

中华人民共和国国家标准

GB/T 5169.44—2013/IEC 60695-1-11:2010
部分代替 GB/T 5169.2—2002

电工电子产品着火危险试验 第 44 部分：着火危险评定导则 着火危险评定

Fire hazard testing for electric and electronic products—
Part 44: Guidance for assessing the fire hazard—
Fire hazard assessment

(IEC 60695-1-11:2010, Fire hazard testing—Part 1-11:Guidance for
assessing the fire hazard of electrotechnical products—
Fire hazard assessment, IDT)

2013-12-17 发布

2014-04-09 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	I
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 着火危险评定元素	7
4.1 引燃源	7
4.2 着火危险	7
4.3 着火风险	7
4.4 着火危险评定	7
5 着火危险试验	7
6 着火危险评定流程	8
6.1 概述	8
6.2 产品范围和使用环境的界定	8
6.3 火情的确认和分析	8
6.4 火情结果可接受标准的选择	11
6.5 性能要求	11
6.6 试验结果的说明	11
6.7 间接试验	11
7 着火危险评定的范围和局限性	12
8 着火试验的要求和说明	12
附录 A (资料性附录) 在简单的假定火情条件下,电工绝缘材料的可接受毒性产值计算	17
附录 B (资料性附录) 硬塑料导管的使用——着火危险评定	22
参考文献	32

前 言

GB/T 5169《电工电子产品着火危险试验》已经或计划发布以下部分：

- 第 1 部分：着火试验术语；
- 第 2 部分：着火危险评定导则 总则；
- 第 3 部分：电子元件着火危险评定技术要求和试验规范制定导则；
- 第 5 部分：试验火焰 针焰试验方法 装置、确认试验方法和导则；
- 第 9 部分：着火危险评定导则 预选试验程序 总则；
- 第 10 部分：灼热丝/热丝基本试验方法 灼热丝装置和通用试验方法；
- 第 11 部分：灼热丝/热丝基本试验方法 成品的灼热丝可燃性试验方法；
- 第 12 部分：灼热丝/热丝基本试验方法 材料的灼热丝可燃性指数(GWFI)试验方法；
- 第 13 部分：灼热丝/热丝基本试验方法 材料的灼热丝起燃温度(GWIT)试验方法；
- 第 14 部分：试验火焰 1 kW 标称预混合型火焰 设备、确认试验方法和导则；
- 第 15 部分：试验火焰 500 W 火焰 装置和确认试验方法；
- 第 16 部分：试验火焰 50 W 水平与垂直火焰试验方法；
- 第 17 部分：试验火焰 500 W 火焰试验方法；
- 第 18 部分：燃烧流的毒性 总则；
- 第 19 部分：非正常热 模压应力释放变形试验；
- 第 20 部分：火焰表面蔓延 试验方法概要和相关性；
- 第 21 部分：非正常热 球压试验；
- 第 22 部分：试验火焰 50 W 火焰 装置和确认试验方法；
- 第 23 部分：试验火焰 管形聚合物材料 500 W 垂直火焰试验方法；
- 第 24 部分：着火危险评定导则 绝缘液体；
- 第 25 部分：烟模糊 总则；
- 第 26 部分：烟模糊 试验方法概要和相关性；
- 第 27 部分：烟模糊 小规模静态试验方法 仪器说明；
- 第 28 部分：烟模糊 小规模静态试验方法 材料；
- 第 29 部分：热释放 总则；
- 第 30 部分：热释放 试验方法概要和相关性；
- 第 31 部分：火焰表面蔓延 总则；
- 第 32 部分：热释放 绝缘液体的热释放；
- 第 42 部分：试验火焰 确认试验 导则；
- 第 44 部分：着火危险评定导则 着火危险评定。

本部分为 GB/T 5169 的第 44 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分代替 GB/T 5169.2—2002《电工电子产品着火危险试验 第 2 部分：着火危险评定导则 总则》中的部分内容，未被代替的内容为下述四个方面：着火危险试验的基本原则、着火试验的类型、定性着火试验的使用建议，以及着火危险试验要求和规范的制定程序。这四方面内容被纳入 GB/T 5169.2—2013《电工电子产品着火危险试验 第 2 部分：着火危险评定导则 总则》中。本部分与 GB/T 5169.2—2002 相关内容相比主要技术变化如下：

- 增加了着火危险试验概述(见第5章);
- 修改了火情的确定和分析(见6.3,2002年版4.2.2.2);
- 增加了产品在着火危险评定时的性能要求(见6.5);
- 增加了产品在着火危险评定时的间接试验要求(见6.7);
- 增加了着火危险评定的范围和局限性介绍(见第7章);
- 修改了着火危险评定流程图(见图1~图4,2002年版流程图1~流程图2F)。

本部分使用翻译法等同采用 IEC 60695-1-11:2010《着火危险试验 第1-11部分:电工产品着火危险评定导则 着火危险评定》。

本部分做了下列编辑性修改:

- 为与现有标准系列一致,将标准名称改为《电工电子产品着火危险试验 第44部分:着火危险评定导则 着火危险评定》;
- 按照我国标准中图编号的编排规定,将文中的图编号“流程图1”、“流程图1a)”、“流程图1b)”、“流程图1c)”和“流程图2”分别改为:“图1”、“图2”、“图3”、“图4”和“图5”;
- 删除了第1章中最后三段资料性内容。

本部分由中国电器工业协会提出。

本部分由全国电工电子产品着火危险试验标准化技术委员会(SAC/TC 300)归口。

本部分负责起草单位:中国电器科学研究院有限公司。

本部分参加起草单位:宁波润轴汽配有限公司、宁波捷胜海洋开发有限公司、深圳市计量质量检测研究院、工业和信息化部电子第五研究所、机械工业电工材料及特种线缆产品质量监督检测中心、广东检验检疫局检验检疫技术中心、威凯检测技术有限公司、深圳出入境检验检疫局工业品检测技术中心、山东省产品质量监督检验研究院。

本部分主要起草人:揭敢新、柯赐龙、贺波、田松林、张元钦、郭汉洋、武政、夏庆云、陈坚、田国英。

本部分于1985年首次发布,2002年第一次修订,本次为第二次修订(分为了两个部分)。

引 言

所有电工电子产品的设计都应考虑着火风险和潜在的着火危险。对元件、电路和设备的设计以及材料的筛选目的在于,即使发生了可预见的异常使用、故障和失效,也能将潜在的着火风险降低到可以接受的水平。本部分与 GB/T 5169.2—2013 一起为如何达到这一目的提供了指导。

首要目的是防止带电部件引发起燃,如果发生起燃,也要将着火限制在电工电子产品外壳内。

次要目的是将火焰蔓延至产品外的范围降到最低,以及将包括热、烟、毒性或腐蚀性的燃烧产物的有害影响降到最低。

涉及电工电子产品的火灾也可能因非电的外部引燃源引发。总体风险评估应考虑这一因素。

着火危险评定用于识别产品火灾事件(火情)的种类,并用于确定可测量的着火性能与这类事件结果的相关程度,以及确定适合于能导致可接受火灾结果或完全消除火灾事件的性能的试验方法和操作要求。

附录 A 给出了一个相对简单的适用于来自燃烧物毒性危害的着火危险评定流程。

附录 B 给出了一个相对复杂的适用于电工电子产品(硬塑料导管)的着火危险评定流程。

应注意 IEC 指南 104 的有关原则,以及起到安全水平职能和安全团体职能的技术委员会的作用。

电工电子产品着火危险试验

第 44 部分：着火危险评定导则

着火危险评定

1 范围

GB/T 5169 的本部分规定了电工电子产品着火危险评定导则和对人、动物及财物有直接危害的着火危险试验方法的制定导则。本部分所说的产品是指完整的电工电子设备及其部件(包括元件)和电工电子绝缘材料。

本部分概述了识别适合于产品着火试验方法和操作准则的危险评定程序。该方法的原则是识别与产品有关的火灾事件(火情),并确定可测量的着火性能与这类事件发生的可能性及结果的相关程度,以及确定适合于能导致可接受火灾结果或完全消除火灾事件的性能的试验方法和操作要求。

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 5169.2—2013 电工电子产品着火危险试验 第 2 部分：着火危险评定导则 总则 (IEC 60695-1-10:2009, IDT)

GB/T 5169.20—2006 电工电子产品着火危险试验 第 20 部分：火焰表面蔓延 试验方法概要和相关性 (IEC 60695-9-2:2005, IDT)

GB/T 5169.26—2008 电工电子产品着火危险试验 第 26 部分：烟模糊 试验方法概要和相关性 (IEC 60695-6-2:2005, IDT)

GB/T 5169.30—2008 电工电子产品着火危险试验 第 30 部分：热释放 试验方法概要和相关性 (IEC 60695-8-2:2008, IDT)

ISO/TR 13387:1999(所有部分) 消防安全工程 (Fire safety engineering)

ISO/IEC 13943:2008 消防安全 词汇 (Fire safety—Vocabulary)

IEC 60695-1-21:2008 着火危险试验 第 1-21 部分：电工产品的着火危险评定导则 起燃性 试验方法概要和相关性 (Fire hazard testing—Part 1-21: Guidance for assessing the fire hazard of electro-technical products—Ignitability—Summary and relevance of test methods)

IEC/TS 60695-5-2:2002 着火危险试验 第 5-2 部分：燃烧流的腐蚀危害 试验方法概要和相关性 (Fire hazard testing—Part 5-2: Corrosion damage effects of fire effluents—Summary and relevance of test methods)

IEC/TR 60695-7-2:2002 着火危险试验 第 7-2 部分：燃烧流的毒性 试验方法概要和相关性 (Fire hazard testing—Part 7-2: Toxicity of fire effluent—Summary and relevance of test methods)

3 术语和定义

ISO/IEC 13943:2008 的术语和定义适用于本文件,为方便使用,将其中部分引用于下文。

3.1

窒息物质 asphyxiant

引起组织缺氧而导致中枢神经系统衰弱或心血管系统受影响的有毒物质。

注：能产生意识丧失和最终死亡。

[ISO/IEC 13943:2008,定义 4.17]

3.2

可用安全逃生时间 available safe escape time;ASET

对于一个室内人员而言,其可用逃生时间为起燃时间点至估计室内人员已无能力逃生时间点之间的时间间隔,室内人员无能力逃生即指其不能采取有效逃生行为而到达安全避难所或其他安全的地方。

注 1: 起燃时间可为已知的,例如在某些着火模型或着火试验中;该时间亦可被假设,例如基于评估工作对所察觉到的时间的反应。基本上,起燃时间的测定都是被规定的。

注 2: 该定义等同于无能力致使不能逃生。其他的 ASET 衡量标准也可用。如果存在替代标准,有必要进行说明。

注 3: 每个室内人员可能会有不同的 ASET 值,这取决于室内人员的个人特征。

[ISO/IEC 13943:2008,定义 4.20]

3.3

建筑环境 built environment

建筑物或其他构造。

示例: 海上平台、土木工程建筑(如:隧道、桥梁和矿井)以及交通工具(如:汽车和船舶)。

注: ISO 6707-1 包含大量与建筑环境相关的术语和定义。

[ISO/IEC 13943:2008,定义 4.26]

3.4

燃烧 combustion

物质与氧化剂的放热反应。

注: 燃烧通常会放出燃烧流,并伴有火焰和/或灼热。

[ISO/IEC 13943:2008,定义 4.46]

3.5

燃烧产物 combustion product/product of combustion

燃烧所得的固体、液体和气体物质。

注: 燃烧产物可以包括燃烧流、灰尘、烧焦物、灰渣和/或烟尘。

[ISO/IEC 13943:2008,定义 4.48]

3.6

有效燃烧热 effective heat of combustion

在给定的时间间隔内,试样燃烧产生的热释放除以其质量损失。

注 1: 如果试样全部转化为挥发性的燃烧产物或者所有燃烧产物均被完全氧化,则该有效燃烧热等同于燃烧的净热值。

注 2: 其代表性单位为千焦每克($\text{kJ} \cdot \text{g}^{-1}$)。

[ISO/IEC 13943:2008,定义 4.74]

3.7

周围环境 environment

当暴露于火灾中时,可能对事物或人造成影响的条件和周围情况。

[ISO/IEC 13943:2008,定义 4.80]

3.8

逃生 escape

能到达避难所或安全场所的有效行为。

[ISO/IEC 13943:2008, 定义 4.82]

3.9

暴露剂量 exposure dose

可吸入毒性气体或燃烧流的最大量的测定,通过浓度-时间曲线下的面积积分得出。

注 1: 对于燃烧流,其代表性单位为克乘以分钟每立方米($\text{g} \cdot \text{min} \cdot \text{m}^{-3}$)。

注 2: 对于毒性气体,其代表性单位为微升乘以分钟每升($\mu\text{L} \cdot \text{min} \cdot \text{L}^{-1}$)(在 $T=298 \text{ K}$ 、 $P=1 \text{ atm}$ 时)。

[ISO/IEC 13943:2008, 定义 4.89]

3.10

烟的消光面积 extinction area of smoke

烟所占的体积乘以烟的消光系数。

注: 是对烟总量的一种测量,其代表性单位为平方米(m^2)。

[ISO/IEC 13943:2008, 定义 4.92]

