

《世界建筑》暴露木结构防火设计概述结构工程师考试 PDF  
转换可能丢失图片或格式，建议阅读原文

[https://www.100test.com/kao\\_ti2020/538/2021\\_2022\\_\\_E3\\_80\\_8A\\_E4\\_B8\\_96\\_E7\\_95\\_8C\\_E5\\_c58\\_538587.htm](https://www.100test.com/kao_ti2020/538/2021_2022__E3_80_8A_E4_B8_96_E7_95_8C_E5_c58_538587.htm) 在美国，用木材来建造安全防火的建筑已有一个多世纪的成功历史。暴露在火焰中的木材将自然地形成一个阻燃碳化层，保护内部未燃烧的部分。在周围温度不断上升的过程中，木材的机械性能还表现出若干优点。当被加热时木材构件不会延展，能够维持相当的刚度。其他类型的结构材料虽然被描述为加热时不易燃烧，但它们在高温下的变形可能破坏其他的结构元素而导致建筑的倒塌。例如钢材在高温下刚度将降低，这可能会导致钢柱和钢梁的破坏。而木材构件因为内部未碳化的部分将维持其强度和刚度，建筑使用者可以获得一定的逃离时间，消防员和使用者可以与火灾搏斗而不必冒结构坍塌的危险。事实上没有建筑材料是“防火”的。防火设计的目标只是根据结构要求和建筑内使用者的数量选择合适的建筑材料和适当的防护方法。虽然结构材料也许是“不燃”的，但建筑内往往储藏大量可燃材料。现代建筑规范根据结构类型、建筑使用目的和使用者的数量规定了防火要求。明显地，最优先的防火要求是提供足够的时间和逃生设施使人们能逃离火灾；其次，结构应该维持足够的时间以便灭火队员能够灭火；最后才是保护建筑本身和邻近的建筑。木结构建筑有3种方法来满足这些要求。木构件可以被封闭在一个防火层中，防止它们暴露在火焰之中。现在有许多种类型的墙壁、楼板、天花板和屋顶的防火层组合方式可以使用，但本文的主题是暴露在火焰中的木构件安全问题。规范允许两种办法来保证

木结构的防火安全。旧一些的方法是使用重型木材，而新方法是一小时火灾防护设计方法。重型木材建造方法基于在长期实践过程中形成的经验，一小时火灾防护方法则是基于对木构件耐火能力的计算。一小时防火办法的有效性已被木构件测试和ASTME-199火灾测试所证实。重型木构建筑 重型木构建筑是因美国东部的保险业者为减少他们在磨坊等工业厂房方面的保险损失而发展起来的。在1800年，许多大型磨坊建筑和它们内部的设备被大火毁坏，给保险公司带来了巨大损失。为了减少类似的负担，人们发展出了重型木构建造方法，利用大型木构件来减少尖锐的凸出边缘以及建设过程产生的可能让高温空气通过的缝隙。当暴露在火焰中时，木材表面将形成碳化层，这一碳化层可以防止构件内部受高温侵袭。如果没有外部的燃烧元素如氧气、油料等的持续补充，碳化层就能使火焰自然熄灭。当然，这种自动阻燃的方法禁止在隐蔽的空间使用，因为木构件可能含有闷燃的灰烬，也许会使结构重新燃烧。楼板或者屋顶等多层结构系统可以防止高温空气通过，这样就可以阻止新鲜空气助燃。这样的建筑方法已经使用了一个多世纪，而且被基于有效经验制订的多数建筑规范所采纳。美国主要的建筑规范中都包含对重型木结构建筑的要求。这些要求列出了基于构件位置的结构构件的最小尺寸。例如，支撑楼板的柱子的最小尺寸是 $8 \times 8$ ，楼板梁的最小尺寸是 $6 \times 10$ 。对屋顶梁而言，最小尺寸是 $4 \times 6$ 。这些都是普通尺寸的构件。一个 $4 \times 6$ 的构件的毛尺寸是 $89\text{mm} \times 140\text{mm}$ 。对楼板和屋顶的要求也在规范中有所规定。当屋顶结构是至少超过最高的一层楼板或者阳台25英尺（7.62m）时，规范允许在某些一小时防火建筑使用重型木结

