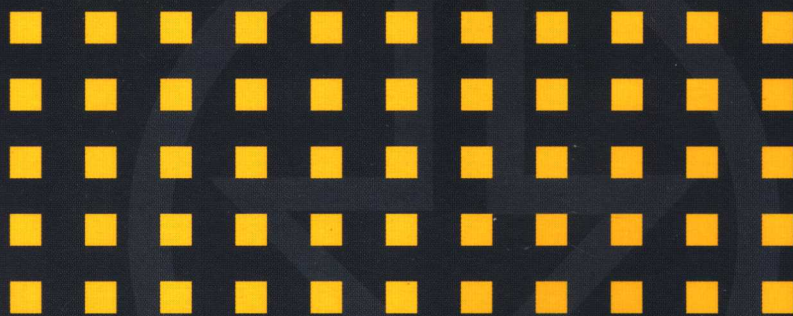


ZHIYE JINENG PEIXUN JIAOCAI

电子技术 应用技能

职 —— 业 —— 技 —— 能 —— 培 —— 训 —— 教 —— 材

JINENG PEIXUN



职业技能培训教材

电子技术应用技能

黄培鑫 主编
顾力平 审稿

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

电子技术应用技能/黄培鑫主编. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2006
职业技能培训教材

ISBN 7-5045-5101-5

I. 电… II. 黄… III. 电子技术-技术培训-教材 IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 047258 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出 版 人: 张梦欣

*

北京北苑印刷有限责任公司印刷装订 新华书店经销
787 毫米×1092 毫米 16 开本 14.25 印张 356 千字

2006 年 6 月第 1 版 2006 年 6 月第 1 次印刷

定价: 24.00 元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64911344

前 言

《中华人民共和国劳动法》规定：“从事技术工种的劳动者，上岗前必须经过培训。”国家对相应的职业制定《国家职业标准》，实行职业技能培训。

职业技能培训是提高劳动者知识与技能水平、增强劳动者就业能力的有效措施。社会主义市场经济条件下，劳动者竞争上岗、以贡献定报酬，这种新型的劳动、分配制度，正成为千千万万劳动者努力提高职业技能的动力。

实施职业技能培训，教材建设是重要的一环。为适应职业技能培训的迫切需要，推动职业培训教学改革，提高培训质量，我们同劳动和社会保障部有关司局，组织有关专家、技术人员和职业培训教学人员编写了职业技能培训系列教材。

职业技能培训教材贯彻“求知重能”的原则，在保证知识连贯性的基础上，着眼于技能操作，力求内容浓缩、精练，突出教材的针对性、典型性、实用性。

职业技能培训教材供各级培训机构的学员参加培训、考核使用，亦可作为就业培训、再就业培训、企业培训、劳动预备制培训用书，对于各类职业技术学校师生、相关行业技术人员也有较高的参考价值。

百年大计，质量第一。编写职业技能培训教材是一项艰巨的探索性工作，不足之处在所难免，恳切欢迎各使用单位和读者提出宝贵意见和建议。

劳动和社会保障部教材办公室

简 介

本书是职业技能培训电子专业技能训练指导教材。本书分为 6 个课题, 分别是: 稳压、充电两用电源的制作技能、OTL 功放电路的制作技能、数字电路水塔自动供水控制器的制作技能、单片机多功能控制器的制作技能、单片机水塔自动供水控制器的制作技能、单片机其他控制电路的制作技能。其中, 前 2 个课题属于初级技能训练内容, 后 4 个课题属于中级技能训练内容。

本书中每个课题以一个电子产品的形式出现, 并将诸多电子技术应用的技能训练内容融于产品化的教学课题之中, 从而丰富了教学内容, 增强了技能训练, 贴近了课堂教学与企业生产之间的联系, 提高了学生的学习兴趣和学习积极性, 并对教学与生产的结合进行了探索实践。本书突出了单片机技术内容的教学, 将单片机技术及应用技术贯穿在大部分课题之中, 使本书更具有现实指导意义。

