

---

# 阻燃电线电缆标准集

---

《电线电缆译丛》编辑部



---

# 阻燃电线电缆标准集

---

中国标准出版社 北京

# 阻燃电线电缆标准集

《电线电缆译丛》编辑部

1992年11月

**您想更多地获得国外电线电缆的最新技术吗？**

**您想及时掌握电线电缆的最新国际标准吗？**

**您想知道世界各国在我国申请的专利吗？**

**您想了解国外线缆企业的发展情况吗？**

## **请订阅《电线电缆译丛》双月刊**

《电线电缆译丛》定期选译美、日、英、德、法、俄等国出版的涉及电线电缆产品及其原材料的科技期刊、专利文献、最新国际标准。内容包括裸电线、电磁线、电力电缆、电气装备线、通信电缆、光纤光缆的新产品、新材料、新设备、新工艺以及有关的测试方法和敷设安装经验。

《电线电缆译丛》双月刊，每期48页，约8万字，全年6期定价20元(含邮挂费)。欲订者，请与本刊编辑部联系。

地址：上海军工路1076号 上海电缆厂《电线电缆译丛》编辑部  
邮政编码：200093 电话：5487200×378

## 序 言

从70年代开始,电线电缆的阻燃问题已引起各国普遍注意。美国在1965~1975年统计的电气火灾事故中,电线电缆事故率约占30%,1975年还发生了因电缆延燃而造成火灾之“三大事故”。由此美国首先制定了IEEE383标准,用以对电缆燃烧时阻燃性能进行考核。与此同时,日本和欧洲各国都对电缆延燃而造成的火灾事故进行统计,并制定相应的试验标准。所有统计结果都表明,电缆延燃所造成的事故是严重的,必须对电缆阻燃试验标准及阻燃电缆的开发加速研究。

电缆火灾的原因,部分是由于内部(如电缆短路过流引起发热等)所造成,但更多是由外部原因(如周围可燃物和建筑物燃烧)而产生。因为电线电缆多是成束或 多根 安装敷设,电缆材料又多为可燃性的高聚物与油纸等材料,一旦燃烧就很可能火势蔓延而导致火灾事故。开始,尽管电力部门运用了各种防止电缆着火、阻止延燃的手段,或装备有效的消防设施,但因其施工麻烦,费用较大,且往往不一定十分有效。因此,欧、美、日各国除了继续采用一些必要的防火阻燃手段外,都着力于电缆本身阻燃化的研究,从而研制出各种类型的阻燃电缆,并且制定有关规范,规定使用阻燃电缆的技术要求与考核试验标准。从此阻燃电线电缆的研究与开发得到了蓬勃的发展,并成为当今电线电缆技术发展的主要方向之一。我国从80年代起也大力开发阻燃电线电缆,它不仅是工厂本身技术发展的需要,也是许多场合用户使用与技术规范的要求,有相当大的经济效益与社会效益,阻燃电线电缆开发的重要性是不言而喻的。

按照IEC332—1考核的单根垂直燃烧试验而制成的不延燃电缆未必能满足多根或成束敷设时电缆阻燃的要求。正是由于在许多情况下电缆是多根或成束敷设,所以凡是能通过IEC 332-3成束垂直燃烧试验的电线电缆才是我们通称的“阻燃电缆”。它是指多根或成束敷设而燃烧时能够自熄,即燃烧仅局限于一定范围之内的那些电线电缆。将不同根数电缆在燃烧箱内进行试验,规定燃烧时的热值与火焰温度,由专用的带形喷灯对电缆进行燃烧,按试验电缆的根数与供火时间又分为A、B、C三类(考核的严格程度依次递减)以满足不同使用场合对电缆阻燃性能的不同要求,试验结束时测量多根电缆燃烧高度与自熄性能,以确定成束燃烧试验是否通过。

