

CCER AND MRV METHODOLOGY IN

THE WASTE TYRE RECYCLING
INDUSTRIAL SECTOR IN CHINA

中国废旧轮胎 循环利用行业碳减排 及碳核查方法学

■ 余强 黄超 著

中国环境出版集团

资助项目:

河北省软科学研究项目专项,“城市固体废物绿色循环再利用对策研究”,项目编号:18454218D

天津市科技支撑项目,“新型高模量胶粉改性沥青工程化应用技术”,项目编号:17YFZCSF00920

天津市知识产权专项资金,“节能环保胶粉改性沥青路面新材料领域专利分析”,项目编号:2017XX004

中国废旧轮胎循环利用行业 碳减排及碳核查方法学

CCER and MRV Methodology in the Waste Tyre
Recycling Industrial Sector in China

余强 黄超 著



中国环境出版集团·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

中国废旧轮胎循环利用行业碳减排及碳核查方法学/
余强, 黄超著. —北京: 中国环境出版集团, 2018.5
ISBN 978-7-5111-3633-6

I. ①中… II. ①余…②黄… III. ①旧轮胎—循环
使用—节能减排 IV. ①X783.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 088616 号

出版人 武德凯
责任编辑 殷玉婷
责任校对 任 丽
封面设计 宋 瑞



出版发行 中国环境出版集团
(100062 北京市东城区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
电子邮箱: bjgl@cesp.com.cn
联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印 刷 北京中科印刷有限公司
经 销 各地新华书店
版 次 2018 年 5 月第 1 版
印 次 2018 年 5 月第 1 次印刷
开 本 787×960 1/16
印 张 22
字 数 385 千字
定 价 50.00 元

【版权所有。未经许可, 请勿翻印、转载, 违者必究。】
如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

序

据公安部交管局统计,截至 2016 年年底,全国机动车保有量达 2.9 亿辆,2015 年,我国包括非机动车胎在内的废旧轮胎总重量达到 1382 万吨,废旧轮胎产生量已超过 4.5 亿条,并且每年仍将保持 5%~8% 的速度增长,是世界上最大的废旧轮胎产生国。如何通过实施创新驱动发展战略和可持续发展战略,采用高效、环保、低碳的技术与装备处理如此大量的“黑色污染”,已成为全球共同应对气候变化,促进绿色、低碳、可持续发展的重要命题。通过旧轮胎翻新、废旧轮胎生产再生橡胶、废旧轮胎生产橡胶粉、废旧轮胎热裂解等一系列创新技术的开发应用,对废旧轮胎进行再利用,可以形成节约资源、保护环境、减少碳排放的多方效益,有利于实现上述目标。

2015 年 12 月 12 日,在第 21 次《联合国气候变化框架公约》缔约方会议上,近 200 个缔约国一致同意通过了《巴黎气候变化协定》。其主要内容包括:尽快让温室气体排放达到峰值,21 世纪下半叶实现温室气体净零排放,将全球温度较工业化前水平上升的幅度控制在“远低于” 2°C 以下,并尽量控制在 1.5°C 以下。中国作为全球应对气候变化事业的积极参与者,在“国家自主贡献”中承诺将于 2030 年左右使二氧化碳排放达到峰值并争取尽早实现,2030 年单位国内生产总值二氧化碳排放比 2005 年下降 60%~65%。然而,在已实施的碳减排(CCER)项目中,

针对废旧轮胎循环利用的 CCER 项目仍处于空白状态。

目前,国内外针对废旧轮胎采用碳足迹、生命周期分析的研究已经取得了一些可借鉴的成果。美国废旧轮胎循环利用工业研究所根据 ISO 14040、ISO 14044 以及 PAS2050 碳足迹核算方法,得出美国 2007 年每回收利用 1 t 废旧轮胎产生 $153 \pm 92 \text{ kg CO}_2\text{e}$, 加权平均值为 $124 \text{ kg CO}_2\text{e}$; 同时测算了生产 1 t 沥青的上游碳足迹为 $840 \text{ kg CO}_2\text{e}$, 指出橡胶沥青具有很大的减排潜力。Irene Bartolozzi 等利用生命周期评价方法对比了橡胶改性沥青与基质沥青铺路的环境影响, 橡胶改性沥青铺路产生的环境影响, 如气候变化、臭氧层消失等均小于基质沥青铺路, 其中温室气体排放仅为后者的 2/3。Haoran Zhu 等采用 LCA 方法评价了中国不同类型的沥青铺路(基质沥青、SBS 改性沥青、McDonald 法拌合胶粉改性沥青、集中拌合胶粉改性沥青)的环境影响, 结果表明改性沥青在混合工序阶段能源消耗量最大, 胶粉改性沥青铺路根据混合工艺的同比 SBS 改性沥青铺路节省 5.75%~13.66% 的能源, 从而相应的减少碳排量。

