



中文版本



朱茂雅克

用于加热的元件的技术

第 12 章

工业加热布袋和毛毯的技术介绍



第一部分：

各种各样的再加热测试

1、工业保温布袋和毛毯与家用保温毛毯有什么区别？

词汇：

- 一个工业布袋加热器加热有一个夹紧系统，用于将它连接到一个容器的垂直壁上。

- 一个工业毛毯加热器应被放置在一个水平的表面，它没有带子，但在其周长的周围只有圆环以用于固定。

这些是这两种产品的唯一不同之处。

尽管这些装置看起来像家用保温毛毯，它们的设计和功能要复杂得多并且其技术更精细。尤其是以下被提及不同点：

1/- 一个更宽的操作温度范围，从 -40 到 + 120°C（对于一些型号高达 200°C），代替了 +20 到 + 50°C。

2/- 一个加热线网的节距收紧到 20mm，代替了原来的 50 至 70mm，如果热传递不良时，能提供一个更好的温度均匀性并避免局部过热。

3/ 一个更高的功率范围：50 至 150W，其对应一个用于家用毛毯的从 0.04W/cm² 到 0.06W/cm² 的表面功率密度，对比于 140 到 4400W，用于工业盖和护套的，范围从 0.05W/cm² 到 0.135W/cm²。

4/ 强的热绝缘性能，以防止向外界流失，并提高其能量性能。

5/ 一种耐热的热电绝缘的设计，吸水的，并抵御水喷射（IP65），在大多数国产型号中很少能实现到。

6/ 电气绝缘电阻比家用毛毯至少高出 10 倍。

7/ 在加热线外部用一个金属编织进行全面接地，形成一个机械保护，并确保在万一穿孔或短路时接地。这种保护措施在国内毛毯上是不存在的。

8/ 一个带预期作用的表面温度热保护，以防止壁过热，允许在玻璃、塑料或者金属制成的容器上使用。

9/ 通过用皮带和完全环固定在容器上，用作一个有效的收紧，易于调节，和合并一个位于上面的软外罩，确保保持的位置而不会滑动。

10/ 各种温度控制方法：

- 根据室外温度进行加热（防冻剂功能）

- 根据槽的表面温度进行加热

- 根据被加热产品的体积中心进行加热（根据表面温度，用于除加热以外的应用）。

这些温度控制系统，在它们的电子版本中，确保了一个稳定的和优化的升温而不会产生过热。

11/ 各种各样的配件：绝缘盖、地面热绝缘子，可调速的搅拌器，接地故障断路器。

2、温度上升期间采取的参数

使用者最经常问的问题是：“您的毛毯需要多长的时间来加热我的鼓状桶或者容器？”

回答这个问题，必须要研究一些参数，并且主要的是：

- 被加热的总体积。

对于给定的功率，大体积比小体积的加热得慢。

- 施加的总功率。

更大的功率通常会加热得更快。

- 功率的分配。

分布在整个物体或者在所有壁上的加热会比位于罐体小表面上的要加热得快。

- 液体的导热系数。

液体的导热系数越高，热量被传递到整个物体的速度就越快。

- 液体的热容。

由于热容量代表了必须要施加到大量液体的能量，以用来加热它，低热容的液体（例如油）在同等的功率下，比热量高的液体例如水会升温得更快。

- 液体的运动粘性（ ν ）

液体越粘稠，存在的运流电流就越少。所以热能被传递得不快。在一些情况下，也许需要对于粘性的低导电产品增加一个混合的装置。

- 热绝缘。

通过消除外部的热损耗，热能被集中在罐体上。一个绝缘罐会升温得更快。增加的盖子和绝缘底座也会减少加热的时间。

- **产品的起始温度**，当然是到达的温度。两者的差异越大，加热的时间越长。

- 温度控制类型：

温度控制可以在设定值附近减少传递给罐体的功率 (PID 控制)，从而减慢加热速度，但是它会抑制过热。一个打开 - 闭合动作控制不会减慢温度的上升，但可能会引起过热。在大多数情况下，因为根据壁的温度，已经进行了调节，最好的调节将会是带预期的打开 - 闭合的类型。特别是，温度传感器的不良定位，例如在加热液体的中间，因为热能到达容器中心所用的时间，会增加壁过热的风险。

- 在墙壁上容许的最高温度：

安装在加热毯里的热安全限制器，通过发热元件或容器壁限制了达到的温度，以防过热而导致其损坏。由于容器壁的导热性、液体的导热性和它的粘性，这个限制会增加加热的持续时间，特别是当与液体的热交换不良的时候。

- 加热类型

根据供应商的情况，它可以通过传导、辐射，甚至通过感应来实现。导热的解决方案是最普通及最经济的。

- 容器壁的材料：

圆桶装或鼓状的容器可以是金属的，就像例如漆钢或者不锈钢。尽管有一个非常不同的导热系数，但这些材料能承受高于 100°C 的表面温度。

有越来越多由热塑材料制成的桶和容器，通过不同的成形方式制成，但是它们都有一个共同点，当温度上升时，它们会被软化。最常见的用于工业的圆筒状的桶、鼓形桶和可拆卸式立方桶的是 HDPE(高密度聚乙烯)，通常给出的最高温度是 80°C，但也含有聚丙烯、聚酰胺、聚对苯二甲酸丁二酯和许多其他的热塑性材料。常规而言，用于塑料容器的，表面温度不能超过 70°C，而对于玻璃广口瓶的，表面温度不能超过 50°C。

- 容器表面的进入：

最好的设想是加热毯跟容器壁直接接触。发生最坏的情况是，在盖子壁和容器壁之间有一空气层。后一种的配置在可拆卸立方桶里是最常见的，因为它们经常是通过一个外部的金属框来加固，以防止与壁直接接触。

- 在罐体中心和底部之间的热梯度

这个热梯度可以到达 20°C，如果 55 加仑金属鼓在 80°C 和 100°C 之间加热而不混合，在罐体底部的温度一般地低 15°C 到 17°C。当金属容器被放置在地面上，没有土壤的保温，这个差别会增加几度。

- 加热毯壁温和罐体中心的热梯度：

工业加热布袋和毛毯的技术介绍

这个热梯度是罐壁传导性、液体导热性，以及加热或温度维持时间，以及在液体里的对流电流的一个函数。在欠缺搅拌器的时候，或者在液体中心的温度校准控制时，最常看到的是 10°C 到 30°C 的差异。这就是为什么我们要用搅拌器进行测试的原因。当产品在它的中间达到一个精准的温度时，根据中心温度的调节，使其可以停止再加热循环，**但是根据壁的温度，不能用重新加热代替。**

