

装配式混凝土结构质量检测控制研究

文 / 刘阳 五矿二十三冶建设集团有限公司 湖南长沙 410007

【摘要】目前，越来越多的建筑开始使用装配式结构，装配式结构能够加快施工进度，减少施工成本，受到建设企业的青睐。对于装配式结构来说，控制结构的质量是施工的关键。本文从装配式混凝土结构质量检测入手，讨论施工质量检测要点。主要目的是为提高我国装配式建筑混凝土结构质量方面提供理论基础，促进装配式结构的发展。

【关键词】装配式混凝土结构；质量检测；要点；控制

【DOI】10.12334/j.issn.1002-8536.2022.27.036

1、工程概况

工程名称—智能网联汽车检验检测总部及产业孵化基地项目一期工程施工，在国家智能网联汽车（长沙）测试区调试中心北侧，南临玉学路，东临学士路，工期要求550日历天。项目总用地面积为23751.40 m²，1#栋A座（地上12层，建筑面积：16952.83 m²）和A座地下室（建筑面积：842.17 m²），总建筑面积17795 m²，本项目采用装配式技术，装配率约为50.6%。。工程质量要求，符合国家及地区现行建设工程施工质量验收规范要求，工程质量标准为一次性验收合格。由于施工工序较多，现场环境较为复杂，增加了现场工程质量的控制。因此施工单位非常重视此次建设项目的过程，并加强了对装配式施工项目质量检测控制。

2、装配式结构以及技术特点

确保装配式结构质量，必须了解装配式结构的定义以及其技术特点，才能够保障装配式项目的质量。

2.1 装配式结构的特点

在施工现场，其主要构件是预制构件，必须要以结构体系为基础，通过一些技术，比如吊装、连接等技术，将构件连成整体。随着研究的深入，构件的质量得到提升，应用范围越来越广，比如说房屋结构、停车场、桥梁等。

同传统建筑相比较，装配式结构构件采用工业化生产，具有标准成型模具和生产工具，而且能够重复利用，起到节约资源，提高经济效益的作用。采用工业化生产结构的

构件尺寸精度高，外观及质量优良。同时，减少了施工现场工作量，并节约了劳动力，更符合绿色施工要求。装配式结构因其工期短、施工成本低，现阶段已被广泛应用。

2.2 主要分类

从JGJ1-2014《装配式混凝土结构技术规程》内容来看，对装配式结构的分类主要有两种，框架结构和剪力墙结构。

（1）框架结构：在该结构中，主要构件是梁、板、柱，一般根据情况采取部分或者是全部预制形式，构件与构件之间，通过节点连接，形成一个整体，主要有几种体系：

①现浇柱②现浇节点③预应力混凝土框架④自成一体的结构体系。

（2）剪力墙结构：主要构件剪力墙、梁、板采用全部或者是部分预制，其主要由几种体系：

①装配大板②叠合式③全预制。

3、装配式结构质量控制

3.1 装配式项目应遵循的规范、标准

在装配式结构质量控制方面，有很多相关标准、规范，为装配式结构质量保证提供了基础。从不同层次来看，有国家规范、行业规范以及地方技术规范。在装配式预制构件上又有单行规范。

从各地的标准和规范的应用来看，GB50204-2015《混凝土结构工程施工质量验收规范》和JGJ1-2014《装

装配式混凝土结构技术规程》是较为常用的两种标准和规范。一些地区以此为基础，并结合当地的具体情况，对其内容和细则进行延伸和细化。目前，主要有如下几种规范。

在国家方面，应用的规范和标准如下：

① GB50204-2015《混凝土结构工程施工质量验收规范》；

② GB50666-2011《混凝土结构工程施工规范》。

在行业方面，应用的规范和标准如下：

① JGJ1-2014《装配式混凝土结构技术规程》；

② CECS52：2010《整体预应力装配式板柱结构技术规程》；

③ JGJ355-2015《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》。

在地方方面，许多城市会根据国家规范对相关内容进行延伸和细化。

3.2 项目质量控制要点

在该项目中为了达到施工要求的质量标准，首先将项目进行细分，同时，对每个分项工程进行严格控制。以下为该装配式结构构件生产质量控制、运输和堆放管理、构件拼装的概述：

(1) 预制混凝土构件生产质量控制

在装配式结构中，预制构件是装配式结构的最小组成部分，也是最关键的部分。保证预制结构的物理性能：耐久性、承载力、可靠度等要求，是装配式框架结构质量的保证。在预制混凝土构件生产中，主要控制要点如下。

