UUI 新型电感器的成本优势

The cost advantage of UUI type inductor

黄阿筱，林远苗，陈志强
清流县鑫磁线圈制品有限公司

摘　要：本文首先介绍了 UUI 新型电感器十八个月来的销售情况，然后就 UUI 新型电感器与性能相当之 EE 型电感器的成本构成进行分析，同时对 6 个型号共 16 款 UUI 新型电感器与性能相当的 EE 型电感器的用铜量进行对比，并考虑装配费用增额，具体说明 UUI 新型电感器的成本优势。

关键词：UUI 电感器，低成本电感器，省铜电感器

中图分类号：TM55　　文献标识码：A　　文章编号：1606-7517(2011)02-4-108

1 引言

清流县鑫磁线圈制品有限公司推出的 UUI 新型电感线圈，自 2009 年 4 月开始上市销售到 2010 年 9 月底，共销售了 1920 万只。其中有 95 家顾客下过订单，长期批量订购的顾客有 10 家，具体销售情况如统计图 1 所示，可以说 UUI 型电感器已经拥有了坚实的市场基础。

UUI 新型电感器与性能相当的 EE 型电感器相比，具有节省铜材、低成本、高 Q 值和改善电路性能参数等优点。近年来，以节能降耗、低碳环保为特征的低碳经济，成为各个国家和地区的经济发展方向，使得各个企业使用低消耗、低成本的新产品成为必然。鑫磁公司推出的 UUI 新型电感系列专利产品所具备的优点，能很好地适应上述经济发展的要求，加上因铜资源稀缺造成的铜价上涨，使得 UUI 型电感必然会被市场逐步接受而广泛使用。

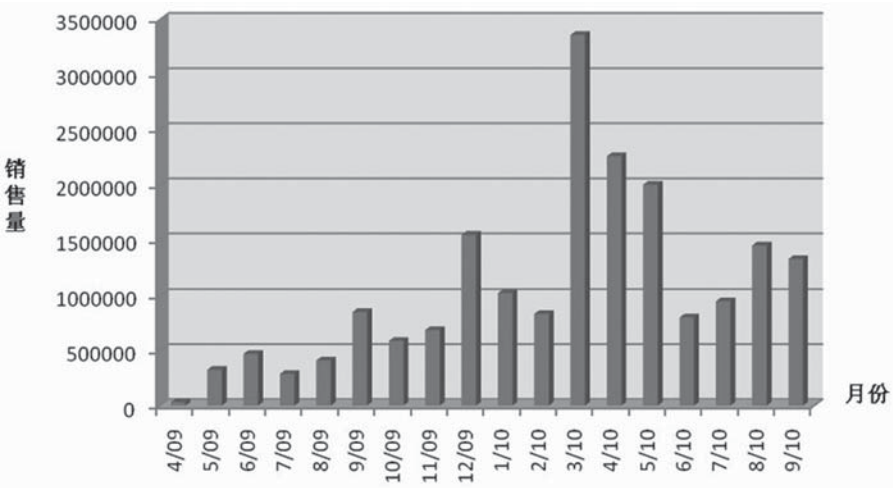

图 1　鑫磁公司UUI电感器销售量统计图

2 性能相当的 EE 型和 UUI 型电感器的成本构成

2.1 原料成本

插装式电感器主要用料包括磁心、骨架、线圈和辅料等。EE 型电感器和 UUI 型电感器所用的磁心、骨架以及胶带等辅料的成本大致相当。例如 EE16 与 UUI14.6 电感器的性能大致相当，UUI14.6 与 EE16 的磁心重量基本相同，故其成本也基本相当；UUI14.6 骨架的结构比 EE16 骨架的结构稍复杂，但 UUI14.6 骨架电木材料会节省，所以二者成本基本相当；所用胶带材质一样长度相若，故成本相同。但是，UUI 型电感器的线圈铜重比 EE 型电感器的要轻，构成了 UUI 型电感器低成本的主要因素。

2.2 加工费用

插装式电感器在生产中主要包括绕线、搪锡、装配、浸油和包装等加工工艺过程。EE 型电感

器和UUI型电感器的绕线、搪锡、浸油和包装等加工工艺过程相同，故其成本一致。UUI型电感器的装配工艺较EE型电感器的复杂，每只加工费用增加0.015至0.025元。

3 UUI型电感器的省铜分析

由上述分析可知UUI型电感器与性能相当的EE型电感器的原料成本之差主要在线圈的用铜量上。UUI型电感器的用铜量较少的原因有两个，第一个原因是由于UUI磁心的磁路气隙外移以及磁路两气隙的结构特点，致使扩散磁通对线圈的影响降低，造成了UUI电感器的结构性省铜；第二个原因是线圈匝数减小，节省了绕线空间，为UUI型电感器考虑采用多股绞合线代替原来使用的较粗线径的铜线提供有利条件，造成了UUI电感器的线径变换性省铜。

