

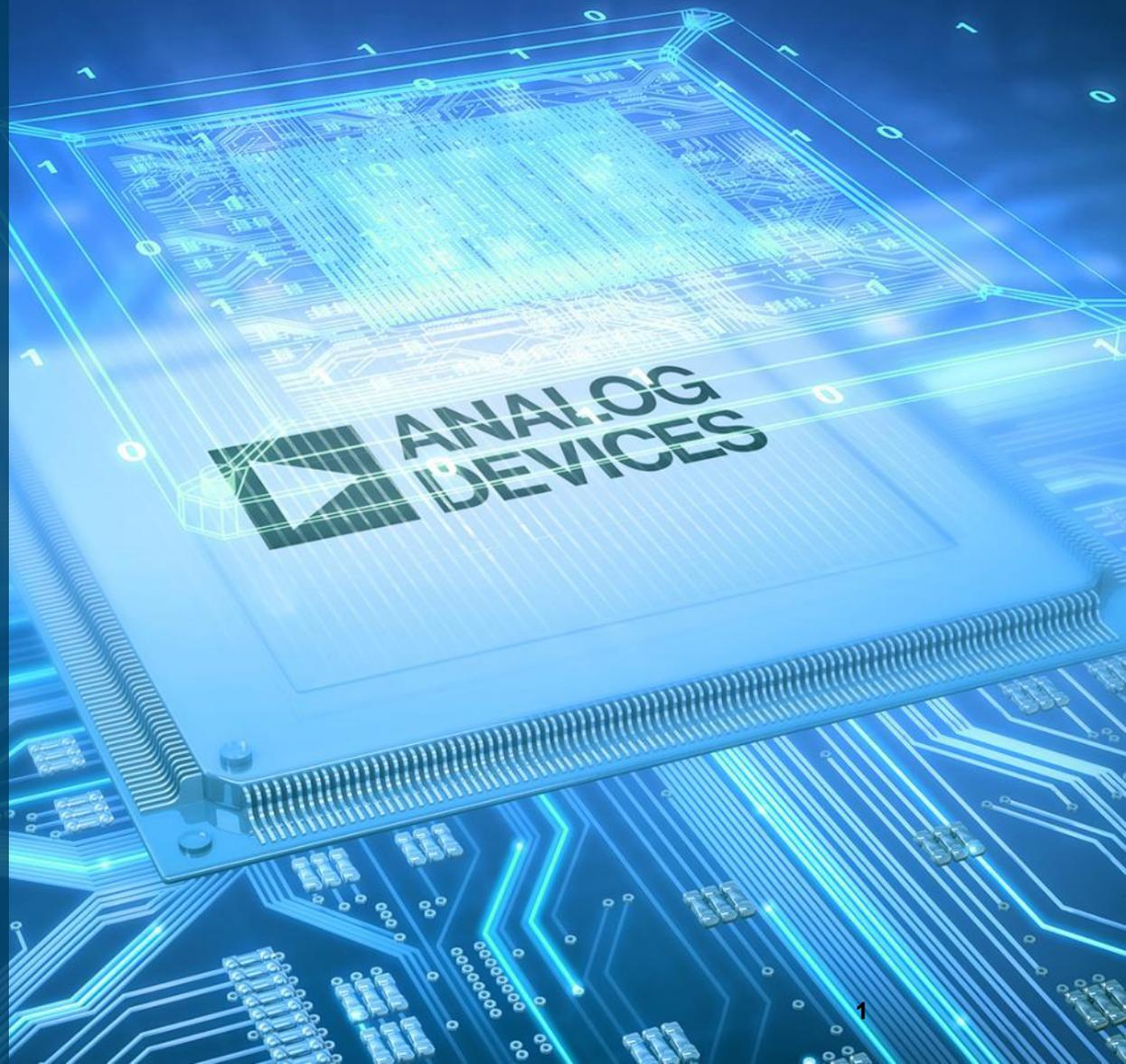


AHEAD OF WHAT'S POSSIBLE™

# 通过微型模块产品简化电源设计

TONY ARMSTRONG

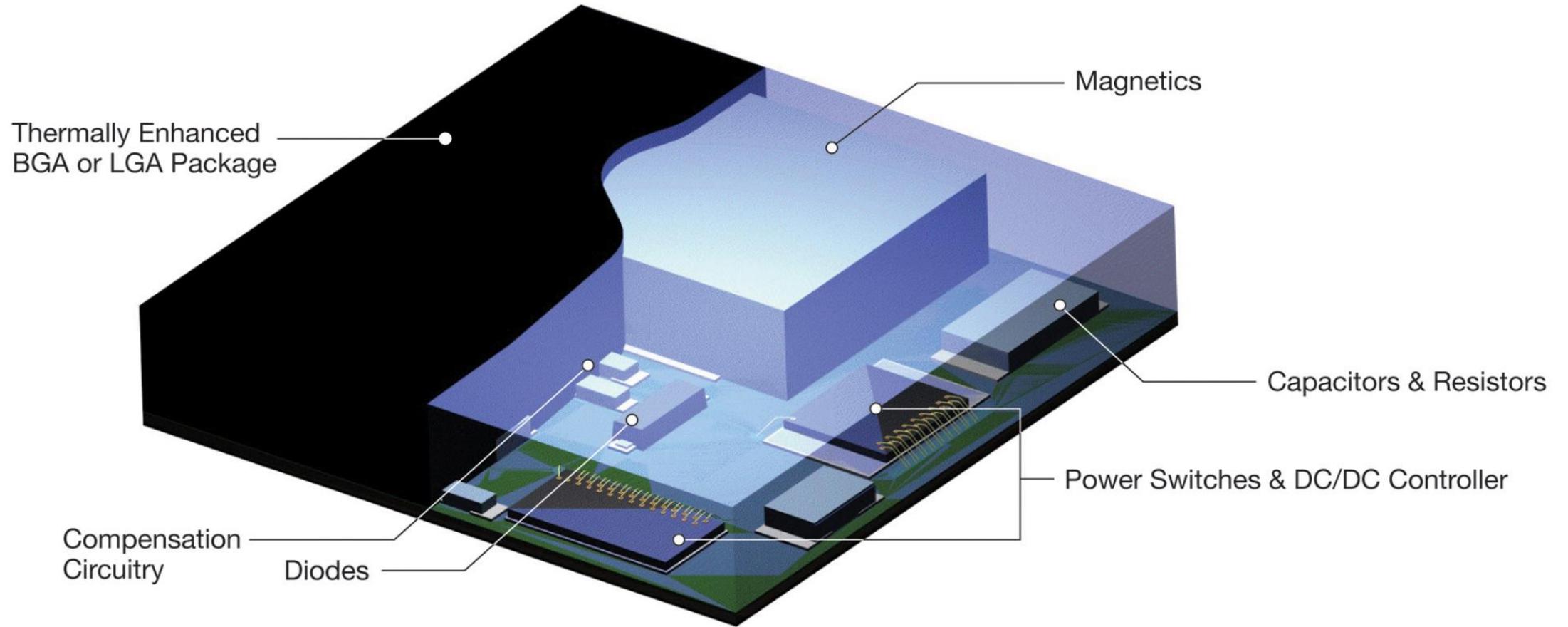
电源产品营销总监



# 今日议程

- ▶ 什么是 $\mu$ Module电源产品?
- ▶ 我们要解决的问题是什么?
- ▶ 质量和可靠性
- ▶  $\mu$ Module封装趋势
- ▶ 热性能
- ▶ 产品系列总览
  - 0至15A $\mu$ Module稳压器
  - 25A至100A+  $\mu$ Module稳压器
  - 超薄 $\mu$ Module稳压器
  - 双路、三路和四路输出 $\mu$ Module
  - 组件封装 (CoP)
- ▶ 为VLSI Digital供电及参考设计
- ▶ PMBus  $\mu$ Module稳压器

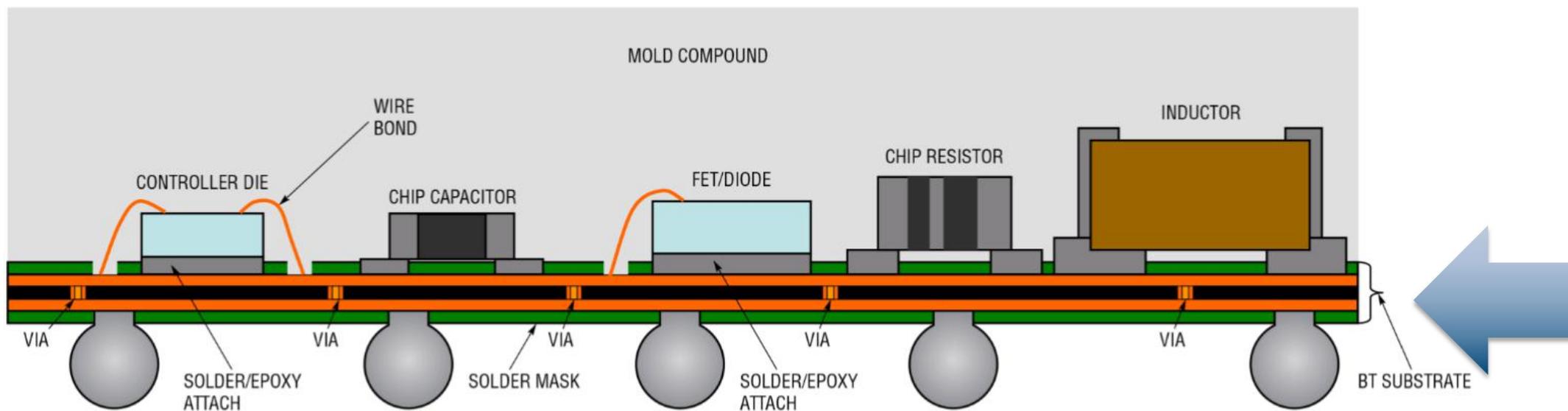
# 什么是 $\mu$ Module产品?



# μModule架构优势：多层衬底

## μModule™ BGA Package Construction

(Not To Scale)

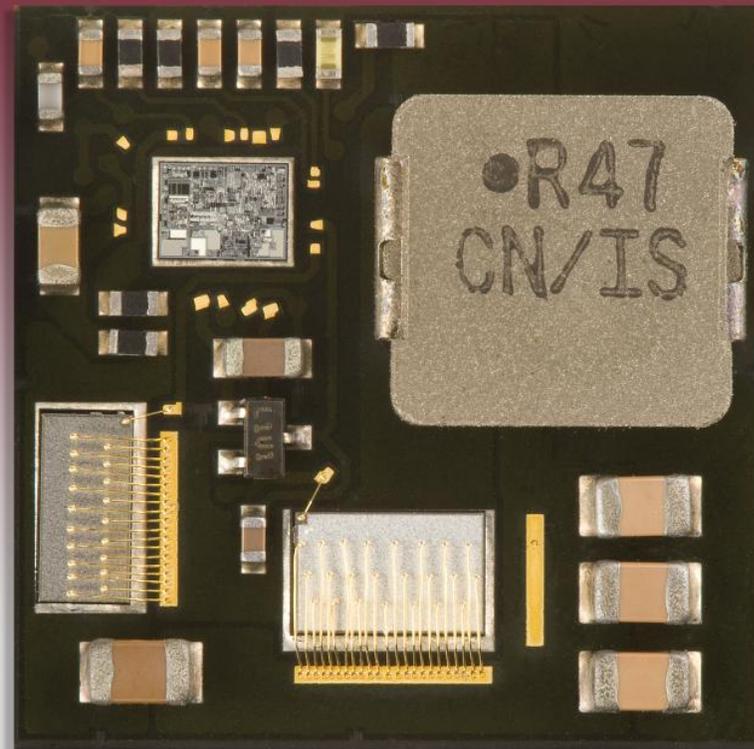


BT是缩写，全称为：Bismaleimide-Triazine

(发音：Biz-mal-ale-ide Tri-a-zine)

