



QUANZHANYI
CELIANG JISHU

全站仪 测量技术

761.1
02

主 编 刘文谷

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

014033104

TH761.1
02

全站仪测量技术

主 编 刘文谷
副主编 张伟富



TH761.1
02

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS



北航

C1721339

内 容 提 要

本书共分7章,对全站仪的相关概念、测量原理、使用方法和功能、检定方法及参数设置、应用技术等方面均做了较详细的介绍,在内容编排上力求系统,深入浅出,通俗易懂,结合实际,符合国家相关规范、标准。本书可使读者理解全站仪的概念及其工作原理,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。

本书可作为测绘、土木工程、房地产、地下工程等专业的“全站仪测量技术”课程教材,也可作为相关专业工程技术人员参考用书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

全站仪测量技术 / 刘文谷主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2014. 3

ISBN 978-7-5640-8878-1

I. ①全… II. ①刘… III. ①光电测量仪 IV. ①TH82

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第032270号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(总编室)

82562903(教材售后服务热线)

68948351(其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京紫瑞利印刷有限公司

开 本 / 787毫米×1092毫米 1/16

印 张 / 9

字 数 / 123千字

版 次 / 2014年3月第1版 2014年3月第1次印刷

定 价 / 32.00元

责任编辑 / 王玲玲

文案编辑 / 王玲玲

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 边心超

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换

前言

Preface

随着电子技术和计算机技术的发展,全站仪测量技术作为现代测绘技术之一,在现代测量工程中的各个领域应用越发广泛。全站仪改变了传统的测量方式,使外业工作更方便。为了满足培养建筑工程类专业高级实用型人才对全站仪测量知识的需要,编者经过精心调研,仔细策划,以编者多年的教学和一线的施工实践经验为基础,参照相关规范,编写了这本《全站仪测量技术》。

本书在编写过程中参考了最新的标准和规范,具有较强的教学适用性和较宽的专业适应面,内容组织以必需、实用和够用为原则,一方面注重全站仪测量技术的系统性,另一方面又突出教学要求的实践性。例如,本书对原理中精度评定等的推导部分进行了简化,而对仪器操作方面的知识进行了细化,突出了可操作性,力求体现职业教育的特点。本书知识讲解深入浅出,淡化理论推导,注重结论应用。

本书共分7章,第1章介绍全站仪的概念、组成、分类、精度等级和发展;第2章介绍全站仪的测角原理、测距原理、补偿器工作原理、数据处理原理、自动化原理;第3章介绍全站仪的结构、模式、操作及其注意事项;第4章介绍角度测量、距离测量、三维坐标测量、放样测量、悬高测量、对边测量、偏心测量、后方交会法测量、面

积测量；第5章介绍全站仪的基本检定、光电测距系统的检定、电子测角系统的检定、数据采集系统的检定；第6章介绍数据通信的概念和全站仪与计算机的数据通信；第7章应用实例，介绍全站仪在数字化测图、路线测量、变形监测和高层建筑测量中的应用。

本书由刘文谷任主编，张伟富任副主编。本书在编写过程中参阅了其他一些院校编写的教材和测绘同仁的文章，于参考文献中一并列出，在此对各位作者表示衷心感谢。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中不足和错误之处在所难免，敬请同行和读者批评指正。

编 者

目录

Contents

1

第1章 绪论	1
1.1 全站仪及工作特点	1
1.2 全站仪的基本结构与构造特点	2
1.3 全站仪的分类	4
1.4 全站仪的精度等级	6
1.5 全站仪的发展	7

2

第2章 全站仪的测量原理	13
2.1 全站仪的测角原理	13
2.2 全站仪的测距原理	18
2.3 全站仪补偿器的工作原理	21
2.4 全站仪的数据处理原理	24
2.5 全站仪的自动化原理	26

3

第3章 全站仪的使用	28
3.1 全站仪的结构	28
3.2 全站仪的模式	32
3.3 全站仪的操作	33
3.4 全站仪的操作注意事项	36

4

第4章 全站仪的测量功能	40
4.1 角度测量	40
4.2 距离测量	45
4.3 三维坐标测量	50
4.4 全站仪的放样测量	54
4.5 悬高测量	59

