

交通运输

路线中桩测量

卢彭真 陈素珍 胡益铸¹ 李 军²(温州交通设计院永嘉分院,永嘉 325100;温州市公路管理处¹,温州 325000;桐庐交通建设工程有限公司²;桐庐 317500)

摘要 由于某一公路建设的规模有大有小,从而采用的公路等级有高有低,同时我国勘测设计单位大小形式多样,勘测设计水平有高有低、参差不齐。因此某一公路工程项目业主所提供给勘测单位的测设资料及各勘测单位自身勘测方法思路差别较大。针对以上问题从中提出采用相应的勘测方法以及在具体勘测路线中桩点位时常遇到如何利用计算程序完成路线各点点位桩号的计算、各点位相应大地坐标的计算及各点点位确定的问题,同时阐述了具体的处理思路与注意事项。

关键词 测量条件 中桩测量 计算程序处理

中图法分类号 U412.2; **文献标识码** A

当前在公路勘测设计中通常遇到以下两种情况:一种是业主为勘测设计单位提供大地坐标,即提供整条路线所在的大地坐标系,供勘测单位利用该坐标系;另一种是业主没有向勘测设计单位提供坐标系,即整条公路路线的测设无法利用现成的坐标系进行勘测设计,要用其它的坐标进行勘测,如开始在路线所在地建立坐标或仅以路线交点处切点为原点切线的 X 轴与之垂直的为 Y 轴建立直角坐标系进行勘测设计。这主要是因为我国地域辽阔,各地区经济发展不平衡,各地公路勘测设计时业主对勘测单位所提供的资料也各不相同;另外,我国各类勘测设计单位数量众多,并且各单位的勘测水平也各不相同。不管是公路的勘测设计或是施工放样,首先都必须按业主所提供的资料及勘测单位自身的勘测特点采用适合自己勘测特点的方法进行勘测设计,同时应对具体的工程项目具体分析,选择合适的方法,找出切合实际的勘测或放样途径,这样才能使工程的勘测设计得以顺利进行,达到勘测设计的预期目的。

1 公路中桩测量的方法

由于公路勘测设计业主所提供勘测条件及各勘测单位勘测水平的不同,从而使公路中桩勘测的方法也各异。目前公路中桩勘测的方法可归纳为两种:一种

是提供坐标系,或勘测单位自己建立坐标系,同时把路线中桩各点的坐标转换到以上坐标系上,然后利用该坐标系勘测路线中桩点位;另一种是没提供坐标系,勘测单位也没建立自身的坐标系,即按照传统的路线中桩勘测的方法,通过交点桩号及相应的曲线推算出各点中桩点位桩号,同时把各点桩号放到实地上,然后再进行高程及横断面等一系列内容的测设。

2 传统路线中桩点位确定时常遇到的问题

对于传统公路中桩点位勘测过程中主要面临的问题是已知交点桩号如何推算平曲线上各点点位桩号以及如何利用已定的路线走向把路线中桩各点点位在实地上确定下来(其中比较常见的是平曲线虚交或两交点不通时的处理等等)。这是传统公路中桩测量点位的核心内容之一;其具体的勘测方法较多,常见的有切线支距法、偏角法等^[1,2,5]。

3 利用坐标系勘测公路中桩点位

对于路线中桩的勘测设计,现在最常见的步骤是:布设导线点,测出导线点所在位置的坐标,根据已知的路线平曲线要素(包括交点坐标、曲线半径、缓和曲线长度等等),设法求出路线上任意一中桩点的坐标;根据已知的测站点(导线点)坐标、后视点(导线点)坐标及中桩点位坐标,利用三角函数的关系,求得中桩点位相对测站点的角度与距离,实现中桩点位的测定。

通过对以上公路中桩勘测步骤过程的分析得知,

2003年6月20日收到

主要包括两方面的内容:一方面是如何计算点位的坐标,另一方面是如何测定各点位置。同时在计算坐标时也有多个层面的内容,即首先通过导线点计算出交点的坐标,然后通过交点坐标推算平曲线中桩点位坐标,在测定各点点位时也可利用极坐标原理或利用方位角测距离的方法测定各点点位。故在利用计算程序处理以上问题时,应包括以上各方面的内容,才能使勘测设计得以顺利进行。

