

AC-DC 医疗电源选型和解决方案

医疗设备产业是关系到人类生命健康的新兴产业，近十余年来，在世界发达国家一直保持着很高的市场年增长率，因而被誉为朝阳产业。随着医疗水平的提高，越来越多先进的医疗设备广泛运用在了各种医疗场合。电源作为医疗设备的重要组成部分，它相对于其他种类的电源产品有更为严苛的要求。本文重点介绍医疗用电源的特殊要求以及金升阳公司高品质医疗用 AC-DC 产品的技术特性。

医疗电源的特殊要求

目前，医疗设备大多采用开关电源。随着电子技术的发展，开关电源不仅体积大大缩小，重量减轻，而且能耗大幅降低，并提高了可靠性。使用交流供电的医疗诊断、测量和治疗设备，可能会由于不合适的接地和电绝缘产生漏电流，而使患者以及医疗人员暴露在电击、烧伤、内脏器官损伤和心律不齐等潜在危险之中。

鉴于医疗设备的特殊使用环境，医疗用电源产品在安全性和可靠性方面有着更为严苛的要求。例如，必须满足 IEC60601-1 安规的绝缘和漏电流要求，或其相关标准，诸如：EN60601-1、UL60601-1 和 CSA22.2 第 601.1 M90 标准。表 1 总结了 IEC 60601-1 医疗设备的安规要求。

| 工作电压 (Vdc) ↕ | 工作电压 (Vac) ↕ | 绝缘型式 ↕ | 爬电距离 (mm) ↕ | 空间距离 (mm) ↕ | 绝缘穿透距 离 (mm) ↕ |
|-----------------|-----------------|--------|----------------|----------------|-------------------|
| 17↕ | 12↕ | 基本绝缘↕ | 1.7↕ | 0.8↕ | ↕ |
| | | 加强绝缘↕ | 3.4↕ | 1.6↕ | |
| 34↕ | 30↕ | 基本绝缘↕ | 2.0↕ | 1.0↕ | ↕ |
| | | 加强绝缘↕ | 4.0↕ | 2.0↕ | |
| 85↕ | 60↕ | 基本绝缘↕ | 2.3↕ | 1.2↕ | 0.4↕ |
| | | 加强绝缘↕ | 4.6↕ | 2.4↕ | |
| 177↕ | 125↕ | 基本绝缘↕ | 3.0↕ | 1.6↕ | 0.4↕ |
| | | 加强绝缘↕ | 6.0↕ | 3.2↕ | |
| 354↕ | 250↕ | 基本绝缘↕ | 4.0↕ | 2.5↕ | 0.4↕ |
| | | 加强绝缘↕ | 8.0↕ | 5.0↕ | |
| 566↕ | 400↕ | 基本绝缘↕ | 6.0↕ | 3.5↕ | 0.4↕ |
| | | 加强绝缘↕ | 12.0↕ | 7.0↕ | |
| 707↕ | 500↕ | 基本绝缘↕ | 8.0↕ | 4.5↕ | 0.4↕ |
| | | 加强绝缘↕ | 16.0↕ | 9.0↕ | |

表 1 IEC60601-1 安全标准要求

另一方面, 医疗设备的电磁辐射和电磁辐射防护是医用电源的一个重要参数标准, 涉及到电涌和瞬变电流强度、静电放电 (ESD) 电平, 以及射频干扰 (RFI) 防护能力。许多医疗应用都涉及 RF 治疗仪或无创电子手术器械, 因此电源必须能抵御干扰, 不受影响。

合格的医用电源应符合与 EMC 相关技术要求相配合的 EN60601-1-2 标准。不仅如此, 医用电源还必须满足 IEC61000-4-2 (静电防护能力, 要求达到 3kV)、IEC61000-4-3 (射频辐射防护能力, 要求达到 3V/m)、IEC61000-4-4 EFT (电压瞬变承受能力, 要求达到 1kV)、IEC61000-4-5 (市电涌流承受能力, 要求达到 1kV 和 2kV)、IEC61000-3-2 (市电线路谐波要求)、IEC61000-3-3 (电力线闪变要求), 以及 EN55011 (A 类产品或 B 产品辐射限制) 等要求。

此外, 涉及到特定应用场合还有一些特殊要求, 例如, 系统可能要在急救车上使用, 可能会出现电压冲击情况, 这种电源至少应符合 IEC 68-2-29 标准; 有

