



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 22697.2—2008

## 电气设备热表面灼伤风险评估 第2部分：灼伤阈值

Risk assessment for the temperatures of hot surfaces of electrical  
equipments to be touched—Part 2: Burn thresholds

2008-12-31 发布

2009-11-01 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 ..... III

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 热表面温度因素 ..... 1

4.1 人体温度因素 ..... 1

4.2 设备表面材料 ..... 1

4.3 灼伤温度与灼伤阈值 ..... 1

5 影响灼伤阈值的因素 ..... 2

5.1 接触时间的确定 ..... 2

5.2 灼伤阈值的选择 ..... 2

5.3 材料表面外观 ..... 3

6 灼伤阈值的数据 ..... 3

6.1 接触时间在 1 s~10 s 的灼伤阈值 ..... 3

6.2 接触时间为 1 min 或更长的灼伤阈值 ..... 4

附录 A (资料性附录) 某些材料的热学性能 ..... 8

## 前 言

GB/T 22697《电气设备热表面灼伤风险评估》分为 3 个部分：

- 第 1 部分：总则；
- 第 2 部分：灼伤阈值；
- 第 3 部分：防护措施。

本部分是 GB/T 22697 的第 2 部分。

本部分的制定参照了 CENELEC 导则 29:2007《电气设备易接触热表面灼伤风险评估》。

本部分应与 GB/T 22697.1《电气设备热表面灼伤风险评估 第 1 部分：总则》配套使用。

本部分的附录 A 为资料性附录。

本部分由全国电气安全标准化技术委员会(SAC/TC 25)提出并归口。

本部分主要起草单位：机械工业北京电工技术经济研究所、上海电器科学研究所(集团)有限公司、上海电动工具研究所。

本部分主要起草人：李锋、季慧玉、刘江、方晓燕、李邦协、包革、曾雁鸿、张亮。

本部分为首次发布。

# 电气设备热表面灼伤风险评估

## 第2部分:灼伤阈值

### 1 范围

本部分提出了电气设备的热表面温度因素、影响灼伤阈值的因素以及灼伤阈值的数据。

本部分适用于电气设备热表面灼伤风险评估时选择和确定灼伤阈值。

热功能设备的表面灼伤阈值不在本部分的考虑之内。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 22697 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

GB/T 22697.1—2008 电气设备热表面灼伤风险评估 第1部分:总则

### 3 术语和定义

GB/T 22697.1—2008 确立的术语和定义适用于 GB/T 22697 的本部分。

### 4 热表面温度因素

#### 4.1 人体温度因素

电气设备对人的灼伤取决于人体皮肤温度及接触到热表面后温度升高的持续时间,实际中不能只用简单的方式测定皮肤与电气设备热表面接触时的温度。本部分不考虑人体皮肤温度值,只提示电气设备热表面与皮肤接触时,可能发生灼伤风险。电气设备的热表面温度可以用适当的试具简单测出。

#### 4.2 设备表面材料

人体皮肤与电气设备的热表面接触过程中,导致灼伤风险取决于设备表面的材料组成、皮肤与设备表面持续接触的时间。图1描述了上述关系,并揭示了导热性能相似且灼伤阈值也相似的几组材料,表面温度、表面组成材料及与皮肤持续接触时间的关系。

#### 4.3 灼伤温度与灼伤阈值

灼伤阈值曲线上某一点表示,当人体皮肤与电气设备热表面接触时,在接触时间一定的情况下,出现皮肤浅层灼伤与不发生皮肤灼伤之间的电气设备的表面温度。

电气设备表面温度值在灼伤阈值曲线以下通常不会导致人体皮肤的灼伤,表面温度值在灼伤阈值曲线以上则会导致皮肤发生灼伤。

图1仅对灼伤阈值数据进行描述性说明,便于更好地理解,图1不能精确阐述电气设备的灼伤阈值,准确的灼伤阈值应从图2至图6及表2中选择。

如果接触时间很短,描绘图1~图6中的灼伤阈值不是连续曲线,而是离散曲线。上述情况是考虑到当接触时间很短时,皮肤开始发生灼伤与不发生灼伤之间的温度界限还不完善这一事实而得出的。灼伤阈值取决于以下因素:接触点皮肤的厚度、皮肤表面的湿度(出汗情况)、皮肤沾染杂物(如油脂)、接触紧密度。

当接触时间很长时,确定灼伤阈值的不确定因素比接触时间短的情况下少,可以规定准确的灼伤阈值。不同组材料的灼伤阈值的差别在接触时间很长的情况下也将消失。

5 影响灼伤阈值的因素

5.1 接触时间的确定

5.1.1 一般原则

选择合适的接触时间,最短时间应确定为 0.5 s~1 s。对于需要采取特殊防护措施的人来说,如果希望延长反应时间,应选择较长的接触时间,最长可达 15 s,见表 1。

选择接触时间时,应对接触热表面的人群加以区分,这一点非常重要(见 GB/T 22697.1—2008 中表 1 和本部分的表 1 以及 5.1.2 条规定)。

表 1 接触时间 单位为秒

| 不同人群                               | 接触时间      |
|------------------------------------|-----------|
| 成年人                                | 0.5~1     |
| 不满 2 周岁的儿童                         | 15        |
| 2 周岁以上不满 6 周岁的儿童                   | 4         |
| 6 周岁以上不满 14 周岁的儿童                  | 2         |
| 老年人                                | 1~4       |
| 残疾人                                | 根据其残疾特征确定 |
| 注:成年人与热表面接触时间的准确值根据产品的性质及其使用环境来选择。 |           |

