

计量中专试用教材
常用电子仪器原理与应用

计量中专试用教材

常用电子仪器原理与应用

孙树藩 编



中国计量出版社



77.88
588

计量中专试用教材

常用电子仪器原理与应用

孙树藩 编



中国计量出版社

9110222

内 容 提 要

本书是根据国家技术监督局宣传教育司制定的中专教材教学大纲编写的计量中专电磁学专业的专业基础课教材。主要讲述晶体管直流稳压电源、模拟式电子电压表、信号发生器及示波器等常用电子仪器的原理、使用方法与应用。内容全面系统，深入浅出，理论结合实践。

本书除可作中专、职工岗位培训教材之外，也可供计量测试人员、工程技术人员及具有中等以上文化程度的自学者使用。

DLS/08

计量中专试用教材 常用电子仪器原理与应用

孙树藩 编

责任编辑 张维

—*—

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲2号

中国计量出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

—*—

开本 787×1092/16 印张 14 字数 339 千字

1991 年 6 月第 1 版 1991 年 6 月第 1 次印刷

印数 1—7000

ISBN 7-5026-0387-5/TB·315

定价 7.50 元

出版前言

国家技术监督局是国务院统一管理和组织协调全国技术监督工作的职能部门，负责管理全国标准化、计量、质量监督工作，并对质量管理进行宏观指导。

随着技术监督事业的迅速发展，当前迫切需要大量的各级、各类计量专门人才。举办各种形式的计量中等教育，对于提高在职计量人员的素质、改善计量队伍的结构，培养一批计量队伍的新生力量，都具有重要意义，并将对计量事业的发展产生深远的影响。

近几年来，由于一批计量中专学校的创办，各种形式的计量中等教育如：委托或联合办计量中专班、计量函授中专、计量职业高中、计量中专的专业证书培训等，也在各地陆续开展起来，但是缺少教材已成为计量中等教育迫切需要解决的重大问题，因此我们根据国家技术监督局的决定，组织编写了一套计量中专教材，其中包括：几何量、热工、力学、电磁学计量四个专业的部分专业基础课和专业课试用教材，争取在1988至1991年内出版齐。

本书是委托吉林省标准计量中等专业学校组织编写的电磁学专业的专业基础课教材。

计量事业教育基础十分薄弱，组织编写专业性教材还是第一次，基本条件和经验都不足。因此，这套教材的编写工作是在时间紧、难度大的情况下进行的，虽然经过多方面努力，但仍然存在很多不足之处，甚至于错误。我们拟在试用过程中听取各方面意见，于适当时机再次组织修改。

另外，这套教材主要是根据三年制全脱产的计量中等专业教育的需要编写的。在目前情况下，要对各种形式的计量中等教育都编出相应的教材难以做到。因此，在编写过程中，也一定程度地考虑了适用的多样性，其他形式的计量中等教育可参考本套教材的基本内容，适当调整使用。

在教材的编写、审议过程中，得到了中国计量出版社、中国计量科学研究院、中国测试技术研究院、中国计量学院、中国计量测试学会、河北、四川、山东、吉林省标准计量局及有关的高等院校、省市计量部门、科研单位、大中型企业的大力支持，在此，谨表示衷心感谢！

国家技术监督局宣传教育司

1988.8

编 者 的 话

本书是计量中专电磁学计量专业的试用教材,亦可供有关职业高中和工程技术人员选用。本书是在国家技术监督局宣传教育司组织领导下,按照本专业指导性教学计划和教学大纲进行编写的。

全书共分四章,分别阐述晶体管直流稳压电源、模拟式电子电压表、信号发生器和示波器四种常用电子仪器的工作原理、主要电路形式和技术性能指标含义等,以使学生掌握该种仪器共性的基本原理。然后以目前常用的典型仪器为例,具体分析其方框图和电路工作原理,介绍其使用方法和注意事项,以建立整机概念,培养学生会应用基本原理分析、掌握具体电子仪器的工作原理,并会正确使用。为利于理论联系实际,适应电磁学计量工作的实际需要,对某些仪器在电磁测量中的应用和误差等也进行了较详细的分析与介绍。

本书以传统内容为主干,并选取部分现代适用的新技术。针对中专学生和教学的特点,书中着重于基本原理的定性分析,并力求深入浅出、通俗易懂。每章之后皆附有章总结和复习题,以帮助学生综合总结和巩固记忆。使用本教材的教学时数为60~70小时。本课程应在《模拟电子技术基础》课完成后进行。

