

德州仪器

TI-nspire 计算器 与道路施工测量程序

DEZHOU YIQI TI-nspire JISUANQI YU DAOLU SHIGONG CELIANG CHENGXU

王中伟 编著



华南理工大学出版社
SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS



德州仪器

TI-nspire 计算器

与道路施工测量程序

王中伟 编著



华南理工大学出版社
SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

· 广州 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

德州仪器 TI-nspire 计算器与道路施工测量程序 / 王中伟编著. —广州:
华南理工大学出版社, 2015. 10

ISBN 978-7-5623-4759-0

I. ①德… II. ①王… III. ①道路施工-施工测量-应用程序
IV. ①U415.1-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第208371号

德州仪器 TI-nspire 计算器与道路施工测量程序

王中伟 编著

出 版 人: 韩中伟

出版发行: 华南理工大学出版社

(广州五山华南理工大学17号楼, 邮编510640)

<http://www.scutpress.com.cn> E-mail: scute13@scut.edu.cn

营销部电话: 020-87113487 87111048(传真)

策划编辑: 赖淑华

责任编辑: 刘 锋 庄 彦

印 刷 者: 广州市穗彩印务有限公司

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 17.5 字数: 437千

版 次: 2015年10月第1版 2015年10月第1次印刷

印 数: 1~2000册

定 价: 38.00元

版权所有 盗版必究 印装差错 负责调换

前言

TI-nspire系列计算器是美国德州仪器公司的旗舰机型，是当今最为强大的图形计算器之一，它具备代数运算、函数图像、几何作图、统计分析、编程计算等各种数学计算和图像处理功能，并且支持中文显示。2012年，德州仪器(上海)有限公司(以下简称TI公司)做出战略决策，将TI-nspire CM-C型计算器作为工程计算器推向工程测量市场。2012年12月，TI公司与湖南交通职业技术学院签订合作教学协议。2013年2月，作者开发完成了三个基于TI-nspire系列计算器的公路施工测量程序(CAS和non-CAS均通用)，其中ardwork公路施工放样综合软件(TI-nspire版)申请并获取了计算机软件著作权(登记号：2013SR037976)。2013年4月开始，作者受邀在TI官网的智能测绘网络研讨会担任主讲教师，到2014年11月，共授课13讲。2013年9月，湖南交通职业技术学院第一届TI班开始教学，作者担任主讲教师，迄今为止已成功开办了两个教学班，10名优秀学生获得了TI奖学金。

本书是作者三年以来(2012—2014年)对TI计算器的教学和研究的成果总结。全书共分上下两篇，上篇TI-nspire计算器操作与编程技术，是作者历次主讲TI计算器智能测绘网络研讨会的讲义汇编，下篇TI-nspire计算器道路施工测量程序，三个程序均为作者本人独立开发完成，其中公路施工放样综合程序ardwork具有路线三维参数查询计算、道路平面坐标放样计算、路面施工放样计算、路基施工放样计算、隧道施工超欠挖计算等多种功能。

本书可供公路、桥梁、隧道、铁路、城市轨道交通等工程施工一线的测量技术人员参考使用，也可以作为高校学生学习测量编程的教材。书中上篇的教学视频和下篇的测量程序均可向TI公司或作者索取，联系方式：刘航(TI公司)邮箱：434869250@qq.com；王中伟(湖南交通职业技术学院)邮箱：595077@qq.com。

