

高等院校测绘工程创新系列教材



SHUZICE TU

数字测图

◎ 主编 王学军

中国商业出版社

高等院校测绘工程创新系列教材

数字测图

主 编	王学军
副主编	葛志华
	张雪松
	王丽艳

中国商业出版社

图书在版编目(CIP)数据

数字测图 / 王学军主编. - 北京 : 中国商业出版社, 2015.2

ISBN 978 - 7 - 5044 - 8365 - 2

I. … II. ①王 … III. ①数字化测图 - 高等职业
材 IV. ①P231.5

Ⅰ. 本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 018998 号

责任编辑:蔡凯

中国商业出版社出版发行

010 - 63180647 www. c - cbook. com

(100053 北京广安门内报国寺1号)

新华书店总店北京发行所经销

北京高岭印刷有限公司印刷

* * * * *

787 × 1092 毫米 16 开 9.25 印张 260 千字

2015 年 2 月第 1 版 2015 年 2 月第 1 次印刷

* * * * *

定价:27.80 元

(如有印装质量问题可更换)

前 言

随着光电技术的应用与计算机的普及发展,测绘技术的方法和手段也发生根本性转变,特别是全站型电子速测仪、RTK 等先进测量仪器的广泛应用,使数字测图技术得到了突飞猛进的发展。因此,工程测量技术急需从白纸测图向数字测图转变。然而,目前一些高职院校条件还较差,数字测图方面仅仅处于起步阶段,于是我们编写了适用于此阶段的数字测图教材,以满足初学者的需要。

教材主要介绍了全站仪的操作技术及其在数字化测图上的应用,CASS 成图软件的应用知识与技巧。全站仪是常用的野外数据采集仪器,加强对不同类型全站仪的了解,掌握常见类型全站仪的操作技能至关重要。CASS 成图软件,是广州南方测绘仪器公司基于 AutoCAD 平台推出的数字化测绘成图系统。该系统操作简便、功能强大、成果格式兼容性强,被广泛应用于地形、地籍成图、工程测量、空间数据建库等领域。

教材编写力求贯彻教育部 2011 年 11 号、12 号文件精神,本着“培养学生能力为主、掌握知识为辅,任务在前、知识在后”的原则,融“教、学、做”为一体,最大限度满足行动导向与任务驱动教学法要求,以全面提高高职高专教材质量,主动适应职业教育发展的新形势。本书内容丰富,以实例讲解的形式,争取把理论学习和上机操作训练一并讲透,讲练结合,将理论知识融入翔实的效果图制作实例中。但我们知道这是一项非常艰巨的任务,为了满足初学者的需求,讲解过程中力求遵循“由易到难、先简后繁”的顺序,并对使用中出现的問題和技术难点进行了较全面的剖析,最终实现本教材编写的初衷:理论知识“实用、够用”,技能操作“翔实、易操作”,体现“做中学”。

本教材是面向高职院校现状,为适应工程测量技术专业教学需要而编写的。根据职业教育特点,教材注重实用性与操作性,密切联系生产实践,尽量引用生产

实例进行教学。

全书共分5个学习情境。主要内容包括:全站仪的使用、初识 CASS7.0、测绘地形图、绘制地籍图、数字地图管理。每部分均以基本操作结合实例讲解,图文并茂,重点突出、难点分散,是一本较好的数字化测图入门教材。

本教材实例选择适宜、条理清晰,能够满足高职高专院校当前课程教学改革需要,为推动行动教学和任务驱动教学法的研究与应用提供实用性教材。同时,本教材也非常适合数字测图的初学者自学参考选用。

本教材按60学时编写,适用于工程测量技术专业,也可作为短期培训教材。本教材由沧州职业技术学院部分教师共同编写而成,其中学习情境1由葛志华老师编写,学习情境2由张雪松老师编写,学习情境3由王丽艳老师编写,其余部分由王学军老师编写,最后由王学军老师统稿。编写过程中得到了沧州职业技术学院城建系领导及相关人员的大力支持,借本教材出版之际,对各位领导、老师的积极参与及付出,表示衷心感谢。

由于编者水平所限,尤其是时间仓促,书中疏漏之处在所难免,也不乏有以偏代全的讲解,恳请广大师生在使用过程中,及时提出宝贵意见与合理建议,以敦促本教材再版时趋于完善。

