

## 多领域散热材料、工艺的发展历史与路径演绎

2023 年 06 月 18 日

➤ 本周关注：精测电子、弘讯科技、电光科技、汇川技术

➤ 本周核心观点：关注人形机器人产业催化及通用复苏

➤ **CPU/GPU 算力、功率的提升持续拉动散热相关需求，且有加速态势。**根据 PassMark 评分数据，2001 年 2020 年，Intel/AMD 的 CPU 芯片单核/多核性能均持续提升。同时根据 Techspot 的相关研究，CPU 和 GPU 的算力（或处理能力）大部分由它们的晶体管密度决定，而每个晶体管都会在电流通过时产生热量，因此晶体管密度的提升带来了热量的提升；**同时市场上大多数的 CPU 都能以高于其基本频率的速度运行。**另一方面，**由于 AI 算力需求的快速提升，相关 CPU/GPU 的功率提升也呈现加速态势。**以 GPU 为例，主要用于游戏等领域的携带图像处理能力的 GPU，从 2004 年的 G70 至 2022 年的 AD102，**18 年期间功率提升近 5x 至约 450W；**对比看用于 AI 领域的 V100/A100/H100，2017-2023 年每间隔 3 年功率提升 **1.6x/1.75x 至 700W**

➤ **芯片级散热材料与工艺的演变，风冷走向液冷。**散热器最先以风冷方式出现，早期为一体成型的挤铝下压式散热器，铝材便宜易加工，但导热效率 (237W/(M·K)) 只有铜的二分之一 (401W/(M·K))，因此出现了塞铜式散热器。就散热器形态而言，早期为下压式散热器，更新的塔式散热器能够通过侧吹的方式提高散热效率。随 CPU 功率提高，散热器开始与热管、鳍片等器件搭配组成性能更高的散热模组，并且出现散热效率更高的水冷散热器。芯片类散热（包含 CPU/GPU）主要有风冷和水冷两种解决方案，相同规格功耗下，水冷散热能力更强，但价格昂贵，高端市场使用多。

➤ **市场空间。**根据 Market Watch 统计，全球热管市场规模在 2022 年达到了 30 亿美元，预计热管 2028 年市场规模将达到 46 亿美元，2022-2028 期间 CAGR 为 7.48%。全球热管主要厂商有 FURUKAWA、Innergy tech、Advanced Cooling Technologies、Fujikura、Aavid Thermalloy、Asia Vital Components 等。2022 年全球均热板市场规模大约为 46 亿元人民币，预计 2029 年将达到 137 亿元，2023-2029 期间 CAGR 为 14.2%，均热板全球市场主要生产商主要 Auras、CCI、Jentech、Taisol 和 Fujikura 等。

➤ **新能源车领域也有相关产品应用。**1) 汽车电动化带动汽车 PCB 需求稳健增长，该部分的散热需求与电子领域的相似；2) 高压快充带来新的散热需求。对于此类热流密度较高的设备，液冷系统具有更高的换热效率，与风冷相比，不仅可以缩小换热设备体积，还可以实现温控。大功率充电连接器冷却系统主要由液冷泵站、循环管道、散热器、冷却液等组成，循环管道内置于充电电缆中，液冷泵站安置在充电桩内部，当冷却系统开启时，冷却液通过循环管道带走热量并进入散热器冷却，从而保证大功率充电连接器在合理的温度范围内工作。液冷充电枪是目前很流行的降低热损耗的办法，供应商目前正在整合液冷与 DC 快充技术进一步提高功率。

➤ **投资建议：**伴随算力提升，建议关注 **英特科技、中石科技、富信科技**

➤ **风险提示：**1) AI 对算力需求的持续性不及预期；2) 相关产品性能优化取得技术突破，导致制冷散热需求低于预期

推荐

维持评级



分析师 李哲

执业证书：S0100521110006

电话：13681805643

邮箱：lizhe\_yj@mszq.com

分析师 占豪

执业证书：S0100522090007

电话：15216676817

邮箱：zhanhao@mszq.com

## 相关研究

1. 一周解一惑系列：核电行业梳理 2023/06/12
2. 一周解一惑系列：X 射线智能检测设备应用梳理-2023/06/05
3. 一周解一惑系列：光栅尺的测量地位及国产化进程-2023/05/28
4. 一周解一惑系列：“一带一路”能源设备的潜在市场空间与选择-2023/05/21
5. 一周解一惑系列：液冷设备行业梳理-2023/05/15

# 目录

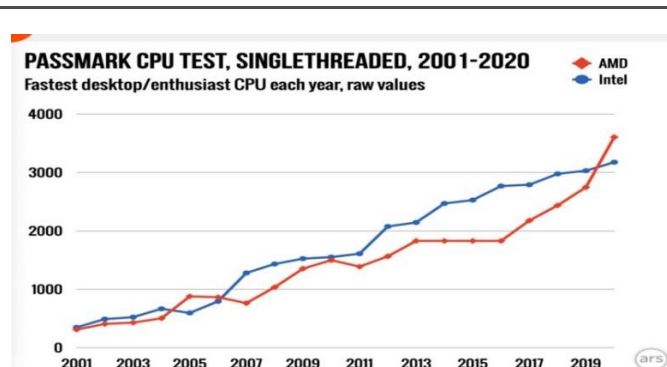
<b>1 散热需求提升的历史回顾</b>	<b>3</b>
1.1 处理器的功耗随着算力的提升而提升	3
1.2 下一代 CPU 将需要更强大的冷却解决方案	3
1.3 海外龙头散热器件与材料公司	6
<b>2 芯片 (CPU/GPU) 散热</b>	<b>7</b>
2.1 芯片散热材料演变	7
2.2 风冷和水冷散热方式对比	7
2.3 水冷散热器零部件及工作原理	8
2.4 风冷散热模组零部件及工作原理	10
2.5 市场空间及主要相关公司	12
<b>3 消费电子领域</b>	<b>14</b>
3.1 手机散热：均热板为主，石墨、石墨烯为辅	14
3.2 电脑：热管+风扇+鳍片，进步以量变为主	18
3.3 消费电子领域材料龙头介绍	19
<b>4 新能源车领域散热</b>	<b>21</b>
4.1 PCB 散热	21
4.2 新能源汽车充电	22
<b>5 相关公司</b>	<b>25</b>
5.1 英特科技	25
5.2 中石科技	25
5.3 富信科技	26
<b>6 风险提示</b>	<b>28</b>
<b>插图目录</b>	<b>29</b>
<b>表格目录</b>	<b>29</b>

# 1 散热需求提升的历史回顾

## 1.1 处理器的功耗随着算力的提升而提升

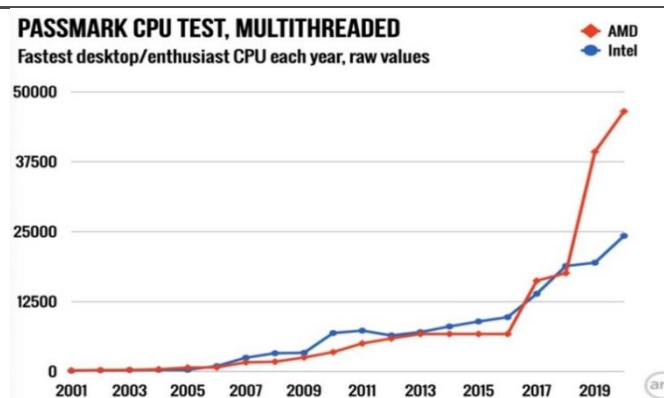
在 CPU 领域，我们以 PassMark 的数据为例，这是一个由用户提交的全球统计数据，包括个人电脑安装的 CPU，但不包括游戏机。数据反映的是单核和多核性能的年度平均值。

图1：2001-2020 单核 CPU 性能



资料来源：Passmark，民生证券研究院

图2：2001-2020 多核 CPU 性能



资料来源：BP，民生证券研究院

在 GPU 领域，AMD 和 NVIDIA 在过去的十年中都取得了显著的技术创新。在性能、性能/美元、能耗、性能/晶体管等多个方面，我们都可以看到 AMD 和 NVIDIA 的 GPU 技术的改进。

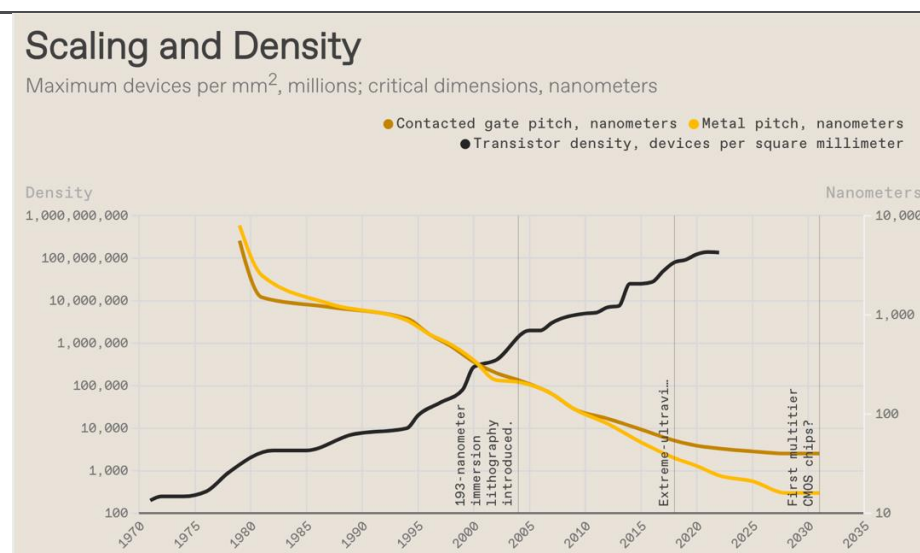
## 1.2 下一代 CPU 将需要更强大的冷却解决方案

CPU 和 GPU 被归类为 VLSI (Very Large Scale Integration) 电路，这是由数十亿的晶体管、电阻和其他微观电子组件组成的巨大集合。芯片需要电流来执行任务。这些组件都有一定的电阻，电流通过时会产生热量。每个处理器包含数十亿个晶体管，即使每个晶体管的电阻都非常小，他们的累积效应也会产生相当大的热量。例如，一块典型的 CPU 可能只有几毫欧的总内阻，但是当有 80A 或更多的电流通过时，由于电阻而消耗的能量将超过 90 W(每秒)。这些能量被传递到构成整个芯片的材料，这就是每个处理器在工作时都会变热的原因。芯片需要主动冷却以防止其温度过高，因此所有的热量都需要被排出。如果处理器正在“损