本书在编写、出版过程中，蔡家义、迟耀健、高建彪、刘航、赖淑华等不同程度地给予了帮助和支持，在此一并致谢。

由于作者水平有限，书中难免有不当之处，请各位读者批评指正。

王中伟
2015年7月

目 录

上 篇 TI-nspire 计算器操作与编程技术

第1章 TI-nspire 计算器简介及基本操作.....	3
1.1 TI-nspire 系列计算器简介	3
1.2 TI-nspire 计算器的主要功能	5
1.3 TI-nspire 计算器的按键	7
1.4 TI-nspire 计算器的几个基本练习	10
1.5 TI-nspire 计算器的文档操作	13
1.6 TI-nspire Computer Link 软件	16
第2章 角度及坐标的计算与应用.....	21
2.1 角度单位及相互转换	21
2.2 测量坐标系及坐标计算原理	25
第3章 利用复数进行平面直角坐标的相关计算.....	32
3.1 复数简介	32
3.2 平面坐标正算与反算	33
3.3 平面坐标转换	34
第4章 统计计算功能在测量误差计算及公路检测中的应用.....	38
4.1 统计计算	38
4.2 样本数据的输入、编辑和存储——数组及电子表格	39
4.3 统计参数计算及其应用	40
4.4 双变量统计计算(线性回归分析)	43
4.5 双变量统计计算(非线性回归分析)	45
第5章 矩阵计算及在测量平差和坐标转换中的应用.....	48
5.1 矩阵的新建、构建与编辑	48
5.2 矩阵的基本运算与应用	52
5.3 测量平差计算中的矩阵运算	54
5.4 空间坐标转换计算中的矩阵运算	58
第6章 积分计算功能与路线坐标计算的统一数学模型.....	66
6.1 TI-nspire 计算器的积分计算功能	66
6.2 路线坐标计算的统一数学模型	67

6.3	路线坐标计算算例	68
6.4	路线坐标计算的复数积分公式	70
第7章	TI计算器编程1——入门:从公式到程序	72
7.1	路线圆曲线要素及主点桩号的计算	72
7.2	TI-nspire计算器编程的基本操作	76
7.3	TI-nspire计算器编程的输入输出命令	79
第8章	TI计算器编程2——提高:转移与选择语句	83
8.1	程序的三种基本结构	83
8.2	无条件转移语句(Goto...Lbl)	84
8.3	选择结构语句(If语句)的基本格式	85
8.4	关系表达式与逻辑表达式	90
第9章	TI计算器编程3——提高:循环语句	94
9.1	循环结构	94
9.2	用If-Goto语句形成循环	95
9.3	用While语句形成循环	96
9.4	用Loop语句形成循环	97
9.5	用For语句形成循环	97
第10章	TI计算器编程4——提高:函数程序与子程序	100
10.1	函数程序	100
10.2	函数程序的几个编程示例	102
10.3	子程序及其调用	104
第11章	TI计算器编程5——实战:坐标转换计算程序	107
11.1	坐标转换计算回顾	107
11.2	坐标转换计算程序编写步骤	107
第12章	TI计算器编程6——实战:路线竖曲线及高程计算程序	115
12.1	路线竖曲线及设计高程计算的数学模型	115
12.2	路线竖曲线及高程计算程序编写步骤	116

下篇 TI-nspire计算器道路施工测量程序

第13章	道路坐标放样正反算程序aroad	129
13.1	程序清单及参数设定	129
13.2	路线单交点计算操作流程	137
13.3	全线贯通的路线数据库子程序编写及应用	142
13.4	路线断链的处理	149

第14章 立交匝道坐标放样正反算程序 aramp	156
14.1 程序清单及参数设定	156
14.2 立交匝道数据库子程序编写及应用	162
14.3 利用匝道程序 aramp 计算道路卵形曲线	177
第15章 公路施工放样综合程序 ardwork	181
15.1 程序清单及参数设定	181
15.2 数据库子程序的格式及编制示例	205
15.3 公路施工放样综合程序的应用实例	221
附录: 湖南省 YZ 至 FTL 高速公路相关设计图表	248

上篇

TI-nspire 计算器操作与编程技术

第1章 TI-nspire计算器简介及基本操作

1.1 TI-nspire系列计算器简介

TI-nspire系列计算器是美国德州仪器公司(Texas Instruments, 简称TI)的产品, 目前主要有五种类型, 其型号名称和主要参数如表 1-1 所示。

