

不同成分系列微合金钢抗奥氏体晶粒长大能力研究

彭云 许祖泽 陈钰珊

(北京钢铁研究总院 上海宝山钢铁总厂)

摘要 研究了 Nb-V, Nb-Ti, Nb-V-Ti 三种成分系列微合金钢的抗奥氏体晶粒长大能力, 以及含氮量对 Nb-V-Ti 微合金钢抗奥氏体晶粒长大能力的影响。试验结果表明, 微合金钢中加入微量钛可大大提高钢抗奥氏体晶粒长大能力, Nb-V-Ti 微合金钢中含氮量增多抗奥氏体晶粒长大能力增强, 但含氮量过高会影响焊接热影响区韧性。

关键词 微合金钢 奥氏体晶粒 长大 焊接 韧性

STUDY OF THE ABILITY OF MICROALLOYED STEELS OF DIFFERENT COMPOSITION TO RESIST GROWTH OF AUSTENITE GRAINS

Peng Yun Xu Zuze

(Central Iron & Steel Research Institute)

Chen Yushan

(Shanghai Baoshan Iron & Steel (Group) Co.)

Abstract In this paper the ability of Nb-V, Nb-Ti and Nb-V-Ti microalloyed steels to resist growth of austenite grains and the influence of N on the ability of Nb-V-Ti microalloyed steel to resist growth of austenite grains are studied. Test results indicate that microamount Ti addition can greatly enhance the ability of Nb-V-Ti microalloyed steel to resist growth of austenite grains, with the increase of N content the ability of Nb-V-Ti steel to resist growth of austenite grains increases, but too much content of N decreases toughness of welding heat affected zone.

Key Words microalloyed steel, austenite grain, growth, welding, toughness

1 引言

微合金钢焊接时, 近焊缝区金属经受 1300℃ 以上高温热循环, 将发生奥氏体晶粒长大和组织转变。而钢的原奥氏体晶粒越大, 则金属韧性越低。因此研究微合金钢抗奥氏体晶粒长大能力, 对获得具有较好焊接热影响区韧性的钢种有重要意义^[1~4]。本文将就不同成分系列微合金钢抗奥氏体晶粒长大能力进行一些探讨。

在普通低合金钢中, 氮一般被认为是一

种有害元素, 氮固溶于金属中, 降低钢的冲击韧性。而在微合金钢中, 主要靠生成细小 TiN 颗粒细化晶粒, 因此含氮量对微合金钢抗奥氏体晶粒长大能力和焊接热影响区韧性具有重要影响^[2,3]。本文就此也进行了一些探讨。

2 试验材料及方法

试验钢板化学成分如表 1 所示, 试板力学性能如表 2 所示。

钢板加工成热模拟试样后, 在 Gleeble-1500 热力学模拟试验机上进行奥氏体晶粒

表 1 钢板化学成分(%)

No	C	Si	Mn	P	S	Nb	V	Ti	Al	N
1	0.11	0.43	1.47	0.011	0.007	0.040	0.028		0.037	0.0046
2	0.12	0.31	1.46	0.016	0.006	0.040		0.026	0.043	0.0028
3	0.11	0.23	1.42	0.018	0.0068	0.050	0.050	0.019	0.023	0.0021
4	0.09	0.30	1.42	0.015	0.0017	0.045	0.053	0.020	0.035	0.0049
5	0.10	0.30	1.60	0.014	0.0015	0.054	0.049	0.018	0.032	0.0059

表 2 钢板力学性能

No	σ_s ,MPa	σ_b ,MPa	δ_s ,%	A_{KV} ,J(0°C)
1	540	642	28	31.7
2	541	622	32	28.7
3	540	640	36	56.0
4	525	605	38	65.6
5	545	630	36	62.4