# 我们要解决的问题是什么？

- ▶ 开关模式电源设计专家越来越少
- ▶ 可用PCB面积很宝贵
- ▶ 给定空气流量下，随着电路板密度增大，散热约束设计变得越来越复杂
- ▶ 产品上市时间压力越来越大



 LINEAR  
TECHNOLOGY

LTM4600: 15mm x 15mm x 2.82mm LGA

# 我们要解决的问题是什么？

▶ 开关模式电源设计专家在减少

▶ 有学位工程师(BSEE)的全球平均年龄为57岁。[资料来源：EDN]。

▶ 这些工程师最关心的三个问题是：

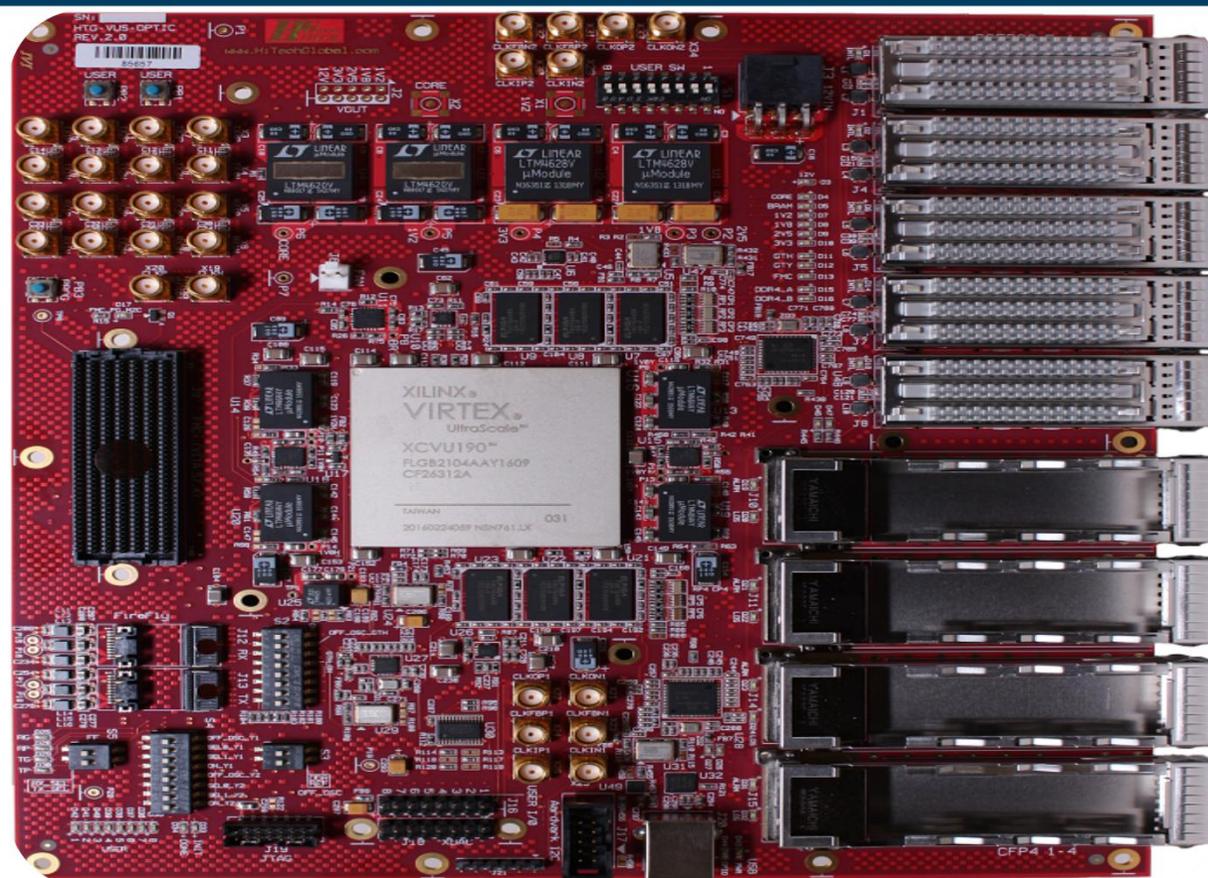
#1：没有足够的人来完成工作

#2：为我的设计寻找最佳器件

#3：产品上市时间压力

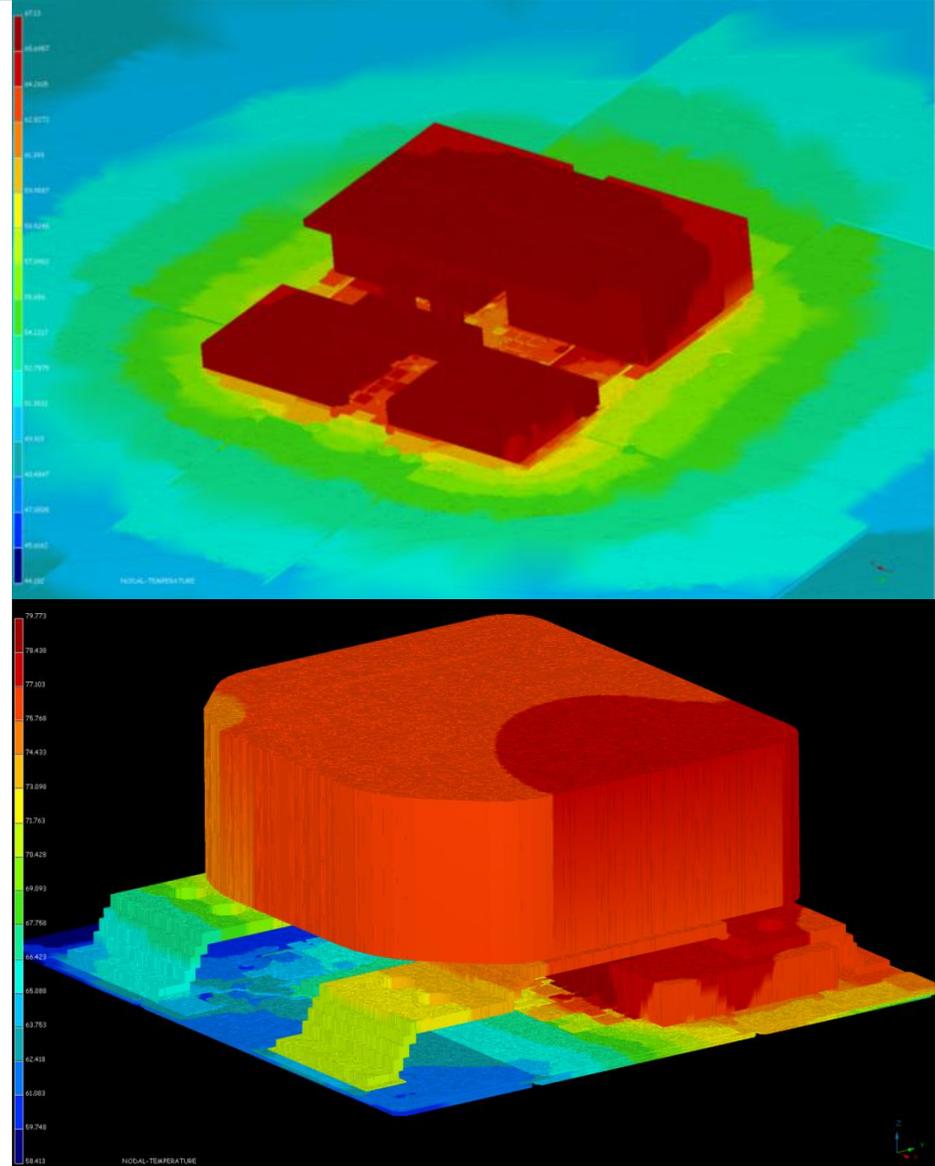
# 我们要解决的问题是什么？

- ▶ 可用PCB面积很宝贵
- ▶ 要求系统设计人员在不断缩小的外形尺寸中增加PCB功能和密度



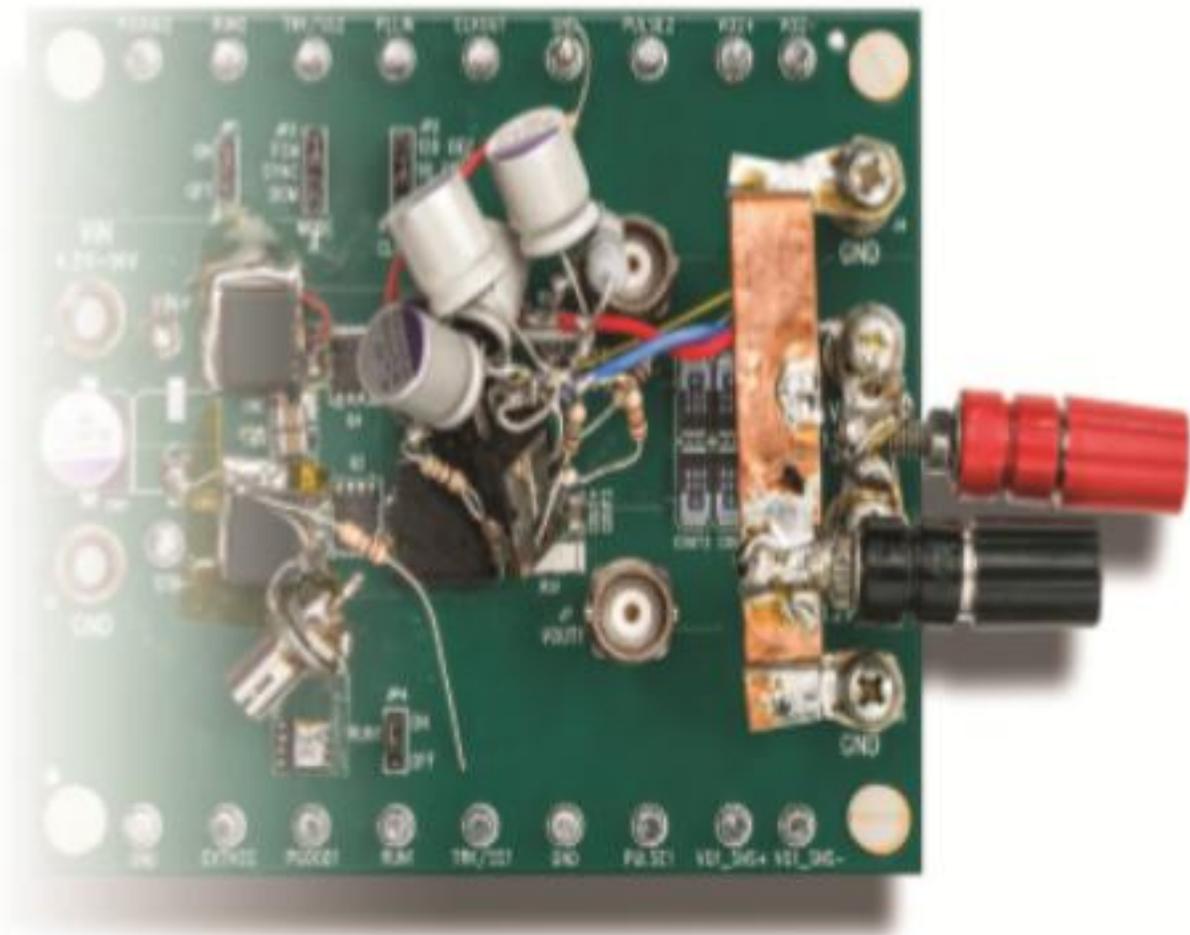
# 我们要解决的问题是什么？

- ▶ 给定空气流量/散热量下，随着电路板密度增大，散热约束设计变得越来越复杂



## 我们要解决的问题是什么？

- ▶ 当今的产品上市时间压力越来越大
- ▶ 当电源产品要在不到一个月的时间内进行大规模生产时，谁还有时间去设计和调试电源呢？
- ▶  $\mu$ Module提供经过验证的“简单且成熟”的电源转换解决方案。
- ▶ 再也不用深夜在实验室中调试电源！



