

# 大功率一体成型电感/新型组装式电感 于工业电子的应用与未来展望



主讲人: 嘉成电子 邱盈龙

第七届汽车充电桩暨磁组件应用技术研讨会资料, 值得下载!

<http://bbs.big-bit.com/thread-470678-1-1.html>



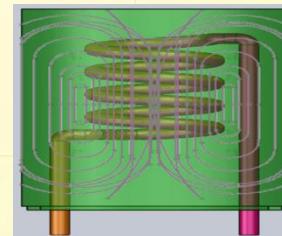
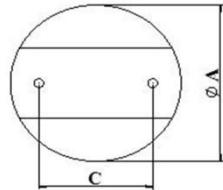
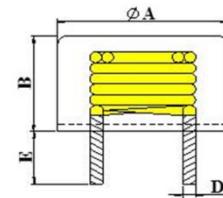
**KARSON**

## ■新型大功率一体成型/组装式电感

直流升压电感(DCL) 逆变器AC差模滤波电感(ACL)	第一代人工圭钢片电感	第二代人工磁环线圈电感	一体成型/组装式电感
Air Conditioner 变频空调 家电			
PV inverter 光伏逆变器			
UPS Converter UPS 电源			
Battery Power Station 储能电站			

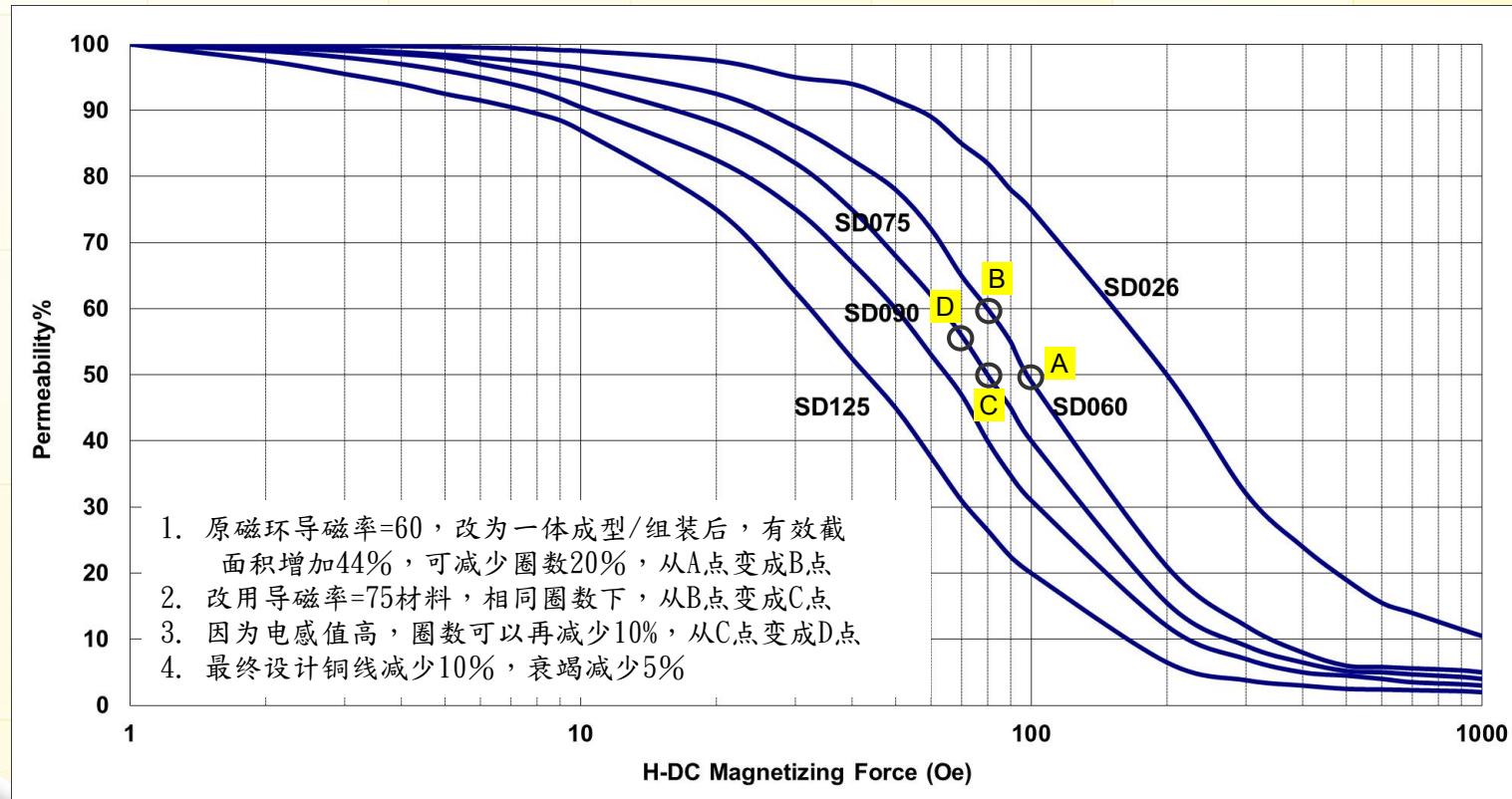
# ■ 产品尺寸及特性

P/N	L0	Inductance $\mu\text{H} \pm 20\%$	A mm	B mm	C mm	D mm	E mm		DCR (mΩ)		Heat Rating Current	Saturation Current
	[Typical]								[Max]	I <sub>dc</sub> (Amp)		I <sub>sat</sub> (Amp)
	@0A								Typical		Typical	
	KQ55VC-511M	510	55.0	45.0	35.0	1.8	5.0		25.0	30.0	11.0	10.0
KQ63VC-121M	120	63.0	45.0	43.0	2.6	5.0			10.0	14.0	29.0	40.0
KQ63VC-351M	350	63.0	45.0	43.0	2.5	5.0			16.0	20.0	23.0	20.0
KQ63VC-451M	450	63.0	45.0	43.0	2.1	5.0			25.0	28.0	18.0	20.0
KQ63VC-511M	510	63.0	50.0	43.0	2.2	5.0			25.0	28.0	18.0	15.0
KQ63VC-551M	550	63.0	50.0	43.0	2.2	5.0			25.0	28.0	18.0	15.0
KQ63VC-881M	880	63.0	50.0	43.0	2.2	5.0			33.0	36.5	16.0	15.0
KQ75VC-121M	120	75.0	50.0	45.0	2.6	5.0			8.0	9.5	35.0	50.0
KQ75VC-251M	250	75.0	50.0	45.0	2.6	5.0			12.0	14.0	29.0	35.0
KQ75VC-351M	350	75.0	55.0	45.0	2.6	5.0			15.0	18.0	26.0	30.0
KQ75VC-451M	450	75.0	55.0	45.0	2.6	5.0			17.0	20.5	24.0	25.0
KQ75VC-501M	500	75.0	55.0	45.0	2.6	5.0			19.5	23.5	23.0	20.0
KQ75VC-651M	650	75.0	60.0	45.0	2.6	5.0			23.5	28.5	21.0	15.0
