

消费类电子产品集成电路应用手册

丛书一

# 家电控制与检测用

# 集成电路

◎ 陈卿 侯薇 / 主编



中国计量出版社

CHINA METROLOGY PUBLISHING HOUSE



25-62

消费类电子产品集成电路应用手册丛书一

# 家电控制与检测用集成电路

陈 卿 侯 薇 主 编

中国计量出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

家电控制与检测用集成电路/陈卿,侯薇主编.—北京:中国计量出版社,2005.8  
(消费类电子产品集成电路应用手册丛书;1)  
ISBN 7-5026-2185-7

I.家… II.①陈…②侯… III.①日用电气器具—电气控制—集成电路—手册②日用电气器具—检测—集成电路—手册 IV.TM925-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 080439 号

## 内 容 提 要

本书为“消费类电子产品集成电路应用手册”丛书之一,内容包括家电控制与检测用集成电路基础知识、物理量检测集成电路、信号传感与处理集成电路、自动监测与控制集成电路、安全防护与保护集成电路、时钟和定时集成电路以及日用电器专用集成电路等。除第1章作为全书的基础知识外,其余各章都自成体系,以方便读者作为工具书查阅。

本书可作为从事消费类电子产品研发、生产、维修人员的工具书,也可作为高等院校相关专业的师生进行课程设计和毕业设计的参考书。

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲2号

邮政编码 100013

电话(010)64275360

<http://www.zgjl.com.cn>

北京市密东印刷有限公司印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

\*

787 mm×1092 mm 16开本 印张 12.5 字数 289千字

2005年8月第1版 2005年8月第1次印刷

\*

印数 1—2 000 定价: 26.00 元

# 前 言

在当今世界电子市场上，消费类电子产品已经成为比个人电脑增长更快的领域。据美国消费类电子协会 CEA (Consumer Electronics Association) 发布的统计数字，2004 年美国消费类电子产品的销售额首次突破千亿美元大关，达到 1 010 亿美元。一些业内专家甚至提出了“CE (消费类电子) 革命”的口号。消费类电子产品在电子信息产业中占有举足轻重的地位，其制造和销售已经成为电子信息产业中的一个支柱行业。近年来，中国消费类电子行业的发展也十分迅速，彩电、激光视盘机、手机等产品的产、销量已经稳居世界第一。国产的各类时新电器犹如“旧时王谢堂前燕，飞入寻常百姓家”，正在广泛进入普通家庭。国务院发展研究中心市场经济研究所、中国家电协会的多名专家均认为中国的消费类电子工业在未来十年内将继续保持高速增长的势头，驱动力在于中国的整体经济形势和中国在全球消费类电子产品市场中的主导地位。美国著名的市场分析公司 IDC 的预测报告称：到 2008 年，中国的消费类电子市场也将达到 1 000 亿美元。中国正在迎接消费类电子时代的到来，迎接“CE 革命”的到来。

消费类电子产品的几个主要领域包括：家庭娱乐视听产品、个人通讯产品、家用电器监测控制等方面。现代消费类电子产品具有一个共同的特征，就是其电路部分采用了集成电路用作信号的控制、检测、变换和处理。了解这些集成电路的应用方法，掌握这些集成电路的应用特点，是掌握这些消费类电子产品设计、开发、生产、安装和维修技术的关键。在当今社会生活节奏越来越快的情况下，从事消费类电子产品设计和生产的人员如果面对面临的每个电路都去进行原始设计，不但没有必要，还可能会贻误商机。为此，中国计量出版社约请了国内高校这方面的专家会同有实践经验的作者共同编写一套“消费类电子产品集成电路应用手册”丛书。首批编写的共有四本，本书是其中的一本。内容包括家电控制与检测用集成电路基础知识、物理量检测集成电路、信号传感与处理集成电路、自动监测与控制集成电路、安全防卫与保护集成电路、时钟和定时集成电路以及日用电器专用集成电路等。除第 1 章作为全书的基础知识外，其余各章都自成体系，以方便读者作为工具书查阅。利用本手册，读者只需按图索骥就可以完成许多设计或维修过程中耗工费时的任务。

本书由陈卿、侯薇主编，参加本书编写工作的还有刘建国、张威、曹进克、单水章等。参加编写的各位老师从浩如烟海的专业报刊、专业杂志中精选出实用的电路，再逐一对其分析、核实和修正，然后用精练的语言概括出各个电路的应用特点、关键参数和使用注意事项，其工作量非常巨大，参编人员为此付出了最大的努力。刘国旗、宋艳丽、朱跃武用计算机绘制了大部分插图。李祥臣教授对初稿进行了认真审校，并提出了许多有益的意见。由于时间紧迫和编者的水平所限，丛书中仍可能存在着不尽人意的地方，希望读者不吝批评指正。

编者

2005 年 7 月

# 目 录

第 1 章 控制与检测用集成电路基础知识 .....	(1)
1.1 集成稳压电路 .....	(1)
1.1.1 固定式三端稳压器 .....	(1)
1.1.1.1 固定式三端稳压器工作原理 .....	(2)
1.1.1.2 三端集成稳压器的应用 .....	(5)
1.1.2 可调式输出稳压器 .....	(7)
1.1.2.1 多端集成稳压电源电路 W723 .....	(7)
1.1.2.2 三端可调式集成稳压器 W317 .....	(8)
1.1.3 集成开关稳压电源 .....	(11)
1.1.3.1 大功率开关稳压电源 LA6350 .....	(12)
1.1.3.2 集成电路开关稳压电源 CW4960/4962/4964/296 .....	(12)
1.1.4 精密基准电压集成电路 .....	(15)
1.1.4.1 精密稳压器 TL431 .....	(15)
1.1.4.2 使用 TL431 组成的电源电路 .....	(16)
1.1.5 集成稳压器的主要参数 .....	(18)
1.2 集成运算放大器 .....	(19)
1.2.1 运算放大器的基本知识 .....	(19)
1.2.2 运算放大器在家电控制中的应用形式 .....	(20)
1.2.3 电压比较器 .....	(21)
1.2.4 线性集成运算放大器的主要参数 .....	(22)
1.3 其他类型集成电路 .....	(24)
1.3.1 时基电路 555 .....	(24)
1.3.1.1 时基集成电路 555 的原理 .....	(25)
1.3.1.2 时基电路 555 的基本应用 .....	(26)
1.3.2 锁相环音频译码集成电路 .....	(26)
1.3.3 数字电子钟电路 .....	(27)
1.4 数字集成电路在家用电器中的应用 .....	(30)
1.4.1 TTL 和 CMOS 集成电路结构特点 .....	(30)
1.4.1.1 TTL 集成电路简介 .....	(30)
1.4.1.2 CMOS 集成电路简介 .....	(31)
1.4.2 数字集成电路逻辑门的应用 .....	(33)
1.4.2.1 使用数字门组成的振荡器 .....	(34)
1.4.2.2 数字集成电路组成的触发器 .....	(34)

