

# 模块化建筑在上海公建配套学校项目中的应用研究

张又升

上海社发浦众建设管理有限公司 上海 650034

**摘要：**建筑模块化是建筑工业化、集成化发展的必然趋势，上海市装配式建筑模式推行以来，在实际应用中已经取得显著成效，模块化是一种预制率更高的装配式建筑方式，大大提高了建设效率，缩短建设周期，其在施工方面体现出独特优势，更加适用于公建配套学校这类建筑功能单一、标准化高的建筑。本文主要针对上海公建配套学校当前建筑模式进行分析，探讨了模块化建筑模式在公建配套学校中的适应性，为建筑模块化技术在类似项目中应用提供参考。

**关键词：**模块化；公建配套；建筑工业化；预制率

## 引言

模块化建筑是基于装配式建筑模式的延伸，是建筑工业化和更高集成化的发展趋势。目前，上海公建配套学校项目主要采用钢筋混凝土现浇搭配一定预制率的模式进行设计和施工，未从根本上改变传统的建筑模式，存在较大弊端，项目管理协调难度大，不利于建设周期和质量把控。而模块化建筑的工厂化预制率高，建筑结构通过模块化生产后运输至场地内进行一定技术连接之后即可形成建筑整体，有利于施工质量和工期管理。本文则主要研究模块化建筑在公建配套类项目中应用的可行性，为模块化方式在上海公建配套项目中的推广应用提供参考依据。

## 1 模块化建筑应用国内外现状

模块化建筑通过设计阶段将建筑整体拆分为多个独立单元模块，在工厂内进行主体结构、墙板、机电管线、装饰装修进行精细化合成，利用专业运输机械达到施工现场进行拼装。其设计、施工和拼装遵循模数化、标准化、集成化原则。

早在20世纪90年代日本、新加坡已经将建筑技术应用在建设施工过程中，德国、加拿大等国家将此技术应用在工业建筑领域<sup>[1]</sup>，并发展为工业化的建造方法，且取得了突破。经过长期应用发展和大量学术研究，模块化建筑技术在这些国家已经有了很大进展。

装配式建筑在我国发展已经有十余年，目前已经广泛应用。装配式建筑可划分为杆件单元装配体系，板体单元装配体系和模块化单元装配体系<sup>[2]</sup>。前两种体系模块化建筑体系应用较多，尤其是PC叠合板设计和施工技术在高层、多层建筑中的应用最为成熟。模块化单元装配体系又称为模块化建筑，是预制率装配率最高的类型。许多学者已经在逐步探索模块化建筑的应用场景，张涛

涛在文献<sup>[3]</sup>中详细探讨当地某学校宿舍项目设计中重要节点的模块化、标准化要素，表明了模块化给学校类建筑带来的优势；余金伙在文献<sup>[4]</sup>中以某学校项目为例，探讨了模块化对教育建筑能有效控制建设规模，并提高效率，绿色环保；陆一峰在文献<sup>[5]</sup>中以某学校为例研究了模块化可缩短建设周期；此外，樊兴伟等人在文献<sup>[6]</sup>中以某学校项目为例探讨了模块化建筑应用情况。以上学者通过对模块化建筑的研究与应用，对人们进一步探索技术创新，为模块化技术成熟发展和广泛应用奠定了基础。

## 2 模块化建筑的特点与优势

### 2.1 模块化建筑的定义与分类

#### (1) 装配式建筑体系概述

装配式建筑体系是一种将建筑拆分为若干标准模块或预制构件，在工厂内进行生产加工，然后运输至施工现场进行组装和连接的建筑方式。这一体系有效地融合了设计、生产、运输和施工等多个环节，提高了建筑效率，降低了建设成本。装配式建筑体系主要包括预制板房、集装箱建筑、模块化建筑等多种形式，其中模块化建筑以其独特的优势和特点受到了广泛关注。

#### (2) 模块化建筑的特点

模块化建筑作为装配式建筑体系的重要组成部分，具有一系列显著特点。首先，模块化建筑的设计灵活多变，可以根据项目需求进行定制化设计，满足不同使用功能和空间布局的要求。其次，模块化建筑的生产过程高度标准化和自动化，有助于确保建筑质量的一致性和稳定性。此外，模块化建筑具有极高的施工效率，可以显著缩短建设周期，降低施工难度和成本。同时，模块化建筑还具备较好的环保性能和节能效果，符合可持续发展的要求。

