

谈建筑设计中建筑形态与结构协同研究

赵小曼

中唐工程设计有限公司石家庄分公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]在建筑工程设计中,建筑形态与结构共同设计的研究是为了探索形态和结构在设计方案中互相配合的问题以及对其进行优化的方法,在保证使用功能的前提下达到结构安全、美观统一的效果。伴随着数字信息时代的到来,传统的形态和结构分开的设计形式已经不适合复杂的建筑要求,协同设计理念已经成为当代建筑设计的趋势,《建筑形态与结构共同设计》一文从理论上概述了建筑形态与结构结合的相关概念、原则和技术手段;对参数化设计和 BIM 技术和多学科交叉融合进行详细的讨论;总结了相关评价指标和对策。研究认为,运用协同设计可以将建筑物的形态和结构达到互相配合的效果,在满足功的需要时兼顾经济性和艺术效果,对于建筑的创新以及建筑设计效率提升等方面都提供了有益的帮助。

[关键词]建筑形态;结构设计;协同设计

DOI: 10.33142/ect.v4i3.19403

中图分类号: TU201

文献标识码: A

Discussion on Research on the Synergy between Architectural Form and Structure in Architectural Design

ZHAO Xiaoman

Shijiazhuang Branch of Zhongtang Engineering Design Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: In the design of architectural engineering, the research on the joint design of architectural form and structure is aimed at exploring the problem of mutual coordination between form and structure in the design scheme, as well as the methods for optimizing them, in order to achieve the effect of structural safety, aesthetic unity while ensuring the functional use. With the advent of the digital information age, the traditional design form of separating form and structure is no longer suitable for complex architectural requirements. The concept of collaborative design has become a trend in contemporary architectural design. The article "Joint Design of Building Form and Structure" theoretically outlines the relevant concepts, principles, and technical means of combining building form and structure; Detailed discussion on parametric design, BIM technology, and interdisciplinary integration; Summarized relevant evaluation indicators and countermeasures. Research suggests that the use of collaborative design can achieve a coordinated effect between the form and structure of buildings, balancing economic and artistic effects while meeting the needs of work, which provides beneficial assistance for innovation and efficiency improvement in building design.

Keywords: architectural form; structural design; collaborative design

引言

建筑设计是对建筑学与工程学相交的应用,在于做到功能安全性以及形态审美性的协调,而传统的设计中形态与结构是分开的设计,建筑师注重的是空间、形态的设计,工程师则注重结构的安全性以及经济性,缺少沟通交流会造成设计低效的情况发生,结构复杂或者空间不足的现象也就产生,近年来,由于计算设计、参数化建模及 BIM 技术的应用使得建筑形态与结构可以早于方案阶段进行融合。针对建筑形态与结构设计协同的问题展开研究,总结相关的理论基础、设计准则以及设计的方法,探索出相应的评价体系和改进思路,研究现阶段建筑设计中协同发展的趋势,从而给予建筑方面的创新以理论和方法上的帮助。

1 建筑形态与结构协同的理论基础

建筑形态与结构一体化的设计理念主要是基于建筑

学、结构力学以及设计学交叉学科的研究所得的结果,在建筑的设计当中,建筑物的外形不仅仅是一种功能性以及空间的表现方式,它还向结构系统提出了相应的荷载和稳定性的诉求;同时结构形式的选择会影响到建筑物的整体造型、空间构成以及整体的语言风貌等方面的问题。建筑设计中强调建筑形态与结构的一体化设计就是指建筑形体与其结构之间的相互作用相互联系,使得建筑的功能需求,结构的安全性能以及外在的效果都能够在最开始的时候就得到兼顾和体现。传统上很多经典建筑都具有形体与结构紧密结合的特点,比如运用拱、桁架、张拉膜等形式进行建造的建筑物,它们的形态和结构相得益彰,既考虑到了力学性能也创造了良好的外观形象,当今协作设计的理念更加认为,建筑设计应该构建起跨专业、参数式以及体系性的合作模式,使得形态可以适应结构的限制而自由发展,结构也可以随着形

