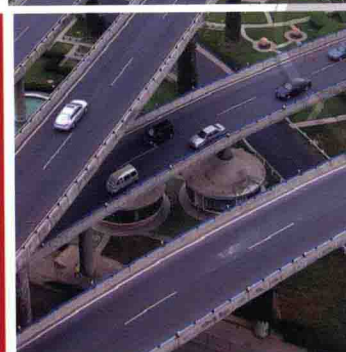
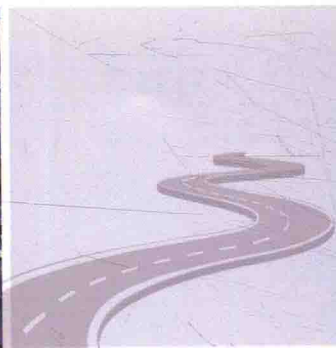




普通高等学校“十二五”规划教材



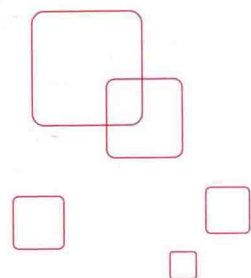
公路工程测量

主编 杨学锋 索俊锋



国防工业出版社

National Defense Industry Press



普通高等学校“十二五”规划教材

公路工程测量

主 编 杨学锋 索俊锋
副主编 王占武 姚丽丽

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书共分8章,第1章介绍了公路工程测量的任务及公路工程建设的基本程序;第2章介绍了公路工程测量时常用的几种先进测量仪器;第3章讲述了公路工程测量的基本测设工作;第4章至第6章分别讲述了公路工程测量的准备工作、公路路线中线测量及公路工程路基施工测量;第7章和第8章主要讲述了公路工程结构物桥涵和隧道的施工测量。

本书以培养高素质高技能型人才的目标为指导思想,兼顾工程测量、道路与桥梁工程、地下工程与隧道工程等专业的教学大纲,编写时充分考虑了学生接受知识的自然规律,在内容安排上,由浅入深,循序渐进,注重理论与实际相结合,书中配有许多工程案例,便于读者自学和实践。本书可作为工程测量、道路与桥梁工程、地下工程与隧道工程等专业的教材,也可作为相关领域工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

公路工程测量/杨学锋,索俊锋主编. —北京:国防工业出版社,2016.2

普通高等学校“十二五”规划教材

ISBN 978-7-118-10746-3

I. ①公... II. ①杨...②索... III. ①道路测量-高等学校-教材 IV. ①U412.24

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第028368号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路23号 邮政编码100048)

天利华印刷装订有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 9½ 字数 210 千字

2016年2月第1版第1次印刷 印数 1—3000册 定价 28.00元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

前 言

随着我国城镇化建设的快速推进,以公路工程建设为代表的市政公路和高速公路建设项目日渐增多。高精度的测量仪器已在工程单位大范围使用,致使很多测量的方法也发生了很大改变。为了适应市场的需求,考虑到公路工程施工实践对测量技术的需求,以及能够使学生对新知识和新仪器的及时掌握,作者结合现场多年的施工经验及教学经验,编写了此书。

本书编写时兼顾了工程测量、道路与桥梁工程、地下工程与隧道工程等专业的教学大纲,在对施工企业需求充分调研的基础上,对传统知识进行了更新和拓展。本书图文并茂,理论与案例相结合,语言通俗易懂,详细介绍了公路工程测量使用的先进仪器和新技术、新方法,具有实用性强和可操作性强的特点,既可应用于高等级公路施工测量,又可应用于城市公路的施工测量。同时考虑到学生接受知识的规律特点,按照由浅入深、循序渐进的原则对本书的内容进行了编写。

本书由杨学锋和索俊锋担任主编,王占武和姚丽丽担任副主编,参与编写工作的还有徐克红、车丽娜、茹利等老师。第1、4、5、6章由杨学锋编写,第2、3章由索俊锋编写,第8章由王占武、姚丽丽编写,徐克红、车丽娜、茹利三位老师共同编写了第7章。全书由杨学锋统稿。

