

Study on the Development Models of Coal Circular Economy

Menghao Zhang, Ruyin Long

School of Management, China University of Mining, Xuzhou Jiangsu
Email: zhangmhyy@163.com

Received: Mar. 25th, 2016; accepted: Apr. 23rd, 2016; published: Apr. 26th, 2016

Copyright © 2016 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial International License (CC BY-NC).

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>.



Open Access

Abstract

Coal circular economy, on one hand, realizes the win-win situation in both economic and environmental senses by making full use of resources and reducing the emission; on the other hand, it extends the industrial chain and relieves pressure from economic demands and upgrades coal industrial structure. By summarizing the applications of 3R Principles, this article studies the development models of coal circular economy in depth, where circular economic charts of coal producers are made for which to be analyzed on four different levels, *i.e.*, enterprise, industry, region and society. Three industrial models of coal circular economy are compared. In the end, this article also makes some countermeasures and suggestions for the implementation of circular economy development mode and offers some references for the stable, healthy and rapid growth of coal circulation economy.

Keywords

Coal Circular Economy, 3R Principle, Development Models

煤炭循环经济发展模式研究

张孟豪, 龙如银

中国矿业大学管理学院, 江苏 徐州
Email: zhangmhyy@163.com

收稿日期: 2016年3月25日; 录用日期: 2016年4月23日; 发布日期: 2016年4月26日

文章引用: 张孟豪, 龙如银. 煤炭循环经济发展模式研究[J]. 可持续发展, 2016, 6(2): 110-120.
<http://dx.doi.org/10.12677/sd.2016.62015>

摘要

煤炭循环经济的发展一方面通过循环使煤炭资源得到充分利用,同时也减少了煤炭废弃物的排放,实现了经济与环境的双赢;另一方面通过循环形成了产业链的延伸与扩宽,从而减轻经济增长对煤炭的需求压力,并对实现煤炭产业结构升级具有重大的推动作用。因此,本文在总结了3R原则在煤炭循环经济中具体应用的基础上,对我国循环经济发展模式进行了深入的研究,结合发展模式图分析了企业、产业、区域、社会4个层面的煤炭循环经济发展模式的构建,并重点对比研究了三种常见的煤炭循环经济产业发展模式。最后,针对研究结论给出了煤炭循环经济发展模式得以实施的对策建议,为煤炭循环经济稳定、健康、快速的发展提供一些参考。

关键词

煤炭循环经济, 3R原则, 发展模式

1. 前言

煤炭循环经济是在能源需求与环境保护的双重压力下形成的。传统煤炭行业发展模式是以高投入、高消耗、高排放为特征,沿着“资源—产品—废物”的单线程发展的模式,煤炭在开发利用的过程中,产生了大量的尾矿、矸石、矿坑酸性水及二氧化硫废气,对土地、植被及周边环境造成了重大的破坏,不断加重环境负荷。我国煤炭远景储量5万亿吨,探明储量1.2万亿吨,居世界第三,在我国一次能源结构中占70%左右。煤炭在未来相当长的时期内作为主体能源的地位不会改变。随着环境问题的日益突出,循环经济在煤炭行业中得到了迅速的发展,这是一种有效的解决经济、能源、环境的可持续发展的新经济模式。这种产业经济增长模式以资源节约与环境保护为目标,以“低投入,高产出,少污染”为特征,以资源与废弃物的循环利用为核心的新型发展模式,对实现煤炭企业的绿色发展,环境保护,全社会的可持续发展具有重大意义。循环经济的煤炭发展模式,一方面通过循环使资源得到充分利用的同时减少了废弃物的排放,实现了经济与环境的双赢,另一方面形成了产业链的延伸与扩宽,对减轻经济增长对煤炭的压力及实现煤炭产业结构升级具有重大的推动作用。另外,煤炭循环经济的内生性经济效益可能产生新的经济增长点,其不断延伸的产业链具有较高的社会和环境效益。基于此,本文对煤炭循环经济的发展模式进行了深入地研究。

2. 煤炭循环经济发展模式的概念及指导原则

2.1. 煤炭循环经济的基本概念

所谓循环经济,是按照生态规律利用自然资源和环境容量,以资源的高效利用和循环利用为核心,以“减量化、再利用、再循环(资源化)”为原则,以低开发、低消耗、低排放、高效率为基本特征,以清洁生产和生态产业为发展载体,以可持续发展为根本目标的新型增长模型[1]。而煤炭循环经济,则是把循环经济思想引入煤炭行业的一个实践与应用,学界将其定义为:遵循矿产物质自身特征和自然生态规律,按其勘查、采选冶生产、深加工、消费等过程在系统内部以互联的方式构成物质、能量的闭环流动,与之依存的能量流、信息流内在叠加,达到与环境、社会等和谐发展的一个经济系统[2]。我们认为这一概念较好地反映了当前煤炭经济从粗放型生产向综合考虑经济和社会效益发展,并兼顾经济、社会、环境综合效益的追求目标,因此本文中拟采用这一概念的基本内涵和外延,展开研究。煤炭循环经济,集