KQ75VC-801M	800	75.0	60.0	45.0	2.6	5.0			27.5	33.0	19.0	15.0
KQ75VC-102M	1000	75.0	60.0	45.0	2.6	5.0			30.5	37.0	18.0	10.0
KQ85VC-151M	150	85.0	60.0	49.0	2.6	5.0			9.0	11.0	36.5	50.0
KQ85VC-251M	250	85.0	60.0	49.0	2.6	5.0			11.0	13.5	33.0	35.0
KQ85VC-401M	400	85.0	60.0	49.0	2.6	5.0			20.0	24.0	24.5	25.0
KQ85VC-501M	500	85.0	65.0	49.0	2.6	5.0			20.0	24.0	24.5	20.0
KQ85VC-601M	600	85.0	65.0	49.0	2.6	5.0			22.5	27.0	23.0	15.0
KQ85VC-701M	700	85.0	65.0	49.0	2.6	5.0			24.5	29.5	22.0	15.0
KQ85VC-801M	800	85.0	65.0	49.0	2.6	5.0			27.5	33.0	21.0	15.0
KQ85VC-901M	900	85.0	65.0	49.0	2.6	5.0			28.0	34.0	21.0	10.0
KQ85VC-112M	1100	85.0	65.0	49.0	2.6	5.0			30.5	36.5	20.0	10.0



## ■ 设计理念

1. 相同产品体积条件下，充分使用空间，使有效截面积增加
2. 有效截面积增加后，可以较少的圈数达到相同的电感量
3. 较少的圈数，在相同的负载下，衰竭的比例较小
4. 因为衰竭比例较小，可以选择导磁率较高的材料，可以再减少圈数，在相同的负载下，直流及交流阻抗较小，温升较低，效率较高，材料及人工成本都可以降低



## ■ 传统环形磁芯 V. S. Molding

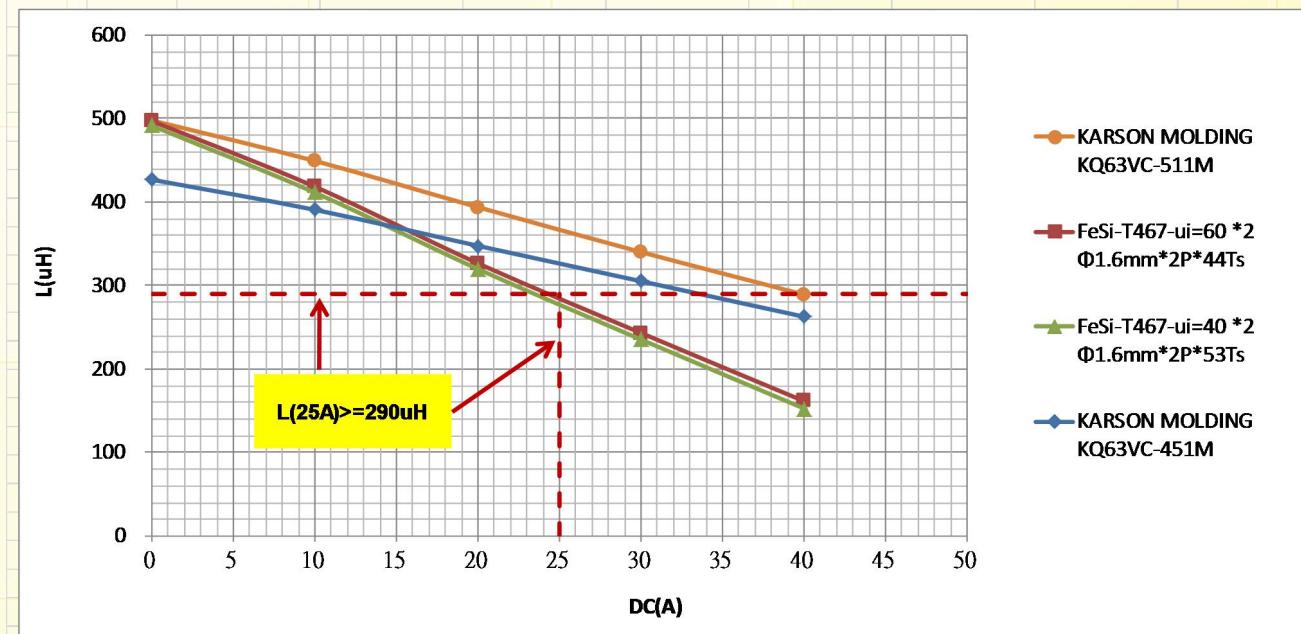
Benchmark Items	Toroidal Core			Molding Type Power Choke		
DCR	Higher	More winding turns due to longer magnetic path length		Lower	Fewer winding turns due to shorter magnetic path length	
Saturation Current	Lower	The more winding turns, the larger H-DC.		Higher	The fewer winding turns, the smaller H-DC.	
Buzz	Worse	Caused by the space between core and winding		Better	W/O gap	
EMC	Worse	Due to the un-shielded construction		Better	Shielded construction	
Quality	Worse	Human winding		Better	Automation process	
Price	Expensive	Caused by heavier winding		Inexpensive	Caused by lighter winding	

