

计算机系统与外设电源 原理及维修 185 例

孙铁成 编著



黑龙江科学技术出版社

责任编辑 张丽生
封面设计 张秉顺
版式设计 关士军

计算机系统与外设电源原理及维修 185 例
JISUANJI XITONG YU WAISHE DIAN
YUAN YUANLI JI WEIXIU 185 LI

孙铁成 编 著

出 版 黑龙江科学技术出版社

(150001 哈尔滨市南岗区建设街 41 号)

电话(0451)3642106 电传 3642143(发行部)

印 刷 阿城市印刷包装有限公司

发 行 黑龙江科学技术出版社

开 本 787×1092 1/16

印 张 12

插 页 6

字 数 240 000

版 次 1996 年 9 月第 1 版 1996 年 9 月第 1 次印刷

印 数 1—5 000

书 号 ISBN 7-5388-2909-1/TP·58

定 价 13.80 元

内 容 提 要

本书全面而详尽地介绍了计算机应用的各类电源的工作原理、维修电源的基本方法以及各类电源的维修实例 185 例。对每个实例都给出故障现象、故障原因、分析与检测方法以及排除故障的措施和技巧等。因此，本书具有针对性、实用性都很强的特点。

本书可供计算机硬件维修人员、从事各类电源设计和维护的科技人员、大专院校师生参考。

前 言

近年来计算机已在我国的各个领域得到了广泛的应用,并已大量进入家庭。因此,如何正确地使用计算机,并快速地判断和排除故障是广大计算机用户所关心的问题。

直流稳压电源不仅仅应用在计算机主机上,打印机、显示器等设备也都要应用直流稳压电源。这样,又促使直流稳压电源在原来简单的串联型稳压电源的基础上研制出了功率大、效率高、保护功能齐全的开关型稳压电源,并且得到了广泛的应用。

由于计算机设备工作的特殊性,对计算机设备供电的交流电源有些特殊要求,因此也促使近年来交流稳压器、UPS 电源等技术的发展。

各种新颖电源的不断出现,对于维修人员来说有些不适应。加上各类电源的生产厂家很少向用户提供电源内部的线路图,在一定程度上给用户使用、维护和修理带来较大的困难。因此,计算机用户和维修人员都希望能有一本讲述计算机各类电源的工作原理,各类电源的维修技术、维修经验与技巧的书。编者就是从这个指导思想出发来完成此书的编写工作的。

全书共分三章。第一章介绍了直流稳压电源、交流稳压电源、不间断电源的工作原理;第二章讲述了维修电源的基本方法;第三章详细地讨论了各类电源的维修实例。每个实例都给出了故障现象、故障原因、故障分析与检测的方法,以及排除故障的措施和技巧。

本书在编写过程中,参考了《中小型 UPS 电源及直流稳压电源》、《显示器电路原理与维修》、《微型计算机维修实例 999》等资料,在此特向引用资料的作者表示衷心感谢。为了便于用户维修,本书各线路图中的元件编号均为装置的实际编号,其标注方法亦与原装置所给的资料相同。

由于编者水平有限,加之时间仓促,不足之处在所难免,恳请广大读者及各界朋友给予批评指正。

编 者

目 录

一、维修基础	1
(一)直流稳压电源	1
1. 概述	1
2. 整流电路	1
3. 滤波电路	4
4. 硅稳压管稳压电路	8
5. 串联型稳压电源	9
6. 开关型稳压电源	15
(二)交流稳压电源	19
1. 概述	19
2. 铁磁谐振磁饱和稳压器	19
3. 参数稳压器	21
4. 电子交流稳压器	22
5. 净化式交流稳压器	27
6. 继电器控制交流稳压器	27
7. 交流稳压的其他方法	30
(三)不间断电源	31
1. 概述	31
2. UPS 电源基本工作原理	32
3. 蓄电池	35
4. Sentek 牌后备式方波输出 UPS—500 型不间断电源	37
二、维修电源的基本方法	56
(一)维修前的准备工作及注意的事项	56
1. 维修前的准备工作	56
2. 维修时的注意事项	56
(二)故障维修顺序及检查方法	57
1. 故障维修顺序	57
2. 万用表电压检查法	58
3. 万用表电流检查法	59
4. 万用表电阻检查法	60

