

# 工业与民用建筑混凝土结构设计

张 敏 江 鹏

西安航天神舟建筑设计院有限公司 陕西 西安 710000

**摘 要：**工业与民用建筑混凝土结构设计是一个综合性强且至关重要的领域。它涉及混合结构、墙体结构、承重体系及空间结构等多个方面，确保建筑物的安全性、稳定性和经济性。在工业建筑中，混凝土结构设计需应对大荷载、抗震、抗风等复杂要求；而在民用建筑中，更注重居住舒适性和美观性。通过精确的内力分析、合理的截面设计和配筋计算，结合现代化的施工技术，可以有效提升混凝土结构的质量和性能。同时，随着绿色建筑理念的兴起，混凝土结构设计还需考虑环保、节能等因素，以实现可持续发展。

**关键词：**工业与民用建筑；混凝土；结构设计

**引言：**工业与民用建筑混凝土结构设计是建筑领域中的核心环节，直接关系到建筑物的安全、稳定与耐久性。随着城市化进程的加速和建筑技术的不断发展，对混凝土结构设计的要求也日益提高。在工业建筑中，混凝土结构需满足大跨度、重荷载等复杂条件；而在民用建筑中，则更注重居住舒适性和美观性。因此，混凝土结构设计需综合考虑力学性能、施工便捷性、材料经济等因素，确保建筑物在满足功能需求的同时，具备良好的抗震、抗风等安全性能。

## 1 工业与民用建筑混凝土结构设计概述

### 1.1 混凝土结构的组成部分

在工业与民用建筑中，混凝土结构主要由混合结构、墙体结构、主要承重体系以及空间结构等几大部分组成。混合结构是指混凝土与其他材料（如钢材、木材等）组合使用的结构形式。墙体结构在混凝土结构中扮演着支撑和围护的双重角色，其设计需考虑抗风、抗震、承载等要求。主要承重体系则包括柱、梁、板等构件，它们负责承受建筑自身的重量和外部荷载。空间结构是指由多个承重构件相互连接形成的三维结构，具有优良的承载能力和稳定性。混凝土的基础构成包括水泥、砂、石和水等四大基本元素，并会根据需要掺入适量的外加剂和掺合料，以优化混凝土的特定性能。

### 1.2 混凝土结构设计的要求与内容

混凝土结构设计需注重整体布置，确保结构体系具有合理的承载能力、刚度和延性性能。设计比例方面，混凝土的配合比（水泥、砂、石子等材料的比例）需根据工程需求和混凝土的强度目标来确定，以确保结构的安全性和耐久性。内力分析是混凝土结构设计的重要环节。设计师需对所有情况下结构的整体进行受力分析，特别是结构中的重要部位、变形突变以及内力和变形有

异常变化的部位。对结构的两种极限状态（承载能力极限状态和正常使用极限状态）进行结构分析时，应采用相应的作用组合，并确定其最不利的作用组合。此外，混凝土结构设计还需考虑施工便捷性、材料供应、制作安装便利性等因素，以综合保障结构的安全性、适用性和耐久性。

## 2 混凝土结构设计受力机理分析

### 2.1 水平与垂直荷载分析

在混凝土结构设计中，受力机理的准确把握是确保结构安全稳定的关键。荷载作为结构受力的主要来源，其形态和大小直接影响着结构的设计和性能。水平与垂直荷载是混凝土结构设计中需重点考虑的两类荷载。

（1）水平荷载，主要包括风荷载、地震荷载等，它们对结构的影响不容小觑。在风荷载作用下，结构会产生风振效应，可能导致构件的疲劳破坏或整体失稳。地震荷载则更为复杂，它产生的地震波会使结构产生强烈的动力响应，导致结构构件的损坏甚至倒塌。因此，在混凝土结构设计中，必须充分考虑水平荷载的作用，并采取相应的抗震措施，如设置抗震墙、减震器等，以提高结构的抗震性能。（2）垂直荷载则主要由建筑自身的重量和外部荷载（如人员、设备等）组成。在垂直荷载作用下，混凝土结构会产生压应力，若设计不当，可能导致构件的受压破坏。因此，在结构设计时，需合理确定构件的截面尺寸和配筋，以确保结构具有足够的承载能力<sup>[1]</sup>。

### 2.2 工业与民用建筑混凝土结构体系

混凝土结构体系是结构设计的核心，它决定了结构的整体性能。在工业与民用建筑中，常用的混凝土结构体系主要有框架体系和墙体体系。（1）框架体系主要由梁、柱等构件组成，它们通过节点连接形成一个整体。框架体系具有较好的空间灵活性和抗震性能，适用于高

层建筑和大跨度结构。在设计时,需重点考虑节点的连接方式和构件的截面尺寸,以确保结构的整体稳定性和承载能力。(2)墙体体系则是以墙体为主要承重构件的结构体系。墙体体系具有较好的承载能力和刚度,适用于多层和低层建筑。在设计时,需合理确定墙体的厚度、高度和配筋,以确保结构具有足够的承载能力和变形能力。

