

概念设计与结构措施在工程结构设计中的应用

梁冉

河北建筑设计研究院有限责任公司, 河北 石家庄 050000

[摘要] 概念设计和结构措施是工程结构设计中的两个重要环节, 对于建筑的施工安全、质量保障以及建筑的实用性有着关键作用。文中将探讨概念设计与结构措施在工程结构设计中的应用, 以及它们在保证工程结构安全、可靠和高效方面的作用。

[关键词]: 概念设计; 结构措施; 工程结构设计

DOI: 10.33142/sca.v7i6.12569

中图分类号: TU311.41

文献标识码: A

Application of Conceptual Design and Structural Measures in Engineering Structural Design

LIANG Ran

Hebei Institute of Architectural Design & Research Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: Conceptual design and structural measures are two important links in engineering structural design, which play a crucial role in the construction safety, quality assurance, and practicality of buildings. The article will explore the application of conceptual design and structural measures in engineering structural design, as well as their role in ensuring the safety, reliability, and efficiency of engineering structures.

Keywords: conceptual design; structural measures; engineering structural design

概念设计和结构措施是工程结构设计中的两个重要环节。本文将探讨概念设计与结构措施在工程结构设计中的应用, 以及它们在保证工程结构安全、可靠和高效方面的作用。概念设计是工程结构设计的首要环节, 是对工程项目的总体规划和构思, 其以工程项目的功能、性能、规模、场地条件等为依据, 通过对结构体系、结构布置、材料使用等方面的创新和优化, 为后续详细设计提供基本依据。概念设计的好坏直接影响到工程结构的安全、稳定、经济和可持续发展。结构措施是针对工程结构在施工和使用过程中可能出现的各种问题, 采取相应的技术措施, 以确保工程结构的安全、稳定、经济和可持续发展。在工程结构设计中, 结构措施的应用可以提高工程质量, 降低工程风险。

1 概念设计在结构设计中的应用

1.1 概念设计的基本概念

概念设计是指不需要经过数据的计算, 而是经过工程的经验, 利用工程设计的基本原则和设计思想进行建筑结构设计, 是一种从整体视角出发进行设计的方式。概念设计包含极为广泛的内容, 选择对抗震有利的结构方案和布置, 采取减少扭转和加强抗扭刚度的措施, 设计延性结构和延性结构构件, 分析结构薄弱部位, 并采取相应的措施, 避免薄弱层过早破坏, 防止局部破坏引起连锁效应, 避免设计静定结构, 采取二道防线措施等等^[1]。

1.2 概念设计的重要性

(1) 提高工程结构的安全性

概念设计要充分考虑结构在各种载荷作用下的稳定

性, 确保结构在施工和使用过程中不会出现安全事故。在设计过程中, 工程师需充分考虑结构在各种载荷作用下的稳定性, 以确保结构在施工和使用过程中不会出现安全事故。安全性是工程结构设计的首要原则, 为提高安全性, 应充分了解各种载荷对结构的影响, 如温度变化、地基沉降、风荷载等, 并采取相应的措施来减小这些因素对结构稳定性的影响。此外, 还要关注结构的疲劳性能, 避免在长时间的使用过程中出现疲劳损伤, 导致结构失效。

(2) 提高工程结构的可靠性

概念设计要充分考虑结构的耐久性和抗风险能力, 确保结构在预期的使用寿命内能够正常发挥功能。在设计过程中, 工程师要充分考虑结构的耐久性和抗风险能力, 将有助于确保结构在预期的使用寿命内能够正常发挥功能。为了提高可靠性, 设计师应选用高性能的材料, 提高结构的抗腐蚀、抗磨损性能。同时, 还要关注结构的维修和检修问题, 确保在出现问题时可以迅速解决, 降低风险。此外, 通过对结构进行合理优化, 可以提高其抗风、抗震等性能, 进一步提高结构的可靠性。

