

Research on the Bridge Construction Survey

Song Han

Hunan University of Science and Technology, Xiangtan, Hunan, 411201, China

Abstract

Bridge construction measurement includes bridge location control measurement, bridge location and pier foundation stakeout, pier body and pier cap stakeout, bridge abutment cone slope stakeout and elevation stakeout. The paper describes the measurement of various parts in the bridge construction, and puts forward the related problems that should be paid attention to in the measurement.

Keywords

bridge construction; survey; lofting

桥梁施工测量研究

韩松

湖南科技大学, 中国·湖南湘潭 411201

摘要

桥梁施工测量包括桥位控制测量, 桥位及墩台基础放样, 墩身、墩帽放样, 桥台锥坡放样以及高程放样。论文对桥梁施工中各部位的测量进行了阐述, 并提出了测量中应注意的有关问题。

关键词

桥梁施工; 测量; 放样

1 桥梁施工控制网

桥梁施工测量是在勘察设计、施工和运营管理的各个阶段进行的测量工作, 其任务是准确地确定桥墩、桥台位置和跨径结构的各个部分, 并随时检查施工质量。

桥梁结构由上层建筑和子结构两部分组成, 桥面和承重结构(作用于重力的部分称为承重结构)称为上层建筑, 桥墩(承重结构的支撑结构)和桥台(岸上支撑和挡土墙)统称为桥梁的子结构, 也称为支撑结构。

桥梁施工测量贯穿于桥梁建设的全过程, 桥梁施工阶段的测量工作可概括为: 桥梁轴线长度测量、施工控制测量、桥墩和桥台中心位置、桥墩布置、桥台细节和梁放样等。

在桥梁建设的各个阶段, 桥梁控制测量的目的是不同的, 在调查阶段, 桥梁的控制和测量主要是为了测量桥梁的场地规划和进行桥梁场地确定服务, 在施工阶段是为了保证桥梁轴线长度的精确定位和桥墩和桥台的定位, 为整座桥的建造服务。

桥梁施工控制网络通常分为两级, 第一层控制网络主要

控制桥梁的轴线; 为满足施工中各墩的放样要求, 一级网下需要一定数量的插入点或网, 构成二级控制。由于放样墩精度要求较高, 二级控制网的精度不应低于一级网。

桥梁高程控制网为施工控制点提供统一的高程系统, 使河岸两端的线路高程准确, 同时满足高程放样的需要。

1.1 桥梁施工控制网技术要求

桥梁施工控制网是为了保证桥梁轴线的布置、桥墩和桥台中心的位置以及桥梁轴线测量的精度而设计的。因此, 在施工控制网的设计中, 根据桥梁轴线的长度和桥墩及桥台中心位置的精度进行设计是必要的。桥梁跨度的大小和跨度结构的形式直接影响到桥梁轴线长度的精度要求, 桥墩和桥台中心的定位精度直接影响到桥墩和桥台的使用寿命和行车安全, 钢梁桥墩和桥台中心在桥轴线方向的误差不应大于 1.5 ~ 2.0cm。因此, 在确定施工控制网时, 不仅要考虑控制网本身的精度, 还要考虑用控制网进行施工放样的误差。以及对桥梁轴线长度测量和设置的精度要求, 应根据控制网型、观测元件、观测方法、设备条件和规格进行布置。

1.2 桥梁施工平面控制网

1.2.1 桥梁施工平面控制网的铺设

为了保证桥梁轴线长度测量的精度和桥墩的定位精度,必须为桥梁和大型桥梁建立专门的施工平面控制网络,根据不同的观测单元,将网络类型分为三角形网络、边缘网络、大地测量四边形网络、精密导线网络, GPS 网络等等。

通常要求桥轴是控制网的一侧,即在两岸桥轴线两侧各设一个控制点,使桥轴成为桥梁控制网的一侧,方便桥台放样,保证桥台与桥台之间距离的准确性,控制点与桥台设计位置之间的距离不应太远,为了减小与桥轴线垂直的误差,在桥墩布置时将仪器放置在桥轴线上的控制点上,桥轴应与基线的一端连接,并尽可能正交,桥梁控制网的侧长与河道宽度有关,一般在河宽的 0.5 ~ 1.5 倍范围内变化。

