

# 煤炭企业的循环经济模式及其技术支撑体系探析

陈洁<sup>1</sup>, 李永峰<sup>1,2</sup>, 杜转萍<sup>1</sup>, 刘源华<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 中国矿业大学环境与测绘学院, 江苏徐州 (221008)

<sup>2</sup> 江苏省资源环境信息工程重点实验室, 江苏徐州 (221008)

E-mail: [adanchen2008@163.com](mailto:adanchen2008@163.com)

**摘要:** 本文首先分析了循环经济的“3R”原则, 并总结了循环经济的运行模式; 其次, 通过分析煤炭企业发展循环经济的现实基础、我国现有的煤炭企业产业链和循环经济模式在煤炭企业应用的三个环节, 给出了煤炭企业发展循环经济的模式; 最后, 提出了煤炭企业发展循环经济的技术支撑体系。

**关键词:** 煤炭企业; 循环经济; 模式; 技术支撑

**中图分类号:** F407.21

## 1 引言

煤炭是我国的主要能源和原料, 但同时也是主要的污染源, 又由于其自身的不可再生性和煤炭储量在一定的时期内可供人类开采的有限性, 这就要求煤炭企业必须坚持以循环经济为指导, 开发新型的煤炭利用和转化技术, 提高煤炭资源的利用效率, 促进煤炭企业走可持续发展之路。循环经济发展模式在我国煤炭企业正逐步被推广, 也已被企业在制定发展规划时所采纳, 本文旨在总结煤炭企业循环经济的发展模式和技术支撑体系, 为煤炭企业循环经济的更好发展提供一些参考。

## 2 循环经济概述

循环经济一词首次正式出现在 1996 年德国颁布的《循环经济和废弃物管理法》<sup>[1]</sup>, 从以立法的形式提出到现在不过十几年的时间。随着对循环经济研究的不断深入, 其内涵、理论基础、应用实践等各方面都在不断完善之中。20 世纪 60 年代, 美国经济学家鲍尔丁提出的“宇宙飞船经济理论”; 70 年代初, 以人口、资源、环境为主要内容, 讨论人类前途为中心议题的“罗马俱乐部”发表的其研究成果《增长的极限》; 生态控制论; 物质资料的生产、人类自身的生产和环境的生产相互适应的理论即“三种生产理论”都可作为循环经济的理论溯源<sup>[2]</sup>。目前国内对循环经济实质的认知还存在着相当大的差异, 因此对于循环经济的概念, 不同的研究学者以不同的研究角度对其做的描述还存在着很大的差异, 但“减量化(Reduce)、再利用(Reuse)、再循环(Recycle)”的原则, 即“3R”原则是被学术界所共同认可的循环经济的发展理念(或原则)。总的来说, 循环经济就是以资源高效利用为核心, 以“减量化、再利用、再循环”为原则, 以“低消耗、低排放、高效率”为特征的新的资源利用方式, 是对传统资源利用方式的变革。循环经济的理念就是要求在资源利用最大化, 环境污染最小化条件下, 追求生产效益的最大化, 目标在于追求资源消耗最小化和剩余物质最小化。

循环经济的“3R”原则, 参见图 1

1) 减量化原则, 针对的是输入端, 要求减少进入生产—消费的物质, 用较少的原料和能源投入来达到既定的生产目的和消费目的, 从经济活动的源头注意节约资源和减少污染。减量化既包括资源消耗减量化, 也包括污染排放即废弃物剩余减量化。

2) 再利用原则, 针对的是中间端, 要求在生产过程中要做到原料套用, 能量梯级利用, 延长产品和服务的时间强度, 使得产品和包装容器能够以初始的形式被多次使用, 抵制一次性用品的泛滥。

3) 再循环原则, 针对的是输出端, 要求生产出来的物品在完成其使用功能后, 经过回收、加工处理, 能重新变成可以利用的资源, 重新进入生产领域, 而不是无用的垃圾。

循环经济要求以源头控制, 避免废物产生和节省资源消耗为其优先目标, 因此, 将上述三个原则中的减量化原则视为第一法则意义的优先原则<sup>[3]</sup>。企业在生产活动中, 首先应考虑的是“减量化”, 尽可能减少废物的产生量和天然资源的消耗量, 其次是对于源头尚不能削减的“废物”尽可能地“再使用”, 使它们回到经济循环中去, 只有当避免产生和回收利用都不能实现时, 才允许将最终废物进行无害化处理。

