CASIO

CLASSWIZ

卡西欧科学函数计算器

fx-999CN CW II 中文版

大学理工科应用案例集

卡西欧计算器研究中心
版权所有 免费公布



卡西欧计算器研究中心

前　言

fx-999CN CW II 中文版科学计算器是 CASIO（卡西欧）于 2026 年春季发布的新一代 CLASSWIZ 系列旗舰科学函数计算器，其高性价比、中文菜单显示、用户友好型的操作方式、强大的计算功能、快速的处理过程，受到许多大学生以及经常需要用到科学函数计算的社会人士的喜爱。

fx-999CN CW II 中文版科学计算器拥有计算、统计、分布、数据表格、函数表格、方程、不等式、复数、进制、矩阵、向量、比例等十二个功能应用，每个功能应用在主屏幕中以图标的形式显示。通过全新的操作逻辑设计，用户可轻松地在各个功能应用中实现更加灵活多样的计算。其中，计算应用除了普通的初等函数运算，还可以作一元函数的数值积分、数值求导以及连加求和（Σ）、连乘求积（Π）运算；统计应用可用于数据处理和回归分析；分布应用可进行二项分布、泊松分布、正态分布等计算；数据表格应用可实现与计算机上的电子表格类似的计算；函数表格应用可列出两个函数的表格用于分析函数的变化情况；方程应用可以求解二至四元的线性方程组、二至四次的多项式方程，还可以用方程求解器求解一元超越方程、带有导数或积分的方程；复数应用可进行电学的相量计算；进制应用可作进制转换和逻辑位运算；矩阵应用可对最大 4 行 4 列矩阵进行求逆、计算行列式值、化简为行阶梯形或行最简形等操作；向量应用可计算向量的数量积、向量积、以及两向量的夹角和单位向量等等。此外，计算器中还内置了两个自定义函数 $f(x)$ 和 $g(x)$，以及 47 个科学常数与 9 类单位换算的功能。

本书旨在从目前国内大学理工科开设的一系列基础课程出发，以功能介绍与实际例题相结合的方式展现 fx-999CN CW II 中文版科学计算器的强大计算功能在多学科领域的基础应用，为广大理工科专业学生提供利用计算器来提高学习与考试效率的案例。本书也可作为从事高等院校理工科教学工作的教师、从事理工

科相关职业的社会人士使用 fx-999CN CW II 中文版、fx-999CN CW II MAX 中文版科学计算器的参考资料。本书除分布计算和数据表格相关内容之外的部分，也适用于使用 fx-991CN CW II 中文版、fx-991CN CW II MAX 中文版科学计算器的用户参考。

本书由卡西欧计算器研究中心组织编写，由于时间仓促，书中难免会出现疏漏，恳请读者批评指正。

卡西欧计算器研究中心

2026 年 6 月

了解更多

● fx-999CN CW II 的完整版用户说明书：

https://support.casio.com/global/cn/calc/manual/fx-991CNCWII_999CNCWII_cn/

● fx-999CN CW II 使用指南可在卡西欧全球教育网下载：

https://edu.casio.com/cn/support/qsg/

目　录

索引 …… 1

⓪ fx-999CN CW II 操作入门 …… 1

① 微积分计算功能　在大学物理中的应用 …… 8

② 矩阵计算功能　在线性代数中的应用 …… 12

③ 复数计算功能　在电路中的应用 …… 21

④ 进制计算功能　在数字电子技术中的应用 …… 29

⑤ 方程组求解功能　在理论力学中的应用 …… 34

⑥ 方程求解功能　在自动控制原理中的应用 …… 38

⑦ 统计功能　在实验数据处理中的应用 …… 47

⑧ 分布计算功能　在概率论中的应用 …… 54

⑨ 数据表格功能　在数值计算方法中的应用 …… 60

𝒳 计算器功能的综合应用 …… 65

⊕ 附录一　常见问题解答 …… 75

f∞ 附录二　方程求解器的原理与使用技巧 …… 81

参考文献 …… 84

索　引

本书的例题案例虽然是针对某一学科编写的，但很多功能也可以应用在其他学科，或者可以综合运用解决更复杂的问题。现将本书的 26 个案例列表如下（案例编号后面的括号内的数字是案例所在页码），并给出相应的参考提示。

案例编号	案例名称	参考提示
1 (3)	简单计算	可熟悉 fx-999CN CW II 的基本操作方式，尤其是函数管理器与变量管理器，灵活运用这两个功能，可大幅提高计算效率。
2 (3)	目录菜单与目录列表	
3 (4)	更改计算器的设置	
4 (6)	函数管理器与变量管理器	
5 (10)	力学问题中的定积分计算	不仅是高等数学和大学物理，凡涉及到微积分的相关领域均可使用。
6 (11)	波动问题中的导数计算	
7 (15)	矩阵的运算	综合使用矩阵应用的各项功能，除案例中的基本应用外，还可以用于计算矩阵的特征向量、计算矩阵函数以及广义逆矩阵等等。
8 (18)	单位矩阵的应用	
9 (19)	矩阵的秩	
10 (19)	非齐次线性方程组的通解	
11 (26)	交流电路与相量法	复数功能也常用于控制工程领域的相关计算。
12 (31)	原码、反码和补码	进制功能在计算机、单片机、微机原理等领域也可使用。
13 (32)	组合逻辑电路	
14 (35)	空间汇交力系的平衡问题	线性方程组的求解，除理论力学中经常使用之外，电学中的支路电流法、机械原理中设计平面连杆机构也经常用到。

续表

案例编号	案例名称	参考提示
15 (41)	线性系统的根轨迹法(1)	凡涉及到求解高次方程、一元超越方程的领域都可以参考，用途十分广泛。
16 (43)	线性系统的根轨迹法(2)	
17 (44)	线性系统的频域分析	
18 (48)	大学物理实验数据处理	除数据处理外，也可用于概率论与数理统计中计算离散型随机变量的期望与方差、四分位数、置信区间等内容。
19 (51)	分析化学实验数据处理	
20 (55)	二项分布	还可用于计算与概率分布有关的内容，例如机械设计中机械零件的可靠性设计。
21 (57)	泊松分布	
22 (58)	正态分布	
23 (61)	线性方程组的迭代解法	除数值计算领域的应用外，也可用于高等数学中研究数列或函数的极限、物理或化学实验中数据的批量处理、机械原理中计算机构的运动参数、控制工程中计算线性系统的稳定性分析问题等等。
24(65)	定积分的应用	计算平面曲线的弧长，将方程求解器和定积分功能结合使用。
25(67)	矩阵的特征值和特征向量	计算矩阵的特征值和特征向量，将多项式方程和化简矩阵的功能结合使用。
26(70)	特殊函数计算	运用计算器自带功能，计算 Γ 函数、误差函数、互补误差函数等特殊函数值。

0 fx-999CN CW II 操作入门

按键操作

fx-999CN CW II 中文版科学计算器的按键面板如图所示，分为两大区域。上面三行是功能控制区，通过这个区域的按键可以实现对计算器的大多数控制操作。下面六行是输入区，这个区域的每个按键都有两种功能，印在按键表面的功能直接按这个按键即可调用；印在按键左上方的功能，需要先按功能控制区的 ⬆ 键，再按对应的按键。

例如要输入圆周率 π，这个记号印在按键 ⑦ 的左上方，因此按键过程为：

⬆ ⑦ (π)



按 ⏻ 开机，按 ⬆ AC 关机。

功能应用

fx-999CN CW II 具有十二个功能应用。按 ⏻ 开机，然后按 ⌂ 打开主屏幕。所有功能应用以图标的形式显示，右上角是该应用的选项编号，如下图所示。



在主屏幕上，按图标右上角选项编号对应的按键即可进入相应的应用；也可以使用方向键（▲▼◀▶）或翻页键（⏫⏬），将反色光标移动到所需使用的应用上，然后按 OK 进入。例如要进入“计算”应用，按 ⌂（主屏幕）① 即可。

操作范例

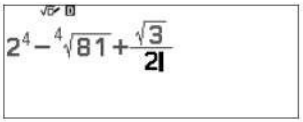
fx-999CN CW II 使用“数学自然显示”的方式来输入算式并显示计算结果。这里列举一些计算的范例，读者可通过这些范例来初步体验 fx-999CN CW II 的一些常用的按键操作方式。

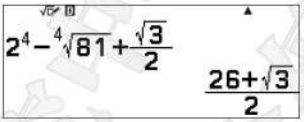
以下范例都在“计算”应用中进行操作，按 ⌂（主屏幕）①（计算）进入。

例 1　简单计算

计算 $2^4-\sqrt[4]{81}+\dfrac{\sqrt{3}}{2}$。

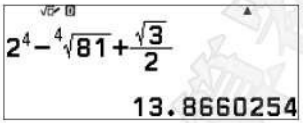
按 2 ▪ 4 ▶ − 4 ↑ √ (Ans) 81 ▶ + √ 3 ▶ ▤ 2 输入表达式，然后按 EXE 执行计算。

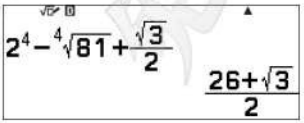




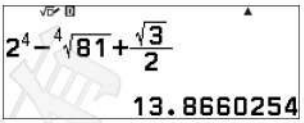
fx-999CN CW II 具有四级灰度显示的功能，在输入的过程中可以看到，光标所在区域的内容会以深色显示，光标以外区域的内容会以浅色显示。

如果需要小数形式的结果，直接按 S⇔D（转换键）即可。再按一次 S⇔D 可切换回标准形式。也可以按 ↑ S⇔D (↻) 打开转换菜单，然后按 ② 选择“小数”。









例 2　目录菜单与目录列表

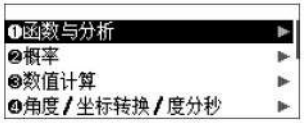
计算连乘求积 $\displaystyle\prod_{x=1}^{1000}\frac{4x^2}{(2x-1)(2x+1)}$。

对于按键面板没有的功能，需要从目录菜单或目录列表中调用。目录菜单将所有功能进行层级分类；目录列表将所有功能（科学常数和单位换算除外）按照在目录菜单中出现的顺序放在列表中，可以直接选择调用。

1. 使用目录菜单

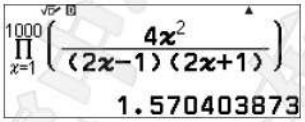
按 ▦（目录）打开目录菜单，然后按 ① 选择“函数与分析”，再按 ④（求

积(Π)）调用连乘求积模板。继续输入 4ⓧ■² ▤ (2ⓧ −1) (2ⓧ +1) ▽ 1^ 1000 补全表达式，按 ⓔ 执行计算。







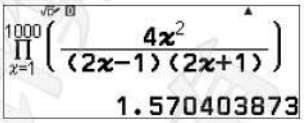


2. 使用目录列表

按 ⓢ ▤ (≡) 打开目录列表，然后按 ④（Π(）调用连乘求积模板。继续输入 4ⓧ■² ▤ (2ⓧ −1) (2ⓧ +1) ▽ 1^ 1000 补全表达式，按 ⓔ 执行计算。





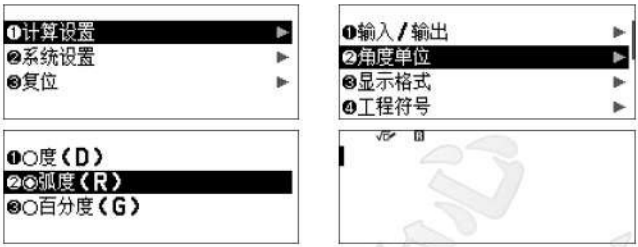


例 3　更改计算器的设置

在弧度制下计算 $4\arctan\frac{1}{5}-\arctan\frac{1}{239}$。

在计算器上，**凡是涉及三角函数、反三角函数的计算，都应当在计算前检查计算器的角度单位设置是否正确**。屏幕上方所显示的指示符“D”、“R”、“G”，分别代表当前所处的角度单位是度(Degree)、弧度(Radian)、百分度(Gradian)。

按 ≡（设置）打开设置菜单，然后按 ① 选择“计算设置”，再按 ② 选择“角度单位”，按 ② 选择“弧度(R)”，最后按 ㏍ 退出设置。此时可以看到屏幕上方的指示符显示“R”，表示计算器的角度单位已设置为弧度制。



按 4 ⏫ tan (tan⁻¹) 1 ▤ 5 ▷) − ⏫ tan (tan⁻¹) 1 ▤ 239 ▷) 输入表达式，然后按 EXE 执行计算。



需要注意的是，由于函数 $y=f(x)$ 的反函数可以表示为 $x=f^{-1}(y)$，因此在计算器上，反三角函数 arcsin，arccos，arctan 一般表示为 $\sin^{-1}$，$\cos^{-1}$，$\tan^{-1}$。

fx-999CN CW II 的初始计算设置如下表所示。本书的每个例题在没有特殊说明时，默认的计算设置都是计算器的初始设置，并在这些设置状态下进行操作。

设置项目	初始设置	按键操作
输入/输出	数学输入/数学输出	☰ ① ① ①
角度单位	度（D）	☰ ① ② ①
显示格式	常规格式（Norm）：1	☰ ① ③ ③ ①
工程符号	关	☰ ① ④ ②
分数结果	假分数	☰ ① ⑤ ②
复数结果	$a+b$i	☰ ① ⑥ ①
小数点显示	句点	☰ ① ⑦ ①
数字分隔符	关	☰ ① ⑧ ②
×10□ 键	×10□（科学记数法）	☰ ① ⑨ ②
转换键	▣πx ↔ 小数	☰ ① ⓪ ①

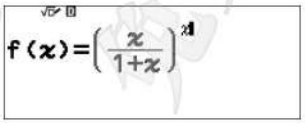
如果需要将计算器的所有设置恢复为初始设置，可以按 ⏏ 打开主屏幕，然后进入任何一个应用（例如按 ① 进入“计算”应用），按 ☰（设置）打开设置菜单，按 ③ 选择“复位”，按 ① 选择“设置与数据”，按 ① 选择“是”。此时计算器将所有设置恢复为初始设置，并显示主屏幕。

例 4　函数管理器与变量管理器

设 $f(x)=\left(\frac{x}{1+x}\right)^x$，利用导数的定义式，求 $f'\left(\frac{1}{2}\right)$ 的近似值，计算的结果精确到小数点后第三位。

按 fx（函数）打开函数管理器，然后按 ③ 选择“定义 $f(x)$”。按 (x,θ,T) 1 + x,θ,T) ▪ x,θ,T 输入 $f(x)$ 的表达式，按 EXE 确认，完成 $f(x)$ 的定义。



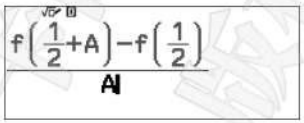


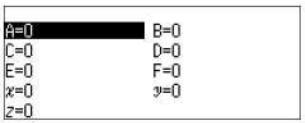
由导数的定义式

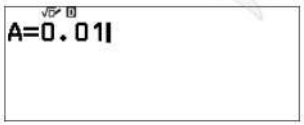
$$f'(x)|_{x=x_0}=\lim_{\Delta x\to 0}\frac{f(x_0+\Delta x)-f(x_0)}{\Delta x}$$

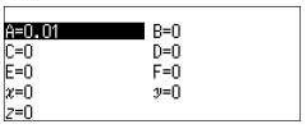
此处 $x_0=\frac{1}{2}$，Δx 用计算器上的变量 A 代替，初步取 $\Delta x=0.01$。

在计算器上输入 ☰ fx（函数）①（f( ) 1 ☰ 2 > + ↑ ④（A）) − fx（函数）①（f( ) 1 ☰ 2 >) ∨ ↑ ④（A），然后按 ⏎（变量）打开变量管理器，选择变量 A，输入 0.01，按 EXE 确认，完成对变量 A 的赋值。

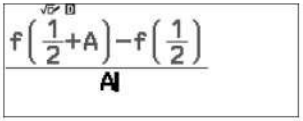


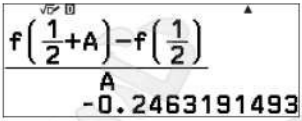






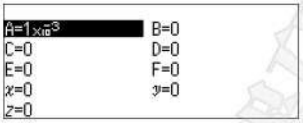
按⑤返回到计算界面，然后按 ⑭ 执行计算，得到当$\Delta x=0.01$时，$f'\left(\frac{1}{2}\right)$的近似值。

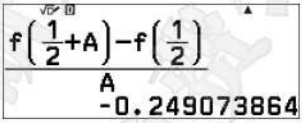




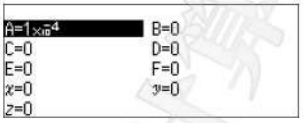
缩小Δx的值，导数近似值的计算结果会更加精确。

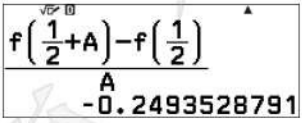
按㉚（变量）打开变量管理器，选择变量 A，输入 0.001，按 ⑭ 确认；再按⑤返回到计算界面，然后按 ⑭ 执行计算，得到当$\Delta x=0.001$时的导数近似值。

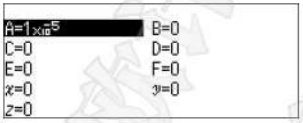


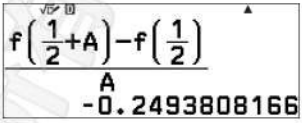


重复以上步骤，继续计算当$\Delta x=0.0001$，$\Delta x=0.00001$时导数的近似值。









由此可以确定，$f'\left(\frac{1}{2}\right)\approx-0.249$。

本例主要介绍 fx-999CN CW II 的函数管理器与变量管理器这两个特殊功能的用法。函数管理器可以定义$f(x)$和$g(x)$两个函数，而且可以在大多数功能应用中直接调用，不仅能让运算过程更加清晰，也能实现很多复杂功能；变量管理器可以随时对变量进行赋值、修改、调用，可以避免在表达式中输入重复的数据，让操作更加便捷，提高计算的效率。