在对电缆的阻燃化研究的时候,人们还发现在火灾中燃烧电缆产生大量浓烟使救援工作难以进行,人员往往不是被烧死,而是被烟雾熏倒窒息,或找不到出路而身亡。同时燃烧时含卤物质释放出HCl或其它腐蚀性与有毒气体(开始时,阻燃电线电缆多采用PVC等含卤聚合物或添加卤素阻燃剂),这些有害气体除了危害人体外,还会造成间接损害,精密仪表和大小电脑等贵重设备和物资将因腐蚀而损坏。许多统计表明,烟雾与有害气体对人员伤亡及物资损失所带来的危害经常甚于燃烧所造成的损害。因此,低烟、低毒、低腐蚀的的低卤、无卤阻燃电缆的研究与开发成为当今电缆行业一个重要课题,各国都制定了相应的考核试验标准。IEC 754-1“电缆燃烧时气体逸出试验(第一部分)”对取自电缆的聚合材料燃烧时卤酸气体逸出量进行测定,以每克聚合物燃烧逸出的卤酸气体毫克数来判断其是否符合低卤或无卤的要求;IEC754-2(燃烧气体逸出试验的第二部分)则通过测量pH和导

电率来确定电缆材料燃烧时释放气体的酸度(它与腐蚀性有关)。为了考核电缆燃烧时的发烟量, IEC1034-1、2在规定条件下对电缆燃烧烟浓度进行测定。IEC尚未有对毒性气体测定的标准, 但英国海军规范与法国巴黎地铁规范等(如NES713标准), 对燃烧时释放气体的毒性指数测试作出了规定。按上述有关试验标准而开发的低卤、无卤阻燃电缆已被广泛用于地铁、高层建筑、发电厂、核电站、广播台、电视台、电话交换及电子计算机中心, 海上石油平台, 舰船等许多重要场合。

阻燃电缆, 包括低卤、无卤阻燃电缆仅使燃烧局限于一定范围内, 在火灾燃烧中都不能通电。但许多重要场合万一发生火灾时, 人员疏散通道的照明、防火报警装置、自动消防设施以及其它应急设备, 都要求火灾发生时电缆能保持规定时间的正常通电, 因而IEC331规定了耐火燃烧试验, 凡能通过该项试验的电线电缆, 统称为耐火电线电缆。它是在规定火焰燃烧条件下仍能在规定时间内保持正常通电。

电缆阻燃化的研究与开发首先是对电缆材料的燃烧性能进行研究, 世界各国都制定了电缆材料各种燃烧试验标准。IEC、UL、DIN、ASTM、JIS等都有关于材料“氧指数”、“烟密度”、“燃烧气体”等测试规定。这些材料试验标准是为阻燃电缆的开发服务的。

本标准集收集了上述有关电缆与材料的各种燃烧试验标准, 可对各类阻燃电缆的设计、结构与工艺的制定, 材料与电缆的开发研究提供基本的依据。虽然这些标准(包括译文)过去有过一些发表, 但完整地收集翻译、编辑和出版仍是有益的。近几年来, 我国电线电缆行业不仅开发了符合IEC332-3的阻燃电缆, 还开发了低卤、无卤阻燃电缆; 不仅对含卤电缆材料(PVC氯丁胶等)进行阻燃化研究, 也对聚乙烯、交联聚乙烯、乙丙胶等无卤材料进行了研究; 不仅开发了阻燃电缆, 也开始研制阻燃的通信电缆与光缆。各式各样的阻燃耐火电缆陆续研制成功与投产, 如果本标准集能对这些研制与开发工作贡献出一份力量的话, 那么编译者就算是达到目的了。

何乃烟

1992年11月

## 编译者的话

为适应我国电线电缆行业开发阻燃电线电缆的需要，我们出版了这本《阻燃电线电缆标准集》。

在编辑、翻译过程中，我们从涉及阻燃电线电缆的IEC、IEEE、UL、ASTM、DIN、NES、JIS等常用国际标准中精选出26篇，经翻译后汇编成集。内容包括各种燃烧试验规范，卤素含量、烟密度、毒性指数、氧指数等的测定。

本书是目前国内版本最新、内容最全的阻燃电线电缆的标准专集。另外，书后附有“电线电缆燃烧试验方法”的国家标准、阻燃化学名词解释、国产阻燃剂及其阻燃性能、常用聚合物缩写词，供读者查阅。

