

中国钽铌工业的现状与发展

何季麟

张宗国

(宁夏东方钽业股份有限公司 宁夏 石嘴山市 753000)

摘要：本文简要介绍了钽铌的性质、用途，回顾了近 50 年中国钽铌工业发展的历程，重点叙述了中国钽铌资源、矿山、生产能力，原料保证程度以及钽冶炼加工企业生产工艺、技术装备、生产能力和产品应用情况，通过国际贸易评价了中国钽铌工业市场地位，指出了钽铌工业在发展中存在的问题，提出了应对措施和办法，展望了中国钽铌工业的发展前景。

引 言

中国钽铌工业经过近 50 年的发展，已经实现了“从小到大，从军到民、从内到外”的转变。特别是 1995 年以来，中国钽铌工业呈现出快速发展的态势，企业增多、产能增加、技术提升、产品更新、质量改进、应用扩展、环境改善，中国钽铌工业进入了世界大国的行列。值此《有色金属进展》编撰之机，全面系统地总结中国钽铌工业现状，找出发展中存在的问题，制订新一轮发展规划，是中国钽铌工业进入世界强国的必然要求。

中国钽铌工业近 50 年的发展，已有 20 多个企业，其发展变化不是容易说清楚的。本文仅做抛砖引玉，希望更多关心钽铌工业发展的人士利用《钽铌工业进展》平台积极撰文，发表意见、集思广义、形成共识，为使中国成为世界钽铌工业强国而共同努力。

1 钽铌的性质与用途

1.1 钽铌的性质

钽铌属难熔稀有金属，它们的物理化学性质很相似，在自然界中总是相互伴生。

钽铌具有熔点高、塑性好、蒸汽压低、导电导热性能好、化学稳定性高、金属表面氧化膜介电常数大，铌的热中子俘获截面小，抗酸和液态金属腐蚀能力强，具有超导性能等一系列特性，其基本性能见表 1。

表 1 钽铌的基本性质

性 质	钽	铌
元素符号	Ta	Nb
原子序数	73	41
原子量	180.9479	92.9064

晶格类型	体心立方	体心立方
晶格常数 (Å)	3.296	3.294
颜色	银灰色	银灰色
密度(20) (g/cm ³)	16.68	8.66
熔点 ()	2996	2468
沸点 ()	5300	4840
比热容 (0~100) (J/g·)	0.142	0.272
汽化热 (kJ/mol)	743	697.1
导热系数 (25) (W/m·)	54	52
热膨胀系数 (0~100) (10 ⁻⁶ /)	6.5	7.1
蒸汽压(1500~2500) (mmHg)	1×10 ⁻¹⁰ ~1×10 ⁻²	1×10 ⁻¹⁰ ~6×10 ⁻²
超导转化温度 (临界温度) (K)	4.38	9.22
热中子俘获截面 (巴)	21.3	1.15
辐射功率(1330~2330) (W/cm ²)	7.2~75.0	6.3~70.0
电子逸出功 (W)	4.12	4.01
电阻率 (20) (μ·cm)	12.5	13.2
电阻温度系数(0~100) (10 ⁻³ /)	3.82	3.95
金属表面氧化膜介电常数 ()	26	41
标准电极电位 (E°) (V)	Ta/Ta ⁵⁺ 1.12	Nb/Nb ⁵⁺ 0.96
电离电位 (V)	7.3±0.3	6.67
屈服强度 (MPa)	210	140
压缩系数(kg/mm ²)	21050	17670
弹性模数(kg/mm ²)	19000	10600
抗拉强度极限(N/mm ²) (退火坯条)	289	293
冷轧伸长率 (%)	1~3	2
退火后硬度 (HB)	45~125	75
抗液态金属腐蚀能力 () (多种金属)	450~1150	300~600
升华热(卡/克原子)	185.5	170.9
耐腐蚀 (mm/年) (浓度 5~70%的沸腾 H ₂ SO ₄)	< 0.0254	< 0.1270 ~ > 8.3500

