

中国钨贸易格局演变及启示

——基于物质流与价值流分析

汤林彬^{1,2,3}, 汪鹏^{1,3}, 陈伟强^{1,2,3*}

1. 中国科学院城市环境研究所, 中国科学院城市环境与健康重点实验室, 厦门 361021
2. 中国科学院大学, 北京 100049
3. 中国科学院海西创新研究院, 厦门 361021

摘要 钨是工业制造和国防科技中不可替代的基础材料和战略资源。中国是世界最大的钨生产和出口国, 然而其在全球钨供应链和价值链中的地位、收益及贡献尚未明晰。通过核算 1992—2018 年中国钨的进出口数量和金额, 发现中国在全球钨供应链中扮演了“钨加工厂”的角色, 但在全球钨价值链中仍处于从属地位, 面临“低值锁定、高端依赖”的风险。具体表现为: (1) 在物质流视角下, 中国是钨的净出口国且净出口规模不断扩大, 贸易结构呈现“两头进, 中间出”的特征; (2) 在价值流视角下, 中国钨的贸易规模与顺差均呈现显著增长的趋势, 贸易单价则呈现“进口高, 出口低”的特征; (3) 综合物质和价值双重视角, 中国钨贸易在总量和结构上均存在不对称性, 即净出口量大但贸易顺差小、资源输出以钨中间产品为主但贸易创汇以钨金属制品为主。建议采取如下措施提升中国在全球钨价值链中的地位: (1) 鼓励进口钨精矿和钨废料等原材料, 增强中国对钨原材料的保障能力; (2) 上调钨中间产品和低端钨金属制品的出口关税, 鼓励钨加工企业向深加工延伸; (3) 支持钨金属制品生产企业的技术创新升级, 提高中国钨出口产品的国际竞争力。

关键词 钨; 关键金属; 国际贸易

钨具有高熔点、高沸点和高耐腐蚀性等优良特性, 是发展国防军工、航空航天、先进轨道交通、高端装备制造等高新技术领域的关键原材料, 被誉为“高端制造的脊梁”^[1]。根据美国地质调查局 (United States Geological Surveys, USGS) 统计, 截至 2018

年, 中国钨资源储量为 180 万 t, 占世界总量的 56.3% 以上, 居世界首位。经过近 70 年的发展, 中国构建了涵盖上游采矿、中间冶炼、下游精深加工等金属制造流程在内的完整钨工业链^[2]。2018 年, 中国钨精矿产量达 13.9 万 t, 占世界总产量的 84%,

收稿日期: 2021-05-19; 修回日期: 2022-01-31

基金项目: 国家自然科学基金国际(地区)合作与交流项目(71961147003); 国家自然科学基金青年项目(71904182)

作者简介: 汤林彬, 博士研究生, 研究方向为关键金属物质流及全球贸易网络分析, 电子信箱: linbintang@iue.ac.cn; 陈伟强(通信作者), 研究员, 研究方向为环境系统工程、资源安全与可持续发展战略, 电子信箱: wqchen@iue.ac.cn

引用格式: 汤林彬, 汪鹏, 陈伟强. 中国钨贸易格局演变及启示——基于物质流与价值流分析[J]. 科技导报, 2022, 40(8): 70-77; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2022.08.007

是全球钨资源的主要生产国和供应国。

由于具有稀缺性和技术重要性,钨的供应安全问题受到发达国家学术界和政府部门的高度关注。美国、欧盟、日本等多个发达经济体通过核算钨矿产品的生产集中度认定中国在全球钨供应链中占据优势地位,是钨供应风险的主要来源国^[3],并将钨列为本国的关键矿产资源之一^[4-5]。然而,除了矿产品,金属钨还以中间产品和最终产品等多种产品形态在社会经济系统中流动,不同形式的产品往往具有不同的资源属性和经济价值。中国只在经济附加值极低的矿产品生产方面占据了优势地位;而以中间产品和最终产品形态向世界提供的钨数量因难以直接核算往往被忽视。因此,有必要从物质流和价值流视角出发,全面核算和厘清中国钨进出口的数量和金额,明确中国在全球钨产业链和价值链中的地位。

