

# 隧道管棚的施工工艺 及质量控制

李成明

(金丽温高速公路丽青段建设指挥部, 浙江 丽水 323000)

**摘要:** 公路作为一种线形构造物势必要穿越部分不良地质区域, 由于隧道能显著地缩短公路里程和提高路线的技术标准, 故随着高速公路的迅速发展和工程设计、施工技术的进步, 其在公路里程中的比例越来越大, 而管棚是隧道施工中最常采用, 且最为有效的辅助施工方法。

**关键词:** 隧道; 管棚; 工艺; 质量

中图分类号: U455.49

文献标识码: B

文章编号: 1002-4786(2004)06-0013-03

## Construction Craft and Quality Control of Tunnel Tubular Shed

LI Cheng-ming

(Jin Li Wen Expressway Li Qing Section Construction Command Department, Lishui 323000, China)

**Abstract:** As a line construction, the highway should cross over many harmful areas. The tunnel could short the miles and enhance the line by technology standards. Following with the fast developing of expressway, engineering design and the advance technical construction, the more and more tunnels are appearing in the highway construction. The tubular shed is usually used in the tunnel construction, they are supplementary method in effective.

**Key words:** tunnel; tubular shed; craft; quality

### 1 概述

公路作为一种线形构造物势必要穿越部分不良地质区域, 由于隧道能显著地缩短公路里程和提高路线的技术标准, 故随着高速公路的迅速发展和工程设计、施工技术的进步, 隧道在公路里程中的比例越来越大, 如在金丽温高速公路二期工程中仅占 15%, 但在三期工程中就占到了 24%。因此, 隧道工程遇到在浅埋地段、自稳性差的软弱破碎地层、严重偏压地段、岩溶流泥地段、砂土层、砂卵(砾)石层、断

层破碎带以及大面积淋水或涌水地段等不良地质施工时, 常会发生开挖面围岩失稳, 或由于初期支护的强度不能满足围岩稳定的要求以及由于大面积淋水、涌水而导致洞体围岩丧失稳定而产生坍塌、冒顶等现象; 或由于施工单位施工方法不当使围岩结构受到破坏, 不仅使进洞困难或围岩条件更加恶化, 给施工带来极大的困难, 而且影响施工安全、延误工期、费工费料, 影响工程质量和隧道使用年限。为了避免上述情况, 在隧道通过上述地质地

段时, 为增强隧道围岩的稳定性, 根据隧道所处的地质和水文条件、隧道长度、埋置深度、施工机械装备, 工期和经济等方面的情况, 在决定施工方法时, 管棚是最常采用, 且最为有效的辅助施工方法。当浅埋隧道或考虑尽量减少对周围环境(或建筑物)的影响时, 管棚也是最有效的方法。

### 2 试验

#### 2.1 原材料试验

管棚的主要材料有钢管和注浆材料, 注浆材料有水泥浆和化

学浆两类,常用的有纯水泥浆、水玻璃浆、水泥-水玻璃浆等。钢管和注浆材料应有生产厂家的出厂合格证和质检单,注明品种、生产日期及出厂的试验报告。对不同材料应分开堆放,不能混杂。使用前要按规定进行批量抽样试验,严禁使用不合格的注浆材料。试验时主要进行水泥细度试验、浆液粘度测定、渗透能力、凝胶时间、渗透系数、抗压强度等试验项目,其中粘度大小影响浆液扩散半径、注浆压力和流量等参数的确定。

## 2.2 围岩结石体强度试验

影响围岩结石体抗压强度的因素很多,主要有水泥标号、注浆材料的掺量、地基土的含水量和有机物含量等。在相同条件下,不同的围岩强度可相差数倍,围岩的土质对围岩结石体抗压强度的影响居其主要因素之首。因此在室内标准条件下应制备围岩结石体试件,进行不同龄期的强度试验,以验证设计参数;如达不到设计要求,则应调整注浆剂量和材料品种,以满足实际工程的需要,确保围岩结石体强度符合规范和设计要求。

## 3 管棚施工组织

### 3.1 人员组织

管棚施工是一个受作业面限制、多工种连续交叉循环进行的施工。施工时,先进行作业面的开挖,护拱浇筑,再钻孔,一般均按两班作业配备人员。开始施工后,若机械不发生故障或不下大雨雪,机械基本不停,直至打完偶(奇)数孔,然后打入钢管、注浆,最后进入下一循环的钻孔、打钢管、注浆。