1.2 钽铌的用途

钽铌的主要产品有钽粉（电容器级、冶金级）、钽丝、碳化钽、钽及其合金钽、钽及其合金加工材（板、带、管、棒、线）、钽靶材、氧化钽（工业、光玻、高纯）、钽酸锂单晶、铌铁、铌镍、铌粉、铌条、铌及其合金钽、铌及其合金加工材（板、带、管、棒、线）、氧化铌（工业、光玻、高纯）、碳化铌、铌酸锂单晶等。

在电子工业中，钽粉和钽丝是制造钽电容器的关键材料。钽电容器体积小、容量高、重量轻、可靠性好、工作温度范围大、抗震动、寿命长，广泛地用于手机、计算机、数码产品、汽车和航空航天电子等领域，全世界 60%左右的钽用于制造钽电容器。钽、铌靶材用于半导体装置和液晶显示技术，氧化铌、铌粉、铌丝用于制造陶瓷电容器和铌电容器，钽酸锂单晶和铌酸锂单晶用于制作声表器件和光通讯元件。

在冶金工业中，铌主要用于生产高强度低合金钢、不锈钢、耐热钢、间隙钢、碳钢、

工具钢、轨道钢、铸造钢。铌在这些合金中除保持其耐高温和抗腐蚀等性能外，还起到细化晶粒和固溶强化作用，能有效提高钢材在高温下的强度、硬度，改善钢材的加工和焊接性能，防止钢材在恶劣的工作环境中被腐蚀和发生脆裂等。全世界 90%左右的铌用于钢铁工业。将钽或铌添加到镍、钴、铁基合金中或以钽、铌为基添加其它金属元素可生产超合金，超合金是航天航空发动机、陆基气流涡轮发动机、现代武器、恶劣工业环境设施的重要结构材料。

在机械工业中，用碳化钽、碳化铌等硬质合金制造的刀具、钻具等工具能经受近 3000 °C 的高温，其硬度可与金刚石媲美。

在化学工业中，钽铌是优质耐酸和耐液态金属腐蚀的材料，可用于蒸煮器、加热器、冷却器和各种器件器皿等。

此外，钽铌金属及其合金可用作原子能反应堆包壳材料、高能物理超导装置和医学外科手术材料等。

2 中国钽铌工业现状

世界钽工业的发展始于 20 世纪 20 年代，铌工业的发展始于 20 世纪 50 年代。中国钽铌工业始于 1956 年从研究起步，20 世纪 60 年代逐步开始采矿、冶炼、加工以及应用的生产。初期冶炼、加工生产规模、技术水平、产品档次和质量状况与发达国家比较相差甚远。自 90 年代，特别是 1995 年以来，中国钽生产、铌应用呈现出快速发展的态势，中国钽铌工业进入了世界大国的行列，其发展历程见表 2。

表 2 中国钽铌工业发展历程

期间（年）	发展特征	发展主要事项	主要企业
1956 ~ 1965	研究、开发	1) 进行钽铌湿法、钽火法、铌火法工艺研究。 2) 建成碳化钽、铌条、电解钽粉生产线。	北京有色金属研究院 株洲 601 厂
1966 ~ 1981	军工配套	1) 相继建设 10 座钽铌矿山 2) 部分引进日本工艺技术建成宁夏 905 厂 3) 建成九江 806 厂、广东 723 厂，完成广西栗木矿转产。	905 厂、601 厂、806 厂、723 厂、栗木锡矿水冶厂。 江西 414 矿、新疆可可托海矿、新疆阿勒泰矿、栗木老虎头矿、江西石城矿、广东横山矿、江西横峰矿、广东泰美矿、广东永汉矿、广东博罗矿
1982 ~ 1988	军、民品并举	1) 老虎头、泰美、永汉、博罗 4 矿山关闭 2) 5 家冶炼厂更名。 3) 5 家钽铌冶炼厂生产军、民两用产品	冶炼厂更名为宁夏有色金属冶炼厂、株洲硬质合金厂、九江有色金属冶炼厂、从化钽铌冶炼厂、广西栗木有色金属公司，矿山还有 6 家。
1988 ~ 1992	进入国际市场	1) 5 家钽铌冶炼厂 K_2TaF_7 产品进入国际市场	冶炼厂家同上。 矿山同上。

