

中国钼金属制品发展现状分析

程景峰¹, 余莉¹, 许洁瑜²

(1. 金堆城钼业股份有限公司, 陕西 华县 714102;)

(2. 中国有色金属工业协会钼业分会, 陕西 西安 710075)

摘要:通过对未锻轧钼、已锻轧钼、粗钼丝、细钼丝、钼异型件等进行详细地分析, 阐明了钼金属制品的生产现状; 通过对钼金属制品进出口情况进行分析, 描述了近年来钼金属制品的进出口发展现状; 分析了中国钼金属制品与国外发达国家的差距以及国家出台的进出口政策对我国钼金属制品的影响, 并指出了中国钼金属制品的发展前景。

关键词:钼金属制品; 钼市场; 未锻轧钼; 已锻轧钼; 粗钼丝; 细钼丝; 钼异型件

中图分类号: F426.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-2602(2009)04-0016-05

ANALYSIS ON THE PRESENT SITUATION OF CHINA MOLYBDENUM METAL PRODUCTS

CHENG Jing-feng¹, YU Li, XU Jie-yu²

(1. Jinduiceng Molybdenum Co., Ltd., Huaxian 714102, Shaanxi, China)

(2. Molybdenum Branch, China Nonferrous Metal Industry Association, Xi'an 710075, Shaanxi, China)

Abstract: By analyzing the production status of unwrought molybdenum, wrought molybdenum, thick molybdenum wires, thin molybdenum wires, molybdenum fabricated parts, the present situation of molybdenum metal products was expounded. By analyzing the imports and exports situation of molybdenum metal products, the status of molybdenum metal products development in recent years was presented. The gap between China molybdenum metal products and that of overseas developed countries was analyzed. The effect of state imports and exports policy on China molybdenum metal products was analyzed as well. The development perspectives of China molybdenum metal products were put forward.

Key words: molybdenum metal products; molybdenum market; unwrought molybdenum; wrought molybdenum; thick molybdenum wires; thin molybdenum wires; molybdenum fabricated parts

1 钼金属制品生产现状

1.1 钼金属制品概述

钼金属制品一般分为未锻轧钼、已锻轧钼、钼丝和钼异型件等。钼粉是生产钼金属制品的原料, 钼粉按用途进行分类, 主要有3种类型: 一是供压制用钼粉, 二是供热喷涂用的球形钼粉, 三是供特殊条件使用的超细钼粉。此外, 还有掺入适量的Ni、Al、K、Si等元素制成的钼合金粉和掺入适量的稀土元素制成的稀土钼合金粉。按钼粉的粒度进行分类, 大致可分为特粗、粗、中、细和超细等5种, 特粗钼粉粒径一般为10~30 μm, 主要用于等离子喷涂; 粗钼粉粒径一般为6~10 μm, 主要用于多孔钼铜、钼银材料; 中等钼粉粒径一般为3~6 μm, 主要用于钼和钼

合金材料; 细钼粉粒径一般为1~3 μm, 主要用于钼和钼合金材料; 超细钼粉粒径小于1 μm, 主要用于特殊要求的钼和钼合金材料。

中国钼粉及其金属制品的生产主要集中在江苏、陕西、河南等省, 2008年这3省钼粉及其制品的生产能力占全国的77.10%, 江苏、河南等地专业生产钼粉及其制品的厂家较多, 除江苏峰峰钨钼制品有限公司和洛阳栾川钼业集团股份有限公司外, 其他企业规模较小, 亦比较分散。陕西省钼粉及其制品的生产较为集中, 主要企业为金堆城钼业集团有限公司, 其产量占全国总产量的25.44%。

2008年中国钼粉及其金属制品的产能为17 770 t/a, 同比增长48.08%, 产能的增加主要集中在两个大型钼联合企业——金堆城钼业集团有限公司和洛阳栾川钼业集团有限公司, 这两大企业钼粉及其制品产能的增加占全国的44.19%。其余钼粉及其制品产能的增加主要集中在河南省和江苏省

