

# 高层混凝土工业建筑抗震结构设计要点

晏修林

中冶焦耐上海工程技术有限公司 上海 201900

**摘要:** 高层混凝土工业建筑作为现代工业发展的重要组成部分,其抗震设计成为保障工程安全的关键。本文针对层高、重载荷、多夹层以及大洞口等特点,分析了高层混凝土建筑的抗震设计要点,并探讨了优化策略,以提高结构的抗震能力和安全性。

**关键词:** 高层混凝土;工业建筑;抗震结构设计

## 1 高层混凝土工业建筑的必要性

高层混凝土工业建筑是指在建筑高度大于24m工业建筑,其特点为层高、重载荷、多夹层以及大洞口等。随着工业化进程的加快,对于生产和储存空间需求的增加,高层工业建筑成为了现代工业发展的重要组成部分。与传统的工业建筑相比,高层工业建筑具有以下几个方面的优势:第一,高层工业建筑能够最大限度地利用土地资源,提高土地使用效率。由于土地资源的稀缺性以及城市发展的需要,高层建筑能够大幅度减少占地面积,从而为城市提供更多的开发空间。第二,高层工业建筑在空间利用上更加灵活。通过合理的设计,可以灵活安排和组织生产线、货物储存区、办公区等功能区域,提高工作效率。第三,高层工业建筑具有较好的环境适应性和可扩展性。随着工业发展的不断变化,工业企业的规模和需求也在不断调整,高层建筑可以方便地进行扩大或减少产能,满足不同阶段的需求。第四,高层工业建筑可以提供更高的人员安全和防火防灾保障要求。高层建筑通常配备消防设施齐全,设有紧急疏散通道和安全出口,加强建筑防火设计和消防系统,确保人员的安全<sup>[1]</sup>。

## 2 高层混凝土工业建筑特点分析

### 2.1 层高高的特点与挑战

高层混凝土工业建筑是在工业领域中广泛应用的建筑形式,具有许多独特的特点和优势。其中一个重要的特点是层高,这意味着建筑物的层数较少,高层较高。这种特点为工业生产提供了更大的空间和更多的灵活性,能够满足不同类型工业生产所需要的容量和功能需求。然而,层高的特点也带来了一些挑战。首先,层高较高的高层建筑在抗震设计分析时应解决层高较高引起的侧向刚度较差,自震周期长,容易产生楼层侧向剪切刚度比不满足“与相邻上一层侧向刚度的0.7倍或相邻上三层平均值的0.8的比值”的要求及周期比 $T_3/T_1 \leq 1$

的要求,通常解决办法加大柱截面、增加剪力墙。另外高层工业建筑所承受的荷载较大,结构设计必须经过详细的计算和分析,以确保建筑的稳定性和耐久性。高层工业厂房对基础和地基的要求也更高,工程师们必须确保地基的承载能力能够满足建筑物的重量要求,以防止地基沉降和损坏。另外,高层建筑中存在多夹层和大洞口的情况,这给建筑的结构和安全性带来了复杂性。工程师需要设计合适的支撑系统和梁柱结构,在保持建筑的整体稳定性的同时,还要满足夹层和洞口的布局需求<sup>[2]</sup>。高层混凝土工业建筑的层高特点带来了许多挑战,但也为工业生产提供了更大的空间和灵活性。通过科学合理的设计和施工,能够充分发挥该建筑形式的优势,满足工业生产的需求。

### 2.2 重载荷对抗震结构的影响

高层混凝土工业建筑具有诸多特点,其中之一便是其承载的重载荷对抗震结构的影响。在设计过程中,需要认真考虑和分析重载荷所带来的挑战,并采取相应的措施来确保建筑的抗震能力。首先,重载荷包括机械设备、储物物品等对建筑的额外负荷。由于这些重载荷的存在,会对建筑结构产生较大的影响,增加了地震作用下建筑结构的受力情况。因此,在设计阶段需要根据建筑的实际情况合理确定重载荷的大小及分布,并在结构设计过程中将其纳入考虑范围。其次,重载荷对抗震结构的影响主要表现在两个方面。一方面,重载荷会导致结构的自重增加,使结构受力情况发生变化,增加了地震力的作用。另一方面,重载荷可能会引起结构的变形和应力集中,从而影响结构的整体稳定性和抗震性能。因此,需要对重载荷的作用进行合理的分析和计算,确保结构的抗震性能满足设计要求。为应对重载荷对抗震结构的影响,设计者可以通过采取一系列措施来增强结构的抗震能力。例如,可以采用更加合理结构形式,增加结构整体的刚度和韧性,以应对地震力的作用。此

外,还可以通过合理配置支撑系统、设置剪力墙等来调节结构的竖向和水平刚度分布,以提高结构的整体稳定性。此外,还可以采用减震器、阻尼器等抗震措施来减小结构的地震响应<sup>[3]</sup>。

