



广东交通职业技术学院
高职高专工学结合校本教材

施工放样与竣工测量

陈 睿 编著
韩山农 主审



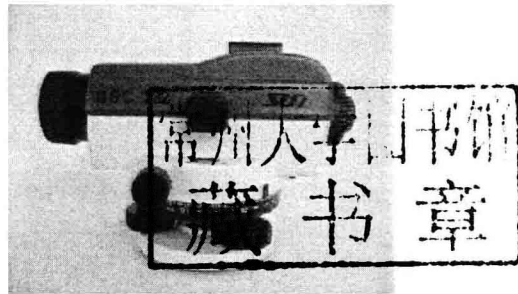
公路学院路桥工程系



广东交通职业技术学院
高职高专工学结合校本教材

施工放样与竣工测量

陈 睿 编著
韩山农 主审



公路学院路桥工程系

2013 年 3 月

内容提要

本教材适用于道路桥梁工程技术专业的高职学生学完《道路工程测量》，掌握了工程测量的基础知识后，作为专业技能提高而进阶学习的书籍，从而缩短学生在校测量学习和公路工程施工测量岗位的距离。

本教材的主要内容：不再涉及水准测量、角度测量、距离测量、直线定向等基础性的内容，主要围绕公路工程项目的施工单位在工作中相关的测量工作展开，是典型的工学结合教材。包括导线点及线路复测、施工放样数据计算、中桩放样、路基填方及挖方段边桩放样、结构层施工放样、桥梁工程放样、隧道工程放样等。

本教材根据高职层次教学的特点，以公路工程项目工地真实的任务作为示例，通过设计各种实训任务，让学生在完成任务的过程中强化知识，提高应用技能，完美地将仪器操作、计算、绘图三种测量基本素养融合在一起。

本教材完全根据 2007 年新版的国家标准《工程测量规范》(GB50025-2007)、交通运输部行业标准《公路路基施工技术规范》(JTG F10-2006)、《公路工程质量检验评定标准》

(JTGF80/1-2004) 等现行标准进行编写。编写过程中侧重于高职学生的实际应用，抛弃旧的内容，如本书的测量仪器使用现场普及的全站仪、自动安平水准仪，而不再使用老式经纬仪、对镜符合水准仪，边桩放样采用坐标来放，而不再采用先打中桩，再从中桩根据计算水平距离定出边桩的陈旧方法，这些先进方法在普通介绍公路测量的教材中极少见到。在计算及放样技术中以完成任务为目的，不再罗列各种传统方法，将自己 10 年公路工程现场施工中的经验总结于本教材之中。并根据计算机的广泛应用，推广 CASIO5800p 计算器、EXCEL 电子表格、AutoCAD 软件三种实用的测量计算工具，来实现工程测量计算的自动化。

前言

本书由广东交通职业技术学院公路学院陈睿编写，是多年公路施工现场测量的经验总结。感谢韩山农老前辈对本书字斟句酌、一丝不苟地审校。韩山农在我国公路工程测量界成果颇丰，70 高龄仍在公路工地现场测量，坚信“实践出真知”，将一生献给了钟爱的测量事业。