### 3.2 管棚所用的施工机械

管棚所用的施工机械主要包括:挖掘机、钻孔钻机(坑道钻机、地质钻机、探水钻机、SGZ-1钻机)、注浆机、空气压缩机、发电机组等。

## 4 工艺试验

影响管棚加固效果的主要因素是注浆压力、注浆量、管距等。因此,在施工前必须进行工艺试验并对上述各项参数做好核定。工艺试验时,试桩钢管数不宜少于2根,并应达到下列要求:  
a)掌握满足设计管棚的各种技术参数;  
b)掌握注浆的均匀程度以及掌握钻孔及地质记录,确定合理的技术处理措施。

## 5 施工程序

开挖到进洞口→施工放样→护拱→钻机就位→钻偶(奇)数孔→顶入偶(奇)钢管→注浆→钻奇(偶)数孔→检查注浆效果→顶入奇(偶)钢管→注浆。钻孔和注浆要按照从高到低(从外圈到内圈)、从上到下、从中间到两边的顺序。

## 6 施工注意事项

### 6.1 护拱施工

隧道进出口设计中常采用混凝土护拱作为管棚的导向墙、止浆墙(或称固定墙、防护墙),护拱在明洞的外轮廓线以外,紧贴洞口仰坡面,护拱内通常设三榀用14~18号工字钢制作的钢拱架为横向支撑,管棚的导向管固定在钢拱架上并焊接成整体的构件。在洞口施工放样后进行搭设支撑体系和内、外模安装,按设计布置工字钢、钢筋和安装孔口管,要保证布筋、孔口管的位置和角度准确,然后进行护拱砼的浇筑,待护拱砼强度达到85%时开始长管棚的施工。

### 6.2 搭设钻机施工作业平台

作业平台采用方木按“井”字形搭设,顺序由下向上,由两边向中间,根据孔位依次搭好,方木间以扒钉连接牢固,防止在钻孔时钻机摆动、倾斜、不均匀下沉而影响钻孔质量。

### 6.3 钻孔

6.3.1 为减少因钻具漂移或下垂引起的钻孔偏差,钻机立轴方向应严格准确地控制,钻进过程中要经常采用测斜仪量测钢管钻进的偏斜度,发现偏斜超过设计要求时及时纠正。

6.3.2 根据地质条件和施工条件,采用电动钻机平行作业,并在导向管口按编号施工顺序从低孔开始,由两侧往中间方向对称进行施工,钻孔时钻机距工作面的距离一般情况下应不少于2m,钻机摆设钻杆的方向应与导向管方向一致,并顶进长管棚钢管。

6.3.3 开钻时,先低速低压,等成孔几米后,再加速加压。钻进过程中,必须沿钻机位后定下来的基线钻孔,随时检查钻孔方向的准确度,并根据地质情况的变化,选择不同的钻头。当遇坚硬孤石不能钻进时,应采用冲击钻头,当把岩石击碎为普通稍软岩石或土质时,则采用合金管钻进行钻进。钻进过程中岩土对管壁的阻力较大,前段开孔采用 $\phi 125\text{mm}$ 钻头,后段根据钻进需要使用 $\phi 110\text{mm}$ 钻头,以使钢管容易顶入,钻进过程中遇特殊复杂地层,如不能钻进或难以成孔时,可采用预注浆加固钻进成孔,必要时还可采用加长岩芯管(跟管钻进)的办法。

6.3.4 钻孔参数。钻孔直径: $\phi 115\text{mm}\sim\phi 130\text{mm}$ (比钢管直径

大20mm~30mm)。钻孔平面误差:径向不大于20cm。

6.3.5 钻孔时孔斜的预防措施。用导向管导向,扶正器扶正钻具,然后用测斜仪检查,发现偏斜,用岩心管扫孔检查进行控制,发现孔斜超过允许范围时则停止钻孔,注水泥浆充填,凝固后重新钻孔。

6.3.6 钻进过程中的地质情况判断。根据钻进的速度、岩土取芯、司钻压力等情况判断此钻孔管段的地质情况,及时作好施工记录,并根据记录数据绘制地质剖面图和展开图,为开挖施工提供参考。

#### 6.4 扫孔

用 $\phi 108\text{mm}$ 岩芯管进行扫孔,目的是清除孔内的岩碴和顺通孔道。芯管长度不少于2.5m为宜,长度稍长更好。如遇下管困难,则需连续扫孔几次,同时借助高压空气吹扫,直到将孔内清扫干净。

