

钢结构屋盖支撑体系布置对整体稳定性的影响研究

雷晓天

中南建筑设计院股份有限公司 湖北 武汉 430060

【摘要】：钢结构屋盖自重轻、跨度大、施工快、工业化程度高，在工业厂房、公共建筑、仓储场馆等工程中应用较多。钢结构屋盖大多采用平面桁架或者实腹梁体系，自身的平面外刚度比较小，整体稳定性很容易受到支撑体系布置合理性的影响，如果支撑布置缺失、间距过大或者体系不连贯，很容易导致屋盖构件侧向失稳、整体侧移过大甚至结构坍塌等安全问题。本文从钢结构屋盖支撑体系的核心功能出发，分析支撑布置方式对屋盖整体稳定性的影响机制，比较不同的支撑布置方案稳定性能的差别，根据工程设计规范和实践经验提出支撑体系优化布置的原则和建议，为同类钢结构屋盖的设计、施工、运维提供理论依据，保证结构整体安全和长期耐久性。

【关键词】：钢结构屋盖；支撑体系；整体稳定性；布置优化

DOI:10.12417/2811-0528.26.12.007

1 引言

支撑体系属于钢结构屋盖的重要部分，不是附属构件，而是联系各个榀主承重结构，形成空间受力体系，约束构件变形，传递各种荷载的中心枢纽，支撑体系的布置方案直接影响屋盖整体刚度、抗失稳能力和抗侧移性能。

目前一些工程的设计中存在着重主体构件、轻支撑体系的倾向，部分设计人员只按照常规的经验来布置支撑，没有考虑到屋盖跨度、荷载等级、抗震设防烈度以及场地条件等因素进行专项优化，造成支撑体系不能发挥应有的作用，从而产生结构稳定性隐患。因此本文针对支撑体系布置和屋盖整体稳定性之间的联系进行研究，找出合理布置的要点，弥补常规设计中的不足，使钢结构屋盖的设计更加科学、完善。

2 支撑体系布置对屋盖整体稳定性的影响机制

2.1 约束构件平面外变形，防范压杆失稳

钢结构屋架的弦杆大多是受压构件，平面外自身刚度很小，在竖向荷载和水平荷载共同作用下，很容易发生侧向弯曲失稳，这是钢结构屋盖最常见的稳定破坏形式。支撑体系合理布置可以给屋架弦杆、腹杆提供可靠的侧向支承点，大大缩短构件平面外计算长度，从根本上降低压杆失稳风险。支撑间距过大、关键部位无支撑，受压杆件自由变形长度超标，即使截面尺寸满足强度要求，也会因为稳定承载力不足而发生破坏，从而引起整个屋盖的连锁失稳。只有形成一个连续闭合的支撑体系，才能从各个方向上对构件进行约束，使屋盖由单向平面受力变为空间整体受力，保证受压构件的稳定工作。

2.2 优化荷载传递路径，提升整体受力均匀性

钢结构屋盖在使用中要承受屋面活荷载、积灰荷载、风荷

载、地震作用和温度应力等各种荷载，部分荷载为水平方向或者斜向的，不能通过主体屋架直接传给下部柱和基础。完善的支撑体系可以形成明确、简洁的荷载传递途径，把各种水平荷载、局部集中荷载均等地分散到各个榀主屋架上，然后传给下部承重结构，防止局部屋架或者杆件承受过大的荷载而产生应力集中。如果支撑布置不连续，荷载不能有效地传递到各个构件上，会造成局部构件的应力突然增大，结构受力失衡，长期使用后容易出现构件变形、连接节点破损等现象，影响整体稳定性，在极端情况下还会造成局部坍塌。

2.3 增强结构抗侧刚度，抵御水平荷载冲击

风荷载和地震作用属于影响钢结构屋盖整体稳定的水平荷载，这两种荷载具有突发性、动力性特点，对结构抗侧移能力要求很高。支撑体系是屋盖的主要抗侧力构件，支撑体系布置的密度、位置、刚度直接影响结构抗侧移能力。合理布置的支撑体系可以大大提高屋盖整体抗侧刚度，减小水平荷载作用下结构侧移量，防止屋盖出现过大的摆动或者扭转。对于高抗震设防烈度、强风区的工程，支撑体系的作用更加明显，如果支撑布置不合理，结构的抗侧刚度不够，水平荷载作用下屋盖侧移超限，会破坏主体构件和节点的连接，降低结构的整体稳固性，严重时还会引起整体倾覆的风险。