## ■ 传统环形磁芯 V. S. Molding (单体)

		KARSON MOLDING KQ63VC-511M	FeSi-T467-ui=60 *2 Φ1.6mm*2P*44Ts	FeSi-T467-ui=40 *2 Φ1.6mm*2P*53Ts	KARSON MOLDING KQ63VC-451M
L(uH)	L(0A)	497.8	100.00%	497.0	100.00%
	L(10A)	449.3	90.26%	418.4	84.19%
	L(20A)	393.9	79.13%	326.6	65.71%
	L(30A)	340.1	68.32%	243.2	48.93%
	L(40A)	289.2	58.10%	161.6	32.52%
	DCR(mΩ)	22.4		22.1	
Winding Weight(g)		132		157	
				202	
				120	

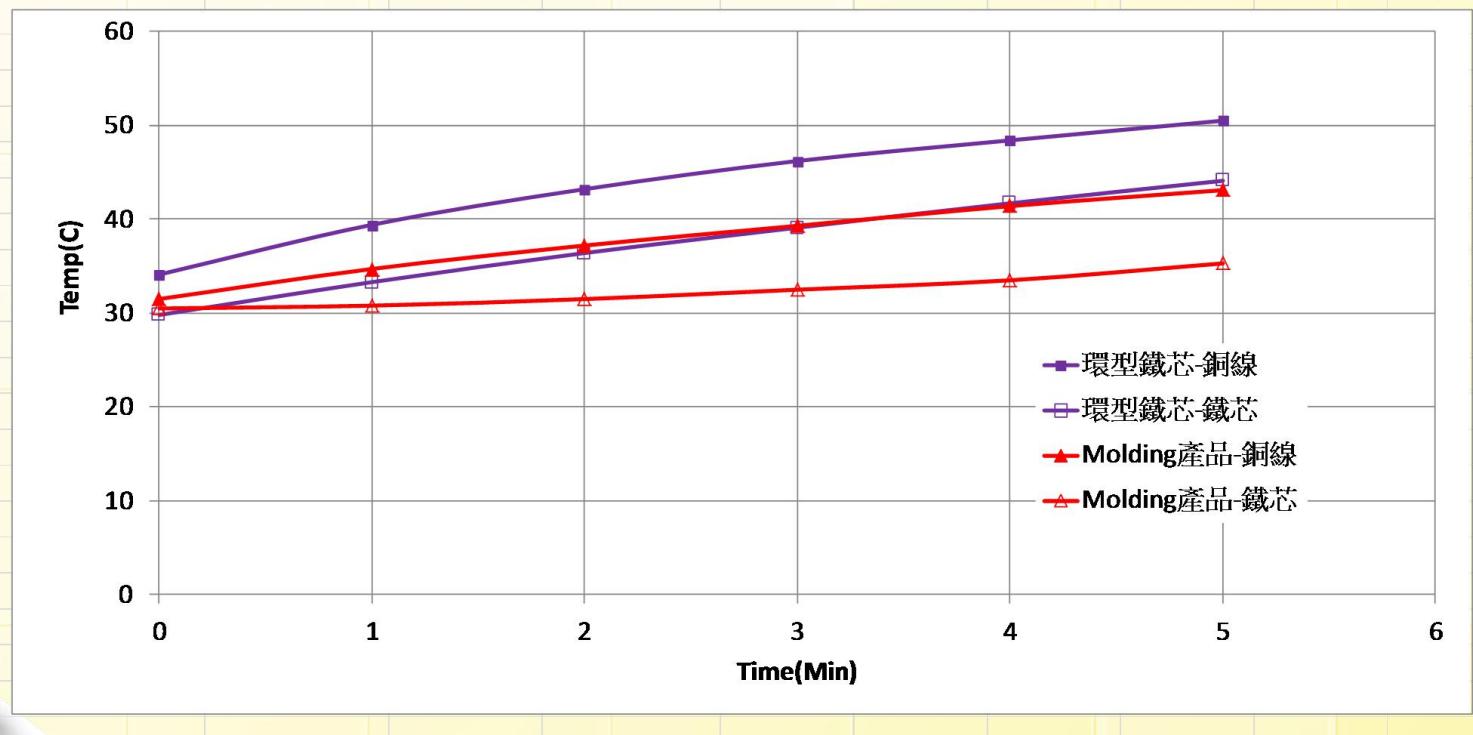
Test Condition: L: 40KHz/1V, DCR:25°C

Test Instrument: L=DU-6021&DU-2040, DCR=DU-5011



## ■传统环形磁芯 与 Molding 温升比对 (Idc=20A)

		DCR(mΩ)	時間(Min)	0	1	2	3	4	5
環型鐵芯 FeSi T467-ui=40 *2 1.6*2P*53Ts		26.39	銅線	34.1	39.4	43.2	46.2	48.4	50.5
			鐵芯	29.8	33.3	36.4	39.1	41.7	44.1
KQ63VC-551M		26.02	內部銅線	31.5	34.7	37.2	39.3	41.4	43.1
			表面	30.5	30.8	31.5	32.5	33.5	35.3



## ■传统环形磁芯 V. S. Molding (通无纹波交流感量比对 @50Hz)

KQ63VC-121M			POCO PPI226040*2 1.4mm*4P*25Ts		
所加交流电流 有效值(A)	电感两端交流 有效值电压(Vac)	计算所得 电感量(uH)	所加交流电流 有效值(A)	电感两端交流 有效值电压(Vac)	计算所得 电感量(uH)
6.8	0.34	157.83	2.6	0.09	112.76
11.3	0.57	161.49	4.4	0.16	115.60
16.6	0.84	160.77	8.9	0.33	116.95
20.1	1.01	160.02	12.4	0.46	117.34
26.8	1.33	158.34	17.0	0.62	116.38
30.6	1.50	156.11	26.4	0.94	113.38
42.3	2.00	150.57	39.2	1.33	102.94
50.0	2.30	146.49	45.8	1.51	104.92