(3) 提高工程结构的经济性

概念设计要充分考虑结构的材料、形式和施工方法, 以降低成本、提高投资效益。在设计过程中, 要充分考虑结构的材料、形式和施工方法, 以降低成本、提高投资效益。为了提高经济性, 设计师应积极采用新技术、新材料, 降低结构的制造成本, 同时还要关注施工过程中的效率和质量, 通过精细化管理、标准化施工等手段, 降低施工成本。此外, 合理的结构设计还可以减少后期的维护成本,

进一步提高投资效益。

2 概念设计在工程结构设计中的主要应用

(1) 设计方案的比选

根据工程需求和条件,对多个设计方案进行比选,选择最优方案。首先在比选设计方案之前,首先要对各个方案进行全面了解,包括方案的来源、设计理念、技术路线、实施步骤等方面,通过对各个方案的深入了解,可以为后续的比选提供有力依据。其次需要确立一套合适的评价标准。这套标准应涵盖工程需求的各个方面,如技术可行性、投资效益、环境影响、实施难度等。只有确立了评价标准,才能对各个设计方案进行科学、全面的评估。最后根据评价标准,对各个设计方案进行初步评估,筛选出符合要求的方案。对初步筛选出的方案进行深入分析,比较各项指标的优劣,找出各方案的不足之处。根据分析结果,对各个方案进行综合评价,排出优先级。针对比选过程中发现的问题,对方案进行调整优化,使之更符合工程需求。在综合评价的基础上,选择最优方案予以采纳^[2]。

(2) 计算简图的选择

在建筑概念设计阶段,挑选精确的简图至关重要。唯有确保所选简图的适用性,结构的计算才能开展。在我国建筑项目实施中,若简图选择不当,可能导致一系列安全隐患。因此在结构计算之前,必须精心挑选合适的简图,以确保结构安全。随着我国建筑设计的发展,计算机软件被广泛应用,但过度依赖软件易忽略人的主观能动性,导致多样化的计算结果甚至软件缺陷。因此,应充分发挥工程师的经验,将之与计算机软件结合,精挑细选计算简图,确保工程设计的精准与安全。

(3) 创新性设计

结合工程特点,提出创新性的设计思路和方案,提高工程结构的整体性能。首先应该充分了解工程的特点、需求以及所处的环境,以确保设计方案能够满足实际需求。此外,还应该关注新材料、新技术的运用,将其融入到设计方案中,以提高工程结构的性能。其次创新性的结构设计是提高工程整体性能的关键,在设计上一是优化结构形式,通过改变结构的几何参数和材料分布,降低结构的应力集中和变形;二是采用先进的计算方法和软件,对结构进行精细化分析,以获得更准确的结构性能;三是研究新型结构体系,如钢-混凝土混合结构、空间结构、膜结构、张拉整体结构、悬挑结构等,将新型结构应用于工程实践中,提高整体性能。

(4) 结构分析计算

在建筑结构设计中,细致的分析与精确的计算不可或缺,是保障工程品质与结构安全的关键。目前,众多结构分析软件被广泛应用于设计过程中的计算环节,通过提高计算的精确度来增强结构设计的质量。然而,这些软件在提高单独计算准确性的同时,往往忽视了对整体结构

的全面考量。实际上,全局的视角对于结构设计至关重要,软件在选定某一方案或措施时,会对其后的分析和计算结果产生深远的影响。因此,选择能够从整体出发的分析计算工具,是概念设计中的一项基础要求。在确保分析机械结构损伤的精确性的过程中,概念设计的原则同样可以被有效地运用,以确保结构分析与计算的合理性和有效性。

