

讲 座

木质材料燃烧性能检测
方法及有关法规

木质材料的燃烧与阻燃系列讲座之四

刘燕吉

检测材料的燃烧性能是研究、应用、开发阻燃技术及阻燃产品的必要程序。建立科学、先进、实用的燃烧性能试验方法标准一直是阻燃技术领域的重要课题之一。我国标准因发布单位级别不同而分成国家标准、行业标准(部颁)、企业标准和地方标准,国家标准又有推荐执行和强制执行两种,后者为国家法规。

1 木质材料燃烧性能检测方法

专用于木质材料燃烧性能检测方法在国内外标准中均不多见,一般都将木质材料归类于建筑材料,采用建筑材料燃烧性能检测方法或借鉴塑料、涂料的某些试验方法进行检测。本讲座之一中曾述及点燃性、火焰传播性、燃烧释热及发烟性等四个方面综合起来代表材料的燃烧性能。因此,各类试验方法都与上述四方面的因素有关。

1.1 点燃性的检测

1.1.1 点着温度的检测 采用国家标准 GB 4610-84 塑料燃烧性能试验方法——点着温度的测定。

点着温度可定义为在规定条件下,从材料中释放出的可燃气体经外火焰点燃并燃烧一定时间的最低温度。

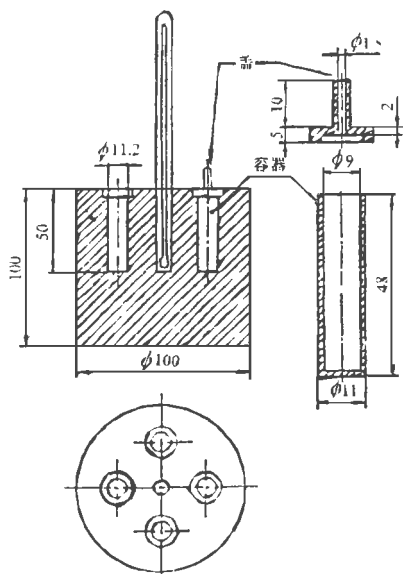


图 1 点着温度仪

Fig. 1 Ignition temperature equipment

检测方法是采用一个圆形瓷炉,将装有粉状试样的不锈钢容器放入保持一定温度的炉中(见图 1),测定用外火焰点燃并维持 5 秒燃烧的最低温度。

点着温度可提示不同树种木材及采用不同药剂、不同处理方法的阻燃处理木材点燃性能的差异及变化规律,对进一步探讨材料的燃烧、阻燃机理有一定意义。国外相同的标准方法有国际标准 ISO 871 等。

1.1.2 氧指数 采用国家标准 GB 2406-93 塑料燃烧性能试验方法——氧指数法。

氧指数可定义为在规定条件下,试样在氧、氮气流中维持平稳燃烧所需最低氧气浓度,以氧所占混合气体的体积百分数值表示。该标准的主要仪器设备见图 2。

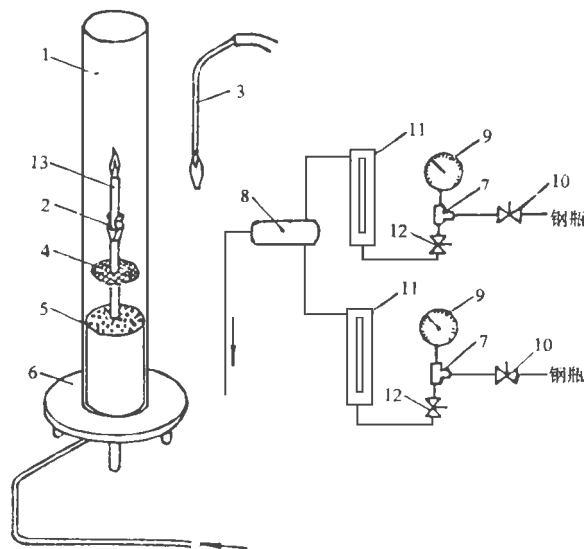


图 2 氧指数仪

Fin. 2 Oxygen index equipment

1. 燃烧筒; 2. 试样夹; 3. 点火器; 4. 金属网; 5. 放玻璃珠的筒;
6. 底座; 7. 三通; 8. 气体混合器; 9. 压力表; 10. 稳压阀;
11. 转子流量计; 12. 调节阀; 13. 燃烧着的试样

