

铁路客车设计和建造
火灾预防实施规范

目录

简介.....	3
1. 范围.....	4
2. 标准化参考.....	5
3. 术语、定义和符号.....	5
4. 列车类型的分类.....	7
5. 设计考虑.....	7
6. 材料.....	9
7. 火灾蔓延和其产品的控制.....	15
8. 火灾探测、灭火系统和乘客通讯装置.....	17
9. 基本和紧急系统的控制和功能.....	19
10. 援助乘客和乘务员逃离.....	20
附录A.....	21
附录B.....	22
附录C.....	24
附录D.....	27
附录E.....	41

简介

该标准的目的是确保乘客在列车和客车上或周围的安全。在这种环境下的防火安全决定于一系列的相互依赖的措施，包括：探测和报警系统，手动或自动灭火系统，紧急照明和道路导向系统，逃离方式和出口提供，逃离路径或出口宽度，安全地点，占据水平，通常监督，事故的人员管理（包括人员培训），材料控制和内容，通风，分隔和防火。

该标准着重于构成火车的构造和材料的性能和防火性，以及一些关于其他方面的建议。因此，工程师需要知道火车的防火安全设计包括所有以上措施范围。

火灾发生在一列移动的火车上时，立刻疏散到一个最终安全的地方是不可能的，由于操作性的原因，如火车正在相邻的轨道上和/或载电轨上移动，甚至在火车处于静止的状态，这样的疏散可能被延误或由于地点的原因被阻止，例如在隧道或高架铁路上。

出于这个原因疏散只能在火车里才可能。这样的疏散被认为是转移到一个相对安全的地方。

因此，正如定义所说，一个相对安全的地方不能保证一直处于安全的环境，可能造成火灾的扩散，最基本的是构造和装修中使用的材料应在暴露于一个燃烧源时，是不易燃的和具有较低散热性、烟雾和毒性气体。这些性能统称为火灾反应。

对于在地下行驶的列车，隧道就是通常逃离的路径，但如果火灾在隧道内产生烟雾和有毒气体，它就不是一个相对安全的地方。这一般是在车底发生的火灾的情况下，防火间隔只能抑制火灾冲入列车内。

此外，在火灾发生在列车内的情况下，防火间隔在火车上就没有比在建筑物内那么有效，尤其在隧道内。当它们在阻止火灾蔓延时起到了有效的作用，从而提供了一个相对安全的地方时，隧道的限定区域就有火灾泄露到其他占据区域的较大的可能性，并且在火灾蔓延得很迅速的情况下，燃烧物容易穿过障碍而影响其他列车和隧道。

建议的对这类列车的防火有较强反应的材料决定防火间隔的作用限制范围。

其他需要考虑特殊推荐材料的列车是卧铺车，乘客会较慢地察觉火灾的发生。

有一些操作环境，找到一个相对安全的地方不太可能，就有必要注意控制可能易燃的燃烧源和选择具有特殊防火性能的材料，以降低火灾发生和/或蔓延的危险，这些环境例如：

——逃离时间被拖延（相对于逃离路径被维持为一个相对安全的地方而需的逃离时间）

——防火间隔的完整性不可靠，因为：例如，它们有乘客可控制的通风开口。

——由于操作或其他的原因，列车采用单一的直通的车厢的形式。
这些环境是在标准范围之外的，需要特别的危险分析。

考虑可燃源也有必要，尤其是：

- 电气设备，尤其是高功率设备
- 靠燃料燃烧驱动电源
- 烹饪设施
- 有导致火灾发生的危害的设施。

该英国标准的目的是：

- 控制引燃源的燃烧力度和维持不燃的期限，以及着火的频率；
- 控制材料对各种尺寸的引燃源的反应；
- 对于较小的引燃源，在功率为 1KW 的情况下，确保受影响的列车内的环境几乎可不限期的维持；
- 对于较大的引燃源，在功率为 10KW 的情况下，确保受影响的列车内的环境维持不变的时间是乘客逃离列车所需要的时间；
- 对于较大的引燃源，在功率为 100KW 的情况下，确保在列车内转变到跳火的可能性最小化；
- 在跳火的情况下限制列车内的热量释放
- 限制对离火灾地点较远的易燃物的影响

1. 范围

该英国标准为铁路客车设计和构造上的防火安全方面提供建议。这些建议对新的列车和现有列车的不断变化都有适用性。

注：对于现有的列车，该标准的建议对任何不断更换和更新的项目或材料都适用。

当某个列车进行工程改造时，包括材料的更换/替代或新修改的系统/部件的采用，列车的防火性能不应下降，仍应采用该标准的相关部分，从而达到要求的防火性能。

该份英国标准涵盖：

- A) 材料着火时的反应
- B) 阻燃间隔的使用
- C) 防火安全设计的总体方面

烟雾和毒性气体扩散的测量建议在附件 A 和附件 B。

客车防火安全系统和材料在整个工作寿命中都应保持有效。这些系统和材料应在寿命期间符合抗磨损和破坏的期望水平，包括老化，风化，清洗和对乘客的破坏。当材料在工作寿命期间需要更换，更换的材料应符合该标准。列车的操作人员应考虑到这点，只要这样可行，就应确保在列车的整个寿命期间保持防火安全的适当水平。

2. 标准化参考

以下标准文件包含的条件组成该英国标准参考的条件。对于限期的参考文件，出版的任何修订本都不能采用，对于无限期的参考文件，出版的最新版本可作为参考被运用。

- BS 476-4 建筑材料和结构的防火试验——第四部分：材料的不燃性试验
BS 476-6 建筑材料和结构的防火试验——第六部分：产品火灾蔓延测试方法
BS 476-7 建筑材料和结构的防火试验——第七部分：火焰表面传播等级确定的试验方法
BS 476-15 建筑材料和结构的防火试验——第十五部分：热释放率测量方法
BS 476-20 建筑材料和结构的防火试验——第二十部分：建造元素阻燃性确定方法（总原则）
BS 476-22 建筑材料和结构的防火试验——第二十二部分：建造非承载元素的阻燃性确定方法
BS 4066-3 在火灾时电缆的试验——第三部分：束线或电缆试验
BS 5438: 1989, 纺织品在垂直放置样品上下边缘上的小点燃火焰的燃烧性试验方法
BS 6387, 在火灾情况下要求保持电路完整性的电缆防火性能要求说明
BS EN 3 (所有部分), 移动灭火器
BS EN 50200, 用于紧急电路的无保护小电缆的阻燃性试验方法
BS ISO 4589-2 塑料——氧指数确定燃烧程度
部分 2: 环境温度测试
BS EN ISO 4589-3: 1996, 塑料——氧指数确定燃烧程度
部分 3: 高温试验
BS ISO 5659-2 塑料——烟雾产生——第二部分：指定光密度确定
BS ISO 9239-1 火灾反应试验——地板覆盖系统上的火焰水平表面蔓延——第一部分：辐射的引燃源的火焰蔓延
PrEN 2824 1)2), 航空宇宙系列——燃烧行为，在热辐射和火焰的影响下烟浓度和材料燃烧的烟中气体成分确定——试验设备，辅助仪器和媒介。
PrEN 2825 1)2) 航空宇宙系列——燃烧行为，在热辐射和火焰的影响下烟浓度和材料燃烧的烟中气体成分确定——烟浓度的确定
PrEN 2825 1)2) 航空宇宙系列——燃烧行为，在热辐射和火焰的影响下烟浓度和材料燃烧的烟中气体成分确定——烟中的气体成分确定
NF X 70-100 2) 防火试验——高温分解和燃烧气体分析——管式炉方法

3. 术语、定义和符号

3.1 术语和定义

运用以下术语和定义。

3.1.1 紧急系统

维持乘客和操作人员处于一个安全水平的火车系统，方便逃离到一个相对或完全安全的地方

包括：

- 应急照明和路径导向系统
- 紧急出口
- 通风和紧急通风
- 火灾探测
- 灭火器
- 乘客紧急通讯

3.1.2 基本系统

让火车驱动的系统

注意：包括：

- 牵引控制
- 脚踏闸控制
- 紧急刹车控制
- 以上的相关辅助配件

3.1.3 火灾探测系统

对一或更多着火部位做出反应，给出听觉和视觉警告的系统

3.1.4 阻燃

一个部件在一定的时间内达到要求的稳定性和/或完整性和/或隔热性和/或其他期望的标准阻燃试验中规定的状态。

3.1.5 固定灭火系统

固定在一个特殊的区域的系统，当被启动，或手动或自动，传送一个灭火媒介

3.1.6 跳火

使列车的一个车厢内的整个表面处在燃烧材料的火焰中

3.1.7 相对安全的地方

既通过防火结构与火灾隔离又提供了安全出口方式的区域

3.1.8 最终安全的地方

没有物质边界并使在内的人员不再处在火灾的危险中或火灾的影响中的区域

3.1.9 电弧

故障状态下放电通过空气，功率消耗超过 10KW。

3.1.10 火灾反应

某种材料在特定的试验条件下，通过其自身的分解，对暴露在火灾中做出反应

3.1.11 安全调节机构

对建立和审批轨道安全要求并确保轨道车辆符合要求的具有法定责任的机构

3.1.12. 表面

3.1.12.1 水平朝下的表面

“类似天花板”的朝下的表面，与水平线成小于 45°角

3.1.12.2 水平朝上表面

“类似地面”朝上的表面，与水平线成小于 45°角

3.1.12.3 垂直表面

“类似墙”的表面，与垂直方向成小于 45°角

3.1.12.4 限制延伸表面

一个水平朝下的表面，最大水平延伸小于 1M，并在其表面没有任何点离其他限制延伸表面的距离小于任何方向测量的最大水平延伸距离。或一个垂直的表面，最大垂直延伸小于 1M，并在其表面没有任何点离其他限制延伸表面的距离小于垂直朝上测量的最大垂直延伸距离。

注：分别定义为“HPL”表面（水平朝下限制延伸表面）和“VL”表面（垂直限制延伸表面）。

3.2 符号

该英国标准采用以下符号：

略

4. 列车类型的分类

主要有两类操作环境：

——I 类：地下

——II 类：地面

I 类分为以下：

——Ia 类

——Ib 类

这三类代表三种不同的性能，按照感觉的可能性、点燃范围和导致的危险的不同分类

——Ia 类：单轨隧道上并且两边出口不通走道和逃离井的操作环境，或是在地下运行相当长时间的卧铺车，或没有工作人员而运行的列车

——Ib 类：在多轨隧道上运行，或在一个隧道内两边出口通走道和逃离井，或是在地下运行时间不长的卧铺车。

——II 类：在地面行驶的机车，不会在隧道运行相当长的时间

5. 设计考虑

5.1 避免有引火源隐藏的地方

开口的凹槽形成开口部位（例如：不直接的照明）不能在乘客车厢内使用。头上方的行李架应设计成放置的物体能从下方看得见。标有乘务员专用区域的地方应能被安全地锁定。

5.2 最低燃烧材料，提供清洁条件

列车的内外部应设计成使可燃物的累积数量最小化。电热器封闭装置应设计和位于一个能抑制或阻挡燃烧材料进入的地方。通风系统应能易于清洁。可燃液体的盛放点应设计成液体的溢出能看见并清洁干净。

5.3 废物箱

废物箱应是固体结构并装有自动关闭的装置，为了防止垃圾的溢出和废物箱内隐藏火灾。其材料应根据 7.7 能阻燃。

5.4 吸烟的条件

在吸烟允许的地方，应提供充分数量的烟灰缸。烟灰缸应是固体结构并有自动关闭的装置，为了防止灰或垃圾的溢出和使烟灰缸隐藏火灾。其材料应按照 7.7 能阻燃。

5.5 防止可燃材料接触电热器

电热器的设计（不包括烹饪设备）应使通常操作下表面温度不超过 60℃。进出格栅应设计成不易堵塞。

5.6 行李区

在行李区，因为行李不在乘客或工作人员的视觉范围，因此应采取一种方式，确保行李的燃烧不易突破存放区，同样在外部的着火也不易进入存放区。

5.7 烹饪区

用油或油脂油炸的烹饪设备应设计成列车的移动不会使晃动的可燃液体导致火灾的危险。应提供这些油和油脂的存放地，避免其接触引燃源。使用石油天然气的烹饪设备不能使用。

5.8 电气保护

漏电和间隙距离应设置成考虑材料倾向、使用的电压和使用交流还是直流电，以便使电气事故的发生最小化。应提供适当的电气保护以确保在故障发生时的能量释放率和故障时间的最小化。这项指导运既用于作为引燃源的电源有用于以电弧的形式具有电源输出危险的电源。

