

“十二五”国家重点图书
中国建筑节能发展研究丛书

丛书主编 江亿

中国建筑节能 路线图

Roadmap for China's Building Energy Conservation

彭琛 江亿 著

中国建筑工业出版社

“十二五”国家重点图书

中国建筑节能发展研究丛书

丛书主编 江亿

中国建筑节能路线图

彭琛 江亿 著

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

中国建筑节能路线图 / 彭琛, 江亿著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2015. 12

(“十二五”国家重点图书·中国建筑节能发展研究丛书 / 丛书主编 江亿)

ISBN 978-7-112-18901-4

I. ①中… II. ①彭… ②江… III. ①建筑—节能—研究—中国 IV. ①TU111.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第313243号

本书从生态文明的理念出发,系统地讨论了建筑能耗总量控制的目标和路线。全书共分三篇,主要包括:能耗总量问题研究、中国建筑节能路线、我国建筑用能总量规划与发展分析,附录介绍了开展宏观建筑能耗分析的工具模型。

本书既可供从事建筑节能理论研究和工程实践的技术人员参考使用,也可作为政府工作者制定我国建筑节能发展规划的参考用书。

责任编辑: 吉万旺 齐庆梅 王美玲 牛 松

书籍设计: 京点制版

责任校对: 刘 钰 赵 颖

“十二五”国家重点图书
中国建筑节能发展研究丛书
丛书主编 江亿

中国建筑节能路线图
彭琛 江亿 著

*

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

北京京点图文设计有限公司制版

北京顺诚彩色印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 15 字数: 275千字

2015年12月第一版 2015年12月第一次印刷

定价: 62.00 元

ISBN 978-7-112-18901-4

(28128)

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)

前言



《中国建筑节能年度发展研究报告》(以下简称《年度报告》)自2007年出版第一本,到现在已经连着出版了9本。每年围绕这部书的写作,我们组织了清华大学建筑节能研究中心的师生、清华其他一些单位的师生,还有全国许多单位热心于建筑节能事业的专家们一起,对我国建筑节能进展状况、问题、途径进行调查、分析、研究和探索,对实现中国建筑节能提出自己的理念,对各种争论的热点问题给出自己的观点,对建筑用能四大主要领域的节能途径提出自己的规划。这些内容在每一年的《年度报告》中陆续向社会报告,获得较大反响,对我国的建筑节能工作起到一定的推动作用。怎样才能把这套书中的研究成果更好地在相关领域推广,怎样才能使这套书对我国的建筑节能工作有更大影响?身为媒体人的齐庆梅编辑建议把这些书中的内容按照建筑节能理念思辨、建筑节能技术辨析和建筑节能最佳案例分别重组为三本书出版。按照她的建议,我们试着做了这样的再编辑工作,并与时俱进更新了一些数据,补充了新的内容,连同新近著的《中国建筑节能路线图》作为丛书(共四本)奉献给读者。

本书的论述源于对以下几个方面问题的思考:

人类发展与自然的关系是什么?

人类社会进入工业文明阶段后,生产力大幅提高,对自然环境的影响力也显著增大。在生态系统、大气层与水体等环境条件遭到巨大破坏,不可再生资源接近枯竭之时,人们开始反思社会发展和自然的关系:是无视自然环境的承载力,满足无限增长的物质需求?还是在可持续发展的目标下,与自然环境保持和谐共处的关系?自然的承载力如同弹簧,超过阈值即可能断裂,而我们当前对自然环境的索取已经处于过冲状态(德内拉·梅多斯等,《增长的极限》)。进一步思考,人与自然实为一体,在挥霍自然资源、破坏自然环境的同时,实际也是破坏着群体的稳定与个体的健康。重视自然的承载能力,避免突破这个上限,是人类文明持续存在与发展的基本条件。

如何处理这个关系？

在认识到自然环境（与资源）的重要性后，越来越多的人参与到保护自然环境、保护物种、控制温室气体排放等活动中，希望减少人类社会活动对环境的影响，弥补在工业文明阶段对自然的破坏。党的“十八大”报告指出，“树立尊重自然、顺应自然、保护自然的生态文明理念”，建设生态文明，是我国政府高瞻远瞩确立的未来发展战略，是引导人类社会进入新的文明阶段的旗帜。

