



本期内容

1. 钒的近期出版物

- 钒微合金化锻钢在中国的应用
- 含钒热轧汽车板
- VC 在铁素体和贝氏体中的析出

2. 近期发表的钒技术论文清单

3. 近期技术会议日程

1. 钒的近期出版物

钒微合金化锻钢在中国的应用

自从德国在上世纪 70 年代中期推出第一种钒微合金化锻钢 (49MnVS3) 以来, 它以高达 1100 MPa 的极限抗拉强度而成为传统调质钢 (QT) 的替代材料, 被广泛应用于汽车部件的制造, 尤其是在西欧、美国和日本。这些钢种具有明显的优点, 包括取消了锻后热处理、矫直和应力消除, 减小了变形, 改善了机加工性能, 同调质钢相比性能更稳定, 材料成本更低, 加上产能得以提高, 有力地促进了它们的推广应用。这些非调质钢的绝大多数都是在中碳钢中添加少量钒而生产出来的, 由于明显的析出强化作用而达到了期望的高强度。

中国开发非调质钢始于二十世纪八十年代初, 然而非调质钢在汽车工业中的应用直到近年来才被人们所重视。自 2011 年以来, 在这一领域已经有了越来越多的研发项目。钢铁研究总院在这些活动中扮演着非常重要的角色, 他们联合钢厂、锻造厂和汽车厂, 开发国产非调质钢以代替调质钢和进口的非调质钢来制造汽车零部件, 如连杆、曲轴和转向节。为了推动非调质钢在中国的应用, 国际钒技术委员会和钢铁研究总院签署了一项自 2013 年开始长达三年的合作项目。下面的论文是钢铁研究总院在其他项目所研究的结果, 发表于 2015 年。

钒对胀断连杆用中碳微合金钢高周疲劳性能的影响

惠卫军¹, 陈思联², 张永健¹, 邵成伟¹, 董瀚²

1. 北京交通大学机械与电子控制工程学院, 北京 100044, 中国

2. 钢铁研究总院, 北京 100081, 中国

本文发表于《Materials & Design》(2015 年第 66 卷 227-234 页), 作者详细描述了钒含量最高达到 0.45% 时对疲劳性能出色的胀断连杆制造用新型中碳微合金钢疲劳性能的影响, 比较了锻造态下的 3 种不同钒含量的 37MnSiV 钢和一种传统中碳微合金钢 38MnVS (见表 1)。

众所周知, 疲劳强度往往是锻制汽车部件最重要的工程性能指标, 据估计, 疲劳断裂占失效约 90% 之多。本文证明, 4 种微合金钢的疲劳强度和疲劳强度比均随钒含量增大而提高 (见图 1), 而且均好于 40Cr 调质钢和 C70S6 钢的指标。

表 1 钢的化学成分/Wt%

钢种	C	Si	Mn	P	S	Cr	V	Al	N
V1	0.37	0.80	1.05	0.033	0.086	0.17	0.15	0.021	0.018
V2	0.38	0.77	1.07	0.032	0.085	0.18	0.28	0.017	0.017
V3	0.38	0.74	1.03	0.033	0.088	0.18	0.45	0.024	0.020
38MnVS	0.37	0.18	1.32	0.008	0.061	0.14	0.12	0.018	0.011

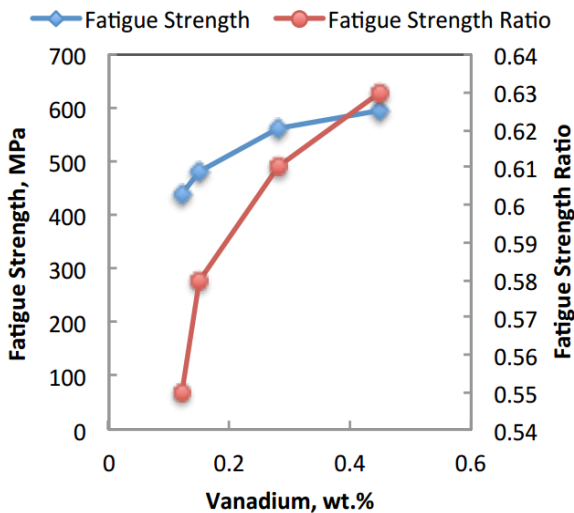


图 1 钒对疲劳强度和疲劳强度比的影响

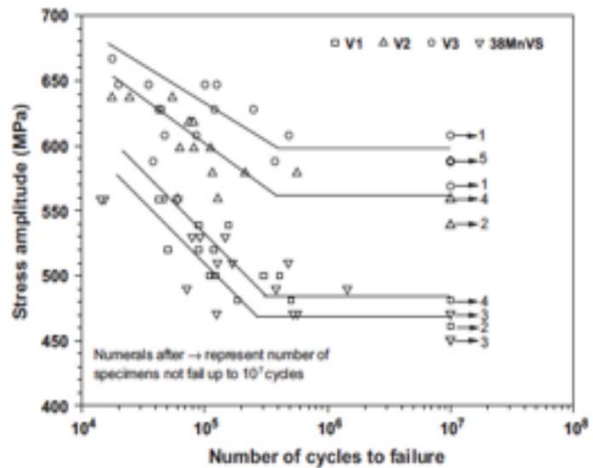


图 2 由旋转弯曲疲劳试验得到的 S-N 曲线

另外，随着钒含量增加，S-N 曲线朝寿命延长和应力提高方向移动（见图 2）。TEM 分析表明，在锻造后的试验钢种的铁素体-珠光体组织中观察到的 V(C,N)颗粒中，有 95%的粒子尺