本书由孙树藩同志编写,吉林工业大学戴逸松教授担任主审。在编写过程中,得到原国家计量局教育处安国处长、章学锋同志和计量出版社陈葵、王晓莹编辑的指导。长春大学郑福成副教授和徐景明副教授、东北工学院沈庆樨教授、哈尔滨工业大学陶时澍副教授、吉林工学院董天正副教授和侯振文讲师、吉林省计量测试研究所徐福元高级工程师、空军第二航空技术专科学校李昌浩副教授等参加了审稿,并提供了许多宝贵意见或资料,在此一并表示衷心感谢。

由于本人学识水平有限,书中缺点错误在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者

1990.6

目 录

绪 论	(1)
第一章 晶体管直流稳压电源	(3)
第一节 概述	(3)
第二节 晶体管直流稳压电源的工作原理	(3)
第三节 WY-302 A 型晶体管直流稳压电源	(12)
本章小结	(16)
习题	(16)
第二章 模拟式电子电压表	(17)
第一节 概述	(17)
第二节 模拟式电子电压表的工作原理	(18)
第三节 DA-16 型晶体管毫伏表	(32)
第四节 IFX 型晶体管繁用表	(36)
第五节 GB-9 B 型电子管毫伏表	(43)
第六节 模拟式电子电压表的正确测量与使用	(48)
本章小结	(51)
习题	(51)
第三章 信号发生器	(53)
第一节 概述	(53)
第二节 低频信号发生器的工作原理	(53)
第三节 XD 1 型 低频信号发生器	(59)
第四节 高频信号发生器的工作原理	(73)
第五节 XFG-7 型高频信号发生器	(85)
第六节 合成信号发生器	(93)
第七节 函数信号发生器	(105)
本章小结	(111)
习题	(112)
第四章 示波器	(114)
第一节 概述	(114)
第二节 示波器的工作原理	(114)
第三节 SB-10 型普通示波器	(149)
第四节 SR 8 型二踪示波器	(157)

第五节 示波器在电磁测量中的应用	(179)
第六节 晶体管特性图示仪	(193)
本章小结	(201)
习题	(202)
附录	(204)
附录 1 电子管的基础知识	(204)
1.1 真空二极管	(204)
1.2 真空三极管	(205)
1.3 真空四极管	(207)
1.4 五极管、多栅管与复合管	(208)
1.5 电子管放大电路	(208)
附录 2 几种电子仪器的常见故障一览表	(210)
附表 2.1 晶体管直流稳压电源常见故障一览表	(210)
附表 2.2 模拟式电子毫伏表常见故障一览表	(211)
附表 2.3 模拟式电子繁用表常见故障一览表	(212)
附表 2.4 XD1 低频信号发生器常见故障一览表	(214)
附表 2.5 SR8 型二踪示波器常见故障一览表	(215)
参考文献	(217)

绪 论

一、电子仪器的功用和特点

随着电磁学计量与测量技术的发展,一般电工仪表不能完全满足需要,电子测量仪器已经在电测领域得到广泛的应用。常用电子仪器能够测量电压、电流、功率、元器件及集成电路的参数,并且能够显示和观察测量电信号的波形。随着电子技术的发展,许多物理量还可通过一定的传感器变成电信号,然后利用电子仪器进行测量,从而大大地扩展了电工测量的范围和功能,使电子仪器广泛地应用于科学技术领域和国民经济部门。

电子仪器具有精度高、量程广、频率范围宽、速度快,并可做成多功能、可进行远距离测量、易于实现自动化和灵活方便等特点,这对于现代科学技术的发展有重要的意义。

二、常用电子仪器的分类

随着电子工业的发展,电子仪器的品种规格日益增多,分类方法也很多。常用电子仪器按其用途可以分为以下几种类型:

1. 测量基本电量的电子仪器

这类仪器用于测量电压、频率、功率等电的基本量。包括各种电子电压表、电流表和功率计等。

2. 测量波形的电子仪器

这类仪器主要用来观察分析电信号随时间的变化,并测量与波形有关的参量。包括各种示波器、波形参数分析仪器等。

3. 测量元件或系统电路参数的电子仪器

这类仪器包括各种电阻、电感、电容测定仪,各种电桥、 Q 值表、频率特性测试仪等。

4. 测量电子器件参数的电子仪器

这类仪器用来测量电子管、晶体管和集成电路等电子器件的参数,以检查器件能否正常工作。包括电子管参数测试仪、晶体管特性图示仪、集成电路测试仪等。

5. 各种信号源和稳压电源

信号源能产生测量与调试电子线路和器件所需要的各种信号,它包括具有各种频率及波形的信号发生器,如低频信号发生器、高频信号发生器、合成信号发生器、脉冲信号发生器和函数信号发生器等。

6. 为利于学习电子管式电子仪器,附录有“电子管的基础知识”。还附录了“几种电子仪器常见故障一览表”,供维修时参考。

由于电子仪器发展迅速,种类繁多,而同一种类不同型号的电子仪器虽然在电路结构和

使用方法上有所不同，但其基本原理却是相通的。所以本书将介绍以下几种常用电子仪器：晶体管直流稳压电源、模拟式电子电压表、信号发生器和电子示波器。通过对部分常用电子仪器的原理分析和使用方法介绍，达到触类旁通，为正确地使用与维护常用电子仪器打好基础。

第一章 晶体管直流稳压电源

第一节 概 述

几乎所有的电子电路都需要稳定的直流电源，在检定检修指示仪表时，除了要有合适的标准仪器外，还必须要有合适的直流电源及调节装置。当由交流电网供电时，则需要把电网供给的交流电转换为稳定的直流电。交流电经过整流、滤波后变成直流电，虽然能够作为直流电源使用，但是，由于电网电压的波动，会使整流后输出的直流电压也随着波动。同时，使用中负载电流也是不断变动的，有的变动幅度很大，当它流过整流器的内阻时，就会在内阻上产生一个波动的电压降，这样输出电压也会随着负载电流的波动而波动。负载电流小，输出电压就高，负载电流大，输出电压就低。直流电源电压产生波动，会引起电路工作的不稳定，对于精密的测量仪器、自动控制或电子计算装置等，将会造成测量、计算的误差，甚至根本无法正常工作。因此，通常都需要电压稳定的直流稳压电源供电。

晶体管直流稳压电源可以作为各种晶体管仪器、仪表、电子计算机、自动控制系统与设备的直流电源。精密稳压、稳流电源还可作为检定某些电工仪表用的稳压、稳流电源。因此，晶体管直流稳压电源是科研、生产、教学和维修等单位常用的必备仪器。

第二节 晶体管直流稳压电源的工作原理

一、方框图及工作原理

晶体管串联型直流稳压电源的典型电路方框图如图 1.1 所示，这是 WY-302 A 型稳压电源方框图。它由整流滤波电路、串联型稳压电路、辅助电源和保护电路等部分组成。

整流滤波电路包括电源变压器、整流电路和滤波电路。半导体电路常用的直流电源有 6 V、12 V、18 V、24 V、30 V 等额定电压值，而电网电压一般为交流 220 V，要把电网的交流电压变换成所需要的直流电压，首先要经过电源变压器降压，然后通过整流电路将交流电变成脉动的直流电，由于整流后的电压还有较大的交流成分，必须通过滤波电路加以滤除，从而得到比较平滑的直流电压。

经过滤波电路后所得到的直流电压，虽然脉动小了，但是电压的数值仍是不稳定的，其主要原因有三个：一是交流电网的电压一般有 $\pm 10\%$ 左右的波动，因而会引起整流滤波输出的直流电压也有 $\pm 10\%$ 左右的波动；二是整流滤波电路存在内阻（例如电源变压器绕组