2.4 兼顾施工与使用阶段，保障全周期稳定

钢结构屋盖的稳定性不单在使用阶段体现出来，在施工阶段的临时稳定也十分重要。施工期间，屋盖主体构件安装完毕之后，围护结构还没有施工，此时屋盖处于无侧向约束的薄弱状态，容易受到风力、施工扰动的影响而发生倾倒。提前布置、同步安装的支撑体系可以在施工阶段给屋盖提供临时约束，保证安装过程的结构安全。进入使用阶段之后，支撑体系一直发挥着作用，抵御长期荷载、偶然荷载和温度变化等各个方面的

干扰,对结构上的微小变形进行修复,使屋盖在它的整个寿命期内都能保持几何形状不变并且整体稳定。施工阶段如果滞后安装支撑,或者使用阶段支撑构件损坏、失效,都会直接破坏屋盖的稳定状态。

3 钢结构屋盖支撑体系优化布置原则与工程建议

3.1 优化布置核心原则

支撑体系布置要符合四个主要原则,即安全、实用、经济。一是整体性原则,支撑布置要覆盖整个屋盖区域,横向、纵向、竖向支撑互相配合,形成闭合、连续的空间支撑网络,不能有局部无支撑区域;二是针对性原则,根据屋盖跨度、高度、荷载等级、抗震设防烈度和场地风环境来制定方案,大跨度、高烈度、强风区要加密支撑,增设纵向水平支撑,普通中小型屋盖可按规范常规布置;三是传力清晰原则,支撑与主屋架、柱间支撑的连接要简捷直接,保证各种荷载能快速、均匀地传递,防止传力路径迂回、复杂;四是施工适配原则,支撑布置要兼顾安装便捷性,与主体屋架同步设计、同步加工、同步安装,防止后期增设支撑破坏主体结构。

3.2 工程实操设计建议

实际工程设计时首先要严格按照现行钢结构设计规范和抗震设计标准,确定支撑间距、截面尺寸、连接方式等主要参数,横向水平支撑间距应控制在规范允许的范围内,大跨度屋盖适当减小间距;其次,屋盖两端第一开间、柱间支撑对应开

间必须布置竖向支撑和横向支撑,形成核心稳定单元,中间开间按间距要求增设支撑,天窗架支撑与屋架上弦支撑布置在同一开间,保证上部结构稳定;再次,合理搭配刚性系杆和柔性系杆,在支撑节点处、屋架跨中位置设置刚性系杆,其余区段设置柔性系杆,使系杆贯穿全高,连接各榀屋架;最后,加强支撑节点的设计,保证节点的连接强度和刚度,防止节点先于杆件破坏,并且定期对已有的建筑支撑体系进行检测,及时修复损坏或者变形的构件,保持稳定的性能。

4 结论

钢结构屋盖整体稳定性主要依靠支撑体系合理布置来保证,支撑体系不是附加的构件,是形成空间受力体系、防止构件失稳、传递各种荷载、抵御水平荷载的核心。支撑布置间距、位置、连续性和下部结构的协调性都会影响屋盖的抗失稳性、抗侧移性和全周期的安全性。工程设计中如果忽略支撑体系的专项优化,只考虑主体构件的设计,很容易产生结构稳定隐患,甚至造成安全事故。经由改善支撑体系布置,塑造起闭合连续的空间支撑网络,可较好地约束构件的平面外变形,改善荷载传递途径,加强整体的抗侧刚度,兼顾施工和使用阶段的双重稳定。在后续工程实践当中,设计人员要摒弃重主体、轻支撑的设计观念,根据工程实际情况,依照规范要求开展支撑体系专项设计,有针对性地改进布置方案,并加强施工期间的控制工作,保证支撑体系同步安装并充分发挥作用,全面提高钢结构屋盖整体稳定性和耐久性,给大跨度钢结构建筑的安全运行赋予有力支撑。

参考文献:

- [1] 方励,徐韶锋,易建文,等.某高层建筑悬垂屋盖钢结构施工过程分析[J].施工技术(中英文),2025,54(20):36-41+84.
- [2] 刘云荣,张晶,夏欣玮.大跨度屋盖钢结构建筑设计及全过程模拟验算分析[J].工程机械与维修,2025,(07):116-118.
- [3] 王志强.屋盖大跨度钢结构与竖向支撑组合体系施工技术[J].建筑技术,2025,56(05):523-526.