

·环境管理·

资源型城市典型矿产资源物质流分析

——以安徽省铜陵市为例

Substance Flow Analysis on the Key Resource of Resource based Cities ——Taking Tongling City in Anhui Province as Example

王义琛, 吴小庆, 王 远, 万玉秋, 朱晓东, 陆根法

(南京大学环境学院 污染控制与资源化研究国家重点实验室 南京 210093)

摘要 通过对铜陵市支柱资源铜矿的铜元素物质流进行实证分析, 得出铜陵市铜矿资源的综合利用率和循环率都达到了较高水平, 但存在自给率偏低的限制因素, 需要采取综合措施予以改善。

关键词 资源型城市 元素物质流分析 铜矿 铜陵市

Abstract This article takes Tongling City in Anhui Province, one of China's typical resource based cities, as a study objective, conducts an empirical analysis on substance flow of copper resources. It's revealed by the analysis that the comprehensive utilization rate and recycling rate have reached a relatively high level, however, self-sufficiency rate is relatively low, and needed to take further measures.

Key Words Resource Based Cities Substance Flow Analysis Copper Tongling

资源型城市是一具有典型意义的区域经济系统, 由于工业系统中物质输入大多直接来自本区域经济系统, 且其主导产业普遍以污染物排放和资源消耗较大的资源加工业为主, 因此, 资源型城市经济系统的物质代谢与本区域经济发展、生态环境的联系相比一般城市经济系统更为密切。为此, 开展资源型城市及其支柱矿产资源的物质代谢规律研究, 分析资源型城市经济增长和资源环境压力的相互关系等方面的研究将对当前我国为数不少的正面临着发展瓶颈的资源型城市发展循环经济、实现产业结构优化调整具有重要理论指导意义。

物质流分析(Material Flow Analysis)是由 Ayres

and Kneese(1968)根据质量守恒定律, 将经济学与热力学联系起来, 建立发展起来的^[1], 指在一定时空范围内关于特定系统的物质流动和贮存的系统性分析或评价。按研究对象区分, 物质流分析可分为区域经济系统物质流分析(EW-MFA, Economy-Wide Material Flow Analysis)和元素物质流分析(SFA, Substance Flow Analysis)两类。元素物质流分析是通过在一个国家或一个地区范围内, 对特定的某种物质(如铝、铜等)进行工业代谢研究的有效手段^[2]。欧美发达国家在此方面进行了许多有价值的研究工作。Loebenstein^[3]利用原料和能量流动分析研究了砷在美国的流动。Kleijn等^[4]全面地研究了瑞典的PVC流动及库存状况。

收稿日期: 2010-06-20

基金项目: 国家自然科学基金项目(40701063)资助; 安徽省科技重点基金项目(07020304097)资助。

作者简介: 王义琛(1986-), 女, 硕士研究生。研究方向: 环境规划与管理。

Sundin 等^[5]对英国在纸张消费方面的物质和能量流动状况进行了分析, Hansen 等^[6]阐述了丹麦关于物质流分析的经验, 美国耶鲁大学的产业生态中心(Center for Industrial Ecology)对全球及部分国家铜循环做了一些研究^[7,8], 这些 SFA 研究对资源能源的节约利用和有毒有害污染物的控制起到重要指导作用。我国国家层面有关元素物质流的研究成果丰硕, 主要集中在金属的社会蓄积量研究^[9]、金属元素的熵分析^[10,11]等方面, 而有关市域范围的元素物质流研究尚不多见。

1 研究区域

铜陵市位于安徽省中南部、长江下游南岸。铜陵是重要资源工矿型城市, 也是安徽省四大矿业城市之一, 矿业和相关能源及原材料加工业是铜陵市国民经济的重要支柱产业。2006 年, 铜陵市生产总值达 243.55 亿元, 仅工业一项即占全市总产值的 61.49%, 铜陵的矿产资源尤以有色金属铜矿著称, 其储量占安徽全省铜矿总量的 70%, 电解铜生产能力达 50 多万 t, 是我国重要的铜产业基地。近年来, 依托区域资源优势, 形成了集“开采-冶炼-加工-回收利用”于一体的铜产业体

