

铌未来的技术和市场

袁强辉¹ 胡革全² 刘兆刚³

- (1. 西北稀有金属材料研究院研发中心, 石嘴山 753000 ;
2. 宁夏东方钽业股份有限公司, 石嘴山 753000 ;
3. 宁夏大学研究生院物理学院, 银川 753001)

摘要: 尽管至今为止铌已经有二百多年的历史, 但作为工业原料使用还是最近 40 年的事。在这一时期, 因为其技术上的优点, 铌在众多的应用案例中被确定为工程解决方案的一部分。在这些例子中最重要的是应用在石油和天然气运输领域、汽车工业、高层建筑、航空发动机和医疗诊断设备等。未来将会把在广泛领域最终使用的铌看作一种日益重要的科技解决方案。因为铌的特殊性能现在仍然在研究中。大量的铌将继续进入钢铁行业, 因为它目前在三种主要的微合金钢领域(管钢、汽车和建筑行业)的地位还未受到挑战。管钢方面, 铌将仍会是所有等级管型钢材的最主要的微合金元素。同时, 在汽车工业方面它将仍然是最重要的微合金元素。在所有的热、冷轧 HSLA 钢材这一新的重要的多相钢领域, 铌将有一个良好的机会渗透进来。另外, 将来可以期望作为建筑组成的所有高强度热机械加工的钢材, 都把铌作为首选的微合金元素。作为有色金属, 铌更适合用来做高附加值的产品, 这将导致铌有机会进入汽车工业用的镍基超耐热合金。铌还会成为航空发动机最佳材料、陆地涡轮和增加抗磨损和抗腐蚀能力的一种多样化的应用需求。铌在别的领域可以存在更多的发展是因为经济和科技在电子学(电解电容器和电池合金)、医学(灌输原料)、光子学(薄膜)和化学(接触反应应用)领域的变化。在这些非常广阔和大有前途的领域加强铌的研究和发展, 将有机会取得突出成果。并且因此可能扭转一个市场, 因为扩张是依靠产生更多的价值而不是依靠产生更多的数量。

关键词: 铌金属; 冶炼; 加工; 技术; 市场

1 引言

铌作为工业原料的突破是在 1933 年, 伴随着稳定不锈钢抵制晶间腐蚀的技术的发展, 以及 20 世纪 50~60 年代早期微合金适度的钢材能同时提高强度和韧性。在 20 世纪 70 年代, 铌也变成几个高科技应用原料的选择。大多数金属仍然使用微合金化钢材。因此镍基超耐热合金组成铌第二大的应用。

将来会看到铌扮演日益重要的角色, 它的使用范围从历史悠久的多相钢到航天航空技术, 从医学使用到现代情报技术。在这些领域钢和它的应用中, 铌一直保持着最重要的微合金元素的地位, 以及它巨大的渗透到新领域的机会。在不含铁应用的高技术领域, 铌作为专门使用的高附加值产品。对于汽车工业, 镍基超耐热合金的应用里铌将会有新的机会, 它是航空发动机的最佳合金, 被用在陆地涡轮和各种需要抗磨损和耐腐蚀的应用方面。将来新一代航空发动机热的部分材料工作温度为 1300℃, 铌基合金和铌硅合金将是这种材料的候选者。经济技术改变将会实现铌在电解电容器中的使用, 铌作为医疗灌输材料有极好的生物适应性, 铌还可以作为光学应用的薄膜、形状记忆合金、电池合金和化学药品, 特别是接触反应中也

会用到铌。

文献简单介绍了铌在钢铁方面的市场情形, 因为它是其非常重要的商业领域, 同时说明了目前铌技术在钢铁方面应用的轮廓和关于现有铌合金钢将来的面貌, 以及在保持铌发展趋势的同时要扩张这一市场。铌在高温技术应用领域的状态和在各种合金中应用的技术将被描述。基于这些, 将会有一领域轮廓, 铌基于它自己的优点, 作为科技进步选择的一种元素, 将来在其中扮演一个重要的角色。

