

NEBS GR-63-CORE 燃烧试验

NEBS GR-63-CORE Fire Spread Testing

李菊欢(深圳市计量质量检测研究院,广东 深圳 518055)

Li Ju-huan (Shenzhen Academy of Metrology & Quality Inspection, Guangdong
Shenzhen 518055)

摘要: NEBS 认证是电信设备进入美国市场的通行证。该认证从安全、电磁兼容和环境可靠性等方面对电信设备提出了严格要求。国内大部分电信设备制造商尚不熟悉认证标准要求,导致产品出口受阻。该文讨论的 GR-63-CORE 标准中的燃烧试验,是整个 NEBS 认证中最难通过,最关键的测试项目之一。

关键词: NEBS; 电信设备; 燃烧试验; 热释放率

中图分类号: TN80

文献标识码: B

文章编号: 1003-0107(2011)09-0074-03

Abstract: NEBS certification is the passport for telecommunication equipments for who want to entry the American market. As most of the domestic manufactures are not familiar with the requirements of NEBS, they meet lots of difficulties when export products to America. In this article, we discuss the fire spread testing in GR-63-CORE standard. It is one of key test items that is the most difficult to pass when apply for NEBS certification.

Key words: NEBS; telecommunication equipment; fire spread testing; heat release rate

CLC number: TN80

Document code: B

Article ID: 1003-0107(2011)09-0074-03

1 介绍

NEBS 是 "Network Equipment-Building System" 的简称。在北美,交换机、网络设备、工业电脑,甚至主机板等直接或间接装置于电信机房的设备,都要求通过 NEBS 认证,以保障设备的稳定性、可靠性,员工的安全和标准化。该认证主要由 AT&T, Qwest, and Verizon 等美国主流电信运营商推动,由一些被授权的第三方实验室来实施。NEBS 认证从产品的安全性、电磁兼容性、可靠性以及部分极端环境下(如地震)的可靠性等方面对电信设备提出较高的要求,成为我国电信产品进入北美市场的技术壁垒。

GR-63-CORE 和 GR-1089-CORE 是 NEBS 认证所依据的两个核心标准。GR-1089-CORE 主要规定产品在电磁兼容性和电器安全方面的要求,而 GR-63-CORE 则强调产品的物理结构和可靠性等。本文讨论的燃烧试验是 GR-63-CORE 标准中,乃至整个 NEBS 认证中最难通过,最关键的测试项目之一。设备制造商如果要在产品设计和认证过程中尽可能避免因燃烧试验失败而导致的重新设计和重新测试这一风险,应当对该项试验有足够的理解和认识。

2 试验概述

燃烧试验的目的是验证当电信设备内部起火时,火焰是否会蔓延到该设备外,导致周围的其他设备或设施起火,从而引发火灾及其他伴随的危险。试验中利用一根点燃的点火器,伸入设备内部,模拟设备内因为雷击、模块失效、线路短路、过热或电子元件异常等原因而起火的电路板。点火器由流量可控的甲烷气体作为燃料使之和起燃的电路板具有大致相同的热释放率。试验过程中需密切注意火的传播是否超越被试设

备装配的界限,测量燃烧过程的热释放率是否超过标准限定值,观察所释放的烟气的状况,并由此判定测试通过或者失败。

受试设备可能是框架级设备(Frame-level),也可能是子架单元设备(shelf-level),它们的合格评定依据分别如下。

2.1 框架级设备(Frame-level)

- (1)火焰的传播不应当超越被测试设备装配的界限;
- (2)在燃烧试验开始 170s 后,火焰不能在任何方向(除了燃烧器火焰)超过 50mm,并且超出设备顶部或底部,持续 30s 或以上;
- (3)火焰(除了点火器火焰)在任何方向超出设备的前面、后面或侧面 50mm,持续 30s 或以上;
- (4)在测试的任何期间,测量的峰值热释放率不应超过 150kW;
- (5)测试过程中任意 30s 内,测量的平均热释放率不能超过 100kW;
- (6)测试进行 270s 时停止施加火焰,设备内的元件应明显地开始自行熄灭;
- (7)测试进行 10min 时,火焰和设备产生的可见烟应显著减小;
- (8)测试进行 15min 时,火焰应熄灭;
- (9)测试进行 15min 时,设备只能产生小缕烟气;
- (10)测试进行 20min 时,设备不应再产生可见烟气。

