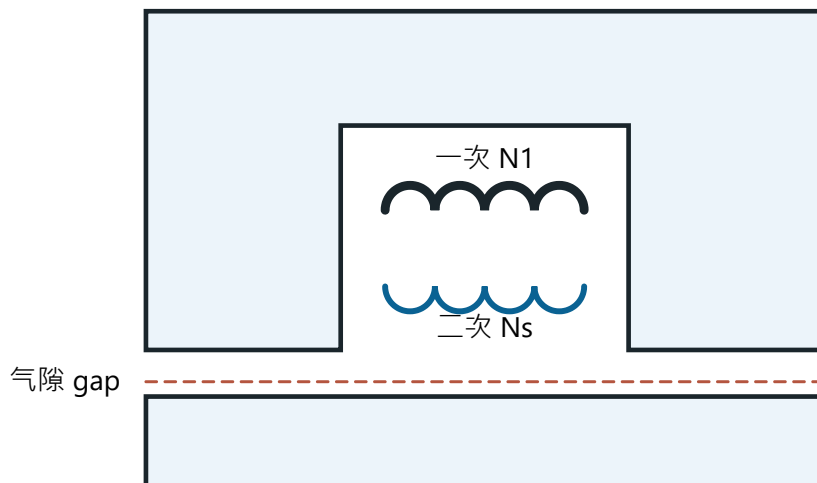


磁芯要承受什么 WHAT THE CORE HAS TO TAKE

从拓扑到磁芯 FROM TOPOLOGY TO THE CORE

将拓扑要求收敛至磁芯，单颗相电感磁芯同时承受三项负担：交流磁通摆幅 ΔB （决定磁芯损耗）、直流偏磁 IDC（决定饱和裕度）、以及两者相加造成的温升。三者分别对应后续两章之形状选择与材料选择。

一颗相电感磁芯要同时承受三件事 What one phase core has to take

交流磁通摆幅 ΔB

$\Delta B = \int V dt / (N \cdot Ae) \rightarrow$ 决定磁芯损耗 P_{cv}
 Ae 越大、 ΔB 越小；频率越高、 ΔB 越小

直流偏磁 IDC

相电流全额流过一次绕组 $\rightarrow$ 决定饱和裕度
 应以 100 °C 的 B_s 为准，而非 25 °C

温升 ΔT

磁芯损耗 + 绕组损耗（含气隙外溢磁通的涡流）
 连续大电流下多为温升先达限值

§2 先定形状（占板与高度 · IDC · 散热 · AL 一致性 · 产能），§3 再依频段选材料。

每一级要什么：频率、磁通、温度 FREQUENCY, FLUX AND TEMPERATURE

频率决定损耗 Frequency → loss

≤ 0.5 MHz 看 100 kHz / 200 mT / 100 °C 的 P_{cv} ; 0.5 – 1 MHz 看 500 kHz / 100 mT / 100 °C ; 1 – 3 MHz 看 1 MHz / 50 mT / 100 °C 。宜先依材质表比较可用 B_m , 再以样品温升验证。

磁通与直流偏磁决定 B_s Flux / DC bias → B_s

PFC、输出电感、VRM 都在直流偏磁下工作，不得饱和。饱和与频率基本无关，但随温度下降明显——选材应以 100 °C 的 B_s 为准，而非 25 °C。开气隙之后有效磁导率由气隙主导、 μ_i 次要；高 B_s 组以 IDC 实测比对，不用 PF 曲线。