由于作者水平有限,教材中难免存在错误和不足,恳请读者批评指正。

作者

2015年12月

目 录

第1章 概述	1
1.1 工程测量工作的任务	1
1.2 公路基本建设程序	1
1.2.1 基本建设程序的作用和意义	1
1.2.2 公路基本建设的程序	2
第2章 常用测量仪器简介	5
2.1 全站仪	5
2.2 GPS-RTK	20
第3章 基本测设工作	38
3.1 概述	38
3.2 水平角、平距、高程的测设	38
3.2.1 已知水平角测设	38
3.2.2 水平距离测设	40
3.2.3 已知高程的测设	41
3.3 点的平面位置测设	44
第4章 公路工程施工前准备工作	50
4.1 概述	50
4.2 准备工作	50
4.3 控制点的复测与加密	54
4.3.1 交接桩	55
4.3.2 复测的技术要求	55
4.3.3 复测外业与内业	56
4.3.4 复测结束应提交的资料	56
第5章 公路路线中线测量	62
5.1 公路线路平面的组成	62
5.2 圆曲线的测设	63

5.2.1	综合曲线的测设	66
5.2.2	复曲线和回头曲线的测设	72
第6章	公路工程路基施工测量	76
6.1	概述	76
6.2	路基放样内容	77
6.3	路基边桩放样	77
6.4	竖曲线测设	82
6.4.1	竖曲线的概念及分类	82
6.4.2	竖曲线的计算	83
6.4.3	竖曲线的放样步骤	85
6.5	缓和超高段边桩高程计算	86
6.6	路基工程完成后的测量工作	88
6.6.1	竣工验收项目	88
6.6.2	竣工验收中的测量工作	88
第7章	桥涵工程施工测量	90
7.1	桥梁施工测量	90
7.1.1	桥梁的分类	90
7.1.2	桥梁施工测量的目的和内容	90
7.1.3	桥梁施工测量的特点	91
7.1.4	桥梁施工测量的原则	91
7.1.5	桥梁施工控制网的布设与复测	91
7.1.6	桥梁施工测量	93
7.2	涵洞施工测量	103
7.2.1	概述	103
7.2.2	收集并掌握施工设计图纸	104
7.2.3	在涵洞附近增设施工控制点	104
7.2.4	涵洞施工放样数据的准备	104
7.2.5	涵洞施工测量的实施	106
第8章	隧道施工测量	108
8.1	概述	108
8.2	地面控制测量	108
8.3	竖井联系测量	110
8.4	地下控制测量	112
8.5	隧道施工测量	113

8.5.1	隧(巷)道中线的测设方法	113
8.5.2	隧(巷)道腰线的测设方法	119
8.5.3	激光导向	122
8.5.4	线路纵断面测量	122
8.5.5	横断面测量	123
8.5.6	贯通和贯通测量	131
参考文献		142

第1章 概述

工程测量学是测绘学科的一个重要分支，其研究的内容是测绘科学技术在工程建设中具体应用的理论、技术与方法。测量工作贯穿于工程建设的始终，任何工程建设的设计、施工、运营管理都离不开测量工作。人们将在工程建设的勘察设计、施工放样、运营管理的各个阶段所进行的测量工作，统称为工程测量。

1.1 工程测量工作的任务

工程测量在国民经济各个部门的应用十分广泛，而且也十分重要。工程测量按照服务对象可分为工业与民用建筑工程测量，铁路、公路、管线、电力线架设等线路工程测量，水利工程测量，地质勘探工程测量，矿山工程测量，隧道及地下工程测量等。工程测量按照工程建设的顺序和相应作业的性质，可将工程测量的内容分为以下三个阶段：

(1) 勘察设计阶段的测量工作。工程在勘察设计阶段的主要工作是根据工程建设的需要，布设基础测量控制网，测绘不同比例尺地形图、纵横断面图及一定点位的各种样本数据。

(2) 施工放样阶段的测量工作。工程项目在经过立项、审批、招标、开标等程序后，即进入施工阶段。施工阶段的主要工作是建立施工控制网，进行各种建(构)筑物的放样工作，作为实际工作的依据。在施工过程中还需要对工程进行各种监测，确保工程质量。

