

Type 301

(UNS Designation S30100)

一般性能

301 钢种 (S30100) 是一种奥氏体不锈钢，标称组分为 17 % Cr 和 7 % Ni。该高强度钢有 6 种有效状态或硬度。它耐大气腐蚀，并具有吸引人的光亮表面，使其成为装饰结构极佳的选用材料。

汽车的压制件和饰件、轮罩、传送带、厨房用具、屋顶排水系统、软管夹具、弹簧、货车和拖车车身、铁路和地铁车辆是该通用钢种的一些主要用途。在 ASTM 标准规定的限度内改变化学成分和冷轧硬化，可获得适合各种用途的变化范围极大的磁性和机械性能。

301 钢种能冷轧成带材、薄板和板材。

化学成分

用 ASTM A167 和 A666 表示

Element	Percent by Weight Maximum Unless Range is Specified
Carbon	0.15 maximum
Manganese	2.00 maximum
Phosphorus	0.045 maximum
Sulfur	0.030 maximum
Silicon	0.75 maximum
Chromium	16.00-18.00
Nickel	6.00-8.00
Nitrogen	0.10 maximum

耐蚀性

301 钢种可耐多种介质。但其耐蚀性不如 18-8 Cr-Ni 钢种好。它在焊接时的碳化物析出趋势限制了它在许多方面的使用，而只能采用 304 或 304L 钢种。

抗氧化性

301 钢种在温度高达 1550°F (840°C) 时具有很好的抗氧化性，在 1600°F (871°C) 时，呈现出在 1000 小时内氧化重量增加 10mg/cm²。因而建议该不锈钢不要在 1600°F 或以上的温度中使用。金属暴露于冷热循环的大气中，其设计结构以及大气情况对氧化速率有极大的影响，因此没有数据可以表明它能适合所有的使用状态。

物理性能

以下是平均成分在退火状态下的典型值。

Melting Range	2550-2590°F (1399-1421°C)
Density	0.29 lb/in ³ (8.03g/cm ³)
Specific Gravity	8.03
Modulus of Elasticity in Tension	28 x 10 ⁶ psi (193 GPa) *

* In the cold worked condition, the modulus is lowered.

线热胀系数

Temperature Range		Coefficients	
°C	°F	cm/cm/°C	in/in/°F
20-100	62-212	16.6 x 10 ⁻⁶	9.2 x 10 ⁻⁶
20-300	68-572	17.6 x 10 ⁻⁶	9.8 x 10 ⁻⁶
20-500	68-932	18.6 x 10 ⁻⁶	10.3 x 10 ⁻⁶
20-700	68-1292	19.5 x 10 ⁻⁶	10.8 x 10 ⁻⁶
20-871	68-1600	19.8 x 10 ⁻⁶	11.0 x 10 ⁻⁶

Since the expansion coefficient is higher than that of many other metals and alloys, this characteristic should be considered in the design of equipment involving Type 301 and other materials of construction.

导热系数

Temperature Range		W/m-K	Btu/ft ² /hr/°F/ft
°C	°F		
20-100	68-212	16.3	9.4
20-500	68-932	21.4	12.4

比热

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

导磁系数

经过适当退火的301钢种，为完全奥氏体，在200H时最大导磁系数为1.02。冷加工加速了马氏体的形成，并且导磁系数变大。马氏体转变量取决于冷轧量、冷轧温度和成分。图一显示在室温下导磁系数随冷轧量而增大。试验所用钢的成分：

Steel	C	Mn	Si	Cr	Ni	N
A	0.12	1.57	0.56	17.51	7.52	0.043
B	0.10	0.67	0.33	17.19	7.20	0.035

