

超越静态数据表： 第 1 部分



探索更加智能化的功率电感规格工具

“了解数据表”是很多技术作者最热衷的话题，包括本作者。鉴于快速的技术发展步伐，这些文章对于新的和经验丰富的工程师获取对其设计至关重要的性能数据来说是非常有帮助的。然而，很重要的一点是要认识到数据表本身的局限性。许多关键参数取决于应用，随特性如频率或温度的变化而变化，并且很难在单一规格或曲线中捕获一元件的性能。无论数据呈现得多么清楚或数据表撰写得多么巧妙，制造商都不可能完全预见客户要如何使用他们的产品。

电子选择和分析工具填补了这一信息空白，提供了“更加智能的”技术数据，允许客户评估他想要的的数据，而不是看制造商选择提供的图片。

数据表风险：例证

DC-DC 转换器的一个关键元件是功率电感，它对效率、瞬态响应、过电流保护和外形尺寸有重大的影响。只需要有相关电感参数的清楚概念，使用者就足以认为他的应用选择最好的电感。

以饱和电流(Isat)的电感特性为例，通常在电感数据表上规定为引起一定的电感值下降的直流偏流量。这通常是引起电感值下降10%、20%或30%的电流。让我们来看一下标称 100 μH 的电感（线艺产品型号 LPS3015-104），Isat额定 0.26 Amps，电感值下降30%。

此额定值提供了一个方便的数字用于与其他电感进行比较，仅此而已。将饱和定义为电感值下降30%是独断的，对具体应用不一定有意义。我们也完全可以把饱和定义为电感值下降10%或50%。

事实上，电感制造商一度使用所有这些定义，这样很难对产品做出公平和直接比较。

看 LPS3015-104的L vs I曲线（图1）就能够更直观地了解电感性能vs直流偏流，而不是单一的Isat数字。然而，基于曲线图来比较产品可能要比预期的复杂。

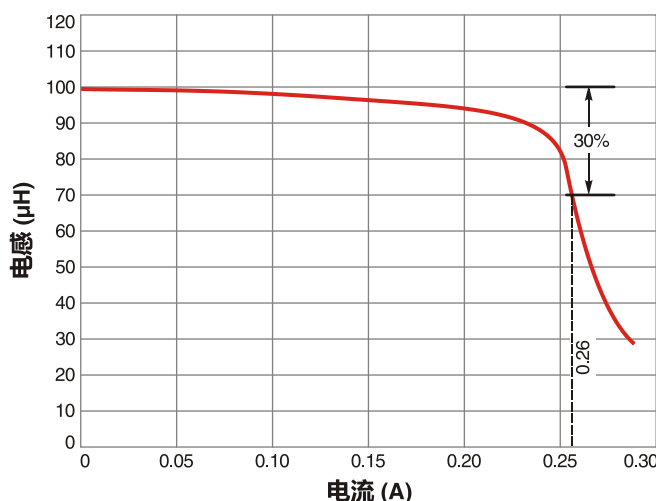


图1. 典型的额定饱和电流

乍看图2中的两组曲线，有人可能会匆匆断定这两个100 μH 的电感有近似的Isat额定值。曲线看起来相似。然而，认真看一下，注意其不同的水平标度。LPS6235-104的Isat实际上约是LPS3015-104的两倍——差距很大！

工程师认真看曲线就能够正确理解，但为什么要弄得这么困难呢？如果把两个产品放在同一个图表上就能减少人为错误。

电子选择和分析工具

有些在线选择和分析工具有此功能，就是为适当的比较提供所有必要的产品规格。例如，线艺的**温度降额 L vs I曲线**设计工具允许使用者选择前面讨论过的两个电感并在同一个图表中并列绘制出它们的L vs I曲线，清楚地显示出LPS6235-104的优越性能（图3）。

