

# 微型计算机电源

## 原理与维修

● 陈国先 编著



福建科学技术出版社

# 微型计算机电源

---

## 原理与维修

● 陈国先 编著

福建科学技术出版社

(闽)新登字 03 号

**微型计算机电源原理与维修**

陈国先

\*

福建科学技术出版社出版、发行

(福州东水路 76 号)

各地新华书店经销

福建省科发电脑排版服务公司排版

福建地质印刷厂印刷

开本 787×1092 毫米 1/16 19.25 印张 2 插面 458 千字

1997 年 10 月第 1 版

1997 年 10 月第 1 次印刷

印数:1—8 000

ISBN 7-5335-1188-3/TP·57

定价:22.70 元

书中如有印装质量问题,可直接向承印厂调换

## 前 言

近年来微型计算机正以惊人的速度被普及和应用。它不仅应用于高级实验室,而且广泛应用于办公自动化、工业自动控制、数据处理、通讯、金融、家庭等领域和行业,在生产、科研和学习、生活的方方面面发挥着越来越大的作用。随着微型计算机的普及,不同档次、不同类型的微型计算机、外部设备层出不穷,但不论哪种档次和类型的微型计算机及其外部设备都有一定的寿命和故障率。在微型计算机、外部设备故障中,电源的故障占相当高的比例,为了保证微型计算机工作的稳定可靠、数据信息处理和设备的安全,对微型计算机电源、外部设备电源以及UPS电源的维护修理显得特别重要。为了适应广大微机用户和维护维修人员的需求,本书较系统地介绍了微型计算机电源、UPS电源、显示器电源、打印机电源的工作原理、故障分析方法以及维修实例。本书在编写过程中力求做到理论与实践结合,通俗易懂,简明实用。

全书正文共七章,书末附有维修工作所必要的有关资料。第一章介绍UPS不间断电源概况,微机及其外部设备电源结构,供电要求等。第二章介绍微机外部设备、UPS电源常用元件、集成块及电路工作原理。第三章介绍电源维修常用仪器仪表和电源故障判断方法。第四章介绍UPS不间断电源分类、型号、电路,给出了三种常用型号UPS不间断电源的工作原理,故障分析维修的方法与实例。第五章介绍微机直流稳压电源技术指标、脉宽调制组件为控制器的微机电源工作原理、兼容微机电源特点、微机电源常见故障的分析维修方法与实例。第六章介绍黑白、彩色显示器电源的工作原理、故障分析方法以及维修实例。第七章介绍打印机电源工作原理、故障分析方法、故障维修实例。附录提供UPS不间断电源常用元器件代换、微机电源常用肖特基二极管、晶体管特性及代换,以及打印机电源、显示器电源电路图。

本书在编写过程中,陈建辉、张勇、吴昌保、李其辉、李桂芳、林宝玉、支丹等同志帮助收集整理部分材料,吴巧明同志承担了全书文字的录入和图表文字部分的修饰工作,毛永梓同志承担了绘图工作,在此向他们表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,加上时间仓促,书中难免有错误疏漏之处,敬请广大读者批评指正。

编者

1997年3月

# 目 录

## 第一章 概述

第一节 开关电源的产生与发展.....	(1)
第二节 不间断电源(UPS)基本情况.....	(2)
第三节 微机及其外部设备电源结构.....	(3)
第四节 微机系统供电要求.....	(4)
一、微机系统对供电电网的基本要求 .....	(4)
二、微机系统的接地 .....	(5)
三、接地系统的分类 .....	(5)
四、接地极和配电的连接 .....	(6)
第五节 电源的电气安全标准.....	(7)
一、电源结构的安全要求 .....	(7)
二、对电源变压器结构的安全要求 .....	(8)

## 第二章 微机及其外设电源电路

第一节 开关稳压电源常用元件 .....	(11)
一、半导体二极管.....	(11)
二、半导体稳压二极管.....	(12)
三、半导体三极管.....	(12)
四、VMOS 功率场效应管 .....	(14)
五、单结晶体管.....	(15)
六、晶闸管.....	(15)
七、MOS 场效应管 .....	(15)
第二节 微机、外设开关稳压电源常用集成电路.....	(16)
一、SG3524 集成电路 .....	(16)
二、TL494 集成电路 .....	(20)
三、MC3520 集成电路 .....	(23)
四、W7800/7900 系列集成稳压器 .....	(24)
五、LM339N 电压比较器 .....	(25)
六、NE/SE5560 集成电路 .....	(25)
七、555/556 时基电路 .....	(26)
第三节 开关稳压电源常用电路 .....	(28)
一、整流电路.....	(28)
二、滤波电路.....	(30)
三、负反馈放大电路.....	(31)

四、直流放大器	(33)
五、触发器	(35)
六、脉冲电路	(36)

### 第三章 电源维修方法

第一节 电源维修常用器具	(42)
一、测量仪器、仪表	(42)
二、维修工具	(50)
第二节 电源故障判断	(50)
一、电源故障判断方法	(50)
二、故障发生规律	(52)
第三节 电源检修注意事项	(54)
一、检修微机电源注意事项	(55)
二、检修显示器电源注意事项	(56)
三、检修集成电路注意事项	(57)
四、使用万用表注意事项	(58)

