

企业间资源耦合：低碳经济发展的有效途径

——以武汉市青山区工业企业为例

刘家海

(1.华中师范大学 管理学院, 湖北 武汉 430079; 2.中国石化武汉分公司, 湖北 武汉 430082)

摘要：企业间资源耦合是一种用系统理论指导资源优化利用的思想。资源耦合的价值模型表明：耦合后的资源会出现价值的增值，也带来政府税收和社会环境的效益。资源耦合的动力主要基于耦合价值的增值、政策的支持与约束。武汉市青山区工业企业资源耦合实践证明：在显著降低二氧化碳排放和其它污染物排放总量的同时，也可以给企业带来较好的经济效益。由政府引导，以企业为主体，将视野从企业的局部转向区域的大系统，推动企业间资源耦合，是低碳经济发展的有效途径。

关键词：企业；资源耦合；武汉；低碳经济；工业企业；实证分析

DOI：10.3969/j.issn.1001-7348.2010.22.026

中图分类号：F270

文献标识码：A

文章编号：1001-7348(2010)22-0107-05

0 引言

2009年12月哥本哈根联合国气候变化大会结束以来，二氧化碳减排指标与低碳经济发展的概念对我国的普通公众形成了强烈的观念冲击。很多人开始认识到，高能耗、高排放的经济发展模式，已不宜再成为我国今后的发展模式。我国政府在“共同但有区别的责任”原则的指导下，制定了到2020年单位国内生产总值的二氧化碳排放强度下降40%~45%的目标。当经济发展到一定阶段，在相同的时间跨度内，要实现这一减排目标是非常艰难的。二氧化碳的减排目标将约束我国经济和社会的发展。低碳经济概念的提出，缘于对全球气候变暖的原因的科学判断和预测。低碳经济是低碳发展、低碳产业、低碳技术、低碳生活等一类经济形态的总称，以低能耗、低排放、低污染为基本特征。低碳经济的实现在于提高能源的利用效率，调整能源消费的结构，发展非化石类的太阳能、生物质能源等，促进产品的低碳开发，减少温室气体的排放，维持地球的生态环境的平衡^{[1][2]}。未来20~50年间，我国必须在工业化发展和温室气体减排之间寻求平衡。从国际政治的角度来看，国际社会特别是西方发达国家要求我国承诺更多的温室气体减排义务，我国在温室气体减排方面遇到的国际政治压力将会越来越大。要树立国际社会负责任大国的形象，我国必须走低碳经济发展之路^{[3][4]}。

2007年我国工业企业消耗的能源占全国总能源消耗的71.6%以上，而钢铁、有色、建材、化工、轻工、纺织等重

点能耗大户又占工业终端能耗的约70%^[5]。2005年，我国的能效效率水平约为36%，比世界先进水平约低8个百分点，相当于欧洲20世纪90年代的水平。因此，企业应承担节能减排的主要责任，它们是低碳经济发展的主体。企业的节能减排既是企业发展应承担的社会责任，也是降低成本、提高市场竞争力的需要，同时也是在宏观发展环境下完成政府考核指标的需要。近10年，在我国企业内部，资源与能源的有效利用、新技术推广与节能改造的投入等方面都取得了长足的进步，但单个企业作为社会生产大系统中的一个子系统，资源与能源的利用如只在企业内部循环和利用，则效率上必然会受到系统边界条件的约束，技术经济指标就会在发展中遇到瓶颈。依据系统理论，大系统中的子系统间可以相互作用，作为子系统的个体企业，可以在一定范围内横向寻找合作与互补的资源，从而在原有的节能减排水平上，跃上一个新的平台。本文结合武汉市青山区工业企业的实践，从企业间资源利用的机会寻找、价值形成机理、资源增值价值的实现、政府职能的发挥等方面展开分析，提出低碳经济发展的另一条有效途径——企业间资源耦合。