1 微积分计算功能

在大学物理中的应用

功能说明

在计算器上按 ⏢ 打开主屏幕，按 ① 进入“计算”应用。在该应用中，可使用定积分（⬆ ⊗ $(\int_{\square}^{\square}\blacksquare)$）或数值求导（⬆ ÷ $(\frac{d}{dx}\blacksquare)$）实现一些微积分的计算。





计算积分或者导数时，数学上规定，如果表达式中含有三角函数或反三角函数时，需使用**弧度**作为角度单位。在计算之前，务必按 ☰（设置）①（计算设置）②（角度单位）②（弧度(R)），将角度单位设置为弧度，然后按 AC 退出设置。

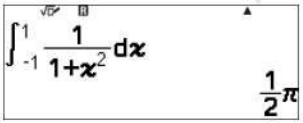
1. 定积分计算

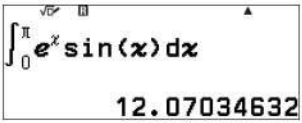
计算 $\int_{-1}^{1}\frac{1}{1+x^2}\mathrm{d}x=\frac{\pi}{2}$，按键过程为：

⬆ ⊗ $(\int_{\square}^{\square}\blacksquare)$ 1 ▤ 1 ⊕ (x) $(\blacksquare^2)$ ▽ (−) 1 △ 1 EXE

计算 $\int_{0}^{\pi}\mathrm{e}^{x}\sin x\mathrm{d}x=\frac{\mathrm{e}^{\pi}+1}{2}\approx 12.07034632$，按键过程为：

⬆ ⊗ $(\int_{\square}^{\square}\blacksquare)$ ⬆ (−) (e) $(\blacksquare^{\square})$ (x) > sin (x)) ▽ 0 △ ⬆ 7 (π) EXE





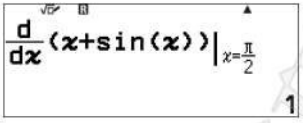
2. 数值求导

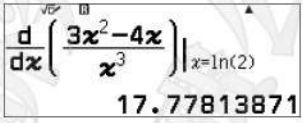
计算 $\left.\dfrac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}x}(x+\sin x)\right|_{x=\frac{\pi}{2}}=1$，按键过程为：

⬆ ÷ (d/dx■) ⓧ ⊕ sin ⓧ) > ⬆ 7 (π) ▤ 2 EXE

计算 $\left.\dfrac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}x}\left(\dfrac{3x^2-4x}{x^3}\right)\right|_{x=\ln 2}=\dfrac{8-3\ln 2}{\ln^3 2}\approx 17.77813871$，按键过程为：

⬆ ÷ (d/dx■) ▤ 3 ⓧ ■² ⊖ 4 ⓧ ∨ ⓧ ■□ 3 > > > ⬆ log■ (ln) 2) EXE





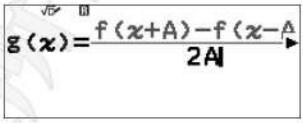
3. 二阶导数

应用数值微分的中点公式，借助 fx-999CN CW II 的函数管理器、变量管理器等功能，可以实现二阶导数的计算。

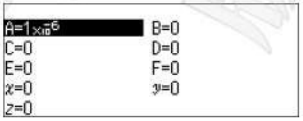
已知 $y=\sin x$，计算 $\left.\dfrac{\mathrm{d}^2y}{\mathrm{d}x^2}\right|_{x=\frac{\pi}{6}}=-\sin\dfrac{\pi}{6}=-\dfrac{1}{2}$。

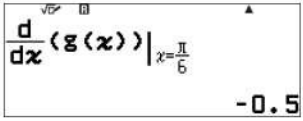
参考本书例 4，按下图定义 $f(x)$ 和 $g(x)$：





在变量管理器中为变量 A 赋值 1×10^{-6} 后，计算 $g(x)$ 的导数，即可得到 $f(x)$ 的二阶导数计算结果。

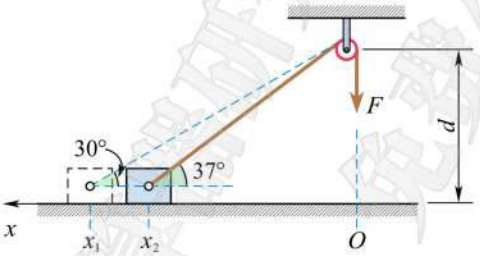




应用案例

例 5　　力学问题中的定积分计算

如图所示，一绳索跨过无摩擦的滑轮，系在质量为1 kg的物体上，起初物体静止在无摩擦的水平平面上。若用$F=5$ N的恒力作用在绳索的另一端，使物体向右做加速运动，当系在物体上的绳索从与水平面成30° 角变为37° 角时，力对物体所做的功为多少？已知滑轮与水平面之间的距离$d=1$ m。

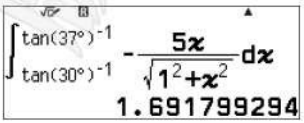


作用在物体上的力的方向不断在变化，根据功的矢量定义，绳索拉力对物体所做的功为

$$W=\int \boldsymbol{F}\cdot \mathrm{d}\boldsymbol{x}=\int F\cos\theta \mathrm{d}x=\int_{x_1}^{x_2}-\frac{Fx}{\sqrt{d^2+x^2}}\mathrm{d}x$$

其中，$x_1=\cot 30°$ [m]，$x_2=\cot 37°$ [m]。将已知数据代入上式，使用 fx-999CN CW II 计算。

按 ⬆ ⊗ (∫ₐᵇ▪) (-) ▤ 5 𝑥 ▽ √▪ 1 ▪² ⊕ 𝑥 ▪² ▽ tan 30 ▣（目录）④（角度/坐标转换/度分秒）①（度(°)）⑤ ⬆ ▪° (▪⁻¹) ^ tan 37 ▣（目录）④（角度/坐标转换/度分秒）①（度(°)）⑤ ⬆ ▪° (▪⁻¹)输入表达式，按 EXE 执行计算。



由此得到，绳索拉力对物体所做的功约为$W=1.692$ J。

例 6 波动问题中的导数计算

一弦上的驻波方程式为

$$y = 3.0 \times 10^{-2} \cos(1.6\pi x)\cos(550\pi t)\ [\mathrm{m}]$$

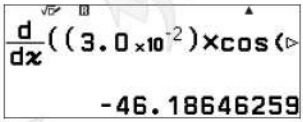
求$t = 3.0 \times 10^{-3}$ s时位于$x = 0.625$ m处质点的振动速度。

振动速度按定义$v = \dfrac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}t}$即可求得，使用 fx-999CN CW II 计算。

表达式中需要对变量t求导，而x为一常数；计算器上默认求导的变量是x，因此需要将式中的x替换为 0.625，将式中的t替换为变量x来输入。

按 ⬆ ÷ (d/dx ■) 3.0 (×10^) (−) 2 > ⊗ cos 1.6 ⬆ 7 (π) ⊗ 0.625) cos 550 ⬆ 7 (π) X) > 3.0 (×10^) (−) 3 输入表达式，按 EXE 执行计算。





由此得到该质点的振动速度约为$v = -46.19$ m/s。

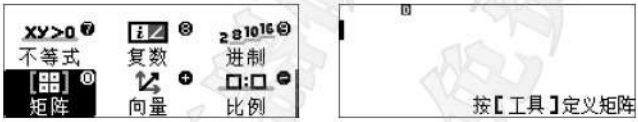
卡西欧(中国)学习中心 版权所有 免费

2 矩阵计算功能

在线性代数中的应用

功能说明

在计算器上按 ⓐ 打开主屏幕，按 ⓪ 进入“矩阵”应用。与矩阵相关的所有计算，例如矩阵的线性运算、逆矩阵、矩阵的转置、矩阵的行列式值、求矩阵的行阶梯形或行最简形等等都需要在这个应用中进行。



进入“矩阵”应用后，计算器显示定义矩阵的提示信息。计算器提供四个可定义的矩阵变量 MatA，MatB，MatC，MatD，每个矩阵变量最大可定义 4 行 4 列的矩阵，行数与列数可在这个范围内任意指定。

例如，将下列矩阵

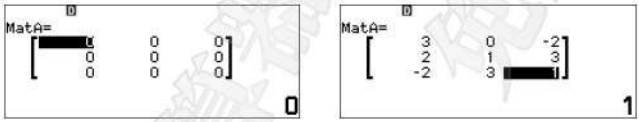
$$\boldsymbol{A}=\begin{pmatrix} 3 & 0 & -2 \\ 2 & 1 & 3 \\ -2 & 3 & 1 \end{pmatrix},\quad \boldsymbol{B}=\begin{pmatrix} 2 & -1 & 0 \\ 0 & 2 & -1 \\ 1 & 3 & 2 \end{pmatrix}$$

分别定义到矩阵变量 MatA 和 MatB 中，步骤如下：

按 ⋯（工具）打开工具菜单，按 ① 选择矩阵变量“MatA”，此时进入矩阵行列数的设置界面，默认的行列数是2×2。按 ⓞ 设置行数，按 ③ 选择“3 行”；再按 ⓞ 设置列数，按 ③ 选择“3 列”；此时反色光标自动移动到“确认”上。



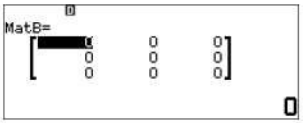
按 OK 或 EXE 确认，此时进入矩阵元素编辑界面。按照从左到右、从上到下的顺序输入矩阵元素。按 3 EXE 0 EXE (−) 2 EXE 2 EXE 1 EXE 3 EXE (−) 2 EXE 3 EXE 1 EXE 输入矩阵 A 的元素。

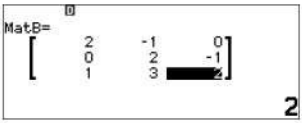


继续按 ⋯（工具）打开工具菜单，按 ② 选择“定义矩阵”，然后按 ② 选择矩阵变量“MatB”。仿照定义矩阵变量 MatA 的过程，按 OK（行数）③（3 行）OK（列数）③（3 列）将行列数设置为3×3。



按 OK 或 EXE 确认。按 2 EXE (−) 1 EXE 0 EXE 0 EXE 2 EXE (−) 1 EXE 1 EXE 3 EXE 2 EXE 输入矩阵 B 的元素。



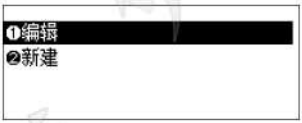


至此已完成矩阵变量 MatA 和 MatB 的定义，按 AC 退出矩阵元素编辑界面，并返回到矩阵计算界面。



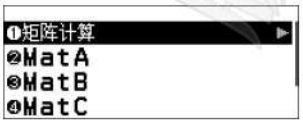
如果在定义矩阵时该矩阵变量中已被定义，选择该矩阵后，如果按 ① 选择“编辑”，可编辑矩阵元素；如果按 ② 选择“新建”，即可重新设置行列数，定义一个新的矩阵变量。如果按 ⏻（开机），则所有矩阵变量都会被清除。





输入矩阵变量，或者执行矩阵相关的计算，需要按 MENU（目录）打开目录菜单，然后按 ① 选择“矩阵”，然后选择“矩阵计算”子菜单下的矩阵计算功能，或者调用矩阵变量 MatA，MatB，MatC，MatD 以及 MatAns。







矩阵计算功能子菜单包含以下 8 个计算功能：





也可以按 ⏫ ㉒ (☰)打开目录列表，直接按选项编号对应的按键调用矩阵计算功能或矩阵变量。



应用案例

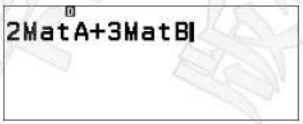
例 7　矩阵的运算

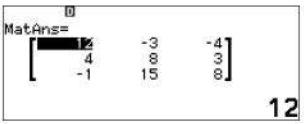
使用与前面的功能说明中相同的矩阵 $\boldsymbol{A}$，$\boldsymbol{B}$，计算：

1. 线性运算：$2\boldsymbol{A}+3\boldsymbol{B}$；
2. 矩阵乘法：$\boldsymbol{AB}$，$\boldsymbol{BA}$；
3. 逆矩阵：$\boldsymbol{A}^{-1}$；
4. 行列式值：$\det \boldsymbol{A}=|\boldsymbol{A}|$；
5. 伴随矩阵：$\operatorname{adj} \boldsymbol{A}=\boldsymbol{A}^{*}$；
6. 转置矩阵的应用：$\boldsymbol{A}^{\mathrm{T}}\boldsymbol{A}$。

1. 线性运算：$2\boldsymbol{A}+3\boldsymbol{B}$

按 ㉑ 返回到矩阵计算界面。按 2㉒（目录）①（矩阵）②（MatA）⊕3㉒（目录）①（矩阵）③（MatB）输入$2\boldsymbol{A}+3\boldsymbol{B}$的表达式，按 ㉓ 执行计算。



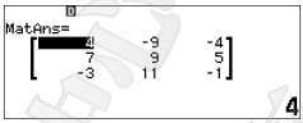


由此得到 $2\boldsymbol{A}+3\boldsymbol{B}=\begin{pmatrix}12 & -3 & -4\\ 4 & 8 & 3\\ -1 & 15 & 8\end{pmatrix}$。

2. 矩阵乘法：AB，BA

按 ⓜ（目录）①（矩阵）②（MatA）ⓜ（目录）①（矩阵）③（MatB）输入AB的表达式，按 ⓔ 执行计算。





按 ⓜ（目录）①（矩阵）③（MatB）ⓜ（目录）①（矩阵）②（MatA）输入BA的表达式，按 ⓔ 执行计算。



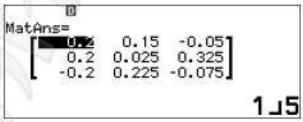


由此得到 $AB=\begin{pmatrix}4&-9&-4\\7&9&5\\-3&11&-1\end{pmatrix}$，$BA=\begin{pmatrix}4&-1&-7\\6&-1&5\\5&9&9\end{pmatrix}$。

3. 逆矩阵：A^{-1}

按 ⓜ（目录）①（矩阵）②（MatA）⬆ ■⁻¹ (■⁻¹)输入A^{-1}的表达式，按 ⓔ 执行计算。按方向键（∧∨<>）移动反色光标，可查看每个元素的值。





由此得到，$A^{-1}=\begin{pmatrix}\frac{1}{5}&\frac{3}{20}&-\frac{1}{20}\\\frac{1}{5}&\frac{1}{40}&\frac{13}{40}\\-\frac{1}{5}&\frac{9}{40}&-\frac{3}{40}\end{pmatrix}$。

4. 行列式值：$\det A=|A|$

按 ⓐⓒ 返回到矩阵计算界面。按 ⓜ（目录）①（矩阵）①（矩阵计算）④

（行列式(Det)）㊍（目录）①（矩阵）②（MatA）⑴输入$|A|$的表达式，按 ㊎ 执行计算。





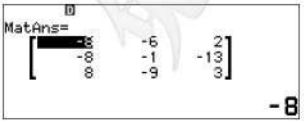
由此得到，$\det A=|A|=-40$。

5. 伴随矩阵：$\operatorname{adj} A=A^*$

由$A^{-1}=\dfrac{1}{|A|}A^*$，可得$A^*=|A|A^{-1}$。

按 ㊇ 返回到矩阵计算界面。按 ㊍（目录）①（矩阵）①（矩阵计算）④（行列式(Det)）㊍（目录）①（矩阵）②（MatA）⑴㊍（目录）①（矩阵）②（MatA）㊈㊐(▪⁻¹)输入A^*的表达式，按 ㊎ 执行计算。

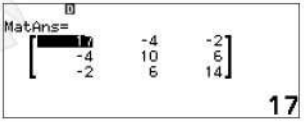




6. 转置矩阵的应用：$A^{\mathrm{T}}A$

按 ㊍（目录）①（矩阵）①（矩阵计算）⑤（转置矩阵(Trn)）㊍（目录）①（矩阵）②（MatA）⑴㊍（目录）①（矩阵）②（MatA）输入$A^{\mathrm{T}}A$的表达式，按 ㊎ 执行计算。





由此得到，$A^{\mathrm{T}}A=\begin{pmatrix}17&-4&-2\\-4&10&6\\-2&6&14\end{pmatrix}$。

需要注意的是，如果尝试计算非方阵的行列式值、逆矩阵，或者不同行列数的矩阵线性运算，又或者两个相乘的矩阵不符合第一个矩阵的列数与第二个矩阵

的行数相等的法则时，计算器会提示“维数错误”；如果方阵的行列式值为 0，计算逆矩阵时计算器会提示“数学错误”。

例 8 **单位矩阵的应用**

使用与前面的功能说明中相同的矩阵 A，计算 $(3E-A)^2$，其中 E 是单位矩阵。

按 AC 返回到矩阵计算界面。按 ⊂ 3 OPTN（目录）①（矩阵）①（矩阵计算）⑥（单位矩阵(Identity)）3) − OPTN（目录）①（矩阵）②（MatA）) x^2 输入 $(3E-A)^2$ 的表达式，按 EXE 执行计算。



由此得到，$(3E-A)^2=\begin{pmatrix}4 & -6 & 4\\ -10 & 13 & -16\\ 10 & -12 & 17\end{pmatrix}$。

