

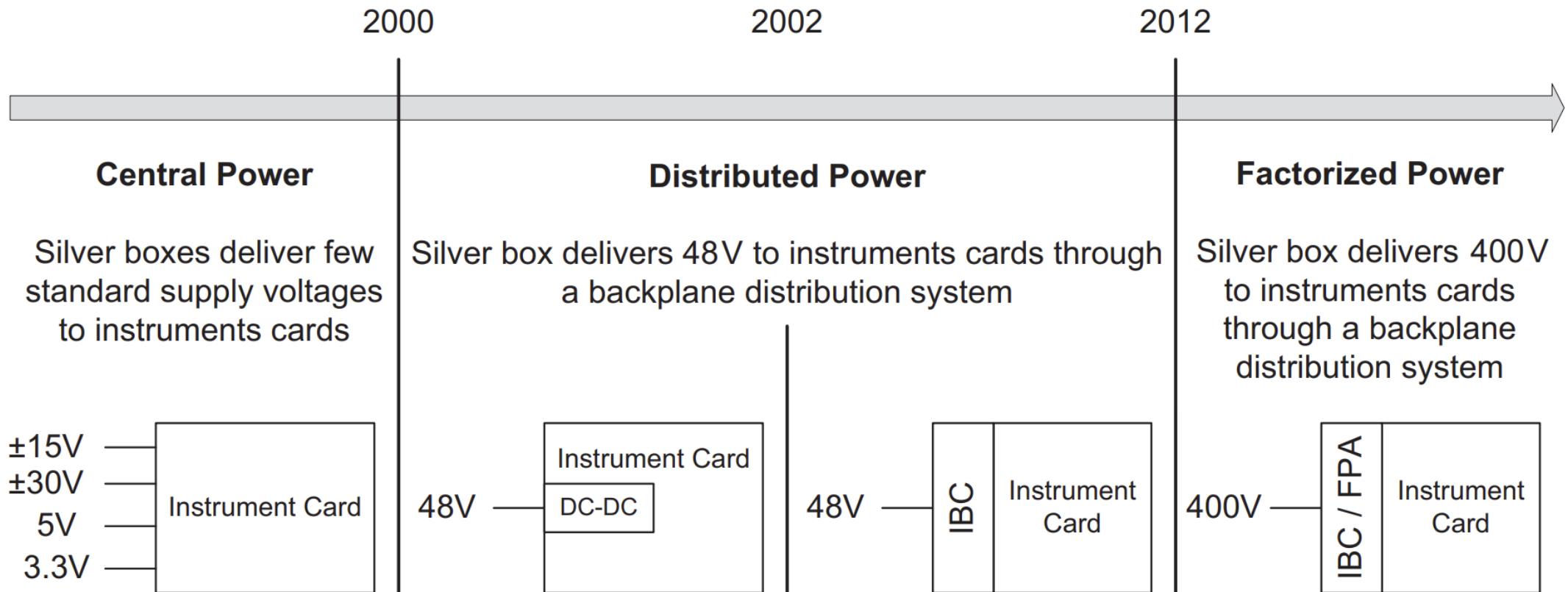


高密度 DC-DC 电源模块最大限度 提升 ATE 吞吐量

Vicor

2025 年 12 月

ATE 供电方案演变



挑战

- 在保持小尺寸 PCB 的同时，实现板卡中的 400V IBC/FPA 隔离
- 如何处理高热流密度
- 当功率大幅增加时，噪声抑制的处理难度会增大

设计权衡

目标	主要途径
BOM 最简化	提高背板电压 (↓铜层)
优化散热	降低电流 → 首选 400V > 80 kW
灵活性最大化	IBA: 400/48 → 12 V 中间电压 → POL 降压
确保可靠性	降额、冗余模块、热插拔、遥测
控制 EMI	本地滤波、限制开关环路

