

# 如何准确有效的测试开关电源 变压器的结构参数

徐振德, 蒋大维

江阴市星火电子科技有限公司

**摘要:** 电子变压器主要分为工频电源变压器和开关电源变压器两种, 而开关电源变压器相对于工频电源变压器, 其效率高、稳定性好、体积小, 同时节能环保的优势普遍被大众接受, 所以现在一些精密的设备仪器都在使用开关电源, 而开关电源变压器又是开关电源中的核心器件, 所以颇受大家关注。现在有很多中小企业都在生产、使用开关电源, 但很多并没有独立的去设计开关电源, 很多企业都是采用借鉴较大公司的开关电源, 那么其开关电源所使用的开关电源变压器很有可能就从原先的开关电源上拆卸下来发样给变压器厂家进行复制生产。由于发样的开关电源变压器往往数量不会很多, 所以变压器厂家必须小心翼翼对变压器进行测试解剖, 一旦弄坏, 往往就不能准确的测试出变压器的结构及参数, 浪费双方的人力、时间及金钱, 所以本文就和大家探讨在变压器解剖之前如何准确有效地测试开关电源变压器的结构参数, 从而保证解剖之后的数据正确, 并进行生产。

**关键词:** 开关电源变压器, 变压器结构, 变压器参数

电子变压器主要有两类, 一种是工频电源变压器, 又叫做线性变压器, 这种变压器往往匝数很多, 体积较大, 易于测试、分析, 同时客户一般不会要求一模一样, 所以变压器厂家一般不会对工频电源变压器进行解剖, 直接进行优化设计、生产就可以了。

而开关电源变压器不像工频电源变压器是个独立的结构, 独立的电源, 它虽然是开关电源中的核心器件, 但也是依附在开关电源 PCB 上的一员, 所以说, 变压器厂家无法对开关电源变压器性能测试, 也就是不能通过测试开关电源变压器而知道这个开关电源的输入、输出功率、频率等参数。那么变压器生产厂商如何处理呢?

一般只有一个办法, 那就是复制, 尽可能原版不动的复制客户的样品。我们要做的是尽可能快速、有效的复制客户的样品。如何快速、有效的复制客户的样品, 就是本文探讨的重点。上面摘要已经说明, 客户往往不会给你太多的变压器样品, 特别是比较贵重的开关电源, 客户把变压器拆给你已经是对你最大的信任了, 如果你处理不善, 把这个样品弄坏了, 那可想而知, 也就失去了客户的信任。当然即使客户多给你几只样品, 那也很有可能由于你的疏忽, 导致样品测试及解剖的失败, 其中的关键, 就是本文所探讨的。

## 1 变压器结构

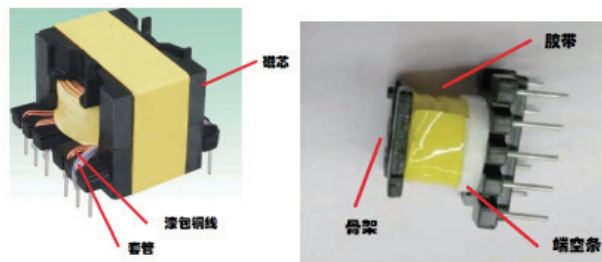


图 1 典型开关电源变压器结构, 左为外部结构, 右为内部结构

工欲善其事, 必先利其器, 我们要复制变压器, 首先要了解变压器的结构。一般的开关电源变压器由 6 部分构成 (见图 1): 1、磁芯: 变压器电磁转换的核心组件, 开关电源变压器通常使用铁氧体磁芯, 铁氧体磁芯又以 PC40 最为常见; 2、骨架: 变压器的载体; 3、绕组: 通常是漆包铜线, 电流大, 漆包线粗、电阻小, 电流小, 漆包线细, 电阻大; 4、端空: 又叫做挡墙, 增加变压器的爬电距离, 变压器的安规很重要; 5、绝缘胶带: 增加绕组间的耐压, 一般耐压要求高, 胶带圈数就多, 根据胶带的质量, 胶带层数通常取 500V-1000V/层; 6、其余辅料: 如凡立水 (增强变压器强度及耐压)、锡 (变压器针脚和漆包线连接)。

