

预制装配式建筑结构与施工关键技术研究

苏文涛

陕西建工第九建设集团有限公司 陕西 榆林 719000

摘要：本文深入探讨了预制装配式建筑结构与施工的关键技术，包括设计技术、施工技术、质量管理等方面。研究表明，预制装配式建筑具有高效、环保、质量好等优势，但在技术推广中仍面临挑战。通过系统分析关键技术，本文为提升预制装配式建筑的整体水平提供参考。

关键词：预制装配式建筑；结构设计；施工技术；BIM技术；质量管理

引言

随着城市化进程的加快和建筑技术的不断发展，预制装配式建筑作为一种新型建筑形式，凭借其高效、环保、质量好等优势，逐渐成为建筑行业的重要发展方向。预制装配式建筑是指将建筑的各个部分在工厂中进行生产，随后运输到施工现场进行组合装配的建筑形式。然而，预制装配式建筑在推广过程中仍面临一些技术挑战。因此，深入研究预制装配式建筑结构与施工的关键技术具有重要意义。

1 预制装配式建筑设计关键技术

1.1 设计特点与流程

预制装配式建筑设计的特点鲜明，其核心在于流程的精细化、设计的模数化、配合的一体化、成本的精准化以及技术的信息化。这一系列特点共同构成了预制装配式建筑设计的基石，确保了建筑从设计到施工的高效衔接与质量控制。流程精细化体现在设计的每一个环节都被细致划分，从初步的市场调研、需求分析，到技术策划、方案设计，再到初步设计、施工图设计，直至构件加工图设计、预制构件设计、构造节点设计等，每一步都需精确无误，以确保后续生产的顺利进行。这种精细化的设计流程，不仅提高了设计效率，也大大减少了施工过程中的变更与返工，降低了成本。设计模数化是预制装配式建筑设计的核心之一。通过设定统一的设计模数，如长度、宽度、高度等基本尺寸单位，使得预制构件能够实现标准化、系列化生产，提高了构件的通用性和互换性。这不仅简化了设计过程，也便于构件的存储、运输与现场装配，加速了施工进度。配合一体化强调的是设计、生产、施工等各个环节之间的紧密协作^[1]。设计师需与构件生产商、施工单位保持密切沟通，确保设计意图能够准确无误地转化为实体建筑。这种一体化的配合模式，要求设计师具备跨领域的知识背景，能够理解并解决实际生产、施工中可能遇到的问题。成本精

准化是通过精细化设计与模数化生产实现的。由于预制构件的标准化，可以大规模批量生产，降低了单位成本。同时，设计阶段的精确计算，减少了施工过程中的浪费，进一步控制了总体成本。技术信息化则是利用现代信息技术，如BIM（建筑信息模型）、云计算等，提升设计效率与质量。BIM技术的应用，将在下文详细阐述。

1.2 BIM技术的应用

BIM技术，即建筑信息模型技术，是预制装配式建筑设计中的一项革命性技术。它不仅改变了传统的设计方式，还极大地提升了设计的精度与效率。BIM技术能够实现预制构件的三维建模，使得设计师可以在虚拟环境中对建筑进行全方位、多角度的审查与优化。这种可视化的设计方式，有助于发现传统二维设计中难以察觉的问题，如空间冲突、管线布置不合理等，从而在设计阶段就予以解决，减少了施工过程中的变更与返工。通过BIM技术，设计师可以建立预制构件的“族”库，将各种标准构件的尺寸、样式、材料等信息集成在一起，形成统一的数据库。这不仅方便了设计师的选用与修改，也为构件生产商提供了准确的生产依据，确保了构件的标准化与一致性。此外，BIM技术还支持设计信息的开放与共享。设计师可以将设计方案上传到云端服务器，与项目团队的其他成员实时共享，实现了设计、生产、施工等各个环节的无缝对接。这种信息化的协作模式，提高了项目的整体效率，缩短了建设周期。

1.3 立面与平面设计要点

立面设计：立面是建筑给人的第一印象，也是体现建筑风格与特色的重要方面。在预制装配式建筑的立面设计中，设计师需要在保证基本功能的基础上，突出审美特征。这可以通过组合方式的多样化来实现，如采用不同的预制构件组合方式，形成丰富的立面造型。同时，立面材料的质感差异也是增加立面审美感的重要手段。设计师可以选用不同材质、颜色的预制板、砖等构