3.11

着火 fire

(通常)以排放热和燃烧流为特征的燃烧过程,常伴有烟和/或火焰和/或灼热。

注: 在英语中,“fire”用于表示三种概念,其中的着火(3.12)和火灾(3.13)两个是关于不同方式的自支持燃烧的特定类型,它们在法语和德语中为两个不同的术语。

[ISO/IEC 13943:2008, 定义 4.96]

3.12

着火 fire

(受控的)有意提供有用效果的自燃,其燃烧程度在时间和空间上受到控制。

[ISO/IEC 13943:2008, 定义 4.97]

3.13

火灾 fire

(非受控的)无意提供有用效果的自燃,其燃烧程度在时间和空间上不受控制。

[ISO/IEC 13943:2008, 定义 4.98]

3.14

燃烧流 fire effluent

在着火情况下,由燃烧或热解产生的所有气体和气溶胶,包括悬浮颗粒。

[ISO/IEC 13943:2008, 定义 4.105]

3.15

火势的发展 fire growth

放热速率和温度增加的着火发展阶段。

[ISO/IEC 13943:2008, 定义 4.111]

3.16

着火危险 fire hazard

由着火引起不期望的潜在性物质或条件。

[ISO/IEC 13943:2008, 定义 4.112]

3.17

着火风险 fire risk

着火伴有其后果可量化测定的可能性。

注: 通常用着火发生概率和着火后果的乘积对其进行评估。

[ISO/IEC 13943:2008, 定义 4.124]

3.18

消防安全工程 fire safety engineering

通过分析特定火情或量化一组火情风险,以基于科学原理的工程方法来改进或评定建筑环境方面设计的一种应用。

[ISO/IEC 13943:2008,定义 4.126]

3.19

火情 fire scenario

通过识别研究所用的火的特性以及它与其他可能发生的着火之间的区别的关键事物,来对着火在时间方面的进程的一种定性描述。

注:其典型地定义了起燃和火势的发展进程,完全着火阶段,着火衰退阶段,以及影响着火进程的环境和体系。

[ISO/IEC 13943:2008,定义 4.129]

3.20

着火试验 fire test

测定着火性能或将事物暴露于火灾影响范围内。

注:着火试验的结果可用于定量试样着火的严重性或测定其耐火性或着火反应。

[ISO/IEC 13943:2008,定义 4.132]

3.21

火焰前沿 flame front

在材料表面或经由气体混合物传播的有焰燃烧区域边界。

[ISO/IEC 13943:2008,定义 4.136]

3.22

火焰蔓延 flame spread

火焰前沿的传播。

[ISO/IEC 13943:2008,定义 4.142]

3.23

轰燃 flashover

〈着火的阶段〉在一定范围内,可燃材料的整个表面突然转入着火状态。

[ISO/IEC 13943:2008,定义 4.156]

3.24

有效剂量分数 fractional effective dose; FED

一种窒息性物质的暴露剂量与预期对普通敏感性暴露对象会产生特定影响的窒息性物质的暴露剂量之比。

注1:概念上,FED涉及所有影响,包括无能力、致命性或其他最终影响。

注2:如果不是用于某种特定的窒息物质时,术语 FED 代表燃烧氛围中所有窒息物质 FED 的总和。

注3:有效剂量分数是无量纲的。

[ISO/IEC 13943:2008,定义 4.160]

3.25

热释放 heat release

燃烧产生的热能量。

注:其代表性单位为焦耳(J)。

[ISO/IEC 13943:2008,定义 4.176]

3.26

热释放速率 **heat release rate**

燃烧速率(不推荐)

燃烧的速率(不推荐)

燃烧产生热能量的速率。

注：其代表性单位为瓦特(W)。

[ISO/IEC 13943:2008,定义 4.177]

3.27

起燃 **ignition**

持久的起燃(不推荐)

〈通常〉燃烧的开始。

[ISO/IEC 13943:2008,定义 4.187]

3.28

起燃 **ignition**

持久的起燃(不推荐)

〈有焰燃烧〉持续火焰的开始。

[ISO/IEC 13943:2008,定义 4.188]

3.29

无能力 **incapacitation**

身体无能力完成特定任务的状况。

注：例如从火灾中逃生的特定任务。

[ISO/IEC 13943:2008,定义 4.194]

3.30

刺激物 **irritant(n)**

〈感观的/上呼吸道的〉会刺激眼睛、鼻子、口、咽喉以及呼吸道中神经受体的气体和气溶胶,同时引起不同程度的不适和疼痛,产生许多生理防御反应。

注：生理防御反应包括闭眼、流泪、咳嗽,以及支气管收缩的反射动作。

[ISO/IEC 13943:2008,定义 4.203]

3.31

质量损失率 **mass loss rate**

在规定条件下,试样单位时间损失的质量。

注：其代表性单位为克每秒($\text{g} \cdot \text{s}^{-1}$)。

[ISO/IEC 13943:2008,定义 4.224]

3.32

烟模糊 **obscuration by smoke**

由于穿过烟使得光的强度降低。

注1：实际上,烟模糊通常以百分比形式的透射率来测得。

注2：烟模糊是由能见度降低引起的。

[ISO/IEC 13943:2008,定义 4.242]

3.33

定性着火试验 **qualitative fire test**

为以下两种着火试验之一：

a) 合格/不合格试验;或者

b) 通过测定试样在一种性能分类顺序中的定位来对其性能进行分类的试验。

3.34

定量着火试验 quantitative fire test

定量着火试验需要考虑产品的使用环境,试验条件就是基于这一使用环境或与其相关的,试验测定试样的一种或多种性能,用相当精确的术语和合理的科学单位来表达对于着火风险的定量评定。

3.35

辐射热通量 radiant heat flux

单位面积上以热辐射形式发出的、传递或接收到的能量。

注:其代表性单位为千瓦每平方米($\text{kW} \cdot \text{m}^{-2}$)。

[ISO/IEC 13943:2008,定义 4.269]

3.36

着火反应 reaction to fire

在着火试验中,试样在规定条件下暴露在火中的反应。

注:阻燃被认为是一种特殊的情况,一般不认为它是“着火反应”的性能。

[ISO/IEC 13943:2008,定义 4.272]

3.37

烟 smoke

燃烧流的可见部分。

[ISO/IEC 13943:2008,定义 4.293]

3.38

烟的比消光面积 specific extinction area of smoke

试样在给定时间内产生的烟的消光面积除以同时期的质量损失。

注:其代表性的单位为平方米每克($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$)。

[ISO/IEC 13943:2008,定义 4.301]

3.39

有毒的 toxic

引起中毒的。

注:一个有毒物质对活的生物体产生不利作用,例如:疼痛、麻醉或死亡。

[ISO/IEC 13943:2008,定义 4.335]

3.40

毒效 toxic potency

引起特定中毒效果所需的有毒物质量的量度。

注:毒效的值越小,毒性越大;反之亦然。

[ISO/IEC 13943:2008,定义 4.338]

3.41

有毒物质 toxicant

毒素 toxin

能引起中毒的物质。

[ISO/IEC 13943:2008,定义 4.340]

3.42

毒性 toxicity

能引起中毒的特性。

[ISO/IEC 13943:2008,定义 4.341]

4 着火危险评定元素

4.1 引燃源

电工电子产品的起燃可能由通电部件引起,而能引起起燃的条件有三种:温升异常、短路,或者意外的电火花和电弧。GB/T 5169.2—2013的表1列举了这些现象的可能起因和可能的继发效应。

涉及电工电子产品的火灾也可能由非电的外部引燃源引发,总的风险评定应该包括这一可能性。

4.2 着火危险

着火危险是一种由着火引起不期望的潜在性物质或条件(见3.16)。因此着火危险主要包括潜在的燃料和引燃源(见4.1)。

4.3 着火风险

着火风险是通过发生火灾的概率和其产生的危害后果的测定来综合评估的。这些后果可能涉及生命受到热、烟、缺氧或着火气体的失能浓度对其的伤害或损坏。这些后果也可能涉及财产的损失,例如火灾损害的程度和修复更换的费用。大范围潜在的火情可定量分析以确定整体着火风险的测量。

4.4 着火危险评定

着火危险评定涉及火灾发生的可能原因、后继火势发展的可能性和类型,以及火灾可能造成的后果。

着火危险由产品决定,即涉及到产品的起燃可能性,后继火势发展和火灾可能造成的后果,这些都取决于产品的特性、操作条件和使用环境。这些环境包括对暴露于产品火灾的人员数量和能力的考虑,和/或暴露财物的价值和易损性。

通常,产品引发的火灾所产生的热和燃烧流其主要后果是威胁到与产品有关的生命和造成相关的财产损失。因此,应考虑起燃和火势的发展,以及随后的热释放和能见度,燃烧着的产品或其材料所产生的燃烧流的毒性和腐蚀性。应考虑这些着火性能的直接影响,以及他们对人的影响,比如在着火期间和之后影响到他们继续操作的能力。这类情况下,还应评估外界的因素,例如:导致周围结构坍塌的过度热负载,或可能导致爆炸的可燃性气体、蒸汽和/或尘埃的累积。

某些产品可能遮盖了暴露表面的大部分,或可能穿过了防火墙。如:需要大型外壳的产品、绝缘电缆和导管。当这些产品与外部火源接触时,需要将其在着火危险中所起的作用与缺少这些产品的相同建筑物、材料或结构进行对比,以评价这些电工电子产品。

在详述了与火情有关的所有着火危险之后,最终的产品标准宜包括适用于处理规定特殊危险的一系列试验或单项试验。

着火危险评定程序在第6章中有更详细的论述。

5 着火危险试验

着火危险评定可得出引发或作用于在可预见的使用或误用条件下有着火危险的产品的不同防火性能。这些防火性能应由以基本物理量(如:能量、质量、尺寸、浓度和时间)表示结果的定量着火试验获得,因为这样能计算所考虑的着火情况的影响。

尽管定性着火试验的结果通常与真实规模的着火性能无关,因为这些试验的条件不涉及需要考虑的火情,然而,某些情况下,维护这些试验甚至制定新的试验也是合适的。

注:定性和定量着火试验的类型和适用性在GB/T 5169.2—2013中有详细探讨。

着火危险评定应提供选择指定着火试验以及需要测定哪些性能的理由。

6 着火危险评定流程

6.1 概述

着火危险评定由科学地使用以着火过程模型为基础的试验数据来实现。着火危险评定可用于控制引发火灾的产品对人身、财产和环境的危害,这可通过修改产品设计或改变产品的使用或安装方式来实现。

本部分用到 ISO/TR 13387:1999(所有部分)提及的许多消防安全工程原理。ISO/TR 13387:1999 标准以及之后与消防安全工程相关的标准和技术规范被制定用于评估建筑环境的设计,并预期通过该评估在分析出的结果不符合要求时,可对设计进行修改。对于电工电子产品来说,该方法却仅适合产品用于建筑环境中的情况。然而,设计和施工完成后,大多数电工电子产品是以可移动物体或竣工后所装系统的部分存在于建筑环境中。对这些电工电子产品进行着火危险评定时,应将建筑物的设计参数作为确定的而非可调控的要素考虑在内。

对于电工电子产品,着火危险评定首先关注因电引发起燃的特性,随后控制其影响;其次是关注发生起燃后,产品参与着火的可能性。

注 1: 在着火危险评定中,发生起燃的可能性是被假定的。着火危险评定是一种常用的基于消防安全风险的方法,也可假定起燃概率。

注 2: ISO/TC 92/SC 4 对消防安全工程进行了深入地发展研究,并发布了以下几份标准:ISO 23932:2009、ISO 16730:2008、ISO/TS 16732:2005、ISO 16733:2006、ISO 16734:2006、ISO 16735:2006、ISO 16736:2006 和 ISO 16737:2006。

ISO/TC 92/SC 4 开发了部分消防安全工程的其他标准,例如:火情的确定和选择、着火的设计、人的行为和活动的评估,以及基于防火安全性能设计和评定的通则。任何适当的时候,都应考虑与 ISO/TC 92 相关的所有标准。

开展着火危险评定要遵循以下基本步骤:

- a) 对所评估产品的范围和使用环境的界定(见 6.2);
- b) 对火情或相关环境的确认、界定和分析,得出关键产品的着火特性和/或试验方法(见 6.3);
- c) 确定可接受着火结果的标准选择(见 6.4);
- d) 产品性能要求的确立(见 6.5);以及
- e) 试验结果的说明(见 6.6)。

着火危险评定步骤和试验结果之间的关系在图 1 中有表示。

6.2 产品范围和使用环境的界定

首先,界定要进行着火危险评定的产品的种类和范围。选取一个候选产品,确定其使用环境,并初步描述其可能涉及的最重要的火情。对于其他产品或其他使用环境,与该火情相同或密切相关的火情也可能是一个重要的危险源,因此,最后分析的范围可以更完全确定仅为明显的火情。

注: 如果适用,参考合适的产品标准。

6.3 火情的确认和分析

6.3.1 概述

火情就是对一场真实(或全规模模拟)火灾从起燃前到燃烧完毕后的一个或多个阶段条件的详细定

性描述。能使电工电子产品陷入其中的火情往往不止一种,原则上,可以假定该产品在每种火情中起着不同的作用。因而,对被确认的每种重要火情需要单独进行着火危险评定。

不论评定重点是一个产品或一个系统,通常,最重要的火情特征要么是界定使产品陷入火灾的着火条件,要么是指示产品在火灾中引起最严重后果的时间。

因此,为取得成效,定性火情的分析应是为了提供与产品性能在事故结果上定量相关的数据。该产品可作为一个起燃源和/或依据其可测量的着火特性作为可用着火反应试验测量的因素。

6.3.2 火情的定性描述

应详尽地定性描述所关注的每个火情。对每个火情来说,应考虑以下问题:

- a) 起燃源是什么,即,产品本身或产品只是作为其他地方产生的火中的受害者?
- b) 如果产品不是起燃源,详细描述起燃的条件。
- c) 起燃是如何被发现的?
- d) 产品起燃时,火灾蔓延面积有多大?
- e) 着火的其他燃料是什么?
- f) 产品的位置在哪里? 产品是否被包围?
- g) 通风条件如何?
- h) 产品着火的位置在哪里?
- i) 燃烧流的组分有哪些?
- j) 对燃烧流累积隔室的安排进行描述。
- k) 怎样的着火结果被认为是重要的,例如:放热或燃烧流的影响?
- l) 目标物是什么,例如:暴露的人、财物或专用设备?
- m) 如果目标物是人,其逃生的能力和方法是什么? 可能有多少人受到影响?
- n) 目标物的位置在哪里?
- o) 存在怎样的消防安全系统?
- p) 环境能否设想为与导致产品卷入火情事件缺少关系的一个或多个建筑体系?
- q) 其他什么条件会影响起燃和/或火势发展的进程?