态的发展进行调整和完善,从而达到一个更佳的设计结果,更高的工作效率。

2 建筑形态与结构协同设计原则

2.1 设计理念与协同思维

设计理念及协同精神在建筑形态以及结构协同上有着指导的作用,协同精神注重综合性与整体性,在建筑设计之初就要考虑到建筑结构约束、功能需求等有关的问题,使得方案能在一开始就具有可行性以及改进的空间。以协同的角度出发,建筑师能够做到形式呈现与结构逻辑之间的结合,把空间诉求、功能配置以及结构系统相结合,防止后期设计时进行反复或是产生矛盾冲突的情况发生。协同式的设计方法不但提升了工作效率而且推动了建筑的发展,形式的设计和结构的设计不再是互相牵制的关系,而是相互促进的关系达到既美观又实用的目的。协同设计的应用要求设计师掌握跨领域知识基础,了解结构力学、材料特点、施工工艺并借助数字手段对参数化控制、优化分析等加以应用,使创意思象能与结构合理性相结合。

2.2 结构与形态的功能匹配

结构与形态的功能相适配是建筑联合设计的基本准则之一,在设计时建筑形体除了表现为空间组织以及视觉感受外还具备结构荷载分配及受力传递作用。在结构类型选择方面与形态的发展息息相关,如框架结构适合规则布置和纵向承重,张拉膜结构或者悬臂结构适合形成自由曲面和超长跨距的空间。功能匹配需要形体生成充分考虑到结构承载性能、稳固性及刚性条件以保障空间利用的安全性和便捷程度。功能匹配之下建筑的设计可以达到形式多样化的同时也可以做到造价低廉化、建造简便化的效果,防止形式过于复杂的结构承受不了或造成资源浪费的现象发生。而结构及形式功能的一致性为整个建筑物的功能提供前提,使其在视觉上、空间上以及力学上都达到一个良好的统一设计风格。

2.3 材料与结构形式对建筑形态的影响

材料及结构体系对建筑形象的影响在综合设计中不能被忽略,不同的材料强度、加工方法及造价条件决定了结构体系的选择范围并且制约着建筑形象的表现手法。钢材是高强易塑性的材料可以做成大跨度及轻质曲面,混凝土适合做承重墙或者框架结构,虽然样式单一但是耐腐蚀性强,在综合设计中要在形象塑造时考虑到材料特性和结构类型使得建筑的形象不仅美观而且实用可靠,做到结构的安全与方便。材料以及结构体系的选择不但关系到结构性能问题也同样决定着空间感受、观感效果,更是实现造型与结构共存的重要要素。

2.4 可持续性与生态设计考虑

在当前建筑领域中,可持续发展及绿色建筑已经

成为建筑形态和结构配合的重点考虑问题之一。协同设计理念不仅仅是对建筑外观及结构的设计,还注重了能源的节约使用,环境的最小破坏以及整个生命周期的成本分析等,建筑形态上的优化能够使建筑物获得良好的通风、采光以及日照情况,在一定程度上减少了建筑所耗用的能源,而选择什么样的形式来进行结构设计就要考虑材料是否合理应用以及施工是否节约能源等。通过生态设计理念使建筑形态、结构、环境等因素相互联系起来便可以达到绿色建筑的效果,比如采用薄壁结构来节省材料、运用参数化技术使建筑造型得到最优化从而使建筑的能耗最低,或者采用可回收材料使得环境压力降到最低等。可持续性以及生态设计的应用使得建筑物在满足结构及使用的基本需求的基础上又可以做到对环境友好的同时达到资源节约的目的,为现代建筑的设计提供了长期的价值。

