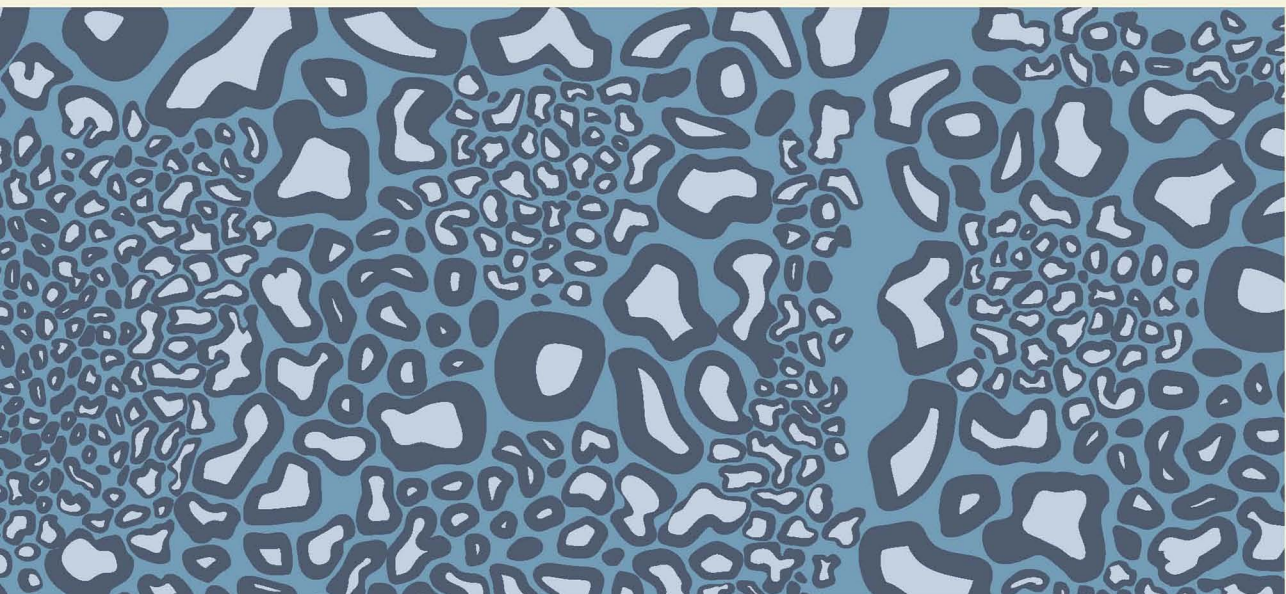


RESEARCH ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT
OF CHINA'S MINERAL RESOURCES AND
COAL INDUSTRY CYCLING ECONOMY
OPERATION PARADIGM