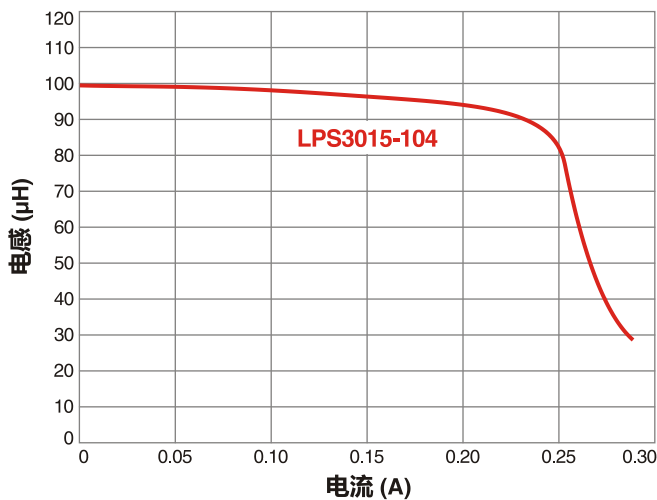
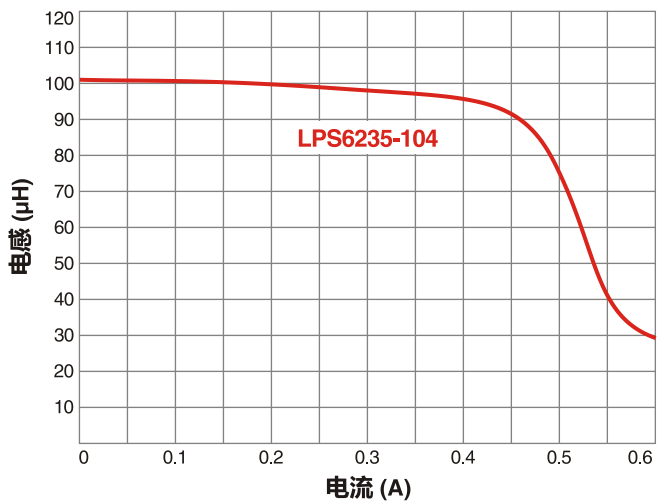


图2. 线艺LPS3015-103和LPS 6235-103
功率电感的额定饱和电流

除了L vs I曲线以外，还提供了其他相关的电感规格，包括DCR、最大温度、尺寸和相对价格。与静态数据表不同，所有信息都在一个地方，让使用者能够进行直接比较而不必翻看无比较性的数据表。

设计精良的工具还能提供更为深入和有意义的产品比较。例如，对于大多数功率设计，知道零电流电感意义不是很大。毕竟电感并非真的在无电流的条件下工作。重要的是要能够找到一个能提供特定L和I结合的电感。

加电流电感

多数电感制造商的确有提供基本的在线参数搜索工具，使工程师能够通过选择性能属性如电感和电流来生成产品列表。某些工具允许使用者对列表进行分类排序（如高度）来为他的应用确定最好的产品。可惜很多制造商的设计工具都止于此，让工程

Temperature Derated L vs I Curves

Graph the actual inductance of up to 4 inductors at a specific temperature.

INPUTS: LPS3015, LPS6235, 100, 100, Temperature (°C) 25°C

Part number	LPS3015-104	LPS6235-104
Max temp.	85°C	85°C
DCR @ 25°C	3.4000 Ohms	0.3750 Ohms
Dimensions	3.2 x 3.2 x 1.5 mm	6.2 x 6.2 x 3.5 mm
Price @ 1,000	\$0.35	\$0.76

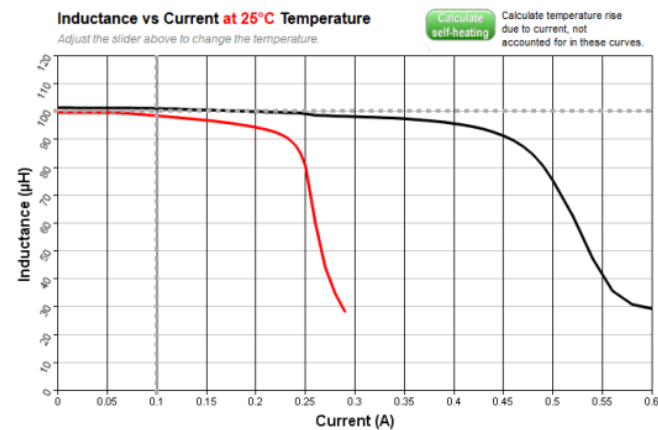


图3. L vs I曲线的并列比较

师链接到具体的产品数据表去开展他们自己的分析。特定温度条件的电感和电流工具（图4）不但能够生成可分类排序的产品列表以及在同一坐标轴上绘制多达4个产品的L vs I曲线进行容易的比较，而且还能提供重要的温度降额分析。

可以在-40°C ~ +125°C范围内的任何温度下进行加电流电感的搜索，针对选定的温度和额定DCR绘制曲线（图5和6）。

Inductance and Current at Temperature

Find power inductors with the actual inductance you need at a specific current and temperature.