中体现了污染预防与清洁生产的重要性, 重点突出了资源循环与变废为宝的理念, 是一种“资源-产品-循环-排放”的反馈式流程。从源头的减少矿物的开采, 到产品的清洁生产, 再到资源与废弃物的循环利用, 反映出了追求物质与能源利用最大化与废弃物产生最小化的原则, 实现了矿产资源的综合利用。

2.2. 煤炭循环经济发展模式的概念与分类

煤炭循环经济的发展模式, 即煤炭企业依托于产业链利用循环经济的方法所形成的物流、能量流、信息流的循环方式, 是对循环经济在煤炭行业发展的方法、途径、原则的高度概括。从范围上说, 广义的煤炭循环经济的发展模式可以分为三大类: 煤炭循环经济企业发展模式、煤炭循环经济区域发展模式和煤炭循环经济社会循环模式。煤炭循环经济企业发展模式是企业内部间的物质循环, 它要求企业纵向延长产业生产链条, 从生产产品延伸到废旧产品的回收处理及再生, 横向技术体系扩宽, 将生产的尾矿、矸石、瓦斯等废弃物变废为宝。煤炭循环经济区域发展模式, 是通过区域产业系统将产业内上、中、下游企业相连, 形成资源、能源、物质共享、互换的共生组合, 其主要形式为煤炭企业间的合作。煤炭循环经济社会循环模式是从整个社会层面对煤炭循环经济的定位, 将不再局限于煤炭的生产企业, 更包括煤炭的消费研究, 是对煤炭从生产到消费的系统的循环经济研究[3]。由于中国循环经济的发展尚处于起步阶段, 区域循环和社会循环的研究与实践均较为缺乏, 近些年来, 一些文章将煤炭循环经济产业发展模式作为煤炭经济发展模式的重点进行了深入的研究[4]-[9]。鉴于此, 本文后续也将重点对比研究煤炭循环经济产业模式的发展。典型的煤炭循环经济企业发展模式, 主要依托于技术进步, 以实现经济和环境双赢效果。主要可以分为三类: 主业深化模式(延伸产业链模式), 副业加强模式(扩宽产业链模式), 集中化或工业园区型模式(综合型发展模式)。

2.3. “3R”原则在煤炭循环经济发展模式中的应用

3R 原则具有重要的作用。3R 原则(the rules of 3R)即对废弃物的产生和污染排放, 要根据减量化(Reducing)、再利用(Reusing)和再循环(Recycling)三种思想进行数量的控制、降低生产总的经济与社会成本。3R 原则最早是英国动物学家 William Russell 和微生物学家 Rex Burch 在 1959 年提出的, 随后逐渐得到科技工作者认同, 被广泛采用。作为循环经济的基本原则在煤炭循环经济的发展中的应用, 首先, “减量化”原则主要是从输入端对煤炭的开采及洗选进行了控制, 减少了生产过程中的物质质量的浪费, 从源头上尽可能地节约资源、减少废弃物的排放量。具体在煤炭行业, 一方面通过技术创新的方式, 提高了原煤入选率, 洗煤率, “以矸换煤”, 尽可能地使煤炭的开采利用率最大化, 间接减少了煤炭资源的浪费, 减少了煤炭的开采量, 另一方面通过清洁生产的方式, 减少了粉尘、二氧化硫, 废水等污染物的排放, 以求达到资源投入最小, 资源利用最高, 资源污染最少的目的。其次, 再利用原则主要是从过程上对煤炭的生产进行了控制, 强调以延长产品及服务的利用, 以达到节约生产这些产品所需要的各种资源的投入。再利用原则在煤炭循环经济中集中体现在对水资源的循环反复利用上, 通过净水技术, 将清水和污水分开, 形成能直接使用的清水供矿工的生活需要, 污水进行循环反复利用供洗煤等生产环节需要。同时, 煤炭循环经济推动了煤炭与共伴生矿物元素如镓、铀、钒等的全面开放利用, 扩大了资源的开发领域, 反映出了循环经济的再利用原则。再次, 再循环原则是指对输出端进行控制, 要求产品开采与使用后的废弃物能够最大程度地变为资源, 变废为宝, 化害为利, 通过对废弃物的多次回收与再利用, 实现资源的最大利用与废弃物的最小排放。在煤炭循环经济中, 再循环原则得到了重要的体现。煤矸石作为煤炭产业产生量和堆积量最大的固体废弃物, 按照再循环的原则, 既可以和煤泥进行发电, 又可以和粉煤灰用来生产水泥或肥料。井下抽放系统回收的煤层气可以用作民营或工业燃料, 矿井中的瓦斯可以用来发电等。循环经济原则在煤炭循环发展模式中的具体应用见表 1。