中国矿产资源可持续发展 战略研究

周 毅◎著

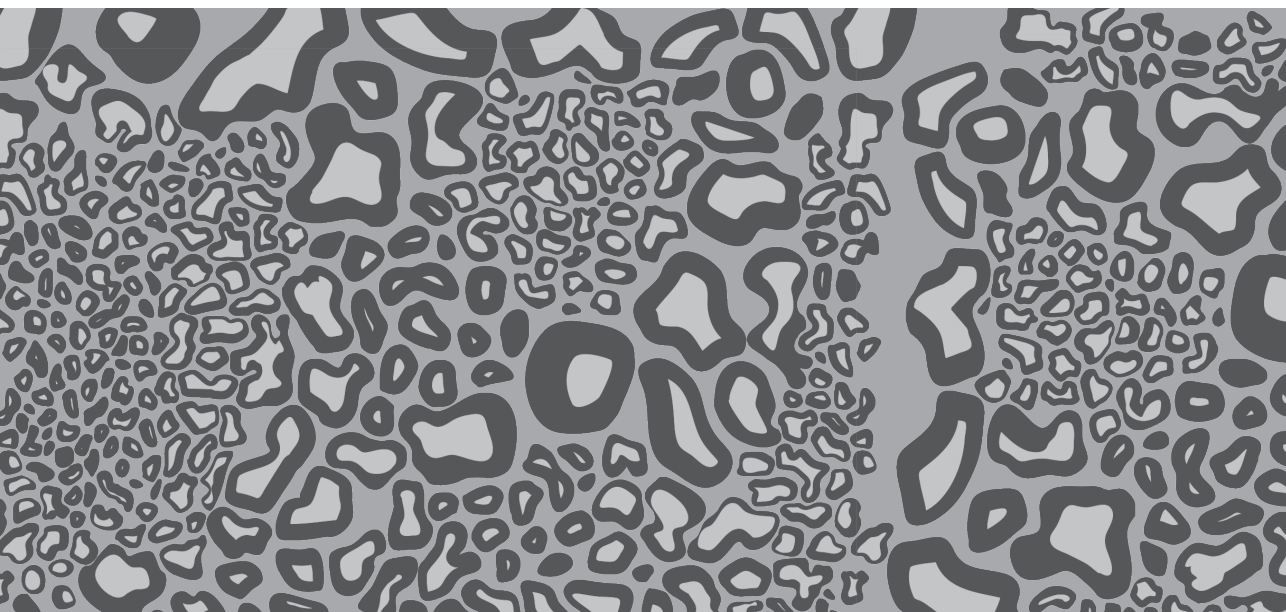


新 华 出 版 社

RESEARCH ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT
OF CHINA'S MINERAL RESOURCES AND
COAL INDUSTRY CYCLING ECONOMY
OPERATION PARADIGM

中国矿产资源可持续发展 战略研究

周 毅◎著



新华出版社

图书在版编目(CIP)数据

中国矿产资源可持续发展战略研究 / 周毅著.

——北京: 新华出版社, 2015.11

ISBN 978-7-5166-2193-6

I. ①中… II. ①周… III. ①矿产资源-可持续发展战略-研究-中国
IV. ①F426.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第291965号

中国矿产资源可持续发展战略研究

作 者: 周 毅

出 版 人: 张百新

责任印制: 廖成华

责任编辑: 黄绪国

封面设计: 图鸦文化

出版发行: 新华出版社

地 址: 北京石景山区京原路8号

邮 编: 100040

网 址: <http://www.xinhupub.com>

<http://press.xinhuanet.com>

经 销: 新华书店

购书热线: 010-63077122

中国新闻书店购书热线: 010-63072012

照 排: 图鸦文化

印 刷: 北京厚诚则铭印刷科技有限公司

成品尺寸: 170mm×240mm 1/16

印 张: 14.25

字 数: 200千字

版 次: 2015年11月第一版

印 次: 2015年11月第一次印刷

书 号: ISBN 978-7-5166-2193-6

定 价: 49.00元

图书如有印装问题请与出版社联系调换: 010-63077101

序 言

周毅博士力作《中国矿产资源可持续发展战略研究》，运用工业生态学、资源生态工程学、区域经济学等跨学科综合研究方法，针对中国矿产资源与煤业基本国情，系统研究中国矿产资源可持续发展与煤业循环经济运行范式，围绕一个中心两个基本点提出、分析和解决问题。一个中心即探讨适合中国国情的矿产资源开发和利用战略，加快建立和完善有中国特色的煤业循环经济运行范式。两个基本点即确保中国矿产资源与煤业永续开发与利用；中国矿产资源与煤业永续开发与利用的环境保护。其创新贡献和理论价值如下：

一. 创新贡献

第一，矿产资源可持续发展与煤业循环经济运行范式及技术创新政策保障机制研究。分析矿产资源与人口、社会、经济、环境各子系统互动的内在原因、外部压力及其相互作用机理；揭示自然系统波动的突变性、随机性与人类系统的稳定性、保守性矛盾的导火索；具有增长型的经济系统对矿产资源需求无限与具有稳定型的生态系统对矿产资源供给有限的基本矛盾，尤其是人类活动方式和强度对矿区脆弱生态系统变化影响的反馈机制；分析矿产资源生态系统运动发展的良性、中性和恶性循环不同性质，描述矿区脆弱生态系统被“浩劫”及人口增长压力突破后表现出矛盾滞后性、影响的多重性和经济陷于衰退，以及人均资源减少过程中显示的强烈加权效应。

