

GANGTIE GONGYE FAZHAN QIANJING
YANJIU BAOGAO

钢铁工业

发展前景研究报告

李凯 韩爽/等著

GT



经济科学出版社
Economic Science Press

钢铁工业发展前景 研究报告

李凯 韩爽 等著

经济科学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

钢铁工业发展前景研究报告 / 李凯, 韩爽等著. —北京:
经济科学出版社, 2007. 6

ISBN 978 - 7 - 5058 - 5848 - 0

I. 钢... II. ①李... ②韩... III. 钢铁工业 - 重工业经济 - 经济发展 - 研究报告 - 中国 IV. F426.31

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 117771 号

责任编辑：王柳松
责任校对：王肖楠
版式设计：代小卫
技术编辑：王世伟

钢铁工业发展前景研究报告

李凯 韩爽 等著

经济科学出版社出版、发行 新华书店经销

社址：北京市海淀区阜成路甲 28 号 邮编：100036

总编室电话：88191217 发行部电话：88191540

网址：www.esp.com.cn

电子邮件：esp@esp.com.cn

天宇星印刷厂印刷

永明装订厂装订

787×1092 16 开 21.25 印张 396000 字

2007 年 6 月第一版 2007 年 6 月第一次印刷

印数：0001—1000 册

ISBN 978 - 7 - 5058 - 5848 - 0/F · 5108 定价：39.00 元

(图书出现印装问题，本社负责调换)

(版权所有 翻印必究)

目 录

绪论	1
第1章 国民经济中的钢铁材料	5
1.1 钢铁材料的性能	5
1.2 钢铁材料的应用及与替代材料的竞争	9
本章小结	31
第2章 世界钢铁工业支撑条件	32
2.1 世界铁矿资源	32
2.2 世界废钢资源	42
2.3 世界钢铁工业煤炭资源	62
2.4 世界钢铁工业环境	74
本章小结	86
第3章 世界钢铁工业发展趋势研究	87
3.1 聚类国家钢铁工业发展趋势	87
3.2 人均钢铁消费量、钢铁消费强度与世界钢铁表观消费量	94
3.3 全球经济增长与世界钢铁工业的发展	96
本章小结	98
第4章 钢铁工业国际转移趋势研究	99
4.1 钢铁工业国际转移路线及特点	99
4.2 钢铁工业国际转移影响因素分析	106
4.3 中国承接钢铁工业国际转移优势分析	113
本章小结	119

第5章 中国钢铁工业支撑条件	120
5.1 中国钢铁工业铁矿石资源保证度分析	120
5.2 中国钢铁工业废钢资源保证度分析	133
5.3 中国钢铁工业煤炭资源保证度分析	140
5.4 中国钢铁工业水资源保证度分析	151
5.5 中国钢铁工业电力资源保证度分析	164
5.6 中国钢铁工业运输能力保证度分析	175
本章小结	183
第6章 中国钢铁需求量预测	184
6.1 钢铁需求量预测的主要观点评析	184
6.2 基于BP神经网络的中国钢铁需求量预测	185
本章小结	204
第7章 中国钢铁工业峰值点研究	205
7.1 主要国家钢铁工业产业周期概述	205
7.2 钢铁工业生命周期规律	218
7.3 中国钢铁工业峰值点预测	228
本章小结	235
第8章 中国钢铁工业空间结构研究	236
8.1 中国钢铁工业空间结构演进及特点	236
8.2 中国钢铁工业空间结构深入辨析	239
8.3 中国钢铁工业空间结构优化原则	249
8.4 中国钢铁工业空间结构优化方向	252
本章小结	257
第9章 中国钢铁工业市场结构研究	258
9.1 衡量市场结构的方法概述	258
9.2 依据集中度划分的市场结构	261
9.3 中国钢铁工业集中度现状	262
9.4 提高中国钢铁工业集中度的必要性	273
9.5 中国钢铁工业适度市场规模测定	276
9.6 中国钢铁工业市场结构优化途径探讨	288

本章小结	294
第 10 章 中国钢铁工业产品结构研究	295
10.1 钢铁工业产品结构国际比较	295
10.2 中国钢铁工业产品结构动态演进分析	309
10.3 中国钢铁工业产品结构存在的主要问题	314
10.4 中国钢铁工业产品结构优化思路及措施	315
本章小结	316
第 11 章 结论	317
主要参考文献	320
后记	327