5. 示波器检查法	62
6. 集成电路的检查方法	62
三、维修实例	64
(一) 串联型稳压电源	64
例 1 由电容损坏引起 CPA—80 打印机电源无输出	64
例 2 由电源变压器损坏引起单色显示器通电后无光栅	64
例 3 由滤波电容损坏引起单色显示器通电后无光栅	64
例 4 由偏置电阻损坏引起单色显示器通电后无光栅	65
例 5 由调整管基极滤波电容损坏引起单色显示器通电后无光栅	65
例 6 由调整管 <i>b, e</i> 结之间开路引起单色显示器无光栅	66
例 7 由调整管 <i>c, e</i> 结之间短路引起单色显示器光栅变大	66
例 8 由比较放大器晶体管 <i>c, e</i> 结之间短路引起单色显示器光栅小	66
例 9 由比较放大器晶体管 <i>c, e</i> 结之间开路引起单色显示器光栅大	67
例 10 由稳压管短路引起单色显示器通电后无光栅	67
例 11 由稳压管热开路引起单色显示器光栅增大	67
例 12 由取样电位器损坏引起单色显示器光栅大小变化	68
例 13 由输出电压纹波大引起单色显示器光栅畸变	68
例 14 由行扫描电路引起单色显示器无光栅	68
(二) 自激式开关稳压电源	70
例 15 苹果微机电源功率开关管损坏, 造成直流稳压电源无输出	70
例 16 苹果微机电源由于滤波电容漏电, 造成直流电源无电压输出	72
例 17 苹果微机电源由于续流二极管开路造成微机电源无电压输出	72
例 18 苹果微机电源由于双肖特基二极管短路造成微机电源无电压输出	73
例 19 苹果微机电源稳压控制器损坏造成直流电压输出不稳	73
例 20 苹果微机电源 +12V 过流保护误动作	73
例 21 由滤波电容漏电引起苹果微机电源 -5V 电压输出仅为 -3V	74
例 22 由整流管损坏引起 GW100C 单色显示器开机无显示	74
例 23 由整流管损坏引起 GW100C 单色显示器无光栅, 指示灯也不亮	74
例 24 由交流侧滤波电容损坏引起 CASPER GM—1489D 单色显示器 无光栅	74
例 25 由低压整流二极管损坏引起 CASPER GM—1489D 单色显示器 无光栅	76
例 26 由激励管部分滤波电容轻度漏电而引起 CASPER GM—1489D 单色显示器屏幕太亮	77
(三) 彩色显示器开关稳压电源	77
例 27 由电源开关管故障引起 GW—500 彩色显示器无光栅	77

例 28	由 K2 电源稳压二极管损坏引起 GW—500 彩色显示器无光栅	81
例 29	由 K2 电源电容短路引起 GW—500 彩色显示器无光栅	81
例 30	由 K2 电源开关管 <i>c</i> 、 <i>e</i> 结开路引起 GW—500 彩色显示器无光栅	82
例 31	由 K2 电源过电压限制电路的晶体管损坏引起 GW—500 彩色显示器无光栅	83
例 32	由 K2 电源过电压限制电路的分压电阻损坏引起 GW—500 彩色显示器无光栅	84
例 33	由 K2 电源过流保护电路晶体管损坏引起 GW—500 彩色显示器无光栅	84
例 34	由 K2 电源开关频率控制晶体管短路引起 GW—500 彩色显示器无光栅	84
例 35	由 K2 电源开关管短路引起 GW—500 彩色显示器无光栅	85
例 36	由 K1 电源 120V 输出线断引起 GW—500 彩色显示器无光栅	85
例 37	由 K2 电源三极管特性变坏引起 GW—500 彩色显示器出现行扭	85
例 38	由 K2 电源输出电路中整流二极管短路引起 GW—500 彩色显示器无光栅	86
例 39	由 K2 电源开关管发射极电阻开路引起 GW—500 彩色显示器无光栅	86
例 40	由 K2 电源的启动电阻开路引起 GW—500 彩色显示器无光栅	86
例 41	由 K2 电源控制电路滤波电容损坏引起 GW—500 彩色显示器无光栅	86
例 42	由 K2 电源光电耦合器损坏引起 GW—500 彩色显示器无光栅	87
例 43	由 K1 电源的启动电阻开路引起 GW—500 彩色显示器无光栅	87
例 44	由 K1 电源开关管发射极电阻开路引起 GW—500 彩色显示器无光栅	89
例 45	由 K1 电源开关管短路引起 GW—500 彩色显示器无光栅	90
例 46	由 K1 电源开关频率控制晶体管引起 GW—500 彩色显示器无光栅	90
例 47	由 K1 电源的开关管 <i>c</i> 、 <i>e</i> 结开路引起 GW—500 彩色显示器无光栅	91
例 48	由 K1 电源脉冲变压器初级开路引起 GW—500 彩色显示器无光栅	91
例 49	由 K1 电源消振缓冲电路的电容漏电引起 GW—500 彩色显示器无光栅	91
例 50	由 K1 电源 25V 输出电压降低引起 GW—500 彩色显示器场幅过小	92
例 51	由 K1 电源无 16.5V 输出电压引起 GW—500 彩色显示器无光栅	92
例 52	由交流侧滤波电容短路引起 GW—500 彩色显示器无光栅	93
例 53	由抑制谐波电容损坏引起 GW—500 彩色显示器无光栅	93
例 54	由 K1 电源输出 8V 电压不稳定引起 GW—500 彩色显示器显示不稳定	94
例 55	由滤波电容漏电引起 GW—500 彩色显示器纹波增加	94