编 者

2015年2月

目 录

学习情境 1 全站仪的使用

1.1 全站仪概述	(1)
1.2 全站仪的构造	(2)
1.2.1 同轴望远镜	(2)
1.2.2 双轴自动补偿	(2)
1.2.3 键盘	(3)
1.2.4 存储器	(3)
1.2.5 通讯接口	(3)
1.3 安全操作注意事项	(3)
1.3.1 一般情况	(3)
1.3.2 电源系统	(3)
1.3.3 三角架	(4)
1.3.4 防尘防水	(4)
1.3.5 使用方法	(4)
1.3.6 激光安全信息	(4)
1.3.7 其他	(4)
1.4 仪器功能介绍	(5)
1.4.1 仪器部件名称	(5)
1.4.2 模式图	(6)
1.5 仪器基本操作	(6)
1.5.1 键盘基本操作	(6)

1.5.2 显示信息	(8)
1.5.3 显示符号	(8)
1.5.4 电池的使用及维护	(9)
1.5.5 架设仪器	(10)
1.5.6 调焦与照准	(11)
1.5.7 开机	(11)
1.5.8 使用星键(★键)功能	(11)
1.6 角度测量	(12)
1.6.1 两点间角度测量	(12)
1.6.2 设置水平方向成所需方向值	(13)
1.6.3 水平方向显示选择	(14)
1.6.4 坡度	(14)
1.6.5 水平角重复测量	(15)
1.6.6 角度测量数据输出	(16)
1.7 距离测量	(16)
1.7.1 距离测量设置	(16)
1.7.2 回光信号检测	(18)
1.7.3 距离和角度测量	(18)
1.8 坐标测量	(19)
1.8.1 输入测站坐标	(20)
1.8.2 后视方位角设置	(21)
1.8.3 输入棱镜高及仪器高	(22)
1.8.4 三维坐标测量	(23)
1.9 改变仪器参数	(24)
1.9.1 观测条件设置	(24)
1.9.2 仪器设置	(25)
1.9.3 键功能定义	(26)
1.9.4 单位设置	(29)
1.10 复习思考题	(29)

学习情境2 初识 CASS7.0

2.1	定显示区	(32)
2.2	展点	(32)
2.3	绘平面图	(33)
2.3.1	绘制公路	(33)
2.3.2	绘制多点房屋	(35)
2.3.3	绘制其它地物	(39)
2.4	绘等高线	(42)
2.4.1	展高程点	(42)
2.4.2	建立 DTM 模型	(43)
2.4.3	绘等高线	(44)
2.5	加注记	(46)
2.6	加图框	(47)
2.7	图形输出	(48)
2.8	复习思考题	(52)

学习情境3 测绘地形图

3.1	准备工作	(53)
3.1.1	控制测量和碎部测量原则	(53)
3.1.2	测区分幅及进程	(54)
3.1.3	碎部测量	(55)
3.1.4	人员安排	(58)
3.1.5	文件管理	(58)
3.2	绘制平面图	(59)
3.2.1	数据通讯	(59)
3.2.2	内业成图	(62)
3.3	绘制等高线	(71)
3.3.1	建立数字地面模型	(72)

3.3.2 修改数字地面模型	(74)
3.3.3 绘制等高线	(75)
3.3.4 等高线的修饰	(76)
3.3.5 绘制三维模型	(78)
3.4 编辑与整饰	(79)
3.4.1 图形重构	(79)
3.4.2 改变比例尺	(80)
3.4.3 查看及加入实体编码	(80)
3.4.4 线型换向	(81)
3.4.5 坎高的编辑	(82)
3.4.6 实体附加属性	(82)
3.4.7 图形分幅	(85)
3.4.8 图幅整饰	(85)
3.5 复习思考题	(86)

学习情境4 绘制地籍图

4.1 绘制地籍图	(87)
4.1.1 生成平面图	(87)
4.1.2 生成权属信息数据文件	(88)
4.1.3 绘权属地籍图	(91)
4.1.4 图形编辑	(93)
4.2 宗地属性处理	(95)
4.3 绘制宗地图	(96)
4.3.1 单块宗地	(96)
4.3.2 批量处理	(97)
4.4 绘制地籍表格	(98)
4.4.1 界址点成果表	(98)
4.4.2 界址点坐标表	(98)
4.4.3 以街坊为单位界址点坐标表	(99)
4.4.4 以街道为单位宗地面积汇总表	(100)
4.4.5 城镇土地分类面积统计表	(100)
4.4.6 街道面积统计表	(102)
4.4.7 街坊面积统计表	(102)