氧指数代表材料的难燃性,其值越高,表明材料被点着所需要的氧气越多,即越难点着。测定氧指数对实验室内筛选阻燃剂配方、初步确定材料的燃烧性能是一种简便、易行、重复性好的方法。国外相同的标准方法有 ISO/TC61 D P 4589.3. 美国材料学会标准、ASTM D 2863 前苏联标准 Г ОСТ 16363 日本标准 JIS D 1201 等,其中日本标准 JIS D 1201-77 规定出材料难燃等级为一、二、三级,其氧指数分别为 ≥ 30 , ≥ 25 , ≥ 20 。

27 < 30 ≥ 24 < 27

上述指标对于评定木材的难燃性还远远不够,我国广东、山东、江苏等有关工厂所制订的阻燃木材、阻燃胶合板、阻燃中纤板的企业标准中都将板材氧指数定为≥ 45%。

1.2 火焰传播性的检测

外火焰将材料的一端点燃一定时间,火焰沿材料表面蔓延的速度、材料的炭化长度、炭化面积、烧毁长度及烟气温度等均代表火焰的传播性。

1.2.1 国家标准 GB 8625-88 建筑材料难燃试验方法 该方法是将厚度小于 80mm 长×宽为 1000mm×190mm 的试件 12 块分成三批放入燃烧竖炉(见图 3),用一定的外火焰点燃 10 分钟后检测试件烧毁后的剩余长度及点燃过程中竖炉的烟气温度。若试件平均剩余长度 > 150mm,且无一试样的剩余长度为零,没有一组试验的平均烟气温度超过 200℃,即为达到国家标准 GB 8624-88 建筑材料燃烧性能分级方法中规定的 B 级难燃性建筑材料。该方法被我国强制性标准 GB 52000-95 建筑内部装修设计防火规范认定为检测顶棚、墙面、隔断用 B 级装修材料所采用的唯一方法。国外相同标准有原西德工业标准 DIN 4102

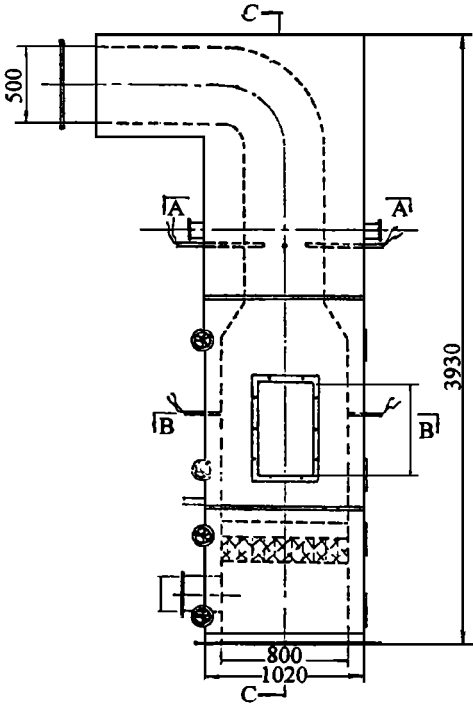


图3 燃烧竖炉
Fig. 3 Vertical burning oven

1.2.2 我国行业标准 ZB G 51002-85 防火涂料防火性能试验方法——隧道燃烧法 该方法是将 600mm×900mm×8~10mm 的试样放入隧道道炉中(见图 4),外火焰点燃试样一定时间,测定该段时间内火焰沿材料表面传播的速度以及某种不燃性材料,如石棉标准板表面的火焰传播速度、某种可燃材料如桉木板材表面的火焰传播速度之间相关公式计算出的材料火焰传播指数,