注:冲击试样尺寸为 5mm×10mm×55mm

长大和模拟焊接热循环试验。图 1 是奥氏体晶粒长大试验规范,图 2 是模拟焊接热循环试验规范。

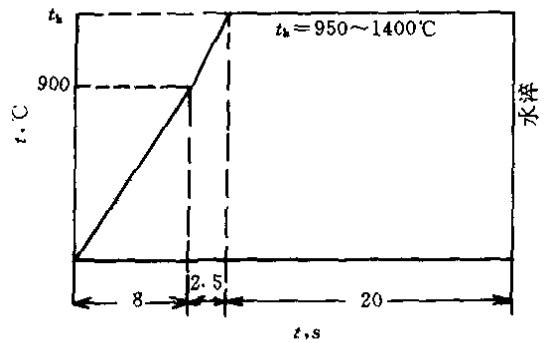


图 1 奥氏体晶粒长大试验规范

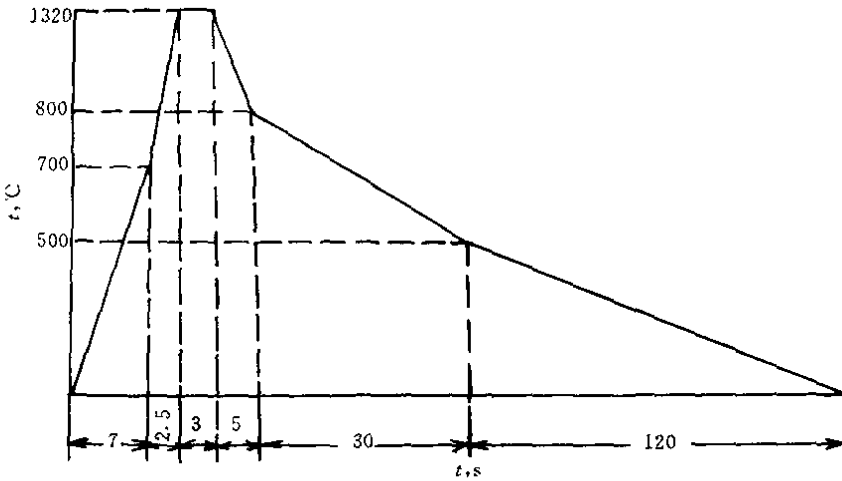


图 2 模拟焊接热循环试验规范

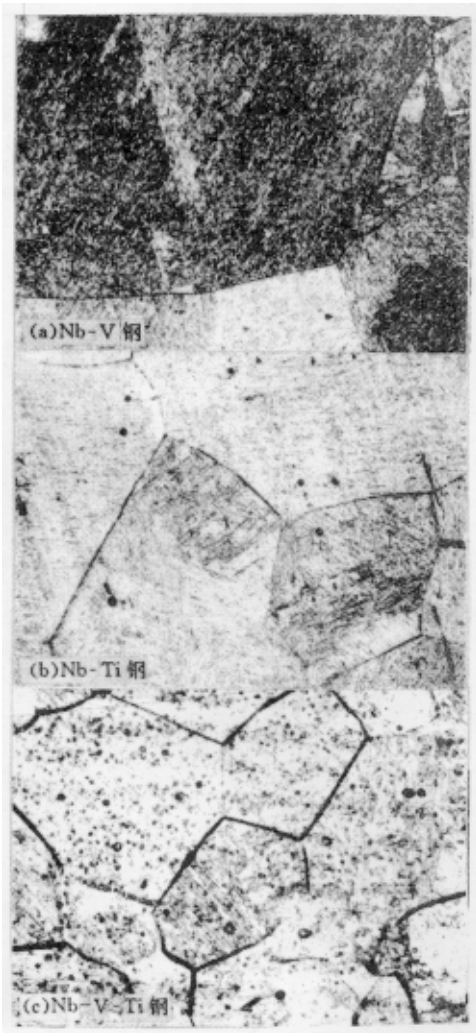
3 试验结果及分析

3.1 Nb-V, Nb-Ti, Nb-V-Ti 微合金钢奥氏体晶粒长大比较

图 3 是 Nb-V, Nb-Ti, Nb-V-Ti 三种微合金钢奥氏体晶粒长大情况;此三种钢经 1350°C, 20s 奥氏体化后奥氏体晶粒度见照片 1。从图 3 可以看到, Nb-Ti 钢抗奥氏体晶粒长大能力比 Nb-V 钢强得多, 而 Nb-V-Ti