①以设计要求为依据，确保构件所使用的材料：钢筋、水泥、砂石等满足结构设计性能要求，保证材料质量稳定性。对成型混凝土，主要从配合比及耐久性方面对质量进行控制。

②减少模具安装过程的误差，确保模具材料性能的稳定。加强对钢筋骨架尺寸、拼装连接工艺的检测。确保混凝土的保护层厚度满足要求。要固定预埋件以及连接件的位置，不允许出现过大的偏差。

③控制混凝土构件生产过程，加强对混凝土振捣、养护等过程质量控制，确保成品外观质量，减少出现尺寸偏差错误，确保足够的保护层厚度。

(2) 运输和堆放管理

装配式构件的运输和堆放管理直接影响构件的质量。一般来说，运输的距离是指构件生产车间到施工现场。不同的结构构件，其受力情况不同，采取的运输方式以及制定运输方案必须要以实际构件情况为依据。主要的目的是使构件不受到破坏，影响结构构件的性能。同时，结构构

件运送至施工现场，必须要求堆放的形式、范围。上述都是运输和堆放管理的关键点，也是确保装配式建构质量的重点。

①对于体积较大且薄的非承重构件，必须要做好运输防护工作，防止运输过程损坏。

②预制构件堆放时，保持构件之间的距离，必须要严格按照堆放要求堆放材料。

③在运输和堆放材料时，对于柔性较大的材料，避免碰撞产生破坏，应在接触点的位置安装橡胶垫圈，防止预制构件的破坏。

④在预制构件吊装过程中，确保吊机的吊重、高度与预制构件相符合，以确保构件吊装的安全性。

(3) 构件拼装

在混凝土构件拼装施工中，有很多施工工序，其中包括吊装、定位、节点等内容。

①在装配式结构项目中，所使用的装配式混凝土结构构件相对较大，因此施工单位首先对吊装方案进行设计，并根据施工现场情况，制定了施工方案，同时加强对吊装设备性能、状态等检测和控制。

②施工过程中，首先对构件定位，防止出现偏差、变形等情况。

③在现浇柱和预制梁、板后浇等地方，先确定连接的方式，并采取针对性措施控制连接部位的施工质量。

装配式结构中，后浇带的连接部位的主要控制点：

①模板的搭接、钢筋的布置等，同时还要加强混凝土中预埋件的锚入尺寸和接头位置的质量控制。

②后浇混凝土的质量控制，主要是通过浇筑、振捣以及养护等措施来控制。在钢筋与钢筋搭接的位置，首先要确保连接工艺的正确性，其次还要确保节点的密实性。而且，钢筋材料的尺寸、钢筋产品的配套性等，都是在后浇混凝土施工中，必须要采取控制，才能够保证浇筑的施工质量。

4、装配式结构质量检测控制

4.1 质量检测的环节和依据

(1) 构件进场、安装、连接等环节质量检测控制

装配式结构验收中，包括对预制构件进场、安装以及钢筋连接构件质量验收。一般进入施工现场的预制构件按照产品条件进行检验。而在装配式施工中，涉及到钢筋工程以及混凝土工程，分别按照相关规范进行验收。预制构件的验收包括楼梯、叠合板以及梁构件等结构性能检验，确保检验结果符合规范要求。

预制构件性能检测，主要是对预应力混凝土构件承载力、挠度以及裂缝宽度的检验。

①对不允许出现裂缝的预应力混凝土必须要加强对承载力、挠度、裂缝的检验。

②预应力混凝土中，非预应力构件按照钢筋混凝土构件的要求检验。

③数量较少的大型构件、有可靠性经验的构件，一般只要对裂缝宽度、挠度进行检验（一般长度超过 18m 的构件为大型构件，可靠性经验构件指工程项目中多次使用构件，如预制楼梯、空心楼板等）。

