



中文版本



朱茂雅克

用于加热的元件的技术

第 14 章

保险扣的技术介绍



保险扣的技术介绍

1 - 适用标准

针对这些配件，目前没有国际标准(ISO)或欧洲标准(EN)。然而，其测试条件在使用它们的产品的某些标准中已有定义，特别是：

- 1990年12月旧的法国标准。1990年12月的NF S 61-937消防安全系统(S.S.I.)- 操作安全装置(D.A.S.)。

- ISO10294-4耐火测试。用于配气系统的防火阀。第4部分：热释放机械装置的测试。

- ISO DIS 21925-1-2017 用于配气系统的防火阀的耐火测试， 第1部分：机械阻尼器(草稿)

许多外国标准，有时会有完全不同的测试程序，存在有，但本文档中没有提及。最重要的是美国标准UL 33-2015（用于防火检修服务的热敏感保险扣），其ISO DIS 21925标准明确了其中的一些规定。

它也可以引用：

- EN 60691：2016 热保护器 - 要求和应用指南：本标准仅适用于电气和电子电路中使用的温度限制保险丝，不适用于仅有机功能的设备。

- AS 1890-1999，热释放保险扣(澳大利亚)

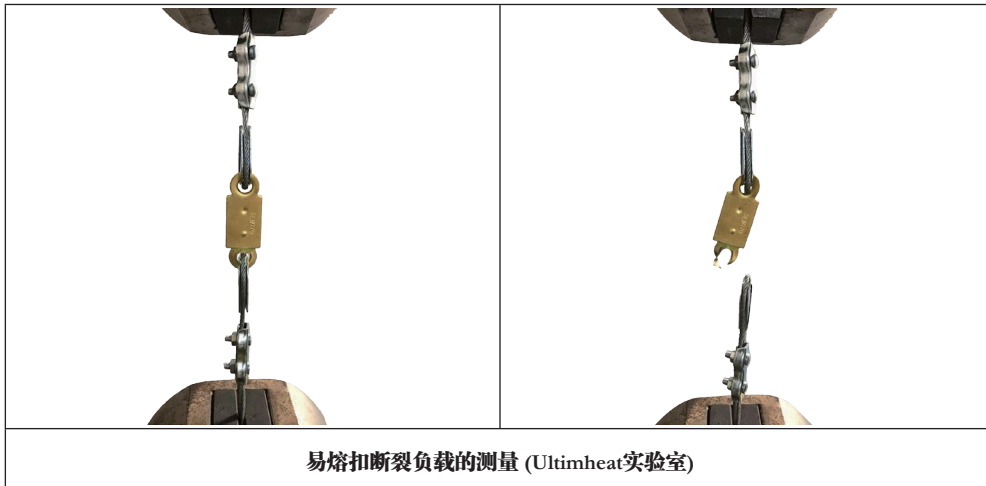
- 香港标准测试实验室，林俊文指令 § 2.3.7。

2 - 在环境温度断裂负载的定义也被称为设计负载

断裂负载，也称为易熔保险扣的断裂强度，是1990年12月旧法国标准NF S 61-937的一项参数。它表示对纵向牵引力的抵抗力。由熔断扣的构件决定最大的负载，在该最大负载下，无论是通过主体金属的机械故障，还是通过机械故障、蠕变或共晶合金的熔化，熔断扣在20°C的温度下不会打开。该标准没有提供关于如何确定该值的详细信息，也没有提供负载持续时间的详细信息，但是在该力的三分之一的基础上，进行了温度 - 破裂极限测试。类似的概念在UL33标准中以“最大设计负载”的名称重复出现。熔断扣必须承受70°F（21°C）的环境温度持续150小时，并保留该值的1/5。

欧洲标准(ISO10294-4和Iso Dis 2195-1-2017)传承自法国标准NF S 61-937，已经取消了这种断裂强度的概念，并用**错误触发**的概念取代。

然而，该值的测量使其可以接受，特别是由带低热惰性的薄金属制成的**熔断扣**，以限制它们可以承受环境温度的应力，独立于焊接表面的测量。它还可以检查用于固定孔破裂限制的设计尖端是否有效。



3 - 使用的最大力度限制的定義, 以及故障触发的概念(故障断开)

