

TI—59可编程序计算器的应用

管线和压力容器的计算程序

蔡尔辅 孙儒荣 于浦义 编

化学工业出版社

73.87
840

TI-59可编程序计算器 的应用

——管线和压力容器的计算程序——

蔡尔辅 孙儒荣 于浦义 编



化学工业出版社

8610050

内 容 提 要

为使广大读者更好地应用TI-59可编程序计算器,本书不仅介绍了这种计算器的功能、正确的使用方法、维护方法和故障及其处理方法等,而且还结合管线设计和压力容器设计,介绍了专业性较强、工程上又经常使用的计算程序。这些程序包括:管系应力解析、管系的水力计算、管线的绝热计算及压力容器设计等方面。

本书可供工程技术人员阅读,并可供大专院校师生参考。

TI-59可编程序计算器的应用

——管线和压力容器的计算程序——

蔡尔辅 孙儒荣 于浦义 编

责任编辑:满秀敏

封面设计:任 辉

化学工业出版社出版

(北京和平里七区十六号楼)

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ 印张 15 插页 1 字数 332 千字 印数1—6,170

1985年6月北京第1版1985年6月北京第1次印刷

统一书号 15063·3654 定价2.65元

前 言

可编程序计算器是一种有广泛用途的计算工具，自1979年以来，作者及其同事们在工程设计中使用这种工具，做了大量的计算。实践证明它可以完成许多过去只能依靠计算机才能完成的计算任务，而且容易掌握、使用方便、价格低廉；因此，这是一种值得推广的计算工具。可编程序计算就是可以随时灵活编排程序进行计算，它不仅能进行基本算术运算和利用相当多的固定内存程序计算各种常用函数，而且由于配备了可以随时存取的寄存器，还能将为了解算特殊问题而编写的程序存到机内，以便随时调用，并按照需要更换这种自编的程序。由此可见，这种类型的计算器已具有记忆程序并按程序规定计算的能力；有无这种能力曾被认为是计算器和计算机的区分标准。所以，也可讲这种计算器是一种超小型计算机。

市场上有多种可编程序计算器可供选用，TI-59只是其中的一种，属于高级或较高级的一种。由于它投入市场的时间比较长（1977年开始进入市场），工作也比较可靠，已被广泛作为计算工具；因此TI-59的各种应用软件的开发工作也比较完善；可供使用者选用。

化工厂的配管设计和压力容器设计中有大量的计算，若用手工计算，速度太慢，并易出错；而且要熟悉每一种计算方法都需要长时间的练习。使用TI-59计算器来进行这些计算可以加快设计进度，提高设计质量；而且容易掌握。以无支

管管系的应力计算为例，一个中等复杂程度的管系用手工计算，需要两天；而用 TI-59 计算器计算，仅需 6~7 分钟，一个熟练的计算者，连数据准备时间在内，总共不超过 1~2 个小时，且不容易出错。一个从未接触过这类计算的人，要熟悉并手工计算这样一个管系的应力，需要几周的培训；而用 TI-59 有一天培训即可。

为了便于在配管和压力容器设计中，应用 TI-59 计算器我们编写此书，提供一些常用的程序供选用。本书提供的程序分四大类，（一）管系热应力的解析，除了复杂管系的应力计算还需借助于电子计算机外，一般的计算用这些程序均可满足；（二）管系的水力计算，共提供十一个水力计算用的程序，包括局部阻力的计算程序，多种计算管系摩擦阻力的程序和泵的数据分析程序，可以解决绝大部分水力计算的需要；（三）管线绝热计算，可计算管系的保温厚度、保冷厚度、球罐保冷厚度和防烫保温所需的厚度，可以适应工程中大部分绝热计算；（四）压力容器设计，包括立式、卧式、球形压力容器设计计算，开孔补强计算，法兰计算等。

程序编制中，凡国内有规定的，都按国内有关规定编制，如压力容器部分的程序全部满足我国化工部、石油部、一机部颁发的《钢制石油化工压力容器设计规定》的要求；对国内尚未有规定的，采用国际上通用的规范作为编制依据，如管系热应力计算部分的程序全部满足美国国家标准 ANSI B31.3《化工厂和炼油厂管线》及美国石油协会（API）、美国全国电机制造商协会（NEMA）的有关规定；没有标准或规范可遵循的，则根据国际上通用的计算方法来编制程序，如用本书管线保温计算程序计算所得到的保温厚度和国际上现在通用的一致。我们力求能提供某个领域内的整套计算程

