

Design Principle and Strategy Thinking of Stability in Architectural Steel Structure Design

Qing Wang

Jingshuijianghe (Beijing) Engineering Consulting Co., Ltd., Beijing, 100020, China

Abstract

Steel structure is one of the mainstream structural forms of modern architectural engineering, is widely used in theaters, stadiums, factories and other large buildings. When the steel structure is applied to the building, the structure design is a major point. In order to ensure the safety and durability of the building, must enhance the stability of the structure. Combining with the reality, this paper uses literature method and investigation method to explore the design principles and strategies of stability in the design of building steel structure for reference.

Keywords

steel structure; stability; design principles; design strategy

建筑钢结构设计中稳定性的设计原则及策略思考

王卿

京水江河（北京）工程咨询有限公司，中国·北京 100020

摘 要

钢结构是现代建筑工程的主流结构形式之一，被广泛运用于剧院、体育场、厂房等大型建筑。在将钢结构应用于建筑时，结构的设计是一大要点。要想保证建筑的安全性与耐久性，就必须增强结构的稳定性。论文结合实际，运用文献法、调查法等，对建筑钢结构设计中稳定性的设计原则及策略展开探究探讨，以供借鉴参考。

关键词

钢结构；稳定性；设计原则；设计策略

1 引言

随着钢材冶炼技术的发展与性能质量的提升，钢结构也逐渐完善。在现今的冶炼技术的支持下，钢材具有了耐腐蚀、高韧性、高强度等优点，其作为一种建筑材料也受到人们的认可与关注。将钢材作为主要原材料设计的钢结构，不仅能够减轻建筑结构整体自重，还能提升建筑结构的安全性与耐久性，因此钢结构逐渐成为建筑领域的新宠^[1]。下面结合实际，对建筑钢结构的设计相关问题作具体分析。

2 建筑钢结构设计稳定性要求

稳定安全是对建筑结构的一大基本要求，在钢结构设计中，稳定性也是必须要把握的一个点。当前建筑领域中采用的钢结构形式、材料成分等比较多元，结构的稳定性不易保证。要想提升结构的稳定性，确保钢结构稳定性满足有关要求，就必须在建筑结构设计准确计算结构承载力，

科学分析建筑结构应力分布，进而做好结构的选型、选材及应力处理等工作，以保证建筑结构的安全稳定。

另外，在钢结构设计中，要根据掌握的工程资料，精确计算建筑整体荷载，据此确定结构刚度及强度，提高建筑结构的承载力，避免建筑结构在施工与使用中出现变形、坍塌等问题。在建筑钢结构设计中，要重视并处理好各设计细节，保证建筑结构之间应力平衡，建筑结构安全稳定^[2]。

3 建筑结构稳定性设计原则

建筑钢结构的设计，要严格遵循以下原则。

3.1 重视剪力调整

在钢结构设计中，要重视并处理好剪力的调整问题。目前，越来越多的斜柱构造出现在建筑领域。相较于垂直构造，斜柱的倾角更大，分布在斜柱上的应力更加复杂。在此种情况下，要想提升结构的稳定性，就必须合理调整剪力，提升建筑构件的剪力承受能力，以保证建筑结构整体的安全稳定。在斜柱构造中，斜柱起着支撑水平荷载与部分竖向荷载的作用。在设计中，一些设计人员只注意到水平荷载而忽视竖向荷载，并忽略了对这部分的计算与分析，从而导致得

【作者简介】王卿（1984—），男，中国山西保德人，硕士，从事混凝土及钢结构设计研究。

到的剪力值存在误差, 建筑结构的稳定性达不到设计要求。对此, 在建筑钢结构设计中, 应重视并处理好结构剪力, 以保证结构的安全稳定^[3]。

3.2 维持各个层面的稳定性

钢结构多用于体育馆、剧院等面积较大的建筑, 而这类建筑又通常有造型上的要求, 因此建筑结构是异形结构的情况较多。在设计这类建筑时, 要考虑到结构整体的受力及各层面复杂的应力分布问题, 运用计算机软件等对结构的整体荷载、各层面受力大小、各处应力分布情况等准确地计算与分析出来, 在此基础上完善各处细节设计, 处理好各层面应力关系, 保证各层面的稳定。设计时, 设计人员要综合结构阻尼比、水平荷载系数等指标的检测值, 分析本地环境最大风荷载、抗震系数等指标, 进而设计出最有利于增强建筑结构稳定性的设计, 确保钢结构稳定性满足各项要求。另外, 在设计中, 要认真分析钢结构中各个小构件、连接构件的受力情况, 在此基础上, 优化节点设计, 保证结构连接处的稳定。