由于易熔合金的蠕变现象, 特别是接近其熔化温度的时候, 在永久应力下在保险扣上出现了错误的快速跳闸问题。

根据经验法则, 允许有一个与该值近似的大概数值, 是用于带有平焊接表面的保险扣, 用以 mm^2 为单位的该焊接表面值除以10作为最大的使用限制, 单位为十牛顿(kg)。

然后必须根据合金的机械阻力来校正该值(参见下面的校正表)。

从该表中可以看出, 在旧的法国标准中, 可以定义最大的力度, 并且应用一个 $\frac{2}{3}$ 的修正系数, 使用的最大力度限制。该标准, 没有涉及共晶合金的熔化温度, 然而, 它定义为两个种类: 1类熔断扣, 在 60°C 以 1m/s 的空气速度遭受该力一个小时的时候不该断开, 以及2类熔断扣, 温度升至 90°C 。

欧洲标准(ISO10294-4和Iso Dis 2195-1-2017)传承自法国标准NFS 61-937, 已经取消了这种断裂强度的概念, 并用错误触发的概念取代。在正常使用的条件下, 最大的操作限制力度由所施加的负载所代替, 这种方式接近UL33。

保持该电荷的标准温度条件为 $60 \pm 2^\circ\text{C}$, 空气速度为 1m/s 。提供其他的温度, 例如 90°C , 并且与最大的触发温度相关联。

例如, 对于最大的跳闸值为 105°C 的熔断扣(对应于旧型号1的保险扣定义), 熔断扣将必须承受 60°C 一个小时而不跳闸。

对于在 140°C 的最大跳闸值(对应于旧型号2的保险扣定义), 熔断扣将必须承受 90°C 一个小时而不跳闸。

该测试是通过生产中的统计抽样进行的标准测试的一部分。

4 - 在生产过程中焊接位的拉伸强度检查

一个错误的触发参数, 在标准中没有描述, 是“冷接合”。但是, 它是安装后造成最大量的错误触发的原因。其特征在于焊接点不覆盖整个焊接表面, 或者焊料没有完全熔化。冷接合是不可靠的。焊料的粘合性差。这种缺陷几乎是看不见的。

为了排除这种风险, 在生产结束时对熔断扣进行100%的测试, 根据焊接表面自动施加计算的负荷。



在生产过程中在环境温度下自动检测焊接强度

5 - 合金的机械强度的测量和验证

Rohs和非Rohs共晶合金的极限拉伸强度极大地影响了焊接的机械强度。为了在接近其使用条件下进行验证，按照表面的清洁程序和所用的助焊剂的质量，对样品进行测试，使用的合金量经常完全等同于 ± 0.1 克，并已研发校正的焊缝厚度。该来料质检程序用于验证每次交付的共晶合金。



6 - 合金熔化温度的测量

合金的熔化温度(或热玻璃珠的爆炸)，是消防安全机械装置设计中的关键参数。标准ISO10294-4, Iso Dis 2195-1-2017和NFS 61-937，以及UL33标准中均没要求进行检查。

这可能是由于这种测量的难度所致的。

为了提供可再生的并且可靠的测量数值，我们已研发了我们自己的方法对共晶合金和热玻璃珠进行验证，特别适用于这些组件的正常使用。

在接收合金的这测试程序中，在我们的实验室进行测试，在测试前的24小时焊接好10个特殊型号的易熔扣样品，并用待检查的合金进行焊接，放入一个搅拌的液体*槽中*，并承受4N的负荷。然后以低于合金的液相温度，从 17°C (30°F)开始以每分钟 0.5°C 的速度升温。在10个单独的试验中记录断开温度，并将它们的单位值与所用合金的规格进行比较。平均触发值被用作熔点的参考值，平均偏差 $\times 2$ 用作公差极限。

对于玻璃安瓿的验证，将这些当中的10个样品分别安装在合适的支撑件，施加10N的负载并在与熔断扣相同的温度条件下进行测试。

对于合金熔点的参考值或玻璃珠爆炸的可接受性的限制，其应用的参考公差是合金的温度液相线的 $-7\% / + 10\%$ ，单位为 $^{\circ}\text{C}$ ，给出了它的规格，或玻璃珠的标称温度。如有必要，可以将测量值分类通过不同的标准进行级别定义。

*：液体 20 至 90°C 的水，以及用于更高温度测试的，闪点高于最高测试温度的油。

保险扣的技术介绍

******: 用4个校准的Pt100 A类探头在4个不同的位置对槽温进行测量，位于与保险丝一样的水平位置，并且距离小于50mm，用于验证在被测的触发器周围的均匀性。要求在4个值之间的一致性为 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ ，以开始测试。