3、最常用的容器在不同配置的加热时间的示例

3-1 使用小的塑料容器

<p>液体: 水 容器: 20 升高密度聚乙烯塑料容器 功率: 150W (表面负载 0.05 W/cm²) 热绝缘: 20mm 的 NBR-PVC 泡棉, 覆盖整个圆柱体表面 绝缘盖: 没有 绝缘底座: 没有 电子控制: 带预期的打开 - 闭合开关, 设置点设置在 60°C 表面温度: 通过一个安全温控器被限制到 60°C 测试条件: 在 25°C 开始, 当罐中间的温度达到 50°C 时停止 加热时间: 15 小时 29 分钟</p>	<p>液体: 液压油 HF 24-6 容器: 20 升高密度聚乙烯塑料容器 功率: 150W (表面负载 0.05 W/cm²) 热绝缘: 20mm 的 NBR-PVC 泡棉, 覆盖整个圆柱体表面 绝缘盖: 没有 绝缘底座: 没有 电子控制: 带预期的打开 - 闭合开关, 设置点设置在 60°C 表面温度: 通过一个安全温控器被限制到 60°C 测试条件: 在 25°C 开始, 当罐中间的温度达到 50°C 时停止 加热时间: 8 小时 19 分钟</p>
<p>1: 液体的温度, 在罐体的几何中心, 在一半高度的位置 2: 平均温度, 在加热毯内壁的 5 个点测量 3: 液体温度, 在中心, 离底部 50mm</p>	
<p>液体: 水 容器: 60 升高密度聚乙烯塑料容器 功率: 150W (表面负载 0.05 W/cm²) 热绝缘: 20mm 的 NBR-PVC 泡棉, 覆盖整个圆柱体表面 绝缘盖: 没有 绝缘底座: 没有 电子控制: 带预期的打开 - 闭合开关, 设置点设置在 60°C 表面温度: 通过一个安全温控器被限制到 60°C 测试条件: 在 25°C 开始, 当罐体的中心温度达到 50°C 时停止 加热时间: 11 小时 30 分钟</p>	<p>液体: 液压油 HF 24-6 容器: 60 升高密度聚乙烯塑料容器 功率: 150W (表面负载 0.05 W/cm²) 热绝缘: 20mm 的 NBR-PVC 泡棉, 覆盖整个圆柱体表面 绝缘盖: 没有 绝缘底座: 没有 电子控制: 带预期的打开 - 闭合开关, 设置点设置在 60°C 表面温度: 通过一个安全温控器被限制到 60°C 测试条件: 在 25°C 开始, 当罐体的中心温度达到 50°C 时停止 加热时间: 9 小时 3 分钟</p>
<p>1: 液体的温度, 在罐体的几何中心, 在一半高度的位置 2: 平均温度, 在加热毯内壁的 5 个点测量 3: 液体温度, 在中心, 离底部 50mm</p>	

工业加热布袋和毛毯的技术介绍

3-2 用钢容器

<p>液体: 水 容器: 30 加仑钢的鼓形桶 (110 升) 功率: 1100W (表面负载 0.09 W/cm²) 热绝缘: 20mm 的 NBR-PVC 泡棉, 覆盖整个圆柱体表面 绝缘盖: 没有 绝缘底座: 没有 电子控制: 带预期的打开 - 闭合开关, 带设置在 100°C 的设置点 表面温度: 通过一个安全温控器被限制到 135°C 测试条件: 在 25°C 开始, 当罐体的中心温度达到 90°C 时停止 加热时间: 23 小时 24 分钟</p>	<p>液体: 液压油 HF 24-6 容器: 30 加仑钢的鼓形桶 (110 升) 功率: 1100W (表面负载 0.09 W/cm²) 热绝缘: 20mm 的 NBR-PVC 泡棉, 覆盖整个圆柱体表面 绝缘盖: 没有 绝缘底座: 没有 电子控制: 带预期的打开 - 闭合开关, 带设置在 100°C 的设置点 表面温度: 通过一个安全温控器被限制到 135°C 测试条件: 在 25°C 开始, 当罐体的中心温度达到 90°C 时停止 加热时间: 8 小时 32 分钟</p>
<p>1: 液体的温度, 在罐体的几何中心, 在一半高度的位置 2: 平均温度, 在加热毯内壁的 5 个点测量 3: 液体温度, 在中心, 离底部 50mm</p>	

使用热绝缘面盖和底盖的影响

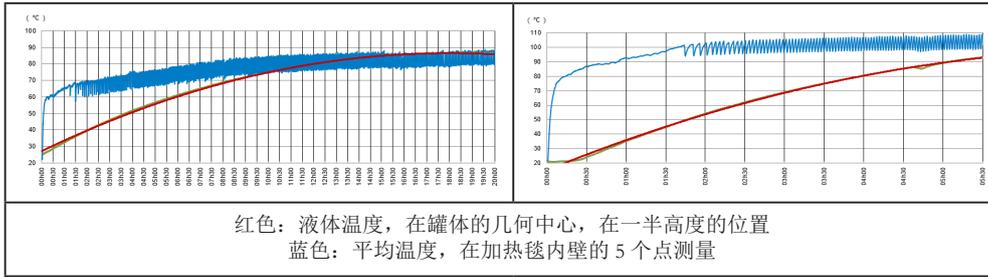
<p>液体: 水 容器: 55 加仑钢的鼓形桶 (210 升) 功率: 1500W (表面负载 0.09 W/cm²) 热绝缘: 20mm 的 NBR-PVC 泡棉, 覆盖整个圆柱体表面 绝缘盖: 有 绝缘底座: 有 电子控制: 带预期打开 - 闭合的开关, 带设置在 100°C 的设置点 表面温度: 通过一个安全温控器被限制到 135°C 测试条件: 在 25°C 开始, 当罐体的中心温度达到 90°C 时停止 加热时间: 13 小时 46 分钟 功耗: 16.4 kw</p>	<p>液体: 水 容器: 55 加仑钢的鼓形桶 (210 升) 功率: 1500W (表面负载 0.09 W/cm²) 热绝缘: 20mm 的 NBR-PVC 泡棉, 覆盖整个圆柱体表面 绝缘盖: 没有 绝缘底座: 没有 电子控制: 带预期打开 - 闭合的开关, 带设置在 100°C 的设置点 表面温度: 通过一个安全温控器被限制到 135°C 测试条件: 在 25°C 开始, 当罐体的中心温度达到 90°C 时停止 加热时间: 14 小时 54 分钟 功耗: 17.5 kw</p>

结果分析: 使用一个绝缘底座和一个绝缘面盖把加热时间降低了 1 小时 8 分钟, 并把消耗降低了 1.1kw, 即 6.3%

水和油之间加热时间的不同

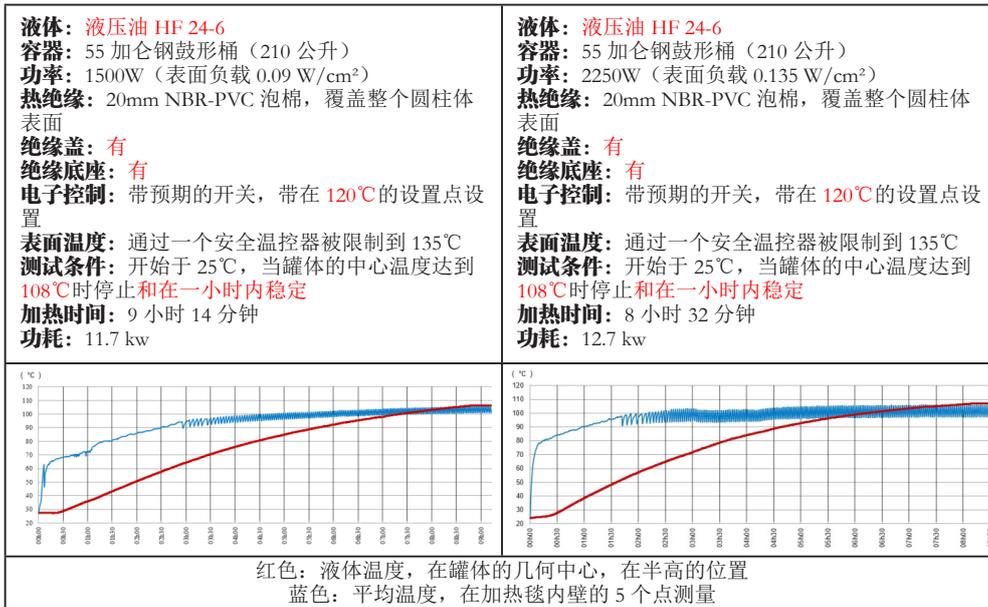
<p>液体: 水 容器: 55 加仑钢的鼓形桶 (210 升) 功率: 2250W (表面负载 0.135 W/cm²) 热绝缘: 20mm 的 NBR-PVC 泡棉, 覆盖整个圆柱体表面 绝缘盖: 有 绝缘底座: 有 电子控制: 带预期的打开 - 闭合开关, 带设置在 120°C 的设置点 表面温度: 通过一个安全温控器被限制到 135°C 测试条件: 在 25°C 开始, 当罐体的中心温度达到 95°C 时停止 加热时间: 13 小时 27 分钟 功耗: 23.2 kw</p>	<p>液体: 液压油 HF 24-6 容器: 55 加仑钢的鼓形桶 (210 升) 功率: 2250W (表面负载 0.135 W/cm²) 热绝缘: 20mm NBR-PVC 泡棉, 覆盖整个圆柱体表面 绝缘盖: 有 绝缘底座: 有 电子控制: 带预期的打开 - 闭合开关, 带设置在 120°C 的设置点 表面温度: 通过一个安全温控器被限制到 135°C 测试条件: 在 25°C 开始, 当罐体的中心温度达到 95°C 时停止 加热时间: 5 小时 48 分钟 功耗: 10.5 kw</p>
---	--

