

现代电源设计大全

华兴经济技术情报研究所

1991年10月

86
5

前 言

我所电子情报室以收集最新科技情报资料为手段，为广大科技人员提供有用资料为目的。现由我所电子情报室最新编著的资料有《现代电源设计大全》、《表面安装技术设计指南》、《电源专辑资料》、《表面安装技术专辑》、《振荡器设计与计算机模拟》、《计算机评论》等，其中《振荡器设计与计算机模拟》带软件，这些资料均由国外最新资料编译而成。

本书由日本最先进开关电源资料编译，书中介绍了开关电源、IC模块开关电源、混合IC开关电源、超小型开关电源、高频开关电源、高压开关电源等二十几大类电源设备的具体设计，电路分析，技术性能及数十家公司的产品型号及指标。

由于时间仓促，编者水平有限，书中难免存在错误或疏漏之处，殷切希望广大读者批评指正。

编 者

一九九一年十月

目 录

第一编 各种设备的电源现状

1

第一章 开关电源	(1)
1.1 技术动向	(1)
1.1.1 高频化技术	(1)
1.1.2 电路方式的发展方向	(2)
1.2 规格要求及相应措施	(3)
1.2.1 安全规格	(3)
1.2.2 电波干扰规格	(4)
1.3 采用时应注意的问题	(5)
1.3.1 安装条件	(5)
1.3.2 电气条件	(5)
1.3.3 强化耐噪量	(5)
1.3.4 可靠性要求及其措施	(6)
第二章 IC组件式开关电源	(7)
2.1 概要	(7)
2.2 开关电源的特征	(7)
2.3 开关电源的种类	(7)
2.4 开关电源 IC 的实例	(8)
2.4.1 双极集成电路	(9)
2.4.2 厚膜集成电路	(9)
2.5 装配上的问题及其措施	(10)
2.5.1 热设计	(10)
2.5.2 噪声对策	(11)
2.6 开关电源 IC 的今后发展趋势	(11)
第三章 混合IC式开关电源	(13)
3.1 电路设计	(13)
3.1.1 起动电路	(13)
3.1.2 驱动电路	(13)
3.1.3 过电流保护电路	(15)
3.2 混合集成时的电路分块	(16)
3.3 在开关稳压器上的应用	(17)
3.3.1 24V4.5A单输出稳压电源	(17)

3.3.2	在AC85~264V工作的准稳定电源	(17)
3.3.3	个人计算机用的三输出电源	(18)
3.3.4	100kHz工作5V50A稳压电源	(19)
第四章	超小型开关电源	(20)
4.1	小型化的问题	(20)
4.1.1	小型化的必要性	(20)
4.1.2	高频化	(20)
4.1.3	控制方式的选择	(22)
4.1.4	结构和安装	(23)
4.2	使用上的注意事项	(24)
4.2.1	可靠性与寿命	(24)
4.2.2	安装方法	(24)
4.3	发展方向	(25)
第五章	高频开关电源	(26)
5.1	高频开关电源的现状和存在的问题	(26)
5.2	高频开关电源的实例	(26)
5.2.1	使用元件	(28)
5.2.2	噪声对策	(28)
5.3	发展方向	(29)
第六章	高压开关电源	(30)
6.1	高压开关电源的种类和特征	(30)
6.1.1	直流高压开关电源	(30)
6.1.2	交流高压开关电源	(30)
6.2	直流高压开关电源的高频化	(31)
6.2.1	高压整流二极管的损耗	(31)
6.2.2	开关晶体管的截止损耗增大	(33)
6.2.3	缓冲电路的损耗增大	(34)
6.2.4	升压变压器的耦合度下降	(34)
6.3	未来复印机用的高压开关电源	(34)
第七章	高压开关电源	(36)
7.1	高压电源的结构	(36)
7.2	高压电源用逆变器的种类和特征	(36)
7.2.1	自激逆变器(集电极调谐型)	(36)
7.2.2	自激逆变器(调频式)	(37)

