

EMC诊断技术系列讲座

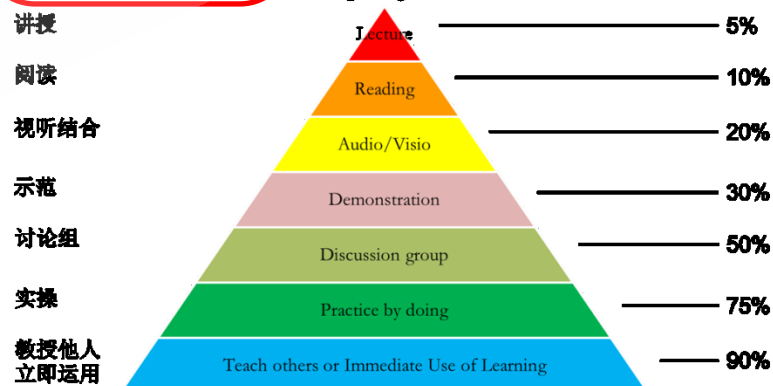
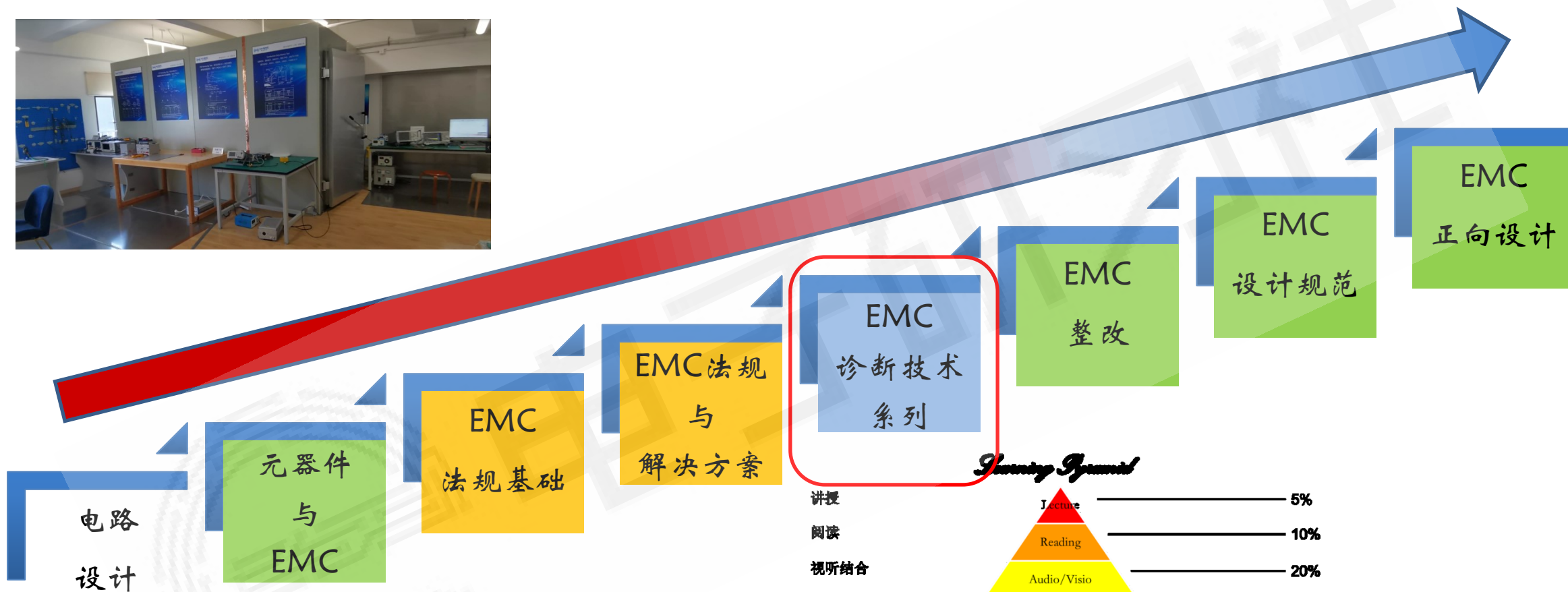
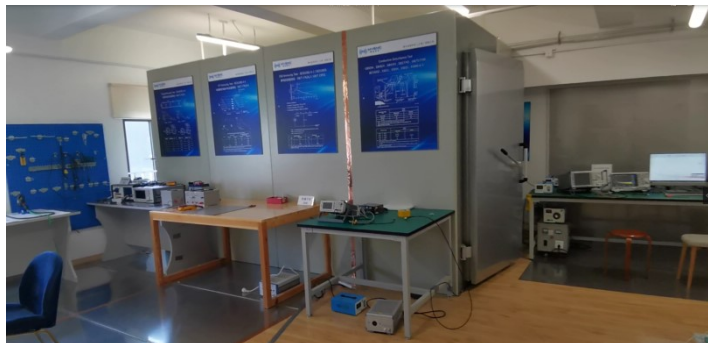
—电感篇—



敏业EMC中心

2020年4月15日

EMC技术阶梯讲座



免费诊断测试

价值4万元的免费测试诊断服务回馈给各位粉丝及网友!

限20位

	测试项目	标准/特点
1	噪声源定位	精确定位噪声源，最高精度达2mm。为从噪声源解决传导辐射问题提供依据。
2	差共模噪声分量	工信部《电子设备共模和差模骚扰测量方法》；差共模抑制比 >40dB@9k-30MHz, >30dB@≤108MHz覆盖汽车电子的传导干扰频段。
3	传导骚扰测试	照明及工科医9kHz-30MHz；汽车150kHz-108MHz
4	插入损耗测试	CISPR17-1/ GB/T7343；测量滤波器件（电感，电容）和整体滤波器的插入损耗
5	传导路径定位	专利的共模探头，探测传导干扰传播路径。
6	辐射骚扰摸底测试	CISPR11/GB4824, CISPR12/GB14023, CISPR13/GB13837, CISPR14/GB4343, CISPR15/GB17743, CISPR22/GB9254, CISPR25/GB18655, CISPR32, 30MHz-1GHz的辐射骚扰摸底测试。
7	快速瞬变脉冲群抗扰度EFT	IEC61000-4-4/GB19510.4； Max. 5kV
8	静电抗扰度测试ESD	IEC61000-4-2/GB19510.2； Max. 30kV空气放电接触放电
9	浪涌抗扰度测试Surge	IEC61000-4-5/GB19510.5； 可以做6kV浪涌EMC测试（组合波）
10	产品中敏感部位定位和探测	定位对EFT和ESD敏感的器件或管脚。

标准单价250元/小时

1. EMC诊断技术—综述
2. EMC诊断技术—滤波篇
3. EMC诊断技术—噪声篇
4. EMC诊断技术—器件篇
5. EMC诊断技术—电容篇
6. EMC诊断技术—电感篇
7. EMC诊断技术—诊断仪器篇

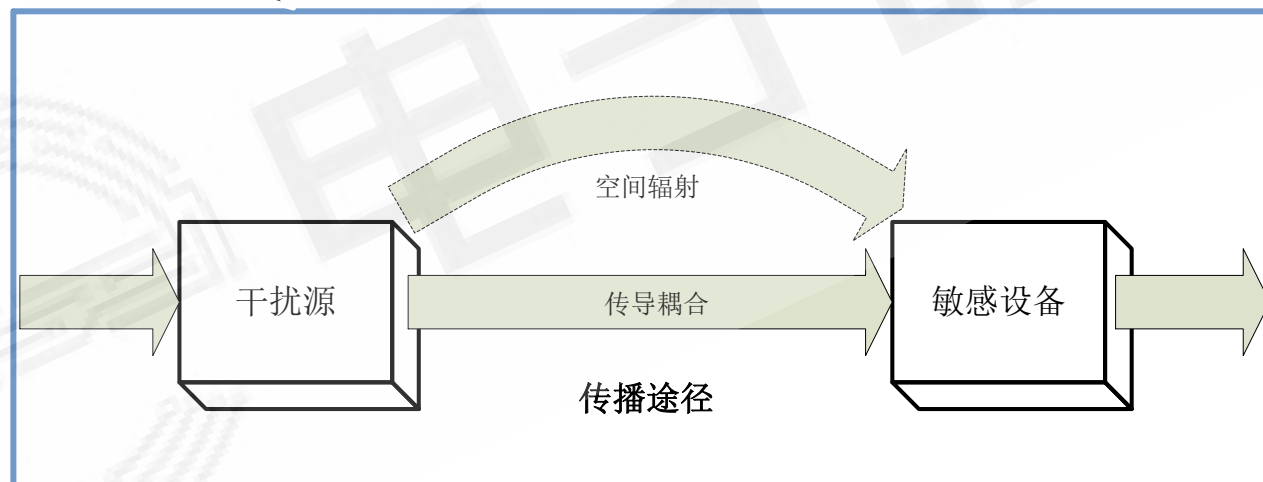
EMC诊断技术—滤波篇回顾

➤ EMC三大手段：屏蔽、滤波和接地

“路”

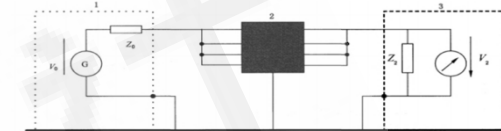
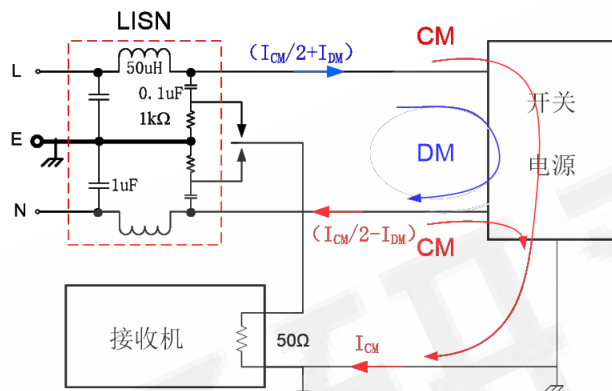


“场”

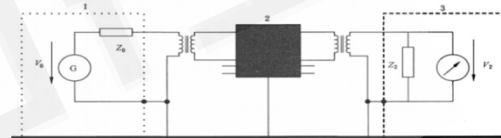


EMC诊断技术—滤波篇回顾

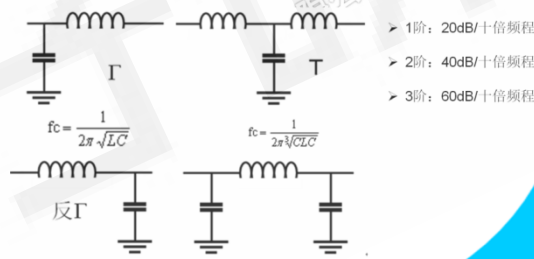
1. 共模和差模分量
2. 插入损耗
3. 阻抗匹配
4. 滤波电路的简化
5. 滤波器的应用关键点



不对称(共模)插入损耗测试电路

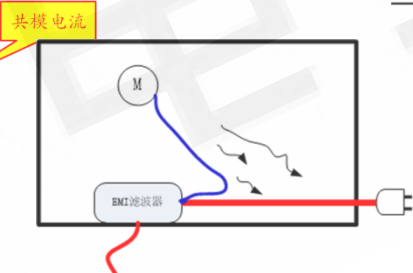
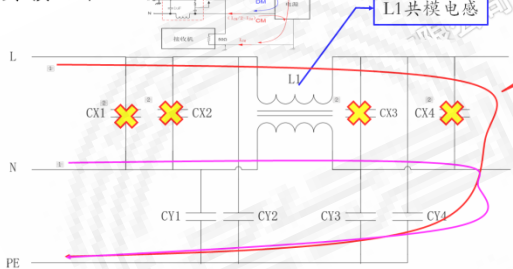


对称(差模)插入损耗测试电路

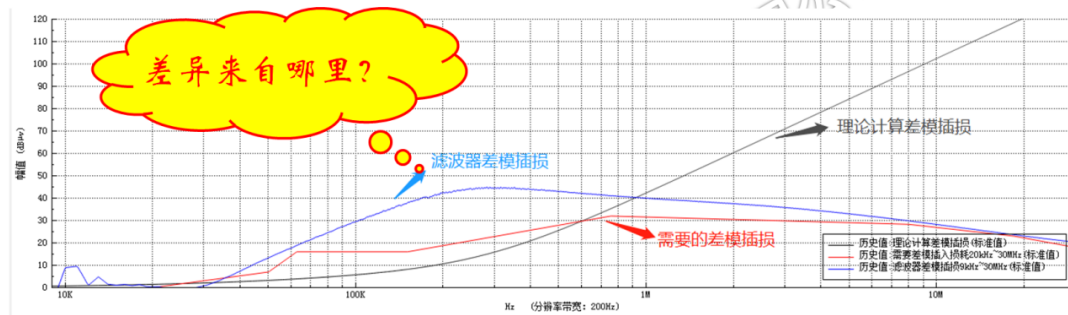


- > 1阶: 20dB/十倍频程
- > 2阶: 40dB/十倍频程
- > 3阶: 60dB/十倍频程

共模路径

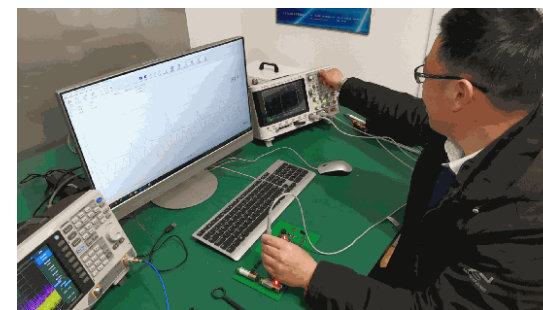
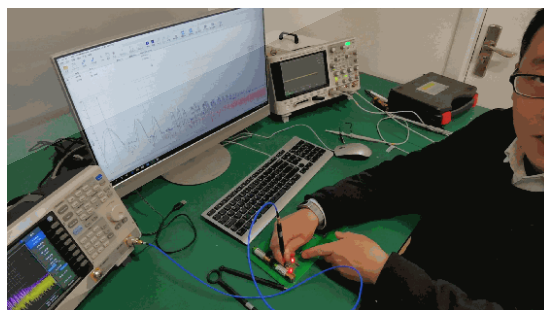
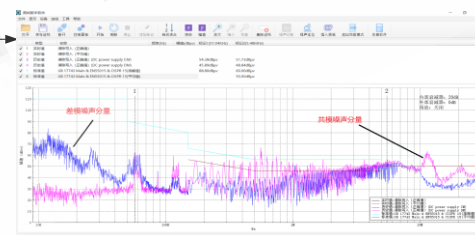
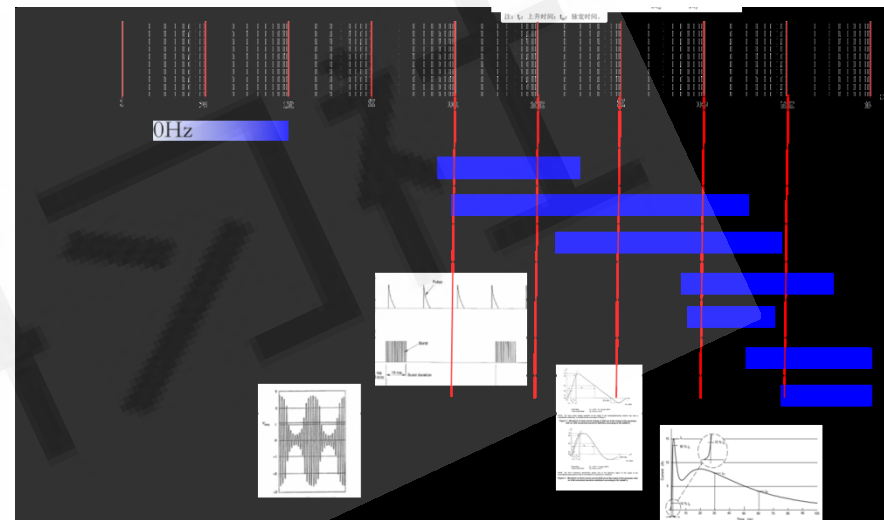
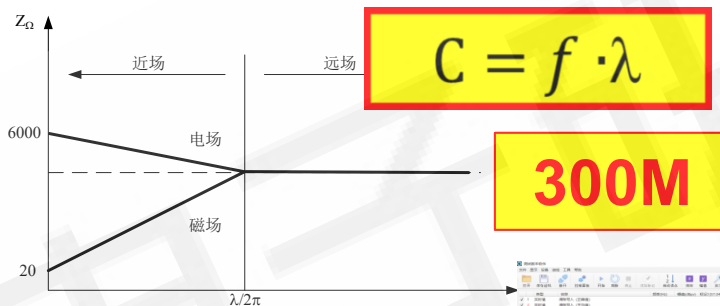
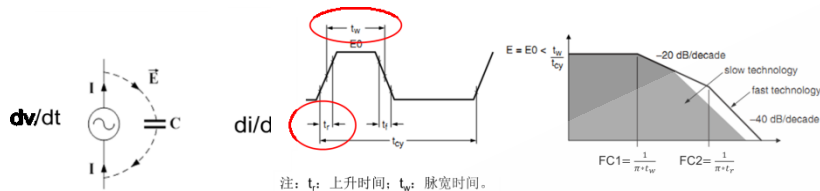


源端阻抗特性	应采用的滤波电路	负载端阻抗特性
高阻抗		高阻抗
高阻抗		低阻抗
低阻抗		高阻抗
低阻抗		低阻抗



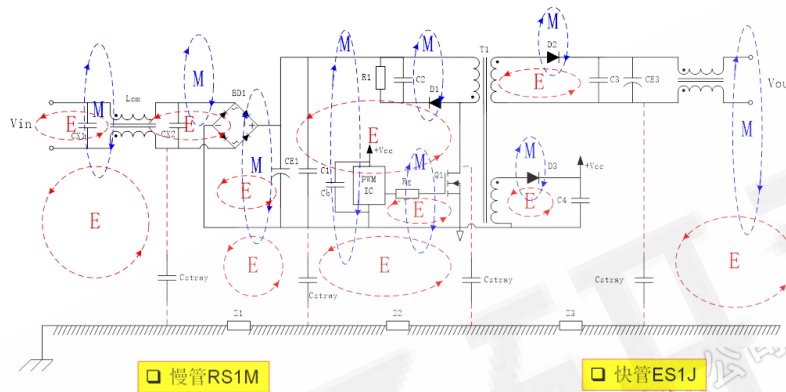
EMC诊断技术—噪声篇回顾

1. 时域与频域
2. 近场与远场
3. 差共模分离
4. 快速精确定位
5. 时域和频域对照

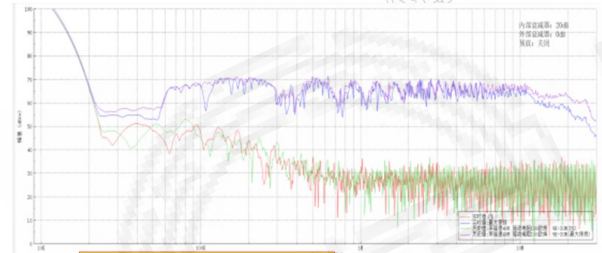


EMC诊断技术—器件篇回顾

1. Flyback变换器为例
2. 高频回路与EMI关系
3. MOS的不同驱动速度
4. MOS的Cds电容变化
5. 二极管快关和慢管差异

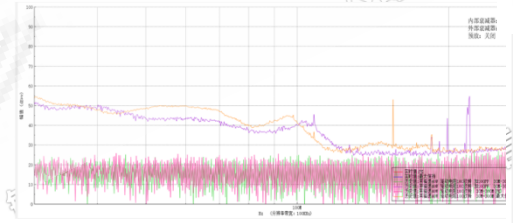


▶ 并联100pF电容前后的CE传导频段对比

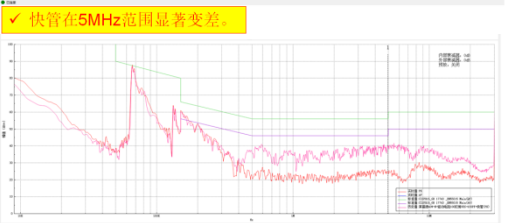


✓ 10MHz以上有明显改善。

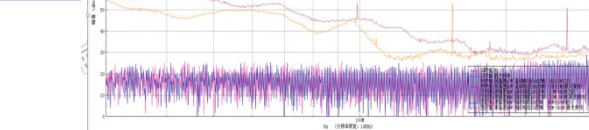
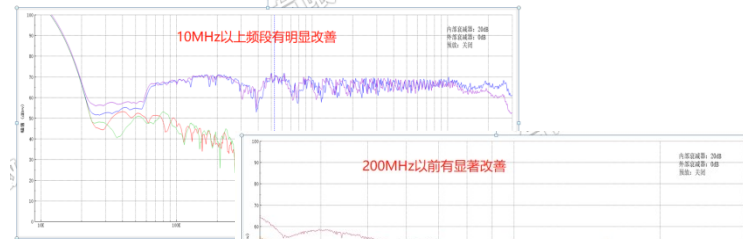
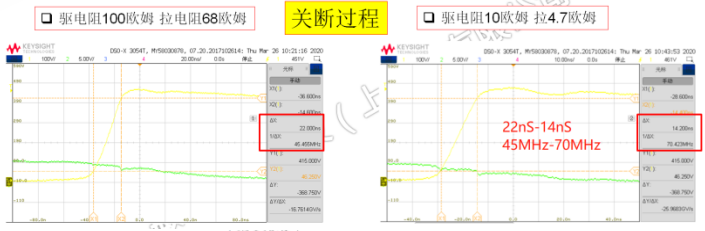
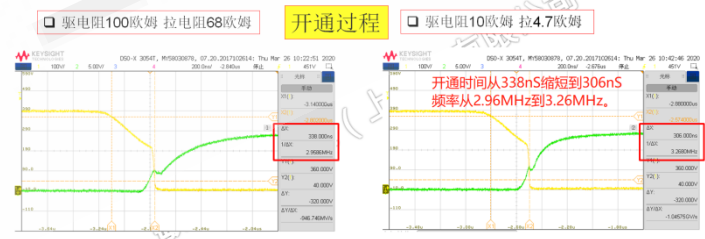
▶ 并联100pF电容前后的RE辐射频段对比



