

建筑钢结构设计中稳定性的设计方法研究

林庆伟¹ 郑宝磊²

1. 山东建筑大学 山东 济南 250013

2. 山东建筑设计集团有限公司 山东 济南 250013

摘要: 建筑钢结构设计在我国建筑业中占据的地位十分重要, 由于其高强度、高韧性和耐腐蚀性等优点, 使得其在建筑业中获得了越来越多的关注和广泛应用。钢结构本身的重量相比混凝土结构而言较轻, 所以对于降低建筑本身的重量具有明显的作用, 对于提高整个建筑的安全性也具有十分重要的意义。然而, 在现阶段的实际工程施工中, 钢结构设计越来越复杂, 结构的多样化使得其建筑工程中的实际应用日益广泛, 为了确保建筑工程的整体安全, 对钢结构设计中的稳定性进行分析显得尤为重要。

关键词: 建筑钢结构; 稳定性; 设计方法; 方法研究

在进行建筑工程钢结构设计时, 必须要对其进行正确的判断和评价, 以保证工程的施工质量, 钢结构的使用为建筑结构设计提供了许多新的思路, 采用钢结构来进行建筑建造, 可以有效降低对我国能源资源的消耗力度, 符合我国绿色设计的理念, 有利于提高建设的质量和效率。

1 建筑钢结构优势

在建筑工程应用中, 钢结构作为一种新型建筑形式, 其优势主要体现在: 1) 抗震能力良好; 2) 精度相对较高; 3) 施工技术简单。在耐冲击方面, 钢材因其自身更高的强度、优良的韧性、更好的可塑性, 更适合应用于建筑方面。从抗震角度来看, 住宅中的钢材框架韧性十分良好, 对整体的抗震反应效果相对较好, 在地震中可以有效降低地震带来的影响, 保证建筑的安全性^[1]。在精确度方面, 为了改善建筑的稳定性能, 必须确保所选用的材料具有较高的精确度, 这同时也是钢结构所具有的优势之一。经过多年的工程实践表明, 钢板结构比普通钢筋混凝土结构具有更高的精度, 它具有较强的可延伸性, 适用于应用在大跨建筑中。钢结构的受力振幅灵活性很强, 且与工程实际应用中的应力分析相吻合, 因此选用钢框架结构可以有效改善建筑的总体稳定性。钢结构的施工工艺相对简单, 钢结构大多都是以热轧型钢钢材或者是冷加工的薄钢板制成的, 制造起来相对容易一些, 且在今后的建设中也会相对简单方便一些。综上所述可以得知, 将钢结构应用于建筑工程中, 不仅可以提高建筑的稳定性和安全性, 还有助于降低工程造价, 提升工程施工效率。

2 建筑钢结构稳定性计算方法

2.1 分析阻尼数值: 要想使钢结构具有良好的稳定性

能, 首先要对阻尼数值进行分析与计算, 使其的波动可以在一定范围内保持平稳, 这样才能使钢结构具有更好的稳定性能^[2]。

2.2 确定长细比: 长细比确定值越大, 钢结构的稳定性能就越差。因此, 在实际钢结构设计时, 一定要按照相关规定, 综合考量钢结构各方面的影响, 并积极做好长细比判定工作。在进行长细比的分析时, 通常采用的是计算法和几何法, 必须合理地控制长细比, 使其在承受能力之内得到更加精确的参数, 从而在钢结构的设计中确保其稳定。

2.3 静力设计法: 静力设计法就是基于钢结构最大极限稳定能力来计算其弹性数据。在采用此方法进行分析时, 首要条件就是建立的力学模型必须符合实际情况, 以便决定所采用的微分方程是否合适。若钢材的应力与胡克定律的线性关系相符合, 则可使用静力设计法。

2.4 动力设计法: 采用动力设计法首先需要对钢结构进行应力分析, 反映其震动加速和结构变形, 从而得出钢结构出现的轻微震动程度。动力设计方法可使钢结构的变形方向与加速度的对应关系得到平衡, 静荷载的取值会不断发生改变, 直到钢结构进入静态状态, 并保持在某一稳定水平范围内。若钢结构变形与加速度一致, 则表示该结构已达到荷载最大值, 静态界限则可以根据钢结构的荷载值进行判断。

2.5 塑性设计法。在实际工程中通常采用的是以标准值塑性荷载与安全系数相乘的积来计算其极限承载力。目前, 大多数工程设计中都使用一阶塑性及刚性分析来判定钢材的承载能力, 在进行钢材的受力分配时, 可以根据钢材的塑性变形程度来判定钢材的力学性能。在进行法兰的参数设计及断面的限制时, 也可采用塑性设计

