

建设行业专业技术人员继续教育培训教材



MB 轻型房屋 钢结构建筑体系

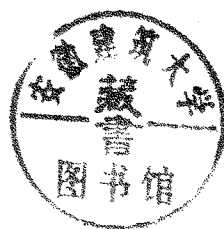
建设部人事教育司
建设部科学技术司
建设部科技发展促进中心

中国建筑工业出版社

建设行业专业技术人员继续教育培训教材

MB 轻型房屋钢结构建筑体系

建设部人事教育司
建设部科学技术司
建设部科技发展促进中心



中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

MB 轻型房屋钢结构建筑体系/建设部人事教育司等编.
北京: 中国建筑工业出版社, 2004
建设行业专业技术人员继续教育培训教材
ISBN 7-112-06745-6

I. M… II. 建… III. 轻型钢结构—技术培训—教材
IV. TU392.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 067541 号

建设行业专业技术人员继续教育培训教材

MB 轻型房屋钢结构建筑体系

建设部人事教育司

建设部科学技术司

建设部科技发展促进中心

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京市彩桥印刷厂印刷

*

开本: 787 × 1092 毫米 1/16 印张: 10 $\frac{1}{2}$ 字数: 250 千字

2005 年 3 月第一版 2005 年 3 月第一次印刷

印数: 1—5,000 册 定价: 17.00 元

ISBN 7-112-06745-6

TU · 5893 (12699)

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)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

本书以编者在国内十几年从事住宅产业现代化工程实际经验和科研成果为基础,介绍了如何解决住宅工业化大生产中标准化与建筑多样化、个性化的矛盾,从实用、可靠、可行角度出发,提出了一些新的构思和设想。比较全面地介绍了钢包混凝土构造的理论基础和试验结果,系统地论述了MB轻型房屋钢结构建筑体系的设计、施工技术和材料检测技术以及对正在运行的优秀示范工程实例作了深入分析。部分实践论述与国情结合紧密,尚属首次发表。可供从事建筑科学研究、设计、施工和管理等专业具有初级技术职称以上的工程技术人员和管理人员作为新技术、新建筑体系培训的教材,也可供大专院校相关专业师生参考。

* * *

责任编辑:俞辉群

责任设计:崔兰萍

责任校对:李志瑛 张虹

《建设部第二批新技术、新成果、新规范培训教材》编委会

主任: 李秉仁 赖明
副主任: 陈宜明 张庆风 杨忠诚
委员: 陶建明 何任飞 任民 毕既华
专家委员会

郝力	刘行	方天培	林海燕	陈福广
徐伟	张承起	蔡益燕	顾万黎	张玉川
高立新	章林伟	阎雷光	孙庆祥	石玉梅
韩立群	金鸿祥	赵基达	周长安	郑念中
丁绍祥	邵卓民	聂梅生	肖绍雍	杭世璠
宋序彤	王真杰	徐文龙	施阳	徐振渠

《MB 轻型房屋钢结构建筑体系》编审人员名单

第一篇

主编: 李鑫全

编写人员: (按篇、章顺序排列)

第一章 李鑫全 (MB 专利技术发明人)
第二章 李鑫全 王子康 李以圻 王光煜 丁兆如 金连荣
第三章 李以圻、王子康
第四章 王光煜、丁兆如
第五章 何保康 (全国轻钢协会副理事长)
第六章 王大齐、全留福

第二篇

主编: 陈云波

编写人员: 陈云波 陈刚

审稿: 郭彦林

总策划: 张庆风 何任飞

策划: 任民 毕既华

序

科技成果推广应用是推动科学技术进入国民经济建设主战场的重要环节，也是技术创新的根本目的。专业技术培训是加速科技成果转化先进生产力的重要途径。为贯彻落实党中央提出的：“我们必须抓住机遇，正确驾驭新科技革命的趋势，全面实施科教兴国的战略方针，大力推动科技进步，加强科技创新，加强科技成果向现实生产力转化，掌握科技发展的主动权，在更高的水平上实现技术跨越”的指示精神，受建设部人事教育司和科学技术司的委托，建设部科技发展促进中心负责组织了第一批新技术、新成果、新规范培训科目教材的编写工作。该项工作得到了有关部门和专家的大力支持，对于引导专业技术人员继续教育工作的开展、推动科技进步、促进建设科技事业的发展起到了很好的作用，受到了各级管理部门的欢迎。2002年我中心又接受了第二批新技术、新成果、新规范培训教材的编写任务。