收稿日期: 2009-05-06

作者简介: 程景峰(1963-), 男, 选矿工程师。从事选矿技术管理、选矿过程技术监督、企业标准化管理、质量管理工作。

的一些民营企业。

2008年中国钼粉及其金属制品产量大幅度增加,比2007年增加了3 625 t,增长幅度为44.76%。该类产品产量的增加主要来自金堆城钼业集团有限公司、姜堰光明化工厂、金堆城钼业光明(山东)钼钼股份有限公司、洛阳栾川钼业集团有限公司等企业。金堆城钼业光明(山东)钼钼股份有限公司2008年增加了钼酸铵及钼粉的生产,并且产量较为可观。钼金属制品产量除钼杆、钼条有了较大幅度的降低,降幅分别为510.8%和80.84%,其他钼金属制品的产量均有较大幅度的增长,如炼钢钼块、条、锭同比增长151.58%,粗钼丝同比增长200.12%,细钼丝同比增长45.60%,钼板坯同比增长23.80%,钼棒同比增长175.38%,钼板同比增长274.34%。其他高技术含量的钼金属产品产量亦有不同程度的增长,但增幅要小一些。

近年来,钼粉及其金属制品产量变化如图1所示。由图1可见,2002~2006年中国钼粉及其金属制品的产量逐年上涨,上涨幅度在7%~14%,但2007年、2008年中国钼粉及其金属制品产量大幅度增长,增幅分别为61.12%、44.76%。主要原因:一是中国钼产业链向下延伸;二是中国钼产品出口自2007年6月18日实行配额管理,而高技术含量的钼金属制品没有进入配额管理;三是大部分钼产品出口征收15%~20%的高额关税,而技术含量高的钼金属制品有5%出口退税,从而鼓励这部分产品的生产和出口。

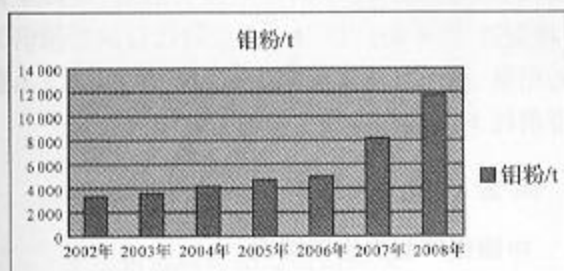


图1 2002~2008年中国钼粉及其金属制品产量变化

1.2 未锻轧钼的生产

未锻轧钼产量的统计包括炼钢钼块条锭、钼条、钼板坯等,未锻轧钼是钼粉经过压形、烧结准备进入下一段生产的中间产品,炼钢钼块条锭是钼粉经过压形烧结后出售,添加到钢包里生产超级合金钢,应用于航空航天领域;钼条是钼粉经过压条烧结后,生产钼电极、钼丝等的原料;而钼板坯是钼粉经过压坯烧结后生产钼板、钼圆片、钼坩埚等的原料。

2002~2008年中国未锻轧钼产量变化如图2所示。由图2可见,近年来,未锻轧钼的产量呈上升态势,尤其是2007年、2008年其产量呈现出大幅度增长之势,增幅分别为45.85%、24.73%。

1.3 已锻轧钼的生产

已锻轧钼产量的统计包括钼杆、钼棒、钼板、钼电极等,已锻轧钼是经过轧机轧制过的钼金属制品,再根据不同的用途加工成不同形状的产品,有的可作为终端产品使用。钼电极主要用于玻璃行业,其长度一般为0.5~1.5 m,形状为棒形,钼杆棒主要用于高温炉行业,作为发热体;钼板可制作钼圆片、钼舟、钼坩埚、隔热屏、钼箔、钼带等。

我国钼板生产企业规模小,设备较落后,产品质量档次较低,达不到国外标准。除金堆城钼业集团股份有限公司及洛阳栾川钼业集团股份有限公司外,多数企业仍采用锻锤开坯,而国外采用轧制开坯,其钼板内部缺陷少、表面光滑、变形均匀。

2002~2008年中国已锻轧钼产量变化如图2所示。由图2可见,近年来,已锻轧钼的产量呈上升态势,尤其是2007年、2008年其产量呈现出大幅增长之势,增幅分别为132.97%、100.87%。2007年、2008年已锻轧钼的产量增幅比未锻轧钼的增幅分别高出87.12%、76.07%。