4.6	对边测量	61
4.7	偏心测量	64
4.8	后方交会法测量	71
4.9	面积测量	73

5

第5章	全站仪的检定	77
5.1	全站仪的基本检定	77
5.2	光电测距系统的检定	79
5.3	电子测角系统的检定	87
5.4	数据采集系统的检定	93

6

第6章	全站仪的数据通信	98
6.1	数据通信的概念	98
6.2	全站仪与计算机的数据通信	102

7

第7章	全站仪在工程中的应用实例	111
7.1	全站仪在数字化测图中的应用	111
7.2	全站仪在路线测量中的应用	127
7.3	全站仪在变形监测中的应用	131
7.4	全站仪在高层建筑测量中的应用	133

参考文献.....	136
-----------	-----

第 1 章 绪 论

1.1 全站仪及工作特点

1.1.1 速测法

传统测量中人们提到的“速测法”也叫“速测术”，是指同一台仪器在同一测站能同时测定待定点的平面位置和高程的方法，进行这种测量的仪器叫作速测仪。传统速测仪的距离测量是用光学方法来实现的，这种速测仪称为“光学速测仪”。实际上，这种仪器就是带有视距丝的光学经纬仪，待定点的平面位置由经纬仪的角度测量和视距测量得到，高程由三角高程的方法确定。光学速测仪在短距离(100 m 内)、低精度(1/500 内)的碎部测量中快速、方便，因而得到广泛应用。

随着电子技术的发展，电子测距技术得以问世，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，仪器的测距时间更短、精度更高、测程更长。慢慢地，仪器结构与功能进一步改进，社会上就出现了全站仪的概念。

1.1.2 全站仪的概念

全站仪是全站型电子速测仪(electronic total station)的简称。它将电磁波测距装置、光电测角装置和电子计算机的微处理器结合在一起，能实现测距、测角功能，通常还可利用内存软件计算平距、高差和坐标等，并能记录、存储和输出测量数据和计算成果。

生产全站仪的厂家很多，国外厂家及其生产的全站仪系列有：瑞士徕卡公司生产的 TC 系列全站仪；日本拓普康(TOPCON)公司生产的 GTS 系列全站仪；索佳公司生产的 SET 系列全站仪；宾得公司生产的 PCS 系列全站仪；尼康公司生产的 DMT 系列全站仪；瑞典捷创力公司生产的 GDM 系列全站仪。我国南方、科力达、三鼎、瑞得、苏州一光、博飞、中纬、西光、莱赛、欧波等仪器厂家生产的系列全站仪，也正以崭新的面貌走向国内、国际市场。

1.1.3 全站仪的工作特点

目前，工程中所使用的全站仪基本都具备以下主要特点：

(1)采用同轴双速制、微动机构，照准更加快捷、准确。

(2)控制面板具有人机对话功能。控制面板由键盘和显示屏组成，除照准以外的各种测量功能和参数均可通过键盘来实现。仪器的两侧均有控制面板，操作十分方便。

(3)设有双向倾斜补偿器，可以自动对水平和竖直方向进行修正，以消除竖轴倾斜误差的影响。

(4)机内设有测量应用软件，可以方便地进行三维坐标测量、导线测量、对边测量、悬高测量、偏心测量、后方交会、放样测量等工作。

(5)具有双路通信功能，可将测量数据传输给电子手簿或外部计算机，也可接收电子手簿和外部计算机的指令和数据。这种传输系统有助于开发专用程序系统，提高数据的可靠性与存储安全性。

全站仪具有速度快、精度高、功能强和自动化程度高等优点，通过配置适当的接口，可使野外采集的测量数据直接进入计算机进行数据处理或进入自动化绘图系统。与传统的方法相比，全站仪省去了大量的中间人工操作环节，使劳动效率和经济效益明显提高；同时，也避免了人工操作、记录等过程中差错率较高的缺陷。在控制测量、数字化测图和工程测量中的作用越来越重要。它的应用也不只局限于测绘工程、建筑工程、交通水利工程，在大型的工业设备及构件安装调试、变形观测、灾害监测、体育竞技等领域也应用广泛。

