

中华人民共和国国家标准

GB/T XXXX-202X

消费品缺陷工程分析 危险温度点测量方法

Consumer product defect engineering analysis—
Measurement method for dangerous temperature point

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXXX-XX-XX发布

XXXXX-XX-XX实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会

发布

目 次

前 言..... III

引 言..... III

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 原理..... 2

5 危险温度区域分析..... 2

6 测量步骤..... 3

 6.1 仪器..... 3

 6.2 试验环境..... 3

 6.3 危险温度点的捕捉..... 4

 6.4 热电偶测量危险温度点..... 4

 6.5 数据的处理记录..... 4

7 结果分析..... 5

附 录 A（资料性） 热电偶允差与选型指南..... 6

附 录 B（资料性） 常见材料发射率..... 9

附 录 C（资料性） 危险温度点示例..... 10

参 考 文 献..... 12

前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规则起草。

本文件由全国产品缺陷与安全管理标准化技术委员会（SAC/TC463）提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

引 言

由消费品热伤害引发的安全事件可以发现，产品发热可能会对人身安全产生灼伤风险，此外产品发热还会导致材料变形、金属熔化、漏电、火灾爆炸等安全事故。这些安全事故大多是由于产品的异常发热引起的。因此，温度异常是引发安全事故的前期征兆之一。目前，对于危险温度点的测量没有统一的方法，通常是根据试验人员的经验进行测量。在缺陷工程分析中，危险温度点的测量在缺陷识别、缺陷再现、火灾诱因溯源、安全风险防范等关键技术及事故致因机理分析中尤为重要，正确的识别与测量可以对缺陷进行机理分析，使监管机构的评估与裁定更加精准科学，对于加快发展新质生产力，实现高质量发展起到促进作用。

本文件旨在规范消费品缺陷工程分析中进行危险温度点测量方法。通过本文件的方法，可以提升测试危险温度点位置与测试数据的准确和一致性，对缺陷识别起指导作用，减少产品因热安全对消费者造成的伤害，降低产品的安全隐患。

消费品缺陷工程分析 危险温度点测量方法

1 范围

本文件描述了消费品由于温度可能造成危及人身、财产安全的危险温度点测量方法。低温、超低温导致的危险温度区域测量可参考本文件执行。

本文件适用于消费者为生活消费需要而购买、使用的由自身产生的导致温度可以升高的产品。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件。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 19870-2018 工业检测型红外热像仪
GB/T 16839.1-2018 热电偶 第1部分：电动势规范和允差
GB/T 34662-2017 电气设备 可接触热表面的温度指南
GB/T 34400-2017 消费品召回 生产者指南
GB/T 39063-2020 消费品召回 电子电器风险评估
GB/T 18404-2022 铠装热电偶电缆及铠装热电偶
IECEE OD 5012 关于热电偶的制备、安装、延伸和使用的实验室程序

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

消费品 consumer product
消费者为生活消费需要购买、使用的产品。

3.2

热伤害 thermal damage
因热导致人体、物体或环境遭受损害。

3.3

热分布 heat distribution
产品或系统的某一区域在同一时刻的温度分布情况。

3.4

危险温度点 dangerous temperature point
产品由于发热可能造成危及人身、财产安全的温度点。

3.5

合理滥用 reasonable abuse
按非生产者推荐的方法使用，但在正常情况下可能发生的使用方式。

3.6

热失控 thermal runaway

由于外界因素或自身反应变化，冷却能力低于热生成能力，导致温度上升，反应速率加快，促使热释放速率进一步增加，进而使反应处于不可控的状态。

3.7

热斑 hotspot

由于热量在传导和辐射过程中的不均匀性而在局部产生的过高温度。

4 原理

针对消费品的伤害情况、产品技术标准等对产品进行分析，确定消费品的危险温度区域。通过构建试验工况后使用红外热像仪对消费品的危险温度区域进行热点捕捉，确定危险温度点的位置，并使用热电偶对危险温度点进行测量。