Table 1. Application principles of coal circular economy
表 1. 煤炭循环经济原则应用

煤炭循环原则/煤炭循环流程	减量化	再利用	再循环
开采	清洁开采, 通过技术实现绿色开采, 以矸换煤	先进技术开采, 提高开采率, 共生矿物开采	煤炭直接地下气化开采, 开采过程中的瓦斯抽采发电
洗选	通过技术创新提高原煤入选率和洗选率, 减少矿石投入	水循环在洗选中的再利用	洗选后的煤泥、矸石发电
综合开发	水污染、空气污染、土地塌陷治理, 减少环境污染	共生矿物利用技术: 如电石、乙炔炭黑生产技术	余热、废水、废气、废渣的循环利用
深加工	通过技术手段提高贫煤矿的成煤率, 提升精煤和型煤产量	水循环再利用, 共生矿物产品再利用	废弃物无害化处理
综合利用	减少综合利用环节其他资源能源的投入量	延长综合利用环节产品的利用: 如矸石发电后再利用	废弃物发电技术, 矸石制砖制水泥, 炼铁、煤制新能源等

3. 煤炭循环经济发展模式分析

3.1. 煤炭循环经济企业发展模式

煤炭企业是煤炭循环经济发展的基础。推广煤炭循环经济, 对企业最基本的要求是按照上文所示的“3R”原则的具体应用进行生产实践。煤炭循环经济企业发展模式主要是通过绿色开采, 清洁生产, 技术创新的方法, 使企业提高资源的利用效率, 减少污染物的排放, 达到有限的矿产资源得到最大限度的利用的目的。在煤炭企业内部, 构建循环经济首先要在绿色开采和清洁生产上下功夫, 在此完成的基础上, 再针对三废排放的情况, 采取有效的措施加以综合利用。煤炭循环企业发展模式见图 1。

3.2. 煤炭循环经济产业发展模式

在煤炭行业的应用再循环原则, 必然产生产业链的纵向或横向的整合。由前文分析可见, 一个企业要想将循环经济变废为宝的能力用好, 就不得不就循环经济废弃物的特点进行产业链的整合。典型的煤炭循环经济产业发展模式, 主要依托于技术进步, 对企业自身经营结构的调整, 实现物质流、能流的闭合循环, 最终达到经济和环境双赢的效果。主要可以分为三类: 主业深化模式(延伸产业链模式), 副业加强模式(横向产业链模式), 全面推动模式(综合型发展模式)。

3.2.1. 主业深化模式(延伸产业链模式)

在煤炭循环经济中, 主业深入模式是一种重要的循环经济发展模式。其主要依托于煤炭及煤系共生资源的开采加工为主, 基于煤的生产加工, 转换利用的情况, 沿着煤的主要应用的产业链进行纵向的延伸, 在此基础上构建循环经济模式。常见的主业深化模式有两种: 煤-电-延伸型模式及煤-气/液化-延伸型模式。具体而言, 煤炭企业可以根据自身特点及市场需求, 有选择的从以下几个方面进行产业链的延伸: 煤-电、煤-电-电解铝、煤-电-焦化, 煤-电-冶金, 煤-电-建材、煤-气-化工、煤-液-化工等。图 2 是陕西煤化工集团的“煤电一体化→焦化工→精细化工”的循环经济主业深化模式[10]。

3.2.2. 副业加强模式(横向产业链模式)

副业加强模式是将煤炭生产中的副产品及固体废弃物作为循环要素, 以其为新产业链的开端进行延伸, 最终形成煤炭产业链的横向多元化。循环经济 3R 原则要求煤炭企业要大力推进副产品及固体废弃物的横向多元化产业延伸。因此, 为了促进煤炭循环经济的持续健康发展, 煤炭企业要结合自身及市场的