本书突出应用性和实用性, 将技能训练与专业知识相结合, 训练方法贴近实际, 技能要求规范标准, 教学的可操作性强, 技能素质的养成与企业需求结合较好。

本书可作为职业技能培训电子专业的实训教材使用, 还可作为职业技术学校、大中专院校电子专业技能训练教材。

本书由黄培鑫、陈歆、黄志峰编写, 黄培鑫主编, 顾力平审稿。

目 录

课题 1 稳压、充电两用电源的制作技能	(1)
1.1 两用电源的性能特点和技术指标	(1)
1.1.1 两用电源的性能特点	(1)
1.1.2 两用电源的技术指标	(2)
1.2 两用电源的工作原理	(2)
1.2.1 交流输入电路工作原理	(3)
1.2.2 桥式整流电路工作原理	(3)
1.2.3 滤波电路工作原理	(5)
1.2.4 稳压调整电路工作原理	(5)
1.2.5 充电电路工作原理	(7)
1.2.6 显示电路工作原理	(9)
1.2.7 二次滤波电路工作原理	(9)
1.3 两用电源的安装技能	(9)
1.3.1 印制电路板简介	(10)
1.3.2 手工设计印制电路板图	(10)
1.3.3 手工制作印制电路板	(11)
1.3.4 稳压、充电两用电源元器件的装配技能	(11)
1.4 模拟企业流水线生产的装配技能	(16)
1.4.1 各工位装配内容及要求	(16)
1.4.2 装配生产质量评比	(17)
1.5 两用电源的总装技能	(17)
1.5.1 安装内容	(17)
1.5.2 安装步骤	(18)
1.5.3 安装注意事项	(18)
1.5.4 安装方法	(18)
1.5.5 面板装饰标贴	(19)
1.6 两用电源的调试技能	(19)
1.6.1 整机调试	(19)
1.6.2 整机老化试验	(21)
1.7 两用电源的检修技能	(21)
1.7.1 检修方法	(21)

1.7.2 稳压单元电路的检修	(21)
1.7.3 充电单元电路的检修	(23)
1.8 两用电源的使用技能	(24)
1.8.1 稳压电源的使用方法	(24)
1.8.2 电池的充电方法	(24)
练习题	(24)
课题2 OTL 功放电路的制作技能	(26)
2.1 OTL 功放电路的特点和技术指标	(26)
2.1.1 OTL 功放电路的特点	(26)
2.1.2 OTL 功放电路的技术指标	(27)
2.2 单级放大电路的工作原理及面包板的安装、调测与检修技能	(27)
2.2.1 单级放大电路的工作原理	(27)
2.2.2 单级放大电路的安装技能	(29)
2.2.3 单级放大电路的静、动态调试技能	(31)
2.3 多级放大电路工作原理及面包板安装、调测与检修技能	(35)
2.3.1 多级放大电路工作原理	(35)
2.3.2 多级放大电路的安装、调测与检修技能	(35)
2.4 OTL 功放电路的工作原理、安装、调测与检修技能	(36)
2.4.1 OTL 功放电路工作原理	(36)
2.4.2 OTL 功放电路在面包板上的安装技能	(37)
2.4.3 OTL 功放电路在面包板上的调试技能	(38)
2.4.4 OTL 功放电路的多用电路板的安装与调试技能	(38)
2.4.5 OTL 功放电路的动态调试与测试技能	(39)
2.4.6 OTL 功放电路的检修技能	(40)
练习题	(41)
课题3 数字电路水塔自动供水控制器的制作技能	(42)
3.1 数字电路水塔自动供水控制器的性能特点	(43)
3.2 数字电路水塔自动供水控制器的工作原理	(44)
3.3 数字电路水塔自动供水控制器的控制原理	(46)
3.3.1 “低水区”控制原理	(46)
3.3.2 “正常区”控制原理	(47)
3.3.3 “满水区”控制原理	(48)
3.3.4 手动控制原理	(49)
3.3.5 IC1~IC4 的性能及应用技能	(49)
3.4 数字电路水塔自动供水控制器的安装技能	(59)
3.4.1 筛选元器件	(59)
3.4.2 装配元器件	(61)