需要注意的是，单位矩阵命令 Identity( ) 括号中的数字是单位矩阵（方阵）的阶数，必须和参与运算的矩阵匹配。另外，计算矩阵的平方、立方以及逆矩阵时，应当使用计算器面板上的按键（平方：x^2；逆矩阵：Shift x^{-1}）或者从目录菜单、目录列表中调用，不能使用乘方键（$x^{\square}$）输入，否则会报语法错误；对于矩阵的 4 次及以上的整数次幂，可组合使用平方、立方命令，例如计算 A^5，由于 $A^5=A^2A^3$，应按以下方式输入：



例 9　　矩阵的秩

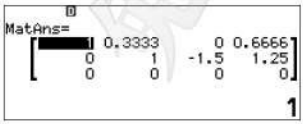
已知 $A=\begin{pmatrix}3 & 1 & 0 & 2\\ 1 & -1 & 2 & -1\\ 1 & 3 & -4 & 4\end{pmatrix}$，求该矩阵的秩 $R(A)$。

按照前面的功能说明中的步骤，将矩阵 A 定义到矩阵变量 MatA 中。



按 AC 返回到矩阵计算界面。按 ⊞（目录）①（矩阵）①（矩阵计算）⑦（行阶梯形矩阵(Ref)）⊞（目录）①（矩阵）②（MatA）)输入将矩阵 A 化为行阶梯形的表达式，按 EXE 执行计算。



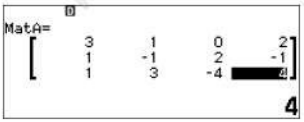


由计算结果可得，非零行为前两行，即 $R(A)=2$。

例 10　　非齐次线性方程组的通解

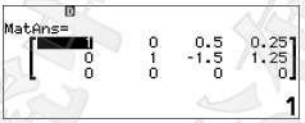
使用与例 9 相同的矩阵 A，且由例 9 结果已知 $R(A)=2$，求解以矩阵 A 为增广矩阵的非齐次线性方程组 $\begin{cases}3x_1+x_2=2\\ x_1-x_2+2x_3=-1\\ x_1+3x_2-4x_3=4\end{cases}$。

按照前面的功能说明中的步骤，将矩阵 A 定义到矩阵变量 MatA 中。



按 AC 返回到矩阵计算界面。按 ☰（目录）①（矩阵）①（矩阵计算）⑧（简化行阶梯形矩阵(Rref)）☰（目录）①（矩阵）②（MatA）①输入将矩阵 A 化为行最简形的表达式，按 EXE 执行计算。





由此得到，$A \overset{r}{\sim} \begin{pmatrix} 1 & 0 & \frac{1}{2} & \frac{1}{4} \\ 0 & 1 & -\frac{3}{2} & \frac{5}{4} \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$，则原方程组的通解为

$$\begin{cases} x_1 = -\frac{1}{2}x_3 + \frac{1}{4} \\ x_2 = \frac{3}{2}x_3 + \frac{5}{4} \\ x_3 = x_3 \end{cases}$$

或写成向量形式：$\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = c\begin{pmatrix} -\frac{1}{2} \\ \frac{3}{2} \\ 1 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \frac{1}{4} \\ \frac{5}{4} \\ 0 \end{pmatrix}$，$(c \in \mathbb{R})$。

卡西欧计算器研究中心 版权所有 免费公开

3 复数计算功能

在电路中的应用

功能说明

在计算器上按 ⏢ 打开主屏幕，按 ⑧ 进入“复数”应用。与复数相关的所有计算，例如复数的四则运算、复数的整数次幂、交流电路中的相量计算（复数的极坐标形式）等等都需要在这个应用中进行。





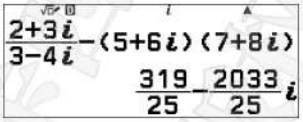
1. 复数的四则运算

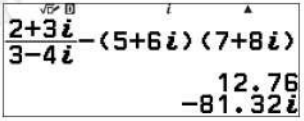
计算 $\dfrac{2+3\mathrm{i}}{3-4\mathrm{i}}-(5+6\mathrm{i})(7+8\mathrm{i})$，按键过程为：

⑧2⊕3⬆⑨(*i*)⌄3⊖4⬆⑨(*i*)⌄

⊖(5⊕6⬆⑨(*i*))(7⊕8⬆⑨(*i*))EXE

得到计算结果后，可以按 ⏨ 将结果的实部与虚部转换为小数形式并分成两行显示。





需要注意的是，在电学等相关专业领域中，为了与表示电流的字母 *i* 进行区分，虚数单位一般使用字母 j 表示，并写在虚部的前面。例如要输入“30 + j40”，在计算器上应输入“30 + 40i”。

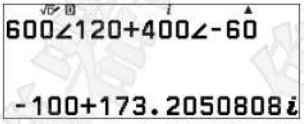
2. 复数的极坐标形式

在电学等相关专业领域中常使用复数的极坐标形式（$r\angle\theta$），例如交流电路中的相量法。fx-999CN CW II 也支持输入或显示复数的极坐标形式。需要注意的是，极坐标（相量）形式的计算结果与角度单位的设置密切相关，因此**在计算前务必检查计算器的角度单位设置是否正确**。

计算$600\angle 120^\circ + 400\angle -60^\circ = 200\angle 120^\circ$，按键过程如下：

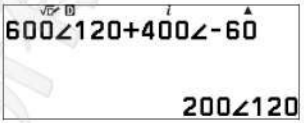
按 ≡（设置）①（计算设置）②（角度单位）①（度(D)）将角度单位设置为度（D），按 AC 退出设置。

按 600 ⬆ ⑧ (∠) 120 ⊕ 400 ⬆ ⑧ (∠) ⊖ 60 EXE 计算。



按 ⬆ ⑨ (⇄) 打开转换菜单，按 ④ 选择“极坐标形式(r∠θ)”，将计算结果转换为极坐标形式。





计算器屏幕上方显示指示符“i”，表示默认以代数形式（$a+b\mathrm{i}$）输出复数结果。如果需要默认以极坐标形式（$r\angle\theta$）输出复数结果，可以按 ≡（设置）①（计算设置）⑥（复数结果）②（r∠θ）将默认的复数结果形式设置为极坐标形式，然后按 AC 退出设置。

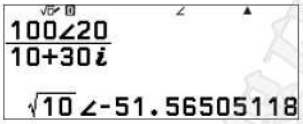




将默认的复数结果形式设置为极坐标形式（r∠θ）时，计算器屏幕上方将显示指示符“∠”。输入的计算式中可以混用两种表示形式，输出的形式按设置的默认输出形式表示，如果需要另一种形式，再按 ⏫ ⑱ (⟳) 打开转换菜单，选择需要的形式即可。

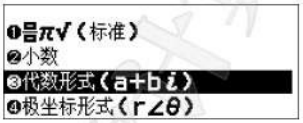
在默认的复数结果为极坐标形式的情况下，计算 $\dfrac{100\angle 20^\circ}{10+\mathrm{j}30}$，要求使用小数表示计算结果，然后再转换为代数形式。按键过程如下：

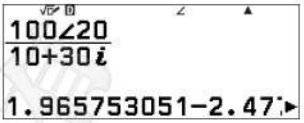
按 ⏬100⏫⑧(∠)20⏷10⊕30⏫⑨(*i*)㊎ 计算，然后按 ⑱ 将结果的模与辐角主值转换为小数形式并分成两行显示。





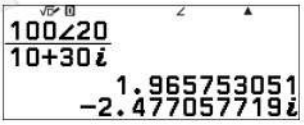
按 ⏫ ⑱ (⟳) 打开转换菜单，按 ③ 选择“代数形式(a+b*i*)”，将计算结果转换为代数形式。





可以按⏷显示计算结果的剩余部分，也可以按 ⑱ 将计算结果转换为实部与虚部分两行显示的形式。

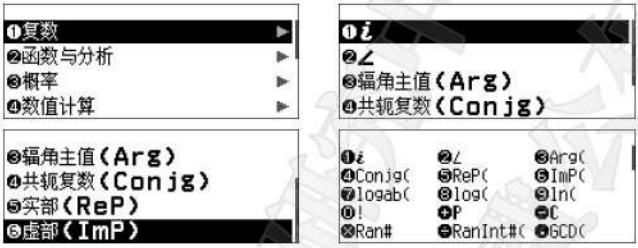




3. 其他复数计算功能

fx-999CN CW II 除复数的四则运算外，还可以计算复数的整数次幂、模、辐角主值、共轭复数，以及提取复数的实部或虚部。除复数

的整数次幂外，其他功能都可以在目录菜单或目录列表中调用。按 ⓜ（目录）打开目录菜单，然后按 ① 选择“复数”，即可选择相应的复数计算功能（复数的模应按 ④ 选择“数值计算”，再按 ③ 调用“绝对值(Abs)”）；按 ⬆ ⓜ (≡)打开目录列表，直接按选项编号对应的按键也可以调用所需的功能。

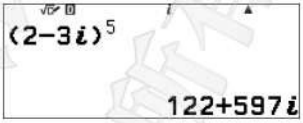


以下所有范例均使用默认的设置，即角度单位设置为度（D），复数计算结果默认以代数形式（$a+b\mathrm{i}$）输出。

（1）复数的整数次幂

计算$(2-3\mathrm{i})^5$，按键过程如下：

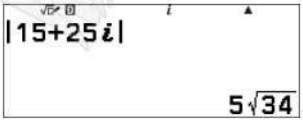
㊀2㊁3⬆⑨(*i*)㊂■5EXE



（2）复数的模

已知$z=15+25\mathrm{i}$，计算$|z|$，按键过程如下：

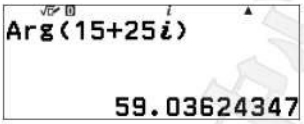
ⓜ（目录）④（数值计算）③（绝对值(Abs)）15⊕25⬆⑨(*i*)EXE



（3）复数的辐角主值

已知$z=15+25\mathrm{i}$，计算$\arg z$，按键过程如下：

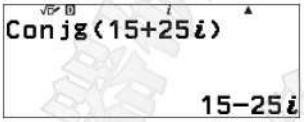
㊙（目录）①（复数）③（辐角主值(Arg)）15⊕25⬆⑨(*i*)❩㊎



（4）共轭复数

已知$z=15+25\mathrm{i}$，计算$\bar{z}$，按键过程如下：

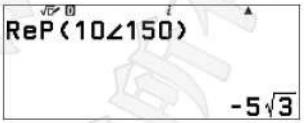
㊙（目录）①（复数）④（共轭复数(Conjg)）15⊕25⬆⑨(*i*)❩㊎



（5）提取复数的实部

已知$z=10\angle 150°$，计算$\mathrm{Re}(z)$，按键过程如下：

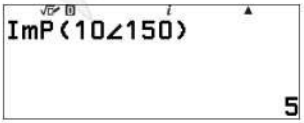
㊙（目录）①（复数）⑤（实部(ReP)）10⬆⑧(∠)150❩㊎



（6）提取复数的虚部

已知$z=10\angle 150°$，计算$\mathrm{Im}(z)$，按键过程如下：

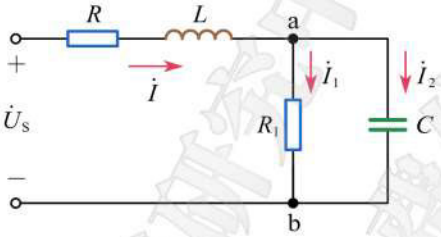
㊙（目录）①（复数）⑥（虚部(ImP)）10⬆⑧(∠)150❩㊎



应用案例

例 11　　交流电路与相量法

如图所示的电路中，$R=10\ \Omega$，$R_1=1000\ \Omega$，$L=0.5\ \mathrm{H}$，$C=10\ \mu\mathrm{F}$，$U_S=100\ \mathrm{V}$，$\omega=100\pi\ \mathrm{rad/s}$。求各支路的电流和电压。



令参考相量$\dot{U}_S=100\angle 0°\ \mathrm{V}$，先计算$R_1$与$C$的并联阻抗$Z_{ab}$。

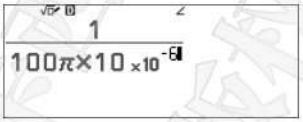
按 ⌂ 打开主屏幕，按 ⑧ 进入“复数”应用。

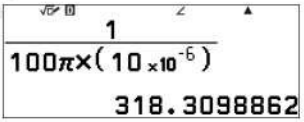
按 ☰（设置）①（计算设置）②（角度单位）①（度(D)）将角度单位设置为度（D），按 AC 退出设置。

按 ☰（设置）①（计算设置）⑥（复数结果）②（r∠θ）将默认复数结果输出形式设置为极坐标形式，然后按 AC 退出设置。

$$X_C=\frac{1}{\omega C}=\frac{1}{100\pi\times10\times10^{-6}}\ \Omega=318.31\ \Omega$$，按键过程如下：

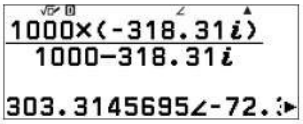
1 ☰ 100 ⬆ ⑦ (π) ⊗ 10 x^{10} (−) 6 EXE

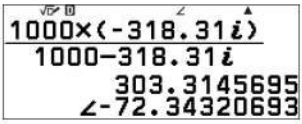




则$Z_{ab}=\dfrac{R_1\cdot(-\mathrm{j}X_C)}{R_1-\mathrm{j}X_C}=\dfrac{1000\times(-\mathrm{j}318.31)}{1000-\mathrm{j}318.31}\ \Omega=303.31\angle -72.34°\ \Omega$，按键过程如下：

☰ 1000 ⊗ ((−) 318.31 ⬆ ⑨ (i)) ⏷ 1000 − 318.31 ⬆ ⑨ (i) EXE ⏻





再计算总阻抗Z_{eq}。

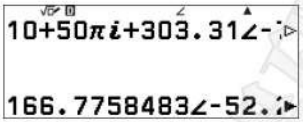
$X_L=\omega L=(100\pi\times0.5)\,\Omega=50\pi\,\Omega$

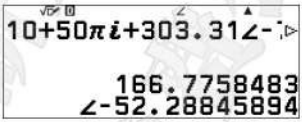
$Z_{eq}=R+jX_L+Z_{ab}$

$=(10+j50\pi+303.31\angle-72.34°)\,\Omega=166.78\angle-52.29°\,\Omega$

按键过程如下：

10 ⊕ 50 ⬆ ⑦ (π) ⬆ ⑨ (i) ⊕ 303.31 ⬆ ⑧ (∠) ⊖ 72.34 EXE

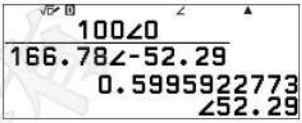




总电流 $\dot{I}=\dfrac{\dot{U}_S}{Z_{eq}}=\dfrac{100\angle0°}{166.78\angle-52.29°}\,A=0.60\angle52.29°\,A$，按键过程如下：

▤ 100 ⬆ ⑧ (∠) 0 ⓥ 166.78 ⬆ ⑧ (∠) ⊖ 52.29 EXE

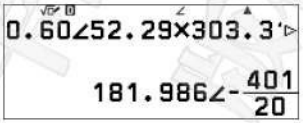


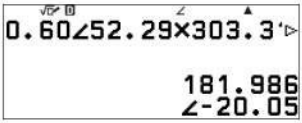


并联支路电压 $\dot{U}_{ab}=\dot{I}Z_{ab}=(0.60\angle52.29°\times303.31\angle-72.34°)\,V$

$=181.99\angle-20.05°\,V$，按键过程如下：

0.60 ⬆ ⑧ (∠) 52.29 ⊗ 303.31 ⬆ ⑧ (∠) ⊖ 72.34 EXE

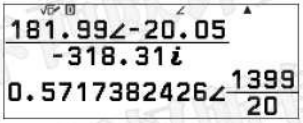


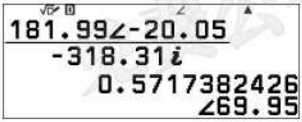


支路电流 $\dot{I}_1=\dfrac{\dot{U}_{ab}}{R_1}=\dfrac{181.99\angle-20.05°}{1000}\,A=0.18\angle-20.05°\,A$。

支路电流 $\dot{I}_2=\dfrac{\dot{U}_{ab}}{-\mathrm{j}X_C}=\dfrac{181.99\angle -20.05^\circ}{-\mathrm{j}318.31}\ \mathrm{A}=0.57\angle 69.95^\circ\ \mathrm{A}$，按键过程如下：

(≡)181.99(⬆)(8)(∠)(−)20.05(▽)(−)318.31(⬆)(9)(*i*)(EXE)(⇔)





版权所有 未经公布

4 进制计算功能

在数字电子技术中的应用

功能说明

在计算器上按 ⓐ 打开主屏幕，按 ⑨ 进入“进制”应用。在该应用中，可实现二进制、八进制、十进制、十六进制整数的相互转换、四则运算，以及按位的与、或、非等逻辑运算。



在“进制”应用中，参与运算的数据均以补码表示，数据宽度是32位，最高位是符号位。

1. 进制转换

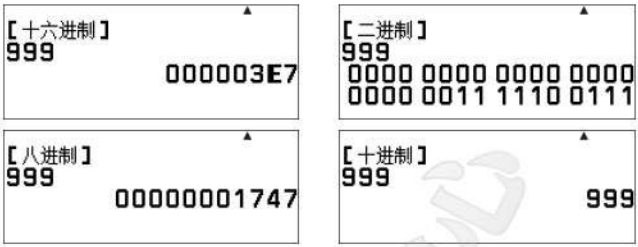
将十进制数$(999)_{10}$依次转换为十六进制、二进制、八进制，操作过程如下：