5.1.2 接触时间的选择

5.1.2.1 成年人

对于成年人来说,接触时间的最小值应为 0.5 s~1 s。

5.1.2.2 儿童

对于儿童可能接触表面的情况,由于其年龄小,应延长其反应时间,接触时间的最小值应为 4 s。

对于可能接触表面的儿童年龄在 6 周岁~14 周岁之间,接触时间的最小值应为 2 s。儿童在未满 2 周岁之前,因其反应能力不够快,接触热表面时无法做出及时反应,这类年龄幼小的儿童,接触时间可以到 15 s。

5.1.2.3 老年人

如果老年人触及可能接触表面的情况,则最小接触时间应选择为 1 s。若因其年龄太大而需要延长反应时间,接触时间的最小应为 4 s。

5.1.2.4 残疾人

若残疾人可能接触到热表面,则其最短接触时间应选择为 1 s。产品标准应针对残疾人的特点与产品的使用,特别考虑有关情况。

5.2 灼伤阈值的选择

接触时间在 10 s~60 s 之间的热表面灼伤阈值,可根据本部分的曲线图中接触时间为 10 s 的相应材料的灼伤阈值与表 2 中接触时间为 1 min 的灼伤温度值,通过采用内插法得出。

接触时间大于 1 s、且处于表 2 规定的时间段之间,可根据接触时间与相应材料的灼伤阈值推出对应的灼伤阈值。接触时间为 0.5 s~15 s 之间的灼伤阈值见第 6 章规定。

确定设备温度的极限值,推荐采用以下原则:如果(人体)接触电气设备的表面的可能性很大,则在本部分的各图材料组的灼伤阈值范围内,推荐选择一个接近灼伤阈值下端的温度值;若人体接触热表面的可能性不太大,可选择接近灼伤阈值上端的温度值。

对于本部分各图和表 2 中未明确提及的材料,在某些情况下可根据其导热性能估计其灼伤阈值,其热性能须与下列各组材料的热惯量进行比较:金属材料、陶瓷材料、玻璃材料、塑料材料或木材(见附录 A)。然后,才能从具有相同热惯量的材料组成得出该材料相应的灼伤阈值。上述规定的前提条件是,与本部分规定的材料组的热惯量相比,所求材料的热惯量的数值能够足以精确地测量或评估。若所求



材料的热惯量数值完全不知道,则无法从本部分中得出其灼伤阈值。

若电气产品在正常使用过程中可被儿童接触到,则应选择本部分各图中材料的灼伤阈值范围下部的值,以便其接触时间在 1 s~10 s 之间。对于儿童专用的电气产品,推荐选择灼伤阈值范围下端的值。对于接触时间在 10 s~60 s 之间的电气产品,应在灼伤阈值范围下端运用内插法确定灼伤阈值。若接触时间为 1 min 或更长,表 2 的数据也适用于儿童。

表 2 更长接触时间情况下的灼伤阈值

| 材料         | 接触时间下的灼伤阈值 $T_s/^\circ\text{C}$ |        |           |
|------------|---------------------------------|--------|-----------|
|            | 1 min                           | 10 min | 8 h 或更长时间 |
| 裸金属材料      | 51                              | 48     | 43        |
| 涂保护层的金属材料  | 51                              | 48     | 43        |
| 陶瓷、玻璃和石质材料 | 56                              | 48     | 43        |
| 塑料材料       | 60                              | 48     | 43        |
| 木质材料       | 60                              | 48     | 43        |

注:接触时间在本表规定时间之间的灼伤阈值可用内插法推算。

接触时间为 1 min 的裸金属材料的灼伤阈值(51  $^\circ\text{C}$ )同样适于本表中未规定的其他导热性能良好的材料。

接触时间为 8 h 甚至更长的情况下,所有材料的灼伤阈值均为 43  $^\circ\text{C}$ ,上述数据仅当人体的一小部分(小于人体整个皮肤表面的 10%)或头部的一小部分(小于头部整个皮肤表面的 10%)接触到电气设备的热表面时适用。

如果接触面积不是人体的局部或与电气设备的热表面接触的是面部的关键部位(如鼻孔),即使电气设备的表面温度不超过 43  $^\circ\text{C}$ ,也有可能发生皮肤损伤。

### 5.3 材料表面外观

对于表面粗糙的材料,应选用本部分图中材料的灼伤阈值范围上端的数值。对于表面光滑的材料,应选用灼伤阈值范围下端的数值。

## 6 灼伤阈值的数据

### 6.1 接触时间在 1 s~10 s 的灼伤阈值

#### 6.1.1 概述

接触时间很短的情况下(在 1 s~10 s 之间),灼伤阈值不用数字表示,而是根据接触时间长短用图表示。将导热性相似的不同材料的灼伤阈值综合起来,也以此方式表示。

#### 6.1.2 裸金属材料

图 2 中提供的灼伤阈值适用于裸金属的光滑表面。表面粗糙的金属,其灼伤阈值可能在光滑表面金属的灼伤阈值上方,但不会超过图中给出的灼伤阈值范围中温度值上限的 2  $^\circ\text{C}$ 。

#### 6.1.3 带保护层的金属材料

图 3a)和图 3b)中表示了金属保护层对灼伤阈值的影响,其灼伤阈值是在裸金属的灼伤阈值之上。为了获得带保护层金属材料的灼伤阈值,应在图 2 中所示的裸金属灼伤阈值  $T_s$  的基础上加上一个温度增加值  $\Delta T_s$ ,如图 3a)或图 3b)所示。

#### 6.1.4 陶瓷、玻璃陶瓷、玻璃和石质材料

陶瓷、玻璃陶瓷、玻璃、精瓷和石质材料(如大理石、混凝土等)的灼伤阈值如图 4 所示。

大理石和混凝土的灼伤阈值位于图中灼伤阈值范围的下限。而玻璃的灼伤阈值处于灼伤阈值范围的上限。

#### 6.1.5 塑料材料

塑料材料(如聚酰胺、丙烯酸酯类有机玻璃、聚四氟乙烯、硬塑料等材料)的灼伤阈值如图 5 所示。

注:塑料材料的导热性取决于其化学组成成分,不同塑料材料的导热性有很大的差别,大多数固体塑料的灼伤阈值范围如图 5 所示。但对导热性与 6.1.5 条中规定的材料有明显区别的塑料材料,则不适用图 5 中所示的灼伤阈值。

