

# Exploration and Analysis of Steel Structure Design for the Top Floor of Concrete Frame

Min Gao

Shanghai Investigation, Design & Research Institute Co., Ltd., Shanghai, 200000, China

## Abstract

This paper analyzes the scheme and engineering design in the process of adding steel structure to the top floor of cement frame, including building floor engineering design, column engineering design, beam engineering design and load-bearing structure engineering design. The purpose is to make the added steel structure give full play to its greatest advantages, so as to meet the requirements of human society for the safety and practicability of buildings, and make the engineering design of buildings closer to modern life.

## Keywords

concrete frame; top floor; additional steel structure

# 混凝土框架顶层加建钢结构设计探析

高敏

上海勘测设计研究院有限公司, 中国 · 上海 200000

## 摘 要

论文通过对水泥框架顶层加建钢结构过程中的方案与工程设计, 涉及建筑楼板工程设计、柱工程设计、梁工程设计和承重结构工程设计等, 展开更深层次的剖析。目的是使加建钢结构发挥出最大的优越性, 以适应人类社会对建筑物安全和实用性的要求, 并使建筑物的工程设计更加贴近现代生活。

## 关键词

混凝土框架; 顶层; 加建钢结构

## 1 引言

很多现代建筑材料特别是高层建筑顶层都会采用钢材对水泥框架结构进行补强, 以增强建筑构件的稳定性和安全系数。所以, 必须加强对混凝土框架顶部的加建钢结构设计过程进行研究, 以推动中国现代大厦工程的可持续发展。

## 2 加建钢结构的优点

混凝土框架的顶部通过加建钢结构, 由楼板、横梁、立柱和承重结构等组成, 是一类结构材料, 被广泛应用于高层建筑的砼构架顶部, 主要由于它本身就具备了许多优势。首先, 通过这样设计能够对土地的使用加以节制, 从而使土地的利用效果得以明显增强, 对土地资源加以合理使用, 并且通过对水泥与钢结构材料的充分组合, 既能够降低对建筑资源的耗费, 还能够进行土地资源的循环再利用, 从而达到了绿色发展的现代理念。其次, 由于钢结构的材料本身比重

相当轻, 可以对原结构的设计产生相当小的荷载影响, 因此不需进行简单的地基加固, 从而降低了建设成本和工作量, 使建设工程的费用明显减少, 从而有效地压缩工期。钢结构延展性很好, 抗震性能特别强。最后, 有比较广的应用领域, 不但可以加建工业生产构筑物, 还可以加建住宅构筑物。建筑设计的多样性能够发挥空间设计的优越性, 也能够使原建筑物的生存空间显得更大, 对顶层的建筑物平面实行了简单的布局, 对原建筑物的负面影响得到了减少, 将其对人类的安全带来危险性的损失减至了最小点, 具有强烈的空间设计整体性。

钢构建筑用材是一种新型材料, 具有很好的环保性能, 对火势有一定的阻滞作用; 钢结构安装施工周期短, 消耗的人力成本也比较低。

### 2.1 高效率的回收, 节约能源

钢构筑物可以全部回收再利用, 是可回收利用的最大新型建筑。钢结构制造, 易于工业化生产。同时, 在钢结构建筑中采用干式施工, 节约了施工用水, 有效减少了建筑垃圾, 无污染、无噪音, 成为绿色建筑的典范。

【作者简介】高敏(1987-), 女, 中国江苏盐城人, 本科, 工程师, 从事钢结构研究。

## 2.2 施工周期短,自重轻,强度高

从生产实践来看,用专业化的工厂制造,可批量生产,工业化程度高;采用组合建造的钢结构,比传统方法提高一倍以上,可以有效缩短工期。另外,钢结构自重轻,运输节约大量时间,钢结构比同等强度的钢筋结构轻30%~50%。轻钢房与水泥房比起来,房屋自重仅为混凝土房屋的四分之一。

## 2.3 面积大,抗冲击能力强

钢质住宅建筑具有较好的延展性和抗拉性,其建筑强度高,抗震抗风能力强。这一特性在日本、中国台湾的地震中得到了充分的证明,钢结构的房子比砖混结构的房子更有优势。由于钢结构房屋本身的特点,它增加了室内的有效使用面积,比原来的砖和钢筋混凝土结构提高6%。在扩大居住使用空间的同时,保温、隔声效果显著。

