



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
教育部高等学校高职高专测绘类专业教学指导委员会组织编写

全站仪测量技术

(第3版)

何保喜 主编 陶本藻 赵文亮 主审



黄河水利出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
教育部高等学校高职高专测绘类专业教学指导委员会组织编写

全站仪测量技术

(第3版)

主编 何保喜

主审 陶本藻 赵文亮

黄河水利出版社

· 郑州 ·

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、了解其工作原理、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、土木工程、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.—3版.—郑州:黄河水利出版社,2016.1
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
ISBN 978-7-5509-1363-9

I. ①全… II. ①何… III. ①光电测量仪—测量技术—高等学校—教材 IV. ①TH82

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第017359号

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼14层 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940、66020550、66028024、66022620(传真)

E-mail:hhsclbs@126.com

承印单位:河南省承创印务有限公司

开本:787 mm×1 092 mm 1/16

印张:10.75

字数:250千字

印数:13 201—17 300

版次:2005年8月第1版

印次:2016年1月第4次印刷

2010年8月第2版

2016年1月第3版

定价:25.00元

教育部高等学校高职高专测绘类专业教学指导委员会
规划教材审定委员会

名誉主任 宁津生

顾 问 陶本藻 王 依

主 任 赵文亮

副 主 任 李生平 李骏元 韩力援

委 员 邹自力 陈传胜 黄华明 邹晓军 张晓东

李天和 靳祥升 薄志义 全志强 张保民

王根虎 周 园 李青海 赵 敏 张彦东

赵东明

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 and 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

第3版前言

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,是根据《国务院关于大力发展职业教育的决定》、教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》等文件精神,以及教育部对高等教育“十一五”国家级规划教材建设的具体要求组织编写的。

本书的第2版自2010年出版发行以来,被多所院校的测绘类专业选用,并受到一致好评,也得到了部分一线老师和学者的一些建议。为使本书的内容更加完善,更符合高等职业教育的要求,我们在第2版的基础上进行了修订,对书中一些工程中不常使用的方法进行了删减,并增加了较常采用的一些技术手段,并对书中个别有误的地方进行了修改。

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信,介绍全站仪的通信方式、参数设置、接口编程、数据格式转换;第八章全站仪在测量工程中的应用,介绍全站仪应用中需要注意的问题及其在工程测量、数字测图、隧道贯通测量、矿山测量、线路测量、变形监测、高程测量中的应用。

本书第一章、第二章由河南城建学院何保喜编写;第三章由淮海工学院李微晓编写;第四章由河南工业职业技术学院牛鹏涛编写;第五章、第六章由河南城建学院王晓静编写;第七章由河南城建学院梁玉保编写;第八章由河南城建学院朱宝训编写;全书由何保喜主编。

书稿完成后,教育部高等学校高职高专测绘类教学指导委员会规划教材审定委员会组织专家审稿,陶本藻教授、赵文亮教授主审,在此对两位专家表示感谢。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!在此,我们一并对在教材使用过程中提出意见和建议的专家和同行们表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限,对于书中存在的问题和不足之处,恳请读者批评指正。

编者
2015年11月

再版前言

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,是根据《国务院关于大力发展职业教育的决定》、教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》等文件精神,以及教育部对高等教育“十一五”国家级规划教材建设的具体要求组织编写的。

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、数据通信和计算机数据处理,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方向。本书在2005年版《全站仪测量技术》的基础上,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;删除了一些工程实践中不经常用的观测方法,增加了现在较常采用的一些技术手段,如全站仪的双向数据通信,就进行了完全的更新。

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信,介绍全站仪的通信方式、参数设置、接口编程、数据格式转换;第八章全站仪在测量工程中的应用,介绍全站仪应用中需要注意的问题及其在工程测量、数字测图、隧道贯通测量、矿山测量、线路测量、变形监测、高程测量中的应用。

本书第一章、第二章由河南城建学院何保喜编写;第三章由淮海工学院李微晓编写;第四章由河南工业职业技术学院牛鹏涛编写;第五章、第六章由河南城建学院王晓静编写;第七章由河南城建学院梁玉保编写;第八章由河南城建学院朱宝训编写;全书由何保喜主编。

书稿完成后,教育部高等学校高职高专测绘类教学指导委员会规划教材审定委员会组织专家审稿,陶本藻教授、赵文亮教授主审,在此对两位专家表示感谢。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!