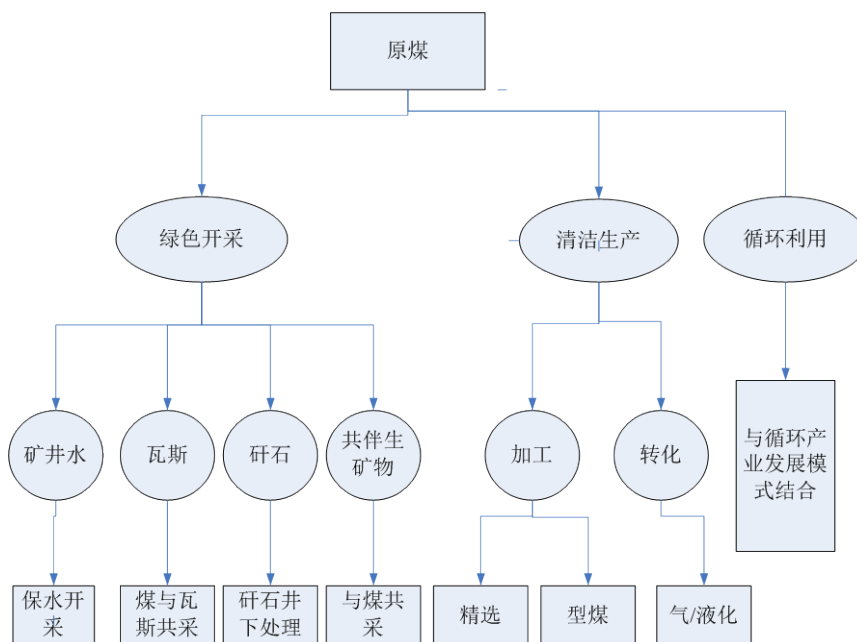


Figure 1. Enterprise development pattern of coal circular economy
图 1. 煤炭循环经济企业发展模式图

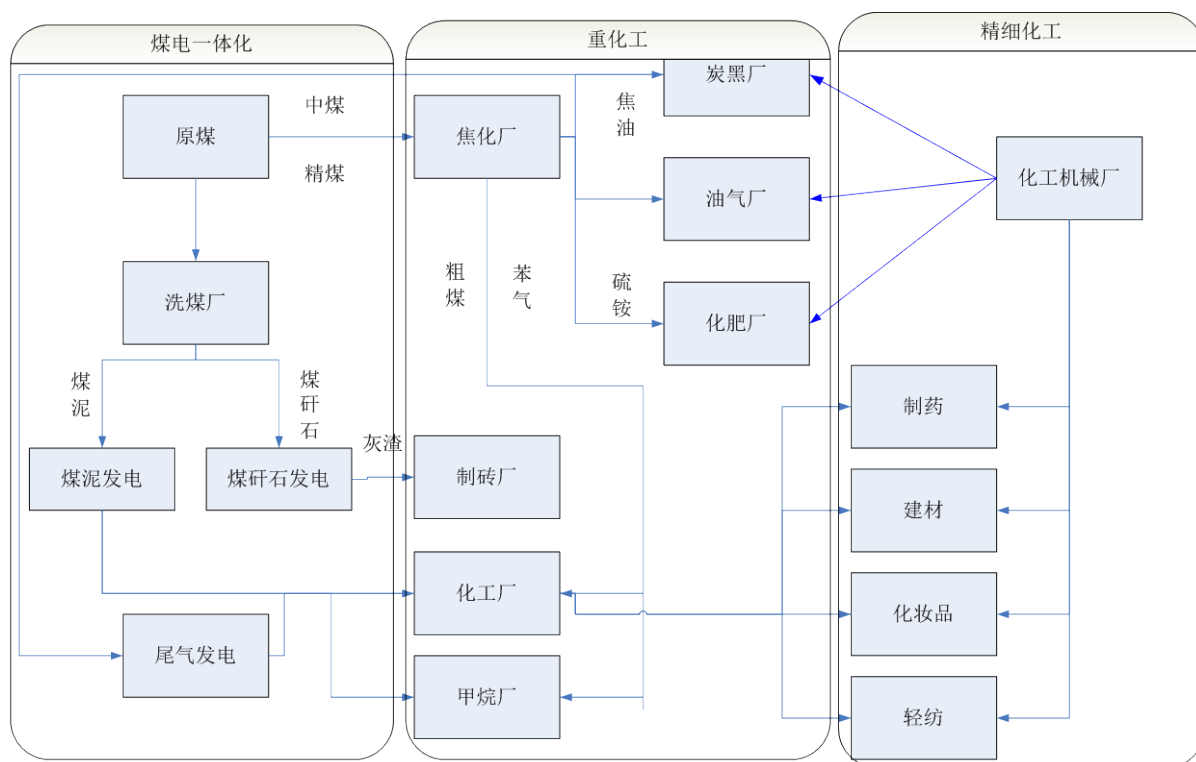


Figure 2. Shaanxi coal chemical group circular economy main business pattern
图 2. 陕西煤化工集团循环经济主业深化模式图

特点, 统筹全局, 加强对煤炭副产品及废弃物的多元化利用, 不断进行科技创新, 提升企业综合竞争力。常见的副业加强模式有: 煤矸石(煤泥) - 电 - 、矸石(粉煤灰) - 建材、煤矸石 - 填充(复垦)、煤矸石 - 制

砖、煤泥-水煤浆、粉煤灰-水泥, 瓦斯抽采-电, 煤基-油等。山西潞安矿业公司的“煤制工业硅-聚氟乙烯-高纯度多晶硅-太阳能电池”的煤炭循环产业模式就是副业加强模式的成功应用, 开创了煤制新能源型的主业深化新方向。河南超越集团合理利用采煤塌陷区, 建立养殖场、种植园及渔场, 通过煤矸石电厂为养殖场、种植园等提供电力, 养殖场为种植园和渔场提供有机肥, 种植园为养殖场和渔场提供饲料, 也是副业加强模式中的典型例子[3]。图3总结了超越集团的副业加强模式的具体内容。