比起传统的线性经济的“资源—产品—废弃物”单程物质流动模式, 循环经济“资源—产品—再生资源”可算是一种闭环型物质流动模式, 根据其“3R”核心原则, 循环经济运行模式可归纳如图 1 所示。

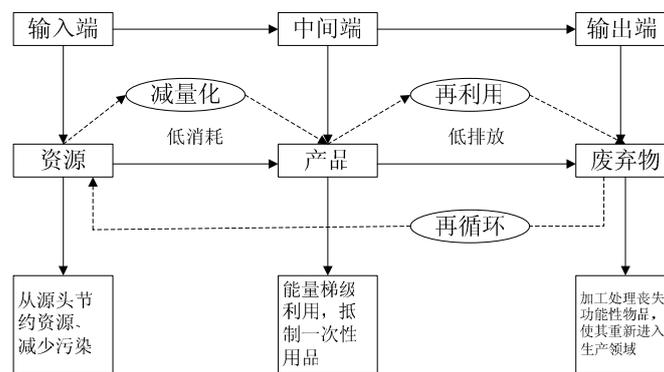


图 1 循环经济运行模式

### 3 煤炭企业的循环经济模式

#### 3.1 煤炭企业发展循环经济的现实基础

1) 理论实践基础: 虽然我国对循环经济的研究起步较晚, 但在循环经济理论研究方面已取得一些成果: 循环经济的理论基础归纳为生态论、系统论、整体论、协同理论、可持续发展理论等, 学科基础归纳为生态科学、经济学、环境科学、社会学、环境伦理学等<sup>[1]、[4]、[5]</sup>; 对循环经济共同认可的“3R”原则已有深入研究和应用, 并在此基础上提出了“5R”和“6R”原则, 在原来的基础上加上再思考(Rethink)、再修复(Repair)即“5R”原则, 加上可再生(Renewal)、可替代(Replace)、恢复和重建(Recovery)即“6R”原则。这些都为我国循环经济的实践提供了理论支撑, 也为煤炭行业发展循环经济提供了理论基础。2005 年 10 月国家发改委、国家环保总局等 6 个部门在全国开展了第一批循环经济试点, 目的是探索循环经济发展模式, 推动建立资源循环利用机制, 其中煤炭行业首批试点单位包括以下五个国有大型煤炭企业: 淮南矿业集团有限责任公司、河南平顶山煤业集团有限公司(现已和神马集团合并)、新汶矿业集团公司、抚顺矿业集团、山西焦煤集团西山煤矿总公司。这些煤炭企业试点单位在最近几年的循环经济发展模式下, 都已取得了较好的成果, 并根据自己的特色形成了特有的循环经济模式。尤其是全国最大的炼焦煤生产基地--山西焦煤集团西山煤矿总公司, 其节约型循环经济发展模式的实践被国家六部委成为“西山模式”, 并被作为样本被中宣部向全国集中宣传推广<sup>[6]</sup>。平煤集团“3+2”循环经济模式的成功实施, 使平煤集团由单一的煤炭采选逐步转入以煤为本, 煤、盐、电、

焦、化、建材相关多元的良性发展轨道。基于煤炭产业的特性和市场经济规则，煤炭企业发展循环经济是有一定的共同规律可以遵循的，这几个循环经济煤炭试点单位在发展过程中都积累了成功的经验，为其它煤炭企业发展循环经济提供了实践基础。

2) 物质基础：煤炭在开采过程中，除了原煤以外还伴有大量的共伴生矿物，如高岭土、硫铁矿、石英岩、耐火粘土、硅藻土等，这些伴生矿物储量丰富，且有的矿物的经济价值还高于煤炭的经济价值，这些矿物的采出对煤炭工业发展循环经济提供了重要的工业原料；以前常被企业废弃的大量煤矸石现在在循环经济发展中也称为了“多功能”物质；煤炭开采中产生的大量矿井水，稍加处理便可作为企业中的工业用水或生活用水使用；在开采过程中煤层气的大量产生更在煤炭企业的循环经济发展中发挥了必不可少的作用。在煤炭的洗选加工中，会伴有大量的煤泥、粉煤灰、洗矸等副产品，这些副产品都可以直接作为原料进入下一循环产业链，如煤泥可以用来发电，粉煤灰可以用来制砖等。无论是在煤炭开采中还是在煤炭的洗选加工中，都会伴有大量的副产品产生，这些丰富的副产品都为煤炭企业循环经济的发展提供了丰富的物质基础。

