

# 高铁长大隧道洞内施工平面控制测量方法探讨

鲁明明

中铁十八局集团第三工程有限公司 湖北 襄阳 441602

【摘要】洞内施工平面控制是高铁隧道建设的核心，其质量直接影响隧道技术的准确性和安全性。随着 GPS 喷墨技术时代的到来以及精密电子水平仪的出现，我们对隧道的平面控制的质量要求也越来越高。本文以郑万高铁为例，对高铁长大隧道洞内施工平面控制测量方法进行探讨。

【关键词】高铁长大隧道；平面控制测量；交叉双导线；数据处理

郑万高铁六标三分部，苏家岩隧道，全长 5360 米，采用大型机械化断面开挖方法，运用仪器徕卡 TS16 全站仪，带自动找寻棱镜的功能。运用激光扫描断面的方法控制扫描断面，断面图上传 PM 系统，汇总分析隧道超欠挖，控制喷射混凝土的方量，控制成本。

## 1 长大隧道洞内控制测量方法

### 1.1 长大隧道工程测量技术的研究背景

最近，中国的铁路，特别是高速铁路发展十分迅速。高铁的建设和运营占世界高铁总长度的 60% 以上。“十三五”规划期间，中国基本建成了“五纵五横”的高铁运输网络。并且在“十三五”规划中，快车道仍将继续发展超过 10000 公里，城际快车和铁路的发展与隧道项目的建设密不可分，利用合理的测量技术来控制隧道项目的建设的质量，对于促进我国的高铁运输发展尤其重要。

### 1.2 研究长大隧道洞内控制测量方法的意义

从测量数据指南到从设计再到控制的每个步骤都离不开隧道。测量数据的准确性与整个项目的设计效率和质量有着密切的关系。如果在测量工作中产生的数据错误不在可接受的范围内，不仅会造成大量的人力和财力浪费，而且还会导致工程延误，从而增加了隧道建设工程的成本。

### 1.3 国内外对隧道洞内控制测量方法的研究

如前所述，测量技术的应用在高铁隧道的建设中非常重要，必须进行全面审查。当前，国内外有关隧道的研究取得了长足的进展，因此大多数测量都实现了智能化、高效率和自动化。在实践中，诸如 GPS 测量和全站仪测量之类的先进测量技术被广泛使用，从而在极大程度上减轻了工作强度并提高了工作效率。我们提出了各种先进的方法来衡量国外专家提出的平面控制措施。特别是刘成龙和西南交通学院提供的自由站的网络十字路口（图 1）<sup>[1]</sup>。

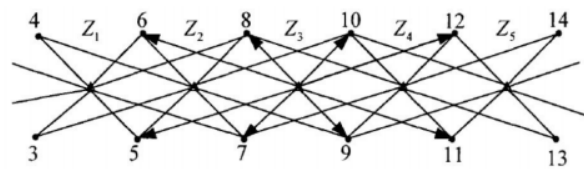


图 1 自由测站边角交会法联测示意图

## 2 长大隧道洞内控制测量的常用方法

### 2.1 全站仪测量

全面管理主要使用全站仪。这包括在隧道入口处形成的三角形视点作为方向的 GPS 点。在实际的工作过程中，为了有效确保洞内测量数据的准确度，我们需要对所测的数据进行检查。在工作中我们主要采用徕卡 TS16 全站仪对洞内进行控制测量，从而选择最佳的测量时间来检查和测量隧道的内部。此外对于水平角度测量以及垂直距离测量，我们需要使用不同的测量方法。在进行具体的测量时，必须确定环境因素，例如气压和时间、温度等。

### 2.2 GPS 测量

GPS 测量是使用定位原理进行检索的。实际测量需要 3 个或更多 GPS 接收器才能进行相同的测量。所以我们可以使用 4 个以上的 GPS 或 GLONASS 来获取更加准确的位置，从而确保精确的控制测量。使用 GPS 测量的优势在于，由于完整的循环操作，能够提高测量的自动化程度，操作方法简单，定位精度高，同时还可以有效减少测量的工作量。

## 3 隧道项目洞内平面控制测量方案

### 3.1 工程概况

郑万高铁六标三分部，苏家岩隧道，全长 5360 米，采用大型机械化断面开挖方法，运用仪器徕卡 TS16 全站仪，带自动找寻棱镜的功能。运用激光扫描断面的方法控制扫描断面，断面图上传 PM 系统，汇总分析隧道超欠挖，控制喷射混凝土的方量，控制成本<sup>[2]</sup>。

### 3.2 网型选择

在隧道建设项目中，飞行控制通常会选择正确的导线

测量。根据以前的设计经验,隧道已一起钻了不到3公里的长度,所以我们可以使用封闭式测量(半导体),从而来满足平面管理的要求。如果隧道开挖长度超过5 km,那么隧道的前端应为闭合的闭环形状,每个环应由4~6个侧面组成,以改善隧道内部的检查条件。长隧道应铺设交叉驱动器,增强网络安全性。

隧道的施工、爆破、转向架衬砌和防水平板衬砌套管停在挖掘机表面附近,对能见度有很大的影响。如果在该线上放置交叉的双导体,则可视宽度仅为2至3 m,因此每个闭环具有两个非常小的角度(小于 $1^\circ$ ),从而在极大程度上确保小的角度的测量精度。通过故障分析,横截面的重叠测量方法以及延长的闭合导线的精度都需要符合标准的验收要求。

### 3.3 控制点埋设

(1) 控制点是特殊的高质量测量点,将电钻、砂浆或锚固件埋设在填充面上的。左右各一个,每200米一对。

(2) 考虑到隧道的空气质量被广泛使用,控制点在施工等过程中易于被埋没,所以我们建议检查隧道导体的长度约1米。边缘的长度应尽可能接近,以最大程度地减少在测量过程中因聚焦而发生视觉误差。

