

# 工业建筑结构设计中需注意的问题分析

叶国强

浙江东南网架股份有限公司 浙江 杭州 311200

**摘要:** 工业建筑钢结构设计需遵循安全、适用、经济、耐久原则,但目前还存在荷载取值与受力分析不精准、结构选型与功能需求不匹配、材料选用不适配等问题,影响结构设计质量。为此,可采取系列优化策略:精准开展荷载分析取值,科学进行结构选型与适配设计,合理选用材料并强化耐久性设计,规范构造处理与细节优化,采用抗震性能化设计,完善设计流程与专业协同机制,以提升工业建筑结构设计质量。

**关键词:** 工业建筑;结构设计;问题分析;优化策略

**引言:** 工业建筑结构设计作为工业建设的关键环节,关乎建筑的功能实现、安全稳定与经济合理。钢结构凭借诸多优势在工业建筑中广泛应用,然而当前设计实践中仍存在诸多问题,如荷载取值与受力分析不精准、结构选型与功能需求不匹配、材料选用不适配、防火防腐及抗震设计不完善等,严重影响设计质量。为有效应对这些问题,需采取一系列针对性优化策略,从荷载分析、结构选型、材料选用、构造处理、抗震设计以及设计流程与协同机制等多方面发力,以提升工业建筑结构设计水平。

## 1 工业建筑结构设计的核心原则

工业建筑钢结构设计广泛应用,需遵循安全性、适用性、经济性与耐久性四大核心原则,且相互关联、有机统一。(1) 安全性是首要前提。工业建筑中,钢结构承载大型设备与大量物料,正常时承受自重、设备荷载等常规作用,遇地震、爆炸等偶然荷载及极端工况,要有足够强度、刚度和稳定性<sup>[1]</sup>。如在地震多发区,厂房要通过合理抗震设计,如设置抗震支撑、加强节点连接等,抵御地震外力,保障人员与设备安全。(2) 适用性要求钢结构适配生产功能。不同工业建筑生产工艺和使用要求有别,设计要满足设备布置合理、工艺调整灵活、物料运输便捷等。要为工艺管线等预留穿行空间和支撑条件,以吊车作业厂房为例,需根据吊车起重量、跨度等参数,合理设计吊车梁结构,确保吊车安全运行。(3) 经济性强调在保障安全与适用基础上,优化钢结构方案,合理控制建设与运维成本,全生命周期考虑维护便利性与经济性。避免过度设计浪费钢材,也要防止设计不足影响结构性能与寿命。可通过精确计算荷载、合理选择结构形式、适度抗震设防,实现经济合理设计。(4) 耐久性要求钢结构抵抗环境中的腐蚀、磨损、老化等。设计人员要依据工业建筑类型、生产工艺、使用环境等,采取防

腐、防火等措施,延长钢结构使用寿命,降低维修更换频率,确保整体设计方案合理。

## 2 工业建筑结构设计中的关键问题

### 2.1 荷载取值与受力分析不精准及设计理念与认知水平局限

在工业建筑结构设计中,荷载取值与受力分析不精准、设计理念与认知水平局限是影响设计质量的重要因素。(1) 荷载取值方面,对工业特殊荷载考虑不全面,仅关注常规荷载,忽视设备、物料、运输车辆等专属荷载,动态与冲击荷载取值也缺乏依据;荷载组合分析不合理,未依实际工况划分类型;对荷载传递路径分析不清晰,构件间受力协同考虑不足,易致局部过载;未考虑未来工艺升级的荷载增加,埋下安全风险。(2) 设计理念与认知上,部分设计人员缺乏对工业建筑特点的深入认知,沿用民用建筑思路,方案缺乏针对性;对规范理解有偏差,应用不精准,易引发安全隐患;风险意识淡薄,预判能力不足,问题遗留可能造成严重后果。

### 2.2 结构选型与功能需求不匹配

结构选型需结合工业建筑的功能需求、跨度尺寸、层高条件、荷载特性等因素综合确定,但部分设计中存在结构选型与功能需求脱节的问题。(1) 结构形式选择过于单一,未根据生产工艺特点进行针对性设计,例如大跨度工业厂房未采用空间桁架、网架等高效受力结构,导致结构自重过大、耗材过多;(2) 忽视结构的可扩展性与适应性,未考虑未来工艺调整、设备更新可能带来的荷载变化,导致结构后期改造难度大、成本高;此外,部分设计过度追求结构形式的复杂性,忽视了施工可行性与运维便利性,增加了建设与使用过程中的成本增加风险。

### 2.3 材料选用与使用环境不匹配

材料选用是保障工业建筑结构耐久性与安全性的关

键,但部分设计中存在材料与使用环境、受力要求不匹配的问题。(1)未根据工业建筑的使用环境选择耐腐、耐热、耐火等专用材料,例如在腐蚀性较强的化工车间采用普通钢材或混凝土,导致结构过早老化、损坏;(2)材料强度等级选择不合理,存在“高等级材料低强度使用”或“低等级材料超负荷使用”的现象,前者造成成本浪费,后者引发安全隐患;(3)对材料的性能参数考虑不全面,忽视了材料的韧性、抗裂性等关键指标,尤其在承受动态荷载或冲击荷载的工业建筑中,可能导致结构脆性破坏<sup>[2]</sup>。