例 56	由滤波电容损坏引起 GW—500 彩色显示器无光栅	94
例 57	由整流桥损坏引起 GW—500 彩色显示器无显示	94
例 58	由 K1 电源脉冲变压器初级短路引起 GW—500 彩色显示器无光栅 ...	95
例 59	由整流二极管短路引起 GW—400 彩色显示器无光栅	95
例 60	由厚膜电路损坏引起 GW—300 彩色显示器无光栅	95
例 61	由开关管 c、e 结开路引起 GW—300 彩色显示器无光栅	98
例 62	由滤波电容漏电引起 GW—300 彩色显示器光栅扭曲、抖动	99
例 63	由消磁电阻引起 GW—300 彩色显示器屏幕上出现不规则的色斑	99
例 64	由消磁电阻性能不良引起 GW—300 彩色显示器光栅不正常	99
例 65	由开关管 c、e 结短路引起 GW—300 彩色显示器无光栅	99
例 66	由滤波电容漏电引起 GW—300 彩色显示器无光栅	100
例 67	由电容损坏引起 GW—300 彩色显示器无光栅	100
例 68	由开关管发射极电阻开路引起 GW—300 彩色显示器无光栅	100
例 69	由启动电阻损坏引起 GW—300 彩色显示器无光栅	100
例 70	由交流侧滤波电容短路引起 GW—300 彩色显示器无光栅	101
例 71	由热敏电阻损坏引起 CTX—I 彩色显示器无光栅	101
例 72	由开关变压器整流二极管短路引起 CTX—I 彩色显示器无光栅	101
例 73	由电解电容漏电引起 COLOR400 彩色显示器无光栅	102
(四) 计算机开关稳压电源		103
例 74	由双向可控硅及开关管短路引起 IBM—PC/XT 微机电源(I)无电压输出	103
例 75	由负载过载引起 IBM—PC/XT 微机电源(I)无电压输出	104
例 76	由保护电路中稳压二极管损坏引起 IBM—PC/XT 微机电源(I)无电压输出	105
例 77	由三端稳压器损坏引起 IBM—PC/XT 微机电源(I)—5V 输出端电压偏低	106
例 78	由开关管的基极电阻损坏引起 IBM—PC/XT 微机电源(I)无电压输出	106
例 79	由辅助电源晶体管损坏引起 IBM—PC/XT 微机电源(I)无电压输出	106
例 80	由取样电位器接触不好引起 IBM—PC/XT 微机电源(I)输出电压不稳定	107
例 81	由 5V 过流保护分压电阻开路引起 IBM—PC/XT 微机电源(I)无电压输出	107
例 82	由于 +12V 输出端过流保护晶体管损坏引起 IBM—PC/XT 微机电源(I)无电压输出	108

例 83	由+12V 整流二极管损坏引起 IBM—PC/XT 微机电源(I)无电压输出	109
例 84	由于+5V 过压保护线路稳压二极管损坏,引起 IBM—PC/XT 微机电源(I)无电压输出	109
例 85	由脉宽调制组件损坏引起 IBM—PC/XT 微机电源(I)无电压输出 ...	109
例 86	由脉宽调制组件输出脉宽不对称引起 IBM—PC/XT 微机电源(I)无电压输出	110
例 87	由整流二极管短路引起 IBM—PC/XT 微机电源(I)无电压输出	111
例 88	由二极管损坏开路引起 IBM—PC/XT 微机电源(I)自检错误	112
例 89	由滤波电容漏电引起 IBM—PC/XT 微机电源(I)无电压输出	113
例 90	由辅助电源的滤波电容短路引起 IBM—PC/XT 微机电源(I)无电压输出	113
例 91	由基准电源电阻损坏引起 IBM—PC/XT 微机电源(I)无电压输出 ...	113
例 92	由开关管的基极电路二极管损坏引起 IBM—PC/XT 微机电源(I)无电压输出	114
例 93	由5V 输出电路中整流二极管损坏引起长城 0520A 微机电源无电压输出	114
例 94	由可编程稳压器损坏引起长城 0520A 微机电源输出电压偏低	116
例 95	由开关管损坏短路引起长城 0520A 微机电源无电压输出	117
例 96	由+5V 输出电路中整流二极管损坏引起长城 0520A 微机电源输出电压不稳定	117
例 97	由辅助电源晶体管损坏引起长城 0520A 微机电源无电压输出	117
例 98	由可控硅短路引起长城 0520A 微机电源无电压输出	117
例 99	由可控硅开路引起长城 0520A 微机电源在电网电压较低时输出电压不稳定	118
例 100	由三端稳压器损坏引起长城 0520A 微机电源—12V 输出端的电压偏低	118
例 101	由滤波电容漏电引起长城 0520A 微机电源无电压输出	119
例 102	由驱动管损坏引起 Super—PC 微机电源无电压输出	119
例 103	由稳压二极管损坏引起 Super—PC 微机电源无电压输出	121
例 104	由自动保护三极管短路引起 Super—PC 微机电源无电压输出	122
例 105	由滤波电容漏电引起 Super—PC 微机电源无电压输出	122
例 106	由晶体管特性变坏引起 IBM—PC/XT 微机电源(III)自检启动不正常	122
例 107	由辅助电源变压器损坏引起 IBM—PC/XT 微机电源(III)无电压输出	124