第二，中国矿产资源特性、禀赋、分布与空间结构、部门结构及产品结构

研究。描述中国资源环境基础主要表现形式和本质特征；审视制约中国矿产资源可持续发展的多环节、多因素的复杂过程；评价中国矿种资源禀赋、地域分异形成的资源空间（区域）分布和地域组合特征；解剖布局分散、部门结构比重失衡、产品结构“两手软”，面临两难境地的中国矿产资源空间组织结构；透视中国矿产能源资源配置模式及布局误区与矿产能源效率低迷原因，以及消费结构产生的大破坏、高污染、低效率和低安全度等严重的生态后果、经济后果和社会后果。

第三，矿产资源可持续利用条件研究。分析资源配置可逆与不可逆的相对性和绝对性；矿产资源可持续利用必要条件：开采利用不得超越资源极限，废弃物排放不得超越环境极限。矿产资源可持续利用充分条件：建立资源代际间公平配置机制；资源耗减量与补偿量动态平衡；实施资源储备与节约型战略。

第四，中国未来矿产资源与煤业可持续发展道路及产业结构调整方向探索。确保国家资源环境基础的稳定性及未来保障系数锁定在目前水准，加大技术进步、结构优化和环境保护的投入力度，提高矿产资源投入精度，围绕核心资源发挥产业集聚和产业生态效应；创建国家人地关系的资源环境保障基础模式、中国矿产资源可持续开发利用基本模式；倡导走固体燃料为主—能源多元化—可再生、清洁能源为主的道路；建立全国乃至全球方位的资源供应保障体系及相关基础设施，最大限度地发挥国内矿产资源地域组合特征，是中国未来矿产资源供应保障的基础和格局。

二. 理论价值

“可持续发展”理念是继“民主”、“科学”之后，人类重新审视社会发展历程的第三次觉醒；而矿产资源开发利用则是“可持续发展”的物质基础、生命源泉和终极动因。全球化及加入WTO后，给中国矿业及国际矿产品贸易带来新的挑战与机遇，竞争更加激烈；第三步发展战略，加速城市化，实现工业化和现代化，形成新的矿业城市，需要大量矿物能源及原材料，提供衣（化纤原料）、食（磷、钾肥料原料）、住（各种主要建材）、行（车用原材料与燃料），以及高

新科技发展需要的原材料和矿产品；三是西部大开发战略需要矿业克服重重困难，为区域经济发展作出新贡献；在矿产开发中确保环境保护，实施可持续发展战略，任重道远。

第一，确保国家资源环境保障基础的稳定性。中国资源环境的现实基础极端脆弱：一方面，矿产资源开发和利用状况呈现恶性，因资源结构不尽理想而增大矿产资源进口规模；因加工技术落后而保持较高的矿产原材料制成品对外依存度；另一方面，中国矿产资源开发和利用负面影响有增无减，因资源加工深度不足造成严重的生态环境污染和破坏，废气排放呈现全国性的面状污染特征；水污染呈现区域条带状特征；工业废弃物及塌陷呈现点状分布，并进一步蔓延。在世界人口超过1亿以上的国家中，目前中国的资源环境保障状态仅略优于日本，位于十个人口大国倒数第二。随着人口增长和生活水平提高，国家资源环境保障系数每况愈下，直接威胁国家现代化进程，对21世纪可持续发展战略提出严峻挑战：即如何在保持经济适度高速增长与未来中国现代化可持续发展条件下，确保国家资源环境保障基础的稳定性。

第二，为中国加盟与遵循全球化的国际准则及坐标走向定位。矿产资源是不可再生能源，据联合国预测，世界13种主要能源矿产将在不到50年内耗尽。中国不仅是世界上最大的发展中国家；而且也是人地关系矛盾最为紧张的国家，目前正处在工业化起飞和现代化建设关键阶段。在资本、技术和资源相对有限，而开发和利用相对落后情况下，与日俱增的矿产资源消费对原本窘迫的水土资源和脆弱的生态环境造成巨大压力。工业能耗比重大，能源利用率低，粗放经营模式未从根本上扭转；伴随人口膨胀，生态失衡，环境恶化，导致危机四伏。

第三，论证矿产资源供应保障是中国现代化基本方针和首要选择。迎接全球化及金融危机挑战的决胜王牌，在于能否建立与选择适合中国国情的矿产资源开发与利用战略，从以数量增长转向质量提高为主，缓解人地关系激烈矛盾、矿产资源有限性与人类社会消费需求无限性矛盾和突出的环境压力，从而确保矿产资源消费需求。这不仅是中国未来矿产资源供应保障的基本方针；而