#### 2.4 工业钢结构防火防腐设计不完善

工业钢结构防火防腐设计常不完善,存在针对性缺失、措施粗放问题:(1)防火设计分级适配性差。未依《建筑设计防火规范》按火灾危险性类别制定方案,统一用常规膨胀型防火涂料,高风险区域耐火极限不足,低风险区域过度防护;高温环境厂房未选耐高温涂料,大跨度钢梁关键部位未加厚涂层,火灾时钢材易软化失承载力。(2)防腐体系与环境脱节。未结合工业介质选防护方案,常规漆难抵御强腐蚀;隐蔽部位未强化处理,不同金属接触处无隔离,加速电化学腐蚀。(3)构造衔接与运维考量欠缺。防火与防腐涂层兼容性未验,节点缝隙未填充,高空构件无检修通道致后期维护难。

#### 2.5 构造处理与细节设计不规范

构造处理与细节设计直接影响结构的整体性与稳定性,但部分设计中存在细节处理不规范的问题。(1)节点构造设计不合理,例如梁柱节点、构件连接节点不满足“强节点,弱构件”的设计原则,地震作用下结构破坏模式不符合预期,不能实现基本的抗震设防目标;或者仅考虑设计可行性,未考虑施工便利性,造成施工困难。(2)伸缩缝、沉降缝、防震缝的设置不科学,间距过大或位置不当,导致结构在温度变化、地基沉降或地震作用下产生开裂、变形;(3)对设备基础、预留孔洞、管线穿越等特殊部位的构造设计考虑不周,未采取有效的加固措施,可能导致局部结构受力薄弱,影响整体结构安全。

#### 2.6 工业钢结构抗震设计不达标

工业钢结构抗震设计常不达标,存在体系不合理、构造不规范问题:(1)抗震体系选型失当。未依设防烈度和建筑重要性类别匹配体系,高烈度区大跨度厂房用纯钢框架,抗侧刚度不足,地震时侧向位移偏大;结构不规则情况未设防震缝或加强措施,地震时易应力集中以及引起结构整体扭转。(2)构件与节点构造有缺陷。钢构件截面宽厚比超限,梁端塑性铰区域未强化;梁柱刚接节点焊缝、螺栓有问题,节点域抗剪承载力低,地震

时节点先坏。(3)支撑与计算分析不完善。中心支撑长细比超标易屈曲;偏心支撑消能梁段长度不合理,耗能差。部分设计分析方法单一,未考虑设备自重,地震作用计算有偏差。

### 3 提升工业建筑结构设计质量的优化策略

#### 3.1 精准开展荷载分析与取值及设计理念

为提升工业建筑结构设计质量,针对荷载取值与受力分析不精准、设计理念与认知水平局限的问题,可采取以下对策。(1)在荷载取值与受力分析上,全面收集工业专属荷载数据,详细考量设备、物料等特殊荷载,通过实验与模拟确定动态和冲击荷载取值。依据实际工况精准划分荷载组合类型,运用先进分析软件清晰剖析荷载传递路径,确保构件间受力协同合理。同时,预留荷载增量空间,以应对未来工艺升级。(2)在设计理念与认知方面,加强对设计人员的培训,使其深入了解工业建筑特点、生产工艺流程等,对比民用建筑设计思路,制定针对性方案。组织规范学习与研讨活动,确保设计人员精准理解与应用规范。建立风险评估机制,增强设计人员风险意识,提高其对潜在安全隐患的预判能力,在设计阶段就规避重大风险<sup>[3]</sup>。

#### 3.2 科学进行结构选型与适配设计

在工业建筑结构设计中,科学进行结构选型与适配设计是确保建筑功能完备、经济高效运行以及安全稳定的关键环节。选型工作必须严格遵循“功能优先、经济合理、安全可靠”的基本原则,紧密结合建筑自身特点开展针对性设计。(1)对于大跨度、大空间的单层厂房,像大型机械制造车间这类建筑,桁架、网架、门式刚架、排架等高效受力结构是优先之选。这些结构形式能够有效地分散荷载,将集中力合理分布到各个构件上,同时降低结构自重,减少钢材等材料的使用量,进而降低建设成本。(2)当面对荷载大且振动明显的多层生产车间,例如重型锻造车间时,应选用刚度大、抗振性能良好的框架-剪力墙结构,并设置隔振基础。如此一来,可有效减少振动对结构的影响,保障生产设备的正常运行。(3)设计时要预留扩展空间,充分考虑未来工艺调整和设备更新的可能性,提升建筑的适应性与灵活性,从而延长其使用寿命,实现经济效益的最大化。