本书在编写过程中得到了湖南交通职业技术学院王中伟老师、广东省科技干部学院覃辉教授的指点，在此深表谢意。在编写过程中参阅了大量的文献资料，感谢原作者的辛勤劳动。

同学们对知识的渴望，对测量的喜爱，是编写此书最大的动力！

由于作者水平有限，时间仓促，错漏之处在所难免，恳请读者批评指正，并将意见发到邮箱 63635038@qq.com，以期再版改进。

陈睿

2013 年 3 月于广州

主动学习
动手动脑
付出才有回报

目录

第 1 章	公路工程施工测量基础	1
1.1	公路工程施工测量的任务和内容	1
1.2	公路工程施工测量的依据	3
1.3	测量记录的要求	6
1.4	公路工程施工测量的仪器设备及材料准备	6
1.5	对测量技术人员的要求	9
1.6	工程测量行业的发展、新仪器的发展	10
1.7	进阶深入学习指南	12
1.8	专业术语	12
第 2 章	测量前的准备工作	14
2.1	施工现场交接桩	14
2.2	熟悉施工图纸	14
2.3	图纸会审	17
第 3 章	导线复测	19
3.1	测量控制点的加密	19
3.2	导线点的复测	19
3.3	水准点的复测	24
第 4 章	线路平面坐标的计算	27
4.1	认识公路线路	27
4.2	平面坐标计算的基础	30
4.3	直线段中桩和边桩坐标的计算	33
4.4	圆曲线段中桩和边桩坐标的计算	35
4.5	缓和曲线段中桩和边桩坐标的计算	38
4.6	公路全线坐标计算	50
第 5 章	线路设计高程的计算	55
5.1	线路纵断面线形	55
5.2	直线坡段中桩设计高程计算	55

5.3	竖曲线段中桩设计高程计算.....	56
5.4	公路全线设计高程计算（软件计算）.....	61
5.5	超高段设计高程计算.....	64

第 6 章 施工测量及放样技术..... 66

6.1	认识全站仪.....	66
6.2	全站仪坐标测量方法.....	68
6.3	全站仪坐标放样方法.....	69
6.4	全站仪三角高程测量.....	70

第 7 章 路基路面放样技术..... 73

7.1	公路征地界放样.....	73
7.2	中桩放样.....	73
7.3	全站仪法路基边桩放样.....	74
7.4	边坡坡度的控制.....	79
7.5	路基施工的测量控制.....	80
7.6	路基验收要求.....	82
7.7	路面施工放样.....	82
7.8	路面验收要求.....	84

第 8 章 公路隧道施工测量..... 87

8.1	公路隧道概述.....	87
8.2	公路隧道控制测量.....	88
8.3	洞内平面控制测量.....	89
8.4	隧道放样测量.....	90
8.5	贯通误差的测定及调整.....	91
8.6	交（竣）测量.....	92

第 9 章 卡西欧 fx-5800P 计算器测量应用基础..... 93

9.1	基本操作方法.....	94
9.2	程序的建立、运行与管理.....	101
9.3	编程命令.....	106
9.4	编程方法.....	114

第 10 章 EXCEL 测量应用基础	115
10.1 <u>公式和函数应用.....</u>	115
10.2 <u>里程和角度在 Excel 中的表示.....</u>	115
10.3 <u>Excel 中与测量相关的常用函数.....</u>	116
10.4 <u>Excel 公式错误值的含义及更正方法.....</u>	117
测量实训须知	119
实训一 控制网的布置与测量	120
实训二 地面建筑物位置的测量与成图计算.....	123
实训三 水准测量	124
实训四 全站仪五等三角高程测量.....	130
实训五 圆曲线放样	132
实训六 结构物平面放样	133
附录一【南方测绘 NTS962 全站仪】基本操作简介.....	134
附录二【苏州一光 RTS632L 全站仪】基本操作简介.....	143

第1章 公路工程施工测量基础

1.1 公路工程施工测量的任务和内容

1.1.1 公路建设及其程序

公路属于交通基础设施建设，是与地区的经济发展密切相关的。公路建设需要根据交通运输部、地区的路网规划进行，如《国家高速公路网规划》于2004年经国务院审议通过，是中国公路网中最高层次的规划，由7条首都放射线、9条南北纵向线和18条东西横向线组成，简称为“7918网”，总规模约8.5万公里，要实现这个规划目标，预计需要30年的时间，目前仍然是公路建设的高峰期。

公路建设是一项造价高额、技术复杂、工期长、协作难度大的投资行为，为确保建设效果，所以必须遵循建设程序进行，我国的公路建设通常有可行性研究、公路勘测、公路设计、公路施工、竣工验收等几个阶段，各个阶段均由专业的单位来完成，当然还有工程监理贯穿其中。

【知识拓展】舟山大陆连岛工程

舟山大陆连岛工程被载入浙江省舟山市国民经济和社会发展的第十个五年计划纲要，是舟山振兴的“希望工程”，2005年，舟山大陆连岛工程又被列入浙江省重点建设项目，是中国最大的岛陆联络工程，总投资逾百亿元，建设期从1999年~2009年共10年，共130余家设计、咨询、施工、监理单位参与建设。