例 108	由滤波电容严重漏电引起 IBM—PC/XT 微机电源(Ⅲ)无电压输出	124
例 109	由脉宽调制组件损坏引起 IBM—PC/XT 微机电源(Ⅲ)无电压输出	125
例 110	由滤波电容漏电引起 IBM—PC/XT 微机电源(Ⅲ)—12V 输出电压不正常	125
例 111	由自动保护电路晶体管损坏引起 IBM—PC/XT 微机电源(Ⅲ)无电压输出	125
例 112	由保护电路电容漏电引起 IBM—PC/XT 微机电源(Ⅲ)无电压输出	126
例 113	由断电保护电路二极管损坏引起 IBM—AT 微机电源(I)无电压输出	126
例 114	由电容器损坏开路引起 IBM—AT 微机电源(I)不能进入正常自检操作状态	129
例 115	由滤波电容漏电引起 IBM—AT 微机电源(I)带负载能力差	130
例 116	由于误把电压选择开关拨错引起 IBM—AT 微机电源(I)无电压输出	130
例 117	由集成电路组件 LM339 损坏引起 IBM—AT 微机电源(I)无电压输出	131
例 118	由驱动电路晶体管损坏短路引起 IBM—AT 微机电源(I)无电压输出	135
例 119	由滤波电容严重漏电引起 IBM—AT 微机电源(I)无电压输出	135
例 120	由微机电源与主机板之间接插件接触不良引起 IBM—AT 微机电源(I)无电压输出	136
例 121	由开关晶体管损坏短路引起 IBM—AT 微机电源(I)无电压输出	136
例 122	由缓启动电容损坏引起 IBM—AT 微机电源(I)无电压输出	137
例 123	由防振缓冲电路的电阻损坏开路引起 IBM—AT 微机电源(I)无电压输出	137
例 124	由三端稳压器组件损坏引起 IBM—AT 微机电源(I)无电压输出	139
例 125	由辅助电源变压器损坏引起 IBM—AT 微机电源(I)无电压输出	140
例 126	由激励晶体管损坏开路引起 IBM—AT 微机电源(I)无电压输出	141
例 127	由双向可控硅损坏开路引起 IBM—AT 微机电源(I)无电压输出	142
例 128	由高频整流二极管损坏短路引起 IBM—AT 微机电源(I)无电压输出	142
例 129	由自检启动电路中的晶体管损坏短路引起 IBM—AT 微机电源(I)不能发出“自检启动”信号	143
例 130	由滤波电容漏电引起 IBM—AT 微机电源(I)带负载能力变差	144
例 131	由延时启动电容损坏引起 IBM—AT 微机电源(Ⅲ)无电压输出	144
例 132	由电压比较器损坏引起 IBM—AT 微机电源(Ⅲ)无电压输出	145

