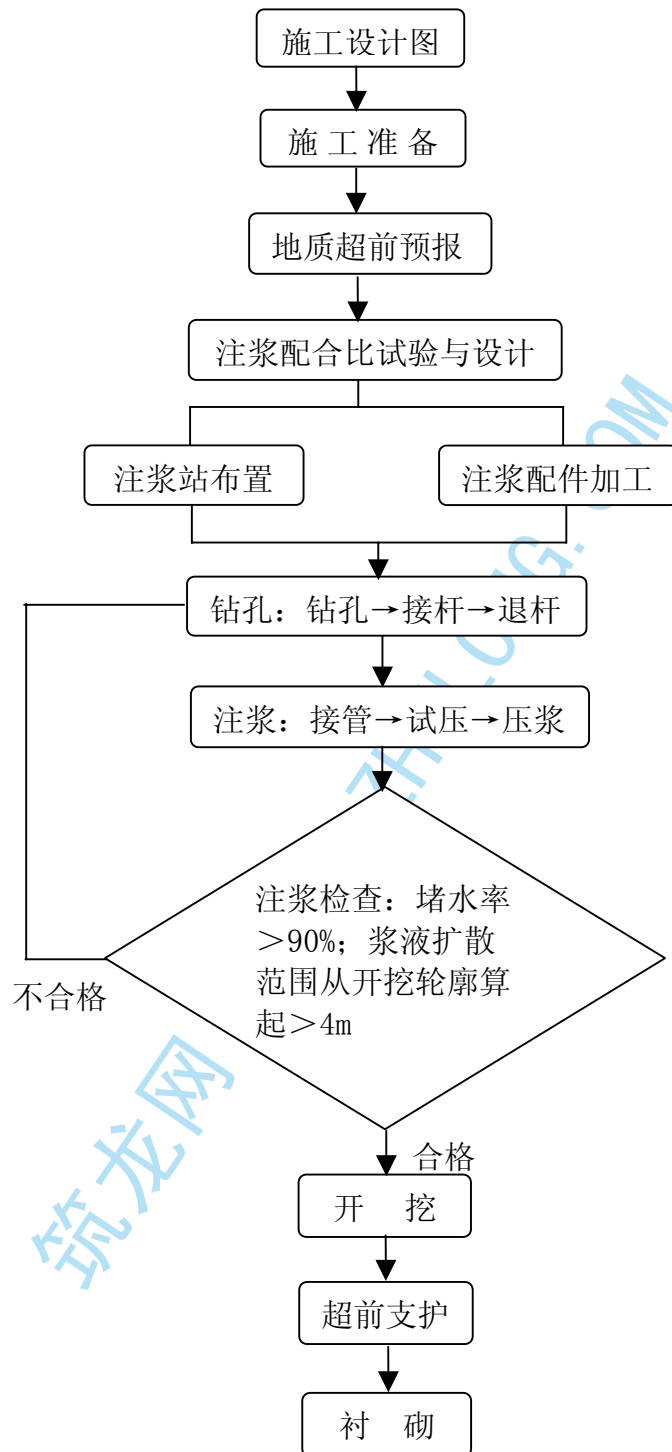
检查是否有变色、波纹（厚薄不均）、斑点、刀痕、撕裂、小孔等缺点。

B. 用特种铅笔在 PVC 防水板边缘上绘出焊缝搭接线，搭接线距板边 10cm。

C. PVC 防水板拱部、边墙分段铺设，拱部划出中线，并对称卷起备用。

D. 工作台就位：工作台由万能杆件拼装，接通电源，切断钢丝网露头，对超挖空

施 工 程 序 图

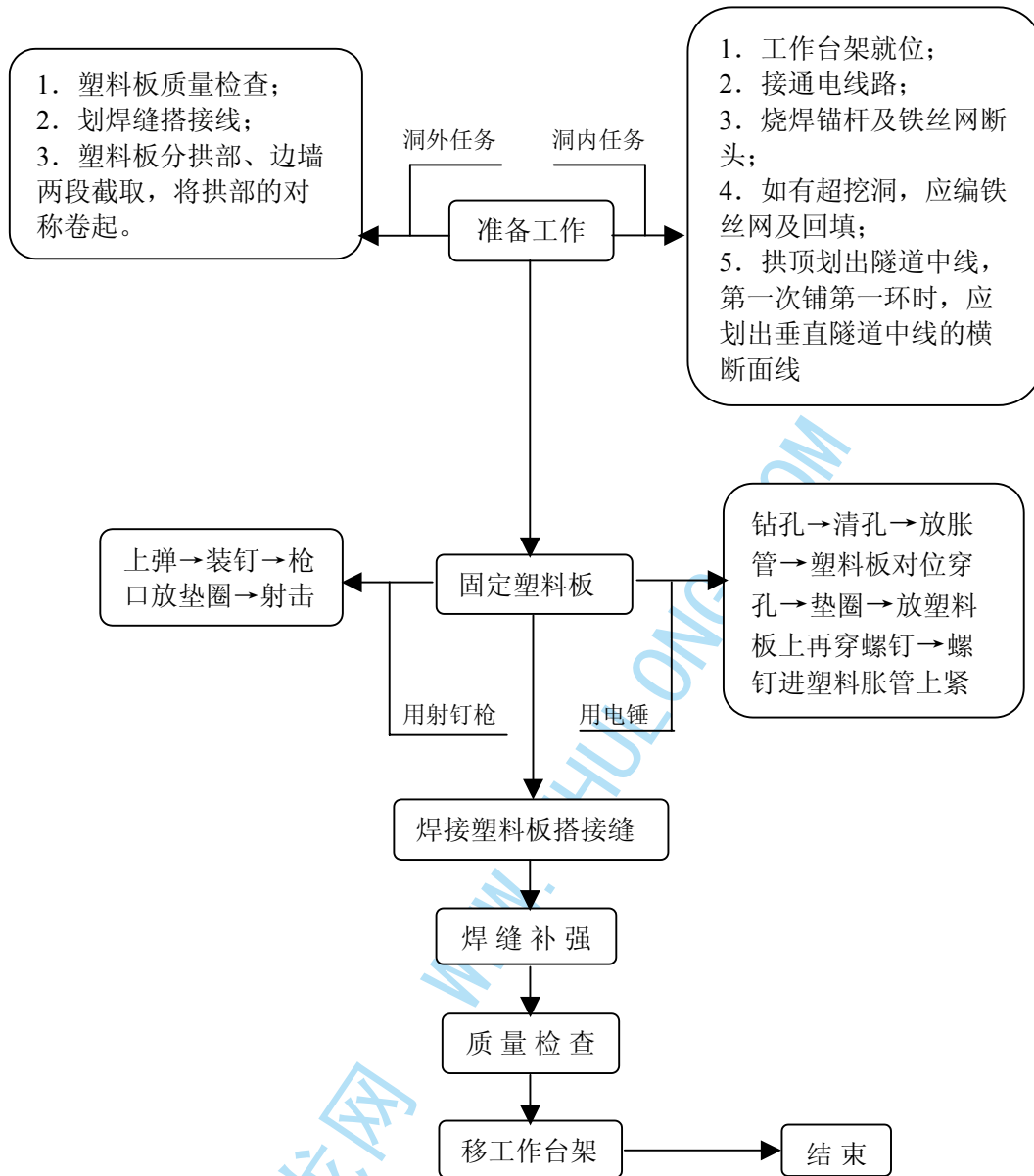


洞要挂网回填砼。

②固定 PVC 防水板

每环 PVC 防水板拱部与边墙分别铺设，先将拱部 PVC 防水板中线重合隧道中线，并及时在 PVC 防水板两边，离边缘 5cm，间距 0.5m，进行锚定，边墙铺设从起拱线开始，板边固定点距边缘 5cm，间距 1m，向下展开。防水板当中的锚固点布置：沿横

PVC 防水板施工程序（见下图）



断面方向间距为 0.5~1.0m，沿隧道轴线方向为 1.0m，梅花形布置。

③焊接 PVC 板搭接缝

搭接缝的焊接工作要超前于另一边。

④焊缝补强

焊缝有不符质量要求时，及时进行修补处理。

3. 劳动力组织

PVC 防水板施工每班 28 人，分边墙与拱部两组，其分工如下：

班长 2 人 锚固 6 人 焊接 12 人 辅助工 8 人

施工机具配备见下页：

4. 施工工具配备见下表

名称	型号	单位	数量	备注
射钉枪	SDT—A301 型	台	3	
电锤	回 ZIC—16 型	台	3	
电烙铁	220V/150W	把	12	
调压器	1KVA	台	6	
铜刷	4~6 排刷	把	12	
小锤		把	3	
螺丝刀		把	3	
锥子		把	3	
卡丝钳		把	3	