1.4.2.3 数字集成计数器 .....	(35)
1.4.3 数字集成电路的应用知识 .....	(36)
1.5 单片机基本原理 .....	(37)
1.5.1 单片机的基本结构和工作过程 .....	(37)
1.5.2 硬件和软件 .....	(38)
1.5.3 CPU 基本原理 .....	(39)
1.5.4 单片机的存储器 .....	(39)
1.5.5 MCS-48 系列单片机 .....	(40)
<b>第 2 章 物理量检测集成电路 .....</b>	<b>(45)</b>
2.1 数字式电子秤 .....	(45)
2.2 小型数显电子秤 .....	(46)
2.3 压力测量仪 .....	(47)
2.4 湿度测量电路 .....	(47)
2.5 集成式湿度传感器 .....	(47)
2.6 土壤湿度检测器 .....	(49)
2.7 砖坯水分测试仪 .....	(51)
2.8 温度测量电路 .....	(53)
2.9 使用 SN8P1602 的数显温度计 .....	(53)
2.10 使用光带模拟显示温度 .....	(54)
2.11 光电检测脉搏计 .....	(56)
2.12 人体脉搏声光显示器 .....	(57)
2.13 磁场测量电路 .....	(58)
2.14 转角测量 .....	(59)
2.15 车用电子转速表与速度表 .....	(60)
2.16 采用空心表头的转速表 .....	(61)
2.17 采用磁电方式的转速表 .....	(62)
2.18 电子式车用油量表 .....	(62)
2.19 水位显示器 .....	(63)
<b>第 3 章 高性能信号处理集成电路 .....</b>	<b>(65)</b>
3.1 红外传感信号处理集成电路 BISS0001 .....	(65)
3.2 热释红外线传感放大器 TDH98072 .....	(68)
3.3 通用 PIR 控制集成电路 .....	(70)
3.4 人体热释红外线探测器 .....	(70)
3.5 红外信号感应专用集成电路 YX7603C .....	(71)
3.6 曼彻斯特编码/译码器 HM9215 .....	(72)
3.7 离子感烟传感器专用集成电路 C14467 .....	(74)

<b>第 4 章 自动控制集成电路</b> .....	(77)
4.1 温度控制专用集成电路 CA3059 .....	(77)
4.2 宽量程温度计芯片 VIC0204 .....	(78)
4.3 多功能自动温度控制电路 .....	(78)
4.4 使用运放的可预置温度控制器 .....	(80)
4.5 恒温槽控制电路 .....	(81)
4.6 热水器水温控制器 .....	(82)
4.7 温度模拟显示控制器 .....	(82)
4.8 (0~150)℃温控器 .....	(84)
4.9 使用 ICL7107 的数显温度测控器 .....	(84)
4.10 电子恒温仪 .....	(86)
4.11 数字温度显示检测控制器 .....	(87)
4.12 温度测量控制仪 .....	(88)
4.13 简易双限温控制器 TC602 .....	(89)
4.14 海尔 KFR-25 空调控制电路 .....	(89)
4.15 LG LS-B0750HT 空调控制电路 .....	(91)
4.16 太阳能热水器控制器 .....	(94)
4.17 声光延时节电开关 .....	(95)
4.18 高精度光控器 .....	(96)
4.19 微电脑电热毯控制器 .....	(97)
4.20 自动冲水控制电路 .....	(97)
4.21 抽油烟机自动控制集成电路 E0227 .....	(98)
4.22 微波炉控制集成电路 MC68705R3 .....	(100)
4.23 夏普 R-2J28 型微波炉控制电路 .....	(102)
4.24 YXD20-B 型电饼铛控制电路 .....	(105)
4.25 希贵 GDS6.5-C 电脑多用锅控制电路 .....	(106)
4.26 采用单片机的电饭锅控制电路 .....	(107)
4.27 精艺 ZLD-63 使用消毒柜控制电路 .....	(109)
4.28 格力 QG15A 干衣机控制电路 .....	(110)
4.29 东芝电冰箱电控电路 .....	(111)
4.30 电冰箱外置温控器 .....	(113)
4.31 车速控制电路 .....	(115)
4.32 数字集成电路 16 通道巡回检测电路 .....	(115)
4.33 倒计时显示控制器 .....	(117)
<b>第 5 章 安全保护集成电路</b> .....	(119)
5.1 缺氧报警器 .....	(119)
5.2 多用途防盗报警电路 .....	(119)

