



职业教育 **工程测量技术** 专业“十二五”规划教材

计算器测量编程

JISUANQI CELIANG BIANCHENG

冯大福◎编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



电子教案

职业教育工程测量技术专业“十二五”规划教材

计算器测量编程

冯大福 编著



NLIC2970862376



机械工业出版社

全书共计5章,内容包括计算器概述、CASIO fx-5800P 计算器操作入门、编程基础知识、常见测量小程序、工程测量程序应用实例。书中还结合工程测量中使用频率较高的测绘计算案例,给出了24个实用测量程序。

本书可作为高职高专和中等职业院校测绘类、路桥类、建筑类等专业的教材,也可作为测绘人员计算器操作能力的培训手册,还可以作为广大测绘行业工程技术人员的参考书。

为方便教学,本书配有电子课件,凡选用本书作为授课教材的教师均可登录 www.cmpedu.com,以教师身份免费注册下载。编辑咨询电话:010-88379865。

图书在版编目(CIP)数据

计算器测量编程/冯大福编著. —北京:机械工业出版社,2012.12
职业教育工程测量技术专业“十二五”规划教材
ISBN 978-7-111-40505-4

I. ①计… II. ①冯… III. ①测量—应用程序—程序设计—职业教育—教材 IV. ①P209

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第280823号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:王莹莹 责任编辑:刘思海

版式设计:霍永明 责任校对:杜雨霏

封面设计:鞠杨 责任印制:张楠

北京中兴印刷有限公司印刷

2013年1月第1版第1次印刷

184mm×260mm·6.5印张·125千字

0 001—2 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-40505-4

定价:18.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

前言

现代测绘的发展趋势是由传统测绘、数字测绘向信息化测绘的方向发展。测绘技术正在发生着巨大的变化,测绘人员的三大基本能力,即“测”“绘”“算”,也与过去有了许多不同之处。但在工程测绘领域,一些传统的测绘方法,特别是施工放样中的传统计算方式仍在广泛使用。

目前,“观测”更依赖于先进的仪器,“绘图”更依赖于先进的软件。在“计算”方面,复杂的平差也借助计算机和平差软件来完成,但在现场情况随时变化的施工放样计算方面,仍会依赖灵活、便携的程序计算器来解决施工测量的实际问题。为此,我们编写了本书,以方便一些开设有“计算器测量编程”课程的院校使用。

卡西欧 5800P、7400、9750、9860、CG20 中文版等高版本计算器的编程语言属同一系列,语句格式大同小异。考虑到各类型计算器的市场占有率、现有程序参考资料的数量、计算器的性价比等因素,本书选择一直以来十分普及的 CASIO fx-5800P 计算器作为示范计算器。其他图形计算器的编程语言与 5800P 相比十分接近,本书编写的绝大多数测量程序不作任何改变就能用于 CASIO fx-7400、9750、9860 等计算器中。

考虑到职业院校一般都在学生在校期间的第一学年开设本课程,学生的测绘专业知识还不够,所以本书的第 1、2、3 章可以让学生充分地学习编程的方法和技巧。本书的第 4、5 章,给出了 24 个实用程序,这也是编者多年从事工程测量的积累所得,可供测量同行使用。

本书在编写过程中,焦亨余高级工程师对本书的编写大纲提出了宝贵的意见,在此表示感谢;同时,编者参阅了大量文献,引用了同类书刊中的一些资料,在此谨向有关作者表示谢意!

由于编者水平有限,书中不妥和错漏之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第 1 章 计算器概述	1
1.1 计算器的发展史	1
1.2 计算器在工程测量中的应用	2
练习题	3
第 2 章 CASIO <i>fx-5800P</i> 计算器操作入门	4
2.1 CASIO <i>fx-5800P</i> 计算器的按键功能	4
2.2 CASIO <i>fx-5800P</i> 计算器的计算模式设定	7
2.3 CASIO <i>fx-5800P</i> 计算器的基本计算操作	10
2.4 CASIO <i>fx-5800P</i> 计算器的存储器操作	13
2.5 CASIO <i>fx-5800P</i> 计算器的统计与回归计算	16
2.6 CASIO <i>fx-5800P</i> 计算器的其他常用功能	19
练习题	26
第 3 章 编程基础知识	28
3.1 变量和常量	28
3.2 程序的输入与运行	29
3.3 转移语句	32
3.4 条件语句	34
3.5 循环语句	36
3.6 子程序	40
3.7 额外变量	42
练习题	44