失”能量（以热的形式），它将需要不断地“消耗”能量以保持正常运行。换句话说，正在丧失的热量几乎等同于芯片的功率等级。

而近年来，CPU 和 GPU 内部的晶体管密度在不断增加，这使得它们能够执行更多的计算任务。

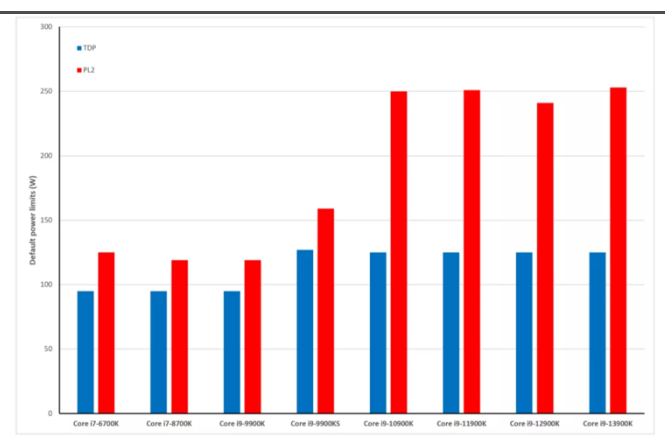
图3：晶体管密度（黑线）与时间



资料来源：Techspot，民生证券研究院

CPU 供应商一直通过一个简单的数字来说明其处理器的功耗：热设计功耗或 TDP，为标准功耗。然而市场上几乎所有的 CPU 都能以远高于其基本频率的速度运行。PL2 为 CPU 规定的最大功率，我们可以将 PL2 视为 CPU 的实际最大功率。随着晶体管密度的增加，其所需电流更多，它们的功耗也正稳步提升。

图4：CPU 最大功率的提升（红色为最大功率）



资料来源：Techspot，民生证券研究院

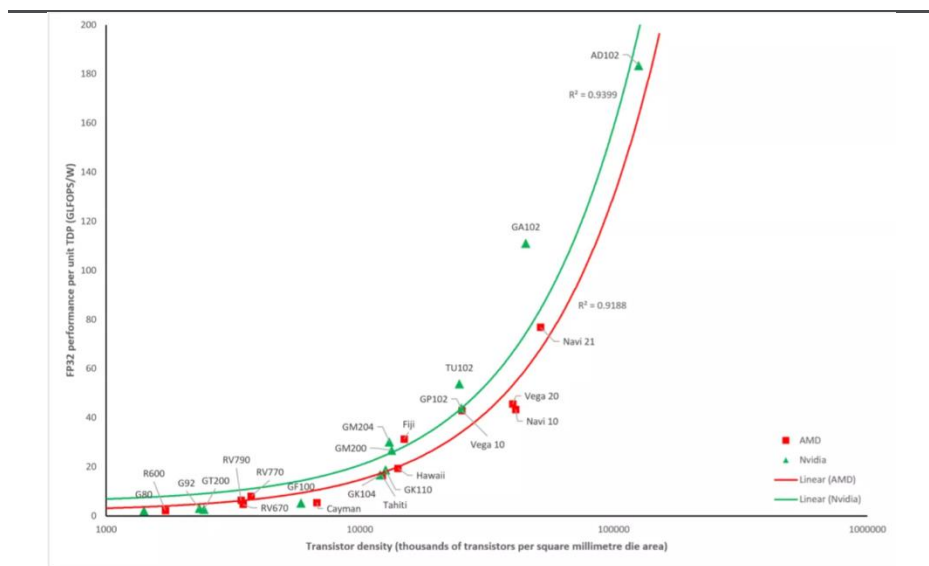
图5：GPU 功率随时间提升



资料来源：Techspot，民生证券研究院

CPU 和 GPU 的算力（或处理能力）大部分由它们的晶体管密度决定。这是因为在基本层面上，晶体管就是这些处理器执行所有任务的基本组件。

图6：GPU 算力随晶体管密度提升而提升

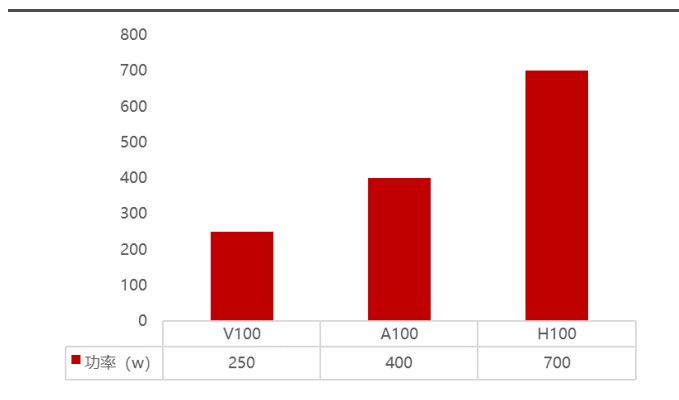


资料来源：Techspot，民生证券研究院

更密集的晶体管意味着更高的热量生成，因为每个晶体管都会在电流通过时产生热量。这就需要更有效的冷却解决方案来防止处理器过热。

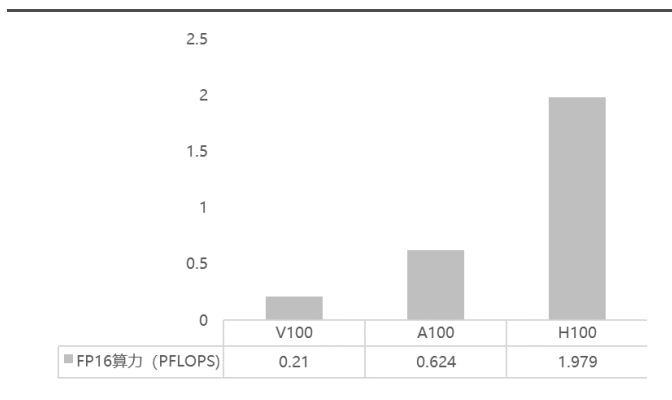
而在用于计算的 GPU 系列，V100/A100/H100 的功耗同样随着算力提升而稳步提升。

图7：图 3:V100/A100/H100 功率 (w)



资料来源：Techspot，民生证券研究院

图8：图 4: V100/A100/H100FP16 算力 (PFLPOS)



资料来源：Techspot，民生证券研究院

据 DigiTimes 报道，散热组件供应商预计随着 2022 年下半年新一代显卡的亮相，会刺激散热组件的需求。GeForce RTX 40 系列的 TDP 高达 600W，而 Radeon RX 7000 系列功耗高达 300W。采用优质材料的高性能散热组件意味着显卡的成本变得更高，对散热组件供应商而言，将会有更大的利润空间。散热解决方案供应商 Auras Technology 董事长兼总裁林育深表示，预计服务器用散热



模块将成为 2023 年业务增长的主要来源，相应的收入比例将上升至 30%

随着处理器功率和密度的增加，需要更强大和更有效的冷却解决方案来保持设备的正常运行。这就为冷却组件供应商提供了更大的市场，通过提供高性能的冷却解决方案来获得更大的利润。

其次，随着 AI 和加速计算的发展，数据中心的冷却需求也在增加。数据中心的冷却是一个重要的问题，因为它直接影响到数据中心的运行效率和能源消耗。因此，解决这个问题需要投入大量的研发资源，这也为冷却技术的研发和应用提供了资金支持。

### 1.3 海外龙头散热器件与材料公司

表1：海外龙头公司

名称	所属地	简介	收入规模
Bergquist (贝格斯)	美国	Bergquist 是生产导热产品、薄膜开关的企业，导热材料全球领导者，其产品应用涉及汽车、消费电器、工业电子、LED 照明等领域。公司于 2014 年底被 汉高(Henkel)收购	Henkel FY23 营业收入为 245 亿美元，但 Bergquist 收入未披露。
GrafTech International Ltd.	美国	世界领先的石墨材料公司，天然石墨(非合成石墨)全球领导者，主要为高能量部件提供范围广泛的天然和合成石墨热管理产品、石墨电极。公司为金属制造、电子、化学、航空、光伏、交通运输等行业提供解决方案。	主营业务收入为 12.8 亿美元，公司唯一披露的收入板块即为工业材料板块。
Laird Technologies (莱尔德)	英国	Laird PLC 的子公司，屏蔽簧片和导电布全球领导者，Laird Technologies 专业设计和供应电磁干扰屏蔽产品、导热产品、机械驱动系统、信号完整性部件和无线天线解决方案，以及无线电频率(RF)模块和系统。2021 年，功能材料业务 (Laird Performance Materials) 已被杜邦收购。	功能材料业务 (Laird Performance Materials) 2020 年收入为 4.65 亿美元。
Nolato	瑞典	Nolato 是聚合物部件生产商，流体导电橡胶的全球领导者，公司产品应用领域包括医药、通信、汽车等。NolatoTelecom 部门产品包括导电橡胶和导热材料。公司主要客户包括爱立信、华为等。	主营业务收入为 9.98 亿美元，其中集成解决方案板块收入为 3.06 亿美元。
Kaneka	日本	日本大型化工产品上市公司，主要产品包括化学产品、功能性树脂、发泡树脂制品、电子材料、合成纤维等。	FY23 营业收入约 57 亿美元，其中材料占 57.7%，约 32.6 亿美元。
Panasonic (松下)	日本	合成石墨材料全球领导者，从事各种电器相关产品的生产和销售等。石墨膜与电磁波屏蔽薄膜是公司材料类主要产品之一。	FY23 营业收入达 631 亿美元，其中 Panasonic Industry 占 14%份额，营业收入 86.6 亿美元。

