

多层轻钢民用建筑中的结构体系分析 PDF转换可能丢失图片或格式，建议阅读原文

[https://www.100test.com/kao\\_ti2020/457/2021\\_2022\\_\\_E5\\_A4\\_9A\\_E5\\_B1\\_82\\_E8\\_BD\\_BB\\_E9\\_c58\\_457035.htm](https://www.100test.com/kao_ti2020/457/2021_2022__E5_A4_9A_E5_B1_82_E8_BD_BB_E9_c58_457035.htm)

一、概述 过去，我国钢材年产量较低，建筑行业一直限制钢材的使用，提倡大力发展混凝土结构和混合结构，因此民用钢结构一直发展缓慢。80年代以后，随着经济发展的需要，我国开始引进钢结构房屋，以门式刚架为主，主要用于工业厂房、库房和一些公共设施。多层轻钢结构采用钢骨架和轻质围护结构，自重轻，对地质条件要求低。另外，钢结构构件标准，适合工厂化生产，现场安装，湿作业少，施工占用场地少，速度快。与多层钢筋混凝土结构相比，不仅造价持平甚至略低，而且综合效益明显。随着我国城市对粘土砖的禁用，多层民用轻钢结构越来越受到工程界的青睐，正成为较有竞争力的民用建筑结构体系之一。近几年，上海、北京、长沙、大连、天津等地对多层钢结构房屋进行了有效的尝试，取得了一些经验。但是，目前的示范工程还仍很不多，经验还很缺乏，有关技术规程还没有跟上，工程界对合理的多层钢结构体系还未达成共识。总体上看，多层钢结构的开发还处于启动阶段。本文在对已有的示范工程分析比较的基础上，本着寻求受力合理、用钢量低的原则，对多层民用建筑中的结构体系进行了分析，以供参考。

二、结构方案 1.结构体系的选择 结构体系的选择，不仅要从满足建筑的使用功能出发，节约投资考虑，更主要的是取决于建筑的高度，即取决于建筑层数的多少。建筑层数越多，高度越高，则由于风力或地震力引起的侧向力就越大，建筑物必须有相应的刚度来抵抗侧向力。

因此，随着建筑层数的不断增加，结构体系也就需要不断的发展。目前，多层和小高层钢结构建筑常用的结构体系有以下几种。（1）纯框架结构体系。纯框架结构体系在地震区一般不超过15层。框架结构的平面布置灵活，可为建筑提供较大的室内空间，且结构各部分刚度比较均匀。框架结构有较大的延性，自振周期较长，因而对地震作用不敏感，抗震性能好。但框架结构的侧向刚度小，由于侧向位移大，易引起非结构构件的破坏，因此不宜建的太高。（2）框支结构体系。纯框架在风、地震荷载作用下，侧移不符合要求时，可以采用带支撑的框架，即在框架体系中，沿结构的纵、横两个方向布置一定数量的支撑。在这种体系中，框架的布置原则和柱网尺寸，基本上与框架体系相同，支撑大多沿楼面中心部位服务面积的周围布置，沿纵向布置的支撑和沿横向布置的支撑相连接，形成一个支撑芯筒。采用由轴向受力杆件形成的竖向支撑来取代由抗弯杆件形成的框架结构，能获得比纯框架结构大的多的抗侧力刚度，可以明显减小建筑物的层间位移。（3）框架剪力墙结构体系。在框架结构中布置一定数量的剪力墙可以组成框架剪力墙结构体系，这种结构以剪力墙作为抗侧力结构，既具有框架结构平面布置灵活、使用方便的特点，又有较大的刚度，可用于40至60层的高层钢结构。当钢筋混凝土墙沿服务性面积（如楼梯间、电梯间和卫生间）周围设置，就形成框架多筒体结构体系。这种结构体系在各个方向都具有较大的抗侧力刚度，成为主要的抗侧力构件，承担大部分水平荷载，钢框架主要承受竖向荷载。

