

幻灯片 1

台式计算机 CPU 散热器技术

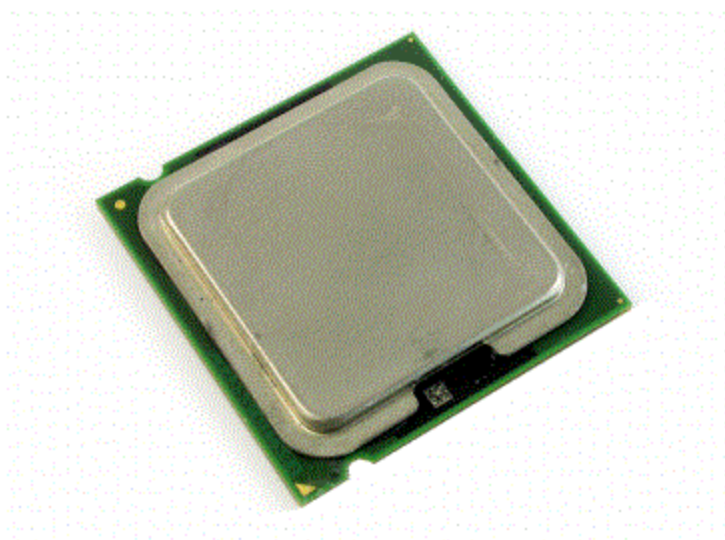
王淼

清华大学航天航空学院, 北京

幻灯片 2

1、背景介绍

- 电子原件的发热已经成为了制约微电子技术的瓶颈。随着技术的发展, 个人计算机 CPU 的功率越来越高, 有的已经超过了 100W。考虑到 CPU 的几何尺寸, CPU 单位面积上的发热量十分惊人。因此, CPU 的散热也越来越被人们重视。



热

幻灯片 3

这里主要介绍了:

- 风冷式: 原理、应用、传热强化方法
- (对于风冷式散热强化采用的屋檐设计进行了数值模拟, 说明了其强化原理。)
- 水冷式: 原理、应用、传热强化方法
- 热管式: 原理、应用、传热强化方法
- 各种散热方式的优缺点进行了总结。