且是中国现代化发展临的首要选择。有利于抵御全球化金融危机的冲击；有利于为矿产资源开发利用“双刃剑”兴利除弊，建立循环经济运行范式，实现矿产资源可持续发展；有利于加快形成有中国特色的可持续发展资源型城市及矿区生态文明建设；有利于建设和谐社会。

蔡美峰

2015年秋

（中国工程院能源与矿业工程学部院士，北京科技大学教授）



Abstract / 1

引言 / 1

1 绪论 / 11

1.1 研究背景 / 12	
1.1.1 收益 / 12	
1.1.2 代价 / 15	
1.2 研究历史 / 18	
1.2.1 “石头记” / 18	
1.2.2 工业革命的影响 / 19	
1.2.3 矿产资源消费规律研究的强化 / 21	
1.2.4 煤炭能源研究的兴衰 / 29	
1.3 研究意义 / 33	
1.3.1 有利于确保国家资源环境保障基础的稳定性 / 33	
1.3.2 有利于落实科学发展观实现矿产资源可持续发展 / 33	
1.3.3 有利于缓解资源约束矛盾和突出的环境压力 / 34	
1.3.4 有利于加快形成矿业型城市及矿区生态文明建设 / 34	
1.3.5 有利于抵御全球金融危机的冲击 / 34	
1.4 研究目的 / 34	
1.4.1 试图缓解矿产资源有限性与人类社会消费需求无限性的矛盾 / 34	

- 1.4.2 为矿产资源开发利用“双刃剑”兴利除弊 / 35
- 1.4.3 为中国加盟与遵循全球化的国际准则及坐标走向定位 / 35
- 1.4.4 论证矿产资源供应保障是中国现代化基本方针和首要选择 / 36
- 1.4.5 探讨矿产资源可持续发展战略与煤业循环经济运行范式 / 36
- 1.5 研究理论 / 37
 - 1.5.1 循环经济理论 / 37
 - 1.5.2 可持续发展理论 / 37
- 1.6 研究方法 / 45
 - 1.6.1 综合化 / 45
 - 1.6.2 工业生态学创新 / 46
 - 1.6.3 多目标组合式评价方法 / 47
- 1.7 研究内容 / 47
 - 1.7.1 构建技术制度创新的政策保障机制 / 48
 - 1.7.2 创立研究理论框架 / 48
 - 1.7.3 资源禀赋、地域分异及结构分析 / 48
 - 1.7.4 矿区RESE系统演化机理探索 / 49
 - 1.7.5 矿产资源可持续利用条件评价 / 49
 - 1.7.6 发展道路与产业结构调整方向讨论 / 49
 - 1.7.7 适度消费节约型矿区社会设想 / 50
- 1.8 重点与难点及拟解决的关键问题 / 50
 - 1.8.1 重点领域 / 50
 - 1.8.2 难点解答 / 51
 - 1.8.3 拟解决的关键问题 / 51

2 矿产资源国情 / 53

- 2.1 中国资源环境基础 / 54
 - 2.1.1 主要特点 / 54
 - 2.1.2 主要表现形式 / 56
 - 2.1.3 本质特征 / 58
 - 2.1.4 评价模式 / 61

- 2.1.5 变化趋势 / 63
- 2.2 矿种资源禀赋与地域分异 / 65
 - 2.2.1 资源禀赋条件 / 65
 - 2.2.2 资源地域分异特征 / 68
 - 2.2.3 结构调整乏力 / 72
 - 2.2.4 能源效率低下 / 76
 - 2.2.5 矿业资源配置模式误导及布局失衡结果 / 78
- 2.3 本章小结 / 80
 - 2.3.1 中国资源环境特性、禀赋、分布与空间、部门及产品结构 / 80
 - 2.3.2 中国矿产能源资源配置失误 / 81