7.2.3	振铃式逆变器	(37)
7.2.4	扼流圈输入半波逆变器	(37)
7.2.5	扼流输入推挽逆变器	(37)
7.2.6	扼流圈输入桥接逆变器	(38)
7.3	根据用途分的高压电源种类和特征	(38)
7.3.1	计算机终端设备	(38)
7.3.2	医疗设备	(38)
7.3.3	静电喷漆机	(38)
7.3.4	空气清净机	(38)
7.3.5	复印机	(38)
7.3.6	激光管	(38)
7.3.7	电子束发生装置	(39)
7.3.8	通信机	(39)
7.3.9	半导体制造设备	(39)
7.4	高压电源的具体例子	(39)
7.5	高压电源的发展方向	(40)
第八章	生产线系统用的高压电源	(41)
8.1	结构设计上的问题	(41)
8.2	电气特性	(41)
8.2.1	对于负载和输入变化的稳定性	(41)
8.2.2	电路方式	(41)
8.2.3	积蓄能量	(42)
8.2.4	输出稳定度, 功率变换效率, 生产成本	(42)
8.2.5	保护功能	(43)
8.3	高压直流电源的实例	(43)
8.3.1	射频振荡器方式	(43)
8.3.2	PWM 开关方式	(44)
第九章	恒压及恒频 (CVCF)	(46)
9.1	CVCF的功能和电路方式	(46)
9.1.1	电路结构	(46)
9.1.2	高可靠性系统	(47)
9.1.3	输出过电流的协调	(47)
9.2	CVCF 的应用	(49)
9.2.1	配置计划	(49)
9.2.2	布线计划	(49)
9.2.3	接地	(50)

9.3	发展方向	(50)
第十章	小型不间断电源装置	(51)
10.1	小型不间断电源装置的种类	(51)
10.1.1	平时由商用电供电方式	(91)
10.1.2	平时由逆变器供电方式	(51)
10.2	用于 OA 用小型不间断电源装置的蓄电池	(51)
10.3	OA 负荷和不间断电源装置所要求的性能	(52)
10.4	交流不间断电源装置的结构	(54)
10.4.1	充电器	(54)
10.4.2	逆变器	(55)
10.4.3	转换开关	(55)
10.5	应用例子	(55)
10.6	今后发展方向	(56)
第十一章	交流不间断电源系统	(57)
11.1	不间断电源的概况	(57)
11.2	UPS 装置	(57)
11.2.1	整流器部	(57)
11.2.2	逆变部	(58)
11.3	USP 系统	(60)
11.3.1	待机备份方式	(60)
11.3.2	并联备份方式	(61)
11.4	发展方向	(61)
11.4.1	降低输入高次谐波电流	(61)
11.4.2	降低输出高次谐波电压	(61)
11.4.3	逆变器用半导体器件	(61)
11.4.4	安全预防	(62)
11.4.5	UPS 系统	(62)
第十二章	三端口电源	(63)
12.1	三端口电源的工作原理	(63)
12.2	系统结构和特点	(64)
12.3	电路的工作原理	(64)
12.3.2	逆变器	(65)
12.4	三相三端口的结构	(66)
12.5	三相三端口 UPS 的控制	(66)
12.6	过渡特性	(67)

12.7	综合特性	(67)
12.8	实际负载实验	(67)

第二编 各种不同用处的电源发展倾向 69

第一章 电子计算机及其外设用电源 (69)

1.1	电源系统	(69)
1.1.1	电源控制系统	(69)
1.1.2	交流电供给系统	(70)
1.1.3	各设备用电源	(70)
1.2	电子计算机用电源的特征	(70)
1.2.1	品质	(70)
1.2.2	大小	(70)
1.2.3	国际性	(70)
1.2.4	维修性	(70)
1.3	电路方式	(70)
1.3.1	开关电源	(70)
1.3.2	CVT	(70)
1.3.3	串联损耗电源	(71)
1.4	公共规格	(71)
1.5	主机用电源	(71)
1.6	外国设备用电源	(71)
1.6.1	磁盘机用电源	(74)
1.6.2	磁带机用电源	(74)
1.6.3	读卡机用电源	(74)
1.6.4	冲击式行打印机用电源	(74)
1.6.5	非冲击式行打印机用电源	(74)
1.6.6	CRT显示器用电源	(76)

