

FACTORY-MADE HOUSE AND INDUSTRIALIZED HOUSING



工厂化制造住宅 与住宅产业化

丁成章 编著

FACTORY-MADE HOUSE AND INDUSTRIALIZED HOUSING



工厂化制造住宅



与住宅产业化

丁成章 编著

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

本书是一本介绍工厂化制造住宅和住宅产业化思想的读物，是政府官员、住宅开发商、投资商，住宅设计人员和高校师生的参考资料。对于建筑材料制造商、建筑材料分销商、房地产开发商和房地产承建商制定企业的中长期战略目标均有一定的帮助。

本书图文并茂地介绍了住宅的生产制造、运输安装以及室内外装修和建筑风格，系统描述了美国 and 主要西方发达国家的住宅产业化之路，研讨了工厂化制造住宅的设计思想、技术路标和发展战略，以及如何把其他产业成功的现代企业管理经验（系统集成、BOM/MRP/MRPⅡ/ERP、供应链管理、无仓库制造、制造和装配设计）引入到住宅制造产业中去。

图书在版编目（CIP）数据

工厂化制造住宅与住宅产业化/丁成章编著. —北京：机械工业出版社，2004.2

ISBN 7-111-13890-2

I. 工… II. 丁… III. 住宅-工厂化施工 IV. TU745.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2004）第 004558 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

责任编辑：杨少彤 马 宏 版式设计：冉晓华 责任校对：樊钟英

封面设计：饶 薇 责任印制：李 妍

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2004 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm $1/16$ ·14.5 印张·40 插页·479 千字

0 0001—4 000 册

定价：56.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

本社购书热线电话（010）68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版



丁成章 1956 年出生于中国安徽无为县。1982 年毕业于淮南矿业学院。1993 年获深圳市科技进步一等奖。1994 年晋升为机械高级工程师。现为深圳市专家经济技术服务中心及中国专家网特聘专家。作者有着多年的新产品开发与项目管理经验，在《家用电器科技》、《空调商情》、《钢结构》、《钢结构与建筑业》、《住宅》、《住宅产业》上发表过多篇文章，完成了《低层轻钢骨架住宅设计、制造与装配》、《低层轻钢骨架住宅设计——工程计算》和《高密度低层住宅住区规划与建筑设计》等专著。

作者电子信箱: szdcz@public.szptt.net.cn

前言

虽然其他产业与发达国家相比有些差距，总还可以用“先进与落后”来描述（至少在应用层面上是与世界同步了），而住宅建造产业与发达国家的差距是不能简单地用“先进与落后”来描述的。因为住宅的地下工程施工早就在采用先进的大型工程机械进行三通一平，地上的建筑物施工也是采用非常先进的现代化技术和设备。差别在什么地方？差别是建筑体系、建筑材料和建造方法。因为我们的住宅建造产业与发达国家相比走的是既不平行，又不相交的两条不同的技术道路，当然就无法对比其先进与落后了。

在 20 世纪之前的“古典”时代，建筑基本都是砖石结构的，除了我们已经熟悉的西方建筑外，印度和伊斯兰建筑也都是砖石结构的，只有以中国为代表的（还包括日本、朝鲜、越南等国家）起源于农耕文明的东方建筑体系，千百年来一直是采用木梁柱作为建筑支撑体系，用粘土砖作为建筑维护体系。

人类社会早已告别了中世纪的农耕和手工劳动为主的时代，迎来的是一个社会化机器大生产时代。在这个被称之为“现代”的社会里，每个产业都在与时俱进。人类的政治、社会、经济、文化都发生着巨大的变化。建筑学，不论是作为专业工程技术还是作为文化艺术，都应该也必须随之发生变化。

在人类社会进入了钢铁时代后，尤其是 20 世纪初叶，包豪斯建筑学派的创始人——瓦尔特·格罗皮乌斯，在包豪斯学校任教期间，便致力研究如何使建筑设计适应工业化大生产的要求，提出了一整套关于房屋设计标准化和预制装配的理论和办法。瓦尔特·格罗皮乌斯 1937 年定居美国后，就任哈佛大学建筑系教授、主任，在美国广泛传播包豪斯的教育观点、教学方法和现代主义建筑学派理论，促进了美国现代建筑，尤其是住宅制造业和住宅产业化发展。