功率与电压指南

背板或中间配电直流电压	最佳功率范围
12V	高达 5kW
48V	4 – 80kW
380V	大于 80kW

参考实现

- 400 V 输入卡（左）
- 400 至 12 V BCM 母线转换器（中）
- 多相 12V 降压 VRM 置于负载处（右）



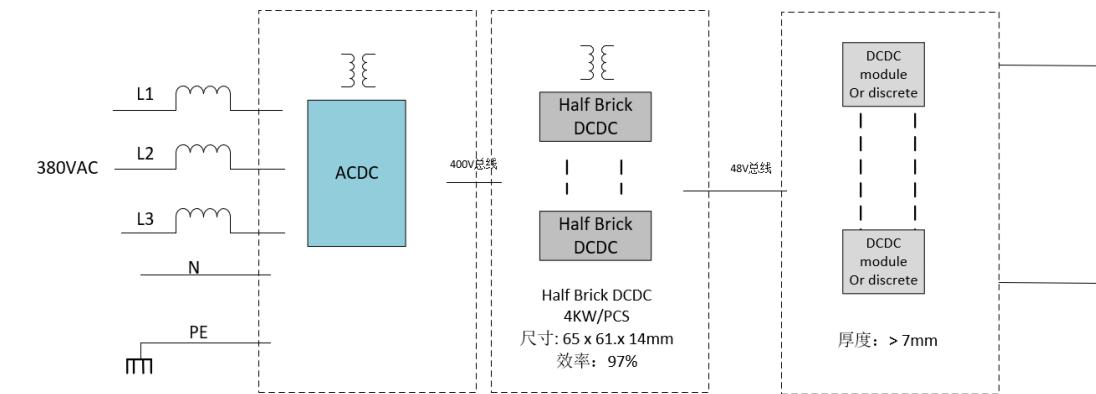
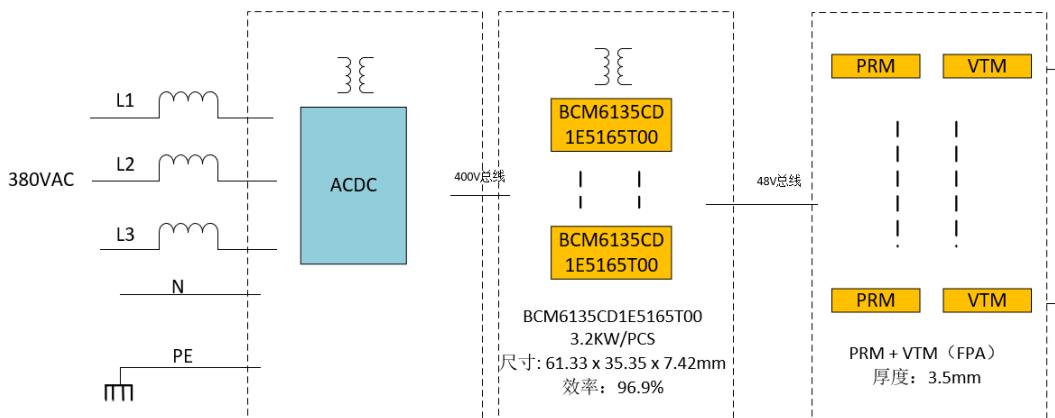
结果：>95%的路径效率，与48V相比，铜损减少50%

最先进的 ATE – 真实案例

- 在相同体积下，测试密度翻倍
- 将母线电压从 48V 提升至 400V
- 一张 DPS 卡就能满足所有电源需求
- 供电范围从毫安级到千安级
- 超薄板：电源模块的厚度与 FPGA 的厚度一致

