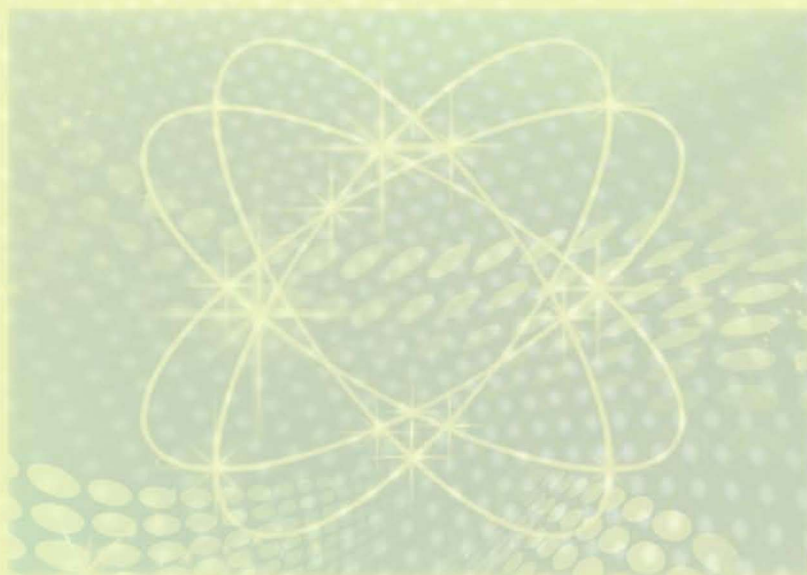


轻钢轻板住宅

主编 胡向磊



天津科学技术出版社

轻钢轻板住宅

主编 胡向磊

天津科学技术出版社

图书在新编目 (CIP) 数据

轻钢轻板住宅 / 胡向磊 著 / 天津科学技术出版社 , 2011.3

ISBN 978-7-5308-6244-5

轻钢轻板住宅

【作 者】胡向磊著

【出版发行】天津市：天津科学技术出版社，2011.03

【ISBN号】978-7-5308-6244-5

【页 数】224；21cm

【原书定价】30.00

【中图法分类号】TU241（工业技术＞建筑科学＞建筑设计＞民用建筑＞居住建筑）

前 言

住宅产业是一个涉及众多行业的系统工程，本书是在当前我国住宅产业迅速发展的背景下，基于轻钢轻板住宅适用技术的初步研究，探索轻钢轻板住宅产业未来可持续发展方向及途径。为此，本书对国内外住宅产业发展状况和技术进步进行了系统的综合分析，就我国轻钢轻板住宅体系适用技术相关理论、研究现状、发展策略进行了较为系统的探索和研究。

首先明确了住宅产业的概念和内容，对我国住宅产业发展状况和技术进步进行了系统的综合分析，并着重在对技术进步理论论述基础上，阐述了适用技术与住宅产业发展之间的关系，指出轻钢轻板住宅在我国有着广泛的应用前景，提出轻钢轻板住宅体系应该成为城市住宅主导体系之一。

在理论论证方面，本文尝试在可持续发展原则指导下，建立与轻钢轻板住宅体系相互关联的建筑装配化、体系选择、广泛适应等理论研究框架体系，通过对住宅主体结构体系及配套体系的深入研究分析，进一步探讨轻钢轻板住宅技术上的一些特点和改进的可行性，论证了轻钢轻板住宅体系是在我国国情背景下生态、技术、适居等方面综合的结果。

在策略研究与实践探讨方面，提出对轻钢轻板住宅体系的改进措施并进行设计方法探讨，通过对轻钢轻板住宅的性能与技术经济成本进行分析，借鉴国外的发展经验和对我国发展前景的预测，提出在当前及未来背景下，我国轻钢轻板住宅价值优势，并尝试提出发展轻钢轻板住宅的途径。