4.4.8 面积分类统计表	(102)
4.4.9 街道面积分类统计表	(103)
4.4.10 街坊面积分类统计表	(103)
4.5 土地详查	(103)
4.6 复习思考题	(107)

学习情境5 数字地图管理

5.1 数字地图管理概述	(108)
5.2 图幅管理	(108)
5.2.1 图幅信息操作	(109)
5.2.2 图幅显示	(110)
5.2.3 图幅列表	(112)
5.3 复习思考题	(113)
附录 A: CASS7.0 绘图菜单索引	(114)
附录 B: CASS7.0 常用快捷命令	(134)
附录 C: CASS7.0 简编码输入方案	(135)

学习情境 1 全站仪的使用

【技能目标】

熟练掌握全站仪的安装、整平、对中；掌握棱镜的对中、整平；熟练掌握距离测量、角度测量、坐标测量；配合测量操作进行仪器功能设置。

【知识目标】

全站仪的基础操作，测角、测边、测三维坐标和三维坐标放样的原理和操作方法。全站仪测三维坐标和三维坐标放样的原理和操作方法。

【内容简介】

了解全站仪的分类、等级、重要技术指标；控制全站仪的基本操作，测角、测边、测三维坐标和三维坐标放样的原理和操作方法；懂得全站仪的对边测量、悬高测量、面积测量等方法。

【学习重点】

全站仪各部件的功能；测量各种参数的原理及操作方法；快速准确地使用全站仪测距、测角、测坐标。

1.1 全站仪概述

全站仪是人们在角度测量自动化的过程中应用而生的，各类电子经纬仪在各种测绘作业中起着巨大的作用。

全站仪的发展经历了从组合式即光电测距仪与光学经纬仪组合，或光电测距仪与电子经纬仪组合，到整体式即将光电测距仪的光波发射接收系统的光轴和经纬仪的视准轴组合为同轴的整体式全站仪等几个阶段。

最初速测仪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，被测点的平面位置由方向测量及光学视距来确定，而高程则是用三角测量方法确定的。

带有“视距丝”的光学速测仪，由于其快速、简易，而在短距离(100 米以内)、低精度(1/200、1/500)的测量中，如碎部点测定中，有其优势，得到了广泛的应用。

随着电子测距技术的出现，大大地推动了速测仪的发展。用电磁波测距仪代替光学视距经纬仪，使得测程更大、测量时间更短、精度更高。人们将距离由电磁波测距仪测定的速测仪笼统地称之为“电子速测仪”。

然而,随着电子测角技术的出现。这一“电子速测仪”的概念又相应地发生了变化,根据测角方法的不同分为半站型电子速测仪和全站型电子速测仪。半站型电子速测仪是指用光学方法测角的电子速测仪,也有称之为“测距经纬仪”。这种速测仪出现较早,并且进行了不断的改进,可将光学角度读数通过键盘输入到测距仪,对斜距进行化算,最后得出平距、高差、方向角和坐标差,这些结果都可自动地传输到外部存储器中。全站型电子速测仪则是由电子测角、电子测距、电子计算和数据存储单元等组成的三维坐标测量系统,测量结果能自动显示,并能与外围设备交换信息的多功能测量仪器。由于全站型电子速测仪较完善地实现了测量和处理过程的电子化和一体化,所以人们也通常称之为全站型电子速测仪或简称全站仪。

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。全站仪,是一种集光、机、电为一体的高技术测量仪器,是集水平角、垂直角、距离(斜距、平距)、高差测量功能于一体的测绘仪器系统。因其一次安置仪器就可完成该测站上全部测量工作,所以称之为全站仪。广泛用于地上大型建筑和地下隧道施工等精密工程测量或变形监测领域。

1.2 全站仪的构造

电子全站仪由电源部分、测角系统、测距系统、数据处理部分、通讯接口、显示屏、键盘等组成。同电子经纬仪、光学经纬仪相比,全站仪增加了许多特殊部件,因此而使得全站仪具有比其它测角、测距仪器更多的功能,使用也更方便。这些特殊部件构成了全站仪在结构方面独树一帜的特点。