		
<p>用于合金熔化温度测试的特殊保险扣样品，熔化前和熔化后的图片</p>		<p>在我们实验室里用于控制共晶合金熔化温度的自动化设备</p>

7 - 最小的操作力

最小操作力是消防安全机械装置设计中的一项关键参数。某些熔断扣或热触发器的设计，特别是带斜坡、接合或套筒的设计，可能会由于摩擦力而导致不能打开的风险。在 ISO10294-4, Iso Dis 2195-1-2017 和 NFS 61-937 标准中未提供其验证。UL33 标准已定义了许多不连续的温度范围，以及如何在最小负载下检查保险扣的操作。该测量是在搅拌的液体槽中进行，升温速率为每分钟 0.5°C (1°F)。最小负载由制造商提供，但不能低于 4N 。跳闸必须在预热期间发生，而液体槽的温度低于所用的温度等级的最小值 11°C (20°F) 以上。对于 163°C (325°F) 及以上的温度等级，该值升至 17°C (30°F)。

在我们的实验室中测试的这些参数是受 UL33 影响的，但适用于每种合金，并且不再适用于不连续的范围。

在焊接后的 24 小时内，将热熔扣(玻璃珠或共晶合金)放置于一个搅拌的液体槽中，并使其在正常的操作中受到最弱的力度，并且至少达到 4N 。然后以低于合金固相线温度 17°C (30°F) 或玻璃珠的标称温度，以每分钟 0.5°C 的速度升温。可接受极限的公差是合金液相线温度或玻璃珠标称温度的 -7% 和 $+ 10\%$ 的触发值。

保险扣的技术介绍

根据UL33的温度分类 (有用的信息)

温度等级名称	温度等级最高和最低的数值 (°C)	在最小负载下最低的触发温度(°C)
低的	51 - 54°C (125 - 130°F)	< 62°C, (< 145°F)
普通的	57 - 77°C (135 - 170°F)	< 68°C, (< 155°F)
中等的	79 - 107°C (175 - 225°F)	< 90°C, (< 195°F)
高的	121 - 149°C (250 - 300°F)	< 132°C, (< 270°F)
特高的	163 - 191°C (325 - 375°F)	< 180°C, (< 355 °F)
极高的	204 - 246°C (400 - 475°F)	< 221°C, (< 430 °F)
超高的	260 - 302°C (500 - 575°F)	< 277°C, (< 605 °F)

		
<p>热玻璃珠装置的典型组装, 以检查其最小行程的临界值(从测试罐外面看到的视图)</p>	<p>保险扣的典型组装, 以检查其最小行程的临界值(从测试罐外面看到的视图)</p>	<p>在我们实验室里用于检查热熔扣最小力度的自动控制设备</p>


8 - 反应时间限制的临界值

在这种类型的测量中, 法国, ISO和UL33标准带有完全不同的方法。

ISO和法国标准在一个固定的最长的持续时间, 以20°C/分钟的升温速率测量反应时间, 其被要求在火灾期间呈现温度上升, 而UL33标准测量了时间触发一个温度的瞬间变化, 根据触发类别的可变温度步骤, 类似于所做的以定义温度传感器的响应时间。

两种方法均提供了完全不同的触发时间, 并且为了能够对产品之间存在的大变化进行分类, UL33标准必须定义带有快速反应时间、标准反应时间和配备保护涂层以防止腐蚀的设备。

保险扣的技术介绍

	
<p>测试设备，允许：</p> <ul style="list-style-type: none"> - 根据NFS 61-937, ISO 10294-4和ISO DIS 2195-1, 从20°C或25°C的平稳期开始，以20°C /分钟的速度在标准化快速升温期间对共晶合金扣或热易脆玻璃珠的触发时间进行测量。 - 根据NFS 61-937, ISO 10294-4和ISO DIS 2195-1, 在恒温下进行一小时的机械阻力测试。 - 适用于5至320 DaN的负载。 	<p>测试设备允许：</p> <ul style="list-style-type: none"> - 根据UL33-11-2, 在一个瞬时温度步骤中对反应时间的测量。温度步骤是热连接扣温度等级的一个函数。最常见的是： 24 ± 1°C 和 135 ± 1°C (72 ± 2°F 和 275°F ± 2°F) 24 ± 1°C 和 197 ± 1°C (72 ± 2°F 和 386°F ± 2°F) - 根据UL33-12, 在恒温下进行持续90天的机械阻力测试。 - 适用于5至320 DaN的负载。

