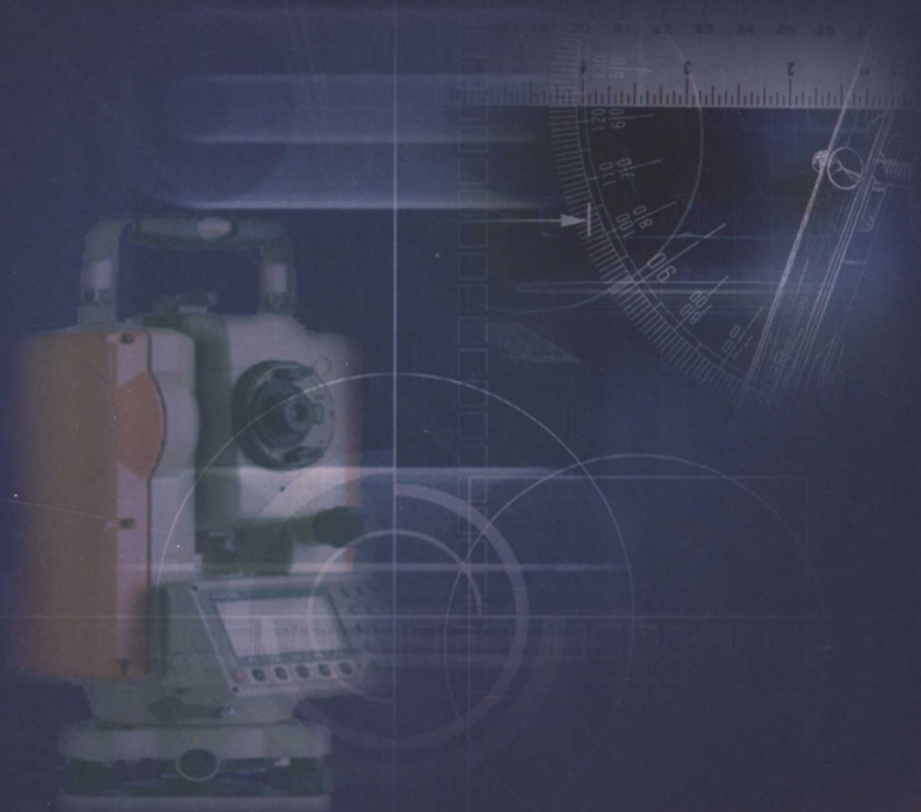


高等学校测绘学科教学指导委员会“十五”高职高专规划教材

全站仪测量技术

Quanzhanyi Celiang Jishu

何保喜 主编



黄河水利出版社

高等学校测绘学科教学指导委员会“十五”高职高专规划教材

全站仪测量技术 Quanzhanyi Celiang Jishu

组稿编辑 余甫坤
责任编辑 简 群
封面设计 朱 鹏
责任校对 兰文峡
责任监制 温红建

- 地形测量
- 测量平差
- Visual Basic 测绘程序设计
- 数字测图技术
- 全站仪测量技术
- GPS 测量技术
- 地籍调查与测量
- 工程测量（测绘类）
- 工程测量（非测绘类）
- 控制测量
- 地图学概论
- 计算机地图制图
- 地理信息系统原理
- 摄影测量基础
- 房地产测绘

ISBN 7-80621-924-2



9 787806 219249 >

ISBN 7-80621-924-2/TH · 15

定 价：18.00 元

高等学校测绘学科教学指导委员会“十五”高职高专规划教材

全站仪测量技术

何保喜 主编

黄河水利出版社

内 容 提 要

本书主要内容共分8章,对全站仪的测量原理、观测方法、功能使用、参数设置、应用技术等方面均作了较详细的介绍。内容上力求新颖、简练、系统,深入浅出,通俗易懂,结合实际,适应科技发展方向,符合国家规范标准。编写顺序上做到使学习者理解全站仪的概念、了解工作原理、明确测量功能、熟悉操作步骤、合理设置仪器参数、正确选择测量模式、掌握应用技术,体现全站仪的特点及完整性和系统性。

本书可供工程测量、土建工程、道路与交通工程、地下工程等专业作为“全站仪测量技术”课程的教材,也可供相关专业工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

全站仪测量技术/何保喜主编. —郑州:黄河水利出版社,
2005.8

高等学校测绘学科教学指导委员会“十五”高职高专规划
教材

ISBN 7-80621-924-2

I.全… II.何… III.光电测量仪—高等学校:技术
学校—教材 IV.TH82

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 063132 号

出 版 社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市金水路 11 号 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940 传真:0371-66022620

