

文章编号:1006-7329(2001)02-0109-04

高层建筑柱体垂直度检测方法

张伟富, 赵国

(重庆大学B区 土木工程学院, 重庆 400045)

摘要:垂直度检测在高层建筑施工的竖向控制中十分重要。本文提出了一种检测柱体垂直度的方法—内控法配合极坐标法,并用实例加以说明。

关键词:高层建筑;垂直度;检测;极坐标法

中图分类号:TU198

文献标识码:A

二十世纪下半叶,随着我国改革开放的不断深入和经济的繁荣,高层建筑也随着高速发展。我国高层建筑的迅速发展,除由于外事、旅游、城市规划、通讯调度等功能要求外,更主要是由于城市人口集中、建设用地紧张,特别是大城市土地价格又非常昂贵,以及一些工程配套上的特殊需要,有利于生产、工作、使用,为发展多功能建筑创造条件,丰富城市面积等优点。各种类型各种形式的高层建筑、超高层建筑如雨后春笋般纷纷破土而出。

高层建筑并不是低层、多层建筑的简单叠加,在设计、施工等方面都提出了更高的要求。高层建筑不仅要保证结构强度(承载力),而且要保证结构刚度和稳定性。建筑物的刚度和稳定性主要是通过控制水平位移来保证。必须控制的水平位移包括相邻两层的层间位移和全楼的顶点相对于底层柱底的位移。为了保证工程施工质量,现行有关规范对于不同的结构、不同高度的建筑物施工的竖向精度有不同的要求,例如《钢筋混凝土高层建筑结构设计与施工规程》JGJ3-91第7.3.10条,现浇框架、框架—剪力墙结构的施工偏差应符合表1规定。

层间垂直度的检测一般用垂球或2m靠尺进行,主体结构的总垂直度(顶—底)只能做到用经纬仪检测外围柱体的总垂直度;对于内部的各个柱体,用经纬仪检测其垂直度显然不可行。高层或超高层建筑的附近很难有较宽敞的场地,经纬仪向上仰视较困难,视准轴误差和横轴误差对检测结果影响较大,因此用一般经纬仪检测其柱体垂直度的精度不高。

1 极坐标法测定垂直度

1.1 建立坐标系

在基准层建立一个独立直角坐标系,要求该坐标系与建筑坐标系平行,即与建筑轴线平行或垂直。在基准层上选择四个以上工作基准点(基准点的铅垂线应避开钢筋混凝土梁,使其可以便利投影到上下各楼层),组成一个框架剪力墙施工以后也可通视的闭合导线,该闭合导线构成的多边形应至少有两个直角,它可同时作为施工放线的依据。这样每一条主轴线都有一个固定的横坐标值或纵坐标值。然后用内控法将工作基准点投影到每一层上。

1.2 垂直度的测定

在工作基准点上设站测定待测柱体上的点到测站的水平距离 D ,和测站到测点的方位角 α 则可根据下式计算测点的纵坐标值(x)和横坐标值(y):

• 收稿日期:2001-02-19

作者简介:张伟富(1970-),男,内蒙古赤峰市人,讲师,硕士,主要从事测绘自动化研究。

表 1 现浇框架、框架——剪力墙的允许偏差

| 项次 | 项 目 | 允许偏差(mm) | 备 注 | |
|----|---------------|----------|-------------|----------------|
| 1 | 轴线位置 | 梁、柱 | 8 | 尺 检 |
| | | 剪力墙 | 5 | |
| 2 | 垂直度 | 层间 | 层高不大于 5m | 2m 靠尺检查 |
| | | 层高大于 5m | 10 | |
| 3 | 标 高 | 全 高 | H/1 000, 30 | 经纬仪检查 |
| | | 层 高 | ±10 | |
| | | 全 高 | ±30 | |
| 4 | 截面尺寸 | 抹 灰 | +8, -5 | 尺 检 |
| | | 不抹灰 | ±4 | |
| 5 | 表面平整 | 不抹灰 | 4 | 2m 靠尺、 楔尺检查 |
| | | 抹 灰 | 8 | |
| 6 | 预埋设时 中心线位移 | 预埋件 | 10 | 尺 检 |
| | | 预埋螺栓、预留孔 | 5 | |
| 7 | 预留洞口中心线位移 | 15 | 尺 检 | |

$$\begin{cases} x = x_A + D \cos \alpha \\ y = y_A + D \sin \alpha \end{cases} \quad (1)$$