1 资源耦合的价值模型

价值反映的是客体满足主体需要的某种功能或功效。资源的价值首先决定于它对人类的有用性，其价值的大小决定于它的稀缺性和开发利用条件^[6]。资源对人类的有用性是其具有价值的基础，在企业内部流动和使用的资源(本

收稿日期：2010-07-15

作者简介：刘家海(1966-)，男，湖北洪湖人，华中师范大学管理学院博士研究生，中国石化武汉分公司教授级高工，研究方向为政府职能理论与实践、循环经济、能源规划。

文指物质和能源)在其子系统中有其原有的价值。如果考虑其在区域企业内的流动和交换,则其价值将发生变化,其价值除了本身的自有价值外,还表现出对经济活动、社会和环境带来的影响。这种影响首先是两个子系统之间的影响,可能是积极的,使原有的价值提升,也可能是负面的,对生态与环境造成不利影响。企业之间基于各自利益的需要,在资源利用上的相互交换和互为供需关系,称为资源的耦合。耦合,本是一个物理学的概念,指两个或两个以上主体之间的物理关系,它们相互作用、相互影响,最后发展为相互依存、相互促进的关系。企业一旦对资源互为供应,融入到生产必须环节,在一定程度上形成相互依存的耦合关系,则耦合资源就突破了一般的市场交换关系。在合作的过程中,资源已经提升了其在一般市场条件下的价值,使得双方或多方都在资源的新增价值中获益,激发企业间合作的动力。同时,资源在企业间流动,必然与环境发生交互作用,这是经济活动带来的外部性影响,形成环境影响价值的变化。资源流动对环境造成破坏,则环境价值为负;资源的利用效率提高,对环境的污染降低,则环境价值为正。要使资源在企业间流动起来,一般需要增加服务于资源交互的设施,以促成资源互供,于是出现了投资的机会成本问题。资源的流动还会影响政府的税收,如交易过程中税收的变化。

企业间资源流动形成的资源的整体价值应是一种耦合价值(V),是由资源在原企业中的原始价值(V_o)、耦合后的增加价值(V_r)、投资的机会成本(C)、税收价值(V_t)、环境价值(V_e)相互作用形成的新的价值。对于企业间资源耦合形成的新的价值,有如下的等式关系:

$$V = V_o + V_r - C + V_t + V_e \quad (1)$$

在企业间资源耦合的新的价值中,对于企业和社会,我们将等式(1)分解为企业与政府在资源耦合行为中的价值变化:

$$V_c = V_o + V_r - C - V_t + V_e \quad (2)$$

$$V_g = V_t + V_e \quad (3)$$

其中, V_c为资源耦合后在企业的总价值, V_g为资源耦合后的外部性总价值。

分析耦合价值模型的 3 个等式发现,要推动企业间资源的流动,从而达到系统优化,并使参与资源互供的企业有内在的商业利益的驱动力,必须满足以下条件: 企业间资源的耦合要以 V > V_o 为基础,即耦合后总价值要大于原始价值; V_c > V_o, 即 V_r - C - V_t > 0, 企业要在经济利益上获利; V_g > 0。 , 耦合对社会和环境影响是有利的, 即外部性价值为正。

在总的耦合价值大于资源的原始价值的前提下, 税收对企业和社会的影响具有零和效应, 可以作为调整企业与政府利益的一个手段。如果耦合后企业的价值增量(V_c - V_o) 不足以吸引企业的投资, 则政府可以通过税收的减免或其他的政策补贴来推动企业间的合作, 从而实现对整个社会价值增加有利的目的。循环经济与再生资源利用的有关税收优惠政策的出发点也是基于此。对政府而言, 除了关注

V_g > 0 之外, 更重要的是要通过促成企业资源的耦合, 实现对环境的贡献价值 V_e > 0。

随着环保标准的提高和碳税的实施, 资源耦合对企业带来的环境价值 V_e 将变得越来越重要, 甚至将起到主要作用。在现阶段, 因资源耦合而减少的二氧化碳排放所带来的经济效益可以参照清洁能源发展机制(CDM)中碳的交易价格来测算; 同时, 也应考虑将来可能实施的二氧化碳税赋成本。当然, 在耦合的过程中, 可能还有其它污染物如二氧化硫、烟尘等的减排。政府在节能减排方面推出的税收政策, 可能成为推动企业资源优化利用的主要压力和重要动力。

