

GONGYE XUNHUAN JINGJI

LILUN YU

SHIJIAN YANJIU

工业循环经济理论与实践研究

冯琳◎著



重庆出版集团 重庆出版社

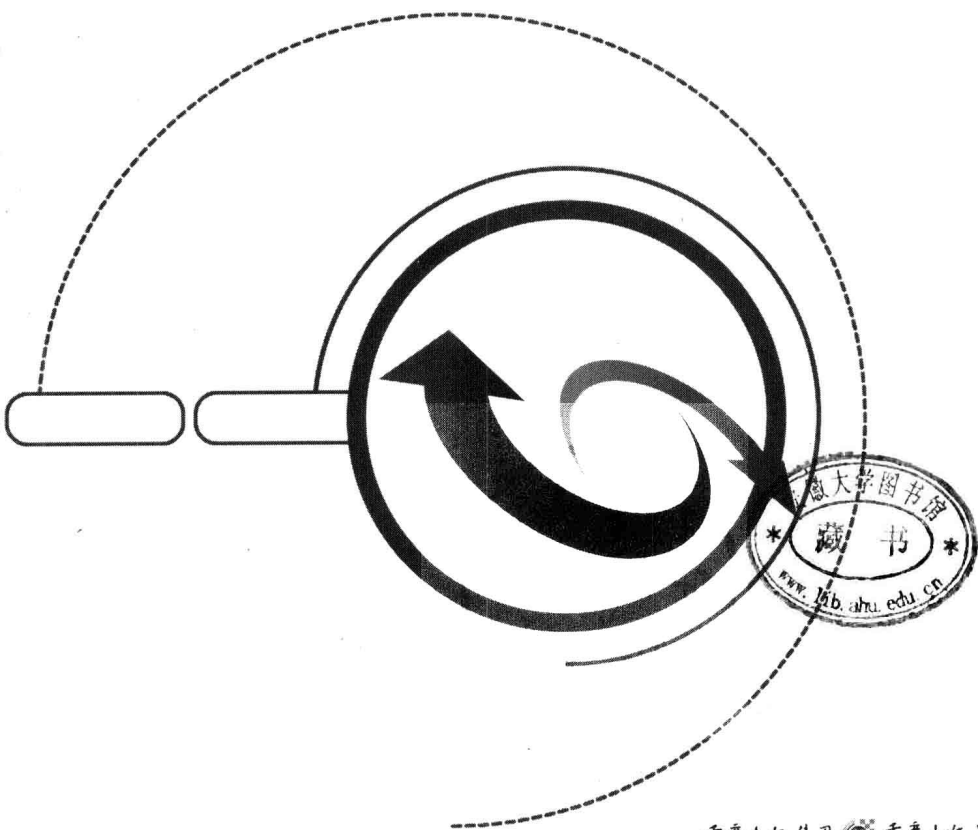
GONGYE XUNHUAN JINGJI

LILUN YU

SHIJIAN YANJIU

工业循环经济理论与 实践研究

冯琳◎著



重庆出版集团 重庆出版社

图书在版编目(CIP)数据

工业循环经济理论与实践研究 / 冯琳著. — 重庆: 重庆出版社, 2011.12

ISBN 978-7-229-04586-9

I. 工… II. 冯… III. 工业经济—自然资源—资源利用—研究 IV. F40

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 208534 号

工业循环经济理论与实践研究

GONGYE XUNHUAN JINGJI LILUN YU SHIJIAN YANJIU

冯琳 著

出 版 人: 罗小卫

责任编辑: 别必亮 陈 琦

责任校对: 廖应碧

装帧设计: 重庆出版集团艺术设计有限公司·刘沂鑫



重庆出版集团 出版
重庆出版社

重庆长江二路 205 号 邮政编码: 400016 <http://www.cqph.com>

重庆出版集团艺术设计有限公司制版

重庆市鹏程印务有限公司印刷

重庆出版集团图书发行有限公司发行

E-MAIL: fxchu@cqph.com 邮购电话: 023-68809452

全国新华书店经销

开本: 787mm×1 092mm 1/16 印张: 15.75 字数: 251 千

2011 年 12 月第 1 版 2011 年 12 月第 1 版第 1 次印刷

ISBN 978-7-229-04586-9

定价: 28.00 元

如有印装质量问题, 请向本集团图书发行有限公司调换: 023-68706683

版权所有 侵权必究

工业是实现本土优势资源转换的重要链接,同时也是物质能量代谢、污染物排放的主要产业,发展工业循环经济是实现节能减排、提高资源综合利用率的重要途径。本书选题具有现实性和前沿性,以工业革命以后人类社会面临的严峻环境问题作为宏观背景,在阐述循环经济的理念源起和传播实践的基础上,选取位于干旱区腹地天山北坡经济带的石河子作为典型靶区,从理论和实践两个方面对工业循环经济进行了系统研究,既承接了国内外的研究趋势,又分别在理论和方法上有所突破创新:

第一,本书认为,工业循环经济主张物尽其用,通过经济活动本身消化工业领域的环境污染和资源消耗问题,其实是一种将资源环境纳入主流经济轨道运行的具体实践与途径探索,从而运用前期参与研究的环境学原理(多样、和谐、协同)和环境经济学原理(双赢、状态转换、内在化、生产力)阐释了工业循环经济的产生与运行机制,进一步丰富和发展了工业循环经济的理论基础。

第二,本书关注地理空间与循环经济的结合,以工业基础薄弱且生态环境脆弱的干旱区作为研究区域,以水资源的优化利用作为切入点,将其工业循环经济的建设思路归纳为“一个综合(多学科综合研究)、两类循环(产业循环组合与资源循环利用)、两个体系(管理实施体系和综合评价体系)”,继而在此架构下运用模糊数学、运筹学等方法,建立了工业共生网络多目标模糊优化模型,并对靶区的工业循环经济系统进行了复杂性分析和综合评价。

本书较好地实现了工业循环经济研究在整体与重点、理论与实践、规范与实证、定性与定量、静态与动态、微观与宏观方面的有机结合,不仅为西部干旱区工业循环经济的建设提供了示范,而且对我国区域循环经济的发展与优化也有较高的理论和实践指导意义。

左玉辉 教授 国家级名师

2011年5月于南京大学

摘要

GONGYE XUNHUAN JINGJI LILUN
YU SHIJIAN YANJIU

工业是实现本土优势资源转换的重要链接,同时也是物质能量代谢、污染物排放的主要产业,通过发展循环经济来解决工业环境问题已成为世界各国共同关心的课题。我国西部干旱区工业基础薄弱,生态环境脆弱,人地关系复杂敏感,传统的工业发展模式对生态环境和绿洲稳定已构成一定的威胁。仿照生物种群共生关系构建工业循环经济,对突破干旱区深层次矛盾和资源约束的瓶颈具有迫切的现实意义。石河子位于天山北坡经济带的玛纳斯河流域,既拥有国家级循环经济试点,又具备自治区级循环经济试点。选取石河子作为实证靶区,系统研究循环经济理论在干旱区工业发展中的应用,具有显著的代表性和典型性,不仅能为天山北坡经济带、新疆以及西部干旱区的工业循环经济建设提供重要的示范作用,而且对促进干旱区探索低碳道路、实现跨越式发展也具有一定的理论和实践指导意义。

本书主要的研究内容及结论如下:

综述了国内外循环经济的研究内容及相关进展,探讨了工业循环经济的建设理论与技术方法,并以此为基础,尝试运用前期参与研究的环境学与环境经济学原理来解读工业循环经济的产生与运行机制,从环境科学的角度进一步丰富和发展了工业循环经济的理论基础。

以新疆为例,分析了干旱区工业循环经济的发展进程与现存问题。结合“3R”原则,探讨了干旱区工业循环经济的建设目标、原则、思路和模式。其中,建设目标为促使干旱区工业系统达到经济效益、环境效益、资源效益以及社会效益的综合最优,实现经济与环境的协调发展;建设原则包括减量化原则、循环利用原则和优先确保绿洲发展空间原则;建设思路为“一个综合、两类循环、两个体系”;建设模式分为三层——企业小循环的微观层面模式、生态工业园的中观层面模式、绿洲区域协调的宏观层面模式。

归纳了石河子工业循环经济建设已取得的成就,并结合其在国家及新

疆主体功能区划方案中的定位,进行了工业总链与分链设计的定性分析。在此基础上,运用图论、复杂性科学及网络理论对石河子工业共生网络的复杂性进行了定量研究,结果显示:用物质/能量关联所刻画的石河子工业共生网络具有复杂性、小世界性和无标度性,以局部聚集的相对水平衡量,与神经网络、细菌代谢网络和生态链网络比较相似。

以 2009 年末实地调研所取得的数据为依托,从区域和企业(以天业为例)两个层次分析了石河子清洁生产中的物质集成、水集成以及能量集成,并从政府和企业两个层次定性讨论了石河子工业循环经济的执行能力。