工业加热布袋和毛毯的技术介绍



结果分析：在相同的功率和调节的条件下，用了 807 分钟来加热水，348 分钟来加热油，**比率是 0.43**。功耗以 **0.45 的比率** 被减少

加热功率对加热时间的影响



结果分析：把功率从 1500W 增加到 2250W，功率增加的系数是 **1.5**，加热时间从 554 分钟减到 512 分钟，以到达相同的温度 108°C，**0.92 的比率**。功耗以 **1.085 的比率** 增加。

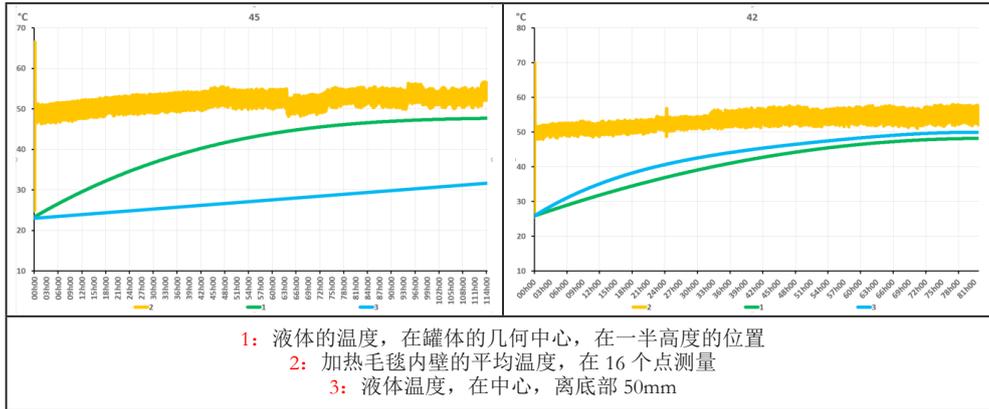
3-3 带高密度聚乙烯储液罐和钢制的管状保护网的 1000 升的可拆卸式立方桶

绝缘盖和绝缘底座对可拆卸式立方桶的加热时间的影响

可拆卸式立方桶需要特别长的时间来加热，因为除了容器的体积外，由于它们的保护框，布袋加热器没有跟它们的壁直接接触。结果，空气在框和墙壁之间循环，热风迅速地从上面排出。所以，除了标准的护罩外，我们推荐使用一个环绕式的面盖来阻挡这个空气循环。底座的一个良好绝缘，当其放置的时候，可以明显地减少加热时间。



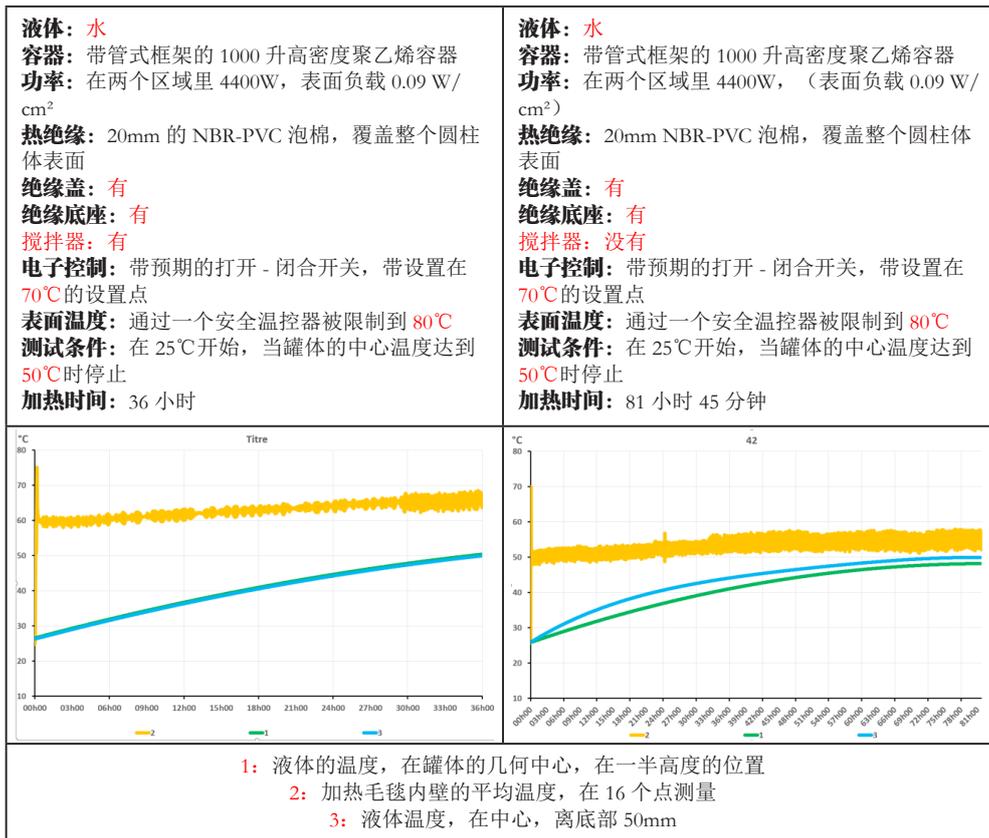
工业加热布袋和毛毯的技术介绍



结果分析: 一个 1000 升的可拆卸式立方体容器面盖的绝缘可以使加热时间从 121 小时减少到 81.45 小时, **非常重要的时间节省**, 以一个 **6.7** 的比率进行。