温度决定工作窗口 Temperature → window

多数功率材料的损耗谷值位于 100 °C 附近。验证应以实际磁芯温度为准，而非环境温度。

以上三项为选材之基本判准，本手册全书沿用。

三支主推材料与频段分工 THREE LEAD GRADES BY FREQUENCY BAND

频段分工 FREQUENCY-BAND SPLIT

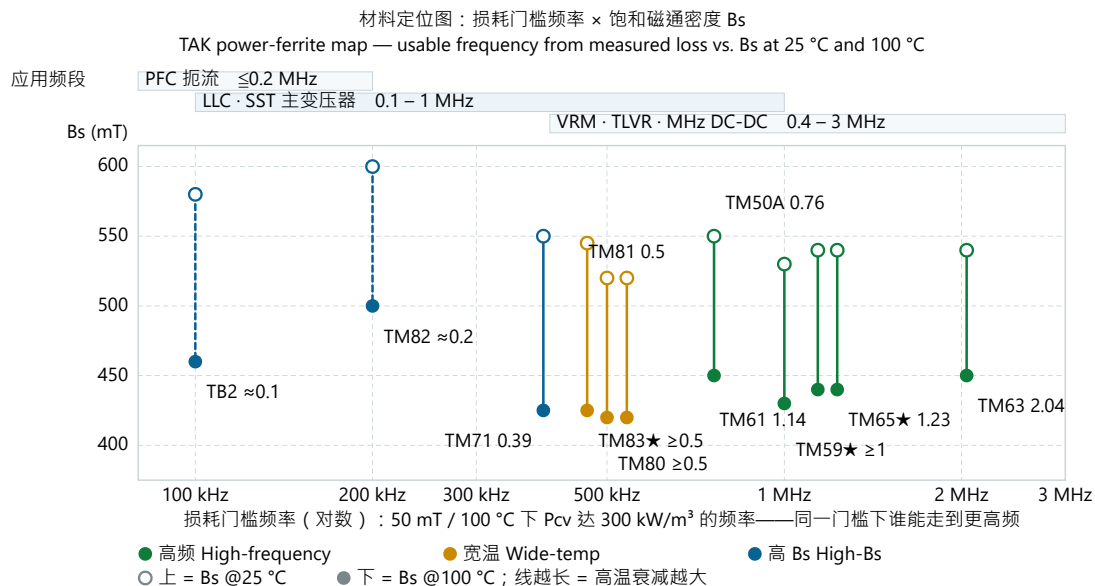
材料 Grade	建议频段 Band	定位 Role	μ i @100 kHz	Bs (mT) 25 / 100 °C	损耗门槛频率 Loss-threshold f
TM71	0.3 – 0.5 MHz	低频段 · 高 μ i 高 Bs Low band · highest μ i	3800±25%	550 / 425	0.39
TM59★	0.5 – 0.7 MHz	中频段 · 100 °C 偏磁最强 Mid band · best hot IDC	1900±25%	530 / 430	≥1.0
TM65★	0.7 – 1.0 MHz	高频段 · MHz 损耗最低 High band · lowest MHz loss	1300±25%	540 / 440	1.23

损耗门槛频率 = 50 mT / 100 °C 下 Pcv 达 300 kW/m³ 的频率 · 由各材质的 Steinmetz 模型或同一磁密的实测点推得 · 不是目录标称频段 · 50 mT 为高频工作点的典型摆幅 · 300 kW/m³ 为自然对流下常用的磁芯损耗密度设计上限 · TM71 的值由 300 / 500 kHz @50 mT 两个实测点内插 · 无需模型 ·

材料定位图 POWER-FERRITE MAP — LOSS-THRESHOLD F VS. BS

材料定位图 LOSS-THRESHOLD FREQUENCY × SATURATION FLUX DENSITY

上一节的三支主推材料，放回全部功率材料里是什么位置？横轴为各材料的损耗门槛频率（50 mT / 100 °C 下 P_{cv} 达 300 kW/m³ 的频率），纵轴为饱和磁通密度 B_s （上端 25 °C、下端 100 °C）。



怎么看

越靠右 = 同一损耗门槛下可用频率越高；越靠上 = 偏磁裕度越大；线越长 = B_s 的高温衰减越大。VRM / TLVR 要的是「够右、且 100 °C 的下端点够高」。

为什么是这三支

TM71 守 0.3 – 0.5 MHz · B_s 100 °C 425 mT，是高 B_s 组里唯一有实测门槛的；TM59★ 与 TM65★ 落在 1 MHz 一带，100 °C 的 B_s 仍有 430 / 440 mT。

不外推

标「≥」者其门槛已超出该材料损耗模型的拟合频段，本图一律截在拟合上限、不外推，实际能力可能更高；虚线者无 50 mT 损耗数据，按家族频段定位，能力以 IDC 比对。

