

袖珍计算机中国用户交流协会丛书之四

calculator

TI 系列

可编程序计算器原理与维护

王吉安 左新之 编著

烃加工出版社

内 容 提 要

TI 系列可编程计算器包括 TI-57、TI-58、TI-58c、TI-59 四个型号, 这类计算器轻便、灵巧, 具有多种功能, 可进行各种工程计算。本书主要介绍这类计算器的原理、组成及其维护检修, 并对这类计算器配用的 PC-100C 热印机的原理和检修也做了详细介绍。书中还附有大量图表, 可以帮助读者迅速掌握书中的内容。

本书可供持有 TI 系列计算器的单位、个人以及电子计算器修理人员阅读。

袖珍计算机中国用户交流协会丛书之四

TI 系列可编程计算器原理与维护

王吉安 左新之 编著

*

轻工业出版社出版

建华印刷厂排版

北京通县建新印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

*

850×1168 毫米 32 开本 5 $\frac{1}{2}$ 印张 5 插页 142 千字 1—400 0

1985 年 6 月北京第 1 版 1985 年 7 月北京第 1 次印刷

书号: 15391·3 定价: 1.70 元

序

近年来,随着科学技术的迅猛发展,做为现代化计算工具的电子计算机,已经发挥了或正在发挥着越来越大的作用。可以毫不夸张地说,工程技术领域中大量复杂的繁琐的计算工作离开计算机就无法进行,对于管理日益现代化,生产日趋大型复杂化、连续化和自动化的现代联合企业(例如石油化工联合企业、石油化纤联合企业)来说,其设计、生产操作与控制,乃至经营管理离开电子计算机就无法实现。科学技术与生产实践的客观需要促进了计算机硬件与软件的不断发展与完善。制造价格低廉、使用方便、功能多样化的袖珍式可编程序计算器是电子计算机工业发展的一个重要方向。在这方面,美国德克萨斯仪器公司(Texas Instruments)生产的TI系列可编程序计算器被大量引入我国,并在生产、设计、科研、教学等领域获得了广泛应用。为了更好地发挥这些计算器的作用,读者迫切需要介绍TI系列可编程序计算器使用与维护常识的书籍。本书正是为了适应读者的这种需要而编写的。我们相信它一定会在普及推广TI系列可编程序计算器的使用与维护方面发挥积极的作用。我们预祝使用TI系列可编程序计算器的读者能编写出更多更好的、具有实用价值的应用程序,为四化建设做出更多更大的贡献。

北京化工学院

副教授 魏寿彭

中国石油化工总公司生产管理部

副总工程师 秦瑞岐

一九八三年于北京

前 言

TI 系列可编程序计算器包括 TI-57, TI-58, TI-58C 和 TI-59 四种型号。本书以最有代表性的 TI-59 为主讲述这类计算器的原理及其维护检修, 兼顾其他。因 TI-59 的原理和检修方法也适用于其他几种型号。

全套的 TI-59 可编程序计算器(以下简称 TI-59)包括计算器、充电器、磁卡片和热印机四部分。由于计算器内装有可充电电池组和磁卡读写机构, 所以计算器本身既可单独使用, 也可连接充电器或热印机。

TI-59 的计算能力很强, 可灵活编排程序, 用途极广, 主要可以进行以下三类运算:

1. 键盘运算。
2. 把自编程序输入计算器进行程序运算。
3. 利用库存程序进行程序运算。

在任何一种工作模式下, 都可以根据需要进行磁卡的读写, 以存储或调用程序及数据。也可以使用热印机打印程序、数据和某些特定的图形。

关于 TI-59 可编程序计算器的应用及主程序库中的 25 个程序请参阅《TI-59 可编程序计算器及其应用》(郑逢时、骆肇雄、左新之编著, 石油工业出版社, 1983 年)或有关说明书, 本书不再涉及。