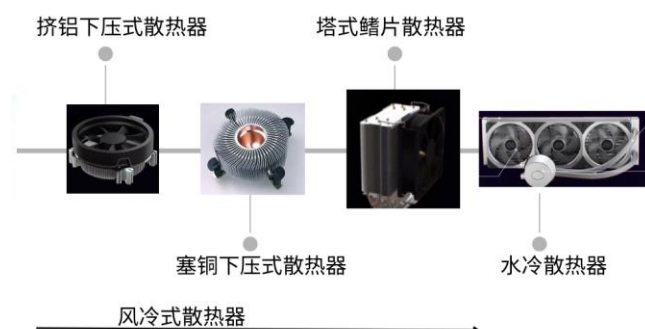
资料来源：中石科技招股书，海外各公司官网，杜邦网，民生证券研究院

## 2 芯片（CPU/GPU）散热

### 2.1 芯片散热材料演变

散热器最先以风冷方式出现，早期为一体成型的挤铝下压式散热器，铝材便宜易加工，但导热效率( $237W/(M \cdot K)$ )只有铜的二分之一( $401W/(M \cdot K)$ )，因此出现了塞铜式散热器。就散热器形态而言，早期为下压式散热器，更新的塔式散热器能够通过侧吹的方式提高散热效率。随 CPU 功率提高，散热器开始与热管、鳍片等器件搭配组成性能更高的散热模组，并且出现散热效率更高的水冷散热器。

图9：芯片散热材料和散热器发展历程



资料来源：中关村在线、硬件茶谈，民生证券研究院

### 2.2 风冷和水冷散热方式对比

芯片类散热（包含 CPU/GPU）主要有风冷和水冷两种解决方案，相同规格功耗下，水冷散热能力更强，但价格昂贵，高端市场使用多。

表2：芯片风冷散热与水冷散热方式对比

散热方式	散热原理	优势	劣势	示意图
风冷	CPU/GPU工作时产生的热量传递给散热器，在风扇作用下与周围空气进行热传递	价格低（目前顶级双塔风冷，以利民IBE为例价格仅在600元）；安全性高	噪音大，体积大；散热效率有限，依赖机箱通风	塔式鳍片散热器 CPU Tower Cooler
水冷	在水泵作用下通过管道内液体吸收 CPU 热量，冷却后反复循环	噪音低；极限散热能力高于风冷，不依赖机箱风道；	价格高，360mm 规格价格在 800-1000 元；全封闭式维修难度高，存在漏水风险；	冷排 风扇 水管 冷头

资料来源：硬件茶谈，民生证券研究院

## 2.3 水冷散热器零部件及工作原理

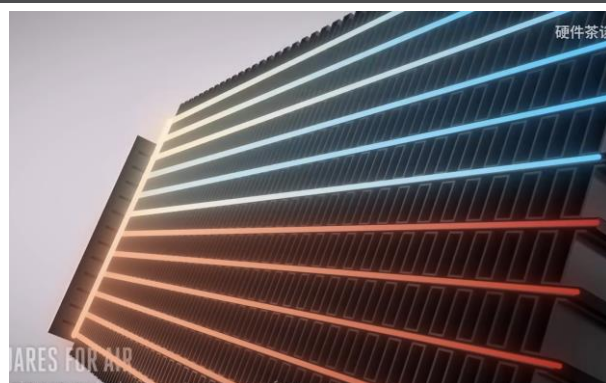
水冷散热模组主要包含冷排、水管、风扇、冷头等零部件，分为一体式水冷与分体式水冷，二者工作原理相同，但零部件组装方式存在不同。以一体式水冷为例，冷头内部含有泵机，工作时冷头一面直接接触 CPU 表面，另一面采用 CNC 工艺敲出的大量凹槽（微水道），冷水流经微水道被 CPU 产生的热量加热，经过泵机带动水流，流经水管进入冷排，冷排内部有很多水路，水路之间镶嵌有大量鳍片，热量传递给鳍片后经由冷排上方风扇散热，降温后的冷水再次回流，经水泵循环的冷液，带走冷头上从核心吸收的热量。冷排的尺寸很大地影响散热效率，目前市面常见尺寸有 120mm，240mm 和 360mm。目前 CPU 冷头和显卡冷头主要都适用铜底导热，市面 CPU 水冷冷头设计主要有两种，一种是普通铜柱型，另一种是喷射式，喷射式冷头在铜柱基础上能够将水通过狭小的喷嘴快速喷射到铜板底部，提升局部流速并且形成乱流，使水冷液的吸热效率大为提高，喷射式冷头水阻较大，对水泵扬程要求更高。显卡冷头分为单核心、半覆盖和全覆盖式冷头。水冷散热的工作原理和零部件构造如下表所示。

图10：水冷模组泵机工作原理示意图



资料来源：硬件茶谈，民生证券研究院

图11：水冷模组冷排示意图



资料来源：硬件茶谈，民生证券研究院



**表3：水冷散热模组零部件工作原理及加工流程**

零部件	工作原理及工艺细节	示意图
CPU 冷头	1) CPU 冷头底部铜板尺寸最少需要 50X50MM 设计，否则无法完全覆盖市面上 90%的 CPU 2) 水冷头的水槽有众多条状翅片，翅片数量越多，厚度越薄，间距越小，那么散热面积就越大，散热效率高 3) 水槽深度影响热阻，水槽越深，冷却液就越接近 CPU 热源"	
单核心显卡水冷头	跟 CPU 水冷头的构造和原理基本一致，只对显卡 GPU 进行散热，适合低端显卡	
GPU 冷头		
半覆盖显卡水冷头	兼容了 GPU 以及显存同步散热的一种显卡水冷头。半覆盖式水冷头的反面有 4 个突起，中间突起为接触核心点，周边 3 个突起用于接触显存。冷头正面有进出水道。使用半覆盖显卡水冷头可能出现 MOS 管缺少主动散热的情况，多适用于中端显卡	
全覆盖显卡水冷头	全覆盖水冷头覆盖了三大发热体的水冷头，包括核心（GPU）、显存（RAM）、还有供电贴片组（MOS 管），进出水设计和半覆盖水冷头一致，反面有多个凸起贴合三大发热部位 对于大型显卡，全覆盖式水冷头多采用搭桥设计连接 MOS 管，如果设计不当可能导致 MOS 水流量不足，散热效率差"	
冷排	冷排有两个水口和水室，内部有空心扁平的水道，水道通过与冷排两端的水室连接形成循环的水路，同时在这些水道的外面焊接了金属的鳍片，这些鳍片可以更快的帮助水道散出热量。一般来讲更大、更厚、鳍片更密集冷排散热效果越好，也需要配置高转速甚至双面的风扇吹透厚排。	
水泵	水泵按型号和功能主要分为 D5 和 DDC 两种，D5 的流量大、扬程小、体积大、噪音小；DDC 流量小、扬程大、体积小、噪音大。扬程是水泵克服水阻的能力，流量是水泵每分钟\每小时流经液体的数值。	

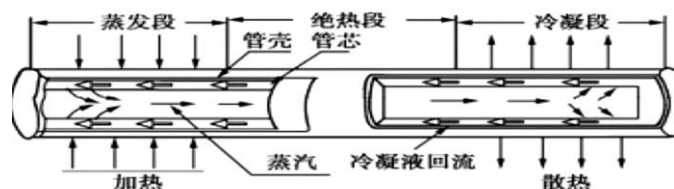
资料来源：Yu 水冷，中关村在线，民生证券研究院

## 2.4 风冷散热模组零部件及工作原理

风冷散热模组的工作原理为，CPU/GPU 工作时产生的大量热量传递给散热器，导致散热器升温，在风扇作用下散热器与周围空气进行热传递，当散热器散发的热量与 CPU 最大功耗时产生的热量相等时，温度达到平衡稳定状态。

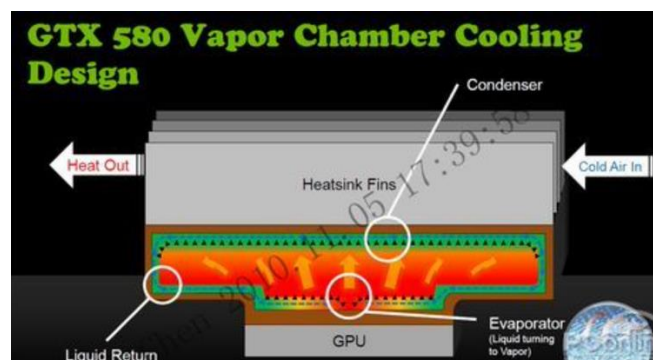
风冷散热模组主要包含三个组成部分：1) 热管（Heat Pipes）或均热板（Vapor Chamber）；2) 散热鳍片（Fins）；3) 散热风扇或涡轮。这三个部分之间常搭配导热材料和焊接等工艺加速热量传导。热管与鳍片的接触方式主要有两种，一种为“穿 Fin”，热管直接插入鳍片；另一种为金属焊接。热管与 CPU/GPU 核心的接触方式主要有两种，一种是直触，直接把热管加工到大概形状后对底面进行打磨并贴在核心上，这种加工方法成本低，但容易发生形变，主要用于中低端；中高端采用铜底更多，加工中把热管穿插焊接在一个铜块内，或用带凹槽的铜块将热管夹在中间，热量先由铜底吸收再传递到热管上，这种方式使用寿命长、传热均匀，成本更高。