本书是电线电缆科研、生产、使用部门，原材料生产部门的工程技术人员、标准情报人员的必备工具书。

由于编译者水平有限，编译时间仓促，错误和不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

1992年11月

# 目 录

## 国际电工委员会标准

IEC331 (1970)	电缆的耐火特性 .....(1)
IEC332—1 (1979)	电缆在火焰条件下的试验 (第一部分:单根绝缘电线电缆垂直燃烧试验) .....(3)
IEC 332—2(1989)	电缆在火焰条件下的试验 (第二部分:单根绝缘细径电线电缆垂直燃烧试验) .....(8)
IEC 332—3 (1992)	电缆在火焰条件下的试验 (第三部分:成束电线电缆燃烧试验) .....(11)
IEC 754—1 (1982)	电缆燃烧时气体逸出试验 (第一部分:取自电缆的聚合物材料燃烧时卤酸气体 逸出量的测量) .....(28)
IEC 754—2 (1989)	电缆燃烧时气体逸出试验 (第二部分:通过测量pH和导电率来测定电缆 材料燃烧时释放气体的酸度).....(30)
IEC 1034—1(1991)	在规定条件下电缆燃烧烟密度的测定 (第一部分:试验设备) .....(36)
IEC 1043—2(1991)	在规定条件下电缆燃烧烟密度的测定 (第二部分:试验程序和要求) .....(40)

## 美国保险商实验所标准

UL 44—1983	橡皮绝缘电线电缆(火焰试验部分) .....(43)
UL 62—1983	软线和安装线(火焰试验部分) .....(45)
UL 83—1983	热塑绝缘电线和电缆(火焰试验部分) .....(46)
UL 94—1991	塑料的可燃性试验(试验部分) .....(48)
UL 1277—1989	电力控制电缆(火焰燃烧试验部分) .....(54)
UL 1581—1983	电线、电缆以及软线用参考标准(火焰试验部分) .....(56)

## 日本工业标准

JIS C 3521—1980	通信电缆用阻燃护套的燃烧性能试验方法 .....(64)
JIS K 7201—1976	用氧指数法进行高分子材料的燃烧试验方法 .....(68)
JIS K 7228—1987	塑料的烟密度及燃烧气体的测量方法 .....(77)



## 德国工业标准

- DIN 57472T813—83 电线电缆试验(燃烧气体的腐蚀性) ..... (87)  
DIN 547472T815—83 电线电缆试验(无卤性) ..... (89)

## 美国材料与试验学会标准

- ASTM D 635—88 水平位置自撑式塑料燃烧率、燃烧长度及燃烧时间的试验方法 ..... (93)  
ASTM E 662—83 固体材料燃烧性能试验方法(烟雾的比光密度法) ..... (98)  
ASTM D 2671—90 电工用热收缩管标准试验方法(腐蚀试验部分) ..... (129)  
ASTM D 2843—77 塑料燃烧或分解所产生的烟密度的测定 ..... (132)  
ASTM D 2863—87 塑料试样燃烧所需的最低氧浓度测定(氧指数) ..... (142)

## 英国舰船标准

- NES—713 小样材料燃烧产物毒性指数的测定 ..... (149)

## 美国电气及电子工程师学会标准

- IEEE 383—1974 核电站用1E级电缆、现场接头和连接件型式试验 ..... (154)

※

※

※

## 附录 1 国家标准

- GB 12666.1—90 电线电缆燃烧试验方法 第1部分: 总则 ..... (167)  
GB 12666.2—90 电线电缆燃烧试验方法 第2部分: 单根电线电缆垂直燃烧试验方法 ..... (176)  
GB 12666.3—90 电线电缆燃烧试验方法 第3部分: 单根电线电缆水平燃烧试验方法 ..... (181)  
GB 12666.4—90 电线电缆燃烧试验方法 第4部分: 单根电线电缆倾斜燃烧试验方法 ..... (183)  
GB 12666.5—90 电线电缆燃烧试验方法 第5部分: 成束电线电缆燃烧试验方法 ..... (185)  
GB 12666.6—90 电线电缆燃烧试验方法 第6部分: 电线电缆耐火特性试验方法 ..... (192)  
GB 12666.7—90 电线电缆燃烧试验方法 第7部分: 电线电缆燃烧烟浓度试验方法 ..... (196)

- 附录 2 阻燃化学名词解释 ..... (203)

- 附录 3 国产阻燃剂及其阻燃性能 ..... (208)

- 附录 4 常用聚合物缩写词 ..... (212)