连续按 ⑨ 可在十进制、十六进制、二进制、八进制四种数制模式之间循环切换，直到将数制模式切换到十进制。

输入999，按 ⑩ 执行计算。



按 ⑨ 转换为十六进制，再按 ⑨ 转换为二进制，继续按 ⑨ 转换为八进制。再按一次 ⑨ 则重新转换为十进制。



由此得到$(999)_{10}=(3E7)_{16}=(1111100111)_2=(1747)_8$。

2. 与进制相关的计算功能

与进制相关的计算功能需要按 ⑩（目录）打开目录菜单，然后选择相应的子菜单，再调用所需的功能。

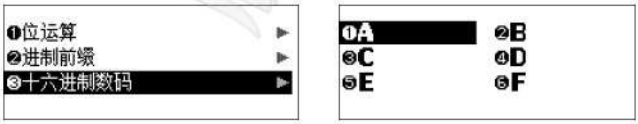
位运算子菜单包含 Neg（负数）、Not（按位取反）、and（按位与）、or（按位或）、xor（按位异或）、xnor（按位同或）六个命令。



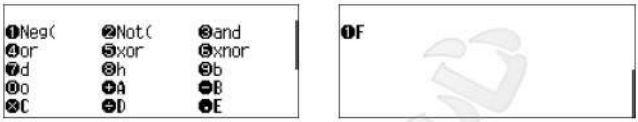
进制前缀子菜单包含四种进制的基底前缀，用于在其他进制下指定输入数据的进制，例如输入 b101，即表示二进制数$(101)_2$。



十六进制数码子菜单包含十六进制的 **A**～**F** 六个数码，也可以按 ⑪ 再按数字键 ①～⑥ 直接输入。



以上功能也可以按 ⇧ ⓜ (≡)打开目录列表，直接按选项编号对应的按键进行调用。



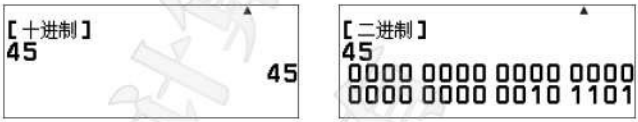
应用案例

例 12　　原码、反码和补码

求$(+45)_{10}$和$(-45)_{10}$的 8 位二进制原码、反码和补码。

按 ⌂ 打开主屏幕，按 ⑨ 进入“进制”应用，然后连续按 ⓜ 将数制模式切换到十进制。

输入 45，按 ⓔ 执行计算，然后连续按 ⓜ 直到数制模式切换为二进制。

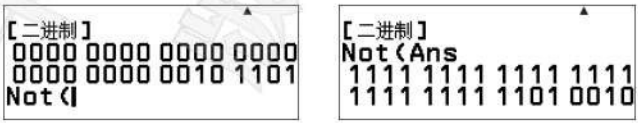


由于正数的原码、反码、补码相同，可以得到$(+45)_{10}$的 8 位二进制原码、反码、补码均为 00101101。

又根据负数的原码的定义可知，$(-45)_{10}$的 8 位二进制原码也是 00101101。

对原码的全部数位进行取反，即可得到$(-45)_{10}$的反码。按键过程如下：

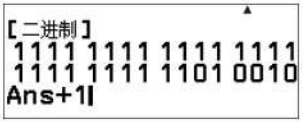
按 ⓜ（目录）①（位运算）②（Not），然后直接按 ⓔ 执行计算。



由此得到$(-45)_{10}$的 8 位二进制反码为 11010010。

反码＋1即可得到补码。按键过程如下：

继续按⊕1，然后按 EXE 执行计算。





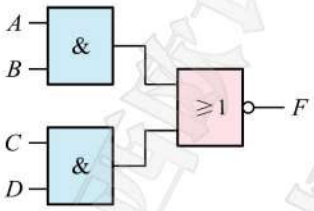
由此得到，$(-45)_{10}$的 8 位二进制补码为 11010011。

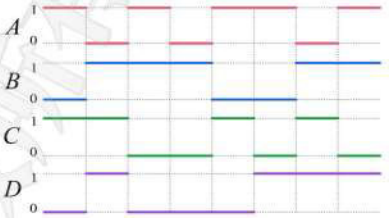
按两次 (2/8)，将数制模式切换到十进制，显示结果为－45，可验证该结果是正确的。



例 13　组合逻辑电路

如左图所示的逻辑电路中，A，B，C，D为输入端，F为输输出端。输入端的波形图如右图所示，画出输出端的波形图。





由左图的逻辑电路可知，逻辑函数$F=\overline{AB+CD}$；由右图的波形，记图中低电平为 0，高电平为 1，则各输入的波形序列可表示为$A=10101101$，$B=01110011$，$C=11001010$，$D=01000111$，输出端F的每一位由输入端A，B，C，D的每一位的状态经过逻辑函数运算得到。

按 ⌂ 打开主屏幕，按 ⑨ 进入“进制”应用。由于逻辑函数的每一位都是

用二进制表示的两种状态，因此需要连续按 (2nd) 将数制模式切换到二进制。

按照逻辑函数 $F=\overline{AB+CD}$ 输入对应的表达式。按键过程如下：

按 (MENU)（目录）①（位运算）②（Not）(10101101(MENU)（目录）①（位运算）③（and）01110011)(MENU)（目录）①（位运算）④（or）(11001010(MENU)（目录）①（位运算）③（and）01000111)))输入表达式，按 (EXE) 执行计算。



波形序列的长度为 8 位，因此取计算器显示结果的低 8 位，由此得到 $F=10011100$，绘制输出端 F 的波形图如下图所示。



5 方程组求解功能

在理论力学中的应用

功能说明

在计算器上按 ⏏ 打开主屏幕，按 ⑥ 进入“方程”应用。该应用可用于求解二至四元的线性方程组、二至四次的一元多项式方程，还能求一元方程的数值解。这一部分的内容讲解线性方程组求解功能的用法。

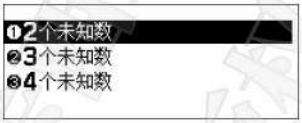


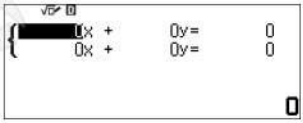


以求解二元线性方程组 $\begin{cases} x-2y=3 \\ 3x+4y=-5 \end{cases}$ 为例，说明求解线性方程组的操作步骤。

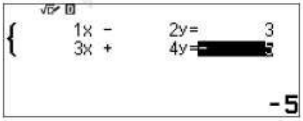
按 ① 选择“线性方程组”，此时显示未知数个数的选择界面。

按 ① 选择“2 个未知数”，此时显示标准形式的二元线性方程组的系数输入界面。

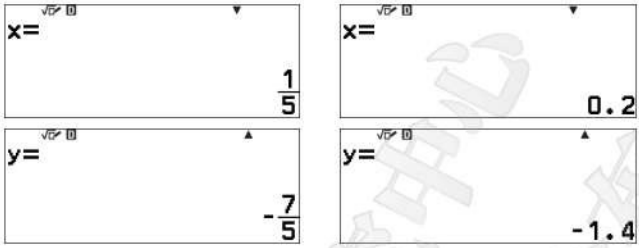




按 1 EXE (−) 2 EXE 3 EXE 3 EXE 4 EXE (−) 5 EXE 输入系数。



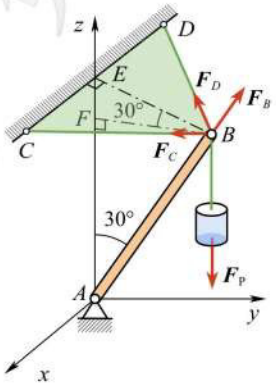
按 EXE 执行求解，得到x的解，再按 EXE 得到y的解。如果求解结果为分数，可在显示解的时候，按 $\frac{S\leftrightarrow D}{F\leftrightarrow E}$ 将结果转换为小数。



应用案例

例 14　空间汇交力系的平衡问题

如图所示用起重杆吊起重物。起重杆与地面之间的连接点A处为球铰链约束，末端点B处受两条绳索约束，绳索末端点C，D分别固定在墙上，且点C，D的水平高度相同。设CD中点为E，且$\angle CBE = \angle DBE = 45°$，平面$BCD$与水平面之间有夹角$\angle EBF = 30°$，重物的重力为50 kN。忽略起重杆$AB$的自重，求起重杆$AB$所受压力的大小以及绳索$BC$，$BD$所受拉力的大小。



取铰链B以及重物为研究对象，铰链B受到绳索BC，BD的拉力$\boldsymbol{F}_C$，$\boldsymbol{F}_D$以及系重物绳索的拉力$\boldsymbol{F}_P$；起重杆AB的重力不计，且仅在两端受力，因此起重杆AB为二力构件，铰链B受到来自杆的约束力$\boldsymbol{F}_B$，且方向沿杆的方向。上述这些力构成一汇交力系，汇交点为点B。

以点A为坐标原点，建立如图所示的坐标系$Axyz$，其中x轴与CD平行，y轴与BF平行，z轴与AE所在直线重合。由空间汇交力系平衡条件，列出平衡方程如下：

$\Sigma F_{ix}=0$：　$F_C\sin 45^\circ - F_D\sin 45^\circ = 0$

$\Sigma F_{iy}=0$：　$F_B\sin 30^\circ - F_C\cos 45^\circ\cos 30^\circ - F_D\cos 45^\circ\cos 30^\circ = 0$

$\Sigma F_{iz}=0$：　$F_B\cos 30^\circ + F_C\cos 45^\circ\sin 30^\circ + F_D\cos 45^\circ\sin 30^\circ - F_P = 0$

联立方程，整理并代入已知量，得

$$\begin{cases} F_C\sin 45^\circ - F_D\sin 45^\circ = 0 \\ F_B\sin 30^\circ - F_C\cos 45^\circ\cos 30^\circ - F_D\cos 45^\circ\cos 30^\circ = 0 \\ F_B\cos 30^\circ + F_C\cos 45^\circ\sin 30^\circ + F_D\cos 45^\circ\sin 30^\circ = 50\ (\mathrm{kN}) \end{cases}$$

按 ⏏ 打开主屏幕，按 ⑥ 选择“方程”应用；按 ① 选择“线性方程组”，按 ② 选择“3 个未知数”，进入标准形式的三元线性方程组的系数输入界面。

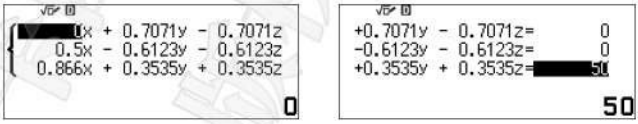


在计算器上，令$x=F_B$，$y=F_C$，$z=F_D$。输入系数，按键过程如下：

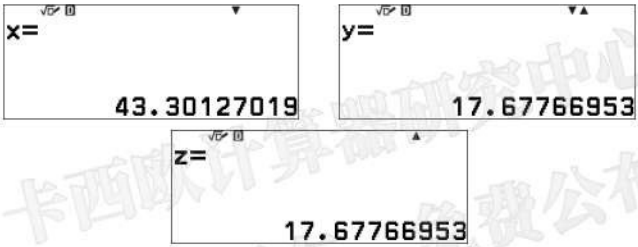
0 EXE sin 45) EXE (−) sin 45) EXE 0 EXE

sin 30) EXE (−) cos 45) cos 30) EXE (−) cos 45) cos 30) EXE 0 EXE

cos 30) EXE cos 45) sin 30) EXE cos 45) sin 30) EXE 50 EXE



按 EXE 执行求解，得到x的解；再按 EXE，得到y的解；继续按 EXE，得到z的解。



由此得到，$F_B = 43.30\ \text{kN}$，$F_C = F_D = 17.68\ \text{kN}$。

即起重杆所受压力的大小为43.30 kN，绳索受到的拉力大小均为17.68 kN。

卡西欧计算器研究中心 版权所有 免费公布

6 方程求解功能

在自动控制原理中的应用

功能说明

在计算器上按 ⏢ 打开主屏幕，按 ⑥ 进入“方程”应用。该应用可用于求解二至四元的线性方程组、二至四次的一元多项式方程，还能求一元方程的数值解。这一部分的内容讲解多项式方程求解功能以及方程求解器的用法。





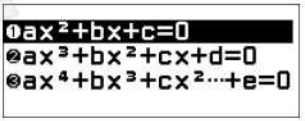
1. 多项式方程

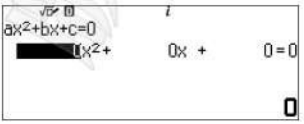
以求解一元二次方程$x^2-2x+3=0$为例，说明求解多项式方程的操作步骤。

按 ② 选择“多项式方程”，此时显示方程次数的选择界面。

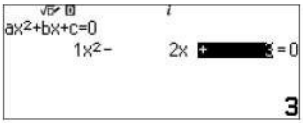
按 ① 选择“$ax^2+bx+c=0$”，此时显示标准形式的一元二次方程的系数输入界面。



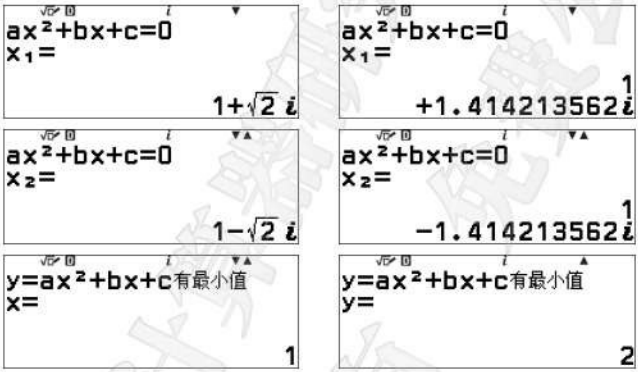




按 1 EXE (−) 2 EXE 3 EXE 输入系数。



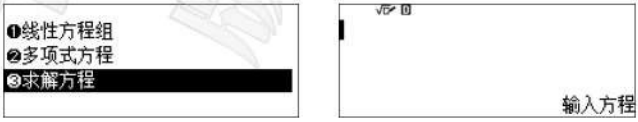
按 EXE 执行求解，得到x_1，再按 EXE，得到x_2。若显示的结果是分数或根式，又或者虚根太长不便查看，可按 S⇔D 将结果转换为小数（分数或根式）或者两行显示（虚根）。继续按 EXE 得到方程对应的二次函数最值点的x坐标，再按 EXE 得到方程对应的二次函数最值点的y坐标。



对于一元三次方程，得到方程的解之后，继续按 EXE 可得到方程对应的三次函数的极值情况（极值点坐标或“无极值”的提示）。

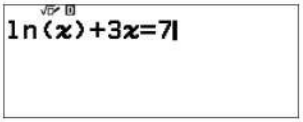
2. 方程求解器

按 ⌂ 打开主屏幕，按 ⑥ 进入“方程”应用；按 ③ 选择“求解方程”，进入方程求解器输入方程的界面。



求解方程$\ln x + 3x = 7$，操作步骤如下：

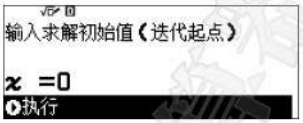
按 ⬆ log (ln) (x)) ⊕ 3 (x) ⬆ ( ) (=) 7 输入方程，然后按 (EXE) 确认，此时显示输入求解初始值的界面。

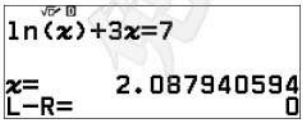




此时显示的“$x=0$”或者x等于其他某个数值并非该方程的解，而是计算器按照牛顿迭代法的原理，要求用户输入求解的初始值x_0。有关初始值的选取方法，可参考本书附录二的相关说明。

为了方便，这里直接使用$x_0=0$作为初始值。按 0 (EXE) 输入求解初始值（如果显示“$x=0$”，也可按 ⬇ 跳过初始值的输入），此时反色光标移动到“执行”上。按 (EXE) 或 (OK) 执行求解。

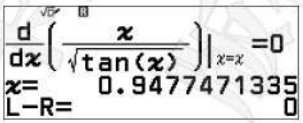


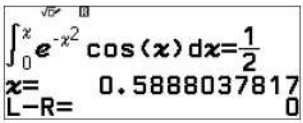


求解结果界面上，“L－R”为方程左右两边的差值，该值越接近0，说明求解的结果越精确。

fx-999CN CW II 的方程求解器还可以求解包含微积分的一元方程。例如求解以下两个方程：

$$\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}x}\left(\frac{x}{\sqrt{\tan x}}\right)=0 \qquad \int_0^x \mathrm{e}^{-t^2}\cos t\mathrm{d}t=\frac{1}{2}$$





求解这类方程时，需要注意用于求导的函数或被积函数的自变量只能使用变量x。

应用案例

例 15　　线性系统的根轨迹法（1）

设单位负反馈系统的开环传递函数$G(s)=\dfrac{K(s+1)}{s(s+2)(s+3)}$，试概略绘制其闭环系统的根轨迹图，并确定分离点坐标d。

由开环传递函数$G(s)$的表达式可知，系统的根轨迹增益$K^*=K$。

1. 由开环零点数$m=1$，开环极点数$n=3$，可知该系统有 3 条根轨迹分支，且对称于实轴，其起点分别为$p_1=0$，$p_2=-2$，$p_3=-3$，其终点为$z=-1$。

2. 实轴上的根轨迹分布区域为$[0,-1]$和$[-2,-3]$。

3. 根轨迹的渐近线

由$\varphi_a=\dfrac{(2k+1)\pi}{n-m}$，$k=0,1,2,\cdots,n-m-1$，代入$n-m=2$，可得两条终于无穷的根轨迹的渐近线与实轴正向的夹角分别为$\dfrac{\pi}{2}$和$\dfrac{3\pi}{2}$。