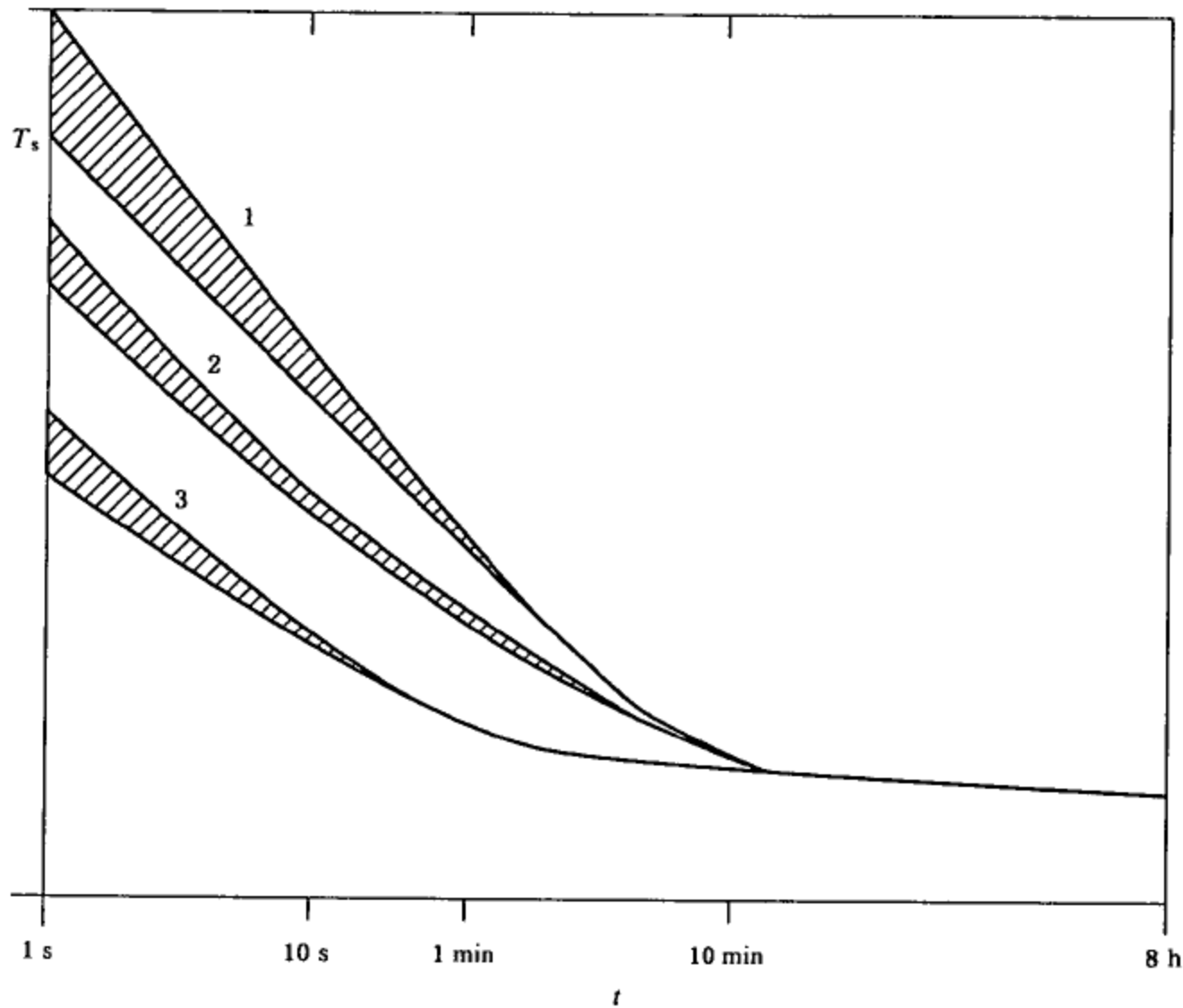
6.1.6 木质材料

木质材料的灼伤阈值范围如图 6 所示。

对于水含量很小的软木质材料,应适用于木质材料灼伤阈值范围上限的数值。对于水含量很大的硬木质材料,应采用木质材料灼伤阈值范围下限的数值。

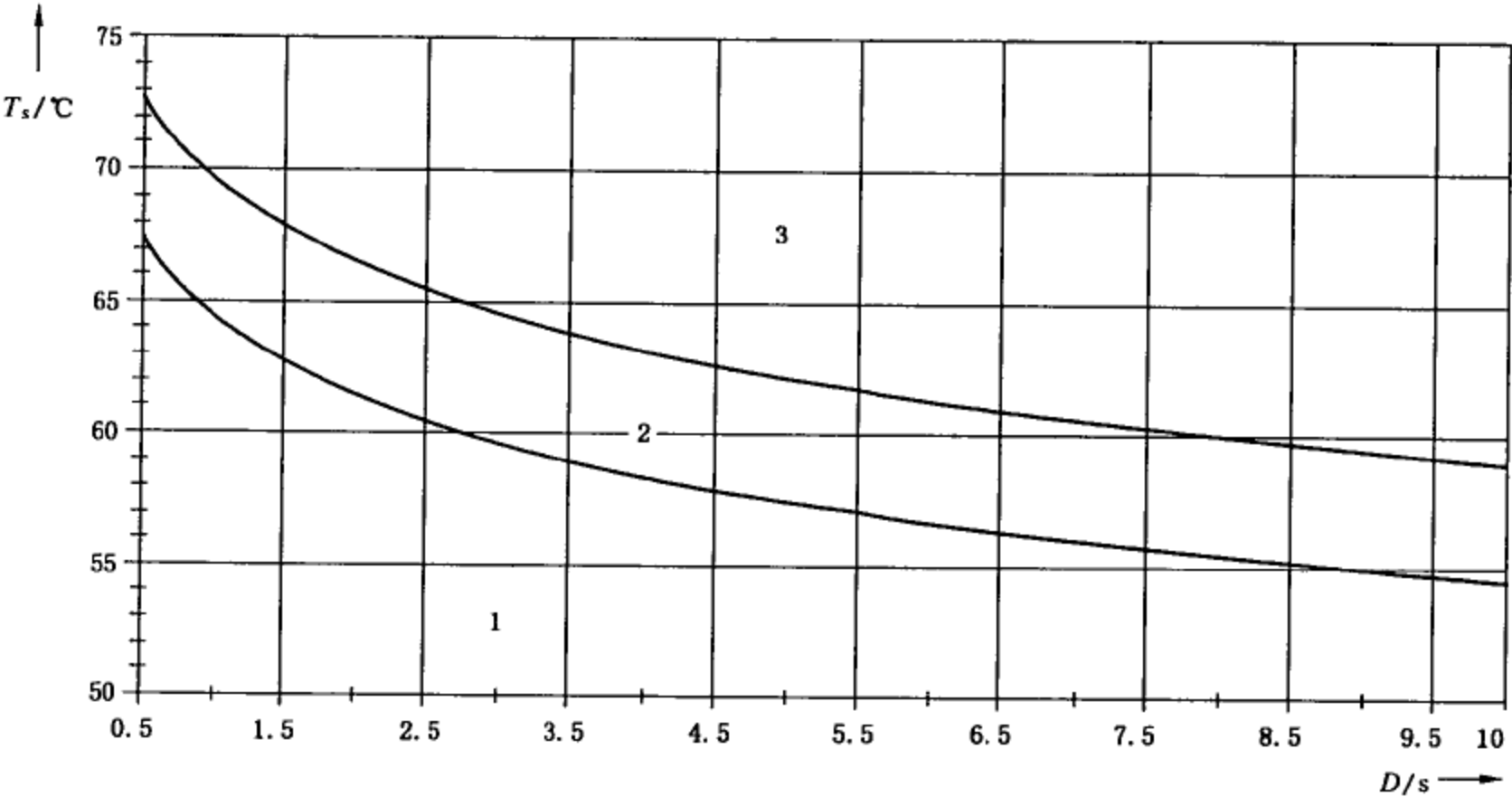
