



安世亚太

5G微基站散热器的设计优化

李新路

安世亚太

讲课题纲:

- 1、DfAM设计要点概述
- 2、5G微基站散热器的设计优化

学习目标:

- 1、通过对DfAM设计要点的介绍,学员可以了解DfAM设计的一些基本概念、掌握一些设计基本方法。
- 2、通过对5G微基站散热器的设计优化课程的学习,大家可以掌握DfAM设计的一些要点。
- 3、通过在线答疑解决课程中听课过程中还有疑问的地方

1、DfAM设计要点概述

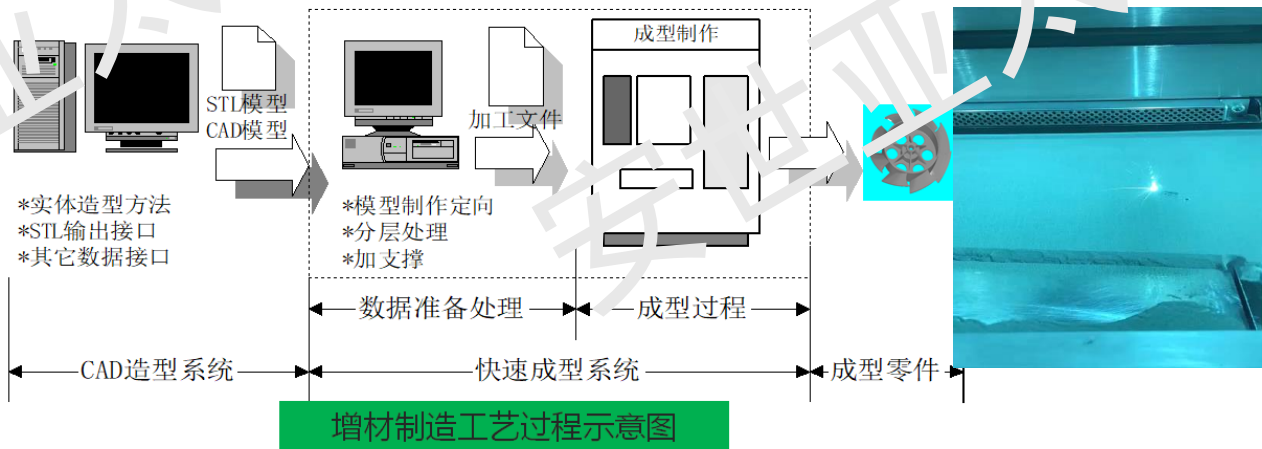
■ 增材制造的概念

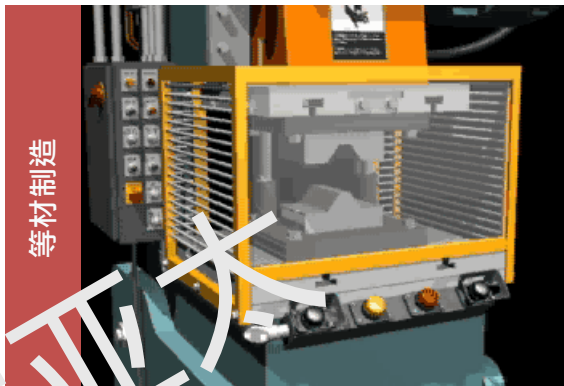
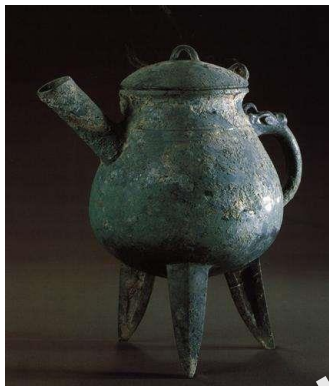
增材制造 (Additive manufacturing, AM) , 又称为3D打印。

美国材料与试验协会ASTM对增材制造的定义:

依据三维CAD 数据将材料连接制作物体的过程, 相对于减材制造它通常是逐层累加过程。

- 几何数据;
- 材料;
- 点-线-面-体: **离散-堆积。**





等材制造

等材：3000年

减材：300年

增材：30年

增材制造 (Additive Manufacturing, AM) 俗称3D打印, 融合了计算机辅助设计、材料加工与成型技术、以数字模型文件为基础, 通过软件与数控系统将专用的金属材料、非金属材料以及医用生物材料, 按照层压、烧结、熔融、固化、喷射等方式逐层堆积, 制造出实体物品的制造技术。

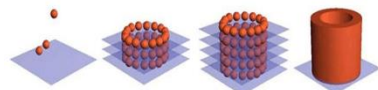
相对于传统的、对原材料去除 - 切削、组装的加工模式不同, 是一种“自下而上”通过材料累加的**微积分式制造方法**, 从无到有。这使得过去受到传统制造方式的约束, 而无法实现的复杂结构件制造变为可能。



