

装配式建筑结构体系设计要点及发展趋势分析

罗劲

武汉和创建筑工程设计有限公司

摘要：随着我国人口的不断增长和城市化进程的加速推进，建筑业正面临着前所未有的挑战。传统的建筑方法在满足迅速增长的城市需求、提高建筑质量和缩短建设周期等方面逐渐显得不够灵活和高效。在这一背景下，装配式建筑结构体系应运而生，并在建筑领域中崭露头角。装配式建筑，也称为预制建筑或模块化建筑，是一种通过工厂预制构件，然后在现场进行组装的建筑方法。相对于传统的现场施工，装配式建筑具有更高的质量控制、更短的工程周期、更少的施工噪音和污染以及更低的能源消耗等优势。这种建筑方法已经在全球范围内得到了广泛应用，涵盖了住宅、商业、工业和公共建筑等各个领域。本文旨在探讨装配式建筑结构体系设计的要点，并分析其发展趋势。

关键词：装配式；建筑结构；体系设计；发展趋势

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.23.093

引言

随着城市化进程的不断推进以及人们对于高效、可持续建筑的需求增加，装配式建筑结构体系作为一种创新性的建筑方法，逐渐引起了广泛关注。本论文旨在探讨装配式建筑结构体系设计的关键要点，并分析其发展趋势。通过对装配式建筑的定义等回顾，本文将为读者提供深入了解这一领域的基础知识，从而为今后的研究和实践提供有力的支持。

一、装配式建筑结构的概念

装配式建筑结构是一种创新性的建筑方法，它已经在全球范围内引起了广泛的关注和应用。与传统的现场施工方法相比，装配式建筑结构体系具有许多显著的优势，使其成为满足当今建筑需求的重要选择。在装配式建筑中，建筑构件和部件在工厂内预制，然后在现场进行组装。这种方法的核心理念是将建筑过程工业化，从而提高效率、质量和可持续性。在这一过程中，各种构件，如墙体、梁柱、屋顶和地板板块，都可以在受控的环境中生产，确保了更高的质量标准 and 一致性。此外，装配式建筑通常可以在较短的时间内完成，因为许多工序可以并行进行，从而缩短了建设周期。这不仅有助于满足紧迫的建筑需求，还减少了施工期间的不便和干扰；另一个重要的优势是减少了现场施工的废弃物和能源消耗。由于构件在工厂内进行预制，废弃物减少了，因为精确的材料量可以更好地控制。此外，工厂生产过程通常更加节能和环保，因为可以更有效地管理资源和

能源。这对于减少建筑业对自然资源的压力以及降低温室气体排放具有积极作用；最后，装配式建筑结构体系还可以更好地适应不同的设计要求和功能。模块化构件的使用意味着建筑师和设计师可以更自由地定制建筑的外观和功能，而不受传统建筑方法的限制。这使得装配式建筑成为满足不同应用需求的灵活解决方案，从住宅到商业和工业建筑再到公共设施，都可以应用。

二、装配式建筑结构体系设计要点

（一）明确设计流程

装配式建筑结构体系设计是一个复杂而系统性的过程，需要经过精确的规划和组织，以确保项目的成功实施。为了明确设计流程，以下是一些关键要点，以确保装配式建筑结构体系的设计过程能够高效、质量可控、安全可靠。首先，设计团队需要与客户和相关利益相关者进行充分的沟通和合作，以明确项目的需求、目标和预算。这一阶段的关键是确保设计团队充分理解客户的期望，以及项目的用途、规模和地理位置等重要因素；接下来，设计团队需要进行详尽的前期调查和现场勘察。这包括对土地条件、气象环境、地质特征和周边建筑物等因素的调查，以便更好地适应设计。此外，现场勘察还可以帮助识别潜在的障碍和挑战，例如地形不均或地下管线；设计的下一步是进行结构分析和计算。这一过程涉及对建筑结构的强度、稳定性和抗震性能进行详尽的工程分析。计算还包括对材料的选择和性能进行评估，以确保结构的安全性和可靠性；一旦设计团队完成了结构分析和计算，就可以开始进行模型制作和建模。计算机辅助设计（CAD）和建模软件在这一阶段起到了关键作用，可以帮助设计师创建详细的建筑模型，包括构件尺寸、连接方式和施工顺序等；随后，设计团队需要进行详细的工程细节设计。这包括具体的构件制造图纸、连接细节和施工计划的制定。在这一阶段，设计团队必须确保所有构件能够准确制造，并在现场顺利组装。