1.2 全站仪的基本结构与构造特点

1.2.1 全站仪的基本结构

与电子经纬仪、光学经纬仪相比，全站仪增加了许多特殊部件，这些特殊部件构成了全站仪在结构方面独树一帜的特点，使其具有比其他测角、测距仪器更多的功能，使用也更方便。电子全站仪是由电源、测角部分、测距部分、数据处理部分、通信接口及显示屏、键盘等组成的智能型光电测量仪器，其基本结构如图 1-1 所示。

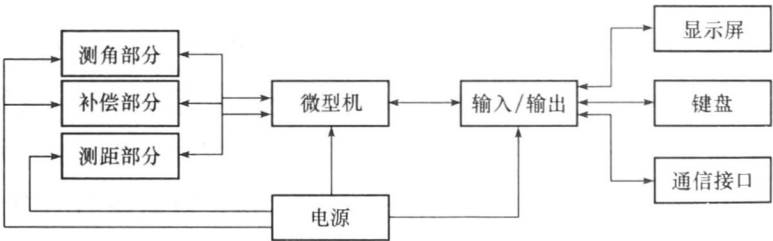


图 1-1 全站仪的基本结构

测角部分为电子经纬仪，用来测水平角、竖直角和设置方位角；测距部分为光电测距

仪，用来测距；补偿部分用来实现对竖轴倾斜系统引起的水平角、竖直角误差的补偿修正；微型机用来接收输入/输出指令、控制作业方式、进行数据处理等；电源为各部分供电，可充电；输入/输出包括键盘(通过键盘可以输入操作指令、数据和设置参数)、显示屏和通信接口。以上各系统通过输入/输出(I/O)接口接入总线，与微型机联系起来。

严格来说，全站仪组成也可分为两大部分：

1. 数据采集设备

数据采集设备主要有电子测角系统、电子测距系统、自动补偿设备、数据存储系统等。

2. 微型机

微型机(CPU)是全站仪的核心部件，主要由寄存器系列(缓冲寄存器、数据寄存器、指令寄存器)、运算器和控制器组成。微型机的主要功能是根据键盘指令启动仪器进行测量工作，执行测量过程中的检核和数据传输、处理、显示、储存等工作，保证整个光电测量工作有条不紊地进行。输入/输出设备是与外部设备连接的装置(接口)，使全站仪能与磁卡和微型机等设备交互通信和传输数据。

1.2.2 全站仪的构造特点

全站仪的基本功能是测量水平角、竖直角和斜距。借助于机内固化的软件，全站仪可以实现多种测量功能，如可以计算并显示平距、高差以及镜站点的三维坐标，进行偏心测量、悬高测量、对边测量、面积计算等。这些功能的实现依赖于其特有的构造。全站仪构造具有如下特点：

1. 三同轴望远镜

在全站仪的望远镜中，照准目标的视准轴、光电测距的红外线发射光轴和接收光轴是同轴的。因此，测量时只需使望远镜照准目标棱镜的中心，就能同时测定水平角、垂直角和斜距，如图 1-2 所示。