6.2 接触时间为 1 min 或更长的灼伤阈值

表 2 给出的灼伤阈值是皮肤与热表面的接触时间在 1 min 和超过 1 min 以上的情况下所适用的灼伤阈值。



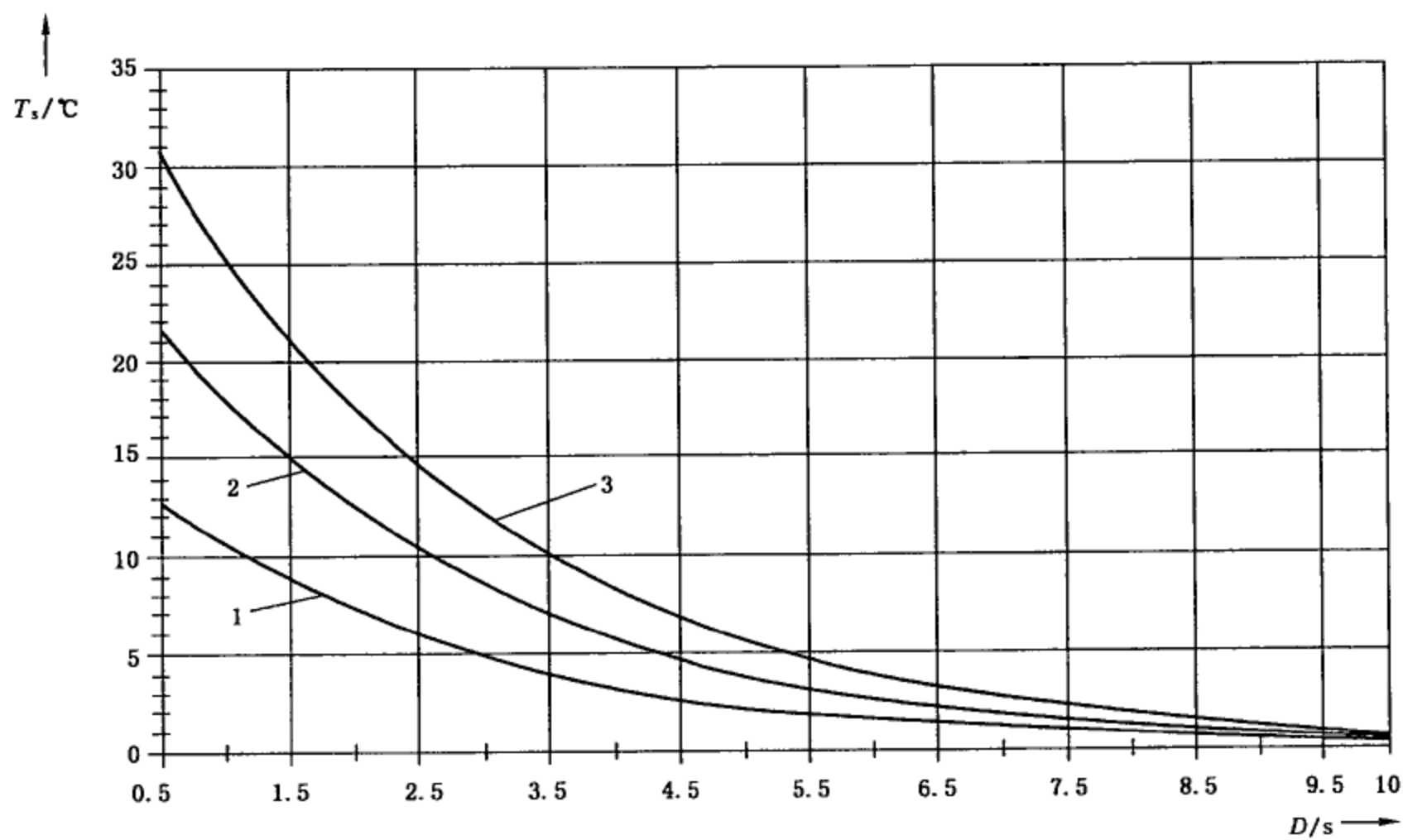
注：阴影 1 表示塑料材料的灼伤阈值；阴影 2 表示陶瓷材料的灼伤阈值；阴影 3 表示金属材料的灼伤阈值。

