

预制装配式混凝土 (PC) 结构施工技术浅探

邹 鹏

新疆北新路桥集团股份有限公司西安分公司, 陕西 西安 710000

[摘要] 在建筑领域中, 预制装配式混凝土结构在提高施工效率、降低成本、保证质量等方面展现出了明显的优势, 不仅能够满足建筑物结构的强度和稳定性要求, 还能够大幅缩短施工周期, 减少施工现场对环境的影响, 因此受到了越来越多的关注和推崇。然而, 尽管预制装配式混凝土具有诸多优势, 但其施工过程中仍然存在一系列挑战和问题, 如施工安全、质量控制、技术标准等方面的考验。文中对预制装配式混凝土结构的施工技术进行深入探讨和研究, 从而为解决这些问题提供参考和建议。

[关键词] 预制装配式混凝土; 结构构造; 施工工艺; 质量控制

DOI: 10.33142/aem.v6i6.12033

中图分类号: TU528

文献标识码: A

Exploration on Construction Technology for Prefabricated Concrete (PC) Structures

ZOU Peng

Xi'an Branch of Xinjiang Beixin Road and Bridge Group Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, 710000, China

Abstract: In the field of construction, prefabricated concrete structures have shown significant advantages in improving construction efficiency, reducing costs, and ensuring quality. They can not only meet the strength and stability requirements of building structures, but also significantly shorten the construction period and reduce the impact of construction sites on the environment. Therefore, they have received more and more attention and praise. However, although prefabricated concrete has many advantages, there are still a series of challenges and problems in its construction process, such as construction safety, quality control, technical standards, and other aspects of testing. This article conducts in-depth exploration and research on the construction technology of prefabricated concrete structures, in order to provide reference and suggestions for solving these problems.

Keywords: prefabricated concrete; structural construction; construction technology; quality control

引言

在当今建筑行业中, 随着城市化进程的不断加速和人们对建筑质量和效率的不断追求, 预制装配式混凝土技术通过在工厂预制构件并在现场进行组装的方式, 极大地提高了施工效率, 缩短了工期, 降低了施工成本, 同时也提高了建筑质量和安全性。预制装配式混凝土结构因其具有的多种优点而在建筑界备受追捧, 比如在工厂受控的环境下生产, 可以保证构件的一致性和质量; 施工现场的作业空间需求较小, 有利于减少对周边环境的干扰; 施工过程中减少了对人力资源的需求, 降低了劳动强度和安全风险等。

1 预制装配式混凝土概述

1.1 预制装配式混凝土的定义与发展历程

预制装配式混凝土 (PC) 是一种在工厂或生产场地中制造的混凝土构件, 制造成型并达到强度要求后将其运送到现场进行组装和安装的建筑工程方法。其发展历程可以追溯至 20 世纪初, 随着建筑技术和工程材料的不断发展, 预制装配式混凝土才逐渐成为建筑行业的重要趋势。从二战后开始, 随着建筑行业的恢复和发展, 预制装配式混凝土逐渐得到更广泛的应用, 特别是在大型工业和公共建筑项目中。到了 20 世纪 80 年代至今, 在计算机辅助设计 (从 CAD 到 BIM 建模软件) 和先进材料技术的推动下, 预制装配式混凝土得到了进一步的发展和普及, 其应用范围涵盖

了住宅建筑、商业建筑、桥梁工程等多个领域。

1.2 预制装配式混凝土的优势与应用领域

PC 施工工期短, 构件在工厂预制, 可以与现场施工同时进行; 质量可控性, 工厂化生产能够保证预制构件的质量稳定, 减少了现场施工中可能出现的质量问题; 由于节约了施工时间和人力资源, 总体上能够降低项目成本; PC 在生产过程中能够减少对环境的影响, 符合环保节能的要求。预制装配式混凝土广泛应用于住宅建筑、商业建筑、桥梁工程等领域。在住宅建筑方面, PC 能够快速建造并保证建筑质量, 因此在公寓楼、别墅等项目中得到广泛应用; 商业建筑项目如写字楼、购物中心、酒店等, PC 的快速施工能够满足商业项目的投入运营时间要求; PC 在桥梁工程中也具有制作集中、场地整合、施工周期短、质量可控等优势, 在桥梁建设中得到广泛应用。

