



中文版本

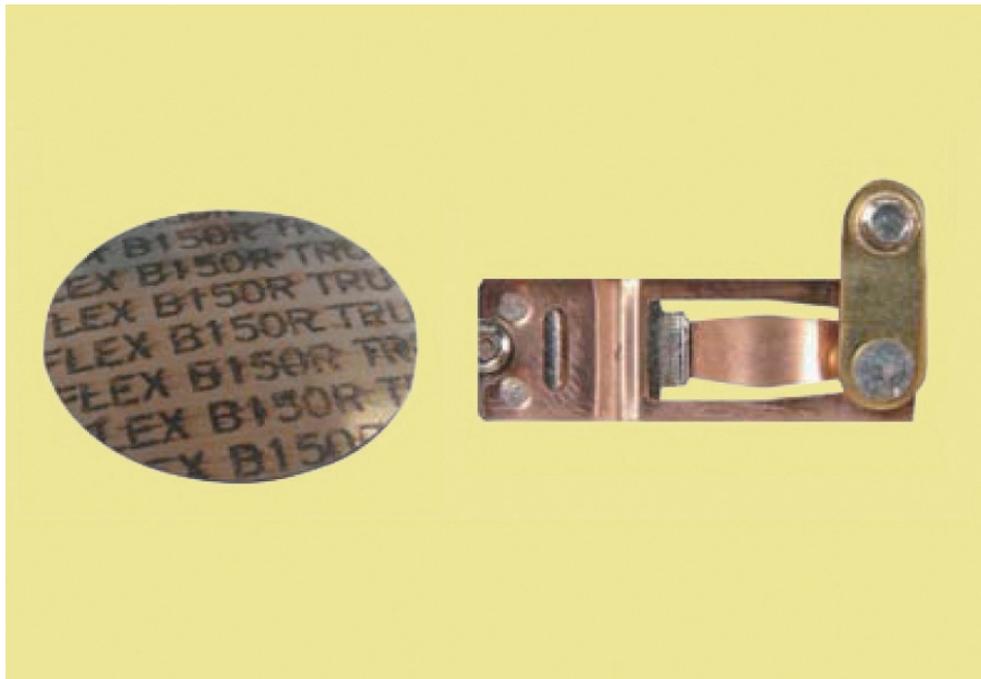


朱茂雅克

用于加热的元件的技术

第 13 章

温控器技术的介绍



1. 温度感应原理

1.1 双金属



1.1.1 双金属带

双金属带是由 2 个层状金属共同组成。一个有高的膨胀系数，另一个很低或者是零。当这个带被加热时，它随着温度相应地弯曲。这些双金属片一般是平的，固定在另一端。但是在螺旋状的情况下它们会受损，然而这种形状大部分是常用在温度计上。

1.1.2 碟型和碟形状的变化



在很多应用中，需要生产一个带快捷操作的双金属，在给出的温度中形状发生突然的改变。为此，碟形的双金属片是凸起的，并形成了一个圆顶状。温度的改变会引致能量积聚在那里，于是在一个特定的温度，猛然从凹形变成凸形。对成份、厚度、冲压的深度和热处理都有一个非常严格的筛选，以达到精确、稳定及反复的操作温度。

在原来圆形形状的基础上，已发展成为长方形、椭圆形等等…

主要的困难是在操作的温度上获得一个小的公差和一个小的差值。但是那些快捷动作碟形件是市场上最多的限温器的传感元件。

1.2 双金属膨胀

双金属膨胀是 2 个不同金属的不均匀膨胀，不层叠在一起。金属热量膨胀产生巨大的力度，当膨胀间隙没有正确地设计好的时候，例如足以把铁路围栏弄弯曲。

1.2.1 套筒



这个套筒是由一根通常是不锈钢的外部膨胀管，和两个通常是不膨胀的不胀钢的内部叶片所组成。外壳的伸展是温度的作用。对于一个约 100 毫米的长度，膨胀度是

0.0020 毫米 / °C。

温控器技术的介绍

1.2.2 平行叶片



其原理跟套筒类似，它们是由一个膨胀的红铜合金弹片制作而成，在每个末端焊接一个弓型的不胀钢弹片。红铜合金弹片的膨胀将趋向于减小两块弹片之间的距离。

1.2.3 圆棒



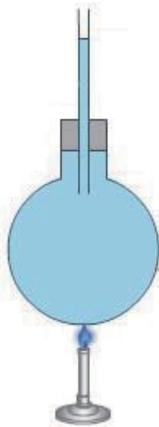
圆棒是由一根材质为不锈钢、红铜或黄铜的外部膨胀管和一个内部不胀钢棒所组成。膨胀数值跟套筒相似。这个原理是基于最现代的水加热器温控器。这是一个非常简单，非常可靠的装置，反应时间非常快，因为是它的外部管自己进行测量温度的。

通过使用膨胀金属代替不胀钢，可以使装置达到预期的控制作用，这与电子控制器的比例动作非常接近。

外部管和内部棒使用同样的金属，使控制器仅反应温度的快速变化，这使用在防火探测器上。

在非常高的温度里，不胀钢圆棒可以由石英或氧化铝代替。

1.3 液体膨胀



液体不能像固体一样压缩和膨胀。膨胀力度非常重要，将给机械装置形成相当大的功率。

使用在密封组件的液体膨胀称为“膜盒液体膨胀式探温组件”，它们由一个球管、一个毛细管、一个膜盒或隔板所组成。

球管里液体的膨胀是通过毛细管传输到隔板后膨胀并产生动作。用于整体测量范围的隔板膨胀范围是在 0.4-0.8 毫米。球管体积的计算是为了给已给定的范围提供一个特别的替换。液体的结冻温度给出了一个使用的下限，上限是沸腾的温度。提高那些限制通常会导致膜盒液体膨胀式探温组件的损坏。

液体的良好导热性用于提供一个较短的反应时间。

1.3.1 液体金属



水银是第一种使用在温控器上的液体。

其首次是使用在传统的水银温度计。

它的膨胀从室温到 500°C 几乎是成直线形的。

这是一个优良的热导体。所以它用于液体温控器最理想的。然而，它的毒性已让它在过去的几十年几乎消失。

1.3.2 液体类金属



液体类金属是在金属和其他材料之间的分界线。在温控器里，只使用钠和钾，特别是两者的低熔混合物、钠钾合金，其令人最关注的特性是在一个很宽的温度范围里的液体，从周围温度到超过 900°C。它也是一种良好的温度导体。

温控器技术的介绍

那两种特性给它们争得了被选为原子核设备的冷冻剂的资格。

对于温度测量，它也有一个线性膨胀优势。

它是相对地在近期才使用在温控器里，并且与自动清洗式的烤箱一起出现，因为它能让装置承受很高的温度。

尽管如此，它必须使用在保护的装置里，不接触空气或水，因为它们接触时，会产生特别的反应，如燃烧或爆炸。

它也有腐蚀性，要求要有特别的不锈钢膜盒液体膨胀式探温组件。

1.3.3 油

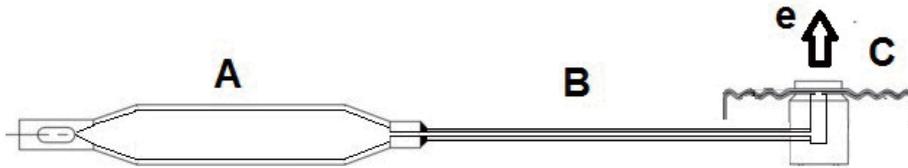


很多种油被使用。在高膨胀系数之间它们通常有个折中，这允许小的球管，沸点尽可能的高，冰点尽可能的低，在膨胀范围里有一个好的线性度，一个好的热导性，并且无毒性。

在最普通那些种类之中，我们必须提及使用在热交换器的二甲苯、油和硅油。

现在可以用那 3 种液体覆盖，范围从 -40°C 到 400°C 。

1.3.4 液体填充的球管和毛细管温控器的热移动（校正因素）



球管和毛细管温控器有一个闭合的组件叫“膜盒液体膨胀式探温组件”。这个膜盒液体膨胀式探温组件，带有由红铜或不锈钢制成的球管和毛细管，由 3 个配件焊接而成：

1. 球管 (A)，是液体储存最多的部件，其肿胀作为一个温度函数来用于测量。在液体填充后在它的活动端通过焊接的方式来闭合。

2. 毛细管 (B)，其外部直径的变化根据制造商和温控器的类型而定，在 1mm 和 3mm 之间，它提供远程传输以增加在球管里液体的体积。

3. 膜盒 (C)，由 2 个软的帽盖组成，在它们的边缘位置焊接起来，直径从 19 到 25 毫米（在工业装置中有时达到 32 毫米），它将转换增加的球管液体体积到机械位移“e”。

这 3 个配件是在真空状态下填充液体的。液体的膨胀与温度的增加成比例，导致位移“e”，其是用来操作一个电气触点。

然而，在毛细管 (B) 中的液体膨胀并进入到膜盒 (C)，这跟通过传感器 (A) 测量的温度没有关系，而是跟它们位于的室温有关，因此导致液体的一个寄生膨胀，也因此有一个多余的机械位移。

膜盒液体膨胀式探温组件的设计趋向于缩小这个动作，通过两种方式限制液体在 (C) 和 (D) 的体积：

- 通过限制毛细管的内径。最小的直径是在毛细管具体化的技术可能性之间的一个折中，而应力取决于毛细管的弯曲，允许的水压损失取决于所使用液体的黏度，而压力取决于膨胀程度。

- 在膜盒上：当填充膜盒液体膨胀式探温组件时，两块膜片组成的膜盒互相对压，无间隙，因此在它们之间的位置仅有少量的液体可以去到。然而，随着温度的上升，球管 (A) 里的液体膨胀，膜盒里液体