以工业共生网络经济效益、社会效益、资源效益和环境效益的综合最优作为目标函数,将非线性的相对优属度作为共生企业产量的权重系数,运用模糊数学和运筹学建立了工业共生网络多目标模糊优化模型。选取石河子相对成熟完善的化工链网络,以新建 40 万 t/a PVC 及配套建设项目作为具体研究对象,对石河子工业共生网络进行了定量优化研究。结果表明:各企业基本达到了预期的工业共生效果,电石厂仍有节水节能和减排的空间。模型严谨合理,实用性较强,为干旱区工业资源的可持续利用提供了较好的定量优化方法。

以因地制宜、科学客观、动态可比、可操作为原则,构建了石河子工业循环经济测度指标体系(SICEMIS),采用离差权与 Delphi 相组合的组合权重法确定了指标的权重系数,提出了适合于研究区的指标分级标准,以简明的线性加权法作为评价方法。结果显示:2002—2008 年,石河子工业循环经济综合发展指数 SICEDI 由 0.27 提高到 0.70,整体发展水平由较低循环阶段进入了较高循环阶段。而天业集团的领跑带动作用以及政府对试点建设及节能减排工作的重视和推动是促进 SICEDI 指数上升的两个最主要原因。通过以上评价和分析,对石河子工业循环经济运行目前尚存的问题逐一提出了相应的对策措施。

总结了案例的启示。指出水资源的优化配置对于干旱区工业循环经济具有举足轻重的作用,技术创新是促进产业链接日趋完善和延展的重要支撑。干旱区工业循环经济实质上是流域循环经济,绿洲循环经济。农业节

水用于工业,工业发展反哺农业是其突破水资源约束的关键。与非干旱区相比较,干旱区的工业循环经济建设面临更为严峻的挑战和困难,建设模式的限制因子与边界条件具有显著的地区特点,优先确保绿洲发展空间是其重要原则。“一个综合、两类循环、两个体系”的思路对于干旱区工业循环经济具有实践指导意义。其中,“一个综合”是科学构建工业循环经济的前提,“两类循环”可促进产业生态化与污染治理产业化、动脉产业与静脉产业的有机统一,“两个体系”将为工业循环经济的持续推进和优化完善提供有力的保障机制。

Abstract

GONGYE XUNHUAN JINGJI LILUN
YU SHIJIAN YANJIU

Industry is the connector of converting local resources, and the domain of energy metabolism and pollutant discharges. Circular economy as a solution to solve the environmental issues becomes a key topic in the world. With weak industry, fragile ecological environment, and sensitive relationship between human and the earth, the traditional industrial development model has posed threats to oasis ecology. Emulating symbiosis to build circular economy is a key to breaking through the bottleneck of economic development and resource constraints. Shihezi is located in Manas river watershed, which belongs to the economic belt on the northern slope of Tianshan mountains. It is selected as a pilot region of the nation and the autonomy district. Systematic research on the application of industrial circular economy in arid lands will not only serve as a model for the economic belt on the northern slope of Tianshan mountains, Xinjiang District, and western arid lands, but also provide theoretical and practical guidance for exploring low-carbon mode and realizing leapfrogging development in arid lands.

The main research topics and conclusions of this book are the following:

The book reviews the literature of circular economy in China and overseas. Based on the theories and technologies of industrial circular economy, it tentatively employs the environmentology and environmental economics to analyze the mechanism and expands the theoretical foundation of circular economy.

Using Xinjiang as an example, this dissertation analyzes the existing and upcoming issues of developing industrial circular economy in arid lands. The goals, principles, approaches, and models for developing circular economy of industry are explored combined with “reduce, reuse, recycle” principles. The goal is to optimize the economic, environmental, ecological, and social benefits and

realize the balance of economic development and environmental conservation. The principles include reducing, recycling, and prioritizing oasis preservation. The approach adopted is “one synthesis, two recycles, two systems”. The models consist of micro cycle in plants, intermediate cycle in ecological industry park, and macro cycle in oasis region .

It summarizes the achievements of industrial circular economy developments in Shihezi, and qualitatively analyzes the industrial chain and inner connections based on the orientation in functional regions plans of the country and Xinjiang municipality. The author further applies graph theory, complexity science, and network theory to quantitatively analyze the complexity of industrial symbiosis network in Shihezi. The results show that the industrial symbiosis network in Shehezi is complex, small – world, and scale – free, similar to neural networks, bacterial metabolism networks, and ecological – chain networks.

Based on the survey data in 2009, the dissertation discusses the integration of materials, water, and energy in clean production at region and enterprise (Tianye Co. , Ltd) levels and further qualitatively analyzes the implementation capabilities of industrial circular economy at enterprise and government levels.

