

用全站仪测量空中悬挂 点三维坐标方法的尝试

金小操

(空军工程设计研究局,北京 100075)

【摘要】 运用全站仪测量首都机场四机位机库屋顶网架结点三维坐标测量的作法,满足了工程按装钢轨的要求,是一次成功的尝试。

【关键词】 全站仪 空中悬挂点 三维坐标

【Abstract】 The method to locate the three-dimensional coordinate of roof frame node for four-position hangar with all-station instrument satisfies the demand to install rail in the project at Capital Airport. It is a successful experiment.

【Key words】 all-station instrument hanging point in the air three-dimensional coordinate

0 前言

当前,有许多大型建筑的屋顶采用网架结构,网架吊装完成后,要了解整个网架的变形情况是否符合设计要求,这就需要通过网架底部结点球三维坐标数据来分析,如何测量诸如结点球这类空中悬挂点的三维坐标,尤其是高度在十几米以上,高程不能用水准仪直接测量,需要通过吊垂球和投点,这样,测量就很麻烦,费时,而且受很多因素影响,精度不高,能否利用全站仪的特点,在悬挂点下立棱镜,直接测量悬挂点的三维坐标,对此,我们在首都机场四机位机库吊车结点三维坐标测量中进行了尝试。

1 工程概述

首都机场四机位机库是一个超大型机库,南北长300m,东西宽100m,可同时停放并维修四架波音747飞机,屋顶采用网架结构,网架底部高出地平均约26m,比一般8层楼房还要高。维修飞机需要在网架下面悬挂移动吊车,吊车是通过三条平行钢轨与网架底部的三排结点球相连接;三条平行钢轨的间隔为24m,每条钢轨有间隔6m的50个结点球,结点球直径约50cm,在每个结点球的下

面都焊接了一个35cm×1cm的钢板作为连接板,在板的中心位置有一直径约5mm的小孔,是焊接时留的气孔,测量吊车结点的三维坐标也就是测量连接板中心小孔的三维坐标,通过这个数据得到连接板的空间位置,为三条钢轨的安装,调试提供必要的数据,其三维坐标的精度要求是:点位误差在±5mm以内。现场条件是:网架全部吊装完成,连接板已经焊上,在连接板下面1m处有脚手架,脚手架是连接在网架上并悬空的,通过脚手架可以接近连接板,脚手架的下面拉有施工安全网,这给通视带来一定的困难。

根据现场情况和测量的精度要求,以及时间紧等特点,我们选用GTS-6全站仪进行测量。GTS-6全站仪是日本拓普康公司90年代初的产品。其测角精度为±2',测距精度为±(3mm+2×10⁻⁶,仪器带有存储卡,可直接测量并自动记录三维坐标。

2 具体作业

2.1 控制测量

根据现场条件和精度要求,对150个结点需要分片测量,保证在测量期间不被破坏就可以;为了不弄坏地平的表面,故采用硬的

围棋子做标志,在上面刻划出十字,并用高强度的粘结剂粘在地平上。控制点共布设了六个闭合导线组成,平均边长为95m,采用相对机库的独立坐标,即假定一个点的坐标和一条边的方位角。平面控制用GTS-6全站仪按四等导线的精度施测,测量结果:导线的方位角闭合差为 $-12'$,坐标闭合差为($\Delta X = +0.8\text{mm}$, $\Delta Y = -1.4\text{mm}$, 相对精度为 $1/343600$)。控制点的高程,采用瑞士威尔特N3型精密水准仪配铟钢尺,按国家二等水准要求进行闭合环路测量,水准线路总长600m,闭合差 -0.38mm 。控制点的平面精度和高程精度均达到为GB50026-93《工程测量规范》的相应要求。在每个控制点附近2~3m处加测一个辅助的高程点,其高程精度与控制点一样。控制测量完成后,将平差后的控制点成果逐点输入全站仪。

2.2 结点测量

将150个结点按东轨、中轨、西轨三组从北向南顺序编号,即D01……D50, Z01……Z50, X01……X50。对这些结点分站测量,一个测站上的测点范围是:距离控制在80m以内,仰角一般不大于 30° 。由于棱镜的立点误差会直接影响测量数据的精度,原配棱镜对中杆最短为1.1m,而且粗、重,倒着立点困难,不易竖垂直,造成偏心。因此,我们特制了长短不同的两根棱镜对中杆,采用两根对中杆的目的是防备施工安全网挡住全站仪照准棱镜而影响测量,长杆30cm,短杆15cm,其直径均为25mm,在杆上均倒着安装了一个圆水准器,用来保证棱镜对中杆的垂直性,使用特制的棱镜对中杆,由于重量轻而且短,可以方便地倒立于连接板的小孔下面。具体的作业方法是:首先,将全站仪安置在一个控制点上,打开仪器的电源开关,仪器初始化后,让垂直角为零,照准立在辅助高程点上的水准尺读数,算出仪器高,再与用小钢尺直接量出的仪器高(一般相差在2mm以内)取平均数作为最后的仪器高,让仪器进入坐标测量方式,输入测站点的点号、仪器高、定向点的点号,将仪器照准定向点定向,输入要测结点的编号和棱镜高(减去了棱镜对中杆尖插入

小孔部分之后的棱镜高),通过对讲机告诉立棱镜的人员用手电照亮连接板上的小孔,仪器照准小孔后将仪器上显示的垂直角记在手簿上,然后拧紧水平制动,再用垂直微动照准棱镜中心测出三维坐标并自动记录在存储卡中。这个过程将得到同一个结点的两个高程,一个是用全站仪测得的水平距离与照准小孔时记下的垂直角计算出的高程,另一个是全站仪存储卡中记录的高程,两个高程之差在5mm以内时取平均数。按此方法再测一次,两次取平均数作为最后的测量结果。这样,一个结点就测完了。输入下一个结点的编号、棱镜高,用同样的方法进行测量,直至该站测量结束搬到下一站。在下个测站测量新的结点之前,首先重测三个以上在上一个测站已测过的结点,如果两个测站对同一个结点的测量结果相差在6mm以内时可以继续测量,否则需检查出原因后才能继续测量,直到测完全部的结点。最后,将每个点的最终结果按编号逐点输入计算机,编辑整理后通过绘图机自动绘出所需的成果图表。

3 结束语

用全站仪测量空中悬挂点三维坐标的方法,简单、快捷,而且平面和高程同时测量,数据自动记录,从而避免了平面点和高程点不一致,以及因人工记录造成的误差,减轻作业强度,提高工作效率,缩短工期,仅用5天时间就完成了150个结点的全部外业测量工作,提前提交了成果。从结点测量的精度来看,整个测量中,一共重合24个结点,以这24个重合点的测量数据统计,中误差: $m_x = \pm 2.8\text{mm}$, $m_y = \pm 3.7\text{mm}$, $m_h = \pm 3.0\text{mm}$,满足测量前所提的精度要求,经三条钢轨的安装调试没有发生任何问题,受到委托方的好评。通过这次工作,我们尝试了用全站仪测量网架底部结点球三维坐标的方法,认为只要解决好棱镜立点的问题,结点测量的精度比用其他方法测量的精度要高,这是一种比较好的方法,也为我们今后完成与之类似的工作积累了经验。

收稿日期:1996-09-04