以上研究成果为废旧轮胎胶粉改性沥青碳排放核算方法等做了有益的探讨, 但没有根据 CDM 机制的程序开发可供核定的碳排放核算标准与方法, 即没有在国家相关政策与主管部门承认情况下, 以上研究方法尚不能作为未来废旧轮胎胶粉改性沥青碳减排量交易的理论指导基础。因此, 进行废旧轮胎循环利用行业碳排放与碳市场对策研究, 建立废旧轮胎改性沥青行业标准与监测计量标准, 开发 CCER 方法学并通过政府主管部门备案, 是废旧轮胎循环利用并走向碳市场的必经之路。

《中国废旧轮胎循环利用行业碳减排及碳核查方法学》一书, 对行业的碳排放情况开展摸底与研究, 统计行业二氧化碳排放状况, 并对排

放进行监测核查；同时开展方法学的研究与开发，进而为整个废旧轮胎循环利用行业积极参与碳市场的交易提供对策，对促进废旧轮胎行业低碳发展具有现实意义。本书为废旧轮胎行业在碳减排领域的研究填补了空白，为废旧轮胎行业的企业碳减排、碳核查、碳交易提供了既科学又切实可行的标准及依据，对于废旧轮胎循环利用行业相关政策的完善，以及将这样一个重要行业引入国家实现碳减排事业的框架，为实现我国对国际社会的庄严承诺做出贡献，起到了促进作用，而且为废旧轮胎循环利用企业进行碳核查、碳交易提供理论依据及方法学，这将有利于提高废旧轮胎循环利用行业参与碳减排的积极性，并有利于促进该行业的转型与升级。

原国务院参事，世界绿色设计组织主席

石定寰

2018年4月

前 言

2015 年 12 月 12 日，在巴黎气候变化大会上通过了《巴黎气候变化协定》（以下简称《巴黎协定》），并于 2016 年 4 月 22 日在美国纽约签署。2016 年 9 月 3 日，中国全国人大常委会批准中国加入《巴黎协定》，中国成为第 23 个完成批准协定的缔约方。在巴黎气候大会上，习近平主席阐释了中国在应对气候变化上的努力，中国在“国家自主贡献”中提出将于 2030 年左右使二氧化碳排放达到峰值并争取尽早实现，2030 年单位国内生产总值二氧化碳排放比 2005 年下降 60%~65%，非化石能源占一次能源消费比重达到 20% 左右，森林蓄积量比 2005 年增加 45 亿 m^3 左右。2016 年 3 月 17 日，《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》正式发布，创新、协调、绿色、开放、共享 5 大发展理念，集中体现了“十三五”乃至更长时期中国的发展思路、发展方向、发展着力点，是全局、根本、长远的发展方向。我国经济体量大，高耗能产业比重大，整个经济体的碳排放强度高，应对气候变化任务很艰巨，建立全国性的碳排放权交易体系是我国应对气候变化政策和制度的重要创新。2017 年 12 月 19 日，国家发展改革委印发了《全国碳排放权交易市场建设方案》的通知，在发电行业（含热电联产）率先启动全国碳排放交易体系，条件成熟后，逐步扩大至其他高耗能、高污染和资源性行业，增加符合交易规则的国家核证自愿减排

量及其他交易产品，不断完善碳市场。

随着我国汽车工业、交通运输业的发展，废轮胎产生量越来越多。据公安部交管局统计，截至 2016 年年底，全国机动车保有量达 2.9 亿辆，2015 年我国包括非机动车胎在内的废轮胎总重量达到 1 382 万 t，废轮胎产生量已超过 4.5 亿条，并且每年仍将保持 5%~8% 的速度增长，是世界上最大的废轮胎产生国。我国每年巨大的废轮胎产生量给废轮胎处理带来很大困难，由于废轮胎属于不溶或难溶的高分子复合材料难以分解，废轮胎中含有许多有害物质，如果得不到有效处理会对人类健康和自然环境产生极大危害。此外，废轮胎堆放不但占用大量土地资源且处理不当易引发火灾造成“二次污染”。废轮胎如何实现循环利用已成为世界性难题。《中国轮胎循环利用行业“十三五”发展规划》中提出，到 2020 年废轮胎平均回收率达到 90% 以上，无害化和环保达标利用率达到 80%，废轮胎环保达标利用规模达到 850 万 t，其中再生橡胶年产量达到 500 万 t；橡胶粉年产量达到 100 万 t；废橡胶（轮胎）热裂解达到 50 万 t。将“节约、清洁、安全”作为能源发展战略的方针，建立可持续发展的新型能源体系。由此激发了关于能源再利用、能源消费方式及能源循环利用途径等方面研究的热潮。废轮胎的资源化处理，有利于提高废轮胎无害化处理的综合利用率，推进生态文明建设。

