

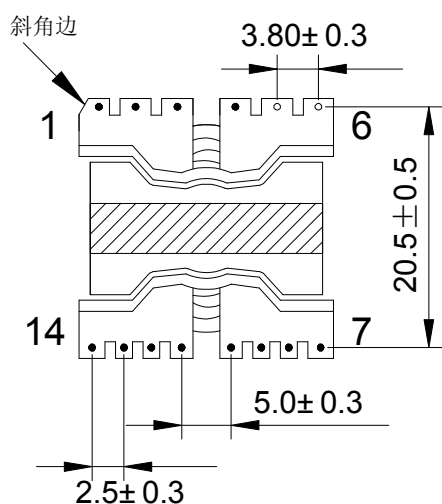
高频变压器基础知识培训

作者：FIDEL ZHANG

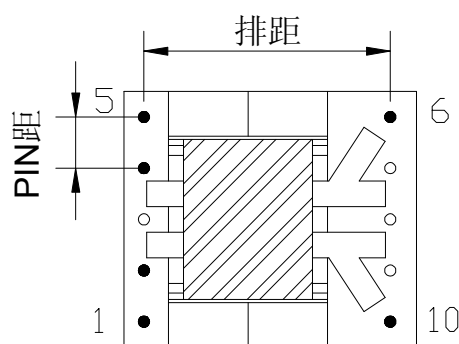
变压器是电子行业中非常常用的一个元器件，基本上只要有电的地方都会有它的影子，一般的电路代号为：T。主要由骨架，磁芯，漆包线和绝缘胶纸等部分组成；

骨架

也称胶芯，为变压器的重要组成部分，将不同线径铜线或绝缘线依不同圈数要求分别绕在线轴上，就构成了初级绕组和次级绕组，骨架按磁芯与机板构成的角度又可分为立式，卧式和特殊型三种。例如：将骨架 PIN 脚朝下，磁芯为左右组装则为卧式骨架，若磁芯为上下组装则为立式；骨架的 PIN 距指的是同一排 PIN 针中相邻两针的距离，排距指的是两排 PIN 针间的距离，一般 PIN 距要比排距小，有些骨架同一骨架的 PIN 距是不一样的，例如 PQ 型的，等等；骨架的 PIN 脚数法一般以凸点，或斜边所对应的最左边的针脚为 1 脚，将凸点或斜边面对自己，从左到右按顺时针数脚位如同数 IC 脚位的办法（当然有很多公司的数法与此不一样，具体要参照客户资料）。骨架按材质来分又可以分为 PBT,PET,尼龙，电木，其中前三种骨架都是不耐高温的，缠脚时不能缠得太靠根部。电木骨架是做高频变压器常用的，其颜色黑亮，但易碎；骨架在使用前要分清楚脚位，和观察骨架上是否有毛刺，以防绕制过程中刺伤铜线和绝缘线；



(立式)



(卧式)

磁芯

磁芯材料是变压器电磁感应的主体，也称铁芯，按其材质不同可分为硅钢片，镍钢片以及铁粉芯（铁氧体）和磁粉芯（铁素体）等多种。

使用磁芯时注意分清平面和气隙，当然也有变压器装两个平面或两个气隙的，使用镜面磁芯（UU10.5、UU9.8等），注意不能弄脏两磁芯的接触面，否则会导致电感不良。高导磁芯浸油后自然风干，防止因烘烤温度过高超过其居里温度点而导致电感不良。注意，不同材质，不同厂家的磁芯不可以混装。一般人分不清 EE 型磁芯和 EF 磁芯，EE 磁芯的中柱是长方形的，EF 磁芯的中柱是正方形的，有的骨架同规格的 EF 或 EE 磁芯都可以共用。

漆包线

也有人称铜线，是变压器电流的载体，为防止铜线间彼此短路，在铜线上涂了一层绝缘清漆，其颜色本色为金黄色（GOLD），另外还有红色（RED），绿色（GREEN），蓝色（BLUE）等。我们常用的漆包线颜色为前三种颜色，漆包线铜线直径（不含漆膜），一般以 0.045~1.0MM 为常用，漆包线的绝缘漆种类有：PEW 线（聚酯瓷漆包线），UEW 线。漆包线有许多种国际安全认证标准，我们常用 AWG（美国线规）和 SWG（英国线规）。漆包膜是很脆弱的，在绕线过程中，从铜线的线轴，线罩，导线瓷环，羊毛毡，塑胶导线槽到骨架，都要认真仔细的检查，看是否会对铜线漆包膜造成损伤的地方。检查好了之后才能进行生产。

注意：漆包线在使用中应特别注意其绝缘漆膜的保护，如果绝缘层脱落，则漆包线就不可使用，因此在漆包线的贮存，搬运及使用过程中一定要小心，千万不可弄伤漆包膜，尤其不可用硬物或利器划伤漆包线表面，不使用时，应将漆包线包装好放在物料架上。

