

中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—XXXX

手部防护 防热伤害手套

Hand protection—Protective gloves against thermal risks

(征求意见稿)

(本稿完成时间：2017-12-20)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	II
手部防护 防热伤害手套	1
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 要求	2
4.1 总则	2
4.2 耐摩擦性能	3
4.3 耐撕裂性能	3
4.4 热防护性能	3
5 测试方法	5
5.1 总则	5
5.2 耐摩擦性能	5
5.3 耐撕裂性能	5
5.4 燃烧性能	5
5.5 接触热	5
5.6 对流热	6
5.7 辐射热	6
5.8 少量熔融金属飞溅	6
5.9 大量熔融金属泼溅	6
6 标识	6
7 制造商应提供的信息	7
附 录 A（规范性附录） 接触热测试	8
附 录 B（规范性附录） 对流热测试	14
附 录 C（规范性附录） 辐射热测试	20
附 录 D（规范性附录） 大量熔融金属泼溅测试	25
附 录 E（规范性附录） PVC 膜热特性测定方法	32
参考文献	33

前 言

本标准按GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由国家安全生产监督管理总局提出。

本标准由全国个体防护装备标准化技术委员会(SAC/TC 112)归口。

本标准起草单位：中钢集团武汉安全环保研究院有限公司、上海赛立特安全用品股份有限公司、浙江东亚手套有限公司、杜邦（中国）研发管理有限公司、安徽玉杯防护用品有限公司。

本标准主要起草人：程钧、赵卫、俞捷、胡迎祥、任昭晋、余晶晶、张秀云、邵良林、蔡夏林。

手部防护 防热伤害手套

1 范围

本标准规定了防热伤害手套的要求、测试方法、标识和制造商应提供的信息。

本标准适用于防护火焰、接触热、对流热、辐射热、少量熔融金属飞溅或大量熔融金属泼溅等一种或多种形式热伤害的手套。

本标准不适用于消防和焊接作业用手套。

注：本标准测试提供的是性能等级而非防护等级。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 5456 纺织品 燃烧性能 垂直方向试样火焰蔓延性能的测定（GB/T 5456-2009，ISO 6941: 2003，MOD）

GB/T 12624 手部防护 通用技术条件及测试方法

GB/T 16839.1 热电偶 第1部分：分度表（GB/T 16839.1-1997，idt，IEC 584-1: 1995）

GB/T 17599 防护服用织物 防热性能 抗熔融金属滴冲击性能的测定（GB/T 17599-1998，eqv，ISO 9150: 1998）

GB 24541-2009 手部防护 机械危害防护手套

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

续燃时间 afterflame time

在规定测试条件下，点火源移开后材料持续有焰燃烧时间，单位为秒。

3.2

阴燃时间 afterglow time

在规定测试条件下，点火源移开后或有焰燃烧终止后材料持续无焰燃烧时间，单位为秒。

3.3

熔融 melting

材料在高温下出现软化并可流动。

3.4

滴落 dripping

材料在熔融过程中熔化液滴的分离。

3.5

接触温度 contact temperature

T_c

接触热测试中，加热筒接触区域的恒定表面温度。

3.6

阈值时间 threshold time

t_t

接触热测试中，热量计温度升高10℃所需的时间。

3.7

对流热传递指数 convective heat transfer index

HTI

在规定测试条件下，使用质量为 (18.00 ± 0.05) g的铜圆片和 (25 ± 5) °C的初始温度测试时，温升达到 (24.0 ± 0.2) °C的平均时间，单位为秒。

3.8

辐射热传递指数 radiant heat transfer index

RHTI

在规定测试条件下，以规定的入射热通量密度进行测试时，热量计的温升达到 (24 ± 0.2) °C的平均时间，单位为秒。

3.9

热通量密度 heat flux density

单位时间通过热量计暴露面的热量，单位为 kW/m^2 。

4 要求

4.1 总则

依据本标准制造的手套应符合GB/T 12624的所有适用要求。

除非另有说明，对于4.4中所述的所有测试性能级别为3和4的防护手套，其结构设计应满足在紧急情况下能轻易地脱下。

4.2 耐摩擦性能

按5.2的方法测试时，手套材料应符合表1性能等级至少1级。

表1 耐摩擦性等级

性能等级	1级	2级	3级	4级
摩擦周期	100	500	2 000	8 000

4.3 耐撕裂性能

按5.3的方法测试时，手套材料应符合表2性能等级至少1级。。

表2 耐撕裂性等级

性能等级	1级	2级	3级	4级
撕裂力/N	10	25	50	75

4.4 热防护性能

4.4.1 总则

下列条款是针对不同热传递形式的热防护性能要求，根据手套预定应用领域中可能暴露的热伤害形式的不同，手套应达到其中一项或多项性能要求。

4.4.2 阻燃性能

按5.4的方法测试时，手套材料应符合表3要求。

表3 阻燃性能等级

性能等级	续燃时间/s	阴燃时间/s
1	≤ 20	—
2	≤ 10	≤ 120
3	≤ 3	≤ 25
4	≤ 2	≤ 5

如果发生熔融，材料应无滴落，手套的最内层应无熔融迹象，测试区域的所有层应没有出现破洞，接缝应没有裂开。

4.4.3 接触热

按5.5的方法测试时，手套材料应符合表4要求。

接触热性能为3级或4级时，手套还应按5.4规定的方法进行阻燃性能测试，且阻燃性能应至少达到3级，否则接触热性能等级只能报告为2级。

表4 接触热性能等级

性能等级	接触温度 $T_c/^\circ\text{C}$	阈值时间 t_t/s
1	100	≥ 15
2	250	≥ 15
3	350	≥ 15

4	500	≥ 15
---	-----	-----------

4.4.4 对流热

仅当阻燃性能达到3级或4级时，才需进行对流热性能测试并报告性能等级。
按5.6的方法测试时，手套材料应符合表5要求。

表5 对流热性能等级

性能等级	对流热传递指数 CHTI/s
1	≥ 4
2	≥ 7
3	≥ 10
4	≥ 18

4.4.5 辐射热

仅当阻燃性能达到3级或4级时，才需进行辐射热性能测试并报告性能等级。
按5.7的方法测试时，手套材料应符合表6要求。

表6 辐射热性能等级

性能等级	辐射热传递指数 RHTI/s
1	≥ 7
2	≥ 20
3	≥ 50
4	≥ 95

4.4.6 少量熔融金属飞溅

仅当阻燃烧性能达到3级或4级时，才需进行少量熔融金属滴飞溅性能测试并报告性能等级。
按5.8的方法测试时，产生温升40℃的熔滴数量应符合表7要求。

表7 少量熔融金属飞溅测试的性能等级

性能等级	熔滴数量
1	≥ 10
2	≥ 15
3	≥ 25
4	≥ 35

4.4.7 大量熔融金属泼溅

按5.9的方法，用表8规定的相应质量的铁水进行倾泼测试后，模拟皮肤的PVC膜的压纹面应没有变平滑或出现其它异常变化。

表8 大量熔融金属泼溅测试的性能等级

性能等级	铁水/g
1	30

2	60
3	120
4	200

如果熔滴残留粘附在试样上或者试样被点燃或烧破，则本性能测试是不合格的。
应根据需要选择其他金属进行测试，相应的测试结果应在制造商提供的信息（第7章）中给出。

5 测试方法

5.1 总则

对于多层手套，无论各层是否连接在一起，应对所有层同时进行测试，该要求适用于5.4、5.5、5.6、5.7、5.8和5.9中描述的测试方法。

5.2 耐摩擦性能

按GB 24541-2009中5.2规定的方法进行测试。

5.3 耐撕裂性能

按GB 24541-2009中5.4规定的方法进行测试。

5.4 阻燃性能

按GB/T 5456规定的方法进行测试，并有如下变动：

如图1所示，垂直安装手套使A点位于下边缘中点。

将燃烧器置于手套下方，使之与手套（图1，A点）或中指垂直中线在同一平面内，并垂直于手套表面。安装燃烧器时，使燃烧嘴与垂直方向成 $(30 \pm 3)^\circ$ 。燃烧嘴顶端与手套A点（图1）或中指下边缘之间的距离应为 (20 ± 2) mm。