#### 3.3 合理选用材料与强化耐久性设计

在工业建筑结构设计中,合理选材与强化耐久性设计,对保障建筑长期稳定运行、降低全生命周期成本意义重大。材料选用需兼顾使用环境与受力要求,平衡安全性与经济性。(1)面对腐蚀、高温、耐火等复杂环境,精准挑选专用材料。如化工车间有大量腐蚀性介质,可选

用耐腐钢材、防腐混凝土,或给普通钢材涂刷专用防腐涂层。(2)根据构件受力状况,科学确定材料强度等级,避免高等级材料浪费成本,防止低等级材料超负荷引发安全隐患。(3)重视材料韧性、抗裂性等指标,动态荷载结构优先选延性好的质量等级高的材料,降低脆性破坏风险,延长建筑寿命。

### 3.4 规范构造处理与细节优化

在工业建筑钢结构设计中,强化构造处理的规范性与合理性是提升设计质量的关键所在。(1)要着重优化节点构造设计。梁柱及构件连接节点作为钢结构受力的关键部位,必须确保其刚度与强度相互匹配。可以通过增设增加劲肋、增加水平或竖向加腋或者梁端加盖板的方式,有效增强节点的承载能力;同时,优化焊缝形式,避免出现焊缝堆叠或者三向相交现象,防止因局部受力过大而引发结构脆性破坏。(2)科学设置伸缩缝、沉降缝、防震缝也至关重要。要严格按照规范要求精准控制缝间距,这些缝能够应对温度变化、地基沉降以及地震作用等不利影响,从而保障钢结构整体的稳定性。(3)对于设备基础、预留孔洞等特殊部位,由于它们是结构的薄弱环节,需采取增加配筋、洞口贴焊补强板等加固措施,提升局部强度,确保钢结构整体性与安全性,延长其使用寿命。(4)加强与施工、深化设计单位的沟通,使设计图纸既符合规范要求,又便于施工操作。

### 3.5 采用抗震性能化设计以提升安全性和经济性

在工业建筑钢结构设计中,采用抗震性能化设计是提升结构安全性与经济性的重要且有效途径。(1)需依据工业建筑的重要性、使用功能以及抗震设防要求,为其设定明确且合理的抗震性能目标。不同用途的工业建筑,如精密仪器生产厂房与普通仓储厂房,其抗震要求差异显著,需区别对待。(2)借助精细的抗震分析手段,如非线性时程分析等,深入探究钢结构在不同地震作用下的响应情况。这能精准掌握结构在地震中的受力、变形等特性。依据分析结果,对钢结构的关键构件和部位,如梁柱节点、支撑系统等,进行针对性的加强设计。优化结构布置与传力路径,让地震力能更合理传递,使结构在地震中具备更优良的变形能力和耗能能力。(3)还需

合理控制抗震设计成本,避免过度设防造成资源浪费。通过抗震性能化设计,在确保工业建筑钢结构在地震中安全可靠的同时,实现经济效益的最大化。

### 3.6 完善设计流程与专业协同机制

规范设计流程、强化专业协同是提升工业建筑结构设计质量的重要保障。(1)建立全流程规范化管理体系。从前期调研了解使用需求、场地条件等关键信息,到方案设计初步确定结构形式与布局,再到初步设计细化方案、明确技术参数,施工图设计精准绘制,最后严格审核校对,保障各环节设计质量,避免疏漏。(2)推动多专业同步设计。结构与工艺、建筑、设备设计同步进行,建立定期沟通机制,及时交流信息,提前化解专业间冲突矛盾,防止后期设计变更增加成本、延误工期。(3)强化设计审核与校对。组建专业审核校对团队,全面审查设计方案、计算书、施工图,纠正错误漏洞,确保成果准确可靠<sup>[4]</sup>。

### 结束语

工业建筑结构设计质量关乎建筑安全、适用与经济性。本文围绕核心原则,剖析了荷载取值、结构选型、材料选用等多方面关键问题,并针对性提出精准荷载分析、科学选型适配、合理选材强化耐久性、规范构造处理、采用抗震性能化设计以及完善流程协同等优化策略。

在工业建筑不断发展的当下,设计人员需紧跟时代步伐,秉持严谨负责态度,将各项优化策略切实融入设计实践,不断探索创新,以高质量设计推动工业建筑领域高质量发展,为工业生产提供坚实可靠的空间保障。

### 参考文献

- [1]侯希明,水森,汤海燕.高层建筑结构设计中不规则问题与抗震措施分析[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2024(1):120-122.
- [2]田晓伟.建筑结构设计常见问题与解决措施分析[J].门窗,2024(22):94-96.
- [3]井后凯,陈韦良,冯艳珠,菅元呈.建筑结构设计中的不规则设计问题分析与探讨[J].前卫,2024(7):0237-0239.
- [4]王琨,张古亮.建筑结构设计中的问题与解决方法分析[J].中国厨卫,2024,23(7):97-99+102.