1.2.1 同轴望远镜

全站仪的望远镜实现了视准轴、测距光波的发射、接收光轴同轴化。同轴化的基本原理是:在望远物镜与调焦透镜间设置分光棱镜系统,通过该系统实现望远镜的多功能,即既可瞄准目标,使之成像于十字丝分划板,进行角度测量。同时其测距部分的外光路系统又能使测距部分的光敏二极管发射的调制红外光在经物镜射向反光棱镜后,经同一路径反射回来,再经分光棱镜作用使回光被光电二极管接收;为测距需要在仪器内部另设一内光路系统,通过分光棱镜系统中的光导纤维将由光敏二极管发射的调制红外光传也送给光电二极管接收,进行而由内、外光路调制光的相位差间接计算光的传播时间,计算实测距离。

同轴性使得望远镜一次瞄准即可实现同时测定水平角、垂直角和斜距等全部基本测量要素的测定功能。加之全站仪强大、便捷的数据处理功能,使全站仪使用极其方便。

1.2.2 双轴自动补偿

在仪器的检验校正中已介绍了双轴自动补偿原理,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倾斜可允许至 $\pm 6'$),也可通过将由竖轴倾斜引起的角度误差,由微处理器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。

双轴自动补偿的所采用的构造:使用一水泡(该水泡不是从外部可以看到的,与检验校正



中所描述的不是一个水泡)来标定绝对水平面,该水泡是中间填充液体,两端是气体。在水泡的上部两侧各放置一发光二极管,而在水泡的下部两侧各放置一光电管,用一接收发光二极管透过水泡发出的光。而后,通过运算电路比较两二极管获得的光的强度。当在初始位置,即绝对水平时,将运算值置零。当作业中全站仪器倾斜时,运算电路实时计算出光强的差值,从而换算成倾斜的位移,将此信息传达给控制系统,以决定自动补偿的值。自动补偿的方式初由微处理器计算后修正输出外,还有一种方式即通过步进马达驱动微型丝杆,把此轴方向上的偏移进行补正,从而使轴时刻保证绝对水平。

1.2.3 键盘

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

1.2.4 存储器

全站仪存储器的作用是将实时采集的测量数据存储起来,再根据需要传送到其它设备如计算机等中,供进一步的处理或利用,全站仪的存储器有内存储器 and 存储卡两种。全站仪内存储器相当于计算机的内存(RAM),存储卡是一种外存储媒体,又称PC卡,作用相当于计算机的磁盘。

1.2.5 通讯接口

全站仪可以通过通讯接口和通讯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讯电缆传输给全站仪,实现双向信息传输。

1.3 安全操作注意事项

1.3.1 一般情况

- 禁止在高粉尘、无良好排风设备或靠近易燃物品环境下使用仪器,以免发生意外。
- 禁止自行拆卸和重装仪器,以免引起意外事故。
- 禁止直接用望远镜观察太阳,以免造成眼睛失明。
- 观测太阳时务必使用阳光滤色镜。
- 禁止坐在仪器箱上,以免滑倒造成人员受伤。
- 禁止挥动或抛甩垂球,以免伤人。
- 确保固紧提柄固定螺丝,以免提拿仪器时仪器跌落而造成人员受伤或仪器受损。
- 确保固紧三角基座制动控制杆,以免提拿仪器时基座跌落而造成人员受伤。

1.3.2 电源系统

- 禁止使用与指定电压不符的电源,以免造成火灾或触电事故。
- 禁止使用受损的电线、插头或松脱的插座,以免造成火灾或触电事故。
- 使用指定的电源线,以免造成火灾事故。
- 充电时,严禁在充电器上覆盖物品,以免造成火灾事故。
- 使用指定的充电器为电池充电。

- 严禁给电池加热或将电池扔入火中，以免爆炸伤人。
 - 为防止电池存放时发生短路，可用绝缘胶带贴于电池电极处。
 - 严禁使用潮湿的电池或充电器，以免短路引发火灾。
 - 不要用湿手插拔电池或充电器，以免造成触电事故。
- 不要接触电池渗漏出来的液体，以免有害化学物质造成皮肤烧伤。
- 仪器长期不用时，应将电池取下分开存放，电池应至少每月充电一次。

1.3.3 三角架

- 将仪器架设在三角架时，务必固紧三角基座制动控制杆和中心螺旋，以免仪器跌落伤人。
- 架设仪器时，三角架的脚螺旋务必固紧，以免三角架倒下伤人。
- 架设三角架时，应注意防止手、脚被三角架脚尖刺伤。
- 拿起三角架前务必固紧脚螺旋，以免三角架脚伸出伤及他人。

