



## 柔性电热片设计指南

Flexible Thermofoil™ 加热解决方案 | 聚酰亚胺、硅橡胶、云母、Thermal-Clear™  
在医用诊断、防御、航空航天、电信及其他高可靠性行业用于精确加热

# Minco: 助您成功!

自 1956 年起, Minco 就一直在设计和制造关键元件。在过去五十年中, 我们已经发展成为一家全球性的公司, 主要经营四大产品线:

柔性 Thermofoil™ 电热片



柔性电路



温度传感器



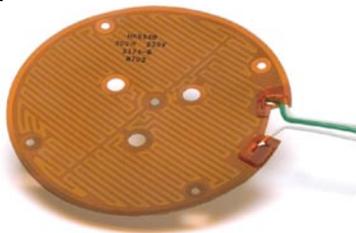
仪器



同时, Minco 还与数千家客户的设计工程团队建立了良好的合作伙伴关系, 互相切磋、自由分享我们在设计和制造方面的知识及经验。我们的设计流程内容丰富, 能够为 Minco 及我们的客户提供双赢的机会, 帮助缩短设计周期并巩固良好的客户关系。所有这一切都已使 Minco 成为最值得信赖的合作伙伴以及全球关键应用领域的关键元件供应商。

## 卓越加热解决方案

为了对您的应用提供最佳加热解决方案, Minco 一直在不懈地努力。我们发展卓越的能力将这些产品设计并装配成一个集成元件。因此, 用户可以获得更高的功能和组装效率。



Minco 可以将温度传感器、控制器、SMT 元件、柔性电路和其他电子元件集成到您的加热应用中, 以提供一个完整的成套解决方案。这样既能提高组织灵活性, 同时又节省了时间和金钱。



## 今日 Minco: 不断成长的全球性企业

Minco 的工程设计和制造厂在全球拥有 1000 多名雇员。我们拥有超过 300,000 ft<sup>2</sup> (27,900 m<sup>2</sup>) 的生产面积, 从而具备了支持多样化市场中全球客户的各种应用的能力和基础。

Minco 的无缝运作能力使得我们能够设计和制造各种集成元件 (从原型到生产), 从而简化供应链, 加快对客户的响应时间。

Minco 已通过 ISO 9001:2000 /- AS/EN/SJAC9100 (认证机构: TÜV) 认证, 我们有能力满足您对许多其他品质担保、流程及产品规格的要求。



## E2E 交流—工程师对工程师

解决棘手的工程问题的最好方法是与曾解决该问题的工程师交谈。E2E 社区由一群 Minco 设计工程师组成, 专门向工程师提供构建高度复杂独特的元件所需的应用知识、教育培训和专业技术。当资源变得匮乏时, Minco E2E 社区能帮您查找所需的信息。



## 服务承诺

Minco 的工程师团队、客户支持团队以及销售团队随时准备为您提供服务, 以帮助您的项目获得成功。致电: Minco 销售或技术支持或者在线访问 [www.minco.com](http://www.minco.com) 以获取技术信息和培训材料。



# 柔性电热片设计指南

## 本设计指南的用途

### 1. 了解柔性 Thermofoil™ 电热片在应用中的工作方式

仔细阅读本设计指南中的信息以及其他在线资源（网址为 [www.minco.com/heater/](http://www.minco.com/heater/)）。了解各种类型柔性电热片的功能，您便可以选择最适合您应用的电热片。

### 2. 选择适用于原型设计的柔性电热片

在了解柔性电热片可用选项后，选择一种库存或标准电热片或者各种类型电热片，这样您便可在应用领域开始概念证明型测试和原型设计。

有关更多信息，请下载标题为“蚀刻箔电热片原型设计技术”白皮书，地址：[www.minco.com/e2e](http://www.minco.com/e2e) 的 E2E - 工程师对工程师在线社区

### 3. 针对您的应用指定一种长期的加热解决方案

当您使用库存和标准柔性电热片成功完成原型设计后，Minco 富有经验的设计工程师可以帮助您设计一个既经济又精确的加热解决方案，以完美地满足您的应用需求。

#### 获取更多信息以及协作

如果您希望获得应用或者设计方面的工程协助，请致电 Minco 销售与技术支持，或者在线访问我们，网址为 [www.minco.com](http://www.minco.com)。

#### 柔性电热片设计流程检查清单

柔性电热片设计流程检查清单可以提供许多提示，以便在将柔性电热片集成到应用中时改进设计流程。设计检查清单可以让您了解从初期发现问题，到原型设计与实施，一直到项目后分析的全过程。使用该检查清单有助于在对关键应用设计柔性电热片时进行追踪。

要获得柔性电热片设计流程检查清单，请访问 <http://www.minco.com/heaterchecklist>。

## 目录

Thermofoil 电热片简介 Thermofoil 加热解决方案 工业应用解决方案	第 4 页 - 第 5 页
设计指南 选择一种 Minco 电热片 Thermofoil 电热片的设计 热力系统范例	第 6 页 - 第 15 页
Thermofoil 聚酰亚胺电热片 技术规格 库存电热片 工业品级聚酰亚胺电热片	第 16 页 - 第 19 页
Thermofoil 硅橡胶电热片 技术规格 库存电热片	第 20 页 - 第 21 页
标准聚酰亚胺电热片及橡胶电热片 标准电热片选项	第 22 页 - 第 31 页
绕线式橡胶电热片 技术规格 库存电热片 标准电热片	第 32 页 - 第 35 页
云母电热片 技术规格 标准电热片	第 36 页 - 第 38 页
Thermal-Clear 透明电热片 技术规格 标准电热片	第 39 页 - 第 40 页
全聚酰亚胺 (AP) 电热片 技术规格	第 41 页
温度传感器、控制器和附件 温度传感器 温度控制器 电热片附件	第 42 页 - 第 55 页
参考内容 常见问题解答 术语表 工业规格、索引、下一步行动	第 56 页 - 第 63 页

简介

设计指南

聚酰亚胺  
电热片

硅橡胶  
电热片 (箔)

标准聚酰亚胺  
电热片及橡胶电热片

橡胶电热片  
(绕线式)

云母电热片

Thermal-Clear  
电热片

全聚酰亚胺  
电热片

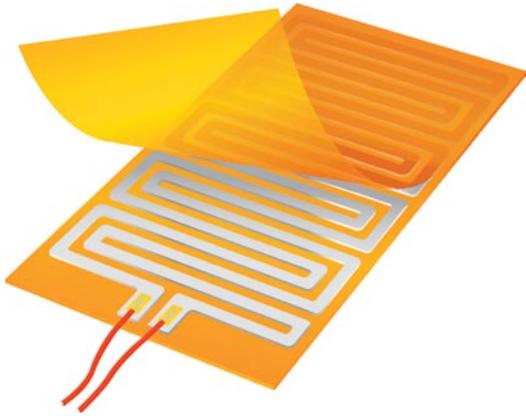
温度传感器、  
控制器和附件

参考内容



# Thermofoil™ 加热解决方案

## Thermofoil™ 柔性电热片



Thermofoil™ 电热片是一种薄而软的元件，由蚀刻箔片电阻加热元件组成，封装在柔软的绝缘材料层之间。Minco 推出 Thermofoil 电热片已有 45 年之久，事实证明，Thermofoil 电热片与传统电子电热片相比具有明显优势。

### 精确加热

Thermofoil 电热片能针对需要加热的位置加热。您只需将它们放在需要加热的部件表面即可。其薄型结构可在电热片元件与散热器之间提供紧密的热耦合。在热损失较大的区域，您甚至可以指定采用功率密度更高的配置加热模式。

### 预热更快，寿命更长

对于较大的表面区域，Thermofoil 电热片的平板箔片元件的传热效率比绕线式电热片更高。因此，Thermofoil 电热片在电阻元件与散热器之间形成的热差并不十分明显。电热片仍保持较低的温度状态。因而可以允许更高的功率密度、更快的预热速度，以及获得更长久的电热片寿命。Thermofoil 电热片在功率是绕线式电热片两倍的条件下，仍可安全运行。绝缘寿命则可超过十倍。为了获得可靠程度高的加热，显然应选择 Thermofoil。

### 节省空间，减轻重量

聚酰亚胺（例如 Kapton™）电热片重量通常仅有 0.009 oz/in<sup>2</sup> (0.04 g/cm<sup>2</sup>)，元件中的测量厚度仅为 0.010" (0.25 mm)。对于空间有限的应用领域，例如防御电子产品、宇航设备、便携式医疗仪器、高密度电子设备等，Thermofoil 电热片均可以满足您的加热需求。

## 定制和集成元件

Minco 有四个不同的产品生产线上，能够相互协调生产，为客户提供更快速、无缝地元件集成，因此缩短了产品面市的时间。这使我们在将元件定制和集成到成套设备以及完善的加热、传感和柔性电路解决方案方面的能力无可匹敌。在提供相应系统精度的同时，可完全按您的应用要求设计、制造和集成所有的元件。

我们可以提供带有集成电阻式温度计、热电偶、热敏电阻或恒温器的电热片。Minco 控制器可以监视温度传感器和功率电热片，从而实现严格的控制和精确度。带有柔性电路的性能和内部拾取-贴装设备，可将控制电路加入到同一成套设备中，从而为您节约装配时间和成本。

## 量身定制，更加合适

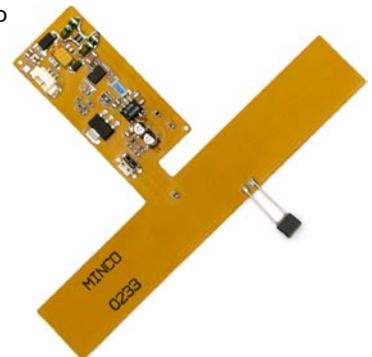
Minco 能够设计任意形状的电热片，可以生产长至 8 英尺 (2.4 m) 的电热片，也可生产大小不足 0.25" x 0.25" (6.4 mm x 6.4 mm) 的电热片。设计电热片时，您可以指定复杂的几何形状，以在实现最佳精度和可靠性的同时，满足硬件对撞击和弯曲的要求。

## 增值的装配服务

作为一项新增的服务，Minco 提供电热片封装、硬化或者夹紧，以与散热器紧密贴合。我们的专用设备可以保证实现紧密粘结、高可靠性以及卓越的性能。我们可以将电热片安装到您的部件中，或您的机械式散热器，从而提供给您一个完整的成套解决方案。

## 最佳适配-最优价格

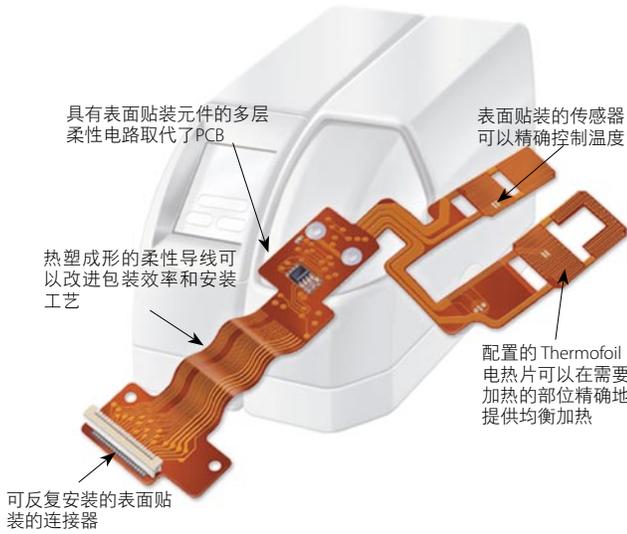
就 OEM 数量（例如 500+ 件）而言，Minco 的定制电热片通常比标准及库存型号更具有成本效率。首先从用于实验及概念证明型测试的解决方案开始，然后，我们与您联手对定制的解决方案进行优化。请在设计流程期间尽早与我们联系，以便我们的专业工程师能帮助您设计最完美、最高效的加热解决方案。请立即致电：Minco 销售与技术支持。



# 工业应用解决方案

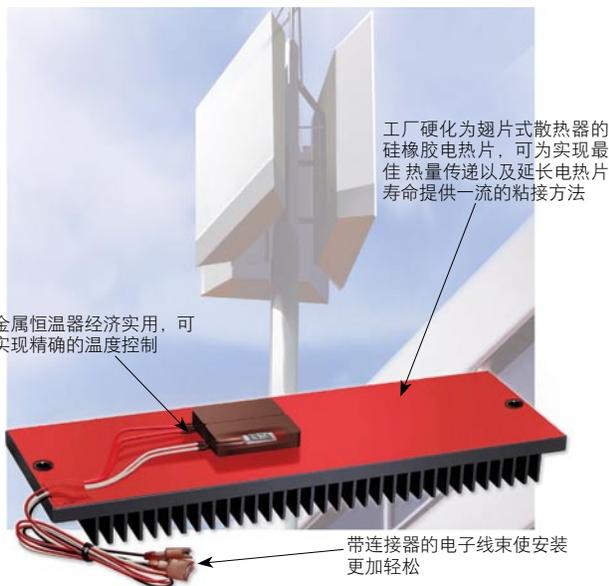
## 医学诊断

Minco 的 Thermofoil 柔性电热片、柔性电路以及温度传感器，可以为即时检验血液分析仪提供一个成套解决方案。通过消除第三方线束和印刷电路板，集成元件的设计降低了初始设计的成本，并提高了可靠性。



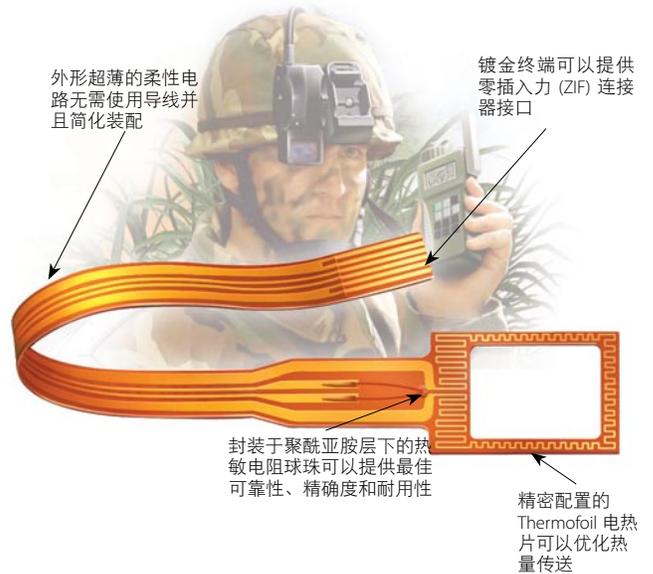
## 通讯

Minco 设计工程师与客户工程师之间的合作促成了一种通力协作关系，这种关系满足了为翅片式散热器的经济实用硅橡胶电热片硬化装配的生产需要。Minco 的 Thermofoil 电热片设计可以使电子元件、光纤以及放大器在地上或者地下封闭环境内以最佳状态运行长达 15 年以上。



## 防御及航空航天

Thermofoil 柔性电热片可用于防御与航空航天应用领域，在该应用领域，要求在恶劣条件下仍能保证耐用性和可靠性。这种配置的聚酰亚胺电热片集成了柔性导线和温度传感器，可以为在头盔上安装的微型显示器提供关键的抗冷凝加热功能。



## 其他应用



# 选择一种 Minco 电热片

## 1. 选择绝缘类型

请从提供的绝缘类型中选择。选择绝缘时，请考虑温度范围、最大电阻密度以及电热片最大尺寸。绝缘选项请参阅第 7 页。

## 2. 选择安装选件

正确的安装对于实现电热片的最佳性能非常关键。确定在应用中安装柔性电热片的最佳方法，以便在热力系统中获得预期的结果。Minco 安装选件请参阅第 8 页。

## 3. 计算所需功率

所选电热片必须产生足够的功率，以便能够 (1) 加热已经热的物体，以在预期时间内控制温度(2) 维持这一温度。

第 10 页中特别的加热公式可以对预热进行估算，估算时假定物体吸收所有热量，热量没有任何损失。至少增加 20% 的热量以补偿未知损耗。

热损失的因素包括传导、对流和辐射。若要对功率进行更精确的估算，则需要考虑这些因素。有关热损失的一般讨论，请下载 Minco 白皮书“蚀刻箔片电热片的功率要求估算”。另外，使用在线工具 Thermal Calc 也可帮助计算。在 [www.minco.com/e2e](http://www.minco.com/e2e) 上均有提供。

## 4. 选择一种 Minco 库存电热片或标准电热片

从本指南提供的数百种电热片尺寸中选择最适合您的应用的一种。多种电阻选件可以使您精确控制热能输出。

### 欧姆定律

Thermofoil 电热片具有一种特殊的电阻。其功率输出（单位：瓦特）取决于提供的电压 ( $P=E^2/R$ )。

R 欧姆 ( $\Omega$ )		P 瓦特 (W)		I 安培 (A)			E 伏特 (V)				
$\frac{E}{I}$	$\frac{E^2}{P}$	$\frac{P}{I^2}$	$EI$	$I^2R$	$\frac{E^2}{R}$	$\sqrt{\frac{P}{R}}$	$\frac{P}{E}$	$\frac{E}{R}$	$\sqrt{PR}$	$\frac{P}{I}$	$IR$

## 5. 测试与原型设计

确定电热片最终要求的最佳方法是进行实验。请参阅第 10 页提示，或者下载 Minco 白皮书“蚀刻箔电热片原型设计技术”，网址：[www.minco.com/e2e](http://www.minco.com/e2e)。

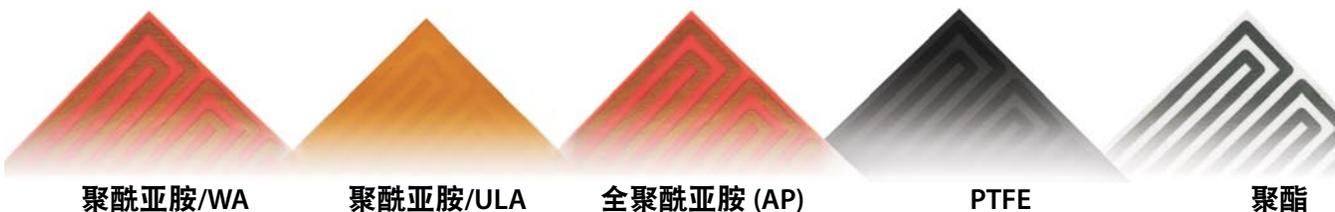
### 电热片选择示例

目标温度	60°C	100°C	100°C (与左侧相同)	150°C
功率要求	115 V、300 W	240 V、500 W		480 V、2500 W
电热片尺寸	3" × 6" (76.2 × 152.4 mm)	2" × 10" (50.8 × 254 mm)		9" (228.6 mm) 直径
理想电阻	$115^2/300 = 44.1 \Omega$	$240^2/500 = 115 \Omega$		$480^2/2500 = 92.2 \Omega$
安装方法	BM3 收缩带	#6 RTV 粘合剂	工厂硬化	夹紧
绝缘	聚酰亚胺	硅橡胶		云母
型号选择	HK5468 R46.1 L12 A	HR5430 R96.8 L12 A		HM6810 R83.4 L12 T2
有效面积	15.74 in <sup>2</sup> (101.5 cm <sup>2</sup> )	117.42 cm <sup>2</sup> (117.4 cm <sup>2</sup> )		58.5 in <sup>2</sup> (377.4 cm <sup>2</sup> )
实际功率	$115^2/46.1 = 287 W$	$240^2/96.8 = 595 W$		$480^2/83.4 = 2762 W$
功率密度	$287/15.74 = 18 W/in^2$ (2.79 W/cm <sup>2</sup> )	$595/18.20 = 33 W/in^2$ (5.12 W/cm <sup>2</sup> )		$2762/58.5 = 47 W/in^2$ (7.29 W/cm <sup>2</sup> )
最大功率密度	60°C 时 36 W/in <sup>2</sup> (5.58 W/cm <sup>2</sup> )	100°C 时 19 W/in <sup>2</sup> (2.95 W/cm <sup>2</sup> )	100°C 时 36 W/in <sup>2</sup> (5.58 W/cm <sup>2</sup> )	150°C 时 54 W/in <sup>2</sup> (8.37 W/cm <sup>2</sup> )
功率密度是否合适?	合适 (18 < 36)	不合适! (33 > 19)	合适 (33 < 36)	合适 (47 < 54)

# 电热片绝缘



材料	温度范围	最大尺寸	最大电阻密度*	备注
聚酰亚胺/FEP	-200 至 200°C -328 至 392°F	560 mm × 1065 mm 22" × 42"	70Ω/cm <sup>2</sup> 450 Ω/in <sup>2</sup>	请参阅第 16-18 页技术规格
硅橡胶	-45 至 235°C -49 至 455°F	560 mm × 2285 mm 22" × 90v	31 Ω/cm <sup>2</sup> 200 Ω/in <sup>2</sup>	请参阅第 20-21 页技术规格 (箔片) 请参阅第 32-33 页技术规格 (绕线式)
云母	-150 至 600°C -238 至 1112°F	560 mm × 1,168 mm 22" × 46"	3.9 Ω/cm <sup>2</sup> 25 Ω/in <sup>2</sup>	请参阅第 36-38 页技术规格
光聚酯	-55 至 120°C -67 至 248°F	280 mm × 560 mm 11v × 22"	185 Ω/cm <sup>2</sup> 1200 Ω/in <sup>2</sup>	请参阅第 39-40 页技术规格



材料	温度范围	最大尺寸	最大电阻密度*	备注
聚酰亚胺/WA 聚酰亚胺薄膜带有热固性丙烯酸粘合剂 (未经 UL 认证)	-200 至 150°C -328 至 302°F	560 mm × 1825 mm 22" × 72"	230 Ω/cm <sup>2</sup> 1500 Ω/in <sup>2</sup>	与聚酰亚胺/FEP 相似, 但价格较低、电阻密度更高并且温度范围较低。对于大多数 150°C 下的定制设计, 首选 WA 而非 FEP。
聚酰亚胺/ULA 聚酰亚胺薄膜带有经 UL 认证的热固性丙烯酸粘合剂	-200 至 150°C -328 至 302°F	560 mm × 1825 mm 22" × 72"	230 Ω/cm <sup>2</sup> 1500 Ω/in <sup>2</sup>	与 Polyimide/WA 相似, 但经过 UL 认证 (UL94V-0)。
全聚酰亚胺 (AP) 聚酰亚胺薄膜带有聚酰亚胺粘合剂	-200 至 260°C -328 至 500°F	560 mm × 1,145 mm 22" × 45"	230 Ω/cm <sup>2</sup> 1500 Ω/in <sup>2</sup>	与工业标准的柔性聚酰亚胺构件相比具有更高的温度和功率密度
PTFE	-200 至 150°C -328 至 302°F	254 mm × 1,016 mm 10" × 40"	70 Ω/cm <sup>2</sup> 450 Ω/in <sup>2</sup>	全密封结构, 适宜浸泡在酸、碱和其他腐蚀性化学制剂中。
聚酯 (带有热固性粘合剂)	-40 至 105°C -40 至 221°F	560 mm × 1825 mm 22" × 72"	217 Ω/cm <sup>2</sup> 1400 Ω/in <sup>2</sup>	低成本材料, 适合于经济型的大型电热片制造。

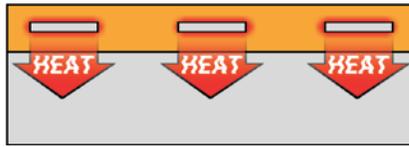
\*电阻密度因电热片尺寸而异 (尺寸越小, 可能密度越大)。

规格可随时改变

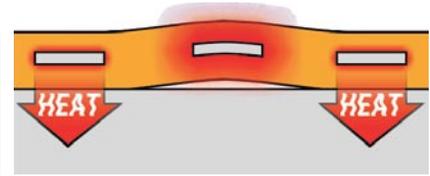
# 电热片绝缘

功能齐全的 Thermofoil 电热片可以采用多种方法安装。

正确安装对于电热片性能至关重要。电热片必须与接触表面紧密接触，因为任何缝隙均会阻碍传热并引起热量损耗，从而导致过热点，因而电热片过早出现故障。



正确安装可以确保电热片和散热器之间具有良好的热流动



电热片下方的空隙或者气泡会引起局部热量损耗，从而导致电热片过早出现故障

## 压敏粘合剂 (PSA)



对于适用于工厂的 PSA，只需除去背衬纸，然后将电热片按压在适当位置即可。

描述	额定温度	备注	安装说明*
丙烯酸 PSA 0.002" (0.05 mm) 丙烯酸薄膜	请参阅电热片订购信息	• 通过 NASA 排气测试 • 仅限平坦表面，铝质背面除外	EI 138
#12 PSA 0.002" (0.05 mm) 硅薄膜		• 平坦或者略微弯曲的表面	EI 266

## 环氧树脂和粘合剂



使用液体粘合剂比使用 PSA 要更加小心，但是它通常可以提供更高的温度/功率性能。

描述	额定温度	备注	工程设计说明*
#6 RTV 粘合剂 用于橡胶电热片的 室温硫化硅	-45 至 235°C -49 至 455°F	• 电热片中心到边缘的距离必须小于 5" (127 mm) • 3 盎司 (85 g) 重包装粘合剂可以涂覆 800-1300 in <sup>2</sup> (5000-8000 cm <sup>2</sup> ) 的面积	EI 117
#15 环氧树脂 适用于聚酰亚胺电热片的双组分环氧树脂	-70 至 115°C -94 至 239°F	• 通过 NASA 排气测试 • 双包装涂覆面积 150-300 in <sup>2</sup> (900-1800 cm <sup>2</sup> )	EI 507

## 适合于圆柱表面贴装的简易方法



客户定制的收缩带是可以预拉伸的薄膜带，两端涂有粘合剂。缠绕电热片并加热使之收缩。伸展带无需加热即可快速安装。

描述	额定温度	备注	工程设计说明*
BM3 收缩带 聚酯带	-73 至 149°C -100 至 300°F	• 若要订购，请指定带宽和圆柱直径	EI 103
BK4 收缩带 聚酰亚胺带	-73 至 177°C -100 至 350°F		
#20 伸展带 硅树脂自粘带	-51 至 200°C -60 至 392°F	• 6 或 36 英尺 (1.8 至 11 米) 长卷装，宽度为 1" (2.54 cm)。计算所需长度时应考虑 25% 的交叠部分。	EI 124

\*如要获取工程设计说明，请访问 [www.minco.com/heater/ei/](http://www.minco.com/heater/ei/)

## 夹紧

云母电热片必须采用机械夹紧的方法，聚酰亚胺电热片可以选择这种方法，但不建议橡胶电热片使用这种方法。可致电 Minco 索取 Minco 安装说明 EI 347 或者登录 [www.minco.com/heater/ei/](http://www.minco.com/heater/ei/)。

## 工厂硬化和封装

请参阅第 13 页获取有关电热片与配套部件高性能粘接的信息。

规格可随时更改

# 最大功率密度

本页的功率密度图表显示每种类型电热片所允许的最大功率，以每平方英寸、每平方厘米有效面积瓦数表示。额定值取决于电热片的绝缘/固有粘合剂、散热器控制温度以及安装方法。

如果功率密度超过最大额定值，那么电热片就处于过热及过早出现故障的危险中。为了获得更大功率，您可以：

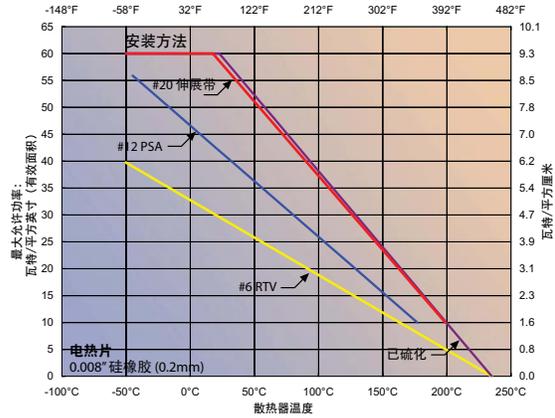
- 选择一个尺寸更大的电热片
- 考虑其他电热片材料，例如云母
- 更改安装方法
- 使用比例控制在散热器温度升高时减少功率
- 联系 Minco 获取产品和设计帮助

除功率外，还应计算通过电热片导线的电流 (I)，以使电流保持在所用 AWG 导线尺寸允许的最大额定值范围内。

## 使用功率密度图表

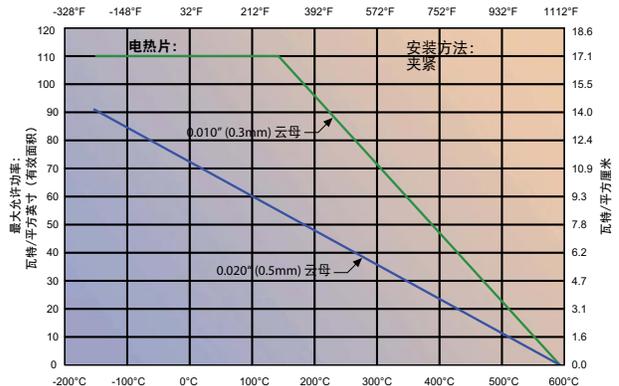
1. 查找有疑问的电热片型号的有效面积。有效面积为电热片总面积减去边缘和导线附件占据的面积（由 Minco 计算得出）。
2. 将功率规格（单位：瓦特）除以该面积获得功率密度。
3. 在散热器温度（位于图表底部）与标有安装方法和/或所选绝缘的直线之间绘制一条直线。
4. 最大功率密度为轴的左侧或右侧与交点对应的值。

## 硅橡胶电热片（箔片）

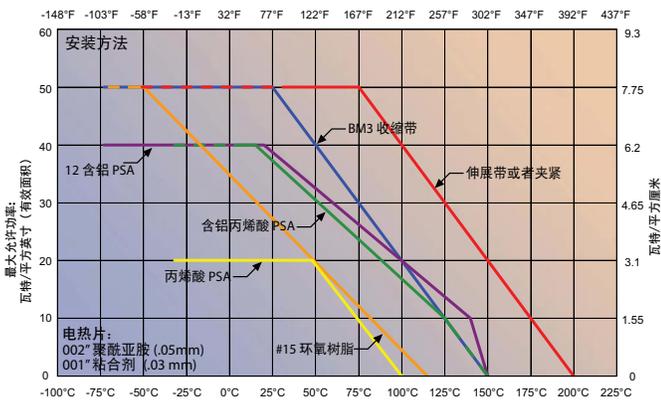


注：请查看第 32 页硅橡胶电热片（绕线式）功率密度图表

## 云母电热片

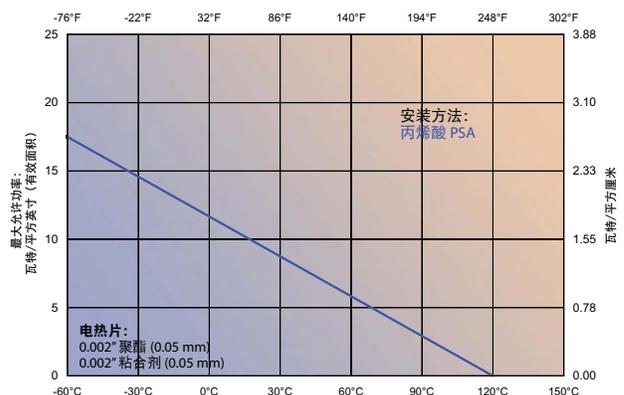


## 聚酰亚胺/FEP 电热片



注：请查看第 41 页的全聚酰亚胺电热片功率密度图表

## Thermal-Clear™ 聚酯电热片



# Thermofoil 电热片的设计

## 估算功率要求

应用中所需的总功率应为以下两个值中的较大值:

1. 预热功率 + 预热期间热量损失
2. 工艺加热 + 稳定状态下的热量损失

**预热功率:** 在指定时间内使物体升高到某一温度所需的功率。基本公式如下:

$$P(\text{watts}) = \frac{mC_p(T_f - T_i)}{t}$$

其中:

$m$  = 物体质量 (g)

$C_p$  = 材料比热 (J/g/°C)

$T_f$  = 物体最终温度 (°C)

$T_i$  = 物体初始温度 (°C)

$t$  = 预热时间 (秒)

材料	比热 (J/g/°C)	密度 (g/cm <sup>3</sup> )
空气	1.00	0.0012
铝	0.88	2.71
铜	0.38	8.97
玻璃	0.75	2.64
油类 (普通)	1.90	0.90
塑料 (普通)	1.25	变化
硅	0.71	2.32
焊料	0.19	8.65
钢	0.50	7.85
水	4.19	1.00

有关其他材料, 请访问 [www.minco.com/e2e](http://www.minco.com/e2e) 网站查看 Minco 白皮书“蚀刻箔片电热片的功率要求估算”

换算关系: 相乘:  
J/g/°C      BTU/lb/°F × 4.19  
g/cm<sup>3</sup>      lbs/ft<sup>3</sup> × 0.016

**工艺加热:** 电热片有效工作时加工一种材料所需的热量。上述公式在此处也适用, 但是如果材料状态变化 (熔化或蒸发), 那么还必须包括潜热。

**热损失:** 所有的系统通过对流 (空气或液体流动)、支撑结构传导以及热辐射而损失的热量。

## 白皮书

请下载有用的白皮书, 以帮助对 Thermofoil 电热片进行设计和测试:

- 蚀刻箔片电热片的功率要求估算
- 蚀刻箔片电热片原型设计技术

如要获取两种白皮书, 请访问: [www.minco.com/e2e](http://www.minco.com/e2e)

## 执行实验

热传输理论极其复杂。通常情况下最好用实际电热片对系统进行原型设计, 以便观察加热行为并调整设计。Minco 提供多种工具, 可帮助您:

**设计工具包:** 柔性电热片原型设计工具包 (部件号 TB-H1), 可以使您在开始生产客户定制的产品前, 轻松进行测试及形成加热原理原型。

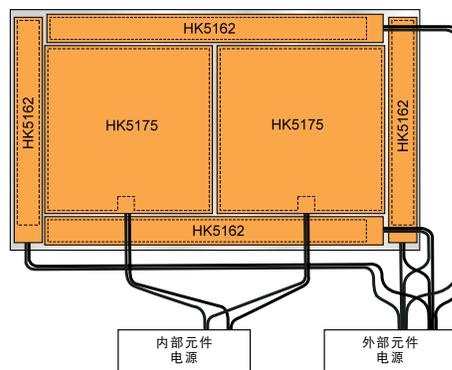
该工具包内包含各种 Thermofoil 柔性电热片、使用说明以及技术数据, 可帮助您将柔性电热片集成到应用中。要了解更多信息, 请访问 [www.minco.com/heaterkit/](http://www.minco.com/heaterkit/)。