本次建设部科技发展促进中心在组织编写新技术教材工作时，着重从近几年《建设科技成果推广项目汇编》中选择出一批先进、成熟、实用，符合国家、行业发展方向，有广阔应用前景的项目，并组织技术依托单位负责编写。该项工作得到很多大专院校、科研院所和生产企业的高度重视，有些成立了专门的教材编写小组。经过一年多的努力，绝大部分已交稿，完成了近300余万字编写任务，即将陆续出版发行。希望这项工作能继续对行业的技术发展和专业人员素质的提高起到积极的促进作用，为新技术的推广做出积极贡献。

在《新技术、新成果、新规范培训科目目录》的编写过程中以及已完成教材的内容审查过程中，得到了业内专家们的大力支持，谨在此表示诚挚的谢意！

建设部科技发展促进中心
《建设部第二批新技术、新成果、新规范培训教材》编委会
2003年9月16日

序 言

本书围绕以钢结构作为承重体系，以住宅产业化为其目的而展开，内容丰富，实践性强，在此领域内它是一篇实实在在的经验总结，也是作者们多年来从事住宅产业化开发、研究、探索、实践和发展的一个阶段性成果。

住宅产业化这一提法在我国已整整有 10 个年头了，而钢结构住宅产业化在上海也已有了 10 年的历程。在上海的 10 年中，可真正称得上起先导作用的，能不畏艰难全力以赴的，能不断创新持之以恒的，并不是资产达亿，名列前茅冠以集团，人才济济的大型企业，而是一家名不见经传的小型民营企业。其领头人既不是土木技术的专家，也不是住宅产业化的行家里手，恰恰是一位与土木建筑关连不大的业外人士，他就是本书第 1 篇第 1 章《住宅建筑产业现代化导论》的作者，这也是本人愿为此书撰写前言的原因。

10 年前，民营企业上海北蔡防水材料厂在上海市建设委员会的科研项目中申请列入了一项课题“轻钢轻板在住宅建筑中的使用”，随着课题的进展，一幢 8 层的钢结构样板房问世了。我清楚地记得，我们组织了评委会，对这幢样板房进行技术鉴定，我主持了这次鉴定会，并形成了鉴定意见。其大意是：在量大面广的住宅建设领域内引入钢结构，与我国现行产业政策的大方向是一致的，应该十分肯定；利用轻钢轻板这一构思替代千百年来传统的秦砖汉瓦在技术上是一次创新，应该大力支持；住宅建筑涉及千家万户，是一个复杂的体系，有其特定的功能和规律，使用轻钢轻板的钢结构住宅应考虑到房屋的各种使用功能，考虑到由于应用新型建材后带来的新的技术问题；在轻钢轻板住宅建筑中要解决好房屋的隔热保温、防渗防潮、隔声隔振、防腐防锈、安全耐久等功能性问题，还要注意到各类管线的敷设和房屋的可装修性；要把钢结构的防火作为突出问题来对待，要把钢结构住宅中墙板、楼板和屋面板作为重点来开发研究。

这次鉴定会的实质是明确了钢结构住宅的研究和开发，应该把住宅作为一个完整的功能体系来研究，把功能放在首要地位。鉴定会指出了研究开发中的重点和难点，指出了在我国开发住宅钢结构，把住宅和钢结构作为产业化联系在一起的正确性和必要性。

20 世纪 90 年代初的那次鉴定会为上海开展住宅钢结构体系的研究开了一个好头，而 10 年里沿着这个大方向一步一个脚印，解决了一个个难题后，再探索研究开发另一个难题的仍是上面提到的那家企业和那位领导人。10 年间，随着产业化发展，地方和中央政府对钢结构住宅产业化给予了极大关注，建设部还专门制订了《钢结构住宅建筑产业化技术导则》，鼓励全国各地继续开发住宅钢结构。现在有一些试点工程建成了，有一批研究课题也相继完成了，那么由上海北蔡防水材料厂为基地而创立的新型房地产开发企业上海现代房地产实业有限公司，在 10 年里探索了什么？发现了什么？发展了什么呢？这些内容读者可以从本书第 1 篇第 1 章中得到答案。