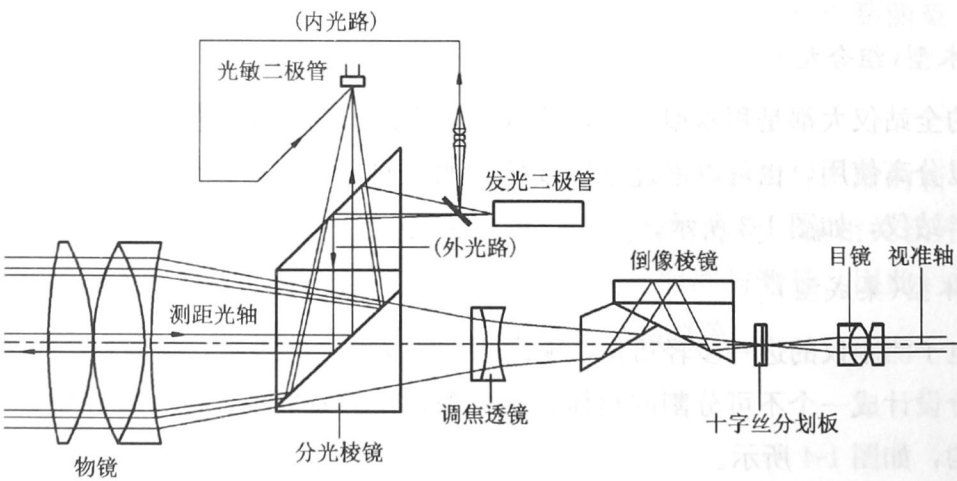


图 1-2 同轴望远镜光路图

2. 双轴自动补偿

作业时,若全站仪纵轴倾斜,会引起角度观测的误差,盘左、盘右观测值取中也不能使之抵消。而全站仪特有的双轴(或单轴)倾斜自动补偿系统,可对纵轴的倾斜情况进行监测,并在度盘读数中对因纵轴倾斜造成的测角误差自动加以改正(某些全站仪纵轴最大允许倾斜角度可达 $\pm 6'$);也可通过将由竖轴倾斜引起的角度误差,由微型机自动按竖轴倾斜改正计算式计算,并加入度盘读数中加以改正,使度盘显示读数为正确值,即所谓“纵轴倾斜自动补偿”。

3. 键盘操作

键盘是全站仪在测量时输入操作指令或数据的硬件,全站仪的键盘和显示屏均为双面式,便于正、倒镜作业时操作。

4. 数据存储与通信

存储器的作用是将全站仪实时采集的测量数据存储起来,再根据需要传送到其他设备(如计算机等)中,供进一步处理或利用。全站仪的存储器有内存储器和存储卡两种,内存储器相当于计算机的内存,而存储卡是一种外存储媒体,又称 PC 卡,其作用相当于计算机的磁盘。

全站仪可以通过 RS—232C 通信接口和通信电缆将内存中存储的数据输入计算机或将计算机中的数据和信息经通信电缆传输给全站仪,实现信息的双向传输。

1.3 全站仪的分类

1.3.1 按外观结构分类

1. 积木型(组合型)

早期的全站仪大都是积木型结构,即电子速测仪、电子经纬仪、电子记录器各是一个整体,可以分离使用,也可以通过电缆或接口把它们组合起来,形成完整的全站仪。这种仪器也叫半站仪,如图 1-3 所示。

2. 整体型(集成型)

随着电子测距仪的进一步轻巧化,现代的全站仪大都把测距、测角和记录单元在光学、机械等部分设计成一个不可分割的整体,其中测距仪的发射轴、接收轴和望远镜的视准轴为同轴结构,如图 1-4 所示。

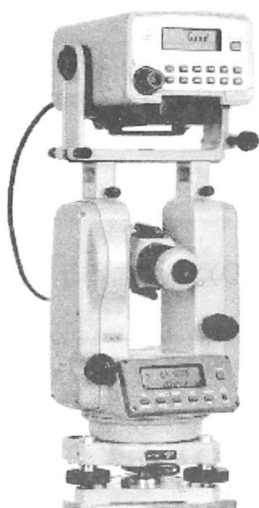


图 1-3 积木型全站仪



图 1-4 整体型全站仪

1.3.2 按测量功能分类

1. 经典型全站仪

经典型全站仪也称为常规全站仪。它具备电子测角、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

机动型全站仪在经典型全站仪的基础上安装轴系步进电动机，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，经典代表为徕卡 TCM 系列全站仪。

3. 无合作目标型全站仪

无合作目标型全站仪是指在无反射棱镜的条件下，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时，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 1 000 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

在机动型全站仪的基础上，智能型全站仪安装了自动目标识别与照准的新功能，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时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。