# 电源μModule产品的质量和可靠性

- 22,175,000次周期供电测试
- 5,071,000小时高温工作寿命
- 板上安装温度循环次数  
2,118,000 (-40°C至125°C)  
高温烘烤次数 (器件小时数)  
43,605,000 (150°C)
- 25,046,000次温度循环-65°C至150°C
- 16,439,000次热冲击-65°C至150°C
- FIT率: < 0.4
- 还有更多数据发布在网上

- 第二代封装与制造
- 多来源衬底和元件供应商
- 芯片库

## Reliability Data Report Report Number: R504

Report generated on: Thu Jan 19 17:03:24 PST 2017

TEMP CYCLE FROM -55 TO 125 DEG C					
PACKAGE TYPE	SAMPLE SIZE	OLDEST DATE CODE	NEWEST DATE CODE	K DEVICE CYCLES	No. of FAILURES
BGA 06X06	883	1245	1527	476	0
BGA 09X11	307	1414	1532	349	0
BGA 15X09					
BGA 11X15					
BGA 15X15					
BGA 16X16					
LGA 06X06					
LGA 15X09					
LGA 11X15					
LGA 15X15					
LGA 16X16					
Totals					

OPERATING LIFE TEST					
PACKAGE TYPE	SAMPLE SIZE	OLDEST DATE CODE	NEWEST DATE CODE	K DEVICE HRS (+125°C) <sup>1</sup>	No. of FAILURES <sup>2,3</sup>
BGA 06X06	271	1206	1338	271	0
BGA 15X06	306	1228	1306	306	0
BGA 15X15	911	1141	1428	834	0
BGA 16X16	306	1324	1533	306	0
LGA 06X06	154	1430	1449	154	0
LGA 15X09	788	0634	0843	788	0
LGA 15X15	2448	0452	1223	2297	0
LGA 16X16	153	1233	1247	115	0
Totals	5,337			5,071	0

HIGHLY ACCELERATED STRESS TEST AT +130 DEG C / 85% RH					
PACKAGE TYPE	SAMPLE SIZE	OLDEST DATE CODE	NEWEST DATE CODE	K DEVICE HRS (+85°C) <sup>4</sup>	No. of FAILURES
BGA 06X06	201	1337	1527	771	0
BGA 09X11	305	1414	1532	961	0
BGA 15X09	1149	1306	1525	3998	0
BGA 15X15	958	1235	1530	2563	0
BGA 16X16	1258	1334	1535	3102	0
LGA 06X06	689	1338	1524	2497	0
LGA 15X09	77	1502	1502	147	0
LGA 15X15	3591	0645	1544	10130	0
LGA 16X16	434	1248	1447	813	0
Totals	8,662			25,082	0

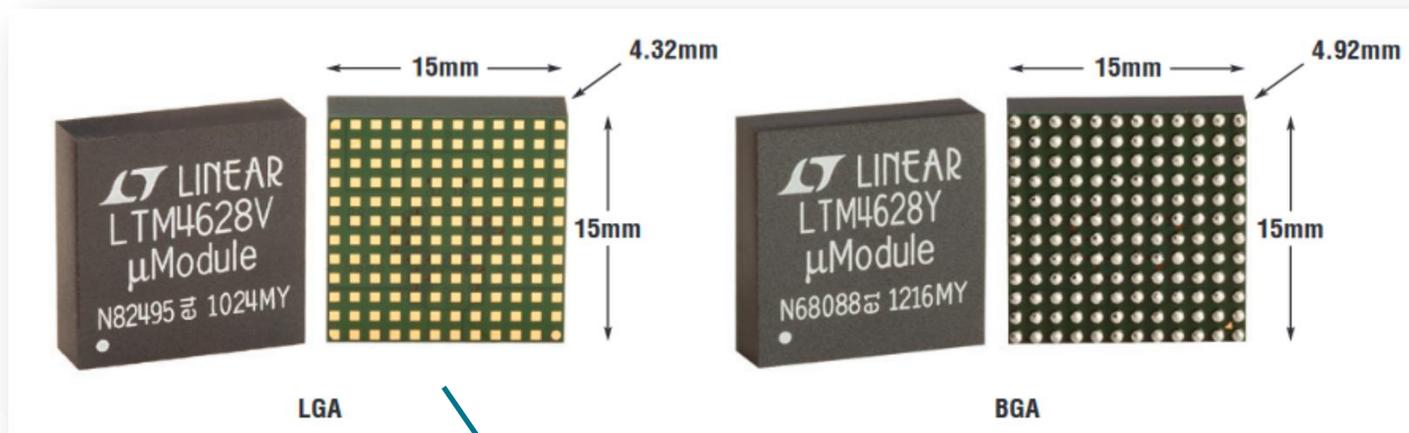
PRESSURE COOKER TEST AT 15 PSIG, +121 DEG C					
PACKAGE TYPE	SAMPLE SIZE	OLDEST DATE CODE	NEWEST DATE CODE	K DEVICE HRS	No. of FAILURES
LGA 15X09	50	1505	1505	1	0
Totals	50			1	0

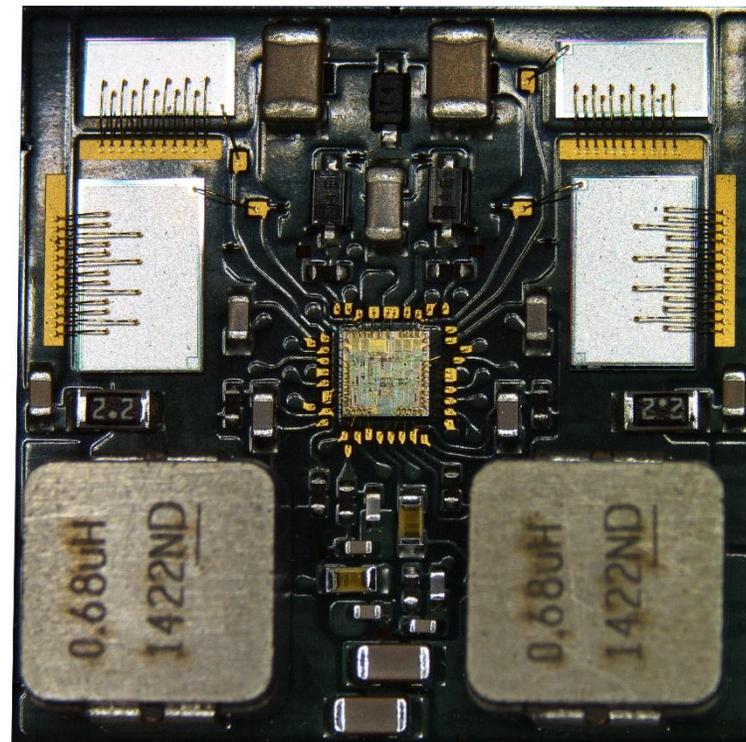
TEMP CYCLE FROM -40 TO 125 DEG C					
PACKAGE TYPE	SAMPLE SIZE	OLDEST DATE CODE	NEWEST DATE CODE	K DEVICE CYCLES	No. of FAILURES
LGA 15X09	76	0710	0710	76	0
LGA 15X15	230	0632	0642	230	0
Totals	306			306	0

(1) Assumes Activation Energy = 1.0 Electron Volts  
 (2) Failure Rate Equivalent to +55 °C, 60% Confidence Level = 0.36 FITS  
 (3) Mean Time Between Failure in Years = 315776.72  
 (4) Assumes 20X Acceleration from 85 °C to +130 °C  
 Note 1: 1 FIT = 1 Failure in One Billion Hours.  
 Note 2: HAST, Temp Cycle & Thermal Shock are subjected to J-STD-020 MSL Preconditioning

# 封装趋势：LGA和BGA封装选项



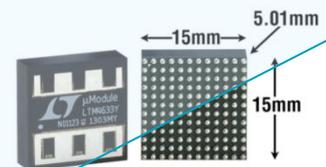
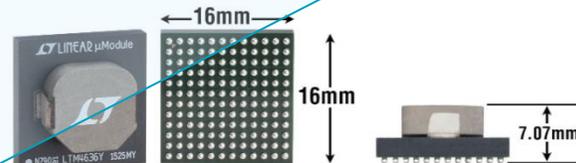
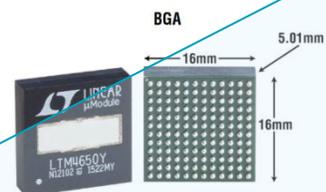
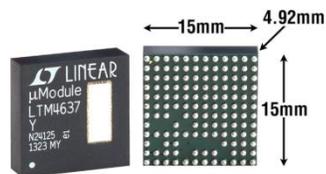
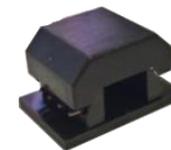
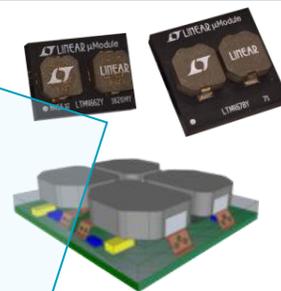
均匀间隔的等尺寸焊盘（BGA或LGA）：  
更简单、更快捷  
无错误的PCB布局  
(器件和封装均在线提供)



# μModule封装趋势演进历程

## Ultrathin μModule Power Products

1.82mm to 1.91mm LGA



开始于: 2010-2014

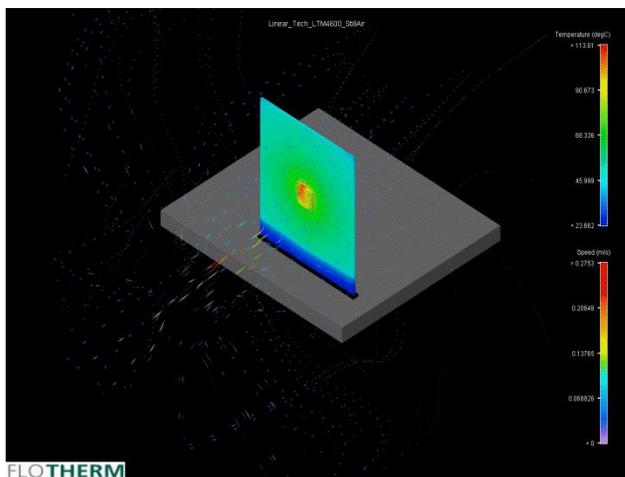
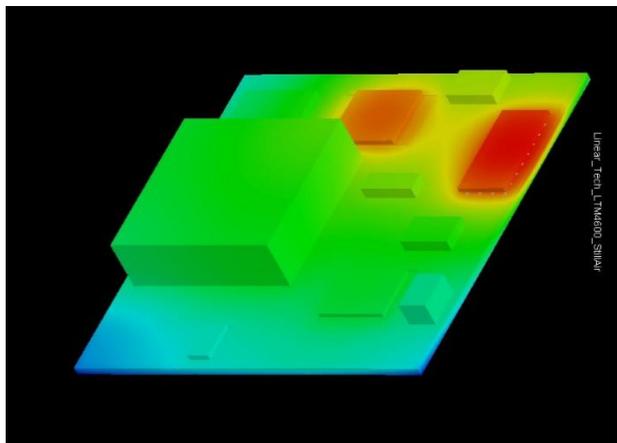
开始于: 2014-2016