舟山大陆连岛工程由岑港大桥、响礁门大桥、桃夭门大桥、西堠门大桥（见图1-1）和金塘大桥等五座跨海大桥及接线公路组成。起于舟山本岛，途经里钓岛、富翅岛、册子岛、金塘岛，于宁波镇海炼化厂西侧登陆，按高速公路标准建设，全长约50公里，其中桥长约25公里。其中金塘大桥：全长26.54km，概算总投资77.0亿元人民币。西堠门大桥：全长5.452km，概算总投资23.6亿元人民币，是世界上最大的钢箱梁悬索桥，建设时动用直升飞机架设先导索过海。

该项目分为一期和二期二个阶段实施。一期工程包括岑港大桥、响礁门大桥、桃夭门大桥和其间的接线公路。于1999年底动工建设，至2004年底主体工程建设完成，2006年1月1日全部建成通车。二期工程包括西堠门大桥、金塘大桥和其间的接线公路，于2004年5月开工建设，2009年11月建成通车。

我国公路建设的标志性工程还有已建成的杭州湾跨海大桥、苏通大桥、秦岭终南山隧道，及在建中的港珠澳跨海大桥（预计2016年建成）等。



图 1-1 西垵门大桥

1.1.2 公路施工测量的任务

在公路建设的各个阶段，工程测量都是一项重要任务，可以说公路工程测量贯穿于勘测、设计、施工、监理、竣工等各个阶段，施工阶段的时间最长，通常需要 1~5 年的时间，所以本书着重介绍公路施工阶段的测量技术。

公路建设内容通常包括路基、涵洞、路面、桥梁、隧道、排水设施、防护设施、交通安全设施等专业内容。公路施工测量的任务，就是根据公路工程施工进度，把这些构筑物的平面位置和高程按照设计图纸、技术规范的要求准确地在工地现场实地标示出来，使其位置、几何尺寸、高程满足设计图纸和验收规范的要求，随后在施工过程中加强监控，确保在相应的施工方案下将图纸转化为实物，最终完成的构筑物能够满足安全舒适行车的使用功能。施工测量在公路施工实践中通常称作“施工放样”、“施工放线”或“照图放样”。

1.1.3 公路施工测量的内容

关于公路工程测量基础，例如水准仪、经纬仪、全站仪的基本操作，还有水平角、竖直角、距离测量、水准测量、小区域平面控制测量，及纵断面测量、横断面测量等基础知识，这些都不是本书讲述的重点，如有疑问，请查询相关书籍。本书重点讲述的是这些公路测量基础知识在公路施工中的实践应用。

一、施工前公路施工测量的内容

- (1) 收集齐全本标段的《施工图设计》图纸及文字资料；
- (2) 与业主、设计单位、监理单位一起，现场交验每一个导线点、水准点，并实际勘察沿线的地貌地物；

- (3) 准备测量仪器及工具材料,如仪器送检等;
- (4) 核算图纸中的有关数据,核对构筑物的位置、各向尺寸、高程、平面坐标,为图纸会审提供资料,并保证图纸无误;
- (5) 复测设计单位提供的导线点和水准点。并在施工标段现场,结合线路实际情况进行加密。

二、工程施工过程中公路施工测量的内容

- (1) 利用本标段的导线点,采用全站仪坐标法放样等方法,标定出路基中桩、边桩等平面位置,以控制线路整体线形符合设计要求;
- (2) 利用本标段的导线点,采用全站仪坐标法放样等方法,标定出线路上结构物,如涵洞、桥梁、隧道、支挡结构、排水设施的平面位置,以控制结构物的平面几何图形符合设计要求;
- (3) 利用施工标段水准点,采用水准测量等方法,标定路基的中桩及边桩高程;以控制施工中填挖高度、线路纵向坡度及横向坡度。
- (4) 利用施工标段水准点,采用水准测量等方法,标定线路上各构造物各个层面的高程。
- (5) 在施工过程对标定出来的高程及平面位置根据需要进行检查及控制,确保“按图施工”,而不是“照猫画虎”;
- (6) 隧道、软土高路堤、桥梁的变形监测;
- (7) 每月对已完构筑物工程量的测量,提供工程数量,用于计价申请进度款。
- (8) 根据业主要求,对公路各部分放样的过程,形成文字图表资料,完成竣工资料中测量的部分。