3.5	模拟企业流水线生产的装配技能	(62)
3.5.1	各工位装配内容及要求	(63)
3.5.2	装配生产质量评比	(64)
3.6	数字电路水塔自动供水控制器的调试及测量检修技能	(64)
3.6.1	调试项目和调试设备	(64)
3.6.2	调试准备	(65)
3.6.3	手动启动性能的调试与故障排除	(65)
3.6.4	手动停止性能的调试与排故	(66)
3.6.5	自动供水性能的调试与排故	(66)
3.6.6	自动停止供水性能的调试与排故	(66)
3.6.7	音频振荡器振荡频率的调试与排故	(67)
3.6.8	计时器正常计时与停止计时性能的调试与排故	(67)
3.7	数字电路水塔自动供水控制器的总装技能	(68)
	练习题	(68)
课题4	单片机多功能控制器的制作技能	(70)
4.1	电气控制方式与单片机控制方式的分析	(71)
4.1.1	电动机的启动、停止控制	(71)
4.1.2	电动机的运行、暂停、运行控制	(72)
4.1.3	电动机不同时间的运行、暂停控制	(73)
4.2	AT89单片机介绍	(74)
4.2.1	单片机、数字电路、模拟电路的区别及各自的特点	(74)
4.2.2	89系列单片机的性能	(74)
4.2.3	89系列单片机的特点	(75)
4.2.4	89系列单片机的主要性能	(75)
4.2.5	89系列单片机的硬件资源	(75)
4.3	89系列单片机的编程技能与应用技能	(78)
4.3.1	PROG-100编程器介绍	(78)
4.3.2	编程器的连接和启动	(80)
4.3.3	编程器的工作状态	(80)
4.3.4	PROG-100编程器的操作命令	(81)
4.3.5	PROG-100编程器编程语言	(83)
4.3.6	AT89系列单片机的编程训练	(84)
4.4	单片机多功能控制器的制作技能	(110)
4.4.1	单片机多功能控制器(控制电路1)的工作原理及编程技能	(111)
4.4.2	单片机多功能控制器(控制电路2)的工作原理及编程技能	(121)
4.4.3	单片机多功能控制器(控制电路3)的工作原理及编程技能	(126)
4.5	单片机多功能控制器的安装技能	(129)
4.5.1	印制电路板的安装技能	(129)

4.6 模拟企业流水线生产的装配技能	(133)
4.6.1 各工位装配内容及要求	(133)
4.6.2 装配生产质量评比	(135)
4.7 单片机多功能控制器(控制电路1)的调试技能	(135)
4.7.1 单板调试步骤与方法	(135)
4.7.2 整机调试步骤与方法	(136)
4.8 单片机多功能控制器的检修技能	(137)
4.8.1 故障的检查方法种类	(137)
4.8.2 故障检查步骤与方法	(138)
4.9 单片机多功能控制器的总装技能	(139)
练习题	(139)

课题5 单片机水塔自动供水控制器的制作技能 **(141)**

5.1 单片机水塔自动供水控制器的性能特点	(141)
5.1.1 实现自动供水	(141)
5.1.2 双水泵交替工作	(142)
5.1.3 水塔水位状态指示	(142)
5.1.4 水泵工作状态显示	(142)
5.1.5 手动供水和手动停止操作功能	(142)
5.1.6 水泵过电流保护	(142)
5.1.7 控制系统统一机芯	(143)
5.2 单片机水塔自动供水控制器方框图分析	(143)
5.2.1 IC1和IC2的作用	(143)
5.2.2 手动控制的作用	(143)
5.2.3 传感器1、2的作用	(144)
5.2.4 KH—b触点的作用	(144)
5.3 单片机水塔自动供水控制器的控制原理	(144)
5.3.1 主电路工作原理	(144)
5.3.2 控制电路的工作原理	(145)
5.4 编写单片机水塔自动供水控制器的运行程序	(149)
5.4.1 根据控制原理编写编程构想	(149)
5.4.2 单片机程序编写方框图	(150)
5.4.3 编程指令语句	(150)
5.4.4 单片机运行程序	(151)
5.5 单片机水塔自动供水控制器的安装技能	(164)
5.5.1 熟悉电路图和印制电路板装配图	(166)
5.5.2 元器件的筛选与装配	(166)
5.6 模拟企业流水线生产的装配技能	(168)
5.6.1 各工位装配内容及要求	(168)

5.6.2 装配生产质量评比	(169)
5.7 单片机水塔自动供水控制器电路板的调试技能	(169)
5.7.1 单板调试步骤与方法	(169)
5.7.2 测量控制电路板的各点电压值	(171)
5.7.3 整机调试方法与步骤	(172)
5.7.4 测量单片机水塔自动控制器动态工作电压值	(172)
5.8 单片机水塔自动供水控制器的检修技能	(173)
5.8.1 电路故障的检修方法与种类	(173)
5.8.2 故障检修方框图	(173)
5.8.3 故障检修步骤与方法	(175)
5.9 单片机水塔自动供水控制器的总装技能	(176)
练习题	(176)

