

对我国硫铁矿资源开发及利用的思考

任海兵

(中国矿业大学 矿业工程学院, 江苏 徐州 221008)

摘 要: 在分析我国硫铁矿开发利用的历史和现状的基础上, 针对硫铁矿资源的特点, 提出了硫铁矿综合利用循环产业链, 并给出了产业链建设的原则方法和措施建议。本文的研究观点和结论, 将对拥有丰富硫铁矿等矿产资源的地区, 研究规划可持续利用资源, 发展当地工业经济, 具有一定的参考价值。

关键词: 硫铁矿; 综合开发; 循环利用; 循环产业链设计

中图分类号: P618.31 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-4051(2010)03-0036-04

Thinking of comprehensive development and utilization of pyrite in China

REN Hair-bing

(School of Mines, China University of Mining and Technology, Xuzhou 221008, China)

Abstract: After analyzing the past and current status about the development and utilization of pyrite in china, the cycle product chain which can comprehensively develop and utilize pyrite was put forward. At the same time, in order to help to realize the cycle product chain of pyrite, the principles and ways to construct the cycle product chain were provided. For the area which has rich pyrite and other mineral resources, the conclusion of this paper will help the local government to program to develop industry economy continually by utilizing mineral resources.

Key words: pyrite; comprehensive development; cycling utilization; design of cycle product chain

1 我国硫铁矿开发利用现状与展望

1.1 我国硫铁矿开发利用情况

长期以来, 我国生产硫酸的原料一直以硫铁矿为主, 这是由我国硫资源的特点所决定的。而我国 75% 以上的硫酸是用来生产化肥的, 可以说硫铁矿工业在满足化肥生产的需求方面功不可没。从 20 世纪 90 年代到 21 世纪初期, 我国硫酸产业结构基本形成了硫铁矿制酸、硫磺制酸和冶炼烟气制酸三分天下的格局。我国的硫酸产业结构发生了重大变化, 新中国成立的前 50 年, 是以我国自有硫资源硫铁矿制酸占主导地位, 例如 1995 年我国硫铁矿制酸占硫酸总产量的 82.1%, 达到了硫铁矿制酸在硫酸产量所占比例的巅峰。2001 年我国硫铁矿制酸仍占硫酸总产量的 44.4%, 比 1995 年硫铁矿制酸产量 14590kt 减少了 2225kt,

所占比例下降了 37.7 个百分点; 2007 年硫铁矿制酸比例仅占 29.4%。我国硫酸工业以自有硫资源硫铁矿制酸为主, 逐渐演变为以进口硫资源硫磺制酸为主的新格局。^[1]

1.2 硫铁矿制酸的形势分析

我国的硫酸企业利用世界硫资源发展我国硫酸工业, 并不断改变着我国产业结构的布局。由于硫磺制酸有诸多优点, 并且满足国家节能减排的要求, 因此我国硫磺制酸发展势头仍然强劲。根据全球硫磺供需分析及预测, 2009 年以后的数年里硫磺供应不存在问题, 因此硫磺制酸比例很可能超过 50%。我国硫铁矿制酸比例有可能继续下降。未来几年我国硫酸工业的发展进程中, 硫磺制酸有可能进一步主宰行业发展并影响硫酸市场价格。当前, 硫铁矿生产遇到了前所未有的困难, 需求量和产量大幅度下降, 除资源条件较好或伴有多金属的硫铁矿企业能维持生产经营外, 部分中小硫铁矿企业已被迫停产或破产。

1.3 我国硫铁矿开发利用的策略分析

收稿日期: 2009-10-19

基金项目: 中国矿业大学科技基金资助项目 (0A090181)

作者简介: 任海兵 (1978-), 男, 安徽淮北人, 中国矿业大学讲师, 主要从事资源开发与规划方向的研究。

虽然我国的硫铁矿工业近年来面临诸多困难而呈萎缩之势，但随着我国磷复肥的发展，硫铁矿工业也面临许多发展的机遇。

根据农业部提出的 2010~2020 年的化肥需求，依照硫铁矿制酸（35 %）、硫磺制酸（35 %）和烟气回收制酸（30 %）以 1 : 1 : 0.86 的比例预测，我国 2010 年和 2020 年硫酸生产需要硫铁矿分别为 1 600 万 t 和 1 950 万 t。根据硫铁矿、伴生硫和已开发利用的硫生产能力，考虑到未来我国有色金属工业的发展，各种硫资源规划产量和需求量相比均有一定缺口，而且可供规划建设的硫资源缺乏。^[2]