些设备是便携设备，可能在直升机上使用，因而会出现随机性振动，此种电源应符合 MIL-STD-810E 标准。

金升阳 LD 系列产品特性

金升阳公司致力于医疗用 ACDC 电源的开发，目前拥有 LD05, LD10 系列产品，产品的原理框图如图 1 所示。产品在设计过程中始终以高的可靠性为目标，在设计中的每一个环节都体现了这一点。

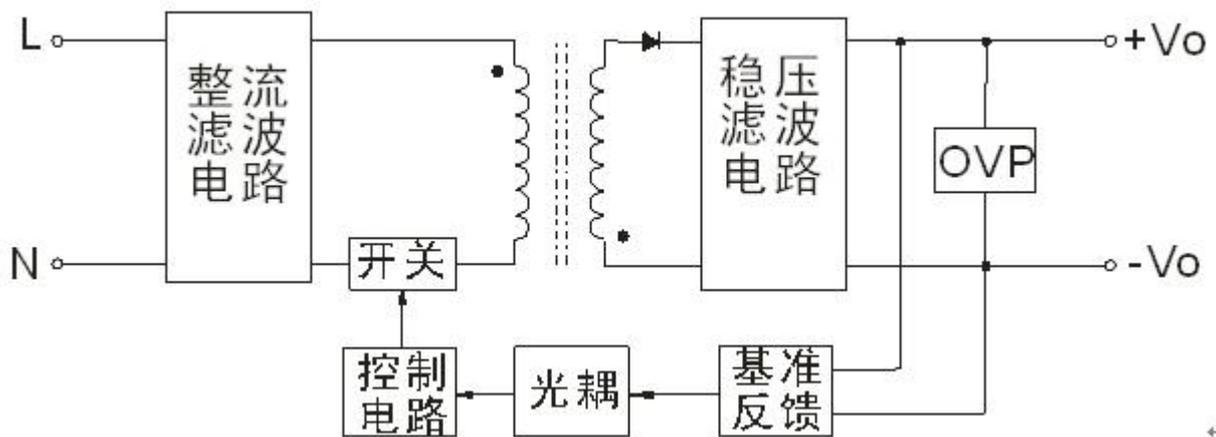


图 1 LD 系列产品原理框图

首先，产品控制芯片的可靠性对产品可靠性起着至关重要的作用。我们的产品选用安森美半导体公司的 PWM 控制芯片，由于芯片功能十分强大，只需要外接少数元件就能构成完整的开关电源，因此大大简化了产品的设计，从某种意义上讲也大大提高了产品的可靠性。另外，芯片的待机功耗很低，能够提供符合美国能源之星和欧洲蓝天使标准的解决方案，空载状态下同时能达到国际能源机构（IEA）最新建议的要求。芯片的短路保护功能还能通过持续监视反馈线的状况，检测到出现短路的情况，并立即减小输出功率，从而对整个电源及后级电路实现保护。一旦短路情况消失，控制器便恢复正常工作。这一功能也极大提高了产品在异常条件下的可靠性。

其次，在模块电源的热设计方面我们也做了很多有益的研究。MTBF 是电源可靠性的计量指标，而影响 MTBF 的最重要因素是部件的温度。因此要提高电源的可靠性，如何保持较低温度至关重要。模拟的方法有助于把一些抽象变得比较直观，因此我们引进了电热模型。所谓电热模拟就是用导热回路来模拟电子器件的散热回路，用电参数模拟热量的传递。具体地讲，即用电路中的电流来模拟热路中的热量（计算中，常用半导体器件的耗散功率 PD 来代替热量 Q），用电流的流动来表示热流的传递。电压 U 相当于器件温度到环境温度之温差 ΔT ，电阻 R 相当于热阻 R_{th} 。当然，除了模拟的热能传递，在设计及验证过程中，大量的高低温度可靠性试验也用来验证、完善产品的热设计。

第三，对产品 EMC 特性的严格要求，保障自身及系统可靠工作。人们对电子产品的 EMC 越来越关注，世界各国和组织对电子产品的相关限制也做出了相应规定。比较典型的标准包括：美国联邦通信委员会（FCC）规则及条例第 15 部分；国际电工委员会中 TC77 的 IEC61000 部分；国际无线电干扰特别委员会（CISPR）的 CISPR22（信息技术设备）；欧盟的 EN55022（信息技术设备）；中国的 GB9254-1998（信息技术设备）是从 CISPR 的 CISPR22 转换而来的。