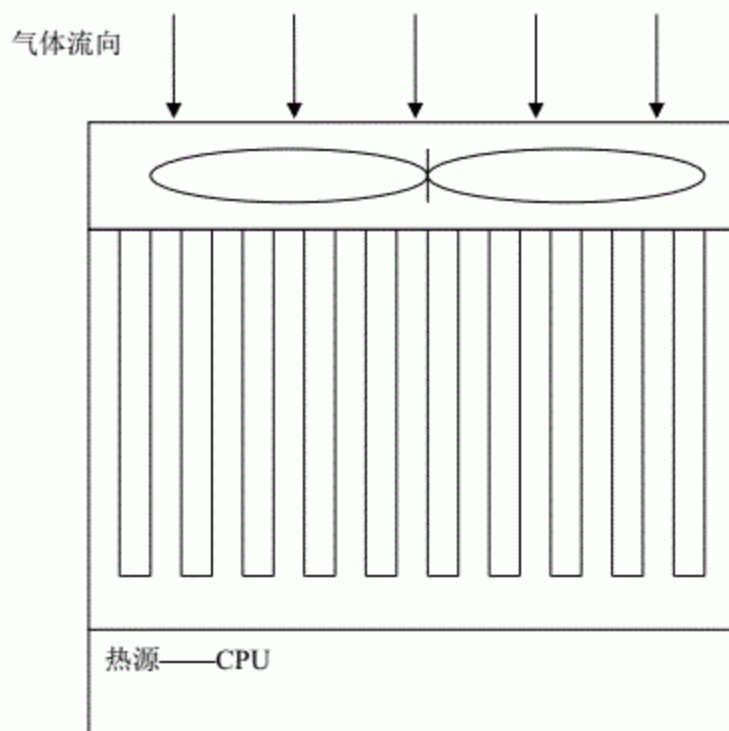
幻灯片 4

2、风冷式散热技术

幻灯片 5

2.1 风冷式散热技术的原理

- 风冷式散热技术是台式计算机中运用最广, 也是最为成熟的散热技术。目前绝大多数台式计算机采用肋片散热片与风扇的组合方式实现对 CPU 的冷却。



幻灯片 6

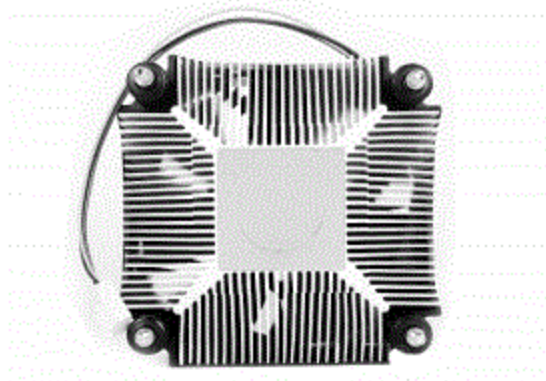
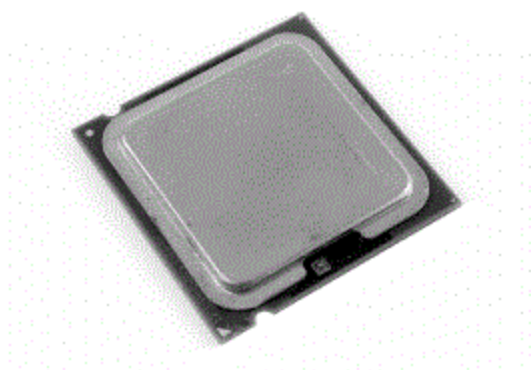
2.2 风冷式散热器的传热强化

- 这种散热形式的总热阻由接触热阻、导热热阻、对流热阻三部分组成：
- 因而，要想增强 CPU 散热效果，就要试图减小这三种热阻。

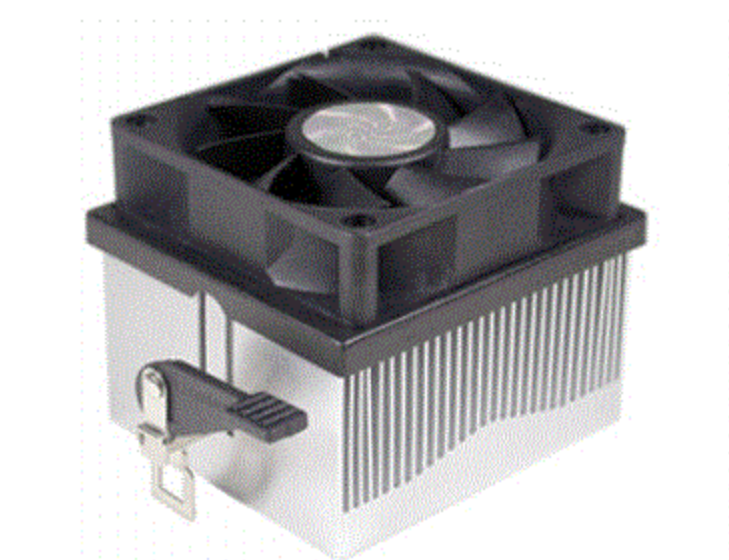
$$R_{total} = R_{contact} + R_{conduct} + R_{convect}$$

幻灯片 7

2.2 风冷式散热器的传热强化



- 对于接触热阻：
- 将散热器与 CPU 压紧。
- 将 CPU 与散热片的表面加工得平整光滑，这样使得二者紧密接触，减少接触热阻。
- 另外一点就是在接触面上涂抹塑性导热材料，用导热系数相对较高的材料填充散热片与 CPU 之间的间隙，减少接触热阻。



幻灯片 8

2.2 风冷式散热器的传热强化

- 对于导热热阻：
- 第一种途径是采用导热系数更高的材料。
- 我们知道在常见金属中，银的导热系数最高，但是价格也十分昂贵。在大多数情况下，出于成本考虑散热器的材料主要是铝合金；而在散热量比较大（比如大功率 CPU 或者超频工作），或是要求稳定运行时（比如服务器），则需采用导热系数更高，价格更高且更难以加工制造的铜制散热器。
- 第二种途径是采用合理的散热片形状结构。
- 对于这种情况，通常需要考虑导热和对流的耦合，将导热热阻和对流热阻看作整体考虑。所以对于散热片结构的优化将在下面与减小对流热阻一并讨论。