3.1 确定路线中桩点位过程中常遇的问题

对于利用坐标系确定公路中桩点位的过程中比较常见的问题主要是已知交点桩号,如何推算平曲线各点点位桩号、如何利用已知导线点的坐标推算路线中桩点位相应的坐标以及如何利用某一点位坐标测定路线中桩点位。其中前后两个问题类似于传统中桩测量过程中所遇到的问题,在此不再阐述。重点讨论一下如何利用已知导线点的坐标推算路线中桩点位相应的坐标。同时给出如何利用计算程序完成以上工作中时常遇到的各种问题。因为路线中平曲线的种类形式较多,有基本型、S型、卵型、凸型以及复合型等多种形式。另外,某一种形式的平曲线可能又有不同曲线组合形式。就拿平曲线的基本形式来讲,平曲线两侧是缓和曲线,当中是圆曲线以及两侧的缓和曲线可能不等,就算相等即在平面设计中采用相同的缓和曲线,然而两侧的缓和曲线与中间的圆曲线各自的计算模式也各不相同。常见的切线支距法中其两侧的缓和曲线与中间的圆曲线的计算显然是不同的。同时对勘测路线的走向的不同其相应的方位角也应做相应的调整。因此,在具体利用计算程序处理公路中桩点位时均应考虑以上问题。

3.2 利用计算程序处理路线中桩点位的方法与思路

对于路线中桩点位测量程序处理,首先是利用交点桩号推算出中桩点位桩号,同时利用路线数据库中的交点坐标求平曲线各中桩点位坐标的编制;要根据路线形指标(包括曲线半径、缓和曲线),求得曲线要素相关值,如曲线长度、曲线起点及终点、交点的桩号等;再根据输入的中桩桩号判断其所处的线形位置。如在曲线的缓和段或在圆曲线或直线段等各种情况,每一具体的点位应采用不同的参数。根据以上中桩点位位置的判断,利用公路线形设计理论和简单的数学函数知识就可以求得所需要的值。最后利用测站点、后视点、中桩点的已知坐标,求得中桩点位相对于站点

的相对角度与距离,从而就可以利用极坐标或方位角配测距法把公路中桩各点点位的位置快速、精确地确定下来^[3,6]。

3.2.1 公路平曲线桩号计算程序处理

公路勘测其核心内容之一就是把路线的各点位的桩号计算出来,特别是平曲线要素点的桩号计算出来。一般公路是由点所组成的线状的形态分布在具体的地面上,因此,勘测公路就是要将组成公路线形点位的位置确定下来。其具体的桩号计算程序处理思路以及曲线点位的测定见文献[2,4]。

3.2.2 桩号点位不同坐标互相转换计算程序的处理

公路中线点位坐标通常有两种方式:一种方式是以极坐标的形式通过相应的极径与方位角确定某点点位;另一种方式是以大地坐标形式存在。然而公路工程中路线中线点位的确定通常是通过该两种坐标的互相换算得以实现的,即通过计算机上坐标转换专用命令来完成。要么把大地坐标转换成极坐标,要么把极坐标转换为大地坐标。公路勘测中时常碰到如已知各点坐标来测定各点实际位置通常时,利用两点坐标转换成以某点为极点的极坐标和方位角,确定相应的点位位置。或者已知某点的极径及方位角而要确定该点所在位置大地坐标,都要通过计算机上的转换命令来完成;其中须特别注意的问题是方位角的大小与方向。因为每一条直线的方位角的大小及方向均随着直线起终点的不同及北极针指向的不同而改变。故在利用计算程序处理坐标转换的过程中必须先清楚路线的走向与北极针指向的关系以及在测定路线某点点位时是顺着路线还是反路线,从中准确确定某点位的相应坐标参数;不然就很容易出错。

3.2.3 路线中桩点位处在缓和曲线上的坐标计算程序处理

路线中桩点位处在平曲线的缓和曲线上时,利用平曲线的切线支距法与偏角法的互相转换,通常是把原来以切线支距法计算所得的在缓和曲线上某一桩号相对应的 X 轴及 Y 轴的坐标转换成以切线起点为极点的,以切线起点与所测该点的连线为极径的极坐标,从而使缓和曲线上某点的切线支距坐标或偏角法得出的偏角和距离与整条路线的极坐标统一起来,然后在利用极坐标与大地坐标的转换原理同样可推算得相应点的大地坐标。然而再利用计算程序处理路线中点处在缓和曲线上的各点时,须注意的是某点极径方向与