减材制造



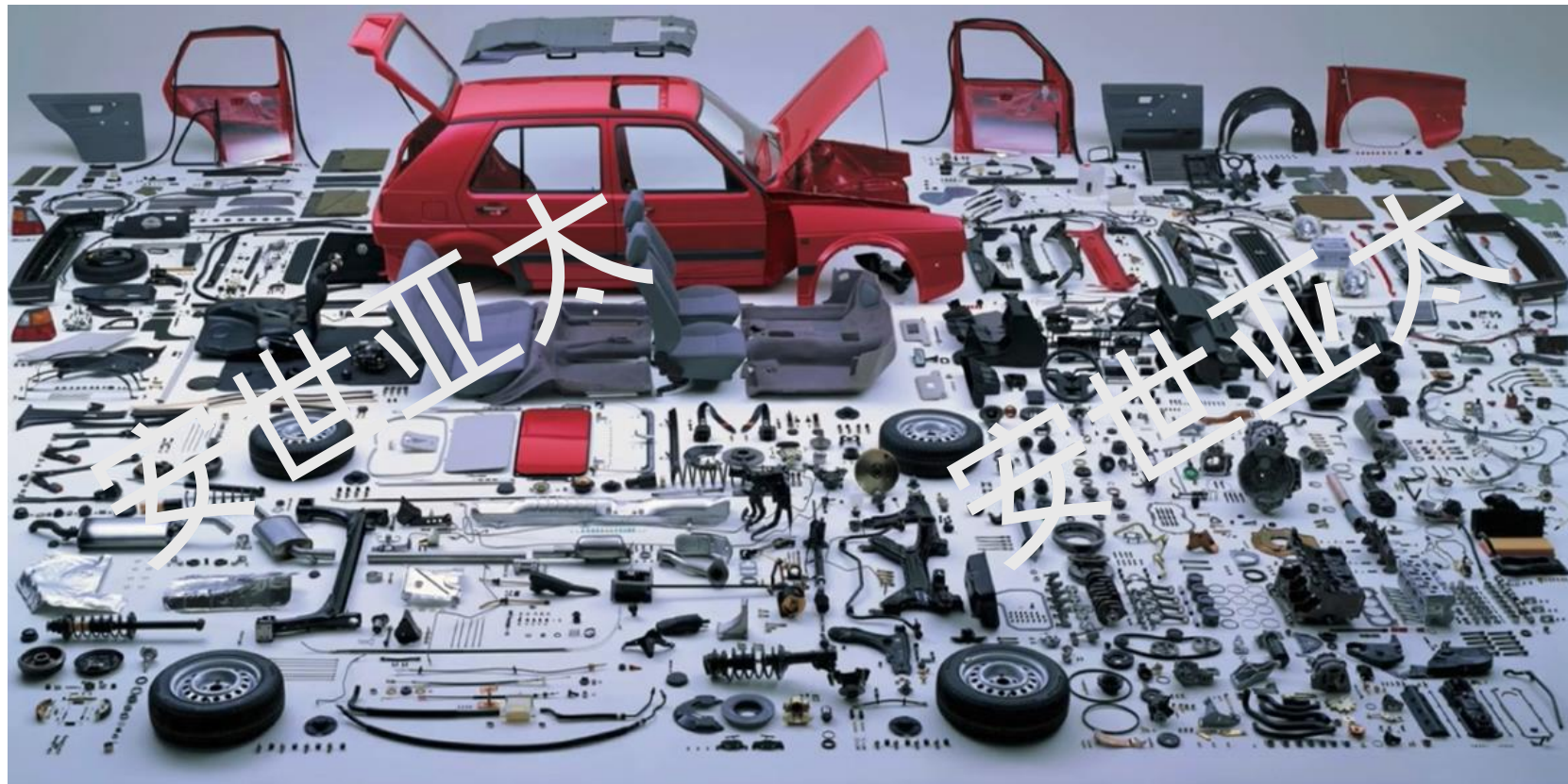
增材制造





DfAM是什么？

面向增材制造的设计（Design for Additive Manufacturing, 简称DfAM）是安世亚太提出的基于增材思维的先进设计与智能制造整体解决方案。



加法、生长、集成、演化

功能导向

积木式创新

增材思维

效法自然

系统工程



Design for Functions +
TRIZ + DFAM
功能创新设计

Hybrid manufacturing
增材制造 + 工艺融合
+ 集成计算材料工程

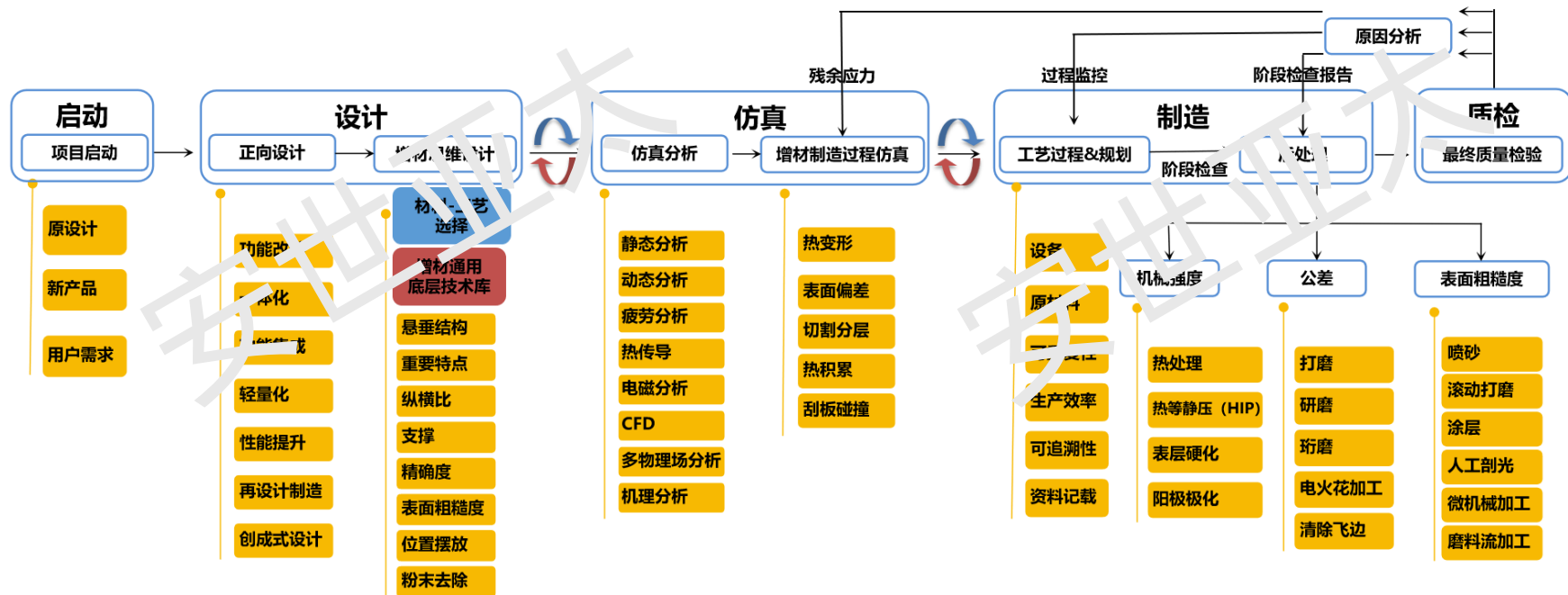
基于增材思维的先进设计与智能制造

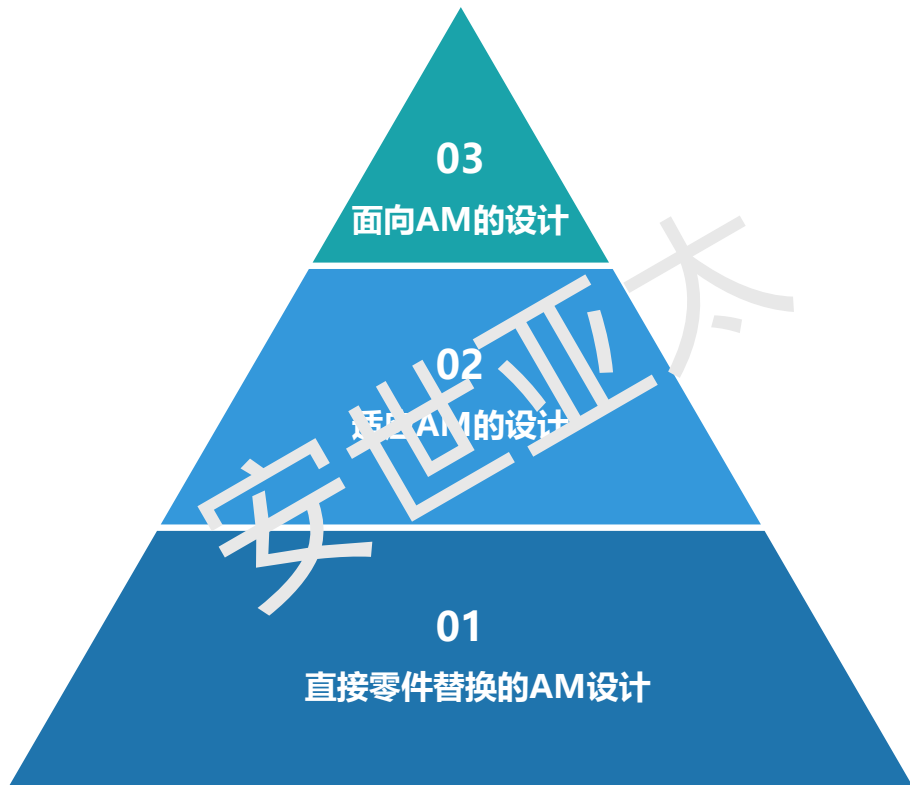
Synthetic Biology
+ Computational Design
仿生设计 + 生态设计
+ 创成设计 + 拓扑优化