3.2.3. 全面推动模式(综合型发展模式)

全面推动模式是既纵向延伸以煤为主要应用的产业链, 又横向扩展煤炭副产品及废弃物为主要原料的新产业链, 以实现纵向的深入整合, 提高产品附加价值, 同时形成煤炭产业链的横向多元化, 提高企业效益, 增加企业抗风险能力。单独的主业深化模式和副业加强模式都能促进煤炭循环经济的发展, 但全面推动模式是最符合循环经济的资源利用最大化和废弃物污染最小化的宗旨, 在煤炭循环经济的建设具有重要意义。山东新汶矿业集团秉承“产业是基础、科技是支撑”的思想, 以建设“资源节约型、环境友好型”的新型矿业企业为目标, 大力发展循环经济。新汶集团一方面大力推进原煤的深加工, 纵向延伸产业链, 另一方面开展煤副产品及废弃物的综合利用, 横向扩展多元化, 是全面推动模式的典型代表[11](见图4)。

3.3. 煤炭循环经济区域发展模式及社会发展模式

煤炭循环经济区域发展模式是一种基于产业链整合的发展模式。相比于一家煤炭企业参与的产业发展模式, 区域发展模式是一种以煤炭企业为主, 建立产业工业园区的发展模式。通过工业园区, 煤炭企业内无法消解的一部分废料、能量、副产品变成另一家或一些企业的原料或动力, 通过交换物质、能量和信息的共享, 实现了煤炭循环经济区域发展模式不同产业的生态耦合, 达到资源共享、副产品互换、废弃物再利用, 使资源得到循环使用、高效使用, 提高了能源和资源的使用效率, 降低了工业园区内企

