

高层木结构发展现状及我国相关标准浅析

杨学兵

(中国建筑西南设计研究院有限公司; 木结构设计规范国家标准管理组, 四川成都 610042)

摘要: 介绍国际上高层木结构建筑的发展趋势和我国高层木结构建筑的现状, 并解读《多高层木结构建筑技术标准》GB/T 51226-2017 的主要技术内容。

关键词: 高层木结构建筑; 中国国家标准

中图分类号: TU366.2 文献标识码: B 文章编号: 1001-8654 (2017) 04-0024-04

Status and Standards of Multi-storey and High Rise Timber Structures

YANG Xue-bing

(China Southwest Architecture Design and Research Institute Corp. Ltd; China National Organization of Timber Construction Design Standard, Chengdu 610042, Sichuan, China)

Abstract: The author introduced current status of multi-storey and high rise timber structures in both foreign countries and China. He also explained the main technical contents of the Chinese National Standard GB/T 51226 for multi-storey timber structures.

Key words: multi-storey and high rise timber structures; Chinese National Standard

木材作为一种绿色、可持续的建筑材料, 在国外建筑行业被广泛使用, 并且, 随着层板胶合木、正交胶合木等新型工程木产品的研发与应用, 木材也被用于高层建筑中。

在全球倡导节能环保、绿色低碳发展的大背景下, 高层木结构建筑的使用已在国际上逐渐获得认同, 并不断兴起。尤其是近几年, 国际上高层木结构建筑的发展越来越快, 许多国家已建造了各种不同类型的高层木结构建筑, 建筑物的高度不断刷新, 使得高层木结构建筑受到人们的高度关注。

我国多/高层木结构建筑发展也面临极好的发展机遇, 国家标准《多高层木结构建筑技术标准》GB/T 51226-2017 也于 2017 年 2 月 21 日由住房和城乡建设部第 1483 号公告颁布实施。

1 高层木结构建筑发展的现状

1.1 国际上高层木结构建筑现状

目前, 欧洲、北美、澳大利亚等地区和国家在高层木结构建筑方面的研究与应用处于世界前列, 在高层木结构建筑的结构用材性能、结构抗震性能和建筑防火性能等领域, 开展了大量的研究工作, 并进行了多项工程实践与应用, 使高层木结构建筑的研究和应用领域不断扩大, 相关技术不断发展和进步。

国外部分高层木结构建筑的基本情况列于表 1。

在欧洲, 已建成的最高高层木结构建筑为挪威卑尔根市的 Treet 大厦 (图 1a), 2015 年建成使用, 14 层的住宅建筑, 建筑高度为 51 m, 采用胶合木框架支撑结构+正交胶合木 (CLT) 剪力墙结构的纯木结构体系。

2008 年, 英国伦敦建成木结构建筑 Stadthaus 公寓, 为当时最高的高层木结构建筑 (图 1b)。9 层

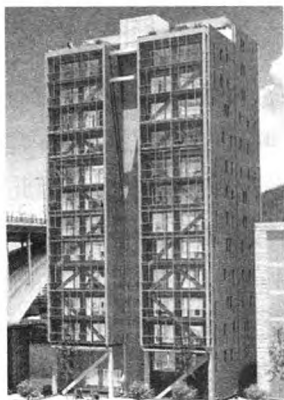
收稿日期: 2017-03-17; 修改日期: 2017-06-22

作者简介: 杨学兵 (1959—), 男, 中国建筑西南设计研究院有限公司, 教授级高级工程师。

表 1 国外已建成的高层木结构建筑

Tab.1 Lists of multi-storey and high rise timber buildings overseas

项目名称	地点	层数/高度	建筑功能
Treet (图 1a)	挪威卑尔根	14 层/51m	居住
Stadthaus (图 1b)	英国伦敦	9 层	居住
Brock Commons (图 1c)	加拿大温哥华	18 层/53m	公寓
Forte (图 1d)	澳大利亚墨尔本	10 层/32.2m	居住
Holz8	德国巴德艾比林	8 层/21 m	居住、办公
Lifecycle Tower One	奥地利多恩比恩	8 层/27 m	办公
Cenni Di Cambiamento	意大利米兰	9 层	居住、商用
Bridport House	英国伦敦	8 层	办公
Limnologen	瑞典韦克舍	8 层	居住



a. 挪威卑尔根市 Treet 大厦



b. 英国伦敦市 Stadthaus 公寓



c. 加拿大温哥华 Brock Commons 学生公寓



d. 澳大利亚墨尔本市 Forte 公寓

图 1 国外部分高层木结构建筑

Fig.1 Pictures of multi-storey and high rise timber buildings overseas

住宅建筑采用上下组合的木混合结构体系。底层为商业使用的钢筋混凝土结构，上部 8 层为正交胶合木 (CLT) 纯木结构的住宅建筑。

在加拿大，最高的高层木结构建筑当属 BC 省温哥华 UBC 大学的 Brock Commons 学生公寓(图 1c)，18 层，建筑高度为 53 m，能提供 404 间学生宿舍，也是目前世界已建成的最高木结构建筑。2016 年 8 月已完成结构封顶，预计 2017 年内投入使用。建筑也是采用木混合结构体系：胶合木框架支撑结构+正交胶合木 (CLT) 楼板+钢筋混凝土核心筒结构体系；建筑外围护墙体系统，采用了钢框架结构。