方法进行计算,以体现钢材的适用范围,精准的突出钢结构的稳定特点,提高结构的安全性^[3]。

3 建筑钢结构稳定性设计原则

3.1 确保构造稳定

在建筑工程实际施工中,必须兼顾各个因素间的稳定性。要想实现这一目标,设计人员就必须要从全局出发,结合实际情况,选择最佳的稳定性框架,这样就可以保证每一个框架结构都能达到良好稳定的目标。和其他建筑结构相比,钢结构的优点十分明显,因其良好的延展性、抗震性、承重力 and 抗压力使得钢材结构的稳定性十分强。另外,由于钢结构所采用的大多部件都可以在厂内进行直接生产,使得钢结构的质量可以得到有效保证,尽管如此,在正式投入使用前,相关人员还是必须对所采用的零部件进行质量检验,通过检测后才可应用于建筑中,以此来确保建筑整体的稳定性^[4]。当前的建筑工程中采用最多的还是以钢筋混凝土结构为主体的结构体系,在对平面结构进行稳定性分析时,应重点解决两个重要问题:一是确保其垂直荷载作用下的受力程度,使其满足平面结构的稳定性的设计数值。二是全面分析工程的实际情况,尤其是自然条件下,确定合理的荷载参数,以保证和提高建筑中钢筋混凝土结构的总体稳定性。在进行结构设计时,设计人员必须重视结构的总体稳定性问题,并充分考虑各种影响因素,进行合理的设计,以保证建筑的结构稳定。

3.2 合理调整结构

随着不对称式建筑广受大众青睐,使得建筑中越来越注重使用斜柱钢结构,斜柱钢结构的倾斜角构建远大于垂直构建,其承载的剪应力也会更大。在建筑设计中,设计人员经常会将垂直立柱转换成斜式立柱,这样不仅会对整个建筑产生不良的影响,还会不利于相关人员对钢结构的剪切力进行准确调节。所以,设计人员在进行钢结构设计时,必须科学调整剪力设计原理,尽量减少以经验为基础进行设计的做法,从而保证整个工程结构得到更好的稳定,同时提高钢材的抗震性能,提升钢材结构的抗压强度^[5]。

3.3 进行剪力调节

在建筑钢结构的稳定性设计原则中,剪力调节是非常重要的,但其设计难度相对较大。导致剪力调节设计困难的主要因素之一就是目前的建筑形态比较复杂,出现了不对称和斜柱等结构形态,这就要求设计人员必须对结构的稳定性给予更多的关注。在实际设计环节中,设计人员往往会把斜构件简化为斜线,竖向构件简化为柱子,这样有利于设计环节的顺利进行。但在此设计过

程中,由于受剪力的影响,所涉及的因素比较多,所以必须予以重视,并不断提升设计人员的职业素养。从当前的钢结构设计剪力调节来看,设计人员将斜杆当作斜柱的设计方案,虽然不会对钢结构造成太大的负面影响,但是在进行剪力调节时却存在一些问题。例如,斜柱既要承担水平方向的载荷,又要承担垂直方向的载荷,如果在设计时不重视垂直方向载荷,就会产生剪力偏差,从而影响到建筑物的稳定。因此,在进行钢结构整体稳定性设计时,应以剪力的设计和调节为核心,综合各方面因素以保证其剪力调节的稳定性与灵活性。

4 建筑钢结构稳定性设计

4.1 选型设计

为改善建筑物的稳定性能,在构造型式的选取上要遵循以下的原则:一是在钢结构的平面上要尽量做到对称、规整,并且要相对简洁,同时要尽量让刚性与重量的重心重叠在一起,以便在受到震动的情况下,不会产生扭曲效应,确保结构的安全^[6]。二是尽量不要使用角交叠或细腰型的钢结构,也不要使用内凹型和外凸型的结构,所安装的钢结构构件应具备上下穿透性,为了减小地震对建筑物的危害,增强建筑物的整体稳定性能,一般采用L型、T型和U型结构作为钢结构的下部。

4.2 构件设计

在钢结构中,各组成部分的设计直接关系到其整体的稳定性能。因此在进行构件设计时,首先要保证所选用的钢材既要满足钢结构的相关规定,又要考虑到与之相适应的节点。其次,在装配过程中,要保证钢结构整体的均衡,从而使结构的力学传导和传播性得到更好的发挥。最后,采用二阶方法保证柔性结构具有良好的稳定性能,即使发生变形,对结构的冲击也能够允许的范围内,不会对结构的安全性造成太大的威胁。

4.3 加固设计

首先针对待加固部位进行结构设计时,可将单个立柱的受力分解为若干个柱子受力分析;通过合理分配荷载,实现对钢框架顶部支承力的调整。在钢结构的连接部位采用钢板支撑,并对其进行合理的定位调整,可以有效保证预应力拉杆对整体建筑结构的受力。其次是对钢结构的连接部分进行一定程度的加固,在连接部分,相关人员应根据钢结构的受力状况、施工条件和要求,在其节点处应用铆钉或螺钉进行加固,如有需要,也可使用混合型连接,突出高强螺钉的应用优势^[7]。