E-mail:yrp@public.zz.ha.cn

承印单位:河南省瑞光印务股份有限公司

开本:787 mm×1 092 mm 1/16

印张:10.25

字数:237 千字

印数:1—4 100

版次:2005 年 8 月第 1 版

印次:2005 年 8 月第 1 次印刷

书号:ISBN 7-80621-924-2/TH·15

定价:18.00 元

序

我国的高职高专教育经历了十余年的蓬勃发展,获得了长足的进步,如今已成为我国高等教育的重要组成部分,在国家的经济、社会和科技发展中发挥着积极的服务作用,测绘类专业的高职高专教育也是如此。为了加深高职高专教育自身的改革,并使其高质量地向前发展,教育部决定组建高职高专教育的各学科专业指导委员会。国家测绘局受教育部委托,负责组建和管理高职高专教育测绘类专业指导委员会,并将其设置为全国高等学校测绘学科教学指导委员会下的一个分委员会。第一届分委员会成立后的第一件事就是根据教育部的要求,研讨和制定了我国高职高专教育的测绘类专业设置,新设置的专业目录已上报教育部和国家测绘局。随后组织委员和有关专家按照新的专业设置制定了“十五”期间相应的教材规划。在广泛征集有关高职高专院校意见的基础上,确定了规划中各本教材的主编和参编院校及其编写者,并规定了完成日期。为了保证教材的学术水平和编写质量,教学指导分委员会还针对高职高专教材的特点制定了严格的教材编写、审查及出版的流程和规定,并将其纳入高等学校测绘学科教学指导委员会统一管理。

经过各相关院校编写教师们的努力,现在第一批规划教材正式出版发行,其他教材也将会陆续出版。这些规划教材鲜明地突出了高职高专教育中专业设置的职业性和教学内容的应用性,适应高职高专人才的职业需求,必定有别于高等教育的本科教材,希望在高职高专教育的测绘类专业教学中发挥很好的作用。

这里要特别指出,黄河水利出版社在获悉我们将出版一批规划教材后,为了支持和促进测绘类专业高职高专教育的发展,经与教学指导委员会协商,今后高职高专测绘类专业的全部规划教材都将由该社统一出版发行。这里谨向黄河水利出版社表示感谢。

由教学指导委员会按照新的专业目录,组织、规划和编写高职高专测绘类专业教材还是初次尝试,希望有测绘类专业的各高职高专院校能在教学中使用这些规划教材,并从中发现问题,提出建议,以便修改和完善。

高等学校测绘学科教学指导委员会主任
中国工程院院士

宁津生

2005年7月10日于武汉

前 言

本书是在高等学校测绘学科教学指导委员会的统一要求和指导下,根据多年来的教学、实践经验,并收集、参考了大量全站仪方面的文章、资料编写而成。

从 20 世纪 50 年代开始,光电测距技术迅速发展,特别是近十年来,随着电子技术和计算机的发展,全站仪测量技术作为现代测绘技术之一,在测量工程中的各个领域应用十分广泛,从而改变了传统的测量方式,使测量的外业工作更加方便。在工程实践中,采用其中的数据存储、数据通讯和计算机数据处理,成为数字化测图数据采集的主要方法。智能型的全站仪已成为发展的方向。本书对全站仪的概念、测量原理、观测方法、参数设置、功能使用、检验校正、应用技术等方面均作了较详细的介绍。

本书共分 8 章,第一章绪论,介绍全站仪的概念、发展现状及前景;第二章全站仪的测量原理,介绍测角、测距、补偿及自动化原理;第三章全站仪的使用,介绍全站仪的结构与功能、操作及注意事项;第四章全站仪的基本测量功能,介绍距离测量和角度测量;第五章全站仪的程序测量功能,介绍三维坐标测量、放样测量、悬高测量、对边测量、偏心测量、后方交会测量、面积测量的原理、精度分析及观测方法;第六章全站仪的检定,介绍全站仪的综合检定、光电测距系统、电子测角系统、数据采集系统的检定方法及评定;第七章全站仪的双向数据通讯,介绍数据通讯的准备、仪器向计算机输出、计算机向仪器输出、仪器的错误信息;第八章全站仪在测量工程中的应用,介绍全站仪应用中需注意的问题及在工程测量、数字测图、隧道贯通测量、矿山测量、路线测量、变形监测、高程测量中的应用。

本书第一章、第二章由何保喜编写;第三章由王晓静编写;第四章、第五章由李微晓编写,同时也参与了第八章部分编写工作;第六章、第七章、第八章由梁玉保、王根虎编写;全书由何保喜统稿。

书稿完成后,高等学校测绘学科教学指导委员会“十五”高职高专规划教材审定委员会组织审稿,陶本藻教授、赵文亮教授任主审,在此对两位专家的辛勤劳动表示感谢。本书编写过程中李生平教授给予了大力支持和指导,在此表示衷心感谢!同时对黄河水利出版社所做的辛勤工作和劳动表示感谢!