目 录

0 导论 研究课题说明

I、问题的提出

II、研究逻辑思路——本文研究和论述的主线

III、论文框架与研究内容

IV、本文可能创新与不足之处

上 篇 轻钢轻板住宅体系产业化背景及理论支持体系

第1章 中国住宅产业化历史进程及现状分析

1.1 基本概念的界定

1.2 我国住宅产业发展的外显特征

1.2.1 恢复和建设时期（1949—1957）

1.2.2 下降和调整时期（1958—1964）

1.2.3 混乱和停滞时期（1965—1977）

1.2.4 开放和转型时期（1978—1996）

1.2.5 启动和发展时期（1996 至今）

1.3 我国住宅产业发展的内在机制

1.3.1 与物质环境的关联

1.3.2 与住房观念的关联

1.3.3 与相关制度的关联

1.4 我国住宅产业的成长空间

1.5 本章小结

第2章 可持续发展原则与轻钢轻板住宅理论支持体系

2.1 可持续发展原则与住宅体系研究

2.1.1 可持续发展原则与住宅产业

2.1.2 住宅技术体系研究新观念与理论框架的建立

2.2 轻钢轻板住宅建筑理论基础

2.2.1 轻钢轻板住宅与广泛适应型住宅理论

2.2.2 制造业生产模式的演变与住宅装配化

2.3 本章小结

中篇 轻钢轻板住宅体系相关技术研究

第3章 轻钢轻板住宅体系特征及现状分析

3.1 轻钢轻板住宅概念的引出及明确化

3.1.1 轻钢轻板住宅体系的技术核心

3.1.2 轻钢轻板住宅的体系建筑特征

3.1.3 轻钢轻板住宅的产业技术优势

3.2 轻钢轻板住宅成为热点的端倪和现状

3.2.1 钢结构住宅在国外发展历史及现状

3.2.2 我国轻钢轻板住宅发展环境的变化

3.2.3 我国企业和科研单位的轻钢轻板住宅实践

3.3 本章小结

第4章 轻钢轻板住宅体系选择与技术发展模式

4.1 轻钢轻板住宅体系选择与发展

4.1.1 通用住宅体系及专用住宅体系

4.1.2 轻钢轻板住宅体系模式

4.1.3 我国轻钢轻板住宅体系的研究现状

4.1.4 轻钢轻板住宅通用体系结构模型分析

- 4.2 轻钢轻板住宅体系技术二元发展特征
 - 4.2.1 住宅产业技术的概念和特征
 - 4.2.2 产业化住宅技术发展历史回顾
 - 4.2.3 住宅产业技术结构发展模式的选择
 - 4.2.4 基于轻钢轻板住宅适用技术的辩证思考
- 4.3 本章小结

第 5 章 轻钢轻板住宅体系系统分析

- 5.1 轻钢轻板住宅分项体系及技术分类
- 5.2 承重结构体系
 - 5.2.1 基本形式
 - 5.2.2 梁柱体系
 - 5.2.3 楼板体系
- 5.3 围护结构体系
- 5.4 设备配套体系
 - 5.4.1 厨卫设施设备布置
 - 5.4.2 设备管线布置
 - 5.4.3 设备布置的构造优化
 - 5.4.4 轻钢轻板住宅设备布置原则
- 5.5 部品体系
- 5.6 轻钢轻板住宅的防护措施探讨
 - 5.6.1 轻钢轻板结构的特殊防护构造
 - 5.6.2 现行防火技术体系对轻钢轻板住宅体系的制约
 - 5.6.3 建立以预防系统为主体的轻钢轻板住宅防火技术体系
- 5.7 本章小结

下 篇 轻钢轻板住宅体系的方法探索及发展

第 6 章 轻钢轻板住宅的设计理念与设计方法

6.1 轻钢轻板住宅设计理念探讨

6.1.1 建筑师——作为轻钢轻板住宅设计 领导者的系统观

6.1.2 轻钢轻板住宅设计特征与科学化倾向

6.2 轻钢轻板住宅集成设计系统

6.2.1 轻钢轻板住宅设计系统集成的 可行性和必要性

6.2.2 轻钢轻板住宅设计系统集成的开放性

6.2.3 轻钢轻板住宅设计系统集成特点

6.3 轻钢轻板住宅模块化设计

6.3.1 轻钢轻板住宅模块化设计概念

6.3.2 模块的主要类型

6.3.3 模块化系统评价

6.3.4 组合及接口技术

6.4 轻钢轻板住宅的建筑优化设计

6.4.1 轻钢轻板住宅统一协调模数

6.4.2 轻钢轻板住宅平面布置

6.4.3 轻钢轻板住宅经济合理层数

6.5 本章小结

第 7 章 轻钢轻板住宅的评价及经济成本分析

7.1 轻钢轻板住宅综合评价及性能认定

7.1.1 发达国家的住宅评价

7.1.2 轻钢轻板住宅评价的原则及内容

- 7.1.3 轻钢轻板住宅性能评价优势
- 7.2 轻钢轻板住宅的经济评价
 - 7.2.1 经济性评价原理
 - 7.2.2 轻钢轻板住宅成本评定^[1]
 - 7.2.3 轻钢轻板住宅的性能与成本发展趋势分析
- 7.3 本章小结