点火时间分别为3 s和15 s，应各测试1只手套，并记录每个点火时间的燃烧测试的续燃时间和阴燃时间。

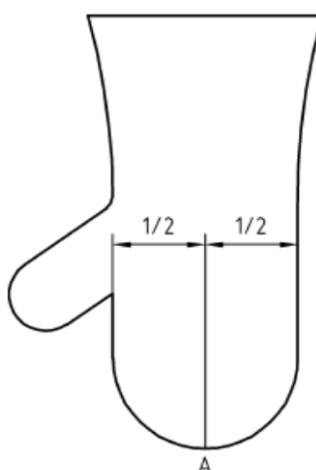


图1 手套安装

5.5 接触热

按附录A规定的方法进行测试。

5.6 对流热

按附录B规定的方法进行测试。

5.7 辐射热

按附录C规定的方法进行测试。

5.8 少量熔融金属飞溅

按GB/T 17599规定的方法进行测试。

测试应在四个试样上进行。试样应取自一双手套的掌部和背部，尺寸为(120±5) mm×(20±5) mm。

分别计算手套掌部和背部各两个测得值的算术平均值，并表示为最接近的整滴数，性能等级由平均值的最低值确定。

5.9 大量熔融金属泼溅

按附录D规定的方法进行测试。

6 标识

标识应符合GB/T 12624的相关条款，还应符合GB 24541-2009第6章要求。

应按图2所示标识防热伤害手套及性能等级。

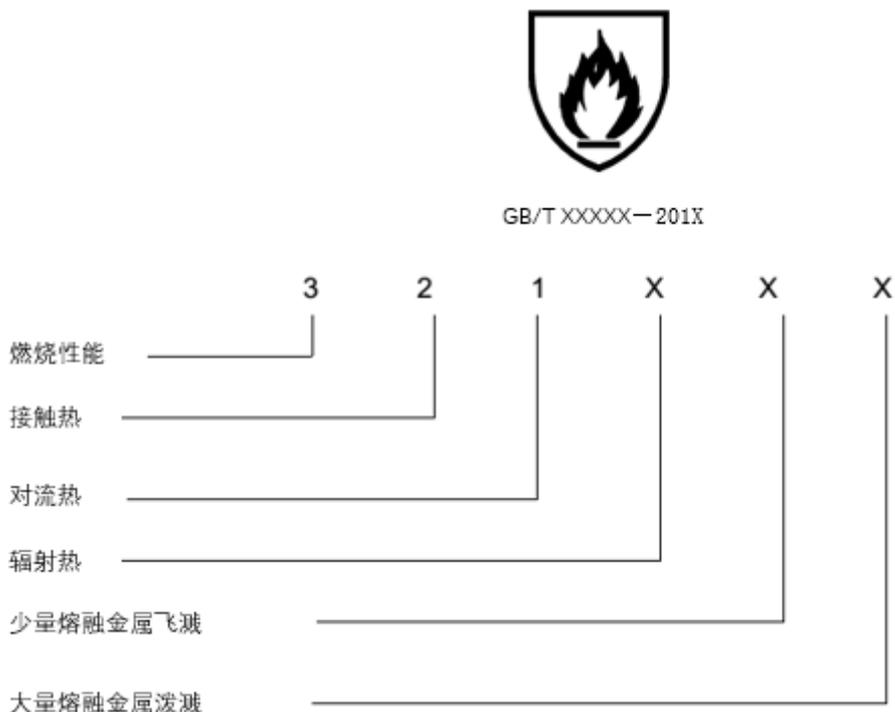


图2 防热伤害等级图标

如果性能等级标示为X而非数字，则表明该手套不具备该项性能。

7 制造商应提供的信息

以下内容应与手套一起提供：

- 7.1 生产商或经销商的全名及地址；
- 7.2 手套名称（商业名称或代码，以便使用者知道生产商和适用范围）；
- 7.3 特殊尺寸适用范围及适用场所信息；
- 7.4 防热伤害等级图标中X和每个数字含义，及对应各个级别的选用/应用的建议，并包括以下内容：
 - 对于阻燃性能等级为1或2的手套，应明确警示该手套不得接触明火；
 - 按5.9进行测试的金属材料及相应性能等级说明和适用性说明；
 - 对于可以分离的多层手套，应说明所述性能水平仅适用于包括所有层的完整手套。
- 7.5 当手套的防护作用仅限于手的一部分时，应予以说明；
- 7.6 产品中不应含有对使用者健康造成伤害的成份，并列岀产品中可能含有对人体过敏的物质清单；
- 7.7 使用说明书；
- 7.8 运输、包装、贮存要求。

附录 A
(规范性附录)
接触热测试

A.1 原理

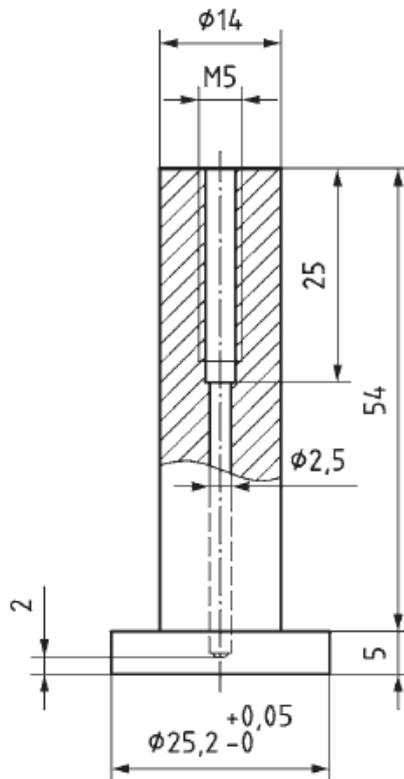
加热柱加热至接触温度并维持在接触温度，热量计上放置试样。降低加热柱到热量计支撑的试样上，或者提升热量计和试样至加热柱，任何一种操作均应以恒定速度进行。通过监测热量计的温度测定阈值时间 t_c 。

A.2 仪器

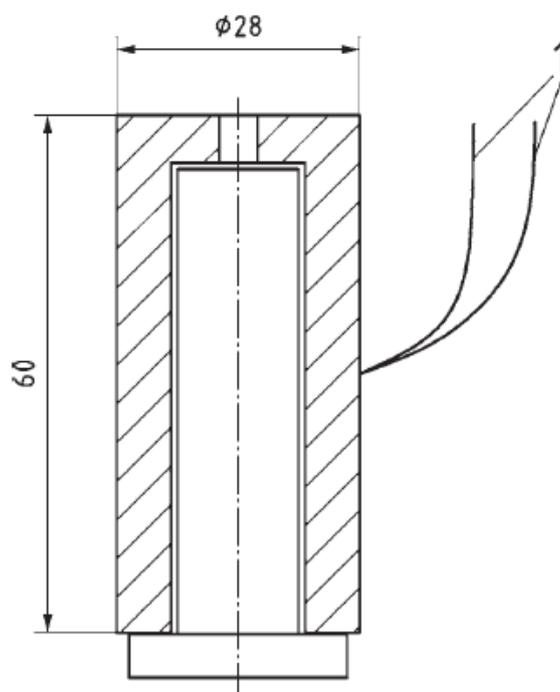
A.2.1 加热柱

加热柱由能够承受500℃以上高温的适用金属（如，银合金，925纯银）制成。图A.1、图A.2、图A.3显示了压杆和加热柱的一种样式，其接触表面应是直径 (25.2 ± 0.05) mm并打磨光滑的圆形表面，中心孔的下端距接触表面2 mm，该孔用于容纳调节加热柱温度所需的温度传感器。加热柱应用热绝缘材料包裹，仅露出底部接触表面。

单位为毫米

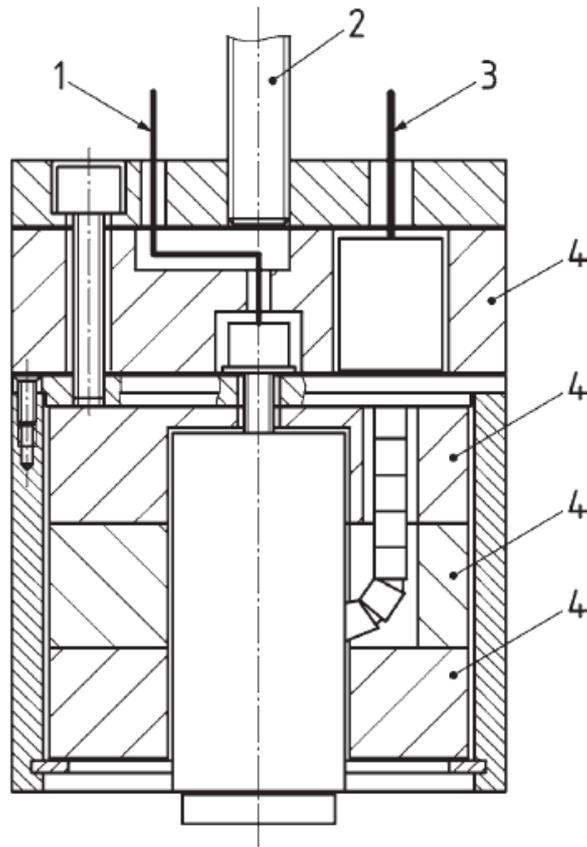


图A.1 压杆



1——连接器。

图A.2 带压杆加热柱



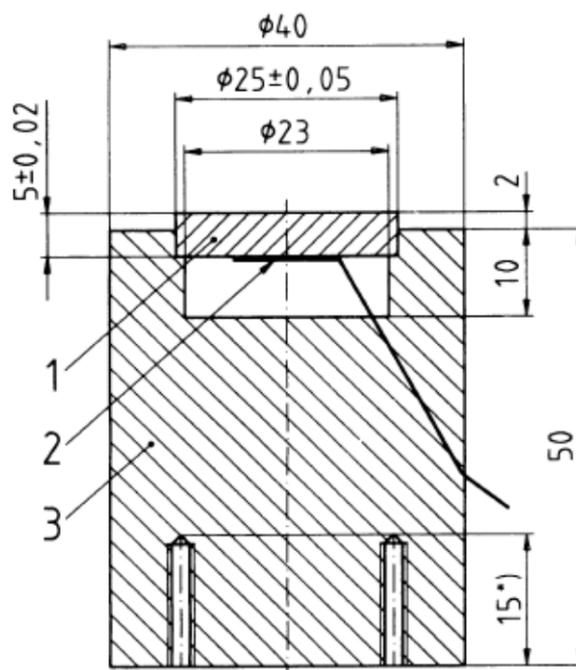
- 1——热电偶；
- 2——固定螺栓；
- 3——连接器；
- 4——隔热层。

