

建筑物与构筑物设计的 防火安全要求

〈苏〉B·Г·托基尔奇娜著

杨 炬 陈蒂蒂 译

李贵文 审校

中国建筑科学研究院

建筑物与构筑物设计的 防火安全要求

〔苏〕B·T·托基尔奇娜著

杨 炬 陈苇苇 译

李贵文 审校

中国建筑科学研究院

内 容 提 要

本书依照现行的建筑标准与规程和建筑法规对建筑物与构筑物设计的防火安全要求作了全面的阐述。其中包括详尽的说明、推荐的示意图计算和设计方案等，书中共列52张图和43个表。

本书适用于工程设计人员，以及国家防火监督和设计鉴定人员等。

目 录

建筑物与构筑物的耐火性

建筑材料可燃性·····	(1)
建筑结构耐火极限和火焰传播极限·····	(8)
建筑物与构筑物耐火性程度·····	(23)
轻型金属结构的耐火性·····	(26)
建筑结构的防火层·····	(31)

空间规划方案

防火墙之间的层数和面积·····	(49)
建筑物内房间的布置·····	(63)
地下层和底层、技术性的地窖、地沟和地道·····	(76)
阁楼、技术楼层、顶楼(孟沙式屋顶阁楼)·····	(86)
疏散路线·····	(87)
门、大门、坡道·····	(119)
楼梯和楼梯间·····	(131)
外室和门斗·····	(148)

结构方案

防火分隔·····	(152)
墙、隔墙、柱及支柱·····	(166)
楼板及吊项·····	(171)
墙和天花板的饰面及保温·····	(175)
地面·····	(183)
屋顶及屋面板·····	(185)
窗及天窗·····	(188)
泄压结构·····	(192)
排烟竖井及其装置·····	(201)

建筑物与构筑物的耐火性

建筑材料可燃性

在确定建筑材料可燃性时,要遵循СНП*П-2-80《设计建筑物和构筑物的防火标准》,СТСЭВ**382-76《建筑设计防火标准、建筑材料可燃性试验(燃烧性)、确定不燃材料》,СТСЭВ2437-80《施工消防安全、建筑材料的可燃性、确定难燃材料的方法》,ГОСТ***17088-71《塑料、确定可燃性的方法》,СН****454-76《轻型金属结构建筑物设计细则》。

СНП П-2-80

2.4. 建筑材料,按其可燃性,可分为三类:不燃的,难燃的和可燃的。

2.5. 建筑材料可燃性分类,要按СЭВ382-76标准《建筑设计防火标准、建筑材料可燃性试验、确定不燃材料组》和СЭВ2437-80标准《建筑施工消防安全、建筑材料的可燃性、确定难燃材料组的方法》等加以确定。

按СТСЭВ382-76确定不燃材料的分类和建筑材料的可燃性(燃烧性)的试验方法。方法的本质,是在20分钟之内,在温度800—850℃作用下,对材料可燃性的几个特征加以确定。

* СНП—苏联建筑标准与规则

** СТСЭВ—建筑设计防火标准

*** ГОСТ—全苏标准

**** СН—建筑标准

材料试件耐火性试验的仪器（图1）是一个管状炉。它是由耐火材料作成，并装在一个金属支架上。炉子的内壁留有一个凹槽，为的是安装电阻丝外表面为石棉水泥壳。炉子

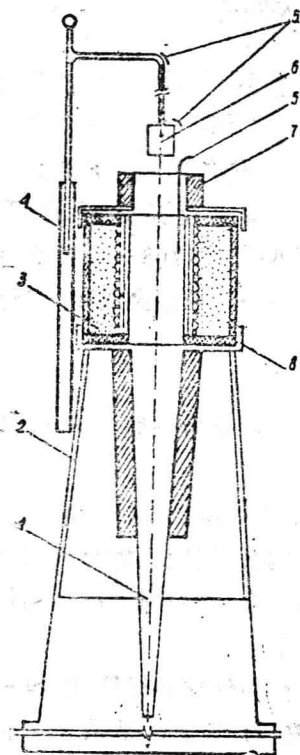


图1 不燃材料燃烧试验装置
1—稳定器；2—支架；3—管状炉；4—导向板；5—热电偶；6—样品吊篮；7—保护隔热屏；8—石棉垫

下面，装有用钢板制成的气流稳定器，在稳定器与炉子连接处用石棉封闭。稳定器的上半部从外面覆盖一层隔热纤维材料。在炉子上面有金属保护板，板的外面装有隔热材料。炉子侧面装有一导向板，用作固定试件吊篮并使其在垂直方向能够移动试件吊篮是用耐热钢作成的圆筒状。吊篮的底部是一金属网。借助三个热电偶测试炉内材料试件表面和内部的温度。