由于编者水平有限,对于书中存在的问题和不足之处,恳请使用教材的师生和读者批评指正。

编 者

2005 年 5 月

目 录

序

宁津生

前 言

第一章 绪 论	(1)
第一节 全站仪的概念	(1)
第二节 全站仪的发展现状及前景	(6)
第二章 全站仪的测量原理	(13)
第一节 全站仪的测角原理	(13)
第二节 全站仪的测距原理	(21)
第三节 全站仪的补偿器原理	(27)
第四节 全站仪的数据处理原理	(36)
第五节 全站仪的自动化原理	(38)
第三章 全站仪的使用	(40)
第一节 全站仪的结构与功能	(40)
第二节 全站仪的模式	(42)
第三节 全站仪的操作	(52)
第四节 全站仪操作应注意的事项	(53)
第四章 全站仪的基本测量功能	(54)
第一节 距离测量	(54)
第二节 角度测量	(57)
第五章 全站仪的程序测量功能	(61)
第一节 三维坐标测量	(62)
第二节 放样测量	(65)
第三节 悬高测量	(70)
第四节 对边测量	(72)
第五节 偏心测量	(75)
第六节 后方交会测量	(79)
第七节 面积测量	(80)
第六章 全站仪的检定	(84)
第一节 全站仪的综合检定	(84)
第二节 光电测距系统的检定	(86)
第三节 电子测角系统的检定	(94)
第四节 数据采集系统的检定	(100)

第七章 全站仪的双向数据通讯.....	(103)
第八章 全站仪在测量工程中的应用.....	(114)
第一节 全站仪使用中应注意的问题.....	(114)
第二节 全站仪在工程测量中的应用.....	(117)
第三节 全站仪在数字测图中的应用.....	(120)
第四节 全站仪在隧道贯通测量中的应用.....	(125)
第五节 全站仪在矿山测量中的应用.....	(128)
第六节 全站仪在路线测量中的应用.....	(133)
第七节 全站仪在变形监测中的应用.....	(142)
第八节 全站仪在高程测量中的应用.....	(147)
参考文献.....	(154)

第一章 绪 论

在传统的测量中,人们已经提到了“速测法”,它是指使用一种仪器在同一个测站点,能够同时测定某一点的平面位置和高程的方法。这种方法也称做“速测术”,速测仪最初就是根据这个原理而设计的测量仪器。速测仪器的距离测量是通过光学方法来实现的,我们称这种速测仪为“光学速测仪”。实际上“光学速测仪”就是指带有视距丝的经纬仪,被测定点的平面位置由经纬仪角度测量及光学视距来确定,而高程则是用三角高程的测量方法来确定的。带有“视距丝”的光学速测仪,由于其快速、简易、方便,在短距离(100m以内)、低精度(1/200、1/500)的测量中(如碎部点测量),具有较大优势,得到了广泛的应用。

电子测距技术的出现大大地推动了速测仪的发展。用光电测距代替光学视距,用电子经纬仪代替光学经纬仪测角,使得仪器的测量距离更大、时间更短、精度更高。随着仪器结构、功能的进一步完善,便出现了全站仪的概念。

第一节 全站仪的概念

1 全站仪的概念及应用

1.1 全站仪的概念

由于电子测距仪、电子经纬仪及微处理机的产生与性能不断完善,在 20 世纪 60 年代末出现了把电子测距、电子测角和微处理机结合成一个整体,能自动记录、存储并具备某些固定计算程序的电子速测仪。因该仪器在一个测站点能快速进行三维坐标测量、定位和自动数据采集、处理、存储等工作,较完善地实现了测量和数据处理过程的电子化和一体化,所以称为“全站型电子速测仪”,通常又称为“电子全站仪”或简称“全站仪”。

早期的全站仪由于体积大、质量也大、价格昂贵等因素,其推广应用受到了很大的限制。自 20 世纪 80 年代起,由于大规模集成电路和微处理机及半导体发光元件性能的不断完善和提高,使全站仪进入了成熟与蓬勃发展阶段。其表现特征是小型、轻巧、精密、耐用,并具有强大的软件功能。特别是 1992 年以来,新颖的电脑智能型全站仪投入世界测绘仪器市场,如索佳(SOKKIA)SET 系列、拓普康(TOPCON)GTS700 系列、尼康(NIKON)DTM-700 系列、徕卡(LEICA)TPS1000 系列等,使操作更加方便快捷、测量精度更高、内存量更大、结构造型更精美合理。

1.2 全站仪的应用

全站仪的应用范围已不仅局限于测绘工程、建筑工程、交通与水利工程、地籍与房地产测量,而且在大型工业生产设备和构件的安装调试、船体设计施工、大桥水坝的变形观测、地质灾害监测及体育竞技等领域中都得到了广泛应用。