### 2.3 多夹层结构的优势与设计注意事项

高层混凝土工业建筑的多夹层结构是一种常见的设计方案。它的特点是在局部楼层上设置多个楼层,通过中间的钢筋混凝土楼板或钢结构来分割空间。(1)多夹层结构能够充分利用上下空间,提高建筑的利用率。通过合理的布局和设计,可以在有限的土地面积上建设更多的工作区域和生产空间。(2)多夹层结构还具有灵活性和可塑性。夹层结构可采用钢筋混凝土框架或钢结构,在满足强度和稳定性要求的同时,可以对内部空间进行调整和变化,以适应不同的功能需求。(3)多夹层结构对建筑的抗震是不利的。由于夹层结构的会使局部楼板缺失,抗震计算容易出现楼层承载力突变,抗侧力结构的层间受剪承载力小于相邻上一楼层的80%,但不应小于65%。同时,由于平面不规则导致建筑在偶然偏心的规定水平力作用下楼层两端抗侧力构件弹性水平位移或层间位移的最大值与平均值的比值大于1.2抗震设计要求。

然而,在设计和施工过程中,需要注意一些问题。首先,要合理确定楼板厚度和混凝土强度等参数,以确保夹层结构的稳定性和承载能力。其次,要注意设计楼板的布置和连接方式,确保夹层结构与主体结构之间的协调和整体性。另外,夹层结构的施工需要严格控制材料的质量和工艺的施,避免出现质量问题和安全隐患<sup>[4]</sup>。

### 2.4 大洞口对结构稳定性的挑战与解决方案

随着工业发展的进步,越来越多的高层混凝土工业建筑出现了大洞口的设计需求。大洞口的存在给建筑结构的稳定性带来了一定的挑战,需要在设计阶段采取相应的解决方案来保障结构的稳定性。首先,大洞口的存在会使楼板局部不连续,降低楼层整体刚度和结构整体性,继而降低建筑的抗震性能,从而对抗震性能产生不利影响。为了解决这个问题,可以采取加强洞口周边结构的措施,如增加洞口边缘梁截面尺寸、加厚开洞楼层楼板厚度等。这样能够提高结构的刚度,增加抗震能力。其次,大洞口处的受力情况往往比较复杂,需要进行细致的受力和设计。通过合理的结构形式和布置,可以将受力集中在较小的区域,从而提高了结构的承载能力和稳定性。此外,在洞口周边设置适当的加强筋以加强与梁柱之间的连接,可以增强结构的整体刚度和稳定性。为了避免大洞口对结构不利的影,可以采取调整洞口尺寸、整洞口位置。

## 3 高层混凝土工业建筑抗震设计要点

### 3.1 结构整体性的考虑

高层混凝土工业建筑的抗震设计是确保工业建筑在地震发生时能够安全承受地震的重要环节。在进行抗震设计时,需要充分考虑结构的整体性,即将建筑各个构件和系统作为一个整体来设计,以保证整个建筑在地震作用下的稳定性和安全性。首先,需要对建筑的整体结构进行合理的布置与配置。通过采用合适的结构形式、布置合理的支撑系统和刚度分布,可以有效地提高建筑的整体刚度和稳定性,减少地震荷载带来的变形和位移。其次,要在设计施工中考虑构件与构件之间的连接方式。高层混凝土工业建筑的抗震性能,很大程度上依赖于构件之间的连接强度和刚度。合理选取连接件、正确设计连接方式,并保证连接处的质量和可靠性,可以有效提高建筑的整体抗震性能<sup>[1]</sup>。要确保结构各部分之间的水平和垂直分配符合要求。在设计中,应根据建筑的不同部位和承重特点,合理确定水平和垂直的弹性刚度分配,以达到整体抗震性能的均衡。最后,要进行全面的工程施工质量检验与监控。高层混凝土工业建筑的抗震设计要点还需要在施工过程中进行全面的质检验和监控,以确保结构施工质量符合设计要求,并依据实际情况及时进行调整和修正。

### 3.2 强度与刚度的平衡设计

随着现代建筑技术的不断发展,高层混凝土工业建筑在工程中的应用越来越广泛。然而,由于其特殊的高层结构特点,如层高高、重荷载、多夹层和大洞口等,增加了抗震设计的复杂性和挑战性。强度的平衡设计是指在抗震设计中,要考虑到结构的强度要求,以确保在地震作用下,结构能够承受荷载并保持其完整性。在高层混凝土工业建筑中,由于其层高高和重荷载的特点,结构的荷载是相对较大的。因此,在设计中需要充分考虑结构材料、截面尺寸以及连接方式的强度,以确保结构的稳定性和安全性。仅考虑结构的强度是不够的,还需要兼顾结构的刚度。刚度指的是结构在受到外力作用下能够保持其形状和稳定性的能力。在高层混凝土工业建筑中,由于其层高高和多夹层的特点,结构的柔度较大,容易受到地震力的影响而发生严重位移和变形。因此,在设计中需要合理选择结构的横向和纵向刚度,并采取适当的加强措施,以提高结构的抗震性能。为了实现强度与刚度的平衡设计,抗震设计师需要进行详细的静力和动力分析,考虑结构的荷载、材料性能和连接方式等因素,进行参数调整和优化<sup>[2]</sup>。