### 第四章 不间断电源(UPS)

第一节 不间断电源(UPS)的分类与特性	(60)
一、不间断电源(UPS)分类方法	(60)
二、不间断电源(UPS)主要型号	(61)
三、部分不间断电源(UPS)主要技术特性	(64)
第二节 UPS 电源常用电路	(65)
一、运算放大器	(65)
二、电压比较器	(68)
三、各种波形发生器	(69)
四、逆变电路	(72)
五、充电器电路	(73)
六、开关电路	(74)
第三节 SENTECK UPS-500 不间断电源	(75)
一、基本性能	(75)
二、原理框图	(76)
三、电路原理	(77)
第四节 山特牌 UPS-500 型不间断电源	(93)
一、基本性能	(93)
二、原理框图	(94)
三、电路原理	(94)
第五节 Toshiba $\mu$ -1100 型在线式 UPS	(98)
一、基本性能	(98)
二、原理框图	(99)

三、工作原理 .....	(101)
第六节 UPS 电源的选择、使用与故障分析 .....	(115)
一、UPS 电源的选择 .....	(115)
二、UPS 电源使用注意事项 .....	(117)
三、UPS 常见故障分析方法 .....	(118)
第七节 不间断电源(UPS)维修实例 .....	(121)
一、500W UPS 维修实例 .....	(121)
二、其它功率 UPS 电源维修实例 .....	(132)

## 第五章 微机直流稳压电源

第一节 微机电源技术指标 .....	(137)
一、PC 类电源基本技术指标 .....	(137)
二、微机开关电源的结构 .....	(137)
第二节 TDA1060 脉宽调制组件为控制器的微机电源 .....	(139)
一、框图 .....	(139)
二、工作原理 .....	(140)
第三节 SG3524 脉宽调制组件为控制器的微机电源 .....	(150)
一、框图 .....	(150)
二、工作原理 .....	(151)
第四节 TL494 脉宽调制组件为控制器的微机电源 .....	(155)
一、框图 .....	(155)
二、工作原理 .....	(156)
第五节 兼容机电源特点 .....	(160)
一、兼容机电源电路不是标准的它激工作方式 .....	(160)
二、兼容机电源输出电压精度及稳定性较差 .....	(160)
三、兼容机电源保护功能较弱 .....	(160)
四、兼容机电源 P.G 电路不尽合理 .....	(162)
五、兼容机电源的元器件选用不规范 .....	(162)
第六节 微机电源故障检查分析方法 .....	(163)
一、故障检查分析项目 .....	(163)
二、故障检查分析步骤 .....	(164)
三、常见故障 .....	(165)
第七节 微机电源维修实例 .....	(167)
一、苹果机电源维修 .....	(167)
二、中华学习机电源维修 .....	(167)
三、IBM-PC(PC/XT)型微机电源维修 .....	(168)
四、286 型微机电源维修 .....	(192)
五、386 型微机电源维修 .....	(201)
六、486 型微机电源维修 .....	(206)

## 第六章 显示器电源

第一节 微机显示器电源工作原理.....	(210)
一、SAMPO 显示器电源工作原理 .....	(210)
二、14 英寸彩色显示器电源工作原理 .....	(213)
第二节 显示器电源常见故障.....	(213)
一、故障现象 .....	(213)
二、故障部位 .....	(215)
第三节 显示器电源维修实例.....	(216)
一、彩色显示器电源维修 .....	(216)
二、黑白显示器电源维修 .....	(255)
三、终端电源维修 .....	(262)

## 第七章 打印机电源

第一节 打印机电源概述.....	(265)
一、串联稳压式电源 .....	(265)
二、脉冲调宽式稳压电源 .....	(265)
第二节 LQ-1600K 打印机电源工作原理 .....	(267)
一、功能框图 .....	(267)
二、工作原理 .....	(267)
第三节 打印机电源常见故障.....	(274)
第四节 打印机电源维修实例.....	(275)
附录一 不间断电源(UPS)常用元器件代换表 .....	(287)
附录二 微机电源常用肖特基二极管特性.....	(289)
附录三 微机电源常用晶体管特性及代换表.....	(290)
附录四 部分打印机电源电路图.....	(291)
附录五 部分显示器电源电路图.....	(296)



# 第一章 概述

## 第一节 开关电源的产生与发展

开关有两类：机械开关和电子开关。机械开关闭合时，机械触点接触，电阻接近于零；断开时，机械触点断开，呈现很大的电阻。机械开关包括按钮开关、按键开关、离合器、继电器等。电子开关主要元件有晶体管、电子管、晶闸管等，它没有机械触点的离合动作，它在一定条件下呈导通状态，电阻很小；在另一种条件下，呈断开状态，电阻很大。如晶体管，在其基极和发射极之间加上一定的正向电压，在它的集电极与发射极间呈饱和导通状态，等效电阻很小；在其基极、发射极之间加零偏置或反向偏置时，在它的集电极与发射极间呈截止状态，等效电阻很大。晶闸管亦如此，阳极与阴极间加正向电压，控制极加正向触发，使阳极与阴极间呈导通状态；两个条件缺一则不能触发导通。