图A.3 隔热材料包裹的带压杆加热柱

A.2.2 热量计

如图A.4所示，热量计由直径 (25 ± 0.05) mm、厚约5 mm、质量 (6.63 ± 0.03) g的黑色阳极氧化纯铝圆盘构成，固定在用聚酰胺66 (PA66) 制作的安装台上。热量计的上接触表面经过抛光处理后进行阳极氧化，其下表面连接热电偶。

单位为毫米

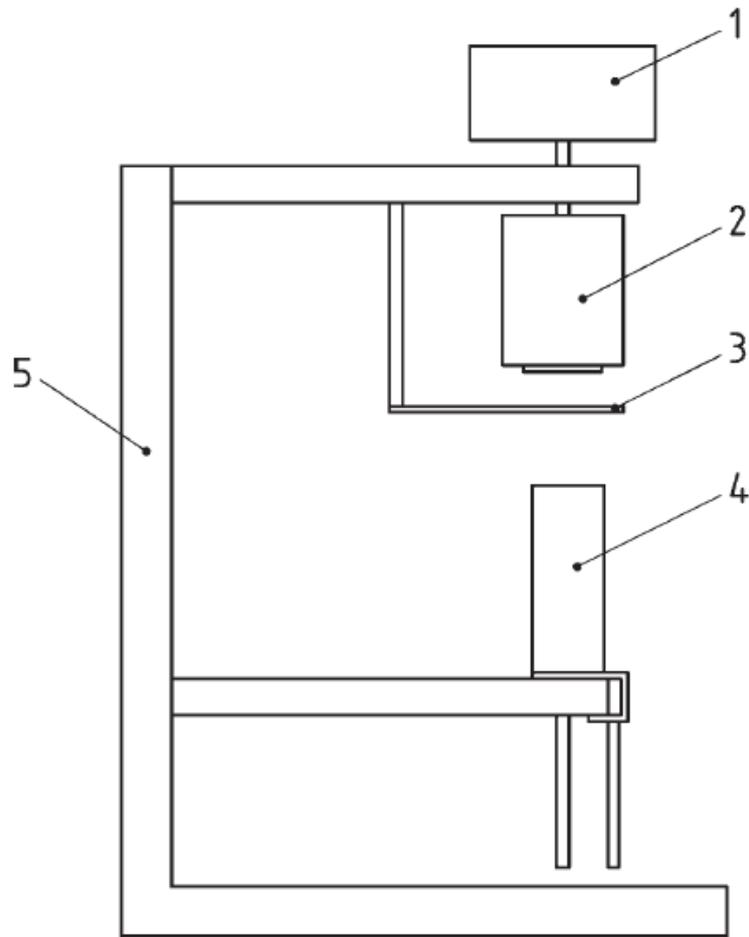


- 1——黑色阳极氧化纯铝圆盘；
 2——热电偶；
 3——聚酰胺66制作的安装台；
 *)——安装热量计的螺纹孔最大深度。

图A.4 热量计

A.2.3 组装

图A.5所示的是一种可能的组装式样板。将加热柱和热量计安装到支架中，使其相对的两面平行，中心轴在一条线上。无论是加热柱向下向热量计移动还是热量计向上向加热筒移动，均应采取措施去控制移动速度。配重的质量应使接触力为 (49 ± 0.5) N。在两次测量之间的冷却期间，加热柱和热量计之间应放置适当的屏蔽物，以防止热量计被加热柱的热辐射加热。



- 1——配重；
- 2——加热柱；
- 3——屏蔽物；
- 4——热量计；
- 5——支架。

图A.5 组装

A.2.4 电子设备

应提供合适的电子设备用于如下用途：

- 使加热柱加热到至少500℃并控制温度；
- 控制接触速度（加热筒和热量计与试样相互接触的相对速度）；
- 测量和记录热量计温度，精度为0.1℃；
- 测量阈值时间，精度为0.1s。

A.3 取样和调节

从三只手套的手掌区域各取一块直径为 (80 ± 8) mm的圆形试样。如果手套掌部有增强材料，则所取试样不应包含增强材料。

测试前，试样应在温度为 (20 ± 2) ℃和相对湿度为 (65 ± 5) %的环境中调节，纺织试样至少24 h，皮革试样至少48 h。

A.4 测试条件

测试应在温度为 (20 ± 5) ℃和相对湿度为15%~80%的环境中进行，加热柱应达到选定的接触温度 ± 2 %（℃）。每次测试开始前热量计显示的温度应为室温 ± 2 ℃，样品从A.3要求的调节环境中取出后应在3 min内开始测试。

A.5 步骤

将试样置于热量计上，使其外表面朝上。移除加热柱和热量计之间的屏蔽物，使加热柱以 (5.0 ± 0.2) mm/s的接触速度与热量计接触，测量和记录测试期间热量计的温度及阈值时间 t_i ，每个接触温度执行至少三次测量。

如果手套掌部有增强材料，制造商应提供的信息中（第7章）可包括含增强材料部位的测试结果，同时应确认所用增强材料在测试温度下不能熔融。

A.6 结果表示

计算三个试样阈值时间 t_i 的算术平均值作为测试结果，数值修约至个位数。

附录 B
(规范性附录)
对流热测试

B.1 原理

将试样水平放置并进行局部固定，以避免其在测试过程中发生移动，燃气喷灯的火焰从下方使试样承受 80 kW/m^2 的入射热通量，通过放置在试样上并与试样接触的小型铜热量计测量穿透试样的热量。

以秒为单位记录热量计温升 $(24.0 \pm 0.2)^\circ\text{C}$ 的时间，计算三个试样的平均值作为对流传热指数(CHTI)。

B.2 装置

B.2.1 总则

测量装置包括：一盏燃气喷灯，一台带铜圆片的热量计，一个试样支架，一块热量计定位板，一个支撑架，合适的测量设备和一块模板。

B.2.2 燃气喷灯

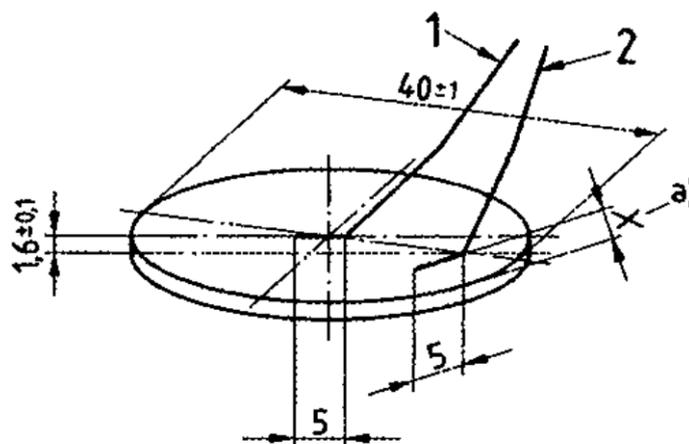
应使用平顶梅克尔灯，顶部穿孔区直径 $(38 \pm 2) \text{ mm}$ ，喷嘴适用于丙烷气体。应使用商业级丙烷，通过精确控制阀和流量计来控制流量。

B.2.3 铜热量计

铜热量计由一块纯度至少99 %、直径40 mm、厚1.6 mm、重18 g的铜圆片构成，组装前应对铜片准确称重。

如图B.1所示，将输出电压毫伏值符合GB/T 16839.1的铜-康铜热电偶安装在铜片的背面。康铜丝应连接到铜片中心，铜丝应尽可能连接到靠近铜片边缘，以确保不影响铜片装在安装台上。两种铜丝的直径不应大于0.26 mm，且只应裸露附着在铜片上的部分。

单位为毫米



1——康铜丝；

2——铜丝；

用尽量少的软焊料将铜丝连接在铜片上。

a) $2\text{ mm} \leq x \leq 5\text{ mm}$ ，以不影响安装铜片到安装台上，但仍尽可能接近边缘。

图B.1 热量计

热量计置于由直径89 mm、标称厚度13 mm的无石棉阻燃隔热板制成的安装台上，阻燃隔热板的热特性应符合以下规格：

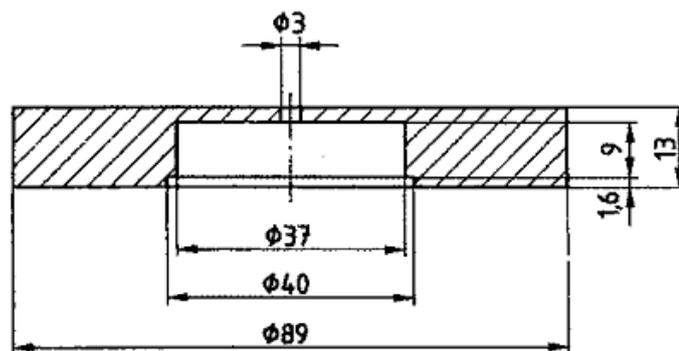
——密度 $(750 \pm 50)\text{ kg/m}^3$ ；

——热导率 $0.18\text{ W/(m.k)} \pm 10\%$ 。

按图B.2所示，在安装台中心加工一个圆形空腔，以便容纳铜片和空隙。用能够承受大约 $200\text{ }^\circ\text{C}$ 温度的粘合剂将铜片沿着圆周粘接。铜片表面应与安装台表面齐平，并应涂上薄薄一层吸收系数 α 大于0.9的光学黑色涂料。