1.3 国内外预制装配式混凝土市场现状分析

在国内市场, 随着我国城市化进程的不断推进和建筑工业化政策的出台, 预制装配式混凝土市场得到了迅速发展。特别是在一二线城市以及新兴城市, 预制装配式混凝土得到了广泛应用。发达国家如欧美国和日本早在几十年前就已经开始大规模应用预制装配式混凝土, 而在发展中国家, 预制装配式混凝土市场也在逐步发展, 受到了国际资金和技术的支持。总体来看, 预制装配式混凝土市场

在国内外均呈现出良好的发展态势，未来有望持续增长。

2 预制装配式混凝土结构构造

2.1 预制装配式混凝土结构的组成与分类

预制装配式混凝土结构由多种构件组成，主要包括板、柱、梁、墙等。板类构件主要用于构成建筑的地板、楼板和墙体结构，能够承受人员活动和装置设备的荷载；柱类构件则是支撑建筑物的重要组成部分，用于传递上部结构的荷载至基础；梁类构件用于支撑板类构件的横向荷载，如楼梁、横梁等，承担着分配荷载的作用；墙类构件主要用于承受建筑的竖向荷载和提供空间分隔^[1]。根据构件的制作方式和现场组装方式，预制装配式混凝土结构还可以分为预制构件和装配构件两大类。预制构件是在工厂或生产场地中预先制造好的构件，然后运输到现场进行组装和安装；而装配构件则是在现场组装构件形成整体结构。

2.2 预制装配式混凝土结构的基本构造

预制装配式混凝土结构可以采用框架结构、框剪结构、空心板结构等不同形式，具体选择取决于建筑设计和使用功能的需求；结构的构件需要根据不同的荷载和使用条件进行设计，确保其具备足够的承载能力和稳定性。在设计过程中，需要充分考虑构件的尺寸、截面形状以及材料的选用，预制构件之间的连接方式需要选择合适的方法，以确保结构的整体稳定性和安全性。常见的连接方式包括螺栓连接、粘接连接、预埋连接等，通过合理的结构形式设计、构件设计和连接方式选择，可以构建出稳定可靠的预制装配式混凝土结构，满足建筑工程的要求。

2.3 预制构件连接技术与关键节点设计

预制构件连接技术和关键节点设计对于预制装配式混凝土结构的安全性和稳定性至关重要。常见的连接方式包括螺栓连接、粘接连接、预埋连接等，在选择连接方式时，要考虑构件的类型、尺寸和受力情况，还要选择合适的连接件，保证其具备足够的承载能力和耐久性。除此之外，连接工艺的控制也是连接技术的关键，需要严格按照施工规范和工艺要求进行操作，确保连接质量和施工安全。关键节点的设计过程中，需要特别关注结构的受力集中部位，合理设计节点构造，还需要考虑结构的变形控制，采取相应的措施减少结构变形，确保建筑物的使用安全性和舒适性。此外，防水防火是预制装配式混凝土结构设计中不可忽视的重要环节，需要在节点设计中考虑防水防火的措施，通过合理的预制构件连接技术和关键节点设计，可以有效提升预制装配式混凝土结构的安全性、稳定性和可靠性，确保建筑工程的顺利进行和长久使用。

3 预制装配式混凝土施工工艺

3.1 预制构件生产工艺流程

预制构件生产工艺流程需要根据建筑设计图纸确定构件的尺寸、形状、数量和材料要求，并准备好必要的生产设备和模具；混凝土配制阶段至关重要，需要严格控制混凝土的配合比、外掺剂、搅拌时间和质量，制作适用的模具需要考虑到模具的强度、刚度和表面光滑度等因素；

将混凝土倒入模具中，通过振捣、压实等方式确保混凝土充分填满模具、排除气泡；养护和固化阶段需要对浇筑完成的混凝土进行适当的养护，保持水分和温度，促进早期强度的发展；脱模和修整阶段，混凝土达到一定强度后，可以拆除模具，并对构件进行表面修整、打磨和清理，确保其尺寸和表面质量达到设计要求。

