



中文版本



朱茂雅克

用于加热的元件的技术

## 第1章

# 用于液体加热的铠装式发热元件的技术介绍



# 用于液体加热的铠装式发热元件的技术介绍

## 1 — 选择正确的铠装材料

有许多不同的铠装材料可用于浸入式加热器。最重要的因素是材料或液体将直接接触发热管。在许多情况下，可用不同的铠装材料。如果规格允许或要求只能用不锈钢，要确保哪一种是可兼容的。（例如：304，304L，316，316L 或 321；请看下表）。大多数情况下，都会用不锈钢，现在非常受欢迎并且便宜；以前则用红铜或钢。

### 用在浸入式加热器中主要的不锈钢

EN	AISI	DIN	用途
EN 1.4301	AISI 304	W. 1.4301	在水和潮湿的环境中，最高 450°C。应用于烹饪器具。浸入式加热器的法兰通常用 304 不锈钢制作而成。它是本表中提到的成本低廉的铠装材料。
EN 1.4307	AISI 304L	W. 1.4307	与 304 不锈钢一样，用于潮湿腐蚀性的环境。用于清洗设备的发热管。氩弧焊焊接后比 304 不锈钢有更良好的耐腐蚀性。
EN 1.4541	AISI 321	W. 1.4541	在水和潮湿的环境中，最高 550°C。 清洗和烹饪设备的发热管。
EN 1.4404	AISI 316L	W. 1.4404	提高耐腐蚀性。在水和腐蚀的潮湿的环境中，最高 450°C。用于食品行业。
EN 1.4435	AISI 316SL	W. 1.4435	与 316L 类似，不同的是钼的含量更高，确保提高机械特性和抗腐蚀性。在水或腐蚀的潮湿的环境中，最高 500°C。很少用。
EN 1.4571	AISI 316Ti	W. 1.4571	与 321 不锈钢类似，除了钛还添加了钼。用于 500°C 的温度，也用于不连续的操作。很少用。
EN 1.4876	Alloy 800	W. 1.4876	也可跟因科 800 一样地使用。在水和空气中，最高温度 1050°C。
EN 2.4858	Alloy 825	W. 2.4858	也可与因科 825 一样地使用。在水和高腐蚀性的环境中。
EN 1.4847	Alloy 840	W. 1.4847	也可与因科 840 一样地使用。在空气中，最高温度达 950°C。
Ti II	UNS R50400	W. 3.7035	这种材料广泛应用于浸入式加热、海水管道、反应器容器。可高度承受腐蚀性的材料。它是本表中提到的成本最高的铠装材料。

附加的限制来源于不同材料的成型和弯曲，包括它们的对于不同的最小弯曲半径的退火情况，例如：304L 和 316L 的成型性都是优越的，而钛的成型性则很有限。上表提供的仅作为基本的参考。关于适合性和完整性，通过本表提供的技术的和 / 或信息的特征均要经客户的仔细分析。客户必须进行所有的深度控制和所有必要的测试以验证我们的产品在其所安装的最终应用中的适用性。

## 2 — 选择表面负载

本章提供的数值均是在我们实验室测试的结果。图表由电脑整理出来，给出指定的功率，仅供参考。

### 总则：

建议选择一种在发热管表面不会产生液体局部沸腾的表面负载。这种现象被称为空穴现象，会导致发热管的保护套快速磨损、液体分解或产生化学变化、石灰石的沉积和污染物（碳酸盐，氯化物等）。至于饮用水，当水温达到 65°C，并且水的硬度超过 10dH 时，这些沉淀工艺会增强。