第二章 办公计算机、个人计算机用电源 (78)

2.1	高可靠性化	(78)
2.2	小型化、轻量化	(78)
2.3	低价格化	(78)
2.4	适用于各种规格	(79)
2.5	与设备有机地结合	(80)
2.6	多输出电源化	(80)
2.7	其他必须事项	(82)

第三章	控制设备用电源	(85)
3.1	商用电源情况.....	(85)
3.2	电源备份.....	(86)
3.3	CVT 系统.....	(86)
3.3.1	CVT 的原理.....	(86)
3.3.2	CVT 的电源结构.....	(88)
3.4	PIP 组件方式.....	(89)
3.4.1	PIP 组件的电源结构.....	(90)
3.4.2	规格和动作概要.....	(90)
3.5	控制设备用电源系统的将来.....	(91)
第四章	产业机器人用电源	(92)
4.1	机器人用电源所要求的性能.....	(92)
4.2	机器人研究的发展和电源.....	(93)
4.3	安装上的问题和噪声.....	(95)
4.4	今后的机器人用电源.....	(97)
第五章	放电加工用电源	(98)
5.1	放电加工法.....	(98)
5.2	放电加工和电源.....	(98)
5.2.1	放电加工电源.....	(98)
5.2.2	控制部.....	(99)
5.3	放电加工电源的技术变迁.....	(100)
5.4	新的放电加工和电源技术.....	(101)
第六章	医用设备电源	(104)
6.1	概要.....	(104)
6.2	X 射线高压发生装置.....	(104)
6.2.1	单相全波整流变压器式高压装置.....	(104)
6.2.2	三相全波整流变压器式高压装置.....	(105)
6.2.3	电容器式高压装置.....	(105)
6.3	X 射线控制装置.....	(106)
6.3.1	管电压控制.....	(106)
6.3.2	管电流控制.....	(107)
6.3.3	X 射线照射时间控制.....	(107)
6.3.4	其它控制.....	(108)
6.4	最近的X 射线高压装置的发展趋势.....	(109)

第一章 电源用集成电路	(110)
1.1 电源用集成电路概要	(110)
1.2 开关稳压器用控制器IC的动向	(110)
1.2.1 产品开发的经过和存在的问题	(110)
1.2.2 今后的措施	(112)
1.3 其他, 电源用集成电路的技术动向	(112)
1.3.1 三端稳压器	(112)
1.3.2 电压变换器	(113)
1.3.3 高精度基准电压	(114)
1.3.4 可变并联稳压器	(114)
1.3.5 电压监测用集成电路	(114)
第二章 功率用双极晶体管	(116)
2.1 双极晶体管的种类和结构	(116)
2.2 晶体管组件的种类和构造	(116)
2.3 晶体管组件的特征	(116)
2.4 功率晶体管的定额和特性	(118)
2.4.1 电压定额	(118)
2.4.2 电流定额	(118)
2.4.3 输出特性和电流放大率	(118)
2.4.4 开关特性	(118)
2.4.5 安全工作范围(SOA)	(118)
2.5 应用上的注意事项	(119)
2.5.1 基极驱动电路	(119)
2.5.2 缓冲电路	(120)
2.5.3 防止支路短路	(120)
2.5.4 耐 dv/dt 量	(120)
2.6 功率晶体管的应用	(120)
第三章 电源设备用噪声滤波器	(122)
3.1 噪声滤波器的必要性	(122)
3.2 共态噪声和常态噪声	(123)
3.3 电源设备用噪声滤波器的种类	(123)
3.4 分散型噪声滤波器	(123)
3.5 盒式噪声滤波器	(124)
3.6 电源设备滤波器的将来发展	(126)