2 铌市场的基本情况

历史能够帮助了解过去和为将来做出一个正确的决定, 20 多年前, 在发现铌 81 年的时候, 有两种关于铌消耗的预见。一种比较现实的预见是按每年 3%~3.5% 递增, 乐观的预见是每年 8%~10%。两种观点都是错误的。从 1980~2000 年, 铌的市场以非常适度的 2.6% 的速度在增长。因此要考虑描绘技术进步和它对将来市场的影响的潜在联系。在过去的 20 多年中, 它的最佳作用发生在钢材市场, 轧制和合金设计, 导致生产每吨产品减少原材料的消耗; 这就意味着铌在微合金钢中的应用增加并没有反映出铌的消耗量, 新的节约潜力将要伴随着厚片铸件和直接轧

制而到来。这个体现钕作为一种在航天工业和电器工业广泛使用的工业金属或合金，也与技术发展结果显著相关。这一关系在钕的三个主要应用领域的重要性决定于它的应用比率，钢铁:超耐热合金:金属 = 100: 10: 1。

3 钕在钢铁方面的应用

全世界钕在钢铁方面的市场在 1997 年首次超过 2 万 t，到 2000 年大约为 2.3 万 t。大约 90% 以上的钕被欧洲、北美的工业国和日本消耗，剩下的 10% 被世界上的其他国家消耗掉。尽管在发达工业国家特殊消耗（每吨钢铁）已经超过 50gFeNb，大大高于俄罗斯、中国等其他发展中国家的约 10~20g/t。作为这些后来的国家要增加他们在世界钢铁市场的份额，它们将会引起钕消耗的另外一个潜在增长。在过去的 10 多年中，因为输出钕冶金技术给它们这些国家，这个暴露的市场已经以 50% 的速度在增加。一个重要的前提是：在这些国家出现了一个强烈的工业发展。钕消耗量的地理区域分布如图 1 所示。

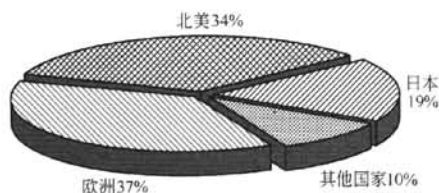


图 1 钕消耗量的地理区域分布图

钕产品的消耗主要在三个方面：微合金钢、不锈钢和超耐热合金添加剂。微合金钢管，汽车工业和建筑应用加起来大约占钕消耗总数的 70%。这些反映出钢铁生产的重要性，钢铁行业强烈的需要钕。钕在别的地方的应用，比如工程钢、工具钢和铸件加起来占总数的 8%，包括不锈钢，钕在钢铁上的应用占钕消耗总量的 90%。超耐热合金，金属和特殊抗氧化领域是剩下的 10% 可靠的消耗领域，但多是高附加值产品。在过去的 20 多年，这种消耗模式已经充分地朝着多样化方向改变。在过去，钕消耗依靠钢铁占其总量的 95%，大约有 60% 的钕被钢管消耗，使得其市场非常不稳定，且强烈的依靠管道工程。对所有钢铁领域广泛的研究导致现在钕在钢铁上的应用多样化，因为汽车钢铁领域现在是其主要的的需求领域。虽然管道上的份额将降到 25%，但总的吨数仍然保持相当高，因为在这一时期钕的总量市场充分的生长。同样，建筑钢铁上的应用也是钕消耗增加的重要方面。各种产品消耗钕的分布如图 2 所示。

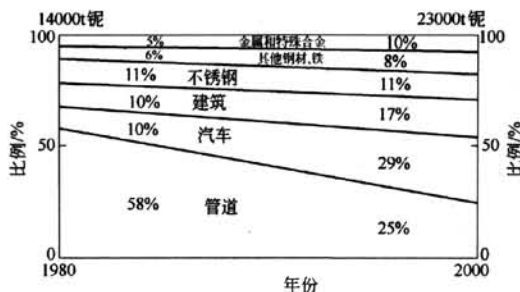


图 2 各类产品消耗钕的分布情况

4 钕在超耐热合金和金属上的应用

钕商业应用的这一市场倍增，从 1980 年的大约 1100t 增加到 2000 年的 2300t。最重要的增长动力是航天工业。在 20 世纪 60 年代和 70 年代早期，削减广泛使用含钴超耐热合金的发动机，这使得使用大量的 5 硼和 6 硼元素。钕作为一种快速强化相和碳化物一起在一个较小的区域，成为一个可靠的强化解决方案。另外，几十年钕金属和合金在工业上多样化的使用，是基于它的耐腐蚀和耐高温属性。因为在所有超导金属中，钕的优点是有高的临界温度和它容易加工。NbTi 和 Nb₃Sn 成为唯一和技术超导体相关的商用合金，这导致钕作为一种技术选择的重要性更进一步增加。此外钕还有正规的核磁共振成像和核磁共振商用金属市场。因为纯钕可以做直线加速的超导射频腔，所以纯钕同样有一好的市场前景。