5.3	可选择报警声的报警电路	(121)
5.4	红外线位置检测器	(121)
5.5	人体接近探测器	(123)
5.6	汽车倒车防撞报警器	(124)
5.7	远距离无线报警器	(125)
5.8	电话监听式报警器	(126)
5.9	防触电语言报警器	(127)
5.10	使用 LM324 的电冰箱保护器	(128)
5.11	冷冻箱温升报警器	(129)
5.12	春兰 KFD-70LW 空调电源保护电路	(129)
5.13	采用集成电路的漏电保护器	(130)
5.14	使用时基 7555 的家电保护器	(130)
5.15	使用运放组成的漏电保护器	(131)
<b>第 6 章 定时和时钟集成电路</b>		<b>(133)</b>
6.1	时间控制器 BYH5552	(133)
6.2	长时间定时专用集成电路 RS6445C	(133)
6.3	数显定时专用集成电路 DNL9203	(135)
6.4	数显定时专用集成电路 DNL9204	(137)
6.5	可变定时器	(138)
6.6	1min~20h 的定时器	(139)
6.7	长时间定时器	(140)
6.8	2min~4h 定时器	(140)
6.9	宽范围定时器	(141)
6.10	精密定时器	(143)
6.11	数字钟标准 60Hz 时基电路	(144)
6.12	精确的 60Hz 频率源	(144)
6.13	1Hz 时钟信号振荡器	(145)
6.14	简单精密的定时器	(146)
6.15	时基 555 组成的长延时电路	(146)
6.16	环形时序发生器	(146)
6.17	自编程时钟控制电路	(148)
6.18	低功耗数字钟电路	(148)
6.19	用光点模拟显示时间的定时器	(150)
6.20	四位数字定时计数器	(150)
<b>第 7 章 家电专用集成电路</b>		<b>(154)</b>
7.1	电子镇流器控制芯片 KA7531	(154)
7.2	日光灯镇流器专用电路 IR2151/IR2155	(155)



7.3	高性能电子镇流器模块 .....	(156)
7.4	日光灯镇流器专用电路 IR51H420 .....	(158)
7.5	HT7713 触摸式电子调光控制集成电路 .....	(159)
7.6	电子调光控制集成电路 HT7706 .....	(160)
7.7	灯光控制专用集成电路 LC171/2 .....	(162)
7.8	调光控制集成电路 BA5030 .....	(162)
7.9	触摸式调光集成电路 PT2102 .....	(164)
7.10	程控彩灯集成电路 CD71061P .....	(166)
7.11	电致发光驱动集成电路 HV803/HV8061 .....	(167)
7.12	红外发射专用集成电路 LC9301 .....	(169)
7.13	CS7232 触摸开关集成电路 .....	(170)
7.14	电热器具功率调节模块 ZO1 .....	(171)
7.15	过零型驱动集成电路 TWH9205 .....	(172)
7.16	电风扇数显调速控制器 .....	(174)
7.17	电风扇专用集成电路 WT8102 .....	(175)
7.18	全功能电扇遥控集成电路 PT2129 .....	(176)
7.19	电扇遥控集成电路 RTS511 .....	(180)
7.20	格力 KYTA-30A 遥控风扇电路 .....	(181)
7.21	BA8206BA4L 遥控风扇电路 .....	(184)
	<b>参考文献</b> .....	(187)

# 第 1 章 控制与检测用集成电路基础知识

在众多的家用电器设备中，常常要用到具有控制和检测功能的集成电路。为了读者阅读后续各章的方便，本章介绍一些有关控制检测集成电路在应用方面的基本常识，作为后续各章的基础知识。所涉及的集成电路都是在家电设备中最为常见的单元电路，如集成稳压器、集成运放、单片机电路等。

## 1.1 集成稳压电路

各种电子控制电路都离不开直流稳压电源。随着集成电路规模的发展，电子设备的体积、重量和功耗越来越小，对比起来，电源部分的体积和重量显得过大，因此对电源电路的集成化、小型化及性能提出了越来越高的要求。国内的小功率多端可调式集成稳压器层出不穷，主要有 WA700 系列、WB700 系列、Y200 系列以及 W723, 5G14, W611, W616, XWY8, XWY9 等各种集成稳压类似产品。这些稳压器需要外接较多的元件，如取样电阻、消振电容、调整管以及各种过载保护电路才能工作。后来出现了使用更方便的“三端（固定或可调）集成稳压器”，它只有一个输入端、一个输出端和一个公共端（调整端），使用安装和三极管一样方便。

### 1.1.1 固定式三端稳压器

固定式三端稳压器输出又分输出正和输出负稳压器。输出正是指输出正电压。国内外各生产厂家均特此命名为 7800 系列，如 7805。其中 78 后面的数字代表该稳压器输出的正电压数值，以伏特（V）为单位。例如 7805 表示稳压输出为 5V。

7800 系列稳压器按输出电压分共有 9 种，分别为 7805, 7806, 7308, 7809, 7810, 7812, 7815, 7818, 7824。

按其最大电流又可分为 78L00, 78M00 和 7800 三个分系列。其中 78L00 系列最大输出电流为 100mA, 78M00 系列最大输出电流为 500mA, 7800 系列最大输出电流为 1.5A。

输出电压为负电压，命名为 7900 系列。除引脚排列不同外，其命名方法、外形等均与 7800 系列相同。

国内的 W78（W79 负电压输出）与国外的 MC78（MC79）， $\mu$ A78（ $\mu$ A79）等系列相同，因性能优良、可靠性高等优点，应用很广泛。

