

# 家用电器中的 微电脑

胡有为 主编



高等教育出版社

中等职业教育用书

# 家用电器中的微电脑

胡有为 主编

高等教育出版社

(京)112号

## 内 容 简 介

本书是中等职业学校电子电器专业用书。

全书共四章,主要阐述微电脑在音响、彩色电视机、录像机、洗衣机、电冰箱、空调器等家用电器原理、典型电路分析和常见故障检查排除方法。全书突出应用,每章均有习题。

本书可作为职业高中、中专、技工学校电子电器专业教材,也可作为家电生产与维修岗位的培训教材及从事家电技术工作人员的参考用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

家用电器中的微电脑/胡有为编著.-北京:高等教育出版社,  
1995

ISBN 7-04-005424-8

I. 家… II. 胡… III. 日用电气器具-微型计算机-计算机应用 IV. TM925

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 00395 号

\*

高等教育出版社出版  
新华书店总店北京发行所发行  
国防工业出版社印刷厂印刷

\*

开本 787×1092 1/16 印张 10.5 插页 2 字数 260 000

1995年10月第1版 1996年4月第2次印刷

印数 3 110—5 917

定价 11.90 元



# 前 言

随着经济、科技和人们生活水平的提高,对家用电器的质量、稳定性、可靠性和人工智能化提出了更高的要求,微电脑也已逐步应用到各种家用电器。然而在我国职业教育中恰恰缺乏这类教材。为了弥补这一空白,我们编写了本书。

本书是电子电器专业各专业课完成后所用的后继教材。其任务是阐明微电脑在音响、彩色电视机、录像机、洗衣机、电冰箱、空调器等大件家用电器中的工作原理和常见故障分析方法。全书所举实际电路具有典型性、代表性和先进性,本书突出应用、图文并茂、着重定性分析和对信号的处理,适合于中等职业教育。

本书的教学时数为 80 学时,各章学时分配参考如下表。

| 章 次 | 学 时 数 | 章 次 | 学 时 数 |
|-----|-------|-----|-------|
| 第一章 | 16    | 第四章 | 22    |
| 第二章 | 18    | 机 动 | 6     |
| 第三章 | 18    |     |       |

本书由胡有为高级讲师担任主编。第一章由童建华编写,第二章由胡有为编写,第三章由袁锡明编写,第四章由林钢编写。全书由陈德教授担任主审,徐崇庶副教授、王振济副教授、陈峰华工程师参加了本书的审稿工作。

全书在编写中,参考了《数字电视机》、《电视新技术——原理、器件、系统和设计》、《电视机、录像机基础和最新技术手册》、《录像机维修 999 例》、《家用录像机原理与维修》、《洗衣机修理大全》等书籍,以及《电子世界》、《家电维修》、《电声技术》、《无线电与电视》、《无线电》、《实用无线电》、《电子天府》、《家用电器科技》等科技刊物。

书中基本电路原理部分力求采用国家最新文字、图形符号标准,对于选用的各厂家的电路图,仍沿用原图中的文字、符号。

编者对于在本书编写中给予支持和帮助的同志深表谢意!由于水平有限,书中缺点、错误在所难免,恳请同仁、读者提出宝贵意见,以便修改。

编 者

1994 年 4 月

# 目 录

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| <b>第一章 微电脑在音响系统中的应用</b> .....    | 1   |
| 第一节 概述 .....                     | 1   |
| 第二节 微电脑在数字调谐收音机中的应用 .....        | 4   |
| 第三节 微电脑在双卡电子逻辑机芯中的应用 .....       | 18  |
| 第四节 音响系统中的 CPU 控制电路的故障检修 .....   | 26  |
| 习题一 .....                        | 36  |
| <b>第二章 微电脑在彩色电视机中的应用</b> .....   | 37  |
| 第一节 概述 .....                     | 37  |
| 第二节 红外线遥控系统的功能、组成与工作原理 .....     | 46  |
| 第三节 遥控系统实际电路分析 .....             | 67  |
| 第四节 红外线遥控系统故障检修 .....            | 73  |
| 习题二 .....                        | 78  |
| <b>第三章 微电脑在家用摄、录像机中的应用</b> ..... | 80  |
| 第一节 概述 .....                     | 80  |
| 第二节 以微电脑为核心的系统控制电路 .....         | 83  |
| 第三节 微电脑在录像机中应用实例分析 .....         | 92  |
| 第四节 录像机中微电脑部分的常见故障分析 .....       | 103 |
| 第五节 微电脑在摄像机中的应用 .....            | 111 |
| 习题三 .....                        | 121 |
| <b>第四章 微电脑在家用电气器具中的应用</b> .....  | 122 |
| 第一节 概述 .....                     | 122 |
| 第二节 微电脑在洗衣机中的应用 .....            | 129 |
| 第三节 微电脑在空调器中的应用 .....            | 146 |
| 第四节 微电脑洗衣机和空调器的维修 .....          | 154 |
| 习题四 .....                        | 162 |

# 第一章 微电脑在音响系统中的应用

## 第一节 概 述

随着计算机和大规模集成电路技术的发展,微电脑的性能不断提高,成本不断下降。因而使得微电脑在音响系统的许多产品中也获得了广泛的应用。例如,在数字调谐收音机、立体声录音机、激光唱机、激光影碟机、变调器、数字混响器、遥控装置等产品中,都广泛使用了微电脑。

实际上,微电脑就是一个以微处理器(CPU)为主体,加上存储器(ROM、RAM)和输入/输出接口(I/O)电路所构成的微型计算机。微处理器的作用是控制、指挥微电脑各个部分,使之协调动作;只读存储器(ROM)的作用是将一些特定的工作程序(不需要用户改变的)存放在ROM中,用户可以根据需要随时读出ROM中的内容,但不能变更ROM中的程序,我们也把这种程序称为固化程序;随机存储器(RAM),用户可以根据需要随时存入和取出RAM中的信息;而输入/输出接口主要用于向CPU传递信息和将CPU的指令及运算结果传递出来。

将微电脑与其它电路和器件组合,可构成一个音响设备的完整体系。从而使这些产品的性能更趋完善,功能更强、操作更为方便,且具有若干人工智能,因而普遍受到欢迎。

### 一、微电脑在数字调谐收音机中的应用概况

在传统收音机(包括组合音响)的立体声调谐器中,几乎都是采用可变电容器的机械式选台方式。调谐时,不仅需要转动度盘,操作不便,而且容易产生调谐偏差,使频率的准确度、稳定度都不高,更难以实现自动调谐、频率预置存储、遥控等功能。因此,在现代的一些高级收音机及中、高档组合音响的调谐中,均采取了用微处理器(CPU)控制的数字调谐方式来代替传统的机械式调谐方式,使调谐精度、频率稳定性和工作可靠性等指标都有了很大的提高,而且简化了操作、方便了使用,还可增加多种选台方法和接收频率数字显示、频率预置存储等功能。

