



SHENZHEN PROMAGTECH CO.,LTD. | 深圳市谱磁科技有限公司

匿名工程案例 · www.promagtech.com

匿名设计案例:11kW 图腾柱 PFC 升压电感(800V OBC)

从首版不达标到送样过关——数字与教训都在这

项目	内容
文件名称	匿名设计案例 — 11kW 图腾柱 PFC 升压电感(800V OBC)
保密说明	客户身份隐去;参数已匿名化并取整
作者 / 审阅	张勇 — 电子工程师、谱磁科技创始人
版本 / 日期	CN-1.0 / 2026-07-16
网站 / 联系	www.promagtech.com · +86 13267069291 · zyong@promagtech.cn

买方保密案例,数字为匿名化/取整后的工程值,与真实项目量级一致。



摘要与关键要点

一句话结论

一颗 11kW 图腾柱 PFC 升压电感,首版按“初始感量”设计,75A 峰值电流下感量塌到 $21\mu\text{H}$ (规格 $\geq 30\mu\text{H}$),DC bias 不达标;改为双磁芯叠加 + 匝数从 30 降到 21 后,75A 下实测 $31\mu\text{H}$ 、温升 52K、DCR $4.9\text{m}\Omega$,DVP 全项通过。教训一句话:磁粉芯电感,永远用偏置后的感量定匝数,不是初始感量。

关键点:

- 场景:800V 平台 OBC,单相图腾柱 PFC,11kW, $f_s=100\text{kHz}$,50A rms / 75A 峰值。
- 首版失败原因:按初始 AL 定匝数,工作点 $H\approx 192\text{Oe}$,剩余磁导率仅 $\sim 55\%$,感量塌陷。
- 修正思路:叠磁芯把 A_e 翻倍 $\rightarrow$ AL 翻倍 $\rightarrow$ 匝数 $30\rightarrow 21 \rightarrow$ 工作点 H 降到 $\sim 134\text{Oe} \rightarrow$ 剩余磁导率 $\sim 68\%$ 。
- 绕组:扁平线立绕($5\times 1.6\text{mm}$),21 匝 DCR $4.9\text{m}\Omega$,比同窗口圆线低约三成。
- 结果:75A 下 $31\mu\text{H}$ 、温升 52K(限 55K)、耐压/局放通过,DVP 全项过。

匿名化说明 客户身份隐去,参数已匿名化并取整,但量级与工程逻辑与真实项目一致——这正是案例的价值:让你看到真实的设计-失败-修正过程。

1. 需求:客户给了什么

参数	要求(匿名化/取整)
应用	800V 平台 OBC · 单相图腾柱 PFC
功率	11 kW(额定)
开关频率 f_s	100 kHz(SiC)
电流	50 A rms · 75 A 峰值
感量要求	0A 下 $\geq 42\mu\text{H}$;75A 峰值下 $\geq 30\mu\text{H}$
DCR	$\leq 5.5\text{m}\Omega$
温升	$\leq 55\text{K}$ (50A rms,自然冷+风道)
绝缘	按 800V 平台加强绝缘,Hipot + 局放
环境	面向车规 Grade 1 方向($-40\dots+125^\circ\text{C}$)

表 1 — 客户需求(匿名化)

关键矛盾一眼可见:75A 峰值下还要 $\geq 30\mu\text{H}$ ——这是一个 DC bias 主导的设计,材料和匝数怎么配,决定成败。

2. 首版设计:为什么栽了

首版选了 Fe-Si 磁粉芯(高 B_{sat} 、成本优),单磁芯,按初始 $AL \approx 51 \text{ nH/T}^2$ 计算:要 $46 \mu\text{H}$, $N=30$ 匝。纸面完美,送样一测——75A 下感量只有 $\sim 21 \mu\text{H}$,离 $30 \mu\text{H}$ 差了三成。

失败的根源是把“初始感量”当成了“工作感量”。用磁场强度一算就明白:

工作点磁场强度: $H = 0.4\pi \cdot N \cdot I / l_e = 0.4\pi \times 30 \times 75 / 14.7 \approx 192 \text{ Oe}$

查 Fe-Si μ_r-H 曲线: 192 Oe 处剩余磁导率 $\approx 55\%$

实际感量: $L \approx 46 \mu\text{H} \times 0.55 \approx 25 \mu\text{H}$ (实测 $\sim 21 \mu\text{H}$,含公差) $\rightarrow$ 不达标