5.9 电弧防护

应采用适当的电弧阻止障碍物以防止乘客车厢除了分站断路器外没有电气保护。

5.10 高电流电路断路器输出保护

应提供适当的保护套，防止断路器的材料和碎片作为引燃源，和防止其他系统的功能下降，例如电缆在故障时增加了引燃的危险。

5.11 集电器火花防护

应提供适当的保护套，防止来自集电器的炽热物质作为引燃源。

5.12 电缆和电线

电缆和电线的设计和安装应确保电缆和电线由于内部加热或外部暴露于一个热量源而发生火灾的频率最小化。在确定电缆的尺寸的时候，应考虑以下：

- A) 电线配组，无论是在导线内，线槽内或暴露于空气中
- B) 环境温度，尤其是在列车运行时的上升温度
- C) 电缆的通常温度和最高温度
- D) 电缆的通常功率和最高功率
- E) 在故障情况下电缆承载的电源的等级和持续时间
- F) 靠近的其他燃烧材料

5.13 内部燃烧发动机：柴油

在供应线路内应设有一个阀，当阀操作，发动机关闭并且燃料的供应中断。燃料的盛放装置应在一个适当防火的封闭装置内，包括所有管路和阀。应有可能在驾驶室和列车的外部某一地点操作关闭程序和阀。阀的遥控操作方式应充分防火，以使之在使用前不会因火而损坏。

5.14 内部燃烧发动机：汽油

当汽油发动机运用在轨道客车上时，应执行危险评估。

6. 材料

6.1 概要

材料按有限的种类分类，种类决定于材料在列车上的位置，指定的种类决定采用的试验方式（见表 1 和表 14）。在表中内外部性能有所不同。

表面根据它们在列车上的方向再细分。表面的方向在决定燃烧速度和火焰蔓延上起到关键的作用，因为其决定热量进入表面的效率。表面因此而分类，按火灾危险程度的下降顺序，如下：

- A) “类似天花板” 见 3.1.12.1
- B) “类似墙” 见 3.1.12.3
- C) “类似地面” 见 3.1.12.2

水平朝下表面和垂直表面，如果它们满足一定的标准，可再分为限制延伸表面。（见 3.1.12.4）

按这种方式把表面分类，就可将各种各样的表面归到一个总原则上而不需对特别的项定义特别的指导值。例如：座椅外壳可按这方式分类，使座椅装饰面的分类成为可能和有逻辑性。

应注意一些列车的真正的天花板所运用的值（见表 3）确定了在扩展的水平朝下表面控制火焰速度的重要性。对于不存在扩展的水平朝下的表面的区域，例如座椅下方或在一个较大区域内的一个小区域，建议的值可作为垂直表面的值。

不能按照表面分类原则分类的材料为：

- 1) 电缆

2) 纺织品 (随意放置的)

3) 微量使用的材料

任何项或材料,除了按以上分类原则外的特别分类,只要其暴露的表面面积超过 0.2 m²或其重量超过 500g(内部使用)或 2Kg(外部使用)应被认为是一个表面。如果一个项和材料的重量和表面面积小于这些值,就被归类为微量使用的材料。如果一个项的重量比相应最小值大并且其几何形不允许采用表面分类标准的现成定义,那就采用垂直表面的设定值。

重量小于 100g(内部),或小于 400g(外部)的微量使用材料在防火性能上不列入任何类型。

不分类的微量使用材料应采用分组形式以确定它们是否需要分类,以及是否应作为表面处理。

在微量使用材料的分组中,如果在水平朝下表面或垂直表面上有间隔 0.5m,和在水平朝上表面有间隔 0.2m 的两个微量使用材料,那它们应作为各自分别考虑。如果间隔距离没有达到,它们的重量和面积应相加并且它们为了进一步的分类和分组可作为一种材料考虑。

6.2 火灾反应的控制

注:该条的条件原则讨论见附件 C。

只能用表 1 到 14 的具有相应火灾反应的防火性能的材料。

达到一定的类别但在按 BS476-7 所做的试验时注有“Y”的材料应不能用于水平朝下表面或垂直表面但能用于限制延伸的表面(水平朝下限制或垂直限制),只要它们还符合表 7 或表 8。

Table 1 — Interior horizontal supine surfaces

Test method	Parameter	Vehicle category		
		Ia	Ib	II
BS 476-7	Surface spread of flame (worst permissible class)	Class 2	Class 2	Class 2
or BS ISO 9239-1	Critical radiant flux at extinguishment (max.)	7.5 kW·m ⁻²	7.5 kW·m ⁻²	7.5 kW·m ⁻²
Annex D Flooring test	A ₀ (max.)	220	350	nc ^a
See annex B	R (max.)	5.0	8.0	18.0
nc: no criterion.				
^a The permissible level is outside of the measuring range of the method. The value is so high that it has been decided not to offer a numerical criterion.				

Table 2 — Interior vertical surfaces

Test method	Parameter	Vehicle category		
		Ia	Ib	II
BS 476-6	i_1 (max.)	6 (VL surfaces: nc)	6 (VL surfaces: nc)	nc
	I (max.)	12 (VL surfaces: nc)	12 (VL surfaces: nc)	nc
BS 476-7	Surface spread of flame (worst permissible class)	Class 1 (VL surfaces: Class 2)	Class 1 (VL surfaces: Class 2)	Class 1 (VL surfaces: Class 2)
Annex D Panel test	A_0 (ON)	2.6	4.2	9.4
	A_0 (OFF)	3.9	6.3	14.0
See annex B	R (max.)	1.0	1.6	3.6

nc: no criterion.
NOTE Values of A_0 are maxima.

Table 3 — Interior horizontal prone surfaces

Test method	Parameter	Vehicle category		
		Ia	Ib	II
BS 476-6	i_1 (max.)	6 (HPL surfaces: nc)	6 (HPL surfaces: nc)	nc
	I (max.)	12 (HPL surfaces: nc)	12 (HPL surfaces: nc)	nc
BS 476-7	Surface spread of flame (worst permissible class)	Class 1 0 mm ^a (HPL surfaces: Class 1)	Class 1	Class 1
Annex D Panel test	A_0 (ON)	2.6	4.2	9.4
	A_0 (OFF)	3.9	6.3	14.0
See annex B	R (max.)	1.0	1.6	3.6

nc: no criterion.
NOTE Values of A_0 are maxima.
^a No spread of flame.

Table 4 — Exterior horizontal supine surfaces

Test method	Parameter	Vehicle category		
		Ia	Ib	II
BS 476-7	Surface spread of flame (worst permissible class)	Class 2	Class 2	Class 2
or BS ISO 9239-1	Critical radiant flux at extinguishment (max.)	7.5 kW·m ⁻²	7.5 kW·m ⁻²	7.5 kW·m ⁻²
Annex D Flooring test	A_0 (max.)	370	590	nc
See annex B	R (max.)	8.5	13.5	nc

nc: no criterion.

Table 5 — Exterior vertical surfaces

Test method	Parameter	Vehicle category		
		Ia	Ib	II
BS 476-7	Surface spread of flame (worst permissible class)	Class 1 (VL surfaces: Class 2)	Class 1 (VL surfaces: Class 2)	Class 2
Annex D Panel test	A_0 (ON)	4.4	7.0	nc
	A_0 (OFF)	6.6	10.5	nc
See annex B	R (max.)	1.7	2.7	nc

nc: no criterion.
NOTE Values of A_0 are maxima.

Table 6 — Exterior horizontal prone surfaces

Test method	Parameter	Vehicle category		
		Ia	Ib	II
BS 476-7	Surface spread of flame (worst permissible class)	Class 1 0 mm ^a (HPL surfaces: Class 1)	Class 1 (HPL surfaces: Class 2)	Class 1 (HPL surfaces: Class 2)
Annex D	A ₀ (ON)	4.4	7.0	nc
Panel test	A ₀ (OFF)	6.6	10.5	nc
See annex B	R (max.)	1.7	2.7	nc
nc: no criterion.				
^a No spread of flame.				

Table 7 — Interior minor use materials of mass 100 g to 500 g

Test method	Parameter	Vehicle category		
		Ia	Ib	II
BS EN ISO 4589-3:1996, annex A or BS ISO 4589-2 (see note)	Flammability temperature (FT) (min.)	300 °C	300 °C	250 °C
	Oxygen index (OI) (min.)	34 % (V/V)	34 % (V/V)	28 % (V/V)
Annex D Small-scale test	A ₀ (max.)	0.017	0.027	0.061
See annex B	R (max.)	1.0	1.6	3.6
NOTE The preferred method is determination of the flammability temperature (FT) but the oxygen index (OI) should be used where the behaviour of the material at temperature makes it unsuitable for FT testing.				

Table 8 — Exterior minor use materials of mass 400 g to 2 000 g

Test method	Parameter	Vehicle category		
		Ia	Ib	II
BS EN ISO 4589-3:1996, annex A or BS ISO 4589-2 (see note)	Flammability temperature (FT) (min.)	300 °C	300 °C	250 °C
	Oxygen index (OI) (min.)	34 % (V/V)	34 % (V/V)	28 % (V/V)
Annex D Small-scale test	A ₀ (max.)	0.029	0.046	nc
See annex B	R (max.)	1.7	2.7	nc
nc: no criterion.				
NOTE The preferred method is determination of the flammability temperature (FT) but the oxygen index (OI) should be used where the behaviour of the material at temperature makes it unsuitable for FT testing.				

Table 9 — Seat trim

Test method	Parameter	Vehicle category		
		Ia	Ib	II
Back				
BS 476-6	i_1 (max.)	6 (VL and HPL surfaces: nc)	6 (VL and HPL surfaces: nc)	nc
	I (max.)	12 (VL and HPL surfaces: nc)	12 (VL and HPL surfaces: nc)	nc
BS 476-7	Surface spread of flame (worst permissible class)	Class 1 (VL and HPL surfaces: Class 2)	Class 1 (VL and HPL surfaces: Class 2)	Class 1 (VL and HPL surfaces: Class 2)
See annex B	R (max.)	2.0	3.2	7.2
Base				
BS 476-7	Surface spread of flame (worst permissible class)	Class 2	Class 2	Class 2
See annex B	R (max.)	3.5	5.6	13.0
Assembly				
Annex D Seating test	A_0 (max.)	8.7	14.0	nc

nc: no criterion.

Table 10 — Seat shell (back and base)

Test method	Parameter	Vehicle category		
		Ia	Ib	II
BS 476-6	i_1 (max.)	6 (VL and HPL surfaces: nc)	6 (VL and HPL surfaces: nc)	nc
	I (max.)	12 (VL and HPL surfaces: nc)	12 (VL and HPL surfaces: nc)	nc
BS 476-7	Surface spread of flame (worst permissible class)	Class 1 (VL and HPL surfaces: Class 2)	Class 1 (VL and HPL surfaces: Class 2)	Class 1 (VL and HPL surfaces: Class 2)
Annex D Panel test	A_0 (ON)	2.6	4.2	9.4
	A_0 (OFF)	3.9	6.3	14.0
See annex B	R (max.)	1.0	1.6	3.6

nc: no criterion.

NOTE Values of A_0 are maxima.

Table 11 — Textiles (free standing and lying) (HS, HP and V surfaces)

Test method	Parameter	Vehicle category		
		Ia	Ib	II
BS 5438:1989, Test 2A (15 s flame application time)	Burn length	< 100 mm	< 100 mm	< 100 mm
	Time to extinguish ^a	< 8 s	< 8 s	< 8 s
Annex D Small-scale test	A ₀ (max.)	0.017	0.027	0.061
See annex B	R (max.)	1.0	1.6	3.6

^a Duration of flaming plus duration of afterglow.