温控器技术的介绍

的体积逐步增加。流动的比率因此不仅仅反应到膜盒内的初始体积，也随着温度而增加，因为这个体积随着球管的温度上升而增加。

当填充膜盒液体膨胀式探温组件时，在低于这填充温度以下时没有机械运动，这个膜盒的设计对应有少量的液体。在装配的温控器里，当膜盒是空的时候，不能把设置点调节到这个温度以下。在这填充温度以下的区域被称为“死区”，通常相当于在温控器旋钮上的一个没有印刷温度的区域。

球管和毛细管温控器的寄生漂移将在数据表中给出，并用 °C / °C 或 °K / °K 表示。

这取决于在球管和毛细管 + 膜盒之间的体积率。一个大体积的球管对漂流的感应较小，而一个短的毛细管也会将它减少。

就固定温度上限的温控器来讲，小的球管将对温控器主体上的周围温度有很高的感应度。

一个直径 19mm 膜盒组件中热量偏移的对比数值，以及一个用于温度跨度的 0.8mm 位移 “e” (大约数值)

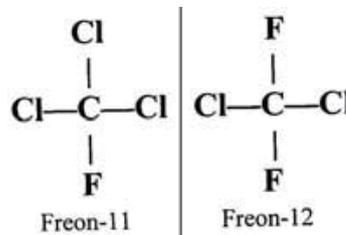
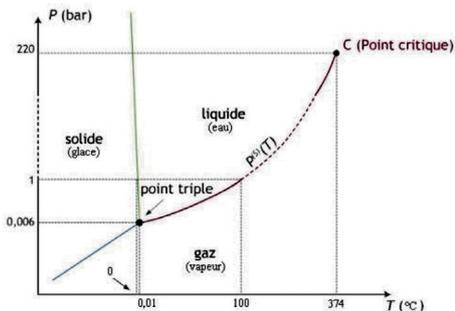
温度范围	带 250mm 毛细管的漂移 (°K/°K)	带 900mm 毛细管的漂移 (°K/°K)	带 900mm 毛细管的漂移 (°K/°K)
4-40°C	0.1	0.12	0.14
30-90°C	0.18	0.20	0.24
50-300°C	0.25	0.45	0.58

这个漂移解释了温控器校准温度是给出主体的周围温度 23+/-2°C (EN60068-1 给出的标准周围条件)，通常用于一个浸入的毛细管长度 80-100 毫米。

1.5 米毛细管温控器上的温度漂移例子 (加到校准公差)

温度范围 (°C)	设定点温度 (°C)	如果在温控器主体的周围是 0°C, 有效的触点打开温度	如果在温控器主体的周围是 50°C, 有效的触点打开温度
4-40	40	40+3.2	40-3.8
30-90	90	90+5.5	90-6.5
50-300	300	300+13.3	300-15.7

1.4 蒸气压力



这个系统涉及到膜盒液体膨胀式探温组件的一种混合液体及其饱和蒸气，就象在一个丁烷瓶里，那里有气体和液体共存。

在这个闭合的环境里，任何温度的增加都会导致压力增加和有效体积的变化。

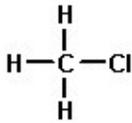
可惜气体不能压缩，即使它可获得有效的移动，可用的压力还是很低。移动不是直线的，那些系统是对大气压力的改变很敏感的。当中使用的主要过滤器是：

1.4.1 氟利昂



使用它们是因为他们的可用性，并用于冷冻电路的现有的真空填充系统。它们也是在低温下工作。

1.4.2 丁烷和丙烷



使用它们的原因和上面一样，但是有个缺点是易燃性。

1.4.3 其他：甲基氯化物

它们用在毛细管温控器和膜盒室内温控器。

1.5 状态变化



在状态变化的装置里，没有使用一个与温度相反的直线位移。使用的是体积的瞬间改变，在各种元件上在融化、结冰和沸点出现特别的温度。

例如，水的冰点在 0°C，导致体积的增加，在 0°C 融化造成体积的减小，但是从固态到液态的转变：当水在 100°C 度沸腾的时候，导致了体积的增加。

状态变化系统将因此使用这些有很多元素和复合物的特殊性能。

1.5.1 蜡



温度调节装置的蜡是多种成份的复杂混合物，根据不同的成份形成了一个不同的融化 / 冻结温度。在这个温度发生一个很大的体积变化。蜡有个特性，就是在融化时体积增加。

这个系统导致了一个高的位移，用于汽车温控器，以打开水的流径。它也常用于中央取暖的散热温控器，如同在微型插孔的一样，以锁紧烤箱、洗衣机和其他电器的门。

1.5.2 低温保险丝合金



那些熔断合金都是在 19 世纪初由 Darcey 的后裔发现的。一种锡、铋、铅、铟和其他金属合金，根据每种组成部分的比例，将有一个 25 至 200°C 的熔化温度。

它们的第一个应用是打开蒸汽压力机车的高压放气阀。合金在一个预先设定的温度熔化，这用来松开一个机械系统（防火熔断连接扣）或直接打开一个电路（热熔电保险丝）。

1.5.3 沸腾

液体沸腾的原因，在一个闭合的电路，一个压力的急速增加。这个压力的增加可能是由于毛细管温控器膜盒探温组件的局部沸腾耐引起的。这使温控器对温度的敏感去到一个长的距离，在毛细管的任何地方探测热点。

温控器技术的介绍

沸腾也用在玻璃珠，当内部的液体沸腾就会破坏，释放一个机械或电力系统。最出名的应用是喷水灭火装置的控制系統，在建筑的防火探测系統是很常见。

1.6 其他系統



1.6.1 居里温度点

居里温度是一个磁铁在失去其磁性时的温度。可通过改变磁铁合金的成分来改变此温度。磁性的消失将松开一个机械或电力系统。

这个应用限制了一些特殊的使用，如电饭煲。

1.6.2 形成记忆

一些合金或混合物，根据特定的温度，返回到它们在机械处理前的形状。热处理和成分决定这些温度。

1.6.3 气体膨胀

这个系統主要使用在温度计的生产，因为可用力度很弱，很难操作一个触点。线形膨胀在很宽的温度范围内允许有一个线性刻度。

使用的气体主要是氦气和氩气。

那些系統对大气压力是很敏感的，需要一个补偿系統。

2. 电触点



因为存在很多种的机械系統，我们决定不在构造技术的基础上区分，但是根据他们的操作速度，即其主要因素来区分。

2.1 电力接触点系統

2.1.1 慢断开

慢断开触点的两面按照每秒 1/10mm 的速度慢慢脱离。在通常大气压下，当触点闭合在一起时会产生一个电弧。

这个电弧的持续时间是电压的作用。

对于电压达到 24DC 或 110VAC，电弧的持续时间很短，小于 0.1 秒。

对于更高的电压，电弧持续的时间更长，导致触点过早的熔合，很多无线电干扰。



这是为什么不推荐的原因，尽管有机械方面的优点（简单、低成本、高精度），在 230V 电路中使用慢断开（或缓慢接通），用于快速循环的应用。

2.1.2 快动作

在快动作触点，触点之间的缝隙发生在更高的速度，每秒 1 米（比慢断开触点要快 100,000 倍）。触点间距到熄灭电弧达到小于 1/1000 秒。没有无线电影响，触点不会大幅变坏。

温控器技术的介绍

这种类型的触点的机械性更加复杂，更加昂贵，而且不允许小的控制误差。特别适用于在 240V 或 400V 的控制装置。

用于获得快动作的几种技术：

- 最古老的是在触点弹片上使用的磁铁。磁场与第 4 个距离功率一起降低。两个弹片之间的吸引力导致产生很短的距离。这个系统是高度可靠的，但不是现在使用的，因为它要求很多的配件。



它广泛地使用在气压表、压力计、带圆表盘的溫度表，并且是使用在温控器上的第一个快动作系统。

- 今天最常见的是能量存储弹片，图纸在最近的这些年已经简化，更多是因为铍铜合金的发展，并且都是新的设计概念。

2.2 结构

2.2.1 触点材料

在银电触点发展之前，第一个电子温控器使用的是水银。液体水银装在一个玻璃棒里，有两个电极，在它们之间通过倾斜来接触，或者更简单，一支金属针，通过它的运动，使与水银表面接触。

电触点目前是纯银或者带其他金属的微合金或氧化物（镉、镍、锡）铆接制成的。

选择银是因为它是热量和电的最广为人知的导体。触点在每次打开和关闭时会被由微汽发磨损。这个蒸发与力度和电弧的持续时间成比例。

银的导热性使它能在触点打开过程中快速地疏散峰温的发生。

其良好的导电性能允许装置有很低的触点电阻，一般少于 3 毫欧。尽管它不是不锈钢，但它会慢慢地被一层很薄的不导电的氧化银所覆盖。

在使用于常用的家庭电压（120V 230V）时，这个薄层是很容易被汽化的。然而，对于使用在低电压（低于 12V）和非常低的电流（几微安）时，打开触点时所产生的电弧是不足以汽化触点的。

这是为什么用于低功率电路的原因，防止触点氧化而用一层薄的金进行保护。

2.2.2 触点间隙

在打开后，触点被一条间隙分开。这个间隙根据装置的不同而不同，从 1/10 到 3 毫米或者更多。温控器中的常用数值是 0.3-0.4 毫米，相当于电气标准中要求的微断开。较小的间隙，是机械所需的，以能使很低的误差装置（请查看下面的定义）不能使用在高电压，因为尽管两个触点之间没有机械接触，一个电弧可以自然地出现在 380 或更高的电压：仅是不利的天气条件，如相对高的潮湿度也许就足够了。