		2) 5 家钽铌冶炼厂先后实施了生产技术改造。	
1993 ~ 2006	国际化经营	1) 新疆阿勒泰矿、江西石城矿、江西横峰矿关闭,新建福建南平矿。 2) 冶炼厂从 5 家发展到 20 家,中国成为世界钽产品生产大国。 3) 电容器级钽粉、钽丝、高纯氧化钽、高纯氧化铌、冶金级钽粉、钽条、钽锭、钽锆丝、碳化钽、钽铌加工材、钽铌靶材、钽铌氧化物晶体、氟钽酸钾、工业氧化铌批量进入国际市场。	新增钽铌冶炼加工厂:西北稀有金属材料研究院、石嘴山金联公司、衡阳莱孚公司、江西桂族公司、江西定海公司、九江金鑫冶炼厂、佛冈佳特公司、新兴浩荣公司、广东世强公司、江门新会公司、多罗山兰宝石公司、肇庆羚光公司等 20 家。 矿山有:宜春钽铌矿、福建南平钽铌矿、广东横山钽铌矿、新疆可可托海钽铌矿,还有云南、江西两处民采点。

2.1 矿山

2.1.1 钽铌储量

中国钽铌资源特点是矿脉分散、矿物成份复杂、原矿中钽铌品位低,钽铌矿物嵌布粒度细,因此经济资源不多。为了尽可能准确把握中国钽铌资源储量,根据矿山调查以及有关资料宁夏东方钽业股份有限公司对中国钽铌储量进行了统计,详见表 3 钽占世界总储量的 18.8%,铌占世界总储量 3.3%。

表 3 中国钽铌储量

矿山	(Ta, Nb) ₂ O ₅ (%)	储量 (Kt)		矿山	(Ta, Nb) ₂ O ₅ (%)	储量 (Kt)	
		Ta ₂ O ₅	Nb ₂ O ₅			Ta ₂ O ₅	Nb ₂ O ₅
江西宜春钽铌矿	0.0187	17.65	14.32	福建南平钽铌矿	0.028	1.82	1.56
新疆可可托海矿	0.02	0.17	0.10	湖南香花岭 430 矿体	0.0257	5.53	5.30
栗木水溪庙钽铌矿	0.0298	2.2	2.26	湖南湘东金竹陇矿体	0.0235	3.10	2.70
江西石城钽铌矿	0.028	0.35	0.24	内蒙包头矿	0.1-0.2	—	50.1
广东横山钽铌矿	0.05	0.7	0.28	内蒙扎鲁特 801 矿	0.2485	21.5	370.0
江西横峰钽铌矿	0.072		5.55	合计		55.52	454.01
江西大吉山 101 矿	0.0235	2.5	1.60				

2.1.2 钽铌矿山

20 世纪 80 年代,中国拥有 10 座钽铌矿山,后由于新疆阿勒矿、广西栗木老虎头矿资源枯竭闭坑,广东泰美矿、广东永汉矿、广东博罗矿、江西横峰矿属铌钽矿,因铌钽品位低,矿山亏损先后关闭。截止 90 年代末,只有江西宜春矿、福建南平矿、广东横山矿、新疆可可托海矿(后又探出 500 吨 Ta₂O₅储量)以及云南、江西两处民采矿在生产,其钽铌精矿生产量见表 4

表 4 1996~ 2005 年中国钽铌精矿生产量 (吨 · Ta₂O₅)

年	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
---	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

合计	80	79	80	93	101	127	89.5	79	107	136
----	----	----	----	----	-----	-----	------	----	-----	-----

中国已探明的铌资源 Nb₂O₅品位普遍较低，相当时间内无经济开采价值，因此中国没有铌矿山。每年中国生产的钽矿伴生约 80吨 Nb₂O₅产出。

2.1.3 钽铌原料需求

2.1.3.1 钽原料需求

中国现有 20多家钽铌冶炼厂，能够生产全系列的钽冶炼加工产品，除满足中国发展需要外，还有大批量高、中、低端产品进入了国际市场，因此对钽原料需求很大，并逐年大幅度增加，1998~ 2005年中国钽原料消耗情况见表 5