构建造方法。使用范围一般限制在公共区域和教育设施中。这些类型的建筑一般包含有限的可燃物质。规范认为，如果屋顶结构超过可燃物质足够的高度，火灾发生时燃烧的火焰将不能明显地破坏屋顶结构。有数个案例证明了这一点，例如某一教堂经历了一场大火，但火灾后的重型木结构系统经彻底检查和少量的维修后仍然能继续使用。规范所允许的重型木结构的所有连接都可以使用在重型木结构建筑中，包括金属套件、连接件。许多公司提供一系列的木材连接件。这些表明重型木结构建筑有足够的火灾抵抗能力，所以不需要额外的防火措施。

一小时防火建筑 在一小时防火建筑中，建筑的每一构件都必须符合ASTM E-119火灾试验的要求。在这类试验中，构件将被加热到1 600华氏度，以测得其温度 - 时间曲线。在整个60分钟的测试期内构件必须能够承载其设计荷载，如果能满足要求那么就是合格的1小时构件。对一小时防火构件而言，每一构件都必须能够在火灾中承受其荷载至少达1小时。此外，构件之间的所有连接都必须具备相同的能力，这可以通过将这些连接件安装在一小时防火墙内，或者用至少1.5英寸（38mm）的木板覆盖，或者将连接件嵌入木板并留下至少一又1.5英寸（38mm）的面层来实现。将木构件和钢构件连接在一起的螺栓必须采用暗孔，而且插入至少38mm。还有一些附加的要求，如木材的最小表面尺寸是152mm。对多层胶合木材而言，附加的张力叠层必须配置在核心的胶合层上，而且“一小时火灾防护”的字样必须在其上标明。李（T.T.Lee）基于暴露在火焰中的木材的防火要求发展了一个公式来计算木构件允许的时间。李根据观察到的暴露在火焰中的木材碳化率以及碳化层下构件强度的减少

量计算了木构件在火灾中损失的部分。接着他从一个允许的压力到最终的构件强度调整了构件的强度，最后这些关系组合在一起生成了计算公式，可以求得一个确定尺寸的构件能安全地支撑荷载的时间。李用这一公式来计算3面或者四面暴露在火焰中的梁和柱。2001美国木材理事会（AWC）发展了一种修订后的方法来设计|百考试题|防火木构件。这一方法记载于AWC技术说明#10中，它使用了和李相同的假设，注意了构件断面从允许的强度到构件极限能力的变化。这一方法根据构件暴露在火焰中的时间计算了有效的碳化层。检测结果表明，随着暴露在火焰中的时间增加，木材的碳化率减小。李的办法计算了一个给定尺寸构件允许的暴露时间，在新的方法中，按照构件减小的尺寸和平均极限强度，设计者可以计算构件允许的能力。在木结构建筑的国家设计规范中允许的压力基于工作压力设计方法而确定。这些允许的数值比实际测量的木材极压力要小。为了应用这种方法来计算木构件的火灾防护能力，设计者必须考虑材料和其他不同因素来增加允许的压力，然后再计算构件的极限压力。这一方法允许设计者设计受弯构件、柱、张拉构件和用来承受弯曲和轴向荷载的构件。它也能设计一个小时防火的木构露台。此外，这一方法也能用来检查防火超过1个小时的构件。这一方法已经被美国最新的建筑规范所接纳。如果需要更多的信息，请参考AWC技术说明#10。结论在设计防火建筑时，大型木构件燃烧缓慢的特性是很早以来就被认识到了的优点。美国建筑规范为暴露的木构件确定了两种方法来实现防火安全。重型木材建造方法通过限定构件的最小尺寸来保证防火能力，这一办法有较长的成功历史。一小时防火建筑则使用观

察到的木材在火焰中的碳化率来计算构件的尺寸，以满足必需的规范要求。这一方法已被数个ASTME-119一小时检测方法所确认。100Test 下载频道开通，各类考试题目直接下载。详细请访问 [www.100test.com](http://www.100test.com)