每次试验都要制作五个圆柱体试件。试件的标准尺寸和允许偏差如下：

直径： $45 \pm 2 \text{ mm}$ ；高： $50 \pm 3 \text{ mm}$ ；体积： $80 \pm 5 \text{ cm}^3$ 。
样品预先存放在一个通风干燥箱内，箱内温度在 $60 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ 下保存时间不少于20小时，随后再冷却至周围环境温度。在试验之前要测定每个试件质量。

在炉子的加热过程中，其内部温度应稳定在平均值的水

平，并在样品放入炉子之前，在最小间隔时间（10分钟）内，炉内温度不应超过 $\pm 10^{\circ}\text{C}$ 。将试件放入吊篮内，并在没有任何振动的情况下，迅速（5秒钟之内）地放入炉子中部，并居中于炉壁。试件加热时间是从放入炉内开始，延续20分钟。在这个时间，要记录热电偶指示的温度，同时还要标记样品燃烧的部位、时间及延续时间，燃烧只有火焰在炉内旺烧至10秒和10秒以上时间才认为是稳定的。试验结束后，确定每个试件的质量。符合下列条件者，材料方属于不可燃的：

1) 炉内最高温度平均值不超过炉子最初规定温度 50°C ；

2) 试件表面的温度，热电偶的所有最大指示值的平均数，不超过最初规定温度 50°C ；

3) 试件的平均质量损耗不得超过调整后最初质量的50%；

4) 火焰延续时间的所有最大指示值的平均值不得超过10秒钟；计算五个样品的试验结果，其稳定燃烧平均延续时间少于10秒钟的则取其值为零。

根据ГОСТ17088-71确定塑料的可燃性组。近几年来在建筑房屋的实际工作中，广泛的采用着各种塑料材料制成饰面和隔热构件。

塑料的可燃性是根据ГОСТ17088-71的方法来确定，即燃烧管的办法（塑料可燃否）、测热法（塑胶不燃、难燃或者可燃）和火焰扩散法（塑胶是否易燃烧）。

燃烧管法（图2）：样品用金属钩垂直地悬挂在管子的中心，在试件底面的中心下边放有燃烧灯，其边缘与试件底面的距离为10毫米。样品点着以后，彻掉燃烧灯，并用秒表

测定样品点火的最短时间和它自身燃烧或发烟的延续时间。用煤气灯的火焰点着试件的最长时间应为2分钟，酒精灯一为2.5分钟。

将凉至室内温度的试件从仪器中取出，并称重，其精确度达0.01Γ（克）。样品燃烧时的损耗（%）按公式计算：

$$G = \frac{(G_1 - G_2) \cdot 100}{G_1}$$

式中：G₁和G₂——样品燃烧前与后的相应重量（克）。

如果试件自燃或发烟（彻掉燃灯后）的延续时间高于60秒，则材料属于易燃的，不计算其损耗。如果试件自燃或发烟的时间延续少于60秒，而样品材料的损耗高于20%，则材料同样也属于易燃的。试件在燃烧管内没有自燃的情况，或者试验时无任何损耗，则材料属于不燃的或难燃的。但为此还必需用测热法行进试验。