通常，形成电磁干扰的条件有三个：向外发送电磁干扰的源（噪声源）、传递电磁干扰的途径（噪声耦合和辐射）、承受电磁干扰的客体（受扰设备）。因此，抑制电源产品的电磁干扰也要从这三个方面着手。采用以下几个手段来解决产品的 EMC 问题：1. EMI 滤波器的选择选用；2. 输入与输出滤波网络设计的优化；3. 缓冲电路的应用；4. 尽量缩小高频环路面积；5. 优化地线设计；6. 屏蔽的应用。

除了在设计中保证的高可靠性，LD 系列模块电源产品还具有以下特点：

体积小、功率密度高。金升阳的 LD 系列电源体积很小，其中：LD05 系列电源的输出额定功率为 5W，全球通用电压输入，体积为 50.08*25.4*15.16mm。LD10 系列电源的输出额定功率为 10W，全球通用电压输入，体积为 53*28*19mm，如图 2 所示。这类小体积电源，为小型医疗设备节省了大量的元器件空间，因而为设备的小型化提供了可能。



图 2 LD10 系列产品外形尺寸

安全性能好。该产品严格按医疗电源的要求设计。在安规设计上，输入和输出之间的距离均达到 8mm 以上，输入和输出之间耐压达到 4000VAC/1min。输入对输出的漏电流也很小，其中 LD05 系列内部无安规电容设计，使得漏电流几乎为零；LD10 系列也仅为 100 μ A 以下。LD05、LD10 系列电源已通过 EN60601 医疗认证（证书号分别是：E/CE2995090218023、E/CE3180090723209）和 UL60950 的安全认证（证书号分别是：E235235-A17-UL-1 和 E235235-A18-UL-1）。

EMC 性能好。产品通过了中国第五电子研究所赛宝实验室的全面 EMC 测试并取得证书。详见表 2。

| 测试项目 | 标准 | 等级 | 结果 |
|----------|--------------|---------|----|
| 传导/辐射 | EN55011 | Level B | 通过 |
| 静电放电 | IEC61000-4-2 | 6kV/8kV | 通过 |
| 电快速瞬变脉冲群 | IEC61000-4-4 | 2kV | 通过 |
| 射频辐射抗扰 | IEC61000-4-3 | 3V/m | 通过 |
| 浪涌 | IEC61000-4-5 | 2kV/4kV | 通过 |

表 2 产品 EMC 测试标准及结果

完善的应用指南。为使客户更好地使用产品，LD 系列产品都提供详尽的典型应用电路，如图 3 所示（具体参数可参加产品技术手册）。客户可以根据自身的使用需求来选择合适的应用电路。

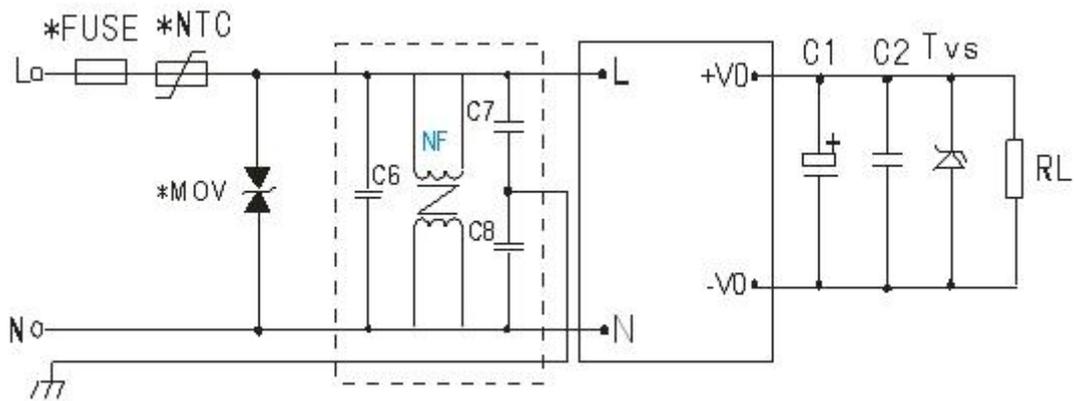


图 3 典型应用电路