62.3	2.73	139.55	51.9	1.67	102.29
73.3	3.10	134.68	63.5	1.92	96.44
84.4	3.45	130.10	73.8	2.13	91.78
94.8	3.71	124.49	82.1	2.28	88.40
100.6	3.83	121.15	108.7	2.64	77.40
117.8	4.11	111.11			
133.1	4.38	104.80			
171.1	4.97	92.50			

所用交流源测试设备：西屋电气调压器，出厂编号“XW-11090204”，额定功率30kVA，输入交流电压380Vac，额定输入交流电流45A；输出交流电压范围0~55Vac，负载最大交流电流314A。

# ■传统环形磁芯 V. S. Molding (40kHz超高载波频率，10kW UPS动态感量和纹波测试)

		KQ63VC-121M 單體初始感量=122uH				POCO PPI226040*2 1.4mm*4P*25Ts 單體初始感量=108.3uH			
测试负载率	空载	30%	70%	100%	空载	30%	70%	100%	
输入电压(Vac)	228	225	220.7	215	228	225	220.7	215	
输入电流(A)	0	18	37.8	60.6	0	18	37.8	60.6	
输出电压(Vac)	0	197	192	188	0	197	192	188	
输出电流(A)	0	20.7	40.8	60.2	0	20.7	40.8	60.2	
$\Delta i(A)$	5	5	7.5	9.5	7.5	6	8.5	16	
$\Delta t(\mu s)$	5.4	3.1	3.5	3.6	5	2.9	3.1	3.85	
$V_L(V)$	160	325	328	320	195	340	330	330	
$L(\mu H)$	172.8	201.5	153	121.2	130	164	120	79	
$I_w(A)$	0	6.5	9.25	13	0	7.5	12	20	
备注	<b>Molding</b> 电感, $L = (V_L * \Delta t) / \Delta i$ ; 空载动态情况仅做参考; 机台前端加入 <b>Molding</b> 后相关动态感量和纹波大小的 测试数据。				<b>铂科</b> 磁芯电感, $L = (V_L * \Delta t) / \Delta i$ ; 空载动态情况仅做参考; 机台前端加入 <b>铁硅</b> 电感后相关动态感量和纹波大小的 测试数据。				

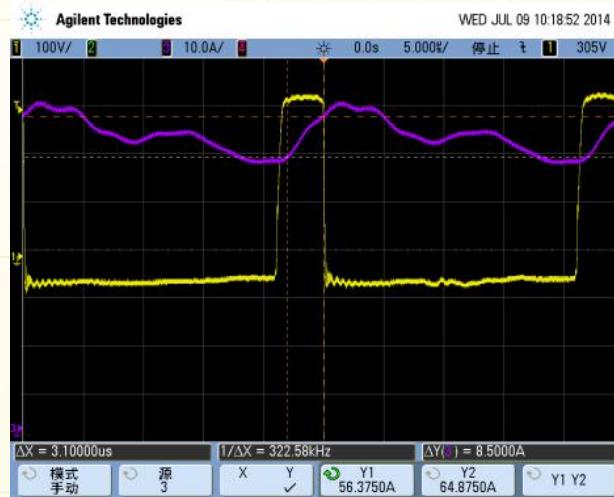
( $\Delta i$ ：电流变化率,  $\Delta t$ ：时间变化率,  $V_L$ ：瞬间电感两端AC电压,  $I_w$ ：纹波P-P)