第四章 非晶磁性材料	(128)
4.1 非晶磁性材料的特性	(128)
4.2 在各种电源设备上所应用	(128)
4.2.1 在可饱和电抗上的应用	(129)
4.2.2 在扼流圈上的应用	(131)
4.3 今后的展望	(132)
第五章 电源用电容器	(133)
5.1 铅电解电容器的特征	(133)
5.1.1 输入平滑用电容器	(133)
5.1.2 输出平滑用电解电容器	(134)
5.1.3 控制电路用电容器	(134)
5.2 电源设备使用的铅电解电容器的选择	(134)
5.3 开关电源用铅电解电容器的课题	(135)
5.4 薄膜电容器	(135)
5.4.1 薄膜电容器的种类和特点	(135)
5.4.2 电介质的物理特性比较	(136)
5.4.3 电极结构的比较	(136)
5.5 薄膜电容器使用上的注意事项	(136)
5.5.1 容许电压	(136)
5.5.2 脉冲容许值	(137)
5.5.3 使用温度范围	(137)
5.5.4 跨接线使用(电源之间)	(137)
5.5.5 焊接时的耐热性	(137)
5.5.6 其它	(138)
第六章 开关电源用变压器	(139)
6.1 开关电源用变压器的现状和今后的发展	(139)
6.2 磁心形状	(140)
6.3 线圈结构	(141)
6.4 线圈的材料	(141)
6.5 浸渍剂	(142)
6.6 绝缘纸带	(142)
第四编 电源市场的概况	143
1. 直流稳压电源(出口)的市场概况	(143)
2. 开关电源的市场概况	(143)
2.1 开关电源的市场规模	(143)
2.2 各开关电源厂的分配情况	(144)
2.3 开关电源的生产倾向	(145)
第五编 电源设备附表	146

第一编 各种设备的电源现状

第一章 开关电源

近年来,包括微型计算机在内的办公室自动化电子设备的普及速度十分惊人,广泛用于控制设备、情报产业设备、测量设备以及家用电器或汽车等领域。

开关电源随着在高效率化、小型轻量化方面的进一步发展,它作为电子设备用电源在迅速转移,现在的微型机或输入输出设备有90%以上是采用开关电源。

电源的负载也是多种多样的,以单一输出电源使用的电子设备比较少,例如微型计算机等需要3~4种以上的电源输出。作为电源生产厂家,要降低成本,必须要符合以下的电路结构才能满足多样化的要求,即①是要符合市场需要的输出结构的标准化电源;②是要符合OEM批量生产机种规格的最佳设计。

1.1 技术动向

1.1.1 高频化技术

电路技术的发展从当初的2kHz可听频率开始,随着半导体、铁心、电容器等元件技术的发展,高频化也在发展,现在20~50kHz是主流。同时促进了装配技术的发展。100~200kHz的电源也开始批量生产,并在市场上出售。

高频化的实现,可以说全靠采用的半导体器件的高速化。

在开关电源中,输出整流二极管的损耗 P_D 约占整个功率损耗的1/3, P_D 可用下式求出:

$$P_D = f(V_F I_{FON} + V_R I_{ROFF} + \frac{1}{2} V_{rr} I_{rr})$$

5V输出的整流二极管采用肖脱基位垒二极管,实验工作频率采用20kHz和200kHz,与低频进行比较,效率下降2%,所以高频化在实用上不存在问题。

当输出在12V以上时,采用快速恢复时间二极管,这时效率下降10%,实用上存在一些问题。最近,出现了低损耗形快速恢复时间二极管,其恢复时间在50ns以下,正向电压降在0.85V以下,为提高效率起了十分重要的作用。同时恢复特性中的振荡少。

主要的开关元件有过去一直在使用的双极晶体管和有利于高频化的功率MOSFET。使用双极晶体管时极限频率为100kHz。如果提高到200kHz,则应采用MOSFET。但是,如果改善双极晶体管的开关特性,或者在驱动电路上动点脑筋,也可以用到200Hz。