✓ 45MHz-100MHz有明显改善。



✓ 5MHz范围噪声为其模为主。

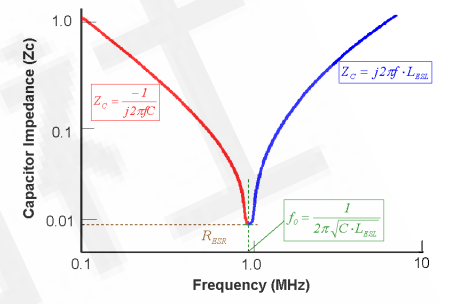
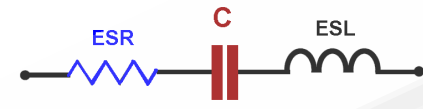


EMC诊断技术—电容篇回顾

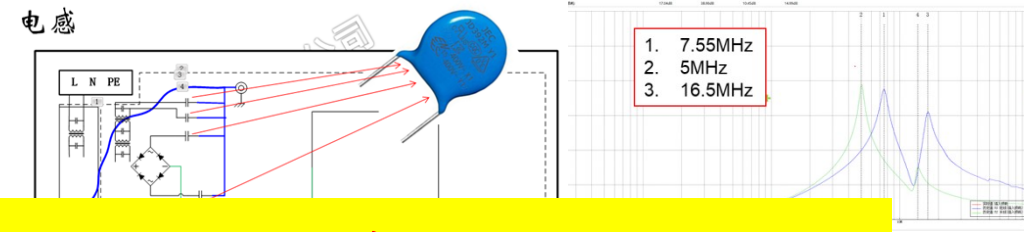
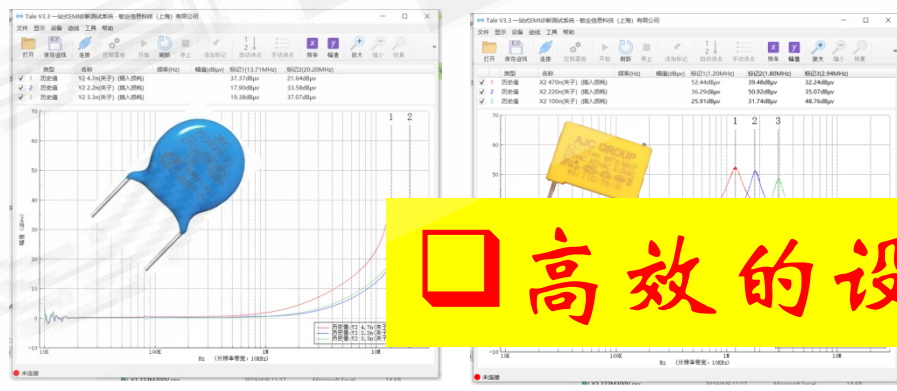
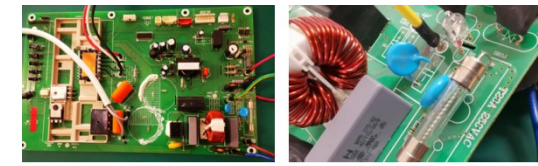
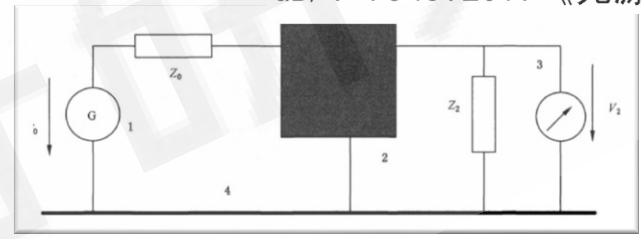
- 电容的高频特性
- 插入损耗国标
- dB单位换算
- 电容插入损耗测试方法
- 电容对噪声的抑制能力
- 布线对电容抑制噪声能力的影响

- 20dB=10
- 40dB=100
- 10dB=3.16
- 6dB=2
- 3dB=1.4

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{C \cdot L_{ESL}}}$$



GB/T 7343:2017 《无源EMC滤波器件抑制特性的测量方法》



□ 高效的设计和诊断测试验证

□ 这样的隐蔽电感到处可以碰到

常见的EMC问题

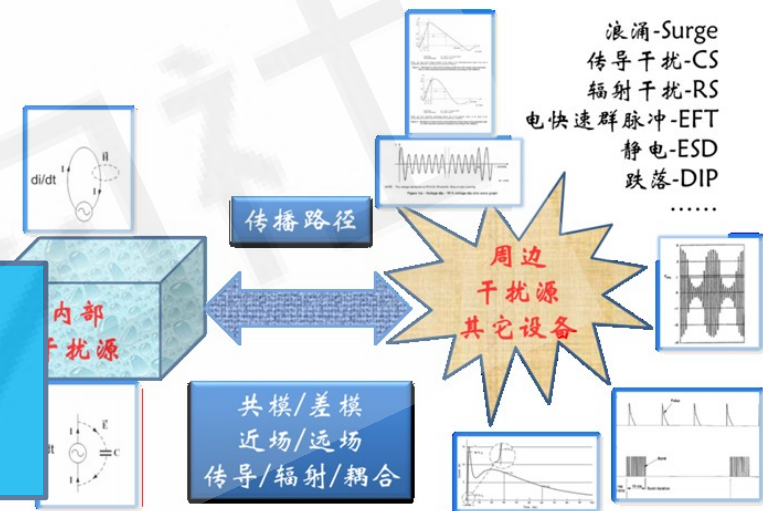
- 传导骚扰CE超标
- 辐射骚扰RE超标
- 静电干扰ESD
- 浪涌-Surge
- 传导干扰-CS
- 辐射干扰-RS
- 电快速群脉冲-EFT
- 静电-ESD
- 跌落-DIP
-

将就

进一步的问题

- 噪声源在哪里?
- 噪声是如何传播的?
- 噪声的差模/共模?
- 噪声的时域/频域特性?
- 敏感部位在哪里?
- 属于哪种性质的敏感?
- 干扰时如何入侵的?
- 如何进行器件选型?
-

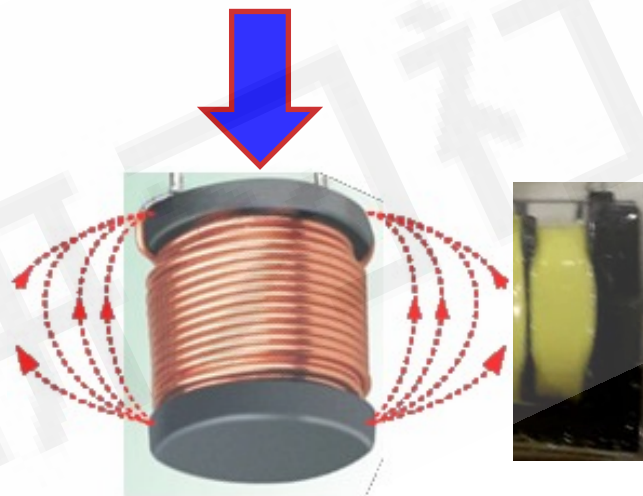
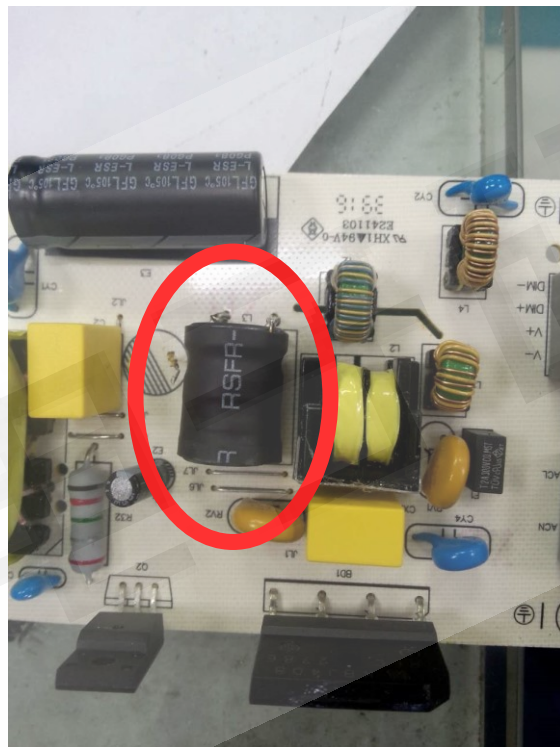
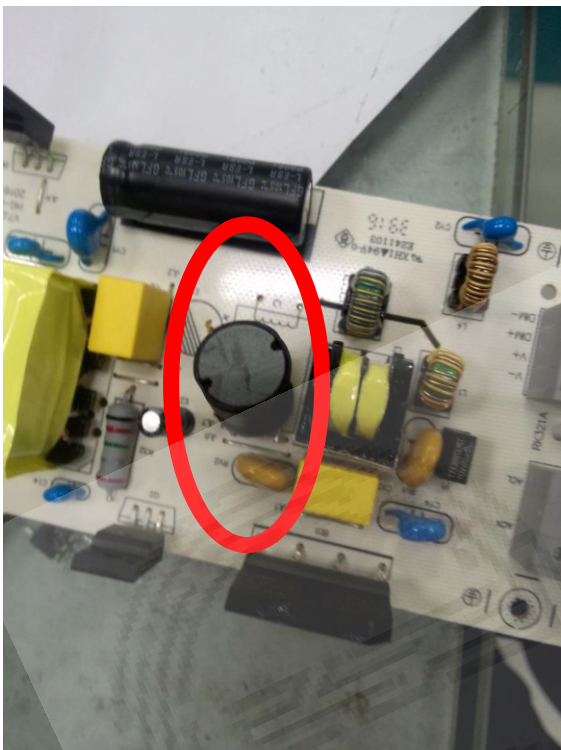
讲究



1. EMC诊断技术—综述
2. EMC诊断技术—滤波篇
3. EMC诊断技术—噪声篇
4. EMC诊断技术—器件篇
5. EMC诊断技术—电容篇
6. EMC诊断技术—电感篇
7. EMC诊断技术—诊断仪器篇

为何直插和卧倒有巨大差异？

➤ 为何工字型电感卧倒后传导干扰CE变差？

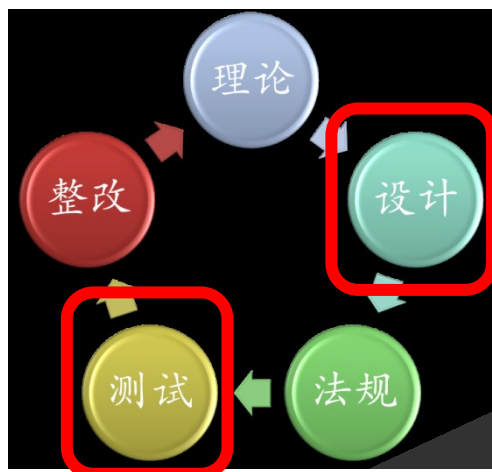


- ✓ 水平磁场会叠加
- ✓ 垂直磁场不叠加

□ 器件布局和摆放方向要注意

吸铁石实验

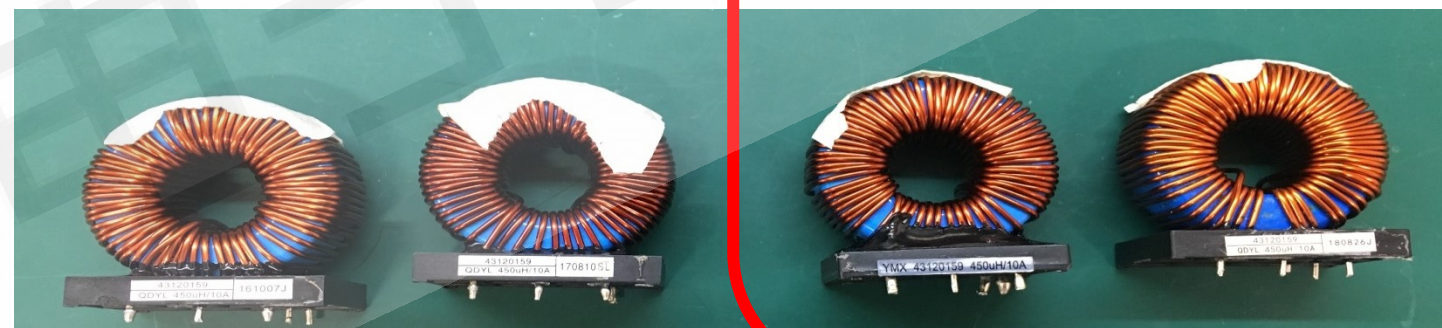
这些电感如何设计和选型？



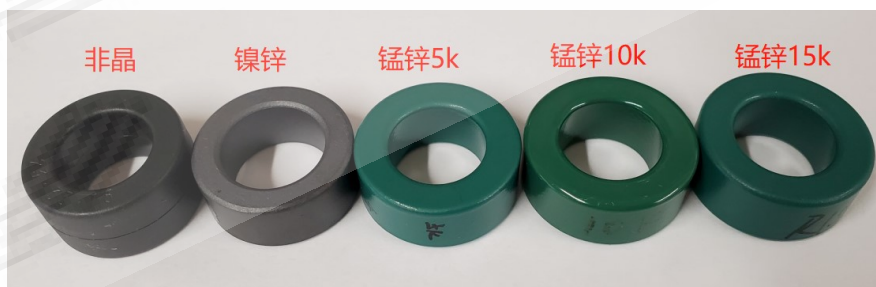
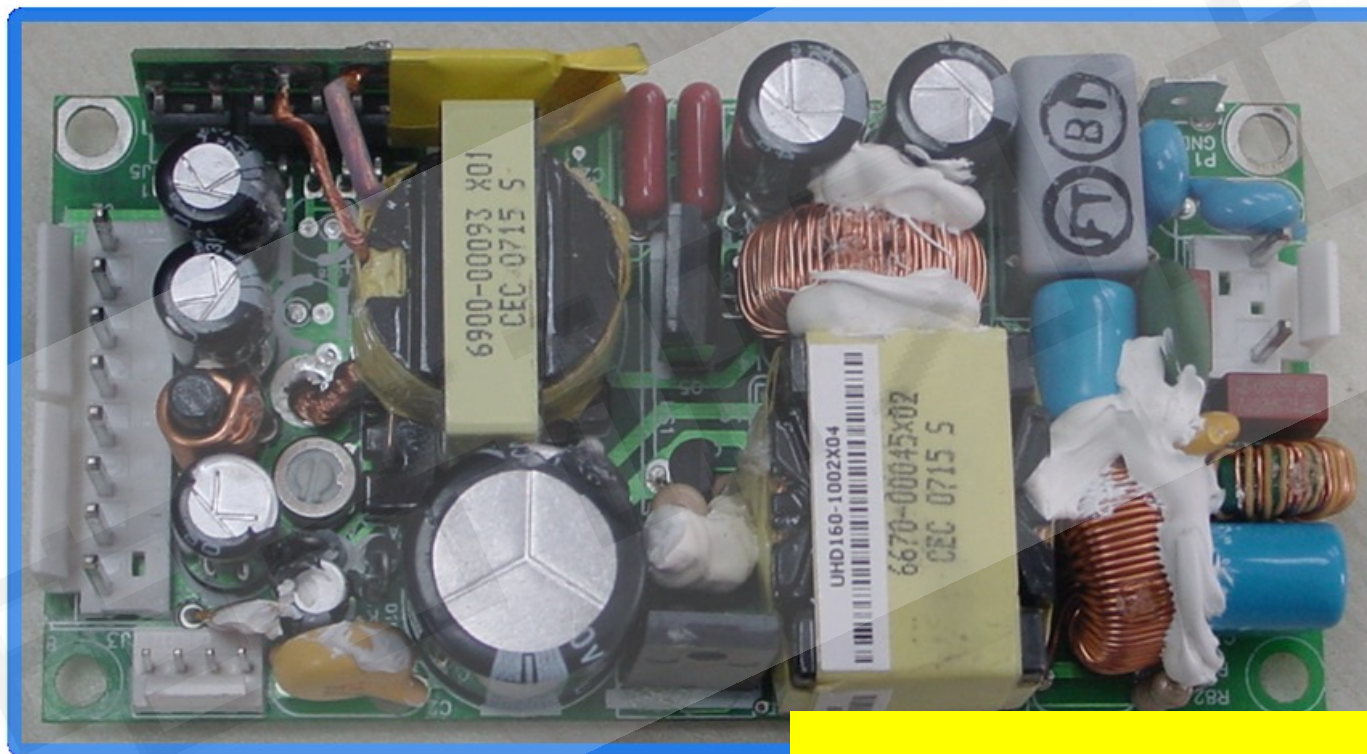
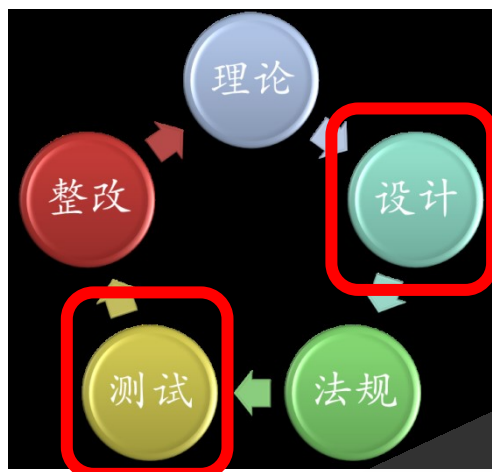
1. 如何设计和选型？
2. 如何测试？
3. 测试什么指标？

为何用这批电感EMI会超标？

➤ 为何PFC电感会引起9MHz传导干扰超标？



这些电感如何设计和选型？



1. 如何设计和选型？
2. 如何测试？
3. 测试什么指标？

1. 如何评估滤波电感对噪声的抑制能力？
2. 插入损耗的国际和国家标准
3. 如何测试滤波电感的共模插入损耗？
4. 如何测试滤波电感的差模插入损耗？
5. 如何进行滤波电感的设计和选型？
6. 如何确认不同磁材对滤波电感的噪声抑制能力？
7. 如何确认线包加工工艺对噪声抑制能力的影响？
8. 总结和展望

如何评估滤波电容对噪声的抑制能力？

➤ 欧姆定律：R、C、L

$$- R = \frac{U}{I} \quad \longrightarrow \quad R = \frac{l}{\sigma \cdot S}$$

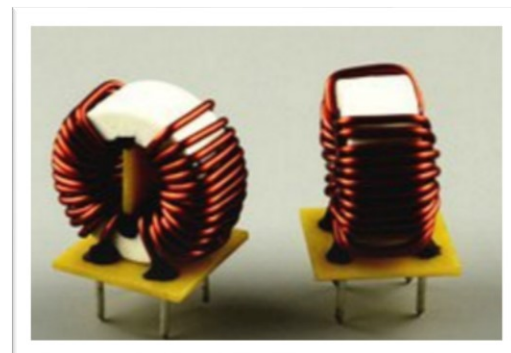
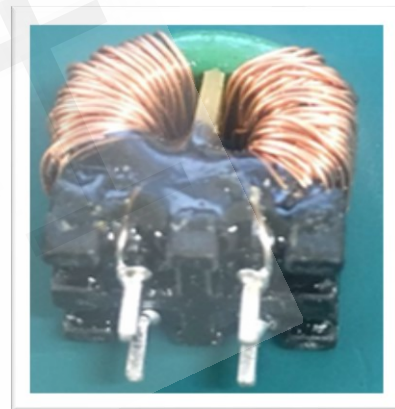
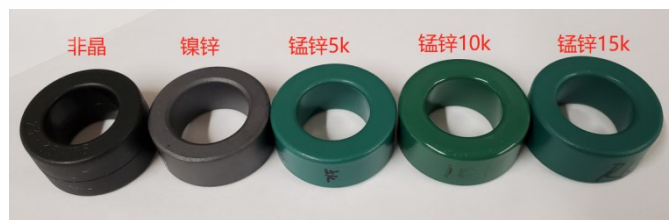
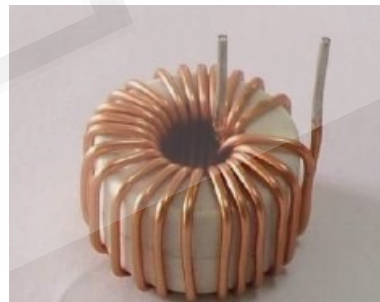
$$- C = \frac{Q}{U} \quad \longrightarrow \quad C = \frac{\varepsilon \cdot S}{d}$$

$$- L = \frac{\Psi}{I} \quad \longrightarrow \quad L = \frac{k \cdot \mu_0 \cdot \mu_r \cdot A_e \cdot N}{l}$$

如何评估滤波电容对噪声的抑制能力？

➤ 电感量：差模电感和共模电感

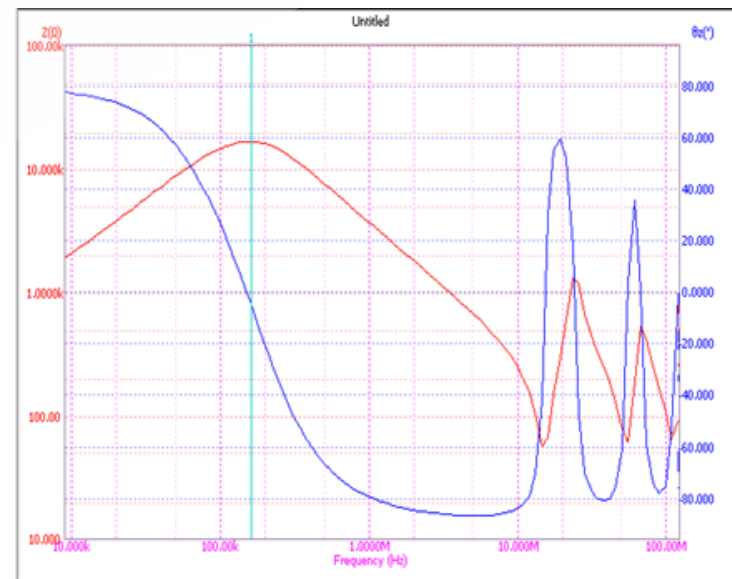
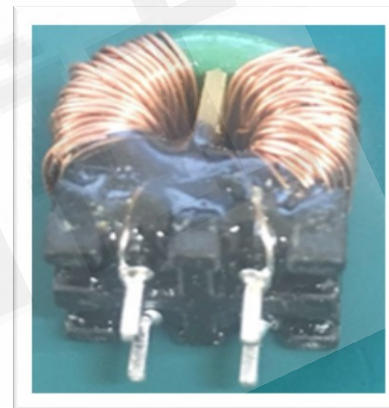
1. 测试频率如何规定？
2. 测试方法如何确定？
3. 测试什么项目？