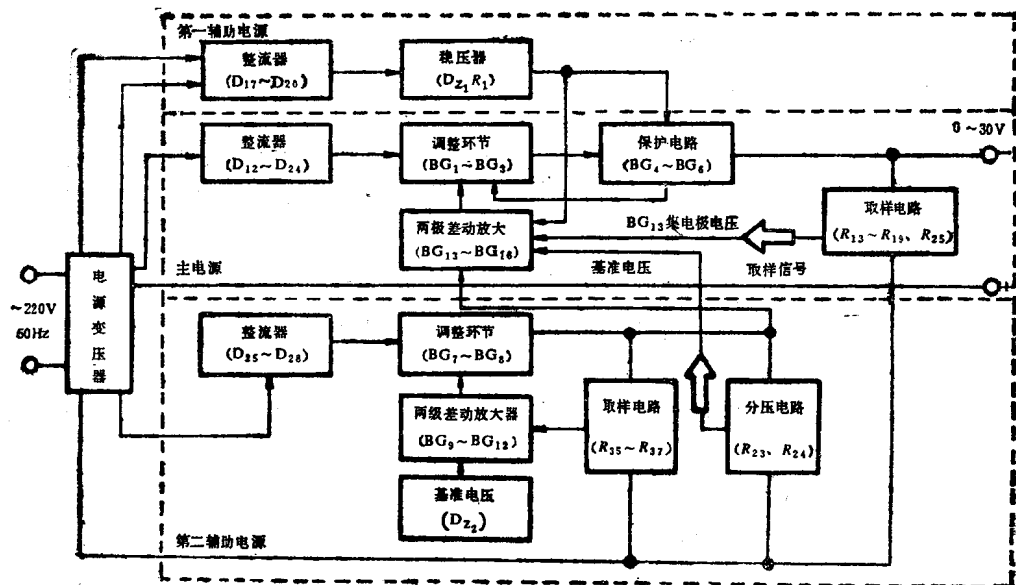


图 1.1 WY-302 A 型稳压电源方框图

的内阻、整流元件的内阻、滤波元件的内阻等), 当负载电流变化时, 在内阻上的电压降落也会变化, 使输出直流电压也随之变化; 三是在整流稳压电路中, 由于采用的半导体器件特性随环境温度而变化, 所以也造成输出电压不稳定。

稳压电路可以保持输出直流电压的稳定, 使之不随电网电压、负载或温度的变化而变化。串联型稳压电路由调整环节、比较放大电路、取样电路、基准电压等部分组成。调整环节中的调整管是串接在滤波电路和负载之间, 故称为串联型稳压电路。调整管相当于一个可变电阻, 如果输出电压升高了, 则其电阻值相应地增大, 使输出电压降回来; 反之, 如果输出电压下降了, 则其电阻值相应地减小, 使输出电压有所升高。这样调整输出电压, 使其维持不变, 就可达到稳压的目的。

取样电路用电阻分压的方法, 将输出电压的变化按一定比例取样下来, 为取样信号。基准电压是稳定而标准的参考电压。取样信号与基准电压同时加至比较放大电路进行比较, 然后将两者之差进行放大, 用放大后的电压去控制调整管的基极注入电流, 从而改变调整管的直流内阻, 调整输出电压稳定不变。为提高稳压器的性能, 比较放大电路采用两级差动放大器, 放大倍数较大, 控制能力较强, 其次比较放大电路还要求零点漂移小, 温度稳定性好。

上述的整流滤波电路与串联型稳压电路合在一起, 也称为主电源。其稳压原理是这样的: 如果由于电网电压或负载变化而引起输出电压增大时, 经取样电路产生的取样电压也增大, 这时取样电压大于基准电压, 其差值经比较放大电路放大后, 经调整环节使调整管的发射结电压减小, 其基极电流减小, 调整管的直流内阻增大, 其管压降就增大, 从而使输出电压减小, 维持了输出电压的稳定。同理, 当输出电压减小时, 通过类似过程, 使调整管的直流内阻减小, 其管压降减小, 也将使输出电压回升, 从而基本保持不变。

辅助电源包括第一辅助电源和第二辅助电源。第一辅助电源由整流器和稳压器组成, 其

输出电压也相当稳定；第二辅助电源与主电源电路相似，也由整流滤波电路和串联型稳压电路组成，其输出电压很稳定。第一辅助电源的输出电压一方面作为保护电路的电源电压，另一方面与主电源的输出电压和第二辅助电源的输出电压正向串联后，作为主电源比较放大电路末级差动放大管的电源电压，为比较放大电路提供一个具有较高电压的稳压电源，使其增益较大，这样，就提高了主电源串联型稳压电路的调整灵敏度，进一步提高了其输出电压的稳定性。第二辅助电源的输出电压一方面作为主电源比较放大电路前三个差动放大管的电源电压，另一方面通过分压电路输出稳定的电压，作为主电源比较放大电路的基准电压。

在串联型稳压电路中，当过载时，特别是在输出端短路的情况下，输入直流电压几乎全部降落在调整管的两端，这种过载现象即使时间很短，也会使调整管和整流二极管立即烧毁。因此，必须采用快速动作的过流自动保护电路。当过载或短路时，通过保护电路使调整管截止。这时，输出电压和电流基本都下降为零，起到保护作用。这种保护电路称为截止式保护电路。