众所周知,高频化的效果在于可使变压器和输出滤波器小型化。就主变压器来说,尺寸的大小取决于磁心的截面积,这种截面积A可用下式求出:

$$A = \frac{V_1 (T_{on}/T)}{Z \cdot f \cdot B_m \cdot N_1} \times 10^3$$

从式中可以看出磁心的截面积与频率(f)和磁通密度(B_m)的积成反比。磁通密度由于铁损而随频率升高而下降,假如频率为原来的10倍,则体积为原来的1/3左右。对于输出滤波器,可以假设 $L \times C$ 的值为 $1/f^2$,电感L的体积为 $1/4 \sim 1/5$,对于电容C,由于等效串连

电阻(ESR)的关系,大约为 $\frac{1}{f}$ 。

以上介绍了工作频率的高频化的概要,当综合考虑元件技术、价格、生产性时,最好采用100kHz。图1为工作频率与主开关管损耗的关系,图2为元件所需的体积,图3为工作频率的提高情况。

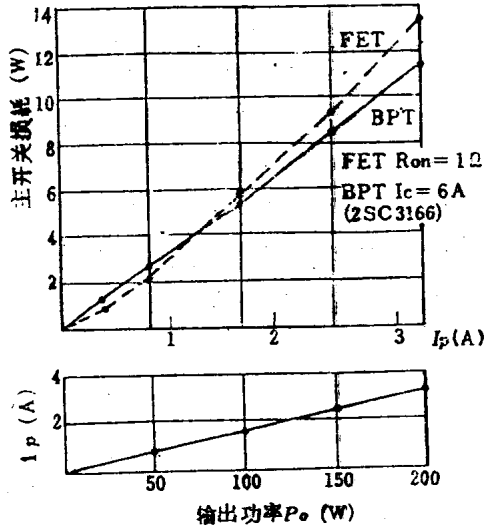


图1 主开关的损耗

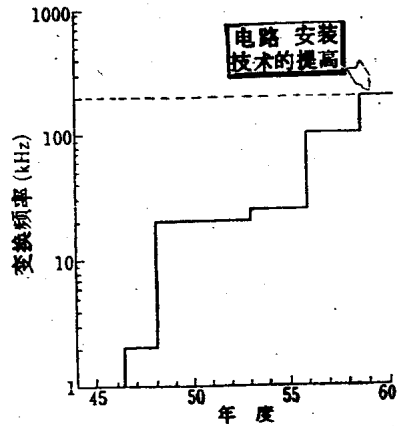


图3 电源的变换频率的提高过程

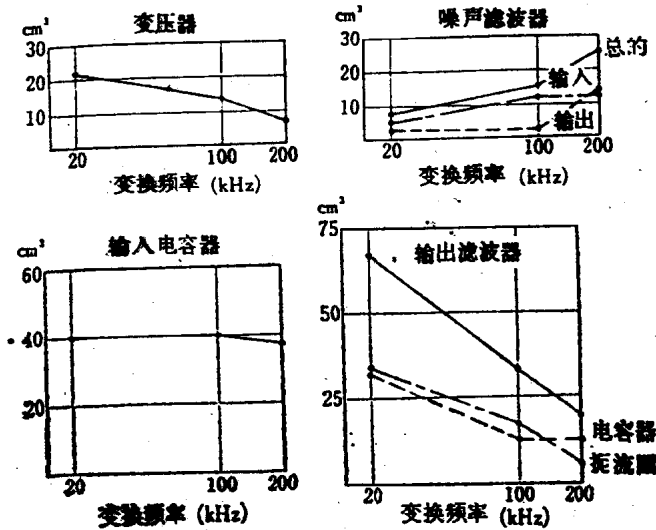


图2 变换频率和元件所需体积

1.1.2 电路方式的发展方向

由于各种电子设备集成化的提高,所以需要多输出电源。

作为电源生产厂,在考虑怎样设计出输出结构符合市场要求的标准化电源的同时,又要考虑与OEM批量生产机种的规格相符的最佳设计,这是降低成本的关键。

图4为多输出开关电源中使用的电路方式。表1为一般输出电压的种类、稳定度等典型值。

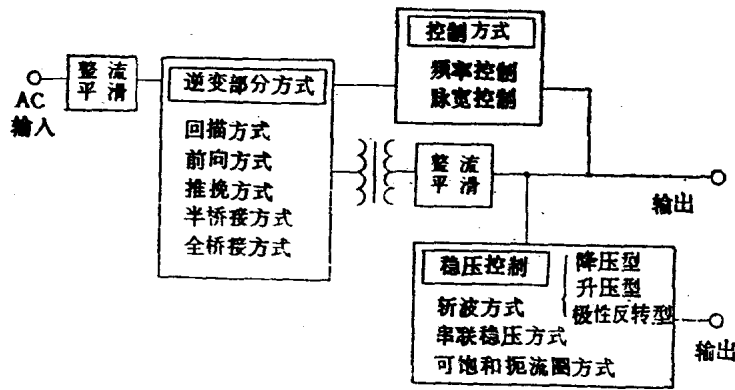


图4 电路方式