对 TI-58C 所编的程序, TI-58, TI-59 均可以应用, 使用方法相同, 三者随机所带的主程序库模块亦相同, 只是 TI-58C 在关机后程序存储器和数据存储器中的内容可以保留, 而 TI-58/59 则无此功能。

在结构上 58 型和 59 型比较, 除了没有磁卡读写机构外, 仅少

了二片598存储器组件，其它则完全相同。

TI系列可编程序计算器是美国德克萨斯仪器公司七十年代末期产品，与当时国际上相同类型的计算器比较，具有便于携带，储存容量大，运算语言简易，利用磁卡片读写方便，容易掌握，价格较为便宜等优点。国内持有该系列计算器的用户很多，使用时间长了，各种原因造成的损坏和故障也多起来。由于该机比较复杂，检修计算器方面的书籍又很少见，所以很多单位和有关人员都在寻找计算器的检修资料，以供拆修时做参考。正是在这种情况下我们编著了本书，以应急需。

本书共分六章，第一章首先介绍TI-59的原理、组成和各部分的作用；第二章是修理前的检查工作；第三章是拆卸和安装；第四章介绍故障现象和修理方法，对于有实践经验的修理人员，可根据本书提供的各种机器的电原理图和元件板布局图直接参阅第四章进行检修；第五章介绍计算器的维护和保养；第六章专门介绍PC-100C热印机的原理、组成和检修。其中第二章和第五章由左新之编写，其余章节由王吉安编写。

本书在编写过程中得到石油部科学技术司金钟超司长、骆肇雄工程师的热情帮助，北京化工学院魏寿彭副教授对全书进行了审核和具体指导，并和中国石油化工总公司生产管理部秦瑞岐副总工程师一起为本书写了序，谨此一并表示衷心地感谢。

由于编者水平有限，加之时间仓卒，书中难免会有缺点和错误，敬请读者及有关专家批评指正。

编 者

一九八三年十二月于大连

目 录

第一章 TI系列计算器的原理和组成	1
§ 1.1 概 述	1
§ 1.2 微处理机	3
§ 1.2.1 时序发生器(3) § 1.2.2 算术逻辑组件(8) § 1.2.3	
只读存储器(9) § 1.2.4 缓冲存储器 (9) § 1.2.5	
随机存储器(9) § 1.2.6 主程序库 模 块(11)	
§ 1.2.7 位驱动器(12)	
§ 1.3 键 盘	12
§ 1.4 显示器	15
§ 1.5 磁卡读写机构	18
§ 1.6 电源供给	22
§ 1.7 机内数据的表示方法	26
§ 1.7.1 机内十三位数的表示方法(26)	
§ 1.7.2 实际十三位数的读出方法(30)	
§ 1.8 键 码	32
§ 1.9 指令系统	34
§ 1.10 程 序	59
§ 1.11 溢出和闪烁	64
§ 1.12 TI-58C 的特点	67
§ 1.13 TI-57的特点	69
第二章 修理前的检查工作	75
§ 2.1 错误情况及其原因分析	75
§ 2.2 显示结果与精度的关系	78
§ 2.3 程序故障的查找及其诊断	80
§ 2.3.1 程序故障的查找(80) § 2.3.2 程序的诊断(84)	
第三章 拆卸和安装	92
§ 3.1 工具和仪器	92
§ 3.2 拆卸MOS组件的注意事项	93