回过头来讲到上海，使我十分钦佩的是偌大的一个系统性的课题，本来应该由国家或产业去投入开发的工作，却由一家民营企业一位民营企业企业家去承担了。我一直在想，这是

什么原因？个人坚忍不拔的毅力、求学好学的精神、敢于冒失败风险的观念等等个人因素是毋庸置疑的，但体制的弊端、机制的死板也不能否认，得过且过、胸无大志、目光短浅、缺乏责任感等等则是某些大型国有企业领导的通病，应该引起警觉。

改革的春风吹遍了祖国大地，改革造就了一大批企业家，是改革的结果推出了上述的那位民营企业家，是改革的动力支持了那位民营企业家。实践出真知，10年的锻炼，现在的他已经是一位真正懂行的专家了。但愿他的事业更上一层楼。

事物总具有两面性，同样新生事物难免也会存在这样那样的不足，关键是如何正确的对待。我也读了本书，感到它的大方向是正确的，但有些论述可以商榷，有些还尚待发展，有些则应该是致力于住宅钢结构产业现代化的有志之士的共同事业，愿本书的出版能起到推荐介绍作用，引起有关部门对钢结构住宅产业化的进一步关心和支持。

沈 恭

2002年5月10日

前 言

随着中国城市现代化建设进程的加快，房地产业已逐步成为我国国民经济的支柱产业。在房地产业发展的过程中，很多传统建筑大量耗用土地和其他自然资源，发展与生存产生了矛盾。中国是一个土地资源不足的大国，为了保护耕地，节约资源，政府已下决心禁止使用黏土砖。什么建筑材料可以替代黏土砖，什么样的房屋建筑技术可以满足房地产市场发展的市场需要。现将上海现代房地产实业有限公司多年研究的成果—MB 轻型房屋钢结构建筑体系介绍给大家，供大家学习参考，望能在各自的房屋建设中推广应用。

上海现代房地产实业有限公司董事长李鑫全先生，组织全国著名结构专家深入研究，不断探索，投入了几千万元科研费用，花了 10 多年的时间，克服了种种困难，百折不挠，顶住了来自各方的巨大压力，走过了一段艰难曲折的道路，终于成功地完成了 MB 环保节能轻型房屋钢结构建筑体系的研究（又名轻钢轻板房屋体系），简称 MB 体系。该项目符合国家建筑技术发展方向和住宅产业技术政策，具有良好的发展前景，1999 年正式列为国家重点技术创新项目。通过开发轻钢龙骨稻草板房屋（简称 MB-1）和钢管-混凝土组合结构（简称 MB-2），带动农业废弃物桔杆的应用，对于推动钢结构建筑、发展住宅产业化和农业综合开发有着重要的意义和作用。国务院前任总理朱镕基十分重视和关心，亲自批示有关部门组织落实。上海市原市长陈良宇亲自批示：“轻钢轻板房屋体系优势和生命力正在日益显现，帮助促其做大”。该体系具有许多显著的优点，比如，轻型房屋钢结构建筑体系工业化程度高，现场湿作业少，施工快捷等优越性。我国钢结构建筑发展迟缓有其历史原因，20 世纪 80 年代以前，国家要求在建筑领域节约使用钢材。而当前，我国钢产量已超亿吨，跃居世界产钢大国行列，国家政策鼓励和支持在建筑上推行积极用钢，为发展我国钢结构建筑提供了条件，钢结构建筑技术得到了快速发展，只要我们的开发投资者、房屋设计和建造者共同努力，钢结构房屋将会在我国城镇房屋建设和城市房地产开发建设中发挥重要作用。

