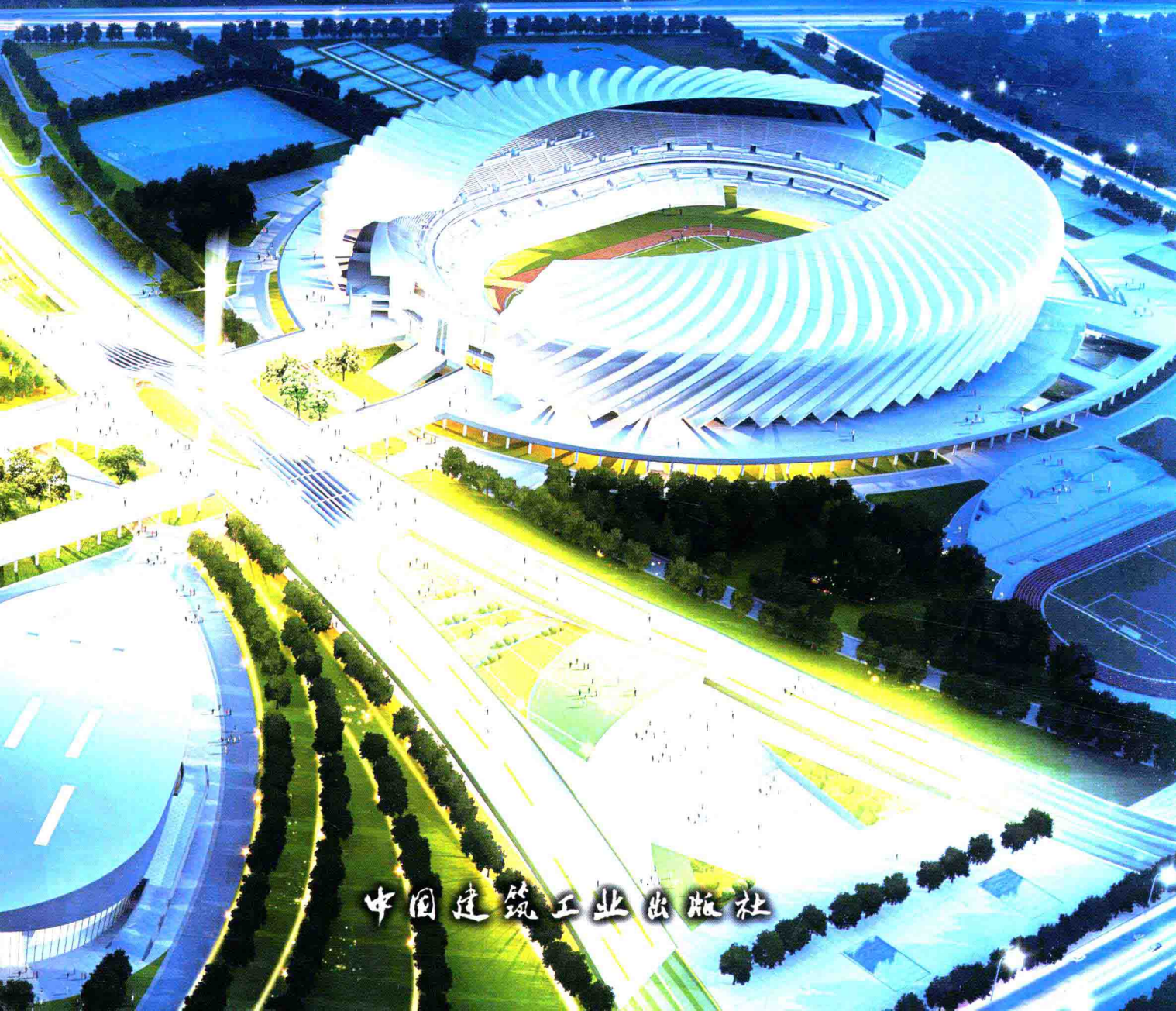


钢结构建筑 工业化与新技术应用

中国建筑金属结构协会钢结构专家委员会



中国建筑工业出版社

钢结构建筑工业化与新技术应用

中国建筑金属结构协会钢结构专家委员会

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

钢结构建筑工业化与新技术应用/中国建筑金属结构
协会钢结构专家委员会. —北京: 中国建筑工业出版社, 2016. 4

ISBN 978-7-112-19327-1

I. ①钢… II. ①中… III. ①钢结构-建筑工业化-
研究 IV. ①TU391

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 064251 号

本书共分五大部分, 从钢结构建筑工业化、钢结构研究与应用、钢结构住宅、钢结构
工程施工、金属屋面系统新技术应用, 汇总了国内近两年钢结构建筑工业化发展及新技术
的应用, 对钢结构施工技术、钢结构住宅体系和金属屋面系统的应用等进行了介绍。

本书对于从事钢结构的研究、设计、施工和管理工作的从业人员会有所帮助和启发,
对钢结构专业的师生具有参考价值。

* * *

责任编辑: 郇锁林 万 李

责任校对: 陈晶晶 刘梦然

钢结构建筑工业化与新技术应用

中国建筑金属结构协会钢结构专家委员会

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京市密东印刷有限公司印刷

*

开本: 880×1230 毫米 1/16 印张: 28 插页: 4 字数: 708 千字

2016 年 4 月第一版 2016 年 4 月第一次印刷

定价: 86.00 元

ISBN 978-7-112-19327-1
(28582)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