§ 3.3 拆 卸	93
§ 3.4 安 装	94
第四章 故障和修理	96
§ 4.1 检修电子计算器的常用方法	96
§ 4.1.1 检查电子计算器的常用方法(96)	
§ 4.1.2 修理电子计算器的常用方法(99)	
§ 4.2 符号和术语的说明	101
§ 4.3 计算器不亮	103
§ 4.4 计算器送不进数	105
§ 4.5 双重输入	105
§ 4.6 显示残缺	106
§ 4.7 显示错误	107
§ 4.8 计算错误	107
§ 4.9 由主程序库调不出程序	107
§ 4.10 用库存程序诊断时答案错了	108
§ 4.11 计算器不能读磁卡	108
§ 4.12 计算器能读卡不能写卡	109
§ 4.13 在热印机上时不能给数/不在热印机上时有数	109
§ 4.14 热印机不能工作	109
§ 4.15 计算器基本功能测试方法	111
§ 4.16 随机存储器的检查方法	112
§ 4.16.1 程序检查(112) § 4.16.2 手工检查(115)	
§ 4.17 磁卡的读写检查	116
§ 4.17.1 写磁卡(116) § 4.17.2 写入保密程序(118)	
§ 4.17.3 读磁卡(119)	
§ 4.18 检修实例	122
第五章 计算器的维护和保养	124
§ 5.1 蓄电池与交流电源	124
§ 5.1.1 开关(124) § 5.1.2 电源(124)	
§ 5.1.3 蓄电池组的更换(125) § 5.1.4 蓄电池组的存放(125)	
§ 5.2 充电器	125
§ 5.3 操作	126
§ 5.4 计算器性能的初步检查	127

§ 5.5 主程序库模块	128
§ 5.6 磁卡	128
§ 5.6.1 磁卡的保护(128) § 5.6.2 磁头清擦卡的使用(129)	
§ 5.6.3 驱动辊轮清擦卡的使用(129)	
§ 5.7 计算器的储藏保管	130
§ 5.8 计算器的清洁	130
第六章 PC-100C 热印机的原理和检修	131
§ 6.1 热印机的原理和组成	131
§ 6.1.1 概述(131) § 6.1.2 热印机的组成(132)	
§ 6.1.3 热印机的工作原理(137) § 6.1.4 热印过程(141)	
§ 6.2 热印机的维护和保养	142
§ 6.2.1 安装计算器的步骤(143) § 6.2.2 加电顺序(143)	
§ 6.2.3 热敏纸的安装(144) § 6.2.4 热印头的清理(145)	
§ 6.2.5 热印机的维护保养(145)	
§ 6.3 热印机的检查程序	146
§ 6.3.1 热印头清理程序(147) § 6.3.2 印全编码表程序(148)	
§ 6.3.3 打印曲线程序(152) § 6.3.4 印三角波程序(154)	
§ 6.3.5 印标题程序(154) § 6.3.6 运行跟踪(158)	
§ 6.4 热印机的拆卸和安装	159
§ 6.5 热印机的故障分析	160
§ 6.6 热印机的检修实例	163

第一章 TI系列计算器的原理和组成

§ 1.1 概 述

TI-58/58C/59 三种计算器的结构和组成大体相同。58 型仅比59型少了一个磁卡读写机构和两个598组件。而 58C除了关闭电源后仍能长期保存用户程序和数据外又和58相同。所以本章主要以TI-59 为例进行讲述。§1.2至§1.6介绍 TI-59 的硬件系统和原理；§1.7至§1.11介绍软件系统和使用。为了全面掌握 TI-58C的组成和特点，在§1.12集中讲述 58C的问题，至于早期的TI-57型计算器单独在 § 1.13介绍，读者可根据需要选读有关部分。

TI-59型可编程序计算器的组成框图如图1.1所示。

由图 1.1 可见它由键盘、显示器、微处理机(时序和 MOS组件)、磁卡读写机构和电源供给五大部分组成。充电器在计算器本体之外。而PC-100C热印机在设计时就不属于计算器本体，仅是根据需要选用的外部设备，使用时可连也可不连，所以单独安排在第六章讲述，暂不涉及。各主要部分的作用和职能如下。

键盘是使用者向计算器输入数据和操作命令的小型操作台。TI-59的100多种宏观操作控制指令，都要由键盘按入才能执行。TI-58/58C/59型的键盘均由45个按键组成，除 2nd、INV、CLR 三个按键外，每个键都有两种以上的功能。所以必须根据指令表规定的方法操作键盘才能正确使用计算器。