然而, 区域内企业间的资源, 即使同时满足模型的 3 个等式的要求, 并且有政府的税收政策的激励, 甚至是奖励政策的扶持, 企业间的资源耦合也不会总是被企业家重视。这既有改变现有生产方式带来的阻力, 也有对投资机会成本的判断风险问题, 有时还受到企业间空间距离的限制、资源匹配的时序上的约束等。因此, 企业间资源的耦合价值模型还有如式(4)所列的约束模型:

$$B(x_i) \leq 0, \quad x \text{ 为约束条件}, \quad i=1, 2, \dots, n \quad (4)$$

其中, x_i 表示政策约束、总量排放指标、空间距离、时间等因素。

在低碳经济发展的初始阶段, 企业更关注自身的利益, 但在减排发展的压力和背景下, 企业的社会责任增加, 会有更多的企业既关注自身的经济利益(V_c), 也关注资源的环境价值(V_e), 在经济和社会发展的同时, 更加注重资源的有效利用。政府为推动低碳经济发展而提出的系列控制性指标, 指导企业在向低能耗、低消耗、高效率、低污染方向发展的过程中应有具体的作为, 基于资源综合、节能减排的经济动力不够的现状, 通过限制总量排放、加大征收相关的污染税、在新建或改扩建项目上设置先进能耗和排放指标等措施, 以新带旧, 促使企业寻找有效利用资源的途径。

2 实证分析

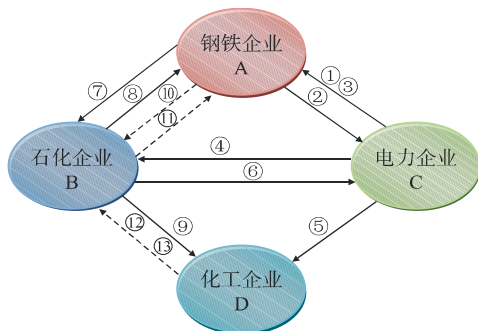
2.1 概况

武汉市青山区是一个重化工区, 2009 年已被确定为第二批国家循环经济试点产业园区。该区的工业企业在发展中逐步形成规模, 产业的关联度较高, 包括钢铁、电力、石油化工、精细化工、建材等。石油化工与电力企业在建厂时的首要任务之一是为钢铁企业提供燃料和电力的保障, 但在后续发展中, 企业内部的资源和能源的利用自成体系, 在主要资源上的依存关系逐步减弱。在新的发展时期, 节能减排的要求进一步提高, 挖掘企业内部的潜力已有相当的难度, 而且, 环保等相关标准的约束使得企业新的扩张发展遇到了瓶颈, 促使企业把目光转向外部, 寻找可支持的资源。区内的 3 家骨干企业都属特大型的国有或国有控股企业, 在各自的行业内属规模以上企业。钢铁企业(企业 A)年钢产量 1 000 万 t 左右, 石油化工企业(企业 B)有 800 万 t/年的炼油能力、电力企业(企业 C)的装机容量达

1 400MW, 3 家企业无论是在工业生产产值、税收方面还是在利润方面, 在武汉市都是举足轻重的。但是, 其能源消耗与污染物的排放总量在武汉市也占有相当大的比重, 而且超过了其在经济上的贡献。企业 A 的用电负荷甚至达到武汉市用电总量的 1/3 以上。另外, 还有一家以石油化工低端产品作原料生产高端聚合物原材料的化工企业(企业 D)。以上企业在发展过程中, 自发形成了一些资源和能源的合作, 如企业 A 为企业 C 提供循环水, 而企业 C 为企业 A 提供电力和蒸汽; 企业 B 为企业 A、D 提供燃料油等。在近几年探索区域循环经济的试点中, 经过政府的引导, 企业间信息的交流和互信得到了加强, 企业间资源的利用达到了一个新的水平——资源耦合。

