

文章编号: 1006- 2106( 2000) 03- 0074- 04

# 测量隧道横断面的一种新方法——坐标交汇法

高树峰<sup>\*</sup>

(铁道部第三勘测设计院 桥隧处, 天津 300142)

**提 要:** 既有隧道技术改造中, 隧道内轮廓是否满足新技术要求, 是隧道改建的主要内容。隧道横断面的测量就成为既有隧道改建的关键。本文介绍了隧道横断面测量的方法, 重点介绍了一种新的方法——坐标交汇法。

**主题词:** 隧道测量; 隧道横断面; 坐标交汇法

**中图分类号:** U456 **文献标识码:** A

既有隧道的改建工程通常是在扰动过的围岩中和通车的条件下进行的, 因此是非常困难的。不但技术复杂, 造价昂贵, 有时还会与运营干扰, 甚至中断行车。在运输繁忙的干线上, 由此造成的损失是不可估量的。而既有隧道是否改建, 一个主要的原因是隧道衬砌内轮廓是否满足新的技术要求。这就使既有隧道断面的丈量成为既有线测量中最重要的工作。

## 1 隧道横断面测量方法

既有隧道横断面的丈量, 通常采用以下几种方法:

(1) 钓鱼法 把一根带有刻度的“线”一端系上垂球, 在竹竿顶安置一个简易的滑轮, 用竹竿挑起带垂球的“线”, 一端顶在要测的断面点上, 调整“线”的长度, 待垂球稳定后, 根据“线”的刻度, 可以测出断面点的位置。如图 1

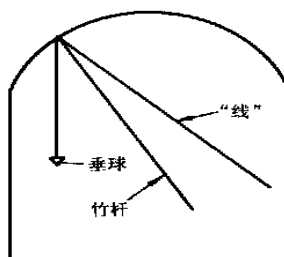


图 1 钓鱼法示意图

(2) 倒尺法 把水准尺倒过来, 顶在断面点上, 保证尺的垂直, 用水准仪读出高程, 再量出水平距离, 则该

点位置确定

(3) 用净空检测台车测断面。

(4) 用激光断面测绘仪测断面

净空检测台车和激光断面测绘仪测既有隧道横断面, 既准确, 速度又快。但这两种仪器价格都非常昂贵, 测量成本高。净空检测台车只有几个大的铁路局有, 全国也只有几台。激光断面测绘仪在国内很少有使用的, 既有隧道断面的测量, 大多只能用“土”法。

钓鱼法和倒尺法均有其局限性, 且精确度也不高。钓鱼法测断面, 须使垂球基本静止时测量, 才较准确。测量速度慢。倒尺法很难保证尺的垂直。并且, 这两种方法很难找到准确的断面点, 也无法解决边墙外倾的断面测量, 边墙点测量很不准确。

## 2 坐标交汇法测量程序

坐标交汇法解决了钓鱼法和倒尺法存在的问题, 测量既有隧道横断面, 既准确速度又快。

### 2.1 测量仪器的准备

经纬仪两部, 垂球一个, 钢尺两把, 还有尖直尺及 T 型尺 (尖直尺及 T 型尺结构见图 2, 图 3)。

AB, CD 均为有刻度的尺子, 精确到毫米。零点分别在 B 点及 D 点, GH 为一薄木片或铁片, 无刻度。

尖直尺用于测量断面的拱部, 顶部作成尖型, 是因

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2000-05-01 高树峰 工程师, 男, 1969年 1月出生

为普通塔尺底面为平面,而拱部是曲面,(如图 4),要测 A 点,但实际测到的并不是 A 点的位置。尖直尺避免了上述问题,使断面点的位置准确。



图 2 尖直尺

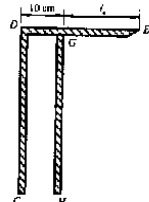


图 3 T型尺

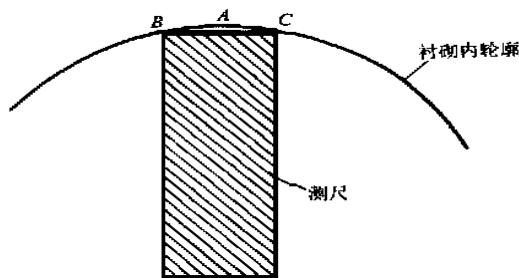


图 4 普通塔尺测量拱部示意图

T型尺用于边墙点的测量。1为固定值,其长度根据边墙外倾程度而定,原则是E点顶在边墙上,并保持DC铅垂时,H点不与边墙接触。一般情况下,测量直墙或曲墙隧道时, $l_a = 40\text{ cm}$ 即可。DC和GH最好作成衔接在一起的几段,用以测量边墙上不同高度的测点。DC和GH均垂直DE,且必须保证DE、DC、GH在同一平面内。尺子的横断面均为矩形,大小及材料视测量方便而定。以尺子不重、坚固耐用为准。