1.3.3 按测距仪测程分类

1. 短测程全站仪

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。

1.4 全站仪的精度等级

1.4.1 精度相关概念

全站仪主要由电子经纬仪和光电测距仪组成, 其精度也就有测角精度 m_β 和测距精度 m_D 两种。如徕卡 TC402 全站仪说明书里介绍它的测角精度为 $2''$ (一测回测角方向标准差为 $2''$), 测距精度为 $2 + 2 \times 10^{-6} D$ 。

全站仪的测距精度又有全站仪测距标称精度和实际测距精度之分。全站仪测距标称精度实际是全站仪的名义测距精度, 是厂商对仪器精度的一种标称, 适用于系列仪器标识。

测距标称精度按下式计算:

$$m_D = a + b \times 10^{-6} D$$

式中 m_D ——测距标准差, 单位为 mm;

a ——固定误差, 单位为 mm;

b ——比例误差系数;

D ——距离, 单位为 km。

全站仪测距实际精度是通过检定、检测方法得到的精度。对于具体型号的某一台仪器, 检测其测距综合精度、加常数和乘常数, 不同仪器可能是不同的。对于一般光波全站仪的测距综合精度、加常数和乘常数, 一般按照《全站型电子速测仪检定规程》(JJG 100—2003) 和《光电测距仪检定规程》(JJG 703—2003) 进行检定。但对于免棱镜激光全站仪的检定, 严格来说, 我国还没有出台相关法律、规程, 目前只能借助于上述两本规范进行检定。

1.4.2 全站仪的精度等级

国家计量规程《全站型电子速测仪检定规程》(JJG 100—2003) 将全站仪按其测角精度划分为 4 个等级, 见表 1-1。

表 1-1 按测角精度划分全站仪精度等级

精度等级	测角标准差 m_β
I	$ m_\beta \leq 1''$
II	$1'' < m_\beta \leq 2''$
III	$2'' < m_\beta \leq 6''$
IV	$6'' < m_\beta \leq 10''$

国家计量规程《光电测距仪检定规程》(JJG 703—2003) 将全站仪按其测距精度也划分为 4 个等级, 见表 1-2。

表 1-2 按测距精度划分全站仪精度等级

精度等级	测距标准差 m_D	
	中短程测距仪	长程测距仪
I	$ m_D \leq (1+D)\text{mm}$	$ m_D \leq (5+D)\text{mm}$
II	$(1+D)\text{mm} \leq m_D \leq (3+2D)\text{mm}$	—
III	$(3+2D)\text{mm} \leq m_D \leq (5+5D)\text{mm}$	—
IV	$(5+5D)\text{mm} \leq m_D $	—

I、II 级仪器为精密型全站仪, 主要适用于高等级控制测量和变形观测等; III、IV 级仪器为普通型全站仪, 主要适用于道路和建筑场地的施工测量、数字化测图、地籍与房产测量等。

1.5 全站仪的发展

1.5.1 全站仪的发展简介

美国天宝公司宣称自己于 1971 年生产了世界上第一台全站仪。但据考证, 西德的 opton 厂在 1968 年就已将电子经纬仪和光电测距仪设计为一体, 研制出了重达 28 kg 的 Reg Elta 14 全站型电子速测仪。1971 年, 在同一展会上, 瑞典 AGA 公司也展出了与 Reg Elta 14 功能一样的 Geodimeter 700。可能因为都是首次向世界展示, 因此, 说第一台全站仪于 1970 年诞生也有一定道理。后来, 天宝公司收购了瑞典 AGA 公司, 因而天宝公司的全站仪历史也可追溯到 1971 年。

随后, 以奥普通(OPTON)、瑞士威尔特厂(WILD)、美国惠普为代表的厂商生产、制

造了第二代全站仪。第二代全站仪因集成电路和微处理器的广泛应用而大大增强了实用性。

到了 20 世纪 80 年代,世界主要的测量仪器生产厂商都开始制造全站仪。日本厂商异军突起,如索佳、尼康、拓普康和宾得等,尤其以索佳的发展最具代表性,当时几乎一统中国市场,一些不慎违规的国内商家甚至被索佳开出“禁卖索佳”的罚单,这足以说明索佳当初的辉煌。但也因此给自己埋下了隐患,如拓普康就趁机在中国大肆铺货。很短的时间里,其销量就超过了索佳。