序，这种目的是否能达到，还有待于实践验证。由于著者水平所限，错误和缺点在所难免，希望读者指正。

作者 一九八三年二月

1983.2

目 录

前言

第一章 可编程计算器的应用	1
一、TI-59计算器的优点及使用范围	2
二、TI-59计算器的功能	2
三、TI-59计算器的操作和使用	10
四、打印器的应用	16
五、TI-59计算器的故障及其处理	18
六、编制程序的几点经验	21
第二章 管系的应力解析	33
一、引言	33
二、管系应力解析的内容	33
三、管系应力解析步骤	38
四、管系应力解析程序	49
1. 管壁厚度计算 (一)	49
2. 管壁厚度计算 (二)	60
3. 管子系列的壁厚计算	66
4. 钢板卷管系列壁厚计算	75
5. 管道跨距	85
6. 自振频率——跨距	98
7. 管子特性数据计算	106
8. 管道热应力解析	112
9. 泵的组组合载荷和允许值	135
10. 压缩机和透平的组组合载荷	145
11. 压缩机和透平的载荷允许值	156

12. 弹簧支吊架的选取	161
13. 管件的柔度系数、应力集中系数和有效长度	171
14. 附件在管子或容器壳体中产生的应力	185
15. 支管补强计算	198
第三章 管系的水力计算	212
一、位压头差和压力头差的计算	214
二、允许压力降	214
三、允许流速	215
四、管线压力降的计算	218
五、管系水力计算程序	219
1. 管系当量长度计算	219
2. 管道水力计算	234
3. 不可压缩流体管线压力降	248
4. Hazen-Williams公式计算水管线	255
5. Weymouth气体管线压力降计算	261
6. 饱和蒸汽管压降计算	268
7. 蒸汽冷凝水管压力降	280
8. 气液两相流压力降的计算	292
9. 管内给热系数及压力降	309
10. 并联、串联管系的当量管长计算	317
11. 泵的运转特性分析	324
第四章 管线的绝热计算	336
一、概述	336
二、管线绝热计算程序	336
1. 管线保温计算	336
2. 管线防烫保温计算	346
3. 管线保冷计算	353
4. 球罐保冷计算	360
第五章 压力容器设计	367

一、概述	367
二、压力容器设计计算程序	367
1. 壳体或封头壁厚的计算	367
2. 卧式容器计算	378
3. 内压容器开孔补强计算	411
4. 法兰计算	426

第一章 可编程序计算器的应用

可编程序计算器是一种介于电子计算机和手持式计算器之间的一种计算工具；它具有大型计算机所具有的各种功能，但又像小型手持计算器一样可以随身携带，只是它的存贮量比大型计算机要少得多。可编程序计算器可以严格地按照特定顺序编排的由明确指令所列成的程序进行计算，忠实地执行程序。可编程序计算器可以按程序连续地进行计算，其速度远比用普通计算器手工按键计算快，而且可以避免由于误操作而造成计算失误。

现在市场上可以买到各种各样的可编程序计算器，有的可以读磁卡或借助录音机来读磁带以输入或记录程序或数据，如 TI-59、HP-41C、Sharp PC-1211；有的不能读磁卡，但有连续记忆的功能，按键输入程序和数据后，即使关闭计算器，程序和贮存的数据仍保持在机器中，不会消失，如 TI-58C、HP-33C。这些可编程序计算器有用代数运算系统（AOS）输入计算问题的（如 TI-59、TI-58C），有用运算符后置的输入方式（RPN）输入计算问题的（如 HP-97/67、HP-41C、HP-33C）还有用 BASIC 语言输入的（如 Sharp PC-1211、Sharp PC-1500、Radio Shack Pocket Computer）。本书提供的所有程序都是用 AOS 写的，适用于 TI-59 可编程序计算器（简称计算器）；部分程序可用在 TI-58C；这些程序只需经过适当的改编即可用在 RPN 或用 BASIC 语言的机器上。