式中： x_A ——测站点在假定坐标系中的纵坐标， y_A ——测站点在假定坐标系中的横坐标； x ——测点在假定坐标系中的纵坐标； y ——测点在假定坐标系中的横坐标。

如图 1, A、B 为工作基准点。1 点是柱 1-A 上与①轴平行的柱面上的任一点, 2 点是柱 1-A 上与 A 轴平行的柱面上的任一点。在 A 或 B 设站均可测量并用公式 1 计算出 1、2 两点的坐标 (x_1, y_1) 和 (x_2, y_2) , 1 点的 x 坐标加上柱厚的一半 ($b_2/2$) 就是柱 1-A 的纵坐标 x_{1A} , 同理 2 点的 y 坐标减去柱厚的一半 ($b_1/2$) 就是柱 1-A 的横坐标 y_{1A} 。在假定坐标系中, 柱 1-A 的设计坐标值是固定可求的, 假定为 (x_{1A0}, y_{1A0}) , 则可按下式计算柱 1-A 的平面位移量 $(\Delta x_{1A}, \Delta y_{1A})$:

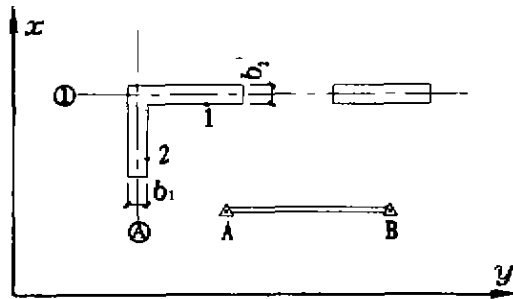


图 1 极坐标法示意图

$$\begin{cases} \Delta x_{1A} = x_{1A} - x_{1A0} \\ \Delta y_{1A} = y_{1A} - y_{1A0} \end{cases} \quad (2)$$

同一柱体上下两层平面位移量之差即上下两层的平面坐标互差就是该柱体在本层的层间垂直度 $(\delta x, \delta y)$:

$$\begin{cases} \delta x = \Delta x_i - \Delta x_{i-1} = x_i - x_{i-1} \\ \delta y = \Delta y_i - \Delta y_{i-1} = y_i - y_{i-1} \end{cases} \quad (3)$$

同一柱体任一层平面位移量 $(\Delta x, \Delta y)$ 与该柱体基准层的平面位移量 $(\Delta x_0, \Delta y_0)$ 之差即任一层的平面坐标 (x, y) 与基准层的平面坐标 (x_0, y_0) 之差为该柱体该层的总体垂直度 $(\epsilon x, \epsilon y)$:

$$\begin{cases} \epsilon x = \Delta x_i - \Delta x_0 = x_i - x_0 \\ \epsilon y = \Delta y_i - \Delta y_0 = y_i - y_0 \end{cases} \quad (4)$$

1.3 计算自动化

利用 Foxbase 编制数据处理程序, 该程序可自动计算任意柱体在假定坐标系中的坐标值、层间的垂直度和总体垂直度, 并自动控制是否超出规范要求, 对超限的结果自动报警。

2 工程实例

某工程29层,对其进行垂直度检测时,把±0层设为基准层,建立一个y轴与结构图上B、C……F轴平行,x轴与①、②……⑤轴平行的独立平面直角坐标系。实测了A、B、C、D四个平面控制基准点(见图2)。控制点A、B组成的轴线距D轴1000mm,B、C组成的轴线距②轴2000mm,C、D组成的轴线距B轴2200mm,A、D组成的轴线距④轴2000mm。假定点B的坐标为(50000mm,50000mm),则其他各点的坐标为A(50000,30400)、C(39200,50000)、D(39200,30400)。用WILD厂生产的T2002+DI2000型全站仪测设,最后检测这四个基准点,点位误差均不超过1mm,然后用莱卡公司生产的天顶天底仪把基准点沿铅垂方向投测到每一层,每点独立投测两次,两次误差不得超过2mm,取其平均值作为过度点位,用经纬仪在每一楼层上检测四个直角,角度误差不超过20"就认为是合格,闭合差较大或某一个角度误差较大(满足规范要求)时,作适当调整,调整按《工程测量规范》(GB 50026-93)进行,最后得到每一层的四个工作基准点。在工作基准点上架设J2级激光经纬仪配合手持式激光测距仪(3mm/100m)就可得到各测点的方位角 α 和水平距离D,最后用公式(1)~(4)计算得到各柱各层的有关垂直度及轴线偏差的信息,结果形式如表2。

