

电流和功率与损耗 和温升有何关联



电感和变压器的损耗和温升

每当电流通过线圈时，电感和变压器的磁芯和线圈损耗就会产生温升。这些损耗受应用（功率预算）所允许的总损耗或允许的最大温升限制。

例如，许多线艺产品设计用于 85°C 的环境和 40°C 温升，意味着最大的产品温度是 +125°C。一般来说，允许的最大产品温度是最大环境温度加上温升。如果损耗产生的允许最大产品温度能够满足功率预算极限，那么此元件被认为是可接受的。

因磁芯和线圈损耗产生的温升与特定元件的散热特性有关。例如，100 mW 的损耗可能会引起 40°C 的温升，但在另一个散热（热阻）特性较好的电感中可能仅产生 30°C 的温升。

线艺电感或变压器没有热阻规定，因为它们大多是开放式结构并且不是实心同质体，如模压集成电路封装。这些结构体有多种热流动路径和多个热源（线圈和磁芯），而集成电路可以在一个特定的接点产生热并且在实心体内均匀传热。

根据数据表中的 DCR 和 Irms 规格，可以计算出热阻（Rth）的近似值。Irms 电流引起的温升（如 40°C 温升）除以产生此温升所需的功率（功率 = DCR × Irms²）：

$$R_{th} (\text{单位 } ^\circ\text{C/W}) = 40^\circ\text{C} \div (\text{DCR} \times I_{rms}^2)$$

其中 DCR 的单位是欧姆，Irms 的单位是安培。

一旦计算出一特定元件的热阻，可以假定它是此材料和结构的固定属性，而且不会在其他工作条件下（温度、电流、频率等）发生变化。在这个假定之下，可以估算因功率耗散而产生的温升：

$$T_{rise} = R_{th} \times P$$

其中：

T_{rise} 是温升

R_{th} 是热阻，°C/W

P 是耗散的功率，瓦特

额定 Irms 和温升

线艺的电流额定值规定了在通过额定（Irms）电流时所引起的温升。在等于或低于最大额定环境温度的条件下允许产生此规定的温升。

额定 Irms 是引起规定温升的有效直流（或低频交流）电流。当产生磁芯和线圈损耗时，实际温升会更高。当工作条件接近最大额定环境温度时，必须使用较小的电流。在较低的环境温度下，允许的温升将能产生允许的最大产品温度（环境 + 温升）。磁芯和线圈损耗取决于电流和频率以及特定的元件材料和结构。因此，降低电流额定值（基于温升）要视乎交流纹波电流的振幅和频率造成的特定损耗。

可以通过下面这个链接使用网上工具来计算线艺功率电感的磁芯和线圈损耗以及估算产生的温升：

http://www.coilcraft.com/apps/loss/china_loss_1.cfm

射频片式和空心电感

注：下面的估算不考虑受电流影响的损耗或不属于小信号 ESR 测量的其他高频大信号损耗机理，如铁氧体、铁粉或复合磁芯结构。

对于我们的射频片式和空心弹簧电感，受频率影响的小信号损耗可以根据有效串联电阻（ESR）来估算。

通过下面这个链接使用网上绘图工具可以查找到我们的射频片式和空心弹簧电感的 ESR。

http://www.coilcraft.com/apps/lqz/china_lqz.cfm

知道特定频率下的 ESR 和数据表中的额定值，可以估算出在此频率下电感理论上能够承受的最大电流（在最大环境温度条件下）。

例如：一个 1812CS-102XJL（1 μH）片式电感的额定 Irms 是 480 mA，最大额定 DCR 是 1.2 Ohms。在环境温度下此额定 Irms 引起 15°C 的温升。允许的最大环境温度是 125°C，加之 15°C 的温升，那么最大产品温度为 ~140°C（125 + 15）。

要估算最大环境温度下的功率，计算：

$$I_{rms}^2 \times DCR = (0.48 A)^2 \times (0.8 \times 1.2 Ohms) \\ = 0.221 W = 221 mW$$

注意，这个计算假设标称DCR是最大规格的80%。因此，约221 mW的功率使此电感的温度上升 ~15°C。

在射频频率下，ESR比DCR高得多。因此，引起相同温升的电流大大降低。例如，如果射频信号是100 MHz，上面例子中的1812CS电感的ESR是8.14 Ohms（差不多是DCR的7倍），那么相同功率（温升）下的I_{rms}交流电仅为161 mA，而额定I_{rms}是480 mA。

如果实际应用中的最大环境温度低于元件数据表中的最大额定环境温度，它也许可以在高于额定电流的条件下工作。只要总元件温度（实际应用中的最大环境温度 + 实际应用中的元件温升）不超过数据表规定的总元件温度（最大环境温度 + I_{rms}电流引起的元件温升），产品就可以在安全极限内工作。

要估算因电流引起的温升，可以使用上面所提到的功率和热阻计算。

铁氧体、铁粉或复合磁芯元件

宽带扼流器和变压器的性能是通过使用高导磁率的磁芯材料如铁粉或铁氧体来取得的。当射频信号通过电感时，电感产生的总热量还包含了受频率和电流影响的磁芯损耗产生的热。ESR测量（通常在非常低的电流下进行）将不能够捕捉到这些损耗。因此，上面的估算方法不适用，并且预测的温升比实际产生的要低。元件会比预期的热。所有使用高导磁率（铁氧体、铁粉、复合）磁芯的元件均如此。在这些情况下，我们建议测量可能出现在你的应用中的所有频率和电流条件下的元件温升，以确定最糟情况下的温升。

占空比

以上讨论适用于连续电流波形。对于脉冲波形，可以使用线艺文件361（电流和温度额定值）的脉冲波形一节中提及的公式来估算允许的等效电流：

http://www.coilcraft.com/pdfs_china/Doc361.pdf

参考：

线艺文件361，电流和温度额定值，2008年10月22日