铜片和装配压块的组合体的总质量应为 $(80 \pm 8)\text{ g}$ 。

单位为毫米

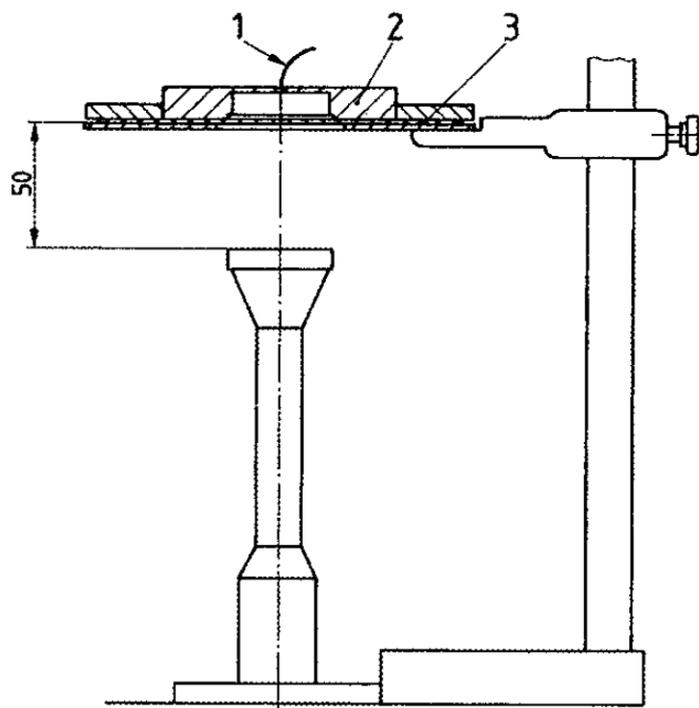


图B.2 热量计安装台

B.2.4 试样支架

试样支架由一块长150 mm、厚1.6 mm的方形铜板制成，板中心有长50 mm的方形孔（见图B.3）

单位为毫米



- 1——热电偶；
2——热量计安装台；
3——试样。

图B.5 支撑架

B.2.7 记录器

为了确定铜片的绝对温度，铜热电偶应连接到冷端或商用参比端。铜热电偶的输出装置应通过连接到温度分辨率至少 $0.25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和时间分辨力至少 0.2 s 的电势图记录器或可编程数据记录器上而可读。

B.2.8 模板

140 mm×140 mm的扁平刚性模板。

B.3 测试安全

B.3.1 在有排风罩或通风设施的地方进行测试，以便排出烟气。在测试过程中可能需要关掉排气装置或遮蔽装置，防止扰动火焰。

B.3.2 在测试过程中设备会变得发烫，且某些测试材料可能熔融或滴落，穿戴防护手套操作热物体。

B.3.3 保持易燃物质远离喷灯，确保清洁热量计的溶剂远离热表面和明火。

B.4 取样和调节

应从手套掌部和背部区域取尺寸为 $(140\pm 5)\text{ mm}\times(140\pm 5)\text{ mm}$ 试样三个，如果无法从手套上裁取，则应使用手套材料作为样品，该材料与手套以相同的方式制造并且包含任何存在的接缝。

对于由多层构成的试样，测试时各层的顺序应与手套相同。

试样应在温度为 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ 和相对湿度为 $(65 \pm 2)\%$ 的环境下调节至少24 h。如果调节之后未立即进行测试，则应将经过调节的试样放置在密闭容器中。从调节环境或密闭容器中取出试样后，应在3 min内开始对各个试样进行测试。

B.5 测试环境

测试在温度为 $10^\circ\text{C} \sim 30^\circ\text{C}$ ，相对湿度为 $15\% \sim 80\%$ ，且无气流的环境中进行。

B.6 步骤

B.6.1 初始测量

将试样支架置于支撑架上，使放置试样的顶表面高于喷灯顶面50 mm。建议使用引导和止动装置使喷灯可以迅速定位，使其轴线与试样中心对齐。

将喷灯放置一侧，开启并点燃燃气，静置几分钟以便火焰稳定。

将热电偶连接到冷接点，输出电压连接到记录器。

每次调节入射热通量密度或评估试样之前，铜片温度应处于相对稳定的状态，并为环境温度 $\pm 2^\circ\text{C}$ 。可以利用干性冷冻散热器或强制通风加速冷却。做为选择，多个热量计可以轮流使用。可通过手掌接触铜盘或者将铜盘短暂暴露于喷灯火焰进行加热。

热量计安装台不应与水接触，如果发生这种意外情况，应彻底干燥后才能继续使用。

B.6.2 调节热通量密度

燃气流速和喷灯设置因采用的具体组合而不同，在初始安装时需要对其一项或者同时对两项进行调节，并在测试过程中不时调节。为了达到合适的通量，应该有一个轮廓分明并且稳定的淡蓝色的锥体固定在喷灯格栅上，其上方呈现较大分散的蓝色火焰。

通过用热量计测量热通量密度来确认火焰设置。

将热量计定位板置于试样支架上，放置热量计到定位板的圆孔中，使铜片面朝下。

选择记录器需要的移动速度，在热量计下快速而小心地滑动喷灯，使之定位到止动块。如果使用了遮板，则打开遮板。使喷灯保持其位置约10 s。

撤去喷灯或关闭遮板。

在暴露刚刚开始之后，所记录的输出应显示短暂的非线性温度-时间区域，随后将出现线性区域直到暴露停止。参阅标准热电偶电动势表，以确定该线性区域的温升率 $(^\circ\text{C}/\text{s})$ ，然后根据下式确定入射热通量密度 (kW/m^2) ：

$$Q = \frac{M \cdot C_p \cdot R}{A}$$

式中：

Q ——入射热能量密度，单位为 kW/m^2 ；

M ——铜片质量，单位为 kg ；

C_p ——铜的比热， $0.385 \text{ kJ}/\text{kg}^\circ\text{C}$ ；

R ——线性区域中的铜盘温升率，单位为 $^\circ\text{C}/\text{s}$ ；

A ——铜片面积，单位为 m^2 。

通过此方法测定的热通量密度应在规定的 $80\text{kW/m}^2 \pm 5\%$ 的范围内。必要时调节燃气流速，并重复测量直到获得三个连续值在要求的范围内。

B. 6.3 安装试样

B. 6.3.1 将试样最外层向下置于试样支架上，定位板放在试样的上面。

B. 6.3.2 如果试样有多层，并且各层互不相连，则取下定位板，并按照手套采用的顺序和方向依次安放各层。不另外施加压力，仅用定位板的重量对每一层施压，使其与前一层接触良好。

B. 6.3.3 安放完最后（最内）一层后，使定位板复位，将热量计放在定位板的圆孔中，使铜片与最内层的顶部接触。

B. 6.4 试样暴露

B. 6.4.1 快速而小心地将喷灯滑动到位，立即从试样下方移开遮板（如有），在试样暴露于喷灯火焰的同时启动记录装置，或者用已经在运行的记录器标记暴露起始点，具体取决于所使用的设备。

B. 6.4.2 继续测试，直至温升 $(24 \pm 0.2)^\circ\text{C}$ 。观察并记录试样外观在测试过程中的任何变化，如收缩、烧焦、碳化、穿孔、发光、熔融或滴落。使遮板（如有）复位，撤走喷灯，关闭记录器。

B. 6.4.3 移除热量计，趁热清理燃烧产物，冷却至环境温度 $\pm 2^\circ\text{C}$ 。

如果热量计上留下的残留物较厚或者不均匀，如果黑色涂层已损坏，或者铜已露出，则应清洗热量计铜盘并重新涂覆（见B. 2.3）。经重新涂覆的热量计应至少作一次校准运行（参见B. 6.2）方可测试其他试样。