3.2 预制构件运输与存储管理

在运输方面，要选择合适的运输工具，如专用运输车辆或起重设备，运输过程中要确保构件的固定和防止碰撞，以避免构件受损或变形，还需要根据构件的尺寸和数量，安排合理的运输路线，避开道路限高、限宽等障碍物^[2]。在存储管理方面，需要选择干燥、通风的存储场地，并采取防水防潮、防晒防雨等措施，保护构件的表面质量和机械性能，要注意避免存放过多的构件，以免造成场地压力过大或构件受力不均。

3.3 预制构件安装与连接技术

在安装过程中，首先需要进行现场勘测和测量，确定构件的位置和安装要求，采用适当的起重设备将构件吊装至指定位置，并进行调整和定位，保证构件之间的连接紧密和稳固。连接技术方面，常见的连接方式包括螺栓连接、粘接连接、预埋连接等，需要根据具体情况选择合适的连接方式，确保连接牢固可靠，满足结构的承载要求和使用功能，在连接过程中，需要严格按照设计要求和施工规范操作，确保连接件的正确安装和连接质量。此外，安装过程中还需注意安全防护措施，通过合理的预制构件安装与连接技术，可以有效地提高施工效率，确保建筑结构的稳定性和安全性，同时满足工程质量和设计要求。

4 预制装配式混凝土施工质量控制

4.1 施工前质量控制措施

在进行预制装配式混凝土施工之前，必须实施一系列的质量控制措施，以确保施工的顺利进行和最终工程质量符合要求。通过对预制构件的设计文件进行仔细审查，可以确保设计方案符合国家相关标准和建筑规范，并满足结构安全和使用功能的要求，还有助于及时发现和纠正设计中存在的问题，为后续施工提供可靠的设计依据。在施工前，需要对混凝土原材料进行严格的检验，包括水泥、砂、石料等。检验的目的是确保原材料的质量合格，并符合施工的要求。例如，水泥的品质直接影响混凝土的强度和耐久性，因此需要对水泥的品质指标进行检测，确保其符合国家标准和建筑规范的要求。在预制构件生产过程中，需要使用各种模具和设备进行混凝土的浇筑和成型。因此，对模具和设备的质量和性能进行检查，确保其运行正常、精度准确，对于保证预制构件的生产质量和尺寸精度至关重要。

4.2 施工过程中质量控制方法

施工过程中的质量控制方法涵盖了从混凝土配制到构件生产的每个环节，以确保预制构件的质量稳定和工程进度顺利。混凝土的质量直接影响着构件的强度和稳定性，在混凝土配制过程中，必须严格控制水灰比、配合比和搅

拌时间,确保混凝土的均匀性和强度满足设计要求。采用质量稳定的原材料、准确控制配比、严格控制搅拌时间和搅拌速度等措施,可以有效地控制混凝土的质量。生产过程中应对模具制作、混凝土浇筑、固化等环节进行监控,通过实时监控设备、工艺流程的自动化控制以及人员的定期巡检,可以及时发现生产过程中的异常情况,并采取相应的措施进行调整和纠正,确保构件质量稳定。在生产过程中,应定期对预制构件进行抽样检验,对关键指标如尺寸、强度、外观等进行检测和评估。抽检结果可以及时发现生产过程中的问题,及时进行调整和改进,确保生产出符合要求的预制构件。记录施工过程中的关键数据和操作步骤,通过记录施工过程中的关键信息,可以及时发现问题并及时采取纠正措施,保证预制构件的质量和工程进度。总之,施工过程中的质量控制方法包括混凝土配制过程的控制、生产过程的实时监控、质量抽检和施工过程记录和追溯。