INPUTS: Desired Inductance (µH) 100, Desired Current (A) 15, Ambient Temperature (°C) 25°C

Part number	Ipeak A for 100 µH at 25°C	Iavg A for 40°C rise at 25°C	DCR (Ohms) at 25°C	Length max mm	Width max mm	Height max mm	Price @ 1,000	Design L vs I	Simulate losses	Free samples
LPS0610-104	0.15	0.26	3.5000	6.6	5.5	1	\$0.65	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LPS3010-124	0.15	0.19	6.1000	3.15	3.15	1	\$0.35	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LPS3015-104	0.15	0.26	3.4000	3.15	3.15	1.5	\$0.35	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LPS3015-124	0.15	0.23	4.6500	3.15	3.15	1.5	\$0.35	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LPS3314-104	0.15	0.32	2.7500	3.4	3.4	1.4	\$0.43	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LPS3314-124	0.15	0.30	3.4500	3.4	3.4	1.4	\$0.43	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LPS3314-334	0.15	0.18	9.3000	3.4	3.4	1.4	\$0.43	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LPS4012-684	0.15	0.14	13.5000	4.1	4.1	1.2	\$0.35	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LPS4018-104	0.15	0.50	1.4000	4.1	4.1	1.8	\$0.35	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LPS4414-124	0.15	0.34	2.6000	4.4	4.4	1.4	\$0.33	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LPS5010-104	0.15	0.28	3.1000	5	5	1	\$0.58	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LPS5010-124	0.15	0.25	3.5000	5	5	1	\$0.58	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LPS5030-104	0.15	0.75	0.6000	5	5	3	\$0.55	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LPS5030-105	0.15	0.25	5.1000	5	5	3	\$0.55	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LPS5030-155	0.15	0.21	7.6000	5	5	3	\$0.55	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LPS5030-185	0.15	0.17	10.0000	5	5	3	\$0.55	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LPS6225-124	0.15	0.58	0.7500	6.2	6.2	2.5	\$0.76	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LPS6235-104	0.15	0.90	0.3750	6.2	6.2	3.5	\$0.76	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LPS6235-124	0.15	0.80	0.4350	6.2	6.2	3.5	\$0.76	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MSS5121-124	0.15	0.42	1.6000	5.1	5.1	2.2	\$0.61	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

图4. 线艺的特定温度条件电感和电流工具

这就为工程师优化其设计提供了强有力的信息。假若设计要求电流0.2 Amps，电感值100 μH 。仅查看参数搜索结果，设计师可能会考虑选用线艺的LPS3015-104，但从图7我们可以看到，这个电感不能达到0.2 Amps，100 μH 这一水平。

Temperature Derated L vs I Curves

Graph the actual inductance of up to 4 inductors at a specific temperature.

INPUTS: LPS3015, LPS3015, LPS3314, LPS6235
 100, 120, 100, 100
 Temperature (°C) 25 °C

Part number	LPS3015-104	LPS3015-124	LPS3314-104	LPS6235-104
Max temp.	85°C	85°C	85°C	85°C
DCR @ 25°C	3.4000 Ohms	4.6500 Ohms	2.7500 Ohms	0.3750 Ohms
Dimensions	3.2 x 3.2 x 1.5 mm	3.2 x 3.2 x 1.5 mm	3.4 x 3.4 x 1.4 mm	6.2 x 6.2 x 3.5 mm
Price @ 1,000	\$0.35	\$0.35	\$0.43	\$0.76