指数越小,材料的阻燃性能越好。国外相同标准有 ASTM D 3806

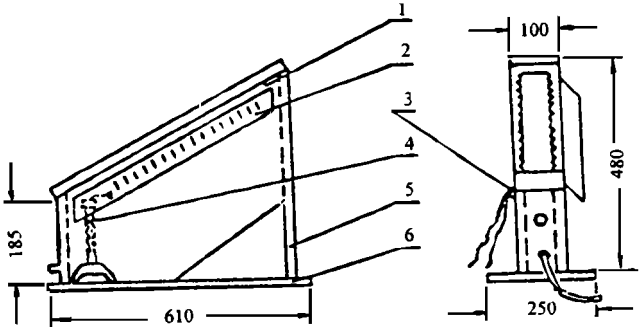


图4 隧道炉
Fig. 4 Tunnel oven

1.2.3 我国待批标准 GB××××-×× 阻燃木材燃烧性能试验——火传播试验方法 该方法是将试样置于一个既有热辐射源又有明火点燃的燃烧箱中(见图 5),通过试样燃烧时烟气温度与不燃性标定板被点燃时烟气温度之间的相关公式计算火传播指数,由此指数考察材料燃烧时火与热的传播性。国外同类标准有英国国家标准 BS 476 Part 6

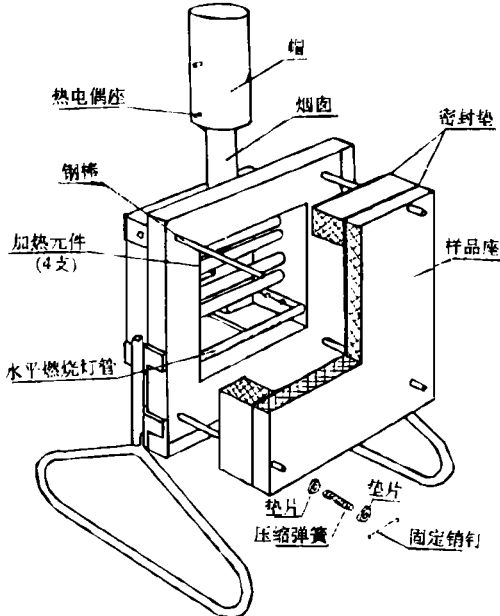


图5 火传播试验仪
Fig. 5 Fire propagation test equipment

1.2.4 材料炭化长度或炭化面积的测定 试验方法有我国行业标准 ZB G 51003 小室法,日本 JIS A 1322 建筑薄材料燃烧性能试验方法。均采用一个斜面燃烧仪,外火焰与试样呈 45°角,点燃一定时间后,计算试样的炭化长度或炭化面积,以此指标衡量材料的燃烧性能。因某些阻燃剂遇热缩聚可产生强酸,促使木材迅速脱水炭化而抑制热与火的传递。发生越多阻燃效果越好。基于此机理,笔者认为以炭化长度及炭化面积来衡量阻燃处理后木质材料的燃烧性能不尽合理。

1.3 释热性的检测

很多国家都有测定材料释热速度的标准试验方法,如 ASTM E 906,澳大利亚国家标准 AS 1530. 3 等。我国目前尚无测定木质材料及建筑材料燃烧释热速度的国家标准试验方法,故以烟气温度间接代表释热性能。木质材料的燃烧热值一般采用我国国家标准 GB 213煤的发热量的测定方法。

燃烧热值是指单位质量材料完全燃烧时所释放的热量。该方法的原理是取定量试样在氧弹热量计中(见图 6)完全燃烧所释放出的热量使氧弹及其周围介质如水的温度上升,通过测定燃烧前后温度变化值计算出试样的燃烧热值。