三、工程施工结束后公路施工测量的内容

根据设计图纸、验收规范的要求,用全站仪、水准仪、钢尺、平整度尺等仪器工具,检测路基、路面、涵洞、桥梁、隧道等的宽度、高程、横坡及中线偏差等几何尺寸,确定工程的各道工序是否合格,并最终评定整个工程的质量等级。

1.2 公路工程施工测量的依据

公路施工测量需要满足二个方面的要求,一是设计图纸,二是技术规范,以确保最终形成的是合格工程,这是对工程的最低要求。“按图施工”是施工技术人员、测量人员的基本要求,任何时候都不得违背,线路及构筑物施工放样的位置、平面尺寸、高程必须与设计图纸相符,而且误差必须符合现行技术规范的要求。不符合设计图纸和技术规范的工程,不得验工计价,不得竣工验收。

1.2.1 设计图纸及其内容

《公路工程施工图设计》通常由公路勘察设计院完成,对于一般工程,需要先后经过初步设计和施工图设计两个阶段,对于技术难度复杂的特大桥梁、特长隧道采用三阶段的设计,即在初步设计和施工图设计阶段增加技术设计。设计图纸必须经有资质的单位审查通过后方可交给施工单位。

施工测量的依据是公路施工图设计,即设计的最后一个阶段的图纸。依据《公路工程基本建设项目设计文件编制办法》(交公路发[2007]358号),完整的公路施工图设计包括以下部分:

- (1) 第一篇 总体设计
- (2) 第二篇 路线
- (3) 第三篇 路基、路面
- (4) 第四篇 桥梁、涵洞
- (5) 第五篇 隧道
- (6) 第六篇 路线交叉
- (7) 第七篇 交通工程及沿线设施
- (8) 第八篇 环境保护与景观设计
- (9) 第九篇 其他工程
- (10) 第十篇 筑路材料
- (11) 第十一篇 施工组织计划
- (12) 第十二篇 施工图预算
- (13) 附件 基础资料

1.2.2 与公路施工测量相关的技术规范

公路施工有施工的技术规范,公路测量有测量的技术规范,施工测量贯穿于施工和验收的过程中,施工测量是否合格,即符合现行规范的要求。规范规定的内容,是一项工程达到合格的最低标准,不是最高标准。

技术规范分为三部分,如2011年新发布的《公路桥涵施工技术规范》(JTGF50-2011),见图1-2,其中,“《公路桥涵施工技术规范》”是规范名称,“JTGF50”是规范的编号,表示是“公路工程行业标准体系”,“2011”则是规范发布的年份,“/T”表示是推荐性标准,不强制施行。从属性上规范分为两类,一类为强制性标准(即编号没“T”的规范),是无条件必须遵守的,另一类为推荐性标准(即编号带“T”的规范,汉字“推荐”的第一个拼

音)，国家鼓励各单位采用。从范围上分，技术规范分为国家标准、行业标准、地方标准及企业标准，其适用范围不同，国家标准在各省各行业均适用，行业标准则在各省本行业内适用，地方标准通常在确定的区域适用，企业标准则只在本企业适用，如交通运输部发布的规范属于行业规范，在全国公路建设行业适用，在铁路、水利水电行业不适用。

技术规范不是一成不变的，而是随着技术进步而发展更新的，通常规范 5 年左右更新一次，所以施工测量过程中要强调“现行”规范，即过期的规范是不能使用的，建造出的构筑物通常不符合新规范的要求，是不合格工程，使用过期规范会为工程带来损失！如何判别一部规范是否有效？通常公路行业的新规范发布，在交通运输部的网站上即可查询到，网址为 http://www.moc.gov.cn/zhuzhan/biaozhanguifan/gonglugongcheng_BZGF/。

