

流砂地段隧道施工

隧道通过流砂地段,在开挖、支护和衬砌过程中都可能发生大量坍塌,坑道受压变形,破坏衬砌结构,严重影响施工进度、安全和质量,因此,施工中必须做好地质调查与预报工作,做到先排水、短开挖、强支护,快衬砌、勤检查的防治措施。

1、施工方法

流砂地层的特点:结构松散,稳定性差,施工中极易发生坍塌。

施工方法是:先护后挖,密闭支撑,边挖边封闭的办法。隧道开挖前,采用超前小导管预注浆法,使松散地层固结为整体,然后进行开挖和衬砌施工。

2、施工工艺

2.1 洞口排水

隧道施工前必须先做好洞顶、洞口和隧道周围地表的防排水工作。

2.1.1 平整洞顶地表,排除积水。所有坑洼、陷穴、探坑、钻孔等,应用不透水土壤回填夯实;

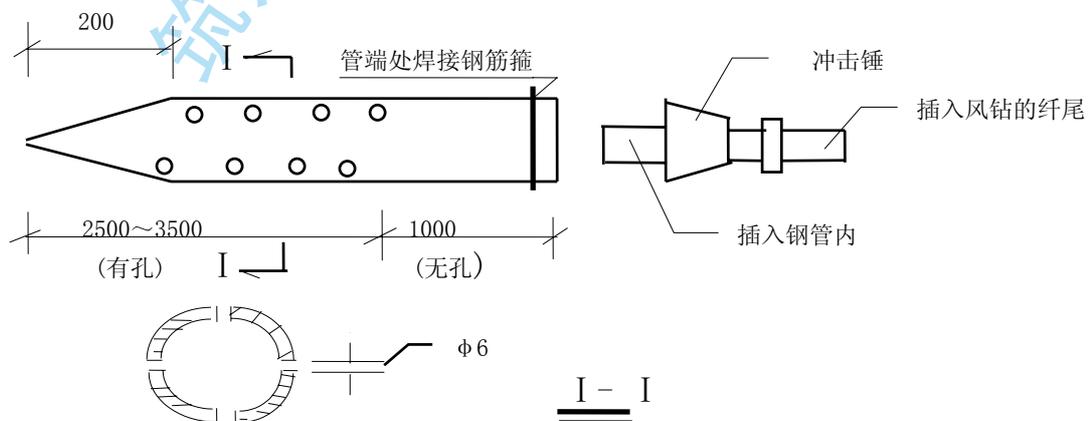
2.1.2 整理隧道周围流水沟渠,防止下渗,并使水流畅通。

2.1.3 洞口边、仰坡坡顶外天沟应明确确保截水引流。

2.2 超前小导管预注浆施工

2.2.1 注浆管制作:用 $\phi 40\text{mm}$ 无缝钢管,管前端做成楔状,在管前部 $2.5\sim 4\text{m}$ 范围内按梅花形布置,钻好 $\phi 6\text{mm}$ 的注浆孔,用手动液压千斤顶、凿岩机或液压钻机的冲击力,将钢管顶入地层对围岩空隙注浆。

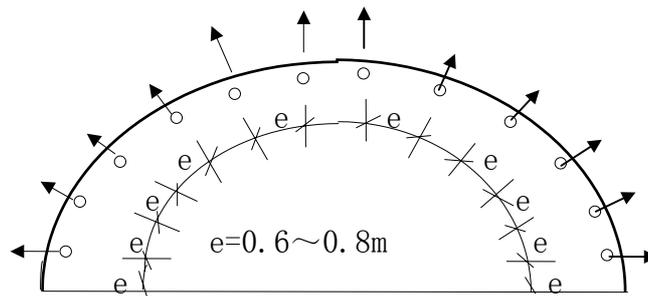
钢管及冲击锤示意图(单位: mm)



2.2.2 注浆加固

先沿开挖断面周边布置压浆孔,其间距视围岩体松散情况为 $0.6\sim 0.8\text{m}$,压浆后要求

在开挖断面外能有约 0.1m 厚的加固.



压浆眼布置图

注浆数量控制:

为了做好预注浆工作, 必须事先对需加固围岩进行土力学试验, 查看围岩透水系数, 土颗粒组成孔隙率、饱和度、密度、PH 值、剪切和抗压强度等, 必要时还要做现场注水和抽水试验。注浆率 (N) 计划公式为:

$$N=Q/A= \eta \cdot \alpha \quad (\%)$$

式中 Q—注浆总数量 (m³)

A—围岩加固的体积 (m³)

η —围岩加固的孔隙率 (m³) 见下表

δ —经实践采用的填充率 (M3) 见下表

围岩孔隙率及注浆填充率表

土 值	粉 砂	砂					
注 浆 数 目 项 目	堵 水 加 固	堵 水			加 固		
	范围值	40-60	46-50	40-48	30-40	46-50	40-48
孔隙率 (%)	标准值	50	48	44	35	48	44
填充率 (%)	约 数	20	60	60	50	50	40