### 3.2 我国现有的煤炭企业产业链条

产业链条的形成是循环经济模式构成的前提，我国多数大型煤炭企业在发展循环经济时，按照“减量化、再利用、资源化”的原则，已经形成了资源—产品—废弃物—再生资源的反馈式循环经济产业链。以下是我国几个国有大型煤炭企业现有的产业链<sup>[7]—[12]</sup>：

①平煤集团产业链：以煤矸石、煤泥利用为源头，形成煤—电—建材产业链；以煤炭焦化作为起点，形成煤炭—炼焦—焦油加工—炭素产业链；以煤炭气化为起点，形成煤炭—气化—精细化工产业链。②西山煤电集团公司产业链：煤炭—电力—建材；煤炭—炼焦—煤化工产业链。③新汶矿业集团公司产业链：煤炭—电力；煤炭—选煤加工—焦化；盐矿—盐—化工；煤炭—液化；煤炭生产—选煤加工—新兴建材—房地产产业链。④大同煤矿集团产业链：“煤电”一体化；煤—气—化；煤—机；煤—电—建材产业链。⑤潞安矿业集团公司产业链：煤—电一体化；煤—焦化产业链。

从以上国有大型煤炭企业的产业链可以看出煤—电、煤—焦化是它们相同的产业链，根据这两条公共产业链，还可以进行产业延伸，如煤—电—建材，煤—焦化—精细化工等。产业链适度的延伸能够加速企业的循环经济发展，煤炭企业在探索自身的产业链时，要适度拓展纵向主导产业链，横向耦合共生产业链，在发展循环经济时要根据自身的特点和我国现有的循环经济产业链来制定符合自身发展的循环经济模式，如平煤集团现已和神马集团合并为中平能化集团，神马集团的主要产品是化工产品，此时的中平能化集团就可以利用两大产业集团的优势在适度延伸原有的产业链条上，使煤炭—气化—精细化工这条产业链更好的发展。

### 3.3 煤炭企业发展循环经济的模式

煤炭企业从原煤的开采，到煤相关产品投放市场，供需经历：煤炭资源开采、煤炭洗选加工转化、资源综合利用、产品投放市场四个阶段，所以煤炭企业的循环经济模式包括以下环节：

1) 煤炭资源开采环节，按照“减量化”原则对煤炭资源进行洁净开采和综合开采，得到原煤和共伴生矿物、煤层气、矿井水、煤矸石等多种副产品。

2) 煤炭洗选加工和转化环节，对开采出的原煤进行精加工、深加工或粗加工，得到洗

精煤、油气、化工原料等主产品和洗矸、煤泥、废水、粉煤灰、煤焦油等副产品。

3) 资源综合利用环节, 根据“再循环”原则将煤炭开采和煤炭洗选加工过程中产生的副产品进行综合利用, 如煤层气, 矿井水, 煤矸石、煤泥、粉煤灰等可用于生产电、水、建材等产品, 水、电、建材等产品经过再循环, 又可作为能源物资用于矿井生产。

另外, 煤炭企业循环经济的发展不仅仅只是要求煤炭资源的循环发展, 还要求煤矿区其它资源的循环发展, 如水资源、土地资源, 尤其是土地资源, 如果企业在开采时不注重土地资源的合理保护, 那么企业将会失去一切生产活动的载体, 循环经济也就无从谈起, 这也就是要求企业对塌陷地的修复治理要及时进行。