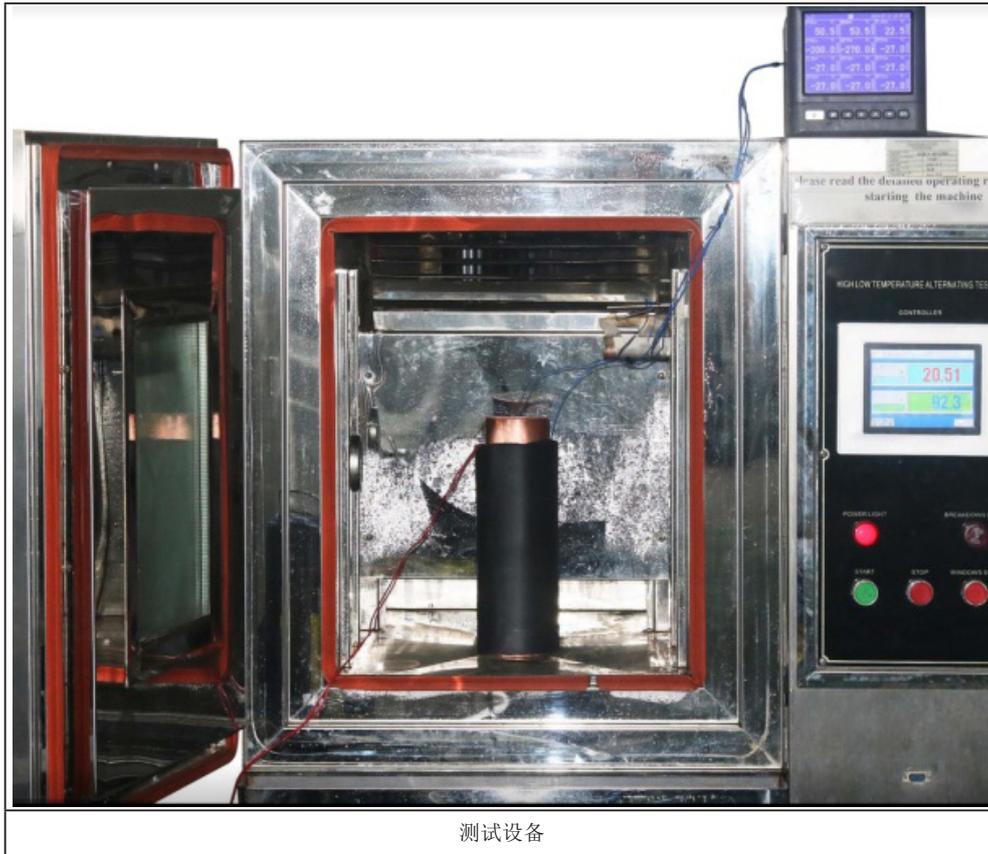
搅拌器对加热时间的影响

一个搅拌器的使用, 循环壁上的一个冷却器液体以增加热交换。绝缘面盖和底座可充分使用所产生的热量。



结果分析: 添加一个绝缘底座和一个搅拌器可以大大地减少加热时间, 因为从 81 小时 45 分钟减到 36 小时, **一个显著的比率是 0.44**。与没有绝缘盖的类型相比较, 这个时间从 121 小时减到 36 小时, **一个特别的比率是 0.3**。我们就仅仅推荐使用这些附件。

4、当前通过用布袋加热器和电热毯加热不同液体所需的加热时间作对比



测试设备

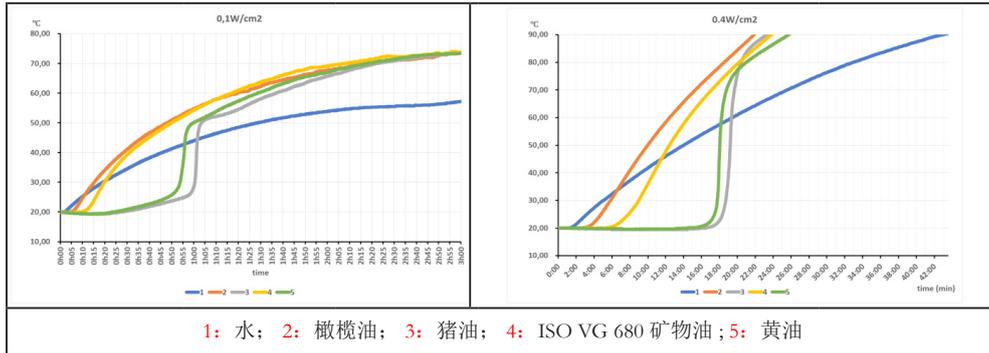
为了给用户提供一个加热特定产品的概念，我们在相同的测试条件下进行了对比测试，记录了加热一升的产品所需的时间和温度变化，从20°C到90°C（在罐的几何中心测量）。

这些测试使用两种不同的表面功率负载值进行： $0.1\text{W}/\text{cm}^2$ ，因为它是工业电布袋加热器的常值，而 $0.4\text{W}/\text{cm}^2$ 是此类设备可实现的最大值。
 试验条件：在圆柱形槽中加热，直径76 mm，高280 mm，平底，红铜2 mm厚，整个圆柱形部分填充产品(250 mm)是通过柔性硅胶加热器进行加热的，用20 mm的PVC-NBR泡沫进行绝缘。加热是在没有温度控制或安全温度限制器的情况下进行的。环境温度保持在20°C。位于气候箱里。当产品中间的温度达到90°C时停止测试。

用在测试中的产品特性

产品	导热系数 W/m.K	比热容量 (kJ/kg.K)	在20°C的运动粘度 mm ² /s	比重 Kg/m ³
水	0.597@20°C	4.182	1.006@20°C	0.998@20°C
橄榄油	0.189@15°C	1.25	91.5@20°C	0.922 @20°C
猪油	0.407@25°C	2.1	冷冻 (熔化温度在 35 和 42°C 之间)	0.924-0.930
矿物油 ISO VG680	0.134@40°C	1.99	4000@20°C	0.850
黄油	0.197 @46°C	2.3	冷冻 (熔化温度在 27 和 32°C 之间)	0.87-0.93
表面负载为 $0.1\text{W}/\text{cm}^2$ (60W)			表面负载为 $0.4\text{W}/\text{cm}^2$ (240W)	

工业加热布袋和毛毯的技术介绍



结果分析: 水的热容量是其他产品的2到4倍, 因此需要更多的能量来变热, 也因此加热的速度要快得多。因为缺乏对流, 在室温下产品冻结(黄油, 动物脂肪), 当它们溶解的时候, 在快速达到其他油的温度之前, 长时间保持在一个中间的冷却位置。

5、能量平衡

使用一个 1500W 电加热器将 55 加仑 (220 升) 的桶从 25 加热至 80°C, 理论计算没有热损耗, 持续时间为 9 小时 23 分钟, 消耗量为 14 千瓦。

在真实的能量平衡中, 涉及外部环境的损耗, 其取决于隔热的质量。在我们的测试中, 绝缘是通过一块带有绝缘系数 $\leq 0.036\text{w/m.k}$ 的 NBR-PVC 泡棉制成的。

关于 55 加仑的鼓状桶 (220l), 所有侧面都有隔热材料, 测量再加热水的平均总消耗量为 16 至 17 千瓦。能量产出约为 88%。

在相同条件下, 测量的时间范围从 13 小时 45 分钟至 14 小时。这是理论时间的 1.5 倍。

加热时间通过在毛毯和被加热的产品之间的传热条件以及容器中温度的均匀化而延长, 这可能会导致很长的时间, 因为底部和上部之间的温差在加热期间能达到 25 至 30°C。

因此, 诸如搅拌器的温度均化系统将减少加热时间, 但其功率消耗将增加到加热的功率消耗。

第二部分： 构造特征和性能验证

1、IP 测试 (防水进入)