**可变电源:** 利用 AC 电源 (“自耦变压器”)、功率电阻器或可变电阻器, 您可以测试整个电热片的不同功率级别, 或者逐个区域进行测试。

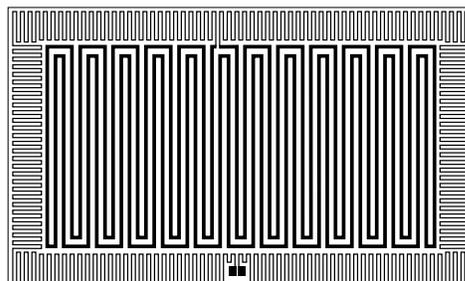
**温度传感器:** 小型 Thermal-Ribbon RTD (例如 S665 型) 易于拆装, 以及重新应用于不同位置进行温度测试。请参阅“温度传感器、控制器和附件”部分的温度传感器选件。

**控制器:** 型号 CT325、CT15 和 CT16A 涵盖了测试控制方案从简到繁的所有设计范围。请参阅“温度传感器、控制器和附件”部分的控制器选件。

标准电热片的镶嵌面 (具有双电源) 有助于确定边缘配置, 从而实现均衡温度。



最终的定制电热片如下所示。



# 定制设计选项

## 与应用完美结合的电热片设计

Thermofoil 电热片可以为您提供其他类型电热片无法比拟的设计选项。Minco 定制设计选项可以分成三部分。

### 元件设计：

元件模式、外形轮廓、加热配置以及终端都可以进行精确调整，从而提供一个可满足您独特要求的精密物理热元件。阅读下面内容可以获取更多信息。

### 集成元件：

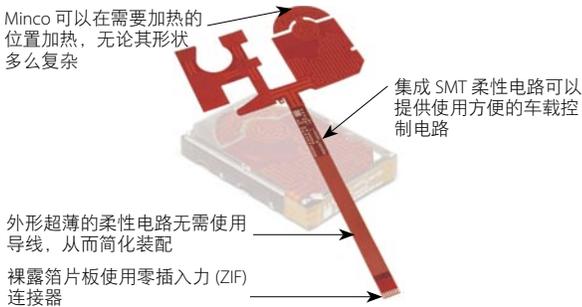
将温度传感器直接集成到 Thermofoil 电热片中可以改进热控制，同时简化最终用户的装配操作。请参阅第 12 页获取更多信息。

### 增值服务：

全部的热配件可以为您的应用提供一个成套解决方案。增值服务可以为安装的散热器、Thermofoil 电热片 SMT 控制电子元件、耐用集成型多层柔性电路和连接器终端提供电热片工厂安装。请参阅第 13 页获取更多信息。

## 电热片外形轮廓

使用 3 维方法，一切皆有可能。选择合适的 Thermofoil 电热片绝缘可以满足电和热性能要求，同时满足要求严格的封装需要。使用可选的粘合背衬配置，可以在异常狭小的设备空间内，使电热片的安装更加轻松。Minco 还具有加工和激光作用能力，从而使我们提供复杂的部件轮廓（凿孔、切割、倒圆），同时具有极其严格的尺寸公差。



## 已配置电热片的导线路径设计

配置元件通过为发生热损失的位置（如边缘或者安装孔周围）提供额外热能来补偿温度梯度差。通常情况下，通过配置可以使表面  $\pm 25^{\circ}\text{C}$  的温度变化降低到  $\pm 5^{\circ}\text{C}$  或更小范围。一旦为应用确定了最佳配置，Minco 的光蚀刻流程就可以确保电热片之间的可重复性。

获得配置模式的方法包括：

- **实验：**为各种标准电热片设计一种模式，并且改变功率级别，直到温度达到要求的均衡程度。Minco 也可提供一种具有分离的功率级别的定制电热片来进行原型设计。然后，Minco 使用单独的元件重新生成令人满意的配置。
- **有限元分析 (FEA)：**热力系统的 FEA 建模尽管非常昂贵，但却可以减少设计已配置电热片所需的试验次数。它有助于绘制产生自均衡温度输入的温度地图（使用标准电热片），然后重新返回 FEA 工作以获得配置模式。

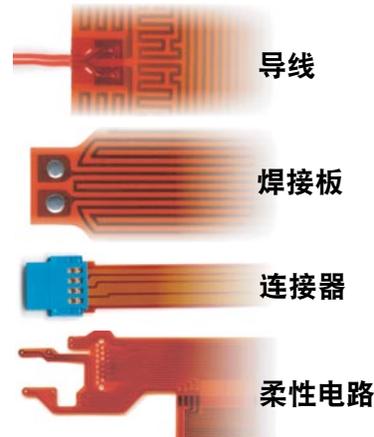
严格的温度均衡分布目标需要重复多次配置过程，而特定的解决方案仅是针对某个设定点温度进行优化。

## 其他电热片选项

- 双重元件，适用于冗余和/或预热以及维持加热方案
- 无磁合金，适用于消除电感
- 双层结构，可以在很小面积上提供更大电阻（欧姆），或者在元件模式中添加电感消除功能

## 电气终端

导线 (标准)	焊接导线可以提供一个牢固、可靠的连接。选择项包括不同的颜色、尺寸以及绝缘材质。
焊接板	成本最低，但限制箔片/电阻选项。
连接器	连接有蚀刻导线的绝缘置换连接器可以节省设计成本。可使用其他类型连接器，例如引脚头、SMT 和 ZIF 终端。
柔性电路	Minco 可以提供与电热片集成连接的柔性电路。



# 定制设计选项

集成温度传感器和热断路器。

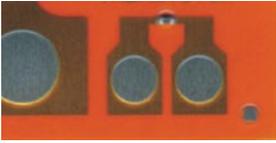
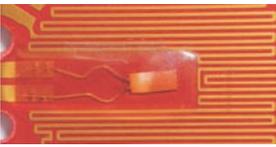
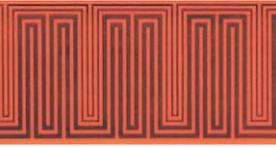
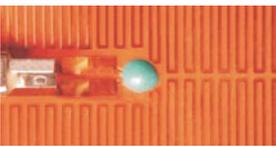
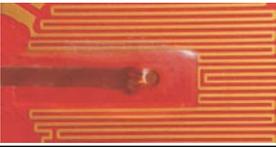
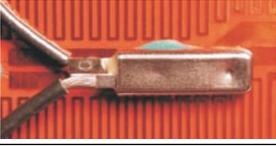
## 温度传感器

将温度传感器集成到电热片中可以提供具有卓越温度控制的无梯度差系统，从而可简化装配操作。温度传感器安装于加热元件的窗口内。它对电热片下面组件的温度变化作出反应，但是仍保持与加热元件相接近。电热片、温度传感器和散热器的紧密耦合可以显著提高加热控制和精确度。

温度传感器通过导线或者柔性电路实现电气连接。

多数电热片/温度传感器为定制设计。Minco 推荐使用标准电热片和 Thermal-Ribbon™ 温度传感器的原型设计。请参阅“温度传感器、控制器和附件”部分获取有关 Thermal-Ribbon 温度传感器的更多信息。

## 电热片/温度传感器中使用的传感器类型

描述	特点	选项
 <p>表面贴装 RTD 和热敏电阻 通过表面贴装技术安装的微型温度传感器</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 安装成本低</li> <li>· 适合中高产量</li> <li>· 快速响应</li> <li>· 稳定精确</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 尺寸：0805, 0603, 0402</li> <li>· RTD：100Ω 和 1KΩ 铂；0°C 时 ±0.06% 或 ±0.12% (DIN 等级 A 或 B)</li> <li>· 热敏电阻：10KΩ 和 50KΩ；25°C 时 ±1%</li> </ul>
 <p>薄膜 RTD 封装在电热片中或者在顶部安装的小型陶瓷元件</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 高稳定性和精确性</li> <li>· 标准化输出</li> <li>· 低成本</li> <li>· 高精度电阻公差</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 铂，0.00385 TCR</li> <li>· 100 到 10,000 Ω</li> <li>· 导线或 SMT</li> <li>· 0.12% 或 0.06% 公差</li> </ul>
 <p>绕带式 RTD 传感线沿柔性绝缘带缠绕，并且封装于电热片内</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 有利于温度沿传感器长度均匀分布。</li> <li>· 可能存在任何电阻</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 铂、镍、镍铁合金。</li> </ul>
 <p>扁平绕带式 RTD 传感线在单平面内以预先确定的布局放置</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 响应快速 (0.1 秒)</li> <li>· 有利于温度沿传感器长度均匀分布。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 铂、镍、镍铁合金</li> <li>· 统一或者配置的加热模式</li> </ul>
 <p>蚀刻 RTD 利用同种温敏箔材料蚀刻的电热片和 RTD</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 成本最低</li> <li>· 响应快速</li> <li>· 有利于温度沿传感器长度均匀分布。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 镍或镍铁合金</li> </ul>
 <p>热敏电阻 封装于电热片或者顶部安装的珠形热敏电阻，一些具有环氧树脂涂层，一些为裸露电阻</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 灵敏度高</li> <li>· 价格为中档和低档</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· NTC 或 PTC</li> <li>· 多种类型电阻</li> <li>· 珠形或 SMT</li> </ul>
 <p>热电偶 各种不同金属相连封装于电热片内部</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 要求空间最小</li> <li>· 结构坚固耐用</li> <li>· 温度范围广</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 金属线或箔片</li> <li>· E、J、K 或 T 标准</li> </ul>
 <p>恒温器 低成本的基本电热片控制器或者热熔断路器</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 无外部控制器</li> <li>· 系统成本低</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 突跳式或缓跳式</li> <li>· 指定设置点</li> <li>· 接线连接/安装至电热片请参阅第 57 页恒温器选项。</li> </ul>

规格可随时更改

# 定制设计选件

增值装配服务以及完善的热解决方案。

为了实现电热片最佳性能并减少安装成本，请考虑选择 Minco 在安装电热片领域的的能力，从而使热组件局部装配更加完善。您可以自行配备散热器，也可由我们根据您的规格制作。无论哪种情况，您都将因 Minco 在高级粘合剂和封装设备方面的丰富经验而获得有保证的粘接效果、卓越的可靠性以及各种其他益处。在许多情况下，我们都可采用将各层粘合到一起时所用的步骤将电热片固定到配件中。为您省略了生产步骤，并节省了资金。

## 硫化硅橡胶组件

Minco 独家拥有的硬化过程无需使用粘合剂即可将电热片与配件粘合到一起。不使用粘合剂会更有利于热传输，因此可以提供更高功率密度和更长的使用寿命。



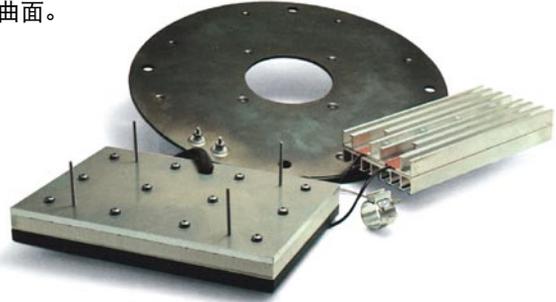
## 封装聚酰亚胺电热片

使用丙烯酸粘合剂以及我们的专用封装设备可以将聚酰亚胺（例如 Kapton™）电热片安装到平面或者曲面散热器中。薄而均匀的粘合层具备卓越的热传输功能。功率密度可达 50 watts/in<sup>2</sup> (7.8 watts/cm<sup>2</sup>)。



## 夹式云母电热片

云母电热片必须在刚硬的金属板之间牢固连接，以防止各层分离。Minco 可以提供各种样式的云母电热片组件：栓接、铆接或焊接，平面或曲面。



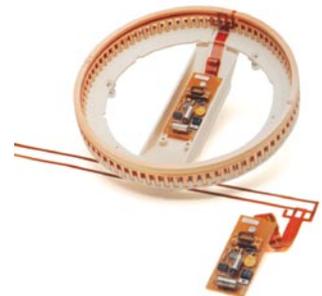
## 工厂安装型全聚酰亚胺 (AP) 电热片

工厂粘成型 AP 电热片无需夹紧，可以为散热器提供最佳的热传输。AP 电热片卓越的化学电阻特性以及低排气功能，加上 Minco 精确的机械加工能力，共同形成了在半导体加工设备中安装电热片的理想解决方案。



## 装配选件

- Minco 供应的散热器：Minco 高级机械加工车间或具有资格的供应商提供机械、成型以及挤压散热器部件
- 涂层：PTFE 涂层、阳极氧化、或者镍、铜或金镀层
- 温度传感器：温度测量准确、可靠。请参阅“温度传感器、控制器和附件”部分获取更多信息。
- 恒温器和热熔断路器适用于控制或限制切换
- 线束、连接器或者柔性电路
- 电子元件
- 热绝缘



# 热力系统范例

热力系统说明	加热盛有 2 kg 化学溶剂的容器，使其在 10 分钟内从 20°C 升高到 50°C。安装电热片需要 4"× 5"(102 x 127 mm) 空间。输入电压 120 VAC。	加热热处理设备中的移动薄膜。一片重量 5 g 的聚酯薄膜必须在 2 秒内温度从 25°C 升高到 90°C。电热片测量值 2"× 12"(51 x 305 mm)，要安装在金属滚筒上。输入电压 120 VAC。	LCD 电热片必须在 5 分钟内使 6"× 8"(152 X 203 mm) 面积的显示屏温度从 -55°C 升高到 0°C，并且维持该温度。输入电压 120 VDC。
功率要求	根据 Thermal Calc*，最少需要 450 瓦特用于预热以及热损失。	根据 Thermal Calc*，最少需要 275 瓦特用于预热以及热损失。	根据 Thermal Calc*，需要 50 瓦特预热以及 20 瓦特维持温度。
电气参数	$R = E^2/W = 120^2/450 = 32 \Omega$	$R = E^2/W = 120^2/275 = 52 \Omega$	$R = E^2/W = 28^2/50 = 16 \Omega$
电热片选择	选择聚酰亚胺用于防腐蚀，最佳选择为 HK5490R27.7L12E	指定硅橡胶以实现低成本，最佳选择为 HR5433R44.1L12A	从 Minco 标准 Thermal-Clear™ 电热片中选择 H6709R14.8L12B 型号
实际功率	功率为 $120^2/27.7 = 520 \text{ W}$	功率为 $120^2/44.1 = 327 \text{ W}$	功率为 $28^2/14.8 = 53 \text{ W}$
功率密度	功率密度 = W/有效面积 = $520/17.74 \text{ in}^2 = 29 \text{ W/in}^2 (4.5 \text{ W/cm}^2)$	功率密度 = W/有效面积 = $327/140.64 \text{ cm}^2 = 15 \text{ W/in}^2 (2.3 \text{ W/cm}^2)$	功率密度 = W/有效面积 = $53/309.68 \text{ cm}^2 = 1.1 \text{ W/in}^2 (2 \text{ W/cm}^2)$
安装	从功率密度表中指定具有铝背衬 (E 选项) 的丙烯酸 PSA。50°C 时额定值为 $31 \text{ W/in}^2 (4.8 \text{ W/cm}^2)$ 。	任何电热片安装形式均要解决功率密度问题。我们会对电热片进行工厂硬化处理，以使安装成本最低。	我们选择丙烯酸 PSA 背衬以方便安装 (B 选项)。功率密度在最大额定值范围内良好。
导线电流	AWG 24 导线电流额定值 7.5 A。实际电流: $I = 120/27.7 = 4.3 \text{ A}$ (合适)。	AWG 24 导线电流额定值 7.5 A。实际电流: $I = 120/44.1 = 2.7 \text{ A}$ (合适)。	AWG 30 导线电流额定值 3 A。实际电流: $I = 28/14.8 = 1.9 \text{ A}$ (合适)。
控制器	具有可选 AC744 固态继电器的 CT16A 控制器可以控制电流。	用户可以将定制控制器集成到其他电子电路中。	CT198-1005 Heaterstat™ 将控制电热片。它的设置点温度调节范围介于 6 到 62°C。我们选择了一种调节范围更大的型号，以确保 LCD 自身温度可以达到 0°C。我们知道，设置点温度必须更高一些，因为它控制的电热片元件运行温度比其下方表面更高一些。
温度传感器	S665 Thermal-Tab™ RTD 可以安装到容器侧面。	S247 薄膜 RTD 可以安装到滚筒孔洞中。设置点为 100°C 的恒温器具备过温切断功能。	注：电热片作为温度传感器使用！
定制选项	AP 电热片可以提供更高功率密度以实现更快的预热 (但是成本更高)。如果应用中可以接受，那么使用橡胶或者云母电热片可提供更大功率，从而实现更快速的预热。	温度传感器和恒温器可以集成到电热片中。	将导线连接到外部接头上可以使导线弯曲部分离开显示屏区域。切换到温度传感器和 CT325 进行控制，不使用 Heaterstat，这样可以提供更大的功率和更精确的控制。

\*Thermal Calc 是一种在线工具，可从 [www.minco.com/e2e](http://www.minco.com/e2e) 获得，有助于根据已知参数估算电热片功率要求。

# 热力系统范例

热力系统说明	两分钟内将航空电子设备系统中的测试设备由 -45°C 加热到 70°C，精度误差不超过 ±2°C。圆柱型设备直径 1.25"(32 mm)，高 3.5"(89 mm)，因此可以提供 3.9 × 3.5"(100 × 89 mm) 加热面积。飞机上可提供 28 VDC 电压。	将 96 个样品瓶（每个盛有 10 ml 人体血液）的温度维持在 37°C。样品瓶放在已经钻好的铝遮光盲孔内，尺寸为 4.0" × 6.0" × 1.5"(102 × 152 × 38 mm)，总重量 500 g。在电压为 24 VDC 条件下，样品瓶温度不得超过 40°C。	放置于直径为 325 mm 铝吸盘上的 300 mm 硅晶片，必须在加工期间从 40°C 升温到 220°C。输入电压 208 VAC。
功率要求	根据 Thermal Calc*，需要 60 瓦用于预热以及 25 瓦维护能量。	根据 Thermal Calc*，需要 60 瓦用于预热以及维护电源。	根据 Thermal Calc*，需要 800 瓦在有限时间内达到要求的温度。
电气参数	$R = E^2/W = 28^2/60 = 13.1 \Omega$	$R = E^2/W = 24^2/60 = 9.6 \Omega$	$R = E^2/W = 208^2/800 = 54.1 \Omega$
电热片选择	商业及防御航空电子设备系统通常指定聚酰亚胺绝缘电热片。选择型号 HK5482R12.1L12A。	之所以指定聚酰亚胺是因为它可以防止大多数化学物质的腐蚀，并且不会出现排气现象，HK5491R9.4L12B 是最佳选择	要求的温度超过聚酰亚胺电热片的限制，并且真空流程不允许使用硅橡胶。需要使用全聚酰亚胺电热片，工厂安装到吸盘中。
实际功率	功率为 $28^2/12.1 = 65 \text{ W}$	功率为 $24^2/9.4 = 61 \text{ W}$	功率为 $208^2/54.1 = 800 \text{ W}$
功率密度	功率密度 = W/有效面积 = $65/63.23 \text{ cm}^2 = 6.6 \text{ W/in}^2 (1.0 \text{ W/cm}^2)$	功率密度 = W/有效面积 = $61/138.97 \text{ cm}^2 = 2.8 \text{ W/in}^2 (4 \text{ W/cm}^2)$	功率密度 = W/有效面积 = $800/709.03 \text{ cm}^2 = 7.3 \text{ W/in}^2 (1.1 \text{ W/cm}^2)$
安装	对于圆柱形散热器，选择 BM3 收缩带。	任何电热片安装形式均要解决功率密度问题。我们推荐使用丙烯酸 PSA 以快速获得原型。	工厂封装的 AP 电热片可以提供最佳热传输，并且允许运行温度高于其他粘合剂。
导线电流	AWG 26 电流额定值 5.0 A。实际电流： $I = 28/12.1 = 2.3 \text{ A}$ （合适）。	AWG 24 导线电流额定值 7.5 A。实际电流： $I = 24/9.4 = 2.6 \text{ A}$ （合适）。	AWG 20 导线电流额定值 13.5 A。实际电流： $I = 208/54.1 = 3.8 \text{ A}$ （合适）。
控制器	使用 CT325 控制器控制电热片。	集成于系统电子元件中的定制控制电路控制电热片。控制器专为 1000 Ω 铂 RTD 元件输入而设计。	晶片加工系统的所有电气和运动控制均由计算机集中控制。热控制集成于系统中。
温度传感器	S665 Thermal Tab RTD 可以轻松安装到原型测试系统中。	使用 1000 Ω 铂 Thermal-Tab™ RTD 传感器。用户会在铝挡板周围的几个位置测试温度传感器以确定最佳位置。	S247 薄膜 RTD 元件（具有高温延伸导线）可以安装到滚筒孔洞中。
定制选项	实验可以确定功率要求，还说明温度传感器仅测量一个点的温度，而非圆柱体的平均温度。在最终的定制设计中，一个集成的 Thermal-Ribbon 条带式温度传感器缠绕在圆柱体周围，以测试平均温度。	测试表明，电热片周围的边缘热损失需要 20% 的更高功率密度，以补偿挡板内的温度。一个具有已配置功率输出、集成温度传感器和 40°C 热熔丝的定制设计即是一套完整的热力系统。	导线引出端位于电热片中心位置以符合机械设计要求。

\*Thermal Calc 是一种在线工具，可从 [www.minco.com/e2e](http://www.minco.com/e2e) 获得，有助于根据已知参数估算电热片功率要求。

# 聚酰亚胺 Thermofoil™ 电热片

薄型柔性加热解决方案：温度范围 -200 到 200°C

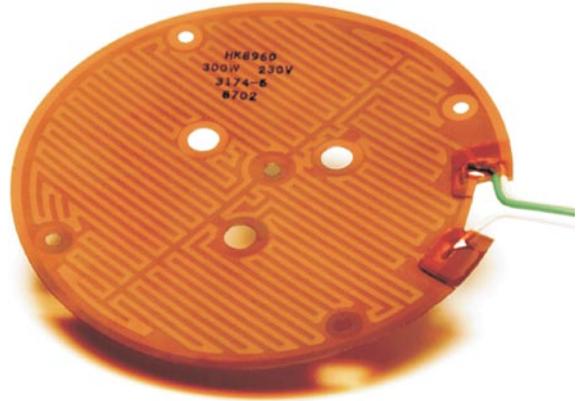
## 概述

聚酰亚胺 (Kapton™) 是一种薄型、半透明材料，具有极佳的绝缘强度。在空间和重量受到限制、电热片暴露于真空、油类或化学品的应用环境下，聚酰亚胺 Thermofoil™ 电热片是理想之选。

- 薄而轻的电热片使您可以只对需要加热的位置加热，从而降低运营成本
- 蚀刻箔片加热技术可以提供快速、高效的热传输
- 定制选项（例如：SMT 组件、柔性导线和连接器）可以提供完美的成套解决方案，能够显著减少装配时间并提高生产率
- 定制配置可以提供均衡的加热输出性能以提高加工产量和生产率
- 内有 FEP 粘合剂可在 200°C (392°F) 下使用
- 通过 UL 组件认证
- 适用于真空环境 (NASA-RP-1061)
- 通过 NASA 认证的太空应用领域材料 (S-311-P-079)
- 可抵抗大多数化学物质：酸和溶剂的侵蚀
- 如果使用聚酰亚胺绝缘导线（定制选项）可以抵抗  $10^6$  拉德辐射
- 可提供非常小巧的尺寸
- 提供液体浸入设计（非标准）

要配置 Minco 电热片及在线订购，请访问：

[www.minco.com/heater\\_config/](http://www.minco.com/heater_config/)



## 典型应用

- 医疗诊断设备及分析仪
- 维持卫星元件温度
- 保护飞机电子及机械设备抵御高海拔地区的低温
- 保持光电子元件稳定
- 测试或模拟集成电路
- 使读卡器、LCD 或耐用型笔记本电脑等户外电子设备可以在低温天气下正常运行
- 维持分析测试设备温度恒定

## 定制选项

- 定制形状及大小：  
聚酰亚胺 / FEP – 22"x 42" (560 x 1065 mm)  
聚酰亚胺 / WA/ULA – 22"x 72" (560 x 1825 mm)
- 定制电阻：  
聚酰亚胺 / FEP – 450  $\Omega$ /in<sup>2</sup> (70  $\Omega$ /cm<sup>2</sup>)  
聚酰亚胺 / WA/ULA – 1500  $\Omega$ /in<sup>2</sup> (233  $\Omega$ /cm<sup>2</sup>)
- 对于运行于 150°C 之下的多数定制设计，WA 或 ULA 固有粘合剂比 FEP 更经济
- 适用于表面贴装温度传感器、连接器、散热器甚至集成控制器
- 几乎所有标准尺寸的聚酰亚胺电热片均通过 NASA 认证
- 可选择 TÜV 或 UL 认证标志
- 电阻公差更严格
- 符合 RoHS 标准
- 请联系：Minco 销售与技术支持以获得设计方面的帮助

规格可随时更改

# 聚酰亚胺 Thermofoil™ 电热片

## 规格

**温度范围:** -200 至 200°C (-328 至 392°F)。具有 0.003" (0.08 mm) 箔片背衬的上限温度是 150°C (302°F)。

**材料:** 0.002" 聚酰亚胺/0.001" FEP (0.05/0.03 mm)。

**电阻公差:** ±10% 或 ±0.5 Ω, 取其较大值。

**介质强度:** 1000 VRMS。

**最小弯曲半径:** 0.030" (0.8 mm)。

**导线:** 红色 PTFE 绝缘绞线。

**电流容量 (基于最高环境温度 100°C。):**

AWG 30 - 3.0 A

AWG 26 - 5.0 A

AWG 24 - 7.5 A

AWG 20 - 13.5 A

**电热片最大厚度:**

**通过元件** 0.012" (0.3 mm)

**通过导线**

AWG 30 (0.057 mm<sup>2</sup>) 0.050" (1.3 mm)

AWG 26 (0.141 mm<sup>2</sup>) 0.060" (1.5 mm)

AWG 24 (0.227 mm<sup>2</sup>) 0.065" (1.7 mm)

AWG 20 (0.563 mm<sup>2</sup>) 0.085" (2.2 mm)

对于箔片背衬, 上述所有尺寸增加 0.005" (0.1 mm)。

**尺寸公差:**

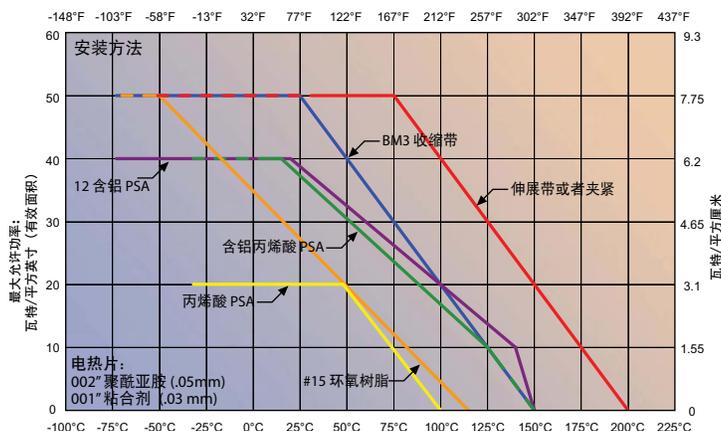
6" (150 mm) 或者更小 ±0.03" (±0.8 mm)

6.01 至 12" (150 至 300 mm) ±0.06" (±1.5 mm)

超过 12" (300 mm) ±0.12" (±3.0 mm)

需要时, 定制设计可提供更高精度的公差。

## 聚酰亚胺/FEP 电热片 最大功率密度



范例: 在 50°C 时, 用丙烯酸 PSA 安装的电热片最大功率为 20 W/in<sup>2</sup> (3.1 W/cm<sup>2</sup>)。



### 柔性电热片原型设计工具包

柔性电热片原型设计工具包可以使您在开始生产客户定制的产品前轻松执行测试, 并形成加热理念原型。

该工具包内有各种聚酰亚胺和硅橡胶 Thermofoil™ 电热片、使用说明以及技术数据, 帮助您将柔性电热片成功集成到应用中。

型号

TB-H1

规格可随时更改

# 普通聚酰亚胺 Thermofoil™ 电热片

此类电热片通常备有存货，可以立即发货。电压和功率值仅供参考。如果未超过电热片所允许的最大功率密度额定值，那么电热片可以在其他电压下运行。

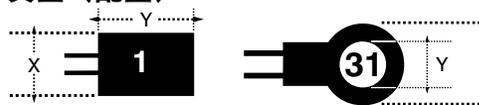
关于这些型号和其他型号以及其他订购选项的信息，请参阅“标准聚酰亚胺及橡胶电热片”（第 22-31 页）：

- 更多电阻选择
- 可变导线长度
- 更多背衬选择
- UL 认证标志 

## 规格选项

HK5160R157L12	型号
A	电热片背衬 A = 无粘合剂 -200 到 200°C B = PSA 背衬 -32 至 100°C
HK5160R157L12A = 样品部件号	

## 类型（配置）



接头尺寸：  
AWG 30: 0.40" 长 × 0.25" 宽 (10.2 × 6.4 mm)  
AWG 24/26: 0.40" × 0.40" (10.2 × 10.2 mm)



尺寸 (英寸)		尺寸 (mm)		类型	电阻 (欧姆)*	典型功率	有效面积 in <sup>2</sup> (cm <sup>2</sup> )	导线 AWG	型号
X	Y	X	Y						
0.50	2.00	12.7	50.8	1	157	5 W (28 V 时)	0.79 (5.10)	30	HK5160R157L12
0.50	4.00	12.7	101.6	1	78.4	10 W (28 V 时)	1.67 (10.77)	30	HK5161R78.4L12
0.50	6.00	12.7	152.4	1	52.3	15 W (28 V 时)	2.35 (15.16)	30	HK5162R52.3L12
1.00	1.00	25.4	25.4	1	157	5 W (28 V 时)	0.82 (5.29)	30	HK5163R157L12
1.00	2.00	25.4	50.8	1	78.4	10 W (28 V 时)	1.76 (11.35)	30	HK5164R78.4L12
1.00	3.00	25.4	76.2	1	52.3	15 W (28 V 时)	2.70 (17.42)	30	HK5165R52.3L12
1.00	5.00	25.4	127.0	1	529	25 W (115 V 时)	4.41 (28.45)	30	HK5166R529L12
1.00	10.00	25.4	254.0	1	264	50 W (115 V 时)	8.96 (57.81)	30	HK5167R264L12
1.00	15.00	25.4	381.0	1	176	75 W (115 V 时)	13.51 (87.16)	30	HK5168R176L12
2.00	2.00	50.8	50.8	1	661	20 W (115 V 时)	3.59 (23.16)	30	HK5169R661L12
2.00	3.00	50.8	76.2	1	441	30 W (115 V 时)	5.50 (35.48)	30	HK5170R441L12
2.00	4.00	50.8	101.6	1	331	40 W (115 V 时)	7.41 (47.81)	30	HK5171R331L12
2.00	6.00	50.8	152.4	1	220	60 W (115 V 时)	11.23 (72.45)	30	HK5172R220L12
2.00	12.00	50.8	304.8	1	110	120 W (115 V 时)	22.69 (146.39)	24	HK5173R110L12
3.00	3.00	76.2	76.2	1	294	45 W (115 V 时)	8.41 (54.26)	30	HK5174R294L12
3.00	5.00	76.2	127.0	1	176	75 W (115 V 时)	14.23 (91.81)	30	HK5175R176L12
3.00	10.00	76.2	254.0	1	88.2	150 W (115 V 时)	28.75 (185.48)	24	HK5176R88.2L12
3.00	15.00	76.2	381.0	1	58.8	225 W (115 V 时)	43.30 (279.35)	24	HK5177R58.8L12
4.00	4.00	101.6	101.6	1	165	80 W (115 V 时)	15.20 (98.06)	30	HK5178R165L12
4.00	8.00	101.6	203.2	1	82.7	160 W (115 V 时)	30.84 (198.97)	24	HK5179R82.7L12
4.00	12.00	101.6	304.8	1	55.1	240 W (115 V 时)	46.48 (299.87)	24	HK5180R55.1L12
5.00	5.00	127.0	127.0	1	106	125 W (115 V 时)	24.02 (154.97)	24	HK5181R106L12
5.00	10.00	127.0	254.0	1	52.9	250 W (115 V 时)	48.57 (313.35)	24	HK5182R52.9L12
5.00	15.00	127.0	381.0	1	35.3	375 W (115 V 时)	73.12 (471.74)	24	HK5183R35.3L12
10.00	10.00	254.0	254.0	1	26.4	500 W (115 V 时)	97.52 (629.16)	20	HK5184R26.4L12
10.00	15.00	254.0	381.0	1	17.6	750 W (115 V 时)	146.92 (947.87)	20	HK5185R17.6L12
0.50	0.09	12.7	2.4	31	25.0	1 W (5 V 时)	0.13 (0.84)	30	HK5186R25.0L12
1.00	0.09	25.4	2.4	31	157	5 W (28 V 时)	0.68 (4.39)	26	HK5187R157L12
3.00	0.12	76.2	3.1	31	378	35 W (115 V 时)	6.61 (42.65)	26	HK5188R378L12

\*电阻公差为 ±10% 或 ±0.5 Ω，取其较大值  
注：标准导线长度最小值为 12" (305mm)

规格可随时更改

# 工业品级聚酰亚胺电热片

## 以经济的价格获得可靠的加热选件

### 概述

Minco 工业品级聚酰亚胺电热片可以低于我们的标准聚酰亚胺/FEP 型号的价格，同时提供您所期望的性能和可靠性。提供了可在 12 和 24 伏电压下运行的多种尺寸；或者在串行/并行系统中连接多个电热片，以使较大区域上的功率保持一致。

- 通过使用焊接板选件，Minco 能提供经济的聚酰亚胺电热片
- 所有型号均包括用于简单安装的丙烯酸压敏安装粘合剂 (PSA)
- 是原型设计、短期系列生产、大量/低成本应用的理想之选
- 交付期通常为 3-5 天左右