Table 12 — Mattresses

Test method	Parameter	Vehicle category		
		Ia	Ib	II
BS 476-7	Surface spread of flame (worst permissible class)	Class 2	Class 2	Class 2
Annex D Flooring test	A ₀ (max.)	220	350	350
See annex B	R (max.)	5.0	8.0	8.0

Table 13 — Interior cables

Test method	Parameter	Vehicle category		
		Ia	Ib	II
BS 4066-3 (see notes 2 and 3)	Burn length (max.) ^a	2.5 m	2.5 m	2.5 m
Annex D Cable test (see note 3)	A ₀ (ON)	see note 1	Ia × 1.6	Ia × 3.6
	A ₀ (OFF)	see note 1	Ia × 1.6	Ia × 3.6
See annex B	R (max.)	1.0	1.6	3.6

NOTE 1 The maximum permissible values of A₀ (ON) and A₀ (OFF) for any particular cable are calculated from the following expressions by inserting the value for the nominal cable diameter, *d*, measured in millimetres:

$$A_0 \text{ (ON)} = \frac{\tan^{-1}(d/45)}{45} - \frac{\tan^{-1}d}{2\,025}$$

$$A_0 \text{ (OFF)} = 1.5A_0 \text{ (ON)}$$

The angle generated by the above expressions is calculated and quoted in degrees.

The formulae are a numerical convenience only and nothing more fundamental should be inferred from their form.

NOTE 2 Cable bundles of the required length should be prepared as described in D.8.7. The array subjected to the test should comprise a spaced arrangement in which the centre to centre spacing of the bundles is twice the nominal bundle diameter.

NOTE 3 Within a range of cables of the same type, if a cable of diameter *d* meets the performance criteria, then it may be assumed that cables having a diameter in the range *d*/1.5 to 1.5*d* will also meet the performance criteria.

NOTE 4 The *R* value applies to all components of the cable on an individual basis.

^a Measured from the bottom edge of the burner.

Table 14 — Exterior cables

Test method	Parameter	Vehicle category		
		Ia	Ib	II
BS 4066-3 (see notes 2 and 3)	Burn length (max.) ^a	2.5 m	2.5 m	2.5 m
Annex D Cable test	A ₀ (ON)	see note 1	Ia × 1.6	nc
	A ₀ (OFF)	see note 1	Ia × 1.6	nc
See annex B	R	1.7	2.7	nc
nc: no criterion.				
NOTE 1 The maximum permissible values of A ₀ (ON) and A ₀ (OFF) for any particular cable are calculated from the following expressions by inserting the value for the nominal cable diameter, <i>d</i> , measured in millimetres:				
$A_0 \text{ (ON)} = 1.7 \left(\frac{\tan^{-1}(d/45)}{45} - \frac{\tan^{-1}d}{2\,025} \right)$				
$A_0 \text{ (OFF)} = 1.5A_0 \text{ (ON)}$				
The angle generated by the above expressions is calculated and quoted in degrees.				
The formulae are a numerical convenience only and nothing more fundamental should be inferred from their form.				
NOTE 2 Cable bundles of the required length should be prepared as described in D.8.7. The array subjected to the test should comprise a spaced arrangement in which the centre to centre spacing of the bundles is twice the nominal bundle diameter.				
NOTE 3 Within a range of cables of the same type, if a cable of diameter <i>d</i> meets the performance criteria, then it may be assumed that cables having a diameter in the range <i>d</i> /1.5 to 1.5 <i>d</i> will also meet the performance criteria.				
NOTE 4 The R value applies to all components of the cable on an individual basis.				
^a Measured from the bottom edge of the burner.				

7. 火灾蔓延和其产品的控制

7.1 地面

7.1.1 对于所有种类的列车，当按照 BS476-20 和-22 标准进行试验，用试验样品和按 7.1.2 的实验条件，整个地面结构应达到 20 分钟的完整性和隔绝。表面的平均温度，由固定的内部热电偶记录，不能超过 250℃，由任何单个固定在表面的热电偶记录的表面温度不能超过 300℃。

7.1.2 试验应在一顶的范围内水平进行，通常为 1 m²，没有额外的负载。如果列车下侧有开口，实验应在一个较低的 0Pa 到 2Pa 的熔炉压力下进行。试验件应有足够的大小，包括任何用于列车的地板穿透的代表性样品。这些样品也应达到 7.1.1 的防火性能。试验件应包括所有地板涂层和覆盖。

7.2 列车端墙、乘客车厢间壁和司机室

7.2.1 对于所有种类的列车，当按照标准 BS476-20 和-22 进行试验时，按照 7.2.2 使用试验件和试验条件，应展示一对包括门的列车端墙，只从完整性的角度看，整体达到 30 分钟的防火，在有司机室的地方 7.1.1 给出的隔绝标准也应符合。

防火间隔表面应靠近尾部但不需要在列车的尾部。尤其是，当尾部有司机室时，防火间隔表面应在乘客车厢和司机室之间的间壁上而不是列车的尾部。因此可以为司机提供加强的保护。

如果在这样的试验中，一个包括门的完整的尾部间隔，安装在墙和地板的充分深度内，达到 20 分钟的完整性（和隔绝），就可认为两个间隔符合 30 分钟标准。

7.2.2 试验应在整个范围内垂直进行。试验件应包括固定在热和冷面上的、也固定在内部的所有材料的代表性样品，以及任何形式的穿透的代表性样品。穿透部分也应达到防火标准。

在进行这些试验时，应进行测量，避免在实践中不会发生的，在用于试验的固定陶瓷结构内有扩张的墙/地板的金属圆周而导致的对结果的虚假影响。

7.3 卧铺车厢内的卧铺和卧铺、卧铺和走廊之间的间壁

7.3.1 对于各种列车，当按照 BS 474-20 和-22 进行试验时，按照 7.3.2 使用试验件和试验条件，卧铺和走廊以及卧铺和卧铺之间的间壁应达到 20 分钟的完整性。（卧铺之间的间壁被称为火灾隔离件）。

另外，卧铺和走廊之间的间壁应符合 7.1.1 的隔绝标准。

注 1：只要在穿透和固定处的部分隔绝失败但不导致完整性的破坏，它们是允许的。

注 2：沿着卧铺车厢长度方向的卧铺应在防火方面至少通过 3 个隔离块隔离。

7.3.2 试验应在整个范围垂直进行。试验件应包括固定在热和冷两面上的并也固定在里面的所有材料的代表性样品以及任何穿透的代表性样品。穿透也应达到防火标准。

7.4 洞穴材料的防火间隔

注 1：洞穴材料的防火间隔的功能是在高热量传送效率的空旷空间内防止空气的进一步流动，不然在这种情况下发生火灾时，会促进在更长距离的火焰快速扩展。

对于符合以下一条或一条以上标准的地板，墙面或天花板内的洞穴材料，就不需额外的分隔。

- A) 洞穴材料的两面用按照 BS476-4 进行试验的非燃烧材料填充。
- B) 洞穴材料完全由符合表 3 列出的内部水平朝下表面阻燃指导值的材料制成，并且只包含符合第 6 条阻燃指导值的材料。
- C) 洞穴材料由符合表 3 列出的内部水平朝下表面阻燃指导值的材料铺线，并且按照 BS476-20 和-22 进行试验，有 20 分钟的完整性，并且只包含符合第 6 条阻燃指导值的材料。

如果洞穴材料不符合以上一条或一条以上的标准，应在不超过 7M 或 1/3 车厢长度处在其宽度上加以分隔，分隔材料应按照 BS476-20 和-22 在一定的方向和一定的范围达到 20 分钟的完整性。

注 2：不需做整个结构的防火试验。

任何种类的洞穴材料（例如地板，墙面或天花板）应防止与其他种类的洞穴材料接触，最好在界面上加一个洞穴材料间隔。

在洞穴材料间隔和洞穴材料内部面之间的界面应保护或接合，防止间隔和洞穴材料两面之间的空气流动。

7.5 座椅靠背和底座外壳

座椅外壳（靠背和底座）的材料或合成材料应防止座椅不受座椅下方和后面发生的火灾的影响。

如果组成外壳的材料或材料合成按照 BS476-20 和-22 试验，在适当的方向和一定的范围内达到 10 分钟的完整性，从后面/下面对座椅的保护就可达到。

如果不能达到这样的保护，座椅的靠背后部和座椅底座的下侧，包括软体装饰，就应作为一个表面进行试验。

7.6 电缆

需在火灾情况下显示电路的完整性的电缆应有 BS6387 规定的 AX 性能。BS EN 50200 也可使用，在 BS EN 50200 试验下，最低保持完整性的时间为 90 分钟。

7.7 废物箱

废物箱应能使火保留在箱内而不蔓延。

废物箱应用按照 BS 476-20 和-22 试验在适当的方向的一定的范围达到 10 分钟完整性的材料。装配件也应达到相同水平的性能。

7.8 在设备箱内的材料

在设备箱内的材料不需要符合英国标准，只要箱体具有防止箱内潜在火灾危险的防火性能和箱体能充分的阻止外部附近的火灾。

8. 火灾探测、灭火系统和乘客通讯装置

8.1 概要

火灾探测系统应可靠并在所有操作模式和操作条件下都能启动。它们不应发出相当数量的故障警告。

注：灭火系统可以固定也可移动。一个固定的系统可以手动或自动操作，一个移动的系统，由定义可知，只可手动操作。在灭火系统中使用的媒介不应给火车工作人员和乘客造成危害。

8.2 地点

至少两个乘客的通讯装置应安装在每个乘客车厢内。这些装置应能允许与工作人员的通话信息的双向交换，并应清晰的标注和易于识别。

在一个固定的灭火系统的地方，应安装一个相应的自动火灾探测系统和声觉警告系统。该系统应能远程通知乘务员和/或工作人员，关于哪个车厢受到了影响，在何地方，以及在车厢内的什么区。

一个适当的移动灭火系统应在所有有人处在通常或工程操作下的车厢内都有，至少一个符合 BS EN 3 的适当尺寸和类型的灭火器应提供给每个乘客车厢。卧铺车

厢应提供两个灭火器。

移动灭火器或一个固定的火灾探测系统应提供给含有利用燃料的燃烧作为动力源的设备的列车内的任何区域。

火灾探测和灭火系统应在任何有潜在上升危险的区域或车厢内安装。至少有自动探测装置和声觉警告装置和移动灭火装置。尤其在无乘务员/工作人员操作的列车上，特别是还有乘客的列车上，应做特别的考虑。

处于上升危险的列车或区域的例子如以下：

- 含燃料的燃烧作为列车系统的动力源的区域，例如：柴油发动机
- 卧铺车厢
- 机车
- 在紧急程序下无工作人员操作的列车

8.3 卧铺列车

防火探测器应提供给每个卧铺车厢，每个形成单独防火间隔的区域，和在空调或通风管道内。

防火探测系统应在探测到火灾的时候给所有受影响的区域发出一个声音警告和一个信号，提醒负责的工作人员。该系统也能启动机械装置抑制或控制车内和通风、空调管道内的烟雾的运动。

8.4 机车

在机车体的内外都应有声觉或视觉警报以显示探测系统已触发。当只依靠声觉警报时，声觉警报在发动机处于停止状态而其他设备在正常运行时，应能听得到。

机车应有一个固定的灭火系统，当列车无人时能自动启动，除了机车与一个相邻的机车并联，并在另一个机车的控制下操作。

自动启动程序应考虑灭火系统有效而由于其他原因在探测和灭火之间有个延误的可能性，以避免灭火材料的无效消散。

注：延误可以是自动的也可以是手动控制的。

对于手动启动，在每个司机室内应有一个启动装置，既要防止无意使用又能在不需特殊工具或钥匙的情况下操作，在列车的任何一侧的外部应有适当的存放装置，任何一侧都能启动灭火系统。

8.5 柴油多动力组

当列车是一个柴油多动力组，每个司机室和警卫车厢应安装一个警报，在运行条件下在司机室/警卫车厢能够听得到。警报声在列车外部的邻近地方也能听到。任何启动行为应能触发车上的所有警报。

有自动启动的固定灭火系统应设计有一个适合的延误发生在探测和灭火之间以避免在车移动时灭火材料的无效消散。

注：延误可以是自动的也可在手动控制下。

8.6 状态

应提供隔离任何固定灭火系统的方式，以防止在一般维护时的偶尔释放。当系统被隔离，应有一个故障条件状态可视指示，一个故障条件状态应在系统的释放后给出指示。所有在司机室的系统指示器应在所有操作条件下从正常的座椅位置能看得到。

