

我国交通运输设备制造业

直接与完全能耗强度变动研究

李根 冯鑫明 著

WOGUO JIAOTONG YUNSHU
SHEBEI ZHIZAOYE

ZHILIE YU WANQUAN NENGHAO QIANGDU
BIANDONG YANJIU



江苏大学出版社
JIANGSU UNIVERSITY PRESS

本书由国家自然科学基金资助 (71503106)

我国交通运输设备制造业

直接与完全能耗强度变动研究

李根 冯鑫明 著

WOGUO JIAOTONG YUNSHU
SHEBEI ZHIZAOYE

ZHIDIE YU WANDUAN HENGHAO QIANGDU
BIANYING YANJIU



江苏大学出版社
JIANGSU UNIVERSITY PRESS

镇江

图书在版编目(CIP)数据

我国交通运输设备制造业直接与完全能耗强度变动研究 / 李根, 冯鑫明著. — 镇江: 江苏大学出版社, 2016.12

ISBN 978-7-5684-0387-0

I. ①我… II. ①李… ②冯… III. ①交通运输工具—制造—能量消耗—研究—中国 IV. ①F426.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 321819 号

我国交通运输设备制造业直接与完全能耗强度变动研究

著 者/李 根 冯鑫明

责任编辑/张小琴

出版发行/江苏大学出版社

地 址/江苏省镇江市梦溪园巷 30 号(邮编: 212003)

电 话/0511-84446464(传真)

网 址/<http://press.ujs.edu.cn>

排 版/镇江华翔票证印务有限公司

印 刷/虎彩印艺股份有限公司

开 本/890 mm×1 240 mm 1/32

印 张/7.125

字 数/201 千字

版 次/2016 年 12 月第 1 版 2016 年 12 月第 1 次印刷

书 号/ISBN 978-7-5684-0387-0

定 价/30.00 元

如有印装质量问题请与本社营销部联系(电话:0511-84440882)

前 言

近百年来,大气中温室气体尤其是二氧化碳含量急剧增加,全球的气候也随之逐渐变暖。气候变暖引发冰盖融化、海平面上升、疾病肆虐等一系列恶果,严重影响了人类的可持续发展。各国已经意识到气候变化问题的严重性和紧迫性,将低碳发展确立为21世纪的首要议题。交通运输设备制造业在一国或地区工业化过程中的地位和作用十分突出,是国民经济发展的基础工业。改革开放以来,我国交通运输设备制造业得到了长足发展,但与发达国家相比,仍存在诸多问题,其中能耗较高日益影响行业的可持续发展。在当前能源紧缺和环境污染已成为制约我国经济社会可持续发展的主要矛盾的背景下,探究我国交通运输设备制造业能耗强度变动的影响因素、影响机理、影响效应及其未来趋势极为重要。相关学者深入研究了交通运输设备制造业的能耗强度,但是大多以直接能耗强度(其值为单位增加值的直接能耗)为研究的重点。然而,若仅以直接能耗强度测度交通运输设备制造业节能减排效果,存在一定的局限性。交通运输设备制造业不仅直接消耗能源,还通过消耗中间品而间接消耗能源,且间接能耗量远高于直接能耗量。当前,在制定节能减排政策时,常常会盲目鼓励直接能耗强度较低的行业的发展,同时也会控制直接能耗强度较高的行业的发展,这都无法从产业关联角度抑制能源消耗。基于此,针对交通运输设备制造业完全能耗强度(其值为单位增加值的完全能耗)的研究显得尤为重要。

本书依据能源的消耗对象及供给来源将能耗强度区分为直接能耗强度和完全能耗强度,按照现状研究—机理研究—优化研究—

对策研究的思路,探究我国交通运输设备制造业直接与完全能耗强度的变动机理,主要研究内容包括以下几个方面:运用物理—事理—人理系统方法论分析我国交通运输设备制造业直接能耗强度变动的影响因素;采用 VAR,IRF 和 VD 探究多因素对我国交通运输设备制造业直接能耗强度变动的影响效应;利用结构分解分析(SDA)方法确定我国交通运输设备制造业完全能耗强度变动的深层次动因;构建完全能耗强度变动的非线性优化模型,并对优化后的我国交通运输设备制造业完全能耗强度的变动情况进行分析。