### 3 工业与民用建筑混凝土结构设计的关键问题

#### 3.1 地基与基础设计问题

(1)天然地基独立基础问题。天然地基独立基础的设计是混凝土结构设计中的基础环节。由于地质条件的复杂性和多样性,天然地基往往存在承载力不均、变形不一致等问题。因此,在独立基础设计时,需充分考虑地基的承载力、变形特性和稳定性,合理确定基础的尺寸、埋深和配筋。对于承载力不足的地基,需采取地基加固措施,如桩基、扩基等,以提高基础的承载能力和稳定性。(2)地下室设计问题及解决策略。地下室作为现代建筑的重要组成部分,其设计涉及到防水、抗浮、结构稳定性等多个方面。地下室设计中的主要问题包括地下室底板开裂、外墙渗水等。为解决这些问题,需采用高性能的防水材料,合理设置防水层,并加强防水层的施工质量监控。同时,对于地下水位较高的地区,需采取抗浮措施,如设置抗浮桩、抗浮锚杆等,以确保地下室结构的安全稳定。

#### 3.2 上部结构设计问题

(1)抗震设防防线不足。在地震频发的地区,抗震设防是上部结构设计中的重要环节。然而,一些建筑在抗震设防方面存在不足,如抗震墙布置不合理、框架节点连接不牢固等。这些问题会降低结构的抗震性能,增加结构在地震中的破坏风险。因此,在设计中需严格按照抗震规范进行设计,合理布置抗震墙,加强框架节点的连接,以提高结构的抗震性能。(2)强梁弱柱问题。强梁弱柱是上部结构设计中常见的问题之一。由于设计或施工不当,导致梁的抗弯承载能力远大于柱的抗压承载能力,从而在地震或风荷载作用下,柱可能发生破坏,导致结构整体失稳。为解决这一问题,需在设计阶段合理确定梁、柱的截面尺寸和配筋,确保梁、柱的承载能力相协调,避免强梁弱柱现象的发生<sup>[2]</sup>。(3)剪力墙布置问题。剪力墙是高层建筑和抗震结构中的主要承重和抗震构件。然而,在剪力墙布置方面,一些设计师存在盲目增加剪力墙数量或布置不合理现象,这不仅增加了工程造价,还可能影响结构的整体性能和舒适度。因此,在剪力墙布置时,需根据建筑的功能需求、

地震作用方向等因素,合理确定剪力墙的数量和布置位置,以充分发挥其抗震性能。

#### 3.3 耐久性问题

(1)内部因素。混凝土碳化和钢筋锈蚀是影响混凝土结构耐久性的主要内部因素。混凝土碳化会降低混凝土的碱度,从而加速钢筋的锈蚀。而钢筋锈蚀则会导致钢筋截面面积减小,降低结构的承载能力。为解决这些问题,需采用高性能的混凝土和钢筋材料,加强施工质量控制,同时采取适当的防腐措施,如涂抹防腐涂料、设置防腐层等。(2)外部因素。环境侵蚀是影响混凝土结构耐久性的主要外部因素之一。在恶劣的环境条件下,如高温、高湿、强腐蚀等,混凝土结构会受到严重的侵蚀和破坏。因此,在设计中需充分考虑环境因素对混凝土结构的影响,采取适当的防护措施,如设置遮阳设施、通风设施等,以降低环境因素对结构的侵蚀程度。

#### 3.4 抗震性问题

(1)场地选择对抗震性的影响。场地选择对建筑的抗震性能具有重要影响。在地震多发地区,应选择地势平坦、土层均匀且稳定的场地进行建设。避免选择软弱土层、滑坡体、断层等不利地段,以降低地震对建筑的破坏风险。(2)建筑体型与结构体系的选择对抗震性的影响。建筑体型和结构体系的选择也直接影响着建筑的抗震性能。在设计中,应根据建筑的功能需求、高度、跨度等因素,合理选择建筑体型和结构体系。对于高层建筑和抗震要求较高的建筑,应采用框架-剪力墙结构、筒体结构等抗震性能较好的结构体系<sup>[3]</sup>。同时,还需注意结构的整体性和连续性,加强结构构件之间的连接和协同作用,以提高结构的整体抗震性能。

### 4 工业与民用建筑混凝土结构设计的优化策略

#### 4.1 改进地基与基础设计

(1)选择合适的地基处理方式。地基作为建筑结构的基础,其稳定性直接影响到整个建筑的安全。因此,在混凝土结构设计中,选择合适的地基处理方式至关重要。针对不同类型的地基条件,可以采取以下优化策略:1)换填法。对于软弱地基,可以采用换填法进行处理。通过挖除部分软弱土层,然后用强度较高、压缩性较低的材料(如碎石、砂土等)进行回填,从而提高地基的承载力。这种方法操作简便,成本较低,适用于浅层软弱地基。2)分层碾压夯实。对于较深厚的软弱土层,可以采用分层碾压夯实的方法进行处理。通过逐层回填和压实,使地基达到所需的密实度和承载力。这种方法虽然耗时较长,但处理效果稳定可靠,适用于深层软弱地基。在选择地基处理方式时,还需充分考虑施工