一个办法增加触点间隙而不用要求温控器提供有效的运动，那就是双断开，使用在一些手动复位的温控器，也减少了触点焊接的风险。

2.3 使用条件和电气寿命

在一个机电温控器的规格中，预期的寿命以机械和电气方式描述。

电气寿命：

这被指定为最小的循环次数（打开和关闭的动作），将在不接触粘接或焊接的情况下制造、执行以及断开指定的负载，并且不超过设备的电气规格。

机械寿命:

在保持机械完整的情况下，这是温控器预期执行操作的次数。机械寿命一般在功率触点无负载或电压的时候测试，那不是这文件的一部分。

开关的性能受很多不同因素的影响，包括：操作的频率、负载的类型、温度、湿度、高度。电力等级暂时被列在标准 UL1054, CSA22.55 或 IEC61058-1 (电器的开关)。IEC60730-X 标准已说明了测试方法，以及用于电气控制和安全开关的电气寿命等级。那些寿命等级为 (次数)：

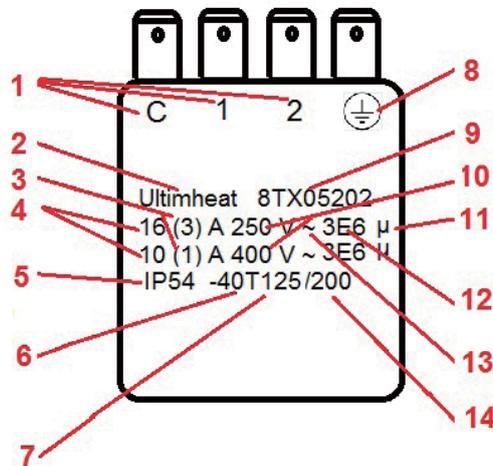
300 000, 200 000, 100 000, 30 000, 20 000, 10 000, 6 000, 3 000 (1), 1000(1), 300 (2), 30(2)(4), 1(3)。

- 1) 不应用于温控器或其他快速循环动作。
- 2) 只应用于手动复位。
- 3) 只应用于要求在每个操作后需要替换配件的动作。
- 4) 仅在制造商维修时重设。

等级表应该被认为是大多数应用的最大工作时限。以下给出一些当它们使用在其他负载和电压时的限制。

空气开关的电流等级在它们的数据表中给出，在 250 或 (和) 400VAC 的电阻负载，以及一些规定的操作次数。当有足够的位置时，那些数值会印刷在产品上。大多数只印刷最少的强制性信息。循环次数另外印刷，但这是估算温控器预期寿命的一个最重要的数值。

2.3.1 根据 IEC60-730-1 § 7-2, 对温控器上的印刷数值进行解释。



1. 端子的识别是适用于外部导体的连接，以及它们是否适合线形的或零线导体，或者两者都适合。

L = 在英国必须使用直线形，其他的国家没有强制。如果端子必须使用在零线的就必须使用 N。（所有国家）。

2. 制造商的名字或商标。

3. 带功率因素的感应负载等级 = 0.6 (当没有印刷感应负载的时候，那些触点可使用在一个感应负载，提供的功率因素不少于 0.8，感应负载不超过电阻负载提供的电流额定值的 60%。)

4. 带功率因素的电阻性负载额定值 = 0.95+/-0.05

5. 外壳提供的防护等级，不适用于其级别为 IP00, IP10, IP20, IP30 和 IP40 的控制器或配件。

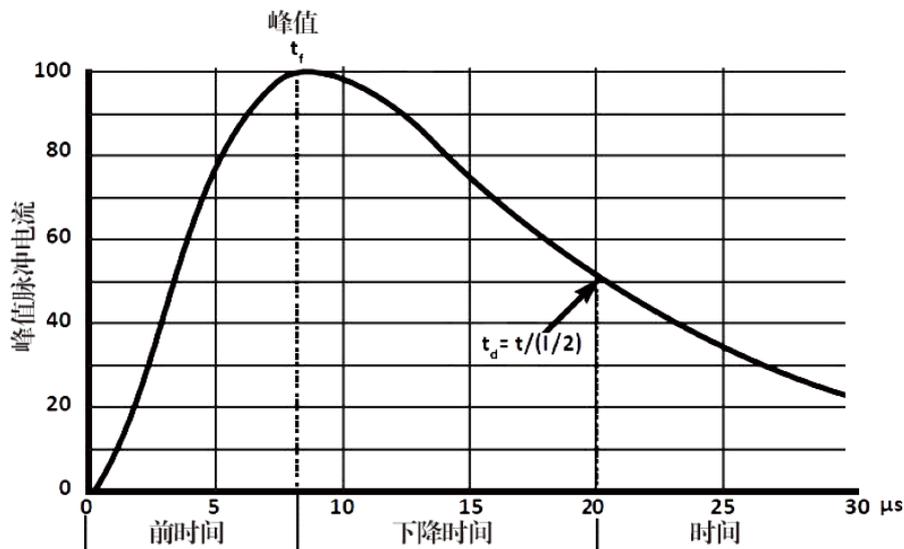
6. 如果不是 55°C，开关头的高温限制 (TMAX)。

7. 如果低于 0°C，开关头的低温限制。
8. 接地端子的识别。（如果有的话）
9. 独有的型号编号
10. 额定电压或额定电压范围用伏特（V）表示（如果不在 50 Hz 到 60 Hz 范围的，频率的印刷是强制性的）
11. 微断开（减小的接触点空隙）不是强制性印刷的。
12. 每个手动动作运动循环的次数（手动复位温控器）。
每个自动动作自动循环的次数（用于控制型的温控器）。不是强制性印刷的。
13. 对于使用在非传统电路是 50 到 60 Hz。
14. 如果最高温度在 20K 以上的，安装表面的温度（Ts）限制。

2.3.2 电压、电阻或感应电路，位差角（ $\cos \phi$ ）

在欧洲，最常用的电压是 230V AC 50 Hz。一般情况下，所有的装置都是按照这个条件设计的。400V 操作必须要与特别的触点间隔相匹配。尽管如此，必须特别注意控制器的负载类型：电气额定值经常要给到一个电阻负载（ $\cos \phi = 1$ ）。带感应负载的应用如马达、变压器、线圈、镇流器或电容性负载，如电容在一个或两个速度马达，在触点之间会产生更重要的电弧。这些感应或电容性负载严格地限制触点的等级。

在电感性负载上电触点额定值的减少



在电感负载电路上的过电压峰值

当一个开关断开一个感应负载，在开关的触点电路会产生一个相当高的逆电动势（反电势）。反电势越高，对接触点的损坏就越大。

电流流过触点的数量直接影响到触点的寿命。脉冲电压是极其重要的数值，因为打开一个感应负载，当电压迅速冲击时，开关必须能承受此值。它们产生的电流涌波，通常产生一个 20 到 50 μs 的脉冲宽度。电涌脉冲等级是由它的强度和宽度规定的。脉冲宽度是从脉冲开始测量到降低到它最大电流数值的 50% 的时间。

图表显示了一个 8/20 μs 等级的曲线。

马达负载脉冲电压：

在启动过程中，马达可以拉动其运行电流的 600% 甚至更多。因此，在启动的过程中，一个 3 安的马达可以实际拉动 18 安或更多。另外，

温控器技术的介绍

当断开时，一个马达用作一个发电机，因为它慢下来才停止。取决于马达，超出的额定线形电压，它可以很好地返回到电路电压。这些电压在穿过分开的触点时出现，导致一个毁灭性的电弧存在于触点之间，这会导致触点提早失效。

灯负载脉冲电压

一个钨丝灯管，当钨丝冷却的时候，有一个标称电流的 10 到 15 倍的初始突入电流。

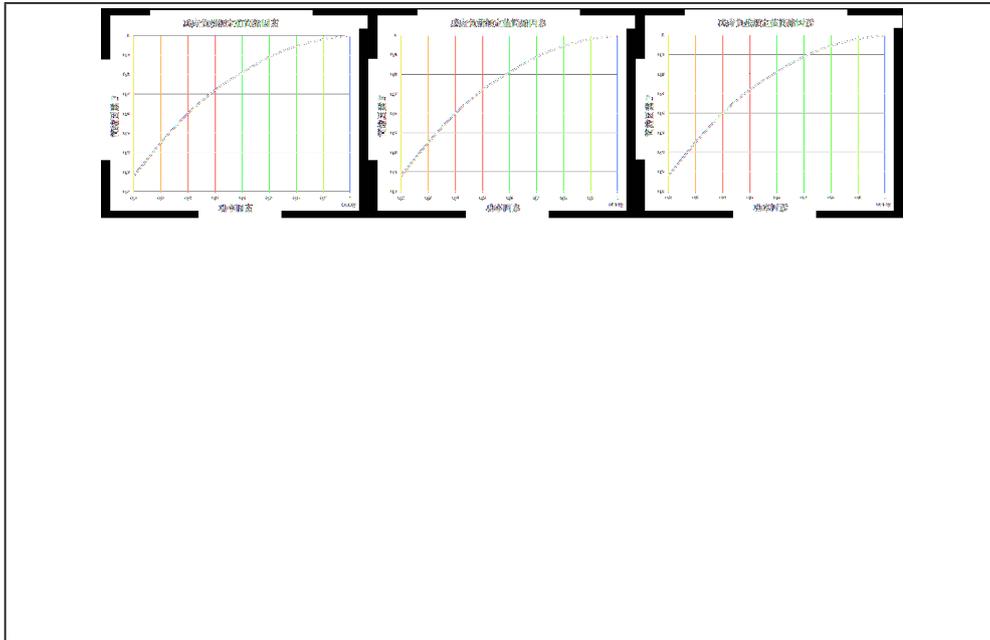
变压器感应负载

当从变压器中除去功率时，它的核心可能还存有残余的磁性。当电压的极性与残余磁性的一样时，如果功率重新施加，核心可能在重新施加功率的前半圈就进入饱和状态。结果就是，感应系数将会是最小的，也许在几个循环中存在有 1000% 的涌入电流，直到核心走出饱和状态。同样，因为有马达负载，当功率从一个变压器中除去时，变压器将产生一个反电压，将会在分开的触点之间造成毁灭性的电弧。