本书是在哈尔滨工程大学赵金楼教授的悉心指导下完成的,在此对赵教授表示衷心的感谢。同时,也感谢徐建中教授、范德成教授、史丽萍教授、王铁男教授、吴冲教授、尚杰教授、刘家国教授、苏屹副教授对本书提出的建设性的修改意见。在成书过程中还参阅了大量的国内外文献,在此向相关作者表示诚挚的谢意。

本书可为从事能源经济与管理研究工作的有关学者和相关行业工作者提供参考。由于水平有限,书中难免存在一定的问题与不足之处,恳请读者批评指正。

目 录

1 绪论

1.1 研究背景、目的与意义 001

1.1.1 研究背景 001

1.1.2 研究目的 002

1.1.3 研究意义 003

1.2 国内外研究现状 004

1.2.1 基于分解分析法的能耗强度变动分析 004

1.2.2 基于影响因素的能耗强度变动分析 006

1.2.3 基于产业关联的完全能耗强度测算 007

1.2.4 基于投入产出优化的完全能耗强度变动分析 008

1.2.5 国内外研究现状评述 009

1.3 研究思路、内容与研究方法 011

1.3.1 研究思路 011

1.3.2 研究内容 011

1.3.3 研究方法 013

1.4 主要创新之处 014

2 我国交通运输设备制造业直接能耗及增加值现状分析

2.1 交通运输设备制造业内涵及能耗理论分析 016

2.1.1 交通运输设备制造业的含义 016

2.1.2 交通运输设备制造业的特征 017

2.1.3 交通运输设备制造业的作用 018

2.1.4 交通运输设备制造业能耗理论分析 019

2.2 我国交通运输设备制造业直接能耗现状分析 021

- 2.2.1 我国交通运输设备制造业现状分析 021
- 2.2.2 直接能耗总量与结构分析 023
- 2.2.3 直接能耗管理现状分析 029
- 2.3 我国交通运输设备制造业工业增加值现状分析 031
 - 2.3.1 工业增加值的内涵 031
 - 2.3.2 工业增加值的总量与结构分析 032
 - 2.3.3 工业增加值率现状分析 034
- 2.4 国际比较分析 035
 - 2.4.1 直接能耗比较分析 035
 - 2.4.2 增加值比较分析 037
- 2.5 本章小结 040
- 3 我国交通运输设备制造业直接能耗强度变动分析**
 - 3.1 交通运输设备制造业直接能耗强度变动的参数 041
 - 3.2 直接能耗强度变动的基本规律曲线 043
 - 3.2.1 持续时间特征分析 045
 - 3.2.2 峰谷特征分析 045
 - 3.2.3 波频特征分析 045
 - 3.2.4 波幅特征分析 045
 - 3.2.5 梯度特征分析 046
 - 3.3 直接能耗强度变动的成因分析 046
 - 3.3.1 物理—事理—人理系统方法论基本原理 046
 - 3.3.2 直接能耗强度变动的物理因素 047
 - 3.3.3 直接能耗强度变动的事理因素 051
 - 3.3.4 直接能耗强度变动的人理因素 059
 - 3.3.5 基于 VAR 的直接能耗强度变动的多因素实证分析 081
 - 3.4 本章小结 091
- 4 我国交通运输设备制造业完全能耗强度变动分析**
 - 4.1 完全能耗强度变动的结构分解分析模型的构建 093
 - 4.1.1 结构分解分析的基本原理 093