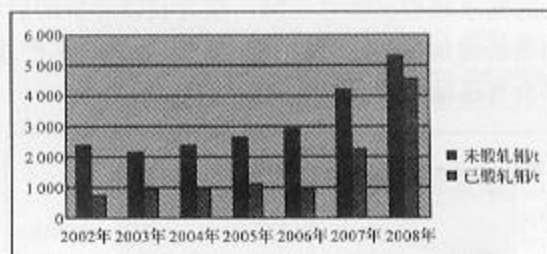


图2 2002~2008年中国未锻轧钼、已锻轧钼产量变化

1.4 钼丝的生产

钼丝主要分为线切割丝、电光源丝、喷涂钼丝、加热炉钼丝和真空电子器件用钼丝等。

电光源钼丝由于具有良好的导电和高温性能,特别是与玻璃的热膨胀系数相近,广泛应用于制造灯泡中的芯线、引出线、挂钩、支架、边杆及其他部件,除要求直径均匀、平直度好、强度高、高温性能稳定外,还应有一定的柔韧性,灯泡丝及照明丝的直径一般在 $\phi 0.10$ mm以下;线切割钼丝是理想的电火花线切割机床用电极丝,可切割各种钢材和硬质合金,加工形状极其复杂的零件,放电稳定,表面精度高,线切割丝的直径一般为 $\phi 0.18 \sim \phi 0.10$ mm;喷涂钼丝主要用于耐高温、耐腐蚀和耐冲击件,如汽车

摇臂、变速箱齿轮和拨叉、发动机活塞环、同步环、刹车片、热矩增加器、气缸等表面的涂层强化处理;喷涂钼丝相对而言规格较粗,常见的有 $\phi 3.17\text{ mm}$ 、 $\phi 2.3\text{ mm}$ 和 $\phi 1.59\text{ mm}$ 等几种,实际生产中对喷涂钼丝的要求较高:钼丝纯度 $\geq 99.93\%$,硬度 $\text{HV} \geq 320$;加热炉钼丝主要用作工业电炉的发热体,丝径规格通常较粗,高温性能是其重要的质量指标;真空电子器件用钼丝(如显像管中电子枪用芯线钼丝),因使用条件的精度及可靠性要求高,故对其质量和性能要求颇为严格,应有较大的延伸率和较高的抗拉强度,且尺寸偏差的允许范围 $\leq 1.0\%$ 。

1.4.1 粗钼丝的生产

粗钼丝的直径一般为 $\phi 0.4 \sim 1.0\text{ mm}$ 。粗钼丝有两个用途:一是改拉细钼丝;二是生产钼电极。

2002~2008年中国粗钼丝产量变化如图3所示。由图3可见,2002~2005年粗钼丝产量稳定增长,但自2006年以来,中国粗钼丝产量大幅度增长,增幅在20%以上,2006年增幅高达47.24%,2008年增幅达29.97%,这与国内外经济高速发展密不可分。采用粗钼丝加热的方式制作还原炉和烧结炉等;粗钼丝还用于生产喷涂钼丝,其用量的增加有两个方面:汽车产量的增长和热喷涂部件比例的提高,虽然目前我国零件表面的喷涂尚处于起步阶段,但市场的需求趋势已非常明确。随着我国经济的启动和消费的增加,作为国民经济支柱产业的汽车产业,必将会有迅猛的发展。

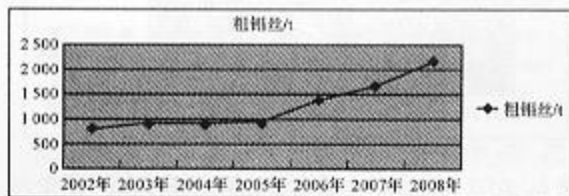


图3 2002~2008年中国粗钼丝产量变化

1.4.2 细钼丝的生产

细钼丝的直径一般是 $\phi 0.035 \sim \phi 0.35\text{ mm}$ 。细钼丝一般用于电光源丝和线切割丝,由于近年来世界经济高速发展,模型工业、电光源业均得到了较大的发展,使我国细钼丝的生产量逐年大幅增长,尤其是2006年以来,中国细钼丝的生产能力和生产量大幅增长,增幅超过了30%以上。2002~2008年中国细钼丝产量变化如图4所示。