本图为同一磁通与门槛下的相对比较，不等于应用频率上限；实际工作磁通低于 50 mT 时可用频率更高， B_s 各件 1200 A/cm。

为什么是这三支 WHY THESE THREE

选材依据 RATIONALE

TM71

μ i 3800 为 TAK 功率材最高，同尺寸匝数最少、铜损最低，25 °C 的偏流能力全组领先。代价是损耗随温度上升最陡（500 kHz / 50 mT : 25 °C 190 → 100 °C 525 kW/m³），且 100 °C 的偏流优势消失——必须以实际磁芯温度选用。

TM59

100 °C 下的直流偏磁能力全组最强（UD11.75 实测 220 nH 档 48.4 A、330 nH 档 30.3 A，八材质第一），且 100 °C 损耗低于 25 °C，工作温度越高越有利。为服务器 LLC 的高频化而开发，与主变压器同材可统一料号。

TM65

专为 VRM / TLVR 开发，材料覆盖到 3 MHz。1 MHz / 50 mT / 100 °C 的 P_{cv} 仅 180 kW/m³，为三支最低；温升在 100 kHz 与 800 kHz 之间几乎不变（UD11.75 实测 25.3 / 25.3 °C），频率往上走时最稳。 μ i 1300 略低，匝数需增加。

TM61 / TM63 不列为主推，但仍列入 §3.4 的八材质实测对照，以供效率优先或更高频场合参考。

材料特性表 磁性参数 MAGNETIC PROPERTIES

材料特性表 磁性参数 MAGNETIC PROPERTIES

项目 Parameter	条件 Condition	TM71 High-permeability high-Bs power ferrite	TM59★ Medium-high frequency low-loss power ferrite	TM65★ High-frequency wide-temperature power ferrite for VRM / TLVR	单位 Unit
初始磁导率 Initial Permeability μ_i	100KHz & <0.2mT	3800±25%	1900±25%	1300±25%	
增幅磁导率 Amplitude Permeability μ_a	25KHz/400mT	> 4000 / > 3000	> 3000 / > 3000	> 2400 / > 2400	
饱和磁通密度 Saturation Flux Density Bs	1200 A/m 100Hz	550 / 425	530 / 430	540 / 440	mT
残留磁通密度 Remanence Br	1200 A/m 100Hz	80 / 150	55 / 35	70 / 50	mT
矫顽力 Coercivity Hc	1200 A/m 100Hz	6 / 2.5	15 / 10	15 / 20	A/m
相对损耗因子 Loss Factor	100KHz & <0.2mT	< 4	<5	<15	10 ⁻⁶

材料特性表 物理参数与适用频段 PHYSICAL PROPERTIES AND BAND

材料特性表 物理参数与适用频段 PHYSICAL PROPERTIES AND BAND

项目 Parameter	条件 Condition	TM71 High-permeability high-Bs power ferrite	TM59★ Medium-high frequency low-loss power ferrite	TM65★ High-frequency wide-temperature power ferrite for VRM / TLVR	单位 Unit
居里温度 Curie Temperature Tc	100KHz & <0.2mT	> 255	>260	>240	℃
密度 Density D	阿基米德法 Archimedes method	4.9	>4.85	>4.85	g/cm³
电阻率 Electrical Resistivity ρ	直流电流 DC Current	> 5	>10	>10	Ω·m
取样磁芯 Test core	环形试片 toroid	T22×14×8	T25×15×8	T12.5×7.5×7	
建议频段 Band	开关频率 fsw	0.3 – 0.5 MHz	0.5 – 0.7 MHz	0.7 – 1.0 MHz	

「/」分隔者为 25 ℃ / 100 ℃。数值为典型值。★ 为 2027 新材料。

磁芯损耗 Pcv TM71 CORE LOSS PCV

TM71 高 μ i 高 Bs 功率材料 CORE LOSS DENSITY

测试条件 Condition	25 °C	100 °C
100 kHz / 200 mT	400	1100
300 kHz / 50 mT	50	170
500 kHz / 50 mT	190	525