下面的测试是在常用的应用配置下进行的，通过用微型热电偶点焊接到发热管表面后，在几个位置测量发热管的表面温度。

区分水不流动的静态应用和自然对流电流产生的液体传热是很重要的，在这些地方，液体围绕着发热管循环，热交换显著地增强。

### 用于无持续水流的罐体或容器的浸入式加热器

测试使用的是纯水，25%，和 50% 的加水的乙二醇，因为它们是用

# 用于液体加热的铠装式发热元件的技术介绍

中央供暖系统和太阳能加热循环的有代表性的液体，加花生油的代表性的液体是用于食品应用的。

<p>在没流量的情况下，在发热管顶部 50mm 的位置和发热管底部 50mm 位置的温度差值。可以看到巨大的温差，主要是在油里。 注意：在 10W/cm<sup>2</sup> 负载的水上测试，6 分钟后，在发热管周围的水开始沸腾，温差逐渐减小，因为水沸腾产生对流。</p>	<p>在没流量的情况下，在发热管上方 50mm 的位置，在不同的表面负载测量发热管表面温度和液体温度的差值，发热管完全浸入（通电 10 分钟后测量） 注意：8W/cm<sup>2</sup> 以上，在水和加水的乙二醇中温差没有加大，因为液体接触到发热管开始沸腾，并且能量是用于汽化。</p>	<p>在没流量的情况下，这是模拟当发热管温度从液面开始上升时所发生的情况。（半浸入，10 分钟后测量）。发热管表面温度急剧上升。 <b>注意：</b>对于油，在 7W/cm<sup>2</sup> 的负载达到了燃点 (320°C)，可能会引起自燃（火灾）。</p>

## 用于罐体或容器的浸入式加热器，带持续的水流

在带有持续流量的应用中，最重要的参数是发热管周围的液体速度。下面图表给出的速度用米 / 分来表示。

这些曲线中的温度数据是发热管表面温度和液体温度之间的差别，在发热管上方 50mm 的位置测量。测试使用纯水，加水的乙二醇，25% 和 50%，用于 1 至 20 W/cm<sup>2</sup> 的表面负载。发热管完全浸没。

<p>纯水中，在这种测试的所有情况下，当水温低于 40°C，当它接触到发热管时，达不到沸腾温度。然而，对于 40°C 的入口温度，在带 8W/cm<sup>2</sup> 甚至更大的负载的所有情况下，达到 65°C 的温度。</p>	<p>带 25% 乙二醇的水中，通常用于热循环，在带有 40°C 进水温度的 8W/cm<sup>2</sup> 中，在速度低于 6 米 / 分时就达到沸腾温度。所有大于 8W/cm<sup>2</sup> 的负载都会达到沸点。</p>	<p>带 50% 乙二醇的水中，用于必须承受非常低温度的加热循环，在速度低于 8 米 / 分，并且在带有 40°C 进水温度的 5W/cm<sup>2</sup> 负载时，就达到沸腾温度。所有大于 5W/cm<sup>2</sup> 的负载都会达到沸点。</p>

## 3 — 选择接头或法兰

**接头材料：**考虑浸入式加热器接头的材料是很重要的，它的抗腐蚀性必须与液体兼容。大多数的加热器使用有螺纹的黄铜接头，铜焊在发热管上。对于那些不能用黄铜的应用中，可用由 304L 或 316L 做成的不锈钢接头。它可与铜合金铜焊或在多数难做的情况下进行氩弧焊焊接。

轻的安装法兰的浸入式加热器，如使用在清洗机和热水器的，用 304 不锈钢冲压的法兰，比黄铜便宜，而且保证有更好的抗压性能。

应用于工业的浸入式加热器使用标准的管道法兰。

### 发热管在法兰或接头上的连接方法

连接必须要符合各种要求，包括：提供良好的密封、承受液体的温度和发热管的表面温度、保持机械牢固性、抗腐蚀性性能。

## 用于液体加热的铠装式发热元件的技术介绍

类型	密封	温度	机械保持	耐腐蚀
锡焊	如果没有机械应力或震动，密封是良好的。很难在不锈钢上进行焊接。	最高 120°C	很难保持平均值	不好
环氧树脂胶粘结	如果没有机械应力或震动，密封是良好的。	最高 80°C	不好	好
铜合金铜焊	密封性好，但在生产过程中最终无法觉察，存在有泄漏的风险。	最高 300°C	较好	一般
氩弧焊	较好	最高 450°C(304L)	较好	较好

### 螺纹

在欧洲，用于浸入式加热器的接头有两种常用的螺纹。

— 螺纹根据 ISO228—1 要求制成，也被称为 BSP 或圆柱管螺纹 (G)。

— 根据 ISO965—1，2mm 螺距的公制螺纹，很少使用，在 20 世纪中期它曾是试图列入规范化的主题。

螺纹有时候仍会注明，尤其在法国，根据其内直径与外直径而定。

所有的这些螺纹都是平行的，因此要求要有一个垫圈表面以保证适当的密封。它们安装在母的喷嘴上或穿过墙壁用一个螺母安装。

选择螺纹的直径主要是看铠装式元件的最小的可弯曲直径。因此 1" 或以下的螺纹用于筒形加热器。

主要的螺纹有：

标准尺寸	1/2" (15-21)	3/4" (20-27)	1" (26-34)	1"1/4 (33-42)	1"1/2 (40-49)	M45×200	2" (50-60)	2"1/2 (66-76)	M77×200
外径	21mm	26.4mm	33.3mm	41.9 mm	47.8 mm	45mm	59.6 mm	75.2 mm	77 mm

