

中国煤炭教育协会
教学与教材
建设委员会

中等职业教育规划教材
中国煤炭教育协会职业教育教学与教材建设委员会审定

现代测量技术

● 主 编 李战宏



煤炭工业出版社

中 等 职 业 教 育 规 划 教 材
中国煤炭教育协会职业教育教学与教材建设委员会审定

现 代 测 量 技 术

主 编 李战宏
副 主 编 何有生
参编人员 谷志民 崔佳佳 张海昂

煤 炭 工 业 出 版 社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

现代测量技术 / 李战宏主编. --北京: 煤炭工业出版社, 2009. 12

中等职业教育规划教材

ISBN 978-7-5020-3615-7

I. ①现… II. ①李… III. ①测量学—专业学校—教材 IV. ①P2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 199825 号

煤炭工业出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)
网址: www.cciph.com.cn
北京现实印刷有限公司 印刷
新华书店北京发行所 发行

*
开本 787mm×1092mm¹/₁₆ 印张 11
字数 249 千字 印数 1—5,000
2009 年 12 月第 1 版 2009 年 12 月第 1 次印刷
社内编号 6425 定价 21.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 本社负责调换

内 容 提 要

本书共7章，主要介绍了现代测量技术的应用与发展情况、全站仪及其使用、GPS技术及应用、数字化测图技术、激光定位技术、数字水准仪及GIS概论。全书结合中职教育特点，力求简明扼要、通俗易懂，着重学生实际操作能力和技术应用能力培养，体现中职教育特色，适用性较强。

本书是中等职业技术学校地质与测量专业系列教材，也可作为中等职业技术学校工程测量技术专业教材，同时还可作为从事测量工作的技术人员的参考书。

煤炭中等专业教育分专业教学与教材建设委员会

(地质与测量类专业)

主任 刘俊荷

副主任 李华奇 董两省

委员 (按姓氏笔画排序)

石永乐 关保国 巩望旭 何沛峰 李东华 李战宏

李 佳 陈春龙 叶启彬 赵艳芬 储徐杰 魏孔明

前 言

本书按照中等职业技术学校地质与测量专业培养方案及现代测量技术课程的教学大纲编写而成。

本书编写过程中，按照教育部《关于进一步深化中等职业教育教学改革若干意见的通知》（教职成 2008 [8] 号）精神，根据中等职业教育的特点，以培养高素质劳动者和技能型人才为目标，在论述基础理论和基本方法的同时，重视基本技能的培养，并力求做到叙述简明、通俗易懂、图表结合、文字精练，体现中职教材风格。为便于教学和实训，每章后有实训项目，并附有复习思考题，以利于学生操作能力的培养和复习巩固已学知识。

本教材由李战宏任主编，何有生任副主编，由李战宏统稿并定稿。参加编写人员及具体分工如下：第一章由李战宏（河南工程技术学校）编写，第二章由李战宏、谷志民（河南工程技术学校）编写，第三章由崔佳佳（河南工程技术学校）编写，第四、七章由何有生（河南工程技术学校）编写，第五、六章由张海昂（石家庄工程技术学校）编写。本书在编写过程中，参阅了大量的文献资料，引用了各类测量书刊中的部分内容，在此谨向有关作者表示衷心感谢。同时向中纬测绘公司、金源测绘公司对本书编写提供的大力帮助表示感谢。

由于编者水平有限，加之时间匆忙，书中难免存在缺点、错误、疏漏，恳请读者批评指正。

中国煤炭教育协会职业教育
教学与教材建设委员会

2009年6月

目 次

第一章 绪论	1
第一节 现代测量技术在工程上的应用情况	1
第二节 现代测量新技术的发展情况	4
复习思考题	6
第二章 全站仪及其应用	7
第一节 概述	7
第二节 全站仪的基本构造与功能	8
第三节 全站仪的基本操作	13
第四节 全站仪应用测量	23
第五节 技能训练	29
复习思考题	36
第三章 GPS 定位技术	38
第一节 概述	38
第二节 GPS 的组成	39
第三节 GPS 定位的基本原理	46
第四节 GPS 接收机及其操作	48
第五节 GPS 数据外业施测及内业处理	54
第六节 技能训练	64
复习思考题	66
第四章 数字化测图技术	67
第一节 数字化测图概述	67
第二节 数字化测图的工作过程与作业模式	73
第三节 野外数据采集	77
第四节 数字化成图软件的使用方法	89
第五节 地形图的数字化	115
第六节 技能训练	120
复习思考题	127