全站仪的应用具有以下特点：

(1)在地形测量过程中,可以将控制测量和地形测量同时进行。

(2)在施工放样测量中,可以将设计好的管线、道路、工程建筑的位置测设到地面上,实现三维坐标快速施工放样。

(3)在变形观测中,可以对建筑(构筑)物的变形、地质灾害等进行实时动态监测。

(4)在控制测量中,导线测量、前方交会、后方交会等程序功能,操作简单、速度快、精度高;其他程序测量功能方便、实用且应用广泛。

(5)在同一个测站点,可以完成全部测量的基本内容,包括角度测量、距离测量、高差测量,实现数据的存储和传输。

(6)通过传输设备,可以将全站仪与计算机、绘图机相连,形成内外一体的测绘系统,从而大大提高地形图测绘的质量和效率。

2 全站仪的基本组成及结构

2.1 全站仪的基本组成

全站仪由电子测角、电子测距、电子补偿、微机处理装置四大部分组成,它本身就是一个带有特殊功能的计算机控制系统,其微机处理装置由微处理器、存储器、输入部分和输出部分组成。由微处理器对获取的倾斜距离、水平角、竖直角、垂直轴倾斜误差、视准轴误差、垂直度盘指标差、棱镜常数、气温、气压等信息加以处理,从而获得各项改正后的观测数据和计算数据。在仪器的只读存储器中固化了测量程序,测量过程由程序完成。仪器的设计框架如图 1-1 所示。

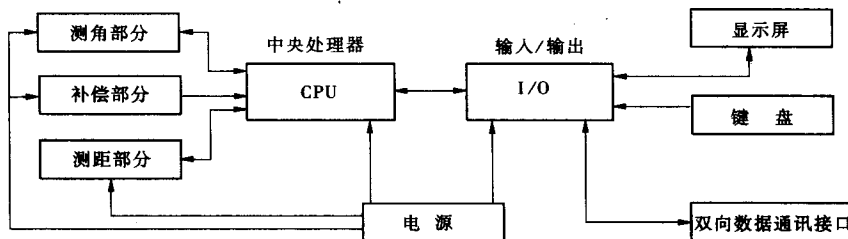


图 1-1 仪器的设计框架

其中：

(1)电源部分是可充电电池,为各部分供电;

(2)测角部分为电子经纬仪,可以测定水平角、竖直角,设置方位角;

(3)补偿部分可以实现仪器垂直轴倾斜误差对水平、垂直角度测量影响的自动补偿改正;

(4)测距部分为光电测距仪,可以测定两点之间的距离;

(5)中央处理器接受输入指令、控制各种观测作业方式、进行数据处理等;

(6)输入、输出包括键盘、显示屏、双向数据通讯接口。

从总体上看,全站仪的组成可分为两大部分:

(1)为采集数据而设置的专用设备,主要有电子测角系统、电子测距系统、数据存储系

统、自动补偿设备等。

(2)测量过程的控制设备,主要用于有序地实现上述每一专用设备的功能,包括与测量数据相连接的外围设备及进行计算、产生指令的微处理机等。

只有上面两大部分有机结合才能真正地体现“全站”功能,既要自动完成数据采集,又要自动处理数据和控制整个测量过程。

2.2 全站仪的基本结构

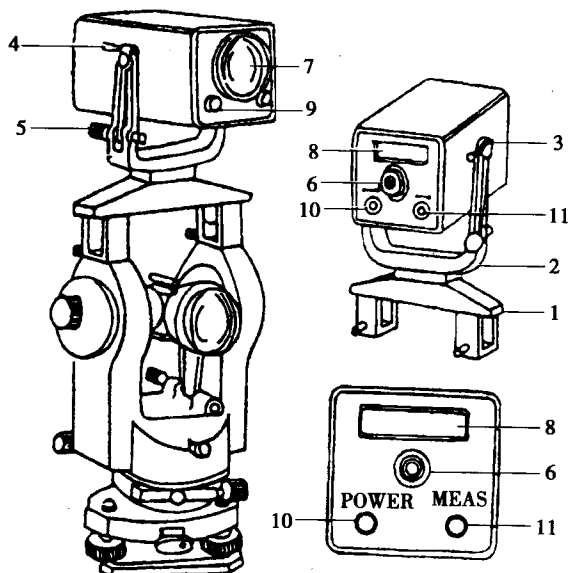
全站仪按其结构可分为组合式(积木式)与整体式两种。

2.2.1 组合式全站仪

组合式全站仪由测距头、光学经纬仪及电子计算部分拼装组合而成。这种全站仪的出现较早,经不断地改进可将光学角度读数通过键盘输入到测距仪并对倾斜距离进行计算处理,最后得出平面距离、高差、方位角和坐标差,这些结果可自动地传输到外部存储器中,后来发展为把测距头、电子经纬仪及电子计算部分拼装组合在一起。其优点是能通过不同的构件进行多样组合,当个别构件损坏时,可以用其他构件代替,具有很强的灵活性。早期的全站仪都采用这种结构。

如图 1-2 是日本索佳公司生产的 RED mini 短程测距仪,仪器测程为 0.8km。测距仪的支座下有插孔及制紧螺旋,可使测距仪牢固地安装在经纬仪的支架上方。旋紧测距仪支架上的竖直制动螺旋后,可调节微动螺旋使测距仪在竖直面内俯仰转动。测距仪发射接收镜的目镜内有十字丝分划板,用以瞄准反射棱镜。