《钢结构建筑工业化与新技术应用》

编写委员会

主 编：党保卫

副主编：弓晓芸 王明贵 张跃峰

编 委：沈祖炎 陆赐麟 李少甫 王仕统 贺明玄

罗永峰 陈志华 冯 远 黄 刚 周观根

肖 瑾 李文斌 董 春 胡育科 刘 民

韩庆华 丁大益 陈振明 戴 阳 刘中华

孙晓彦 严洪丽 花定兴 查晓雄 宋传新

秘书处：顾文婕 周 瑜

前言

十二届全国人大第四次会议《政府工作报告》中提出：“积极推广绿色建筑和建材，大力发展钢结构和装配式建筑，提高建筑工程标准和质量。”

2015年9月30日住房城乡建设部、工业和信息化部印发的《促进绿色建材生产和应用行动方案》，从“钢结构和木结构建筑推广行动”等10个方面部署了相关任务，方案明确在文化体育、教育医疗、交通枢纽、商业仓储等公共建筑中积极采用钢结构，发展钢结构住宅，在工业建筑和基础设施中大量采用钢结构，在大跨度工业厂房中全面采用钢结构，推进轻钢结构农房建设。

2016年2月6日《中共中央 国务院关于进一步加强城市规划建设管理工作的若干意见》中，针对当前一些城市存在的建筑贪大、媚洋、求怪等乱象丛生、特色缺失和文化遗产堪忧等现状，提出加强建筑设计管理。按照“适用、经济、绿色、美观”建筑方针，突出建筑使用功能以及节能、节水、节地、节材和环保，防止片面追求建筑外观形象。强化公共建筑和超限高层建筑设计管理。鼓励国内外建筑设计企业充分竞争，培养既有国际视野又有民族自信的建筑师队伍，倡导开展建筑评论。

以上一系列相关政策的出台给我国钢结构建筑行业的发展和转型升级指明了方向，给予钢结构企业极大的鼓舞和鞭策。钢结构建筑的春天来到了！

本书介绍了近两三年高等院校、设计研究院的建筑钢结构专家在钢结构设计理论、规程规范、BIM技术研究及新材料、新技术、新产品的最新研究成果。

并介绍了近两年建设竣工的机场航站楼、大剧院、会展中心、高层和超高层建筑、工业建筑等工程中钢结构施工技术研究与应用的经验，对钢结构以及相关行业的发展将起到积极的推动作用。

钢结构住宅体系的研究及应用也在不断创新，在许多地区推广应用。这是产学研合作的成果。

金属板屋面系统以其质量轻、强度高、色彩丰富、造型灵活和极富现代感等独特的魅力在建筑围护结构领域中得到广泛应用，这部分的论文是近年来专业公司在金属板屋面系统的设计施工实践中的宝贵经验的总结，对提高屋面的工程质量具有一定的参考价值。

在此，对积极投稿的作者、审稿的钢结构专家，以及为本书出版给予支持的企业，一并表示感谢。

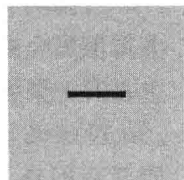
对于书稿中出现的错误，敬请读者批评指正。

目 录

一、钢结构建筑工业化	1
以钢结构建筑为抓手,推动建筑行业绿色化、工业化、信息化协调发展.....	2
适应新常态,努力促进建筑钢结构行业的创新发展.....	9
促建筑理性设计 倡结构科学选型	16
钢结构工程的属性特征及其创新人才培养之浅识	22
我国地震区超高层混合结构设计探讨	27
互联网+与钢结构技术人才共享机制	35
推进 BIM 技术深度应用,促进绿色建筑和建筑工业化发展	40
《钢结构设计规程》DBJ 15—102—2014 简介	43
大力推广钢结构建筑,根本在于提升工程设计和应用水平	51
二、钢结构研究与应用.....	55
钢结构施工过程监测技术研究现状	56
高强钢工程应用及梁柱端板连接节点研究进展	65
非结构构件抗震性能研究综述	74
墙板式阻尼器的性能及工程应用研究	82
腐蚀环境下既有钢结构抗力退化与时变可靠度研究现状	93
800m 超大跨穹顶结构体系探讨	100
圆钢管混凝土柱、叠合柱与楼面梁连接时加劲板设计选型探讨.....	105
屈曲约束支撑在某加固改造工程中的应用.....	111
钢结构建筑用关节轴承设计与计算的研究.....	124
焊接机器人在建筑钢结构制造中的应用.....	130
AECS 涂装的关键施工技术	144
夹芯板在不同荷载下统一公式的研究.....	152
大跨度立体钢管桁架结构设计、施工与应用.....	163
大跨度门式管桁架结构的设计与分析.....	170
浅谈大面积、不规则、分块刚性较弱的钢结构建筑外罩系统的施工方案.....	176
南京禄口机场中央大厅钢结构深化设计技术.....	186