## 2 定义变压器针脚位

开关电源变压器针脚一般比较多，为了方便测试，我们通常要给变压器的针脚进行定位，这个根据每个人的习惯而定，当然你要记得你的针脚定位，不能错乱。下面参考我公司所习惯的变压器针脚定位。见图2，以骨架EPC19-5+6为例，变压器针脚向下，平放于桌子上，俯视变压器，左上角的针脚定义为1脚，依次从上往下，从左到右，循环定义1-11脚。



图2 EPC19骨架脚位定义，很多骨架上面都会有个斜口或者圆点，这个可以作为明显的标记

图3是开关电源变压器EE13/5+5的脚位示意图，及它的斜口及圆点，一般都认为是1脚。

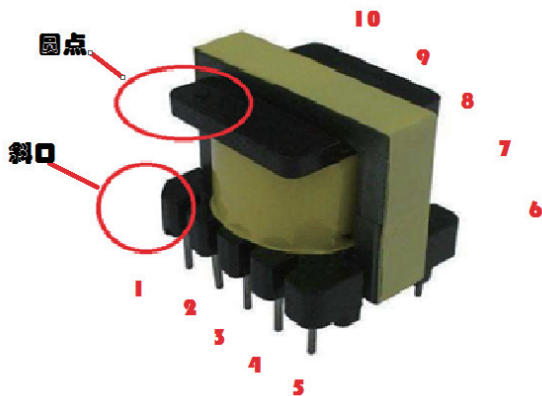


图3 EE13-5+5骨架脚位定义

### 3 变压器测试要点

- 1、同名端:开关电源变压器的测试重点，同名端错误，变压器不能正常工作；
- 2、直流电阻：用做辅助参考；
- 3、电感量：电感量是开关电源变压器的重要参数，电