## 2. 楼面结构

多层轻钢建筑楼板必须有足够的刚度、强度和整体稳定性，同时应尽量采用技术和构造措施减轻楼板自

重，并提高施工速度，组合楼盖是常用的楼盖之一。到目前为止，组合楼盖主要有以下三种形式：（1）压型钢板组合楼盖，其下表面凹凸不平，在民用建筑中需做吊顶，造价较高；（2）现浇整体组合楼盖，其整体性能好，但需要支模板，施工速度慢；（3）钢-混凝土叠合板组合楼盖，其整体性好，还能节省支模和吊顶的费用。在组合楼板的应用中，为使楼层高度减到最小，提供更大的无柱空间，现在的趋势是把楼板和钢梁合为一体，形成组合扁梁楼盖。

### 3.支撑和剪力墙形式

多层框架钢结构体系的侧向刚度较弱，随着层数的增加，为了抵抗水平地震作用，减小层间错移，常在墙体内布置垂直支撑，为了方便门窗开洞，支撑形式可以灵活采用，如X型、单斜杆型、K型、M型、W型、V型和人型等。建议多采用偏心支撑，因其在地震作用下具有较好的延性和耗能性能。剪力墙按其材料和结构的形式可分为钢筋混凝土剪力墙、钢筋混凝土带缝剪力墙和钢板剪力墙等。钢筋混凝土剪力墙刚度较大，地震时易发生应力集中，导致墙体产生斜向大裂缝而脆性破坏。为避免这种现象，可采用带缝剪力墙。钢板剪力墙是以钢板做成剪力墙结构，与钢框架组合，起到刚性构件的作用。

### 三、工程实例分析

#### 1.工程概述

分析以典型的办公楼布置为基础，平面尺寸为72m × 14.4m，基本柱网尺寸为8.4m × 7.2m，跨度为6m，柱距为7.2m，内走廊宽2.4m，层高为3.2m，层数考虑3至18层。采用钢框架结构体系，若不满足侧移要求，适当加一些支撑。主梁采用焊接工形截面，柱采用焊接箱型截面。框架的横向和纵向梁柱按刚性连接设计，现场采用摩擦性高强螺栓和焊接连接，次梁为工字型截面单跨简支梁。外墙正立面为240厚瓷砖饰面的混凝土砌块，

主要隔断内墙为200厚混凝土砌块，次要内墙为轻钢龙骨石膏板轻质隔墙。楼盖采用钢 - 混凝土叠合板组合楼盖，设计主次梁时充分考虑楼盖与钢梁的组合作用。

## 2.计算参数及计算软件

本工程设计主要依据国家有关设计规程、规范，如《建筑结构荷载规范》（GBJ9-87）、《建筑抗震设计规范》（GBJ11-89）、《钢结构设计规范》（GBJ17-88）、《混凝土结构设计规范》（GBJ10-89）、《建筑地基基础设计规范》（GBJ7-89）等。所有梁柱均采用Q345钢，基础和负弯距受拉钢筋为Ⅱ级，楼板及分布筋Ⅰ级，楼板混凝土标号为C40。结构上作用活荷载包括楼面活荷、风荷和地震作用，横荷载包括楼板和墙体自重，均按《建筑结构荷载规范》（GBJ9-87）取用，梁柱自重按实际重量取用；基本风压按北京地区 $0.35\text{kN/m}^2$ 取用；设计地震烈度为8度，Ⅱ类场地。计算软件采用通用有限元软件ANSYS，它是融结构、流体、电场、磁场、声场分析于一体的大型软件包。主要利用ANSYS软件提供的结构静力分析模块，采用三维beam4梁单元和shell93壳单元按空间模型进行计算荷载引起的位移和应力，并按照《钢结构设计规范》验算构件的强度、刚度、整体稳定和局部稳定性。同时采用通用结构分析软件SAP93进行结构复验计算分析。