从人与自然和谐相处出发，对待自然环境（大气、水体、物种），尽可能减少人为的破坏和污染；对待不可再生的资源，在可预见科技发展的进度下，尽可能实施消耗总量控制，留下更多的发展时间；即便是可再生资源的利用，也需要充分考虑在增大利用量时对周围环境的影响。

另一方面，科技的进步也支撑着人们追求更多的物质享受，控制对自然的影响，是人类社会整体的自律。我们也相信，文明的进步绝非以物质条件作为唯一的衡量依据。以文明进步为动力的科技发展，也可以推动着人类社会迈向生态文明——更好地将人改造自然的力量，服务于人与自然的和谐相处，服务于人与自然的融合。

我们能做什么？

人们对“衣食住行”的生活需求，有两项发生在建筑中；人们从事政治、科学、艺术、宗教等活动，也离不开建筑的支撑。历史文化是文明留下的痕迹，也就是说，建筑既是服务当下文明的物质形态，也是传承文明的载体。建筑在人类文明中的重要地位，也意味着我们在生态文明建设中可以发挥重要作用。

建筑从设计到使用，一方面影响着文明的内容与形态（习近平总书记在文艺工作座谈会上特别提出“不要搞奇奇怪怪的建筑”），一方面也影响着环境与资源的消耗。在工业革命后，快速城镇化发展过程中，建筑营造占用大量土地，建筑运行消耗大量能源，对环境造成了巨大的冲击。有研究指出，建筑运行能耗占世界能源消费总量的 1/3，而我国建筑能耗强度大大低于发达国家，建筑能耗还将随着各项用能需求和建筑面积总量的增加而大幅增长，成为未来能耗增长的主要原因。因此，适应生态文明的建筑与系统形式和使用方式是支撑生态文明的主要内容。

建筑能耗是消费领域能耗的主要组成部分，满足人们对室内环境、热水、炊事以及各类电器的服务和使用需求，影响着人们的生活质量和工作效率。由于服务

水平、使用需求和技术形式的不同,能耗量有着明显的“弹性”。这个“弹性”,既是指不同人或者建筑的能耗强度不同;也是指对于同一项需求,由于技术或方式的不同,能耗需求的差异。正因为这样,建筑能耗实施总量控制,并非是遏制人们享受更高的生活品质,而是引导技术朝着更少的资源消耗和自然环境影响的方向发展。

需要承认的是,由于建筑用能的主体分散,电、燃气和煤等各类能源由市场分配,通过自上而下地推行能耗总量控制,难以取得立竿见影的效果;技术和人才储备条件,在短时间内难以全面支撑能耗总量控制的各项政策和技术实施。建筑能耗总量控制,还需要从舆论宣传、人才培养、技术创新与市场引导等多个方面自下而上地推动起来。

为推动建筑用能领域实施总量控制,本书从以下几个方面开展研究论述:首先,从能源与环境承载能力出发,自上而下地分析了建筑能耗总量上限;基于调查数据与理论模型,对建筑能耗的现状、影响因素与特点进行分析;从技术和工程实践中,指出当前各类建筑用能的关键问题,自下而上地提出各类建筑用能节能路径以及可行的总量控制值。

这些工作仅仅是为能耗总量控制提供一个初步的宏观思路,在技术措施、政策与市场机制方面,仍存在较多可以深入讨论和分析的地方,有待进一步深入研究。随着我们对现状认识的加深和技术的不断创新,未来可能实现总量控制的目标值可能比现在认为的更低,实现路径更为清晰且易于落实,这取决于我们不断发展以能耗强度为约束条件的技术和产品,而非单纯地满足更多的服务需求和更高的服务水平。

建筑节能是生态文明建设的重要组成,凝聚着技术与文化精华,也寄托着未来小康社会建设的梦想。实施建筑节能总量控制,任重而道远。

本书出版受“十二五”国家科技计划支撑课题“建筑节能基础数据的采集与分析 and 数据库的建立”(2012BAJ12B01),中国工程院科技中长期发展战略研究项目、国家自然科学基金委员会专项基金项目“建筑节能技术适宜性研究”(L1322018)资助,特此鸣谢。



目 录

第 1 篇 能耗总量问题研究

第 1 章 “生态文明”与建筑节能	2
1.1 “生态文明建设”要求进行能耗总量控制	2
1.2 建筑能耗总量控制需解决的核心问题	15
1.3 路线图研究思路	24
第 2 章 建筑用能上限问题研究	26
2.1 建筑能耗的约束条件分析	26
2.2 我国能源消费量上限研究	26
2.3 建筑用能上限研究	34
2.4 建筑用能初步规划	38