### 旋转

加热器通常旋紧在喷嘴上，该喷嘴是焊接在罐壁或加热器上的。通过旋紧垫圈来密封，不能提前预知接头和连接盒的位置在哪里及密封旋紧何时将会起作用。

因此我们设计了一个技术方案，在紧固旋紧后便于外壳的定位。

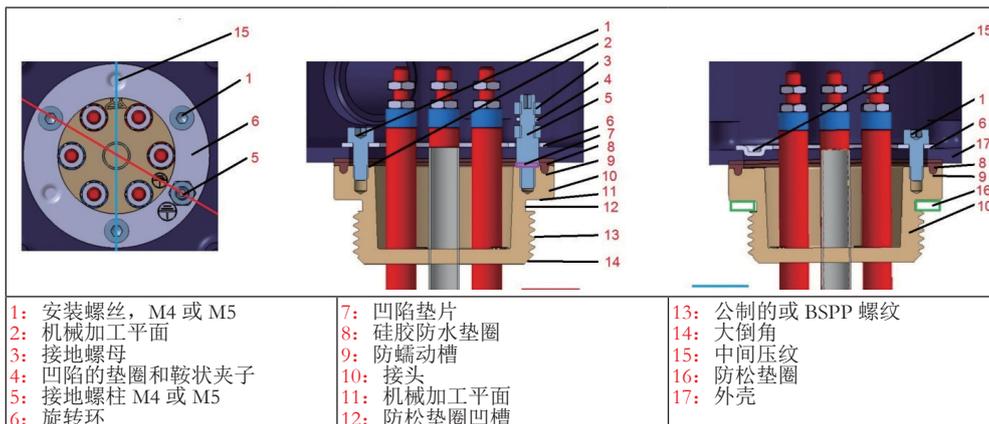
**本目录书产品中浸入式加热器所用的旋转黄铜接头的设计是独一无二的。**

**设计：**

— **适合整个系列的浸入式加热器外壳，从 1"1/4 接头开始。**

— **小巧的尺寸和短的长度减轻了重量（与双螺纹接头相比，节约 +/- 30%）**

- 允许外壳 360° 旋转
- 螺纹间隙用于紧固垫圈
- 大倒角易于正确地组装
- 大规模加工的垫圈座



## 用于液体加热的铠装式发热元件的技术介绍

### 安装在外壳上:

— 通过外壳里的一个孔。外壳夹在接头与冲压内环之间。环上的凸起部位起到自动居中的作用。这种冲压环的成本仅是传统螺纹内环的 10%。

### 接头与外壳之间的垫圈:

— 4×2 mm 截面, 50 邵氏硅胶垫圈带防蠕动筋, 缓减平面差异, 紧固时保持在适当的位置。

— 在接头和外壳之间保证 IP65 入口保护高达 200°C。

### 内部冲压环

— 用 3 个 BTR 螺丝在 120° 夹紧, 保证良好的压力分布和优越的机械强度。这些螺丝的位置增大了在螺丝头与发热管活动部件之间的空隙。

— 凹槽六角孔螺丝头可让六角扳手轻易并且稳定地伸进去调节角度位置。

— 用不锈钢做的环更耐用。

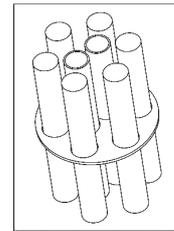
— 不可改变的冲压接地标识。

### 符合 Rohs 指令

根据 2011 年 6 月 8 日颁布的指令 (Rohs)2011/65/, 铜合金允许含有最多 4% 重量的铅, 作为一种合金元素。(第四章的条款和附录二的第一节的规定, 限值由附录三中 6c 设定)。

### 管的维护

在产品中有数根发热管和热电偶套管是必需的, 从一定的长度开始 (通常 40cm 长的管的直径是 8mm; 50cm 长的管的直径是 10mm; 60cm 长的管的直径是 12mm), 通过一个或多个格子来紧固所有的管, 以防止它们碰撞。



