



针对医用激光器的热电冷却



热电制冷技术在医疗激光器中的应用

莱尔德热系统应用说明

简介

简介.....	2
应用冷却要求.....	3
热电冷却器.....	4
热电冷却器组件.....	6
结论.....	8
关于莱尔德热系统.....	9
联系莱尔德热系统.....	9

简介

医疗激光器设计用于医院、门诊手术中心和医生办公室等场所，它们结合了切割、摘除和凝固等特性，可实现精确、几乎不流血的手术，从而能够最大限度地减少对周围组织的热损伤并缩短康复时间。医疗激光器还能够通过激光的热量对区域进行消毒，破坏任何可能导致感染的微生物。尽管医疗激光器对许多医疗应用很有价值，但它们在运行时确实会产生大量废热，从而影响激光器性能。制造商同时面临热管理设计等挑战，例如需要面对温度稳定性、限制噪声、空间限制和降低功耗等挑战。



医疗激光器会产生大量热量，需要将这些热量从敏感的激光器组件中散发出去。

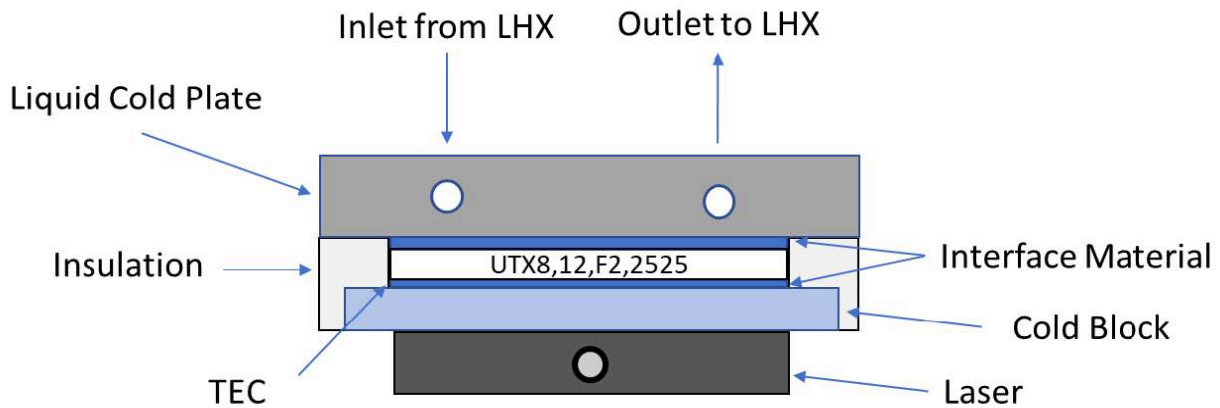
应用中的制冷要求

激光器产生大量废热，会影响激光器的峰值性能。根据医疗激光的不同应用，所产生的热量可以从5W到超出150W不等。为获得最佳性能，激光器需要稳定的工作温度为 $20 \pm 0.5^\circ \text{C}$ ，而室温环境下的环境温度可能会产生波动。

由于医用激光器的形状因数限制，温度稳定性尤其具有挑战性。手持式激光器不断小型化，促使工程师将更多的电子设备集成到更小的空间内。更多的电子产品增加了系统功能，例如可将皮肤冷却与皮肤护理相结合，但是也增加了热管理解决方案的复杂性。因此，热组件必须提供先进的温度控制，有时需要多个冷却回路，并通过严格的几何空间限制来实现散热。对于手持式设备，组件还必须能够承受冲击和振动，以确保长寿命运行。为了进一步降低运营成本，首选低维护的热管理解决方案。

除了冷却激光，通常还需要冷却患者的表层皮肤以达到保护效果，并防止热损伤。冷却可以通过接触式、吹冷空气或冷冻喷雾（动态）等方式来实现。接触式冷却被认为是冷却皮肤的最佳方法，更复杂的激光系统具有嵌入式接触式冷却装置，可减轻疼痛和红斑，提高患者在手术过程中的舒适度。

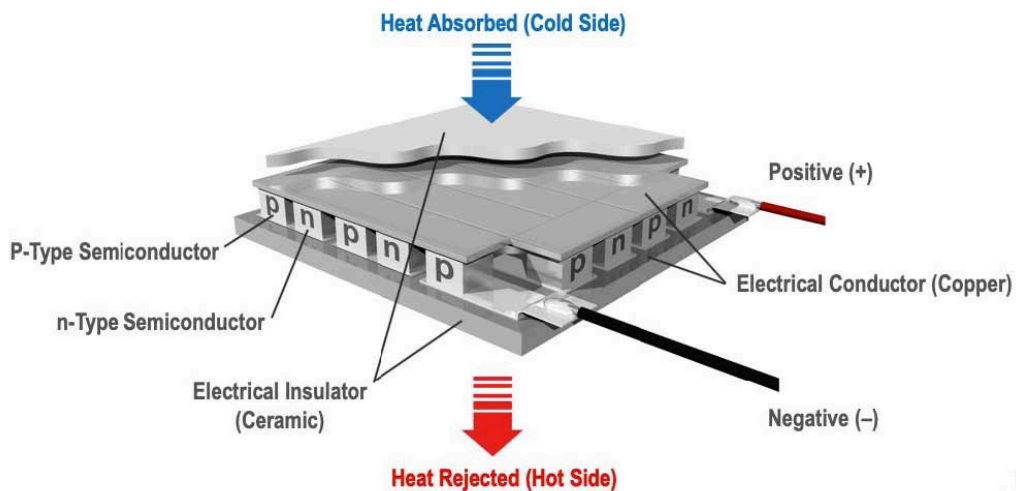
下图说是一个典型的热电制冷器在医疗激光器中应用的示意图。热电制冷器安装在两个热交换器之间，在冷端，冷块与界面材料一起使用以连接到热电制冷器，然后将冷块用机械方式固定在激光器上。由于空间限制，液体热交换器通常用于热端将热量散发到周围环境。隔离层用于防止湿气凝结到热电制冷器腔体中，并隔离从热端到冷端的热传递。