第五章 激光定位技术	129
第一节 激光的特性	129
第二节 激光水准仪	130
第三节 激光经纬仪	131
第四节 激光铅直仪	133
第五节 激光指向仪	135
第六节 技能训练	138
复习思考题	140
第六章 数字水准仪	141
第一节 概述	141
第二节 数字水准仪的测量原理与特点	141
第三节 数字水准仪的使用与注意事项	145
第四节 技能训练	147
复习思考题	148
第七章 GIS 概论	149
第一节 GIS 简介	149
第二节 GIS 的功能和应用	152
第三节 GIS 的现状和发展趋势	159
复习思考题	163
参考文献	164

第一章 绪 论

20 世纪 90 年代以来,随着电子技术、计算机技术、通信技术的发展和应用,现代测绘科学和技术的发展变得非常迅速。测量仪器的更新换代、测量理论和技术的深化和完善,使得单纯的地形测绘和资料收集发展到数据采集、传输、存储、处理的自动化,对资料信息进行深加工,作出科学解释与管理,进行数字地图、数字专用图生产,建立各种信息管理系统等。特别是 3S 技术(GPS、GIS、RS)与现代计算机技术、信息技术、通信技术的结合,使得现代测绘科学向地球空间信息科学发展。人们的认识和活动已由地面向星际空间扩展,点的位置也由三维空间扩展到四维空间,从而使传统测绘的内涵和外延得到了丰富,应用领域和范围进一步拓宽。

现代测绘科学和技术包含了所有的用计算机处理地理信息的学科与技术,大地测量学、摄影测量与遥感学、地图制图学、工程测量学、工程测量、地形测量、地籍测量、遥感摄影测量、地理信息系统、土地信息系统、市政工程管理都属于现代测绘科学和技术的范畴。

测量工作的实质是确定点的空间位置信息。现代测量技术就是根据现代测量理论,使用现代测量仪器采集数据,通过计算机处理获取点位空间信息,进而加工成各种信息源或载体的一门技术。

第一节 现代测量技术在工程上的应用情况

现代测量技术在工程上的应用主要表现在以下 5 个方面。

一、全站仪的应用

全站仪是全站式电子速测仪的简称,它是集测角、测距、记录、存储、运算等多种功能于一体的新型电子类仪器,具有速度快、精度高、存储量大、稳定性好、人为影响小等优点。全站仪的出现,使得地形测量、地籍测量的工作效率得到了大幅度的提升,配合电子手簿,使野外数字化测量成为现实。在数字化测图、现代地籍测量过程中,利用全站仪可以高等级控制点为起算点,测设附和导线、支导线或者支点,进行加密图根测量控制点,一方面解决了在实际测量中控制点密度不够的问题,另一方面也可很容易的测到一些不容易测到的地物点、界址点,而不需要再单独测设导线。利用全站仪还可以依托现有的软、硬件设施,外接测量仪器和输入、输出设备,对地形空间数据进行采集、输入、转换格式、编辑、成图、出图的一条龙作业。由于全站仪测角和测距的电子化,使得工程放样、设备安装测量、大(高)型建筑物变形监测及地下工程等测量工作简化了工作程序,使测量方法变得简单、方便、快捷并具有较高的精度。在一些内存容量大的仪器上,甚至能将一些具有复杂的道路设计、面积计算、导线平差等应用测量程序装载到仪器中,使其能够完成特殊的测量和放样工作。自从 2003 年 32 位 CPU 应用于全站仪以来,全站仪从