图12：热管工作原理示意图



资料来源：Antpedia，民生证券研究院


图13：均热板工作原理示意图



资料来源：PConline，民生证券研究院

风冷模组零部件的工作原理和加工流程如下表所示

**表4：风冷散热模组零部件工作原理及加工流程**

零部件	工作原理	加工流程和技术	示意图
热管	负责传热，从外部看是一根圆柱形铜管，内部中空，填充有相变冷却液，热管壁是多孔结构的烧结壁，当热管的一端接触热源，热管内的冷却液就会吸收热量沸腾蒸发成气体，当扩散到上方温度较低的区域就会冷凝并释放热量变成液体，在通过烧结壁经过毛细作用回流到热区，通过循环达到热量的传输。热管一头接触 CPU/GPU 成为热区，另一头穿插大量鳍片。目前主流热管的规格是 6mm 和 8mm 直径，截面面积相差几乎一倍，8mm 热管的热承载能力高	热管的核心工艺是烧结，烧结用的主要材料为非常细小的铜粉，混合熔点低于铜的少量金属粉末，将粉末混合物均匀附着在铜管内壁，再对铜管进行快速加热，温度一般低于铜粉熔点但高于其他金属熔点，加热完成后迅速降温，最终粉末混合物颗粒之间发生粘结，从而在铜管内壁形成一层凹凸不平的结晶体。烧结之后在热管内部注入少量相变冷却液，附着在内壁上，带动热传导。为防止内部空气以及水蒸气高温膨胀导致热管变形破裂，再在热管内部抽至负压状态，由于负压，热管内部的冷却液在远低于 100 度的温度条件下也能实现蒸发，实现散热。	
均热板	与热管工作原理相似，可以理解为板状的热管，是一个内壁具有微细结构的真空腔体，通过腔体内的冷却液气化以及凝结过程达到散热的目的，通常用于需小体积或需快速散高热的电子产品，能够把热量从核心均摊到更大的面积上	一般采用蚀刻工艺制程，分别在两片厚度仅为 0.2mm 的特殊铜合金上，蚀刻出真空腔体，再采用电阻焊工艺把毛细铜网固定在腔体中，然后铜片经钎焊工艺焊接为一体，并经抽真空、注液、二次除气、头部点焊等工序，完成超薄均热板的制造。	
鳍片	鳍片作为冷区，其表面积影响散热能力，芯片热量传递给鳍片，再加装风扇，加速鳍片周围空气流通，就能快速给 CPU/GPU 散热	1) 铝挤式和塞铜式：铝挤式很早被应用，铝锭高温加热后由挤压机塑形成胚，再进行裁剪、剖沟处理，铝材便宜易加工，但导热效率(237W/(M·K))只有铜的二分之一(401W/(M·K))。塞铜式将铝挤型加热后将铜芯塞入其中，导热性能更好，是目前市场上的主流散热片。 2) 压固法：将众多的铜片或铝片叠加，在两侧加压并抛光截面，截面与 CPU 核心接触，另外一面伸展开来作为散热鳍片。 3) 锻造式：将铝块加热后高压充满模具内，鳍片高度可以达到 50mm 以上，厚度 1mm 以下，相同体积内散热面积大。但需要大吨（500 吨以上）位锻压机械，设备成本很高。 4) 接合型：利用导热膏或焊锡将铜/铝鳍片结合在具有沟槽的散热底座上，导热膏和焊锡存在介面阻抗问题影响散热，因此运用插齿技术（利用高压将铝片结合在基座中）和回流焊接技术（使用特殊回焊炉，精确设定参数，焊料采用用铅锡合金）技术降低介面阻抗。 5) 切削式：利用特殊的刀具将整块材质削出一层层鳍片，鳍片可薄至 0.5mm，但废料多成本高，主要偏向铜制散热片。	

资料来源：中石科技官网，硬件茶谈，热管理，昆山福瑞格机电科技有限公司，民生证券研究院

## 2.5 市场空间及主要相关公司

当前数字基础设施建设已经成为“十四五”时期及未来一个时期我国经济实现高质量发展的重要基础。2023 年初以来，以 OpenAI 公司 ChatGPT 为代表的生成式 AI 在引发市场广泛关注，AI 技术带来算力的大幅提升。根据《冷板式液冷服务器可靠性白皮书》，2022 年英特尔第四代服务器处理器单 CPU 功耗已突破 350 瓦，AI 行业头部企业的单 GPU 芯片功耗突破 700 瓦，高算力场景将对芯片散热带来巨大的挑战，热管理解决方案正迎来爆炸式需求。

据 Market Watch 统计，全球热管市场规模在 2022 年达到了 30 亿美元，预计热管 2028 年市场规模将达到 46 亿美元，2022-2028 期间 CAGR 为 7.48%。全球热管主要厂商有 FURUKAWA、Innergy tech、Advanced Cooling Technologies、Fujikura、Aavid Thermalloy、Asia Vital Components 等。2022 年全球均热板市场规模大约为 46 亿元人民币，预计 2029 年将达到 137 亿元，2023-2029 期间 CAGR 为 14.2%，均热板全球市场主要生产商主要 Auras、CCI、Jentech、Taisol 和 Fujikura 等，国内主要有中石科技与富信科技。

**表5：芯片散热相关公司及产品介绍**

公司名称	公司介绍	产品介绍
中石科技	公司以研发为主导，在提供基于石墨材料、导热界面材料、两相流产品的先进热管理功能解决方案的基础上，以创新性技术为新一代电子设备提供热管理、电磁屏蔽、粘结密封等“可靠性综合解决方案”。在导热界面材料领域，公司深耕行业 16 年，是全球通信行业、消费类电子主流导热界面材料供应商，公司多项产品属于业内首创。	1) 导热界面材料 TIM：包括导热填充垫片、导热凝胶、导热硅脂、相变材料、储热材料、高回弹石墨材料、界面石墨产品等。 2) 热管：包含标准热管、薄型热管、超薄热管、大功率薄型热管 HPS 等。 3) 均热板：包含标准均热板、薄型均热板、超薄均热板（最薄可达 0.25mm）。 4) 热模组：风冷散热模组-服务器散热模组、笔电散热模组、清洁能源散热模组、其他定制化散热模组等；液冷散热模组-管式液冷板、埋管式液冷板、一体式液冷板等
富信科技	公司大力推广半导体热电技术，为客户提供优质的产品和应用解决方案	半导体制冷片（TEC），研发生产的微型热电制冷器件结构小巧、控温精准、可靠性高；公司生产的热电制冷系统覆盖气冷和液冷散热方式。

资料来源：中石科技 2022 年度报告，富信科技官网，富信科技 2022 年度报告，民生证券研究院

2022 年 5 月 24 日英伟达宣布推出首款运用直接芯片（Direct-to-Chip）技术的液冷式 GPU，该方案应用在 A100 80GB PCIe GPU 上，如构造图所示，左侧为芯片内冷板的出水口与入水口，芯片通过与装有液体的冷板直接接触来散热。数据中心运营商 Equinix 已经引入该液冷 GPU，采用液冷技术的数据中心相比同等工作负荷的风冷数据中心减少能源消耗约 28%，对于同型号 GPU 使用液冷后 PUE 由 1.6 降低至 1.15。相比风冷 A100 GPU 需使用两个 PCIe 插槽，液冷 A100 GPU 仅使用一个 PCIe 插槽，因此空间相同条件下使用直接芯片液冷的数据中心



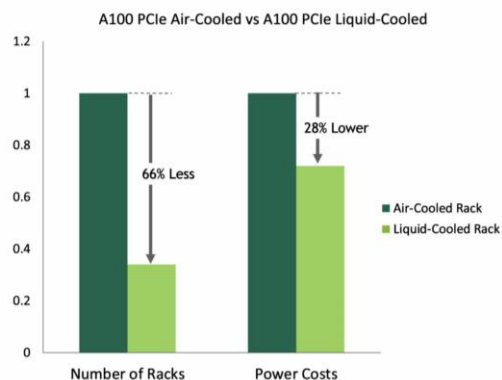
可以实现双倍计算量。2023 年 5 月 22 日 Supermicro 推出业内首个 NVIDIA HGX H100 液冷式 8 及 4-GPU H100 伺服器，其 SYS-821GE-TNHR 伺服器可支持 350W TDP CPU 和 NVIDIA HGX H100 8 GPU，包括一个 CDU 提供 80kW 的直接芯片 (D2C) 冷却，预计为数据中心节省 40% 电力。

图14：英伟达液冷 A100 GPU 构造图



资料来源：英伟达官网，民生证券研究院

图15：A100 PCIe 液冷风冷成本对比



资料来源：英伟达官网，民生证券研究院



### 3 消费电子领域

随着现代智能产品性能的不断提升、经济技术的迅猛发展，集成电路工艺、集成度、工作速度提升，电子设备朝小型化发展、元件密度增大、电源续航能力提高，电子设备系统功耗增加，单位体积产生的热量持续上升。手机、笔记本电脑、平板、电视等都面临散热的困扰，这就对电子产品的散热功能提出了更高的要求。一方面，电子元件的“10℃法则”显示，电子元件的故障发生率随工作温度的提高呈指数增长，温度每升高 10℃，系统可靠性降低 50%。另一方面，热失效是电子设备失效的最主要原因。因此，在 5G、人工智能大流行的背景下，散热问题已成为电子产品设计过程亟需解决的问题。

消费电子领域的散热方式可以分为两种，一种为主动散热，一种为被动散热。移动设备端因产品体积小、便携性重要程度高，多为被动散热；而笔记本电脑、台式电脑因性能较高且内部空间较大，多采用主动散热。

表6：散热方式对比

散热方式	工作原理	应用
主动散热	通过风扇等元件进行强制散热，又包括风冷散热、水冷散热、液冷散热、热管散热器散热、半导体致冷片散热、压缩机辅助散热和液氮散热等	笔记本电脑、台式电脑等体积较大且产热量大的设备
被动散热	在不借助其他辅助散热方式的情况下，通过散热片自身与芯片的接触，进行热传导带走芯片上聚集的热量	工作频率较低的显卡、智能手机、平板电脑等小型封闭式设备

资料来源：百科全说、民生证券研究院整理

#### 3.1 手机散热：均热板为主，石墨、石墨烯为辅

智能手机的散热设计可以划分为三个阶段：第一阶段（2010-2015 年）智能手机主要采用以石墨散热膜为主的基于热传导原理的散热方案；第二阶段（2016-2018 年）智能手机主要采用以热管（液冷）散热为主的散热方案；第三阶段（2019 年至今）智能手机主要采用以 VC 均热板散热为主、石墨及石墨烯等散热技术为辅的散热组合方案。

