

中心支撑在高层钢结构设计中的应用及分析

靳辉¹ 陈鸽²

1. 中联西北工程设计研究院有限公司; 2. 新时代(西安)设计研究院有限公司

摘要: 随着我国建筑行业的发展, 高层钢结构的应用逐渐广泛, 因此相关工作人员应做好对中心支撑在高层钢结构设计中的应用进行分析, 提高其应用的科学性与合理性, 更好的发挥出自身的价值, 推动我国建筑行业的发展, 为人们提供更好的建筑。在我国现阶段的实际多高层钢结构的建设中, 钢框架-支撑体系是应用较为广泛的结构体系, 具有经济性较强的特点。

关键词: 中心支撑; 高层钢结构设计; 框架结构变形

一、中心支撑在高层钢结构设计中的应用

随着科技、社会的发展, 在我国现阶段的实际高层钢结构建筑中, 对中心支撑钢框架结构的应用是比较多的。中心支撑是支撑斜杆两端处于框架梁、柱轴线相交的位置, 或是一端处于梁柱轴线相交的位置, 另一端处于另一支撑与梁柱轴线相交的位置。在实际应用的过程中, 所体现出的样式是比较多的, 例如X形交叉杆支撑、单斜杆支撑、倒V形支撑、V形支撑、K形支撑等。将中心支撑钢框架结构与单纯的钢框架结构相比较而言的话, 其在弹性阶段(如地震或风荷载作用下)中所体现出的刚度是比较好的, 能够更好的满足现阶段对于结构变形的实际需求, 同时也降低了对于梁或是柱的实际使用钢量, 提高了经济建设的经济性同时也在一定程度上简化了施工操作, 因此中心支撑钢框架结构逐渐被广泛应用在实际建设当中。

二、中心支撑钢框架结构变形特点及其性能分析

(一) 中心支撑钢框架结构变形特点

在下图中所展现出来的是中心支撑钢框架结构在水平荷载影响下而导致侧移现象的发生, 通过图1的分析可以发现, 支撑杆件有轴向变形的问题存在, 并且出现因剪切变形、弯曲而造成框架侧移问题的出现, 层间位移角 θ 也表现出逐层增加的趋势(自下而上), 因整体结构具有比较高的刚度, 因而对结构内力的实际分布进行了改善。

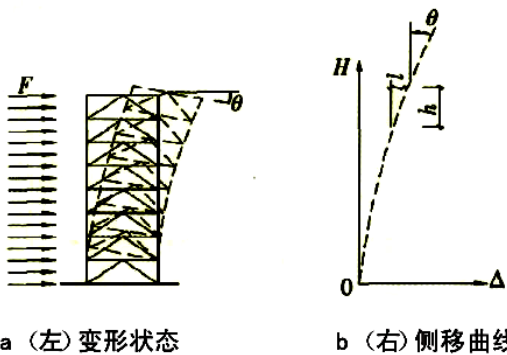


图1 支撑侧向变形

(二) 中心支撑钢框架形式选择

相关工作人员在对建筑钢结构进行设计的过程中, 应该以实际建设区域以及实际需求作为参考, 并遵守JGJ 99—2015《高层民用建筑钢结构技术规程》中所涉及的相关规范, 科学、合理的选择中心支撑钢框架的形式, 确保结构的安全性及可靠性。

1. 在实际设计的过程当中不能够将K形斜杆支撑应用在其中;
2. 不应将单斜杆支撑框架(静定框架结构中的一种)应用在会受到往复荷载影响的对称结构当中;
3. 十字交叉斜杆支撑体系中的赘余杆件在受到水平地震的影响后可能会受到破坏, 但是剩下的斜杆也能够起到将水平剪力进行传递的作用, 保证结构不会因水平地震的影响而遭受到程度较

大的破坏, 提高其抗震性能, 但是在此种结构的实际施工当中, 必须要确保其与洞口的布置不发生变化;

4. 倒V形中心支撑框架具有刚度比较大、洞口布置较为方便的特点, 但是在实际应用中容易因受到往复荷载影响而出现损坏;

5. 跨层跨柱支撑虽然因具有兼顾多种支撑形式的特点, 但是在实际施工中也应注意其施工难度比较大、具有一定复杂性的问题。

(三) 中心支撑钢框架抗震性能分析

在实际应用的过程中, 支撑杆件截面形式、连接形式、构造等会对整体建筑结构的实际抗震能力造成影响, 具体要求如下所示:

1. 支撑斜杆应采用双轴对称截面;
2. 支撑杆件的长细比在要求范围之内越小, 所体现出的耗能性越强, 相关工作人员可以以《高层民用建筑钢结构技术规程》中的相关要求作为参考: 压杆设计 $\leq 120 \sqrt{235/f_y}$; 非抗震设计、四级中心支撑斜杆拉杆设计 ≤ 180 ;
3. 同时, 中心支撑板件的宽厚比也应以上述《规程》为参考依据, (表 7.5.3), 最大限度地保证整体结构的抗震能力符合实际需求。

三、实例分析中心支撑在高层钢结构设计中的应用

(一) 工程概况

在本次举例的工程建设中, 此高层钢结构设计中占地面积为21600m²; 总建筑面积为105360m²; 地上面积为91289m²、地下面积为14071m²(面积统计中商业建筑、幼儿园、综合住宅楼以及物业用房等都包含在内), 下文的实例分析中是将12[#]楼结构缝左侧单体作为例子。

(二) 结构体系选择与布置

(1) 结构体系选择

相关工作人员在对实用性、政策要求、环保要求以及实际建设需求、抗震性要求等方面进行综合的考虑后, 在本次建筑工程实际建设中应用钢结构体系。在抗震性能方面, 本地区中所需的基本抗震设计烈度为8度; 建筑的高度均 $< 100\text{m}$ (12[#]楼高度为95.630m), 以《高层民用建筑钢结构技术规程》作为参考依据, 将框架-中心支撑结构应用在其中。

(2) 结构布置

1. 在本次工程建设中所使用的是方钢管混凝土柱, 其宽度在400mm以内、长度在400mm-750mm之间。
2. 在本次建筑工程中, 相关施工人员主要采用“X”字形、“八”字形、单斜杆三种主要斜撑, 同时为了能够让弱轴更加稳定而将箱形断面(宽180mm)应用在其中。平面长向设置五道支撑、平面短向设置六道支撑, 实际设计中, 长向支撑一般位于平面中部以及楼梯间两侧; 短向支撑一般分布是比较均匀的。在位于框柱附近比较近的位置设置“X”字形支撑; 而距离比较远的位置设置“八”字形支撑, 并将支撑斜角控制在35°~55°之间, 将单斜杆支撑设置在楼梯间的两侧。

3. 屋内结构布置中在客厅中是不布梁的, 主卧中也不露梁, 基本可确定梁位, 实际工程建设中应用的是H型截面梁。
4. 将钢筋桁架楼承板作为实际建设中所使用的楼板, 将其厚度设置为130mm。
5. 实际建设中主要构件都是刚接, 次梁与其他构件铰接。

(三) 结构多遇、罕遇地震作用分析

1. 多遇地震作用

本次施工建设工程中, 相关工作人员通过利用YJK1.7.1版

有限元软件来计算多遇地震, 根据对结果的分析可得其各项指标都符合相关标准要求, 结构层间最大位移角 $\leq 1/300$ 、最大位移比 1.27、斜撑承担的剪力比在60%以上, 设防烈度地震影响下没有发生钢柱强度破坏, 如表1所示。

表1 结构多遇地震作用结果分析

计算方式	YJK1.7.1版有限元软件	是否符合相关标准要求: 是
结构层间最大位移角	$\leq 1/300$	是否符合相关标准要求: 是
最大位移比	1.27	是否符合相关标准要求: 是
斜撑承担的剪力比	$\geq 60\%$	是否符合相关标准要求: 是

是否发生钢柱强度破坏: 否

2. 罕遇地震作用

在本次施工建设的过程中, 所使用的是有限元软件佳构STRAT7.0 来开展对罕遇震弹性时程的分析, 相关工作人员通过对所得数据结果进行分析, 得出结构耗能机制较为良好的结果; 在遇到地震波时, 弹性层间位移角 $< 1/50$ 满足规范要求与规定标准相符, 所产生的破坏基本体现在结构的下部, 整体结构安全; 结构的屈服机制也与预期相符, 其顺序为梁端 \rightarrow 支撑 \rightarrow 下部几层钢柱, 如表2所示。

