

Surveying and Mapping Technology in Urban Road Engineering Construction

Jia Dainian

Chang'an University, Xi'an

Abstract: From the three aspects of Surveying and mapping in the early stage of municipal road engineering construction, construction surveying and final road completion surveying, this paper briefly describes how to do a good job of Surveying Technology in municipal road construction for the reference of peers.

Key words: Foundation control; Strip topographic map; Center line of line; Vertical and horizontal section

Received: 2020-04-18; Accepted: 2020-05-03; Published: 2020-05-05

城市道路工程施工中的测绘技术

贾代年

长安大学，西安

邮箱: dnjia304@hotmail.com

摘要: 从市政道路工程建设的前期阶段测绘和施工中的测量以及最后的道路竣工测量三个方面简述了怎样做好市政道路建设中的测量技术工作, 供广大同行参考。

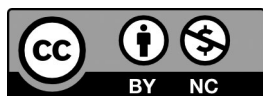
关键词: 基础控制; 带状地形图; 线路中线; 纵横断面

收稿日期: 2020-04-18; 录用日期: 2020-05-03; 发表日期: 2020-05-05

Copyright © 2020 by author(s) and SciScan Publishing Limited

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



1 引言

市政道路工程是城市建设工作的一个重要组成部分, 它是一项是为城市居民和企事业单位的生活和生产提供服务的基础性工程。随着我国城镇面积的不断扩大, 市政道路的改建、扩建、新建项目也越来越多, 市政道路建设规模越来越大, 随之而来的是市政工程测量的工作也越来越多。测量是市政道路建设中很重要的一项工作, 它是其他所有后续工作的基础, 它在工程建设中起着决定性的作用, 它直接影响到工程的质量、成本及工期。市政道路建设从初期设计到施工建设直至施工结束的工程竣工验收, 始终都离不开测量工作。测量是一项技术性很强的工作。在道路建设的整个过程中, 认真做好测量工作是对每一位测绘技术人员的基本要求, 也是保证市政道路建设工程质量的基础。

2 前期阶段的测绘

市政道路建设前期测绘的主要任务是为勘测设计部门优化设计方案提供翔

实可靠的数据，也是为合理的道路建设成本提供依据，同时，按照道路施工的需求，做好能够满足施工需要的基础控制点布设，测绘出线路带状地形图以及其他一些基础性测量工作。前期阶段的测绘工作是保证后续所有测量活动的基础，前期阶段测绘成果质量的优劣，将直接影响到道路的结构设计、工程成本、施工工期和终的工程质量。做好道路工程前期阶段的测量工作是道路施工建设的重中之重。前期阶段测量工作主要有以下测绘内容：基础控制测量、道路工程带状地形图测绘、线路中线和改建道路地下管线测量、纵横断面测量和散点高程测量。

2.1 基础控制测量

市政道路建设基础控制测量就是在勘测设计部门拟定的道路中心线附近进行道路施工全过程中需要的基本平面和高程控制点的测量。基础控制测量的要求是：精度指标应与道路建设精度规模相适应，能够有效地控制全路段的平面和高程。基础控制点的选点原则是：平面控制点应选在土质坚实、便于观测、通视条件良好、易于长期保存的地方。高程控制点应选在施工干扰区外围、目标明显、牢固，便于使用的地方。但是无论是平面还是高程控制点都要避免点位靠近道路中线。相关技术指标按照 CJJ8-99《城市测量规范》有关条款执行。基础控制点的施测原则是：

(1) 平面控制点应满足三级导线（含三级导线）以上的精度。亦可采用 GPS-RTK 方法施测，当采用 GPS-RTK 方法施测时，同期布设的 RTK 控制点点数不应少于 3 个，且少应两两通视，每个 RTK 控制点必须独立初始化量测两次以上，一次初始化测两组坐标，且每组坐标值误差不大于 2 cm。同时应有一定比例外业检核（一般不低于 20%），检核时必须独立初始化，检核值与原施测坐标值大相差不得大于 3 cm。