- 4.1.2 投入产出分析的基本原理 095
- 4.1.3 完全能耗强度变动的 SDA 模型构建 098
- 4.2 我国交通运输设备制造业完全能耗强度变动的结构分解分析 102
 - 4.2.1 投入产出表的调整 102
 - 4.2.2 可比价投入产出表的编制 104
 - 4.2.3 结构分解分析结果 106
- 4.3 技术进步对我国交通运输设备制造业能耗强度的影响分析 114
 - 4.3.1 技术进步的基本内涵及测度 114
 - 4.3.2 技术进步影响交通运输设备制造业能耗强度的计量分析 120
- 4.4 本章小结 128
- 5 优化条件下我国交通运输设备制造业完全能耗强度变动分析
 - 5.1 完全能耗强度非线性优化模型的构建 130
 - 5.1.1 交通运输设备制造业完全能耗强度的敏感性分析 132
 - 5.1.2 优化模型的目标函数 144
 - 5.1.3 优化模型的约束条件 144
 - 5.2 完全能耗强度优化模型求解的方法选择 147
 - 5.2.1 优化模型求解的主要方法 147
 - 5.2.2 粒子群算法在本优化模型中的适应性分析 148
 - 5.2.3 粒子群算法的主要求解步骤 150
 - 5.3 完全能耗强度优化模型的系数及备选方案设定 150
 - 5.3.1 模型系数的设定 150
 - 5.3.2 发展目标 152
 - 5.3.3 方案设定 154
 - 5.4 不同方案下完全能耗强度变动分析 156
 - 5.4.1 模型的优化结果 156
 - 5.4.2 完全能耗强度变动分析 157

5.5	制造业完全能耗强度变动分析	162
5.5.1	制造业完全能耗强度非线性优化模型的构建	162
5.5.2	数据来源及情景设定	165
5.5.3	情景优化结果与分析	170
5.6	本章小结	177
6	我国交通运输设备制造业的节能对策研究	
6.1	我国交通运输设备制造业节能对策的形成思路	178
6.2	我国交通运输设备制造业技术节能	179
6.2.1	优化生产业务流程	179
6.2.2	改造落后的生产设备和技术	181
6.2.3	重视节能新技术的研发与应用	183
6.3	我国交通运输设备制造业结构节能	184
6.3.1	优化行业结构	184
6.3.2	调整能耗结构	185
6.3.3	优化人员结构	186
6.3.4	调整投资、消费结构	187
6.3.5	调整进出口结构	188
6.4	我国交通运输设备制造业管理节能	189
6.4.1	改革节能体制	189
6.4.2	完善节能机制	190
6.4.3	构建碳金融机制体制	191
6.4.4	建立能源管理体系	193
6.4.5	监测宏观经济走势	195
6.5	本章小结	196
7	结论与展望	
7.1	结论	197
7.2	展望	200
	参考文献	201

1 绪 论

1.1 研究背景、目的与意义

1.1.1 研究背景

近百年来,大气中温室气体尤其是二氧化碳含量急剧增加,全球的气候也随之逐渐变暖。温室气体的大量排放造成温室效应的加剧是全球变暖的基本原因。气候变暖引发冰盖融化、海平面上升、疾病肆虐等一系列恶果,严重影响了人类的可持续发展。各国已经意识到气候变化问题的严重性和紧迫性,将低碳发展确立为21世纪的首要议题。改革开放以来,我国在取得巨大经济成就的同时,也消耗了大量的能源资源,一方面加剧了我国的能源安全问题,另一方面给环境带来了不小的压力。如何利用有限的能源满足飞速发展的经济需求,日益成为政府及学者关注的焦点。在上述背景下,为确保国民经济发展战略目标的顺利实现,营造资源节约、环境友好、社会和谐的良好局面,我国已将资源节约和环境保护列为一项基本国策。为此,我国在《能源中长期发展规划纲要》中明确提出了2020年单位万元GDP能耗下降到1.54吨标准煤(1990年价)。2010年,全国两会“一号提案”创新性地提出,要“将中国特色低碳发展道路确定为经济社会发展的重大战略”。2010年10月,《国务院关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》由国务院办公厅颁布,在重点发展及培育的七大产业中节能低

碳位列第一,“十二五”期间财政资金对其支持规模将大幅增长。“十二五”规划中,我国继续深入贯彻节约资源和保护环境的基本国策。工业是能源消耗大户,约占总能耗的70%,做好工业企业节能降耗工作意义重大。为此,“十三五”规划期间我国工业部门节能目标是:全国规模以上工业增加值能耗下降18%,工业部门实现节能量6.2亿吨标准煤,对全国节能目标的贡献率在80%左右。交通运输设备制造业是工业的重要组成部分,是专门制造交通运输设备的行业,包括铁路运输设备制造业、汽车制造业、摩托车制造业等行业。它是我国国民经济的主导产业,对整个国民经济起导向和带动作用,在我国和地区工业化进程中的地位和作用十分突出,这是由于交通运输设备制造业影响力系数和感应度系数都远大于1。可见,交通运输设备制造业的发展能够带动很多其他相关产业的发展。从交通运输设备制造业的行业分类来看,该行业的发展能够促进整个制造业、化工业、交通运输、进出口等部门和行业的巨大发展。