二、串联型稳压电路

图 1.2 所示是具有放大环节的串联型晶体管稳压电路。

输入电压 V_i 是由整流滤波电路供给的。电阻 R_1 、 R_2 组成分压器，把输出电压的变化量取出一部分加到由 T_1 组成的放大器的输入端，所以叫作取样电路。电阻 R_3 和稳压管 D_Z 组成稳压管稳压电路，用以提供基准电压，使 T_1 的发射极电位固定不变。晶体管 T_1 组成放大器，起比较和放大信号的作用。 R_4 是 T_1 的集电极电阻，从 T_1 集电极输出的信号直接加到调整管 T_2 的基极。

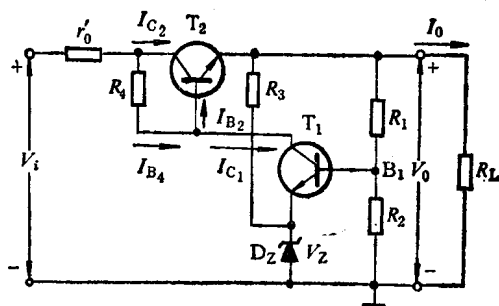
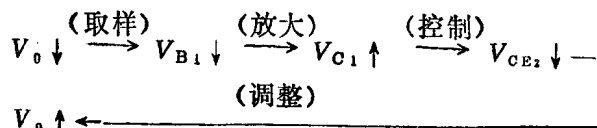


图 1.2 串联型稳压电路

如果由于电网电压降低或负载电流增大使输出电压 V_o 降低时，通过 R_1 、 R_2 的分压作用， T_1 的基极电位 V_{B1} 下降，由于 T_1 的发射极电位 V_{E1} 被稳压管 D_Z 稳住而基本不变，二者比较的结果，使 T_1 发射结的正向电压减小，从而使 T_1 的 I_{C1} 减小和 V_{C1} 增高。 V_{C1} 的升高又使 T_2 的 I_{B2} 和 I_{C2} 增大， V_{CE2} 减小，最后使输出电压 V_o 升高到接近原来的数值。以上稳压过程可以表示为



同理，当 V_o 升高时，通过稳压过程也使 V_o 基本保持不变。

串联型稳压电路的一般形式如图 1.3 所示。图中比较放大器可以是一个单管放大电路，为提高其增益及输出电压温度稳定性，也可以采用多级差动放大电路和集成运放。调整管 T 通常是功率管，为增大 β 值，使比较放大器的小电流能推动功率管，也可以是二至三个

晶体管组成的复合管，如果调整管的功率不能满足要求时，也可以是若干个调整管并联使用，增加支路以便扩大输出电流。

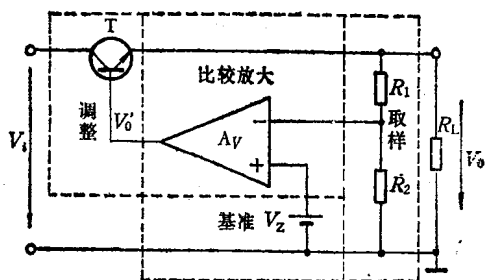


图 1.3 串联型稳压电路的一般形式

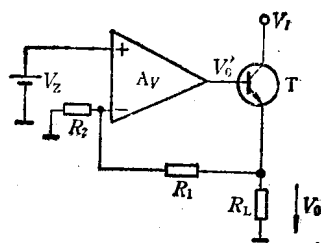


图 1.4 串联型稳压电路的一般形式

图 1.3 所示电路，可以改画成图 1.4 所示的形式。可以看出，调整管为射极跟随器，若比较放大器为理想运算放大器 A_V ， V_Z 为输入信号， V_o 为输出信号， A_V 和 T 组成开环放大器部分， R_1 和 R_2 组成反馈网络，则串联型稳压电路是一个电压串联负反馈放大电路，因此能稳定输出电压 V_o 。在满足深度负反馈条件下，

$$V_o = \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right) V_Z \quad (1.1)$$

这说明输出电压只决定于基准电压 V_Z 和反馈系数。因此，当由于温度或电源电压波动使放大电路参数变化、输入电压 V_i 和负载的变化对 V_o 影响很小，输出电压获得了很高的稳定性。如果反馈系数可调，那么就能得到输出电压可调的稳压电路。