2.2 子架单元设备(shelf-level)

- (1)火焰的传播不应当超越被测试设备装配的界限;
- (2)在燃烧试验开始 170s 后,火焰不能在任何方向(除了燃烧器火焰)超过 50mm,并且超出设备顶部或底部,持续 30s 或

以上;

(3)火焰(除了燃烧器火焰)在任何方向超出设备的前面、后面或侧面 50mm,持续 30s 或以上;

(4)在测试的任何期间,测量的峰值热释放率不应超过 50kW;

(5)测试过程中任意 15s 内,测量的平均热释放率不能超过 35kW;

(6)测试进行 270s 时停止施加火焰,设备内的元件应明显地开始自行熄灭;

(7)测试进行 10min 时,火焰和设备产生的可见烟应显著减小;

(8)测试进行 15min 时,火焰应熄灭;

(9)测试进行 15min 时,设备只能产生小缕烟气;

(10)测试进行 20min 时,设备不应再产生可见烟气。

3 燃烧试验装置

燃烧试验在不燃材料建成的测试房间内进行。房间应能提供足够的空气,保证受试样品的燃烧,并且不会对试验结果产生影响。试验系统布置如图 1 所示,由标准点火器、烟气收集器、排烟管道、测量和监测设备等部分构成。

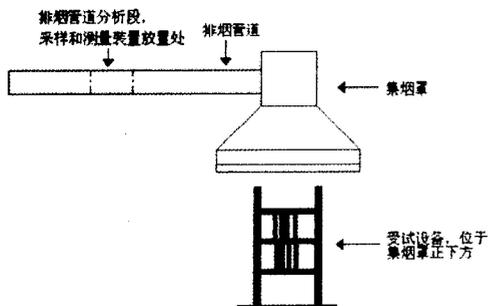


图 1 试验系统布置简图

3.1 标准点火器

由不锈钢管制成,如图 2 所示。钢管的内径 9.5mm,其中一端焊接密封。钢管的一面,沿一条直线方向均匀分布 11 个孔。第一个孔的位置在距离密封端 13mm 的位置。试验时向钢管内输入流量可控的甲烷气体,将其点燃,并伸入设备内部。

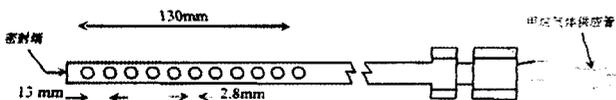


图 2 标准点火器

3.2 集烟罩

位于被测样品的正上方中央位置,底部距离地面 1.8m 到 3.0m,应能够收集样品燃烧所产生的全部烟气。底部尺寸至少为 2.4m × 2.4m,高至少 1.0m,顶部为 0.9m × 0.9m × 0.9m 的正方体。为增加湍流效果,采用两块 0.5m × 0.9m 的钢板安装在顶部的正方体内,形成烟气均混器。

3.3 排烟管道

排烟管道安装在烟气均混器的出口处。烟气的分析和测量都必须是在烟气充分混合后、流动稳定的位置,这一区间称

为排烟管道分析段。为达到这一要求,排烟管道的直线段长度至少是直径的十倍以上。

3.4 热释放率测量装置

在试验的过程中,需要测量燃烧中的峰值热释放率和平均热释放率。热释放率是单位时间内可燃物所释放出的热量。热释放率被认为是表征火灾过程的重要参数,它可以定义火灾的尺度或规模。研究表明,燃烧的热释放率和燃烧系统所消耗的氧具有如式(1)所示的关系。

$$\dot{q} = E \times 1.10 \times \dot{m}_c \times \frac{X_{O_2}^{A_0} - X_{O_2}^{A_1}}{1.105 - 1.5X_{O_2}^{A_1}} \quad (1)$$