绪 论

本书围绕钢铁工业的发展前景而展开。从全球资源、环境以及经济发展的角度解析钢铁工业的全球发展趋势，从全球钢铁工业的角度分析中国钢铁工业的发展，剖析钢铁工业转移趋势、钢铁工业产业周期、中国钢铁工业产量峰值点、水资源制约等关系中国钢铁工业未来的关键问题，以给出关于钢铁工业长期发展前景的回答。

一、本书的研究背景

本书研究的初始动因在于对世界钢铁工业和中国钢铁工业发展前景的关注，具体而言，本书的研究背景主要来源于对如下重要问题的探索。

钢铁工业的增长空间有多大？

随着科学技术的进步，钢铁材料作为自工业革命以来人类使用的最主要的结构性材料，也日益受到新型材料的挑战。再加之人类对环境保护诉求的增强，钢铁工业作为高耗能、高污染类的重工业代表性产业，不断上升的钢铁产量备受人们的关注。关于世界钢铁产量是否已趋饱和，世界钢铁工业的发展前景如何的疑问，正如不断攀升的钢铁产量一样不断升温。

世界钢铁工业格局将如何演进？

从 19 世纪至今一百多年来，世界钢铁工业格局处于不断地调整中。19 世纪世界钢铁工业生产中心位于欧洲，20 世纪上半期北美洲成为世界钢铁工业中心。第二次世界大战结束后，世界钢铁工业中心开始向亚洲转移，20 世纪 70 年代后，亚洲成为世界钢铁工业中心。同时，钢铁工业生产核心国家由先发达国家向后起国家转移，现今中国成为世界钢铁大国。21 世纪的亚洲和中国是否能保有世界钢铁工业中心之位？世界钢铁工业格局进一步调整的趋势如何，这直接决定了各主要生产国家的钢铁产业发展战略。

中国钢铁工业可持续发展的能力如何？

在 1949 年中华人民共和国成立时，铁的年产量是 250000 吨，而钢的年产量仅为 158000 吨。与同期工业发达国家相比，中国的钢铁工业是脆弱的、落后的和技术过时的产业。经过几十年的发展，中国的钢铁产业发生了巨大的变化，自 1996 年起已成为世界钢铁产量第一大国。2005 年中国的粗钢产量更是突破 3 亿吨，约占世界粗钢总产量的 30%，中国钢铁工业还有多大的产能增长空间？中国钢铁的峰值产量是多少？中国钢铁产量何时到达峰值点？这些成为中国钢铁工业保持适度、健康、可持续发展必须回答的问题。

中国钢铁工业的发展模式是什么？

关于中国是钢铁工业大国而非钢铁工业强国的论断一直伴随着中国钢铁工业的发展，这实际是关乎中国钢铁工业发展模式的讨论。2005 年 7 月，中国国务院颁布了《钢铁产业发展政策》，似一石激起千层浪，从相关政府部门、业界、相关产业都发出了中国钢铁工业向何处去的探问，中国钢铁工业的产能增长空间，及钢铁工业空间结构、市场结构和产品结构等结构性问题，成为中国钢铁工业进一步发展的核心焦点问题，中国钢铁工业的发展前景成为众目所矚。

二、本书的主要特点

在借鉴已有相关研究成果的基础上，本书对钢铁工业的研究力求突破与创新，形成以下几个方面的特色。

1. 全面的内容

本书致力于对钢铁工业进行全方位的系统研究，力求为钢铁产业提供较为全面的研究资料。从研究的领域来看，包括了世界钢铁工业、主要发达国家钢铁工业和中国钢铁工业；从研究的时间跨度来看，囊括了钢铁工业上百年的发展；从研究的产业对象来看，除钢铁工业外，还研究了保证钢铁工业发展的上游产业，如铁矿石、煤、水、电、交通等行业，与钢铁工业密切相关的下游行业，如建筑业、机械工业、汽车工业、船舶工业，等等。

2. 独特的视角

全球视角：本研究突破以往关于钢铁工业研究的局中人视角，跳出单纯在中国范围内研究中国钢铁产业的局限，站在全球视角，将中国钢铁工业视为全球钢

铁工业整体的一部分，主要研究了中国钢铁工业发展前景与世界钢铁工业发展趋势的关系，世界钢铁工业转移链条上中国钢铁工业的地位，世界钢铁工业技术进步与中国钢铁工业技术发展等诸多问题。