诚然硫磺是最佳的制酸原料。然而我国硫磺制酸原料主要依赖进口，适当利用世界硫磺资源，可积极促进我国硫酸工业的发展，满足不断增长的硫酸需求。但硫酸价格受国际硫酸市场供需关系、海运费用等影响较大，过度依赖进口硫磺，必将影响我国硫酸工业的“安全”。^[3]

硫铁矿是我国的自有资源，应该合理使用，硫铁矿制酸能够补充冶炼烟气制酸（这是环保要求必产的酸）和硫磺制酸（利用世界硫磺资源）之外不足的部分，起到调节制衡的作用。所以硫铁矿制酸仍要继续搞好、继续进步、继续发展，这主要不是表现在数量上，而是质量上，向更具竞争力的方向发展。^[4]

因此，尽管硫铁矿制酸产量占硫酸总产量的比重仍在继续下降，但硫铁矿仍然是化肥工业和农业生产的重要原材料，硫铁矿的综合开发利用前景看好。硫铁矿的开发利用不能简单地只是采选和制酸，而应当在硫铁矿富产地就近进行硫铁矿制酸，发展硫基循环产业，形成循环产业链，促进矿产地的经济、社会和环境的和谐发展。

2 硫铁矿综合开发利用方法

2.1 硫铁矿开发利用的特点

硫铁矿氧化焙烧 1 t 硫酸，即可产生 0.8~0.9 t 的烧渣，若不进行处理利用，不仅浪费资源，还会占用大量土地，对土壤、水体及大气造成不同程度的污染。生产硫酸时，硫铁矿中的硫被提取利用，铁及其他元素转入烧渣中，因此烧渣可作为炼铁、提取有色金属或制造建筑材料的主要资源，还可以利用烧渣中富含的铁生产无机化工产品。^[5]

硫铁矿最大的特点，就是主要含有硫和铁两种资源，只要充分综合循环利用这两种主要资源和所含有的其他元素，完全可以超越硫磺制酸在

成本和环保等方面的优势。

2.2 硫铁矿综合开发利用循环产业链

硫铁矿综合开发利用，应当以硫铁矿制备的硫酸为重要的化工原料，发展硫基循环产业。同时综合回收利用硫铁矿和其他诸如铁矿等采选形成的废石和尾矿以及硫酸烧渣，建立采掘产业、化工产业和建材产业等相融合的大循环产业链。

由于金融危机的影响，国际国内的硫酸价格大幅下跌，而且在一个较长时期，硫酸的需求量也将处在较低的水平，再加上硫酸的原料中，硫磺制酸具有相对优势。硫铁矿所占的比例有越来越小的趋势，因此单纯地开发硫铁矿用于制造硫酸作为最终产品进行销售的模式是不可取的，而应将硫铁矿制得的硫酸作为硫基化工生产和其他工业生产的中间原料，同时结合开发利用其他矿产资源就地利用和消化掉。这样不仅能够节约大量运输成本，也有利于形成硫基循环产业链，综合利用资源，大幅提高资源利用率，最大限度地减少对环境的影响，从而最终实现完整、成熟的硫基循环产业链，促进地方经济、社会和环境的和谐发展。

硫基循环工业可以发展硫铁矿、硫酸、化肥和钛白粉等硫酸延伸产品和铁系产品，从而形成硫铁矿 - 硫酸 - 化肥和硫铁矿 - 硫酸 - 硫酸延伸产品 - 铁系产品等为主链的循环产业链。由于硫铁矿和硫酸的运距大大缩短，如若硫铁矿产地附近又有丰富的铁矿、铜矿、石膏、明矾石等矿产资源，矿石采选和制备硫酸副产的蒸汽、余热等进行循环利用，废石和尾矿的就近进行综合回收利用，使得资源和能源得到较充分的综合循环利用，综合经济效益将会非常显著。

3 硫铁矿循环产业链建设的原则方法与建议

3.1 硫铁矿循环产业链实施原则

(1) 统一部署，有层次地逐步推进。整个硫铁矿循环产业链不可能一蹴而就，应当有层次有顺序地逐步建立和完善。首先应该建立硫铁矿循环产业链的主链，即硫铁矿采选 - 制备硫酸 - 化肥生产 - 尾矿、废石和烧渣的处理这一链条。在这一链条中，尾矿、废石和烧渣的处理在建设产业链的初期可以是比较简单的加工利用，随着产业链的逐步建设，接下来就是进一步的精深加工和综合利用，生产科技含量和附加值比较高的硫酸延伸产品和铁系产品，同时综合回收尾矿、废石和烧渣的有用元素，并且全面彻底地处理利用排放物。最终建成经济、社会和生态综合效益俱

佳的硫铁矿综合开发利用循环产业链。

(2) 需要较多原材料的中上游产品应尽量布局在硫铁矿产地附近。这主要是出于节省运输成本, 发展当地经济, 充分利用当地廉价劳动力、减少对城市环境不利影响等因素的考虑。