显示器是操作者和计算器进行对话的窗口。写程序时，操作者向计算器输入的一切数据和指令都会在显示器上显示出来，供使用者审阅以确定是否需要修改。在执行程序或进行键盘计算时，输入的一切数据和计算结果也都在显示器上显示。当计算或程序在执行中出现错误时，显示器也会向使用者发出闪烁的错误信息。TI系列可编程序计算器的显示器由12位发红光的发光二极管(LED)构成，根据使用者的要求和计算器所处的状态有六种显

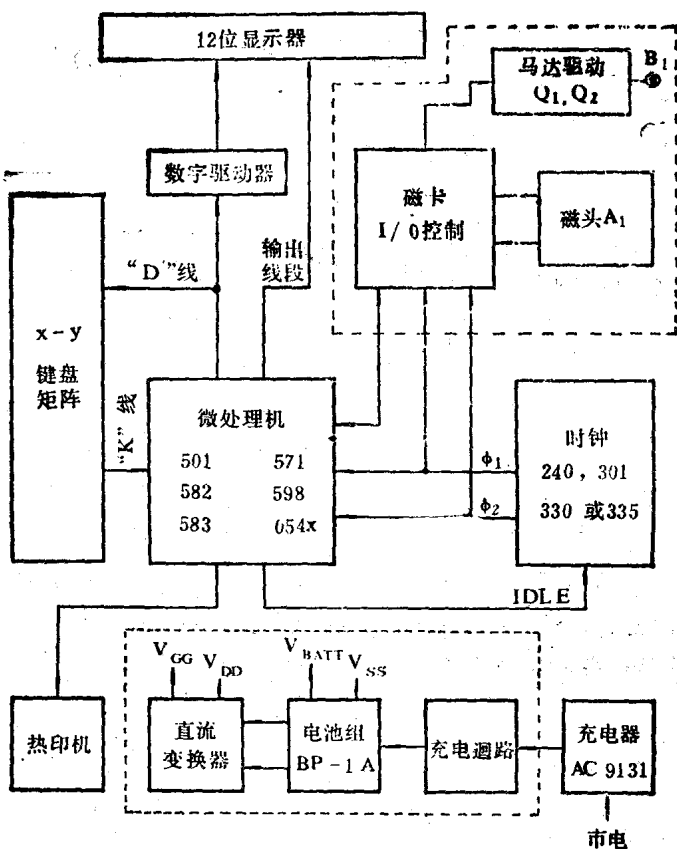


图 1.1 TI-59 可编程序计算器框图

示方式。

微处理器是计算器实现各种运算与控制的核心部件。有些资料把这部分叫做运算器和控制器或中央处理机。因各种计算器的微处理器全是专门设计和制造的，所以从外观、型号到内部结构均有不同。TI-59计算器的微处理器由六种10片各具专门功能的大规模集成电路(LSI)组成。计算器所有的运算、存储、判断和控制，以及输入、输出和显示等均在它的控制和指挥下完成。在微处理器内部根据各集成电路片的职能又可细分成：时序电路，只读存储器、算术逻辑组件、随机存储器和主程序库模块等几部分。

磁卡读写机构是59型计算器所独有的外部存储器。它的总存储容量不受限制，所以不但扩大了TI-59的解题能力，在一定程度上还弥补了TI-59关机后用户程序无法保留的缺点。这就是说，使用者写入计算器的自编程序和工作常数，如果需要保留，可以在关机之前先写到磁卡上保存，待以后需要时再从磁卡上读回。为此，TI-59内部有一个小巧的磁卡读写机构。由键盘通过微处理机对它进行控制。

TI-58C具有关闭电源后用户程序和数据能长期保留的优点。原有的小数点定位状态和随机存储器划分情况亦可保留。甚至短期内移去蓄电池或处在放完电的状态亦不影响此性能。这是最近才发展起来的新技术，给使用者带来极大的方便。