交通运输设备制造业具有技术密集、资金密集、劳动密集、知识密集、信息密集等特征,同时,还具有高投入、高消耗、高污染等显著特征。由此可见,开展交通运输设备制造业节能减排的研究十分必要。探究交通运输设备制造业的能耗强度变动及影响机理是交通运输设备制造企业实现节能减排目标的关键。然而,目前国内外学者针对此方面的研究相对较少。因此,开展交通运输设备制造业的能耗强度变动及影响机理研究十分必要。

1.1.2 研究目的

本书面向当前我国交通运输设备制造业对节能降耗的需求,分析能耗强度的变动及其影响因素的作用机理,构建交通运输设备制造业完全能耗强度非线性优化模型,并在此基础上提出具有针对性的节能对策。

基于以上研究目的,研究的具体指标主要有:

① 交通运输设备制造业的直接能耗及增加值现状,主要分析直接能耗总量与结构、能耗管理、工业增加值总量与结构、工业增加值率等;

② 交通运输设备制造业直接能耗强度的变动规律及影响因素的作用机理;

③ 交通运输设备制造业完全能耗强度变动的深层次原因及作用机理;

④ 交通运输设备制造业完全能耗强度非线性优化模型的构建。

1.1.3 研究意义

本书面向我国交通运输设备制造业能耗强度,对能耗强度的变动进行了系统的研究,其研究意义主要表现在理论研究和实践应用两个层面。

(1) 理论意义

本书试图分析我国交通运输设备制造业能耗强度变动的动因、影响因素的作用机理及节能对策。为此,综合运用了企业管理学、能源经济学、计量经济学、非线性优化理论等深入研究各影响因素对交通运输设备制造业能耗强度变动的作用机理并给出节能对策。本书研究成果将丰富和完善我国交通运输设备制造业节能降耗理论与方法。

(2) 实践意义

① 有利于我国交通运输设备制造业识别能耗强度的主要影响因素并对其进行调控,从而为节能降耗提供相应的对策,以充分减轻企业的生产压力,降低能源成本的投入,减少对环境的污染,必将极大提高企业经济效益,最终实现交通运输设备制造行业整体利润水平的提升。该行业竞争力的提高将极大地带动相关产业的发展,可在一定程度上推进我国第二产业的合理化和高级化。

② 有利于实现“十三五”期末,我国总体能耗强度下降 15%、工业能耗强度下降 18% 的目标。随着我国经济的不断发展,能源需求不断增长且弹性较低,这进一步加剧了能源安全问题,也给环境带来巨大的压力。本研究可为相关行业节能措施的制定提供参考,促进总体节能目标的实现。

③ 有利于保护环境和能源的可持续发展。降低能耗强度是降低污染物排放的主要途径,从而实现对环境的保护。本研究在一定程度上可延长以常规能源为基础的能源系统的使用年限,以避免常规能源在未来消耗殆尽,并为过渡到新能源为主体的能源系统争取时间。

1.2 国内外研究现状

目前,国内外针对交通运输设备制造业能耗强度的相关研究较少。为了更好地探究交通运输设备制造业能耗强度变动机理,本书重点梳理了能耗强度(即直接能耗强度)的分解方法与影响因素、完全能耗强度的测算及优化方法。

1.2.1 基于分解分析法的能耗强度变动分析

1871 年, Laspeyres 首次提出以基期价格为权重的指数,标志着指数分解分析的产生。20 世纪 70 年代以来,发达国家开始关注能源消费问题,研究者试图运用指数分解分析法探索工业能源消费变化的机理。近年来,国内外基于指数分解分析法的能耗强度研究较多,学者主要运用 Divisia 与 Laspeyres 方法,而运用结构分解分析法(SDA)及其他方法相对较少。Alcántara V(2004)采用结构分解分析法对欧盟国家的能耗强度进行加法分解。Bhattacharyya S C(2005)运用对数平均 Divisia 分解对泰国能耗强度进行乘法分解。Lescaoux F(2008)则采用几何平均 Divisia 分解法对 1974—1998 年美国