第 8 章 发展中的问题与对策

- 8.1 当前遇到的问题和对策
 - 8.1.1 市场推广问题
 - 8.1.2 政策扶持
 - 8.1.3 技术完善
 - 8.1.4 人员素质
- 8.2 轻钢轻板住宅体系发展途径
 - 8.2.1 以市场为目标
 - 8.2.2 以试点为载体
 - 8.2.3 以产学研结合为手段
 - 8.2.4 以住宅产业集团为中心
- 8.3 轻钢轻板住宅的多元化发展策略
 - 8.3.1 轻钢轻板住宅区域优先发展
 - 8.3.2 轻钢轻板住宅的技术途径综合化
 - 8.3.3 轻钢轻板住宅的技术集成层次化
- 8.4 本章小结

后记与致谢

参考文献

0 导论 研究课题说明

“发展才是硬道理”

——邓小平

“住宅问题是时代问题，今天的社会均衡依赖着它。……规模宏大的工业必须从事建筑活动，在大规模生产的基础上制造房屋的构件”

——勒·柯布西耶《走向新建筑》

I、问题的提出

住宅一直是众所瞩目的课题，作为 18 世纪产业革命产物的城镇住宅问题是随着工业社会的到来而产生并随着工业社会城市化进程的发展而发展的。

住宅在建筑领域甚至社会问题中处于特殊地位的原因在于：首先，住宅是人类的基本需求，是生活的基础，是城市中最最为量大面广的建筑类型和城市形象的决定性因素；其次，住宅影响着社会的安定，调节着国家的经济，是牵涉社会的经济、环境、文化、技术等方方面面错综复杂的综合性问题；另外，住宅问题以不同方式、不同程度存在于所有国家，是它们无法回避的社会现实。

在我国，住宅产业化不仅是住宅发展的必然趋势，也是解决现实问题的必然选择。然而由于各个国家国情不同，住宅产业的宗旨、理论及方法虽然具有一定的普遍性，但在实践中，应根据我国的实际情况，确定我国发展住宅产业的发展前景及具体模式。

首先，研究住宅问题离不开对社会背景的关注。我国是一个人口众多、地域辽阔的大国，同时也是世界上自然地理、经济社会、人口、资源差异

量大的国家之一，各地之间在各个方面都一直存在着巨大的差距。从区域经济发展看，沿海地区与中部、西部内陆地区极不平衡，经济发展水平由东向西依次递减。上海和北京 1999 年人均 GDP 为高收入国家收入水平的 63.5% 和 40.9%，高于世界上中等收入国家，与此同时，我国约有一半以上的地区位居世界第 140 位之后，其中，贵州人均 GDP 低于世界低收入国家平均水平，与上海相差 132 位，与北京相差 113 位。住宅产业的发展是与社会经济的发展紧密相连的，所以，东部、中部和西部的住宅产业发展不可能采取一种模式。

其次，过去的 20 年，我国也是世界上人均 GDP 增长率最快的国家之一，2002 按可比价格计算比 2001 年增长 8%，达到 102 398 亿元。城镇居民可支配收入保持持续增长，消费结构升级速度加快，改善住房条件的要求日益强烈，带动住宅建设增长。据统计，1996 年至 2001 年，全国城镇住宅竣工面积约 3 825 亿平方米，平均每年 638 亿平方米，其中，2001 年城镇竣工住宅 725 亿平方米。1990 年我国城镇化水平为 18.9%，2001 年达到 37.7%，预计 2010 年城市化水平将达到 45%，城镇人口将增至 6.3 亿。但城镇居民住房问题仍然突出，目前城市家庭中，有 12% 的家庭人均住房建筑面积在 8 平方米以下；27% 的家庭人均住房面积在 8~10 平方米；41% 的家庭住房水平还低于平均水平。

需求因素是导致住宅产业演进的直接原因，住宅产业的扩张与缩小是由最终需求所拉动的。因此，笔者认为，我国住宅产业将会有巨大的发展空间，但住宅产业发展模式还面临许多长期不容忽视的制约因素，有着较独特的发展背景，就住宅产业诸要素而言，规模与资源的矛盾以及由此派生出的其他矛盾始终是一个较为核心的问题。^[1]