表 5 1998~ 2005年中国钽原料消耗情况（吨· Ta₂O₅）

时 间	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
国内用产品消耗	98	100	129	84	86	110		
总消耗（含出口产品）	270	358	548	372	322	400	360	398

2.1.3.2 铌原料需求

中国消费领域对铌铁、铌金属、铌合金、碳化铌以及各级别的氧化物均有需求，其中最大的是钢铁工业所用标准级铌铁，占铌总需求量约 96%，1996~ 2005年中国铌原料的消耗量见表 6

表 6 1996~ 2005年中国铌原料的消耗量（吨）

产品名称	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	备注
进口铌铁	267	184	589	980	1241	1436	2500	3600	4800	9600	主要为巴西铌铁
国内原料			58	60	77	50	51	66			以 Nb ₂ O ₅ 计

2.2 冶炼加工

截止 2005年底，中国已有 25家钽铌冶炼加工企业，其中宁夏 3家、湖南 9家、江西 4家、广东 7家、广西 1家、江苏 1家，公司性质有国有企业 3家、上市公司 2家、中外合资企业 2家、外资企业 1家、有限责任公司 4家、民营企业 13家；其中主要 17家企业固定资产 13.99亿元，从业人数 5535人，各类专业技术人员 1846人，占员工总数 33%。

2.2.1 工艺技术

2.2.1.1 钽铌湿法冶炼

中国北方钽铌冶炼企业采用国际通用的 HF-H₂SO₄-MIBK 工艺，南方采用中国特有的 HF-H₂SO₄-仲辛醇工艺。1998年宁夏东方钽业股份有限公司试验成功氟化盐矿石分解、分步萃取、过氧化物沉淀、低温焙烧工艺，该工艺特点是适宜分解难分解的原料，钽铌与

杂质、钽与铌分离效果好，所得钽铌沉淀物易过滤、不需洗涤和烘干，低温培烧后产品粒度细、颗粒均匀一致、收率高、质量好。

2.2.1.2 钽火法冶炼

中国钽冶炼企业生产电容器级钽粉和冶金级钽粉普遍采用 K_2TaF_7 钠还原工艺，株洲硬质合金集团有限公司钽铌事业部采用 Ta_2O_5 碳还原工艺生产高压钽粉，生产工艺稳定、质量可靠，其产品主要用于军品生产。

2.2.1.3 铌火法冶炼

中国各钽铌冶炼厂金属铌的生产主要采用 Nb_2O_5 碳还原工艺，1998年宁夏东方钽业股份有限公司采用 Nb_2O_5 铝热还原 - 水平结晶器电子束炉熔炼工艺，其生产效率和产品质量均大幅提高。

2.2.1.4 钽铌精炼

中国钽铌冶炼厂生产高纯钽锭、铌锭及其合金锭采用电子束和真空自耗电弧精炼工艺，能够生产 W 、 Mo 、 Nb 或 W 、 Mo 、 Ta 均 $< 1ppm$ 的钽锭、铌锭，能够生产欧洲特斯拉项目所用 RRR (剩余电阻率) > 300 的铌材。

2.2.1.5 钽铌加工材

中国钽铌冶炼加工企业采用冷加工工艺生产钽铌管棒材、板带材和线材。

2.2.2 生产设备

2.2.2.1 钽铌湿法冶炼

提高产品质量、降低消耗、扩展原料适用范围是钽铌湿法冶炼的重要课题。为此，中国钽铌冶炼企业对生产装备进行了一系列改造：采用雷蒙磨替代双筒球磨机磨矿，提高了各种钽铌矿的分解效果；采用远红外连续烘干机替代木质箱式烘干箱烘干 K_2TaF_7 ，提高了生产效率；采用自动板框压滤机和搅洗设备替代普通工业板框压滤机进行 $Ta(OH)_5$ 和 $Nb(OH)_5$ 洗 F ，提高了生产效率和洗 F 效果，降低了水耗；采用回转炉替代马弗炉煅烧 Ta_2O_5 、 Nb_2O_5 ，提高了生产效率、保证了产品质量；采用生产过程全塑化的设备替代钢槽喷涂设备，保证了产品质量。此外，宁夏东方钽业股份有限公司还研究并应用了组合式萃取器和在线分析微机监控系统，该萃取设备集箱式、塔式和离心式萃取器优点于一身，将萃取级效率从 75% 提高到 95% 以上，保证了钽铌与杂质、钽与铌的分离效果，降低了有机消耗，萃取在线分析微机监控装置实现了生产过程自动化。