## 3 中国加建钢结构工程的现状

由于建筑技术人员一直研究修复架构设计问题,旧房维修加固工程的现场人员工作时间不足、施工技术经验不足,同世界发达国家相比中国加建工程存在着一定的技术差异。中国住宅改造和维修工程主要是指在住宅从建造到报废的全过程中,对住宅结构进行的修复或改建等工程活动,在混凝土框架下顶层加建的钢结构工程为住宅建造和维修工程提供了必不可少的施工技术。由于建筑科技水平的日益提升,在中国加建工程进展得很快,全国各地都已经实施了一些对旧房挖潜、改建、加建等工程项目。在部分省份,更是已经把旧房改造工程纳入城市规划工程项目之中,并制定了一系列的技术规定。

高层钢结构建筑是一个国家经济实力和科技水平的反映,又往往被当作一个城市的标志性建筑。从20世纪80年代至今已建成和在建高层钢结构达80多幢,总面积约600万平方米,钢材用量60多万吨。北京和上海新建和在建高层钢结构就超过10幢,像上海环球金融中心(101层、高492米、用钢量6.5万吨)、中关村金融中心(建筑面积11万平方米、高度为150米、用钢量1.5万吨)、LG大厦(建筑面积25万平方米、高度为110米、用钢量1.0万吨)等。

近年来,以网架和网壳为代表的空间结构继续大量发展,不仅用于民用建筑,而且用于工业厂房、候机楼、体育馆、大剧院、博物馆等。无论在使用范围、结构型式、安装施工工法等方面均具有中国建筑结构特色。例如,杭州、成都、西安、长春、上海、北京、武汉、济南、郑州等地的飞机航站楼、机库、会展中心等建筑,都采用圆钢管、矩型钢管制作为空间桁架、拱架及斜拉网架结构,其新颖和富有现代特色的风格使它们成为了所在城市的标志性建筑。

据中国钢结构协会空间结构分会统计:网架和网壳的生产近三年已趋于平稳状态,每年建造1500座,约250万平方米,用钢约7万吨;空间格架,2001年建造20座,60万平方米;悬索结构,1991年至今建造7座,15218平方米;

膜结构,2001年建造40座,11.7万平方米;悬索和膜结构目前处于发展阶段,用量还不小,专家预计每年将以20%的速度增加。

轻钢结构是相对于重钢结构而言的,其类型有门式刚架、拱型波纹钢屋盖结构等,用钢量(不含钢筋用量)一般约每平方米30公斤。门式刚架房屋跨度一般不超过40米,个别达到70多米,单跨或多跨均用,单层为主,也可用于二层或三层建筑,厂房单体面积已超过10万平方米;拱型波纹钢屋盖结构跨度一般为8米,每平方米自重仅为20公斤,每年增长约100万平方米,用钢4万吨。门式刚架和拱型波纹钢屋盖都有相应的设计施工规程、专用软件和通用图集。

中国轻钢结构建筑发展较快、应用广泛,主要用于轻型工业的厂房、仓库、各类交易市场、体育场馆等建筑,全国每年新建轻钢房屋面积共800万平方米、用钢约20万吨。

钢-混凝土组合结构是充分发挥钢材和混凝土两种材料各自优点的合理组合,不但具有优良的静、动力工作性能,而且能大量节约钢材、降低工程造价和加快施工进度,同时,对环境污染也较小,符合中国建筑结构发展的方向。

## 4 钢筋混凝土基础框架顶层加建钢结构工程设计的重要组成部分

### 4.1 模板工程设计

目前通常都是采用砼技术对楼层加以重新设计,并采用砼构件浇筑,这些方式不但能够有效提高建筑物结构总体的坚固性、稳定性和安全系数,还能够针对建筑工程的实际状况,灵活处理存在的结构问题,保证建筑工程的顺利完成,从而确保了建筑的总体工程质量。另外,在开展楼层建筑设计时,一般采用的是花纹钢管或轻型楼层来添建更多级,以便降低新增结构荷载时对现有砼构件的危害。同时大多数都是选用轻钢结构屋盖作屋面,使其自重降低。如果条件允许,则选用组合式楼盖,或压型钢管加砼现浇,这样可以提高整体的安全系数,是建筑物能够立足的根本条件,以真正提高整个建筑物构件的坚固性和安全系数。