4.3 施工后质量验收标准与程序

施工后的质量验收标准与程序是确保预制装配式混凝土工程质量的关键环节。质量验收的标准应当符合相关国家标准和建筑规范,以确保工程质量达到设计要求。对于预制构件的尺寸,应当进行精确的测量和比对,确保其与设计图纸中的要求一致,任何尺寸偏差都应在允许范围内,以确保构件的准确性和稳定性。预制构件的强度应当符合设计要求,强度的验收通常通过取样检测进行,测试样品的抗压、抗剪等强度指标,以确保其符合相关标准和规范要求。预制构件的表面应平整、光滑,无裂缝、疤痕或其他明显的缺陷,外观检验还包括颜色、色泽等方面的评估,确保构件的整体外观符合设计要求,美观大方^[3]。程序包括验收人员的组成、验收时间、验收方法等方面的规定,质量验收应由建设单位和施工单位共同参与,通过双方共同的检查和确认,确保工程质量符合要求。对于不符合要求的预制构件,应当采取相应的纠正措施,确保问题得到及时解决,以避免对后续施工和工程质量造成影响。总之,施工后的质量验收标准与程序应包括尺寸精度、强度、外观质量等多个方面的评估,并严格按照验收程序进行操作。通过合理的质量验收,可以确保预制装配式混凝土工程的质量达到设计要求,保证工程的安全可靠性和使用性能。

5 预制装配式混凝土施工安全管理

5.1 施工安全风险评估与预防措施

在预制装配式混凝土施工中,施工安全风险评估与预防措施是确保施工过程安全的重要环节。施工安全风险评估需要全面细致地分析施工过程中可能存在的各种安全风险和潜在危险因素,包括高空作业、起重吊装、电气作业、机械设备操作等各个环节。在识别和评估施工安全风险的基础上,制定详细的施工安全管理控制措施,明确安全责任和操作规程,确保所有施工人员都了解和遵守安全规定。定期检查和维护施工设备,确保设备的安全性能和

正常运行,加强对施工现场的监督和管理,及时发现和排除安全隐患,也是保障施工安全的有效途径。

5.2 施工现场安全管理要点

在预制装配式混凝土施工中,施工现场警示标识的设置可以有效提醒施工人员注意安全,特别是危险区域和安全通道的设置,避免意外伤害的发生,合理划分施工区域,确保施工作业有序进行,避免交叉作业和混乱现象,保持施工现场的清洁整洁和设置安全通道,有利于施工人员和设备的通行和作业,降低意外风险。设备的定期检查和维修,以及安全防护设施的配备,是保障施工安全的重要措施。另外,施工人员的安全培训和教育、安全会议和演练的组织,以及定期的安全检查和评估,都能有效提高施工现场的安全管理水平,减少施工事故的发生。

5.3 应急响应与事故处理措施

在预制装配式混凝土施工中,建立有效的应急响应机制和事故处理措施至关重要。应急响应机制需要建立清晰的应急预案,包括事故类型分类、紧急联系人、应急处置程序等内容,还应配备必要的应急救援设备和药品,如急救箱、应急照明设备等,以应对不同类型的事故和紧急情况^[4]。组织定期的应急演练,模拟各种突发事件,提高施工人员的应急处理能力和反应速度,确保他们能够在紧急情况下迅速冷静地应对。对事故进行详细的调查和分析,找出事故原因和责任人,并采取相应的措施加以处理,以避免类似事故再次发生。

6 结语

在预制装配式混凝土施工中,通过对施工安全风险的全面评估和科学预防措施的实施,可以最大程度地降低施工过程中的安全风险,严格控制施工质量,确保预制构件的强度和稳定性,是确保工程质量的重要保证。此外,高效的施工管理和组织,可以提高工程的施工速度和效率,确保工程按时完成,为工程的顺利交付提供保障。预制装配式混凝土施工的安全、质量和效率是相互关联、相辅相成的。只有在安全可靠的前提下,才能保证工程的质量和进度。

[参考文献]

- [1]陈阳,张文军,桂波,等.装配式建筑密封胶的粘接可靠性检测研究[J].粘接,2023,50(3):30-34.
- [2]杨帅,陈臻泽,王嘉乐,等.装配式混凝土结构施工技术的发展趋势研究[J].工程建设与设计,2023(20):207-209.
- [3]武蓉,贺国先.建筑供应链物资物流配送中心动态选址仿真研究[J].建筑经济,2023,44(2):583-587.
- [4]石会民,侯俊太.公路工程混凝土预制拼装技术分析[J].交通世界,2024(2):121-138.

作者简介:邹鹏(1981.10—),毕业院校:辽宁工程技术大学,所学专业:交通土建,当前就职单位:新疆北新路桥集团股份有限公司西安分公司,职务:项目总工,职称级别:高级工程师。