

概念设计在建筑结构设计中的应用探究

何念龙

河北建筑设计研究院有限责任公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]概念设计对建筑结构设计起到指导、优化构件和创新的作用。文中就目前建筑结构设计情况及存在问题进行分析,并对概念设计在初步方案、构件优化、安全分析、绿色建筑、数字化建模和 BIM 技术等方面的应用进行了研究。结论表明,概念设计有利于提高结构效率、提高抗震能力、推动创新并且有利于可持续发展,有助于提高建筑结构设计的质量。

[关键词]概念设计; 建筑结构; 结构设计; 应用

DOI: 10.33142/ec.v9i2.19070

中图分类号: TU74

文献标识码: A

Exploration on the Application of Conceptual Design in Architectural Structure Design

HE Nianlong

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

Abstract: Conceptual design plays a guiding, optimizing, and innovative role in the design of building structures. The article analyzes the current situation and existing problems in building structural design, and studies the application of conceptual design in preliminary schemes, component optimization, safety analysis, green building, digital modeling, and BIM technology. The conclusion indicates that conceptual design is beneficial for improving structural efficiency, enhancing seismic resistance, promoting innovation, and promoting sustainable development, which helps to improve the quality of building structural design.

Keywords: conceptual design; building structure; structural design; application

引言

伴随着现代建筑业的发展,建筑功能越来越多,建筑形态越来越丰富,人们对建筑的安全性、经济性和环保性等要求也越来越高,在此条件下,传统的依靠经验和规范进行构件尺寸确定的方法越来越不能满足需要,尤其是在处理一些超高层、异形或者大跨度建筑时,仅仅依靠数值计算和局部优化很难保证整个建筑的安全可靠及有创意的设计理念。概念设计是建筑结构设计的一种重要手段,是在建筑设计之初从总体上考虑结构系统、构件形状和传力路线等宏观层面的问题,为以后的安全、经济和新颖打下基础。通过概念设计,设计者可以基于满足承载力及规范要求的基础上进行结构布置合理化、材料节约化以及效果最大化,在此基础上还可以为绿色建筑、可持续结构及多专业合作设计提供可能。近年来由于 BIM 技术、参数化设计以及数字化分析等方法的应用,概念设计在建筑结构设计方面的作用越来越重要,使得设计方案更快捷、更全面地被推敲、完善,同时也使设计更加具有创新性和可实施性。因此,本文主要从概念设计在建筑结构的应用出发,总结概念设计在建筑结构中的理论依据及现状,并提出概念设计在初步方案设计、构件优化、结构安全评估、绿色建筑结构以及数字化建模等方面的运用方式以期提高建筑设计质量和创新性与可持续性发展提供一定借鉴意义和参考价值。

1 概念设计在建筑结构中的作用

概念设计对建筑结构设计有着重要的指导作用,在整

个建筑设计过程中处于非常关键的位置,对于保证建筑的安全性、经济性和创新性起到至关重要的作用。它在设计开始就确定结构形式以及总体布置,对建筑的抗震性能以及受力方式起着决定性的作用,在此基础上合理设置梁、柱、墙以及基础的受力路线,使得结构达到最优化的同时也使得所用材料得到充分利用;并且通过控制破坏机制来实现“强柱弱梁、强剪弱弯、强节点弱构件”的目标以及设置多道抗震防线,让建筑能够在遭受巨大的外荷载后有规律地释放能量而不至于发生突然倒塌。另外,概念设计还可以克服计算模型所存在的不足之处,在材料的非线性、施工误差或者地震的不确定性的情况下仍然能够保证建筑物的安全可靠;它注重建筑的整体性和规律性,防止刚度突变、薄弱环节出现或者不合理的平面布置造成不利影响并且寻求新的结构形式、新材料使用以促进创新和优化设计。因此,概念设计为结构的“智能化”以及韧性打下良好基础并为建筑的功能、美观和技术要求一致提供有力支持使建筑在受到不同外力作用或者自然灾害情况下仍然具有安全性与耐久性。

2 建筑结构设计现状分析

2.1 传统建筑结构设计模式

在建筑结构设计方面,传统的设计方法一直是以功能、安全和经济为目标,注重建筑构件受力情况、材料选取及施工便利性,设计工作一般都基于经验和标准进行,在此基础上进行结构分析计算、力学建模以及绘制施工图,从

而得出结构布置方案、构件尺寸和支撑方式。这种方法重视结构本身稳固性和耐用性,重视梁、柱、板、基础等基础构件承载力和整个建筑物安全性,但是在创新性、空间表达以及生态可持续性方面关注较少^[1]。同时,传统的工程设计方法对于多专业的协作更多是按步骤来开展工作的,建筑、结构以及机电的设计一般也是分开来进行,而信息之间的传递也仅仅依靠人工或者二维图纸的方式,这就使得整个设计的工作效率低下,在设计初期不能够快速地进行结构方案的调整与优化。