## 2.2 基线的确定

把一部经纬仪摆在所测断面的桩号上(一般在内轨上),调平,固定竖直盘,后视线路直线上一点(曲线需要计算拨角或后视曲线上最近一点) 拨角  $90^\circ$ ,记录下十字丝的交点在一侧边墙上的点 A,镜头水平旋转  $180^\circ$ ,再记录下十字丝交点在另一侧边墙上的点 B,以 A B为端点,拉直钢尺,断面测量整个过程中,钢尺均须水平拉直 AB即为这个断面的基线。以此基线为 X轴,以隧道中线为 Y轴,建立坐标系。测出断面上每个点的坐标  $x, y$ ,则此断面可反映在图纸上。此基线 (AB)高度可以是任意的,原则是测量时方便。一般直墙隧道断面基线为内轨顶面以上 1.5 m,曲线隧道断面基线设在断面最宽处。

### 2.3 边墙的测量

两部经纬仪摆在断面的两侧(不在断面上),调平,其位置以能看到全部断面点为宜。把 T 型尺的端点 E

顶在边墙测点的大概位置上,使 DC边大致铅垂(见图 5)。用经纬仪的十字丝交点对准尺子的一个边(DC)与基线的交点,固定水平盘,镜头上下垂直扫描,指挥测量人员,使边 DC与竖丝重合或平行,并且保证 DC及 GH始终与基线相交,E点始终顶在边墙上。两部经纬仪均能满足上述要求,则 E点坐标为:

$$x = x_1 + \mathbf{1}_a$$

$$y = y_1$$

此式成立,必须保证两个条件:

- (1) ED及DC在所测断面内;  
(2)DC垂直于水平面。

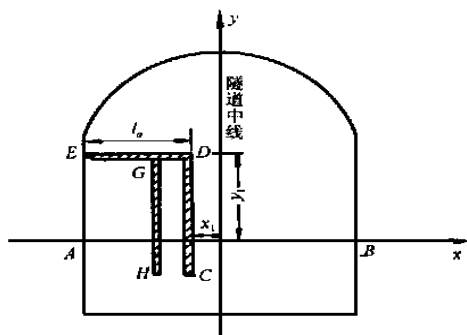


图 5 边墙点测量示意图

DC垂直于水平面,是用两部经纬仪保证的。两部经纬仪所扫描的平面与水平面垂直,则它们的交线(假定为 JK)必与水平面垂直。而保证了 DC与竖丝重合或平行,即保证了 DC平行 JK,则 DC必与水平面垂直。

DC垂直水平面,而 GH平行 DC,则 DG GH组成的平面必与水平面垂直。若保证了 DC及 GH与基线相交,则 DG GH组成的平面必与所测断面重合,而 ED DG GH在同一平面内,所以 ED DC在所测断面内。

根据同样道理,可以测量边墙任意点的坐标。

## 2.4 拱部的测量

两部经纬仪位置不动,把尖直尺尖端顶在拱部测点的大概位置上,使其大概铅垂(见图 6),用经纬仪的十字丝交点对准尖直尺与基线的交点,固定水平盘,上下垂直扫描,指挥测量人员使 DC与竖丝重合或平行,且使 DC与基线相交,尖端顶在断面上。两部经纬仪均满足上述条件时,则 D点坐标:

$$x = x^1$$

$$y = y^1$$

与测边墙时 DC与水平面垂直道理相同,只要两部经纬仪竖丝均与 DC重合或平行,则 DC必垂直水平面。而 DC与衬砌断面交于一点 D,则保证了 D点必在所测断面内。

同理,可以测出拱部任意点的坐标

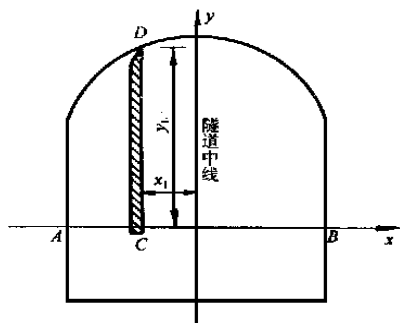


图 6 拱部点测量示意图

## 2.5 断面其他点的测量

边墙及拱部测量完毕,路肩、内轨及水沟盖板等位置的测量就很容易了。可以用水准尺超平测坐标  $y$ ,钢尺直接测坐标  $x$ 。若精度要求很高,仍可以用测拱部的方法保证尺的垂直,再测其坐标。

至此,整个断面测量就结束了,根据每个点的坐标,就可以绘出衬砌断面的内轮廓面。

实际测量断面时,一般情况下,直墙隧道断面可测

七个点:内轨顶面以上 1.5 m 的边墙点 1, 1';拱脚点 2, 2';拱腰点 3, 3'及拱顶点 4(见图 7)。曲墙隧道断面除以上七个点外,增加边墙中点 5, 5'的测量(见图 8)。

为了测量简单且速度快,可根据实际测绘要求,首先确定某个坐标值,再测量其他坐标。比如邯长线初测中的既有隧道横断面测量,根据单线电化及非电化隧道限界的要求,首先确定了边墙测点的  $y$  值及拱部测点的  $x$  值,这样就只须测量边墙点的  $x$  值及拱部点的  $y$  值。详见表 1 及表 2。在实际测量时,发现距内轨顶面 435 cm(385 cm)的点 2 及 2'不一定是拱脚,又加测了拱脚点坐标的测量。测量结果基本与实际断面相符,经检验,满足精度要求。