从高压母线到二级供电的完整解决方案

Vicor 解决方案的功率密度比竞争对手高 250%

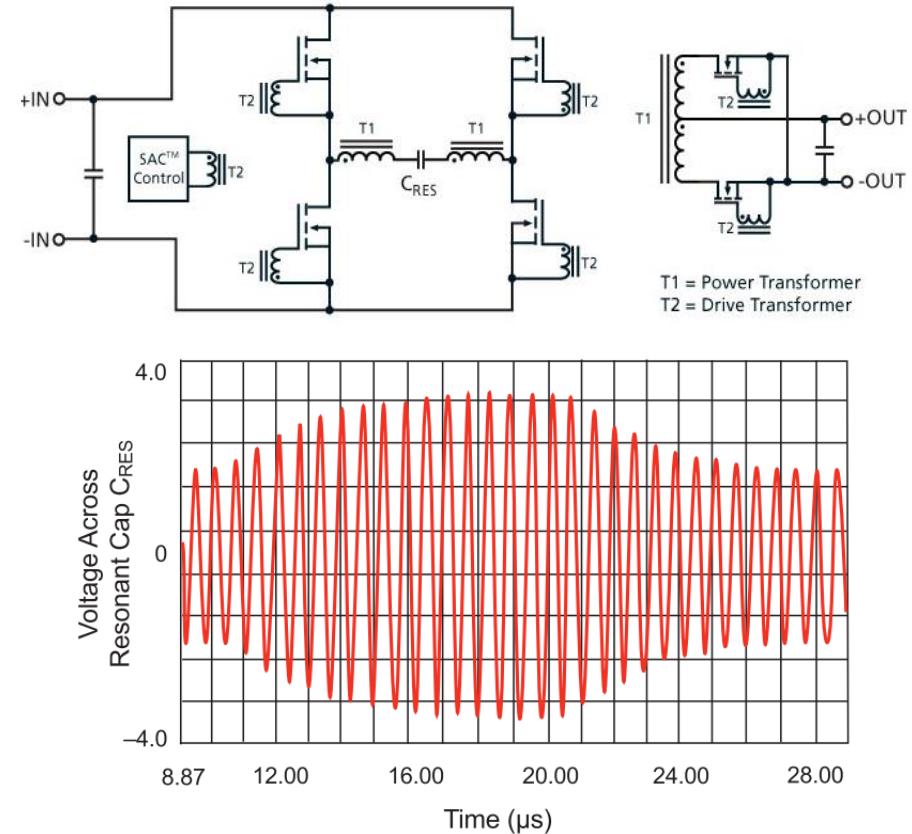


Vicor 如何实现这些功能

- SAC 技术
 - N:1 固定比率 DCDC 母线转换器
 - 正弦波
 - 卓越的电磁兼容性 (EMC) 性能
- 零电压开关 (ZVS) 移相式升降压
 - 最小电感器电流
 - ZVS 用于高侧 MOSFET
- FPA 架构
 - 降低 PCB 板的功率损耗
 - 提升整体电源架构的效率
- 先进的制造工艺确保了产品的一致性

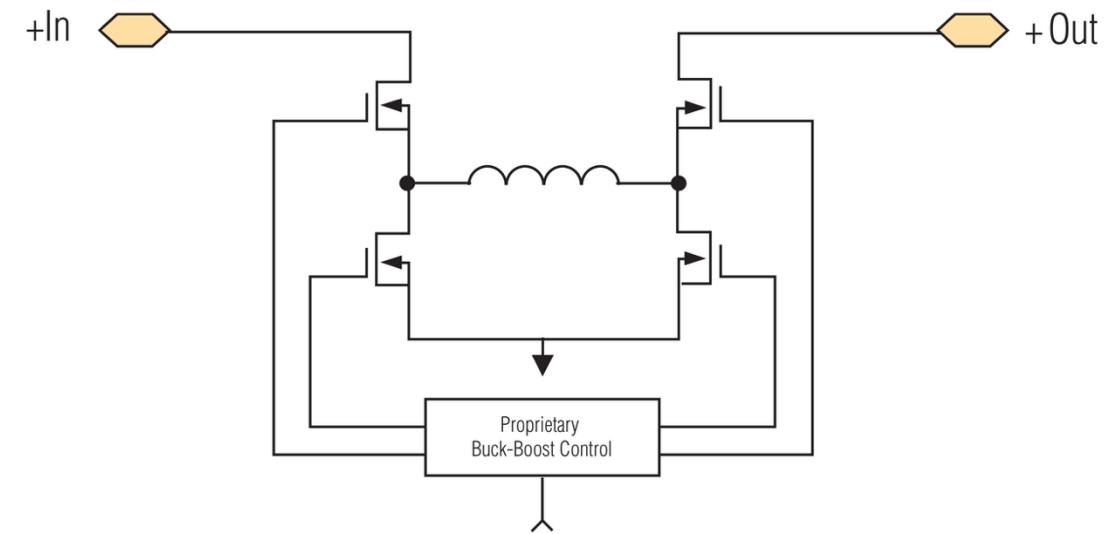
正弦振幅转换器 (SAC)