用多股绞合线代替原来使用的较粗线径的铜线是有一定条件限制的。在电磁学中当交变的高频电流通过导线时，电流并非均匀分布，而是趋向导体的外表面，只在靠近导体表面一定深度内流过，电流的频率越高，这种现象越严重，这就是所谓的趋肤效应。由于这一效应，导体有效截面积减小了。我们称有电流流过的表层厚度为穿透深度。由此可知当电感器线圈中流过高频电流时，铜导线的有效截面积减小了。为了充分利用铜导线的截面积，导线直径最粗只能达到穿透深度的两倍。如果由于电流太大的原因而要求使用较粗铜导线时，则可选用直径较细的导线，采用多股绞合并绕的办法而使得线圈的用铜量减少。从上述的分析可知，使用多股绞合线的必要条件一是电感器工作在高频状态，二是电感器要有足够的绕线空间。多股绞合线代替较粗的铜导线时，多股绞合线的总线径会比被替换的铜线线径要大，所以多绞线所占绕线空间较多。电感器的绕线空间是由电感器的结构型号决定的，一定结构型号的电感器其绕线空间是一个固定量。由于EE型电感器规格型号的限定，在某个特定的电路工作条件下，会遇到两难的选择，选择一个较小型号的电感器，由于绕线空间的限定而不能采用多股绞合线，而采用较大型号的电感器，虽然绕线空间大可以采用多股绞合线，但由于型号的增大必然使的磁心和骨架的成本上升，同时空间不一定允许。

4 性能相当的UUI电感器与EE型电感器用铜量比较

下面，我们随机选取16款正在销售的UUI型电感器，与性能相当的EE型电感器用铜量进行对比。在各对比表中，为方便对比，同一款性能相当的电感器分别列出EE型、UUI型（较粗单股线）和UUI型（多股绞合线）。如果原EE型电感器采用多股线或线径较细的单股线，则UUI型电感器将延用该铜线。

4.1 UUI12.5与EE13用铜量对比

我们选取了其中3款正在大量销售的UUI12.5电感器，与客户原来采用的EE13电感器进行对比。其具体数据如表1所示。

4.2 UUI14.6与EE16用铜量对比

我们选取了其中3款正在大量销售的UUI14.6电感器，与客户原来采用的EE16电感器进行对比。详细数据如表2所示。

表1 UUI12.5与EE13电感器铜重对比表

编号	客户	产品型号	电感量(mH)	气隙(mm)	线径(mm)	匝数(Ts)	用铜(g)	省铜(g)	省铜比例
1.1	奥明	EE13	2.0-2.2	0.6	0.23	206	2.16	0.00	0%
		UUI12.5			0.23	176	1.78	0.38	17.60%
		UUI12.5			0.12*3	176	1.44	0.72	33.30%
1.2	华恒	EE13	5.0±4%	0.6	0.23	310	3.56	0.00	0%
		UUI12.5			0.23	270	2.92	0.64	17.98%
		UUI12.5			0.12*3	270	2.36	1.20	33.71%
1.3	熠明	EE13	2.8±4%	0.6	0.23	242	2.63	0.00	0%
		UUI12.5			0.23	201	2.08	0.55	20.91%
		UUI12.5			0.12*3	200	1.65	0.98	37.26%

表2 UUI14.6与EE16电感器铜重对比表

编号	客户	产品型号	电感量(mH)	气隙(mm)	线径(mm)	匝数(Ts)	用铜(g)	省铜(g)	省铜比例
2.1	奥明	EE16	1.75-1.9	0.8	0.27	196	2.94	0.00	0%
		UUI14.6			0.27	166	2.47	0.47	15.99%
		UUI14.6			0.13*3	166	1.71	1.23	41.84%
2.2	华恒	EE16	3.5±4%	0.8	0.25	269	3.60	0.00	0%
		UUI14.6			0.25	230	3.05	0.55	15.28%
		UUI14.6			0.12*3	230	2.00	1.60	44.44%
2.3	威诺华	EE16	4.1-4.3	0.6	0.21	270	2.43	0.00	0%
		UUI14.6			0.21	233	2.10	0.33	13.58%
		UUI14.6			0.13*2	234	1.61	0.82	33.74%