9. 基本和紧急系统的控制和功能

9.1 概要

在列车上发生火灾时，安全关键系统如刹车和信号系统只能以最小化整个危险的方式发生故障。从而在发生火灾时，所有的系统发生了故障，火车能继续处于一个控制的状态或在控制状态下停止。

注 1：在火灾发生时，一定的基本和紧急系统最好能继续工作，可以在减少初始火灾危险时或在执行一些紧急程序时起到作用。

这些系统的功能应保护使在火灾的影响下仍有效。在评估是否达到必需的保护等级时，事故的后果应在系统发生故障和没有发生故障的情况之间进行比较。

注 2：系统能被保护防止受火灾影响包括，但不局限于以下：

- A) 系统电路和设备的冗余和隔离
- B) 用防火的电缆（见 7.6）
- C) 用防火的风管和液压管
- D) 用防火的设备箱（见 7.8）
- E) 确保故障设备绝缘的电路设计，以保持其他设备的功能
- F) 用保险丝和遥控开关，断开故障系统

9.2 基本系统

基本系统应设计成能保护人员避免潜在火灾危险以及充分阻止可能发生的外部火灾。

注：作为说明的例子，如果一件设备发生火灾，故障能使火车停止，如果能显示火灾不会蔓延，从而不会有危险，它就不被认为是基本系统范围。如果火灾发生在设备的外部并有蔓延的可能和对人员造成危险，并且如果这火灾在对人员造成危险之前有可能导致设备的故障，则应对设备的保护作进一步的考虑。

9.3 紧急系统

紧急系统设计成当它们暴露在火灾中时它们能继续起作用直到紧急疏散完成或直到不再需要该系统。

在直接受火灾影响的列车内，一个紧急系统的任何部分的故障不应导致其他任何不直接受火灾影响的列车内的紧急系统的故障。

因此，在火灾影响的列车内要求运行紧急系统（例如乘客通讯），防止几个系统发生故障有必要通过一个或一个以上的用于基本系统的技术。

注：作为说明的例子，如果发生火灾并直接影响乘客紧急通讯设备的麦克风，要求特别受影响的部件继续工作被认为是不可行的。由于火灾将排除其使用，不再要求执行功能。然而麦克风的故障不会对整体的通讯系统造成任何不利的后果。如果在这种情况下火灾有对人员造成危险的可能，设备的保护和设计将作进一步的考虑。

10. 援助乘客和乘务员逃离

10.1 提供紧急出口

所有列车应有作为紧急出口的门。如果设计的火车在不可能有侧面紧急出口的轨道上运行，那么紧急出口应在列车的两端，并且能有可能从任何列车部位到达这些门。

乘客座椅应不能离列车上的紧急出口超过 15m。如果端墙上没有紧急出口，就不能超过 6m。当这些距离达不到，采用窗出口来取得这些限制。

卧铺车应至少有两种逃离方式。

10.2 紧急出口的性能

紧急出口或是通常的或可能被锁定，应能在紧急情况下被乘客打开而不用钥匙或工具。这个功能应在中间端门的两侧，端门的内侧和通往司机室的门上都有。这些门形成逃离路径的一部分。

注：紧急开启的条件可以是，例如，一个把手，与门锁定机械装置分隔，在一个易碎的罩子内。

残疾人乘坐区应在紧急情况下提供他们的安全出口。

10.3 电力操作的外部门

电力操作的外部门应在紧急情况下能被乘客从车内打开而不用钥匙或工具，即使电力或电力操作机械装置出现故障。应提供一个紧急通过装置，允许工作人员或紧急援助人员从列车外部、门的对角相反位置打开外部乘客门。

10.4 电力操作的内部门

电力操作的内部门应在紧急情况下由乘客从两侧都能打开，而不用钥匙或工具，即使电力或电力操作机械装置发生故障。门打开的方式，例如是推还是滑动，应在门上做出指示。当考虑门自动操作时，应考虑确保门，尤其作为防火间隔的一部分，由火灾造成的影响导致不开还是保持开启。应特别注意光电装置和它们在烟雾微粒下操作的敏感度。

10.5 乘客车厢门和旋转门

在走廊上的旋转门通常在两个方向都能开启，但在只能从一个方向开启时，应朝最近的外部门的方向。乘客车厢门通常是滑动门。当乘客车厢门是旋转门时，门应朝车厢内开启而不是朝走廊内，以避免对逃离方式造成障碍。当这些门能从内部锁定的时候，锁应设计成列车工作人员能在紧急情况下开启。

10.6 紧急照明

所有乘客和乘务员区应在主电源断开后的 1.5 小时内有紧急照明。在紧急出口附近的照明水平应不小于 20 lx (在地面水平测量)，在逃离路径上的照明水平应不小于 5 lx。帮助离开列车的紧急设备的照明水平应不小于 20 lx。

10.7 逃离路径辅助设施和障碍物的避免

列车的设计应避免包含限制或阻碍出口路径的固定元素。门应朝出口路径的方向朝外开启（见 10.5）。在主要门廊，出口或通道内应提供充分的供乘客行李堆放的物品。

当轨道的顶部和乘客从车内出来的最低点之间的高度超过 0.9m，应在紧急出口门的附近为乘客和工作人员提供一个落到地面的方式。这个设备应简单安全的操作，例如移动梯子，固定的秋千梯，移动的踏步或斜道。当安装了落到轨道或站台上的电力踏步时，应在电源故障时能够手动操作。

10.8 提供紧急情况指导

乘客应知道在火灾情况下能够采取的适当措施。紧急警报和灭火器的位置应通过警告清晰的指示。在某些门和窗可作为紧急出口的地方，应清晰的指示。

应通过乘务员或预先录音的播音对乘客做出指导，最好采用扩音系统（PA）。

注：如果运用预先录音的信息，交流的内容例如以下：

- 如何从火车的一端或另一端到站台，或登上靠近相邻线路的火车的一侧或另一侧
- 关于灭火器的取得和其位置的信息
- 用来突破的工具的使用和位置，或在门被堵塞时开启窗而紧急逃离的指导

附录A

烟雾和毒性气体扩散测量

A.1 概要

有两方面的毒性气体能导致火灾的危险。毒性气体扩散的致命性是首要重要的，但具有相同重要性的是亚致死水平的气体的麻醉或刺激作用导致非致命的逃离失败。这样的影响也许是一个人没有逃离的原因，即使它不是死亡的主要原因。

这等同于火灾中的烟雾颗粒不透明性导致的视觉下降而使得逃离失败。

在毒性气体扩散和烟雾致使视线破坏的情况下，这个附录主要针对逃离失败的危险而不是致命性，也就是如果逃离被严重的中断并且火灾还在继续蔓延，结果无疑将是致命的。

A.2 评估

毒性气体能通过把动物放在试验材料产生的燃烧物内，通过分析发出的气体和把每种毒性成分相加来进行评估，也能通过假设所有气体具有相似的毒性和用质量亏损作为火灾产生的毒性气体数量的指数来进行评估。动物试验比较昂贵，较难规定和引起伦理上的质疑。人类对通常动物试验结果的反应的相互关系也不能证明，用动物试验充分评估逃离失败的不易获取性使这种类型的试验排除在轨道运用之外。检测质量的损失不能充分感觉，而且对于许多通常运用在轨道行业的产品，包含高水平的水性填充料，也容易误导结果。因此燃烧气体的化学分析是最佳的评估技术。

事实上，如果所有火灾产生的毒性气体的浓缩对抗时间能够形成，一个暴露在火灾中的人摄入的每种气体的量就能计算。这些可以相加，并且达到失去能力和/或死亡的时间可以计算。火灾包含的不同气体的比例使综合常规分析成为可能。详细的分析对常规产品太昂贵，并且许多普通分析技术不能取得浓缩对抗时间数据。分析主要毒性气体的技术是毒性评估的较佳选择。几种测量的气体（例如氰化氢）也反映不能直接评估的高分子有毒物质（例如有机腈）的潜在存在。期望通过控制 HCN 的发散能反映有机腈的控制，尽管后者不能形成分析议定书的一部分。在其他种类上也能得出相似的推论。

A.3 试验方法

为了实施的规范目的，期望在常规基础上进行一个时间基础的总计是不现实的（尽管在有材料提供时可以一例一例的进行），由于要达到这一点的试验方法还在发展中。因此有必要提供一个简单的方案，用标准的“单点，累积”的方法作为得出毒性气体重量总和值的方法。所用的试验方法在附录 B 中给出。

附录B

毒性气体重量总和确定，R

B.1 以重量为基础的试验方法（NFX70-100）

该方法运用于微量使用材料（见表 7 和表 8），纺织面料（见表 11）和电缆（见表 13 和表 14）

NF X 70-100 给出的实验方法应和以下修改一起使用。

不应用定性筛选，所有种类应在所有试验中量化。

注：要求确定二氧化氮和氧化一氮和以二氧化氮作为结果。

B.2 以面积为基础的试验方法（prEN 2824, prEN 2825, prEN 2826）

所有以面积为基础的试验方法应用于表面（见表 1, 表 2, 表 3, 表 4, 表 5 和表 6）、座椅软装饰和座椅外壳（见表 9 和表 10）和垫子（见表 12）。作为二选一，符合 B.1 的以重量为基础的试验方法也可使用，数据可以通过考虑燃烧深度运用于某个面积。

以面积为基础的试验方法应符合 prEN 2824, prEN 2825 和 prEN 2826，并作以下修改。

试验燃烧模型应有 BS ISO 5659-2 规定的加热处理代替，如水平试验件的圆锥加热元素。

所用的流量为 25KW.m^{-2} , 仅在燃烧模式。

应进行一个单一烟雾散播试验，确定达到 85% 烟雾散播顶点的时间（或如果不能达到最大值，就测过了 20 分钟时的值）。

毒性气体散播试验应在按照 B.4 计算 R 值的数据的三分之一和平均值上进行。

毒性气体的测量应在达到 85% 烟雾散播顶点所需的预先确定时间上开始。

毒性气体散播应按材料的每平方米克数表达，假设试验件的面积为 0.0058 m^2 。

材料的克数可以按以下计算：

$$\frac{(\text{测量浓度 百万分比}) \times 0.51 \times (\text{分子量})}{1000 \times 24.5}$$

注：要求确定二氧化氮和氧化一氮和以二氧化氮作为结果。

B.3 需分析的气体

表 B.1 列出的 8 种气体和其通常的限定值（IDLH 值，见 B.4.1）应是进行分析的最小设置值。

表 B.1——IDLH 值

气体	IDLH 值	
	p.p.m	Mg.m ⁻³
二氧化碳	40 000	73 000
一氧化碳	1 200	1 400
氟化氢	30	25
氯化氢	50	76
溴化氢	30	101
氰化氢	50	56
二氧化氮	20	38
二氧化硫	100	270

注：二氧化氮包括按二氧化氮算的一氧化氮

B.4 R 的计算

B.4.1 概要

在表 B.1 的第 2 和 3 列列出的数量是百万比率和每立方米的毫克重量作为把在试验中产生的燃烧物的分析结果转换成总毒性率的参考值的基础。表 B.1 的值是列出气体的 IDLH 值（大气中的气体浓度，暴露在该浓度下 30 分钟时间会对生命

或健康造成危险),

选择这些值是因为大多数危险分析将用累积试验得出的数据进行, 这些累积试验往往得出每种气体的单个点上的值或用以时间为基础的数据得出单个点上的值。

表 B.1 中的值被转换成参考值, 在表 B.2 中给出。表 B.2 中的值如和 NF X70-100 的数据一起使用就以每克中的毫克为单位, 如与 prEN 2824, prEN 2825, prEN 2826 的数据一起使用就以每平方米的克数为单位。这些值的一致是因为分别对表面(水平朝下和垂直表面)和材料选择 0.5 m² (宽度为 0.5m, 高度为 1.0m) 和 500g 作为总体设计水平。表 B.2 中的值给出了两个有效数, 从分析和指导的宗旨来说, 它既是充分的又是一致的。