1.2.2 桥梁施工平面控制网协调系统

为便于施工布置的计算,施工平面控制网往往采用独立的坐标系,其坐标轴与桥梁轴线平行或垂直,坐标的原点选择在施工场地外的西南角,这样就可以方便地通过坐标差得到桥梁轴线上两点之间的长度。

对于曲线桥梁,可以选择轴线作为平行或垂直于某一岸轴(控制点)的切线。如果施工控制网与测绘控制网相连接,则应进行坐标转换以统一坐标系。

1.2.3 控制测量现场工作

现场工作包括场地选择、标记和掩埋、水平角度测量和边长测量,完成现场作业后,可进行平差计算,获得控制测量结果。

1.3 桥梁施工高度控制

桥梁施工高度控制测量具有两大功能:一是统一桥梁高程基准,二是在桥址附近设置基本高程控制点和施工高度控制点,以满足高程放样和施工中桥台竖向位移监测的需要。

桥梁施工高程控制水准点一般是在基础水准测量过程中建立的,每一岸至少有三处,由国家或城市水准点进行联合测量,水准点应采用永久固定水准石,平面控制点的标准石也可作为水准点。确保至少有两个埋在施工影响之外,以避免损坏或掩埋;另一个埋在施工区域,以便于直接将立面引向所要求的地方,还应注意确保水准点不受损害,以便将高程转移到桥台和桥墩,应在各桥台附近设立施工水准点,加强永久水准点,防止触碰,若周围发现土方工程,应提前带

至安全地点。

当航道跨越宽 150m 以上的河流湖泊时,应采用跨河水准法确定两岸水准点的高程;过河高程大于 300m 时,应参照国家标准进行精密水准观测。

2 桥墩和桥台基础的倾斜

准确测量桥墩和桥台的中心位置及其垂直和水平轴是桥梁施工阶段最重要的工作之一,这一工作称为桥台定位和轴线测量。

在桥梁施工过程中,最重要的是测量桥墩和桥台的中心位置,根据控制点的坐标和桥墩的设计中心位置计算数据。桥墩和桥台中心的位置只能根据桥墩中心的桩数和岸桥轴线控制桩的桩数来确定。由于桥墩和桥台的中心不在中心线上,所以首先要计算桥墩和桥台中心的坐标。然后进行桥墩中心位置和轴线的确定^[1]。

2.1 桥墩与桥台中心位置的测量方法及桥墩与桥台轴线的测量方法

极坐标法和正交点法是测量桥墩和桥台中心最常用的方法。

2.1.1 极坐标法

极坐标法测距方便、速度快,能测量单站上的所有可见点,且工作量和工作方法无变化,测量和设定精度高,是一种较好的测量和设定方法。

在测量和设置中,任何控制点都可以选择(当然,首先应该选择网络中桥梁轴线上的控制点),以及条件良好的控制点,方向应选择明确的目标和较远的距离。布局数据包括测量站到方向控制点的方向与桥台中心的方向之间的水平角 β ,以及该站到桥墩和桥台中心的距离。如果使用全站仪进行极坐标布局,只需知道控制点的坐标和要定位的桥墩和桥台的中心点,就可以建立站,确定方向,然后输入放样程序,输入测量点的坐标,完成放样和定位工作。

在测量和设置过程中,用精确的角度测量方法测量角度值,在桥台上测量角度值以获得一个方向点,然后精确地测量到桥墩桥台中心的水平距离 D ,以防止误差,采用两个全站仪同时按极坐标法设置桥墩和桥台中心,桥墩与桥墩之间的距离相差不大于 2cm,取两点之间的桥墩中心。