开始于: 2016-2017

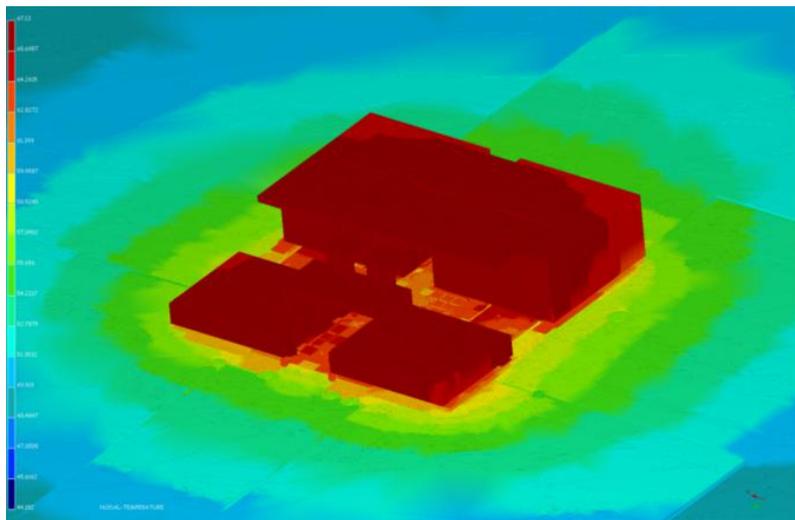
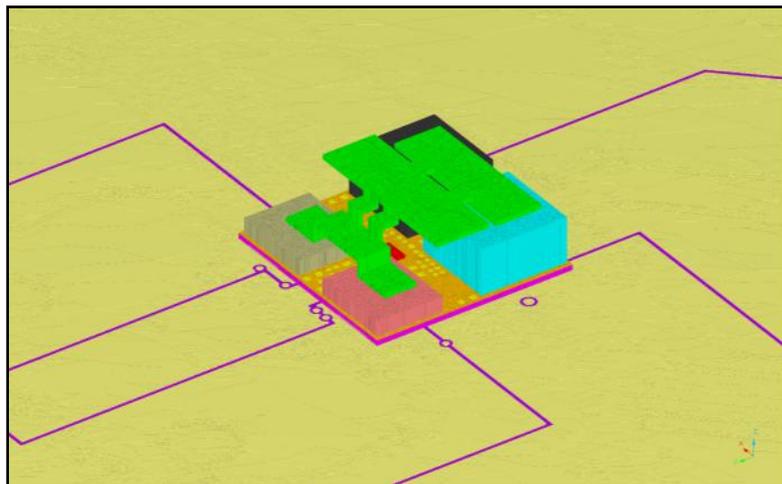
新品: 2018-2020

# 热性能

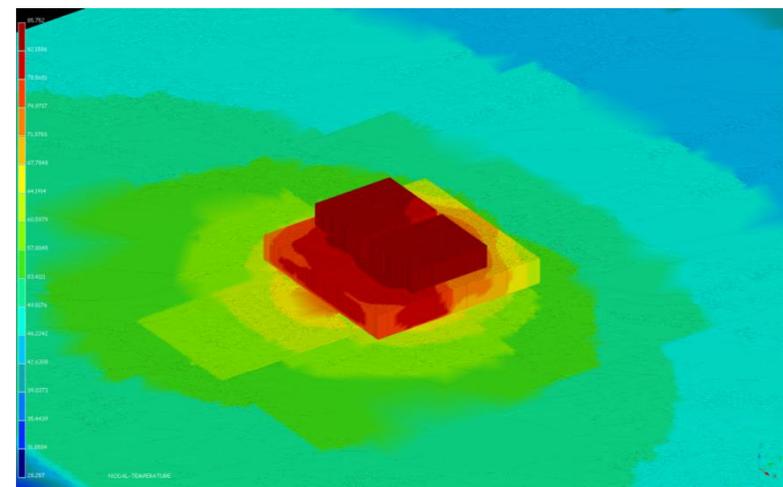
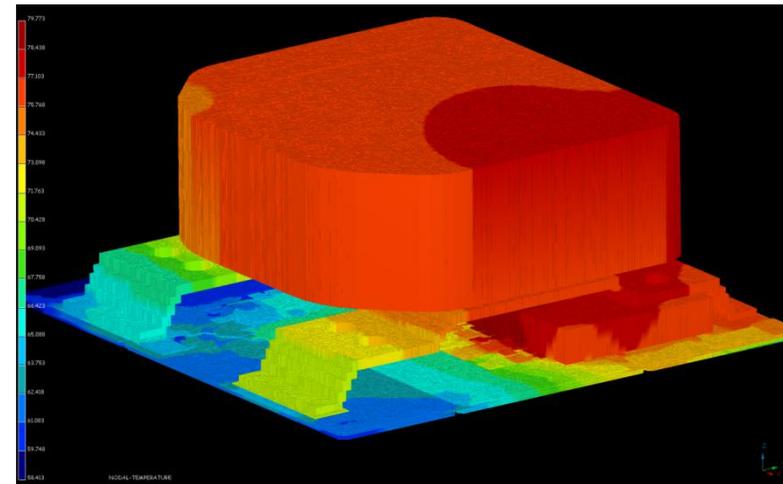
▶ 早期的低功耗 $\mu$ Module稳压器



▶ 带散热器的电源 $\mu$ Module稳压器

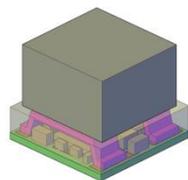


▶ 顶层器件 $\mu$ Module稳压器



# 15A输出μModule

**LTM4638**  
**(2018年6-7月)**



**6.25mm x 6.25mm x 5.02mm BGA**

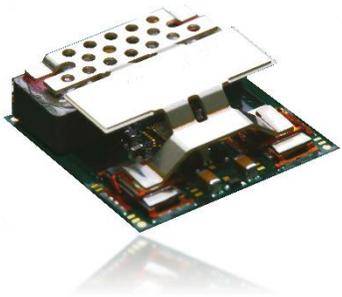
**LTM4627**  
**(4年之前)**



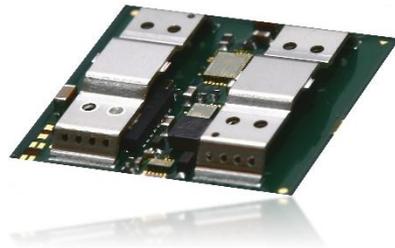
**15mm x 15mm x 4.92mm**  
**BGA**

# 25A至100A+输出μModule

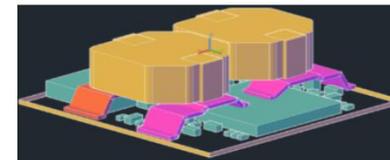
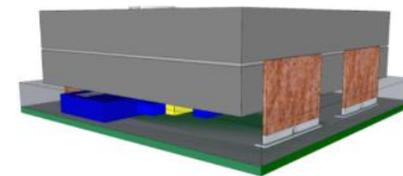
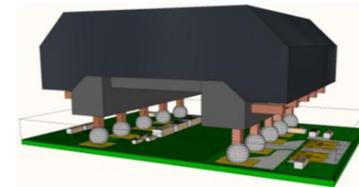
**26A-50A**  
2013-2016



**40A+, 效率为88%-89%**  
2016年起



**80A-100A+, 高压且更丰富的特性**  
2018年起



# 通向100A $\mu$ Module之路：我们如何实现？

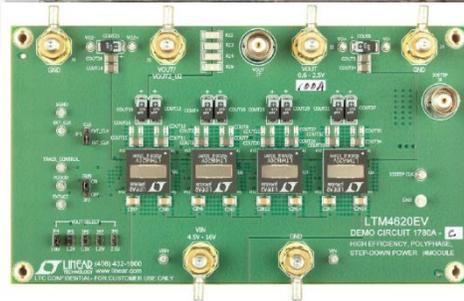
2010:

**12x** LTM4601



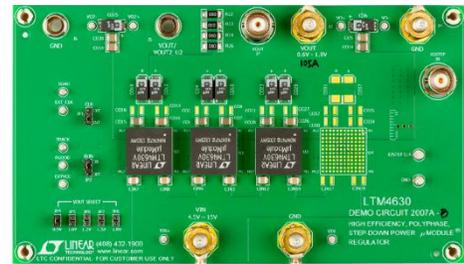
2012:

**4x** LTM4620



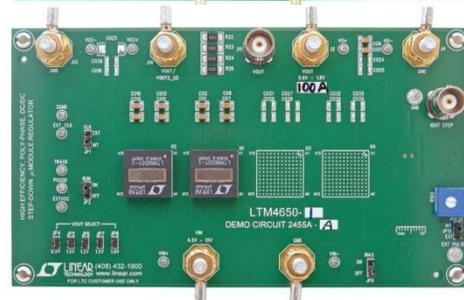
2014:

**3x** LTM4630



2016:

**2x** LTM4650



# 单路100A $\mu$ Module

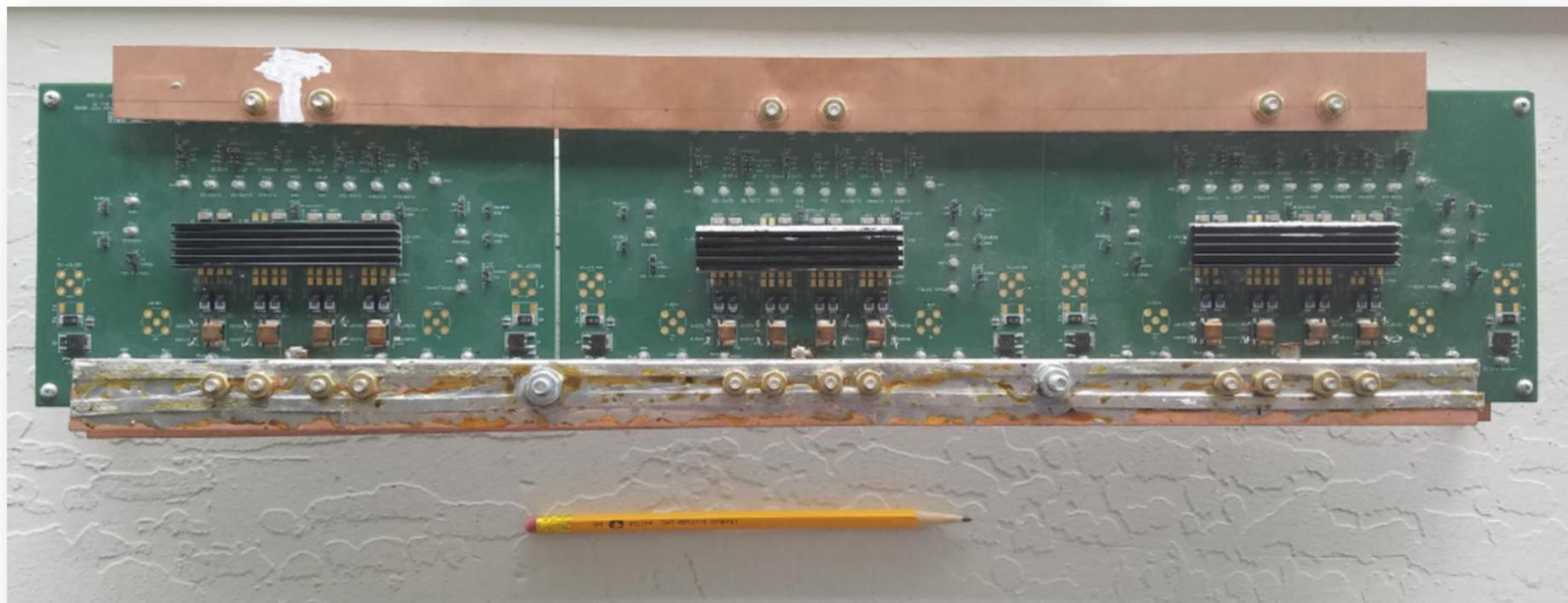
1 x LTM4700, 带数字测控

(2018年7-8月)