在澳大利亚，最高的木结构建筑为墨尔本市市的 Forte 公寓 (图 1d)，2012 年建成使用，10 层，建筑高度为 32 m。采用木混合结构体系，底层为商业使用的钢筋混凝土结构，上部 9 层为正交胶合木 (CLT) 结构的住宅。

1.2 高层木结构建筑的最新技术及应用

1) 新型木制品的研究和应用。

研究和应用正交胶合木 (CLT) 和高强度木质复合材料，为建造高层木结构建筑提供可行的、安全的木质建筑材料。

2) 建造技术的提升。

研究高层木结构建筑适用的连接节点和连接措施，提升构件、连接件制作技术，为建造高层木结构提供技术支撑。

3) 结构体系的深入研究。

结合木结构建筑的特点，研究高层木结构建筑的结构体系与性能、节点连接体系与性能、抗震与抗风性能，进行了大量。

4) 防火技术的研究和改进。

木结构建筑的防火性能是限制建筑高度的主要原因之一。目前，所有已建成的高层木结构建筑都具备良好的防火性能，为高层木结构建筑提供了可行的安全保障。

2 我国高层木结构建筑发展现状

我国现代高层木结构建筑领域的研究尚处于初期，还没有任何建造高层木结构建筑的经验，还需要对设计和安装等技术开展更多的研究。

目前，影响我国现代高层木结构建筑发展的主要因素有：

1) 针对高层木结构建筑的研究，尚缺乏全面、系统性；

2) 相关标准、规范体系不健全;

3) 相关高层木结构建筑的防火研究不够;

4) 适用于高层木结构的相关建筑材料应用研究、加工制作工艺研究和安装技术实践等, 均大为不足。

近年来, 随着我国经济实力提高, 人们对生活质量愈加重视, 以及国家对可持续发展观念的大力推广, 我国高层木结构建筑迎来了可喜的发展契机。其机遇主要有以下几方面。

2.1 建筑工业化的推动

在国家提倡应用现代木结构建筑和装配式木结构建筑等政策的积极推动下, 工业化程度相对较高的木结构建筑, 完全符合国家发展装配式建筑的政策。我国建筑工业化的快速发展, 必将带动木结构建筑的快速发展, 也将推动我国高层木结构建筑的发展。

2.2 科研项目的全面展开

当前, 国内许多科研院所和高校已逐渐开展对高层木结构建筑技术的相关研究, 并积极与国外研究机构或企业开展合作研究, 将为我国高层木结构建筑的应用提供技术支撑。

2.3 绿色环保、节能减排政策的促进

木材是绿色环保、可持续发展和可循环利用的建筑材料, 符合国家大力发展绿色建筑的政策, 值得大力提倡, 而且, 高层木结构建筑的应用符合国家大力推广装配式建筑政策, 适应当前对绿色环保、节能减排要求的时代趋势。随着我国环保节能政策的不断深入, 也将为高层木结构建筑的发展带来难得的机遇。

2.4 标准体系的完善

2016年, 我国完成了 GB 50005《木结构设计规范》和 GB/T 50361《木骨架组合墙体技术规范》的修订工作, 完成了 GB/T 51233-2016《装配式木结构建筑技术标准》和 GB/T 51226-2017《多高层木结构建筑技术标准》的制订工作, 还开展了工程建设强制性国家标准《木结构技术规范》的编制研究工作。

这些与木结构建筑相关的国家标准实施后, 将进一步完善我国木结构建筑标准体系, 进一步推动我国木结构建筑行业的升级换代, 加快高层木结构建筑在建设工程中应用的步伐。

3 《多高层木结构建筑技术标准》

2016年编制的《多高层木结构建筑技术标准》, 于2017年2月21日由住房和城乡建设部第1483号公告批准为国家标准, 编号 GB/T 51226-2017, 自2017年10月1日起实施。该标准为多高层木结构建筑的设计、制造、施工和验收, 提供了全方位的技术支撑。

3.1 标准的编制过程

根据“住房城乡建设部标准定额司关于开展《多高层木结构建筑技术标准》编制工作的函”(建标标函[2015]182号), 由中国建筑西南设计研究院有限公司、南京工业大学会同有关单位, 共同开展了国家标准 GB/T 51226《多高层木结构建筑技术标准》GB/T 51226 的编制工作。

多高层木结构建筑技术涉及面较广, 需要研究的新问题和难点技术多, 且我国在多高层木结构建筑领域的基础研究不够, 工程实践经验缺乏。因此, 在标准编制过程中, 需要研究、总结和吸收国外多高层木结构建筑方面的先进技术与成功经验, 同时, 也要结合我国实际情况和特点, 开展相关研究工作。