数字调谐有两种方法,一种是数/模(D/A)转换的电压合成器方式,另一种是锁相环(PLL)频率合成器方式。它们均采用变容二极管调谐。但就调谐精度、频率稳定性、数字显示方便性来说,则PLL频率合成器方式较为优越,而且这种方式可以把合成器和微处理控制器制作在一块专用的CMOS大规模集成电路上,使器件进一步小型化,并可使抗干扰性能得到进一步提高。因此,现在的数字调谐收音机及组合音响中的数字调谐器,基本上都采用PLL频率合成器方式。这里所介绍的也就是这种由CPU控制的PLL频率合成方式的数字调谐收音机。

现在用于数字调谐收音机的微处理控制器(CPU),基本上都采用CMOS四位单片机,如MN1405LE、TC9302F、TC9303N等。CPU主要用来控制锁相环(PLL)频率合成器的工作、数码显示等。PLL频率合成器也是采用CMOS大规模集成电路,如MN6145、TC9172P、HD44015等。而目前,在更多的数字调谐收音机中,已广泛采用将CPU与PLL及接口电路制作在一起的专用大规模集成电路,如TC9157AP、TC9307AP、 $\mu$ PD1708G、 $\mu$ PD1715G等,由于这种系统的数据

总线、地址总线都集成在一块芯片内,所以系统的抗干扰能力很强,外围电路大大简化,充分体现出现代调谐器技术发展的新潮流。

表 1-1 列出了部分数字调谐收音机和组合音响的数字调谐器所使用的微处理器和 PLL 频率合成器的类型及应用简况。其中,MN 系列为松下公司产品,TC 系列为东芝公司产品, $\mu$ PD 系列为 NEC 公司产品,而尤以  $\mu$ PD 系列的品种最为齐全。

表 1-1 部分数字调谐系统的类型及应用

| 微处理器控制器<br>(CPU)          | 锁相环频率合成器<br>(PLL) | FM 预分频器                  | 显示驱动器     | 应用机型                                    |
|---------------------------|-------------------|--------------------------|-----------|-----------------------------------------|
| MN1405LE                  | MN6145            | AN6821                   |           |                                         |
| TC9302F                   | TC9172P           | (在 PLL 内)                | (在 CPU 内) | 索尼 FH-15R                               |
| TC9303N                   | CX7925A           | (在 PLL 内)                | (在 CPU 内) | 索尼 ST-JX410                             |
| HD44752                   | HD44015           | HD10551                  | HA12009   |                                         |
| HD44753                   |                   |                          |           |                                         |
| TC9137P                   | TD6104P           | TD6301P                  |           | 山水 DAT500T/T500L/T555<br>钻石 FL-898      |
| TC9140P                   |                   |                          |           |                                         |
| TC9146P                   |                   |                          |           |                                         |
| TC9147P                   |                   |                          |           | 东芝 DTS-8<br>飞燕 FM-273                   |
| TC9157AP                  |                   |                          |           | 先锋 TX200<br>三洋 W30<br>华强 HQ-819/829/850 |
| TC9300F-003/004           |                   | TD6109P                  | (在 CPU 内) |                                         |
| TC9307AP-006/008/010      |                   |                          |           | 东芝 DTS-12<br>伯龙 HS-490<br>东港 L220       |
| $\mu$ PD1701C-011/013/014 | $\mu$ PB553AC     | $\mu$ PA53C/ $\mu$ P561C | (在 CPU 内) |                                         |
| $\mu$ PD1703C-018         |                   |                          |           |                                         |
| $\mu$ PD1704C-011         |                   |                          |           | 星河 883                                  |
| $\mu$ PD1706G-011         | $\mu$ PB556C      |                          |           |                                         |
| $\mu$ PD1708G             |                   |                          |           | 乐声 ST-Z450                              |
| $\mu$ PD1712G-518         |                   |                          |           | 日立 HTA-55F                              |
| $\mu$ PD1715G-011/015     |                   |                          |           | 索尼 ICF7600A                             |
| $\mu$ PD1715G-581-24      |                   |                          |           | 索尼 WM-BF608                             |

由于数字调谐系统采用了 PLL 频率合成技术,其晶体振荡器的振荡频率稳定性和准确度都很高,振荡频率经分频后作为基准信号,然后再在 CPU 的控制下,取基准信号的整数倍作为 AM 和 FM 的本振频率,这样调谐得到的信号频率是非常准确的。因此,数字调谐收音机的最

显著特点是调谐频率的稳定性和准确性都非常高。此外,由于是在CPU的控制下工作,因此数字调谐收音机可以很方便地实现自动搜索调谐、数字频率显示、频率预置存储等功能,操作极为方便,并可实现红外遥控等。