自然资源是人类生存与发展的基础，它的状况及发展趋势是决定未来时期我国经济规模的最关键的限制因素之一，又是决定我国住宅产业水平和速度的最基本的限制因素之一。

^[1] 此段落为提示重点段落。

(1) 据全国土地利用现状调查初步汇总数据的结果表明,我国可耕地面积为 19.78 亿亩左右,人均占有耕地仅 1.76 亩,为世界人均数 3.75 亩的 47%。预计 2020 年全国总人口达到 15 亿左右,则可耕地的绝对量和人均占有量都将继续下降(估计 2020 年人均耕地约为 1.27 亩)。根据我国国民经济和社会发展“九五”计划和 2010 年远景目标。到 2000 年和 2010 年,我国的耕地至少要保有 20.24 亿亩和 19.95 亿亩^[1]。可见保护可耕地问题是何等重要和紧迫。

(2) 我国是水资源较少的国家,年平均降水总和约为 6 万亿立方米,为全球陆地降水总量的 5%~7%。全国水资源总量约为 3.4 万亿立方米,人均占有量为 2 500 立方米,约为世界人均占有量的 1/4。

(3) 我国是森林资源贫乏的大国。根据 1989 年至 1993 年全国第四次森林资源清查结果表明:我国森林覆盖率已从 20 世纪 70 年代的 12%增加到 13.92%(仍远落后于 31.3%的世界平均水平)。森林面积 1.29 亿公顷,人均森林面积只有世界平均水平的 15%,人均占有森林 0.11 公顷,远低于世界人均 0.65 公顷。从森林的总体质量特别是生态功能来看仍呈下降趋势^[2]。最近几年,横扫我国华北、西北等地的沙尘暴又一次为我们敲响了警钟。

(4) 我国的土地环境质量不断恶化,表现在水土流失日趋严重。全国水土流失面积约 356 万平方公里(其中水蚀面积 165 万平方公里,风蚀面积 191 万平方公里),土地荒漠化频率加快(全国荒漠化土地面积 262.2

^[1] 根据国家统计局和中科院综考会调查数据计算,我国目前土地资源生产力——年生物生产量约 32 亿吨干物质,包括 7 574 亿斤粮食,其合理的人口承载量为 9.5 亿人,超载人口约 1.3 亿人。我国土地资源潜在自然生产力——年生物量约为 72.6 亿吨物质,按温饱标准计算,其理论的最大承载人口能力为 15~16 亿人,在严格控制人口的条件下,2030 年,中国人口将达到或接近资源承载极限;若按目前人口发展趋势看,2015 年中国人口将提前突破这一极限。转引自中国科学院国情分析研究小组:生存与发展——中国长期发展问题研究,科学出版社,1996 年 5 月

^[2] 表现在森林覆盖率的增加主要是人工林和中幼龄林面积增加,但人工林和中幼龄林的水源涵养和水土保持功能差,生态系统不稳定,易发生病虫害。引自彭珂珊:中国国土资源与生态环境建设问题[J],城市规划汇刊,1999(2)

万平方公里，占国土面积 27.3%，主要分布于西北内陆，东北和华北 18 个省区的 470 个县，形成长达 5 000 公里的风沙危害线，有 1/3 的国土受到危害，每年造成的经济损失达 540 亿元，损失粮食 30 亿公斤)，土地盐碱化蔓延（我国盐碱化土地达 3 630 万平方公里，其中耕地 921 万平方公里，林地 412 万平方公里，草地 2 320 万平方公里）。

由此可知，城市化水平的迅速提高和住宅产业的发展，对资源的利用呈现持续大幅度增长的趋势，资源短缺的局面将不断威胁我们生存与发展的物质基础，树立可持续发展的观念是解决这一问题的唯一基础。可持续发展作为一种新的发展观，是二战后人类正经历了工业经济的高速增长，同时带来了全球人口、资源和环境的严重危机，以至于威胁人类自身继续生存的形势下逐步形成的发展观。为了使人类摆脱生态危机的困境，它给人类指出了一条如何实现长期生存与发展的可供选择的道路。戴复东院士认为：“如何使这些负面问题和现象的影响减至最小，却又在理论上和行动上有所作为之感，‘可承受性开发’这一概念的提出，是联合国最高级会议从全球及全人类的前景考虑而得出的结论，因此，在我国也完全适用。”^[1]