感量不正确，变压器无法工作，当然有的开关电源变压器不要求电感量，但在不知道客户变压器要求时，还是要求测试电感量；

- 4、漏感：漏感大小，是变压器绕制工艺的指标。

### 4 变压器全面测试，类似于全身检查

为了方便说明，随机抽取一只我们公司EE13-5+5的开关电源变压器说明，见图4。

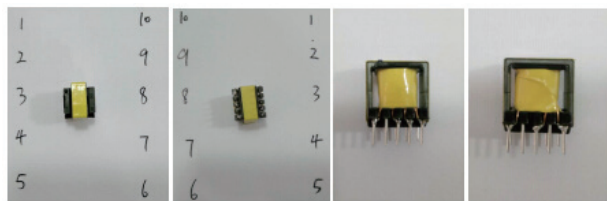


图4 变压器EE13-5+5

### 5 测试变压器的绕组关系

调节电桥至电感档，频率电压设置为1KHZ,0.3V，用电桥测试变压器每组通断，即是测试变压器有几组绕组，凡是相通的，必定有一定的感值。

见图4:EE13变压器，先看它的脚位，是否有漆包线，没有漆包线的针脚做为空脚，不用考虑，如上图，变压器针脚1、3、4、5、6、8、10上有漆包线，其余为空脚。

然后我们来测试，具体方法为

#### 5.1 一表笔搭接1脚，另一只表笔依次搭接其余3、4、5、6、8、10脚位

凡是相通的，可以记为一个绕组，如图5所示。

我们测试出来1-3脚相通，则标示为图6：并记下此绕组的电感量为3.007mH，再用高精度万用表测试本绕组内阻为4.85Ω。



图5

图6

#### 5.2 如图7，再从4脚开始，重复1步骤动作

如下图一直到8脚，循环完毕，可以测试出变压器的绕组关系。

表笔搭接示意图

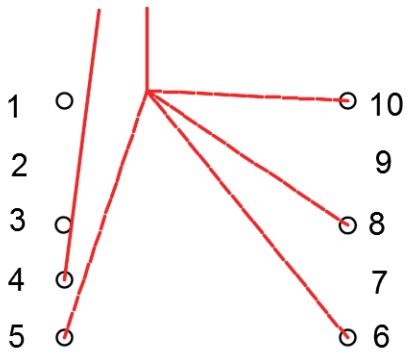


图 7

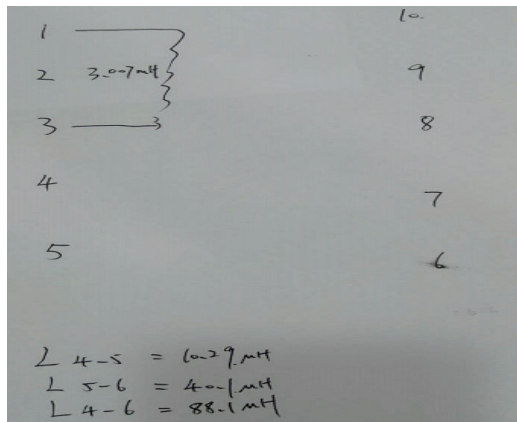


图 8

### 5.3 如图 8，测试到 4、5、6 三个脚位

发现两两相通， $L_{4-5}=10.29\mu\text{H}$ 、 $L_{4-6}=88\mu\text{H}$ 、 $L_{5-6}=40.1\mu\text{H}$ ，4 抽头，5 抽头，6 抽头，以上三种关系都有可能成立，默认以 4 脚为起始段，那么他们的关系有如图 9-11 可能：



图 9 5 脚为中轴抽头



图 10 4 脚为中轴抽头



图 11 6 脚为中轴抽头

### 5.4 解决方案

第一种方法：看 4、5、6 三脚位漆包线股数，哪个脚位漆包线股数多，一般就有可能是抽头；第二种方法，测试电阻法，测试这三个关系的直流电阻：测试结果如下： $R_{4-5}=0.0315\Omega$ 、 $R_{4-6}=0.092\Omega$ 、 $R_{5-6}=0.0613\Omega$ 。明显  $R_{4-6}=R_{4-5}+R_{5-6}$ ，那么 5 很明显就是抽头，就是上图的第一种情况。

### 5.5 重复上述方法

把变压器全部脚位测试完毕如下，结果见图 12。

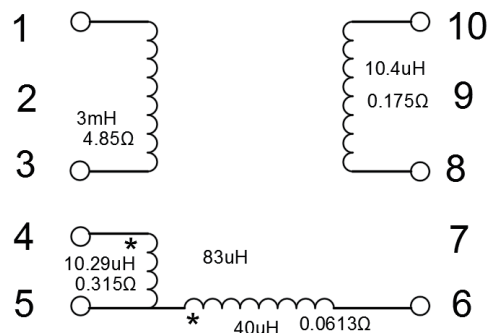


图 12 测试完的变压器绕线图

### 5.6 判断变压器的同名端关系

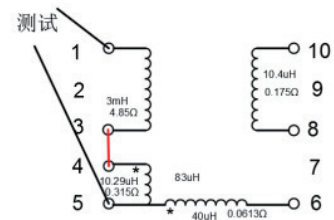
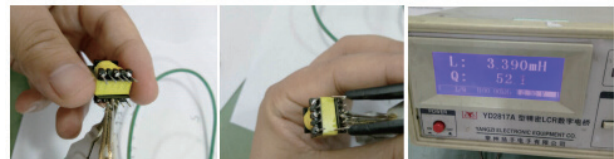