表 1-1 TI-nspire 系列计算器型号与主要参数

型号	TI-nspire CAS (大黑)	TI-nspire CM-C (小白)	TI-nspire CM-C CAS	TI-nspire CX-C	TI-nspire CX-C CAS
外形 图片					
CAS	是	否	是	否	是
内存	20MB 储存内存 / 16MB 运行内存	128 MB 储存内存 / 32MB 运行内存		128 MB 储存内存 / 64MB 运行内存	
显示	320×240 像素 分辨率: 115 dpi 16级灰阶	320×240 像素, 分辨率 125 dpi, 16 位彩色			
电源	4 节 7 号 / 亦可选用 配套的充电电池	TI-nspire 充电电池 (内置)			

TI-nspire 系列计算器型号中, 我们发现两条纵向的型号类型, 一类是带 CAS, 另一类则不带 CAS, 那么, CAS 是什么呢?

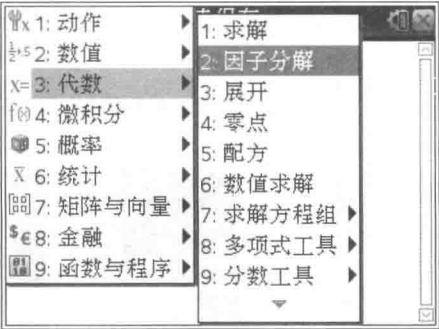
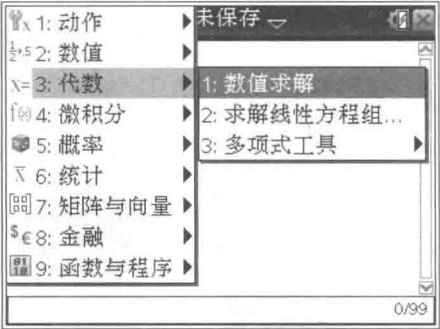
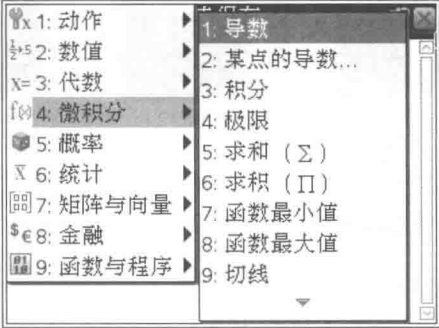
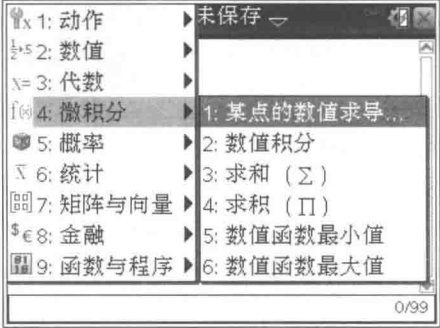
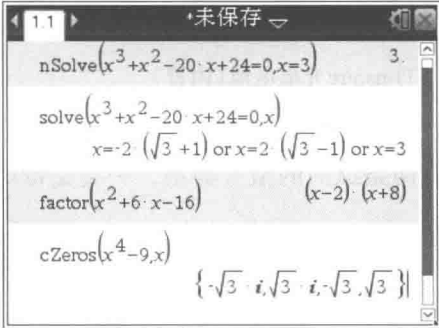
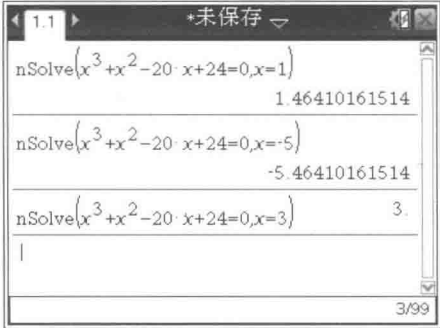
CAS 是计算机代数系统 (Computer Algebra System) 的英文简称, 计算机代数系统的标志是能够以字符串作为运算单位。

科学计算可分为两类: 一类是纯数值的计算, 例如求函数的值, 方程的数值解; 另一类计算是符号计算, 又称代数运算, 这是一种智能化的计算, 处理的基本单位是字符串。人们在数学的教学和研究中用笔和纸进行的数学运算多为符号运算。

