

《钼合金的制备与性能》

书籍信息

版次：1

页数：

字数：

印刷时间：2012年01月01日

开本：16开

纸张：胶版纸

包装：平装

是否套装：否

国际标准书号ISBN：9787030324207

编辑推荐

《钼合金的制备与性能》论述的钼及其合金的组织结构、技术指标、抗磨特性和制备技术，是河南省耐磨材料工程技术研究中心和洛阳钼业集团公司多年心血的结晶和科技成果的精华荟萃。书中对钼资源、钼及其合金的性能和制备方法进行了详细全面的论述，是一本实用性较强的工具书。另外，书中还包含大量的实验及结果分析，集科学研究、新产品开发及其工程化、产业化于一体，研究结果真实可靠。

内容简介

《钼合金的制备与性能》系统介绍了河南省耐磨材料工程技术研究中心承担研究的金属钼及其合金的制备技术、组织结构、技术指标和抗磨特性。第一章综合介绍了当前国内外金属钼的研究与发展趋势；第二章介绍了地球上的钼资源，特别是我国钼矿资源概况；第三

、四章论述了

钼粉，特别是稀土钼粉的制

备技术；第五至七章论述了 MoS_2 、纳米 MoS_2 和富勒烯结构 MoS_2

的制备技术；第八章论述了 MoSi_2

的性能与制备技术；第九、十章介绍了钼合金，特别是TZM钼合金的制备技术；第十一章介绍了钼合金复合材料的制备技术；第十二章介绍了稀土钼合金的制备技术；第十三章介绍了液-液稀土掺杂钼合金的制备与组织性能；第十四章介绍了钼合金板材的制备与加工技术；第十五章介绍了掺杂钼丝的研制技术；第十六章介绍了钼基合金顶头的制备技术。

《钼合金的制备与性能》适合从事金属钼资源开发和综合利用的矿山企业，从事钼合金研究、生产的科研单位和企业，及为其提供产品和服务的机械设备设计、生产厂家的工程技术人员和经营管理人员参考；也可供从事材料摩擦磨损领域和耐磨材料、表面工程技术的研究人员、相关大专院校师生参考。