在式(1)中: \dot{q} 为热释放率(MW);

E 为每消耗单位质量的氧的净热释放率, $E=1.31\text{MJ/kg}$;

\dot{m}_c 为排烟管中烟气的质量流量(kg/s);

$X_{O_2}^{A_0}$ 为新鲜干空气中氧的体积百分含量;

$X_{O_2}^{A_1}$ 为干烟气中氧的体积百分含量。

式(1)表明,为计算燃烧热释放率需要确定的参数包括:排烟管中氧的体积百分含量和烟气的质量流量。为此,在排烟管道的分析段中放置烟气采样探针、T 型动压管和测温热电偶。

气体采样探针对燃烧后的烟气进行取样,样本经过过滤器、冷却器、抽气泵、干燥剂和除 CO_2 腔后送入氧气分析仪。氧气分析仪通过计算得出烟气中氧的体积百分含量。

烟气的质量流量可利用速度法测量得到。烟气质量流量与排烟管道中心线上的压差 ΔP 、压力测量点处的烟气温度 T_c 、烟道中气流速度分布形状因子 k_c 、以及雷诺数修正系数 $f(\text{Re})$ 有关。当 $\text{Re} > 3800$ 时, $f(\text{Re})$ 与 k_c 取为常数。所以,只要通过 T 型动压管测得烟道中心线上的动压 ΔP 及通过测温热电偶得到当地烟气温度 T_c ,就可以计算出烟气的质量流量。

获取到的排烟管道内烟气的氧含量、排烟管道中心线上压差和当地烟气温度数据被采集到数据处理装置,并经过计算后得到测试过程中热释放率的数据。

3.5 烟气可见性测量装置

由于烟气对光的吸收和散射,使得只有部分光能穿过烟气,从而降低了火灾环境的能见度,将不利于火灾扑救和人员疏散,因此,烟气的可见性是最重要的烟气特性之一。在测试系统中将在排烟管道分析段中安置烟雾密度光测量系统以确定排烟管中烟气的可见性。

3.6 起燃指示器

起燃指示器在试验过程中被安放在受试设备周围指定的位置,用来模拟受试设备周围的设备或设施。通过观察指示器是否被持续点燃可以判断受试设备内的火焰是否会导致周围的设备或设施出现持续燃烧的现象。根据受试设备的不同,起燃指示器分为框架级设备起燃指示器和子架单元设备起燃指示器两种。

3.7 录像设备

整个测试过程应有录像机进行监控,并保留监控录像作为测试报告的一部分。测试房间内至少要安装两个摄像头,其

中一个安装在点火器被插入设备的一面,被称为“正面”,另一个则安装在相反的另一面。摄像头安装的位置要能观察到整个测试布置,包括整个受试设备和起燃指示器。

3.8 热成像仪

在测试的过程中,还需要用热成像仪记录受试设备正面的温度变化情况。热成像仪必须能监测到整个设备正表面及其周围 50mm 范围内的温度,其分辨率应能有效地反映出设备内的火焰和热量传播的情况。

4 燃烧试验要点

在大多数情况下,试验可以在不能工作的或老版本的样品上进行。但要保证受试设备在结构、燃料装载量和气流情况方面和实际使用的或预期的产品一致。受试设备应配备最多数量的电路板、驱动器、电源和其他电子硬件。试验过程中需要掌握如下几个要点。

4.1 流量控制

试验时,控制引燃源(这里指点火器)火焰大小的甲烷气体流量并不一定是个固定值,如果设备内的电路板为垂直方向安装,甲烷流量是随时间变化的,图 3 所示是当电路板的高度分别为 29cm、22cm、15cm 和 7cm 时甲烷流量变化曲线的举例。而电路板为水平方向安装时气体流量则保持在 5L/min,持续 120s。