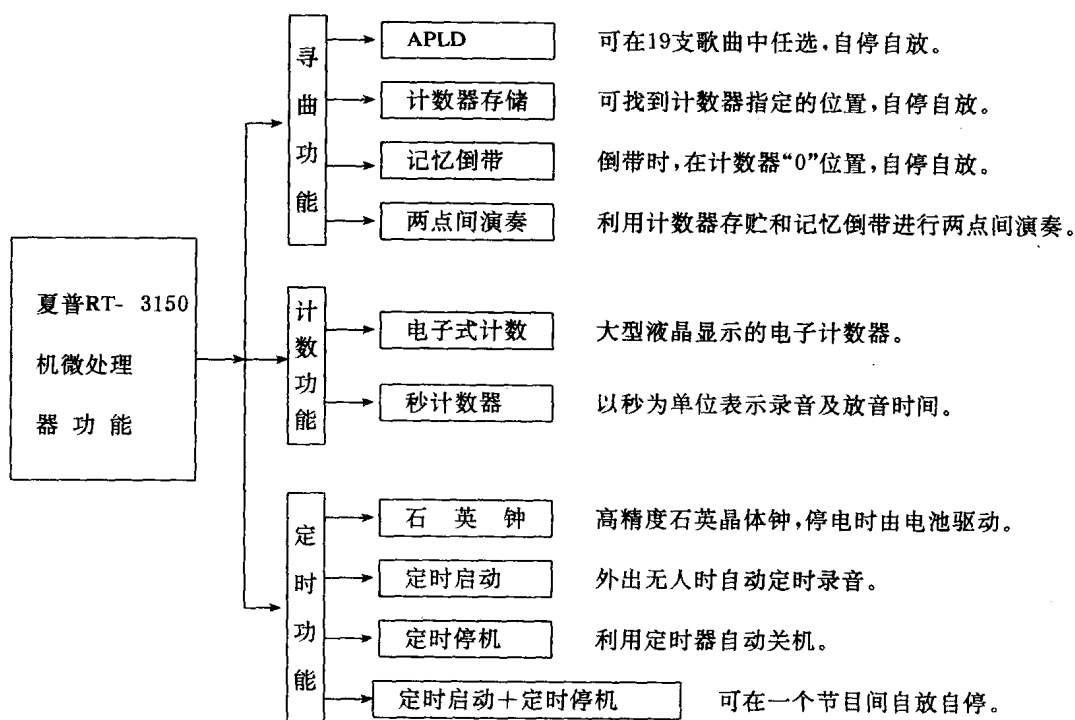
## 二、微电脑在立体声录音机中的应用

在普通立体声录音机中,一般功能比较简单,性能也不够完善,使用和操作也不太方便,特别是机芯的各项动作,除自停功能外基本都是依靠手压按键来完成。

自80年代初,国外已将CPU应用于高档的立体声录音机中,这几年来,CPU在我国的应用也得到了很大的发展。从使用的功能来看,CPU在立体声录音机中的应用情况大体可分为两大类:一类是在操作功能方面的应用,主要包括电脑选曲、定时开机和关机、定时录音和放音、电子数字计数、遥控录放音等等;另一类是在音频信号处理功能方面的应用,主要包括录音电平自动调整,不同类型磁带的自动识别、均衡网络及录音偏磁电流的自动调整、静噪系统的电平自动跟踪等,使各项参数达到最佳状态。

当然,不同种类的立体声录音机中,使用微处理器完成的功能也不尽相同。例如JVC生产的KD-A8录音机中,为了克服不同类型磁带与标准磁带性能之间的差异,利用CPU实现自动控制,使录音偏流、录音均衡和录音灵敏度三个参数达到最佳的自动录音特性,只要一按“Computer start”键就能完成这项功能;又如SHARP生产的RT-3150立体声录音机,利用CPU完成寻曲、定时和计数三种功能,如表1-2。

表 1-2 SHARP RT-3150 机微处理器功能





有些录音机,利用微处理器可以实现编程功能,根据预先按下的节目序号顺序进行放音或录音,录音时每个节目间自动留出间隙;利用微处理器可以实现索引扫描选曲,每首曲子正常放音十几秒后再快速进至下一首曲子;可以利用 CPU 实现在磁带的某几首曲子之间反复循环放音;还可以利用 CPU 的软硬件结合方法进行抗干扰、降噪等等。

随着计算机的发展,CPU 进入了音响领域,为开创面貌全新的录音机设备开辟了广阔的前景。80 年代初期产品主要采用 4 位 CPU,这些年来,不少音响产品使用了 8 位、甚至 16 位的 CPU,其功能之多和性能之高更为惊人,特别在数字录音机中,利用微处理器控制的 PCM 录音机具有强大的生命力,将会占据数字音响设备的鳌头。

### 三、微电脑在激光唱机(CD)中的应用

自 1983 年飞利浦公司和索尼公司第一次联合推出激光唱机以来,激光唱机得到了迅猛的发展,它与以往的普通唱机相比,以其完美的音质,极高的信噪比,极大的动态范围,极小的谐波失真,以及功能强、操作简单等,开创了唱机的新纪元,在音响领域中,可谓独领风骚,深受广大音响爱好者的青睐。

然而,CD 唱机中的功能相当复杂,技术要求相当高,而且,各项不同的功能之间,必须彼此紧密配合、协调动作,这种配合与协调的精确性和准确性是人工操作所难以解决的。只有微处理器才能够担负起这种高度自动化的工作,能够不断地去测试检查各部分的功能及运行状况,并及时发出指令去执行预定的程序,控制各部分的工作。

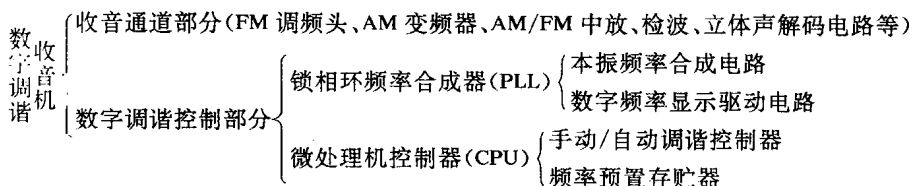
因此,所有的 CD 唱机都无一例外地使用了微处理控制器。可以说,没有微处理器就不可能有 CD 唱机。

微处理器在 CD 唱机中的最主要功能是监督与控制。例如,监控激光头在拾取信号过程中的自动聚焦,消除激光束聚焦不良或因唱片旋转时的抖动所造成的影响,以保持焦点能精确地打在坑点上,使光学拾取系统能拾取到品质优良的坑点信号;又如,CPU 用来监控声迹轨道的正确定位,使激光束准确地落在坑点所代表的声迹轨道上,以确保所拾取信号的正确性;再如,CPU 用来监控激光唱片的旋转速度,以保证声迹轨道的线速度的恒定(唱片的转速从 200 r/min 到 500r/min 之间变化),使获得的数据速率是一个正确的常数;还有,CPU 用来监控按键或遥控器的操作,当键盘上某一键被按压时,由 CPU 进行识别该键所代表的指令,并命令相关的电路和元件去执行该项指令所指定的工作,如自动选曲、连续放音等。此外,CPU 还用来控制 CD 唱盘的装入、退出,时间或乐曲的显示,音频噪声的抑制,数字信号的处理等,使 CD 唱机进行各项有秩序性的动作。

## 第二节 微电脑在数字调谐收音机中的应用

### 一、数字调谐收音机的组成

数字调谐收音机基本上由两大部分组成,一部分是收音通道部分,另一部分是数字调谐控制部分,具体可表述如下:



数字调谐收音机的收音通道部分与通常的 FM/AM 立体声收音机基本相同,有 FM 调谐头、AM 变频器、AM/FM 中放、AM 检波器、FM 鉴频器、立体声解码器、功放等电路。不同之处是它在 AM/FM 电路中的各调谐电路均用变容二极管代替传统的可变电容器,用改变变容二极管反偏电压的方式来改变各调谐回路的谐振频率。因此,在数字调谐收音机的收音通道中,AM 和 FM 的本机振荡器(OSC)也就成为压控振荡器(VCO),改变了变容二极管的反偏电压,也就改变了本振信号的频率。

