

DOI: 10.3969/j.issn.1001-8972.2010.13.066

绿色开关电源的设计要点

徐献民 湖南省益阳市电子工业学校 413000

摘要

节约能源,减少温室气体的排放,不光是节约了成本,更重要的是保护了我们的地球,保护了人类的身体健康。开关电源已经广泛应用于家用电器、工农业生产、通讯、航天航海等各个领域。开关电源设计工程师要有深厚的理论功底和丰富的设计经验以及注意设计细节等才能达到符合绿色开关电源的设计要求,设计绿色开关电源正是适应了节能减排的需求。

关键词

待机功耗;平均效率;绿色开关电源;电源适配器

早期的开关电源由于技术不太成熟、器件性能的局限性,一些参数做得不太好像 EMC 难过关、待机功耗较大、效率不太高等。比如,早期的 36W 电源适配器的待机功耗有 2W 多,效率约 78%;早期的计算机电源的待机功耗有 3~5W,效率才 72% 左右。然而,减小开关电源的待机功耗、提高开关电源的效率是大有潜力可控的,是全球电源行业共同关注的问题。

随着现代科学技术的发展,器件的性能提高,特别是节能型电源芯片如雨后春笋般涌现,加上电路设计的成熟,要设计效率高、待机功耗小的节能型开关电源已是不太困难的事情,设计节能型开关电源正是适应了节能减排的需求。近几年来,美国“能源之星”的实施对设计和制造高性能的节能型开关电源起到了推波助澜的作用。

符合“能源之星”的开关电源又叫“绿色开关电源”,针对开关电源的“能源之星”已经有了多个版本,随着版本的升级,开关电源的效率越来越高,待机功耗越来越小,但设计难度也会越来越大。开关电源的效率一般在满载输出功率时测试,但 CEC (美国加州) 及“能源之星”规范中对设计的平均效率是在负载的四个测试点进行实际测量,这四个点是:25%、50%、75% 及

100%,设计是有一定难度的。

本人现在以图一的电路图为例,以美国加州能源之星法案(等级) Table U-2 (2008 年 1 月执行) 为设计依据来阐述设计绿色开关电源的要点。美国加州能源之星法案(等级) Table U-2 的要求如下:

标准输出功率 Pn	最低效率	最小空载功耗
< 1W	$\geq 0.5 * Pn$	全部为 $\leq 0.5W$
= 1W and = 51W	$\geq 0.09 * \ln(Pn) + 0.5$	
> 51W	≥ 0.85	

注意 1: 表中 Pn 是外置型开关电源的标准输出功率, Ln 是自然对数。

注意 2: 美国加州“能源之星”是强制执行的,是美国加州地方法规。进入美国加州的商品开关电源必须遵守这一法规。我国不少厂商是按照美国加州“能源之星”法案来设计和生产绿色开关电源的。

图一所示是输出为 12V3A 的并联型反激式开关电源,作为 14 英寸至 17 英寸的液晶显示器的电源适配器之用。

绿色开关电源的主要内容是效率高,待机功耗小。36W 的效率要求大于 83%,待机功耗要小于 0.5W。现在的电源芯片供应商提供的一般都是绿色电源芯片,待机功耗一般都会很小。但是,效率高除了与芯片有关外,还与其它器件有