上海金属结构行业协会会长、上海市建设委员会原副主任、上海市建委科学技术委员会主任沈恭先生为本书专门写了序言，特此感谢。

建设部科技发展促进中心副主任 张庆凤

2003 年 9 月 10 日

目 录

第 1 篇 MB 轻型房屋钢结构建筑体系

第 1 章 住宅建筑产业现代化导论	1
1.1 住宅建筑产业现代化是建筑技术水平的进步	1
1.2 住宅产业化中主要结构构件和围护构件的工厂化生产	3
1.3 住宅产业必须标准化和个性化的统一	5
1.4 住宅产业必须完成部件产品的配套和标准化	6
1.5 住宅体系产业现代化必须发展专用住宅体系	6
1.6 住宅产业现代化必须相应配套建筑管理政策	7
1.7 新型建材的应用	7
1.8 钢结构建筑防水	9
第 2 章 MB 轻型房屋钢结构体系	12
2.1 适用范围.....	12
2.2 MB-1 轻钢龙骨结构体系	12
2.3 构造要求及主要连接节点.....	13
2.4 材料.....	21
2.5 MB-2 轻型房屋钢结构体系	25
2.6 MB-2 建筑体系的墙体构造	30
第 3 章 MB 建筑体系的城市规划和建筑设计	40
3.1 现代都市对住宅建筑提出的要求.....	40
3.2 MB 建筑体系符合城市建设及住宅建筑的要求	41
3.3 MB 高层、低层建筑体系	45
3.4 MB 建筑体系加速实施城市化的规划	46
3.5 MB 建筑体系设计注意事项	47
第 4 章 MB-2 钢包混凝土建筑体系结构设计	49
4.1 概述.....	49
4.2 钢管混凝土框架中的梁柱节点.....	59
4.3 钢包混凝土框架的防火性能.....	67
4.4 高层钢包（外包钢）混凝土结构体系的支撑设置.....	69

4.5	钢包(外钢包)混凝土结构的抗大气腐蚀	71
4.6	钢管混凝土柱脚节点	73
4.7	MB-2 工程设计计算举例	75
4.8	设计创新与规范遵守	82
第5章	冷弯型钢构件设计几个特殊问题	84
5.1	冷弯效应	85
5.2	板件的局部屈曲, 超临界强度和有效宽度的计算	88
5.3	冷弯型钢构件的抗扭性能	98
5.4	冷弯型钢梁的腹板压折及宽翼缘梁的剪力滞后和翼缘卷曲问题	102
5.5	冷弯型钢构件设计小结	105
第6章	我国冷弯型钢生产现状及其应用	107
6.1	冷弯型钢的定义	107
6.2	冷弯型钢的分类	107
6.3	制造冷弯型钢的材料	108
6.4	冷弯型钢的特点	109
6.5	目前国内外冷弯型钢生产发展现状	110
6.6	我国冷弯型钢国家标准介绍	110
6.7	建筑行业使用冷弯型钢的实例	112

第 2 篇 外包钢混凝土组合结构体系

第1章	钢与混凝土组合结构	115
1.1	钢与混凝土组合结构的主要形式	115
1.2	钢与混凝土组合结构的发展简史	118
第2章	SERC 结构的机理	121
2.1	SERC 梁与钢筋混凝土梁在受弯时机理的对照	121
2.2	SERC 梁与钢梁在受弯时机理的对照	122
第3章	U 形薄壁钢梁填充混凝土弯曲性能的研究	124
3.1	研究的背景和目的	124
3.2	试件与试验	125
3.3	试验结构分析	126
3.4	受力阶段的划分及极限图状态的确定	128
3.5	SERC 梁与钢筋混凝土梁力学情况的比较	130
3.6	SERC 梁的钢与混凝土共同作用分析	131
3.7	SERC 梁的延性	131
3.8	试件受力分析	132

3.9 结论	135
第4章 SERC结构的防火分析	136
4.1 钢结构的防火问题	136
4.2 钢筋混凝土结构的防火问题	136
4.3 SERC结构的防火问题的探讨	137
第5章 SERC结构的应用	139
5.1 新材料的涌现为 SERC 的广泛应用奠定了基础	139
5.2 相同的承载力 SERC 的自重轻于钢结构	140
5.3 SERC 能较好地组成框架	141
5.4 SERC 特别适合建造高层和超高层	143
5.5 SERC 结构是解决好钢结构住宅的有效办法	147
5.6 SERC 结构拓展了大跨度屋盖的应用	148
5.7 SERC 丰富了桥梁的设计和施工	150
5.8 SERC 在输油管线、输气管线中的应用	151
5.9 SERC 在地下工程中有奇特的应用	151
5.10 水下油库和 underwater 城市新技术的开发	151
结束语	153
参考文献	154