2.2.2.2 钽火法冶炼

世界约 60% 钽用于制作钽电容器。电容器级钽粉有物理性能、化学性能、电性能要

求，在钽冶炼加工中技术含量最高，不仅需要先进的工艺技术，还需要可靠的设备保证。中国共有 7 家电容器级钽粉生产企业，多次进行设备改造：采用带式红外烘干机替代静态木质烘干箱烘干原材料 (K_2TaF_7 、 $NaCl$ 、 KCl)，提高了物料烘干质量，降低了劳动强度；采用复合反应弹替代内置坩埚反应弹提高了生产效率，保证了产品质量；采用自动注钠装置替代原手工注钠，减小了人工偏差、失误，保证了工艺参数；采用智能化仪表替代传统式仪表实现了钠还原过程温度的自动控制、显示和记录；采用聚四氟乙烯卧式搅洗设备替代逆流式不锈钢酸洗槽，提高了水、酸洗效果，保证了产品质量；采用真空油热自动控温烘干箱替代蒸汽加热的木制烘干箱，提高了生产效率，保证了产品质量，杜绝了钽粉着火故障；引进了国外先进的热处理炉替代国产炉提高了生产效率、保证了产品质量和产品一致性；引进了美国直读光谱仪、Leco公司的定氧仪、定碳仪、原子吸收仪、粒度分布测定仪、比表面积测定仪、孔隙度测定仪、电子显微镜等，保证了高比容钽粉的研究及生产。

2.2.2.3 钽火法冶炼

近年来对碳化炉、还原炉的加热方式、真空系统、测温系统、控制方式、冷却系统进行了改造，通过改造采用可编程工业控制器 PLC 实现了生产过程自动控制和连锁保护；采用热电偶和红外光学测温仪测温，提高了测温的准确性；增加了气流强制冷却系统，提高了生产效率；将钽条烧结由竖式改为卧式，提高了钽条外观质量，避免了渗碳的发生。

2.2.2.4 钽钼精炼

为了保证电子、航空航天、超导、原子能反应堆以及高能物理等高新技术领域发展的需要，20 世纪 90 年代以来，宁夏东方钽业股份有限公司先后从国外引进 200KV 电子束炉 4 台、600KV 电子束炉 1 台、真空自耗电弧炉 1 台，新增大型烧结炉 3 台。

2.2.2.5 钽钼材料加工

截止 2005 年底，中国有 6 家企业拥有钽钼及其合金材料加工能力，其中钽丝生产线 4 条、钼及钼钨丝生产线 3 条、钽钼管棒生产线 2 条、钽钼板带生产线 1 条、钽片生产线 1 条，其中钽丝生产能力大，满负荷生产可以满足全世界消费需求。