（二）剪力墙结构体系的设计

剪力墙结构体系在装配式建筑设计中扮演着重要的角色，它具有出色的抗震性和稳定性，适用于多种建筑类型。在设计过程中，需要采取一系列措施来确保剪力墙结构的高效性和可靠性。以下是设计剪力墙结构体系时的关键措施：第一，建筑类型和用途的分析。在设计剪力墙结构之前，首先需要仔细分析建筑的类型和用途。不同类型的建筑可能需要不同类型和布局的剪力

墙。例如，住宅建筑、商业大厦和工业建筑可能对剪力墙的要求不同。因此，了解建筑的功能和预期用途是非常关键的；第二，地震区域的评估。地震区域的评估是剪力墙设计的重要前提。建筑所在地的地震活跃性和地震烈度等因素将影响剪力墙的尺寸和数量。必须确保剪力墙足以承受地震产生的水平力，并保障建筑结构的安全性；第三，剪力墙的位置和布局。剪力墙的位置和布局应该在设计初期就确定下来。这需要综合考虑建筑平面布局、建筑高度、内部空间布置和外部美观等因素。通常，剪力墙应分布在建筑的核心区域，以提供最大的稳定性；第四，结构连接和细节设计。剪力墙需要与其他结构元素，如楼板、柱子和梁等进行良好的连接。这包括设计合适的连接细节，确保剪力墙能够有效地传递荷载到基础和其他结构元素上；第五，荷载和分析。剪力墙的设计需要进行详细的结构分析，包括荷载分析和地震响应分析。这有助于确定剪力墙的尺寸、强度和刚度，以满足建筑的结构要求^[1]。

（三）提升预制构件设计的标准化和协调化

装配式建筑结构体系设计是现代建筑领域的一项重要发展趋势，它以提高建筑施工效率、减少浪费和提高质量为目标，通过将建筑结构分解成预制构件并在工厂中制造，然后在现场进行组装。在这一过程中，预制构件的设计标准化和协调化起着至关重要的作用，对于确保整个建筑项目的成功和顺利进行至关重要。然而要提升预制构件设计的标准化，必须建立一套规范和标准，以确保预制构件的尺寸、材料和制造工艺在不同项目中都能保持一致。这有助于降低生产成本，提高构件的质量，同时也简化了现场施工的过程。标准化设计还可以减少错误和不必要的重新设计，从而节省时间和资源。除此之外，协调化的设计是确保不同预制构件之间可以无缝组装的关键。在设计过程中，还需要考虑构件之间的连接方式、定位孔和其他细节，以确保它们在现场可以精确地拼接在一起。这需要密切协调结构设计、建筑设计和预制构件设计团队之间的合作，以确保各个方面都得到充分考虑。其中一种有效的方法是采用建筑信息建模（BIM）技术，它可以在一个虚拟的三维环境中集成所有相关信息，包括建筑结构、预制构件和施工计划。通过BIM，设计团队可以在设计阶段就发现和解决潜在的协调问题，从而减少了在施工现场进行修改的需要。这不仅提高了协调性，还降低了项目的风险和成本^[2]。