MBSE + Digital Thread
正向设计 + 数据协同

什么是面向增材制造的设计 (DfAM)

增材制造将更精密的设计信息承载到物理实体上，意味着所生成制品具有更强的功能性，进而带来性能的飞跃。因此，在实现材尽其能、物尽其用，释放复杂成形能力的表象下，增材制造的真正价值在于**回归设计本源**，**回归产品功能**，面向增材制造的设计(DfAM)就是实现**正向设计**、**按需制造**的核心过程。



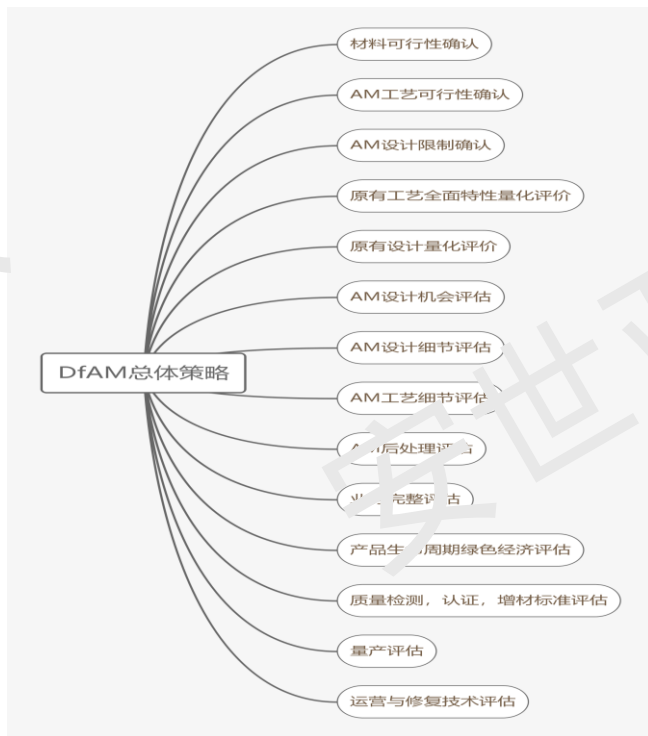


- 重新设计或创新设计整个零件，以最大限度地发挥AM的优势，还要考虑如何利用AM打印它；
 - 考虑零件与周围的零件适配，最大程度上考虑发挥其功能性能；
 - 这是AM的最佳应用，也是目前我们工业界最需要的---产品的正向设计即创新设计。
-
- 通常在内部对零件的形状进行更改，以及零件易于通过AM制造；零件的外部形状可能也会更改，但它的用途和功能以及它如何安置在产品中不会改变。
 - 这是AM最基本的应用，也是目前遇到的最普遍的工业应用。
-
- 当完全维持零件形态且复制的零件要尽可能还原原始零件时，常常会采用这种方法；
 - 交付时间是应用此方法的主要原因，尤其在备件制造中此时AM设计的重点在AM制造工艺参数的设计。
 - 这是AM最初级的应用，几乎没有发挥AM的优势和价值。

DfAM总体策略

■ 产品设计的各个阶段充分考虑增材工艺相关的特点，发挥增材优势，使产品增材价值最大化。

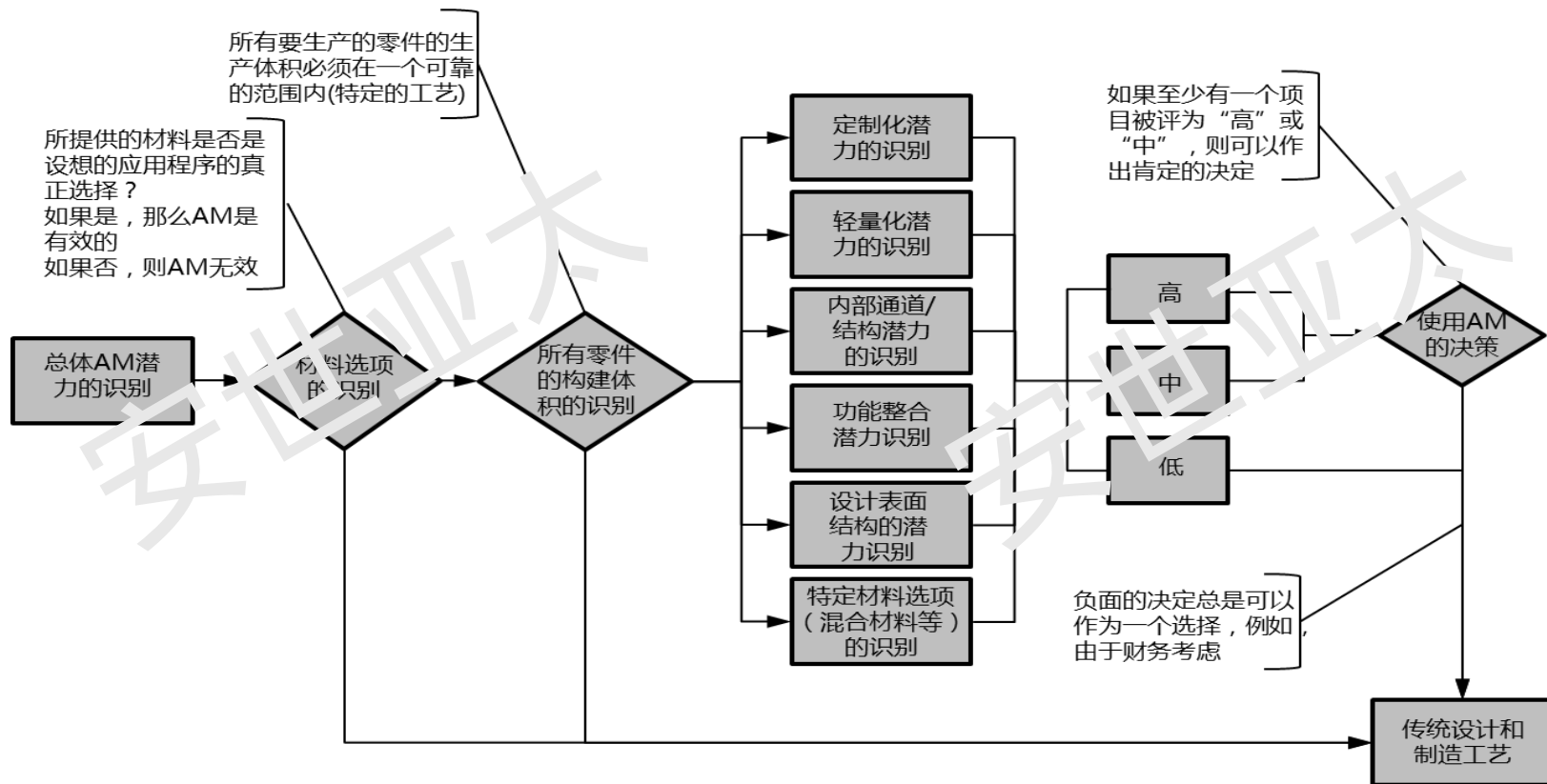
- ① 材料可行性确认
- ② AM工艺可行性确认
- ③ AM设计限制确认
- ④ 原有工艺全面特性量化评价
- ⑤ 原有设计量化评价
- ⑥ AM设计机会评估
- ⑦ AM设计细节评估
- ⑧ AM工艺细节评估
- ⑨ AM后处理评估
- ⑩ 业务完整评估
- 11 产品生命周期绿色经济评估
- 12 质量检测，认证，增材标准评估
- 13 量产评估
- 14 运营与修复技术评估