表 B.2——气体的参考值

气体	参考值, f Mg.g ⁻¹ , 或 g.m ⁻²
二氧化碳	14 000
一氧化碳	280
氟化氢	4.9
氯化氢	15
溴化氢	20
氰化氢	11
二氧化氮	7.6
二氧化硫	53

B.4.2 计算

从 B.1 或 B.2 得到的数据计算重量总和指数, R, 通过每个种类的参考值划分其值, 而得到其个别指数, 然后把个别指数相加得出重量总和指数 R, 按照以下等式:

$$r_x = c_x / f_x$$

$$R = \sum r$$

c_x 是按适当的单元的 x^{th} 种类的扩散量值

f_x 是表 B.2 给出的 x^{th} 种类的参考值

r_x 是 x^{th} 种类的个别指数

如果发现对于一种材料或合成物, 在该标准中给出的“单点, 累积”的方法得出的 R 值不符合标准, 技术性的危险评估有可能允许求助于以时间为基础的分析。在发展阶段可以采用几种方法使毒性气体、扩散可以在动态流动或累积的情况下在真实时间内测量。

附录 C

方法的总体评论

注：当用于水平朝上或水平朝下表面的试验材料在垂直方向的 BS 476-7 试验中，应注意火灾中对结果产生正面或负面影响的材料动态的任何方面。在评估材料在最终运用中的适合性的时候，应考虑这些动态的方面和其影响。

C.1 火灾反应

附录 B 在烟雾和毒性气体方面给出了信息，列出了各种气体适合的扩散水平，该附录考虑为什么各种种类的列车允许各种不同水平的烟雾扩散。

当第 6 条引用的水平能达到时，不代表是期望乘客能忍受的水平。

在缺乏对火灾反应特性做大量使用时间的实验时，有必要在某种材料可能发展的一些性能的最终值，例如烟雾扩散，和在选择的设计火灾情况下靠近该水平的速率之间作个概念性的联接。

在靠近规定的烟雾和/或毒性气体扩散值的过程中的某些点上，将达到在火车内的真正限制值。在达到该限制值前的最低接受时间长度会变化和反映把人员移到一个相对安全的地方或永久安全的地方的必要时间的不同。

因此，应有一个扩散的设计水平，但可以接受达到这个水平所需的不同时间。在达到该设计水平之前的最低必要时间长度由在不同列车上把人员移到一个相对或最终安全的地方的各自所需时间决定。这样，扩散率用来给出用于“单点”目的的一个估计最终值。

因此，任何单点值的选择等于选择列车设计的防火水平。该“设计防火水平”被认为包含材料的一定量，并且该材料对火灾的反应率决定了后果。

在表 1 到表 14 列出的 A_0 值建立在该基础上：需要在列车的 100m^3 内维持 10m 的可视度的而需要的时间，然后再达到实际的 A_0 值。在不同火灾情况下这些时间也有所不同（例如它们决定于试验件的典型特征和试验条件），因此在 A_0 值和不同火灾情况的设计值之间不是 1: 1 对应的。在估计 A_0 值时，表 C.1 中的材料数量被认为是在个别的基础上的。每个例子中，如附录 D 给出的燃烧情况有适当的缩放，并在表 C.1 中列出，以确定试验中额定单元数量和列车内的设计数量之间的关系。

表 C.1——用于 A_0 测量的材料数量

项	单位	额定单元数量	设计数量
座椅软装饰	m^2 “燃烧区” ⁻¹	0.12 m^2	0.15 m^2
表面（水平朝上）	m^2 , m^{-2}	0.04 m^2	0.05 m^2
电缆	m^2 “燃烧长度” ⁻¹	0.2 m	变化（取决于电缆直径）
表面（水平朝上或垂直）	m^2 “燃烧长度” ⁻¹	0.1 m^2	0.4 m^2
微量使用材料	m^2 , g^{-1}	变化, g	500 g

在选择 R 值时采用相同的路径，除了毒性的限定水平概念用来代替视觉距离。理想上，所有 R 值应统一并应对每个例子有一个单独的表格给出重量。固定参考重量而允许 R 值改变是更方便和准确并在数学上相等的方法。这就是已经采用的路径。

C.2 热量释放

把跳火的危险最小化和限制跳火的热量释放由第 6 条给出的限定所控制的燃烧性所决定。然而，有两个理由使热量输出率的数值显得非常重要。第一，对“通过/失败”试验中得出的性能反复核对是有必要的，但第二并且是至关重要是，它提供了取得真实的以时间为基础的数据的可能以在确定隧道通风系统的能力上给予支持和对防火安全提供支持。

这个数据应从按照 BS 476-15 的试验中得到，热量释放率和时间变化决定热流量的变化。

应用以下值：水平朝下表面 50KW.m^2 ，垂直表面 35KW.m^2 ，水平朝上表面 25KW.m^2 。

C.3 阻燃

有必要认识到在建筑上广泛理解和采用的防火隔离不能在轨道列车上充分采用。尤其是地下列车，分离平面不能用在结构中。

最显而易见的例子是列车的地板。当有可能显示地板的通常防穿透性时，它就不能作为火灾沿着其表面和火车周围流动的障碍。在建筑物内可见相似的影响：火灾可以通过外部路径从一层蔓延到另一层。在地下环境中火灾物质不能直接排到大气中是尤为重要的。

当运用到轨道列车上的试验和术语与运用到建筑物上的相似时，需认识防火的目的和标准是不同的。

对一个隔离元素来说防火的首要基本特性是保持完整性。防火性能的第二个基本特性的隔离。

首先考虑列车的地板，完整性的功能是确保列车下部的火灾不容易通过地板直接进入乘客车厢。这样可以使人员在车下发生火灾时从车厢或穿过车厢撤离。

隔绝考虑的第二个方面是，隔绝的功能是确保形成乘客车厢的地面可燃材料被加热到能迅速分解的温度时不在车厢内直接产生一定数量的烟雾或毒性气体。

这后面的标准是关键，并且其说明了标准的隔绝标准不能完全应用于轨道列车上。例如，对于一个结构符合通常的隔绝建筑规范标准但从冷却的表面能产生大量的烟雾和毒性气体（在温度上升方面仍符合标准）是完全可能的（并且实际上也很通常）。

为避免这样的例子发生，有必要对地板内的而不仅仅是上层表面的可燃材料通过适合控制材料的烟雾和毒性气体产生率的隔绝评估来给出隔绝标准。对其他一些阻碍物也适用相似的原则。

附录D

烟雾浓度的测量方法

D.1 概要

该附录给出了材料燃烧的烟雾浓度测量的试验仪器和检验程序。包括 3M 的立方体试验仪器、光测量的光度系统、认证程序、不同材料试验的恰当火源和烟雾混合方法。

D.2 仪器

D.2.1 立方体封闭装置：一个内部侧面周长为 $3000\text{mm} \pm 30\text{mm}$ 的厚度为 2mm 的钢片固定在钢框架上。上面应有一扇门和至少有一个窗可以观察试验过程，并对所有连接处密封。立方体的侧面底部接近地面的地方，应有总面积为 5000mm^2 的平均分布的孔，用于平衡大气压力。立方体的上方部分应有一个连接气体抽出系统的通道，用于试验间隔时间净化立方体装置。在试验时应有对该通道进行密封的方式。

D.2.2 光学系统窗：由两个密封玻璃窗组成，尺寸为 $100\text{mm} \times 100\text{mm}$ ，在立方体的侧面，用于光通过水平光度系统从光源传到接收者。

窗中心的高度为离地面 $2150\text{mm} \pm 100\text{mm}$ 。

D.2.3 风扇，台式：确保烟雾的平均分散。风扇应放在立方体的地面上，如图D.1所示，风扇轴应离地面高度为 200mm 和 300mm 并处于水平，离墙的距离为 $500\text{mm} \pm 50\text{mm}$ 。风扇应有一个直径为 $300\text{mm} \pm 60\text{mm}$ 的叶片，转动率为 $0.12\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ 到 $0.25\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ 。在试验时风应水平吹动但引燃源应通过一个挡风屏保护。

D.2.4 挡风屏：由钢片制成，尺寸为 $1500\text{mm} \times 1000\text{mm}$ ，在长度上弯曲成弦长 1400mm 。应如图 D. 1 所放置，离后墙为 75mm ，但可能在 0mm 到 150mm 之间进行调整以确保引燃源的稳定燃烧。

D. 2. 5 光度系统 由一个光源和一个接收器组成在高度为 $2150\text{mm} \pm 100\text{mm}$ 的立方体的中心垂直面上水平放置。

光束应横向穿过侧面的玻璃窗。在窗之间的光路径长度为 $3000\text{mm} \pm 30\text{mm}$ 。系统在图 D.2 中说明，光源和接收器应在两个观察窗的连接线上放置于外部，并且与立方体的侧面不进行物体接触。

D.2.6 光源: 一个卤素灯 (M28 型) 带一根钨丝和一个石英灯泡, 有以下特征:

——功率: 100W

——电压: 12V

通量和温度都不关键, 只要在试验过程中保持不变。

灯泡电压为 $12.0V \pm 0.1V$ (平均值)。在试验中电压应在变动幅度为 $\pm 0.1V$ 的范围的保持稳定。灯应安装在一个容器内, 透镜系统调整的光束向对面侧面的内部提供一个直径为 $1500mm \pm 100mm$ 的均匀照亮区域。

D.2.7 接收器: 由一个过滤硒类型的光电池组成, 给出与 CIE 标准适光观察器 (人类的眼睛) 相似的光谱反应。光电池应安装在一个 $150mm \pm 10mm$ 的管子一端, 在另一端有一个防尘窗。管子的内部应黑色无光防止反射。该电池应通过图 D.3 显示的线路与一个电位记录器相连。

从光电池发出的信号, 与光的传送成比例, 在试验期间被连续记录或按不超过 5 秒的间隔记录, 或如 D.8.3 中的小范围试验的 2 秒间隔记录。

D.3 环境

立方体应位于远离日光直接照射的地方, 在静态的空气内, 温度为 $23^{\circ}C \pm 5^{\circ}C$, 气候不发生变化。

注: 如果外界温度不低于 $20^{\circ}C$, 更容易达到满意的刻度, 并且试验能更快的进行。如果立方体放在一个建筑物内保持稳定的环境就更容易达到准确的结果。

D.4 火源

D.4.1 概要

根据进行的试验, 应用 D.4.2 和 D.4.3 所描述的一个火源

D.4.2 火源 1

由 $100\text{ cm}^3 \pm 5\text{ cm}^3$ 的酒精形成的火源有以下体积组成:

——乙醇: $90\% \pm 1\%$

——甲醇: $4\% \pm 1\%$

——水: $6\% \pm 1\%$

火源应放在一个钢片制成的有矩形剖面的金字塔形的盘子内, 这样的形状是为了使酒精不泄露。内部尺寸为:

——底部: $210\text{mm} \times 110\text{mm}$

——顶: $240\text{mm} \times 140\text{mm}$

——高: 80 mm

所有尺寸的公差应为 $\pm 2\text{ mm}$ 。金属的厚度为 $1\text{ mm} \pm 0.1\text{ mm}$ 。

盘子应靠近地面和有支撑, 防止从底部流失大量的热量。(例如: 不应直接放置在金属地面上)

D.4.3 火源 2

火源由 0.5kg 的软木木炭组成, 切割和过滤, 以使通过 37mm 滤网的物质通不过

25 mm 滤网，应除去任何树皮或烧焦的木材。木炭在试验之前应使之处于 20℃ ±5℃ 和相对湿度 50%±20% 中 16 小时。

直径为 2mm 的金属丝构成一个框架，成正方形结构：

——四个角上的高度为 50mm 的立柱

——顶部的四个角的连接线长度为 200mm，第二层连接线在立柱的中部进行连接。

在进行试验之前，测量重量的木炭浸在作为火源 1 的酒精内至少 20 分钟，然后放在一个金属丝的网上，下面放一个盘子，用 5 分钟±1 分钟的时间滴干。然后被均匀地放在金属丝的框架内，在晾干的 5 分钟内点燃。