在着火危险评定中,可用的有效数据可为以下任何一种:

- 1) 试验结果;
- 2) 历史上各次火灾的特征量或统计资料;或者
- 3) 专家提供的鉴定文件。

这些数据可直接用作着火危险评定的量度,或可用作输入数据,输入到能得出最终着火危险评价的计算程序中。

注:如何定义和描述火情的附加导则在 ISO/TR 13387-1:1999 的 10.4 和 10.5,以及 ISO/TR 13387-2:1999 的 5.1~5.2.6 中有给出。在该着火危险评定中,一次只评估一个重要的火情,这与 ISO 方法一次评估所有火情的做法不同。(因此,ISO/TR 13387-2:1999 的 5.2.7~5.2.11 中的材料不能直接使用。)

火情的主要作用是识别每一个火势发展中产品潜在的不良影响,以及由此得知产品的哪些方面影响火情结果。主要受害者一旦被确定,量化或测量的方法则应按照图 1 的说明进行。

首先,用图 1 评估火情将得到在火情中出现的一系列与不良结果相关的产品的着火特性。随后的火情分析通常会找出类似的不良结果,因此许多相同的着火特性非常重要。当继续分析火情时,要求测定的特性清单增加越来越缓慢,或可能根本不增加。

此后,火情按它们的重要性进行分级。这种分级可基于它们的发生频率或严重程度,或者两种因素

相结合。一旦确定了火情分级,产品的哪种着火性能最重要则变得显而易见。

很多情况下,特别对于会用于各种不同环境的产品,6.3.2 的一系列问题将不可能完全得到答案。

6.3.3 火情的量化分析

在通常用火情的定性分析确定所需合适的试验方法时,需要对最重要的火情进行定量分析。这些分析起到两种作用:

- 1) 提供与产品热环境相关的数据,以至试验条件能被设定在模拟真实火情条件的水平;
- 2) 如果着火试验中产品的性能已知,可提供涉及到产品的火情的着火不良结果相关的各种参数计算值。

产品的存在可能导致着火结果改变,这时应:

- a) 对火势发展曲线进行描述,以及对存在和不存在产品时其产生的热环境进行描述。热环境的不同由产品的存在造成;
- b) 如果考虑燃烧流,则对存在和不存在产品时与火势发展曲线相关的质量损失曲线进行描述;
- c) 对与质量损失曲线相关的目标场所着火不良后果是如何增长的进行描述;
- d) 依据存在和不存在产品时的两种火势发展曲线,描述发生在目标场所的着火不良后果的增长。

定量描述着火不良后果要求使用消防安全工程方法。ISO/TR 13387:1999 第 2、3、4、5、7 和 8 部分提供了如何应用定量技术以及它们需要哪些数据这类额外信息。

许多试验方法和/或基于消防安全工程方法的计算程序需要大量的规范数据或输入值。例如,燃烧着的产品的热释放速率试验就要求指定起燃源的尺寸和持续时间,以及产品暴露的热辐射强度(辐射热通量)和燃烧所在的通风条件。

当产品是最早起燃物时(起燃可能发生在产品内部),应考察过热源出现的可能性和周围部件随后起燃的可能性。

当产品不是最早起燃物时,周围可燃物对于测定产品所暴露的热条件非常重要。同样地,除了要评估燃烧流的性质和量以外,还需评估周围燃烧物产生的热,以此测定产品作用的重要性。

结合合适的试验用于分析,以及指定试验装置的过程在图 1~图 4 中进一步概述。

6.3.4 简单的假定火情

进行一次完整的着火危险评定既复杂又昂贵。而且,如上所述,产品周围环境的信息可能不可用或是在一个很大的范围内。因此,基于历史资料设定一个相对简单的假定火情通常比较有用,然后用该火情去检测产品如何影响着火结果。

作为最低限度,定义火情需要以下基本信息:

- a) 火势发展曲线的类型——有多少燃料在燃烧,燃烧速率如何,以及燃烧速率与时间的函数关系如何;
- b) 燃料的类型,其燃烧热、烟产量和毒性气体产量;
- c) 着火的一个或多个阶段,例如:通风良好阶段或削弱阶段、低温或高温阶段;以及
- d) 燃烧流扩散的体积。

有了以上信息,推算各种参数(热、耗氧量、烟和毒性气体排放物)与时间的函数关系就相对简单。此外也可评估,为得到可接受的假定着火结果产品需要有怎样的着火反应性能。

需要注意的是该方法并不严密且涉及许多假定因素,但又比历史上经常完全不使用定量数据的情况好一些。

如果该方法用于指定或控制产品着火反应性能,那么明确地界定假定火情且设置合理的假定因素是必不可少的。

附录 A 给出了简单的假定火情使用示例。

6.4 火情结果可接受标准的选择

该步骤是为了选择会提供有效技术资料的着火危险评定方法,这些资料足以评估和确定产品潜在的着火后果。测量方法被分为以下几类:

a) 直接的生命和财产损失

如果产品对潜在后果起到的作用能用术语表示,则较为理想。然而,由于对居住者的能力或设备和财物情况的了解,一般很难充分地定量预报火情后果,因此也很少能做到这一点;

b) 间接表述着火危险特征的方法

通常,测得或算得的产品特性都可能与一个或多个着火不良后果有关系。例如,产品的热释放率可能决定室内的温度,从而影响设备的运转和/或人的停留。产品的烟释放率则可能影响居住者的有效逃生时间。以这种方法确定着火不良后果与产品参数之间的数量关系,以便通过追踪性能的改变来了解不良影响的程度的变化;

c) 比较法

即使不能定量表示这些关系,也可将受试产品的性能与基准值联系起来。例如,对于电缆的热释放和温度,在温度上升相当缓慢时,即使不知道两者精确的关系,也可认为热释放情况已知。另一种对相对危险情况的测量方法是将产品的热释放速率与基准值进行比较。

6.5 性能要求

当用合适的试验方法进行测量时,定量分析宜明确产品的防火性能是如何影响火情结果的。这种评估宜规定要求的所有步骤并设定有效安全阈值,或设定可靠的合格/不合格标准。完成这一步骤的示例见附录 A 和附录 B。

6.6 试验结果的说明

在本条,着火危险评定程序的结果将鉴定出哪些参数可用以及如何将其用于计算,但对试验结果的解释仍可以提出另外的技术问题。

- a) 进行着火危险评定时,宜指定用于产品间的总体比较或者与基线作对比时的计算程序。这个程序可能是几个全面测量中的一个测量计算公式,这种情况下,就要为该公式提出科学理论。该程序可能是一套决策规则,例如:一个产品只有在所有测量都优于其他产品时才算比其他产品好;
- b) 如果使用了一种以上的火情,则有必要指定进行总体着火危险评定的程序。该程序可能是一个公式或是一套规则,例如:如果可如火灾风险评定一样指定火情发生的相对概率,那么该程序就是根据几种火情推算总体着火危险评定的根据;
- c) 如果不直接用死亡、受伤或金钱损失等术语表示着火危险评定情况,则宜提供其他量化单位和测量方法的指南(例如:有效逃生时间、火焰蔓延程度、火灾的大小)。

6.7 间接试验

当考虑一个电工电子产品的部分着火危险时,着火试验的结果可能指出火势会蔓延至邻近的一个部件或多个部件。因此要求在邻近的一个或多个部件上开展进一步的试验。这就是间接试验。

以下情况可避免做这类间接试验：

- a) 重新设计产品,隔离这些部件;或者
- b) 将受试部件局部封闭;或者
- c) 重新设计产品,增强其防火性能。

7 着火危险评定的范围和局限性

在着火危险评定过程中,现存的数据和所了解的情况存在许多缺点,它们迫使使用者要么减小分析的范围,要么使用估算数据和/或无从考证的假设。由于这些考虑因素会影响今后的使用者如何应用分析所得的任一产品标准,所以有必要认真记录这些考虑因素,尤其在阐明产品的种类和产品在使用时所处的环境下。评定的准确性很少在评定完成之前确定,因此应复审起初规定的产品和其使用环境。

- a) 火情公式是否识别出初始范围中的任何产品都不适合最终分析方案?
- b) 如果是,能否将火情修改至能适应这些产品,或应将产品范围调整至将它们排除在外? 该判定标准能测试被列入按图 5¹⁾ 概述程序进行着火危险评定的潜在候选名单中的一系列产品。

8 着火试验的要求和说明

当在制定与产品着火危险试验相关的要求和试验说明时,建议技术委员会按照以下程序进行:

- a) 阅读和按照该标准所包含的指南;
- b) 检查为所关注的一个或多个参数而制定的合适的试验程序,并考虑它们可能存在的适用性和局限性。参考以下标准出版物将很有用,它们提供了一般所用着火试验的概要和相关性:
 - IEC/TR 60695-1-21:2008 起燃性
 - IEC/TS 60695-5-2:2002 燃烧流的腐蚀危害
 - GB/T 5169.26—2008 烟模糊
 - IEC 60695-7-2:2002 燃烧流的毒性
 - GB/T 5169.30—2008 热释放
 - GB/T 5169.20—2006 火焰的表面蔓延
- c) 将在火情分析中识别的相关着火性能特征与现行试验程序的相关范围和意义进行对比;
- d) 如果现行试验程序合适,则检查:
 - 1) 最终采用的试验条件要尽可能与仿制或模拟的环境有密切关系;
 - 2) 试验数据的有效性和该产品的使用和安装方式有关,也和该产品与其他产品的联结情况有关;
 - 3) 试验程序在灵敏度、再现性和重复性方面是可接受的;以及
 - 4) 用易于理解的术语、参数和单位对试验结果进行完全客观地描述,避免使用含糊、主观和抽象的措辞。
- e) 如果开发一个新的试验程序,则要量化上述基本特征。较为重要的几个特征包括:试验的目的、试验的局限性、试验所得信息的使用和操作的难易度。如果一个有特定任务的标准化技术委员会尚未制定着火试验,并需要开发或修改着火试验,建议与本技术委员会密切联系以完成该项工作。然后制定出试验方法标准,包括它的适用范围、不适用范围和保留的意见等相关信息,以及对所得试验结果的使用。只要有可能,就要在标准中提及被推荐的试验程序。