4.3 UUI16.3 与 EE19 用铜量对比

我们选取了其中 3 款正在大量销售的 UUI16.3 电感器，与客户原来采用的 EE19 电感器进行对比，其具体数据如表 3 所示。

表 3 UUI16.3 与 EE19 电感器铜重对比表

编号	客户	产品型号	电感量（mH）	气隙（mm）	线径（mm）	匝数（Ts）	用铜（g）	省铜（g）	省铜比例
3.1	威诺华	EE19	2.55-2.75	0.8	0.31	223	5.35	0.00	0%
		UUI16.3			0.31	187	4.56	0.79	14.77%
		UUI16.3			0.15*3	186	2.85	2.50	46.73%
3.2	魏氏	EE19	2.9±4%	1	0.23	252	2.93	0.00	0%
		UUI16.3			0.23	210	2.33	0.60	20.48%
		UUI16.3			0.12*3	210	1.91	1.02	34.81%
3.3	奥明	EE19	3.1±4%	1	0.27	255	4.35	0.00	0%
		UUI16.3			0.27	218	3.58	0.77	17.70%
		UUI16.3			0.13*3	218	2.45	1.90	43.68%

4.4 UUI17.5 与 EE22 用铜量对比

我们选取了其中 3 款正在大量销售的 UUI17.5 电感器，与客户原来采用的 EE22 电感器进行对比，其具体数据如表 4 所示。

表 4 UUI17.5 与 EE22 电感器铜重对比表

编号	客户	产品型号	电感量（mH）	气隙（mm）	线径（mm）	匝数（Ts）	用铜（g）	省铜（g）	省铜比例
4.1	帝琴仕	EE22	4.4±4%	1	0.31	257	7.15	0.00	0%
		UUI17.5			0.31	230	5.89	1.26	17.62%
		UUI17.5			0.15*3	230	4.15	3.00	41.96%
4.2	远亮	EE22	3.2±4%	1	0.29	226	5.21	0.00	0%
		UUI17.5			0.29	195	4.14	1.07	20.54%
		UUI17.5			0.12*4	195	2.75	2.46	47.22%

4.5 UUI19.3 与 EE25 用铜量对比

我们选取了其中 3 款正在大量销售的 UUI19.3 电感器，与客户原来采用的 EE25 电感器进行对比。详细数据如表 5 所示。

表 5 UUI19.3 与 EE25 电感器铜重对比表

编号	客户	产品型号	电感量（mH）	气隙（mm）	线径（mm）	匝数（Ts）	用铜（g）	省铜（g）	省铜比例
5.1	炬光	EE25	3.0±4%	1.2	0.33	211	6.72	0.00	0%
		UUI19.3			0.33	185	5.50	1.22	18.15%
		UUI19.3			0.12*5	187	3.65	3.07	45.68%
5.2	环宇四方	EE25	1.95±4%	1.2	0.1*10股	168	5.46	0.00	0%
		UUI19.3			0.1*10股	151	4.64	0.82	15.02%
5.3	威诺华	EE25	1.5-1.7	1.2	0.1*10股	155	5.18	0.00	0%
		UUII19.3			0.1*10股	136	3.91	1.27	24.52%

4.6 UUI20 与 EE28 用铜量对比

我们选取了其中 2 款正在大量销售的 UUI20 电感器，与客户原来采用的 EE28 电感器进行对比。详细数据如表 6 所示。

表 6 UUI20 与 EE28 电感器铜重对比表

编号	客户	产品型号	电感量（mH）	气隙（mm）	线径（mm）	匝数（Ts）	用铜（g）	省铜（g）	省铜比例
6.1	索日	EE28	1.3±4%	1.2	0.4	127	6.49	0.00	0%
		UUI20			0.4	91	5.36	1.13	17.41%
		UUI20			0.15*5	91	3.71	2.78	42.84%
6.2	荧通	EE28	2.2±4%	1.2	0.1*10股	138	5.7	0.00	0%
		UUI20			0.1*10股	118	4.85	0.85	14.91%

从上面的对比中我们发现，UUI 型电感器的结构性省铜大约在 15% 左右。如果纵向比较，我们发现磁路气隙越大，电感器型号越大，结构性省铜比例越高。另外条件许可的情况下，充分利用 UUI 电感器由于结构性省铜导致节省绕线空间的特点，采用多绞线代替线径较粗的单股线，则可实现 UUI 型电感器的线径变换性省铜。

5 UUI 型电感器的成本优势

为了让 UUI 的低成本带来的经济价值更加清晰，我们假设每款电感器的销售量均为 10 万只，电解铜的价格按 6 万元 / 吨计算，每万只加工成本增加额按 150 元至 250 元估算。将表 1~ 表 6 中的数据加以量化整理，整理出的数据见表 7。（接下页）