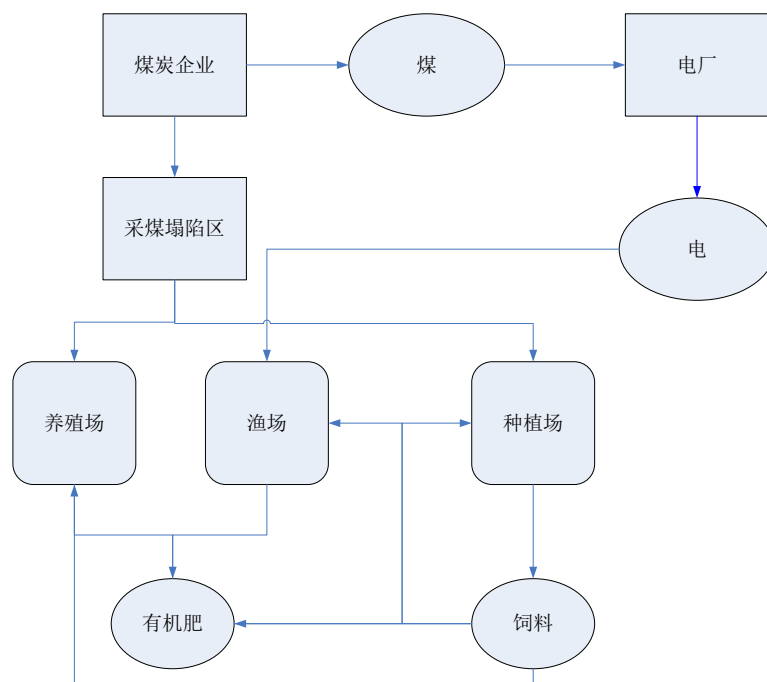


Figure 3. Coal-breeding/plant type circular economy sideline pattern

图3. 煤-养殖/种植型副业加强模式图

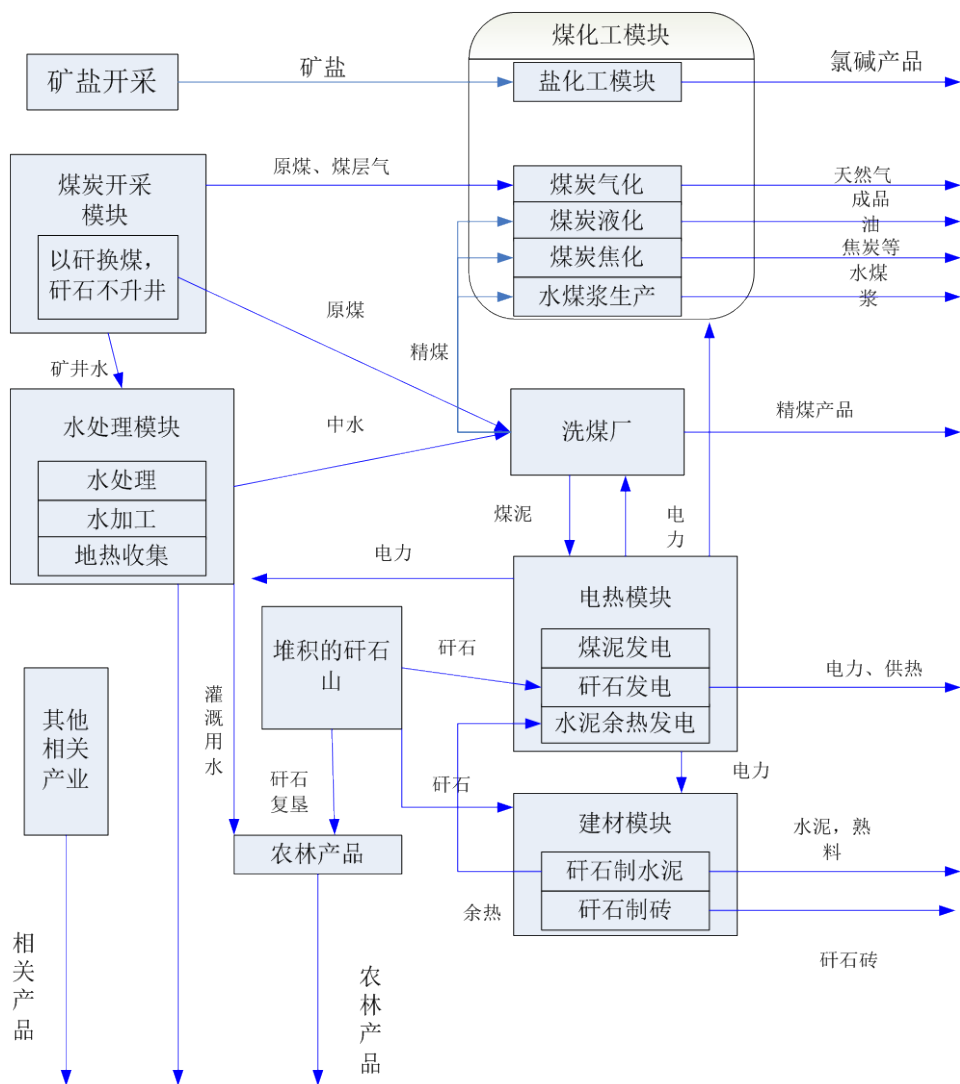


Figure 4. Xinwen group comprehensively pushing circular economy industry development pattern
图 4. 新汶集团全面推动型循环经济产业发展模式图

业的生产成本，提升了企业的经济效益，减少了对环境的污染。煤炭作为我国最主要的基础能源，其发展为下游产业提供了空间。煤炭企业又常常由于充足的资本、先进的技术、庞大的组织成为地方的龙头企业。因此，以煤炭企业为龙头，带动企业周边的其他产业共同发展的生态工业园区是未来煤炭循环经济的发展方向。

煤炭循环经济社会发展模式，是煤炭循环经济发展的最高层次，是将生产、消费、流通同时纳入的循环经济，不再是闭路的线性结构，而是网状链接的开路循环，是价值链与供需链、企业链、空间链的对接。煤炭循环经济社会发展模式更多的是从整个社会层面上系统地对煤炭的消费过程和消费后的物质和能量循环进行规划，以达到资源在社会总系统中的最大化利用，减少浪费和环境污染。注重材料生产、物资流通、产品消费全过程的循环与节约，促进生态经济社会的和谐发展，提高资源效率和环境效率。

在社会层面上，煤炭循环经济要求改变煤炭的消费结构，大力采用无烟煤和洁净煤的利用，同时推进二次能源和新能源的发展。在完善能源供应机制和清洁运输系统的基础上，积极调动全社会的力量，建立其煤炭循环经济社会体系，提高资源循环利用程度，改善生态环境。

总之，煤炭循环经济的发展是循序渐进的过程，是按照 3R 原则逐步完成企业→产业→区域→社会 4 层面的循环建设，达到物质流、能流、信息流的有机结合，最终形成完整的煤炭循环经济的系统工程。

4. 煤炭循环经济产业发展模式比较

4.1. 三种产业发展模式优缺点分析

4.1.1. 主业深化模式(延伸产业链模式)

1) 优势

① 依托于煤炭及煤系共伴生资源的开采加工为主，基于煤的生产加工，转换利用，主业深化模式具有非常明确的延伸方向，易于整体规划，便于煤炭企业进行产业整合。

② 由于沿着煤的主要应用的产业链进行纵向延伸，主业深化模式可以充分的利用煤炭企业的核心竞争力，发挥煤炭企业的自有技术及资源优势，使煤炭循环经济得到较快的发展。

③ 因企业的主产品煤作为原料进入延伸的产业链，节约了成本并增加了产品的附加价值，因此，该循环构建成本偏低，经济效益明显。

2) 缺点

① 产业链结构单一。

② 资源综合利用率低。

③ 环保优势不明显。

4.1.2. 副业加强模式(横向产业链模式)