(5) 结构体系

建筑师在构思建筑结构的基本框架时,首要任务是确立建筑的功能定位。例如,若建筑位于地壳活动较为平稳的沿海地带,其主要需应对的是风力荷载,特别是在极端气候条件下,可能遭受台风等恶劣天气的袭击。我国的建筑通常构筑了两道主要防线,以应对极端天气条件。第一道防线是由建筑师设计的,能够抵御强风和地震的坚硬体系。这种体系基于建筑的最终用途而构建,经过清晰且深入的分析,通过坚固的柱子来实现。第二道防线则是通过衡量梁的塑性较扭曲程度来实现的,只有当梁塑性较出现并引起整个结构的扭曲时,建筑才会崩塌。在这个过程中,可以为人员的生命和财产安全争取宝贵的时间。这种稳定的结构不仅能够抵御强风的侵袭,还能在一定程度上抵抗地震的危害。当地震发生时,其强度不同,对建筑物的影响也各异。小地震对建筑物的影响微乎其微,中等地震可能导致建筑物受损,但经过修补后仍可正常使用。而在面对较大强度的地震(如7、8级地震)时,建筑物可能严重受损,无法继续使用,但结构本身不会坍塌,也不会对周围环境造成二次伤害。然而,仅有这两道防线是不够的。建筑师应当更多地考虑在安全性和稳定性方面对建筑结构体系进行提升,构建多道防线,形成具有伸缩性的超静定结构,以减轻自然灾害带来的影响。

(6) 结构布置

在考虑建筑物的设计时,必须将地基的承载能力、地质状况以及实用性与多方面因素相结合。首先,建筑设计中的对称性不仅确保了平面内的力均衡,能够更精确地预测地基承受的压力。对于那些因特殊需求而无法实现对称设计的建筑,必须根据压力分布和具体情况来设计沉降缝,以增强建筑的稳定性。其次,简约的设计风格为工程师提供了更大的修改空间,并在实际考察后进行调整。此外,简洁的建筑平面图也使得其他设计师和施工人员更容易理解工程概念,减少了因复杂线条而导致的误解。第三,规律性主要体现在建筑纵向控制范围内,平面图纸内容的有序性,确保建筑在传力和承压方面符合行业标准,避免出现某一层承压突然降低等问题。对称性和规律性在建筑抗震性方面发挥着重要作用,它们在更广泛的范围内防止了建筑物在小型地震中的倾斜和坍塌。不同类型的建筑需要不同的结构布局控制要点。例如,高层建筑设计时要避免出现应力集中和设计难题。由于高层建筑主要受到地震作用下的水平荷载控制,其纵向设计应满足基础设计需求,

并遵循一系列原则。同时,尽量避免高层建筑出现“头重脚轻”的现象,承重柱子和承重墙在较高层数的设计中至关重要,而在较低层数和大厅中,往往不再设置承重柱子和承重墙,而是采用承重梁来满足需求。这种做法存在巨大的安全隐患。只有当建筑结构合理时,才能有效抵抗水平荷载,确保建筑的安全性。

(7) 楼屋盖设计

经过多年的实践探索,设计师们逐渐认识到,在中高层建筑的设计中,楼层屋盖并不简单。其作用不仅仅是承载重量、满足空间需求的简单构件,更在抗震性方面具有优越性。传统观念中,设计者往往只关注楼屋盖能承受的常规荷载,并按照强度和变形的标准来进行结构布局。但实际上,无论是中高层还是高层建筑,楼层屋盖的抗震功能都不容忽视。考虑到抗震的需求,目前广泛采用的是现浇梁板式楼屋盖,这种结构通过提高楼屋盖的整体刚性来增强建筑的抗灾能力。然而,这样做的同时也加大了大梁的承载压力。为了减轻梁的负担,确保结构的整体稳定性,设计师在设计时必须针对不同的楼屋盖类型,采取相应的优化措施。对于那些具有复杂几何形状的楼屋盖,如凹凸设计,设计者需要特别关注屋盖的刚度问题。实现这一目标的主要手段包括强化拉梁和窄板连接部分的构件。而对于那些侧向刚度较低的结构体系,对板的刚性要求就更为严格。这是因为,如果刚度参数不符合规范,就无法准确预测地震发生时建筑将产生的具体变形,从而影响其安全性。