所谓开关稳压电源，实质是一个受控制的电子开关。电子开关在直流稳压电源中作调整元件，通过改变调整元件的导通时间与截止时间的相对长短，来改变输出电压的大小，达到稳定输出电压的目的。导通时，调整元件工作在饱和导通状态，管压降很小，功耗很小。调整元件由截止变为导通和由导通变到截止这两种过渡状态，虽然电压和电流都比较大，但是过渡时间相对导通和截止时间来说是很短的，因此，调整元件的总功耗就很小，开关稳压电源的本身效率能达到 80%~90%，甚至更高。所以这种电源在 60 年代就进入实用阶段。随着高压快速开关晶体管的诞生，使人们可以从交流 110/220V 线路直接整流出直流，甩掉体积大、重量重的工频变压器而获得高效率直流稳压电源。尤其在 70 年代，随着计算机、彩色显示器、打印机、不间断电源等的发展，开关电源一跃成为当代的主流电源。到 70 年代末期，其每年增长率为 15% 以上，占整个电源的 40%。

近年来高压 VMOS 大功率管的迅速发展，又将开关电源的工作频率从 20kHz 提高到 150~200kHz，其结果是整个开关电源体积更小，重量更轻，效率更高。开关电源的性能价格比达到了前所未有的水平。目前日本市场上出售的用双极性晶体管制成的 100kHz、用 VMOS 场效应管制成的 500kHz 电源都已实用化。要减少开关损耗，就需要有高速开关元器件。然而，开关速度提高之后，会受电路中分布电感和电容成分或二极管中存储电荷的影响而产生电涌和噪声。这样，不仅影响周围电子设备，而且还会降低电源本身的可靠性。

为防止开关启-闭所发生的电压浪涌，可采用 RC 或 LC 缓冲器，而对由二极管存储电荷所致的电流浪涌可采用非晶态等磁芯制成的磁缓冲器。不过对 MHz 以上的高频率，则要采用谐振电路，以使开关上的电压或通过开关的电流呈正弦波状态，这样既可以减少开关损耗，同时也可控制电涌的发生。这种开关方式称为谐振式开关。目前，对这种方式的开关电源研究很活跃，因为，采用这种方式不需要大幅度提高开关速度，在理论上就可以把开关损耗降到零，而且噪声也小，可望成为开关电源高频化的一种主要方式。

我国约于 1973 年开始这类新颖电源的研制。1975 年三重扩散工艺高耐压大功率硅晶体管以及大电流开关二极管试制成功, 随后, 四端电解电容器的制成和磁芯材料结构、性能的改善, 脉宽调制变换器型稳压电源进入了实用阶段。近年来随着我国微处理机和电视机的发展, 小功率单端变换器开关电源发展非常迅速, 在上述范畴内正在逐步取代常规串联线性稳压电源。随着半导体技术的高度发展, 集成开关稳压电源也迅速发展, 目前已形成了各种功能完善的集成开关稳压器系列, 使得开关电源的制作和调试日益简化, 促进了开关电源的普及和应用。

## 第二节 不间断电源 (UPS) 基本情况

随着微型计算机应用的日益普及和信息处理技术的不断发展, 对高质量的供电提出了越来越严格的要求。在微型计算机运行期间供电的中断, 会导致随机存储器中数据的丢失和程序破坏, 有时甚至使磁盘盘面及磁头遭到损坏, 造成难以弥补的损失。在目前广泛使用的微型机中, 其内部供电系统都装有高速欠压保护电路, 当电网欠压时, 微机靠贮存在滤波电容中的能量来维持工作, 一般能维持半个周期 (10ms) 左右。为了避免存储器中的数据丢失, 这就要求一旦市电发生瞬时断电时, 必须要有一种电源系统能在小于 10ms 的时间间隔内重新送电, 以保证微机系统的正常运行。微机除了要求供电系统具有连续可靠性之外, 还要求市电的输出应保持良好的正弦波波形, 而且不带干扰。众所周知, 交流电网的干扰问题是广大微机用户感到最头痛和棘手的问题之一, 严重的干扰常常会造成计算机的计算错误和数据丢失。此外有些部门, 曾由于电源故障而付出很大的代价, 并导致设备损坏。如工业自动化过程控制系统, 数据通讯处理系统, 航空管理系统, 医用控制系统, 精密测量系统等, 为了满足这些部门的高可靠的和高质量的供电要求, 近年来发展了一种新型不间断电源 UPS (UN-INTERRUPTIBLE POWER SYSTEM)。目前在市场上可以购买到种类繁多的 UPS 电源装置, 其输出功率从几百 W 到 5000W。早期的 UPS 电源的逆变器是使用晶闸管作为换向控制部件。由于晶闸管是一种没有自关断能力的器件, 而逆变器的电源是直流电源, 它不像交流电源那样有电压过零并变负的情况产生。因此, 对晶闸管来说, 若不采取措施, 晶闸管一旦被触发导通后, 它就不能自行关断; 要想关断它, 就必须采取专门措施, 这些措施就是在电路中加放电电容和电感组成的换向元件。即使如此, 在可控硅 UPS 电源中还是经常发生换向失效等故障, 特别是晶闸管对电网的抗干扰能力差, 这大大影响了晶闸管型 UPS 电源的稳定性。鉴于上述原因, 目前晶闸管型 UPS 电源已逐渐被淘汰了。目前市场上销售量最大的三种 UPS 电源装置是:

(1) 具有方波输出的后备式 UPS 电源。其典型产品是 SENTECK、SANTACK 和 SENDEN 牌 UPS-500 (输出功率为 500W)。

(2) 输出波形为正弦波的后备式 UPS 电源。其典型产品是 PULSE 牌 UPS-500, UPS-1000R 和 UPS-2000 (输出功率分别为 500, 1000 和 2000W)。

(3) 输出波形为正弦波的在线式 UPS 电源。其典型产品是 TOSHIBA 牌 TOSNIC- $\mu$ -1100 (输出功率为 1000W)。

不间断电源基本结构是一套将交流市电变为直流电的整流/充电装置和一套把直流电再

度转变为交流电的 PWM 逆变器。蓄电池在交流电正常供电时贮存能量，此时它一直维持在一个正常的充电电压上。一旦市电供电中断时，蓄电池立即对逆变器供电，UPS 电源即输出交流电压，从而确保供电的连续性。在一般情况下，微机用户在遇到市电供电中断时，需要在蓄电池能允许的放电期间内（一般是 15~30 分钟）进行数据转贮等应急操作。对备有柴油发电机组的用户，需要在此期间内起动柴油机取代市电，继续向微机供电。

一台设计良好的 UPS 电源应包括如下部分：①交流输入滤波回路及整流回路；②蓄电池及充电回路；③PWM 脉冲宽度调制型的逆变器；④各种保护（过流，过压，空载保护，电池电压过低，电池极性和交流极性检测）线路及相关指示灯和喇叭；⑤交流市电供电与 UPS 逆变器供电之间的自动切换装置；⑥控制回路。

UPS 电源按其输出波形可分为方波输出和正弦波输出两大类，而按其操作方式又可分为后备式和在线式的 UPS 电源。其中后备式 UPS 电源，在市电正常供电时，由市电直接向微机提供电源；当市电供电中断时，蓄电池才对逆变器供电并由 UPS 的逆变器对微机提供交流电源，即 UPS 电源的逆变器总是处于对微机提供后备供电状态。而对在线式的 UPS 电源来说，它平时是由交流电→整流→逆变器方式对微机提供交流电源；一旦市电中断时，UPS 改由蓄电池→逆变器方式对微机提供电源。只有当蓄电池放电至终了电压时，由控制线路发出信号去控制自动切换开关，转换成市电供电。当市电恢复供电后，UPS 又重新切换到由逆变器对微机提供电源。因此，对在线式 UPS 电源而言，在正常情况下它总是由 UPS 电源的逆变器对微机供电。这样，就避免掉了市电网电压波动及干扰对微机供电所产生的影响。在线式 UPS 电源的供电质量是优于后备式 UPS 电源，易于实现对微机的稳压、稳频供电。然而，后备式 UPS 电源由于运行效率高，噪音低，价格相对便宜，同样受到微机用户的欢迎。

### 第三节 微机及其外部设备电源结构

微机及其外部设备（如显示器、打印机等）使用直流电，而且直流电是由交流电转换而来的。目前微机使用的直流稳压电源的型号达几十种之多，但从原理上分，直流稳压电源只有两种，即带工频变压器的线性串联调整稳压电源和没有工频变压器的开关稳压电源。前者在计算机中很少使用，微机主机、打印机、彩色显示器等均采用脉宽调制式或调频式开关直流稳压电源（因功率调整管工作在开关状态，故简称开关电源），这种电源没有笨重的工频变压器，而采用了直接整流、高频变换和脉冲调制等技术。功率晶体管工作在高频开关状态，因而具有体积小，重量轻，效率高，抗干扰能力强，输出不易过电压，以及性能稳定可靠等特点，在微型计算机中得到了广泛应用。

脉冲调宽制开关稳压电源主要有二种：一种为单管自激式脉宽调制或调频电源，另一种为他激半桥式脉宽调制电源，前者在 APPLE 机、中华学习机等机种使用较多，后者在各种型号的中高档微机中使用较多，如 IBM PC/XT 机、IBM PC/AT 机、IBM5550 机及 386 微机、486 微机所采用。

开关电源的主要功能是向整个微机系统提供所需的直流电源，电源主要有四挡： $+5V$ ， $+12V$ ， $-5V$ ， $-12V$ 。一般还有一个特殊的输出信号：“POWER GOOD”信号，该信号表明电源状态正确，系统可启动，复位系统板能正常工作。开关电源有多个输出插头，通过系

