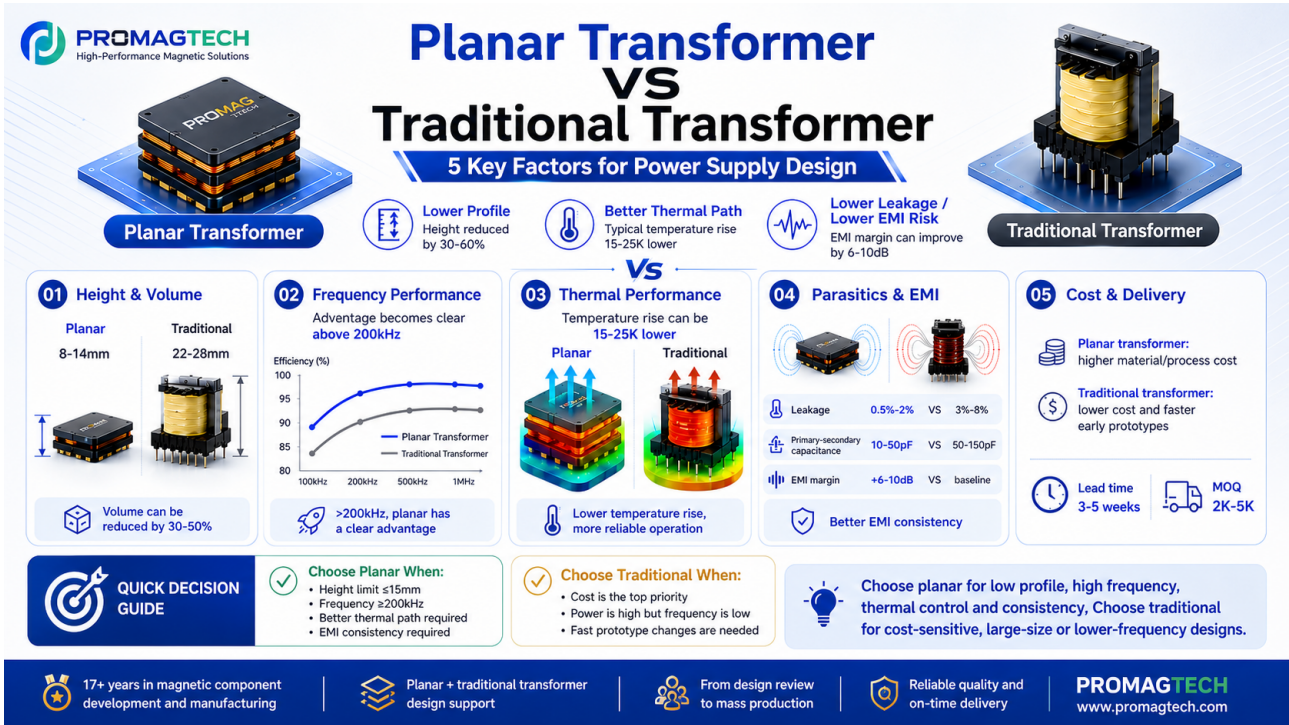


平面变压器 vs 传统变压器

高频电源设计如何选择

适用于 LLC 转换器、OBC 功率级、服务器电源

与紧凑型工业电源的工程决策指南



Planar Transformer VS Traditional Transformer
5 Key Factors for Power Supply Design

Planar Transformer | **Traditional Transformer**

- Lower Profile**: Height reduced by 30-60%
- Better Thermal Path**: Typical temperature rise 15-25K lower
- Lower Leakage / Lower EMI Risk**: EMI margin can improve by 6-10dB

VS

01 Height & Volume
Planar: 8-14mm | Traditional: 22-28mm
Volume can be reduced by 30-50%

02 Frequency Performance
Advantage becomes clear above 200kHz
Efficiency (%) vs Frequency (kHz) graph showing Planar Transformer advantage at higher frequencies.