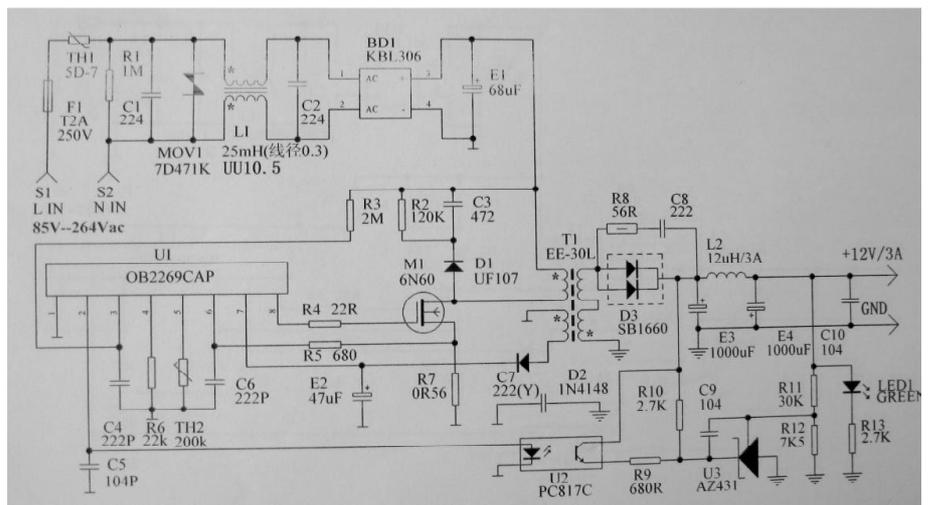
关。在图一中,与功耗有关的敏感器件主要有: MOS 管 M1、电源芯片 U1、二次整流管 D3、开关变压器 T1、脉冲吸收电阻 R2 和 R8 等。

对于 36W 配置的 MOS 管,如图一中的 M1,除了功耗和耐压符合外,还要求 $V_{sd} 1.4V, I_{dss} 10\mu A$; 因为开关 MOS 管的主要功耗为: 导通压降 $V_{sd} \times$ 导通电流 + 反向漏电流 $I_{dss} \times$ 反压,用 6N60 加散热器可满足要求。

二次整流管工作在高频脉冲状态下,在 12V3A 输出时,要求工作耐压大于输出电压的 4 倍,工作电流大于输出电流的 3 倍,用耐压 60V,工作电流为 16A 的 SB1660 肖特基二极管可满足要求,但一定要加散热器。

电源芯片的功耗越小越好,因为它除了影响整机效率和待机功耗外,还涉及整机的工作稳定性,其功耗越大,温升越高,工作越不稳定。如昂宝公司的绿色开关电源芯片 OB2269AP,其正常工作功耗小于 30mW,工作稳定。

开关变压器的损耗是整机损耗的大头,它包括铜损和磁损。简单复制人家的优质开关变压器很难做成损耗小的开关变压器的,因为开关变压器的损耗是一个复杂的关系,与磁芯的品质、设计、绕制工艺等有关。拿设计反激式开关变压器而言,它与工作频率、导通时间、绕制方法、磁隙(磨磁芯)等有关。开关变压器的设计是设计开关电源的核心,要有高深的理论知识和多年的经验沉淀,优秀的开关电源设计工程师在选择高品质的磁芯、结合先进的绕制工艺,能设计出效率高于 97% 的开关变压器。图一中的开关变压器的磁



图一

芯选用浙江天通的 EE-30L, 开关工作频率为 65KHz, 导通时间是 0.42T (T 是周期), 初级 78 圈, 次级 8 圈, 芯片供电绕组 9 圈, 初级电感量 1.2mH, 漏感小于 35uH, 变压器的效率可达 96%, 工作时温升低于 60。

阻尼吸收网络由 R2、C3、D1 组成, D1 用 UF4007, C3 用 1000V4700PF 的高压瓷片电容器, R2 为 120K2W 的电阻, R2 与 C3 配合得好, 脉冲吸收效果明显, R2 与 C3 失配太多, 不但损耗加大, 还会辐射电磁波而使 EMC 过不了关。经测试, 该网络的损耗小于 0.4W。要注意, 该网络的设计是与电源芯片、工作频率、变压器的设计有关的, 不能应用于所有开关电源的电路。

由于二次整流管在工作时会产生尖脉冲, 在输出中会叠加杂波, 并且还会辐射电磁波而使 EMC 难过关, 故要在二极管两端并联尖脉冲吸收网络 R8 与 C8, 图一中 C8 为 22000PF100V 的瓷片电容、R8 为 56 欧姆 0.5W 的碳膜电阻, 此吸收网络也是有一定功耗的, C8 越大 R8 越小, 损耗越大。图一尖脉冲吸收网络的功率损耗小于 0.25W。同样要注意, 吸收网络的设计也与电源芯片、开关频率、肖特基二极管的特性、变压器的设计有关的。