(3) 对于科技含量高、附加值高的产品, 可以布局在市区或其他城市附近。这样能够充分利用市区的资金、技术、人才和较完善的基础设施等相对优势。

(4) 硫铁矿或硫精砂制备的硫酸尽量通过硫酸基化工产业消化掉, 实现硫酸这种重要化工原料的就地消化, 发展硫酸产业链。

(5) 在招商引资过程中要注意吸引那些技术资金雄厚的知名大企业。综合性大企业将凭借雄厚的技术和资金实力能够同时投资建设一系列项目, 很快就能形成循环产业链的一个链条, 从而促进循环产业链更好更快的建设。同时也有助于加快技术改造和创新, 加快引进国外先进技术和设备, 加快调整产业、产品和市场结构, 从而提高产品档次和竞争力。

(6) 对于综合利用和处理排放物的企业给予大力的扶持和鼓励政策及措施。一些处理废酸、废水、废气、废渣等的企业和项目投资的经济效益相对不高, 但是对于整个循环产业链能够实现真正的循环从而实现零污染具有重要作用, 对于整个产业链的经济、社会和生态综合效益具有重大贡献。

3.2 建设硫铁矿循环产业链的主要方法步骤

(1) 选择合适的工业园区

工业园区应当选择具备交通便利、临近硫铁矿等矿产资源、具有较丰富的人力等资源等条件的区域。硫铁矿循环产业链的一些精深加工和高科技产品项目可以选择临近市区和其他城市的工业园区投资建设, 这样能有效地依托市区和其他城市的经济和工业基础, 可充分利用城市的项目、资金、技术和人才等资源。

(2) 进行招商引资

要依据规划的硫铁矿循环产业链, 首先对于主链条相关的产品项目进行详细规划并进行招商引资。

(3) 逐步建立和完善基础设施

园区的基础设施建设可以和招商引资结合起来, 根据招商引资项目建设的需要来进行基础设施建设, 这样能够有利于筹措资金, 更好更快地针对工业生产实际需要进行基础设施建设。

(4) 有重点有步骤地建立产业链各个链条和链节点

硫铁矿循环产业链各个链节点之间相互依存、相互需要, 尤其是主链条上的各链节点。为了避免“断链”现象, 主链条上的链节点项目应同步规划和招商及投资建设。因此, 在招商引资过程中, 要尽可能吸引实力雄厚的综合性企业进行系列项目投资建设。为了尽快实施硫铁矿循环产业链的下游链条, 必须尽快建设上游的主干链条即硫铁矿采选—制酸—化肥生产链条。

(5) 完善已经建立起来的产业链, 消除薄弱环节

硫铁矿循环产业链的主干链条建设完成后, 接下来要把主干链条继续延伸和扩展, 进一步开发硫酸的下游延伸产品, 开发高科技含量的铁氧体材料, 综合回收利用尾矿和烧渣中的有益元素、处理和循环利用废酸、废水、废石和废渣, 基本实现零排放和零污染, 最终形成一个完整和成熟的硫铁矿综合开发利用循环产业链。

(6) 把硫铁矿循环产业链与其他产业链有机结合, 建立更大规模的循环产业链集群

在开发硫酸的延伸产品以及处理和循环利用废酸、废水、废石和废渣的过程中, 需要与其他产业相结合, 需要其他的矿产资源作为原料, 因此需要做好硫铁矿循环产业链中与其他矿产资源和其他产业链交叉的关联项目的规划和建设工作, 最终建立一个循环产业链集群。

3.3 建设硫酸产业链需要注意的环节与建议

(1) 政府应想方设法帮助和支持企业研究拓展硫铁矿开发利用循环链条中各种产品的市场尤其是副产物精深加工产品的市场。在当前全球金融危机的背景下, 采取多种优惠政策帮助企业渡过困难时期, 并为金融危机后新一轮的经济繁荣期做好准备, 帮助企业进行技术改造和升级, 谋划和准备新项目。

(2) 政府应当进行大力扶持、鼓励和引导企业建立符合循环产业链要求的多链条硫铁矿开发利用项目, 鼓励和扶持发展硫铁矿精深加工和系列化产品的企业。

(3) 进一步研究论证更科学合理的硫铁矿开采工艺。对于埋藏条件等较适合采用露天开采方式进行开采的硫铁矿, 要鼓励和引导企业进行露天开采, 限制使用井下开采, 从而最大限度地提高资源开采率。