一直以来,钨出口规模和结构的变化及其影响因素受到钨工业界的高度重视,目前已有研究的关注点大多集中在:(1) 梳理某一时间断面的含钨产品进出口情况,如余良先等^[6-10]通过系列文章逐年梳理了2012—2018年的钨产品进出口情况,分析了当年国际钨市场的总体形势,预判了中国钨贸易的下一年发展态势;(2) 分析政策变动对钨贸易的影响,如杨召会^[11]分析了出口关税的上调对中国钨出口价格的影响,祝修盛^[12]评判了取消钨品出口配额和关税后的中国钨品出口形势。目前,仍缺少在长时间尺度下对钨全产业链进出口贸易量、结构及其演变形势的综合分析。

因此,本研究从价值流和物质流视角出发,通过核算1992—2018年中国钨全生命周期的进出口贸易情况,刻画中国钨的全球贸易格局及其动态演变特征,试图探讨中国在全球钨价值链中的贡献、收益以及地位提升策略。

1 方法与数据

基于钨的全生命周期流动过程,构建了基于全产业链的进出口物质流与价值流研究模型。如图1所示,首先通过解析钨全产业链的构成环节,构

建了钨的全产业链核算框架;利用中国钨的进出口贸易数据,从物质流视角核算了中国钨资源全球跨区域转移的规模和形式,明确了中国在全球钨供应链中扮演的角色;从价值流视角核算了中国钨贸易隐含的经济附加值转移,明晰了中国在全球钨价值链中的地位及其演变;结合价值流和物质流双视角的分析,综合分析中国钨贸易的现存问题,提出对策与建议。

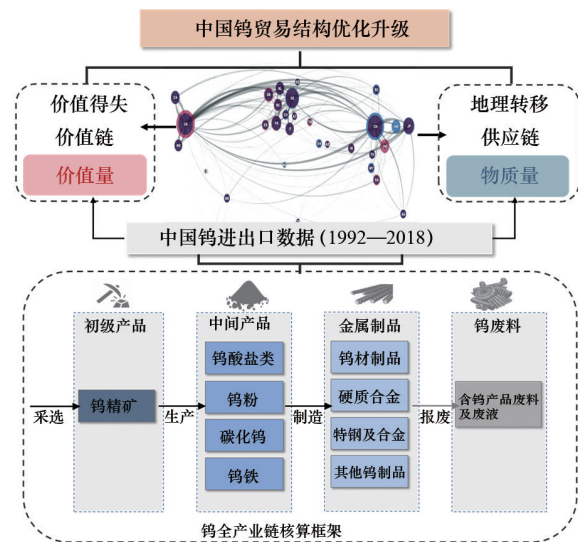


图1 基于全产业链的中国钨贸易研究框架

1.1 钨贸易流动核算框架的构建

如图1所示,钨全产业链可划分为初级产品生产、中间产品生产、金属制品生产、钨废料管理4个层级。每个层级对应不同的含钨产品,这些含钨产品即为本研究关注的对象。首先识别了47种含钨产品,根据海关商品编码制度(HS),确定了各类含钨产品的贸易代码;其次,将同类型的含钨产品归类,得到钨精矿类、钨酸盐类、钨材制品等10类含钨产品;最后,进一步将各类含钨产品归入4个产业链层级,并分别统称为钨初级产品、钨中间产品、钨金属制品和钨废料,如图1所示。随钨产业链的深入,各层级含钨产品的技术复杂程度和单位附加值逐步增加,相反钨资源密度逐步降低。由此可知,钨初级产品位于产业链前端,技术复杂程度和单位附加值相对较低,属于资源密集型产品;钨金属制品位于钨产业链后端,技术复杂程度和单位附

加值相对较高,属于技术密集型产品。

1.2 钨贸易物质量的核算

钨贸易物质量即为通过国际贸易活动转移的各类含钨产品中的钨金属重量。因此,为了准确量化中国钨资源的进出口贸易情况,根据含钨产品的平均含钨量,将各类含钨产品的贸易重量数据转化为钨金属重量(式(1)),并以此作为钨贸易物质量的核算标准。

$$T_{w,ij} = T_{ij} \cdot C_{w,i} \quad (1)$$

式中, i 为各类含钨产品; j 为1992—2018年期间的任一年份; T_{ij} 为指第 j 年时参与贸易的含钨产品 i 的物理重量值; $C_{w,i}$ 为含钨产品的平均钨含量。