测热法：以可燃性的指标数而确定一即试件在燃烧过程中的热量 q 与火源热量 q_n 之间的最大比值。

用测热法，其试验在专门测热装置内进行。将试件用细

丝挂在电热器支架的中心处。下面装置煤气灯。在电热器通电后以15秒钟，向煤气灯送气0.1—0.15升/分，然后用秒表

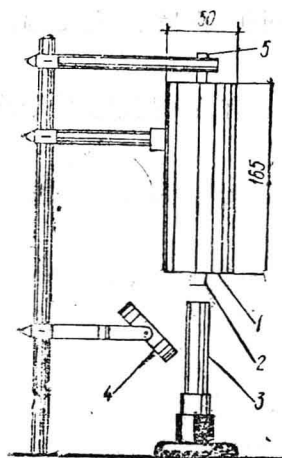


图2 确定塑料可燃性
《燃烧管》装置

- 1—钢管；2—样品；3—气灯；
4—活动镜；5—固定试件用
金属钩

记下试件点着的时间，试验进行10次，每次用一个新的样品。

试件在燃烧过程中产生的热量（千卡）按下式计算：

$$q_o = a(t_1 - t_2) - q_n$$

式中： a ——量热器系数 千卡/℃；

t_1 和 t_2 ——相应量热器内套中水的最大和初始的温度，℃。

火源的热量（千卡）的公式：

$$q_n = 0.0143W\tau_1 + q_r\tau_2L$$

式中： W ——电热器功率（瓦）

τ_1 ——电热器运转时间（分）

q_r ——煤气的发热量（千卡/升）

τ_2 ——送气时间（从点燃时间算起）（分）

L ——用气量（升/分）

确定材料可燃性的燃烧指标，取其最大值 $\frac{q_o}{q_n}$ （见表1）

表 1 用测热法决定燃烧指标的材料可燃性
(ГОСТ17088-71, 表2)

燃 烧 指 标	可 燃 性
0.1以内	不 燃
0.1~0.5	难 燃
0.5以上	可 燃

注 塑料的燃烧指标如高于0.5至2.1则属于难点火材料类。

用火焰扩散法确定： 塑料是否是易点燃的，并在水平位置上是否能沿试件全长进行燃烧。为此，样品用支架上

的板条固定在水平位置上（图3）。试件下面5mm处装有一槽皿，用来接收材料燃烧时掉下的熔化物，在试件端头，凹槽外边设有气灯，其上边缘距试件应为10毫米。

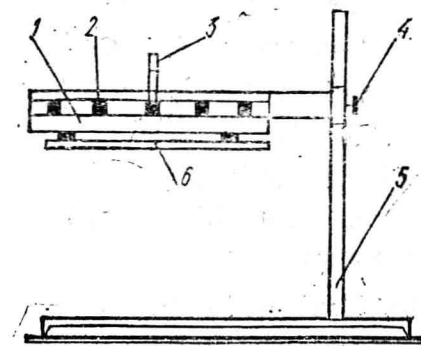


图3 用火焰扩散法测定塑料易燃性的仪器

1—试件；2—钢板条；3—在板条之间固定样品用的夹具；4—固定板条用的压紧螺栓；5—支架；6—接收熔化物的蒸发皿。

试件经受煤气燃烧器火焰作用2分钟，酒精燃烧器为2.5分钟。从燃烧器火焰作用的时刻起，测出火焰沿着试件进行蔓延。如被试验的试件，其中有一个是延着整个长度燃烧的，则塑料是属于易燃的。

根据CH454-76灭火要求确定合适的泡沫聚氨酯。在用轻型结构建造生产和仓库建筑物时，对有效的隔热材料广泛地采用掺有灭火剂的泡沫聚氨酯。按CH454-76灭火的要求，为确定建设中所需合适的聚氨酯，要用图4所示的装置进行试验。为此，每组试验需要10个样品。

装置上的煤气灯有一尺寸为 3.2×47.5 毫米的平面喷气咀。煤气灯火焰高度不应小于40毫米。为了试验，采用公用生活煤气。黄铜制的钢丝网的厚度：0.6—0.8毫米；网的尺