### 规格

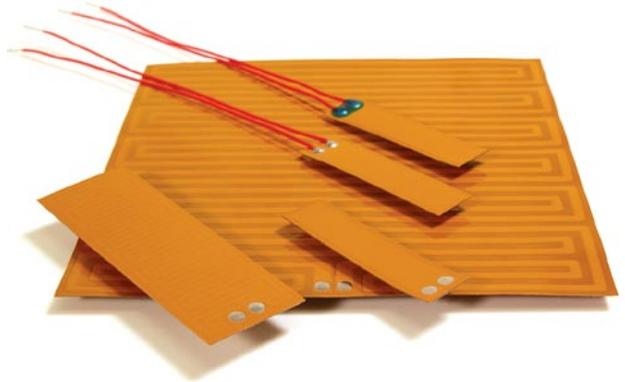
**温度范围:** -32 至 100°C。

**材料:** 聚酰亚胺薄膜/丙烯酸 (Kapton™ 或同等材料)。

**电阻公差:** ±10%。

**最小弯曲半径:** 0.030" (0.8 mm)。

**电气连接选件:** 裸露焊接板。选件包括两根 AWG 26 PTFE 绝缘导线，其长度为 4" (100 mm) 并且有绝缘或裸露连接点。



工业品级聚酰亚胺电热片

聚酰亚胺  
电热片

### 规格选项

HK5950L	来自表格的基本型号
	终端选件: *
	S = 焊接板
	L = 4" (100 mm) PTFE 绝缘 导线 - 引线连接 区 (不绝缘)
	P = 4" (100 mm) PTFE 绝缘 具有绝缘连接点的 导线
HK5950L = 样品部件号	

\*因为焊接连接部件不符合 RoHS 标准

### 绝缘连接线适用于最终用户连接

订购带有裸露终端的松散绝缘连接线，可以快速而轻松地将电热片连接至电源。这些 AWG 26 导线具有耐磨损的高温 PTFE 绝缘材料。绝缘材料颜色为红色，标准长度为 4" (100 mm)。导线成对出售，请为每个电热片订购一对导线。订购部件号 AC102371。

### 基本型号表格

型号	尺寸 (英寸)	尺寸 (毫米)	电阻 (欧姆)	电压	功率密度 W/in <sup>2</sup> (W/cm <sup>2</sup> )	有效面积 in <sup>2</sup> (cm <sup>2</sup> )
HK5950	0.5 x 2.0	12.7 x 50.8	57.5	12	2.5 (0.39)	1.0 (6.45)
HK5951	1.0 x 1.0	25.4 x 25.4	57.5	12	2.5 (0.39)	1.0 (6.45)
HK5952	0.5 x 5.0	12.7 x 127	23.0	12	2.5 (0.39)	2.5 (16.13)
HK5953	1.0 x 3.0	25.4 x 76.2	19.2	12	2.5 (0.39)	3.0 (19.35)
HK5954	2.0 x 2.0	50.8 x 50.8	57.6	24	2.5 (0.39)	4.0 (25.81)
HK5955	3.0 x 3.0	76.2 x 76.2	25.6	24	2.5 (0.39)	9.0 (58.06)
HK5956	4.0 x 4.0	101.6 x 101.6	14.4	24	2.5 (0.39)	16.0 (103.2)
HK5957	5.0 x 5.0	127 x 127	9.2	24	2.5 (0.39)	25.0 (161.29)

规格可随时更改



# 硅橡胶 Thermofoil™ 电热片

柔软、坚固，可耐 235°C 高温

## 概述

硅橡胶是一种柔软而坚固的合成橡胶材料，具有极佳的温度特性。它极其适用于大型电热片和工业应用。

- 坚固的结构可以为各种加热应用提供较高的可靠性
- 可选的定制配置热密度能够为散热器提供均匀的温度，从而提高产量
- 工厂硫化过程和高温容量可以为提高处理速度提供更高的功率级别
- 高温容量可达 235°C (455°F)
- 通过 UL 和 TÜV 组件认证
- 抗多种化学物质侵蚀
- 不适合辐射、真空场合，也不可长时间接触油类
- 在大规模应用中极为经济实惠

## 典型应用

- 图形成像设备中的热显影
- 防止仪表柜出现冷凝现象
- 为室外电子设备加热
- 餐饮设备
- 医疗呼吸器
- 层压机
- 鼓桶和其他容器
- 飞机发动机电热片

## 定制选项

- 定制形状和尺寸为 22" × 90" (560 × 2285 mm)
- 定制电阻为 200 Ω/in<sup>2</sup> (31 Ω/cm<sup>2</sup>)
- Minco 可以根据金属形状为工厂硫化橡胶电热片，以实现最佳的经济效益和性能
- 电热片可以集成锁紧装置、捆扎带或者 Velcro® 以实现可移动安装
- 电热片包括恒温器、温度传感器、断流器、导线束线和连接器
- 符合 RoHS 标准
- 请联系：Minco 销售与技术支持以获得设计方面的帮助



## 规格

**温度范围：** -45 至 235°C (-50 至 455°F)。  
具备 UL 组件认证： -45 至 220°C (-50 至 428°F)。

**材料：** 高强度玻璃纤维硅橡胶，0.008" (0.20 mm)。

**电阻公差：** ±10% 或 ±0.5 Ω，取其较大值。

**介质强度：** 1000 VRMS。

**最小弯曲半径：** 0.125" (3.2 mm)。

**导线：** 红色 PTFE 绝缘绞线。

**电流容量（基于最高环境温度 100°C。）：**

AWG 30 - 3.0 A	AWG 24 - 7.5 A
AWG 26 - 5.0 A	AWG 20 - 13.5 A

**电热片最大厚度：**

	无粘合剂 (A):	#12 PSA (B):
<b>通过元件</b>	0.020" (0.5 mm)	0.025" (0.6 mm)
<b>通过导线</b>		
AWG 30 (0.057 mm <sup>2</sup> )	0.070" (1.8 mm)	0.085" (2.2 mm)
AWG 26 (0.141 mm <sup>2</sup> )	0.080" (2.0 mm)	0.095" (2.4 mm)
AWG 24 (0.227 mm <sup>2</sup> )	0.090" (2.3 mm)	0.105" (2.7 mm)
AWG 20 (0.563 mm <sup>2</sup> )	0.120" (3.0 mm)	0.135" (3.4 mm)

对于箔片背衬，上述所有尺寸增加 0.005" (0.1 mm)。

**尺寸公差：**

6" (150 mm) 或者更小	±0.03" (±0.8 mm)
6.01 至 12" (150 至 300 mm)	±0.06" (±1.5 mm)
超过 12" (300 mm)	±0.12" (±3.0 mm)

需要时，定制设计可提供更高精度的公差。

要配置 Minco 电热片及在线订购，请访问：  
[www.minco.com/heater\\_config/](http://www.minco.com/heater_config/)

规格可随时更改

# 普通硅橡胶 Thermofoil™ 电热片

此类电热片通常备有存货，可以立即发货。电压和功率值仅供参考。如果未超过电热片所允许的最大功率密度额定值，那么电热片可以在其他电压下运行。

关于这些型号和其他型号以及其他订购选项的信息，请参阅“标准聚酰亚胺及橡胶电热片”：

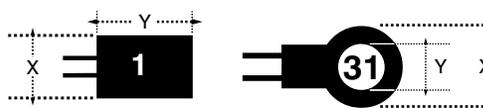
更多电阻选择

- 可变导线长度
- 更多背衬选项
- UL 认证 

## 规格选项

HR5167R264L12B	型号
	电热片背衬
	A = 无粘合剂 -45 至 235°C
	B = #12 PSA -45 至 177°C
HR5167R264L12B = 样品部件号	

## 类型（配置）

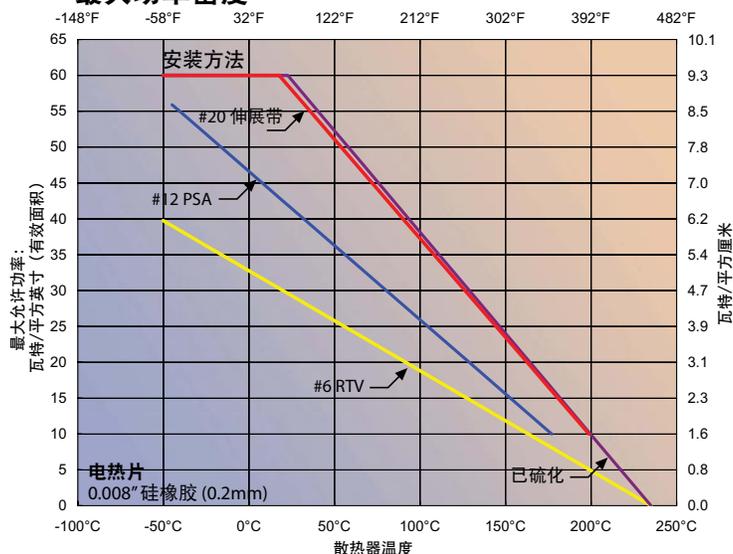


接头尺寸：  
AWG 30: 0.40" 长 × 0.25" 宽 (10.2 × 6.4 mm)  
AWG 24/26: 0.40" × 0.40" (10.2 × 10.2 mm)

尺寸 (英寸)		尺寸 (mm)		类型	电阻 (欧姆) *	典型功率	有效面积 in <sup>2</sup> (cm <sup>2</sup> )	导线 AWG	型号
X	Y	X	Y						
0.50	2.00	12.7	50.8	1 = ■	44.0	18 W (28 V 时)	0.79 (5.10)	30	HR5160R44.0L12
0.50	4.00	12.7	101.6	1 = ■	78.4	10 W (28 V 时)	1.67 (10.77)	30	HR5161R78.4L12
1.00	1.00	25.4	25.4	1 = ■	78.4	10 W (28 V 时)	0.82 (5.29)	30	HR5163R78.4L12
1.00	3.00	25.4	76.2	1 = ■	52.3	15 W (28 V 时)	2.70 (17.42)	30	HR5165R52.3L12
1.00	5.00	25.4	127.0	1 = ■	529.0	25 W (115 V 时)	4.41 (28.45)	30	HR5166R529L12
1.00	10.00	25.4	254.0	1 = ■	264.0	50 W (115 V 时)	8.96 (57.81)	30	HR5167R264L12
2.00	3.00	50.8	76.2	1 = ■	441.0	30 W (115 V 时)	5.50 (35.48)	30	HR5170R441L12
3.00	3.00	76.2	76.2	1 = ■	294.0	45 W (115 V 时)	8.41 (54.26)	30	HR5174R294L12
3.00	5.00	76.2	127.0	1 = ■	176.0	75 W (115 V 时)	14.23 (91.81)	30	HR5175R176L12
4.00	4.00	101.6	101.6	1 = ■	42.9	308 W (115 V 时)	15.20 (98.06)	30	HR5178R42.9L12
4.00	4.00	101.6	101.6	1 = ■	165.0	80 W (115 V 时)	15.20 (98.06)	30	HR5178R165L12
4.00	8.00	101.6	203.2	1 = ■	82.7	160 W (115 V 时)	30.84 (198.97)	24	HR5179R82.7L12
3.00	0.12	76.2	3.1	31 = ○	107.0	64 W (115 V 时)	6.61 (42.65)	26	HR5188R107L12

\*电阻公差为 ±10% 或 ±0.5 Ω，取其较大值  
注：标准导线长度最小值为 12" (305mm)

## 硅橡胶电热片（箔片） 最大功率密度



范例：在 100°C 时，硫化电热片的最大功率为 36 W/in<sup>2</sup> (5.58 W/cm<sup>2</sup>)。

规格可随时更改



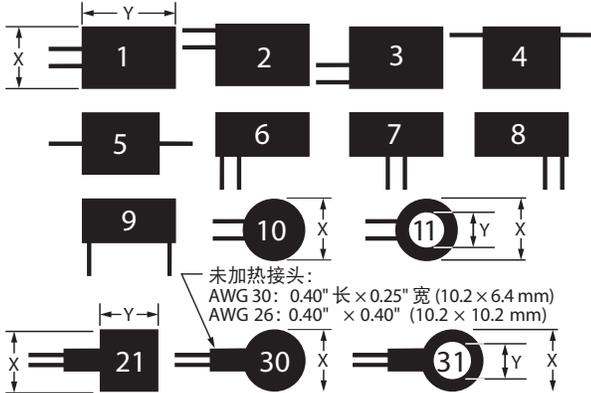
# 标准聚酰亚胺电热片及橡胶电热片

Minco 投入了大量的时间设计和制造工具，以便您能够立即开始原型设计工作。下表概述了以前设计的聚酰亚胺和硅橡胶 Thermofoil™ 电热片的规格。

Minco 仪器定制的交付期一般是 3 个星期，这取决于客户定制的数量。我们有多种部件配置的有限存货，一般来说可以满足您的急需。

请联系：Minco 销售与技术支持部门讨论混合和匹配电热片尺寸及电阻值，以有助于满足客户对性能和交付期的要求。

## 类型 (配置)



类型 21、30 和 31 将导线连接到外部接头上。接头产生忽略不计的热量，在大多数情况下，不需要连接到散热器。21 型电热片宽度为 0.25" (6.4 mm)，接头宽度与加热区域宽度相同。

## 如何利用标准聚酰亚胺和硅橡胶电热片表格

整个电热片尺寸 (英寸)。按升序列出，首先按 X 尺寸列出，然后按 Y 列出。圆形电热片最后列出。

电热片类型 (导线引出端配置)。

元件电阻选项 (欧姆)。选择电阻以利用所提供的电压产生所需的功率 (请参阅欧姆定律)。

有效加热面积。使用该值可计算功率密度。

该型号的可用电热片绝缘选项。  
K=聚酰亚胺  
R=橡胶

尺寸 (in)		尺寸 (mm)		类型	电阻选项 - 欧姆*				镍铁	镍	有效面积 in <sup>2</sup> (cm <sup>2</sup> )	导线 AWG	绝缘	型号
X	Y	X	Y		R(0°C) [可与 Heaterstat 配合使用] →									
0.40	2.60	10.2	66.0	1	123	62.5	37.8	18.2	19.1	0.74 (4.77)	30	K、R	5215	
0.41	4.80	10.4	121.9	6	100	50.1	30.2	14.5	15.5	1.40 (9.03)	26	K、R	5218	
0.41	8.30	10.4	210.8	5	61.9	31.1	18.8	9.1 6.2 4.3	9.6	2.50 (16.13)	26	K、R	5219	

整个电热片尺寸 (毫米)。按升序列出，首先按 X 尺寸列出，然后按 Y 列出。

热敏元件电阻选项 (0°C 时) 与 Minco Heaterstat 配合使用。橡胶 (HR) 型号不能用与 NiFe 元件配合使用。

导线尺寸。最大电容量在第 17 和 20 页列出。

基本型号

\*电阻公差为 ±10% 或 ±0.5，取其较大值  
橡胶 (HR) 型号不能与镍铁合金元件配合使用

## 规格选项

第 16 页 (聚酰亚胺) 和第 20 页 (橡胶) 上的技术规格。

HK	绝缘： HK = 聚酰亚胺 HR = 硅橡胶																		
5200	来自以下几页中的表格的型号																		
R17.4	电热片电阻 (欧姆)																		
L12	导线长度 (英寸) 12" (305 mm) 是标准长度 请联系 Minco 以了解其他长度																		
A	电热片背衬选项 (请参阅第 8 页)																		
	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">HK</td> <td style="text-align: center;">HR</td> </tr> <tr> <td>A = 无粘合剂</td> <td style="text-align: center;">-200 至 200°C</td> <td style="text-align: center;">-45 到 235°C</td> </tr> <tr> <td>B = PSA 背衬</td> <td style="text-align: center;">-32 至 100°C</td> <td style="text-align: center;">-45 到 177°C</td> </tr> <tr> <td>D = 箔片背衬</td> <td style="text-align: center;">-200 至 150°C</td> <td style="text-align: center;">-45 到 235°C</td> </tr> <tr> <td>E = 箔片/丙烯酸 PSA</td> <td style="text-align: center;">-32 至 150°C</td> <td style="text-align: center;">-32 到 150°C</td> </tr> <tr> <td>F = 箔片/#12 PSA</td> <td style="text-align: center;">-73 至 150°C</td> <td style="text-align: center;">-45 至 204°C</td> </tr> </table>		HK	HR	A = 无粘合剂	-200 至 200°C	-45 到 235°C	B = PSA 背衬	-32 至 100°C	-45 到 177°C	D = 箔片背衬	-200 至 150°C	-45 到 235°C	E = 箔片/丙烯酸 PSA	-32 至 150°C	-32 到 150°C	F = 箔片/#12 PSA	-73 至 150°C	-45 至 204°C
	HK	HR																	
A = 无粘合剂	-200 至 200°C	-45 到 235°C																	
B = PSA 背衬	-32 至 100°C	-45 到 177°C																	
D = 箔片背衬	-200 至 150°C	-45 到 235°C																	
E = 箔片/丙烯酸 PSA	-32 至 150°C	-32 到 150°C																	
F = 箔片/#12 PSA	-73 至 150°C	-45 至 204°C																	
U	U = 表示通过 UL 组件认证的标志： 如果忽略，则表示没有 UL 标志 (低成本) 产品 UL 规定：橡胶电热片的温度必须是 220°C																		
HK5200R17.4L12AU = 样品部件号																			

## 热敏元件

Heaterstats™ (第 44 页) 需要热敏加热元件，例如“镍铁”和“镍”列中的那些元件。其电阻随温度的增加而增加。所列出的电阻是在 0°C (32°F) 下测得的。

# 标准聚酰亚胺电热片及橡胶电热片

尺寸 (in)		尺寸 (mm)		类型	电阻选项 - 欧姆*				有效面积 in <sup>2</sup> (cm <sup>2</sup> )	导线 AWG	绝缘	型号
X	Y	X	Y		R(0°C) [可与 Heaterstat 配合使用] →							
0.25	0.25	6.4	6.4	21	10.0	5.3			0.04 (0.26)	30	K	5565
0.25	0.50	6.4	12.7	21	15.0	7.9	4.3		0.08 (0.52)	30	K	5566
0.25	0.75	6.4	19.1	21	20.0	10.5	5.7		0.13 (0.84)	30	K	5567
0.25	1.00	6.4	25.4	21	25.0	13.1	7.1	3.9	0.18 (1.16)	30	K	5568
0.25	1.25	6.4	31.8	21	30.0	15.8	8.5	4.7	0.23 (1.48)	30	K	5569
0.25	1.50	6.4	38.1	21	35.0	18.4	10.0	4.7	0.27 (1.74)	30	K	5570
0.25	1.75	6.4	44.5	21	40.0	21.0	11.4	5.3	0.32 (2.06)	30	K	5571
0.25	2.30	6.4	58.4	6	17.4	9.2	5.2		0.38 (2.45)	26	K、R	5200
0.25	6.82	6.4	173.2	9	100	46.7	28.2	13.6	1.22 (7.87)	26	K、R	5201
0.25	7.67	6.4	194.8	8	143	71.7	38.1	19.1	1.15 (7.42)	30	K、R	5202
0.25	10.40	6.4	264.2	5	160	80.1	48.4	23.3	1.55 (10.00)	26	K、R	5203
0.27	2.00	6.9	50.8	1	18.9	9.5	5.7		0.35 (2.26)	26	K、R	5204
0.27	5.50	6.9	139.7	8	153	76.5	40.7	20.4	0.87 (5.61)	30	K	5205
0.27	6.90	6.9	175.3	1	220	110	65.5	32.1	1.40 (9.03)	30	K	5206
0.30	1.50	7.6	38.1	1	42.1	20.7	12.5	6.1	0.30 (1.94)	30	K、R	5207
0.30	3.11	7.6	79.0	1	44.1	22.1	13.3	6.4	0.70 (4.52)	26	K、R	5208
0.30	3.11	7.6	79.0	1	31.7	15.8	9.6	4.6	0.72 (4.65)	26	K、R	5209
0.34	3.47	8.6	88.1	1	120	56.1	33.9	16.3	0.88 (5.68)	30	K	5210
0.36	7.95	9.1	201.9	8	225	113	68.3	32.8	1.97 (12.71)	26	K、R	5211
0.37	6.10	9.4	154.9	1	73.1	36.4	22.1	10.6	1.68 (10.84)	26	K、R	5212
0.37	20.20	9.4	513.1	1	130	65.0	39.3	18.9 12.9 9.1	5.54 (35.74)	26	R	5213
0.40	2.60	10.2	66.0	1	123	62.5	37.8	18.2	0.74 (4.77)	30	K、R	5215
0.41	4.80	10.4	121.9	6	100	50.1	30.2	14.5	1.40 (9.03)	26	K、R	5218
0.41	8.30	10.4	210.8	5	61.9	31.1	18.8	9.1 6.2 4.3	2.50 (16.13)	26	K、R	5219
0.41	9.00	10.4	228.6	5	199	99.7	60.3	29.1	2.77 (17.87)	26	K、R	5220
0.42	2.30	10.7	58.4	1	50.1	26.1	15.3	7.3	0.67 (4.32)	26	K、R	5222
0.42	4.90	10.7	124.5	1	198	100	60.2	28.9	1.55 (10.00)	26	K	5224
0.42	7.10	10.7	180.3	1	322	161	85.7	42.8	2.06 (13.29)	30	K、R	5225
0.42	14.40	10.7	365.8	1	709	354	189	94.3	4.17 (26.90)	30	K	5227
0.43	3.95	10.9	100.3	8	238	119	63.3	31.7	1.22 (7.87)	26	K	5228
0.43	5.50	10.9	139.7	1	131	65.8	35.0	17.5	1.70 (10.97)	30	K、R	5229
0.43	5.90	10.9	149.9	6	37.3	18.8	11.3	5.4 3.7	1.87 (12.06)	26	K、R	5230
0.44	3.00	11.2	76.2	6	27.8	13.6	8.2	3.9	1.03 (6.65)	26	K、R	5231
0.44	3.00	11.2	76.2	6	45.8	22.9	13.8	6.6	1.03 (6.65)	26	K、R	5232
0.44	3.00	11.2	76.2	6	77.7	38.8	23.5	11.3	1.03 (6.65)	26	K、R	5233
0.45	3.88	11.4	98.6	8	153	76.4	40.7	20.3	1.17 (7.55)	26	K	5234
0.45	3.88	11.4	98.6	1	102	51.1	30.9	14.8	1.16 (7.48)	26	K、R	5235
0.45	3.88	11.4	98.6	3	134	67.3	40.7	19.6	1.16 (7.48)	26	K	5236
0.45	3.88	11.4	98.6	8	102	51.2	27.2	13.6	1.17 (7.55)	30	K、R	5237
0.46	5.10	11.7	129.5	1	264	132	79.9	38.4	1.77 (11.42)	26	K	5238
0.48	4.50	12.2	114.3	8	47.1	23.6	14.3	6.8 4.7	1.60 (10.32)	26	K、R	5239
0.48	6.28	12.2	159.5	8	70.2	35.1	18.7	9.3 6.2 4.7	2.20 (14.19)	26	K、R	5240
0.49	4.80	12.4	121.9	8	170	85.1	51.5	24.7	1.60 (10.32)	26	K、R	5241
0.50	0.50	12.7	12.7	21	26.5	13.9	7.5		0.19 (1.23)	30	K	5572
0.50	0.75	12.7	19.1	21	30.0	15.7	8.5		0.30 (1.94)	30	K、R	5573
0.50	1.00	12.7	25.4	21	35.0	18.3	10.0	4.6	0.41 (2.65)	30	K、R	5574

\*电阻公差为 ±10% 或 ±0.5, 取其较大值  
橡胶 (HR) 型号不能与镍铁合金元件配合使用

标准聚酰亚胺  
电热片  
及橡胶电热片



# 标准聚酰亚胺电热片及橡胶电热片

尺寸 (in)		尺寸 (mm)		类型	电阻选项 - 欧姆*					镍铁	镍	有效面积 in <sup>2</sup> (cm <sup>2</sup> )	导线 AWG	绝缘	型号
X	Y	X	Y		R(0°C) [可与 Heaterstat 配合使用] →										
0.50	1.25	12.7	31.8	21	40.0	20.9	11.4	5.3		6.2		0.52 (3.35)	30	K、R	5575
0.50	1.50	12.7	38.1	21	45.0	23.5	12.8	5.9	4.4	7.0		0.63 (4.06)	30	K、R	5576
0.50	1.75	12.7	44.5	21	50.0	26.1	14.2	6.6	4.9	7.8		0.74 (4.77)	30	K、R	5577
0.50	2.00	12.7	50.8	1	157	78.4	44.0			24.3	5.6	0.79 (5.10)	30	K、R	5160
0.50	2.50	12.7	63.5	1	71.1	35.1	21.3	10.3		11.0		0.84 (5.42)	26	K、R	5242
0.50	3.00	12.7	76.2	1	124	65.0	35.3	16.4	12.3	19.2	9.3	1.09 (7.03)	26	K、R	5594
0.50	3.77	12.7	95.8	1	233	117	62.1	31.1		36.1	8.3	1.43 (9.23)	30	K	5243
0.50	3.77	12.7	95.8	1	163	81.5	43.4	21.7		25.3	5.8	1.36 (8.77)	30	K、R	5244
0.50	4.00	12.7	101.6	1	78.4	39.2	22.0			12.2		1.67 (10.77)	30	K、R	5161
0.50	4.00	12.7	101.6	1	43.9	22.1	13.3	6.4	4.4	6.8		1.63 (10.52)	30	K、R	5245
0.50	4.00	12.7	101.6	1	52.7	26.4	15.9	7.7	5.2	8.2	3.6	1.63 (10.52)	30	K、R	5246
0.50	5.00	12.7	127.0	5	36.7	18.3	11.1	5.3	3.6	5.7		1.63 (10.52)	26	K、R	5247
0.50	5.10	12.7	129.5	8	126	62.5	37.8	18.2		19.5		1.90 (12.26)	30	K、R	5248
0.50	6.00	12.7	152.4	1	52.3	26.1	14.6			8.1		2.35 (15.16)	30	K、R	5162
0.50	7.50	12.7	190.5	1	53.1	26.2	16.1	7.7	5.3	8.2	3.7	2.72 (17.55)	24	K、R	5249
0.50	12.87	12.7	326.9	6	230	115	69.5	33.5		35.7	8.1	4.80 (30.97)	26	K、R	5250
0.50	12.87	12.7	326.9	6	115	57.5	34.8	16.7	11.4	17.8	8.1	4.67 (30.13)	26	K、R	5251
0.50	12.87	12.7	326.9	6	77.1	38.5	23.3	11.2	7.7	12.0	5.4	4.67 (30.13)	26	K、R	5252
0.50	18.50	12.7	469.9	1	289	145	87.7	42.1	29.1		20.3	7.20 (46.45)	26	R	5253
0.52	8.20	13.2	208.3	8	224	112	59.6	28.8		34.7	7.9	3.46 (22.32)	26	K、R	5254
0.53	1.00	13.5	25.4	1	63.2	31.6	16.8	8.4		9.8		0.39 (2.52)	30	K	5255
0.53	1.20	13.5	30.5	1	59.6	29.8	15.9	7.9		9.2		0.39 (2.52)	30	K	5256
0.53	2.00	13.5	50.8	2	135	67.6	36.1	18.1		20.9		0.79 (5.10)	30	K	5257
0.53	4.60	13.5	116.8	3	166	83.3	50.4	24.2		25.7	5.9	1.76 (11.35)	24	K、R	5259
0.53	4.60	13.5	116.8	3	95.7	56.5	28.9	13.9		14.8		1.85 (11.94)	26	K、R	5260
0.54	2.00	13.7	50.8	1	135	67.5	40.8	19.6		20.9		0.75 (4.84)	30	K	5261
0.54	8.10	13.7	205.7	1	233	117	62.1	31.1		36.1	8.2	3.34 (21.55)	26	K、R	5262
0.55	1.20	14.0	30.5	1	24.9	12.9	7.8	3.7				0.35 (2.26)	26	K、R	5264
0.55	6.60	14.0	167.6	1	107	53.9	32.6	15.7	10.7	16.6	7.5	2.79 (18.00)	26	K、R	5267
0.55	15.00	14.0	381.0	1	217	108	65.8	31.7	21.7	33.6	7.6	6.38 (41.16)	24	K、R	5268
0.60	9.90	15.2	251.5	1	229	115	69.5	33.4	22.9	35.5	8.0	4.65 (30.00)	26	K、R	5270
0.60	10.65	15.2	270.5	6	360	180	95.9	47.9		55.8	12.7	4.84 (31.23)	30	K、R	5271
0.65	10.75	16.5	273.1	7	124	64.1	37.5	18.1	12.4	19.2	8.6	5.56 (35.87)	26	K、R	5273
0.75	0.75	19.1	19.1	21	35.0	18.3	9.9	4.6		5.4		0.48 (3.10)	30	K、R	5578
0.75	1.00	19.1	25.4	21	40.0	20.9	11.4	5.2		6.2		0.65 (4.19)	30	K、R	5579
0.75	1.25	19.1	31.8	21	45.0	23.4	12.8	5.9	4.4	7.0		0.82 (5.29)	30	K、R	5580
0.75	1.50	19.1	38.1	21	50.0	26.0	14.2	6.5	4.8	7.8		0.99 (6.39)	30	K、R	5581
0.75	1.75	19.1	44.5	21	55.0	28.6	15.6	7.2	5.3	8.5		1.17 (7.55)	30	K、R	5582
0.75	1.85	19.1	47.0	1	50.1	25.2	15.2	7.3	5.1	7.8	3.5	1.02 (6.58)	26	K、R	5274
0.75	2.00	19.1	50.8	21	124	64.9	35.3	16.4	12.2	19.2	9.2	1.34 (8.65)	26	K、R	5595
0.75	2.50	19.1	63.5	2	43.5	21.8	13.2	6.3	4.3	6.7		1.37 (8.84)	26	K、R	5275
0.75	3.00	19.1	76.2	1	144	71.7	43.6	21.1		22.3		1.72 (11.10)	26	K、R	5276
0.75	3.00	19.1	76.2	1	18.1	8.5	5.3					1.14 (7.35)	24	K、R	5277
0.75	3.25	19.1	82.6	6	160	80.1	48.5	23.3		24.8	5.6	1.95 (12.58)	26	K、R	5278
0.75	4.00	19.1	101.6	1	36.1	17.7	10.7	5.1	3.5	5.6		2.41 (15.55)	26	K、R	5279
0.75	4.00	19.1	101.6	1	24.5	11.1	6.9	3.3				1.69 (10.90)	24	K、R	5280

\*电阻公差为 ±10% 或 ±0.5, 取其较大值  
橡胶 (HR) 型号不能与镍铁合金元件配合使用

标准聚酰亚胺  
电热片  
及橡胶电热片

# 标准聚酰亚胺电热片及橡胶电热片

尺寸 (in)		尺寸 (mm)		类型	电阻选项 - 欧姆*				镍铁	镍	有效面积 in <sup>2</sup> (cm <sup>2</sup> )	导线 AWG	绝缘	型号
X	Y	X	Y		R(0°C) [可与 Heaterstat 配合使用] →									
0.75	4.95	19.1	125.7	8	267	134	71.1	35.6	41.4	9.4	3.06 (19.74)	30	K	5281
0.75	5.00	19.1	127.0	1	30.6	14.1	8.7	4.2			2.24 (14.45)	24	K、R	5282
0.75	6.00	19.1	152.4	1	36.7	16.6	10.3	5.1	5.7		2.79 (18.00)	24	K、R	5283
0.75	7.00	19.1	177.8	1	38.8	19.4	12.1	5.5	6.0		3.34 (21.55)	24	K、R	5284
0.75	8.00	19.1	203.2	1	48.7	22.1	13.7	6.4	7.5		3.89 (25.10)	24	K、R	5285
0.75	9.00	19.1	228.6	1	54.7	25.1	15.6	7.1	8.5		4.44 (28.65)	24	K、R	5286
0.75	10.00	19.1	254.0	1	60.8	27.7	17.2	7.7	9.4		4.99 (32.19)	24	K、R	5287
0.75	11.00	19.1	279.4	1	66.9	30.4	18.8	8.7	10.4		5.54 (35.74)	24	K、R	5288
0.75	11.00	19.1	279.4	1	200	100	60.5	29.1	31.0	7.0	6.32 (40.77)	24	K、R	5289
0.75	12.00	19.1	304.8	1	72.6	33.1	20.5	9.1	11.3		6.09 (39.29)	24	K、R	5290
0.78	2.76	19.8	70.1	6	83.7	41.9	22.3	11.1	13.0		1.79 (11.55)	30	K、R	5292
0.80	1.55	20.3	39.4	2	313	156	83.1	41.6	48.5	11.3	0.90 (5.81)	30	K	5294
0.80	1.55	20.3	39.4	2	105	52.5	27.9	14.0	16.3		0.94 (6.06)	30	K、R	5295
0.80	2.75	20.3	69.9	8	39.7	19.8	12.1	5.7	6.2		1.52 (9.81)	26	K、R	5296
0.80	6.00	20.3	152.4	8	123	61.8	37.4	17.9	19.1		4.23 (27.29)	26	K、R	5297
0.80	8.10	20.3	205.7	8	21.5	11.2	6.9				5.39 (34.77)	26	K、R	5298
0.80	11.50	20.3	292.1	8	166	83.2	50.3	24.2	25.7	5.8	7.52 (48.52)	24	K、R	5299
0.80	14.25	20.3	362.0	8	206	103	62.4	30.1	31.9	7.2	9.38 (60.52)	24	K、R	5300
0.81	4.81	20.6	122.2	2	64.7	32.9	19.6	9.4	10.0		3.33 (21.48)	26	K、R	5301
0.82	2.46	20.8	62.5	9	243	121	64.5	32.3	37.7	8.6	1.66 (10.71)	30	K、R	5302
0.85	1.00	21.6	25.4	6	70.2	35.1	20.6	9.9	10.9		0.60 (3.87)	30	K、R	5303
0.85	2.48	21.6	63.0	9	268	134	71.3	35.7	41.5	9.5	1.65 (10.65)	30	K	5304
0.85	4.90	21.6	124.5	3	207	104	55.1	27.5	32.1	7.3	3.60 (23.23)	26	K、R	5305
0.86	15.80	21.8	401.3	1	140	70.1	42.3	20.3	21.7		11.10 (71.61)	24	K、R	5306
0.87	8.65	22.1	219.7	8	561	281	149	74.7	87.0	19.8	6.39 (41.23)	26	K、R	5307
0.87	14.85	22.1	377.2	8	131	65.4	39.6	19.1	20.3		10.28 (66.32)	24	K、R	5308
0.88	5.35	22.4	135.9	8	62.6	31.3	18.9	9.1	9.7		3.85 (24.84)	26	K、R	5309
0.90	4.95	22.9	125.7	3	207	103	62.6	30.1	32.1	7.3	3.52 (22.71)	26	K、R	5310
0.94	3.90	23.9	99.1	9	119	59.6	31.8	15.9	18.4		2.94 (18.97)	30	K、R	5311
0.96	1.48	24.4	37.6	3	76.1	38.1	20.2	10.1	11.8		1.10 (7.10)	30	K、R	5312
0.97	1.21	24.6	30.7	3	84.3	42.2	22.4	11.2	13.1		0.90 (5.81)	30	K、R	5313
0.97	2.96	24.6	75.2	2	303	151	80.5	40.3	47.0	10.7	2.45 (15.81)	30	K、R	5314
0.98	1.48	24.9	37.6	6	80.1	39.7	24.1	11.6	12.4		1.13 (7.29)	26	K、R	5315
0.98	2.75	24.9	69.9	1	206	103	61.7	29.7	31.9	7.3	2.07 (13.35)	26	K、R	5316
1.00	1.00	25.4	25.4	1	157	78.4	44.0		24.3	5.6	0.82 (5.29)	30	K、R	5163
1.00	1.00	25.4	25.4	1	52.1	26.1	15.7	7.6	8.1		0.65 (4.19)	26	K、R	5318
1.00	1.00	25.4	25.4	21	70.0	36.6	19.9	9.2	10.9		0.88 (5.68)	30	K、R	5583
1.00	1.25	25.4	31.8	21	65.0	33.9	18.5	8.5	10.1		1.12 (7.23)	30	K、R	5584
1.00	1.50	25.4	38.1	21	75.0	39.1	21.3	9.8	11.6		1.35 (8.71)	30	K、R	5585
1.00	1.75	25.4	44.5	21	100	52.2	28.4	13.1	15.5		1.59 (10.26)	30	K、R	5586
1.00	2.00	25.4	50.8	1	78.4	39.2	22.0		12.2		1.76 (11.35)	30	K、R	5164
1.00	2.00	25.4	50.8	1	14.6	7.3	4.5				1.04 (6.71)	24	K、R	5319
1.00	2.30	25.4	58.4	3	220	110	58.4	29.2	34.1	7.8	1.82 (11.74)	30	K、R	5320
1.00	2.50	25.4	63.5	1	146	72.1	43.1	20.7	22.6	5.1	1.89 (12.19)	26	K、R	5321
1.00	2.50	25.4	63.5	1	107	53.3	32.3	15.5	16.6		1.89 (12.19)	26	K、R	5322
1.00	3.00	25.4	76.2	1	52.3	26.1	14.6		8.1		2.70 (17.42)	30	K、R	5165

