

316/316L 技术规范

(UNS S31600, S31603) W. Nr. 1.4401, 1.4404

比传统 304/304L 更具耐腐蚀性的含钼奥氏体不锈钢

316/316L (Alloy S31600 / S31603) 是为了提高 304/304L 在适度腐蚀环境下的耐腐蚀能力而开发的铬镍钼奥氏体不锈钢。它通常被运用在含有氯化物或卤化物的加工过程中。钼的加入提高了该合金的总体耐腐蚀性和耐氯化物点蚀性。该合金同时具备更高的抗蠕变, 断裂应力性和在高温中依然保持抗张强度。

在普通应用中, 316L 通常被视为是 316 和 316L 的双认证不锈钢。316L 的低碳成分加上氮的含量能够使 316L 符合 316 的机械特性。

316/316L 能抵抗大气腐蚀、并适用于适度氧化和还原的环境中。同时它在受污染的海洋空气中具有耐腐蚀能力。该合金在已焊接状态下具有极好的耐晶间腐蚀。

316/316L 在低温中具有极好的强度和韧性。

在退火状态下, 316/316L 没有磁性, 但可以通过冷作或焊接使其带有一点磁性。316/316L 在标准车间中易于焊接和加工。

符合标准

ASTM A 240
ASME SA 240
AMS 5524/5507
QQ-S 766

应用

- 化学和石油化学加工-压力容器、罐、热交换器、管道系统、法兰、配件、阀门和泵
- 食品和饮料加工设备
- 航海业
- 医学
- 石油冶炼
- 制药
- 发电业—核电
- 造纸和纸浆业
- 纺织品
- 水处理

化学分析

重量 % (除特别说明范围外, 表中都是最大值。)

成分	316	316L
铬	16.0 最小.- 18.0 最大	16.0 最小.- 18.0
镍	10.0 最小.- 14.0 最大	10.0 最小.- 14.0
钼	2.00 最小.- 3.00 最大	2.00 最小.- 3.00
碳	0.08	0.030
锰	2.00	2.00
磷	0.045	0.045
硫	0.03	0.03
硅	0.75	0.75
氮	0.1	0.1
铁	剩余部分	剩余部分

物理性能

密度	比热
0.285 lbs/ in ³ 7.90 g/cm ³	0.11 BTU/ lb-°F (32 - 212°F) 450 J/ kg-°K (0 -100°C)
弹性系数	导热系数 212°F (100°C)
29.0 x 10 ⁶ psi 200 GPa	10.1 BTU/hr/ft ² /ft/°F 14.6 W/m-°K
熔距	电阻系数
2450 - 2630°F 1390 - 1440°C	29.1 Microhm-in at 68°F 74 Microhm-cm at 20°C

热膨胀平均系数

温度范围			
°F	°C	in/in/°F	cm/cm °C
68 - 212	20 - 100	9.2 x 10 ⁻⁶	16.6 x 10 ⁻⁶
68 - 932	20 - 500	10.1 x 10 ⁻⁶	18.2 x 10 ⁻⁶
68 - 1832	20 - 1000	10.8 x 10 ⁻⁶	19.4 x 10 ⁻⁶



SANDMEYER STEEL COMPANY

ONE SANDMEYER LANE • PHILADELPHIA, PA 19116-3598
800-523-3663 • +1-215-464-7100 • FAX +1-215-677-1430

www.SandmeyerSteel.com

为加工行业提供材料和增值产品的解决方案

机械特性

在室温

	常值*	ASTM	
		316	316L
0.2% 残余变形 屈服强度, ksi	44	30 最小.	25 最小.
极限抗拉强度, ksi	85	75 最小.	70 最小.
2 英寸内延伸率, %	56	40 最小.	40 最小.
面积收缩率, %	69	—	—
硬度 洛氏硬度 B	81	95 最大.	95 最大.

*以 0.375 英寸钢板为例

腐蚀性能

合金	成分 (重量百分率)			PREN	CCT ² °F (°C)	CPT ³ °F (°C)
	Cr	Mo	N			
Type 304	18.0	—	0.06	19.0	<27.5 (<-2.5)	—
Type 316	16.5	2.1	0.05	24.2	27.5 (-2.5)	59 (15.0)
Type 317	18.5	3.1	0.06	29.7	35.0 (1.7)	66 (18.9)
SSC-6MO	20.5	6.2	0.22	44.5	110 (43.0)	149 (65)

¹ 耐点蚀当量, 包含氮, $PREN = Cr + 3.3Mo + 16N$

² 临界缝隙腐蚀温度, CCCT, 基于 ASTM G-48B 标准 (72 小时, 6% FeCl₃, 带缝隙)

³ 临界点蚀温度, CPT, 基于 ASTM G-48A 标准 (72 小时, 6% FeCl₃)

腐蚀速率超过 5mpy 的最低温度(°F)