数字调谐控制部分包含了两个部分的功能电路,一是锁相环(PLL)数字频率合成器,完成本机振荡信号的频率合成及数字显示任务;另一个是微处理器(CPU)调谐控制器,主要完成搜索电台、频率预置存储等任务。

数字调谐收音机的系统构成框图如图 1-1 所示。

## 二、数字调谐收音机的工作原理

在数字调谐收音机中,数字调谐控制部分的频率合成电路(PLL)与调谐控制电路(CPU),一般均已由数字调谐系统(DTS)大规模集成电路与其它辅助电路来共同组成。常见的 DTS 大规模集成电路的型号很多,但其工作原理都基本相同。现以日本东芝公司数字调谐系列中的一种最新机型 DTS-12 全波段数字调谐收音机为例,分析其原理,其它机型可以此作为参考。

DTS-12 收音机的核心部分是 4 位 CMOS 单片微处理器 TC9307AF,它是一块专用于 PLL 方式的 DTS 大规模集成电路。这是下面将要着重讲解的内容。而收音通道部分,则由 TA7358 AP 作调频高放、TA8132 AN 作 AM 混频、中放、检波以及 FM 中放、鉴频、立体声解码,TA7376P 作功率放大,TA 8126S 作直流电源(DC—DC)变换。

该机可接收调频、中波和两个短波的电台广播节目。图 1-2 为 DTS-12 的系统方框图,整机电原理图见图 1-3(适合中国制式,见书后插页)。该收音机接收频率范围,FM 为 87.5~108MHz(频率步长 50kHz),MW 为 531~1602kHz(步长 9kHz),SW<sub>1</sub> 为 2.3~6.2MHz(分为 120m、90m、75m、60m、49m 五个国际标准米波段,频率步长 5kHz),SW<sub>2</sub> 为 7.1~21.85MHz(分为 41m、31m、25m、21m、19m、16m、13m 七个国际标准米波段,频率步长 5kHz)。

该机的整体功能有:手动搜索调谐选台,自动扫描调谐选台(能自动检索、跟踪捕捉电台频率),存储器记忆选台(可记忆 20 个电台频率以及最后收听的电台信号频率);定时开机和关机;睡眠自动关机;采用 LCD 液晶显示(可对时间、接收频率及存贮电台等功能字符进行显示)。

### (一)锁相环(PLL)频率合成器工作原理

PLL 频率合成器由 FM 压控振荡器(FM VCO)、AM 压控振荡器(AM VCO)、基准频率(取 75kHz)振荡器、可程序分频器、参考频率分频器、鉴相器、电压变换器以及微处理器(CPU)等组成。工作框图见图 1-4。