（四）建筑立面设计

建筑立面设计过程中，必须与装配式建筑结构体系的整体设计紧密协调，其中主要涉及与结构工程师、机械工程师和电气工程师密切合作，确保立面的设计能够

容纳各种设备、管道和电线，并确保它们的布局不会影响建筑的结构和功能。此外，立面的设计还需要考虑到建筑的定位、气候条件和周边环境，以确保它能够在不同的环境条件下提供良好的隔热、隔音和保温性能。与此同时，由于建筑构件是在工厂中预制的，因此立面的设计必须考虑到构件的制造和运输要求。这意味着立面的设计需要尽量简化构件的形状和尺寸，以减少制造成本和运输难度。而且建筑立面设计还需要考虑到构件的连接方式，确保它们可以轻松、快速地在现场进行组装，从而提高施工效率。最后，在装配式建筑结构体系中，建筑构件的预制和重复使用可以减少材料浪费和施工废料的产生，从而降低建筑的环境影响。因此，立面的设计应鼓励使用可持续材料，并考虑到建筑的能源效益，例如采用高效的隔热和保温材料，以降低能源消耗^[3]。

（五）施工作业设计

装配式建筑结构体系的制造和安装涉及大型重型构件的搬运和吊装，那么人员必须严格遵守安全标准和规定。施工作业设计应包括详细的吊装计划、支撑结构设计和紧急救援预案，以确保在施工过程中不发生事故。另外，施工作业设计需要考虑到工人的培训和技能。装配式建筑结构体系的制造和安装通常需要特殊的技能和培训，那么施工单位必须组织现场工作人员，确定好具体的施工作业设计方案，期间包括培训计划和技能认证要求。而且施工作业设计还应考虑到工人的安全和舒适，例如提供必要的防护装备和休息设施，以提高工作效率和工作满意度。不仅如此，施工作业设计还需要考虑到材料和设备的供应链。在装配式建筑结构体系的制造和安装中，材料和设备的供应必须与施工进度相协调。施工作业设计应包括详细的供应链计划，以确保材料和设备按时到达现场，并满足质量要求。过程中必须要求工作人员根据现场情况，充分考虑到材料和设备的储存和保管，以避免损坏或浪费。最后，施工作业设计还应考虑到可持续性因素。装配式建筑结构体系的制造和安装通常涉及大量的能源消耗和资源使用。因此，施工作业设计应采用可持续的施工方法，例如优化能源利用、减少废弃物和采用环保材料。这有助于降低项目的环境影响，提高可持续性^[4]。

（六）调整结构设计

装配式建筑结构体系设计是一门复杂而具有挑战性的工程领域，工作人员应该要确保其顺利进行，前提条件就是需要不断调整和改进结构设计。其一，调整结构设计的实践措施之一是灵活运用计算机辅助设计（CAD）和建模工具。现代CAD软件可以帮助设计师在设计过程中快速生成三维模型，并进行各种分析，如结构

分析、性能分析和成本估算。这些工具可以帮助设计师快速验证不同设计方案的可行性，从而更好地满足项目的要求；其二，采用先进的结构分析方法是调整结构设计的关键。有限元分析等分析方法可以帮助设计师更好地理解结构的受力情况，识别潜在的问题，并进行必要的优化。通过这些分析方法，设计师可以调整结构的参数，以确保其在承受负荷和抗震等方面具备足够的稳定性和安全性；其三，在实际的设计过程中，模拟和测试也是不可或缺的一环。设计师可以利用模拟软件来模拟不同荷载条件下结构的响应，并通过实验室测试来验证模拟结果。这有助于识别潜在的问题和改进设计。同时，与承包商和施工团队的紧密合作也是调整结构设计的关键。设计师需要与施工专业人员密切协作，以确保设计方案的可实施性。他们可以提供有关施工过程中可能出现的问题的建议，并根据实际情况对设计进行调整；其四，不断学习和更新知识也是调整结构设计的实践措施之一。建筑领域的技术和材料不断发展演进，设计师需要保持对新技术和最佳实践的了解。参加培训课程、研讨会和行业会议，与同行交流经验，可以帮助设计师不断提高其设计技能。