### 3.3 抗震墙的配置与布置

在设计高层混凝土工业建筑的抗震结构时,抗震墙的配置与布置是非常重要的要素。抗震墙是指在建筑结构中设置的具有较高强度和刚度的墙体,用于吸收和分散地震能量,提高建筑的整体抗震性能。(1)设置合理的抗震墙数量和位置:抗震墙的数量和位置应根据具体的建筑结构和地震区域的特点来确定。一般来说,抗震墙应均匀分布在建筑的各个方向,以提高整体的抗震能力。(2)抗震墙的形状和尺寸:抗震墙的形状和尺寸应符合设计规范的要求。常见的抗震墙形状包括矩形、T形、L形等,其尺寸的确定需要考虑墙体的受力性能和对结构的影响。(3)抗震墙的承载能力:抗震墙应具有足够的承载能力,能够抵抗地震力的作用。墙体的厚度、配筋和混凝土强度等参数的确定需要经过严密的计算和分析。(4)抗震墙与结构其他部分的连接:抗震墙与结构其他部分的连接应具有良好的刚性和承载能力,以保证整体的抗震性能。常用的连接方式包括钢筋焊接、螺栓连接等<sup>[3]</sup>。(5)抗震墙的施工质量控制:抗震墙的施工质量对于其抗震性能的发挥至关重要。需要进行严格的施工控制,包括混凝土浇筑质量、墙体配筋质量、墙体与结构其他部分的连接质量等。

#### 4 混凝土工业建筑抗震结构设计优化策略

##### 4.1 减少层高高对结构地震反应的影响

减少层高高对结构地震反应的影响可以通过以下几个方面来实现:(1)灵活的结构布局:采用合理的平面布置和柱网布置,尽量减少大面积的悬挑结构和足够的支撑结构,从而减少建筑的倾覆和层间位移。(2)加大构件强度,如增加梁、柱截面尺寸或使用高强度的混凝土和钢材,以及合理的连接设计,增强结构的整体强度和刚度。(3)采用适当的剪力墙:在结构中适当配置剪力墙,以提供强大的抗侧力能力,减小地震作用下的结构变形。(4)使用阻尼器:在结构中加入阻尼器来吸收地震能量,减少结构的震动幅度和位移。(5)强化基础设计:为了抵抗地震力的作用,必须加强建筑物的基础设计,包括合理的基础形式和基础埋入深度。

##### 4.2 优化载荷分布

在混凝土工业建筑的抗震设计中,优化载荷分布是一项关键的策略。良好的载荷分布能够有效地降低结构

的地震响应,提高整体的抗震能力。在进行优化载荷分布时,需要考虑以下几个方面:考虑地震荷载的分布情况。地震荷载的分布会导致结构各部分的变形和应力不均匀,从而影响结构的整体性能<sup>[4]</sup>。在设计中,可以根据工程地震烈度和建筑物的临界震级,确定不同区域的地震荷载,并合理分布在结构各部分,以增加结构的抗震能力。还需要考虑建筑物的布局和几何形状。合理的建筑布局可以在平面和立面上实现载荷的均匀分布。例如,在平面布置上,可以将重要设备或储存区域分散布置,以平衡载荷;在立面设计上,可以采用垂直的刚性墙体或框架结构,来分担水平地震荷载,并提高结构的稳定性。

##### 4.3 优化夹层设计

为了减小夹层对结构整体性和刚度的影响,可以采取一些设计策略。策略一对于设有多个夹层的高层建筑,在夹层部位与非夹层部分设置双柱,将建筑分开为2个独立的结构体系,分别进行抗震设计。策略二是对于夹层面积小或者使用荷载小的夹层;抗震计算时,将夹层荷载换算为集中荷载,导入计算模型进行计算;施工图设计时此夹层梁与框架柱连接按铰接设计。

#### 结束语

高层混凝土工业建筑的抗震设计是工程安全的关键一环,对于保障人员生命财产安全具有重要意义。通过合理的设计和优化措施,可以提高结构的抗震能力和安全性。然而,设计人员需要在考虑结构整体性、强度与刚度的平衡、抗震墙的配置与布置等要点上进行全面考虑,以实现优化的抗震设计。

#### 参考文献

- [1]杨友. 建筑结构设计中的隔震减震措施探讨[J]. 工程技术研究, 2021, 4(23): 178-179.
- [2]汪凯, 江韩, 周慧, 等. 超限高层建筑工程抗震设计可行性论证指南及实例[M]. 南京: 东南大学出版社, 2021: 483.
- [3]文景国. 高层建筑混凝土结构设计中的抗震设计研究[J]. 砖瓦世界, 2019, 000(002):142.
- [4]孙国红. 高层混凝土建筑抗震结构设计要点分析[J]. 工程技术研究, 2021, 6(12):2.