3.3 完善梁柱设计

在钢结构设计中, 要遵循强柱弱梁的设计原则, 以此提高结构的抗压性能, 使钢结构有更大的承载力与更好的稳定性^[4]。在设计中, 工作人员要依据掌握的资料, 精准计算建筑结构的整体荷载等, 然后以此为依据做好结构选型, 优化梁柱设计, 进而增强结构稳定性。

4 建筑钢结构稳定性设计策略

4.1 钢结构稳定性相关计算

在钢结构设计中, 要想保证或提升结构的稳定性, 就必须做好稳定性相关计算。钢结构稳定性计算可采用平衡法、能量法与动力法。采用平衡法计算, 是求解钢结构稳定极限荷载, 计算人员根据已产生了微小变形的“1”后的结构受力条件, 建立平衡方程然后计算屈曲荷载, 为结构的设计与调整优化提供参考依据。采用能量法计算, 是根据变化结构的受力条件, 建立总的势能, 运用相关公式计算出钢结构屈曲荷载, 为后续的设计提供依据。应用动力法计算, 是通过相应的公式求解结构的平衡状态, 然后以此为依据开展相关设计。

4.2 做好结构选型

要想让钢结构的稳定性符合各项设计标准, 就必须根据各项计算与分析结果选出最适合建筑的类型。而在选型时, 要遵循对称、规整、简易等原则, 在确保满足业主要求的情况下, 尽可能选择易于控制稳定性的结构类型, 这样不仅能为设计降低难度, 还能使建筑的稳定性与安全性多一层保障。另外, 在选型时应尽量避开异形结构、细腰型钢结构及角部重叠的钢机构, 也不优先选择外凹或内凸的复杂纵向结构, 这类结构容易产生复杂的局部扭转效应, 因而不是最佳的选择。设计时, 可优先选择 U 型、T 型、L 型等常用结

构类型, 以便更好地把控结构的稳定性^[5]。

4.3 完善构件设计

建筑钢结构由不同个钢构件组成, 因此在钢结构设计中, 构件设计是要点, 要想保证整体结构的稳定, 就必须完善构件设计。在进行构件设计时, 要做好以下几点: 首先, 根据建筑结构稳定性要求, 科学选择构件材料, 在选择构件材料时详细检查材料的出厂证明、检测报告等, 确保所选材料的性能质量符合国家相关标准, 符合建筑钢结构综合应力要求。其次, 优化构件的规格、尺寸、形状等设计, 根据不同构件的不同部位及建筑结构对部件的要求, 做好以上内容设计。最后, 优化构件的组装, 组装钢构件时, 严格按照设计图纸将各种类型的构件组装到正确的位置, 使整个结构完整稳定, 使钢结构具有较强的力学扩散性能与力学传导性能。

4.4 受弯钢构件局部稳定性处理

对受弯钢构件的局部稳定性处理, 要做好以下几点: 一是设计中, 准确计算并科学控制板件的宽厚比, 让板件能达到屈曲的极限承载能力, 确保板件在构件失效前不会发生屈曲^[6]。二是给梁增设横向或纵向劲肋, 借此方式提高梁体局部稳定性。

4.5 下部支撑结构设计

设计钢结构时, 要对下部支撑结构所受的影响做充分考虑, 详细考虑在地震荷载作用与温度荷载作用下, 下部支撑结构会受到怎样的影响, 有什么样的刚度要求, 在此基础上做出最合理的设计。设计过程中, 工作人员可采用简化方法对下部结构刚度进行模拟, 运用整体模型对刚度要求做出分析。设计时, 可运用 BIM 技术建设与实际工程等比例的三维模型, 使不同专业的设计师全面、详细、直观、清晰地掌握钢结构厂房各项信息, 进而做出更好地协调与设计; 也可利用 BIM 技术进行建筑结构空间碰撞检测与虚拟结构虚拟施工, 及时发现设计中的不足并加以处理, 避免在施工与使用期间出现任何问题。

4.6 水平荷载要水平侧移处理

水平荷载是进行建筑结构设计时必须分析与考虑的一项要素, 只有做好建筑结构水平荷载计算、分析与分布, 整个结构才会安全稳固。在进行建筑结构设计时, 要根据水平荷载对建筑高度的限制, 选用最合适的结构体系; 还要根据水平荷载对建筑造型的约束, 选择合适的平面与形体形状设计, 使风荷载能顺畅通过建筑表面。

