

# 新型装配式钢框架结构建筑体系研究与应用

张新建 田辰杨

汉宸国际工程设计集团有限公司 山东省 济南市 250000

**摘要:**现阶段我国需要通过发展新型的施工方法,大力推广装配式施工建设,以减轻施工垃圾和扬尘环境污染,以缩短建设工期,提高施工质量,以建立全国装配式施工建设生产基地。从当前在装配式施工建设推广的砼结构、钢铁、木构件的三个系统来看,钢构件是目前建设施工竖向构件中最完善的施工技术,钢铁竖向结构的可信度、安全和抗震性较好,完善的连接工艺技术,与轻量化复合墙板相配套,已成为装配式施工建设中最富有技术创新优势、最富有推广价值的施工系统。推进钢构建设,实际上推行的是高效机械化制作模式,推行的是减低碳污染物和减排环保绿色施工方法、推行的是对资源合理开发利用的新施工形式。钢构建设具备轻质高强、绿色环保、易于制造与规范化并且抗震性能较好等一系列优势,在欧美国家住宅建设中已获得广泛普及和使用。

**关键词:**装配式;框架结构;建筑体系

引言:绿色发展方式与绿色生存方式是当今社会的最大热点,是工业生产、建造与企业可持续发展的重要基石。推进钢结构建设,实际上推行的是高效工业化生产管理方式,实际上推行的是低碳高效减排绿色建造方法、实际上推行的是对资源合理使用的建造形式。钢结构系统是与绿色建材、部品最佳绝配的一种系统。如果新建轻质复合实板、墙材,就不能够再沿袭传统现浇、笨重的主体结构。必然促使中国传统建筑业转变,由国家引导和引进以工业垃圾、粉煤灰、煤矸石、建材废渣为主要原材料,并通过无害化工艺加工制造的新型复合绿色板料系统,与更轻质坚固、抗震强的传统钢结构系统相匹配,钢结构+绿色建材是中国装配式建设的新机遇。

## 1 组装式钢铁建筑物体系面临的困难问题

近些年,国家颁布多项优惠政策大力推动预制装配式钢构件建设行业的发展,国内外不少专家学者和公司已经研究出一系列新型预制装配式钢构件建设系统,但仍然面临若干问题亟待解决,主要是集中在如下两个方面:

### 1.1 组装式钢结构建筑体系存在的问题

随着中国建筑工业化的大力推动,国内外研发人员针对装配式钢结构建造中的结构系统开展了不少研发与技术创新,但仍然面临现场建造繁琐、生产制作程度低下、产品设计个性化等缺点,无法适应现代装配式建造

的生产制造化、产品设计标准化和施工组装化等特点,无法充分发挥钢结构建造快速安装的优越性。

### 1.2 装配式钢结构建筑围护体系发展滞后

就中国当前的预制及装配式钢结构建筑系统的发展与应用情况来说,较多的研究人员都更多地聚焦于建筑结构系统的发展与研究上,而忽视了在钢结构建筑系统中围护结构所存在的问题。预制装配式钢构件建筑系统需要真正达到工业化,其围护工程系统同样需要实现高集成化和工业化。但许多预制装配式钢构件建筑依然使用粗放式、现场湿作业较多的围护施工系统,与市场上的预制装配式钢构件建筑系统无法匹配,严重抑制了装配式施工钢构件工程的普及与使用。

针对上述中国传统装配式钢构件建筑系统所面临的二个重点问题,由东南学院、杭州东南网架有限公司、北京津西赛博思建筑公司和天津高校等院校和公司,基于对现有的传统钢结构建筑系统基础加以深入研究与开拓,成功提供了一系列的新型钢铁框架结构建造系统,并进行了大量系统的设计研发与工程应用。

## 2 新型装配式钢筋框架结构建筑体系研发及应用

### 2.1 多腔柱钢框架—支撑体系建筑

#### 2.1.1 多腔柱钢框架—支撑体系的组成

多腔梁是中国按照建筑标准化的设计理念而提出的一种新型截面承重结构形式,其断面选取以冷弯方钢为核心腔体并与冷却成型的C字形型钢相连,构成了L形、T字形以及十字形等断面形态,散射截面长度与墙体厚度一致,既能达到结构承重需要,又可以很好地防止框架梁柱外露而影响建筑物空间布局,从而增加空间利用