课题6 单片机其他控制电路的制作技能

6.1 单片机计数器的制作技能	(178)
6.1.1 单片机计数器电路图	(178)
6.1.2 单片机计数器的控制功能	(178)
6.1.3 单片机程序设计构想	(178)
6.1.4 单片机程序设计方框图	(179)
6.1.5 编程指令	(180)
6.1.6 单片机计数器程序清单	(180)
6.1.7 程序含义及编程理念	(183)
6.1.8 单片机计数器汇编语言程序清单	(186)
6.1.9 单片机控制程序的调试与修改	(189)
6.1.10 单片机计数器电路板的安装	(190)
6.1.11 控制电路板的单板调试	(190)
6.1.12 控制电路板的总调试	(190)
6.2 单片机秒计时器制作技能	(191)
6.2.1 单片机秒计时器电路图	(191)
6.2.2 单片机秒计时器的控制功能	(192)
6.2.3 单片机程序设计构想	(192)
6.2.4 单片机编程指令	(193)
6.2.5 单片机秒计时器程序清单	(193)
6.2.6 程序含义及编程理念	(196)
6.2.7 单片机秒计时器汇编语言程序清单	(200)
6.2.8 单片机控制程序的调试与修改	(203)
6.2.9 单片机秒计时器电路板的安装	(203)
6.2.10 控制电路板的单板调试和整机调试	(204)
6.3 单片机秒倒计时器制作技能	(205)

6.3.1	单片机秒倒计时器电路图	(205)
6.3.2	单片机秒倒计时器的控制功能	(206)
6.3.3	单片机秒倒计时器程序设计构想	(206)
6.3.4	单片机秒倒计时器的编程指令	(207)
6.3.5	单片机秒倒计时器程序清单	(207)
6.3.6	程序含义及编程理念	(210)
6.3.7	单片机秒倒计时器汇编语言程序清单	(213)
6.3.8	单片机控制程序的调试与修改	(217)
6.3.9	单片机秒倒计时器电路板的安装	(217)
6.3.10	控制电路板的单板调试和整机调试	(217)
练习题		(217)
主要参考文献		

课题1 稳压、充电两用电源的制作技能

教学内容

稳压、充电两用电源的制作技能

教学目的

- (1) 掌握两用电源的工作原理
- (2) 掌握两用电源的元器件筛选方法
- (3) 掌握两用电源的安装技能
- (4) 掌握两用电源的调试技能
- (5) 掌握两用电源的检测修理技能
- (6) 学会印制电路板的简单设计方法

在生活中,人们常会看到或用到各种类型的电源,这些电源可分成两大类:一类为交流电源,另一类为直流电源。

交流电源用途广泛,它利用专用的电力电线,将电能从发电厂输送到各厂矿企业、机关学校,是工农生产、国防建设和人们生活中不可缺少的电力电源。直流电源是一种固体电源,具有便于携带的特点,通常用于汽车的起动、便携式家用电气设备和通信设备中。直流电源给人们的工作、学习、生活、娱乐等带来了极大的便利。

可以通过一些电子元件实现交流电源和直流电源之间的转换。如将交流电源输出的交流电经过电子元件进行整流稳压后就能变成直流电,这种电源也叫直流稳压电源。也可将直流电源输出的直流电经过一个电子电路后变成交流电,这种电源称为逆变电源。也可将交流电源输出的交流电经过一个电子电路后对固体的直流电源进行充电,使直流电源的电能得以恢复而再次投入使用,具有这种性能的电源叫充电电源(直流电源充电器)。

在下面的实习训练中,将介绍如何制作一台具有稳压、充电两种功能的直流电源,以下简称“两用电源”。通过对两用电源知识的学习以及对实际电路的安装和调试,读者就能自己组装一台具有实用价值的电子产品了。

1.1 两用电源的性能特点和技术指标

1.1.1 两用电源的性能特点

稳压、充电两用电源的外形如图1—1所示。

(1) 两用电源的所有元器件都安装在一块ABS塑料盒内,并采用一根具有双绝缘性能的带插头的双芯电源线与交流电源连接;两用电源的输出端,采用一只单声道耳机插座以及

两只香蕉插头与外部相连接,使用比较方便。

(2) 两用电源上装有电流表和电压表,能直观地了解直流输出电压值和负载的电流值。

(3) 两用电源设置了“稳压”与“充电”,“125 mA”与“6 mA”的转换开关各一只,使操作极为方便。

(4) 两用电源装有工作指示灯和充电指示灯,一旦进入正常的工作状态或充电工作状态,指示灯就会分别发光显示。两个指示灯分别隐藏在两只表头内,发光时能照亮表头的指示值,便于观察读数。