### 不加热的区域, 也称作冷区域

不加热的区域在接头下面或法兰下面, 它避免了发热管通过热传导电气连接末端和外壳而升温。这个不加热区域通常的数值是 50mm (浸入的部分)。

## 4 — 外壳的选择

### 塑料外壳还是铝外壳?

传统的浸入式加热器的外壳是用铝制成的, 因为在 20 世纪中期这是最适合的材料, 当时塑料材料的选择是局限于热固的树脂, 酚醛塑料类型。

然而, 塑料外壳的提供, 除了多种多样可模压的形状外, 还有令人感兴趣的电绝缘特性, 耐化学性和耐腐蚀。它们通常更便宜, 因为它们的表面保护不需要喷漆。

然而, 他们经常评论它们较低的机械性能或热变电阻。不是塑料本身的缺陷, 而是这些外壳的设计者, 通常是来自欧洲南部, 经常有优惠的最便宜的塑料和最低重量的材料, 有强度的损害和技术的要求。

### 塑料外壳

一个好的塑料外壳必须提供一个良好的耐腐蚀性、抗冲击、防进水、抗紫外线, 耐高温。

塑料材料和厚度的选择将取决于电力安全、强度、户外使用的抗紫外线, 并符合欧洲 RoHS 指令 2002/95 / EC 和 Reach。

因此, 我们选择了具有优越的耐环境特性、电热的塑料。所使用的厚度被定为符合耐冲击性的要求。

## 用于液体加热的铠装式发热元件的技术介绍

使用在浸入式加热器外壳的主要塑料的对比							
原材料	负荷下的变形温度 (ISO 75, 方法 A)	3mm 厚的板在 25°C 的耐冲击 (EN50102)	在进行 1000 小时*的紫外测试后的阻力损耗 (ISO4892-1)	可燃性 (UL94)	机械破损 ISO 527/ASTMD638	GWFI 热灯丝测试 (IEC 60695-2-12)	注释
ABS	92°C	9.4 (IK08)	不好: 在 1000 小时后损耗 80% 的机械阻力	UL94-HB	50 Mpa	650°C	最便宜的材料。耐温性差, 绝缘及机械特性非常差。不允许用于浸入式加热器外壳。
PS	75°C	9.8 (IK08)	中等的: 在 1000 小时后损耗 25% 的机械阻力	UL94-HB 至 UL94-HB	23 至 32 Mpa	750°C 至 960°C	便宜的材料。不耐温, 机械强度低。不允许用于浸入式加热器外壳。
PA66	100°C	2.9 (IK06)	中等的: 在 1000 小时后损耗 22% 的机械阻力	U94-VO	80 至 85 Mpa	650°C 至 750°C	良好的机械阻力, 但耐低温及抗紫外线。电气绝缘低。不建议使用在浸入式加热器外壳。
PC	135°C	21.2 (IK10)	良好: 在 1000 小时后损耗 11% 的机械阻力	UL94-5V	70 Mpa	850°C	鉴于其抗紫外线的平均值和热灯丝的可燃性, 如果可以的话避免用于浸入式加热器外壳。玻璃纤维加固, 有黑色的色粉, 然而, 也可以使用, 因为这种塑料具有良好的耐温性。
PC-ABS	80°C	11.6 (IK09)	良好: 在 1000 小时后损耗 18% 的机械阻力	UL94-VO	60 MPA	960°C	如果不存在高温的话, 一般适合于室内使用的浸入式加热器外壳。
PC-ABS, 20%FG	120°C	9.1 (IK08)	良好: 在 1000 小时后损耗 15% 的机械阻力	UL94-VO	77 MPA	960°C	适合于室内及室外使用的浸入式外壳。比加强型的玻璃纤维 PA66 便宜。有一个良好的完成表面。
PA66, 20%FG	250°C (最高的) 120°C (恒久的)	IK10 (最严格的)	卓越的: 在 1000 小时后损耗 7% 的机械阻力	UL94-VO 和 UL94-5V (最严格的)	150 Mpa	960°C	最好的技术选择: 在温度、紫外线、机械强度和电绝缘中有最高的技术特性。然而, 它是最昂贵的材料 (在 UL94-VO 和 GWFI960 型号中)。使用所有的接线柱及本目录书大部分的塑料外壳上。

IK 级别的注意事项: 被评为 IK 等级, 材料必须能承受大于或等于以下数值的冲击: 1 焦耳 = IK06, IK07= 2 焦耳, IK08= 5 焦耳, 10 焦耳 = IK09, IK10= 20 焦耳。因此, 一个 IK10 的盒子比 IK09 平均强 2 倍, 比 IK08 的强 4 倍多, 比 IK07 强 10 倍以上, 比 IK06 的强 20 倍以上。