如何评估滤波电容对噪声的抑制能力？

➤ 阻抗与相位

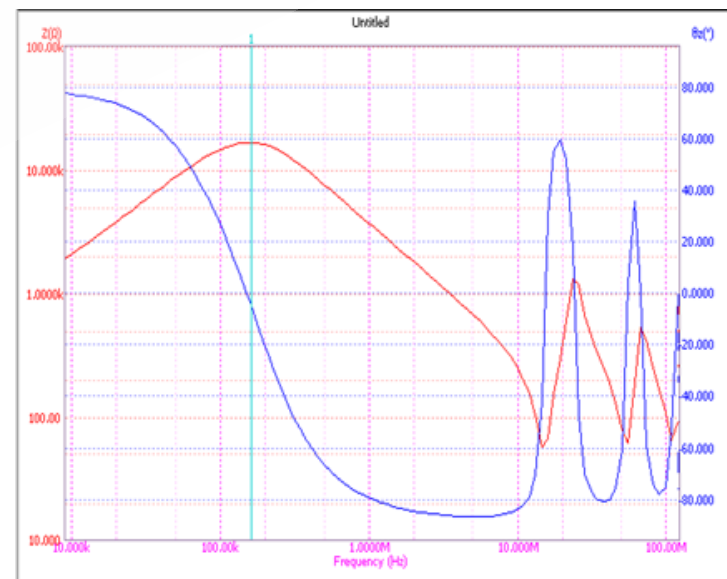
1. 如何与EMI滤波结合？
2. 相位如何解释实际的EMI滤波效果？
3. 如何测试EMI滤波器对差模信号抑制效果？



小结-如何评估滤波电容对噪声的抑制能力？

➤ 滤波电感对噪声的抑制能力

- 电感量：测试方法，频率点，电感还是漏感
- 阻抗和相位：如何关联滤波效果，差模和共模抑制效果

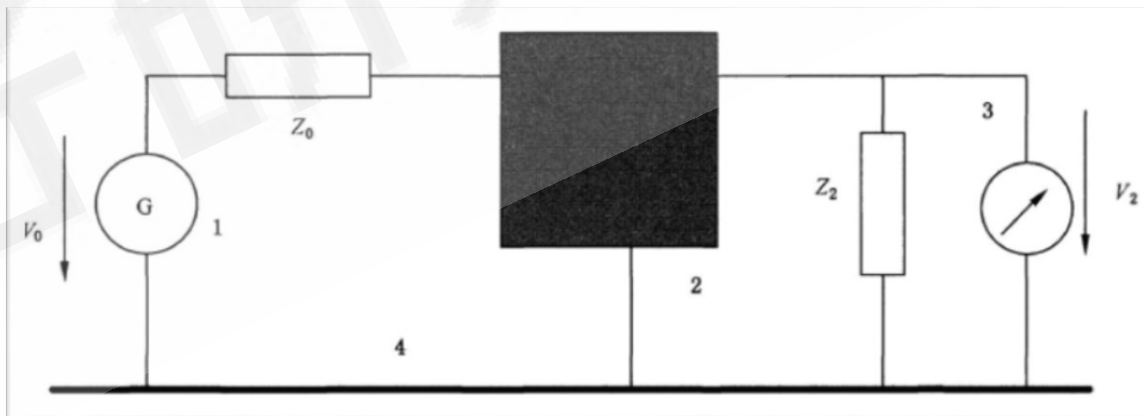
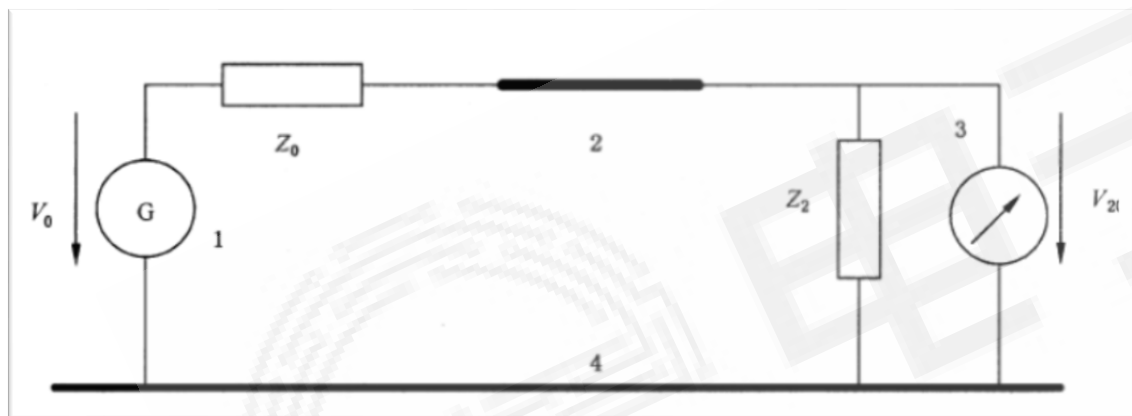


1. 如何评估滤波电感对噪声的抑制能力？
2. 插入损耗的国际和国家标准
3. 如何测试滤波电感的共模插入损耗？
4. 如何测试滤波电感的差模插入损耗？
5. 如何进行滤波电感的设计和选型？
6. 如何确认不同磁材对滤波电感的噪声抑制能力？
7. 如何确认线包加工工艺对噪声抑制能力的影响？
8. 总结和展望

插入损耗的国家标准

➤ GB/T 7343:2017 《无源EMC滤波器件抑制特性的测量方法》

提出插入损耗 a_e 的定义：



□ 用插入损耗来评估噪声抑制效果

插入损耗的国家标准

➤ 插入损耗 a_e : (GB/T 7343: 2017)

— 标准的测试方法是使用一个 50Ω 信号源和 50Ω 接收机进行测试。

$$a_e = 20\log(V_0/2V_2)$$

- a_e : 插入插损, 单位为分贝 (dB)
- V_0 : 50Ω 信号源的开路电压, 单位 (V)
- V_2 : 滤波电路的输出端电压, 单位 (V)

□ 用 “dB” 来评估噪声抑制效果

插入损耗的国家标准

➤ dB与功率

$$\text{dB} = 10 \log [P1/P2]$$

□为何电压和电流是20log?

➤ dB与电压

$$\text{dB} = 20 \log [V1/V2]$$

$$P = \frac{V^2}{R}$$

➤ dB与电流

$$\text{dB} = 20 \log [I1/I2]$$

$$P = I^2 \cdot R$$

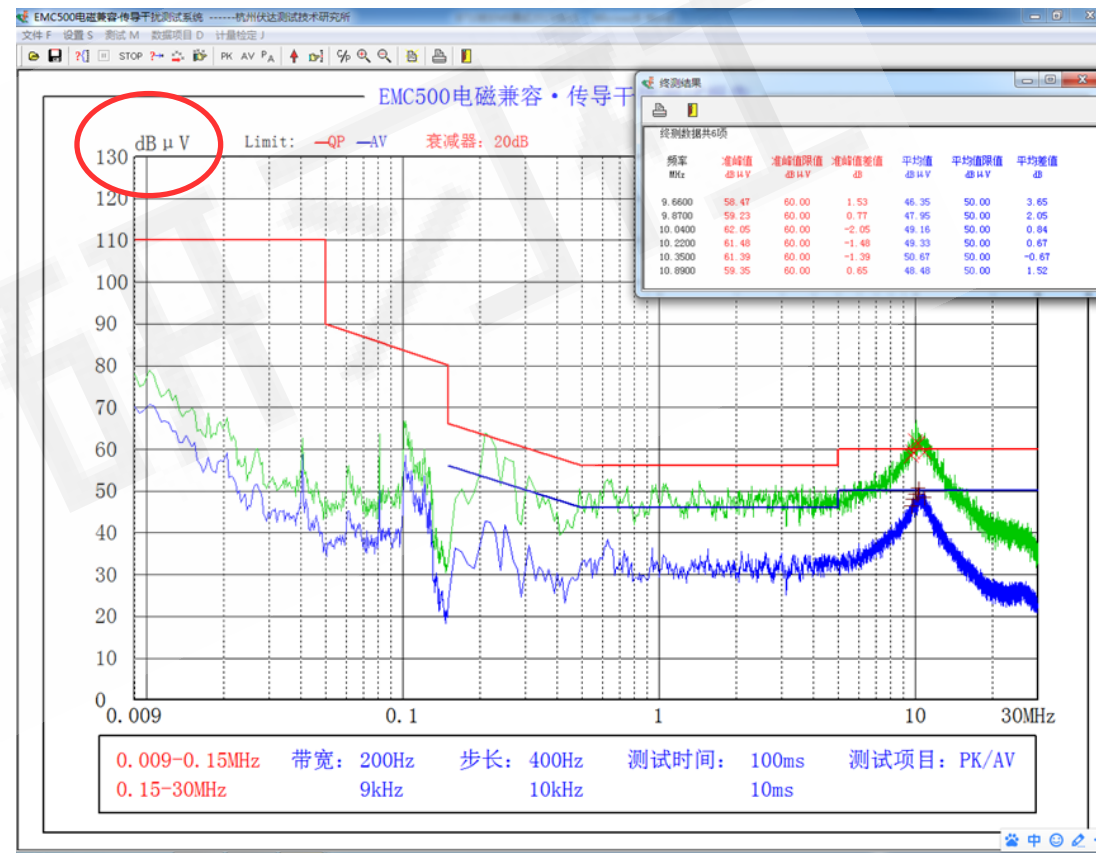
插入损耗的国家标准

➤ 毫瓦与分贝数

$$\text{dBm} = 10 \log [\text{Signal (mW)} / 1\text{mW}]$$

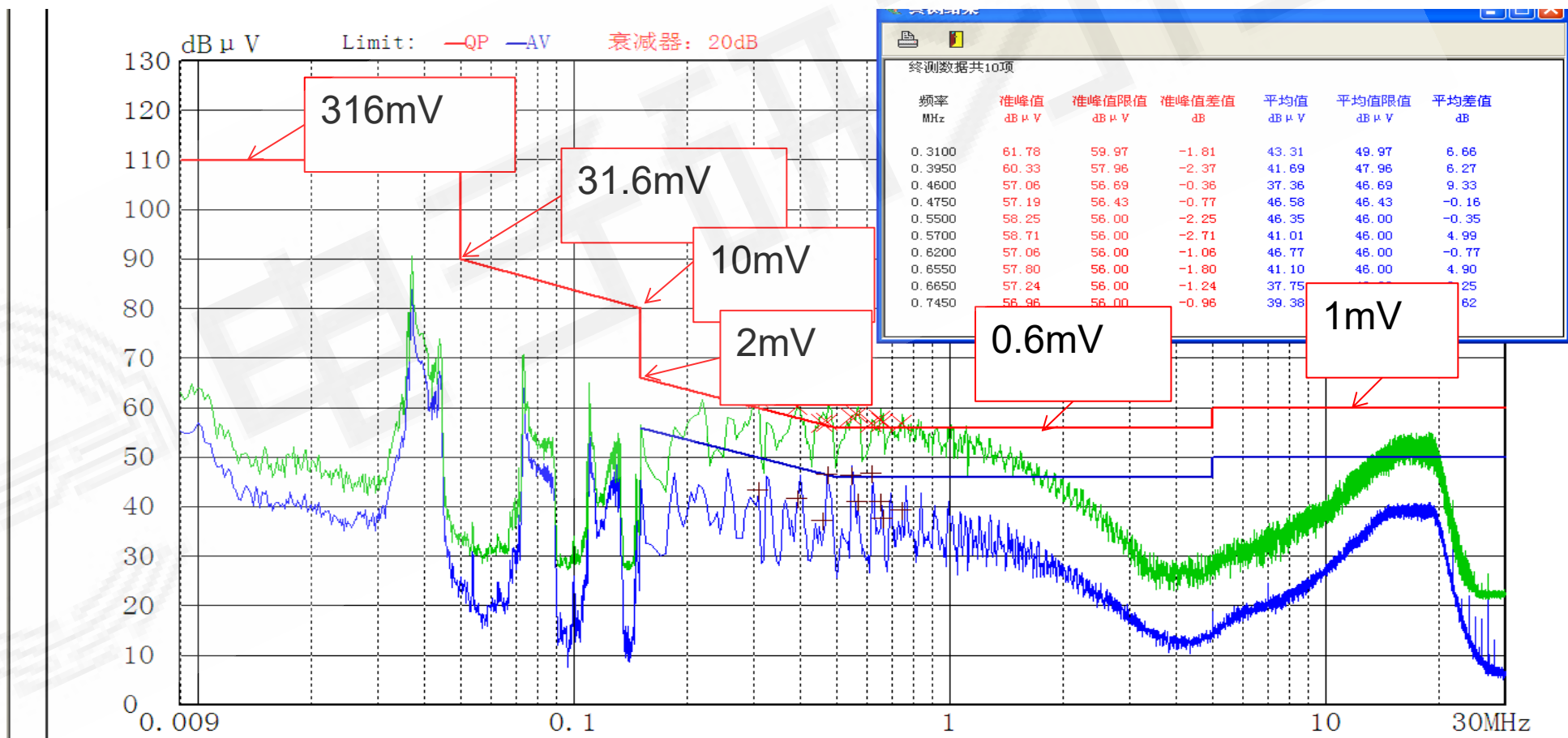
➤ 微伏与分贝数

$$\text{dBuV} = 20 \log [\text{Signal (uV)} / 1\text{uV}]$$



插入损耗的国家标准

➤ EMI 法规限值线



插入损耗的国家标准

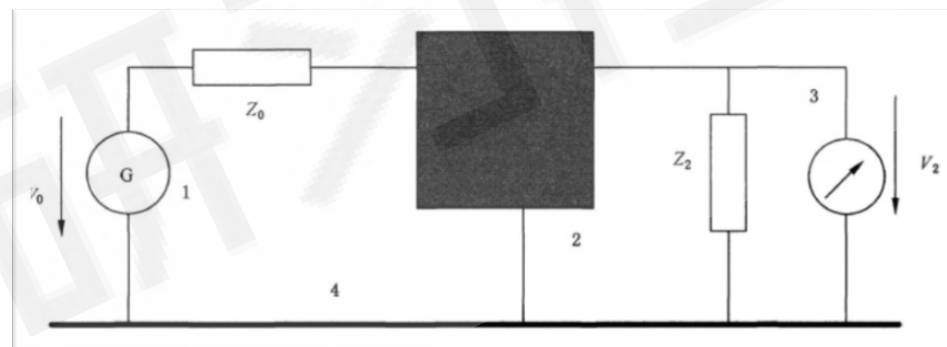
- 20dB ➤ $20\text{dB} = 10$ ➤ $-20\text{dB} = 0.1 = 10\%$
- 40dB ➤ $40\text{dB} = 100$ ➤ $-40\text{dB} = 0.01 = 1\%$
- 10dB ➤ $10\text{dB} = 3.16$ ➤ $-10\text{dB} = 0.316 = 31.6\%$
- 6dB ➤ $6\text{dB} = 2$ ➤ $-6\text{dB} = 0.5 = 50\%$
- 3dB ➤ $3\text{dB} = 1.4$ ➤ $-3\text{dB} = 0.71 = 71\%$

□ 经常用到的dB数值

小结-插入损耗的国家标准

- GB/T7343: 2017 《无源EMC滤波器件抑制特性的测量方法》

$$a_e = 20\log(V_0/2V_2)$$



- dB能更高效地结合EMI测试



- $-20\text{dB} = 0.1 = 10\%$
- $-40\text{dB} = 0.01 = 1\%$
- $-10\text{dB} = 0.316 = 31.6\%$
- $-6\text{dB} = 0.5 = 50\%$
- $-3\text{dB} = 0.71 = 71\%$

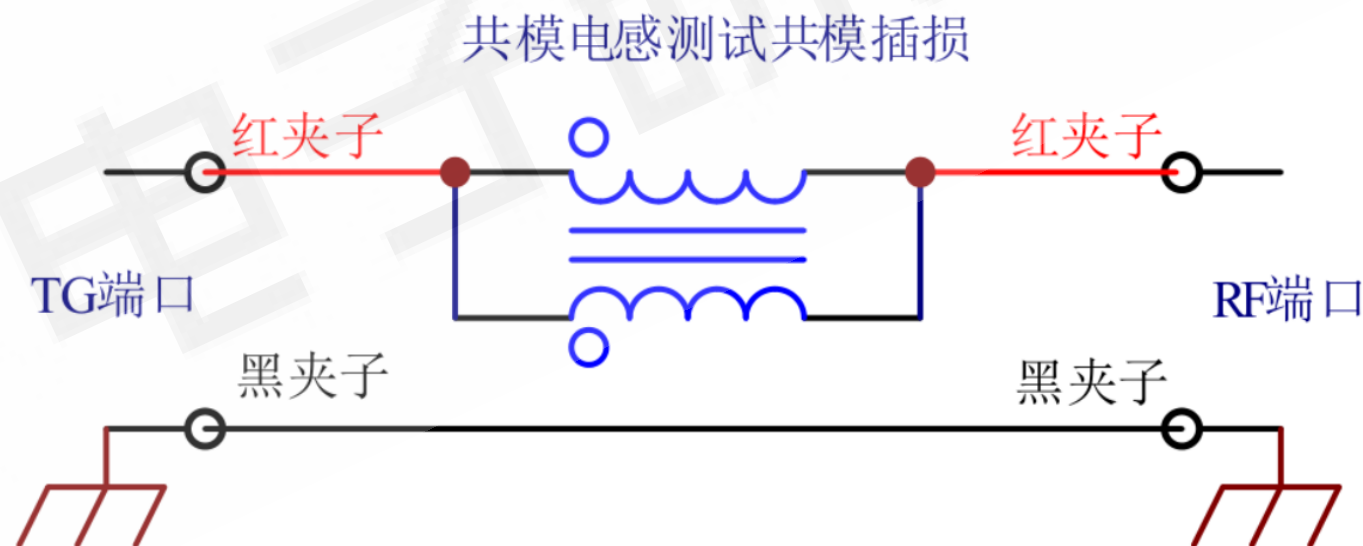
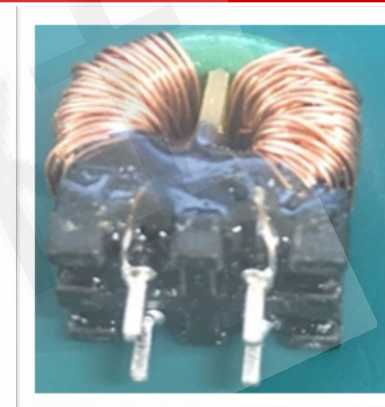
1. 如何评估滤波电感对噪声的抑制能力？
2. 插入损耗的国际和国家标准
3. 如何测试滤波电感的共模插入损耗？
4. 如何测试滤波电感的差模插入损耗？
5. 如何进行滤波电感的设计和选型？
6. 如何确认不同磁材对滤波电感的噪声抑制能力？
7. 如何确认线包加工工艺对噪声抑制能力的影响？
8. 总结和展望

如何测试滤波电感的共模插入损耗?

➤ 共模电感的共模插入损耗

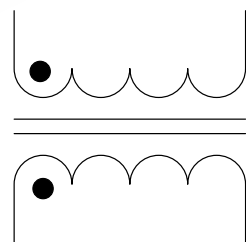
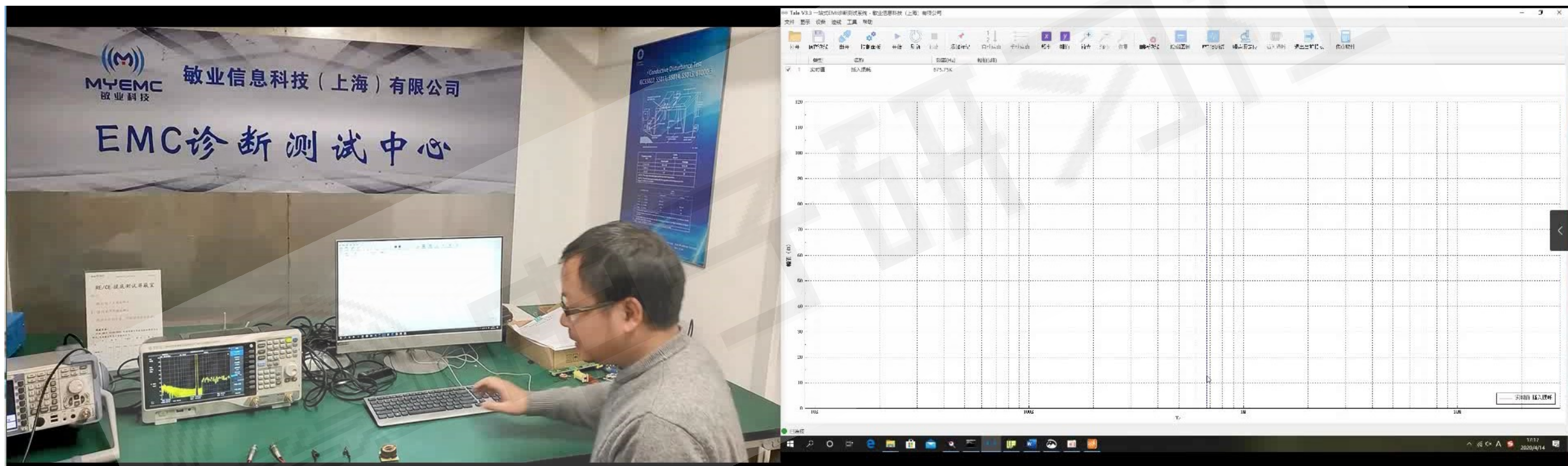
— 测试方法

— 测试结果



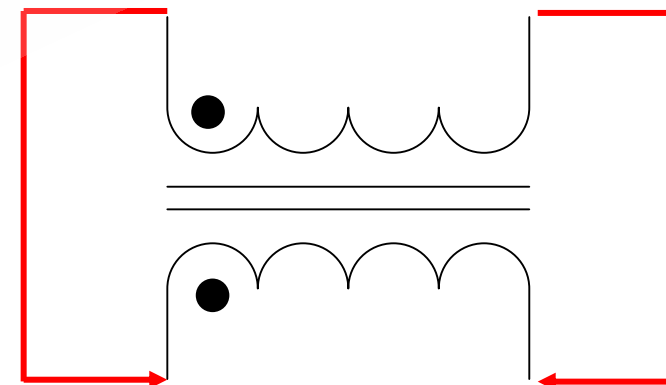
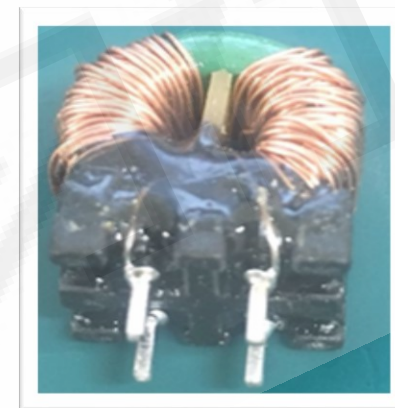
如何测试滤波电感的共模插入损耗?