4.4 防腐设计

钢材结构在大气和潮湿环境中十分容易发生腐蚀,会严重降低钢结构的服役寿命,所以除了防火之外,防

止钢结构发生腐蚀现象也非常关键。在钢结构的设计阶段,设计人员要尽量改善钢结构的抗腐蚀性能,钢材腐蚀会导致钢结构的强度和性能下降,需要根据工程所在地的气候、地理和水文等条件,制定一种合理的钢材结构防腐设计方法,以减少施工成本,提升工程的整体经济效益。钢铁材料的防腐方法可分为永久性喷涂和非永久性喷涂两种,永久性喷涂方式属于一次性完成,非永久性喷涂要求在完成后对建筑进行常规维护,两种方式的造价及防腐性能各有差异。在选用防腐涂料时,要根据不同涂料的特点及使用情况,对涂料进行市场调研,对涂料的质量进行严密的监控,保证钢材的防腐能力满足施工需要,增强钢结构的稳定^[8]。除了对钢结构进行传统的防腐处理之外,还可以通过对其进行适当的设计,尽量减少钢结构出现裂缝,从而减少钢材腐蚀现象的发生。

4.5 防火设计

火灾安全是建筑工程中最重要的一环,它对建筑的防火性能有着十分高的要求。在实际钢结构设计中,设计人员首先要考虑使用耐火材料和使用耐火涂层,并结合相关要求以及火灾等级制定建筑防火设计方案。在材料选择方面,应以刚性材料为基础,在节点处喷涂防火漆,以提高结合部的抗火能力,确保建筑的防火性能符合设计要求。按设计要求选用优质的耐火钢,所有进场的耐火钢均应进行检测,且满足相关规范。在所有耐火钢均无显著防火效果的情况下,可考虑使用防火材料。在钢结构防火设计中,屋顶是最容易发生火灾的部位,也是防火设计需要重点关注的部分,在进行模具设计时,要注意正确的防护措施,同时要切实做好防护工作,这样才能尽量减少火灾的危害。在对建筑物进行防火设计时,要对其是否满足防火规范及安全性要求等方面作出全面的评估,以确保其防火设计措施发挥其应有的效果。

4.6 荷载设计

相对于不规则形状的设计,采用对称贯通的方式进行钢结构设计,可以获得良好的稳定效果。在进行设计时,设计人员首先要确定钢结构的参考线,然后在此基础上分析影响其稳定性的主要因素,并采取相应措施提高设计质量^[9]。对一些特别的情况也应加以考虑,比如为了避免横梁的变形,采用不动铰支承实现梁的平面转动,但这样做无法确保整个钢结构的应力平衡,并且在

整个工程建设过程中还可能受到其它不利的影响。因此在对其进行稳定性研究的过程中,需要考虑到梁端部可以自行翘曲,从而保证建筑物的稳定性。

4.7 抗震设计

在地震作用引起的钢结构倒塌、节点破坏、构件破坏等破坏行为的发生,其产生的原因大多是由于结构的屈服强度与抗弯曲刚度的分布不均匀,节点处的损坏主要是由于接头区域的应力集中和焊接时存在缺陷造成的,钢结构中的支座承受反复拉伸和压缩荷载会导致其稳定性能被破坏。进行抗震设计是提升建筑整体稳定性的重要手段之一,设计人员在进行设计时,必须根据不同的钢架支承形式设计多种钢结构抗震设计方案,可以利用底剪法、反应谱法和时程分析法,与稳定性设计相配合,解决钢结构体系协同工作能力不足的难题,进而提升其抗震能力。

结束语:钢结构具有结构强度高、自重小、环保性好等多种优点,可以有效降低碳排放,实现绿色设计目标。在对其进行稳定性设计时,可以根据长细比的判定,阻尼系数的分析,塑性设计等多种方法进行设计,充分发挥钢结构的优势,以促进建筑行业技术的产业化。

参考文献

- [1]徐开进.建筑钢结构设计中稳定性的设计方法分析[J].建材发展导向,2023,21(08):65-67.
- [2]莫磊.建筑钢结构设计中稳定性的设计方法研究[J].大众标准化,2023,(08):98-100.
- [3]李纪果,丁国治,尹海松等.建筑钢结构设计中稳定性探讨[J].工程建设与设计,2022,(18):21-23.
- [4]李峰,高硕,王阳.建筑钢结构设计中稳定性的设计策略[J].中国建筑金属结构,2022,(09):66-67.
- [5]李亮.建筑钢结构设计中稳定性措施[J].建筑技术开发,2022,48(13):14-15.
- [6]杨帆.建筑钢结构设计中稳定性的设计方法研究[J].房地产世界,2022,(22):32-34.
- [7]王晓亮,张俊生.建筑钢结构设计中稳定性的设计方法探讨[J].绿色环保建材,2021,(03):78-79.
- [8]杨文南.浅析建筑钢结构设计中稳定性设计措施[J].民营科技,2021,(04):93.
- [9]雷良龙.建筑钢结构设计中稳定性的设计方法[J].建材与装饰,2021,(32):91-92.