系, 为区域经济发展作出了重要贡献。同时, 铜产业也面临着铜矿资源自给率低、成本增加、产品附加值等问题。因此, 研究铜陵市区域经济系统铜元素的物质代谢过程, 能够全面揭示当前铜陵市铜产业发展中铜元素代谢的空间特征, 识别铜产业体系中亟待解决和改善的关键环节, 将对铜陵市铜产业的进一步发展和提高具有重要意义。

2 研究方法 with 模型

在资源型城市中, 其支柱矿产资源的开采、加工、利用等物质代谢过程对城市的经济发展、生态环境都有着举足轻重的作用。目前, 我国已有学者参考欧洲“STAF”模型^[7]对铜元素物质代谢展开了一系列研究^[12], 本文运用定点观察式的物质流分析法, 参考美国学者 Fenton 和 Plachy^[13,14]所进行的美国范围内铁、锌等元素循环的研究成果, 以铜元素为对象, 尝试建立了如表 1 所示的铜元素物质流分析指标体系, 研究了 2006 年铜矿资源在铜陵市经济系统内部的工业代谢特征和利用效率, 为资源型城市铜矿资源的生产、折旧、加工、回收、再利用等一系列代谢环节进行定量分析提供了理论基础。

表 1 铜元素物质流分析指标体系

一级指标	二级指标	指标释义
基本指标	自产废铜	在炼铜企业内部产生又在内部消耗的生产过程废料
	旧废铜	在铜产品被消费后完成服务使命的废弃铜, 也称“折旧废铜”
	新废铜	在铜冶炼以及铜加工产品的制造过程中产生的废铜, 也称“加工废铜”
	旧废铜供应量	旧废铜产生量、旧废铜进口量和旧废铜库存减少量之和
综合指标	不可回收旧废铜	旧废铜供应量减去旧废铜消耗量、旧废铜出口量和旧废铜库存增量
	新旧废铜比	新废铜消耗量与旧废铜消耗量之比
	旧废铜再生效率	实际回收和再使用的旧废铜总量与理论上可能回收和再使用的旧废铜总量之比, 以质量百分比度量
	循环率	旧废铜和新废铜的总消耗量与区域铜产品供应量中铜的质量之比, 以质量百分比度量

3 结果分析

根据表 1 所研究建立的铜元素物质流分析指标体系, 通过访谈相关部门与主要的铜及铜制品

生产、加工企业, 结合铜陵市统计年鉴^[15]和矿产资源规划等资料得 2006 年铜陵市区域经济系统铜元素物质代谢全景概况图, 见图 1。

从图 1 中可看到, 2006 年铜陵市铜产业对铜

元素的进口量为 25 万 t, 占需求总量的 56.10%, 其中主要为铜矿, 此外还有废铜和粗铜。铜元素

出口量为 39.8 万 t, 其中电解铜 33.2 万 t, 各类铜产品 6.6 万 t。

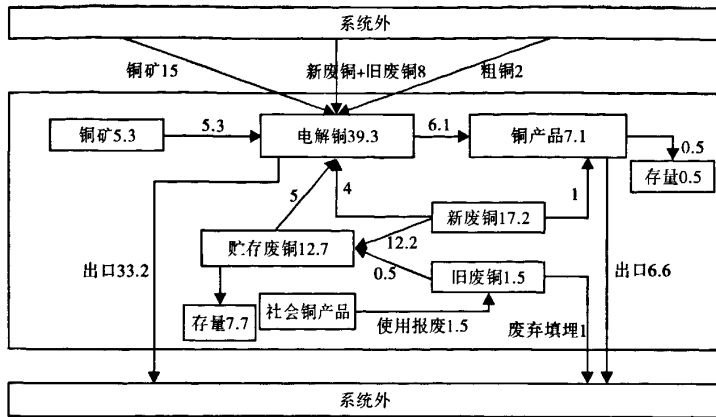


图 1 2006 年铜陵市区域经济系统铜元素物质代谢全景概况(万 t)