W78 系列三端集成稳压器有金属外壳封装和塑料封装两种形式，外形及在电路图中的表示方法如图 1-1 所示。

W78 系列三端稳压集成电路内部电路组成方框图如图 1-2 所示。

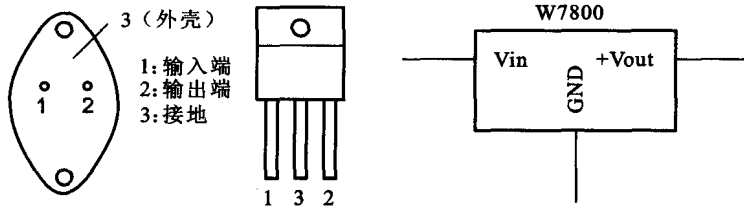


图 1-1 W78 系列三端集成稳压器外形及在电路图中的符号

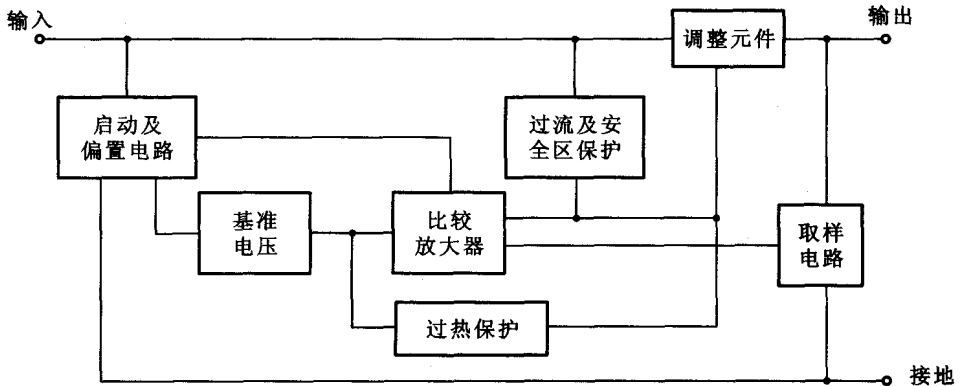


图 1-2 W78 系列三端稳压集成电路内部电路组成方框图

由于 W78 系列三端集成稳压器的所有主要部分，都已集成在管芯上，使用时只要接到整流滤波电路之后，无须外接其他元件一般即可工作，这样就可简化电路板的设计，减小电源部分的体积。如果适当外接少量元件即可扩展其功能，如组成输出电压可调的稳压器。也可以将输出电压扩展到 24V 以上，增加扩流元件可把输出电流扩展到 1.5A 以上。

### 1.1.1.1 固定式三端稳压器工作原理

W78 系列稳压器具有较完善的短路和限流保护、过热保护和调整管安全工作区保护电路，因而它的工作是比较可靠的。W78 系列三端集成稳压器的内部等效电路如图 1-3 所示。

#### (1) 启动及偏置

改变 W7800 系列稳压器中的采样电阻，就可以得到 5V 至 24V 的输出电压，同时为了生产的方便，应该使它在不同的输入电压下工作点基本一致，这就要求采用恒流源来确定工作点（因为不管输入电压怎样变化，恒流源流出的电流基本不变）。但恒流源电路不能为自己建立工作点，因此需要有启动电路。W7800 系列稳压器的启动电路由 N 沟道 J 型场效应管 T22 与晶体管 T4, T23, T24 组成，只要在输入端和公共端之间加上输入电压，就有电流流过 T22 和 T23, T24。T23, T24 的发射结给 T22 提供一个 1.2V 的偏置电压，使 T22 工作在恒流状态，T23, T24 的压降同时给晶体管 T4 建立  $V_{B4} \approx 1.2V$  的偏压使 T4 导通，T4 又给晶体管 T1, T2, T3 提供了偏置电流通路，使它们导通并提供一定的集电极电流。其中  $I_{C2}$  通过 D1, R5, R6 为 T6, T7, T8, T9 提供基极偏流使它们导通，并由 T8, T9 的正向 BE 结电压和  $V_{R6}$  组成基准电压源，其电压基准为  $V_{REF} = V_{BE9} + V_{R6} + V_{BE8} = V_{BE5} \approx 2.8V$ 。这时由于  $V_{BE5} \approx 2.8V > V_{B4} \approx 1.2V$ ，故  $V_{REF}$  建立后 T5 将导通并迫使 T4 的发射结反偏使 T4 截止，这时启动电路将完成其启动任务，并被截止的 T4 管与后面的主偏置电路相隔离。与此同

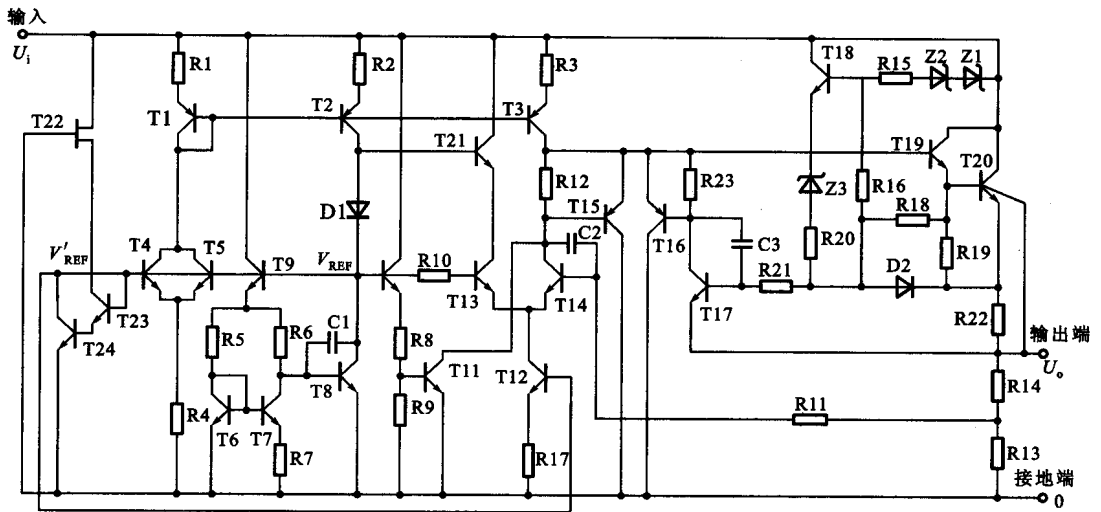


图 1-3 W78 系列三端集成稳压器内部等效电路

时，通过场效应管 T22 在 T3, T4 上所建立起来的 1.2V 基准电压  $V'_{REF}$  给稳压器的差分放大管 T13, T14 的有源射极电阻恒流管 T12 建立起固定偏压，因为 T12 管的发射结压降  $V_{BE12} \approx 0.6V$ ，所以 R17 两端的压降  $V_{R17} \approx 0.6V$ ，这就确定了它的工作点电流  $I_{E13} + I_{E14} \approx I_{R17} \approx 0.6V/R_{17}$ 。这样，通过启动电路便为差分放大管 T13, T14 确定了工作点电流，不管输入电压怎样变化，该电流基本不变，从而保证了 W7800 系列产品对输入电压具有较好的适应性。