DOS走向了Windows，从数字显示走向了信息显示。今天的全站仪是现代测量和信息化测量工作最有力的助手。

二、3S技术的应用

1. GPS技术的应用

GPS (Global Positioning System, 全球定位系统) 是美国国防部 20 世纪 70 年代开始研制的新一代卫星无线电导航和定位系统。30 多年来, GPS 技术已发展成为多领域、多模式、多用途、多机型的国际性高新技术产业, GPS 信号成为一种重要的资源, 成功应用于各个专业领域和人们的日常生活。该系统已在大地控制网及基线测量、大型工程构筑物测量、变形测量、摄影测量和遥感中摄影站点及地面控制点定位、海上石油平台的精确定位、野外勘探定位、灾害检测与预报, 以及农业、林业、旅游与野外考查、天气预报等方面显示出广泛的应用前景和潜力。对测量工作来说, GPS 技术的发展是革命性的进步, 它把测量工作由传统的地表平台, 发展到了空间; 由传统的平面与高程分别测量发展到平面高程一体化测量。GPS 技术在测量中的应用, 简化了控制测量中点位布设、网型选择、边长限制等方面的要求, 使得控制网根据工程特点在布设中更具有灵活性。其中 RTK 技术的应用, 改变了传统的碎部测量、点位放样方法, 变得更灵活、更快速, 减轻了测量工作的劳动强度, 节省了工作时间, 提高了工作效率, 逐渐在各种测量中获得应用。

2. GIS技术的应用

GIS (Geographical Information System 或 Geo - Information System) 是地理信息系统的简称, 有时也称为“地学信息系统”或“资源与环境信息系统”。它是一种特定的、十分重要的空间信息系统, 用数字形式来描述空间实体。GIS 是在计算机硬件、软件系统支持下, 对整个或部分地球表层 (包括大气层) 空间中的有关地理分布数据进行采集、储存、管理、运算、分析、显示和描述的技术系统。GIS 处理、管理的对象是多种地理空间实体数据及其关系, 包括空间定位数据、图形数据、遥感图像数据、属性数据等, 用于分析和处理在一定区域内分布的各种现象和过程, 解决复杂的规划、决策和管理问题。

GIS 与测绘学和地理学有着密切的关系。大地测量、工程测量、矿山测量、地籍测量、航空摄影测量和遥感技术为 GIS 中的空间实体提供各种不同比例尺和精度的定位数; 电子速测仪、GPS 全球定位技术、解析或数字摄影测量工作站、遥感图像处理系统等现代测量技术的应用, 可直接、快速和自动地获取空间目标的数字信息产品, 为 GIS 提供丰富和更为实时的信息源, 并促使 GIS 向更高层次发展。

3. RS技术的应用

RS 技术即遥感技术 (Remote Sensing)。遥感技术是指从高空或外层空间接收来自地球表层各类地物的电磁波信息, 并通过对这些信息进行扫描、摄影、传输和处理, 从而对地表各类地物和现象进行远距离控制测量和识别的现代综合技术。可用于陆地水资源调查、土地资源调查、植被资源调查、地质调查、城市遥感调查、海洋资源调查、测绘、考古调查、环境监测和规划管理、作物产量估测、病虫害预测等方面。

遥感技术包括传感器技术, 信息传输技术, 信息处理、提取和应用技术, 目标信息特征的分析与测量技术等。主要应用领域包括地球资源遥感技术、环境遥感技术、气象遥感技术、海洋遥感技术等。目前, 主要的遥感应用软件是 PCI、ERMapper 和 ERDAS。

3S 作为一个新兴的测绘学科分支,在计算机及信息技术的支持下,将测量的三维空间扩展到四维甚至五维空间,将事物由静态扩展到与时间甚至速度相关的动态,给测绘学科赋予了更大的服务领域、更新的研究内容和更广阔的发展空间。