(3) 工程竣工后运营管理阶段的测量工作。工程竣工后，主要工作是测绘工程竣工图或进行工程最终定位，作为工程验收和移交的依据。对一些大型工程和重要工程，还需要对其安全性及稳定性进行监测，并通过对监测观测资料的整理与分析，预测变形规律，为建(构)筑物的安全使用提供保障，为研究维护方法、采取加固措施、研究设计理论、改进施工设计方法提供有益的资料。

1.2 公路基本建设程序

1.2.1 基本建设程序的作用和意义

基本建设程序是指基本建设项目从投资前期到投资期，从规划立项到竣工验收的整个建设过程中各项工作的先后次序，它由基本建设的客观规律决定。

公路基本建设涉及面广，它受地质、气候、水文等自然条件和资源供应、技术水平等物质技术条件的严格制约，需要内外各个环节的密切配合，并且要求按照符合既定需要和有科学根据的总体设计进行建设。工程的建设程序是多年建设项目管理经验的积累，

是客观规律的总结, 在基本建设活动时, 必须严格按照规定的程序进行, 不可人为地忽略其中的某个阶段或改变其顺序, 否则, 不仅将造成宏观上的浪费, 而且会导致盲目发展, 甚至贻误地区经济的开发时机。

1.2.2 公路基本建设的程序

公路基本建设的程序是: 根据国民经济长远规划及布局所确定的公路网规划, 提出项目建议书; 通过调查, 进行可行性研究, 编制可行性研究报告; 经批准后进行初步测量及编制初步设计文件; 可行性研究报告经批准后, 列入国家年度基本建设计划, 并进行定线测量编制施工图设计文件; 工程项目经立项、审批、招投标等程序后, 即组织施工; 完工后, 进行竣工验收, 最后交付使用。

(一) 项目建议书

项目建议书是在经济规划、运输规划和道路规划的基础上产生的技术政策性文件, 是按项目或年度列出的待建项目, 它既是进行各项前期准备工作的依据, 又是可行性研究的基础。项目建议书应对拟建项目的目的、要求、主要技术指标、原材料、投资估算及资金来源等做出文字说明。

(二) 可行性研究

可行性研究是基本建设前期工作的重要组成部分, 是建设项目立项、决策的主要依据。在 1988 年 6 月交通部颁发的《公路可行性研究报告编制办法》中规定, 对大中型工程、高等级公路及重点工程建设项目(含国防、边防), 均应进行可行性研究, 小型项目可适当简化。

公路建设项目可行性研究的任务是: 在对拟建工程地区社会、经济发展和公路网状况进行充分地调查研究、评价、预测和必要的勘察工作的基础上, 对项目建议的必要性、经济合理性、技术可行性、实施可能性, 提出综合性研究论证报告。

可行性研究按工作深度, 划分为预可行性研究和工程可行性研究两个阶段。预可行性研究应重点阐明建设项目的必要性, 通过踏勘和调查研究, 提出建设项目的规模、技术标准, 进行简要的经济效益分析。工程可行性研究应通过必要的测量、地质勘探(大桥、隧道及不良地质地段等), 在认真调查研究, 拥有必要资料的基础上, 对不同建设方案在经济上、技术上进行综合论证, 提出推荐建设方案, 工程可行性研究报告经审批后作为初步设计的依据。工程可行性研究的投资估算与初步设计概算总额之差, 应控制在 10% 以内。

(三) 工程设计

工程设计是对工程对象进行构思, 并进行计算、验算, 编制设计文件的过程。设计文件是安排建设项目、控制投资、编制招标文件、组织施工和竣工验收的重要依据。设计文件的编制必须坚持精心设计, 认真贯彻国家有关方针政策, 严格执行基本建设程序的规定。

根据基本建设项目的性质和设计内容不同, 工程设计一般可分为“一阶段设计”、“两阶段设计”和“三阶段设计”三种类型。

公路工程基本建设一般采用两阶段设计, 即初步设计和施工图设计。对于技术简单、方案明确的小型建设项目, 可采用一阶段设计, 即一阶段施工图设计; 对于技术复杂而

又缺乏经验的建设项目或建设中个别路段、特殊大桥、互通式立体交叉、隧道等，必要时采用三阶段设计，即初步设计、技术设计和施工图设计。

1. 初步设计

初步设计应根据批准的可行性研究的要求和初测资料，拟订修建原则，选定设计方案，计算主要工程数量，提出施工方案的意见，编制设计概算，提供文字说明和图表资料。初步设计文件经审查批准后，作为国家控制建设项目投资及编制施工图设计文件或技术设计文件(采用三阶段设计时)的依据，并且作为订购或准备主要材料、机具设备，安排重大科研项目，筹划征用土地及控制项目投资的依据。