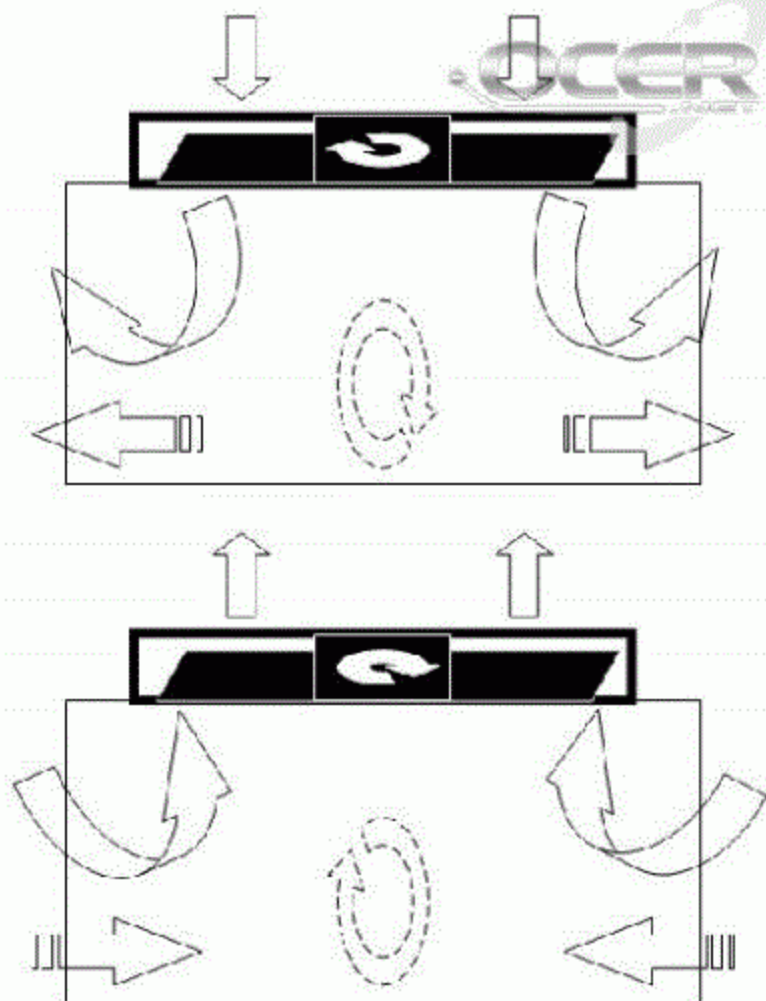
幻灯片 9

2.2 风冷式散热器的传热强化

- 对于对流热阻：
- 通过对流换热知识，我们知道，流体的流速越高，对流换热能力越强。
- 因此增加风扇的转速一定能起到减小对流热阻，加强对流换热的作用。
- 然而在台式计算机 CPU 散热的应用中，并不是风扇转速越高越好。
- 首先，过高的转速会带来更大的噪音；
- 其次，风扇转速过高会显著缩短其寿命，减小系统可靠性；此外风扇转速过高将会消耗更多的功率，这也给供电系统提出了更高的要求。
- 因此风扇的转速是有限制的，通常情况下转速从 1000 到 8000 转每分钟不等。