**通讯作者:**姓名:张新建,出生年月1988.9,民族:汉族、性别:男,籍贯:河南,单位:汉宸国际工程设计集团有限公司,职位:设计师,职称,初级工程师学历:本科 邮编250000,研究方向:新型装配式钢框架结构建筑体系研究与应用

率。另外,由于冷弯方钢和C形钢都是成品构件,所以,多腔梁还具备了加工简单、易于标准化制造和设计等诸多优点。

根据当前使用中较为普遍的外圈板和贯通隔墙板式框架梁柱节点的优势,可以提供一个新颖的上环下隔式框架梁柱节点。该节点上端利用外圈板与柱上翼缘相连,下部则利用端柱贯通隔墙与柱下翼缘相连,其中贯通隔墙板上焊接的衬管为了确保在现场上端柱准确位置,以及端柱连接焊缝时起到熔透焊缝时垫板的效果;接着,上端柱和贯通隔墙在现场经过进行连接实现柱拼装;最后,端柱上、下翼缘分别与上环板和贯通隔墙在现场经过对接焊缝相连,腹板则利用高强螺栓连接和柱墙剪切板相连,新型节点拼装基本实现。该类节点上端直接使用外环板,既便于加工也能够避免与柱结构隔断;底部则使用贯通隔墙,可以便于柱结构的拼装;后期又不突出柱截面,保持了建筑空间的整体性。<sup>[2]</sup>

#### 2.1.2 多腔柱钢框架—支撑体系的研究

关于多腔梁钢框架—支撑体系的抗震特性以及设计理论等问题,东南大学也对该系统中的这些问题进行了实验与理论研究。通过将实验、理论和有限元分析相结合的方法,对新型梁柱节点的抗震特性展开了深入研究,试验结果显示该种节点具备了优异的抗震特性,甚至可以达到中国国家《高层民用建筑钢结构技术规程》(JGJ 99—2015)中的规定。利用对带有水泥大板的二栋组装式钢构系统的动能特征现场实际等,深入研究了水泥大板对空间结构动能特征的负面影响。为该系统的设计使用带来良好的理论基础。<sup>[3]</sup>

### 2.2 多腔体框架—钢板组合剪力墙体系建筑

#### 2.2.1 多腔体框架—钢板组合剪力墙体系组成

杭州东南网架股份有限公司的研究队伍以国家产业政策调整为契机,以中国住宅类建筑市场发展为导向,明确了以新建的预制装配式钢结构建筑(特别是居住类建筑)为主要研究方向。并经过系统总结、研究和多次探讨,创新地提出了一个更合适的住宅类预制装配式钢结构建筑结构系统——多腔体框架—型钢复合剪力墙系统。该体系是由多腔型钢复合剪力墙、H型钢柱、钢筋桁架及混凝土楼板等拼装而成的高层装配式建筑钢结构系统。多腔型钢复合剪力墙,作为结构体系的主要抗竖向力和抗侧向力结构形式,是由外部的双型钢、内平面钢桁架梁结构和内部矩形型钢拼装而成的,带有几个相互连接型腔的钢结构构件,内浇筑砼,构成了一种以一字形、L字形、T形、Z字形为主体结构形态的复合结构。

#### 2.2.2 多腔体框架—钢板组合剪力墙体系研究

为深入研究多腔型钢复合剪力墙结构系统的特性,浙江东南网架股份有限公司联手东大建筑研发集团,建立了联合课题组,利用大量的1:1足尺模型实验探究、数值模拟、分析和工程实验设计手段,对多腔型钢复合剪力墙结构开展了全方位系统的研究,其中对多腔型钢复合剪力墙的结构稳定性、多腔型钢复合剪力墙的耐震特性、多腔型钢复合剪力墙梁节点的耐震特性和多腔型钢复合剪力墙抗火特性等的深入研究。经过以上系列科学研究,已取得了多腔型钢复合剪力墙的热稳定与强度计算方法、抗震特性、耐火极限等一些重要研究成果,为多腔体框架—型钢复合剪力墙系统的使用与推广提供了理论依据与保障。<sup>[1]</sup>