8610050

对大部分使用者来讲，只需按本书提供的程序及有关说明中的规定操作，可以很快地学会使用这些程序，提高计算能力，不需花很多时间去学如何编程序和计算方法，也不必去关心计算器内部是如何工作的和程序结构是怎样的。有些读者可能对如何编制程序感兴趣，所以本书还介绍了一些编制TI-59程序的技巧和经验。

一、TI-59计算器的优点及使用范围

TI-59 计算器除了具有计算机的某些功能外，且有以下优点，即

简单：计算器程序的编制比计算机要简单，容易学，使用也比计算机简单得多。

方便：可随身携带，在办公室或施工现场随时解决工程上的问题，不必去计算机房。

经济：计算器的价格比计算机要便宜得多，而且使用、维护费用极微。

因而在推广使用过程中经常有人问：既然如此，则为什么不用它取代计算机？答案是否定的。因为它与计算机相比，毕竟存贮量有限，故用于解决过于复杂的问题是不可能，也是不现实的；但对大量常规的工程计算来说，使用它已足够解决问题了。

以配管工程为例，本书提供的程序几乎包括了配管工程所有的计算，除了复杂管系的应力解析需要借助于大型电子计算机外，其它的计算用计算器均可满足需要。

二、TI-59 计算器的功能

1. 显示的格式

虽然输入和显示的最大限度是十位数，在内部的显示寄存器里却总保留着十三位数的计算结果，然后再把这个结果化整为十位数，并显示出来。保留这额外的三位数字的目的是保护显示出来的计算结果，以确保它的精确度，并不是用来扩大它的精确性。

除了显示常规的整数、小数外，计算器还可显示用指数表示的数。对小数，可以有选择地决定小数点后所显示的数字位数；即把显示的数四舍五入为希望的小数位数。这种舍入只影响显示的数，而不影响存在显示寄存器里的原数；因此，一切后续的计算还是用完全的、未经舍入的原数进行。

2. 算术运算

计算器算术运算的特点是计算过程中计算器会自动按代数运算规则的次序先算数学函数，然后依次算幂、根，乘、除、加、减和等于。在一个问题被输入时，计算器会按这些规则加以处理；有些运算是立即完成的，有些则暂时悬置直到按照优先次序规则应该加以执行时，才加以完成。

此外，还可使用括号把若干个数和运算编成一个小组，括号内的数和运算优先执行。在括号内代数规则仍适用，括号内还可套括号。

3. 代数函数

计算器有多种函数功能，包括倒数、对数、反对数、多种角度表示方法和换算、三角函数、反三角函数、取整数和绝对值、平方和平方根及根和幂的运算。

4. 存贮容量

计算器内的存贮器分为两类。存贮数据的叫数据寄存器，存贮程序的叫程序寄存器。TI-59 计算器可提供的数据寄存器最多可达100个，程序存贮器最多可达960个；但并不

是二者同时拥有这么多。

图 1-1 示出计算器存贮区的划分。由图可见，存储器内

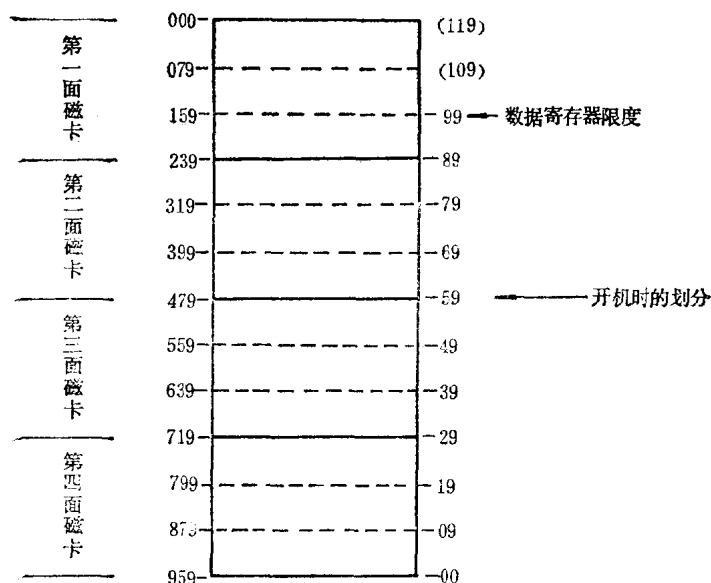


图 1-1 TI-59计算器存贮区的划分

共有 120 个数据寄存器的位置供存贮用。开机时对数据存贮器和程序存贮器是对半分配的，各分得 60 个数据寄存器的位置。每个数据寄存器可存放八条程序指令，所以可以有 $8 \times 60 = 480$ 步程序，同时还留下 60 个数据寄存器。