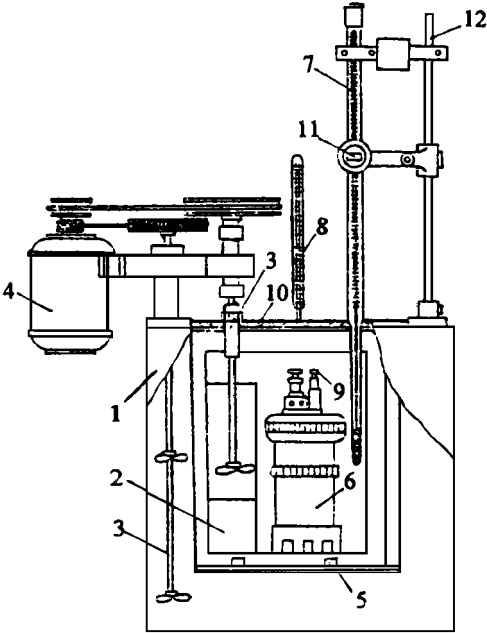


图 6 氧弹量热计

Fig. 6 Oxygen bomb calorimeter

- 1. 外壳; 2. 量热容器(内筒); 3. 搅拌器; 4. 搅拌马达;
- 5. 绝热支柱; 6. 氧弹; 7. 贝克曼温度计; 8. 工业用玻璃套温度计;
- 9. 电极; 10. 盖子; 11. 放大镜; 12. 电振动装置

1. 4 发烟性的检测

测量材料燃烧时的发烟性能大致可分成重量法、分析法和测光法^[1]。重量法是根据材料燃烧发烟前后重量的变化推算出发烟量,如 ASTM D 757;分析法是将烟中水溶气体、非水溶气体及固体烟尘分别收集在不同容器中,再分别进行定量分析,如 JIS K 7217;测光法是通过烟雾对光的吸收而产生的对光遮蔽或光强度衰减程度来测算发烟量,如 JIS D 1201,该方法最为常用。

我国国家标准 GB 8627- 88建筑材料燃烧或分解的烟密度试验方法,其原理与测光法基本一致。根据三个平行试件(尺寸为 30mm× 30mm× 6~ 25mm)每隔 15秒测得的光吸收率求出平均值,在线性坐标纸上标出光吸收率平均值与试验时间的曲线。曲线最高点为最大烟密度值,曲线下所围成的面积表示总发烟量,纵、横座标端点代表的长度值相乘,再除曲线所围面积后乘以一百,定义为试件的烟密度等级。该标准所用仪

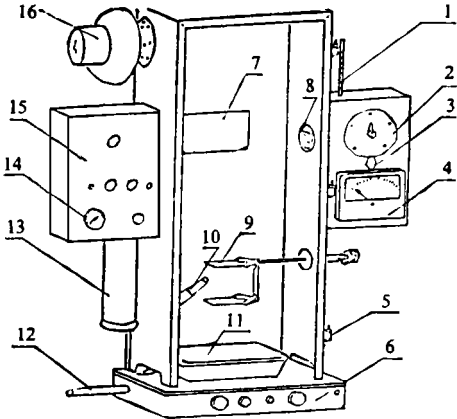


图 7 烟密度试验仪

Fig. 7 Density of smoke equipment

- 1. 温度计; 2. 计时器; 3. 温度补偿器; 4. 光度计; 5. 烟箱门轴;
- 6. 操作板面; 7. 安全标志; 8. 光束入射口; 9. 试件支架; 10. 本生灯;
- 11. 接物盘; 12. 空气导入管; 13. 丙烷气瓶; 14. 压力表;
- 15. 光源箱; 16. 风机

器见图 7

1. 5 其它方法

1. 5. 1 以材料燃烧前后重量变化即失重率指标衡量材料燃烧性能的方法 如我国公共安全行业标准 GA/T 42. 1~ 2- 92阻燃木材燃烧性能试验方法中有木垛法和火管法。其中木垛法所参照的国外标准 ASTM E 160,木垛燃烧法已于 1993年被取消。火管法装置图见图 8 国外同类标准有 ASTM E 119,ISOCT 16363等。