电阻率

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

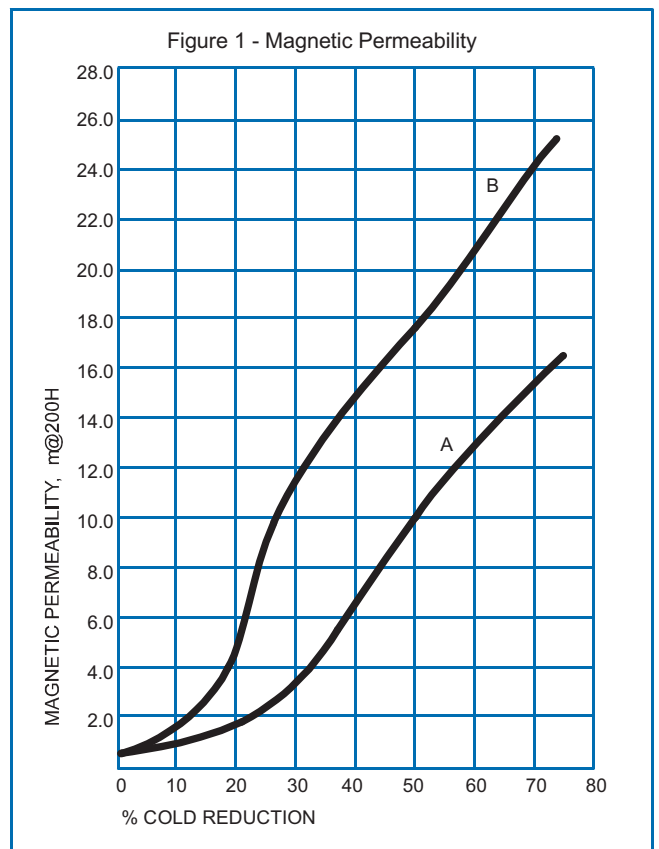


图1 导磁系数

机械性能

301钢种可在退火和冷轧状态下使用。在加工硬化状态下它比其它稳定的奥氏体钢种具有更高的抗拉强度。以下是ASTM A167 和A 666标准中板材、薄板和带材的最低性能。

室温下的最低机械性能，ASTM标准A167和

A666

Condition	Tensile Strength, Min.		0.2% Yield Strength, Min.		Elong. In 2" (50mm) %, Min.
	Ksi	(MPa)	Ksi	(MPa)	
Annealed	75	(515)	30	(205)	40
1/4 Hard	125	(862)	75	(517)	25
1/2 Hard	150	(1,034)	110	(758)	18*
3/4 Hard	175	(1,207)	125	(931)	12*
Full Hard	185	(1,276)	140	(965)	9*

通过化学成分的适当平衡，其性能可控制在一定范围内。图2显示冷轧对典型化学成分的301钢种拉伸性能的影响。图3显示退过火和1/4硬的301钢种的应力—应变曲线和屈服强度。冷轧301显示出在轧制方向（纵向）和直角方向（横向）有轻微的各向异性。受压缩时这种不同十分明显。温度在 700—1000°F（371—538°C）范围内，周期为5分钟至5小时的消除应力热处理，会产生较多的各向同性材料。采用较低的温度和缩短热处理时间会使碳化物的析出减至最少。右表说明轧制和应力消除状态的301钢种在拉伸和压缩时的机械性能。

Temper	Condition	Tension			
		Longitudinal		Transverse	
		.2% Y.S. Ksi (MPa)	Elastic Modulus 10 ⁶ psi (GPa)	0.2% Y.S. Ksi (MPa)	Elastic Modulus 10 ⁶ psi (GPa)
Annealed	As annealed	36 (248)	31.0 (214)	36 (248)	30.6 (211)
	As rolled	80 (552)	28.0 (193)	84 (579)	28.6 (197)
	Stress relieved	77 (531)	28.7 (198)	79 (545)	27.0 (186)
1/4 Hard	As rolled	122 (841)	26.8 (185)	123 (848)	28.1 (194)
	Stress relieved	128 (883)	27.9 (192)	130 (896)	28.6 (197)
3/4 Hard	As rolled	142 (979)	25.8 (178)	145 (1,000)	27.5 (190)
	Stress relieved	155 (1,069)	27.3 (188)	155 (1,069)	28.8 (199)
Full Hard	As rolled	160 (1,103)	25.2 (174)	163 (1,124)	28.4 (196)
	Stress relieved	175 (1,207)	28.4 (196)	181 (1,248)	30.5 (210)
		Compression			
Annealed	As annealed	38 (262)	30.6 (211)	38 (262)	30.3 (209)
	As rolled	50 (345)	28.2 (194)	91 (627)	28.2 (194)
	Stress relieved	73 (503)	28.8 (199)	84 (579)	30.6 (211)
1/2 Hard	As rolled	90 (621)	27.5 (190)	142 (979)	27.5 (190)
	Stress relieved	111 (765)	29.2 (201)	144 (993)	29.8 (205)
3/4 Hard	As rolled	100 (690)	26.5 (183)	170 (1,172)	27.9 (192)
	Stress relieved	133 (917)	27.5 (190)	176 (1,213)	29.5 (203)
Full Hard	As rolled	115 (793)	24.6 (170)	191 (1,317)	29.4 (203)
	Stress relieved	169 (1,165)	27.7 (191)	209 (1,441)	29.6 (204)