腐蚀环境	316L	304	2205 (UNS S32205)	2507
0.2% 盐酸	>沸腾	>沸腾	>沸腾	>沸腾
1% 盐酸	86	86p	185	>沸腾
10% 硫酸	122	—	140	167
60% 硫酸	<54	—	<59	<57
96% 硫酸	113	—	77	86
85% 磷酸	203	176	194	203
10% 硝酸	>沸腾	>沸腾	>沸腾	>沸腾
65% 硝酸	212	212	221	230
80% 乙酸	>沸腾	212p	>沸腾	>沸腾
50% 甲酸	104	≥50	194	194
50% 氢氧化钠	194	185	194	230
83% 磷酸 + 2% 盐酸	149	113	122	140
60% 硝酸 + 2% 盐酸	>140	>140	>140	>140
50% 乙酸 + 50% 乙酸酐	248	>沸腾	212	230
1% 盐酸 + 0.3% 氯化铁	77p	68p	113ps	203ps
10% 硫酸 + 2000ppm 氯 + 氮	77	—	95	122
10% 硫酸 + 2000ppm 氯 + 二氧化硫	<<59p	—	<59	104
WPA 1, 高氯含量	≤50	<<50	113	203
WPA 2, 高铁含量	≤50	<<50	140	167

ps = 会产生点蚀

ps = 会产生点蚀/间隙腐蚀

WPA	P ₂ O ₅	Cl ⁻	F ⁻	H ₂ SO ₄	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	MgO
1	54	0.20	0.50	4.0	0.30	0.20	0.10	0.20	0.70
2	54	0.02	2.0	4.0	0.30	0.20	0.10	0.20	0.70

在大多数应用中, 与 304/304L 相比, 316/316L 具有更出色的耐腐蚀性。在加工环境中, 若无法对 304/304L 进行腐蚀, 那么 316/316L 也不会受到腐蚀影响。然而, 有一个例外, 就是在硝酸等高度氧化酸环境下, 含钼的不锈钢的耐腐蚀性一般。316/316L 在纸浆和造纸工业这些含硫的工业中表现良好。该合金可用于在温度高达 120° F (38° C) 的高浓度溶液中。

316/316L 在磷酸和醋酸中具有有良好的耐点蚀性。它同样能在沸腾的 20% 磷酸中具有有良好的耐腐蚀性。该合金也适用于食品和医药加工工业中, 它被用来处理热有机物和脂肪酸, 以尽力地减少产品污染。

316/316L 在含高氯化物的活水中设备中具有有良好的耐腐蚀性。该合金在大气条件下的海洋环境中具有出色的耐腐蚀性。

316/316L 的高钼含量确保了它比合金 304/304L 在含氯化物溶液中具有优越的抗点蚀性, 尤其是在氧化环境中。

在大多数情况下, 316 和 316L 在许多腐蚀环境中的耐腐蚀性差不多一样, 然而在足以引起焊接和热影响区发生晶间腐蚀的环境中应该使用含碳量低的 316L。

加工

316/316L 在标准车间中易于焊接和加工。

热成形

在多数热加工过程中，工作温度推荐在 1700 - 2200° F (927 - 1204° C) 之间。为了最大化耐腐蚀，此合金应该在最低 1900° F (1038° C) 中进行退火和水淬，或在热加工后通过其他方法进行快速冷却。

冷成形

此合金易延伸和成形。冷成形处理会使此合金的强度和硬度增强并带有一点磁性。

焊接

在多数标准加工中 316/316L 易于焊接，不需要再进行焊接后热处理。

机械加工

316/316L 在形变的时候会加工硬化和断层。若想达到最好的机械加工效果，则需使用慢速切、重切削、极好的润滑剂、锋利的模具和刚性强的设备。

加工 工具 润滑剂			条 件					
			深度-mm	深度-in	进刀-mm/t	进刀-in/t	速度-m/min	速度-ft/min
车削	高速钢	切削油	6	.23	0.5	.019	11 - 16	36.1 - 52.5
			3	.11	0.4	.016	18 - 23	59.1 - 75.5
			1	.04	0.2	.008	25 - 30	82 - 98.4
	碳化物	干燥或 切削油	6	.23	0.5	.019	70 - 80	229.7 - 262.5
			3	.11	0.4	.016	85 - 95	278.9 - 312.7
			1	.04	0.2	.008	100 - 110	328.1 - 360.9
切割	高速钢	切削油	切割深度-mm	切割深度-in	进刀-mm/t	进刀-in/t	速度-m/min	速度-ft/min
			1.5	.06	0.03 - 0.05	.0012 - .0020	16 - 21	52.5 - 68.9
			3	.11	0.04 - 0.06	.0016 - .0024	17 - 22	55.8 - 72.2
钻孔	高速钢	切削油	6	.23	0.05 - 0.07	.0020 - .0027	18 - 23	59 - 75.45
			钻孔直径 mm	钻孔直径 in	进刀-mm/t	进刀-in/t	速度-m/min	速度-ft/min
			1.5	.06	0.02 - 0.03	.0008 - .0012	10 - 14	32.8 - 45.9
			3	.11	0.05 - 0.06	.0020 - .0024	12 - 16	39.3 - 52.5
仿形 铣削	高速钢	切削油	6	.23	0.08 - 0.09	.0031 - .0035	12 - 16	39.3 - 52.5
			12	.48	0.09 - 0.10	.0035 - .0039	12 - 16	39.3 - 52.5
					进刀-mm/t	进刀-in/t	速度-m/min	速度-ft/min
					0.05 - 0.10	.002 - .004	10 - 20	32.8 - 65.6

森迈尔钢铁公司

中国总代表：广州市高峰科技有限公司

电话：86-20-83653648, 83653349

网站：www.SandmeyerSteel.com

地址：广州市沿江中路313号康富来国际大厦
2001-2002室

传真：86-20-83653569

邮箱：china@SandmeyerSteel.com

说明：这里所提供的技术数据及信息代表我们目前掌握的最佳知识，但随着我们对抗腐蚀等级项目的研究，这些数据和信息有可能会发生微小变化，我们不再作出任何通知。在文中所推荐的应用仅供读者们参考，有助于读者们对产品作出评估或决定，但不作为对产品的保证或对应用的适用性作为保证的依据。



**SANDMEYER
STEEL COMPANY**