该标准编制工作于2016年1月正式启动, 在主管部门的积极领导下, 各参编单位和编制组成员相互配合。编制组认真分析和讨论多高层木结构建筑涉及到的技术难点, 不断完善相关技术条文, 并组织专家考察了欧洲地区多高层木结构建筑技术, 开展了相关的专题研究。先后三次召开了编制工作全体会议和多次专题研讨会。

最终, 在广泛调查研究、征求意见基础上, 认真总结并吸收国内外多高层木结构建筑相关技术和设计、应用的成熟经验, 参考国际先进标准, 结合国内相关研究成果, 以及我国多高层木结构建筑发展的需要, 制订了该标准。

3.2 标准的主要技术内容

标准共有章节: 1 总则; 2 术语和符号; 3 材料; 4 作用; 5 建筑设计; 6 结构设计; 7 防火设计; 8 防护设计; 9 制作、安装与验收; 10 使用和维护等。

主要技术内容有:

3.2.1 标准适用范围

标准明确规定: 适用于多层木结构民用建筑、高层木结构住宅建筑和办公建筑的设计、制作、安

装与维护。结合标准分类规定,明确表明了标准规定的适用范围。

1) 按建筑高度分类:

① 标准适用的多层木结构建筑有:高度 $<24\text{ m}$ 的 2 层及以上的民用建筑,以及高度 $<27\text{ m}$ 的住宅建筑和办公楼建筑。

② 标准适用的高层木结构建筑仅有:高度 $>27\text{ m}$ 的住宅建筑和办公建筑。

2) 按建筑层数划分,适用于 4~6 层的多层木结构建筑;7~9 层的中高层木结构建筑,以及大于 9 层的高层木结构建筑。一般将 6 层及 6 层以上的木结构建筑统一称为高层木结构建筑。

3.2.2 高层木结构建筑结构体系分类

标准将高层木结构建筑的结构体系分为两种:

1) 纯木结构:承重构件均采用木材或木材制品制作的体系;

2) 木混合结构:由木结构构件与钢结构构件、钢筋混凝土结构构件混合承重,并以木结构为主要结构形式的体系。木混合结构包括下部为钢筋混凝土结构或钢结构、上部为纯木结构的上下混合木结构,以及混凝土核心筒木结构。

3.2.3 多/高层木结构允许高度的规定

按照多/高层木结构建筑不同的抗震设防烈度、不同的结构体系和结构类型,标准规定了木结构建筑适用的总层数和总高度。如:采用正交胶合木剪力墙结构的纯木结构建筑,在抗震设防烈度 6 度地区,结构允许高度为 12 层 40 m;而在抗震设防烈度 9 度地区,结构允许高度为 8 层 28 m。

再如:采用正交胶合木剪力墙结构+钢筋混凝土核心筒结构时,在抗震设防烈度 6 度地区,结构允许高度为 18 层 56 m,而在抗震设防烈度 9 度地区,结构允许高度为 12 层 40 m。

3.2.4 多/高层木结构建筑设计的规定

针对多高层木结构建筑的规划和建筑设计,标准对总平面规划、建筑布局、室外环境设计、建筑性能设计和围护结构设计等做出了规定,并对设备及设备管线系统的设计也提出了要求。

3.2.5 不同结构体系设计计算的规定

标准规定了结构设计的要求和计算方法,包括结构体系和选型、结构分析、构件设计、连接设计和构造措施等。对多/高层木结构建筑的层间位移角和建筑高宽比,也做出了限制。

3.2.6 防火设计的规定

标准对 4 层、5 层的多层木结构建筑的防火提出了具体、明确的规定;而对于 6 层及 6 层以上的高层木结构建筑防火设计,标准规定,须经过专门的论证再确定。

即:3 层及 3 层以下木结构建筑的防火要求,可按现行 GB 50016《建筑设计防火规范》的规定执行;4 层、5 层的多层木结构建筑的防火要求,应执行本标准的规定;6 层及 6 层以上的高层木结构建筑,则需要进行防火的专门论证。

3.2.7 对正交胶合木构件的规定

正交胶合木(CLT)是多高层木结构建筑最为常用的建筑材料,既能制作成墙体构件,也能制作成楼盖、屋盖构件。标准对正交胶合木(CLT)构件的设计计算、制作安装作出了规定,特别补充完善了 GB 50005《木结构设计规范》中对正交胶合木构件的相关计算方法。

4 结语

GB/T 51226-2017《多高层木结构建筑技术标准》的颁布实施,弥补我国多高层木结构建筑技术标准的空缺,将极大地加速我国木材行业和木结构建筑行业的发展,也标志着我国多高层木结构建筑进入了新的发展时期,还将进一步推动我国高层木结构建筑技术研究。

随着木结构技术的不断发展以及市场新需求的不断涌现,今后还会不断制订与颁布实施新的木结构建筑相关技术规范。通过木结构建筑发展政策的不断落实、市场运行机制的不断改革和完善,木结构建筑将被广泛采用,在中国广阔的建筑市场中,一定具有不可估量的发展前景。

(责任编辑 姜征、向琴)