电源系统由充电器，可充电电池组、桥式整流电路和直流变换器四部分组成。它最终产生三种直流电压供全机各部分使用。如上所述TI系列可编程序计算器的充电器均不在计算器本体内，它单独封装，另有型号，使用时要经专用插头和计算器相连接。

§1.2 微 处 理 机

由计算器框图1.1可见，微处理机是计算器的核心和关键。实际上计算器的一切指令、运算、控制和存储能力均事先设计并装入专用的大规模集成电路片内。TI-59的微处理机由10个大规模集成电路片组成。它们的型号不一，功能各异。下面将根据TI-58/59可编程序计算器电原理图（附图1）和TI-59元件板布局图（附图2）分别叙述它们的主要功能和作用。

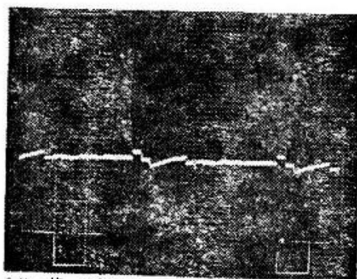
§1.2.1 时序发生器

时序发生器 U_{11} 是CMOS集成电路，它使陶瓷共振器 Z_1 在455千赫芝 $\pm 1\%$ 时共振，形成一个稳定的频率源，作本机的主信号源。谐振时的波形如图1.13所示（图1.2至图1.17为TI-59各点工作波形图）。

U_{11} 还将主频率分频, 产生两组 227.5 千赫芝 $\pm 1\%$ 的时序信号 $\phi 1$ 和 $\phi 2$, 用来驱动各 MOS 电路。TI-58 型可用一个 384 千赫芝的共振器。

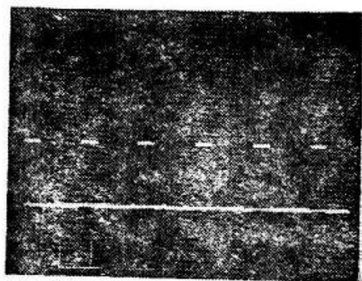
时序信号 $\phi 1$ 和 $\phi 2$ 的波形如图 1.11 所示。

计算器在计算状态时, 它的有效工作时间是 20%, 为了节省电能, 计算器在不计算时, 时序信号的频率降低 4 倍变成 57 千赫芝, 这样可以使有效工作时间减为 5%。当任何一个 MOS 组件的 IDLE 线被时序电路 U_{11} 感觉到是高电位时, 可得高速时序信号, 此时计算器处于计算状态。反之, 如果时序信号处于高速状态, 当 IDLE 线的电位变低以后, 它会使时序信号 $\phi 1$ 和 $\phi 2$ 的频率降低 4 倍。时序信号在低速和高速时的波形如图 1.9 和 1.10 所示。总之, 时序信号 $\phi 1$ 和 $\phi 2$ 的频率变化如表 1-1 所示, $\phi 1$ 和 $\phi 2$ 的波形关系如图 1.18 所示。



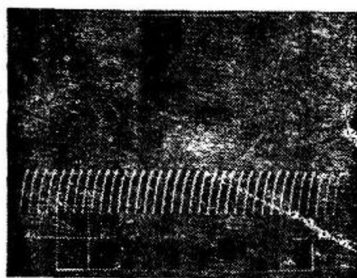
5伏/格 1毫秒

图 1.2 笔划线段输出(不计算时)



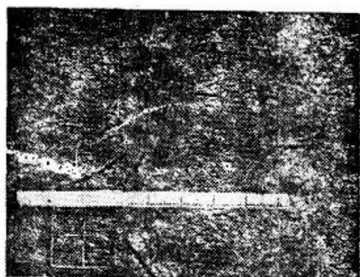
5伏/格 5毫秒

图 1.3 I/O输入/输出线



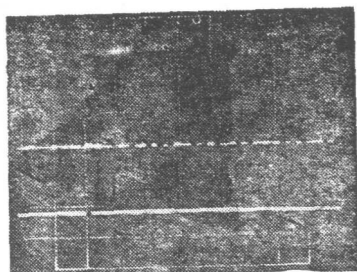
5伏/格 1毫秒

图 1.4 K-线(不计算时)



