

# 水泥 - 水玻璃浆液注浆在隧道施工中的应用

刘彦林

(河北省地勘局国土资源勘查中心, 河北 石家庄 050081)

**摘要:**结合桂梧高速公路钟马段第 7 合同段百花滩 3 号隧道工程实例,对水泥 - 水玻璃浆液注浆施工方法作了简明阐述。

**关键词:**水泥 - 水玻璃浆液;注浆;注浆量;隧道

**中图分类号:**U455.49 **文献标识码:**B **文章编号:**1672 - 7428(2008)03 - 0075 - 03

**Application of Cement-silicate Grouting in Tunneling Construction/LIU Yan-lin** (Exploration Center of Territory and Resource of Hebei Province Geology and Minerals Investigation Development Bureau, Shijiazhuang Hebei 050081, China)

**Abstract:** The paper briefly introduced construction method of cement-silicate grouting with a tunneling case in Guilin - Wuzhou expressway.

**Key words:** cement-silicate; grouting; grouting volume; tunnel

## 1 工程概况

桂梧高速公路钟马段第 7 合同段百花滩 3 号隧道为一分离式长隧道,单线长度 2467.5 m,底板最大埋深 320 m。隧址区域内主要为紫红色砂岩夹泥岩,中细粒结构,中~厚层状,层理明显,岩石性脆易裂,局部节理裂隙发育,特别在向斜 I 轴部范围,由于向斜构造的特性,为地下水的汇集及储存提供了有利条件,隧道左、右线多段含有丰富基岩裂隙水,出水点多处,涌水量 15~20 m<sup>3</sup>/h。为确保隧道施工和后期运营的安全,保护生态环境,贯彻“防、排、截、堵结合,因地制宜、综合治理”的设计原则,决定进行水泥 - 水玻璃浆液注浆施工。

## 2 施工程序及方法

其施工程序如图 1 所示。

### 2.1 引排涌水

隧道开挖后,在洞壁集中出水点处开设深度为 50 mm 左右的沟槽,位置及宽度以可埋入 Ø50 mm 弹簧透水管为宜,沟槽表面依次加盖 EVA 复合防水板和 Ø3 mm、20 mm × 20 mm 钢丝网,用水泥钢钉加以固定,该 Ø50 mm 透水盲管有以下 2 项作用:

(1)临时引排岩面渗漏水,保证初期支护的工作环境。提高喷射混凝土防水效果的实质就是增加其密实性,所以必须保证喷射混凝土面不带水作业,以控制喷射混凝土的水灰比,确保初期支护喷射混凝土的质量。

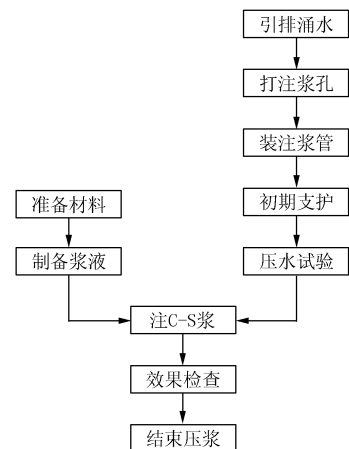


图 1 止排水施工流程图

(2)排出地层中的渗漏水,保证隧道运营安全。隧道止水的目的是“限量排放”,且依照目前的施工技术手段也只能减少地层漏水而不可能将其杜绝。即使地层注浆后仍需要留出排水通道,否则隧道将承受水压力。

### 2.2 打设注浆孔和埋设注浆管

注浆孔的布置是依据浆液的扩散性能使相邻注浆孔之间的岩石裂隙被堵塞为原则,从而达到堵住围岩裂隙水的目的。根据开挖揭露的围岩地层观测记录资料,结合现场裂隙渗水的实际情况合理布孔。本段为中等坚硬含水裂隙围岩,据此确定压浆孔间距为 2 m,环、纵向梅花形布设(每环 7 个,在拱顶部位);注浆孔的深度以穿过初期衬砌层进入岩层 1.5

收稿日期:2008 - 02 - 18

作者简介:刘彦林(1969 - ),男(汉族),河北邯郸人,河北省地勘局国土资源勘查中心,探矿工程专业,从事岩土工程、地基与基础工程施工工作,河北省石家庄市中山西路 800 号。

m 为原则,本隧道漏水段初支厚度为 25 cm,则压浆孔深度取 1.75 m(据现场围岩情况可适当调整)。

成孔设备选用 TY-28 型气腿式凿岩机,  $\phi 50$  mm 钻头。成孔后埋入注浆管,外露 50 cm,便于喷砼后与注浆管路连接。注浆管选用  $\phi 42$  mm  $\times$  4 mm 的钢管,前端加工成尖锥形,管身加工成花管,即每隔 10 cm 交错钻眼,钻眼直径 8 mm,以利于注浆。