#### 6.5 下管

$\phi 108\text{mm}$ 钢管管壁打孔,布孔采用梅花型,孔径为12mm,孔间距为30cm,钢管尾留45cm不钻孔的止浆段,钢管加工成3m和6m长的两种规格。为使钢管接头错开,加工钢管时将钢管进行钢节编号,把加工了的钢管节搭配好并做好记录待用。

#### 6.6 打入钢管

6.6.1 管棚施工应先打有孔钢管,注浆后再打无孔钢管,无孔钢管可作为检查管,用来检查注浆质量。

6.6.2 钢管接头采用丝扣连接,丝扣长15cm,钢管接头应错开,隧道纵向同一横断面内的接头数不得大于50%,相邻钢管的接头应至少错开1m。

6.6.3 如果顶进遇到故障,先要查清原因,必要时重新扫孔后再将钢管顶进。

#### 6.7 注浆

采用纯水泥浆。注浆机械选用BW-250/50型注浆泵进行。

注浆前先进行现场注浆试验,确定注浆参数及缓凝剂掺入量后再用于实际施工。注浆时须注意以下几点。

6.7.1 注浆前在钢管中沿管壁安设 $\phi 15\text{mm}$ 的塑料硬管至孔底,在管口(外端)处与堵浆塞排气孔相连接,作为排气孔(安设钢管盖和注浆阀门)。

6.7.2 注浆管与堵浆塞进浆孔相连,堵浆塞与钢管间为丝扣连接。

6.7.3 注浆采用从孔口一次性注入,为使管内浆液饱满密实,注浆时等排气孔有浆液流出时,再进行终压注浆,直至达到设计注浆压力或设计注浆量时终止,然后关闭阀门。

6.7.4 注浆结束标准。单孔注浆量达到设计注浆量时,可作为结束注浆标准;注浆压力达到设计终压力并终压不少于20min时,也可结束注浆,同时半径不小于0.5m。

6.7.5 注浆结束后及时清除管内浆液,并用M30水泥砂浆紧密充填,以增强管棚的刚度和强度。

#### 7 质量检验

7.1 检查开挖的断面中线及高程,开挖轮廓线应符合设计要求。

7.2 钢架安装垂直度允许误差为 $\pm 2^\circ$ ,中线及高程允许误差为 $\pm 5\text{cm}$ 。

7.3 在钢架上沿隧道开挖轮廓线纵向钻设管棚孔,其外插角以不侵入隧道开挖轮廓线越小越好。孔深不宜小于10m,一般为

10m~45m,孔径比管棚钢管直径大20mm~30mm,钻孔环向中心间距视管棚用途而定。钻孔顺序由高孔位向低孔位进行。

7.4 将钢管打入管棚孔眼中。管棚钢管外径宜为 $\phi 70\text{mm}$ ~180mm,长度宜为4m~6m。接头应采用厚壁管箍,上满丝扣,丝扣长度不应小于15cm。接头应在隧道横断面上错开。

7.5 当需增加管棚钢架支护的刚度时,可在钢管内注入水泥砂浆。水泥砂浆应用牛角泵灌注。封堵塞应有进料孔和出气孔,在出气孔流浆后,方可停止压注。

#### 8 几点体会

8.1 设计中必须考虑隧道所处的地质和水文条件,注意管棚段的地质条件,当地质允许可不用管棚时,应尽量不用;当围岩强度较高且采用管棚施工时,开挖轮廓线与管棚间的围岩因受注浆作用将产生内应力,进洞开挖时内应力得到释放极易崩塌,这样的话,不仅会造成超挖,增加回填材料,而且容易形成安全隐患。

8.2 在实际施工中水平钻孔难免有些弯曲,且总是向隧道设计断面方向弯曲,为此应预先给出适当的上抬量,防止钢管侵入开挖断面以内。通常钢管深度超过30m时,弯曲有增大的倾向,在1/200~1/300之间,根据经验上抬量取15cm~30cm左右为宜。

8.3 施工中要明确是根据注浆扩散半径和钻孔的弯曲量及开挖过程中的受力特点来确定钢管间距和数量的,因此注浆要根据地质情况选用适当的浆液,采用合适的压力和合理的流量。当奇数孔施钻,注浆的扩散半径未达到要求时,应用梅花孔管打入并进

行注浆,以达到管棚纵向成梁、横向成拱的承载作用。

参考文献

[1]黄成光. 公路隧道施工[M]. 北京:人民交通出版社, 2001.  
[2]关宝树. 隧道工程施工要点集[M]. 北京:人民交通出版社, 2002.