图 13

根据  $AL=L_1/N^2=L_2/N^2$  来判断变压器的同名端，见图 13，用短路夹（或者短接线）短接 3-4 脚，测试 1-5 脚的电感量  $L_{1-5}$ ，如果  $L_{1-5}$  的电感量比  $L_{1-3}$  和  $L_{4-5}$  中最大的电感量还要大。（即是  $L_{1-3}=3.007\text{mH}$ ，而短路测试电感量为  $3.39\text{mH}$ ），那么 3、4 脚就是异名端，那 \* 就要标在 1 脚上面。

如果  $L_{1-5}$  的电感量比  $L_{1-3}$  和  $L_{4-5}$  中最小的电感量还要小。（即是  $L_{4-5}$ ），那么 3、4 脚就是同名端，那 \* 就要标在 3 脚上面。

测算同名端的速记口诀为：

两个绕组，短接任意两脚，测试其余两脚，如果测试出电感量比这两个绕组中最大的电感量还要大，则短接两脚为异名端。如果测试出电感量比这两个绕组中最小的电感量还要小，则短接两脚为同名端。

我们根据上述记口诀，最终测试同名端为图 14：

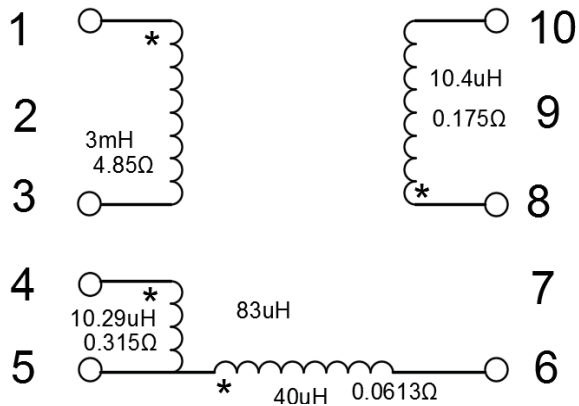


图 14 变压器测试的同名端

### 5.7 测试变压器主电感

根据上图，基本上可以判断 1-3 为主绕组，用不同的频率测试主电感量的变化，开关电源变压器正常使用 PC40 或者等同的材质，所以正常的磁芯在 500KHZ 以下的频率，电感量变化幅度极小，若发生较大变化，那么磁芯就要考虑是高导的磁芯，要么变压器质量有问题，要么是一种特殊变压器，要及时和客户沟通。

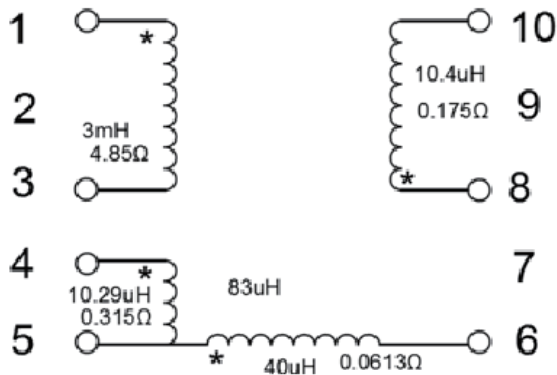
### 5.8 测试变压器漏感

见图 15，短接 4-10 脚，用电感表（100K,0.3V）测试 1-3 脚的电感量为 34.21uH，即是测试变压器的漏感，这个做为以后变压器样品的参照。



图 15 变压器测试漏感

至此，开关电源变压器的整体结构参数就算测试出来了，见图 16。



$$L_{1-3} = 3\text{mH} (100\text{K} \quad 0.3\text{V})$$

$$L.L = 34.21\text{uH} (100\text{K} \quad 0.3\text{V})$$

### EE13-5+5 (立) 开关变压器测试参数

图 16

本文和大家探讨了在不破坏开关电源的情况下如何准确有效的测试其结构参数，希望对大家有用，当然开关电源变压器最终还是需要解剖的，解剖完的结构再和我们测试的参数相互印证，从而保证开关电源变压器的参数准确。