阻波电感 L2 能使输出纹波减小, 一般是用漆包线在 6 毫米粗的磁棒上绕 8 到 16 圈。要注意, 由于要通过大电流, 故漆包线要粗, 圈数不要太多, 以免产生过大的压降而增大损耗。图一中的 L2 的电感量为 12uH, 用粗 0.8 毫米的漆包线绕制, 至于绕多少圈, 要视磁棒的磁材料参数而定。L2 的设计与电源的工作频率、输出电流有关。

特别提醒大家注意的是, DC 输出线 (图中未画) 一定要达到或超过 3A, 否则, 由于通过的电流大, 可能在 DC 输出线上产生的功率损耗是最大的冤大头。DC 输出线在电源适配器中的价格比重较大, 不少生产商会降低其载流量而减少成本, 结果会使效率得不到保证。

本人按照图一电路参数设计的反激式开关电源, 在国内标准输入电压 (220V50Hz 正弦交流电) 下, 在输出功率的 25% 测试时, 输出纹波为 45mVpp, 效率是 83.4%; 在输出功率的 50% 测试时, 输出纹波为 48mVpp, 效率是 83.8%; 在输出功率的 75% 测试时, 输出纹波为 53mVpp, 效率是 84.5%; 在满载输出功率

测试时, 输出纹波为 58mVpp, 效率是 84.8%。待机功耗小于 0.4W。符合 CEC (美国加州) “能源之星” 法案 Table U-2 (2008 年 1 月执行) 绿色开关的要求。

开关电源设计工程师要有深厚的理论功底和丰富的设计经验以及注意设计细节等才能达到美国加州能源之星法案等级的设计要求。然而, 符合 “能源之星” 的绿色开关电源不一定是优质电源, 还要求其它参数符合, 绿色开关电源只是在原来的开关电源参数上提高了有关能效的参数标准而已。

随着人们低碳生活的需求, 开关电源的能效要求会越来越高, 开关电源的设计难度也会越来越大, 这就要求开关电源设计工程师不断更新知识, 熟悉新材料, 学习新技术, 掌握新工艺, 对技术精益求精, 这样才能设计出高品质的绿色开关电源。

定向天线, 定向天线的增益可以做得很高。在其他条件不变的情况下, 仅把固定属台由全向天线换成增益很高的定向天线, 即可提高通信距离。

4. 双工电台的双天线运用

手持机由于发射功率和接收灵敏度存在差距, 很容易造成通信的上下行不平衡, 通信距离往往受限于上行。此时若增加基站的天线高度和天线增益只能使系统增益双向增加, 而不能改变上下行通信之间的差距。对异频收发的基站, 采用双天线有利于上下行通信平衡。收发信机分别使用一副天线, 两副天线垂直架设, 收信天线在上面, 发信天线在下面; 收、发天线不仅高度不同, 增益也可以不同, 使收信天线增益适当高于发信天线的增益, 上下行通信不平衡问题即可得到有效抑制。

参考文献

- [1] 徐献民. 能源之星. 现代物业. 2009 年第 8 卷第 11 期.
- [2] 电源技术网. 关于 CEC 加洲能源之星法案. 电源论坛. 安规.

作者简介

徐献民, 男, 高级电子工程师, 湖南省益阳市电子工业学校教师。教学课程: 电子电器; 研究方向: 绿色开关电源。其它爱好: 青少年科技辅导。

参考文献

- [1] 王国才. 超短波天线增益测量误差与分析[J]. 电子技术应用. 1982, (11)
- [2] 陈振县. 浅谈超短波移动通信网基站天线高度[J]. 中国无线电管理. 1994, (05).
- [3] 朱义胜, 郑紫微. 短波宽带天线匹配网络的设计[J]. 电子学报. 2001, (08)
- [4] 王少南. 超短波无线电台技术指标检测及应注意的问题[J]. 计量与测试技术. 2005, (06).

作者简介

王鹏, 1977 年生, 男, 山东省莱芜市人, 助理工程师, 本科, 主要研究方向为通信技术、计算机及应用。