➤ 共模电感的共模插入损耗



小结-如何测试滤波电感的共模插入损耗?

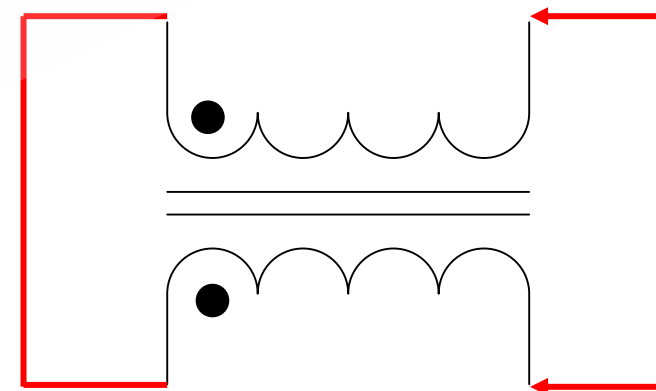
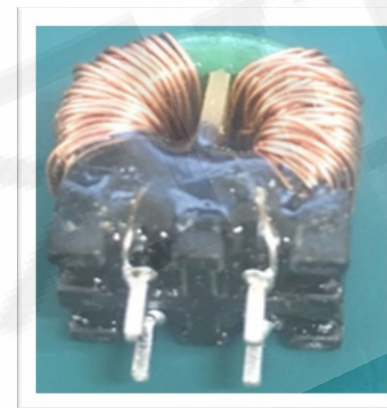
- 共模电感的电感量测试注意点
- 共模插入损耗测试方法
- 共模插入损耗的测试演示



1. 如何评估滤波电感对噪声的抑制能力？
2. 插入损耗的国际和国家标准
3. 如何测试滤波电感的共模插入损耗？
4. 如何测试滤波电感的差模插入损耗？
5. 如何进行滤波电感的设计和选型？
6. 如何确认不同磁材对滤波电感的噪声抑制能力？
7. 如何确认线包加工工艺对噪声抑制能力的影响？
8. 总结和展望

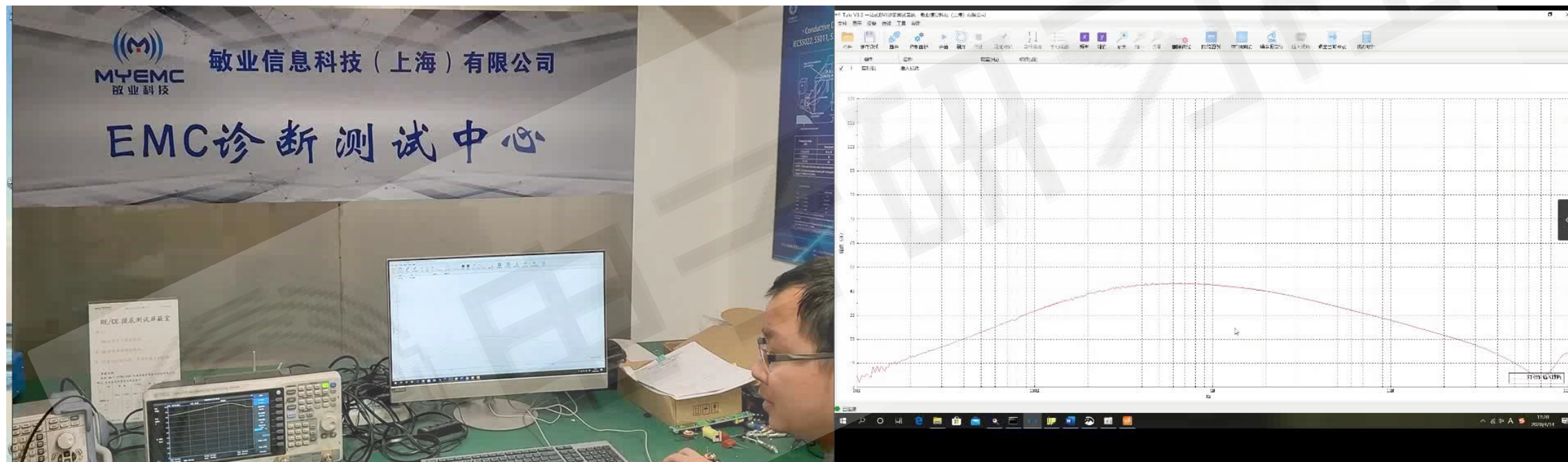
小结-如何测试滤波电感的差模插入损耗?

- 共模电感的漏感测试注意点
- 差模插损测试方法
- 差模插损测试方法演示



如何测试滤波电感的差模插入损耗?

➤ 共模电感的差模插入损耗



1. 如何评估滤波电感对噪声的抑制能力？
2. 插入损耗的国际和国家标准
3. 如何测试滤波电感的共模插入损耗？
4. 如何测试滤波电感的差模插入损耗？
5. 如何进行滤波电感的设计和选型？
6. 如何确认不同磁材对滤波电感的噪声抑制能力？
7. 如何确认线包加工工艺对噪声抑制能力的影响？
8. 总结和展望

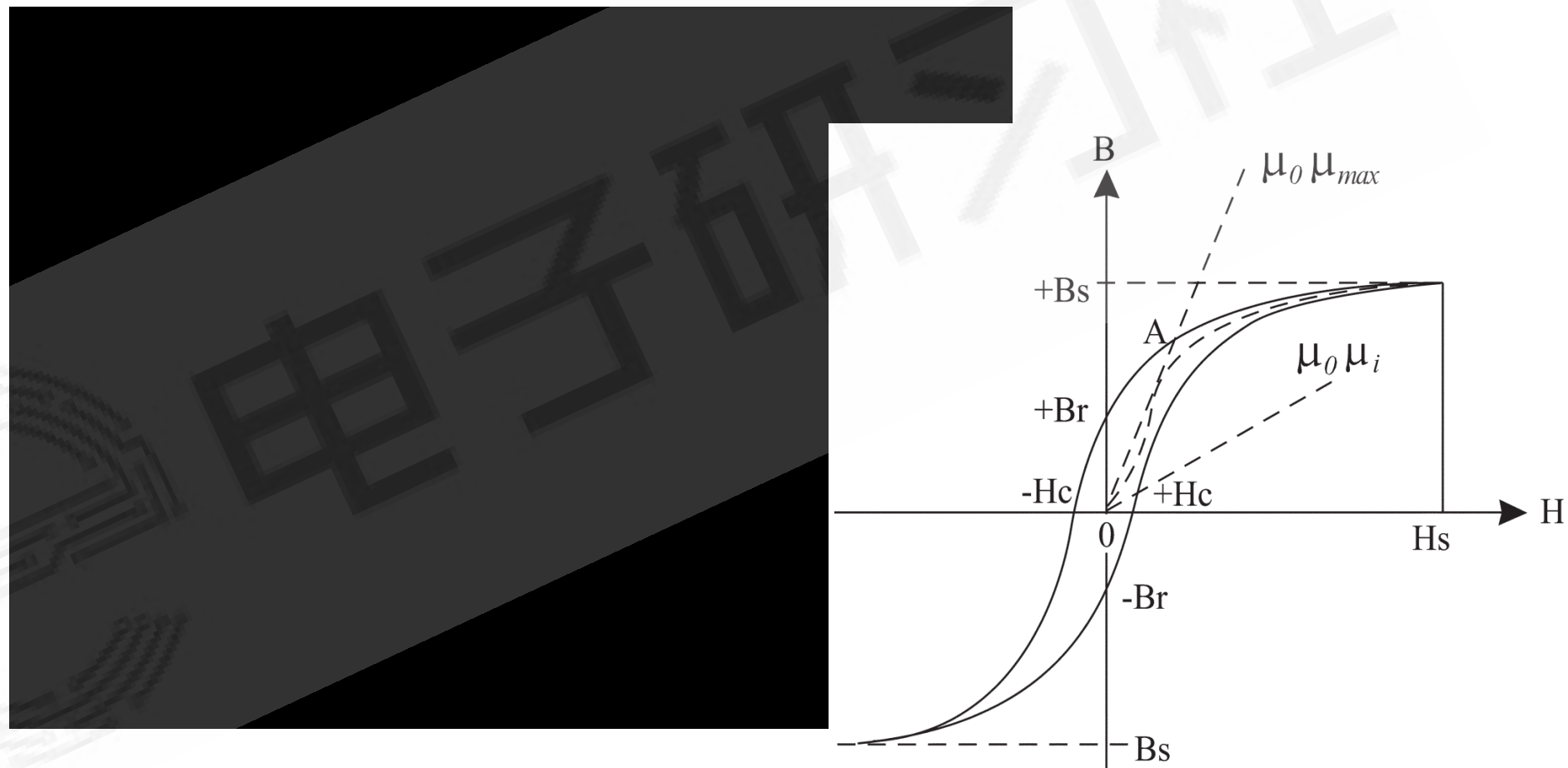
如何进行滤波电感的设计和选型？

➤ 电感的设计考虑

1. 电感量
2. 磁材选型
3. 额定电流
4. 线包设计
5. 品质因素
6. 饱和磁密
7. 高频特性

如何进行滤波电感的设计和选型？

➤ 电感量的计算



如何进行滤波电感的设计和选型？

➤ 电感量的计算

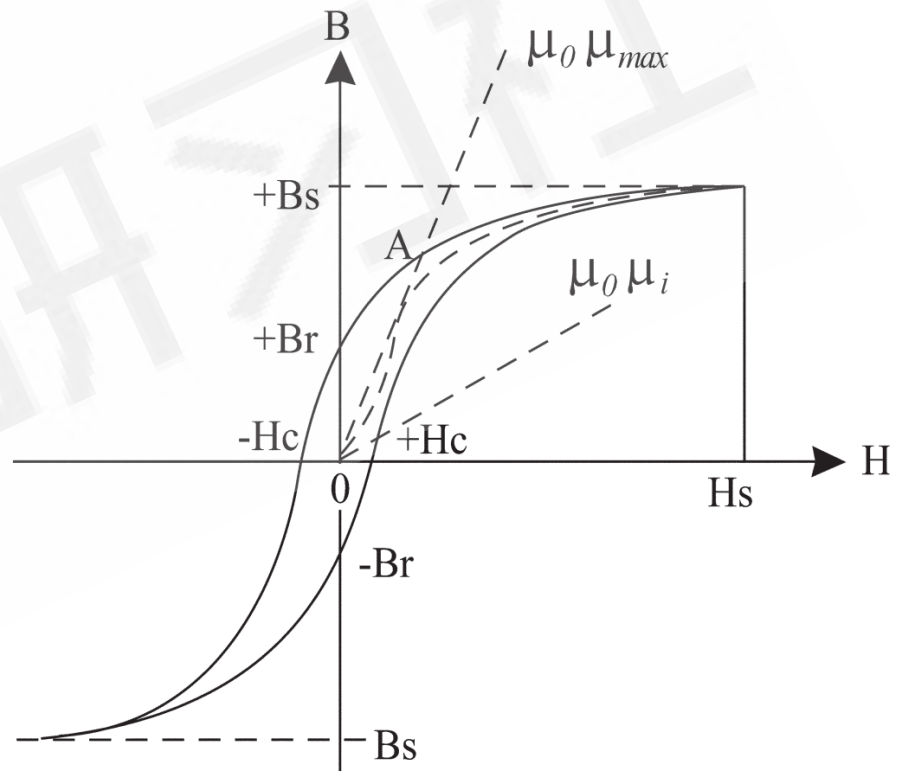
$$\text{➤ } L = \frac{\Psi}{I} = \frac{N \cdot B \cdot A_e}{I}$$

$$- \Psi = N \cdot \phi$$

$$- \phi = B \cdot A_e$$

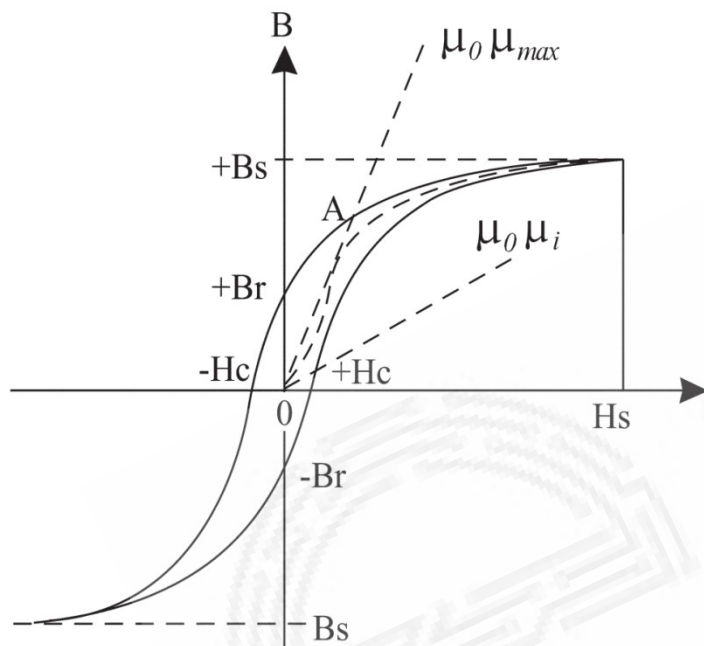
$$\text{➤ } L = \frac{\mu_0 \cdot A_e \cdot N^2}{\delta + \frac{l_e}{\mu_r}}$$

$$\text{➤ } L = AL \cdot N^2$$



如何进行滤波电感的设计和选型？

➤ 磁材的选型



$$L = \frac{\mu_0 \cdot A_e \cdot N^2}{\delta + \frac{l_e}{\mu_r}}$$

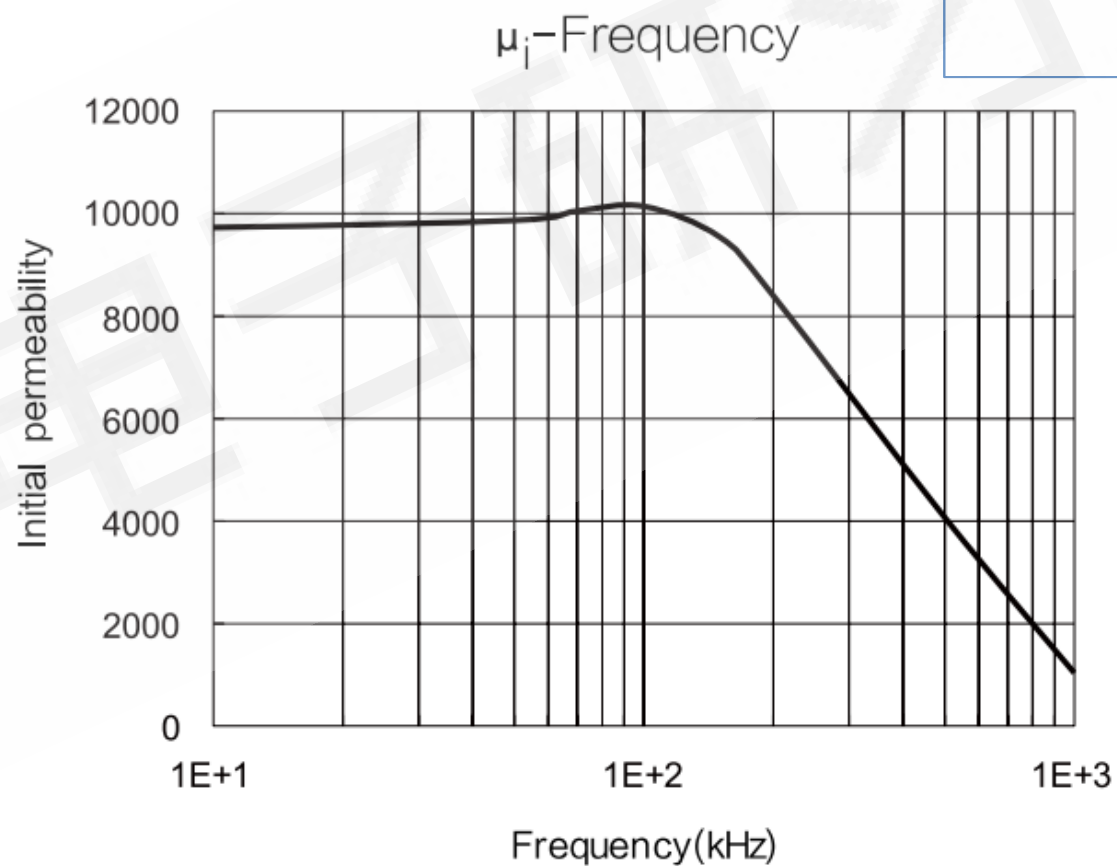
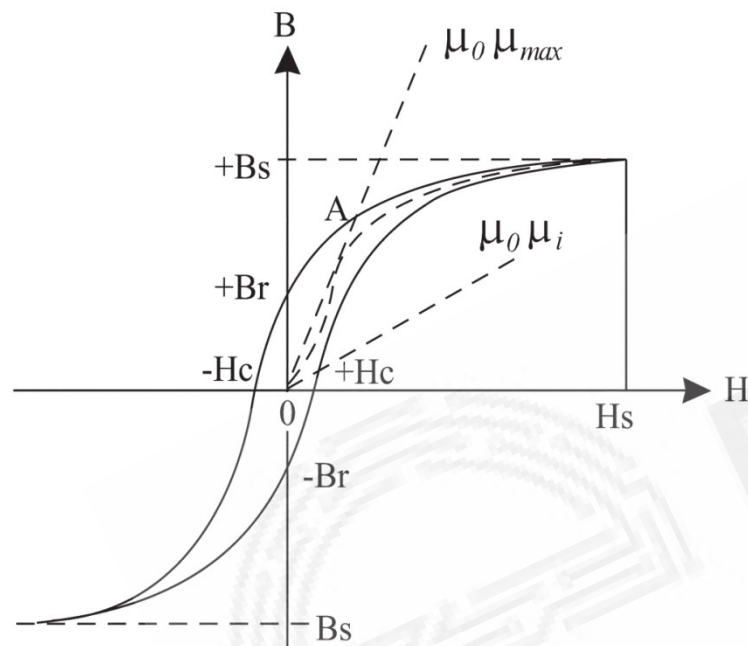
- μ_r 是主要影响
- 电感量会受直流偏置的影响；
- μ_r 取决于不同的磁材，饱和磁密和损耗也不同。
- 磁材：软磁和硬磁；软磁具体有锰锌铁氧体、镍锌铁氧体、铁粉芯、铁硅铝粉芯、高磁通量粉芯、硅钢、玻莫合金(MPP)、非晶和纳米晶等。

如何进行滤波电感的设计和选型?

➤ 磁材的选型

□ μ_r 的频率特性

$$L = \frac{\mu_0 \cdot A_e \cdot N^2}{\delta + \frac{l_e}{\mu_r}}$$

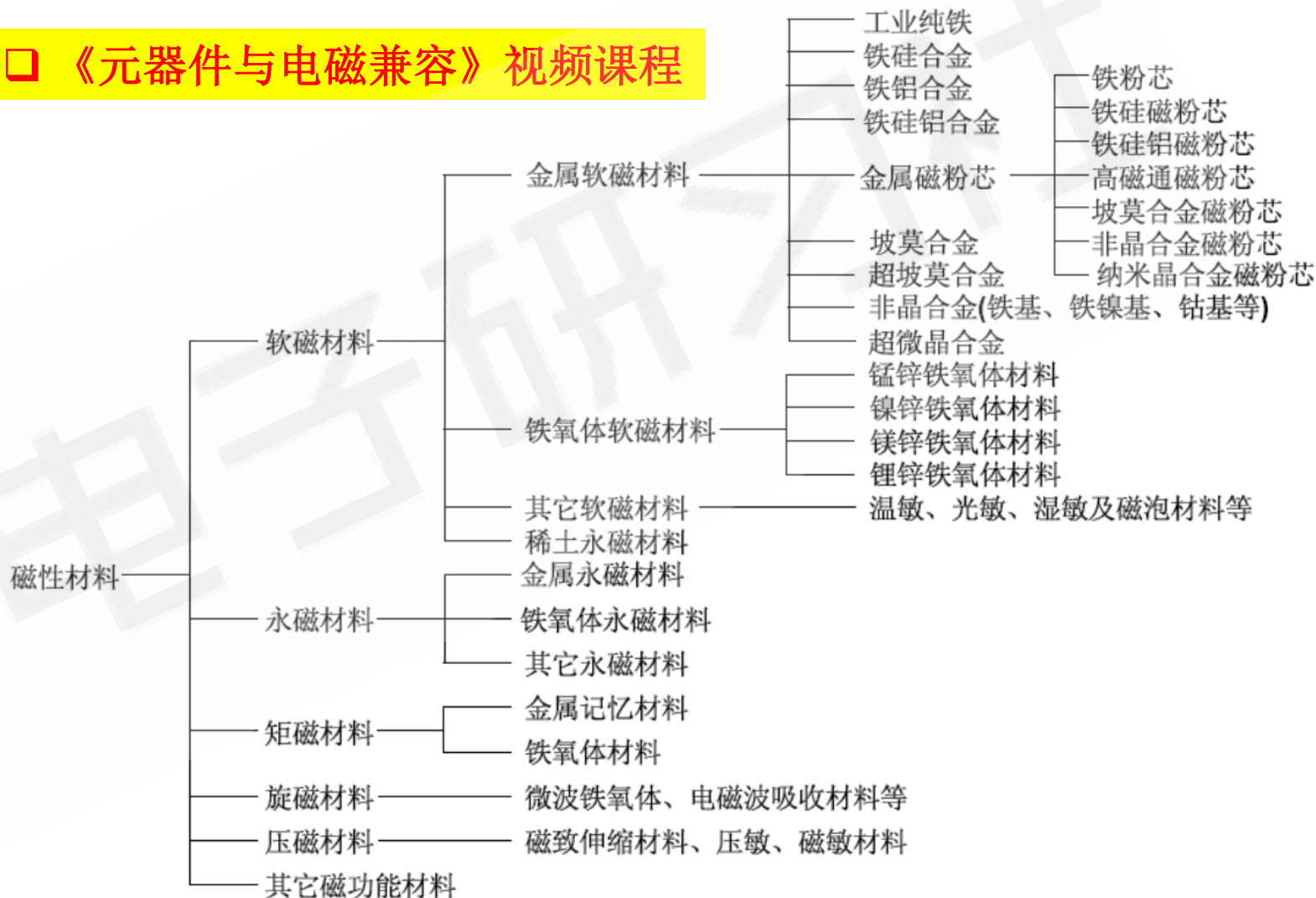


如何进行滤波电感的设计和选型？

➤ 磁材的选型

- 磁通密度
- 相对磁导率 μ_r
- 最高工作温度
- 铁芯损耗
- 温度稳定性
- 加工性
- 价格

□ 《元器件与电磁兼容》视频课程



如何进行滤波电感的设计和选型?