表 7 铜材节省金额统计

序号	电感型号	电感量	I_A	Q值	线径	省铜	省铜金额	装配费用增额	净节省额	平均节省
		mH	A		mm	KG	元	(元)	元	元/只
1.1	EE13	2.0-2.2	0.598	117.8	0.23	72	3484.8	1500	1984.8	0.020
	UUI12.5		0.552	161	0.12*3					
1.2	EE13	5.0±4%	0.405	133.1	0.23	120	5847.6	1500	4347.6	0.043
	UUI12.5		0.372	222.3	0.12*3					
1.3	EE13	2.8±4%	0.501	118.4	0.23	98	5050.1	1500	3550.1	0.036
	UUI12.5		0.500	184.9	0.12*3					
2.1	EE16	1.7-1.9	0.789	104.1	0.27	123	6651.3	1500	5151.3	0.052
	UUI14.6		0.919	154.8	0.13*3					
2.2	EE16	3.5±4%	0.563	113.8	0.25	160	8932.0	1500	7432.0	0.074
	UUI14.6		0.652	178	0.12*3					
2.3	EE16	3.5±4%	0.478	140.4	0.21	82	3998.5	1500	2498.5	0.025
	UUI14.6		0.547	173.7	0.12*2					
3.1	EE19	2.5-2.7	0.680	91.5	0.31	250	13811.0	2000	11811.0	0.118
	UUI16.3		0.710	197.5	0.15*3					
3.2	EE19	2.9±4%	0.667	113.5	0.23	102	5065.5	2000	3065.5	0.031
	UUI16.3		0.811	165.2	0.12*3					
3.3	EE19	3.1±4%	0.630	104.2	0.27	190	10462.0	2000	8462.0	0.085
	UUI16.3		0.789	188.7	0.13*3					
4.1	EE22	4.4±4%	0.770	100	0.31	300	15814.0	2000	13814.0	0.138
	UUI17.5		0.829	255.9	0.15*3					
4.2	EE22	3.2±4%	0.921	113.4	0.29	246	13794.2	2000	11794.2	0.118
	UUI17.5		0.961	224.6	0.12*4					
5.1	EE25	3.0±4%	1.114	100.2	0.33	307	16584.7	2000	14584.7	0.146
	UUI19.3		1.118	237	0.12*5					
5.2	EE25	1.95±4%	1.382	205.5	0.1*10纱包线	82	7609.6	2000	5609.6	0.056
	UUI19.3		1.390	244.1						
5.3	EE25	1.5-1.7	1.491	181.2	0.1*10纱包线	127	11785.6	2000	9785.6	0.098
	UUI19.3		1.571	231.8						
6.1	EE28	1.3±4%	2.310	122.3	0.4	278	14341.1	2500	11841.1	0.118
	UUI20		2.710	267	0.15*5					
6.2	EE28	2.2±4%	1.756	226.1	0.1*10纱包线	85	7888.0	2500	5388.0	0.054
	UUI20		2.080	266.9						
合计：						2622	151120.0	30000	121120.0	

[3] 王占庆. 基于单周期控制专利技术的 IR1150 型功率因数校正控制电路及其应用. 国外电子元件. 2006，(5)：39—41.

[4] 魏应冬，吴燮华. 开关电源 EMI 滤波器原理与设计研究. 电源技术应用. 2005，8(2)：36—40.

[5] MiaosenShen，ZhaomingQian，FangzhengPeng. Design of a two-stage low-frequency square-wave electronic ballast for HID lamps. Industry Applications，IEEE Transactions on，Volume：39 Issue：2，March-April 2003：424—430.

[6] Hua Li，Miaosen Shen. A novel low-frequency electronic ballast for HID lamps. Industry Applications，IEEE Transactions. 2005，1401—8.

[7] MiaosenShen，Zhaoming Qian，FangzhengPeng. Design of a two-stage low-frequency square-wave electronic ballast for HID lamps. Industry Applications，IEEE Transactions on，Volume：39 Issue：2，March-April 2003：424—430.

[8] 郭蓉. 小功率金卤灯启动问题研究及镇流器设计. 浙江大学硕士学位论文. 2006.

[9] 林国庆,陈大华.低频方波金卤灯电子镇流器及其控制策略研究. 中国电机工程学报. 2004，24(9)：173—176.

[10] 藤妨华. 金属卤化物灯电子镇流器关键技术研究. 浙江大学硕士学位论文. 2005.

作者简介

张波，男，1981 年生，硕士，研究方向为电力电子新技术，主要从事开关电源，电子镇流器方面的研究。