教训 磁粉芯的 DC bias 曲线不是“参考信息”,它就是设计输入。匝数必须由偏置后的感量反推,首版少算这一步,整版返工。

3. 修正版:叠磁芯 + 减匝

要在 75A 下保住感量,思路只有两条:①换更抗偏置的材料(High Flux,成本上去);②降低工作点 H 。我们选了后者——双磁芯叠加:

- **A_e 翻倍 $\rightarrow AL$ 翻倍:**同样感量目标,匝数从 30 降到 21。
- **H 随 N 下降:** $H = 0.4\pi \times 21 \times 75 / 14.7 \approx 134 \text{ Oe}$,剩余磁导率升到 $\sim 68\%$ 。
- **感量达标:** $L(75\text{A}) \approx 45 \mu\text{H} \times 0.68 \approx 31 \mu\text{H} \geq 30 \mu\text{H} \checkmark$

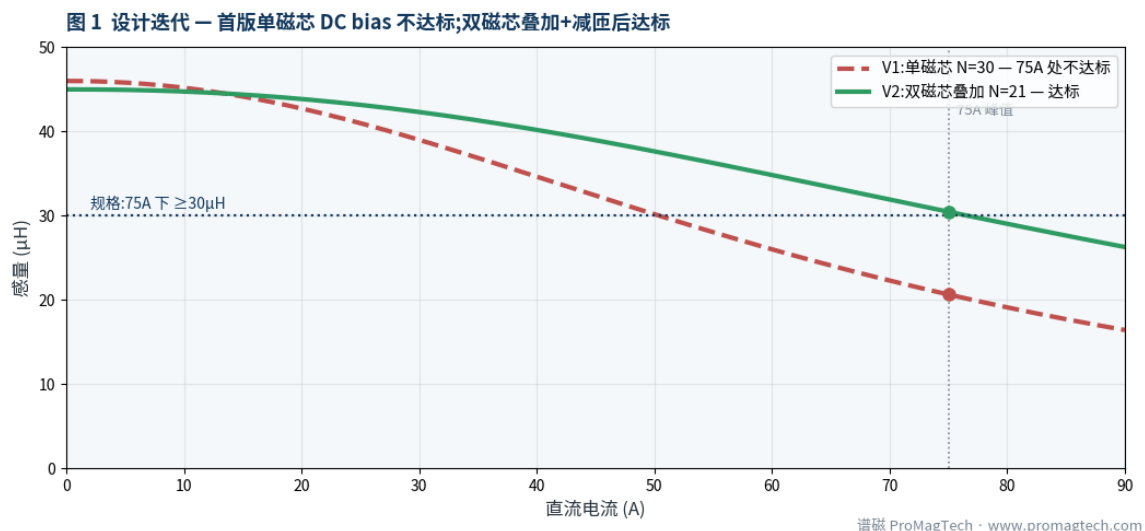


图 1 — 设计迭代: V1 单磁芯在 75A 塌到 $\sim 21 \mu\text{H}$; V2 叠磁芯+减匝后 $31 \mu\text{H}$ 达标。

绕组同步优化: 扁平线立绕($5 \times 1.6 \text{ mm}$), 21 匝绕双叠环上, DCR 实测 $4.9 \text{ m}\Omega$ (规格 $\leq 5.5 \text{ m}\Omega$)。相同窗口用圆线, DCR 估算要高约三成——扁平线的高铜填充在这种大电流场景是实打实的温升优势。

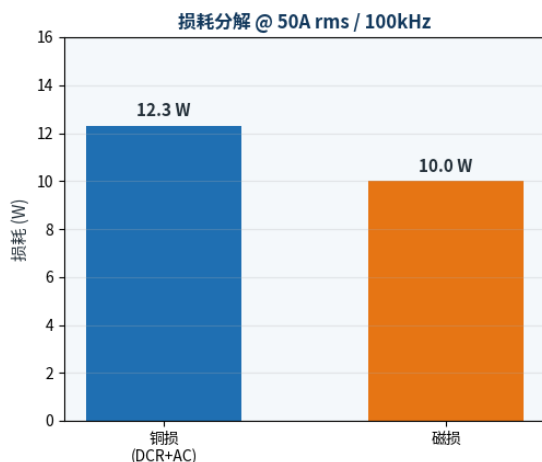
4. 损耗与温升: 数字对得上吗

50A rms / 100kHz 工作点的损耗核算(取整):