线路分布电容负载

这发生在当一个开关位于离要打开的负载相对较远距离的位置。触点闭合的瞬间，在负载电流流动之前分布的线电容充电。该电容可以作为触点的初始短路出现，并且可以在超过负载电流的情况下很好地拉动一个电流。

平均感应负载校正系数（如果没有使用灭弧装置）



自调电缆突入电流涌浪

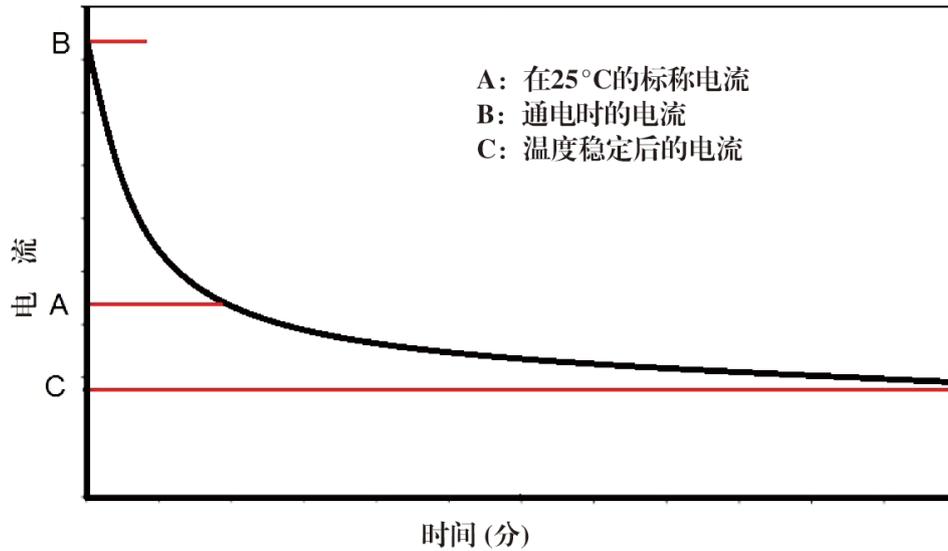
由于触点转换的互相影响带有负载，这是一个跟短暂电流完全不同的影响。

这电流冲击是由于自调节电缆的 PTC 设计，要花数分钟消散而导致的。

当最初通电时，加热电缆通常位于相对低的温度（因此低电阻）。低电阻将因此引致一个启动电流，与周围温度成反比。它可以达到制造商给出的 25°C 标称值的两倍。

参照电缆制造商的记录，检查涌入电流的数值。

自调加热电缆的涌入电流趋向



指示的平均电流额定值减小系数 (AC)

电阻负载	白炽灯 **	电磁线圈	变压器	单极马达	三极马达	自调加热电缆 *
1	0.8	0.5	0.5	0.12/0.24	0.18/0.33	0.6

* 平均值。根据启动时电缆的周围温度而定，查看制造商手册和标准 CE160898。

** 带有热的灯丝。

一个等级为 15A250V, 300, 000 次的温控器电气寿命



带银触点快动作机械装置的平均大概数值。

特征点:

A: 触点弹片由于金属疲劳造成机械断开区

B: 由于感应电流、高压和高强度的结合，触点快速融化区

C: 因为巨大的电弧，触点区快速变坏

D: 触点区损坏，因为触点弹片受焦耳效应影响而发热，失去其弹性特征，跟电弧结合在一起。

2.3.3 交流电 (AC) 和直流电 (DC)

在交流电里，电压在每个循环穿过零，导致电弧的熄灭。

在直流电路，触点不通过零电压。

所以，仅当触点间隙足够大到断开电弧时，电弧才消灭（在电弧焊接设备上出现的一种现象）

在温控器里，触点间隙一般很低，从 0.3-0.5 毫米。

在电压高于 48VDC，这个触点间隙不足以消除电弧，这将继续通过由于电流穿过而导致电离空气的导电性。

触点磨损是非常快的，在几次循环后，触点会熔化或焊接，因为电流的直流流动导致在接触点之间的金属转移。

在 48V 以上的直流电路，在要求使用温控器的应用中，应该仔细研究，与温控器供应商一起协作，以便找到可执行的可靠的技术方案（增加的触点间隙，电弧的磁吹向或其他触点保护）。

在速动银触点上的直流电指示性的断开性能，具有一样的寿命时间，位于电阻电路			
电流	0.2mm 触点间隙	0.25mm 触点间隙	0.5mm 触点间隙
交流电，250V	15	15	15
直流电，8V	15	15	15
直流电，30V	2	2	6
直流电，120V	0.4	0.4	0.5
直流电，230V	0.2	0.2	0.25

高频率

应该避免高频率的应用，因为它们在接触片中会产生过热线圈，会令其退火并改变了它们的柔韧性。接触片失去它的快动作触点和触点焊接或有过早的磨损。

2.3.4 循环速度和循环次数

电触点的寿命，如上所见，是很多种因素的结果。

触点有时间散去电弧所引起的热量是很重要的。由于触点不能散去上升的温度，太快的循环（超过每秒 0.5）会导致过早磨损。

大多数温控器的设计要能承受：

- 在控制装置里 100000 次
- 在安全装置里 10000 次

在一些应用里循环的次数可以更低。一个装置在 1A 能承受 100000 次循环的，可以在 25A 也能承受几百次的循环，甚至在 100 或 150A 承受 1 次循环。

预期的寿命和循环次数是一个非常重要的参数，以便知道温控器的测定。

2.3.5 触点保护（电容器、过滤器、变阻器、磁偏吹）

触点依靠外部配件可延伸或提高它的寿命。

那些系统全部设计用于限制电弧的持续时间。

- 最古老的是电容平行安装于触点，这允许使用在直流电路中。这种措施在几十年前广泛使用，那时候还是家用直流电源。它是非常有效并且非常便宜的。

- 过滤器（感应和电容器装配）主要使用在慢断开触点，以避免无线电干扰。它明显地增加了电气寿命。

温控器技术的介绍

- 近期更多的发现，变阻器、触点打开产生的吸涌浪，并且限制电弧持续的时间和强度。他们使寿命增加双倍或三倍，特别在感应电路中。

- 磁偏吹，很少使用，只用在直流电流。在触点区域周围有一个很强的磁铁，偏离电离电弧，产生了一个更长的路径消灭电弧。这是一项用在功率等级为 120 和 230V 直流负载的措施。

- 感应系数：这个系统与开关一起串联安装在临近的触点附近。当它设计得好的时候，在电压峰值上有一个缓和的作用。

2.3.6 触点污染

大气中存在的化学物质对触点的操作和寿命有一个反作用。

特别是：

- 一个很高的相对湿度：更强的电弧，因为空气失去了一些它的绝缘特性。

- 氨的存在：由铜合金制成的接触片的氧化。

- 硅油或水蒸气的存在：接触点上的硅油停止电流，因为当硅胶被电弧灼烧，将会变成二氧化硅(氧化铝)，是一种能耐很高温度的绝缘体。

2.3.7 电流穿过的触点系统

在一些小装置（温度限制）里，触点安装在双金属条，它们自身是温度感应元件。

但是这些条状件就不是了，因为其成分是非常好的导体。在它们中的电流流动会导致它们因焦耳效应而发热，这个温度被增加到温度测量中。这个在校正中被命名为“电流感应”和“热量偏移”。

2.3.8 触点氧化

我们见到上面的触点电阻是非常低的，只有几微欧。不管经过它的电流有多大，电阻太低而不能产生有效的加热。尽管如此，如果因为一个原因或其他的（污染、氧化、触点压力不够、机械变形等…）触点电阻会增加，如果电流非常高，这个电阻将加热触点，就可能令它们过热而熔化或燃烧邻近的可燃材料。

2.4 控制动作

2.4.1 温度控制

这是温控器的第一个功能。一个温度控制动作触点是通过打开和关闭一个电路而形成定期循环的触点。这不是一个安全装置，触点必须能够承受很多次的循环。

2.4.2 自动复位

自动复位是一个没要求要有的有限温器函数，在跳闸的情况下，操作员就介入。这种类型的触点用于故障报警以及如果控制装置不工作或损坏的情况下，避免产品损坏。当温度回到允许的限度时就复位。

这种动作类型的电流操作循环次数是在 300 到 10000 之间。

2.4.3 手动复位

一个手动复位是一个温度限制功能，在跳闸的情况下，需要操作者介入重新设置装置。这种类型的触点是用于故障报警，通过切断电源来保护产品。当温度回到许可的限度时，可进行重设。手动重设可以进入或隐藏。一般情况下，不使用一个工具或不移开一个盖子或帽盖的话，它们就不能进行重设。