建筑的高宽比受水平侧移的控制, 因此建筑的形体也受水平侧移的影响。在进行建筑结构设计时, 必须对水平侧移进行计算与分析。根据相关研究可知, 在风荷载的作用下, 建筑顶部的侧向位移与高度的四次方成正比, 因此在地震作用下, 建筑顶部的表现会更明显。在此情况下, 如果不能有效处理水平侧移, 导致建筑结构出现过大的侧向变形, 整个结构的稳定性与耐久性就大大降低, 建筑结构失稳倒塌的概

率会更大。另外,如果设计时未处理好水平侧移问题,引起过大的侧向位移,建筑结构就更容易出现裂缝,建筑的正常使用也会受到严重影响。因此,在设计过程中,必须考虑水平侧移对建筑结构的影响,并在此基础上选择合适的结构体系与建筑造型。

4.7 结构加固设计

为提升钢结构稳定性,可进行以下加固设计:在保证建筑结构整体完整稳定的情况下,可尝试将单个杆件受弯转变为数个杆件受弯,将建筑结构构件的集中荷载做适当分散,对钢结构内连续结构的位置进行合理的调整,从而使预应力拉杆能更好地承受分布界面的内力,使钢结构更加安全稳定。另外,在结构设计中,对结构中的连接位置做加固处理。设计时,工作人员根据掌握的工程资料与软件计算分析数据,掌握钢结构受力特征,明确应力分布比较集中的位置,并对这些位置做加固处理。通常,建筑结构中的转弯处、构件连接处都是比较薄弱的部位,需要做特别的加固处理,如在那些部位增设螺栓、铆钉,或采用焊接的方式进行加固,进而提高整个结构的稳定性。在条件满足的情况下,也可探索使用混合衔接方式对结构连接部位进行增强巩固。

5 建筑钢结构设计稳定性保障措施

5.1 做好前期分析

设计工作开展前,广泛搜集工程资料,开展工程调查研究,掌握工程概况,了解工程结构受力特点及稳定性要求,在此基础上设计出科学合理的结构方案,从源头处提升结构的稳定性,降低建筑结构出现变形、坍塌的可能。设计过程中,设计人员必须仔细研读各项勘察资料,了解建筑工程所在地的特征、特点,确定地震风险指数及建筑结构防震等级要求等,进而做出合理设计,为结构的稳定性提供保障。

5.2 重视图纸会审

要想提高建筑结构设计水平,就要从设计方案会审、图纸审核、方案评审等方面入手对建筑结构设计质量进行控制管理。在设计过程中要重视设计方案、设计图纸等的会审工作,组织设计人员、技术人员、施工代表、建筑工程项目的决算部和监理部、相关专家等按照项目合同、建筑工程项目勘察资料等对设计方案与图纸做全面的分析评审,选出最

佳方案。在选出最佳方案的基础上,设计单位要根据评审意见对方案与图纸进行调整优化,以此提高方案的科学性与可行性,降低图纸与方案出错概率,减少设计变更与建筑工程项目返工现象。图纸评审结束正式施工前,施工单位、监理单位及设计单位等要联合开展施工图交底工作,说明设计意图与技术规范,讲明技术要点,避免在施工过程中出现问题。

5.3 运用先进技术

建筑钢结构设计中,可运用 BIM 等先进技术全面分析设计方案,准确检测设计成果,为设计质量提供保障。BIM 技术具有三维建模、模拟施工、空间碰撞检测等功能。在工程结构设计中,工作人员可借助 BIM 技术构建建筑三维立体模型,通过模型精准分析建筑结构内部受力特点,进而做出科学的设计。工作人员可在得到设计方案后,利用 BIM 技术进行建筑结构空间碰撞检测与模拟施工,通过这类活动提早发现设计方案中的缺陷与不足,并做出调整,从而减少正式施工期间各项问题的发生,为工程质量提供保障。

6 结语

综上所述,钢结构自重轻、承载性好、性价比高,目前已成为建筑领域的主流结构形式。在将钢结构应用于建筑时,应做好结构的稳定性设计。设计人员应通过优化结构选型、完善构件设计、做好受弯钢构件局部稳定性处理等增强结构的稳定性,保障结构安全。

参考文献

- [1] 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,2022(8):98-100.
- [2] 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,2021(18):21-23.
- [3] 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,2021(9):66-67.
- [4] 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,2020(22):32-34.
- [5] 白世和.高层建筑钢结构设计中的关键问题及对策研究[J].城市建设理论研究(电子版),2019(13):65.
- [6] 赵文东.建筑钢结构设计要点分析[J].中国标准化,2018(22):53-54.