铜损: $P(\text{Cu}) = I_{\text{rms}}^2 \times \text{DCR} = 50^2 \times 4.9\text{m}\Omega \approx 12.3\text{ W}$
磁损: $\Delta B = L \cdot \Delta I / (N \cdot A_e) \approx 0.047\text{ T(pk-pk)} \rightarrow \text{查曲线} \approx 10\text{ W}$
合计: $\approx 22\text{ W} \rightarrow \text{实测温升 } 52\text{ K(限 } 55\text{ K, 自然冷+风道)} \checkmark$

图 2 终版(V2)送样验证结果



送样 DVP 结果(匿名化/取整)

项目	实测	规格	结论
感量 @ 0A	46 μH	$\geq 42\text{ }\mu\text{H}$	过
感量 @ 75A 峰值	31 μH	$\geq 30\text{ }\mu\text{H}$	过
DCR	4.9 m Ω	$\leq 5.5\text{ m}\Omega$	过
温升 @ 50A	52 K	$\leq 55\text{ K}$	过
耐压 / 局放	通过	通过	过

谱磁 ProMagTech · www.promagtech.com

图 2 — 终版损耗分解与送样 DVP 结果(匿名化/取整)。

5. 完整 DVP 结果

验证项	实测	规格	结论
感量 @ 0A	46 μH	$\geq 42\text{ }\mu\text{H}$	通过
感量 @ 75A 峰值	31 μH	$\geq 30\text{ }\mu\text{H}$	通过
DCR	4.9 m Ω	$\leq 5.5\text{ m}\Omega$	通过
温升 @ 50A rms	52 K	$\leq 55\text{ K}$	通过
Hipot 耐压	通过	按 800V 平台	通过
局部放电(PD)	通过	按加强绝缘	通过
批间一致性(试产)	$\pm 4\%$	$< \pm 7\%$	通过

表 2 — 送样 DVP 结果(匿名化/取整)

6. 三条带走的教训

- ① 匝数由偏置后感量反推:先算工作点 $H \rightarrow$ 查 μ 曲线 $\rightarrow$ 修正 $AL \rightarrow$ 再定 N 。首版就是漏了这步。
- ② 叠磁芯是被低估的杠杆: A_e 翻倍让匝数下降,同时把 H 和铜损一起压下来——比直接换贵材料常常更划算。
- ③ 扁平线在大电流下是温升保险:DCR 低约三成,直接换来温升裕度;800V 大电流 PFC 建议默认扁平线。



7. 常见问题(FAQ)

问 为什么不直接换 High Flux 材料?

答 可以,但成本上升明显。本案通过叠磁芯+减匝,用 Fe-Si 就把工作点 H 压进了可用区间,成本更优。若空间不允许叠芯,High Flux 才是首选。

问 数字是真实的吗?

答 是匿名化并取整后的工程值,量级与逻辑与真实项目一致。任何具体项目请以你的规格送样实测为准。

问 这个方法适用于其他功率等级吗?

答 适用。先算 H、查曲线、按偏置后感量定匝数的流程,对任何磁粉芯电感通用——11kW 还是 60kW 只是数值不同。

问 谱磁能提供同类打样吗?

答 能。给我们功率/拓扑/电流/感量/温升限,我们按本文流程做选型与打样,DVP 报告随样品交付。

8. 延伸阅读

本案例属谱磁《800V 高压功率磁件选型总纲》体系;方法论详见:

- [800V 高压功率磁件选型总纲\(Pillar 总图\)](#)
- [OBC PFC 升压电感选型\(选型方法论\)](#)
- [磁粉芯怎么选:Fe-Si / Sendust / High Flux / MPP\(材料\)](#)
- [AEC-Q200 与车规可靠性\(验证框架\)](#)
- [扁平线 vs 圆线电感怎么选\(绕组\)](#)
- [匿名案例:120V/40A/66kHz 扁平线电感\(姊妹篇\)](#)

9. 关于谱磁

深圳市谱磁科技有限公司(成立于 2013 年,深圳光明区)研发制造扁平线电感、平面变压器、共模电感与 PFC 电感,广泛用于 800V EV OBC 与直流充电、AI 数据中心电源、储能 PCS、光伏逆变与工业电源。

作者 / 审阅:张勇,电子工程师、谱磁科技创始人。

联系方式: 张勇 · +86 13267069291 · zyong@promagtech.cn · www.promagtech.com

最后更新:2026-07-16 · 版本 CN-1.0

© 2026 深圳市谱磁科技有限公司 版权所有。案例参数已匿名化/取整;具体项目以送样实测为准。