绝缘胶带

谷称胶纸，主要起层间绝缘和外包绝缘的作用，绝缘胶带是由不同的绝缘带基层涂胶所形成，胶带厚度有 0.025mm, 0.050mm 等；

胶带的颜色有：黄色（常用型），茶色（耐高温型），白色，蓝色，绿色，黑色等，胶带的选用一般比骨架的槽宽宽 0-0.5mm 则可，太窄包不住，太宽会卷边，导致装不下磁芯。胶带一定要包正，否则也会导致装不下磁芯和磁芯无法吻合导致电感不良。初次级间的绝缘胶带一般最少要两层，绕制过程中若为粗线上面绕细线，且细线的圈数比较多，则建议粗线的外包胶带包松点，将细线的张力调小点。当线包比较胖时，胶带尽量不要重叠在装磁芯的位置，以防装不下磁芯。

三层绝缘线

一般按其材料来分可以分为铁氟龙型和树脂型，按是否可以直焊来分可分为直焊型和非直焊型，铁氟龙的绝缘线焊锡是要脱皮，但回烧度小，不易造成高压不良，但易在绕制过程和压线包时受损，树脂型的绝缘线一般都可以直焊，但回烧度大，对高压有影响，但受机械损伤的概率较小。三层绝缘线虽然有三层绝缘层，但也和漆包线一样容易受损。

挡墙套管

挡墙的作用主要是增加初次级间的爬电距离，当然有的场合也用它来定位线圈，注意，有挡墙是，铜线或铜箔包含三层绝缘线都不可以上挡墙，若挡墙是用来增加爬电距离，则所有铜线都需要穿套管，且套管需超出挡墙 1-2mm，当然有些场合套管扮演的角色是防止相邻进出线短路，和保护三层绝缘线（或铜线）。

绝缘油和胶

从广义角度来说我们使用的绝缘油也是胶的一种，胶一般我们分为双组分和单组分，单组分的胶一般需要借助烤箱烤干，双组分的胶一般都可以自己风干，双组份的胶 A 胶和 B 胶的配比方式应胶的种类的不同而比例不一样，（一般为 1: 1,10:3），若胶的配比不当，则很难烤干。我厂使用的绝缘油与稀释剂的配比为 1:1，但由于稀释剂挥发的相对快，所以要依比重加稀释剂。烘烤温度一般为 $110^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ ，烘干型绝缘油的烘烤时间为 4-8H，自干绝缘油的烘烤时间为 2-3H，当然也要参考产品的大小，越大的产品越不容易烤干。注意所有产品出烤箱冷却后

都需要检查绝缘油是否烤干，磁芯是否松动。（磁芯一定要牢固不松动）

当电感不良时，可从下列几个方向去分析：

- 1, 铁芯的材质是否正确.GAP 方式是否正确。
- 2, 圈数是否正确。
- 3, GAP 铁芯的放置位置。
- 4., 线圈内部是否有短路现象（层间短路，匝间短路）。
- 5, 测试脚位是否正确，是否有连焊的现象。
- 6 测试条件是否正确[频率，电压，方式(LP,LS)]。

当漏感不良时，可从下列几个方向去分析：

1. 线包过大。
2. 绕线不平整，交叉重迭，绕线疏绕不平均，未绕满整个线架。
3. 绕线方式不正确，疏绕与密绕没按规格要求。
4. 出入线末按规格要求垂直出入。
5. 原设计不合理。

减小漏感可采用以下措施：

- 1, 减少绕组匝数，应采用高饱和磁感应强度，低损耗的磁性材料。
- 2, 减少绕组厚度，增加绕组高度。
- 3, 尽可能减少绕组间的绝缘厚度。
- 4, 初，次级采用分层交叉绕制。

当匝比不良时可以从下列方向分析：

- 1, 绕组未绕平，绕的位置不对，如要求居中密绕的靠边绕了。
- 2, 圈数本身绕错，
- 3, 主绕组圈数绕错；
- 4, 线圈内部是否有短路现象（层间短路，匝间短路，铜箔短路）
- 5, 气隙位置不正确；

测试项

☆检测变压器的匝数比即测圈比，我们使用的是变压器综合测试仪，3250，其测量功能有电感(L)、电容(C)、直流电阻(DCR)、变压器相位(PH)、圈数比(TR)、漏电感(Lk)、脚位短路(PS)、平衡(BL)等。首先须设定测试频率、测试电压、等效电路（串联或并联）、测试范围、测试脚位，并进行零点校正（短路和开路），针对每一种产品用校验样板进行检定。测试仪设定有声控报警，遇上不良品会有单一的鸣叫声，显示器上有反白的项目出现。仪器一经专人设定后，测试员工不得私自更改。