三、激光技术的应用

激光具有较好的方向性、单色性,是一种高亮度的相干光。测量工作利用激光的特点,开发出各种激光测量仪器,如激光经纬仪、激光水准仪、激光扫平仪、激光准直仪、激光指向仪、激光垂准仪等。这些激光仪器在大型建筑施工场地、工业设备安装、桥梁施工、立井施工定向、隧道工程、煤矿井下巷道掘进、变形观测等方面得到了广泛应用。在提高测量精度、保证工程质量方面起到了重要作用。

四、计算机技术在测量中的应用

测量的 3 项基本工作是测、算、绘。计算机技术的发展及其在测量中的应用,结合新型测量仪器,使得测量 3 项工作已经逐渐融为一体。数字化测图、地籍测量就是计算机与全站仪联合,实现测图、数据处理、图形编辑、成图、出图一条龙作业。3S 技术更是借助于计算机技术发展起来的新兴技术,为测量工作提供了更好的平台。如 GIS 在计算机硬件支持下,对地理空间数据进行采集、输入、存储、操作、分析和建模,以提供对资源、环境及各种区域性研究、规划管理和决策所需信息的人机系统。通过建立有效的数学模型,反映空间地理和事物的空间位置特征,具有区域性、层次性、数据量大和注重空间分析的特点。随着测量仪器的不断发展和进步,3S 技术与计算机技术的不断融合,将会对测绘科学的发展产生更大的促进作用。

五、数字化测图技术在地形图测绘方面的应用

数字化测图是以数字的形式表达地形特征点的集合形态。数字化测图是通过数字化测图系统来实现的,数字化测图系统主要由数据传输、数据处理和数据输出 3 部分组成。目前大多数数字化测图系统内容丰富,具有多种数据采集方法、多种功能和多种应用范围,能输出多种图形和数据资料。根据数据采集方式,数字化测图可概括为利用全站仪和 GPS 或其他测量仪器进行野外数字化测图,利用手扶数字化仪对纸质地形图进行数字化,利用航测、遥感相片进行数字化测图等技术。前者是野外采集数据,后者主要是在室内作业采集数据。利用上述技术将采集到的地形数据传输到计算机,由数字成图软件进行数据处理,经过编制、图形处理最后生成数字地形图。

数字化测图技术的发展改变了人们对地形图本质、地形图功能、成图方法及成图工艺等诸多方面的认识,为地形图制图领域带来了新的生机。从应用角度来看,数字化测图技术具有精度高、自动化程度高、劳动强度小、更新方便快捷、便于保存或管理、便于应用等特点。特别是随着网络技术和通信技术的不断发展及网上地形图发布系统的逐步完善,通过计算机网络实现地形图产品的实时发布和远程传输已经成为可能。

现代测量技术以现代测量理论为基础,应用新的测量设备和技术服务于各个领域。随着科学技术的进一步发展,测绘工作的测图自动化、计算电子化、测量资料数字化、共享资源信息化等方面将会不断取得新成绩,数字城市、数字地球将走进我们的生活。

第二节 现代测量新技术的发展情况

工程测量的主要任务有 2 点：一是通过对点位空间信息的测定，确定空间物体的形体，并以图纸作为载体表达这些信息；二是把图纸上的设计工程信息用测量手段转化为施工信息，为施工提供依据。前者简称测图，后者简称测设。过去采用的主要是常规的测量方法，到 20 世纪 80 年代初期，由于电子技术、激光技术、电子计算机和空间技术的迅速发展，使得测量在理论上和技术上都产生了重大变革。

