

⑧

高层建筑物

垂直仪

垂直度监测

监测

61-63

Ni007 改装成自动补偿垂直仪

胡金玺 张桥平

(河海大学测量工程系 南京 210098)

Tuip6

摘要 高层建筑物的垂直度监测已日益引起各方面的重视,而常规监测方法很难适应施工过程中精确、快速的要求。本文详细介绍了用 Ni007 改装自动补偿垂直仪的思路和试验结果,以及相应的观测方法,并对改装垂直仪的仪器精度进行了讨论。工程应用表明,该仪器精度高、可靠性好、操作简便,适用于各类高层建筑物的垂直度监测。

关键词 垂直仪 垂直度监测 高层建筑物 精度

高层建筑的垂直度对建筑工程的质量以及电梯和玻璃幕墙的顺利安装具有重要意义。高楼施工过程中,工种交错,每层施工间隙能进行垂直度观测的时间非常短,这就要求垂直度观测不仅精度高、可靠性好,而且速度也要快。目前垂直度观测方法中,外部观测受场地制约很大,且每次观测费时费力;内部观测,所用仪器中,或由于仪器安装复杂,不能适应快速施工节奏(如正锤、倒锤),或价格昂贵(如激光铅垂仪)及精度不能令人满意(如激光经纬仪)。1994 年我们接受了江苏石油交易中心大楼工程监测任务后,在理论探讨和多次试验的基础上成功地将 Ni007 改装成一台自动补偿式光学垂直仪用于垂直观测。实际应用表明,该仪器完全可以胜任高层建筑物的垂直度观测,具有精度高,可靠性好,操作简便等优点。

1 改装思路与实践

德国蔡司 Ni007 补偿式自动安平水准仪是立式望远镜结构^[1,2]。图 1(a)为仪器剖面图,仪器整平后,视准轴在补偿器的作用下,始终保持铅直,在物镜前经五棱镜折射 90°成水平视线。Ni007 理论上视线置平精度可达 $\pm 0.1''$,也就是直立的视准轴几乎就是铅

垂线。打开顶盖,并拆除五棱镜,仪器就是垂直仪了(见图 1(b))。

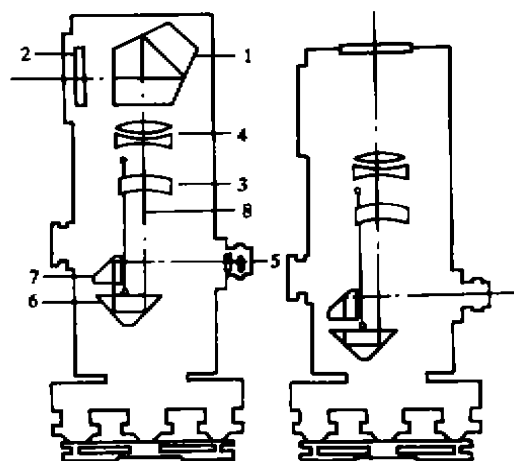


图1 Ni007 补偿式自动安平水准仪光路图
(a)Ni007 光路图;(b)改装后光路图

1. 五棱镜;2. 保护玻璃;3. 调焦镜;4. 望远镜物镜;
5. 望远镜目镜;6. 补偿器;7. 转向棱镜;8. 视准轴

初步试验后,我们发现仪器的视准轴与铅垂线并不完全重合,两者夹角在仪器的纵向垂面内的分量为 i 角,在横向垂面内的分量为 ψ 角(如图 2)。Ni007 i 角一般小于 $15''$, ψ 角对于水准仪来说不大苛求,但对垂直仪来讲,却是非考虑不可的。因此在尽可能不改变仪器结构的情况下,我们在光线出口的顶盖上加了一个楔形透镜,调整此镜位