# 电缆的耐火特性

IEC—331 1970

## 1 应用范围

本推荐标准指出了电缆的耐火特性所要求的条件，并叙述了该电缆的试验方法。

注——假定火势足以烧坏燃烧区域内电缆的有机材料的话，那么凡是在持续燃烧中及在燃烧过后仍能正常工作的电缆，即为耐火电缆。

## 2 定义

### 2.1 耐火电缆

凡是满足本推荐标准所要求的条件的电缆为耐火电缆。

## 3 性能要求

若一根电缆在下列试验进行过程中，任何3A保险丝均未熔化，而且在该项试验的最后阶段，电缆所能承受的电压不低于该电缆的额定电压，那么该电缆就可以称作“耐火电缆”。

## 4 试样与试验条件

在长1200mm成品电缆试样的两端，各剥除护套或外被覆层100mm。在试样的一端，对导电线芯作适当加工便于电气连接，而在另一端将裸芯线分开以免其相互接触。用夹子夹住电缆被覆层或护套部分的两端，这样可将电缆水平固定住。电缆的中间段用2只离两端约300mm的金属环支撑，这2只金属环以及支承装置上的其它任何金属部分均应接地。电缆的支承装置如图1所示。

为试验电压准备一只三相星形连接变压器或三只容量大于3A单相变压器(或者，可以用电压等于额定交流电压峰值的直流电进行试验)。在每相上用一根3A的保险丝将变压器同电缆连接，而在接地的中性线路中插入一根5A的保险丝。承受试验的电缆芯线与不同的相连接，若芯线超过3根，则将其分成3组与三相连接。邻近的导体连接在不同的相线上。

试验在适当的箱内进行，它配有排气装置能消除燃烧产生的、令人讨厌的气体。

## 5 热源

热源是一只长610mm的管状气体燃烧器，能产生一行彼此极其靠近的火焰。把一只不接地的铂-铱热电偶插入靠近气体燃烧器管道进口一端的火焰，热电偶在燃烧器之上75mm且与之平行。调节所供的气体 and 空气直到热电偶记录75℃温度为止。建议使用丙烷，这需要强制供气；但是也可以用城市煤气代替丙烷，只要热电偶记录温度是750℃。

## 6 操作方法

接通电源，按电缆的额定电压调整电压，在试验期间，此电压连续使用，即在芯线之间的试验电压等于芯线之间的额定电压，芯线对地的试验电压等于芯线对地的额定电压。然后将电缆放低并与燃烧器平行，其下表面在燃烧器之上 75mm。

此时可以取走热电偶。(在燃烧器点火以及电缆通电之前，即可调节支承装置使电缆位置下降，以免在试验开始时再对电缆作大的调整)。

火焰和试验电压将持续应用3h。

火焰熄灭后，至少过 12 h，电缆才能如上所述重新通电。

如果是单芯电缆，在芯线和接地之间进行的电压试验就以试验装置的金属环支承为接地点。将一根轻的金属棒适当地铰接在支承环的背面并搁置于电缆，以此形成接地可以提高金属环的接地性。