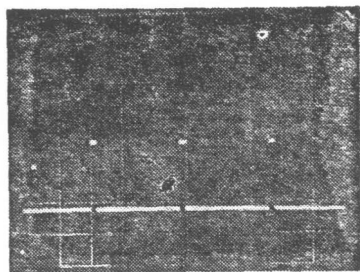
5伏/格 1毫秒

图 1.5/K-线(计算时)



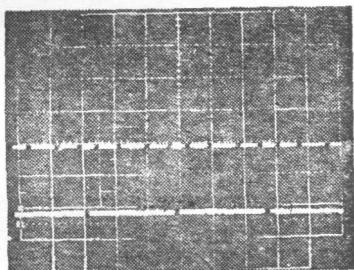
5伏/格 0.1毫秒

图 1.6 IRG



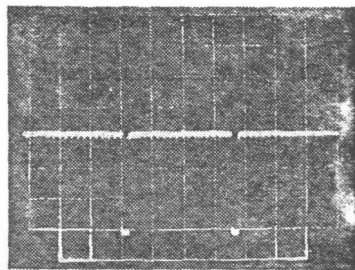
5伏/格 0.1毫秒

图 1.7 备用(低速为计算器显示态)



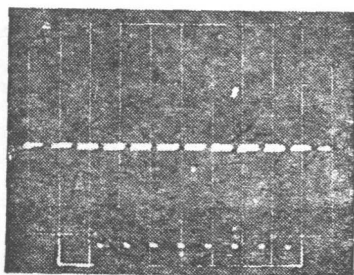
5伏/格 0.1毫秒

图 1.8 EXT



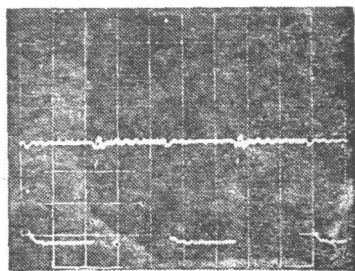
5伏/格 5微秒

图 1.9 时钟备用态(显示)



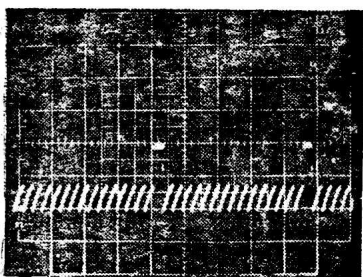
5伏/格 5微秒

图 1.10 时钟高速态(计算)



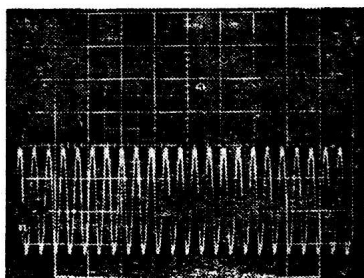
5伏/格 0.5微秒

图 1.11 $\phi 1$ 和 $\phi 2$ 的时间关系



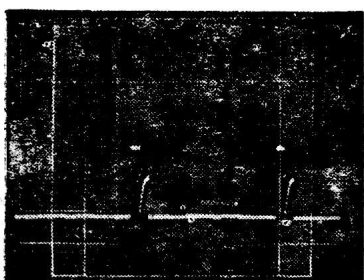
5伏/格 1毫秒

图 1.12 KR-线(标准)