图16：手机散热发展历程



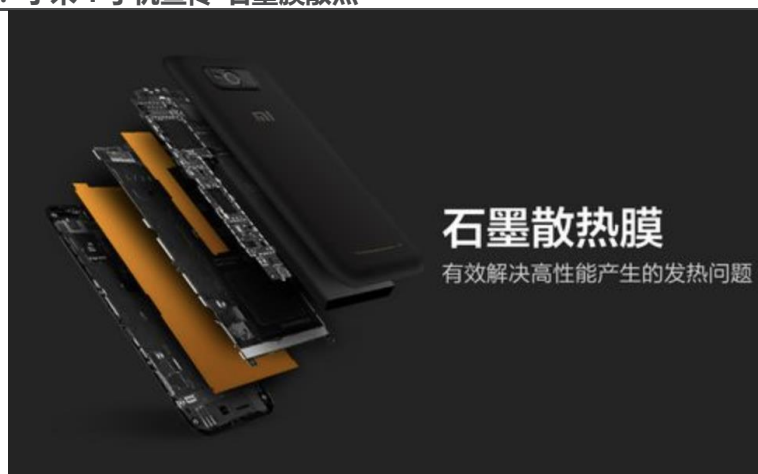
资料来源：未来智库、民生证券研究院整理

手机散热部件的流行最早可以追溯到 2010 年发布的 iPhone 4。采用 A4 芯片的 iPhone 4 在玻璃背盖、不锈钢中板、L 型主板屏蔽罩上都粘贴了大块石墨散热膜，这也是第一次在智能手机上大面积使用了石墨散热膜。

**石墨具有特殊的物理性质，它的横向热传导能力极高，最高可以达到铜的 10 倍。**虽然纵向的导热系数不高，但是石墨贴纸本身的厚度并不大（小于 0.05mm）。而石墨同时也具有轻、薄的特点，因此它非常适合用于均摊局部热量，从智能手机的开端走到了现在。石墨散热膜分为天然石墨片和人工石墨片两种：天然石墨散热膜具有高导热性、易加工、柔韧、无气体液体渗透性等特性，优点是不易老化和不易脆化，适用于大多数化学介质，缺点是不能做到太薄；人工石墨散热膜的优点是能做很薄，缺点是价格偏高。

2011 年 8 月，小米初代手机发布，着重强调了“大面积石墨散热”，其中一片石墨用来将主板部分热量传到背板，另一片则用来分散屏幕附近的热量，并利用金属板进一步分散整机热量。石墨散热膜经由苹果和小米的高调使用后迅速成为当时市场上主流的散热方案。2011 至 2015 这四年时间，石墨散热膜成为手机散热普遍应用的高性能导热材料，是那几年智能手机散热方案中不可缺少的关键材料。

图17：小米 1 手机宣传-石墨膜散热



资料来源：小米，民生证券研究院

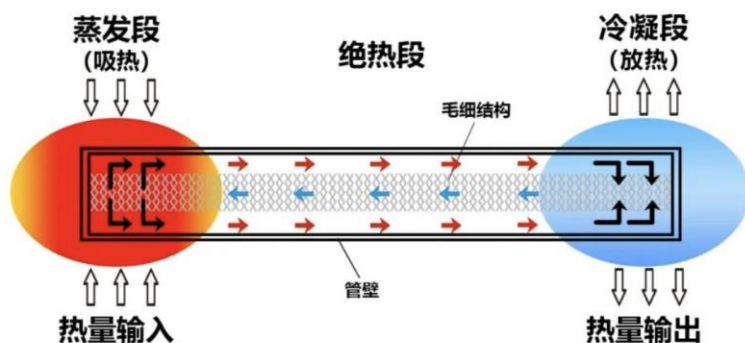
早在 2013 年，日本智能手机厂商 NEC 就发布了世界上第一款采用液冷热管散热技术的手机 NECN-06E，索尼也在 2014 年发布的 Xperia Z2 采用了单铜管散热。但直至 2016 年，随着芯片处理性能的飞速进步、手机的“炙热”程度迅猛攀升，热管散热才逐渐成为新的主流散热方案。

2016 年 2 月，三星旗舰手机 Galaxy S7 发布，搭载高通骁龙 820 处理器并使用超薄热管技术，散热效果得到显著提升，随后，三星在 Galaxy S8、Galaxy

S9 等旗舰款手机中延续了热管散热方案，开启了智能手机热管散热的潮流，甚至于 2023 年发布的三星 Galaxy S23 都采用了热管散热技术。

热管散热也叫“液冷散热”，其原理是利用金属铜优秀的导热性和铜管中液体的冷凝转换导出手机中的热量。热管为中空设计，内置少量的水或其他化学物质，当手机高于临界温度时，散热铜管内的水蒸气便会顺着毛细结构将热量从主板上带走；而当水蒸气降温液化后，又会开始循环回流。热管散热的优点在于使用寿命长和布置灵活。液冷散热管永久封装后不会产生机械或化学降解，因而典型的使用寿命约为 20 年；液冷散热可以打扁、折弯，可以放在任何需要散热的位置；同时，液冷散热管也会吸收远处的热量进而散热。无论是 PC 端还是手机端，液冷散热中的冷却液常用材料都是水。

图18：热管散热原理图



资料来源：小米公司，民生证券研究院整理

5G 的到来给手机行业带来了巨大的影响，也包括对更新的散热技术的需求。从 4G 时代进入 5G 时代，智能手机芯片性能、数据传输速率、射频模组等都有着巨大提升，无线充电、NFC 等功能逐渐成为标配，手机散热压力持续增长。由于在散热效率方面极具优势，均热板（VC）逐渐成为 5G 手机散热的主流方案，并加速向超薄化、结构简化和低成本方向发展，技术迭代正在加速进行。未来随着 5G 终端产品进一步放量，VC 均热板市场增长潜力巨大。

VC 是 Vapor Chamber 的缩写，全称是：真空腔均热板散热技术。其散热的基本原理与热管类似，同样是利用水的相变进行循环散热，包括传导、蒸发、对流、冷凝四个主要步骤。两者差别主要在于热传导方式不同。热管的热传导方式是一维的，是线的热传导方式，而均热板的热传导方式是二维的，相当于从“线”到“面”的升级，有效增强散热效率。相对于热管，首先均热板与热源以及散热介质的接触面积更大，能够使表面温度更加均匀；其次使用均热板可以使热源和设备直接接触降低热阻，而热管则在热源和热管间需要嵌入基板；最后均热板更加轻薄，更能够适应手机集成化、轻量化的趋势。热管散热的导热系数为 5000–

8000W/(m×k)，而均热板拥有比热管更大的腔体空间，可容纳更多的作动流体，导热系数可以达到 20000W/(m×k)以上。同时 VC 均热板散热面积更大，可以覆盖更多热源区域实现整体散热；并且 VC 均热板更加轻薄，更加符合目前手机轻薄化、空间利用最大化的发展趋势。

图19：VC 均热板



资料来源：中石科技，民生证券研究院

除了以均热板散热为主，智能手机还会采用散热膜辅助。而散热膜的材料上，除了一直广为采用的石墨，石墨烯杀出重围，成为了新的流行材料。石墨烯作为从石墨材料中剥离出的单碳原子片状材料，由一系列按蜂窝状晶格排列的碳原子组成。这种特殊的结构使得石墨烯具有比铜更优良的导电性，超过钢 100 倍的强度，并且能够快速扩散热量。在折叠屏手机中，石墨烯材料能够解决折叠和展开时，元器件散热不均的问题。如 2022 年 11 月华为新发布的 Pocket S 即采用业界首创超冷柔性石墨烯散热系统，跨轴石墨烯导热层跨轴传导，高效导热，导热面积提升 80%，超大面积散热层迅速散热，散热面积提升 62%。

表7：常见手机散热材料对比

冷却方式	优点	缺点	产品举例
石墨膜	高导热性、易加工、柔韧、无气液体泄漏性	石墨片厚度限制，价格偏高	iPhone11
热管散热	使用寿命长，布置灵活	传导方式较为单一，接触面积小	华为 mate30
石墨烯	耐高温、良好的导热性、化学稳定性、性价比较高	无法与芯片直接接触，一定程度上影响了散热效果	华为 Pocket S、mate50、小米 13
VC 均热板	实现多维度多水平导热，散热效果好；体积小，满足轻薄要求	成本较高	一加 Ace Pro、vivo X80、小米 13

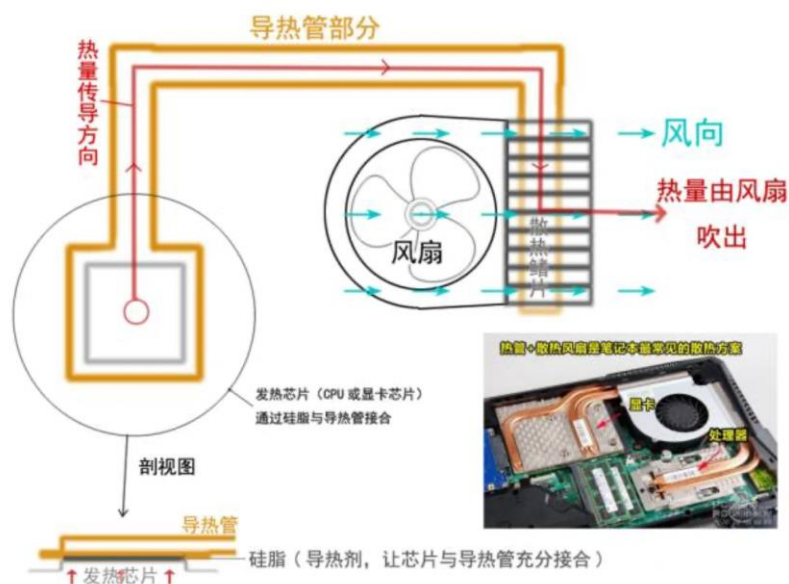
资料来源：三句半会客厅，民生证券研究院

## 3.2 电脑：热管+风扇+鳍片，进步以量变为主

比起台式机，笔记本电脑的散热更是市场攻略的重点。最早的笔记本电脑被认为是台式机电脑的变种，功能不够强大，散热并不是它的重点部位，于是多通过在内部安装风扇解决问题。自初代开始，风冷就是笔记本电脑最常见的散热方式。