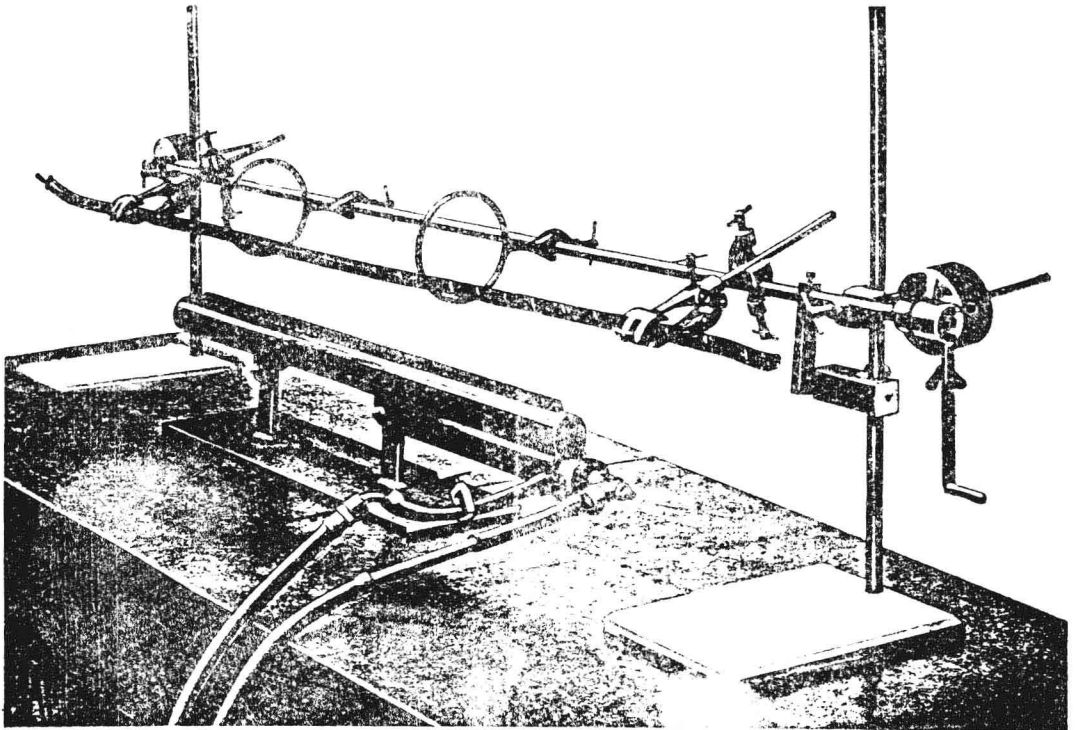


图 1 用于不易燃或耐火试验的电缆支承装置的全视图

黄小明译 杨祚昌校

# 电缆在火焰条件下的试验

IEC 332-1 (1979)

## (第一部分：单根绝缘电线电缆垂直燃烧试验)

### 1 应用范围

本标准叙述了在单根垂直绝缘电缆上的试验方法并指出了符合该试验的条件。

注 1——因为符合本标准要求的电线或电缆无论用于何种安装条件，其自身不足以阻止火焰蔓延，所以当火焰蔓延危险性很大时，例如遇到大长度成束垂直敷设电缆，建议还要采取特殊的安装措施。不能因为电缆的一根试样符合本标准所列的性能要求，就可以假设同一类型的成束电缆也符合本标准。

2——本标准叙述的方法并不适用于某些细电线，因为在燃烧时其导体会熔断。

### 2 性能要求

本项试验是为型式认可试验而准备的，可以列入电缆标准。一个电线或电缆试样在按照条款3~7的方式进行试验之后，应满足下列要求：

在所有燃烧停止之后，把试样表面擦干净，其烧焦部分或损伤部分应在距上夹具下缘50mm以下。

### 3 试样

试验的试样为一段长 $600 \pm 25$ mm的成品电缆。

### 4 试验前的试样制备

若电线或电缆覆盖一层涂料或清漆时，试验前应将试样在 $60 \pm 2^\circ\text{C}$ 的温度下保持4h。

### 5 试验条件

将试样各端夹住；试样垂直放置于三面为金属的罩子的正中，金属罩高 $1200 \pm 25$ mm、宽 $300 \pm 25$ mm、深 $450 \pm 25$ mm，正面敞开，上部和底部封闭；底板应是非金属。

夹具宽约25mm，固定试样时应使下夹具的上缘到上夹具的下缘间的距离为 $550 \pm 25$ mm。

试验实际上在不通风的区域内进行。试样下端离金属罩的底板约50mm。

整个布置如图1所示。

### 6 热源

#### a) 煤气灯

若使用丙烷，则使用图2所示的喷灯；调节喷灯使其火焰长约175mm，蓝色内焰长约

55mm。

如果采用天然气的话，那么可以使用孔为 $9 \pm 1\text{mm}$ 的Bunsen 喷灯，调节喷灯使火焰长约125mm，其中蓝色内焰长约40mm。

若有疑问，应使用丙烷喷灯。

b) 检验喷灯运行

喷灯中心线垂直，检验喷灯正常运行的方法如下：把直径 $0.71 \pm 0.025\text{mm}$ 、自由长度至少100mm的裸铜线水平放置在火焰中，试样表面离蓝色内焰顶端约10mm，以使裸铜线的自由端能垂直于远离裸铜线固定端一侧的喷灯边缘之上。裸铜线熔断所需的时间不应超过6s，也不能少于4s。