热电制冷器

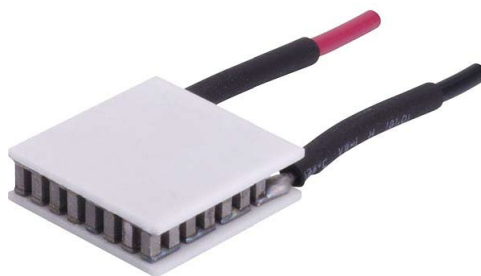
热电制冷器是固态热泵，需要热交换器通过帕尔贴效应散热。在运行期间，直流电流通过热电制冷器并在陶瓷表面产生热传递和温差，从而导致热电制冷器一端变冷，而另一端变热。单级热电制冷器可实现高达 70° C 的温差，并能够以高达150W的功率传递热量。而如果需要增大热泵容量，热电制冷器的模块化设计可以使用多个热电制冷器，这称为热电制冷器阵列。

热电制冷器包括两个陶瓷基板，它们用作电气绝缘材料，把P型和N型半导体夹在中间。当电子从P型半导体元件的低能级到达N型元件的更高能级时，电子在冷结处吸收热量。而在热结处，则是电子从高能级元件移动到低能量元件，能量被排放到散热器。



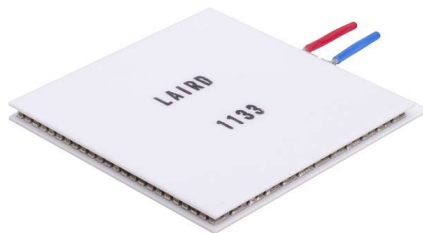
反转极性会改变热流方向。热电制冷器在空载条件下的额定参数为最大参数（ ΔT_{max} 、 I_{max} 、 V_{max} 和 Q_{max} ），在稳态条件下温度控制精度可达到 $\pm 0.01^{\circ}C$ 。它们可以冷却至 $-100^{\circ}C$ （6级），每平方米可泵送高达15瓦的热量，通过将热电制冷器连接成一个阵列可实现更高的热泵能力。这些热电制冷器的几何形状可以从2x2毫米到62x62毫米不等，且在加热模式下比电阻加热器效能更高。它们还适合严格的几何空间限制，并且可以安装在无法容纳更大的带压缩机系统的任何方向。热电制冷器还具有高可靠性、无工作噪音，在医用激光器等高振动应用中具有良好的性能表现。

莱尔德热系统的陶瓷板 (CP) 系列是一种坚固、紧凑的热电制冷器，专为手持美容激光器等更高电流和大热泵应用而设计。CP系列直接到空气配置可放置在激光器旁边，能够以62毫米 x 62毫米 x 4.6毫米或更小的小外形尺寸提供高达120瓦的最大制冷功率和 $70^{\circ}C$ 温差 (ΔT)。CP系列具有多种热泵容量、几何形状和输入功率可选，能够满足手持式激光器的制冷要求。



莱尔德热系统的CP系列可提供高达120瓦的冷却功率。

UltraTEC™ UTX 系列热电制冷器的热泵能力高达299瓦，可防止医用激光系统过热。UltraTEC UTX 系列制冷器采用先进的热电材料，与标准热电制冷器相比，热泵能力可提高10%。它还具有更高的隔热屏障，可实现 $72^{\circ}C$ 的最大温差 ΔT 。UltraTEC UTX 系列热电制冷器不仅提供高热泵密度，还可将温度精确控制在 $\pm 0.01^{\circ}C$ 以内。



莱尔德热系统UltraTEC UTX 系列的热泵容量在 69 到 299 瓦之间。

热电制冷器组件

热电制冷器组件是一种制冷和加热系统，它利用集成温度控制的热电制冷器，通过空气、液体或传导方法传递热量。热电制冷器能够散掉周围环境产生的被动热负荷，以稳定医用激光器系统中使用的敏感组件温度。