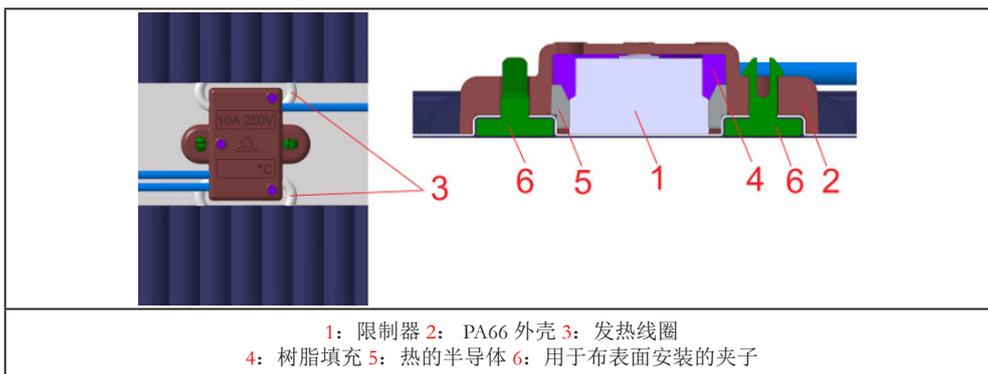
防止水进入是工业加热毯和布袋加热器的一项重要参数，其可能会溢出及有各种的凸起。这些设备设计均实施了每一项的内容，以继续确保在最恶劣的条件下对用户的保护。在加热的部件中，在发热电缆、连接导体、温控器、限制器、连接器和其他部件之间的电气连接是密封的，符合 IP66 等级。用户可以进入控制器和连接盒，级别为 IP69K。然而，尽管所使用布是防水的，拉链也是防水的，但还是会发生有限的水渗透到加热区域中，最常见的是通过接缝渗入。该部件的所有内部布线都是防水的，这水的渗透不会对设备的电绝缘产生任何的影响。



2、热安全和温度限制器，最高的壁温及使用在空的容器中

工业柔性加热毯的关键使用条件之一是与它们在满的容器上的使用有关，但也有部分或完全是空的。

当温度限制器在后面与壁接触时，那里不再有液体，或当它不与可以交换其卡路里的加热毯的表面接触时，它必须对发热元件的过热作出反应。鉴于此原因，它通过两个发热线圈，通过一个获得专利的柔性热半导体与它们接触。然后，当局部温度变得太高时，该系统关闭加热，接着限制供应到发热元件的总能量数。



3、绝缘泡沫的持久性和峰值温度绝缘测试，加热后回缩率的测量，加热后水回收率的测试



在毛毯和布袋加热器的温度范围内选择有效的隔热材料，淘汰了市场上大多数的柔性隔热材料：

- 玻璃棉、岩棉、陶瓷棉，因其透气性及其“海绵”效应。
- 聚氨酯和聚乙烯泡棉，因其易燃性和较差的温度特性。
- 碳纤维毛毡，因其易燃性及其“海绵”效应。
- NBR 和 NR 泡沫，因其可燃性。
- 硅胶泡沫，因为它们的价格过高。

通过对这些不同材料进行集中的测试，只有 PVC-NBR 泡棉的出现才适合使用。它结合了闭孔 NBR 泡棉（因此没有海绵效应）的绝缘效果和 PVC 的自熄性能。

关于这些测试，是将泡棉放置在设定在 120°C（加热毯的最高永久温度）的加热桶周围 96 小时。在此之后，测量其绝缘功率的变化及其尺寸的变化（伸长或缩短），然后在水中浸渍 8 天后通过称重来评估其孔隙率。

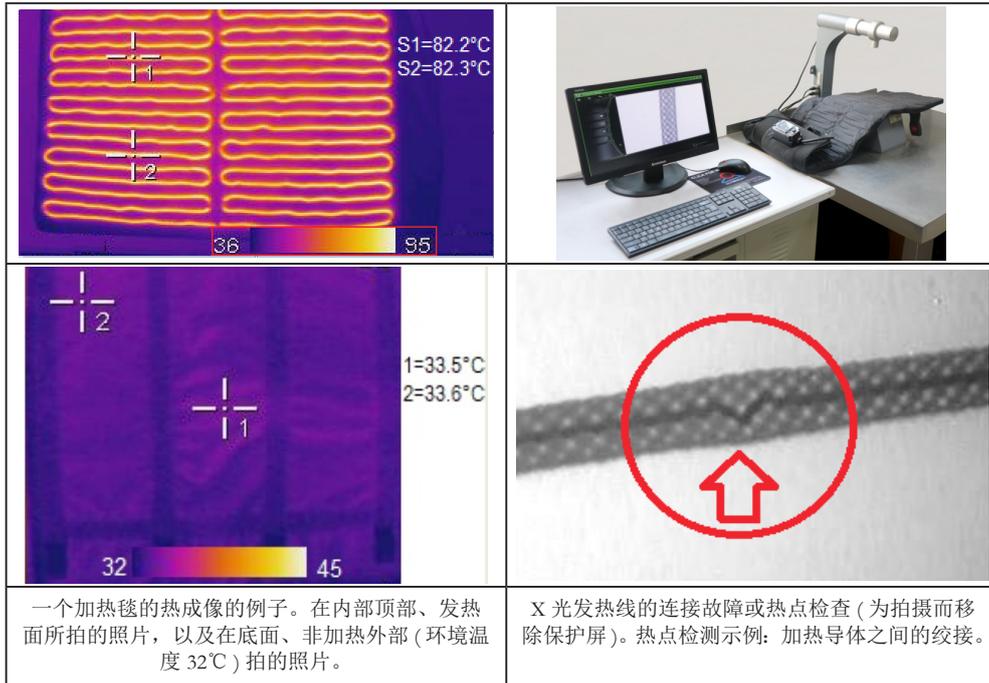
还执行了另外的测试，验证了峰值耐温。在 300°C 持续 30 分钟，PVC-NBR 泡棉不会点燃，但会失去其柔韧性并有裂缝。

然而，温度越高，则不能达到常规的操作，通过程序外部的能量供应来开始，能引发泡棉的缓慢燃烧。

	用于测量泡棉的最高温度的加热桶（移除保护盖和烟雾盖以便于拍摄）	
在 120°C 持续 96 小时的测试期间，泡棉的平均外表面温度的变化（恒定环境温度在 32°C）。测量出的外部温度没有变化。 泡沫的绝缘特性保持不变。		
	在 120°C 持续 96 小时后的泡棉收缩长度：-4.7% 吸水率：9%	在 300°C 持续 30 分钟后的泡棉

4、发热电缆中的热点搜索

在发热导体的生产过程中，当更换线圈时，会发生接合处与导体对接。然后这些接合占居了硅胶绝缘的下部，它们仍然是不可见的。但是在制作的位置的一项不良的接合，可能会给发热电缆增加额外的电阻。这种类型的故障会引致一个热点的产生。在盖子的最终测试期间，通过热成像检测该热点。然后，额外的 X 光热点检查，将验证故障原因并在使用前更换发热电缆。



5、用不带触点带一个壁的发热毯的发热线的表面温度，作为瓦特密度函数

撇开任何的温度控制器来讲，一根发热丝嵌入到一个毛毯加热器或一个布袋加热器里，将在没有机械通风的平静空气中达到稳定的温度，这取决于其外表面及其功率。

工业毛毯加热器或布袋加热器的设计必须要考虑到这因素，以便温度达到最恶劣的工作条件时不会破坏或熔化结构中的布，并保持电气绝缘，**保证人员的安全，包括当两个加热层叠加时或当它不与容器表面接触时。**