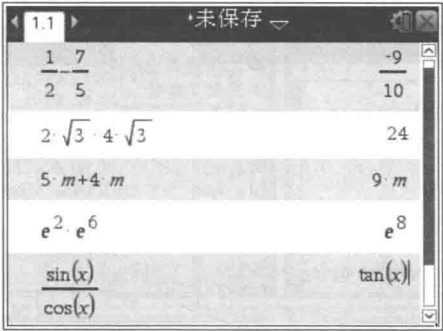
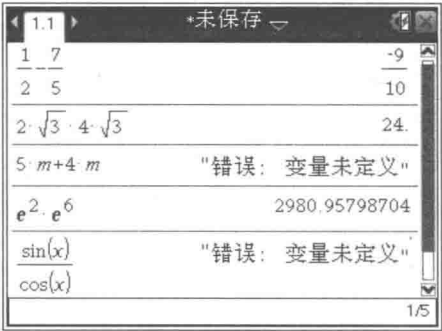
计算机代数系统CAS的优越性主要在于它能够进行大规模的代数运算。通常我们用笔和纸进行代数运算只能处理符号较少的算式，当算式的符号上升到百位数后，手工计算便成为可能而不可行的事，主要原因是在做大量符号运算时，我们很容易出错，并且缺乏足够的耐心。当算式的符号个数上升到4位数后，手工计算便成为不可能的事，这时用计算机代数系统进行运算就可以做到准确、快捷、有效。

表1-2展示的是TI-nspire 计算器带CAS与不带CAS在菜单、代数运算、算式运算方面的区别。

表1-2 TI-nspire 计算器带CAS与不带CAS的区别

	TI-nspire CM-C CAS	TI-nspire CM-C (non-CAS)
菜单		
		
代数运算		
	找到方程的近似解与精确解 多项式的分解与展开	找到方程的近似解

续表1-2

	TI-nspire CM-C CAS	TI-nspire CM-C (non-CAS)
算式 运算	 简化表达式，并保持它们的数学形式 能够识别并计算数学常量和数学变量	 表达式以小数的形式近似给出 数学常量和数学变量以数值形式近似给出

TI-nspire系列的各型号计算器，除是否带有CAS之外，功能基本一致，程序完全通用。本书主要以TI-nspire CM-C计算器为代表进行阐述，并简称为TI-nspire计算器。

1.2 TI-nspire 计算器的主要功能

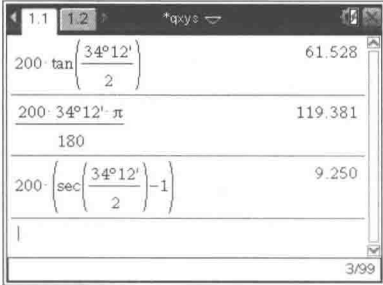
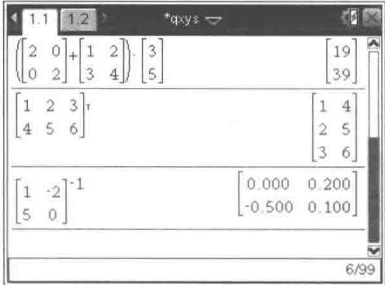
TI-nspire 计算器开机界面如图1-1所示，或者，在任何界面下，按键，都可返回到如图1-1所示的开机界面。

