



针对致冷离心机的帕尔帖冷却技术

Laird Thermal Systems 应用指南

内容目录

引言	3
热挑战.....	3
帕尔帖冷却模块	4
带有温度控制器的帕尔帖冷却组件	5
结论	7
关于 Laird Thermal Systems	7
联络 Laird Thermal Systems	7

引言

离心分离是通过离心力分离混合物的过程。离心机通常用于食品加工和医学研究中的蛋白质、遗传基因和细胞分析。在医学实验室环境中，离心分离需要快速旋转医学样品，以根据不同的密度筛选或浓缩某些物质。密度大的组份会远离中心轴，而密度较小的组份向比较靠近中心轴。

为了满足各种样品量、离心力和每分钟转数（RPM）的要求，离心机往往具备多种型号，其中包括先进的超级离心机、高速离心机、大容量离心机和小型台式离心机等。按照热管理技术区分，有两种类型的实验室离心机。标准的通风离心机能够控制转桶中的温度，其性能取决于离心机的设计。高端致冷离心机可提供样品的热管理，需要针对环境条件进行温度控制。许多样品需要在离心室内进行精确的温度控制，尤其是对于敏感的活细胞和蛋白质，必须要在特定的恒温下存储和测试，以确保样品适当的反应和活力。



离心机利用离心力来分离混合物。

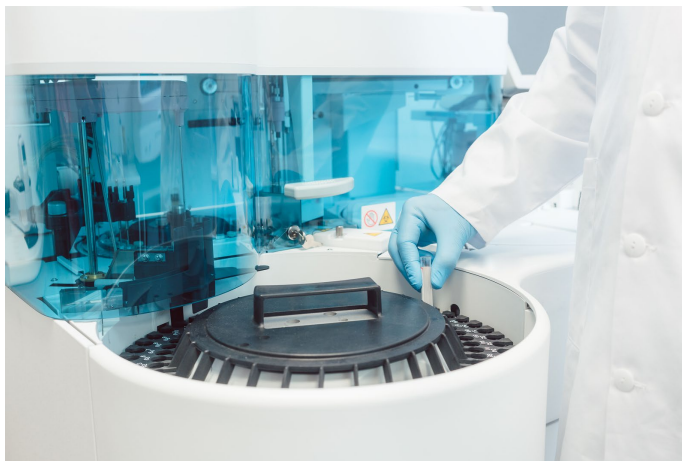
为了确保为实验室离心机应用提供精确的温度控制，主动式帕尔帖（Peltier）冷却模块和组件是理想的热管理解决方案。与基于压缩机的技术相比，帕尔帖冷却技术更加经济、高效、可靠。此外，政府对传统和天然制冷剂实施了一定限制，这些对于基于压缩机的系统至关重要，正在影响过去、现在和将来的热管理系统设计。帕尔帖制冷技术无需使用制冷剂，能够为离心机应用中的温度控制提供更理想、面向未来的解决方案。

热挑战

实验室离心机制造商正在面临几个热管理设计方面的挑战，其中包括温度稳定性、空间限制、噪音水平和振动，也需要满足更低的功耗和制冷剂方面的限制要求。

根据样品的不同类型，离心室在整个离心过程中通常必须在 0~40°C 之间保持精确的温度控制，同时需要在 23~30°C 的环境温度下工作。例如，人体组织样本必须保持在 37°C 的哺乳动物体温下，温度变化哪怕只有 6°C 也会严重影响细胞健康，并使离心过程毫无价值。

离心机的热负荷冷却要求范围一般从 30 瓦到 150 瓦以上，这取决于离心机的类型和大小。冷却解决方案必须能够以较高的性能系数（coefficient of performance）高效地消除热负荷，以最大程度地降低功耗。



在整个离心过程中，离心室必须保持 0~40℃ 的精确温度控制。

包括离心机在内，所有的实验室设备都在小型化，以释放更多实验室空间，这种趋势要求工程师将更多的电子设备集成到更小的体积空间内。在更小空间中集成更多电子设备，一方面可以提高设备功能，但同时也提高了热通量密度。狭小的空间限制要求更加高效的热交换器，具备先进的热控制能力。冷却系统需要具有紧凑的外形尺寸，以使离心机的腔室容积最大化。