由于编者水平有限,对于书中存在的问题和不足之处,恳请读者批评指正。

编 者
2010年6月

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信,介绍数据通信的准备、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
第3版前言	
再版前言	
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	(7)
第二章 全站仪的测量原理	(14)
第一节 全站仪的测角原理	(14)
第二节 全站仪的测距原理	(22)
第三节 全站仪的补偿器原理	(28)
第四节 全站仪的数据处理原理	(37)
第五节 全站仪的自动化原理	(39)
第三章 全站仪的使用	(41)
第一节 全站仪的结构与功能	(41)
第二节 全站仪的模式	(43)
第三节 全站仪的操作	(53)
第四节 全站仪操作应注意的事项	(54)
第四章 全站仪的基本测量功能	(55)
第一节 距离测量	(55)
第二节 角度测量	(58)
第五章 全站仪的程序测量功能	(62)
第一节 三维坐标测量	(63)
第二节 放样测量	(66)
第三节 悬高测量	(71)
第四节 对边测量	(73)
第五节 偏心测量	(76)
第六节 后方交会测量	(80)
第七节 面积测量	(81)
第六章 全站仪的检定	(85)
第一节 全站仪的综合检定	(85)
第二节 光电测距系统的检定	(87)
第三节 电子测角系统的检定	(95)
第四节 数据采集系统的检定	(101)

第七章 全站仪的双向数据通信 (104)

 第一节 数据通信的基本概念 (104)

 第二节 全站仪的数据通信方法 (108)

第八章 全站仪在测量工程中的应用 (115)

 第一节 全站仪使用中应注意的问题 (115)

 第二节 全站仪在工程测量中的应用 (118)

 第三节 全站仪在数字测图中的应用 (121)

 第四节 全站仪在隧道贯通测量中的应用 (127)

 第五节 全站仪在矿山测量中的应用 (130)

 第六节 全站仪在路线测量中的应用 (135)

 第七节 全站仪在变形监测中的应用 (144)

 第八节 全站仪在高程测量中的应用 (151)

参考文献 (158)

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(100 m 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

一、全站仪的概念及应用

(一)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,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)SETX 系列、拓普康(TOPCON)GPT-7500 系列、尼康(NIKON)的 DTM-800 系列、徕卡(LEICA)的 TPS1200 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。

(二)全站仪的应用

全站仪的应用范围已不只是局限于测绘工程、建筑工程、交通与水利工程、地籍与房地产测量,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也得到了广泛应用。

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。

二、全站仪的基本组成及结构

(一)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、垂直角、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。

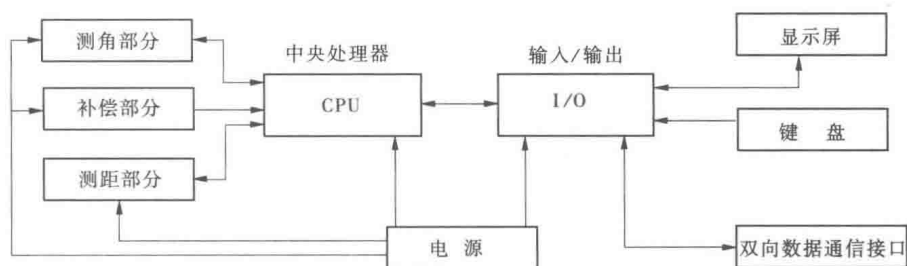


图 1-1 仪器的设计框架

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、垂直角,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、双向数据通信接口。