寸：216×75毫米；网格尺寸不大于6毫米，网的一顶端成90°角上伸13毫米。

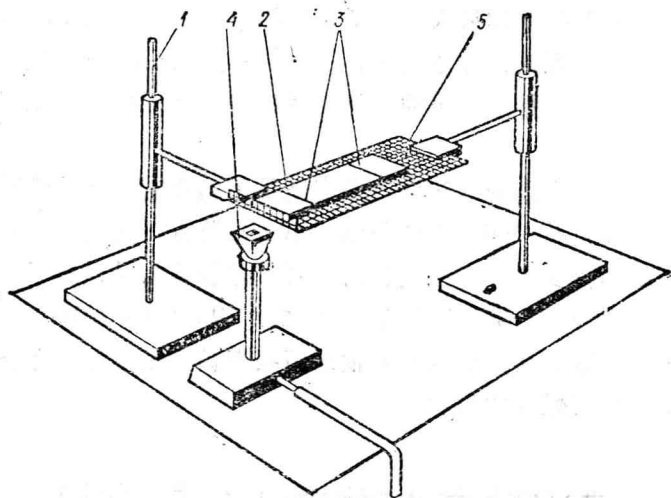


图 4 用聚氨酯灭火的试验装置

1—支架；2—试件；3—试件上的标记线；4—煤气灯；5—钢丝网；

聚氨酯的试件尺寸为：长150毫米；宽50毫米；厚13毫米。上述尺寸允许偏差为±2毫米。在试件上用墨水从前端划两条标记线，第一条距离为25毫米；第二条为125毫米。试件的湿度要符合标准或技术规则对聚氨酯湿度的要求。

仪器安放在排气柜中，但试验是在非通风的环境中进行，每一个样品试验完毕后再行通风。

钢丝网以水平位置固定在二个支架之间。试件安放在网的纵向轴线上，并使其顶在上伸的网边上。气灯的安装，应

该是这样，即试件的纵向轴线与气灯的横向轴线吻合在一起。气灯与网底边的距离13毫米。气灯的火焰应烧到顶在网边上的试件的端面。调整火焰时，应使其高度为38mm。

安装点燃的气灯，就位后，试验才能开始，当火烧到60秒或少一些时（如果火场到了试件的第一条标记线），气灯熄灭并继续观测试件燃烧过程。燃烧停止之后，在排气柜中打开通风，以排除燃烧的产物，然后将试验的试件从网上取下。

带有灭火剂的泡沫聚氨酯应满足下列要求：在试验时，燃烧应停止并火焰不继续蔓延至第二条监查标记线，在10个试件中不得少于8个是这种情况者，才被认为是最适于采用的，在内务部全苏消防科学研究所（ВНИИПОМВД）的快报，手册和文集中以及其他的情报书籍中定期地刊登新型建筑材料可燃性的资料。

建筑结构耐火极限和火焰传播极限

建筑结构的耐火性的含意，就是在失火的情况下，能够保持结构的承重和防护能力。如在火灾时失去了承重能力，则建筑结构就被认为是破坏的，而失去了防护能力，则结构就会产生裂缝或者结构温度升高，致使邻屋的东西自动起火。

建筑结构耐火极限的含意，就是在火灾时，结构损耗承重和防护能力的时间。耐火极限是通过试验或者计算方法而确定的。

所谓火焰传播极限，就是由于火燃烧到加热极限（在检查区内）而造成结构损伤的直线尺寸。建筑结构上的火焰传

播极限是基于试件试验而定。试验是在用耐火砖或耐热混凝土砌的专用加热炉内进行。

在确定建筑结构耐火极限和火焰传播极限时，要遵循 СНиП II-2-80《设计建筑物和构筑物的防火标准》、СТСЭВ1000-78《建筑设计的防火标准。建筑结构耐火性试验方法》的有关规定。

建筑结构耐火性的试验方法 建筑结构耐火性试验的主管机关是内务部全苏消防科学研究院。它制订并出版了建筑结构耐火极限的实验准则。

耐火性试验方法，СТСЭВ1000-78标准规定有下列建筑结构：承重的、自身承重的和悬空墙；无洞隔墙；柱和墩；屋面板和无洞有顶棚（或无顶棚）楼板；梁、桁架及横梁。标准内没有规定窗、门和其他填充洞、顶棚、镶玻璃及玻璃结构等的耐火性试验方法。

建筑结构耐火性试验方法的实质是在热作用、压力、荷载和支承方法的情况下，确定从试验开始到进入极限状态的时间。

СНиП II-2-80 2·3。建筑结构耐火性极限是按着 СТСЭВ1000-78标准《建筑设计防火规范，建筑结构耐火性试验方法》而确定的。建筑结构火焰传播极限是按着规范中附件2的方法确定。