3 建筑形态与结构协同设计方法

3.1 传统协同设计方法

传统的协同设计主要是依靠建筑师与结构工程师的经验推断及不断相互讨论,它的优势是积累了一定的设计经验,在复杂的情况下能够提出较为合理的设计方案。缺点也很明显就是设计时间过长并且无法做到最完美的优化,同时受到形态本身自由度的限制,对一些复杂的曲面或者特别大的跨度以及特殊材料的结构的设计很难实现形态与结构的有效协同。在这个过程中一般是由建筑师先给出形态设计,在此基础上由结构工程师再做结构计算并加以完善,最后多次迭代才能达到结构的安全性和使用上的合理性。虽然这个方法也适用于简单的房屋结构,在复杂的建筑物的设计过程中以及高标准的要求下传统协作方式已经不能适应当代建筑对于精准的要求、高效的效率及创新的设计理念的需求了,所以也就出现了数字技术和参数化设计的应用。

3.2 数字化设计与参数化建模

数字化设计以及参数化建模给建筑物形体以及结构一体的设计提供技术支持,在运用计算机模拟以及参数化的方法可以做到在建筑的外形生成阶段就能兼顾结构特性及材料限制等问题;参数化的设计就是利用一些重要的设计参数及限定条件来完成建筑形体及结构系统的自动生成并迅速地作出调整的过程,从而使得设计师能够及时的对建筑体形及其结构系统做出相应的联合分析来避免可能出现的问题。数字化设计平台不仅可以达到精确化的结构计算以及可视化的效果,而且可以通过模拟不同的载荷情况,不同的材料选用以及不同的体形变化来达到优化的效果。此方法极大地缩短了设计时间并提升了设计质量及创造性,还能给建筑物寻求美学美、实用性和结构性能之间的平衡带来了可信赖的方法。参数化模型还可以与其

他技术相融合来达到多个专业间的联合管理以及全过程的设计目的,是为现代建筑设计协同工作提供了全套的技术支持。

3.3 BIM 与多学科协同设计方法

BIM(建筑信息模型)在建筑形态及结构一体化设计中的作用至关重要,基于创建建筑信息的数字三维模型以完成建筑师、结构工程师、设备工程师以及其他参与方之间的联合设计。除了能对建筑形态和结构体系进行可视化的分析外还可以进行碰撞检查、材料统计、施工仿真以及能源消耗估算,在前期便可以避免许多错误的发生以及矛盾的存在;同时跨领域联合设计的方式注重信息互通、共同构建以及参数调整,借助 BIM 平台各专业小组能够在同一个模型里同步开展工作,使得建筑形态与结构系统的变动可以即时反映到设计决策中来。此技术还能进行方案的设计改进及优化分析,使得复杂的建筑设计及其结构设计更为合理可控,而且能用于绿色建筑和可持续设计的数据参考,达到从建筑方案的设计到全部施工建设过程的全程优化。

3.4 材料、结构形式与形态的协同优化

材料、结构型式、建筑体型的共同优化为设计的整体优化过程,从材料特性、结构型式及形态生成方式三个方面进行整体分析研究,设计师在保证安全性和功能性的基础上可最大限度发挥建筑体型的艺术性。材料的力学性能、施工方式以及造价等因素都会影响到结构型式的选取以及体型的具体呈现形式,同时结构型式的选择也可以减少材料使用量、提升空间利用率以及施工便利程度。协同优化中要兼顾结构受力特点、体型灵活性、材料适应性以及环境因素等各方面因素,利用数理模拟及参数化手段得到结构、体型两者的最佳组合模式。这种互相优化不仅可以使建筑更加美观,更能从本质上解决建筑的可持续发展问题,在有限的建材资源和时间下,使建筑形态,结构,材料三者达到高度的契合及优化。