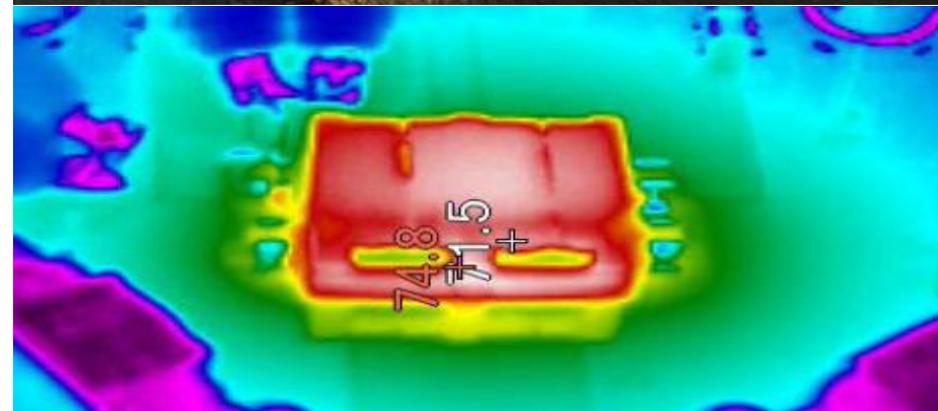
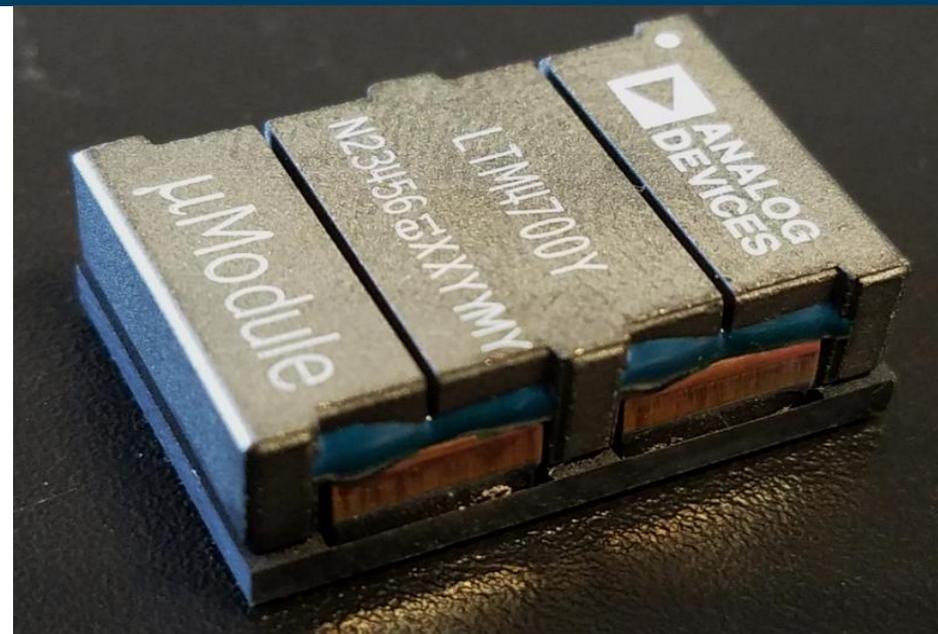
12 x LTM4601

(8年之前)



# LTM4700: 100A $\mu$ Module稳压器汇总

- ▶ LTM4700: 单路100A输出或双路50A输出
- ▶ 使用200LFM散热条件, 100A输出下, 从12V到1V的效率接近90%
- ▶ 尺寸为15mm x 22mm x 7.82mm
- ▶ 2018年7月发布

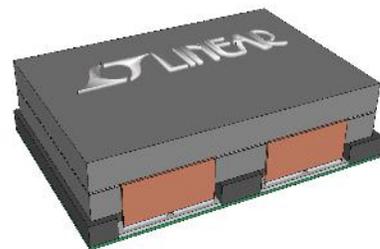


LTM4700 - 首款100A  $\mu$ Module (89.6%效率)

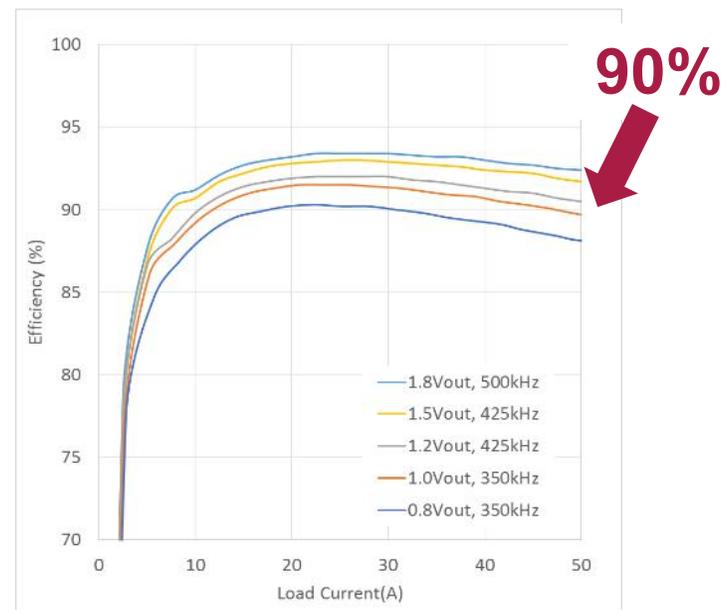
# LTM4700: 带数字PSM的单路100A/双路50A $\mu$ Module稳压器

## 特性

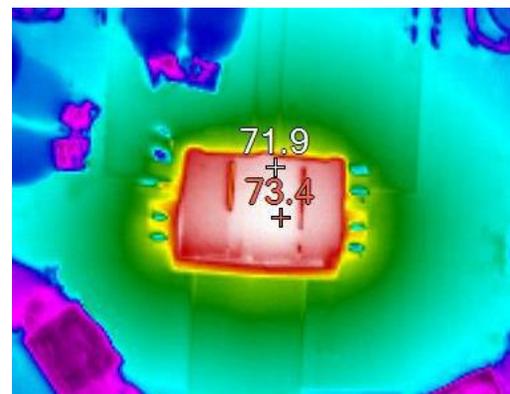
- 双路50A数字可调输出, 通过数字接口进行控制、补偿和监测
- 宽输入电压: 4.5V至16V
- 输出电压范围: 0.5V至1.8V
- 全温度范围内最大直流输出误差:  $\pm 0.5\%$
- 电流回读精度:  $\pm 2.5\%$
- 集成输入电流检测放大器
- 400kHz PMBus兼容I<sup>2</sup>C串行接口
- 支持高达125Hz的遥测轮询速率
- 集成16位 $\Delta\Sigma$  ADC
- 恒频电流模式控制
- 多个模块可以并联且均流
- 15mm x 22mm x 7.82mm BGA封装



## 12V输入效率



## 12V至1V、100A、200LFM气流



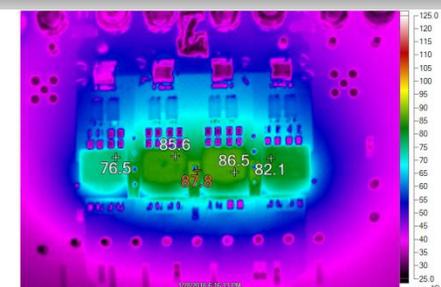
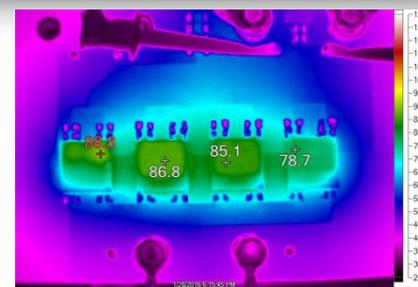
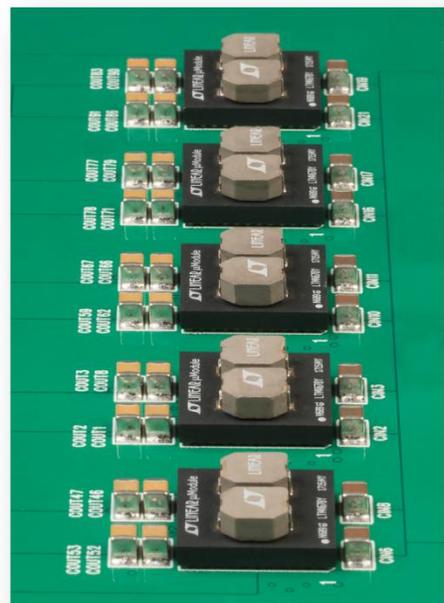
# 更高功耗调节：50A至500A+

例：5 x 50A = 250A  
带I2C数字遥测

例：36A + 7 x 50A = 386A  
带I2C数字遥测

## μModule解决方案优势：

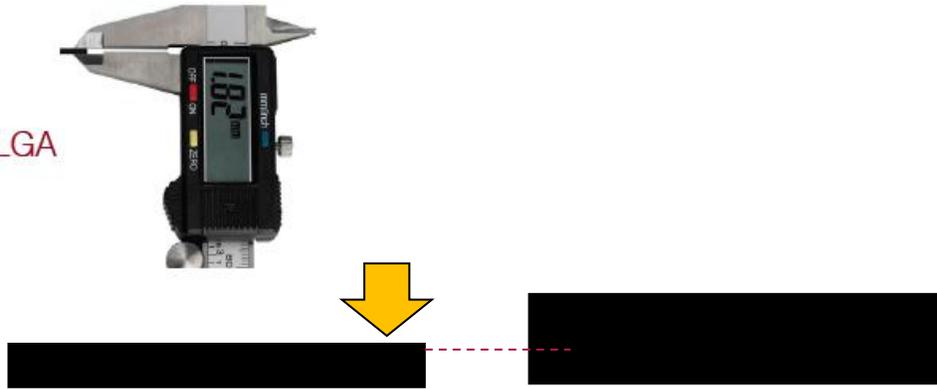
- ▶ 每个μModule稳压器精确分享总输出电流
- ▶ 热量也是均匀分布。
- ▶ 高可靠性：单个器件上无热应力