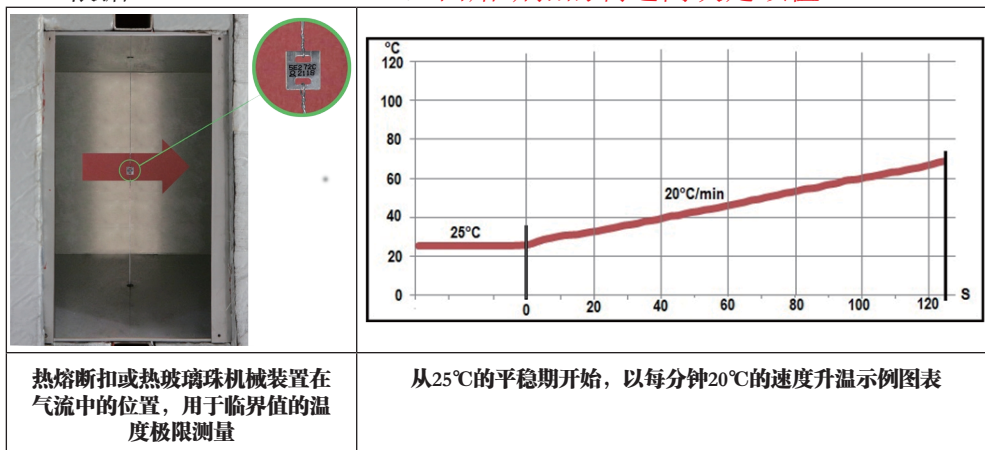
9 - 温度限制临界值

该值不应与合金的熔化温度（或玻璃珠的破裂）混淆，因为该触发值涉及“热反应时间”参数。

在测量跳闸时间时，标准认同温度上升的速度。临界值温度限制是当遭受20°C ± 2°C/分钟的快速升温时，在一个25°C ± 2°C的环境温度开始，热保险扣必须跳闸的温度。（注意：在旧标准NF S 61-937中，此环境温度被定义为20°C）。

ISO 10294-4允许不同的触发限值的定义，例如50°C，105°C，120°C，180°C，350°C或其他值，具体的取决于设备的特性。

根据ISO DIS 2195-1-2017，由熔断扣的制造商决定该值。

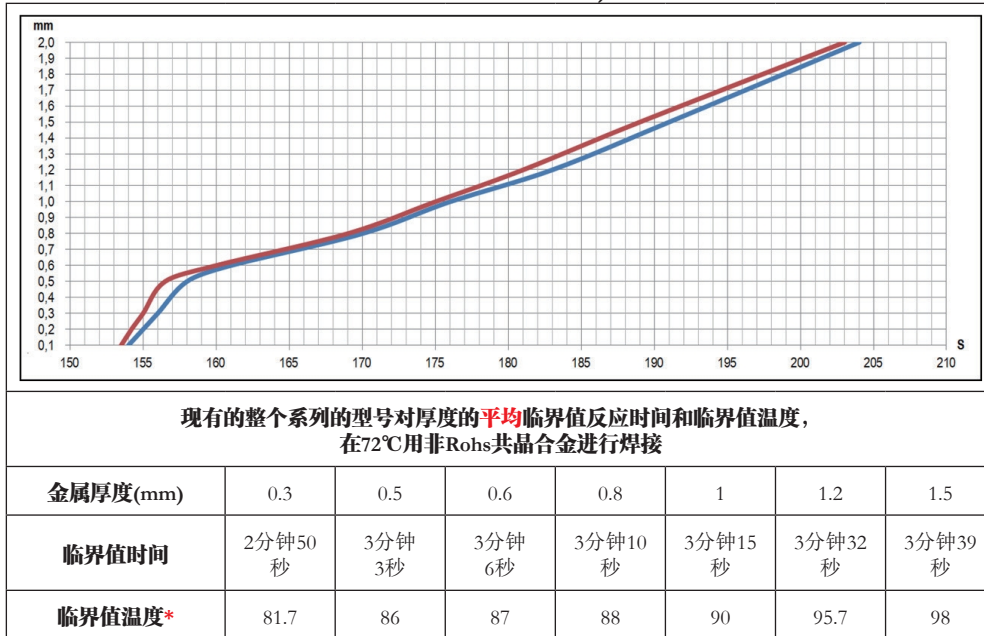


10 - 材料及其厚度对反应时间的影响

热熔断扣对升温的反应时间当然取决于所用的合金的熔化温度，也取决于连接扣的热惰性，其本身是其成分导热系数的函数，以及在其表面及其厚度之间的比例。在断裂时的机械强度（当其厚度减小时，连接扣变得越来越脆）及其随着厚度而增加的反应时间之间找到良好的平衡。