1) IEC 原文没有该图,IEC/IC 89 正在对这一问题进行处理,计划 2013 年发布相关修正案或技术勘误,届时本部分也将做出相应处理。

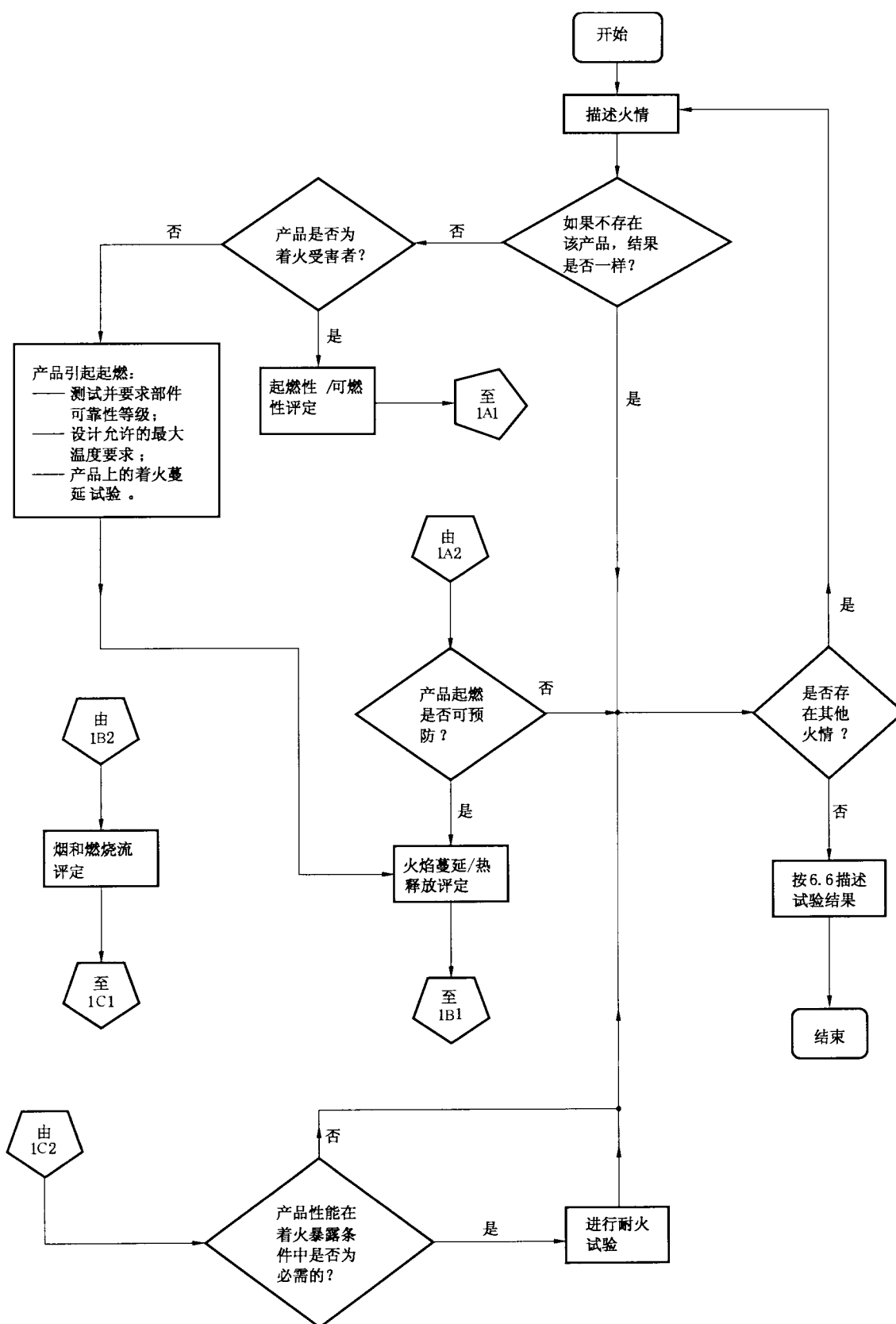


图 1 火情的描述

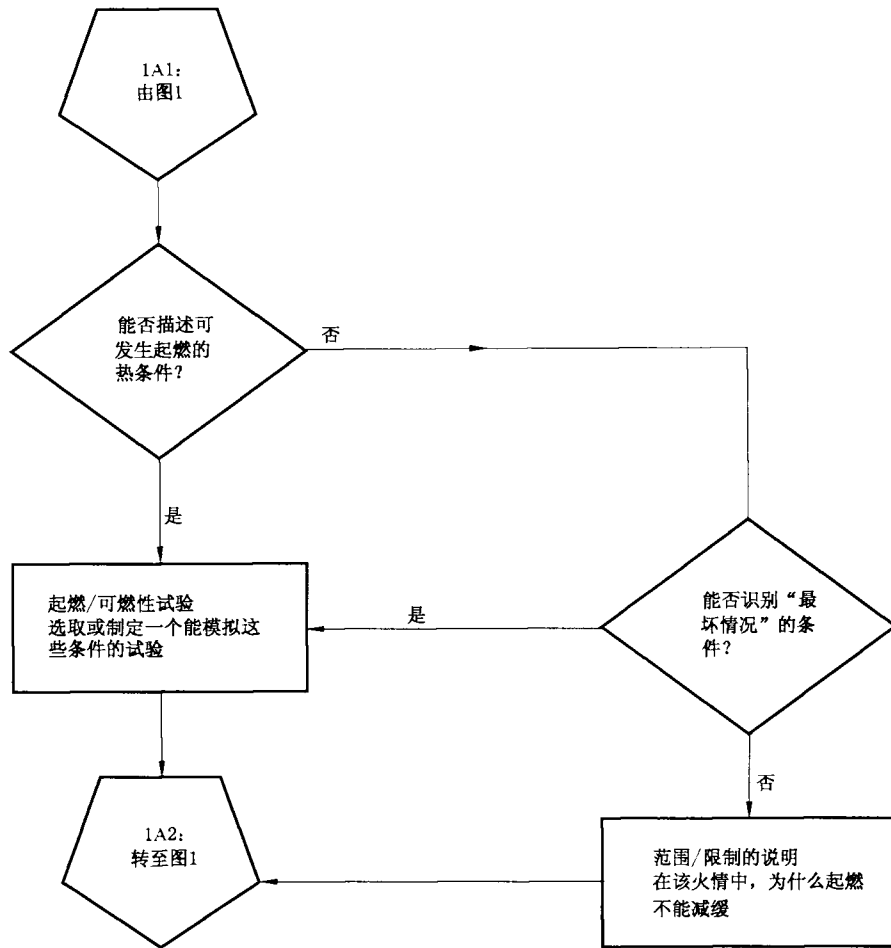


图 2 起燃性/可燃性的评定

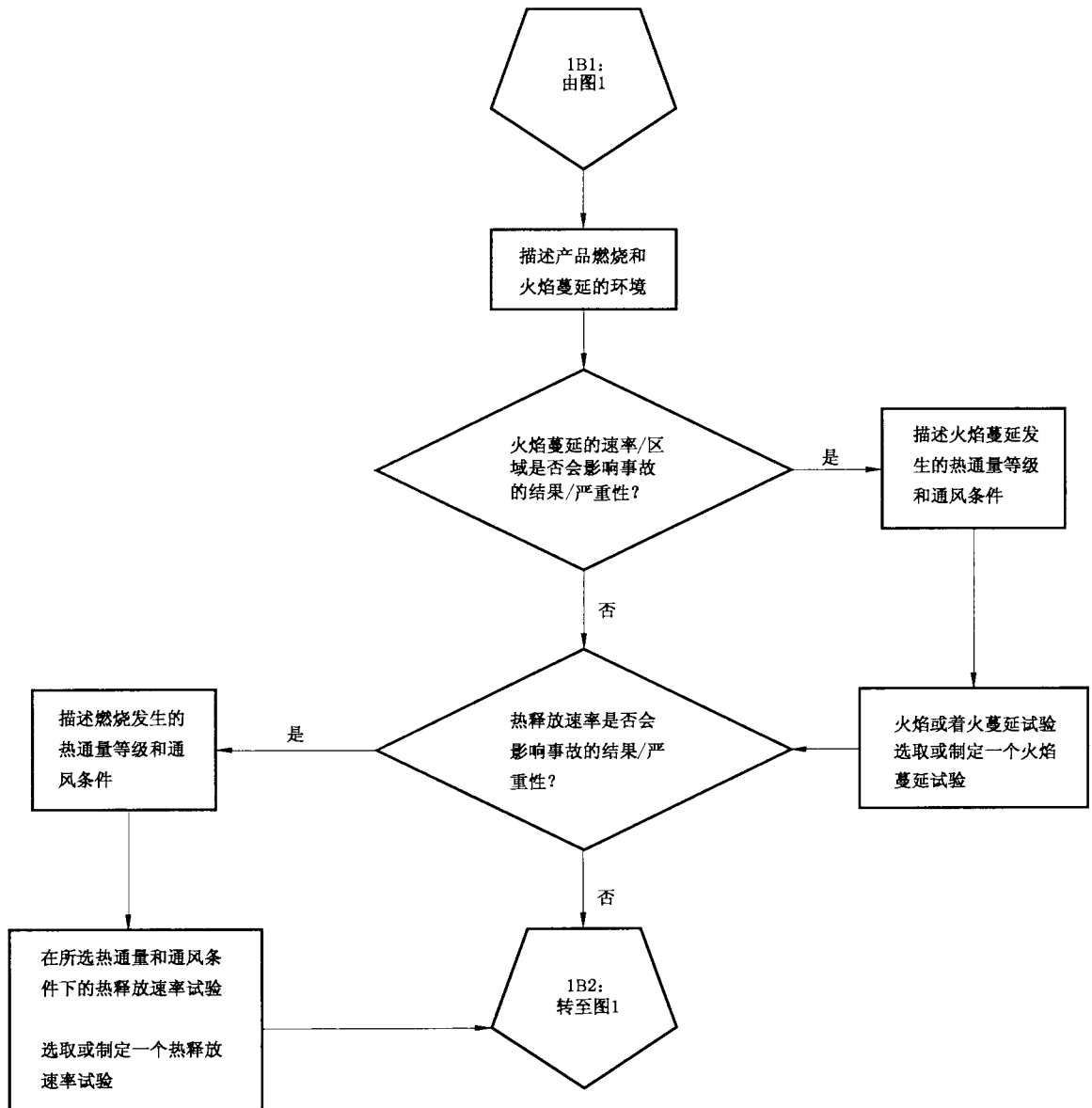


图3 火焰蔓延和热释放的评定

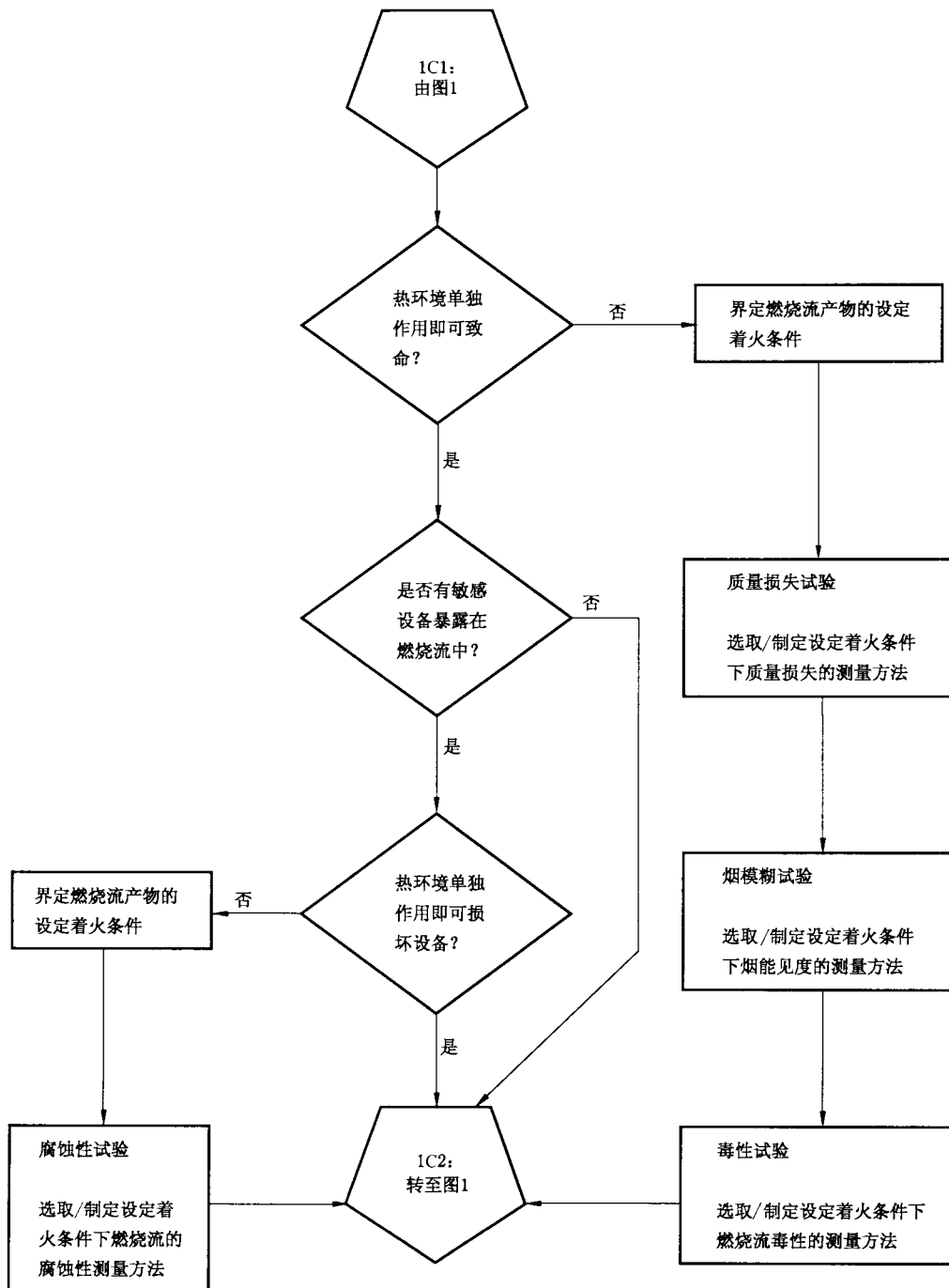


图4 燃烧流的评定

附录 A (资料性附录)

在简单的假定火情条件下,电工绝缘材料的可接受毒性产值计算

注:在着火危险评定中,需要用到一个预测毒性燃烧流致无能力效力的模型。该模型在 IEC 60695-7-1 中有描述。以致命性为基础的质量损失模型不同之处在附录 B 中有给出。

A.1 火情的定义

至少用以下 6 个问题的答案来定义火情:

- a) 燃烧的是什么?
- b) 燃烧了多少?
- c) 燃烧流扩散至什么样的容积中?
- d) 火势发展曲线是什么类型的?
- e) 可用逃生时间是多少?
- f) 着火模型是怎样的——高温或低温,良好通风或缺氧?