废轮胎循环利用行业在我国处于初步发展阶段，该行业在节能减排领域的发展是我国解决环境问题所要攻克的重要一环。我国的废旧轮胎循环利用行业基本是中小型企业，存在能耗高、污染严重、资金缺乏等障碍。由于本行业没有纳入重点耗能企业的碳核查体制，在本行业缺乏碳减排的宣传和教育。目前，废轮胎循环利用行业缺乏碳排放和核查国

家和行业规范及标准,没有相关的自愿减排机制加以约束。为加强行业内企业监管力度,为企业碳减排、碳核查、碳交易等提供既科学又切实可行的标准及依据,本书开发了适合中国国情的废轮胎循环利用行业温室气体核算方法(Measurement、Reporting、Verification,简称MRV方法学)及废轮胎循环利用的碳减排CCER(Chinese Certified Emission Reduction)方法学。CCER是经国家自愿减排管理机构签发的减排量,自愿减排制度有助于推动发展绿色经济、提升企业形象、促进可持续发展。废轮胎循环利用行业MVR方法学及CCER方法学的开发可以促进相关政策的完善,且为废轮胎循环利用企业进行碳核查、碳交易提供理论依据。

本书共分为12篇,第1篇为气候变化与温室气体排放,主要论述了能源与经济发展的关系,气候变化与温室气体排放的关系,是本书的背景篇章。第2篇为废旧轮胎循环利用行业发展现状,重点介绍了废旧轮胎的危害,世界工业国家废橡胶综合利用现状及发展,并从国内的废轮胎循环利用行业的发展现状入手,提出本行业可持续发展的路径。第3篇为废轮胎循环利用行业能耗与排放调查研究,选择了国内轮胎翻新企业、再生胶企业、热裂解企业和胶粉改性沥青企业为研究对象开展了调研,在获取企业相关数据基础上,通过数据分析,对国内废旧轮胎循环利用企业的能耗及排放进行了计算和分析。第4篇为废旧轮胎循环利用行业温室气体排放核算方法与报告指南,开发了适合中国国情的废旧轮胎循环利用行业的MRV方法学,内容涵盖了方法学的使用条件、边界的确定、温室气体核算与量化计算、泄漏、监测与监测报告等内容。第5篇为石油炼制沥青企业的能源比例分配研究,内容包括沥青生产常减压蒸馏工艺流程、蒸馏法石油炼制沥青企

业的能耗调查研究、常减压装置的热平衡和物料平衡、石油馏分焓值计算法、化石燃料能耗比例研究、电力能耗比例研究、典型企业焓差法的应用等。第6篇为废轮胎胶粉改性沥青 CCER 方法学开发,开发了适合中国发展现状的胶粉改性沥青碳减排方法学,内容包括方法学的适用条件、方法学的边界划分与排放源识别、基准线情景识别、额外性分析、基准线与项目排放核算、监测方法学的开发等。第7篇为废轮胎胶粉改性沥青 CCER 方法学项目案例研究,为了验证第6篇开发的 CCER 方法学的可行性,选择湖北某废轮胎胶粉改性沥青项目作为案例进行了计算和验证。第8篇为废轮胎生产再生胶 CCER 方法学研究,主要内容为方法学的适用条件、基准线方法学的开发和监测方法学的开发等。第9篇为废轮胎生产再生胶的 CCER 方法学项目案例研究,为了验证第8篇开发的 CCER 方法学的可行性,选择四川省某生态园区的再生胶项目作为案例进行了研究。第10篇为汽车轮胎全生命周期碳足迹的计算,在本篇中介绍了日本和美国在轮胎的生命周期——原材料调配阶段、生产阶段、流通阶段、使用阶段、废弃及再利用阶段等轮胎的碳足迹计算方法,并重点介绍了具有中国特色的废轮胎胶粉改性沥青在铺设公路全生命周期的能耗和 GHG 排放量计算方法。第11篇为废旧轮胎循环利用行业的相关法律法规及准入条件,在本篇中主要介绍了美国、法国、日本、加拿大和德国等发达国家相关领域的法律法规,中国国内的相关法律法规,废轮胎循环利用行业的相关法律法规及准入条件,以及行业相关标准等。第12篇为前景和展望。