寸都小于 5 nm。这些细颗粒起到了明显的析出强化作用。作者指出，钒对铁素体-珠光体锻钢疲劳性能的改善效果主要来自于它的析出强化作用。

钒微合金化明显提高改善铁素体钢的强度和可成形性

近年来，汽车行业对于提高燃油效率的要求日益严格，因此，通过采用高强度钢板制造零部件而减轻汽车重量变得越来越重要。由于大多数汽车构件都是用钢板压制成形的，钢板需要具备高强度和良好的可成形性。另外，出色的疲劳性能也是对汽车零部件的一个重要要求。不过，许多传统高强钢存在的问题是，随着强度提高，可成形性下降。而且，依靠铁素体基体中的硬化相（比如马氏体和贝氏体）而得到强化的高强钢耐疲劳裂纹产生和扩展的能力很差。最近，塔塔钢铁集团 Ijmuiden 公司（专

利号 US2015/0099139 A1）和 JEF 钢铁公司（专利号 US2015/0030880 A1）分别开发出了基于纳米颗粒强化基体的微观结构为单相铁素体的新型热轧钢种。与抗拉强度相近的传统高强钢（HSLA 和 AHSS）相比，这些新钢种具有出色的拉伸凸缘性，疲劳性能也更好。另外，新钢种的焊接性能接近于 HSLA 钢，比 AHSS 钢种容易焊接。据塔塔集团介绍，新钢种将使汽车制造商能够生产出比传统产品重量减轻 10% 的底盘部件，并且使部件生产成本降低 50% 之多。以下是这两项近期专利的简要介绍：

采用可成形高强度热轧钢板制造的汽车底盘部件

Rolf Arjan Rijkenberg, David Neal Hanlon
Tata Steel Ijmuiden BV, Velsen-Noord, Netherland

塔塔钢铁集团最近针对底盘应用开发了一种兼具出色的抗拉强度和可成形性的新型高强度热轧钢板（专利号 US2015/0099139 A1）。这种钢板具有晶粒细小的单相铁素体组织（铁素体比例不低于 97%），并得到高密度的含钒、钼和铌（可选）的细小析出物的强化。表 2 给出了新钢种化学成分的一些例子。为了达到期望的强度水平，铁素体中细小 V-Mo-((Nb(可选))) 碳化物的析出强化作用至关重要，而这一作用

主要受钒含量的影响。图 3 表明，钢板的抗拉强度和析出强化效果随钒含量增加而提高。据称，在成分为 0.06Nb-Mo-V 的钢种中，当与足够数量的钼结合使用时，钒的析出强化作用能够高达~1400 MPa/wt.%V。不过，如果没有钼，则钒的析出强化作用降低到~890 MPa/wt.%V。为了达到满意的析出强化效果，需要使用钼来防止析出的细小碳化物粗化。

表 2 钢种的化学成分 (1/1000 Wt%) 和铁素体晶粒尺寸 (μm)

钢种	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Mo	Nb	V	晶粒尺寸
0.2Mo-V	25	19	1290	13	4	41	6	200	57	32	2.98
	26	19	1280	10	5	40	9	200	28	46	3.42
	51	19	1590	13	5	39	6	200	28	76	3.22
	48	100	1590	14	5	43	4	200	27	78	3.43
	61	100	1570	14	4	44	5	200	57	98	2.83, 2.95, 3.11, 3.26
	45	190	1620	13	5	46	6	200		190	4.06
0.5Mo-V	92	180	1600	14	5	41	6	510	57	180	2.02
	85	190	1600	13	5	47	6	510	28	190	2.20
	91	190	1560	15	5	48	4	500	54	240	2.49, 2.63

当抗拉强度水平相近时，新型钢板的拉伸凸缘性优于传统的热轧高强度低合金钢（HSLA）和热轧或冷轧先进高强钢（AHSS），包括铁素体-贝氏体(FB)、复相(CP)和双相(DP)钢板，如图 4 所示。单相铁素体组织的内应力很小，并且没有富碳相，而后者在抗拉强度高于 550 MPa 的高强钢拉伸翻边时可能成为潜在

的裂纹成核位置，从而导致边缘过早开裂。另外，由于单相铁素体的缘故，新型钢板的疲劳性能也好于具有多相组织的先进高强钢。在要求同时具备高强度、出色的拉伸凸缘性和良好的疲劳性能的底盘和悬架部件的制造应用中，新型钢板比目前使用的 HSLA 或 AHSS 钢板具有明显的优点。

