

多层轻钢住宅的结构体系与设计（二）注册建筑师考试 PDF
转换可能丢失图片或格式，建议阅读原文

[https://www.100test.com/kao_ti2020/536/2021_2022__E5_A4_9A_](https://www.100test.com/kao_ti2020/536/2021_2022__E5_A4_9A_E5_B1_82_E8_BD_BB_E9_c57_536304.htm)

[E5_B1_82_E8_BD_BB_E9_c57_536304.htm](https://www.100test.com/kao_ti2020/536/2021_2022__E5_A4_9A_E5_B1_82_E8_BD_BB_E9_c57_536304.htm) 3. 多层轻钢住宅的体系与结构特点 3.1 抗侧力结构体系 主要应用于多层轻钢住宅的体系可分为：纯钢框架体系，框架 - 支撑体系，钢框架 - 混凝土剪力墙体系，周围抗侧力体系等。（1）纯框架体系常用于4~8层住宅。它主要由宽翼缘的H型或箱形柱和工字型梁组成，亦可采用热轧H型钢。这种体系具有较为灵活的空间布局，但侧向刚度较弱。相对于框架 - 支撑体系，用钢量较大。纯框架体系多采用双向刚接，这样可以加大结构自身的侧移刚度，减少抗侧移构件内力，加强耗能机制，提高建筑物的延性。但节点形式较为复杂。由于建筑美观的要求，端板连接不宜于多层轻钢住宅。（2）框架 - 支撑体系主要由焊接工字型梁柱组成。多数情况下，这种体系为横向承重。梁柱节点在横向上，为刚接；纵向为铰接。因此，结构在纵向相当于排架，抗侧移刚度很低，需设置侧向支撑抵抗水平荷载，限制结构的水平变形。支撑可用槽钢，角钢或圆钢杆，具体形式可结合建筑立面或门窗洞口需要采用单斜杆、X型、K型或偏心支撑。单斜杆简单明快，但必须设置两组不同倾斜支撑，以保证结构在两个方向具有同样抗侧力能力。X型支撑具有很好的侧向刚度，但是交叉点处的细部构造比较复杂。偏心支撑具有非常好的抗震耗能效果。它的工作原理是：在中、小地震作用下，支撑提供主要的抗侧力刚度，与中心支撑相似；在大地震作用下，保证支撑不发生受压屈曲，而让耗能梁段屈服消耗能量。它是专为抗震设计提供

的支撑形式。（3）框架 - 钢筋混凝土剪力墙（筒）体系。用钢筋混凝土剪力墙部分或全部代替钢支撑，就形成了框架 - 钢筋混凝土剪力墙（筒）体系。它适用于小高层住宅。一般将楼梯或电梯间设计成钢筋混凝土墙（筒）。这样即有效的加强了建筑物的侧向刚度，又解决了楼梯间的防火问题。如果结构刚心偏移过大，出现扭转的问题，可在适当部位设置钢支撑。（4）周围抗侧力体系。这种体系在欧美国家的商业和民用建筑中十分流行。它的特点是刚架柱强轴与其相交的建筑轴线垂直，形成外筒，抵抗水平荷载，将之传递到基础。它适用于建筑外型接近于正方型的结构。可以将这种思路应用到框架 - 支撑体系中。把纵向的支撑去掉，将原有位置的刚架柱扭转90度，梁柱由铰接变为刚接。这样，刚架柱同时起到抗风柱与竖向支撑的作用。对于多层轻钢民用住宅体系的选择，不必拘泥于某一种特定的体系。可以根据建筑平面设计的要求，灵活处理，综合使用不同的抗侧力体系。

3.2 楼面屋盖结构

楼面和屋盖必须有足够的强度，刚度和稳定性，同时应当尽量减少楼板厚度，增加室内净高。压型钢板 - 混凝土组合楼盖是目前应用较为广泛的形式。它具有施工速度快，平面刚度大，增加房屋净高的优点。具体做法是在钢梁上铺设压型钢板，再浇筑100 ~ 150mm混凝土。在钢梁上焊接足够的剪力连接件，使钢梁与混凝土协同工作构成组合楼盖。这种做法耗钢量较大，且需防火处理。可以用预应力钢筋混凝土薄板取代压型钢板。此外，预应力圆孔板、迭合板、组合扁梁也是常用形式。

