

广州工程建设标准《钢-混凝土组合模块集成建筑应用技术规程》编制说明

一、编制筹备工作进展

根据广州市市场监督管理局《广州市市场监督管理局关于下达 2024 年广州市地方标准制修订计划项目的通知》立项通知的通知”的要求，启动《钢-混凝土组合模块建筑技术规程》编制任务。本次规范制订的主编单位为中建科技集团有限公司、广州机场建设投资集团有限公司。由广州市市场监督管理局进行标准技术归口单位管理。

2022 年以来，对现行模块建筑、钢-混凝土组合建筑的技术、标准规范、在全国各地的工程应用进行全面调研和分析总结，根据调研结果，形成钢-混凝土组合模块的建筑、结构、内装和机电设备的全专业技术方案。2022 年 12 月-2023 年 3 月，第一栋 2 层试验楼在广州落地，全面总结了设计、生产、施工中的问题。2022 年 3 月-2024 年 6 月，系统进行了钢-混凝土组合模块集成建筑的性能研究与测试，完成了大量组合剪力墙结构关键节点性能试验，关键构件的力学性能试验和耐火性能试验、耐久性能试验，完成了多种外墙与内装性能试验和生产施工关键技术工艺试验。2023 年 7 月-11 月，一栋 8 层组合模块办公楼建筑在深圳完成建设。2024 年 6 月形成钢-混凝土组合模块建筑全专业全套设计、生产、施工及验收方法，并以此为基础形成本规范初稿。

二、标准编制的依据、背景、意义

（一）编制依据

住房和城乡建设部倪虹部长多次提出：“要下力气建设好房子，住房发展归根到底还是要让人民群众能住上更好的房子。”好房子将主要聚焦在“绿色、低碳、智能、安全”等方面。

在《广东省建筑业“十四五”发展规划》中进一步将智能建造发展任务融入建筑业“十四五”核心指标并确定五年工作计划全盘推进。将教育和自然资源部门纳入责任单位，联合 15 个部门印发《关于推进智能建造与建筑工业化协同发展的实施意见》，构建广东发展智能建造政策体系。

广州市人民政府办公厅于 2023 年 3 月 23 日印发了《广州市智能建造试点城市实施方案》的通知，推动智能建造与建筑工业化协同发展，掌握一批具有国内乃至国际领先水平的智能建造核心技术，培育一批具有自主创新能力和行业影响力的骨干企业，形成广州特色的智能建造产业集群，智能建造发展整体水平居于国内领先地位，工程建设领域实现从建造、制造到智造的转变，成为全国智能建造试点城市典范。推动智能建造与新一代信息技术、智能制造、数字经济等产业深度融合，大力培育智能建造产业生态、全过程 BIM 技术应用、建筑设计、生产和施工智慧协同、智慧绿色施工、产业互联网平台、科技和人才支撑等智能建造产业链。

根据以上国家、广东省和广州市的重点工作部署，围绕好房子、保障房建设等重点任务；按照广州市市场监督管理局《广州市市场监督管理局关于下达 2024 年广州市地方标准制修订计划项目的通知》，启动《钢-混凝土组合模块集成

建筑应用技术规程》编制任务，目的是为钢-混凝土组合模块集成建筑的安全合理实施提供支撑和依据，为智能建造和模块化建筑的实施提供一种新的技术路径。

（二）编制背景和意义

近年来，随着国内环境污染日益严重、资源相对紧缺形势加剧，人口出生率持续下降、建筑工人人力资源短缺，建筑业工业化程度低、施工周期长，建筑产品质量不高等一系列问题的出现，十三五期间国家及地方政府大力推广装配式建筑，相关产业政策层出不穷，从中央到地方，呈现遍地开花的趋势。

剪力墙结构、框架剪力墙结构是多高层建筑中主要的结构受力体系。目前在我国，绝大多数住宅建筑类都采用剪力墙结构，众多公用建筑采用框架-剪力墙结构。剪力墙结构、框架-剪力墙结构中的剪力墙按结构形式可分为现浇混凝土剪力墙、装配式混凝土剪力墙、组合结构剪力墙，装配式混凝土剪力墙主要类型包括采用套筒灌浆连接的装配整体式剪力墙、免模双皮墙剪力墙及部分企业为主体研发的装配式剪力墙体系；组合结构剪力墙包括内置钢板-外包混凝土的组合剪力墙、外包双层钢板-内部浇筑混凝土的组合剪力墙，和框架及内嵌于框架内的钢板组成的剪力墙。装配整体式剪力墙结构是近年装配式混凝土结构体系中最主流的形式，占据绝大部分市场，在设计、产品供应、构件生产、施工安装等环节技术较成熟，有综合优势，但是连接做法比较复杂，现