三、钢结构住宅	193
矩形钢管混凝土柱及其房屋建筑钢结构研究进展	194
一种新型工业化住宅结构体系——钢管束组合剪力墙结构体系	207
CCA 板岩棉保温装饰一体化板的开发与应用	214
德坤 DSC 建筑体系在棚户区改造工程中的应用案例	220
一种模块化建筑体系在建筑中的应用	224
集装箱式房屋的发展及趋势	232
四、钢结构工程施工	239
天津周大福金融中心交叉扭柱加工制作技术	240
双向弯曲钢板的加工制作研究与应用	246
超高层塔冠钢结构施工关键技术	250
大跨度张弦桁架结构施工技术研究与应用	257
贵阳未来方舟 IMAX 影城空间结构的设计、深化、制作及安装	264
腾讯滨海大厦大体量钢结构施工技术	269
一种超大跨度筒形网壳的施工技术	276
昆明滇池国际会展中心屋盖钢结构施工技术	284
长沙梅溪湖国际文化艺术中心大剧场钢结构施工关键技术	290
中国国学中心主楼钢结构加工技术	296
宜兴市梅林大桥钢箱梁现场组拼及预拼装方案	305
南昌市新龙岗大道立交桥钢箱梁加工制作技术	312
交通大厅梅花柱制作安装施工技术	317
大跨度空间异形弯扭钢拱架加工制作技术	322
大跨度梭形桁架安装全过程仿真分析	329
超超临界锅炉悬挂重载式炉前大板梁精度控制技术	335
零自由度理论桁架放样法在工程实践中的应用	340
2016 年世界园艺博览会主门钢结构技术特点	343
江苏大剧院钢结构加工制作及安装施工技术	348
超高层建筑桁架层预拼装整体吊装技术	358
海花岛 1 号岛国际会议中心 C-h9 构件加工技术研究	364
超高层钢结构安防措施标准化应用及研究	373
武夷山火车站站房网架累积提升施工技术	381
五、金属屋面系统新技术应用	387
一般工业厂房金属屋、墙面围护系统施工安装技术探索	388
福州海峡国际会展中心超长扇形金属屋面系统施工关键技术	398
浅谈金属屋面二层防水设计与施工技术	403
大型公共建筑金属屋面系统施工质量与安全控制	410

大型机场航站楼建筑幕墙设计关键点分析.....	415
“BIM 技术成就建筑之美”——浅谈江苏大剧院外装饰幕墙工程设计与施工技术	421
浅谈压型金属板屋面工程质量问题.....	426
一种金属幕墙系统在建筑上的应用.....	434



钢结构建筑工业化

以钢结构建筑为抓手，推动建筑行业 绿色化、工业化、信息化协调发展

沈祖炎，罗金辉，李元齐

(同济大学建筑工程系，上海 200092)

摘要 建筑工业化、绿色建筑和建筑一体化信息管理已经成为我国建筑行业实现产业升级的三大重要战略方向，引起了行业的高度重视和各级政府的关注和支持。本文从建筑行业贯彻国家五大发展理念的角度，结合新型建筑工业化、绿色建筑和建筑一体化信息管理（BIM）的发展背景，提出了三者的发展理念、策略以及它们之间的相互关系。剖析了钢结构建筑在实现新型建筑工业化、绿色建筑以及充分发挥 BIM 平台功能等方面的优势，提出应以钢结构建筑为抓手，推动建筑行业绿色化、工业化、信息化“三位一体”，协调发展的建议。

关键词 新型建筑工业化；绿色建筑；建筑一体化信息管理；钢结构建筑；协调发展

1 引言

目前我国建筑行业能耗居高不下，建筑资源消耗水平远高于发达国家，建筑工业化和信息化程度还很低。这种低效率的粗放型发展模式已成为我国这种人均资源十分匮乏的人口大国不能承受之重，引起了国家相关部门和建筑行业的高度重视。

党的十八大五中全会提出：实现“十三五”时期发展目标，破解发展难题，厚植发展优势，必须牢固树立“创新、协调、绿色、开放、共享”的发展理念。建筑行业必须坚决贯彻五大发展理念，以提高发展质量和效益为中心，坚持工业化、绿色化、信息化三大发展方向：即要认真贯彻创新发展理念，坚持建筑行业向工业化方向发展，实现新型建筑工业化；认真贯彻绿色发展理念，坚持建筑行业向绿色化方向发展，实现绿色建筑；认真贯彻共享发展理念，坚持建筑行业向信息化方向发展，实现建筑一体化信息管理（BIM）共享信息平台，在推进三大发展方向时，还必须认真贯彻协调发展理念，坚持协调统一，实现工业化、绿色化、信息化“三位一体”协调发展策略，有力推进建筑行业的转型升级，有力推进我国从建筑业大国向建筑业强国的转变。

2 钢结构建筑最有条件实现新型建筑工业化

2.1 新型建筑工业化发展的背景

回顾历史，不难看出，工业革命的成果直接推动了制造业的变革，也影响了建筑工业化的发展。1760 年开始的第一次工业革命的蒸汽机成果，促成制造业的变革是机器替代手工劳动，在建筑业出现了机械建造的预制装配式建筑。1870 年开始的第二次工业革命的电气化成果，促成制造业的变革是自动流水线生产代替单台机器生产，形成大规模成批生产，在建筑业也出现了体系建筑和模块建筑等的流水线建造。1950 年开始的第三次工业革命的电子计算机和信息控制技术等成果，促成制造业的变革是向高度数字化自动控制下的生产发展，数控机床、机器人的大量应用，少人和无操作工人的车间正在陆

续出现,在建筑业也有越来越多的建筑业工厂已在 BIM 技术的控制下采用机器人或数控机床进行建筑部品的批量生产和组装。

目前,美、德等发达国家正在致力于向第四次工业革命前进,其特征是智能化。制造业的变化在控制技术方面,用可变的智能控制技术取代不可变的自动控制技术;在生产系统方面,用柔性制造系统取代刚性生产系统;在生产模式方面,用大量定制生产模式取代大规模成批生产模式;在生产体制方面,用社会化生产体制(即通过物流网和互联网技术组成最有效的产业链联盟)取代工业化生产体制。

