

# 钢结构建筑防火设计中性能设计方法的应用分析

孙相国 黄伟光

中国二十二冶集团有限公司, 河北 唐山 064000

**[摘要]**随着我国建筑业的快速发展,越来越重视建筑消防安全。钢铁材料的大量使用,使得钢结构建筑的防火性能日益受到大众关注。在各个领域的不断摸索中,性能化的设计方法已被运用到钢结构建筑物的安全消防设计当中。但是迄今为止,基于性能化理论的钢结构防火设计还存在很多问题。文中介绍了建筑防火性能设计的内涵和价值,分析了钢结构建筑优缺点及防火措施和挑战,探讨了性能设计方法在钢结构建筑防火设计中的具体应用,旨在为相关工作提供帮助,促进钢结构建筑工程的可持续安全发展。

**[关键词]** 钢结构建筑; 防火设计; 性能设计方法

DOI: 10.33142/ec.v7i8.12963

中图分类号: TU998.1

文献标识码: A

## Application Analysis of Neutral Energy Design Method in Fire Protection Design of Steel Structure Buildings

SUN Xiangguo, HUANG Weiguang

China MCC22 Group Corporation Ltd., Tangshan, Hebei, 064000, China

**Abstract:** With the rapid development of Chinese construction industry, more and more attention is paid to building fire safety. The extensive use of steel materials has made the fire safety performance of steel structure buildings increasingly popular. In various fields of continuous exploration, performance-based design methods have been applied to the safety and fire design of steel structure buildings. However, so far, there are still many problems in steel structure fire safety design based on performance-based theory. This article introduces the connotation and value of building fire safety performance design, analyzes the advantages and disadvantages, fire prevention measures and challenges of steel structure buildings, and explores the specific application of performance design methods in steel structure building fire safety design, aiming to provide assistance for related work and promote the sustainable and safe development of steel structure building engineering.

**Keywords:** steel structure buildings; fire protection design; performance design methods

### 引言

在建筑形式日益增加的今天,传统的消防思想明显滞后,已不能适应现代建筑高效防火的需要。实践表明,性能化设计具有很好的实用性,它的实施将为钢结构的火灾防护工作提供更高质量的保证,同时也使消防设计更加科学。性能化设计作为一种新兴的防火设计方法,其核心思想是运用火灾学等学科的相关理论,在对建筑物进行有效的火灾风险评价的基础上,进行合理预警,以减少建筑物的火灾隐患,保障建筑物的使用安全。

### 1 建筑防火性能设计概述

#### 1.1 内涵

性能化设计是一种科学的建筑防火设计方法,它需要以消防安全工程的有关知识为基础,以消防安全工程学为核心的知识体系,并将建筑特性和室内可燃物的特性结合起来,对建筑物的火灾风险进行全面的分析,对建筑物的火灾风险进行系统的评价,并对其进行定量的预测,从而在综合的技术支持下,形成一套等级更高、效果更好的建筑防火设计方案。总之,在性能设计的实际操作中,为了

实现预期的结果,必须充分运用多种火灾知识,并将防护工程的理论内容融入到设计指标之中,在这些指标的指导下,对设计方案进行持续的优化,同时对火灾隐患进行分析,并掌握火灾场景所需的参数。在此基础上,对建筑物进行性能化设计,以保证建筑物的防火安全,并对建筑物的使用性能进行合理的增强。

#### 1.2 价值

从科学技术的观点来看,持续地优化建筑物的防火设计,可以提高建筑物的耐火能力。性能防火更多地依赖于技术上的方法,通过对火焰进行准确的预报,将火焰的数据记录下来,并对其进行合理的改进,从而提高了建筑物的防火水平。在防火设计中,应对主要构件进行合理的防火设计,以减少建筑物的使用风险。从设计规范上讲,这种设计方法充分运用了火灾工程的理论知识,保证了建筑防火规范的合理性,增强了防火设计的有效性<sup>[1]</sup>。在实践中,要充分利用性能化防火设计的优点,需要从下列方面进行改进:首先,根据建筑物的使用功能,建立明确的消防目标,保证设计目标的明晰。同时,进行有针对性的定量分析,全面掌握