c) 直径50mm及以下的电缆

对于外径50mm及以下的试样，所用的热源是一只煤气喷灯，其结构和运行如上所述，放置的位置如图3所示。

d) 直径大于50mm的电缆

对于外径大于50mm的试样，热源为两只煤气喷灯，其结构和运行如上所述，并按图3放置在试样周围。

## 7 试验步骤

试验时，喷灯中心线应与试样中心线形成 $45^\circ$ 角。

喷灯运行时，喷灯到的试样的距离，沿火焰轴线测量，应使蓝色内焰顶端至电缆表面约为10mm，距上夹具下缘为475mm。

火焰持续燃烧的时间 $T_s$ 按下列方式计算：

$$T = 60 + \frac{m}{25}$$

式中： $m$ 为校准到600mm长的电线或电缆试样重量，g。

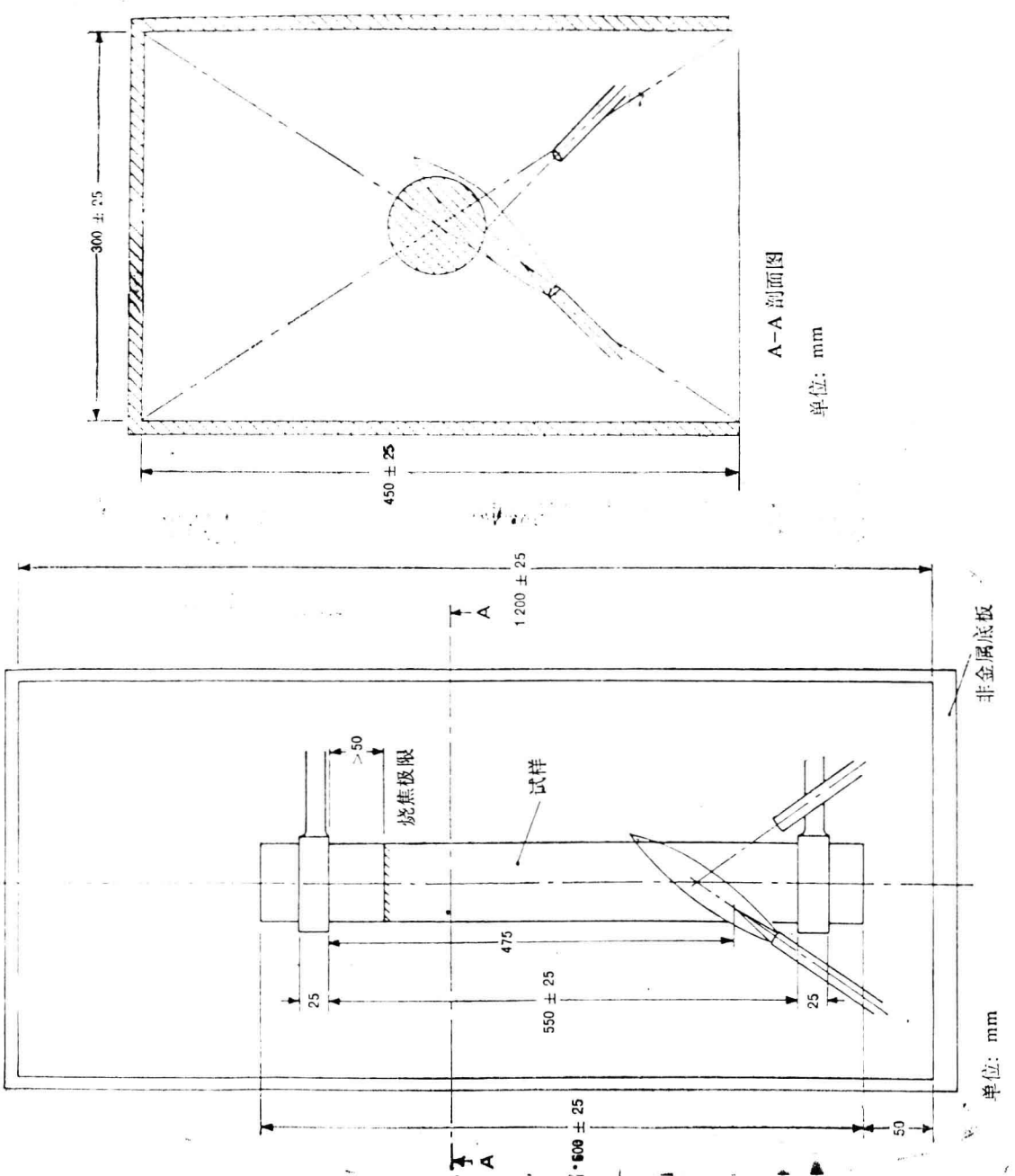
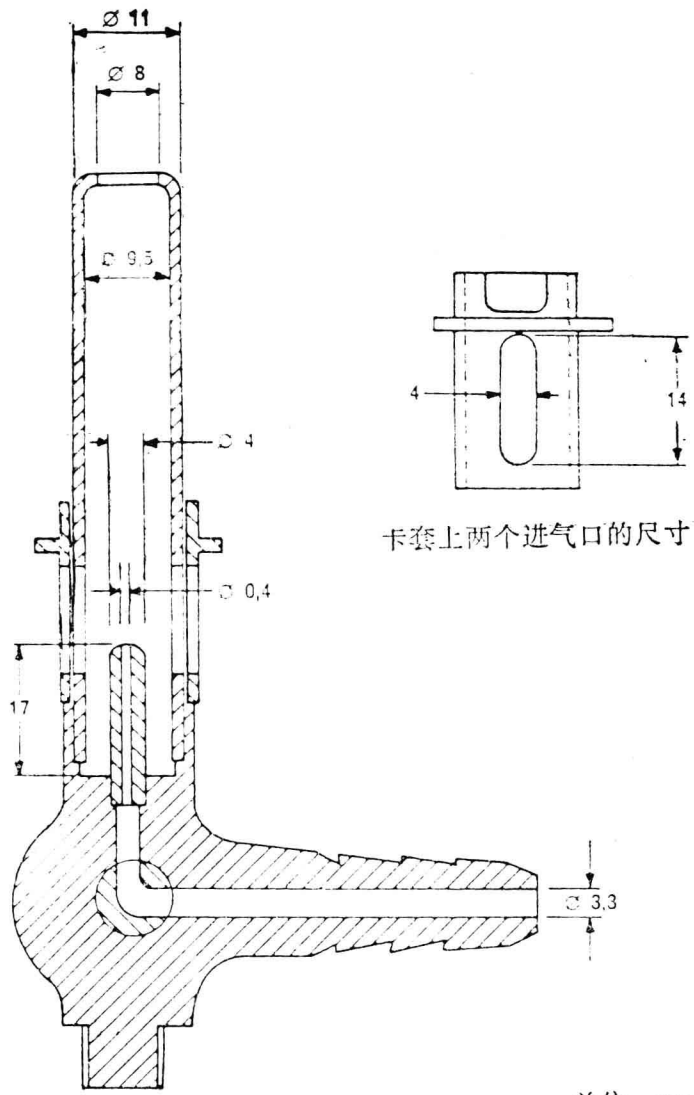