第 1 篇 MB 轻型房屋钢结构建筑体系

第 1 章 住宅建筑产业现代化导论

住宅建筑产业现代化的显著标志就是建筑物工业化大生产，是以机器代替人作业，变“现场建造”为“工厂制造”，改革以粗放式生产形式为精良生产，将为住宅建筑开创一个全新的时代。这将会涉及到社会许多领域，即将会掀起一场产业革命。许多新兴的行业将崛起，部分传统、落后的产业技术将逐步被淘汰。“建筑体系创新的关键”是将建筑产业纳入大生产的轨道摆脱建筑业粗放型生产方式，使长年来难以解决的住宅“工程质量”，“功能质量”的通病，都可迎刃而解，重新建立起全新的住宅建筑生产的理念。配套材料和部件生产的产品工业化和标准化生产体系得到完善。施工工艺将改为结构构件整体吊装，室内装饰变湿作业为干作业。现场现浇混凝土不需架设模板，绑扎钢筋，架设临时支撑等繁琐及笨重的工序，可大大促进劳动生产力的发展，真正做到低物耗、低能耗、高效益、提高生产效率，可彻底改变传统建筑生产模式，并可使住宅的质量和使用寿命大幅度提高。在住宅建设中将施工上的质量通病和人为造成的弊病降低到最小限度。

1.1 住宅建筑产业现代化是建筑技术水平的进步

1.1.1 住宅建筑产业现代化是包括从设计、生产一直到销售的全过程现代化，成功的关键在于开发出一种新的建筑结构体系，设计中必须把整个建筑物作为一个工业产品整体来考虑。各项技术经济指标必须满足现有的国家技术性能标准。建筑、结构、水、暖、电的设计，均应统一设计、协调、配套。

1.1.2 新结构体系的各种材料、主构件、配件都应满足工业化集约化大生产要求。产品质量，生产规模和工程质量也应能满足市场的需求。

1.1.3 新结构体系的设计指导思想必须符合我国的产业政策，以节能，节电，节水，节约资源，以人为本，保护环境为原则。采用的建筑材料也应以耐久性好、耐候性强、有利环保、对人体无毒无害无污染为原则。尽量使用地方材料，地方材料必须是由可持续发展的再生资源所制成。

1.1.4 新结构体系主体构件的设计必须符合标准化模数化要求，满足工业化大生产的要求，同时在建筑设计方面必须满足多样化及个性化的要求，要有灵活性以适应各种用

途不同造型建筑的需求。

1.1.5 建筑设计理念是以人为本，适合现代化社会的居住需要。为用户着想，满足用户需求，建筑师应将最优秀的设计作品作为商品推荐给用户并供选择，同时应发挥客户的能动性，让用户参与设计，这样能满足不同客户不同的需求。

1.1.6 设计在方案阶段必须做透、做深，施工图要简化明了、标准化，图纸表达准确，便于生产工厂加工，施工现场安装。

1.1.7 外墙用材应丰富多彩，材料品质多样化，规格标准化，节点规范化，尽量干法施工。安全，可靠。使立面造型符合现代建筑的要求。要充分体现出民族性和地方性。

1.1.8 积极发展高层建筑，节省城市用地，向天空要面积，但应做好环境设计，使人回归自然。

1.1.9 设计应以人为本，建造一种更节能，更安全，更卫生，更完善，更舒适的生活环境。可设想如下：

(1) 外窗的功能分离，把采光和通风分离。尽量把窗下、窗上的墙体设置自然通风，机械通风，空调通风，选用中空玻璃。大面积采光，实现城市外立面的整洁和完整。从建筑设计构造上改变居民户外门架式晒衣的不良习惯。

(2) 设计高层建筑擦窗的安全构造和同时防止高空坠物伤人的情况发生。

(3) 厨房间、卫生间采用标准模数协调下的多样化设计。贴面砖要求平整，简洁，尽量少切割面砖，保持整体性。

(4) 节能的围护体系，采用外挂式保温复合墙板，确保无热桥，墙体中可设管线通道，在不破坏墙体的各项指标条件下，能满足住户智能化及综合布线的需要，方便施工，易于维修。