由$\sigma_a=\dfrac{\sum\limits_{i=1}^{3}p_i-\sum\limits_{j=1}^{1}z_j}{n-m}=\dfrac{(0-2-3)-(-1)}{3-1}=-2$，可得渐近线与实轴的交点坐标为$-2$。

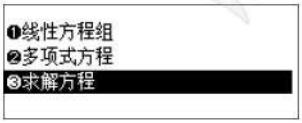
4. 根轨迹的分离点

实轴区域$[-2,-3]$之中必有一个分离点d。

由分离点方程$\sum\limits_{j=1}^{m}\dfrac{1}{d-z_j}=\sum\limits_{i=1}^{n}\dfrac{1}{d-p_i}$，得到$\dfrac{1}{d+1}=\dfrac{1}{d}+\dfrac{1}{d+2}+\dfrac{1}{d+3}$。

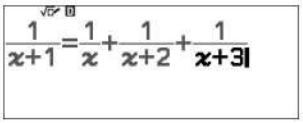
使用 fx-999CN CW II 求解分离点d。

按 ⏏ 打开主屏幕，按 ⑥ 进入“方程”应用；按 ③ 选择“求解方程”，进入方程求解器输入方程的界面。



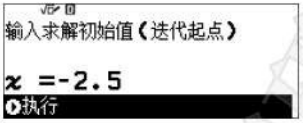


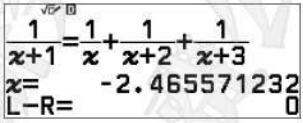
在计算器上将 d 使用变量 x 代替。按 1(ALPHA)(X)(+)1(▷)(↑)((-))(=)1(ALPHA)(X)(▷)(+)1(ALPHA)(X)(+)2(▷)(+)1(ALPHA)(X)(+)3 输入方程，按 (EXE) 确认，此时进入输入求解初始值的界面。





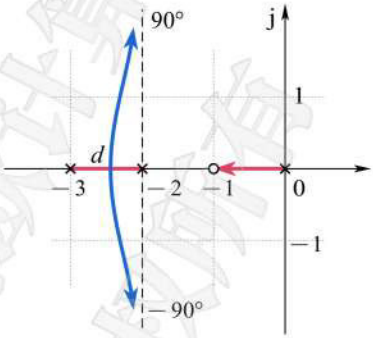
根据分离点所在区域，按 (−)2.5 输入求解的初始值为 -2.5，按 (EXE) 确认，再按 (EXE) 执行求解。



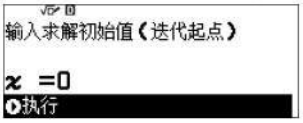


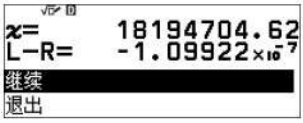
由此得到分离点 $d=-2.47$。

根据以上计算结果，绘制出系统的概略根轨迹如下图所示。



如果在选取初始值时使用默认的 0 进行求解，将遇到计算器提示“继续”。但即使按 (EXE) 或 (OK) 执行“继续”的操作后，有时也难以得到正确的解。





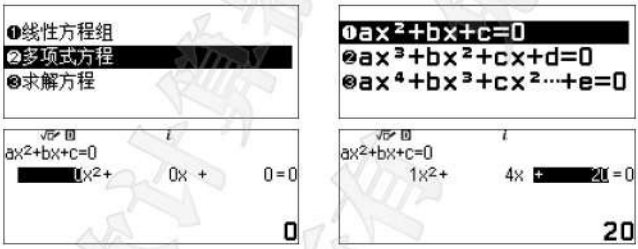
该方程对应的函数存在多个无穷间断点，而计算器采用的求解方法为牛顿迭代法，选取不合适的初始值会导致迭代不收敛的情况。因此需要结合根轨迹分离点的位置以及原方程的特性，在根轨迹所在范围[−2, −3]内选取合适的初始值。

例 16 线性系统的根轨迹法（2）

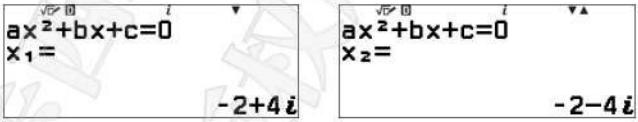
已知系统的开环传递函数为$G(s)H(s)=\dfrac{K^*}{s(s+4)(s^2+4s+20)}$，求分离点坐标$d$。

1. 求解复数极点

按 ⏏ 打开主屏幕，按 ⑥ 进入“方程”应用，按 ② 选择“多项式方程”，按 ① 选择“$ax^2+bx+c=0$”，进入标准形式一元二次方程的系数输入界面。按 1 EXE 4 EXE 20 EXE 输入系数。



按 EXE 执行求解，得到x_1；再按 EXE，得到x_2。



由此得到$p_1=0$，$p_2=-4$，$p_3=-2+\mathrm{j}4$，$p_4=-2-\mathrm{j}4$。

2. 求分离点坐标

该系统没有有限零点，因此其分离点方程为

$$\frac{1}{d}+\frac{1}{d+4}+\frac{1}{d+2-\mathrm{j}4}+\frac{1}{d+2+\mathrm{j}4}=0$$

对该方程的左边通分，得到

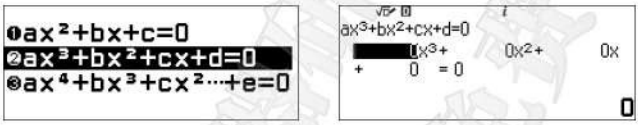
$$\frac{1}{d}+\frac{1}{d+4}+\frac{1}{d+2-\mathrm{j}4}+\frac{1}{d+2+\mathrm{j}4}$$

$$=\frac{2d+4}{d^2+4d}+\frac{2d+4}{d^2+4d+20}=\frac{(2d+4)(d^2+4d+20)+(2d+4)(d^2+4d)}{(d^2+4d)(d^2+4d+20)}$$

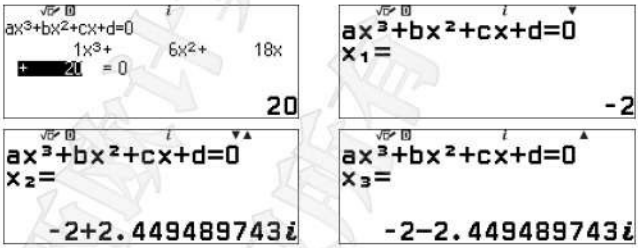
$$=\frac{4(d^3+6d^2+18d+20)}{(d^2+4d)(d^2+4d+20)}$$

即求解一元三次方程$d^3+6d^2+18d+20=0$。

按 ⏏ 打开主屏幕，按 ⑥ 进入“方程”应用，按 ② 选择“多项式方程”，按 ② 选择“$ax^3+bx^2+cx+d=0$”，进入标准形式一元三次方程的系数输入界面。



按 1 ㊋ 6 ㊋ 18 ㊋ 20 ㊋ 输入系数，按 ㊋ 执行求解，得到x_1；再按 ㊋，得到x_2；继续按 ㊋，得到x_3。



由此得到分离点$d_1=-2$，$d_{2,3}=-2\pm\mathrm{j}2.45$。

例 17 线性系统的频域分析

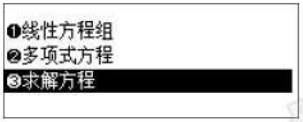
若单位反馈延迟系统的开环传递函数$G(s)=\dfrac{K\mathrm{e}^{-0.8s}}{s+1}$，试确定使系统稳定的$K$值范围。

使用 Nyquist 判据确定参数范围。根据所给的传递函数，可以得到系统的开环频率特性为

$$G(\mathrm{j}\omega)=\frac{K\mathrm{e}^{-\mathrm{j}0.8\omega}}{1+\mathrm{j}\omega}=\frac{K}{\sqrt{1+\omega^2}}\mathrm{e}^{-\mathrm{j}(0.8\omega+\arctan\omega)}$$

令$0.8\omega+\arctan\omega=\pi$，使用 fx-999CN CW II 求解穿越频率ω_x。

按 ⏢ 打开主屏幕，按 ⑥ 进入“方程”应用；按 ③ 选择“求解方程”，进入方程求解器输入方程的界面。

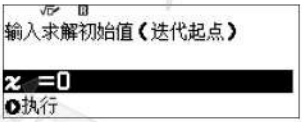




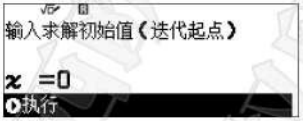
该方程以弧度制形式出现，需要按 ☰（设置）①（计算设置）②（角度单位）②（弧度(R)）将角度单位设置为弧度，按 AC 退出设置。

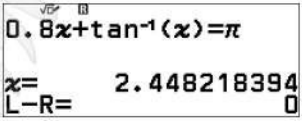
按 0.8 x ＋ ⬆ tan (tan⁻¹) x) ⬆ ((=) ⬆ 7 (π) 输入方程，按 EXE 确认，此时进入输入求解初始值的界面。





按 0 EXE 输入初始值 0，按 EXE 执行求解。





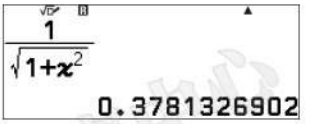
由此得到，穿越频率$\omega_x=2.45$ rad。

此时$G(\mathrm{j}\omega)$在负实轴上的坐标为$-|G(\mathrm{j}\omega_x)|=-\dfrac{K}{\sqrt{1+\omega_x^2}}$。

方程求解器功能在求解完毕后，求解的结果会作为变量x的值予以保留。按 ⏢ 打开主屏幕，按 ① 进入“计算”应用，使用变量x继续参与计算。

按 1 ☰ √■ 1 ＋ x ■² EXE 计算$G(\mathrm{j}\omega)$在负实轴上的坐标。





由此得到$-|G(j\omega_x)|=-0.378K$。该结果表明延迟系统开环幅相特性曲线第一次与负实轴的交点为$(-0.378K, j0)$，并且随着ω的增大，开环幅相特性曲线与负实轴的交点越来越接近坐标原点。

$G(s)$在s右半平面的极点数$P=0$，由 Nyquist 判据$Z=P-2N$可知，若使$Z=0$，则$P=2N$，而$P=0$，故$N=0$。为保证系统稳定，应有$-0.378>-1$，在计算器上继续按 ⏫ ⏺ (▪⁻¹) EXE，得到



因此，开环增益K的取值范围为 $0<K<2.65$。

7 统计功能

在实验数据处理中的应用

功能说明

在计算器上按 ⏢ 打开主屏幕，按 ② 进入“统计”应用。该应用可用于求一组（或两组）数据的统计量（平均值、标准差、方差等等），也可以求两组数据之间的相关关系（例如用最小二乘法求线性回归方程等等）。





进入“统计”应用后，首先应根据计算需求，按照变量的个数选择统计类型。“单变量统计”一般用于计算一组数据的统计量；“双变量统计”一般用于求回归方程，也可用于同时求两组数据的统计量。

fx-999CN CW II 的统计功能基本操作步骤如下：

1. 按 ⏢ 打开主屏幕，按 ② 选择“统计”应用；

2. 按照变量个数选择计算类型，按 ① 选择“单变量统计”或按 ② 选择“双变量统计”；

3. 在统计数据编辑界面上输入数据，每输入一个数据，按一次 EXE 确认；

4. 所有数据输入完成后，按 OK 或 EXE 打开数据处理菜单，选择需要的功能，执行统计计算。

在单变量统计中，常用统计量包括平均值（$\bar{x}$）、数据总和（Σx）、数据平方和（Σx^2）、总体方差（$\sigma^2 x$）、总体标准差（σx）、样本方差

（s^2x）、样本标准差（sx）、第一四分位数（Q_1）、第三四分位数（Q_3）等等。其中，总体标准差和样本标准差分别按下式计算：

$$\sigma x=\sqrt{\sigma^2 x}=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}{n}},\quad sx=\sqrt{s^2 x}=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}{n-1}}$$

在双变量统计中，除常用的统计量外，计算器还可以根据最小二乘法原理，求两组数据之间的相关关系，包含以下七种回归模型：

线性回归　$y=ax+b$

二次回归　$y=ax^2+bx+c$

对数回归　$y=a+b\cdot\ln x$

指数回归　$y=a\cdot e^{bx}$，$y=a\cdot b^x$

幂 回 归　$y=a\cdot x^b$

倒数回归　$y=a+b/x$

其中，线性回归模型最常用。

应用案例

例 18　大学物理实验数据处理

使用游标卡尺测量圆柱体高度h的数据如下（单位：mm）：

32.02　31.98　32.00　32.02　31.98　31.98

其中游标卡尺的分度值为0.02 mm，零点读数为0 mm，求圆柱体高度h的测量结果及其不确定度。

圆柱体高度是直接测量的物理量，数据处理的步骤如下：

1. 求平均值：$\bar{h}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}h_i$；

2. 求标准差（贝塞尔公式）：$s_h=\sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(h_i-\bar{h})^2}$；

3. 计算 A 类标准不确定度：$u_{\mathrm{A}}=u(\bar{h})=\dfrac{s_h}{\sqrt{n}}$；

4. 计算 B 类标准不确定度，游标卡尺分度值$\delta h=0.02$ mm，其周期的分布应视为矩形分布，区间半宽度$a=0.5\cdot\delta h=0.01$ mm，置信因子$k=\sqrt{3}$，则

$$u_{\mathrm{B}}=u(\Delta\bar{h})=\frac{a}{\sqrt{3}}$$

5. 计算合成标准不确定度：$u=u_{\mathrm{c}}(h)=\sqrt{u_{\mathrm{A}}^2+u_{\mathrm{B}}^2}$；

6. 写出测量结果及其不确定度。

使用 fx-999CN CW II 的单变量统计功能计算，操作步骤如下：

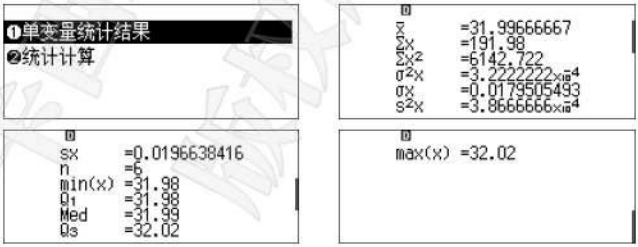
按 ⏻ 打开主屏幕，按 ② 进入“统计”应用；按 ① 选择“单变量统计”，此时显示单变量统计的数据编辑界面。

在统计数据编辑界面上输入数据，按键过程如下：

32.02 (EXE) 31.98 (EXE) 32.00 (EXE) 32.02 (EXE) 31.98 (EXE) 31.98 (EXE)



按 (OK) 或 (EXE) 打开数据处理菜单，按 ① 选择“单变量统计结果”，此时显示所有统计量的计算结果。

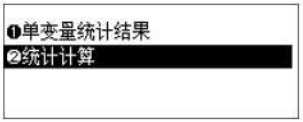


由此得到平均值$\bar{h}=31.99666667$，样本标准差$s_h=0.0196638416$。

按 ⎋ 返回到统计数据编辑界面。



按 OK 或 EXE 打开数据处理菜单，按 ② 选择“统计计算”，此时显示单变量统计计算界面。

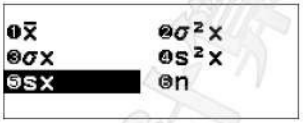




在统计计算界面上，可以对各个统计量进行单独调用，用于相关的计算。计算 A 类标准不确定度需要用到样本标准差，按 ▤（目录）①（统计）②（均值/方差/标准差/…）⑤（sx）调用。







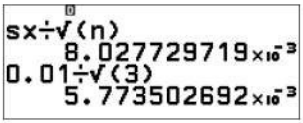


继续按 ÷ (-) ▤（目录）①（统计）②（均值/方差/标准差/…）⑥（n）) 补全u_A的表达式，按 EXE 执行计算。



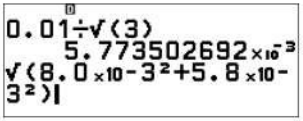
由此得到，$u_A = 8.0 \times 10^{-3}$ mm。

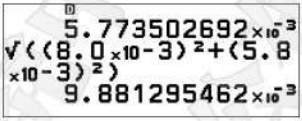
由区间半宽度$a = 0.01$ mm，置信因子$k = \sqrt{3}$，$u_B = \dfrac{a}{\sqrt{3}}$，按 0.01÷ (-) 3) 输入计算 B 类标准不确定度u_B的表达式，按 EXE 执行计算。



由此得到，$u_B = 5.8 \times 10^{-3}$ mm。

按 √ 8.0 $\times 10^{x}$ (−) 3 x^2 + 5.8 $\times 10^{x}$ (−) 3 x^2) 输入计算合成标准不确定度的表达式，按 EXE 执行计算。





由此得到，$u = 9.9 \times 10^{-3}$ mm。

综上，圆柱体高度h及其合成标准不确定度为

$$h = 31.9967(99)\ \text{mm}$$

例 19 分析化学实验数据处理

用吸光光度法测定合金钢中 Mn 的含量，测得的数据如下：

m(Mn)/μg	0	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10	0.12
吸光度A	0.032	0.135	0.187	0.268	0.359	0.435	0.511

求标准曲线回归方程，计算相关系数，并利用回归方程计算吸光度为 0.242 时，未知样品中的 Mn 含量。

设 Mn 含量为x [μg]，吸光度为y，使用 fx-999CN CW II 进行回归计算。

按 ⌂ 打开主屏幕，按 ② 进入“统计”应用；按 ② 选择“双变量统计”，此时显示双变量统计的数据编辑界面。

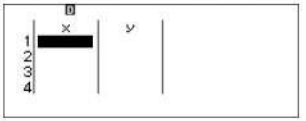
在统计数据编辑界面上输入数据，先输入 x 列数据，再把反色光标移到 y 列开头，再输入 y 列数据。按键过程如下：