5 钕在钢管上的应用

依照能量分析家分析：用管道运输石油和天然气到偏远的地方将成为未来 10 年最重要、大有前途的可预见培育的管道运输服务钕的消耗市场。在过去的几十年中，管道运输的压力已经增加到 12MPa (120bar)，因此在管径不变的情况下吞吐量提高了 50%。压力增加需要特钢的壁厚增加，这就导致了管子重量的增加。因此要求材料有更高的屈服强度，这样才能充分地降低管子的重量。在经济方面这有利于降低钢铁消耗、减少定位焊接和降低运输成本。在即将到来的深水开发和运输油气和深海输气领域，比如考虑到阿曼到印度的管线，一种新的壁厚超过 40mm 的管子将有需求。它和现在的钢管有很大的不同。将来，甚至管子直径达到 1620mm 也是有可能的。德国的 X80 管线建造如图 3 所示。

众所周知，当前普通钢管应用的必要条件是必须能够接合。在过去的 20 多年，钢管发展和生产的进步可能归功于钕冶金技术和热加工性能在钢铁和图板制造技术方面取得的巨大成就。科学进步导致钕在钢管中应用的未来见表 1。



图3 德国的X80管线建造

表1 科学进步导致铌在钢管中应用的未来

等级	合金设计	平均铌含量/%	应用	将来产量	将来铌应用的可能性
X52—X65	0.08C-Nb, (+V)	0.02 ~ 0.05	标准	+++	+++
X70	0.08C-Nb, (+V) 或换位	0.03	标准	+++	+++
X80	0.08C, Nb(+Ti) TM+ACC 0.07C,	0.045	为了增加压力或减少壁厚	++ (增加)	+++
X100	Nb+Ti+Mo TM+ACC (DQ)	0.05	可能性; 依靠于体吸引行为	+ (如应用)	+++ (如应用)
X65 抗HIC	0.04C, Nb, V	0.045 ~ 0.09	盐媒介传输	++ (增加)	+++
复合管	0.04C, Nb, V	0.08	高度耐腐蚀的	+	+++

注: low; ++; medium; +++; high; + + +。

6 含铌钢铁在汽车上的应用

含铌钢铁在19世纪80年代开始应用, 尽管热轧材料主要用在制造卡车上, 但现在汽车底盘的制造越来越需要这种材料, 虽然是被隐藏起来的部位但它需要有好的挤压性能和延展性能, 以及好的外观形貌。冷成形、高强度的钢在公共汽车的应用上取得了突破, 是新的或者有特殊用途要求方面的主要材料。这种具有现代制作技术, 比如加氢重整和激光焊接的高强度、低密度的合金钢, 可以作为先进概念交通工具用的极轻汽车用钢材和某些汽车市场潜在使用的要求的高强度钢带材。极轻汽车结构用钢材的材料强度的使用如图4所示。

近年来在传统处理的钢里面添加少量的铌在实际运用方面发展十分突出, 添加的铌允许钢在再结晶时发生一定程度的变形。掺高铌的产品其抗拉伸性能和延展性有了数量级的提高。引塑性转换钢材可能是新的汽车工业用材料的一个选择。类似DP钢材, 铌也提高材料的性能。因此, 最佳多相钢日益依赖铌的微合金化。冷轧钢延展强度的关系如图5所示。