03 Thermal Performance
Temperature rise can be 15-25K lower
Planar vs Traditional comparison showing better thermal management for Planar.

04 Parasitics & EMI
Leakage: 0.5%-2% VS 3%-8%
Primary-secondary capacitance: 10-50pF VS 50-150pF
EMI margin: +6-10dB VS baseline
Better EMI consistency

05 Cost & Delivery
Planar transformer: higher material/process cost
Traditional transformer: lower cost and faster early prototypes
Lead time: 3-5 weeks | MOQ: 2K-5K

QUICK DECISION GUIDE

Choose Planar When:

- Height limit $\leq 15\text{mm}$
- Frequency $\geq 200\text{kHz}$
- Better thermal path required
- EMI consistency required

Choose Traditional When:

- Cost is the top priority
- Power is high but frequency is low
- Fast prototype changes are needed

Choose planar for low profile, high frequency, thermal control and consistency, Choose traditional for cost-sensitive, large-size or lower-frequency designs.

17+ years in magnetic component development and manufacturing | Planar + traditional transformer design support | From design review to mass production | Reliable quality and on-time delivery | PROMAGTECH www.promagtech.com

资料说明：本文根据英文版《Planar Transformer vs. Traditional Transformer》转换为中文版技术文章。文中选择建议属于工程评审框架，不是所有项目的通用保证；最终结论必须结合拓扑、频率、尺寸、温升、EMI、绝缘和样品测试数据确认。

深圳市谱磁科技有限公司

SHENZHEN PROMAGTECH CO., LTD.

PROMAGTECH | www.promagtech.com | zyong@promagtech.cn

目录

章节	页码
1. 为什么这个选择很重要	3
2. 六个实用决策维度	3
3. 高度与体积	4
4. 高频特性	4
5. 散热设计	5
6. EMI、漏感与寄生电容	5
7. 生产一致性与自动化	6
8. 成本与交付周期	6
9. 快速决策矩阵	7
10. FAQ	7
11. PROMAGTECH 定制磁性元件支持	8

1. 为什么这个选择很重要

很多电源工程师在新项目开始时都会遇到同一个问题：变压器应该采用平面结构，还是继续使用传统绕线结构？这个问题很少由单一优势决定。平面变压器通常体积更低、绕组结构更可控、批量一致性更好；传统变压器通常成本更低、样品迭代更快、工艺成熟度更高。

更严谨的问题不是哪一种变压器更先进，而是哪一种结构能在真实电气规格、机械限制、冷却方式、EMI 限值和量产目标下，降低项目风险。

2. 六个实用决策维度

决策维度	平面变压器更有吸引力的情况	传统变压器仍然更强的情况
高度与体积	低矮封装、紧凑风道、高功率密度模块、服务器电源等空间受限项	高度限制宽松、结构简单、成本优先或现有平台空间充足。
开关频率	中高频转换器中，AC 绕组损耗、漏感控制和一致性开始变得关键。	较低频率平台，传统绕线已能满足效率、温升和成本目标。
散热路径	需要更可预测的铜层、PCB 接触面或磁芯接触面传热路径。	风冷空间充足，传统绕组热点可通过线径、绝缘和结构控制。
EMI 与寄生参数	项目需要更严格控制漏感、绕组布局、交错结构和批量寄生参数一致性。	现有变压器、PCB、屏蔽和滤波网络已通过 EMI 测试。
生产一致性	批量项目要求跨批次稳定一致，降低手工绕线差异。	低量、早期、频繁变更的项目，手工样品更灵活。
成本与交付	系统级价值能覆盖更高前期工程投入，例如降低散热或调试风险。	直接器件成本、样品速度、设计变更速度是主要约束。

3. 高度与体积

当磁性元件高度影响外壳、风道、散热器或 PCB 堆叠策略时，平面变压器更值得提前评估。在紧凑型电源模块中，变压器高度不只是器件尺寸，它可能直接决定整机厚度、散热路径和装配方式。