\*电阻公差为 ±10% 或 ±0.5, 取其较大值  
橡胶 (HR) 型号不能与镍铁合金元件配合使用

标准聚酰亚胺  
电热片  
及橡胶电热片



# 标准聚酰亚胺电热片及橡胶电热片

尺寸 (in)		尺寸 (mm)		类型	电阻选项 - 欧姆*						镍铁	镍	有效面积 in <sup>2</sup> (cm <sup>2</sup> )	导线 AWG	绝缘	型号
X	Y	X	Y		R(0°C) [可与 Heaterstat 配合使用] →											
1.00	3.00	25.4	76.2	1	23.9	10.7	6.6					1.84 (11.87)	24	K, R	5323	
1.00	3.00	25.4	76.2	1	58.0	26.6	16.1	7.7	5.3	3.7	9.0	2.30 (14.84)	26	K, R	5324	
1.00	3.00	25.4	76.2	1	36.4	17.9	10.8	5.2	3.6		5.6	2.30 (14.84)	26	K, R	5325	
1.00	3.62	25.4	91.9	3	61.1	30.6	18.5	8.9	6.1	4.2	9.5	2.97 (19.16)	26	K, R	5326	
1.00	3.72	25.4	94.5	3	445	223	118	59.2			69.0	15.8	3.15 (20.32)	30	K, R	5327
1.00	3.72	25.4	94.5	3	389	195	118	56.7			60.3	13.8	3.06 (19.74)	26	K, R	5328
1.00	3.82	25.4	97.0	2	160	80.1	48.5	23.3	15.9	11.2	24.8	5.6	3.29 (21.23)	26	K, R	5329
1.00	4.00	25.4	101.6	1	83.3	42.7	25.2	12.1	8.3	5.8	12.9		3.33 (21.48)	26	K, R	5330
1.00	4.00	25.4	101.6	1	30.8	13.9	8.6	4.2					2.64 (17.03)	24	K, R	5331
1.00	4.75	25.4	120.7	6	302	151	91.6	44.1			46.8	10.6	4.29 (27.68)	24	K, R	5332
1.00	4.75	25.4	120.7	6	266	133	80.5	38.7			41.2	9.4	4.05 (26.13)	26	K, R	5333
1.00	5.00	25.4	127.0	1	529	264	148				82.0	18.7	4.41 (28.45)	30	K, R	5166
1.00	5.00	25.4	127.0	1	38.1	17.2	10.7	5.1			5.9		4.34 (28.00)	24	K, R	5334
1.00	6.00	25.4	152.4	1	45.3	20.8	12.9	5.8	4.1		7.0		4.24 (27.35)	24	K, R	5335
1.00	6.00	25.4	152.4	2	162	80.9	48.9	23.5	16.1	11.3	25.1	5.7	5.13 (33.10)	26	K, R	5336
1.00	7.00	25.4	177.8	1	52.1	24.1	14.9	6.8	4.7	3.5	8.1		5.04 (32.52)	24	K, R	5337
1.00	7.00	25.4	177.8	1	86.1	43.1	26.1	12.3	8.5	6.1	13.3		6.19 (39.94)	26	K, R	5338
1.00	7.05	25.4	179.1	1	111	55.7	33.7	16.2	11.1	7.7	17.2		6.12 (39.48)	26	K, R	5339
1.00	8.00	25.4	203.2	1	58.9	27.5	17.1	7.7	5.4	3.9	9.1		5.84 (37.68)	24	K, R	5340
1.00	9.00	25.4	228.6	1	66.1	30.4	18.8	8.7	5.9	4.4	10.2		6.64 (42.84)	24	K, R	5341
1.00	10.00	25.4	254.0	1	264	132	74.1				40.9	9.2	8.96 (57.81)	30	K, R	5167
1.00	10.00	25.4	254.0	1	73.4	34.1	21.1	9.4	6.6	4.9	11.4		7.44 (48.00)	24	K, R	5342
1.00	11.00	25.4	279.4	1	79.8	37.2	23.1	10.3	7.2	5.4	12.4		8.24 (53.16)	24	K, R	5343
1.00	12.00	25.4	304.8	1	86.5	40.3	24.9	11.1	7.7	5.8	13.4		9.04 (58.32)	24	K, R	5344
1.00	12.00	25.4	304.8	3	163	82.1	49.6	23.8	16.3	11.4	25.3	5.7	10.53 (67.94)	24	K, R	5345
1.00	12.00	25.4	304.8	1	1063	531	321	154			165	37.6	10.53 (67.94)	26	K, R	5346
1.00	12.10	25.4	307.3	1	155	76.6	46.3	22.3	15.2	10.6	24.0	5.4	10.62 (68.52)	26	K, R	5347
1.00	15.00	25.4	381.0	1	176	88.2	49.4				27.3	6.1	13.51 (87.16)	30	K, R	5168
1.00	19.00	25.4	482.6	1	121	60.8	36.8	17.7	12.1	8.5			13.88 (89.55)	24	R	5348
1.00	22.06	25.4	560.3	1	93.1	46.5	24.8	12.4	8.3	6.2			18.90 (121.94)	24	R	5349
1.02	10.00	25.9	254.0	5	946	473	252	126			147	33.5	8.60 (55.48)	24	K, R	5350
1.04	2.76	26.4	70.1	5	262	131	69.6	34.8			40.6	9.3	2.04 (13.16)	26	K, R	5351
1.04	4.35	26.4	110.5	1	87.6	43.8	23.3	11.7	7.8	5.8	13.6		4.06 (26.19)	26	K, R	5352
1.04	7.76	26.4	197.1	8	1321	660	352	176			205	47.1	6.80 (43.87)	30	K	5353
1.05	4.04	26.7	102.6	8	243	122	64.8	32.4			37.7	8.5	3.65 (23.55)	30	K, R	5354
1.05	4.65	26.7	118.1	8	152	74.1	44.4	21.3			23.6	5.3	4.05 (26.13)	26	K, R	5355
1.05	5.60	26.7	142.2	7	440	220	133	64.1			68.2	15.5	5.04 (32.52)	26	K, R	5356
1.05	9.70	26.7	246.4	1	276	138	73.4	36.7	24.5	18.3	42.8	9.6	8.80 (56.77)	24	K, R	5357
1.07	4.05	27.2	102.9	8	103	51.3	27.3	13.7	9.1	6.8	16.0		3.67 (23.68)	30	K, R	5358
1.10	4.00	27.9	101.6	1	600	300	181	87.3			93.0	21.3	3.75 (24.19)	30	K	5359
1.10	4.00	27.9	101.6	1	394	197	119	57.4			61.1	13.9	3.70 (23.87)	30	K, R	5360
1.10	18.50	27.9	469.9	3	350	175	106	50.1	34.8	24.3		12.2	17.64 (113.81)	24	R	5361
1.13	3.51	28.7	89.2	8	107	53.4	28.4	14.2	9.5	6.6	16.6		3.43 (22.13)	30	K, R	5362
1.17	1.91	29.7	48.5	2	125	62.5	37.8	18.2			19.4		1.79 (11.55)	26	K, R	5364
1.20	2.76	30.5	70.1	1	275	136	82.7	39.8			42.6	9.7	2.86 (18.45)	30	K, R	5366
1.20	3.40	30.5	86.4	7	92.0	45.7	26.6	13.3	9.1	6.4	14.3		3.41 (22.00)	26	K, R	5367

\*电阻公差为 ±10% 或 ±0.5, 取其较大值  
橡胶 (HR) 型号不能与镍铁合金元件配合使用

标准聚酰亚胺  
电热片  
及橡胶电热片

# 标准聚酰亚胺电热片及橡胶电热片

尺寸 (in)		尺寸 (mm)		类型	电阻选项 - 欧姆*							镍铁	镍	有效面积 in <sup>2</sup> (cm <sup>2</sup> )	导线 AWG	绝缘	型号
X	Y	X	Y		R(0°C) [可与 Heaterstat 配合使用] →												
1.22	2.24	31.0	56.9	8	111	55.5	29.5	14.8	9.8	7.4	17.2		2.33 (15.03)	30	K、R	5368	
1.23	2.48	31.2	63.0	2	101	50.8	27.1	13.5	9.4	6.7	15.7		2.60 (16.77)	30	K、R	5369	
1.24	1.80	31.5	45.7	2	298	148	90.1	43.3			46.2	10.6	1.90 (12.26)	30	K	5370	
1.25	1.25	31.8	31.8	21	100	52.2	28.4	13.1	9.7	7.3	15.5		1.42 (9.16)	30	K、R	5587	
1.25	1.50	31.8	38.1	21	125	65.3	35.5	16.4	12.2	9.2	19.4		1.71 (11.03)	30	K、R	5588	
1.25	1.75	31.8	44.5	21	150	78.4	42.6	19.7	14.6	11.0	23.3	5.3	2.01 (12.97)	30	K、R	5589	
1.25	6.30	31.8	160.0	1	136	68.2	41.3	19.8	13.6	9.5	21.1		6.84 (44.13)	24	K、R	5371	
1.25	8.80	31.8	223.5	1	51.9	25.9	15.7	7.5	5.1	3.6	8.0		9.86 (63.61)	24	K、R	5372	
1.25	15.00	31.8	381.0	1	219	109	66.5	32.1	21.9	15.3	33.9	7.6	15.79 (101.87)	24	K、R	5373	
1.35	5.60	34.3	142.2	3	876	438	265	127			136	31.1	6.57 (42.39)	30	K	5374	
1.37	5.80	34.8	147.3	1	250	125	75.8	36.5	24.9	17.5	38.8	8.7	7.15 (46.13)	26	K、R	5375	
1.38	2.75	35.1	69.9	2	305	152	92.1	44.2			47.3	10.8	3.21 (20.71)	26	K、R	5376	
1.40	2.34	35.6	59.4	1	197	98.7	52.5	26.3	17.5	13.1	30.5	6.9	2.90 (18.71)	30	K、R	5377	
1.40	6.30	35.6	160.0	8	771	386	205	103			120	27.2	8.08 (52.13)	30	K、R	5378	
1.45	2.40	36.8	61.0	8	106	53.4	32.3	15.5	10.6	7.4	16.4		2.90 (18.71)	26	K、R	5379	
1.45	8.15	36.8	207.0	8	474	237	126	63.1	42.1	31.5	73.5	16.6	10.52 (67.87)	24	K、R	5380	
1.48	10.10	37.6	256.5	1	126	62.9	33.5	16.7	11.2	8.4	19.5		13.40 (86.45)	24	K、R	5381	
1.50	1.50	38.1	38.1	21	150	78.3	42.6	19.7	14.6	11.0	23.3	5.3	2.07 (13.35)	30	K、R	5590	
1.50	1.75	38.1	44.5	21	175	91.4	49.7	23.0	17.1	12.9	27.1	6.2	2.43 (15.68)	30	K、R	5591	
1.50	2.00	38.1	50.8	1	14.8	7.2	4.5						1.84 (11.87)	24	K、R	5382	
1.50	3.00	38.1	76.2	1	21.8	10.7	6.6						3.14 (20.26)	24	K、R	5383	
1.50	4.00	38.1	101.6	1	29.1	14.4	8.8	4.3					4.44 (28.65)	24	K、R	5384	
1.50	4.10	38.1	104.1	2	103	51.7	27.5	13.7	9.2	6.9	16.0		4.00 (25.81)	30	K、R	5385	
1.50	5.00	38.1	127.0	1	36.2	17.9	10.9	5.1	3.4		5.6		5.74 (37.03)	24	K、R	5386	
1.50	6.00	38.1	152.4	1	43.3	21.7	13.2	6.2	4.2		6.7		7.04 (45.42)	24	K、R	5387	
1.50	6.42	38.1	163.1	8	140	70.2	37.4	18.7			21.7		7.70 (49.68)	30	K、R	5388	
1.50	6.42	38.1	163.1	8	1317	659	350	175			204	46.8	8.50 (54.84)	30	K、R	5389	
1.50	7.00	38.1	177.8	1	50.1	25.1	15.2	7.2	4.7	3.5	7.8		8.34 (53.81)	24	K、R	5390	
1.50	8.00	38.1	203.2	1	57.1	28.7	17.5	8.1	5.3	3.9	8.9		9.64 (62.19)	24	K、R	5391	
1.50	8.05	38.1	204.5	2	304	152	92.1	44.3	30.3	21.2	47.1	10.6	10.80 (69.68)	26	K、R	5392	
1.50	9.00	38.1	228.6	1	64.1	32.2	19.6	8.9	6.1	4.4	9.9		10.94 (70.58)	24	K、R	5393	
1.50	10.00	38.1	254.0	1	71.4	35.7	21.8	10.1	6.7	4.9	11.1		12.24 (78.97)	24	K、R	5394	
1.50	11.00	38.1	279.4	1	78.5	39.1	23.9	10.9	7.3	5.3	12.2		13.54 (87.35)	24	K、R	5395	
1.50	11.00	38.1	279.4	1	391	180	118	57.1	38.9	27.3	60.6	13.6	14.77 (95.29)	24	K、R	5396	
1.50	12.00	38.1	304.8	1	85.6	42.8	25.8	11.8	7.8	5.8	13.3		14.84 (95.74)	24	K、R	5397	
1.53	3.05	38.9	77.5	8	176	88.4	53.4	25.7	17.6	12.3	27.3	6.2	3.89 (25.10)	26	K、R	5398	
1.55	3.05	39.4	77.5	1	130	65.3	39.5	19.1	13.1	9.1	20.2		4.06 (26.19)	26	K、R	5399	
1.61	2.15	40.9	54.6	1	205	102	54.5	27.3			31.8	7.2	3.00 (19.35)	30	K、R	5400	
1.62	2.77	41.1	70.4	1	166	81.1	48.6	23.3	15.9	11.2	25.7	5.8	3.95 (25.48)	30	K、R	5401	
1.65	3.00	41.9	76.2	2	128	64.1	38.8	18.3	12.8	8.9	19.8		4.50 (29.03)	30	K、R	5402	
1.65	5.00	41.9	127.0	1	162	81.1	48.9	23.5	16.1	11.3	25.1	5.6	7.44 (48.00)	26	K、R	5403	
1.70	5.10	43.2	129.5	1	580	290	154	77.2			89.9	20.4	7.77 (50.13)	24	K、R	5404	
1.75	1.75	44.5	44.5	21	200	104	56.8	26.3	19.5	14.7	31.0	7.0	2.86 (18.45)	30	K、R	5592	
1.75	2.73	44.5	69.3	2	159	79.5	48.1	23.1	15.8	11.1	24.6	5.6	3.77 (24.32)	26	K、R	5405	
1.76	4.79	44.7	121.7	1	330	165	87.9	43.9	29.3	22.1	51.2	11.6	7.56 (48.77)	30	K、R	5406	
1.78	4.30	45.2	109.2	1	737	369	196	98.1			114	26.1	6.66 (42.97)	30	K、R	5407	

\*电阻公差为 ±10% 或 ±0.5, 取其较大值  
橡胶 (HR) 型号不能与镍铁合金元件配合使用

标准聚酰亚胺  
电热片  
及橡胶电热片



# 标准聚酰亚胺电热片及橡胶电热片

尺寸 (in)		尺寸 (mm)		类型	电阻选项 - 欧姆*					有效面积		导线 AWG	绝缘	型号		
X	Y	X	Y		R(0°C) [可与 Heaterstat 配合使用] →					镍铁	镍				in <sup>2</sup> (cm <sup>2</sup> )	
1.78	5.28	45.2	134.1	1	588	294	156	78.2		91.1	20.7	8.34 (53.81)	30	K、R	5408	
1.80	1.80	45.7	45.7	3	251	126	66.8	33.4		38.9	8.9	2.70 (17.42)	30	K、R	5409	
1.88	5.75	47.8	146.1	1	288	144	86.9	41.7	28.6	20.1	44.6	10.1	9.68 (62.45)	24	K、R	5410
1.90	3.16	48.3	80.3	6	236	118	62.8	31.4	20.9	15.7	36.6	8.3	5.48 (35.35)	26	K、R	5411
1.92	4.45	48.8	113.0	8	348	174	92.5	46.3	30.8	23.1	53.9	12.2	7.69 (49.61)	26	K、R	5412
1.94	5.29	49.3	134.4	6	508	254	135	67.6	45.1	31.6	78.7	17.8	9.38 (60.52)	30	K、R	5413
1.96	3.77	49.8	95.8	1	749	374	199	99.6			116	26.5	6.83 (44.06)	30	K、R	5414
1.97	2.16	50.0	54.9	3	112	56.3	34.1	16.4	11.2	7.8	17.4		3.79 (24.45)	26	K、R	5415
1.98	3.82	50.3	97.0	1	752	376	200	98.9			117	26.6	6.75 (43.55)	30	K、R	5416
2.00	2.00	50.8	50.8	1	661	331	185				102	23.6	3.59 (23.16)	30	K、R	5169
2.00	2.00	50.8	50.8	1	36.1	17.8	10.9	5.3			5.6		2.82 (18.19)	24	K、R	5417
2.00	2.60	50.8	66.0	7	344	172	104	51.8			53.3	12.1	4.75 (30.65)	26	K、R	5418
2.00	3.00	50.8	76.2	1	441	220	123				68.4	15.5	5.50 (35.48)	30	K、R	5170
2.00	3.00	50.8	76.2	1	53.3	25.9	15.9	7.5	5.4	3.6	8.3		4.62 (29.81)	24	K、R	5419
2.00	3.00	50.8	76.2	7	33.3	15.6	9.8	4.5			5.2		4.54 (29.29)	24	K、R	5463
2.00	3.25	50.8	82.6	6	86.6	43.3	26.2	12.6	8.6	6.1	13.4		5.60 (36.13)	24	K、R	5420
2.00	3.25	50.8	82.6	6	75.6	37.8	22.8	10.9	7.5	5.3	11.7		5.50 (35.48)	26	K、R	5421
2.00	4.00	50.8	101.6	1	331	165	92.7				51.3	11.6	7.41 (47.81)	30	K、R	5171
2.00	4.00	50.8	101.6	1	70.1	34.6	21.2	10.4	6.9	4.8	10.9		6.73 (43.42)	24	K、R	5422
2.00	4.00	50.8	101.6	7	23.7	11.6	7.3						6.34 (40.90)	24	K、R	5487
2.00	5.00	50.8	127.0	1	88.1	43.2	26.2	13.1	8.6	5.9	13.7		8.22 (53.03)	24	K、R	5423
2.00	5.00	50.8	127.0	7	23.9	13.1	8.8	4.3					8.14 (52.52)	24	K、R	5506
2.00	6.00	50.8	152.4	1	220	110	61.6				34.1	7.7	11.23 (72.45)	30	K、R	5172
2.00	6.00	50.8	152.4	1	104	51.8	31.9	15.1	9.8	7.1	16.1		10.02 (64.65)	24	K、R	5424
2.00	6.05	50.8	153.7	1	99.7	49.9	30.2	14.5	9.9	6.9	15.5		11.00 (70.97)	24	K、R	5425
2.00	7.00	50.8	177.8	1	120	60.4	36.5	17.5	11.2	8.3	18.6		11.82 (76.26)	24	K、R	5426
2.00	8.00	50.8	203.2	1	137	68.9	41.9	20.1	12.9	9.4	21.2		13.62 (87.87)	24	K、R	5427
2.00	9.00	50.8	228.6	1	154	77.7	46.8	21.6	14.3	10.6	23.9	5.3	15.42 (99.48)	24	K、R	5428
2.00	10.00	50.8	254.0	1	171	85.8	52.1	23.8	16.1	11.6	26.5	5.9	17.22 (111.10)	24	K、R	5429
2.00	10.00	50.8	254.0	6	320	160	96.8	46.5	31.8	23.3	49.6	11.1	18.20 (117.42)	26	K、R	5430
2.00	11.00	50.8	279.4	1	188	94.1	57.1	26.4	17.7	13.1	29.1	6.5	19.02 (122.71)	24	K、R	5431
2.00	12.00	50.8	304.8	1	220	110	61.6	28.6			34.1	7.6	22.69 (146.39)	24	K、R	5173
2.00	12.00	50.8	304.8	1	206	102	61.9	28.5	18.8	14.1	31.9	7.2	20.82 (134.32)	24	K、R	5432
2.00	12.00	50.8	304.8	1	442	221	134	63.5	44.1	30.8	68.5	15.4	21.80 (140.64)	24	K、R	5433
2.05	2.70	52.1	68.6	8	725	362	219	97.3			112	25.7	5.19 (33.48)	30	K	5434
2.15	2.55	54.6	64.8	2	123	62.1	37.3	17.9	12.3	8.6	19.1		5.05 (32.58)	26	K、R	5435
2.17	3.80	55.1	96.5	1	681	340	181	90.6			106	24.0	7.20 (46.45)	30	K、R	5436
2.25	4.00	57.2	101.6	1	284	142	86.1	41.4	28.3	19.8	44.0	9.9	7.70 (49.68)	26	K、R	5437
2.25	4.50	57.2	114.3	6	140	70.3	42.5	20.4	14.1	9.8	21.7		8.82 (56.90)	24	K、R	5438
2.25	5.25	57.2	133.4	6	142	70.9	42.9	20.6	14.2	9.9	22.0		10.53 (67.94)	24	K、R	5439
2.25	5.25	57.2	133.4	6	160	80.1	48.6	23.4	15.9	11.2	24.8	5.6	10.40 (67.10)	24	K、R	5440
2.25	6.28	57.2	159.5	8	364	182	110	53.1	36.3	25.4	56.4	12.7	12.52 (80.77)	26	K、R	5441
2.30	9.07	58.4	230.4	6	1016	508	270	135	90.1	67.6	157	35.6	19.70 (127.10)	24	K、R	5443
2.35	4.10	59.7	104.1	7	168	84.1	50.9	24.4	16.7	11.7	26.0	5.9	8.58 (55.35)	24	K、R	5444
2.45	6.07	62.2	154.2	8	861	431	229	115			133	30.3	14.00 (90.32)	24	K、R	5445
2.50	3.00	63.5	76.2	1	421	210	127	61.2			65.3	14.8	6.40 (41.29)	26	K、R	5446

\*电阻公差为 ±10% 或 ±0.5, 取其较大值  
橡胶 (HR) 型号不能与镍铁合金元件配合使用

标准聚酰亚胺  
电热片  
及橡胶电热片

# 标准聚酰亚胺电热片及橡胶电热片

尺寸 (in)		尺寸 (mm)		类型	电阻选项 - 欧姆*						有效面积		导线 AWG	绝缘	型号	
X	Y	X	Y		R(0°C) [可与 Heaterstat 配合使用] →						镍铁	镍				in <sup>2</sup> (cm <sup>2</sup> )
2.50	3.00	63.5	76.2	1	290	145	87.9	42.2	28.9	20.2	45.0	10.2	6.90 (44.52)	26	K、R	5447
2.50	4.00	63.5	101.6	1	576	288	174	83.8			89.3	20.2	8.90 (57.42)	30	K、R	5448
2.50	4.04	63.5	102.6	1	703	351	187	93.5			109	24.8	9.35 (60.32)	24	K、R	5449
2.50	5.00	63.5	127.0	1	231	115	69.9	33.6	22.9	16.1	35.8	8.0	11.30 (72.90)	26	K、R	5450
2.50	6.00	63.5	152.4	3	206	103	62.3	30.1	20.5	14.3	31.9	7.2	13.60 (87.74)	26	K、R	5451
2.50	8.00	63.5	203.2	1	315	157	95.3	45.8	31.3	21.9	48.8	11.0	18.70 (120.64)	26	K、R	5452
2.50	11.30	63.5	287.0	1	2341	1170	623	311			363	82.6	25.70 (165.81)	24	K、R	5453
2.50	11.42	63.5	290.1	1	2089	1045	556	278			324	73.6	26.40 (170.32)	24	K、R	5454
2.53	3.05	64.3	77.5	6	93.7	47.1	28.3	13.6	9.3	6.5	14.5		7.17 (46.26)	26	K、R	5455
2.55	3.05	64.8	77.5	8	165	82.9	50.1	24.1	16.4	11.5	25.6	5.8	7.00 (45.16)	30	K、R	5456
2.68	3.44	68.1	87.4	2	72.6	36.3	21.9	10.6	7.2	5.1	11.3		7.64 (49.29)	26	K、R	5457
2.75	12.00	69.9	304.8	1	243	121	73.6	35.4	24.2	16.9	37.7	8.4	30.90 (199.35)	24	K、R	5458
2.81	2.94	71.4	74.7	2	253	126	76.7	36.9	25.2	17.7	39.2	8.8	7.45 (48.06)	26	K、R	5459
2.87	16.41	72.9	416.8	6	1648	824	438	219	146	110		57.6	45.30 (292.26)	24	R	5460
2.92	6.82	74.2	173.2	3	713	357	190	94.8	63.2	47.4	111	24.9	18.50 (119.35)	24	K、R	5461
2.92	6.82	74.2	173.2	1	1566	784	474	228			243	55.2	18.50 (119.35)	26	K、R	5462
3.00	3.00	76.2	76.2	1	294	147	82.3				45.6	10.3	8.41 (54.26)	30	K、R	5174
3.00	3.00	76.2	76.2	1	46.5	23.3	14.6	6.4	4.9		7.2		7.34 (47.35)	24	K、R	5464
3.00	3.10	76.2	78.7	1	44.4	22.2	13.4	6.5	4.4		6.9		7.98 (51.48)	24	K、R	5465
3.00	4.00	76.2	101.6	1	62.1	30.9	19.4	8.6	5.7	4.1	9.6		10.14 (65.42)	24	K、R	5466
3.00	4.00	76.2	101.6	7	35.1	17.1	10.8	4.6			5.4		10.14 (65.42)	24	K、R	5488
3.00	5.00	76.2	127.0	1	176	88.2	49.4				27.3	6.1	14.23 (91.81)	30	K、R	5175
3.00	5.00	76.2	127.0	1	77.7	38.7	24.2	10.3	7.1	5.1	12.0		12.94 (83.48)	24	K、R	5467
3.00	5.00	76.2	127.0	7	36.1	19.5	12.6	5.9	3.7		5.6		12.94 (83.48)	24	K、R	5507
3.00	6.00	76.2	152.4	1	93.8	46.1	29.1	12.9	8.6	6.1	14.5		15.74 (101.55)	24	K、R	5468
3.00	7.00	76.2	177.8	1	109	53.4	33.9	14.3	10.1	7.1	16.9		18.54 (119.61)	24	K、R	5469
3.00	8.00	76.2	203.2	1	125	60.9	38.8	16.1	11.4	8.1	19.4		21.34 (137.68)	24	K、R	5470
3.00	9.00	76.2	228.6	1	141	68.3	43.5	18.9	12.9	9.1	21.9		24.14 (155.74)	24	K、R	5471
3.00	9.00	76.2	228.6	1	407	203	123	59.2	40.5	28.3	63.1	14.2	25.50 (164.52)	26	K、R	5472
3.00	10.00	76.2	254.0	1		340	190	88.2	67.9	53.8	103	23.1	28.75 (185.48)	24	K、R	5176
3.00	10.00	76.2	254.0	1	156	75.8	48.3	20.3	14.9	10.2	24.2	5.4	26.94 (173.81)	24	K、R	5473
3.00	11.00	76.2	279.4	1	172	83.6	53.1	22.3	15.7	11.1	26.7	6.0	29.74 (191.87)	24	K、R	5474
3.00	12.00	76.2	304.8	1	188	91.1	57.7	23.9	16.7	12.1	29.1	6.5	32.54 (209.94)	24	K、R	5475
3.00	15.00	76.2	381.0	1		226	126	58.8	45.3	35.9	68.2	15.3	43.30 (279.35)	24	K、R	5177
3.03	3.03	77.0	77.0	3	1317	658	350	175			204	46.8	8.34 (53.81)	30	K	5476
3.10	4.10	78.7	104.1	1	306	153	92.7	43.8	18.1	12.7	47.4	10.7	11.40 (73.55)	26	K、R	5477
3.10	6.10	78.7	154.9	1	88.6	44.4	26.9	12.9	8.8	6.2	13.7		16.60 (107.10)	24	K、R	5478
3.10	7.10	78.7	180.3	3	104	52.3	31.6	15.2	10.4	7.3	16.1		19.80 (127.74)	24	K、R	5479
3.10	9.10	78.7	231.1	1	1500	750	454	218			233	52.7	25.60 (165.16)	26	K、R	5480
3.10	12.10	78.7	307.3	1	445	222	135	63.9	44.3	31.1	69.0	15.5	33.90 (218.71)	24	K、R	5481
3.25	3.25	82.6	82.6	7	172	86.1	52.1	25.1	17.1	12.1	26.7	6.0	9.80 (63.23)	26	K、R	5482
3.50	7.35	88.9	186.7	1	252	126	76.3	36.7	25.1	17.6	39.1	8.8	23.30 (150.32)	24	K、R	5483
3.63	16.27	92.2	413.3	1	795	398	212	106	70.5	52.9		27.7	56.00 (361.29)	24	R	5484
3.75	4.75	95.3	120.7	6	72.5	36.3	21.9	10.5	7.2	5.1	11.2		15.60 (100.64)	26	K、R	5485
3.80	8.60	96.5	218.4	1	243	121	73.6	35.4	24.2	16.9	37.7	8.4	29.80 (192.26)	24	K、R	5486
4.00	4.00	101.6	101.6	1	330	165	92.4	42.9			51.2	11.5	15.20 (98.06)	30	K、R	5178