## (2) 采样及比较放大电路

W7800 系列稳压器的比较放大器由 T13, T14 组成典型的差分放大电路，其有源射极电阻由 T12, R17 组成，采用有源射极电阻是为了利用动态较高的恒流源引入较强的负反馈以稳定差分电路的工作点。基准电压  $V_{REF}$  通过偏置电阻 R10 加到 T13 的基极。R13, R14 组成采样电路，它是由一个电阻网络构成的，在输出电压不同的稳压器中（如 5V, 12V），采用不同的串、并接法形成不同的分压比来控制输出电压的大小，形成 5V, 12V 等一系列预定输出电压。采样信号  $R_{13}/(R_{13} + R_{14})V_o$  通过 R11 加到 T14 的基极并与  $V_{REF}$  进行比较，比较放大后的误差信号通过 T14 的集电极单端输出去控制调整管 T19, T20。接在 T14 管集电极和基极之间的电容 C2 起高频负反馈作用，以抑制稳压器可能出现的自激振荡，T3, R3 组成放大管 T14 的有源负载。T14 的集电极上还接有 R12 和 T15，假如没有 T15 和 R12，T3 和 R3 组成的恒流源电流  $I_{C3}(I_{C14} + I_{B19})$  应能保证在满载时推动调整管 T19, T20，使之能输出 1.5A 的负载电流。这时的  $I_{B19}$  最大，为  $I_{B19max}$ ，而流入放大管 T14 的电流已达最小值，为  $I_{C14min}$ ，当稳压器空载，即输出端开路时输出电流  $I_o = 0$ ，这时  $I_{C20}$  近似为零，故其推动电流  $I_{B19}$  也近似为零。因此  $I_{C3}$  将全部流入放大管 T14，所以这时  $I_{C14}$  最大有  $I_{C3} = I_{C14max}$ 。当输出负载电流发生变化时，T14 管的工作电流将有较大的变化。而实际上比较放大电路的设计不允许  $I_{C14}$  有太大的变化范围，因此在 T14 和恒流源之间插入了由 R12、T15 所组成的缓冲级，当负载电流由 1.5A 减小时， $I_{B19}$  也随之减小，而  $I_{C14}(I_{C3} - I_{B19})$  逐渐增大，当  $I_{C14}$  增大到使

$V_{R12} = I_{C14} \cdot R_{14} > 0.6V$  时, T15 将开始导通并对  $I_{C3}$  分流。输出电流越小,  $I_{C14}$  越大, T15 的分流作用就越强, 因此 T15 的分流作用就越强, 故 T15 起到了帮助 T14 吸收一部分  $I_{C3}$  的缓冲作用。此外 R12, T15 也是稳压器热过载保护电路的一部分。

在稳压器工作时, 由于输入电压会有较大波动, 在 W7800 稳压器中 T14 管的集电极通过恒流源与输入端隔离, 为使输入的波动不影响 T13, 在 T13 的集电极与输入端之间插入了 T21 进行隔离, 并通过二极管 D1、晶体管 T21 把 T13 的集电结箝位在近似为零偏的状态, (因  $V_{R10} = I_{B13} \cdot R_{10}$  很小, 分析时认为  $V_{R10} \approx 0$ , 又假定  $V_{D1} \approx V_{BE21}$ , 故有  $V_{B13} \approx 0$ ), 这就使 T13 的管压降始终被箝制在  $V_{CE13} \approx V_{BE13} \approx 0.6V$ , 不受输入电压波动的影响。W7800 的放大电路比较简单, 但因为采用了由 T3 组成的有源集电极负载, 并通过 T19、T20 复合射随器与负载隔离, 因而仍具有较高的电压放大倍数, 以保证它具有较好的稳压精度。

### (3) 保护电路

W7800 系列稳压器有完善的保护电路, 主要有过热、过流及调整管安全工作区保护。

过热保护由 T10, T11, R8, R9 以及 R12, T15 等组成。由于晶体管 T10 的基极电压就是基准电压  $V_{REF}$ , 该电压是固定的, 所以 T10 将向 R8、R9 提供恒流, 并使 R9 两端压降  $V_{R9} = V_{BE11} \approx 0.4V$ , 这时晶体管 T11 是截止的, 保护电路不工作。晶体管 T11 的位置在芯片上靠近大功率调整管 T20, 所以可以较快地感受到芯片的热过载信号。如果芯片的温度达到  $125^{\circ}C$  以上时, 根据晶体管的  $V_{BE}$  随着温度的升高而下降的特点, T11 基极间的导通电压将由  $0.6V$  下降到  $0.4V$  左右, 又由于  $V_{R9} \approx 0.4V$ , 所以这时 T11 便导通, 通过 R12 对恒流源  $I_{C3}$  进行分流。当这个分流电流较大时, 又将使 R12 两端压降  $V_{R12}$  增大到足以使 T15 导通, T15 将原来驱动调整管积极的电流短路到地, 从而使调整管 T19、T20 截止并关断稳压器。这就防止了芯片温度的进一步上升, 直到温度下降到安全线以下时, 稳压器才恢复正常的工作状态。

过流保护电路由 R22, R19, R18, R21, T17 组成, 当稳压器的输出电流超过  $1.5A$  时, 在采样电阻 R22 上的压降将增大, 这时  $V_{R19} + V_{R22}$  将超过  $0.7V$ , 并通过 R18、R21 向 T17 注入一定的基极电流使 T17 导通。T17 的导通将通过 R23 对  $I_{C3}$  分流, 从而限制了流入调整管基极的驱动电流, 使输出电流被限制在  $1.8A$  左右而不致过大。因 W7800 系列稳压器采用电流限制型的过流保护措施, 它对瞬间的输出短路故障能起到较好的保护作用, 并在输出端故障排除后自动恢复工作。