2.2.3 产品能力

2.2.3.1 产量

经过 2006 年 8 月调查，中国 17 家钽钼冶炼加工企业生产能力见表 7

表7 中国主要钽铌冶炼企业产品生产能力

企业名称	钽产品生产能力（吨/年）									铌产品生产能力（吨/年）									固定资产 （万元）	从业人数	
	K ₂ TaF ₇	工业 Ta ₂ O ₅	高纯 Ta ₂ O ₅	TaC	Ta粉	Ta丝	其它 Ta 加工材	4 LT 棒	4 LT 片	工业 Nb ₂ O ₅	高纯 Nb ₂ O ₅	金属 Nb	NbC	Nb粉	Nb条	Nb加 工材	FeNb	4 LN 棒			4 LN 片
宁夏东方钽业股份有限公司	800	25	15	20	250(电) 15(冶)	80	10	2	50000 片	300	15	180	10	50	20	15		3	50000 片	66289	1660 (630)
石嘴山金联实业有限责任公司	200	80								100							1000			4326	180 (60)
西北稀有金属材料研究院金属制品分厂							28									12				6500	98 (21)
株洲硬质合金集团有限公司钽铌事业部	400		25	50	70(电) 70(冶)	35	自用			300			10		35	自用				7000	410 (140)
衡阳金新 - 莱孚新材料有限公司	200	10								120										1400	75 (18)
江西桂族钽铌有限公司	300	80	30							60	70						500			1800	120 (30)
江西定海钽铌有限公司	450	200								200							100			2000	68 (17)
江西九江有色金属冶炼厂	180	120	70	40	48(电) 60(冶)	6	6 (Ta片)			400	260		40	40	38	25 (NbZr 丝)				21000	836 (360)
江西九江金鑫有色金属有限公司	120	100	60							100	60						200			3000	100 (20)
广州从化钽铌冶炼厂	180	60	20		10(电) 20(冶)					60	30									2000	250(62)
广东佛冈佳特金属有限公司	450									150										1000	83(25)
广东江门新会富祥电子材料有限公司	500		30		10(电) 8(冶)		40 (Ta条)			300	50									5000	150 (25)
广东云浮新兴浩荣电子材料有限公司	165									80										500	35 (8)
广东肇庆多罗山蓝宝石稀有金属有限公司	800	60	50	10	150(电) 18(冶)	50	5			300	200	40	20			5				10000	800 (340)
广东肇庆羚光电子化学品材料科技有限公司	200	60	30								60									600	150 (35)
广州世强电子材料有限公司					10(电) 10(冶)															500	20 (5)
桂林新源钽业股份有限公司	500	10		20						200			10							7000	500 (50)
合 计	5445	805	330	140	548(电) 570(冶)	171	89	2	5000	2670	745	220	90	90	93	57	1800	3	5000	139915	5535(1846)

2.2.3.2 产品品种及质量

中国钽铌冶炼加工企业能够生产 25 个系列 188 个品种的产品，自 1996 年以产品质量进步很快，相当一部分产品已批量进入国际市场，成为世界钽铌工业重要的供应商，主要产品质量进步情况见表 8

表 8 中国钽铌企业主要产品质量进步情况

产品	质量进步情况	市场应用情况	主要生产企业
K_2TaF_7	Nb、Ni、Si、Fe、Cr、Mo、Mg、Ca、Pb、Ti、W、Ca、C 等 13 个杂质均 10ppm	产品批量出口	佛冈佳特、江西桂族等 15 个有钽铌湿法冶炼企业全部能达到。
高纯 Nb_2Q	24 个杂质减量纯度达 4N	产品批量出口	九江冶炼厂、多罗山公司、江门新会公司、江西桂族公司等企业
高纯 Ta_2Q	15 个杂质减量纯度达 4N	产品批量出口	同上
超高纯 Nb_2Q	24 个杂质减量纯度达 5N	产品有出口	九江冶炼厂
超高纯 Ta_2Q	15 个杂质减量纯度达 5N	产品有出口	九江冶炼厂
高比容钽粉	批量供应 30000 ~ 100000 CV/g 粉	产销量世界第三	东方钽业、江门新会、多罗山兰宝石
	少量供应 120000 ~ 150000 CV/g 粉	产品出口	东方钽业
高压钽粉	批量供应 63V1000 ~ 5000 CV/g 粉	供国内军品	株洲硬质合金
电容器级钽丝	批量供应：0.25~ 0.1mm 丝，研究水平 0.065mm	产品批量出口	东方钽业、株洲硬质合金、多罗山兰宝石
高纯钽锭	高熔点杂质 W、Mo、Nb 均小于 1ppm	产品有出口	东方钽业
钽铌加工材	管材、棒材	产品出口	东方钽业
钽铌靶材	纯度、孔隙度、晶粒尺寸、织构、平面度、一致性均符合客户要求	产品出口	西北稀有金属材料研究院
铌钛合金	超导棒材	产品出口	东方钽业
钽钨合金	$Ta_{(0.3 \sim 10)}W$	军品	东方钽业
钽钪合金	TaHf 棒材	军品	东方钽业
钽铌合金	TaNb 棒材	军品	东方钽业
铌钽钨合金	Nb-Ta-W 棒材	军品	东方钽业
高纯铌	射频超导腔用锭、板，RRR>300	产品出口	东方钽业、西材院
铌锆丝	Nb-1Zr	产品批量出口	东方钽业、株洲硬质合