一、测量仪器的更新换代

1. 水准仪的发展情况

水准测量仪器主要包括水准仪和水准尺。随着技术的发展，水准仪置平和照准精度、水准尺分划标志的准确度和信息传递方式都在不断提高。20 世纪初，微倾式水准仪问世。20 世纪 50 年代，利用重力平衡和强制阻尼的原理，制成了带有精密补偿器的自动安平水准仪。它的特点是对气温变化不灵敏，精度稳定、工效高，可在 1s 的时间内，将倾斜不大于 $10'$ 的视准线自动置平，达到 $0.05''$ 的精度。水准仪实现自动安平是水准仪的重要变革，它取代了水准管水准仪。20 世纪 80 年代末期，研制出了第一台数字水准仪 NA2000，采用线传感器识别水准尺的条码分划，用影像相关技术，由电子计算机计算出水平视线读数和视线长度，并记录在数据模块中，数值的分辨率达到 $25\mu\text{m}$ 。它与自动补偿器配合，每千米水准测量的中误差为 $\pm 1.5\text{mm}$ 。新型号的 NA3000 数字水准仪，每千米水准测量的中误差为 $\pm 0.3\text{mm}$ 。

数字水准仪具有测量速度快、读数客观、精度高的特点，减轻了作业人员精密照准的劳动强度，使测量数据直接输入记录卡中，有利于实现水准测量内外业数据的电子传输和处理。目前数字水准仪分为 2 个精度等级，中等精度的每千米水准测量偶然中误差为 $0.3\sim 1.5\text{mm}$ ；高精度的每千米水准测量偶然中误差为 $0.3\sim 0.4\text{mm}$ 。数字水准仪集光电、机电、计算机和图像处理等高新技术为一体，是现代科技最新发展的结晶，代表了测绘仪器的发展方向。

2. 经纬仪的发展情况

经纬仪的变革首先是以玻璃度盘的光学经纬仪取代了金属度盘的游标经纬仪，之后将自动安平水准仪的自动补偿原理引入经纬仪的竖直度盘指标系统中，实现了竖盘指标自动归零，提高了测量效率。其采用了光学（激光）对点器，使对中精度由重球对中的 3mm 提高到了 0.5mm 。

经纬仪的重大发展是以电子度盘的电子经纬仪取代了光学玻璃度盘的光学经纬仪，实现了读数的数字化。测量数据可直接在屏幕上显示出来，并自动记录在磁盘上。同微型计算机结合，实现了角度测量过程中观测值的获取、传输、处理的自动化。

3. 测距仪的发展情况

20 世纪 50 年代，电磁波测距仪成为正规的精密量距仪器。后来由于激光、半导体、微电子技术的发展，促进了电磁波测距仪向着体积小、质量轻、精度高和自动化的方向发展。激光测距仪就是它们中的代表。

光电测距仪由普通电子管式光电测距仪发展到以 CaAs 半导体发光二极管和半导体激光管为光源的半导体化、集成化、高度自动化的测距仪，现在又向小型式微型化、多功能、高精度、长测程及低功耗方向发展。目前，中、短程光电测距仪一般都具有常规测距、跟踪测距、加常数及气象改正、取平均值等功能，还附有归算平距、高差、计算坐标增量及坐标、显示施工放样偏差值，以及蜂鸣警示、故障显示等功能。

4. 全站仪的发展情况

兼有光电测距、电子测角和测量数据记录的测量仪器称为全站仪。它能在一个测站上完成角度、距离和高差的测量工作。全站仪的使用展示了一种高效的三维坐标的测量方法，是测量仪器史上具有划时代意义的革命。它代替了经纬仪、测距仪和水准仪。第一台全站仪 E1a-14 是 Optogon 公司于 1968 年生产的，其体积虽大，但具备了现代全站仪的雏形。20 世纪 90 年代后期，16 位 CPU 的单片机运用于全站仪上，并在其上能运行 DOS 程序，与计算机实现了双向通信。在一些内存容量大的仪器上，能将一些应用测量程序装载到仪器中，使其能够完成特殊的测量和放样工作。2003 年，32 位 CPU 应用于全站仪，使得全站仪能运行 Windows CE。全站仪从 DOS 走向了 Windows，从数字显示走向信息显示，实现了全站仪功能的大突破。我国南方测绘仪器厂生产的 NTS-960 全站仪采用 Windows CE 系统，实现了电脑化、自动化、信息化、网络化，已跻身于世界先进行列。