场吊装构件数量多，水平和竖向连接节点处工程量较大，施工效率比较低，施工速度普遍为 6-8 天/层，施工精度较差，内、外装修施工在结构施工完成后进行，用时多、工程量大，总体来说目前相较现浇混凝土剪力墙体系成本增量较高、工期未缩短、人工有节约。

模块化集成建筑在美国、欧洲、新加坡、日本、香港等国家和地区已经有较长时间的应用历史，具有建造速度快、劳动力成本节约、集成度高等优势。模块化集成建筑的主要部分在工厂内完成，现场仅需要简单的安装连接就可以形成整体建筑，是实现建筑工业化及智能建造的最佳载体，也是实现“像造汽车一样造房子”的最佳技术路线，可以明显的提高建造速度和质量、减少人工和资源消耗。

目前模块化集成建筑的结构主体形式，主要有钢结构模块和混凝土模块两种。其中前者主要用于酒店、学校等；后者主要用于住宅。国内中建科工、中建海龙、中建科技、广州建筑、远大住工等企业均开发了相关技术和产品，形成生产能力，并开展了示范应用。其中，钢结构集成模块主要存在着成本较高、适用高度受限、功能不适用于住宅等问题，混凝土模块主要存在生产的智能化程度不高、运输吊装成本较高、现场仍需要较多钢筋绑扎、模板和混凝土浇筑作业等问题，成本也较高。

针对以上问题，中建科技集团有限公司近年研发了钢-混凝土组合模块建筑体系，竖向结构采用钢-混凝土组合剪力墙结构体系，墙体参与结构受力的同时也作为施工期间模板，

楼板采用钢筋桁架楼承板。设计初期根据建筑使用功能合理优化建筑的开间和进深，将建筑每层按房间和使用功能拆分为六面体（墙+顶板+底板）标准模块单元，采用模块化的手段将结构组合剪力墙的钢构件部分、钢筋桁架楼承板的预制部分、建筑面层的预制部分提取出来，在工厂完成拼装，形成六面体标准模块单元自受力体系，标准模块单元可同时附带建筑门窗、外墙的外饰面、飘窗、阳台、卫生间、内部隔墙、大部分的地面、顶面及墙面装修、机电管线等内外装饰装修部品部件，施工现场仅需进行模块吊装、混凝土浇筑工程，取消全部或大部分的小构件吊装、脚手架与施工支撑架设工作，钢结构焊接、螺栓连接工作，混凝土模板支设、钢筋绑扎与焊接工作、同时现场内外装饰装修工程也可大幅度减少。相比于现有钢模块化技术，由于以组合结构受力为主，减少用钢量并节约造价；现场浇筑的混凝土保证结构整体性，解决连接问题；结构整体性好，适用高度可以与现浇混凝土结构一致。与预制混凝土模块相比，更有利于在工厂实现模块的智能制造，且模块轻，运输吊装方便。该技术已经在深圳和广州地区完成示范项目建设，效果良好，综合工期节约50%，成本比钢集成模块或混凝土集成模块有优势，具有非常好的推广应用前景。

目前，此类钢-混凝土组合模块集成建筑设计、生产和施工技术符合国家的强制性通用标准要求。但由于本体系中的具体构件和节点构造、生产和施工方式均具有创新性，暂时没有国家标准、行业标准或地方标准有详细的规定；虽然可

参照国家标准和行业标准的相关规定执行，但针对性和适用性不强。为了推广这种技术体系的应用，为在广州市范围内该技术体系的设计、施工和工程验收等提供依据，编制此标准。钢-混凝土组合模块建筑体系及与之配套的生产、施工技术推广和实施，可促进建筑行业多学科融合及制造业技术发展，有利于推动装配式建筑的技术进步和效益提升，可大幅度提升工厂自动化生产水平，简化现场施工工序和作业量，减少施工现场工人数量，提高建筑工业化水平。

三、标准编制的工作基础

（一）主要技术内容和需要解决的重点、难点问题

组合模块集成建筑作为一种新型的模块建筑形式，采用的结构体系、围护做法、机电管线做法均和传统建筑有所区别，生产建造组织方式和验收方式也不同。需要重点解决的问题包括：