件,通过巧妙的搭配与组合,营造出独特的立面效果。

平面设计:平面设计是建筑内部空间布局的基础。在预制装配式建筑的平面设计中,设计师需要遵循模式协调原则,做好套型模块设计工作。这要求设计师在保证套型模块尺寸统一的前提下,充分考虑居住者的生活习惯与需求,合理布置各功能空间。同时,设计师还需要注意管径尺寸和承重墙等环节的设计。管径尺寸的设计要考虑到预制构件的预留洞口位置与大小,以确保管线的顺畅布置。承重墙的设计则要遵循结构安全的原则,确保建筑的稳定性与安全性。

2 预制装配式建筑施工技术

2.1 构件运输与堆放

预制构件是装配式建筑的基础单元,其运输与堆放环节至关重要。在构件混凝土强度达到设计强度之前,绝对不能进行运输,以确保构件在运输过程中不会因强度不足而受损。运输前,需根据构件的特点(如尺寸、重量、形状等)规划合理的运输线路,选择适合的运输车辆,并采取相应的支垫和固定措施。对于大型或异形构件,可能需要定制专用的运输架或支撑结构,以确保运输过程中的稳定性和安全性。到达施工现场后,构件的堆放同样需要谨慎处理^[2]。应选择平坦、坚实的场地进行堆放,避免地基沉降或地面塌陷导致构件损坏。堆放时,应按照施工具体标准,在底层和层间放置垫块,以提升质量安全性。垫块的选择应考虑其承载力、稳定性和耐久性,确保能够支撑构件的重量并防止其滑动或倾倒。

2.2 混凝土墙体浇筑

在装配式建筑工程的混凝土墙体浇筑施工中,分层施工是一种常用的方法。分层浇筑可以有效地控制混凝土的浇筑厚度和均匀性,避免一次性浇筑过厚导致的混凝土内部应力集中和温度裂缝等问题。浇筑的作业时间必须严格控制在混凝土初凝时间之内,以确保各层混凝土之间良好粘结和整体性。因此,施工现场需要合理控制各层混凝土浇筑的时间与高度,确保施工过程的连续性和高效性。在浇筑过程中,应采用分层振捣的施工方式,对浇筑现场进行均匀振动。振捣的目的是排除混凝土中的气泡和多余水分,提高混凝土的密实度和强度。振捣时应避免过振或漏振,过振会导致混凝土分离和砂浆流失,而漏振则会导致混凝土内部存在空洞和疏松区域。

2.3 预制部件装配施工工艺

预制部件的装配是装配式建筑施工中的关键环节。在进行吊装前,应确保部件之间连接面的干净整洁,无油污、灰尘等杂物。同时,应准备好灌浆工具、调整

斜撑以及螺栓等必要的装配工具和材料。在柱的装配工艺中,当预制部件距离安装层面一定距离时,应停止吊装并仔细检查连接套筒和层面预留位置是否对准。对准后,继续缓慢下降部件至安装位置。随后,安装斜撑以调整柱子的垂直角度,并在柱子和层面的连接处注入砂浆进行密封,以确保连接的紧密性和防水性。墙板预制部件的体积较大,吊装过程中应保持较低的速度运输,以避免因速度过快导致的部件晃动或碰撞。在定位时,应通过预制部件预留的钢筋和套筒进行准确定位,确保墙板与周边结构的准确对接。

2.4 钢筋连接新方式

传统钢筋绑扎搭接方式工序繁杂,且易引发应力集中问题。在装配式建筑中,宜采用钢筋套筒连接、浆锚搭接连接等新型机械连接手段,以提高施工效率和连接可靠性。钢筋套筒连接是在钢筋端部套上金属套筒,通过机械挤压或灌浆的方式实现连接。这种方式操作便捷、连接可靠,常用于梁柱钢筋的衔接。机械挤压套筒连接具有施工速度快、连接质量高等优点,而灌浆套筒连接则适用于对连接强度要求更高或钢筋直径较大的情况^[3]。浆锚搭接连接则是将预制构件钢筋端部弯成马鞍形,在浇筑混凝土时与现浇钢筋搭接,并灌注高强无收缩灌浆料实现连接。这种方式因其施工精度要求高,常用于剪力墙竖向钢筋的连接。浆锚搭接连接具有连接强度高、施工方便等优点,但需要注意灌浆料的选择和灌注质量的控制。

3 预制装配式建筑的质量管理

3.1 各方责任压实

建设单位、设计单位、生产企业、施工单位和监理单位等各方应明确各自的责任,确保预制构件的产品质量和工程质量安全。建设单位应严格督促相关单位采购、使用符合标准的预制构件;设计单位应严格按照法律法规和工程建设标准进行设计;生产企业应加强原材料检验和生产过程质量管理;施工单位应会同其他单位对预制构件的质量进行监督和检查;监理单位应针对装配式建筑和预制构件特点,编制监理规划、实施细则,对预制构件生产制作全过程进行监理。