为了理解实际中是如何操作的,可以参考以下示例:

假设一个 0.5 kg 的电工绝缘材料在 100 m³ 的环境中燃烧。逃生时间是 15 min,且假定火势发展曲线是抛物线,即曲线的增长是与时间的平方成函数关系。该着火模型是高温且通风良好的。

A.2 刺激性的燃烧流

A.2.1 F 值

刺激性气体的致无能力性质取决于气体的体积分数而非暴露时间。

F 值是致无能力的体积分数。值较小时,暴露在其中的人很可能感觉不舒服而不能理性地逃离火灾。

七种常见的火灾气体刺激物 F 值在表 A.1 中有给出。

A.2.2 刺激物公式

对于假定的火情,用以下的公式确保没有人被致无能力:

$$\sum \frac{y_i}{X_i} < 1 \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

y_i ——为来自电工绝缘材料的刺激物 i 的毒性产率,在高温且通风良好的条件下,用毒性试验测得;

X_i ——由刺激物的 F 值和确定火情的参数计算得到,表 A.1 的第 3 列有给出。

注:“<1”的情况适用于健康的成年人人群。对于幼儿、老人和残疾人则考虑更低的数值比较合适。

表 A.1 刺激物的 F 值和确定火情计算得到的 X 值

刺激物	F 值 $\times 10^6$	$X/\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$
丙烯醛	30	14
二氧化硫	150	78
甲醛	250	61
二氧化氮	250	94
氟化氢	500	82
溴化氢	1 000	661
氯化氢	1 000	298

注： F 值是由 ISO 13571 给出的。

在使用表 A.1 中所给的 X 值时，可接受的电工绝缘材料毒性产率值是满足不等式 A.1 的。如果假定的火情不同，则 X 值也将不同。

A.2.3 X_i 值的计算

用 F 值按以下公式计算 X_i 值：

$$X = (V/m) \times \rho \times F \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：

V —— 为扩散体积(100 m³)；

m —— 为燃料燃烧的质量(500 g)；

ρ —— 为毒性气体(在标准温度和大气压下)的密度。

A.3 窒息性的燃烧流

A.3.1 暴露剂量

燃烧流中两种重要的窒息物是一氧化碳和氰化氢。窒息物的效果与刺激物不同。致无能力性质取决于由体积分数和暴露时间组合得到的暴露剂量。

A.3.2 窒息物公式

为了得到良好的近似值，窒息物公式如下：

$$\frac{y_{\text{CO}}}{X_{\text{CO}}} + \left(\frac{y_{\text{HCN}}}{X_{\text{HCN}}}\right)^3 < 1 \quad \dots\dots\dots (A.3)$$

式中：

y_{CO} 和 y_{HCN} —— 为电工绝缘材料的一氧化碳和氰化氢毒性产率，在高温且通风良好的条件下，用毒性试验测得；

X_{CO} 和 X_{HCN} —— 由 A.3.3 和 A.3.4 中的计算方式算得，表 A.2 中有给出。

有立方项是因为氰化氢的非线性效力(见 IEC 60695-7-1 的 4.3.2)。

注：“<1”的情况适用于健康的成年人人群。对于幼儿、老人和残疾人则考虑更低的数值比较合适。

表 A.2 由确定火情计算得到的刺激物的 X 值

刺激物	X mg · g ⁻¹
一氧化碳	2 140
氰化氢	50

在使用表 A.2 中所给的 X 值时,可接受的电工绝缘材料毒性产率值是满足不等式 A.3 的。

如果假定的火情不同,则 X 值也将不同。

A.3.3 X_{CO}的计算

对于一氧化碳,其致无能力剂量的临界值为 3.5% × 1 min (=0.035 min)。

这意味着:例如某个人在 3.5% 的 CO 环境下 1 min,或者在 0.35% 的 CO 环境下 10 min,或者在 0.1% 的 CO 环境下 35 min 都可能被致无能力。

在火灾中,任何毒性气体的体积分数都不稳定,而是随时间变化的,因此应结合时间考虑以得出暴露剂量。即体积分数/时间曲线下方的面积。

随后,用暴露剂量除以临界值 0.035min 得到有效剂量分数 FED。

如果 FED < 1,那么认为人仍然可以成功逃生。但是,如果 FED > 1,则认为会对人产生致无能力效果。

在确定的火情中,对于 t² 火势发展曲线,V=100 m³、m=500 g,时间 t 的 CO 体积分数(φ_{CO})按下式计算可得到:

$$\phi_{CO} = [(4/2\ 700) \text{ g} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{min}^{-3}] \times (y/\rho) \times t^3 \dots\dots\dots(\text{A.4})$$

式中:

y —— 为电工绝缘材料的 CO 毒性产率;

ρ —— 为 CO(在标准温度和大气压下)的密度(1 144 g · m⁻³)。

当 t=0~15 min 时,用以下公式计算暴露剂量(ED):

$$ED = [18.75 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{min}] \times (y/\rho) \dots\dots\dots(\text{A.5})$$

X_{CO}为 FED=1 时的毒性产率值,且由以下公式算得:

$$X_{CO} = \rho \times F' / (18.75 \text{ g} \cdot \text{min} \cdot \text{m}^{-3}) = 2\ 140 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \dots\dots\dots(\text{A.6})$$

式中:

F' —— 为 CO 的临界值(0.035 min)。

A.3.4 X_{HCN}的计算

氰化氢的效力不同于一氧化碳。其效力也取决于体积分数和暴露时间,但反应是极度非线性的。对于 0.01% 体积分数的 HCN,其致无能力时间约为 21 min,但当大于 0.04% 时,HCN 几乎可以瞬间致无能力。表 A.3 给出了一些致无能力时间。

表 A.3 氰化氢的致无能力时间

HCN 的体积分数	致无能力时间
0.005%	69 min
0.01%	21 min
0.015%	6.7 min
0.02%	2.1 min
0.03%	12 s
>0.04%	几乎瞬时

由于是非线性的，FED 的计算有所不同。

在确定的火情中，对于 t^2 火势发展曲线， $V=100 \text{ m}^3$ 、 $m=500 \text{ g}$ ，时间 t 的 HCN 体积分数(ϕ_{HCN})按下式计算可得到：

$$\phi_{\text{HCN}} = [(4/2700) \text{ g} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{min}^{-3}] \times (y/\rho) \times t^3 \dots\dots\dots(\text{A.4})$$

式中：

y ——为电工绝缘材料的 HCN 毒性产率；

ρ ——为 HCN(在标准温度和大气压下)的密度($1104 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$)。

当体积分数小于 30×10^{-6} 时，使用以下公式：

$$FED = \sum_{t_1}^{t_2} (304.4 \text{ min}^{-1} \times \Phi_{\text{HCN}}) \times \Delta t \dots\dots\dots(\text{A.7})$$

当体积分数大于 30×10^{-6} 时，使用以下公式：

$$FED = \sum_{t_1}^{t_2} \frac{\exp(\Phi_{\text{HCN}}/4.3 \times 10^{-5})}{220 \text{ min}} \times \Delta t \dots\dots\dots(\text{A.8})$$

式中：

$t_1=0 \text{ min}$ ，而 $t_2=15 \text{ min}$ 。

FED 的计算最好用计算机电子制表软件完成，所用 HCN 的毒性产率起始值为 $1 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 。将不同的毒性产率值输入电子制表系统，直到 FED 等于临界值时(即， $FED=1$)。在该火情中， X_{HCN} 值被证实为 $50 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 。

注：计算机电子制表软件，如 Excel 就很合适。

A.4 二氧化碳

二氧化碳不是有毒物，但却是一种能引发换气过度进而加剧一氧化碳和氰化氢窒息物作用的气体。

如果二氧化碳体积分数超过 2%，那么，计算暴露剂量前，指数增长因子 M 应该用于二氧化碳和氰化氢的体积分数计算。

$$M = \exp(\phi_{\text{CO}_2}/0.05) \dots\dots\dots(\text{A.9})$$

表 A.4 给出了实际情况下的平均值。

表 A.4 二氧化碳的增长因子

CO ₂ 的体积分数	M
<2%	1
2.5%	1.65
3%	1.82
3.5%	2.01
4%	2.23

然而,对于大多数火情,这些数据不太可能用到。在一个容积为 100 m³ 的环境中,需要将约 1 kg 的碳完全燃烧生成 CO₂ 以得到 2% 的体积分数。目前为止,包括这种情况的大多数火情,其 CO₂ 都可以被忽略。

A.5 结论

对于刺激物,不等式(A.1)所用的 X_i 值在表 A.1 中有给出。

对于窒息物,不等式(A.3)所用的 X_{CO} 和 X_{HCN} 值在表 A.2 中有给出。

二氧化碳可忽略。

附录 B

(资料性附录)

硬塑料导管的使用——着火危险评定

B.1 概述

硬塑料导管(RPC)是全世界都在使用的公共建筑物电工产品。用于制造 RPC 的材料要具有良好的阻燃性和极小的火焰蔓延性,因此,这类材料更可能成为火灾受害者而非有助于起燃的因素。

RPC 可能是一种热源、烟源和毒气源。对于这类电工产品对假定着火的总体不良后果起到的促进作用,本部分描述的着火危险评定技术为其提供了一个量化方法。

本附录是本部分所描述的着火危险评定技术应用于 RPC 假定装置的说明性举例,其定量地说明这类塑料导管在暴露于可能出现着火条件的内部走廊和凹室内时所起的作用。精确的房间着火模型用于预测 RPC 可能遇到的热状态。然后,可利用这些热状态和已发布的 RPC 的燃烧特性及建筑物内的其他物体评估它们在整个着火危险中所起的作用。

B.2 定义

有关硬塑料导管和导管内布线的定义见 IEC 61386-21。适用于本附录的其他术语和定义可在第 3 章中找到。本附录同时也使用下述定义:

B.2.1

暴露火源 exposure fire

导管所暴露于的产生热条件的火(也称火源)。

B.2.2

燃料 fuel(s)

被燃烧的任何产品或材料。

B.3 本着火危险评定涉及的产品

本附录所评定的产品符合 IEC 61386-21 的要求且外径不超过 25mm。

B.4 使用情况

B.4.1 导管和布线

电路的数量,也是 RPC 的数量,因建筑物和设施的不同而不同。

B.4.1.1 导管的位置和数量

本示例是在一个典型的建筑物平面图上使用单管 RPC。其示意图见图 B.1。沿着走廊布有一条直径 25 mm 的导管,导管中装有一组典型线路,支管从走廊进入每个房间。在 30 m 长的走廊中,导管和连接件的重量等于 21 kg。导管和连接件的存在对建筑物中的着火负载起促进作用。

在本分析中不考虑走廊两旁房间内的导管,因为该导管应穿过防火墙离开走廊。反之亦然:在一个房间内开始的火灾应穿过防火墙或防火门才能进入走廊。

B.4.1.2 导管内的布线

就本说明性示例而言,假设了塑料导管内的布线在该导管实际被烧完前被保护着不受到该火灾的热作用,这在所考虑的阶段之后才出现。因而,布线的影响没有详细考虑。

B.4.2 建筑物的结构

本分析仅限于不可燃材料的建筑物。建筑物的墙和天花板的热性能对着火的各种效应有重要影响。最常见的建筑结构类型为混凝土或砖石结构,但也有采用石膏灰泥板结构的。对这两种结构都要进行计算。一种典型的情况是在走廊的天花板以下采用灰泥板隔板,而上部采用能大量吸热的砖石、水泥或类似材料的面层。此类情况下,火势大致就会是全水泥/砖石走廊和全灰泥板走廊之间呈现的火势。

B.5 火情

对于 RPC 暴露在发展中的火的情况,选作其原型火情的各种条件汇总在表 B.1 中。通常,着火开始于一个小型引燃源引燃一个重要的燃料源,这种小型引燃源可以是一支被丢弃的香烟或一处有缺陷的电气连接点。这种情况下,暴露火源以家具燃烧为代表(见图 B.1)。在家具上的火(暴露火源)迅速增长达到 3.0 MW 峰值,热的燃烧流充满了走廊的上部和凹室中。此时全部导管均暴露于高温层中,火附近的物体也暴露在火焰辐照中。将导管的燃烧流和暴露火源的燃烧流混合,并评定它们的特性。