这种动作类型的电流操作循环次数是在 300 到 10000 之间。

2.4.4 电复位

这和上面的是同样的功能，但是没有复位键。它是在电流断开后自动复位。

2.4.5 通过温度下降复位

温度下降复位是温度明显下降后的一个自动复位，通常接近于室温。

这种方案很少使用。

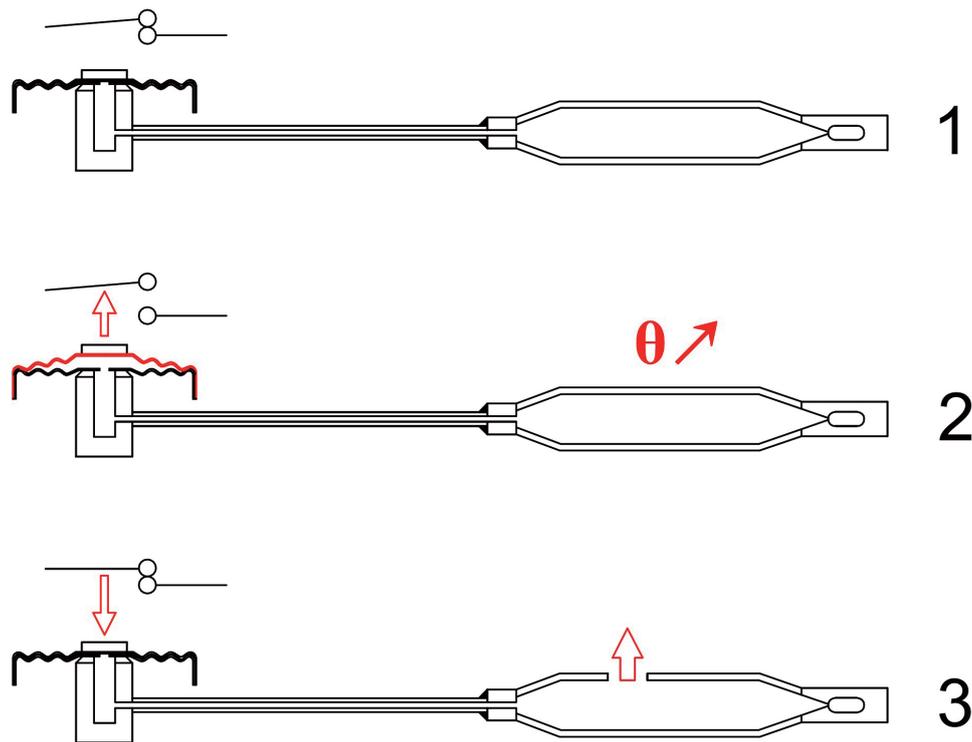
2.4.6 “一次使用”

“一次使用”是一种只能打开一次的触点。它的使用是非常特别的，用在最终的安全装置，确切地切断电源。重新开始应用的话，需要全部替换。它的操作次数是1次。这个功能可以用在金属合金的熔化、塑料颗粒的熔化、玻璃珠的破裂、双金属碟形片的触发，即使是在最冷的周围温度，其回到开始位置是不可能的。

2.4.7 失效安全

失效安全是装置的一个正的自动的控制系统。任何的泄露或者温度感应装置的破坏均会导致电源关闭。这个功能是很难定义在双金属温控器（碟型、棒、双金属），但是对于使用一个球管和毛细管装配的温控器，当泄露时就定义了其操作类型。

球管和毛细管温控器中的失效安全机械装置



膜盒液体膨胀式探温组件的标准操作:

位置 1: 一个标准的膜盒液体膨胀式探温组件显示在开始的位置，在室内温度。

在位置 2: 传感器温度到达设置点，波纹管的膨胀导致触点打开，加热停止。

在位置 3: 球管（或毛细管）泄露，波纹管缩小，电触点关闭，加热被再次打开。但是进一步的膨胀没有被传送至波纹管上，没有任何东西能停止或调节加热。这是危险的情况，失效安全系统必须要避免

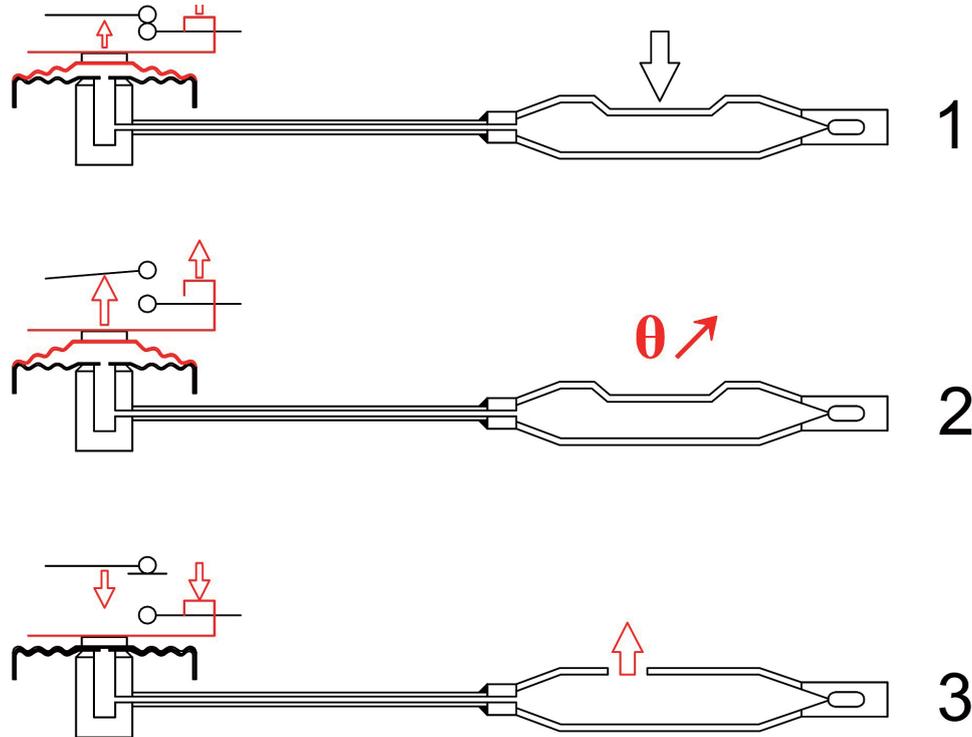
温控器技术的介绍

这种危险情况的出现。

正面的安全首先使用在手动重设温控器上，在一个标准温度控制装置后安装。

有两个失效安全系统，带不同的操作模式，每个系统有它自己的优点和缺点。

液体膨胀型的失效安全系统



在这些系统里，在环境温度密封膜盒液体膨胀式探温组件后，在球管上做一个小的凸起位，导致波纹管有一个人工的膨胀（1）。通过在负温度（-20， -30°C）下密封膜盒液体膨胀式探温组件也可以产生同样的功能。通过这些方法，波纹管在室温以下的温度继续缩小。

当在球管上的温度上升（2），电触点的可移动配件被波纹管激活。当球管或毛细管渗露（3）时，在这样的厚度在环境温度下波纹管渗漏，一个辅助的机械装置（红色）取代在可移动配件之外的电触点固定配件，从而打开触点。

这正极安全系统让温控器易于激发温度的调节，因为此机械系统和一个可调的温控器很相似，并且校准可以覆盖那些可调温控器的整个温度范围。

尽管如此，有两个问题：

- 波纹管的人工增加很大程度上增加了内部液体的体积，因此增加了温控器头对周围温度的感应度。

在带 1.5 米毛细管的手动复位温控器校正点偏离的示例，在 90°C 校正

机械装置类型	设置点偏移，头部温度为 0°C	设置点偏移，头部温度为 50°C
带失效安全	90+8.1	90-9.5
不带失效安全	90+5.5	90-6.5

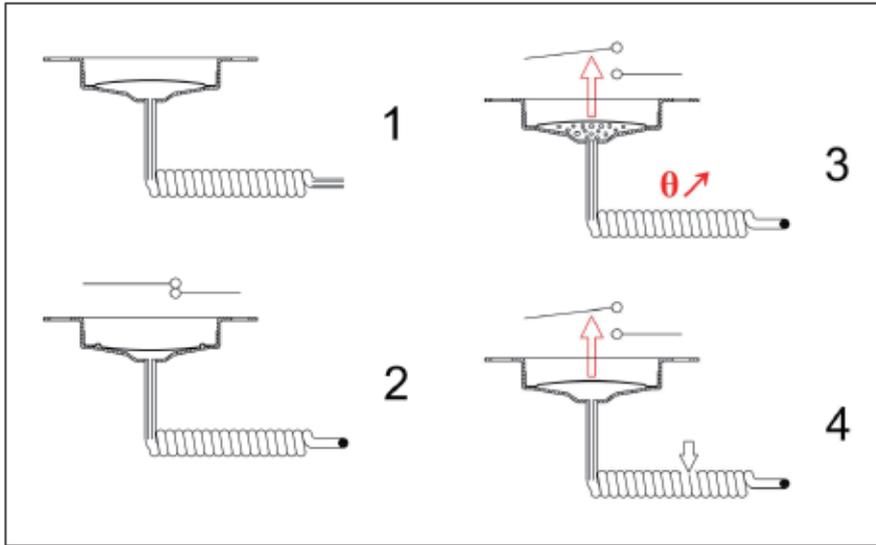
- 当室温下降到冰点以下时，波纹管继续缩小，可能意外地激活保险装

置。

这种类型的误跳闸是由标准 EN60730 所监管的，设置了最小的周围温度，在 -15°C 不触发。

尽管如此，当在周围温度低于此限制的区域使用那些温控器的时候，当它已触发时，有必要在约 20°C 启动温控器球管以令保险装置复位。

沸腾式失效安全系统



在沸腾式失效安全系统里，膜盒液体膨胀式探温组件的波纹管由两块碟片组成，其中一块是凸起的。这个突起件是呈凸状的，像一个双金属碟片，当施加一个力度时，迅速地由凸形变成凹形。膜盒液体膨胀式探温组件在没有填充（1）前是组合成的，盖子在无应力的位置向外凸起。

膜盒液体膨胀式探温组件随后在真空下填充了温度调节装置的液体，然后向内推动盖子（2）密封。在这个位置里，电触点是关闭的。

如果温度上升，液体的成分决定其沸腾的温度。沸腾会导致体积的大幅度增长，从而导致改变盖子的形状，这会迅速向外推动并打开触点（3）。一旦液体冷却，力度是由膜盒液体膨胀式探温组件而产生的，并且要求向内推动杯状件是不够力的，需要通过按一个复位按钮来恢复它向内的形状。