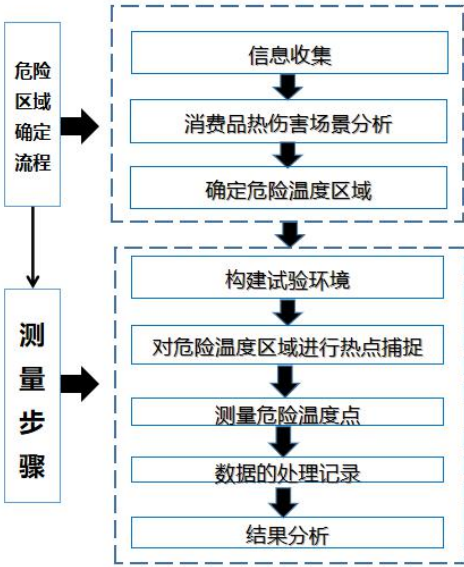


图 1 危险温度点测量流程示意图

5 危险温度区域分析

危险温度区域根据事故使用场景、产品技术标准等信息对产品的热分布情况进行分析，确定危险温度区域。根据人、场景、环境三要素将消费品可能产生的危险温度区域类型分为低温烫伤区域、异常温度区域与热失控区域。

5.1 低温烫伤温度区域

低温烫伤是长时接触高于人体温度引起的损伤。当接触时间超过一定的临界值就会致伤。该类消费品在工作时可能会长时间与人体接触而导致烧伤。危险温度区域通常为消费品与人体长时间接触的部位。

注：低温烫伤主要由于该温度通常在人体可忍受的范围内，还需考虑皮肤和热源接触程度，局部受压情况，血液循环情况，散热等情况。例如美容仪、蒸汽眼罩、电热毯、可穿戴电子产品等长时间使用引起的烧伤。

5.2 高温或异常温度区域

高温或异常温度区域指消费品可能出现导致人体烧烫伤的高温区域或发热异常温度区域。该类消费品在工作时可与人体接触。危险温度区域通常为人体接触部位。

注：例如电烤箱、烹饪锅具、电脑等消费品的外表面过高温度导致的烧伤。

5.3 热失控区域

消费品由于热失控而导致起火或燃爆。危险温度区域通常为可能引发热失控的部位。如果起火、燃爆后温度继续升高，所达到的最高温度为热失控温度。

注：例如吊扇、安装在屋顶的日光灯、吊装投影、锂离子电池、消费者购买的液化气罐等。

6 测量步骤

6.1 仪器

6.1.1 红外热像仪

应能满足GB/T 19870的要求，且与被监测的不同类型危险温度区域相匹配。

——低温烫伤危险温度区域

温度范围为44℃～50℃。

——高温或异常温度区域

温度范围为44℃～150℃

——起火燃爆危险温度区域

温度范围为150℃～1300℃

6.1.2 热电偶

选用有字母标志（R、S、B、J、T、E、K、N、C、A型）的热电偶，见附录A。

6.1.3 温度记录仪

——记录间隔小于或等于500ms；

——分辨率不低于0.1℃。

6.2 试验环境

6.2.1 试验环境包括环境温度、湿度、大气压力、气流扰动等参数。

6.2.2 试验环境参数根据测试方案以最不利条件进行设置。

注：例如测试手机产品在高温高湿的密闭车厢内使用。

6.3 危险温度点的捕捉

6.3.1 红外热成像设置

选择适合的对焦方式，设定红外热成像仪的发射率。

发射率根据目标材料不同进行设置，参见附录B或查找材料发射率手册。

6.3.2 热点捕捉

使用红外热成像仪对危险温度区域进行测量，并标记出危险温度点。危险温度点可以是一个点、多个点或、某个区域。

注：危险温度点通常是指同一温度下导致热伤害、热失控的最不利区域、局部发热的热斑、最高温度等。如电气设备外表面最高温度，可触及的最高温度等。进行危险温度点标记可根据热分布图像或者分析软件获取。