时至今日，我们已经迈入了 21 世纪，不能只知有“秦”（秦砖汉瓦），不知有“汉”（各种新型建筑体系和建筑材料），乃至“魏、晋”（工厂化制造住宅与住宅产业化）。住宅产业化思路与现有的住宅建造体系、材料和技术一样，只是停留在概念和口号上，缺少实质性内容。为什么几乎所有中国住宅都还是清一色地采用钢筋混凝土梁柱作为建筑支撑体系，用红砖作为建筑维护体系呢？原因大致如下：

一、虽然钢筋混凝土梁柱支撑体系要比古老东方传统的木梁柱支撑体系晚了数千年，但它们的建筑力学思想——墙倒柱子不倒——却有着很深的血缘关系。所以不需要对木梁柱支撑体系作任何调整，就可以简单地用钢筋混凝土梁柱来替代木梁柱，使得它成了中学（秦砖汉瓦）为本，西学（钢筋混凝土框架）为用的典范。当 H 型钢出现在中国建筑市场后，很快就有人再接再厉，期望用 H 型钢梁柱替换钢筋混凝土梁柱，让秦砖汉瓦继续担当着建筑维护的角色。这在技术上几乎是没有任何问题，因为 H 型钢可以建造上海金茂大厦这样的超高层建筑，对于二、三层高的矮房子还不是小菜一碟，问题是用 H 型钢建造低层住宅实在是大材小用了，就像没有人会把大货柜车当出租车用一样。由于很少有人这么去用，所以

也没有一套成熟的维护体系与之相配套。

二、对 20 世纪乃至今后的世界建筑产业都产生重大影响的包豪斯建筑学派在中国影响甚微，既缺少工程实践，又缺少教学研究。即便是钢结构建筑，由于设计时没有认真地考虑装配问题，所以到了工地离开手电钻、砂轮锯、水电焊，房子也还是建造不起来。建筑业一直沉浸在“希腊柱”与“斗拱”之中，孤芳自赏，与其他学科（机械制造，自动控制，信息技术，材料科学，管理科学与人文科学）老死不相往来。

三、国人（政府机构、科研院所、大专院校、开发商、消费者）似乎早已约定成俗，认为住宅就是多层或高层公寓（Apartment），而“House”就是别墅和豪宅。遗憾的是，发达国家的住宅产业化所说的住宅就是“House”，而非“Apartment”。因此我们所说的“住宅（Apartment）产业化”也就具有了中国特色，与别人所说“住宅（House）产业化”并不是一回事。当然，关起门来谈住宅产业化，大家都很清楚在说什么，但国际交流就不同了，这里就出现了一个国际交流方面很头痛的问题，你说“苹果”，他说“梨”，虽然都是水果，差别却很大，容易引起误会。

四、由于种种原因，建国 50 多年来我们基本放弃了对低层住宅的研究与开发，以至于改革开放后，我们要大兴土木建造“别墅”时，在技术和式样两个方面均与国际脱节。一些所谓的“别墅”，实际上只是把高层公寓单元作简单的分解，再平铺到地面上，成为“迷你”型钢筋混凝土公寓。更有甚者，只是把多层公寓挤一挤，变成一门一户，一户四层的所谓“Townhouse”，真的是圆了我们 50 年前曾经有过的“楼上楼下，电灯电话”之梦。从客厅（一楼）到卧室（四楼）还要爬三层楼梯，老人和孩子根本就无法享受这种住宅，而这 50 年正是低层住宅制造产业高速发展的 50 年。如果不是与我们的亚洲近邻——国土狭小，人口众多，但劳动力仍感不足的日本作比较，我们真的会误认为上帝只安排地大物博的美国人住“House”，别人都得住公寓。其实不然，日本就不用说了，我们自己也有近 10 亿人口住在低层住宅里。