图 1-3 是组合式单块反射棱镜,当测程大于 300m 时,可换装三块棱镜。

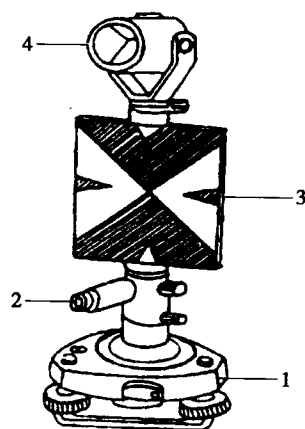


1—支架座;2—支架;3—主机;4—竖直制动螺旋;5—竖直微动螺旋;

6—发射接收镜的目镜;7—发射接收镜的物镜;8—显示窗;

9—电源电缆插座;10—电源开关键(POWER);11—测量键(MEAS)

图 1-2 组合式全站仪



1—基座;2—光学对中器目镜;

3—照准视牌;4—反射棱镜

图 1-3 组合式单块棱镜

此外,测距仪横轴到经纬仪横轴的高度与觇牌中心到反射棱镜中心的高度一致,从而使经纬仪瞄准觇牌中心的视线与测距仪瞄准反射棱镜中心的视线保持平行(见图 1-4)。

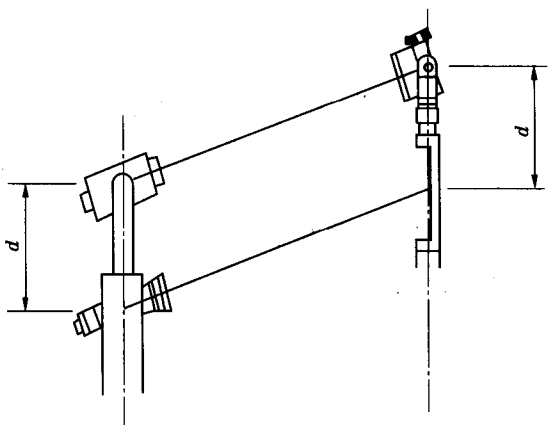


图 1-4 仪器站与棱镜站装配示意图

2.2.2 整体式全站仪

整体式全站仪是在一个机器外壳内含有电子测距、测角、补偿、记录、计算、存储等部分(见图 1-5)。将发射、接收、瞄准光学系统设计成同轴,共用一个望远镜(见图 1-6),角度和距离测量只需一次瞄准,测量结果能自动显示并能与外围设备双向通讯。其优点是体积小、结构紧凑、操作方便、精度高,近期的全站仪都采用整体式结构。

整体式全站仪配套使用的棱镜对中杆与支架如图 1-7 所示。

如果仪器有水平方向和竖直方向同轴双速制动及微动手轮,瞄准操作只需单手进行,更适合移动目标的跟踪测量及空间点三维坐标测量,操作更方便,应用更广泛。

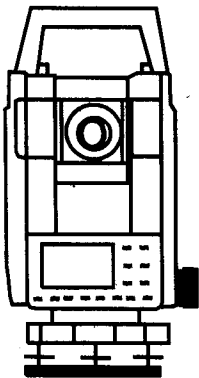


图 1-5 整体式全站仪

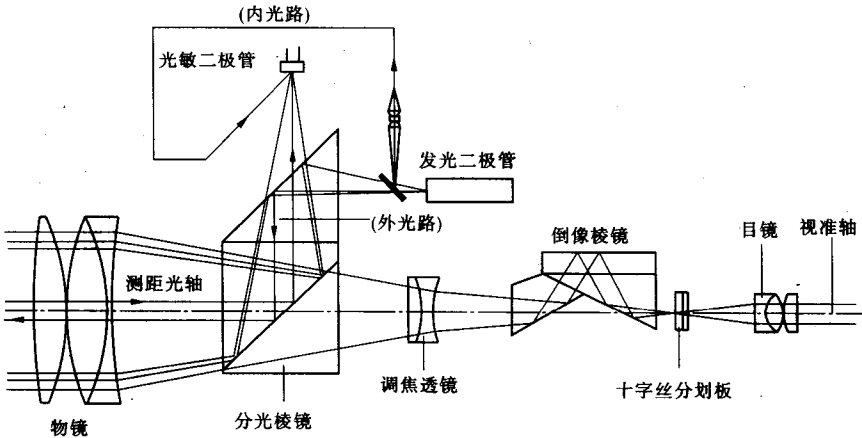


图 1-6 整体式全站仪望远镜的光路

3 全站仪的精度及等级

3.1 全站仪的精度

全站仪是集光电测距、电子测角、电子补偿、微机数据处理为一体的综合型测量仪器,其主要精度指标是测距精度 m_D 和测角精度 m_β 。如 SET500 全站仪的标称精度为:测角标精度 $m_\beta = \pm 5''$;测距标精度 $m_D = \pm (3\text{mm} + 2\text{ppm}D)$ ($1\text{ppm} = 1 \times 10^{-6}$)。