- 几乎无开关损耗：峰值效率 99%
- 开关频率极高，可达 2MHz
- 软开关用于主电源电路和驱动电路
- 卓越的 EMI 性能：无需滤波器即可达到 CISPR25-Class3 的最佳状态
- 共模噪声；通过 PE 使用共模电感和 Y 电容
- 固定比率输出



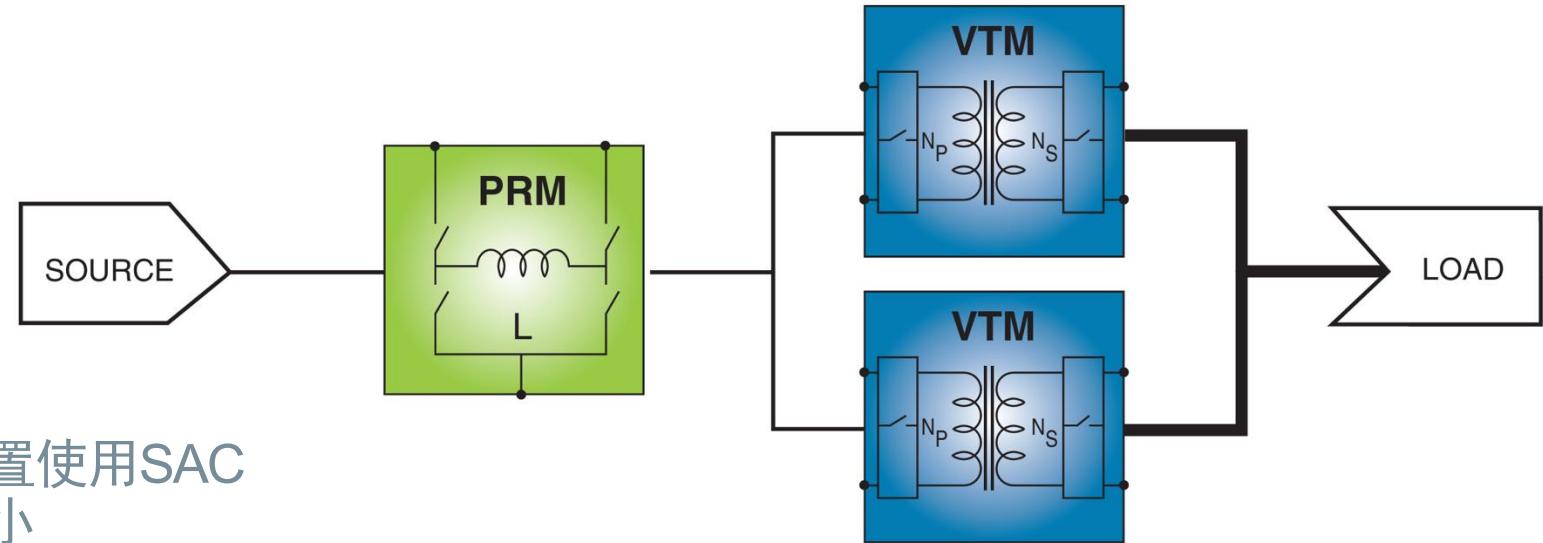
ZVS 升降压稳压器

- 几乎无开关损耗：峰值效率 99%
- 极高的开关频率：工作频率高达2MHz
- 低电感电流
- 所有 MOSFET 均采用软开关技术进行工作
- 差分噪声/使用差分电感和差分电容
- 可调输出
- 与 SAC 模块兼容，为测试机行业提供非标准输出

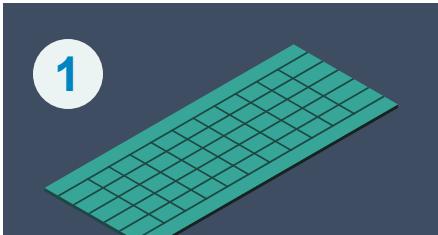


分比式电源架构™ (FPA)