(2) 光电测距导线须采用附和导线进行施测，禁止采用无定向导线施测，且不宜采用相互定向的方法施测。

(3) 导线相邻边长之比应控制不要超过 1 : 3。

(4) 遇到桥梁时，应在桥梁纵轴延长线两端附近各加布两对平面控制点，

且加布的控制点宜在同一条导线中进行平差计算。

(5) 高程可采用几何水准、光电测距三角高程或 GPS-RTK 测量等方法测定。当水准路线跨越河流视距超过规定时,应采用跨河水准进行水准路线测量。跨河水准测量应按照规范要求执行。

(6) 采用水准路线观测时宜采用黑红面读数。当采用光电测距三角高程测定时仪器高和棱镜高应量记至毫米,对向观测高差,技术指标按照 CJJ8-99《城市测量规范》有关条款执行。

(7) 用 GPS-RTK 测量方法测定高程时,测量始末应各量一次仪器高至毫米取平均值记录,每点应独立初始化不低于 4 次测量 8 组坐标数据,每组数据得到固定解的连续时间不少于 30 秒,且 8 组数据 32 技术交流的大地高互差小于 3 cm,再取其平均值供内业解算高程用。解算后两个相邻点间高差之差不得大于 $\pm 30 \text{ mm} \sqrt{L}$ (L: 两点间距离单位 km)。同时应将任一点与水准点进行联测,结果应满足 CJJ8-99《城市测量规范》图根附和水准路线要求。等级水准路线不宜使用 GPS-RTK 测量方法测定高程,但可以采用静态 GPS 进行测定,技术标准要求按照相关规范执行。

(8) 平面和高程控制点应有一定数量的重合点位。

(9) 基础控制点均应做点之记,每个点之记不应少于三根到明显固定地物点的交会距离,三根交线的交会角应在 $30^\circ \sim 150^\circ$ 之间。

基础控制测量完成后进行资料交接时,在条件许可的情况下应带领有关人员进行现场交桩,指定确认各控制点的实地位置,并做好桩位交接记录。

2.2 道路工程带状地形图测绘

(1) 图根控制测量:要进行线路带状地形图测绘,首要的工作就是在基础控制点(网)的基础上加密供测图使用的平高图根控制点。图根平面控制和高程控制测量,可同时进行,也可分别施测。施测的图根点相对于邻近等级控制点的点位中误差不应大于图上 0.1 mm,如果基础控制能够满足地形图测绘时,则可免测图根控制。图根控制的具体实测方法和有关的技术指标按照 GJJ8-99《城市测量规范》的有关条款执行。

(2) 线路带状地形图修、实测：线路带状地形图修、实测是为满足道路设计和施工的需要，地形图的修实测采用全站仪极坐标法进行全野外数据采集，内业数字化成图。修、实测带状地形图的比例尺是根据道路建设规模、等级以及道路所经过地区地形的复杂情况而定的。一般来说，城市市区由于地物密集、复杂，影响道路施工的客观因素多，宜选 1 : 500 比例尺进行修、实测，而在郊区因为地物的复杂密集程度相对简单，影响施工的因素又相对较小，选择 1 : 1000 或 1 : 2000 比例尺的图面作为地形修、实测的载体较为适宜。

2.3 线路中线测量

线路中线和边线测量就是我们平常所说的放样测量，放样测量是一项简单但却是十分严谨的工作。中线放样测量是在定线测量的基础上，将道路中线的平面位置在地面上详细地标示出来。它与定线测量的区别在于：定线测量只是将道路交点和直线段的必要转点标示出来，而在中线测量中，要根据交点和转点用诸多木桩将道路的直线段和曲线段在地面上详细标定出来。定线测量一般由勘测设计单位实施，然后把有关桩位和测量成果交与施工方，由施工单位进行中线及施工测量。随着电子计算机和全站仪在工程测量中的广泛应用，使得市政工程的测量工作的效率得到了极大提高，利用全站仪进行快速、准确的坐标放样是现在实际作业中普遍采用的放样方法。中线测量亦可采用 GPS-RTK 进行施测。如何做好放样测量是对测绘技术人员一项基本的技能考验和要求。线路中线和边线测量应遵循“从整体到局部，先控制后碎部”的原则，主要有以下步骤：

(1) 基础控制点（桩）的检验：检验基础控制点的目的是确保测站、定向和检查所使用的基础控制点点位的正确性和数据的准确性。检验可以采用同时测点间距离与夹角的方法施测。