2.2.3 流砂地层隧道开挖施工

流砂地层隧道施工多采用导坑领先的先拱后墙分部开挖法。

拱部插板施工: 用宽 0.1m 左右、长 0.8m~1.0m 的木板, 前端劈尖, 板与板间相互抵紧, 并适当错搭。在横梁上的上下两块板之间, 以木楔楔紧。工作面设置护板, 开挖时由上而上拆除, 向前掘进。

插板护顶开挖顺序:

单线隧道采用上导坑先拱后墙法，起拱线以上用上导坑及分部扩大；起拱线以下用挖井法开挖边墙及灌注边墙；或者用短段拉中槽加背板和横撑的方法，分段施工边墙，并随即做好仰拱。

双线隧道采用侧壁导坑先墙后拱法施工。

2.2.4 扩大的灌拱：

2.2.4.1 首先架设纵梁与立柱，然后在导坑两侧高于拱背的部位，钻入钢钎，每米约3~4根，钎长为1.5~2.0m，钎尾用铅丝系于纵梁上。纵梁长度2.0~2.5m，并与衬砌节段相适应。

2.2.4.2 将导坑落底至起拱线附近。先抽换纵梁的立柱，再在高于衬砌断面处架设横撑，并将侵入衬砌断面的导坑立柱锯掉下半节。

2.2.4.3 紧接着向两侧继续进行扩大，采用扇形支撑自上而下，边挖边支。

2.2.4.4 灌拱、每节2.0m，拱背空隙用浆砌片石回填密实。

2.2.5 施工注意事项：

2.2.5.1 上导坑与扩大之间的距离应尽量缩短，拱部衬砌要紧跟。

2.2.5.2 砂层开挖时，准备好草束和麻袋，随时堵塞缝隙，以免漏砂造成空隙引起坍塌。

2.2.5.3 扩大后，灌拱前，拱脚基础根据松散地层的承载能力分别采用夯实，垫木板，在拱脚部位向围岩打入横向钢钎或短钢轨，注浆加固等法加固，以防止开挖马口时发生坍塌。

2.2.5.4 用挖井法施工边墙时，井筒断面尺寸，应以灌注2.0m边墙为宜，井筒及井口使用框架支撑撑紧。边墙拆模后，边墙脚与未挖核心土之间以支撑撑紧或进行回填，以后随核心土一起挖掉。

2.2.5.5 支撑架设要预留沉落量。

2.2.5.6 衬砌应适当距离设置沉降缝。

2.2.5.7 不论松散地层中有无水，衬砌断面封闭后，均应向衬砌背后（包括仰拱下）压注浆水泥砂浆加固。

2.2.5.8 当在有地下水的砂层中施工时，挖底后仰拱未灌注砼前，为了防止流砂上翻，可进行抛压片石或木板封闭（在两侧边墙处可打钢轨桩或锚杆），再分段砌筑仰拱。

3、劳动力组织及进度指标

流砂隧道开挖采用导坑领先，先拱后墙法施工，导坑开挖断面小，劳动力组织为每个工作面上每小班8人，即打管3人、压浆3人，运水泥2人，压浆完成后，负责开挖、支撑、运输等工作。由于工作面小，工序烦多，日进度可安排为1—1.5m，平均进度可达

1. 25m。

4、机械设备配置

4.1 打导管(注浆管)机械:

4.1.1 7655 风动凿岩机(沈阳产)

4.1.2 EM/NHK95 电动凿岩机(德国产)

4.2 注浆机具设备:

4.2.1 HRV—5D 全液压注浆泵。

4.2.2 PR—40A 全液压注浆泵。

5、质量控制要点

5.1. 超前小导管布置的间距、倾角控制。

5.2 注浆配合比、用砂粒径控制。

5.3 拱圈、边墙、仰拱砼灌注配合比和施工顺序。

6、安全质量措施

6.1 安全措施

6.1.1 注浆管采用壁厚 4mm 的无缝钢管, 以确保钢管顶入地层时足够的刚度。

6.1.2 插板法开挖使用的插板, 宜先用材质坚硬的杂木; 插入岩层后横梁上的板端头要以木楔楔紧, 不得松动和移位。

6.1.3 导坑开挖不宜拉得太长, 拱墙壁衬砌要紧跟, 拱部灌注控制在 2m 一段。

6.2 质量措施

6.2.1 严格掌握注浆钢管倾角, 超前钢管的横向宽度与横向间距。

6.2.2 挖掘好水泥浆浓度, 不得过稀或过稠, 确保灌注质量。

6.2.3 拱、墙背超挖部份回填密实, 注浆饱满。