(5) 两用电源输出的直流电压可以实现连续可调,其调节范围为3~12 V。两用电源能使输出电压稳定在一定数值范围内,还设计了输出短路保护电路。

(6) 两用电源能同时对1~10节的充电电池进行恒流充电,还能利用“6 mA”一挡给普通的碱性电池进行充电,使之再使用3~5次。

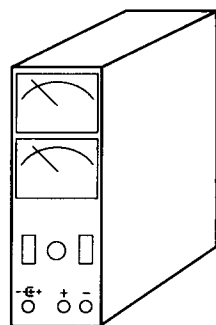


图 1—1 稳压、充电两用电源外形图

1.1.2 两用电源的技术指标

- (1) 交流输入电压: 220 V ($1 \pm 10\%$)。
- (2) 直流输出电压: 3~12 V (连续可调)。
- (3) 电压调整率: $\leq 0.5\%$ (500 mA 电流时)。
- (4) 直流输出电流: ≥ 500 mA (15 V · A 电源变压器可达 1 000 mA)。
- (5) 直流电压纹波: ≤ 50 mV (500 mA 输出时)。
- (6) 充电电流: 125 mA 或 6 mA。
- (7) 两用电源绝缘性能: ≥ 500 V。
- (8) 两用电源体积: 55 mm×120 mm×150 mm (宽×高×长)。
- (9) 两用电源质量: 约 600 g。

1.2 两用电源的工作原理

两用电源由交流输入、桥式整流、滤波、稳压调整单元、充电单元、显示单元和二次滤波 7 个部分组成。稳定、充电两用电源电路图如图 1—2 所示。

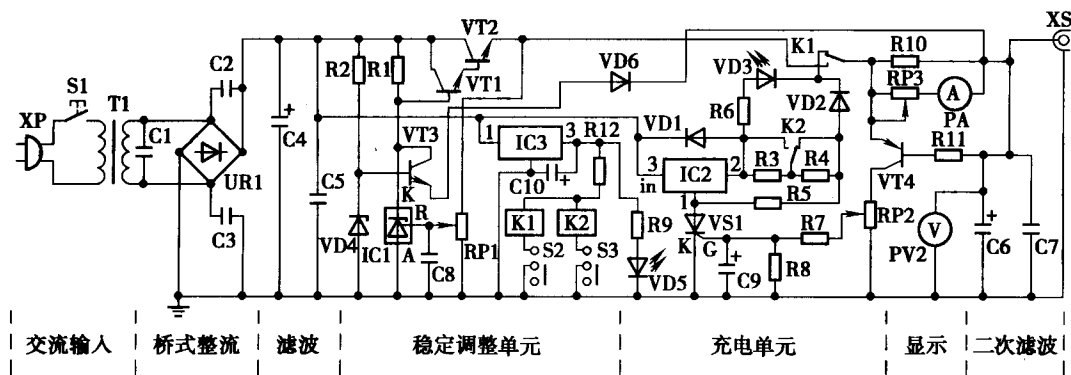


图 1—2 稳压、充电两用电源电路图

1.2.1 交流输入电路工作原理

两用电源的交流输入部分是由一只电源变压器 T1 和一根电源插头 XP 连接组成。T1 是一只电源变压器，它由铁心、线圈、线圈骨架等组成。电源变压器有两个绕组：一次绕组是接入交流电源中的绕组，二次绕组是变压器的输出绕组，它们分别绕在同一个铁心上。且一、二次绕组及铁心三者之间有着良好的绝缘性能。电源变压器的铁心是由许多厚度小于 0.35 mm 的硅钢片叠加而成的，而且每片之间相互绝缘。采用多片叠加形式的电源变压器的铁心的目的是为了割断涡流，减少铁心的涡流损耗和发热量，提高变压器的工作效率。

电源变压器通常都用作降压之用，所以一次绕组的圈数要比二次绕组的圈数多很多，一次绕组的直流电阻值要比二次绕组的直流电阻值大很多。在使用中，一、二次绕组不能接错，否则会造成电源变压器损坏。

(1) 电源变压器的作用。将 220 V 交流电进行降压，变成 15 V 的低压交流电；将高压回路与低压回路进行隔离，提高电源变压器使用的安全性。

(2) 工作原理。当把电源插头 XP 插入接有 220 V 交流电源的插座中时，电源变压器 T1 的一次绕组中就有电流通过。根据电磁感应定律可知，当变压器线圈中有电流通过时，在一次绕组的周围就会产生电磁感应场，简称电磁场。由于二次绕组与一次绕组绕在同一个铁心上，当一次绕组周围产生电磁场时，二次绕组会感应到相同的电磁场，这种电磁场在二次回路中就能形成与一次回路中完全相同特征的交流电。由于二次绕组的圈数是一次绕组圈数的 $1/n$ ，所以二次绕组感应到的交流电压值只有一次绕组电压值的 $1/n$ ，从而达到降压的目的，同时也起到一、二次绕组间的隔离作用。