制造业能耗强度进行乘法分解。张伟、朱启贵(2012)采用对数平均 Divisia 指数分解法分析我国 1994—2007 年工业能耗强度的影响因素。González F P 等(2013)运用对数平均的 Divisia 指数分解法研究了 1994—2010 年欧洲 20 国的能耗强度变动情况。Chontanawat 等(2014)也运用对数平均的 Divisia 指数分解法研究了 1991—2011 年泰国制造业能耗强度变化情况。Voigt, Sebastian 等(2014)基于对数平均的 Divisia 指数分解法研究了 1995—2007 年 40 个经济体的能耗强度变动情况。由此可见,学者大多运用对数平均的 Divisia 指数分解法研究能耗强度,为政府部门制定节能政策提供了重要的理论依据。

从研究结论看,大多数文献认为,部门能源效率的变动与产业结构的调整共同导致了能耗强度的变动,由此得出三个典型结论:① 分解层次论。刘红玖、陶全(2002)的研究表明,行业结构变化对降低能源密度的作用越明显,其对应的分解层次就越多,当采用 3 位代码分类时,行业结构变化的贡献率最大达到 41%。② 阶段贡献变化论。史丹(2002)研究发现,产业结构的变动在 1990 年以前促进了能耗强度的降低,而 1990 年之后产业结构的变动则导致了能耗强度的上升。周勇、李廉水(2006)的研究表明,1980—1990 年我国总体能耗强度与产业结构因素及部门能耗强度呈现同方向变动关系,1991—2001 年部门能耗强度与总体能耗强度的正相关不断加强,而产业结构与总体能耗强度的正相关不断减弱直至出现负相关。姚愉芳(2007)的研究表明,1995—2002 年结构节能对总能耗强度下降的贡献率为 60%,2002 年后结构变化则导致能耗强度上升。Chontanawat 等(2014)发现,泰国 1991—2000 年每个行业能耗强度大幅上升,2001—2011 年间能耗强度则出现下降,需重视产业结构的调整。③ 技术进步论。王玉潜(2003),吴巧生、成金华(2006),齐志新、陈文颖(2006)的研究均发现,能耗强度降低的主导因素是部门能源效率的提高,而产业结构变动的影响相对较小。刘叶、王

磊(2009)的研究表明,影响我国工业能耗强度变动的最主要因素是技术的变动,部门与行业结构的变动次之,而能耗结构调整的影响相对较小。张伟、吴文元(2011)的研究表明,工业能源技术变化对工业能源效率有显著的正影响。González F P(2013)发现,技术进步和非传统能源的使用有利于降低能耗强度。Voigt, Sebastian(2014)发现,技术变革是能耗强度下降的主要推动力,而产业结构变动的影响相对较小。Lin B Q 等(2014)运用指数分解分析和生产理论分解方法研究能耗强度的变化机理,发现能耗强度下降的动力来自于技术变革和资本能源替代。可见,国内外学者运用指数分解分析研究能耗强度时,重点关注部门能源效率及产业结构,较少关注其他方面,因此需要进一步拓展分解分析内容。

1.2.2 基于影响因素的能耗强度变动分析

国内外能耗强度研究主要集中于能耗强度的变化及其影响因素与影响机制。Cornillie J, Fankhauser S(2004), Wei T Y(2007)及 Wing I S(2008)分别对总体能耗强度或能源效率的变化及影响因素进行了深入研究。Fisher-Vanden 等(2006)研究得出,中国在降低能耗强度方面产业结构变动的作用达 53%。张贤、周勇(2007)通过空间回归模型法研究了能耗强度与外商直接投资(FDI)的关系。王一帆、王俊松、贺灿飞(2011)基于 2003—2007 年 28 个制造业的能源消费数据发现,能源结构、制度因素、企业规模显著影响我国制造业能耗强度,煤炭消费比重越低、产业的经济开放度和市场化水平越高、企业规模越大,越有利于降低产业的能耗强度。王晓岭、武春友、赵奥(2012)研究了中国城市化与能耗强度的交互动态响应关系。徐丽娜等(2013)的研究表明,能源结构对能耗强度的冲击效应较小,能耗强度受到产业结构的冲击效应较大。方国昌等(2013)的研究表明,依靠单纯加大对新能源的经济投入或新能源自身发展,并不能很好地控制能耗强度。Okajima S, Okajima H(2013)分析了