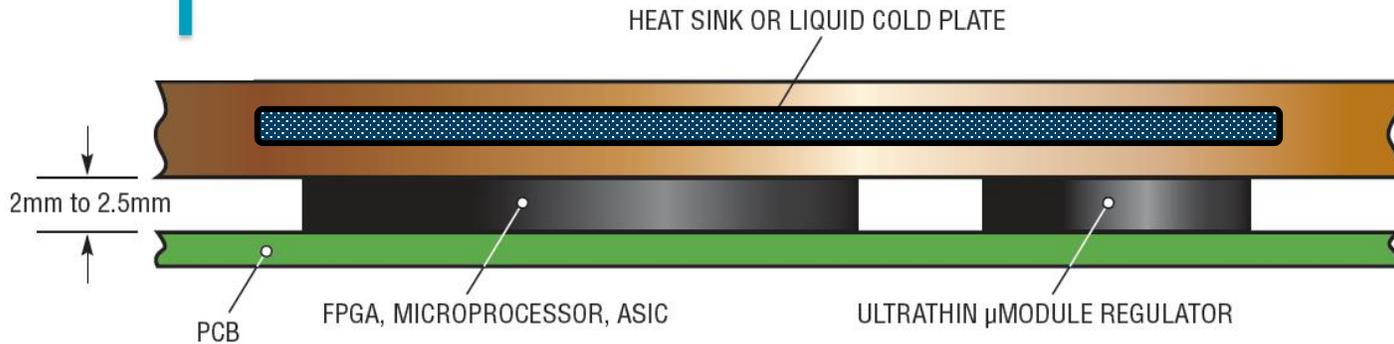
# 超薄封装有两个好处：共享现有的主散热器或利用PCB下表面贴装

## Ultrathin $\mu$ Module Power Products

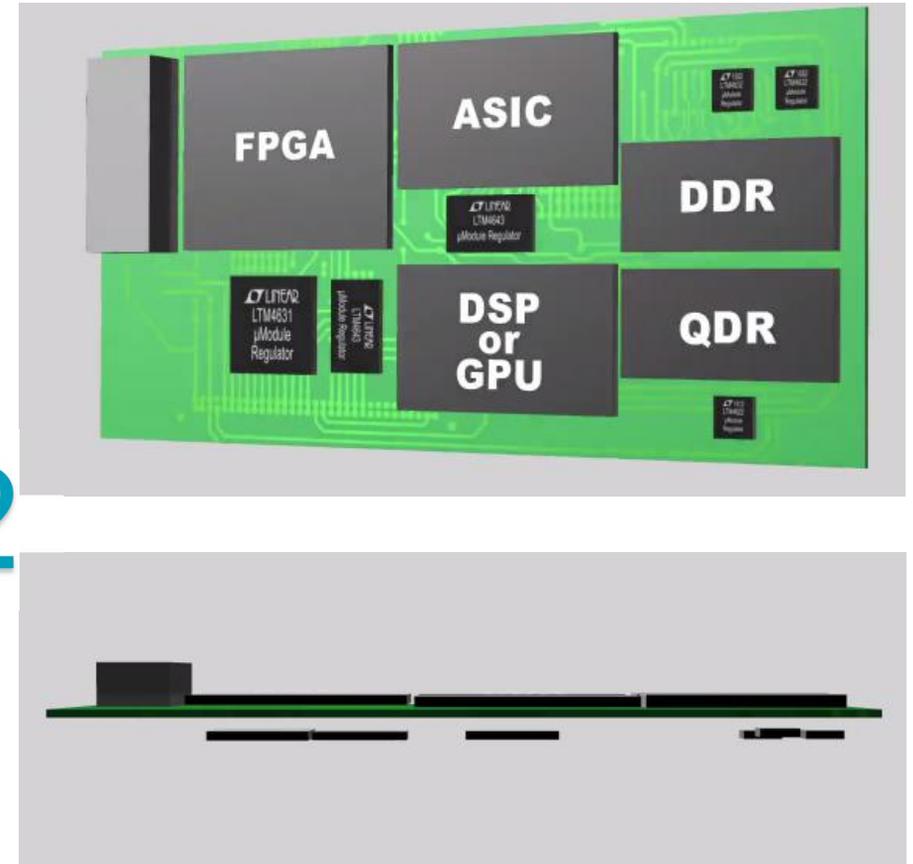
1.82mm to 1.91mm LGA



1

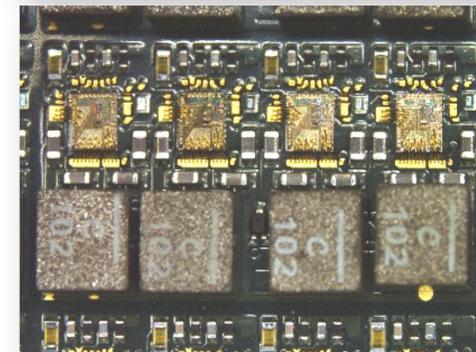
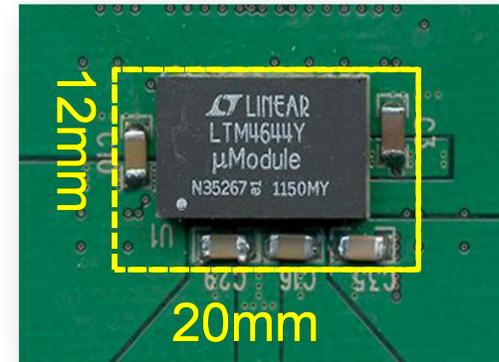
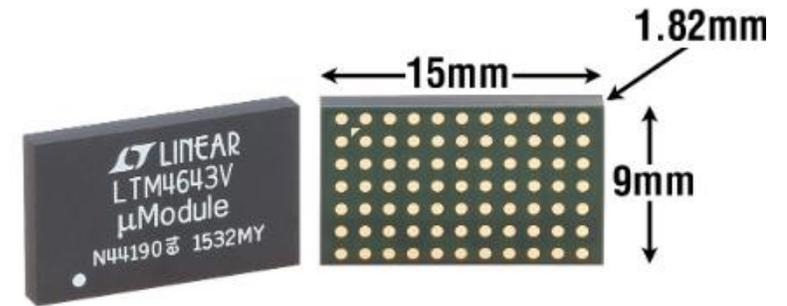


2



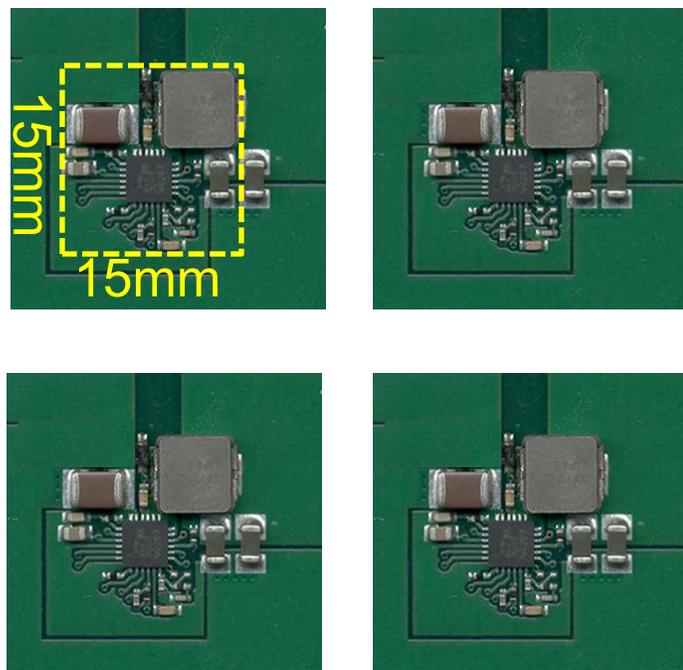
# 超薄四路3A $\mu$ Module - LTM4643

- ▶ 4 x 3A输出
- ▶ 封装尺寸为15mm x 9 mm x 1.82mm
- ▶ 输入电压范围：4V至20V（使用外部偏置电源时可降至2.475V）
- ▶ 输出电压范围：0.6V至3.3V
- ▶ 总输出电压调节能力： $\pm 1.5\%$
- ▶ 输出可以均流以提供配置灵活性：
  - ▶ 1路输出12A
  - ▶ 2路输出各6A或3A+9A
  - ▶ 3路输出：6A、3A和3A
  - ▶ 4路输出：3A、3A、3A和3A

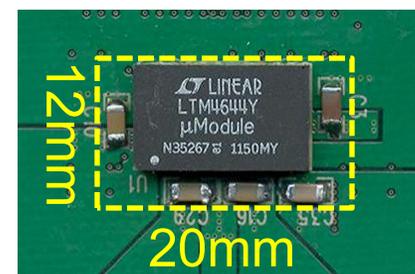


# LTM4644: 四路4A $\mu$ Module稳压器

LTC3605  
4 x 4A单片稳压器

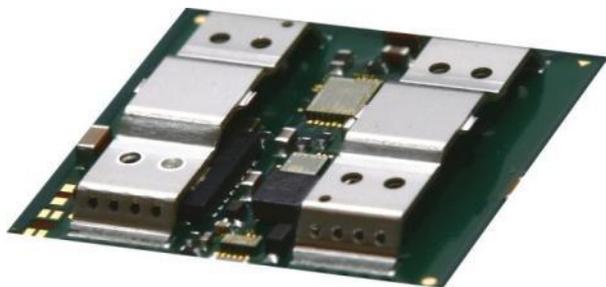


LTM4644  
四路4A  $\mu$ Module稳压器

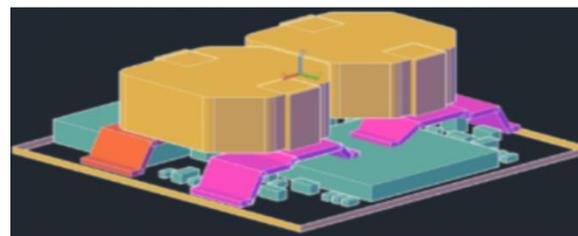


- $900 \text{ mm}^2$  vs.  $240 \text{ mm}^2$  = 减少73%

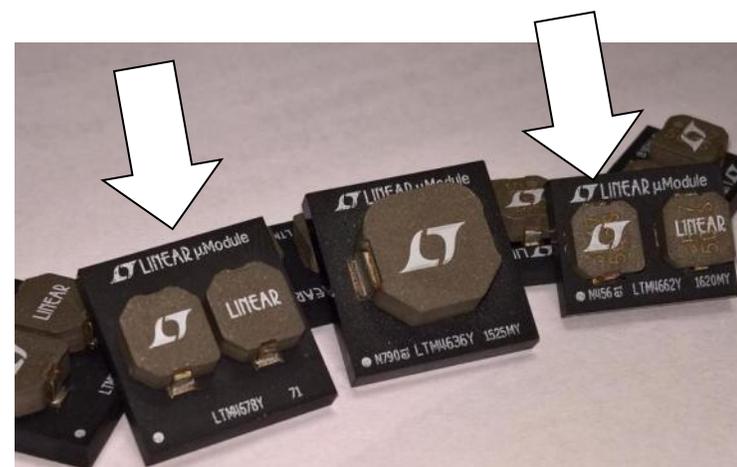
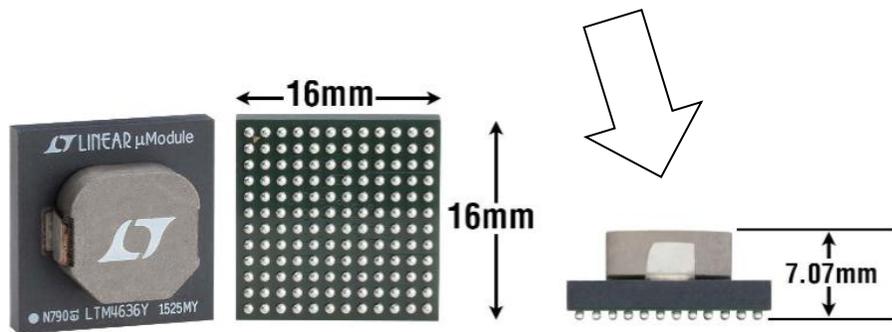
# CoP: 组件封装