统板插座送到主机，通过磁盘机插座送到软、硬盘驱动器。

开关电源的结构为：

(1) 自激式脉宽调制电源结构。它主要有五大功能部分组成：①输入电路（可分为：低通滤波器，整流滤波电路）；②自激变换器电路；③控制电路；④保护电路（可分为过电压保护和过电流保护）；⑤电源正常信号电路。

(2) 他激半桥式脉宽调制电源结构。它由六大功能部分组成：

①输入电路（由低通滤波器和整流滤波电路组成）；②他激式变换器（也叫他激式半桥型变换器）；③控制电路（主要由一块集成开关电源控制电路  $\mu$ PC-494 或 TL-494 SG3524、TDA1060 及有关元件组成）；④保护电路（该电路设置了四种保护电路，即：+12V 过电流保护；+5V 过电流保护；+5V 过电压保护；交流欠电压保护和空载保护）；⑤辅助电源（供给控制电路用电）；⑥电源正常信号电路。

## 第四节 微机系统供电要求

### 一、微机系统对供电电网的基本要求

为了保证微型计算机系统的正常运行，供电系统的质量和连续性至关重要，它直接关系到机器的使用寿命。

#### 1. 供电电压的波动范围

微型计算机系统对供电电压的允许波动范围一般是额定电压值的  $\pm 5\%$ ，当电网电压过低时，有些种类的微机会自动保护；当电网电压过高时，则很容易损坏微机系统。

#### 2. 供电电网的连续性

微型计算机系统要求供电电网在工作时间里连续供电，无规则的突然断电，很容易造成微机系统损坏、数据丢失及磁盘盘面划伤。因此，在供电电网经常发生断电的地区，必须配置不间断电源 UPS。UPS 主要包括电池、充电器、逆变器和转换开关四部分。电池是作为逆变器工作时的供电电源；充电器则用来给电池充电，以做后备；逆变器是用来将直流电源转换为交流电源；转换开关用于切换逆变器的供电电源，即电网电压供电正常时，切断电池供电，电网供电出现事故或停电、断电时，自动接通电池供电。

#### 3. 避免与大容量感性负载的电网并联使用

微型计算机系统的电源线应当避免与带有大容量感性负载的电网并联使用，因为电感负载在启动和停止时，会产生高压涌流和干扰，使微机系统不能正常工作。如果确实不能做到分别供电，则可分别添加稳压电源以减少影响。

#### 4. 避免供电电网带来的杂波干扰

电网带来的杂波干扰一般存在于两载流导体（火线与零线）之间和载流导体与地线之间。前者称为差模 (Nomal-mode) 干扰，后者称为共模 (Common-mode) 干扰。在干扰比较严重的场合，会造成微机的错误计算，因此，必须在电网回路中引入低通滤波器、隔离变压器、压敏变阻器（吸收大幅度的电压尖峰，如抑制闪电带来的大幅度脉冲）等杂波干扰抑制设备。

## 二、微机系统的接地

微型计算机系统安装联接时，不仅应接好电源火线和零线，而且还应按说明书要求，严格将机器接地，不能因为国外插头与国内插座不匹配而放弃接地。如果不接地，虽然微机系统能使用，但却大大增加了微机因外来突发原因而造成损坏的可能性。这是因为许多类型的微机主机中的电源变压器，其中心抽头与机壳（即大地地线）相连，当机器未接地时，机壳上则会带有 110V 左右的“感应电压”，容易造成系统工作不稳定。如果主机接好了地线，但打印机未接地线，则在两者之间的地线之间就会产生一定的电压差，严重时会将打印适配器或打印机接口板上的电路损坏。此外，接好地线还会减少因静电放电现象造成系统故障的可能性。

由于我国进口的微机系统型号繁多，产地和厂家也繁多，所以造成电源插头不统一、不易接地的困难，下面给出 IBM—PC 微型机所用的两类电源线的颜色色标，供读者参考。

- (1) 白色——火线；黑色——零线；花绿色——地线。
- (2) 棕色——火线；天蓝色——零线；花绿色——地线。

## 三、接地系统的分类

计算机机房的接地系统一般可以分为防雷保护地、安全保护地、交流工作地、直流工作地四类，现分别叙述如下：

### 1. 防雷保护“地”

在雷雨季节里，雷击电可能高达 270kA。雷击电流通过接地极及其附近大地电位的瞬时，会产生相当高的电位，为此需要专门加设防雷保护地，一般要求防雷保护地的接地电阻小于  $10\Omega$ 。此外，防雷接地极与其它接地极的距离须大于 25 米，以防止对其它接地极的干扰。

### 2. 安全保护“地”

安全保护地是指各种设备的外壳接地系统。为了屏蔽外界对微型机和各种设备的干扰，防止因漏电对工作人员的安全造成威胁，各种设备的外壳都必需接地屏蔽，其接地电阻也要小于  $4\Omega$ 。