### 2.2 模块化建筑在公建配套学校项目中的优势

### (1) 技术上的可行性与匹配性

模块化建筑在公建配套学校项目中的应用具有技术上的可行性和匹配性。一方面,模块化建筑的标准化设计和模块化生产方式可以有效解决学校项目建设中面临的施工难度大、建设周期短等问题。另一方面,模块化建筑的组件化特点使得其在学校项目中的布局和功能调整更加灵活便捷,满足学校教学和生活的多样化需求。此外,模块化建筑还易于实现与其他建筑系统的集成,如给排水、电气、通风等,提高了学校项目的整体性能和可靠性。

### (2) 成本上的可控性与经济效益

模块化建筑在成本上的可控性和经济效益也是其在公建配套学校项目中应用的重要优势。首先,由于模块化建筑的生产过程高度标准化和自动化,可以有效降低生产成本和人工费用。其次,模块化建筑的现场组装和连接过程相对简单快捷,可以减少施工周期和人力投入,进一步降低建设成本。此外,模块化建筑还具有较高的可重复利用性和可扩展性,有助于降低学校项目的长期运营成本和维护费用。

### (3) 环保与能源节约方面的贡献

模块化建筑在环保和能源节约方面也具有显著优势。一方面,模块化建筑在生产过程中可以实现材料的优化利用和废弃物的有效回收,降低建筑废弃物的产生量和对环境的负面影响。另一方面,模块化建筑还可以通过采用高效的保温、隔热、隔音等材料和技术,提高建筑的能源利用效率,降低能耗和碳排放。此外,模块化建筑还可以通过集成太阳能、风能等可再生能源利用系统,实现绿色建筑可持续发展目标。

## 3 公建配套学校典型建筑模式存在的不足

根据《上海市住房和城乡建设管理委员会关于进一步明确装配式建筑实施范围和相关工作要求的通知》文件要求,新建建筑的建筑单体预制率必须满足相应的指标要求。这份文件意在表明上海市对建筑行业预制装配率提出了更高的要求,未来模块化技术应该得到更进一步的推广和应用。但是自装配式建筑推广以来,上海市公建配套学校新建项目中现浇混凝土材料仍作为主要建筑结构,再搭配40%的预制率,主要为楼板结构为工厂生产的预制叠合楼板(俗称PC板)。现场施工主要为传统方式,工期和质量管理的难易均依赖场地条件和人工劳动力,机械化程度较低,施工质量难以保证,施工扬尘噪音大。更重要的是,传统建筑模式周期长,受施工管理水平和外界因素影响,产生实际工期超计划工期的情况。而公建配套学校项目关系民生教育,基地周围生源

对学位需求急切,在这样的背景下,传统建筑模式已经不能满足公建配套学校项目的建设紧迫性,而在这一方面模块化建筑则表现出其优势。

一般而言,模块化建筑结构单元的组装和连接,其接头数量多,连接质量不易把控,这是目前项目望而却步的主要原因。但根据现有模块化技术应用情况,功能单一的初中、小学及幼儿园尤为适合模块化模式。

上海某中学1总建筑面积19922平方米,学校按28班级规模设置,如图1所示,主要建设内容为1幢三层教学楼、1幢三层实验楼及行政楼、1幢三层综合楼、1幢2层图书馆及活动平台,该学校为标准的初级中学建筑模式,三层“门”字形布局。该项目为结构形式简单的低楼层校舍,平面布置简单规则,整体施工周期24个月。



图1 上海某中学1效果图

上海某中学2总建筑面积19753平方米,学校按20班级规模设置,主要建设内容为1幢9层教学综合楼、1幢食堂及体育馆、1幢垃圾房、1幢门卫消控室等建构物。教学综合楼设计为9层“回”字形布局,其结构形式简单,项目整体施工周期24个月。



图2 上海某中学效果图

以上两所学校均为要求次年9月开办,工期极为紧

迫,完全可以采用模块化建筑的技术方法进行施工建设,以缩短工期,保障质量前提下顺利投入使用。

#### 4 建筑模块化应用在公办学校的可行性分析

##### 4.1 技术和成本效益分析

(1) 政策指导性:模块化建筑,作为预制装配率最高的装配式建筑体系,代表了未来建筑行业的重要发展方向。它不仅是建筑工业化、集成化创新的具体实践,更是国家政策大力扶持与推广的重点领域。随着国家对装配式建筑及模块化建筑的政策出台与不断完善,这一创新模式得到了强有力的政策支撑。政策的引导与扶持,使得模块化建筑在公办配套学校项目中的应用成为可能,并为其提供了广阔的市场空间与发展前景。