在全站仪的精度等级设计中,对测距和测角精度的匹配采用“等影响”原则,即

$$\frac{m_\beta}{\rho} = \frac{m_D}{D} \tag{1-1}$$

式中,取 $D = 1 \sim 2\text{km}$, $\rho = 206\,265''$,则有表 1-1 所示的对应关系。

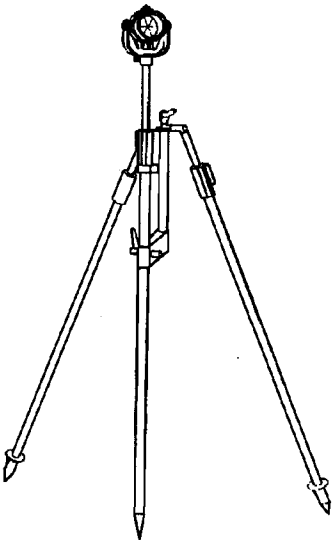


图 1-7 棱镜对中杆与支架

表 1-1 m_β 与 m_D 的关系

$m_\beta (")$	$m_D (D = 1\text{km})(\text{mm})$	$m_D (D = 2\text{km})(\text{mm})$
1	4.8	2.4
1.5	7.3	3.6
5	24.2	12.1
10	48.5	24.2

3.2 全站仪的等级

国家计量检定规程(JJG100—94)将全站仪的准确度等级分划为四个等级,见表 1-2。

表 1-2 全站仪的准确度等级

准确度等级	测角标准差 $m_\beta (")$	测距标准差 $m_D (\text{mm})$
I	$ m_\beta \leq 1$	$ m_D \leq 5$
II	$1 < m_\beta \leq 2$	$ m_D \leq 5$
III	$2 < m_\beta \leq 6$	$5 \leq m_D \leq 10$
IV	$6 < m_\beta \leq 10$	$ m_D \leq 10$

注: m_D 为每公里测距标准差。

I、II 级仪器为精密型全站仪,主要用于高等级控制测量及变形观测等; III、IV 级仪器主要用于道路和建筑场地的施工测量、电子平板数据采集、地籍测量和房地产测量等。

4 电脑全站仪的主要特点

电脑全站仪亦称智能型全站仪,具有双轴倾斜补偿器,双边主、附显示器,双向传输通

讯,大容量的内存或磁卡与电子记录簿两种记录方式以及丰富的机内软件,因而测量速度快、观测精度高、操作简便、适用面宽、性能稳定,深受广大测绘技术人员的欢迎,成为1993年以来的全站仪主流发展方向。

电脑全站仪的主要特点如下:

(1)电脑操作系统。电脑全站仪具有像通常PC机一样的DOS操作系统。

(2)大屏幕显示。可显示数字、文字、图像,也可显示电子气泡居中情况,以提高仪器安置的速度与精度,并采用人机对话式控制面板。

(3)大容量的内存。一般内存在1M以上,其中主内存有640K、数据内存320K、程序内存512K、扩展内存512K。

(4)采用国际计算机通用磁卡。所有测量信息都可以文件形式记入磁卡或电子记录簿,磁卡采用无触点感应式,可以长期保留数据。

(5)自动补偿功能。补偿器装有双轴倾斜传感器,能直接检测出仪器的垂直轴,在视准轴方向和横轴方向上的倾斜量,经仪器处理计算出改正值并对垂直方向和水平方向值加以改正,提高测角精度。

(6)测距时间快,耗电量少。

第二节 全站仪的发展现状及前景

全站仪作为最常用的测量仪器之一,它的发展改变着我们的测量作业方式,极大地提高了生产的效率。虽然GPS技术在大地测量领域已广泛应用,但在测绘领域中全站仪依然发挥着极其重要的作用,因为它有着GPS接收机所不具备的一些优点。如不需对天通视,选点和布点灵活,特别适用于带状地形及隐蔽地区,价格相对较低,观测数据直观,数据处理简单,操作方便,精度高等。

全站仪早期的发展主要体现在硬件设备上,如减轻质量、减小体积等;中期的发展主要体现在软件功能上,如水平距离换算、自动补偿改正、加常数乘常数的改正等;现今的发展则是全方位的,如全自动、智能型。

因此,全站仪的发展现状及前景正朝着全自动、多功能、开放性、智能型、标准化方向发展,它将在地形测量、工程测量、工业测量、建筑施工测量和变形观测等领域中发挥越来越重要的作用。

1 全站仪的发展

综观全站仪的发展,有些是仪器加工制造及传统理论的进化,有些是其他技术的进步所带来的变化,而有些则是思想观念的更新。综合全站仪的发展具有如下几个特点。

1.1 仪器的系统性

全站仪从20世纪60年代末开始出现即显示了其系统性。如德国ZEISS厂的RegElta-14和瑞典AGA厂的Geodimeter700全站仪,它们都配有记录、打印的外围设备,因此全站仪都配有供数据输出的RS-232C标准串行端口。目前这个标准串口的开发应用,不仅能将数据从仪器传输到记录器、电子记录簿或电子平板中,即实现数据的单向流