2.2 区域企业资源的耦合链

区域内代表性的 4 家企业在资源利用上的耦合关系, 如图 1 所示。



—— 已实施和正在实施 ----- 经论证将来可实施
图 1 4 家企业在资源利用上的耦合关系

目前已形成的耦合链有：电力企业 C 向钢铁企业 A 供蒸汽, 240h/t；钢铁企业 A 向电力企业 C 供循环水约 5 万 t/h；电力企业 C 循环水使用后部分返回钢铁企业 A 梯级利用约 4.5 万 t/h；电力企业 C 向石油化工企业 B 供蒸汽, 130 h/t；电力企业 C 向化工企业 D 供蒸汽；石化企业 B 向电力企业 C 供燃料油和石油焦；钢铁企业 A 向石化企业 B 供高纯度的氮气；石化企业 B 向钢铁企业 A 供燃料油；石化企业 B 向化工企业 D 供高含芳烃的重油。

论证可行而将来可实施的耦合链：钢铁企业 A 向石化企业 B 提供氢气；石化企业 B 向钢铁企业 A 提供燃料气；化工企业 D 向石化企业 B 提供提取了芳烃后的优质石油加工原料；石化企业 B 处理化工企业 D 的生产废水。

以上这些耦合链的构成, 大多是企业在自身发展壮大的过程中基于自身利益和需要形成的, 与丹麦的卡伦堡生态工业园区的发展有相似之处。区域内还有一些以钢铁企业和电力企业矿渣、煤粉灰等废弃资源为原料的建材企业, 资源的循环利用和废弃物的减量化得到了很好的发展。随着我国循环经济促进法的实施和对低碳经济发展模式重要性的认识的提高, 地方政府看到了在武汉市青山区发展循环经济的必要性和有利条件, 进而搭建平台, 推动企业间的合作, 促成了其中几条资源耦合链的成功对接。