➤ 磁材的选型

- 磁通密度
- 相对磁导率 μ_r
- 最高工作温度
- 铁芯损耗
- 温度稳定性
- 加工性
- 价格

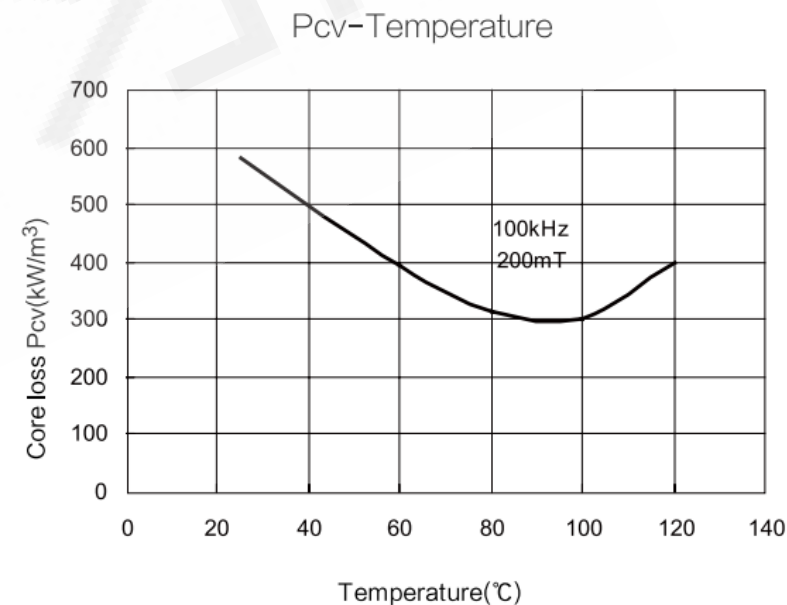
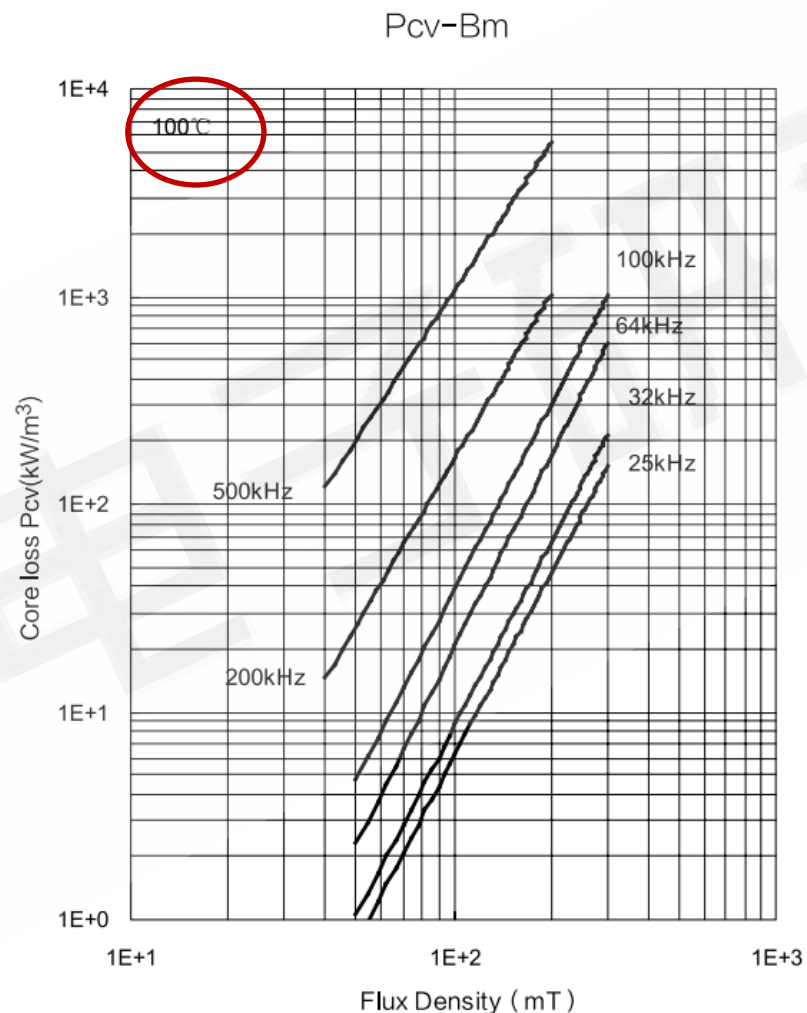
□ 《元器件与电磁兼容》视频课程

厂商名 Manufacture	材料型号 Material type								
KYCC(绵阳开元)	KP4	KP44	KP47	KP50	KP51	KP90	KP93	KP95	KP96
SAMWHA(韩国三和)	PL-7	PL-11	PL-15	PL-F1	PL-F2	PL-HB		PL-13	
ISU(韩国梨树)	PM7	PM11	PM15	FM5		BM15		PM12	
TDK	PC40	PC44	PC47	PC50		PC90		PC95	
FDK	6H20	6H41/6H40	6H45	7H10				6H60	
EPCOS	N67/N72	N97/N87		N49		N92		N95	
FERROXCUBE	3C90	3C94	3C98	3F35	3F4		3C92	3C95	
NEC/TOKIN	BH2	BH1		B40				MBT1	
HITACHI	ML24D	ML25D		ML120		MB19D		ML30D	
JFE(KAWATETSU)	MB3	MB4		MC2		MB1H		MBT1	
TOMITA	2G8	2E8							
NICERA	NC-2H	2HM5/2HM4		5M		BM27/BM29			
A-CORE(安磁)	JPP-4	JPP-44	JPP-44A					JPP-95	JPP-96
FENGHUA(风华)	PG232	PG242		PG152		PG182A		3H	
ACME(越峰)	P4	P41		P51			P42	P46	
DMEGC(东磁)	DMR40	DMR44	DMR47	DMR50	DMR51	DMR90	DMR2KB	DMR95	
TDG(天通)	TP4	TP4A	TP4D	TP5	TP5A		TP4S	TP4W/TPW33	
JSF(金三富)	6H10	6H40	6H45	7H10/20				6H42	
NCD(新康达)	LP3	LP3A		LP4				LP9	
MAGNETICS	P/R			K				T	
ISKRA	45G	65G		75G/76G			55G		

如何进行滤波电感的设计和选型？

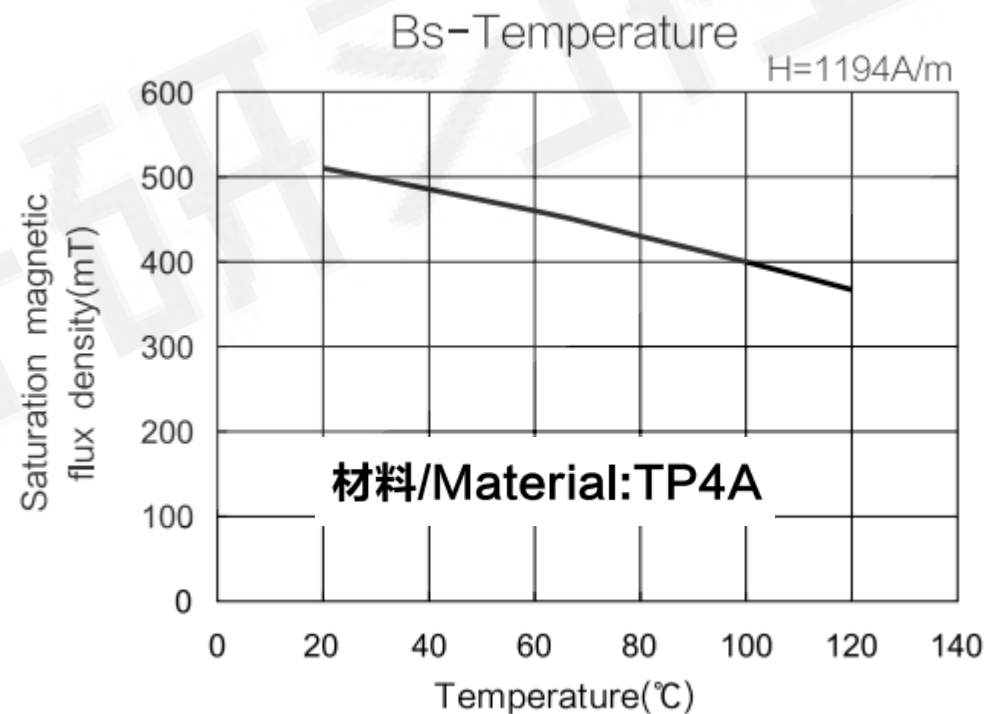
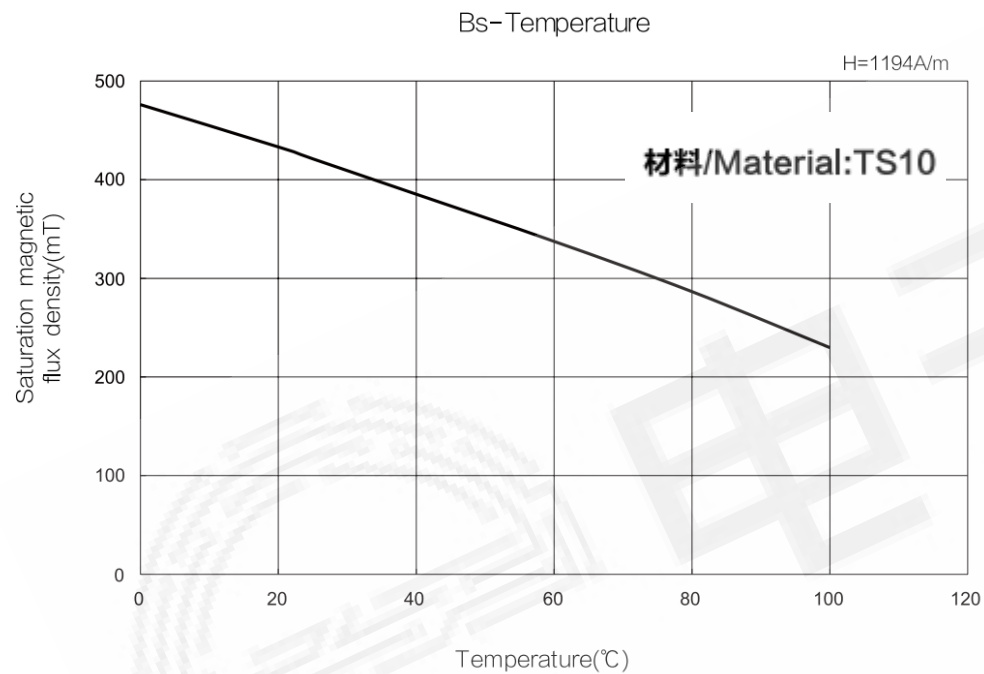
➤ 铁芯损耗

Initial permeability	μ_i	25°C	2400±25%	
Saturation magnetic flux density	$B_s(\text{mT})$	25°C	510	
		100°C	390	
Remanence	$B_r(\text{mT})$	25°C	110	
		100°C	60	
Coercivity	$H_c(\text{A/m})$	25°C	13	
		100°C	6.5	
Core loss	$P_{cv}(\text{kW/m}^3)$	25°C	600	
		100kHz 200mT	100°C	300
		120°C	400	
Curie temperature	$T_c(°\text{C})$		≥215	
Electrical resistivity	$\rho(\Omega\cdot\text{m})$		6.5	
Density	$d(\text{kg/m}^3)$		4.8×10^3	
Test core: Toroid(mm)				
	OD:	25		
	ID:	15		
	H:	7.5		



如何进行滤波电感的设计和选型？

➤ 电感的额定电流与饱和磁密 B_s



如何进行滤波电感的设计和选型？

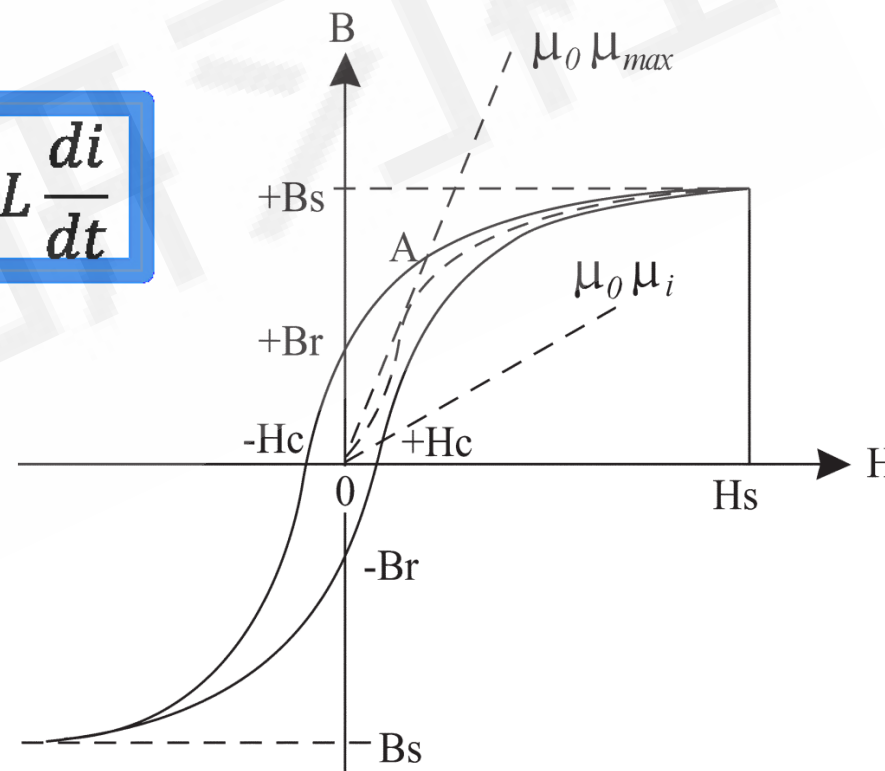
➤ 电感的额定电流与饱和磁密

$$L = \frac{\Psi}{I} = \frac{N \cdot B \cdot A_e}{I}$$

$$u = -e = \frac{d\Psi}{dt} = L \frac{di}{dt}$$

$$- \Psi = N \cdot \phi$$

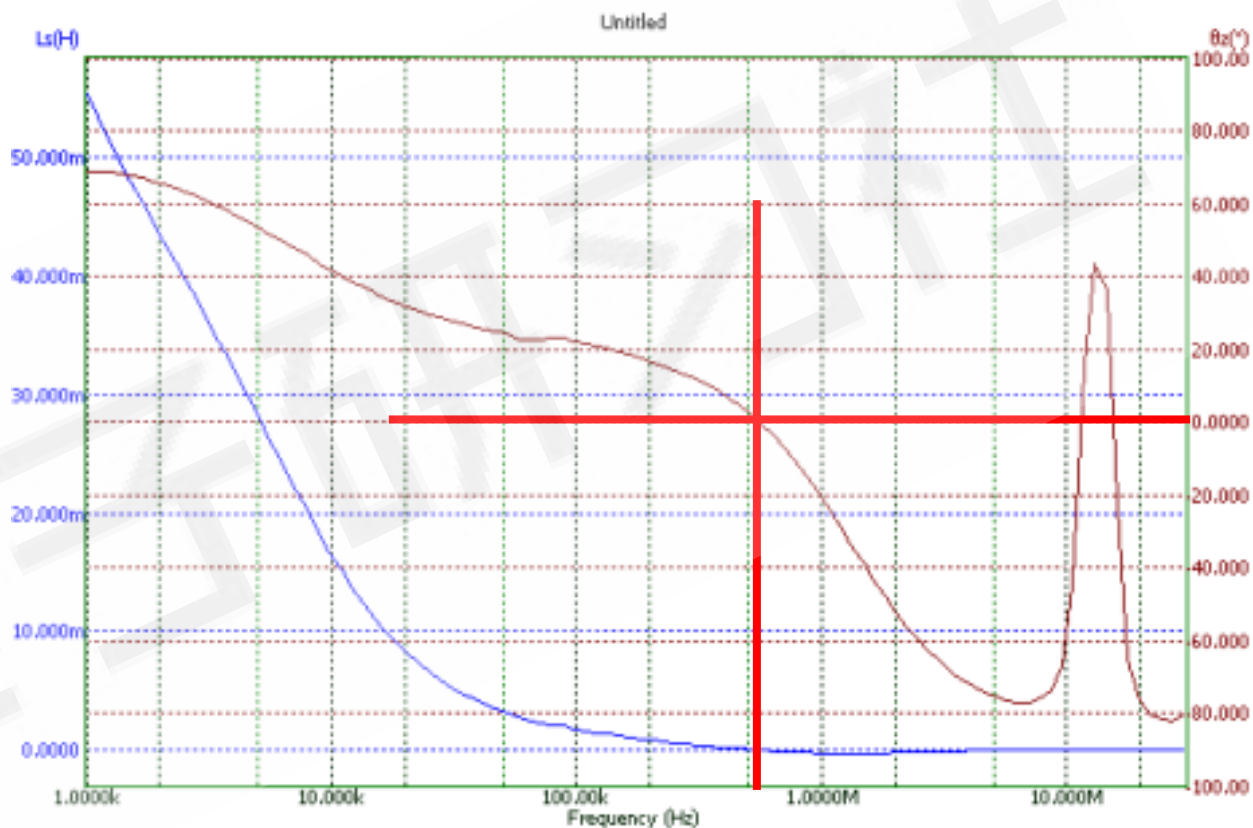
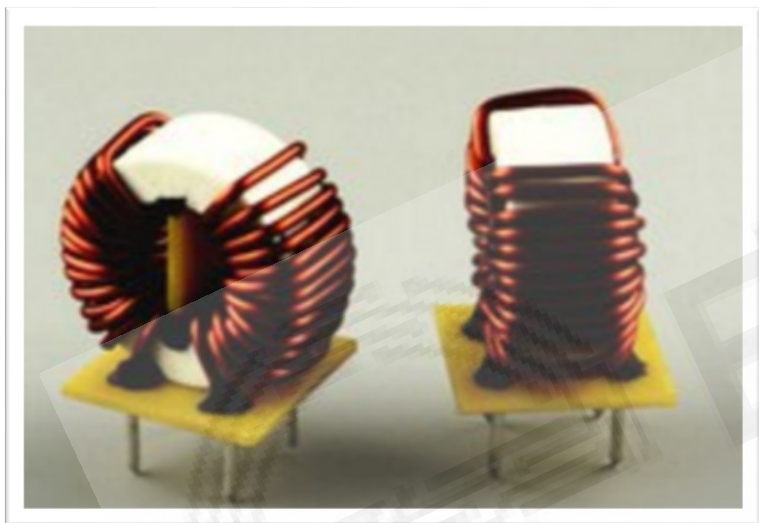
$$- \phi = B \cdot A_e$$



❑ 磁芯器件的饱和度会集成到插损测试功能中

如何进行滤波电感的设计和选型？

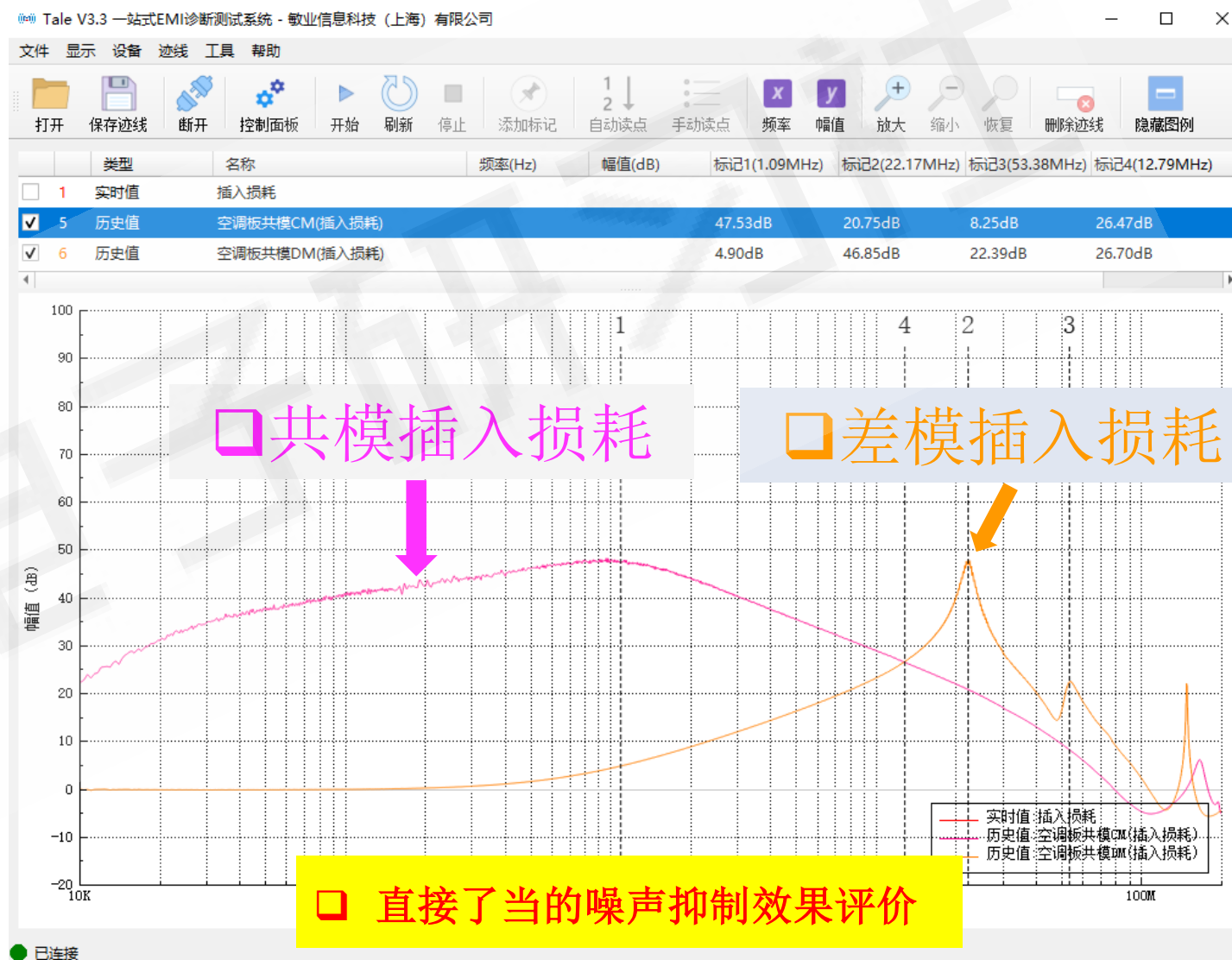
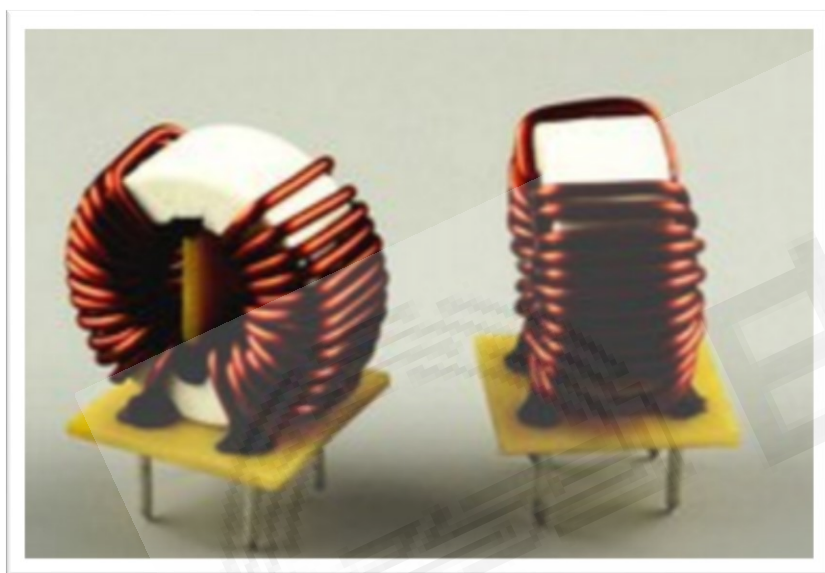
➤ 电感的高频特性 — 阻抗/相位