1.3 钨贸易价值量的核算

为了探明金属钨价值链中不同含钨产品的钨单位价值量差异,利用贸易数据库中的贸易价值数据,计算各类含钨产品的单位价值量 P_{ij} ,具体计算方法见式(2)。为了准确还原长时间尺度下钨的实际贸易价值流量,规避由于货币价格变动带来的干扰,以2000年不变价美元为基准,逐年核算了1992—2018年中国钨的贸易价值流量,并以此作为实际值进一步进行计算。

$$P_{ij} = \frac{V_{ij}}{M_{ij} C_{w,j}} \quad (2)$$

式中, P_{ij} 为第 j 年时生命周期流程 i 中生产的含钨产品的单位价值量; V_{ij} 为第 j 年时生命周期流程 i 中生产的含钨产品的总贸易价值量; M_{ij} 为第 j 年时生命周期流程 i 中生产的含钨产品的总贸易资源量; $C_{w,i}$ 指生命周期流程 i 中生产的含钨产品的平均含钨量。

1.4 数据来源及处理

研究所使用的各类含钨产品的钨含量数据来源于统计年鉴^[13-14]、行业报告^[15-16]及已有文献^[17-19];贸易数据来自联合国商品贸易数据库(UN Comtrade)^[20]。该数据库中的贸易数据由国家和地区各自报告,并由联合国统计署统一清洗、转换计算后得到,所有贸易数据均包含重量和货币(价值)2种单位形式。由于统计口径不一、报送有误或数据处理过程不当等原因,贸易数据存在双边不对称、重量数据缺失和数据值异常等问题^[21]。为了提高数

据的可用性和准确性,参考已有文献的处理方法^[22]对贸易数据进行如下处理:(1)选取基准数据源:为了规避数据偏差问题,优先采用更为贴近官方实际商品价值量的出口国贸易数据作为基准数据源,而进口国报告的贸易数据作为校正的参照数据源;(2)重量数据填补:当某一特定国家的重量价值数据缺失时,用当年该商品的世界平均贸易价格将该条贸易流量对应的货币价值数据转换为重量价值数据;(3)校正异常值:通过与相邻年份的数据进行对比,从而识别贸易数据中存在的异常值,并进一步用对应的进口数据进行替换。

2 结果与讨论

2.1 物质流视角下的中国钨贸易格局

图2、图3综合展示了1992—2018年中国钨全产业链进出口贸易的总量、产品结构以及主要的贸易对象。在物质流视角下,中国钨贸易呈现如下4个特征。

1)从贸易量上看,呈现“出口涨、进口降”的趋势。总体而言,1992—2018年,中国以各类含钨产品形式累计出口钨52.7万t,进口钨13.5万t,是金属钨的净出口国。就演变趋势而言,1992—2018年间,中国钨出口贸易总体呈现波动增长的趋势。1992—2007年间中国钨出口贸易保持快速增长,于2005年达到第1个小高峰(2.9万t)。2008、2009年,受金融危机的影响,中国钨出口量急速下跌至1.2万t,随后呈现逐步回升趋势,并于2018年达到3.0万t,为27年来出口量的最高值。相反,钨进口贸易则呈现先升后降的趋势。1992—2008年间中国钨进口量保持持续增长的趋势,2008年各类含钨产品的进口量为1.3万t,是1992年的10倍;但2009年以来,钨进口量逐年下降,2018年降至4200t。

2)从贸易结构上看,呈现“两头进,中间出”的特征。总体而言,中国钨贸易进出口结构存在不对称性。就出口而言,中国以出口钨中间产品为主。27年来中国累计向世界提供了38.6万t的钨中间产品,占全国钨出口总量的73%;其次为钨金属制

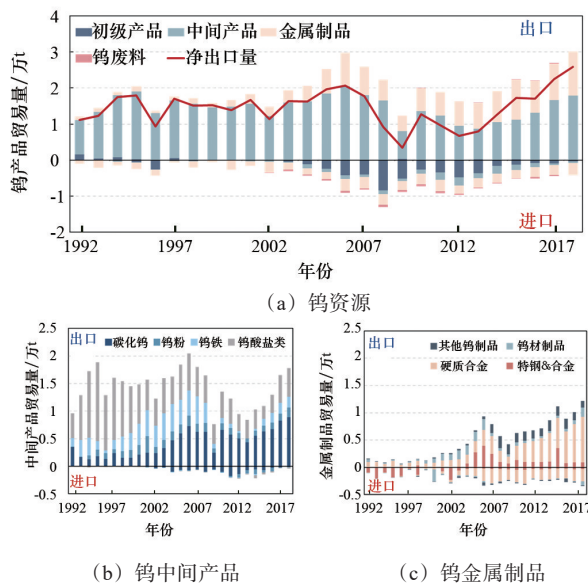
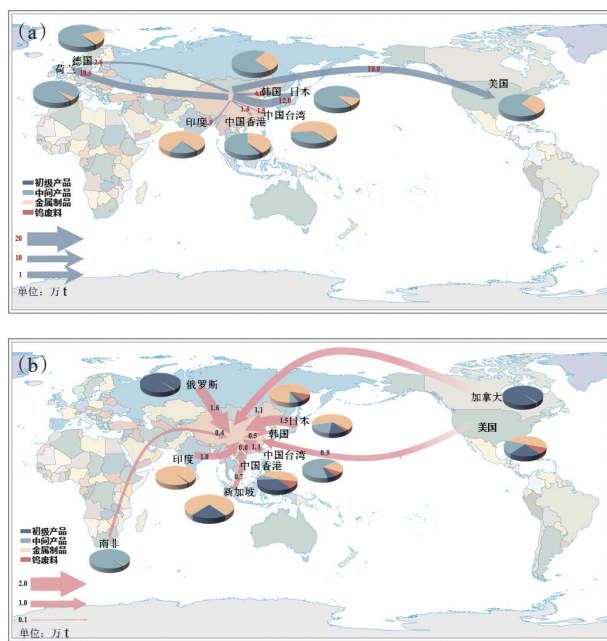