按照СТСЭВ1000-78标准的规定，在结构耐火性处于极限状态下，需要了解承重能力损耗，裂缝和孔的形成，以及在非燃烧表面上温度升高于160℃。

建筑结构试件耐火性试验是在立式和卧式燃烧炉内进行。该装置是用火泥砖同焊接钢骨架组合而成。炉子装有专用设备和检查、调整火灾标准温度状况的仪器，还装有支

承、固定和加荷试件用的仪器。炉子烧液体燃料（煤油、重油）或者烧煤气。煤气在火室内借助空气鼓风的长火焰喷咀燃烧，或者用煤气烧咀。煤气烧咀的安装位置要保证火的热流能够沿试件的燃烧表面均衡扩散。

立式炉 内务部全苏消防科学研究院有多种类型燃烧室，对试件的耐火性试验，要保证必要的场地和试件加热方向。

a) 承重柱、支柱、支座、墩柱、横杆和斜杆等，从四面燃烧时，在 $1200 \times 1400 \times 2600$ 毫米的燃烧室内用 8 个喷咀（图 5）。如从一面、两个相邻面或三面燃烧时，在 $700 \times 1200 \times 2600$ 毫米的燃烧室内，用 4 个喷咀。

б) 承重墙、间墙和无孔隔墙从一面燃烧时——在 $700 \times 1200 \times 2600$ 毫米燃烧室内，用 4 个喷咀，如从两面燃烧时—— $1200 \times 1400 \times 2600$ 毫米燃烧室内，用 8 个喷咀（图 5）。

в) 非承重墙、间墙、整体垂直的采光透明围护结构和玻璃结构，从一面燃烧时，在 $800 \times 2000 \times 2100$ 毫米室内，用 4 个喷咀。

г) 防火门、门和百页窗的装置，从一面燃烧时，在 $1195 \times 1250 \times 2440$ 毫米室内，用 4 个喷咀（图 6）。

д) 有孔或无孔的自身承重悬空外墙，从一面燃烧试验。

卧式炉 有各种类型的燃烧室，对试件的耐火性试验，都必需保证必要的场地和结构加热方向。

a) 梁、檩条、横梁和桁架从三面燃烧时，在 $700 \times 1400 \times 580$ 毫米室内用 2 个喷咀。

б) 预制板、垫板、楼板和屋面板，从单一底面燃烧时，在 $800 \times 2800 \times 5800$ 毫米室内，用 8 个喷咀（图 7）。

试验楼板和屋面板的卧式炉也可用来试验无窗、整体水

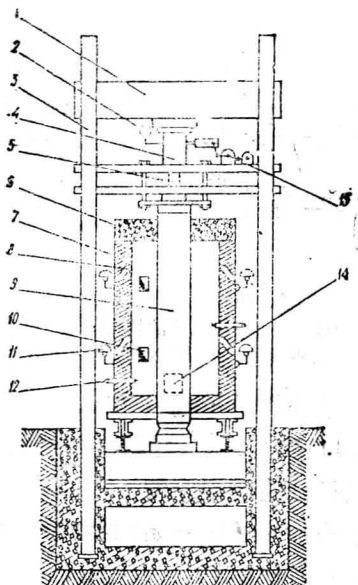


图 5 试验承重柱、支柱和杆件等耐火性(从四面燃烧)和试验承重墙、隔墙等耐火性(从两面燃烧)用的立式炉

1—承重架的横梁；2—压力表；3—承重架的支柱；4—压力机；5—导向装置；6—支承板；7—炉壁；8—烧咀火道；9—试验柱；10—观察孔；11—烧咀；12—热电偶；13—带减速器的电动泵；14—烟道。