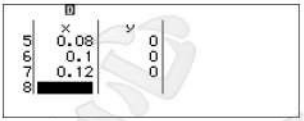
0 EXE 0.02 EXE 0.04 EXE 0.06 EXE 0.08 EXE 0.10 EXE 0.12 EXE ▽ ▷

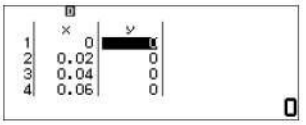
0.032 EXE 0.135 EXE 0.187 EXE 0.268 EXE 0.359 EXE 0.435 EXE 0.511 EXE

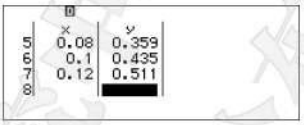




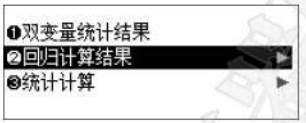


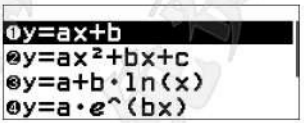


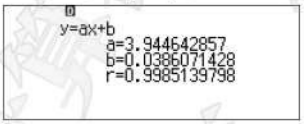




按 OK 或 EXE 打开数据处理菜单，按 ② 选择“回归计算结果”，再按 ① 选择“$y=ax+b$”，得到线性回归方程系数a，b以及相关系数r的计算结果。







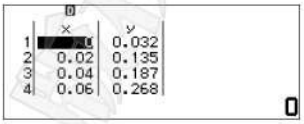
由此得到，标准曲线回归方程为

$$y=0.0386+3.9446x$$

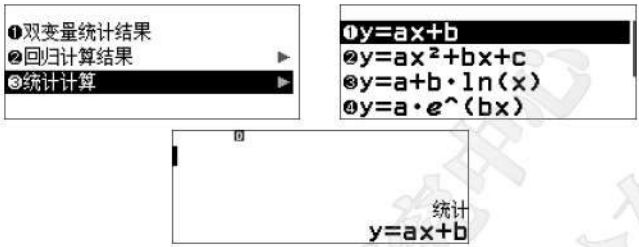
相关系数 $r=0.9985$。

使用回归预测功能，计算吸光度为 0.242 时，未知样品中的 Mn 含量。

按 ⮌ 返回到统计数据编辑界面。



按 OK 或 EXE 打开数据处理菜单，按 ③ 选择“统计计算”，然后按 ① 选择“$y=ax+b$”，此时显示线性回归的统计计算界面。



根据题意，已知吸光度（y值），需要求 Mn 含量（x的估计值$\hat{x}$）。先输入 0.242，再按 ㊍（目录）①（统计）④（回归）④（$\hat{x}$）输入求估计值$\hat{x}$的命令，按 ㊎ 执行计算。



由此得到，未知样品中 Mn 的含量估计值为0.052 μg。

8 分布计算功能

在概率论中的应用

功能说明

在计算器上按 ⏢ 打开主屏幕，按 ③ 进入“分布”应用。该应用可进行二项分布、泊松分布、正态分布的相关计算。

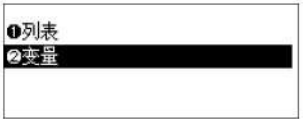


在计算器提供的分布计算类型中，二项分布和泊松分布属于离散型随机变量分布，因此在选择二项分布或泊松分布的计算功能后，还需要进一步选择进行“列表”或“变量”的计算。例如，按 ① 选择“二项概率密度”后，如果按 ① 选择“列表”，此时显示二项分布计算列表界面。在该界面上，先在 x 列下输入随机变量的取值，然后打开参数输入菜单，输入独立试验次数 N 以及单次试验的成功概率 p，即可得到随机变量的分布列。



如果按 ② 选择“变量”，此时显示二项分布概率的参数输入界面，直接输入随机变量的取值 x，独立试验次数 N，单次试验的成功

概率 p，即可计算出随机变量取当前值 x 时的概率。





二项概率密度、泊松概率密度功能可用于计算服从二项分布或泊松分布的随机变量的概率分布列，二项累积分布、泊松累积分布功能可用于计算服从二项分布或泊松分布的随机变量的分布函数。

正态分布属于连续型随机变量分布，计算器提供正态分布的概率密度与分布函数的计算功能，以及已知分布函数的值（概率 α，即 $P\{X<x_\alpha\}=\alpha$），反求 α 分位数 $x=x_\alpha$（下分位点）的功能。







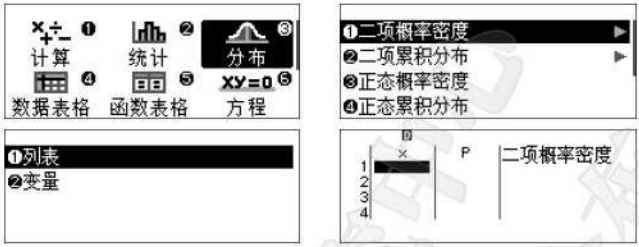
应用案例

例 20　二项分布

按规定，某种型号电子元件的使用寿命超过 1500 h 的为一级品。已知某大量批次产品的一级品率为 0.3，现在从中随机抽查 10 只，求 10 只元件中恰有 k 只（$k=0, 1, 2, \cdots, 10$）为一级品的概率。

近似按放回抽样处理。设随机变量 X 为 10 只元件中一级品的只数，则 X 服从二项分布，即 $X\sim B(10, 0.3)$，使用 fx-999CN CW II 计算其分布列。

按 ⓐ 打开主屏幕，按 ③ 进入“分布”应用；按 ① 选择“二项概率密度”，再按 ① 选择“列表”，进入二项分布计算列表界面。



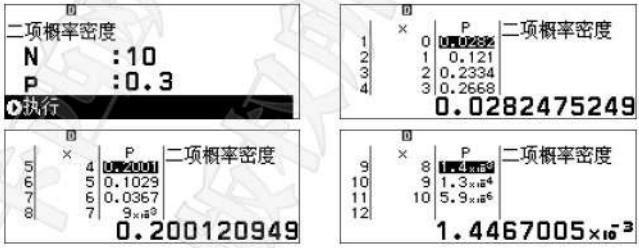
输入随机变量 X 的所有的取值，按键过程如下：

0 ⓔ 1 ⓔ 2 ⓔ 3 ⓔ 4 ⓔ 5 ⓔ 6 ⓔ 7 ⓔ 8 ⓔ 9 ⓔ 10 ⓔ

按 ⓞ 或 ⓔ 进入参数输入界面。



按 10 ⓔ 指定独立试验次数 $N=10$，再按 0.3 ⓔ 指定单次试验的成功概率 $p=0.3$，此时反色光标自动移到“执行”上。按 ⓔ 执行计算，得到结果。用方向键（⊙⊙⊙⊙）或翻页键（⊙⊙）移动反色光标，可查看各随机变量取值下的概率。



由此得到，随机变量 X（10 只元件中恰有 k 只）的概率分布列为：

X	0	1	2	3	4	5
P	0.0282	0.1211	0.2335	0.2668	0.2001	0.1029
X	6	7	8	9	10	
P	0.03676	0.009002	0.001447	0.0001378	0.000005905	

例 21 泊松分布

一电话总机每分钟收到呼叫的次数X服从参数为$\lambda=4$的泊松分布，求某一分钟的呼叫次数大于 3 的概率。

由$X\sim\pi(4)$，则某一分钟呼叫次数大于 3 的概率为

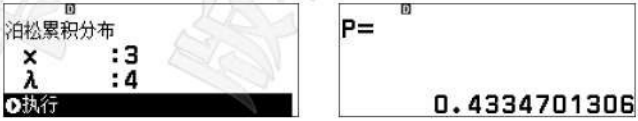
$$P\{X>3\}=1-P\{X\leqslant 3\}$$

使用 fx-999CN CW II 计算概率。

按 ⏏ 打开主屏幕，按 ③ 进入“分布”应用；按 ⑦ 选择“泊松累积分布”，再按 ② 选择“变量”，进入泊松分布的参数输入界面。



按 3 EXE 输入X的值，然后按 4 EXE 输入λ的值，按 EXE 执行计算。



由此得到$P\{X\leqslant 3\}=0.4335$，则$P\{X>3\}=1-P\{X\leqslant 3\}=0.5665$。

例 22　　正态分布

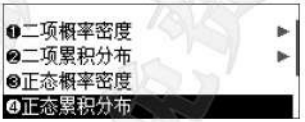
已知某地区 20 岁男青年的血压 X（收缩压，以 mmHg 计）服从正态分布，即 $X \sim N(105,\ 12^2)$。在该地区随机选一名 20 岁男青年，测量其血压 X。

1. 求 $P\{95 < X \leqslant 115\}$；
2. 确定最小的 x，使得 $P\{X > x\} \leqslant 0.05$。

1. 计算正态分布概率

按 ⏏ 打开主屏幕，按 ③ 进入“分布”应用；按 ④ 选择“正态累积分布”，进入正态累积分布的参数输入界面。







按 95 EXE 输入区间下限，按 115 EXE 输入区间上限；按 105 EXE 输入正态分布的参数 μ 的值，按 12 EXE 输入正态分布的参数 σ 的值。





按 EXE 执行计算。



由此得到，$P\{95 < X \leqslant 115\} = 0.5953$。

2. 求解正态分布的分位数

求解满足$P\{X>x\}\leqslant 0.05$的最小的x值，即求解正态分布$N(105,\ 12^2)$当$\alpha=0.05$时的上分位点。

fx-999CN CW II 计算正态分布的分位点是下分位点，因此需要将问题转化为求满足$P\{X\leqslant x\}=1-P\{X>x\}\geqslant 0.95$的最大的$x$值。

继续按⑤返回到参数输入界面，再按⑤返回到分布类型选择界面，按 ⑤ 选择“反正态累积分布”。





按 0.95 EXE 输入概率值，然后按 ▽▽ 将反色光标移动到“执行”上，再按 EXE 执行计算。







由此得到，所求的最小的 $x=124.7$。

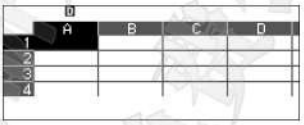
9 数据表格功能

在数值计算方法中的应用

功能说明

在计算器上按 ⌂ 打开主屏幕，按 ④ 进入“数据表格”应用。该应用可对 45 行 5 列的数据表格进行类似计算机上的电子表格软件的计算。



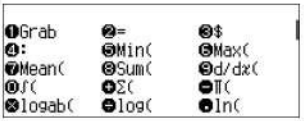


数据表格的部分计算功能可通过目录菜单或目录列表进行调用。目录菜单中包括引用单元格、公式符号（=）、绝对单元格引用符号（$）、范围符号（:）、最小值（Min）、最大值（Max）、均值（Mean）、求和（Sum）等功能、符号或命令，按 ⌸（目录）打开目录菜单，再按 ① 选择“数据表格”即可调用；也可以按 ⇧ ⌸ (≡)打开目录列表，直接按选项编号对应的按键进行调用。



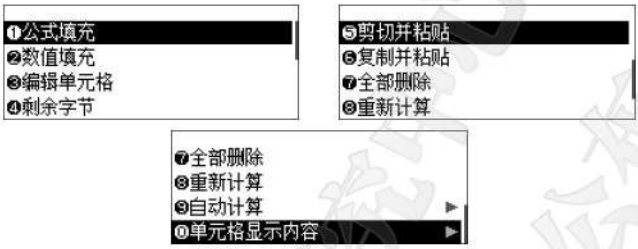






数据表格的数据处理等相关功能可通过工具菜单进行调用。工具菜单中有批量处理数据的功能（公式填充、数值填充、全部删除、重

新计算），也有数据编辑的功能（编辑单元格、剪切并粘贴、复制并粘贴），还有数据表格相关属性或设置的功能（剩余字节、自动计算、单元格显示内容）。



应用案例

例 23　线性方程组的迭代解法

利用高斯-赛德尔（Gauss-Seidel）迭代法求解线性方程组

$$\begin{cases} 10x - y - 2z = 72 \\ -x + 10y - 2z = 83 \\ -x - y + 5z = 42 \end{cases}$$

该方程组的高斯-赛德尔迭代公式为

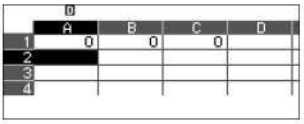
$$\begin{cases} x_{k+1} = \dfrac{1}{10}(y_k + 2z_k + 72) \\ y_{k+1} = \dfrac{1}{10}(x_{k+1} + 2z_k + 83) \\ z_{k+1} = \dfrac{1}{5}(x_{k+1} + y_{k+1} + 42) \end{cases}$$

初始解向量选取$(x_0, y_0, z_0)^{\mathrm{T}} = (0, 0, 0)^{\mathrm{T}}$，迭代次数取 12 次。

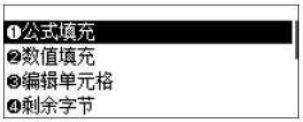
按 ⏻ 打开主屏幕，按 ④ 进入“数据表格”应用。

按 0 EXE，▷ ∧ 0 EXE，▷ ∧ 0 EXE 在 A1，B1，C1 三个单元格中输入 0，作为初始的解向量。按 ◁ ◁ 将反色光标移动到 A2 上。





按 ⚙（工具）打开工具菜单，按 ① 选择“公式填充”，进入公式填充界面。

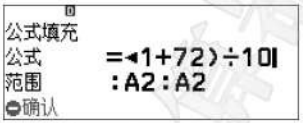


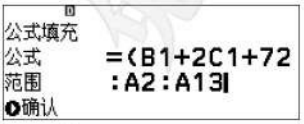


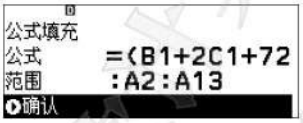
由第一个迭代公式，A2 应为

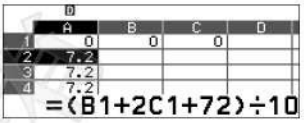
$$A2=(B1+2C1+72)\div 10$$

按 ◁ ▲ ⑤（B）1 ⊕ 2 ▲ ⑥（C）1 ⊕ 72 ▷ ÷ 10 输入公式，按 EXE 确认；再按 ▷ ▽ DEL 删除范围的最后一个数字，然后输入 13，将填充范围修改为 A2:A13，按 EXE 确认；按 EXE 执行计算。

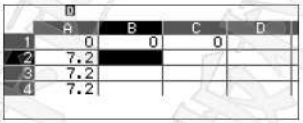


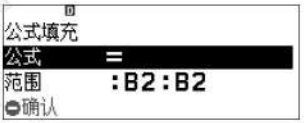






将反色光标移动到 B2 上，按 ⚙（工具）①（公式填充）进入公式填充界面。



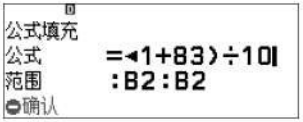


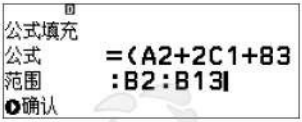
由第二个迭代公式，B2 应为

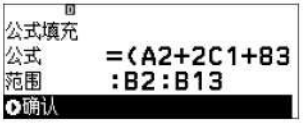
$$B2=(A2+2C1+83)\div 10$$

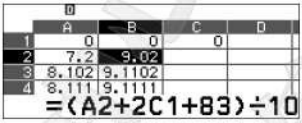
按 ◁ ▲ ④（A）2 ⊕ 2 ▲ ⑥（C）1 ⊕ 83 ▷ ÷ 10 输入公式，按 EXE 确认；再按 ▷ ▽ DEL 删除范围的最后一个数字，然后输入 13，将填充范围修改为 B2：

B13，按 EXE 确认；按 EXE 执行计算。

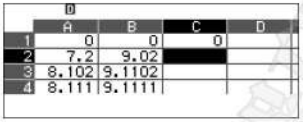


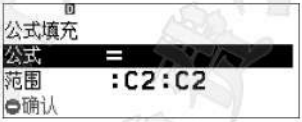






将反色光标移动到 C2 上，按 ⚙（工具）①（公式填充）进入公式填充界面。

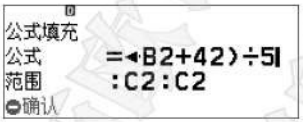


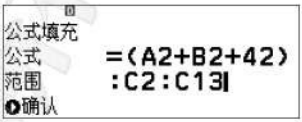


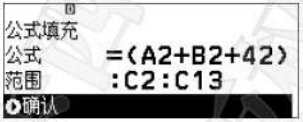
由第三个迭代公式，C2 应为

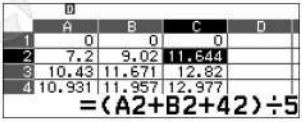
$$C2=(A2+B2+42)\div 5$$

按 ⓘ ⬆ ④（A）2 ⊕ ⬆ ⑤（B）2 ⊕ 42 ⓙ ÷ 5 输入公式，按 EXE 确认；再按 ▷ ⏬ DEL 删除范围的最后一个数字，然后输入 13，将填充范围修改为 C2:C13，按 EXE 确认；按 EXE 执行计算。