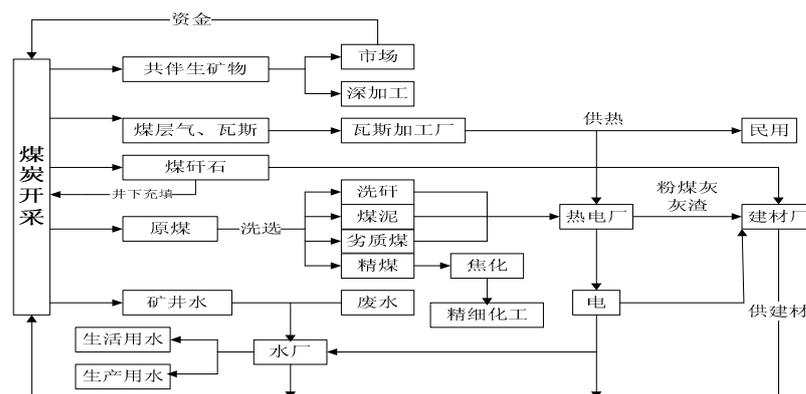


图2 煤炭企业循环经济模式图

## 4 煤炭企业发展循环经济的技术支撑体系

发展循环经济必须以科学技术作支撑, 建立和完善技术体系对煤炭企业发展循环经济具有十分重要的现实意义。首先, 完善的技术支撑体系能够充分实现煤炭企业循环经济的减量化原则, 在煤炭资源的开采过程中, 通过相关的技术体系, 有利于提高煤炭资源的回采率, 促进煤炭资源的综合利用, 减少开采过程带来的环境污染和生态破坏, 推动企业自身的可持续发展; 其次, 能够充分实现煤炭企业循环经济的再利用原则, 在煤炭资源洗选加工过程中, 应用先进的技术把煤炭资源转化为质量高、性能好的产品, 就能提高产品的使用范围和利用效率, 使煤炭产品升级, 从而提高企业的经济效益; 最后, 能够充分实现煤炭企业循环经济的再循环原则, 通过完善的技术体系, 将煤炭开采和加工转化过程中的废弃物有效的转化为可利用的资源, 使废弃物资源化, 如为煤矸石、矿井水、煤泥、粉煤灰资源化提供技术支持, 从而实现煤炭副产品的再循环, 推进煤炭企业循环经济的不断发展。

本文在前面提到煤炭企业在建立循环经济模式时, 主要包括以下环节: 煤炭资源开采环节、煤炭洗选加工和转化环节、资源综合利用环节, 所以本文提出的煤炭企业循环经济的技术支撑体系也主要是从以上三个环节进行探讨, 技术支撑体系图见图3。

### 1) 煤炭资源开采环节的技术支撑

此环节主要要求煤炭企业在进行煤炭开采中要做到清洁开采、洁净生产, 包括的主要技术有: 回采技术、掘进技术、煤炭地下气化技术、矸石井下处理技术、矿井水井下处理技术等。这些技术的应用能够减少煤炭生产中的污染, 减轻污染后的治理难度和工作量, 从源头控制污染物的排放, 对资源进行减量化开采。

2) 煤炭洗选加工转化环节的技术支撑

此环节要求煤炭企业在煤炭的洗选加工和转化过程中提高煤炭的入选率、产品转化率和利用率，包括的主要技术有：煤炭洗选技术、洁净燃烧与发电技术、煤气化技术、煤液化技术、煤焦化技术等。

3) 资源综合利用环节的技术支撑

此环节主要是根据再循环原则将“废弃物”资源化，包括的主要技术有：煤矸石资源化技术、矿井水资源化技术、粉煤灰资源化技术、煤层气资源化技术、煤泥资源化技术，此外还包括共伴生矿物的综合利用技术。

除上述三个环节以外，对煤炭开采后造成的土地资源破坏，煤炭企业在发展循环经济时也要及时进行治疗，对土地的治理主要是进行塌陷区的治理，这也需要一定的技术支撑。经过多年对塌陷区治理的探究，目前我国已初步探索出了地下开采矿山充填复垦技术、非充填复垦技术、露天开采矿山剥采复一体化技术、矸石山绿化技术、复垦土壤剖面重构技术、植被恢复技术、充填复垦场地建筑利用技术、复垦土地生态利用技术、景观再造技术等多种创新性技术<sup>[13]</sup>。