计算器开机界面下方有七个小图标，对应着七种应用功能(见表1-3)，同一问题下，各应用功能间的变量和表达式能动态关联。

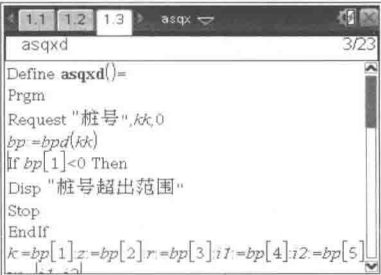
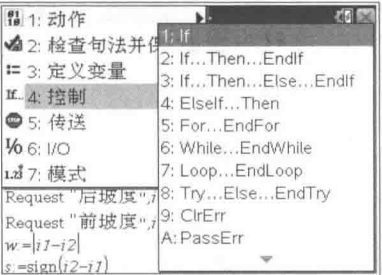
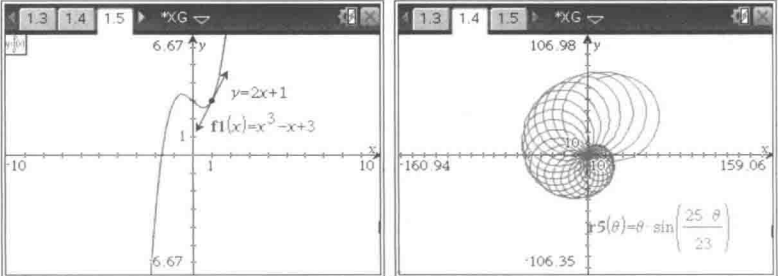
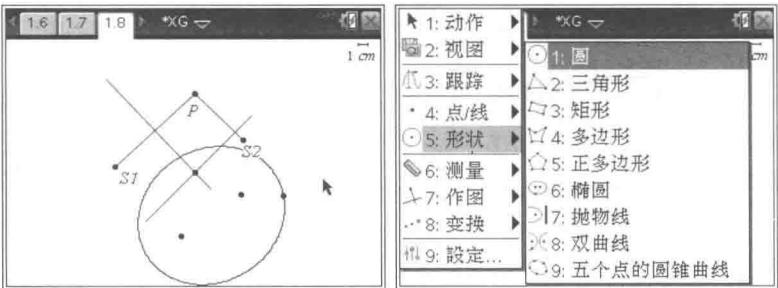
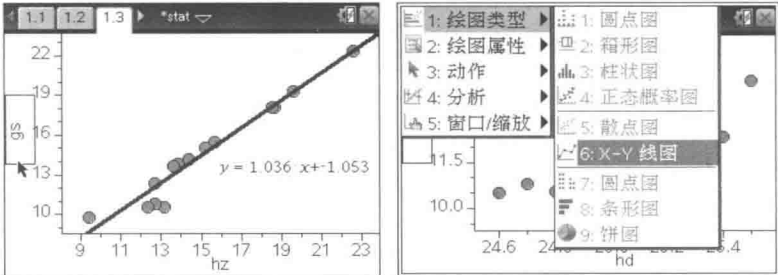


图1-1 TI-nspire计算器的开机界面

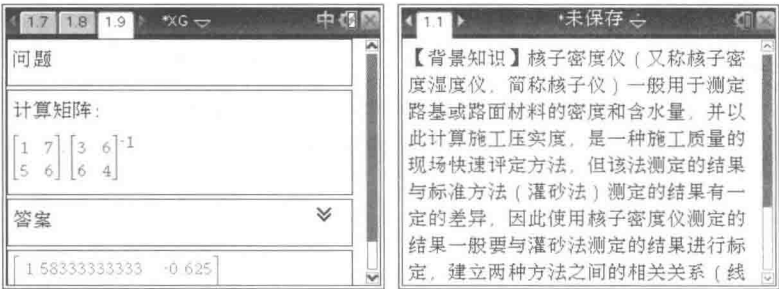
表1-3 TI-nspire计算器的七种应用功能

应用功 能图标	功能简述	主要界面
 计算	进行计算式、 函数式、方程、 矩阵、数组等计 算	 

续表1-3

应用功能图标	功能简述	主要界面
 计算	使用TI-BASIC语言进行编程计算	 
 图形	进行函数、二次曲线、数列作图，十多种图像缩放功能，并能进行图像分析等	
 几何	绘制平面几何图形，并对图形进行平移、缩放、旋转、对称等变换，度量集合图像的数量关系，动点动画功能、轨迹功能等	
 列表与电子表格	类似于电子表格界面，与数组关联和计算，能进行数据的统计计算	
 数据与统计	进行数据统计，图表（直方图、折线图、饼图）绘制，进行统计分析、回归分析	