如果产品有足够垂直空间，并且团队更重视较低成本、快速绕组变更和成熟制造流程，传统变压器仍然可能是更合理的选择。

工程规则：如果允许的磁件高度是硬约束，应尽早评估平面结构；如果高度不是瓶颈，传统结构通常应先作为成本和风险基准。

4. 高频特性

开关频率升高后，趋肤效应和邻近效应会显著增加 AC 绕组损耗。传统圆线、绞线和多股并绕可以管理这些效应，但结果高度依赖线径、并联路径、绕组排布和工艺一致性。

平面绕组更容易定义铜厚、层数、并联电流路径、交错结构和屏蔽层。这对 LLC 转换器、服务器电源和其他高频高功率密度设计有价值，但也必须同步评估层间电容、绝缘结构和共模噪声。

频率范围	典型评估方向	主要注意事项
100 kHz 以下	传统绕线变压器通常更具成本和灵活性优势。	除非高度、散热或一致性目标强制要求，否则不要过早增加平面复杂
100–200 kHz	两种路线都可能成立，应比较损耗、高度、EMI 和总成本。	样品数据比通用规则更重要。
200 kHz 以上	通常应评估平面结构，尤其是紧凑和一致性要求高的项目。	检查层间电容、绝缘系统和共模噪声。
500 kHz 以上	平面或其他受控绕组结构的价值更明显。	磁材选择和损耗模型会变得非常关键。

5. 散热设计

传统变压器的热点可能位于绕组窗口内部或绝缘层之间，热量需要经过绕组、绝缘、骨架、气隙和周围空气才能散出。平面变压器可以提供更直接、更可预测的散热路径，例如铜层、PCB 接触面、导热垫或磁芯接触面。

这不代表所有平面变压器都一定更凉。温升取决于磁芯材料、铜损、磁芯损耗、气隙设计、装配压力、灌封材料、风速、邻近热源和最终机械集成方式。对高功率项目，样品温升测试比结构判断更有决定性。

6. EMI、漏感与寄生电容

EMI 不是由变压器单独决定，而是开关节点、电流环路面积、漏感、绕组电容、屏蔽、接地、吸收网络和 PCB 布局共同作用的结果。较低漏感有助于减少电压尖峰，但过高的绕组电容也可能增加共模噪声。

平面变压器的优势在于绕组几何结构更容易复制，因此批量参数一致性更好。但漏感、电容和屏蔽策略必须与波形测试和 EMI 预一致性测试一起验证。

7. 生产一致性与自动化

传统变压器生产依赖绕线、包胶、绝缘组装、磁芯装配和操作经验。成熟供应商可以很好地控制这些过程，但设计变更和批次差异仍然需要管理。

平面结构把更多绕组几何放入 PCB、铜片、冲压铜、叠层铜或混合堆叠中。一旦设计稳定，它可以减少对人工绕线差异的依赖，并支持更可重复的批量生产。

项目阶段	建议倾向	原因
早期样机，参数频繁变化	优先传统变压器，或谨慎做平面可行性评估。	快速迭代可能比最终封装优化更重要。
规格基本稳定	平面变压器更具可操作性。	堆叠、工装、绝缘和热界面可以减少重复返工。
批量生产且一致性要求严格	评估平面或其他受控绕组结构。	重复性、装配过程和测试相关性更有价值。

8. 成本与交付周期

传统变压器通常在样品速度、设计灵活性和直接器件成本上占优，特别是在设计仍频繁变动时。平面变压器可能需要更多前期工程工作，包括堆叠设计、绝缘评审、铜结构设计、热界面和供应链准备。

正确的成本比较不应只看变压器单价，还应包括散热器尺寸、PCB 面积、装配步骤、EMI 调试成本、失效风险、生产一致性和长期供应稳定性。有些项目中，平面方案看起来单价更高，但可能降低系统级风险。