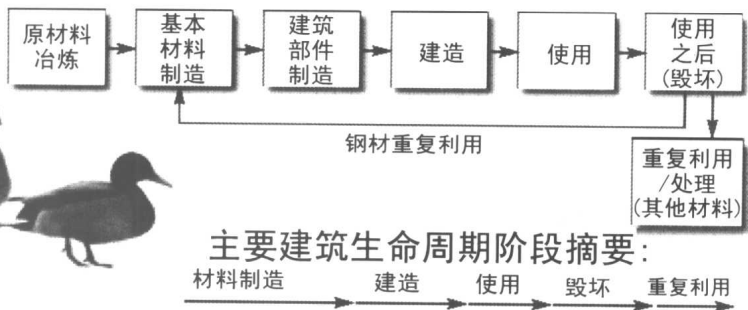
世界上只有极少数国家在 20 世纪 50~70 年代进行过多层和高层公寓的产业化方面的探索，比如前苏联和一些东欧国家就进行过预制混凝土公寓的试验，我国北方部分城市在 20 世纪 60~70 年代也进行过类似的尝试（大板楼），但由于它与现代住宅发展模式（工厂化制造、住宅产业化、高效节能、自抵御灾害、可持续发展等）分道扬镳，孤军奋战，进入了一个死胡同，所以没有成功，基本都放弃了。高层建筑会给城市带来“热岛效应”，以及日照、光污染和消防救助困难（消防云梯的提升高度也就是 15 层左右）等一系列问题。巴黎曾经为了急于解决部分居民的居住问题，在市区建造了一些钢筋混凝土高层公寓，至今都后悔莫及。而同属巴黎的马尔拉瓦地区，由于引进了北美的低层住宅社区理念，形成了良好的人居环境，从而吸引了迪斯尼乐园、微软等诸多国际大财团进驻，如今已经成为国际上一个极为经典的住区成功开发案例。

我们不能把可持续发展简单地理解为缩衣节食，而是要把可持续发展贯穿到产品的设计、生产、运行和报废的全寿命周期中，在产品度过了它的寿命期后还要如下图所示，能回收、再生和重复利用。从围湖、毁林（或草）造田到退耕还林（或草），我们花了大约半个世纪的时间才弄明白。住宅产业千万不要再犯类似的错误了，早在深圳改革开放初期，香港专家就曾以“过来人”的心得提示了“石屎森林”的危害。红砖、水泥、砂石三位一体的高层住宅建筑模式，不但其建筑材料的生产和住宅的建造过程损耗能源，破坏生态环境，毁田

烧砖和开山取石，使得几乎所有城市附近的山都被剃了头，住宅在使用时的能源消耗也非常大，达到寿命期后还需要爆破销毁，并要占用大量的农田去掩埋，因此在发达国家早就杜绝使用粘土砖。世界各国都能很好地利用住宅生产的高峰期来完成产业的技术升级，积极推广新型建筑体系和材料，今天的中国年竣工住宅达 5 亿 m^2 ，如此巨大的建筑量，已经令全世界为之惊叹，如果还不替换秦砖汉瓦，更待何时。



钢骨架住宅的生命周期阶段图解



丁成章
2004 年于深圳

术 语

1. 用户集成决策 (CIDM): 一个能够让消费者全方位进入的制造业决策过程。
2. 被动需求库存: 那些材料的数量直接涉及到一个独立要求项的需求, 而不是市场需求。
3. 装配设计: 一种设计方法, 是从如何装配和制造的观点来设计一个或一系列部件。
4. 电子数据互换: 一套依照计算机系统之间商定的通信标准, 以电子手段进行结构数据互换。
5. 企业资源计划 (ERP): 一个强大的数据库, 具有广泛的数据格式转换能力, 链接了一系列的支持应用软件, 特别是能服务于企业的多个职能部门。
6. 企业全面业务支持系统: 一个带有公司目标的集成信息管理计划。
7. 专家系统: 把一类问题的专家的知识开发成计算机程序, 用这个程序来处理或形成这类知识的一种解决问题的方式。
8. 防安装失误设计: 一种设计方法, 即制造的零件无法错误安装。
9. 楼层抬起方法: 创新的高楼建造技术, 首先建造一个分段平台构成一个建筑物的顶楼。把作为楼层的分段平台一层一层地全部升起来。
10. HUD 规范住宅: 也称为“制造. 住宅”
11. 主动需求库存: 那些项目是按市场条件入库的, 因此是主动操作。
12. 信息集成: 一个计算机系统, 它避免了传统上的信息直线流动, 并且允许所有相关信息自由交换。
13. 保温混凝土模板 (ICF): 一种混凝土模板形式, 它把骨架构建、内部保温、固定面板和在柱子上固定装修材料合成一道工序完成。
14. 正好及时 (无仓库) 制造: 一种避免浪费的制造方法, 它是在正确的时间里向正确的地方提供正确的零件的方法。
15. 知识工程: 一种软件系统, 是利用关键的工程师、管理人员和供应商们的手册, 数据表单和记忆来开发出相关的标准, 帮助设计和分析制造产品。
16. 知识系统: 一个建议使用的专家信息目录系统。
17. 无多余制造: 一个用户至上的组织系统观点。它志在取消所有不能给最终用户增加价值的商品生产或服务步骤。
18. 制造住宅: 一个用来定义特殊类型的工厂制造住宅的特殊术语, 是把建筑物分成多个单元运输到现场, 并且通常是安装在一个非永久性基础上。
19. 制造资源计划: 一个用来计划和控制库存、生产量、现金、人员、设备和固定资产的信息系统。它利用正在处理中的定单和主要作业表之间的反馈回路来调整生产能力。
20. 材料需求计划: 一种能保证在正确的时间, 以正确的数量, 按主要作业表要求下发制造和采购定单的库存控制系统。
21. 模块化住宅: 多个单元组成的工厂制造住宅, 其特色是采用平台式框架结构。