表 B.1 火情信息概要

隔室	
现场	室内走廊和内部凹室
尺寸	走廊:30.1 m×2.4 m×3.0 m;凹室:4.3 m×4.3 m×3.0 m
墙体	混凝土砌块
墙厚	100 mm
	石膏灰泥板
	16 mm
暴露火源(家具)——火源	
位置	走廊中部的凹室内
强度分布图数据	100 s 时:300 kW 200 s 时:3.0 MW 275 s 时:3.0 MW
	450 s 时:300 kW 1 200 s 时:100 kW
燃料的性质	软垫 质量:42 kg 有效燃烧热:20 MJ/kg 烟的毒效:810 mg·min/L 比消光面积:580 m ² /kg
导管 ^a ——火灾受害者	
长度	45.5 m

表 B.1 (续)

隔室	
直径	外径 25 mm
燃烧特性	未填充的热塑性塑料 质量:21.3 kg(包括连接器和接线盒的质量 2.2 kg) 有效燃烧热:16 MJ/kg 烟的毒效:840 mg·min/L 比消光面积:690 m ² /kg
* 不包括导线的特性(见 B.4.1.2)。	

B.6 相关的着火状态

B.6.1 概述

暴露火源提供了几乎所有的热能。因此可以根据暴露火源的热释放剖面图和走廊的热特性建立的着火模型估计着火上部高温层的空间平均热条件(温度和热通量)。当导管暴露在走廊的热条件中时,其分解率(质量损失率)可根据该模型的热通量评估值获得,而导管分解率实验室测量结果与施加的热通量之间存在函数关系。一旦导管和其他燃烧物体的质量损失率已知,就能评定它们对燃烧流的相对影响(不考虑该导管中导线的作用)。

B.6.2 建立暴露火源模型

为了从暴露火源中计算走廊的着火条件,可采用一个以计算机为基础的 HARVARD V 修订版消防法规。该模型是模拟发展中的室内着火的许多类似方法之一,被称为“区域模型”,这种模型把着火状态分成了三种独立的均质层:即羽流层、上升的上部高温层和温度较低的下层。哈佛法规用于计算投射到标板上的辐射通量,标板则设置在上层的墙壁上。为了考虑火焰辐射对靠近火的导管的作用,将该导管分成等长的 15 段(每段约长 2 m)计算火焰投射到每段中心的辐射量,然后将该值加到导管在上层接受的热通量中。近火的导管,即距火在 2 m 内的导管,受到显著的火焰辐射;剩余部分则几乎只受到上层辐射。通常会进行两种计算:一种是针对墙面为 16 mm 厚的石膏灰泥板走廊;一种是针对 100 mm 厚的混凝土砌块走廊。由于是在暴露火源中,上层的平均温度表示为时间的函数在图 B.2 和图 B.3 中有显示。就上层的平均温度和与导管有关的辐射热负载两个参数来说,灰泥板结构都远远高于混凝土结构(见图 B.4 和图 B.5)。

B.6.3 预估导管的质量损失

图 B.6 和图 B.7 显示了墙面分别为混凝土和石膏灰泥板的走廊火灾中,导管和家具质量损失率的对比情况。利用图 B.4 和图 B.5 显示的达到该导管的热通量,结合与导管的质量损失率数据绘制成图 B.6 和图 B.7 的质量损失率曲线。靠近暴露火源的导管在这种火灾过程中完全分解,而质量损失率则随燃烧的进程稍微下降。

正如图 B.6 和图 B.7 所示,在所研究的整个时间间隔内,该导管预计会持续损失质量。仅在烧光一段时,质量损失率才会下降,同时,只有在该导管全部烧光时,质量损失率才回到零。事实上,一旦家具烧光,走廊上层的热通量就会下降,随着施加热通量的减少,导管肯定会停止燃烧。导管质量损失率的最终结果在图 B.6 和图 B.7 中被夸大,尤其是在 800 s 之后只有很少的外部辐射热通量支持其分解。

B.7 结果

B.7.1 RPC 存在与否的着火情况比较

分析得出 RPC 能被点燃,但为了在一旦被点燃后维持燃烧,一般需由类似暴露火源的其他热源提供热量。因此,本分析认为,只是在暴露火源还在燃烧时,RPC 才在燃烧。那么,可对存在和不存在 RPC 的两种着火结果进行比较。

B.7.2 RPC 对温升作用的评定

导管在被引燃前对温升不会起促进作用。这种情况大约发生在 250 s 时(见图 B.6 和图 B.7)。此时,燃烧流上层的温度超过 300 °C(见图 B.2 和图 B.3),且充满了房间及其走廊。这一温度将立即致死暴露于其中的受害者。

RPC 在 300 s 时的放热速率为 100 kW~150 kW,是总燃烧强度的 3%~5%。这一小差额所产生的温差约为 3°C,其对热条件的严酷度实际不产生任何影响。

B.7.3 RPC 对烟产物作用的评定

烟的光散射和光衰减特性降低了烟的能见度。下面给出近似的关系式:

$$D(t) \approx \frac{3V}{M_f(t)\sigma_f + M_c(t)\sigma_c}$$

式中:

$D(t)$ ——为时间 t 时见到反射光的近似距离,单位为米(m);

V ——为走廊和凹室的容积,单位为立方米(m^3);

$M_f(t)$ ——为时间 t 时已损失的家具的质量,单位为千克(kg);

$M_c(t)$ ——为时间 t 时损失的导管的质量,单位为千克(kg);

σ_f ——为家具生成的烟的比消光面积,单位为平方米每千克(m^2/kg);

σ_c ——为导管生成的烟的比消光面积,单位为平方米每千克(m^2/kg)。

$M_f(t)$ 和 $M_c(t)$ 的值可对图 B.6 或图 B.7 的曲线由零到所希望的任意时刻 t 求积分得到。比消光面积值取自表 B.1。

计算 250 s 时的 $D(t)$ 值是有用的,这是 RPC 在火灾中刚开始对烟有促进作用时间点。这样得出的结果是 0.09 m。视力辅助逃生要求的能见度约为几米。因此,对于逃生来说,在 RPC 卷入火灾前,仅由燃烧的家具产生的烟实际上已阻挡视线,凭视力直接逃生已经不可能。随后,无论是 RPC 还是家具所产生的烟,对本身已达到了无法接受的高水平的烟模糊危害几乎不再有影响。

B.7.4 RPC 对毒性燃烧流产量作用评定

在该着火危险评定中,应用了一个预测毒性燃烧流致命性的模型。所采用的 FED(分有效剂量)质量损失模型在 IEC 60695-7-3 中有描述。

注:更复杂的致无能力模型的不同之处在附录 A 中有使用。

总 FED 概括了各种燃烧物品在评定总毒性条件时所起的作用。

总 FED = 家具所起的作用 + 导管所起的作用:

$$\text{总 FED} = \frac{\int_0^t M_f \cdot dt}{V \cdot LCt_{50f}} + \frac{\int_0^t M_c \cdot dt}{V \cdot LCt_{50c}}$$

式中：

- 总 FED —— 为时间 t 时能感受到烟致命的剂量分数；
- V —— 为走廊和凹室的容积；
- M_f, M_c —— 分别为到时间 t 时家具损失(燃烧)的质量和导管损失(燃烧)的质量；
- LCt_{50f}, LCt_{50c} —— 分别为用毒效试验测量法测得的由家具和导管所产生的烟的致命剂量。

M_f 和 M_c 是对图 B.6 和图 B.7 的家具和导管的质量损失率曲线求积分获得。毒效值用 NBS 毒性试验获得。图 B.8 和图 B.9 表明,对于混凝土和石膏灰泥板墙结构来说,毒性剂量 FED 的增长与时间成函数关系。这两种情况下,中毒剂量都达到一个统一值,即代表暴露的生命在约 600 s 时死亡。

表 B.2 建筑物走廊中出现高危情况的时间

危险	石膏灰泥墙—时间/s	混凝土墙—时间/s
致命温度 ^a	190	220
致命毒性 ^b	600	600
烟的能见度为零 ^c	150	150
^a 上层≥1 m 深, ≥300 °C。 ^b $FED=1.0$ 。 ^c 上层≥1 m 深, 能见度≤1.0 m。		

表 B.2 列出了出现妨碍逃生条件的的时间,即燃烧流达到致命温度或者致命毒性的时间。还给出了烟完全变成不透明体从而妨碍直接凭视力逃生的时间。为了避免死于高热,室内人员应在起火后的 190 s~220 s 内离开该走廊。事实上,也可以认为,为了避免被浓烟包围,宜在 150 s 内完全撤离。

从图 B.8 和图 B.9 可以看出,当在 600 s 达到致命的 FED 时(即: FED 等于 1 时),导管所起的作用仍然非常小。在 1 200 s(即 20 min)以后,导管对中毒危险所起的作用,对混凝土墙来说约为 7%,对石膏灰泥墙来说则约为 23%。因此,在整个研究阶段,导管对毒性燃烧流产量所起的作用很小,只有在暴露的生命已经吸收了家具燃烧产生的燃烧流致命剂量后,甚至热状态达到致命程度后,才会变得相对重要。

B.8 试验结果的分析

B.8.1 意义和精密度

尽管上述走廊火情有许多潜在性变化,其仍能表明:只要合理选择假定条件,就可能产生类似上述情况的或比上述情况存在更小危害后果的代表性情况的结果。首先值得注意的一种变化是,火灾可能在比假设的 30 m 走廊更小的空间内发生。在这种情况下,走廊上层的温度更高,致使导管更迅速地分解。同时,燃烧的家具产生的烟将更浓,甚至死亡发生的时间也比在上述火情预估的 10 min 更早。在所讨论的走廊中,温度在起燃约 200 s(即 3.5 min)后达到致命水平的 300 °C。温升越快,热致死出现越早,正如在较小的隔间内会出现这样的情况。毒性效果也是一样。因此,很难理解小房间能如何显著地改变暴露于这种火灾中不幸者的死因。

如果火灾起始于走廊中的一个房间,而不是走廊,则可使用同样的论据。在这种情况下,可能发生轰燃,但在该房间中附加的导管量(约 1.3 m)可忽略不计。走廊中的导管将暴露在由房间流出的高温气体中,并产生相应的分解。然而,房间门会把火灾的大小限制在与走廊中自由燃烧家具差不多相同的规模,因此,走廊的热条件不会与本试验预测的热条件有明显不同。室内增加的燃料负载将使这场火灾持续的时间长于走廊单件家具形成的火灾,但其毒性作用则不如后者,这是因为尽管室内燃料在整个火灾期间持续产生,但也仅会维持约 500 s。可以认为,被视为暴露的导管实际上常常被墙或天花板的面

层保护着。这类情况已被文献记载,并发现防护物体延迟了导管的卷入,直到室内的火完全吞噬该房间为止。

尽管,这里应用的技术是目前为止记录较详实的,但着火危险的评估仍是一个比较新的领域,最终的结果不会比该方法所依据的试验和假设条件更好。不存在公认的测定毒效的正确方法,不同的方法常常给出不同的结果。在本示例采用的是 NBS 烟毒性试验数据,但同一技术问题也可采用其他试验的毒效数据。当使用由不同试验得出的 LCt_{50} 数据重复制作图 B.8 和图 B.9 的同一工作时,预估的致命时间是 500 s,而不是利用原始数据得出的 600 s。另外,这是在导管陷入火灾之前得出的。鉴于任何毒效试验中都存在较大不确定因素,因而观察到的差异(尤其在火灾中)可能意义不大。

进行本分析时似乎还不存在许多现代消防安全设备,因而其产生的环境可能比实际情况更严酷。尤其当这种分析是在以下假设条件下进行的(其中有许多假设与平常的实际情况相反):

- 没有任何自动喷水灭火装置或其他灭火装置可在早期阶段阻止火势的发展;
- 没有任何探测装置确保预警火灾;
- 没有对放热率或作为建筑物一部分使用的各种物品的燃料负载予以任何限制;
- 假定 RPC 被安装在可直接暴露于火中的地方,但事实是它常被安装在石膏灰泥板墙或某些类似隔板后面。

B.9 结论

在把本部分的方法应用于 RPC 时,得出下列结论:

- a) 一场严重的火灾必然会涉及相当数量的导管;
- b) 在火情研究情况下,如果人是毫无防护地暴露在火中,则在导管本身被卷入之前,暴露火源就足以致人于死地;
- c) 导管即使在暴露火源熄灭后还不停止燃烧,但其对暴露于火中的人受到的总毒性作用还是很小。