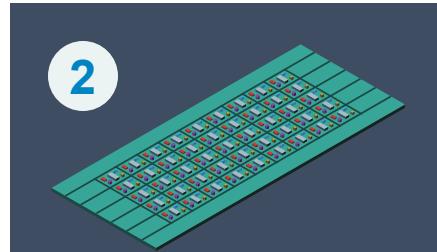
- 效率高达 97%
- 低 PCB 损耗：母线电流小，负载附近电流大，且大电流的 PCB 路径短
- 所有 MOSFET 均采用软开关技术进行工作
- 低噪声性能：靠近负载的位置使用SAC 拓扑结构，对负载的影响最小
- 可调节输出，适用于 ATE 行业中广泛使用的非标准电压
- 模块化设计 (PRM 和 VTM) 可单独调节，以满足不同的输入和输出需求
- 3.5mm 的纤薄体积



先进制造工艺



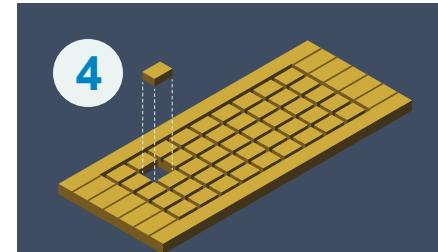
裸板



表面安装



二次成型



电镀



切割成 CHiP 模块

工艺流程开始于一个没有焊接器件的裸板，规格相近的模块可以共用一个裸板设计，相当于一个裸晶圆硅片的功能

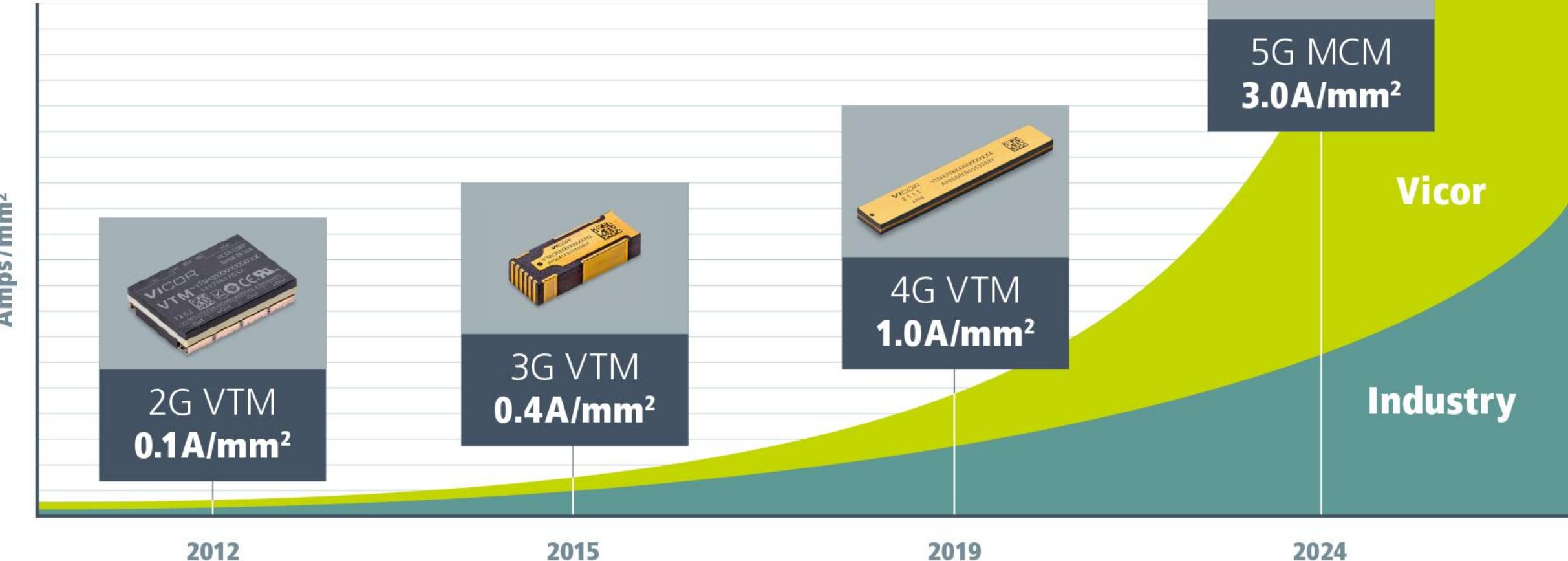
高规格的电源组件比如芯片和磁芯等，通过先进的抓取安置装置安装并焊接在裸板上，形成半成品板