图2 1992—2018年钨资源、钨中间产品和钨金属制品的贸易物质量及贸易结构演变



自然资源部监制,审图号:GS(2016)1663号

图3 1992—2018年中国钨出口(a)和进口(b)的贸易伙伴及其贸易结构

品,出口量为13.7万t,占出口总量的25%。相反,中国进口的含钨产品以钨金属制品和钨初级制品为主,进口量分别为5.0万t(37%)、5.9万t(59%),且钨金属制品的进口占比不断上升,2018年钨金属制品的进口量已达到中国钨总进口量的81%。由此可见:(1)随着中国钨中间产品的产能逐渐扩

大,除了以本国的钨矿资源为原料,中国还以“外来料加工”的形式为其他国家代加工生产钨中间产品;(2)中国钨金属制品的生产能力仍存在不足。近年来,采掘采伐业、原材料工业和加工制造业等重工业领域对高精密机床、铣刀、耐磨零件等高端钨金属制品的需求量激增,致使国内高端钨制品的需求缺口不断扩大。由于中国高端钨制品生产能力和技术水平仍存在明显不足,因此钨金属制品进口量呈现逐年上涨的趋势。

3)从贸易关系上看,呈现主要以发达国家为贸易伙伴的格局。1992—2018年,中国持续与世界200余个国家和地区建立了含钨产品的贸易关系,其中约90%的贸易量集中在日本、美国、荷兰、德国等发达国家,其原因是:发达国家钨资源需求旺盛,但大多钨资源禀赋条件较差,故是钨产品的主要进口国;并且这些国家大多具有较高的工业生产水平和技术水平,故倾向于从中国进口经过简单冶炼后的钨中间产品在本国进行深加工制造,再以高于原材料数倍价格的最终产品形式出口到其他国家。就出口而言,日本为中国钨最主要的进口国,27年来累计从中国进口各类含钨产品12万t,占中国总出口量的35%,其次为美国(10.8万t)和荷兰(10.5万t)。就进口而言,由于地理邻近性,俄罗斯是中国钨的主要进口来源国,27年累计向中国输出含钨产品1.6万t,其次为日本(1.5万t)和加拿大(1.1万t)。由于资源禀赋和生产技术水平的差异,各国出口结构也存在异质性,中国从日本进口的主要为钨金属制品,而从加拿大和俄罗斯进口的则为钨精矿。

4)从贸易地位上看,呈现逐渐向钨精深加工延伸的趋势。1992—2000年,钨中间产品的出口量一直占据中国总出口量的90%以上,其中钨酸盐类产品的出口量占钨中间产品出口的50%以上。这在很大程度上是由于1992年后中国逐步对钨初级产品实行出口管制政策,因而很长时间内,大量的钨资源转而以加工过程简单,技术准入条件低,且几乎是以生产所有下游钨产品(如钨粉、碳化钨粉和钨化学品)原材料的钨酸盐类产品形式出口^[23]。随着中国钨工业生产技术水平的逐步提

升,2000年后钨中间产品的出口占比呈现逐年缩减的趋势,相反钨金属制品的出口量逐年提升,并于2015年与钨中间产品出口量持平。作为最重要的钨终端应用产品,国内外对硬质合金的需求旺盛,因而其出口量的增速最为显著,并于2008年取代钨钢成为中国主要的钨金属制品出口类型,截至2018年,其出口量已达到钨金属制品总出口量的78%。