第 4 章 常见测量小程序	45
4.1 坐标反算程序	45
4.2 坐标正算程序	47
4.3 极坐标法放样计算程序	49
4.4 高程放样程序	51
4.5 极坐标法采集碎部点计算程序	52
4.6 平面坐标转换计算程序	56
4.7 经纬仪 1:500 测图坐标展点测图程序	58
4.8 宗地面积计算程序	62
4.9 测角前方交会计算程序	65
4.10 建筑轴线偏移计算程序	67
练习题	68
第 5 章 工程测量程序应用实例	69
5.1 支导线测量计算程序	69
5.2 附和、闭合导线测量计算程序	74
5.3 无定向导线平差计算程序	80
5.4 单一水准路线平差计算程序	83
5.5 直线线路中桩和边桩坐标计算程序	85
5.6 圆曲线中桩和边桩坐标计算程序	87
5.7 缓和曲线中桩和边桩坐标计算程序	89
5.8 线路竖曲线计算程序	92
练习题	94
参考文献	96

第 1 章 计算器概述



内容概述

本章主要介绍计算器的发展历史、计算器与计算机的区别、计算器的特点以及计算器在工程测量中的应用。

1.1 计算器的发展史

人类最早是以掰指头的方式进行计算，所以大部分的古代文明都采用 10 进制。之后人类学会了用一些天然的工具来弥补手指的不足，比如小木棍、石子等。但这些都还不能算是真正的计算工具。世界上最古老的计算工具是我国的算筹，而不是算盘。这种工具最晚出现于 2000 多年前的春秋战国时期，之后中国人又发明了算盘。但是在这一时期，西方还没有一种算得上工具的计算器。

明朝以后，算盘在世界各地流传开来，并出现了许多变种，但并不是人们想象中的那么普及。

在西方，1614 年，苏格兰人 John Napier 撰文说，他发明了一种可以进行四则运算和方根运算的精巧装置。1623 年，Wilhelm Schickard 制作了一个能够进行 6 位数以内加减法运算，通过转动齿轮进行操作，并能通过铃声输出答案的“计算钟”。1625 年，William Oughtred 发明了计算尺。1671 年，德国数学家 Gottfried Leibniz 设计了一台可以进行乘法运算，答案长度可达 16 位的乘法机。1822 年，英国人 Charles Babbage 设计了差分机和分析机，可以利用卡片输入程序和数据。

计算器是伴随着计算机的研制而逐步发展的。1946 年，第一台正式的电脑“埃尼阿克”在美国诞生，但体积庞大且十分耗电。从此，计算器与计算机开始有了巨大的区别。计算器只是一种简单的计算工具，有些具有函数计算功能、存储功能以及少量固化程序处理功能，但自动化程度不高，需要不断地进行人工干预，扩展性也很差，只能完成特定的计算任务。而计算机则具备复杂的存储功能和控制功能，自动化

程度极高，可以不需要人工干预，借助操作系统平台和软硬件，可以进行几乎无限制的扩展。

与此同时，计算机技术促进了计算器研制技术的不断进步，计算器也步入了快速发展的阶段。1957 年，日本卡西欧公司开发了第一款小型电动式 14-A 型计算器。1959 年，第一台小型科学计算器 IBM620 在美国研制成功。1971 年，前苏联第一台桌面计算器问世，如图 1-1 所示。

经过数十年的快速发展，现代的计算器已变得外形精巧、环保节能、功能强大、价格低廉。与计算机相比，计算器虽然功能较弱，但它便于携带、能耗较低、使用方式灵活、稳定性好的特点，使其有了计算机所不可替代的地位。