			金、九江冶炼厂、多罗山兰宝石公司等
LT	3~5" 棒、片	产品出口	东方钽业
LN	3~5" 棒、片	产品出口	东方钽业

2.3 应用

中国拥有 12家钽电容器制造企业、3大硬质合金公司、诸多铌钢生产厂家，钽铌消耗量见表 9

表 9 1998~ 2005年中国钽铌产品消费情况（吨·金属）

产品	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
钽产品	68.85	70.08	91.11	59.20	60.70	77.20		
铌产品	651	900	1076	1180	1880	2614	3403	6458

2.4 国际贸易

世界钽产品的消费主要是美国、日本、欧洲、以色列、韩国等，世界铌的消费主要是中国、美国、日本、欧洲等，其钽铌产品的消费量见表 10

表 10 1996~ 2005年世界钽铌产品的消费量（吨·金属）

产品	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
钽产品	1212	1495	1478	1736	2235	1561	1406	1508	2107	1956
铌产品				22961	23990	26004	24086	26989	32830	44467

中国钽铌冶炼加工企业自 1988年进入国际市场，开始销售 K_2TaF_7 ；1992年电容器级钽粉进入国际市场，1995 年电容器用钽丝进入国际市场，实现高端产品进入国际市场“零”的突破；2000年销售电容器级钽粉 239吨，钽丝 87吨，分别占世界市场份额的 17.58%和 41.63%，中国成为继美国、德国之后的世界钽冶炼加工“三强”国家。2000 年以后中国电容器级钽粉、钽丝、钽靶材、碳化钽、高纯氧化钽、高纯氧化铌、钽酸锂单晶、铌酸锂单晶、钽条、钽铌加工材、钽制品、铌超导材、 K_2TaF_7 等全面进入国际市场，销往美国、德国、英国、日本、韩国、以色列、泰国等国，有 9家企业成为世界钽铌研究中心（TIC）成员单位。

2.5 市场地位

经过近 50年的发展，中国钽铌工业已实现了“从小到大、从军到民、从内到外”的转变，形成了世界唯一的从采矿、冶炼、加工到应用的工业体系，高、中、低端产品全方位的进入了国际市场，中国成为世界钽冶炼加工第三强国，进

入世界钽铌工业大国的行列。

3 中国钽铌工业的发展

3.1 问题

3.1.1 原料短缺

钽铌属稀有金属，不可再生。目前，中国已探明的钽资源特点是矿脉分散、矿物成份复杂、原矿中 Ta₂O₅品位低、矿物嵌布粒度细、经济资源少，因此难以再建大规模的矿山。现有的两座机选厂情况是江西宜春矿钽资源贫化，原矿中 Ta₂O₅平均含量已由 0.016%下降到 0.013%，并且矿物嵌布粒度更加细化，选矿收率降低；福建南平矿 14#矿脉钽资源临近枯竭，其它如广东横山矿、新疆可可托海矿 Ta₂O₅储量、产量均很小，2006年中国有色金属报虽报导了江西葛源又发现了大型钽铌矿，钽储量近 30000吨，但详细的地质情况、矿物情况、经济评价都不清晰，因此，中国钽初级原料的供应存在很大问题。

铌初级原料供应存在的问题更大。据调查：中国三处最好的铌资源地是内蒙包头、扎鲁特旗（801 矿）和湖北竹山，其原矿中 Nb₂O₅平均含量在 0.1~ 0.3%之间，而巴西仅一个阿拉沙（Araxa）就有 4.6亿吨烧绿石，边界品位为 2%，原矿中 Nb₂O₅平均品位为 2.5%，可供全世界使用近 200年。2000年后，中国迅速进入了铌消费大国，2005年成为世界第一消费国，年消耗铌近 6500吨，其中钢铁工业耗标准铌铁 9600余吨，基本全部由巴西、加拿大等国进口；合金和磁性材料消耗高纯度铌铁（用工业 Nb₂O₅还原）约 600吨，由中国钽铌冶炼厂家供应；其它铌产品如铌金属、合金、加工材、氧化物、碳化物等每年耗铌也有 50吨左右。面对如此大的消耗而中国确没有铌矿山，问题十分严重。