1.2.2 桥式整流电路工作原理

桥式整流部分由一只整流硅堆 UR1（其中组合了 4 只半导体二极管）和 3 只固定电容器组成。分解后的电路如图 1—3 所示。

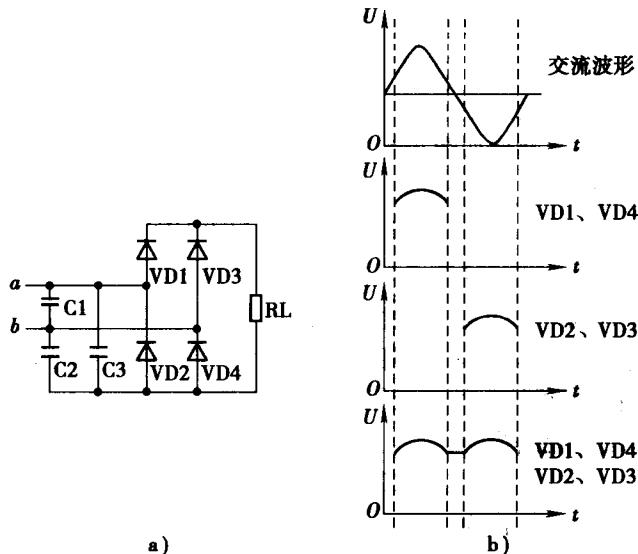


图 1—3 整流电路图和波形图

a) 整流电路 b) 波形图

1.2.2.1 桥式整流电路的作用

桥式整流电路的作用是将电源变压器二次绕组中输出的交流电变成直流电，并对存在于

二次交流电中的干扰脉冲进行滤除,以减少其对后级电路的影响,提高两用电源的性能。

二极管是一个具有单向导电特性的半导体器件。当在二极管两端加上正向直流电压时,在该电路的回路中就会产生正向电流,而在二极管的两端加上反向直流电压时,该电路中不会产生反向回路电流,而只有极小的反向漏电电流。如果在二极管的两端加上交流电压,在该电路的回路中也会形成直流电流,这是因为晶体二极管对交流电有整流作用。

1.2.2.2 桥式整流电路的工作原理

在两用电源电路中,UR1 是 1 只整流硅堆。它的内部组合了 4 只二极管,其作用相当于图 1—3 中的 VD1~VD4。VD1~VD4 分别对电源变压器 T1 二次绕组中的交流电的正半周和负半周进行整流。当交流电的正半周到来时,电源变压器 T1 的二次绕组两端电压呈上正下负状态。正极性的交流电压同时加在 VD1、VD2 两只二极管上,由于二极管 VD2 的交流侧极性(VD2 负极)与交流电压不是同一极性,所以 VD2 视正极性交流电压为反向电压而呈现截止状态;而 VD1 的交流侧极性(VD1 正极)与交流电压极性相同,所以 VD1 导通。于是 VD1 在交流电正半周前沿的 0.7 V 至正半周后沿结束前的 0.7 V 区域内一直呈现导通状态而输出电压,为负载供电。与此同时,负极性的交流电压同时加在 VD3、VD4 两只二极管上,由于 VD3 的交流侧极性(VD3 正极)与交流电压不是同一极性,所以 VD3 视负极性交流电压为反向电压而截止;而 VD4 的交流侧极性(VD4 负极)与交流电压的极性相同,于是 VD4 导通,在负极性交流电压前沿的 0.7 V 至负极性交流电压后沿结束前的 0.7 V 区域内一直呈现导通状态而输出电压,为负载供电。在交流正半周时,负载中的电流路径为:

$$a \text{ (正极性交流波)} \rightarrow \text{VD1} \rightarrow \text{RL} \rightarrow \text{VD4} \rightarrow b \text{ (负极性交流波)}$$

整流后的脉动直流电压波形如图 1—3 所示。

交流电的正半周过后接着到来的是交流电的负半周,电源变压器 T1 的二次绕组两端电压呈上负下正状态。此后 VD1~VD4 对负极性的交流电压所起的作用与上面分析 VD1~VD4 在正半周时的工作状态相反。交流电处于负半周时,负载中的电流路径为:

$$b \text{ (正极性交流波)} \rightarrow \text{VD3} \rightarrow \text{RL} \rightarrow \text{VD2} \rightarrow a \text{ (负极性交流波)}$$