消防安全隐患。其次,根据建筑物的实际情况,对建筑物的室内布置进行合理评价,并进行科学的疏散路径规划。最后,在建筑防火设计过程中,应根据消防安全规范,对其进行评估,并通过科学全面评价,逐步改进设计内容。

## 2 钢结构建筑优缺点及防火措施和挑战

### 2.1 优缺点

由于钢结构的广泛应用,使得整体式建筑的建造呈现出一种新的建造模式,其优势在于它具有很多优势,从而奠定了其基础的地位。从工程实践中可以看出,钢结构施工具有明显的优越性,其特点是:①构件的制作周期短,施工简便。②采用钢构件建造,具有其他建筑形式所没有的柔性,且对周围环境的影响较小,是一种环保建筑。③有效体积大;以上几点是目前钢结构工程中常见的问题,但其缺陷也很明显,即耐火性能差,在服役过程中容易发生火灾。研究表明,在600℃以上高温环境下,钢材表面的高温受热,将使结构部件产生质变,从而降低结构的耐久性。在极高的温度下,钢铁的硬度会变得越低,结构也会越来越差,这是一种质变。特别要指出的是,在使用钢结构工程时,若火烤时间超过15分钟,也要合理避免结构融化的危险。因此,在钢结构建造过程中,应对消防措施进行科学的探索,以规避危险,持续减少火灾危险。

### 2.2 防火措施

首先,采用混凝土或耐火砖将钢结构包裹起来,将大气与钢结构彻底隔绝,避免了高温下钢筋的燃烧,但是,在浇筑时,混凝土和耐火砖不可避免地存在着空洞,这样就造成了一定程度的工作量和经济损失,所以,这样的方法已经不能适应建筑中的消防设计要求。其次,在钢结构的外包裹上使用高强耐火的轻型材料,如石膏板、TK板和特种耐火布等,其质地轻巧,经济实惠,在小规模钢结构的火灾设计中也得到了广泛的使用,而且该材料的抗燃能力很好,能够很好的隔离高温和钢铁,现在国内的钢结构建筑的防火设计也是使用了该方法<sup>[2]</sup>。最后,采用阻燃涂层,在钢铁表面生成一层耐火薄膜,可将钢铁表面的高温烘烤隔离开来,并增强其阻燃性能。但是,因其造价较高,且技术尚不成熟,故在国内尚未广泛应用。在国内,常用的是膨胀型和不膨胀型两种。发泡型在连续烘烤过程中,由于涂层的体积变大,通过扩大加热区域,阻断了与钢铁材料的直接接触,达到了延长加热时间,提高了钢铁的阻燃性能的目的。而不是扩张体,其自身的厚度一般都比较大,基本上是8mm到55mm。理论上来说,这两种涂层都是通过增加材料的尺寸,避免了与钢铁材料的直接接触,但这种材料并不需要在高温下进行体积变形,而且其本身的厚度也决定了它的保温效果。

### 2.3 面临挑战

#### 2.3.1 防火区域划分难度大

按照国家有关消防设计标准,在大型建筑中,必须使

用防火门、防火卷帘门等材质对其进行分区,这样的“处方式”消防设计,在防止火灾扩散的同时,也会对建筑的使用性能产生本质性的变化,同时,对建筑审美标准也提出了更高的标准,若分区不当,会对建筑的美感产生一定的负面作用。因为各个建筑的特点都比较显著,所以在进行建筑消防设计的时候,要结合建筑的具体条件,采用合理而科学的性能防火方法,并结合室内的火灾仿真试验,对与建筑自身的使用性能相适应的防火方法进行分析。