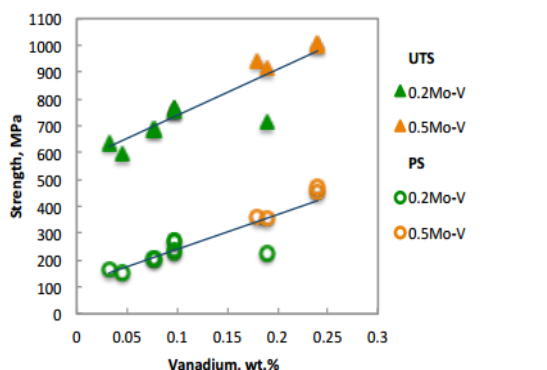


图 3 钒对抗拉强度 (UTS) 和析出强化效果(PS)的影响

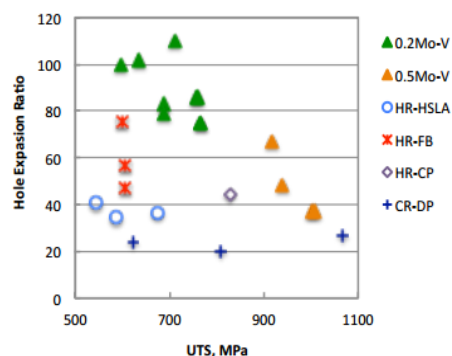


图 4 新型单相钒微合金化钢板的扩孔率明显高于 HSLA 和 AHSS 钢板

钒还有利于晶粒细化，通过再结晶控制轧制能够起到这个作用。另外发现，采用含有钒和钼而不含铌的成分钢具有降低热带轧机轧制力的优点，能够扩大尺寸范围。还发现，这种

不含铌的钢种不仅能够在传统热带轧机（HSM）上生产，还能在紧凑式带钢生产（CSP）线上生产，从而减少能量输入和降低生产成本。

汽车构件用高强度热轧钢板

Noriaki Kosaka, Yoshimasa Funakawa, Masato Shigemi, Hidekazu Ookubo 和 Tokunori Kanemura
JEF Steel Corporation, Chiyoda-ku, Tokyo, Japan

日本 JEF 钢铁公司开发了一种新型 V-Ti 微合金化高强度（UTS \geq 980MPa）热轧钢板（专利号 US 2015/0030880 A1）。它具有出色的弯曲加工性，适合于制造汽车构件，能够确保减轻汽车构件的重量和改善其可成形性。这一开发

是基于具有高强度和良好的加工性能的单相铁素体组织（铁素体面积比 \geq 95%）中含有自奥氏体向铁素体转变过程中和之后析出的钒和钛的细小碳化物（ \leq 10nm）。表 3 列出了该专利中使用的钢种化学成分的一些例子。

表 3 热轧钢板的化学成分/Wt%

钢种	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Ti	V
A	0.081	0.01	1.05	0.01	0.0056	0.041	0.0038	0.158	0.10
B	0.079	0.02	0.85	0.02	0.0051	0.041	0.0029	0.186	0.12

发明者们研究发现，为使具有单相铁素体的热轧钢板达到 980 MPa 或者更高的抗拉强度，在铁素体相中得到微细碳化物颗粒大有帮助。他们指出，为了获得期望的高抗拉强度，复合添加钒（~0.10%）和钛（~0.15%），是在铁素体基体中生成弥散分布的细小 Ti-V 碳化物（ <10 nm）的必需条件。只依靠钛碳化物或钒碳化物，很难获得所期望的高抗拉强度的单相铁素体热轧钢板。

该专利表明，钒通过在铁素体中生成细小 Ti-V 复合碳化物而有效地提高钢板的强度，而钛则促进了钒的析出。

为了生产出具有优良弯曲性能的高强度热轧钢板，最好得到单相铁素体组织。发明者们

指出，如果铁素体组织中存在第二相，比如贝氏体、马氏体、渗碳体或珠光体，那么，硬度不同的铁素体相和第二相之间的界面在冲压时会产生空隙，从而降低钢板的弯曲性能。因此，为了确保良好的加工性能，第二相应当少于 5%。另外，专利还表明，如果铁素体平均晶粒尺寸超过 8 μ m，就很可能生成混晶组织。而在这样的混晶组织中，较为粗大的铁素体晶粒在弯曲加工时更容易产生应力集中，导致钢板的弯曲性能大幅度降低。因此，铁素体相的平均晶粒尺寸上限应当 \leq 8 μ m。

另外，生产高强度单相铁素体热轧钢板时采用的热轧工艺和生产一般钢种时采用的普通工艺基本相同。

低碳钢中含有纳米析出物的铁素体和贝氏体的应力-应变行为

Naoya Kamikawa¹, Kensuke Sato¹, Goro Miyamoto¹, Mitsuhiro Murayama², Nobuaki Sekido³,
Kaneaki Tsuzaki⁴, Tadashi Furuhashi¹

1. Tohoku University, Japan; 2. Virginia Tech, Blacksburg, USA; 3. National Institute for Materials Science, Ibaraki, Japan; 4. Kyushu University, Japan

本工作发表于《Acta Materialia》(2015年第83卷383–396页)。Naoya Kamikawa和合著者系统地研究了一种化学成分为Fe-0.10%C-0.22%Si-0.83%Mn-0.014%P-0.014%S-0.003%N-0.001%Ti-0.288%V的低碳

钢中含有纳米级碳化钒的铁素体和贝氏体的应力-应变行为。通过真空熔炼制备出该钢种的铸锭后，以~940°C的终轧温度对其进行热轧。热轧样品在Ar气氛中用1180°C均化24h，然后作为实验原料使用。