(2) 道路边线的确定和中线的准确定位：道路边线和中线放样就是根据勘测设计单位提供的道路边线和中线数据，由设计图纸上详细准确地标示在地面上，道路中线的定位是一项严谨的工作，它直接决定了道路的线形，圆曲线的定位则是测量过程中为突出的一个方面。圆曲线测设一般是先确定曲线上起控

制作用的曲线起点 (ZY)、曲线中点 (Qz) 和曲线终点 (YZ); 然后结合设计给出的圆半径 (R)、切线长 (L)、外矢距 (E) 和曲线对应的圆心角 (d) 测设所求曲线上每隔一定距离的加密细部点, 用于详细标定圆曲线的形状和位置。点位放样精度应为放样点相对于临近控制点中误差不大于 ± 0.025 m。

(3) 放样检查是放样测量工作中不可或缺作业流程, 检查放样点时, 测站不得使用放样时所使用的基准控制点, 且定向点亦应不同, 一般采用等精度检查, 同一点位放样坐标与检查坐标之差应小于 0.05 m。

2.4 改建道路地下管线测量

改建道路地下如果有管线, 应该对旧管线进行测量, 搞清楚地下管线的性质、种类和范围, 且须绘制标识清楚的旧管线现状图。地下雨污水管道要摸测地下旧管线的管底高程、量取管径及其通向编绘地下管线管底高程、管径及其通向的现状图。摸测地下旧管线前应将管线上各检修井编号, 采用几何水准路线将管线上个检修井进行高程联测。水准留点应留在各检修井井框西北角处。

2.5 纵横断面测量

纵横断面测量主要是为设计提供地表面的形态变化特征, 其目的是为了计算道路建设的土方量和建设中的挖方与填方。

(1) 纵断面测量 (即中平测量) 应逐点附合于基平测量水准点上, 按图根水准测量 (包括图根光电测距三角高程测量) 精度要求沿中线逐桩进行, 并检查里程桩号, 相邻水准点高差与纵断面检测的较差不应超过 2 cm。设计所依据的重要高程点位如桥面、路中、下水道井底与坑深测高点等应按转点施测。纵断面点在市區一般间隔 20 m, 在郊区间隔 50 m。在遇到交点、交叉点、加点、曲线特征点、铁路、公路、桥梁、涵洞、建 (构) 筑物、河流、沟渠等的交界处和地形高差变换处必须加测断面点。

(2) 横断面测量的宽度应能满足需要, 横断面的方向在直线部分应垂直于中线, 在曲线部分应垂直于切线。每一个基本纵断面和上述所列特征点桩位上, 均须垂直于中线测一个横断面。横断面的测量宽度在市區应测至两侧建筑物为

止, 两侧无建筑物时, 应测至与前后建筑物等距处。横断面上的点数应为奇数, 具体点数示道路的宽窄情况而定, 但是不得少于5点, 有人行道的市区道路一般不少于9点, 路面宽度 $\geq 12\text{ m}$ 的道路横断面点数应不少于11点, 在郊区的既有道路不少于13点。

(3) 河床断面的测量: 河床断面测量方法是用吊锤法测量不少于三组的断面数据, 河床断面应与道路(或桥)中线平行, 命名方法是以道路(或桥)中线为断面Ⅱ, 在距断面Ⅱ两侧适当处(如道路规划红线)测设断面Ⅰ和断面Ⅲ, 断面命名规则是按照道路设计的路线前进方向, 左手为断面Ⅰ, 右手为断面Ⅲ。每个断面应测点数依照横断面的施测方法。

(4) 改建桥梁的断面测量: 以桥梁中线和翼墙两侧各测一个纵断面, 有特殊要求的可适当增加, 断面上的点数应视桥梁长度而定, 但不得少于5点。桥梁横断面以接坡点为起讫点进行测设, 横断面间隔同样视桥梁长度而定, 但不得少于3个。桥梁起讫点和中点必须测设纵横断面。桥梁起讫点以道路走向排列, 且桥梁两岸边和起讫点应设固定桩位, 同时每个桩位应有三根到明显固定地物点的交会距离, 三根交线的交会角应在 $30^\circ \sim 150^\circ$ 之间。改建桥梁还要测量老桥桥顶和梁底高程、河道最大洪水水位高程以及河底的淤泥厚度, 并注记录在桥位平面图上。