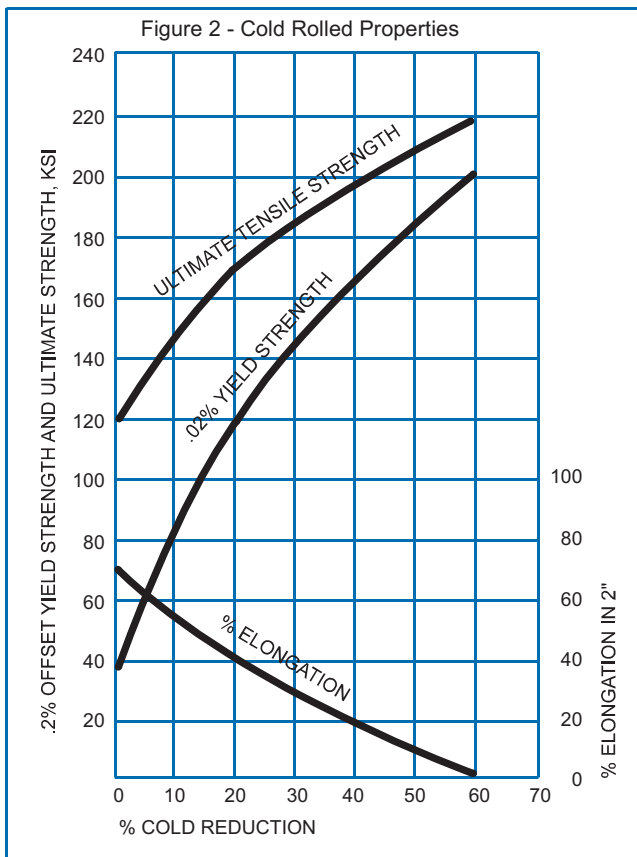


图2 冷轧状态时的性能

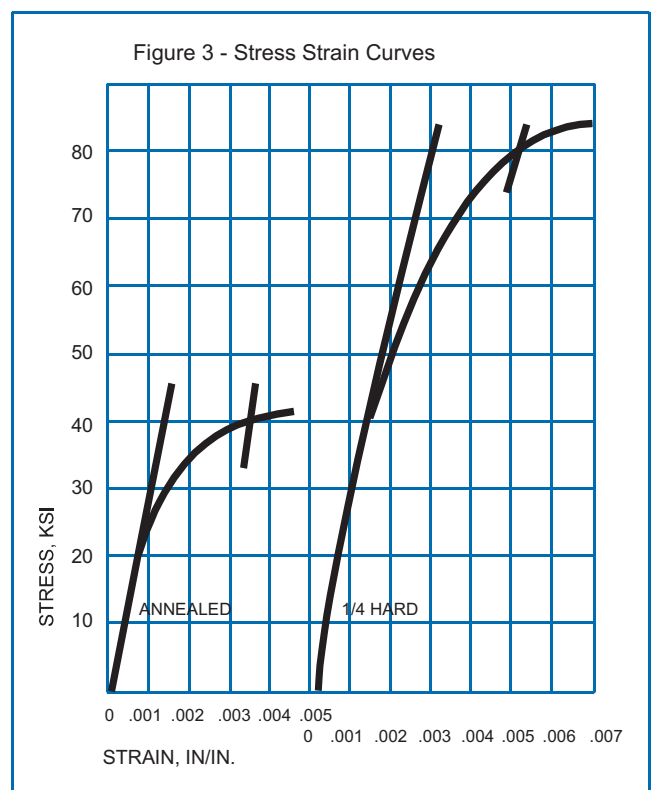


图3 应力—应变曲线

典型的高温抗拉性能

Temperature °F (°C)	Tensile Strength, Ksi (MPa)			Yield Strength, 0.2% Offset, Ksi (MPa)			% Elongation in 2" (50mm)		
	Annealed	1/4 Hard	1/2 Hard	Annealed	1/4 Hard	1/2 Hard	Annealed	1/4 Hard	1/2 Hard
Room Temp.	105.0 (724)	129.0 (889)	165.0 (1138)	40.0 (276)	73.0 (503)	112.0 (772)	55.0	43.5	28.5
400 (204)	80.0 (552)	90.6 (625)	127.0 (876)	22.0 (152)	61.5 (424)	106.0 (731)	46.0	23.0	9.0
600 (316)	70.4 (485)	86.2 (594)	122.7 (846)	19.4 (134)	59.8 (412)	95.2 (656)	40.0	20.0	6.5
800 (427)	67.2 (463)	81.7 (563)	116.9 (806)	19.5 (134)	54.7 (377)	85.5 (590)	39.0	17.5	7.0
1000 (538)	58.2 (401)	69.4 (479)	78.0 (538)	18.3 (126)	51.2 (353)	67.3 (464)	34.0	16.5	7.0
1200 (649)	40.9 (282)	51.0 (352)	57.5 (396)	15.4 (106)	40.0 (276)	48.0 (331)	36.0	20.0	10.0
1400 (760)	29.6 (204)	36.0 (248)	35.0 (241)	14.4 (99.3)	27.0 (186)	31.0 (214)	30.0	17.0	10.0
1600 (871)	15.8 (109)	19.4 (134)	16.4 (113)	9.5 (65.5)	15.4 (106)	13.9 (95.8)	29.0	15.0	12.5