Pcv 单位 kW/m³；取样磁芯 T22×14×8。三支取样试片规格不同，高频损耗不可直接互比。

磁芯损耗 Pcv TM59 CORE LOSS PCV

TM59 中高频低损耗功率铁氧体 CORE LOSS DENSITY

测试条件 Condition	25 °C	100 °C
300 kHz / 100 mT	250	230
500 kHz / 50 mT	80	50
500 kHz / 100 mT	600	550
800 kHz / 60 mT	330	250
1 MHz / 30 mT	100	70
1 MHz / 50 mT	350	250

Pcv 单位 kW/m³；取样磁芯 T25×15×8。三支取样试片规格不同，高频损耗不可直接互比。

磁芯损耗 Pcv TM65 CORE LOSS PCV

TM65 VRM / TLVR 用高频宽温功率铁氧体 CORE LOSS DENSITY

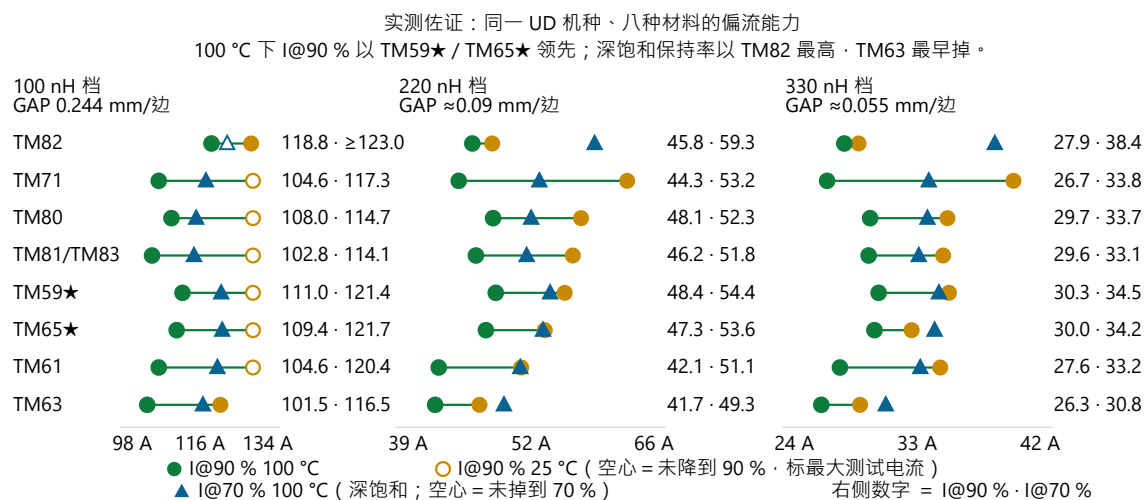
测试条件 Condition	25 °C	100 °C
500 kHz / 50 mT	70	50
500 kHz / 100 mT	600	630
800 kHz / 60 mT	300	220
800 kHz / 80 mT	650	600
1 MHz / 30 mT	70	50
1 MHz / 50 mT	250	180

Pcv 单位 kW/m³；取样磁芯 T12.5×7.5×7。三支取样试片规格不同，高频损耗不可直接互比。

八材料偏流能力一览 MEASURED DC-BIAS — EIGHT GRADES AT A GLANCE

八材料 IDC 实测一览 THREE INDUCTANCE BANDS SIDE BY SIDE

定位图给的是材料层级的相对位置；真正决定能不能用的，是同一颗磁芯、同一个感值下的偏磁能力。下图为八种材料在同一颗 UD 机种、三个感值档的 IDC 实测。



取样磁芯 UD11.75x10.45x2.8C；量测条件 100 kHz / 1 V。
I@90 % / I@70 % = 电感降至 90 % / 70 % 时的直流电流；TM71 / TM82 为模型计算值（与 v2 简报一致），其余六种为实测。

看 100 °C

25 °C 与 100 °C 的差距就是高温衰减：多数材料在 100 nH 档的 25 °C 量测范围内根本没降到 90 %（空心 = 标 ≥ 最大测试电流），100 °C 下已掉到 101 – 119 A。

两个指标分开看

I@90 % 是还没软饱和的电流，决定稳态裕度；I@70 % 是深饱和后的保持率，决定暂态与短时过流。TM82 的 I@90 % 不突出，但 I@70 % 最高。

