

Types 302 (S30200), 304 (S30400), 304L (S30403), 305 (S30500)

一般性能

它们是**18—8 Cr-Ni** 奥氏体合金，是这一不锈钢系列中最常见合金的变种。这些合金可能被相当广泛地使用，重要的是要具有下列特性：

- 1 耐蚀性
- 2 防止产品污染
- 3 抗氧化
- 4 易加工
- 5 外观漂亮
- 6 易清洁
- 7 低重量高强度
- 8 在深冷温度下有好的强度和韧性
- 9 易于获得各种各样的产品形状

每种合金都展现出耐蚀性和易加工性的良好结合。这种性能的结合使这些最常见金属得以广泛使用，占有不锈钢用途的1/3以上。其中极大部分是用**304**，其次是**304L**。**302**和**305**的用量很少。**18—8**不锈钢，主要是**304**和**304L**，可加工成相当多的产品形状包括薄板、带材、板材和焊管。与特殊条件下的施工或设备使用有关的标准和规程适用于这些合金，例如食品

和饮料、环卫、低温条件和压力容器方面的应用。

过去**302**钢种的用户大都已改用**304**这种采用AOD技术的C含量低、易得到的同等合金。**304L**钢种可用作在使用中可能受晶间腐蚀的焊接制品。**305**钢种用于要求加工硬化率低并在加工中特别经受重大变形的场合。

化学成分

用ASTM A240和ASTM SA240表示

Element	Percentage by Weight Maximum Unless Range is Specified			
	302	304	304L	305
Carbon	0.15	0.08	0.030	0.12
Manganese	2.00	2.00	2.00	2.00
Phosphorus	0.045	0.045	0.045	0.045
Sulfur	0.030	0.030	0.030	0.030
Silicon	0.75	0.75	0.75	0.75
Chromium	<u>17.00</u> 19.00	<u>18.00</u> 20.00	<u>18.00</u> 20.00	<u>17.00</u> 19.00
Nickel	<u>8.00</u> 10.00	<u>8.00</u> 10.50	<u>8.00</u> 12.00	<u>10.50</u> 13.00
Nitrogen	0.10	0.10	0.10	--

规程涉及的范围

在ASME锅炉和压力容器规程第四章（1986），304钢种规定了使用于温度最高达1500°F（816°C）的各种产品形状的允许应力。304L涉及的产品形状较少，在850°F（454°C）的最高使用温度下，允许应力也低。而302和305钢种涉及的范围极有限。

% Nitric Acid	Temperature °F (°C)	Corrosion Rate Mils/Yr (mm/a)
10	300 (149)	5.0 (0.13)
20	300 (149)	10.1 (0.25)
30	300 (149)	17.0 (0.43)

耐腐蚀性

18%的Cr含量可耐中性至中等氧化的溶液，如稀硝酸、中等浓度的醋酸和其它有机酸。8%的Ni含量可抗中性至弱还原环境，如冷的稀释硫酸。广范围的介于中等氧化和弱还原之间的环境为18-8合金提供了极大的应用领域，包括食品、淡水、大气环境和各种家用和工业用化学品。

可以认为这4种合金都可同样用于大部分的腐蚀环境。值得注意的例外是焊制状态，在那些环境中的腐蚀性足以使敏感的合金产生晶间腐蚀。在这样的介质里，低C的304L是四种合金中最好的用于焊制状态的钢种，因为低C含量增强了耐晶间腐蚀性。

General Corrosion in Boiling Chemicals					
Boiling Environment		Corrosion Rate, Mils/Yr (mm/a)			
		Type 304**		Type 304L	
20% Acetic Acid,	Base Metal Welded*	0.1	(<0.01)	0.1	(<0.01)
		1.0	(0.03)	0.1	(<0.01)
45% Formic Acid,	Base Metal Welded*	55	(1.4)	15	(0.4)
		52	(1.3)	19	(0.5)
10% Sulfamic Acid,	Base Metal Welded*	144	(3.7)	50	(1.3)
		144	(3.7)	57	(1.4)
1% Hydrochloric,	Base Metal Welded	98	(2.5)	85	(2.2)
		112	(2.8)	143	(3.6)
20% Phosphoric Acid,	Base Metal Welded	<1.0	(<0.03)	--	--
		<1.0	(<0.03)	--	--
65% Nitric Acid,	Base Metal Welded	9.2	(0.2)	8.9	(0.2)
		9.4	(0.2)	7.4	(0.2)
10% Sulfuric Acid,	Base Metal Welded	445	(11.3)	662	(16.8)
		494	(12.5)	879	(22.3)
50% Sodium Hydroxide,	Base Metal Welded	118	(3.0)	71	(1.8)
		130	(3.3)	87	(2.2)

*Autogenous weld on base metal sample.