(5) 分户墙、内隔墙可满足灵活分隔的需要。它的隔声、防水、保温、防潮、抗冲击等功能的各项指标必须满足有关标准的要求。

(6) 给水、排水、电线、电缆必须在同一住户单元内布置，不得穿越其他单元空间。便于各自各家安装，为维修提供方便。

(7) 竖向管线的布置选择合理的部位，设置多通道管道井，并安装好上水分配器，下水集水器，墙内管线无接头，打破传统建筑卫生间，厨房间上下必须对准的约束，满足灵活装修的需求。

(8) 在结构防火上采用钢包（外包钢）混凝土组合结构，减少传统钢结构外防火披覆和涂刷防火涂料工作，采用耐候和耐火性能好的钢种，从原材料的本质加以防腐、防火，并充分利用混凝土的蓄热性，提高钢包混凝土组合构件的防火安全性能，使之成为一种新型具有少量防火披覆的防火构件，满足建筑防火安全要求，提高建筑的耐火等级，确保建筑和人身安全。

(9) 楼板采用单向或双向密肋钢梁现浇叠合楼板或选用压型钢板和混凝土组合而成的组合楼板，使室内无梁无柱，满足大开间灵活隔断的需求，为施工时提供作业场地，提高耐火等级。

(10) 向用户提供用户参与设计的菜单式装修方案，也可提供整套安装、装修、维修工具等多种方式。使用户能亲自参与设计和建造的过程。为用户提供更多参与设计的机会，使用户和专业人员共同创造美好的生活未来，更增加人们对“家”的“创造感”。

(11) 屋面、墙面、楼面、卫生间、厨房等都应具备防水功能。在使用过程中一旦发生水管泄漏，不会损害邻居利益，从设计功能上减少邻居间的矛盾。因此，防水材料必须要求达到戳穿不漏，并具有自粘自愈功能，施工冷作业快捷又能保证质量，使之成为真正“无渗漏”建筑。

(12) 为住户提供安全和使用说明书。用户看了安装说明图集和使用说明及图集就能了解大楼建设、室内装修和装饰布置的设计原则，了解隔墙的布置和卫生设备，厨房设备的安装和维修方法，从而杜绝因胡乱施工引起建筑安全和其他隐患。

(13) 户外管网的设计尽可能设计成共同管沟形式。使进入建筑的多种管线有便于维修安装的通道。

施工设计满足先地下后地上的原则，先道路后基础再吊装的顺序。确保大楼结构封顶后即周边绿地完成的文明施工现场。

(14) 为方便施工和加快施工进度，结构安装可在地面组装成单元整体框架吊装。每吊一次为3~4层，采用专用模架成组吊装，确保吊装的稳定性和安全性，加快施工进度和精度。

(15) 梁柱节点采用刚接，主要电焊部位大部分均在工厂内完成，每条焊缝都经过检测并达到建筑钢结构焊接质量标准要求。现场尽可能用螺栓连接，但上下柱子连接还得采用焊接，可先用螺栓固定待房屋吊装完毕调整后进行焊接，然后浇灌混凝土，使之成为坚固安全的整体——MB体系主体结构。

1.2 住宅产业化中主要结构构件和围护构件的工厂化生产

1.2.1 标准化、模数化、系列化，构件工厂化生产

住宅建筑从现场手工作业粗放型产品演变成工业化模数化标准化精品生产。建筑物所有的构配件应作为一个整体加以设计和配套。每个主要构配件的生产必须按标准模数进行组合，简化构件形式，减少构件品种，减少误差。精心设计、精心施工，从设计到产品完成是一个系统工程，既要熟悉繁多建筑的规范标准要求，同时也要掌握构件生产工艺和安装的可操作性，要熟悉所选用的材料特性。同时要考虑市场配套的可能性，不仅要组织生产还要协调产品的配套，开通经营渠道开发新技术等问题。因此住宅产业现代化急需解决的是培养一大批全面掌握多门学科并具备不断创新意识，对事业永不知足的多学科的复合型人才，这样才能实现住宅工业化大生产。