图 1 人体皮肤接触电气设备热表面时,灼伤阈值与接触时间关系图



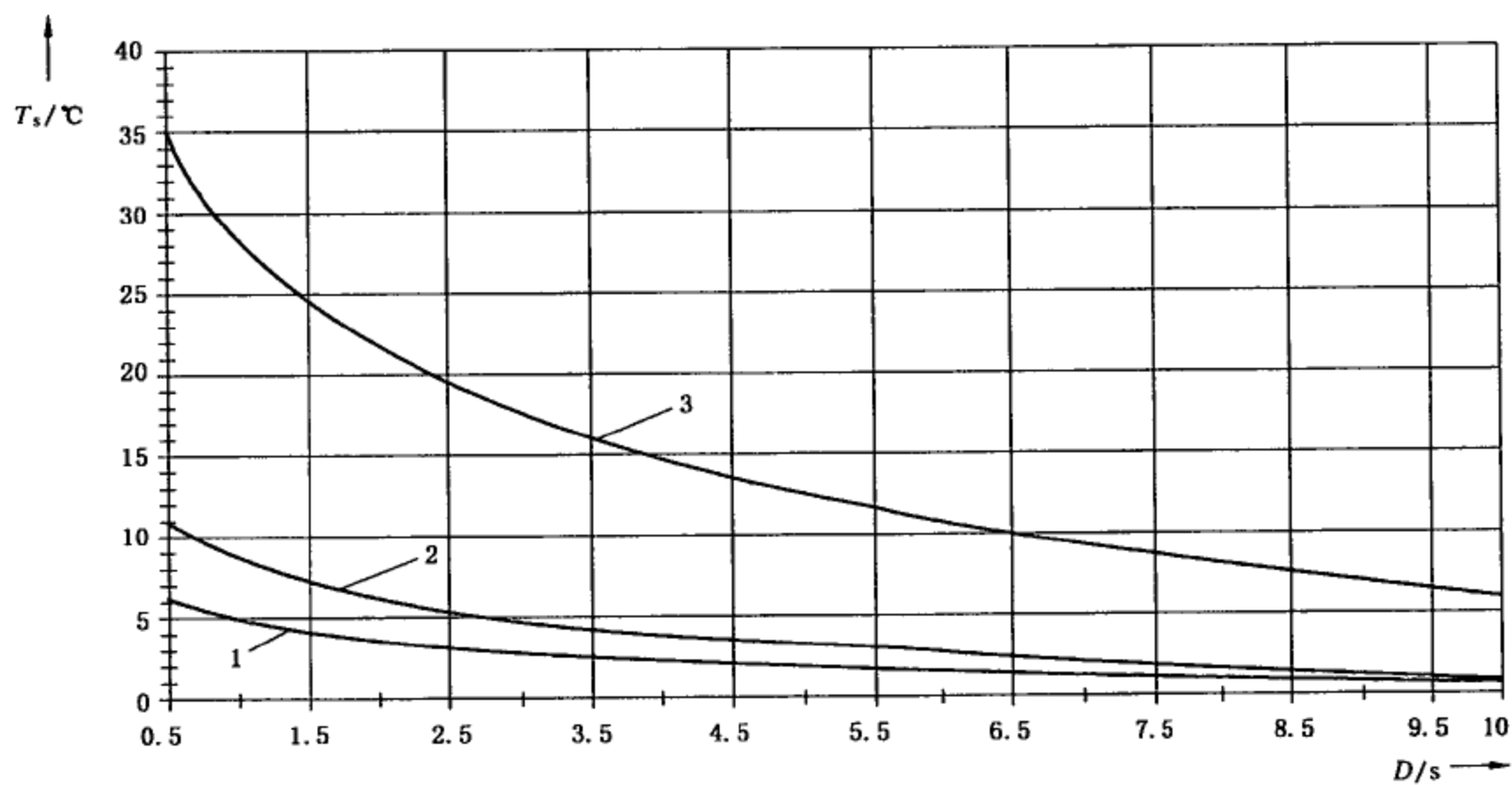
注：区域 1 表示没有灼伤风险；区域 2 表示灼伤阈值；区域 3 表示存在发生灼伤风险。

图 2 人体皮肤与无涂层的裸金属的热光滑表面接触情况下的灼伤阈值



注：曲线 1 表示涂有 50  $\mu\text{m}$  漆保护层；曲线 2 表示涂有 100  $\mu\text{m}$  漆保护层；曲线 3 表示涂有 150  $\mu\text{m}$  漆保护层。

a) 涂有 50  $\mu\text{m}$ 、100  $\mu\text{m}$  和 150  $\mu\text{m}$  漆保护层的金属材料的表面温度  
与图 2 中裸金属材料的灼伤阈值的比较