切线方向的夹角如何利用已知切线的方位角把某点极径的方位角推算出来。因为平曲线上切线支距坐标转换成相对于切线的夹角与距离是比较容易解决的,就是利用计算机上的坐标转换命令即可。已知极径与切线方向的夹角和切线的方位角把某点极径方向的直线段转换成整条路线的极坐标,即相对于切线的方位角和极径以及如何利用所得的极坐标转换到相应的大地坐标是计算的关键。其中有个细节也须注意,缓和曲线在平曲线中一般是两侧对称布置的推算,两侧某点与相应切线起点的连线的直线段方位角时,相应切线方向是不同的。故在利用计算程序处理时应分开平曲线左右两侧的缓和曲线以及每侧所选用的计算参数必须是相应的数据。具体输入的数据看桩号的大小是处在缓和曲线的左侧还是右侧进行确认。这样有了平曲线两侧各点的大地坐标就可以采用各种相应的勘测方法把缓和曲线上的各点点位确定下来。

3.2.4 路线中桩点位处在圆曲线上坐标计算程序处理

类似于中桩点位处在缓和曲线上的点位,圆曲线上坐标也通过相应的切线支距求得相对于切线方向的夹角,再利用该夹角和已知切线的方位角求得以切线起点为极点的曲线某点方位角及距离,从而通过极坐标与大地坐标互相换算原理推算所测点位的大地坐标。两者的区别是首先圆曲线与缓和曲线利用切线支距推算相应 X 轴、 Y 轴坐标的计算过程是不一样的,这主要是由于两者的线形不同。其次两者划分的位置也不同,缓和曲线当中一般插圆曲线,圆曲线是以平曲线中点(QZ)为分界点把平曲线中的圆曲线对称于 QZ 点分为左右两部分。利用计算程序处理圆曲线也应区别左右两部分进行处理。当平曲线采用凸型曲线即平曲线采用两侧对称的缓和曲线相连接,当中圆曲线的长度为零时,这是平曲线中设置圆曲线的一个特例,该特例也就是以上所说的路线中桩点位落在缓和曲线上相应的处理思路。

3.2.5 路线中桩点位处在直线段上坐标计算程序处理

路线中桩点位处在直线段上某点位的坐标计算是比较容易的,直接利用某直线已知两交点的坐标可推算该直线的方位角,同时利用直线段上某点桩号和相对应交点平曲线的切线长度及相应平曲线切点的桩号就可得出直线段上某点相对于某交点的极径。从而把该点的极坐标通过坐标转换成相应的大地坐标。

4 工程实例

洞头三盘大桥至度假村公路工程系洞头县重点项目工程,同时该项目是由温州交通设计院永嘉分院承担勘测设计任务。该工程业主当时提供给勘测设计单位的资料比较齐全,其中有全路线的大地坐标系统及现成的导线点,故当时勘测的方法不采用传统的勘测思路而采用业主所提供的坐标系统作为勘测的基点进行勘测;即首先利用现成的地形图在纸上定好路线的走向,然后利用导线点的坐标求得各点位坐标。业主提供的已知点位有 T96(3 860.807, 8 373.923)、S6(3 488.735, 8 136.302)、Ⅲ—15(3 993.211, 8 457.358)等。从而就可利用已知导线的点坐标求得路线交点的坐标。

现举几个通过以上程序计算所得的交点坐标如:JD4(3 567, 548 073)、JD5(3 650, 548 128)、JD6(363 0.986, 548 323.212)三交点坐标及各交点平曲线设置参数。如 JD5 交点设置的参数圆曲线半径为 73.6 m,缓和曲线长度为 25 m,交点桩号为 K0+706.164。这样就可利用平曲线桩号计算程序很快算出交点 JD5 处平曲线中桩点位桩号。如直缓点 ZH(K0+649.211)、缓圆点 HY(K0+674.211)、曲线中点 QZ(K0+701.554)、圆缓点 YH(K0+728.896)、缓直点 HZ(K0+753.896)及加桩点+700的桩号及相应桩号的切线支距坐标。然后再利用以上相应的程序算出各点点位在整个大范围的坐标,即业主所提供的大地坐标或自身建立起来的整条路线的本地坐标。三盘大桥至度假村工程的大地坐标,其具体桩号的坐标计算见表 1 所示。

表 1 JD5 平曲线桩号坐标计算表

桩 号	X 坐标	Y 坐标
ZH(K0+649.211)	3 602.525	548 096.541
HY(K0+674.211)	3 622.525	548 111.488
QZ(K0+701.554)	3 638.540	548 133.453
+ 700	3 637.858	548 132.058
YH(K0+728.896)	3 645.489	548 159.736
HZ(K0+753.896)	3 644.478	548 184.684