DfAM的总体策略

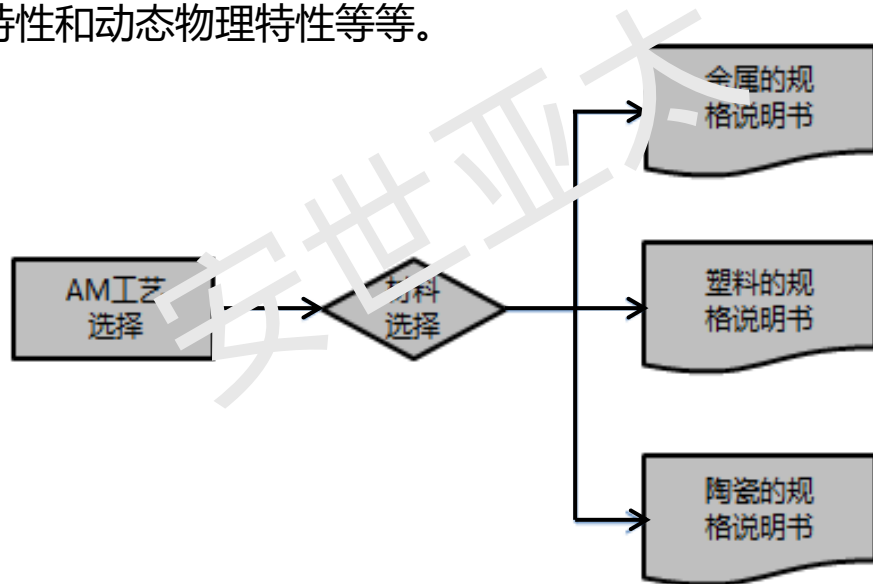


主要决策标准侧重于材料的可用性；零件是否与机器的构建体积匹配；以及对AM特别适合的至少一个零件特征（定制、轻量化、复杂几何形状）的识别。



DfAM工艺选择策略

材料的选择对于确定合适的工艺或工序至关重要。如果能够确定合适的材料和工艺组合，则可以继续考虑其他设计要求，包括表面考虑和几何形状、静态物理特性和动态物理特性等等。



材料: 金属				
主要技术问题	粉末床融合	材料喷射	材料挤出	片材层压
表面				
粗糙度				
阶梯效应				
几何特性				
几何准确度				
静态物理特性				
多孔性				
拉伸强度				
延展性				
动态物理特性				
疲劳寿命				