续表1-3

应用功能图标	功能简述	主要界面
 记事本	图文混排，方便老师进行备课，编辑客观题、主观题或者文字类说明，并提供了常用的数学字符、表达式的输入模板	
 威尼尔数据采集	利用VERNIER传感器连接图形计算器，可以快速高效采集实验数据并进行数据统计分析	

1.3 TI-nspire 计算器的按键

在学习使用TI-nspire计算器时，必须先熟悉键盘的布局及一些常用的按键，以及常用的快捷键和滑鼠操作。

TI-nspire CM-C计算器的外观及键盘如图1-2所示，上方是彩色的液晶显示屏(320×240像素)，显示屏下方的键盘，从上至下可依次分为三个区域——功能键、数学符号键、字母键。

按键上的字样表示该按键的功能，按键上方橘红色字样则是该按键的第二功能，调用前要先按橘红色的 $\boxed{\text{ctrl}}$ 键，再按对应按键，例如：按 $\boxed{\text{ctrl}}$ $\boxed{\text{ex}}$ 键表示输入自然对数函数ln。

按键及对应第二功能表示的字符、函数、命令有限，TI-nspire计算器还具备更多的组合键或快捷键功能，表1-4是一些常用功能的组合键或快捷键。

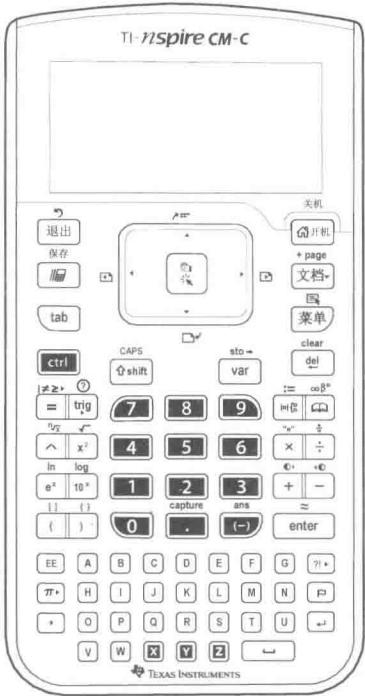


图1-2 TI-nspire 计算器及其键盘

表 1-4 TI-nspire 计算器常用的一些组合键或快捷键

快捷键 或组合键	功能说明	快捷键 或组合键	功能说明
$\approx$	计算近似值		到页面首部
$\sqrt{}$	平方根		到页面尾部
$\log$	对数		向上翻页
$\ln$	自然对数		向下翻页
ans	答案变量		在页面内逐行下移光标
sto	变量存储		在页面内逐行上移光标
$\infty \sigma$	显示字符和符号面板		在当前列后添加一列到矩阵
	显示数学模板面板		在当前行后添加一行到矩阵
	插入积分模板	clear	整行清除
	插入导数模板		大写字母锁定
$\frac{\Box}{\Box}$	插入分数模板	$\odot$	增加显示屏亮度
a	插入字符串模板	$\odot$	降低显示屏亮度
	显示三角函数面板	关机	关闭计算器电源
	显示圆周率等常用数学符号面板	$[]$	方括号
$\neq$	显示逻辑运算符面板	$()$	大括号
	显示标点和符号面板		反斜杠 (\)
	打开便签本		下划线 (_)

这里再介绍几个重要的按键。

1) 菜单键：

按下 键后，会显示当前应用功能的下拉式菜单，不同的应用程序，会有不同的菜单，图 1-3 是计算功能下的全部一、二级菜单。表 1-3 中也展示了某些应用功能下的菜单。

2) 三角函数键： (图 1-4)

按下三角函数键 ，会弹出三角函数和反三角函数的面板，可使用方向键，或者不断地按 键，会在各三角函数之间切换，直到切换到需要的三角函数，再按 键确认即可。

3) 常用数学字符键： (图 1-5)



图 1-3 TI-nspire 计算器计算功能下的菜单

sin	cos	tan	csc	sec	cot
sin ⁻¹	cos ⁻¹	tan ⁻¹	csc ⁻¹	sec ⁻¹	cot ⁻¹

图 1-4 三角函数和反三角函数面板

π	i	∞	e	θ
$\circ$	r	g	!	