综合以上可知,从钨全产业链的进出口总量上看,中国是钨的净出口国且净出口规模仍不断增长;从进出口结构上看,近年来,中国已逐步成为钨精矿和精密硬质合金、钨钢等高端钨制品的进口国和钨中间产品、低端钨金属制品的出口国。

2.2 价值流视角下的中国钨贸易格局

图4~图6综合展示了1992—2018年中国钨全产业链进出口的累计价值量、产品结构及贸易单价。在价值流视角下,中国钨贸易的价值量演变呈现如下特征。

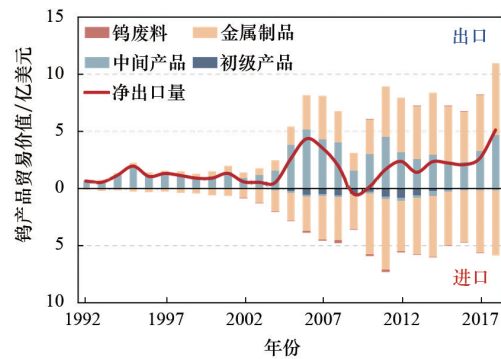


图4 1992—2018年钨贸易价值量及其结构演变

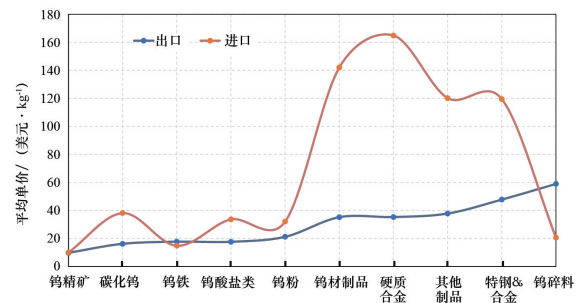


图5 中国各类含钨产品进出口单价

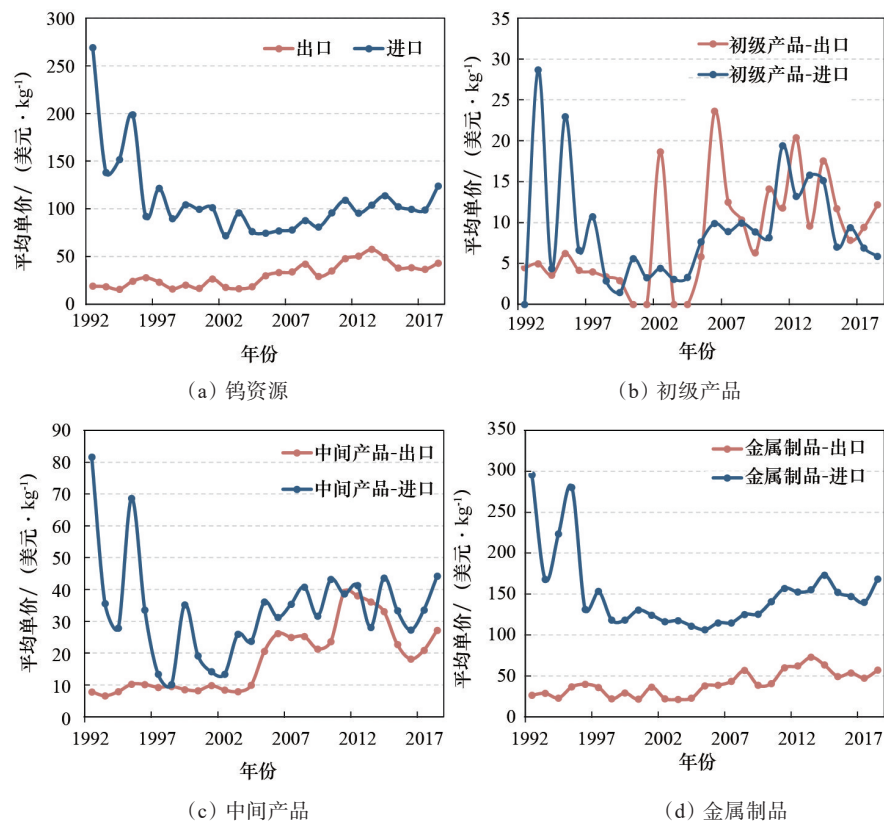


图6 1992—2018年中国钨贸易的进出口单价演变

1) 从价值总量看,呈现贸易规模与顺差显著增长的趋势。总体而言,1992—2018年中国累计钨贸易价值量为222.1亿美元;其中,出口价值量为123.2亿美元,进口价值量为98.9亿美元,累计贸易顺差24.3亿美元。就年际变化而言,钨总体贸易规模及贸易顺差均呈现显著增长的特征:2002年以前,中国钨资源贸易价值量维持在较低水平,年均贸易价值量仅为1.7亿美元;2002—2006年,由于钨中间产品出口贸易的大幅提高,中国钨贸易规模和顺差规模显著提升,于2006年突破12亿;2007—2009年,受全球金融危机及国内钨贸易政策的双重影响,钨贸易量大幅下跌,2009年钨贸易价值总量跌至谷底(6.7亿美元),且首次出现了贸易逆差现象;2010年开始,钨贸易价值量逐步恢复,于2018年提升至达16.7亿美元,比1992年(0.9亿美元)增长了接近20倍。

2) 从价值量构成来看,呈现以钨金属制品为主的结构特征。总体而言,钨初级产品、中间产品、金属制品和钨废料的累计贸易价值量分别为5.5亿(3%)、65.7亿(32%)、129.4亿(64%)、1.6亿(1%)美元。钨中间产品和钨金属制品出口分别累计创汇62.7亿、60.0亿美元,占钨出口价值总量的51%、49%;并且,钨金属制品占据了我国钨进口贸易价值量的主要份额,27年来中国累计付出86.3亿美元用于进口钨金属制品,占钨进口价值总量的87%。由此可见,钨金属制品贸易是中国钨贸易价值量增长的主要来源。就结构演变趋势而言,随着中国钨贸易的出口结构逐渐向钨供应链后端延伸,2009年后,钨金属制品出口价值量占比已超过中间产品,成为拉动中国钨贸易出口价值量增长的主要驱动力。