3 矿产资源可持续开发和利用理论及其模型

- 3.1 矿产资源可持续开发利用理论 / 84
 - 3.1.1 资源环境保障基础与矿产资源可持续开发利用释义 / 84
 - 3.1.2 国外缓解人地关系矛盾方式 / 89
 - 3.1.3 中国矿产资源可持续开发利用基本目标与基本模式 / 90
- 3.2 矿产资源可持续利用的效率与公平 / 93
 - 3.2.1 新古典福利经济学观点 / 93
 - 3.2.2 传统理论的最优配置 / 96
 - 3.2.3 代际财富转移模型 / 100
 - 3.2.4 最优可持续经济增长模型 / 105
- 3.3 资源配置可逆与不可逆的相对性和绝对性 / 111
 - 3.3.1 不可逆性及其转化 / 111
 - 3.3.2 不可逆性的模型化 / 112
- 3.4 矿产资源可持续利用条件与区域开发模式 / 118
 - 3.4.1 矿产资源可持续利用必要条件 / 118
 - 3.4.2 矿产资源可持续利用充分条件 / 119
 - 3.4.3 中国矿产资源区域开发模式 / 121
- 3.5 本章小结 / 124
 - 3.5.1 矿产资源可持续发展的本质规律 / 124

- 3.5.2 矿产资源可持续利用条件 / 125
- 3.5.3 中国未来矿产能源资源可持续发展道路 / 126
- 3.5.4 保障模式、基本模式、开发模式和发展模式 / 127

4 世界煤业发展与中国煤业国情 / 129

- 4.1 煤炭资源的功能作用 / 130
 - 4.1.1 煤炭在世界一次能源结构中的地位 / 130
 - 4.1.2 中国煤炭生产与消费均居能源主导地位 / 133
- 4.2 煤业国情 / 137
 - 4.2.1 中国煤矿资源总量、种类、特质 / 137
 - 4.2.2 中国煤矿资源分布特征 / 139
- 4.3 中国煤矿分布及其产量构成变化 / 140
 - 4.3.1 煤矿分布与产量增长 / 140
 - 4.3.2 产量构成阶段性变化 / 141
- 4.4 本章小结 / 143
 - 4.4.1 煤炭生产与消费仍独占全球能源鳌头 / 143
 - 4.4.2 中国的煤矿资源分布特征 / 143
 - 4.4.3 产量构成阶段性变化 / 144

5 煤矿开发对生态环境影响 / 145

- 5.1 我国煤矿生态环境破坏现状 / 146
 - 5.1.1 破坏土地、森林、草地资源 / 146
 - 5.1.2 “三废”污染 / 148
- 5.2 我国煤矿环境破坏区域分布特征及其发展趋势 / 151
 - 5.2.1 我国煤矿环境破坏区域分布特征 / 151
 - 5.2.2 我国煤矿生态环境破坏趋势 / 154
- 5.3 煤矿资源开发负面影响原因 / 155
 - 5.3.1 中国的能源消费结构恶果 / 155
 - 5.3.2 负面影响因素分析 / 156