#### 2.3.2 方式单一

尽管针对钢结构房屋的火灾防护方法很多,但是就当前的科技发展状况来看,火灾防护仍是其最重要的方法。按照国家有关消防规范,在对钢结构房屋进行消防设计时,应充分考虑到每一种钢材的承载能力和耐火性能。建设单位也要对耐火涂层的阻燃性能进行严格控制,两者相结合,施工单位要对喷涂了阻燃涂层的钢材进行阻燃性能试验。

## 3 钢结构建筑防火设计中性能设计方法的具体应用

### 3.1 设计三要素

#### 3.1.1 性能规范

性能指标的作用是明显的,在实际运用中,它是制订消防安全水平的指导性指标。性能指标要达到预期效果,还需要与之相匹配的科研课题作为支持。

#### 3.1.2 技术指南

从原则上讲,技术指南与性能指标相互配合,是一种成熟的性能化设计方法,它要求对建筑防火体系的效能进行科学评价,从而确定其性能指标的取值范围<sup>[3]</sup>。

#### 3.1.3 评估模型

在性能设计中,评价模型是必不可少的,它为绩效设计提供了基本保证。该评价模型是基于计算模型、试验和概率分析等方法,能够准确地预测火灾发生后的真实火灾效应,并对火灾情景进行仿真,达到预先设定的火灾控制目标。在当前使用的评价模式中,被公认的主要有两种,即区域模型和场模型。由于分区模式的使用形式比较特殊,将室内划分为多个受控单元,即上层的热烟层和下层的冷气层。CFAST模式是一个实例,它可以用于对使用者所在的安全环境进行预测,并设置室内(有火源的情况)。流场模型又被称为CFD,它可以通过数学手段对流场及有关的化学反应进行预测。在实际工程中,以FLUENT、FDS等为最具代表性的软件。该方法主要包括以下几个方面:一是明确性能设计的核心要素,设计参数。其次,对消防工作的总体目标进行了界定。第三,火灾现场的识别。最后,对设计方案进行建议与评价。

### 3.2 火灾场景设计

首先,在性能设计实现过程中,火灾场景设计是一个关键的环节,为了保证场景设计的品质,需要根据建筑物的基础条件,对建筑物内可燃物的数目以及种类进行分析,

并对现场的火灾蔓延趋势进行分析。在此基础上,对建筑及损失进行辨识,以保证火灾影响最小。其次,利用科学的方法,对火的传播程度进行评价,掌握火的可能分布情况。关键是对火灾蔓延过程中对周围环境造成的破坏进行科学分析,保证建筑防火设计的规范性和合理性。最后,在对消防场景进行合理设定的时候,为了增强其作用,应与钢结构的具体条件相融合,在设定过程中要对火源进行全面的考量,并考虑到灭火进程等因素,从而保证基于性能化的消防措施的有效性。

### 3.3 区域划分性能设计

目前,由于钢结构的数量日益增加,基于性能化设计的理论已得到越来越多的应用。在整个钢结构建筑中,不同楼层的耐火性能也各不相同。在钢结构建筑物中受火荷载较大的部分,应选择具有较好耐火性能的钢材与钢结构进行隔离<sup>[4]</sup>。钢结构建筑施工企业应将其整体进行分区,以便在发生火灾时对其进行有效的控制,从而减小其危害。根据国家标准,钢结构房屋的建筑面积不得大于4000m<sup>2</sup>。然而,许多建筑公司在进行建筑分区时,却未按国家规定进行分区,这就不可避免地对其进行了抗火设计。钢结构建筑的抗火性能设计应从建筑结构、建筑功能、人员流动等几个方面进行综合考虑。钢结构性能设计受诸多因素的影响,在进行性能化设计前,应对其进行全面的分析和研究,以确保其合理性。