二、定位技术的发展

GPS 以全天候、高精度、自动化、高效益等显著特点，广泛应用于大地测量、工程测量、航空摄影测量、运载工具导航和管制、地壳运动检测、工程变形检测、资源勘查、地球动力学等多种学科，从而给测绘领域带来了一场深刻的技术革命。我国利用 GPS 定位技术先后建立了 92GPS A 级网、96GPS A 级网、国家高精度的 GPS B 级网和全国 GPS 一、二级网。

三、电子计算机技术的应用推动测量技术的更新

电子计算机技术的应用使人类生活的各个领域发生了巨大变革，对测绘工作而言，更是重大的革命。首先，在测量的内业工作上，大量的计算和绘图工作都可以由计算机来完成，节省了人力和时间，由此产生的高效率是空前的。随着计算和绘图软件的开发，测量的内业工作将完全由计算机承担。其次，电子计算技术不仅用于测量数据处理，而且也普遍应用于现代化的数据采集设备本身的计算、控制和管理，如全站仪、数字水准仪、测距仪、全球定位系统、地理信息系统、遥感技术及惯性测量系统等。此外还应强调的是，计算机除具有数据处理功能外，还具备信息处理的功能，并且随着计算机技术的迅速发展而日益完善。数据库的应用也将形成大型的信息系统，成为各种领域中的信息管理、分析、决策的重要工具（如 GIS）。而地形图的数字化、数字城市、数字地球也都要由计算机来完成。因而说，计算机技术将是测量技术的强力推动者。

有专家预言，测量技术的发展趋势将会表现为以下 6 点：①测量内外业作业的一体化；②数据获取及处理的自动化；③测量过程控制和系统行为的智能化；④测量成果和产品的数字化；⑤测量信息管理的可视化；⑥信息共享和传播的网络化。测量技术的特点将表现为精确、可靠、快速、简便、实时、持续、动态和遥测。



复习思考题

1. 简述我国测量技术的发展情况。
2. 简述测量技术的发展趋势。
3. 简述测量新技术在工程上的应用情况。

第二章 全站仪及其应用

第一节 概 述

20 世纪 80 年代以来,微电子和微处理技术的迅速发展,使测量仪器产生了飞跃的发展,特别是电子经纬仪和光电测距仪的迅速崛起,使经纬仪的角度测量实现了电子化、自动化,从而使测量仪器实现了测角测距的一体化,并且在微处理器的管理下,可以自动存储、计算和传输测量数据。

全站仪是在电子经纬仪和光电测距仪的基础上发展起来的。它是把测角、测距及微处理机组成一个整体,使其能在一个测站上同时完成测角、测距以及测量结果自动显示、计算和存储,并能与外部设备自动交换信息的多功能测量仪器。故称为全站式电子速测仪,简称全站仪。

全站仪有整体式、组合式和积木式 3 种。整体式是把测角、测距与电子计算单元和仪器的光学与机械系统设计制造成一体。组合式是把测角与测距部分分开使用的仪器。积木式则是由各自独立的光学测距镜头、电子经纬仪与电子计算单元组成,可拆分又可组合在一起。目前多用的为整体式全站仪。

无论是整体式、组合式还是积木式的全站仪,都包含自动测距和自动测角两部分。自动测距就是光电测距,自动测角就是电子测角,其实质是用角—码转换系统来代替光电经纬仪的测角光学读数系统。主要有光栅和编码度盘测角系统,它们被广泛用于电子经纬仪和全站仪的测角系统中。

全站仪按测距仪测程分类,可以分为以下 3 类:

(1) 短程测距全站仪。测程小于 3km,一般匹配测距精度为 $\pm(5\text{mm}+5\times 10^{-6}D)$,主要用于普通工程测量和城市测量(D 为基线长度,km)。

(2) 中程测距全站仪。测程为 5~15km,一般匹配测距精度为 $\pm(5\text{mm}+2\times 10^{-6}D)\sim\pm(2\text{mm}+2\times 10^{-6}D)$,通常用于一般等级的控制测量。