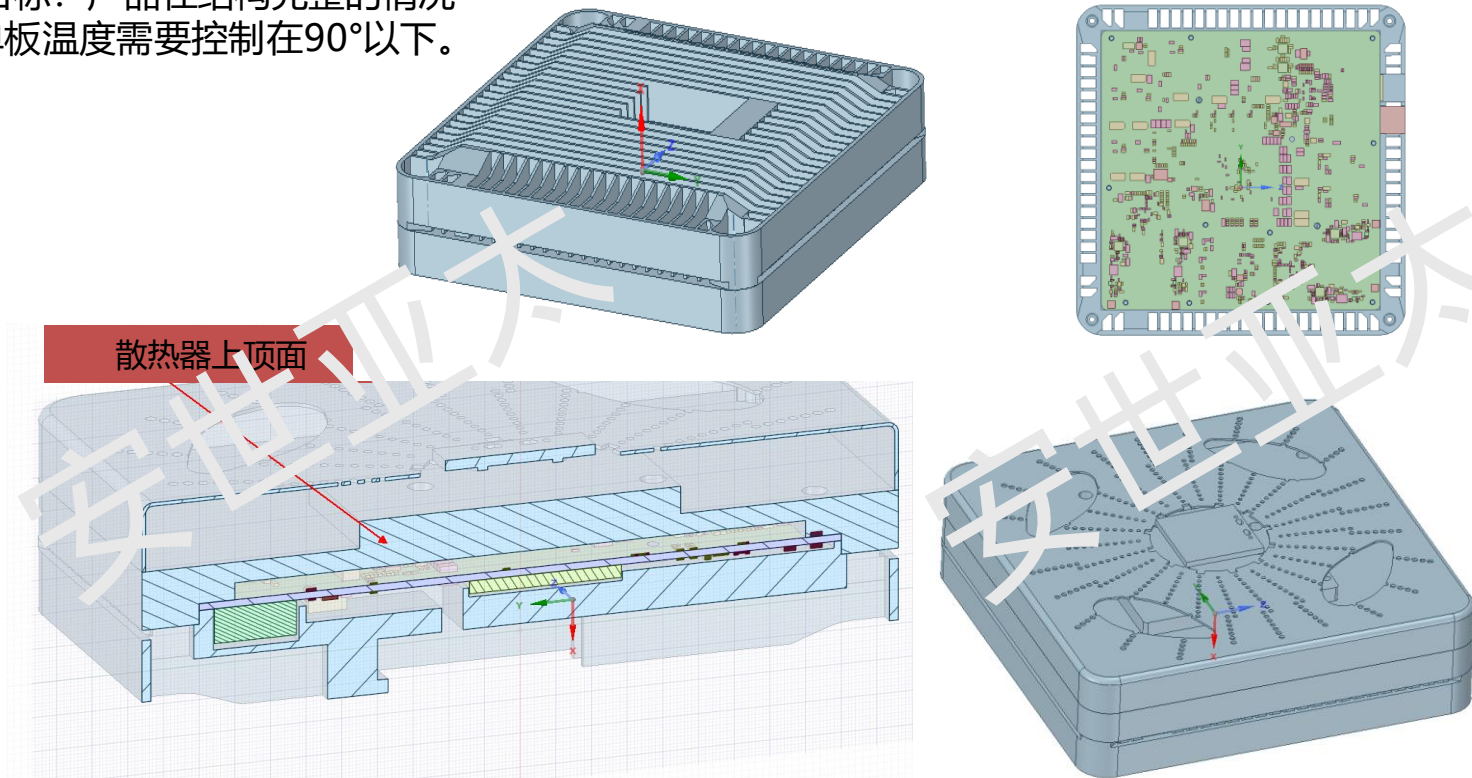
2 5G微基站散热器的设计优化

- 根据中国信通院预测，随着5G商用、大规模网络建设开展，2020年网络设备和终端设备收入合计约4500亿元，2030年各领域在5G设备上的支出将超过5200亿元，持续拉动5G核心产业发展。
- 基站体积的减小对天线、滤波器的集成化要求也较高，也使得小基站散热器的尺寸受到限制。但5G小基站的发热件尺寸小、功耗大，且长时间运行累积的热量不及时散发出去，会严重影响5G小基站的通讯信号及其使用寿命，而在传统散热冷却解决方案中，增加设备的外壳体积、加大表面积等方式是改善散热效果的重要途径。
- 5G小基站又小、又热，难免使传统散热器技术受到挑战。那么，如何在更小的空间内提升散热器的热交换效率呢？



5G微基站传统散热器方案

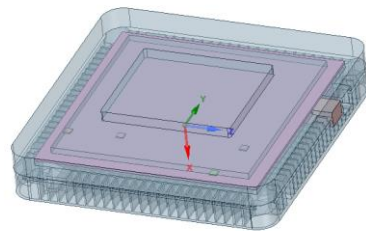
- 优化目标：产品在结构完整的情况下，单板温度需要控制在90°以下。



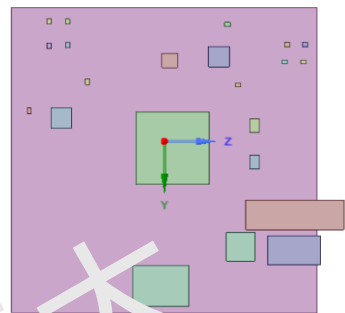
散热器上顶面

传统的散热器方案

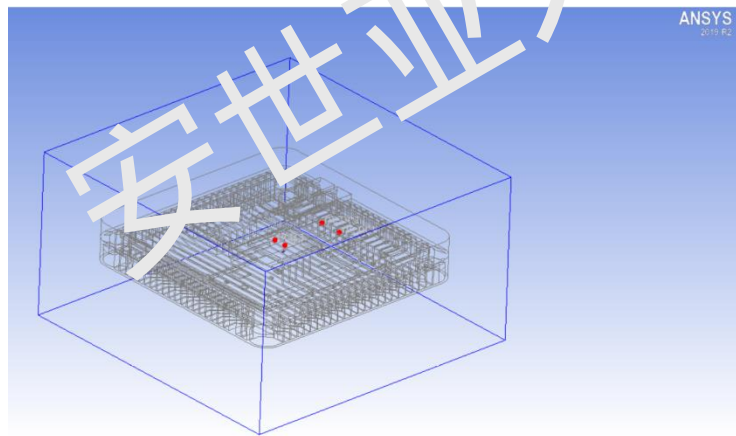
- PCB的层数假定为16层，铜的含量数据来自深圳方。
- 封装件使用network块热源，数据来自深圳方提供热源文件，没有数据的块热源使用材料属性自定义的热传导率30w/m-k，表面材料用使用塑装。
- 环境温度假定为35°C。
- 导热硅胶的位置：SOC，DC-DC Converters（电源砖）、Ethernet Transceiver。
- 导热硅胶的材料假定为液态金属。
- 散热器材料为铝。
- 本次计算没有考虑外壳的影响。
- 计算采用向上放置的工况进行计算。



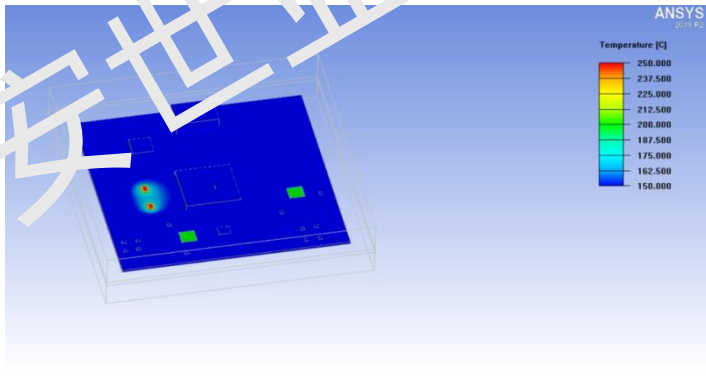
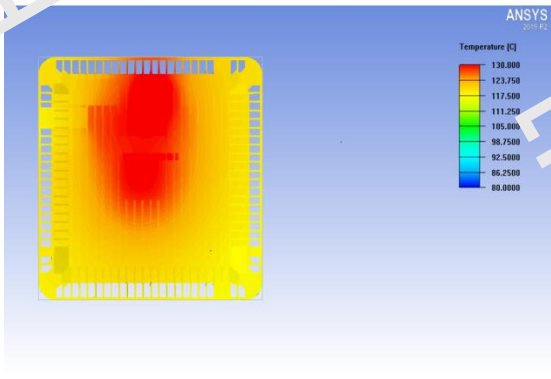
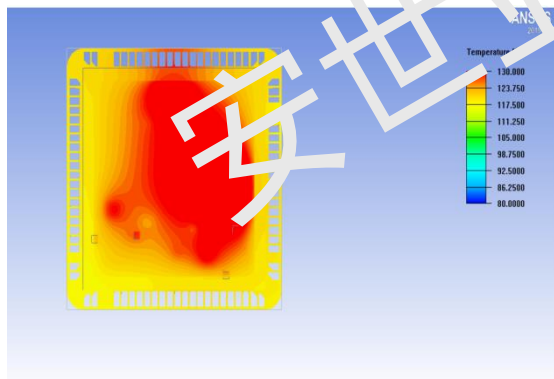
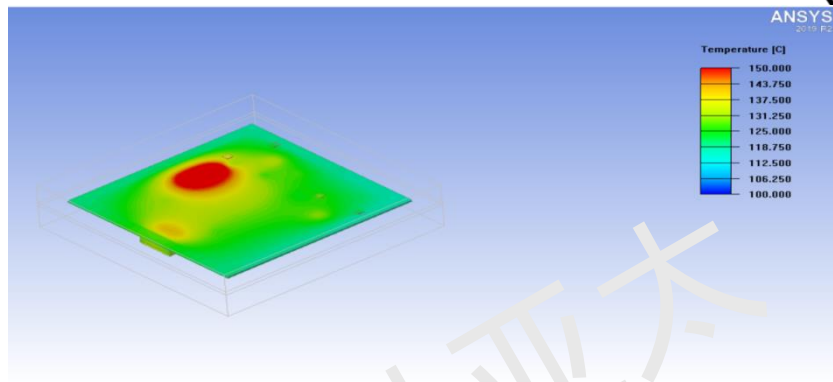
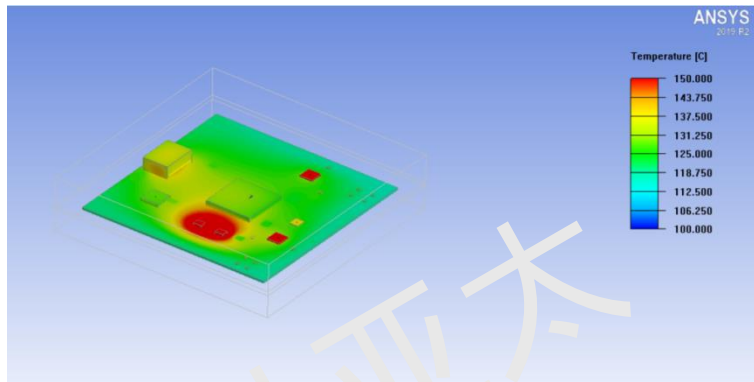
5G几何模型