UPS整机动态测试设备基本概况：单相标准10kW额定（过载率134%，实际可运行13.4kW，相当于三相40kW其中某一相的额定功率）UPS一台，输入整流侧PFC侧载波频率40kHz（Molding用于整流侧，每个Molding输入210Vac半波，输出360Vdc，每个Molding通过半波电流），UPS散热风扇两个（DC 12V, 1.6A, 全速6500转，50\*50\*20尺寸）；20kW纯电阻负载一台，安捷伦带存储示波器一台，示波器用钳流表（1:100）一个，电压探头一个。

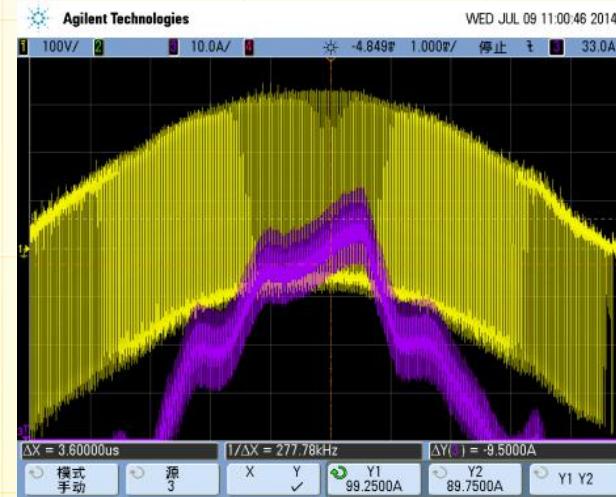
■传统环形磁芯 V. S. Molding  
(40kHz超高载波频率, 10kW UPS动态感量和纹波测试)

KQ63VC-121M

70%( $\Delta i=8.5A$ )

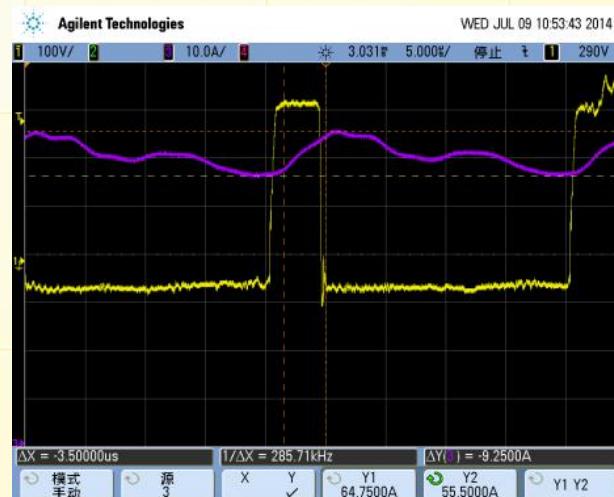


100% ( $\Delta i=9.5A$ )