剪刀		把	3	
万能表		个	1	
试电笔		支	3	
工具袋		个	1	

5. 质量控制要点

(1) 固定防水板时，要将防水板放松，不可绷得太紧，根据岩石基面情况留够富余量，使二次模筑砼挤压后，防水板与喷砼层表面自然密贴。

(2) 两防水板间的搭接宽度 10cm。

(3) 用电锤固定防水板时，由于塑料胀锚螺栓直径为 42mm，所以选用直径 8mm 的钻头钻眼，孔深 40~50mm。

(4) 防水板焊缝宽度不小于 1cm，焊接电压 110V，最高不得超过 130V。

(5) 用电烙铁焊接防水板时，烙铁头在两塑料板间均匀移动，同时在上层防水板之上用手指均匀用力推挤，以防水板焊缝间挤出塑料熔液为最佳。

(6) 抽出烙铁头时，需将其上残留的熔融塑料刷掉。

6. 安全质量措施

(1) 为保证铺设 PVC 板的平整，隧道开挖采用光面爆破，喷砼后要达到隧道轮廓线圆顺整齐。

(2) 铺设防水板前，先将边墙基础灌注好，严禁在已铺设防水板处进行爆破作业。

(3) 喷射砼表层有淋水时，采取引、挡、排、遮等措施，保证焊接时无滴水浸入。

(4) 射钉枪或电锤，都要垂直于岩层面，同时防水板上要加垫圈。

(5) 焊接开始前，电烙铁需在小块塑料板上试温，能使塑料板熔化时才能焊接，停焊时应及时切断电源。

(6) 用电烙铁进行焊缝补强时，要防止烙铁头将下块防水板烫出沟槽，影响防水效果。若发现有烤焦变色或焊穿等现象时，要及时进行补贴处理。

(7) 隧道内各洞室铺防水板时，均须自上而下，从外向洞室内展铺，并注意正洞的防水板应搭接在洞室防水板里面，并在正洞与洞室边缘增加固定点。

(8) 在模筑砼施工时，砼不能直接冲击防水板，震捣器不得接触防水板。

筑龙网 WWW.ZHULONG.COM