根据多输出电压的次级线卷、整流电路、滤波器等输出固有成份可以推测出发生的负载变动，如果其变动量太大，则次级电路要用特别的稳定技术，或改用其他方式，或者必须分析电路的特征后分别使用。当必须根据负载条件(脉冲负载等)或稳定度采用复数系列组成开关电路时，从成本上来考虑一般是装在同一块印制电路板上，共用输入电路。这时各个工作频率都做成一样，同步运行是很重要的。其前提是防止发生由相互频率差拍引起的不规则波纹，避免电路间的共态阻抗引起的相互干扰，出现类似寄生振荡的症状。

在规格指定的事项中，应注意的项目有：(1)输出顺序，(2)输入输出停电特性，(3)各输出之间绝缘，(4)相互的变动，(5)预备信号、报警信号等附加功能。因此电路方式也受到限制，与成本有很大的关系，需要和用户共同作出决定。

表1 几种普通的输出电压及其典型值

电压 (V)	稳定度 (%)	波纹噪声 (mVp-p)	典型的负载
+5	±5	100	逻辑元件(TTL系集成电路)
+12	±5或±10	120	存储器用MOSIC, 驱动用电源
+15	±5	150	运算放大器
24	±10	240	输入输出装置的驱动和控制用
-5	±5	100	存储器用MOSIC
-12	±5	120	运算放大器
-15	±5	150	运算放大器

1.2 规格要求及相应措施

关于电源的规格有很多，有国内规格、国外规格。其中两条重要的规格是防止火灾、火灾的安全规格和防止无线电干扰的噪声规格。用户在这方面的要求也很严格，要求系统的输出能符合各国的规格。

1.2.1 安全规格

下面列出开关电源在用于事务机、情报处理机器时的主要规格，

- 日本……电气用品取缔法
- 美国……UL114、UL478
- 加拿大……CSA - C22,2 - No143
- 西德……IEC380, IEC435

与这些规格相应的设计注意事项有：(1)沿面，空间距离，(2)绝缘电阻、绝缘耐压，(3)泄漏电流，(4)使用指定元件(输入软线、保险丝、电器等)，(5)使用指定等级的材料(印制电路板、电线、高分子材料等)，(6)温度上升规定，(7)异常试验规定，(8)指示义务(接地、注意、开关、保险丝、规格等各种指示)，(9)在生产线上的管理项目(等级数的管理、焊接锡槽的温度管理、出厂时的绝缘耐压试验和接地导通试验等)。在此，对象的要求不同，规格的制订和考虑也不同。所以具体情况具体对待。