幻灯片 10

2.2 风冷式散热器的传热强化

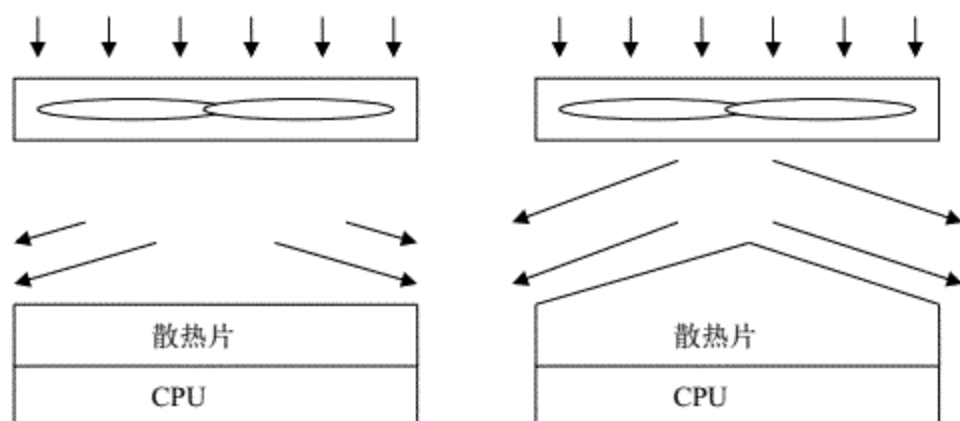


- 屋檐型吸热底层的设计：
- 对于传统的风冷式散热器不论是吹风也好，吸风也好，在散热片的中心区域都会形成一个空气流动较少的高压区（吹风）或低压区（吸风），如果再加上轴流风扇轴心风力盲区的影响，此区域的范围有时可以达到散热片底面积的 20% 以上，倘若又遇到风扇性能不济，甚至可能整个肋片底部区域的空气流动都非常微弱。此处的空气受两侧气流的影响，运动非常混乱，虽然所形成的紊流可以与肋片进行更多的热交换，但由于流动不畅，热量无法排出散热片外；而且，此处往往是发热设备（例如 CPU 核心）所处位置，是散热片热量最为集中的部分，如不加以处理，会对性能造成相当不利的影响。