同理直线段中桩点位的坐标也可以用以上相应的程序计算而得。从而利用常用的测量方法如极坐标或利用方位交量距离的方式把各点位在实地上快速确定

下来。

该程序群已在 104 国道及 41 省道永嘉段及以上提到的洞头三盘至度假村等公路勘测中线时得到了运用。运用该程序群既保证了速度,结果都相当满意,取得了较好的效果。

5 结语

以上程序群在公路勘测平曲线中桩点位桩号计算、相应桩号切线支距坐标计算及中桩各点位大地坐标等计算中确实带来前所未有的方便与精确度,但也存在一些不足或有待改进的地方及应注意的问题。

(1)程序的运用是在一定的坐标系统内进行的,在具体勘测的过程中必须提供一个相应路线地形的坐标系统。如大地坐标系统或自身建立一个统一的坐标系统。另外,在利用大地坐标系统中导线点的坐标时,中桩坐标与导线点的坐标必须是相同大地投影的坐标。如果不是,事先要通过相关程序作坐标换算。

(2)在大地坐标中 X 轴的正方向是北方向, Y 轴的正方向是东方向,角度增加是顺时针方向,这与数学概念上的平面坐标正好是相反。因而,在利用三角函数关系中求中桩点的角度与距离的时候,要注意相应坐标的变化,否则就是“失之毫厘、差之千里”。如前面第一个计算平曲线点位桩号的直线支距坐标就是以交点处平曲线某一切线为 X 轴,以与之垂直的为 Y 轴,同时以曲线的起点或终点为原点的切线支距坐标系,其坐标系与整个路线的大地坐标系是不同的,要注意不要搞错。

(3)上面提到测站点与后视点的坐标是已知导线点的坐标,这只是基于导线点通视条件良好的情况而言。因在实践勘测中,时常会遇到视线不通等原因造

成导线点还不能作为测点,而需要另外找出视线较好的点做为测站点,我们称之为“支点”。支点往往是我们自己定出来的,精确度相对于原导线点来说是要差一点,因此我们尽可能少用支点为宜。

(4)在运用程序时必须经过调试。如事先假设一个路线方案的数据库及导线点数据库,用两套不同内容的程序来运行,如果结果相同,则是可利用的,不然就得检查,问题出在哪里,因为这里的坐标、方位角及北极针的指向都容易搞错,故在具体勘测过程中要非常仔细核对才行。

(5)运用程序之前要判断中桩点位的位置处在哪个区段,例如是直线段还是缓和段及圆曲线段,只有确定桩号的具体位置才能运用相应的程序来计算,不然会出错的,这也是该程序群的不足之处,条件参数比较多,做起来比较烦,最好能合成一个程序来进行。如果点位桩号不管在曲线或直线的任意位置上都只须一个程序来完成的话,这样就比较容易掌握。希望能在以后的勘测设计中进一步改进。

(6)以上所提的程序群都是基于 $f(x)$ —4500 p 计算机的基础上运行的。

参 考 文 献

- 1 卢彭真.任意测站测设曲线点位的新方法.东北公路,2002;(1):86—88
- 2 卢彭真.任意测站测设点位在山区低等级公路测设一例.浙江交通科技,1999;(4):30—34
- 3 朱孙明,王明柱.公路勘测设计.北京:人民交通出版社,1994
- 4 刘培文.现代公路勘测设计实用技术.北京:人民交通出版社,1999
- 5 交通部第一公路勘测设计院.公路路线设计规范 JTJ011—94.北京:人民交通出版社,1995
- 6 张雨化.公路勘测设计.北京:人民交通出版社,1980
- 7 库崇峰.公路曲线边桩放样方法.华东公路,1996;(2):16—18

The Middle Pile of Road Measurement

LU Pengzhen, CHEN Suzhen, HU Yizhu¹, LI Jun²

(Wenzhou Communication Engineering and Design Institute, Yongjia 325100; Department of Highway of Wenzhou¹,

Wenzhou 325000; Traffical Building Engineering of Tonglu², Tonglu 311500)

[Abstract] In view of measure condition of road dissimilar, expound relevant thinking of conduct compute order and the middle pile of road measure way.

[Key words] measure condition middle pile measurement conduct compute order