由于用途不同，取样电路的接法也不同：对稳压源，取样电阻是与负载并联；而对稳流源，取样电阻则是与负载串联。

对于精密仪表校验用的稳压电源，为了确保调节细度，其取样电阻是分档固定式的，而基准电压也往往采用分压可调形式。

有些电子设备需要大小相等而极性相反的双路电源电压。这样的电源电压可以通过对称的双路稳压电路来获得。在双路稳压电路中，一路采用 PNP 型调整管，而另一路则采用 NPN 型调整管，两路也可以都采用复合调整管，但一路的复合调整管应能等效为 PNP 型管，而另一路的复合调整管应能等效为 NPN 型管。

三、辅助电源电路

(一) 第一辅助电源电路

在图 1.2 所示的电路中，放大管 T_1 的负载电阻 R_L 直接接在变化较大的输入电压 V_i 上，因此输入电压的变化会直接通过 R_L 作用到调整管 T_2 的基极上，从而使输出电压发生变化，影响其稳定性。为了克服这个缺点，可以采用一个独立的辅助电源 V_{Z_2} 供电，如图 1.5 所示。这个电源也称为第一辅助电源，是由 R 和 D_{Z_2} 组成的稳压电路，由同一变压器的另一次级绕组经整流滤波得到电压 V_{i_1} ，经稳压电路得到稳定电压 V_{Z_2} ，该电压与 V_o 串联后作为 T_1 的电源。由于 V_{Z_2} 与 V_o 都是相当稳定的，所以电源电压的波动对输出电压的影响可大大减小。

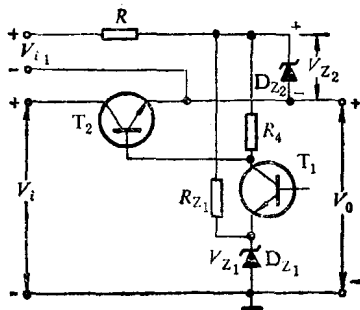


图 1.5 第一辅助电源电路

由于 V_{Z2} 与 V_o 相加作为比较放大器的电源, 所以 R_4 可以选得比原来大, 以提高放大倍数, 从而进一步地增强了控制能力, 提高了输出电压的稳定性。

(二) 第二辅助电源电路

在图 1.2 所示的电路中, 串联型稳压电路的输出电压 V_o 可以由下式给出:

$$V_o = (V_Z + V_{BE1}) \frac{R_1 + R_2}{R_2} \quad (1.2)$$

由式 (1.2) 可见, 改变取样电路的分压比, 可以调节输出电压的大小。 R_1 愈小则输出电压 V_o 也愈小。当 $R_1 = 0$ 时, 输出电压最低, 其值为:

$$V_{o\min} = V_Z + V_{BE1} \quad (1.3)$$

由式 (1.3) 可见, 输出电压的最低值仍高于稳压管工作电压 V_Z , 输出电压不可能调整到零是这种电路的缺点。为了扩大输出电压的调整范围, 可增加第二辅助电源, 如图 1.6 所示。这种电路稳压管的电压是由另一组整流电路的 V_{i2} 供给, 从图可以直观看出来, 如果 $R_1 = 0$ 时, 则 $V_o = V_{BE1} \approx 0$ 。可见, 第二辅助电源提供了调节输出电压接近于零的可能性, 只要改变取样电路的分压比, 就可实现输出电压在大范围内连续可调的要求。为提高基准电压 V_Z 的稳定性, 第二辅助电源可以采用串联式稳压电路。

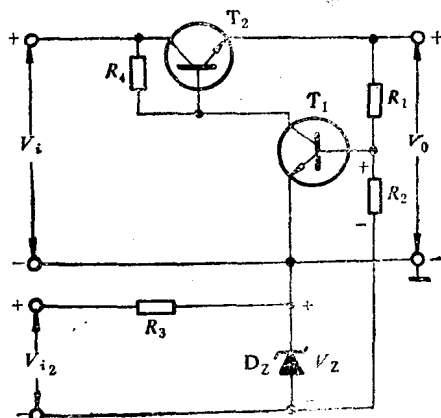


图 1.6 第二辅助电源电路

四、串联型稳压电路的保护电路

串联型晶体管稳压电路的保护电路可分为限流式和截止式两种。这两种保护电路的形式很多, 下面分别各选择一种电路予以介绍。

(一) 限流式保护电路

限流式保护电路是当输出电流超过一定数值时, 则保护电路开始工作, 使调整管处于不完全截止状态, 输出电流和输出电压都相应下降, 达到保护电源的目的。这种保护电路比较简单, 而且当输出过载或短路被排除后, 稳压电路便自动地恢复工作。