3 结构措施在工程结构设计中的应用

3.1 结构措施的基本概念

结构措施是在概念设计的基础上,具体针对各个结构部件和系统采取的设计手段和技术措施。例如,对于结构部件,需要根据其功能需求和性能指标,选择合适的材料、形状和尺寸,以及合适的连接和固定方式。

3.2 结构措施在工程结构设计中的作用

增强结构的抗弯、抗剪、抗扭等能力。通过合理的结构措施,可以提高工程结构在各种载荷作用下的抗弯、抗剪、抗扭等能力,保证结构的安全稳定。例如,在混凝土柱中设置剪力墙或采用钢筋混凝土剪力墙,可以有效提高柱的抗剪能力。此外,还可以通过调整柱的截面尺寸和配筋率,改善柱的抗剪性能。在结构中设置抗扭构件,如混凝土扭剪构件或钢结构扭构件;合理布置抗扭钢筋,提高抗扭承载力;采用预应力技术,减小扭矩对结构的影响。

提高结构的抗震性能。采用适当的结构措施,可以降低地震对工程结构的影响,提高结构的抗震性能。因此,需根据工程所在地的地震烈度和场地条件,采取相应的抗震措施。例如,设置隔震层、采用消能构件、提高结构的整体刚度和稳定性等措施可以降低地震对结构的影响,提高结构的抗震性能。

减小结构变形和裂缝。通过结构措施,可以有效控制

工程结构的变形和裂缝发展,保证结构的使用性能。设计者和施工者需要控制结构在施工和使用过程中的变形和裂缝发展。通过优化结构设计,降低结构应力集中;采用高性能的混凝土和钢筋;严格控制施工过程中的温度和湿度;及时对结构进行检查和维护。

3.3 结构措施在工程结构设计中的主要应用

(1) 减轻建筑物的自重。建筑物的自重基底压力中占有重要的比例。工业建筑中约占 50%,民用建筑中可高达 60%~70%,因而减少沉降量常可以从减轻建筑物自重着手:①采用轻型材料;②选用轻型结构;③减轻基础及其上回填土的重量。

(2) 增加建筑物的整体性和刚度。在构筑物架构中嵌入加固的钢筋混凝土或钢筋砖制的箍筋圈梁;这一设计旨在强化建筑结构的连贯性,提升砖石堆砌体的抗剪和抗拉强度,在一定范围内预防或降低裂缝的生成,即便裂缝不可避免地产生,也能有效遏制其扩散。同时,墙壁在设计时应减少不必要的转折与中断,以维持结构的稳定性和整体性。建筑物的横墙能起到加强整体刚度的作用,并能调整内外纵墙间的不均匀沉降,横墙间距越小,建筑物的整体刚度越大,调整不均匀沉降的能力也就越大,因此内横墙的间距不宜过大,要注意与外纵墙妥为连接,使它们能够连成整体。基础在建筑物的最下面,对建筑物的整体刚度影响很大,特别是当建筑物产生正向挠曲时,受拉区在其下部,所以保证基础有足够的刚度和强度就显得特别重要。采用梁板式基础,增强基础刚度。

(3) 减轻建筑物不均匀沉降。对不均匀沉降要求严格的建筑物,可以通过改变基础底面尺寸调整基底压力,使沉降均匀。设置地下室或半地下室。利用挖去的土重补偿部分甚至全部建筑物的重量,使基底附加压力减小,达到减小沉降的目的。箱形基础及设有地下室的筏板基础是很好的减小基底附加压力的基础形式。在软弱和不均匀的地基一般采用整体刚度较大的交叉梁、筏形和箱形基础,提高基础的抗变形能力,以调整不均匀沉降。