由图4可见,2003~2005年细钼丝产量的增幅在6%~18%之间,2006年、2007年其产量增长幅度分别高达39.02%和32.02%,但到2008年其产

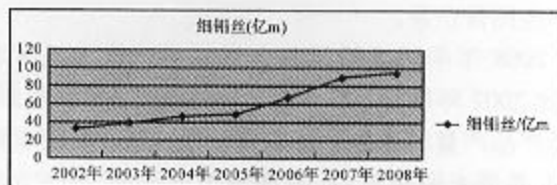


图4 2002~2008年细钼丝产量变化

量增幅仅为5.87%,增幅大大降低,这是由于世界金融危机影响到我国实体经济所致。

1.5 钼异型件的生产

钼异型件包括钼圆片、钼顶头、钼坩埚等。

钼圆片消费与电力供应密切相关,供电电力增加必然带动半导体行业的发展。硅整流器品种较多,规格大小不一,因此作基片的钼圆片规格范围较广,主要以直径 $\phi 4 \sim \phi 76.2\text{ mm}$,厚度为 $0.6 \sim 3.0\text{ mm}$ 的制品为主。随着半导体行业的发展,市场上对更大规格钼圆片的需求也逐步增加,例如 $\phi 100\text{ mm}$ 的钼圆片。

目前国产钼圆片在表面平直度、平行度及表面质量上还存在问题,以致影响产品质量。随着硅整流器行业的发展,器件对钼圆片的质量要求越来越高,因此改进生产工艺、提高产品质量成为亟待解决的问题。

钼坩埚主要用于石英玻璃行业和稀土冶炼行业。

钼顶头用于无缝钢管穿孔。目前只是小部分采用钼顶头,其比例为4万t无缝钢管消耗1~2t钼顶头,如果能提高TZM钼合金顶头质量,增加穿管数,将促进TZM钼合金顶头逐步替代目前所用钢顶头的用量;估计可将其比例提高为1万~2万t无缝钢管消耗1t钼顶头。

2 钼金属制品进出口现状

2.1 中国钼产品进出口情况

2003~2008年中国钼产品进出口量变化如图5所示。近年来,中国钼产品进口以其他钼矿砂及其精矿(钼精矿)为主,中国钼产品的进口主要以氧化钼、钼铁等炉料产品为主。

自2005年以来,中国钼产品进口量逐年大幅度减少,其原因主要:一是中国钼精矿产量自2006年以来大幅度增长,国内钼的供应量充足;二是中国政府通过宏观调控限制了钼产品的出口,尤其是对钼产品实行配额管理,从而影响了中国钼产品的进口;三是2008年4月1日起取消所有钼产品的加工贸

易。

自2004年以来,中国钼产品出口量逐年下降,2005年中国钼产品出口量降幅较大,达到23.90%,由于2005年中国钼产量大幅下降而国内钼消费量大幅增长,使国内钼产品供应紧张。2005~2007年钼产品出口量虽然有所降低但降幅不大,其幅度在2%~4%,2008年中国钼产品出口量降幅较大,达30.34%。其主要原因:一是2007年6月18日中国钼产品出口实行配额管理,二是钼产品出口征收高额关税,两者双管齐下,出口量只完成配额总量的75.70%。尤其是钼铁自2008年1月1日起征收20%的出口关税,使2008年钼铁的出口量大幅度降低,降幅达72.44%。

总之,2008年中国钼产品外贸进出口量大幅度萎缩,这是国家对钼产品进出口实行宏观调控所产生的效应。

2008年中国氧化钼出口量同比减少8.46%,钼铁出口量同比减少72.44%,未锻轧钼出口量同比减少41.17%,已锻轧钼(钼条、杆、型材及异型材,简单烧结而成的除外)的出口量同比增长80.98%,钼丝出口量同比增长5.01%,其他钼制品出口量同比增长163.04%。