**Types 302 and 305 exhibit similar performance.

在 800°F (427°C) — 1500°F (816°C) 的范围内充分使用，会引起碳化铬析出，降低耐蚀性。不锈钢的碳化铬析出称之为敏化，或发生晶界腐蚀的敏化。标准的含C不锈钢在焊接过程中因受热使碳化铬充分析出而敏化。由于这个原因，如需进行焊制，最好采用低C钢种。低C含量会延长碳化铬析出到有害程度所需的时间，但不会消除析出反应。

可以认为这4种合金在含有拉伸残余应力时放入卤化物浓度很高的温水溶液中使用，都容易产生卤化物应力腐蚀裂纹。应力可能产生于材料成形时的冷变形或者为管板连接而轧管时，或者进行焊管之类会从热循环中产生残余应力的操作中。可将这些合金退火或去除应力，减少材料的内部应力继而降低对卤化物应力腐蚀裂纹的灵敏度。在可能会引起晶间腐蚀的侵蚀性环境中采用去除应力的低C材料，304L是一种较好的选择。

Intergranular Corrosion Tests		
ASTM A 262 Evaluation Test	Corrosion Rate, Mils/Yr (mm/a)	
	302, 304, 305	304L
Practice B Base Metal Welded	20 (0.5) 23 (0.6) <small>Intergranular Corrosion</small>	20 (0.5) 20 (0.5)
Practice E Base Metal Welded	No Fissures on Bend Some Fissures on Weld (unacceptable)	No Fissures No Fissures
Practice A Base Metal Welded	Step Structure Ditched (unacceptable)	Step Structure Step Structure

Halide (Chloride) Stress Corrosion Tests		
Test	U-Bend (Highly Stressed) Samples	
	302, 304, 304L, 305	
42% Magnesium Chloride, Boiling	Base Metal Welded	Cracked, 1 to 20 hours Cracked, □ to 21 hours
33% Lithium Chloride, Boiling	Base Metal Welded	Cracked, 24 to 96 hours Cracked, 18 to 90 hours
26% Sodium Chloride, Boiling	Base Metal Welded	Cracked, 142 to 1004 hours Cracked, 300 to 500 hours
40% Calcium Chloride, Boiling	Base Metal	Cracked, 144 Hours --
Ambient Temperature Seacoast Exposure	Base Metal Welded	No Cracking No Cracking

物理性能

Density:

0.285 lb/in³ (7.90 g/cm³)

Modulus of Elasticity in Tension:

29 x 10⁶ psi (200 GPa)

Linear Coefficient of Thermal Expansion:

Temperature Range		Coefficients	
°F	°C	in/in/°F	cm/cm/°C
68 - 212	20 - 100	9.2 x 10 ⁻⁶	16.6 x 10 ⁻⁶
68 - 1600	20 - 870	11.0 x 10 ⁻⁶	19.8 x 10 ⁻⁶

Thermal Conductivity:

Temperature Range		Btu/hr ft °F	W/m °K
°F	°C		
212	100	9.4	16.3
932	500	12.4	21.4

The overall heat transfer coefficient of metals is determined by factors in addition to the thermal conductivity of the metal. The ability of the 18-8 stainless grades to maintain clean surfaces often allows better heat transfer than other metals having higher thermal conductivity. Consult the Allegheny Ludlum Technical Center (724-226-6300) for further information.