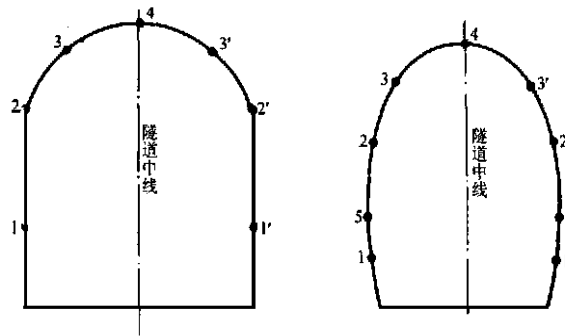


图 7 直墙断面测点布置图 图 8 曲墙断面测点布置图

表 1 电化隧道断面测量表

隧道名	断面里程		X(cm)						Y(cm)			
		测点	1	1'	2	2'	5	5'	测点	3	3'	4
		$y$	150	150	435	435	254	254	$x$	157	157	0

表 2 非电化隧道断面测量表

隧道名	断面里程		X(cm)						Y(cm)			
		测点	1	1'	2	2'	5	5'	测点	3	3'	4
		$y$	150	150	385	385	228	228	$x$	157	157	0

## 3 结束语

坐标交汇法不仅可以应用于既有隧道横断面的测量,也可以用于其他地下工程内轮廓的测量。坐标交汇法在天津地铁既有有线改造初测时使用过,在邯长线技术改造初测及定测中得到进一步优化。测出的断面比较准确,熟练以后,测量速度也较快。此法最大的误差在于人为误差。尤其是用经纬仪保证测尺的铅垂,须测量者仔细、认真、负责。只要每个测量者都认真、仔细,按部就班地测量,此法精确度可以达到 5~10 mm,足以满足断面测量的精度要求。这就需要测量人员有很高的素质,有认真负责的敬业精神。为了保证质量,还

应该经常抽查。至少每个隧道校核一个断面,以保证测量的准确性。

在科学技术突飞猛进的今天,先进仪器不断出现,导致了测量方法的革命。隧道横断面的测量,也出现了许多先进的仪器。比如遥控、红外光自动扫描测距的“瑞士 AMBERG 恩柏 A.M.T. PROFILER 2000”断面仪,可以测量隧道的开挖断面、喷混凝土的厚度、二次衬砌的厚度。其精度可达到 5 mm,并且,可以与计算机连接,自动绘图。有了先进的仪器,并不是说“土”的方法就无用武之地了,先进的仪器并非万能的,有的时候,由于种种主客观原因,不得不在现有仪器设备的基础上工作。这就要敢于创新,用最简单的仪器,做出高

精度的成果

## A NEW SURVERING METHOD FOR TUNNEL CROSS-SECTION—— COORDINATE INTERSECTION METHOD

GAO Shu-feng

Third Survey and Design Institute of MOR

**Abstract** During the technical reform of the existing tunnels, the main content for rebuilding the tunnel is that the inner outline of the existing tunnel will fulfill the new technical requirements or not. Therefore surveying the tunnel cross-section is the key for rebuilding the existing tunnels. This paper introduces the surveying methods of tunnel's cross-section. The emphasis is a new method——the coordinate intersection method.

**Keywords** tunnel; survey; tunnel cross-section; coordinate intersection method

## 《国家重大建设项目稽察办法》出台

2000年9月,《国家重大建设项目稽察办法》,报经国务院常务会议讨论通过后,由国家计委发布,由国务院办公厅将其转发国务院各部门和各省、自治区、直辖市。

《稽察办法》规定,国家重大建设项目稽察特派员负责制,由国家发展计划委员会负责组织和管理。国家重大建设项目稽察特派员由国家计委委派,履行下列职责:(1)监督被稽察单位贯彻执行国家有关法律、行政法规和方针政策情况,监督被稽察单位有关建设项目的决定是否符合法律、行政法规和规章制度规定的权限、程序;(2)检查建设项目招投标、工程质量、进度等情况,跟踪监测建设项目的实施情况;(3)检查被稽察单位的财务会计资料以及与建设项目有关的其他资料,监督其资金使用、概算控制的真实性、合法性;(4)对被稽察单位主要负责人的经营管理行为进行评价,提出奖惩建议。《稽察办法》还可稽察特派员如何客观地履行其职责作了严格规定。

对稽察发现的问题,国家计委可以根据情节轻重在职权范围内作出限期整改、通报批评、暂停拨付国家建设资金、暂停项目建设、暂停有关地区、部门同类新项目审批的处理决定;涉及国务院其他有关部门和有关地方人民政府职责权限的问题,则由国家计委移交有关部门和地方人民政府处理。重大的处理决定,要报国务院批准。

国家计委对发出限期整改通知书的项目进行跟踪监测,对整改情况进行复查,直到达到整改目标。

(胡 平)