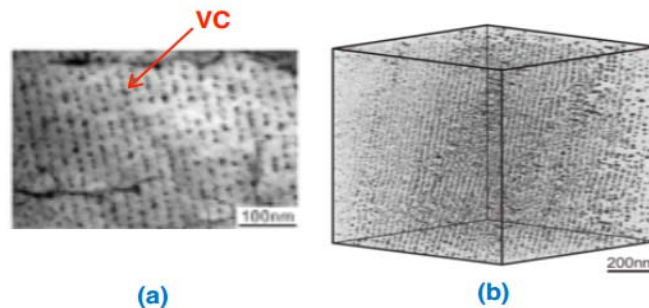


图5 (a) 690°C等温300s后样品的明场TEM照片，可以看到碳化钒有规律的层状分布。(b)三维重建图像：VC(暗色)，铁素体(透明色)

实验原料在真空炉内1200°C下热处理600s，以进行奥氏体化和固溶处理，然后立刻置于690°C或600°C盐浴中进行等温转变，保温时间从20s到172.8ks(48h)不等，最后进行水淬。

等温处理温度选择690°C，是为了得到带有纳米级VC相间析出的铁素体组织；而选择600°C则是为了通过时效处理而得到带有VC析出的贝氏体组织。

在690°C下等温转变时，保温300s后铁素体相变基本结束，其平均晶粒尺寸约为29μm。即使长时间保温直至48h，铁素体晶粒尺寸也没有明显增大。TEM观察发现，保温300s后，铁素体基体中存在VC相间析出，平均层层间距为~20-30nm，粒子尺寸为4.5nm。图5a展示了铁素体基体中析出的VC颗粒的TEM照片。图5b是基于FIB/FE-SEM方法展示了VC相间析出的三维重建图像。随着690°C下保温时间的延长，VC粒子平均尺寸增大。

在600°C下等温转变时，保温3h后贝氏体相变基本结束。在所有情况下，贝氏体板条的平均宽度测量值均为~1μm，贝氏体铁素体内的位错密度测量值均为 $1.2 \sim 1.6 \times 10^{14} \text{ m}^{-2}$ 。

TEM分析发现，600°C下保温300s后没有析出物，表明此时碳原子和钒原子在贝氏体铁素体基体中仍然处于过饱和状态。不过，将保温时间延长至3h或更长，将会析出纳米级VC颗粒，表明纳米级VC颗粒是在贝氏体相变后的长时间保温过程中通过时效作用而析出的。TEM观察表明，VC颗粒在位错处、板条边界上和贝氏体铁素体基体内析出。保温3h后的VC粒子平均尺寸为3.2nm，保温48h后则略微增大到5.0nm。

拉伸试验(图6)表明，在690°C下转变300s后VC直径为4.5nm的样品屈服应力很高(640MPa)，但屈服后逐渐产生加工硬化，使抗拉强度达到830MPa。对于主要是贝氏体组织的样品，虽然样品中没有析出物，但屈服应

力也很高，不过在所有情况下的加工硬化作用都较小。另外，保温时间延长带来的强度变化不像铁素体样品那样明显。在 VC 颗粒直径相同的样品中，铁素体样品的屈服应力低于贝氏体样品，但开始拉伸变形时铁素体的加工硬化作用大于贝氏体，从而在变形后期得到类似的变形曲线。应当指出的是，铁素体和贝氏体样

品的延伸率较大，均匀延伸率达到 10%，总延伸率达到 20%，而且几乎完全相同和保持不变，还不受相变温度和保温时间的影响。本研究证实，由于 VC 析出的作用，虽然加工硬化使强度提高，但铁素体和贝氏体钢都能够保持足够的塑性和均匀的位错分布。

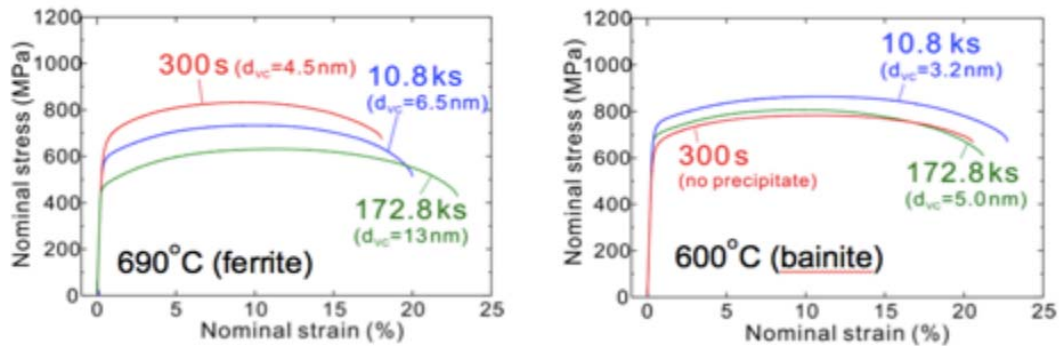


图 6 在 690 °C 和 600 °C 等温转变不同时间后样品的名义应力-应变曲线。图中给出了碳化钒的平均直径。

2. 2015 年发表的钒技术论文

A Comparative LCF Study of S960QL High Strength Steel and S355J2 Mild Steel, Tomasz Ślęzak, and Lucjan Śniezek, *Procedia Engineering*, Vol. 114, 2015, pp. 78-85.

Application of Different Vanadium Alloys in Steel, P. Tian, Z. Y. Zhong, R. G. Bai, X. L. Zhang, and H. Gao, *International Conference on Computer Information Systems and Industrial Applications (CISIA2015)*, Atlantis Press, 2015.