(5) 断面可采用全站仪测量或用水准仪测高, 距离读数至分米。用水准仪测高时, 后视点读数取至毫米各中视点的读数则取至厘米。每测10个断面点须回读后视点, 回读数与原读数之差不得大于 5 mm 。

(6) 断面数据采集完成以后应绘制线路纵断面图、各桩位横断面图、河道断面图、桥梁的纵横断面图。绘断面图采用的比例尺如表1所示。

表1 断面图采用的比例尺表

Table 1 Scale table for section drawing

线路纵断面图	水平方向	1 : 500、1 : 1000
	垂直方向	1 : 50、1 : 100
线路横断面图	水平方向	1 : 50、1 : 100
	垂直方向	1 : 50、1 : 100

2.6 散点高程测量

散点高程依照设计人员标注的位置测设,道路衔接处、路头、道路交叉处、单位门口、巷道口、泄水口、接坡、涵洞等均须测量散点高程,断面上已测过高程点的位置散点高程测量时可免测,以避免出现同一位置有不同高程。散点高程测量方法有方格网法和星形法,散点高程点的点间距一般为1.0 m。同时还应测量道路沿线两侧较大型建筑物的室内外低平高程和建筑物的建筑高度。散点高程测量一般采用几何散点水准进行施测。测量规定为每测10个断面点须回读后视点,回读数与原读数之差不得大于5 mm。

3 施工中的测量

由于施工现场施工部门较多,且各自施工任务和工期不同,加之施工中不断出现的恢复桩位测量等原因,极易造成施工现场相互干扰的混乱局面。施工单位应按设计图纸认清现场水准基点、导线点、交点桩等,做好桩位交接记录,对位于施工范围内的测量标志,须采取妥善保护措施。对于现场的各种桩位都应与设计图纸进行核对确认,如发现问题应及时与设计部门联系,搞清问题原因妥善解决。施工中的测量工作主要有控制点和中线桩复测、中线桩位加密和边线桩确定、地下管线放线测量等。施工单位在路基开工前应全面复测控制点和中线桩,并与设计提供的数据进行比较,符合规定限差才可使用。根据恢复的中线桩和有关规定定出路基边桩。道路中线复测和边线放样,应注意做好以下几点:

(1) 应注意各交点之间的距离、方向是否与设计图纸相符,如果多个标段,还要特别注意本标段与相邻标段的中心、与桥涵等结构物的中心是否闭合;道路中线测量应深入相邻标段50 m以上;还应注意与房屋等建筑物的相对位置与图纸是否相符。如果发现问题及时联系有关单位查明原因。

(2) 护桩的设置:护桩——就是在施工范围外不易被破坏的地方定设的一些木桩。根据这些护桩,34 技术交流用简单的方法(如交点、量距等),就可快速恢复原来的桩点。道路中线桩护桩的设置,是路基施工的重要工作,在道

路施工中线桩极易被破坏,为此在路基施工过程中经常会遇到中线桩恢复和测设作业。为了能快而准地把道路中线桩恢复在原位置上,应在施工前对路线上起控制作用的主要桩位点如交点、转点、曲线控制点等设置护桩。设置护桩应注意以下几个方面:(A)在道路的每一直线段上,至少应有三个控制桩要设置护桩,这样即使有一个控制桩不能恢复时,仍可用其他两点,把该直线段恢复到原来的位置上;两方向线的交角尽可能接近 90° ,交角不宜小于 30° ;护桩应选在施工范围之外但又不太远;护桩之间距离不宜太远;同时护桩必须牢固可靠、视野开阔,要便于架设测量仪器和观测。

(3)曲线段边桩的护桩设置;对于曲线段,由于边桩确定较麻烦,重新测设耗时较多,因此在精确放线后,对曲线段的边桩中有代表性的桩位也应设置护桩,以减少重复测量和测量的工作量。

(4)里程桩的测设;测设里程桩前应加密线路中线桩,线路中线桩的间距直线部分不应大于50 m,曲线部分宜为20 m。中线桩定出以后,就可以在此基础上做里程桩的控制布设。里程桩的布设原则是:在直线段,一般布设在每隔100 m的整桩号的横断面上,在曲线段桩位要适当加密,在曲线段起讫点、中点的里程桩位必须布设;测设完成以后应及时将中线、边线撒上灰线放出,如果被施工破坏掉时要及时恢复,使得施工始终能有“线”可依。对有明显指示作用的里程桩可采用大木桩,上面用油漆标上里程桩号,打入道路两侧施工范围以外的地面上,好是两侧各打一个。在确保施工中不易被破坏的情况下,离路基边线应尽量近一些,以方便使用。如果里程桩号定不准,那么道路路面高程和路面坡度的质量控制也就无从谈起。