而上述构件的检查必须要符合 GB-50204-2015《混凝土结构工程施工质量验收规范》的规定。

施工过程对于不做结构性能检验的构件，必须要由施工单位和监理单位监督下制作并检验。如果施工现场没有驻场经理，预制构件进入施工现场，必须要确保钢筋的数量、规格以及间距满足要求，并对质量进行检验。一般采用非破损方法。

（2）装配式混凝土结构连接检测要求

①钢筋采取焊接连接时，接头的质量应满足行业标准：JGJ18-2012《钢筋焊接机验收规程》规定。

②钢筋连接采取机械连接和钢筋套筒灌浆连接时，接头的抗拉强度必须要满足大于连接钢筋的抗拉强度，且破坏时，要求钢筋先发生断裂。接头的质量应满足 JGJ107-2011《钢筋机械连接技术规程》规定。

③预制构件焊接连接、螺栓连接时，采用 GB50205-2001《钢结构工程施工质量验收规范》和 JGJ18-2012《钢筋焊接及验收规程》规定。

④装配式构件连接过程中，如果采用现浇混凝土连接，在连接处，必须要确保后浇混凝土强度满足设计要求。如果后浇混凝土和其他现浇混凝土现浇结构同时施工，可对结构进行合并验收，并可同时留置时间。对于有特殊留置试件应该要满足 GB50204-2015《混凝土结构工程施工质量验收规范》第 7.4.1 条规定。

4.2 装配式结构质量检测控制要点

（1）预制构件生产阶段

以目前对预制构件生产阶段的质量检测控制来看，主要是通过第三方检测机构的介入。预制构件是一种工业品，并由厂家生产和自检。而这种工业品和其他工业品有很大的不同。因为预制构件的质量是工程结构质量和安全的保证。因此，在质量检测过程中，还需要第三方机构的介入，对预制构件进行质量监督。目前来看，对预制构件生产阶段，包括三个项目分别是原有项目、增加项目以及专项项

目，必须要保证每个项目质量检测的规范性，才能够最终确保预制构件的质量，确保后期工程结构的安全。

①原有项目

以现有的标准和规范为基础，应用规定的方法加强对构件的检测，同时，这项工作由第三方机构和驻场经理一起协调完成。

②增加项目

对于增加项目中的各个构建项目的检测，必须要经由第三方检测机构来完成检测工作，并且需要主场经历的见证。一般来说构件结构性能等相关检测工作是在厂家进行。

混凝土材料：以 GB/T14902-2012《预拌混凝土》为依据，依照规范要求对材料进行检测。

高性能混凝土：目前，以国家强制使用高性能混凝土要求为标准，确定对构件检测的抽检频率。

构件内部密实性：统计各类型构件总量，并以一定的比例抽检，采用超声波或其他方法对构件密实性进行检测。

构件结构性能：以 GB50204-2015《混凝土结构工程施工质量验收规范》为依据，统计构件类型的数量，并以一定的比例对构件性能抽检检测。

③专项项目

专项项目检测由第三方检测机构完成，同时采用技术咨询等形式，对预制构件混凝土质量进行专项控制，从而达到质量控制的目的。

（2）预制构件进厂验收阶段

构件进入施工现场，必须要对其验收，该过程是保证装配式框架结构质量的重要环节。而对于预制构件的验收来说，一般在构件的生产地方进行比较合理。对预制构件进场包括多个环节。具体如下：

①预制结构构件的性能检测，主要依据是 GB50204-2015《混凝土结构工程施工质量验收规范》，并按照规定的检测方法进行质量检测。检测主体：第三方检测机构、驻厂经理共同完成对预制结构的检查。

②预制结构的外观质量以及缺陷情况检查，主要是通过通过对预制构件的观察和测量，由驻场经理完成这部分的工作。

③预制构件叠合面或键槽以及构件的成型质量，主要通过观察和测量的检测方法，该工作由驻厂监理完成。

④预制构件的预留设施、规格、数量，主要通过观察和测量来检测，并由驻场经理完成。

⑤构件的尺寸大小是否符合要求，梁、板结构是否存在偏差，需要通过观察和量测来进行检测，并由第三方检测机构和驻场经理共同完成。

表 1 施工质量验收阶段检测项目

检测项目		检测方法	检测模式
原有项目		参照已有规范和标准的检测方法	有第三方检测机构和驻 场经理共同完成
增加 项目	现浇高性能混 凝土配置	首先确保施工的强度和工作性,其次还要注重现浇混 凝土和预制构件体积变化的匹配措施	有第三方检测机构和驻 场经理共同完成
	灌浆材料	实体中灌浆材料的强度和变形	
	灌浆密实度	超声法结合局部破损试验检测密实性	