条件、成本效益以及地基处理后的长期稳定性等因素,确保所选方案既经济又有效。(2)确保地下室工程满足承载力和变形要求。地下室作为现代建筑的重要组成部分,其设计和施工质量直接关系到建筑的整体稳定性。在地下室工程设计中,应重点关注以下方面:1)承载力计算。根据地下室所在位置的地质条件、荷载特点以及建筑功能需求,进行精确的承载力计算,确保地下室底板、侧墙等构件满足承载力要求。2)变形控制。在地下室工程设计中,还需考虑地基变形对结构稳定性的影响。通过合理设置变形缝、加强地基处理等措施,控制地基变形,确保地下室结构的稳定性和安全性。

#### 4.2 完善上部结构设计

(1)设置多道抗震防线。在地震多发地区,抗震设计是上部结构设计重中之重。为了提高结构的抗震性能,可以采取以下优化策略:1)设置抗震墙。在结构中设置适量的抗震墙,可以显著提高结构的抗震承载力和变形能力。抗震墙的设置应充分考虑建筑的平面布置、高度以及抗震设防烈度等因素。2)多道抗震防线。通过设置抗震支撑、耗能减震装置等,形成多道抗震防线,可以在地震作用下分散地震力,减轻结构的损伤程度。这种方法不仅提高了结构的抗震性能,还增强了结构的整体稳定性和可靠性。(2)合理选择框架、墙体等结构体系。在混凝土结构设计中,框架体系和墙体体系是常用的两种结构体系。根据建筑的功能需求、高度、跨度以及抗震设防要求等因素,合理选择结构体系对于提高结构的整体性能至关重要。1)框架体系。适用于高层建筑和大跨度结构。通过优化框架构件的截面尺寸和配筋方式,可以提高框架体系的承载力和变形能力。同时,加强框架节点的连接设计,确保框架体系的整体稳定性和可靠性。2)墙体体系。适用于多层和低层建筑。通过合理设置承重墙和非承重墙,优化墙体的截面尺寸和配筋方式,可以提高墙体体系的承载力和抗震性能。此外,加强墙体的连接和构造设计,提高墙体的整体性和连续性<sup>[4]</sup>。

#### 4.3 提高结构耐久性

(1)提高混凝土强度等级。混凝土强度等级是影响结构耐久性的重要因素之一。通过提高混凝土的强度等

级,可以显著提高结构的抗压、抗拉等力学性能,从而延长结构的使用寿命。同时,降低混凝土内部的孔隙率,可以提高混凝土的抗渗透性能,防止水分和有害物质的侵入。在提高混凝土强度等级时,需充分考虑原材料的质量、施工工艺以及养护条件等因素。通过选用高质量的原材料、优化施工工艺和加强养护管理等措施,确保混凝土的质量达到设计要求。(2)采用耐久性好的材料和技术。除了提高混凝土的强度等级外,还可以采用耐久性好的材料和技术来提高结构的耐久性。例如,采用环氧涂层钢筋等耐腐蚀材料可以有效地防止钢筋的锈蚀和腐蚀;采用高性能的外加剂和掺合料可以改善混凝土的性能,提高其耐久性;采用预应力技术等可以提高结构的承载能力和变形能力。在采用耐久性好的材料和技术时,需充分考虑材料的性能、成本以及施工条件等因素。通过合理的选材和设计,确保所选方案既经济又有效。同时,加强施工过程中的质量控制和验收工作,确保所选材料和技术在实际应用中的效果和性能达到设计要求。

#### 结束语

综上所述,工业与民用建筑混凝土结构设计是一项复杂而细致的工作,它不仅关乎建筑物的安全性和稳定性,还直接影响到建筑的功能性和经济性。通过科学的设计理念和先进的技术手段,我们能够不断提升混凝土结构的性能,满足日益多样化的建筑需求。未来,随着建筑科技的进步和绿色理念的深入人心,混凝土结构设计将更加注重环保、节能和可持续性,为构建更加安全、舒适、美好的人居环境贡献力量。

#### 参考文献

- [1]李立文.关于工业与民用建筑混凝土结构设计的研究[J].门窗,2019,(20):197-198.
- [2]路发.关于工业与民用建筑混凝土结构设计的研究[J].建材与装饰,2019,(11):99-100.
- [3]刘杰.建筑结构设计存在的问题与对策研究[J].城市建筑,2020,(07):72-73.
- [4]邱志刚.基于建筑工程建筑结构设计的优化分析[J].建材与装饰,2020,(10):116-117.