为了量化这些效果，我们使用同一型号不同厚度的连接扣，使用同样的易熔合金实现反应时间的测量。

对于不同的厚度，在72°C使用非RoHS共晶合金焊接的**单个熔断扣**的平均临界值反应时间和临界值温度。(在15x42mm的熔断扣进行测试，材质为黄铜（蓝色）和红铜（红色），厚度为0.1mm至2mm，焊接表面为225mm²）。



* 通过两个热惯性非常低的热电偶测量触发温度，位于空气管道中保险扣的附近，是几个随之而发生的参数的结果：保险扣的热惰性，靠近熔点的保险扣合金的机械阻力减小，并且在保险扣施加负载。在用于这些测量的数百项测试中，负载是附录1的表格中给出的最大负载，具体取决于焊接表面。测试方法和设备符合ISO10294-4和ISO DIS 21925-1 2017的要求，图C1。

11 - 腐蚀后的可靠性测试

以前，在1990年12月的旧的NF S 61-937标准里用于金属部件的耐腐蚀测试，参考了标准NF P 24-351的基本文本的第四章，关于建筑物的表面保护。

在ISO10294-4-2001标准里，具体的耐腐蚀测试作为一种选项被引进。在新的被咨询的标准ISO DIS 2195-1-2017，这些测试，与ISO10294-4的测试是相同的，**不再是可选的，而是强制性的**，从而近似于UL33的测试。

这些测试存在于所递交的用于测试不同大气阻值的5个保险扣样品批次里，被认为代表不同类型的大气污染：

- 含20%氯化钠的盐雾测试，在35°C，持续120小时（5天）**重要提示：这个测试的氯化钠浓度比在传统ISO9227标准的中性PH（NSS）的标准盐雾测试高出4倍。**

- 在潮湿空气和10,000 PPM* 硫化氢（H₂S）混合气体的耐抗性测试，在一个不确定的室温下持续5天**

- 耐潮湿空气、10,000 PPM的二氧化碳(CO₂)和10,000 PPM的二氧化硫(SO₂)的混合物的测试*，在一个不确定的室温下持续5天**

在经历了这三个不同的环境条件后，每批次的样品在反应时间和承载能力方面重新被测试。

* 硫化氢和二氧化硫是有毒的气体，并且硫化氢是可燃的。

保险扣的技术介绍

**** 注意：**UL33标准提供了10天的标准测试时间，而不是5天，并且也提供了用于腐蚀环境的保险扣的30天测试。鉴于UL耐腐蚀测试的严重性，这个标准还提供了保险扣，也许会额外地被蜡、铅、聚四氟乙烯、聚酯，或其它所保护。这个保护层必须经得起故障断开测试。

空气里含有高浓度硫化氢(H₂S)的电阻加速测试的注释。1%的浓度(10,000 Ppm)。

1 / - 温度在起草的ISO标准里没有被标明，但是这些测试已经从UL33标准里被复制，后者标明：75 ± 5°F (24 ± 3°C)。

2 / - 这些测试与环境标准EN 60068-2-43-2003所描述的测试相似（Kd测试），用来验证电触点和镀银金属的银部分的动作，在硫化氢里含有一个10到15 ppm的浓度。