\* 抗紫外线性能是通过增加黑色色粉 (炭黑) 来提高, 并且这是黑色盒子用于室外使用的主要原因。

### 铝外壳:

这些外壳提供了独一无二的机械性能及耐热性, 同时保持相对的柔软度。良好的热导体, 它们流畅地排空发热元件导热所接收的能量。然而,

## 用于液体加热的铠装式发热元件的技术介绍

它们有以下缺点：

它们不是电绝缘的，并且内部接线必须进行相应的保护，并且它们需要接地。

在潮湿的环境下，特别是当与如锌或镀锌钢等金属接触时它们可被电蚀。

如果表面没有被保护，它们也将被氧化层迅速覆盖。

因此，良好的铝外壳必须接地并防止电蚀，并且当在室外使用时喷上环氧涂层。

**我们的铝外壳因此设计以满足这些要求。为了达到这个目的，它们有：**

- 不锈钢螺母和螺丝，以防止在螺丝和螺帽之间的电蚀。
- 用环氧树脂密封压接螺母，以防护在螺母和铝之间的电蚀。
- 盖子螺丝头下的塑料垫片，用来防止螺母头和盖子之间的电蚀。
- 在喷砂表面上它们都涂有烤制的环氧树脂漆（以提高环氧树脂到表面的粘合力）从而提供了一个持久而可靠的保护。

另外，为满足用户的意愿，他们还有以下的优点：

- 不锈钢盖外加螺丝采用双槽的菲利普头。
- 这些螺丝被安装在“Nylstop”锁紧螺母上，防止其因振动而松动。
- 两个内部接地螺纹，配备 M4 不锈钢螺丝和垫片。较大的型号还配备了两个外部接地螺纹。
- 3 毫米有时 4 毫米的壁厚允许攻丝，用于电缆接头、帽子及浸入式加热器的其他接头。
- 盖子上的内部螺栓让温控器与密封的墙壁穿过轴进行安装。
- 在外壳下部的内部螺栓用于安装接线板或安装没有锁紧到盖子的附件。
- 凹处用于铆接或粘贴标签或铭牌，以避免有意或无意地被拆去。
- 硅胶泡沫盖子密封：耐温达到 200°C，并对在密封表面里的不规则表面有良好的补偿。

### 在筒形加热器上的电缆及电线输出

在筒形加热器上电缆及电线的输出可通过硅胶填充帽或通过一个压制成型的 PA66 护套来保护。这提供了一个高于 IP65 的入口保护等级。

## 5 — 选择温度控制器和安全装置

### 控制类型的选择

传统的浸入式加热器，当它们配备有一个温度控制装置时，使用的是机械式温控器，而且其传感器是安装在一个探温棒和加热器之间。这是一个紧凑而又可靠的解决方案。

现在也可以生产带电子温度控制器的紧凑型的浸入式加热器，可以与或不与失效保护的手动复位安全温控器组合。

### 可合并浸入式加热器里的机械式的和电子式控制系统的对比

装置	控制精度及差值	周围温度	电气等级	注释
单极球管及毛细管温控器	设定点精度：+/-3°C 至 +/-5°C，根据温度范围而变化。 差值：在 4°C 是 2.5，根据温度范围而变化。	80°C (温度范围达到 60°C) 125°C (温度范围达到 110°C)	16A 250V (带内置功率继电器的产品达到 3×32A 400V)	压紧的，能够安装在上述的所有 9ST3 的外壳里。通常使用的达到 3000W 单相。
单极球管及毛细管温控器+手动复位单极安全温控器	设定点精度：+/-3°C 至 +/-5°C，根据温度范围而变化。 差值：在 4°C 是 2.5，根据温度范围而变化。	80°C (温度范围达到 60°C) 125°C (温度范围达到 110°C)	16A 250V (带内置功率继电器的产品达到 3×32A 400V)	通常使用的达到 3000W 单相。比一个单一温控器的方案更安全。此组合仅可用于 9ST6 的外壳