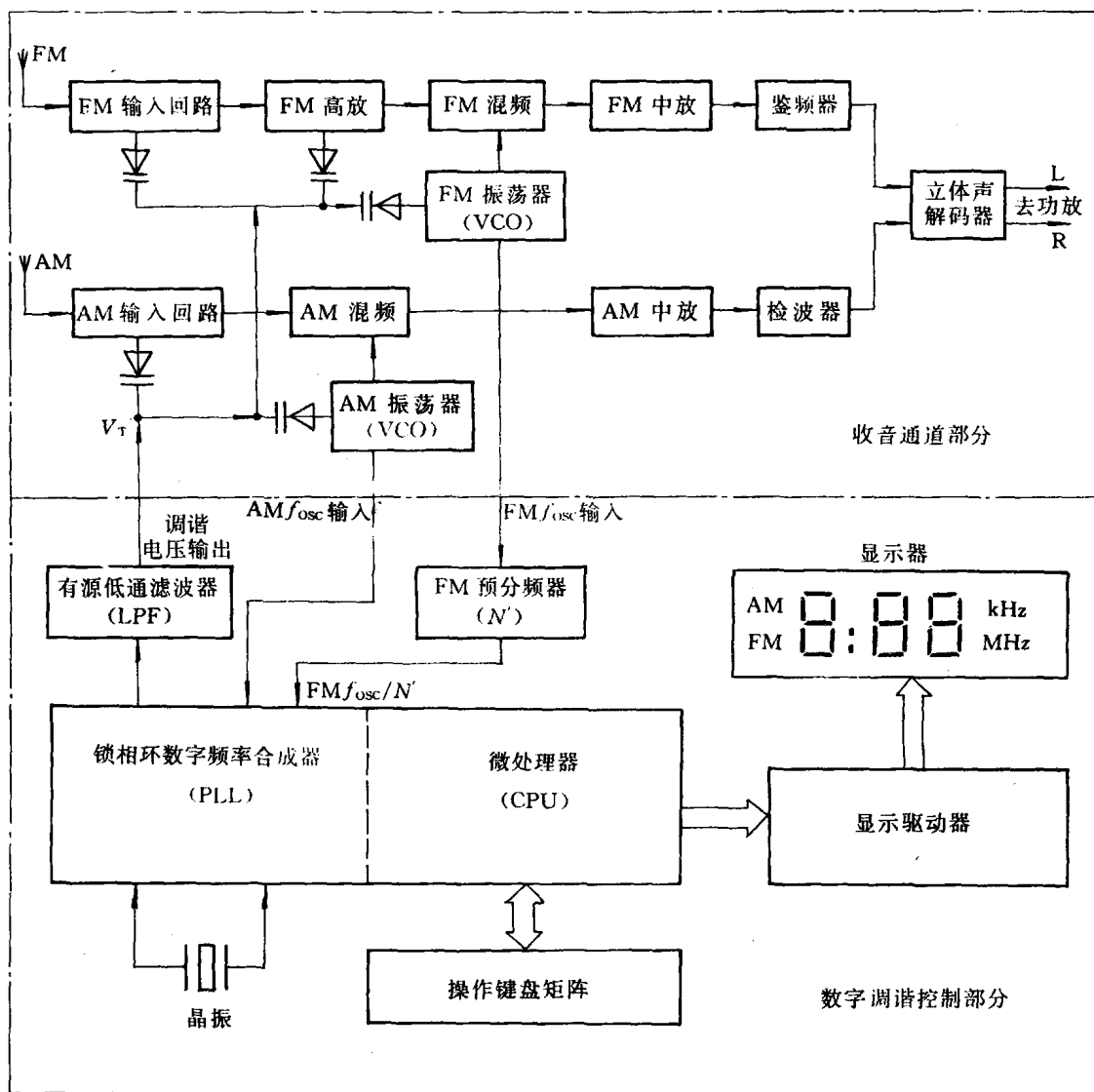


图 1-1 数字调谐收音机的系统结构组成

由 75kHz 晶体振荡器产生的基准参考频率  $f_r$  经参考频率分频器分频后,得到的参考信号频率  $f_r'$  被直接送入鉴相器的一路输入端;另一路是从收音通道中的 FM 和 AM 压控振荡器中取出本振信号频率  $f_{osc}$ ,并经可编程序分频器进行分频处理后,得到一个接近参考频率  $f_r'$  的中间信号频率  $f_{osc}'$ 。这个中间信号频率  $f_{osc}'$  被送入鉴相器的另一路输入端。可编程序分频器受微处理器 CPU 的控制,由 CPU 对其设定分频比  $N$  的数值。鉴相器对输入的两路频率信号  $f_r'$  和  $f_{osc}'$  进行相位上的比较,将相位差转换为误差电压  $V_d$ ,该误差电压  $V_d$  再经过滤波和电压放大变换后,成为调谐电压  $V_T$ ,反馈至 FM 和 AM 压控振荡器 VCO,以调节、控制 VCO 的振荡频率。例如,当 VCO 的振荡频率  $f_{osc}$  偏高时,  $f_{osc}' > f_r'$ ,此时鉴相器输出为一个正误差电压  $+V_d$ ,经滤波和电压变换后使调谐电压  $V_T$  下降, VCO 的变容二极管的容量增加,从而使压控振荡器 VCO 的

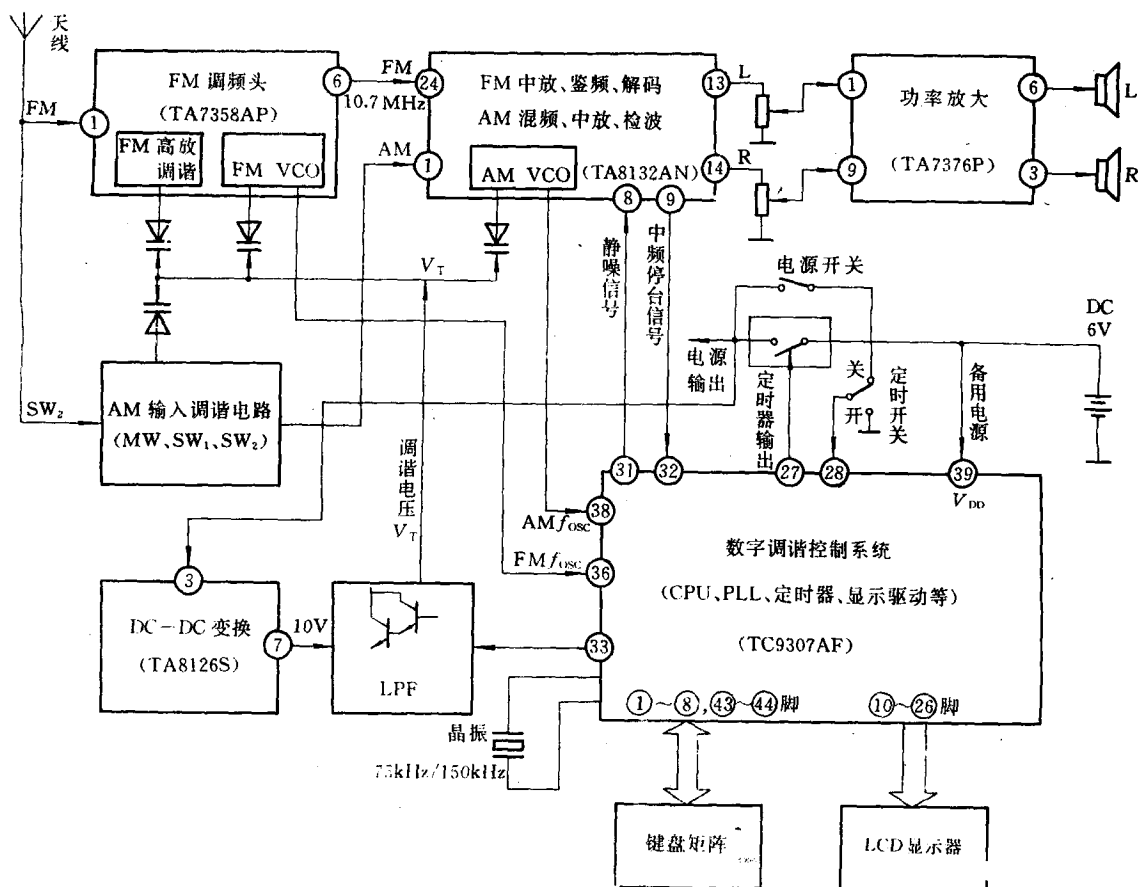


图 1-2 DTS-12 全波段数字调谐收音机结构框图

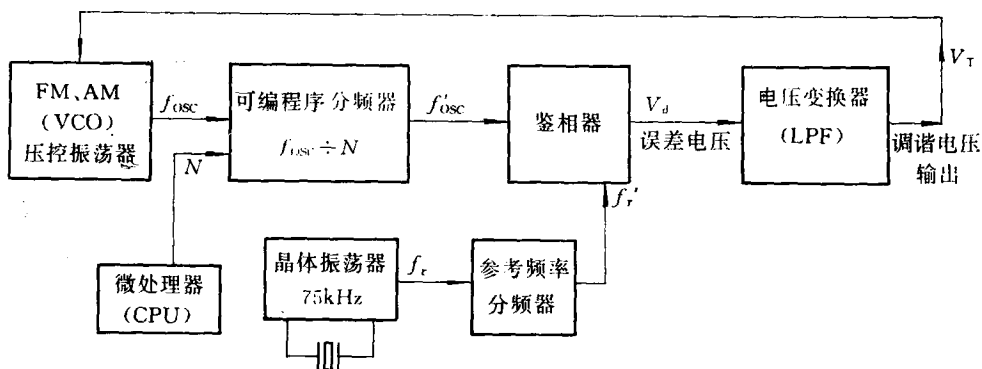


图 1-4 PLL 频率合成器工作原理框图

振荡频率  $f_{osc}$  下降;反之,当 VCO 的  $f_{osc}$  偏低时,  $f_{osc} < f_r'$ , 鉴相器输出一个负误差电压  $-V_d$  使  $V_T$  升高,从而 VCO 的  $f_{osc}$  升高;只有当  $f_{osc} = f_r'$  时,鉴相器输出电压才为零,使 VCO 的  $f_{osc}$  维持不变。锁相环 PLL 频率合成器,就是利用上述工作过程来提高收音机接收频率的精确度和稳定性的。