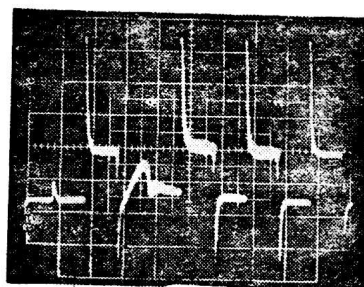
5伏/格 5微秒

图 1.13 谐振输出



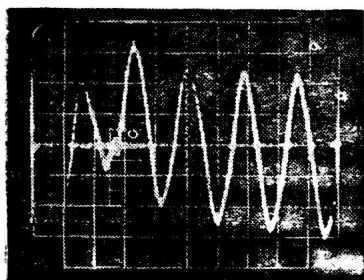
5伏/格 1毫秒

图 1.14 D-线脉冲(不计算时)



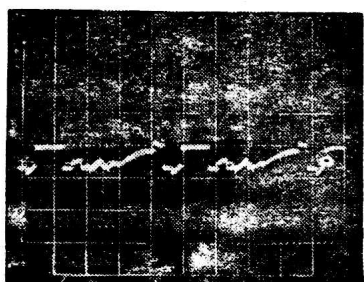
1伏/格 1毫秒

图 1.15 594输出(写卡信号)



0.5伏/格 1毫秒

图 1.16 读放输出



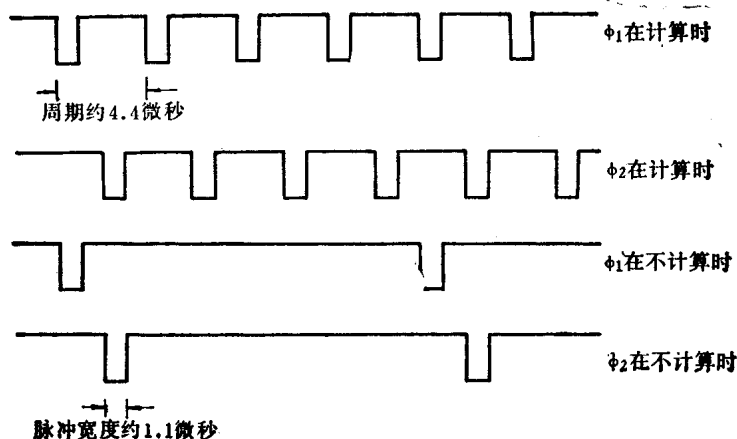
5伏/格 1毫秒

图 1.17 位驱动器输出

表 1-1

 $\phi 1$ 和 $\phi 2$ 频率变化表

$\phi 1$ 和 $\phi 2$	最 小	最 大
计算时 (高速)	225.2千赫芝	229.8千赫芝
不计算时 (低速)	56.3千赫芝	57.5千赫芝

图 1.18 $\phi 1$ 和 $\phi 2$ 波形关系图

请维修人员注意,到目前为止,在已经出厂的 TI-59 型计算器中,曾采用过五种时序电路组件: TPO 240, TPO 300, TPO 301, TPO301A, TPO335。具体电路如图 1.19 时序脉冲发生器线路图。在更换时序电路组件时,最好选用 TPO335。当然也要保证所配用的其他元件都是合格的。