重要的是要注意标准UL33，ISO10294 和 ISO DIS 21925给出一个高出1000倍的硫化氢浓度。

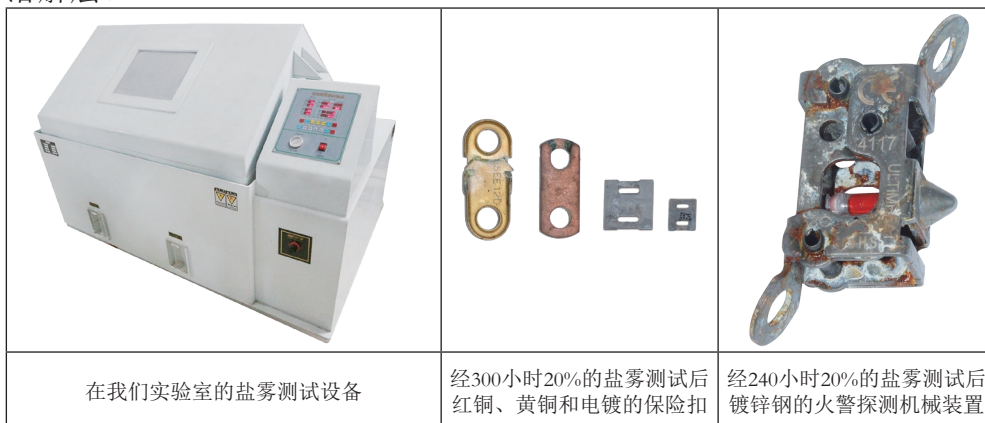
用在保险扣合金的特殊例子，我们发现硫化氢跟红铜、铜锌合金起反应而形成硫化铜(CuS)。这个反应速率根据成分而定。

湿的硫化氢几乎不腐蚀带有多于20%锌的合金，例如带有70 %红铜的C26000 (CuZn30)；带有60%红铜的C28000 (CuZn40)，以及被称为“海军黄铜”的C44300（70%红铜和低百分比的砷和锡），其腐蚀率被限制到50 到75微米/年。

对于含有少于20%锌的亚铜合金，例如C11000（99.9%电解铜）和C23000（CuZn15）含85%红铜，这个腐蚀率达到1250 到 1625微米/年（1.2 到 1.6毫米/年）。

低于100°C时，锌很少被攻击，但是高于这个温度时会形成了硫化锡(SnS)。

锌对硫化氢的腐蚀不是非常敏感，因为形成了硫化锌(ZnS)的不可溶解层。



附录1

焊接表面和最大负载之间的关系*

以下的公式可被用作一个保险扣的最大负载的首次估算：

$$L = S / 10$$

L= 使用的单位为DaN的最大力度，用于一个在72°C的非-Rohs 共晶合金，而S= 焊接点的平均表面，单位为mm²。

在这个公式里，使用的最大力度极限被在60°C持续1小时的测试所定义。

保险扣的技术介绍

通过添加轴套或者分离斜坡来稍微增加这个最大的使用限制。

根据使用的合金（看附录2）和要遵守的标准，**必须要做出修改**。尤其是，根据合金修改后，这些数值必须要除以5以符合UL33标准。

保险丝型号和跳闸温度的具体测试，可按要求提供。

* 临界温度极限取决于合金的成分和周围温度。数值仅用于指引，以及用于一个72°C非ROHS合金。**低于72°C温度的合金和那些符合ROHS的合金，通常含铟比例高，这样会大大减少极限强度。**

附录2

根据最常用的共晶合金，应用于最大允许负载的修正系数 ***

合金类型	非-Rohs合金，带铅和/或锡和带钢或铱				非-Rohs合金，带铅和/或锡但不带钢或铱						Rohs合金
	47°C (117°F) 19% 钢	57°C (135°F) 21% 钢	65-66°C (149-151°F) 1.4% 铱	68°C (155°F) 25% 钢	72°C (162°F)	96°C (205°F)	103°C (218°F)	120°C (248°F)	140°C (284°F)	182°C (360°F)	
相对于非-Rohs 72°C合金的修正比率	0.41	0.39	0.76	0.31	1	0.77	1.65	0.9	1.45	1.78	0.65

*** 根据在带有一个225平方毫米焊接表面的样品上进行的对比测试，测试在一个周围环境温度进行，以0.5毫米/分钟速度进行抗张强度测试。

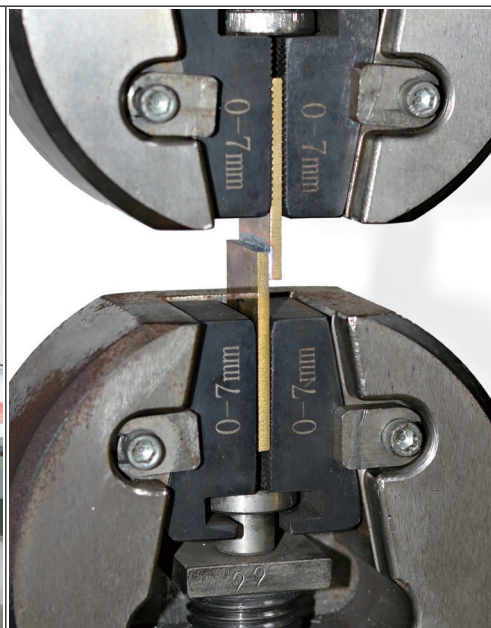
附录3

共晶合金在30天内断裂时的极限抗张强度和延伸率的变化示例 (与相同的合金对比)