第 2 篇 中国建筑节能路线

第 3 章 建筑面积总量现状与未来规划	42
3.1 建筑规模现状研究	42
3.2 建筑营造现状的资源、环境及经济影响	44
3.3 未来各类建筑规模研究	51
3.4 我国建筑规模发展规划与政策建议	57



第 4 章 宏观建筑用能特点与影响因素分析	60
4.1 宏观建筑用能的特点及分类	61
4.2 建筑用能主要影响因素与节能途径分析	64
第 5 章 北方城镇采暖节能路径研究	76
5.1 北方城镇采暖能耗现状与趋势	76
5.2 采暖用能主要影响因素及节能潜力分析	79
5.3 节能途径与实证研究	88
5.4 北方城镇供暖节能路径与能源规划	100
第 6 章 公共建筑节能路径研究	103
6.1 公共建筑能耗现状与趋势	103
6.2 公共建筑用能关键影响因素与节能潜力	107
6.3 节能途径与实证研究	118
6.4 公共建筑节能规划与目标	129
第 7 章 城镇住宅节能路径研究	132
7.1 城镇住宅用能现状与趋势	132
7.2 城镇住宅用能影响因素与节能潜力	138
7.3 节能途径研究	156
7.4 城镇住宅建筑节能规划与目标	163
第 8 章 农村住宅节能路径研究	166
8.1 能耗与节能工作现状	166



8.2 农村住宅用能关键问题及节能潜力分析	171
8.3 关键节能技术与实证研究	180
8.4 农村住宅建筑节能规划与目标	188

第 3 篇 规划与发展分析

第 9 章 我国建筑用能总量规划及宏观路径	192
-----------------------------	-----

9.1 建筑能耗总量目标与规划	192
9.2 发展情景预判	195
9.3 我国建筑节能技术路线的政策建议	200

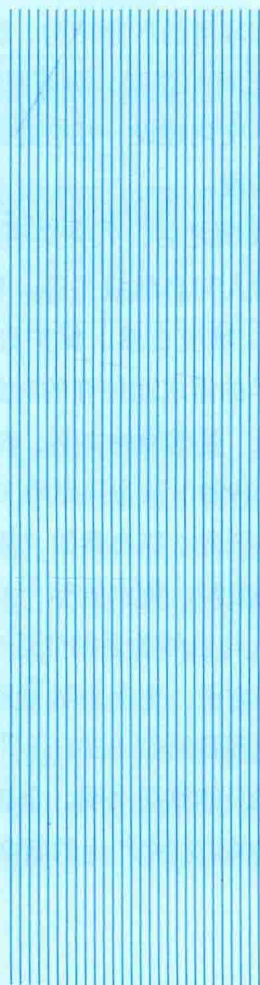
附录 基于技术和行为分布的宏观建筑用能分析模型	206
-------------------------------	-----

0.1 已有建筑用能计算模型分析	206
0.2 TBM 模型理念与框架	210
0.3 TBM 模型的计算方法与主要参数	216
0.4 TBM 模型输入数据采集与验证方法研究	218

参考文献	220
------------	-----

第 1 篇

能耗总量问题研究





第 1 章 “生态文明”与建筑节能

1.1 “生态文明建设”要求进行能耗总量控制

1.1.1 生态文明建设的理念与发展模式

2012 年,党的“十八大”报告提出“生态文明建设”^[1],将生态文明建设与“经济建设、政治建设、文化建设、社会建设”结合成“五位一体”的总体布局。在 2007 年党的“十七大”会上,“生态文明”首次出现在党代会的报告中^[2],要求“基本形成节约能源资源和保护生态环境的产业结构、增长方式、消费模式”,“十八大”将生态文明的认识和要求提到了新的高度,明确要求“把生态文明建设放在突出地位,融入经济建设、政治建设、文化建设、社会建设各方面和全过程”^[1]。

(1) 生态文明是新的文明阶段

生态文明被认为是继工业文明之后,人类文明发展的新阶段。从人与自然的关系角度来看,“生态文明”强调人与自然应平等、和谐相处,正如“十八大”报告所表述的“必须树立尊重自然、顺应自然、保护自然的生态文明理念”,这与工业文明将自然作为满足人类无穷尽的需求而掠夺的对象有着显著的差异。