2.3 资源耦合经济和减排效益分析

武汉市青山区几家重点工业企业资源相互利用积极性

的提高、利用层次的提升, 首先可从经济利益上找到动因。这里, 重点分析已实现的蒸汽、氮气资源耦合链及将来有利用可行性的氢气资源。

2.3.1 蒸汽耦合链

能源是有品质上的差异的, 能源的合理利用需要系统性的优化。按照梯级利用的原则合理规划能源, 才能实现最高效的利用。国内的电力企业一般是以煤炭作为燃料资源, 通过燃煤锅炉生产高压蒸汽, 蒸汽推动透平机组发电。不同压力和温度等级的蒸汽的热值不同, 不同等级的蒸汽的发电效率差异非常大。低压力等级(1.0Mpa 以下)的蒸汽与高品质的蒸汽具有同样的热焓值变化量, 但发电的效率却相差巨大, 低压力等级蒸汽发电效率甚至不及高压蒸汽的一半, 并产生大量低品质的热源, 而且需要循环水去冷却, 造成低温位热源的排弃。因此, 热电联产——在发电的同时考虑供热, 是电力企业必须要面对的一个问题。由于企业区域地理位置的限制, 电力企业想通过提高外输供热来提高发电的效率, 但往往缺乏有效的用户, 所以, 常见的方式是向社区的生活区供暖或供冷, 这既受用量的限制, 也受季节的限制。青山区工业企业的集聚, 为电力企业 C 热电联产提供了非常好的外部条件。企业 C 要实现企业的发展, 实现节能减排, 就需要扩大规模, 并提升各类技术与环保指标, 就必须找好可以利用低压蒸汽的热源用户, 实现“以热定电”的生产方式。钢铁企业 A 生产工艺的需要为电力企业 C 的低压蒸汽奠定了一定的基础, 但仍不足以满足电力行业新标准和效率的要求。同时, 对于扩改项目, 国家环保部对二氧化硫、氮化物、粉尘提出了更高要求, 而不仅仅是原工艺和规模下的简单核减, 所以, 必须应用新的技术和措施使新上项目满足国家审核标准的要求。电力企业 C 周边的石化企业 B 的发展, 增加了蒸汽供热的需求。不同行业对蒸汽的功能需求不一样, 而不同功能的蒸汽的成本是不一样的。基于空间位置、资源需求时间等条件的契合, 石化企业 B 与电力企业 C 通过政府相关部门的牵线, 找到了很好的合作机会, 电力企业 C 为石化企业 B 提供蒸汽, 发电效率大幅度提高, 等热量的蒸汽的利用价值高于原发电价值; 石化企业 B 购买电力企业 C 的蒸汽成本, 低于企业自建锅炉的综合成本, 石化企业节约了 4 亿多元的投资, 该项目使得电力企业的平均热效率达到 55.59%, 热电比达到 56.1%, 向周边企业供热时其发电标煤耗为 281g, 无供热状态下则为 330g, 资源合作对双方带来的效益在 1 亿元以上。石化企业 B 利用电力企业 C 低温位的 130t/h 的蒸汽, 使得区域内每年减少二氧化碳排放达 30 万 t 以上, 更重要的是减少二氧化硫的排放达 550t 以上, 使电力企业 C 申请核准发展的扩能改造项目达到了国家发改委对减排总量的要求, 项目才得以核准, 并带来了良好的社会和环保效益。此种基于能源高效利用的合作, 实现了双方的共赢, 主要原因不是一方的让利, 而是低品质的蒸汽由原生产流程中的发电用途转化成了石油加工企业工艺过程的用热需要, 能源的利用效率从 20% 左右提高到 90% 左右, 此间的差值即资源耦合的经济增加价值 V_r ,

这是企业寻找并实现资源耦合的本质动力。在耦合的过程中,资源的增加价值被发现。考虑电力企业 C 给钢铁企业 A 提供了 240t/h 的蒸汽,电力企业 C 在蒸汽供热方面的效益更加显著。另外,循环水还实现了在电力企业 C 和钢铁企业 A 之间的循环梯级利用,减少了取水量和污水的排放,有很好的环保效益。

依据价值模型分析,此项目原始的动因在于政府对环境价值 V_e 的关注和相关行业指标的约束,设定了必须减排的总量指标和发电供热比例。青山区电力企业 C 的扩能虽然是“上大压下”,减少了二氧化硫、粉尘的排放,采取了新技术并达到了国家的最新排放标准,但其在电力行业的一个重要指标——热电比不达标,这迫使其需要不断地寻找供热的用户,这种由外部条件施加的压力,在低碳经济的发展模式下,也是必须的,它同样可促成资源和能源的高效利用,使社会和环境受益。

2.3.2 氮气耦合链

钢铁企业在生产工艺中需要大量的氧气,企业 A 的制氧能力达到 20 万 m^3 ,而对于高纯度的氮气,除生产中有一部分需求外,其大量地作为副产品排放到大气中约 30 万 m^3 。石油化工企业则需要大量的高纯度氮气,在企业作为一个单独的子系统时,绝大多数的石化企业都有空气分离装置生产氮气,其分离产生的氧气作为副产品外卖,市场情况不好时则向大气排放。在相互独立的企业内部,如果没有企业间的沟通,就不会发现这种对企业内部合理、对企业间大系统非经济性的生产方式。通过信息交流、合作谈判,钢铁企业 A 向石化企业 B 供应氮气,石化企业 B 停掉生产氮气的空气分装置,一年可减少电力消耗 2 000 万 kWh 以上,折算成二氧化碳的减排量也有近 2 万 t。企业 A 废弃的资源得到了更好的利用,双方在经济上都受益,间接减少了社会能源消耗和碳排放,对企业间的指标有较大的贡献。