可以以 10 个数据寄存器为一组，把这存贮区划分成所需要的比例。例如，可把全部 120 个数据寄存器用于存贮程序，也就是 $8 \times 120 = 960$ 个程序寄存器而不留数据寄存器；也可以把它划分为 100 个数据寄存器和 $8 \times 20 = 160$ 个程序寄存器。

还可以把它划分成其它比例。唯一的限制是最多只能用 100 个数据寄存器。

5. 换算与统计

有些数学运算程序已预先编排在计算器内，只需按几个键就可把直角坐标换算成角坐标，把度、分、秒格式表示的角换算成度的小数格式表示的角度，并能进行反向计算。

现代的科学计算离不开对大量数据的分析、统计。TI-59 有统计的功能，输入一组数据后可以算出它的中值、标准差和方差，从而对这些点的集合进行分析可以用最小二乘法线性回归得到一条最适合这些点的直线以及它的斜率和截距。根据这些就可以进行内插或外伸而得出另外点的数据。它不单能拟合成直线，也可拟合成自然对数、指数、根、幂和倒数的曲线。

6. 程序的输入

计算器输入程序有三种途径：按键输入；从固态软件程序库调用程序；用磁性卡片输入程序。在应用中这三种输入方法可以单独使用，也可结合使用。如：按键输入程序，并从固态软件库调用某些程序作为子程序；或者磁卡输入的程序调用软件库中的程序作子程序。

7. 固态软件库

所谓的固态软件库指的是贮存在大型集成电路上的程序。计算器都配有一个基本的固态软件库（称作主程序库），此外还有其它专业性的固态软件库。每一个固态软件库包含有经过选择的一些程序，可适用于不同的专业。主程序库内存有矩阵的求逆，解行列式和联立方程组（可解 9×9 矩阵）；矩阵的加法和乘法；复数的计算；复数的函数；复数的三角函数；多项式求值；函数的零值；辛普森近似积分；解三角

形；正态分布；曲线的计算；组合、排列、阶乘；移动平均值；度分秒的运算；英制公制换算等25个程序。这些程序可以从程序库中调出单独使用，或者作为自编程序中的子程序使用。除了调用固态软件库中的程序所占的程序步外，在这个程序中的计算过程都在固态软件库中进行，不再占用计算器的程序步。因此，尽可能利用固态软件库也是增加 TI-59 计算能力的一项措施。

8. TI-59计算器的指令

计算器的指令功能和大型计算机类似，有转移指令，即使程序的正常流动方向发生转移，跳到其它某个位置上去。基本上可分为二类，无条件转移和有条件的转移。无条件转移即把程序转移到程序所要求的地方去，用 GTO 键（即 GOTO）或 SBR 键（SUBROUTINE）来转移。有条件转移

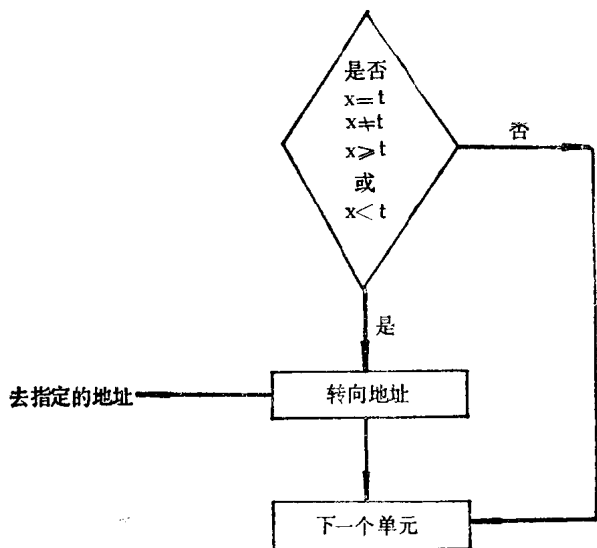


图 1-2 条件转移

即要检查某个数值，是否满足检查所要求的条件，满足后才使程序离开正常的下一个存贮单元转移到其它存贮单元去；用 $X \geq t$ ， $X < t$ ， $X = t$ 或 $X \neq t$ 键来判断是否需要转移程序。见图1-2。