22. 操作集成：把许多建筑子系统（HVAC、照明、动力、灌溉、安防）功能合成为一个功能。

23. 最优价值工程：一种减少建筑材料浪费的规划技术，骨架要素的间距和尺寸设计要符合工程材料的模数尺寸，改掉传统的骨架建造习惯。

24. 板式住宅：一类制造住宅，是把工厂制造的组件运送到现场进行组装，并稳妥地放置到一个永久性基础上。

25. 性能集成：把一个建筑物中的多个系统的性能合成为一个性能。

26. 规格体系性能：一种来自某些正在讨论中的建筑体系的性能标准规格要求。

27. 物理集成：把许多部件合成为一个部件。

28. 平台式构筑：由一种发明于 1830 年，称为“轻骨构造”（又称为气球构造）的技术进化而来，这个建筑系统是用钉子把单层木板和木骨架构件连成一体，建造时首先建造一个（平台式）楼层系统，再在它的上面建造楼层墙，随后的每层都是按同样的方式建造。

29. 生产集成：把许多施工或制造过程的操作合成一次完成。

30. 预切割住宅：一类由工厂制造的成套零件组成的制造住宅，是把它们在工厂车间里切割好，组装成为便于运输的组件，然后再运送到现场组装到一个永久基础上。

31. 质量功能展开（QFD）：在消费者调查阶段就把产品设计师、工程师、工艺师、生产计划师聚拢到一起，共同参与产品开发。

32. 建筑保温板（SIPs）：成批生产的合成墙板，用建筑板材产品（OSB、夹板）制成一至二个表面，建筑板材上贴着泡沫塑料保温材料。

33. 供应链管理：一个监视和控制所有生产过程的管理系统。

34. 系统集成：一个把多个建筑系统（HVAC、结构、电气等）并入到高效建筑设计之中的过程。

35. 任务描述：资源和信息输入的正确描述；库存参数判定；选择完成任务方法的文件；每个较大工序任务中的库存资源，产品和信息输出。

36. 整个建筑试运转：一般是用在大规模的建筑上，这个方法包括了对建筑性能、耗费和可维护性所作的第三方认证。

37. 全面质量管理：一个能改变人们只关注具体的产品、工艺和人的系统战略，利用工具、技术和哲学体系来更好地满足消费者需求。

38. 价值工程：一个增加项目价值的技术，也就是说增加项目的产值，减少项目的成本。

缩写词清单

1. APICS (American Production and Inventory Control Society): 美国生产和库存控制协会
2. APS (Advanced Planning System): 先进的规划系统
3. BETEC (Building Environment and Thermal Envelop Council): 建筑环境和热量围合委员会
4. BOM (Bill of Materials): 材料清单
5. BRI (Building Research Institute): 建筑研究协会
6. CAD (Computer - Aided Design): 计算机辅助设计
7. CARB (Consortium for Advanced Residential Buildings): 先进住宅建筑联盟
8. CIDM (Customer - Integrated Decision - Making): 用户集成决策
9. COMBINE (Computer Models for Building Industry in Europe): 欧洲建筑产业计算机模型
10. CORBA (Common Object Request Broker Architecture): 普通目标要求的很分散的建筑
11. DFA (Design for Assembly): 装配设计
12. DFMA (Design for Manufacture and Assembly): 制造和装配设计
13. DOE (U. S.) (Department of Energy): (美国) 能源部
14. DAPIA (Design Approval Primary Inspection Agency) 设计批准主要检查机构
15. EDI (Electronic Data Exchange): 电子数据交换
16. EPS (Expanded Poly Styrene): 发泡聚苯乙烯
17. ERO (Enterprise Resource Optimization): 企业资源优化
18. ERP (Enterprise Resource Planning): 企业资源规划
19. HATDE (Housing Affordability through Design Engineering): 通过设计工程让住宅买得起
20. HUD (U. S.) (Department of Housing and Urban Development) (美国) 住宅和城市发展部
21. HVAC (Heating, Ventilating, and Air Conditioning): 采暖、通风和空气调节
22. HWI (Hardware Wholesalers, Inc.): 五金器件批发商公司
23. IBACOS (Integrated Building and Construction Solutions): 集成建筑和建筑方案
24. IBDS (Integrated Building Design System): 集成建筑设计系统
25. ICF (Insulating Concrete Form): 保温混凝土结构
26. IDM (Integrated Data Model): 集成数据模型
27. IFC (Industry Foundation Class): 产业基础分类
28. IT (Information Technology): 信息技术
29. JIT (Just - In - Time): 正好及时
30. IPIA (Inspection Primary Inspection Agency) 产品检验主要检查机构
31. KBS (Knowledge - Based System): 知识基础体系
32. MRPII (Manufacturing Resources Planning): 制造资源计划
33. MRP (Materials Requirements Planning): 材料需求计划