在数字调谐控制系统(DTS)中,基准参考频率  $f_r$  的选择通常与接收波段密切相关,对于中波来说,接收频率范围为 531~1602kHz,所需要采用的参考频率  $f_r'$  小于 10kHz;对于调频波段来说,接收频率范围比较宽,为 87.5~108MHz,参考频率  $f_r'$  一般取得较低,小于 5kHz。由于基准参考频率  $f_r$  是由晶体振荡器产生的,振荡频率固定(75kHz),而不同的波段需要采用不同的参考频率  $f_r'$ 。对于这一问题通常是由 CPU 在各波段给参考频率分频器设定不同的分频比来实现的。

可程序分频器,通常又称为可程序计数器,它有两个方面的作用:一是取出收音通道中的 FM 和 AM 本振频率信号,并按事先由 CPU 编好的程序进行计数分频而得到  $f_{osc}'$ ,然后再与参考频率  $f_r'$  进行相位比较,并产生误差电压  $V_d$  来控制 VCO 的振荡频率  $f_{osc}$ ,以实现锁相之目的;可程序分频器的第二个作用是有利于与微处理器 CPU 相连接,使得可以较方便地实现电台频率显示、预置存贮记忆等功能。

在可程序分频器中,由于调频波段的分频比要比调幅中波最大分频比大得多,为此在调频波段,必须对 FM 本振频率进行预分频。这里采用了一种吞咽式可编程计数器,来实现调频波段的最大分频比。

吞咽式可程序计数器,由 FM 预分频器、 $PC_1$  吞咽式计数器、 $PC_2$  可变分频器和触发器所组成,见图 1-5。当预分频器进行  $M+1$  次分频时,吞咽式计数器  $PC_1$  和可变分频器  $PC_2$  同时开始计数。当吞咽式计数器  $PC_1$  计满  $N_1$  次时,由  $PC_1$  输出一个控制脉冲使触发器电路翻转,并使预分频器被切换至  $M$  次分频状态;接着当  $PC_2$  可变分频器计数计满至  $N_2 - N_1$  次( $N_2 > 2N_1$ )时,由  $PC_2$  输出一个控制脉冲使触发器再次翻转,又使预分频器恢复至原来的  $M+1$  次分频状态。

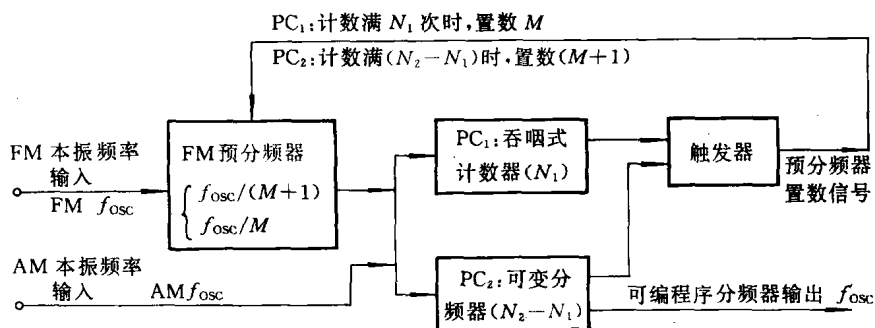


图 1-5 吞咽式可程序计数器工作原理示意图

由此可得,吞咽式可程序计数器的输出频率  $f_{osc}'$  与收音通道中的本机振荡频率  $f_{osc}$  之间的关系为

$$f_{osc} = [(M+1)N_1 + M(N_2 - N_1)]f_{osc}'$$

$$= (MN_2 + N_1)f_{osc}$$

则:

$$f_{osc}' = \frac{f_{osc}}{MN_2 + N_1}$$

例如,调频接收频率为 100MHz,中频频率取 10.7MHz,本振频率  $f_{osc} = 100 + 10.7 = 110.7 \text{ MHz}$ ,若取参考频率  $f_i' = 25\text{kHz}$ ,则可求得总分频比  $N_{\Sigma} = 110.7\text{MHz}/25\text{kHz} = 4428$ ,设预分频器的分频比  $M = 15$ ,则  $M + 1 = 16$ ,可求得  $N_2 = 4428/15 - N_1/15 = 295.2 - N_1/15$ ,取  $N_2$  为整数 295 时,  $N_1 = 0.2 \times 15 = 3$ 。这里的 295 表示可变分频器  $PC_2$  所设定的  $N_2$  置数,3 是吞咽式计数器所设的  $N_1$  置数,由此可见,  $N_1$  是总分频比  $N_{\Sigma}$  经预分频器  $M$  分频后所剩余的余数,从实际计数过程可见,这个余数  $N_1$  是被  $PC_1$  吞咽掉的,故称之为吞咽式可编程序计数器,这种脉冲吞咽技术,可以降低可编程序计数器的工作频率,从而实现扩展功能的作用。 $M$ 、 $N_1$ 、 $N_2$  的数值,由 CPU 根据接收的波段和调谐选台的情况进行自动设定。

## (二)数字调谐控制系统电路分析

东芝 DTS-12 全波段数字调谐收音机中的 DTS 中央控制单元,采用 TC 9307 AF 集成电路,该集成电路是一块 4 位 CMOS 单片锁相环 DTS 专用集成块,共有 44 只引脚。电路内部主要由锁相环频率合成器(PLL)、微处理控制器(CPU)、LCD 液晶显示驱动器等部分组成。

### 1. TC 9307 AF 电路的主要特点

(1)内存容量大 在 TC 9307 AF 内部,用于数据存贮的随机存储器(RAM)的容量为 4 位  $\times 128$  字节,用于指令程序存贮的程序存储器(ROM)的容量为 16 位  $\times 2048$  级,内部的指令系统非常丰富。

(2)输入/输出(I/O)接口完善 除专用的键盘矩阵 I/O 接口外,还有波段 I/O 接口、定时器 I/O 接口、LCD 显示段信号输出接口。此外,电路内还设有 LCD 专用 3V 稳压器,能直接输出 LCD 各段所需的动态驱动信号。