5.4 本章小结 / 158

5.4.1 我国煤矿生态环境破坏已由区域性转向全球性灾变 / 158

5.4.2 我国煤矿环境破坏具有区域分布特征 / 158

5.4.3 制约煤矿可持续发展是多环节、多因素的复杂过程 / 159

6 矿区RESE系统演化机理 / 161

6.1 矿区RESE系统框架与结构模型 / 162

6.1.1 矿区RESE系统涵义 / 162

6.1.2 矿区RESE系统框架与结构模型 / 163

6.1.3 矿区RESE系统基本特征 / 164

6.2 矿区RESE系统演化机理 / 167

6.2.1 矿区RESE系统演化动力机制 / 167

6.2.2 矿区RESE系统的演化特征 / 169

6.2.3 矿区RESE系统演化方向 / 171

6.2.4 矿区RESE系统演化调控机制 / 173

6.3 本章小结 / 175

6.3.1 矿区RESE是相互作用的多元复合体 / 175

6.3.2 典型矿区RESE系统演化方向 / 176

7 建立煤业循环经济运行范式 / 177

7.1 发展循环经济与科技创新 / 178

7.1.1 循环经济涵义 / 178

7.1.2 发展循环经济途径 / 180

7.1.3 建立煤业循环经济运行范式意义 / 182

7.1.4 科技创新在煤业发展循环经济中的作用 / 183

7.2 煤业循环经济运行技术创新体系 / 184

7.2.1 循环经济技术创新及支撑体系 / 184

7.2.2 洁净煤循环经济技术 / 185

7.2.3 循环经济综合利用技术及生态价值链 / 187

7.3 煤业循环经济运行保障机制 / 189

7.3.1 政府表率 / 189

7.3.2 企业责任 / 191

7.3.3 公众义务 / 191

7.3.4 健全法律法规体系 / 192

7.3.5 建立健全财政环保投资机制 / 195

7.4 本章小结 / 198

7.4.1 建设符合循环经济运行范式的适度消费节约型矿区社会 / 198

7.4.2 设计循环经济运行范式的煤气化技术创新模型和生态产业链图 / 198

8 结论 / 199

8.1 主要结论 / 200

8.1.1 中国矿种资源地域分异形成资源区域分布和地域组合特征 / 200

8.1.2 中国矿产资源空间结构分散、部门结构失衡、产品结构疲软 / 200

8.1.3 制约中国煤矿资源可持续发展是多环节、多因素的复杂过程 / 200

8.1.4 双向发展战略 / 201

8.2 主要创新点 / 201

8.2.1 提出保障模式、基本模式、开发模式和发展模式 / 201

8.2.2 提出符合循环经济运行范式的适度消费节约型矿区社会 / 202

8.2.3 设计循环经济运行范式的煤气化技术创新模型和生态产业链图 / 202

8.3 研究展望 / 202

8.3.1 中国未来可持续发展的首要任务 / 202

8.3.2 中国未来矿产资源供应保障的基础和格局 / 202

8.3.3 中国未来矿产资源开发的产业结构调整方向 / 203

参考文献 / 204

Abstract

Based on China's current mineral possessing and national condition of coal industry, in cooperate with the national sustainable development strategy, follow the cycling economy and sustainable development theories, take references from industrial ecology, resource ecology engineering, regional economics and its strategic evaluation, property order, profitability as well as justification and other relative theories. By using interdisciplinary research method, systematically studied China's mineral resources sustainable development and coal industry cycling economy operation paradigm, focusing on one central task, two basic points, analysing and solving the problem. One central task, which is discussing suitable mineral resource development and utilisation strategy for China's national situation, accelerates the forming and improvement of China's characteristic coal industry cycling economy operation paradigm. Two basic points which are firstly ensure sustainable development and sustainable utilisation of China's mineral resources and coal industry, secondly the environment preservation during sustainable development and sustainable utilisation of China's mineral resources and coal industry. The research keystones and progresses include:

1. Study on sustainable development of mineral resources and technological innovative strategic insurance policy on building coal industry cycling economy operation paradigm. Discover new ways for mineral resources and coal industry sustainable development, among economic development, resource utilization and environment preservation set up a three side fitting, consistent with cycling economy model, optimum lifestyle and consumption pattern. Build mining zone economy - society - integral natural ecosystem three side benefiting system. Centre focusing on optimising mineral resources and coal industry utilising approaches, aiming at increasing productivity of mineral resources and coal industry, also decreasing waste discharge, using technology innovation and process innovation as power source, using new energy source replacement as prospective, in cooperate with change economic growth pattern, easing the resource restriction conflict and major environmental issues facing social economic development, forming instructional ideas for mineral resources sustainable development and coal industry cycling economy operation paradigm, optimising the cycling economy friendly, China's characteristic mineral resource development, utilising and recycling legislation system, policy

supporting system, technology innovation system and encouraging and restricting system.

2. Building China's mineral resources sustainable development and coal industry cycling economy operation paradigm research frame. Discover the internal reason, external pressure and mutual affecting mechanism of mineral resource, population, society, economy and the environment subsystems' interaction during rapid economic growth. Uncover the primacord of conflict between mutability, randomness of natural system fluctuation and the stability, conservation ability of human system. The basic contradiction between having the incremental economic system's endless requirement for mineral resources and having the stable ecological system's limited supply, especially the feedback system for the changing effect of mining zone fragile ecological system by human activity's pattern and magnitude. Base on the nature principle of sustainable development of mineral resources, analyse mineral resource ecological system developing movement's property of optimum, medium and vicious circle, describe the outbreak of conflict hysteresis quality, multi-dimensional effect, economy decline and the intense weighted effect during the decline of resource per capita, when mining zone fragile ecological system struck by "Disaster" and population growth pressure.