从 20 世纪 90 年代开始,世界知名厂商先后推出了具有创新特色的全站仪,如天宝公司推出的全自动全站仪、Win 全站仪;徕卡推出的免棱镜激光全站仪、自动目标瞄准全站仪、集成 GPS 的全站仪;拓普康推出的自动跟踪全站仪和使用脉冲技术的,测距 1 200 m 的免棱镜激光全站仪,以及彩屏 WinCE 智能全站仪等。

随着天宝、徕卡、拓普康的不断发展,尼康、索佳、宾得的逐渐落后,世界仪器制造厂商开始了并购浪潮。2003—2004 年,天宝公司收购了瑞典 AGA 公司、德国蔡司公司、日本尼康公司;2007 年,拓普康公司并购了索佳公司。目前基本的格局是徕卡、天宝、拓普康三巨头屹立世界,一统天下。

随着国产仪器的不断成熟,进口仪器在价格、性能、可靠性、品牌等综合优势方面遇到了很大的挑战,先后失去了大部分中国测距仪和电子经纬仪市场。2009 年时,国产仪器的销量超过 35 000 台,而当年进口量只有 10 000 台,国产仪器已成为主流。

1.5.2 全站仪的发展趋势

信息时代的测绘学已经不再是单纯地测量站点位置的几何科学,而是发展成为一门研究空间信息数据的信息科学,不仅要解决地理位置的空间定位问题,而且要完成地理位置属性数据的采集和管理。因此,信息时代的测绘仪器应该有利于各种属性数据的采集、存储、管理、转移和利用,这样就可以使测绘仪器产生的地理空间数据更方便地纳入地理信息系统(GIS)的范畴,与属性数据集成并交由计算机处理。因此,现代全站仪将向如下几个方向发展:

1. 数字化

数字化要求全站仪能够输出可以由计算机直接进行下一步处理、传送和交换的地理数据,现代通信技术的发展很容易实现该项要求,这也是全站仪实现测绘内、外业一体化的基础。

2. 实时化

现代测绘要求仪器具有实时处理数据的功能,一方面是可以实时检查测量的质量,提高效率;另一方面,可以直接根据测量成果进行后续工作。

3. 集成化

现代测绘工作的一个显著特点就是分工明确、各种测量相互渗透。这就要求全站仪在

硬件上集成更多功能，开发更具开放性的软件，方便各种仪器采集的数据进行交换和共享，提高测绘工作的效率和进度。图 1-5 所示为徕卡公司的 Smartstation，它集成了全站仪与 GPS 功能。

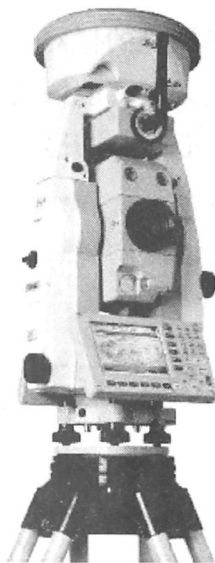


图 1-5 徕卡公司的 Smartstation

图 1-6 为摄影全站仪系统(PTSS)，硬件系统包括量测数码相机、全站仪、PDA(个人掌上电脑)和检校条，图中量测数码相机为 Rollei 公司生产的 D30 型产品，全站仪为日本 Sokkia 公司生产的 SET500 型产品。它利用一个机械连接件将量测数码相机连接在全站仪望远镜上，这样相机和望远镜可以被看作刚体，相机可以在全站仪上作水平和垂直旋转，从而有利于旋转摄影。测量时，全站仪和 PDA 用于导线测量；相机用于拍摄被摄物体的影像；检校条则用于检校相机中心与全站仪中心的偏移。