\*电阻公差为 ±10% 或 ±0.5, 取其较大值  
橡胶 (HR) 型号不能与镍铁合金元件配合使用

标准聚酰亚胺  
电热片  
及橡胶电热片



# 标准聚酰亚胺电热片及橡胶电热片

尺寸 (in)		尺寸 (mm)		类型	电阻选项 - 欧姆*					有效面积		导线 AWG	绝缘	型号		
X	Y	X	Y		R(0°C) [可与 Heaterstat 配合使用] →					镍铁	镍				in <sup>2</sup> (cm <sup>2</sup> )	
4.00	4.00	101.6	101.6	1	46.5	23.3	14.3	6.1	4.9	7.2		13.94 (89.94)	24	K、R	5489	
4.00	5.00	101.6	127.0	1	57.9	27.7	17.7	7.6	5.5	3.8	9.0	17.74 (114.45)	24	K、R	5490	
4.00	5.00	101.6	127.0	7	48.5	25.9	16.8	7.3	5.1	3.5	7.5	17.74 (114.45)	24	K、R	5508	
4.00	6.00	101.6	152.4	1	69.3	33.2	21.3	9.4	6.4	4.6	10.7	21.54 (138.97)	24	K、R	5491	
4.00	7.00	101.6	177.8	1	80.7	38.6	24.7	10.9	7.2	5.3	12.5	25.34 (163.48)	24	K、R	5492	
4.00	8.00	101.6	203.2	1		318	178	82.7	63.7	50.4	96.0	30.84 (198.97)	24	K、R	5179	
4.00	8.00	101.6	203.2	1	92.3	43.9	28.3	12.3	8.4	6.1	14.3	29.14 (188.00)	24	K、R	5493	
4.00	8.00	101.6	203.2	3	378	189	114	55.1	37.6	26.3	58.6	30.30 (195.48)	24	K、R	5494	
4.00	9.00	101.6	228.6	1	103	49.5	31.7	13.4	9.3	6.8	16.0	32.94 (212.52)	24	K、R	5495	
4.00	10.00	101.6	254.0	1	114	55.1	35.3	14.8	10.8	7.6	17.7	36.74 (237.03)	24	K、R	5496	
4.00	11.00	101.6	279.4	1	126	60.6	38.8	16.2	11.7	8.3	19.5	40.54 (261.55)	24	K、R	5497	
4.00	12.00	101.6	304.8	1		212	118	55.1	42.4	33.6	64.0	46.48 (299.87)	24	K、R	5180	
4.00	12.00	101.6	304.8	1	137	66.1	42.1	17.6	12.2	9.1	21.2	44.34 (286.06)	24	K、R	5498	
4.00	15.50	101.6	393.7	2	445	223	135	64.8	44.3	31.1	69.0	58.70 (378.71)	24	K、R	5499	
4.00	16.80	101.6	426.7	6	720	360	218	105	71.6	50.1		25.0	63.00 (406.45)	24	R	5500
4.00	20.00	101.6	508.0	1	851	426	257	120	84.6	59.3		29.6	74.50 (480.64)	24	R	5501
4.05	8.05	102.9	204.5	1	617	312	186	89.9	61.4	43.1	95.6	21.5	30.40 (196.13)	26	K、R	5502
4.05	9.05	102.9	229.9	1	1400	700	420	210	139	97.1	217	49.0	34.10 (220.00)	26	K、R	5503
4.05	11.90	102.9	302.3	8	290	145	87.8	42.2	28.9	20.2	45.0	10.1	45.00 (290.32)	24	K、R	5504
4.50	19.40	114.3	492.8	1	30.1	15.1	9.1	4.3					81.30 (524.52)	24	R	5505
5.00	5.00	127.0	127.0	1		407	227	106	81.5	64.5	123	27.7	24.02 (154.97)	24	K、R	5181
5.00	5.00	127.0	127.0	1	61.5	32.6	21.1	8.9	6.1	4.3	9.5		22.54 (145.42)	24	K、R	5509
5.00	6.00	127.0	152.4	1	72.4	38.8	24.9	10.6	7.3	5.1	11.2		27.34 (176.39)	24	K、R	5510
5.00	7.00	127.0	177.8	1	84.3	45.1	29.2	12.3	8.9	5.9	13.1		32.14 (207.35)	24	K、R	5511
5.00	8.00	127.0	203.2	1	96.2	51.4	32.9	14.1	9.7	6.8	14.9		36.94 (238.32)	24	K、R	5512
5.00	9.00	127.0	228.6	1	108	57.8	36.9	15.6	10.7	7.6	16.7		41.74 (269.29)	24	K、R	5513
5.00	10.00	127.0	254.0	1				85.7	66.1	52.9	105	23.5	48.57 (313.35)	24	K、R	5182
5.00	10.00	127.0	254.0	1	119	64.2	41.5	18.6	11.9	8.5	18.4		46.54 (300.26)	24	K、R	5514
5.00	11.00	127.0	279.4	1	131	70.5	44.9	19.2	12.8	9.4	20.3		51.34 (331.23)	24	K、R	5515
5.00	12.00	127.0	304.8	1	142	76.7	48.7	20.4	13.7	10.2	22.0		56.14 (362.19)	24	K、R	5516
5.00	12.10	127.0	307.3	1	377	190	114	54.8	37.5	26.3	58.4	13.1	56.40 (363.87)	24	K、R	5517
5.00	15.00	127.0	381.0	1				57.2	44.1	35.3	69.8	15.6	73.12 (471.74)	24	K、R	5183
5.00	15.97	127.0	405.6	8	271	136	72.2	36.1	24.1	18.1	42.0	9.4	76.00 (490.32)	24	K、R	5518
5.05	5.05	128.3	128.3	3	227	113	68.6	32.3	22.6	15.8	35.2	7.9	23.60 (152.26)	24	K、R	5519
5.05	5.05	128.3	128.3	3	262	131	79.4	38.2	26.1	18.3	40.6	9.1	23.60 (152.26)	24	K、R	5520
5.05	8.05	128.3	204.5	1	953	476	288	138	94.8	66.4	148	33.2	38.30 (247.10)	26	K、R	5521
5.05	10.10	128.3	256.5	1	660	330	205	98.2	65.7	46.1	102	23.0	48.00 (309.68)	26	K、R	5522
5.05	10.50	128.3	266.7	6	784	392	237	114	78.1	55.2	122	27.3	50.00 (322.58)	26	K、R	5523
5.10	12.10	129.5	307.3	1	523	261	158	76.2	52.1	36.4	81.1	18.2	58.00 (374.19)	26	K、R	5524
5.50	5.50	139.7	139.7	1	50.0	25.7	14.2	6.4	4.6	3.4	7.8		29.17 (188.19)	26	K、R	5596
5.50	7.00	139.7	177.8	1	384	192	116	55.8	38.1	26.7	59.5	13.3	35.80 (230.97)	24	K、R	5525
6.00	6.00	152.4	152.4	1	174	87.0	48.7	22.6	17.4	12.2	27.0	6.0	34.38 (221.81)	24	K、R	5560
6.06	8.06	153.9	204.7	6	362	182	109	52.6	36.1	25.2	56.1	12.6	45.70 (294.84)	24	K、R	5526
6.06	8.06	153.9	204.7	2	630	315	190	91.5	62.6	43.8	97.7	21.9	46.10 (297.42)	26	K、R	5527
6.90	9.00	175.3	228.6	2	88.1	44.1	26.1	12.8	8.8	6.2	13.7		58.30 (376.13)	24	K、R	5528
7.50	11.55	190.5	293.4	8	2890	1446	874	420			448	101	74.00 (477.42)	26	K、R	5529

\*电阻公差为 ±10% 或 ±0.5, 取其较大值  
橡胶 (HR) 型号不能与镍铁合金元件配合使用

标准聚酰亚胺  
电热片  
及橡胶电热片

# 标准聚酰亚胺电热片及橡胶电热片

尺寸 (in)		尺寸 (mm)		类型	电阻选项 - 欧姆*						有效面积 in <sup>2</sup> (cm <sup>2</sup> )	导线 AWG	绝缘	型号	
X	Y	X	Y		R(0°C) [可与 Heaterstat 配合使用] →										
7.90	18.30	200.7	464.8	8	241	120	73.1	35.1	24.1	16.8	8.3	140.00 (903.22)	24	R	5530
8.80	11.20	223.5	284.5	8	220	110	66.5	31.9	21.8	15.3	34.1 7.6	94.40 (609.03)	24	K、R	5531
9.00	12.00	228.6	304.8	3	545	273	165	79.3	54.2	38.1	84.5 18.9	103.00 (664.51)	24	K、R	5532
9.00	18.00	228.6	457.2	6	184	92.1	55.6	26.7	18.3	12.8	6.4	156.00 (1006.45)	24	R	5533
10.00	10.00	254.0	254.0	1				42.8	33.1	26.4	52.2 11.7	97.52 (629.16)	20	K、R	5184
10.00	15.00	254.0	381.0	1				28.6	22.0	17.6	34.9 7.8	146.92 (947.87)	20	K、R	5185
10.00	18.00	254.0	457.2	1	161	80.4	48.6	23.4	16.1	11.2	5.6	173.00 (1116.13)	24	R	5534
10.07	18.27	255.8	464.1	7	327	163	98.9	47.5	32.5	22.7	11.3	177.00 (1141.93)	24	R	5535
10.70	11.00	271.8	279.4	6	807	403	244	117	80.3	56.1	125 28.0	114.00 (735.48)	24	K、R	5536
11.00	15.00	279.4	381.0	1	200	103	56.6	25.5	18.5	13.6	31.0 6.9	158.56 (1022.97)	20	K、R	5600
0.50	0.09	12.7	2.4	31	25.0	12.8	7.1					0.13 (0.84)	30	K	5186
0.50		12.7		10	26.1	13.1	7.8	3.8				0.15 (0.97)	30	K	5537
0.75	0.12	19.1	3.1	31	39.2	20.6	11.2	5.2	3.9	3.0	6.1	0.35 (2.26)	26	K、R	5593
0.78		19.8		10	32.2	16.1	9.7	4.7				0.32 (2.06)	30	K、R	5538
0.78		19.8		10	70.1	35.2	21.1	10.2			10.9	0.32 (2.06)	30	K	5539
0.98	0.12	24.9	3.0	11	37.2	18.6	11.3	5.4			5.8	0.65 (4.19)	24	K、R	5540
1.00	0.09	25.4	2.4	31	157	80.5	44.4	19.9	14.4	10.5	24.3 5.6	0.68 (4.39)	26	K	5187
1.10	0.12	27.9	3.0	11	61.1	30.5	18.5	8.9			9.5	0.66 (4.26)	24	K、R	5541
1.18		30.0		30	288	144	80.6	37.4	28.8	20.2	44.6 10.4	0.90 (5.81)	30	K	5561
1.25	0.60	31.8	15.2	11	84.4	42.2	25.5	12.3			13.1	0.59 (3.81)	26	K、R	5542
1.32		33.5		10	38.0	19.0	10.6	4.9	3.8		5.9	1.19 (7.68)	30	K、R	5562
1.35	0.45	34.3	11.4	11	156	78.1	47.2	22.7			24.2 5.6	0.96 (6.19)	30	K	5543
1.50	0.12	38.1	3.1	31	75.0	39.0	21.3	9.8	7.2	5.4	11.6	1.60 (10.32)	26	K、R	5597
1.73		43.9		10	227	114	68.7	33.1			35.2 8.0	2.00 (12.90)	30	K、R	5544
1.75	0.12	44.5	3.0	11	61.1	30.5	18.5	8.9	6.1	4.2	9.5	2.19 (14.13)	24	K、R	5545
1.85	0.12	47.0	3.0	11	61.2	30.6	18.5	8.9	6.1	4.2	9.5	2.44 (15.74)	26	K、R	5546
1.90		48.3		10	156	78.4	47.4	22.8			24.2 5.5	2.48 (16.00)	24	K、R	5547
2.00	0.12	50.8	3.1	31	100	51.9	28.4	13.0	9.6	7.1	15.5	2.93 (18.90)	26	K、R	5598
2.13	1.12	54.1	28.4	11	180	90.1	54.6	26.3			27.9 6.3	2.16 (13.94)	26	K、R	5548
2.45		62.2		10	530	265	160	77.1			82.2 18.8	4.16 (26.84)	26	K、R	5549
2.85		72.4		10	200	100	56.0	26.0	20.0	14.0	31.0 7.0	5.98 (38.58)	30	K、R	5563
3.00	0.12	76.2	3.1	31	378	194	107	48.0	34.7	25.4	58.6 13.3	6.61 (42.65)	26	K、R	5188
3.40		86.4		10	198	99.0	55.4	25.7	19.8	13.9	30.7 6.9	8.34 (53.81)	24	K、R	5564
3.72	2.09	94.5	53.1	11	317	158	95.9	46.1	31.6	22.1	49.1 11.1	6.76 (43.61)	26	K、R	5550
4.30	3.42	109.2	86.9	11	405	206	125	60.1			62.8 14.3	3.91 (25.23)	26	K、R	5551
4.75	2.50	120.7	63.5	11	54.5	27.3	14.5	7.2	4.8	3.6	8.4	11.48 (74.06)	24	K、R	5552
6.00	0.12	152.4	3.1	11	150	77.4	42.5	19.2	14.0	10.3	23.3 5.2	27.02 (174.32)	26	K、R	5599
6.25	2.00	158.8	50.8	11	610	305	185	88.8	60.7	42.5	94.6 21.3	25.66 (165.55)	24	K、R	5553
6.75	4.75	171.5	120.7	11	251	125	76.1	36.6	25.1	17.5	38.9 8.7	15.79 (101.87)	26	K、R	5554
7.06		179.3		10	120	60.1	31.9	16.1	10.6	7.4	18.6	37.19 (239.94)	24	K、R	5555
8.25	4.32	209.6	109.7	11	670	335	202	97.4	67.1	47.4	104 23.3	36.13 (233.10)	24	K、R	5556
9.00	3.00	228.6	76.2	11	710	355	215	101	70.6	49.4	110 24.7	52.46 (338.45)	24	K、R	5557
9.60	0.90	243.8	22.9	11	72.7	36.3	21.9	10.6	7.2	5.1	11.3	67.65 (436.45)	24	K、R	5558
10.00	0.25	254.0	6.4	11	667	334	202	96.7	67.1	47.7	103 23.2	74.78 (482.45)	24	K、R	5559

\*电阻公差为 ±10% 或 ±0.5, 取其较大值  
橡胶 (HR) 型号不能与镍铁合金元件配合使用

要配置 Minco 电热片及在线订购, 请访问: [www.minco.com/heater\\_config/](http://www.minco.com/heater_config/)  
所有标准聚酰亚胺和硅橡胶电热片的规格均可随时更改

标准聚酰亚胺  
电热片  
及橡胶电热片



# 绕线式橡胶电热片



## 概述

这些硅橡胶电热片具有绕线式元件，在大规模应用中特别经济实惠。

- 平均故障间隔时间 (MTBF) 为 100,000 多个小时，可延长电热片连续运行时的使用寿命
- 坚固的结构和极高的延展性允许反复弯曲，从而使安装变得更加轻松
- 封装在硅橡胶中的元件导线可以防止电气连接受潮，从而避免进行现场维修所需的代价昂贵的停机时间。
- 均匀加热到 220°C (428°F)
- 电热片长度达到 90" (1.8 m)
- 安装到平坦或弯曲表面
- TÜV 和 UL 组件认证标志是标准
- 在 120 或 240 VAC 下，提供 2.5、5、10 和 15 w/in<sup>2</sup> (0.39、0.78、1.55 和 2.33 w/cm<sup>2</sup>)
- 通过电容耦合而减少漏电

## 典型应用

- 防止电机和发电机出现冷凝现象
- 保护仪表柜免受低温和潮湿侵袭
- 防冻
- 控制阀和容器中的液体粘度
- 工业炉和热处理设备
- 压板
- 医疗设备

要配置 Minco 电热片及在线订购，请访问：

[www.minco.com/heater\\_config/](http://www.minco.com/heater_config/)

## 定制选项

- 定制形状和尺寸为 22" × 90" (560 × 2285 mm)
- 定制电阻为 200 Ω/in<sup>2</sup> (31 Ω/cm<sup>2</sup>)
- 集成恒温器
- 符合 RoHS 标准
- 请联系：Minco 销售与技术支持以获得设计方面的帮助

## 规格

**温度范围：**-45 至 235°C (-50 至 455°F)。  
具备 UL 组件认证：-45 至 220°C (-50 至 428°F)。

**厚度：**0.055" ±0.005" (1.4 ±0.13 mm)。  
导线上方最大值 0.250" (6.4 mm)。

**最大电压额定值：**UL 额定值为 600 VAC，TÜV 认证最大值为 250 VAC。

**导线：**除注明外均为 AWG 20，根据 UL 1199/CSA 采用 PTFE 绝缘。标准型号的长度为 12" (305 mm)。

**电流容量（基于最高环境温度 100°C。）：**

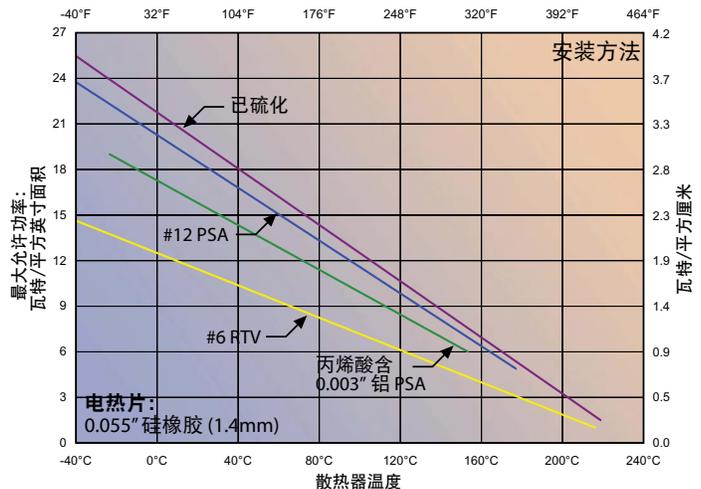
AWG 20 - 13.5 A

AWG 18 - 16.0 A

**认证：**所有绕线式型号均符合 UL 标准 499、加拿大标准 C22.2, No. 72-M1984 和欧洲标准 EN60335，并且具有相应的认证标志。

**功率公差：**±5%。

## 绕线式橡胶电热片 最大功率密度



范例：在 100°C 时，用 #6 RTV 安装的电热片最大功率为 7 W/in<sup>2</sup> (1.09 W/cm<sup>2</sup>)。

规格可随时更改

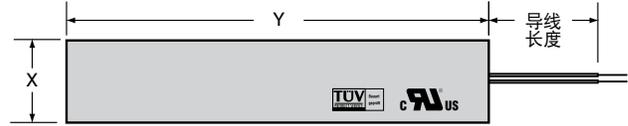
# 普通绕线式橡胶电热片

通常有库存，可立即发货。  
订购时请说明完整的型号（如 HR6870A）

## 规格选项

HR6850	型号
A	电热片背衬 A = 无背衬
HR6850A = 样品部件号	

导线长度：24" (610 mm)



## 120 伏特

尺寸 (英寸)		尺寸 (mm)		伏特	瓦特	型号
X	Y	X	Y			
1	6	25.4	152.4	120	30	HR6870A
1	10	25.4	254.0	120	25	HR6877A
1	10	25.4	254.0	120	50	HR6850A
1	12	25.4	304.8	120	60	HR6871A
1	20	25.4	508.0	120	50	HR6878A
1	20	25.4	508.0	120	100	HR6852A
1	24	25.4	609.6	120	120	HR6873A
1	30	25.4	762.0	120	75	HR6880A
1	30	25.4	762.0	120	150	HR6854A
1	40	25.4	1016.0	120	100	HR6882A
1	40	25.4	1016.0	120	200	HR6856A
1	60	25.4	1524.0	120	150	HR6884A
1	60	25.4	1524.0	120	300	HR6858A
2	10	50.8	254.0	120	100	HR6860A
2	20	50.8	508.0	120	100	HR6886A
2	20	50.8	508.0	120	200	HR6862A
2	24	50.8	609.6	120	240	HR6875A
2	30	50.8	762.0	120	150	HR6888A
2	30	50.8	762.0	120	300	HR6864A
2	40	50.8	1016.0	120	200	HR6890A
2	40	50.8	1016.0	120	400	HR6866A
2	60	50.8	1524.0	120	600	HR6868A

## 240 伏特

尺寸 (英寸)		尺寸 (mm)		伏特	瓦特	型号
X	Y	X	Y			
1	10	25.4	254.0	240	50	HR6851A
1	12	25.4	304.8	240	60	HR6872A
1	20	25.4	508.0	240	50	HR6879A
1	20	25.4	508.0	240	100	HR6853A
1	24	25.4	609.6	240	120	HR6874A
1	30	25.4	762.0	240	75	HR6881A
1	30	25.4	762.0	240	150	HR6855A
1	40	25.4	1016.0	240	100	HR6883A
1	40	25.4	1016.0	240	200	HR6857A
1	60	25.4	1524.0	240	150	HR6885A
1	60	25.4	1524.0	240	300	HR6859A
2	10	50.8	254.0	240	100	HR6861A
2	20	50.8	508.0	240	100	HR6887A
2	20	50.8	508.0	240	200	HR6863A
2	24	50.8	609.6	240	240	HR6876A
2	30	50.8	762.0	240	150	HR6889A
2	30	50.8	762.0	240	300	HR6865A
2	40	50.8	1016.0	240	200	HR6891A
2	40	50.8	1016.0	240	400	HR6867A
2	60	50.8	1524.0	240	600	HR6869A

橡胶电热片  
(绕线式)

规格可随时更改



# 标准绕线式橡胶电热片

Minco 投入了大量设计时间和制造工具，以便您能够立即开始原型设计工作。下表概述了 Minco 以前设计的绕线式橡胶电热片的好处和规格。

Minco 仪器定制的交付期一般是 3 个星期，这取决于客户定制的数量。我们有多种部件配置的有限存货，一般来说可以满足您的急需。

请联系：Minco 销售与技术支持部门讨论混合和匹配电热片尺寸及电阻值，以有助于满足客户对性能和交付期的要求。

## 规格选项

HR6600	型号
R576	电热片电阻 (欧姆)
L12	导线长度 (英寸) 标准为 12" (305 mm)
A	电热片背衬 A = 无背衬 -45 至 220°C B = #12 PSA 背衬 -45 至 177°C D = 铝箔背衬 -45 至 220°C E = 含丙烯酸酯 PSA 的铝箔 -32 至 150°C F = 含 #12 PSA 的铝箔 -45 至 204°C
HR6600R576L12A = 样品部件号	

尺寸 (in)		尺寸 (mm)		120 伏特电热片								型号
X	Y	X	Y	2.5 W/in <sup>2</sup> (0.39 W/cm <sup>2</sup> )		5 W/in <sup>2</sup> (0.78 W/cm <sup>2</sup> )		10 W/in <sup>2</sup> (1.55 W/cm <sup>2</sup> )		15 W/in <sup>2</sup> (2.33 W/cm <sup>2</sup> )		
				瓦特	电阻	瓦特	电阻	瓦特	电阻	瓦特	电阻	
1	5	25	127			25 W	576 Ω	50 W	288 Ω	75 W	192 Ω	HR6600
1	6	25	152			30 W	480 Ω	60 W	240 Ω	90 W	160 Ω	HR6693
1	10	25	254	25 W	576 Ω	50 W	288 Ω	100 W	144 Ω	150 W	96.0 Ω	HR6602
1	12	25	305	30 W	480 Ω	60 W	240 Ω	120 W	120 Ω	180 W	80.0 Ω	HR6694
1	15	25	381	38 W	384 Ω	75 W	192 Ω	150 W	96.0 Ω	225 W	64.0 Ω	HR6604
1	20	25	508	50 W	288 Ω	100 W	144 Ω	200 W	72.0 Ω	300 W	48.0 Ω	HR6606
1	24	25	610	60 W	240 Ω	120 W	120 Ω	240 W	60.0 Ω	360 W	40.0 Ω	HR6696
1	25	25	635	63 W	230 Ω	125 W	115 Ω	250 W	57.6 Ω	375 W	38.4 Ω	HR6608
1	30	25	762	75 W	192 Ω	150 W	96.0 Ω	300 W	48.0 Ω	450 W	32.0 Ω	HR6610
1	35	25	889	88 W	165 Ω	175 W	82.3 Ω	350 W	41.1 Ω	525 W	27.4 Ω	HR6612
1	40	25	1016	100 W	144 Ω	200 W	72.0 Ω	400 W	36.0 Ω	600 W	24.0 Ω	HR6614
1	60	25	1524	150 W	96.0 Ω	300 W	48.0 Ω	600 W	24.0 Ω	900 W	16.0 Ω	HR6616
1	70	25	1778	175 W	82.3 Ω	350 W	41.1 Ω	700 W	20.6 Ω			HR6618
2	5	51	127	25 W	576 Ω	50 W	288 Ω	100 W	144 Ω	150 W	96.0 Ω	HR6619
2	10	51	254	50 W	288 Ω	100 W	144 Ω	200 W	72.0 Ω	300 W	48.0 Ω	HR6621
2	15	51	381	75 W	192 Ω	150 W	96.0 Ω	300 W	48.0 Ω	450 W	32.0 Ω	HR6623
2	20	51	508	100 W	144 Ω	200 W	72.0 Ω	400 W	36.0 Ω	600 W	24.0 Ω	HR6625
2	24	51	610	120 W	120 Ω	240 W	60.0 Ω	480 W	30.0 Ω	720 W	20.0 Ω	HR6698
2	25	51	635	125 W	115 Ω	250 W	57.6 Ω	500 W	28.8 Ω	750 W	19.2 Ω	HR6627
2	30	51	762	150 W	96.0 Ω	300 W	48.0 Ω	600 W	24.0 Ω	900 W	16.0 Ω	HR6629
2	35	51	889	175 W	82.3 Ω	350 W	41.1 Ω	700 W	20.6 Ω	1050 W	13.7 Ω	HR6631
2	40	51	1016	200 W	72.0 Ω	400 W	36.0 Ω	800 W	18.0 Ω	1200 W	12.0 Ω	HR6633
2	60	51	1524	300 W	48.0 Ω	600 W	24.0 Ω	1200 W	12.0 Ω			HR6635
2	70	51	1778	350 W	41.1 Ω	700 W	20.6 Ω	1400 W	10.3 Ω			HR6637
3	5	76	127	38 W	384 Ω	75 W	192 Ω	150 W	96.0 Ω	225 W	64.0 Ω	HR6638
3	10	76	254	75 W	192 Ω	150 W	96.0 Ω	300 W	48.0 Ω	450 W	32.0 Ω	HR6640
3	15	76	381	113 W	128 Ω	225 W	64.0 Ω	450 W	32.0 Ω	675 W	21.3 Ω	HR6642
3	20	76	508	150 W	96.0 Ω	300 W	48.0 Ω	600 W	24.0 Ω	900 W	16.0 Ω	HR6644
3	25	76	635	188 W	76.8 Ω	375 W	38.4 Ω	750 W	19.2 Ω	1125 W	12.8 Ω	HR6646
3	30	76	762	225 W	64.0 Ω	450 W	32.0 Ω	900 W	16.0 Ω	1350 W	10.7 Ω	HR6648
3	35	76	889	263 W	54.9 Ω	525 W	27.4 Ω	1050 W	13.7 Ω	1575 W	9.1 Ω	HR6650*
3	40	76	1016	300 W	48.0 Ω	600 W	24.0 Ω	1200 W	12.0 Ω			HR6652
3	60	76	1524	450 W	32.0 Ω	900 W	16.0 Ω					HR6654
3	70	76	1778	525 W	27.4 Ω	1050 W	13.7 Ω					HR6655
4	5	102	127	50 W	288 Ω	100 W	144 Ω	200 W	72.0 Ω	300 W	48.0 Ω	HR6656
4	10	102	254	100 W	144 Ω	200 W	72.0 Ω	400 W	36.0 Ω	600 W	24.0 Ω	HR6658
4	15	102	381	150 W	96.0 Ω	300 W	48.0 Ω	600 W	24.0 Ω	900 W	16.0 Ω	HR6660
4	20	102	508	200 W	72.0 Ω	400 W	36.0 Ω	800 W	18.0 Ω	1200 W	12.0 Ω	HR6662
4	25	102	635	250 W	57.6 Ω	500 W	28.8 Ω	1000 W	14.4 Ω	1500 W	9.6 Ω	HR6664*
4	30	102	762	300 W	48.0 Ω	600 W	24.0 Ω	1200 W	12.0 Ω			HR6666

橡胶电热片 (绕线式)

# 标准绕线式橡胶电热片

尺寸 (in)		尺寸 (mm)		120 伏特电热片								型号
				2.5 W/in <sup>2</sup> (0.39 W/cm <sup>2</sup> )		5 W/in <sup>2</sup> (0.78 W/cm <sup>2</sup> )		10 W/in <sup>2</sup> (1.55 W/cm <sup>2</sup> )		15 W/in <sup>2</sup> (2.33 W/cm <sup>2</sup> )		
X	Y	X	Y	瓦特	电阻	瓦特	电阻	瓦特	电阻	瓦特	电阻	
4	35	102	889	350 W	41.1 Ω	700 W	20.6 Ω	1400 W	10.3 Ω			HR6668
4	40	102	1016	400 W	36.0 Ω	800 W	18.0 Ω	1600 W	9.0 Ω			HR6670*
4	60	102	1524	600 W	24.0 Ω	1200 W	12.0 Ω					HR6672
4	70	102	1778	700 W	20.6 Ω	1400 W	10.3 Ω					HR6673
5	5	127	127	63 W	230 Ω	125 W	115 Ω	250 W	57.6 Ω	375 W	38.4 Ω	HR6674
5	10	127	254	125 W	115 Ω	250 W	57.6 Ω	500 W	28.8 Ω	750 W	19.2 Ω	HR6676
5	15	127	381	188 W	76.8 Ω	375 W	38.4 Ω	750 W	19.2 Ω	1125 W	12.8 Ω	HR6678
5	20	127	508	250 W	57.6 Ω	500 W	28.8 Ω	1000 W	14.4 Ω	1500 W	9.6 Ω	HR6680*
5	25	127	635	313 W	46.1 Ω	625 W	23.0 Ω	1250 W	11.5 Ω			HR6682
5	30	127	762	375 W	38.4 Ω	750 W	19.2 Ω	1500 W	9.6 Ω			HR6684*
5	35	127	889	438 W	32.9 Ω	875 W	16.5 Ω					HR6686
5	40	127	1016	500 W	28.8 Ω	1000 W	14.4 Ω					HR6688
5	60	127	1524	750 W	19.2 Ω	1500 W	9.6 Ω					HR6690*
5	70	127	1778	875 W	16.5 Ω	1750 W	8.2 Ω					HR6691*
1	10	25	254			50 W	1152 Ω	100 W	576 Ω	150 W	384 Ω	HR6603
1	12	25	305			60 W	960 Ω	120 W	480 Ω	180 W	320 Ω	HR6605
1	15	25	381	38 W	1536 Ω	75 W	768 Ω	150 W	384 Ω	225 W	256 Ω	HR6605
1	20	25	508	50 W	1152 Ω	100 W	576 Ω	200 W	288 Ω	300 W	192 Ω	HR6607
1	24	25	610	60 W	960 Ω	120 W	480 Ω	240 W	240 Ω	360 W	160 Ω	HR6609
1	25	25	635	63 W	922 Ω	125 W	461 Ω	250 W	230 Ω	375 W	154 Ω	HR6609
1	30	25	762	75 W	768 Ω	150 W	384 Ω	300 W	192 Ω	450 W	128 Ω	HR6611
1	35	25	889	88 W	658 Ω	175 W	329 Ω	350 W	165 Ω	525 W	110 Ω	HR6613
1	40	25	1016	100 W	576 Ω	200 W	288 Ω	400 W	144 Ω	600 W	96.0 Ω	HR6615
1	60	25	1524	150 W	384 Ω	300 W	192 Ω	600 W	96.0 Ω	900 W	64.0 Ω	HR6617
2	5	51	127			50 W	1152 Ω	100 W	576 Ω	150 W	384 Ω	HR6620
2	10	51	254	50 W	1152 Ω	100 W	576 Ω	200 W	288 Ω	300 W	192 Ω	HR6622
2	15	51	381	75 W	768 Ω	150 W	384 Ω	300 W	192 Ω	450 W	128 Ω	HR6624
2	20	51	508	100 W	576 Ω	200 W	288 Ω	400 W	144 Ω	600 W	96.0 Ω	HR6626
2	24	51	610	120 W	480 Ω	240 W	240 Ω	480 W	120 Ω	720 W	80.0 Ω	HR6699
2	25	51	635	125 W	461 Ω	250 W	230 Ω	500 W	115 Ω	750 W	76.8 Ω	HR6628
2	30	51	762	150 W	384 Ω	300 W	192 Ω	600 W	96.0 Ω	900 W	64.0 Ω	HR6630
2	35	51	889	175 W	329 Ω	350 W	165 Ω	700 W	82.3 Ω	1050 W	54.9 Ω	HR6632
2	40	51	1016	200 W	288 Ω	400 W	144 Ω	800 W	72.0 Ω	1200 W	48.0 Ω	HR6634
2	60	51	1524	300 W	192 Ω	600 W	96.0 Ω	1200 W	48.0 Ω	1800 W	32.0 Ω	HR6636
3	5	76	127	38 W	1536 Ω	75 W	768 Ω	150 W	384 Ω	225 W	256 Ω	HR6639
3	10	76	254	75 W	768 Ω	150 W	384 Ω	300 W	192 Ω	450 W	128 Ω	HR6641
3	15	76	381	113 W	512 Ω	225 W	256 Ω	450 W	128 Ω	675 W	85.3 Ω	HR6643
3	20	76	508	150 W	384 Ω	300 W	192 Ω	600 W	96.0 Ω	900 W	64.0 Ω	HR6645
3	25	76	635	188 W	307 Ω	375 W	154 Ω	750 W	76.8 Ω	1125 W	51.2 Ω	HR6647
3	30	76	762	225 W	256 Ω	450 W	128 Ω	900 W	64.0 Ω	1350 W	42.7 Ω	HR6649
3	35	76	889	263 W	219 Ω	525 W	110 Ω	1050 W	54.9 Ω	1575 W	36.6 Ω	HR6651
3	40	76	1016	300 W	192 Ω	600 W	96.0 Ω	1200 W	48.0 Ω	1800 W	32.0 Ω	HR6653
4	5	102	127	50 W	1152 Ω	100 W	576 Ω	200 W	288 Ω	300 W	192 Ω	HR6657
4	10	102	254	100 W	576 Ω	200 W	288 Ω	400 W	144 Ω	600 W	96.0 Ω	HR6659
4	15	102	381	150 W	384 Ω	300 W	192 Ω	600 W	96.0 Ω	900 W	64.0 Ω	HR6661
4	20	102	508	200 W	288 Ω	400 W	144 Ω	800 W	72.0 Ω	1200 W	48.0 Ω	HR6663
4	25	102	635	250 W	230 Ω	500 W	115 Ω	1000 W	57.6 Ω	1500 W	38.4 Ω	HR6665
4	30	102	762	300 W	192 Ω	600 W	96.0 Ω	1200 W	48.0 Ω	1800 W	32.0 Ω	HR6667
4	35	102	889	350 W	165 Ω	700 W	82.3 Ω	1400 W	41.1 Ω	2100 W	27.4 Ω	HR6669
4	40	102	1016	400 W	144 Ω	800 W	72.0 Ω	1600 W	36.0 Ω	2400 W	24.0 Ω	HR6671
5	5	127	127	63 W	922 Ω	125 W	461 Ω	250 W	230 Ω	375 W	154 Ω	HR6675
5	10	127	254	125 W	461 Ω	250 W	230 Ω	500 W	115 Ω	750 W	76.8 Ω	HR6677
5	15	127	381	188 W	307 Ω	375 W	154 Ω	750 W	76.8 Ω	1125 W	51.2 Ω	HR6679
5	20	127	508	250 W	230 Ω	500 W	115 Ω	1000 W	57.6 Ω	1500 W	38.4 Ω	HR6681
5	25	127	635	313 W	184 Ω	625 W	92.2 Ω	1250 W	46.1 Ω	1875 W	30.7 Ω	HR6683
5	30	127	762	375 W	154 Ω	750 W	76.8 Ω	1500 W	38.4 Ω	2250 W	25.6 Ω	HR6685
5	35	127	889	438 W	132 Ω	875 W	65.8 Ω	1750 W	32.9 Ω	2625 W	21.9 Ω	HR6687
5	40	127	1016	500 W	115 Ω	1000 W	57.6 Ω	2000 W	28.8 Ω	3000 W	19.2 Ω	HR6689*

橡胶电热片  
(绕线式)

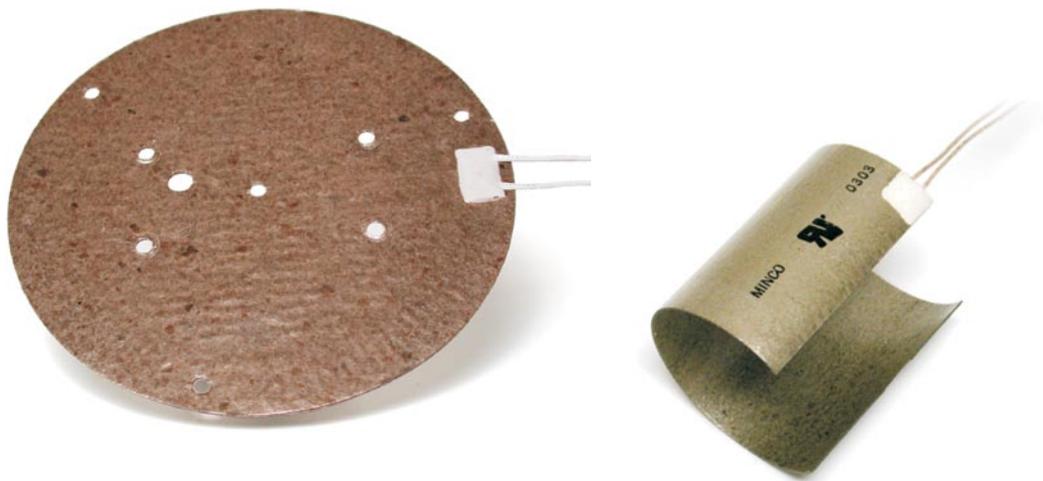
\*AWG 18 导线 (标准为 AWG 20)