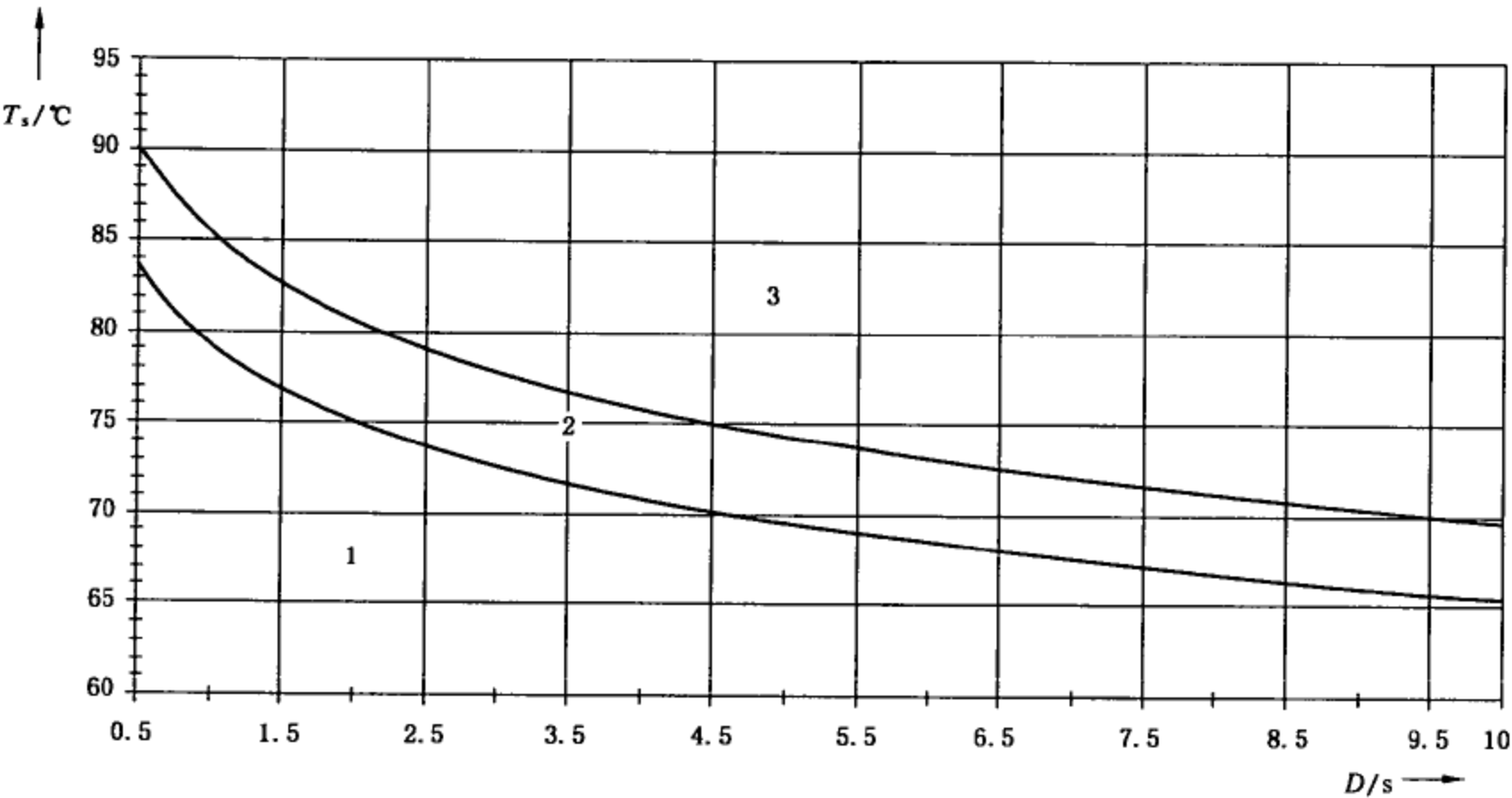


注：曲线 1 表示涂有 160  $\mu\text{m}$  搪瓷保护层或涂有 60  $\mu\text{m}$  粉状涂料层；曲线 2 表示涂有 90  $\mu\text{m}$  粉状涂料层；曲线 3 表示涂有聚酰胺 11 或 12(厚度为 400  $\mu\text{m}$ )。