例 133	由末级开关晶体管损坏短路引起 IBM—AT 微机电源(■)无电压输出	146
例 134	由“自检启动”讯号故障引起 IBM—AT 微机电源(■)不能正常工作	146
例 135	由末前级晶体管损坏引起 IBM—AT 微机电源(■)无电压输出	146
例 136	由滤波电容漏电引起 IBM—AT 微机电源(■)无电压输出	147
例 137	由市电输入熔断丝与熔断丝座接触不良,引起 IBM—AT 微机电源(■)工作不正常	147
(五)交流稳压电源		148
例 138	由磁隙宽度变化引起铁磁谐振磁饱和稳压器输出稳压范围窄	148
例 139	由谐振电容失效引起铁磁谐振磁饱和稳压器无电压输出	148
例 140	由变压器断线引起磁放大交流稳压器无电压输出	149
例 141	由取样变压器绕组开路引起磁放大交流稳压电源稳压范围窄	150
例 142	由继电器触点损坏引起继电器控制交流稳压器无电压输出	150
例 143	由滤波电容损坏短路引起继电器控制交流稳压器稳压范围变小	152
例 144	由取样电阻损坏开路引起继电器控制交流稳压器输出电压不稳定	152
例 145	由电源变压器损坏引起继电器控制交流稳压器输出电压不稳定	153
例 146	由电位器接触不好引起继电器控制交流稳压器无电压输出	153
例 147	由滤波电容损坏短路引起继电器控制交流稳压器无电压输出	155
例 148	由晶体管损坏开路引起继电器控制交流稳压器稳压效果差	155
例 149	由稳压管稳压特性变坏引起继电器控制稳压器输出电压不稳定	155
例 150	由电位器工作点偏移引起固态继电器控制交流稳压器输出电压不稳定	156
例 151	由限流电阻损坏开路引起全自动调压式交流稳压器输出电压不稳定	157
例 152	由电容损坏短路引起全自动调压式交流稳压器输出电压不稳定	159
例 153	由检测电路电容损坏短路引起全自动调压式交流稳压器输出电压不稳定	159
例 154	由启动电容损坏开路引起全自动调压式交流稳压器输出电压不稳定	159
例 155	由续流二极管损坏短路引起全自动调压式交流稳压器输出电压不稳定	159
例 156	由稳压管损坏短路引起全自动调压式交流稳压器输出电压不稳定	160
例 157	由触发晶体管损坏引起零触发晶闸管交流稳压器无电压输出	160
例 158	由运算放大器损坏引起零触发晶闸管交流稳压器无电压输出	162
例 159	由取样电位器损坏引起零触发晶闸管交流稳压器输出电压不稳定	162

例 160	由饱和二极管损坏引起 614—C ₃ 电子交流稳压器输出电压过高	162
例 161	由电压放大管损坏引起 614—C ₃ 电子交流稳压器输出电压过低	163
例 162	由滤波电容漏电严重引起 614—C ₃ 电子交流稳压器加全载时输出电压降低	163
例 163	由 π 型滤波电路中电阻损坏开路引起 614—C ₃ 电子交流稳压器输出电压过高	164
例 164	由补偿电容损坏短路引起 614—C ₃ 电子交流稳压器输出电压过高	164
例 165	由电流放大电子管损坏引起 614—C ₃ 电子交流稳压器输出电压过高	164
(六)UPS 电源		165
例 166	由继电器电源线开路引起 SANTAK—500 UPS 电源市电供电状态下输出电压不稳压	165
例 167	由采样滤波电容损坏引起 SANTAK—500 UPS 电源市电供电状态下输出电压不稳压	166
例 168	由晶体管损坏开路引起 SANTAK—500 UPS 电源市电供电状态下输出电压不稳压	167
例 169	由稳压二极管损坏短路引起 SANTAK—500 UPS 电源市电供电状态下输出电压不稳压	167
例 170	由晶体管损坏短路引起 SANTAK—500 UPS 电源在有市电供电时不转换到市电供电状态	167
例 171	由与非门损坏引起 SANTAK—500 UPS 电源在有市电供电时不转换到市电供电状态	168
例 172	由四比较器损坏引起 SANTAK—500 UPS 电源市电低于 165V 时不转换到逆变工作状态	168
例 173	由四比较器损坏引起 SANTAK—500 UPS 电源市电高于 265V 时不转换到逆变工作状态	168
例 174	由逆变电路集成芯片损坏引起 SANTAK—500 UPS 电源无市电时不逆变	169
例 175	由转换控制晶体管损坏短路引起 SANTAK—500 UPS 电源无市电时不逆变	170
例 176	由逆变大功率管损坏开路引起 SANTAK—500 UPS 电源无市电时不逆变	170
例 177	由逆变大功率管损坏短路引起 SANTAK—500 UPS 电源无市电时不逆变	170
例 178	由三端可调稳压器损坏引起 SANTAK—500 UPS 电源蓄电池充不上电	171

例 179	由 VR_1 工作点发生偏移引起 SANTAK—500 UPS 电源从市电转 变逆变器供电的转变电压偏移	171
例 180	由三端稳压器损坏引起 SANTAK—500 UPS 电源带负载能力差 ...	172
例 181	由三端稳压器损坏引起 SANTAK—500 UPS 电源开机无输出	172
例 182	由定时器组件损坏引起 SANTAK—500 UPS 电源“逆变器工作 指示灯”常亮,蜂鸣器常鸣	173
例 183	由蓄电池过度放电引起 SANTAK—1000 UPS 电源无法正常启动 ...	173
例 184	由逆变器末级功放管损坏引起 SENTECK—1000 UPS 电源不能在 逆变状态下工作	173
例 185	由于蓄电池过度放电引起 SENDON—1000 UPS 电源市电工作时 处于保护状态	173
参考文献		174