如果膜盒液体膨胀式探温组件被刺穿或泄露，内部的液体设置为大气压力，杯状件快速向外扩展。

这个系统特别简单、可靠，并且不需要复杂的机械系统。它对毛细管或头部的环境温度不敏感，当周围温度太低时不会被意外触发。

尽管如此，它跟之前的同样有着两个缺点：

- 触发温度是根据所使用的沸腾液体而定（一般是水、乙二醇和酒精的混合液体），因此，它们实际限制于在 60 到 170°C 之间。

- 它们对大气压力敏感，并且设置点随高度有轻微的变化。

2.5 多个触点

2.5.1 转换触点（SPDT，单刀双掷）

转换接触点是有 3 个端子的触点。它们当中一个是普通的，一个常闭和一个常开的触点。在激发的过程中，触点开关从一个位置到另外一个。这允许例如关闭加热并同时打开通风。

2.5.2 同时发生的触点

温控器技术的介绍

同时发生的触点是同步运作的独立的触点。

这在切断一个 3 相电路装置是特别重要的，因为切断 3 相必须要同时进行。

2.5.3 交错触点

这些接触点是由同一个测量系统操作，但是在不同的温度。

2.5.4 中间区的触点

这些触点是交错触点的一部分，但是在它们的设置点之间没有电动作。它们的特别应用是应用在空调或冰箱。

例如触点 #1 在 100°C 关闭加热，而触点 #2 在 120°C 打开通风。在这两个温度之间，不需要动作：这是中间区。

2.5.5 可调节差值的触点

差值是存在于装置激发（打开）一个触点的那一刻和因为它的打开通作而导致温度下降之间的一个温度差值，然后它复位。

根据接触点类型，那些差值有巨大的跨度。

可调节的差值是一个允许用户改变它的系统。

由于技术原因和成本，可调节差值的机械装置是为使用气体膨胀的工业型系统而保留的。

2.5.6 混合触点

混合触点是由以上不同系统组合而成的。

最常见的组合是一个控制器和一个复位触点，或者一个控制器和一次性的触点。

2.5.7 防火触点

一个防火的接触点是一个不允许电弧产生而点燃其外壳爆炸的触点。

电弧没有消除。

在装置之间有一个差异，有些只有电触点被保护，而有些是整个机械系统被保护。

2.5.8 防火外壳触点

在这些装置里，只有触点的机械系统被防火外壳保护。电连接是在电缆的末端进行的，以确保触点区域外壳的安全，必须在危险区域以外进行，或者在一个合适的连接盒内。

这个方案提供小的装置和低的成本。

2.5.9 防火外壳

防火外壳是整个装置被大的外壳包住。电气连接可以在外壳内进行。

3. 温控器类型

3.1 双金属片温控器

它是目前温控器系列里数量众多中最重要的一个。存在有很多种的结构，电流趋势简单而且占用面积小。



3.1.1 固定温度的双金属片温控器

固定温度的双金属片温控器是温度由工厂设定的装置，没有设置点入口给用户调节。它们的使用，根据不同的款式而定，用作控制装置或者安全装置。那触点可以是慢动作或断开或快动作、控制或重设常开、常闭或单刀双掷。上面所描述的触点几乎所有都是可用的。

那些装置主要分为两组：那些对电流敏感的（较小）和那些对电流不敏感的。

最常用的范围是从 20 开始设置至 180°C。

尽管如此，带陶瓷壳的那种型号可以达到 450°C，防水型的可达到 -30°C。



3.1.2 可调节的双金属片温控器

它们是用螺丝刀或轴进行调节的，它们主要应用在小家电（深的油炸锅、熨斗）。



它们经常是控制型的装置，使用一条双金属带。

常见温度范围从 20 到 300°C。

它们对电流是否敏感，是根据型号而定的。

电流敏感的双金属型或通过电阻加热的型号，均使用在能量调节器上。

3.1.3 螺旋形双金属片温控器



螺旋形的双金属已经广泛地使用在温控器的生产中。这个系统现在被欧洲的制造商放弃了，因为它需要使用一个水银球管触点，或一个慢断开触点。在美国仅有小部分的制造商生产用于 110V 的应用。

这些螺旋形的双金属（螺线圈）仍使用在一些空气管道温控器（称为空气温控器）中。

3.2 双金属膨胀温控器

3.2.1 筒式温控器



这些控制装置，可以调节的、慢断开，有一个非常高的精度，对一个机械温控器有最低可能的差值：低于 1/10°C。一般来说，它们安装在一个直径 15.8 毫米的钻孔里。

尽管如此，由于它们的慢断开，在 230V 产生无线电干扰，它们在欧洲使用是有最低限度的，限制使用在一些实验室电炉。通常温度范围从 20 到 300°C。

3.2.2 触点温控器



那些控制装置，可以调节的、慢断开，有一个非常高的精度，低误差：少于 1°C。它们安装在平的墙壁上，用两个螺丝固定。

尽管如此，由于它们的慢断开，在 230V 产生无

线电干扰，它们在欧洲使用是有最低限度的，在一些实验室电炉或者当寻找到低误差时限制使用。通常温度范围从 20 到 250°C。

3.2.3 双金属棒式温控器



它是目前双金属系统的主要应用。双金属棒激活一个触点系统。设置可以是固定或有一个刻度旋钮。触点类型是可控制的、手动复位或混合型。

主要应用：

- 家用储水热水器。它们用螺丝刀调节，有用于温度控制的单极开关温控器，带有用圆棒制成的温度感应，以及用于手动复位的双极开关，带温度感应的通常是由一个双金属的碟形片制成，位于罐体的底部。它们由安装在热水器下面的盖子保护。

- 在热水器和工业桶中。温度控制装置是分开的：一个用于控制，一个用于安全保险。它们安装在 IP65 的防水外壳里。

- 在水压系统中，用于油温度控制的地方。它们有 1、2 或 3 个交错的触点以提供不同的警报和安全级别。

目前的温度范围跨度从 -50 到 400°C。尽管如此，一些特别的款式可以达到 800°C。

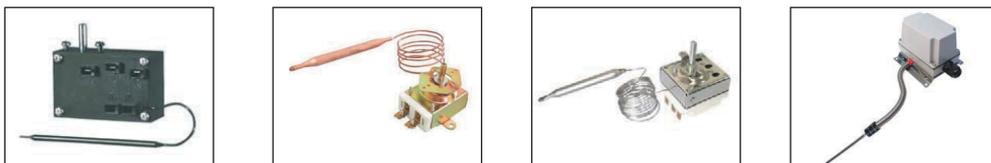
3.3 液体膨胀温控器

3.3.1 在玻璃管里的水银膨胀



这是其中最早的温控器系统之一，是在水银温度计之后发明的。一根电线插入到毛细管玻璃管里。当水银碰到电线，便形成接触。这种类型的温控器用作精确温度控制的参考仪器已经有长一段时间了。它不再连续应用。

3.3.2 球管和毛细管温控器



这是最常见的远程测量和温度控制器。毛细管长度可以达到 3 米，但由于在毛细管里的液体量，会带有一个明显的偏离。

在这个系列里，可能会产生失效安全装置。目前的温度范围跨度

温控器技术的介绍

从 -50°C 到 400°C ，特殊的情况可达到 760°C 。

3.3.3 液体填充的棒式温控器



这个系列是双金属膨胀的棒式温控器的变体。它们以较大的抗震动性能来区分，但是有更长的反应时间。应用是完全相同的。目前的温度范围从 -50°C 到 400°C ，特殊的情况可达到 760°C 。

3.3.4 管道温控器



这些温控器使用一个球管和毛细管机械装置，但是在管半径成型板上的外壳下方，温控器带有一根很短的毛细管和球管。外壳有一个系统，用于将板固定在管道上。这些装置的控制系统通常是在 $0-120^{\circ}\text{C}$ 之间。

3.3.5 室内温控器



这些温控器使用一个球管和毛细管机械装置，但是有一根非常短的毛细管和球管位于外壳的侧面或背面。这个系统对专业的和工业设备是特别有用的。温度的电流范围跨度从 -40°C 到 120°C 。

3.4 气体膨胀和蒸汽压力温控器

3.4.1 球管和毛细管室内温控器



由于它们的低误差和低热惰性。这些蒸汽压力装置主要使用在电子转换对流器温控器。目前的温度范围： $4-40^{\circ}\text{C}$ 。

3.4.2 《圆片》室内温控器



目前它是采自使用在家禽孵化器的孵化温控器，这在 50 多年前已使用。感应的部分是一个大气压力型的膜盒（被称为‘capsule de Vidie’），填充了低沸腾温度的液体。它们广泛使用在家用的室内温控器。目前的范围： $4-40^{\circ}\text{C}$ 。

3.4.3 毛细管温控器



这些温控器用于控制冷冻系统的温度。毛细管系统的低热量惰性，以及存在明显误差的可能性是这些蒸汽压力装置的主要特点。

3.4.4 球管和毛细管温控器

温控器技术的介绍

它们主要使用在工业应用中，因为蒸汽压力能够轻易地达到可调节差值的装置。

3.4.5 空气置换温控器



这些装置在玻璃球管内使用一个灯丝型的加热系统，特别填充了空气并含有水银。通过膨胀空气的推动，水银流过管道进入到一个由电触点形成的含有电极的隔间。这个系统，加上慢断开双金属温控器触点，避免触点触发，并达到非常低的误差和很高的电气额定值。这个系统，非常精确、可靠，但已经完全消失了。