钢抗奥氏体晶粒长大能力略强于 Nb-Ti 钢。这是因为 Nb-Ti 钢中细小的 TiN 颗粒在高温下仍很稳定, 不易分解, 具有很强的抗奥氏体晶粒长大能力^[2,3]。而 Nb-V 钢中 VN 高温下易分解, 抗奥氏体晶粒长大能力较弱^[2,3]。因此, 为了控制焊接热影响区中奥氏体晶粒长大, 在微合金钢中应加入微量钛。

3.2 氮对 Nb-V-Ti 微合金钢奥氏体晶



照片 1 三种钢经 1350℃, 20s 奥氏体化后的奥氏体晶粒度照片 ×100

粒长大的影响

图 4 是氮含量为 0.0021%, 0.0049%, 0.0059% 的三种 Nb-V-Ti 微合金钢奥氏体晶粒长大图, 此三种钢经 1400℃, 20s 奥氏体化后奥氏体晶粒度见照片 2。从图 4 可见, 随含氮量增多, 钢抗奥氏体晶粒长大能力增强。这是因为随含氮量增多, 可阻止奥氏体晶粒长大的细小 TiN, NbN 颗粒增多^[5]。

随氮含量的增加, 奥氏体急剧长大的温度由 1250℃ 推移到 1300℃, 在温度大于

1300℃ 时, 含氮量较低的钢的奥氏体晶粒较含氮量高的钢的奥氏体晶粒大得多。

但应注意, 并不是含氮量越高越好。随含氮量增高, 一方面钢抗奥氏体晶粒长大能力增强, 对韧性有利, 另一方面热影响区中固溶氮量增多, 而固溶氮对韧性极为有害^[5]。若含氮量过高, 固溶氮量增多对韧性的有害作用大于钢奥氏体晶粒细化对韧性的有利作用, 则钢热影响区韧性降低。图 5 是经过焊接热循环后, 三种含氮量的 Nb-V-Ti 钢热影响区