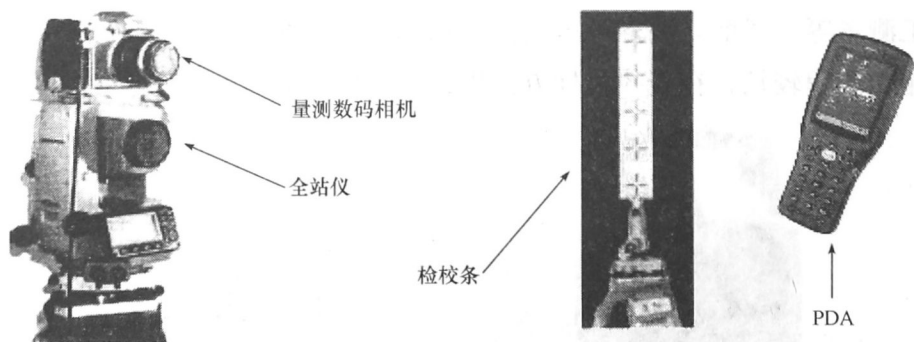


图 1-6 PTSS 硬件组成

4. 在线化

全站仪在线处理测量数据，可提高测绘质量和效率，还可通过现代通信工具及时更新 GIS 数据库，保持 GIS 的时效性。

5. 自动化

发明和发展全站仪的初衷就是为了最大可能地把人从繁重的劳动中解脱出来,并得到精度较高的数据。未来嵌入式计算机系统将会得到很大的发展,为在小型、低功耗的全站仪中实现自动化打下物质基础,为钢筋铁骨的仪器装上“会思考的大脑”。这使测绘仪器不仅仅是单一的观测工具,而是具有相当人工智能的测绘帮手。这些嵌入式的操作系统也将越来越接近 PC 机桌面系统,方便用户进行二次开发。目前,这些系统的性能尚待进一步提高,在涉及数据库和图形等复杂的计算面前还显得“力不从心”,这也正是目前全站仪通过数字化、一体化、自动化和信息化的道路中的“瓶颈”。当前解决这一问题的方法只能是通过数据传输接口,将仪器采集的数据传输进便携式计算机,实现实时操作。

未来仪器的进一步发展,将在解决了全站仪的复杂计算能力问题的基础上,把目前需要外接设备完成的功能全部整合到测绘仪器中。未来全站仪在数据采集过程中,可以利用近景摄影测量原理,摄取观测部分的数字影像;也可使用 GPS 技术实现单点三维定位;在数据处理过程中则直接将平差、成图、编辑、打印的文件数据导入 GIS 中,并通过无线接入等手段,与远端 GIS 数据库保持同步并接收远端指令,从而实现自动化、智能化。

从以上内容可以看出,未来全站仪的决胜技术如下:

(1)绝对编码。绝对编码简单的结构、很小的故障率、装调的高效率,使工厂能大批量地生产全站仪,而采用光栅技术则不可能大批量快速生产。

(2)双轴圆电子气泡。双轴圆电子气泡将从根本上解决国产全站仪测角的精度偏低的问题。

(3)激光免棱镜。免棱镜测距适合不宜放置反射棱镜或者反射片的地方的测距,增加了测量速度、仪器的可靠性,改变了传统测量方式。例如,观测悬崖、石壁等的滑坡,变形测量,隧道施工测量等。目前,很多厂家的全站仪都已有免棱镜测量功能,图 1-7、图 1-8 所示两种型号相对测程较长,在查找目标方面也具一定优势。



图 1-7 拓普康 3002LN

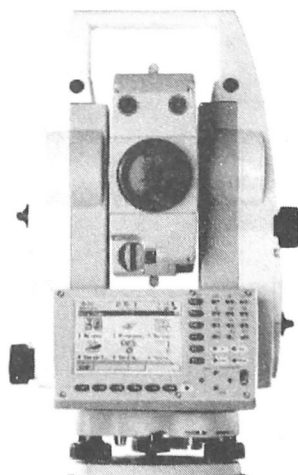


图 1-8 徕卡 1202 全站仪