通过使用带低表面瓦特密度的发热丝，通过使用带有**紧密的发热丝间距**的发热网，发热毯表面的温度将更均匀，没有热点。在最常见的型号（220 升的鼓状桶，1000 升的可拆卸式立方桶）中，这会令**每台装置发热线的长度**从 80 至 160 米。但它是**可靠**的专业设备的必要条件。根据所用容器的类型和容器可达到的最高温度，发热毯的表面瓦特密度值分为 4 个等级。

- **低温等级:** 0.05W /cm²。该等级允许加热塑料罐，例如聚乙烯。没有温度控制器的，通过发热电缆达到最高的温度为 50°C。这是用于防冻应用最常用的解决方案。

- **中温等级:** 0.095W 至 0.1W /cm²。该等级允许加热含有水或液体的金属容器，温度不超过 80°C。没有温度控制器的，通过发热电缆达到的最高温度为 85°C。

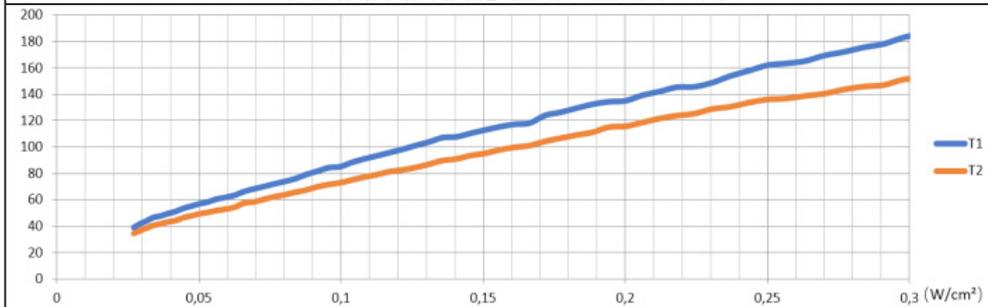
- **高温等级:** 0.135W /cm²。该等级允许加热含有不超过 110°C 的液体的金属容器。没有温度控制器的，通过加热电缆达到的最高温度为 110°C。

- **非常高温度的等级:** 0.25W /cm²。该等级允许加热含有不超过 150°C 的液体的金属容器。在没有温度控制器的情况下，通过发热电缆达到的最高温度为 160°C。这一特殊等级要求增强对玻璃纤维和聚酰亚胺耐高温发热电缆的热保护。不能将控制系统安装在盖子的表面，并且带 Pt100 传感器的 PID 控制和远程安装盒是唯一能实际温度控制的。

工业加热布袋和毛毯的技术介绍



用于测量表面温度的设备，其作为毛毯加热器或布袋加热器表面 W/cm² 的函数

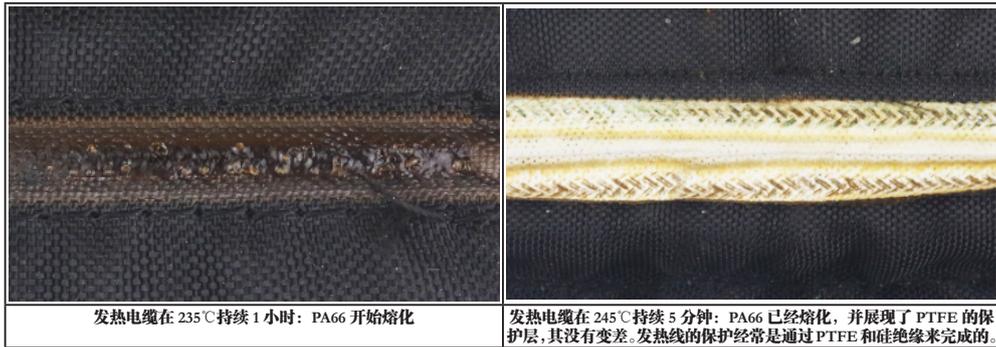


带金属保护纺织的发热丝在 20°C 环境中的表面温度，以 °C 为单位，用于发热毯或布袋加热器的不同表面瓦特密度值。
T1 = 发热丝的表面温度。
T2 = 毛毯或布袋的外表面温度。

表面退化是随着发热线达到的温度而变化的，用于毛毯或布袋加热器的，在 PA66 布下面嵌入电线，并带有 PTFE 保护膜（标准的低、中、高温的版本）

	<p>在柔性壁之间嵌入的发热线的切割视图（标准版本）</p> <ul style="list-style-type: none"> 1、5、6：高电阻聚酰胺布； 2：聚酰胺布外面的聚氨酯密封层； 3：绝缘 PVC-NBR 泡沫； 4、7：Ptfе 膜（过热保护）； 8：镀锡黄铜编织（机械保护和接地）； 9：发热丝； 10：硅胶绝缘 300V，厚度 1.1mm
	<p>发热电缆在 120°C 持续 96 小时：没变色，绝缘没熔化，性能没发生变化</p>
	<p>发热电缆在 220°C 持续 1 小时：PA66 开始变色</p>

工业加热布袋和毛毯的技术介绍



表面退化是随着发热线达到的温度而变化的, 用于**安装在玻璃纤维布和聚酰亚胺耐高温膜**的带发热电阻的盖子, 覆盖在 PA66 布下面的带有 PTFE 保护膜 (**非常 高温的版本**)

	<p>柔性壁之间嵌入的发热线的切割视图</p> <ol style="list-style-type: none"> 1: 高电阻聚酰胺布 2: 外部聚酰胺布的聚氨酯密封层 3: 绝缘 PVC-NBR 泡棉 4: PTFE 薄膜 (过热保护) 5: 高电阻聚酰胺布 6: 不燃玻璃纤维布 7: 热反射铝箔 8: 镀锡黄铜编织 (机械保护和接地) 9: 发热丝 10: 硅胶绝缘 300V, 厚度 1.1mm 11: 通过聚酰亚胺耐高温箔进行额外的热保护和电绝缘
	<p>发热电缆在 250°C 持续 5 分钟, PA66 布层的外部温度导致其变色</p>
	<p>发热电缆在 320°C 持续 5 分钟, PA66 布层的外部温度导致其熔化</p>
	<p>发热电缆在 350°C 持续 5 分钟, 当打开毛毯加热器时, 我们可以看到发热电缆外部的支撑和绝缘仍是通过玻璃纤维和聚酰亚胺耐高温胶带提供的。温度的进一步升高导致电线的硅胶护套变差, 并将其带电部件与金属编织物接触, 然后关闭电源, 不会对外部造成电损耗。</p>

6、绝缘电阻和击穿电压

绝缘电阻随着所用的发热丝的长度而减小。如果这长度能下去到一个小毛毯和布袋加热器里数米, 在 1000 升的可拆卸式立方桶布袋加热器上它可以超过 160 米。

在生产中, 绝缘值是 100% 在环境温度测量的。我们对任何条件 (干燥、热或 IP65 测试后) 的最低接受限值为 0.1Gohms (EN60335-2-17 § 19.112.3 的限值的 100 倍)。