3.1.2 高新技术产品开发能力不足

1996~ 2005年，中国钽铌工业技术、装备虽然已有很大发展，并能够批量生产全系列钽铌产品，但是中、低档产品能力过剩，高档产品如高比容高压钽粉、半导体用的钽靶材、钽铌加工材、钽铌超合金和钽铌催化剂等生产能力不足；高比容钽粉产品一致性、稳定性和对不同电容器壳号的适用性不够，因此产销量较少，市场占有率仅 16%左右；半导体用钽靶材平面度指标尚差；钽铌加工材、钽铌超合金和钽铌催化剂等国内相关高新技术产业用量很少，带动力不足等，影响了中国钽铌工业高新技术产品的发展。

3.1.3 产业发展缺少指导与调控

由于中国有色金属工业总公司解散，行业发展缺少规划、指导与调控，钽铌冶炼加工企业由 5 家迅速发展到了 20 家，重复建设十分严重，生产能力过剩非常突出，17 家企业的 K_2TaF_7 、工业 Ta_2O_5 、工业 Nb_2O_5 、高纯 Ta_2O_5 、高纯 Nb_2O_5 、钽丝、钽条、冶金级钽粉、 TaC 、 NbC 等 10 种产品生产能力过大，产品供应全世界有余，企业综合开工率不足 30%，同业竞争非常严重，各企业经济效益普遍较低。

3.2 对策与发展

3.2.1 原料

原料是工业发展的基础和前提，必须引起政府有关部门和企业高度重视，为此建议：

（1）由政府主导组织有关地质部门加强资源勘探，特别是富钽铌资源的勘探与开发。这一工作在当前世界经济一体化的形势下似乎并不十分重要，但是一旦世界发生冷战或出现大的战事等，就会影响中国的经济发展。

（2）贯彻实施“走出去”的发展战略，利用国外技术和资源发展经济。由于中国企业缺少海外投资和经营管理知识、能力和经验，担心遇到困难、问题和风险，因此，政府和有关部门要对企业培训和指导，除制定鼓励性政策外，还要利用在国外的派出机构以政治的、外交的和经济的手段，帮助“走出去”的企业排忧解难，保驾护航。

3.2.2 加速新产品的研发与应用

科技创新是中国发展经济的基本国策，各级政府有关部门和企业要高度重视。各钽铌冶炼加工企业要加大 $100000\mu f \cdot v/g$ 以上高比容粉、63V 以上高压粉、半导体用钽铌及氧化物靶材、钽铌及其合金加工材、掺钽铌超合金、钽铌基超合金和钽铌催化剂研究、开发及产业化进度，航空航天、军工、电子工业也要加快发展，起到高新技术产业发展的互动作用。中国钽铌企业大都在边远地区，科技人员引进、稳定是个大问题，政府要制定政策，鼓励大中专毕业生和高科技人才到国民经济发展重点企业去从业；“产、学、研”也要密切联合加快科技创新和产业化进程，中国钽铌工业一定会有新的发展。

3.2.3 进行产业重组

中国企业重复性建设、过度竞争是当前经济社会的普遍现象。政府要主导钽

铌同行业的企业进行企业重组、产业重组、产品结构重组工作，统筹工业企业的经济发展，提高经济效益。

3.2.4 展望

钽铌是优秀的电子功能材料，是优良的空间材料，是钢铁改性的主要添加元素，在工业电子、硬质合金、化工防腐、高温炉件、超导技术、原子能反应堆、高能物理和现代武器、航空航天等领域有广泛的用途，是高科技产业不可或缺的金属材料。

经过近 50 年的发展，中国已实现了从采矿、选矿、冶炼、加工到应用全部工业化，除满足国内经济发展需要外，产品已批量进入国际市场，展示了中国钽铌工业在世界的地位和作用。

在 13 年的国际化经营中，中国钽铌企业改进了工艺、装备，提高了产品规模、品种和质量，进入了钽工业生产、铌应用大国的行列。只要再进一步解决好原料问题、高新技术产品产业化问题以及产业重组问题，中国钽铌工业就一定会进入世界强国的行列。