D.5 无物品试验

用火源 1，进行一个无物品试验，确保立方体在不小于 20℃ 的温度内。

在燃烧后，立方体的内部应通过抽出系统将所有的燃烧物质净化。

立方体的内部的温度应在靠近内部的门、在高度为 1500 mm 到 2000mm、离侧面至少 200 mm 的地方测量。

D.6 检验

D.6.1 D.6.2 中描述的试验将作为检验而进行，看是否试验立方体和光学系统的结合产生的结果与其他在相同条件下用相同材料燃烧的试验立方体得出的试验结果一致。它应在一系列试验开始之前进行，或不超过 60 天的间隔期内进行，

计算的 A_0 值符合：

4% 的甲苯含量：0.18 $\text{m}^2 \cdot \%^{-1}$ 到 0.26 $\text{m}^2 \cdot \%^{-1}$

10% 的甲苯含量：0.80 $\text{m}^2 \cdot \%^{-1}$ 到 1.20 $\text{m}^2 \cdot \%^{-1}$

D.6.2 清洁光度系统的窗确保 100% 的光穿透。准备两个不同的甲苯和酒精混合的火源。甲苯的浓度应分别为 4% 和 10% 容积，用酒精来平衡。用来组成 100% 容积的酒精应和标准火源 1 中的相同，详见 D.4.2。用吸液管和容量瓶确保测量的精确性。

对两种混合方式分别作无物质试验，用 $1000 \text{ cm}^3 \pm 5 \text{ cm}^3$ 的火源，在两种试验中记录最低能见度。

D.6.3 计算立方体内的测量光度， A_m ，

$$A_m = \log_{10} (I_0 / I_t)$$

I_0 是初始发光强度

I_t 是传送后的发光强度

按以下等式计算 A_0 值：

$$A_0 = \frac{A_m \times V}{T \times l}$$

是在立方体内测量的光度

V 是立方体的体积，按立方米

l 是窗之间的光路径长度，按米

T 是火源混合物中的甲苯含量，按体积的百分比

D.7 试验样品的预处理

所有试验样品应在试验之前放置在室内环境至少 72 小时，然后在 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 和相对湿度为 $50\% \pm 5\%$ 放置至少 16 个小时。

D.8 试验程序

D.8.1 概要

进行一个无物质试验之前必要时先将立方体预热（见 D.5），使达到 20°C 的温度。

每个实验的持续时间为 40 分钟。

如果立方体内温度在开始试验之前降到 20°C 以下，应重新做无物质试验。

在每次试验完后应对立方体净化至空。

光度系统的窗应在试验之前进行清洁以保证 100% 的光穿透。

注：图 D.4 至图 D.8 所示是 A_m 曲线，图 D.9 至图 D.13 所示的是试验的布置。

D.8.2 试验样品的数量

每种材料应至少有两个样品。如果结果有大于 20% 的变化，应对第三个样品进行试验。所有试验的平均值应被用来建立试验表现的分类。

D.8.3 小范围试验

注：当用到小试验样品，在 5 分钟之内就会消耗掉，火源 1 将在烟雾水平达到稳定后继续燃烧。在这样的情况下，应通过一半量的酒精来减少试验时间，但还在相同的容器内。应小心确保样品安装在酒精表面上的正确高度。

任何不规则的物体的特性应在试验报告中有所表述。试验样品之间的比较只有在用相同的方式和相同的支撑进行的试验下才有效。

火源 1 应用来进行该实验。

试验样品尺寸应为 $140\text{mm} \times 60\text{mm} \times 3\text{mm}$ ，在盘子上方水平支撑，样品的长的边与盘子的长的一面平行，高度为酒精表面上方 $175\text{mm} \pm 5\text{mm}$ 。示意图如图 D.9 所示。一个网眼 25mm 的金属丝垫用来放置样品并在实验期间自我支撑，一个网眼 12mm

的金属丝垫用于显示热塑性和容易下陷的样品，采用一个铜盘（厚度为 0.1mm）形成一个移动的方式。垫子至少比样品宽 10mm 和长 10mm，并有通常为 5mm 的朝上折起的边。

点燃火源并记录立方体内的光密度。按照 D. 8. 8 计算 A_0 值。

典型的曲线如图 D. 8 所示，但对于较厚的样品如图 D. 4, D. 5, D. 6 所示。

D. 8. 4 面板试验

警告：如果一个样品在用这种方法试验时倒塌，可能导致燃烧的酒精在立方体的底部蔓延。

注：该试验给出了关于表面和相关薄面板的烟雾扩散的可靠信息。不适合对热塑性材料进行该试验。当采用多层结构，因为试验的温和热输入率，应小心结果的注解。例如，一种有机材料和一个薄的铝片结合在一起可能产生良好的性能，而在较大的或真正的火灾情况下，可能产生更高水平的烟雾并发生穿透。

用火源 1 进行该试验。

试验样品的尺寸为 1000mm×500mm，厚度适合最终实际用途。样品应使所有边连续受到一个三角框架的支撑，三角框架的最大宽度为 25mm，相对水平表面成 60°，使样品的短边水平并使不暴露的表面朝着后侧面。（见 D. 2. 4）。示意图见图 D. 12。火源应放置在使酒精表面的中心离样品表面的距离为 175mm±5mm。盘子的长的一面和样品的短的一边平行。盘子的长边（靠近试验样品）和试验样品之间的空隙大约为 10mm。对一些样品有必要用一些夹子或螺钉防止在试验中过于移动。

点火源和记录立方体内的光密度。记录燃烧深度，按 D. 8. 8 计算 A_0 值。

典型的曲线如图 D. 4, D. 5, D. 6 所示。

D. 8. 5 座椅试验

试验应在实际样品座椅上进行。

注：为了发展的目的，可以采用材料的样品和大约的结构，建议用两个模拟的小尺寸 400mm×400mm，厚度为 2mm 的芯和覆盖组成，安装在一起形成一个大约座椅的形状。此试验的结果更能证明是接近实际座椅的性能。

用火源 2 进行该试验。

把火源放在座椅底的中心，顶到座椅背并使不暴露的座椅背的表面面对后墙，（见 D. 2. 4），图 D. 11 是示意图。

点燃火源并记录立方体内的光密度。记录燃烧的深度。计算 A_0 值。典型的曲线见图 D. 7。

D. 8. 6 地板试验

试验样品应为整个地板系统包括例如固定技术（如粘和剂）。

注：个别的地板材料试验可以用于开发或比较的目的，但结果不能作为其将使用而表现的实际性能。

用火源 2 进行该试验。

试验样品尺寸应为最小 300mm×300mm，最大 600mm×600mm。对于床垫，应用整个床垫进行试验。火源应放在样品的中心，图 D. 12 显示了该试验的示意图。

点燃火源并记录立方体内的光密度。计算 A_0 值。记录燃烧的深度。

典型的曲线图见图 D. 7。

D. 8. 7 电缆试验

决定试验性质的唯一参数是最小电缆直径， d ，按毫米测量
试验长度为 1m。每一束的线的数量应从参数 a 获得，

$$a = \text{int} \left(\frac{9+d}{2d} \right)$$

注 1：int 代表一个数的整数部分。

一束里面线的数量， n ，应从 a 中获得，通过用标准公式产生接近的六角形结构如以下：

$$n = 3a^2 + 3a + 1$$

束的数量 N ，决定于排列成一个宽度大于或等于 45mm 所需要的最低线束的数量。
通常宽度 w ，应为：

$$w = Nd(2a+1)$$

所有多线的线束应铺成长度为通常线束直径 $d(2a+1)$ 的 15 ± 3 倍。

注 2：如达到 19 根线，应注意确保线束正确紧密的捆绑在一起，37 根线以上的，只要线束能紧密的捆绑在一起并在断面看上去能适度的成圆形，就不要求完美的紧密捆扎。

每个多线组成的线束应与两圈大约直径为 0.5mm 的电线绑在一起，在中心和中心的两侧每 100mm 处。

电缆或电缆束应相互接触并在端部也绑在一起。它们应在离端部 300mm 的地方绑在一起，并在该点通过电线包扎工具与支撑扣紧在一起。该试验排应在火源上方水平支撑，长度和盘的长度平行，高度为离酒精表面 $170\text{mm} \pm 5\text{mm}$ 。（见图 D. 13）

用火源 1 进行试验。

点燃火源并记录电缆流出的任何液体的滴漏和/或在试验期间电缆的燃烧现象。

注 3：燃烧现象是指任何观察到的与酒精火源产生的燃烧不同的可视燃烧现象。尤其是，如果观察到的火焰是在不直接受火源影响的电缆上，这个情况应被记录。

记录立方体内的能见度并按照 D. 8. 8 计算 A_0 值（开）和 A_0 值（关）。

典型的 A_m 曲线图见图 D. 4, D. 5, 或 D. 6。

D. 8. 8 结果的计算和表示

测量的光密度 A_m 按以下：

$$A_m = \log_{10} (I_0 / I_t)$$

I_0 是初始光密度

I_t 是传送过后的光密度

在双相试验中，如发生低温闷烧，两点上的 A_m 值计算见图 D. 4, D. 5, 和 D. 6。

A_0 值是在一个单位的材料在指定的条件下燃烧，穿过侧面长度为 1m 的立方体的对立面产生的光密度。用以下等式计算

$$A_0 = A_m \times V / (k \times l)$$

A_m 是立方体内测量的光密度

V 是立方体的体积 (m³)

l 是窗之间的光路径长度 (m)