- ❑ 对噪声的抑制效果如何联系？
- ❑ 抑制共模噪声还是对差模噪声？

如何进行滤波电感的设计和选型？

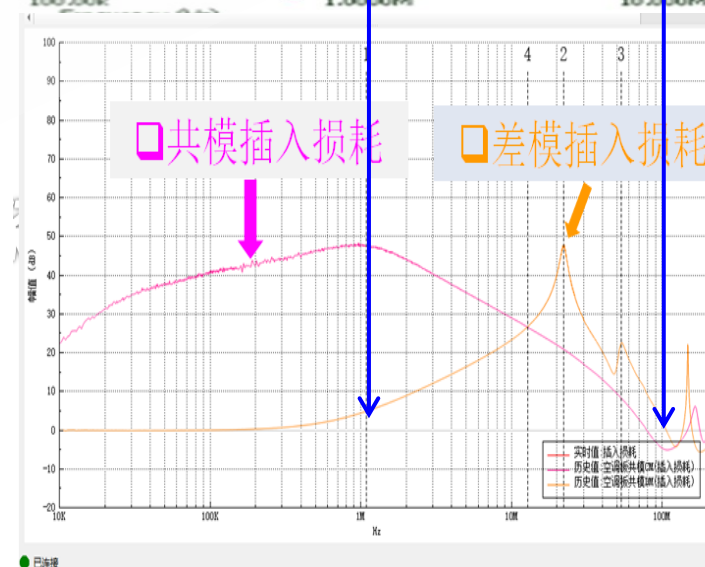
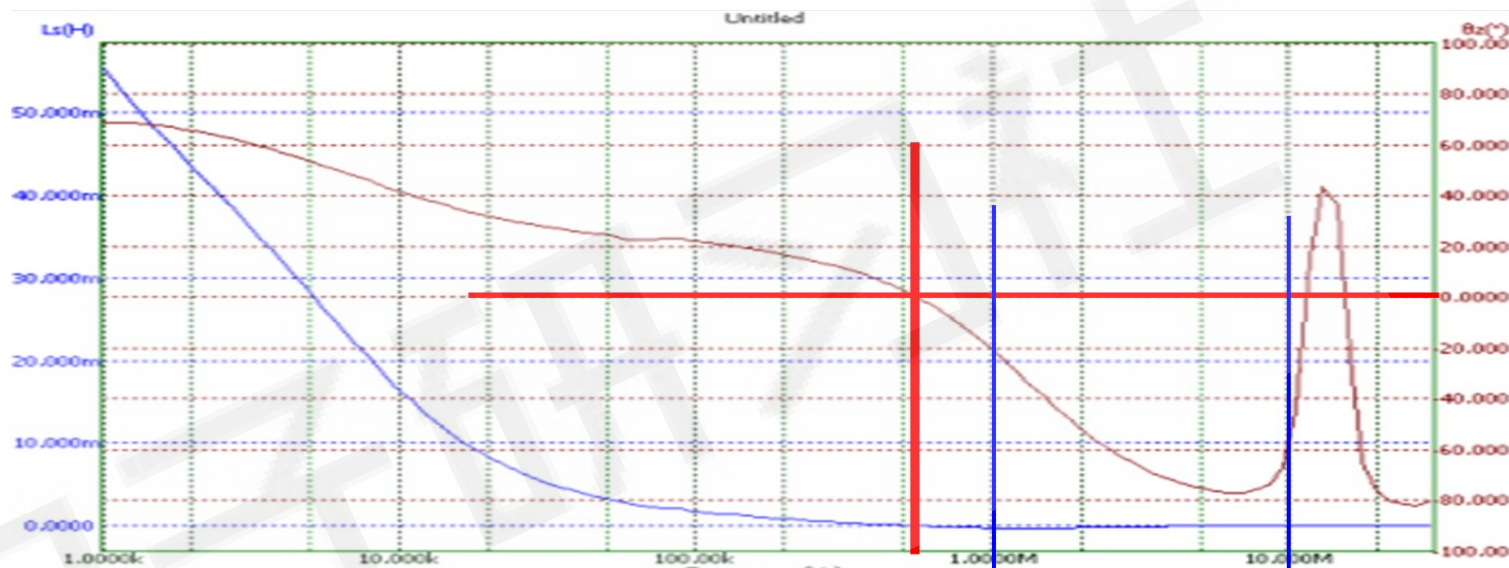
➤ 电感的高频特性 — 插入损耗



如何进行滤波电感的设计和选型？

➤ 电感的高频特性

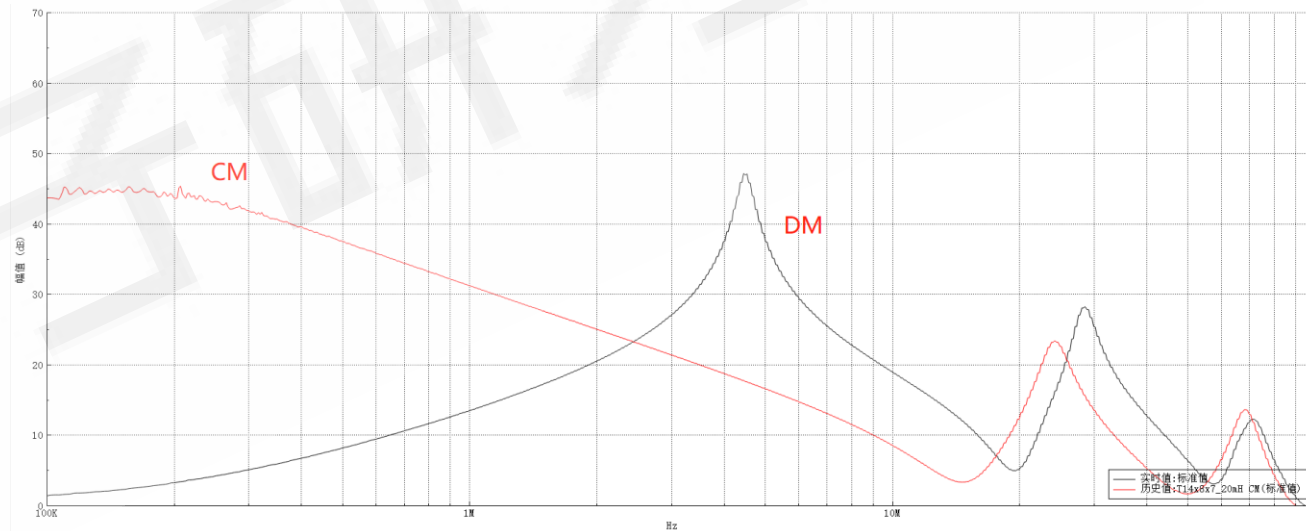
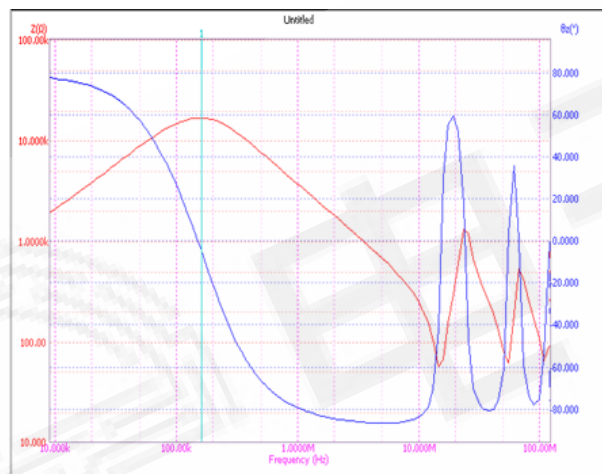
- 阻抗/相位
- 插入损耗



如何进行滤波电感的设计和选型？

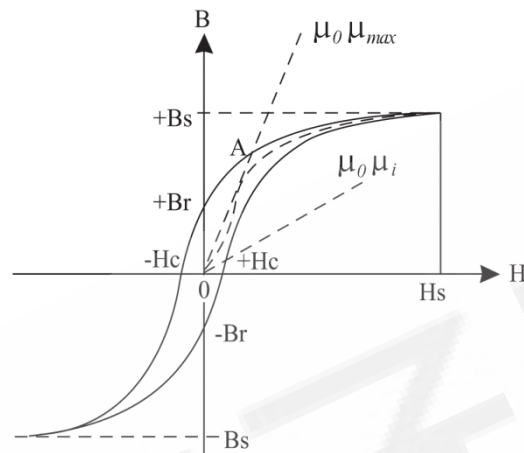
➤ 常见共模电感的阻抗 \propto 插入损耗

□ T14*8*7_20mH



小结-如何进行滤波电感的设计和选型?

- 电感量计算
- 电感量的测试
- 磁材选型
- 饱和磁密
- 阻抗与相位测试的不足
- 插入损耗



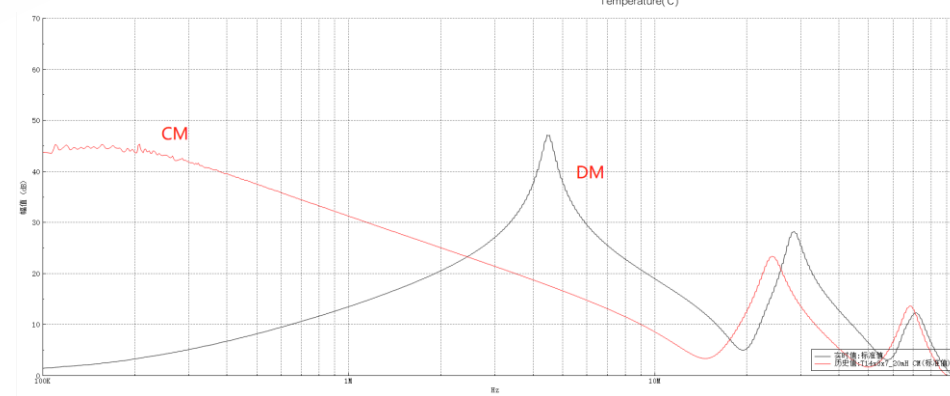
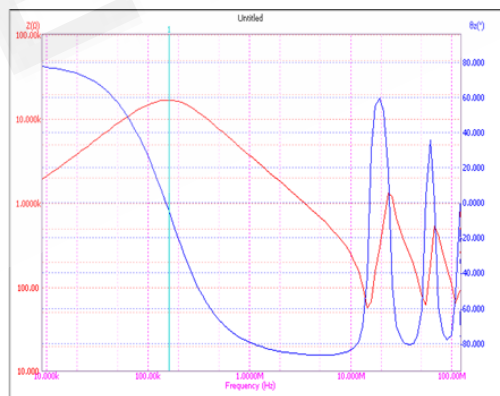
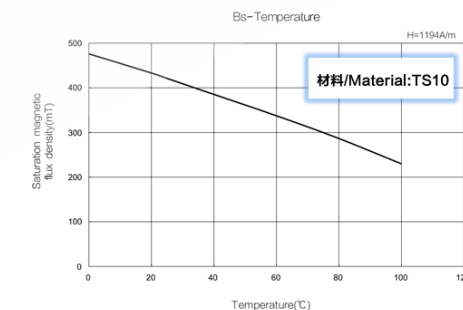
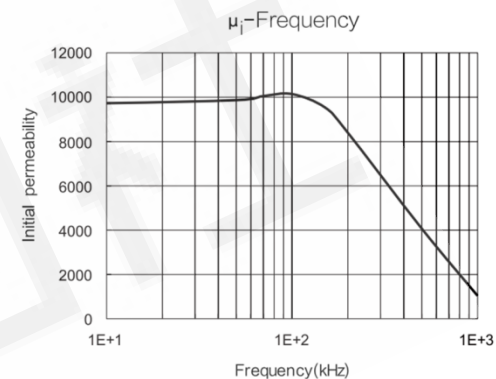
$$L = \frac{\Psi}{I} = \frac{N \cdot B \cdot A_e}{I}$$

$$-\Psi = N \cdot \phi$$

$$-\phi = B \cdot A_e$$

$$L = \frac{\mu_0 \cdot A_e \cdot N^2}{\delta + \frac{l_e}{\mu_r}}$$

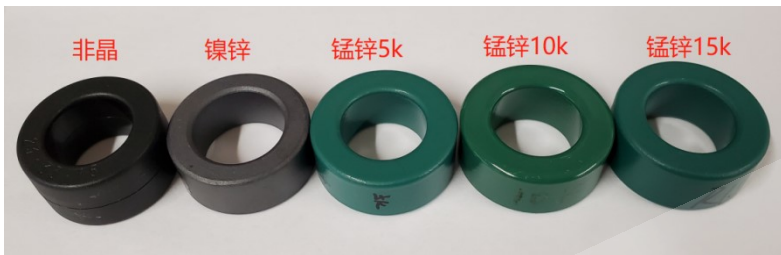
$$L = AL \cdot N^2$$



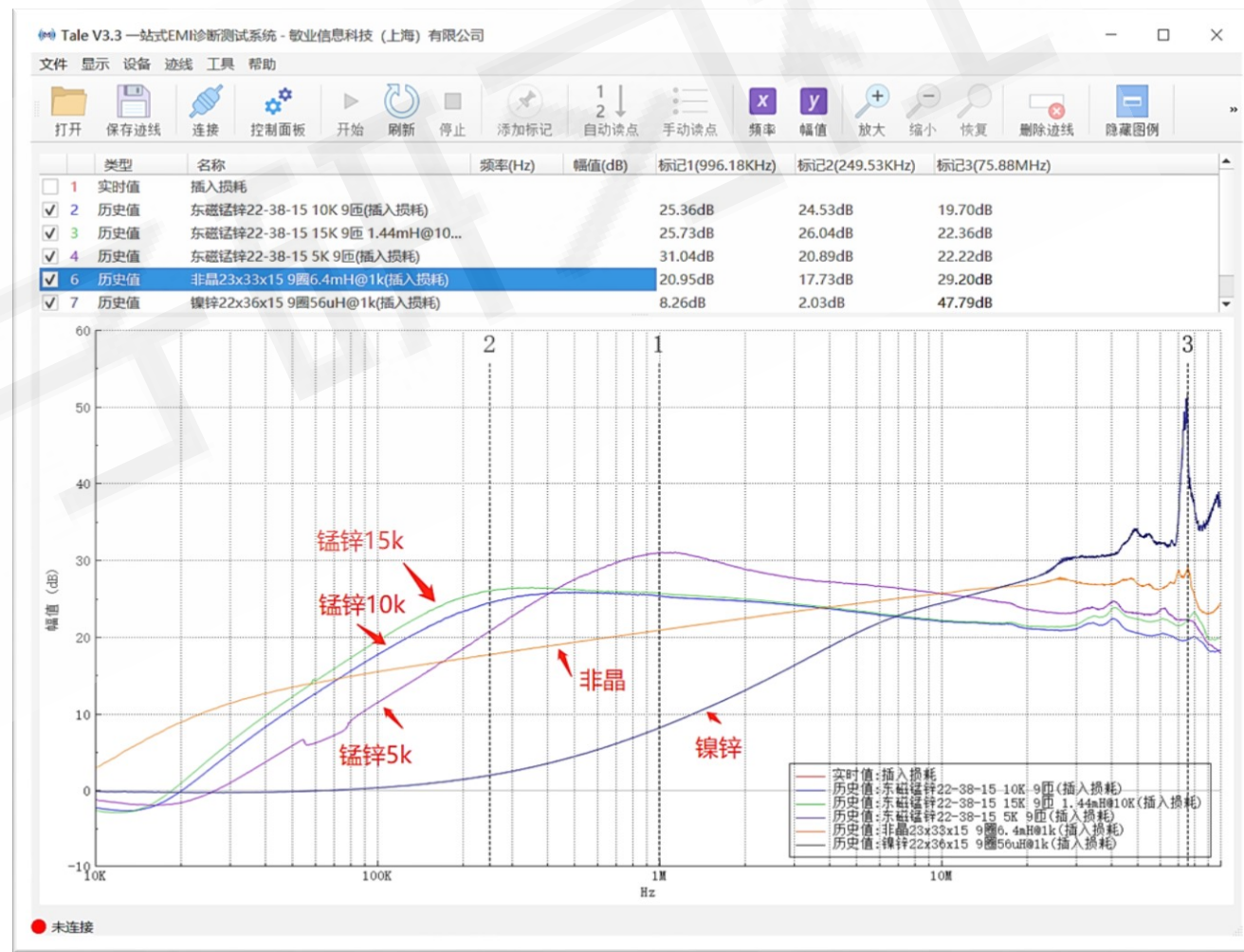
1. 如何评估滤波电感对噪声的抑制能力？
2. 插入损耗的国际和国家标准
3. 如何测试滤波电感的共模插入损耗？
4. 如何测试滤波电感的差模插入损耗？
5. 如何进行滤波电感的设计和选型？
6. 如何确认不同磁材对滤波电感的噪声抑制能力？
7. 如何确认线包加工工艺对噪声抑制能力的影响？
8. 总结和展望

如何确认不同磁材对滤波电感的噪声抑制能力？

➤ 5k, 7k, 10k 锰锌、镍芯、非晶电感 (9匝)



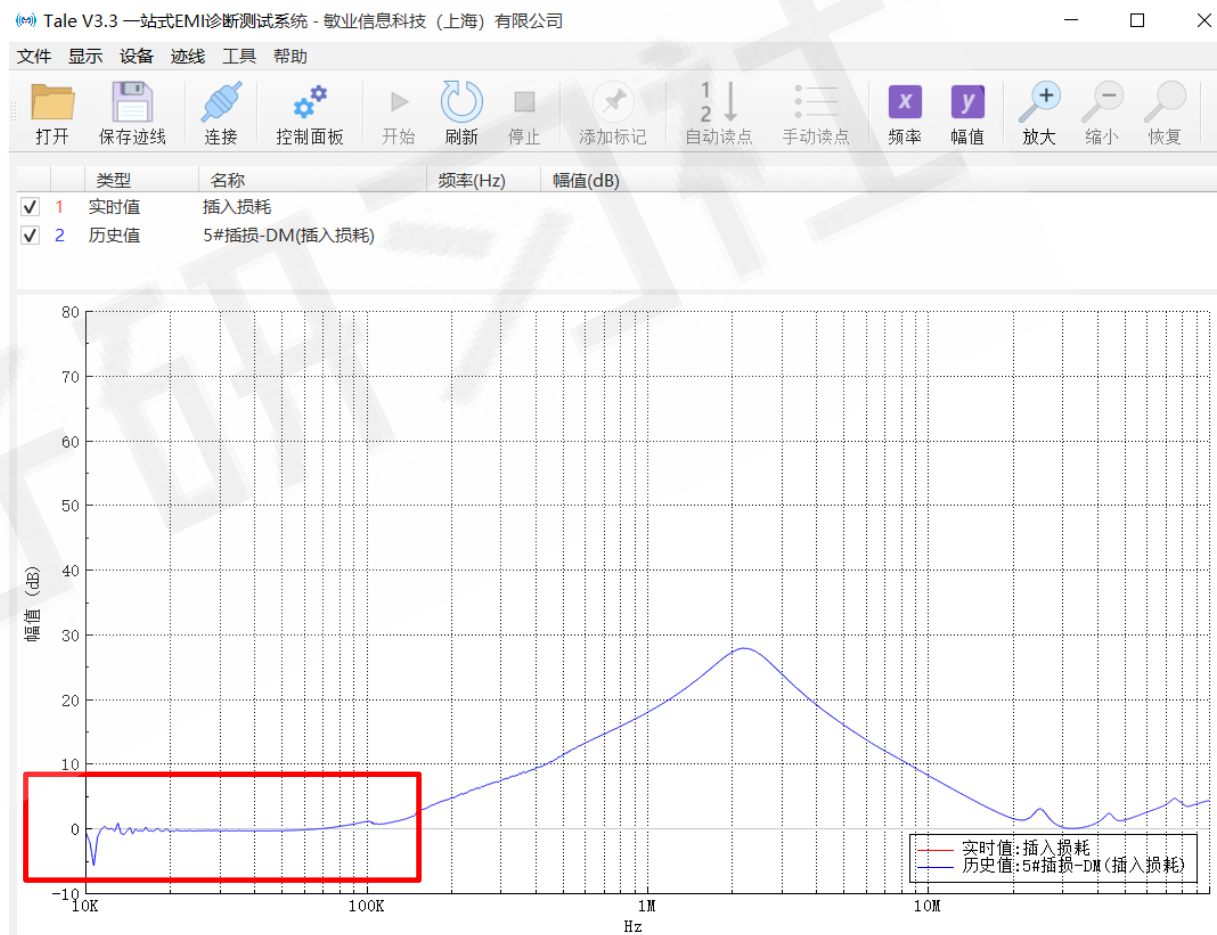
1. 非晶: 2.47mH (黄色)
2. 镍芯: 50uH (黑色)
3. 锰锌5K: 574uH (紫色)
4. 锰锌10K: 1.14mH (蓝色)
5. 锰锌15K: 1.44mH (绿色)