一、维修基础

(一)直流稳压电源

1. 概述

在各类微型计算机系统中,直流稳压电源占有极其重要的位置。这是因为在计算机系统中,计算机主机、显示器、打印机等工作电源均是由直流稳压电源供给的。直流稳压电源质量会直接影响系统的工作状态。

直流稳压电源一般是按调整元件工作状态进行分类的。调整元件工作在线性状态的称之为线性稳压器,又称串联型稳压电源。调整元件工作在开关状态的称之为开关稳压电源。

工作在开关状态的开关管导通或截止决定于基极注入电流的有或无。按基极激励电流的供给方式,开关电源分自激式开关电源及他激式开关电源。

调整元件与负载的联接方式,也与直流稳压电源分类有关。调整元件与负载并联的称为并联稳压电源或分流式稳压电源;调整元件与负载串联的称为串联稳压电源或衰减式稳压电源。

稳压电源的特点是交错的,分类也是错综交织的。例如,一台稳压电源可以同时是:线性、闭环、串联。这种情况不必罗嗦地说明,只要表示出主要特点就可以了。

早期的单色显示器、打印机大部分采用串联型线性稳压电源。近年来计算机主机、打印机、单色显示器、彩色显示器采用开关稳压电源最为普遍。

为使读者系统地了解稳压电源的工作过程,在后面将对上述几种稳压电源的工作原理进行讨论。

2. 整流电路

为了将交流电源电压变换成直流,需要应用单向导电的整流元件。在直流稳压电源电路中,硅二极管已成为常用的整流元件。它具有高的反向耐压,较小的反向漏电流,但正向压降比锗二极管略大。

用整流元件可组成半波整流、全波整流、桥式整流和倍压整流等整流电路。

(1)半波整流电路

图 1-1 所示为电阻负载半波整流电路。图中 B 是电源变压器, D 为整流二极管, R_L 是负载电阻。

① 电路工作原理 电源变压器 B 将 220V 的 50Hz 交流电压变换成低电压,变压器的次级输出电压由初、次级匝数所决定。

$$U_2 = U_1 \frac{n_2}{n_1} = 220 \frac{n_2}{n_1}$$

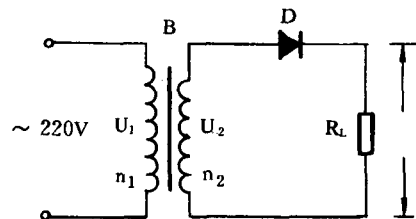


图 1-1

式中 n_1 为初级匝数; n_2 为次级匝数。

当变压器次级电压 u_2 处在正半周时, u_2 为正值, 二极管 D 受正极性电压的作用而导通, 在负载电阻 R_L 中有 i_L 通过, 负载电阻 R_L 上电压几乎和 u_2 一样。当 u_2 为负半周时, u_2 为负值, 二极管 D 受反向电压作用而截止, 电路中没有电流流过。可见, 此电路在交流电的每个周期内有半个周期工作, 半个周期不工作, 故称半波整流电路。半波整流波形如图 1-2 所示。

②半波整流电路特点 半波整流电路的主要优点是电路简单, 所用材料少, 成本低。但因只利用输入交流电压的半个周期, 效率较低, 输出纹波电压大, 所以要求配有较好的滤波电路。另外, 变压器次级通过直流电流, 也使变压器效率降低。

(2)全波整流电路

图 1-3(a) 所示全波整流电路原理图, 可以看作两个半波整流电路的组合。变压器次级的中心抽头 O 将次级均分为两个匝数相同的绕组。但是, 以 O 为参考点, 两个绕组的输出电压方向相反, 或者说, 相位差 π 。

①电路工作原理 在输入电压第一个半周期内, 如次级电压的极性上端为正, 下端为负, 则次级上部绕组 U'_2 与二极管 D_1 及负载电阻 R_L 组成半小整流电路, U'_2 正端加到二极