图 1 在三面金属罩中试样的位置



卡套上两个进气口的尺寸

单位: mm

图 2 标准丙烷喷灯(截面)

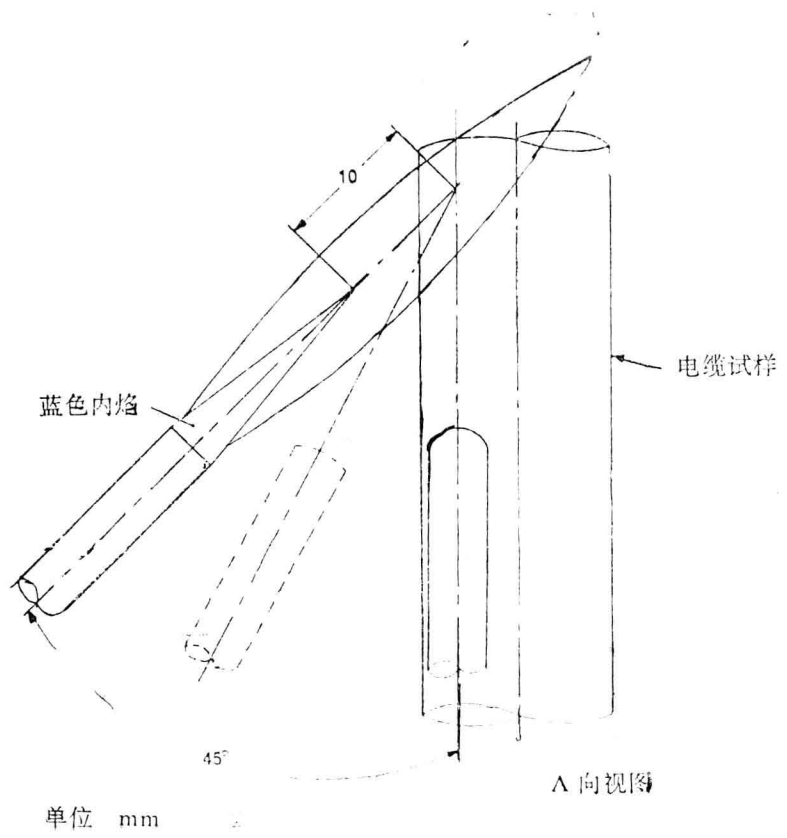
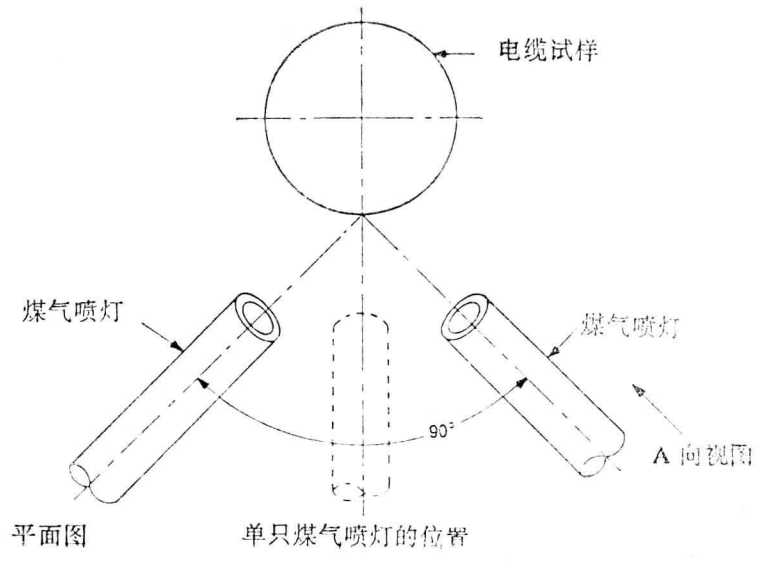


图 3 电缆试验时喷灯的位置

黄小明译 杨祚昌校



# 电缆在火焰条件下的试验

IEC 332—2

1989—03

## (第二部分：单根绝缘细径电线电缆垂直燃烧试验)

### 1 应用范围

当IEC 332—1所述的方法因某些小截面导体燃烧会熔化而不适用时，可以采用本标准规定的绝缘细线在火焰条件下的试验方法。对直径在0.4mm~0.8mm的实心铜导体和截面在0.1mm<sup>2</sup>~0.5mm<sup>2</sup>的绞合导体，建议采用本标准。本标准包括需依照执行的要求。

注——使用符合本标准的绝缘电线不足以在任何安装条件下阻止火焰蔓延。当火焰蔓延危险性高时，例如长的垂直成束敷设电缆，即使是符合本标准的试样，也不能假设其成束后同样能阻止火焰蔓延。

### 2 性能要求

本试验是为型式认可试验而准备的，亦可列入电缆标准。

一个电线或电缆的试样在经过了第6、7、8条款所述试验之后，应符合下列要求：在燃烧停止后，把试样表面擦干净，其烧焦部分不应到达距上夹具下缘50mm的范围内。

### 3 试样设备

- a) 如图1所示的丙烷喷灯。  
容许在不完全符合图示要求的喷灯上安装一只适配器，以使喷灯出孔直径为8mm。
- b) 带减压阀和压力表的丙烷瓶。
- c) 尺寸如下的金属罩：  
高1200±25mm；宽300±25mm；深450±25mm。正面敞开，顶和底封闭（见图3）。
- d) 秒表。
- e) 电热烘箱。

### 4 试样

从成品电缆端头截取试样2根，各长600±25mm，分别编号为1和2。

### 5 试样制备

如果绝缘电线表面有涂料或清漆涂层，试验前将试样在60±2℃的烘箱（见第3条，C）保持4h，然后冷却至环境温度。