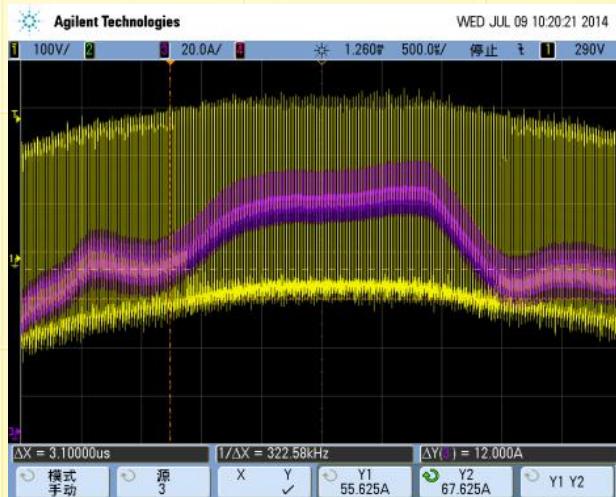


POCO PPI226040\*2

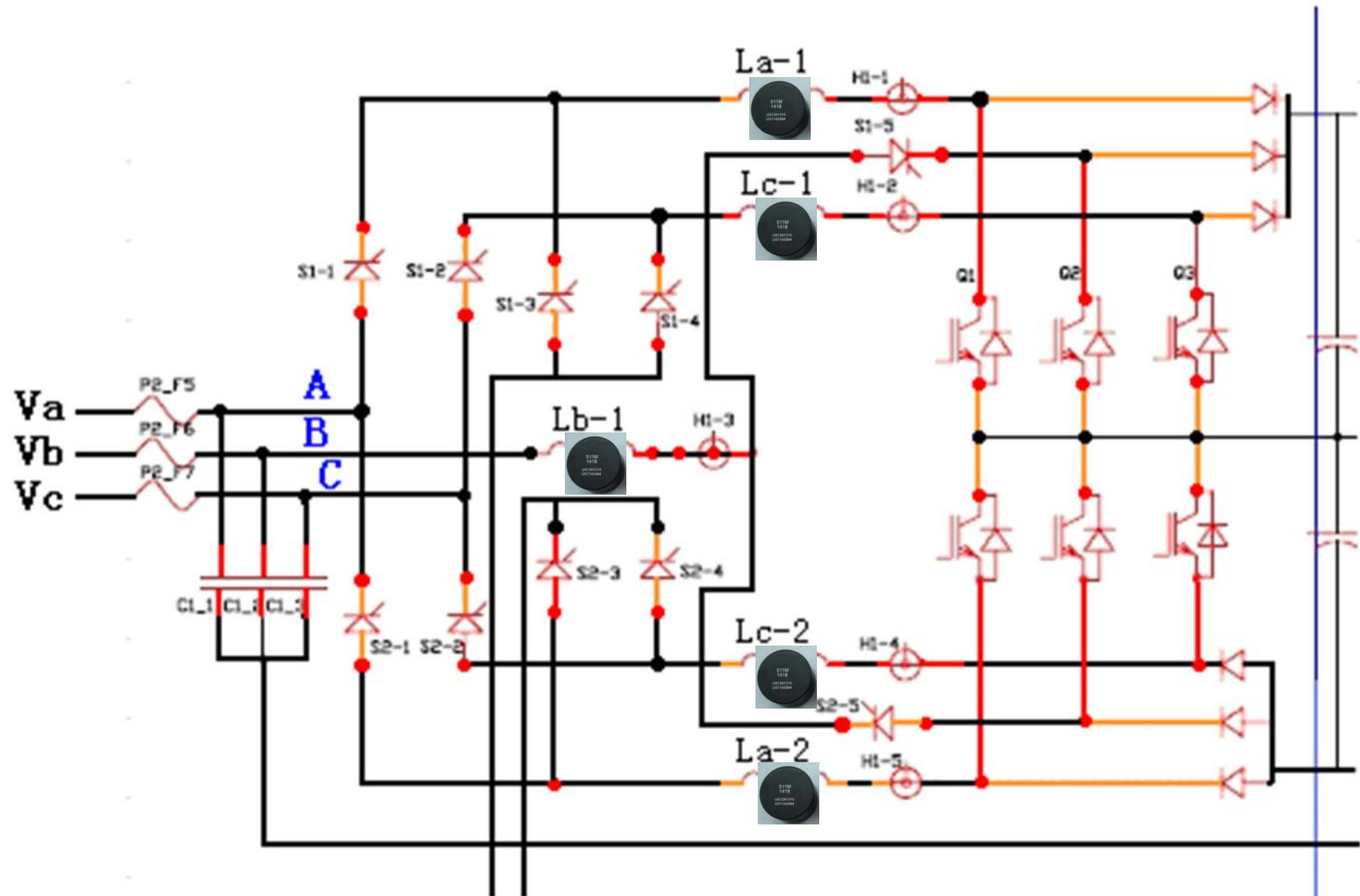
70%( $\Delta i=9.25A$ )



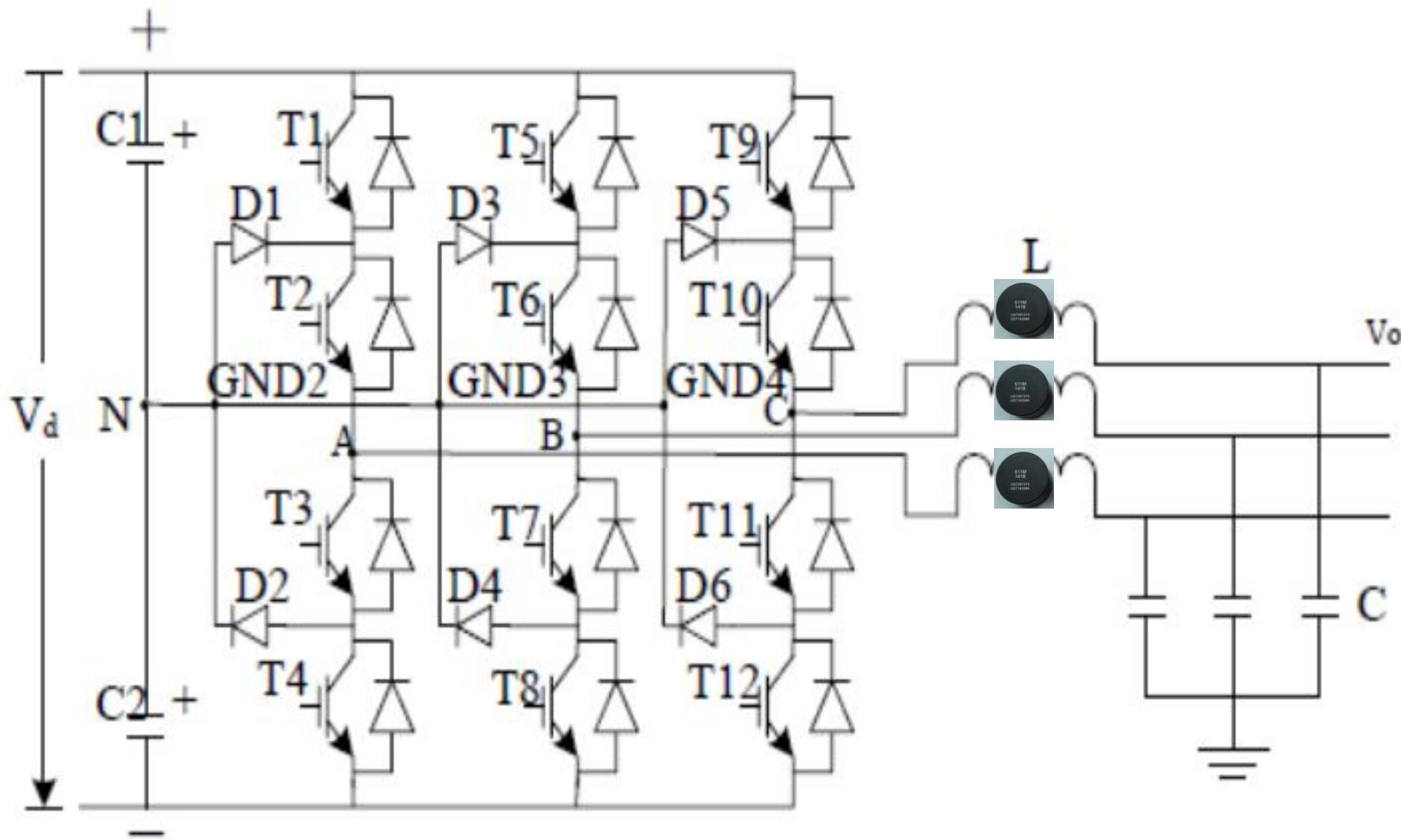
100%( $\Delta i=12A$ )