6.4 热电偶测量危险温度点

- 标记出危险温度点后，使用热电偶进行测量：
- 低温伤害区域可考虑使用人造皮肤并结合事故场景进行测量。
 - 异常温度区域应测量标记点的最高温度。如果最高温度为多个点或、某个区域，可在该区域内布置多个热电偶测量。

6.4.1 热电偶的选择

尽可能选用细丝热电偶，使其对测量的温度影响最小。

注：例如选用0.320mm（28AWG）或0.254mm（30AWG）的热电偶。

6.4.2 热电偶的制备

热电偶应由接受过热电偶制备培训的人员进行准备。

将热电偶剥去内绝缘层直至距离顶端约1.5 mm处，如有外部绝缘层则从距离顶端15 mm处剥开，热电偶顶端通过单点焊接，也可以使用其他坚固可靠的连接方式，热电偶制备示例见图2。

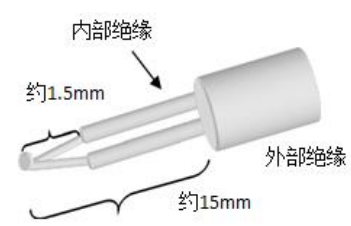


图 2 热电偶制备示例

6.4.3 热电偶的固定

热电偶固定在危险温度点上，使其与被测部位达到相同的温度。如果热电偶连接到带电部件，或者分别连接到不同极性的部位，需要谨防测量设备可能出现的电击危险和应力损坏。若危险温度点区域面积较大，可在该区域固定多个热电偶。

对于以下材料及形态的物体，热电偶可通过下列方法进行固定。

表 1 热电偶的固定

序号	材质及形态	固定方法
1	玻璃、陶瓷等非金属	使用粘合剂方式固定热电偶。在使用粘合剂之前，应将热电偶固定到位。为了防止接头松动和粘合剂分离，应等待粘合剂完全凝固，固定示例见图3。粘合剂可采用高岭土粉与硅酸钠溶液以相等的体积比例混合或氰基丙烯酸酯粘合剂
2	铜制或其他金属表面	锡焊是非常有效的固定方式，锡焊的优势是具有更好的热传导性和更牢的固定方式。应避免冷焊和使用过多焊料
3	高温环境	使用压敏胶带将热电偶引线固定到测量位置。带有热固性粘合剂的玻璃胶带适用于高温应用，

		胶带应远离连接处。保证热电偶固定牢固的同时，尽量使用少的胶带
4	圆形物体	用细线绑扎
5	液体	热电偶顶端焊接头应完全浸没液体内
6	气体及火焰	热电偶顶端焊接头浸没在气体及火焰流体中

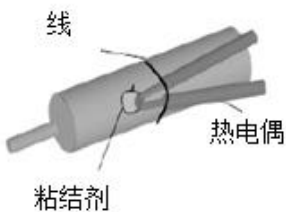


图 3 热电偶粘合剂固定示例

6.5 数据的处理记录

根据红外热像仪标记的危险温度点位置使用温度记录仪记录数据，相关示例参见附录C。

注：对于使用多个热电偶测量危险温度点的，记录最高温度。某些情况下无法使用热电偶直接进行接触式温度测量时，可以直接通过热成像测定温度。

6.6 结果表述

根据试验工况、产品使用工作状况、危险温度区域、热分布图像、热点捕捉位置、温升曲线、最高温度等多个维度信息进行表述。

7 结果分析

7.1 危险性分析

根据测量结果，推测导致温度异常的原因。

7.1.1 低温伤害

低温伤害造成的危险性分析可根据温度及接触时间确定伤害程度。

7.1.2 高温或异常温度

高温或异常温度的危险性分析可参考GB/T22697.2-2008给定的数据，并考虑接触的时间及接触的不同人群，确定适当的灼伤阈值。若测量结果高于灼伤阈值，接触时有可能造成皮肤损伤；若测量结果在灼伤阈值数据范围内，是否可能产生皮肤损伤，主要取决于GB/T22697.2-2008给出的灼伤阈值的其他有关因素。