3.4.6 温度计



气体膨胀温度计使用在工业应用中，它们有低热量惰性，并可以使用在高温中。

3.5 物理形态改变温控器

3.5.1 “恒温器”



它们使用蜡烛融化温度膨胀。它们很少用于操作一个电触点，但是它们广泛地用于提供机械运动（汽车引擎温控器、散热器温控器、门锁、阀控制器）。

这个系统可以激发一个电触点，或者在温度变化时操作一个阀门来控制水流量。

目前的温度范围从 30 到 150°C。

3.5.2 热保险丝



这是一个使用在热熔断器的主要系统。目前世界上生产了成千上万个这样的装置。它是一个高可靠性的系统，其操作是安全的。电触点要么就是由导体融化（电气额定值一般限制到 4A）切断，要么就是通过小颗粒熔化释放一个弹簧触点（电气额定值达到 25A）。

现在的范围从 60 到 300°C。

熔化配件用金属或塑料制成。

这个系统，是大家熟知的 TCO（热熔断器），是终极的安全系统，价格不贵。

这些系统的变体也应用于非电子电器，以释放一个机械装置，特别是在火灾探测仪器里。

3.5.3 沸腾温控器



这种类型最常见的温控器是带手动复位的失效故障毛细管限制器。

这个系统在一根毛细管内或在毛细管末端的一个球管里的液体沸腾测量。要求在 +/-300 毫米毛细管上的温度感应要运行触点。鉴于此原因，在许多型号上，在其毛细管的末端均

温控器技术的介绍

卷曲，尺寸与球管类似。这些装置通常是固定温度的类型，大多数是在 50-170°C 的跨度范围内校正，由于沸腾的原因或由于毛细管断裂而导致凹陷，用于传送超压的毛细管长度被限制到 +/-900 毫米。

4. 应用

原理	系列	子系列	应用
层压双金属	固定设置	电流感应	线圈保护器、小电器、汽车、可充电的电池
	固定设置	对电流是不受感应的	小家电、采暖通风空调、冷冻设备
	可调节的设置		熨斗、烤架、薄煎饼制作工具
	螺旋式		温度计、空气温控器
双金属	套筒式表面感应		加热板、平的加热器、医疗设备
	圆棒式	组合应用	家用热水器
		专业的	采暖通风空调
		工业的	桶、水力部件，加热器
防爆	化学业		
液体膨胀	玻璃	实验室	各方面
	用于组合的球管和毛细管	原始设备制造商电器应用	烤箱、烹饪设备、洗衣机、洗碗机、锅炉
	带金属保护外壳的球管和毛细管	半职业化的	原始设备制造商电器、窑、烤箱、空气加热器
	球管和毛细管 / 加热器	工业和 / 或危险区域、重型建筑	工厂、维修，伴热
蒸汽压力	球管和毛细管		电加热器、冰箱温控器
	膜		家用室内温控器
	空气置换		不再使用
物理状态改变	蜡		汽车、热水中央加热
	混合物融化	导体融化	小家电、线圈、电池、电子
		颗粒融化	家用电器、电子加热、马达
	沸腾	毛细管	加热器、电空气加热器、加热泵
		玻璃球管	空调、防火探测

5. 专有名词和词汇

5.1 词汇

标准 EN60730 和 EN60335 定义，使用的词汇有时有区别。尽管如此，通常与在实际中所使用的会有所不同。

常用词汇：

设置点：在温度控制装置上设定数值，与要达到的温度值一致。

差值：触点打开和关闭之间的温度差。

快动作：触点瞬间打开和关闭。

手动复位：手动介入打开动作，在加热位置触点随温度上升而打开，在温度降低时不自动回到关闭位置。

自动复位：触点在温度降低时自动关闭。

感应控制：当元件感应到触发温度时，开始自动控制。

根据 EN60335-1 不同温控系统的定义

§ 3.7.1 温控器：温度感应系统，其操作温度也许是固定或是可调的，在常用的操作中，保持控制配件的温度通过电路自动打开和关闭以控制在一定的限度内。

§ 3.7.2 温度限制器：温度感应装置，操作温度可能是固定的或是可调的，在常规的操作中，当控制的配件温度达到一个预定数值，通过打开或关闭一个电路来操作。

注意：一个温度限制器在电器正常的工作循环中不反向操作。它也许需要或不需要手动重设。

温度限制器：温度感应控制器是在正常的操作条件里，用于保持温度低于或高于一个特定的数值，用户可以设置其他的项目。

一个温度限制器可能是自动的，也可能是手动重设的。电器在正常的工作循环中不反操作。

§ 3.7.3 热熔断路器：在反常的操作中，设备通过自动打开电路，... 限制控制配件的温度，而且是已经编制好的，所以用户不能更改设置。

热熔断路器：温度感应控制器是在反常的操作条件里，用于保持温度低于或高于一个特定的数值，用户不可以进行设定。

热熔断路器可以是自动的，也可以是手动重设或者不能设置的。

§ 3.7.4 自行重设的热熔断路器：热切断在电器的相关配件足够冷却之后自动恢复电流。

§ 3.7.5 非自行重设的热熔断路器：为了重新恢复电流，热切断需要一个手动操作重新设置，或者更换一个配件。

注意：手动操作包括电器从供电主干线断开。

§ 3.7.6 保护装置：在异常操作条件下，避免危险情况操作的装置。

§ 3.7.7 热连接扣：热切断只能操作一次，需要部分或者全部更换。

故障保护温度限制器：温控器上的故障保护在标准 EN60730-2-9 的 6.4.3.101 有规定，作为一个温度控制装置，其中填充液体的泄露不会增加温度设定点。还有，普遍说的一个系统故障保护，就是当流体流失（包括电）导致设备达到一个稳定的安全状态。必须要一直保持着安全状态。

温控器推荐的应用：

国际电工技术委员会（EN）60730-1 标准《家用和类似应用的自动电力控制器》，特别是国际电工技术委员会（EN）60730-2-9-（2008）：《温度感应控制器的特别需要》是定义温控器功能特点的标准。标准的最后版本附录 EE 中描述了所有推荐应用的装置。

5.2 用于命名一个温控器的常用词汇

客户用很多名字来命名温控器。我们可以提到：

水温自动调节器、空气调节器、双金属传感器、温度传感器、温度开关、温度探测器、热传感器、热开关、温度限制器、热颗粒、颗粒温控器、热保护器、温度控制器、传感器、温度探头、温度传感器、温控器。

一些品牌已经进入到词汇表里：

Klixon：德克萨斯商标仪器，表示双金属碟型温控器

Combistat：施托克商标，参考触点温度计

Vigitherme：Hetio 商标，参考温控器双金属碟片

Ipsotherm：Comepa 商标，参考温控器双金属碟片

Calorstat：由 Vernet 温控器使用的品牌，参考自动水电路阀。

6. 与控制器或安全电路相关的重要标准摘录

电切断: (IEC60335-1)

§ 3.8.1 所有极切断: 单次操作切断两个导体, 或 3 相的部件, 单次切断 3 个导体 ... 注意: 对于 3 相的, 零线引出线不作为一个功率导体。

§ 22.2: 相位切断: 单极保护系统在 01 级装置的单极电路中切断发热元件, 并持续连接 01 级装置, 必须要连接到相位导体上。

电导体颜色: (IEC60446)

§ 3.1... 识别以下允许的导线颜色: 黑色、棕色、红色、橙色、黄色、绿色、蓝色、紫色、灰色、白色、粉色、蓝绿色。

§ 3.2.2 零线导体或者中间导线: 当一个电路包括一个零线导体或者用颜色识别零线导体时, 用作这个用途的颜色应是蓝色...

注意 2 - 在美国、加拿大和日本, 零线导体或者中间导体用白色或者自然的灰色进行识别, 淡蓝色是用于识别替换的颜色。

§ 3.2.3 交流电相位导体: 黑色和棕色是交流电系统相位导体最喜爱的颜色。

§ 3.3.2 导体保护: 两种色调, 绿色和黄色的组合必须用于保护导体的识别, 以排除其他的用途。绿色和黄色是保护导体的识别颜色的唯一配置。

注意 2-- 在美国、加拿大和日本, 使用绿色做为保护导体的识别, 用于代替由黄色和绿色两种色调组合的识别。

故障保护, 功能安全, 安全级别:

欧洲指令 97/23 处理热发生器、压力设备和锅炉的要求如下: 《合格评定程序和指令的基本安全要求适用于完整的安全链。根据不同的安全设计原则, 传感器本身的要求不同, 比如: 过剩或故障安全》。很多“产品”国际电工技术委员会 (EN) 的标准 60335-XXX 系列需要这种安全类型。

机能性安全的相关定义: 这个概念是由 CEI 61508:1998 标准提出的。《电气 / 电子功能安全和可编程电子系统 (E / E / PES)》。该标准定义了电子和可编程复杂系统和子系统的设计要求和规定。这是一个通用的标准, 可用于所有工业领域。工业加热设备保护的类别已被 EN954-1 旧标准分为三个等级。

级别 1 主要包括过程控制仪表: 温度传感器、温控器、控制器、程序设计器。这个等级提供了由操作者发起控制程序的永久控制或按顺序控制 (例如: 控制盘、双金属片、球管和毛细管温控器、电子温度控制器)。

级别 2 基本上包括与级别 1 相近的仪器结构, 但是功能上与此级别完全独立。

这级别 2 由不连续的无系统的功能进行处理, 也就是说不是由操作员进行初始化, 来自程序上临界值违规信息的重要参数。

(例如, 碟型温控器 + 碟型限制器、球管和毛细管温度限制器 + 球管和毛细管温控器、双电子控制器)