20 世纪 90 年代日本能耗强度变动的原因。Sadorsky P(2013)发现,收入的增加有利于降低能耗强度,工业化则带来能耗强度的上升。Herrerias M J(2013)研究表明,非国有所有权资本更有利于能耗强度的下降。Kepplinger D 等(2013)发现,发达国家的能耗强度较低,主要得益于技术进步。Gómez A(2014)发现,过度的建筑能源需求和行业的低效率是哈萨克斯坦能耗强度高的主要原因。Adom 等(2014)研究表明,加纳能耗强度的下降源于工业部门的技术进步,但出口的增多及城市化则导致能耗强度上升。Liao X L(2014)研究了 FDI 和工业化与广东能耗强度的关系。上述学者在分析能耗强度变动规律的基础上,分别从不同角度分析了能耗强度的变动因素,这些因素主要包括能源结构、产业结构、企业规模、FDI 等。大多数学者在分析影响因素时,常常结合自己的研究基础选择 1~2 种因素加以分析,相对缺乏系统性与科学性,难以提出战略性、系统性的节能降耗措施。

1.2.3 基于产业关联的完全能耗强度测算

目前,学者针对产业关联下完全能耗强度的测算相对较少,针对产业关联下的隐含能源测算相对较多,而隐含能源是测算完全能耗强度的基础。本书重点阐述国内外隐含能源的研究现状。隐含能源特指为了获得某一产品而消耗在整个生产链中的能源。目前,国内外关于隐含能源的测算主要体现在国际贸易中的隐含能源测算。Kahrl F 等(2008)指出,中国出口贸易是能源消费增长最主要的影响因素。齐晔等(2008)发现,1997—2006 年我国能源进出口基本持平。庞军等(2012)发现,出口规模的扩大推动了我国出口贸易隐含能源的增加。Li J S 等(2014)的研究表明,澳门出口产品中隐含能源量是直接能耗量的两倍。崔连标等(2014)研究发现,亚太地区直接能源净进口量中的 53% 会以贸易隐含能源的形式再次净出口至欧美地区。谢建国等(2014)认为,目前中国

出口产品总能耗量大于进口产品总能耗量。Yang R R 等(2014)测算了中美贸易间的隐含能源,证实中国属于能源的净出口国。可见,学者通过测算国际贸易中的隐含能源,基本印证了中国是能源净输出国这一事实。

少数研究涉及国内隐含能源的问题,如建筑物、最终能源消费中的隐含能源。Monahan J(2011)测算了居住型建筑从设计到施工完成所蕴含的隐含能源及相应的隐含碳。公丕芹等(2013)核算了2001—2010年中国隐含能源总存量。Han M Y 等(2013)针对楼房建筑工程提出了详细的隐含能源消耗框架。Praseeda K I 等(2015)运用投入产出分析研究了印度建筑材料中的隐含能源量。Mandley S 等(2015)测算了英国建筑部门隐含能源的节约潜力。个别学者研究了基于隐含能源的行业完全能源效率,如徐丽萍等(2012)基于隐含能源思想提出了行业完全能源效率的概念,并构建了行业完全能源效率评价指标体系与评价模型。尽管国内外针对隐含能源的研究较多,但针对交通运输设备制造业隐含能源的研究相对较少,而研究交通运输设备制造业隐含能源是计算交通运输设备制造业完全能耗强度的基础,对优化产业结构、促进能源节约具有重要意义。

1.2.4 基于投入产出优化的完全能耗强度变动分析

投入产出优化法是将投入产出技术与最优化理论相结合的方法,其是在规划求解问题的目标约束条件下,考虑经济系统的直接和间接生产,加入投入产出的生产过程约束,即考虑了各个行业之间的生产关系约束。Leontief(1936)首次阐述了投入产出理论和相应数学模型、编制方法;Leontief(1953)在一些学者研究的基础上提出了动态投入产出模型;Dorfman R, Samuelson P A 等(1958)将线性规划和投入产出方法结合起来,提出“大道定理”。在既定约束条件下,实现结构优化的突出研究成果主要集中于水资源或环境污染方