有些进口计算机，如美国 IBM 公司和 DEC 公司生产的一些计算机，将机壳与直流工作“地”在机器内部连接起来。对这些设备就不能把机壳视为安全“地”，而应看作是直流工作“地”，并将其与机房内的直流工作地系统接在一起。具体设备还应详见设备安装说明书或安装图纸。

### 3. 交流工作“地”

交流工作“地”是交流电源的接地系统。在交流电源中，流过零线的电流包括：正常状态下通过设备的负载回路电路（单相负载），正常状态下不平衡电流，异常状态下的接地电流。当流过零线的电流变化很大时，将会由于接地电流与地线阻抗形成电位浮动，从而使机房内各设备之间的电位不同，造成数据传输错误。因此，在机房中都将交流电源的中线（零线），用铜带式导线接到机房外的接地极。一般接地电阻小于  $4\Omega$ 。

### 4. 直流工作“地”

直流“地”（亦称“逻辑地”）是将直流电源的输出端（例如负极），通过地网接在一起，

使其成为稳定的零电位，其接地电阻小于  $1\Omega$ 。由于微型机中使用的各种 TTL 电路的逻辑“1”和逻辑“0”电平的电位差仅 2V 多，直接电线上出现的波动就可能引起 TTL 电路的错误输出，造成数据错误，使微型机运行不稳定。因此，直流工作“地”是诸种接地中最为重要的一种。

直流工作地系统通常有下述三种连接方式：

(1) 辐射式“地”系统。它是从一个公共接地点出发，辐射式地分别接到各个设备直流地线上的地系统。地线用 0.6mm 厚的铜皮焊接在一起。

(2) 环形“地”系统。由于机房内的各种设备分布是分散的，在机房的地板下，可用 200~300mm 的宽铜皮，连接成一个环形铜带地系统，与各设备的直流地相连，并在环形地网中选取一点与大地相连接。

(3) 方格矩阵“地”系统。

为了灵活方便，可事先在机房的地板下用较窄的铜皮（约 5cm 宽，0.6mm 厚），连成方格网状的地网，取一点与大地相连接。当设备需直流接地时，可直接焊接在地网上。

究竟采用哪一种连接方式，可根据机房面积的大小，设备的多少，位置安排的情况来定。

除了上述的连接大地的接地系统外，还有一种浮“地”系统，它不与大地相接，而将直流“地”接在机壳上（如某些进口微型机）。这样，电源的正极经过负载和浮空地线回到负极，构成了闭合系统。它的优点是施工比较简单。它的缺点是：不能防雷电；在机壳带电时，不能保证人身安全；对外界的电磁干扰不能起屏蔽作用，因而在抗干扰性能上比接大地的系统差。

上述的交流工作“地”、安全保护“地”、直流工作“地”三者应在机房内应严格分开，并相互绝缘。三种地线引出机房后，可分别接在三个相互独立的接地极上或是采用交直流分开的方法，将直流工作“地”单独接在一个接地极上，交流工作“地”和安全保护“地”合接在另一接地极上。

无论分别独立接法，还是交直流分开的接法，三种地线及接地都应分别与避雷地线和接地极严格分开，并保证大于 25 米以上的距离。

#### 四、接地极和配电的连接

防雷保护“地”、交流工作“地”、安全保护“地”和直流工作“地”，都应该用专线由机房引出或由避雷针引出，再与接地极连接。为了达到各种地线所需的接地阻抗，接地极应按规范施工铺设。一般来说，接地极铜板面积约  $40\text{cm} \times 40\text{cm}$  左右，厚 1~3mm，埋在地下 1~3m 的坑中。或在机房外  $>5\text{m}$  处，挖 1m 深坑，打入 2.5m 长的  $4 \times 4\text{cm}$  角铁或  $\varnothing = 5\text{cm}$  的镀锌钢棍。坑中撒一些盐和木炭，浇一些水，然后将地线埋好，由铜板焊接出一条 0.5mm 厚、10cm 宽的铜皮地线，长约数十米，连到机房内，与相应地线相接。

各种地线都不应与其它动力系统的电线平行安装，以防电力线上的电磁干扰。

地线应接大地，零线接三相电中的零线，火线接三相电中的某一相，使得零线与火线之间的电压 220V。零线与地线（大地）的电压应该是 0V，但实际上由于电阻不同，电流不同，安装的地点不同，会造成零线和地线之间有电位差。这个电位差不应太大，一般不宜超过 5V，如果太大则应改善地线和零线（交流工作地）的接地电阻。

许多机房的交流三眼插座，在施工时没接地线，只引上了零线和火线。在有的微型机机房中，安全保护“地”一般没有专门铺设，而是将设备和微型机的外壳连到了交流三眼插座的地线上。这样，当交流插座上没接地线时，就造成了机房内的设备都没有安全保护“地”，这将直接危害机房工作人员的人身安全。设备安装前所有机房都应检查一下，是否安装了交流插座地线，如果没安装地线，应妥善安装好。当然，对于 IBM 系列机器而言，其外壳与直流地相连，当地线没接时，此时微型机本身构成了独立的浮空直流系统，对机器的工作并没有什么影响。