1.3.4 防尘防水

- 禁止将仪器浸入水中，本仪器是按照国标防水标准 IPX4 进行设计的，可保护仪器免受普通雨水的损害。
 - 为确保仪器的防尘防水性，务必正确地合上电池护盖和通讯接口护套。
- 确保电池护盖和通讯接口内部干燥、无尘，以免损坏仪器。
- 关闭仪器箱时应确保仪器和箱内干燥、无尘，防止仪器锈蚀。
 - 严禁将仪器直接置于地面上，避免沙土、灰尘损坏中心螺旋或螺孔。

1.3.5 使用方法

- 安置仪器时应尽可能使用木质三角架，使用金属三角架可能会因晃动而影响观测精度。
- 三角基座安装不正确将会影响观测精度，应时常检查基座上的校正螺丝，确保基座固定钮锁好，基座固定螺丝旋紧，防止仪器受震。
- 作业前应仔细全面检查仪器，确信仪器各项指标、功能、电源、初始设置和各项参数均符合要求时再进行作业。
- 迁站时必须将仪器从三角架上取下。
- 取下电池前务必先关闭电源开关。

1.3.6 激光安全信息

本系列产品中，部分品种下对点器内装有激光光源，为了防止激光损伤您的眼睛，切勿用眼睛直接观察下对点器内的光源。不要频繁地开关激光对点器，以免损坏激光器。

1.3.7 其他

- 当仪器从温暖的地方移至寒冷的地方操作时，由于内部空气与外界存在温差，可能导致键盘操作粘连，此时请先打开电池盖，置放若干时间。
- 避免仪器受到强烈的冲击或震动。

1.4 仪器功能介绍

1.4.1 仪器部件名称

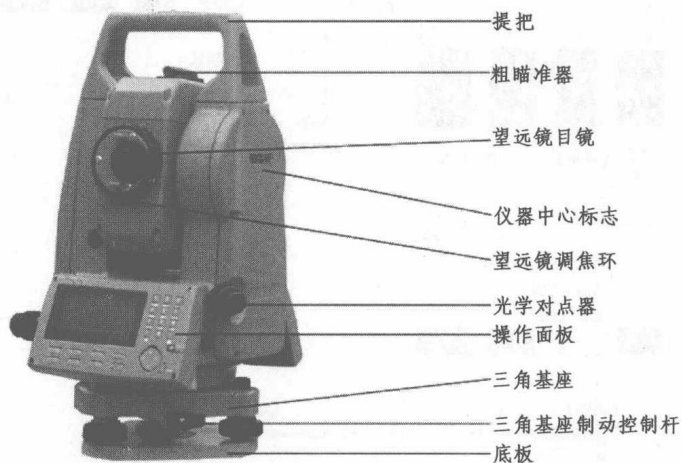


图 1-1 仪器部件名称(一)

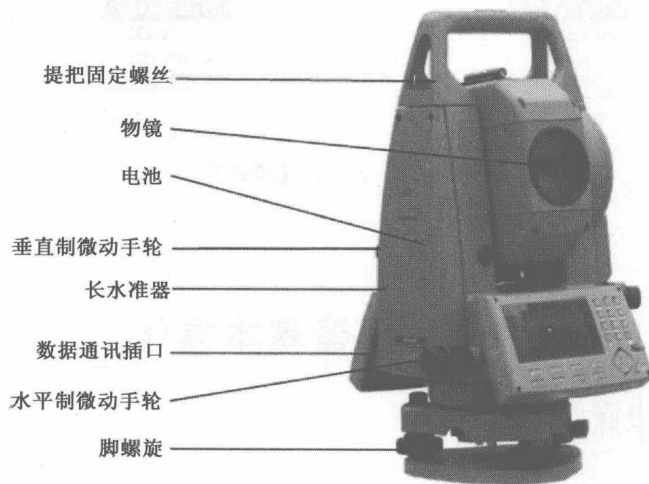


图 1-2 仪器部件名称(二)