7.1.3 热失控

消费品发生热失控会导致起火、爆燃。要考虑热失控对场景、环境的伤害程度外，还应分析对人造成损伤的可能性和程度。

附 录 A
(资料性)
热电偶允差与选型指南

A.1 热电偶允差

热电偶允差应符合表1的规定。应注意，表1中的允差仅用于新偶丝，不用于使用中热电偶可能发生的电动势变化。

表1中的温度范围不一定是推荐的工作温度范围。表2给出了工作温度范围的指南。

试验时，测量端与参比端间的偶丝应无接头。

表1 热电偶允差

热电偶类型	允差值（±℃）和有效温度范围		
	1级	2级	3级
--	0.5或 $0.004 \times t $	1或 $0.0075 \times t $	1或 $0.015 \times t $
T型	-40℃~350℃	-40℃~350℃	-200℃~350℃
--	1.5或 $0.004 \times t $	2.5或 $0.0075 \times t $	2.5或 $0.015 \times t $
E型	-40℃~800℃	-40℃~900℃	-200℃~40℃
J型	-40℃~750℃	-40℃~750℃	--
K型	-40℃~1000℃	-40℃~1200℃	-200℃~40℃
N型	-40℃~1000℃	-40℃~1200℃	-200℃~40℃
--	t<1100℃时为1 t>1100℃时为 [1+0.003×(t-1100)]	1.5或 $0.0025 \times t $	4或 $0.005 \times t $
R型或S型	0℃~1600℃	0℃~1600℃	--
B型	--	600℃~1700℃	600℃~1700℃
--	--	$0.01 \times t $	--
C型	--	126℃~2315℃	--
--	--	$0.01 \times t $	--
A型	--	1000℃~2500℃	--
^a 除C型和A型外，允差值可用摄氏温度偏差值表示，或用上表中温度t(ITS-90摄氏温度)的函数表示。取两者中的较大值 ^b 廉金属热电偶丝材通常满足-40℃以上温度的制造允差，然而E型、K型和N型热电偶在低温短可能不满足3级制造允差，如果要求热电偶除满足1级和/或2级以外还符合3级允差，订购方应明确说明该要求，因为需要对丝材做挑选 ^c 对于T型热电偶，一种丝材难以在整个允差温度范围内同时满足2级和3级允差要求。对于这种情况，有必要缩小有效范围			

允差和有效范围与表1中的给定值有差异时，应经制造商与用户同意。

A.2 热电偶选型指南

用户选择热电偶时，需要注意热电偶的类型、结构、所需的使用温度范围及适用尺寸等等。由于热电偶会受环境或气氛污染，因此考虑热电偶所安装条件的影响非常重要。

表2给出了对于不同直径的偶丝材料，在空气中的推荐最高使用温度。注意C型和A型高温下不能在空气中使用。

金属铠装热电偶电缆的推荐最高使用温度由GB/T 18404-2022给出。

表2 推荐最高使用温度， $t_{\max}/^{\circ}\text{C}$

分度号	偶丝直径 mm	$t_{\max}/^{\circ}\text{C}$	$t_{\max}/^{\circ}\text{C}$
		正常使用	扩展使用
B	0.50	1500	1700
R, S	0.50	1400	1600
N	0.65	850	900
	0.81	900	950
	1.00	950	1000
	1.29	1000	1050
	1.60	1050	1100
	2.30	1100	1150
	3.20	1200	1250
K	0.65	750	850
	0.81	800	900
	1.00	850	950
	1.29	900	1000
	1.60	950	1050
	2.30	1000	1100
	3.20	1100	1200
E	0.65	4400	480
	0.81	470	520
	1.00	500	560
	1.29	540	610
	1.60	570	650
	2.30	620	720
	3.20	690	800
J	0.65	400	500