### 4.2 梁设计

当完成在混凝土框架顶层加建钢结构柱的工程设计时,就可以按照建筑物的结构特点,通过综合分析建筑设计理论和实际结合的现场施工状况,来做出综合的设计考虑,从而进行结构梁的方案设计。首先,梁的总长和宽之间的比值必须等于4。其次,还必须考虑桥梁设计的安全和稳定性问题,这就需要在进行桥梁设计的时候,必须以建筑需求的安全特性为基准,合理增加钢筋材质能够加固桥梁的稳定能力,最大化桥梁的使用寿命,同时也尽可能让材质的尺寸满足建筑使用要求的标准,并通过对钢筋材质的延展率和质量,以及强度进行全面的提高,对整个的建筑构件的稳定性和坚固性能,做出合理的保障。最后,在实施设计梁的工作流程

中,必须先以科学合理的方案设计为基准,并按照相应的技术条件和设计规范,再实施梁的方案设计。在设计主框架梁时应该选用开口型或是 H 型的钢截面钢板梁,次梁则应该选用轧压的型材,或槽钢板等型制的钢筋。针对钢柱的承载情况,通常会设计为  $1/30 \sim 1/20$  的钢散射截面高度。例如,要求设计扁柱,就必须对柱中线与梁中线的重合做出足够的保证,并通过双向的合理布置与结合,同时对柱子的各项指标进行正确有效地设计和计算,对结构进行合理改造,使之能够胜任整个工程中的需求,提高工程结构设计的合理性与科学性。

### 4.3 柱设计

柱子设计环节,首先需要确定柱子的断面长度要符合设计规范,才能够提高柱子设计的合理性和科学性,对柱子的形状进行合理设计,使之能够承担足够的应力,在使用中不会出现因为结构而发生的破坏。为了提高钢结构的设计可靠性,必须严格按照下列规定进行设计:在一般情况下,柱子横向断面的宽度和高度不得低于 300mm,管径必须超过 350mm,断面短边和长边的比例要低于 3,柱子纵向钢筋直径比例要高于 0.2% 等。另外,对于后加建的砼柱脚可采用化学螺栓将其植到砼中,并同时设有防剪键。在具体的工程项目中也出现了埋入式柱脚,但必须与水泥一起施工<sup>[1]</sup>。

## 5 水泥框架顶层加建钢结构设计中需注意的问题事项

### 5.1 建筑物的抗震设计

建筑的抗震级别与其使用环境与所处的区域都有较大的关联,在顶层加建钢结构后进行建筑设计时要严格按照建筑物的实际抗震级别进行建筑设计。因此,在地震多发地、公共区域建筑以及居民住宅楼群等人口较为密集地区的建

筑物都必须做好防震级别的建筑设计工作,以保障民众的生活与财产安全;相反,在非地震多发地的建筑,防震级别设计则要比弱些,但为了紧急情况的预警,防震工作仍然要做到合格,在最少的成本下将工作做到最好<sup>[2]</sup>。

### 5.2 混凝土框架顶层设计需要控制好温度

许多人在混凝土框架顶部设计时只重视了对抗震措施的设计,却忽略了对顶部的温度控制。若不能调控好内部室温,就会导致在顶部加建的钢结构造成损坏,甚至发生了顶部室内墙体严重开裂的情况,轻则损害室内的保温效果,重则减少了建筑的使用寿命,以至出现倒塌事故,严重威胁人民生命与财产的安全<sup>[3]</sup>。

## 6 结语

随着中国社会经济的日益发达,中国人民对生活品质的需求也日益增加。这就要求人们在工程建设中,充分发挥现代建筑的优越性,以更好地适应中国人民的生活需要。在施工中必须做好混凝土框架与顶层加建钢构件的设计,以进一步增强施工的安全与稳定性,并具备良好的抗震性,从而更好地保护了人民的安全。在做好加建钢构件的设计同时,还必须做好科学性与合理性的设计工作,与现场的实际状况相结合,设计成一个总体结构比较完整的工程,以推动建材行业的健康发展。

### 参考文献

- [1] 陈倩,丁舜元.混凝土框架顶层加建钢结构设计探析[J].建筑与装饰,2019(3):21.
- [2] 师卉.混凝土框架顶层加建钢结构设计探析[J].山西建筑,2018,44(9):34-35.
- [3] 周姝航.大体积混凝土结构施工技术分析[J].散装水泥,2021(4):84-86.