3) 从含钨产品的单价来看,呈现“前端低,后端高”的特征。根据图5可知,钨初级产品、中间产品、金属制品和废料中每千克钨的平均价值量分别为14、26、128、18美元。就产品而言,越靠近供应链后端的含钨产品单价越高,硬质合金的单价高达160美元,是钨精矿的12倍,为单价最高的含钨产品。一般而言,含钨产品单价受到产品的技术复杂度和含钨密度的双重影响。一方面,越靠近供应链后端的含钨产品的生产复杂度越高,对生产工艺和

技术水平要求也越高,属于技术密集且高附加值产品;另一方面,由于产品加工的复杂性,含钨产品中的含钨量会随着供应链的深入而降低。因此,钨金属制品由于其具有价格高且含钨量低的特点,其单位钨价值量远高于低附加值、资源密集型的初级产品。

4) 从进出口单价比来看,呈现“进口高,出口低”的特征。总体而言,1992—2018年中国钨出口贸易的平均单价为30.1美元/kg,而进口的平均单价则高达98.2美元/kg。就产品层面而言,钨金属制品的进出口单价差异远高于初级和中间产品。如图6所示,钨金属制品的进口平均单价约是出口的3倍,其中硬质合金的进出口单价差异则高达8倍。但随着中国钨工业生产产能和结构的升级调整,各类含钨产品的进出口单价差异均呈现逐步缩小的趋势。如图6(a)所示,1992年中国钨进口平均单价为272美元/kg,约是出口单价的10倍;2018年已降至123美元/kg,与出口单价的差距缩小至2.5倍。由此可见,中国在全球钨价值链中的地位也在逐步提升。

综上可知,从总金额上看,中国的钨贸易总额呈现逐年提升,且除2009年外,其他年份均保持贸易顺差;从价值量构成上看,中国出口的主要为附加值较低的钨中间产品和低端钨金属制品,而进口的则主要为附加值较高的高端钨金属制品。

2.3 综合视角下的中国钨贸易格局

综合以上的分析可以发现,中国钨贸易的物质总量与价值量的总量与结构存在不对称性:(1)从总量上,呈现净出口量大,但贸易顺差小的特征;27年来中国累计净出口含钨产品39.2万t,为世界最大的钨净出口国,但贸易顺差仅36.4亿美元,甚至不及净出口规模不足中国1/5的瑞典和以色列;(2)从结构上,呈现资源输出以钨中间产品为主,贸易创汇以钨金属制品为主的特征,即作为世界最大的钨出口国,中国以钨中间产品的形式向世界提供钨金属38.6万t,占中国钨贸易总量的73.2%,但其获得的价值收益仅62.7亿美元,仅相当于同等重量钨金属制品出口额的1/3。