图 1.7 所示虚线包围的部分是较常见的限流式保护电路。 T_1 和 T_2 分别为稳压电路的放大管和调整管, T_3 称为保护管。输出电压经 R_5 和 R_6 分压, 取 R_6 上的电压给 T_3 基极提供反向偏压。 R_7 为检测电阻, 其阻值较小。输出电流在 R_7 上的降压给 T_3 基极提供正向偏压。

在正常情况下, R_6 上的反向偏压超过 R_7 上的正向偏压, 所以 T_3 处于截止状态, 对稳压电路工作没有影响。

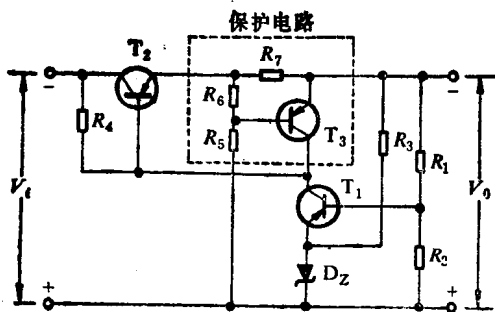


图 1.7 限流式保护电路

当过载使输出电流过大时，则 R_7 正向压降也增大，使 T_3 进入导通状态，于是 T_3 管两端电压减小，使调整管 T_2 发射结正向电压也减小，从而使调整管电流减小，输出电流和电压都减小，对调整管起到了保护作用。

这种保护电路维持 T_3 导通的必要条件是输出电流经过 R_7 产生正向偏压，因此只能把输出电流减小到一定程度，而不能使调整管截止。当输出过载原因被排除后，可以自动恢复到正常状态。优点是简单可靠，缺点是过载时

调整管上仍消耗较大的功率。

(二) 截止式保护电路

截止式保护电路是当负载过载或短路时，通过保护电路使调整管截止，这时输出电压和电流基本都下降为零，从而起到保护作用。截止式保护电路稍微复杂，它又可分为两种情况：一种是可自动恢复工作；另一种是当故障排除后必须依靠复位按钮或者切断交流电源重新开机，稳压电源才能恢复正常工作。

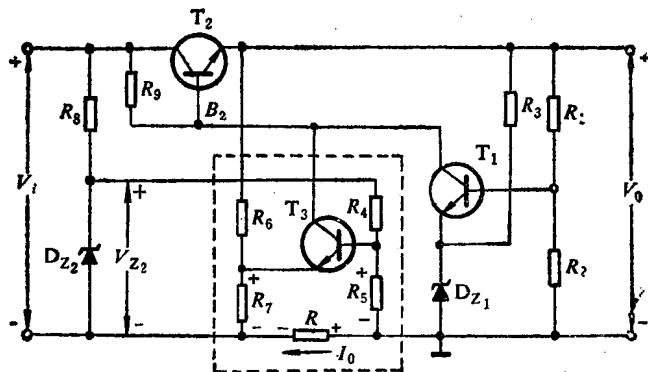


图 1.8 截止式保护电路

图 1.8 所示虚线包围的部分为截止式保护电路。图中电阻 R_8 、稳压管 D_{Z2} 及分压电阻 R_4 、 R_5 为保护管 T_3 提供基极电压，由输出电压 V_o 经电阻 R_6 、 R_7 分压供给 T_3 发射极电压，检测电阻 R 接在 R_7 和 R_5 之间，输出电流 I_o 流过它产生电压降， R_5 、 R_7 和 R 上电压的极性如图 1.8 所示，可见加在保护管 T_3 的发射结电压为

$$V_{BE_3} = (V_{R_5} + V_R) - V_{R_7} \quad (1.4)$$

当稳压电路正常工作时， I_o 在额定值以内， $V_R = I_o R$ 较小，使 $V_{R_5} + V_R < V_{R_7}$ ，则 V_{BE_3} 为负值， T_3 管发射结反向偏置而可靠地截止。保护电路不起作用，对稳压电路的正常工作没有影响。