表2 结构罕遇地震作用结果分析

计算方式	有限元软件佳构STRAT7.0	是否符合相关标准要求: 是
弹塑性层间位移角	$< 1/50$	是否符合相关标准要求: 是
破坏发生部位	集中在下部	是否符合相关标准要求: 是
屈服机制	梁端 \rightarrow 支撑 \rightarrow 下部几层钢柱	是否符合相关标准要求: 是

(上接第268页)

现场工程施工是工程造价控制的主要内容, 也是工程造价控制的重点。结合现场工程施工的实际情况, 工程造价工作要做好工程现场管理工作, 一方面是现场施工过程中容易出现现场施工工艺与图纸设计不符的情况, 需要变更施工设计方案, 针对这种情况施工方要及时与业主、图纸设计单位进行沟通, 及时调整图纸设计内容, 从预备费中补充到工程造价当中, 确保工程总造价不受影响。

(五) 预算编制是施工企业造价管理的首要前提

对于建筑施工企业而言, 造价管理与一般的财务管理是存在较大差别的, 造价涉及项目从立项到建成投运的全过程, 从可研报告开始到投运, 项目造价要经过估算, 概算, 概算修正, 预算, 施工合同价, 结算以及决算几个环节, 这几个环节对应项目可研报告, 初步设计, 深度设计, 施工图预算, 招投标, 项目施工以及竣工验收。专业性强, 造价人员所要面对的情况也比较复杂, 当然对于施工单位来说, 其造价人员所要控制的环节主要是投标, 施工准备, 施工以及竣工这几个阶段。其中最关键的一点就是要看懂图纸, 弄清楚工程量。对于施工方而言, 在有项目时, 会在发包方举行招标前根据设计图纸做一份预算文件, 这份文件是指导施工方进行造价管理的关键, 预算是压缩开支, 指导采购(若是乙采, 当然大部分情况是甲供), 然后下达作业计

(四) 构造措施

1. 在节点附近的一定位置设置好竖向加劲板, 以此来更好提高钢梁受压翼缘的稳定程度;
2. 楼板与柱相交上、下方各100mm 处设 $\Phi 12$ mm 排气孔, 沿柱身反对称放置, 以此来加强柱体的防火能力;
3. 同样, 涂装防腐也是非常重要的, 一般情况下是 $100 \mu\text{m}$ 无机富锌底漆+ $80 \mu\text{m}$ 环氧云铁漆, 固体含铅比例应控制在80%以上, 板件临空面预留钢板腐蚀裕量在2mm以上。

四、总结

通过上文的阐述可知框架-支撑结构是将纯框架结构作为基础而不断演变形成的, 与传统结构相比更具优势。相关工作人员在实际设计的过程中, 应该根据实际需要以及标准要求作为参考, 确保设计的科学性与合理性, 保证所做设计能够符合现阶段人们对于多高层建筑的实际需求。

参考文献

[1] 李晓瑾. 中心支撑在高层钢结构设计中的应用及分析[J]. 工程建设与设计, 2019 (03): 43-45.
 [2] 《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ 99-2015
 [3] 江涛, 苏英强, 刘昭延. 中心支撑形式在多层高层钢结构设计中的应用对比[J]. 钢结构, 2012, 27 (S1): 86-90.

划。施工方会根据内部的预算, 图纸, 施工图预算、施工组织设计以及施工定额来确定拟建工程的人工、材料、机械消耗量及其相应的人工费、材料费、机械费等。施工企业的收益就来自内部预算和施工图预算之间的金额差异, 也是施工单位竞标的一个重要参考。

结语

综上所述, 影响建筑工程造价的因素有很多, 并且还有许多潜在的不确定因素, 不管是人抓起, 还是事抓起, 都应该着力提高施工方的综合素质以及管理能力, 把握好各个环节, 保证工程造价在一个合理稳定的范围内。在实施有效的控制之前, 做好相应的准备工作以及相关的防御措施, 尽量降低各种不可抗力因素的影响。

参考文献

[1] 亓涵宇. 房屋建筑造价动态管理的影响因素分析及对策[J]. 科技风, 2020 (08): 230.
 [2] 王娜. 浅谈建筑结构设计阶段降低工程造价的有效措施[J]. 科技风, 2020 (07): 124.
 [3] 张永成, 郭帅, 叶艳兵. 工程造价合同备案数据采集质量管理研究[J]. 施工技术: 1-9