B. 6.4.4 测量并记录热量计温升 $(24.0 \pm 0.2)^\circ\text{C}$ 所需的时间（s）。

B. 6.4.5 另取两个试样重复该过程。

B. 6.5 结果表示

计算三次测量的算术平均值作为测试结果，数值修约到个数位。

附录 C
(规范性附录)
辐射热测试

C.1 原理

试样支撑在独立框架(试样架)内并暴露在规定水平的辐射热下,记录热量计温升 24°C 的时间,即辐射传热指数(RHTI)。

C.2 仪器

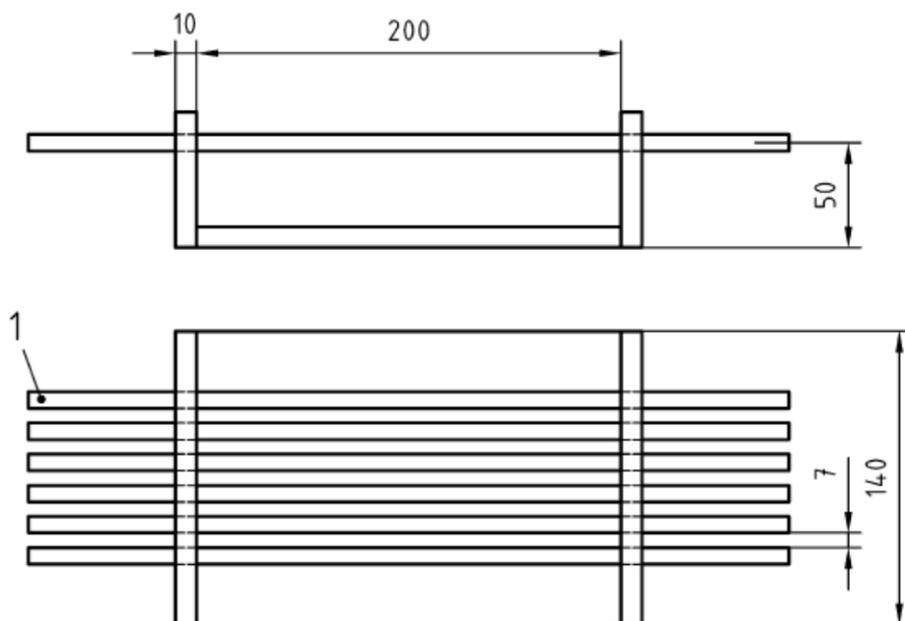
C.2.1 辐射源

辐射源包含六支硅碳(SiC)加热棒,主要参数如下:

- 总长度: (356 ± 2) mm;
- 加热部分长度: (178 ± 2) mm;
- 直径: (7.9 ± 0.1) mm;
- 电阻: $1\ 070^{\circ}\text{C}$ 时为 $3.6\ \Omega \pm 10\%$ 。

将上述加热棒放置在由绝缘且阻燃材料制成的U形支架中,加热棒水平排列并在同一垂面上。图C.1显示为支架的结构细节和加热棒的排列情况,其中加热棒松散地放置在支架的槽内,以避免机械应力。

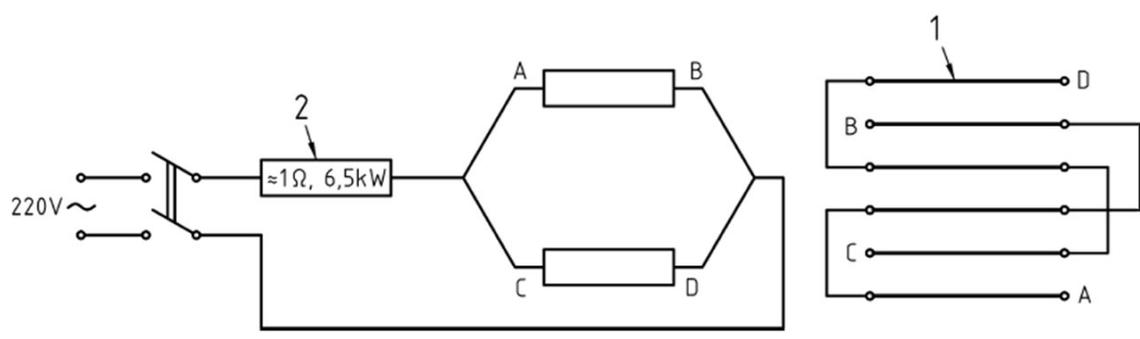
单位为毫米



1——硅碳棒;
尺寸公差 ± 0.1 mm。

图C.1 辐射源

辐射源可能的电源示意图如图C.2所示。六支硅碳棒分成两组，每组三支，串联放置。两组硅碳棒并联连接，并通过 $1\ \Omega$ 的前置电阻连接到220 V电源。对于其他电源电压，电路必须相应地改变。如果在测量期间电源电压波动超过 $\pm 1\%$ ，必须提供稳压装置。



- 1——硅碳棒；
2——前置电阻。

图C.2 加热棒电路图

考虑到加热棒会变得非常灼热，应仔细制作加热棒的电气连接（例如，采用铝绞线带），应采取预防措施，以避免棒间短路。

可以使用红外线温度计测量硅碳棒的温度，以检查辐射源的操作是否正确。预热辐射源约5 min后，棒体温度将会达到约 $1\ 100\ ^\circ\text{C}$ 。

C.2.2 试样架

由2 mm厚的钢板固定到10 mm厚的铝板上构成，并有固定热量计的作用。

试样架同心置于测试框垂直面的开口中，固定到位后，使热量计的垂直中线保持在测试框前的金属板罩后方10 mm处。

C.2.3 热量计

弧形铜板热量计构造如下：

从纯度不低于99 %、厚度为1.6 mm的铜板上切割一块矩形铜板（ $50\ \text{mm} \times 50.3\ \text{mm}$ ），将铜板在长度方向上弯曲成半径130 mm的弧形，弧弦长大约50 mm。在组装之前对铜板精确称重并将其质量控制在（ $35.9 \sim 36$ ）g。

将输出电压毫伏值符合GB/T 16839.1的铜-康铜热电偶安装在铜板的背面。使用最少量的焊料将两根导线连接到铜板中心，两根导线的直径不大于0.26 mm，并且只露出附着在铜板上的部分。

热量计位于由边长90 mm且标称厚度为25 mm的无石棉阻燃隔热板组成的安装台上，阻燃隔热板的热特性应符合以下规格：

- 密度： $(750 \pm 50)\ \text{kg}/\text{m}^3$ ；
- 热导率： $0.18\ \text{W}/(\text{m}\cdot\text{k}) \pm 10\%$ 。

从安装台顶部两侧各切除一个三角形楔块，使两侧高度降低至21 mm。从已降低的两侧20 mm处分别再切除两个三角形楔块，进一步降低其高度至17 mm。由此形成一个具有四个平面的顶表面，非常接近通过研磨顶表面成为半径130 mm的弧形得到的曲面（见图C.3）。

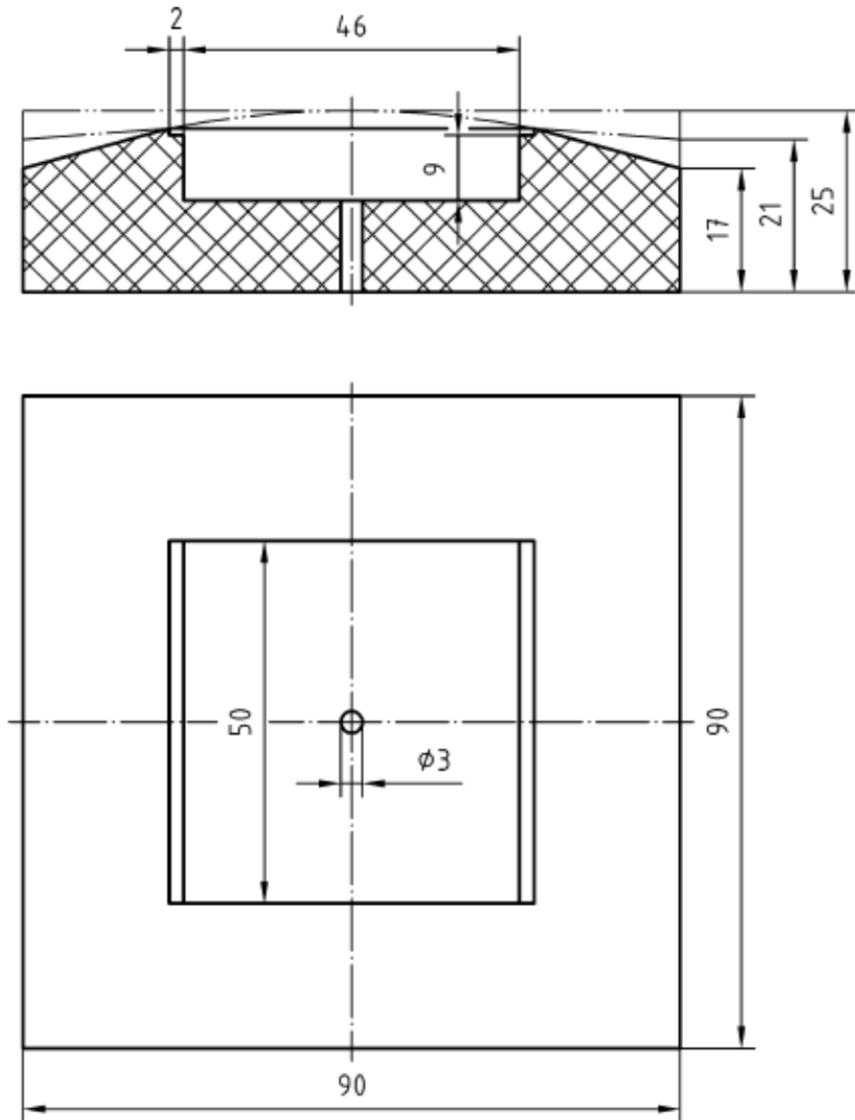
在阻燃隔热板的顶部中心切割一个矩形孔，该孔长50 mm（平行于降低的两侧）和宽46 mm（平行于成形的两侧）。该孔应具有平坦底部，沿较低边缘应大约深10 mm，中心深度大约12 mm。沿矩形孔较低