目前，程序计算器不仅存储容量在扩大，增加了图形、串列、中文等功能，而且程序计算器与计算机之间能够方便快捷地进行数据通信。随着计算器技术的进一步发展，未来的程序计算器将变得更加强大。

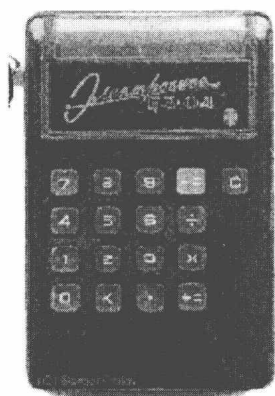
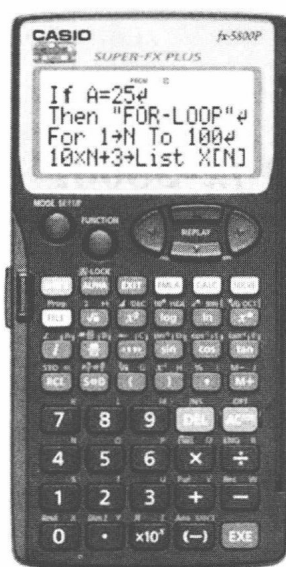


图 1-1 前苏联第一款袖珍计算器

1.2 计算器在工程测量中的应用

在我国工程领域，日本卡西欧公司生产的程序计算器应用较为普及，其主要的程序计算器型号有：*fx-180P*、*fx-3600P*、*fx-3650P*、*fx-3950P*、*fx-4500P*、*fx-4800P*、*fx-4850P*、*fx-5800P*、*fx-7400G*、*fx-9750G*、*fx-9860G*、*fx-CG20* 中文机等。目前，在工程领域常用的程序计算器主要是 CASIO *fx-5800P* 及其以上型号的程序计算器，如图 1-2 所示。我国工程技术人员在长期的工程实践中，编写了大量的工程施工实用程序，在公路施工测量、铁路施工测量、市政施工测量、矿山测量、房屋建筑施工、地籍测量、水运测量、国家基础测绘等诸多方面都有非常普及的应用。

图 1-2 CASIO *fx-5800P* 计算器

练 习 题

- 1-1 程序计算器与计算机相比，有什么特点？
- 1-2 程序计算器在工程测量中有哪些应用？

第 2 章 CASIO *fx-5800P* 计算器操作入门



内容概述

本章主要介绍 CASIO *fx-5800P* 计算器的各按键的功能、按键操作的方法、要完成日常测量计算须进行的模式设置、普通计算器的一般计算方法、数据存储操作方法、统计与回归计算以及其他一些功能。

2.1 CASIO *fx-5800P* 计算器的按键功能

2.1.1 键盘区域划分

CASIO *fx-5800P* 计算器的键盘主要分为三个区域，如图 2-1 所示。

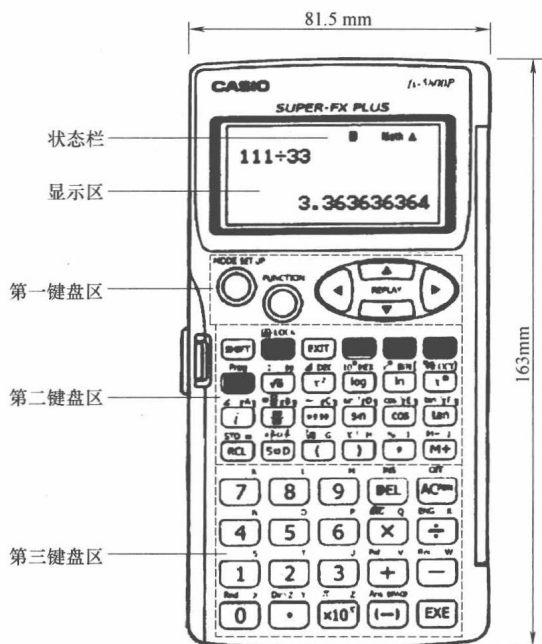


图 2-1 CASIO *fx-5800P* 计算器键盘分区图

(1) 第一键盘区

有模式设置键 **MODE** (也是 **SETUP** 键)、功能键 **FUNCTION** 和光标移动键。模式设置键 **MODE** 主要用来设定计算模式, 以及配置计算器的输入和输出、计算参数等。功能键 **FUNCTION** 主要用于输入各种数学函数、命令、常数、符号以及进行其他特殊的操作。四个方向键主要用于显示屏上移动光标、屏幕翻页、查看计算履历等, 如图 2-2 所示。