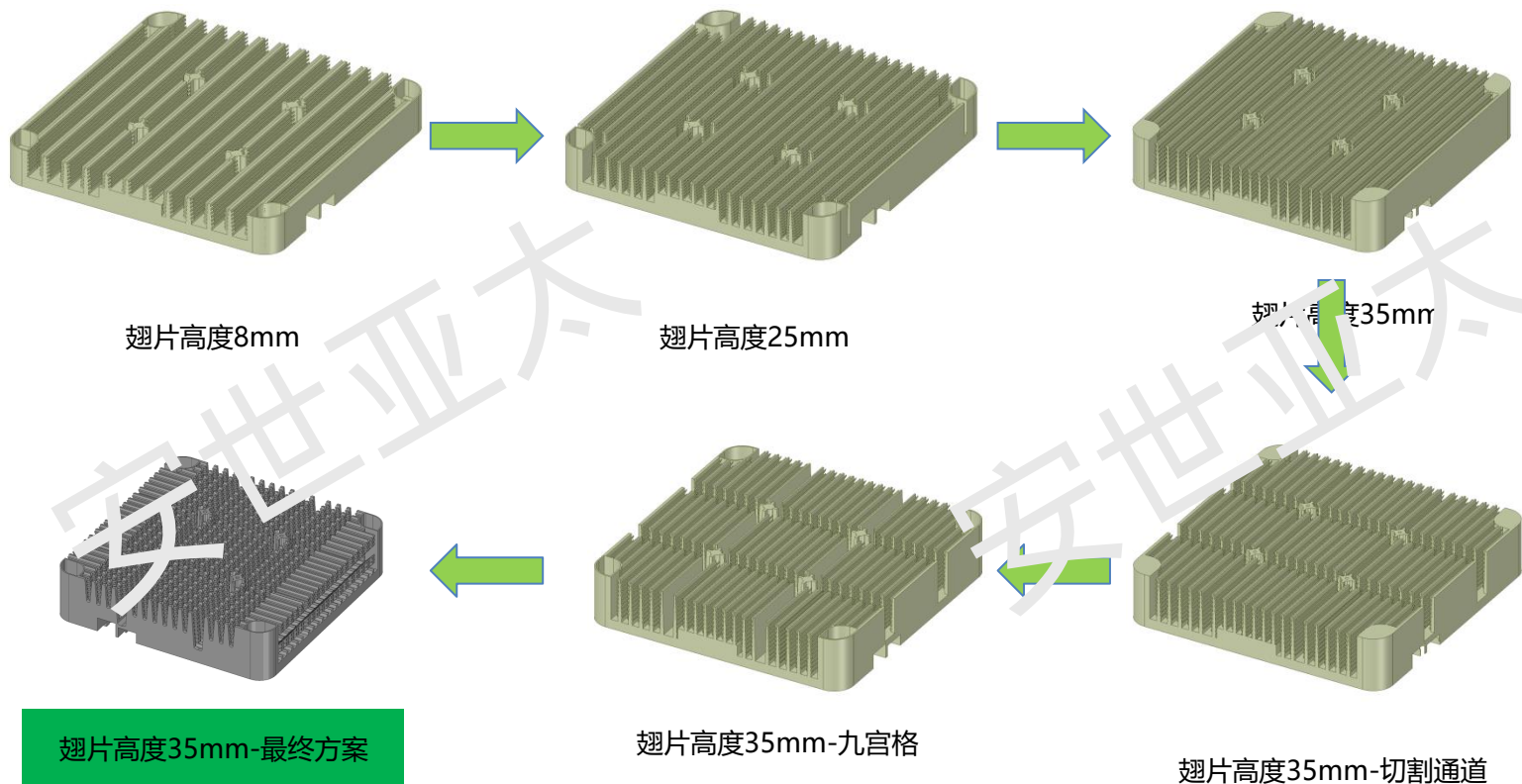
PCB板简化后模型



5G热模型



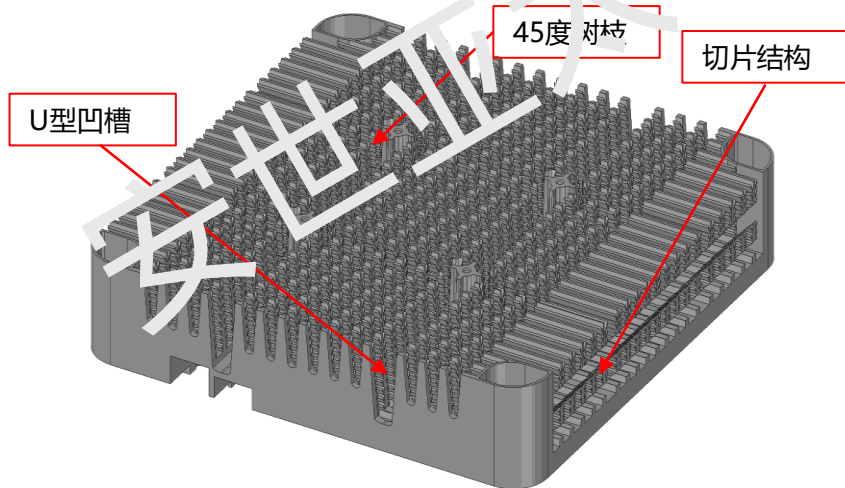
5G微基站传统散热器方案的分析结果云图



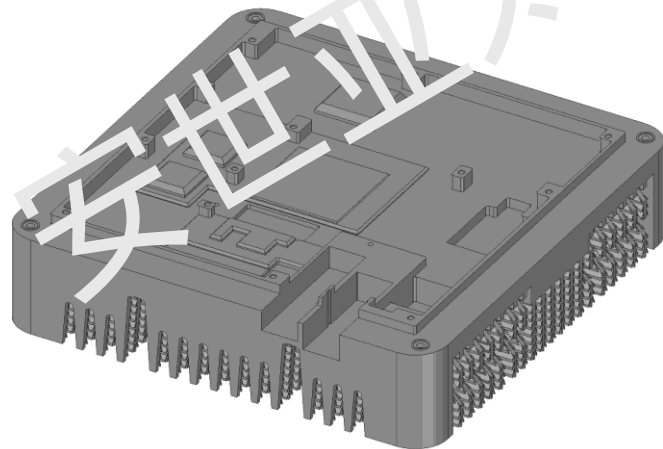
5G主散热器的优化方案演化

□ 主散热器优化模型:

- 底部使用增材技术做随型结构更加贴合电路板，基座整体厚度为10mm，最薄处8mm，受热冲击得能力较强。
- 使用增材技术设计树枝状翅片结构。翅片枝干为35mm的T型，每间隔2mm，以45度角在两侧生长树枝。在保证翅片间距足够的情况下，增大了有效散热表面积。
- 整体翅片组由多个翅片一体连接形成；位于散热器的外周壳体处，在翅片之间设置U型凹槽，此结构有效的增加了气体的流通，提高了散热效率；多个翅片列组成了翅片阵列，翅片阵列生长于壳体的上表面。