由于技术人员需要在实验室环境中操作使用医用离心机，因此运行噪音水平也是设计中的重要考虑因素。从离心机的转子到热管理解决方案，整个系统都需要安静运行，以避免干扰实验室正常工作。

最后，许多政府要求离心机 OEM 厂商逐步淘汰有害制冷剂的使用。以往基于压缩机的系统使用对环境有害的 R134a 和 R404A 等 HFC 制冷剂，现代压缩机系统则使用多种天然制冷剂，如 R744（二氧化碳）、R717（氨）、R290（丙烷）、R600a（异丁烯）和 R1270（丙烯）等。然而，天然制冷剂也面临许多不同的设计挑战，例如压力增大、高毒性、易燃性、窒息和相对较差的性能等等，一些天然制冷剂具有易燃性，运输过程风险很大。所有这些要求离心机制造商寻找其他替代技术，而帕尔帖冷却技术则是理想之选。

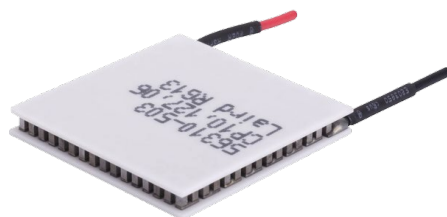
帕尔帖冷却模块

热电模块是通过帕尔帖效应运行的主动固态热泵，这种热电模块通常称为帕尔帖（Peltier）冷却器，它能够有效地传输热量，以保护样品/流体，并确保离心机正常运行。帕尔帖冷却器的设计考虑了尺寸、效率、成本和持续可靠运行等方面的要求，使离心机 OEM 能够应对各种热设计挑战。

帕尔帖模块具有较低热阻，从而提高了热泵容量，能够以更高的性能系数（COP）运行，可以降低功耗。当直流电流通过 Peltier 冷却器时，其一侧变热，另一侧变冷。如果电流方向相反，则两侧的功能相反。热电模块制造商定义了热电冷却器的两个重要指标： ΔT_{Max} 和 Q_{cMax} 。其中 ΔT_{Max} 是无热流（ $Q_c = 0$ ）时的最大温差， Q_{cMax} 是不存在温差（ $\Delta T = 0$ ）时的最大热流量。对于大多数单级模块， ΔT_{Max} 通常接近 70℃。一旦需要热量（ Q_c ）通过热界面移动， ΔT 值就会下降，直到在 $\Delta T = 0$ 时达到 Q_{cMax} 值为止。除了在 ΔT 和 Q_c 之间进行权衡外，这种温差中的一大部分还会由于热电模块热侧和冷侧的热阻而损失，因而热界面材料和散热器的选择是最大的设计挑战。如果需要增大冷却能力（ Q_c ），则需要具备较低热阻的散热器或更多的热电模块，这可以通过串联或并联热电模块的方式来完成，以适应 12 或 24 VDC。热电模块的实际运行需要综合考虑 ΔT 和 Q_c ，以满足离心机冷却对温度稳定的要求。

Laird Thermal Systems 的陶瓷板（CP）系列是坚固、紧凑的热电模块，专为台式和高速离心机等较高电流和大型热泵应用而设计。CP 系列直接对空气配置可放在离心室下方以从底部冷却，能够提供最大 125 瓦的冷却功率，温度差（ ΔT ）可达 67°C，外形尺寸仅为 62 mm x 62mm x 4.6mm 或更小。CP 系列具有多种热泵能力、几何形状和输入功率范围可供选择，可满足各种离心机的具体要求。

固态 Peltier 冷却器由于没有活动部件，因此可提高离心机等高振动应用的可靠性和耐用性，这些主动冷却装置还有助于降低运行噪音水平。总体而言，帕尔帖冷却器能够大幅度降低维护、运营和总体拥有成本。



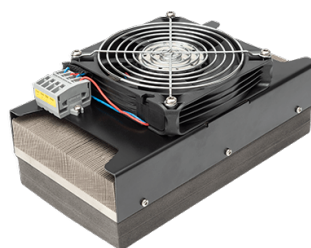
陶瓷板（CP）系列产品

带有温度控制器的帕尔帖冷却组件

帕尔帖冷却组件或热电组件是利用帕尔帖冷却器来提供更高的冷却能力，其范围从大约 10 瓦到 250 瓦，帕尔帖组件可以通过强制对流（空气或液体）和传导来消除控制源产生的热量来实现冷却。超级离心机和高速离心机通常需要 Peltier 组件冷却解决方案。Tunnel 系列热电组件可提供高达 100 瓦的冷却能力，并且运行时噪音更低，而 SuperCool X 系列热电组件则能够以较小的尺寸提供超过 200 瓦的冷却能力。