如何确认不同磁材对滤波电感的噪声抑制能力？

➤ 差模电感的插入损耗

- 156uH的差模电感用于家电
- 低频段的插入损耗接近0dB。



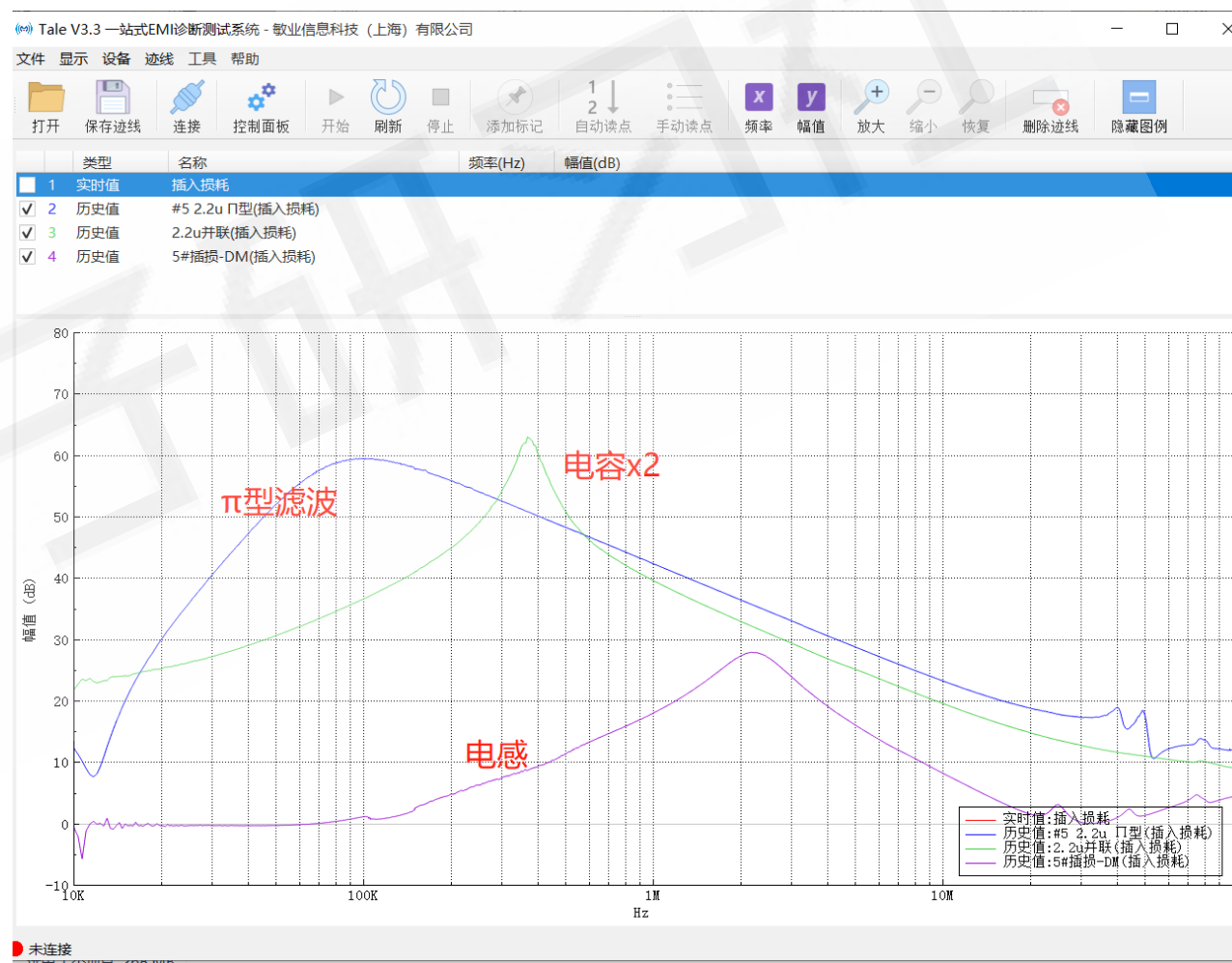
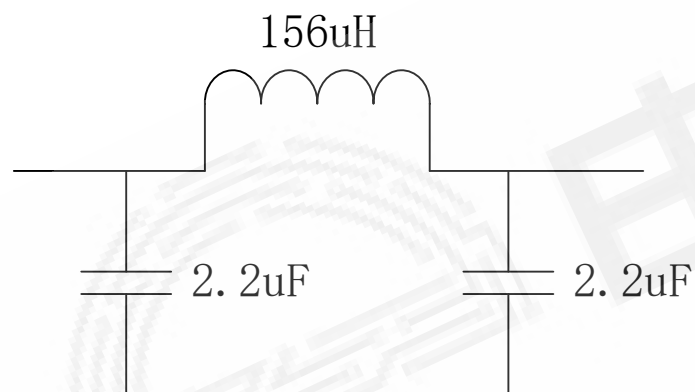
□ 如何评估低频段的插入损耗？

如何确认不同磁材对滤波电感的噪声抑制能力？

➤ 差模电感的插入损耗

– 156uH的差模电感

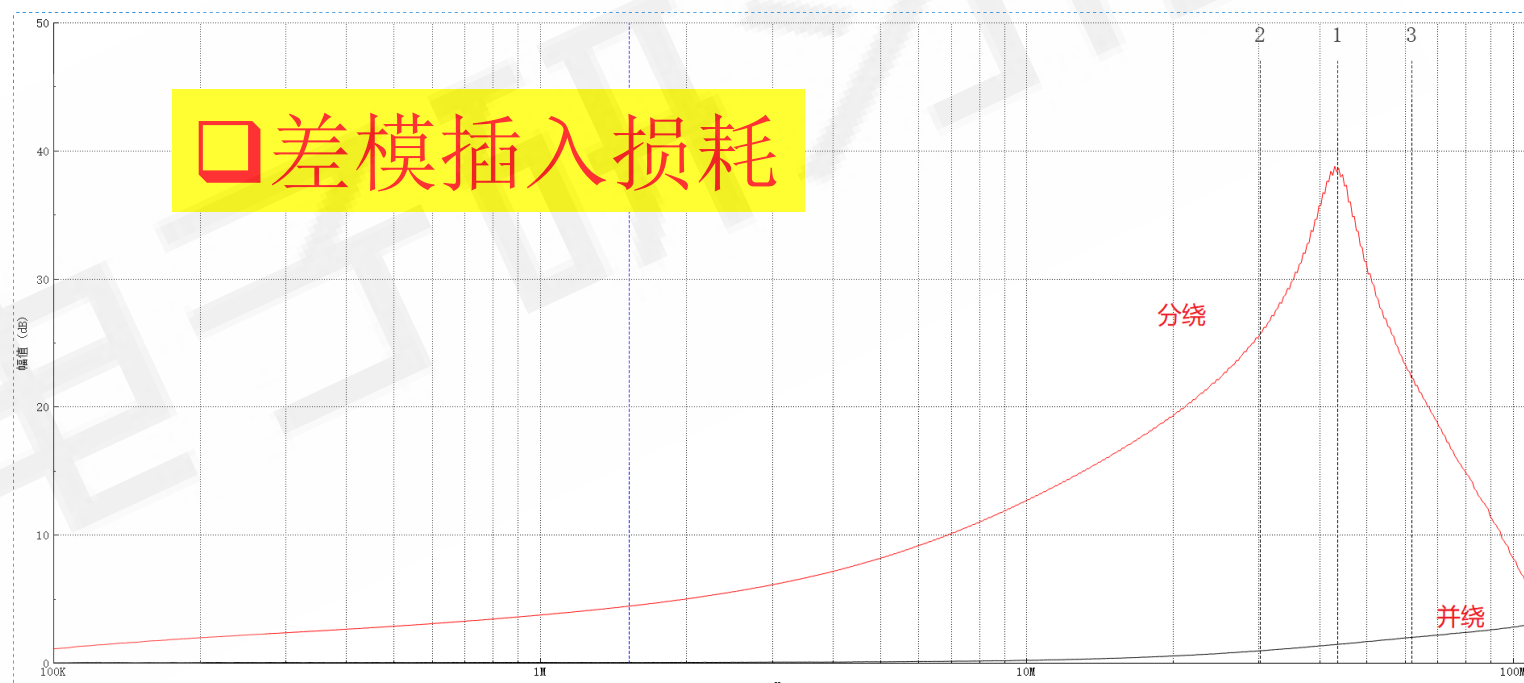
– 搭建π型滤波器



1. 如何评估滤波电感对噪声的抑制能力？
2. 插入损耗的国际和国家标准
3. 如何测试滤波电感的共模插入损耗？
4. 如何测试滤波电感的差模插入损耗？
5. 如何进行滤波电感的设计和选型？
6. 如何确认不同磁材对滤波电感的噪声抑制能力？
7. 如何确认线包加工工艺对噪声抑制能力的影响？
8. 总结和展望

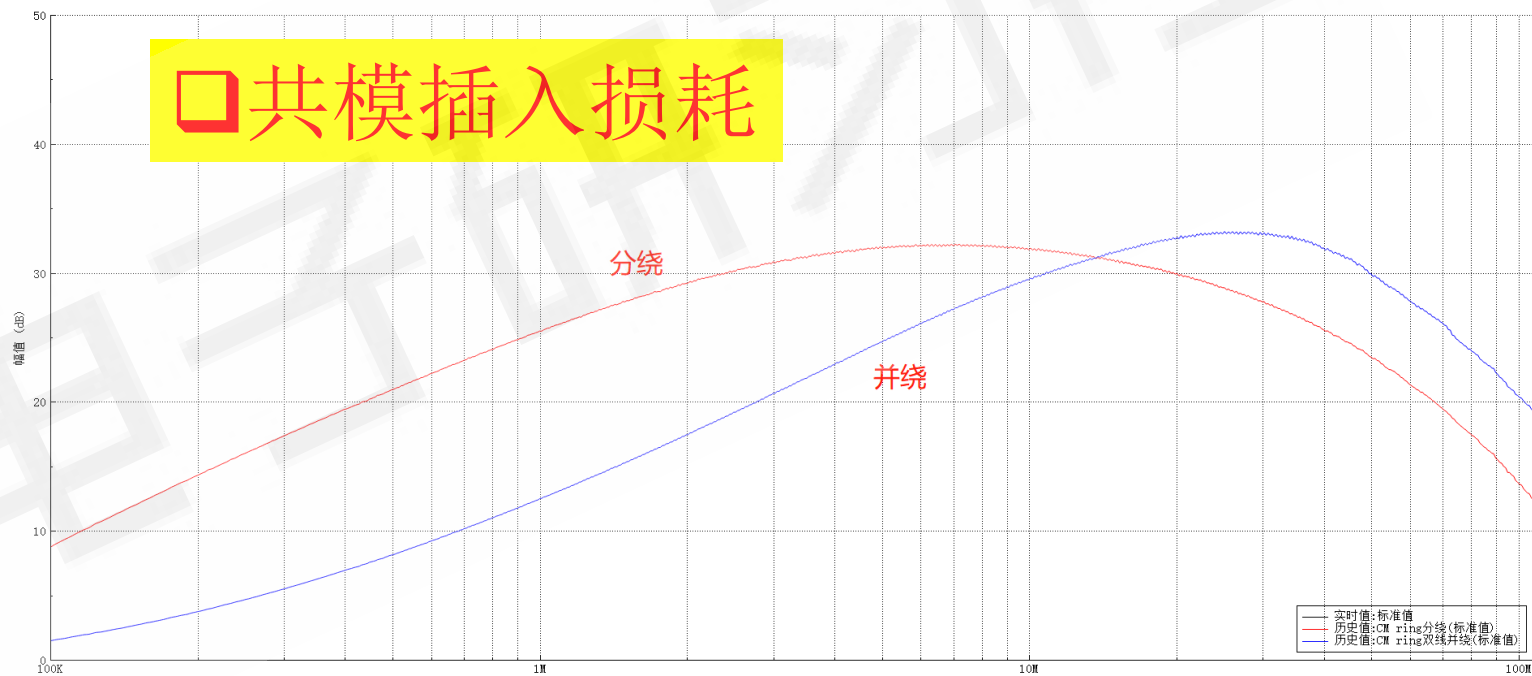
如何确认线包加工工艺对噪声抑制能力的影响？

➤ 7k MnZn磁环的并绕和分绕



如何确认线包加工工艺对噪声抑制能力的影响？

➤ 7k MnZn磁环的并绕和分绕

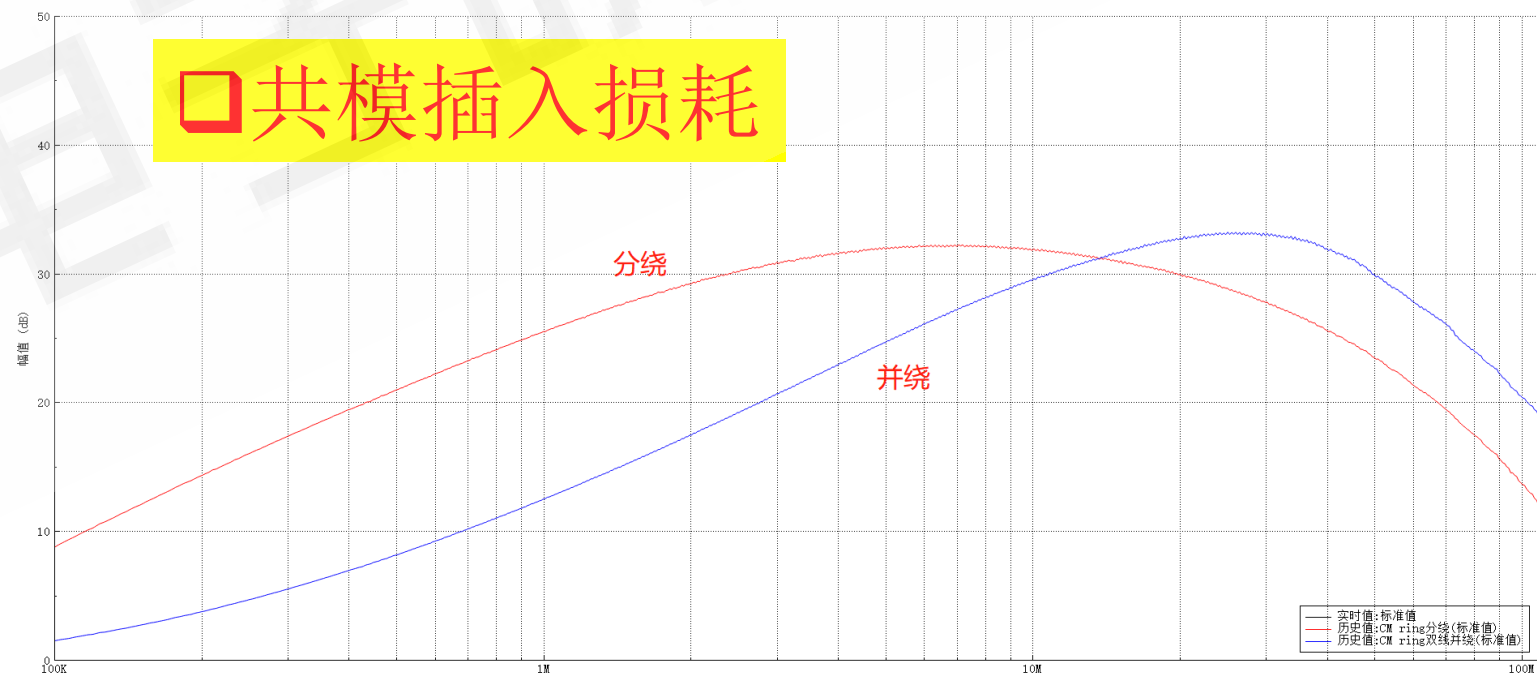


如何确认线包加工工艺对噪声抑制能力的影响？

➤ 7k MnZn磁环的并绕和分绕

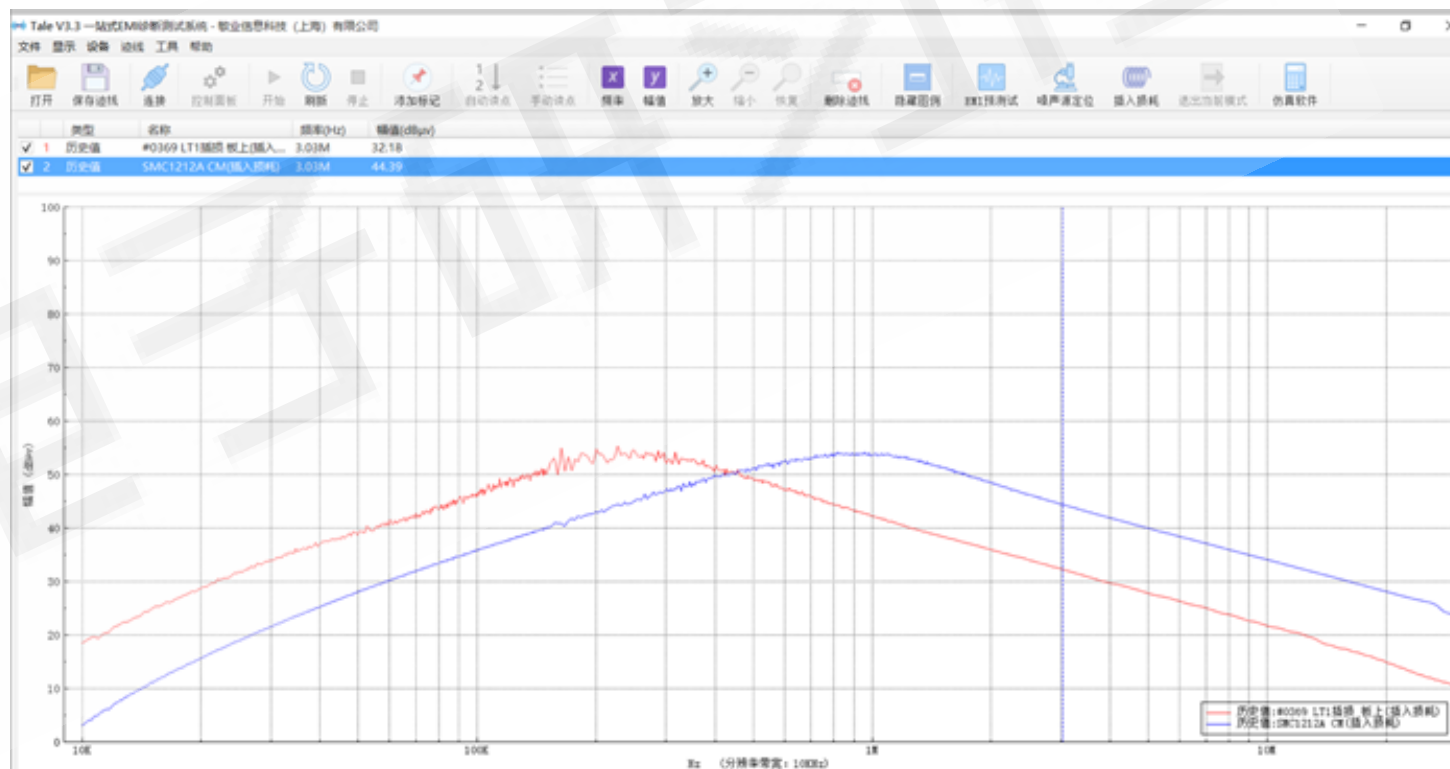
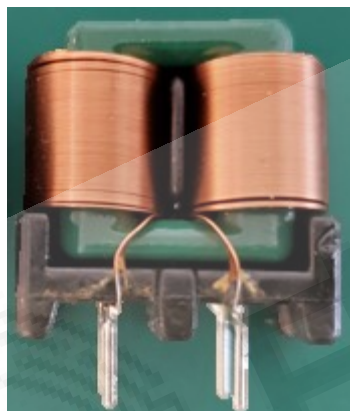