图 2-2 方向键

(2) 第二键盘区

有 4 行 6 列共 24 个键, 其主要功能是进行数学函数计算。

(3) 第三键盘区

有 4 行 5 列共 20 个键, 其主要功能是输入数字 0~9 和进行四则运算等。

2.1.2 按键

CASIO fx-5800P 计算器的每个按键都具有一种以上的功能, 各功能以彩色符号标示在键盘上, 以帮助计算器的使用者方便快捷地找到所需要的功能键。如图 2-3 所示, 该键有如下功能:

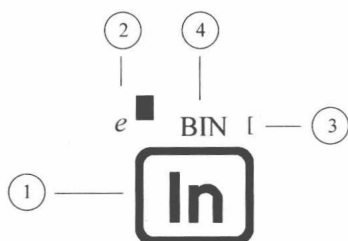


图 2-3 CASIO fx-5800P 计算器按键功能示意图

- 1) 直接按该键, 则为 $\ln$ 。
- 2) 按 **SHIFT** 键后, 再按该键, 则执行的是: $e^{\square}$ 。
- 3) 按 **ALPHA** 键后, 再按该键, 则执行的是: $[$ 。
- 4) 在 BASE-N 模式下按该键, 则执行的是: BIN。

2.1.3 状态栏及显示屏

CASIO *fx-5800P* 计算器显示屏幕采用 96 点 × 31 点的液晶矩阵显示，其上方有一行状态栏。一般情况下，显示屏可同时显示 4 行，每行可显示 16 个字符，如图 2-4 所示。

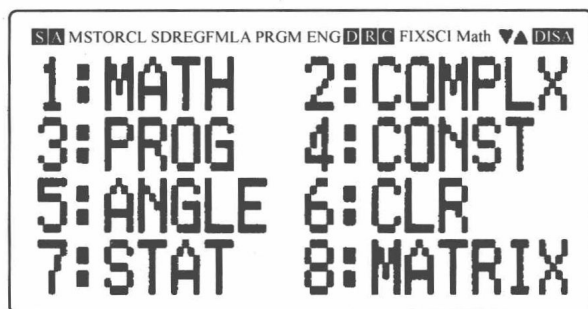


图 2-4 CASIO *fx-5800P* 计算器显示屏幕

屏幕最上方状态栏的指示符含义见表 2-1。

表 2-1 状态栏指示符含义

序号	指示符	含 义
1	S	按下 [SHIFT] 键后出现，表示按键将输入橙色符号所标的功能
2	A	按下 [ALPHA] 键后出现，表示按键将输入红色符号所标的字母或符号
3	STO	按下 [SHIFT] [RCL] 后出现，将指定值或计算结果存入指定的变量
4	RCL	按下 [RCL] 键后出现，查看指定给变量的值
5	SD	计算器处于 SD 模式，即单变量统计计算模式
6	REG	计算器处于 REG 模式，即双变量统计计算模式
7	FMLA	表示当前程序模式工作对象是公式
8	PRGM	表示当前程序模式工作对象是程序
9	ENG	按工程显示数值
10	D	选用“度”作为角度测量和计算单位
11	R	选用“弧度”作为角度测量和计算单位
12	G	选用“梯度”作为角度测量和计算单位
13	FIX	已指定显示小数位数
14	SCI	按科学表示法显示数值
15	Math	当前表达式的输入与输出设定为普通显示
16	Disp	当前显示的数值为中间计算结果
17	▼▲	表示当前显示屏的下、上有数据