Characterisation of Microstructure and Mechanical Properties in Two Different Nanostructured Bainitic Steels, B. Avishan, S. Yazdani, F. G. Caballero, T. S. Wang, and C. Garcia-Mateo, *Materials Science and Technology*, Vol. 31, No. 12, 2015, pp. 1058-1520.

Contributions of Vanadium to Properties of Heat Treated Medium Carbon Forging Steels, L.M. Rothleitner, C.J. Van Tyne, R.J. Glodowski, J.G. Speer and D.K. Matlock, *HSLA Steels 2015, Microalloying 2015 and Offshore Engineering Steels 2015 Conference Proceedings*, 2015, pp. 419-425.

Corrosion Behaviour of Low-Alloyed Cast Steel in Diverse State, M. Kondracki, A. Studnicki, and J. Szajnar, *Archives of Foundry Engineering*, Vol. 15, No. 1, 2015, pp. 25-28.

Crystal Plasticity Analysis of Mechanical Response and Size Effect in Two Phase Alloys with Dispersion of Fine Particles, Yelm Okuyama and Tetsuya Ohashi, *Key Engineering Materials*, Vol. 626, 2015, pp. 264-268.

Development of Stretch Flangeable Ferrite-Bainite Grades Through Thin Slab Casting and Rolling, M. Mukherjee, A. R. Chintha, S. Kundu, S. Misra, J. Singh, C. Bhanu, and T. Venugopalan, *Materials Science and Technology, Advance Articles*, 2015.

Development of Ti-V-Mo Complex Microalloyed Hot-Rolled 900-MPa-Grade High-Strength Steel,

Ke Zhang, Zhao-Dong Li, Xin-Jun Sun, Qi-Long Yong, Jun-Wei Yang, Yuan-Mei Li and Pei-Lin Zhao, *Acta Metallurgica Sinica (English Letters)*, Vol. 28, No. 5, 2015, pp. 641-648.

Effect of Deformation Parameters on Ferrite and Pearlite Non-Quenched and Tempered Steel, He Yigui, Man Tinghui, Tan Li, Liu Pan, Wei Yuansheng, Bao Yaozong, *HSLA Steels 2015, Microalloying 2015 and Offshore Engineering Steels 2015 Conference Proceedings*, 2015, pp. 1019-1025.

Effect of Ni, Mn, V, and Al on Toughness of Blade Steels, Juha Perttula, *ISIJ International*, Vol. 55, No. 10, 2015, pp. 2225-2228.

Effect of Nitrogen on The Microstructures and Mechanical Properties in Simulated CGHAZ of Vanadium Microalloyed Steel Varied With Different Heat Inputs, Zhongran Shi, Caifu Yang, Ruizhen Wang, Hang Su, Feng Chai, Juefei Chu, and Qingfeng Wang, *Materials Science and Engineering A*, Vol. 649, 2016, pp. 270-281.

Effect of Nitrogen on The Vanadium Precipitation Behavior of Higher Yield Strength Weathering Steels, Qingchun Liu, Qilong Yong, Zhiwang Zheng, *HSLA Steels 2015, Microalloying 2015 and Offshore Engineering Steels 2015 Conference Proceedings*, 2015, pp. 941-946.

Effect of V and N on Microstructures and Properties of Grade-70 Tire Cord Steel during Cold Drawing, Hong-yu Liu, Bao-yi Wan, Xiao-yu Zeng, L. I. N. Chong and Hong-jun Wang, *Journal of Iron and Steel Research, International*, Vol. 22, No. 2, 2015, pp.171-178.

Effect of Vanadium Addition on API X100 Linepipe Steel, S. Nafisi, M. Arafin, B.S. Amirkhiz, R. Glodowski, L. Collins, J. Szpunar, *HSLA Steels 2015, Microalloying 2015 and Offshore Engineering Steels 2015 Conference Proceedings*, 2015, pp. 715-720.

Effect of Vanadium on The High-Cycle Fatigue Fracture Properties of Medium-Carbon Microalloyed Steel for Fracture Splitting Connecting Rod, Weijun Hui, Silian Chen, Yongjian Zhang, Chengwei Shao and Han Dong, *Materials & Design*, Vol. 66, 2015, pp. 227-234.

Effect of Vanadium on The Microstructure and Elevated Temperature Properties of Fire Resistant Steels, Qingchun Liu, Qilong Yong, Zhiwang Zheng, *HSLA Steels 2015, Microalloying 2015 and Offshore Engineering Steels 2015 Conference Proceedings*, 2015, pp. 909-916

R&D and Applications of V-N Microalloyed Steels in China, YANG Caifu, *HSLA Steels 2015, Microalloying 2015 and Offshore Engineering Steels 2015 Conference Proceedings*, 2015, pp. 917-930.

Effects of Heat Treatment on Microstructure and Mechanical Properties of V Microalloyed Bulb Flat Steel, CHEN Xue-hui YANG Cai-fu SU Hang Chai Feng Zhang Qian Hou Yaqing, *HSLA Steels 2015, Microalloying 2015 and Offshore Engineering Steels 2015 Conference Proceedings*, 2015, pp. 1088-1093.