整流后的脉动直流电压波形如图 1—3 所示。

交流电的频率为 50 Hz,其波形的一个周期为 20 ms,而正半周与负半周的交替时间只有 10 ms。所以我们可以认为,在半个周期内,VD1 和 VD4 同时导通,对负载供电;而在另半个周期内 VD2 和 VD3 也同时导通,也对负载供电。也就是说,在 VD1 导通输出正向电压的同时,VD4 也导通并输出与 VD1 大小相同的电压;而 VD2 导通输出负电压的同时,VD3 也导通并输出与 VD2 数值相同的正电压。在半个周期内,同时有一只正接入的二极管 VD1 或 VD3,以及有一只负接入的二极管 VD2 或 VD4 同时导通。

正半周时负载中的电流路径为:

$$a \rightarrow \text{VD1} \rightarrow \text{RL} \rightarrow \text{VD4} \rightarrow b$$

负半周时负载中的电流路径为:

$$b \rightarrow \text{VD3} \rightarrow \text{RL} \rightarrow \text{VD2} \rightarrow a$$

这样在一个周期内 4 只二极管交替工作,共同完成整流任务,并向负载提供直流电流,这种整流电路称为桥式整流电路。桥式整流电路的整流效率为 0.9。

两用电源中桥式整流电路最终输出的电压值为 $U_d = 0.9E_2$, 即 $15 \text{ V} \times 0.9 = 13.5 \text{ V}$, 而

流过桥式整流电路 VD1~VD4 中的电流值只有半波整流电路中流过二极管中电流的 1/2。

C1、C2 和 C3 分别并接在二次绕组两端以及二次侧交流输入侧与直流的公共地之间，使交流电中的高频干扰得到抑制，减少了对直流电压的干扰，提高了直流电压的质量。

1.2.3 滤波电路工作原理

如图 1—2 所示，C4、C5 组成了两用电源的第一级滤波电路。其作用是滤除桥式整流电路输出的脉动直流电中的交流成分，使直流电的性能得以提高；同时储存直流电能，以提高直流电压的负载能力。

1.2.3.1 C4 滤波原理

经桥式整流电路输出的脉动直流电压还存在着较多的交流成分，这种带有较多交流成分的脉动直流电压，是不能直接作为各种电路的电源使用的，为此必须对其进行滤波。电容器具有隔直通交的性能，可以担任此项任务。

两用电源中的 C4 是一只容量较大的有极性电容器，将它并接在桥式整流电路中后，当脉动直流电中的交流成分（交流波）经过 C4 时，C4 对其表现出具有较小的阻抗特征。于是交流成分通过 C4 流至电源的公共接地端而形成回路，使交流成分被短路，达到滤除交流成分的目的。而直流成分经过 C4 时，C4 对其表现出较大的阻抗，所以对直流成分没有任何影响。

1.2.3.2 C4 的储能原理

当第一个交流周期的交流电经桥式整流电路整流后，输出的直流电压加到 C4 两端，对 C4 进行充电，于是 C4 两端充得大约 18 V 的直流电压，对负载供电；紧接着第二个周期的交流电也被整流成直流电，对 C4 再次充电，并继续对负载提供电流。由于有 C4 的存在，延长了整流电路对负载提供电流的时间，所以在 C4 第一次充得的电能还没有全部损失时，第二次的充电值又与第一次的充电值进行叠加，使 C4 两端的电压增高，从而增强了负载能力。于是桥式整流电路加滤波电路的工作效率为 $1.4E_2$ （负载开路时），即 $15\text{ V} \times 1.4 = 21\text{ V}$ （满载时取值 1.0，轻载时取 1.2，空载时取 1.4）。

1.2.3.3 C5 的作用

C5 的作用是滤除直流电中的高频干扰。高频干扰信号一般干扰幅度较强，但出现的时间周期比较短。当出现高频干扰时，由于 C4 的容量很大，会造成延时现象而不能及时地去除高频干扰。由于 C5 的容量比 C4 小很多，可以在很短的时间内，将高频干扰信号进行短路。所以，C5 对高频干扰有很好的滤除效果。

1.2.4 稳压调整电路工作原理

稳压调整电路由 IC1、R1、R2、R9、VT1、VT2、VT3、VD4、VD5、C8、C10，电位器 RP1、继电器 K1、IC3 和一只 2×2 的船形开关 S2 组成。稳压单元电路图如图 1—4 所示。

1.2.4.1 稳压调整电路的作用

对经过滤波后的直流电压进行电压调整，使两用电源的输出电压值在 3~12 V 之间连续可调；同时使输出电压不会因负载电流的变化而变化，因而始终保持稳定不变；还能用发光显示的形式，通过 VD5 向用户表示“整流滤波电路工作正常”。