(5)校对及增设水准点:使用设计单位提供的水准点之前应进行检核,闭合差不得超过规定限差,如果超限应查明原因并及时报有关部门。设计单位提供的水准点设置时间一般都比较长。点位又是处于野外,很容易被人为撞动或因地面自然沉降而发生高程变化,所以使用之前一定要认真复核;水准点的增设:由设计提供的基础控制水准点的间距都相对较远,使用起来不是很方便,还须要增设一定数量的水准点以方便施工测量使用,新增设的水准点以测高不加转站为原则。新增设水准点应与设计单位提供的水准闭合,如工程项目分几个标段,

还要与相邻标段的水准点闭合，闭合差不得超限。增设的水准点位置的选择条件同基础控制点。水准点应每月复核一次，对怀疑被移动的水准点应在复测校核后方可使用。

(6) 地下管线的布设测量：地下管线的布设就是依据设计提供的图纸和坐标，在现场按照放样的测量方法详细的标示出管线、井位的位置以及井台大小方向。在工地测量时，要勤测、勤量、勤校核，对于施工中被破坏的桩位点要及时的进行恢复，每层结构层的标高在施工前应根据设计图纸推算出来。尽量把能够做的工作在施工前就做好，从而使施工质量得到可靠保证。

4 道路竣工验收测量

竣工测量是一项服务于城市规划、城市建设的实用性测绘工作。道路建设工程施工的结束，就是道路竣工测量的开始。道路竣工测量是对道路施工质量和相关技术指标的检验，市政道路竣工验收测量的主要内容有：地形图测绘、道路竣工规划验收要素测量（道路中线测量、纵横断面测量、道路长宽、路面高程和桥梁净空高度测量、路面结构和其它规划要素测量）和地下管线的测量。

(1) 地形图测绘的常规内容、范围已有前述，就不在赘述了，对于新建道路还需要按照设计图纸上的位置测量路面、窨井、污水篦子、路边线侧石、桥梁接坡点、桥面等处的高程，测量路面、绿化带和人行道的宽度以及道路的宽窄变换点、曲线的起讫点、曲中点、道路起讫点和其它特征点的平面位置。外业数据采集完成后，应绘制现状地形图，并依据图上新建道路特征点拟合出新建道路中线，道路中心线平面位置应反映出线路起讫点坐标，中心线上个主要特征点坐标和有关线路曲率半径。与规划道路中线进行比较。

(2) 断面测量：道路建设工程竣工验收断面测量包括道路纵断面测量和横断面测量。断面测量一般是按照规划验收要求指定的位置及个数进行测量，规划验收要求未指定位置及个数时，应沿道路起讫点、特征点测量新增道路的纵横断面。测量方法如前所述。

(3) 新建道路的长度应按实测图上依特征点所拟合出的道路中线由道路起讫点计算道路的长度。道路宽度则可在数字地形图上直接量取。桥梁净空（桥

梁底到水面的距离)应在实地直接量取或用三角高程的方法获取。

(4) 地下管线测量如前所述。

(5) 竣工测量外业数据采集完成以后,还需要编制成果表、绘制带状图。

5 结束语

本文就整个市政道路工程建设的全部过程谈了测量在每个阶段应该做的工作,这也是作者在这些年做工程测量活动的亲身体会,文中也结合了其他单位在市政道路建设工程中的一些做法。要做好测量工作,就要养成严谨的工作作风和认真的工作态度。就必须精心设计、就要严格按技术规范操作。每项测量工序完成后,经由测绘作业人员自检自查后交技术质检人员检验,成果经确认后,方可提供下工序使用。

参考文献

- [1] GB/T 7929—1995, 1: 500、1: 1000、1: 2000 地形图图式 [S].
- [2] CJJ 8—99, 城市测量规范 [S].
- [3] CJJ73-97, 全球定位系统城市测量技术规程 [S].