TI-59 也可进行循环计算，其流程图见1-3。

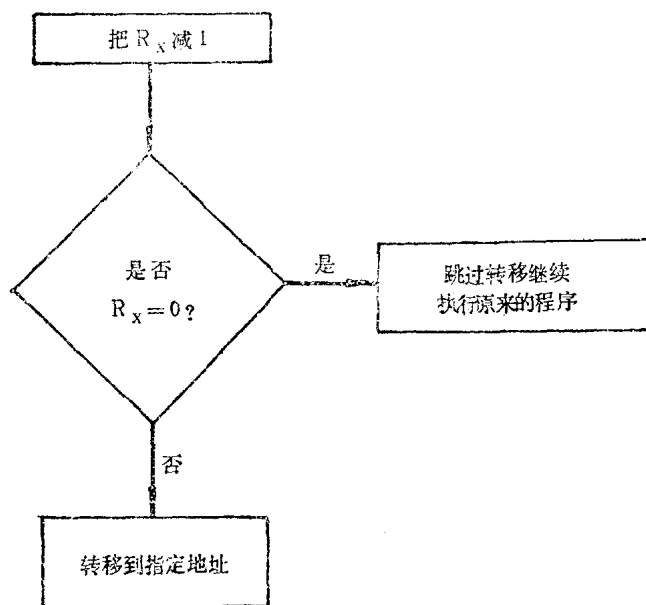


图 1-3 循环计算

在程序中常会发现有些成串的计算是反复进行的。反复计算的部分就视为子程序，作为整个程序的一部分可反复调用。每当一个子程序完成了它的使命，程序就会自动地调回到开始使用这个子程序时的下一个存贮单元。在 TI-59 计算器中一个子程序可以包括并调用另一个子程序，这个子程序还可再调用另一个子程序，如此嵌套可达六次。这个功能从

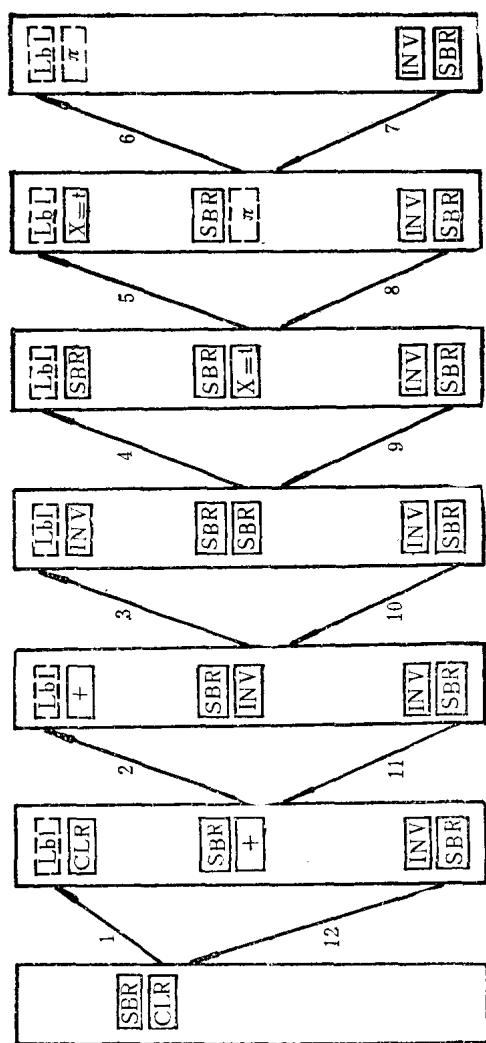


图 1-4 子程序的嵌套