的两边分别切割宽1 mm、深2 mm的边缘，用于安装弧形铜板。在矩形孔中心切割一个直径3 mm的圆孔，以便热电偶导线穿过。

使用能耐受约200 °C温度的粘接剂沿着安装台的边缘将弧形铜板粘附到安装台上。铜板顶部沿两条直边缘应高出安装台0.6 mm，并且沿两条弧形边缘应高于安装台。在弧形边缘安装台高于铜板底部。

热量计安装在试样/热量计组合架内，热量计表面应薄薄涂一层吸收系数 α 大于0.9的光学黑色涂料。

单位为毫米



测量公差±0.1 mm

图C.3 热量计安装台

C.2.4 温度记录器

为了确定铜板的绝对温度，热电偶应连接到冷端或商用参考端。来自热电偶的电压信号应连接到适当的电势图记录器或可编程数据记录器。记录器显示电压应精确到10 μ V和显示时间应精确到0.1 s。

C.2.5 仪器位置

仪器位于气流受到屏蔽的地方，或者放置挡板或防护罩以限制仪器位置处空气流动的影响。

C.3 取样和调湿

应从一双手套的手背部裁取两块 $(80 \pm 5) \text{ mm} \times (170 \pm 5) \text{ mm}$ 的试样。

测试前，试样应在温度 $(20 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$ 和相对湿度 $(65 \pm 2) \%$ 的环境下调湿至少24小时，测试应在试样从调湿环境中取出后不超过3分钟内开始。

由于测试结果受到试样湿度影响很大，需非常仔细地控制调湿环境。

C.4 测试条件

C.4.1 测试环境

测试应在没有气流的房间进行，并且应与可能被热量计记录的其他热辐射源隔离。

测试环境的温度应在 $(15 \sim 35) \text{ }^\circ\text{C}$ ，并且每次测试前热量计必须冷却到室温 $\pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

C.4.2 热通量密度

$Q_0 = 20 \text{ kW/m}^2$ 。

C.5 步骤

C.5.1 初始测量

用已知吸收系数 α 较高（大于0.90）的涂料涂黑热量计的前表面。每次校准之前和至少每20次测试之后应重新涂黑，或者在可见积碳时立即涂黑，应使用适当的溶剂去除先前的涂层之后再涂黑。

在校准和每次测量开始之前，铜热量计的温度应处在相对稳定的状态，并且为环境温度 $\pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

在任何情况下热量计不能与水接触，如果发生这种情况，热量计应彻底干燥后才能继续使用。

在校准和每次测量行将开始之前：

- a) 将热量计安装在测试框垂直板开口处的适当位置；
- b) 将辐射源置于与热量计前表面的垂直中线一定距离处；
- c) 接通温度测量装置；
- d) 接通辐射源，活动屏保持关闭使其升温，直至辐射达到恒定状态。达到恒定状态需要大约5分钟，并且可以通过测量电加热电流或采用其他方法进行检查。

注2：如果在关闭的活动屏后面的涂黑的热量计升温每分钟不超过 $3 \text{ }^\circ\text{C}$ ，则说明测试框前板和活动屏具有足够的冷却效果。否则，可在校准和每次测量开始之前将热量计放置到位。

C.5.2 校准辐射源

拉开活动屏，在温升达到大约 $30 \text{ }^\circ\text{C}$ 后复位。

在辐射暴露刚刚开始之后，所记录的输出应显示短暂的非线性温度-时间关系，随后将出现线性区域直到辐射暴露停止。参阅标准热电偶电动势表，以确定该线性区域中的温升率 $(\text{ }^\circ\text{C/s})$ ，然后根据下式确定入射热通量密度 Q_0 。

$$Q_0 = \frac{M \cdot C_p \cdot R}{A \cdot \alpha}$$

式中：

Q_0 ——入射热能量密度，单位为 kW/m^2 ；

M ——铜板质量，单位为 kg ；

C_p ——铜的比热， $0.385 \text{ kJ}/\text{kg}^\circ\text{C}$ ；

R ——线性区域中的热量计温升率，单位为 $^\circ\text{C}/\text{s}$ ；

A ——铜板面积，单位为 m^2 ；

α ——热量计涂黑表面的吸收系数。

然后通过改变辐射源和热量计之间的距离，调节入射热通量密度到规定水平 $\pm 2\%$ 。

C.5.3 测试

将试样固定到试样架的一块侧板上，使其与热量计表面保持接触，施加 2N 的力。按C5.1进行初始测量，保持距离以得到需要的入射热通量密度 Q_0 。拉开活动屏，记录照射起始点。温升达到大约 30°C 之后将活动屏恢复到关闭位置。

确定达到温升 $(24 \pm 0.2)^\circ\text{C}$ 的时间，保留一位小数。

在采取必要的初始测量后，对剩下的试样重复该测试。

C.6 结果表示

计算热量计温升 $(24 \pm 0.2)^\circ\text{C}$ 所需时间的平均值，数值修约到个数位。

附 录 D
(规范性附录)
大量熔融金属泼溅测试

D.1 原理

试样与水平方向呈一定角度支撑在针板架上，向试样倾泼熔融金属以测试材料性能，评估倾斜后与试样背面接触放置的PVC膜损坏情况，同时记录PVC膜的变化及试样表面金属粘附情况。根据结果，增加或减少金属量，重复进行测试，直至观测到导致PVC膜损坏的最少金属量。

D.2 设备与材料

D.2.1 金属和冰晶石

表D.1所列金属和冰晶石的测试参数已证实是适用的。

建议使用从实心棒材或板材上切除的粗锉屑或小块材料，因为细锉屑很难熔化。

表D.1 不同熔融物的倾泼温度、倾泼高度和试样与水平方向的夹角

金属	倾泼温度/°C	倾泼高度/mm	试样与水平方向的夹角/°
铝, 纯度至少 99.5%(质量)	780±20	225±5	60±1
铜, 纯度至少 99% (质量)	1 280 ± 20	225±5	75±1
铁, 纯度至少 93% (质量) 并含有以下元素: C: 2.8%~3.2% Si: 1.2%~2.0% P: 0.3%~0.6%	1 400±20	225±5	75±1
低碳钢 (ISO 683-1: 1987 中标号为 C25)	1 550±20	225±5	75±1
工业级冰晶石	1 120±20	300±5	70±1

倾泼前，金属应加热至温度稍高于倾泼温度，以允许其在从熔炉移到测试设备过程中冷却。对于在较高温度条件下倾倒的金属，冷却速度高于在较低温度条件下倾泼的金属，因此需将金属加热至较高的温度，以便将其从熔炉转移到坩埚座上。临界温度即倾泼温度，可通过预先绘制的温度-时间曲线（冷却曲线）估算出来。经验证发现，使用感应炉时，表D.2给出的温度适用并确保可达到表D.1中规定的倾泼温度。

表D.2 金属从熔炉移开时的温度

金属	从熔炉移开的温度/°C
铝	820
铜	1 350

铁	1 500
低碳钢	1 650
冰晶石	1 200

D.2.2 PVC膜

由单位面积质量为 (300 ± 30) g/m²压花PVC板构成，按照附录E所述进行测定时，在 (166 ± 2) °C温度条件下，PVC膜中心区域的压纹没有变平滑或变形，而在 (183 ± 2) °C温度条件下，该中心区域变平滑或变形。

性能测试时，距离所使用的PVC感应膜的热特性测定时间不超过30天。

D.2.3 坩埚

外形尺寸大致为：高97 mm、顶部直径80 mm、底部直径56 mm、满容积190 ml，见图D.1。

注：对于大部分熔融物，已发现浸渍石墨材料（如使用感应炉）或陶瓷材料（如使用马弗炉）比较适合做坩埚。

D.2.4 可拆式坩埚座

能快速、安全地把盛有熔融金属的坩埚从熔炉移到测试设备上。

D.2.5 熔炉

能在温度超过倾泼温度100 °C的条件下工作，熔炉类型可以是马弗炉或感应炉。

注：马弗炉上能容纳至少四个坩埚，即内炉膛尺寸为135 mm×190 mm×780 mm，但需要数小时才能使钢、铁和铜等金属熔化。感应炉能在半小时内使一个坩埚内金属熔化。