2.3.3 氢气耦合链

氢气的利用是钢铁企业与石化企业资源耦合链上非常有效益、前景很好的一个方向,国外有工业园区已实现了此耦合。氢气是石油化工企业非常重要的一种二次资源,需要从化石能源中通过裂解或气化等反应获取,不仅要在原料上消耗化石能源,而且制取过程的能耗也很高。在未来的石油产品的清洁化生产中,氢气将成为越来越重要的物料,而且成本会进一步提高,目前的成本已达到一万元/t。在钢铁企业的生产体系中,会消耗大量的焦炭,并伴生有大量的焦炉煤气,其中含氢量在 60%左右。以往钢铁企业的高炉煤气、转炉煤气、焦炉煤气由于规划不匹配和利用技术的限制,除满足生产燃料需要和部分社区需要外,多余的不平衡量采取了燃烧排放方式,既污染环境,也浪费能源。最近,随着技术的发展,这类低压的煤气有了新的利用渠道,即通过燃气透平 CCGT 发电,其中,氢气也只是用作燃料。作为一种高热值的燃料,单位质量的氢气低热值发热量相当于天然气的 2.2 倍左右,但单位体积的热值很低,不到天然气的 1/3。目前,石油化工企业制氢成本最

低的方式是煤气化工艺,而如果从钢铁企业的焦炉煤气中分离出氢气,其成本只有石化企业的一半左右,约为 4 000 元/t 氢。目前,两家公司的生产规模在对氢气资源的匹配上,900 万 t/年加工能力的钢铁企业可提供氢气约 6 万 t/年^[7],如充分利用则可以生产更多,完全可以满足 800 万 t/年加工能力的石油化工企业对氢气资源的需求,而且两家企业相距只有不到 2km。如果钢铁企业 A 为石化企业 B 提供工业氢,石化企业 B 按等热值的原则为钢铁企业 A 提供燃料气,则本着互信、合作共赢的指导思想,双方在利用良好的氢气资源方面,一定会取得较好的经济效益和社会效益,同时可做成钢铁和石化企业资源高效利用的示范项目。中国工程院已有多名院士关注此类合作的前景。这条耦合链的实施,将会使清洁的氢气资源用于高价值的生产过程,而仅需热量的钢铁企业可以用石化企业提供的其它燃气替代氢气作为燃料资源。如果 1 000 万 t/年加工能力的钢铁企业和 800 万 t/年加工能力的石化企业成功合作,则会减少燃料的消耗 7 万 t/每年,减排二氧化碳 25 万 t/年。

此项目的技术和现实条件都经历了充分的论证,是可行的,主要影响因素是投资的机会成本问题。由于涉及对钢铁企业使用煤气高炉燃烧器等系列的改造,投资成本较高,如果是新规划的项目,则这一部分的投资将大幅度下降。如果碳排放的压力进一步增加,则配以相关的政府政策的支持,就完全可以实施并尽早获得经济效益和社会效益。在新的工业园区的规划中提前考虑,合理布局,将使整改园区具有更强的竞争力,国外已有成功的先例。对于行业间资源的耦合,钢铁企业与石油化工企业有广泛的合作空间,国内的化肥企业与炼油企业氢气资源的耦合也取得了显著的经济效益和社会效益。

以上仅从 3 条资源耦合链,分析了企业间的资源耦合带来的经济效益和环保效益,在其它的几条链中也有相似的结果,不再一一讨论。

在讨论资源耦合可能性的同时,我们也应注意到,资源耦合的实现受模型中式(4)的约束。物质的传输需要合理的方式,并产生相应的成本。对于物理介质,目前最经济的方式莫过于管线的输送,而且有些介质必须要管线输送,如蒸汽、水等。在武汉市青山工业区,由于相邻企业间空间距离不远,基本在半径 4 km 以内,属管线输送的经济范围,具有可行性。如果空间距离太远,则路由损失、输送成本、征地、项目投资等因素会成为企业间资源耦合的约束条件。约束条件的另外一个方面,就是项目的核准条件或下达的减排总量,在对企业资源的优化利用增加压力的同时也带来动力。如果企业控制污染物排放总量的措施和现有的技术水平无法满足核准和考核指标的要求,则必然促使企业寻求大系统优化的出路。在大系统中,要素的整体功能大于其在子系统简单加总,这也是利用系统理论解决低碳经济发展模式的重要途径之一。