在技术进一步成熟、市场需求进一步扩大后，游戏本等高性能分支出现，随之而来的就是散热设计的进步。笔记本的散热设计原理一直沿用至今，简言之就是热管导热、风扇吹风、鳍片散热的三合一方式。首先，芯片发热，热量通过硅脂传到导热管末端，随着导热管一直传导到另一端的散热鳍片上。在散热鳍片的后端有风扇，风扇通过笔记本底部的通风孔吸入空气，将传到散热鳍片一端的热量吹出到机体外部以达到散热目的。

图20：笔记本电脑散热原理图



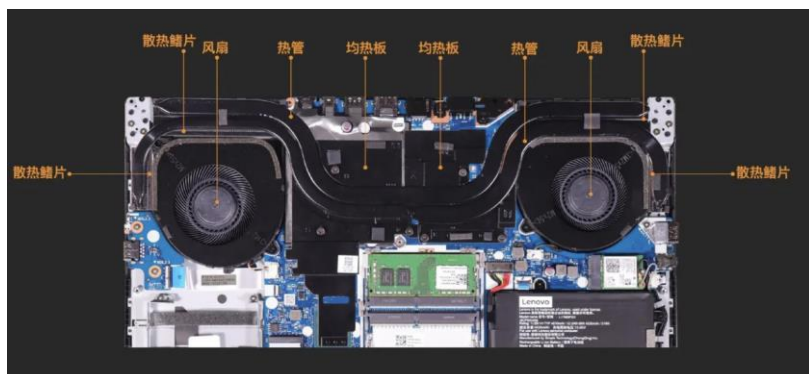
资料来源：佛大计协，民生证券研究院

散热鳍片是直接和CPU接触的介质，直接吸收热量。因为不同金属有不同的特性，散热鳍片的材质对于散热效果有不同影响。如，铝制鳍片的成本低，散热效果较好，而铜制鳍片导热更快。考虑到铝制鳍片需要达到一定规模体积且需要一定数量热管才能完全发挥作用，在笔记本电脑中，铜制鳍片会更为合适。另外，散热鳍片的表面积大小也会影响最终的散热效果，表面积越大，散热效果越好；表面积越小，散热效果就越差。而对热管散热效率有关的因素，是热管的直径、数量、长度、弯曲程度以及扁平程度。一般来说铜管越扁，热对流越慢，导热性能越差。2根热管足以应对大部分不超频家用以及办公电脑CPU满负荷的发热量，高端CPU则需要配备4~8根导热铜管。综合而言，热管从芯片到鳍片的距离越



短、直径越粗、弯折次数越少、弯折角度越小、数量越多，散热性能越好。散热风扇在散热系统中属于主动散热的类型，笔记本电脑的散热风扇在运转时可以制造出强对流，将其他散热组件传输出来的热量通过空气带走。散热风扇的转速越高，风量越大，目前笔记本电脑常用的风扇类型有轴向型风扇和辐射型风扇。

图21：笔记本电脑散热系统



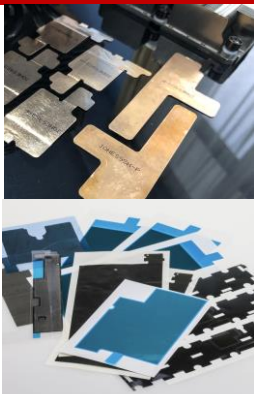
资料来源：科技方法派，民生证券研究院

近年来笔记本电脑的散热原理并没有发生质变，但是更高的性能使得厂家在散热组件的“量”上堆叠，如更多风扇、更大面积的均热板、加厚鳍片等等。

### 3.3 消费电子领域材料龙头介绍

在消费电子领域，散热龙头有专注导热材料的中石科技、集中于石墨材料的碳元科技、消费电子领域全线布局的飞荣达等。

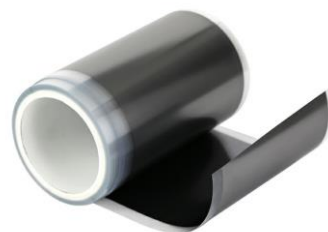
表8：消费电子领域散热龙头

企业名称	相关业务	体量	产品举例
中石科技	公司主要产品包括高导热石墨产品(人工合成石墨、天然石墨、石墨烯高导热膜等)、导热界面材料、热管、均热板、热模组、EMI 屏蔽材料、粘接材料及密封材料等，广泛应用于消费电子、数字基建、智能交通、清洁能源等高成长行业。在消费电子行业，公司提供的主要产品：高导热石墨产品(人工合成石墨、石墨烯高导热膜、可折叠石墨等)、导热界面材料、热管、均热板、热模组、EMI 屏蔽材料、粘接材料、密封材料等。	公司 2022 年收入为 15.88 亿元，其中导热材料板块收入 14.82 亿元，占比 93.06%	

## 碳元科技

2022 年公司持续为 vivo、oppo、三星、华为等著名智能手机品牌提供产品和服务。报告期内，公司努力维持在消费电子散热领域的市场地位，开发高厚度高性能人工合成石墨等新产品，并已实现批量交付，更好的满足客户需求，超薄热管、超薄均热板等产品已能够稳定生产，产品良率得到不断提升，已批量生产并交付客户。

2022 年主营业务收入为 0.95 亿元，分行业看，消费电子领域收入 0.87 亿元，占比 91.57%；分产品看，散热材料收入 0.56 亿元，占比 58.94%



产品生态链



## 飞荣达

公司拥有电磁屏蔽材料及器件导热材料及器件生产的先进技术，产品线齐全、质量稳定、可靠性高、能够为客户提供电磁屏蔽、导热应用及相关通信业务的解决方案，拥有多年的精密模切、精密冲压和精密注塑经验，及全球供货和本地化服务能力。公司作为国内电磁屏蔽热管理领域的领先企业，公司产品主要应用在网络通信、数据中心(服务器)、消费电子、新能源汽车、人工智能、光伏储能、医疗及家用电器等领域。

2022 年营业收入 41.25 亿元，其中热管理材料及器件为 14.05 亿元，占比 34.08%。

## 硕贝德

报告期内，公司主要为客户提供天线及天线模组、指纹识别模组、散热器件模组、新能源部品及线束等产品，产品广泛应用于消费电子领域、通信领域、新能源及汽车领域，在散热器件组件业务上，公司控股子公司东莞市合众导热科技有限公司及惠州市硕众导热科技有限公司主要从事导热、散热产品等研发、生产及销售，主要产品有热管、VC、液冷板及散热模组，产品可用于游戏机、笔记本电脑、手机、基站、服务器、光伏储能新能源汽车等领域。在散热组件方面，公司获得了储能行业领先地位的下游企业的供应商资质认证，取得了国际主流游戏机厂商散热模组的供应商资质。

2022 年硕贝德营业收入 15.46 亿元，其中散热组件 1.58 亿元，占比 10.20%

## 精研科技

公司的散热部品板块可为消费电子、通信、激光投影、服务器等散热领域客户提供风冷模组、液冷模组、液冷板以及模组子件热管、VC 等散热产品。公司散热产品制造已配备了业界高精密、全制程自动化生产设备，以及产品可靠性测试的全套测试设备，可以为客户提供系统级的散热方案。公司散热事业部成立于 2019 年，成立时间相对较短，虽然已与消费电子、通信、激光投影、服务器等多个领域的行业领导品牌客户实现了合作，但散热产品量产经验及产能规模方面尚需进一步加强。

2022 年营收为 25.08 亿元，传动、散热类组件及其他收入 3.20 亿元，占比 12.75%



资料来源：各公司年报、官网，民生证券研究院

## 4 新能源车领域散热

### 4.1 PCB 散热

#### 4.1.1 PCB 需求增长及散热技术路径

汽车电动化带动汽车 PCB 需求稳健增长。

图22：汽车电子产品散热需求

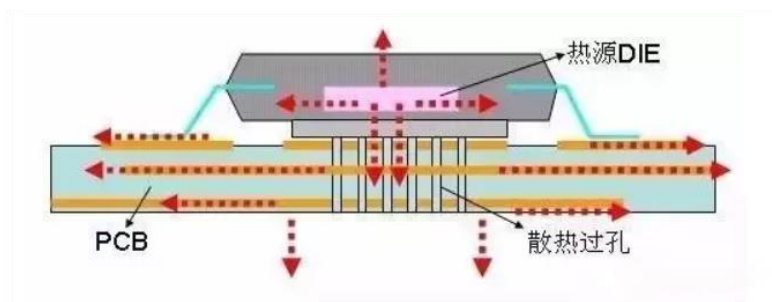
5大等级散热PCB匹配各类型汽车电子产品的散热需求



资料来源：科技方法派，民生证券研究院

新能源汽车走向高集成化趋势，形成大三电集成（将新能源车电控、电机和减速器集成为一体）与小三电集成（将车载充电器、动力驱动单元、DC-DC转换器整合为充配电一体），新能源汽车 800V 高压平台也将成为主流方案。解决大功率散热是新能源汽车 PCB 设计的主流趋势，包括厚铜或嵌入铜方案、在 BMS 中用软板代替线束的方案。

图23：PCB 电路板散热技术流程



资料来源：科技方法派，民生证券研究院

PCB 中有少数器件发热量较大时(少于 3 个)时，可在发热器件上加散热器或导热管，当温度还不能降下来时，可采用带风扇的散热器，以增强散热效果。当发热器件量较多时(多于 3 个)，可采用大的散热罩(板)，它是按 PCB 板上发热器件的位置和高低而定制的专用散热器或是在一个大的平板散热器上抠出不同的元件高低位置。将散热罩整体扣在元件面上，与每个元件接触而散热。但

