

这个夏天不在“热”-LED 散热新技术

LED 灯中的 LED 芯片是热流密度很大的电子元件，它们在运行过程中，由于其静态与动态的损耗，产生大量的多余热量，通过散热系统发散到外部，维持其工作温度的稳定。目前 LED 的发光效率还是比较低，从而引起结温升高，寿命降低。为了降低结温以提高寿命就必须十分重视散热的问题。LED 的散热设计必须从芯片开始一直到整个散热器，每一个环节都要给予充分的注意。任何一个环节设计不当都会引起严重的散热问题。所以对散热的设计必须给以充分的重视。

高性能微槽群复合相变传热技术，满足大功率 LED 照明的散热要求，该技术命名为“微槽群复合相变集成冷却技术”。该技术已经成功应用 LED 灯上，LED 芯片的热量能瞬间分布在整个散热空间中，延长了 LED 灯的寿命提高了发光效率。

一、微槽群复合相变集成冷却技术：

LED 芯片所产生的热量最后总是通过灯具的外壳散到空气中去。普遍的散热是：LED 芯片所产生的热，从它的金属散热块出来，先经过焊料到铝基板的 PCB，再通过导热胶才到铝散热器。LED 灯具的散热实际上包括导热和散热两个部分。有一个概念先要搞清楚，就是导热和散热的区别。导热就是要把热量最快地从发热源传送到散热器表面，而散热则是要把热量从散热器表面散发到空气中去。首先要把热最快的导出来，然后要最有效地散到空气里去。传统的散热器的热沉是铝翅片，我们的热沉是：微槽群相变技术。

微槽群相变冷却技术是依靠技术手段（如设备结构：微槽等手段）把密闭循环的冷却介质（若介质为水）变为纳米数量级的水膜，水膜越薄，遇热蒸发能力越强，潜热交换能力越强，大功率电子器件的热量被蒸气带走。

冷却器系统组成及工作原理：

1、冷却器的组成：

系统主要由四部分组成，即取热器、冷凝器、输送管路、取热介质（如水、乙醇等）。

取热器一般情况下用进口铝合金制作，板内腔有许多微米数量级的槽道，其作用是把取热介质（如水）按设计要求变成所需的液膜，发热功率器件与铝合金表面紧密接触，其热能通过铝热传导给液膜，液膜瞬间汽化，把热能通过管路送到冷凝器冷却。因取热器的取热能力很强，其导热系数大于 $10^6 \text{ W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$ ，所以取热器的体积可以做到很小。

冷凝器一般情况下用进口铝合金制作，板内腔有许多毫米数量级的槽道，铝合金板外有肋片，取热介质通过管路送来热能由它负责与室外空气进行对流换热和辐射换热，取热介质的热能通过冷

凝器释放，由汽态变液态，液态的取热介质通过自身的重力作用又回到了取热器里，准备下一次热能交换循环。

2、工作原理:

在毛细微槽群复合相变取热器内表面加工许多微槽道，形成微槽群结构，利用微细尺度复合相变强化换热机理，实现在狭小空间内，对小体积的高热流密度及大功率的器件的高效率地取热。毛细微槽群复合相变取热器取出的热量由蒸汽经蒸汽回路输运到远程的高效微结构凝结器中，在微结构凝结器内微细尺度凝结槽群结构表面上进行高强度微尺度蒸汽凝结放热。凝结器凝结所释放的热量可迅捷地扩散到微细尺度凝结槽群结构表面，并经壁面向外传导到微结构凝结器的外壁的肋表面上，通过与外界环境进行对流换热将热量释放到环境中去。凝结液通过凝结液体回路，在压力梯度作用流回到微槽群复合相变取热器。从而实现系统自身取热与放热的高效率、无功耗的封闭循环，达到器件冷却的目的。微槽群复合相变取热器的取热面与电力电子器件紧密接触，其内表面刻有许多复合相变微槽道，集成为复合相变微槽群。微槽群复合相变取热器中有少量的具有一定汽化潜热的液体工质。液体工质在微槽群自身结构所形成的毛细压力梯度的作用下沿微槽流动，同时在微槽中形成扩展弯月面薄液膜蒸发和厚液膜核态沸腾的高强度微细尺度复合相变强化换热过程，使液体工质变成蒸汽，利用汽化潜热带走电力电子器件工作时产生的巨大热量，从而将器件的工作温度降低并控制在理想的范围内。微槽群复合相变冷却系统由小尺寸取热元件（微槽群复合相变取热器）、热量及流体输运管路、远程放热元件（远程微结构凝结器）部分构成。其中，热量及流体输运管路包括输运热量的蒸汽回路和输运凝结液的凝结液回路两部分，分别将微槽群复合相变取热器和远程微结构凝结器连接起来，形成一个对外封闭的微负压循环系统。微槽群复合相变取热器取出的巨大热量由蒸汽在系统的蒸发与凝结压差作用下经蒸汽回路输运到远程微结构凝结器中，在微结构凝结器内腔中的微细尺度凝结槽群结构表面上进行高强度微尺度蒸汽凝结放热。蒸汽凝结所释放的热量由微细尺度凝结槽群结构表面经壁面向外传导到微结构凝结器外壁的肋表面上或外壁上的冷却水通道群中（注：微结构凝结器壁面将外界环境和冷却水与微结构凝结器内部隔开，外界环境和冷却水与微结构凝结器中的凝结液不接触），通过与外界环境进行的空气（自然或强制）对流换热或与冷却水通道群中的冷却水进行单相强制对流换热，最终散失到外界环境中。而凝结液则通过凝结液回路，借助于重力和系统微细尺度槽群结构所产生的压力梯度作用，流回到微槽群复合相变取热器中。从而整个系统按照由微槽群复合相变取热器、蒸汽回路、远程微结构凝结器、凝结液回路再回到微槽群复合相变取热器的顺序形成一个具有工质单向性流动的、液-汽-液相变取热和放热模式的无功耗循环（被动式循环），达到使发热的大功率电力电子器件冷却的目的。图1 为冷却系统示意图。