我国建筑工业化现状与发达国家相比存在非常明显的差距。我国在 20 世纪 50 年代曾在全国建筑业推行标准化、工厂化,大力发展预制装配建筑。从 20 世纪 70 年代初到 80 年代中期,预制混凝土构件生产经历了大发展时期,到 20 世纪 80 年代末,全国已有数万家构件厂,预制混凝土年产量达 2500 万 m^3 。但由于对预制装配式建筑的结构整体性缺少深入研究,在 1978 年唐山大地震中,几乎所有的钢筋混凝土预制装配式建筑都夷为平地;在北京前门建造的预制钢筋混凝土大板高层住宅经过几年使用后均发现板缝明显渗水,影响使用质量。另外,我国自 20 世纪 80 年代末开始推行社会主义市场经济,钢筋混凝土预制装配式建筑造价较高的缺点暴露无遗。因此,由那时起,我国的钢筋混凝土建筑仍回到以现浇结构为主,在少量机械化的辅助下由人工建造,相当处于第一次工业革命时期的工业化水平。钢结构建筑情况稍好,均采用预制装配式,一些部品已有流水线建造,相当处于第二次工业革命早期的工业化水平。

长期以来,我国建筑业一直是劳动密集型行业,主要依赖低人力成本和以包代管的生产经营模式。与其他行业以及国外同行业相比,我国存在手工作业多、工业化程度低、劳动生产率低、工人工作条件差、建筑工程质量和安全问题时有发生、建造过程的能源和资源消耗大、环境污染严重、建筑寿命低等问题。随着我国人口红利的淡出,建筑业的“招工难”、“用工荒”现象已经出现,而且仍在不断地加剧,传统模式已难以为继,必须向新型工业化道路转轨。

自 21 世纪初期以来,建筑工业化已提升成为我国在建筑领域的发展战略。实现建筑工业化符合《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020 年)》,是我国当前建筑业转型升级、节能减排、新农村建设、城镇化和住宅产业化等国家重大发展需求的技术支撑。鉴于过去发展建筑工业化的经验教训,2002 年 11 月,党的十六大提出“走新型工业化道路”。2012 年 2 月,中央经济工作会议上提出“走一条中国式新型工业化道路”,均提到了要有别于过去工业化的新型工业化。

近年来,全国由上而下地出台各种政策,意欲推动建筑特别是住宅建筑工业化的发展,但事与愿违。由于在推进建筑工业化发展的过程中,没有按照其自身发展规律去做,只是采用行政命令强行推行,其结果必然导致构件生产非标准化,出现费工费料费时的劳民伤财现象。

因此,要能在全国更广、更快和更好地实现建筑工业化,必须对新型建筑工业化的目标和技术要求有清晰的了解,对其发展理念有正确的掌握,对其实现策略有认真的规划。

2.2 新型建筑工业化发展的策略

鉴于我国建筑工业化的技术水平相当落后,因此,其发展必须贯彻创新发展理念,走新型建筑工业化的跨越式发展道路。

新型建筑工业化的目标和技术特征可从以下方面加以说明:

- 1) 新型建筑工业化目标的技术水平应定位在第三次工业革命甚至第四次工业革命的技术水平,即到达深度信息化甚至智能信息化初步。
- 2) 新型建筑工业化的覆盖范围应是从建筑设计阶段开始到建筑物拆除为止的全寿命周期。
- 3) 建筑设计个性化应能在新型建筑工业化中得到充分的发挥。
- 4) 新型建筑工业化的建造系统应逐步采用可变的智能控制技术和柔性制造系统,形成大产量定制生产模式,满足客户的各种不同需求。
- 5) 形成完备的各种建筑部品的商品化生产,通过产业链联盟的组成,逐步由工业化生产体制向社

会化生产体制的转变。

6) 实行满足个性化要求的菜单式订购。

基于我国建筑业的现状,要实现新型建筑工业化,任务是非常艰巨的,是一项不折不扣的系统工程。这项系统工程可以分解为建筑全寿命周期的9个阶段,在每一个阶段都有实现“一个化”的要求:即①建筑设计个性化;②结构设计体系化;③部品尺寸模数化;④结构构件标准化;⑤配套部品商品化;⑥加工制作智能化;⑦现场安装装配化;⑧建造运维信息化;⑨拆除废件资源化。

可以看出,当九个阶段都实现“九化”的要求,即“九段九化”都能实现,就标志了新型建筑工业化的实现。

新型建筑工业化实现后取得的效果可用“四个高”加以归纳,即高效率、高质量、高科技、高效益。

为了我国建筑行业能够尽早实现新型建筑工业化,在推行新型建筑工业化时必须坚持走跨越式发展的道路,不能按部就班地走传统发展的老路;必须坚持以达到提高质量、增加效率、减少污染、节约资源和降低成本等为追求目的,不能总是瞄准了获得各种优惠政策的指标去做,违背了新型建筑工业化必能取得的“四个高”的效果;必须坚持以建筑全寿命周期内的各项指标作为衡量的综合指标,不能采用只强调一个或少部分的指标、无视全体指标的做法。只有以上述正确的发展理念为主导,建筑行业的新型建筑工业化才能健康、迅速地得到实现。

2.3 应以钢结构建筑为抓手发展新型建筑工业化,并起示范作用

钢结构建筑与混凝土结构建筑相比,已基本达到预制装配化,具备了智能化自动流水线制造的能力,并且已形成了若干种符合建筑工业化制造特征的体系建筑(如:轻型工业厂房的轻钢门式刚架体系建筑、螺栓球节点网架结构体系建筑等),完成了多种建筑部品的商业化生产(如:墙面、楼面、屋面等)。因此,钢结构建筑已具有实现新型建筑工业化的基础,建筑行业实现新型建筑工业化应以钢结构建筑为抓手,率先实现,并起示范作用。