k 是组成试验样品的材料的单位数量

一个单位的材料是面板试验的一个面板或座椅试验的一个座椅，地板试验的 0.04 m² 的地板，小范围试验的 1g 材料，电缆试验的一个长度的电缆。

当在（关）相达到最大，这被定义成试验的末端，因此：

$$A_0 \text{（关）端} = A_0 \text{（关）最大}$$

当在双相试验的（开）相发生最大值， A_0 （关）值按照以下等式改为光密度最大值减去开相结束值：

$$A_0 \text{（关）纠正} = A_0 \text{（关）端} + A_0 \text{（开）最大} - A_0 \text{（开）端}$$

注：在表 1 到 14 中引用的值如以下：

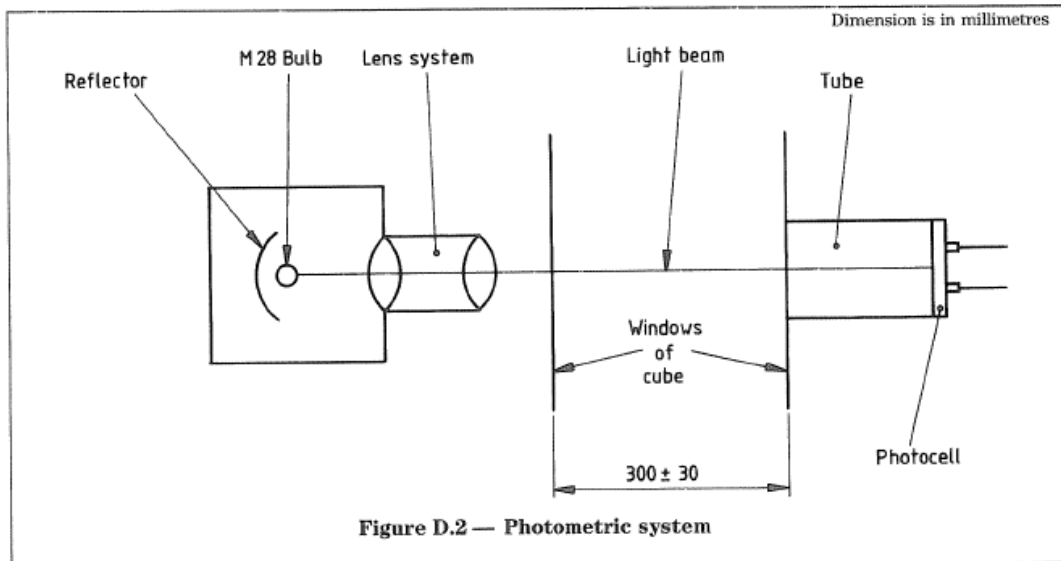
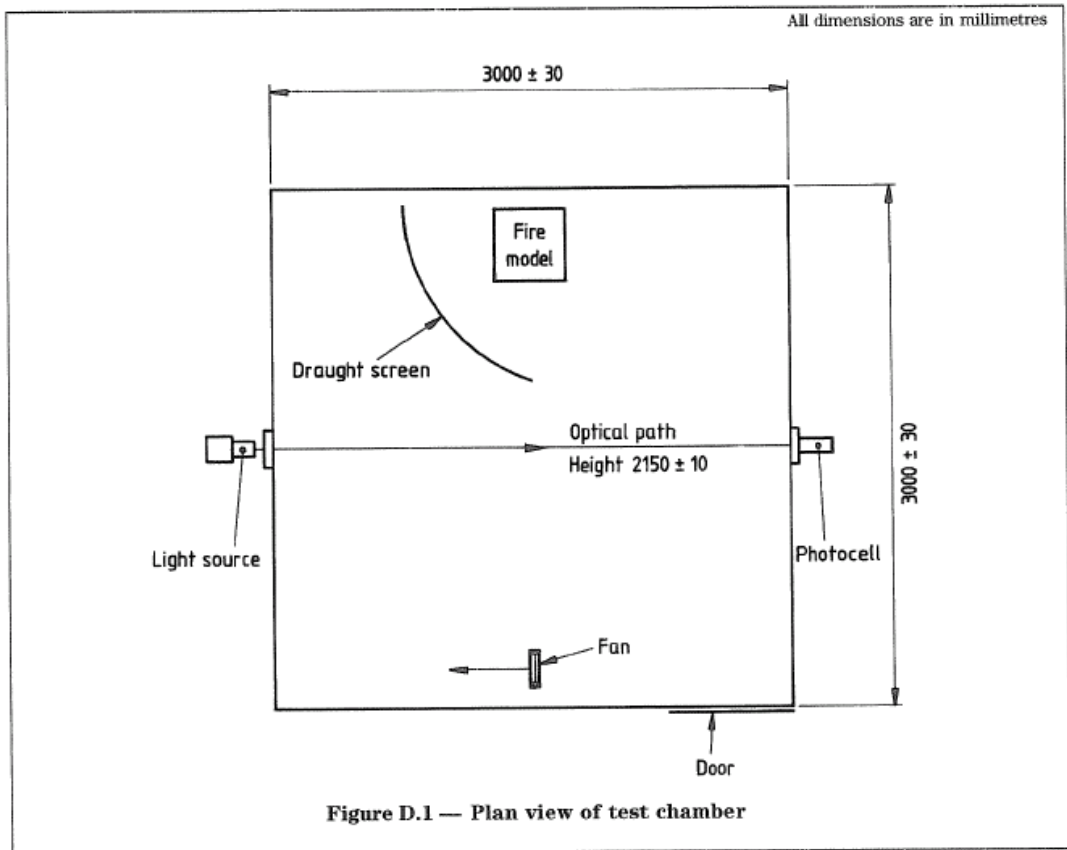
—— A_0 （开）最大，为报告的目的，指定为 A_0 （开）

—— A_0 （关）纠正，为报告的目的，指定为 A_0 （关）

D.8.9 试验报告

试验报告包括以下信息：

- 试验建立者的名称
- 试验日期
- 该英国标准的参考资料
- 试验材料的鉴定
- 试验样品的形成和对建议尺寸的改变
- 捆扎的安排（对于电缆试验）
- 材料建议的 A_0 值
- 每个试验取得的 A_0 值
- A_0 值的平均和标准偏差
- 试验样品的数量
- %能见度/时间（最好是 A_0 /时间）曲线图。该数据应有电子档，如在光盘上ASCII格式。
- 样品点燃和熄灭的时间观察
- 燃烧深度（适当时）
- 观察到的任何不寻常和不满意的现象，例如试验材料离火源距离的移动。由于这些现象导致的数据结果应加一个X字母如 $A_03.9(X)$ 。



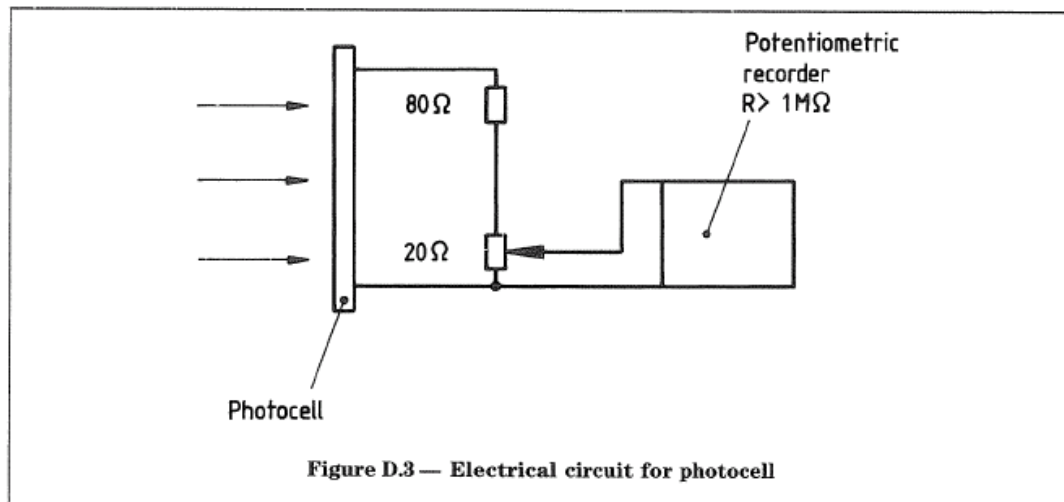
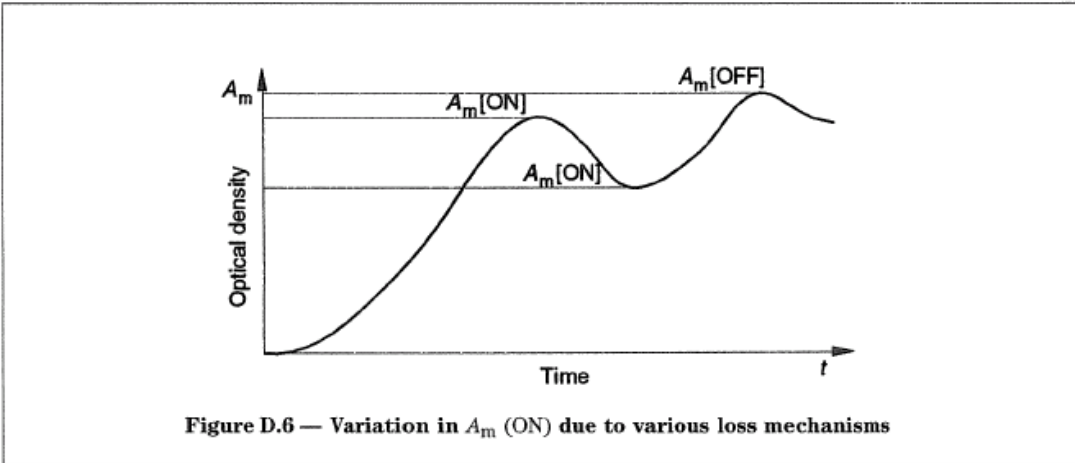
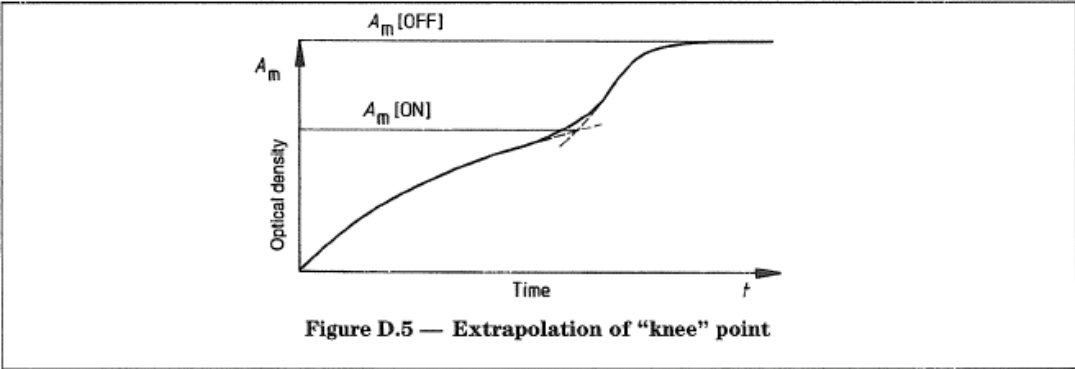
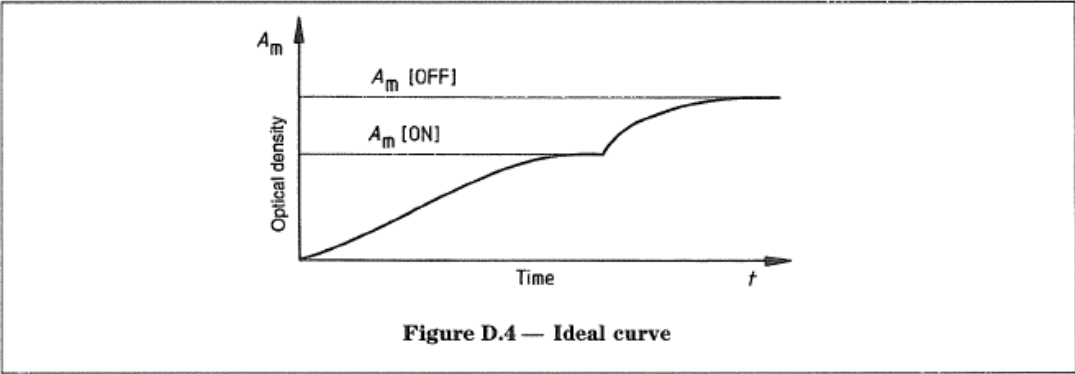