1. 5. 2 热分析法 包括差热分析和热重分析,前者通过木材试样与参比物试样(均为粉状)在加热过程中的温差揭示木材产生热分解的温度、吸热、放热量及其温度范围;后者揭示木材试样在加热过程中重量的变化,即失重率。二者均可代表木材的热性质,对研究、探索其燃烧、阻燃机理有着积极的意义。

1. 5. 3 采用锥形量热计测定木材被点燃时间、释热速率及烟气毒性 锥形量热仪是以量热学耗氧原理为基础,集多种独立试验方法于一体的试验仪器,又是一种小比例火灾模拟试验仪^[2],目前被公认为是一种科学、合理而先进的试验仪器,但因价格高,想要普及尚有一定距离(见图 9)。

1. 5. 4 实际规模火灾模型试验 利用计算机模拟火灾并对其危害进行评估是当今国外逐渐兴起的试验方法。1992年在捷克召开的木材防火国际会议上,已将实

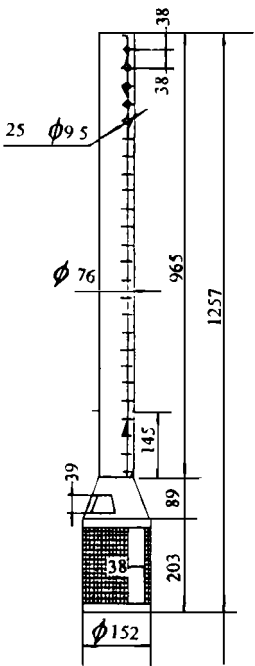


图 8 火管示意图

Fig. 8 Tube detail

体木材燃烧模型、火险及其危害评估的数学模型列为重要议题;日本耐燃刨花板的燃烧特性试验项目中就包括实际规模火灾试验;美国也将计算机火灾模拟与大型火灾试验相结合的试验手段作为今后火灾试验标准发展方向之一^[3]。

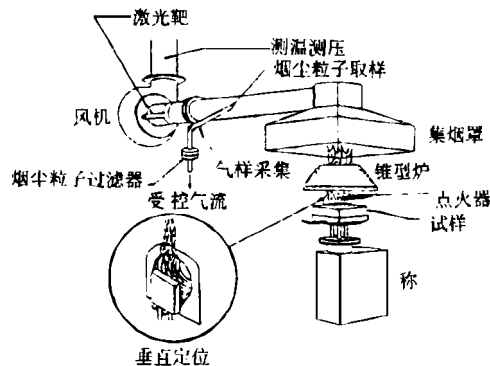


图9 锥形量热计

Fig. 9 Cone calorimeter

上述试验方法均是在某种特定条件下检测木质材料的一个或几个燃烧特性指标。这些指标可对不同树种、不同阻燃处理的木材进行相对的比较而不能作为实际火灾中危险性的依据(1.5.4节中所列试验方法除外)。

有些试验方法是我国强制性标准中规定必须采用的方法,如GB 8625—88建筑材料难燃性试验方法,有些试验仪器被认为最具有科学性和先进性,如锥形量热仪,但上述两种仪器设备均不普及(试验用竖炉目前国内只有三台,锥形量热仪也只有两台),试验费用也比较高。因此对于从事木质材料阻燃技术及阻燃产品的研究、教学、生产单位来说,皆面临选择合适的试验方法及建立合理的试验程序问题。首先选择一种或几种小型简单的试验方法如氧指数、火焰传播性等,在试验室内进行阻燃剂配方筛选、初选阻燃产品的试验,当有了初步结果或进行技术、产品鉴定、消防部门抽检、用户要求等情况下,可到有关部门进行难燃B₁级等必要检测。在深入研究或探索一些机理问题时,某些试验如点着温度、热分析等是必不可少的测试手段。