(3)选台功能丰富多样 既可手动升/降调谐(锯齿波扫描方式),也可选择自动加速调谐,另外还有半自动存储调谐,存储器扫描调谐等。在接收短波时,能自动在各个波段的规定范围内扫描调谐。

(4)波段转换方式灵活 可以选择传统的机械式波段转换开关,也可以利用电路输出的波段控制信号设计成轻触式电子开关。

(5)定时功能强 有定时开机(TIME ON)和定时关机(TIME OFF)功能,并可以同时设定;睡眠(SLEEP)定时的设定也很随意,可以从 1~90 分钟每隔 10 分钟的时间间隔之中预置。时钟的表示可根据不同地区确定 12 小时的表示方式或 24 小时的表示方式。

(6)工作电压低、适用范围广 TC 9307 AF 的工作电压为 3~5.5V,可用于便携式数字调谐收音机、收录机、组合音响、汽车收音机等。另外,电路的设置全波段,有 TV(只适用于日本 VHF/UHF;1~12/13~62 频道)、FM、MW、SW、LW(146~281kHz)等,适用于全世界所有地区的广播接收。

(7)采用中频信号自动停台方式 TC9307AF 内部专门设置了 16 位通用中频计数器输入接口,可以将收音通道的中频电路输出的 AM 或 FM 中频信号进行分频,并检出自动调谐停止信号使调谐自动停止。这种自动停台方式与其它 DTS 电路采用的通过自动增益控制(AGC)电路检出 AGC 电压(SD 信号)作自动调谐停止信号的方式相比较,可以有效地避免接收某些干



扰信号和强电台附近的侧边峰信号。

下面结合 DTS-12 收音机电路图,对 DTS 集成块 TC9307AF 的主要功能电路作一介绍。

2. 键盘矩阵电路

图 1-6(a)是 TC9307AF 的键盘矩阵控制电路示意图。其中  $T_0 \sim T_5$  为 TC9307AF 的键控信号输出端,  $K_0 \sim K_3$  为键控信号的输入端。SA-4 为键盘锁定开关,当开关接通时,为锁定状态,此时,四条键输入线均被箝位于低电平,所有键盘操作均无效。键盘矩阵的排列,如图 1-6(b)所示(中国制式,24 小时时钟显示)。其中有 7 个二极管设定键,用以初期设定程序功能,16 个瞬时按键,可根据功能需要安排在面板上用轻触开关操作。

(1) 7 个二极管设定键

①SAM disable——选择是否采用 AUTO 键功能 在  $T_0-K_0$  矩阵线上接入二极管  $D_{25}$  时,为自动扫描调谐功能(用按键 AUTO 来进行);不接入  $D_{25}$  时为半自动存储器调谐功能。本机选择前者,即采用自动扫描调谐。

②STEP——设定频率步长 在  $T_1-K_0$  之间接入二极管  $D_{27}$  时,MW 的步长为 9kHz,SW 步长为 5kHz,FM 步长为 50kHz;不接  $D_{27}$  时,MW 步长为 10kHz,SW 为 5kHz,FM 为 100kHz。本机选择前者。

③ $E_0, E_1, E_2$ ——设定接收地区 对于中国以及中近东地区而言,为  $E_0$  接入,即在  $T_0-K_1$  矩阵线上接入二极管  $D_{26}$ ,使所接收的各波段信号的频率范围、电台频道间隔、中频频率等,基本符合该地区的要求。如中波广播,频率范围取 531~1602kHz,频道间隔取 9kHz,中频频率取 450kHz。

④BAND OUT——选择波段输出方式 在  $T_1-K_1$  之间接入二极管 D 时,可用瞬时键 BAND 来实现循环变换接收波段。中国制式的波段循环变换方向为  $\rightarrow FM \rightarrow MW \rightarrow SW_1 \rightarrow SW_2 \rightarrow FM$ ,且同时在  $P_{10}$ (⑩脚)和  $P_{11}$ (⑪脚)端输出相应的波段电压组合(见表 1-3),来控制内部 CPU 在各波段的分频数据及外接的波段转换电子开关。

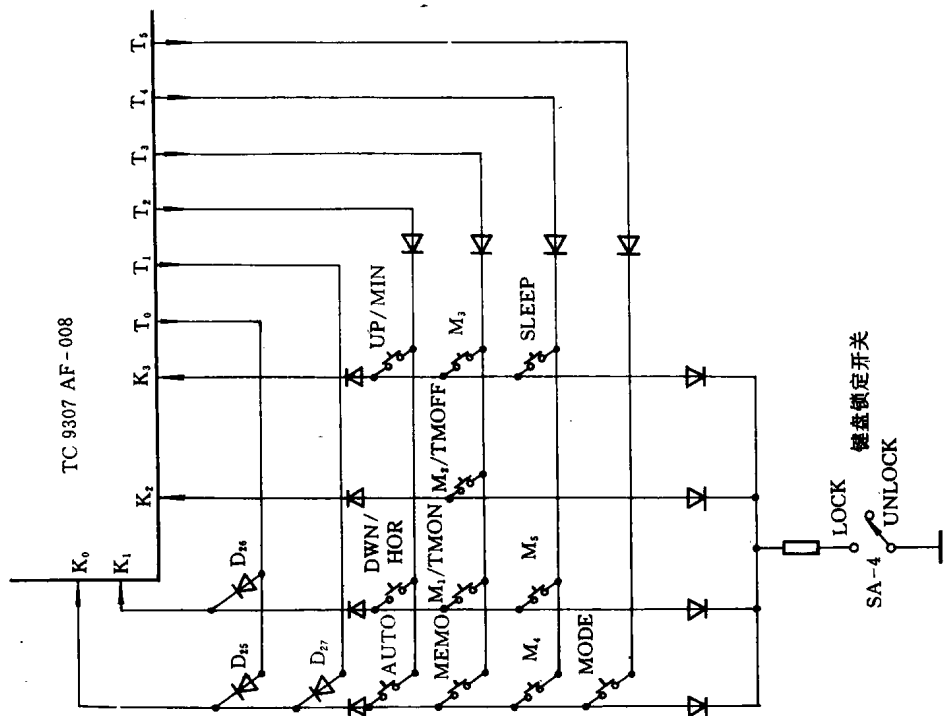
$T_1-K_1$  之间不接二极管 D 时, $P_{10}$ 和  $P_{11}$ 的状态由外接波段开关 SA-2C 来设置。本机采用后者。