1) 优势

① 副业加强模式将煤炭生产中的副产品及固体废弃物作为新产业链的开端进行延伸，形成了煤炭产业链的横向多元化，可以有效提升煤炭资源的循环利用率，便于挖掘循环经济潜力和寻找新的经济增长点。

② 副业加强模式有利于调整产业结构，实现煤炭产业结构优化升级，并提高了煤炭企业抗风险能力。

③ 煤炭企业采用副业加强模式发展循环经济可以产生较高的社会和环境效益。例如：河南超越集团将矿区周边的采矿塌陷地改建为水产养殖基地形成新的产业链，并将最终不能继续循环利用的固体废弃物直接排放到塌陷区，采用复垦工艺对塌陷区进行治理，使之成为可用于农林种植、建设用地等的土地资源。

2) 缺点

① 由于副业加强模式是就煤炭生产中的副产品及固体废弃物形成新的产业链，该循环经济发展模式需要先进的技术支持，例如利用煤矸石发电，煤泥制水煤浆，煤炭地下直接气化技术等都需要技术创新的突破。

② 由于横向多元化的发展虽然提高了资源的循环利用率，但相较于主业深化模式也增加了企业的运营成本。

③ 沿着横向多元化的发展，煤炭企业延伸方向不明，新的产业领域需要更多的技术、管理、经营人才。

4.1.3. 全面推动模式(综合型发展模式)

1) 优势

① 能够很好地结合主业深化模式和副业加强模式的优点，又快又好地完善煤炭循环经济产业链层面的建设。

② 全面推动模式是最符合循环经济资源利用最大化和污染最小化目标的发展模式，可以产生很高的社会和环境效益。

2) 缺点

① 全面推动模式在构建煤炭循环经济中，既纵向延伸产业链，又横向扩展新产业，成本较高，不适用于中、小型煤炭企业的初期发展。

② 全面推动模式对企业的组织、管理、技术、资本等方面有高的要求。

4.2. 三种产业发展模式选择顺序分析

煤炭企业可依据以下原则选择适合的发展模式。三种煤炭循环经济产业发展模式具有各自的优点，基本可以实现煤炭资源从开采→加工→消费→回收的循环利用，也能促使煤炭循环经济产业链的成功构建，但由于三种模式都有缺陷，煤炭企业应根据企业自身的特点，结合市场和外部环境要求，选择利于自身发展的模式。

首先，结合市场和外部环境原则。例如：在成本考虑为主的情况下，主业深化模式需要的经济成本较低；在煤炭市场不景气的时候，副业加强模式可以有效地抵御风险，在环境保护政策优先时，全面发展模式最为适宜。

其次，结合自身及周边的特点原则。例如：中小型企业不应优先选择全面推动模式，已开采程度较高的企业选择副业加强型模式可以更好地发展循环经济，集团型超大规模企业可以采用全面推动型发展模式，加快循环经济发展速度，抢夺煤炭循环经济发展先机。表 2 总结了一部分不同情景下三种模式选择顺序关系。

4.3. 产业发展模式总结

1) 煤炭循环经济产业发展模式是对煤炭循环经济企业发展的进一步完善，因此煤炭企业必须首先严格按照 3R 原则，做好绿色开发和清洁生产的工作。同时，无论是哪种产业发展模式都必须按照“3R”原则在煤炭行业的具体应用进行生产实践。

2) 三种煤炭循环经济产业发展模式的主要基础依赖于先进的技术。不管是在生产过程中尽量减少工业垃圾或废弃物，并使其用于再生产，还是创造新产品并开发原有物产新的使用价值，都需要以先进的科学技术为支撑。因此，无论选择哪种模式，技术创新应引起企业的充分重视。其中，煤炭绿色开采技术，先进洗选技术，低浓度瓦斯发电技术，矿井水循环回用技术，煤矸石煤泥发电技术，矸石换煤技术等是所有三种模式的技术基础。

Table 2. The order of three kinds of different model scenes

表 2. 三种模式不同情景的选择顺序

不同情景	主业深化模式	副业加强模式	全面推动模式
经济成本优先考虑下	1	2	3
环境污染治理优先考虑下	3	2	1
市场风险性较高时	3	1	2
技术壁垒较高时	1	2	3
循环经济构建速度考虑下	2	3	1
资源利用率优先考虑下	3	2	1
中小型企业	1	2	3

*1: 优先选择, 2: 可以选择, 3: 最后考虑, 优先度: 1 > 2 > 3

3) 煤炭循环经济产业发展是一个复杂的循环系统建设工程, 是有选择有步骤地发展循环经济。不管是哪种类型的产业链, 参与煤炭企业没有经济效益, 是不可能持续运营的, 已构建成功的循环经济产业链也不可能持续发展完善。因此不可盲目的选择发展, 要根据煤炭产业的产业链性质, 煤炭企业的自身特点及市场和外部需求统筹规划、按步发展, 以形成健康稳定的煤炭产业循环经济。