Specific Heat:

°F	°C	Btu/lb /°F	J/kg °K
32 - 212	0 - 100	0.12	500

导磁系数

The 18-8 alloys are generally non-magnetic in the annealed condition with magnetic permeability values typically less than 1.02 at 200H. As illustrated below, permeability values will vary with composition and will increase with cold work. Type 305 with the highest nickel content is the most stable of these austenitic alloys and will have the lowest permeability when cold worked. The following data are illustrative:

Percent Cold Work	Magnetic Permeability			
	302	304	304L	305
0	1.004	1.005	1.015	1.002
10	1.039	1.009	1.064	1.003
30	1.414	1.163	3.235	1.004
50	3.214	2.291	8.480	1.008

电阻率

°F	°C
2,550 - 2,590	1,399 - 1,421

Temperature		Microhm-in	Microhm-cm
°F	°C		
68	20	28.3	72
212	100	30.7	78
392	200	33.8	86
752	400	39.4	100
1112	600	43.7	111
1472	800	47.6	121
1652	900	49.6	126

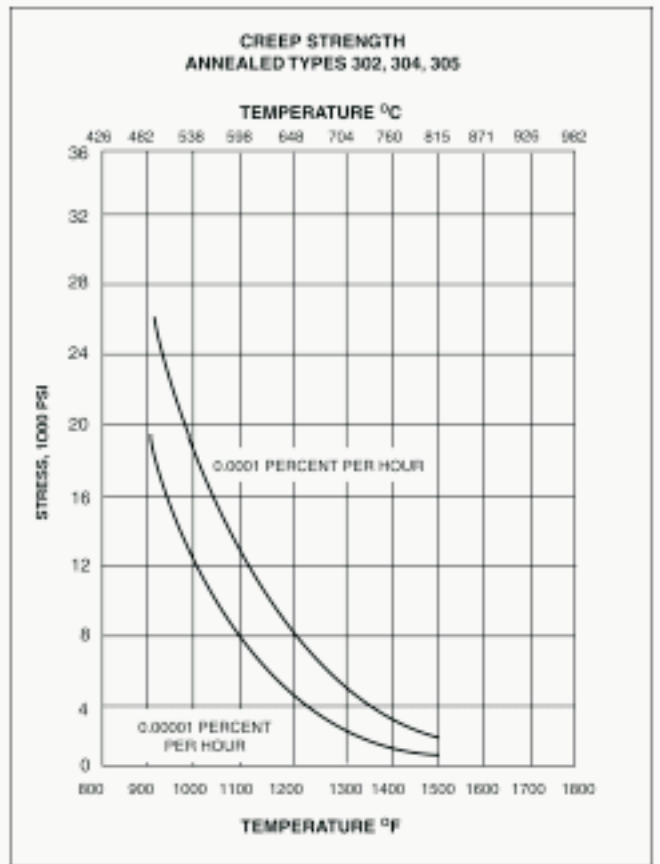
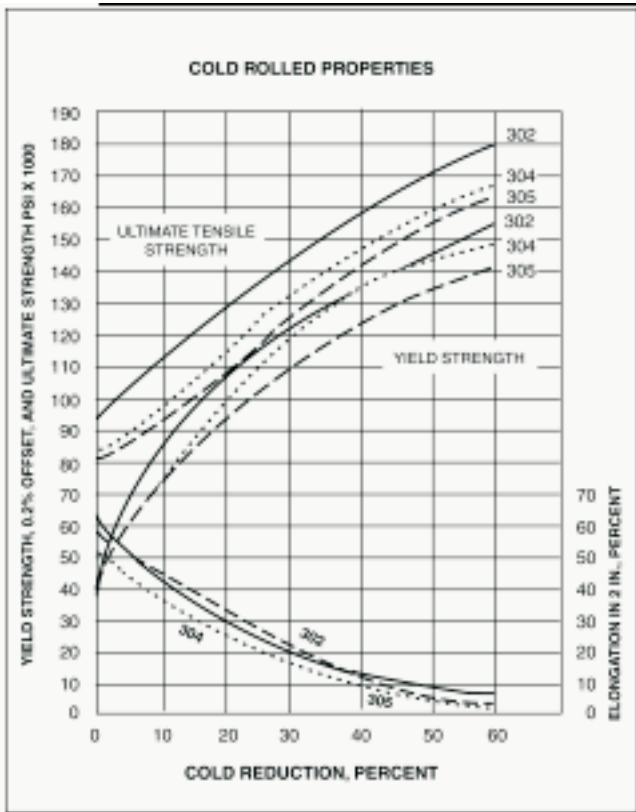
机械性能