Effects of Transformation Temperature on VC Interphase Precipitation and Resultant Hardness in Low-Carbon Steels, Y-J. Zhang, G. Miyamoto, K. Shinbo, T. Furuhashi, T. Ohmura, T. Suzuki, and K. Tsuzaki, *Acta Materialia*, Vol. 84, 2015, pp. 375-384.

Evaluation of Solid-Solution Hardening of Fe-27 at. pct Al by Vanadium and Comparison to Precipitation Strengthening by Vanadium Carbides, Petr Kratochvíl, Josef Pešíčka, Robert Král, Martin Švec, and Martin Palm, *Metallurgical and Materials Transactions A*, Vol. 46, No. 11, 2015, pp. 5091-5094.

From Heterogeneous to Homogeneous Nucleation for Precipitation in Austenite of Microalloyed Steels, Sebastián F Medina, *Acta Materialia*, Vol. 84, 2015, pp. 202-207.

Heat Affected Zone Microstructures and Their Influence on Toughness in Two Microalloyed HSLA Steels, Bevis Hutchinson, Jacek Komenda, Gregory S. Rohrer, and Hossein Beladi, *Acta Materialia*, Vol.

97, 2015, pp. 380-391.

Hot Deformation Behavior of Vanadium-microalloyed Medium-carbon Steel for Fracture Splitting Connecting Rod, Wei-jun HUI, Si-lian CHEN, Cheng-wei SHAO, Yong-jian ZHANG, and Han DONG, *Journal of Iron and Steel Research, International*, Vol. 22, No. 7, 2015, pp. 615-621.

Improving the Strength-Ductility Balance in High Strength Dual-Phase Steels Through the Addition of Vanadium, Yu Gong, M. Hua, J. Uusitalo, and A. J. DeArdo, *Galvatech 2015 Proceedings*, 2015, pp. 197-207.

Influence of Nitrogen Addition on Transformation Behavior and Mechanical Properties of Vanadium Microalloyed Steels, Jiangnan MA, Ruizhen WANG, Caifu YANG, *HSLA Steels 2015, Microalloying 2015 and Offshore Engineering Steels 2015 Conference Proceedings*, 2015, pp. 1163-1169.

Influence of Vanadium Content on Bainitic Transformation of a Low-Carbon Boron Steel During Continuous Cooling, Kwang-Su Kim, Lin-Xiu Du, and Cai-Ru Gao, *Acta Metallurgica Sinica (English Letters)*, Vol. 28, No. 6, pp. 692-698.

Investigation on Decomposition Behavior of Austenite Under Continuous Cooling in Vanadium Microalloyed Steel (30MSV6), Seyed Hadi Mohamadi Azghandi, Vahide Ghanooni Ahmadabadi, Iman Raoofian, Fateh Fazeli, Mansour Zare, Ahad Zabett and Hamed Reihani, *Materials & Design*, Vol. 88, 2015, pp. 751-758.

Method of Estimating the Long-term Rupture Strength of 11Cr-2W-0.4 Mo-1Cu-Nb-V Steel, Manabu Tamura, *Metallurgical and Materials Transactions A*, Vol. 46, No. 5, 2015, pp. 1958-1972.

Microalloyed Steels: Past, Present and Future, Anthony J. DeArdo, *HSLA Steels 2015, Microalloying 2015 and Offshore Engineering Steels 2015 Conference Proceedings*, 2015, pp. 17-32.

Microstructural Effects on High-Cycle Fatigue Properties of Microalloyed Medium Carbon Steel 38MNVS, Weijun Hui, Yongjian Zhang, Chengwei Shao, Silian Chen, Xiaoli Zhao, and Han Dong, *Materials Science and Engineering A*, Vol. 640, 2015, pp. 147-153.

Microstructure and Mechanical Properties of A Bainitic PM Steel, Chris Schade, Tom Murphy, Alan Lawley and Roger Doherty, www.gkn.com, 2015.

Microstructure Evolution in The V-N-Ti and Nb-V-Ti Microalloyed Bulb Flat Steel, Chai Feng, Xue Dong-mei, Yang Cai-fu, SU Hang, *HSLA Steels 2015, Microalloying 2015 and Offshore Engineering Steels 2015 Conference Proceedings*, 2015, pp. 1045-1053.

Modelling the Hot Flow Behavior of a Fe-22Mn-0.41 C-1.6 Al-1.4 Si TWIP Steel Microalloyed with Ti, V and Nb, I. Mejía, F. Reyes-Calderón and J. M. Cabrera, *Materials Science and Engineering A*, Vol. 644, 2015, pp. 374-385.

New Development of HSLA Steels in China, ZHANG Xiao-gang, YANG Cai-fu, SHANG Cheng-jia, *HSLA Steels 2015, Microalloying 2015 and Offshore Engineering Steels 2015 Conference Proceedings*, 2015, pp. 3-15.

On The Role of Microstructure in Governing The Fatigue Behaviour of Nanostructured Bainitic Steels, Rosalia Rementeria, Lucia Morales-Rivas, Matthias Kuntz, Carlos Garcia-Mateo, Eberhard Kerscher, Thomas Sourmail and Francisca G. Caballero, *Materials Science and Engineering A*, Vol. 630, 2015, pp. 71-77.