历史视角：沿着历史的轨迹，本书勾画了世界钢铁工业发展态势，描绘了钢铁工业国际转移路线，总结了钢铁工业发展的诸多规律。透过历史的聚焦，本书预测了世界钢铁工业发展趋势和中国钢铁工业的发展前景。

比较视角：本书比较研究的不仅仅是不同国家同一时点的钢铁工业发展状况，例如 20 世纪 90 年代，美国、日本和中国钢铁工业市场结构和产品结构的比较，更具特色的是相同发展阶段的比较研究，如美国、日本和中国钢铁工业的长期阶段钢铁工业市场结构和产品结构的比较。

发展视角：本书采用的不是一种静态的、总结式的研究，而是动态兼具发展观的研究。本书分析了原材料、能源对钢铁工业发展的保证度，利用聚类分析法研究世界钢铁工业发展趋势，预测了中国钢铁工业中长期的发展态势，指出了中国钢铁工业结构优化的方向。

3. 前沿的观点

通过系统研究，本书凝练成的主要结论和观点具有一定的前沿性。例如多数研究仅就中国钢铁需求量进行短期预测，本书探索性地对中国钢铁需求量进行了中长期预测。又如少有研究关注中国钢铁工业的峰值问题，而这又密切关系到中国钢铁工业发展战略，本书利用生长曲线判定了中国钢铁工业的峰值产量及峰值时间，系统分析了钢铁产业周期的诸多特征。在中国钢铁工业市场结构的研究中，本书通过 Tobit 模型计算了中国钢铁企业的适度规模和适度数目，为中国钢铁企业的兼并重组提供了理论依据。

三、本书的主要内容与结构

全书在结构安排上共分为 11 章，紧紧围绕钢铁工业的发展前景，从钢铁材料发展前景、世界钢铁工业整体发展前景，钢铁工业国际转移前景和中国钢铁工业发展前景等几个方面进行了研究。

本书的第 1 章主要就钢铁材料的发展前景进行了分析。主要阐述了钢铁材料的性能，及钢铁材料在其主要应用行业与替代材料的竞争。

本书的第 2 章和第 3 章主要研究了世界钢铁工业的发展前景与趋势。第 2 章，世界钢铁工业支撑条件，主要分析了支撑世界钢铁工业发展的铁矿石、废钢等原材料，及钢铁生产过程中消耗的煤炭对钢铁工业发展的保证度。随着生态环

境保护的日益重要,钢铁工业作为重工业的典型代表在发展过程中要越来越多地兼顾生态环境因素,因此本书分析了环境因素对世界钢铁工业的影响。第3章,世界钢铁工业发展趋势研究,主要使用聚类分析方法和趋势外推法预测分析了世界钢铁工业发展趋势,同时探讨了人均钢铁消费量、钢铁消费强度及经济增长与钢铁产量的关系。

关于钢铁工业国际转移趋势的研究是在本书的第4章,主要研究了钢铁工业国际转移的路径、特点及影响因素,特别着重分析了中国承接钢铁工业国际转移的优势与劣势。

本书的第5章至第10章,主要论述了中国钢铁工业的发展前景问题。第5章,中国钢铁工业支撑条件,主要进行了铁矿石、废钢、煤炭、水、电力和运输能力对中国钢铁工业发展的保证程度分析。第6章,中国钢铁需求量预测,在总结主要研究机构和专家关于钢铁需求量预测观点的基础上,通过运用马尔可夫模型、BP神经网络模型预测了2010年和2020年中国钢铁需求量。第7章,中国钢铁工业峰值点研究,通过梳理英国、美国、法国、日本等钢铁强国的钢铁工业发展史,总结钢铁工业产业周期规律与钢铁工业峰值点特征,据此运用生命周期模型判定中国钢铁工业峰值点。第8章,中国钢铁工业空间结构研究,首先梳理了中国钢铁工业空间结构演进特点,并通过对中国钢铁工业空间结构的深入辨析,在钢铁工业空间结构优化原则的指导下,论述了中国钢铁工业空间结构优化的方向。第9章,中国钢铁工业市场结构研究,在分析中国钢铁工业集中度现状的基础上,测定了中国钢铁企业适度规模和企业数量。第10章,中国钢铁工业产品结构研究,通过钢铁产品结构的国际比较研究,明晰了中国钢铁工业产品结构现状,进而研究了中国钢铁工业产品结构的动态演进,并指出了中国钢铁产品结构的调整途径。