一大批学者认为“生态文明”是继原始文明、农业文明和工业文明之后的新的人类文明发展阶段。李祖扬等^[3](1999)认为从原始文明到工业文明,人类与自然的关系经历了对自然膜拜、进行初步开发、以自然的“征服者”自居三个阶段,而生态文明时代,人类与自然将实现协调发展。柯水发等^[4](2009)将不同文明阶段人与自然的关系归纳成不同文明形态下人与自然关系的变迁与比较(表 1.1),认为在自然观、资源利用方式、自然环境影响等方面,生态文明与其他文明均有明显的差异,生态文明的核心在于人与自然的和谐。而徐海红(2011)^[5]甚至认为生态文明才是人类文明本质的真实显现,之前的文明都只能算前文明。金碧华等^[6](2013)研究认为,生态文明是人类在解构工业文明范式的进程中产生的新文明,是对人与自然关系的理性思

考和人类生态本性的道德回归。

这些学者将生态文明与之前的文明区别开的主要原因是人与自然的关系发生了巨大的变化。从表 1.1 来看，工业文明经历了仅 200 年时间，就出现了生态文明。这是由于，尽管工业文明大幅度地提高了生产力，创造了大量的物质产品，但由于其对自然掠夺的资源利用形式，严重破坏了生态环境并危害到人类自身。生态文明正是要改变这样的状况，以使人类能够在地球上持续生存下去。

不同文明形态下人与自然关系的变迁与比较

表 1.1

比较项目	原始采猎文明	农业文明	工业文明	生态文明
出现时间	公元前 200 万年	公元前 1 万年	18 世纪后期	20 世纪后期
文明标志	白色的采猎革命	黄色的农业革命	黑色的工业革命	绿色的生态革命
空间尺度	个体或部落	区域或国家	国家或洲际	洲际或全球
自然观	自然拜物主义	自然中心主义 (天定胜人)	人类中心主义 (人定胜天)	天人协同共赢 (天人和諧)
经济特征	自然型经济 (自然供给)	自给型经济 (简单再生产)	商品型经济 (复杂再生产)	循环型经济 (可持续再生产)
技术水平	原始的采猎技术	简单的农耕技术	复杂的工业生产技术	智能的、清洁的循环生产体系
资源利用	采集型	改造型	掠夺型	和谐型
人地关系	人纯粹依赖自然	人主要依赖自然	人企望控制自然	人与自然和谐
自然环境响应	无污染，自然环境破坏小于自然环境恢复能力	自然环境低度与缓慢退化，局部污染	全球环境污染与生态危机	自然环境与资源持续循环利用

(2) 工业文明带来的问题

工业文明从其开始就暴露了过度消耗资源、破坏自然环境的问题。Thomas Robert Malthus (1809) 预测^{[7][8]} 人口大幅增长将超越食物供应，而人口增长正是早期工业生产增长的依赖，虽然技术进步使得粮食产量满足了人类生存需求，但这样的增长是以沉重的资源负担、大量使用化肥污染环境为代价的。而恩格斯针对工业进步带来的环境影响警告说“我们不要过分陶醉于我们人类对自然界的胜利！对于每一次这样的胜利，自然界都对我们进行报复！”^[9]，并指出“我们每走一步都要记住——我们连同我们的血、肉和头脑都是属于自然界和存在于自然之中的。” Harrison Brown (1954) ^[10] 在其研究中指出，因为不稳固和不节制的资源开发，世界将随工业文明衰亡而大受创伤，唯一可能的解决方法是通过认真地计划而制约



工业文明的成长。罗马俱乐部（Club of Rome）就工业文明结构和未来发展，考察了人口、农业生产、自然资源、工业生产和污染等五个最终决定和限制人类发展的基本因素，在 1972 年发表的《增长的极限》^[11]中指出因为自然环境的制约，工业文明将在公元 2100 年崩溃，人口的稳定延长时间，但资源匮乏仍将导致崩溃，尽快稳定人口与工业生产是维持工业文明稳定唯一可行的办法。“生态马克思主义”学者 Leiss, William（1972）^[12]认为生态危机是当代世界最为突出的难题，而统治自然的观念是导致生态危机的意识根源。