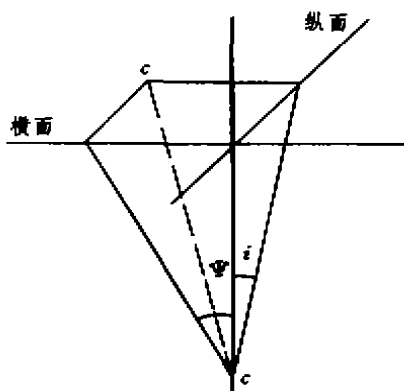


图2 视准轴在纵、横面投影与垂线的夹角示意图

置,以消除 i 角,使视准轴只含有 ψ 角,也可以改造十字丝分划板为可调整结构来校正。此时垂线与十字横丝保持在同一铅垂面上,因而望远镜两个位置定出十字横丝的交点就应该是垂线上的点。

另外,仪器的竖轴与视准轴是否共轴,也将直接影响垂线观测的实施。如果两轴相差较大,则视准轴绕竖轴转动,将形成一个半径比较大的圆柱形,从而要求工作通道相当大,给施工和观测带来困难。经检验, Ni007 共轴线很好。

Ni007 无对中装置,这次我们使用对中杆,经仔细检校后,连到基座上,用以精确对中。

2 观测方法与精度

仪器改装完成后,在一幢 40 mm 高的大楼里进行了多次试验。观测时,为消除零位差的残余误差,每隔 120° 度在十字丝横丝位置标出两点,从而各确定出一条直线,如无零位差,三条线交于一点即是垂线点;如有零位差,则三条直线形成一个示误三角形,其内切圆圆心即是垂线点(如图 3)。试验证明,此方法比直接用十字丝交点定点减少了定点误差,而且操作也并不繁琐。仪器补偿器存在过补偿或欠补偿时,如果仪器垂直轴存在安置误差,则补偿后光轴仍有倾斜,用上述方法不能发现并消减。而应采用在相对 180° 两个位置安置仪器的方法,使得垂直轴安置误差方向刚好相反,此时光轴补偿后误差的方

向也相反,取两次投影的中点作为最后结果,即可消除光轴补偿后误差的影响。

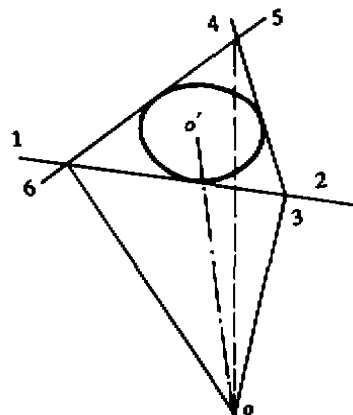


图3 垂线观测过程图

试验情况为,示误三角形最大边长小于 3 mm,两次投影差小于 1 mm,不同时间不同环境下观测投影较差也都小于 1 mm,表明观测精度是很高的。另外,与正垂线、经纬仪联合定垂线点的较差也都小于 1 mm,说明仪器可靠性是好的。

在江苏石油交易中心大楼施工监测中,三条垂线投影后,我们在施工面上检测了各投影点间的距离,根据检核距离差算得每层的边长中误差 $M_{\text{距}}$,以及点位中误差 $M_{\text{点}}$,为便于分析还算得每层的点位相对精度 $\frac{1}{N}(N = \frac{H}{M_{\text{点}}})$,一并列于附表中。由表可知,检核距离差最大为 ± 2 mm,垂线点点位中误差与投影高度无明显关系,相对精度随高度增加而提高,由此表明仪器本身误差很小。进一步分析可知,投影误差主要来自观测时的对中、照准、定线以及外界条件的影响。仪器本身的误差,根据误差传播律,有

$$M_{\text{点}} = \pm (M_{\text{对中}}^2 + M_{\text{照准}}^2 + M_{\text{定线}}^2 + M_{\text{仪器}}^2 + M_{\text{外界}}^2)^{\frac{1}{2}}$$

其中对中误差一般为 ± 0.5 mm,照准误差为 $\pm 60'' \times H / (v \times \rho'')$,若取 $v = 30$, $H = 40$ m 计算可得 $M_{\text{照准}} = \pm 0.39$ mm,定线误差取为 ± 0.5 mm,外界条件(主要是大气折光)的影响,根据文献[3]研究可取为 ± 0.2 mm,由