目录

前言

第一章 金属钼概述

1.1 钼的基本概念

1.2 钼的物理性质

1.3 钼的化学性质和特点

1.4 钼的发现过程

1.5 钼的发展史

1.6 钼在传统工业领域的应用

1.7 钼在某些领域的特殊作用

1.8 钼的新兴应用领域

1.9 钼是人体及动植物必需的微量元素

参考文献

第二章 地球上的钼资源

2.1 世界钼资源

2.2 中国钼资源的分布

2.3 迅速崛起的河南钼业

2.4 我国钼资源的特点

2.5 中国钼矿资源状况

2.6 我国钼矿床的类型

2.7 我国具有工业价值的钼矿物

2.8 钼冶金原料

2.9 钼冶金的二次资源

参考文献

第三章 钼粉制备理论与技术

3.1 钼粉制备技术的发展

3.2 钼成型、烧结技术的新进展

3.3 钼粉末冶金过程数值模拟技术

3.4 钼粉还原过程的形貌演变

3.5 钼粉生产的工艺原理与实践

3.6 机械处理对于钼粉物理性能的影响

3.7 钼粉末冷等静压成形规律

3.8 二钼酸铵性能及还原工艺对钼粉粒度的影响

3.9 料层厚度对还原钼粉性能的影响

3.10 层片状 MoO_2 还原钼粉过程的模型化研究

3.11 纯钼微观断裂过程的扫描电镜原位观察

参考文献

第四章 稀土钼粉的制备

4.1 稀土元素在钼冶金中的重要作用

4.2 用溶胶-凝胶法制备超微粉末

4.3 溶胶-凝胶法制备稀土钼超细粉末

4.4 掺La对钼粉还原过程及粉体颗粒的影响

4.5 稀土掺杂钼粉的粒度控制

参考文献

第五章 MoO₂的制备

5.1 MoO₂是性能优良的固体润滑剂

5.2 MoO₂的制备工艺

5.3 MoO₂润滑剂的用途

参考文献

第六章 纳米MoO₂的制备

6.1 纳米MoO₂的特殊性能

6.2 纳米MoO₂的合成方法

6.3 纳米MoO₂的化学制备方法

6.4 液相化学法合成纳米MoO₂

6.5 纳米MoO₂粉体的摩擦学性能

6.6 剥层重堆法制备纳米MoO₂夹层化合物

6.7 纳米MoO₂制备过程中硫源及分散剂的研究

6.8 用硫化钠制备纳米MoO₂的方法

6.9 纳米MoO₂的应用现状

参考文献

第七章 富勒烯结构MoO₂纳米粒子的制备

7.1 无机类富勒烯MoO₂的结构特征

7.2 制备IF-MoO₂纳米粒子的方法

7.3 似富勒烯纳米MoO₂涂层的制法

7.4 IF-MoO₂纳米粒子的应用

7.5 沉淀法制备无机类富勒烯MoO₂纳米材料的表征

7.6 水热合成法制取无机类富勒烯结构MoO₂纳米材料的表征

7.7 化学气相沉积法制备富勒烯结构MoO₂纳米粒子的表征

7.8 水热法合成MoO₂/CNT同轴纳米管

7.9 表面活性剂对制备纳米MoO₂颗粒的影响

7.10 MoO₂纳米管包覆单壁碳纳米管束的制备

7.11 气相反应条件对合成高纯度富勒烯结构MoO₂的影响

7.12 无机类富勒烯MoO₂的减摩抗磨特性

参考文献

第八章 MoSi₂的性能、用途及制备方法

8.1 MoSi₂是重要的结构材料

8.2 MoSi₂的性质

8.3 MoSi₂及其复合材料的机械合金化研究

8.4 MoSi₂掺杂改性的研究

8.5 MoSi₂材料的制备

8.6 MoSi₂材料的应用

参考文献

第九章 钼合金的研究与应用

9.1 钼合金的发展历程

9.2 钼合金的种类

9.3 钼及钼合金单晶的制备

9.4 提高钼合金低温塑性和高温抗氧化性研究

9.5 钼的合金化与强化研究

9.6 钼及钼合金塑脆性的影响因素

9.7 O、N、C对钼合金性能的影响

9.8 钼的脆性、韧性和断裂行为分析

参考文献

第十章 TZM合金制备技术

10.1 用途广泛的钼基高温合金——TZM合金

10.2 TZM合金制备方法

10.3 TZM合金强化方法及机理

10.4 TZM合金的性能

10.5 TZM合金板、棒材的制备

10.6 高温退火对TZM合金拉伸性能的影响

10.7 再结晶态TZM合金热变形的特征

10.8 TZM合金热浸铝涂层的显微结构和循环氧化行为

参考文献

第十一章 Al_2O_3 颗粒增强钼基复合材料的制备与性能

11.1 Al_2O_3 增强的钼合金复合材料研究的意义

11.2 金属基复合材料及其制备方法

11.3 混合钼粉的制备

11.4 复合材料的制备与组织分析

11.5 复合材料的磨损性能研究

参考文献

第十二章 稀土钼合金的制备与组织结构

12.1 稀土钼合金的制备

12.2 掺杂稀土元素的高温钼合金研究

12.3 添加稀土元素对钼基金属组织和性能的影响

12.4 稀土La对钼合金组织和性能的影响

12.5 镧钇复合稀土钼合金的制备

12.6 掺杂方式对Mo-La₂O₃合金组织和力学性能的影响

12.7 液-液掺杂钼镧合金中的稀土相研究

12.8 液-液掺杂工艺对稀土钼合金的影响

12.9 低镧钼合金的力学性能

12.10 pH对溶胶-凝胶法制备的钼镧合金组织均匀性的影响

12.11 稀土高温钼板的室温塑韧性

12.12 稀土钼塑性加工力学分析

参考文献

第十三章 液-液稀土掺杂钼合金制备及组织性能

13.1 液-液稀土掺杂钼合金制备的理论分析

13.2 溶胶-凝胶工艺

13.3 络合前驱体的制备工艺研究

13.4 初始溶液pH对La掺杂钼合金组织和性能的影响

13.5 稀土相在钼合金制备过程中的演变

13.6 掺杂成分对钼合金组织和性能的影响

参考文献

第十四章 钼合金板材的制备加工