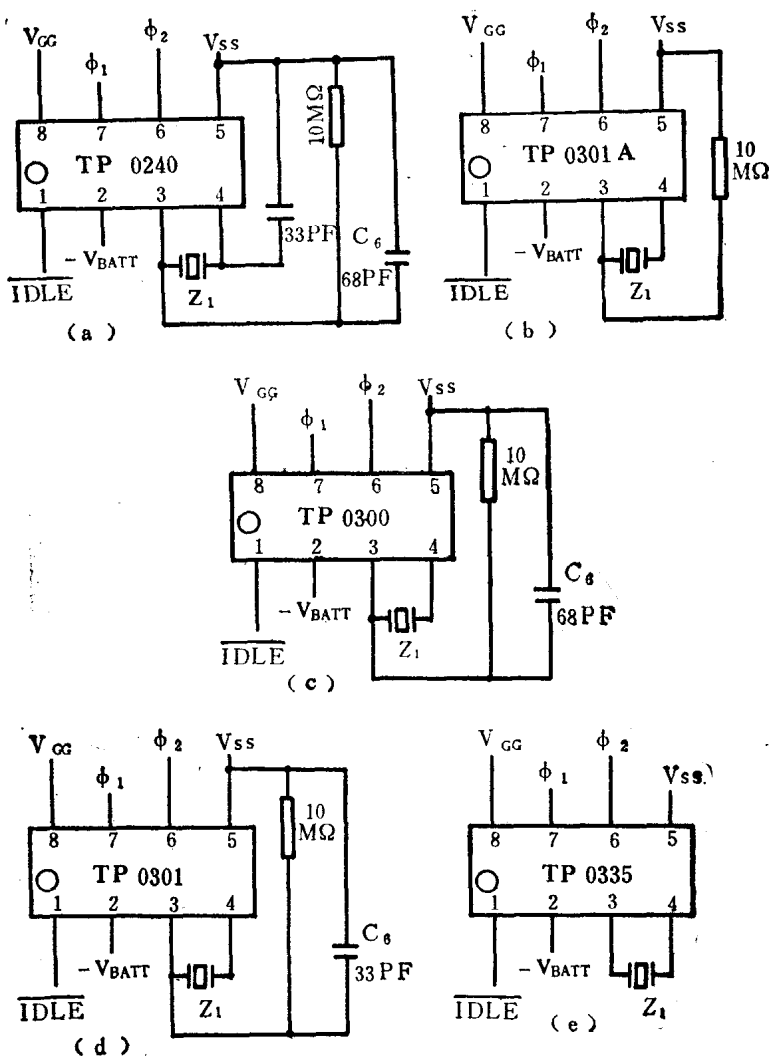


图 1.19 时序脉冲发生器线路图

§1.2.2 算术逻辑组件

算术逻辑组件 U_1 由 TMCO501 担任, 它根据 U_2 和 U_3 的指令完成算术运算。I/O、IRG、IDLE 和 EXT 各线为器件之间联

系, 数据传递和控制线。

算术逻辑组件 U_1 还监视键盘上的“K”线, 看是那条“K”线和“D”线的交点为按键所短路, 以使用规定的键码转告机器, 根据按键的命令进行动作。

另外, U_1 还驱动送往显示器的各笔划线段 SA-SH 和小数点 DPT, 以便在指定的位置形成所需的笔划, 从而显示出数字。

为便于观察和比较将 TI-59 工作时各点波形提示如下。

“D”线波形如图 1.14 所示。

“K”线在不计算(低速)时的波形如图 1.4 所示。

“K”线在计算(高速)时的波形如图 1.5 所示。

“KR”线被按键接通时的波形如图 1.12 所示。

笔划线段波形如图 1.2 所示。

I/O 线的波形如图 1.3 所示。

IRG 线的波形如图 1.6 所示。

IDLE 线的波形如图 1.7 所示。

EXT 线的波形如图 1.8 所示。

§1.2.3 只读存储器

U_2 和 U_3 由组件 TMCO582 和 TMCO583 担任, 它们是双极型只读存储器。每个组件含有 2500 字, 它存储着也称固化了算术逻辑组件计算时所需的全部函数计算程序。它还有一个专用的只读存储器 U_4 来存储对数及三角函数所用的常数。

此外, U_2 和 U_3 还产生显示数字的位扫描信号, 这个信号还兼做键盘的“D”线。

§1.2.4 缓冲存储器

U_5 由组件 TMCO571 担任, 它对 U_2/U_3 提供另外一个专用的容量为 1024 字的只读存储器。并用 IRG、IDLE 和 EXT 线与双极型只读存储器和算术逻辑组件交换信息。同时它还对送往热印机的数字/字符进行换码和控制, 并起缓冲隔离作用。

§1.2.5 随机存储器

TI-59 可编程序计算器装有四片 TMCO598 随机存储器。在