合金类型	非-Rohs合金，带铅和/或锡和带钢或铱				非-Rohs合金，带铅和/或锡但不带钢或铱						Rohs合金
	47°C (117°F) 19% 钢	57°C (135°F) 21% 钢	65-66°C (149-151°F) 1.4% 铱	68°C (155°F) 25% 钢	72°C (162°F)	96°C (205°F)	103°C (218°F)	120°C (248°F)	140°C (284°F)	182°C (360°F)	
30天后的极限抗张强度变化	79%	104%	102%	148%	70%	102%	106%	97%	129%	87%	48%



断裂抗张强度和延伸率的测试设备

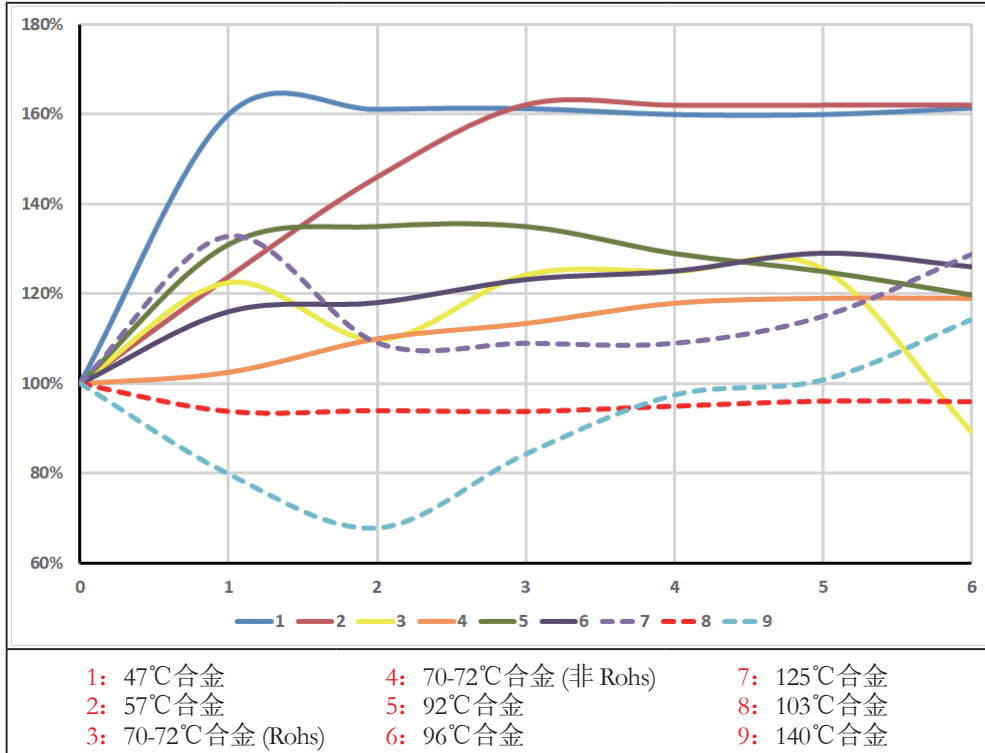


在我们自己的测试设备以0.05毫米/分钟的速度来测量

附录 4

随着时间极限抗张强度的变化和四元共晶易熔合金的蠕变

四元合金 (铅、锡、铋、镉)，在其熔化后很长的一段时间，它们的机械强度和延伸率发生了变化。这是由于结晶化的缓慢重组所致的。在42天内 (6周)，断裂强度变化达到10%。



以上的曲线图代表了在焊接后立即进行测量的数值的%，焊接测试的样品在超过7周的电阻变化，使用了一个225平方毫米的表面焊接，用各种各样的易熔合金制成。

用我们自己的测试设备，以一个缓慢的0.05毫米/分的牵引速度来测量数值。