由于元器件装焊时高低一致性差，散热效果并不好。通常在元器件面上加柔软的热相变导热垫来改善散热效果。

图24：热相变导热垫



资料来源：科技方法派，民生证券研究院

## 4.2 新能源汽车充电

### 4.2.1 大功率充电标准提高，HPC 迎来散热挑战

汽车工程师协会 SAE、CharIN E.V.、CHAdeMO 等多个全球协会、组织都在推进全球新能源汽车的快速充电标准，大功率充电技术虽然前景可期，但是它面临的挑战也不少，尤其是在热管理上的挑战，大电流带来的热损耗和问题非常多而且棘手。所有部件（从连接器到线缆）的电阻都会在大电流下发热，针对电池在充电期间出现过热的情况，需要在设计导电元件和确定尺寸时考虑这些热损失，以免发生过载、过热或充电电流受控降额等问题。

图25：开迈斯 180kW HPC 高压充电桩



资料来源：科技方法派，民生证券研究院

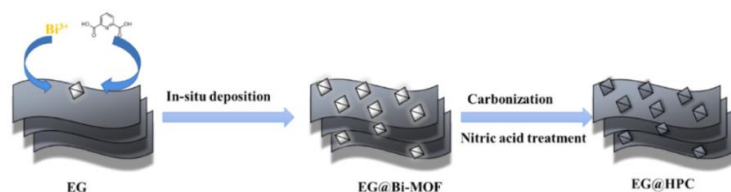
HPC DC 几乎代表了电动汽车中电气系统最大的负载状态，而且在充电时因

为汽车处于静止状态，没有可以用于冷却的对流，过热问题会进一步恶化。当电流越大时，要想以相同的电压水平传输功率而不会过热，所需的电缆横截面积就越大，这也会大大压缩整车重量和可用空间。HPC 的散热往往从多个方面同时进行，除了材料本身的散热之外，还存在热辐射以及通过冷却空气或冷却剂流动进行散热的方式。

#### 4.2.2 热管理材料

一种是材料本身散热，即使用新能源电池方面的复合相变热管理材料。金属有机骨架(MOF)，具有比表面积大、孔隙率高的优点，是一种有效的相变材料封装载体。MOF 材料是制备多孔碳的理想模板，将 MOF 衍生的多孔碳与碳基材料复合作为相变材料载体是优化复合材料的导热系数的一种可行的方法，可以使电池组的温度分布更均匀，减少过热现象。已有研究设计了一种用于电池热管理的新型复合相变材料，通过对月桂酸(LA)的吸附，可以得到形状稳定的 LA/EG@HPC 复合相变材料。载体的三维结构可以为 LA 提供连续的分层换热网络通道。复合相变材料的负荷率可达 70%，导热系数为 2.546 W/(m.K)，是纯 LA 的 8.4 倍。

图26：EG@HPC 的制备示意图



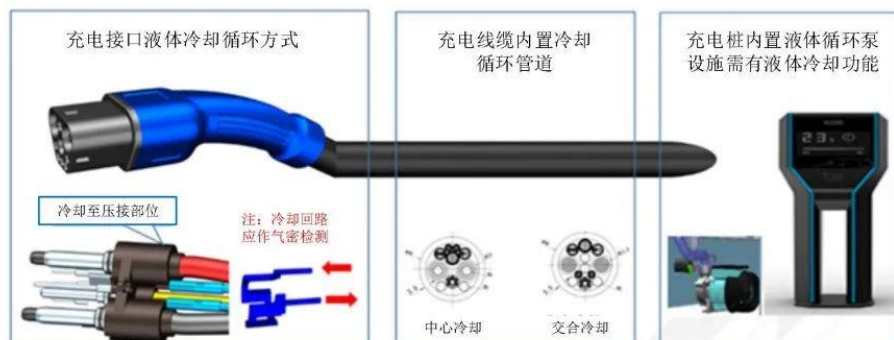
资料来源：科技方法派，民生证券研究院

#### 4.2.3 液冷散热

对于此类热流密度较高的设备，液冷系统具有更高的换热效率，与风冷相比，不仅可以缩小换热设备体积，还可以实现温控。大功率充电连接器冷却系统主要由液冷泵站、循环管道、散热器、冷却液等组成，循环管道内置于充电电缆中，液冷泵站安置在充电桩内部，当冷却系统开启时，冷却液通过循环管道带走热量并进入散热器冷却，从而保证大功率充电连接器在合理的温度范围内工作。



图27：大功率充电连接器冷却系统示意图

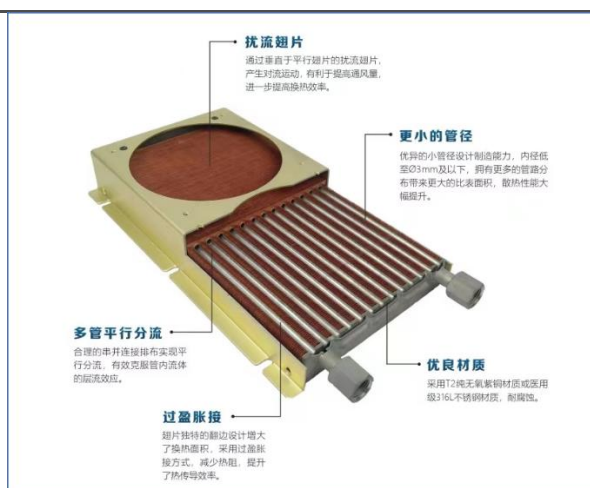


资料来源：科技方法派，民生证券研究院

大功率充电连接器冷却系统通常置于充电桩内部，受充电桩体积限制较大。因此在满足散热需求的基础上，应尽量缩小冷却系统体积以节省空间及成本，大功率充电连接器冷却系统小型化已成趋势。 烯泰天工自主研发的小管径 $\phi 4$  平行流换热器，为国内首家推出，集中传统盘管冷凝器、丝管冷凝器、微通道冷凝器的优点，较传统换热器换热比表面积增加 80%以上，换热效率和节能效果获得大幅提升，具有体积小、能效高的优势。可实现充电桩散热系统小型化，为电源电力行业的持续发展助力。

此外，液冷充电枪是目前很流行的降低热损耗的办法，供应商目前正在整合液冷与 DC 快充技术进一步提高功率，菲尼克斯的 HPC 充电枪具有高精度测温功能的智能冷却设计实时监测温度变化。

图28：小管径 $\phi 4$  平行流换热器示意图



资料来源：科技方法派，民生证券研究院

图29：菲尼克斯 HPC 充电枪



资料来源：科技方法派，民生证券研究院

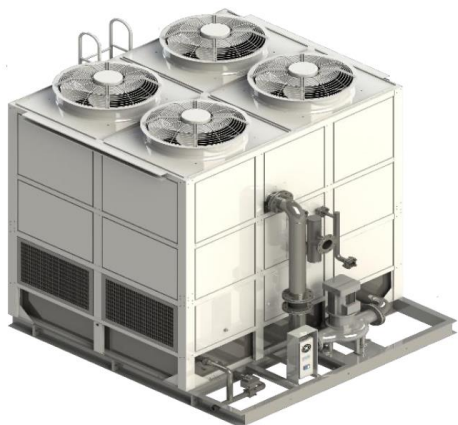
## 5 相关公司

### 5.1 英特科技

英特科技是一家专业从事高效换热器的研发、生产及销售的高新技术企业，产品主要包括高效新型壳管式换热器、同轴套管式换热器、降膜式换热器等产品以及分配器等，作为热泵、空调的核心零部件，广泛应用于采暖、热水、制冷、工业生产等领域。公司凭借先进的研发能力、高水平的生产工艺以及严格的质量管控，在行业内已建立起较高的品牌知名度和影响力，成为换热器领域主要生产企 业，2018 至 2022 连续五个年度，被中国节能协会热泵专业委员会评选为中国热 泵行业优秀零部件供应商。

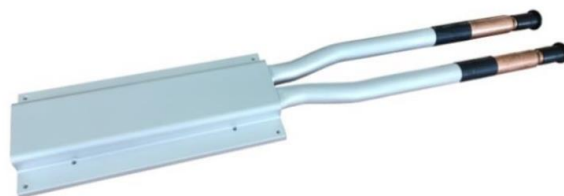
英特科技公司产品具体包括高效新型壳管式换热器、同轴套管式换热器、降膜式换热器、蒸发式冷凝器、液冷散热器和分配器等产品，其中：蒸发式冷凝器主要应用于商用空调、轨道交通、数据中心、工业应用等；液冷散热器主要应用于数据中心、基站、光伏发电、中央空调等领域的变频器、逆变器、整流器的散热冷却等。

图30：英特科技蒸发式冷凝器



资料来源：英特科技招股说明书，民生证券研究院

图31：英特科技液冷散热器



资料来源：英特科技招股说明书，民生证券研究院

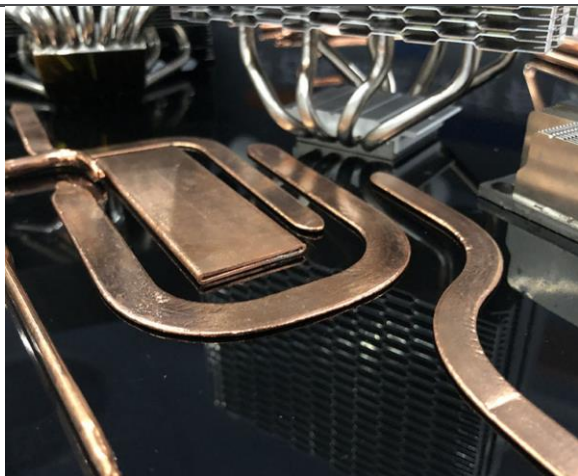
### 5.2 中石科技

中石科技以研发为主导，在提供基于石墨材料、导热界面材料、两相流产品的先进热管理功能解决方案的基础上，以创新性技术为新一代电子设备提供热管理、电磁屏蔽、粘结密封等“可靠性综合解决方案”，满足消费电子、数字基建、智能交通、清洁能源行业所需电子设备的高可靠性、高性能、集成化、低成本等需求，业务范围涵盖核心功能材料及组件的研发、设计、生产、销售与技术服务。在消费电子行业，公司提供的主要产品有高导热石墨产品(人工合成石墨、石墨烯