由 Z1, Z2, R15, T18, Z3, R20, R21, T17, R23, T16, R18, R19, D3, R22 组成调整管安全工作区保护电路。对于大功率晶体管, 可以根据其集电极最大允许电流  $I_{CM}$ 、集电极最大允许电压  $BV_{CEO}$ 、集电极直流功率耗散线  $P_{CM}$  以及二次击穿功耗线  $P_{SB}$  做出它的安全工作区, 图 1-4 中被四条线所包围的区域即是。

晶体管在工作时只要其工作点不超出这个范围就是安全的。当稳压器出现输出端对地短路, 或输入电压意外升高, 就会使调整管压降  $V_{CE20}$  过大, 保护电路就开始工作。

在调整管压降  $V_{CE20}$  小于约  $14.5V$  时, 稳压器提供了最大的输出电流  $I_{CM}$ , 如图 1-5 中的线段 A, 这时稳压器仍处于正常工作状态。

当调整管压降  $V_{CE20}$  在  $14.5V$  到  $22V$  之间时, 与调整管 T20 的 C, E 极并联的 Z1, Z2,

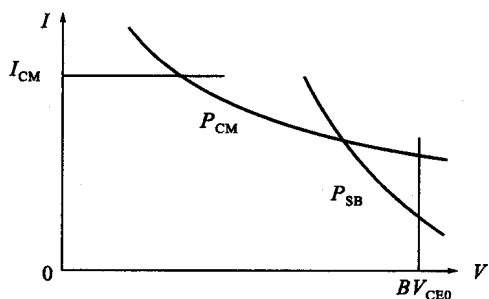


图 1-4 功率管的安全工作区

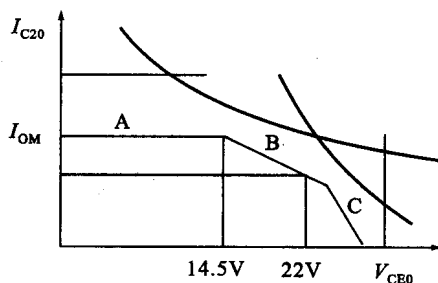


图 1-5 功率管正常工作区

R15, R16, R18, R19 支路将因稳压管 Z1、Z2 (其击穿电压约为 7V) 被击穿而导通, 这时的击穿电流  $I_Z$  与  $V_{CE20} - (V_{Z1} + V_{Z2})$  成正比。 $I_Z$  流过 R18, R19 时, R19 上的压降  $V_{R19}$  仍被箝位在近似等于 0.6V, 而 R18 上的压降  $V_{R18}$  则是一个附加的压降, 处于尚未导通状态的 T17 管在附加的  $V_{R18}$  驱动下导通, 这时的导通条件为  $(V_{R18} + V_{R19} + V_{R22}) > 0.7V$ , 可见  $V_{CE20}$  越大即  $I_Z$  越大, 相应的  $V_{R18}$  就越大, 这时即使  $V_{R22}$  较小, 保护管 T17 也能导通, 或者说为使 T17 工作所对应的输出电流限制值  $I_o$  就相应减小。因此当  $V_{CE20}$  超过 14.5V 后, 稳压器被 T17 所限制的最大输出电流将逐渐减小, 如图 1-5 中所示。

当调整管压降  $V_{CE20}$  超过 22V 时,  $I_Z$  增大, 相应的  $V_{R16}$  也增大, 以致使 T18, Z3 导通, 因而使 T18 产生较大的集电极电流  $I_{C18}$ , 这个电流流过 R18、R19 呈较大的压降并进而使二极管 D5 导通, 同时使它对  $(V_{R18} + V_{R19})$  箝位稍大于 0.7V, 这时在大于 0.7V 的  $V_{D5}$  的驱动下保护管 T17 将饱和导通, 并有较大的电流  $I_{C17}$  流过。当  $I_{C17}$  增大到使  $I_{C17} \cdot R_{23} \approx 0.7V$  时, 晶体管 T16 将被  $V_{R23}$  驱动而导通, 这样就把恒流管 T3 原来注入调整管的基极驱动电流通过 T17, T16 全部转移流入电源地, 使调整管 T19, T20 截止并关断稳压器, 使输出电压迅速下降至近似为零 (这时虽然  $I_{C20} = 0$ , 但  $I_{C17}$ ,  $I_{C18}$  仍流出稳压器并在负载上形成很小的输出电压), 从而使 T20 的工作点避开  $BV_{CE0}$  及二次击穿功耗线, 从而保护了调整管。当  $V_{CE20}$  大于 22V 时, 调整管电流  $I_{C20}$  的变化如图 1-5 中的线段 C 所示。

稳压器在轻负载下工作时, 当  $V_{CE20}$  超过 14.5V, Z1, Z2, R15, R16, R18, R19 支路导通后, 因  $V_{R22} = I_o \cdot R_{22} < I_{OM} \cdot R_{22}$ , 这时保护管 T17 并不马上导通,  $I_o$  也不会立即减小, 而是要等  $V_{R18} + V_{R19} + I_o \cdot R_{22}$  大于 0.7V 后, T17 才开始导通并对输出电流进行限制。这时  $I_{C20}$  与  $V_{CE20}$  之间的关系如图 1-5 中的虚线所示。当保护管 T17 工作后虚线段将大致和实线重合。由此可见这种保护并不完全以  $V_{CE20}$  是否超过 14.5V 而开始动作, 而是以调整管的工作点将超出安全工作区时才开始工作的, 故称为安全工作区保护而不是过电压保护。