工业加热布袋和毛毯的技术介绍

此测量是将加热器夹在两块金属板之间进行的，覆盖整个表面，并用 35DaN / m² 的负荷相互挤压。

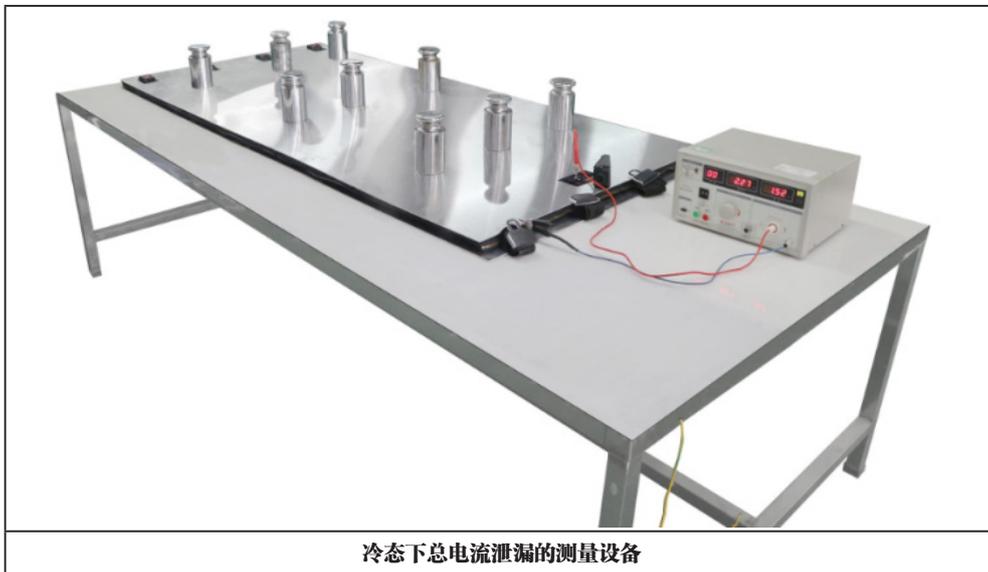


在冷态下的电气强度

在所有受保护的发热元件中，有一个泄漏电流穿过其绝缘。该泄漏电流随施加的电压而增加。

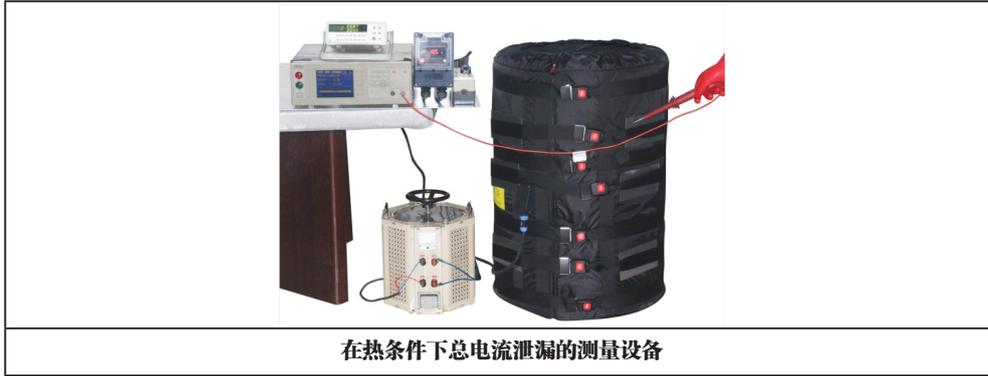
就加热毯来说，通过将加热器放置在两块金属板之间，并根据 60-335-2-17 § 22.115，在导体和金属板之间施加 1750 伏的电压来执行用于测量**总泄漏电流**的生产测试。在 EN60519-1 标准的应用中，**1 分钟**内允许的最大泄漏电流是布袋或毛毯加热器的标称载流量的作用，3mA 是用于小于 7A 的安培数 (230V 时为 1600W)，而 0.5mA/ 安培是用于更高的电流 (例如，2000W 为 10mA，3000W 为 15mA)。关于带有两个独立加热区的 1000 升可拆卸式立方桶加热器，在每个区域独立进行此测量。

大尺寸布袋加热器的大泄漏电流值要求连接到一个在 20mA 校正的由差值电流断路器保护的电源电路。



在打开温度的泄漏电流

在热表面和易触表面的泄漏电流测量是一项用于验证设备安全性的参数，以避免在操作时触及的时候发生电击。**这是一种检查其电绝缘不会降低并且在达到工作温度时保持足够绝缘的方法**。根据 EN60335-1-13.1 和 13.2 标准的规定，测试包括在毛毯或布袋加热器上放置一块 10×20cm 的金属板（模拟手掌的大小），当发热毛毯已达到其最高温度时，以测量通过该板与带电导体之间的电流。在 240V 的最大极限值为 0.75mA。我们的测试是通过在不同位置，功率等于标称功率的 1.15 倍下进行，取 6 次测量的平均值来验证。



在热条件下总电流泄漏的测量设备

7、布袋加热器在罐体上的紧固和固定方法

保持和固定容器上的布袋加热器是加热规律的重要参数。因此，重要的是使用最佳的方法确保在所有温度下的最佳传热。为此，实施了不同的方法：

- 魔术贴带固定：易于使用并且是经济的，它不耐高温，当外部污染物堵塞带子时，其常规使用会变差。两条带子互相按压紧后，不能对其固定进行调节。

50mm 宽的条带在室温的断裂负载，两个悬挂部件之间的接触面有 100mm： 26 DaN。

在 15DaN 负载下在高温的断裂负载： 120℃。

可在 -50℃承受 15 DaN 的负载而不断开。

- 塑料插扣：经济的，但不耐温，当紧固力过大时，它们的打开可能会导致意外的发生。

在室温下断裂负载： 44 DaN。

在 15 DaN 负载下的断裂温度： 100℃。

可在 -50℃承受 15 DaN 的负载而不断开。

- “汽车”型的金属安全扣：它们比塑料插扣昂贵，它们非常耐温，即使在其闭合后，它们能有一个很好的收紧，并且它们能容易并快速地打开。

在室温的断裂负荷： 240 DaN

在 15 DaN 负载下的断裂温度： 承受 150℃而不断裂

可在 -50℃承受 15 DaN 的负载而不断开。

- 围布：

缝制在布袋加热器的上部，用于在容器上方、或者在桶的颈部或玻璃瓶子的周围收紧。它可以防止布袋加热器滑落。它还用于当使用时将绝缘盖保持在适当的位置，并通过阻挡气流来限制热量流失。它是夹紧方法中不可或缺的补充。

魔术贴	塑料插扣	金属“汽车”安全带扣子	围布

8、布的撕裂强度

选择用于工业毛毯和布袋加热器的布，以提供优异的耐撕裂性。在激光切割的样品上进行这抗耐性的测试，其尺寸符合 EN60335-2-17 § 21.110.1。根据其位置和盖子的类型，它们的电阻范围从 44N 至 107N (是要求的 12.5N 值的 4 至 9 倍)。

工业加热布袋和毛毯的技术介绍



9. 用于防冻保护的最小功率

在许多应用中，布袋加热器用于防止容器冻结。但是，不同制造商提供的信息通常是不准确或不正确的。

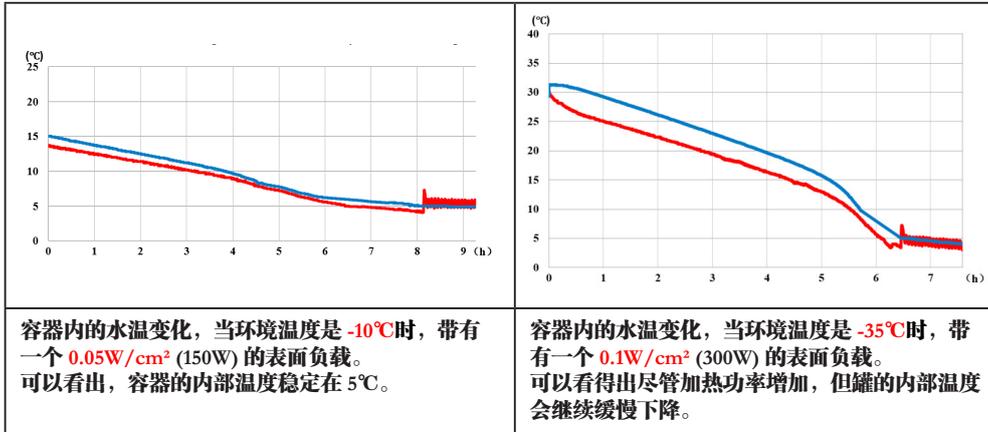
我们进行了系统的气候箱测试，以确定表面功率 (W/cm^2)，该表面功率是用来防止容器因环境温度而冻结。