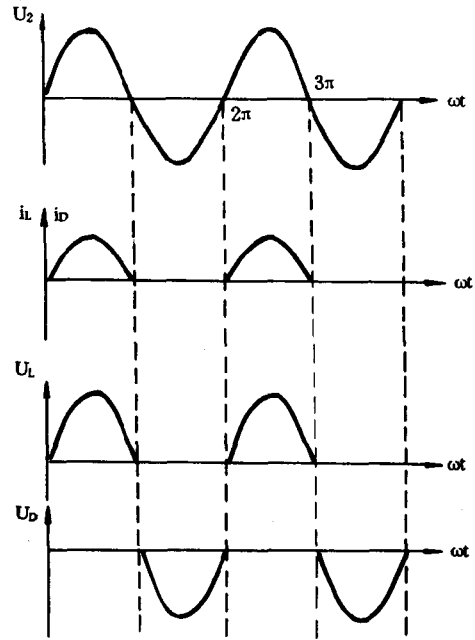


图 1-2

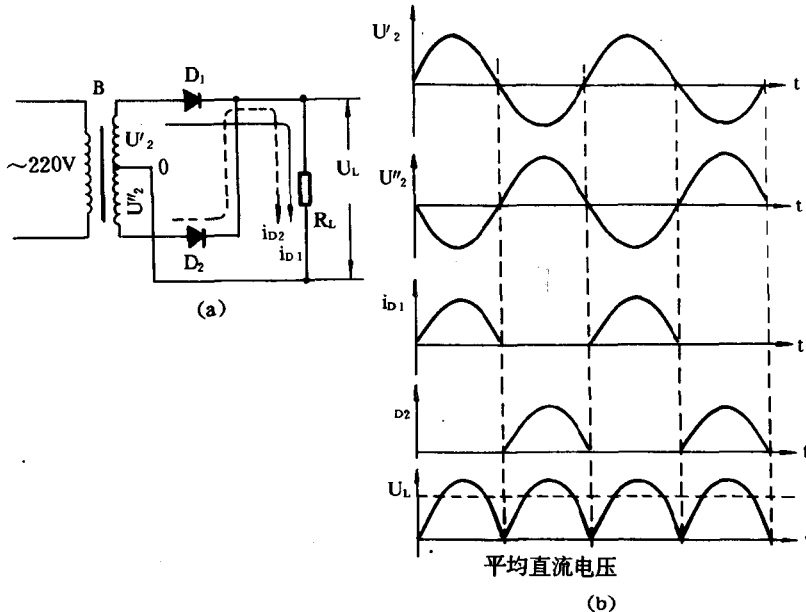


图 1-3

管 D_1 正极, 而 U'_2 负极经负载电阻 R_L 加到 D_1 负极。因此二极管 D_1 导通。由于二极管在正向导通时内阻 R_i 很小, 所以在负载 R_L 两端获得半波输出电压。此时, 下部绕组的 U''_2 的正端通过负载电阻 R_L 加到二极管 D_2 负端, 而负端加到二极管 D_2 的正极, 因此二极管 D_2 截止。

在输入电压第二个半周期内, 次级两个绕组电压的极性为上端负, 下端正, 极性与前半周期相反。次级下部绕组 U''_2 与二极管 D_2 及负载电阻 R_L 组成半波整流电路, 结果使二极管 D_1 截止, 而二极管 D_2 导通。在负载电阻 R_L 上流过的电流方向如虚线所示。与前半个周期相同, 在负载上的压降亦为半波。

通过以上分析可见, 全波整流电路是在每一半周期中都有一半波整流电路工作, 在负载电阻 R_L 上得到的输出波形如图 1-3(b) 所示, 是连续的正半波波形, 故称为全波整流。它的平均直流电压是半波整流电压的 2 倍。

②全波整流电路特点 全波整流电路比半波整流电路效率高、功率大、波动小。但在全波整流电路中, 整流管的耐压要求高, 变压器次级线圈圈数要加倍, 这些是全波整流的缺点。

(3) 桥式整流电路

桥式整流电路也是全波整流方式, 这种电路由 4 个整流二极管连接成桥式, 变压器次级仅要求有一个绕组, 电路如图 1-4(a)、(b)、(c) 所示。图中的 3 种画法都常用, 图 1-4(d) 所示为桥式整流波形图。

①电路工作原理 当变压器次级电压 U_2 在正半周时, 电源电压的正负方向如图 (a) 所示。这时 D_2 、 D_4 处于反向截止, D_1 、 D_3 正向导通, 按图中标注的电流方向, 经 D_1 、 R_L 、 D_3 , 与电源变压器次级绕组构成电流通路。当变压器次级电压 U_2 在负半周时, 这时 D_1 、 D_3 处于反向截止, D_2 、 D_4 正向导通, 电流经 D_2 、 R_L 、 D_4 与电源变压器次级绕组构成电流通路。可以看出, 不论是正半周还是负半周, 对于负载电阻 R_L 来说, 流过的电流方向不变。