3.3 墙体结构

各种轻质墙体材料以其良好的保温、隔热、隔声性能受到开发商的青睐。目前，墙体主要分为自承重式和非自承重式。自承重墙体

主要包括用于外围护结构的加气混凝土块、太空板、轻钢龙骨加强板等，以及用于内墙的轻混凝土板、石膏板、水泥刨花板、稻草板等。外挂的非自承重式墙体材料主要有彩色压型钢板、彩色压型钢夹芯板、玻璃纤维增强外墙板等。采用非自承重式墙体材料，需设置墙梁用以悬挂外围护结构。门窗洞口上下要布置。墙梁多采用C或Z型冷弯薄壁型钢，尺寸取决于跨度（刚架间距）和墙距（板跨）。3.4 多层轻钢住宅的防火钢材属于不耐火材料，温度为 400°C 时，钢材的屈服强度将降为常温的一半，温度达到 600°C 时，钢材基本丧失全部强度和刚度。所以，钢结构不仅要进行结构的防火设计，还要采用防火措施保护。目前常用的防火措施有以下四种方法（1）防火涂料法。将具有一定厚度的防火涂料直接喷在钢结构构件上。防火涂料主要两类：涂层 $8\sim 50\text{mm}$ ，粒状表面，密度较小，耐火极限 $1\sim 3\text{h}$ 的为厚涂型防火隔热材料；涂层 $3\sim 7\text{mm}$ ，遇火膨胀增厚，耐火极限 $0.15\sim 2\text{h}$ 的为薄涂型防火隔热材料。喷涂法造价较低，操作简便，施工速度快，但是构件表面不平整，影响美观。（2）隔离法。将防火材料或防火砖沿构件的外围，将构件包裹，与外界隔离。这种方法美观，无污染，但施工速度较慢，适用于外露的构件。（3）实心包裹法。将钢构件浇注到混凝土中。（4）膨胀漆覆盖法。将具有一定厚度的膨胀漆喷涂、抹、刷在经过处理的构件表面。耐火极限最高达 2h 。覆盖法施工容易，但不适用于潮湿的环境，仅适用于干燥的室内。

4. 工程实例 4.1 工程背景介绍

某示范楼建筑面积 4665m^2 ，5层纯钢框架结构，长 67m ，宽 13.5m ，层高 3m 。焊接工字形梁，纵横双向刚接H形柱。楼面活荷载为 2.0kN/m^2 ，屋面活荷载 0.3kN/m^2 ，轻型屋面恒荷

载 0.3kN/m^2 ；基本风压 0.25kN/m^2 ；设计地震烈度为7度，类场地。屋面为冷弯薄壁C型檩条铺双层镀锌压型钢板夹 100mm 厚保温棉屋面系统，外墙采用 200mm 厚陶粒混凝土空心砌体墙，分户墙为 180mm 厚菱镁土板，户内隔墙为 90mm 厚菱镁土板。条型基础，柱与基础为刚接。示范楼共有四个居住单元，两种建筑平面布置形式，建筑面积分别为 143m^2 ， 102m^2 。一单元为大两室两厅，二、三、四单元为小两室两厅。一单元的大客厅使用了组合扁梁，从而实现了梁与楼盖的一体化，减少了结构层高。对于正常极限状态下的组合扁梁，将钢和混凝土两种材料组成的组合梁截面换算成同一种材料的截面，再按照弹性理论计算。为了楼板的放置，扁梁的下翼缘一般较宽，需验算施工时产生的偏心荷载。为了减少设计工作量，通常把扭矩简化为已对大小相等、方向相反的力分别作用于扁梁的上下翼缘。详细分析方法见文献。

4.2 计算方法与基本要求

对于多层轻钢住宅，尽管采用单向板，但由于纵横向均有墙体荷载分布，宜采用三维空间计算模型。本工程采用的是普通楼板，不考虑楼盖对钢架梁刚度增大的作用，忽略楼板的空间联系作用，空间模型为纯框架结构。计算分析是采用有限元分析软件ANSYS完成。在结构计算中采用三维梁单元，质量单元计算结构自振周期以及静力分析。相对于工业建筑而言，多层民用建筑的荷载工况简单明了。主要考虑以下三种工况：工况一： $1.2 \times \text{恒载标准值} + 1.4 \times \text{活荷载标准值}$ 工况二： $1.2 \times \text{恒载标准值} + 0.85 \times 1.4 \times (\text{风荷载} + \text{活荷载}) \text{标准值}$ 工况三： $1.2 \times \text{重力代表值} + 1.3 \times \text{水平地震作用标准值}$ 对于多层轻钢住宅地震荷载计算，由于楼层较低，结构布置对称，采用底部剪力法就可满足要求。多层

轻钢住宅侧向位移具体要求如下：（1）在风荷载作用下的顶点水平位移与总高度之比不宜大于 $1/500$ 。（2）层间相对位移与层高之比不宜大于 $1/400$ 。（3）在常遇地震作用下，层间侧移不超过楼层高度 $1/250$ 。对于多层轻钢住宅，还要满足刚架柱构件稳定性与钢框架的整体稳定性要求。

4.3 计算分析

由于活荷载与基本风压较小，所以工况三为控制工况。计算设计时将两种方案进行了比较，不改变刚架梁的截面形式，只对刚架柱进行改动。方案一，刚架柱为工字形；方案二，刚架柱为箱形。（1）两种方案的刚架柱在强轴方向惯性矩相同，即在横向结构的刚度相同，因此横向主自振周期以及地震作用下横向最大层间位移基本一致。（2）本工程长宽比5，纵横双向刚接，因此对于方案一，当横向侧向刚度满足要求时，纵向刚度也能达到要求。（3）在满足规范要求的前提下，方案一节约钢材用量，单位面积用钢量减少约10%，经济性好。因此，在设计中选择了工字形刚架柱。但是由于轻钢体系刚架柱的腹板很薄，为了防止局部失稳引起的结构失效，刚架柱宜在纵向梁柱刚接处做成局部箱形柱。

5. 结论

从示范楼的实例可以看出，相对于传统住宅，这种新体系传力明了，计算简单，具有很好的延性。并且由于组合扁梁的应用，可以实现楼盖与钢梁的一体化，从而降低楼层高度。综合经济效益优良的多层轻钢住宅，将会有广阔的应用前景。（百考试题注册建筑师）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