第11章为全书结论部分。

本书中所有中国(全国)的数据,均未包括中国港、澳、台的数据,在此特别说明。

第 1 章

国民经济中的钢铁材料

1.1 钢铁材料的性能

钢铁材料的性能主要分为使用性能和工艺性能。使用性能是钢材在使用过程中的使用行为，包括力学性能、物理性能、化学性能等。工艺性能是指钢材在制造工程结构或零部件过程中所表现的各种行为，包括成形性、可焊性、切削性等。影响钢材性能和使用寿命的重要因素是化学成分、显微组织、气体夹杂（纯净度）和表面质量等。

➔ 1.1.1 钢的使用性能

(1) 力学性能

力学性能是指对材料在不同载荷和环境作用下表现的变形和断裂行为的描述，如材料的强度、硬度、弹性、塑性、韧性等，衡量力学性能的主要指标有弹性模量 E 、屈服强度 σ_s 、抗拉强度 σ_b 、伸长率 δ 、冲击韧度 a_K 、断裂韧度 ψ 、疲劳极限 σ_r 、蠕变极限等。这些指标既是材料在工程应用、构件设计和科学研究等方面的计算依据，也是评定、选定材料的主要依据。对比钢铁材料与其他一些材料在力学性能方面的主要指标，可以凸显钢铁材料的良好性能。

弹性模量：弹性模量是指产生 100% 弹性变形所需的力。在工程中弹性模量

是表征材料对弹性变形的抗力，也是材料的刚度。值越大，则在相同应力下产生的弹性变形越小。陶瓷的比弹性模量一般都比金属材料的大；而在金属材料中，大多数金属材料的比弹性模量相差不大，只有铍的比弹性模量显得特别突出，但是铍的价格比较高。在选用机械设备或建筑设计时为了保证不产生过大的弹性变形，就要考虑所选材料的弹性模量。

硬度：硬度是指材料抵抗外物压入其表面的能力。它表示金属材料的坚硬程度，也是反映金属材料抵抗局部塑性变形的能力，是衡量金属材料机械性能的一个综合指标。硬度值的大小一般是通过力学性能试验来测定的，有布氏硬度 HB、洛氏硬度 HR、维氏硬度 HV 等。由表 1-1 可知，钢铁材料在硬度性能上，具有其他一些金属材料不能比拟的优势。

疲劳极限：疲劳极限是指金属材料在高变负荷作用下，经无数次应力循环而不产生断裂的最大循环应力。 σ_{-1} 表示光滑式样的对称弯曲疲劳极限。国际上规定钢铁材料的应力循环数应采用 10^7 次。

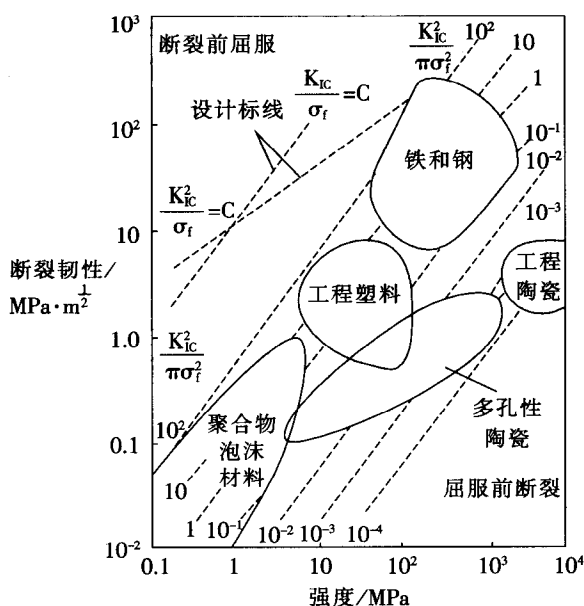
表 1-1 退火金属的 HB、 σ_b 、 σ_{-1}

金属及合金名称		硬度 HB	抗拉强度 σ_b /MPa	疲劳极限 σ_{-1} /MPa
有色金属	铜	47	220.30	68.40
	铝合金	138	455.70	162.68
	硬铝	116	454.23	144.45
黑色金属	工业纯铁	87	300.76	459.54
	20 钢	141	478.53	212.66
	45 钢	182	637.98	278.02
	T12 钢	224	792.91	338.78
	2Cr13	194	660.81	318.99