当输出电流 I_o 超过额定值时， R 上电压增加使 T_3 导通，其集电极电压 V_{C_3} 下降，即调整管 T_2 的 V_{B_2} 下降，致使它趋于截止， V_{CE_2} 增大，输出电压 V_o 随之减小，结果 R_7 上的电压

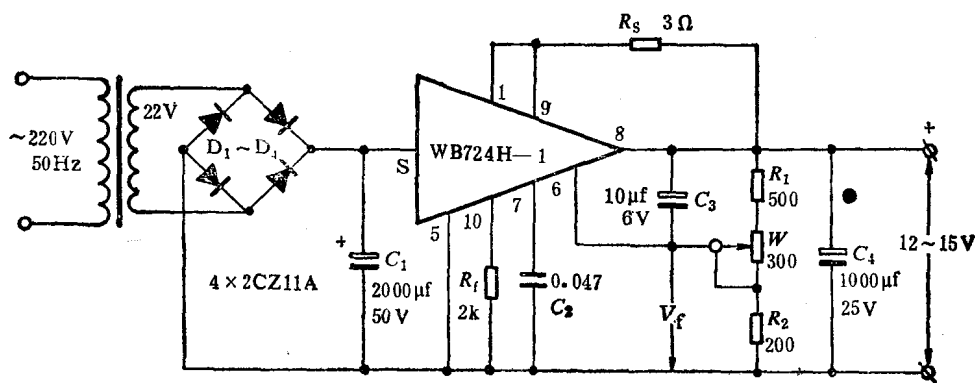
V_R 减小, 使 T_2 管进一步导通, 又使 V_o 进一步下降, 形成正反馈过程, 以致调整管 T_2 迅速截止, 输出电压和电流均接近于零。此时靠 R_s 上的电压 V_R 维持 T_2 导通, T_2 截止, 达到了保护的目。

五、集成电路直流稳压电源

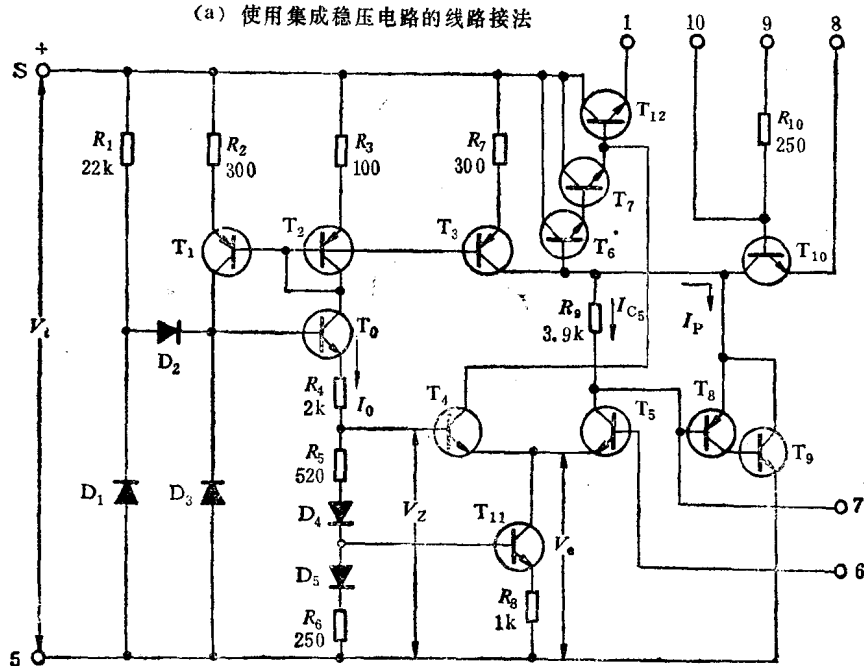
随着集成电路的发展, 国产的集成稳压电路已得到广泛的使用(如 5G11 系列、WB724 系列、CW78 系列等), 它具有体积小、稳定度高、温度性能好、调整方便和使用灵活等优点。下面介绍 WB724H-1 集成稳压电路。

(一) 电路结构

图 1.9 (a)、(b) 所示分别为集成稳压电路 WB724H-1 的线路接法和其内部结构原



(a) 使用集成稳压电路的线路接法



(b) 集成稳压电路 WB724H-1 的内部结构原理图

图 1.9 WB724H-1 集成稳压电路