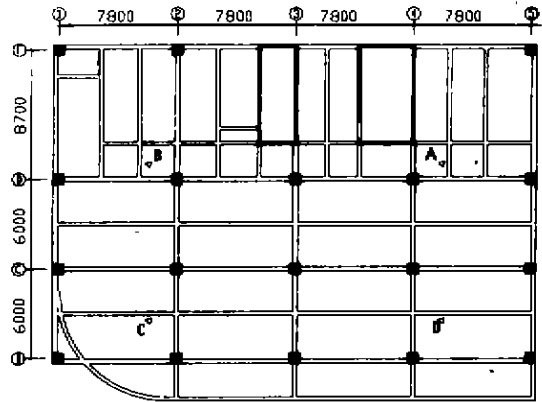


图2 标准层平面图

表2 柱轴线垂直度统计表(第26层)

| 点号 | 平面位移(mm) | | 层间垂直度(mm) | | 总体垂直度(mm) | |
|------|------------|------------|------------|------------|--------------|--------------|
| | Δx | Δy | δx | δy | ϵx | ϵy |
| 柱B-1 | +6 | +1 | +3 | 0 | -1 | 0 |
| 柱B-2 | +2 | -6 | -3 | -7 | -6 | +5 |
| 柱B-3 | -1 | -4 | -2 | -4 | +8 | -3 |
| 柱B-4 | +4 | +2 | -1 | -1 | +9 | -7 |
| 柱B-5 | -4 | -2 | +5 | 0 | -7 | +11 |
| 柱C-1 | 0 | +5 | -2 | +5 | -6 | -8 |
| 柱C-2 | +7 | -9 | +7 | +2 | +7 | -19 |

在检测过程中发现,由于各公司所用模板不同,施工放线方法不同,操作人员的态度不同,垂直度的偏差值也不同,就这幢高层建筑而言,施工至十层时,发现有二处垂直度严重超限,后由设计方、建设方、监理方和施工方共同进行处理后,达到了监测及防患于未然的目的。从整个建筑施工来看,该工程平面位移控制的较好。

3 结束语

1) 测绘监理在土木工程中有着非常重要的作用,这已成为不少有识之士讨论的热门话题。笔者认为至少在修建大型建构物时,监理部门应设测量监理或聘请专业测量人员协助监理。

2) 采用极坐标法检测柱体垂直度时,距离测量最好使用激光测距仪或无反射棱镜的全站仪,如SET500,Npl820等。

3) 对于每一层我们可以只检测柱体中部,这样可以减轻近一半的工作量,注意在检测时不要

使光斑落在柱体表面不规则处。

4) 内控法投点时,要特别注意尽量减小测量误差,要求对测量仪器不仅要进行年检,而且要做到随用随检查。

5) 用此法对柱体垂直度的检测值中包括测量放线误差、模板安装误差、混凝土施工引起的误差等,因此它是对整个施工质量的一个全面检查,若发现有超规范的现象,应仔细分析查找原因,慎重处理。

6) 高层建筑受日照风吹等影响,其轴线变位较大,因此在投测基准点时,要尽量选择在无风、阴天或清晨进行。

7) 通过对重庆世贸中心、长滨楼和杨馨酒楼等几座高层建筑的检测,作者认为极坐标法确实是一种很实用的方法。

8) 本方法适用于检测柱体施工完成以后的建筑,它不能做到边施工便检测,因此,在施工放线、模板安装、混凝土浇筑等各环节宜有现场监理来控制柱体垂直度的施工质量。

9) 本方法略加改进后,可对柱体的表面平整程度进行检测。

参考文献:

- [1] 赵志缙,赵帆. 高层建筑施工[M]. 北京:中国建筑工业出版社,1996
- [2] 李青岳. 工程测量学[M]. 北京:测绘出版社,1992
- [3] 陈龙飞,金其坤. 工程测量[M]. 上海:同济大学出版社,1991
- [4] JGJ 3-91. 钢筋混凝土高层建筑结构设计与施工规程[S].

Method of Checking and Measuring the Verticality of High-rise Building's Column

ZHANG Wei-fu, ZHAO Guo

(Faculty of Civil Engineering, Chongqing University B, Chongqing 400045, China)

Abstract: Checking and measuring the verticality is very important in the vertical control of high-rise building construction. In this paper a method named inside control in concert with Polar coordinate to resolve the problems was presented and demonstrations were given to show how it works.

Keywords: High-rise building; verticality; check and measure; Polar coordinate