规格可随时更改



# 云母 Thermofoil™ 电热片

高功率密度和宽温度范围



## 概述

云母 Thermofoil™ 电热片中的两个云母层之间夹有蚀刻箔片元件。将云母电热片紧紧夹到散热器上，云母电热片便能提供快速预热所需的最佳温度和功率。

- -150° 至 600°C 的较广的温度范围可以加快加工速度、缩短循环时间，从而提高产量
- 与传统的云母板电热片相比，功率密度高达 110 W/in<sup>2</sup> (17 W/cm<sup>2</sup>) 的电热片能够缩短加工时间
- 定制配置的热密度和机械夹紧可提供均匀的散热器温度，从而提高产量
- 经过 UL 认证，可节省进行最终用户 UL 设备识别所需的时间和费用
- 可在工厂做成曲线形状
- 电热片在初次预热后适合真空使用

## 典型应用

- 半导体加工
- 包装、捆扎和密封设备
- DNA 热循环
- 餐饮设备
- 塑料和橡胶制模的补充加热

## 定制选项

- 定制形状和尺寸为 22" × 46" (560 × 1,168 mm)
- 定制电阻选项高达 25 Ω/in<sup>2</sup> (3.9 Ω/cm<sup>2</sup>)
- 工厂成型技术提供三维包装功能
- 集成式温度传感器
- 请联系：Minco 销售与技术支持以获得设计方面的帮助。

要配置 Minco 电热片及在线订购，请访问：

[www.minco.com/heater\\_config/](http://www.minco.com/heater_config/)

规格可随时更改

# 云母 Thermofoil™ 电热片

## 规格

**温度范围:** -150 至 600°C (-238 至 1112°F)。

**导线焊接部位:** 最高温度为 538°C (1000°F)。

**电阻公差:** ±10% 或 ±0.5 Ω, 取其较大值。

### 介质强度:

0.010" (0.3mm) 绝缘电压: 1000 VRMS。

0.020" (0.5mm) 绝缘电压: 2000 VRMS (建议用于 250 V 以上)。

**安装:** 必须使用电热片和背衬板上的栓孔夹到散热器上。请参阅下面的安装示意图。有关详细的安装信息, 请查阅 Minco 工程设计说明 #347。

**烧尽:** 第一次使用电热片时, 有机粘合剂会烧尽, 从而产生少量的烟。此后, 云母层可以分开, 因此不应该重新安装电热片。

**导线:** 通过云母/玻璃绝缘的包镍铜绞线, 其终端以高温水泥密封。

### 电热片的最大厚度:

云母绝缘材料	电热片元件上	导线终端上
0.010" (0.3 mm)	0.030" (0.8 mm)	0.200" (5.1 mm)
0.020" (0.5 mm)	0.050" (1.3 mm)	0.220" (5.6 mm)

### 电流容量 (基于最高环境温度 100°C。):

AWG 22 - 8.0 A  
AWG 20 - 9.0 A  
AWG 18 - 11.0 A

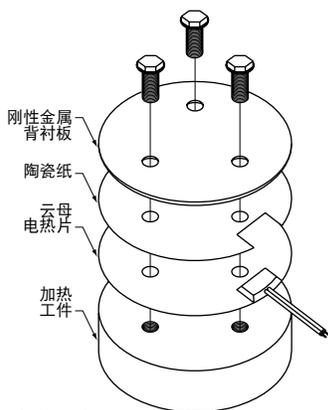
## 安装说明

Minco 工程设计说明 #347

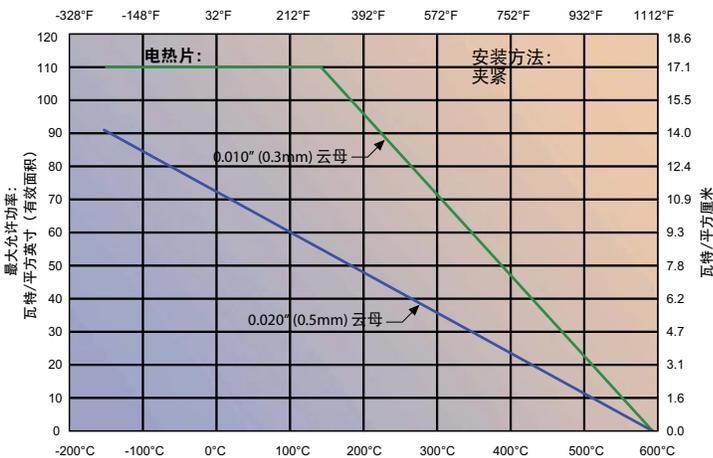
详细介绍了云母电热片的安装方法。联系 Minco 以获得该文档的副本, 或从

[www.minco.com/heaterei/](http://www.minco.com/heaterei/)

下载该文档



## 云母电热片 最大功率密度



范例: 在 300°C 时, 0.010" 云母电热片的最大功率为 70 W/in<sup>2</sup> (10.9 W/cm<sup>2</sup>)。

## 背衬板

背衬板的厚度为 0.0625" (1.6 mm), 采用不锈钢制造, 具有与特定型号的螺栓模式相匹配的预先钻出的孔。这些背衬板没有为导线的凸出部分裁剪出区域, 可能需要修改。

## 如何订购背衬板

例如, 为 HM6800 订购部件号为 AC6800 的背衬板。

## 陶瓷纸和云母板

每个云母电热片都有两张预先裁剪好的 0.125" (3.2 mm) 厚的陶瓷纸用作电热片和背衬板之间的弹性垫。该纸没有为导线的凸出部分裁剪出的区域。如果所使用的背衬板上没有专为导线的连接部分剪裁出的区域, 则用户必须使用两张陶瓷纸, 每张纸上都要裁剪出用于连接导线的区域。联系 Minco 以订购额外的陶瓷纸。

## 云母板

也有按照电热片大小裁剪的 0.010" (0.3 mm) 厚的额外云母层。使用额外的云母层可以增大介质强度, 但也会减小温度范围内的功率密度限制, 最多可能减小 50%。如果使用电热片导线的凸出的一侧, 则必须剪切云母层以便陶瓷和线的凸出部分能够从中穿过。联系 Minco 以订购云母板。

规格可随时更改



# 标准云母 Thermofoil™ 电热片

这些标准云母电热片的设计目的是为了适合于广泛的应用。用户可以使用电热片区域外部的卡紧机械，或使用背衬板和螺栓通过预先穿好的栓孔来将电热片夹紧到任何平面上。所有电热片的导线凸出侧都有相匹配的 0.125" (3 mm) 厚的陶瓷纸作为弹性垫。用户还可购买不锈钢背衬板和额外的陶瓷纸。

标准云母电热片的交付期通常为三周左右。

电热片尺寸和钻孔位置的规格图可在 [www.minco.com/micadrawings/](http://www.minco.com/micadrawings/) 上获得。

## 规格选项

HM6800	型号
R4.5	电热片电阻 (欧姆)
L12	导线长度 (英寸) 标准为 12"; 请联系 Minco 以了解其他长度
T1	下表为绝缘材料厚度: T1 = 0.010" (0.3mm) T2 = 0.020" (0.5 mm)
U	U = 表示通过 UL 组件认证的标志:  如果忽略, 则表示没有 UL 标志 (低成本)
HM6800R4.5L12T1U = 样品部件号	

## 矩形电热片

尺寸 (英寸)		尺寸 (mm)		电阻选项 - 欧姆*		有效面积 in <sup>2</sup> (cm <sup>2</sup> )	导线 AWG	型号
X	Y	X	Y					
1.00	4.00	25.4	101.6	11.0	21.2	2.5 (16.13)	22	HM6811
1.00	8.00	25.4	203.2	22.0	42.5	5.6 (36.13)	22	HM6812
1.00	10.00	25.4	254.0	29.0	56.0	7.1 (45.81)	22	HM6813
1.00	12.00	25.4	304.8	25.5	49.2	8.6 (55.48)	22	HM6814
1.50	3.00	38.1	76.2	4.5	8.7	3.2 (20.65)	22	HM6800
1.50	8.00	38.1	203.2	21.0	40.5	9.5 (61.29)	20	HM6801
1.50	12.00	38.1	304.8	13.7	26.4	14.7 (94.84)	18	HM6802
2.00	2.00	50.8	50.8	12.0	23.2	2.8 (18.06)	22	HM6815
2.00	4.00	50.8	101.6	26.0	50.2	5.9 (38.06)	18	HM6816
2.00	4.00	50.8	101.6	6.0	11.6	5.9 (38.06)	18	HM6817
2.00	6.00	50.8	152.4	21.9	42.3	9.2 (59.35)	20	HM6803
2.00	8.00	50.8	203.2	24.0	46.3	12.6 (81.29)	18	HM6818
2.00	10.00	50.8	254.0	20.0	38.6	15.9 (102.58)	18	HM6819
2.00	12.00	50.8	304.8	18.0	34.7	19.3 (124.52)	18	HM6820
3.00	3.00	76.2	76.2	31.0	59.8	6.5 (41.94)	20	HM6804
3.00	6.00	76.2	152.4	54.9	106.0	14.7 (94.84)	20	HM6805
3.00	12.00	76.2	304.8	18.0	34.7	30.7 (198.06)	18	HM6821
4.00	4.00	101.6	101.6	11.0	21.2	13.1 (84.52)	18	HM6822
4.00	4.00	101.6	101.6	55.0	106.2	13.1 (84.52)	18	HM6823
4.00	8.00	101.6	203.2	16.0	30.9	27.8 (179.35)	18	HM6824
4.00	12.00	101.6	304.8	16.0	30.9	42.2 (272.26)	18	HM6825
6.00	6.00	152.4	152.4	22.0	42.5	31.9 (205.81)	18	HM6826
6.00	9.00	152.4	228.6	15.0	29.0	48.7 (314.19)	18	HM6827
6.00	12.00	152.4	304.8	43.2	83.4	65.5 (422.58)	18	HM6806
8.00	8.00	203.2	203.2	22.0	42.5	58.3 (376.13)	18	HM6828
10.00	10.00	254.0	254.0	12.0	23.2	92.3 (595.48)	18	HM6829

\*电阻公差为 ±10% 或 ±0.5 Ω, 取其较大值

## 圆形电热片

直径 (英寸)	直径 (mm)	电阻选项 - 欧姆*		有效面积 in <sup>2</sup> (cm <sup>2</sup> )	导线 AWG	型号
1.50	38.1	2.0	3.9	1.2 (7.74)	22	HM6807
2.00	50.8	9.5	18.3	2.2 (14.19)	22	HM6830
3.00	76.2	11.1	21.4	5.4 (34.84)	20	HM6808
4.00	101.6	40.0	77.2	10.0 (64.52)	18	HM6831
5.00	127.0	30.0	57.9	16.7 (107.74)	18	HM6832
6.00	152.4	32.7	63.1	24.7 (159.35)	18	HM6809
8.00	203.2	16.0	30.9	45.4 (292.90)	18	HM6833
9.00	228.6	43.2	83.4	58.5 (377.42)	18	HM6810
10.00	254.0	30.0	57.9	72.9 (470.32)	18	HM6834
10.00	254.0	11.5	22.2	72.9 (470.32)	18	HM6835
12.00	304.8	27.0	52.1	106.0 (683.87)	18	HM6836
12.00	304.8	11.5	22.2	106.0 (683.87)	18	HM6837

\*注: 电阻公差为 ±10% 或 ±0.5 Ω, 取其较大值

## 绝缘材料厚度

绝缘材料 厚度	电热片最大厚度		代码 0.010"
	元件上	导线上	
(0.3mm) 云母	0.030" (0.8 mm)	0.200" (5.1 mm)	T1
0.020" (0.5mm) 云母	0.050" (1.3 mm)	0.220" (5.6 mm)	T2

# Thermal-Clear™ 透明电热片

## 概述

Thermal-Clear™ 电热片的光聚酯板之间放置了超薄线加热元件，因此该电热片可提供可靠的热量而不挡光。

- 定制电热片元件布线和配置可优化 LCD 的视觉清晰度并避免产生“阴影”
- 更高精度的电阻公差可提供持续、可重复的功率输出，以延长电池寿命
- 在寒冷天气下运行时，重量轻而功率密度高的电热片特征可缩短 LCD 立即响应所需的预热时间。
- 坚固的材料使得在安装和使用时可避免较严重的损坏
- 集成式温度传感器为可选件
- 矩形、圆形或不规则形状
- 统一加热模式或配置的加热模式

## 典型应用

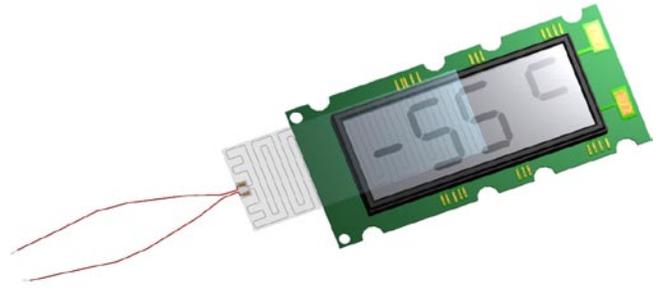
- 驾驶舱显示器
- 防震的计算机
- 便携式防御无线电设备
- 手提式终端设备
- 室外读卡器
- 便携式和车载计算机
- 摄像机镜头除冰装置
- 恒温恒湿箱的除雾窗
- 显微镜加热台

## 定制选项

- 集成式 RTD 或热敏电阻传感器
- 柔性电路终端
- 刚性材料
- 定制形状和尺寸为 11" × 22" (280 x 560 mm)
- 符合 RoHS 标准
- 请联系：Minco 销售与技术支持以获得设计方面的帮助

配置 Minco 电热片及  
在线订购，请访问：

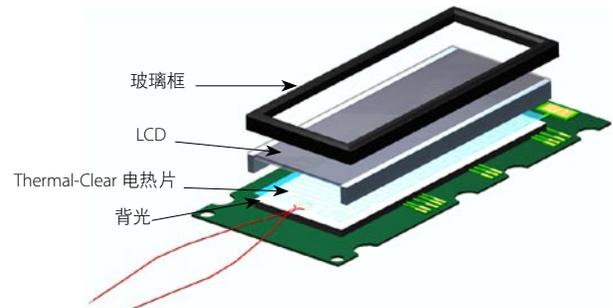
[www.minco.com/heater\\_config/](http://www.minco.com/heater_config/)



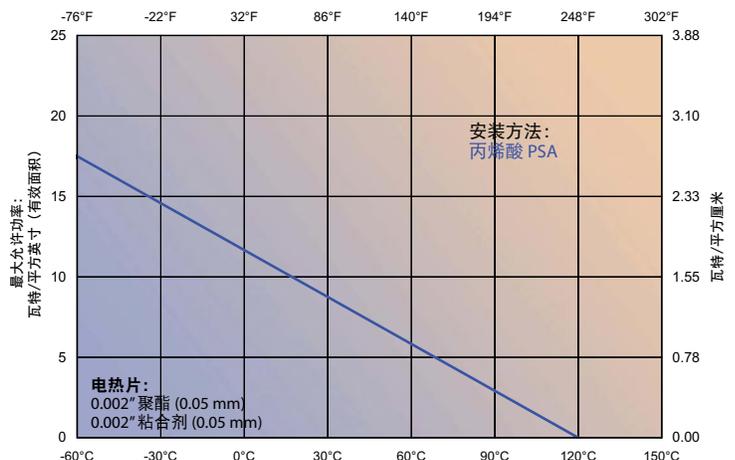
## Thermal-Clear 电热片和 LCD

多数点阵式 LCD 在 0°C 以下时会失去清晰度和响应速度。但如果使用 Minco Thermal-Clear 电热片，即使在更低的温度下也可正常运行。1-2 W/in<sup>2</sup> (0.16 - 0.31 W/cm<sup>2</sup>) 电热片使普通的 LCD 在低至 -55°C 的环境温度时还可正常运行。

下图显示了背光 LCD 的典型安装方法。电热片位于背光和 LCD 之间。如果 LCD 背面没有扩散覆层，建议在电热片和 LCD 之间使用光扩散片。扩散可以柔化、隐藏加热元件所投射的阴影。



## Thermal-Clear 电热片 最大功率密度



范例：在 -20°C 时，用丙烯酸 PSA 安装的 Thermal-Clear 的最大功率为 14 W/in<sup>2</sup> (2.17 W/cm<sup>2</sup>)。

规格可随时更改



# Thermal-Clear™ 透明电热片

## 规格

**温度范围:** -55 至 120°C (-67 至 248°F)。

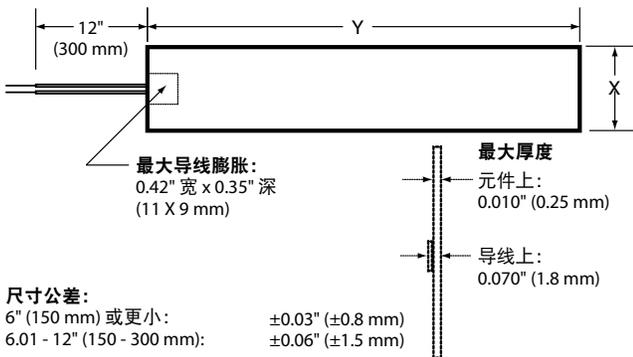
**绝缘:** 标准绝缘材料为光聚酯板。定制电热片可选择玻璃和聚碳酸酯作为绝缘材料。

**透明度:** 至少传播可见光谱段中 82% 的光。

**加热元件:** 电阻线直径为 0.0008" 至 0.002" (0.02 至 0.05 mm)。

**电阻公差:** ±10% 或 ±0.5 Ω, 取其较大值。

**导线:** 标准导线为 PTFE 绝缘线。将导线焊接在电热片层之间以使其牢固。特殊终端可用于定制型号。



## Heaterstat™ 无感温度控制器

任何 Thermal-Clear 电热片将与 CT198 Heaterstat™ 无感温度控制器协同工作, 直接调节元件的温度而无需单独的温度传感器。有关规格和兼容性的全部信息, 请参阅“温度传感器和控制器”部分。



## 规格选项

H6700	型号
R9.0	电热片电阻 (欧姆)
L12	导线长度 (英寸) 标准为 12" (305 mm)
A	电热片背衬选项: A = 无背衬 -55 至 120°C B = 丙烯酸酯 PSA 背衬 -55* 至 120°C
H6700R9.0L12A = 样品部件号	

\*在 -32°C 以下时, 粘合强度会快速降低。如果电热片不是以机械方式夹紧, 则应避免过度振动和拉动导线。在 -32°C 以上时粘合强度会恢复。

## 标准 Thermal-Clear 电热片

尺寸 (英寸)		尺寸 (mm)		0°C 时的电阻选项 (欧姆) *					有效面积 in <sup>2</sup> (cm <sup>2</sup> )	导线 AWG	型号
X	Y	X	Y								
0.58	2.20	14.6	55.9	3.6	9.0	32.5	89.4	1.26 (8.13)	30	H6700	
0.75	4.00	19.1	101.6	8.8	22.0	79.4	218	3.00 (19.35)	30	H6701	
0.90	2.00	22.9	50.8	4.8	12.0	43.3	119	1.80 (11.61)	30	H6702	
0.90	2.75	22.9	69.9	6.4	16.0	57.8	159	2.48 (16.00)	30	H6703	
0.90	5.75	22.9	146.0	14.1	35.0	126	348	5.18 (33.42)	30	H6704	
1.10	4.40	27.9	111.8	12.0	30.0	108	298	4.84 (31.23)	30	H6705	
1.20	2.75	30.5	69.9	8.0	20.0	72.2	199	3.30 (21.29)	30	H6706	
1.20	3.65	30.5	92.7	11.2	28.0	101	278	4.38 (28.26)	30	H6707	
2.90	5.75	73.7	146.0	9.6	24.0	86.6	238	16.70 (107.74)	30	H6708	
3.00	3.00	76.2	76.2	6.1	16.0	62.4	168	9.00 (58.06)	30	H6710	
4.00	5.00	101.6	127.0	11.8	31.2	122	327	20.00 (129.03)	30	H6711	
6.00	8.00	152.4	203.2	14.8	28.1	70.0	253	48.00 (309.68)	30	H6709	
1.25 直径		31.8 直径		4.3	11.2	43.5	117	1.23 (7.94)	30	H6712	
3.00 直径		76.2 直径		8.0	20.9	81.5	219	7.07 (45.61)	30	H6713	
元件线类型和直径:				铜	铜	铜	镍	镍铁			
				0.0016"	0.0016"	0.001"	0.001"	0.001"			
				0.04 mm	0.04 mm	0.03 mm	0.03 mm	0.03 mm			
元件 TCR (Ω/Ω°C):				0.00427	0.00427	0.00427	0.00672	0.00519			

\*电阻公差为 ±10% 或 ±0.5 Ω, 取其较大值

规格可随时更改

# 全聚酰亚胺 (AP) 电热片

柔性电热片可提供高达 260 °C (500 °F) 的均衡热传输

## 概述

AP 电热片的高性能可媲美 Minco 标准聚酰亚胺电热片，并且能提供更高的温度和功率密度。Minco 制造这些电热片的独有技术使其在全球的许多高温应用中取得成功。

AP 电热片必须在工厂安装或夹紧在散热器内，且只能按照定制设计进行提供。

- 又薄又轻的电热片使您可在需要之处加热，从而降低了最终整体运转成本
- 蚀刻箔片加热技术提供有效的样品热循环以提高生产率
- 轻质构造和工厂式封装节省了空间并减少了循环时间
- 量身定制的电热片提供了加热输出的均衡热性能以提高处理量和生产率
- 260°C 的最大工作温度提供了高于任何其他柔性薄膜电热片的温度范围，从而获得最大的设计灵活性
- 成套设备解决方案可显著减少装配时间，并提供极低的总运转成本
- 电热片形状可以是圆形、矩形和不规则形状
- 额定功率可达 120 W/in<sup>2</sup> (18.60 W/cm<sup>2</sup>)
- 抗多数化学物质侵蚀
- 可选的内置温度传感器
- 请联系：Minco 销售与技术支持以获得设计方面的帮助。

## 典型应用

- 半导体晶片加工
- 电子元件加热
- 封装、熔合和拼接设备
- 医用诊断分析仪

## 规格

温度范围：-200 至 260°C (-328 至 500°F)。

具备 UL 组件认证：

-200 至 240°C (-328 至 464°F)。

导线：绞线、PTFE 绝缘、AWG 30 至 AWG 20。



## 电热片厚度：

元件上：最大值 0.012" (0.3 mm)

导线终端上：参考值 0.150" (3.8 mm)

介质强度：60 Hz 1 分钟为 1000 VRMS。

绝缘电阻：500 VDC 时最小值为 1000 兆欧姆。

排气：每次执行 NASA-JSC 时，总质量损失为 0.36%，收集了 0.01% 可凝挥发物。

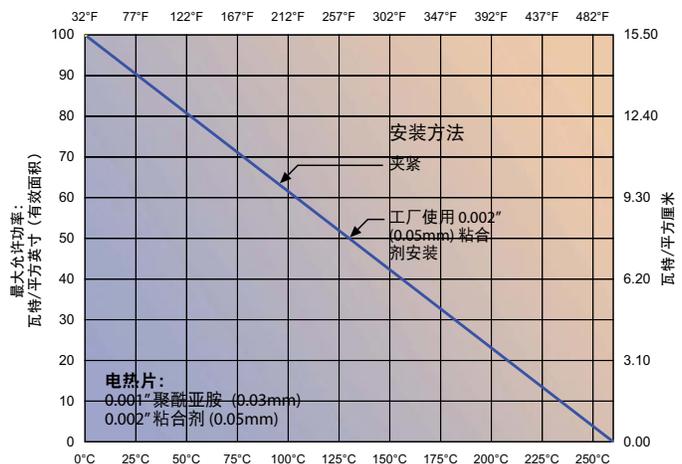
认证：UL 认证是可选的。

最大尺寸：22" x 45" (560 x 1145 mm)。

咨询 Minco 以了解较大尺寸选项。

最大电阻密度：1500 Ω/in<sup>2</sup> (233 Ω/cm<sup>2</sup>)。

## 全聚酰亚胺电热片 最大功率密度



示例：150°F 时安装于工厂的 AP 电热片的最大功率是 50 W/in<sup>2</sup> (7.75 W/cm<sup>2</sup>)。

规格可随时更改



# 温度传感器

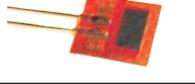
## 响应迅速、安装简便

Minco 是居于领导地位的温度传感器制造商。我们库存有成百上千个普通型号配置，可立即发货。以下是可与电热片和控制器配合使用的比较受欢迎的温度传感器。要指定、配置 Minco 的全套温度传感器和控制器并为其定价，请转至

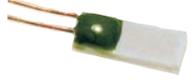
[www.minco.com/sensor\\_config/](http://www.minco.com/sensor_config/)。

## Thermal-Ribbon™ RTD、热电偶和热敏电阻

柔性 Thermal-Ribbons 可轻松地与电热片并排（或在电热片上部）安装到表面。全都含有 PSA（压敏粘合剂）。

	型号	材料	尺寸	温度
	<b>S665PDZ40A*</b> (100 Ω) <b>S665PFZ40A*</b> (1000 Ω) <b>TS665TFZ40A*</b> (25°C 时 NTC 热敏电阻为 50 kΩ)	覆盖了合成橡胶的聚酰亚胺基层，2 或 3 根 PTFE 导线	0.2" × 0.5" (5 × 12 mm) 导线长度：40" (1000 mm)	-50 至 155°C -58 至 311°F (TS665 除外，其温度可达 125°C/257°F)
	<b>S667PDZ40A*</b> (100 Ω) <b>S667PFZ40A*</b> (1000 Ω) (只有 2 根导线) 可浸	覆盖了合成橡胶的硅橡胶基层，2 根硅橡胶导线	0.2" × 0.6" (5 × 15 mm) 导线长度：40" (1000 mm)	-50 至 155°C -58 至 311°F
	<b>S17624PDZT40A*</b> (100 Ω) <b>S17624PFZT40A*</b> (1000 Ω) <b>S17624PSZT40A*</b> (10,000 Ω) 温度范围广	聚酰亚胺基层和外层，2 或 3 根 PTFE 导线	0.2" × 0.6" (5 × 15 mm) 导线长度：40" (1000 mm)	-50 至 200°C -58 至 392°F
	<b>S467PDZ36A*</b> (100 Ω) <b>S468PFZ36A*</b> (1000 Ω) 柔性型号用于潮湿环境	硅橡胶壳体，2 或 3 根橡胶导线	S467: 0.5" × 1.5" (13 × 38 mm) S468: 0.5" × 3.0" (13 × 76 mm) 导线长度：36" (900 mm)	-62 至 200°C -80 至 392°F
	<b>S651PDZ24A*</b> (100 Ω) 具有绕线式 RTD 元件的微型点温度传感器	带箔片背衬的聚酰亚胺 2 或 3 根 PTFE 导线	0.30" × 0.30" (7.6 × 7.6 mm) 导线长度：24" (600 mm)	-200 至 200°C -328 至 392°F
	<b>TC40JT36A*</b> (J 型) <b>TC40KT36A*</b> (K 型) <b>TC40TT36A*</b> (T 型) 修补型热电偶	带 PTFE 导线的聚酰亚胺	0.75" × 0.75" (19 × 19 mm) 导线长度：36" (900 mm)	-200 至 200°C -328 至 392°F

## RTD 探头式温度传感器和元件

	型号	材料	尺寸	温度
	<b>S614PDZ12T*</b> (100 Ω) <b>S614PFZ12T*</b> (1000 Ω) 通用封闭式温度传感器	不锈钢，2 或 3 根 PTFE 导线	0.188" ø × 2" 长 4.8 ø × 51 mm 长 导线长度：(300mm)	-269 至 260°C -452 至 500°F
	<b>S853PD120Z36*</b> (100 Ω) 顶端灵敏的探头式温度传感器	不锈钢材质，顶端为铜合金，2 或 3 根 PTFE 导线	0.250" ø × 12" 长 6.4 ø × 305 mm 长（也有其他长度） 导线长度：36" (900mm)	-50 至 260°C -58 至 500°F
	<b>S245PD12</b> (100 ± 0.12Ω) <b>S245PD06</b> (100 ± 0.06Ω) <b>S247PF12</b> (1000 ± 0.12 Ω) <b>S247PF06</b> (1000 ± 0.06 Ω)	陶瓷/玻璃壳体，银导线	S245: 0.08" × 0.09" (2.0 × 2.3mm) S247: 0.08" × 0.20" (2.0 × 5.0mm) 导线长度：0.6" (15mm)	-70 至 400°C -94 至 752°F
	<b>S270PD12</b> (100 ± 0.12Ω) <b>S270PD06</b> (100 ± 0.06Ω) 高温、高精度的元件	陶瓷壳体，铂导线	0.047" ø × 0.59" 长 (1.28 ø × 15mm 长) 导线长度：0.4" (10mm)	-200 至 850°C -328 至 1562°F

注：除非另有说明，否则所有 RTD 都有 100 ± 0.12% Ω 铂元素，TCR = 0.00385 Ω/Ω/°C (pt100, 根据 IEC 751 Class B)。部件号代码：仅对于 Thermal-Ribbons，将代码中的“A”改为“B”以代表丙烯酸酯压敏胶背衬。将“Z”改为“Y”代表配备 2 根导线的型号。

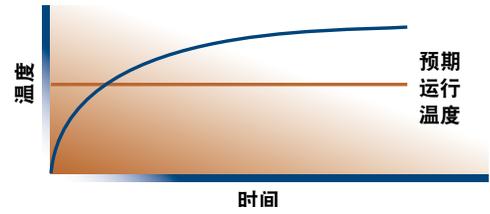
规格可随时更改

# 温度控制器

## 不受控制的系统

如果不调节功率，电热片的温度将上升至热损失（随温度的升高而增多）与热输入相等。这仅在少数情况下才能够被接受，但通常会被避免，因为平衡温度是非常难以预测的。

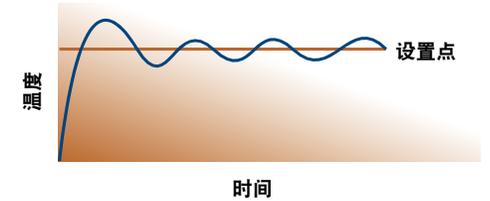
大多数情况下需要控制电热片的温度。这样，电热片便可更快地上升至设置点，而不必害怕温度过高而烧坏电热片。



## 开/关控制

开/关是最基本的控制形式：在温度低于设置点时将开关开至全满，温度高于设置点时关闭开关。与恒温器相比，电子开/关控制器的反应时间更快，控制更严密。所有的开/关控制器在开、关点上都有差压（滞后或死区），这样可以减慢快速循环、延长开关使用寿命。

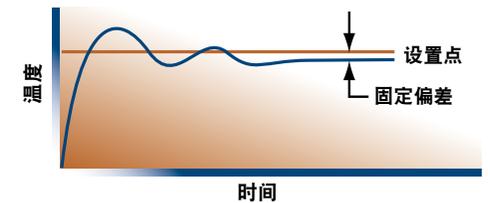
使用开/关控制，温度绝不会定在一点上，但会始终围绕着设置点波动。



## 比例控制

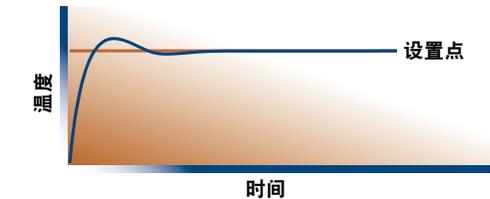
当电热片接近设置点时，比例控制器会减小电热片功率。这样可以减小波动以便更稳定地控制温度。请注意，大多数控制器在通过快速开/关来调整功率时，都是采用“时间比例”。短循环时间通常需要固态继电器来进行功率转换。

在实际温度接近设置点但还没有达到时，只用比例控制器即可“减缓”温度上升。



## PID 控制器

比例/积分/微分控制器可解决减缓问题，并通过高级数字运算提高控制精度。控制器上有各种可用于实现最佳控制的调节参数，但通常会有一些适合大多数情况的预设模式。



Minco 控制器型号	控制方式	电源	温度传感器输入	受控制的输出
CT198	开/关	4.75-60 VDC	无（使用高 TCR 电热片元件作为温度传感器）	与电源相同
CT325	开/关	4.75-60 VDC	PD: 100 Ω 铂 RTD PF: 1000 Ω 铂 RTD TF: 50 kΩ 热敏电阻	与电源相同
CT15	PID、比例、开/关（可选）	100-240 VAC	PD: 100 Ω 铂 RTD PF: 1000 Ω 铂 RTD J、K 或 T 型热电偶	250 VAC 时内部 SSR 额定值为 3.5 A 外部 SSR（可选）
CT16A	模糊逻辑、PID、比例、开/关（可选）	100-240 VAC (可选 12-24 VDC)	PD: 100 Ω 铂 RTD PF: 1000 Ω 铂 RTD NB: 100 Ω 镍 RTD 多数是热电偶型	240 VAC 时内部 SSR 额定值为 2.0 A 外部 SSR（可选）

## 定制控制器

在广泛的应用中，特殊设计的控制器通常提供最佳性价比。控制器可作为独立设备，也可内置于其他电子设备中。

## Thermofoil 电热片如何提高控制精度

- 紧密接触加热区域可以减少滞后时间。
- 成型和多重元件提供了根据需要控制加热的更多选择。
- 柔性 Thermal-Ribbon™ 温度传感器确保电热片、加热物体和控制传感器之间紧密结合。
- 高功率密度使响应变得敏捷。