截止 2013 年 1 月 1 日，公路施工测量的通用规范见表 1-1，在全国范围内适用。



图 1-2 《公路桥涵施工技术规范》封面

表 1-1 现行公路施工测量规范

序号	名称	编号	属性	类别
1	工程测量规范	GB 50026-2007	强制	国家标准
2	国家三、四等水准测量规范	GB/T 12898-2009	推荐	国家标准
3	全球定位系统(GPS)测量规范	GB/T 18314-2009	推荐	国家标准
4	公路工程质量检验评定标准 第一册 (土建工程)	JTG F80/1-2004	强制	行业标准
5	公路工程技术标准	JTG B01-2003	强制	行业标准
6	公路勘测规范	JTG C10-2007	强制	行业标准
7	公路勘测细则	JTG/T C10-2007	推荐	行业标准
8	公路路基施工技术规范	JTG F10-2006	强制	行业标准
9	公路路面基层施工技术规范	JTJ 034-2000	强制	行业标准
10	公路桥涵施工技术规范	JTG/T F50-2011	推荐	行业标准
11	公路隧道施工技术规范	JTG F60-2009	强制	行业标准
12	公路隧道施工技术细则	JTG/T F60-2009	推荐	行业标准

13	公路路基路面现场测试规程	JTG E60-2008	强制	行业标准
----	--------------	--------------	----	------

1.3 测量记录的要求

- (1) 公路勘测的各种记录，应采用专用记录簿。记录簿必须编排页码，严禁撕页。采用电子设备记录时，打印输出的内容应具有可查性。
 - (2) 测量数据记录不得涂改、擦改和转抄。当记录发生错误时，应按下述条款进行处理：
 - 1) 角度记录中的分位、距离和水准记录中的分米位的读记错误可以更改，但不得连环更改。
 - 2) 角度记录中的秒位、距离和水准记录中的厘米及厘米以下位数不得涂改，必须重测。
 - 3) 允许改正的内容应用斜线整齐画去错误的记录，在其上方重新记录正确的数值，并应在备注栏注明原因。
 - (3) 原始数据和记事项目应现场记录，记录项目应齐全。
- 每项测量成果必须复核，并应由测量、复核及主管人员签署，原始记录应存档保存。

1.4 公路工程施工测量的仪器设备及材料准备

1.4.1 测量仪器及其检定

成语“工欲善其事，必先利其器”，测量仪器即测量人员的工具，先进合适的仪器是完成测量工作的前提。

测量仪器的检定分为采购回来首次检定、后续周期性检定、使用中检定。测量仪器在使用前，必须经有资质的专业检定部门检定后方可使用，不允许施工单位测量人员自己检定测量仪器，依据《电子速测仪检定规程》，测量仪器的检定期限不超过一年，即测量仪器一年内必须检定一次，施工单位通常在一个工程项目开工前，将全部的测量仪器送检，标定后再开始测量工作。对于使用没有检定合格证的仪器，测得的数据，监理工程有权拒绝在测量报告上签字，测量工作无效。

检定单位依据检定规程对测量仪器的各个指标检定校准完成后，会出具一份检定报告，同时在仪器明显部位标示一合格标签，标明仪器允许使用的最后期限。如果在一年内，仪器使用过程中发现仪器有故障，或者精度达不到要求，不论时间长短，均需再次检定校准。

需要送检校准的测量仪器，不仅包括复杂精密的 GPS 仪、全站仪、水准仪，即使钢尺、

塔尺等简单仪器也需要检定。常用的测量仪器见表 1-2。

表 1-2 公路工程常用测量仪器

序号	名称	规格	用途	备注
1	GPS 仪		导线点控制测量	选配
2	全站仪	测角精度：6" ~2"	测量角度、距离、坐标、近似高程	必备
3	自动安平水准仪	DZS3	测量精确高程	必备
4	电子水准仪		测量精确高程	选配
5	精密水准仪		变形观测及地下工程 监控量测	选配
6	钢尺	30m 或 50m	结构物尺寸测量	必备
7	小卷尺	3m 或 5m	测量仪器高等	必备
8	对讲机		通讯	必备
9	可编程的计算器		计算坐标	必备
10	附件：三脚架、塔尺、棱镜、水准尺、大遮阳伞等			必备

1.4.2 计算工具

对于测量人员，“测、绘、算”是三项基本能力，由于现代的公路建设任务重、工期紧，所以对测量工作提出了更高的要求，即“既快又准”，但是公路属于线形结构物，曲线众多复杂，特别是坐标计算本身就步骤多，所以在计算上就必须“既快又准”，以下是公路施工测量中三种常用的计算工具，这三种工具的共同特点就在于自动化，在于可编程，即将步骤很多的计算一次性瞬间完成，因而只能做加减乘除的计算器是不能胜任测量工作的。