(3) 隧道的通风管建议布设在隧顶正中,若布设在两侧会对测量通视以及衬砌的沉降监测造成影响。

(4) 控制点埋设在电缆槽水沟侧壁顶端,避开了填充面上的行车道,测量时仪器受扰动小,且利于控制点的保护。

(5) 隧道的通风设备放置在线路右侧。

(6) 控制点埋设在填充面上,这样测量的时候仪器受干扰小,并且利于我们对控制点进行有效的保护。

(7) 全站自动照准均是通过分析计算激光相位来实现的,侧壁或隧道结构会在一定程度影响激光耐火材料的性质。如果手动观察,那么透视也会受到后张力的影响。为了有效减少隧道的侧壁或其他结构对侧光测量的影响并提高测量的准确性,我们需要明确规定可见性距离该结构0.2米。需要注意的是,外观是经过测量的,而不是控制点的位置。以隧道的侧壁为例,直线段的视点与检查点之间的距离,如图2所示,当测量曲线 $d = 0.2\text{ m}$ 远离圆弧形墙时,控制点与侧壁之间的最小距离 $d$ 由公式(1)计算:

$$D = \frac{R+d}{\cos\left(\frac{s}{2\pi R} \times 360^\circ \times \frac{1}{2}\right)} - R \quad (1)$$

式中, $R$ ——圆曲线半径; $s$ ——导线边长。

根据该计算公式,隧道的内部曲线的检查点与紧邻隧道的壁之间的最小距离为0.98m。

在实际的测试中,自旋对水平测量的影响是不规则的,具体取决于隧道中的挥发性蒸气、烟雾和其他因素,但是从测量过程中看,距隧道壁检查点一侧的距离很大。角度越小,越有助于提高测量精度,该隧道的弯曲部分在电缆槽的侧壁和隧道侧面均具设有控制点。测量螺纹时,需要确保设备距

离隧道侧壁1.5 m,从侧壁到墙壁末端的最小距离约为1米,从而可以有效减少水平反作用力引起的测量误差<sup>[3]</sup>。

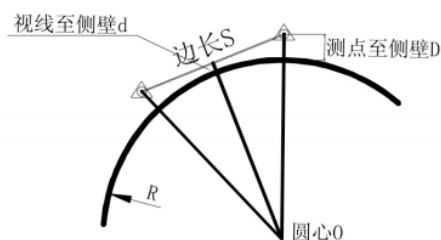


图2 测线至隧道侧壁距离计算示意图

### 3.4 外业施测

根据第二类电线的技术要求,我们进行了详细的现场调查。测量期间需要注意以下几点。

(1) 由于检查站数量众多,所以我们有必要在现场观察之前根据点和位图放置发送设备的顺序,避免测量误差。

(2) 在测量之前,我们必须仔细检查并校正仪器的棱镜座等。

(3) 因为隧道内外的温差是恒定的。因此测量前至少需要将仪器放置20分钟。然后,使仪器可以适应隧道的温度,并避免由水露引起测量不准确的问题。

(4) 仔细调整设备的棱镜。对设备进行校准后,再开始测量,可以在极大程度上提高测量的准确性。在调整过程中,可以在各个方向上控制调整效果以检查每个方向。如果偏差基本相同,那么设备的调节误差将减小。

(5) 在完成对每个站点的监视后,如果不符合规格,那么我们需要及时对其进行调整。无论何时对闭环进行测试,都可以使用具有可编程功能的计算器来计算差分闭环是否超出限制以满足特定区域要求。

(6) 由于隧道施工过程复杂,隧道内空气质量较差,观测质量变化很大。所以在控制点的测量过程中,我们需要采取适当的措施。实践证明,一次性观测的准确性很高,精密控制点可以改善隧道的技术特性。

### 3.5 数据处理

工业数据处理由计算机软件完成。

#### 3.5.1 数据检查

使用电缆校准和其他软件在一个闭环中计算数据配置,并测试其检测是否超过极限。我们还可以使用该软件的错误清除功能来消除过多的测量错误。

#### 3.5.2 边长改正

由于调整之前在现场研究和假设研究中原始参考点和基线之间存在一定的波动,因此我们必须将前缘的长度校正为高度。

#### 3.5.3 隧道贯通效果

通过创建适当的控制布局图,此隧道配备了高输出容量的测量控制点,并严格控制国内外行业中的每个细节测量。针入测量的结果是3 mm,水平针入度误差和垂直针入

度误差允许在 2 毫米以内。

#### 4 结束语

平面控制在隧道的发展中起着非常重要的作用。如果

没有通过勘测得到各种地形的数据信息，那么隧道的建造将非常困难。长隧道具有多种控制测量方法，因此在实际的操作中勘测方法的选择尤为重要。正确的控制测量方法有助于促进高铁隧道项目的开发和设计。

#### 【参考文献】

- [1] 魏洪亮. 高铁长大隧道洞内施工平面控制测量方法探讨 [J]. 辽宁省交通高等专科学校学报, 2019, 21 ( 05 ) : 5-8.
- [2] 周凌焱, 刘成龙, 聂松广, 张强, 孙维亚. 高铁隧道平面控制网横向贯通误差仿真研究 [J]. 铁道科学与工程学报, 2015, 12 ( 01 ) : 28-34.
- [3] 周凌焱, 刘成龙, 高洪涛, 聂虎啸. 高铁隧道洞内控制网测量新方法的应用 [J]. 测绘科学技术学报, 2014, 31 ( 06 ) : 570-575.