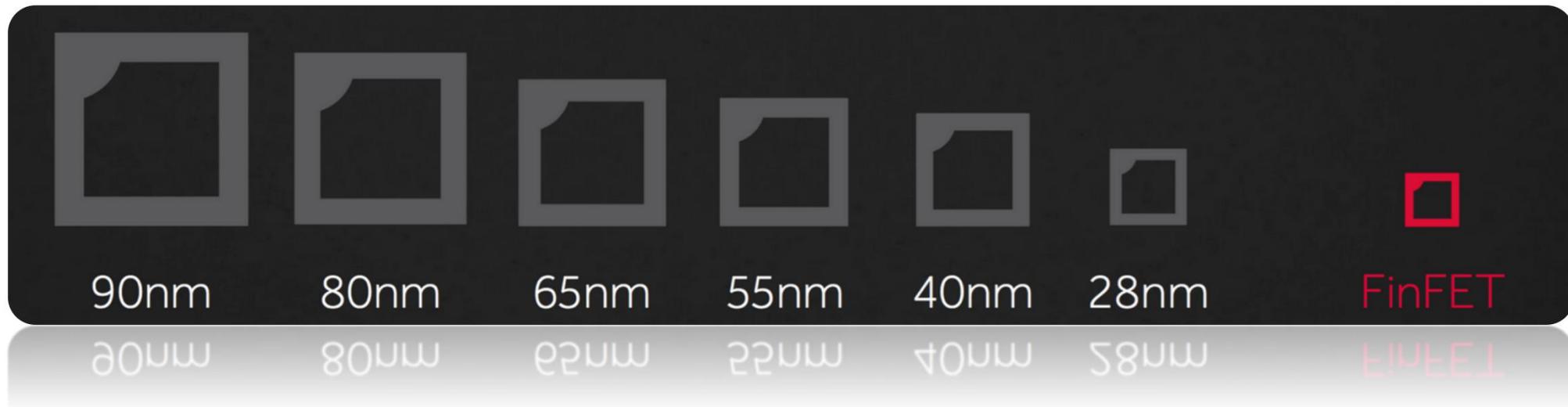
LTM4636 CoP未注塑



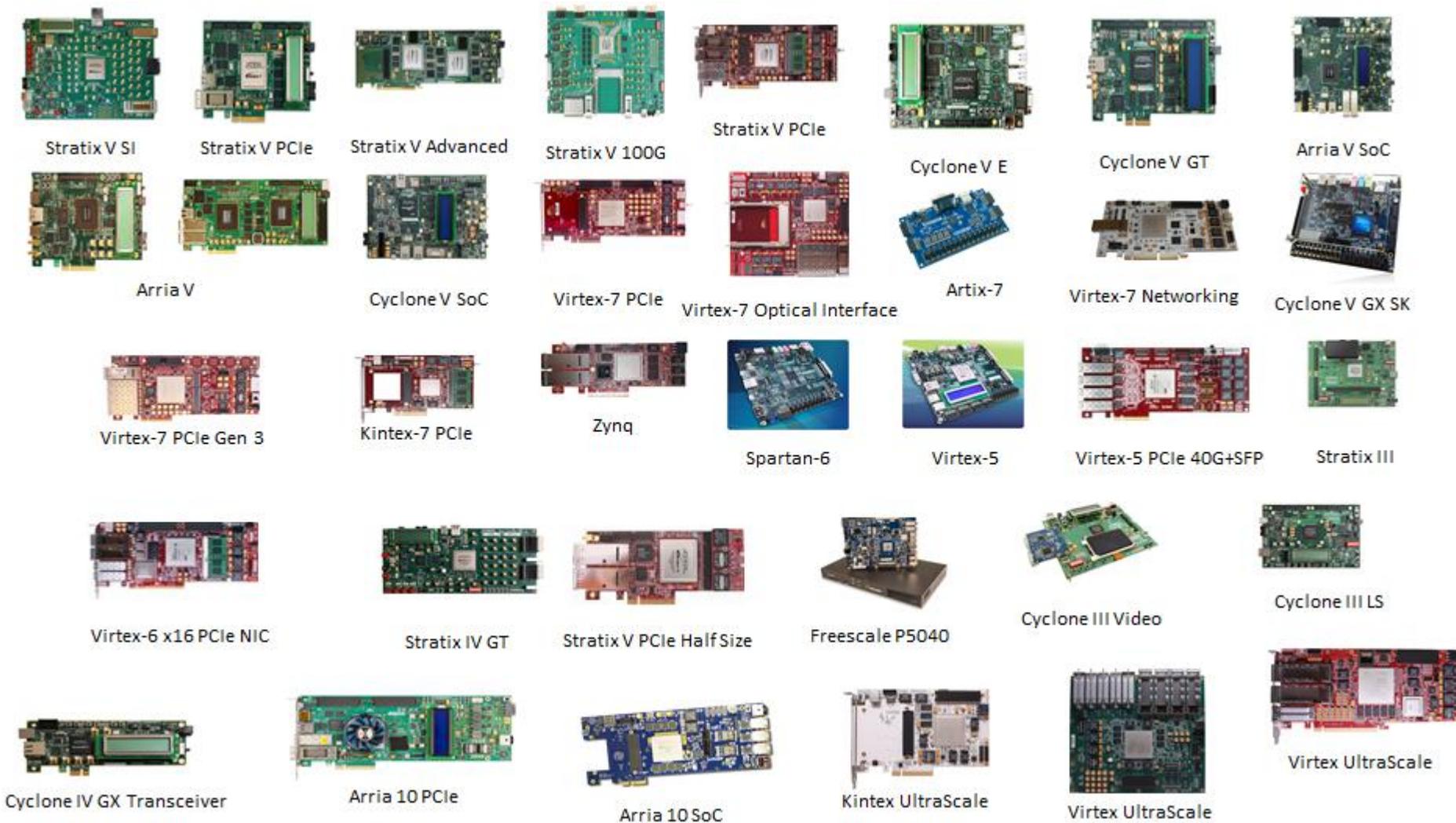
LTM4678 mCoP 3D设计  
(2018年1月发布)



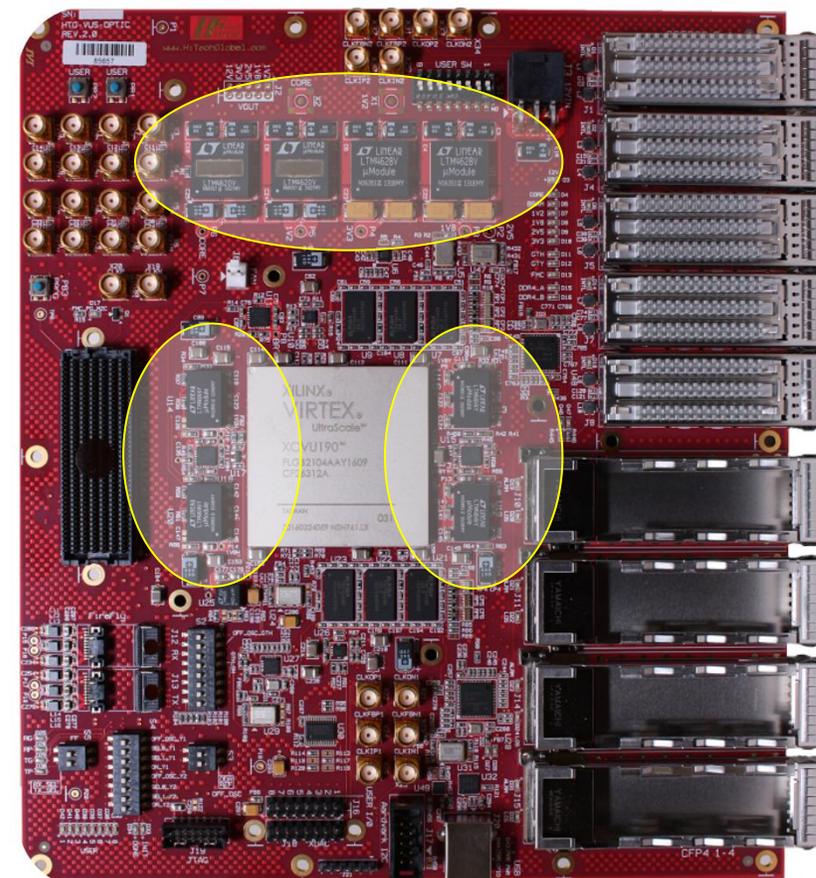
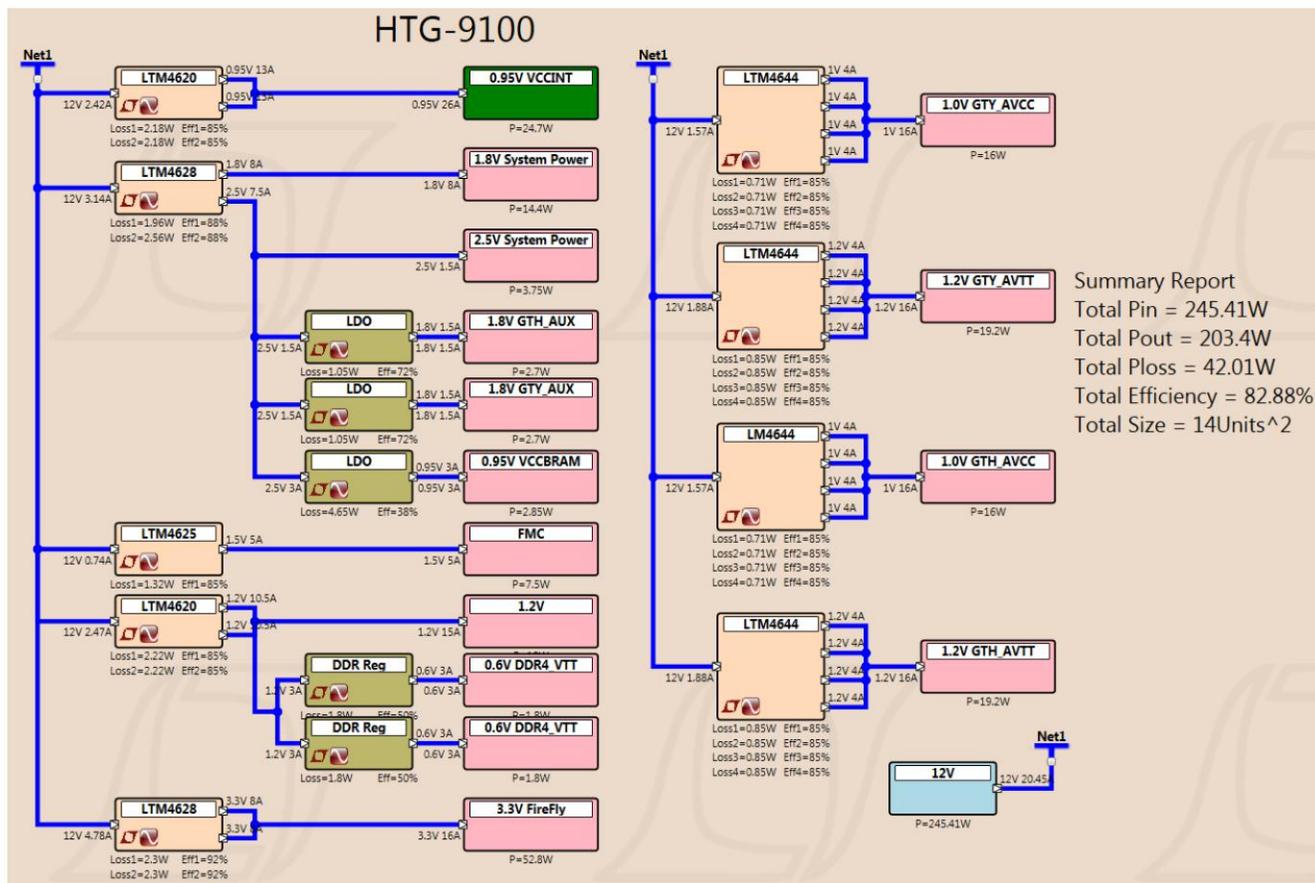
# VLSI Digital IC: 我们已准备好为其供电



# 2009年以来即成为40nm至10nm以下系统的 电源管理领先供应商

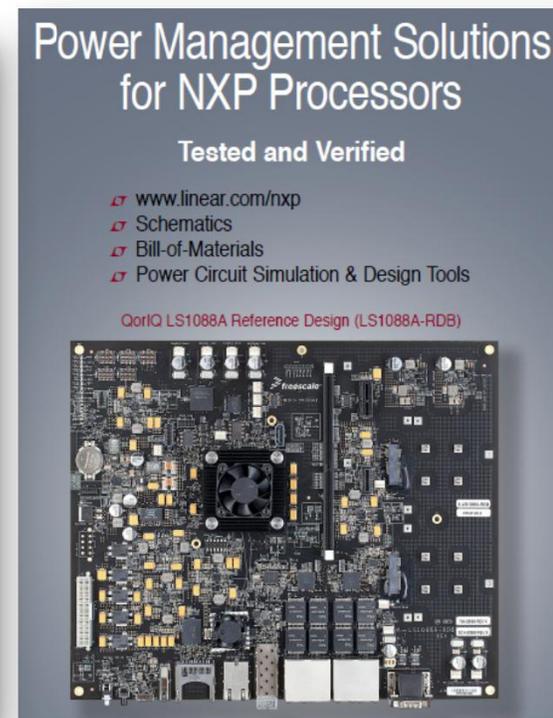
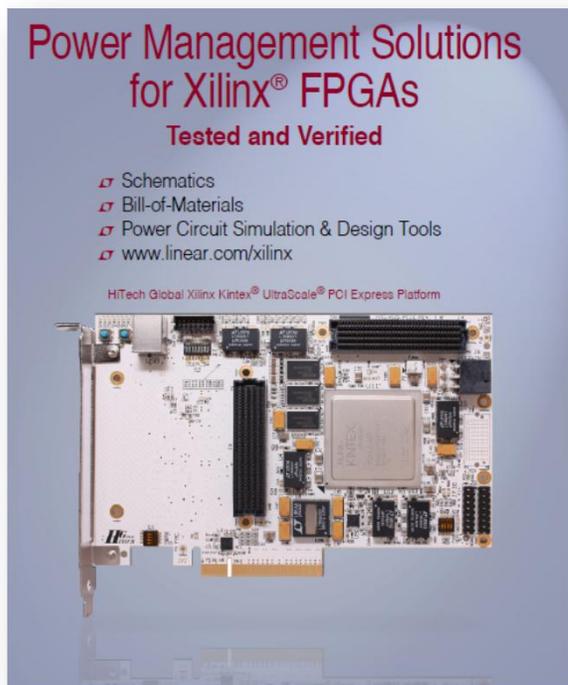