14.1 钼合金板材的轧制加工

14.2 熔炼钼合金的挤压加工

14.3 CeO_2 对轧制钼合金板力学性能的影响

14.4 大单重纯钼板热轧工艺研究

14.5 铬镍钼合金在导卫耐磨件上的应用

14.6 La_2O_3 对钼板再结晶行为及组织的影响

14.7 掺杂 CeO_2 对钼性能的影响

14.8 铬钼合金钢管道的焊接技术

14.9 铬钼合金钢管在工程应用中的常见问题

参考文献

第十五章 掺杂钼丝的研制

15.1 掺杂钼丝的组织与性能

15.2 Si、Al、K掺杂钼丝的组织与性能

15.3 掺杂元素Si、Al、K的演变过程与作用机理

15.4 复合掺杂钼丝的组织与性能

15.5 掺杂La对钼丝组织和性能的影响

15.6 氧化物掺杂钼丝中掺杂颗粒的特性

参考文献

第十六章 钼基合金顶头的制备与性能

16.1 粉冶钼基合金顶头的生产与质量控制

16.2 钼顶头破坏行为及强韧化分析

16.3 掺杂不同微量元素对钼材性能的影响

16.4 稀土钼顶头材质的研究

参考文献

在线试读部分章节

第一章 金属钼概述

钼是一种稀有金属，呈银白色，硬而坚韧。钼是不可再生的重要战略资源，是发展高新技术、实现国家现代化、建设现代国防的重要基础材料。随着科学技术的不断发展，钼以其独特的性能广泛应用于钢铁工业、有色金属工业、核工业、航空航天工业、化学化工、电子工业等领域。钼是人体及动植物必需的微量元素，人体各种组织中都有含钼。近些年，钼的各种不同的新兴用途也不断地被发掘出来，使钼这一神奇的金属更加绚丽多姿。

1.1 钼的基本概念

元素名称：钼 (mù)

元素符号：Mo

元素英文名称：Molybdenum

元素类型：金属元素

元素在太阳中的含量 (ppm) : 0.009

元素在海水中的含量 (ppm) : 0.01

地壳中含量 (ppm) : 1.5

所属周期：5

所属族数：VIB

电子层排布：2-8-18-13-1

氧化态：主要呈Mo6+，其他Mo2-，Mo0，Mo1+，Mo2+，Mo3+，Mo4+，Mo5+

电离能 (kJ/mol) :

M

第一章 金属钼概述

钼是一种稀有金属，呈银白色，硬而坚韧。钼是不可再生的重要战略资源，是发展高新技术、实现国家现代化、建设现代国防的重要基础材料。随着科学技术的不断发展，钼以其独特的性能广泛应用于钢铁工业、有色金属工业、核工业、航空航天工业、化学化工、电子工业等领域。钼是人体及动植物必需的微量元素，人体各种组织中都有含钼。近些年，钼的各种不同的新兴用途也不断地被发掘出来，使钼这一神奇的金属更加绚丽多姿。

1.1 钼的基本概念元素名称：钼 (mù) 元素符号：Mo

元素英文名称：Molybdenum元素类型：金属元素元素在太阳中的含量 (ppm)

: 0.009元素在海水中的含量 (ppm) : 0.01地壳中含量 (ppm) : 1.5所属周期：5

所属族数：VIB电子层排布：2-8-18-13-1氧化态：主要呈Mo6+

，其他Mo2-，Mo0，Mo1+，Mo2+，Mo3+，Mo4+，Mo5+电离能 (kJ/mol) : M

M + 685M +

M2 + 1558M2+

M3 + 2621M3+

M4 + 4480M4+

M5 + 5900M5+

M6 + 6560 ppm是英文partpermillion的缩写，表示百万分之几，1ppm = 1 × 10⁻⁶。M6+

M7 + 12230M7+

M8 + 14800M8+

M9 + 16800M9+

M10 + 19700晶体结构：晶胞为体心立方晶胞，每个晶胞含有2个金属原子晶胞参数 (pm) : a = 314.7b = 314.7c = 314.7 = 90° = 90° = 90°声音在其中的传播速率 (m/s)

: 54001.2 钼的物理性质 [1]

钼是稀有高熔点金属，属于元素周期系中第五周期 (第二长周期) 的VIB族。钼是一种银白色金属，外形似钢。高熔点与高沸点是钼的显著特点之一，其熔点为2620 仅次于碳、钨、铌、钽和钇。20 时，钼的密度为10.22g/cm³，仅约为钨的1/2。钼的，线膨胀

系数为 $(5.8 \sim 6.2) \times 10^{-6}$ ，只是一般钢铁的 $1/3 \sim 1/2$ ，与 SiO_2 相近，线膨胀系数低使得钼材在高温下尺寸稳定，减少了破裂的危险。钼的热导率是许多高温合金数倍，大约为铜的 $1/2$ 。钼的电导率较高，约为铜的 $1/3$ ，而且随温度的升高而下降。钼具有很高的弹性模量，是工业中弹性模量最高者之一，而且受温度影响较小，甚至在 800°C 时仍高于普通钢在室温下的数值。热中子捕获面小也是钼的重要性质之一，这使钼能用于核反应堆中心的结构材料。钼的蒸气压很低，蒸发速度也较小。其延伸性能比钨好，易于压力加工，可以加工成很薄的箔材和很细的丝材 [2]

。钼的硬度和强度极限比钨低，热膨胀系数与玻璃接近。钼的主要物理性质如下：

原子序数：42

稳定同位素及其所占百分比 (%)：92 (14.84)；94 (9.25)；95 (15.92)；96 (16.67)；97 (9.55)；98 (24.14)；100 (9.63) 相对原子质量：95.94

自由原子的电子层结构： $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^5 5s^1$ 原子体积 (cm^3/mol)：9.42

相对密度 (g/cm^3)：10.2 第一章 金属钼概述?3?