(4) 在避开地震场地条件不利的情况下,要采取针对性的措施来提高建筑物的抗震性能。例如,可以选择合适的抗震结构体系,提高建筑物的抗震能力;可以采用地基处理的方法,改善地基的抗震性能,减少地基的破坏;采用隔震减震的技术,减少地震波对建筑物的传递,降低建筑物的震动响应等。

(5) 尽量使建筑结构的质心和刚度中心重合,我们需要在结构设计过程中进行详细的计算和分析。通过合理布置构件,调整构件的尺寸和刚度,可以使质心和刚度中心尽可能地重合。这不仅可以提高结构的稳定性,还可以降低结构的地震反应,提高其抗震性能。

4 实际工程应用

某工程主要包括 28 栋 18 层公共租赁住宅、1 栋 3 层

配套商业、4栋2层配套公建以及地下车库等。1-28楼为整体装配式剪力墙结构，单体预制超过40%，其他单体工程为钢筋混凝土框架结构。概念设计与结构措施主要体现在以下几个方面：

(1) 采用预应力混凝土，以提高建筑结构的承载能力和稳定性。设计人员对钢筋的直径、间距和排数应根据梁柱的受力状况进行调整，在承受大荷载的部位，适当增加钢筋的数量和直径，以提高混凝土的抗压强度。同时，注意钢筋的连接方式，确保在传递荷载过程中不会出现断裂或滑动。首先，减小结构的侧向刚度，使其在水平荷载作用下具有更好的变形能力。其次，合理设置支撑系统，提高结构的抗倾覆能力。此外，还可以通过调整混凝土强度和钢筋配置来提高柱子的抗压稳定性。

(2) 合理布置桩基，确保桥梁基础的稳固。在布置桩基时，需要充分考虑地质条件、土壤特性、建筑物结构等因素，以确保桩基能够承受建筑物的重量，并保持稳固。合理的桩基布置可以提高建筑物的整体稳定性，降低地基的不均匀沉降，从而保证建筑物的使用寿命和使用性能^[5]。

(3) 根据抗震设防要求，采取相应的抗震措施。该项目优化建筑结构设计，采用抗震性能较好的建筑材料，设置抗震支撑系统，提高建筑物的整体刚度和稳定性。通过采用先进的结构设计理念和技术，可以有效地提高建筑物的抗震性能。选择具有良好抗震性能的材料，如高性能混凝土、高强钢筋等，增加建筑物的强度和韧性，提高其

抵抗地震能力；使用具有良好耐久性和抗腐蚀性的材料，可以保证建筑物的长期稳定性和安全性。

5 结语

概念设计与结构措施在工程结构设计中具有重要作用。概念设计是为工程结构提供总体规划和构思，结构措施则是针对工程结构在施工和使用过程中可能出现的问题，采取相应的技术措施。两者相互配合，为工程结构提供安全稳定、经济合理的解决方案。在实际工程设计中，应充分发挥概念设计和结构措施的优势，实现工程结构的安全、稳定、经济和可持续发展。

[参考文献]

- [1]陈文松. 建筑工程结构裂缝控制及处理措施[J]. 散装水泥, 2023(6): 158-160.
- [2]罗建刚. 土木工程结构设计中存在的问题及应对措施探讨[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023(18): 97-99.
- [3]张峰. 土木工程结构设计中存在的问题及应对措施探讨[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023(3): 155-157.
- [4]赵月明, 刘乐乐. 某既有建筑改造工程结构加固措施分析[J]. 中国建筑装饰装修, 2022(22): 173-175.
- [5]刘伯江, 李泽兰, 于海滨, 等. 加强建筑工程结构设计和施工管理的措施分析[J]. 工程建设与设计, 2021(21): 198-200.

作者简介：梁冉（1981.10—），毕业院校：中国矿业大学（北京），所学专业：结构工程，当前就职单位：河北建筑设计研究院有限责任公司，职称级别：高级工程师。