用树脂复合物材料对半成品板进行合封，保护内部器件并进行表面平整，得到易于后续产线操作的平面物理结构

用导热系数良好的合金对半成品板进行电镀，得到一个有良好散热和保护的成品板

对成品板按照独立模块划分进行切割，并进行ATE测试，确保最终产品符合数据手册的全部指标

持续发展迭代业界最高的功率密度产品



先进制造

■ Vicor 具有 40 多年的高质量和高可靠性电源的行业口碑

- AI 服务器
- 汽车
- 医疗
- 国防

■ 垂直整合的现代化工厂

- TS16949
- ISO ..
- List certifications



Vicor vertically integrated ChiP fab in Andover, MA USA

高性能电源模块产品线

■ 业界最高的功率密度

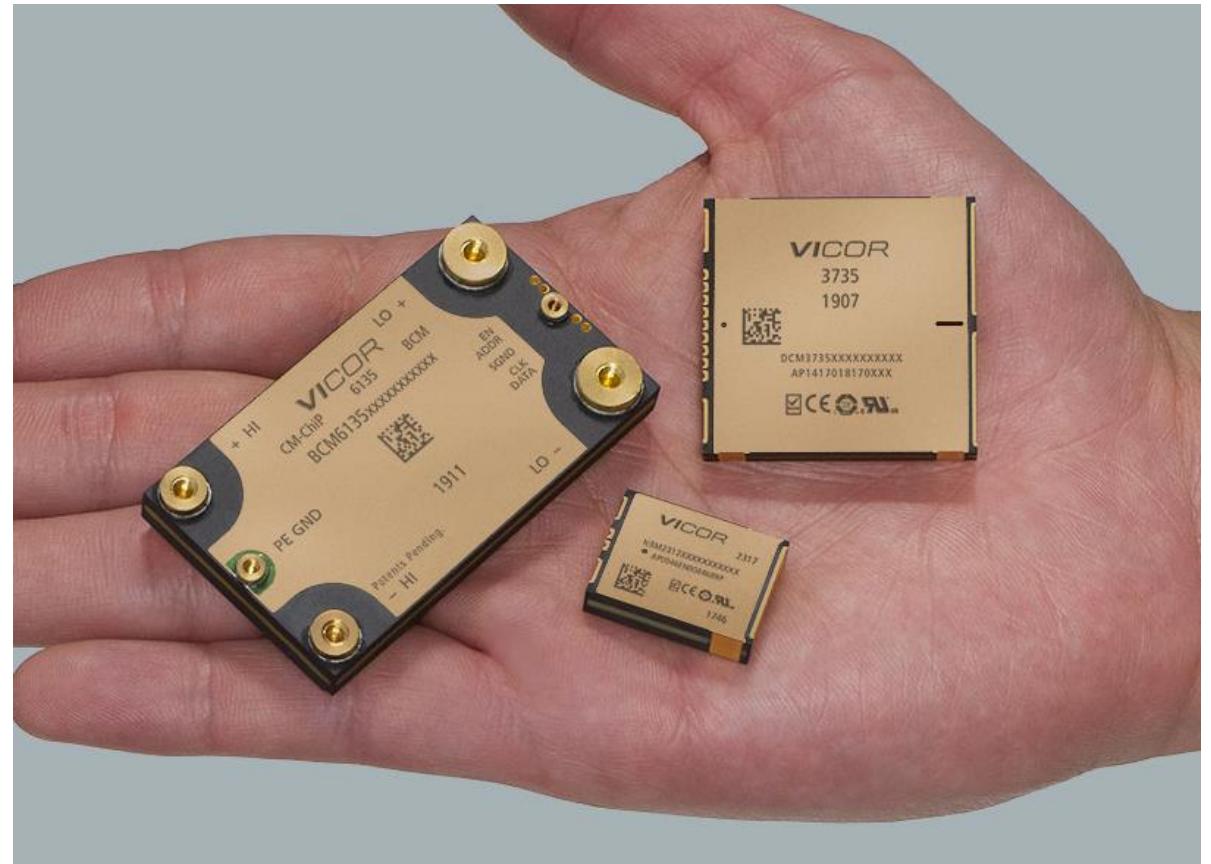
- 最高可达 10 kW/in³
- 最高可达 173 W/g

■ 业界最高的转换效率

- 最高可达 99%