资料来源：王人曾主编：《材料性能学》，北京工业大学出版社，2001 年。

断裂韧性：断裂韧性是从应力和能量的角度，研究裂纹的扩展过程，建立裂纹扩展判据的一个力学性能指标，从而进行结构设计、材料选择、载荷校核、安全性检验等。

图 1-1 是对不同材料的强度—断裂韧性的关系说明，从图中可知钢铁的综合性能相对优良，其强度和韧性的指标相对于其他材料而言很高，是各种结构材料强韧性需求的最佳选择。



资料来源：刘忠侠、顾海澄：《钢铁仍将是 21 世纪中国结构材料的支柱》，载《钢铁》，2001 年第 7 期。

图 1-1 各种材料的强度和韧性比

(2) 物理性能

物理性能是从物理学的观点，对材料的热学、电学、磁学等表征性质的评价，常用的指标有热膨胀系数、铁磁性、电阻率、介电常数等物理参量。

热膨胀系数：材料的体积或长度有随温度升高而增大的现象，例如，钢组织转变产生的体积效应要引起材料膨胀、收缩，并叠加在加热或冷却过程中单纯因温度改变引起的膨胀和收缩上。所以在材料设计和选取时，要充分考虑到热膨胀系数的影响，尤其要考虑钢中合金元素的热膨胀一致化的影响。一般钢的热膨胀系数在 $(10 \sim 20) \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ 范围内。

铁磁性：对于钢这样的铁磁性合金材料，在外加磁场的作用下，可以产生很强的磁化，并且经过不同热处理工艺所得到的组织及它们的组成相，更具有不同的磁性。

(3) 化学性能

化学性能是指钢在发生化学反应时所显示的性质，包括在化学反应和电化学

反应时所表现的性质,如耐蚀性、耐氧化性、抗高温氧化性等,常用的有腐蚀速率、应力腐蚀临界应力场强度因子等参量。例如,腐蚀速率是衡量材料的耐腐蚀性能的标准之一,以了解材料的腐蚀倾向,减缓设备材料由于构件的快速腐蚀而毁坏。

冶金技术的不断发展,使钢铁材料具有高强度性、高耐用性、高韧性及便利性等方面的特点。钢铁具有远较陶瓷优越的塑性和韧性,又没有塑料难于弥补的低温脆化和高温软化的缺点。同时,与结构陶瓷及复合材料相比,钢铁性能可靠,数据分散性小。钢铁还能通过合金化、冷热加工和热处理等方法大幅度地改变其性能,发展成多品种、系列化产品,其优良的强度、塑性、韧性、疲劳性能及耐热、耐蚀、耐磨和电磁等性能可满足机械、冶金、矿山、建筑、运输、海洋及化工等多个行业的不同需求。

⇒ 1.1.2 钢的工艺性能

钢的工艺性能是指在各种加工过程中钢所具备的承受能力,如耐磨、切削、焊接、热处理、弯曲、顶锻等。

钢铁具有远优于陶瓷、塑料及复合材料的加工性能,它既可通过冷加工、铸、锻、焊等技术手段,也可通过粉末冶金方法方便地制造出成分、性能均匀的各种形状;它既可拉出细如 $15\mu\text{m}$ 的高强钢丝,也可轧制出各种厚度的板材;既可冲压成汽车壳体,也可锻造成大型发电机转子;既能焊接成巨大船体、核电站压力壳,也可通过铆接、紧固联接及焊接组合建造大跨度桥梁;既能通过热处理改变整体组织和性能,也能通过感应淬火、化学热处理、激光淬火等表面处理技术改变局部组织与性能,实现表心性能配合;既可通过粒子注入、物理及化学气相沉积等表面工程,也可通过喷焊技术在表面获得耐热、耐蚀及耐磨薄膜或涂层,大大改进钢的服役效能。因此,钢铁具有可通过广泛加工手段来满足各种用途要求的能力。^①