2. 技术设计

技术设计应根据已批准的初步设计和补充初测，对重大、复杂的技术问题通过科学试验、专题研究，加深勘探调查及分析比较，解决初步设计中未能解决的问题，进一步落实各项技术方案，计算工程数量，提出修正的施工方案，编制修正设计概算。批准后的技术设计文件将作为施工图设计的依据。技术设计文件的内容与初步设计类似，但此时的技术方案和技术细节都已基本确定。

3. 施工图设计

一阶段施工图设计应根据批准的可行性研究和定测资料，拟定修建原则，确定设计方案和工程数量，提出文字说明和图表资料以及施工组织计划，编制施工图预算，满足审批的要求，适应施工的需要。

两阶段(或三阶段)施工图设计应根据批准的初步设计(或技术设计)和定测(或补充初测)资料，进一步对所审定的修建原则、设计方案、技术决定加以具体和深化，最终确定工程数量，提出文字说明和适应施工需要的图表资料以及施工组织计划，编制施工图预算。

为了便于对设计工作进行管理(核定和审查等)，避免设计文件内容的遗漏，提高工程设计质量，必须对设计文件的编制方法、编制内容、内容顺序以及格式做出严格的要求。初步设计和施工图设计的篇目类似，但二者的设计深度要求不同。

(四) 列入年度基本建设计划

当建设项目的初步设计和概算经上报批准后，才能列入国家基本建设年度计划。建设单位根据国家计委颁发的年度基本建设计划控制数字，按照批准的可行性研究报告和设计文件，编制本单位的年度基本建设计划，报经批准后，再编制物资、劳动、财务计划。这些计划分别经过主管机关审查平衡后，作为国家安排生产、宏观调控物资和财政拨款(或)贷款的依据，并通过招标或其他方式落实施工单位和监理单位。

(五) 施工准备

为了保证施工的顺利进行，在施工准备阶段，建设单位、勘测设计单位、施工单位、监理单位和建设银行均应在自己的职责范围内，针对施工的要求充分做好各项准备工作。

建设主管部门应根据计划要求的建设进度，组建基本建设项目的专门管理机构，办理登记及拆迁，做好施工沿线有关单位和部门的协调工作，抓紧配套工程项目的落实，提供技术资料，落实材料、设备的供应。

勘测设计单位应按照技术资料供应协议，按时提供各种图纸资料，做好施工图纸的会审及移交工作。

施工招投标中中标并已签订工程承包合同的施工单位应组织机具、人员进场，进行施工测量，修筑便道及生产、生活等临时设施，建立实验室，组织材料、物资采购、加工、运输、供应、储备，做好施工图纸的接收工作，熟悉图纸的要求，编制实施性施工组织设计和施工预算，提出开工报告。

监理招投标中中标并已签订监理合同的监理单位应组织监理机构，建立监理组织体系，熟悉施工设计文件和合同文件；组织监理人员和设备进场，建立中心实验室；根据工程监理规划规定的程序和合同条款，对施工单位的各项准备工作进行检查、验收、审批，合格后，签发开工令。

建设银行应会同建设、设计、施工单位做好图纸的会审，严格按计划要求进行财政拨款或贷款，做好建设资金的调拨计划。

(六) 工程施工

在开工报告批准后，施工单位即可正式施工。施工过程中，施工单位应遵照合理的施工程序，按照设计要求、施工规范及进度要求，确保工程质量，安全施工。坚持施工过程组织原则，加强施工管理，大力推广应用新技术、新工艺、新方法、新设备和新材料，努力缩短工期，降低造价，做好施工记录，建立技术档案。