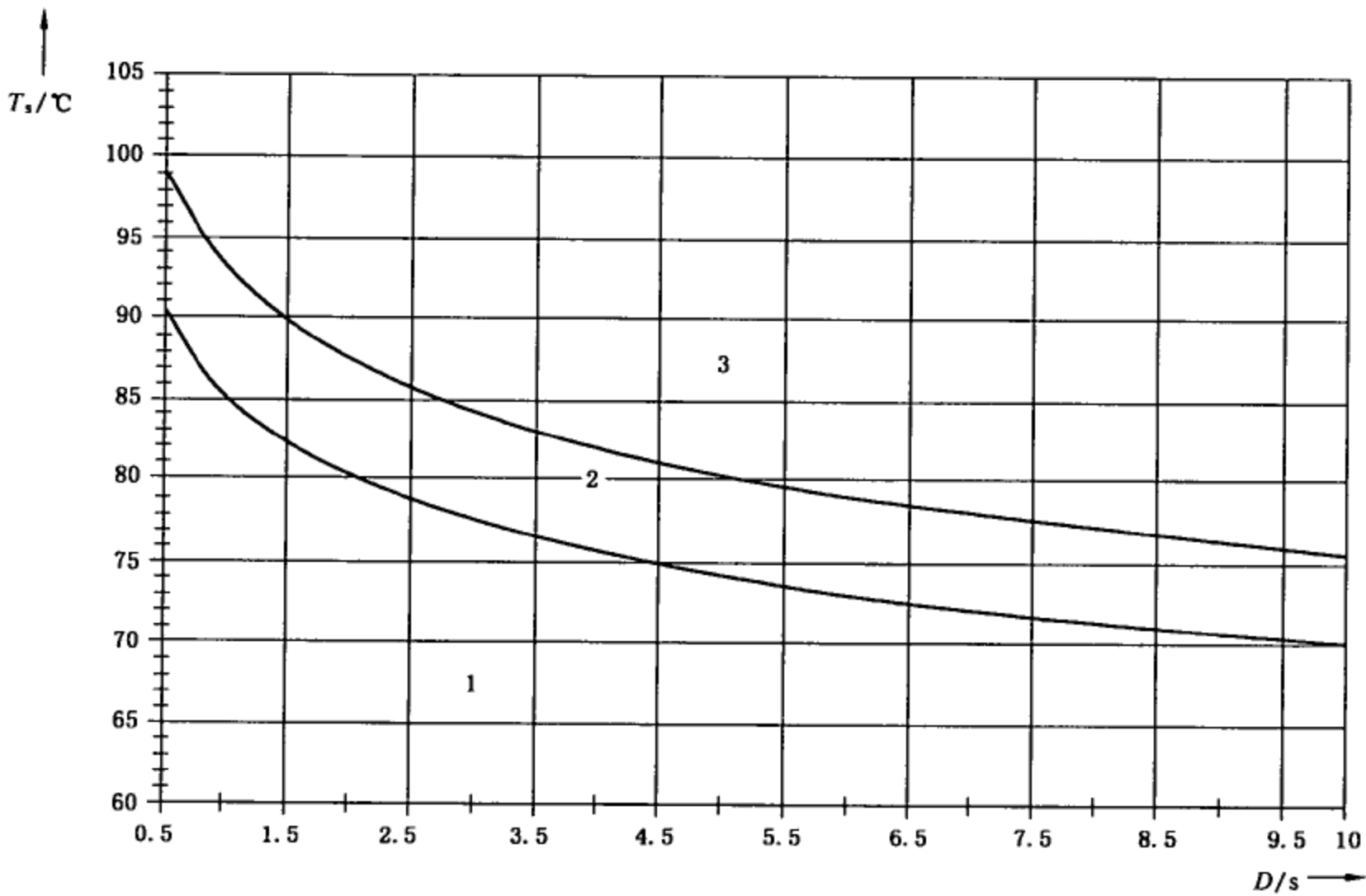
b) 涂有搪瓷(160  $\mu\text{m}$ )或粉状涂料层(60  $\mu\text{m}$ )、粉状涂料层(90  $\mu\text{m}$ )和聚酰胺保护层  
(厚度为 400  $\mu\text{m}$ )的金属材料的表面温度与图 2 中裸金属材料的灼伤阈值的比较