实际上，自 20 世纪 60 年代以来，由工业文明造成的生态危机愈发严重，威胁着人类的生存：土地贫瘠、物种灭绝、能源枯竭和森林退化日趋明显；大气、水质、土壤等污染严重且日益恶化；城市过度扩张，城市生活环境质量不断恶化；社会物质不断丰富而贫富差异加剧，大量人口生活在贫穷与饥饿之中；全球性的气候变暖，由此引发冰川融化、耕地退化、各地气候突变、各种地质灾害频发等等。正如恩格斯所说的，自然界正在向人类报复。而人类对资源的疯狂掠夺，穷奢极欲的社会发展模式，所造成的能源资源匮乏，加剧了地区政治、军事矛盾，核战争毁灭世界的阴影笼罩着人类。

可以看出，尽管工业文明只经历了约 200 年的历史，其带来大量的问题，迫使人类必须重新构建人类文明与自然环境的关系。

（3）生态文明的必然性

为探索人类可以在地球上持续生存下去的发展模式，一大批研究者从人与自然的关系出发，反思工业文明对自然掠夺的现象，从保护自然环境、节约资源出发，最终形成人与自然应该平等相处、和谐发展的思想。徐春（2009）^[13]回顾了对于生态文明认识的发展历史，将其研究情况整理为如表 1.2 所示的人类对生态文明认识历程。

人类对生态文明认识历程

表 1.2

年份	作者	出版物	意义
1962	美国女科学家 蕾切尔·卡逊	寂静的春天	人类首次关注环境问题的著作，揭示了伤害自然必然危及人类自身生存的事实
1972	联合国	人类环境宣言	召开了有史以来第一次“人类环境会议”
1972	罗马俱乐部	增长的极限	提出了均衡发展的概念
1975	苏联学者弗罗洛夫	科学技术进步与人的未来	生态问题三个因素：自然资源枯竭有关的技术经济方面；人类社会同自然界的生态平衡的狭义生态学方面；社会政治方面的因素
1981	美国经济学家 莱斯特·R·布朗	建立一个可持续发展的社会	首次提出了可持续发展问题



续表

年份	作者	出版物	意义
1987	联合国环境与发展委员会	我们共同的未来	理论表述可持续发展，形成人类建构生态文明的纲领性文件
1987	中国生态学家 叶谦吉	真正的文明时代才刚刚起步—— 叶谦吉教授呼吁开展“生态文明建设”	在中国学术界首次明确使用生态文明概念
1988	中国生态经济学家 刘思华	社会主义初级阶段生态经济的根本特征与基本矛盾	最早提出建设社会主义生态文明的新命题
1992	联合国环境与发展大会	21 世纪议程	提出了全球性的可持续发展战略，拉开人类改变生产和生活方式，建设生态文明的序幕
1995	美国作家 罗伊·莫里森	生态民主	明确使用了“生态文明”这一概念，呼吁应该以污染税来代替所得税

申曙光（1994）^[14]论证了生态文明兴起的客观必然性，指出现代工业文明正在走向衰败，生态文明必将取代工业文明而引导人类社会继续向前发展。廖才茂（2004）^[15]认为生态文明体现了生态优化、环境保护和人的全面发展的高度统一性，体现了人类社会经济与自然可持续发展的高度一致性，揭示了工业文明转型的演进方向，认为生态文明将逐渐成为 21 世纪的主流社会经济形态。李红卫（2005）^[16]、葛巧玉（2011）^[17]认为要解决工业文明阶段的生态危机，必须要走一条人类与自然和谐共生的生态文明之路。通过发展历史研究，周晶（2010）^[18]研究指出，自新中国成立以来，我国几代领导人在吸取经验和总结教训中不断摸索关于生态文明建设的道路，从我国的实际国情出发，为我国走具有中国特色的生态环境建设道路指引方向。

（4）生态文明要求进行能源消费总量控制

生态文明建设的核心在于处理好人与自然的关系，包括资源利用和环境保护、人的需求与自然条件的平衡等内容。正如弗罗洛夫在《科学技术进步与人的未来》中指出的^[13]，生态问题具有的三个方面的因素：一是与危及自然资源枯竭有关的技术经济方面；二是在世界性环境污染条件下有关人类社会同自然界的生态平衡的狭义生态学方面；三是社会政治方面的因素。发展生态文明，应该考虑这三个方面。