级别 3 是最终的程序保护。它不包括与级别 1 和级别 2 那些相同的装置仪器, 但设备操作无辅助能源 (例如: 固定温度限制器, 在电路上带手动或自动复位, 由电子控制器控制, 用于系统的热熔丝由碟型或球管和毛细管温控器控制, 或由电子控制器控制)。

7. 安装

一个温控器的正常运作，主要取决于组件的正确选择，还有它的安装条件。用于在工厂校准调节和控制设备的条件经常是理想的实验室条件，确保了测量精度和可重复性。在安装温控器的实践中很少发现有这些条件。然而，带有最小的限制，是可以优化装配的。

永远要牢记这两个基本的规则：

- 恒温器测量的是位于传感元件位置的温度，因此，有必要控制这个代表性的温度。

- 热惰性是导致调节能力差的最常见的原因。温控器对温度变化没有一个即时的反应。

7.1 一般规则

- 导热系数

介质（液体、气体、金属）的温度因热源的距离而逐渐降低。这种降低，称为热梯度，与介质的导热系数成反比。为了获得良好的温度控制，第一步是，尽可能低地降低：通过搅拌液体、搅拌空气，使用良好的热导体金属。

在不搅拌的液体槽里，热变化在不同的测量点之间上升几十度是相当普遍的，与在空气中一样。

- 响应时间

从实际上来讲，设备改变温度所花的时间与它的质量成正比，与导热系数成反比。

承受相同的温度变化，大的铜块比小的升温需要更长的时间。同等重量的纯银块反应将快得多。

在一个房间里，阳光的暴晒会使迅速提高周围空气的温度，因为它的质量低，但墙壁的反应将慢得多，因为它们规模大得多，即使它们的导热系数更高。因此，控制空调，要确保温控器测量的是空气的温度，而不是墙壁的温度。

一些材料的导热性系数

材料	20°C 时的导热性系数 (W•m-1•K-1)	材料	20°C 时导热性系数 (W•m-1•K-1)
PU 泡沫	0.025	钛	20
Ait (大气压力)	0.026	304 不锈钢	26
EPS	0.036	软钢	46
玻璃纤维棉	0.043	铂	72
软木	0.043	铁	80
木 (平均)	0.16	铸铁	100
石棉	0.17	硅	149
环氧树脂	0.25	铝合金 (带有 SiC)	150-200
尼龙	0.25	纯铝 (99.9%)	237
PPS (聚苯硫醚)	0.3	大块的碳化硅	250
硫化橡胶 (EPDM)	0.4	金	317
水	0.63	红铜	390
混凝土	0.92	银	429
玻璃	1.23	石墨	500-2000
酚醛树脂	1.42	金钢石	1000-2600
石英	10	石墨烯	4000-5300

温控器技术的介绍

如果热梯度需要 1 秒就被传送到银配件，能够很容易地看到，红铜需 1.1 秒，铝合金 2.5 秒，铁 4.3 秒，软钢 6.3 秒，不锈钢 16.5 秒，非搅拌的水 680 秒（11 分钟以上），而静止的空气为 16500 秒（4 小时以上）。

加热所需的时间

经常出现的问题，许多人认为与温控器有关的是，要花费时间加热产品。事实上，在恒定的功率，加热产品所需的热量（能量）是根据它的质量和它的热容量而定的，而不是温控器。

比热容量（或比热容）是指对于一公斤的物质，用能量带动一个主体，以给它的温度提升一开氏度。它是用焦耳每开氏度每千克（J/K）表示。它起源于“卡路里”，被定义为一克水的温度热量需要从 15°C 提高到 16°C。下表给出了一些常见的数值。

材料	比热容量 (J*kg-1*K-1)	材料	比热容量 (J*kg-1*K-1)
金	129	花岗石	800
银	240	混凝土	880
黄铜	377	铝	897
红铜	385	干燥空气	1005
铁	444	木	1760
金钢石	502	橄榄油	2000
304 不锈钢	510	酒精	2450
石墨	720	液体水	4180

人们可以很容易地注意到同样的功率，是否需要 600 秒加热一公斤的水，油只用 290 秒，空气 145 秒，不锈钢 73 秒，红铜 55 秒，而金是 18 秒。热容量是加热系统定义里的一个极其重要的参数。

过热和热积聚

许多加热系统在将热量释放到环境之前的热量积聚。

带铠装式发热元件的是特殊的情况，发热丝涂有氧化镁，然后用不锈钢管覆盖。不锈钢护套开始变暖之前，加热元件的整个内部已加热。

然后关闭电源时，内部积聚的热量将继续散发，外壳的温度将继续上升。通过测量外壳的温度来调节一个温度的控制是不准确的。

7.2 墙式安装和管道安装温控器

这些温控器是安装在墙上的。包括双金属片碟型温控器，带或不带支架，以及管道成形的型号。

必须要遵守下列的要求：

- 就一个带平的敏感配件的温控器来说，安装的墙壁必须是平坦的。特别是，如果它需要测量小直径的管的温度时，它被强制性地要求要在管的表面上焊接或焊合一个由红铜或黄铜制成的导热配件，在面对着温控器的一面带有一个平的表面。

- 就温控器的敏感配件是弯曲的以适合墙壁（水槽、管道）形状来说：在温控器感应面和壁之间使用热接触润滑脂，使恒温器主体绝缘，以限制环境温度的影响，要记住，整个温控器必须能承受墙壁的最高或最低温度。检查与这些温度是否相兼容。

7.3 空气管道温控器

温控器必须要安装在有良好的空气流通的地区。避开角落、角度。温控器应位于靠近加热元件（或冷却）的地方，以通过温度变化而快

温控器技术的介绍

速受影响。扩展支架碟型温控器必须安装在墙壁上，不受气流以外的温度影响。

注意在空气管道中双金属圆棒温控器的使用：这些器件通常对温度的变化具有非常快的响应时间，有些型号不适合作为安全装置使用，因为它们触发得太快。

7.4 棒式温控器

棒式温控器应安装在供此用途的接头上。圆棒不能被弯曲、焊接、锡焊，不得有任何外部设备阻碍圆棒的扩张。

圆棒的整个敏感部分必须要浸没在控制的空气或液体中。

不要把温控器安装到大堆的接头上，而圆棒必须要在水箱温度的一个代表区域。避免没有自然对流或无搅拌的区域。

无论是什么样的安装，温控器头部不得超过允许的最高温度。特别是，在高温设备上安装温控器时，温控器的头部必须要与热壁保持距离。

使用适合圆棒直径的探温棒，不要妨碍扩张动作。如果您想要有精确的设置和低误差，把导热硅脂涂在探温棒和圆棒之间。

7.5 球管和毛细管温控器

球管和毛细管温控器是用于测量控制位在介质里面的球管的温度。然而，毛细管和其余的膜盒式温度感应装置适度地受温度影响。也因此不要将其暴露在温度过高的地方，特别是决不能超过温控器头部所允许的最高温度。毛细管，尤其是带球管的毛细管接合位是易脆的，必须小心处理，毛细管的弯曲半径不能小于 5 毫米，或靠近球管。尖锐的弯曲后不保证设备上的毛细管破损或泄漏。在液体膨胀型号上过热的球管或毛细管会造成不必要的液体沸腾或温控器损坏。毛细管或球管的切割或钻孔会破坏它的机械系统，当温度升高时温控器不停止加热，如果在您的应用里，该风险是非常重要的，则一定要使用失效保护温控器。

7.6 绕线圈温控器

必须安装绕线圈保护器，以测量绕线圈最快的升温方式。安装在线圈的过程中，它们不得弯曲或扭曲。在装入绕线圈之前，必须灌注树脂或清漆，确保这些温控器支持这些操作。我们的办公点随时愿意为您服务，给您提供技术咨询。

校准的温度警告：热保护器在零电流校准，其工作温度对电流敏感。在您的应用中，这取决于您的设备的电流额定值，它们的设定点降低。使用温控器偏离曲线来定义热偏离温度。许多热保护器有带电的金属外壳。要确保他们安全地安装，有适当的电绝缘以及不与接地的相接触或不与可触及的配件接触。对于这些设备，可根据要求提供 1 级和 2 级的电气绝缘套。

7.7 热熔断器

热熔丝是最容易安装错误的组件。

它们的端子是热导体：焊接或对它们进行锡焊，会导致熔丝通过导热性打开。

不要在小于 15mm 的外壳做焊接。焊接的持续时间不得超过 3 秒。端子电线对强度和扭力敏感。要注意，不适用大力（最大 1.3 N）。

最好用电线弯曲机来弯端子电线。不要在离主体少于 5mm 的位置弯曲或压接。不要撞击主体。

温度灵敏度：热保险丝不得持续暴露在太接近其断开温度的温度。

温控器技术的介绍

遵守在技术数据表中给出的允许的最高永久温度。它们对电流敏感，并且如果额定值过高会因焦耳效应而触发。

7.8 蒸汽压力球管和毛细管温控器

这些温控器对毛细管的位置或相对的温控器头部的球管特别敏感。在每台设备的数据表上有指示观察的位置。

7.9 防爆温控器

防爆装置在装配过程中需要特别小心。每个装置配有具体的安装和装配操作手册。

- 防爆外壳：这些外壳的设计能够承受在壳内发生的爆炸。因此要特别注意盖子的螺丝（这些螺丝不可以被其他不同机械阻力的型号所取代），确保密封表面的清洁，不要在盒子上钻孔，不要用其他的来代替原来的电缆接头，适当拧紧电缆接头，确保它们的垫圈适用于所使用的电缆的直径。

- 防爆开关：在使用此系统的温控器中，只有开关机械装置的电气配件是在一个阻燃的外壳内。通过这种方式，温控器的外壳不提供爆炸保护，但仅需要至少有 IP65 的防护等级。电气连接必须在产品外的电缆上进行，在危险区域外或在合适的接线盒里。