晶体结构：体心立方晶格常数 (nm)：0.31467 ~ 0.31475 熔点 ($^\circ\text{C}$)：2622 \pm 10 沸点 ($^\circ\text{C}$)：4804 升华热 (kJ/mol)：热力学零度：650 \pm 3.8 298K：664.5 沸点时的蒸发热 (kJ/mol)：589.66 \pm 20.9 融化热 (kJ/mol)：27.6 \pm 2.9 蒸气压和蒸发速度见表1-1。比热容 [$\text{W}/(\text{g}\cdot\text{K})$]：20

100：0.245 100：0.260 1400：0.314 热导率 [$\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$]：20：146.5

1000：98.8 电阻率 (μcm)：0：5.2 27：5.78 727：23.9 1127：35.2

1330：41.1 1730：53.1 2327：71.8 电阻温度系数 ($1/^\circ\text{C}$)：0.0047 电子逸出功 (eV)：4.37

热中子俘获面 (b)：2.7 辐射能 (W/cm^2)：730：0.55 1330：6.3 1730：19.3

2330：70 硬度 HB (MPa)：烧结钼条：1470 ~ 1568 经过锻打钼条：1960 ~ 2254 2mm

厚的钼板：2352 ~ 2450 退火态钼丝：1372 ~ 1813 抗拉强度极限 (MPa)：

钼丝 (与直径大小有关，延伸率 2% ~ 5%)：1372 ~ 1568

经过退火的钼丝 (延伸率 20% ~ 25%)：784 ~ 1176

单晶钼丝 (延伸率 30%)：343 弹性模量 (MPa)：直径为 0.5 ~ 1.0mm

的钼丝：2.79 $\times 10^{-5}$ ~ 2.94 $\times 10^{-5}$

屈服点 (MPa) (未经退火的钼丝)：400 ~ 600 热膨胀系数 ($1/\text{K}$)：

0 ~ 20：5.3 $\times 10^{-6}$ 25 ~ 700：(5.8 ~ 6.2) $\times 10^{-6}$ 塑-

脆转变温度 ($^\circ\text{C}$) (大变形，90%以上)：-40 ~ +40 表1-1 钼蒸气压和蒸发速度

温度/K 蒸发速度/ [$\text{g}/(\text{cm}^2\cdot\text{s})$] (真空度约为 $1.33 \times 10^{-1}\text{Pa}$) 蒸气压/Pa 1000 1.37×10^{-24}

1.01 $\times 10^{-19}$ 1200 2.44×10^{-19} 1.97 $\times 10^{-14}$ 1400 1.29×10^{-15} 1.13 $\times 10^{-10}$ 1600 7.60×10^{-13}

7.09×10^{-8} 1800 1.06×10^{-10} 1.05 $\times 10^{-6}$ 2000 5.34×10^{-9} 5.58 $\times 10^{-4}$ 2200 1.30×10^{-7} 1.43 $\times 10^{-2}$

2400 1.80×10^{-6} 2.05 $\times 10^{-12}$ 2600 1.57×10^{-5} 1.87 2800 1.04×10^{-4} 12.81.3

钼的化学性质和特点 1.3.1 钼的化学性质 [3 , 4] 钼在常温下的空气中是稳定的；当温度在 400°C 时，发生轻微氧化 (可看到氧化色)；在 $500 \sim 600^\circ\text{C}$ 时，金属钼迅速氧化成 MoO_3 ；在 $600 \sim 700^\circ\text{C}$ 时，金属钼迅速氧化成 MoO_3 挥发；高于 700°C 时，水蒸气将钼强烈氧化成 MoO_2 。

钼一直到它的熔化温度都不会和氢发生任何化学反应。但钼在 H_2 中加热时，能吸收一部分 H_2 生成固熔体，例如在 1000°C 时，100g 金属钼仅能吸收 0.5cm^3