虽然钢结构建筑已具有新型建筑工业化的基础,但由于相关部门仍以传统观点将建筑工业化等同于预制装配化,完全没有理解新型建筑工业化的真实内涵,将钢结构建筑归入已基本实现建筑工业化的建筑,因此,延缓甚至阻碍了钢结构建筑向新型建筑工业化发展的步伐。主要表现在以下几个方面:①没有立足行业发展,让建筑师牵头组织不同专业人员协同攻关,从模数化、标准化和部品系列化等方面着手研究实现建筑工业化的基本条件;②研发人员以结构工程专业为主,导致钢结构建筑工业化的研发过多聚焦于实现结构的装配化。而围护结构等配套产品标准化、系列化、通用化程度较低,没有按建筑、结构、设备等专业进行全行业系统工程的要求协同攻关;③对适合工业化建造的钢结构建筑体系的研究思路简单地从承重的角度考虑以钢结构代替混凝土结构;④各企业研发的钢结构工业化建筑体系缺少通用性,各自为战。

针对上述问题,提出下列建议:①相关部门应以钢结构建筑为抓手,按照新型建筑工业化的目标和技术要求,切实领导建筑行业推进新型建筑工业化的实现;②建议发改委会同住房城乡建设部制订并发布“钢结构建筑实现新型建筑工业化的行动方案”等指导性文件,制定钢结构建筑的财政补贴政策,并出台鼓励公共建筑采用工业化建造的钢结构建筑的相关政策;③相关行业协会应在推进钢结构建筑实现新型建筑工业化的过程中起领导作用,按照钢结构建筑工业化的发展规律,引领协会全体成员走正确的发展道路;④协会应遴选合适人员,成立钢结构建筑工业化发展委员会,制定钢结构建筑工业化中长期发展规划和近期实施计划,并选择若干个合适单位对实施计划的不同内容进行试点。

3 钢结构建筑是实现绿色建筑的最佳结构形式

3.1 建筑行业绿色化发展的背景

18世纪到19世纪,由于工业革命带来的负面效果,出现了工业生产污染严重、城市卫生状况恶

化、环境质量急剧下降等问题，并引发了严重的社会问题。美国、英国、法国等国家开展了城市公园绿地建设活动。这一措施为在城市发展中被迫与自然隔离的人们创造了与大自然亲近的机会，也在一定程度上反映了绿色建筑的思想。

20 世纪 60 年代，意大利建筑师保罗·索勒瑞首次将生态与建筑合称为“生态建筑”，使人们对建筑的本质又有了新的认识。真正的绿色建筑概念在这时才算是被提出来。1972 年联合国人类环境会议通过的《斯德哥尔摩宣言》，提出了人与人工环境、自然环境保持协调的原则。

20 世纪 90 年代，我国首次引入绿色建筑的概念。在正式启动绿色建筑近 10 年的时间内，我国的绿色建筑从无到有、从少到多、从地方到全国、从单体向城区、城市规模化发展，特别是 2013 年《绿色建筑行动方案》发布以来，我国绿色建筑进入了新的发展阶段。尽管近年我国绿色建筑发展速度明显加快，但总体来说我国绿色建筑发展尚处于初步阶段，仍然存在不少问题。主要表现在以下几个方面：①大部分绿色建筑项目尚未在运营过程中得到验证，已获得绿色建筑标识项目 80% 以上集中在设计阶段；②市场上存在着部分追求噱头、形式片面、盲目进行技术堆砌倾向；③由于缺乏对绿色建筑投入产出的科学评价以及对社会环境效益的正确认识，从而影响设计人员的主动积极性。

回顾过去我国二十多年的大规模基本建设，给人民生活提供了极大的便利，为社会创造了大量的财富，同时也消耗了大量的自然资源，产生了一系列环境问题。另外，建筑行业已成为能源消耗和碳排放大户。如果不用绿色发展理念加以革新，仍以粗放模式建设，将会摧残生态环境，制约中国乃至世界的可持续发展。

我国在国民经济和社会发展第十三个五年规划的建议中提出了五大发展理念。绿色发展理念是其中之一，提出“必须坚持节约资源和保护环境的基本国策，坚持可持续发展”以及“促进人和自然和谐共生”。建筑行业在贯彻绿色发展理念时就应把实现绿色建筑作为行动的目标。

3.2 建筑行业的绿色化发展策略

绿色建筑现在在国际上仍然没有一个统一的概念，欧美国家提出的“生态建筑”、“节能省地型建筑”和“可持续建筑”，以及日本提出的“环境共生建筑”等都是从不同角度对绿色建筑的阐述。对绿色建筑的提法的共同特点是将建筑与环境紧密联系，突出以下三个方面：对资源和环境的影响和负荷小；能为人类提供健康舒适的生活环境；要求建筑与自然条件相融合。

我国对绿色建筑的定义为：绿色建筑（Green Buildings）是指在建筑的全寿命周期内，最大限度地节约资源、保护环境和减少污染，为人们提供健康、适用和高效的使用空间，与自然和谐共生的建筑。简言之，绿色建筑就是在全寿命周期内四节一环保，满足使用功能的同时与自然和谐共生。