（1）可编程计算器，推荐 Casio fx-9750GII。编程计算器是一种能够输入编写好的计算程序，可根据需要随时调用进行重复计算的一种高级电子计算器。目前市场上有两种类型可以选用：Casio fx-5800p（见图 1-3），于 2006 年 10 月上市是成熟的产品，大部分测量人都用它。还有更先进的 Casio fx-9750GII（见图 1-4）或 fx-9860GII，于 2009 年 10 月上市，属于图形编程系列，功能自然又增加了不少。其中 Casio fx-9750GII 在功能上接近 fx-9860GII，价格上接近 fx-5800p，性价比最高，所以推荐使用。早在上世纪 90 年代末，CASIO fx-4500PA 型编程计算器就已经在我国工程界得到了比较广泛的应用，到 2012 年，CASIO 编程计算器历经 4500PA、4800、4850、5800、9750、9860 等机型的更新换代，功能更加强大，成为测量工程师必备的“标准配置”。



图 1-3 CASIO fx-5800P 计算器

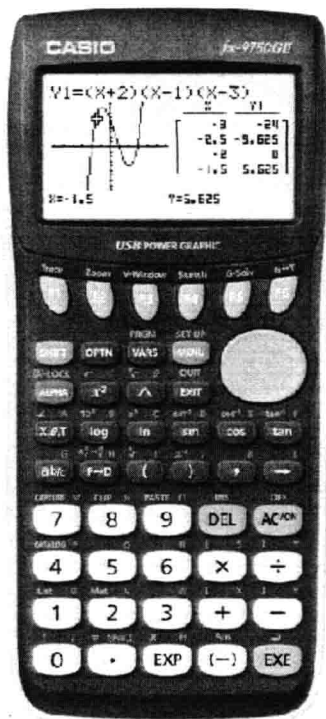


图 1-4 Casio fx-9750GII 计算器

当然也可以利用专业软件提前计算出放样数据。但工程现场的条件是变化的，预先计算好的放样数据由于点位的破坏或通视条件的限制，可能不便再使用，需要现场计算，这时采用预先编制好计算程序的可编程计算器，可以大大缩短外业时间，提高工作效率。为何在如今电脑普及的时代，CASIO 编程计算器仍很广泛使用，就在于它体积小、重量轻易于携带、启动快速、耗电量很小，极其适合在工地现场使用。

卡西欧编程计算器具有体积小、重德轻、性能稳定、耗电 S 小、携带方便、价格适中 等特点，且计算函数丰富，可编写程序自动计算，使用方便，计算功能强大，特别适合测 量工程师在野外进行相关繁琐的计算，号称测量工程师的“好帮手”。目前，卡西欧 fx-5800P 型计算器是使用最广泛的一种型号。

(2) Microsoft Excel 电子表格。现在的软件版本是 2003、2007、2010。Excel 是大众化办公软件，易学易用，函数功能丰富，再加上 VBA 帮助，可以完成任何复杂的科学计算及作图，在工程测量领域使用广泛。它适用于工程测量的室内计算。

(3) AutoCAD 画图软件。现在的最新软件版本是 2012，对于工程测量 2004 版本的软件即满足需要。AutoCAD 主要功能是画图，但是在工程测量中，通过将各构筑物的位置在软件中“精确”画出来，所需要计算的所有精确数据，包括尺寸、角度、坐标，都可以查询得到。特别是作图简单、计算复杂的场合有其用武之地。

1.4.3 测量放样需要的其它材料

测量仪器定位于放样点后，需要在实地标示出明显的标记，作为施工的依据，辅助材料见表 1-3：

表 1-3 施工测量辅助材料

序号	名称	规格	用途
1	木桩	长约 0.35m	临时转点，结构物放样、精确定位用
2	小铁钉	长约 0.02m	在木桩上精确定位
3	竹片桩	长约 0.35m	路基边线放样、粗略定位用
4	铁锤		打桩用
5	油漆、油性笔		在桩上记里程、填挖高度
6	细绳		用于相邻两桩连线，洒灰线
7	白灰		洒灰线
8	红布条或红塑料袋		醒目标志
9	坡度尺	依据图纸定坡度	用于控制边坡坡度
10	记录板		测量数据记录
11	背包		外业放样时背各种工具材料