- 34. MSDS (Material Safety Data Sheet): 材料安全数据表
- 35. NAHBRC (National Association of Home Builders Research Council): 住宅建造商研究委员会全国协会
- 36. NRC [National Research Council (of Canada)]: (加拿大) 国家研究委员会
- 37. OSB (Oriented Strand Board): 定向纤维板
- 38. OVE (Optimum – Value Engineering): 最优化价值工程
- 39. PATH (Partnership for Advancing Technology in Housing): 住宅先进技术合股企业
- 40. PROMIS (Product Model Based Integrated Simulation Environment): 集成仿真环境生产模型
- 41. QFD (Quality Function Deployment): 质量活动部署
- 42. RCI (Residential Construction Industry): 住宅建造产业
- 43. SCSD (School Construction System Design): 学校建筑系统设计
- 44. SIP (Structural Insulated Panel): 建筑保温板
- 45. TALC (Textile Apparel Linkage Council): 纺织衣服联合会
- 46. UPC (Universal Product Code): 通用产品码
- 47. VE (Value Engineering): 价值工程
- 48. WMS (Warehouse Management System): 仓库管理系统
- 49. WTCA (Wood Truss Council of America): 美国木桁架委员会

前言

术语

缩写词清单

第一章 工厂化制造住宅欣赏

1

第一节 工厂制造

1

第二节 运输与装配

6

第三节 住宅外观

12

第四节 室内布局

33

第五节 其他用途的制造和模块化建筑

47

第六节 日本的工厂化制造住宅

58

第二章 工厂化制造住宅指南

66

第一节 为什么要工厂化制造住宅

66

第二节 模块化住宅和制造住宅

76

第三节 学习一种新型建造方法

82

第四节 住宅到达现场前后的准备工作

98

第五节 做一个好邻居

101

第六节 工厂化制造住宅的趋势

104

第七节 成功案例介绍

109

第三章 工厂化制造住宅技术路标

120

第一节 绪论

121

第二节 住宅

130

第三节 工厂

136

第四节 现场

140

第五节 市场

145

第六节 消费者

150

第四章 住宅产业化

153

第一节 绪言

153

第二节 现有技术对住宅产业化建造的妨碍

155

第三节 住宅建造产业化集成系统

173

第四节	当前住宅建造产业中潜在的产业化技术	187
第五节	住宅建造产业化述评	193
第五章	一些工厂化制造住宅的建筑创新实例	195
第一节	绪论	195
第二节	模块化住宅	196
第三节	制造住宅	212
第六章	制造住宅设计举例	228
第一节	新一代制造住宅案例研究	228
第二节	冷轧钢骨架制造住宅结构设计	235
附录 A	供应链管理案例	268
附录 B	多少人参与建造一套住宅	270
附录 C	一个成功的物理集成：学校建筑系统设计（SCSD）	273
附录 D	预制建筑年表和低层住宅的演变	275
附录 E	（美国）部分城市的住区分类及住宅密度规定	284
附录 F	日本的住宅产业化之路	287
参考文献		296
后记		297

第一章 工厂化制造住宅欣赏

第一节 工厂制造



图1.1-1 装配制造住宅部段(1)