氢，而在 300°C 时细颗粒金属钼粉就可以吸收氢。

低于 1500°C 以下，钼与氮不发生反应；高于 1500°C 时，钼与氮发生化学反应生成氮化物。

假如氮的压力低，到 2400°C 还看不到反应。氮与钼的作用与温度及氮压力有关。

钼的化合价为+2、+4和+6，稳定价为+6。钼是一种过渡元素，极易改变其氧化状态，在体内的氧化还原反应中起着传递电子的作用。在氧化的形式下，钼很可能是处于+6价状态。虽然在电子转移期间它也很可能首先还原为+5价状态，但是在还原后的酶中也曾发现钼的其他氧化状态。

碳、碳氢化合物和一氧化碳从800℃开始，就与钼相互作用而生成碳化钼（Mo₂C）。二氧化碳在700℃以上时，可以使钼氧化。氟与钼在室温下迅速反应，60℃生成具有挥发性的氟化钼MoF₆，当有氧存在时生成Mo₂F₂或MoF₄。在230℃以下，钼对干燥氯有很强的耐腐蚀性，250℃时钼与氯才能相互作用；钼易被湿氯腐蚀，生成具有挥发性的氯化钼MoCl₅。在450℃以下，钼对干燥溴有很强的耐腐蚀性，温度升高达550℃以上时，钼才与干燥溴发生反应。在空气中钼与湿溴可以发生化学反应。

碘与钼在500~800℃开始发生化学反应。

当有水分存在时，全部卤素在室温下均对钼起作用。硼与钼在加热的情况下相互作用。硫蒸气高于440℃，而硫化氢则需高于800℃才能与钼发生反应生成二硫化钼（MoS₂），含硫气体在700~800℃也能氧化金属钼。硅与钼在温度高于1200℃时，相互作用生成二硅化钼（MoSi₂），当温度一直升到1500℃时，MoSi₂在空气中都非常稳定。另外，钼与某些金属溶液、非金属元素的作用情况见表1-2。表1-2

钼与某些金属熔液、非金属元素的作用情况名称作用情况Bi在1430℃液体铋中浸2h

钼无明显腐蚀Li在1200~1600℃液体锂中，钼的表现溶解度为 $(9 \pm 5) \times 10^{-6}$ Na

在900~1200℃液体钠中，钼有良好耐腐蚀性，1500℃浸100h

后发现晶界腐蚀，在含0.5%O₂的钠中700℃钼开始腐蚀

在1205℃液体钾中，钼有耐腐蚀性，在含 15×10^{-6} O₂的液钾中在1040K和1316K

时钼的溶解度分别为 6×10^{-6} 和 13×10^{-6} ，含 5×10^{-3} O₂的液钾中923K

时溶解度为0.02%Rb在1040℃液态铷中浸500h未发现钼被腐蚀Be

在1000℃下，钼与其反应生成MoBe₂，Mo-Be二元素中存在MoBe₂、MoBe₁₂等化合物Pb

在1098℃下，钼有良好的耐腐蚀性Hg在600℃下，钼有良好的耐腐蚀性N₂1200℃以上时，氮

迅速溶于钼H₂不与钼反应，常用作钼的还原剂F₂在室温下迅速反应，在60℃下生成MoF₆，当有O₂存在时生成Mo₂O₂F₂或MoOF₄Cl₂在230℃以下，对干燥氯有很强的耐腐蚀性，在

250℃时开始反应，易被湿氯腐蚀Br₂在450℃以下，对干燥的溴有很强的耐腐蚀性，湿溴在空气中与钼发生作用I₂在500~800℃下，开始与钼反应S

干燥硫蒸气在赤热下开始与钼反应石墨在1200℃左右与钼作用生成MoC在常温下，钼在盐酸和硫酸中是稳定的；但加热到80~100℃时，钼就稍许溶解。硝酸和王水在常温下能缓慢地溶解金属钼，加热时溶解速度加快。

钼在氢氟酸中是稳定的，但在氢氟酸和硝酸混合液中迅速溶解。当硝酸、硫酸、水的体积比为5:3:2时，组成的混合液可以作为钼的溶解剂。缠绕钨线圈的钼芯就是用这种混合液溶解的。

金属钼在过氧化氢中溶解并生成过钼酸H₂MoO₆和H₂Mo₂O₁₁。钼在常温的碱溶液中是稳定的，在热碱溶液中稍被腐蚀。熔融碱能强烈地氧化金属钼，如有氧化剂存在，钼的氧化程度更为剧烈，生成钼酸盐。1.3.2 钼的分析化学特点 [5]

在钼冶金生产加工工艺中，钼元素的化学分析占有重要的位置，研究其分析化学的特点至关重要。

[显示全部信息](#)

本站所提供下载的PDF图书仅提供预览和简介，请支持正版图书。

[更多资源请访问www.tushupdf.com](http://www.tushupdf.com)