有些机房的交流三眼插座，零线与地线接反了，或零线与地线短接。这种情况对于交流 220V 供电来说，没有什么影响。但对于微型机而言，就使其直流“地”连到了交流工作“地”。这样，交流工作“地”的电压波动，将直接影响到微型机的直流“地”电位，引起微型机工作不稳定，严重时损坏集成电路芯片，引起微型机故障。

## 第五节 电源的电气安全标准

国际安全标准化组织已经建立了许多电气安全标准、规范以及指导性文件。这些标准针对设备生产厂商或电子元器件、部件，以使最终用户能得到安全及质量保证，这些标准的目的是保证产品因电气短路、起火、机械故障及有热源存在的原因而免遭损坏。

每个国家都会针对产品的电气安全发布一些各自的标准，但大多数的电源生产厂商则使用 IEC (International Electrotechnical Commission)、VDE、UL (Underwriters' Laboratories) 和 CSA (Canadian Standards Association) 标准作为实际使用标准，以满足世界范围的安全要求。德国对商用设备的安全标准 (VDE-0806)，是基于 IEC 推荐使用的内容 IEC-380 写出的，是至今为止对电源设备最为严格的电气安全标准。对美国和加拿大而言，电源设备的设计均以满足数据处理设备安全标准 (即 UL-478 和 CSA C22.2 No. 154-1975) 和办公设备安全标准 (即 UL-144 和 CSA C22.2 No. 143-1975) 为准则。

### 一、电源结构的安全要求

#### 1. 空间要求

UL、CSA 和 VDE 安全规范强调了在带电部分之间和带电部分与非带电金属部分之间的安全要求，UL 和 CSA 要求极间电压大于等于 250V AC 的高压导体之间，以及高压导体与非带电金属部分之间 (这里不包括导线间)，无论在表面间还是在空间，均应有 0.1 英寸 (2.54mm) 的距离。VDE 则要求交流线之间有 2.0mm 的净空间隙，以及在交流线路与接地导体间有 3mm 的净空间隙；IEC 则有粗略的规范，要求交流线间有 3mm 的净空间隙及在交流线与接地导体间的 4mm 的净空间隙。另外，VDE 和 IEC 要求在电源的输入和输出之间，要有至少 8mm 的空间间距。

#### 2. 电介质试验测试方法

额定电压为 250V AC 或低于该电压的设备，UL 和 CSA 规范均要求在输入和输出、输入和地之间应通过施加 1000V 交流电压，持续时间 1 分钟，或施加 1200V 交流电压，持续时间 1 秒钟的隔离测试，这个交流电压必须是 50Hz 或 60Hz 的正弦波电压。

VDE 要求：在每一个交流输入线与次级低电压输出端之间施加 3750V 交流电压，在交流线与接地导体间施加 2500V 交流电压，在次级低电压输出端与接地导体间施加 500V 交流电压，以及在交流输入线之间施加 1250V 交流电压，所有试验持续时间均为 1 分钟。若测试电压增加 10%，则持续时间可降至 1 秒钟。试验中应无击穿和飞弧现象。

### 3. 漏电流测量

UL 和 CSA 均要求暴露的不带电的金属部分均应与大地相接，漏电流测量是通过将这些部分与大地之间接一个 1.5kΩ 的电阻，其漏电流不应大于 5mA。

VDE 则允许下列漏电数值：用 1.5kΩ 电阻与 150nF 电容并联，并施加 1.06 倍额定使用电压。便携式设备（小于 25kg），漏电流不大于 0.5mA；非便携式办公设备，漏电流不大于 3.5mA；数据处理设备，也应不大于 3.5mA。