表 1-3  $P_{10}, P_{11}$ 的输出电压

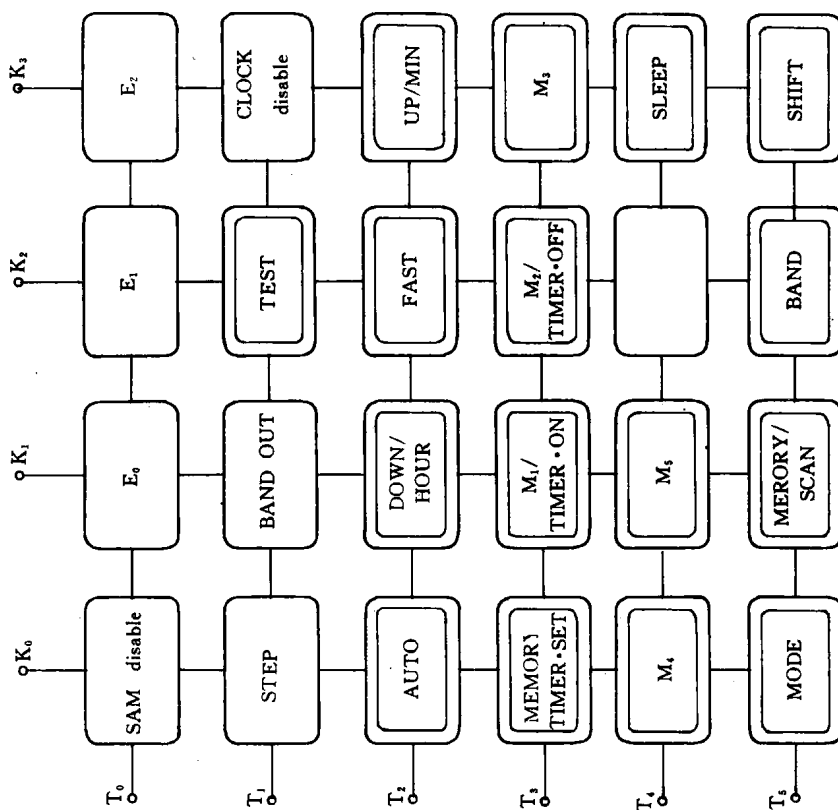
| TC9307AF 的工作波段  | 输出组合电压        |               |
|-----------------|---------------|---------------|
|                 | $P_{10}$ (⑩脚) | $P_{11}$ (⑪脚) |
| FM              | 0             | 0             |
| MW              | 0             | 1             |
| SW <sub>1</sub> | 1             | 0             |
| SW <sub>2</sub> | 1             | 1             |

⑤CLOCK disable——设定有无时钟 在  $T_1-K_3$  之间接入二极管 D 时为无时钟功能;不接 D 时为有时钟功能。本机选择后者。

(2) 16 个瞬时按键 16 个瞬时按键,根据整体功能的需要,本机仅设置 14 个(有 2 个未设置)。



(a) 键盘矩阵电路图



(b) 键盘矩阵排列图

图 1-6 TC9307AF-008 键盘矩阵电路

① **AUTO** ——自动扫描调谐键 在频率显示时,按下此键,即从显示的频率开始向上扫描调谐,选中电台时自动停止。若不想收听此台,可重按此键,则继续向上扫描调谐,当到达频率上限后,自动回到下限频率,停止 0.5s 后继续向上扫描调谐。SW 波段只在规定的米波段范围内扫描调谐,当跳到下一个米波段时,也停 0.5s 后再继续扫描调谐。

② **UP/MIN** ——向上手动调谐/分钟调整键 在频率显示时,点按一下此键,频率向高端变化一个步长频率。例如中波的频率步长在 **STEP** 键设定为 9kHz 时,则接收频率为  $f_{\text{接收}} + (n \times 9\text{kHz})$ ,  $n$  为正整数。如果连按此键时间超过 0.5s,为连续向上手动搜索调谐,一旦放开此键,搜索调谐即停止。

在时间显示时,按下此键为时间调整,可用此键来校正时间或设定时间中的“分”位。点按一次进 1,连续 0.5s 以上时,以 2min/s 的速度递增,离键即停,分位调整的同时,秒清零。

③ **DOWN/HOUR** ——向下手动调谐/小时调整键 在频率显示时,同样点按一次频率向低端变化一个步长,如 MW,则接收频率为  $f_{\text{接收}} - (n \times 9\text{kHz})$ 。连接 0.5s 以上为连续向下调谐,离键即停。

在时间显示时,可用此键来校正时间或设定时间中的“时”位。

④ **FAST** ——快速搜索调谐键 在频率显示时,当同时按下 **UP** (或 **DOWN**) 与 **FAST** 键时,收音机将以 MW 为 90kHz/s、SW 为 0.5MHz、FM 为 2MHz 的速率,自动向高端(或低端)快速搜索调谐。

⑤ **MEMORY/T. SET** ——节目预置存贮写入/时钟状态设定键 在频率显示状态,先按下此键,再按 **M<sub>1</sub>** ~ **M<sub>5</sub>** 中某一个键,即可把显示的电台频率存入所对应存贮单元中。

在时间显示时,可用该键来设定时钟状态,用以调整时钟(由上述 **HOUR** 和 **MIN** 调整时、分)。

⑥ **MODE** ——工作模式选择键(面板标作显示 DIS PLAY) 该键用来置换频率显示和时间显示二种状态。每按一下此键,可对接收频率和时钟这两种工作模式进行循环切换。

⑦ **M<sub>1</sub>** ~ **M<sub>5</sub>** ——存储器按键 在频率显示状态,每个存储器可存入或读出四个预置电台的频率,每个波段一个,五个存储器共可存入或读出 20 个电台频率。另外,为了便于收音机跟踪调谐,在电源接通状态,自动在五个存储器中存入 20 个常用测试频率。

此外,在时间显示时, **M<sub>1</sub>/TIMER-ON** 和 **M<sub>2</sub>/TIMER-OFF** 还兼作内部定时器的开关设定键。按下此键,可在 LCD 液晶显示屏上闪烁显示“TIMER-ON”或“TIMER-OFF”字符,此时可分别用 **UP/MIN** 和 **DOWN/HOUR** 键设定内部定时器的开机时间或关机时间。这时整机电源的接通和关闭,由 TC9307AF 的 ②脚输出电平的高低来控制。TC9307AF 内部定时器的动作执行与否,取决于 ②脚外接的定时器控制开关 SA-3。当 ②脚接高电平时,内部定时器无效,只有当 ②脚接地时,内部定时器才能打开, **M<sub>1</sub>/TIMER-ON** 和 **M<sub>2</sub>/TIMER-OFF** 才能起作用。