稳压器出现故障后, W7800 的保护功能是互相关联的, 如输出短路引起过流的同时也必然使调整管的管压降增大并使调整管发热而引起安全工作区及热过载保护电路动作。

### 1.1.1.2 三端集成稳压器的应用

三端集成稳压器使用方便, 但由于它的输出电流只能达到 1.5A, 在负载要求较大的场合就无法满足要求。在实际应用中, 有很多对三端稳压器进行扩流的电路, 但比起利用多个稳压器并联进行扩流都显得复杂许多。图 1-6 是由两个及两个以上的 W78 系列稳压器组成

的扩流电路。

这个电路保持了三端稳压器的过热、过流保护功能，它输出的电流为组成扩流电路的集成稳压器的个数乘上 1.5A，即  $I_o = n \times 1.5A$ 。该电路除了使用两个电容 C1, C2 外，其余的均为同一型号的三端稳压器，电路很简单且不用调整，有较好的实用性。

图 1-7 是用两个三端稳压器组成的输出电流为 3A 的稳压电路。

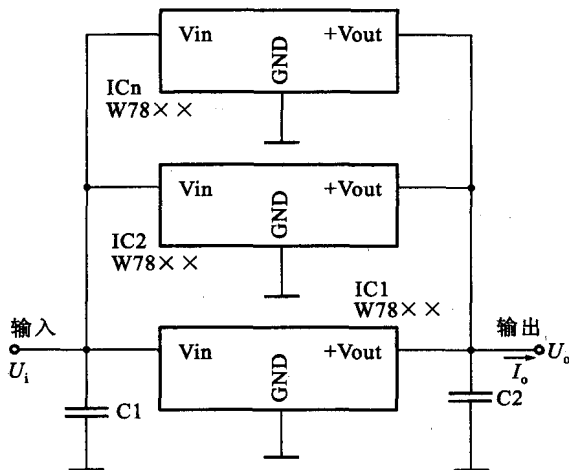


图 1-6 W78 系列稳压器并联扩流电路

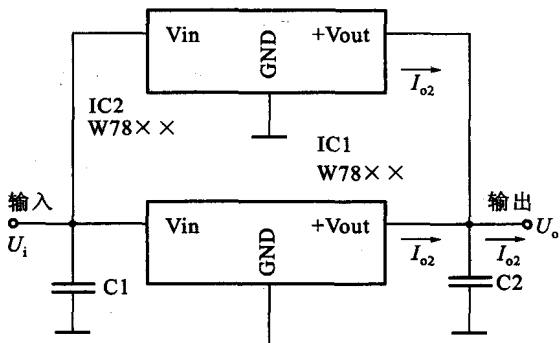


图 1-7 用三端稳压器组成的输出电流为 3A 的稳压电路

若 IC1 输出电压值为  $U_{o1}$ ，IC2 的输出电压值为  $U_{o2}$ ，且  $U_{o1} > U_{o2}$ ，则该电路输出电压  $U_o$  与输出电流  $I_o$  的关系如图 1-8 所示。

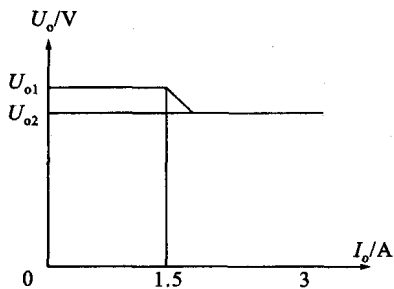


图 1-8 并联三端稳压器输出电压和电流的关系

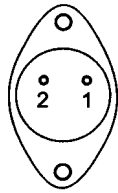
在输出电流  $\leq 1.5A$  时，稳压器并联电路的输出电压为  $U_{o1}$ 。这是因为在 IC1, IC2 并联情况下，由于  $U_{o1} > U_{o2}$ ，导致 IC2 内部的取样放大电路促使 IC2 内部的调整管处于截止状态，所以输出电流小于 1.5A 时，输出的电压就是 IC1 的额定输出电压。当输出电流超过 1.5A 时，由于 IC1 内部电路的限流作用会使其输出电压下降，当它的输出电压下降到与 IC2 的额定输出电压相同时，IC2 将和 IC1 一起开始向负载电路供电，它们可提供的最大电流就是  $I_{o1} + I_{o2} = 3A$ ，此时的输出电压就是 IC2 的额定

输出电压  $U_{o2}$ 。

当选用的稳压器的额定输出电压相同，即  $U_{o1} = U_{o2}$ ，则在输出电流 (0~3) A 的范围内， $U_o = U_{o1} = U_{o2}$  是最理想的情况。

美国新纪元公司生产的大功率稳压集成电路很适合在音响电路中使用。其中 78H05A, 78P05, 78H12A, 78P12 是三端固定式正电压稳压电路。其外形及基本使用方法如图 1-9 所示。

本系列的固定集成稳压电路工作时，外部不需要接补偿元件，但根据布线的情况可加适当的滤波电容器。另外还有 78HGA 和 78PGA 四端可调正稳压和 79HG 四端负可调稳压集成电路，其外形及基本应用电路如图 1-10 所示。



1: 输入端  
2: 输出端

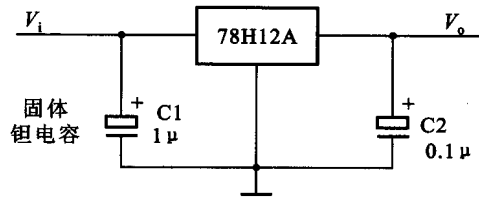


图 1-9 78P 系列稳压器外形及使用方法

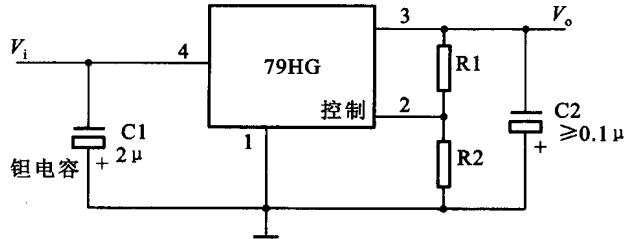
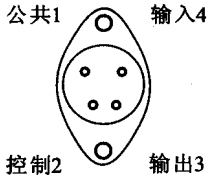