为此，建筑行业必须从粗放型走向集约型，提倡设计的高效性、经济性和科技含量。据建设部测算，2001 年我国的住宅科技贡献率为 31.8%，低于国外发达国家，也低于我国农业的 40%，是一种典型的粗放型发展模式。科学技术在住宅产业的应用，不仅可以提高住宅产业的发展速度，并且可以极大地提高住宅产业的发展质量，所以，1997 年 12 月，在建设部发布的《1996 年至 2010 年建筑技术政策》中，13 项建筑技术政策几乎都涉及住宅领域。为推进住宅产业发展，我国实施了“小康住宅科技产业工程”和“国家康居示范工程”。《关于推进住宅产业现代化提高住宅质量的

^[1] 在《中国 21 世纪议程》发布之前，戴复东院士将 Sustainable Development 翻译为“可承受性开发”，引自 戴复东，可承受性开发——当代人与世代代人应当重视的课题[J]，建筑学报，1994（8）：44—45

若干意见》^[1]是小康社会初期指导住宅产业发展的重要政策性文件，文件提出了指导思想、主要目标和产业化体系的框架（表 0-1），具有较强的针对性。但这些内容的实现必须以住宅产业的技术含量提升为先决条件。中国住宅的建设历程和国外住宅的建设现状也说明：要从根本上改变传统产业，实现产业的现代化目标，不依靠科技进步，就不会提升整个产业的水平，就不会提高住宅的内在功能质量。因此，推广应用既能满足住宅建设需要，又能适应今后一个时期住宅建设发展方向要求的先进、适用技术，加速用现代科学技术改造传统住宅产业，提高住宅产业的技术水平和住宅建设的整体效益，是新形势下我国住宅产业的一项重要课题。

表 0-1 住宅产业化 2005 年和 2010 年目标

	基本任务	产业体系	节能要求	科技贡献率
2005 年	解决城镇住宅的工程质量、功能质量通病，初步满足居民对住宅实用性的要求	初步建立住宅及材料、部品的工业化和标准化生产体系	城镇新建采暖住宅耗能水平较 1981 年降低 50%	30%
2010 年	符合经济、适用、美观要求，工程质量、功能质量基本满足居民的长期居住要求，居住环境有较大改善	初步形成系列的住宅建筑体系，基本实现住宅部品通用化和生产、供应的社会化	城镇新建采暖住宅耗能水平较 2005 年降低 30%	35%

纵观建筑业发展史，不难看出，材料的进步总是建筑体系、建筑施工工艺发展的龙头。水泥、钢材的出现和应用导致新型建材——钢筋混凝土的问世，从而引发了近代建筑史上的重大变革（图 0-1）。在我国，钢产量已居世界之首。钢材产量的增长率从 1978 年至 1991 年的 4%~8% 上升至 1992 年至 1993 的年最高 10%~19%，1994 年经调整后 1998 年增长率为

^[1] 国办发（1999）72 号文件

3%~7%，1996 年至 2003 年钢产量已连续七年突破亿吨，2003 年钢产量达到 2.22 亿吨（超过美、日钢产量的总和，约占世界总钢产量的 23% 强）。另外，过去相当长的一段时间，我国的住宅建筑墙体材料普遍是黏土实心砖。黏土砖的使用不仅极大地浪费土地资源，而且砖混结构房屋无论生产原材料的资源消耗、产品的生产工艺、房屋的施工水平以及对生态环境的影响，都不适应社会发展需要。因此，建设部、国家经贸委、质量技监局、建材局《关于在住宅建设中淘汰落后产品的通知》规定：2000 年 6 月 1 日起，沿海城市和人均占有耕地面积不足 0.8 亩的大中城市逐步限时禁止使用实心黏土砖，限时截止期限为 2003 年 6 月 31 日。黏土砖停止使用后，从可持续发展的战略考虑，建筑材料首先选用的将是资源消耗少、生态环境影响小、循环再生利用率高的建筑材料，这是发展新型建材的大趋势。