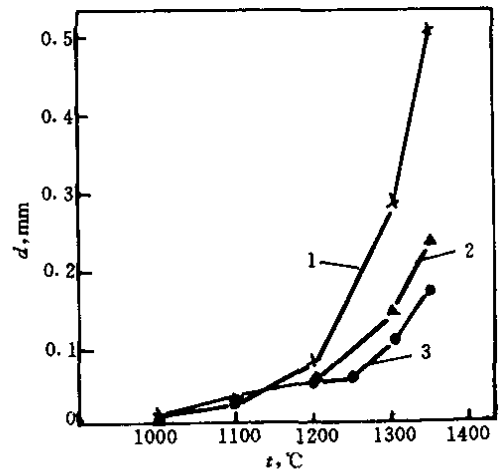


图 3 三种微合金钢奥氏体晶粒长大图
1-Nb-V; 2-Nb-Ti; 3-Nb-V-Ti

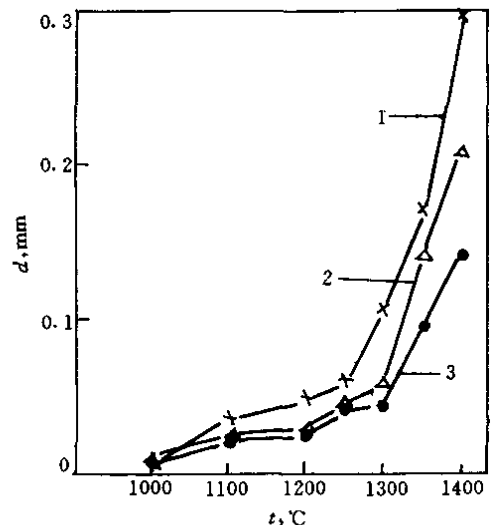
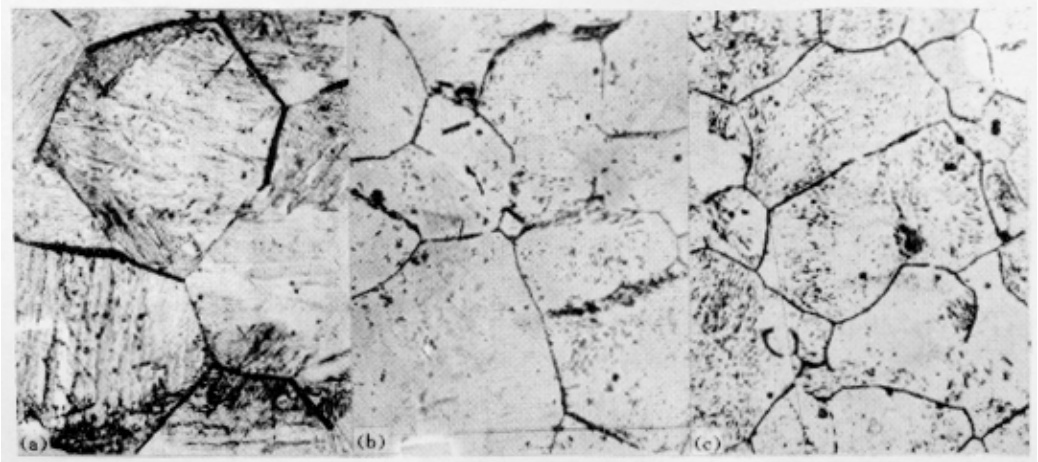


图 4 含氮量与奥氏体晶粒长大关系
1-N=0.0021%; 2-N=0.0049%; 3-N=0.0059%



(a)N=0.0021%;

(b)N=0.0049%;

(c)N=0.0059%;

照片? 不同含氮量 Nb-V-Ti 钢经 1400°C、20s 奥氏体化后奥氏体晶粒度 ×100

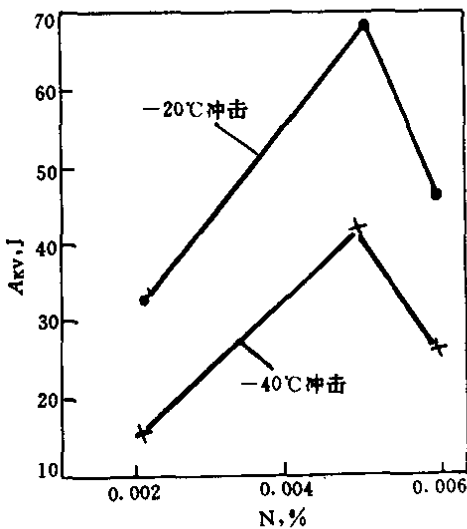


图 5 含氮量与热影响区韧性的关系

韧性。由图 5 可见,含氮量为 0.005%左右时,热影响区韧性最高。

4 结论

(1)微合金钢中加入微量钛可大大提高钢抗奥氏体晶粒长大能力。

(2)Nb-V-Ti 微合金钢中含氮量增多,抗奥氏体晶粒长大能力增强,但含氮量过高会影响焊接热影响区韧性。

参 考 文 献

- 1 Kim B C, Lee S, Kim N J and Lee D Y. Metallurgical Transactions. 1991, 22A(1):139~149
- 2 Wang G R, Lau T W, Weatherly G C and North T H. Metallurgical Transactions. 1989, 20A(10):2093~2100
- 3 Hansson P. Welding and Performance of Pipelines. Third International Conference Welding, London English, 1986, 1(18~21):343~353
- 4 Baba Z, Nakanishi M, Hashimoto T, Komizo Y, Takeuchi I and Ando Y. Welding and Performance of Pipelines. Third International Conference, London English, 1986, 1(18~21):307~316
- 5 笠松裕等. 神户制钢技报, 1986, 29(4):48~57