(3) 长程测距全站仪。测程大于 15km,一般匹配测距精度为 $\pm(5\text{mm}+1\times 10^{-6}D)$,通常用于国家三角网及特级导线的测量。

衡量全站仪的精度主要包含测角精度和测距精度两部分:测角一测回方向中误差从 0.5"到 5"不等,测距精度从 $(1+1\times 10^{-6}D)\text{mm}$ 到 $(10+2\times 10^{-6}D)\text{mm}$ 不等。

全站仪若按测角、测距准确度等级划分,主要可分为 4 类,见表 2-1。

全站仪是当今世界测量工作走向自动化、数字化的核心测量仪器。纵观其发展历程,总的发展趋势体现在以下 3 个方面:

(1) 全站仪的小型化、系列化发展趋势。自从全站仪诞生以来,全站仪的小型化工作就从未间断过。从最初的 20 多千克到现在的几千克,全站仪的小型化工作已取得重大成果。但作为外业用测量设备,在保证所需精度的前提下,进一步实现全站仪的小型化、轻型化,对减轻外业测量的劳动强度仍具有十分重要的意义。

表 2-1 全站仪准确度等级分类

准确度等级	测角标准偏差/($''$)	测距标准偏差/mm
I	$ m_a \leq 1$	$ m_D \leq 3$
II	$1 < m_a \leq 2$	$3 \leq m_D \leq 5$
III	$2 < m_a \leq 6$	$5 < m_D \leq 10$
IV	$6 < m_a \leq 10$	$10 < m_D \leq 20$

注： m_a 为一测回水平方向标准偏差； m_D 为每千米测距标准偏差。

(2) 全站仪的功能不断增加、操作系统和软件的本地化。全站仪的功能会不断增加，同时为了让全站仪的使用不受语言的影响，许多具有远见的全站仪生产厂家正在不断加强其产品的本地化工作，使全站仪的使用更具民族化、地区化和个性化。当然，全站仪的本地化不仅体现在语言上，同时还要让全站仪的操作使用更加接近本地用户和系统的作业规范。

(3) 全站仪的功能集成化发展趋势。全站仪的另一发展是要实现全站仪与非全站仪测量之间的数据共享，形成不间断的“数据流”。随着各项技术的发展，已出现“超站仪”(Super Total Station)的概念，即在全站仪的基础上添加 GPS 接收机，实现空间定位；下挂自动定向的螺旋仪，实现真北定向，然后由全站仪实现对目标的坐标测量。可以想象，“超站仪”的出现和使用，能在没有已知点的位置上实现对目标点的测量或放样，即所谓的“无标石”、“无控制”测量。

全站仪的自动化、智能化发展，将把地面测量仪器带入测量机器人时代。

我国研制全站仪相对较晚。20 世纪 80 年代末至 90 年代初，北京光学仪器厂引进了日本拓普康 (Topcon) 公司的电子经纬仪的装配、生产和检验技术，组装了 ETL-1 型、OT-05A 型电子经纬仪，并进行了批量生产。中国南方公司全站仪的问世，则标志着我国在光机电一体化测量仪器研制方面已经跻身于世界的先进行列。本章以南方公司 NTS-960 系列全站仪为例说明全站仪的基本结构与功能。

第二节 全站仪的基本构造与功能

全站仪是集光、机、电子于一体的仪器，基本结构包括光电测距仪、电子经纬仪、微处理器等。其中轴系机械结构和望远镜光学瞄准系统与光学经纬仪没有大的差异，全站仪同样有基座、望远镜和照准部等主要部件，所不同的是全站仪具有电子系统。从系统功能方面来看，电子系统又可分为光电测量系统和微处理系统。