## ■ 三相20KW UPS整流侧电感所在电流位置基本拓扑图



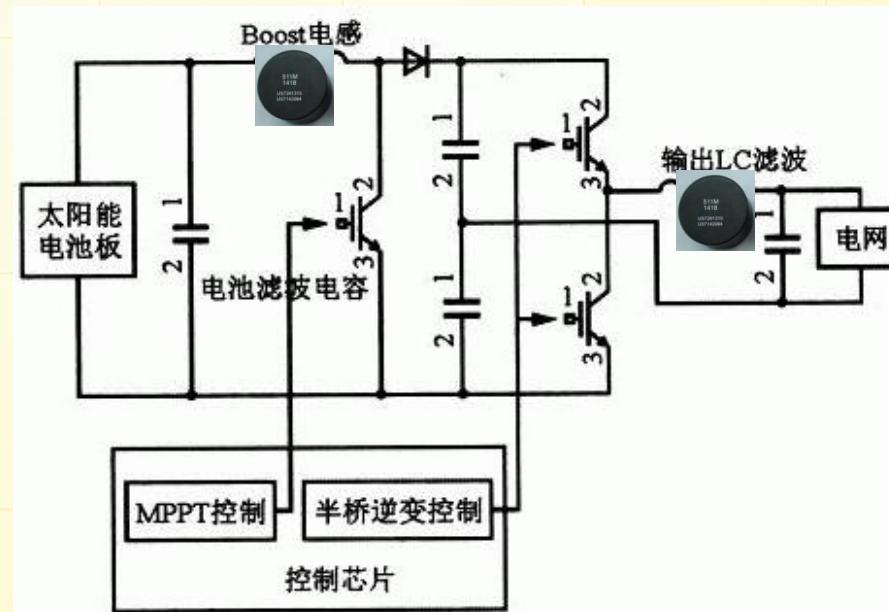
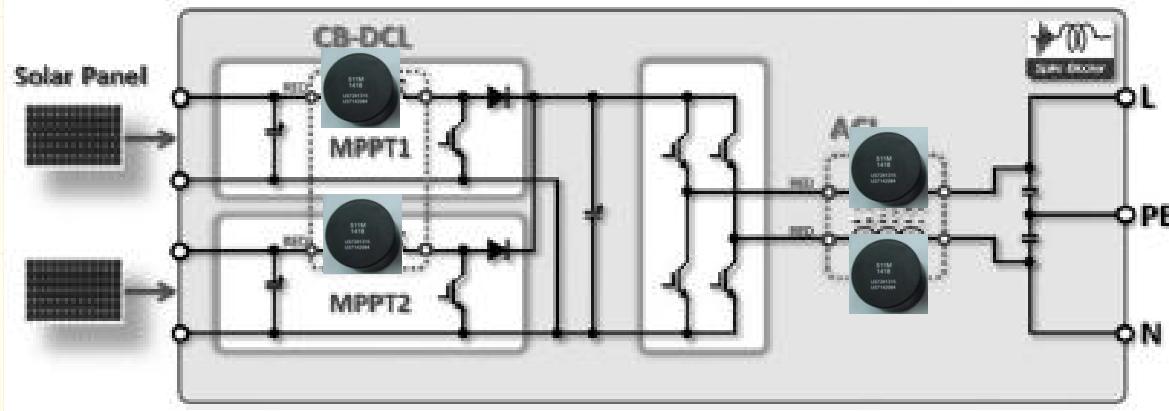
## ■ 三相 大功率UPS/光伏逆变侧电感所在电流位置基本拓扑图