为促进钨贸易结构的优化升级,实现钨资源的可持续利用,中国已先后5次调整了含钨产品的贸

易关税政策:2004年,取消了钨初级产品的出口退税政策;2005、2006年,下调了氧化钨、钨粉等钨中间产品的出口退税率;2008年,提高了对钨铁等重要钨中间产品的关税税率。这些政策的适时推行在一定程度上抑制了钨初级和中间产品出口,优化了钨贸易结构,但是现阶段仍然存在一些问题,主要表现在:

1) 中国钨出口结构不合理,面临被“低值锁定”的风险。中国出口的含钨产品类型以附加值较低的中间产品和低端的钨金属制品为主,高端钨制品的出口仍不足。相比于日本、瑞典等以高端钨金属制品出口为主的发达国家,中国通过钨出口贸易可获得的价值总量较低。以日本为例,27年来中国向日本出口了12万t的含钨产品,累计获得价值量2.7亿美元,平均单位价值量仅38美元/kg,但日本仅通过向中国出口1.5万t的含钨产品即获得了22亿美元的价值量,平均单位价值量高达161.52美元/kg。

2) 中国钨高端金属制品仍依赖从国外进口,面临被“卡脖子”的风险。根据上文分析可知,钨金属制品进口在物质流和价值流视角下分别占中国钨进口量的55%、80%。尽管中国具备钨资源储量优势及中间产品生产的规模优势,但中国钨金属制品行业仍存在产量高但产值低、生产结构不合理、技术创新水平低等问题^[24]。以硬质合金为例,中国硬质合金生产量占全球总产量的33%,但其产值仅占10%。特别是在高性能硬质合金产品方面,中国仍依赖从日本、美国和瑞典等发达国家的进口来满足国内的消费需求。

3 结论

中国具备钨资源优势和中间产品冶炼的规模优势,向世界特别是发达国家提供或者代加工钨中间产品,但在钨金属制品生产方面缺乏竞争能力。因此,在物质流和价值流视角下,中国在钨供应链中扮演了“全球钨加工厂”的角色,但在全球钨价值链中仍处于从属地位,面临“低值锁定、高端依赖”的风险。

中国过去20年的关税政策调整在一定程度上

抑制了钨初级和中间产品出口,保护了本国的钨矿资源,优化了钨出口结构。但应充分认识到,中国钨贸易结构不合理很大程度上来源于钨工业产业结构和技术实力的相对落后。因此,一方面,中国必须进一步优化关税政策,调整钨的进出口结构;另一方面,需要通过税收和补贴政策扶持国内钨企业不断提高自身生产技术水平,调整钨的生产结构。

基于此,建议通过如下举措调整中国对于钨的进出口结构,增强中国在全球钨价值链中的竞争力:(1) 鼓励进口钨精矿和经过分类回收清洗的钨废料等原材料;(2) 提高碳化钨、钨酸盐等钨中间产品以及钨材制品等低端钨金属制品的出口关税;(3) 通过税收和经济政策扶持钨企业发展钨深度加工、延长产业链条,鼓励企业出口高精度复合刀具等高技术含量、高附加值的钨金属制品及最终产品。

参考文献(References)

- [1] Anderw M G. Tungsten: The story of an indispensable metal[R/OL]. [2021-05-31]. www.tungsten.com.
- [2] 祝修盛. 国内钨消费与供应[J]. 中国金属通报, 2009(47): 28-31.
- [3] Helbig C, Wietschel L, Thorenz A, et al. How to evaluate raw material vulnerability: An overview[J]. Resources Policy, 2016, 48: 13-24.
- [4] Eman, M, Zayed, et al. Report on critical raw materials and the circular economy[R]. Brussel: European Commission, 2018.
- [5] NSTC. Assessment of critical minerals: Updated application of screening methodology[R/OL]. [2021-05-31]. http://www.whitehouse.gov/ostp
- [6] 刘良先, 余泽全. 2012年中国钨品进出口分析[J]. 中国钨业, 2013, 28(1): 8-13.
- [7] 刘良先, 余泽全. 2014年上半年中国钨品进出口分析[J]. 中国钨业, 2014, 29(4): 1-5.
- [8] 刘良先, 余泽全. 2015年上半年中国钨品进出口分析[J]. 中国钨业, 2015, 30(4): 1-4.
- [9] 余泽全, 刘良先. 2016年中国钨品进出口分析[J]. 中国钨业, 2017, 32(1): 1-4.
- [10] 祝修盛. 钨: 稀而不贵[J]. 中国金属通报, 2010(32): 16-22.
- [11] 杨召会. 钨——出口关税刺激钨价格上涨[J]. 中国金属通报, 2008(6): 21-24.
- [12] 祝修盛. 取消钨品出口配额和出口关税后的我国钨品出口形势[J]. 中国金属通报, 2015(8): 24-25.