与带压缩机系统等其他技术相比，热电制冷器组件能够以高效、稳定、可靠、免维护和紧凑的外形提供精确的温度控制。此外，热电制冷器组件不使用任何制冷剂，是环保型设备。热电制冷器组件采用无移动部件的固态结构，可在低功率、低热负荷和无噪音的情况下可靠运行，而所有这些都只需占用很小的空间。由于热电制冷器组件可以安装在任何应用环境下，因此具有极高的集成灵活性。

Laird Thermal Systems 的 Tunnel、PowerCool 和 SuperCool X 系列专为满足医疗激光应用中的制冷要求而设计。

SuperCool X 系列采用独特的专利设计，具有高性能热端散热器，与竞争对手的换热器技术相比，SuperCool X 系列散热更快、效率更高，制冷性能提高多达 90%。能够在 24 VDC 下运行，可提供空气到空气、直接到空气和液体到空气的散热方式，制冷能力范围为 115 至 407 瓦。它们较小的外形设计利用了定制热电制冷器以最大限度地提高制冷能力，并采用优质风扇来最大限度地降低噪音，防潮绝缘层可防止冷凝水渗入产品内部。

新型 SLA-400 SuperCool X 热电制冷器组件能够提供业内最大的制冷能力。SLA-400 等液体到空气制冷散热方式具有极高的灵活性，可以安装在任何空间允许的地方，由于能够同时冷却激光器和患者，因而无需另外单独的制冷回路。这为其他重要电子设备留出了空间，从而可构建具有最大制冷能力的更紧凑医用激光系统。



SuperCool X 系列热电制冷器组件的功率范围为 115 至 407 W，可提供空气到空气、直接到空气和液体到空气版本。

PowerCool X 系列具有 20 至 280 W 的制冷能力，它们可提供空气到空气和直接到空气的散热方式，使用冲击气流在热端散热。空气到空气组件通过对流制冷物体，其中热量由配备风扇和管道护罩的热交换器吸收和消散。



PowerCool 系列提供空气到空气和直接到空气版本，功率范围从 20 到 280 W。

Tunnel 系列采用获得专利的高性能交叉流（cross flow）技术，可在将空气通过热交换器时最大限度地提高热传递。与传统的冲击流组件相比，这种交叉流技术减少了所需的气流路径数量。这种泵热是由定制设计的热电制冷器产生的，以实现制冷效率高并最大限度地降低功耗。更小尺寸的 Tunnel 系列可提供超过 100W 的制冷能力，能够支持广泛的制冷应用。Tunnel 系列提供 12 或 24 VDC 配置，可以通过对流（空气到空气）或传导（直接到空气）方式进行制冷。



Tunnel 系列热电冷却器组件提供 10 到 100 瓦的冷却能力，可用于空气到空气或直接到空气冷却。

结论

热电制冷器和组件是稳定医用激光系统温度，并保持其峰值性能的首选解决方案。通过帕尔贴效应，热电制冷能够提供可靠的固态操作，具有低维护要求和总体拥有成本。热电制冷器和组件可提供紧凑的外形尺寸，使其能够适应最新医疗激光器的等设计要求，这些应用中空间限制可能成为较大问题。热电制冷器和组件有足够的制冷能力来制冷激光系统中的多个部分，从而简化整体制冷解决方案。除非采用复杂的加热和制冷系统，否则，除热电制冷器和组件以外的任何其他方式都无法实现。

有关 SuperCool X 系列的更多信息，请访问：

<https://lairdthermal.com/cn/products/thermoelectric-cooler-assemblies/peltier-supercool-series>

有关 PowerCool 系列的更多信息，请访问：

<https://lairdthermal.com/cn/products/thermoelectric-cooler-assemblies/peltier-power-cool-series>

有关 Tunnel 系列的更多信息，请访问：

<https://lairdthermal.com/cn/products/thermoelectric-cooler-assemblies/peltier-tunnel-series>

关于莱尔德热系统

莱尔德热系统为全球医疗、工业、运输和电信市场的严苛应用开发热管理解决方案。我们能够制造行业中最多样化的产品组合，这些包括从主动热电制冷器和组件，到温度控制器和液体冷却系统。我们的工程师能够使用先进的热建模和热管理技术来解决复杂的热管理和温度控制问题。通过提供广泛的设计、原型制作和内部测试能力，我们可以在整个产品生命周期中与客户密切合作，以降低风险并加快他们的产品上市速度。我们的全球制造和支持资源可帮助客户最大限度地提高生产力、正常运行时间、性能和产品质量。莱尔德热系统是标准或定制热管理解决方案的最佳选择。访问：www.lairdthermal.com 以了解更多信息。

联系莱尔德热系统

联系莱尔德热系统

如果您对莱尔德热系统有疑问或需要更多信息，请通过下述网站联系我们：

www.lairdthermal.com

LTS-Thermoelectric-Coolers-and-Assemblies-for-Medical-Applications-Appnote-CN

Trademarks

© Copyright 2024 Laird Thermal Systems, Inc. All rights reserved. Laird™, the Laird Ring Logo, and Laird Thermal Systems™ are trademarks or registered trademarks of Laird Limited or its subsidiaries.