为确保硫铁矿综合开发利用循环产业链的建

设顺利进行，建议以下的保障措施：硫铁矿循环产业链设计是硫铁矿综合开发利用全局性总体规划设计，尽可能地归纳硫铁矿综合开发利用的所有方向，发展循环经济，为政府从统筹全局的角度制定科学合理的产业政策、进一步组织有关行业领域专家进行产业规划提供参考。由于硫铁矿循环产业链涉及化工、建材、水泥、新材料、机械电子等多个行业，需要由相应行业领域的专家进行更进一步的论证、规划和设计。要考虑硫铁矿循环产业链的可靠性问题，避免因某个链条出现问题而影响整个产业链的循环运作。要保证链条节点的可靠性，就要保证链条节点上是资金、技术和管理方面都非常有实力的大中型企业，并且最好是两个或两个以上的企业。应当重点关注产业链中的瓶颈环节项目，想方设法促成这些瓶颈环节项目，避免循环产业链断链问题出现。为了更好地发展循环产业链，实现各循环链项目的对接，应当对循环产业链实施地区所有生产企业废物种类、数量进行详细的清查和登记，便于固体废物产生企业找到买家。同时便于买家找到可再循环利用的原料，为企业搭建起资源共享的信息平台，实现资源利用最大化，最终实现

稳定成熟的硫铁矿循环产业链。把循环经济试点企业的相关重点项目列为国家国债资金重点支持项目，认真做好争取国家和省政策资金扶持工作。对按国家批准要求生产的循环经济产品免征增值税、印花税和所得税，并允许将免征增值税的循环经济产品所耗原材料的进项税额作为非循环经济产品销项税额抵扣，并列入享受国家铁路优惠运价货物范畴。对循环经济试点企业给予环保专项资金的支持，用于环保设施的投入和发展循环经济。对已经建立起来的循环产业链，要未雨绸缪，进行更长远的考虑，有些城市的矿产资源很丰富，但是总有开发利用耗竭殆尽的时候，要考虑资源耗竭以后产业如何继续发展和升级的对策。

参考文献

- [1] 王海军，徐 鹏. 我国硫资源利用现状及发展战略 [J]. 中国非金属矿工业导刊，2007，(2)：12-13，28.
- [2] 黄 新. 适度发展我国的硫铁矿制酸 [C]. 2004 年全国硫酸工业技术交流会论文集，2004：8-11.
- [3] 魏而宏. 我国硫铁矿制酸现状、存在问题及建议 [J]. 硫酸工业，2002，(6)：1-4.
- [4] 许 斌，庄剑鸣，等. 硫酸烧渣利用途径的研究 [J]. 矿产综合利用，1999，(4)：44-48.

(上接第 35 页)

要对方在上一次博弈中合作，那么，另一方将会以合作来回报对方；如果对方在前一次的博弈中实施的是背叛战略，那么，另一方就将在未来的博弈中也采取背叛战略，然后再根据对方的行为，来决定是否返回到合作性的战略。

第三，竞争方总是倾向于背叛。如果双方在某个特定的领域内处于僵局状态，即一个国家总是遭受竞争方的背叛，那么可以考虑从其他领域给予竞争方“威胁”，来促进合作。另外，也可以针对竞争方在其他领域的需求，给予“利诱”，达到合作目的。

4 小结

中日作为世界铁矿石最大需求方，在寻求铁矿石供应，维护铁矿石资源安全、稳定方面有着共同的利益。这就使中日双方的合作有了前提。然而，从中日在铁矿石资源领域的博弈行为来看，日本钢铁企业似乎总是倾向背叛。并且，在中日双方的多次博弈中，日企作为最大获益者胜出的

几率大于中企。在这种情况下，中企该做些什么？下面仅提出几点建议：实践铁矿石供应来源多元化战略，为铁矿石资源进口来源提供多个渠道。

加强信息资源建设，为博弈战略的选择提供强有力服务。提高相关产业链的连动性，加强对作为炼钢和炼铁的下游必须品如焦炭和稀有金属的掌控，通过实现这些优势领域的合作来实现铁矿资源领域的博弈合作。提高铁制品的循环利用能力，降低铁矿资源的需求量。

参考文献

- [1] 郭 梨. 铁矿石价格影响因素分析及价格预测研究 [D]. 西安建筑科技大学，2008.
- [2] 杨丽梅. 国际铁矿石谈判机制的特点及走势预测 [J]. 国际贸易，2009，(12)：36.
- [3] Beth V. Yarbrough and Robert M. Yarbrough. Reciprocity, Bilateralism, and Economic Hostages: Self - Enforcing Agreement in International Trade [J]. International Studies Quarterly, Vol. 30, No. 1, March 1986: 7-21.
- [4] 郭进平. 有关矿产资源问题的博弈分析 [J]. 金属矿山，2005，(2)：9-11.