根据图 1 中数据, 可计算得到铜元素物质流分析的一些指标。

(1) 铜元素自给率, 指来自区域内的铜占区域铜消耗总量的比重。2006 年铜陵市来自铜矿、贮存废铜、新废铜直接投入当年生产的铜元素量分别为 5.3 万 t、5 万 t、5 万 t, 总共为 15.3 万 t。2006 年区域铜消耗总量 39.3 万 t。因此, 2006 年铜陵市铜元素自给率为 38.90%, 此数据低于 2004 年我国铜元素 50.30% 的自给率^[16]。

(2) 新旧废比(new-to-old copper ratio), 指新废铜消耗量与旧废铜消耗量之比。新废铜消耗量中, 进口量约为 2 万 t, 当年产生并消耗量为 5 万 t, 贮存新废铜消耗量为 4.5 万 t, 因此新废铜消耗总量为 11.5 万 t。旧废铜消耗量中, 进口量约为 6 万 t, 贮存旧废铜消耗量为 0.5 万 t, 因此旧废铜消耗总量为 6.5 万 t。因此可计算得到 2006 年铜陵市消耗废铜的新旧废比为 1.77。

(3) 旧废铜供应量(old copper consumption)。旧废铜供应量等于旧废铜产生量、旧废铜进口量与旧废铜库存减少量之和。旧废铜产生量为 1.5 万 t, 旧废铜进口量为 6 万 t, 旧废铜库存减少量为 0.5 万 t。因此 2006 年铜陵市旧废铜供应量为 8 万 t。

(4) 循环率(recycling rate)。循环率反映的是区域铜产品生产量中再生铜产品的份额, 定义为

旧废铜和新废铜的总消耗量与区域铜产品供应量中铜的质量之比。旧废铜和新废铜的消耗量分别为 6.5 万 t 和 11.5 万 t。区域铜产品供应量中铜的质量为 39.3 万 t。因此, 2006 年铜陵市铜元素循环率为 45.80%。

4 结论与建议

铜陵市各类含铜物质产量和铜陵市经济系统铜元素物质代谢可以看出, 铜陵市已形成了具有规模优势的铜产业体系。电解铜产量占国内总产量的 15% 以上, 稳居全国第一^[16], 并且通过产业链延伸形成了一系列的铜产品加工制造产业, 铜元素的综合利用率和循环率都达到较高水平。但铜陵市铜矿资源自给率偏低, 主要产品电解铜的生产高度依赖进口资源, 同时, 生产出的电解铜和铜产品积存在本市域的产品量较少, 销往市外的铜物质的量约为进口铜物质质量的 1.6 倍, 大量铜物质的加工与销售成为铜陵市经济发展强有力的增长点。值得注意的是, 新废铜产量占据了铜陵市废铜利用与存储的绝大部分, 旧废铜的产量偏低, 且其中有 2/3 以废弃物形式通过垃圾填埋进行了处理与处置。作为铜陵市主要加工生产对象的电解铜, 直接外销的总量占其生产总量的 84.5%, 进一步参与深度加工的总量仅占其生产

总量的15.5%,反映了铜陵市目前的铜资源利用水平尚停留在初级产品加工层面,缺乏高附加值产品的加工技术与规模,同时,初级产品加工带来的环境影响也已成为困扰铜陵市可持续发展的关键。为此针对铜陵市铜产业发展中面临的这些问题,应当进一步挖掘资源潜力,加强区外资源控制。一方面要加强国内外铜原料收购及控制,另一方面,要加快完善铜加工产业体系建设。加快完善铜加工产业体系建设需要从技术设备、生产规模、市场拓展等方面入手。具体如:①积极采用新技术、新工艺建设和改造现有选冶企业,扩大生产规模,降低生产成本,增加经济效益,使铜冶炼始终保持国内领先的生产规模和技术水准,提高资源利用率。②依托现有的循环经济工业试验园,规划建设铜陵铜加工产业园区。充分利用铜产品专业化、系列化、多样化的市场格局,通过引进外地资本和鼓励自主创业,发展一批产品技术含量高、富有特色的专业化铜加工企业,培育规模化的铜加工旗舰企业和产业集群,从而提高铜陵铜产业整体的市场占有率,提高资源、技术、市场的整体综合效益。③依托现有企业在铜冶炼、加工方面技术和规模优势,进一步提高铜产品工艺,延伸铜产业链,为铜陵铜产业发展提供技术支持。④依托中国铜陵铜商品市场,加快建设废杂铜交易市场,形成铜原料和铜加工制品集散中心、完善和发展铜产业物流体系。