2.2 CASIO fx-5800P 计算器的计算模式设定

2.2.1 模式选择

使用计算器时，应选择相应的模式。按 **MODE** 键，屏幕则显示菜单选项，按 **▲** 键和 **▼** 键对菜单屏幕 1 和菜单屏幕 2 进行切换。

按 **MODE** 键后，按 **EXIT** 键不能退出该界面，必须选择一种计算模式。

CASIO fx-5800P 计算器的计算模式主要有 11 种：

- 1) COMP：普通计算模式，包括函数计算。
- 2) BASE-N：基数计算模式，2 进制、8 进制、10 进制、16 进制的变换及逻辑运算。
- 3) SD：单变量统计计算。
- 4) REG：回归计算。
- 5) PROG：程序模式，定义程序或公式文件名、输入、编辑、运行程序或公式。
- 6) RECUR：序列计算模式，可使用 a_n 和 a_{n+1} 两种序列类型创建序列表。
- 7) TABLE：数表计算模式，创建 x 和对应 $f(x)$ 值的数表计算。
- 8) EQN：方程式计算模式，可求解最高五元一次联立方程组及一元三次方程。
- 9) LINK：数据通信，用于在两个 CASIO fx-5800P 计算器之间传输程序。
- 10) MEMORY：存储器管理。
- 11) SYSTEM：对比度调节及复位操作。

2.2.2 计算器设定

按 **SHIFT** **SETUP**（指的是先按 **SHIFT** 键再按 **SETUP** 键，下同），屏幕显示设定菜单选项，如图 2-5 所示。该设定有屏幕 1 和屏幕 2 两个部分，可以按 **▲** 和 **▼** 键在两个屏幕之间切换。计算器设定主要用于配置输入和输出设定、角度单位、计算参数和其他方面的设定。

按 **SHIFT** **SETUP** 后，按 **EXIT** 键可以退出该界面。

(1) 普通显示格式 (MthIO) 和线性显示格式 (LineIO)

1) MthIO 为普通显示格式，即自然书写显示方式。在这种显示方式下，计算器可按照分数、平方根、微分、积分、指数、对数和其他数学表达式的自然书写形式进

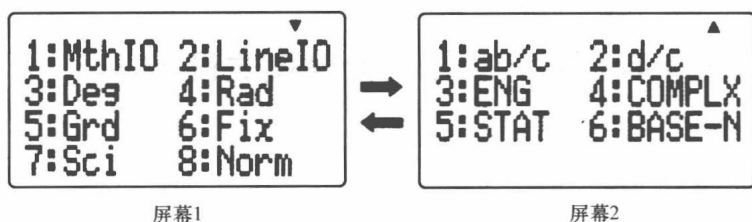


图 2-5 计算器菜单选项

行显示。这种格式既可用于输入表达式，也可应用于输出计算结果。如： $\frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \frac{5}{6}$ 。

2) LineIO 为线性显示格式，将使用计算器定义的特殊格式输入和显示表达式及函数，计算结果显示为小数。如： $\frac{1}{2} + \frac{1}{3} = 0.8333333333$ 。

需要说明的是，按 $\boxed{S \leftrightarrow D}$ 可以在标准 (S) 格式 (分数、 $\sqrt{\quad}$ 和 π) 和小数 (D) 格式之间相互转换。

照顾到日常测量工作者的作业习惯，在测量外业和内业计算时，该模式设定为 LineIO 线性显示格式为宜。

(2) 角度单位 (Deg、Rad、Gra)

1) Deg: 设定十进制度为当前默认角度单位，屏幕状态栏显示为 D。

2) Rad: 设定弧度为当前默认角度单位，屏幕状态栏显示为 R。

3) Gra: 设定梯度为当前默认角度单位，屏幕状态栏显示为 G。

三种角度单位之间的关系为：360 度 = 2π 弧度 = 400 梯度。

通常情况下，测量人员习惯用 Deg 作为默认角度单位。

(3) 数字显示位数 (Fix、Sci、Norm)