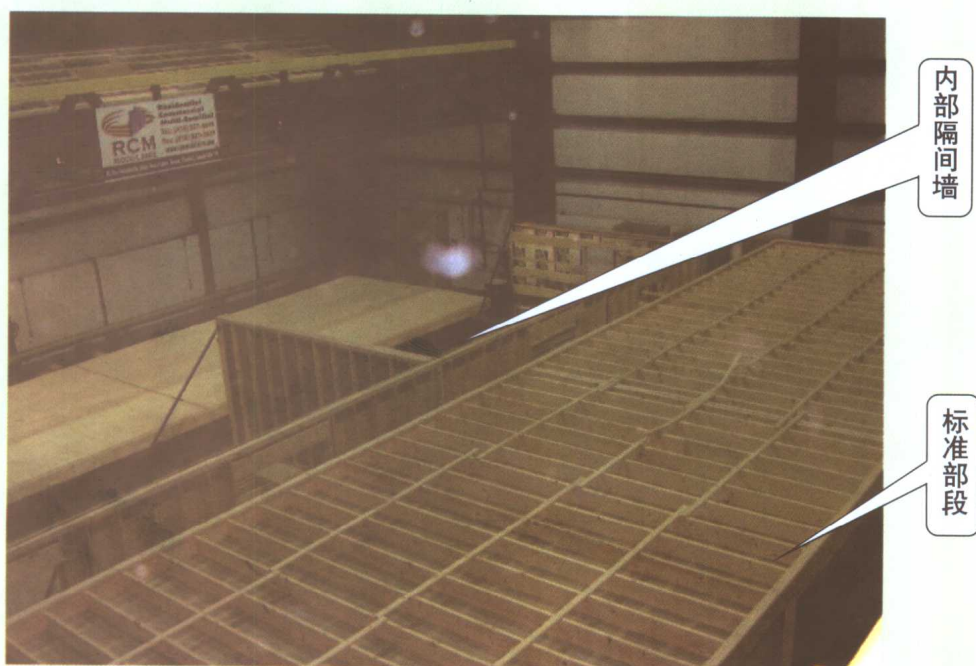


图1.1-2 装配制造住宅部段(2)



图1.1-3 装配制造住宅部段(3)

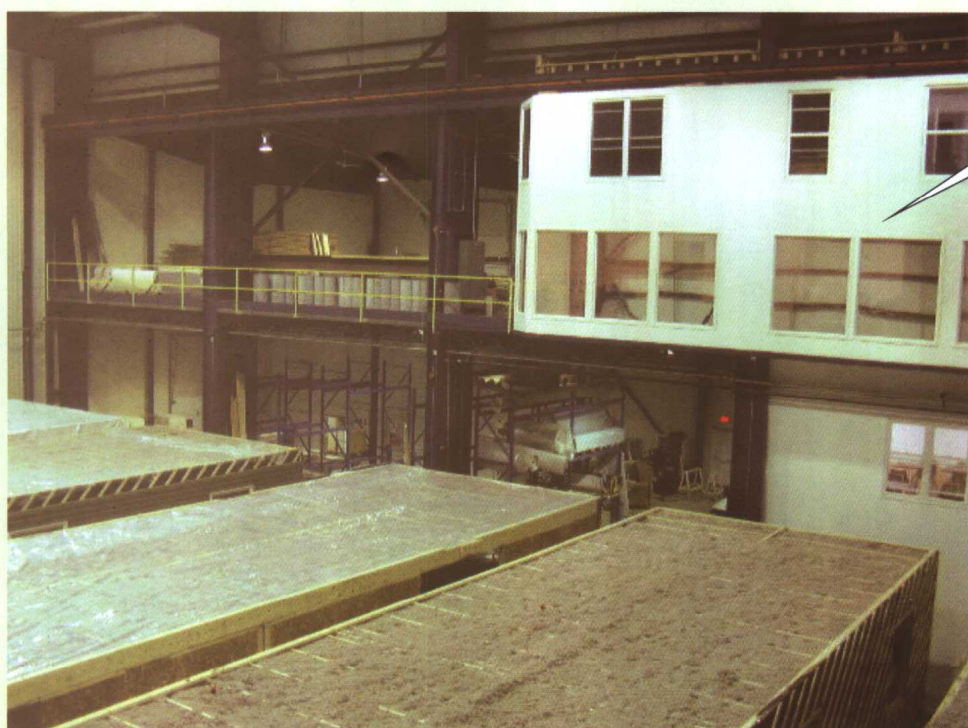


图1.1-4 装配制造住宅部段(4)



图1.1-5 住宅制造设备



图1.1-6 住宅装配生产线



图1.1-7 装配外墙挂板



图1.1-8 装配屋顶瓦



图1.1-9 加工厨房台面



图1.1-10 安装水、煤气管道



图1.1-11 安装吊柜