- 1.模块的标准化设计方法；
- 2.结构系统的安全性及设计方法；
- 3.生产及施工工艺，自动化的生产设备；
- 4.验收的方法及标准。

（二）主要研究工作

编制组认真调查和总结了现行模块建筑在全国各地的工程实践经验；针对以上重点问题，开展了以下研究工作：

- 1.完成建筑系统标准化设计方法研究，形成模块组合及划分规则、集成设计方法、平立面设计方法等。

- 2.结构力学及抗震性能研究，包括钢柱连接节点试验，

墙板钢筋锚固试验、组合剪力墙力学性能试验、组合梁组合墙耐火性能试验等多项专题试验研究工作。

3.完成模块墙体的浇筑工艺试验、楼承板的力学性能测试工作。

4.完成了样板房建设，对围护、结构、内装各项关键技术进行工艺验证，形成工艺标准流程及检验标准。

5.完成了模块系统的参数化建模程序研究，形成参数化建模方法。

6.开发了模块生产专用智能化设备。

通过以上工作，形成了组合模块集成建筑全专业的集成设计方法和设计、生产、施工验收的全流程技术，为规程的编制提供技术支撑，并形成了标准征求意见稿。

（三）示范工程建设工作

广州方石安置区项目幼儿园

项目位置：广州白云机场临空经济产业园区；

建筑面积：2960 m²；

层数：地上3层，地下1层；

最大建筑高度：13.2m；

结构形式：地上1层为现浇混凝土剪力墙，现浇混凝土楼板，2-3层为CMC模块建筑技术体系，既钢-混凝土组合结构剪力墙，楼板为钢筋桁架楼承板。



图 1 方石安置区项目幼儿园



图 2 方石项目现场吊装图

四、标准编制大纲及说明

1	总则.....	1
2	术语和符号.....	错误! 未定义书签。
2.1	术语.....	错误! 未定义书签。
2.2	符号.....	错误! 未定义书签。
3	基本规定.....	错误! 未定义书签。
4	材料.....	错误! 未定义书签。
5.1	一般规定.....	错误! 未定义书签。
5.2	平面、立面设计.....	错误! 未定义书签。
5.3	建筑构造.....	错误! 未定义书签。
6	结构设计.....	错误! 未定义书签。
6.1	一般规定.....	错误! 未定义书签。
6.2	结构分析.....	错误! 未定义书签。
6.4	节点及接缝设计.....	错误! 未定义书签。
6.5	模块单元设计.....	错误! 未定义书签。
6.6	耐火设计.....	错误! 未定义书签。
6.7	防腐设计.....	错误! 未定义书签。
7	内装与设备管线系统设计.....	错误! 未定义书签。
7.1	一般规定.....	错误! 未定义书签。
7.2	内装系统.....	错误! 未定义书签。
7.3	设备管线系统.....	错误! 未定义书签。
8	模块单元生产及运输.....	错误! 未定义书签。
8.1	一般规定.....	错误! 未定义书签。
8.2	模块组装.....	错误! 未定义书签。
8.3	成品检验.....	错误! 未定义书签。
8.4	运输和成品保护.....	错误! 未定义书签。
9	施工安装.....	错误! 未定义书签。
9.1	一般规定.....	错误! 未定义书签。
9.2	施工准备.....	错误! 未定义书签。

9.3	模块安装	错误! 未定义书签。
9.4	模块连接及混凝土浇筑	错误! 未定义书签。
9.5	外围护及内装机电系统施工	错误! 未定义书签。
10	质量验收	错误! 未定义书签。
10.1	一般规定	错误! 未定义书签。
10.2	进场验收	错误! 未定义书签。
10.3	模块单元安装与连接	错误! 未定义书签。
10.4	设备管线安装	错误! 未定义书签。
10.5	饰面层接缝安装	错误! 未定义书签。
10.6	实体检验	错误! 未定义书签。
11	智能建造	错误! 未定义书签。
12	使用及维护	错误! 未定义书签。
附录 A	模块拼缝分析模型	错误! 未定义书签。
附录 B	模块单元钢结构箱体检查表	错误! 未定义书签。
	本标准用词说明	错误! 未定义书签。
	引用标准目录	错误! 未定义书签。
	条文说明	错误! 未定义书签。

五、进度计划安排

1.2024年10月23日,启动会暨编制组第一次工作会议,初稿讨论。

2.2024年10月23日-11月26日,各参编单位向主编单位汇总分章节稿件,主编单位形成征求意见稿。