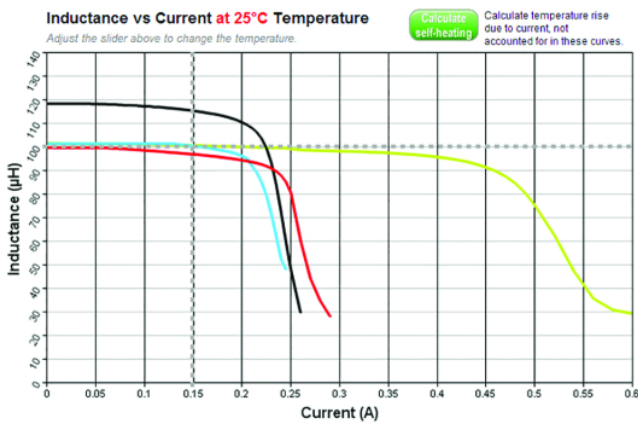


图5. 25°C条件下的L vs I曲线

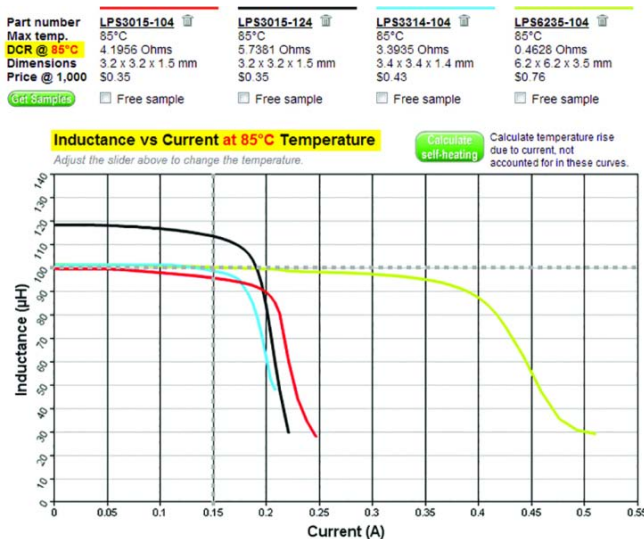


图6. 85°C条件下的L vs I曲线

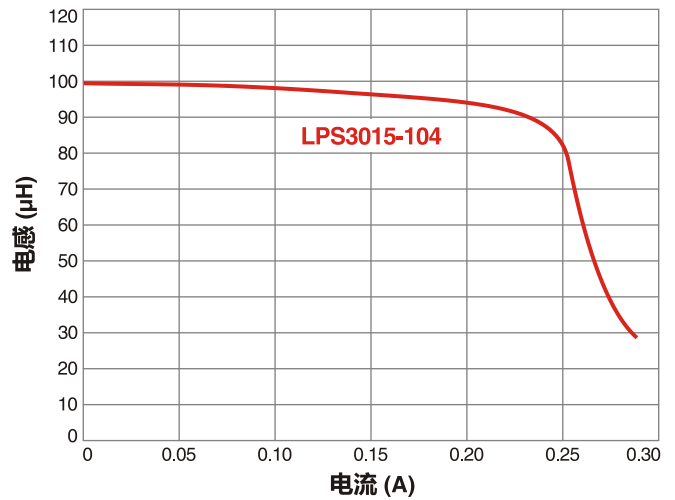


图7. 线艺LPS3015-104功率电感 L vs I曲线图

大多数设计师的下一个逻辑步骤是选择一个较大的产品，如LPS5030-104。此产品能够达到性能目标，但尺寸为5.0 mm²，而LPS3015-104是3.2 mm²。此选择将会使封装尺寸大244%。

线艺的特定温度条件的L vs I搜索引擎能提供一个更为有力的解决方案。在数据表上查找标称100 μH 的电感找到的就是100 μH 的产品，而搜索引擎为应用找到的是加电流电感恰当结合的产品。在当前的例子中，查找工具找到另一个相同尺寸且符合目标的产品，即LPS3015-124。此产品有较小的封装尺寸（图8），符合应用需要。工程师认真查看数据表的话或许能够找到这一方案，但可能性较小。搜索引擎使用动态数据提供了广泛的优化方案。