温度传感器、控制器和附件



# Heaterstat™ 无感直流控制器

## 概述

Heaterstat 获得电热片型号的带有高温系数的温度读数。用户可以相当于恒温器的代价获得准确而有效的电子控制。

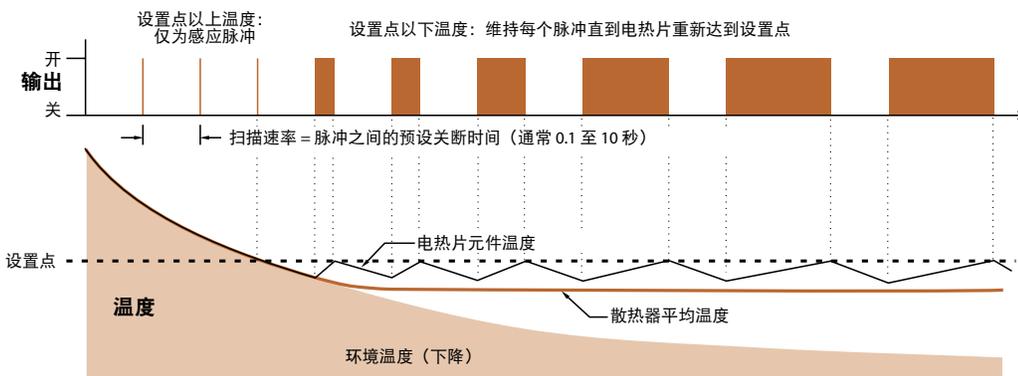
- 使用 Minco Thermal-Clear™ 并选择 Thermofoil™ 电热片
- 完整的加热控制系统将为令人放心且稳定的操作提供可重复的过程控制
- 与机电设备相比，带有可调设置点的固态开关控制更加耐用
- 电力消耗更少 - 适合于电池供电设备和车载装置
- 小型的 PCB 安装包和较少的配线可节省空间，进而减少设备的占用面积
- 单独安装 Heaterstat 可使电热片安置在紧密的空间内
- 适合工厂的校正选项可实现方便的即插即用

## 运行

下图显示了 Heaterstat 的工作方式。它会定期为电热片供电，时间长短正好足以校验电阻。如果电热片温度高于设置点（图的左侧），则在 0.010 秒之内关闭电源。

如果电热片温度低于设置点，则 Heaterstat 会使电源继续传输，并持续读取电阻，直至元件温度达到设置点。然后，它会关闭电源并一直等到下一脉冲时间。

扫描率、脉冲的非导通时间的出厂设置为 0.1 至 10 秒（标准时间为 1 秒）。更快的扫描可提供更严密的控制，而较慢的扫描会在空闲期内保留电量（每 10 秒中的 0.010 秒脉冲仅占全开功率的 0.1%）。



## 应用

Heaterstat 的独特设计使其成为 Minco 电热片的理想伙伴，联合使用可以实现精确的热控制。以下是一些应用方法和示例：

- 在寒冷的存储区域提高 LCD 或其他电子设备的性能。
- 替换体积大、响应慢的恒温器。
- 在温度传感器不实用或会阻滞响应的情况下，调节微型或重量轻的电热片的温度。
- 保护便携式医用设备免受寒冷的影响。
- 维持重要电路板元件（如晶体）的温度。
- 每个区域使用一个 Heaterstat，可单独控制大型区域电热片的各个部分。

# Heaterstat™ 无感直流控制器

## 规格

**设置点范围：**标称电阻最小允许偏差为 ±20%。指定电热片电阻以在所提供的电压下产生所需的热输出（瓦特）。

**连接：**0.1" 中心有三个引脚或 AWG 22 线。

**电源电压：**4.75 至 10 VDC 或 7.5 至 60 VDC，取决于型号。高达 10% 的波动有很小的影响；仅需未调节的直流电源即可满足大多数应用。

**标称电热片电流：**0.05 至 4 安培。参阅以下范围。特殊型号的电可能会更大。

标称电热片 电流	正确传感 所需的最 小电流	最大电流 (1 分钟)	与电热片串 联的输出开	
			启电阻 (引 脚 3 至 2)	输出关闭 最小电阻
CT198 0.05 至 0.2 A	0.012 A	0.5 A	2.3 Ω	50K Ω
0.21 至 0.5	0.050	1.0	0.8	50K
0.51 至 1.5	0.125	2.0	0.5	50K
1.51 至 3.0	0.350	4.0	0.3	50K
2.50 至 4.0	1.0	5.0	0.25	50K

**扫描率（温度高于设置点）：**标准为 1 秒。可选范围是 0.1 秒至 10 秒。

**扫描脉冲宽度：**10 毫秒。

**LED 指示器：**指示电热片的电源已开启。可选择导线形式。

**校正精度：**标准为 ±0.2%\*。注意电热片的标准电阻公差为 ±10%。

**滞后：**0.05%\*。

**设置点偏移的原因：**自加热：±0.2%\*（1.5 至 4 A 范围内是 ±0.4%）。

**环境温度：**±0.02%/°C\*（1.5 至 4 A 范围内是 ±0.06%/°C）。  
**电源电压变化：**±0.03%/volt\*。

**电源电压波动影响：**很小，假定功率为 50/60Hz，则最大波动为 10%。

**控制器电源电流：**

输出开启： 最大为 3 mA。

输出关闭： 最大为 2 mA；10 VDC 时通常为 1 mA。

**环境温度：**

运行： -40 至 70°C (-40 至 158°F)。

存储： -55 至 85°C (-67 至 185°F)。

**相对湿度：**最大为 90%。

**物理：**用环氧树脂密封以防潮。可经受波动焊接和水/清洁剂洗涤；使用其他化学品清洗前请联系 Minco。

**重量：**1 盎司 (28 g)。

**安装：**将 #6 螺钉或 #8 自攻锁紧螺钉穿过安装孔。

**电热片：**带有高电阻温度系数 (TCR) 的绕线式或蚀刻箔片电热片。

电热片元件	TCR (Ω/Ω/°C)
铜箔片或铜线 (Cu)	0.00427
镍箔片 (Ni)	0.00536
镍线 (Ni)	0.00672
镍铁合金箔片或镍铁合金线 (NiFe)	0.00519

\* 将电阻偏差转化为温度：

$$\Delta T = \% \text{ deviation} \left( T + \frac{1}{TCR} \right)$$

其中：

TCR = 电阻温度系数 (Ω/Ω/°C)

T = 设置点温度 (°C)

ΔT = 温度偏差 (°C)

例如，假定 Heaterstat 设置点为 50°C，电热片 TCR 为 0.00536 Ω/Ω/°C（镍箔片）。则校正精度为标称电阻的 ±0.2%，转化为温度是：

$$\Delta T = \pm 0.2\% \left( 50^\circ\text{C} + \frac{1}{0.00536} \right) = \pm 0.47^\circ\text{C}$$

规格可随时更改



# Heaterstat™ 无感直流控制器

## 标准型号

扫描率为一秒。

6" (150 mm) 导线。

LED 电源指示器。

校正：工厂校正的设置点为指定电阻。

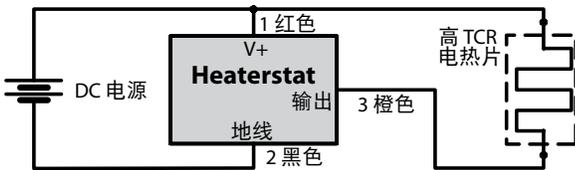
型号	设置点范围 (Ω)		电源电压 (VDC)	
	最小值	最大值	最小值	最大值
CT198-1000	4.50	6.75	4.75	10
CT198-1001	5.63	8.44	7.5	16
CT198-1002	7.03	10.55	7.5	21
CT198-1003	8.79	13.18	7.5	26
CT198-1004	10.99	16.48	7.5	33
CT198-1005	13.73	20.60	7.5	41
CT198-1006	17.17	25.75	7.5	60
CT198-1007	21.46	32.19	7.5	60
CT198-1008	26.82	40.23	7.5	60
CT198-1009	33.53	50.29	7.5	60
CT198-1010	41.91	62.86	7.5	60
CT198-1011	52.39	78.58	7.5	60
CT198-1012	65.48	98.23	7.5	60
CT198-1013	81.85	122.78	7.5	60
CT198-1014	102.32	153.48	7.5	60
CT198-1015	127.90	191.85	7.5	60
CT198-1016	159.87	239.81	7.5	60
CT198-1017	199.84	299.76	7.5	60
CT198-1018	249.80	374.70	7.5	60
CT198-1019	312.25	468.38	7.5	60
CT198-1020	390.31	585.47	7.5	60
CT198-1021	487.89	731.84	9	60
CT198-1022	609.86	914.80	11	60

## 规格选项

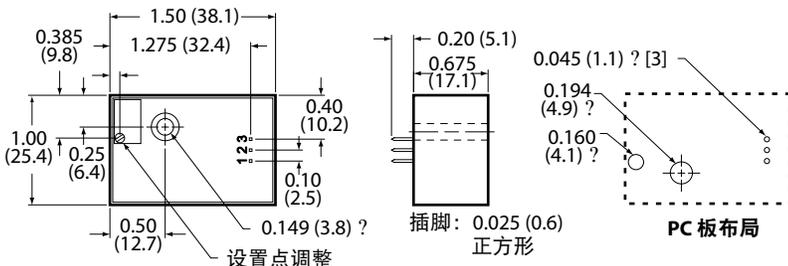
CT198-1019	型号 CT198 = Heaterstat (标称设置点) CT698 = 与电热片匹配的 Heaterstat
R	设置点校正代码 R = 标称电热片电阻 (CT198) T = Heaterstat/与电热片匹配的系列 (CT698)
365	初始校正设置点 设置点校正代码 = R: 设置点温度下的标称电热片电阻 (欧姆)。* 必须在指定型号的允许范围之内。 设置点校正代码 = T: 温度设置点。指定温度和单位 (°C 或 °F) 例如: 120F 表示 120°F
L	导线 L = 导线 (标准) P = 引脚 (LED 不可用)
1	扫描率 0.1 至 10 秒 (标准为 1 秒)
CT198-1019R365L1 = 样品部件号	

\* 要确定温度 T 下的电热片电阻，  
请转至 [www.minco.com/ct198.html](http://www.minco.com/ct198.html)

要获得电阻与温度表格，请访问：  
[www.minco.com/sensorcalc/](http://www.minco.com/sensorcalc/)



布线图



尺寸 (英寸) (mm)

温度传感器、  
控制器和附件

规格可随时更改

# Heaterstat™ 无感直流控制器

## 有关设计的考虑事项

Minco 非常愿意提供有关以下任何设计步骤的帮助。

**电热片：**与 Heaterstat 配合使用的电热片必须具有温度敏感性元件。由于采用镍铁或镍箔片，所有 Thermal-Clear 电热片都符合这一要求。

**安装：**Heaterstat 非常小巧，足以直接安装到印刷电路板上，并可以经受波动焊接和用水洗涤。通过安装孔将其固定在电路板上。如果用户打算在安装完成后再调整设置点，则电路板上设置点调整器的另一侧必须有一个孔。导线形式不需要电路板。

**系统精度：**按照设计，Heaterstat 可以代替散热器控制电热片的温度。电热片元件运行时的温度始终比它安装到的装置表面的温度要高。为了在环境温度发生改变的情况下获得最佳精度，您的设计应尽量减小这一变化率，或者使其稳定在预定水平。某些建议如下：

- 使用适当的热量。尝试调整电热片，使其在至少 50% 的时间内处于正常运行状态，且功率密度仅仅是  $5 \text{ W/in}^2$  ( $0.78 \text{ W/cm}^2$ )。
- 将电热片与散热器之间的接触最大化。
- 使系统稳定。保持相当稳定的电源电压，使装置不受环境温度变化的影响。
- 指定标准的 1 秒扫描率或更快的扫描率。
- 考虑 CT325 微型直流控制器

**设置点校正：**Heaterstat 在出厂时校正为设置点温度下的电热片的标称电阻。然而，标准电热片的电阻公差为  $\pm 10\%$  或  $> 25^\circ\text{C}$ 。为得到最好的结果，建议用户在安装之后重新校正 Heaterstat。仅需调整设置点直至温度达到需要的值，采用数字温度计（如 Minco TI142）进行验证。

如果不能进行重新校正，可通过订购 Heaterstats 和相匹配系列的电热片来提高精度。Minco 将按照与控制器相配的电热片实际测得的电阻而非标称电阻来校正控制器，以此来补偿电热片公差。电热片和控制器将以对应的序列号进行标记。在为相匹配的系列订购 Heaterstat 时，指定型号 CT198 而非 CT698。

## 评估工具包

在开始定制设计前，测试 Heaterstats 的概念和性能。每一项都包括控制器和对应的电热片。只需供应电源。

### 评估工具包 #4

包含 H15227 Thermal-Clear 透明电热片和 CT198-4。订购 CT198-K4。

**设置点：**可调范围为  $-40$  至  $95^\circ\text{C}$ 。

**电压：**4.75 至 10 VDC。标称电压为 5 VDC。

**功率：**5-VDC、 $50^\circ\text{C}$  时为 1.7 W。

**电热片尺寸：**  
 $0.75" \times 4"$  ( $19 \times 102 \text{ mm}$ )。

**扫描率：**10 秒；LED 指示器。

### 评估工具包 #2

包含 HK15228 聚酰亚胺 Thermofoil 电热片和 CT198-2。订购 CT198-K2。

**设置点：**可调范围为 0 至  $120^\circ\text{C}$ 。

**电压：**7.5 至 38 VDC。标称电压为 24 VDC。

**功率：**24-VDC、 $80^\circ\text{C}$  时为 40 W。

**电热片尺寸：** $2" \times 4"$  ( $51 \times 102 \text{ mm}$ )。

**扫描率：**1 秒；LED 指示器。

### 微型 Heaterstat 控制器

Minco 可通过远程数字设置点调节来提供 SIP 或 DIP 封装。



# CT325 微型直流温度控制器

## 以小型封装严密控制

### 概述

CT325 微型直流温度控制器可与 Minco Thermofoil™ 电热片和 RTD 或热敏电阻温度传感器配合使用。它提供了便宜的过程开关温度控制设备，其准确度是双金属式恒温器的数倍。使用电压表可以轻松地读取和调节设置点温度，然后在另一端监控实际信号温度。控制器使用 4.75 至 60 伏特的直流电源进行运行，可将高达 4 安培的功率转换至电热片。电热片获得电源时，LED 会亮起进行指示。

整个装置被填充了环氧树脂以便防潮，而且还有一个通孔以便安装螺栓从中穿过。接线板提供电源输入、温度传感器输入和电热片输出连接。

- 以小型封装严密控制意味着不需要外壳或面板空间，这样便可成功地开发出便携式设备
- 没有复杂编程的简单控制可以减少安装时间
- 三线 RTD 连接消除了导线电阻，使温度读数变得极其准确
- 与机电设备相比，带有可调设置点的固态开关控制更加耐用
- 柔性加热控制使所有 Minco Thermofoil™ 电热片能够实现便捷的现有操作
- 使用标准的 100  $\Omega$  或 1000  $\Omega$  铂 RTD 或 50 k $\Omega$  的热敏电阻温度传感器输入
- 单独的直流电源可向控制器和电热片提供高达 240 瓦特的电源

### 应用

- 用于医疗/外科手术 IV 解决方案
- 防御用电池
- 用于保持电子设备温度的外壳
- 耐震型笔记本电脑 LCD 和硬盘

### 定制设计选项

Minco 可以定制 CT325 的设计以用于特殊应用。可为大量 OEM 应用提供特定温度范围、其他温度传感器选项和特殊封装。



CT325 直流控制器

### 规格

**输入：**100  $\Omega$  或 1000  $\Omega$  铂 RTD、0.00385  $\Omega/\Omega/^\circ\text{C}$ 、2 或 3 根导线或 50 k $\Omega$  NTC 热敏电阻，2 根导线。

**设置点范围：**2 至 200 $^\circ\text{C}$  (36 至 392 $^\circ\text{F}$ )，用于铂 RTD 输入。25 至 75 $^\circ\text{C}$  (77 至 167 $^\circ\text{F}$ )，用于热敏电阻输入。有关其他范围，请咨询厂家。

**设置点稳定性：** $\pm 0.02\%$  的温度跨度/ $^\circ\text{C}$ 。

**V<sub>温度</sub> 信号：**超过指定范围 0.010 V/ $^\circ\text{C}$ 。

铂 RTD 温度传		热敏电阻温度传感器	
2 $^\circ\text{C}$	0.02 V	25 $^\circ\text{C}$	0.25 V
50 $^\circ\text{C}$	0.50 V	50 $^\circ\text{C}$	0.50 V
100 $^\circ\text{C}$	1.00 V	75 $^\circ\text{C}$	0.75 V
200 $^\circ\text{C}$	2.00 V		
精度：	跨度为 $\pm 1\%$	精度：	跨度为 $\pm 2\%$
线性：	跨度为 $\pm 0.1\%$	线性：	跨度为 $\pm 2\%$

**死区：** $\pm 0.1^\circ\text{C}$  (0.2 $^\circ\text{F}$ )。

**输入电源：**4.75 至 60 VDC。

**输出：**开漏，直流电源最大为 4 安培。

**导线补偿：**(3 线 RTD)  $\pm 0.06^\circ\text{C}/\Omega$ ，适用于每次滞后最多为 25  $\Omega$  的 100  $\Omega$  或 1000  $\Omega$  铂线。

**故障保护：**RTD 很短或热敏电阻开启时禁用电热片。无电热片保护；建议使用外部熔合。

**运行时环境温度范围：**-40 至 70 $^\circ\text{C}$  (-40 至 158 $^\circ\text{F}$ )。

**相对湿度：**0 至 95% (不冷凝)。

**物理：**使用聚碳酸酯外壳并以环氧树脂密封以便防潮。

**重量：**1 盎司 (28g)。

**连接：**用于将导线 AWG 22 连接至 AWG 14 的接线板。

**安装：**将 #6 螺钉或 #8 自攻锁紧螺钉穿过安装孔。

规格可随时更改

# CT325 微型直流温度控制器

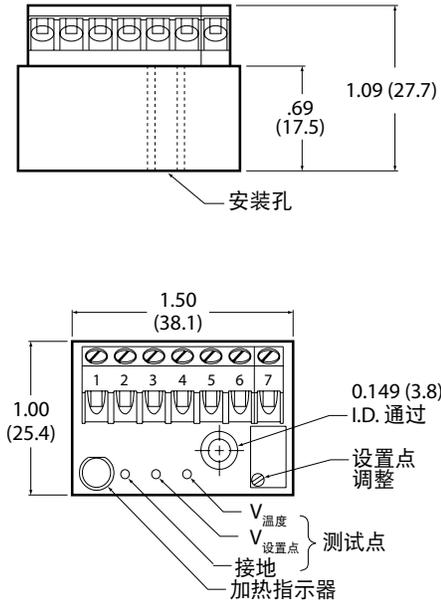
## 规格选项

CT325	型号
PD	下表中的温度传感器类型
1	电源: 1 = 4.75 至 10 VDC 2 = 7.5 至 60 VDC
C	温度范围: A = 25 至 75°C (仅热敏电阻) C = 2 至 200°C (仅 RTD)
1	死区: 1 = 0.1°C
CT325PD1C1 = 样品部件号	

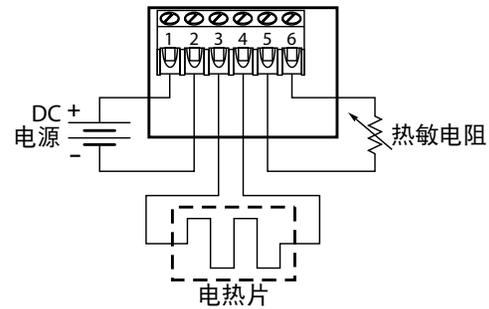
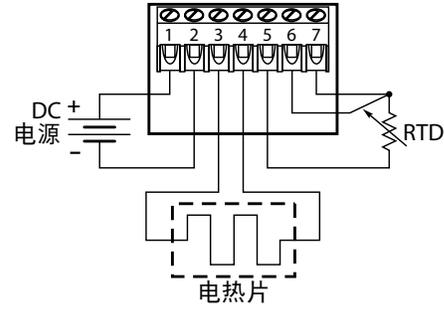
温度传感器类型	代码
100 Ω 铂金 RTD	PD
1000 Ω 铂金 RTD	PF
50 kΩ 热敏电阻	TF

注：在本部分的开头可找到经常与 CT325 配合使用的温度传感器。

## 尺寸 (英寸) (mm)

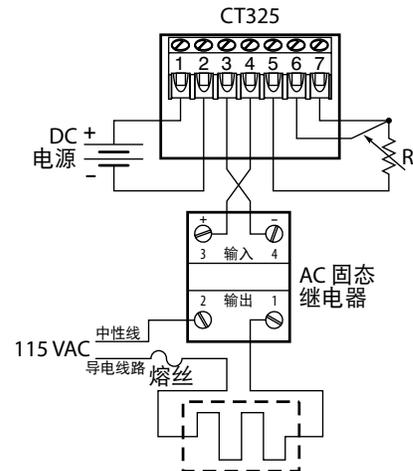


## 布线图



## 交流供电电热片

CT325 可以为外部固态继电器提供控制信号，以转换交流电源。使用 15 VDC 作为控制电压。



# CT15 温度控制器与警报

结构紧凑，大小为 1/16 DIN



CT15 控制器

## 概述

CT15 是使用复杂 PID 控制的易于使用的控制器。它还可以作为单级或 2 级警报（使用警报功能及控制继电器），用于监视电机和发电器的过热现象。

- RTD 或热电偶输入
- 控制模式：自调、预置或可编程的 PID，或开/关
- 明亮的红色 LED 显示屏
- 设置点的上升
- 数字温度传感器的输入修正
- 用于噪声或振动过程的可调整数字输入过滤器
- 四个安全级别
- 设置点限制
- 非易失性存储器无需备用电池
- 输入故障计时器
- 一个或两个温度时的警报
- “警报继电器”选项可编程设置高、低、绝对值或偏差值。继电器可手动或自动重置，并控制具有无电压触点的单个机电式继电器

## 规格

### 可选择的输入：

RTD：2 或 3 线，Minco PD 或 PE 类型（100 Ω EN60751 铂金）。  
热电偶：类型 J（出厂默认类型）、K、T（可选择的类型）。

### 输入阻抗：

热电偶：最小为 3 兆欧姆。  
RTD 电流：最大为 200 μA。

**温度传感器的断路或短路保护：**断开控制输出电源以保护系统。

**回路断线保护：**在温度传感器短路或电热片电路断开时发出错误消息并关闭输出。断开时间可从“关闭”调整到 99 分钟。

**循环率：**1 至 80 秒。

**设置点范围：**可选择的范围为 -212 至 1371°C（-350 至 2500°F），与输入相关。

**显示屏：**一个 4 位、7 段、0.3" 的大 LED。除非按下控制键，否则显示屏显示测量温度，然后显示项目值。

**控制操作：**“反向”（通常为加热）或“正向”（通常为冷却），可进行选择。

**上升/保持：**一个上升为 0 至 100 小时。

# CT15 温度控制器与警报器

## 规格 (续)

**精度:** 变化范围  $\pm 1$  计数的  $\pm 0.25\%$ 。

**分辨率:**  $1^\circ$  或  $0.1^\circ$ , 可进行选择。

**线电压稳定性:** 超出电源电压  $\pm 0.05\%$ 。

**温度稳定性:** 通常为  $4 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$  ( $2.3 \mu\text{V}/^\circ\text{F}$ ), 最大为  $8 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$  ( $4.5 \mu\text{V}/^\circ\text{F}$ ) (通常为  $100 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ , 最大为  $200 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ )。

**隔离:** 继电器和 SSR 输出被隔离。脉冲电压输出不得与输入共用公用地线。

**电源电压:** 100 至 240VAC 的标称电压,  $+10/-15\%$ , 50 至 400 Hz, 单相; 132 至 240 VDC 的标称电压,  $+10/-20\%$ 。最大为 5 VA。  
**注:** 切勿将控制器电源与电热片电源混淆。控制器不会为电热片提供电源, 它只充当转换器。例如, 控制器可以被供给 115-VAC 的电源, 但其控制供给电热片的电源, 仅为 12VDC。

**工作温度范围:**  $-10$  至  $55^\circ\text{C}$  ( $14$  至  $131^\circ\text{F}$ )。

**存储器备份:** 非易失性存储器 (无需电池)。

### 控制输出额定值:

交流 SSR (SPST): 在 250 VAC 下, 温度为  $25^\circ\text{C}$  ( $77^\circ\text{F}$ ) 时为 3.5 A; 温度为  $55^\circ\text{C}$  ( $130^\circ\text{F}$ ) 时降至 1.25 A。

由于 SSR 比机械继电器的寿命长, 因此建议使用 SSR。

机械继电器, SPST Form A (常开):

3 A 电阻, 250 VAC 时感应电流为 1.5 A;  
 抗电强度: 250 VAC; 125 VAC 时为 2 A 或 250 VAC 时为 1 A。

开关电压 (非隔离):

25 mA 时为 5 VDC。

警报继电器, SPST Form A (常开):

3 A 电阻, 250 VAC 时感应电流为 1.5 A;  
 抗电强度: 250 VAC; 125 VAC 时为 2 A 或 250 VAC 时为 1 A。

**重量:** 227g (8 盎司)。

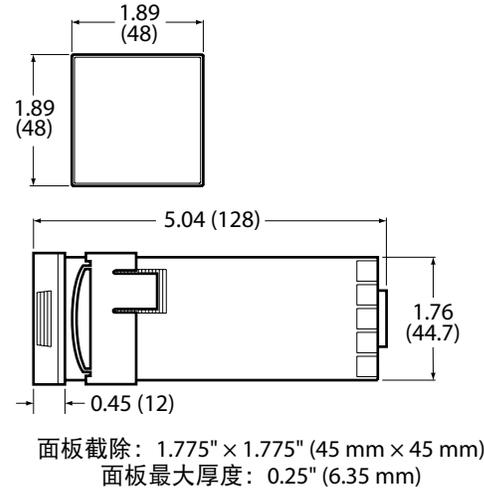
**认证:** UL & CSA。

**前面板等级:** Type 4X (IP66)。

## 规格选项

CT15	型号
1	警报: 0 = 无 1 = 有
2	输入: 1 = J、K 或 T 热电偶 2 = $100 \Omega$ 铂金 RTD, PD 或 PE 类型
1	输出: 1 = 内置 AC SSR 2 = 脉冲电压 (5 VDC) 3 = 机械继电器
CT15121 = 样品部件号	

## 以英寸为单位显示的尺寸 (mm)



注: 有关控制器附件的信息, 请参阅第 54 页

# CT16A 温度控制器

结构紧凑，大小为 1/16 DIN



CT16A 控制器

## 概述

此经济实用的控制器将复杂的 PID 控制封装在紧凑的 1/16 DIN 机柜内。广泛的控制模式、温度传感器输入类型以及继电器或 SSR 输出提供了多方面的 Thermofoil™ 电热片控制，可让您轻松地连接到其他电子元件。

- 双显示屏以 1°、0.1° 的分辨率或工程单位连续显示设置点和实际温度读数
- 通用输入适合任何温度传感器：从 10 个热电偶类型、4 个 RTD 类型、电压和电流信号中进行选择
- 隔离的输出使布线变得安全而轻松
- 回路断线保护可处理温度传感器或电热片故障
- 峰/谷用于记录最高和最低温度
- 前面板既防水又耐腐蚀，是卫生应用方面的理想之选。照明键盘易于操作
- 限制操作人员可通过四个密码保护的安全级别进行设置的温度
- 控制器可自调，以实现最佳的 PID 控制

- 控制模式：自调、预置或可调整的 PID 值，简单的开/关控制及开放式回路
- 模糊逻辑提供了更短的响应时间，并减少了未知输入的进程的过冲
- 一个或两个温度时的警报
- “警报继电器”选项可编程设置高、低、绝对值或偏差值，可手动或自动重置，而且还可控制具有无电压触点的单个机电式继电器
- “上升与保持”选项在前面板激活时根据可选择的时基处理复杂的 16 段加热轮廓 (CT16A3)
- “自动/手动”选项可轻松地切换到手动控制，以进行设置或实验 (CT16A3)
- RS-232 或 RS-485 串行通信存取温度读数及所有控制参数 (可选)
- 将感知温度或设置点作为电压或电流信号重传给计算机或记录器 (可选)
- 使用电位计、电压或电流信号改变“设置点” (可选)
- 4 级设置点可快速从一个温度切换到下一温度 (可选)

# CT16A 温度控制器

## 规格

### 可选择的输入:

RTD: 2 或 3 线, Minco 类型

- PD 或 PE (100 Ω EN60751 铂金),
- PA (100 Ω NIST 铂金),
- PF (1000 Ω EN60751 铂金), 或
- NA (120 Ω 镍)。

热电偶: 类型 J (出厂默认类型)、K、T、L、E、R、S、B、C 或 N。

直流电流: 0-20 mA 或 4-20 mA (与 Temptran™ 变送器配合使用)。

直流电压: 0-10 或 2-10 VDC, -10 至 10 mVDC, 可调整。

### 输入阻抗:

电压: 5000 Ω。

热电偶: 最小为 3 兆欧姆。

电流: 10 Ω。

RTD 电流: 200 μA。

### 温度传感器的断路或短路保护:

可选择的输出: 已禁用、故障前的平均输出, 或预编程的输出。

可调整的延迟: 0.0 至 540.0 分钟。

**回路断线保护:** 在温度传感器短路或电热片电路断开时发出错误消息并关闭输出。断开时间可从“关闭”调整到 9999 秒。

循环率: 1 至 80 秒。

**设置点范围:** 可选择的范围为 -212 至 2,320°C (-350 至 4208°F), 与输入相关。

**显示屏:** 两个 4 位、7 段、0.3" 的大 LED。“工艺值”为红色,“设置点值”为绿色。°C 或 °F。

**控制操作:**“反向”(通常为加热)或“正向”(通常为冷却), 可进行选择。

**上升/保持:**(仅 CT16A3) 16 个单独的上升和保持时间(以分钟或秒为单位)可从 0 调整到 9999。当程序结束时, 可以选择重复、保持、恢复到局部设置点, 或关闭输出。

**精度:** 变化范围 ±1 计数的 ±0.25%。

**分辨率:** 1° 或 0.1°, 可进行选择。

**线电压稳定性:** 超出电源电压 ±0.05%。

**温度稳定性:** 通常为 4 μV/°C (2.3 μV/°F), 最大为 8 μV/°C (4.5 μV/°F) (通常为 100 ppm/°C, 最大为 200 ppm/°C)。

### 隔离:

继电器和 SSR: 1500 VAC 至所有其他输入和输出。

SP1 和 SP2 电流及电压: 500 VAC 至所有其他输入和输出, 但不彼此隔离。

过程输出 (选项 934、936): 500 VAC 至所有其他输入和输出。

**电源电压:** 100 至 240VAC 的标称电压, +10/-15%, 50 至 400 Hz, 单相; 132 至 240 VDC 的标称电压, +10/-20%。最大为 5 VA。12 与 24 伏交流/直流电压 (可选)。

**注:** 切勿将控制器电源与电热片电源混淆。控制器不会为电热片提供电源, 它只充当交换机。例如, 控制器可以被供给 115-VAC 的电源, 但其控制供给电热片的电源, 仅为 12 VDC。

**工作温度范围:** -10 至 55°C (14 至 131°F)。

**存储器备份:** 非易失性存储器 (无需电池)。

### 控制输出额定值:

交流 SSR (SPST): 2.0 A 组合输出

在 240 VAC 下, 温度为 25°C (77°F) 时为 A & B;

温度为 55°C (130°F) 时降至 1.0 A。

由于 SSR 比机械继电器的寿命长, 因此

建议使用 SSR。

机械继电器, SPST Form A (常开) 或 Form B (常闭):

3 A 电阻, 240 VAC 时感应电流为 1.5 A;

抗电强度: 240 VAC; 120 VAC 时为 2 A 或 240 VAC 时为 1 A。

开关电压 (隔离): 20 mA 时为 15 VDC。

比例电流 (隔离): 0 至 20 mA, 最大为 600 Ω。

DC SSR: 32 VDC 时为 1.75 A (最大值)。

警报继电器, SPST Form A (常开):

240 VAC 电阻时为 3 A;

120 VAC 时为 1/10 HP。

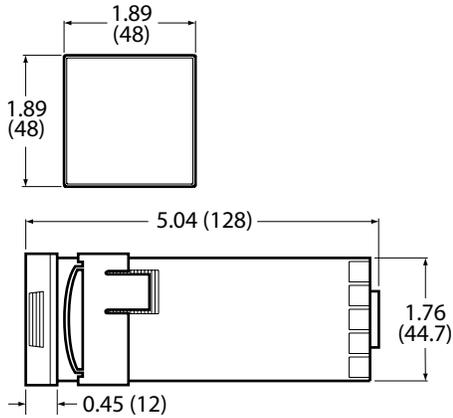
## 规格选项

CT16A	型号
2	功能设置: 2 = 标准设置 3 = 增强设置 (上升与保持, 自动/手动)
1	警报继电器: 0 = 无 1 = 有
1	输出 A: 1 = 内置 AC SSR 2 = 外部 SSR 的脉冲电压 (15 VDC) 3 = 机械继电器, SPST (常开) 4 = 机械继电器, SPST (常闭) 5 = 电流 8 = DC SSR
0	输出 B: 0 = 无 1 = 内置 AC SSR 2 = 外部 SSR 的脉冲电压 (15 VDC) 3 = 机械继电器, SPST (常开) 4 = 机械继电器, SPST (常闭) 5 = 电流
-948	选项 (留空时表示“无”)
CT16A2110-948 = 样品部件号	

规格可随时更改

# CT16A 温度控制器

以英寸为单位显示的尺寸 (mm)



面板截除: 1.775" × 1.775" (45 mm × 45 mm)  
面板最大厚度: 0.25" (6.35 mm)