# 解决更大的难题 → 更便宜、更小、更好

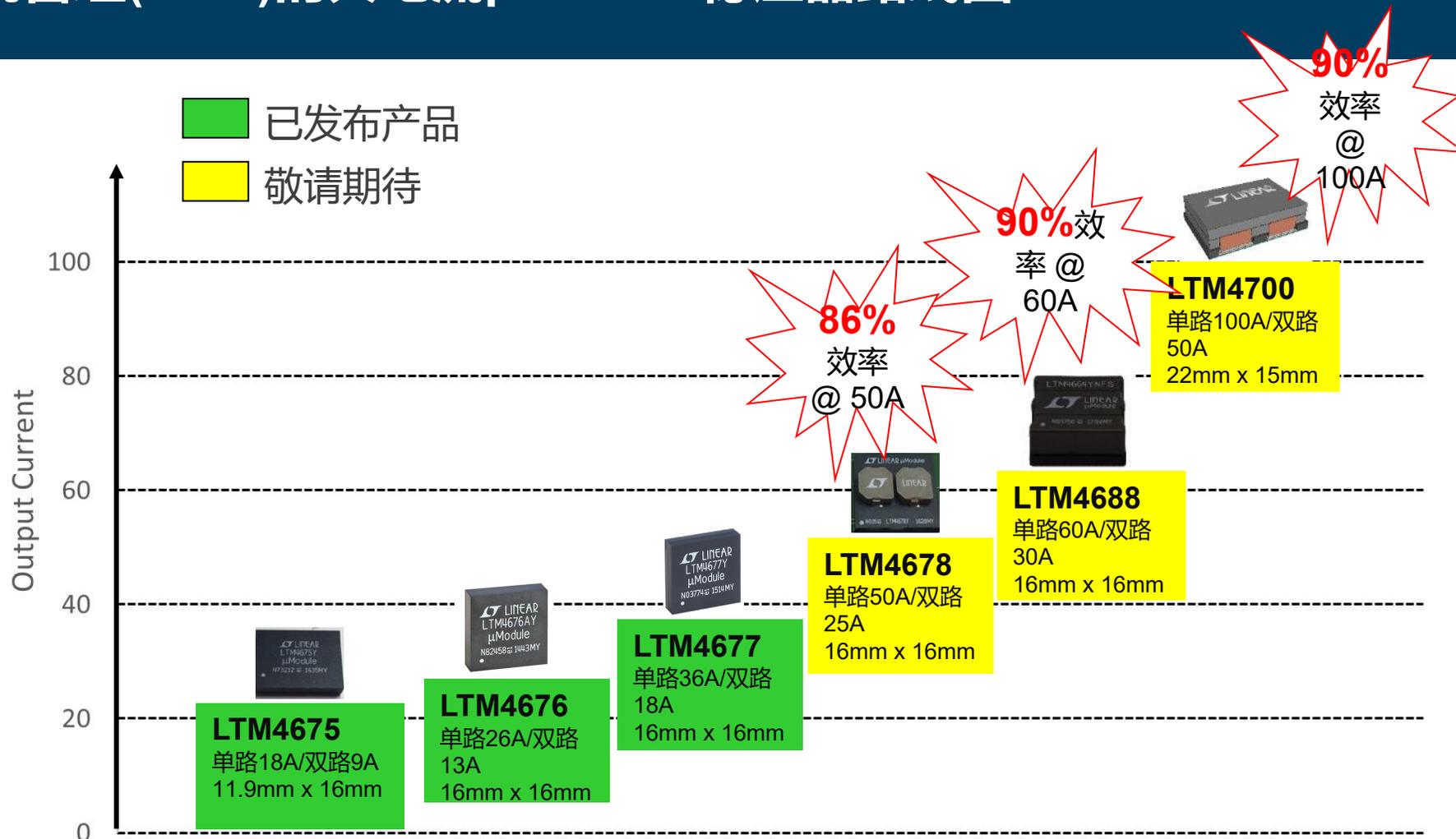


# FPGA、处理器和系统其余部分的电源 - 参考设计

经过电路板供应商“测试和验证”的实际应用板范例



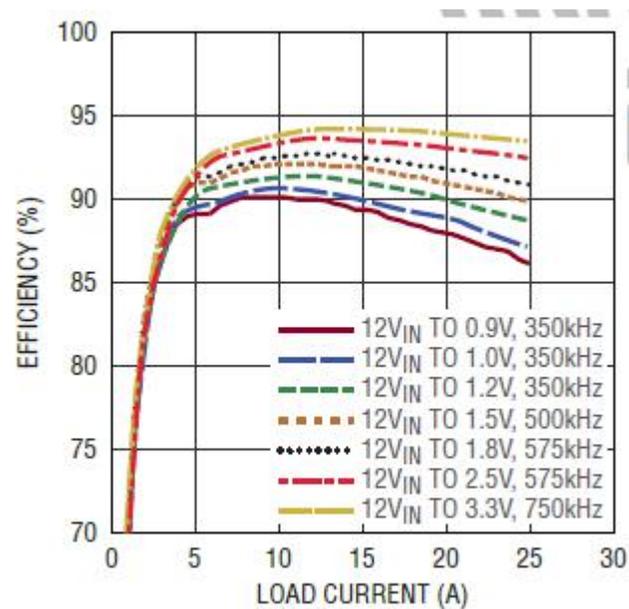
# 带电源系统管理(PSM)的大电流μModule稳压器路线图



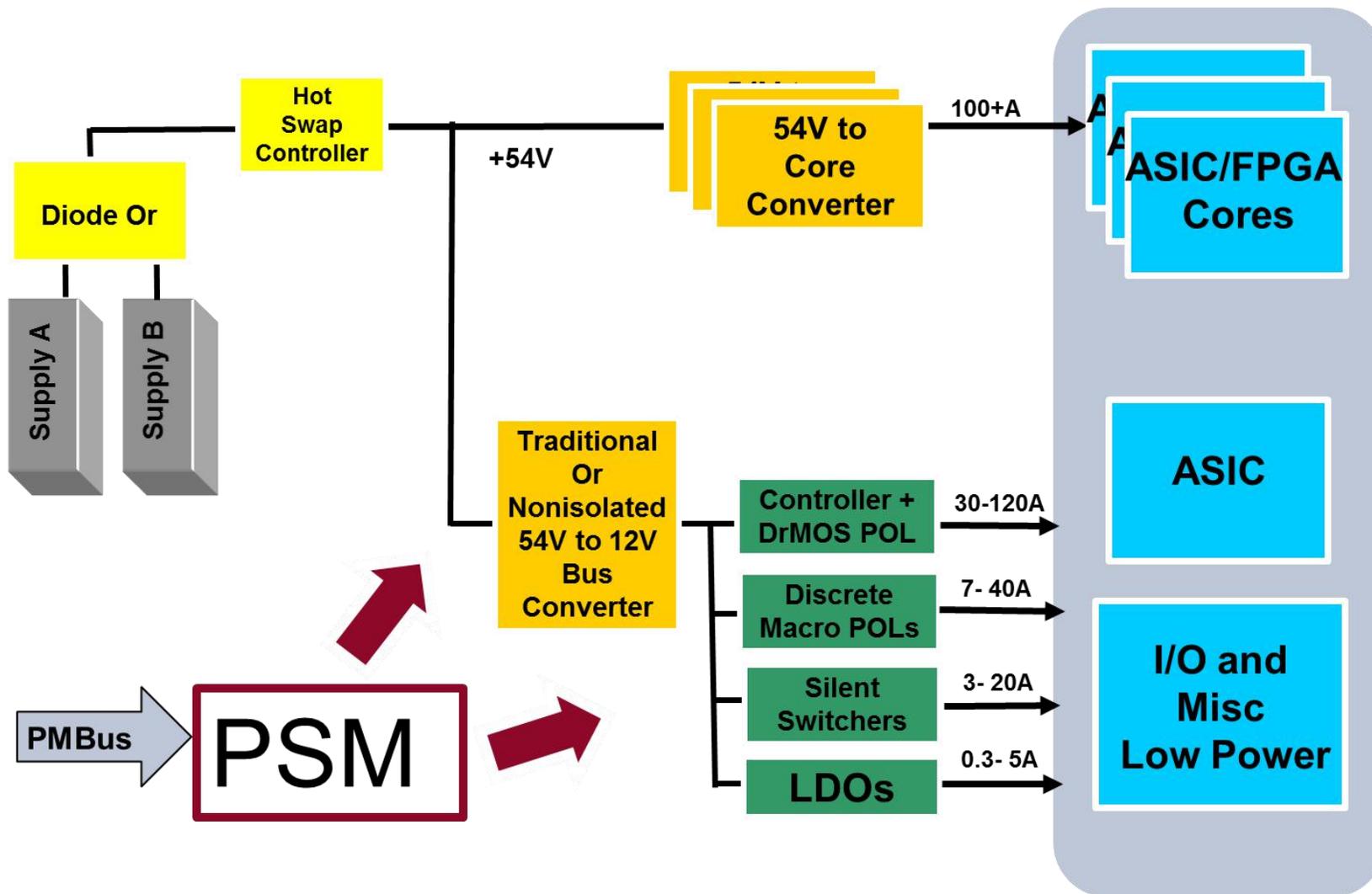
# 带数字PSM的LTM4678双路25A或单路50A $\mu$ Module稳压器

## 特性

- 双路数字可调模拟环路，通过数字接口进行控制和监测
- 宽输入电压范围：4.5V至16V
- 输出电压范围：0.5V至1.8V
- 全温度范围内最大直流输出误差： $\pm 0.5\%$
- 电流回读精度： $\pm 2.5\%$
- 亚毫欧姆DCR电流检测
- 集成输入电流检测放大器
- 400kHz PMBus兼容I<sup>2</sup>C串行接口
- 支持高达125Hz的遥测轮询速率
- 集成16位 $\Delta\Sigma$  ADC
- 恒频电流模式控制
- 多个模块可以并联且均流
- 16mm x 16mm x 5.74mm BGA封装



# 下一代电信48V总线电源架构



# LTM4664 54V供应内核电压单路50A/双路25A $\mu$ Module, 带数字PSM

- Vin范围: 30V至58V
- Vout范围: 0.5V至1.5V
- 双路输出, 每路25A, 或两相单路输出50A (75W)
- 50A时, 54Vin至1Vout的效率 = 89%
- 线路、负载和温度范围内的Vout精度:  $\pm 0.5\%$ 
  - 双路差分远程检测放大器
- PMBus/I2C兼容串行接口用于内核电压输出
- 数字可调环路补偿
- 可编程电压、限流、数字软启动/停止、时序控制、裕量调节、OV、UV、OC
- 16位遥测回读包括 $V_{IN}$ 和 $I_{IN}$ 、 $V_{OUT}$ 和 $I_{OUT}$ 、温度和故障, 非易失性记录
- 电流模式控制/快速瞬态响应
- 16mm x 16mm x 7.72mm BGA封装



# 谢谢观看!

- ▶ **ADI中国地区技术支持热线: 4006 100 006**
- ▶ **ADI中国地区技术支持信箱:**  
[china.support@analog.com](mailto:china.support@analog.com)
- ▶ **ADI样片申请网址:**  
<http://www.analog.com/zh/sample>