由此可见，绿色建筑就是要在建筑全寿命周期内做到以下三点：一是节约各种资源，特别是强调节能；二是保护环境，强调减少环境污染，减少二氧化碳的排放；三是满足人民使用上的要求，为人们提供与自然和谐共生的空间。这就要求建筑行业在推行绿色建筑时必须认真做到节地和室外生态环境利用；节能和能源利用；节水和水资源利用、节材和材料资源利用；绿色施工及采用新型建筑工业化建造；室外环境保护及污染物控制；洁净室内环境及职业健康保护等。

因此，为了我国建筑行业能够尽早实现绿色建筑，在推行建筑行业绿色化时，必须坚持在建筑全寿命周期内对以下几方面作重点推进，并把各项指标的综合评价作为评价的依据：绿色建筑材料和再生材料的利用，绿色设计的创新理念，如“共享设计”的绿色建筑设计理论和“被动优先、主动优化”的解决之道等，“建筑一体化管理（BIM）”信息共享平台的深度运用，新型建筑工业化和绿色施工的系统研发，结构全寿命设计及多灾种防灾技术的应用等；必须坚持可持续发展观和形成人与自然和谐共生建设生态文明等国家相关战略。只有以上述正确的发展理念为主导，建筑行业的绿色化才能全面、完善地得到实现。

3.3 钢结构建筑是实现绿色建筑的最佳结构形式

钢结构建筑体系在我国已具备规模化发展的条件。钢结构建筑以其强烈的工业化特色、轻质高强的

优势以及干式施工方式,不仅可以大幅提高工程质量和安全技术标准、实现绿色施工,还可以大幅提高建筑的工作性能和使用品质,增强城市的防灾减灾能力。

精心设计的钢结构建筑具有“轻、快、好、省”的特点。轻,在相同承载力作用下,结构最轻,因而节材;快,工业化程度高,因而节能、节水、节地、减少污染;好,材性好,能安全且容易做到轻量化,因而节材;省,钢材可回收利用,因而符合可持续发展。此外,钢结构建筑抗震性能好,减少地震灾害,能做到人与自然和谐共生。加上新型工业化建造,就能在全寿命周期内高质量地践行“绿色建筑”的各项要求。因此,钢结构建筑是实现“绿色建筑”的最佳结构形式。

但是,由于目前钢结构建筑应用不多,怎样结合钢结构建筑的特点实现绿色建筑缺少实践经验,因此需要在推广钢结构建筑的同时加强对实现绿色建筑的研究和支持。

针对上述情况,提出下列建议:

1) 加快落实国务院《绿色建筑行动方案》。各省市应尽快出台实施或指导意见,在政府投资的保障性安居工程中积极开展绿色建筑和节能减排工程建设,大力推广钢结构住宅产业化技术,改变传统的住宅生产方式,实行住宅全装修以及工业化、标准化和产业化施工,全面执行绿色建筑标准。

2) 依据国务院颁发的《绿色建筑行动方案》和《循环经济发展战略及近期行动计划》的要求,按照减量化、再利用、资源化的原则,从全寿命周期的角度完善国标《绿色建筑评价标准》的评价指标。

3) 通过政府引导和政策扶植,以钢结构建筑为载体,将新型绿色节能建材成套技术、外墙保温成套技术、屋面成套技术、非承重隔墙成套技术等进行配套集成,形成若干个集科研、设计、生产、施工于一体的中国钢结构绿色建筑集成产业基地或产业中心。

4 钢结构建筑最能体现建筑一体化管理(BIM)共享信息平台在实现新型建筑工业化时的关键作用

4.1 建筑一体化管理发展的背景

人类信息技术的发展经历了“语言的使用”、“文字的创造”、“印刷的发明”、“电话、电报、广播和电视的发明及普遍应用”以及“电子计算机、互联网和现代通信的使用”五次革命。而建筑信息化的概念是在信息技术第五次革命之后的1975年,由美国首次提出,但当时受制于技术未能实现。随着信息技术的不断发展,建筑行业信息化的定义也得到了不断的完善。我国对建筑行业信息化的定义为:运用信息技术,特别是计算机技术、网络技术、通信技术、控制技术、系统集成技术和信息安全技术等,改造和提升建筑业技术手段和生产组织方式,提高建筑企业经营管理水平和核心竞争能力,提高建筑业主管部门的管理、决策和服务水平。建筑业的信息化主要包括政务管理信息化、行业信息化和企业信息化。

近年来,随着信息技术的不断进步和建筑行业逐步规范,我国建筑行业信息化发展较快,信息网络建设开始起步,信息技术应用得到推广,但是大部分企业信息化基本处于单一应用阶段。企业信息化仅限于专业软件的局部使用,数据不能共享,普遍存在信息孤岛现象。根据国外建筑业信息化的发展轨迹,在未来若干年内,一方面行业工具软件将进一步得到广泛应用;另一方面行业发展要求建筑企业对工程项目建设进行全过程信息化管理,项目管理整体解决方案将得到大范围应用。此外,行业内信息的收集、共享也将通过网络平台等得到发展,为建筑企业经营决策提供支持。

我国在2003年由建设部颁布了《2003—2008年全国建筑业信息化发展规划纲要》,指出我国要运用信息技术实现建筑业跨越式发展。2015年,住房城乡建设部发布《住房城乡建设部关于印发推进建筑信息模型应用指导意见的通知》(建质函[2015]159),就推进建筑信息模型(BIM)的应用提出了具体意见。然而信息技术在我国建筑行业的应用水平依然比较落后,而且严重落后于其他行业,主要是由于目前建筑企业的信息化大多数不是企业自身驱动力去实施的,主要依赖国家政策的推动,但是随着中国建筑业全球化、城市化进程的发展以及可持续发展的要求,应用BIM技术对建筑全寿命周期进行