The multi – objective fuzzy optimization model of industrial symbiosis networks is established by fuzzy mathematics and operational research. In this model, the goal function is maximum of synthetical benefits of economy, society, resources & environment, and nonlinear relative membership degrees is the weighted coefficients of outputs. Taking 400 thousand t/a PVC project as an example, the dissertation quantitatively analyzes the optimization of industrial symbiosis in Shihezi. The research finds that every manufacturing plant realizes the target of industrial symbiosis basically, while there is still room for cutting water, energy use and pollution in calcium carbide plant. The model is proven to be precise, reasonable, and practical for sustainable development of industry in arid lands.

Based on the principles of “think local, act local”, scientific, objective, dynamic, comparable, and practical, the author constructs Shihezi industrial circular economy measurement indicator system (SICEMIS), determines the weights of indicators using dispersion weight methods and Delphi weight methods, proposes the hierarchy levels of indicators, and the simple linear weighting as evaluation methods. The results show that Shihezi industrial circular economy development index is improved from 0.27 to 0.70 between 2002 and 2008, and the cycle degree tends to upper level. It is owing to the pilot actions of Tianye Co. Ltd and driving of government mainly. Countermeasures are put forward to solve the existing issues of developing industrial circular economy in Shihezi one by one.

The enlightenments from the case are summarized. The key function of optimizing water use in circular economy is pointed out, and the importance of technology innovation in integrating industries is also emphasized. Industrial circular economy in arid lands is in essence circular economy in basin and oasis. Saving water from agriculture to support industry and developing industry for regurgitation – feeding agriculture are the keys of breaking through water resources restriction in arid areas. Compared to non arid areas, industrial circular economy in arid lands confronts more challenges and constraints, with the unique limiting factors and boundary conditions in development models and prioritization of oasis development. “one synthesis, two recycles, two systems” is key for developing industrial circular economy in arid lands. Among them, “one synthesis” is the premise, “two recycles” facilitates the organic integration of ecological – friendly industry and industrialization of pollution mitigation, and “two systems” is the mechanism of safeguarding sustainable development of industrial circular economy.

目 录

CONTENTS

序	/1
摘要	/1
Abstract	/1

第一篇 国内外循环经济研究

第1章 循环经济的源起	/3
1.1 萌芽阶段(20世纪60年代—80年代中期)	/3
1.2 诞生阶段(20世纪80年代末—90年代初)	/4
1.3 蓬勃发展阶段(20世纪90年代末至今)	/5
第2章 循环经济的概念	/8
第3章 循环经济的研究内容	/9
3.1 内涵与原则的界定	/9
3.2 相关立法与政策	/11
3.3 物质减量化及资源循环利用	/12
3.4 生命周期评价和产品生态设计	/13
3.5 工业共生与生态工业园	/14
3.6 循环经济的层次及实践模式	/15
3.7 相关指标体系及评价	/17
第4章 国内外循环经济相关研究进展	/18
4.1 国外循环经济研究进展与评述	/18
4.2 国内循环经济研究进展与评述	/20
4.3 干旱区循环经济概述	/23

第5章 问题与不足	/25
第6章 本篇小结	/26

第二篇 工业循环经济建设的理论及方法

第7章 为什么关注工业循环经济	/29
7.1 我国工业化进程的必然性	/29
7.2 发展工业循环经济的必要性和可行性	/34
第8章 工业循环经济建设的理论基础	/38
8.1 经典理论	/38
8.2 理论新探	/44
第9章 工业循环经济建设的技术与方法	/48
9.1 面向物料的分析方法——工业代谢	/48
9.2 面向产品的分析法——生命周期评价	/50
9.3 面向企业的研究方法——清洁生产审核	/53
9.4 面向园区的研究方法——系统工程方法与景观生态设计	/55
9.5 面向区域的研究方法——工业系统集成及图论	/57
第10章 干旱区工业循环经济的理论与方法	/60
第11章 本篇小结	/61

第三篇 干旱区发展工业循环经济的思路模式

第12章 研究意义与内容	/65
12.1 研究意义	/65
12.2 技术路线	/67
12.3 研究内容	/68
第13章 干旱区工业循环经济发展进程	/70
13.1 工业发展历史回顾	/70