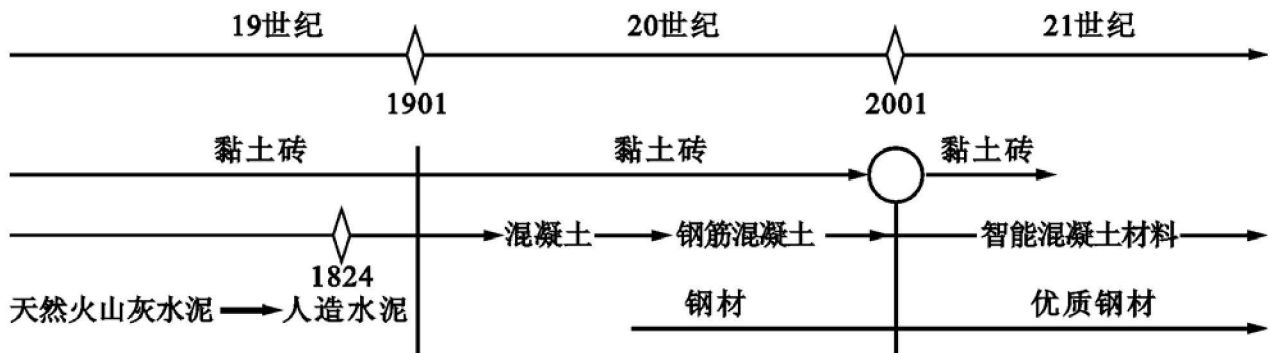


图 0-1 住宅结构材料发展示意图

我们的住宅建造方式正经历着一场新的革命。住宅产业现代化的基础和重点是要建立新的住宅建筑体系。黏土砖停止使用后，从可持续发展的战略考虑，建筑材料首先应选用对资源消耗尽可能少、对生态环境影响小、循环再生利用率高的建筑材料，这也是发展新型建筑体系的大趋势。新的材料、结构及其组合产生不同的新型建筑体系，可以产生更丰富的建筑体系种类。目前，国内外研究发展的住宅体系已经相当丰富，并且还在继续。通过研究可行的住宅体系的性能、材料来源、环境效益、建造技术，寻找并发展今后一段时间在我国住宅建设中的适用体系，是当前所必须开展的基础工作。笔者认为，在当前经济建设和住宅建设迅猛发展的大环境下，

钢材产量的快速增长以及黏土砖的限制使用将会促使轻钢轻板住宅^[1]在我国经济发达地区的发展,使我国住宅建设有望早日摆脱传统生产方式,引导住宅建设走上产业化的道路。“轻钢轻板住宅体系”概念由同济大学戴复东院士等首次提出,笔者认为,其比专指结构系统而言的“钢结构体系”具有更广泛更深层次的内涵,是一个包括钢结构体系在内的、由各种系统组成的、能实现多种功能要求的综合性高科技产品,它体现现代住宅市场对住宅商品提出的许多需求,如希望改变沿用已久的现场作业,适应住宅市场对居住环境、空间分割、节能节水、厨卫系统、智能控制、管网布置方面的需要等等。轻钢轻板住宅在很多方面满足目前住宅产业化对建筑体系的客观要求,其发展和完善将会促进住宅领域生产方式的巨大变革。

II、研究逻辑思路—本文研究和论述的主线

笔者认为,轻钢轻板住宅的产生与住宅产业化密不可分。由于产业化所具有的广泛内容和制造业思想的引进,使轻钢轻板住宅建造过程所发生的本质的变化。其必须依靠工业化的住宅建筑体系和工业化的生产体制来协同完成,也就是说在轻钢轻板住宅发展的进程中,涉及众多因素。要建立我国独具特色的轻钢轻板住宅建筑体系和生产体制,需要在国家和地方建立若干住宅产业基地,投入大量资金,经历较长时间才得以完成,面对

^[1] 建筑体系分大板、骨架轻板、盒子三大类,又按所有材料的密度分重体系(材料密度 >1 克/立方厘米,如混凝土、砖)和轻体系(材料比重 <1 克/立方厘米,如木制品、石膏、石棉水泥、铝、塑料等,骨架材料则为钢和木)。建筑体系习惯上是以其本身的主要特征命名的。突出结构命名的,如梁板柱框架建筑体系、板柱框架建筑体系等;突出施工工艺而命名的,如大模板工艺建筑体系、滑模工艺建筑体系等;突出墙体而命名的,如砌块建筑体系、全加气混凝土建筑体系、复合外墙建筑体系等;也有以其结构特点直接命名的如异形柱框架、轻墙建筑体系、矩形柱框架轻墙建筑体系。从准确概念上讲,建筑体系的命名和分类是难以统一的。可以作为建筑体系的特征元素种类繁多,如材料,结构,施工方法,构造特点等等,每一个种类又包含多种元素。轻钢轻板住宅体系命名主要参照材料特点。

