

# 电感的额定 工作电压



## 为什么电感数据表上没有规定额定电压？

### 介绍

包括电容器、电阻器和集成电路在内的许多电子元件都有规定的额定电压，电感器却很少有规定。此文讲解为什么电感的额定工作电压通常不给予公布。

无论是通过测试还是计算来确定电感的额定电压都存在一些挑战。电感不支持直流或低频工作电压，除非是高电感值（通常 > 1 mH）。通过测试来验证工作电压是很困难的，并且应视实际应用而定。电感的不同制造方法以及制程应力如弯线，都使计算电压的理论额定值变得不可行。

此文对这些问题进行了阐述，以便更容易地为特定应用选择最合适的电感。

### 额定电压的定义

电感的额定电压是指应用于端子的最大电压，并且不会产生电弧或绝缘击穿。高于最大额定电压时，就会造成匝间绝缘击穿而短路，或绕组对铁芯或对框架的绝缘击穿。

### 计算

由于圈数、铜线绝缘类型和厚度、线圈分层、横跨引线的弯折或成型这些众多的构造变数，计算电感的理论电压限值，即使并非不可能，也是非常困难的。

例如，有一些标准的测试方法来确定绝缘铜线的额定电压，其额定电压即使没有上千伏的话，通常也有几百伏。该额定值容易受线圈成型过程的影响，此过程是绕制电感的必要过程。即使在一个严格控制的制造环境，铜线也会受到应力，产生裂纹或缺损。在一个远低于铜线“目录”额定值的电压下，铜线上的一个小刮伤都会引起电弧或击穿。要计算包含了这些变数的额定值是不实际的。

### 测试方法

高压（高电势）测试不足以确定电感的工作电压。高压测试用于确定变压器内初级到次级的隔离，并且可用于确定绕组到外壳或绕组到地的隔离。然而，传统的高压测试不能用于确定电感端子到端子的额定电压。

对于电感工作， $V = L \times di/dt$  明确暗示大的直流电压（或交流线路电压）不能够外加于电感的端子。

举例说明，线艺10  $\mu\text{H}$ 的功率电感MSS1038-103的直流电阻额定值为0.035 Ohms。如果对该电感的端子进行传统的500 Vdc 高压测试，就有如将500V加到一段电阻为0.035 Ohms的铜线上。根据欧姆定律，向0.035 Ohms外加500 V需要一个大于14,000 Amps的电流源。这虽然看似不实际，但它的确说明了问题。电压击穿测试实际是在确定何时高压会造成短路。对于传统的高压测试仪来说，电感已然是一个短路电路了！

为了测试绝缘击穿或电弧，就有必要对电感引发电压脉冲、突增或振荡。这种感生电压或振荡测试是可以进行的。这种技术已被广泛接受，并且有商用测试仪。但是，感生电压取决于电感储存和维持共振能量的情况，一般大于1 mH的电感值才有效，这就排除了大多数的电感，除了那些为供电频率应用而设计的以外。

电感能够承受的感生电压取决于铜线绝缘的类型、线圈圈数和分层以及其他因素，例如与导磁芯的接近距离、端子之间的距离和绝缘材质如CTI（相比漏电起痕指数）。因此，即使是在一系列的电感里面，每个电感值也会有不同的额定电压。

此外，根据感生电压测试来推断和预测特定应用中的实际绝缘击穿是非常困难的。电压电弧或击穿随环境因素如灰尘或湿度以及工作条件如脉冲波形的变化而变化。较之恒电压或缓慢增加的电压，上升时间急剧的信号一般会在较低的电压下产生电弧。

### **结语（好消息）**

这样看来，选择电感好像几乎不可能。好消息是，虽然所有这些因素使电感的额定电压测试或计算很困难，它却也没必要测试。大多数应用要求电感在非常小的工作电压下工作，通常只是几伏而已。

记住，多数电感是通过抑制电流而不是通过高压感应来工作的。几乎所有商业电感在几伏甚至几十伏下工作都没有问题。因此，对于大多数应用，电感的额定电压不是什么问题。

对于高线路电压或绕组的高压感应工作应用，有必要考虑电感绕组的可能击穿。对于这些情况，建议与电感设计人员/制造商探讨特定的应用，做出一个测试计划以确保电感的适宜性。