2.2 当前设计中存在的问题

目前,建筑工程结构设计中存在的主要问题是多方面的,主要是创新性、协同性和可持续性方面的问题。一是缺少对于结构形式及构件创新的研究,在很多工程实践中,依然采用传统的结构形式,使得建筑的空间感和建筑的独特性较差,不能够很好的适应现在建筑的功能多样化以及美观度的要求;二是多专业之间配合不够密切,在一个工程项目中,建筑设计、结构设计以及机电专业的各个设计人员之间缺乏有效的交流与合作,大多都是通过二维图纸或者传统的会议进行交流沟通,这无疑降低了设计工作的效率,造成施工过程中的大量返工,不利于最终的设计成果。另外,生态可持续性考虑不够,在传统的结构设计中往往只重视承载力以及经济性,而不考虑所用材料是否环保、是否节能、是否能够重复使用等问题,不能适应绿色建筑和低碳发展需要;而且由于建筑体量越来越大、功能越来越复杂,在现有的设计理念下对于大跨空间结构、超高层建筑以及复杂的地质情况处理不当,会使得计算结果不准或者结构造价很高甚至无法施工,从而影响设计方案优化程度。

2.3 概念设计应用现状

在建筑结构设计中,概念设计的应用越来越受到设计及工程界的关注,但是总体而言还处于初级的研究及应用之中。概念设计主要是在项目的初期阶段,对结构体系、平面布置以及构件的形式等进行大体的概念性想法,在此基础上再进行下一步的具体的设计。而在实践中,已经有部分大型公建、高层建筑以及新型住宅建筑将概念设计应用到其结构设计方案当中,用草图、参数化软件、BIM等手段来进行初步的设计并研究其可行性,以达到结构性能、使用功能及外观效果三者兼顾的目的。但是,概念设计在建筑结构上的普及还存在一定的障碍,一些设计师对于概念设计的认识还不够全面,更多的是在建筑外观或者结构造型上进行尝试,而缺乏系统的、规范化的操作;另外,在多专业配合以及信息集成上,概念设计没有很好地渗透到整个设计过程中去,造成前期的概念设计和后期的施工图设计不能很好的衔接。

3 概念设计在建筑结构中的应用路径

3.1 初步方案设计阶段的概念设计应用

在建筑结构初步方案设计中,概念设计是整个结构设

计的基础,也是整个设计的关键环节。它决定着后期工作的方向,同时也决定了建筑物的安全性、经济性和功能性等指标。在这个过程中,设计师们从概念出发,对整个建筑整体结构思路、空间组织、构件形态和传力路径等内容进行思考,在保证满足使用功能的同时充分考虑建筑所在地的实际情况以及周围环境的影响,从而得到一个初步的概念。而概念设计强调全面性和前瞻性,让设计人员可以在很早的时候就对不同的方案进行分析对比,比如承载力、刚度、材料节约、施工难度等问题。同时,利用草图设计、参数化建模以及 BIM 技术,设计师可把模糊的想法迅速转化成具体的三维模型和可视化方案,对楼板、梁、柱、剪力墙等主要部分的位置以及荷载传递路线做出判断,找出可能存在的问题以及改进的空间,从而使得概念设计不仅可以促进设计理念上的革新,例如尝试空间桁架、异形结构或者轻质组合体系的设计,也可以在初步设计时就对安全性与经济性进行考虑,有利于设计工作更加合理和有效率^[2]。此外,初步方案阶段的概念设计也有利于建筑美学与结构功能结合,在建筑设计初期就把建筑形态、空间布局以及结构关系综合考虑,从而给建筑的功能性、施工性和外观性奠定坚实而持久的基础,也为后期进一步细化设计、施工改进及各专业之间的协作确定明确目标和标准。

3.2 构件优化与结构创新设计

在建筑结构设计过程中,构件优化和结构创新设计是概念设计应用的重要内容之一,主要目的是通过对概念设计进行前期思考、分析研究,从而达到提高结构效率、节省材料、合理布置结构的目的。而概念设计给设计师们提供了一个发挥的空间,在此过程中可以对梁、柱、板、桁架等主要构件的尺寸、截面形状、布置位置、连接方式等做出合理的安排并进行优化。通过对力的作用路线、构件所受力的特点以及整个结构的稳定性进行分析,可以使设计师以保证安全性、满足使用要求为前提尽量做到用最少的材料完成工作,这样既节约成本又有利于提高施工速度。同时,概念设计为结构创新留有余地,可以让团队探索新的结构形式、轻质构件、空间桁架、异型组合结构甚至张拉膜结构等,摆脱常规思维定势,达到形式与结构统一效果,在这个基础上,通过参数化建模、有限元分析及 BIM 技术可以方便地对各种方案进行仿真分析及相互比较,找出受力较大、浪费过多或者施工较难之处进行修改。另外,构件优化不仅是技术问题,也是美学以及使用感受的问题,在构件布置、造型及与建筑功能相结合的基础上,让结构成为空间的一部分,做到功能合理、安全可靠、经济实用、美观大方。