这种涉及面广，投入资金巨大的系统工程项目，更加需要人们去研究和探讨。笔者就此研读了国内外有关住宅及其产业发展理论书籍，发现对轻钢轻板住宅较为系统的研究目前几乎还是空缺，较多的是从钢结构角度探讨轻钢轻板住宅可行性以及结构设计方法，而没有将轻钢轻板技术及其产业置于一个促进其产业发展并有广泛理论联系的框架中，所以难以系统地反映现阶段轻钢轻板住宅产业技术及其发展特征和规律。正是在这种认识下，笔者以轻钢轻板住宅为中心论题，以其建筑技术设计理论和发展模式为关键点，提出一些设计原则、方法和政策建议（图 0-2）。

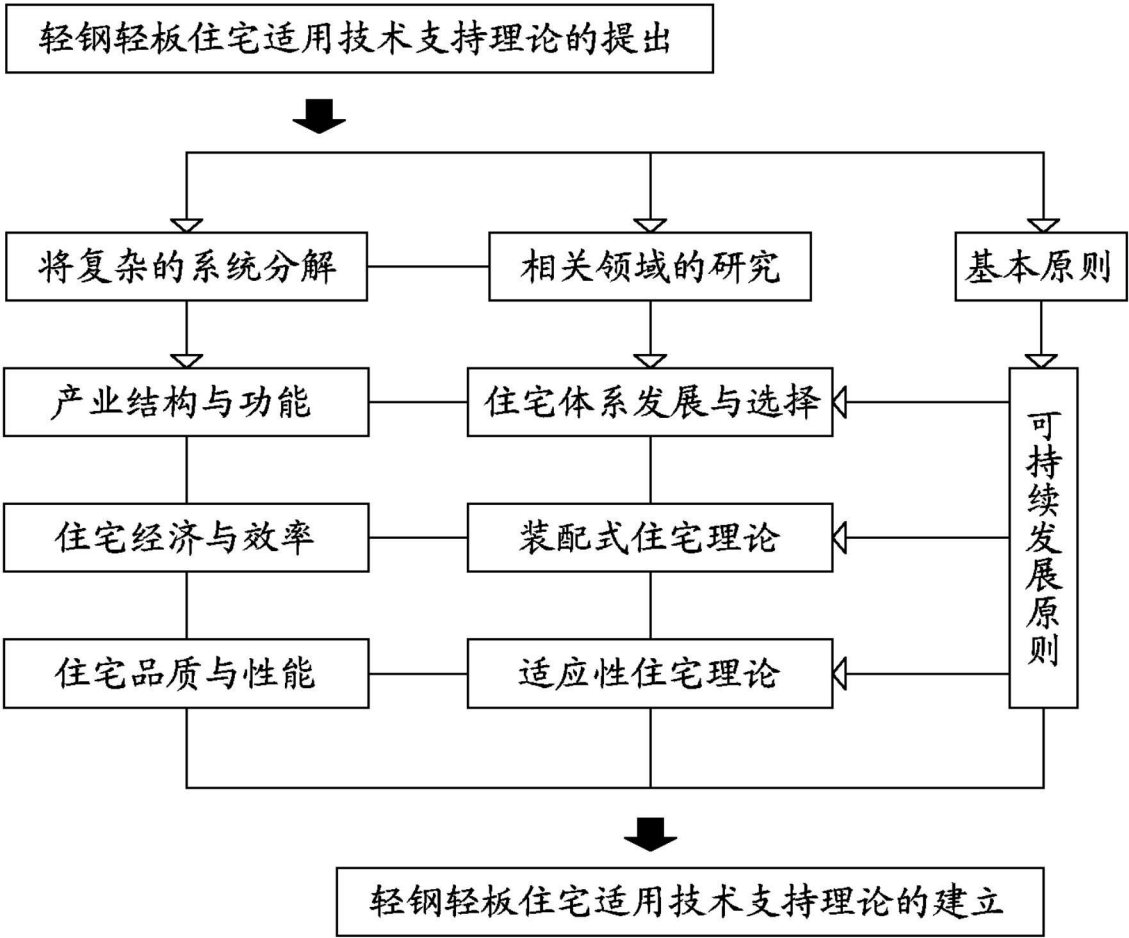


图 0-2 轻钢轻板住宅适用技术支持理论的提出