单位为毫米

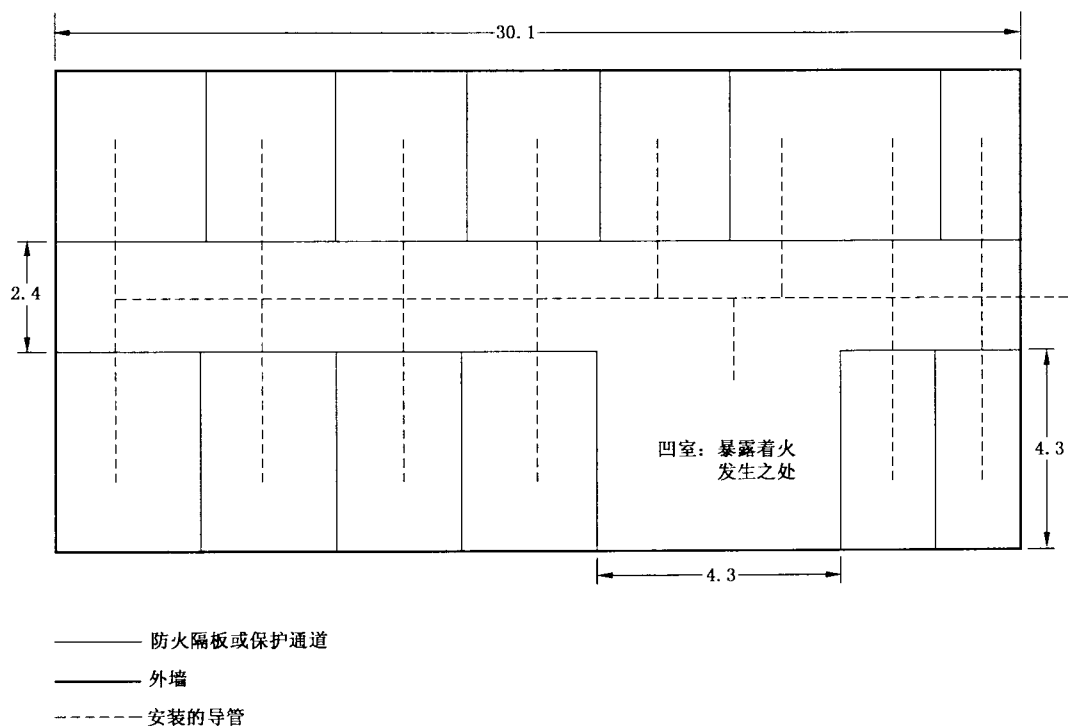


图 B.1 导管铺设简图

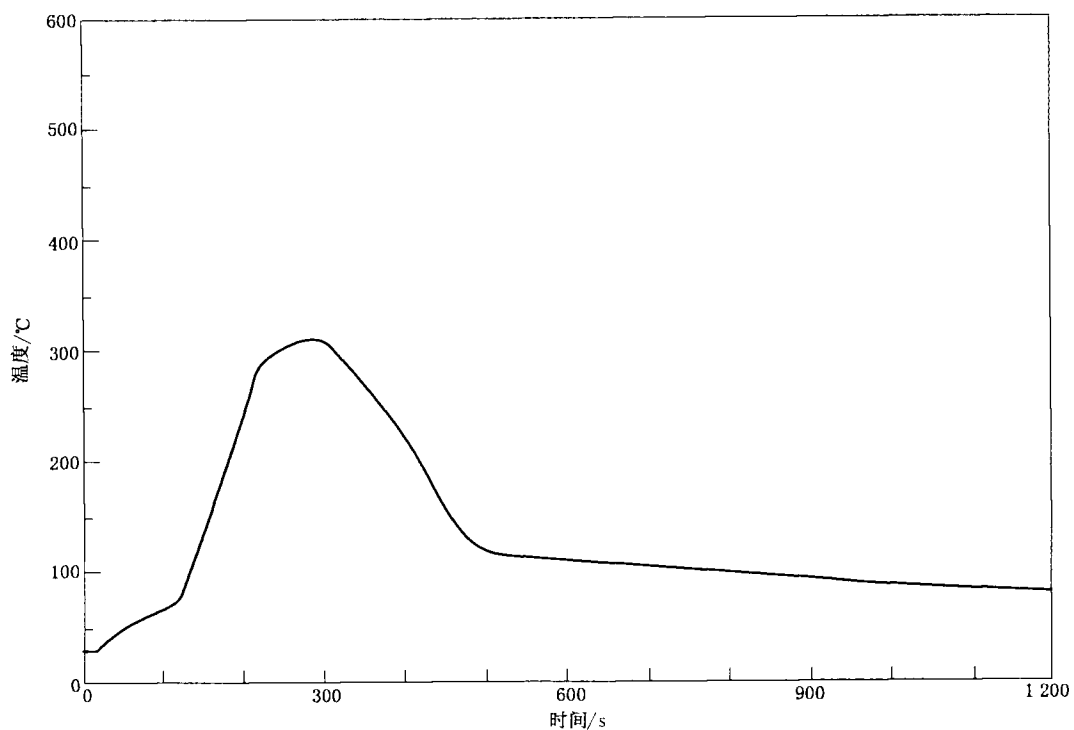


图 B.2 走廊上层温度(混凝土墙)

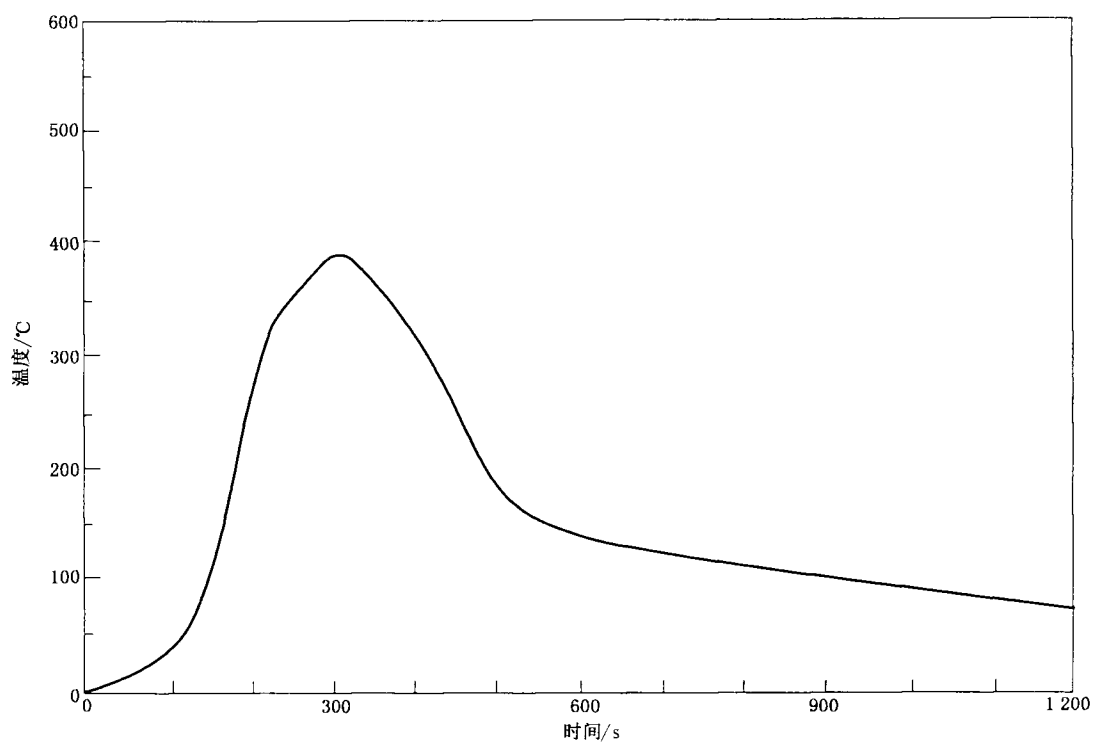


图 B.3 走廊上层温度(石膏灰泥板)

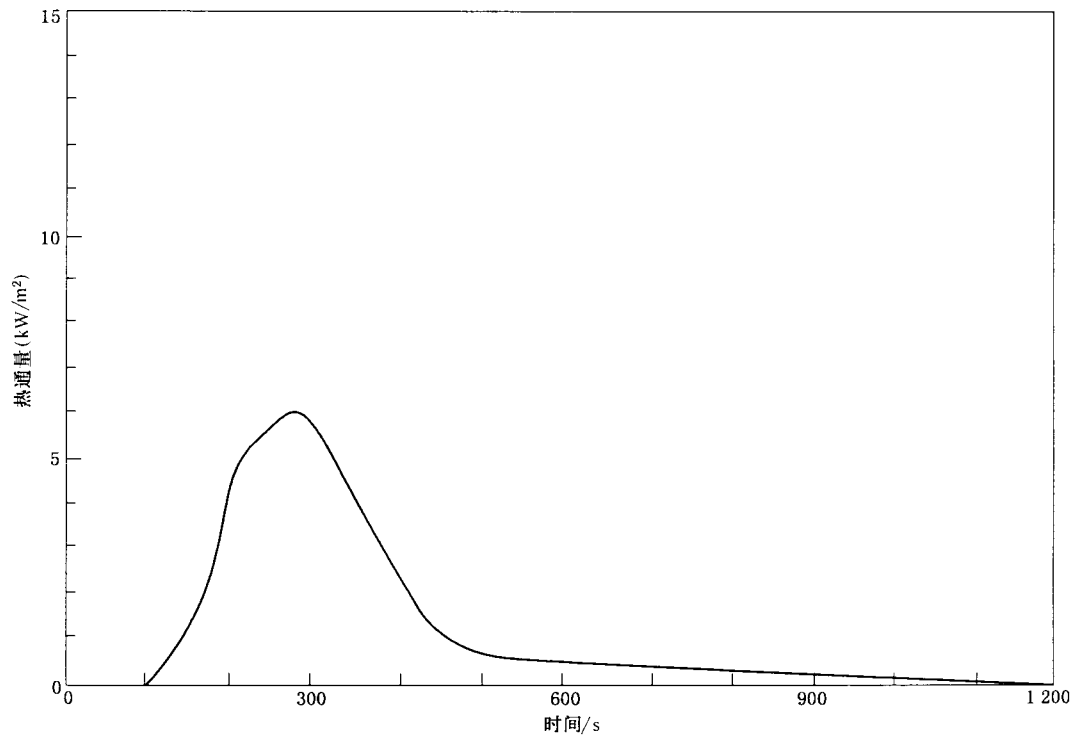


图 B.4 在离导管 2 m 处测得的热通量(混凝土墙)

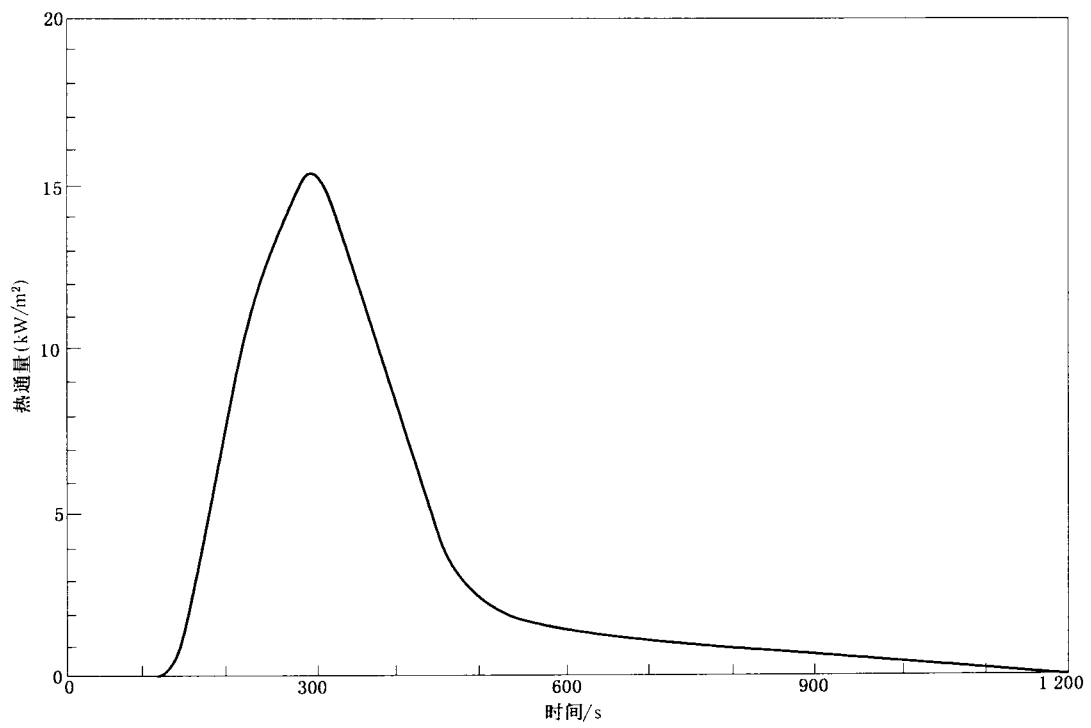


图 B.5 在离导管 2 m 处测得的热通量(石膏灰泥板)