分度号	偶丝直径 mm	$t_{max}/^{\circ}C$	$t_{max}/^{\circ}C$
		正常使用	扩展使用
	0.81	425	530
	1.00	450	560
	1.29	475	600
	1.60	500	640
	2.30	550	700
	3.20	600	750
T	0.32	200	250
	0.65	215	260
	0.81	225	275
	1.00	250	300
	1.29	300	350
	1.60	300	350

附 录 B
(资料性)
常见材料发射率

B.1 发射率等级

测量目标发射率预设4个等级：粗糙表面 0.95 ϵ ，半粗糙表面 0.80 ϵ ，半光滑表面 0.60 ϵ ，光滑表面 0.30 ϵ 。选择与测量目标最相近的发射率预设值。

B.2 常用材料发射率参考值见表3。

表 3 常用材料发射率参考值

材料名称	规格	发射率 ϵ	材料名称	规格	发射率 ϵ
铝	氧化	0.20-0.40	人体皮肤		0.98
	抛光	0.02-0.04	石墨	氧化	0.20-0.60
铜	氧化	0.40-0.80	塑胶	透明度 >0.5mm	0.95
	抛光	0.02-0.05			
黄金		0.01-0.10	橡胶		0.95
铁	氧化	0.60-0.09	水		0.93
钢	氧化	0.70-0.90	混凝土		0.95
石棉		0.95	水泥		0.96
沥青		0.95	土壤		0.98
陶器		0.95	纺织品		0.95
木炭	粉末	0.96	沙子		0.90

