

高塑性 Cr-Mn-Ni-Cu-N 奥氏体不锈钢 YGA201 的研制

徐 军¹ 戚国平¹ 俞 敏¹ 王龙妹² 徐 彪² 朱京希²

(1 宝钢集团上海第一钢铁有限公司, 上海 200431; 2 钢铁研究总院, 北京 100081)

摘 要 在实验室采用 200 kg 非真空感应炉研制了成分(%)为: $\leq 0.10\text{C}$, $5.0 \sim 9.5\text{Mn}$, $16.0 \sim 19.0\text{Cr}$, $3.5 \sim 5.5\text{Ni}$, $1.0 \sim 2.0\text{Cu}$, $\leq 0.2\text{N}$ 的奥氏体不锈钢 YGA201。力学性能和腐蚀试验结果表明, YGA201 不锈钢含 $1.0\% \sim 2.0\% \text{Cu}$, 使其 1050°C 固溶处理后的延伸率达 60%, 高于 ASTM201 不锈钢(延伸率 44%), 该钢热加工性能和 $1 \text{ mol/L H}_2\text{SO}_4$ 中的耐腐蚀性能与 SUS304(18Cr-8Ni) 不锈钢相当。

关键词 Cr-Mn-Ni-Cu-N 奥氏体不锈钢 力学性能 耐腐蚀性

Development of High Elongation Cr-Mn-Ni-Cu-N Austenite Stainless Steel YGA201

Xu Jun¹, Qi Guoping¹, Yu Min¹, Wang Longmei², Xu Biao² and Zhu Jingxi²

(1 No 1 Iron and Steel Co Ltd, Baosteel Group, Shanghai 200431; 2 Central Iron and Steel Research Institute, Beijing 100081)

Abstract The austenite stainless steel YGA201 - $\leq 0.10\text{C}$, $5.0 \sim 9.5\text{Mn}$, $16.0 \sim 19.0\text{Cr}$, $3.5 \sim 5.5\text{Ni}$, $1.0 \sim 2.0\text{Cu}$, $\leq 0.2\text{N}$ has been melted and studied by a 200 kg induction furnace in laboratory. The mechanical properties and corrosion test results showed that the elongation of 1050°C solid solution heat treated YGA201 stainless steel containing $1.0\% \sim 2.0\% \text{Cu}$ was up to 60%, higher than that of ASTM201 stainless steel (elongation 44%), and its hot workability and corrosion resistance in $1 \text{ mol/L H}_2\text{SO}_4$ were equal to SUS304 (18Cr-8Ni) stainless steel.

Material Index Cr-Mn-Ni-Cu-N Austenite Stainless Steel, Mechanical Properties, Corrosion Resistance

以锰、氮代镍, 铬元素含量为 16% ~ 19% 的 200 系列不锈钢, 其耐腐蚀性、无磁性、成型性等方面与 304 相当, 且强度高于 304 不锈钢。法国阿塞洛开发的 202N 和 204Cu, 前者耐腐蚀性能超过 304 和 316 牌号, 后者与 304 相当, 远大于 430 牌号^[1,2]。本研究工作选择具有一定市场份额, 适用于耐一般腐蚀和大气腐蚀装饰管和家庭用品等用途的低镍含氮奥氏体不锈钢。设定其综合性能目标为: 耐腐蚀性能与 304 相当; 力学性能与 ASTM A950-00a 201 牌号相当或略有提高(201 的缺点是强度偏高, 延伸率较低, 冷加工硬化指数高, 冷轧成材率低), 且冷加工性能应比市场上某些按企业标准生产的“201”优越, 暂命名 YGA201 作为目标牌号, 进行实验室开发研究。

1 试样制备及检测

1.1 YGA201 试验钢的成分设计

以 GB/T1220-1992 1Cr17Mn6Ni5N(201) 标准为基础成分, 参照了 2004 年 1 月 1 日实施的中国特殊钢企业协会不锈钢分会发布的 Cr-Mn 系不锈钢厚板、薄板和钢带技术规范, 采用降低碳、镍含量, 保证必要的铬含量, 以确保其耐腐蚀性能和降低生产成本; 提高氮、锰和铜含量, 以稳定组织和改善性能。铜在奥氏体不锈钢中能显著降低钢的冷作硬化倾向, 提高冷加工成形性能, 在改善 200 系列不锈钢综合性能方面, 铜起着重要作用, 试验钢 YGA201 的成分范围见表 1。

1.2 冶炼和热加工

表 1 YGA201、SUS304 和 ASTM201 不锈钢的化学成分/%

Table 1 Chemical compositions of austenite stainless steel YGA201, SUS304 and ASTM201 /%

钢种	C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Cu	N
YGA201	≤ 0.100	5.00 ~ 9.50	0.30 ~ 0.80	≤ 0.050	≤ 0.040	16.00 ~ 19.00	3.50 ~ 5.50	1.0 ~ 2.0	≤ 0.20
SUS304	0.041	1.13	0.36	0.007	0.023	18.21	8.06	-	0.04
ASTM201	≤ 0.150	5.50 ~ 7.50	≤ 1.00	≤ 0.060	≤ 0.030	16.00 ~ 18.00	3.50 ~ 5.50	-	≤ 0.25