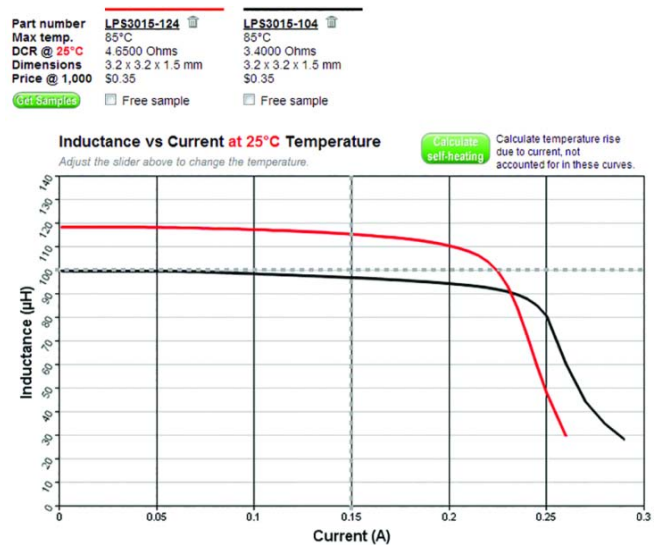


图8. 线艺LPS3015-124和LPS3015-104功率电感 L vs I曲线图比较

一个重要的例子

一个重要的趋势是越来越多地使用一种新型功率电感，这种电感将线圈注塑于磁芯中，而不是像普通电感那样在实心磁芯上绕线。此工艺的一个特性是软饱和曲线。由于模塑磁芯中分布气隙，B-H曲线平整，电感饱和更加平缓（图9）。

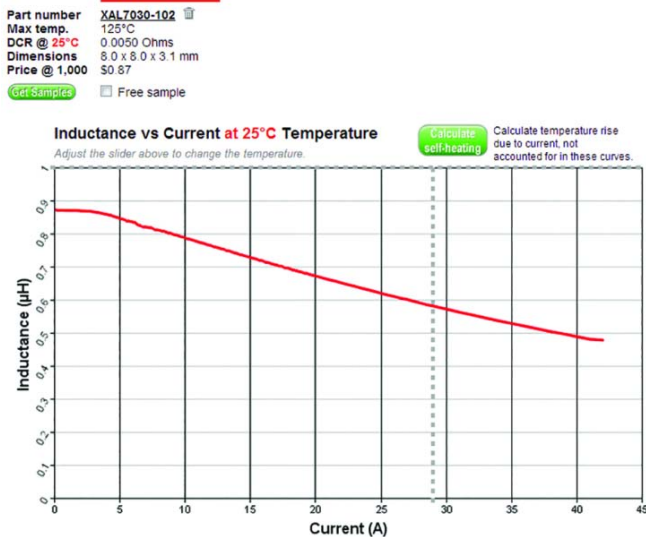


图9. 线艺XAL7030-102模制功率电感“软”饱和曲线

图9中的饱和曲线很好地示范了根据电感值下降来定义饱和。当曲线有一个明确的折点时，此方法可行。但用习惯上的 I_{sat} 额定值来比较软饱和和电感会有很大的误导性，因为类似产品之间的差异是被夸大的了（图10和11）。