1) Fix: 输入数字 0~9，即可指定小数点后的显示位数 (按四舍五入)。设置了 Fix 显示格式后，状态栏显示 FIX。如需取消 Fix 设定，则设定 Norm 1 或 Norm 2 即可。例如：设定了 Fix 3 的显示格式，则某点坐标高程显示为：37585.269，48310.847，106.746。

2) Sci: 如果不按小数位数显示数字，也可按科学记数法来显示数字。输入数字 0~9，则可指定科学记数显示的有效位数。设置了 Sci 显示格式后，状态栏显示 SCI。如需取消 Sci 设定，则设定 Norm 1 或 Norm 2 即可。如设定 Sci 4，则上述坐标 37585.269 显示为 3.759×10^4 。

3) Norm: 有 Norm1 和 Norm2 两项可选，用于设定科学记数法范围。Norm1，则

对于小于 10^{-2} 和大于等于 10^{10} 的数值, 采用科学记数法。Norm2, 则对于小于 10^{-9} 和大于 10^{10} 的数值, 采用科学记数法。

对于测量人员来说, 一般设定 Norm2 通常可满足显示很多位小数的要求, 也可设定 Fix 来固定小数显示位数。

(4) 其他设定 (ab/c、d/c、ENG、COMPLX、STAT、BASE - N)

1) ab/c: 设定计算结果的分数显示格式为带分数。

2) d/c: 设定计算结果的分数显示格式为假分数。

3) ENG: ①EngOn 设定打开工程符号; ②EngOff 设定关闭工程符号。

4) COMPLX: ① $a + bi$ 设定复数计算结果的显示格式为直角坐标格式。② $r \angle \theta$ 设定复数计算结果的显示格式为极坐标格式。

5) STAT: ①FreqOn 设定在 SD 模式和 REG 模式计算期间打开统计频数; ②FreqOff 设定在 SD 模式和 REG 模式计算期间关闭统计频数。

6) BASE - N: ①Signed 设定在 BASE - N 模式计算中启用负值; ②Unigned 设定在 BASE - N 模式计算中禁用负值。

2.2.3 计算器功能菜单

按 **FUNCTION** 键, 则屏幕显示功能菜单。

按 **FUNCTION** 键后, 按 **EXIT** 键可以退出该界面。

在 COMP 模式下, 按 **FUNCTION** 键菜单会出现图 2-6 的显示内容; 在 SD 和 REG 模式下, 按 **FUNCTION** 键, 则会出现图 2-7 的显示内容, 其意义如下:

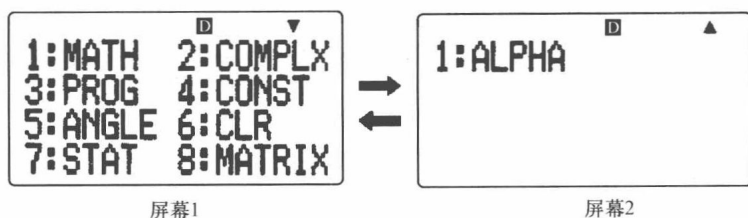


图 2-6 按 **FUNCTION** 键计算器菜单选项

1) MATH: 调出积分、微分、求和、极坐标、直角坐标等数学函数。

2) COMPLX: 调出复数计算函数。

3) PROG: 调出各种程序命令。

4) CONST: 调出计算器内置的 40 个常用科学常数, 如万有引力常数等。

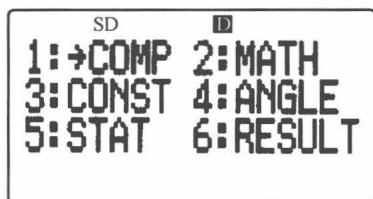


图 2-7 SD 和 REG 模式下计算器菜单选项

- 5) ANGLE: 调出角度单位, 包括 10 进制度数、弧度、梯度及度分秒转换等。
- 6) CLR: 削除统计样本、存储器、矩阵、变量等的内容。
- 7) STAT: 在普通计算模式下, 用于调出各种统计计算变量; 在单变量或双变量统计模式下, 用于对统计样本的编辑, 以及调出各种统计计算变量。
- 8) RESULT: 在单变量或双变量统计模式下, 用于调出全部计算结果。
- 9) MATRIX: 调出矩阵编辑与计算命令。
- 10) ALPHA: 调出英文小写字母字符、希腊大小写字符、下标字符等。
- 11) →COMP: 在单变量或双变量统计模式下返回普通计算模式。