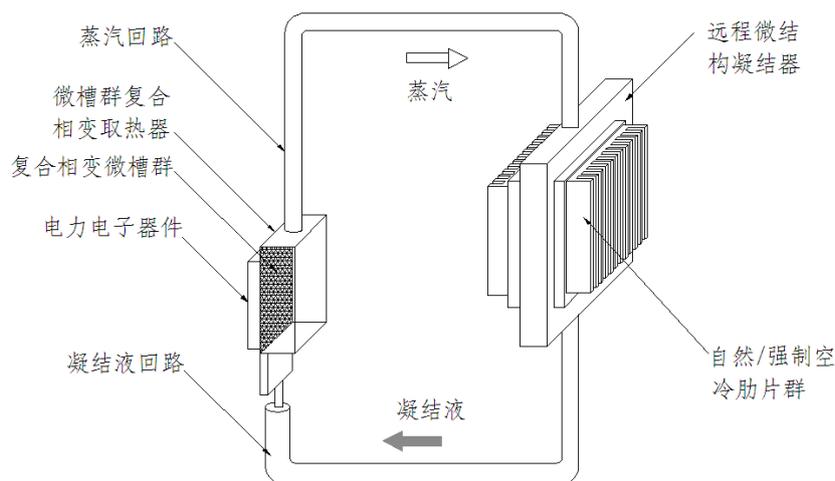


图1 微槽群复合相变冷却系统结构示意图。

3、与热管的区别

形式上与热管相似，但在换热机理、结构和性能等方面有本质不同：

1. 采用强大的微细尺度复合相变强化换热机理；热管仅为普通的液膜蒸发；
2. 无热管固有的沸腾、挟带、毛细管力等诸多传热极限；
3. 无热管大功率散热时的高接触热阻与导热热阻以及装置笨重复杂问题；
4. 无热管启动与工作稳定性方面的问题；
5. 同等温度下的单位面积取热能力比热管高出约 100 倍，且系统简洁、轻巧和紧凑。

二、微槽群复合相变LED大功率光源冷却器的特点：

1、超导热能力：

微槽群复合相变冷却技术具有超导热能力，其导热能力是铝基板的 10000 倍，该技术能把 LED 芯片的热量及时送到面积无限大铝基板各个散热面上。

导热系数大于 $10^6 \text{ W}/(\text{m}\cdot^\circ\text{C})$ 。铜是优良导体，也是优良导热体，铜的导热系数约为 $400 \text{ W}/(\text{m}\cdot^\circ\text{C})$ ；MGCP 导热能力与铜比，具有超导热性质。用一根长 60cm、直径 1.3cm 的实心铜棒在 100°C 工作温度下输送 200W 的热能量，铜棒两端温度差高达 70°C ；用上述铜棒重量的一半做成 MGCP 取热器，也在 100°C 工作温度下输送 200W 的热能量，热输送距离也是 60cm 远，其温度只降了 0.5°C ，实验表明 MGCP 技术具有超导热能力。

2、冷却能力超强：

取热热流密度已达 $400\text{W}/\text{cm}^2$ ，其能力比水冷高 1000 倍，比热管高约 100 倍。取热能力比强制水冷高 100 倍，比强制风冷高 1000 倍。

1 个标准大气压下，水的沸点是 100°C ，1Kg 水从 99°C 升温到 100°C ，需要的热能量为 4200 焦尔；1Kg 的 100°C 水吸热变 100°C 的蒸气，温度没有变化，但是吸取的热量为 2260000 焦尔。水

冷为显热交换，换热热量低，MGCP 技术是潜热交换，换热能力超强。1Kg 水升温 1℃只需 4200 焦尔热量，1Kg 的 100℃水吸热变 100℃的蒸气，温度没有变化，但是吸取的热量为 2260000 焦尔，两者吸取的热量相差 500 多倍，因此，两者换热能力有巨大差别。

3、无功耗冷却：

被动式散热，无需风扇或水泵，无冷却用能耗，无动力运行，节能。MGCP 技术是巧妙利用大功率电力电子器件发热的能量使取热介质蒸发产生动能和势能，蒸气流动到冷凝器放热冷凝成液体，借助取热器微槽群的毛细力和液体重力回流到与大功率电力电子器件紧贴的取热器，从而实现无外加动力的闭式散热循环。

4、重量轻、体积小：

重量不到现有散热器的 25%，体积可小到 20% 以下。

5、可靠性高：

装置简洁紧凑，工作稳定，无启动问题，可靠性远高于风扇、水冷和热管散热器。

6、成本低、环保：

产品成本小于风扇、水冷和热管的散热器；相变工质环境友好，量少无消耗。

7、余热利用：

大功率电力电子器件发的热量（废热）能变为 50℃~60℃热水供日常生活用，取代电热水器，实现节能。

LED 照明技术仍然在飞速的向前发展，随着技术的进步，微槽群复合相变技术已经成熟，在中国有很多 LED 照明企业都在陆续投入使用，相信在不久的将来，这项技术会走进更多再为散热问题苦恼的大功率 LED 照明厂商，真正解决散热问题。