注浆导管布置如图 2 所示。埋设注浆管时应将管里采取保护措施,以防喷砼时将管口封堵。

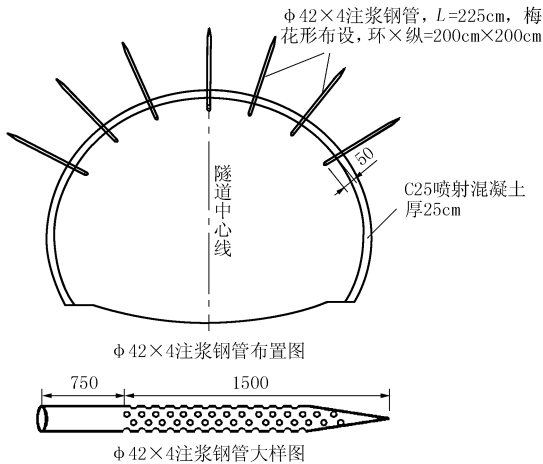


图 2 注浆导管布置图

### 2.3 施作初期支护

按照设计支护参数进行初期支护作业,喷射混凝土作业时要注意保护临时引排管管口,以免造成初支混凝土背后水压上升,影响喷射混凝土的质量。待初支喷射砼达设计强度 70% 时即可兼作止浆墙使用。

### 2.4 注水泥-水玻璃双浆液

为封堵含水层、裂隙水,采用水泥-水玻璃浆液。它具有水泥砂浆的全部优点,又有化学浆液的一些特点,如可注性好、凝结时间短、强度高、无污染等特点。水泥-水玻璃浆液对多种地质条件均适应,并能很好地控制凝胶时间。

#### 2.4.1 浆液的选用、材料和配比

水泥:采用 42.5 普通硅酸盐水泥。

水玻璃:浓度 35~40 Be' 的水玻璃稀释液,密度为 1.3~1.4 g/cm<sup>3</sup>,模数为 2.6~3.0。

水:采用饮用水,pH 值在 4~9 之间。

浆液配比:水泥浆水灰比=0.75:1。

水泥浆:水玻璃=1:1。

#### 2.4.2 注浆量计算

首先计算单孔注浆量,再计算每延米(隧道轴线方向)注浆量。

单孔注浆量按下式计算:

$$Q = 3.14r^2 H n \beta$$

式中:Q——单孔注浆量, m<sup>3</sup>; r——浆液扩散半径,取 2 m; H——注浆孔深度, 1.5 m; n——围岩的体积裂隙率,取 4%;  $\beta$ ——浆液在裂隙内的有效充填系数,取 0.8。

$$\text{则: } Q = 3.14 \times 2^2 \times 1.5 \times 4\% \times 0.8 = 0.6 \text{ m}^3$$

每延米注浆量=(每环孔数 $\times$ 单孔注浆量)/环间距=(7个 $\times$ 0.6 m<sup>3</sup>)/2 m=2.1 m<sup>3</sup>。

$$Q_{\text{总}} = \text{每延米注浆量} \times \text{注浆段长度}$$

### 2.4.3 注浆施工

注浆设备选用 FYB 型双液注浆泵、浆液搅拌罐、混合器及输浆管路和相应的计量仪表。注浆设备布置如图 3 所示。

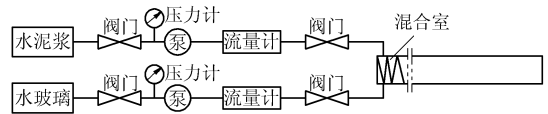


图 3 注浆设备布置图

注浆顺序应从下而上,从无水、少水的地段向有水、多水处,从下坡方向往上坡方向。涌水量较大时采用适当调整水灰比并分批多次注浆的方法处理。

将输浆管接到注浆管上后,先进行压水试验,压水试验的目的:

(1) 压水洗孔、湿润管路以及检查管路是否处于密闭状态,并把裂隙中的填充物推到压浆范围之外;

(2) 测量围岩的透水性,为选择泵量、泵压和确定浆液的配合比提供依据。

如当浆液流动过快时适当降低压力。也可以采取先注入加入锯末等惰性材料的水泥浆单液浆,以填充部分岩层裂隙。然后再进行正式注浆。施工中注浆压力取 0.5 MPa,注水泥-水玻璃双浆液时将进浆管分别插入水泥浆和水玻璃容器内,打开阀门启动注浆泵注浆,压力逐渐升高。通过终压浆液吸入量、终压力和引排水管排水量互相校核,确定注浆效果,若个别孔压进浆量较多而仍未饱满时应暂停压注,待 24 h 后再压,直至饱满。

注浆结束后将进浆管插入清水罐清洗管路。

### 3 施工控制要点

(1) 兼作止浆墙的初支 C25 喷射混凝土强度达设计强度 70% 时方可进行注浆,设置止浆墙的目的是防止浆液从岩面裂隙中反渗。

(2)安装注浆管时,应在注浆与孔口岩面相交处用胶泥(水玻璃与水泥)和麻丝缠绕,使之与钻孔孔壁充分挤压塞紧,实现注浆管的止浆和固定。胶泥未凝固不得注浆。

(3)浆液应先经过过滤,防止杂物进入注浆泵或进入小导管。

(4)注浆顺序应从下而上,从无水、少水的地段向有水、多水处,从下坡方向往上坡方向。

(5)严格控制注浆压力,注浆压力达到规定时应予以稳压一定时间,以利于浆液进一步渗缝。

(6)一根导管注浆时,相邻导管应打开止回阀让原来管内贮存的裂缝水从相邻的导管流出,当相邻的导管内流出浓浆时停止注浆,关闭相邻管的止回阀,再待达到控制压力时关闭该管的止回阀。然后在相邻管接上注浆软管压浆。