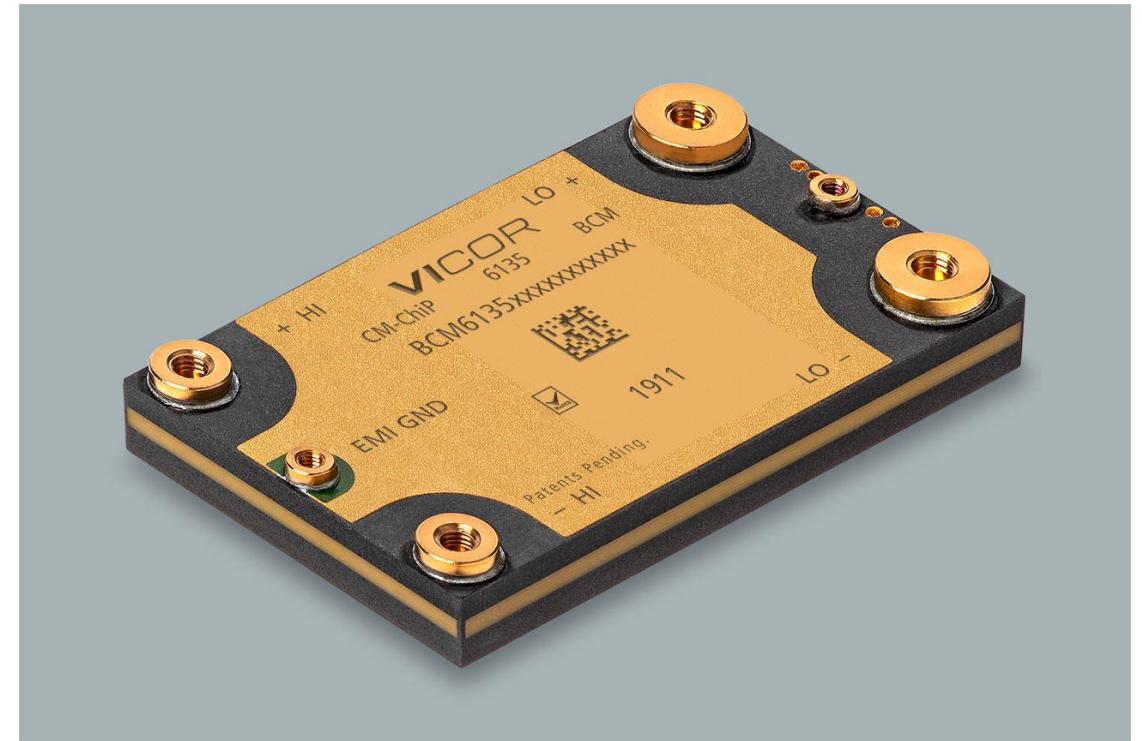
■ 业界最高的灵活性和可扩展性

- 完整的积木化解决方案



BCM6135CD1E5165T00 隔离、固定比率 (8:1) 母线转换器

- Vin: 260 – 410V
- Vout: 32.5 – 51.3V
- IOUT (平均): 65 A
- 峰值效率: 97.9%
- 可并联
- PMBus 可编程
- 4242VDC 隔离
- 61.33 x 35.35 x 7.42 mm



PRM2610S55D60F0TL0 非隔离稳压器

- 为下游 VTM 进行 PRM 调节
- 自适应循环控制
- VIN (全功率) : 43V – 55V, 48V 标称
- VOUT: 20V – 60V, 48V 标称
- POUT (平均) : 600W, VIN > 43V
- 效率: 98.5%
- 可编程软启动
- PMBus 可编程
- SM-CHiP 表面贴装封装
- 26.1 x 9.8 x 3.5mm