(2) 结构匹配性:公办配套学校建筑场景的特点,如小空间、功能布局单一、校舍布置简单等,与模块化建筑的优势不谋而合。模块化建筑受运输条件限制,其预制构件的结构跨度相对较小,但这也正是其在学校建筑中的一大优势。通过合理的设计与规划,可以将学校建筑拆分为多个标准化、易运输的模块单元,既满足了运输条件,又提高了建设效率。此外,模块化建筑的高度集成性也使得校舍的布局与功能更加灵活多变,满足了不同学校多样化的需求。

(3) 质量可控性:模块化建筑模式的优势在于其高度的质量可控性。在实际施工中,由于设计交底不彻底或施工过程中的人为失误,往往会导致施工成品与设计图纸存在差异,进而引发返工问题。而模块化建筑的设计与工厂生产确定了模数后,经过专业设计与建模,可以在工厂内进行机械化生产一次成形,大大减少了人为施工部件的数量,从而避免了因人为失误带来的返工问题。这不仅提高了施工质量,还缩短了建设周期。

(4) 成本可控性:模块化建筑的成本可控性是其另一大优势。模块单元在工厂采用自动化及流水作业实现批量生产,大大降低了制造成本。同时,由于工厂制造好直接运往项目建设地进行安装,大大减少了现场施工时间,降低了人工费用。此外,模块化建筑减少了现场浪费,实现了资源的最大化利用,从而进一步降低了总体施工成本。这使得模块化建筑在公办配套学校项目中的应用更具经济性和可行性。

##### 4.2 社会效益分析

(1) 环境保护方面:上海作为国际化大都市,对公

建配套学校项目的环保要求极高。模块化建筑在此方面的优势尤为突出。由于模块化建筑在现场施工的环节主要是配件的连接组装,因此所需的施工机械和施工材料种类大大减少。这不仅降低了施工现场的复杂性和管理难度,还显著减少了施工过程中的扬尘和噪音污染。在集中住宅区附近建设的学校,采用模块化建筑模式可以极大地减少对周边居民生活的影响,提升环境质量,为师生创造一个更加健康、舒适的学习生活环境。

(2) 能源节约方面:模块化建筑通过精细化设计和工厂精确制造,能够最大限度地减少材料浪费和能源消耗。在制造过程中,工厂可以采用先进的生产技术和设备,确保每个模块单元的质量的同时,减少不必要的材料损耗。此外,模块化建筑在运输和装配过程中也表现出色,由于其结构紧凑且易于运输,因此可以减少运输过程中的能耗和碳排放。在生产、运输和装配等各个环节中,模块化建筑都展现出了其节能减排的巨大潜力,有助于实现绿色、可持续的建筑发展目标。

#### 5 结语

综上所述,装配式建筑是我国发展绿色建筑的重要一环,其中模块化建筑的预制率最高,应该加大力度推广和应用。其中上海市公办配套学校项目应该逐步采用模块化的建筑方式,通过标准化、系统化和模块化,可实现对公办配套学校项目的高效建设和投资控制,顺应建筑工业化生产的快速发展,也是“新质”生产力的重要体现。

#### 参考文献

- [1]樊俊.基于装配式建筑的模块化设计方法的研究进展[J].中国建筑金属结构,2023,(22):99-101
- [2]康欣.我国模块化建筑研究综述[C],中国土木工程学会总工程师工作委员会第二届总工论坛会议,2022,(02):12-13.
- [3]张涛涛.标准化、模块化设计在学校宿舍建筑中的工程应用[J].数字化与信息化,2021,(02):21-22.
- [4]余金秋.教育建筑模块化设计探索与实践...区潭桥小学项目建筑设计为例[J].福建建筑,2022,(12):34-38
- [5]陆一峰.模块化建筑结构在学校中的研究与应用[C],2024年全国建筑钢结构科技创新大会,2024,(03):19-20.
- [6]樊兴伟,高宝虎,等.装配式模块化钢结构建筑在学校建造体系中的应用研究[J].环保节能,2021,(12):118-119.