### 3.4 烟气流动设计

在建立性能化设计模式时,烟气流动的设计是非常重要的,需采用区域模拟同时辅助空间模拟的方法完成设计。首先是区域模拟。对于大型空间结构的地区,需要进行区域仿真。以性能化设计为基础的建筑,其防火计划具有高度的弹性。在实际工作中,采用分区方式,可以有效地控制火灾,减少事故,加强防火工作的有效性。防火分区的设计非常重要,在选材上应倾向于具有很高耐火性能的材料,并进行科学的防火分隔。从实际工作中可以看出,消防分区的目标是很清晰的,其主要运作原则就是利用建筑物内部的不同区域,设置专门的防烟设备,以提高火灾预防的针对性和有效性。借助各种设备,加强防止火灾扩散的作用。比如,可以在狭小的空间内安装喷淋试验设备,也可以在大空间内安装水炮,以保证灭火效果的合理性。合理的防火分区可以有效地控制火灾的发展,降低周围环境对火灾的影响,从而提升建筑的防火设计质量。其次是空间模拟。在火灾过程中,由于空间温度的变化,会引起局部气流的变化。因此,在进行性能化设计时,需要利用空间仿真技术,结合燃气传输的方向,精确地确定火源的位置,进而判定火源的发展态势,为火场救援工作提供依据,从而减少火灾造成的损失<sup>[5]</sup>。

### 3.5 人员疏散设计

在火灾中,如何保证人员的生命安全,是一个不可忽视的问题。从实际工作中可以看出,采用性能化消防设计,可以弥补传统消防救援模式的缺陷,可以对逃生路线进行合理的选择,并对人员的疏散状况进行高效的分析,保证各个区域的人员都能安全地撤离,提高了疏散路线的合理性。在此基础上,通过基于性能化设计的思想,减少建筑物内人员在火灾中的危险性,减少救援人员的心理压力。

### 3.6 结构耐燃性能设计

从建筑安全性和稳定性的角度来看,基于性能化的建筑防火加固具有明显的优越性,它的特点在于可以对钢结构进行全面的受力分析,并据此提出有效的防火措施,以保证火灾条件下建筑的耐久性,并合理地避免倒塌。因此,在实际的建筑消防设计中,必须对其进行全面的评估,并对其消防风险评价,以实现对其火灾发展的科学控制。同时,要做好相关的防火工作,使钢结构建筑在发生火灾时能得到合理的保护,不使其遭受重大的危害,造成重大的经济损失<sup>[6]</sup>。

## 4 结束语

综上所述,性能化设计是进行钢结构建筑防火设计的关键。相对于传统的消防安全标准,基于性能化的消防设计能够针对不同的功能区域开展细致的研究和测算,对比研究工作人员的疏散时间与发生火灾的危险时间,从而加强各种消防设施的管理<sup>[7]</sup>。这样,既能保证员工的人身安全,又能有效地遏制火灾的扩散,将火灾发生的危险降到最低,保障国家和人民的财产安全。

### [参考文献]

- [1]王雪松. 钢结构建筑防火设计中性能设计方法的应用分析[J]. 今日消防, 2024, 9(2): 103-105.
  - [2]陆宏江. 性能设计方法在钢结构建筑防火设计中的应用分析[J]. 消防界(电子版), 2023, 9(17): 88-90.
  - [3]姚洪亮. 钢结构建筑防火保护的关键问题及对策解析[J]. 消防界(电子版), 2022, 8(20): 130-132.
  - [4]朱世伟. 性能设计方法在钢结构建筑防火设计中的应用[J]. 消防界(电子版), 2022, 8(19): 62-64.
  - [5]陈凯. 性能设计方法在钢结构建筑防火设计中的应用研究[J]. 中国建筑金属结构, 2021(10): 46-47.
  - [6]殷李革. 性能设计方法在钢结构建筑防火设计中的应用[J]. 消防科学与技术, 2002(4): 3.
  - [7]闫红伟. 刍议性能设计方法在钢结构建筑防火设计中的应用[J]. 中国住宅设施, 2015(4): 2.
- 作者简介: 孙相国(1994.2—), 男, 黑龙江省哈尔滨市人, 汉族, 本科学历, 中级工程师, 就职于中国二十二冶集团有限公司, 从事建筑工程施工技术管理相关工作。