D.2.6 温度传感器

小热电偶或光学非接触式测温装置，能测量高达1 650 °C的熔融金属温度，精度为 ± 10 °C。

D.2.7 倾泼设备

如图D.1所示，由倾泼装置、以恒定角速度旋转倾泼装置的工具、带支撑框的试样架和沙盘组成。

倾泼装置由坩埚座和传动轴构成，其设计和结构应确保熔融金属倾倒位置在传动轴的旋转轴上，倾泼装置应用钢制成。

图D.2显示的是直传动轴和坩埚座的合理设计示例，其中坩埚放到坩埚座上后，其上沿与坩埚座的上表面齐平。图D.3显示的是带曲柄传动轴和坩埚座的装置，其中坩埚放到坩埚座上后，其上沿位于旋转轴上。因此，在该装置中，坩埚上沿不与坩埚座上表面齐平，但这两种倾泼装置，旋转轴均需要经过坩埚倾泼边。

试样架应由矩形针板架构成，其外形尺寸为 (160 ± 2) mm× (248 ± 2) mm，由8 mm的方钢制成。试样架上应设有四个拉幅针板，其中两个位于上部框架中心线上，另外两个位于下部框架中心线上，针板间距 (80 ± 2) mm，距各个角的距离为 (40 ± 2) mm。

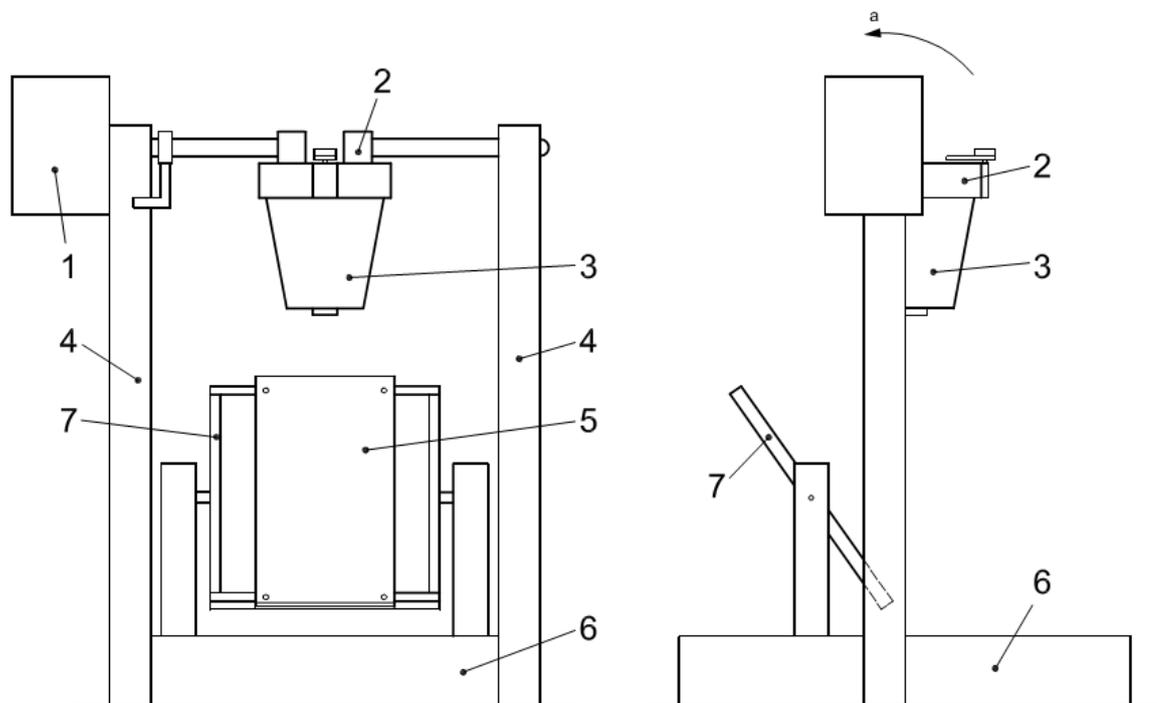
针板架应支撑在合适的框架上，确保可改变试样与水平方向的夹角（见表D.1），并且试样相对于倾泼装置的位置可调。建议熔融金属起始冲击点不低于试样中心，其应在试样上部25 mm范围内。

合适的倾泼设备示例如图D.1和图D.2所示，两台设备均配有电动步进电机，可以恒定角速度转动倾泼装置。

倾泼装置应采用合适的方式支撑牢固，便于调整倾泼高度（即从传动轴到针板架的垂直距离），确保达到表D.1规定值。

倾泼设备应带有相应的装置，可使倾泼装置保持在其静止位置不动。在图D.1所示的倾泼设备中，可通过金属止挡实现。

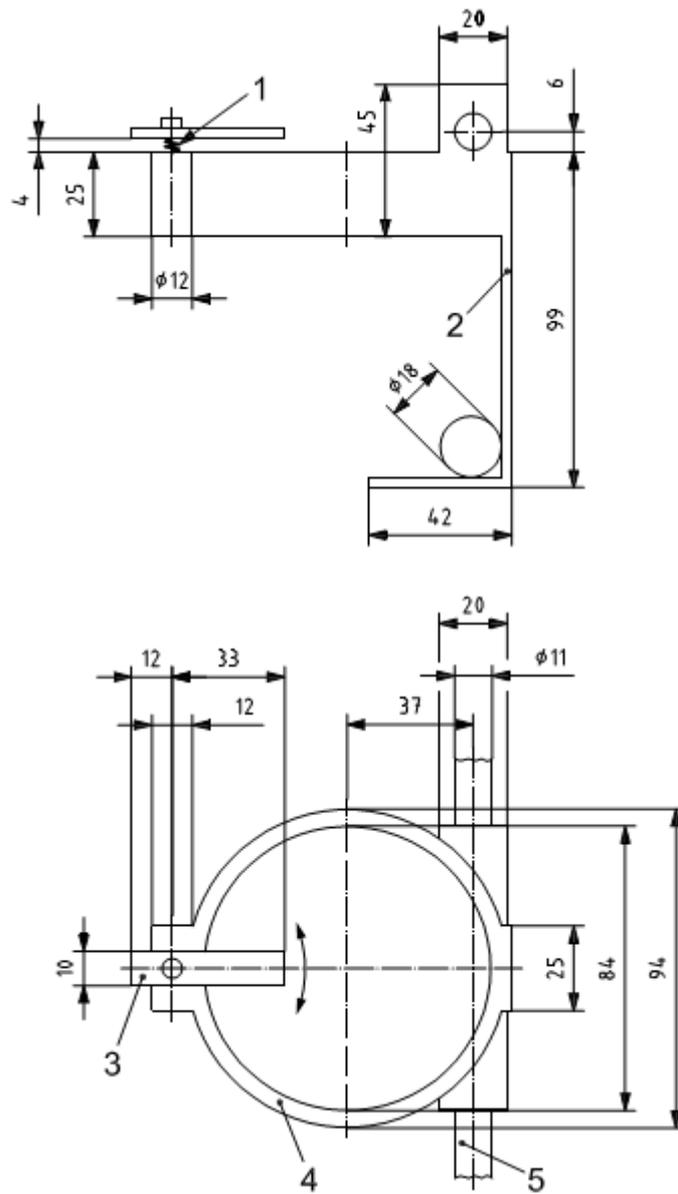
沙盘最小尺寸应约为250 mm宽×350 mm长×50 mm深，应装填深（30~40）mm的干沙。