Physical Metallurgy and Commercialization of V-N Microalloyed Q460GJC Steel Plates, YANG Xiong-fei, YU Hao, CHENG Xingde, CHEN Binghua, *HSLA Steels 2015, Microalloying 2015 and Offshore Engineering Steels 2015 Conference Proceedings*, 2015, pp. 955-960.

Precipitation Characteristics During Isothermal γ To α Transformation and Resultant Hardness in

Low Carbon Vanadium-Titanium Bearing Steel, J. Chen, M. Lv, S. Tang, Z. Liu, and G. Wang, *Materials Science and Technology, Advance Articles*, 2015.

Precipitation Model in Microalloyed Steels Both Isothermal and Continuous Cooling Conditions, S. F. Medina, Quispe, A. and Gómez, M., *Revista de Metalurgia*, Vol. 51, No. 4, 2015, pp. 10-3989.

Relationship Between Microstructure and Mechanical Properties in Nb-V Microalloyed TRIP Steel, Krizan, D., K. Spiradek-Hahn, and A. Pichler, *Materials Science and Technology*, Vol. 31, No.6, 2015, pp. 661-668.

Stress–Strain Behavior of Ferrite and Bainite With Nano-Precipitation in Low Carbon Steels, Naoya Kamikawa, Kensuke Sato, Goro Miyamoto, Mitsuhiro Murayama, Nobuaki Sekido, Kaneaki Tsuzaki and Tadashi Furuhashi, *Acta Materialia*, Vol. 83, 2015, pp. 383-396.

Study on Continuous Cooling Transformation Behavior of Coarse Grain Heat-Affected Zone in V-N-Ti and Nb-V-Ti Microalloyed Offshore Platform Steels, Feng Lu, Feng Chai, Guangping Cheng, Hang Su, Nan Li, Caifu Yang, *HSLA Steels 2015, Microalloying 2015 and Offshore Engineering Steels 2015 Conference Proceedings*, 2015, pp. 525-531.

Super-high Strength Low Alloy Steel OCTG with Improved Sour Resistance, Tomohiko OMURA, Mitsuhiro NUMATA, Toru TAKAYAMA, Yuji ARAI, Atsushi SOUMA, Taro OHE, Hisashi AMAYA and Masakatsu UEDA, *Nippon Steel & Sumitomo Metal Technical Report*, No. 107, February 2015.

Technical Requirements for The Development of Marine Steel in China, Hang SU, Tao PAN, Feng CHAI Caifu YANG, *HSLA Steels 2015, Microalloying 2015 and Offshore Engineering Steels 2015 Conference Proceedings*, 2015, pp. 121-131.

Tensile Behavior of Ferrite-martensite Dual Phase Steels with Nano-precipitation of Vanadium Carbides, Naoya Kamikawa, Masahiro Hirohashi, Yu Sato, Elango Chandiran, Goro Miyamoto, and Tadashi Furuhashi, *ISI International*, Vol. 55, No. 8, 2015, pp. 1781-1790.

The Effects of Composition and Thermal Path on Hot Ductility of Forging Steels, B. M. Connolly, J. Paules, A. DeArdo Brendan, M. Connolly, John Paules, and Anthony DeArdo, *La Metallurgia Italiana*, No. 1, 2015, pp. 3-9.

The Influence of Vanadium Microalloying on The Production of Thin Slab Casting and Direct Rolled Steel Strip, Yu Li and David Milbourn, *HSLA Steels 2015, Microalloying 2015 and Offshore Engineering Steels 2015 Conference Proceedings*, 2015, pp. 343-349.

Vanadium Microalloyed High Strength Martensitic Steel Sheet for Hot-Dip Coating, Bevis Hutchinson, Jacek Komenda, David Martin, *HSLA Steels 2015, Microalloying 2015 and Offshore Engineering Steels 2015 Conference Proceedings*, 2015, pp. 535-540.

Very High Cycle Fatigue of a High Strength Steel Under Sea Water Corrosion: A Strong Corrosion and Mechanical Damage Coupling, Ruben Pérez-Mora, Thierry Palin-Luc, Claude Bathias, and Paul C. Paris, *International Journal of Fatigue*, Vol. 74, 2015, pp. 156-165.

Very High Cycle Fatigue Properties of Cr–Mo Low Alloy Steel Containing V-Rich MC Type Carbides, Weijun Hui, Yongjian Zhang, Xiaoli Zhao, Chao Zhou, Kaizhong Wang, Wei Sun, and Han Dong, *Materials Science and Engineering A*, Vol. 651, 2016, pp. 311-320.

Wear Behavior of Newly Developed Bainitic Wheel Steels, S. Sharma, S. Sangal, and K. Mondal, *Journal of Materials Engineering and Performance*, Vol. 24, No. 2, 2015, pp. 999-1010.

