

高频变压器的设计

李希茜

(西安导航技术研究所 西安 710068)

摘 要 详细介绍了高频变压器的一种设计方法——面积乘法。给出了工作磁通密度、开关工作频率、电流密度与 AP 值的关系。

关键词 AP 值

1 概 述

为何在仪表中的变压器绝大多数都要自行设计? 主要是变压器涉及的参数太多, 如: 电压、电流、频率、温度、能量变比、漏电感、磁材料参数、铜损耗、铁损耗等, 磁材料参数测量困难, 也增加了人们的困惑感。就以 Magnetics 公司生产的其中一种 MP 铁芯材料来说, 它有几种 u 值, 26 种尺寸, 能在 5 种温升限额下稳定工作, 这样便有 $10 \times 26 \times 5 = 1300$ 种组合, 再加上前述电参数, 电压、电流... 等不同额定值的组合, 将有不计其数的规格, 厂家为用户备好现货是不可能的。因此, 绝大多数变压器要自行设计, 或提供参数委托设计、加工。

2 变压器的作用

- (1) 电器隔离;
- (2) 变比不同, 达到电压升、降;
- (3) 大功率整流副边相移不同, 有利纹波系数

减小;

- (4) 磁耦合传送能量;
- (5) 测量电压、电流。

3 设计方法

如何设计变压器是开关电源中不可忽视的一项工作, 高频变压器与 50 Hz 的工频变压器相比, 频率提高了几百倍, 虽然绕组圈数大大减少, 铜耗、调整率也随之变小了, 但在铁芯中的损耗随着频率的提高大大增加, 无疑 50 Hz 的铁芯材料是无法在开关电源中使用的, 需要寻求适应开关频率下工作的铁芯材料, 为此, 对开关电源中使用的铁芯提出如下要求:

- (1) 尽可能高的磁感应强度;
- (2) 尽可能高的导磁率;
- (3) 要求磁损失小;
- (4) 要求线包加工及装配容易;
- (5) 磁特性随温度变化要小, 即要求较稳定的

收缩成了 $B \times B$ 阵列的收缩范畴块。

(4) 利用最小二乘法, 对收缩范畴块与分类块进行匹配计算。

5 结束语

分形图像压缩失真量大小与压缩比密切相关, 必须在压缩比与失真度之间加以平衡。自动压缩原理与算法、失真测度或相似性准则等有待深入研究, 而且需要开发编码时间短、效率高的分形压缩算法

及实用化编码方法与硬件实现。

参 考 文 献

- 1 梨洪松. 数字视频技术及其应用. 北京: 清华大学出版社
- 2 谢和平, 张永平, 宋晓秋, 徐汉涛. 分形几何 数学基础与应用. 重庆大学出版社, 1991
- 3 [日] 高安秀树. 分数维. 北京: 地质出版社, 1989

作者简介 王向鸿 男, 空军第二飞行学院西安分院讲师。

温度系数。

当然要满足上述要求,软磁合金是较好的材料,但价格贵,制成的铁芯性能娇,在大电流情况下使用线包绕制困难。而铁氧体磁芯在技术指标上,经济上都能兼顾,故越来越广泛地使用在开关电源中。

这里介绍一种面积乘法法,也叫AP法。先求出磁窗口面积 A_w 与磁芯有效面积 A_e 的乘积 A_p ($A_p = A_w \times A_e$),根据 A_p 值,查表找出所需磁性材料之编号。

原边 N_p 匝,副边 N_s 匝的变压器在 N_p 匝上以电压 V_1 工作时,根据法拉弟定律:

$$V_1 = K_f \cdot f_s \cdot N_p \cdot B_w \cdot A_e \quad (1)$$

f_s — 开关工作频率

B_w — 工作磁通密度

A_e — 磁芯有效面积

K_f — 波形系数,有效值与平均值之比。正弦时为4.44,方波时为4。

$$N_p = \frac{V_1}{K_f f_s B_w \cdot A_e} \quad (2)$$

铁芯窗口面积乘上使用系数为有效面积,该面积为原边绕组 N_p 占据的窗口面积 $N_p A_s$ 与副边绕组 N_s 占据的窗口面积 $N_s A_s$ 之和

$$K_0 A_w = N_p \cdot A_p + N_s \cdot A_s \quad (3)$$

K_0 — 窗口使用系数 ($K_0 = 1$);

A_p — 原边绕组每匝所占用面积;

A_w — 铁芯窗口面积;

A_s — 副边绕组每匝所占用的面积。

每匝所占用面积与流过该匝的电流值 I 和电流密度 J 有关,如下式所示:

$$A_p = \frac{I_1}{J} \quad (4)$$

$$A_s = \frac{I_2}{J} \quad (5)$$

整理 (2), (3), (4), (5) 各式得

$$K_0 A_w = \frac{V_1}{K_f f_s B_w A_e} \cdot \frac{I_1}{J} + \frac{V_2}{K_f f_s B_w A_e} \cdot \frac{I_2}{J}$$

即

$$A_w A_e = \frac{V_1 I_1 + V_2 I_2}{K_0 K_f f_s B_w J} \quad (6)$$

上式表明,工作磁通密度 B_w ,开关工作频率 f_s ,窗口面积使用系数 K_0 ,波形系数 K_f 和电流密度 J 都影响到面积的乘积。电流密度 J 直接影响到温升,也影响到 $A_w A_e$ 。

$$J = K_j (A_w A_e)^X$$

K_j — 电流密度比例系数; X — 常数。由所用磁芯确定;

$$A_w A_e = \frac{V_1 I_1 + V_2 I_2}{K_0 K_f f_s B_w K_j (A_w A_e)^X}$$

$$\text{整理得: } A_p = \left(\frac{V_1 I_1 + V_2 I_2}{K_0 K_f f_s B_w K_j} \right)^{\frac{1}{1+X}}$$

K_0 典型值取0.4。

K_j, X 可在磁芯结构常数表中查得, 求出 $A_w A_e$ 可查表确定铁芯型号, 还可查出磁芯有效面积 A_e 。

$$\text{原边绕组匝数: } N_p = \frac{V_1}{K_f f_s B_w A_e}$$

其中: V_1 — 原边电压

$$\text{原边绕组电流 } I_p = \frac{P_0}{V_1 \eta}$$

$$\text{电流密度 } J = K_j (A_w A_e)$$

$$\text{裸线面积 } A_{xp} = \frac{I_p}{J}$$

由导线规格表中查得导线直径,再计算副边绕组匝数、直径、铜耗等参数。

参 考 文 献

- 1 叶治政编著. 开关稳压电源. 北京: 高等教育出版社, 1989
- 2 张占松编著. 开关电源的原理与设计. 北京: 电子工业出版社, 1988

A Design of High Frequency Transformer

Li Xixi

(Xi'an navigation technology institute, Xi'an, 710068)

Abstract A design method of high frequency transformer is introduced - AP method Give the relations among flux density, switching working frequency, current density and AP value

Key words AP value