图 1-10 78HGA 系列稳压器外形及使用方法

输出电压可通过改变  $R_1$ ,  $R_2$  的阻值来确定。

该系列的稳压集成电路有完善的自动保护功能，当输出功率过大及温升过高时能及时切断输出电压，待温度降低时又可自动接通电路。具体的参数如下表所示。

表 1-1 78 系列稳压器参数

参 数	78H05A	78P05A	78H12A	78P12	78HGA	78PGA	78HG	单位
负载电流	5	10	5	10	5	10	-5	A
功耗	50	70	50	70	20	70	50	W
电压调整率	10	10	20	10	2	2	4	mV
负载调整率	10	25	20	25	2	2	7	mV
静态电流	3.0	3.4	3.7	3.4	3.4	3.4	-5	mA
纹波抑制比	60	60	60	60	60	60	50	dB
最大输入电压	40	40	40	40	40	40	-40	V
工作温度范围	-50~150							℃

### 1.1.2 可调式输出稳压器

可调式输出稳压器的输出电压可通过外接电位器进行调整，分正电压和负电压输出两种输出，其主要特点是使用灵活方便。常见的可调式输出稳压器有多端和三端两种。

#### 1.1.2.1 多端集成稳压电源电路 W723

多端集成电路稳压器 W723 由基准电压、恒流源、差分放大器、调整电路及过流保护电路几部分组成。特别是采用了恒流源作基准电压并且加了温度补偿，因此温度性能极好。其



内部等效电路如图 1-11 所示。

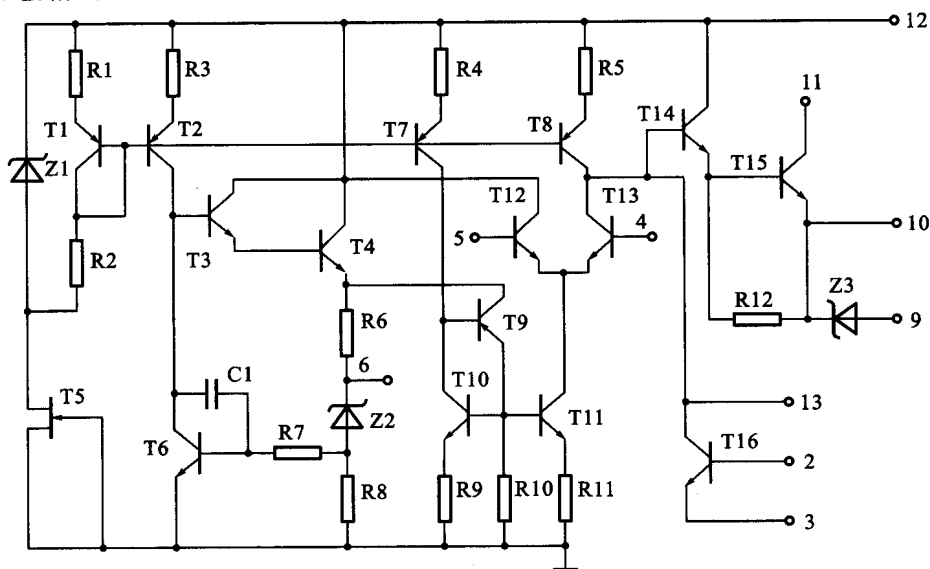


图 1-11 W723 内部等效电路

使用 W723 组成的稳压电源如图 1-12 所示。其输出电压可在 (9~24)V 连续可调，负载电流可达 2A，内阻小于 0.05Ω，纹波电压小于 1mV。

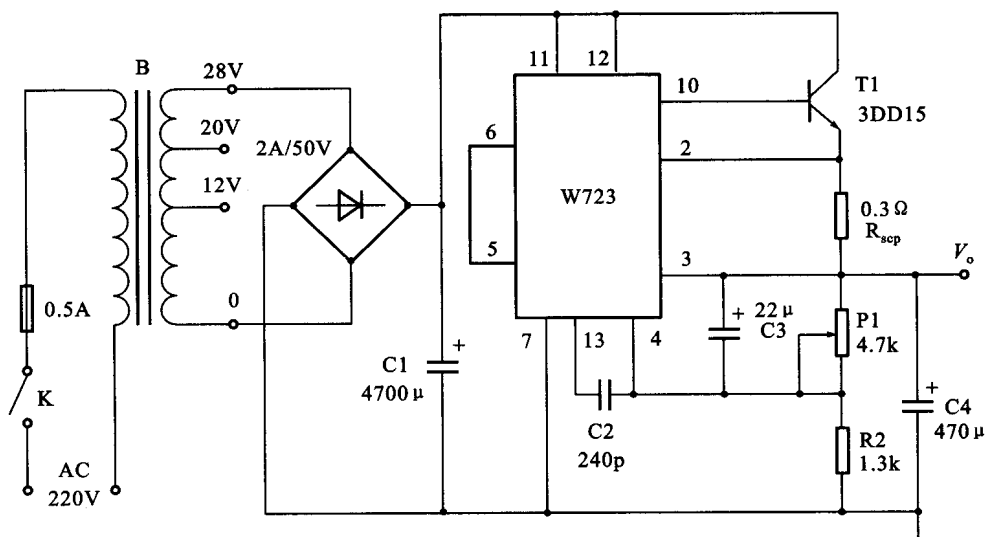


图 1-12 使用 W723 组成的稳压电源

电路中的变压器可选择输出电流 2A 以上的，过流保护电阻  $R_{scp}$  使用电阻丝绕制，其电阻为 0.3Ω。扩流管 T1 选用  $\beta$  大于 100 的大功率管，并要安装在 250mm×100mm 的铝质散热板上。

### 1.1.2.2 三端可调式集成稳压器 W317

三端可调式稳压器 W317 的外形及内部电路如图 1-13 所示。它没有接地端，采用只有