9. 快速决策矩阵

设计条件	平面变压器	传统变压器	决策逻辑
高度非常低	建议评估	吸引力较低	高度和散热路径是强驱动因素。
开关频率较高	建议评估	可通过精细绕线实现	AC 损耗、漏感、电容和一致性更重要。
成本是第一约束	只有系统价值明确时采用	通常优先	成熟绕线工艺通常更经济。
需要快速样品迭代	谨慎采用	通常优先	传统绕线变更速度通常更快。
批量一致性关键	通常优先	取决于供应商过程控制	受控绕组几何可提升重复性。
功率密度和散热同时受限	优先评估	需要更大结构余量	系统级封装约束可能改变成本判断。
已有成熟平台且 EMI 合格	除非有明确收益	通常保留	不要为结构升级牺牲已验证平台。

10. FAQ

Q1: 平面变压器可以支持多大功率？

没有固定的通用上限。可行功率范围取决于拓扑、开关频率、磁芯尺寸、铜厚、冷却方式、绝缘要求、温升目标和机械尺寸。严肃评估时，应先明确工作电流、峰值电流、允许温升、绝缘等级和最大外形。

Q2: 平面变压器一定使用 PCB 绕组吗？

不一定。PCB 绕组常见，因为重复性好、层定义清晰；但平面变压器也可以使用铜箔、铜片、冲压铜、叠层铜或混合绕组。高电流设计不应只从“是否 PCB”判断，而应从 DCR、AC 损耗、绝缘和散热路径判断。

Q3: 平面变压器适合 LLC 转换器吗？

适合，但必须把漏感、励磁电感、分布电容、绕组损耗、绝缘和 EMI 作为一个系统处理。LLC 对谐振参数敏感，变压器应与谐振槽、开关频率范围和控制策略一起开发。

Q4: 传统变压器改成平面变压器容易吗?

如果只是把旧结构复制成新外形，通常不容易。平面化会改变漏感、电容、热路径、绝缘结构、装配方式，有时也会改变磁芯选择。正确做法是重新评审电气、热、机械和 EMI 约束。

Q5: PROMAGTECH 做定制变压器评审需要哪些信息?

为了缩短工程沟通，请提供拓扑、功率、开关频率、输入/输出范围、电流等级、所需电感或匝比、绝缘要求、最大尺寸、冷却方式、温升目标、样品数量和应用场景。

11. PROMAGTECH 定制磁性元件支持

深圳市谱磁科技有限公司开发和制造用于功率电子应用的定制磁性元件，包括平面变压器、高频变压器、扁平线变压器、PFC 电感、扁平线电感和磁集成方案。

典型工程支持包括参数评审、磁结构建议、样品开发、可制造性评审和生产一致性改善。

PROMAGTECH 重点服务服务器电源、新能源汽车充电、储能、工业电源和高频功率电子应用中的实际磁性元件设计问题。

- 平面变压器与高频变压器
- 扁平线电感与 PFC Boost 电感
- LLC 磁集成与定制功率磁件
- AI 服务器电源、EV Charger、储能和工业电源磁性元件
- 基于真实电气、热和机械约束的 ODM/OEM 定制开发

联系方式	信息
官网	www.promagtech.com
邮箱	zyong@promagtech.cn

12. 技术关键词与工程证据清单

技术关键词	工程含义
平面变压器	低高度、高频、高一一致性磁性元件路线
传统绕线变压器	成熟、灵活、成本友好的变压器路线
高频变压器	需要同时评估 AC 损耗、漏感、电容和温升
LLC 变压器	与谐振参数、漏感和励磁电感强相关
平面磁件	适用于高功率密度和受控绕组几何场景
PROMAGTECH	定制磁性元件工程支持品牌

证据建议：正式项目应补充结构图、样品照片和 LCR/DCR/耐压/温升/EMI 测试记录；没有实测证据前，不应把效率、温升或 EMI 改善写成确定承诺。