在十八大报告的“大力推进生态文明建设”部分，指出“推动能源生产和消费革命，控制能源消费总量，加强节能降耗，支持节能低碳产业和新能源、可再生能源发展”^[1]。

从自然资源角度看，在保证人类持续发展的目标下，应该尽可能少地使用不可再生资源。在能源消费中 80% 左右为化石能源^[19]，化石能源在人类活动的时间尺度上属于不可再生资源，但同时又是现阶段维持人类社会生产生活的必要资源。十八大报告指出生态文明建设需进行“能源消费总量控制”，是解决自然资源有限



问题的必然选择；而化石能源的使用产生大量的 CO_2 排放以及各种粉尘、氮氧化物、硫氧化物排放等，是引起气候变化和环境污染的重要原因，因此，控制能源消费总量，又是保持人类同自然生态平衡的关键因素。

综合以上，生态文明是人类社会文明发展的必然选择，而人与自然平等相处、和谐发展是生态文明区别于其他文明的关键点。从资源和环境角度，发展生态文明，必须对能源消费进行总量控制。

1.1.2 能源消费总量控制与建筑节能

（1）能源消费总量控制的迫切性

能源消费总量控制是生态文明发展的必要措施。从我国能源消费现状和趋势来看，能源消费总量控制已经到了十分紧要的关头。

分析国家统计局公布的数据^[20]，我国能源消费量逐年增长，从 1978 年的 5.7 亿吨标煤（tce）增长到 2011 年的 34.8 亿吨标煤，年均增长率近 6%。国家通过不断增加国内能源产量和扩大能源进口量，“以需定供”满足国内能源消费需求，这种敞口式能源消费方式^[21]引发的能源安全问题、环境和气候变化问题严重妨害我国经济社会持续和稳定发展^{[22][23]}。具体表现为，由于资源储量、安全生产和技术水平等原因，国内能源生产已不能满足能源消费需求，需要不断扩大进口，石油对外依存度已接近 60%；而能源进口受到能源生产国、运输路线安全以及一些霸权国家的限制^[24]，能源不能自给将严重威胁国家安全；2010 年，我国超过美国成为世界第一大碳排放国家，人均碳排放超过世界平均水平，从全球应对气候变化的要求看，我国处于非常被动的地位；煤炭、天然气和石油等化石能源使用过程中排放氮氧化物、硫氧化物等，污染大气，我国目前大面积的雾霾天气与这些能源的使用密切相关。针对这些问题，国家在第十二个五年规划^[25]中提出了“合理控制能源消费总量”政策导向；2013 年颁布的《能源发展“十二五”规划》^[26]提出了能源消费总量控制的目标值，即到 2015 年，能源消费总量不超过 40 亿 tce。

对何时及如何进行“能源消费总量控制”，一些研究者从经济发展需求和总量控制的可行性方面提出了质疑，主要观点包括：①能耗总量控制将约束经济发展，降低居民收入^{[27][28]}；②能耗总量控制的目标和途径不明确，操作层面难以实现^[29]。

针对能耗总量控制对经济的影响，也有一批研究者指出，能源消费总量的增减对 GDP 没有明显影响^[30]，能源并不会成为经济增长的“瓶颈”^[31]，也并不影响国民收入^[32]。比较世界主要国家和地区人均 GDP 能耗（图 1.1）可以发现，中国单位 GDP 能耗明



显高于世界平均水平，是英国单位 GDP 能耗的三倍，国家产业结构不同是能耗强度差异的重要影响因素。2011 年，中国 GDP 中第二产业 GDP 的比重为 46.6%，大大高于世界平均水平 29.0%，而发达国家，如美国、英国和法国的第二产业 GDP 比重约为 20%，德国、意大利和日本第二产业 GDP 比重约为 25%，均低于世界平均水平。比较来看，制造业是中国经济的主要支柱，其单位 GDP 能耗明显高于其他产业，这是造成中国单位 GDP 能耗较高的主要原因。而未来我国需要进一步提高人均 GDP，应该参照发达国家经济结构发展模式，提高第三产业 GDP 比重。因此，提高我国人均 GDP 的途径应该是大力进行产业转型，而不是通过进一步扩大制造业，其带来的 GDP 增长有限，同时消耗大量的能源和资源。如果参考英国、德国等发达国家的发展模式，调整产业结构，控制能耗总量，其结果并不一定影响经济发展。从另一方面看，进行能源消耗总量控制，有利于促进产业转型，限制高能耗产业，改善经济结构。