□ 共模插入损耗



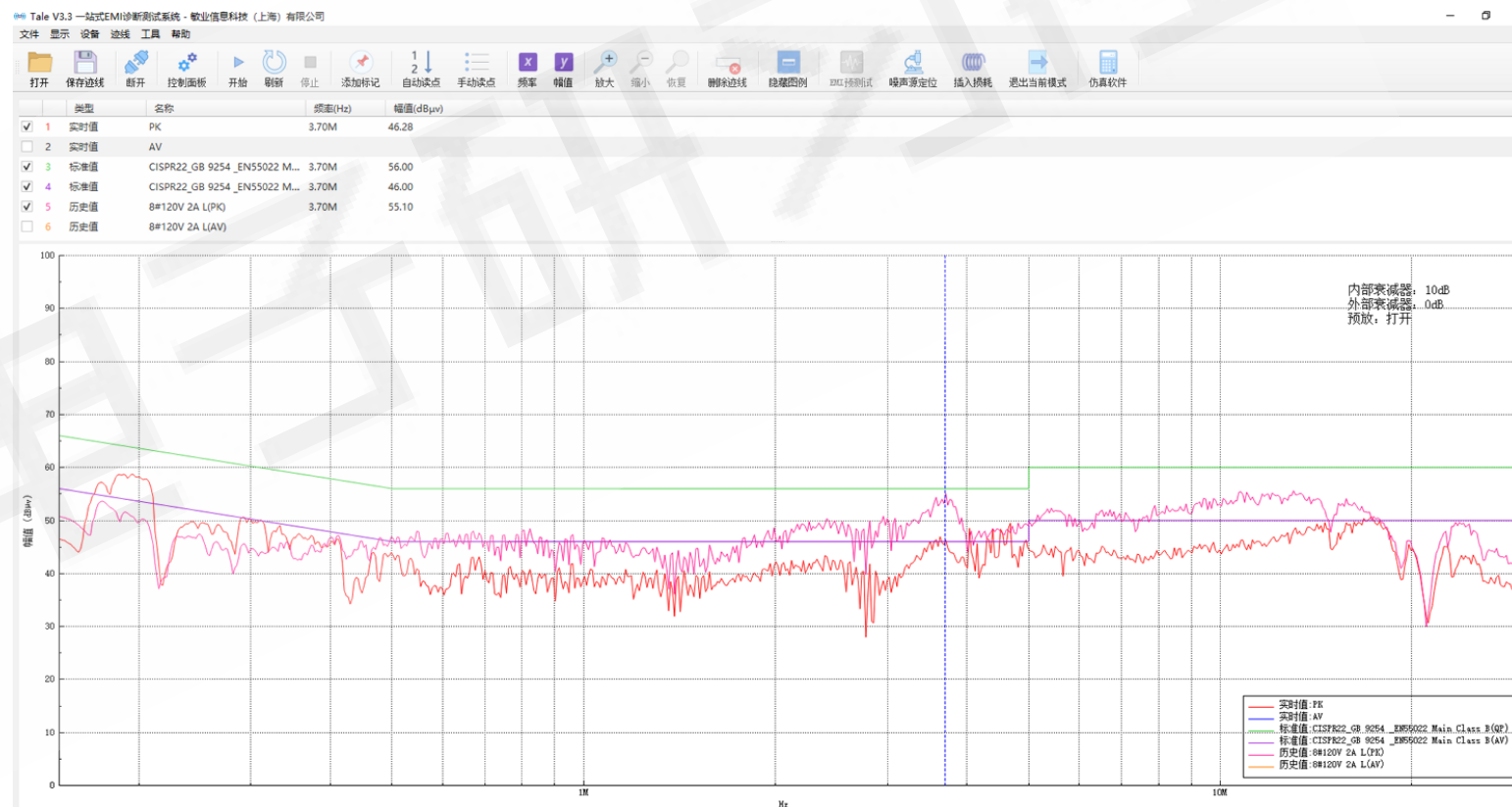
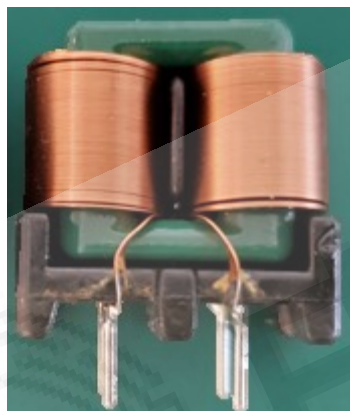
如何确认线包加工工艺对噪声抑制能力的影响？

➤ UU9.8和SMC1212



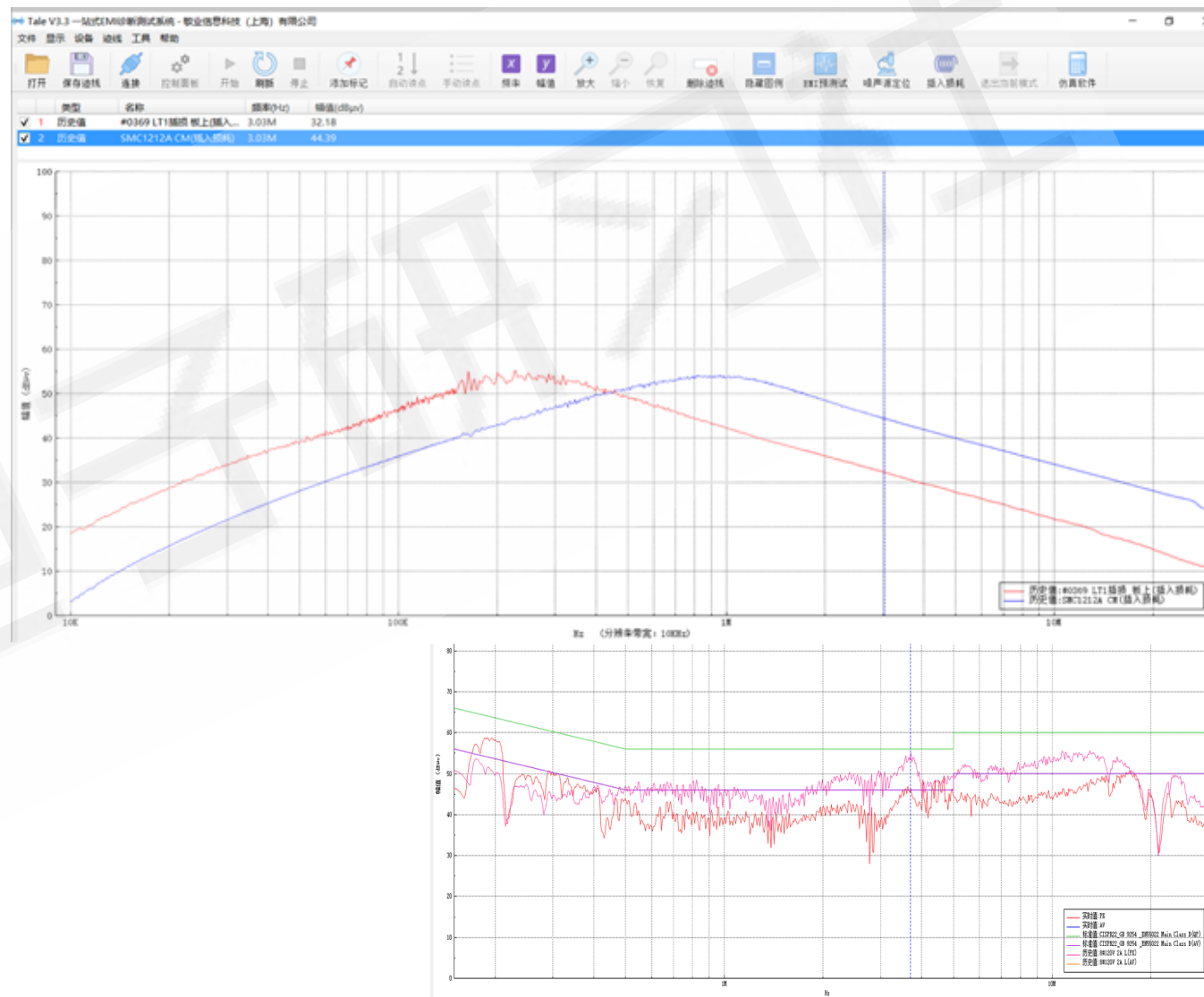
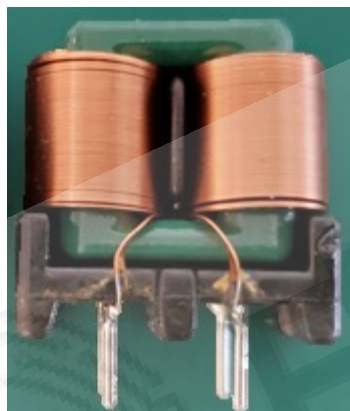
如何确认线包加工工艺对噪声抑制能力的影响？

➤ UU9.8和SMC1212



如何确认线包加工工艺对噪声抑制能力的影响？

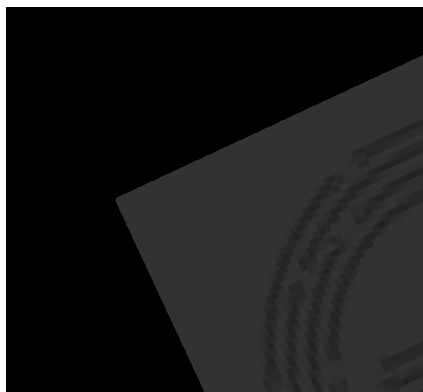
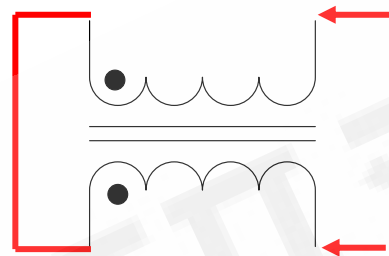
➤ UU9.8和SMC1212



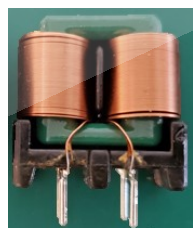
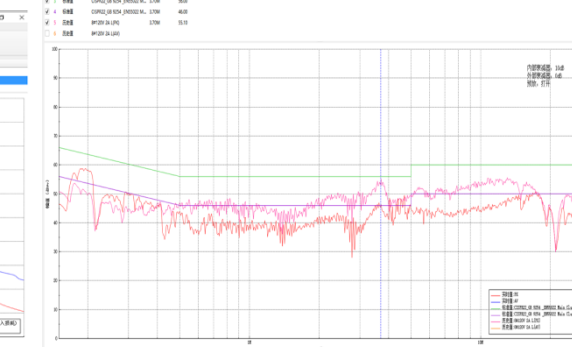
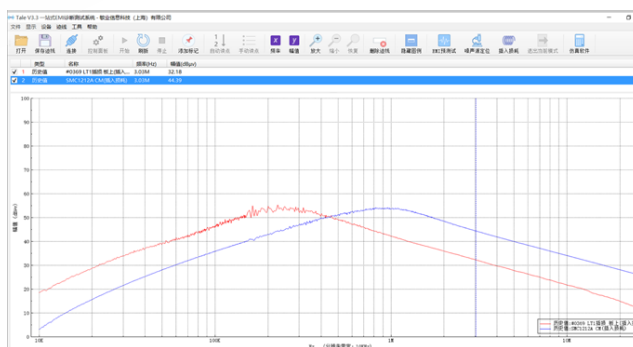
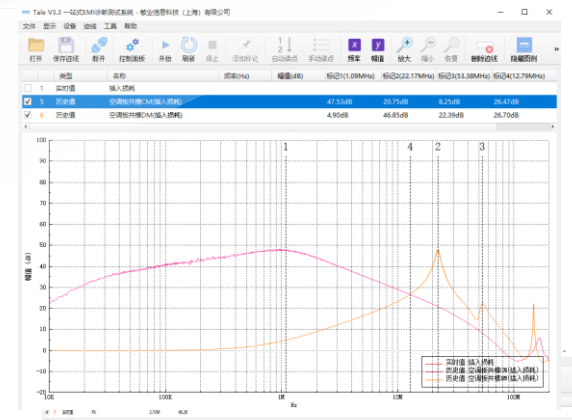
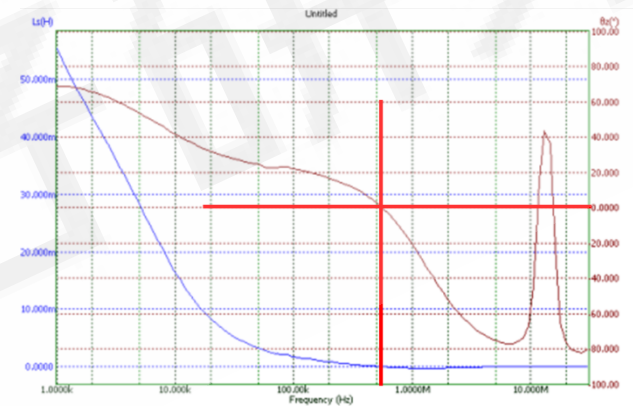
1. 如何评估滤波电感对噪声的抑制能力？
2. 插入损耗的国际和国家标准
3. 如何测试滤波电感的共模插入损耗？
4. 如何测试滤波电感的差模插入损耗？
5. 如何进行滤波电感的设计和选型？
6. 如何确认不同磁材对滤波电感的噪声抑制能力？
7. 如何确认线包加工工艺对噪声抑制能力的影响？
8. 总结和展望

总结和展望

- 欧姆定律与电感
- 电感的测试
- 共模和差模插入损耗
- 电感的设计考虑

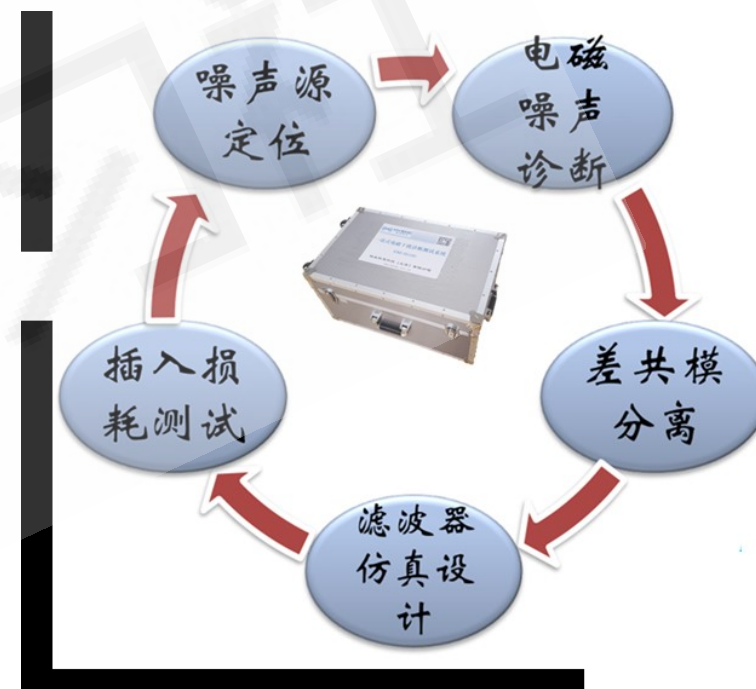


1. 电感量
2. 磁材选型
3. 额定电流
4. 线包设计
5. 品质因素
6. 饱和磁密
7. 高频特性

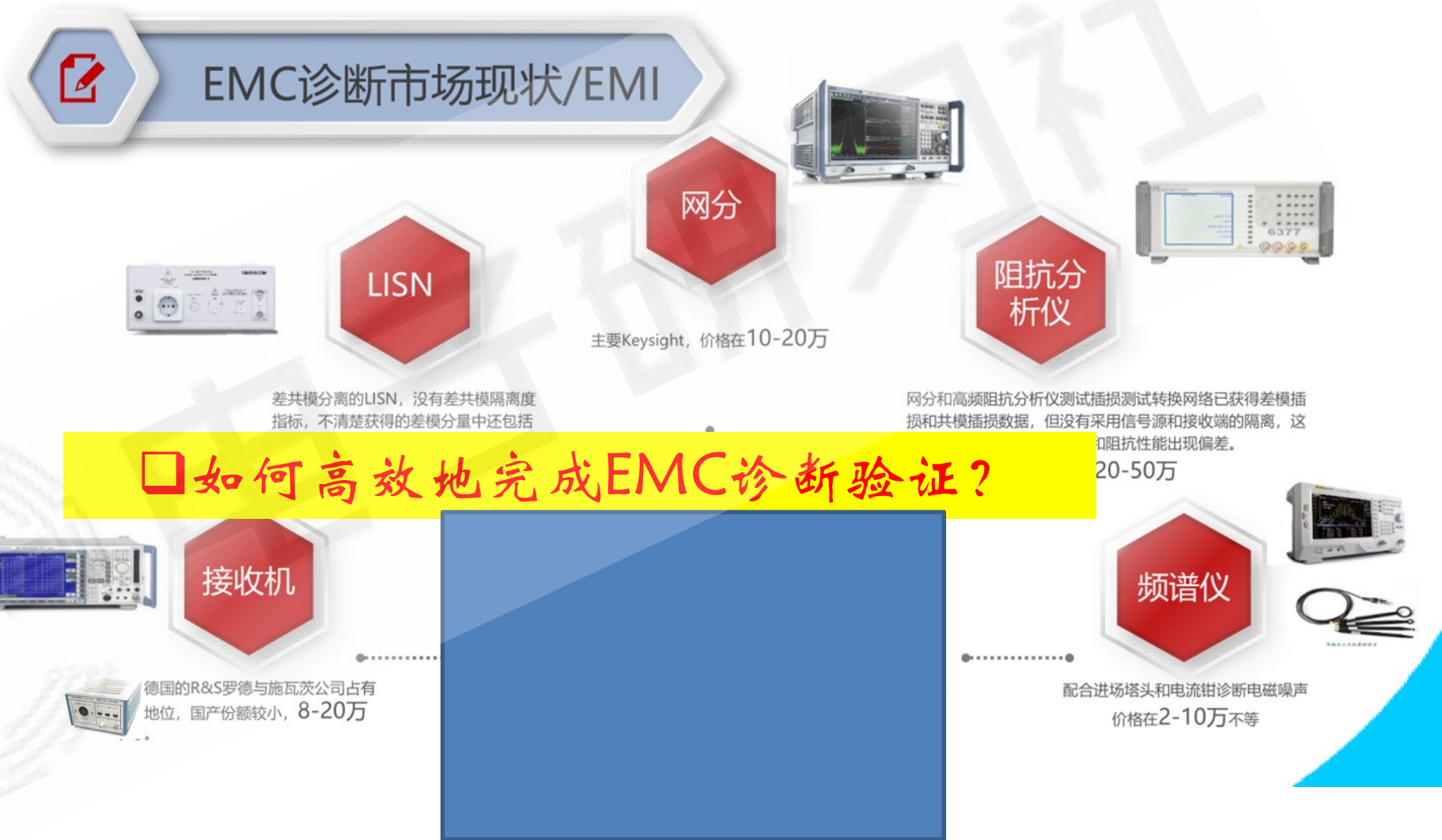


总结和展望

- EMC问题需要紧扣三要素
- 时域/频域、共模/差模、近场/远场
- 器件材料测试：插入损耗
- EMC正向设计



□ 高效的设计和诊断测试验证



EMC闭环式设计

- A.** 精确的噪声源定位 ($< 2\text{mm}$)
- B.** 高隔离度的差共模分离 ($> 40\text{dB}$)
- C.** 最直观的滤波器/器件插损测试 (频段扩展至 2.1GHz)
- D.** 简单易用的上位机操作软件
- E.** 定量的滤波器设计仿真软件
- F.** 便捷的EMI预测试



总结和展望

➤ EMC诊断测试中心

1. 传导诊断测试
2. 辐射诊断测试
3. 静电抗扰度诊断测试
4. EFT抗扰度诊断测试
5. 浪涌抗扰度诊断测试
6.



□ 高效的设计和诊断测试验证

免费诊断测试

价值4万元的免费测试诊断服务回馈给各位粉丝及网友!

限20位

领取方式
见下页

	测试项目	标准/特点
1	噪声源定位	精确定位噪声源，最高精度达2mm。为从噪声源解决传导辐射问题提供依据。
2	差共模噪声分量	工信部《电子设备共模和差模骚扰测量方法》；差共模抑制比 >40dB@9k-30MHz, >30dB@≤108MHz覆盖汽车电子的传导干扰频段。
3	传导骚扰测试	照明及工科医9kHz-30MHz；汽车150kHz-108MHz
4	插入损耗测试	CISPR17-1/ GB/T7343；测量滤波器件（电感，电容）和整体滤波器的插入损耗
5	传导路径定位	专利的共模探头，探测传导干扰传播路径。
6	辐射骚扰摸底测试	CISPR11/GB4824, CISPR12/GB14023, CISPR13/GB13837, CISPR14/GB4343, CISPR15/GB17743, CISPR22/GB9254, CISPR25/GB18655, CISPR32, 30MHz-1GHz的辐射骚扰摸底测试。
7	快速瞬变脉冲群抗扰度EFT	IEC61000-4-4/GB19510.4； Max. 5kV
8	静电抗扰度测试ESD	IEC61000-4-2/GB19510.2； Max. 30kV空气放电接触放电
9	浪涌抗扰度测试Surge	IEC61000-4-5/GB19510.5； 可以做6kV浪涌EMC测试（组合波）
10	电路板敏感部位探测试	定位对EFT和ESD敏感的器件或管脚。

标准单价250元/小时

免费诊断测试

免费测试领取方式:

- step1: 扫描左下方二维码, 添加敏业官方公众号。
- step2: 扫描右下方二维码, 添加工作人员微信。
- step3: 根据工作人员提示, 领取免费测试服务资格。



敏业信息科技(上海)有限公司

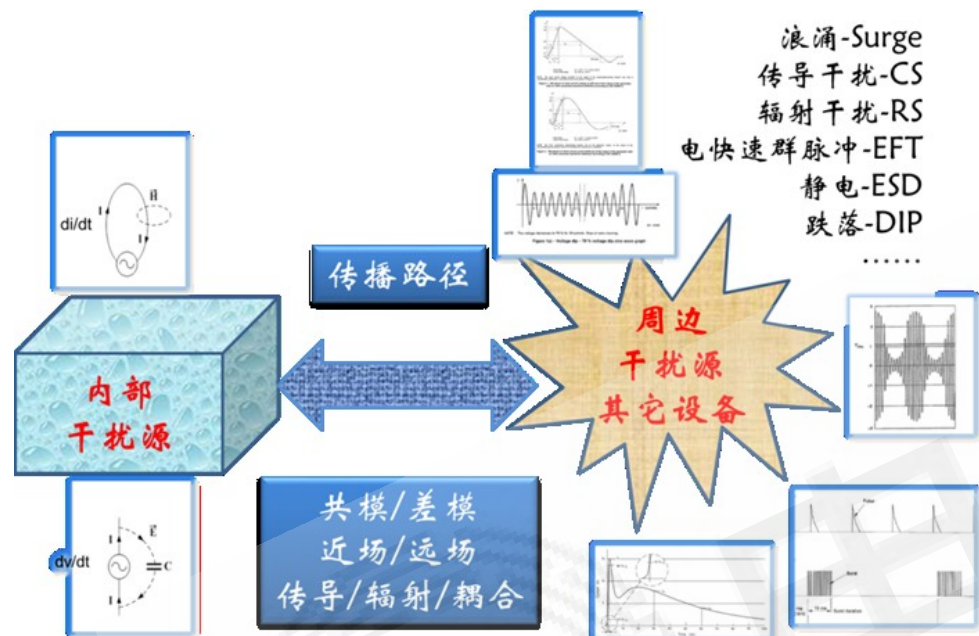
电话: 021-68788771/18918517856

Email: myemc@myemc.net.cn

网址: www.myemc.net.cn

地址: 上海市浦东新区锦绣东路1999号523室

总结和展望



➤ EMC诊断技术系列讲座

1. EMC诊断技术—滤波篇
2. EMC诊断技术—器件篇
3. EMC诊断技术—器件篇
4. EMC诊断技术—电容篇
5. EMC诊断技术—电感篇
6. EMC诊断技术—诊断仪器篇