光电测量系统主要由电子测距、角度传感器、倾斜传感器、电源等部分组成，主要功能有以下 4 点：

- (1) 实现水平角、竖直角测量。
- (2) 实现距离测量。

(3) 仪器电子整平与轴系误差自动补偿。

(4) 轴系驱动和目标自动照准、跟踪等。

微处理系统主要由中央处理器（CPU）、内存、键盘、显示器组件等部件和有关软件组成，主要功能包括以下 4 点：

(1) 控制和检核各类测量程序和指令，确保全站仪各部件有序工作。

(2) 实现角度电子测微，距离精、粗读数等内容的逻辑判断与数据连接，全站仪轴系误差的补偿与改正。

(3) 实现距离测量的气象改正或其他归化改算等。

(4) 管理数据的显示、处理与储存及外围设备的信息交换等。

总之，全站仪应主要包括电源、测角系统、测距系统、计算机微处理器及应用软件、输入输出设备等功能相对独立的部分，如图 2-1 所示。

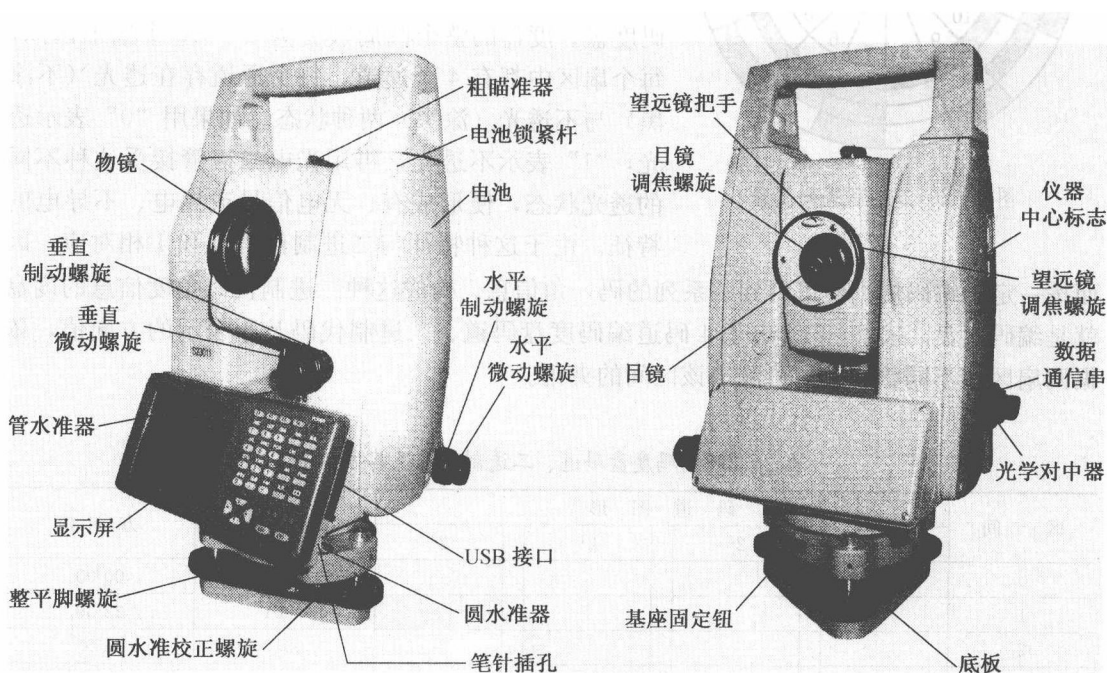


图 2-1 全站仪的主要构造

一、电源

全站仪电源分为机载电池和外接电池 2 种。机载电池体积小、质量轻，直接安置在仪器上，使用方便，但容量较小。外接电池容量较大，但要通过电缆与仪器连接，使用不便。较早出厂的全站仪所配电池属镍氢电池，存在容量小、使用寿命短、充电时间长的缺点，不能满足长时间测量的需要，因而有些用户选择配备外接电池。近几年出厂的全站仪均配备锂电池，锂电池具有容量大、无记忆、充电时间短的优势，性能远超过镍氢电池，可以满足长时间外业测量的需要，所以一般不需要配备外接电池。