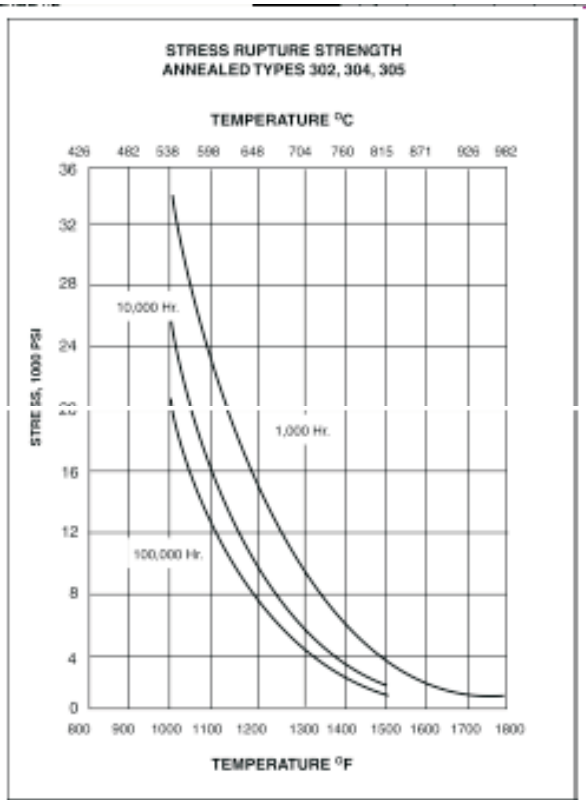
在室温或稍高温度下变形会使强度提高而降低延伸率。这种强化一部分转变为变形引起的马氏体。如导磁率数据所指明的，灵敏的磁力表示成形后产生的马氏体增加了磁吸引力。**305**合金的镍含量阻止了马氏体的形成，所以其强度的增加不如**302**、**304**或**304L**快。下表为典型的数据

Property	Minimum Mechanical Properties Required by ASTM A 240, and ASME SA-240		
	302, 304	304L	305
0.2% Offset Yield Strength, psi MPa	30,000 205	25,000 170	30,000 205
Ultimate Tensile Strength, psi MPa	75,000 515	70,000 485	75,000 515
Percent Elongation in 2 in. or 51 mm	40.0	40.0	40.0
Hardness, Max., Brinell RB	201 92	201 92	183 88

低温和高温特性

Test Temperature		0.2% Yield Strength		Tensile Strength		Elongation
°F	°C	psi	(MPa)	psi	(MPa)	Percent in 2" or 51 mm
-423	-253	100,000	690	250,000	1725	25
-320	-196	70,000	485	230,000	1585	35
-100	-79	50,000	345	150,000	1035	50
70	21	35,000	240	90,000	620	60
400	205	23,000	160	70,000	485	50
800	427	19,000	130	66,000	455	43
1200	650	15,500	105	48,000	330	34
1500	815	13,000	90	23,000	160	46





钢的典型值。由于附加的变化对疲劳强度的影响，使用效果会产生明显的变化。例如，改善表面平滑度可提高强度，增加使用环境的腐蚀性会降低其强度。

焊接

在高合金钢中，奥氏体不锈钢被认为可焊性最好，并可进行各种熔焊和电阻焊。302、304、304L和305都是典型的奥氏体不锈钢。

对奥氏体不锈钢进行焊合时，要考虑两个重要问题：1) 耐腐蚀保护；2) 避免开裂。

材料在焊接时会产生温度梯度，其范围从熔池内高于熔点的温度到离开焊接区一段距离的室温。被焊材料的C含量越高，焊接热循环就越有可能导致决定耐蚀性的碳化铬的析出。要使在焊接状态下使用的材料具有最佳耐蚀性，应采用低C材料（304钢种）。另一方面，完全退火使标准C含量的材料的碳化铬分解并恢复高耐蚀性。

全奥氏体结构的金属在焊接过程中容易产生裂纹，所以302、304和304L合金的结构要同少量铁素体一起再凝固，以降低裂纹敏感性。而305钢种在凝固时实际上不含铁素体，因而比其它合金更易产生焊接热裂纹。