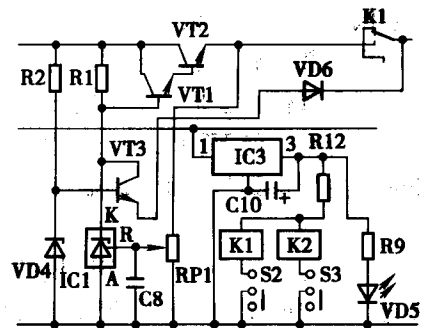


图 1—4 稳压单元电路图

1.2.4.2 稳压调整电路工作原理

稳压调整电路是一个改进的串联型稳压电源电路。电压调整单元的核心是一块三端可调集成稳压器 IC1。它有三个电极引脚，自左向右编号为 R、A、K。“R”是访问极，“A”是阳极，“K”是阴极（见“两用电源元器件表”）。通过调节 IC1 的 R 端电位，能使 IC1 的稳压范围达到 2.5~36 V。

稳压调整单元的工作过程简述如下：当 S2 拨向上侧“稳压”时，两用电源工作在稳压电源状态。电压调整稳压电路的输入端是 VT2 的集电极，电压调整单元的输出端是 VT2 的发射极。VT1 是调整管 VT2 的推动级，VT1 的基极接有调节网络，调节网络由 IC1 和 RP1、C8 组成。VT1 以及 VT2 受控于 IC1 的阴极 K（3 脚）的电压变化。当调节微调电位器 RP1 产生调节变化量，或是来自输出端的变化量同时输入至 IC1 的访问极 R（1 脚）时，经 IC1 的作用，在 IC1 的阴极 K 端就会产生一个变化的直流电压。这个直流电压控制着 VT1 的推动能力，从而也改变着 VT2 的放大量的大小，使稳压电源的输出电压可调。

IC1 是稳压调整电路的核心元件。IC1 的作用相当于一个可调的稳压电路。IC1 内部由取样电路、比较电路、调整电路、基准电压和保护电路等几部分组成（见图 1—5）。

IC1 不仅具有相当于稳压二极管的作用，还具有一定的驱动能力，可以驱动外围电路进行工作。当集成稳压器 IC1 工作时，控制端 R 取自稳压电源输出端的电压变化信号，与内部的基准电压相比较，产生一个变化量。这一变化量调整着 IC1 调整电路的工作状态，使阴极 K 端的电压不断发生变化，这种变化，相当于许多只稳压二极管在轮流发挥着作用。

当 R 端电压升高时，由于 IC1 内部的作用，使 K 端电压降低；反之，当 R 端电压降低时，由于 IC1 内部的作用，使 K 端电压升高。所以，调整 R 端的电压值就能达到调整 K 端电压值的目的。

VT1、VT2 组成复合式电压调整电路。VT1 是 VT2 的推动管，以提高电压调整电路的调整效果。当调节 RP1 时，IC1 的 R 端电压随之变化，IC1 的 K 端电压也同步发生变化，从而改变着 VT1 的基极电位，也改变着 VT1 对 VT2 推动力的大小，从而使 VT2 集电极 c 与发射极 e 之间的内阻产生变化，最终使直流电源的输出电压得到调整。IC1 的 R 端电位越高，则 VT2 集电极 c 与发射极 e 之间的内阻越大，输出电压就越低；反之，IC1 的 R 端电位越低，VT2 集电极 c 与发射极 e 之间的内阻越小，输出电压就越高。

当负载电流发生变化时，输出电压也会相应发生变化。当负载电流增大时，电源输出端电压就会降低，于是在 IC1 的 R 端产生一个反向电压变化量。经过 IC1 的作用，IC1 的 K 端电位升高，使 VT1 的基极偏置增大，VT1 对 VT2 的推动电流也增大，VT2 的内阻减小，使输出电压得到与 IC1—R 端产生的反向电压变化量相等的正向调整。以上过程可以表示为：

$$I_{RL} \uparrow \rightarrow U_R \downarrow \rightarrow \text{IC1-K 端} \uparrow \rightarrow \text{VT1-b} \uparrow \rightarrow \text{VT2-b} \uparrow \rightarrow U \text{（输出电压）} \uparrow$$

反之，输出电压向反方向调整，从而使电源的输出电压不因负载电流的变化而变化，始终稳定在预先调节的直流输出电压值上。

输出电压的稳定过程，就是 VT2 的内阻不断地随负载电流的变化而反向作用的过程。

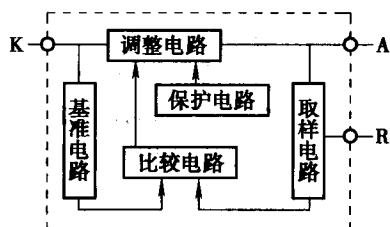


图 1—5 IC1 内部结构