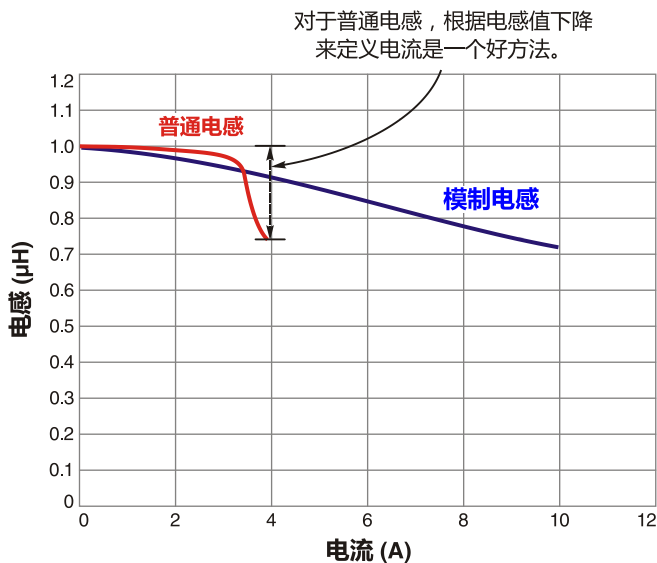


图10. 普通和模制电感之间的饱和曲线比较

对于普通电感，根据电感值下降来定义电流是一个好方法。

对于这种，定义饱和的最好方法是什么？根据电感值下降来定义是没有意义的。

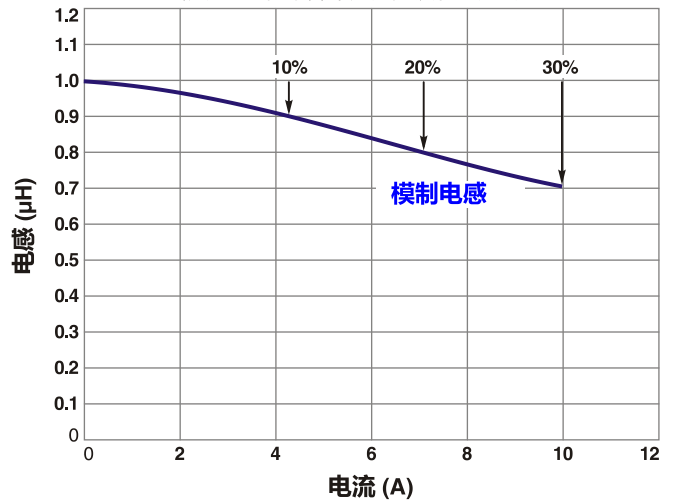


图11. 用习惯上的电感值下降来比较软饱和和电感有误导性

来看图12中列出的两个电感的比较范例。电感2的DCR比电感1的小23%，并且所占板空间不到它的一半，而 I_{sat} 额定值却指出电感2的L vs I要低很多。 I_{sat} 额定值夸大了两个电感之间的差异，产品要比这些额定值指出的要近似。

	I_{sat} (30%)	DCR typ	PCB 封装
电感1 - XAL6030-332	12.2 A	26 mOhm	36 mm
电感2 - XAL4030-332	5.5 A	20 mOhm	16 mm

图12. 此表显示两个电感之间有很大的差异

仔细看一下这两个产品的L vs I曲线（图13），我们可以看到，虽然两条曲线并不相同，但它们的差

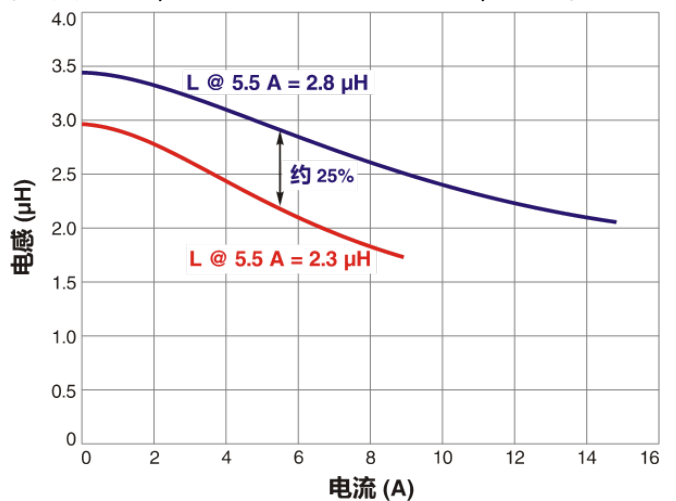


图13. 饱和曲线显示两个电感的差异比 I_{sat} 额定值指出的要小

异也远没有像 Isat 额定值所指出的那样大。虽然 Isat 额定值指出电感 1 的电流额定值是另一个电感的 2 倍之多，但实际差异仅约 25%。

Isat 额定值用零电流电感作为基准来定义电感。一个更为有用的概念是用线艺的 **特定温度条件的 L vs I** 工具计算出的加电流电感。比较 5.5 A 时的两个电感，实质性差异是 2.9 μH vs 2.3 μH 。此 25% 的差异远没有 12.2 A 和 5.5 A 的 Isat 额定值所指出的那

样大。不管额外的电感对任何特定设计来说是否重要，对设计师来说获取正确的信息来做出最佳的选择却是非常重要的，而不是被局限于一般的数据表额定值。

结语

网络选择和分析工具是工程师工具箱的有力辅助工具，呈现一个更为完整的产品性能概念，让工程师能优化设计。