图 3 金属保护层对灼伤阈值的影响

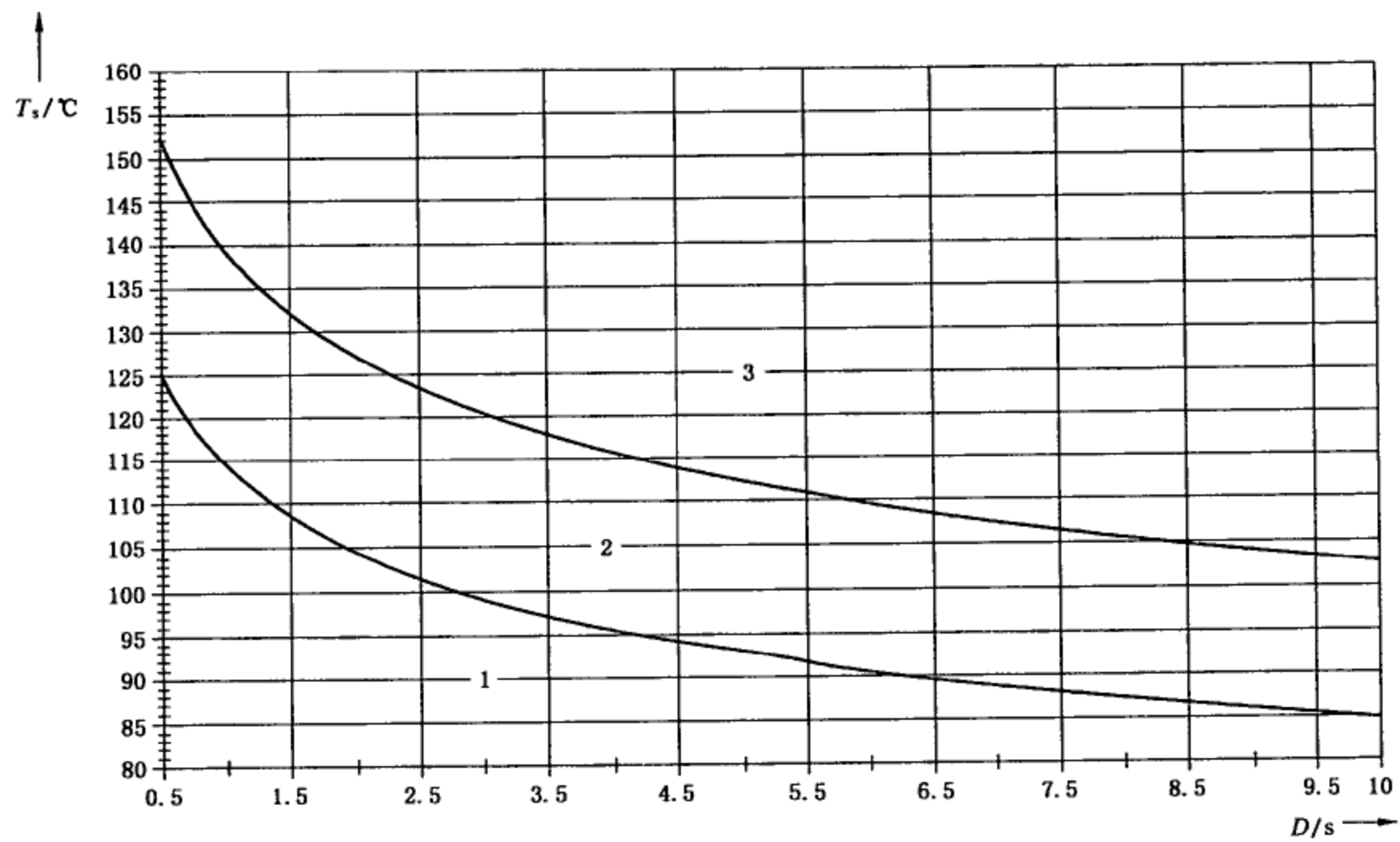




注：区域 1 表示没有灼伤风险；区域 2 表示灼伤阈值；区域 3 表示存在发生灼伤风险。  
图 4 人体皮肤与陶瓷、玻璃和石质材料热光滑表面时的灼伤阈值



注：区域 1 表示没有灼伤风险；区域 2 表示灼伤阈值；区域 3 表示存在发生灼伤风险。  
图 5 人体皮肤与塑料热光滑表面时的灼伤阈值



注：区域 1 表示没有灼伤风险；区域 2 表示灼伤阈值；区域 3 表示存在发生灼伤风险。

图 6 人体皮肤与木质材料热光滑表面时的灼伤阈值

附 录 A  
(资料性附录)  
某些材料的热学性能

表 A.1 某些材料的热性能(实验数据)

| 材料                                    | 导热系数<br>$W/(m \cdot K)$ | 比热(热容量)<br>$10^3 \cdot J/(kg \cdot K)$ | 密度<br>$10^3 \cdot kg/m^3$ | 热惯量<br>$10^6 \cdot J^2/(s \cdot m^4 \cdot K^2)$ |
|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------|
| 皮肤(平均值)                               | 0.55                    | 4.6                                    | 0.9                       | 2.3                                             |
| 水                                     | 0.60                    | 4.19                                   | 1.0                       | 2.53                                            |
| 金属材料                                  |                         |                                        |                           |                                                 |
| 铝                                     | 203                     | 0.872                                  | 2.71                      | 481                                             |
| 黄铜(平均值)                               | 85.5                    | 0.377                                  | 8.9                       | 286                                             |
| 钢                                     | 45.3                    | 0.461                                  | 7.8                       | 163                                             |
| 玻璃材料                                  |                         |                                        |                           |                                                 |
| 普通玻璃                                  | 0.88                    | 0.670                                  | 2.6                       | 1.51                                            |
| 派热克斯玻璃                                | 1.13                    | 0.838                                  | 2.25                      | 2.14                                            |
| 硼钠硅酸盐                                 | 1.22                    | 0.838                                  | 2.2                       | 2.25                                            |
| 石质材料                                  |                         |                                        |                           |                                                 |
| 石头                                    | 0.92                    | 0.838                                  | 2.3                       | 1.77                                            |
| 砖                                     | 0.63                    | 0.838                                  | 1.7                       | 0.90                                            |
| 大理石                                   | 2.30                    | 0.880                                  | 2.7                       | 5.48                                            |
| 混凝土                                   | 2.43                    | 0.922                                  | 2.47                      | 5.51                                            |
| 塑料(平均值)                               | 0.25                    | 1.55                                   | 1.28                      | 0.49                                            |
| ABS 树脂                                | 0.18                    | 1.51                                   | 1.04                      | 0.21                                            |
| 碳氟化合物                                 | 0.25                    | 0.922                                  | 2.13                      | 0.49                                            |
| 聚酰胺 6、11、6、6                          | 0.21                    | 2.10                                   | 1.11                      | 0.49                                            |
| 乙缩醛                                   | 0.23                    | 1.47                                   | 1.43                      | 0.46                                            |
| 醋酸纤维素                                 | 0.26                    | 1.51                                   | 1.28                      | 0.49                                            |
| 聚苯乙烯 GP                               | 0.12                    | 1.43                                   | 1.05                      | 0.18                                            |
| 聚乙烯塑料(平均值)                            | 0.32                    | 2.10                                   | 0.93                      | 0.61                                            |
| 酚醛塑料(平均值)                             | 0.42                    | 1.38                                   | 1.25                      | 0.72                                            |
| 聚丙烯塑料                                 | 0.12                    | 1.93                                   | 0.9                       | 0.21                                            |
| 木质材料(平均值)                             | 0.18                    | 1.72                                   | 0.66                      | 0.233                                           |
| 白腊木                                   | 0.18                    | 1.80                                   | 0.65                      | 0.205                                           |
| 桦木                                    | 0.17                    | 1.59                                   | 0.71                      | 0.193                                           |
| 橡木                                    | 0.19                    | 1.72                                   | 0.70                      | 0.230                                           |
| 松木                                    | 0.16                    | 1.76                                   | 0.60                      | 0.169                                           |
| 注：派热克斯玻璃是一种耐热玻璃，提供该产品的相关资料仅为方便本部分的使用。 |                         |                                        |                           |                                                 |

中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
电气设备热表面灼伤风险评估  
第 2 部分：灼伤阈值  
GB/T 22697.2—2008

\*

中国标准出版社出版发行  
北京复兴门外三里河北街 16 号  
邮政编码：100045

网址 [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)

电话：68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
各地新华书店经销

\*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 19 千字  
2009 年 3 月第一版 2009 年 3 月第一次印刷

\*

书号：155066·1-35957

如有印装差错 由本社发行中心调换  
版权专有 侵权必究  
举报电话：(010)68533533



GB/T 22697.2—2008