作者期望本书对从事低碳发展决策的政府部门、相关行业领域的高级管理者和技术专家、高等院校师生、从事节能减排领域研究的专家、

大众媒体,以及关心致力于低碳技术推广应用的中介服务机构与人员在其工作中有所帮助和参考作用;也期望能够为废旧轮胎循环利用行业在碳核查、碳管理的投资决策上提供帮助,助力企业实现绿色低碳发展。

河北工业大学能源与环境工程学院的马秀琴教授、张长平副教授、郭振华副教授和杨振民讲师,日本 Green Pacific 总裁山田和人博士、副总裁藤森真理子博士,天津市废旧轮胎铺面材料工程中心主任刘力高级工程师,天津海泰环保科技发展股份有限公司车莉昵和吕柏,北京轻停网络科技有限公司王禹,河北工业大学博士研究生张宁、贺晓杨,硕士研究生张顺佳、张国华、葛梦媛、王韵铭等参与了研究工作。另外,清华大学中国碳市场研究中心主任段茂盛教授,清华大学清洁发展机制专家韦志宏教授,亚洲开发银行总部碳市场首席专家吕学都博士,中国轮胎循环利用协会朱军会长,中成碳资产管理(北京)有限公司唐伟珉高级工程师,河北省清洁发展机制中心董慧芹研究员,青岛科技大学纪奎江教授,南开大学于凯副教授,江苏中宏环保科技有限公司黄祥洪高级工程师,山东开元橡塑科技有限公司赵晓港高级工程师等专家对本书编著提供了指导与帮助,为本书的出版做出了贡献。作者在此一并表示衷心感谢。

作者

2018年3月

目 录

第 1 篇	气候变化与温室气体排放	1
1.1	能源利用	1
1.2	气候变化	4
1.3	温室气体减排	5
第 2 篇	废旧轮胎循环利用行业发展现状	8
2.1	废旧轮胎循环利用的意义	8
2.2	世界工业国家废橡胶综合利用现状及发展	10
2.3	国内废橡胶综合利用现状及发展	17
第 3 篇	废轮胎资源化利用行业能耗与排放调查研究	24
3.1	调研概况	24
3.2	轮胎翻新企业调研及数据分析	24
3.3	再生胶企业调研及数据分析	33
3.4	胶粉改性沥青企业调研及数据分析	38
3.5	热裂解行业调研及数据分析	42

第 4 篇 废旧轮胎循环利用行业温室气体排放核算方法与报告指南	49
4.1 适用范围	49
4.2 规范性引用文件	49
4.3 术语和定义	50
4.4 核算边界	52
4.5 核算方法	55
4.6 数据质量管理	62
第 5 篇 石油炼制沥青企业的能源比例分配研究	63
5.1 中国石油炼制沥青技术现状	63
5.2 蒸馏法石油炼制沥青企业的能耗调查研究	67
5.3 用焓差法分配炼制产品的能源比例	74
5.4 典型企业焓差法的应用	82
第 6 篇 废轮胎胶粉改性沥青 CCER 方法学开发	85
6.1 胶粉改性沥青市场预测	85
6.2 CCER 方法学概述	87
6.3 基准线方法学的开发	91
6.4 监测方法学的开发	103
第 7 篇 废轮胎胶粉改性沥青 CCER 方法学项目案例研究	105
7.1 案例介绍	105
7.2 基准线方法学的应用	110
7.3 减排量的计算	121

7.4 监测方法学的应用	126
第 8 篇 废轮胎生产再生胶 CCER 方法学研究	133
8.1 废轮胎生产再生胶并回收钢丝 CCER 方法学的来源、 定义和适用条件	133
8.2 废轮胎生产再生胶并回收钢丝基准线方法学的开发	135
8.3 废轮胎生产再生胶并回收钢丝监测方法学的开发	148
第 9 篇 废轮胎生产再生胶的 CCER 方法学项目案例研究	157
9.1 项目及企业介绍	157
9.2 CCER 方法学在再生胶项目的应用研究	161
9.3 排放量的计算	170
9.4 监测方法学的应用	175
9.5 项目环境影响分析	176
9.6 利益相关方的评价意见	179
第 10 篇 汽车轮胎全生命周期碳足迹计算	181
10.1 原材料调配阶段	185
10.2 轮胎生产阶段	189
10.3 轮胎流通和使用阶段	191
10.4 轮胎废弃及再利用阶段	193
10.5 日本汽车轮胎全生命周期的 GHG 排放量	198
10.6 中国胶粉改性沥青铺路全生命周期的碳足迹	202