幻灯片 11

2.2 风冷式散热器的传热强化

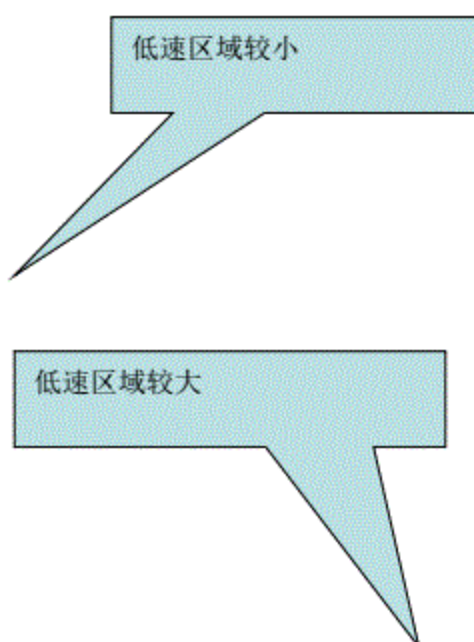
- 屋檐型吸热底层的设计：

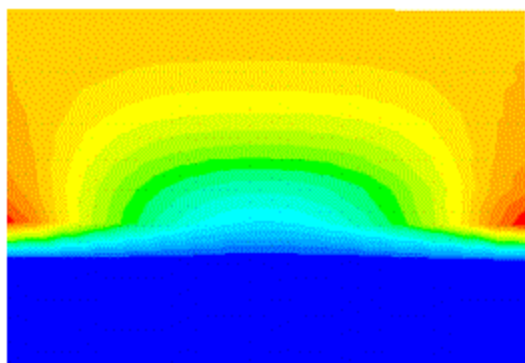


幻灯片 12

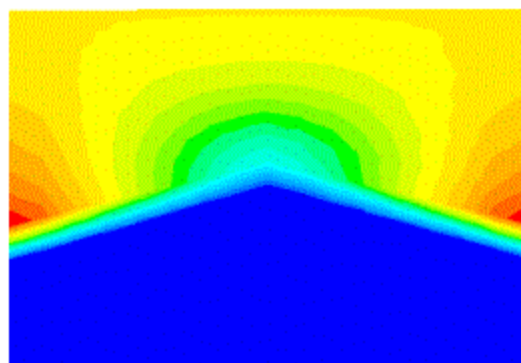
2.2 风冷式散热器的传热强化

- 屋檐型吸热底层的设计：数值模拟结果





(a) 未采用屋檐形式设计



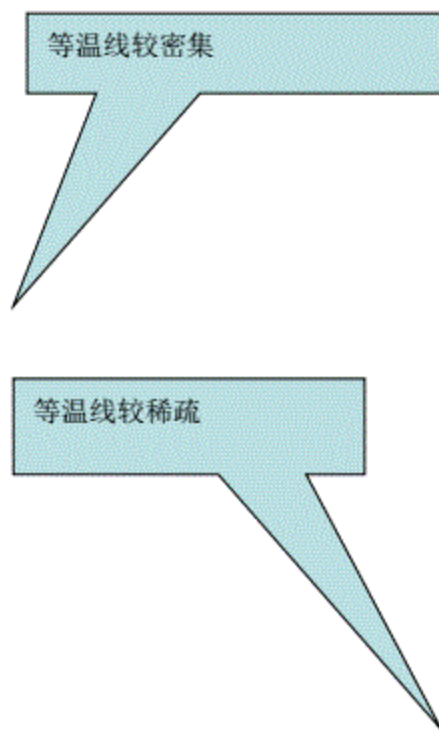
(b) 采用屋檐形式设计

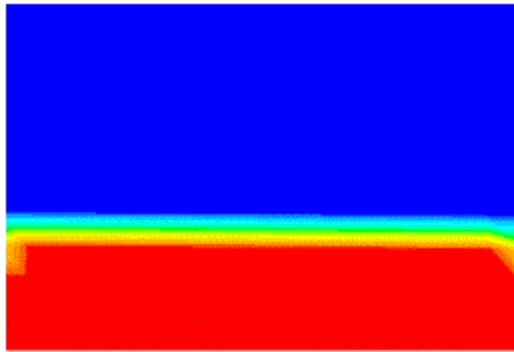
散热器周围空气速度场

幻灯片 13

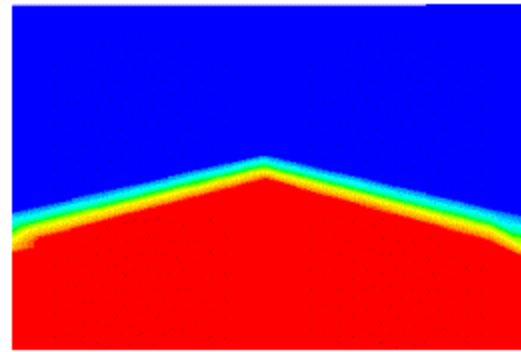
2.2 风冷式散热器的传热强化

- 屋檐型吸热底层的设计：数值模拟结果





(a) 未采用屋檐形式设计



(b) 采用屋檐形式设计

散热器周围空气温度场

幻灯片 14

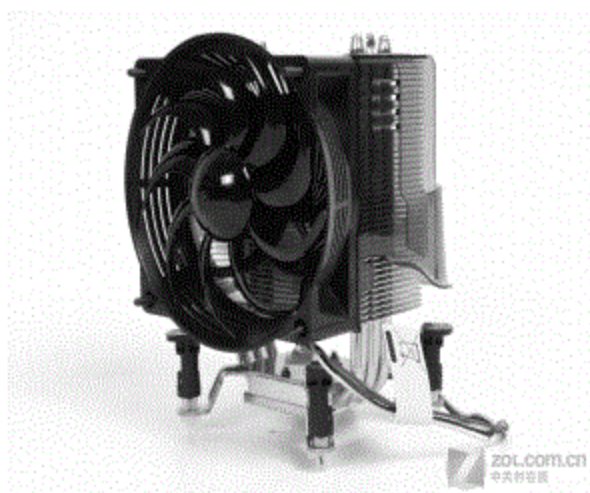
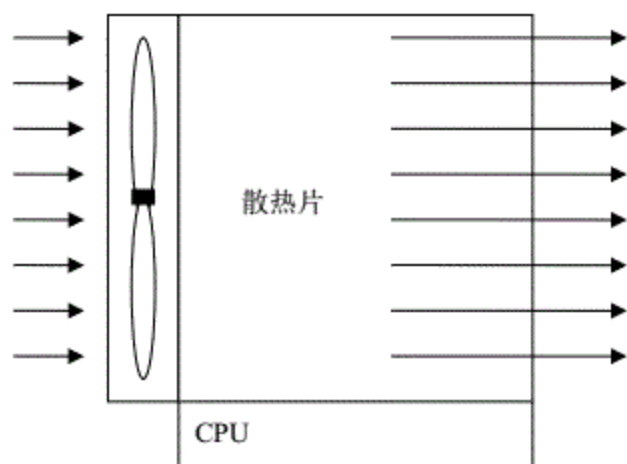
2.2 风冷式散热器的传热强化

- **屋檐型吸热底层的设计：数值模拟结果**
- 在数值模拟中，未采用屋檐形式设计的CPU表面温度为361K，而采用屋檐形式设计的CPU表面温度为356K，温度降低5K。这对于CPU散热是十分可观的。