3.3 概念设计与结构安全性分析的结合

在建筑结构的设计过程中,将概念设计与结构安全性分析相结合,是实现创新设计与保障安全可靠两者关系的一种有效方式。概念设计是设计初期提出多种方案供设计师

选择,以确定结构选型、构件布置以及力的作用路径等;而结构安全分析是对以上方案进行合理性、可靠性和抗震性等分析检查,以保证设计方案的安全可靠。这种融合可以使得设计师尽早识别出结构易受损之处、应力集中区域以及施工中的问题,并对可能出现的问题采取措施加以改进,比如控制梁柱塑性铰的位置、节点强度以及整个结构的延性防线等,保证结构在超载的情况下能够有计划地、有预见性地消耗掉能量,防止发生脆性倒塌或者局部破坏的扩展^[3]。另外利用 BIM 技术和参数化建模软件,设计人员可以将设计方案直接与计算结果相连接,快速进行多种方案对比和展示,有利于提高方案选择的合理性同时也加快方案调整速度。

3.4 概念设计在绿色建筑与可持续结构中的应用

在建筑结构设计方面,概念设计对于绿色建筑及可持续结构的应用主要是将其生态思想、节能减排及环境保护的理念落实到具体的建筑方案中去。概念设计可以引导设计师们在项目初期思考建筑物所使用的材质、结构形式和节能降耗问题,尽量使用可再生、低碳或者高性能材料,例如:轻质混凝土、钢结构组合系统以及可回收再用的建筑材料,以减少施工及运行过程中的负面影响。另外,概念设计还可以帮助人们合理安排建筑平面和各个部分的位置关系,充分利用有限的资源,在保证安全性的前提下尽可能地节省材料并降低整个项目的能耗,还可以结合屋顶绿化、垂直绿化、雨水收集再利用等方式与结构设计结合起来提高建筑本身的生态水平。对大规模公共建筑或者高层建筑来说,概念设计还可以指导自然采光、自然通风以及被动节能系统的应用,通过合理结构支撑和空间组织使建筑能耗更低,提高建筑可持续性。

3.5 概念设计与数字化建模、BIM 技术的融合

在建筑结构设计过程中,概念设计与数字化建模以及 BIM 技术结合有利于设计理念创新及管理工作的开展。概念设计是项目开始时对于结构不同设计方案提出设想,而数字化建模和 BIM 技术可以将上述概念方案迅速转化为形象立体模型,使人们能更清晰看到结构外观、布置以及相互位置关系。基于参数化建模方式,在概念设计期间可

以灵活改变结构大小、受力条件以及使用材料等,方便快捷地进行多种方案对比研究,提升工作效率与合理性。同时,BIM 技术支持多专业协同,让建筑师、结构工程师、机电工程师以及施工单位可以在同一平台上交流信息,发现问题,解决问题,保证设计意图能够落实到工程实践中^[4]。另外,BIM 还有利于结构工程师使用软件对建筑施加荷载进行模拟计算,根据施工流程进行模拟,甚至可以做造价估算,为概念提案是否可行提供依据,在保证结构安全的前提下促进创新。

4 结语

概念设计是建筑结构设计的重要组成部分,在整个建筑结构设计的过程中起着举足轻重的作用,它对结构体系的选择、构件优化及力的传递路线都有指导性的作用,同时也起到提高结构的安全可靠度、经济性和可施工性的作用。通过对概念设计在初步方案阶段的应用、构件的设计创新、结构安全分析、绿色可持续结构设计和数字化建模与 BIM 技术的结合,都可以使设计师在保证建筑的安全可靠的前提下进行创新设计和空间布置。同时,概念设计有利于提高整个建筑物的整体性、避免出现薄弱环节、合理使用建筑材料、促进绿色低碳、可持续建筑设计发展,给现代建筑设计提供一种系统化、科学化、高效化的思路和方法,从而让建筑在安全、经济、实用和美观方面达到一个良好的平衡。

【参考文献】

- [1]谢广德.概念设计方法在建筑结构设计中的应用[J].住宅与房地产,2025(20):84-86.
- [2]李静平.基于概念的设计在建筑结构设计中的运用[J].房地产世界,2025(6):47-49.
- [3]刘阳斌.建筑结构设计中的概念设计及结构措施探讨[J].中国住宅设施,2025(3):49-51.
- [4]庄纳敏.建筑结构设计概念设计的应用[J].石材,2024(12):31-33.

作者简介:何念龙(1988.4—),男,汉族,毕业院校:河北农业大学,现就职单位:河北建筑设计研究院有限责任公司。