以上是为了保护操作员及防止火灾而规定的，必须了解各国的安全规格进行设计。

1.2.2 电波干扰规格

电波干扰规格中的反馈到交流输入线上的噪声规格有噪声端电压和在空中传播的不必要的辐射。

- 日本……电波审议会
- 美国……FCC规格
- 西德……VDE - 0871
- 欧洲……CISPR

图5为在上述规格内，噪声端电压的规定值。在这些规格中，虽然在技术上有困难程度上的差别，但作为抑制开关电源的噪声和设备的钟脉冲噪声的手段有屏蔽、接地处理、输入输出滤波器、电路方式等多种方式，值得研究的项目很多。

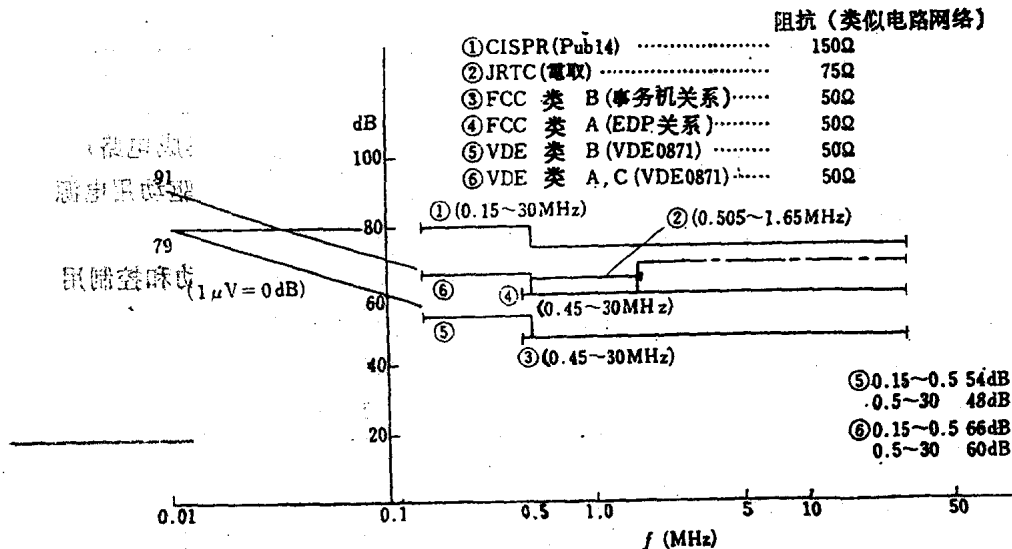


图5 输入反馈噪声的公共规格

关于这些安全规格、电波干扰的调查、试验及申请窗口，设有以下机关单位。

- 机械电子检查检定协会 (JMI)
- 安全问题研究会

1.3 采用时应注意的问题

1.3.1 安装条件

效率比串联稳压器有大幅度的提高,开关电源的一大特点是小型化,但也不能忽略热的问题。特别是在电源组件内使用的电解电容,根据 $10^{\circ}\text{C}2$ 倍的理论,注意安装条件可以大幅度地延长寿命。在市场上出现了经过技术改进的电解电容,它可以容许高波动电流、高温($105^{\circ}\text{C}\sim 125^{\circ}\text{C}$)。电源厂应积极采用,同时在设计安装时必须研究提高设备寿命的安装方法、负载率、吸排气条件。

1.3.2 电气条件

在从电源厂引进标准产品时,必须特别注意以下的问题。

(1) 漏泄电流

为增加耐噪声量,很多电源在输入部分装有滤波器。所以必须对照安全规格、漏电继电器的读出电流检查从交流线流向FG的漏电流。

(2) 负载变动大的情况

由于机电的发展,电源用于打印机、马达等负载急剧变动的设备。当这种瞬时负载变动大的时候,输出电压的变动也大,有时会引起保护电路工作或被破坏。这时必须在负载旁边接一大的电容器,或者使用专用电源组件。

(3) 输入电涌电流

当输入电源设备容量小的时候,电源投入时,由于输入电涌电流,输入电压倾斜,导致系统误动作。当输入交流线开关之类的电流容量小的时候,也应考虑接触点粘焊的事故。虽然有很多电源组件装有抑制输入电涌电流的电路,但在设计包含检验的系统时,必须注意确保输入的再投入时间。