全方位管理,是实现建筑业信息化跨越式发展的必然趋势。

4.2 建筑行业信息化的发展策略

新型建筑工业化需要有正确无误的精细化管理,建筑行业传统的项目管理方式无法应对项目海量数据的及时处理,无法解决协同效率低、错误多等问题,也无法完成一套完整的预算数据。由于缺乏强大的基础数据支撑,一切管理依照经验指挥,再好的管理团队也不可能真正实现精细化管理。

建筑行业为了解决这一问题,最初采用“建筑信息模型”技术(Building Information Model,简称BIM)得到了一个建设项目的物理和功能特性的数字表达;应用后发现BIM还需为项目从概念到拆除的全寿命周期中不断修正数字表达,以符合不断变化的实际情况,BIM的表达改用“建筑信息建模”(Building Information Modeling)更为合适;以后更发现,BIM又能为该项目在全寿命周期中的所有决策提供可靠依据,具有广泛的管理功能,BIM更可改用“建筑信息管理”(Building Information Management)来表达;最近,BIM又能为建筑工业化提供数字化信息,实现信息控制下的智能建造系统,因此,又把BIM表达为“建筑一体化管理”(Building Integration Management)。

建筑一体化管理(BIM)信息平台,能支持对工程环境、能耗、经济、质量、安全等方面的分析、检查和模拟,可为项目全过程的方案优化和科学决策提供依据。BIM平台可支持各专业协同工作、项目的虚拟建造和精细化管理,为建筑业的提质增效、节能环保创造条件。

由此可见,建筑一体化管理(BIM)是建筑行业转型升级的重要标志,具有重要的战略地位和应用价值。

BIM技术的特征是信息互用,即在项目建设过程中项目参与方之间、不同应用系统工具之间对项目信息的交换和共享。因此建筑行业在实现建筑一体化管理(BIM)信息平台时,必须认真贯彻共享发展理念:坚持实现的信息平台能为全行业共享;坚持实现的信息平台应在建筑全寿命周期内信息统一;坚持实现的信息平台能为各阶段所有参与单位共用。

4.3 钢结构建筑最能体现BIM技术在实现新型建筑工业化时的关键作用

钢结构建筑的建设特点,决定了它在建筑信息化中具有较其他结构更明显的优势。设计阶段,特别是深化图设计阶段,钢结构建筑的所有零件和建筑部品均可按工厂制造的需要将其物理信息数字化表达,直接为制造厂所用。建筑信息模型的建立,既能起到碰撞检查的作用,又能起到虚拟建造的作用,为优化现场施工安装方案提供了可视化的依据;工厂制造阶段,融入了BIM控制技术后,可将BIM信息直接输入智能机器人和数控机床,实现钢结构构件的数字化制造,使钢结构建筑工业化产生质的提升,从高度自动化的生产逐步发展为可自律操作的智能生产系统,从而有望引起建筑工业化的第四次革命;运输阶段,通过信息化技术,可根据现场安装进程,对构件进场批次及堆放次序等运输方案做合理安排,大幅度提高运输管理效率;现场安装阶段,可应用信息化技术,将现场安装中的误差及时反馈给钢结构制造厂,以调整后续构件的加工,满足整体结构的安装误差,实现精细化管理。由此可见,钢结构建筑能使BIM技术在实现新型建筑工业化建造时起关键作用。

5 建筑行业绿色化、工业化、信息化的发展应采用“三位一体”协调发展的策略

新型建筑工业化在建筑全寿命周期内可划分成以下几个阶段:设计阶段、制作阶段、安装阶段、运维阶段以及拆除阶段。这五个阶段都有独立进行的时段、独立进行的空间,但又是循序接连进行的。以制作阶段为例,在设计阶段完成后,就进入制作阶段,在工厂完成产品的制作,产品再进入安装阶段。按照新型建筑工业化的要求,制作阶段应将水、电、暖等管道、内外装修以及有关绿色化的措施等在构件和部品制作时一体化完成。绿色建筑是指导设计体现可持续发展观的一种先进理念,它的实现必须通过各种绿色化措施在建筑全寿命周期内的各个阶段予以实施。因此,体现绿色建筑的各种措施能否在新型建筑工业化的各个阶段一体化完成至关重要。绿色建筑的措施如不能在建筑工业化的各个阶段同时完成,不但影响建筑工业化的效果,也同样会影响绿色化措施的效果。因此,建筑行业的绿色化发展和工

业化发展应该融合统一,协调发展,在推行绿色建筑时,处处考虑到建筑工业化的可行性,在推行建筑工业化时,处处关注到绿色建筑的要求,以达到相得益彰、事半功倍的效果。

新型建筑工业化要求建筑的建造和运维的全过程(即全生命周期)是在数字化信息控制下的自动化或智能化系统中进行和完成。一个工程往往有数十个甚至数百个单位参与,所有海量信息必须前后一致、完全统一,才能在新型建筑工业化的高度自动化的生产和管理系统中使用。而建筑一体化信息管理(BIM)平台能满足这一要求,能提供建筑全生命周期内使用需要的用数字表达的信息,使其在新型建筑工业化的高度自动化生产管理系统中得到高效应用。建立在BIM信息平台上的新型建筑工业化并且在建造系统中融入了BIM控制技术后,建筑工业化将发生质的提升,可以将高度自动化的生产逐步发展为可自律操作的智能生产系统,引领建筑工业化的第四次革命。因此,建筑工业化发展和信息化发展应该融合统一,协调发展。