- 1) 电机
 - 2) 坩埚座
 - 3) 坩埚
 - 4) 可调支架
 - 5) 试样
 - 6) 沙盘
 - 7) 试样架
- ^a 倾倒方向

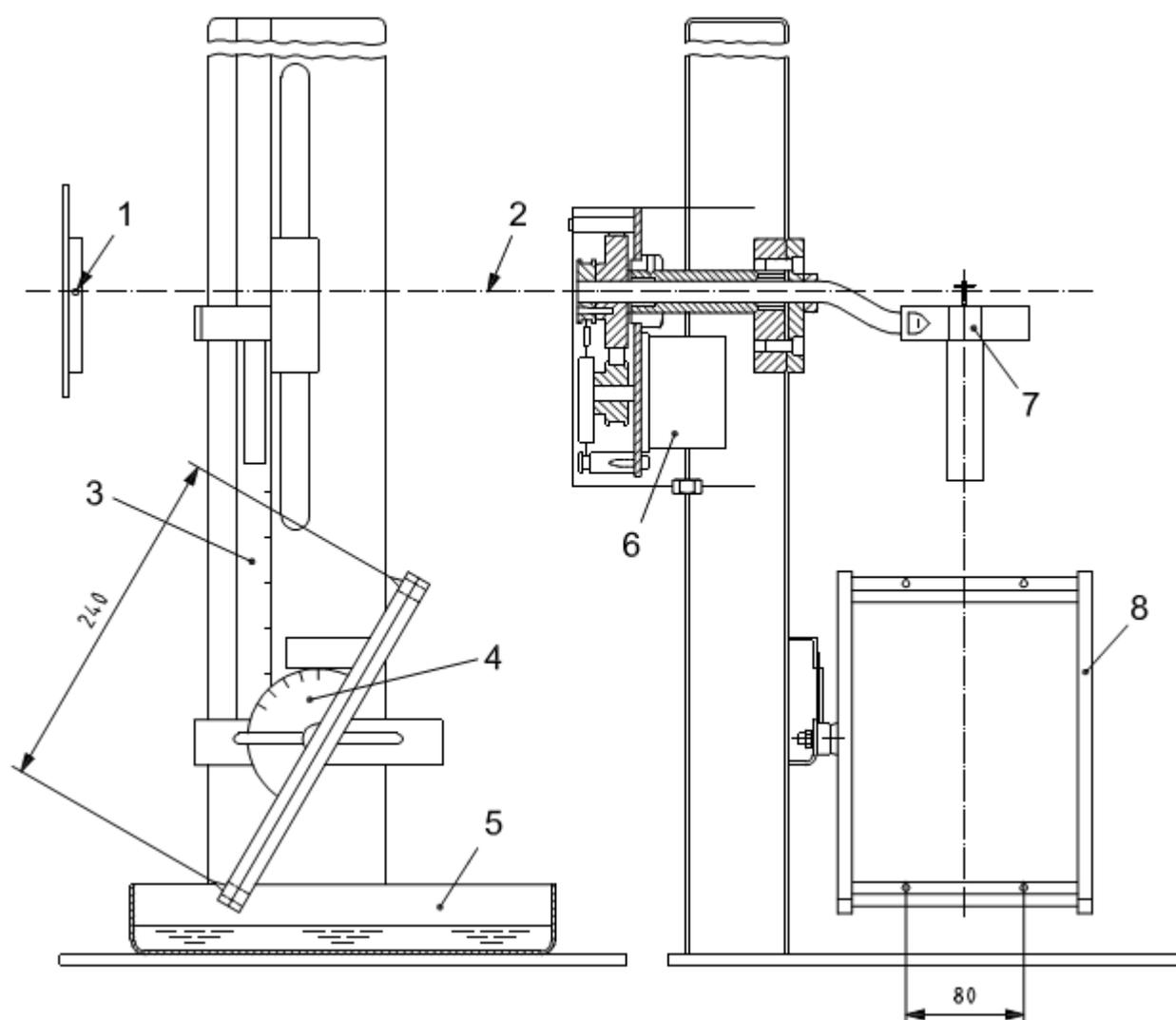
图D.1 电动倾泼设备

单位为毫米



- 1) 盘簧
- 2) 坩埚支架
- 3) 固定夹
- 4) 倾泼圈
- 5) 传动轴

图D.2 倾泼装置



- 1) 指示器指针
- 2) 枢轴
- 3) 倾泼高度标尺
- 4) 试样角度标尺
- 5) 沙盘
- 6) 步进电机
- 7) 坩埚座
- 8) 试样架

图D.3 可选择的曲柄电动倾泼设备

D.2.8 天平

精度为1.0 g。

D.2.9 模板

刚性矩形模板，尺寸 $(260 \pm 2) \text{ mm} \times (100 \pm 2) \text{ mm}$ ，带四个直径5 mm的钻孔，每个角一个钻孔，距两个相邻边 $(10 \pm 1) \text{ mm}$ ，钻孔中心构成矩形 $(240 \pm 2) \text{ mm} \times (80 \pm 2) \text{ mm}$ 的四个角。

D.3 取样和调节

从手套的背部区域取 (120 ± 5) 毫米 \times (120 ± 5) 毫米试样三块，如果无法从手套上裁采取该尺寸试样，则需使用手套材料作为样品，条件是材料三块料与手套以相同的方式制造并且包含任何存在的接缝。

在温度为 (20 ± 2) ℃，相对湿度为 $(65\pm 2)\%$ 的环境条件下，试样调节至少24小时。如果调节后未立即进行测试，应将调节后的试样放到密封容器中。每块试样从调节环境或密封容器取出后，应在2分钟内开始测试。

D.4 测试条件

测试时应在基本上无气流，温度为 $10^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $15\%\sim 80\%$ 的环境中进行。

D.5 测试安全

测试人员应穿戴符合相关标准要求的防护服及防护装备，防止发生被熔融物意外溅到的危险。危险评估也应考虑防护有毒烟雾。

警告——除熔融金属飞溅危险外，某些金属（如钠）在空气中加热时会发生自燃，且在加热时产生有毒烟气。因此在测试材料对这类金属的耐受性能时，需采取其他安全措施。测试人员应完全清楚本测试中所使用的冰晶石和熔融金属的特性。

D.6 步骤

D.6.1 设置测试设备

调整倾泼装置的位置，确保达到表D.1中规定的高度。倾泼高度是传动轴到针板架中心的垂直距离。调整针板架的角度，确保试样与水平方向的夹角达到表D.1的规定。

D.6.2 熔融金属的制备

称量表8中相应重量的金属放入坩埚内，其或是粗颗粒物或是从棒材或板材上切削来的，使之在稍高于测试过程中使金属保持熔融状态的温度条件下熔化（见表D.2）。

其他金属或冰晶石应根据需要进行。

D.6.3 测试材料固定到针板架上

将PVC膜压纹面朝上附在针板架上，试样放在PVC膜上，固定在针板架上。确保试样与PVC膜紧密接触且无折痕，使设计用于防护的材料外表面接触熔融金属或冰晶石。

D.6.4 熔融金属或冰晶石倾泼

通过可拆式坩埚座，小心地将坩埚转移到倾泼圈上。使熔融金属冷却至倾泼温度（表D.1），然后操作测试设备，使坩埚以每秒 $(36\pm 2.5)^{\circ}$ 的恒定速度从水平方向旋转至少 130° 。该速度相当于在 (2.5 ± 0.2) s内旋转 90° 。通过坩埚边缘而非倾泼嘴倾斜金属，并确保使用未损坏的边缘曲面。

对于冰晶石，应以每秒 $(18\pm 1.5)^{\circ}$ 的恒定速度从水平方向旋转至少 130° 。

凝固在试样上的熔融物不应再使用。

注：已有经验表明经常使用坩埚边缘会破碎，这样将影响熔融物的流动。如果坩埚边缘不再平滑和/或不再是原有外形，建议抛弃。测试期间坩埚会被污染，建议用合适方法如刮擦和/或加热，以除去固体残渣。

D.6.5 检查

1) 倾倒完成后30 s，移出试样，检查PVC膜是否有下述损坏迹象，记录任何损坏情况。

PVC膜压纹或针孔变平、变形范围在其宽度范围内至少达到5 mm。如果发现表面出现离散斑点，在水平截面内，各个斑点宽度之和超过5 mm时，即视为发生了损坏。对于冰晶石，经验指出宽度小于5 mm，但长度超过10 mm即为损坏。

2) 记录熔融金属是否凝固并粘附到试样表面。

D.7 无效测试

如发生以下任一种情况，即宣告测试无效，使用同一金属量重复进行测试：

- (a) 倾倒冲击横向偏离穿过试样；
- (b) 金属在试样上边缘25mm范围内流过或冲击试样；
- (c) 熔融金属未最早碰到试样；
- (d) 倾倒时，金属未完全熔化；
- (e) 由于金属凝固到针板架上，PVC膜被引燃。

D.8 结果表示

对于每个试样，所使用的金属的质量，确定级别，记录熔融金属是否粘附到材料上，PVC膜损坏情况。

附 录 E
(规范性附录)
PVC 膜热特性测定方法

E.1 原理

将铝块加热至规定的温度，然后放到PVC膜上，达到规定的时间后，取下铝块，检查PVC膜上的压纹是否变平滑。

E.2 测试设备

- 1) 圆柱形铝块，直径 (75 ± 2) mm，高 (70 ± 2) mm，质量 (880 ± 50) g。铝块的一端应机加工成平面，边缘磨圆。将测量温度的热电偶插入机加工面旁边且与之平行的钻孔内。
- 2) 钢板，直径不小于100 mm，厚度不小于10mm，钢板的一个表面应机加工成平面。
- 3) 烤炉，能加热铝块至185℃。
- 4) 秒表。

E.3 步骤

从PVC膜上裁剪出两个直径不小于100 mm的圆形试样；放置钢板，使其机加工面朝上。

将一个试样放到钢板上，使压纹面朝上。

加热铝块至 (166 ± 2) ℃。

从烤炉中取出铝块，放到试样上，使机加工表面与压纹面接触，启动秒表。5 s后，取下铝块，检查试样表面被铝块覆盖区域的中心是否出现变平滑或变形的迹象。

在铝块温度达到 (183 ± 2) ℃时，使用另一块试样重复进行测试。

每次测试开始前，有必要保持铝块机加工面洁净。

E.4 结果表示

记录在两种铝块温度条件下，中心区域是否出现压纹变平滑、变形或其它异常变化。

参 考 文 献

- [1] EN 367:1992 Protective clothing – Protective against heat and fire – Method of determining heat transmission on exposure to flame
- [2] EN 407:2004 Protective gloves against thermal risks(heat and /or fire)
- [3] ISO 6942:2002 Protective clothing – Protective against heat and fire – Method of test:Evaluation of materials and material assemblies when exposed to a source of radiant heat
- [4] ISO 9185: 2007 Protective clothing – Assessment of resistance of materials to molten metal splash
- [5] ISO 12127-1: 2015 Clothing for protection against heat and flame – Determination of contact heat transmission through protective clothing or constituent materials – Part 1: Contact heat produced by heating cylinder
-