幻灯片 15

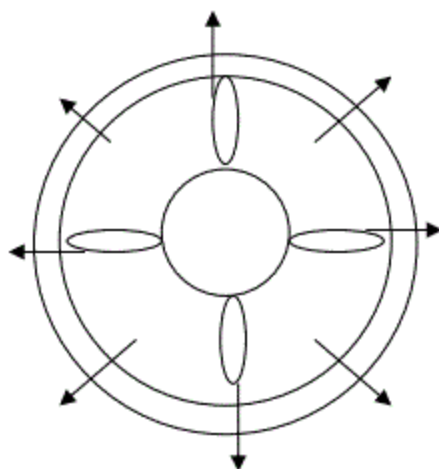
2.2 风冷式散热器的传热强化

- **侧吹风设计：**
- 传统的散热器形式多为上吹风或上抽风设计。这样就难免在CPU中间区域产生流动死区——CPU中心处气流速度过慢，阻碍CPU散热。虽然采取一定的措施，比如上面提到的屋檐形式设计可以减小这些流动死区，但是这种现象仍然会或多或少的出现。于是一种新型的散热器设计——侧吹风设计开始得到应用。



幻灯片 16

2.2 风冷式散热器的传热强化



- **放射状设计：**
- 前面提到的散热器优化形式都是以增强散热效果为目的的，而这里提到的放射式设计的出发点则是为了获得更好的静音效果。

幻灯片 17

3、液冷式散热技术

幻灯片 18

3.1 液冷式散热技术简介

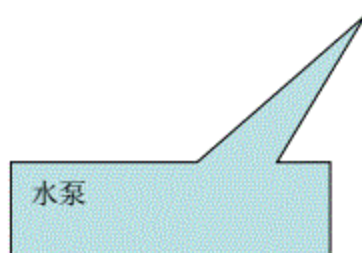
- **缺点：**
- 存在安全隐患
- 有些液冷散热器需要维护
- **优点：**
- 换热能力强
- 静音
- 工业应用成熟

3.2 液冷式散热技术原理与应用实例



冷却器

水冷头



幻灯片 20

4、热管式散热技术

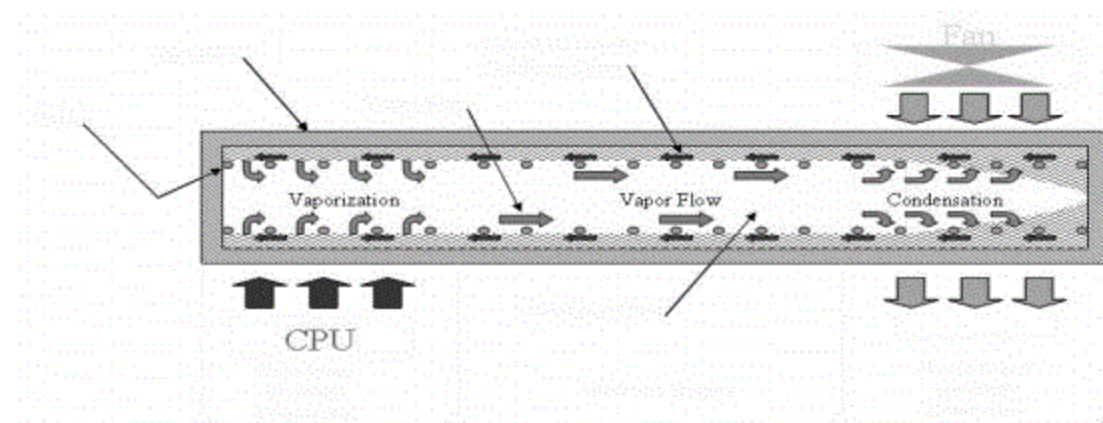
幻灯片 21

4.1 热管式散热技术简介

- 目前，热管在 PC 散热器中的应用越来越多，目前各大散热器制造厂出货的 CPU 散热器中，已经有 15% 以上的产品采用热管，尤其是在高端产品上几乎无一例外。热管散热器散热能力强，不用采用大量铜，价格相对低廉，形式构造多样，不必担心与机箱内部设备发生干涉，适合机箱内部布置，是一种十分有前途的 CPU 散热形式。

幻灯片 22

4.2 热管式散热器的原理与应用实例



- 热管是利用液体相变吸热的原理来进行热传递的散热原件。热管结果分为蒸发段，绝热段和冷凝段。液体在蒸发段吸收热量蒸发形成蒸汽，通过绝热段来到冷凝段放出热量液化，再流会蒸发段循环工作。

幻灯片 23

4.2 热管式散热器的原理与应用实例