本文以我国典型的矿产资源城市铜陵市为例,构建了区域层面铜元素物质流分析指标体系,采用元素物质流分析方法对铜陵市发展的支撑矿产资源铜矿资源的重要指标和物质流动状况进行了分析。通过分析得出了铜陵市铜矿资源的区域内进口和出口状况,知悉了铜陵市铜矿资源自给率、主要的资源产品以及资源综合利用效率等反应资源型城市发展模式与存在问题的关键要素,并依据主要存在的问题提出了建议,为同类城市开展相关研究提供了借鉴。

参考文献

- [1] Fischer - Kowalski M, Amann C. Beyond IPAT and Kuznets Curves: Globalization as a Vital Factor in Analyzing the Environmental Impact of Socio - Economic Metabolism[J]. Population and Environment, 2001, 23(1):7 - 47.
- [2] Ayres R U. The Greening of Industrial Ecosystems[A]. In: Allenby B R, Richards D J. Industrial Metabolism: Theory and Policy[C]. Washington D C, National Academy Press, 1994.
- [3] Loebenstein J R. The Materials Flow of Arsenic in the United States, Bureau of Mines, Information Circular, 1994 [EB/OL]. <http://greenwood.cr.usgs.gov/pub/>.
- [4] Kleijn R, Huele R, Voet E. Dynamic substance flow analysis: The delaying mechanism of stocks, with the case of PVC in Sweden[J]. Ecological Economics, 2000, 32(2):241 - 254.
- [5] Sundin E, Svensson N, McLaren J, et al. Materials and energy flow analysis of paper consumption in the United Kingdom, 1987 - 2010 [J]. Industrial Ecology, 2001, 5(3): 89 - 105.
- [6] Hansen E, Lassen C. Experience with the use of substance flow analysis in Denmark[J]. Industrial Ecology, 2002, 6(3 - 4): 201 - 219.
- [7] Spataro S, Bertram M, Fuse K, et al. The contemporary European copper cycle: 1 year stocks and flows[J]. Ecological Economics, 2002, 42(1 - 2): 27 - 42.
- [8] Van Beers D, Bertram M, Fuse K, et al. The contemporary African copper cycle: One year stocks and flows[J]. The South African Institute of Mining and Metallurgy, 2003, (4): 1 - 16. Ecological Economics, 2002, 42: 27 - 42.
- [9] 岳强, 陆钟武. 关于金属物质社会蓄积量的分析[J]. 东北大学学报:自然科学版, 2009, (6): 845 - 852.
- [10] 岳强, 陆钟武. 中国铜产品生命周期的熵分析[J]. 资源科学, 2008, (1): 140 - 146.
- [11] 岳强, 陆钟武. 中国铜循环的熵分析[J]. 东北大学学报:自然科学版, 2007, (11): 1594 - 1598.
- [12] 岳强, 陆钟武. 中国铜循环现状分析(I)——“STAF”方法[J]. 中国资源综合利用, 2005, (4): 6 - 11.
- [13] Fenton M D. Iron and steel recycling in the United States in 1998 [EB/OL]. US Geological Survey, <http://pubs.usgs.gov/circ/2004/1196am/c1196-m.pdf>.
- [14] Plachy J. Zinc recycling in the United States in 1998 [EB/OL]. US Geological Survey, <http://pubs.usgs.gov/circ/2004/1196am/c1196-m.pdf>.
- [15] 铜陵统计局. 铜陵统计年鉴[M]. 北京:中国统计出版社, 2007.
- [16] Guo X Y, Song Y. Substance flow analysis of copper in China[J]. Resources Conservation and Recycling, 2008, 52: 874 - 882.