1. 主体结构的构件采用钢结构，因为钢材是目前最通用的建材，只有钢材才能满足工业化生产，高精度，成批连续不断地大生产要求。目前市场能供应钢材规格和品种繁多，足够人们选用。同时钢材可塑性大，又为开发新建筑体系的构件品种和规格创造条件。

2. 钢结构建筑的用钢量一般均高于钢筋混凝土结构中的用钢量，而且目前钢结构上一般均采用附加披覆防火材料进行防火，而防火材料的成本相当高，施工麻烦，如果在住宅上使用，居民在进行装饰时很容易破坏防火层，对结构安全带来隐患。因此采用传统的附加防火披覆方法，在钢结构住宅上是不理想的。住宅钢结构必须用钢量少，而且钢结构防火不适宜选用披覆防火的方式。住宅的用材不仅要经济，而且要安全。上海现代房地产有限公司经过长达10年研究和开发，并作了大量的试验，选用方形钢管柱和加剪力键的

帽形钢梁，并在其中灌注混凝土。这是一种钢包（外包钢）混凝土的梁、柱、板全新的结构形式，是 MB 钢结构体系的最突出的技术。其特点是：

(1) 采用方钢管，不仅钢管“抗侧力大”，建筑性能好，而且有利于建筑平面的布置，有利于构件间的连接，有利于墙板与柱的连接，钢管内灌注混凝土，增加了钢管的稳定性能，提高了混凝土的抗压强度，为大空间承重结构创造条件。采用加剪力键的帽形钢作梁，使混凝土楼板形成单向或双向密肋板，提高了楼板整体性和防火性，减小楼板的重量，是一种很有效的利用钢抗拉强度和混凝土抗压强度有机结合的形式。

(2) 将建筑的承重结构全部使用钢和混凝土组合结构，形成了钢包混凝土框架，钢包混凝土的防火性能优于单纯的混凝土，一般混凝土受烈火烧烤后会导致面层剥落现象，但钢包混凝土在受烈火烧烤后，由于混凝土具有蓄热大的作用，使外部钢结构部分耐火时间大大延长，国外标准认为这是一种新型无耐火披覆的耐火构件。在火灾时，钢材达到耐火极限，但混凝土因受钢的约束，无法剥落，可保持梁、柱的完整性，不会造成建筑物的崩塌。

(3) 一般型钢如 H 型钢在没有混凝土包裹的状况下是两面暴露，易受大气中的湿气腐蚀，但钢包混凝土构件只有单面暴露于空气中，因此只有单面腐蚀。在同等厚度的钢构件的条件下，钢包混凝土用的钢材厚度可以比一般型钢壁降低一点，但构件耐火性大大提高。

(4) 在构件加工性上，冷弯构件生产速度比一般焊接型钢生产效率高，生产成本低，钢包混凝土结构具有钢结构安装快的特点，又具有比混凝土结构刚度大的优点。

可以说 MB 体系是一种满足住宅工业化生产，安全性好，建造速度快的独特的新结构体系，是解决高层住宅建筑产业化生产的有效办法，并走出了一条中国式的创新路子，经过多次工程测试和实验，强度和安全性指标已超过了国家有关抗震和抗风标准。国外尚未查阅到类似 MB 结构体系，因此可以讲在高层结构领域中，MB 体系已走在世界的前列。

1.2.2 围护结构必须从砌体中解放出来

秦砖汉瓦已有 5000 年的历史，从技术发展的角度来看，目前不管砖混结构也好，混凝土框架结构填充墙也好，内浇外砌结构和钢筋混凝土剪力墙结构技术都离不开砌体的工艺，离不开繁重手工操作和原始落后的湿作业。这种建造技术方式和几千年前一样仍处在极度落后的状态，这种工艺的劳动生产力只相当于先进国家的 1/7，产业化率仅为 15%，增值率仅是美国的 1/20，我国既是缺能大国又是耗能大国，我国的能耗高达国外先进国家的 3~4 倍。

国务院办公厅转发建设部等部门关于推进住宅产业现代化，提高住宅质量若干意见的通知，国办发【1999】72 号文件，已明确规定从 2000 年 6 月 1 日起，“沿海城市和其他土地资源稀缺的城市禁止使用实心黏土砖的指令”，这是一条强制性的规定必须予以执行。但是从新材料角度来看，目前采用的新建筑材料中却没有一种材料各种技术指标上能取代黏土砖，为此人们袭用了几千年的砖很难一朝一夕被淘汰。