资源耦合实际上是如何高效利用资源和能源的问题。低碳经济发展模式,必须追求资源的高效利用,创造更高的经济效益。资源和能源的合理利用依赖于技术创新,同

时管理和制度上的创新也必不可少。对工业项目的规划，一定要以区域的资源和能源的系统优化为指导，以先进的梯级用能理论为基础。

3 结束语

低碳经济的发展模式需要全社会的参与，作为主体之一的企业要发挥骨干作用。实现低碳发展的途径有很多种，企业从关注内部的节能减排、能源优化，转向在区域范围内寻求资源耦合，从而达到企业、政府和自然环境的共同受益，是一种利用系统性思维谋划低碳经济发展的有效模式。企业是高效利用资源的主体，要通过技术创新和管理创新，寻找资源与能源高效利用的途径，善于从经济环境发现资源价值增值的机会。资源在区域的高效流动，需要政府引导，比如建立信息交互的平台，而政府的牵线搭桥也会增加企业间的信任度，减少对风险的顾虑。政府引导的另一个重要职能是制定相关的推动政策。在资源耦合链的促成上，政府也是主体之一，可以给予税收减免或资金支持，同时也要设置限制高碳经济发展的门槛，增加碳排放的成本，合理核定企业污染物的排放总量，给企业增加

寻求高效发展的外部压力，使企业间资源通过耦合关联，朝社会效益最大化的方向良性发展。

参考文献：

- [1] 杨春平. 循环经济与低碳经济的内涵及其关系 [J]. 中国经贸导刊, 2009(24): 21.
- [2] 庄贵阳. 中国低碳经济发展的途径与潜力分析 [J]. 太平洋学报, 2005(11): 79-87.
- [3] 黄栋, 李怀霞. 论促进低碳经济发展的政府政策 [J]. 中国行政管理, 2009(5): 49.
- [4] 付允, 马永欢. 低碳经济的发展模式研究 [J]. 中国人口·资源与环境, 2008(5): 17.
- [5] 吴滨. 工业碳排放及能源消耗研究 [J]. 南京工业大学学报: 社会科学版, 2010(3): 25.
- [6] 樊奇, 刘恩举. 矿产资源耦合价值 [J]. 工业经济, 2006(5): 124-126.
- [7] 胡长庆, 张春霞, 殷瑞钰. 新一代钢厂煤气利用模式和生态化转型设想 [J]. 钢铁, 2008(5): 86.

(责任编辑：万贤贤)

Resources Coupling among Enterprises: An Effective Way to Develop Low Carbon Economy

Liu Jiahai^{1,2}

(1. Institute of Management, Huazhong Normal University, Wuhan 430079, China;

2. Sinopec Group Wuhan Branch, Wuhan 430082, China)

Abstract: Resource coupling among enterprises is an idea of optimal use of resources which guided with the system theory. The resource-coupling-value model indicates that resource coupling can bring value-added, increasing of government tax and benefits of social environment. The resource coupling motion is mainly based on value-added, policy supports and restraints. The resource coupling of the industrial enterprises of Wuhan Qingshan District proves that it not only brings a significant reduction in carbon dioxide emissions and other pollutants emissions, but also gives enterprises a better economic efficiency. It is an effective way to develop low-carbon economy that government guidance to enterprises as the mainstay, the focus shifts from the company's local area to systems, and promotes resource coupling among enterprises.

Key Words: Enterprises; Resource Coupling; Wuhan; Low Carbon Economy; Industrial Enterprises