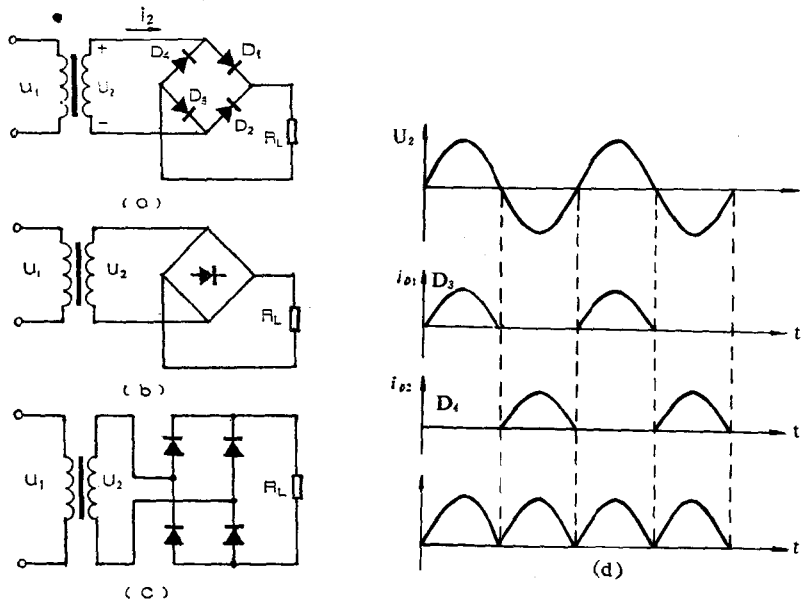


图 1-4

②桥式整流电路特点 桥式整流电路兼有半波和全波整流电路的优点, 克服了它们的缺点, 如降低了对整流管的要求, 提高了变压器的利用率等。桥式整流电路的缺点是用 4 只整流

元件,正向压降大一倍。在现代电子设备中,桥式整流电路的应用非常广泛。

上述各种整流电路的主要特性和特点列于表 1-1 中。

表 1-1 各种整流电路的主要特性和特点

	单相半波	单相全波	单相桥式
输出直流电压	$0.45U_2$	$0.9U_2$	$0.9U_2$
整流元件反向耐压	$\sqrt{2}U_2$	$2\sqrt{2}U_2$	$\sqrt{2}U_2$
整流元件平均电流	I_L	$0.5I_L$	$0.5I_L$
整流元件最大电流		$1.57I_L$	$1.57I_L$
变压器次级电流	$1.57I_L$	$0.79I_L$	$1.11I_L$
脉动系数 S	1.57	0.67	0.67
纹波因数 r	1.21	0.48	0.48
效率 η	0.41	0.81	0.81
	结构简单	输出电压高	输出电压高
优点	整流元件少	输出电流大 整流效率高 负载特性好 易滤波	输出电流大 整流效率高 负载特性好 易滤波 变压器效率高 整流元件反向耐压低
缺点	输出电压低 脉动大不易滤波 整流效率低 变压器效率低	变压器次级匝数 多一倍,且中心抽 头 变压器效率低	整流元件多 内阻大
应用场合	输出电流小、平稳 程度要求低的小 功率整流	输出电流较大 稳定性高的整流	输出电流较大 稳定性高的整流

3. 滤波电路

从上面介绍的整流电路可知,整流电路只解决电压或电流的方向问题,即把方向交变的交流电源变换成单方向的电源。整流后的电压脉动太大,对于一般的稳压要求还不够,因此,稳压电路中在整流后面通常要加一级滤波电路。滤波的基本思想是尽量降低输出电压中脉动成分的同时,又尽量保持其中的直流成分,使输出电压尽可能接近理想中的直流。下面介绍几种常用的滤波电路。

(1) 电容滤波

电容是滤波电路的基本元件。在一般的稳定电源中使用非常普遍。用法如图 1-5 所示。从图中可见,电容滤波就是在整流输出端并接一个电容,但这时整流电路的工作就和电阻负载的情况不同了。

加电容后,在开始工作时,电容上没有电压,经过很短的一瞬间(称为过渡过程)充电,就达到一个新的平衡状态,这时电容上的电压在 U_L 上下波动,平均电压是 U_L ,如图 1-5(c)所示。整流管不是在整个正半周内都导通,而只是在输入的交流电压比电容上的电压高过整流管正向压降时才导通。整流管导通时,整流电流除一小部分供给负载电阻 R_L 外,大部分给电容充电。充电的电阻很小,只有整流管的正向电阻和变压器次级线圈的导线电阻,用 R_c 表示,通常 $R_c \ll R_L$ 。充电电流很大,充电很快,充电时间很短。整流管截止后,电容器对负载电阻 R_L 放