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。

(二)全站仪的基本结构

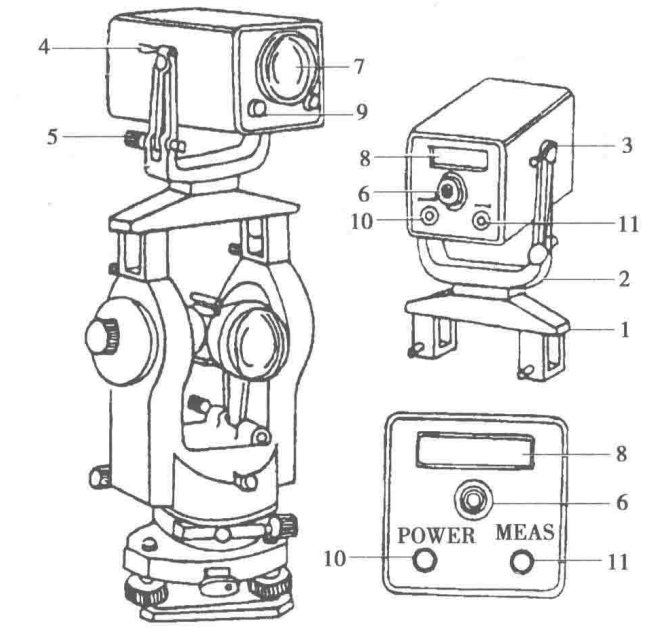
全站仪按其结构可分为组合式(积木式)与整体式两种。

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。

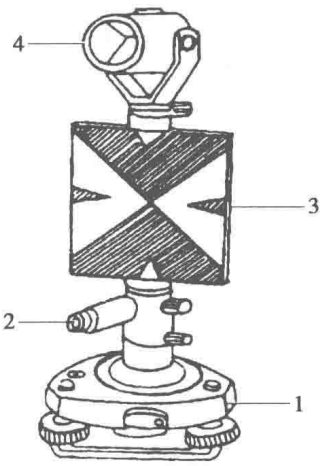
图 1-2 是日本索佳公司生产的 RED mini 短程测距仪,仪器测程为 0.8 km。测距仪的支座下有插孔及制紧螺旋,可使测距仪牢固地安装在经纬仪的支架上方。旋紧测距仪支架上的竖直制动螺旋后,可调节微动螺旋使测距仪在竖直面内俯仰转动。测距仪发射接收镜的目镜内有十字丝分划板,用以瞄准反射棱镜。

图 1-3 是组合式单块反射棱镜,当测程大于 300 m 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 组合式单块反射棱镜

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)。

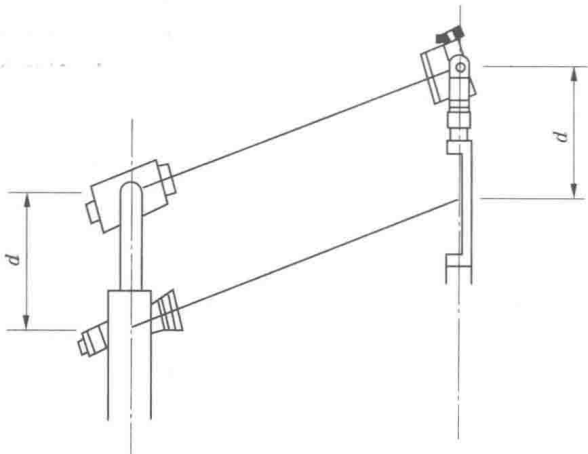


图 1-4 仪器站与棱镜站装配示意图

2. 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信。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。

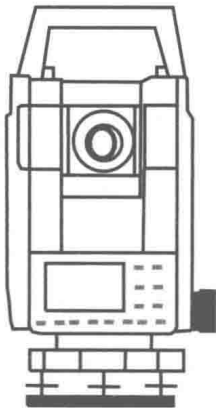


图 1-5 整体式全站仪

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。

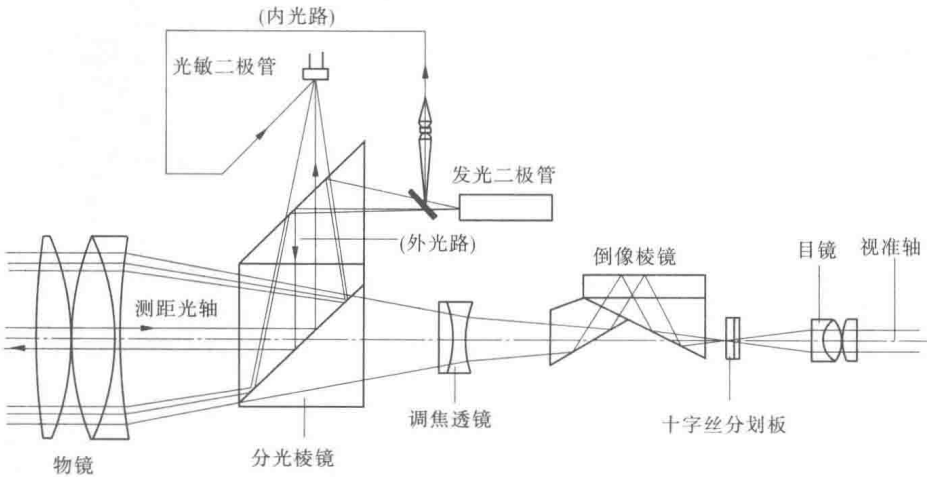


图 1-6 整体式全站仪望远镜的光路

三、全站仪的精度及等级

(一)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:测角标称精度 $m_\beta = \pm 5''$,测距标称精度 $m_D = \pm (3 \text{ mm} + 2 \times 10^{-6} D)$ 。