值得注意的是,2008年中国钼铁出口量大幅度减少,而钼金属制品的出口量已排在钼铁之前,这是史无前例的。

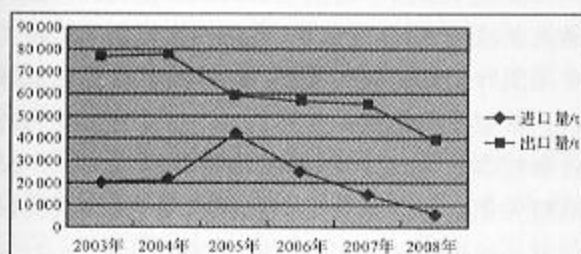


图5 我国钼产品进出口量变化

2.2 中国钼金属制品进出口情况

2.2.1 中国钼金属制品进口情况

2002~2008年中国钼制品进口情况如图6所示。近年来我国钼金属制品的进口量较小,年总进口量最高的2005年仅330 t,且其进口量的大小随着国际市场钼价格的高低而波动,与国际市场氧化钼价格走势相同。

2.2.2 中国钼制品出口情况

2002~2008年中国钼金属制品出口量变化如图7所示。自2007年以来,中国钼粉、未锻轧钼、钼废碎料等的出口量有了大幅度的降低,钼丝的出口

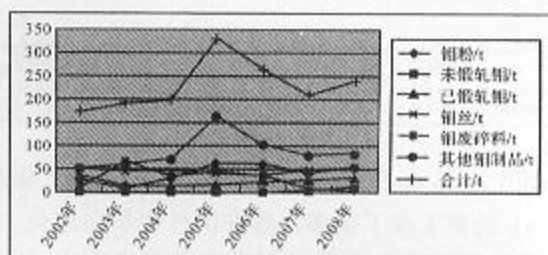


图6 2002~2008年钼金属制品进口量变化

量逐年稳步提高,而已锻轧钼的出口量自2007年以来大幅度增长,出口量从2006年的883.363 t猛增至2007年的3 394.473 t和2008年的6 143.433 t,2007年、2008年增长幅度分别为284.27%、80.98%。这主要是2007年6月18日开始中国政府对钼产品的出口实行配额管理,已锻轧钼和钼丝没有出口配额的限制,并且有5%的出口退税,而钼粉、未锻轧钼、钼废碎料等不但有配额的限制还有15%的出口关税。

在整个钼产品出口量大幅降低的情况下,钼金属制品的出口量呈现出上升态势,这是国家对钼的宏观调控效应的突显。

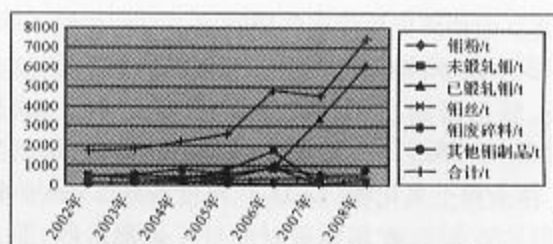


图7 2002~2008年中国钼金属制品出口量变化

3 我国钼金属制品与国外发达国家的差距

3.1 钼粉

我国钼粉纯度一般为99.5%~99.8%,经过近几年的发展,部分企业的钼粉纯度可达99.8%~99.95%,Fmo-1要求-160目,Fmo-2要求-120目,而美国Amax则要求OMP-6纯度为99.8%,-100目,MP-6,纯度为99.95%,-100目。火焰喷涂钼粉,美国Amax的OMP2-A纯度为99.8%,-100目,等离子喷涂则要求纯度99.8%,-200+325目。美国生产钼及钼合金棒、杆和丝对钼粉的要求是以ASTMB387-90中的化学成分361项作要求的,见表1。

表1 美国生产钼及钼合金棒杆丝对钼粉化学成分要求
%

元素	C	O	Ni	Fe	Si	W	Zr	Mo
含量	0.010	0.007 0	0.002	0.005	0.001	0.010	0.010	余量

表1中的O、Si和Ni比我国GB3461-82钼粉Fmo-1的要求高了很多。现在国外钼粉向纯化、亚微化和纳米级方向发展。德国在极干燥室中,用特制设备把钼粉纯度从99.9%提高到99.999 9%。另一个发展方向是高温钼粉发展很快,主要表现在下列3个方面:一是在钼粉中加入少量的Si、Al和K;二是钼粉中掺入稀土元素,如日本、俄罗斯、美国、奥地利等在钼粉中添加La、Y、Ce、Sm、Nd等,以改善合金塑性,提高抗氧化能力和耐腐蚀能力;三是在钼粉中掺钨降低钼的再结晶温度,可大大提高延伸率,如在1 000~2 000℃退火,可使延伸率提高20%。我国在上述几方面也做了大量的工作,取得了一些进展,但与国外相比仍存在一些差距。