高导热膜、可折叠石墨等)、导热界面材料、热管、均热板、热模组、EMI 屏蔽材料、粘接材料、密封材料等；在服务器/数据中心领域，公司提供的主要产品有热模组、导热垫片、导热硅脂、导热凝胶、导热相变材料、导热碳纤维垫等；在通信领域，公司提供的主要产品有导热垫片、导热硅脂、导热相变材料、导热吸波材料、FIP 导电银胶、热模组、EMI 吸波材料、EMI 密封材料和环境密封材料等产品。

公司的热管产品可用于服务器，特点是用于热远点传播，特点是高效导热、灵活应用，用于大功率芯片及散热空间小的产品；散热模组产品可用于服务器与数据中心，其中液冷散热模组-管式液冷板、埋管式液冷板、一体式液冷板等，可以进行灵活的流体通道设计，适应更高散热功率场景。

图32：中石科技热管



资料来源：中石科技官网，民生证券研究院

图33：中石科技散热模组



资料来源：中石科技官网，民生证券研究院

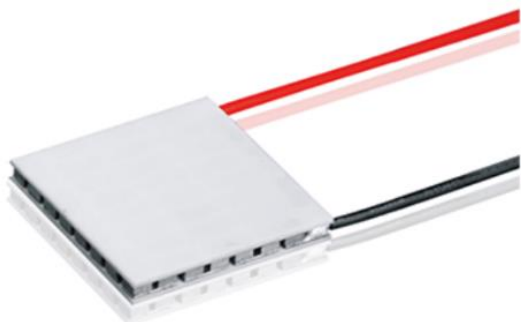
## 5.3 富信科技

富信科技主要业务为半导体热电器件及以其为核心的热电系统、热电整机应用产品的研发、设计、制造与销售业务。富信科技具备全产业链技术解决方案及核心器件的独立研发制造和综合运用能力。其中，公司在消费电子领域应用市场已经深耕近二十年，依靠研发优势、技术优势和全产业链的业务布局，以热电整机应用为技术解决方案载体，成功实现了半导体热电技术在消费电子领域的大规模产业化应用。此外，公司依托多年来积累的研发经验和技術沉淀，积极拓展了半导体热电技术在通信、汽车、医疗实验、工业等新兴领域的终端应用市场。

根据热电转换的应用方向不同，公司生产的半导体热电器件包括半导体热电制冷器件和温差发电器件，其中单级热电制冷器件应用于啤酒机、恒温酒柜、恒温床垫、除湿机、冰胆、车载冰箱、手机散热背夹等消费电子领域，以及通信基站电池柜等；微型热电制冷器件应用于通信领域中的 5G 网络光模块、汽车领域

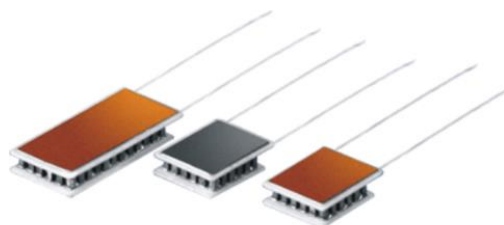
中的激光雷达、医疗领域的 PCR 测试仪等高热流 密度电子器件的精确温度控制以 及各种小功率制冷或加热的场合。

图34：富信科技单级热电制冷器件



资料来源：富信科技年报，民生证券研究院

图35：富信科技微型热电制冷器件



资料来源：富信科技年报，民生证券研究院

## 6 风险提示

- 1) **AI 对算力需求的持续性不及预期。**散热材料与器件销量往往与相关芯片、电子产品的需求量相关，而后者又与大家对算力的需求相关。如果 AI 对算力的需求拉动不能持续，可能会导致散热需求不及预期。
- 2) **相关产品性能优化取得技术突破，导致制冷散热需求低于预期。**如果未来几代芯片产品算力提升的同时，性能优化方面出现相应的技术突破，可能在功率不大幅提升的前提下提升算力，可能会导致对散热需求的影响。



## 插图目录

图 1: 2001-2020 单核 CPU 性能 .....	3
图 2: 2001-2020 多核 CPU 性能 .....	3
图 3: 晶体管密度 (黑线) 与时间 .....	4
图 4: CPU 最大功率的提升 (红色为最大功率) .....	4
图 5: GPU 功率随时间提升 .....	4
图 6: GPU 算力随晶体管密度提升而提升 .....	5
图 7: 图 3:V100/A100/H100 功率 (w) .....	5
图 8: 图 4: V100/A100/H100FP16 算力 (PFLPOS) .....	5
图 9: 芯片散热材料和散热器发展历程 .....	7
图 10: 水冷模组泵机工作原理示意图 .....	8
图 11: 水冷模组冷排示意图 .....	8
图 12: 热管工作原理示意图 .....	10
图 13: 均热板工作原理示意图 .....	10
图 14: 英伟达液冷 A100 GPU 构造图 .....	13
图 15: A100 PCIe 液冷风冷成本对比 .....	13
图 16: 手机散热发展历程 .....	14
图 17: 小米 1 手机宣传-石墨膜散热 .....	15
图 18: 热管散热原理图 .....	16
图 19: VC 均热板 .....	17
图 20: 笔记本电脑散热原理图 .....	18
图 21: 笔记本电脑散热系统 .....	19
图 22: 汽车电子产品散热需求 .....	21
图 23: PCB 电路板散热技术流程 .....	21
图 24: 热相变导热垫 .....	22
图 25: 开迈斯 180kW HPC 高压充电桩 .....	22
图 26: EG@HPC 的制备示意图 .....	23
图 27: 大功率充电连接器冷却系统示意图 .....	24
图 28: 小管径 $\phi 4$ 平行流换热器示意图 .....	24
图 29: 菲尼克斯 HPC 充电枪 .....	24
图 30: 英特科技蒸发式冷凝器 .....	25
图 31: 英特科技液冷散热器 .....	25
图 32: 中石科技热管 .....	26
图 33: 中石科技散热模组 .....	26
图 34: 富信科技单级热电制冷器件 .....	27
图 35: 富信科技微型热电制冷器件 .....	27

## 表格目录

表 1: 海外龙头公司 .....	6
表 2: 芯片风冷散热与水冷散热方式对比 .....	7
表 3: 水冷散热模组零部件工作原理及加工流程 .....	9
表 4: 风冷散热模组零部件工作原理及加工流程 .....	11
表 5: 芯片散热相关公司及产品介绍 .....	12
表 6: 散热方式对比 .....	14
表 7: 常见手机散热材料对比 .....	17
表 8: 消费电子领域散热龙头 .....	19

## 分析师承诺

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并登记为注册分析师，基于认真审慎的工作态度、专业严谨的研究方法与分析逻辑得出研究结论，独立、客观地出具本报告，并对本报告的内容和观点负责。本报告清晰地反映了研究人员的研究观点，结论不受任何第三方的授意、影响，研究人员不曾因、不因、也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收到任何形式的补偿。

## 评级说明

投资建议评级标准		评级	说明
以报告发布日后的 12 个月内公司股价（或行业指数）相对同期基准指数的涨跌幅为基准。其中：A 股以沪深 300 指数为基准；新三板以三板成指或三板做市指数为基准；港股以恒生指数为基准；美股以纳斯达克综合指数或标普 500 指数为基准。	公司评级	推荐	相对基准指数涨幅 15%以上
		谨慎推荐	相对基准指数涨幅 5% ~ 15%之间
		中性	相对基准指数涨幅-5% ~ 5%之间
		回避	相对基准指数跌幅 5%以上
	行业评级	推荐	相对基准指数涨幅 5%以上
		中性	相对基准指数涨幅-5% ~ 5%之间
		回避	相对基准指数跌幅 5%以上

## 免责声明

民生证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。

本报告仅供本公司境内客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本报告仅为参考之用，并不构成对客户的投资建议，不应被视为买卖任何证券、金融工具的要约或要约邀请。本报告所包含的观点及建议并未考虑个别客户的特殊状况、目标或需要，客户应当充分考虑自身特定状况，不应单纯依靠本报告所载的内容而取代个人的独立判断。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容而导致的任何可能的损失负任何责任。

本报告是基于已公开信息撰写，但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。本报告所载的资料、意见及预测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，且预测方法及结果存在一定程度局限性。在不同时期，本公司可发出与本报告所刊载的意见、预测不一致的报告，但本公司没有义务和责任及时更新本报告所涉及的内容并通知客户。

在法律允许的情况下，本公司及其附属机构可能持有报告中提及的公司所发行证券的头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或正在争取提供投资银行、财务顾问、咨询服务等相关服务，本公司的员工可能担任本报告所提及的公司的董事。客户应充分考虑可能存在的利益冲突，勿将本报告作为投资决策的唯一参考依据。

若本公司以外的金融机构发送本报告，则由该金融机构独自为此发送行为负责。该机构的客户应联系该机构以交易本报告提及的证券或要求获悉更详细的信息。本报告不构成本公司向发送本报告金融机构之客户提供的投资建议。本公司不会因任何机构或个人从其他机构获得本报告而将其视为本公司客户。

本报告的版权仅归本公司所有，未经书面许可，任何机构或个人不得以任何形式、任何目的进行翻版、转载、发表、篡改或引用。所有在本报告中使用的商标、服务标识及标记，除非另有说明，均为本公司的商标、服务标识及标记。本公司版权所有并保留一切权利。

## 民生证券研究院：

上海：上海市浦东新区浦明路 8 号财富金融广场 1 幢 5F；200120

北京：北京市东城区建国门内大街 28 号民生金融中心 A 座 18 层；100005

深圳：广东省深圳市福田区益田路 6001 号太平金融大厦 32 层 05 单元；518026