Tunnel 系列



SuperCool X 系列

Peltier 冷却组件在与温度控制单元一起使用时，与其他冷却技术相比能够提供多种优势，包括能够冷却到环境温度以下，快速调温速率，精确的温度控制，在稳态条件下温度精确到 $\pm 0.01^\circ\text{C}$ 之内，以及更低噪音等等。这些温度控制系统也是环保型，因为它们不使用制冷剂来实现离心机内部的精确温度控制。

如果将闭环温度控制器与 Peltier 模块或组件配合使用，可提供高响应度和精确的热控制系统。温度控

制器从温度传感器获取反馈信息，据此可以改变电源的输出以控制离心室内的温度。还可为各种控制选项定制温度控制器，以实现节能和跳闸报警等功能。I/O 触点可用于风扇、热电模块、警报/状态 LED、热敏电阻、风扇转速传感器和过热恒温器等。

Laird Thermal Systems 的 SR-54 系列温度控制器与 SuperCool X 或 Tunnel 系列热电组件结合使用，可将温度控制在 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 之内。SR-54 温度控制器还可监控电压、温度和风扇转速表，必要时触发警报，并能够识别有问题的风扇、热电模块、过热的恒温器和温度传感器，所有这些对于离心机正常运行时间最大化至关重要。SR-54 系列温度控制器只需少量编程，可以很容易地与热电组件或系统外壳进行配置。一旦达到指定温度，该系列控制器便可降低风扇速度，从而能够降低运行噪音。

另一个可选方案是具有功率调节功能的 PR-59 温度控制器，可以针对 PID（比例积分微分）、恒温器 ON/OFF（开/关）、或 POWER（电源）进行选择 and 用户配置，从而能够保护设备并优化性能。PR-59 可编程微控制器能够在加热和冷却模式下将温度稳定地保持在设定值的 $\pm 0.05^{\circ}\text{C}$ 以内。通过使用相关软件连接到 PC，可以选择温度设定点和其他参数。

结论

高端致冷离心机需要一个在运行期间提供精确温度控制的热管理系统，主动 Peltier 冷却模块或组件非常适合实验室离心机应用。热电模块和组件能够提供紧凑、高效的热管理解决方案，并以较低的总体拥有成本提供稳定可靠的性能。Laird Thermal Systems 在服务致冷离心机市场以及提供出色的客户支持方面拥有数十年的经验，具有广泛的产品组合和多元化的解决方案，可提供先进的 Peltier 模块、Peltier 组件和温度控制器。

关于 Laird Thermal Systems

Laird Thermal Systems 为全球范围内的医疗、工业、运输和电信等市场的苛刻应用开发热管理解决方案，产品涵盖从主动热电模块和组件，到温度控制器和液体冷却等系统，我们是行业中能够制造最多样化产品组合的厂商之一。Laird Thermal Systems 工程师使用先进的热建模和管理技术来解决复杂的热量和温度控制问题，通过提供广泛的设计、原型制作和内部测试，我们能够在整个产品生命周期内与客户紧密合作，以降低风险并加快产品上市速度。我们的全球制造和支持资源可帮助客户最大程度地提高生产效率、正常运行时间、产品性能和产品质量。Laird Thermal Systems 是标准或定制热管理解决方案的最佳选择。欲了解更多信息，可访问：<https://lairdthermal.com/cn/>

联络 Laird Thermal Systems

如果您有任何疑问，或需要更多关于 Laird Thermal Systems 的信息，请通过网站 <https://lairdthermal.com/cn/> 与我们联系。

LTS-Peltier-Cooling-for-Refrigerated-Centrifuges-Appnote-CN-050324

© Copyright 2020 Laird Thermal Systems GmbH. All Rights Reserved. Laird, Laird Technologies, Laird Thermal Systems, the Laird Logo, and other word marks and logos are trademarks or registered trademarks of Laird Limited or an affiliate company thereof. Other product or service names may be the property of third parties. Nothing herein provides a license under any Laird or any third party intellectual property rights.