3. Analyse China mineral resources' characteristics, natural endowment, distribution, dimensional structure, department structure and product category. Describe the main categories and property characteristics of China's resource environment foundation. Critically exam the restrictive multi-phase, multi-factor complex process on China's mineral resources sustainable development. Evaluate the natural endowment, area difference of China's mineral resource category resulted resource space (regional) distribution and regional combination characteristics. Reveal scattered layout, imbalanced department structure, "two soft handed" product structure, stuck in dilemma China's mineral resource dimensional organisation structure. Finding China mineral energy resources' deployment pattern and distribution error and the reason of mineral energy's low efficiency, as well as the consumption structure resulted large destruction, high pollution, low efficiency, low safety and other serious ecological consequence, economic consequence and social consequence.

4. Research of mining zone RESE system evolving mechanism. Synthetically analyse global mineral resource sustainable development index system research progresses, discuss the building of control on mining zone fragile ecological system, managerial index system and evaluation model, mining zone RESE system "sustainable - coordinative" measuring model and system evaluation layer and progressing structure model. Use strategy assessment, property order, profitability and justification as the keys for problem solving. Strategy assessment includes global resource alternate ability evaluation and mining zone ecological environment evaluation. Property order is mostly about mining right. Profitability guidance includes cost effect analyse and industrial organisation. Justification principles include regional balance, within generation fair and inter generation fair. Uncover mining zone RESE system's determinacy and non-determinacy, competition and cooperation's active evolving proce

ss, character, direction, model, motivation mechanism and control mechanism as well as the non-reversibility, periodic ability, self-organising ability, dynamic ability, diversity, informatisation and integrity, along with resource storage, mining cost, social requirement and other factors together resulted the exhaustion of coal resources. Pointing out the urbanisation of mining areas is both the various global resource enterprises' development history proofed objective law, and the typical mining zone RESE system' s evolving direction, and so as the related "building around the mine" mining zone social functional expansion.

5. Research on conditions for sustainable development of mineral resources. Analyse resource deployment reversibility and non-reversibility' s relativity and absoluteness, found out the essential conditions for sustainable development of mineral resources: mining and development cannot exceed the resource' s limit, waste discharge cannot exceed the environment' s limit. The sufficient conditions for sustainable development of mineral resources: set up resource inter generation fair deployment mechanism, resource consumption among and supply among dynamic balance, implement resource storing strategy and resource saving strategy.

6. Seeking the future sustainable development pass for China' s mineral resources and coal industry cycling economy, and the direction of industrial structure adjustment. Ensure the stability of national resource environment bases and lock the future indemnify index at current level, increase the investment on technology innovation, structure optimisation and environment protection, increase the resource investment precision especially for the mineral resources. Create national people, area related resource environment protection base model and sustainable development of China' s mineral resource base model. Promoting the solid fuel as priority - energy diversification - reproducible, clean energy as priority road. Build a national or even global resource supplies indemnify system and relative infrastructure, maximise domestic regional mineral resources composition characteristics. This is the future China' s mineral resource supply indemnify system base and layout. Suggest following new cycling economy ideas, logically adjust coal industrial structure and distribution, surround core resources to realise the industrial gathering and industrial ecological effect. Breaking the technology bottleneck of cycling economy development, support the development of cycling economy common characters and key technology research, shift cycling economy technology development level and innovation ability. Accelerate significant coal energy saving and replacing technology, graded energy use technology, industrial extension linkage, other relative industrial line linking technology, and "Zero" emission technology during the development of cycling economy.

7. The assumption of a consistent with cycling economy paradigm and moderately consumption, saving type of mining zone community. Neither a sole economic growing consumption mining zone community, nor a zero economic growth and resource environment unexploited mining zone community, but a bringing resource, ecology, environment, economic sustainable development factor together as

standard, moderately saving type mining zone community, which is the sustainable development mining zone community. Revealed the focus areas for the basic approach of sustainable development of mineral resource and develop cycling economy paradigm. Basic approach includes support on energy saving, waste control, reproduction, high efficiency and environment protection technologies etc. In focused coal industries, forming cycling economy enterprise and industrial zone demonstration area. In key areas, accelerate the forming of a fit with coal industry load capacity, consistent with cycling economy paradigm, saving and ecological protection type of mining cities as well as mining zone citizen economy system.

Key words: China's mineral resources, mining zone ecological environment, coal industry cycling economy paradigm, sustainable development