1.5 对测量技术人员的要求

快速准确地施工放样是公路建设顺利进行的关键，一旦放样错误且施工完成后，甚至补救措施也很难实施，全部返工则会对工程建设造成经济、工期、社会效益的极大损失。因此，测量技术人员责任重大，必须具备以下素质：

- （1）公路工程施工大多在野外进行，生活工作环境相对城市艰苦，远离家人，风吹日晒，经常高空作业，所以测量人员首先要有一个强健的体魄，能吃苦，有敬业奉献精神。
- （2）实事求是的职业道德。一切以仪器测得的数据说话，不编造数据，不说假话，尊重客观事实，以此树立自己的专业权威。
- （3）高度的责任心，工作中要认真仔细，对每一个数据、每一个桩位都要检查复核，确保放样的准确性。测量工作中的各项计算，均应由两组独立进行，确认无误后方可使用，引用数据资料必须核对。
- （4）爱护测量仪器，经常地对其保养和检查，确保仪器的工作性能，要象保护自己眼睛一样爱护测量仪器。
- （5）自学能力。测量工作是一项技术性的工作，随着科技日新月异地发展，光、电、

网络技术逐步融合，测量仪器、测量方法都在不断地发展，只有用新技术不断地充实自己才能满足时代的要求。

1.6 工程测量行业的发展、新仪器的发展

1.6.1 测绘行业的发展

注册测绘师制度的建立标志着我国的测绘行业进入了一个新的历史时期。我国首次举行注册测绘师资格考试于 2011 年 4 月 16 日在全国 30 个省、区、市以及新疆生产建设兵团同时举行，3 万多名测绘专业技术人员参加考试，标志着我国注册测绘师制度进入实施阶段。目前全国测绘单位有 11350 家，预计需要 2.5 万名注册测绘师，缺口大为 3/4。未来 3~5 年内测绘师注册制度将实施，测绘活动中形成的技术设计和测绘成果质量文件，必须由注册测绘师签字并加盖执业印章后方可生效，测量技术人员的地位和待遇必然提高。

北斗卫星导航系统（Compass Navigation Satellite System）是中国正在实施的自主研发、独立运行的全球卫星导航系统。与美国 GPS、俄罗斯格罗纳斯、欧盟伽利略系统并称全球四大卫星导航系统。从 2000 年 10 月第 1 颗卫星发射，到 2012 年 10 月 25 日第 16 颗卫星升空，预计到 2020 年，建成由 5 颗静止轨道和 30 颗非静止轨道卫星组网而成的全球卫星导航系统，可在全球范围内全天候、全天时为各类用户提供高精度、高可靠的定位、导航、授时服务，并兼具短报文通信能力。北斗卫星导航系统自 2012 年 12 月 27 日起向亚太大部分地区正式提供区域服务，正式提供连续无源定位、导航、授时等服务。

1.6.2 测量新仪器

从测绘的发展历史来看，测量的基本理论变化不大，但是测绘仪器的发展突飞猛进，变化非常大、非常快。在我国测绘行业，1990 年前是光学仪器为主导，1990~2005 年为光电结合时代，以全站仪为主导，2005 年后则是全站仪、卫星测量 GNSS（Global Navigation Satellite System 的缩写，即全球导航卫星系统）并存与融合的时代，并整合网络技术、电脑技术，出现了测量机器人、超站仪、超高精度全站仪、影像全站仪，测量仪器向自动化、智能化、国产化的方向发展。全站仪的出现，极大地提高了测距的效率，将测量人员从原始的钢尺量距中解放出来，并将“坐标”直接应用于工程测量，而卫星测量，只需要“对天通视”即可测量，极大地突破了全站仪受地形限制、受测距量程的限制，应用范围越来越广泛。如今全站仪已在工地现场普及，成了常规测量仪器，最具代表性的工程测量仪器是徕卡超站仪，见图 1-5。