2.3 CASIO fx-5800P 计算器的基本计算操作

2.3.1 函数计算

CASIO fx-5800P 计算器函数分为 A 型函数和 B 型函数。两者有一定的区别, A 型函数输入时是先输入数值, 后按函数键。A 型函数如: x^2 、 x^{-1} 。B 型函数的输入方法是先按函数键, 后输入数值。B 型函数如: $\sin$ 、 $\cos$ 、 $\tan$ 、 $\ln$ 、 $\log$ 、 $\sin^{-1}$ 、 $\cos^{-1}$ 、 $\tan^{-1}$ 等。

除了计算器键面上的函数外, 另外有一些函数必须通过菜单选项输入。在 COMP 模式下, 按 **FUNCTION** **1**, 屏幕显示如图 2-8 的函数菜单, 可按上、下键翻页切换, 则出现图 2-9、图 2-10 所示的内容。

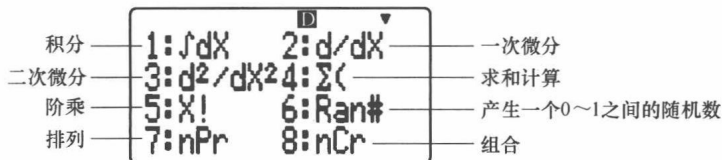


图 2-8 MATH 功能选项下的函数菜单 (一)

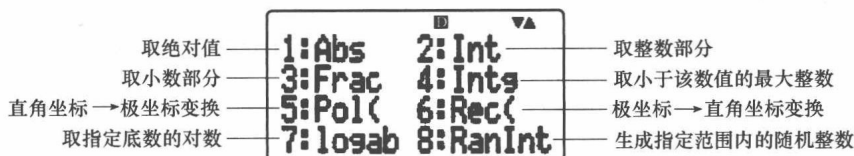


图 2-9 MATH 功能选项下的函数菜单 (二)

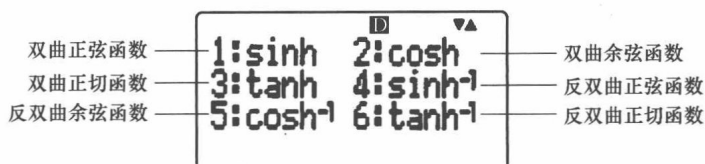


图 2-10 MATH 功能选项下的函数菜单 (三)

2.3.2 表达式计算

(1) 一般表达式示例

$$(289.36 + 43.07) \times \sqrt{0.034^2 + 0.076^2} - 1.85 \times 10^2 = -157.3223$$

$$\tan^{-1}(0.0375) = 2.1476$$

(2) 分数表达式示例

$$\frac{4}{7} + 2\frac{5}{6} = 3.405 \text{ (或 } \frac{143}{42} \text{)}$$

$$\ln\left(\frac{2}{3}\right) = -0.405465$$

(3) 百分比的使用示例

$$143.065 \times 0.75\% = 0.1073$$

$$10800 \times (1 - 0.75\%) = 10719$$

(4) 表达式输入时需注意的问题

- 1) 在运用表达式进行计算之前, 可按 **AC/ON** 键清除屏幕内容。
- 2) 在 B 型函数、常数、变量名、数值存储器和开括号之前, 可以省略乘号 ($\times$), 使表达式更简捷, 如 $2\sin(132)$ 。
- 3) 表达式最后的圆括号, 可以省略。但编者认为, 此功能慎用, 在对计算器充分熟悉的情况下可以使用, 以免出错。

2.3.3 多重语句计算

像编程一样, 在 COMP 状态下也可以使用多重语句进行表达式的计算。使用多