3.2 钼板、片、箔

在掺杂钼板方面,我国上海钢铁研究所和北京钢铁研究总院曾研制出重3.0 kg、厚0.5~5.0 mm、宽80~100 mm、长800~4 000 mm的掺杂板材;此外,北京钢铁研究总院也曾研制出了专为烧结Nd-Fe-B永磁材料的真空炉用HTM(高温钼)的掺杂钼板,后又研制出了(0.5~0.6) mm×85 mm×(1 200~1 700) mm的掺杂钼薄板,中南大学研制出了掺杂稀土氧化物(La₂O₃)、厚度为0.5 mm的钼板,但总的来讲,我国钼板材尚处于研制阶段,而未形成批量生产,国外普兰西金属公司早已达到系列批量生产阶段。照明工业用封接纯钼箔带国内能批量生产,并有出口,但高强度气体放电灯封接用稀土钼合金箔带国内仍在进口。

3.3 钼杆、丝

目前我国生产的钼杆、丝牌号主要有2种:一是纯钼杆、丝,另一种是添加Si、Al、K等元素的掺杂钼杆、丝。与国外同类产品相比,国产钼杆、丝主要存在品种单一,坯条单根重量较小,钼杆、丝平均长度短等不足。近年来在研制稀土钼杆、丝方面也取得了一些进展。

国外钼杆、丝亦有纯钼杆、丝和掺杂钼杆、丝两大类。成品钼丝有黑丝、清洗丝、清洗退火丝、清洗矫直丝、电解腐蚀丝5种。掺入Si、Al、K的高温掺杂钼丝性能良好。如高温掺杂钼丝在1 500℃时不

产生再结晶,其延性非常好,普兰西公司生产的钼丝在1 900℃时退火15 min后,φ3.0 mm的钼丝在9.0 mm半径范围内可作90°弯折3~5次;φ1.0 mm的钼丝在3.0 mm半径范围内可作90°弯折6~12次。

3.4 钼异型制品

我国钼异型制品方面可生产电极、坩埚、流口、塞杆、舟皿等,但尚不能生产特大、特小、特精的异型钼制品,如φ0.5 mm的钼管和长4 m、直径达1.5 m的大型辐射防护屏等仍需进口。

4 钼进出口政策对钼金属制品的影响

2007年6月18日起,我国除了已锻轧钼、钼丝等产品不但没有进入配额管理还有5%的出口退税以外,其他钼产品(氧化钼、钼铁、钼酸铵、其他钼酸盐、钼的氧化物及氢氧化物、钼粉、未锻轧钼等)不但实行了配额管理还征收10%~20%的高额关税,在国家宏观调控政策的鼓励下,自2007年以来,在我国钼产品出口量大幅度降低的大环境下,钼金属制品的出口量大幅度增长,其出口量超过了钼铁,这是史无前例的,对我国钼金属产品的发展非常有利,未来我国钼金属产品将会有长足的发展。

5 结 语

虽然近年来由于国家政策的鼓励使我国钼金属制品发展较快,但总的来说,我国钼金属制品的技术水平与国外仍然有较大差距,高精尖产品仍然依靠进口。希望我国钼制品生产企业,在引进国外先进设备和技术的同时,研制开发出具有自主知识产权的高精尖钼金属产品并推向国际市场,提高我国钼金属制品的技术含量和附加值,增强国际竞争力,为把我国建设成世界钼金属产品生产基地而努力,从而使我国钼的资源优势,真正转化为经济优势,成为世界钼业强国,在国际钼市场上具有一定的话语权。

参考文献

- [1] 许洁瑜,杨晓明. 2008年中国钼工业发展现状[J]. 中国铝业, 2009, 33(2): 11-18.
- [2] 罗振中,杨晓青,廖利波. 国内钼冶炼及加工技术最新进展[J]. 中国铝业, 2008, 32(1): 14-18.
- [3] 向铁根. 钼冶金[M]. 长沙:中南工大出版社, 2002.
- [4] 詹志洪. 钼丝质量的影响因素分析及工艺改进措施[J]. 中国铝业, 2006, 30(2): 28-31.