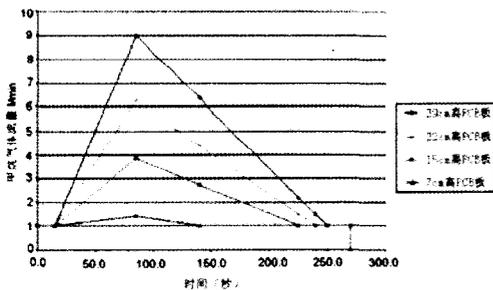


图 3 甲烷流量变化示例

在整个试验过程中,点火器内的甲烷气体流量通过自动控制系统(如图 4 所示)进行控制。

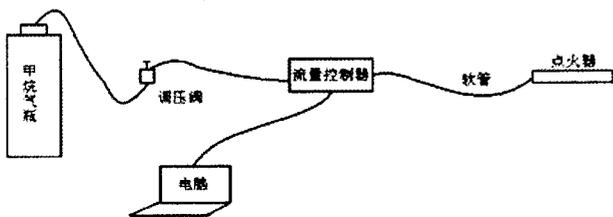


图 4 点火器流量控制系统

4.2 点火器的放置位置

点火器的放置位置也是试验中需要特别注意的一个关键点。点火器的放置位置取决于气流的特性,外壳的设计和可燃物质的集中程度。当上述这些参数在同一个产品的不同位置表现不一致时,确定最不利的测试位置可能会比较困难,因此需要在不同的位置放置点火器进行测试。当需要进行多次测试时,要注意避免上一次测试造成的材料的消耗和风扇工作

电路的损坏,从而影响下一次测试的结果。如果受试设备含有不同的隔间(单独的区域,具有不同的结构和可燃物质含量),那么每个不同类型的隔间都必须进行。如果某个隔间内的气流幅度和方向有很大的不同,也需要对这样的隔间进行测试。对于要进行测试的每一个隔间,即使包含不同类型的电路板,也只需要进行一次测试,这个测试应在最不利的位

4.3 风扇的状态

为了保障试验过程中人员的安全,试验时,受试设备是不通电的。然而,对于带有风扇的受试设备,试验时应如同正常工作状态时一样给风扇供电,包括风速控制电路,使风扇能按预期工作。例如,如果风扇是可以调速的,则试验过程中应按照它的实际工作情况调速运行,所有和调速有关的电路板必须工作。但所有和风扇无关的电路不能工作,也不能给它们供电。而如果需要被移除由点火器取代的电路板恰恰是给受试设备供电的电路板,且是风扇唯一的电源,则试验时,风扇不需要工作。

4.4 点火器不能持续燃烧的处理办法

试验过程中,经常会遇到点火器不能持续燃烧的状况。

如果因为设备内强制通风气流导致点火器火焰熄灭,那么通过如下步骤进行调整:

(1)点火器保持在同一水平的甲烷供气量并移至其他的电路集成块插槽,直到它能持续燃烧。但是要注意,点火器不能放置在最左端或最右端的插槽内;

(2)如果不能通过上述方法使点火器保持燃烧,那么可以增加初始的甲烷气体流量,但不超过最大流量,直到火焰可以保持。

为了保证点火器的火焰不在伸入设备的过程中熄灭,则可以采取下述方法:

(1)在点火器进入设备内后重新点燃;

(2)暂时关闭风扇,插入点火器后立即打开风扇。

上述操作,在初始流量下进行,并逐步提高流量使点火器持续燃烧。一旦点火器能持续燃烧,保持甲烷流量不变,直到和甲烷流量变化曲线中的预计流量曲线相交,然后严格按照曲线控制甲烷气体流量。

参考文献:

- [1]GR-63-CORE.NEBSTM Requirements: Physical Protection[S].
- [2]ANSI T1.319.Equipment Assemblies—Fire Propagation Risk Assessment Criteria[S].
- [3]董惠,邹高万,郜冶. ISO 9705 标准房间热释放率实验研究[J]. 哈尔滨工程大学学报,2002,23(4):110-117.
- [4]ISO 9705 Fire Test - Full - scale Room Test for Surface Products[S].
- [5]徐加征,陈志锋.美国 NEBS 认证[J]. 安全与电磁兼容,2006,(04):64-66.
- [6]王志辉,魏毅.美国 NEBS 认证浅析[J]. 电子质量,2008,(12):69-70.