Figure D.3 — Electrical circuit for photocell



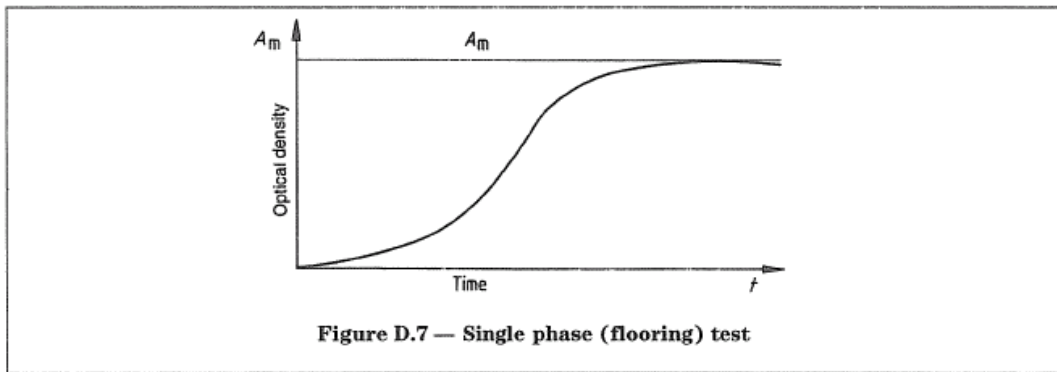


Figure D.7 — Single phase (flooring) test

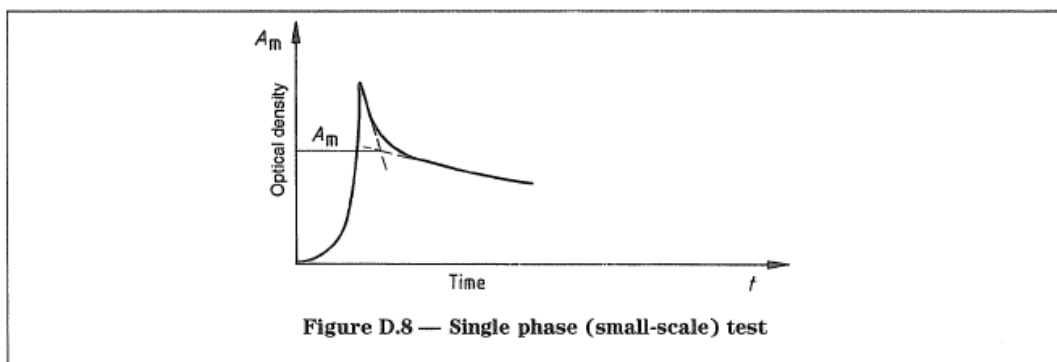
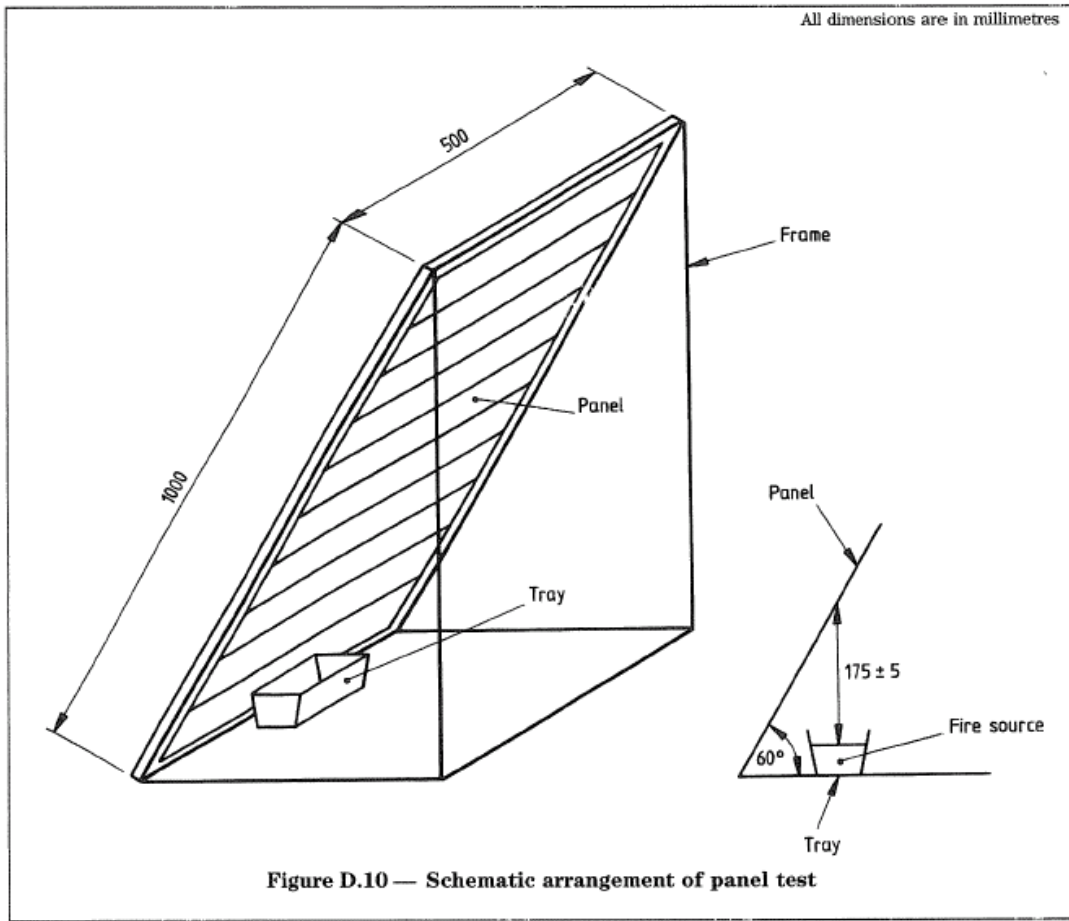
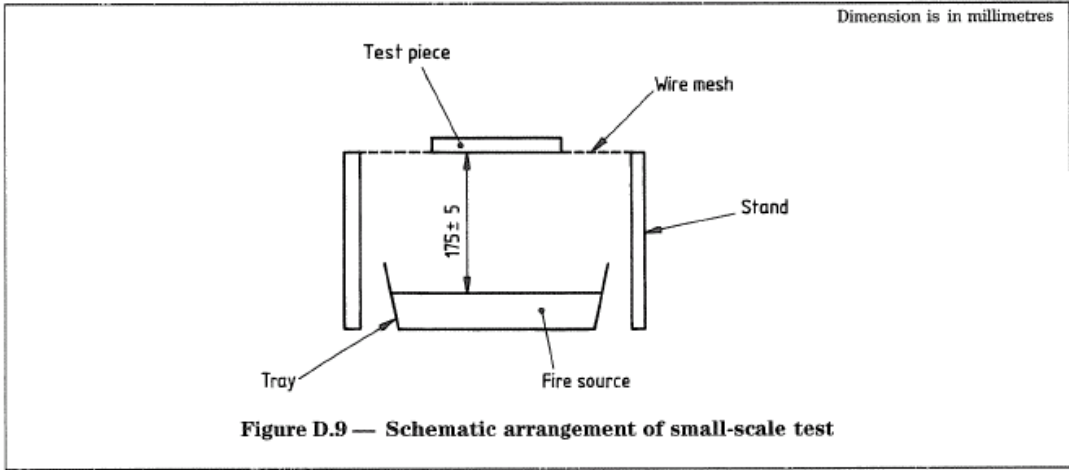
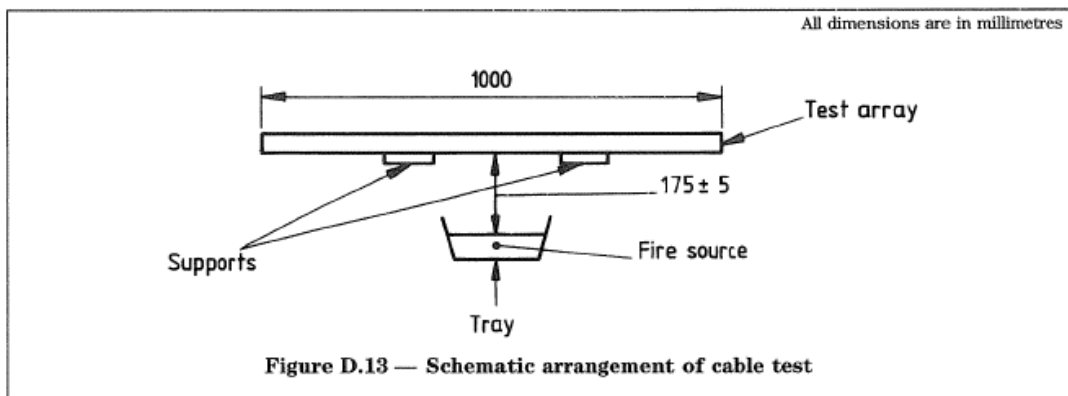
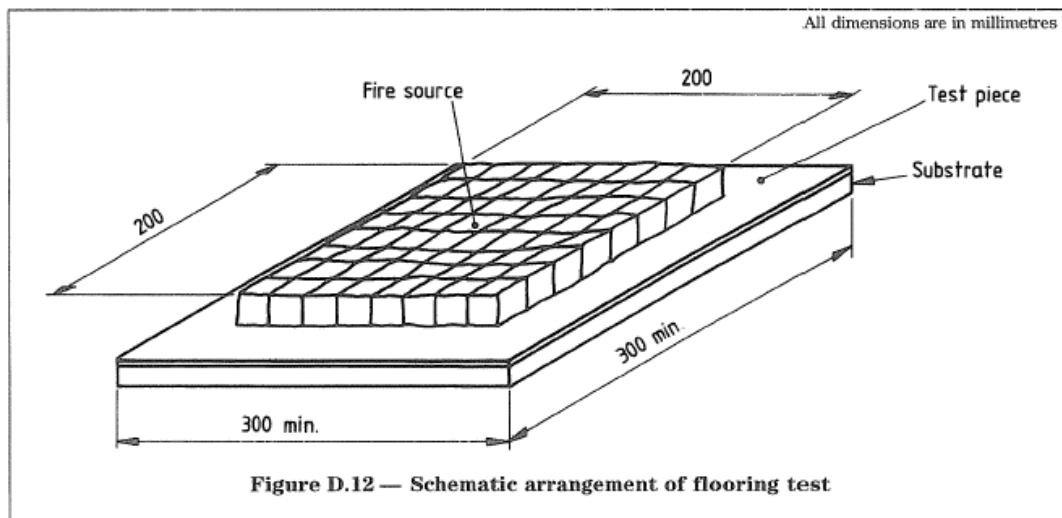
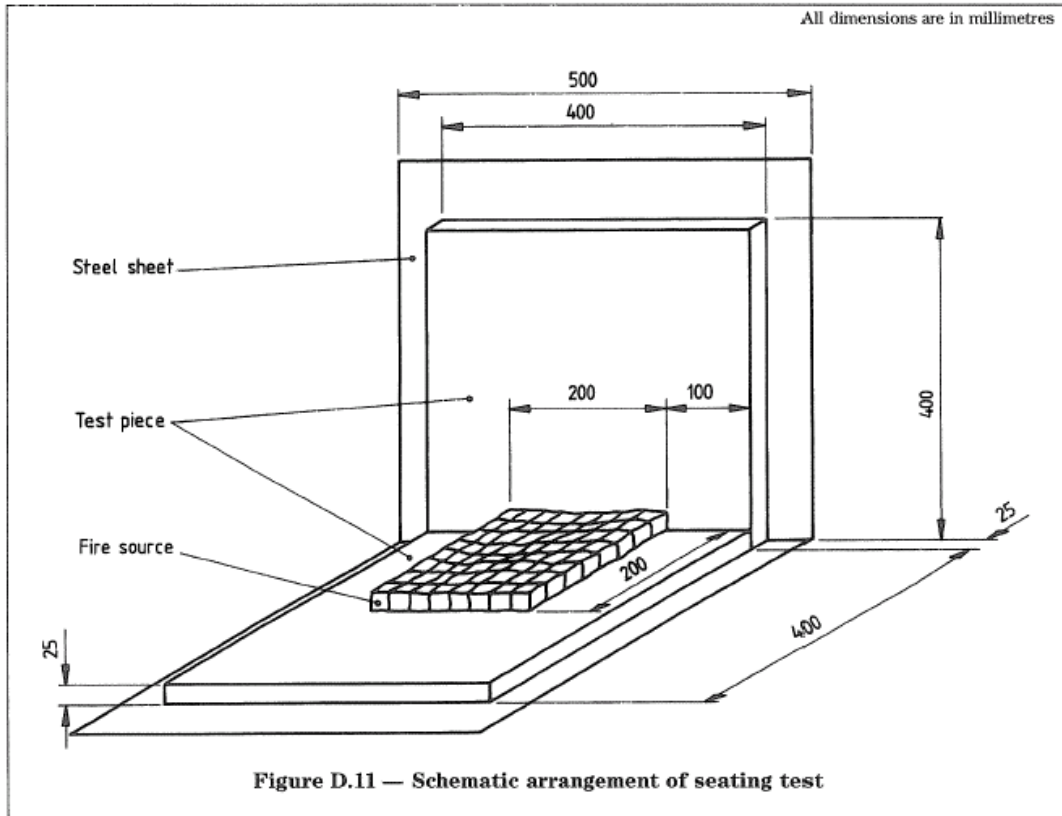


Figure D.8 — Single phase (small-scale) test





附录E

试验数据的注释

在试验立方体内的光密度观察值由时间上的烟雾扩散决定，总体上观察到五种曲线（见图 D. 4 到图 D. 8），电缆试验和面板试验的曲线通常见图 D. 4 到图 D. 6。地板试验的曲线和座椅试验的曲线见图 D. 7，小范围实验曲线见图 D. 8。

图 D. 4 给出的曲线是用火源 1 进行的典型双相试验的理想曲线。第一相（开）运用于酒精火源燃烧时，第二相（关）运用于火源熄灭后和材料处于闷烧状态或在一些情况下还在燃烧。

图 D. 5 和 D. 6 给出的曲线是在实际中取得的更典型的曲线。（见 D. 8. 8，用于试验结果最大值在开或关相或两相上产生的情况）

图 D. 7 给出的曲线是用火源 2 所做的地板试验显示的。只显示了一个相。这是火源现象的功能，如酒精的初始燃烧接着木炭的（主要）闷燃烧。

图 D. 8 给出的曲线是用火源 1 的小范围试验的典型单相类型试验曲线。在此试验中，试验件通常在一定的阶段点燃会导致烟雾产生率太快使风扇不能混合。这引起曲线中的可在评估中忽略的“尖峰”。图 D. 8 所示的外推法被用来测量烟雾扩散。