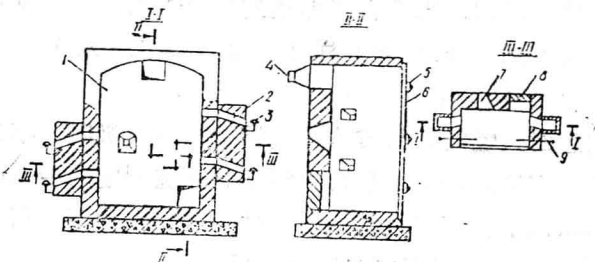


图 6 试验防火门耐火性用立式炉

1—燃烧室；2—烧咀火道；3—烧咀；4—烟道；5—固定试件压紧装置；6—被试验的门；7—观察孔；8—入孔；9—炉的热电偶。

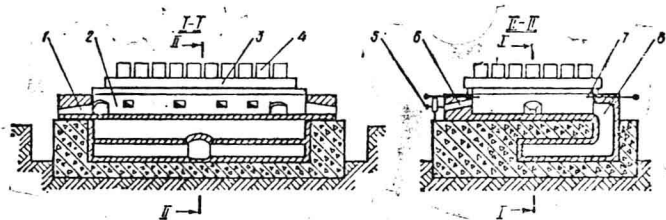


图 7 试验预制板、垫板、楼板和屋面板耐火性用卧式炉
1—观察孔；2—燃烧室；3—被试验的楼板；4—荷载；5—烧咀；6—烧咀火道；7—热电偶；8—烟道。

平采光透明围护结构和悬吊式顶棚等。

CTCЭВ 1000-78 2.1. 建筑结构的耐火性是通过专用试验炉对样品进行试验而确定的，对该结构来说，耐火性的特点，就是从结构加热试验开始到结构产生耐火极限状态条件之一的的时间（小时或分钟）。在试验时间内变形的基础上来确定承重能力的限极状态最为适宜。

对受弯结构，当挠度 f 由 $L/15$ 到 $L/30$ 值时，方可被认为是极限状态，但变形增大的速度 $v = L^2/9000h$ 厘米/分，其中 l ——跨长（厘米）， h ——计算高度（厘米）。

对垂直结构，当垂直变形达到 $L/100$ 值，或者垂直变形增大速度达到10毫米/分（样品长度为 3 ± 0.5 米）时，方可被认为是极限状态。

确定耐火性的计算方法 建筑结构耐火极限，不仅仅用燃烧试验方法来确定，还可用科学研究院制定的专门的计算方法加以确定、在这种结构耐火性试验条件下，可不按着CTCЭВ 1000-78规则内的规定进行。

为了用计算方法确定结构耐火性，最好以下列推测为依据。

结构的荷载必需根据对火灾时间内所发生的条件进行详细分析后加以确定。在没有可能确定这样的条件时，则荷载采取平均标准值。

对结构热的作用决定于现实火灾时的热场。为便于检查，运用标准曲线。耐火极限的计算，以结构所处热场为基础。计算时可查明高温作用下材料的机械和物理性能的变化，如果没有其他数值的根据，结构和介质的初期温度可采取 20°C 。

计算的方法，不能用于这样的结构，即预计（试验时采用同类结构）它的耐火性可达到符合 ГТЭСВ1000-786.3规定的密度准则。

全苏消防科学研究院制定了一系列钢筋混凝土受弯结构，柱、墙等耐火实际极限的计算规程。在技术科学博士 А. И. 亚可夫列夫领导下并借助于电子计算机制订了解决大多数典型问题的算法系统。根据所得的解题，编制了诺模图。在采用计算机基础上，并制订了计算钢筋混凝土实际耐火极限计算准则，于1976年由全苏消防科学研究院出版。

在快报和劳动手册《建筑结构耐火性》中，每年都登载火焰试验结果和新型建筑结构耐火极限的计算。其中刊载有加筋硅酸盐混凝土结构耐火性的极限的资料，还有硅酸盐混凝土三层和二层墙板、承重玻璃塑料结构、石棉珍珠石混凝土板 ФПН-1，泡沫塑料保温石棉水泥墙板、泡沫聚氨酯和泡沫聚苯乙烯保温悬吊墙板、成型玻璃隔板、用成型钢板覆盖面的木纤维墙板、粗粒硅酸盐混凝土承重墙板、涂胶的防火梁等耐火极限资料。

在某些设计工作者的实践中，经常遇到必需确定墙和隔墙耐火极限的问题。这样可以查看承重钢筋混凝土墙耐火实