这些测试是通过加热带有 10 或 20mm 绝缘壁的毛毯，在整个绝缘的罐 (侧面、底部、盖子) 执行的。用于加热盖子的打开 - 关闭，电子温度控制器的设定点设定为 $5^{\circ}C$ ，差值设定为 $2^{\circ}C$ 。



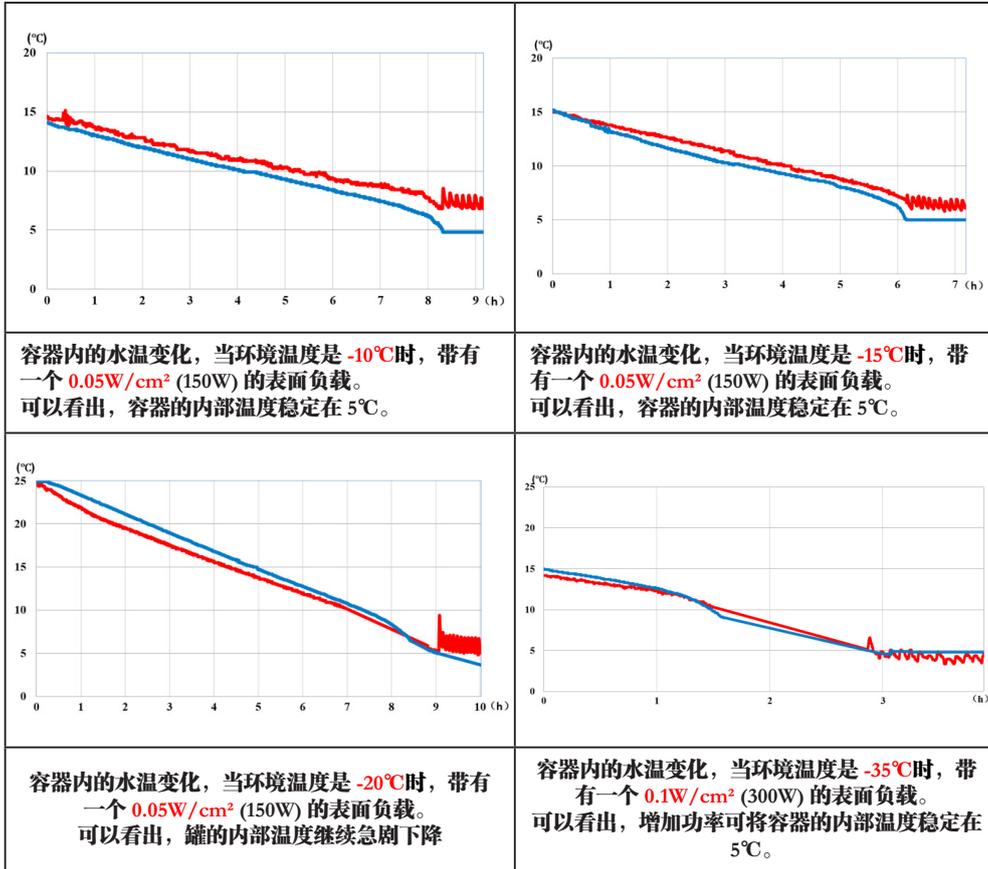
用 10mm 厚的绝缘泡棉测试

(蓝色表示罐中心的液体温度。红色表示绝缘下面罐的壁温)



用 20mm 厚的绝缘泡棉测试

(蓝色表示罐中心的液体温度。红色表示绝缘下面罐的壁温)



结果分析: 在所有的面上均带有一个 10mm 的绝缘厚度, $0.05\text{W}/\text{cm}^2$ 的表面负荷足以防止一个绝缘罐体冻结至 -10°C 的环境温度。通过将表面负荷增加至 $0.1\text{W}/\text{cm}^2$, 使保护达 -15°C 。
 在所有的面上均带有一个 20mm 的绝缘厚度, $0.05\text{W}/\text{cm}^2$ 的表面负荷足以保护一个绝缘罐不会冻结至 -15°C 的环境温度。通过将表面负荷增加到 0.09 至 $0.1\text{W}/\text{cm}^2$, 使保护达 -35°C 。

10. 温度控制

<p>所有的布袋和毛毯加热器在其控制板块上使用相同的防水连接器。该连接器适用于 10 或 20mm 厚的隔热层。实现接地连接，并且当容器是金属时的接地。</p>	
<p>简化的连接盒，用于固定温度的布袋和毛毯加热器。然后通过嵌入在发热丝网中的一个双金属限制器进行表面温度测量。通过两个指示灯显示电源“打开”和加热“打开”。该控制盒的版本不能与带内置 NTC 传感器的毛毯或布袋加热器的型号互换，用于电子控制。</p>	
<p>固定温度的机械式的室内温控器安装在连接盒的盖子里。当温度降至 5°C 以下时，自动启动加热，指示灯指示电源开启和加热开启。该控制盒的版本不能与带内置 NTC 传感器的毛毯或布袋加热器的型号互换，用于电子控制。</p>	
<p>用于 NTC 传感器的电子温控器。带有预期的打开-闭合动作，用旋钮进行调节，带有指示灯展示电源开启及加热开启。 安装在毛毯加热器或布袋加热器连接器上。根据容器壁的温度来进行温度控制。</p>	

工业加热布袋和毛毯的技术介绍

用于 NTC 传感器的电子温控器。带有预期的打开-关闭动作，数字显示。直接安装在布袋或毛毯加热器上。根据容器壁的温度来进行温度控制。



用于 NTC 传感器的电子温控器。带有预期的打开-关闭动作，数字显示。通过在布袋或毛毯加热器上的电缆进行远程控制连接。根据容器壁的温度来进行温度控制。



用于 NTC 传感器的电子温控器。打开-关闭动作，数字显示。远程墙壁安装。带有长的温度传感探头，用于浸入在液体中。可以在表面温度控制之外使用，以在达到液体的核心温度时结束再加热的过程。**注意：它不能直接用于加热的控制，除非它已经存在有一个表面温度的调节，因其不能代替它。**也可与 Pt100 温度传感器配合使用。



工业加热布袋和毛毯的技术介绍



Rohs, Reach

Rohs: 布袋加热器中使用的材料符合修订的 2011/65 欧洲指令的 2015/863 附录 II.

这些测试是 Ultimheat 质量控制标准的一部分，并且均是系统地执行以验证每个供应商所交付的货物。

是在我们自己的实验室使用最新一代的测量仪器进行检验的。

如果有需要，我们可以提供由外面认可的实验室所认证的证书。

Reach: 根据 2017 年 6 月的指令，布袋加热器中使用的材料符合 REACH 欧洲指令，在 2017 年 1 月 12 日 ECHA 发布的清单中增加了 173 种 SVHC 物质 (高度关注的物质)，适用于 Reach 指令 1907/2006。可按要求提供由外面有资质的实验室认证的证书。