### 4. 绝缘电阻测试

VDE 要求在输入和低电压输出电路之间至少应有 7MΩ 的电阻，在可接触到的金属部分与输入之间，应有 2MΩ 电阻或施加 500V 直流电压持续 1 分钟。

### 5. 印制电路板要求

UL 和 CSA 易燃性标准声明，所有的印制电路板材料均应是 UL 认证的 94V-2 材料或比此更好的材料。VDE 接受了这些标准。

## 二、对电源变压器结构的安全要求

### 1. 变压器的绝缘

变压器各绕组线圈在物理上应按照图 1-1-1 的要求进行分离，绕组使用的铜线应为漆

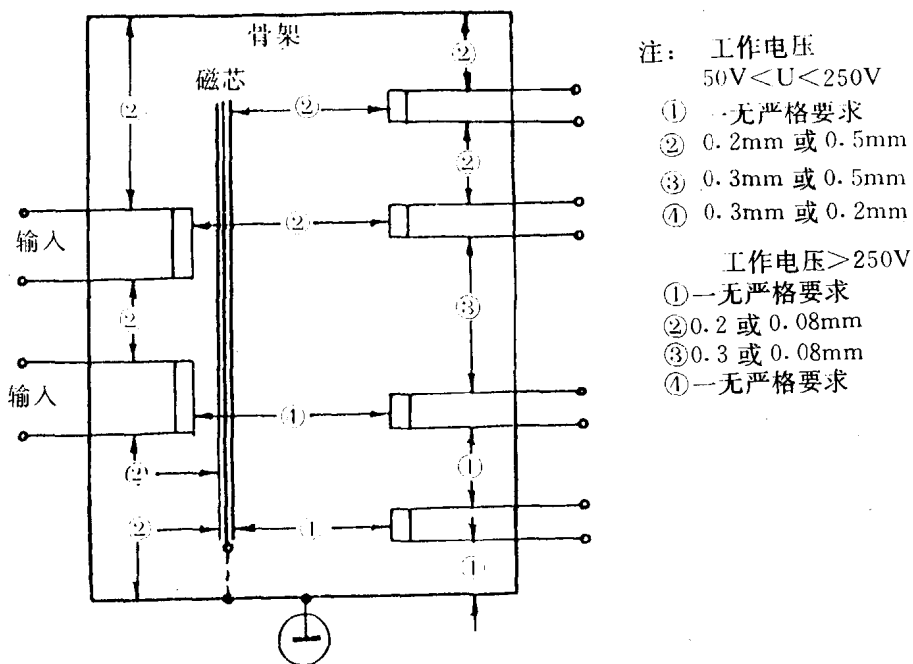


图 1-1-1 VDE 标准规定的变压器绝缘距离



包线，其它金属部分应涂有瓷、漆等绝缘物质，照此要求，可不考虑使用吸湿材料及石棉等阻燃材料。

变压器结构的绝缘必须达到在绕组间绝缘电阻至少为  $10M\Omega$ ，在绕组与磁芯、骨架、屏蔽层间施加 500V 直流电压，持续 1 分钟，不应出现击穿、飞弧现象。

### 2. 变压器介电强度

当使用多层绝缘之后，任何二层之间均应符合图 1-1-2 所示的介电强度要求，当二层很近时，可将电压加在外层进行试验，所加电压必须是 50Hz 或 60Hz 的正弦波，试验时间为 1 分钟，在试验中不应出现绝缘层破裂和飞弧现象。

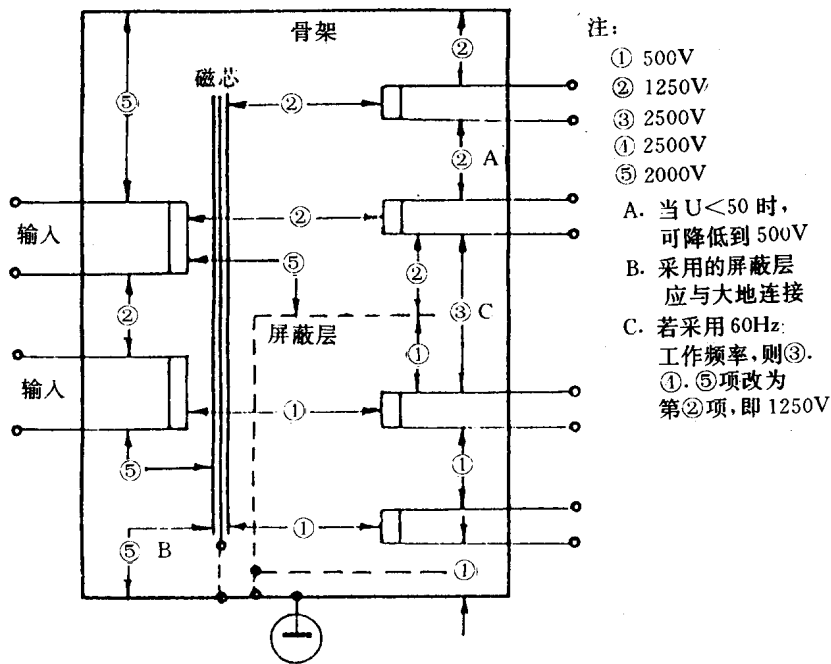


图 1-1-2 VDE 所规定的变压器介电强度

### 3. 变压器湿度电阻

变压器必须在放置于潮湿环境之后，立即进行绝缘电阻和介电强度试验，并满足要求。潮湿环境一般是：相对湿度为  $92\% \pm 2\%$ ，温度稳定在  $20^\circ\text{C}$  至  $30^\circ\text{C}$  之间，误差允许  $1^\circ\text{C}$ ，需在内部放置至少 48 小时之后，立即进行上述测试。此时变压器的本身温度不应较进入潮湿环境之前测试高出  $4^\circ\text{C}$ 。

### 4. VDE 关于变压器温度特性的要求

各绝缘级在正常工作下的最大稳定温度不应超过表 1-1-1 相关限值。因此，必须预先给出产品或电源所使用的环境温度，以便进行温度的估算。

### 5. UL 和 CSA 关于变压器温度特性的要求

UL 和 CSA 标准规定了变压器温度相对标准环境温度 ( $25^\circ\text{C}$ ) 的温升，在温度计量中采用两种方法，即热电偶方法和电阻法，表 1-1-2 列出了可接受的温升数值。