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

$$\frac{m_\beta}{\rho} = \frac{m_D}{D}$$

(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。

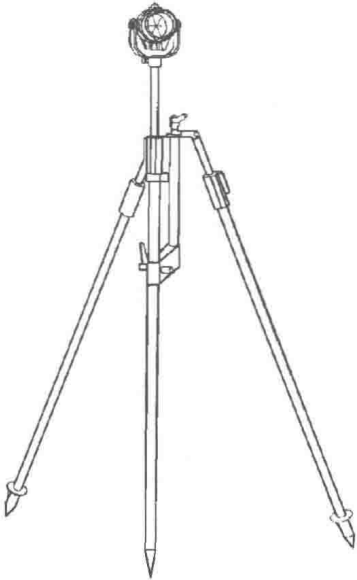


图 1-7 棱镜对中杆与支架

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

(二)全站仪的等级

国家计量检定规程《全站型电子速测仪检定规程》(JJG 100—2003)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 km 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。

四、全站仪的分类

(一)按测量功能分

全站仪按测量功能可分成以下四类:

1. 经典型全站仪(Classical total station)

经典型全站仪也称为常规全站仪,它具备全站仪电子测角、电子测距和数据自动记录等基本功能,有的还可以运行厂家或用户自主开发的机载测量程序。其经典代表为徕卡公司的 TC 系列全站仪。

2. 机动型全站仪(Motorized total station)

在经典全站仪的基础上安装轴系步进电机,可自动驱动全站仪照准部和望远镜的旋转。在计算机的在线控制下,机动型系列全站仪可按计算机给定的方向值自动照准目标,并可实现自动正、倒镜测量。徕卡 TCM 系列全站仪就是典型的机动型全站仪。

3. 无合作目标型全站仪(Reflectorless total station)

无合作目标型全站仪是指在不反射棱镜的条件下,可对一般的目标直接测距的全站仪。因此,对不便安置反射棱镜的目标进行测量,无合作目标型全站仪具有明显优势。如徕卡 TCR 系列全站仪,无合作目标距离测程可达 200 m,可广泛用于地籍测量、房产测量和施工测量等。

4. 智能型全站仪(Robotic total station)

在机动化全站仪的基础上,仪器安装自动目标识别与照准的新功能,因此在自动化的进程中,全站仪进一步克服了需要人工照准目标的重大缺陷,实现了全站仪的智能化。在相关软件的控制下,智能型全站仪在无人干预的条件下可自动完成多个目标的识别、照准与测量。因此,智能型全站仪又称为“测量机器人”。典型的代表有徕卡的 TCA 型全站仪等。

(二)按测距仪测距分

全站仪按测距仪测距可以分为以下三类:

1. 短距离测距全站仪

测程小于 3 km,一般精度为 $\pm(5\text{ mm} + 5 \times 10^{-6}D)$,主要用于普通测量和城市测量。

2. 中测程全站仪

测程为 3 ~ 15 km,一般精度为 $\pm(5\text{ mm} + 2 \times 10^{-6}D)$, $\pm(2\text{ mm} + 2 \times 10^{-6}D)$ 通常用于一般等级的控制测量。

3. 长测程全站仪

测程大于 15 km,一般精度为 $\pm(5\text{ mm} + 1 \times 10^{-6}D)$,通常用于国家三角网及特级导线的测量。

由于目前国家控制网及工程控制网一般采用全球定位系统 GPS(Global Positioning System)测量,所以目前的全站仪主要以中、短程为主。

五、智能型全站仪的主要特点

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

智能型全站仪的主要特点如下:

(1)智能型操作系统。智能型全站仪具有像通常PC机一样的Windows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16 M以上,扩展内存为64 M甚至1 G,能存储海量测量数据。

(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值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。

一、全站仪的发展

20世纪80年代末,人们根据电子测角系统和电子测距系统的发展不平衡,将全站仪分成两大类,即积木式和整体式。20世纪90年代以来,基本上都发展为整体式全站仪。随着计算机技术的不断发展与应用,以及用户的特殊要求与其他工业技术的应用,全站仪出现了一个新的发展时期,出现了带内存、防水型、防爆型、电脑型等全站仪。

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。全站仪的发展具有如下几个特点。

(一)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。目前,全站仪都配有供数