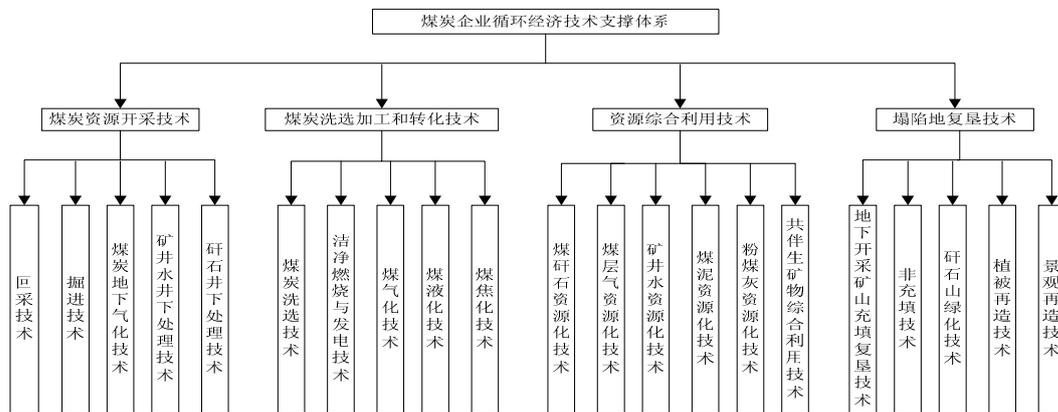


图3 煤炭企业循环经济技术支撑体系图

5 结论

对于煤炭企业而言，发展循环经济是一项复杂庞大的系统工程，循环经济模式的构建是煤炭企业发展循环经济的基础，而技术的支撑又是循环经济模式构建的基础，因此，煤炭企业要想更好的推进循环经济的发展，一定要有适合自身发展的循环经济模式和相应的技术支撑体系。

参考文献

[1]冯之浚主编.循环经济导论[M].人民出版社, 2004, 11.  
 [2]毕伟.循环经济理论、实践及其综合评价体系研究[D].天津大学, 2006, 6.  
 [3]姜悦楷.发展循环经济, 全面建设小康社会, 中国软科学[J], 2004,10.  
 [4]张扬等.循环经济概论[M].湖南人民出版社, 2005, 8.  
 [5]单胜道.循环经济学[M].研究出版社, 2005, 8.  
 [6]翁翼飞,何媛,张麟.国有大型煤炭企业循环经济典型模式解析[J].煤炭工程,2008, 5:94-96  
 [7]陈建生.平煤集团: 打造全国循环经济示范企业[J]. 瞭望新闻周刊, 2005,51:78-80

- [8]梁铁山.煤炭企业如何走循环经济之路—以平煤集团为例[J].资源导刊, 2008,3:16-17  
[9]郝志英.浅谈西山矿区发展循环经济的成功经验[J].科学之友, 2007,2:109,111  
[10]单绍磊.新汶矿区循环经济发展模式浅析[J].能源环境保护, 2008,22:5-8  
[11]王玉明,张爱青.大同煤矿集团发展循环经济的可行途径[J].煤炭加工与综合利用, 2007,3:54-56  
[12]任润厚.潞安集团发展循环经济的实践与探索[J].煤, 2005,14(6):3-10  
[13]曹代功.煤炭工业循环经济发展模式及支持体系[M].地质出版社, 2007,12.

## The Mode and Technical supporting system of Circular economy in the Coal enterprises is Studied

Chen Jie<sup>1</sup>, Li Yongfeng<sup>1 2</sup>, Du Zhuanping<sup>1</sup>, Liu Yuanhua<sup>1</sup>

<sup>1</sup> School of Environment & spatial informatics, China University of Mining & Technology, Xuzhou, Jiangsu (221008)

<sup>2</sup> Jiangsu Key Laboratory of Resources and Environmental Information Engineering, Xuzhou, Jiangsu (221008)

### Abstract

In this paper, firstly, it analyzes the “3R” principles and summarizes the operating mode of recycle economy. Secondly, by analyzing the coal enterprises’ reality of developing circular economy, the existing industry chain of coal enterprises and circular economic model in the coal enterprise’s three links application, it gives the development model of circular economy in the coal enterprises. Finally, it proposed the technical support system of circular economy in the coal enterprises’ development.

**Keywords:** Coal enterprises; Circular economy; Mode; Technical support

### 作者简介:

陈洁, 硕士, 中国矿业大学环境与测绘学院。研究方向: 矿区资源环境评价

李永峰, 博士, 副教授, 中国矿业大学环境与测绘学院, 江苏省资源环境信息工程重点实验室。研究方向: 资源环境信息与空间决策、财务管理。