## CT16A 的附加选项 (板级)

**934: 过程变量或设置变量的模拟重传:** (4 至 20 mADC) 用作记录器、变送器或计算机 A/D 输入。线性化的 4 至 20 mA 直流信号遵循“过程”或“设置”变量。可调整。

**936: 过程变量或设置变量的模拟重传:** (0 至 10 VDC) 与选项 934 类似, 但输出信号是线性化的, 介于 0 和 10 VDC 之间。

**948: 4 级设置点:** 四个预置设置点可以由外部触点进行选择。每个设置点都有一组自己的 PID 值, 针对不同的工艺条件, 为控制器提供了 4 个截然不同的“方法”。

**992: RS-485 计算机通信链接:** 允许远程计算机读取和写入所有控制参数。

**993: RS-232 计算机通信链路:** 允许远程计算机读取和写入所有控制参数。

## 附件

**AC744:** 1-10 A, 24 至 280 VAC SSR

**AC745:** 1-25 A, 24 至 280 VAC SSR

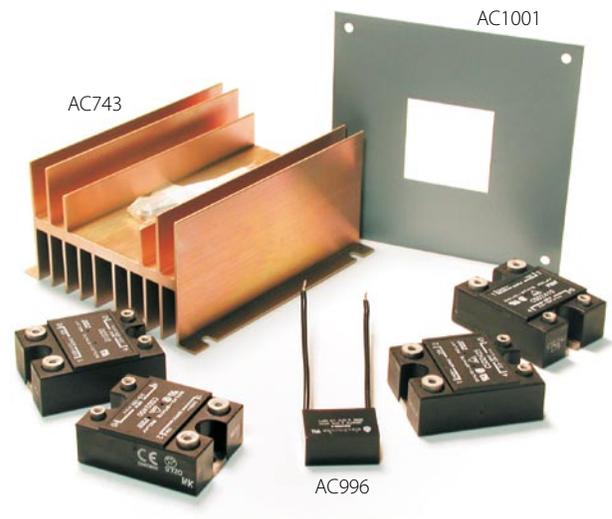
**AC746:** 1-50 A, 24 至 280 VAC SSR

**AC1009:** 1-20 A, 0 至 100 VDC SSR

**AC743:** SSR 散热器用于较高的电流或环境温度

**AC996 R/C 缓冲器:** 如果使用机械继电器或 SSR 输出来驱动继电器或螺线管, 则强烈建议延长继电器触点的寿命。此外, 对于 CT16A AC SSR 输出, 请确保线圈的“维持”电流大于 100 mA, 且电压为最小值 48 VDC。

**AC1001:** 钢制 1/16 至 1/4 DIN 转接板。127 × 127 mm 灰色钢, 带有 45 × 45 mm 的中心孔。



# 电热片附件

## 恒温器

恒温器以低成本提供了基本的电热片控制。也可将其作为热切断与其他控制系统结合使用。所有恒温器都附带一个 1.5" (38.1 mm) 长、涂有硅橡胶的套筒 (用于在电气元件运转时确保电气绝缘) 和安装粘合剂。

这些恒温器都是单独订购的。有关订购出厂时即安装了恒温器的电热片的信息, 请联系: Minco 销售与技术支持。

### 规格

#### 普通型号:

TH100 缓跳式, 最大为 120 VAC。  
TH200 突跳式, 最大为 240 VAC。

设置点公差:  $\pm 5^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 9^{\circ}\text{F}$ )。

触点配置: 常开 (NO) 在设置点之上。

打开/关闭的差异: 通常为 5 至  $10^{\circ}\text{C}$ 。

#### 最大电流:

型号 TH100: 120 VAC 时为 6 安培;  
12 VDC 时为 8 安培;  
24 VDC 时为 4 安培  
型号 TH200: 240 VAC 时为 4 安培。

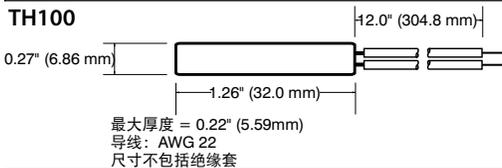
寿命额定值: 100,000 个周期。

认证: UL、CSA。

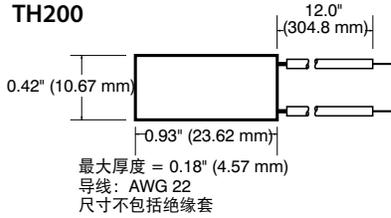


### 规格选项

TH100	型号: TH100 (缓跳式)
T40	设置点选项 ( $^{\circ}\text{C}$ ) ( $^{\circ}\text{F}$ ): 5 (41), 20 (68), 40 (104), 60 (140), 80 (176), 100 (212), 150 (302), 200 (392)
TH100T40 = 样品部件号	



TH200	型号: TH200 (突跳式)
T80	设置点选项 ( $^{\circ}\text{C}$ ) ( $^{\circ}\text{F}$ ): 60 (140), 80 (176), 100 (212), 150 (302)
TH200T80 = 样品部件号	



## 预切绝缘体

这些垫被剪成与电热片相同的尺寸, 可提供热绝缘性以将热损失降至最低。还可以将其置于夹紧板与电热片之间以确保压力均匀。可选的压敏粘合剂 (PSA) 背衬可确保安装轻松。它不会永久粘接, 可在以后进行拆卸, 而不损坏电热片。

材料	厚度	温度限制		R 系数 未压缩
		具有 PSA	不具有 PSA	
氯丁橡胶	0.125" (3.18 mm)	107 $^{\circ}\text{C}$	107 $^{\circ}\text{C}$	23.1 $^{\circ}\text{C}\times\text{m}/\text{W}$
硅橡胶泡沫	0.125" (3.18 mm)	204 $^{\circ}\text{C}$	204 $^{\circ}\text{C}$	9.2 $^{\circ}\text{C}\times\text{m}/\text{W}$
云母	0.010" (0.25 mm)	不适用	600 $^{\circ}\text{C}$	2.5 $^{\circ}\text{C}\times\text{m}/\text{W}$
陶瓷纸*	0.125" (3.18 mm)	不适用	600 $^{\circ}\text{C}$	11.5 $^{\circ}\text{C}\times\text{m}/\text{W}$

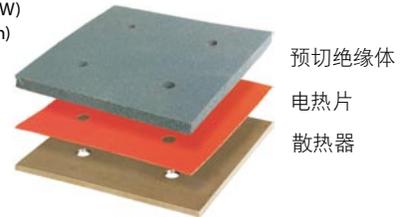
\* 每个云母电热片均免费附带两张陶瓷纸。额外的纸张需另行订购。

可使用下列公式估算热损失:

$$\text{Heat loss (W)} = \frac{A(T_f - T_a)}{1000 RL}$$

其中:

W = 通过绝缘体损失的热量 (瓦特)  
A = 电热片面积 (平方 mm)  
 $T_f$  = 散热器温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )  
 $T_a$  = 环境温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )  
R = R 系数 ( $^{\circ}\text{C}\times\text{m}/\text{W}$ )  
L = 绝缘体厚度 (mm)



### 规格选项

IN	IN = 绝缘垫
5334	对应的电热片型号
N1	材料: N1 = 氯丁橡胶 R1 = 硅橡胶 M1 = 云母 C1 = 陶瓷纸
B	压敏粘合剂: A = 无 PSA B = 具有 PSA 背衬 (不适用于带陶瓷或云母)
IN5334N1B = 样品部件号	

规格可随时更改



# 常见问答

## 什么是此电热片的正确电压？

标准电热片由电阻而非电压指定。这可让您在不同的功率级对其进行操作。选择电热片型号时，应考虑适合您应用的大小、电阻、工作温度、总功率及功率密度 ( $W/in^2$  或  $W/cm^2$ )。功率密度（而非总功率）决定最大的应用电压。最大功率密度取决于绝缘类型、安装方法和工作温度。这些限制的图形包含在本公告的每个产品部分中。

对于 Minco 的标准和普通绕线式硅橡胶电热片，均根据通常的环境条件和操作列出了建议电压。

但可能经常会遇到超过所列限制的情况。如果您的应用需要高于允许标准限制的电源，请联系 Minco 以了解更多信息。

## Thermofoil™ 电热片是否可以悬挂在空中？

由于 Thermofoil 电热片的体积非常小，因此它们通常不适合于在空中加热。当 Thermofoil 电热片安装到可通过传导（而非对流或辐射）加热的物体上时，其运行状态可达到最佳。

## 标准电热片导线附件的面积尺寸是多少？

非加热导线附件的面积大小随着导线大小、绝缘材料、导线出口位置和电热片尺寸的变化而有所不同。如果是聚酰亚胺（例如，Kapton™）绝缘电热片，则对于 AWG 30 至 AWG 20，其大小介于  $0.25 \times 0.30"$  ( $6.35 \times 7.62\text{mm}$ ) 至  $0.5 \times 0.8"$  ( $12.7 \times 20.32\text{mm}$ ) 之间。当指定定制设计时，请说明您的空间限制。导线可以被连接至电热片机身外部的非加热接头上。

## 各个不同绝缘材料的电介质强度是什么？

对具有聚酰亚胺、硅橡胶或云母绝缘体的 Minco 标准电热片进行测试，以验证 1000 VAC 是否为最小的介质击穿电压。我们可以提供具有更厚绝缘体的自定义型号以提高介质等级，但这将降低电热片的最大功率和温度额定值。

另一个考虑事项是工作电压时的介质泄漏电流数。由于蚀刻元件覆盖了 50% 或更多的电热片表面积，因此它可以在应用交流电源时充当电容器。结果是由于电容效应而导致泄漏。这并不是绝缘体故障，但它可能会超出某些医疗和其他应用所需的较低限制。如果您的应用需要满足严格的限制，Minco 可以使用特殊设计技术将此泄漏降至最低限度。

## 什么是 Minco 电热片元件的电阻温度系数 (TCR)？

标准蚀刻元件电热片（在“NiFe”和“Ni”列下面列出的电阻选项除外）使用非常低的 TCR 箔材料。在大多数应用中，可以认为这些电热片的平电阻与温度之间存在一定关系。

“NiFe”和“Ni”列下面的蚀刻元件电热片使用镍 ( $0.00672 \Omega/\Omega/^\circ\text{C}$ ) 或镍铁合金 ( $0.00519 \Omega/\Omega/^\circ\text{C}$ ) 箔片。Thermal-Clear 电热片使用铜线 ( $0.00427 \Omega/\Omega/^\circ\text{C}$ )、镍线 ( $0.00672 \Omega/\Omega/^\circ\text{C}$ ) 或镍铁合金线 ( $0.00519 \Omega/\Omega/^\circ\text{C}$ )。这些更高的 TCR 型号不能自我限制，但可与 Minco 的 Heaterstat 控制器配合使用（其中，电热片元件执行温度传感器功能）。

要计算这些电热片的电阻与温度，请转至“工程工具”部分，网址为 [www.minco.com/e2e](http://www.minco.com/e2e)。

## 这些电热片是否可以浸泡在水或其他液体中？

通常的答案是不可以。在聚酰亚胺绝缘 Thermofoil 电热片中使用的材料可以防水，但边缘并未为了能够浸泡在液体中而进行了充分的密封。自定义设计（包括所有的 PTFE 电热片）可包括增加的边缘面积和密封的导线连接，因此这些电热片可浸泡在水中。硅橡胶绝缘电热片需要沿着所有暴露边及导线附件区域使用 RTV 水泥或类似材料，才可浸泡在水中。

如果您的应用要求与其他液体相接触，请联系：Minco 销售和技术支持以获取详细信息，我们可以帮助您设计一个解决方案。

## 在我收到 Thermofoil 电热片后，我是否可以将其剪成所需的大小和形状？

不可以 - Thermofoil 电热片不能被剪切或裁剪。元件导线覆盖了整个区域，以使蚀刻箔片设计的热扩散效应达到最大限度。如果将其剪切，则会产生一个电气开路并使有电元件露出来。

## 我将在何时为电热片指定一个铝箔背衬？

箔有助于在电热片导线束之间传播热量、提高 PSA 的粘附力，并降低聚酰亚胺的弹性以更好地适应弯曲。它提高了具有 PSA 的聚酰亚胺电热片的温度和功率密度额定值。对于硅橡胶电热片而言，与直接对橡胶应用 #12 PSA 相比，具有丙烯酸 PSA 的箔片价格更低。

# 术语表

**抗积分饱和：**关闭比例区以外的积分作用，以防止在预热期间对错误进行累计时出错。

**AP (全聚酰亚胺)：**带有无粘合剂的基层和盖板的柔性电热片。能承受高达 260°C 的高温。

**AWG (美国线规)：**线径的指示器。编号越大，直径越小。

**传导：**在临近的物体（通常是固态）之间或同一物体的不同部分之间传递热能。

**对流：**通过将温度较高的区域与温度较低的区域混合在一起，在液体和气体中传递热能。由于存在密度差异，因此可以形成对流。通常，较热的液体（或气体）的密度较低，温度往往会升高。

**缓跳式：**一种切换方法，通常用于恒温器中，恒温器中的热敏双金属元素会使电气连接的建立和断开变得缓慢。与突跳式相反，这一方法会获得更严格的温度控制，但电噪声更大，寿命通常会更短。

**周期：**开/关周期的持续时间（基于一定的时间比例）。例如，以 10 秒为周期时为 80% 电源的打开时间为 8 秒，关闭时间为 2 秒。一般规则：时间越短，控制效果越好，振荡越少，但要求使用固态继电器。

**死区：**对于开/关控制器来说，它是完全“开”（当温度下降时）和完全“关”（当温度上升时）之间的温差。死区的设计目的是为了减少振荡。

**微分：**基于过程中的变化率对输出进行的调整，其目的是为了更快地从干扰中恢复过来。也可表示为“速率”。一般规则：如果系统经常运行得过快，微分时间会增加；如果系统运行得缓慢，则微分时间会减少。

**介质强度：**在被击穿之前，绝缘材料所能够承受的最大电压（通常是交流电压）。

**下降：**简单比例控制中所固有的错误，即温度在设置点之外的点处达到平衡状态，但却仍在比例区范围之内。

**蚀刻箔片：**一种产生预先确定的电气路径的方法，即以化学方法消除（蚀刻）不携带电流的区域。此工艺可用于制造电热片、柔性电路和温度传感器。

**FEA (有限元分析)：**一种用来预测电热片/散热器设计行为的数字方法。通常仅在实际建模不可行的情况下，才会采用这一方法。

**FEP (氟化乙烯丙烯)：**聚合物家族 PTFE 中的热塑性粘合剂。

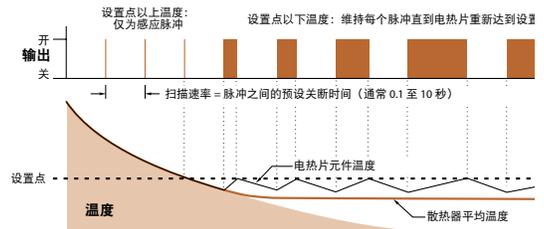
**柔性电路：**用柔性材料制成的印刷电路，用于紧凑的电气互连。

**模糊逻辑：**除了 PID 以外的另一种可以运行的控制模式，该模式

**散热器：**在其上安装电热片的物体。

**热传导：**在温度不同的物体之间传输热能。

**Heaterstat™：**一种 Minco 温度控制器，它使用加热元件作为温度反馈传感器。



**滞后：**对于开/关控制器来说，它是完全“开”（当温度下降时）和完全“关”（当温度上升时）之间的温差。

**绝缘电阻：**电气绝缘材质的实际电阻。测量设备通常使用高直流电压来执行测量。

**积分：**一种控制器功能，该功能通过累计一段时间的误差并上下调整比例区，来对下降进行不断的补偿。也可表示为“复位”（积分时间 = 1/复位率）。一般规则：积分时间短会导致修正速度加快，但如果积分时间过短，则会导致振荡。

**ISO 9001：**一种全球公认的质量管理系统。

**封装：**通过加热和压力来粘合材料。

**云母：**一种用于隔离电热片的较脆的层状硅酸盐矿物。之所以使用此种矿物，主要是因为其具有高温和高功率密度性能。

**NASA (美国国家航空航天局)：**负责宇宙空间探索的美国机构。

**欧姆定律：** $E = I \cdot R$ ，请参阅第 6 页。

**开/关：**一种简单的控制模式。与恒温器相同，低于设置点时输出处于打开状态，而高于设置点时则会处于关闭状态。

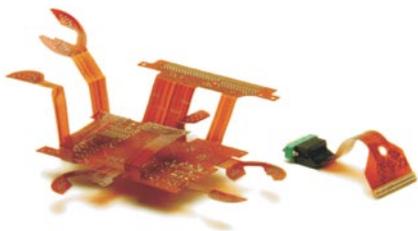
**排气：**气体排放，尤其是在真空或高温环境下。

**PID (比例、积分、微分)：**一种集成了比例、积分和微分作用的控制算法。

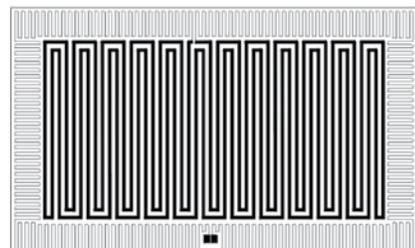
**聚酯：**一种用于以电气方式隔离电热片、柔性电路和 Thermal-Ribbons™ 的合成聚合物。当对高温和耐化学腐蚀性要求不高时，选择它来替代聚酰亚胺是一种非常经济的做法。

**聚酰亚胺 (Kapton™)：**一种柔性的琥珀色半透明薄膜，用于以电气方式隔离电热片、柔性电路和 Thermal-Ribbons™。它因其温度范围和耐化学腐蚀的特性而得到广泛应用。DuPont 公司推出的聚酰亚胺商品名称为 Kapton™。

**配置：**一种提供均匀温度的方法，即通过改变单个电热片的功率密度来调节散热器不均匀的散热量。



会为控制器提供更多的处理不可预知的系统所需的“常识”。大多数加热情况都不需要采用这一模式。



# 术语表

**比例控制**：一种控制方法，其中，控制器输出与设置点的温差成比例。

**比例区**：设置点周围的区域，其中，输出与过程和设置点之间的距离成正比。例如，在预热过程中，100% 电热片功率与设置点附近的温度成比例下降，依次为 75%、50% 和 25%。一般规则：设置足够的宽度以防止在正常操作期间温度偏离到比例区外。

**比热**：单位质量的某种材料温度升高 1°C 时吸收的热量。

**标准电热片**：预先设计好的可以定制的电热片。Minco 标准电热片的交付期通常为三周左右。

**薄膜**：通过在基层（通常是陶瓷的）上附着一层薄金属而制成的电气元件。薄膜技术可用于制作电热片或温度传感器。

**导热系数**：衡量材料传热速度的标准。通常称为“k”值。

**电阻公差**：在基准温度（通常是 0°C）时，实际标称电阻（即目标电阻）的范围。通常情况下，线元件的电阻公差比蚀刻箔片元件更加严密。

**电阻密度**：每单位面积电阻。它通常被列为最大值，这取决于结构材料，例如箔片、粘合剂和绝缘材料。

**辐射**：在整个空间（特别是真空）内通过电磁波传输热能。

**功率密度**：每单位面积的功率，通常表示为瓦每平方英寸或瓦每平方厘米。

**硅橡胶**：一种用于以电气方式隔离电热片和 Thermal-Ribbons™ 的柔性合成橡胶。

**恒温器**：一种热敏开关，用作经济型开/关控制器或用于过热保护。请参阅“突跳式”和“缓跳式”。

**硫化**：使用热量和压力的工艺，用于将未硫化橡胶粘结到橡胶、金属、陶瓷、玻璃等材料上。

**PSA（压敏粘合剂）**：一种不需要加热或极端压力即可使用的粘合剂。只需剥去分离膜，然后将其牢固地贴在适当位置即可。



**PTFE（聚四氟乙烯）**：一种柔性的电气绝缘材料，以其“不粘”特性而出名。它通常因其出色的耐化学腐蚀性而得到青睐。

DuPont 公司推出的 PTFE 的商品名称为 Teflon™。

**RS-485**：将计算机与过程仪器相连的通讯标准。允许在一条双绞线电缆上连接多台仪器。可利用适当的适配器转换为 RS-232。

**RTD（电阻温度检测器）**：电阻随温度而变化的温度传感器。是最精确的常用温度计类型。

**热电偶**：通过在称为“连接点”的离散点将两个不同的金属相连而制成的温度传感器。连接点之间存在温差时，热电偶产生的电压会很小。

**热敏电阻**：用半导体材料制成的温度传感器。热敏电阻的灵敏度非常高（电阻会随着温度的变化而有显著差别），但是非线性的，因此通常不会非常准确。

**SensorCalc**：Minco 开发的一种基于 Web 的程序，可为各种温度传感器和电热片提供电阻与温度数据。

**SMT（表面安装技术）**：印刷电路布线方法，该方法使用电路表面的焊接板来安装元件，从而消除了通孔。

**SSR（固态继电器）**：无易磨损的滑动触头的继电器的类型，其使用寿命是机械继电器的许多倍。最适用于时间比例。

**伸展带**：弹性硅橡胶带，用于将电热片或温度传感器安装到气缸上。

**时间比例**：通过改变打开时间与关闭时间的比率调整输出；例如 80% 功率 = 80% 全部打开，而 20% 则为关闭。

**收缩带**：预拉伸的带，用于将电热片或温度传感器安装到气缸中，加热时会收缩。

**TCR（电阻温度系数）**：在 0°C 与 100°C 之间，每单位电阻的平均电阻变化。有时它被简化成 100°C 下的电阻与 0°C 下的电阻之间的比率。



**Thermal Calc**：Minco 开发的一种基于 Web 的程序，可帮助通过已知参数计

算电热片的功率要求。Thermal Calc 在以下网站提供：[www.minco.com/e2e](http://www.minco.com/e2e)。

**Thermal-Clear™**：用透明绝缘材料和细线元件制成的电热片。Thermal-Clear 电热片可传输 80% 以上的可见光。

**Thermal-Ribbon™**：Minco 开发的柔性温度传感器系列，其特点是：电阻、TCR 和温度范围非常广泛。Thermal-Ribbons 可以集成到电热片中，也可以量身定制成任何实际的形状。

**Thermofoil™**：Minco 创新的加热技术，这种技术利用蚀刻箔片工艺来制作柔性的平板式电热片，以提供最佳的传热性。电热片可以设计成任何实际的形状，Minco 可以集成温度传感器、柔性电路和控制电子元件。

**TÜV**：测试和认证组织，Minco 已通过 ISO 9001 鉴定和其他认证。

**突跳式**：一种切换方法，通常用于恒温器中，恒温器中的热敏双金属元素会使电气连接的建立和断开变快。与缓跳式相反，这种方法产生的电噪声较少，但要求连接打开和关闭时的温差要非常明显，从而导致控制变松。

**UL（保险商试验所）**：一个独立的产品安全测试和认证组织，在美国和加拿大被广泛认可。

**ULA**：热固性丙烯酸粘合剂（已经过 UL 认可）。

**WA**：热固性丙烯酸粘合剂。

**瓦特**：每安培电流通过一欧姆电阻负荷所产生的热量。

**自调**：CT15 或 CT16A 将其自己的 PID 参数设置为与程序最匹配的功能。可设置为了解一次或连续观察和调整。

# 电热片的工业规格

## ISO 9001: 2000 / AS/EN/SJAC9100 (登记机构: TÜV)

Minco 的品质保证系统已经过审计和认证, 符合这些国际公认的标准。

## UL: 保险商试验所

美国:

UL 499; 电气安全标准

加热设备UL 文件号: E89693



以聚酰亚胺、全聚酰亚胺、云母或硅橡胶为绝缘材料的定制设计或标准型号的电热片, 可以标记为已得到认可的元件。

加拿大:

规格 C22.2, 72-M1984

UL 文件号: E89693



以聚酰亚胺、全聚酰亚胺、云母或硅橡胶为绝缘材料的定制设计或专门修改标准型号的电热片, 可以标记为已得到认可的元件。

美国和加拿大:

规格 C22.2, 72-M1984

UL 文件号: E89693



以聚酰亚胺、全聚酰亚胺、云母或硅橡胶为绝缘材料的定制设计或专门修改标准型号的电热片, 可以标记为已得到认可的元件。

## TÜV

规格 EN60335-1: 家用和类似用途电器的安全标准, 第 1 部分: 一般要求

定制具有聚酰亚胺或硅橡胶绝缘材料的设计的或标准型号电热片可以标记为已得到认可的元件。



## NASA: 美国国家航空航天局

规格 S-311-P-079: Thermofoil™ 电热片的采购规格

自二十世纪六十年代的 Mercury 程序之后, Minco 与 NASA 密切合作开发了精密、可靠的热元件。已经为 NASA 项目构建、测试并提供了数百个定制设计的 Thermofoil™ 电热片。Minco 是 NASA 的 QPL (合格生产商清单) 中提到的唯一的加热元件供应商。

## Astrium (英国、法国、德国和西班牙的航空和卫星设备制造商财团)

空间元件采购机构规格 MA1144 (法国) 和规格 SHT01-001 (英国)

在过去的 20 年中, Minco 已经为这些合作伙伴提供了数百个用于卫星应用的定制型号 Thermofoil™ 电热片, 并经过认证。

## CENELEC: 欧洲电工标准化委员会

规格 EN50014: 潜在爆炸性气体环境用电气设备: 一般要求和规格 EN50019: 潜在爆炸性气体环境用电气设备: 增安型电气设备

Minco 的特定型号 Thermofoil™ 电热片的组件符合这些国际要求, 可用于存在潜在危险的区域。

## Telcordia Technologies (Bellcore)

规格 GR-1221-CORE: 无源光学元件的一般可靠性保证要求

以聚酰亚胺和橡胶绝缘的 Thermofoil™ 电热片已经过测试, 符合电信工业要求。标准和定制设计的电热片/温度传感器及电热片组件符合此规格的要求。

## 白皮书

可在 Minco 的 E2E (工程师对工程师) 社区获取这些白皮书, 网址为 <http://www.minco.com/e2e/>

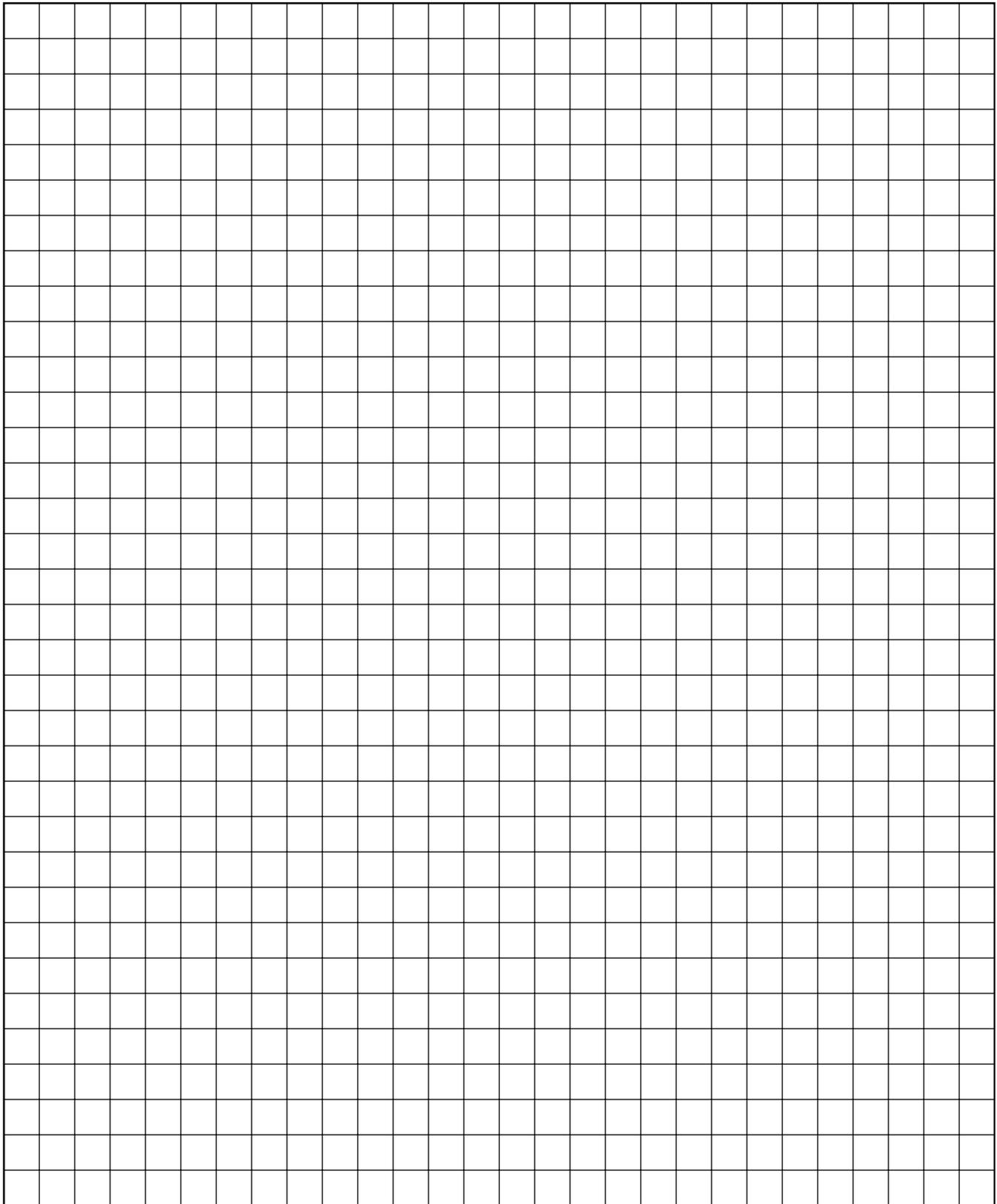
- 估计蚀刻箔片电热片的功率要求
- 蚀刻箔片电热片原型技术
- 用于透明应用的薄膜与绕线式电热片的比较
- 设计用于半导体加工的加热卡盘设备
- 及更多……

# 设计说明

---

# 设计说明

---



参考内容

# 索引

AC743 散热器	54	规格 (认证)	59	S468 温度传感器	42
AC744 固态继电器	54	硅橡胶:		S614 温度传感器	42
AC745 固态继电器	54	箔片电热片	20 - 31	S651 温度传感器	42
AC746 固态继电器	54	绝缘	7	S665 温度传感器	42
AC996 缓冲器	54	绕线式电热片	32 - 35	S667 温度传感器	42
AC1001 转接板	54	H6700-H6713 (标准)	40	S853 温度传感器	42
AC1009 直流固态继电器	54	Heaterstat™	44 - 47	S17624 温度传感器	42
安装	8	HK5160-HK5188 (普通)	18	收缩带	8
BK4 收缩带	8	HK5160-HK5600 (标准)	22 - 31	术语表	57 - 58
BM3 收缩带	8	HM6800-HM6837 (标准)	38	TC40 热电偶	42
背衬板	37	HR5160-HR5188 (普通)	21	TH100 恒温器	55
CT15 控制器	50 - 51	HR5160-HR5600 (标准)	22 - 31	TH200 恒温器	55
CT16A 控制器	52 - 54	HR6850-HR6891 (普通)	33	Thermal-Clear™	39 - 40
CT198 Heaterstat™	44 - 47	HR6600-HR6691 (标准)	34 - 35	Thermal-Clear™ 电热片	39 - 40
CT198-K2 Heaterstat 工具包	46 - 47	恒温器	55	Thermofoil™ 电热片:	
CT198-K4 Heaterstat 工具包	40, 46 - 47	聚酰亚胺:		优势	4
CT281 控制器	44 - 47	电热片	16 - 19	应用	5
CT288 控制器	44 - 47	绝缘	7	设计	10 - 15
CT325 控制器	48 - 49	聚酯:		陶瓷纸	37
电热片:		绝缘	7	透明电热片	39 - 40
附件	55	光度绝缘	7	ULA	7
全聚酰亚胺	41	绝缘材料	7	WA	7
聚酰亚胺	16 - 19、22 - 31	绝缘体, 预切	55	温度传感器	42
云母	36 - 38	Minco:		温度控制器:	
橡胶 (绕线式)	32 - 35	关于	2	附件	54
硅橡胶 (箔片)	20 - 31	目录	3	基本知识	43
电源:		粘合剂:		Heaterstat™ (无传感器)	44 - 47
使用欧姆定律计算	6	#6 RTV 水泥	8	微型直流 (CT325)	48 - 49
估计要求	10	#12 PSA	8	PID 单通道 (CT15)	50 - 51
定制设计	10 - 15	#15 环氧树脂	8	PID 双通道 (CT16A)	52 - 54
多区域	10 - 11	丙烯酸 PSA	8	RS-232/RS-485 接口	54
FAQ	56	欧姆定律	6	预切绝缘体	55
FEP	7	PSA	请参阅粘合剂	云母:	
附件	54 - 55	PTFE	7	电热片	36 - 38
功率密度:		配置	11	绝缘	7
全聚酰亚胺电热片	41	全聚酰亚胺:		云母板	37
计算	9	电热片	41	终端	11
云母电热片	9, 37	绝缘	7	组件	13
聚酰亚胺电热片	9, 17	柔性电热片设计工具包	17		
橡胶 (箔片) 电热片	9, 21	S245 温度传感器	42		
橡胶 (绕线式) 电热片	32	S247 温度传感器	42		
Thermal-Clear™ 电热片	9, 39	S270 温度传感器	42		
功率密度	请参阅功率密度	S467 温度传感器	42		

注: Minco 保留更改普通和标准电热片规格和设计的权利, 恕不另行通知。如需完整的设计控制, 请联系 Minco 取得唯一的部件号。

# 下一步行动

---

Minco 非常愿意帮助您设计和制造符合并超出您的预期的加热解决方案。这就是我们建立多种通讯渠道以便能够促进有意义的交流和对话的原因。

**立即致电：** Minco 销售与技术支持 – 美国 - 763.571.3121  
欧洲 - (33) 5 61 03 24 01  
亚太地区 - (65) 6511 3388

联系：Minco 销售与技术支持团队已受过专业培训，有能力迅速处理与产品订单相关的复杂问题、报价请求、工程技术问题及其他需要综合客户支持的问题。

**配置电热片和在线订购 - [www.minco.com/heater\\_config/](http://www.minco.com/heater_config/)**

指定并配置数百个 Minco 普通和标准电热片，即可轻松地进行在线订购。

**与其他工程师合作 - [www.minco.com/E2E/](http://www.minco.com/E2E/)**

请工程师提供有关日益广泛的培训的信息。这正是越来越多的人发现与其他工程师合作的价值的的原因。分享您的原型设计经验、提出问题、下载白皮书、查看网络研讨会或帮助其他设计工程师在 E2E（工程师对工程师）在线社区寻找答案。

**提交报价请求 – [www.minco.com/rfq/](http://www.minco.com/rfq/)**

请将您的应用规格和元件需求发送给我们，Minco 代表会通过电话或电子邮件与您取得联系，以确认您的请求并向您发送可靠的报价单。

**访问技术信息和应用理念 - [www.minco.com](http://www.minco.com)**



**全球总部**

7300 Commerce Lane  
Minneapolis, MN 55432 USA  
电话: 1.763.571.3121  
传真: 1.763.571.0927  
sales@minco.com  
www.minco.com

**欧洲总部**

Usine et Service  
Commercial, Z.I.  
09310 Aston, France  
电话: (33) 5 61 03 24 01  
传真: (33) 5 61 03 24 09

**亚太区总部**

20 Science Park Road  
#02-31 Teletech Park  
Singapore Science Park II  
Singapore 117674  
电话: (65) 6511 3388  
传真: (65) 6511 3399

ISO 9001:2000  
HDG01121806R0  
© MINCO 2007



柔性电路  
Thermofoil™ 电热片  
温度传感器  
仪器