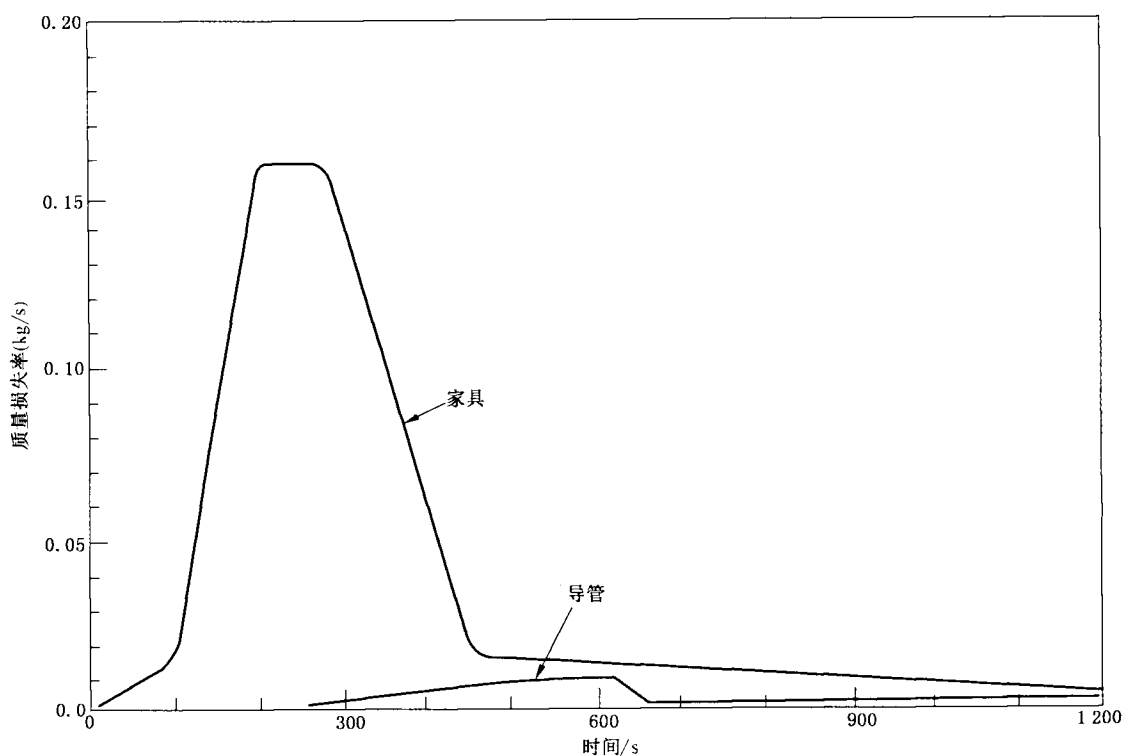


图 B.6 家具和导管的质量损失率比较(混凝土墙)

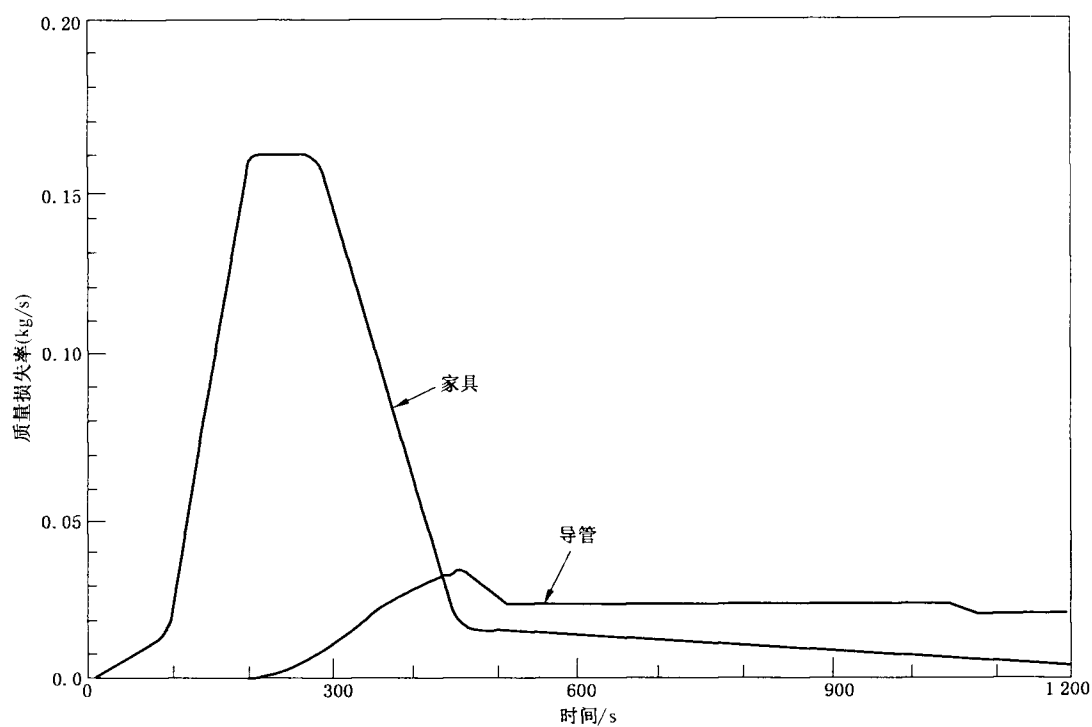


图 B.7 家具和导管的质量损失率比较(石膏灰泥板)

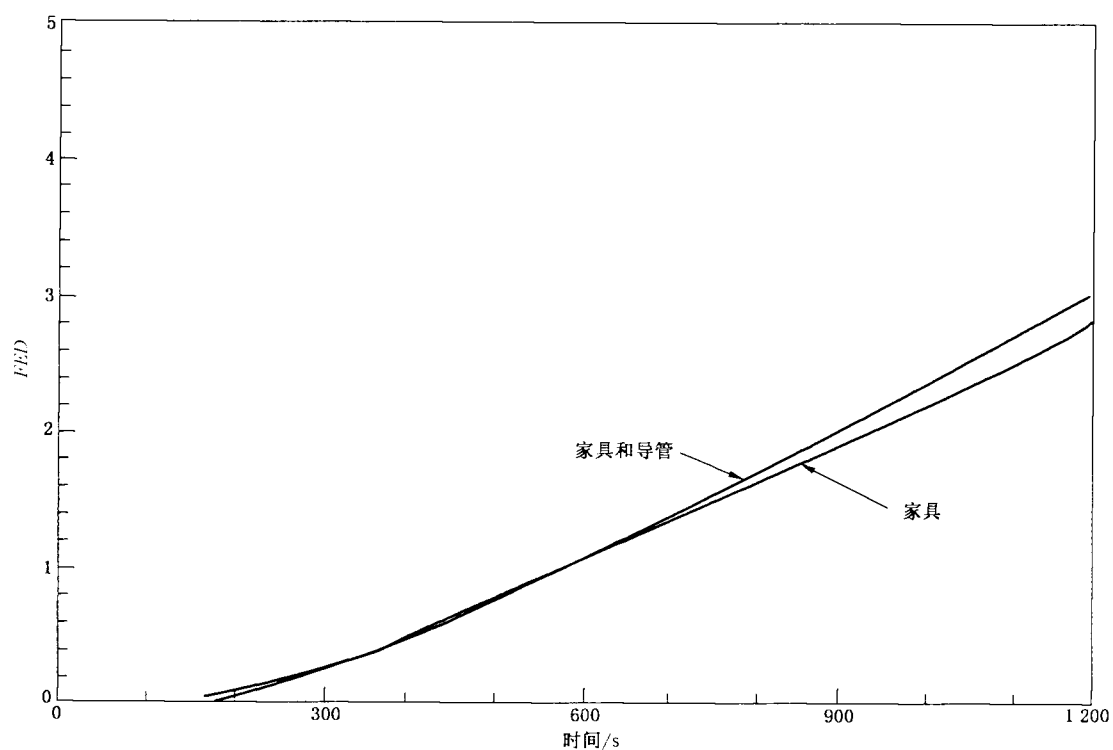


图 B.8 导管暴露致使毒性相对增加(混凝土墙)

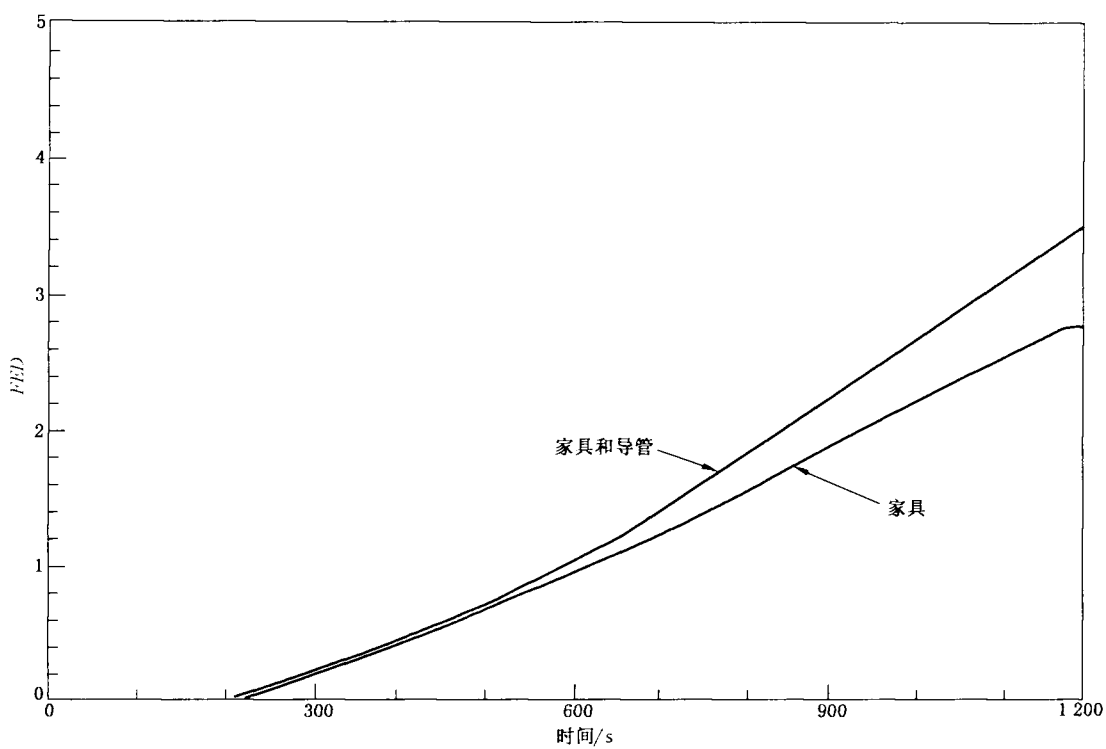


图 B.9 导管暴露致使毒性相对增加(石膏灰泥板)

参 考 文 献

- [1] ISO 23932:2009, Fire safety engineering—General principles
- [2] ISO 16730:2008, Fire safety engineering—Assessment, verification and validation of calculation methods
- [3] ISO/TS 16732:2005, Fire safety engineering—Guidance on fire risk assessment
- [4] ISO 16733:2006, Fire safety engineering—Selection of design fire scenario and design fires
- [5] ISO 16734:2006, Fire safety engineering—Requirements governing algebraic equations—Fire plumes
- [6] ISO 16735:2006, Fire safety engineering—Requirements giving explicit algebraic formulas—Smoke layers
- [7] ISO 16736:2006, Fire safety engineering—Requirements governing algebraic equations—Ceiling jet flows
- [8] ISO 16737:2006, Fire safety engineering—Requirements governing algebraic equations—Vent flows
- [9] IEC 61386-21:2002, Conduit systems for cable management—Part 21: Particular requirements—Rigid conduit systems
- [10] Mitler, H., Documentation of CFC-V (the Harvard Fire Code), National Bureau of Standards, NBS-GCR-81-344 USA (1987)
- [11] IEC/TS 60695-7-3, Fire hazard testing—Part 7-3: Toxicity of fire effluent—Use and interpretation of test results
- [12] Levin, B., et al, National Bureau of Standards, NBSIR 82-2532 USA (June 1982); Paabo, M., and Levin, B., National Bureau of Standards, NBSIR 85-3224 USA (1985)
- [13] Babrauskas, V., Fire Technology, v.16, pp.94-112 USA (1980)
- [14] Alexeeff, G.V., and Packham, S.C., Evaluation of Smoke Toxicity Using Concentration Time Products, Journal of Fire Sciences, 2, (5) pp.362-379 USA (1984)
- [15] Alarie, Y., and Anderson, R., American Industrial Hygiene Assn.Journal, v.40 pp.408ff. USA (1979)
- [16] Benjamin, I., Journal of Fire Sciences, v.5, pp.25-49 USA (1987)
- [17] Mulholland, G.W., Smoke Production and Properties, in the SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 3rd ed.DiNenno, P.J.et al (Editors), NFPA, Quincy, MA, USA, 2002
- [18] ISO 6707-1:2004, Building and civil engineering—Vocabulary—Part 1: General terms
- [19] IEC 60695-4:2005, Fire hazard testing—Part 4: Terminology concerning fire tests for electrotechnical products
- [20] ISO 13571, Life-threatening components of fire—Guidelines for the estimation of time available for escape using fire data
- [21] IEC 60695-7-1, Fire hazard testing—Part 7-1: Toxicity of fire effluent—General guidance
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
电 工 电 子 产 品 着 火 危 险 试 验
第 44 部 分 : 着 火 危 险 评 定 导 则
着 火 危 险 评 定

GB/T 5169.44—2013/IEC 60695-1-11:2010

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235

读者服务部:(010)68523946

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 2.5 字数 64 千字
2014年5月第一版 2014年5月第一次印刷

*

书号: 155066·1-48922 定价 36.00 元

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)68510107



GB/T 5169.44-2013