综合以上分析,建筑行业绿色化、工业化、信息化的发展应采取三位一体、协调发展的策略,才能起到 $1+1+1>3$ 的作用。要使建筑行业的“三位一体”、协调发展顺利进行,应从行业发展的高度制定合理可行的顶层设计方案,指导行业发展。同时,建筑行业“三位一体”、协调发展涉及土木、建筑、管理、信息、机械制造、智能控制等多学科交叉,应建设一批复合型高级科技人才队伍,才能健康、高水平地发展。

6 建议

十一五、十二五期间,住房城乡建设部曾就建筑行业的绿色化、工业化、信息化发展花大力推行,但收效甚微。究其原因主要有二:一是“三个化”孤立推行,没有协调发展;二是选用不合适的混凝土结构建筑为抓手,导致工业化建筑的造价不降反增,增加达20%左右。

综上所述,得出了以下几点结论:①钢结构建筑最有条件实现新型建筑工业化;②钢结构建筑是实现绿色建筑的最佳结构形式;③钢结构建筑最能体现BIM在实现新型建筑工业化时的关键作用;④建筑行业绿色化、工业化、信息化的发展应采用“三位一体”协调发展的策略。

鉴于此,建议:建筑行业的发展,应以钢结构建筑为抓手,采取绿色化、工业化、信息化“三位一体”协调发展的策略。

参考文献

- [1] 叶明,武洁青.新型建筑工业化内涵及其发展.中国建设报,市场五版,2013.02.06.
- [2] 沈祖炎,李元齐.建筑工业化建造的本质和内涵[J].建筑钢结构进展,2015,17(5):1-6
- [3] 中国绿色建筑工程师网(<http://www.jzr8.com/news.aspx?id=1098>).国外绿色建筑的发展.2014.10.21.
- [4] 中国产业信息网(<http://www.chyxx.com/industry/201507/331891.html>).2014年中国绿色建筑行业发展现状回顾分析.2015.07.29.
- [5] 中华人民共和国国家标准.绿色建筑评价标准GB/T 50378-2014[S].北京:中国建筑工业出版社,2015.

适应新常态，努力促进建筑 钢结构行业的创新发展

党保卫

(中国建筑金属结构协会建筑钢结构分会，北京 100859)

摘 要 本文阐述了我国建筑钢结构行业的宏观经济政策，指出建筑钢结构发展的历史机遇。要求企业要正确把握新常态，转变发展观念、调整发展战略、增强核心竞争力，在新一轮改革中抓住发展机遇，积极应对、主动适应，谱写新常态下钢结构持续发展协奏曲，为促进钢结构行业的健康有序发展做出新贡献。

关键词 改革；创新；新常态；钢结构行业；发展

唯改革者进，唯创新者强。创新始终是推动一个国家、一个民族向前发展的重要力量。抓创新就是抓发展，谋创新就是谋未来。党的十八届五中全会提出“五大发展理念”，排在首位的就是“创新发展”。“十二五”期间尤其是党的十八大以来，无论是经济转型升级，还是加快实施创新驱动发展战略；改革创新精神贯穿着各行各业各个环节。

今年是“十三五”开局之年，我国经济社会发展进入了全面建成小康社会、实现“两个一百年”奋斗目标中第一个百年奋斗目标的决胜阶段。习近平总书记指出，科技是国家强盛之基，创新是民族进步之魂。对我国未来五年的发展做出全面部署，把发展的基点放在创新上，使之成为引领发展的第一动力。

展望未来，中国发展的时与势、艰与险，将我们推到了创新发展的风口，新一轮科技革命和产业变革蓄势待发。中国建筑金属结构协会建筑钢结构分会会长党保卫在 2016 年年初钢结构全体专家会议以及 2 月份的第三届全国彩钢机械研讨大会上以“适应新常态，努力促进建筑钢结构行业的创新发展”为主题，从建筑钢结构行业的发展现状与未来发展方向入手，阐明了在当前经济社会新常态下，建筑钢结构行业实现顺势发展、创新发展的必然性，为行业发展提供了经验借鉴。以下是报告内容，以供建筑钢结构行业借鉴思考。

1 我国建筑钢结构行业的宏观经济政策

在建筑钢结构这个细分行业，近两年钢结构行业相关产业政策暖风频吹，出台了对行业发展和转型升级有重要影响的多项政策。2013 年国发 1 号文件《绿色建筑行动方案》，锁定绿色建筑，要求推广适合工业化生产的预制装配式混凝土、钢结构等建筑体系；在国发〔2013〕41 号《关于化解产能严重过剩矛盾的指导意见》中，要求大力推广钢结构在建设领域的应用；2014 年 4 月 8 日，为推动绿色施工和建筑节能减排，促进建筑业转型升级，住房城乡建设部发布建市〔2014〕45 号文，批准部分钢结构企业开展房建总承包试点；2014 年 5 月 18 日，在第八届中国国际钢铁大会上，工业和信息化部领导提出“……在公共建筑和政府投资建设领域开展钢结构应用试点”。2014 年 5 月 27 日，批准《绿色建筑评价标准》为国家标准，自 2015 年 1 月 1 日起实施，标志着中国的绿色建筑开始进入 2.0 时代。2015 年 9 月 30 日住房城乡建设部、工业和信息化部印发的