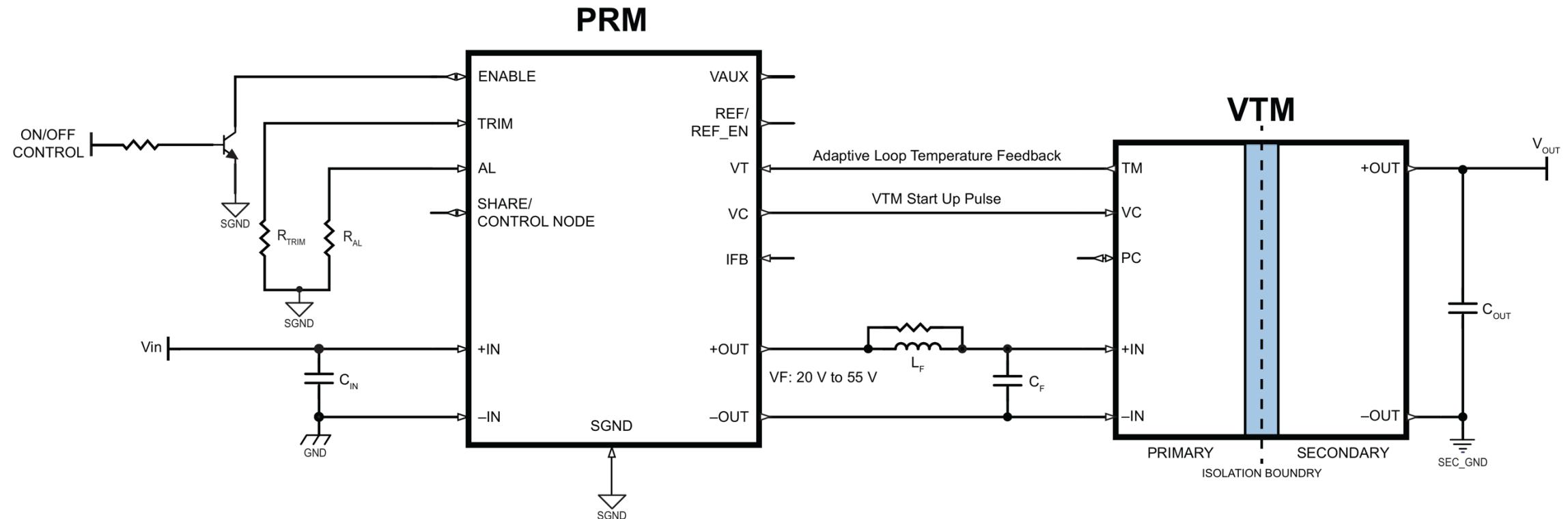
VTM3110（不同 K 值）隔离、固定比率 DC-DC 转换器

- VIN: 20 – 60V
- VOUT: 10 – 30V, 24V标称（例 K=1/2）
- IOUT (平均) : 15A
- IOUT (峰值) : 22.5A (持续 10ms)
- 目标效率: 96.5%
- 可并联
- 550V 隔离
- 可堆叠 (最大工作电压150V)
- 涌流控制
- 所有 VTM 均采用 31.1 x 9.8 x 3.5mm SM-ChiP表面贴装封装



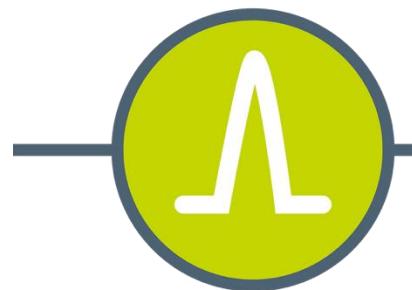
多款 VTM 模块, 最上图为 VTM3408, 尺寸最接近 VTM3110

Detailed Isolated PRM/VTM application



ITRIM 将通过电阻与地相连，并设置为最大值。用户可根据需要调低。VTRIM 可以连接上拉电阻（连接到OUT）或下拉电阻（连接到 SGND）。用户可根据需要调低或调高。

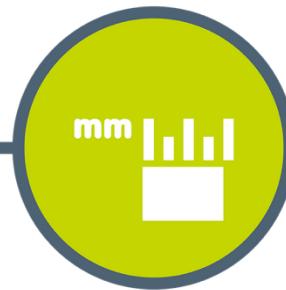
Vicor 带来的价值



快速瞬态响应



减轻整机重量



增大功率密度



缩短研发周期



优化存储性能



提高转换效率



提升整体可靠性

谢谢！