(4) 耐压试验时的感应电流

如前节1.2.2所述,为防止输入反馈噪声,以及为了防止输出至FG之间的共态噪声,电源组件的初级~FG之间,次级~FG之间设有电容器。在耐压试验时,必须把耐压试验器的读出电流调到超过这些电容中流过的电流值。关于电流值,由各工厂的产品目录来规定。

1.3.3 强化耐噪量

设置开关电源的环境很多是终端机,事务机等,所以强化电源组件的耐噪特性,成为重要的问题。

要试验的有以下几方面:

(1) 检验对外来噪声的耐量

……噪声模拟

(2) 检验雷电冲击

……雷击试验

(3) 检验耐静电量

……静电放电试验

关于这些问题,在电路结构和安装技术上都有很多技巧,应由工厂通过试验认定,

由电源组件厂作为保证规格具体地体现出来。

1.3.4 可靠性要求及其措施

作为用户的要求，是要求电源有更低的价格，更高的可靠性。也有备份使用寿命短而价格低的电源，由于使用的安装位置改变了对电源组件的故障率及平均寿命的要求，它也影响到外形尺寸、成本及维修性。

多输出电源组件的元件数总是比单一输出电源组件的元件数多。由于可靠性是由构成电源的各元件的故障率的和表示，所以要选择元件数或电气接点数尽可能少的电路方式(包括保护电路和附属电路在内)，过渡时期也采用元件的额定值降级使用。

由于篇幅有限，只是作了概略的说明和提出了问题，但相信今后小型、轻量、高效率肯定是发展方向，适合低成本要求的器件的开发，频率变换将追求更高的频率的趋势也会得到进一步的发展。

第二章 IC组件式开关电源

2.1 概要

开关电源可以做到比串联电源(串联控制式电源)更加大幅度地小型化、轻量化,所以不管是家用电器还是产业机器都广泛地采用开关电源。这主要是由于构成开关电源的有源和无源元件的高性能化、小型化及电路技术、安装技术的进步所致。

近年来由于IC技术的发展,开关电源广泛地采用单片集成电路(把开关电源的控制部分归纳成通用性高的集成电路)和包括功率部分在内的混合集成电路。

本节主要介绍开关电源的特征,分类,开关电源IC的实例,安装的注意事项,以及今后的技术发展方向。

2.2 开关电源的特征

表1为开关电源和串联电源的比较。从表中可以看出,同一容量的电源相比,开关电源的效率比串联电源高,那是因为发热(电路中的功率损耗)少。因此变压器或散热器可以大幅度地小型化、轻量化。特别是在下述变换器式开关电源中,小型化、轻量化表现得更明显。

表1 开关电源和串联电源的比较

项目	开关电源	串联电源
效率	65~85%	20~40%
发热	小	大
形状	小	大
重量	小	大
电路	复杂	简单
噪声	大	小
过渡响应	劣	良

但是,和让功率晶体管线性工作的串联电源相比,开关电源的控制电路复杂,为了处理功率晶体管,高速二极管产生的噪声,需要各种滤波器。

另一方面,开关电源集成化,对于电源的小型化(减少元件数),简化设计,元件的标准化具有很大的效果。目前,从彩色电视,磁带录像机等家用电器到复印机、传真机、终端机等办公室自动化设备,都广泛地采用了开关电源。

2.3 开关电源的种类

如图1所示,开关电源可以分为斩波方式和变换器方式。斩波方式如图2所示,利用商用变压器使市电输入降压,整流后送到稳压器部。为了使变压输出稳定,让输出电压反馈,和基准电压进行比较,控制开关晶体管Q的开关频率或占空因数。

虽然在使用商用变压器上和串联电源是一样的,但由于可以大幅度地变动输入电压,并且效率高,所以可以减小变压器的容量。与下面所讲的变换器方式相比,由于其变压