## 3.计算工况及说明

计算时考虑以下主要的3种工况： $1.2\text{恒荷} + 1.4\text{活荷}$ 、 $1.2\text{恒荷} + 1.4 \times 0.85 (\text{活荷} + \text{风荷})$ 以及地震作用。在计算地震作用时，12层以下采用底部剪力法，13至18层采用振型叠加法，考虑前5个自振周期。

## 四、计算结果及分析

### 1.层数对结构体系及平面布置的影响

3至6层建筑物的设计是由竖向荷载控制着结构布置和构件截面尺寸的选择，由于其侧移很容易满足，为了节省钢材，可以抽去靠

近走廊的一排柱子，每榀刚架布置3根柱子。随着层数的增加，尽管竖向荷载仍对结构设计产生着重要影响，但水平荷载却起着决定性的因素，控制着构件截面的选择。此时，为了满足侧移要求，要么保持3排柱子布置不变，增大柱子截面尺寸；要么改3排柱子为4排。两种方案分析比较发现改为4排柱子更为经济。当房屋层数达到15层时，其顶点位移和层间位移已经非常大，欲满足设计要求，仅仅靠增大柱截面已经不经济了，这时沿横向和纵向在边跨和中跨适当的布置一些支撑反而更节省钢材。

2.主要构件的截面尺寸 根据计算分析结果，对梁和柱截面规格尺寸进行了优化和归并，以节约钢材和减少构件种类，3至18层的梁柱截面尺寸见表1.

层数	结构体系	主梁	次梁	柱	备注
3-6层	纯框架	I350 × 200 × 8 × 6	I300 × 200 × 8 × 6	350 × 350 × 10 × 10	三排柱布置
7-9层	纯框架	I400 × 200 × 8 × 6	I300 × 200 × 8 × 6	400 × 400 × 14 × 14	四排柱布置
10-14层	纯框架	I400 × 200 × 8 × 6	I300 × 200 × 8 × 6	450 × 450 × 14 × 14	四排柱布置
15-18层	框支	I400 × 200 × 8 × 6	I300 × 200 × 8 × 6	480 × 480 × 14 × 14	四排柱布置

由上表可以清楚地看到，随着层数的增多，为了满足侧移要求，柱截面增加很多，整个设计和截面的尺寸由侧移控制。当增加到15层时，还必须适当布置一些支撑，这时结构侧向刚度突然增大，地震作用也增大很多，柱的受力加大，整个设计由柱的稳定控制。

3.3至18层的单位用钢量 为了比较用钢量与层数的关系，我们对各层的单位用钢量进行了统计，见表2，其中15-18层包含了支撑的用钢量。

层数	柱	主梁
3-6层	13.1 ~ 15.2	17.7
7-9层	18.9 ~ 20.8	
10-14层	25.5 ~ 27.2	
15-18层	28.6 ~ 32.4	

~ 19.4 19.6 ~ 20.7 19.6 ~ 20.7 19.6 ~ 20.7 次梁 9.7 9.7 9.7 9.7 支撑 0  
0 0 4.70 合计 40.5 ~ 44.3 48.2 ~ 51.2 54.8 ~ 57.6 62.6 ~ 67.5 由上表  
可以看出，随着层数的增加，用钢量增加很多，特别是增加  
到了15层时，这时不仅柱的用钢量有所增加，支撑也使用钢  
量增加不少。为了便于比较，对于15-18层不加支撑也进行了  
计算，此时单位用钢量为65 ~ 68kg/m<sup>2</sup>左右，比加支撑更不经  
济。五、结论 本文通过对各种方案的分析比较发现，3- 6层  
设计由竖向荷载来控制，采用三排柱布置纯框架比较经济  
；7-14层竖向荷载和水平荷载作用都很显著，采用四排柱布  
置的纯框架用钢量较为节省；而对于 15-18层，水平荷载作用  
占主导地位，适当增加一些支撑，增大整个结构的抗侧力刚  
度，比单纯靠梁柱的受弯来抵抗水平位移更为经济。 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)