结果

100 °C 下 I@90 % 以 TM59★ / TM65★ 领先（三档皆如此），这正是本册把它们列为 0.5 – 1.0 MHz 主推的实测依据；TM63 最早掉。

实测佐证：UD11.75 八材料偏流能力 (100 nH 档) MEASURED DC-BIAS — 100 NH BAND

八材料 IDC 实测 100 nH 档 (GAP 0.244 mm/边) MEASURED DC-BIAS, EIGHT GRADES

上述为材质表所载数值。下表为同一 UD 磁芯、同一组治具、八种材料的直流偏磁结果；形状相同、以垫片调至同感值，差异仅来自材料本身。TM71 / TM82 为模型计算值，其余六种为实测。

材料 Grade	I@90 % (A) 25 °C	I@70 % (A) 25 °C	I@90 % (A) 100 °C	I@70 % (A) 100 °C
★ TM71▲	≥130	≥130	104.6	117.3
★ TM59	≥130	≥130	111.0	121.4
★ TM65	≥130	≥130	109.4	121.7
TM61	≥130	≥130	104.6	120.4
TM63	121.2	≥130	101.5	116.5
TM80	≥130	≥130	108.0	114.7
TM81/TM83	≥130	≥130	102.8	114.1
TM82▲	129.5	≥130	118.8	≥123

★ 为本手册主推材料。「≥」表示量测范围内电感未降至该保持率，标最大测试电流。同一档内各材料的垫片微调至同一感值，故 GAP 为约值。

实测佐证：UD11.75 八材料偏流能力 (220 nH 档) MEASURED DC-BIAS — 220 NH BAND

八材料 IDC 实测 220 nH 档 (GAP ≈0.09 mm/边) MEASURED DC-BIAS, EIGHT GRADES

材料 Grade	I@90 % (A) 25 °C	I@70 % (A) 25 °C	I@90 % (A) 100 °C	I@70 % (A) 100 °C
★ TM71▲	62.9	69.8	44.3	53.2
★ TM59	56.0	66.4	48.4	54.4
★ TM65	53.8	63.3	47.3	53.6
TM61	51.2	61.6	42.1	51.1
TM63	46.6	57.1	41.7	49.3
TM80	57.8	65.8	48.1	52.3
TM81/TM83	56.9	66.1	46.2	51.8
TM82▲	48.0	66.7	45.8	59.3

★ 为本手册主推材料。「≥」表示量测范围内电感未降至该保持率，标最大测试电流。同一档内各材料的垫片微调至同一感值，故 GAP 为约值。

实测佐证：UD11.75 八材料偏流能力 (330 nH 档) MEASURED DC-BIAS — 330 NH BAND

八材料 IDC 实测 330 nH 档 (GAP ≈0.055 mm/边) MEASURED DC-BIAS, EIGHT GRADES

材料 Grade	I@90 % (A) 25 °C	I@70 % (A) 25 °C	I@90 % (A) 100 °C	I@70 % (A) 100 °C
★ TM71▲	39.7	≥45	26.7	33.8
★ TM59	35.2	42.1	30.3	34.5
★ TM65	32.6	39.6	30.0	34.2
TM61	34.6	40.3	27.6	33.2
TM63	29.0	35.7	26.3	30.8
TM80	35.1	42.3	29.7	33.7
TM81/TM83	34.8	42.4	29.6	33.1
TM82▲	28.9	43.0	27.9	38.4

★ 为本手册主推材料。「≥」表示量测范围内电感未降至该保持率，标最大测试电流。同一档内各材料的垫片微调至同一感值，故 GAP 为约值。 来源：TAK UD11.75×10.45×2.8C 八材料 IDC 检讨 (2026-08 完整版) 。1 匝 · I@x % 由 L(I) 线性内插。电感与偏流量测条件 100 kHz / 1 V ; 800 kHz 目前只做过温升，未做偏流实测，本表不含频率相依性。取样磁芯为实件 UD11.75，非环形试片，故本表可跨材料直接互比。▲ 标记者为模型计算值，其余为实测值。