在宝钢一钢公司技术中心实验工场的 200 kg 双工位非真空感应炉上,完成了 5 炉 YGA201 不锈钢的试验冶炼。

锻打工艺参数:开锻温度 $< 1200\text{ }^{\circ}\text{C}$,终锻温度 $\geq 850\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。热轧试验在宝钢一钢公司技术中心实验工场的 500 t 热轧机组上进行,热轧工艺参数:开轧温度 $\leq 1200\text{ }^{\circ}\text{C}$,考虑温降和轧机能力,压下分配道次大多在 5~9 道次之间完成。

2 试验结果和分析讨论

2.1 成分和工艺参数优化

热轧试验结果显示,最大轧制压力在第 3~5 道,边部情况良好。相比较而言,试验钢当镍低、氮高,试件边部质量要差一些;当镍、铜不变,氮达到 0.2% 时,边部也会出现边裂问题;镍低于 0.5%,加铜以及含镍 4.5%、氮 0.2% 的试验钢种,边部质量均不如 YGA201 理想。这说明合适的镍、氮及铜含量的匹配,能保证 YGA201 热轧带钢的边部质量。

2.2 力学性能

YGA201 钢 1050 $^{\circ}\text{C}$ 固溶处理后的延伸率远优于 ASTM201 牌号,接近 SUS304 牌号(表 2)。

表 2 YGA201 与 SUS304、ASTM201 力学性能比较
Table 2 Comparison of mechanical properties between stainless steel YGA201, SUS304 and ASTM201

序号	牌号	σ_b/MPa	$\sigma_{0.2}/\text{MPa}$	$\delta/\%$
1	YGA201	651	277	60
2	SUS304	631	223	54
3	ASTM201	937	305	44

2.3 耐腐蚀性能

图 1 为 YGA201 与 SUS304、ASTM201 在 1 mol/L H_2SO_4 中的极化曲线测试结果。由 SUS304、ASTM201 与 YGA201 测试的极化曲线结果比较,可以看出:YGA201 的自腐蚀电位为 -0.18587 V 比 304 经济型自腐蚀电位 -0.40786 V 提高 0.22199 V ;YGA201 的自腐蚀电流为 $3.1093 \times 10^{-5}\text{ A/cm}^2$,比 304 自腐蚀电流 $4.6571 \times 10^{-4}\text{ A/cm}^2$ 小了约一个数量级,实测数据说明 YGA201 全面腐蚀性能比 SUS304 好,远优于 ASTM201。表 3 为目标开发钢种 YGA201 与 SUS304、ASTM201 的自腐蚀电位和自腐蚀电流的测试数据。从表 3 数据和图 1 极化曲线结果可看出,耐腐蚀性能的排序为:YGA201 钢优于 SUS304 和 ASTM201 钢。

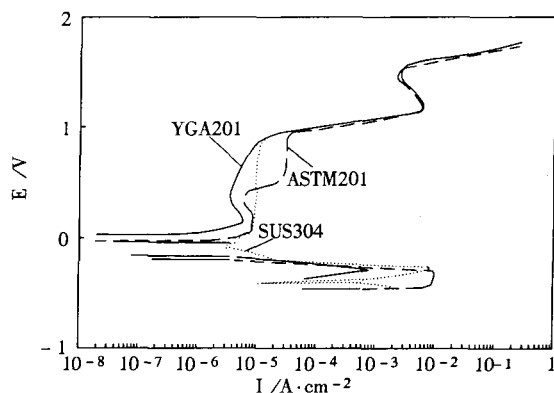


图 1 YGA201 与 SUS304、ASTM201 在 1 mol/L H_2SO_4 中的阳极极化曲线

Fig. 1 Polarization curves of stainless steel YGA201, SUS304 and ASTM201 in 1 mol/L H_2SO_4

表 3 YGA201 与 SUS304、ASTM201 的自腐蚀电位和自腐蚀电流的数据比较

Table 3 Comparison of self-corrosion potential and current between YGA201 and SUS304, ASTM201 stainless steel

牌号	自腐蚀电位/V	自腐蚀电流/($\text{A}\cdot\text{cm}^{-2}$)
YGA201	-0.18587	3.1093×10^{-5}
SUS304	-0.40786	4.6571×10^{-4}
ASTM201	-0.47114	3.6533×10^{-3}

3 结论

(1) YGA201 高温塑性与 SUS304 相同,因此 YGA201 连铸的工艺参数可参照 SUS304 系列。

(2) YGA201 试验钢热轧固溶态屈服强度 $\sigma_{0.2}$ 平均达 277 MPa,抗拉强度 σ_b 651 MPa,延伸率 δ 60.20%,抗拉强度比不锈钢分会技术规范和市场上的“201”降低了 200~300 MPa,延伸率提高 18%~20%。

(3) YGA201 试验钢耐硫酸腐蚀性能优于 SUS304 和 ASTM201 钢,有关耐腐蚀性能更深入的研究工作需要进一步开展。

参考文献

- 1 陆世英. 200 系列(锰系)不锈钢的主要进展. 不锈钢开发, 2004(1):4
- 2 刘春来,李雄飞,张国儒. 200 系列奥氏体冷轧钢带的研制. 太钢科技, 2002(4):48

徐军(1959-),女,高级工程师,北京科技大学毕业,钢铁新材料研发。