3.2 生产环节质量管控

预制构件的生产环节是质量管理的关键。在生产前,生产企业技术负责人应向工人进行技术交底,明确生产工艺和技术标准,确保工人能够按照要求进行生产。同时,还应依据相关技术标准进行混凝土配合比设计和检验,确保混凝土的质量和性能符合相关要求。在生产过程中,应对隐蔽工程和每一检验批进行验收,并

形成相关纸质验收文件及影像记录。隐蔽工程是预制构件质量的重要环节,必须严格按照相关要求进行验收和记录。每一检验批的验收也是确保预制构件质量的重要手段,通过对每一检验批的验收,可以及时发现和解决生产过程中的问题,确保预制构件的质量符合相关要求。

3.3 质量检测制度

建立健全原材料质量检测制度和企业生产质量检验制度是确保预制构件质量的重要保障。对水泥、钢筋、钢筋连接接头、钢筋灌浆套筒连接接头、保温材料、28天混凝土标养试件等实行第三方检测,由监理单位实施见证取样和送检。这样可以确保原材料和预制构件的质量符合相关标准,提高预制构件的可靠性和安全性^[4]。生产企业试验室应严格按照相关标准开展试验工作,确保试验报告的真实性、准确性、合法性。试验室是预制构件质量检测的重要环节,必须加强对试验室的管理和控制,确保试验工作的准确性和可靠性。

3.4 质量追溯系统

为了进一步提高预制构件的质量管理水平,鼓励生产企业建立基于二维码、无线射频等技术的质量追溯系统。通过记录预制构件的规格尺寸、重量、检验信息等数据,实现预制构件生产、应用全过程质量可追溯。这样可以方便地对预制构件的质量进行追踪和查询,及时发现和解决质量问题,提高预制构件的质量和可靠性。

4 挑战与展望

4.1 当前挑战

尽管预制装配式建筑以其高效、环保、质量可控等优势在建筑领域崭露头角,但在实际施工过程中,仍面临着一系列挑战。构件连接处的防水问题是一大难题。由于预制构件是在工厂生产后运输到现场进行组装的,因此连接处的处理显得尤为重要。如何确保连接处的严密性,防止水分渗透,是施工单位需要深入研究和解决的技术问题。构件在运输与堆放过程中容易受损也是不容忽视的问题。预制构件体积大、重量重,运输和堆放过程中稍有不慎就可能造成损坏。这不仅增加了施工成本,还可能影响建筑的整体质量和安全性。因此,如何

优化运输和堆放方式,减少构件损坏,是施工单位需要重点关注的问题。此外,施工人员的技术水平也是影响预制装配式建筑质量的重要因素。预制装配式建筑的施工过程与传统的现场施工方式存在较大差异,要求施工人员具备更高的技术水平和专业素养。因此,如何加强施工人员的培训和教育,提高他们的技术水平,是推广预制装配式建筑面临的一大挑战。

4.2 未来展望

展望未来,随着技术的不断进步和管理的不断完善,预制装配式建筑有望得到更广泛的应用和推广。未来,预制装配式建筑将更加注重绿色、智能和可持续发展。新材料、新工艺、新技术的应用将不断提升预制装配式建筑的整体水平和品质。例如,新型防水材料的研究和应用将有效解决构件连接处的防水问题;智能化运输和堆放设备的使用将减少构件在运输和堆放过程中的损坏;虚拟现实等先进技术的应用将提高施工人员的培训效率和技术水平。

结语

预制装配式建筑作为新型建筑形式,在结构设计与施工关键技术方面取得了显著进展。通过精细化设计、标准化生产、高效施工和严格质量管理,预制装配式建筑在提升建筑质量、缩短工期、降低成本等方面具有明显优势。然而,其技术推广仍面临挑战,未来需持续创新突破,优化设计、健全质量体系、强化精细化管控,全方位提升构件制作与装配施工水平,推动预制装配式建筑行业的持续健康发展。

参考文献

- [1]国秀英.预制装配式建筑结构设计 with 施工关键技术研究[J].建材发展导向,2020,18(16):84-85.
- [2]高鲁甲.预制装配式建筑结构设计 with 施工关键技术研究[J].四川水泥,2020,(05):96.
- [3]唐嵩皓.预制装配式建筑设计施工一体化研究[J].城市住宅,2021,28(12):166-167.
- [4]董月琴.预制装配式建筑结构设计 with 施工关键技术研究[J].绿色环保建材,2019,(02):138+141.