13.2	工业结构	/71
13.3	工业布局	/71
13.4	工业循环经济进展	/72
第 14 章	干旱区工业循环经济建设现存问题	/79
14.1	水资源制约	/79
14.2	市场运营程度较低且认识不足	/80
14.3	资源消耗及污染排放高	/80
14.4	经费不足且实施不力	/82
14.5	相关法规政策有待完善	/82
第 15 章	干旱区工业循环经济建设目标及原则	/84
15.1	建设目标	/84
15.2	建设原则	/84
第 16 章	干旱区工业循环经济的建设思路	/86
16.1	一个综合	/87
16.2	两类循环	/87
16.3	两个体系	/89
第 17 章	干旱区工业循环经济的模式设计	/91
17.1	微观层面模式	/91
17.2	中观层面模式	/91
17.3	宏观层面模式	/92
第 18 章	本篇小结	/93

第四篇 实证研究——以天山北坡经济带石河子为例

第 19 章	研究区概况	/97
19.1	自然地理	/97
19.2	社会经济	/101
19.3	在主体功能区规划中的定位	/103

19.4	发展工业循环经济的必要性和紧迫性	/107
第20章	工业循环经济实施进展	/109
20.1	相关政策及法规	/109
20.2	清洁生产与技术进步	/110
20.3	发展模式	/116
20.4	经济—资源—环境的响应	/117
20.5	未来发展目标	/121
第21章	工业循环经济管理实施体系分析	/124
21.1	生态产业链设计	/124
21.2	工业共生网络的复杂性分析	/133
21.3	清洁生产设计	/138
21.4	工业循环经济执行能力分析	/147
21.5	工业共生网络的定量优化	/153
第22章	工业循环经济综合评价体系分析	/160
22.1	工业循环经济测度指标体系设计	/160
22.2	工业循环经济评价方法及模型	/165
22.3	实证评价	/171
第23章	工业循环经济建设的问题及对策	/178
23.1	存在问题	/178
23.2	对策措施	/180
第24章	案例的启示	/184
第25章	本篇小结	/185

第五篇 结论及展望

第 26 章 主要结论	/189
26.1 工业循环经济相关评述及理论探讨	/189
26.2 干旱区工业循环经济的思路探索	/191
26.3 石河子工业循环经济管理实施体系的系统分析	/193
26.4 石河子工业共生网络的定量优化	/194
26.5 石河子工业循环经济综合评价体系分析	/196
26.6 干旱区工业循环经济的特征及启示	/197
第 27 章 创新点	/199
第 28 章 不足与展望	/200
28.1 结合“低碳经济”增强前瞻性	/200
28.2 水资源科学配置的补偿及促进机制	/200
28.3 研究内容的深化及融合	/201
28.4 研究方法的改进与集成	/201
参考文献	/202
附录 1 石河子工业循环经济测度指标体系(SICEMIS)	
指标权重专家问卷调查	/221
附录 2 文中图表索引	/226
致谢	/229

第一篇

国内外循环经济研究

GUONEIWAI XUNHUAN JINGJI YANJIU

从工业革命兴起到 20 世纪中后叶,人类的社会经济发展进入了高速增长期。化石能源取代了畜力,机器延伸了人的器官,社会化的大生产替代了手工生产,生产资本功能的极大拓展和人力资本的迅速积累给人类带来了前所未有的物质财富。与此同时,人类的足迹几乎涉及地球生物圈的每一个角落,并开始干涉整个地球的生物化学循环,改变能量流动与物质循环,对土地资源、森林资源、能源、水和气候造成日趋严重的压力,进而对人类自身的生存和延续构成了严重威胁。人们在反思中逐渐认识到,传统的“线性”发展模式过度重视经济增长,其高消耗、高污染的特征严重忽视了人类社会与自然界的协调发展,必须寻找一种新的生产模式和产业形态,以满足人类社会持续健康发展的需要。以“3R”(Reduce, Reuse, Recycle)为原则的循环经济理念逐渐被人们接受并付诸实践。

循环经济(Circular Economy)是物质闭环流动性(Closing Materials Cycle)经济、资源循环(Resources Circulate)经济的简称。其思想的萌芽最早可追溯到 20 世纪 60 年代美国人鲍尔丁提出的“宇宙飞船理论”^[1]。它提倡通过“资源—产品—废弃物—再生资源”的反馈式循环过程,使物质、能量在人类经济系统各个组成部分得到合理持久的利用,从而实现资源消耗和环境成本的最小化与经济、社会效益的最大化,促进人与自然的和谐发展^[2-7]。丹麦、德国、日本、美国、加拿大、澳大利亚等发达国家正在将发展循环经济,建立循环型社会作为应对全球气候变化和资源日益短缺

的重要途径。我国也已在国家“十一五”规划中明确提出将发展循环经济作为节能减排、提高资源综合利用率的重要手段,积极探索循环经济的试点建设,推进传统经济向循环经济发展模式转变。