(七) 竣工验收、交付使用

建设项目的竣工验收是基本建设全过程的最后一个程序。竣工验收是一项十分细致和严肃的工作，必须从国家和人民的利益出发，按照国家建委《关于基本建设项目竣工验收暂行规定》和交通部颁发的《公路工程竣工验收办法》的要求，认真负责地对全部基本建设工程进行总验收。竣工验收包括两部分内容，一是工程技术验收，二是工程资金决算，是对工程质量、数量、期限、生产能力、建设规模、使用条件的审查，应对建设单位和施工单位编制的固定资产移交清单、隐蔽工程说明和竣工决算等进行细致检查。

当全部基本建设工程经过验收合格，完全符合设计要求后，应立即移交给生产部门正式使用。在验收时，对遗留问题、存在问题要明确责任，确定处理措施和期限。

养护和大、中修工程，即固定资产的更新与技术改造，原则上也应参照基本建设程序，按交通部有关规定执行。

习 题

1. 工程测量的定义是什么？
2. 工程测量工作的任务是什么？
3. 公路基本建设的程序是什么？

第2章 常用测量仪器简介

为了满足工程施工的需要,目前工程上常用的测量仪器主要有光学水准仪、电子水准仪、光学经纬仪、电子经纬仪、测距仪、全站仪、全球定位系统(GPS)、陀螺仪等。下面以全站仪及GPS为例,加以阐述。

2.1 全站仪

全站仪是全站型电子速测仪的简称,是电子经纬仪、光电测距仪及微处理器相结合的光电仪器。目前世界上全站仪的品牌主要有徕卡、拓普康、尼康、南方、索佳等。

本书以拓普康(TOPCON)GPT-3000N系列全站仪为例,介绍全站仪的功能、原理和使用方法。

(一) 全站仪的基本结构

全站型电子速测仪简称全站仪,由光电测距仪、电子经纬仪和数据处理系统组合而成。全站仪包含水平角测量系统、竖直角测量系统、水平补偿系统和测距系统四大光电系统。

全站仪全部功能如下:

- (1) 测角部分相当于电子经纬仪,可以测定水平角、竖直角和进行角度设置。
- (2) 测距部分相当于光电测距仪,测定测站点与目标点的斜距,并通过数据处理解算平距和高差。
- (3) 数据处理系统可以接收指令,分配各种观测作业,进行数据运算,并提供数据存储功能。
- (4) 输入、输出设备包括键盘、显示屏和数据线接口,使全站仪和微机等设备交互通信数据,形成内外一体的测绘系统。

(二) 全站仪的主要测量功能

全站仪作为光电技术的最新产物,可以完成角度测量、距离测量、坐标测量、放样测量、对边测量、交会测量、面积测量、悬高测量等十多项测量工作,这里仅介绍与工程建筑有关的主要功能。

1. 水平角测量

全站仪测角系统是利用光电扫描度盘,自动显示读数,使观测时操作简单,避免产生人为读数误差。水平角观测基本操作过程如下:

1) 选择水平角显示方式

按角度测量键使全站仪处于角度测量模式。一般全站仪具有左角(逆时针角)和右角(顺时针角)两种模式可以选择,按照我们的与经纬仪保持一致的习惯,通常选择右角观测模式。

2) 起始方向水平度盘读数设置

测定两条直线间的水平夹角, 选择其中一个方向为起始方向。照准起始方向, 设置当前的水平度盘读数为 $0^{\circ}00'00''$, 即水平方向置零。

也可以将起始方向水平度盘读数设置成已知角度, 完成水平度盘定向。

3) 竖直角测量

照准起始方向, 设置完水平度盘读数后, 顺时针转动望远镜, 照准前视方向, 此时显示的水平度盘读数为两方向之间的水平夹角。例如, 观测一个测回的角度值其操作过程与经纬仪测水平角观测相同。

竖直角观测只需照准目标点, 屏幕显示第一行“V”即为竖直读盘读数。竖直角观测值显示方式可以在竖直角与天顶距之间切换。

2. 距离测量

全站仪进行距离测量时, 考虑大气折光和地球曲率对距离的影响, 首先要设置正确的大气改正数, 选择棱镜类型后设置棱镜常数, 长距离测量时还应进行返回信号检测。距离观测基本操作过程如下:

1) 设置棱镜常数

全站仪在距离测量时发射的光线, 在反射棱镜中经折射后沿原入射方向反射回全站仪。光在反射棱镜的玻璃中传播速度比在空气中慢, 而其在反射棱镜中传播所用的时间会使所测距离偏大某一数值, 这个数值称为棱镜常数。测距前将棱镜常数输入仪器中, 仪器会对所测距离进行改正。目前多数全站仪已经在仪器内部修正这一问题, 若使用原厂棱镜, 棱镜常数一般为零。

2) 设置大气改正值或气温、气压值

测距红外光在大气中的传播速度会随大气折射率的不同而变化, 而大气折射率与大气的温度和气压有着密切的关系。温度 15°C 和大气压强为 760mmHg 是仪器设置的一个标准状态, 此时大气改正值为 0。测量过程中, 可以输入温度和气压值, 全站仪自动计算大气改正值(也可以直接输入大气改正值), 并对测距结果进行改正。

3) 测距模式的选择

全站仪测距模式有精测模式、跟踪模式、粗测(速测)模式三种。精测模式是常用的测距模式, 测量时间约为 2.5s , 最小显示单位为 1mm ; 跟踪模式用于移动目标或放样时连续测距, 最小显示单位一般为 1cm ; 粗测模式测量时间约为 0.7s , 最小显示单位为 1cm 或 1mm 。在距离测量或坐标测量时, 可以按测距模式键选择不同的测距模式。

4) 距离测量

照准目标棱镜中心, 按测距键, 距离测量开始, 测距完成后显示斜距、平距、高差。输入准确的仪器高和棱镜高, 可以得到测站点与待测点之间的高差。有些型号的全站仪在距离测量时不能设置仪器高和棱镜高, 显示的高差值是全站仪横轴中心与棱镜中心的高差。

3. 坐标测量

全站仪可以直接测算点的三维坐标。已知 A 点的坐标为 (N_A, E_A, Z_A) , O 的坐标为 (N_O, E_O, Z_O) , 求待测点 1 的坐标 (N_1, E_1, Z_1) 。

根据坐标反算其坐标方位角 $\alpha_{OA} = \arctan \frac{E_A - E_O}{N_A - N_O}$, 由此可得待测点 1 的坐标 $(N_1, E_1,$

Z_1)为:

$$N_1 = N_0 + s \cdot \sin z \cdot \cos \alpha$$

$$E_1 = E_0 + s \cdot \sin z \cdot \sin \alpha$$

$$Z_1 = Z_0 + s \cdot \cos z + i - v$$

式中: N_1, E_1, Z_1 为待测点坐标; N_0, E_0, Z_0 为测站点坐标; s 为测站点至待测点的斜距; z 为天顶距; α 为测站点至待测点方向的坐标方位角; i 为仪器高; v 为棱镜高。

需说明的是, 全站仪上常用(N, E, Z)表示点的三维坐标, 其中 N 对应 X , E 对应 Y , Z 对应 H 。坐标测量基本操作过程如下:

(1) 设置棱镜常数、大气改正或气温、气压值。

(2) 设定测站点数据。测量前需将测站点坐标、仪器高通过键盘进行输入。仪器高是指仪器的横轴中心至测站点的垂直高度, 可以用钢卷尺量出。

(3) 设定后视点定向元素。照准后视点, 输入后视点的坐标或后视边坐标方位角。当输入后视点的坐标时, 全站仪自动计算后视方向坐标方位角, 水平度盘读数显示该坐标方位角值。

(4) 输入棱镜高。棱镜高是指棱镜中心至地面点的垂直高度。

(5) 待测点坐标测量。精确照准前视目标棱镜中心, 按坐标测量键, 全站仪开始测量, 屏幕上显示待测点的三维坐标。

4. 全站仪放样

利用全站仪可以进行角度、距离放样, 也可以进行坐标放样。在放样过程中, 通过对放样点的角度、距离或坐标的测量, 仪器将显示预先设计好的放样值与实测值之差, 以指导准确放样。

1) 角度和距离放样

角度和距离放样是根据相对于某参考方向转过的角度和放样的距离测设所需点位。

其操作步骤为:

(1) 全站仪安置于测站点, 精确照准后视点的参考方向。

(2) 选择放样模式为角度和距离放样, 依次输入放样距离和放样角度。

(3) 水平角放样。转动全站仪的照准部使 dHA 变为 $0^\circ 00' 00''$, 固定照准部, 此时仪器视线方向即角度放样的方向。

dHA 表示水平角差值: 水平角差值=水平角实测值-水平角放样值

(4) 距离放样。沿视线方向安置棱镜, 使棱镜的中心正对仪器, 选取距离放样测量模式, 根据仪器显示的距离差值 dHD , 引导棱镜在仪器视线方向前后移动, 直到 dHD 显示值为零, 此时棱镜所在的位置就是待放样点的点位。

dHD 表示平距差值: 平距差值=平距实测值-平距放样值

2) 坐标放样

在已知放样点坐标的情况下可以选择坐标放样。坐标放样之前输入测站点、后视点和放样点的坐标, 仪器便会自动计算放样点的角度和距离, 利用角度和距离放样功能便可测设放样点的位置。也可以进行坐标放样, 移动棱镜使三维坐标显示值为零, 此时棱镜处即为放样点位置。其操作步骤为:

步骤(1)~(4)与坐标测量程序的前4步操作相同。

(5) 输入放样点坐标。

(6) 参照角度和距离放样的步骤，将放样点的平面位置定出。

(7) 高程放样，将棱镜置于放样点上，在坐标放样模式下测量该点坐标，根据其已知高程的差值，上下移动棱镜，直至差值显示为零，放样点点位确定。

(三) 全站仪的操作与使用

1. 测量前的准备工作

全站仪的种类很多，不同型号的全站仪其具体操作方法会有较大差异，但在测量之前一般应完成以下的准备工作。

1) 安装电池

在测量前首先检查内部电池充电情况，如果电池电量不足，要及时充电。测量时将电池安装上使用，测量结束后应取下放置。

2) 安置仪器

仪器的安置包括将全站仪连接到三脚架上，对中和整平同一般经纬仪。多数全站仪有双轴补偿功能，所以全站仪整平后，在观测过程中即使气泡稍有偏离，对观测也不会有影响。

3) 开机

按[POWER]或[ON]键，开机后仪器进行自检，自检结束后进入测量状态。有的全站仪自检结束后需要设置水平度盘与竖直度盘指标：设置水平度盘指标的方法是旋转照准部一周，听见鸣响即设置完成；设置竖直度盘指标的方法是纵转望远镜一周，听见鸣响即设置完成。设置完成后显示窗内显示水平度盘与竖直度盘的读数。