动;而且能够将数据或程序从计算机输入到仪器中,以便对仪器的软件进行更新,甚至通过计算机和仪器的连接,将仪器作为终端由计算机中的程序对仪器进行实时控制操作,实现数据的双向流动。此时全站仪已不再是一台单一的测绘仪器,它和计算机、软件甚至一些通讯设备(如电话、传真机、调制解调器等)一起,组成了一个智能型的测绘系统。

1.2 双轴自动补偿改正

仪器误差对测角精度的影响,主要是由仪器的三轴之间关系不正确造成的。在光学经纬仪中主要是通过对三轴之间关系的检验校正,减少仪器误差对测角精度的影响;在电子仪器中则主要是通过所谓“自动补偿”实现的。最新的全站仪已实现了“三轴”补偿功能(补偿器的有效工作范围一般为 $\pm 3'$),即全站仪中安装的补偿器,自动检测或改正由于仪器垂直轴倾斜而引起的测角误差;通过仪器视准轴误差和横轴误差的检测结果计算出误差值,必要时由仪器内置程序对所观测的角度加以改正。

1.3 实时自动跟踪、处理和接收计算机控制

新式结构的全站仪,仪器中都安装有驱动仪器水平方向 360° 、望远镜竖直方向 360° 旋转的伺服马达,用这种类型的全站仪可以实现无人值守观测、自动放样、自动检测三轴误差、自动寻找和跟踪目标。因此,在变形观测、动态定位及在一些对人体有害的环境中应用,将具有无可比拟的优越性。

1.4 操作方便,功能性强

全站仪的发展使得它操作方便,功能性强。由于仪器中的操作菜单往往使用的是英文描述,于是操作便显得复杂起来。全站仪处理这一问题时是用象形符号或助记符号帮助理解或使用类似于 Windows 风格的界面提供联机帮助。事实上,提供中文菜单并不是没有可能。由于全站仪所使用的是液晶显示屏,因此用何种文字显示并没有太多的区别(有些仪器即提供了好几种不同语言的操作菜单,如英文、日文、法文、德文等),尽管中文占用的点阵行数会多一些,但“滚动条”的使用可解决这个问题。全站仪全中文菜单的出现将是一件并不遥远的事。

1.5 内置程序增多和标准化

近年来,全站仪发展的一个极其重要的特征是内置程序的增多和标准化。内置程序能够实时提供观测过程并计算出最终结果。观测者只要能够按仪器中设定的功能,操作步骤正确就能完成测量工作,而不含程序的全站仪则只能提供观测值和观测值的计算值。也就是说,通过程序将内业计算的工作直接在外业中完成,程序的执行过程实际上也就是仪器操作的执行过程。目前,各厂家仪器都具备有内置程序的功能,比较实用的程序有度盘定向、放样测量、坐标测量等。

1.6 开放性环境,用户可二次开发功能

开放性环境最大的特点是它具有足够的包容性和灵活性,在不同的场合中能够适应不同的要求。随着科学技术的进步,开放环境的要求已经遍及整个开发和应用领域。过去用户只能被动地接收全站仪所提供的功能,若遇到一些特殊要求的工作,用户只能采用一些变通的方法,不能主动地去指挥仪器工作。而在开放环境的条件下,用户就可以参与到仪器功能的二次开发中,从而使用户真正地成为仪器的“头脑”,使仪器按照人的意愿去进行工作。

1.7 仪器的兼容性和标准化

考虑到用户的利益,兼容性是必须的。兼容的基础是在计算机领域由 IBM 公司首先完成,从而使计算机得以飞速发展。在全站仪领域,用户已经体会到了不兼容的弊端,如所购的一套仪器,使用了若干年后,如果其中一个关键部件的损坏或技术的更新,由于设备之间的不兼容,使这套仪器配置中的其他配件也不能为别的仪器所利用,那么用户只能将其整个淘汰。目前各厂家的数据记录设备都向 PCM-CIA 卡靠拢,但这仅仅是在兼容性方面迈出的小小一步。考虑到全站仪是一种特殊行业使用的特殊仪器及各厂家自身的利益,兼容性还仅仅只能停留在设想上。

1.8 实现数据共享能力

由于对仪器实时作业的要求,“内业”的“外业化”便显得十分必要。过去从外业到内业再到外业的工作过程,将被一次性的外业工作所替代,而这种效率的提高,需要以仪器间数据的共享为基础。这种数据共享主要是指全站仪和其他类型的仪器(如 GPS 接收机、数字水准仪)之间的数据交流。通过不同仪器之间的数据交流,从而减少内业、外业之间的衔接,提高测量工作的自动化水平。

1.9 高精度

精度是全站仪最重要的参数之一,现行精度最高的全站仪,测角精度 $\pm 0.5''$,测距精度 $\pm (1\text{mm} + 1\text{ppm}D)$ 。高精度仪器的出现,解决了一系列精密工程测量方面的问题,但现实测量工程中有时也需要更高精度的仪器,以降低精密测量的难度和工作量,这是用户的要求,也是技术发展的要求。