## 用于液体加热的铠装式发热元件的技术介绍

装置	控制精度及差值	周围温度	电气等级	注释
3极球管及毛细管温控器	设定点精度: +/-4°C 至 +/-6°C, 根据温度范围而变化。差值: 6°C 是 4, 根据温度范围而变化。	80°C (温度范围达到 60°C) 125°C (温度范围达到 110°C)	3×16A 250V 3×10A 400V	在压紧型里允许控制 3 相的负荷。能够安装在上述的 9ST4 的任何外壳里, 9STC 除外。
3极球管及毛细管温控器 + 3极手动复位安全温控器	设定点精度: +/-4°C 至 +/-6°C, 根据温度范围而变化。差值: 6°C 是 4, 根据温度范围而变化。	80°C (温度范围达到 60°C) 125°C (温度范围达到 110°C)	3×16A 250V 3×10A 400V	仅与 9ST7 盒子相兼容
合并的装置, 3极温度控制及手动复位安全温控器	设定点精度: +/-5°C 至 +/-8°C, 根据温度范围而变化。差值: 在 12°C 是 8, 根据温度范围而变化。	80°C (温度范围达到 60°C) 125°C (温度范围达到 110°C)	3×20A 250V 3×16A 400V	简易的, 但是在周围温度的基础上有极大的校正偏移。与 9ST5 外壳及上述的外壳相兼容 (9STC 除外)。
带数字显示的电子温度控制器	在 100°C 以下显示 1/10°C。°C 显示向上。精度: +/-1°C。可调节的差值	60°C	1×16A 250V 或 3×16A 250V 带内置功率继电器的产品达到 3×32A 400V, 或达到 25A 250V 在产品里使用固态继电器。	液体温度持续亮光的数字显示。 关于打开—闭合或 PID 温度控制, 根据型号而定。 与 9ST8, 9STB, 9ST9, 9STA 外壳相兼容。
带数字显示的电子温度控制器和手动复位球管及毛细管温控器	在 100°C 以下显示 1/10°C。°C 显示向上。精度: +/-1°C。可调节的差值	60°C	带内置功率继电器的产品达到 3×32A 400V, 或达到 25A 250V 在产品里使用固态继电器。	液体温度持续亮光的数字显示。 关于打开—闭合或 PID 温度控制, 根据型号而定。 与 9ST8, 9STB, 9ST9, 9STA 外壳相兼容。

### 内部还是外部设置?

进入温控器设置的选择是根据应用而定的。

— 一个内部访问, 要求松开外壳盖的螺丝, 其限制了未经批准的人员更改设定的可能性, 并且可以密封盖子螺丝, 以检查是否有人已经访问该设置。

— 当加热器在正常工作中, 必须要定期更改该调节时, 首选是通过一个外部旋钮进入。如果有需要, 像可调节的止动装置的附件 (见本产品目录的最后一节) 将允许由用户设定高的或低的调节极限。然而, 一个带外部旋钮的装置更易碎, 较少的冲击保护, 并且具有较低的防水和防尘保护等级。因此, 不建议在户外使用。

— 在内部和外部之间进入的折中办法是在帽子下进入。用螺丝刀松开或通过一个 M25 帽子的另一面进入到刻度盘上的一个微型旋钮。假如帽子是正确地重新装配好, 可以防护水或灰尘进入, 并且冲击强度不会改变。

### 热电偶套管 (同样也称为“探温棒”)

热电偶套管适用于放置温度测量传感器在不透液的管里的, 以感应浸入的加热器的液体温度。热电偶套管的位置是很重要的, 因为它决定所测量的温度的准确性, 并且要求用反应时间来测量一个温度变化。

一个位于加热器中间的热电偶套管, 在离管状发热元件 10-20mm 的位置, 为平均流体温度提供了一个良好的测量, 并将因此而适用于控制系统。

## 用于液体加热的铠装式发热元件的技术介绍

如果安装了一个安全温控器，并且如果打算用来测量液体的过热，热电偶套管的类似的定位是很好的。但如果是用来检测干烧及避免物品损坏的或由于干烧而产生着火灾的危险的，此热电偶套管，特别是位于测量元件或热保险丝的部位，应非常靠近发热元件，当它下降时其会从液体中出来。

如果在这种情况下，发热元件有一个高的表面载荷，一根红铜管的热电偶套管比不锈钢导热体更佳，建议减少反应时间。如有疑问，请毫不犹豫地与我们联系。

### **热熔断器（TCO）的使用及安装**

在一个浸入式加热器里的最终安全，是使用一根热保险丝。存在有两种方案：

— 一种是将接线的热熔断器安装在热电偶套管里，靠近一根发热元件，以便如果使用的加热器没淹没时热熔断器被触发。此解决方案允许在维修操作过程中更换保护丝。此装备要求有内径 9mm 的热电偶套管（比平常用于温控器的或用于温度传感器的要大）。

— 第二种是将热熔断器嵌入到发热元件的冷区，但在这种情况下，温度反应时间更慢，并且当它已触发时，该装备不允许更换热熔断器。