三、装配式建筑结构体系设计发展趋势的分析

装配式建筑结构体系设计一直在不断发展和演进，以满足现代建筑领域的需求和挑战。接下来将分析装配式建筑结构体系设计的发展趋势，以展望未来的方向和可能的创新。

（一）数字化设计和BIM技术的应用

随着数字化技术的迅猛发展，装配式建筑结构体系设计越来越依赖于建筑信息模型（BIM）。未来，BIM技术将更广泛地应用于整个装配式建筑的生命周期，从设计到制造、运输和安装，以实现更高效的协同工作和信息共享。BIM还可以用于虚拟施工仿真，帮助识别和解决施工问题，降低风险并提高效率。

（二）模块化和定制化设计

未来，装配式建筑结构体系设计将更加注重模块化和定制化。模块化设计可以提高构件的标准化和可重复性，降低成本并提高生产效率。与此同时，建筑师和设计师将拥有更多的自定义选择，以满足不同项目和客户的需求。这种定制化设计将促进装配式建筑的多样性和创新^[5]。

（三）可持续性和环保

在面对气候变化和资源稀缺性的挑战时，可持续性将成为装配式建筑结构体系设计的核心趋势。未来，将更多关注使用可再生材料和减少能源消耗。同时，装配式建筑还将更注重循环经济，通过设计可拆卸和可重复使用的构件，降低废弃物产生。

（四）自动化和机器人技术

自动化和机器人技术将在装配式建筑的制造和安装中发挥越来越大的作用。自动化设备和机器人将能够完成繁重的工作，提高生产效率并减少人力成本。这也将有助于提高装配式建筑的质量控制和安全性。

（五）智能化建筑和物联网（IoT）

未来的装配式建筑将越来越智能化，与物联网技术相结合。这意味着建筑将能够收集和分析数据，以优化能源利用、提高建筑性能和提供更好的用户体验。智能建筑还可以实现自动化的维护和管理，延长建筑的寿命。

（六）跨学科合作

装配式建筑结构体系设计将继续鼓励跨学科合作。建筑师、工程师、制造商和施工团队之间的紧密合作将变得更加重要，以确保装配式建筑项目的成功实施。这种合作可以帮助解决复杂的技术和管理挑战^[6]。

结论

装配式建筑结构体系设计是现代建筑领域的一个重要创新，它以其高效、可控和可持续的特点吸引了越来越多的关注。在本文中，详细总结了装配式建筑结构体系设计的要点以及其未来的发展趋势。通过整体设计协调、施工作业设计以及调整结构设计等措施，必然能够大大提高装配式建筑结构体系设计成效。在今后发展当中，装配式建筑结构体系设计必将迈向数字化设计、自动化以及跨学科合作等方向。总之，装配式建筑结构体系设计的要点包括整体设计协调、模块化和标准化、数字化技术应用等。今后这一领域将继续强调可持续性，推广数字化技术，鼓励定制化设计，普及智能建筑技术，并在全球范围内蓬勃发展。装配式建筑结构体系设计将继续为建筑行业带来创新和改变，为人们提供更加高效、可持续和智能的建筑解决方案。

参考文献

- [1] 冯振. 试析装配式建筑结构体系设计要点及其发展趋势[J]. 中国住宅设施, 2019(9): 37-38.
- [2] 史艳. 试析装配式建筑结构体系设计要点及其发展趋势[J]. 砖瓦世界, 2019(1): 205.
- [3] 梁晨, 吕彦斌. 试析装配式建筑结构体系设计要点及其发展趋势[J]. 工程建设与设计, 2018(5): 58-62.
- [4] 周鹏, 赵亚军, 李木. 装配式建筑构件配套模具设计组装技术[J]. 施工技术, 2021, 50(4).
- [5] 薄琳琳. 装配式建筑结构设计时必须考虑的施工因素[J]. 装饰装修天地, 2020(7).
- [6] 孙兵. BIM技术在装配式建筑结构设计中的应用[J]. 建筑结构, 2020, 50(12).