2 全站仪软件包的发展

20 世纪 90 年代推出的全站仪所配置的测量与定位软件,已由过去少量的特殊功能发展到迄今的功能齐全、实用、操作简便的测量软件包,使得全站仪测量技术更加广泛地应用于控制测量、施工放样测量、地形测量和地籍测量等领域。

2.1 全站仪测量软件包的发展现状

随着市场产销竞争日趋激烈,全站仪测量软件包的发展也在不断地更新。现代新型全站仪测量配置的软件包普遍向多功能化方向发展,归纳起来具有如下功能:

(1)菜单功能。各公司目前新近推出的全站仪软件包大都采用了菜单功能。利用菜单功能和配置的操作提示,可以在提高仪器操作功能的同时简化键盘操作。

(2)基本测量功能。包括电子测距、电子测角(水平角、垂直角),经微处理器可实现数据存储、成果计算、数据传输及基本参数设置等。主要用于测绘的基本测量工作,包括控制测量、地形测量和工程放样施工测量等。特别注意的是只要开机,电子测角系统即开始工作并实时显示观测数据。

(3)程序测量功能。包括水平距离和高差的切换显示、三维坐标测量、对边测量、放样测量、偏心测量、后方交会测量、面积计算等。特别注意的是程序测量功能只是测距及数据处理,它是通过预置程序由观测数据经微处理器数据处理、计算后显示所需要的测量结果,实现数据的存储及双向通信。

(4)用户开发系统。为了便于用户自行开发新的功能,满足某些特殊测量工作的需

要,全站仪具有用户开发系统。目前,全站仪一般都装有标准的 MS-DOS 操作系统,用户可在 PC 机上开发各种测量应用程序,以扩充全站仪的功能。

国外厂商针对我国测量用户开发的全站仪软件包,提供了较丰富的测量功能,在生产实践中得到了广泛应用,但这些全站仪软件包尚存在以下弊端。

(1)测量规范:国外测绘作业的组织方式和执行的测量规范标准与我国不尽相同,这些软件包不完全适应于我国各种不同的测量方法和要求。

(2)界面:软件包的用户界面以英文菜单提示,给我国广大测量用户使用全站仪带来了不便。

(3)程序的二次开发:进口全站仪所配置的应用程序因保密和固化,我国用户无法修改和扩充这些程序,因而限制了用户对程序进行二次开发。

(4)数据格式:各公司推出的软件包均采用内部数据记录格式,给我国用户进行数据后续处理带来了困难。

2.2 国内全站仪软件包开发状况

我国电子测量仪器的研制与生产虽然起步较晚,但发展较快。20 世纪 80 年代初,国产光电测距仪投放市场。90 年代研制和生产光电子经纬仪,南方公司生产的我国第一台 NTS-200 系列全站仪,打破了国外厂家垄断我国全站仪市场的局面,随后其他仪器厂家也相继地推出了自己的全站仪。这说明我国已基本具备生产全站仪的能力,而且全站仪精度也能满足实际需要,价格仅是国外全站仪的 1/3。从这些全站仪目前所配备的软件来看,它们具有以下特点:

(1)软件包一般配置有按我国测绘生产组织方式和国家测绘规范要求的应用程序。

(2)软件包功能齐全。如南方测绘仪器公司的 NTS-200 系列全站仪,能够提供平均测量、放样测量、悬高测量、间接测量、坐标测量和数据传输等功能,它们在实现数字化测图中起着重要作用。

(3)用户界面汉字化,便于我国用户操作。如苏州第一光学仪器厂生产的 DQZ2 全站仪具有宽屏幕点阵图形,其软件包的用户界面全部采用汉字显示。

(4)软件包数据采集和计算处理一体化,形成的各种坐标数据文件可通过格式转换与各种绘图软件接口,实现自动绘图。

(5)多种测量方法供用户选择,使全站仪能广泛地应用于控制测量、工程测量和工程放样施工等领域。由此看来,从硬件到软件,实现全站仪国产化已具备了技术条件。

2.3 全站仪软件包的未来发展趋势

由于近代电子技术的高速发展,测量仪器不断地更新换代,满足了各种各样的用途和精度的需要,新型全站仪正朝着自动化、多功能化、一体化的方向更新和发展。为了充分发挥全站仪的功效,国内外厂家都在进一步地研究与开发全站仪软件包。从目前情况来看,全站仪软件包将向着以下方面发展:

(1)由基于 DOS 编程向 Windows 编程发展,软件包功能更强大,界面更丰富多彩。

(2)通过格式转换和各种绘图软件接口,实现自动绘图。

(3)随着液晶显示技术的进一步发展,未来全站仪显示屏不仅能显示字符,而且还能显示图形,全站仪软件包能现场实时绘制工作草图,使数据自动采集与辅助测图同时进