5. 煤炭循环经济发展模式总结与建议

我国煤炭循环经济的发展模式主要包括企业、产业、区域、社会 4 个层面的循环经济建设工作。所有的发展模式的基础都是 3R 原则在煤炭行业的具体应用, 都要依托于技术创新及政府政策的扶持。我国煤炭循环经济的发展模式能否在现实中逐步实施, 既需要企业自身的不断努力, 同时也离不开政府和社会各层面的帮助。只有全社会的共同努力, 才能形成煤炭循环经济健康、快速、稳定的发展。因此, 根据对煤炭循环经济发展模式的研究分析, 本文建议从以下几个方面完善煤炭循环经济的建设:

1) 在企业层面上, 煤炭循环经济的发展重点在绿色开采和清洁生产。企业应该按照循环经济原理, 充分考虑各种资源循环利用的成本, 规划设计新建生产项目的基础设施建设及布局, 组建研发机构、联合研发联盟(中心), 与科研院所、大学建立合作关系, 筹建实验室、建立行业工程研究中心以及各类技术创新组织。在生产过程中, 企业应选择遵循“3R”原则的生产工艺和技术体系, 煤炭资源通过技术链条和产业链实现物质能量的循环利用。

2) 在产业层面上, 煤炭企业要理解三种模式的优劣, 并根据自身的特点及市场和外部环境的需求选择合适的发展模式。在煤炭循环经济产业发展中, 技术创新是关键, 要大力发展煤炭循环经济产业链的关键技术和共用技术, 要以多种有效形式, 积极引进国外先进技术, 建立起包括污染治理技术、综合利用技术、废物利用技术、清洁生产技术及煤炭产业与其他相关产业的耦合共生技术等的技术支持体系。煤炭循环经济产业发展是一个复杂系统工程的动态发展过程, 必须对企业的资金状况、技术水平、市场占有率、成本收益率、人力资源管理等因素的影响进行综合考虑, 在保持经济效益的基础上, 通过循环经济建设实现产业链的优化与升级。

3) 在区域层面上, 煤炭循环经济的发展更多的是需要政府在政策上的支持。例如: ① 修订和完善煤炭产业政策, 为发展煤炭循环经济工业园区创造良好的法律环境。② 充分发挥经济杠杆效应, 对参与工业园区的企业进行优惠的财税减免、财政补贴或税前还贷等。建设矿区循环经济工业园区需要政府牵头, 合理布局, 通过创新的运行模式逐步形成一个综合集成的循环经济结合体。

4) 在社会层面上, 煤炭循环经济的法律法规有待进一步修订完善。政府应大力推广无烟煤和洁净煤的利用、推进二次能源和新能源的发展, 以达到改变煤炭的生产和消费结构的目的。同时, 政府应努力促使全社会增强发展循环经济的意识, 立足煤炭企业的实际, 通过财政对开展煤炭循环经济发展的企业给予政策优惠补贴, 对购置低污染设施的企业给予低息贷款, 对节能减排成效好、废物回收利用率高的企业给予税收减免, 通过加强政策引导, 健全管理机制, 全面统筹规划, 煤炭循环经济的系统将会进一步完善。

参考文献 (References)

- [1] 尚红云, 周生军. 循环经济发展评价与政策设计[M]. 北京: 中国财政经济出版社, 2008.
- [2] 赵淑英, 王鑫. 我国煤炭循环经济产业链发展模式研究[J]. 中国矿业, 2009(3): 52-59.
- [3] 陶志蕊. 我国煤炭业循环经济产业链的构建研究[D]. 成都: 四川省社会科学院产业经济学, 2009.
- [4] 卢振伟, 等. 矿业循环经济“5R”理论及应用研究[J]. 资源与产业, 2008(4): 70-73.
- [5] 袁锋, 李仲学, 李翠平. 我国煤炭循环经济发展模式探讨[J]. 中国矿业, 2010(7): 22-28.

- [6] Yuan, F., Li, Z.X. and Li, C.P. (2011) Analysis of and Countermeasures for Coal Circular Economy Developing Model in China. *Energy Procedia*, No. 4, 154-157.
- [7] Song, H.L., *et al.* (2011) Empirical Study of Coal Industry Circular Economy Park. *Applied Economics*, 353-358.
- [8] 左铁镛. 对我国煤炭行业发展循环经济的思考[J]. *煤炭企业管理*, 2009(11): 13-14.
- [9] 仵琳丽. 煤炭产业发展循环经济的模式及对策建议[J]. *金融经济*, 2013(2): 31-33.
- [10] 齐建国. 中国循环经济发展报告 2011-2012[M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2013.
- [11] 梁钰. 煤炭循环经济发展模式的研究[D]. 北京: 中国矿业大学, 2008.