4 建筑形态与结构协同的评价与优化

4.1 协同设计评价指标体系

协同设计评价指标体系是用来制定合理的、系统的并且是可以量化的标准来评估建筑设计中的形态及结构之间的协同程度的好坏^[1],评价指标一般包含结构安全性、形态合理性、空间功能匹配度、材料经济性以及环境保护能力等因素,它可以很好地体现出一栋建筑物的功能性、构造性和艺术性的完美结合,借助此指标体系的设计人员就可以在设计初期便可以对设计方案进行量化分析,找出存在的问题并加以解决,而评价体系也为设计方案的选择提供了一定的数据依据,在一定的条件下可以使协同设计得到总体上最优化的结果。指标系统的合理与完备决定着协同评价结果的真实有效以及优化

措施可实施性,是使建筑设计、结构设计能够良好协作的重要手段。

4.2 结构性能分析与形态适应性评估

结构性能分析和形体适应性研究是协同设计的重要内容,在结构系统的受力、稳定、刚度等方面的研究验证了建筑形体的安全性;而形体适应性研究着重于形体对结构合理化、空间利用状况、周围环境影响等因素所作出的反应,例如形体对于光照、空气流通、空间布置、视觉感受等的作用^[2]。运用数字化技术和参数化技术的设计人员能够做出多种设计方案并加以相互比较和调整完善,使形体和结构之间的功能、安全、艺术等方面达到良好的配合关系。此过程增加了设计选择的合理性,同时也为接下来的设计改进提供了数据支持,使建筑整体设计更为统一有序。

4.3 协同优化策略与方法

相互协调的方法是建筑设计与建筑结构达到最合理匹配的一种方式。优化方法注重建筑的设计中通过对参数设置、条件限定及多方案比较来寻找形态与结构之间的最佳结合状态及功能最优化,设计人员可以根据结构受力情况、建筑材料属性及其他空间功能要求进行优化方案的设定,如空间布局重新划分、形状参数的调节、材料选用改进;从方法层面来说通过利用数字化模型建立、参数化设计、BIM 技术等可以做到快速计算及反复迭代从而提高效率、控制误差、量化的计算结果等^[3]。协同设计的方法可以使建筑不仅可以达到结构的安全性和功能的要求,而且可以做到建筑造型美与施工可行性的结合,给建筑创造性的设计以有力的保障。

4.4 设计过程中的约束与平衡

设计中的限制及均衡是建筑形式同结构相互协调的关键因素,在协调设计过程中,建筑师与结构师要对形式自由度、结构安全、材料特性、施工便利性还有经济效益等进行协调统一。限制有力学限制、材料限制、施工工艺限制以及功能需求限制,而均衡就是在几个方面进行取舍,让建筑在形态突破、安全保障、资源分配等方面获得最佳结果。用参数化的建模方法和技术协作的方法可以在初期就对各种限制下建筑形态与结构的表现进行预估,做出合理的判断并快速准确地确定设计方案,从而保证整个建筑结构形式与结构一致并且功能齐全以及经济实用。

5 结语

形态与结构一体化的研究从理论层面以及设计思路和方法上探讨了建筑形态与结构之间的相互作用与协调机制,在设计初期把形态与结构结合在一起,利用计算机参数化建模、BIM 技术和跨学科合作使功能需求、结构安全性和美学要求得以兼顾;本文总结了形态与结构一体化的设计理论、设计方法和技术手段和评价指标,为建筑

设计提供了参考借鉴；随着智能化设计软件、新材料的应用以及绿色可持续理念的发展，形态与结构一体化的设计将会更加深入，促进建筑设计进步，提升设计效率同时为创建绿色可持续建筑贡献力量。

[参考文献]

[1]王鹏军.参数化设计在复杂形态建筑结构设计中的应用[J].建筑与预算,2024(8):55-57.

[2]伍宛汀.数字技术在建筑形态设计中的应用与发展[J].居舍,2025(28):99-102.

[3]张蕴龙,于博.基于参数化设计的建筑形态与结构一体化研究[J].中国建筑装饰装修,2024(15):80-82.

作者简介：赵小曼（1997.11—），女，汉族，毕业院校：河北工程大学科信学院，现就职单位：中唐工程设计有限公司石家庄分公司。