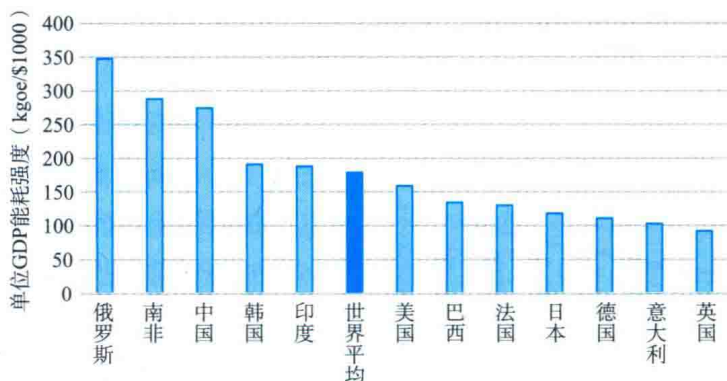


图 1.1 2011 年各国单位 GDP 能耗强度

(单位: 千克标油 / \$1000 GDP (2005 年购买力平价))

注: 数据来源: 世界银行, World Development Indicators.

针对能耗总量控制目标和途径不明确的问题，研究当前发达国家政策，虽然没有直接提出能源消费总量控制目标，但一些政策和承诺却间接地针对能源消费总量控制的目标，主要体现为两类：一是碳排放总量控制目标，二是节能量目标^[33]。借鉴发达国家经验，从能源消费总量控制出发，由政府发挥主导作用，强化倒逼机制^[34]，促使产业结构、经济发展模式转型和能源供应结构转型^[35]，可以合理控制能源消费总量。

由前面分析，能源消费总量控制是生态文明建设的重要内容；同时，由于能源安全和应对气候变化的要求，控制能源消费总量是势在必行的，不能因为能源消费控制可能影响经济发展就回避这个问题。



进行能源消费总量控制是一项十分复杂且存在诸多困难的工作，一方面，人口、经济和技术等多个因素影响能耗总量^{[36][37]}；另一方面，由于工业、交通和建筑^[38]等部门用能特点不同，总量控制的目标和途径也会存在差异。因此，基于各个影响因素以及各个用能部门的特点，提出各部门能源消费总量控制的目标以及实现途径，是实现国家能源消费总量控制的基础。

（2）建筑能耗需进行总量控制

建筑能耗是终端能源消费中的重要组成部分，要实现能源消费总量控制目标，需要对建筑能耗进行控制。在讨论建筑能耗总量控制时，需要明确我国建筑能耗的现状以及将来可能的发展趋势。

需要说明的是，广义的建筑能耗包括建筑材料生产、建筑营造等建筑建造过程能耗以及建筑运行过程能耗，建造过程能耗取决于建筑业的发展，与建筑运行能耗属完全不同的两个范畴。建筑运行能耗，指建筑物使用过程能耗，包括照明、采暖、空调和各类建筑内使用电器的能耗，在建筑的全生命周期中，约有 80% 的能耗发生在建筑物使用过程中，建筑运行能耗是建筑节能任务中最主要的关注点，本书讨论

的建筑能耗指的是建筑运行能耗。

目前我国国家统计局所公布的终端能耗数据中，未明确给出建筑能耗量。结合国家统计局（NBS）公布的数据^[39]和清华大学建筑节能研究中心发布的数据^[40]来看（图 1.2），我国建筑能源消耗持续增长，10 年来增长了近 1 倍。



图 1.2 中国建筑能耗发展趋势

注：国家统计局公布的终端能源消费数据中，没有单独列出建筑用能，建筑用能数据包含：①批发、销售业和住宿、餐饮业；②其他行业；③生活消费等，并且还包含部分交通运输、仓储和邮政业用能。

源经济研究所（IEEJ）^[42]等机构公布了各国建筑能耗数据。其中，IEA 公布了世界主要国家和地区的建筑能耗数据，为更准确反映该国的建筑能耗，美国、日本和中国分别采用 EIA、IEEJ 和清华大学建筑节能研究中心发布的数据。各国建筑能耗总量（圆圈大小表示）以及单位面积能耗强度（纵坐标）和人均能耗强度（横坐标）如图 1.3 所示。

中外建筑能耗强度对比是认识我国建筑能耗水平的重要途径。目前有国际能源署（IEA）^[19]、美国能源信息署（EIA）^[41]、日本能