对于直桥,由于定向点是对岸桥轴线上的控制点,因此

只需测量站到桥墩中心的距离,即得到桥墩的中心,同时在另一个控制点上设置一个监测站进行检测。

2.1.2 向前求交法

前交会法应分三个方向会合,根据定位精度的估计,相交角应接近 90° 。对于直桥,交会的第三个方向最好是沿桥的轴线方向,因为这个方向可以直接对齐,而不需要测角。

根据测量前三个台站的坐标及桥墩和桥台的中心点,分别计算测量单元,测量单元为三个角度。

随着工程进度的推进,往往要进行会合,为了方便工作和提高效率,通常在交叉口方向的延长线上设置一个标志。将来会合时不再是测量角度,而是直接标志^[1]。

桥墩在水面上时,可在桥墩上设置反射器,用全站仪确定桥墩的中心位置,采用极坐标法或直接测距法。

2.2 桥墩与桥台的中心位置测量

2.2.1 线形桥梁桥墩及桥台定位测量

直线桥的桥墩和桥台位于桥轴线的方向,知道桥墩和桥台中心的设计里程和桥梁轴线起始点的里程,通过减去相邻两点的里程可以得到它们之间的距离,根据地形条件,确定桥墩和桥台中心的设计里程,采用直接测距法、交点法或GPS测量法可以测量桥墩和平台的中心位置。

无水或浅水水道采用直接测距法,这是一种极坐标法,根据计算的距离,从桥轴线的一端开始,用校准的钢尺建立桥墩和桥台中心,并连接到桥轴线的另一端。如果在极限范围内,测量的距离是根据每一段的长度按比例调整的,调整后的位置钉是一个小钉子,也就是测量点。

如果用全站仪在桥轴的起点或末端和另一端测量和设置仪器,则在桥轴线的方向上设置反射镜,来回移动,直到测量的距离与设计距离一致为止。为了减小移动反射器的频率,可以用小钢尺测量所测距离与设计距离的差值,确定桥墩的位置和平台的中心位置。

当桥墩在水中时,距离无法测量,镜面放置时,可采用前向交点法,具体步骤如下。

2.2.2 曲线桥墩及平台定位测量

在一座直线上,桥梁和中线是直线,两者完全重合,但在弯曲的桥梁上,曲线桥的中线是一条曲线,但每座跨径桥梁都是直线,因此,桥梁的中线和线路的中线不能完全吻合。曲线上梁的布置是使每条梁的中心线连接在一起,形成一条

与线路中线基本一致的折线,这条折线称为桥的工作线。码头位于工作线转弯角的顶点,而曲线桥梁的桥墩和平台的中心位置是测量这些转角顶点的位置。

弯桥上桥墩的位置与直桥相同,在桥梁轴线两端测量控制点,作为桥墩和平台检测的依据,测量和设计的精度也需要满足估计精度的要求。控制点在桥轴线中线上的位置可能在曲线的一端和曲线的另一端,或者两端都在曲线上,与直线不同的是,曲线上桥梁轴线的控制桩不能预先设置在曲线的中线上,而是可以沿曲线测量两个控制桩之间的长度,而是根据曲线的长度,所需精度可以用直角坐标法测量^[1]。

在测量桥梁轴线控制点后,可以测量桥墩和桥台中心,并根据情况采用极坐标法(直接测距法)或交点法。

2.3 桥墩纵轴和水平轴线的测量与设置

为了确定每个桥墩和桥台施工阶段的细节,必须设置纵轴和水平轴线,所谓纵轴是指与桥墩、桥台中心和桥梁线平行的轴线,桥墩的横轴是指通过桥墩中心与直线方向垂直的轴线;桥台的水平轴线是指桥台的胸壁线。

直线桥墩和桥台的纵轴与中线方向重合,仪器设置在桥墩和桥台的中心,从中线的方向即水平轴的方向测量 90° 的角度。

在施工过程中,应对桥墩、桥台中心的定位桩进行开挖,但随着工程的进展,往往需要恢复桥墩和桥台中心的位置,因此有必要在施工范围外设置挡土桩,以便随时恢复桥墩和桥台中心的位置。

所谓的挡土桩位于桥墩和桥台的纵轴和水平轴上,两边至少钉有两根木桩,因为有两个桩点来恢复轴线的方向,为了防止损坏,可以再设置几个,弯曲桥上的保护桩纵横交错,使用时容易弄错。因此,桩上必须标明桥墩和桥台的编号。

3 桥梁施工测量

随着施工的进展,放样工作将随时进行,但桥梁的结构和施工方法差异很大,测量的方法和内容各不相同,一般主要包括基础布置测量、墩测量、桥台放样测量和梁架设测量^[4]。

中小型桥梁的基础是露天开挖和桩基础的基础,开放式基础的结构是在桥墩和桥台的位置挖出一个基坑,在坑底平后灌注到基础和墩体中,根据桥墩的中心位置,测量了基坑的纵横轴线和基坑的长度和宽度,测量了基坑的边界线。在