3. 近期会议日程

2016	会议
2016年2月10-12日 印度, 兰契	第四届热机械模拟与钢铁生产国际会议 4th International Conference on Thermomechanical Simulation and Processing of Steel (Simpro'16)
2016年5月16-19日 美国, 匹兹堡	2016年钢铁技术大会及博览会 The Iron & Steel Technology Conference and Exposition (AISTech 2016)
2016年5月29日-6月2日 奥地利, 格拉茨	2016年先进材料工艺与制造国际研讨会 International Conference on Processing & Manufacturing of Advanced Materials (THERMEC2016)
2016年10月23-27日 美国, 盐湖城	2016年材料科学与技术年会 Materials Science & Technology (MS&T) 2016
2016年12月16-18日 中国, 成都	第一届国际汽车用钢大会 The 1st International Conference on Automotive Steel (AutoSteel 2016)

国际钒技术委员会会员

AMG Vanadium, Inc. 60790 Southgate Road Cambridge, OH 43725 USA Tel.: +1 740 435 4600 E-mail: vanadium@amg-v.com Web: www.amg-v.com	Bear Metallurgical Company 679 East Butler Road Butler, PA 16002-9127 USA Tel.: +1 724 431 2800 E-mail: info@eramet-bear.com Website: www.bearmet.com	北京中凯宏德科技有限公司 Tongfang Technology Square No.1 Wangzhuang Road, Haidian District, Beijing, 100083 China Tel.: +86 10 83185988
承德钢铁集团有限公司 No.1 Office Building General Manager Office Shuang Luan District Chengde City China Tel.: +86 314 4378909 E-mail: cg@cdsteel.cn Website: www.cdsteel.com.cn	中国钢研科技集团有限公司 No.76 Xueyuan Nanlu Haidian, Beijing 100081 China Tel.: +86 10 62182761 Website: www.cisri.com	EVRAZ East Metals AG Baarerstrasse 131 6300 Zug Switzerland Tel.: +41 41 560 9797 Website: www.evrazeastmetals.com

EVRAZ East Metals North America, LLC 200 East Randolph Drive, Suite 7800 Chicago, Illinois 60601 USA Tel.: +1 312 533 3641 Website: www.evrazeastmetals.com	EVRAZ Highveld Steel and Vanadium Limited P.O. Box 111, Witbank 1035 South Africa Tel.: +27 13 690 9911 E-mail: general@evrazhighveld.co.za Website: www.evrazhighveld.co.za	EVRAZ NTMK 1, Metallurgov Street Nizhniy Tagil, Sverdlovskaya oblast 622025 Russia Tel.: +7 3435 497270 E-mail: post@ntmk.ru Website: www.ntmk.ru
EVRAZ Stratcor, Inc. 200 East Randolph Drive, Suite 7800 Chicago, Illinois 60601, USA Tel.: +1 312 533 3650 Website: www.evrazstratcor.com	Evrax Vanady Tula 1, Przhevalskogo Street Tula, 300016 Russia Tel.: +7 4872 466 900 E-mail: info@vanady.com Website: www.vanady.com	Glencore plc P. O. Box 3620 Brits, 0230 South Africa Tel.: +27 12 3180700 Website: www.glencore.com
Gulf Chemical & Metallurgical Corporation 302 Midway Road, P.O. Box 2290 Freeport, Texas 77542-2290 USA Tel.: +1 979 415 1500 E-mail: info@eramet-gulf.com Website: www.eramet-gulf.com	Largo Resources Ltd. 55 University Ave., Suite 1101 Toronto, Ontario, M5J 2H7 Canada Tel.: +1 416 861 9797 E-mail: info@largoresources.com website: www.largoresources.com	Mustavaaran Kaivos Oy Asemakatu 37 F1-90100 Oulu Finland Tel.: +358 8 370 090 E-mail: info@mustavaarankaivos.com Website: www.mustavaarankaivos.com
New Zealand Steel Ltd. Mission Bush Road Private Bag 92121 Auckland 1142 New Zealand Tel.: +64 9 375 8999 Fax: +64 9 375 8213 Website: www.nzsteel.co.nz	攀钢集团有限公司 Xiangyang Village East District, Panzhuhua, Sichuan 617067 China Tel.: +86 10 5969 5097 Website: www.pzhsteel.com.cn	Treibacher Industrie AG Auer-von-Welsbach-Straße 1 9330 Althofen Austria Tel.: +43 42 62 5050 E-mail: treibacher@treibacher.com Website: www.treibacher.com
VanadiumCorp Resource Inc. Suite #711, 675 West Hastings Street Vancouver, BC, V6B 1N2 Canada Tel.: +1 604 682 2950 E-mail: sp@vanadiumcorp.com Website: www.vanadiumcorp.com	Vanchem Vanadium Products (Pty) Ltd. Van Eck Road, Ferrobank PO Box 567, Witbank 1035 Mpumalanga South Africa Tel.: + 27 13 696 60 01 E-mail: fundiswag@vanchem.co.za www.vanchemvanadiumproducts.com	Australian Vanadium 129 Edward Street Perth WA 6000 Australia Tel.: +61 8 9228 3333 E-mail: info@australianvanadium.com.au Website: www.australianvanadium.com.au



电话: +44(0)1892 530448
传真: +44(0)1892 458481
邮箱: info@vanitec.org
网站: www.vanitec.org

国际钒技术委员会是一个全球钒技术的资源中心,它召集世界范围内涉及采矿,处理及生产,研究和生产钒及含钒产品企业和研究所的代表。

其宗旨是集遍及五大洲的全体会员的力量推动全球钒产业的技术进步及持续稳定发展,促进和扩大含钒材料在钢,钛合金和化学制品等领域中的应用,同时保持员工职业健康安全、保护环境。

国际钒技术委员会致力于促进与钒相关的科技研究,赞助科研项目,提供与钒相关的科技信息。国际钒技术委员会还举办钒技术应用研讨会,发行出版物。