附录 C
(资料性)
危险温度点示例

C.1 固体表面

C.1.1 扫描危险温度区域并对危险温度点进行热点捕捉

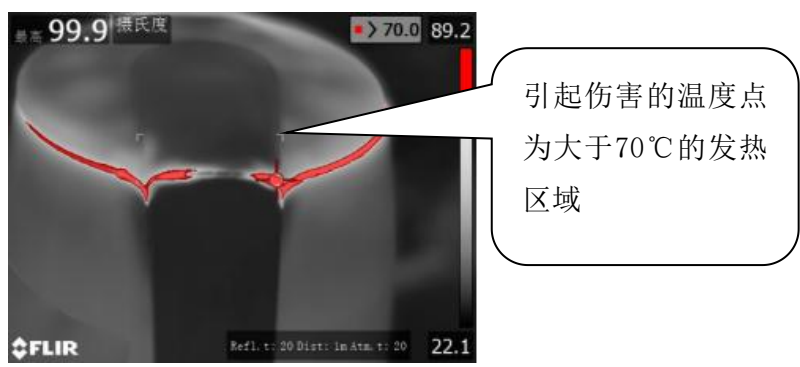


图 C.1.1 红外热成像仪进行热点捕捉

C.1.2 使用热电偶在危险温度区域进行测量

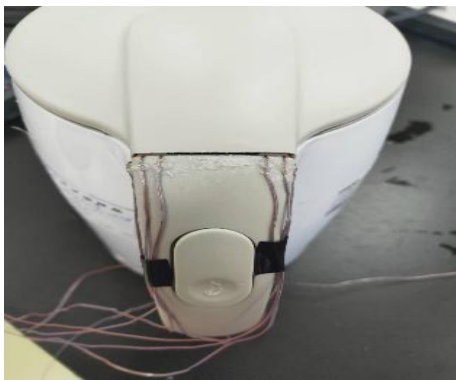


图 C.1.2 热电偶的温度测量

C.1.3 液体

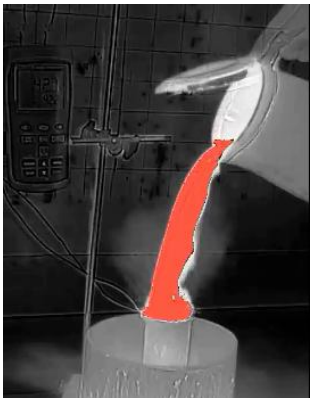


图 C.1.3 红外成像仪进行液体危险温度区域热点捕捉

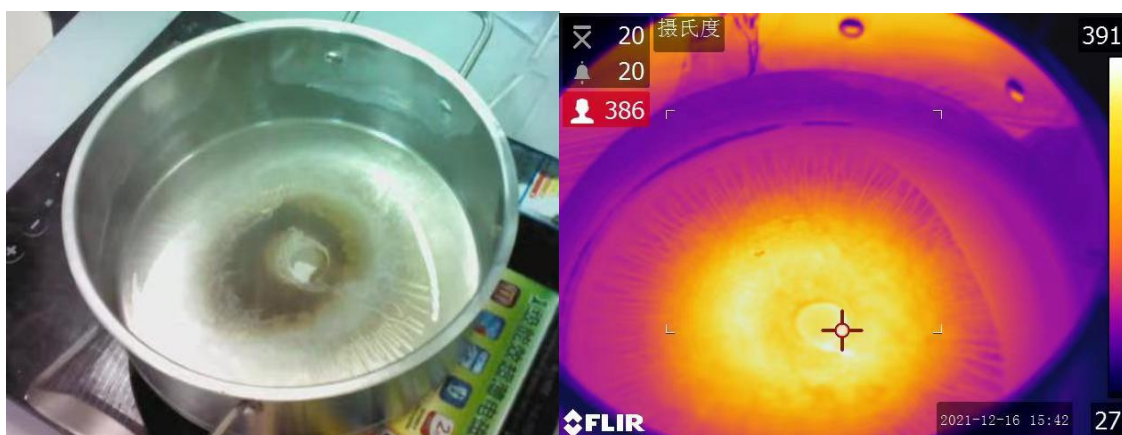


图 C.1.4 红外热像仪测试对装有食用油的容器进行热点捕捉

C.2 气体

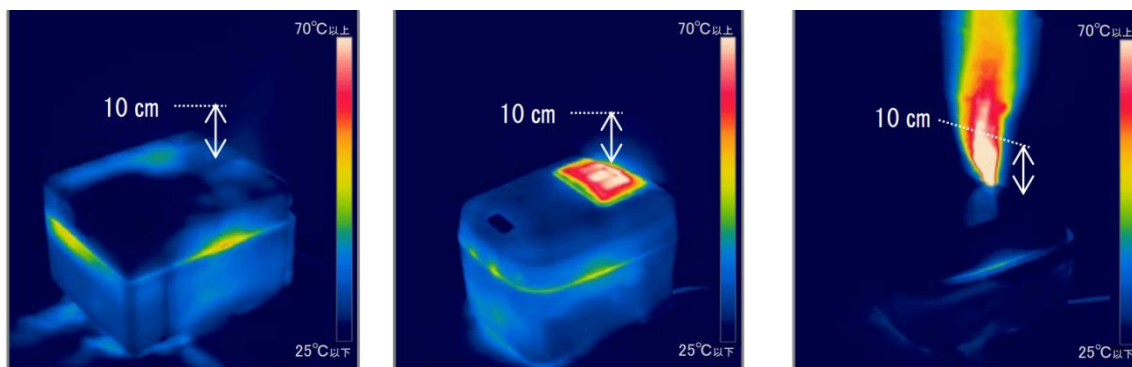


图 C.2 红外热像仪对电饭煲危险温度区域热蒸汽进行热点捕捉

C.3 火焰



图 C.3 热电偶对电芯热失控时的燃烧火焰进行热点捕捉

参 考 文 献

- [1] GB/T 4706.1-2024 家用和类似用途电器的安全 第1部分：通用要求
 - [2] GB 4706.13-2024 家用和类似用途电器的安全 制冷器具、冰淇淋机和制冰机的特殊要求
-