基坑开挖中,如果基坑需要一定的坡度,则应根据基坑的深度和基坑壁的坡度确定开挖边界线。

基础桩的位置是以桥墩和桥台的垂直轴和水平轴为坐标,按设计位置采用直角坐标法进行测量的。在基础桩施工完成后,在承台施工前,应重新确定其数据的完成情况。

开敞式基坑基础的基础部分、桩承台和桥墩的施工布置都是先根据桩身保护设置桥台的纵轴和水平轴线,然后根据轴线设置模板,即在模板上标明中线位置,使模板中线与桥墩的纵轴和水平轴对齐,即它是合适的位置。

在桥墩和桥台的施工中,通常在桥墩和桥台附近设置施工水准点,据此采用水准法,(根据设计标高)测量各细节点的高程位置,但在基础底部和桥墩的上部,由于高程差太大,用调平尺直接传递高程是很困难的,此时可以采用挂钢尺的方法进行高程传递。

梁的架设是桥梁施工的最后一步,两根钢梁和混凝土梁都是根据设计尺寸预先做好的,然后运到现场安装。

梁的两端由桥墩顶部的支座支撑,支撑放置在底板上,底板固定在桥墩和平台的支撑垫上,梁的测量工作主要是测量支架底板的位置,并在测量过程中对其纵向和水平中心线的位置进行了设计^[5]。

在设计图上给出了基板和桥墩的纵向和水平中心线与平台的垂直和水平轴线的位置关系,因此,在确定了桥墩顶部和桥台的垂直和水平轴线之后,支座底板的纵向中心线和横向中心线可根据它们之间的相互关系用钢制尺进行布置。

4 桥梁施工中的检测与竣工测量

4.1 桥梁子结构的施工放样检测

桥梁施工放样检测相对简单,在水准点可以直接检测水平,但一定要检查设计高度的计算,以免有计算误差。

桥梁下部一般由桩基、承台(系杆梁)、柱、墩承台等组成。检查时的技术要求各不相同,一般按规范或图纸要求检查,详细情况如下。

(1) 桩基础:单排桩轴线偏差一般不大于 $\pm 5\text{cm}$,群桩轴线偏差不大于 $\pm 10\text{cm}$,采用全站仪或经纬仪加测距仪对排桩中心进行检测,用小钢尺测量桩心偏差。

(2) 盖(系梁),轴向偏差要求不超过 $\pm 15\text{mm}$,先测帽(系梁)的中心位置,再用全站仪或经纬仪加测距仪进行校核。

(3) 柱、墩盖:轴向偏差不应超过 $\pm 10\text{mm}$,先测量柱、墩帽的中心位置,再用全站仪或经纬仪加测距仪进行校核。

4.2 桥梁上部结构的施工放样检测

桥梁上部结构形式多种多样,较常见的有T梁、板梁、现浇普通箱梁、现浇预应力箱梁、悬挂式预应力箱梁等。

上层建筑施工测量工作主要是控制高程(即测量各构件的高程),因此也是测绘工作的重点,如T梁、板梁、现浇普通箱梁、现浇预应力箱梁顶高等,直接影响桥面的厚度,桥面厚度直接影响桥梁的使用,现浇预应力箱梁的高度控制应影响桥面的高度差和厚度,因此必须检查各部分的标高,必须满足限值的要求。

4.3 桥梁竣工情况调查

桥梁测量的完成主要是根据规范和施工图的要求,对已完成的桥梁进行全面检查,主要测量项目为轴线、高度等。

参考文献

- [1] 田林亚,岳东杰.大型桥梁施工测量问题综合分析及应用[J].测绘工程,2006,15(004):51-54.
- [2] 秦缙,李裕忠,李宝桂.桥梁工程测量[M].北京:测绘出版社,1991.
- [3] 田林亚,王进锋,武东辉.全站仪三维坐标法在桥梁施工测量中的应用[J].测绘科学,2010(03):198-199.
- [4] 何永红.GPS技术在道路桥梁工程测量中的应用[J].工业C,2015(33):112-112.
- [5] 沈昌伟.桥梁施工测量[C]//四川省土木建筑学会学术年会.中国土木工程学会,2003.