- [13] 中国钨业协会. 中国钨工业年鉴[R]. 北京: 中国钨业协会, 2010.
- [14] USGS. Historical statistics for mineral and material commodities in the United States[R/OL]. [2021-05-31]. <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/historical-statistics-mineral-and-material-commodities>.
- [15] CITIC. Tungsten industry in-depth research report[R]. Beijing: CITIC Group, 2018.
- [16] 吴轩. 减产保价叠加泛亚落地, 钨价反弹一触即发——钨行业深度报告[R/OL]. [2021-05-31]. <https://wk.askci.com/details/c7f9ca2599d24bf1ba53424a5c5dca4a/>.
- [17] Leal-Ayala D R, Allwood J M, Petavratzi E, et al. Mapping the global flow of tungsten to identify key material efficiency and supply security opportunities[J]. *Resources, Conservation and Recycling*, 2015, 103: 19–28.
- [18] Harper E M, Graedel T E. Illuminating tungsten's life cycle in the United States: 1975–2000[J]. *Environmental Science and Technology*, 2008, 42(10): 3835–3842.
- [19] Harper E M. A product-level approach to historical material flow analysis: Tungsten as a case study[J]. *Journal of Industrial Ecology*, 2008, 12(5/6): 768–784.
- [20] Nations U. UN Comtrade[EB/OL]. (2014-11-10)[2022-01-30]. <https://comtrade.un.org/>.
- [21] Javorek M. Asymmetries in international merchandise trade statistics: A case study of selected countries in Asia and the Pacific[R]. Bangkok: Associate Statistician, & Division, 2016.
- [22] Ditttrich M, Bringezu S, Schütz H. The physical dimension of international trade, part 2: Indirect global resource flows between 1962 and 2005[J]. *Ecological Economics*, 2012, 79: 32–43.
- [23] 李洪桂, 羊建高, 李昆. 钨冶金学[M]. 长沙: 中南大学出版社, 2010.
- [24] 周新华, 王力民, 彭英健. 我国硬质合金再生产业现状与发展[J]. *硬质合金*, 2016, 33(5): 357–364.

Evolution of China's tungsten trade pattern and its implications based on the perspectives of material flow and value flow

TANG Linbin^{1,2,3}, WANG Peng^{1,3}, CHEN Weiqiang^{1,2,3*}

1. Key Lab of Urban Environment and Health, Institute of Urban Environment, Chinese Academy of Sciences, Xiamen 361021, China
2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China
3. Fujian Institute of Innovation, Chinese Academy of Sciences, Xiamen 361021, China

Abstract The tungsten is an important strategic mineral in the industrial manufacturing and the modern national defense. As the largest producer and exporter of the tungsten, China supplies the tungsten-containing products in various forms. However, China's contribution, benefits, and position in the global tungsten value chain have not been well explored. Based on the data of the import and the export of China's tungsten from 1992 to 2018, and on the perspective of the value flow and the material flow, this paper analyzes the global tungsten supply and value chains, and it is shown that China plays the role of the "global tungsten processing giant" in the supply chain, but still in a subordinate position in the value chain, with the risk of "locked in the low value-added stage" and "highly dependent in the high value-added stage". Several specific features are as follows: (1) From the perspective of the material flow, China is a net-exporter of the tungsten, with the scale of the net-export continuously expanding, exporting mostly the tungsten semi-products and importing mostly the primary and metal tungsten products. (2) From the perspective of the value flow, the trade value and the surplus of China's tungsten show a significant growth trend, while the unit price in the imports is much higher than that in the exports. (3) By combining the perspectives of the material and value flows, the total volume and the structure of China's tungsten trade show asymmetric characteristics. Based on this analysis, to promote its competitiveness in the global tungsten value chain, China has to: (1) encourage the import of the tungsten raw materials such as the tungsten concentrate and the tungsten waste to enhance the tungsten material security; (2) increase the export tariff of the tungsten semi-products and the low-end tungsten metal products to encourage the enterprises to focus on the deep processing; (3) support the enterprises of the tungsten metal products to improve the competitiveness of the export products.

Keywords tungsten; critical materials; international trade ●



(责任编辑 刘志远)