1.4.2 模式图

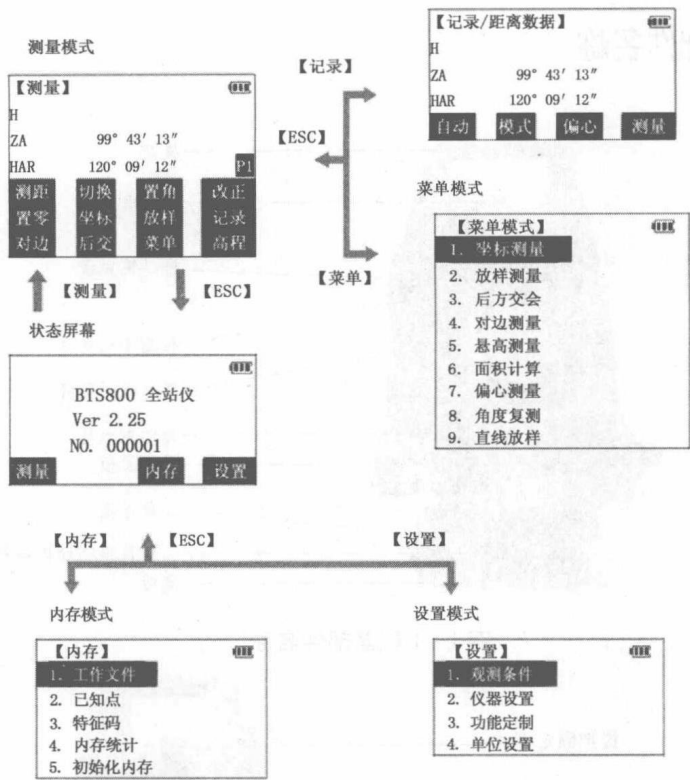


图 1-3 测量模式图

1.5 仪器基本操作

1.5.1 键盘基本操作

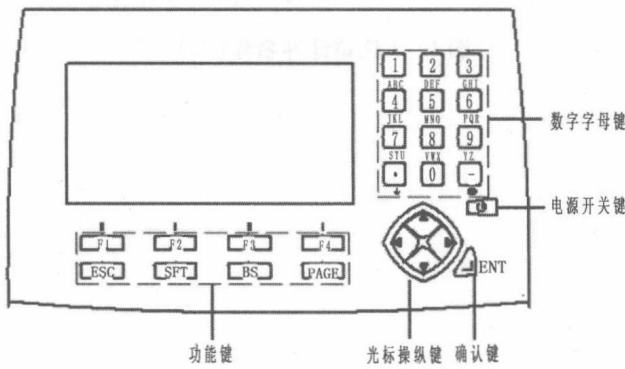


图 1-4 仪器键盘功能分区



(1) 电源开关键

开机:按【**①**】

关机:长按【**①**】超过2秒。

(2) 功能键

【F1】~【F4】:按【F1】~【F4】选取对应的功能,该功能键随模式不同而改变。

【ESC】:取消输入或返回至上一状态。

【SFT】:功能切换键,用于键盘数字字母输入切换及进入快捷键功能。

【BS】:删除光标左侧的一个字符。

【PAGE】:翻页键。

【**↵**】:选取选项或确认输入的数据。

(3) 快捷键

【SFT】+【**★**】:先按【SFT】再按【**★**】进入星键功能界面。

【SFT】+【**—**】:先按【SFT】再按【**—**】进入测距回光信号检测。

(4) 光标操纵键

【**↶**】【**↷**】【**↵**】【**↶**】:操作该键可上下左右移动光标,用于数据输入、选取选择项。

(5) 字母数字键

【0】~【9】:在输入数字时,输入按键对应的数字;输入字母时,先按【SFT】切换输入状态,然后输入按键上方对应的字母,按第一次输入第一字母,按第二次输入第二字母,按第三次输入第三字母。

【**.**】:输入数字中的小数点。

【**-**】:输入数字中的负号。

实例1:输入文件名“BTS”(如图1-5所示)

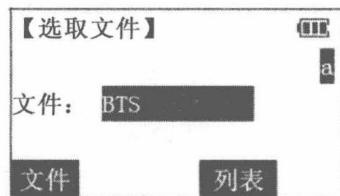
1) 按【SFT】进入字母输入模式,此时屏幕右侧显示“a”。

2) 按2次【1】键入“B”。

3) 按【**↷**】右移光标一位,按2次【7】键入“T”。

4) 按【**↷**】右移光标一位,按1次【7】键入“S”。

5) 按【**↵**】确认输入。



1-5 输入文件名界面显示图

实例2:设置气压单位为“mmHg”: (如图1-6所示)

1) 在设置模式下,上下按动光标操纵键使光标移至“单位设置”菜单项,按【**↵**】选取该项。

2) 按光标操纵键使光标移至“气压单位”选择项

3) 左右按动光标操纵键,选取气压单位为“mmHg”。