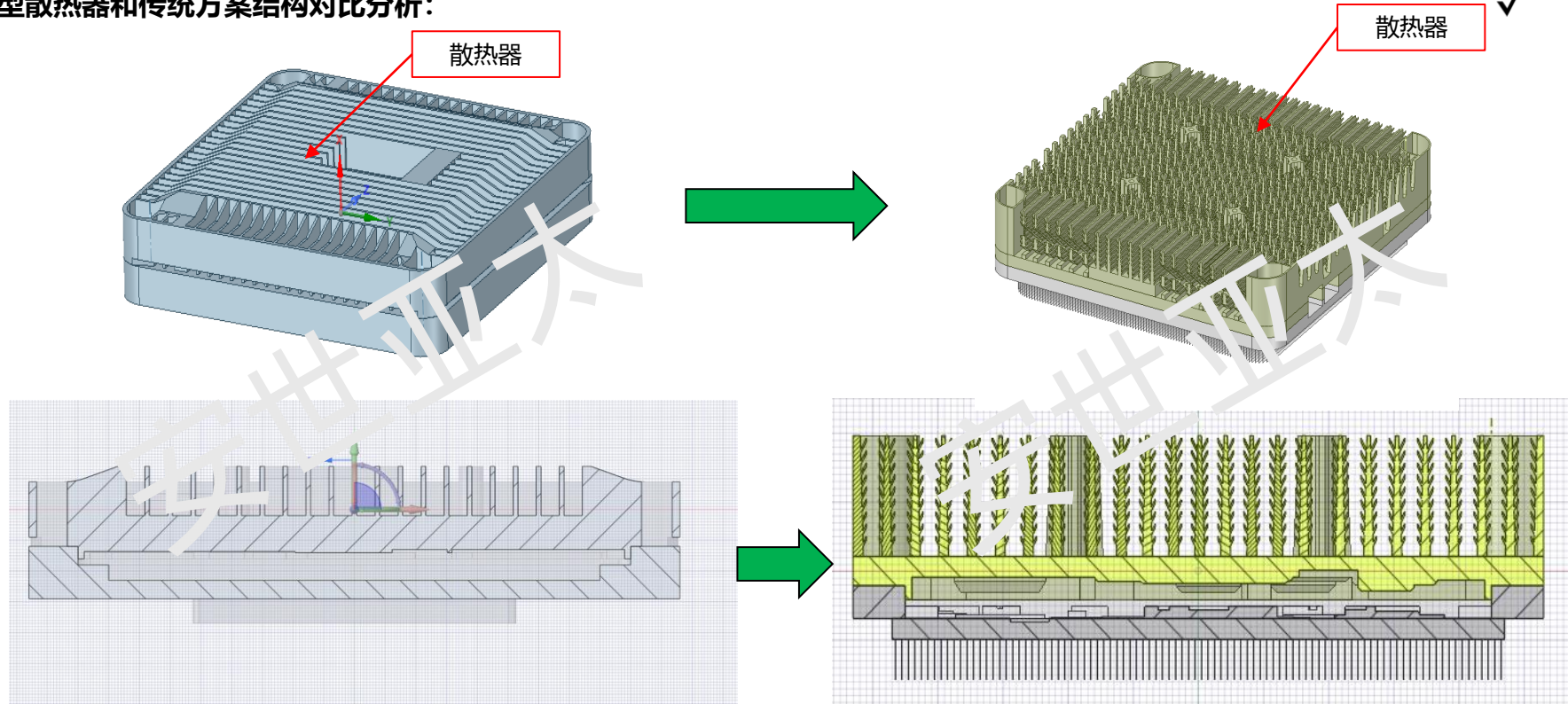


散热器主视立体图（可以看到U型槽结构以及两侧的切片结构）



散热器底面随型设计

■ 梳型散热器和传统方案结构对比分析:



原方案结构和剖面图

梳型结构和剖面图

梳型散热器和传统方案参数对比分析：

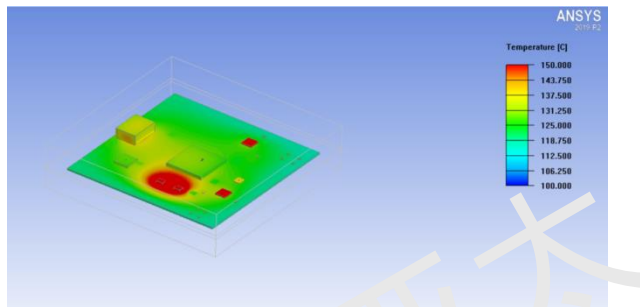
表 5G小基站散热器优化设计方案与原设计方案散热器参数对比

零部件名称	基本尺寸/mm				散热表面积/mm ²			体积/mm ³		
	长度	宽度	高度		原方案	优化方案	百分比/%	原方案	优化方案	百分比/%
			原方案	优化方案						
散热器	212	212	50	47.5	290205	731759	152	503753	705314	41