铌能提高铁素体成核能力, 这样意味着可以使用连续冷却策略。对于同样的基本成分, 添加铌的效果

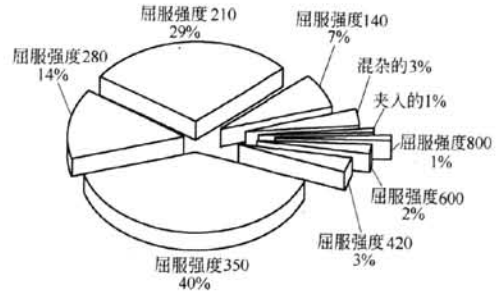


图4 极轻汽车结构用钢材的材料强度的使用

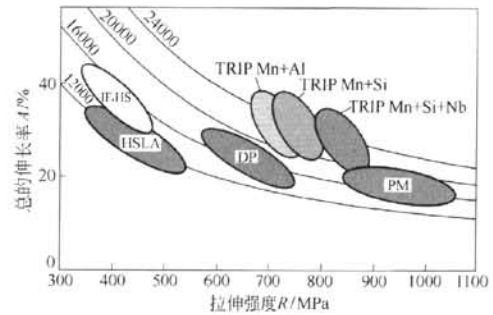


图5 冷轧钢延展强度的关系

显著的增加了1000MPa的强度。使用0.030% Nb增加巨大的应变聚集, 瞄准微场扩流发电机用钢材的再结晶生长出有细密纹理的钢材。铌的加入可以明显地提高其强度和延展性。

关于不同的自由空隙钢的等级, 就像那些等级一样, 它不仅仅只包括添加铌, 将来的趋势见表2。

表2 铌将来在汽车工业方面应用的科技进步

项目	钢材	合金设计	平均铌含量/%	将来的产量	将来铌应用的可能性
热轧	HSLA, R_e 为 1000MPa	Low C-Mn-Nb (Ti, V) ^①	0.025 ~ 0.06	+++	+++
	DP, R_m 为 1200MPa	C-Mn-Si (Al, Nb)	0.04	+++	+
	TRIP, R_m 为 1200MPa	C-Mn-Si (Al, Nb)	0.04	+	+
冷轧	IF	0.003% C, N-Ti, (Nb)	0.025	+++	+
	IF, 锌镀层 退火处理	0.003% C, N-Nb	0.025	++	+++
	IF, BH	0.003% C, N-Ti, (Nb)	0.025	++	+
	IF, 高强	0.003% C-Nb	0.05	++	+++
	HSLA 为 600MPa	Low C-Mn-Nb (Ti)	0.025 ~ 0.06	+++	+++
	DP 为 1000MPa	C-Mn-Si (Al, Nb)	0.04	+++	+
	TRIP 为 1000MPa	C-Mn-Si (Al, Nb)	0.04	++	+

① 铌中加钼、镍、硼强度大于500MPa; Low; ++; medium; +++; high; + + +。

7 钨的其他应用

钢材鉴定试验的趋势朝向 TM 钢，将从此促进钨在这种钢材方面的应用。钨在高碳工具和工程工具上的突破继续取得进步，将导致增进多样化。然而，广泛的研究将继续强制和扩张这种应用。

包括这种标准的应用，钨作为在高科技行业是高级的解决方案的一部分的一种可选择材料，将会有光明的未来。比如在高温应用中，所有超耐热合金中钨都是不可或缺的添加剂。最近发展的更高工作温度或者更低成本的合金使钨的地位毫不动摇。这种情况也适合钨基合金，在此钨被看作对材料有苛刻要

求的航空航天工业有贡献的金属。最近钨钽的发展也包括高含量的钨。

超导电性。尽管陶瓷超导体取得了一些进步，但因为钨的高临界温度和钨钽良好的可使用性，所以钨的地位仍然未受到挑战。

在大量的新技术，比如薄膜、医学移植、电解电容器、钨铜合金、作为催化反应使用的特殊钨氧化物和钨化合物中，钨增加了许多新应用。在这些应用中可能达不到上吨的用量，但是对高附加值产品有着非常大的潜力。然而，这些应用需要进行许多研究和开发的工作才能实现。

铌未来的技术和市场

作者: 袁强辉, 胡革全, 刘兆刚

作者单位: 袁强辉(西北稀有金属材料研究院研发中心, 石嘴山 753000), 胡革全(宁夏东方铝业股份有限公司, 石嘴山 753000), 刘兆刚(宁夏大学研究生院物理学院, 银川 753001)

相似文献(0条)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Conference_6880713.aspx

下载时间: 2010年5月8日