

## 介绍

工程师在比较公布的电气值时，需要一个共同的对比基准。最理想的是，一个制造商生产的 1 uH 电感等同于所有其他制造商生产的 1 uH 电感。要实现这一点，所有制造商都必须使用相同的标准件来设计和测量他们的电感。

美国国家标准与技术研究院（NIST）提供的电感标准件非常有限。这些标准件要求同轴连接，形式限于空心或不饱和磁芯电感，电感值范围是 10 nH ~ 100 mH，频率范围在 10 kHz ~ 250 MHz。这些标准件不适合用来比较新式的片式电感和引脚或表贴式（SM）功率电感。

随着表贴式电感的发展，用来测量它们的新测试仪器和夹具也得到开发。随着测试仪器和夹具技术的改进，测量的准确性也得到了改进。测量技术的飞速发展推动了许多不同夹具设计的制造。针对电感类型、尺寸、电感值和测试频率，使用的测试仪器和夹具一般基于当前可利用的最好技术。

由于电感标准件没有跟上电感技术的发展，每个制造商有责任确保其电感测量的准确性和精确性（可重复性）。下面的论述解释了线艺如何利用校准、夹具补偿和校正（适当时）来确保其测量的准确性和精确性。

## 校准的重要性

准确性声明假定存在一个可以用来与测量值相比较的“真实”值的标准件。在没有可用的标准件时，可以使用事实（公认）标准件。事实校准标准件通常由测试仪器制造商提供。标准件的准确性是基于物理原理和可追溯到国家标准的测量。

校准是使用物理标准件将测试仪器设置到一个确定的测量条件（或状态）。最理想的是，在每一次校准后，测试仪器都设定为相同的标准条件，取得确定的和可重复的测量条件。

校准过程通常包括将几个测量标准件连接到测试仪器上。校准标准件应覆盖整个测量范围的电感值。调试测试仪器以使其读取标准件的标示值。当测试仪器显示每个标准件的正确值时，它被视为已校准好。

## 校准平面

校准平面是用校准标准件来规定测量准确性的平面。最理想的是位于连接电感的测试仪接线端。

要提供一个长期的和可重复性的方法将校准标准件连接到测试仪器上，通常使用标准接头，例如 N 型，7mm 或 3.5mm 的螺纹接头。引脚和表贴式电感没有螺纹端子，因此需要用一个测试夹具来将产品连接到测试仪器上。

## 夹具补偿

夹具补偿平面，如图 1 所示，是将电感连接到测试夹具的平面。测试夹具使测量平面与校准平面之间有一个物理距离。测试夹具同时还会给测量增加寄生电阻、电感和电容。夹具补偿使校准平面“延伸”至测试夹具平面，并且减少夹具寄生效应。夹具补偿类似于校准，使用有已知值的标准件来设置测试仪器，在夹具测量平面读取标准件的正确值。

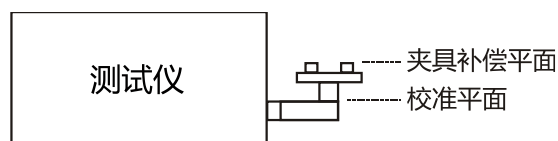


图 1

## 校准标准件

线艺在每次测量之前校准测试仪器。校准标准件的选择根据要校准的测试仪器和所要求的准确性来决定。随着阻抗分析仪技术的改进，校准标准件的准确性获得了提高。阻抗的极限是：短路（最低阻抗）和开路（最高阻抗）。用于测量电感的大多数阻抗

分析仪和网络分析仪都有开路 and 短路校准标准件。有些 50 Ohm（特性阻抗）分析仪还有一个 50 Ohm 的负载校准标准件。

一个理想的电感会在电感两端的电压和通过电感的电流之间产生 90° 的相角。品质因数 (Q) 的准确测量取决于相角的准确测量。一个很小的相角测量误差都可以使显示的 Q 值有较大的误差。典型的开路和 50 Ohm 负载校准标准件没有完美的 0° 相角特性。用一个准确的相角校准标准件来校准，例如低损耗空气电容器，能够减少相角测量误差并且改善 Q 的测量。许多高端阻抗分析仪都有空气电容器标准件。

### 夹具补偿标准件

夹具补偿通常包括开路和短路补偿。在测量串联电感和 Q 时，开路标准件是未连接产品的测试端子之间的空隙。短路标准件是一个阻抗非常低（高导电性）的金属块或尺寸与要测量的电感大约相同的铜线。线艺使用高质量的镀金短路块作为短路标准件，以确保高导电性以及和测试端子的良好接触。

有些测试仪允许进行负载补偿。可以使用一个标准的 50 Ohm 或 75 Ohm 表贴式或引脚电阻（负载），但实际电阻总是会有一些寄生电感和电容使测量有误差。将两个电阻并联起来，取得双倍的夹具补偿负载值，使寄生电感减半，但寄生电容可能会增加一倍以上。在大数情况下，由于夹具补偿负载标准件的寄生效应是未知的，因此不进行负载补偿。

### 片式电感值的校正

通常假设，在测试仪器校准和夹具补偿后，测试仪显示的值是正确的或真实的值或绝对值。这就要求

所有组合在测量相同的电感时，测得相同的值。测试仪器和夹具技术的进步使测量更为准确，但仍然可能在相同的元件上测得不同的值。

过去用来设计和测试我们电感的测试设备需要用特殊的夹具来满足较小的元件，特别是表贴式元件。原来的测试设备和夹具的误差成为元件测量的一部分。结果，产品在一台测试仪器和夹具上测得 100 nH，在另外一台测试仪器和夹具上就可能测得 95 nH。为了克服因不同的测试仪器和夹具造成的差异，线艺使用一个校正程序。校正确保所有制造的电感值与其原来的设计值一致。

此程序所使用的标准件（校正件）在尺寸和电气上等同于实际的生产品。这些校正件在设计之时就被创建和测量，并且标示了测量值。相同产品型号的电感的测量值与校正件的测量值相比较。根据校正件的新测量值与其标示值之间的误差来对产品测量进行补偿。然后将补偿测量值与规格相比较，提供客户要求的一致性验证。

我们继续依照原校正件来制造我们的表贴片式电感，确保电气参数始终一致。依照校正件来制造，我们确保我们今天或将来生产的电感与原设计的值相同。

### 不是总需要校正

对于高精度的低电感值元件，如片式电感，校正用于公差控制。大电感值的功率电感需要使用铁氧体或铁粉芯材料。铁氧体和铁粉芯材料的导磁率公差通常为 20%，尽管可以用较高的价格来取得较高的精度。与功率电感的 20% 公差范围相比，不同测试仪器之间的电感测量误差通常很小。因此，校正对于功率电感来说是不必要的。