⇒ 1.1.3 钢的价格性能比

材料的选择与使用不能仅仅关注它的各项性能指标,还要考虑价格因素。价格与比强度之比,若钢为1时,则水泥为0.4,木材为0.8,聚丙烯为3.8,铝合

^① 刘忠侠、顾海澄:《钢铁仍将是21世纪中国结构材料的支柱》,载《钢铁》,2001年第7期。

金为3.9, 三氧化二铝陶瓷为4.0, 碳纤维为5.2, 价格与比强度之比的数值越小表明可利用性越强。相比之下, 钢的价格性能比只较水泥、木材略大。但由于水泥、木材所占体积大, 且对特殊环境适应能力较差, 因而在使用的领域受一定的限制, 所以钢铁材料在价格性能比上具有相当强的优势。

1.2 钢铁材料的应用及与替代材料的竞争

钢铁材料由于其优异的使用性能、工艺性能和价格性能比, 加之回收便利等特点, 是基础设施建设、工业设备制造和人民日常生活中广泛使用的材料, 从食物和饮料的包装到高层建筑的大梁, 到处都有钢铁的存在。使用钢铁的主要工业有汽车工业、公路建设、船舶工业、煤炭工业、机械设备、电子设备、建筑工业、农业、航空航天、石油天然气等。其中建筑、机械、汽车、石油天然气、家电、船舶和罐装7个行业是钢铁材料的主要下游产业。以中国为例, 2002年中国建筑、机械、汽车、石油天然气、家电、船舶和罐装等7个行业的总用钢量占当年钢铁总产量的98.52%。

1.2.1 建筑业

(1) 建筑行业发展现状

建筑业是一个国家经济荣衰的“晴雨表”。建筑与设备投资是社会固定资产投资的两大部分。以发达国家美国、日本和德国2000年的建筑投资为例, 分别高达8193亿美元、6179亿美元和2517亿美元, 占三国GDP比重分别为8.24%、13.8%和11.37%。中国1978年建筑业的生产总值为138.2亿元(人民币), 到2004年已达到9572.06亿元(人民币), 增长了近70倍。在中国建筑业生产总值绝对数额增长的同时, 建筑业生产总值占GDP的比重也逐年增长, 到2004年中国建筑业生产总值占GDP的比重达到6.99%。

建筑业主要涵盖公共基础设施(道路、桥梁、港口、电站等)、产业设施、公共建筑和民居建筑三大市场。

表 1-2 中国历年建筑业生产总值占国内生产总值的比重

年份	国内生产总值 (亿元) A	建筑业生产总值 (亿元) B	B/A (%)
1978	3624.1	138.2	3.81
1979	4038.2	143.8	3.56
1980	4517.8	195.5	4.33
1981	4862.4	207.1	4.26
1982	5294.7	220.7	4.17
1983	5934.5	270.6	4.56
1984	7171	316.7	4.42
1985	8964.4	417.9	4.66
1986	10202.2	525.7	5.15
1987	11962.5	665.8	5.57
1988	14928.3	810	5.43
1989	16909.2	794	4.70
1990	18547.9	859.4	4.63
1991	21617.8	1015.1	4.70
1992	26638.1	1415	5.31
1993	34634.4	2284.7	6.60
1994	46759.4	3012.6	6.44
1995	58478.1	3819.6	6.53
1996	67884.6	4530.5	6.67
1997	74462.6	4810.6	6.46
1998	78345.2	5231.4	6.68
1999	82067.46	5470.6	6.67
2000	89468.1	5888	6.58
2001	97314.8	6375.4	6.55
2002	105172.3	7005.04	6.66
2003	117390.2	8181.2	6.97
2004	136875.9	9572.06	6.99

资料来源：根据中华人民共和国国家统计局：《中国统计年鉴 2005》，中国统计出版社，2005 年数据，计算整理。

(2) 建筑工业与钢铁工业关联度分析

建筑工业是钢铁工业的最主要的下游产业之一。建筑钢结构具有轻质高强、抗震性好、基础造价低、施工周期短、工业化程度高和资源可再生利用等优点。目前，许多国家如美国、日本、英国、澳大利亚等正积极推行钢结构住宅。美国是最早采用钢框架结构建造住宅的国家之一，到 1996 年美国住宅建筑总数的