## ■ 不同功率UPS选用电感

功率	相数	载波频率	电感所在 电路位置	额定电流	满载最小感量	DCR	Karson Molding Inductor P/N
3kW	单相	20kHz	整流侧	12A	440uH/18A	96m Ω	KQ50VC-701M
			整流侧	12A	270uH/20A	46m Ω	KQ55VC-451M
6kW	单相	20kHz	整流/逆变侧	24A	290uH/25A	25m Ω	KQ63VC-451M
20kW	三相						
10kW	单相	20kHz	整流/逆变侧	40A	125uH/60A	14m Ω	KQ63VC-301M
30kW	三相		逆变侧				
30kW	三相		整流侧	41A	90uH/72A	17m Ω	KQ63VC-301M
40kW	三相	40kHz	整流侧	55A	35uH/112A	7.5m Ω	KQ63VC-121M
		20kHz	整流侧	55A	90uH/112A	15m Ω	KQ75VC-351M
		20kHz	逆变侧	55A	90uH/112A	12.5m Ω	KQ75VC-351M

## ■光伏逆变器用升压侧电感所在电路位置基本拓扑图（以中、小功率机型为例）



## ■不同功率光伏逆变器选用电感

功率	相数	载波频率	电感所在 电路位置	额定电流	满载最小感量	DCR	Karson Molding Inductor P/N
2.2KW	单相	16~18kHz	升压侧	11A	750uH/11A (日立)	65mΩ	KQ50VC-102M
			逆变侧	11A	750uH/11A(日立)	65mΩ	KQ50VC-102M
3KW	单相	16~18kHz	升压侧	7.5A*2	800uH/7.5A	40mΩ	KQ75VC-102M
			逆变侧	15A	700uH/15A	30mΩ	KQ75VC-801M(2.9mm)
4kW	单相	16~18kHz	升压侧	12A*2	700uH/12A	36mΩ	KQ75VC-801M
			逆变侧	20A	630uH/20A	27mΩ	KQ75VC-801M(2.9mm)
5kW	单相	16~18kHz	升压侧	14A*2	660uH/14A	33mΩ	KQ75VC-801M
			逆变侧	26A	500uH/26A	22mΩ	KQ75VC-701M
6kW	单相	16~18kHz	升压侧	15A*2	630uH/15A	33mΩ	KQ75VC-801M
			逆变侧	29A	470uH/29A	20mΩ	KQ75VC-701M

## ■ 光伏逆变器电感测试数据

时间	上边-1	侧边-1	侧边-2	上边-2	Vdc-1	Adc-1	Vdc-2	Adc-2	输出电压	输出电流	备注
19:13	27.2℃	27.2℃	27.2℃	27.2℃	300.05	6.87	300.04	6.98	230.7Vac	17.41Aac	<p><b>A、光伏机台运行在4kW工况；逆变侧电感更换Molding产品后总的整机效率为96.65%（冷态下效率）。</b></p> <p><b>B、机台运行2小时，机箱内温度约58.6℃；机台运行3小时，机箱内温度约60.2℃；3小时左右，机箱内温度趋于稳定。</b></p>
19:43	63.6℃	56.5℃	59.2℃	63.2℃							
20:13	78.0℃	69.1℃	72.2℃	77.2℃							
20:43	85.2℃	75.9℃	79.3℃	85.0℃							
21:13	88.9℃	79.6℃	83.4℃	88.9℃							
21:33	90.8℃	81.5℃	85.3℃	90.8℃							
21:43	91.6℃	82.3℃	86.2℃	91.9℃							
21:53	92.2℃	82.9℃	86.8℃	92.6℃							
22:03	92.8℃	83.4℃	87.3℃	93.0℃							
22:13	93.4℃	84.0℃	88.0℃	93.7℃							
22:16	94.0℃	84.8℃	89.1℃	94.4℃	299.93	10.44	299.86	10.34	239.5Vac	25.02Aac	<p><b>A、机台运行在6kW工况；逆变侧电感更换成Molding后总的整机效率为96.15%（温升稳定后的热态效率）。</b></p> <p><b>B、机台运行4小时后机箱内温度为72.8度，运行4.5小时后机箱温度为73.4度。</b></p>
22:46	118.7℃	105.1℃	111.4℃	119.1℃							
23:06	126.8℃	112.2℃	119.6℃	127.3℃							
23:16	129.0℃	114.6℃	122.1℃	129.2℃							
23:26	129.6℃	117.3℃	123.7℃	129.7℃							
23:36	129.8℃	119.1℃	124.7℃	130.1℃							
23:46	129.7℃	119.3℃	124.6℃	129.6℃							

5kW光伏单相整机动态测试设备基本概况：单相标准5kW额定（过载率128%，实际可长期稳定运行在6.4kW，类似于标准单相6kW UPS机台）光伏机一台，输入Boost侧载波频率16.7kHz，Boost侧使用非晶电感器不变；输出逆变侧逆变载波频率18kHz（Molding用于逆变侧，每个Molding输入400Vdc~425Vdc升压直流电压，输出230Vac~245Vac，两个Molding都通过全波交流电流）；直流源2台，最大输出功率15kW（注：300Vdc及以下直流电压输出时每台直流源最大只能输出4.5kW的功率，所以本次6kW功率测试需要2台直流源）；400Aac/dc钳流表一个，数字多用表一个；光伏机台无风扇吹，底部散热片随环境温度自然散热；负载直接挂接电网。

Vdc-1（直流源1输出直流电压），Adc-1（直流源1输出直流电流），Vdc-2（直流源2输出直流电压），Adc-2（直流源2输出直流电流），所测电压和电流均为有效值rms）

- **Thank You!**

嘉成电子诚挚期盼与贵公司建立友好的合作伙伴