4) 设置仪器参数

根据测量的具体要求，测前应通过仪器的键盘操作进行选择和设置参数。主要包括：观测条件参数设置、距离测量模式选择、通信条件参数的设置和计量单位的设置。

2. 拓普康(TOPCON)GPT-3000N 系列全站仪的操作与使用

本节以日本拓普康(TOPCON)GPT-3000N 系列全站仪(图 2-1)为例进行详细介绍。

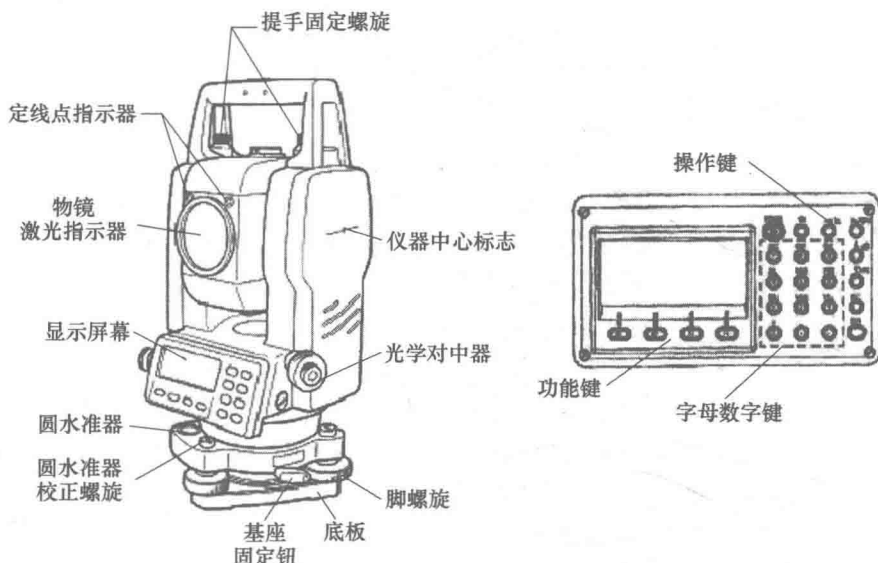


图 2-1 GPT-3000N 全站仪示意图

1) 基本技术参数说明

(1) 技术规格。

① 距离测量模式如表 2-1 所示。

表 2-1 距离测量模式

无棱镜模式			棱镜模式	
目标		天气状况	目标	天气状况
		低强度阳光、没有热闪烁		薄雾、能见度约 20km、中等阳光、稍有闪烁
白色表面		1.5m~250m	1 块棱镜	3000m
测量精度	1.5m~5m	± (10mm)m.s.e	测量精度	± (3mm+2ppm × D)m.s.e
	25m 到更远	± (5mm)m.s.e		(D:距离)

注: ppm 表示 ×10⁻⁶

② 电子角度测的精度(标准差)如表 2-2 所示。

表 2-2 电子角度测量的精度(标准差)

GPT-3002N	2 "
GPT-3005N	5 "
GPT-3007N	7 "
测量时间	小于 0.3s
倾斜改正补偿范围	± 3'

(2) 各部件名称如图 2-1 所示。

(3) 键盘介绍如表 2-3 所示。

表 2-3 键盘介绍

键	名称	功能
	星键	星键模式用于如下项目的设置或显示： ①显示屏对比度；②十字丝照明；③背景光； ④倾斜改正；⑤定线点指示器；⑥设置音响效果
	坐标测量键	坐标测量模式
	距离测量键	距离测量模式
ANG	角度测量键	角度测量模式
POWER	电源键	电源开关
MENU	菜单键	在菜单模式和正常测量模式之间切换，在菜单模式下可设置应用测量与照明调节、仪器系统误差纠正
ESC	退出键	①返回测量模式或上一层模式；②从正常测量模式直接进入数据采集模式或放样模式；③也可用作正常测量模式下的记录键；④设置退出键功能需按住 [F2] 键开机在模式设置中更改
ENT	确认键	在输入值之后按此键
F1~F4	软键(功能键)	对应于显示的软键功能信息

星键模式设置如表 2-4 所示。

表 2-4 星键模式设置

键	显示符号	功能
F1	照明	显示屏背景光开/关
F2	NP/P	无棱镜/棱镜模式切换
F3	激光	激光指示器打开/闪烁/关闭
F4	对中	激光对中器开/关(仅适用于有激光对中器的类型)
再按一次星键		
F1	—	—
F2	倾斜	设置倾斜改正, 若设置为开, 则显示倾斜改正值
F3	定线	定线点指示器开/关
F4	S / A	显示 EDM 回光信号强度(信号)、大气改正值
上下箭头	黑白	调节显示屏对比度(0~9 级)
左右箭头	亮度	调节十字丝照明亮度(1~9 级) 十字丝照明开关和显示屏背景光开关是联通的

2) 角度测量

角度测量模式包括水平角(右角)和垂直角测量, 具体设置如表 2-5 所示, 操作过程如表 2-6 所示。

表 2-5 角度测度模式设置

屏幕显示页数	软键	显示符号	功能
1	F1	置零	水平角置为 0°00'00"
	F2	锁定	水平角读数锁定
	F3	置盘	通过键盘输入数字设置水平角
	F4	P1 ↓	显示第 2 页软键功能
2	F1	倾斜	设置倾斜改正开或关。选择开, 即显示倾斜改正值
	F2	复测	角度重复测量模式
	F3	V%	垂直角百分比坡度(%)显示
	F4	P2 ↓	显示第 3 页软键功能
3	F1	H-蜂鸣	仪器每转动水平角 90° 是否要发出蜂鸣声的设置
	F2	R/L	水平角右/左计数方向的转换
	F3	竖盘	垂直角显示格式(高度角/天顶距)的切换
	F4	P3 ↓	显示下一页(第 1 页)软键功能