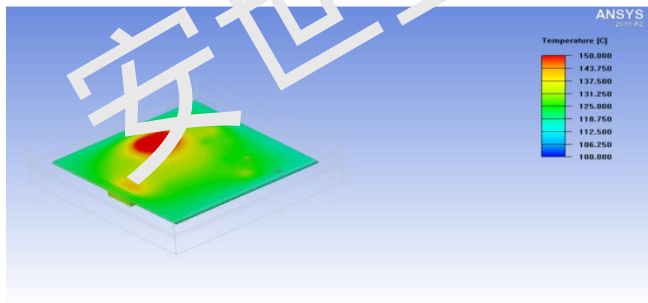
- 梳型散热器有效散热表面积比传统散热器提高了1.5倍，有效散热体积提高了0.4倍，质量保证在了2000g以下。
- 梳型散热器高度上在50mm以下，并不影响整体美观。
- 梳型散热器的U型槽有效的增加了对流换热系数，提高了换热效率。配和两侧的切片结构，整体外观也很新颖。
- 下方的散热壳体无要求，可使用传统工艺制造的散热器亦可使用增材制造的新型散热器。

■ PCB板上下表面：表面温度图

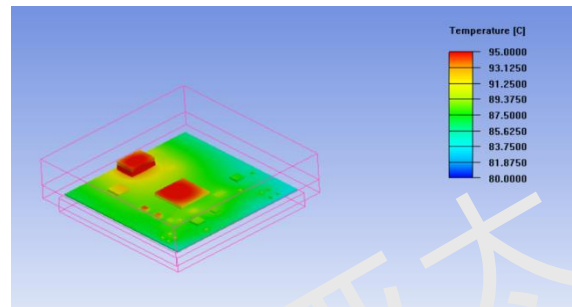
降温件仿真分析结果云图对比：



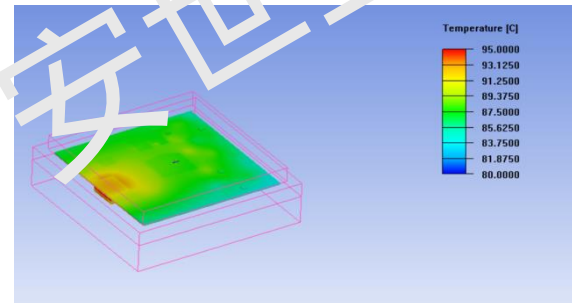
传统方案的温度云图
(温度集中于140°，局部最高温度超过200°)



传统方案的温度云图
(温度集中于140°)



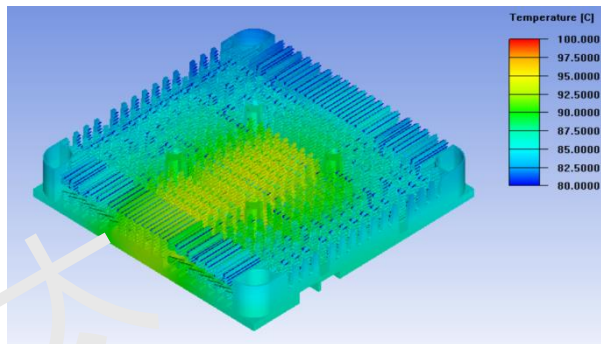
梳型散热方案的温度云图
(温度集中于87°，局部最高温度95°)



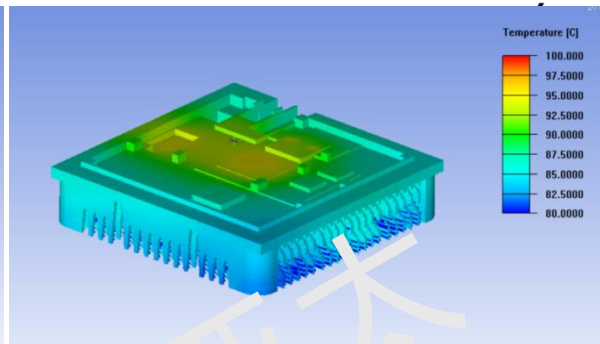
梳型散热方案的温度云图
(温度集中于87°)

■ 原方案和优化方案的对比分析：

- 散热器周边温度分布均匀。
- 高温集中在于几个封装件接触部位及翅片处，局部散热效果显著。
- 气体在翅片间，在U型槽内流动加剧，有效得提高散热效率。



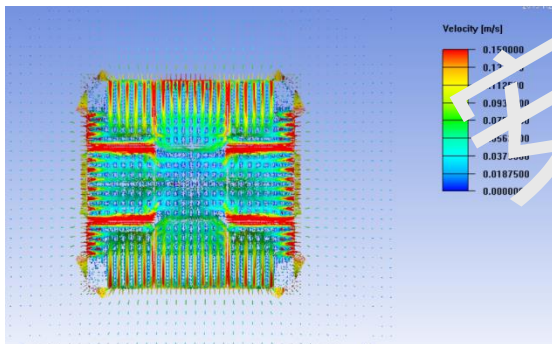
梳型散热器达到温度平衡时整体温度云图



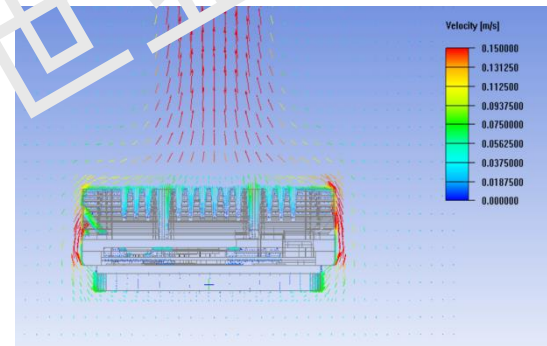
梳型散热器达到温度平衡时整体温度云图

表 5G小基站梳型散热器与传统方案分析结果对比 (取功率较大主要发热件)

部件名称	传统方案	梳型散热器	温度 ¹	降低百分比
AD-DA1	203.3	88.00	115.22	56.70
AD-DA2	204.3	88.00	115.33	56.41
CLK	137.86	89.00	48.86	35.44
DC-DC-Converters	142.3	98.24	44.13	31.00
DC-DC1	254.48	93.86	160.62	63.12
DC-DC2	259.61	94.39	165.22	63.64
SOC	144.46	95.47	48.99	33.91
ET	133.64	92.28	41.33	30.93
散热器	137.01	95.47	41.54	30.32



梳型散热器达到温度平衡时速度云图 (取散热器翅片25mm处XZ平面)



梳型散热器达到温度平衡时速度云图 (取散热器中处平面)





大咖慧

安世亚太

大咖慧，顾名思义，汇集众多大咖智慧。

是由安世亚太打造的一个以设计、仿真、增材制造等领域技术和行业专家为主的智慧学习平台。目前主要通过线上培训、研讨等方式，由行业相关领域资深专家与学员们分享交流最新技术和应用研究成果。

如有任何需求、建议，请关注订阅号（peraglobal），给我们留言



安世亚太