此,可粗略求得仪器本身的误差 $M_{\text{仪器}} = \pm 0.25 \text{ mm}$,可见仪器本身的误差是很小的。

附表 观测统计表

层次	基准层次	投影高度	检核距离差 (mm)			$M_{\text{距}}$ (mm)	$M_{\text{点}}$ (mm)	$H/M_{\text{点}}$ (万)
			I	II	III			
6	1	22	-1	+2	0	1.58	1.10	2.0
7	1	26	-2	0	+1	1.58	1.10	2.4
8	1	29	-1	0	0	0.71	0.50	5.8
9	1	32	+1	-1	-1	1.22	0.87	3.7
10	1	35	-1	-1	0	1.00	0.71	4.9
11	1	38	-1	0	0	0.71	0.50	7.6
12	1	41	-1	+1	0	1.00	0.71	5.7
13	1	44	-	-	-			
设备	8	18	+1	+1	0	1.00	0.71	2.5
14	8	20	0	-2	0	1.41	1.00	2.0
15	8	23	-1	-1	0	1.00	0.71	3.2
16	8	26	-1	-2	-1	1.73	1.22	2.1
17	8	29	0	0	-1	0.71	0.50	5.8
18	8	32	+1	-1	+1	1.22	0.87	3.6
19	8	35	0	-2	0	1.41	1.00	3.5
20	8	38	0	-2	0	1.41	1.00	3.8
21	8	41	+1	-1	+1	1.22	0.87	4.7
22	8	43	+1	-1	0	1.00	0.71	6.0
23	8	46	-1	-1	+1	1.22	0.87	5.2
24	8	50	+2	0	0	1.41	1.00	5.0
25	8	53	+1	-2	-	2.24	1.58	3.4
26	8	56	0	+1	+1	1.00	0.71	7.8
27	8	59	+2	0	+1	1.58	1.10	5.3
28	8	62	+2	-1	+2	2.12	1.50	4.1
29	8	65	+2	0	+1	1.58	1.10	5.9
30	8	70	+1	+1	0	1.00	0.71	9.8
31	25	21	+2	-	-			
32	25	26	+1	+2	+1	1.73	1.22	2.1
顶	25	31	0	-1	+2	1.58	1.12	2.7

3 结束语

试验和实际应用表明,用 Ni007 改装的自动补偿式垂准仪进行垂直度观测,具有精度高,可靠性好等优点。观测方法对消减误差提高精度是有益和合理的,而且操作简便,速度快,一个垂线点的观测时间少于 10 min,完全能适应施工的快速节奏。

为了进一步完善垂准仪,可考虑改装十字丝分划板为可调整结构,使零位差和横向 ψ 角尽可能小;改十字丝刻划为如图 4 形状,以利于直接定垂线点;在物镜上方加平行玻璃板测微器,还可用于挠度观测,以扩大仪器使用范围。

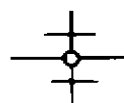


图 4 改革后十字丝结构图

参考文献

- 1 杨铨曾等.控制测量学.北京:测绘出版社,1986
- 2 唐务洁,陈敬芬.大地测量仪器学.北京:测绘出版社,1987
- 3 任权.大坝变形监测.南京:河海大学出版社,1989

(收稿日期:1995-09-20)

(上接第 60 页)

参考文献

- 1 国家技术监督局发布.质量管理和质量保证系列标准.北京:中国标准出版社出版,1992
- 2 王曼君等.建筑施工企业质量管理和质量保证.北京:中国建筑工业出版社,1994.
- 3 王华著.建筑企业质量体系的建立与认证.北京:中国建筑工业出版社,1994
- 4 冯茹蕾.南京建筑施工企业贯彻 GB/T 19000 - ISO9000 系列标准——质量管理审核系统:[学位论文].南京:东南大学,1995

(收稿日期:1995-06-27)

简 讯

▲1995 年 6 月,挪威发生特大洪水,造成约 2.5 亿美元的损失。这一重大损失中,国有企业及私人企业约各占一半。

▲泰国政府称,拟由本国私有企业提供更多的电力,而不是兴建大型核电站和水利工程;因地方当局和环保工作者对兴建水电站持反对态度。

▲菲律宾政府最近要求尽快审核关于耗资 10 亿美元兴建 Laiban 大坝的建议。Laiban 大坝建成后将为马尼拉市供水。

(熊莉芸 供稿)