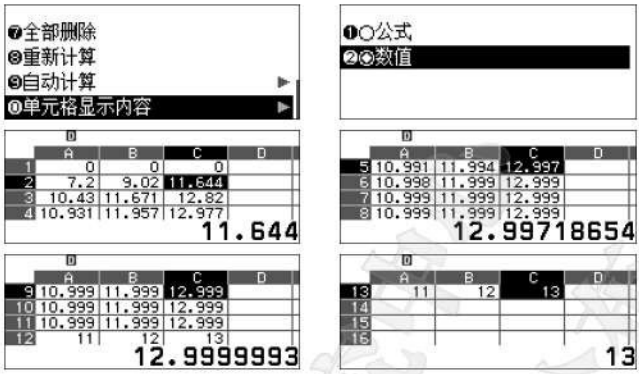








按 ⚙（工具）打开工具菜单，然后按 ⓪ 选择“单元格显示内容”，按 ② 选择“数值”，将单元格显示内容设置为显示数值。按 AC 返回到表格，使用方向键（△ ▽ ◁ ▷）或翻页键（⏫ ⏬）查看各次迭代的结果。



经过以上迭代过程，得到原方程组的解为

$$(x,\ y,\ z)^{\mathrm{T}}=(11,\ 12,\ 13)^{\mathrm{T}}$$

在使用数据表格应用时，需要注意通过 ⚙（工具）打开的工具菜单中的最后两项“自动计算”（选项编号为 ⑨）和“单元格显示内容”（选项编号为 ⓪）的设置。“自动计算”默认是开启的，“单元格显示内容”默认是显示公式。若关闭自动计算功能，由于选定的填充范围外不会自动重新计算，因此计算的速度会有所提高。对于这道例题，若关闭自动计算功能，执行相同的操作流程后，最终的迭代结果将不正确，还需要按 ⚙（工具）⑧（重新计算）将整个表格的内容进行重新计算。**填充的公式中若涉及不同列的数据，在自动计算功能关闭的情况下，公式填充完毕后，必须执行重新计算的操作。**

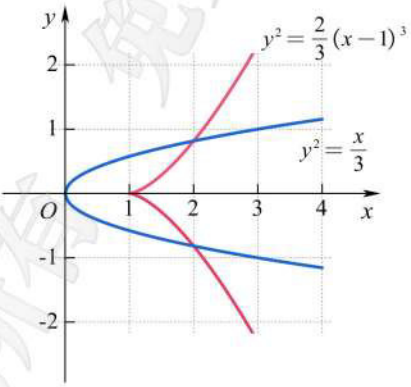
此外，如果填充的公式比较复杂且包含关于某个单元格的函数，特别是需要多次使用该函数的时候，在填充公式前可使用函数管理器定义函数 $f(x)$ 或 $g(x)$，然后在输入公式时直接调用已定义的函数，可简化输入内容，提高输入效率。

计算器功能的综合应用

将 fx-999CN CW II 的不同功能应用进行组合，可以求解更复杂的计算问题，以下提供三个案例供读者参考。

例 24　定积分的应用

计算半立方抛物线 $y^2=\frac{2}{3}(x-1)^3$ 被抛物线 $y^2=\frac{x}{3}$ 截得的一段弧的长度。



两曲线在坐标系中的图象如右图所示。设交点横坐标为 $x=a$，则根据对称性可知，所求弧长

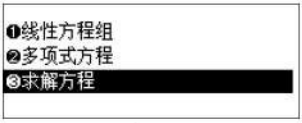
$$L=2\int_1^a\sqrt{1+[f'(x)]^2}\,\mathrm{d}x$$

其中，$f(x)=\sqrt{\frac{2}{3}(x-1)^3}$。

1. 求解交点

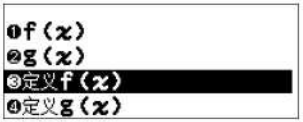
按 ⌂ 打开主屏幕，按 ⑥ 进入“方程”应用，按 ③ 选择“求解方程”，进入方程求解器输入方程的界面。

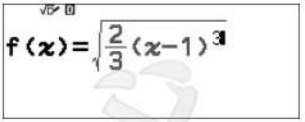




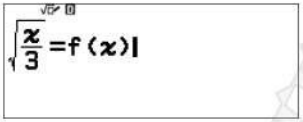


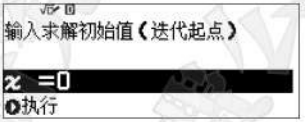
按 fx（函数）打开函数管理器，按 ③ 选择“定义$f(x)$”；按 ▲2 ▼3 ▶ (x) − 1) x^3 输入$f(x)$的表达式，按 EXE 完成定义。

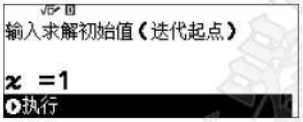


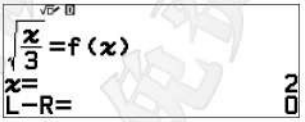


按 ▲ x ▼3 ▶ ▶ ▲ (= fx（函数）① （f） x) 输入求两条曲线在第一象限内的交点的方程，然后按 EXE 确认，进入输入求解初始值的界面；输入 1 指定初始值为 1，按 EXE 确认，再按 EXE 执行求解。









由此得到，交点的横坐标$x=2$。

2. 计算弧长

由于计算器不能在定积分模板内部输入导数模板，因此需要手动定义$g(x)=f'(x)$。

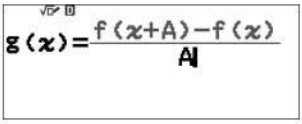
按 ⌂ 打开主屏幕，按 ① 进入“计算”应用。



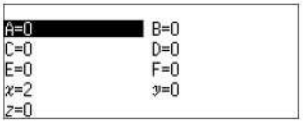


按 fx（函数）打开函数管理器，按 ④ 选择“定义$g(x)$”；按 ▼ fx（函数）① （f） x ⊕ ▲ ④ （A）) − fx（函数）① （f） x) ∨ ▲ ④ （A） 输入$g(x)$的表达式，按 EXE 完成定义。



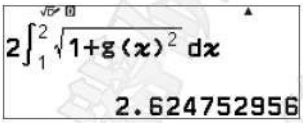


按 (变量)打开变量管理器，当反色光标位于变量 A 上时，输入 1 ⑩ (−)10，按 EXE 确认。





按 返回到计算界面，输入 2 ⑧ × (∫) √ 1 + f(x) （函数） ② （g() x) ■² ∨ 1 ^ 2 输入曲线弧长的表达式，按 EXE 执行计算，得到结果。



由此得到，所求弧长 $L\approx 2.62475$。（精确值为 $\dfrac{-8+10\sqrt{10}}{9}$。）

例 25　矩阵的特征值和特征向量

已知 $\boldsymbol{A}=\begin{pmatrix}-2 & 1 & 1\\ 0 & 2 & 0\\ -4 & 1 & 3\end{pmatrix}$，求 $\boldsymbol{A}$ 的特征值和特征向量。

1. 求特征值

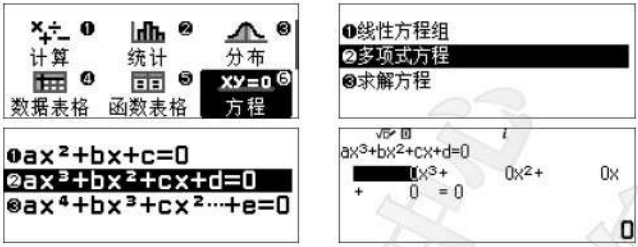
矩阵 $\boldsymbol{A}$ 的特征多项式为

$$|\boldsymbol{A}-\lambda\boldsymbol{E}|=\begin{vmatrix}-2-\lambda & 1 & 1\\ 0 & 2-\lambda & 0\\ -4 & 1 & 3-\lambda\end{vmatrix}=(2-\lambda)\begin{vmatrix}-2-\lambda & 1\\ -4 & 3-\lambda\end{vmatrix}=-\lambda^3+3\lambda^2-4$$

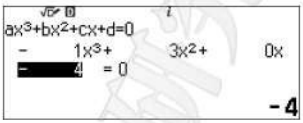
求解方程 $-\lambda^3+3\lambda^2-4=0$，即可得到特征值。

按 ⌂ 打开主屏幕，按 ⑥ 进入“方程”应用；再按 ② 选择“多项式方程”，

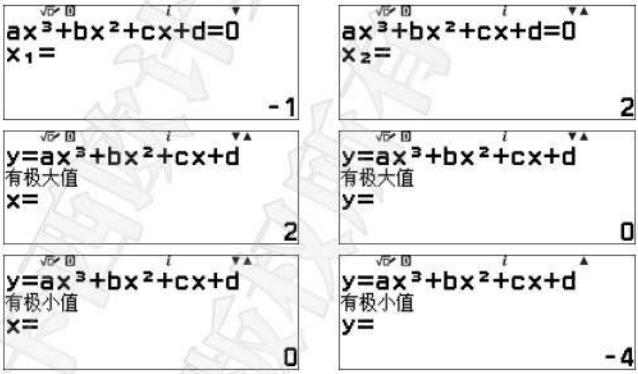
按 ② 选择“$ax^3+bx^2+cx+d=0$”，进入标准形式的一元三次方程求解界面。



在计算器上将λ用x代替。按 (−)1 EXE 3 EXE 0 EXE (−)4 EXE 输入系数。



按 EXE 执行求解，得到第一个解$x_1=-1$；再按 EXE，得到第二个解$x_2=2$。继续按 EXE，计算器提示该方程对应的三次函数在$x=2$处取得极大值，按 EXE 显示该极大值为0；再按 EXE，计算器提示该方程对应的三次函数在$x=0$处取得极小值，按 EXE 显示该极小值为-4。



由以上结果可得，特征多项式$f(\lambda)$的极大值点$(2,\ 0)$对应方程$f(\lambda)=0$的重根，因此$\boldsymbol{A}$的特征值为

$$\lambda_1=-1,\quad \lambda_2=\lambda_3=2$$

2. 求特征向量

按 ⏏ 打开主屏幕，按 ⓪ 进入“矩阵”应用。

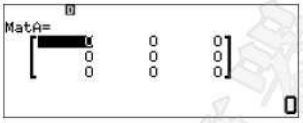


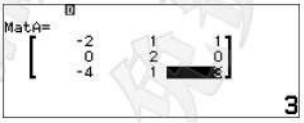


按 ⚙（工具）打开工具菜单，然后按 ① 选择矩阵变量“MatA”；按 OK（行数）③（3 行）OK（列数）③（3 列）设置行列数为3×3；按 OK 或 EXE 确认，然后按 (−)2EXE1EXE1EXE0EXE2EXE0EXE (−)4EXE1EXE3EXE 输入矩阵 A 的元素。





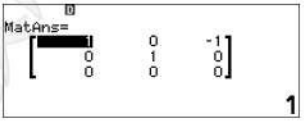




将所求的特征值代入 $A-\lambda E$ 中，并化为行最简形矩阵，然后写出对应的齐次线性方程组的基础解系，就可得到该特征值对应的特征向量。

按 AC 返回到矩阵计算界面，然后按 ⚙（目录）①（矩阵）①（矩阵计算）⑧（简化行阶梯形矩阵(Rref)）⚙（目录）①（矩阵）②（MatA）⊕⚙（目录）①（矩阵）①（矩阵计算）⑥（单位矩阵(Identity)）3)) 输入当 $\lambda=-1$ 时化简 $A-\lambda E$ 为行最简形的表达式，按 EXE 执行计算。

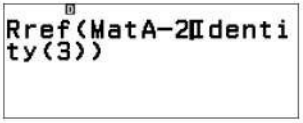


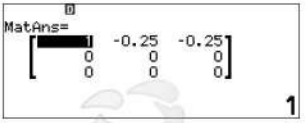


由此得到 $A+E\sim\begin{pmatrix}1&0&-1\\0&1&0\\0&0&0\end{pmatrix}$，即 $\boldsymbol{p}_1=\begin{pmatrix}1\\0\\1\end{pmatrix}$。

按 ↩ 返回到表达式，将光标移到加号后面，按 DEL 删除加号，然后再输入 (−)2，将表达式修改为当 $\lambda_2=\lambda_3=2$ 时化简 $A-\lambda E$ 为行最简形的表达式，按 EXE

执行计算。





由此得到 $\boldsymbol{A}-2\boldsymbol{E} \overset{r}{\sim} \begin{pmatrix} 1 & -\frac{1}{4} & -\frac{1}{4} \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$，即 $\boldsymbol{p}_2=\begin{pmatrix} \frac{1}{4} \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}$，$\boldsymbol{p}_3=\begin{pmatrix} \frac{1}{4} \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$。

例 26　　特殊函数计算

1. 计算Γ函数；
2. 计算误差函数 $\mathrm{erf}(x)$ 和互补误差函数 $\mathrm{erfc}(x)$。

1. Γ 函数的计算

Γ 函数的表达式：$\Gamma(x)=\int_0^{+\infty} \mathrm{e}^{-t}t^{x-1}\mathrm{d}t$（其中 $x>0$）。

按 ⏢ 打开主屏幕，按 ① 进入“计算”应用。





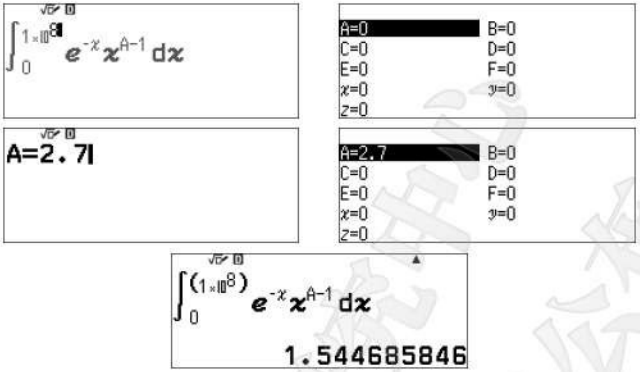
在计算器上计算Γ函数时，由于积分变量只能是 x，因此需要将表达式改为

$$\Gamma(A)=\int_0^{+\infty} \mathrm{e}^{-x}x^{A-1}\mathrm{d}x$$

即用变量 A 来表示Γ函数的自变量，而且无穷上限需要使用一个比较大的数来代替。例如计算 $\Gamma(2.7)$ 的值，取上限为 1×10^8，操作过程如下：

按 ⏫ ⊗ (∫) ⏫ (−) (e) ■ (−) ⓧ ▷ ⓧ ■ ⏫ ④（A）⊖1⊙0⊙1⏨8 输入表达式，然后按 SHIFT（变量）打开变量管理器，当反色光标位于变量 A 上时，输入Γ函数的自变量值 2.7，按 EXE 确认，然后按 ⏎ 返回到计算界面，最后按 EXE 执

行计算，等待一段时间后即可得到结果。



使用专业软件等更高级的计算工具可验证，计算器显示的结果是精确的。

当$0<A\leqslant1$时，按以上方法计算$\Gamma(A)$时，计算器会提示“数学错误”，原因在于$A\leqslant1$时被积式中的x^{A-1}在积分下限$x=0$处无定义，此时需要将积分下限向积分区间内偏移一个微小量，然后再计算。

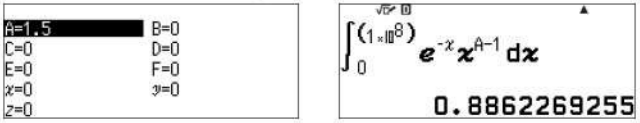
例如计算$\Gamma(0.5)$，为变量A赋值0.5之后，将表达式中的下限改为1×10^{-8}，即可计算出结果。



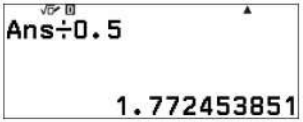
由$\Gamma(0.5)=\sqrt{\pi}=1.7724538509055\cdots$，可以看到这一结果的精度较低。因此对于$0<A\leqslant1$范围内的$\Gamma$函数，可以借助递推公式$\Gamma(A+1)=A\Gamma(A)$来计算，即

$$\Gamma(A)=\frac{\Gamma(A+1)}{A}$$

例如计算$\Gamma(0.5)$，则应先计算$\Gamma(1.5)$：



然后再将结果除以0.5，即可得到结果；再将结果减去$\sqrt{\pi}$，计算该结果与实际值的误差大小。





可见，使用递推公式对$0<A\leqslant 1$范围内的$\Gamma(A)$进行计算，与直接计算的结果相比，精度大幅提升。

2. 误差函数与互补误差函数的计算

误差函数的表达式：$\operatorname{erf}(x)=\dfrac{2}{\sqrt{\pi}}\int_0^x \mathrm{e}^{-t^2}\mathrm{d}t$

互补误差函数（也称为余误差函数）的表达式：

$$\operatorname{erfc}(x)=1-\operatorname{erf}(x)=\frac{2}{\sqrt{\pi}}\int_x^{+\infty}\mathrm{e}^{-t^2}\mathrm{d}t$$

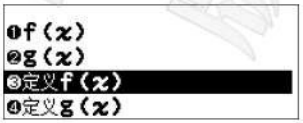
按 ⏻ 打开主屏幕，按 ① 进入“计算”应用。

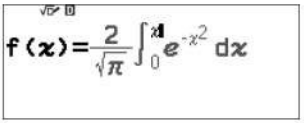




由于误差函数$\operatorname{erf}(x)$表达式的自变量在积分上限处，因此可以将其定义到函数管理器的$f(x)$中；然后再利用互补误差函数与误差函数的关系，再将函数管理器的$g(x)$定义为$1-f(x)$即可。操作过程如下：

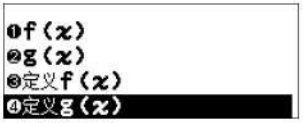
按 fx（函数）打开函数管理器，按 ③ 选择“定义$f(x)$”。按 2 ⏩ ▶ ⬆ ⑦ (π) ▷ ▷ ⬆ ⊗ (∫) ⬆ ⊖ (e) ■ ⊖ ⓧ ■ ▽ 0 △ ⓧ 输入误差函数的表达式，按 EXE 完成定义。