(3) 施工质量验收阶段

在生产工厂, 预制构件经过加工成为产品, 并运输进入施工现场。而在施工过程中, 如果出现不符规范的行为, 那么预制构件以及整体结构就会受到影响, 结构的整体性和安全性下降。因此, 确保预制构件的整体性能, 除了材料质量以及设计符合规范之外, 还要加强施工质量检测。主要体现在预制构件的安装、连接施工等方面。在施工质量检测阶段, 除了原有的项目检测, 还必须加强对现浇高性能混凝土配置、灌浆材料以及灌浆密实度进行检测。(表 1)

(4) 工程验收阶段

一般对于结构的各个子部分工程验收, 采取的是见证抽样形式, 由各部门以及监理单位参与抽样, 而检测的部位必须要明确, 一般为结构重要部位采样检测。对于工程验收剪短, 其主要分为原有项目和增加项目两个部分的检查, 在增加项目中主要是对结构的节点、结合面以及结构的主要受力构件的检查。具体如下

①原有项目检查中, 主要的检测方法是依照现有的规范和标准方法来检测, 并且由第三方检测机构和监理单位共同完成。

②在节点、结合面和结构主要受力构件中, 主要的检测方法是变形、开裂监控量测, 并且由第三方检测机构完成, 而且需要驻场经理见证。

结语:

本文围绕某装配式框架结构质量检测控制进行讨论, 在质量检测时, 首先要了解装配式结构的特点以及与传统现浇混凝土结构的不同点。依据项目具体情况, 选择合适的结构形式, 并了解预制结构构件的连接方式, 在构件连接以及后浇部分, 必须要确保其工程质量。而如何做好装配式结构质量检测工作, 必须要从四个方面入手, 分别是预制构件生产阶段、预制构件进场阶段, 施工质量控制阶段以及竣工验收阶段。以国家、行业以及地方规范为基础

的情况下, 还要对规范和标准未涉及的地方, 要进行细化和分类, 从而提高对装配式结构质量检测水平, 加强对混凝土质量的检测。未来, 装配式的应用也会越来越广泛, 在质量检测方面也能够更加出色, 为我国装配式发展提供条件和基础。

参考文献:

[1] 中国建筑科学研究院. JGJ1-2014 装配式混凝土结构技术规程 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2014.

[2] 王晓锋, 蒋勤俭, 赵勇. 《混凝土结构工程施工规范》GB50666-2011 编制简介—装配式结构工程 [J]. 施工技术, 2012, 41(6): 15-19.

[3] 陶明白. 装配式混凝土结构质量风险分析和控制 [J]. 安徽建筑, 2014, 5(199): 293-295.

[4] 聂东来. 装配式混凝土结构接头无损检测方法研究 [D]. 沈阳: 沈阳建筑大学, 2014.

[5] 吴炜刚, 包亮. 谈装配式混凝土结构现状与发展 [J]. 工程建设与设计, 2017, 65(21): 42-44.

[6] 隗俊东. 装配式混凝土结构质量检测控制 [J]. 四川建材, 2018, 44(6): 26-27.

[7] 孙清杨, 王宁. 混凝土结构装配式建筑各环节质量控制探讨 [J]. 工程质量, 2018, 36(6): 16-19.

[8] 颜文. 装配式混凝土结构施工现场连接质量控制技术研究 [D]. 南京: 东南大学, 2018.

[9] 朱平, 刘靖. 装配式混凝土结构建筑质量检测技术的发展研究 [J]. 山西建筑, 2018, 44(16): 197-198.

[10] 梁益定. 装配式混凝土住宅建筑检测技术研究 [D]. 杭州: 浙江工业大学, 2018.

作者简介:

刘阳 (1986.10.08), 男, 黑龙江人, 五矿二十三冶建设集团有限公司, 中级工程师, 研究方向: 建筑工程(专业)。