从保护农业耕地，节约能源，提高建筑生产水平，“为了子孙后代”的生存出发颁布“禁止使用黏土砖”的决定是英明的。目前正在推广采用水泥小型空心砌块来取代黏土砖，走这条路，还存在诸多不足之处。实际工程上也产生较多问题，从产业化角度出发，住宅工业化生产水泥砖也不是一种理想材料。水泥砌块替代黏土砖仅是一个权宜之计。

因此在国办发【1999】72号文件第三条款中已明确指明“在完善和提高以混凝土小型空心砖为主的新型砌体结构的同时，积极开发和推广使用轻钢框架结构及其配套的装配式板材。要在总结已推广的大开间承重结构的基础上研究开发新型的大开间承重结构”。

住宅产业现代化外墙的围护构造必须是轻质、防火、防水、耐候、环保、节能，能够满足产业化生产的惟独只有复合材料。那么采用什么样的材料组合的板材才能满足建筑外墙设计的要求呢？目前外墙可采用的材料有多种，如：外墙面材可用天然花岗石，玻璃，金属板材、水泥刨花板（不含玻璃纤维）PVC外墙挂板。保温材料有矿岩棉板、玻璃棉板、纸面草板、聚氨酯发泡板、聚苯板等轻质保温材料和铝箔隔热材料。内层板有纸面石膏板，带纤维石膏板等以及其他各种装饰板材。关键是如何将它们组合起来，配上连接构件形成一种新颖的具备轻质、高强、防火、耐候、防水、保温、隔热、环保、透气等合适使用功能的围护构件。

1.3 住宅产业必须标准化和个性化的统一

标准化是工业化的重要内容，个性化又是工业化的必要条件。过去30年“标准化”在我国住宅产业建设中得到过强化，兵营式、行列式建筑未得到人们的好感，成为“简陋建筑”的代名词，那是为什么呢？这是因为过去计划经济的住宅建设的标准化，把建筑的结构配件一味简单的追求建筑效率，简单把建筑看得是六块板的组合，因此建筑的标准住宅没有个性化，基于这样“标准化”的构思最终被市场所淘汰。目前，提倡住宅建筑设计个性化不等于自由化，在个性化的中间存在着不可缺少的标准化，标准化的构配件，标准化的模数，使社会化大生产的产品在各个工程中得到合适地使用，这就意味着用最少的资源，最少的时间，实现高效的工作成果。因此MB专用建筑体系的标准化模数完全按节约资源，节约时间，实现高效所确定的。

MB建筑体系基本构件的模数分为两种，一种定为通用型结构模数100mm，所有承重构配件的组合以100mm为基准。如方形钢管，断面为100mm×100mm；200mm×200mm；300mm×300mm；400mm×400mm；另一种考虑到目前已形成生产能力的保温材料规格60mm厚，因此特指定了60mm×60mm；60mm×120mm，以60mm作为专用模数。为了更有效的应用现有的市场上常用的英制标准，4英尺×8英尺的板材，因此确认板的尺寸为1200mm，定为建筑通用模数，因此它的分模数为300、400、600、900、1200mm等，如何应用以上的通用模数和专用模数，在确定以上各种标准模数的情况下，应该结合实际中存在的连接构件尺寸作为最终的叠加模数。因此按各个部位确立专用模数是十分重要的，如柱网的设定，必须考虑到与楼层板在选用通用模数组合时配件尺寸的因素。也要考虑到实际使用的尺寸，因此柱网的模数定为650×N，见表1-1、表1-2。如图1-1所示，连接构件的宽度为40mm，一次性模板的尺寸为600mm，真正柱距的尺寸应以各小梁间距之和加上一个次梁的半径50mm，实际使用的模数定为650mm最适宜（见图1-1）。

柱距的基本模数为650N，(N为自然数)(mm)

表1-1

自然数 N	4	5	6	7	8	9	10	11	12
柱距 650N	2600	3250	3900	4550	5200	5850	6500	7150	7800