(7)若个别孔压进浆量较多,而仍未饱满时应暂停压注,待24 h后再压,直至饱满。如有流浆、回浆、漏浆等情况时,应立即停止注浆查明原因,并改进施工工艺。

(8)注浆时应严格记录注浆机吸管头容器原有浆液体积,中间加入的浆液体积,最终剩余浆液体积,认真记录、计算总体注浆量。

#### 4 结语

注浆结束后,隧道涌水、漏水、滴水量明显减少,初支面仅有少量渗水,通过二衬 $\varnothing 50$  mm 弹簧透水管、防水板的引排和二衬防水混凝土、止水带、止水条的止水,隧道二衬后衬砌面无渗漏水现象。实现保护了地表生态环境,保证隧道施工和运营安全三项重要指标。

#### 参考文献:

- [1] JTGD 70-2004,公路隧道设计规范[S].
- [2] JTJ 042-94,隧道施工技术规范[S].
- [3] 关宝树.隧道工程施工要点集[M].北京:人民交通出版社,2003.
- [4] 崔云龙.简明建井工程手册[M].北京:煤炭工业出版社,2003.

## 徐绍史在全国地质调查工作会议上强调:要着力构建地质调查工作的新机制

中国地质调查局网站消息 2008年2月25日上午,国土资源部部长、党组书记、国家土地总督察徐绍史出席在京召开的全国地质调查工作会议并作重要讲话。徐绍史强调,地质调查工作是一项基础性、先行性工作,地位作用日益突出。要认清形势,增强创新地质调查工作的责任感和紧迫感;统筹谋划,着力构建地质调查工作的新机制。会议由国土资源部副部长、党组成员、中国地质调查局局长汪民主持。中国地质调查局原局长孟宪来出席。

徐绍史说,中国地质调查局组建9年多来,中央和地方日益重视地质调查工作,国土资源大调查等工作取得了丰硕成果,地质调查工作的地位和作用日益突出。他强调,要认清形势,增强创新地质调查工作的责任感和紧迫感。当前,地质调查工作既面临重大挑战,也迎来大好机遇。要认真分析“世情”、“国情”和“部情”,明确地质调查工作的定位、方向和思路,更加紧密地结合经济社会发展需要,更加主动地服务于经济社会发展。

徐绍史要求,要解放思想,改革创新,着力构建地质调查工作的新机制。当前,市场需求拉动强劲,市场化主体多元活跃,矿业权市场化改革稳步推进,地勘单位改革日益深化。要遵循经济规律和地质规律,着力完善中央、地方和企业联动,公益性与商业性地质工作合理分工、相互促进,勘查与开发紧密衔接、良性循环,地质找矿与地勘单位改革、矿业权市场建设相互促进的工作机制,努力实现地质找矿重大突破。

徐绍史要求,要努力谋划和统筹地质调查工作。进一步深化地质调查工作发展战略研究、矿产资源战略研究,认真

总结国土资源大调查近10年来的成绩,分析存在的问题,及早筹划“十二五”的工作。切实做好全国地质勘查规划、全国矿产资源规划工作,认真开展矿产资源潜力评价、储量利用调查和矿业权核查。要进一步理顺基础调查、矿产调查和环境调查三者的关系,做到点面结合,区域展开。要多目标、多学科、多技术手段紧密结合,加强战略部署和战术安排,明确地质调查工作的时序和空间布局。

徐绍史强调,要切实加强科技和人才队伍建设。要瞄准世界地质调查发展的前沿课题,重点在成矿理论、评价方法、勘查技术和资源综合利用等方面开展攻关,创新关键技术。要着眼于长远发展,进行技术和人才储备。

徐绍史指出,要完善地质工作管理体系,充分发挥部、局各自作用,加强对全国地质勘查行业的指导。他强调,要开创性地推进地质调查工作。要锐意开拓,勇于创新,运用现代技术,创新领导方法。振奋精神,克服满足现状、不思进取、畏首畏尾的思想。要发扬雷厉风行、踏实肯干、狠抓落实的作风,增强居安思危、奋发图强的紧迫感和责任感,知难而上,一往无前。要总揽全局,统筹兼顾,突出重点,有计划、有步骤地全面推进地质调查工作。

部有关司局、部在京直属事业单位,中国地质调查局领导班子及各局属单位党政负责人、在京局属单位班子成员、局机关全体干部职工,中国地质调查局高级咨询委员会的院士,各省(区、市)地调院、环境监测总站,中国冶金地质总局等中央管理的地质单位负责人,中国地质大学(北京、武汉)等地质院校代表参加了会议。