☆电感机则是用来测量电感量的仪器，我们使用的有 LCR1061 和 LCR100 两种，LCR1061 电感机测试频率可在 40Hz-200kHz 之间调整，测试电压可在 0.1V-1V 之间调整。LCR100 测试频率和电压是固定的，相当于 LCR1061 的 1kHz/0.25V。测试等效电路分为串联（SER）和并联（PAR）两种，电感量在 1H 以下的产品一般用串联测试。电感机测试须按产品资料要求设定好测试频率、测试电压和测试等效电路，进行零点校正，针对每一种产品用校

验样板进行检定。

高压机则是用来检查变压器的抗电强度的设备，我们常用是 CC2670A。根据变压器使用的要求，必须保证正常工作，我们必须用高于使用电压一定倍数的电压在短时间内进行检测，即测试电压。

作为测试工位，必须掌握以下英文单词或缩写的含意：

POWER 电源 TR 圈比 PH 相位 Lx 电感 L 电感 Lk 漏电感 DCR 直流电阻 PS 脚位短路 PSHT 脚位短路 Start 开始 Reset 复位 PASS 合格 FAIL 失败 GOOD 好的 NG 不良的 SER 串联 PAR 并联 OPEN 开路 SHORT 短路 AUTO 自动 ZERO 零点 HIGH 高 LOW 低 H 亨利 mH 毫亨 μ H 微亨 30T-30 圈 3S-3 秒 mA 毫安 AC 交流 DC 直流 V 伏特 Hz 赫兹 kHz 千赫兹 Ω 欧姆

附一：（变压器英语）

一, 材料名称:

- | | | | |
|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------|
| 1, 线架:BOBBIN | 2, 磁芯:CORE | 3, 胶带:TAPE | 4, 挡墙胶带:MARGIN TAPE |
| 5, 保险丝:FUSE | 6, 套管:TUBE | 7, 标签:LABEL | 8, 环氧树脂:EPOXY |
| 9, 铁夹:CLIP | 10, 底座:BASE | 11, 盖子:CASE | 12 铜箔:COPPER FOIL |
| 13, 凡立水:VARNISH | 14 铜线:COPPER FOIL | 15, 黑片:ANNEALED | 16, 引线:LEAD WIRE |
| 17, 抽屉式胶芯:SHROUD DOUBLE SECTION | 18, 白片:NON-ANNEALED | 19, 矽质套管:SILICON TUBE | |
| 19, 铁桥:CHANNEL FRAME | 20, 工字型胶芯:SINGLE SECTION | 21, 王字型胶芯:DOUBLE SECTION | |
| 22: 三层绝缘线:TEX-E WIRE | 23, 丝包线:USTC WIRE | 24, 绞线:LITZ WIRE | |

二, 常用名词及术语:

- | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-------------------------------|--------------------------|
| 1, 变压器:TRANSFORMER | 2, 扼流圈:CHOKE COIL | 3 滤波线圈:LINE FILTER | 4, 逆变器:INVERTER |
| 5, 适配器:ADAPTER | 6, 电木:PHENOLIC | 7, 初始磁导率:INITIAL PERMEABILITY | |
| 8, 功率损耗:POWER LOSS | 9, 密度:DENSITY | 10, 矫顽力:REMANENCE | 11, 电感:INDUCTACE |
| 12, 电阻:RESISTANCE | 14, 电压:VOLTAGE | 15, 电流:CURRENT | 16 漏电感:LEAKAGE INDUCTACE |
| 16 绝缘:INSULATION | 17, 空载:UNLOAD | 18, 负载:LOAD | 19, CODE:符号, 标记 |
| 20, 圈数:TURN | 21, 气隙: GAP | 22, 剪除:CUT OFF | 23, 品质因素:QUALITY FACTOR |
| 24, 浸泡:DIP | 25, 初级:PRIMARY | 26, 次级:SECONDARY | 27, 频率:FREQUENCY |
| 28, 输出功率:OUTPUT POWER | 29, 磁通密度:FLUX DENSITY | 30, 型号:TYPE | 31, 尺寸:SIZE |

32, 绕组:WINDING 33, 疏绕:SPACE 34, 密绕:CLOSE 35, 双线并绕:BIFILAR

36, 额定:RATED 37, 材料表:MATERIAL LIST 38, 绕线层次图:CONSTRUCTION

39, 线路图:SCHEMATIC 40, 外观(机械)图及尺寸:CONFIGURATION&DIMENSIONS;

41, 高压测试:HI-POT TEST 42, 电气特性:ELECTRONICAL CHARACTER 43, 客户:CUSTOMER

44, 供应商:SUPPLER 45, 分布:WIRED 46, 中央:MIDDLE(CENTER) 47 版本:REVISION

48, 制图者:DRAWN 49, 确认:APPROVAL 50, 检查:CHECK 51, 发布日期:ISSUE DATE

52, 固定:FIXED 53, 焊锡:SOLDERING 54, 公差:TOLERANCE 55, 起始:START

56, 结束:FINISH 57, 样品:SAMPLE 58, 规格:SPEC 59, 单位:UNIT