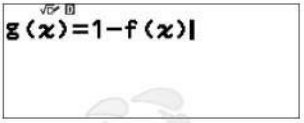




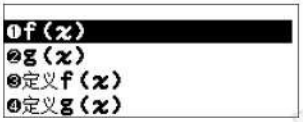
按 fx（函数）打开函数管理器，按 ④ 选择“定义$g(x)$”。按 1 ⊖ fx（函

数）①（f()）ⓧ ⑤输入互补误差函数与误差函数的关系式，按 ⓔ 完成定义。



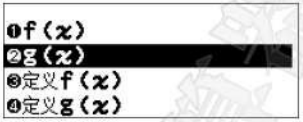


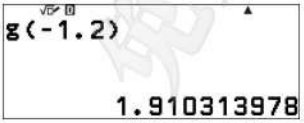
例如计算erf(0.5)，按 ⓕ（函数）①（f() 0.5 ⑤输入表达式，按 ⓔ 执行计算。





例如计算erfc(−1.2)，按 ⓕ（函数）②（g() ⊖1.2 ⑤输入表达式，按 ⓔ 执行计算。

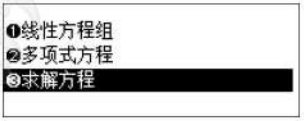




如果已知erf(*x*)或erfc(*x*)的值，需要求解*x*，则可利用“方程”应用中的方程求解器进行求解。

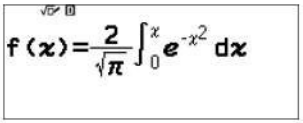
按 ⌂ 打开主屏幕，按 ⑥ 进入“方程”应用，然后按 ③ 选择“求解方程”，进入方程求解器输入方程的界面。

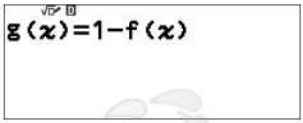




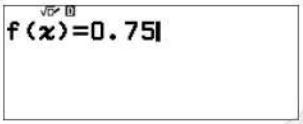


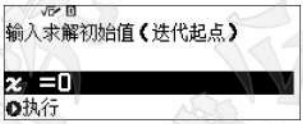
若erf(*x*)和erfc(*x*)未定义，可参考前面的过程将这两个函数的表达式分别定义到函数管理器的$f(x)$和$g(x)$中。

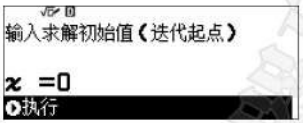


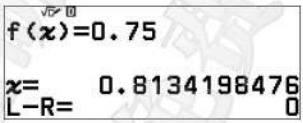


例如已知$\mathrm{erf}(x)=0.75$，求x的值，按 fx（函数）①（f()）x) ▲ ((=)0.75 输入方程，按 EXE 确认，此时进入输入求解初始值的界面。按 0 EXE 输入求解的初始值，按 EXE 执行求解。





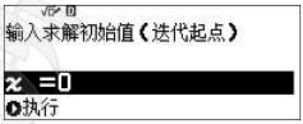


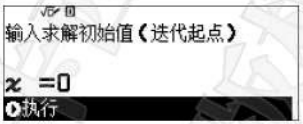


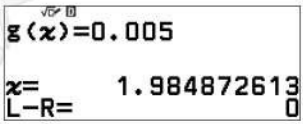
由此解得 $x\approx0.8134$。

再例如已知$\mathrm{erfc}(x)=0.005$，求x的值，按 AC 返回到输入方程的界面，再按 AC 清空方程；按 fx（函数）②（g()）x) ▲ ((=)0.005 输入方程，按 EXE 确认，此时进入输入求解初始值的界面。按 0 EXE 输入求解的初始值，按 EXE 执行求解。









由此解得 $x\approx1.9849$。

附录一

常见问题解答

问题 1

如何将计算器恢复为出厂设置？（初始化计算器）

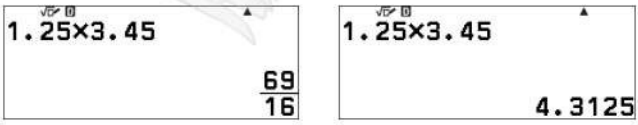
按 ⌂ 打开主屏幕，然后进入任意一个应用之后，按 ≡（设置）打开设置菜单，按 ③ 选择“复位”；再按 ③ 选择“全部初始化”；最后按 ① 选择“是”，此时计算器显示主屏幕，表明计算器已恢复为出厂设置。



问题 2

计算器显示的结果是分数或带根号、π 的结果，如何切换为小数？

按 ㊟ 即可。



也可以按 ⬆ ㊟ (↻) 打开转换菜单，然后按 ② 选择“小数”。

转换菜单内容随着计算结果类型的不同可能会有所不同。



如果需要计算结果直接以小数形式输出，可以将计算器的输入/输出设置更改为“**数学输入/小数输出**”。按 ☰（设置）①（计算设置）①（输入/输出）②（数学输入/小数输出）完成设置后，按 AC 退出。（若计算器显示主屏幕，需要进入任意一个应用之后再进行设置。）



问题 3

计算器显示的结果含有指数，这是什么原因？如何解决？

为了显示更多的有效数字位数，计算器默认的显示格式是将绝对值大于或等于1×10^{10}（普通记数法表示上限）和绝对值小于0.01的数（普通记数法表示下限）用科学记数法（有关科学记数法的知识请参考中学数学教材相关内容）来表示。由于计算器的显示位数是10位，

因此普通记数法表示上限是一定的，而普通记数法表示下限可以降到1×10^{-9}。这样有些比较小的数可以恢复为小数的表示。

例如计算0.15 ÷ 23.34，计算器默认给出的结果（转换为小数后）如下图所示：



如果将记数法的下限设置为“常规格式 2”的类型，即可恢复为小数的形式。

按 ☰（设置）①（计算设置）③（显示格式）③（常规格式(Norm)）②（Norm2:0.00123）完成设置，按 AC 退出，再按 EXE 重新执行计算即可。（可能还需要按 转换 转换成小数；若计算器显示主屏幕，需要进入任意一个应用之后再进行设置。）



问题 4

屏幕上方所出现的“D”，“E”，“i”，“∠”等符号是何含义？对计算结果是否有影响？

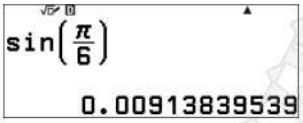
屏幕上方的这些符号是指示当前计算器所处状态的指示符。各指示符的含义及对结果的影响如下表所示：

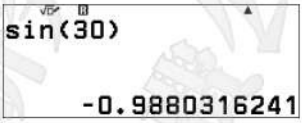
指示符	含义	对计算的影响
S	⇧（SHIFT）键被按下。	此时可输入面板上按键左上方印刷的功能。
√	计算器处于数学输入状态。	无
D R G	计算器当前使用的角度单位指示符。D 代表角度制，R 代表弧度制，G 代表百分度制。	涉及到三角函数、反三角函数的计算结果。
FIX SCI E	显示 FIX 表示用户指定了定点小数位数，显示 SCI 表示用户指定了固定位数的科学记数法，显示 E 表示计算结果将带有工学词头符号（μ、k、M 等）。	仅影响显示的格式。
i ∠	“复数”应用或“方程”应用中，显示 i 代表复数结果以代数形式 $a+bi$ 输出，显示∠代表复数结果以极坐标形式 $r\angle\theta$ 输出。	仅影响复数的输出结果形式。
⇩	开启了分数结果手动化简的功能。	仅影响分数计算的结果。
✔	开启了运算验证功能。	该状态下计算器只能判断关系式的真值，无法执行计算。
▼ ▲	可以按对应的方向键。	无
II	表示此时的结果是多语句表达式的中间结果。	无
☀	太阳能电池板能够接受到光能并转化为电能供计算器使用。	无

问题 5

为何三角函数或反三角函数计算结果不正确、含有三角函数、反三角函数的定积分计算结果不正确？如何解决？

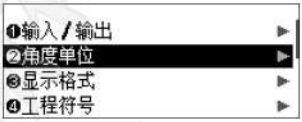
用户没有设置正确的角度单位。凡是涉及到三角函数、反三角函数的计算，必须设置好角度单位。在不适当的角度单位下执行的计算，对于计算器而言并没有算错，而是用户没有指定正确的角度单位而导致的错误。例如：





按 ≡（设置）①（计算设置）②（角度单位），可以在度（D，角度制）、弧度（R，弧度制）、百分度（G，百分度制）三个选项中选择需要的角度单位制，然后按 OK 或选项编号对应的按键确认完成设置，再按 AC 退出。（若计算器显示主屏幕，需要进入任意一个应用之后再进行设置。）

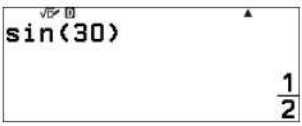




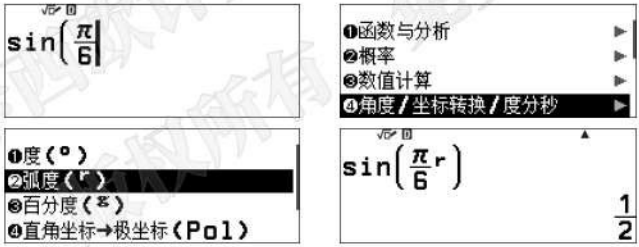


设置正确的角度单位后，重新执行计算，即可得到正确结果。





此外，还可以在计算的时候直接指定参与计算的角度单位。例如当计算器的角度单位使用角度制的时候，要计算$\sin\frac{\pi}{6}$，在输入$\frac{\pi}{6}$之后，按 ⑩（目录）④（角度 / 坐标转换 / 度分秒），然后按 ②（弧度）即可输入弧度单位（也可按 ↑ ⑩ (≡) ∨ ⓪ 输入），再按) EXE 得到计算结果。



附录二

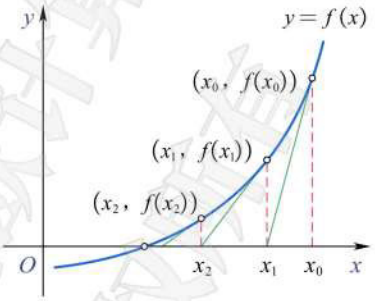
方程求解器的原理与使用技巧

fx-999CN CW II 的方程求解器是以数值计算方法中的**牛顿迭代法**（切线法）为基础的求解方程的功能。

对于方程 $f(x)=0$，先选定一个初始值 $x=x_0$，然后求出函数值 $f(x_0)$ 以及导数值 $f'(x_0)$。过点 $(x_0, f(x_0))$ 作曲线 $y=f(x)$ 的切线，则切线方程为

$$y-f(x_0)=f'(x_0)(x-x_0)$$

由于切线与 x 轴又在 $x=x_1$ 处相交，此时又可以计算出 $f(x_1)$ 以及 $f'(x_1)$，再作过点 $(x_1, f(x_1))$ 的切线，这条切线又与 x 轴在 $x=x_2$ 处相交，如图所示。重复上述过程，得到的 x_3，x_4，…，x_n，…越来越接近方程的根，只要规定相应的精确程度，就可以将 x_n 作为方程的近似解。



这一过程实际上是给定初始值 x_0，然后根据牛顿迭代公式进行迭代，即

$$x_{n+1}=x_n-\frac{f(x_n)}{f'(x_n)}$$

牛顿迭代法的特点是收敛速度快，但对于部分方程，初始值若选取不当，可能会造成迭代不收敛，例如本书例 15 中所描述的情况，原方程为分式方程，有多个无穷间断点，当初始值选取不合适时，计算器无法收敛到所需的解。

使用牛顿迭代法求解方程$f(x)=0$，若迭代收敛，需要同时满足以下三个条件：

1）$f(x)$在区间$[a, b]$上的一、二阶导数均存在，且一、二阶导数的符号在该区间内保持不变；

2）$f(a)f(b)<0$；

3）初始值x_0满足$f(x_0)f''(x_0)>0$，$x_0, x\in[a, b]$。

以上条件中，第三个条件是对初始值的要求，即$f(x_0)$与$f''(x_0)$同号。但在实际应用时，为了操作简便，一般不会特意去计算初始值是否满足这一条件，往往使用计算器默认的x值，或者根据题意，又或者猜测一个x值作为初始值作为迭代起点，且计算器也有相应的辅助算法让求解过程更容易。

从牛顿法的原理可以看出，每次使用方程求解器求解，只能得到一个根。如果方程$f(x)=0$存在多个根，就需要特别注意初始值的选取，尤其是含有分式或三角函数的方程。初始值若选取不当，则很有可能得不到需要的解，甚至出现无解的情况。此外，还可以在求解前先对方程进行适当的变形处理，让求解的过程更加顺利。

以求解方程$2\tan x-x\tan^2 x-x=0$（其中$x>0$）为例。该方程对应的函数及其一、二阶导数分别为

$$f(x)=2\tan x-x\tan^2 x-x$$

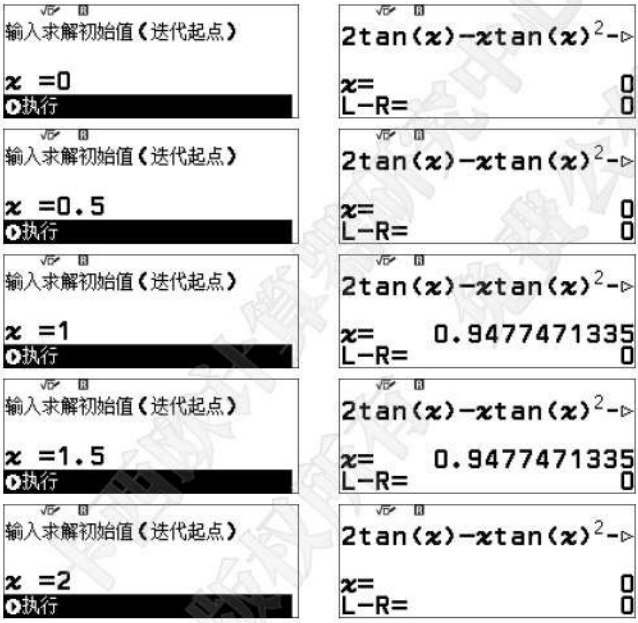
$$f'(x)=\frac{\cos x-2x\sin x}{\cos^3 x}$$

$$f''(x)=-\frac{4x\sin^2 x+2x}{\cos^4 x}$$

考虑到$f\left(\frac{\pi}{4}\right)=2-\frac{\pi}{2}>0$，$f\left(\frac{\pi}{3}\right)=2\sqrt{3}-\frac{4\pi}{3}<0$，$f\left(\frac{\pi}{2}\right)\to-\infty$，可以大致估计根在$\left[\frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{3}\right]$区间内，又由于在$x>0$时恒有$f''(x)<0$，因此初始值可以选在$x\approx1$且$x>1$的附近，但$f(x)$在$x=\frac{\pi}{2}$存在无穷间断点，若取$x_0>\frac{\pi}{2}$，则容易造成$x_1$越过无穷间断点，造成不收敛的情况，对于计算器而言，可能给出无解，也可能直接给出不符合要求的$x=0$的解。

结合以上分析，在弧度制下，依次使用0，$0.5\left(<\frac{\pi}{4}\right)$，$1\left(\approx\frac{\pi}{3}\right)$，$1.5\left(<\frac{\pi}{2}\right)$，

$2\left(>\frac{\pi}{2}\right)$等几个初始值，在计算器上的求解情况如下：



可见，使用不同的初始值求解的结果与分析结论是一致的。

参考文献

[1] 东南大学等七所工科院校编；马文蔚，周雨青，解希顺改编. 物理学[M]. 7 版. 北京：高等教育出版社，2020.

[2] 邱关源，罗先觉. 电路[M]. 6 版. 北京：高等教育出版社，2022.

[3] 周文芳. 理论力学[M]. 黑龙江：哈尔滨大学出版社，2022.

[4] 胡寿松，姜斌，张绍杰. 自动控制原理[M]. 8 版. 北京：科学出版社，2023.

[5] 武汉大学. 分析化学上册[M]. 6 版. 北京：高等教育出版社，2016.

[6] 同济大学数学科学学院. 线性代数[M]. 7 版. 北京：高等教育出版社，2023.

[7] 盛骤，谢式千，潘承毅. 概率论与数理统计[M]. 6 版. 北京：高等教育出版社，2026.

郑 重 声 明

本书著作权归卡西欧（中国）贸易有限公司所有，仅供 CASIO fx-999CN CW II 中文版、fx-999CN CW II MAX 中文版（或 CASIO fx-991CN CW II 中文版、fx-991CN CW II MAX 中文版）计算器的用户作为参考资料。

未经卡西欧（中国）贸易有限公司的书面允许，严禁除卡西欧（中国）贸易有限公司之外的任何单位或个人对本书的部分或全部内容进行包括但不限于复制、抄袭、转载、模仿、引用、影印、翻译、将本书的案例等相关内容直接或间接上传至网络平台传播或销售等之中的一项或多项行为。

最终解释权归卡西欧（中国）贸易有限公司所有。

CASIO

CLASSWIZ

卡西欧计算器研究中心

卡西欧科学函数计算器

fx-999CN CW II 中文版

版权所有 免费公布

大学理工科应用案例集

卡西欧（中国）贸易有限公司 https://www.casio.com.cn/scientific-calculators/

上海市浦东新区海阳西路 555 号前滩中心 16 楼 邮政编码：200062

客户咨询中心：400-700-6655 受理时间：9:00—18:00（双休日、节假日及本公司休假日除外）