2 有关消防法规

2.1 中华人民共和国消防条例(1984年公布)

条例总则中提出,消防工作实行“预防为主、防消结合”的方针;火灾预防章节中指出,新建和改建工程的设计和施工,必须执行国务院主管部门关于建筑设计防火规范的规定;企、事业单位采用新材料、新设备、新工艺必须研究其火灾危险性的特点,并采取相应的安全措施。

2.2 各类建筑设计防火规范

世界各国都有自己的建筑防火规范。据资料介绍,以澳大利亚建筑防火规范最为严格,其中要求三层以上建筑所用木材必须进行阻燃处理。

我国建筑设计防火规范包括GB J 16—87建筑设计防火规范(包括24 m以下的各类建筑);GB J 45—

82高层民用建筑设计防火规范(包括24 m以上,100 m以下,十层以上住宅建筑及其它民用建筑);GB J 39—79农村建筑设计防火规范;GB J 67—84汽车库设计防火规范(包括新建、扩建的汽车库)等。

上述规范中对耐火极限、非燃烧体、难燃烧体等名词做了解释。其中耐火极限指按规定的火灾升温曲线,对建筑构件(如门、窗、墙面等)进行耐火试验,从受到火的作用起,到失掉支持能力或发生穿透裂缝或背火一面温度升高到220℃时止,这段时间称为耐火极限,用小时表示;难燃烧体指用难燃烧材料制成的构件或用可燃材料做成、用非燃材料做保护层的构件;难燃材料系指空气中受到火烧或高温作用时难起火、难微燃、难炭化,当火源移走后燃烧或微燃立即停止的材料,如经过防火处理的木材等。

上述建筑防火规范中严格规定出了不同建筑的耐火等级和由难燃木质材料组成的难燃烧体建筑构件的应用范围。如高层民用建筑的耐火等级分成一、二、三级,在二级建筑中吊顶构件可允许使用难燃烧体。

2.3 国家标准 GB 52000—95建筑内部装修设计防火规范

该规范适用于民用建筑和工业厂房内部装修设计,不适用于古建筑和木结构的内部装修设计。装修部位包括顶棚、墙面、地面、隔断和固定家具。装修材料的燃烧性能等级分成A级(不燃性),B₁级(难燃性),B₂级(可燃性),B₃级(易燃性)。所有未经阻燃处理的木质材料均属于B₃级。阻燃型木质材料通过GB 8625—88标准方法检测合格后可达到B₁级。

该标准规定出单层、多层、高层及地下民用建筑、工业厂房等内装修各部位所用材料的燃烧性能等级,如一类普通旅馆及高级住宅中顶棚用A级材料,墙面和隔断用B₁级材料;二类普通旅馆及普通住宅中顶棚、墙面用B₁级材料,其它部位允许用B₂级材料等。该规范还规定出装修材料燃烧性能等级试验方法及判定条件,如木质材料难燃B₁级按GB 8625—88建筑材料难燃性进行试验。判定合格的条件为试件燃烧剩余长度平均值≥150mm,其中无一个试件的燃烧剩余长度为零;无一组试验的平均烟气温度超过200℃。

2.4 公安部“消防产品质量监督检验暂行管理办法”(1983年公布)

该办法做出对生产、销售的消防产品进行抽检,并要求受检单位应积极配合的规定。

2.5 北京市“消防产品质量监督检验管理办法”(1986年公布)

该办法规定在北京市生产、维修、销售一切消防产品(包括阻燃材料及阻燃剂等)的审批手续、监督、检验细则。(全文完)

3 参考文献

- 徐应麟等.高聚物材料的实用阻燃技术.化学出版社,1987
- 陈景辉等.有机建材烟气毒理分析研究.建设部“八·五”科研课题研究报告,1996
- Grand A F. Development and Future Trends in Fire Test Standardization in the USA, Flame Retardants 92, London, 1992, 9~12