[3]中国岩土力学与工程学会. 锚固与注浆手册[M]. 北京:中国电力出版社, 1999.  
[4]于书翰, 杜谟远. 隧道施工[M]. 北京:人民交通出版社, 1996.  
[5]吕成康. 隧道工程试验检测技术 [M]. 北京:人民交通出版

社, 1996.  
[6]JTJ 026-90, 公路隧道设计规范[S].  
[7]JTJ 042-94, 公路隧道施工技术规范[S].  
[8]JTJ 063-85, 公路隧道勘测规程[S].

收稿日期: 2004-02-17

(上接第12页)

科学论文是科学技术产出的一种忠实记录,刊物的影响因子,在用于宏观上判断科学技术产出的总体情况是有意义的,但不宜作为具体论文内在价值的判断标准。要正确看待SCI(科学引文索引)、EI(工程索引)等数据库在科学技术评价中的作用。SCI、EI等收录论文数量只是科学技术评价中的定量指标之一,反对单纯以论文发表数量评价个人学术水平和贡献的做法,要提倡科学论文内在价值的判断,强调论文的被引用情况,并根据不同学科领域区别对待,避免绝对化。

六、提倡务实评价,营造宽松的创新环境,避免过繁过重的科学技术评价活动

科学技术评价应该有利于营造宽松的创新环境,激励科技工作者勇于从事原始性创新研究。要优化评价程序,改进评价方法,注重评价实效,尽可能地压缩合并相同内容、不同层次的评价活动,减轻被评机构及人员的负担,避免过繁过重的评价妨碍科学技术活动的正常进行。要建立跨部门的国家科技计划和项目管理信息系统,促进政府各部门之间的协同工作,保证评价数据与信息的公开与共享,避免不必要的重复。

对人员的评价是为了向研究开发人员提供正确的支持意见和改进建议,为研究开发人员的工作创造一个宽松稳定的环境,激励研究开发人员进行更有成效的研究开发活动,避免导致急功近利的短期行为。人员评价要遵照分类评价的原则,根据其所从事岗位和工作的性质,确定相应的评价标准。要注重对科技人员群体的评价,重点考察学术带头人的创新能力和潜力、学术水平、实际贡献及其在研究群体中所发挥的作用等,群体内部人员的评价应由学术带头人去考察。要淡化职称评价,重视岗位聘用。评价周期应结合岗位的工作性质而设定,避免产生短期效应。对机构的评价要侧重诊断性评价,强调科研机构与基地的开放、流动及共享服务,重点评价其发展战略、学科优势与特色、国际地位与竞争力、创新能力与水平、队伍建设、人才培养等。对连续评价为优秀的机构和研究群体,可适当延长其评价周期。

七、加强科学道德建设,营造良好的创新文化,坚决反对任何形式的学术不端行为

将创新文化的重要要素引入到评价体系之中,加强科学道德建设,倡导热爱科学、淡泊名利的良好文化风尚。要鼓励勇于创

新、宽容失败、敢为人先的拼搏精神。弘扬“百花齐放、百家争鸣”的方针,提倡开展平等的学术批评与学术争论,保障不同学术观点的公开发表和充分讨论。推动不同学科领域、不同学术思想、不同学派间的交流与合作,营造有利于科技发展的良好文化环境。

强调科学家的社会责任感,反对任何形式的学术不端行为。要注意避免将科学技术评价变成争钱、争物、争荣誉的手段,力戒各种非学术性的因素和过分的炒作。反对一切不负责任、偏袒个人或单位利益,甚至弄虚作假的行为。对于浮夸、剽窃、抄袭、造假和拼凑数据等的单位或个人,以及借评价之虚、行谋取私利之实的学术不轨行为,一经查实,除相关管理部门给予行政处分和公开通报之外,要禁止直接责任者在未来一段时间申请政府投资的任何科技项目。

各级科技管理部门要根据本决定的精神要求,结合本部门、本单位的实际情况,建立健全科学技术评价制度,制定改进科学技术评价工作的具体办法和措施,完善各类评价管理办法和实施细则,加强对科学技术评价工作的管理,切实把本决定落实到各类科学技术评价工作中。