#### 2.2.3 多腔体框架—钢板组合剪力墙体系工程应用

多腔体框架—型钢复合剪力墙系统,已在浙江杭州钱塘地区的装配式钢结构工程及绿色建筑基地宿舍楼建设项目中进行了使用。借助该项目的应用经验,还成功建设了多腔体钢板复合剪力墙的全自动生产线,在成功引进并运用了该系统技术的同时,也大大提高了产品和设备制造水平。

### 2.3 新型框架—核心筒体系建筑

新型构架—核心筒体用热轧H型钢对扣,承插拼接成全新的十字形钢杆构造,该种构造具备两种优点:一是显著增加了热轧型钢在建筑中的使用比重;二是大幅度降低了钢铁构件的制造和施工生产成本。根据当前构架与梁柱节点所面临的连接难度、施工利用率低等实际问题,研制出了全新的楔体刚性连接节点,具有施工简便、抗震性能优异,并能够提高施工速度。而且根据围护式建筑系统,还研制出了适合于装配式钢结构施工的全装配式复合空腔楼盖系统,不仅克服了传统楼盖的二次现浇困难问题,而且克服了砼构造梁的耐火及有效性能困难问题,从而达到了楼盖系统的全面组装机化。

#### 2.4 钢管混凝土组合异形柱框架结构体系建筑

##### 2.4.1 钢管混凝土组合异形柱框架结构体系组成

天津大学将异型梁和钢管砼梁的优点相结合,提出钢管砼异型梁系统。该类建筑构件系统不但具备了钢管砼的结构承载力大、进行修改特性良好、强延性好和防火特性好的特征,而且还具备了异型柱截面形态多样、构件布置简单和可隐藏在砖墙体内的优点。将传统房屋构件中的钢管砼(concrete-filled steel tube, CFST)结构柱构件布置为I形、T形或十字形等异型断面,包括了单独作为构件的角梁、侧墙和边梁等,不但可以使结构柱隐

蔽于墙体，也避免了传统方、矩形钢管砼的凸梁露柱的问题，同时还能够节约室内空间，便于家具的放置。

#### 2.4.2 钢管混凝土组合异形柱框架结构体系工程应用

型钢砼复合异型墙框架结构系统已在全国众多工程项目中获得应用，包括汶川映秀渔子溪村重建工程项目、北京市庄子营住宅工程项目以及沧州市公共出租房屋工程项目、天津联合研究院示范办公楼工程项目等，上述工程项目的推广为该系统的深入运用奠定了扎实的物质基础。

结束语：综上所述，根据十三五国家重点研究规划课题新式建筑框架钢构系统建设工业化科技与创新，针对当前中国装配式施工钢构件建设中面临的科技问题与不足，东南大学、杭州东南网架有限公司、北京市津西赛博思建筑工程公司，以及天津大学等院校共同与公司合作研究，并提供了多腔支撑型钢构架—支撑、多型腔构架—型钢复合剪力墙、新型构架—核心柱和型钢混凝土

复合异形墙的框架结构等体制建设，并对新体制建设中的关键技术进行了深入研究，提升了当前中国装配式施工钢构件建设的科技与应用水平，有力地推动了当前中国建筑工程工业化的发展。

#### 参考文献：

[1]舒赣平，周雄亮，王小盾，蔡玉春，范圣刚，曹石，何云飞，陈志华，刘洁，陈伟刚，秦颖，杜二峰.新型装配式钢框架结构建筑体系研究与应用[J].建筑钢结构进展，2021,23(10):26-31+43.

[2]陈晨,姚守涛,郭奇,霍朝勃.高层装配式钢结构建筑新型叠合楼板快速支撑体系施工技术[J].建筑技术开发,2020,47(04):120-121.

[3]梁森，黄大金，莫子杰，郑林鸿，邓亮.装配式建筑框架结构一体化施工关键技术与研究应用[C]/2019年全国土木工程施工技术交流会暨《施工技术》2019年理事会年会论文集（下册）.2019:336-340.