第 11 篇	废旧轮胎循环利用行业的相关法律法规及准入条件.....	212
11.1	国外相关法律法规简介	212
11.2	国内相关法律法规及准入条件	215
11.3	相关规范与标准	246
第 12 篇	前景与展望	324
12.1	前景和展望	324
12.2	废旧轮胎循环利用行业健康可持续发展的建议	325
参考文献		329

第 1 篇 气候变化与温室气体排放

1.1 能源利用

中国是世界上最大的能源生产国和消费国，能源的生产及消费不仅影响着国家的能源结构，更在很大程度上影响着国家的经济环境及与生态环境，能源所带动的经济增长方式正急切地向节约型转变。在世界政治、经济格局深刻调整，能源供求关系深刻变化时期，我国资源约束日益加剧，环境问题突出，由能源消费引发的环境危机成为当前节能环保最为热门并且亟待解决的问题。

为了从合理利用能源角度有效地保障社会的持续发展，国务院办公厅于 2014 年印发了《能源发展战略行动计划（2014—2020）》，计划中提到，2014—2020 年为全面建设小康社会的关键期，同时也是能源发展转型的重要战略机遇期，为全面贯彻落实党的“十八大”精神，建设资源节约型社会，必须为我国今后能源发展提出科学的指导方略和纲领。该计划明确了 2020 年之前我国能源方面发展的 5 项任务^[1]：①增强能源自主保障能力；②推进能源消费革命；③优化能源结构；④拓展能源国际合作；⑤推进能源科技创新。

根据中华人民共和国国家统计局 2016 年度统计公报显示^[2],我国 2016 年一次能源生产总量为 34.6 亿 t 标准煤,同比下降 4.2%,其中产原煤 34.1 亿 t,同比下降 9%;原油 19 968.5 万 t,同比下降 6.9%;天然气 1 368.7 亿 m³,同比增长 1.7%。中华人民共和国国家统计局编制的 2017 年中国统计年鉴数据显示^[3],2016 年我国能源消费总量为 43 600 万 t 标准煤,其中煤炭占能源消费总量的 62%,石油占能源消费总量的 18.3%,天然气占能源消费总量的 6.4%,一次电力及其他能源占能源消费总量的 13.3%,各种能源折标后所占的比例如图 1.1 所示。

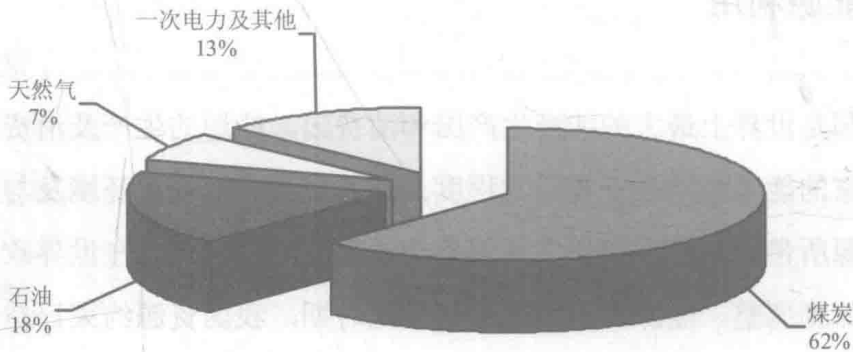


图 1.1 各种能源折标后所占的比例

在我国能源结构中,传统能源消耗的比例超过了 90%^[4],而太阳能、风能、生物质能等清洁能源的使用比例不足 10%。煤炭生产和消费的占比最高,处于基础性的地位,我国每年煤炭的生产量和消费量是最多的,约占世界的 1/3。数据显示,我国已探明的煤炭储量仅次于美国和俄罗斯,数量超过 3 万亿 t,居世界第三位;一次能源的生产量和消费量都超过了 20 亿 t,居世界第二位^[5]。就石油而言,我国石油对外依存度高,人均占有量低,据国际能源署(IEA)发布的《2017 石油市场报告》中预测^[6],中国