热处理

通过热处理可消除冷加工对奥氏体不锈钢的影响或分解析出的碳化铬。同时达到这两种要求的最可靠的热处理是固溶退火，在1850—2050°F（1010—1121°C）的温度范围内进行。必须以相当快的速度将材料从退火温度冷却到室温，避免在碳化铬析出温度区（800—1500°F，427—816°C）滞留，否则碳化铬会因冷却慢而析出。

冲击阻力

退火后的奥氏体不锈钢保持了高冲击阻力，即使在深冷温度下，这种性能和其低温强度和可加工性相结合，使它们能运送液态天然气或用于其它深冷温度环境。下表为典型的性能。

Temperature		Charpy V-Notch Energy Absorbed	
°F	°C	Foot - pounds	Joules
75	23	150	200
-320	-196	85	115
-425	-254	85	115

疲劳强度

疲劳强度，即在大气环境中材料循环1000万次而不大可能损坏的最大应力，约为抗拉强度的35%，这是该类奥氏体不锈

这些金属不能用热处理硬化。

清洗

尽管不锈钢具有耐蚀性，也应小心加工和使用，即使在正常使用条件下也要维护其表面状况。在焊接时采用惰性气体保护工艺，焊接所产生的氧化皮和熔渣用不锈钢丝刷清除。普通的碳钢刷会在表面留下碳钢颗粒，最终使表面生锈。对于更为严格的应用要求，焊接区要用如硝酸和氢氟酸混合液那样的除锈液处理，并且必须随即用水冲洗。

当材料在内陆、轻工业或较为温和的条件下使用，极少需要维护。只有遮蔽区偶尔要用加压水流冲洗。在海洋或重工业区，可经常用水除去有损于不锈钢外观的盐分和污垢沉积。

顽固的斑点和沉积物象焚烧后的食品，可用无磨损的清洁剂和纤维刷、海绵或不锈钢棉洗涤。不锈钢棉会在光滑的不锈钢表面留下永久的痕迹。

不锈钢在许多使用场合需要定期清洗和消毒。设备要用特制的氢氧化钠、有机溶剂或酸溶液如磷酸或氨基磺酸清洗（强还原性酸，如氢氟酸或氢氯酸可能对这些不锈钢有害）。必须排出清洗液并用淡水彻底漂清不锈钢表面。

设计能有助于可清洁性，带园角、倒角和裂缝很少的设备易于作如焊缝打磨和表面抛光那样的清洁工作。

表面光洁度

表面光洁度有一个范围，由一系列数字指定。

1# 光洁度—热轧、退火和除磷后，适用于板材，在光滑表面涂饰要求不高的地方作功能性使用。

2D# 光洁度—冷轧、退火和除磷产生的无光表面，在拉拔或成形时这种表面有利于

保持润滑剂，为深冲和成形零件所首选。**2B#** 光洁度—比**2D**表面光亮，除了最终冷轧用抛光轧辊外，它的产生同**2D**非常像。这是除强冷成形外的通用光洁度，比**1#**或**2D**更容易抛光。

2BA# 光洁度—这是通过冷轧和光亮退火的非常光洁的表面。使用高度抛光的轧辊以小压下量道次产生非常有光泽的表面。这种表面可用于轻型成形，生产要求有光泽表面的零件。

抛光光洁度—有一系列的研磨光洁度。

Product Form	Specification	
	ASTM	ASME
Plate, Sheet and Strip	A 240	SA-240
Seamless and/or Welded Tubing	A 249/A 249M (304, 304L, 305 only), A 269/A 269M (304, 304L only), A554	SA-249/SA-249M (304, 304L only)
Seamless and/or Welded Pipe	A 312/A 312M, A 409/A 409M (304, 304L only)	SA-312/SA-312M, SA-409/SA-409M (304, 304L only)
Bar, Wire	A 276, A 478, A 479/A 479M (302, 304, 304L only)	SA-479/SA-479M (302, 304, 304L only)
Billet, Forgings	A 314, A 473	
Flanges, Fittings	A 182/A 182M, A 403/A 403M (304, 304L only)	SA-182/SA-182M, SA-403/SA-403M (304, 304L only)

In Section II, Part D of the ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Type 304 is assigned allowable stresses for a variety of product forms to maximum use temperatures of 1500°F (816°C). Type 304L coverage includes fewer product forms with lower allowable stresses to maximum use temperature of 800°F (426°C) while Types 302 and 305 have very limited coverage.