图 1-5 常用数学字符面板

此外，按 **ctrl** + **⏏** 键可调出计算器全部字符和符号面板，如图 1-6 所示。

π	e	i	E	∞	θ	$\rightarrow$	$_$	$\blacktriangleright$	$\circ$
r	g	!	$\angle$	$=$	$\neq$	$<$	$\leq$	$>$	$\geq$
-	+	-	*	,	$\times$	/	$\div$	$\wedge$	$\pm$

图 1-6 全部字符和符号面板

4) 数学模板键：**⏏** (图 1-7)

$\frac{\square}{\square}$	$\square^\square$	$\sqrt{\square}$	$\sqrt[\square]{\square}$	$e^\square$	$\log_{\square}\square$	$\{\square,\square\}$	$\{\square,\square,\square\}$	$\{\square,\square,\square,\square\}$
$ \square $	$\square''$	$\square'''$	$\square''''$	$\square'''''$	$\square''''''$	$\sum_{\square}^{\square}\square$	$\prod_{\square}^{\square}\square$	$\frac{\square}{\square}$
$\frac{d}{dx}\square$	$\frac{d}{dt}\square$	$\frac{d}{dy}\square$	$\lim_{\square}\square$	$\square$				

图 1-7 数学模板面板

5) 目录键: (图1-8)

使用目录键可在计算器输入行中插入命令、符号、数学表达式模板或其他功能。

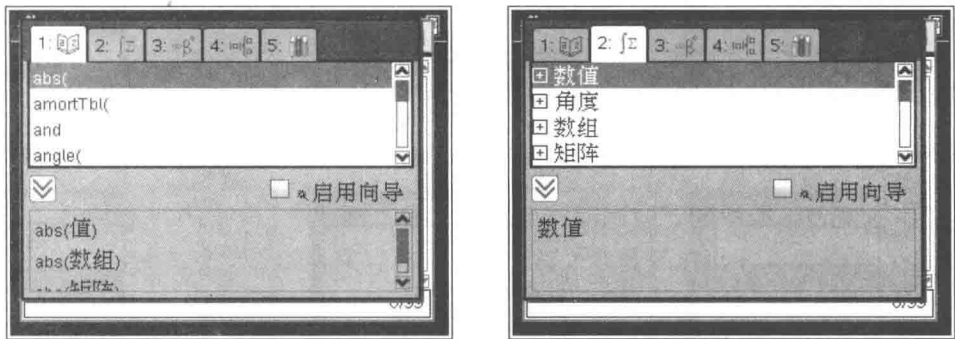


图1-8 目录面板

目录键包含五大面板，分别是：

- (1) 命令与函数面板，按照字母顺序排列；
- (2) 命令与函数面板，按照数学运算功能排列；
- (3) 字符与符号面板，内容和   键相同；
- (4) 数学模板面板，内容和  键相同；
- (5) 公用库面板 (LibPub)。

TI-nspire 计算器的按键及其对应的菜单、命令、函数非常丰富，相应地，操作也比较复杂，使用者初次接触时，不必担心键盘、菜单操作不熟练，只要多摸索、多使用，一段时间后自然会熟能生巧。国外在图形计算器的使用中，强调的一个观点是不看使用说明，鼓励学生自我摸索，从侧面锻炼提升学生实践探索的能力。

1.4 TI-nspire 计算器的几个基本练习

下面做几个练习来体验一下 TI-nspire 计算器的基本功能。
按便签本  键，可在计算和图形两个界面之间切换。

【练习1】数值计算，计算以下几个数学表达式：

$$\frac{1}{5} + \frac{1}{4} = \frac{9}{20} = 0.45$$

$$\frac{5!}{21} = \frac{40}{7} = 5.7143$$

$$\frac{\pi}{2} = 1.57079632679$$

$$\frac{3+4i}{1+i} = 3.5+0.5i$$

$$\sqrt[3]{9.28} = 2.1014$$

$$\int_1^2 \sqrt{1+x} dx = 1.5785$$