典型的低温抗拉性能

Condition	Test Temperature °F (°C)	Yield Strength 0.2% Offset Ksi (MPa)	Ultimate Tensile Strength Ksi (MPa)	% Elongation in 2" (50 mm)	Notched to Unnotched Tensile Strength Ratio
Annealed	78 (25)	40 (276)	105 (724)	60	□
	32 (0)	43 (297)	155 (1,069)	53	□
	-40 (-40)	48 (331)	180 (1,241)	42	□
	-80 (-62)	50 (345)	195 (1,351)	40	□
	-320 (-196)	75 (517)	275 (1,896)	30	□
1/2 Hard	78 (25)	95 (655)	150 (1,034)	54	□
	32 (0)	98 (676)	170 (1,172)	46	□
	-40 (-40)	101 (696)	188 (1,296)	38	□
	-80 (-62)	105 (724)	205 (1,413)	37	□
	-320 (-196)	116 (800)	290 (1,999)	25	□
3/4 Hard	78 (25)	171 (1,179)	190 (1,310)	17	1.05
	-100 (-73)	154 (1,062)	224 (1,544)	19	0.96
	-320 (-196)	193 (1,331)	290 (1,999)	20	0.90
	-423 (-253)	□ □	317 (2,186)	14	0.92
	Full Hard	78 (25)	183 (1,262)	205 (1,413)	6
-320 (-196)		215 (1,482)	302 (2,082)	20	0.90
-423 (-253)		250 (1,724)	340 (2,344)	15	0.87

上表显示退火和冷轧状态的301钢种短时高温抗拉性能。

短时高温抗拉性能可用于使用温度为700或800°F的设计，高于此温度的设计要根据蠕变和应力—断裂关系数据。301钢种的抗蠕变强度与其它18—8钢种没有显著的不同。应力—断裂和抗蠕变强度曲线见图4和图5。

上面给出了301钢种典型的低温性能。

下表为退火和轧制状态下301钢种典型的硬度值。

Temper	Brinell Hardness	Rockwell Hardness
Annealed	165	85 Rb
1/4 Hard	255	25 Rc
1/2 Hard	297	32 Rc
3/4 Hard	342	37 Rc
Full Hard	382	41 Rc

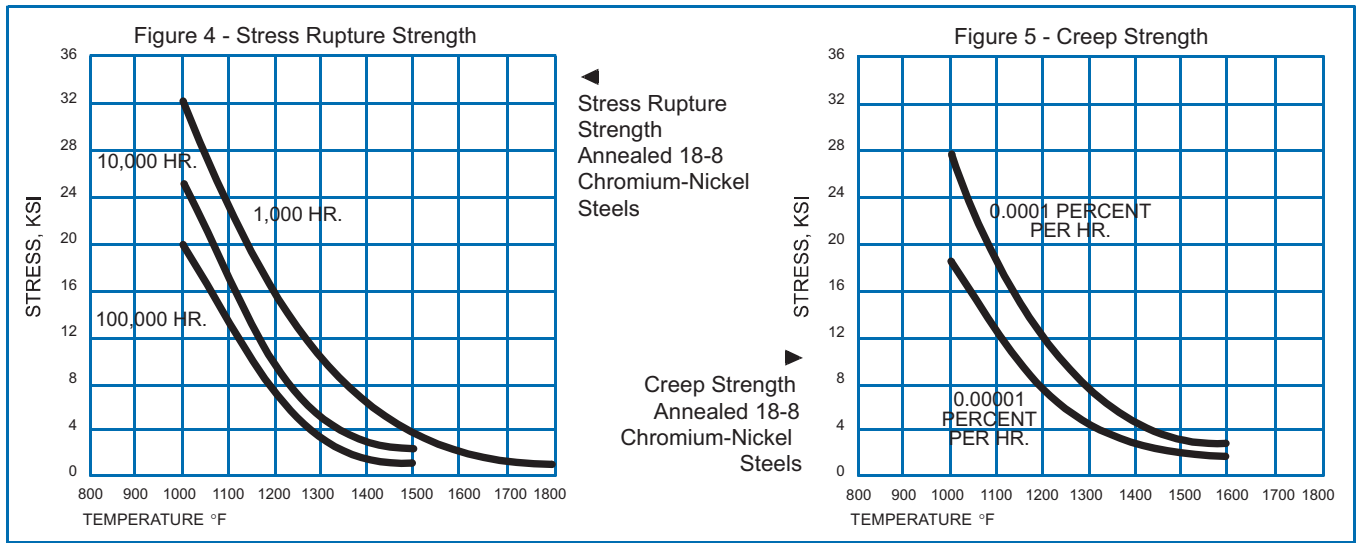


图4 应力—断裂强度
冲击阻力

退火状态的奥氏体不锈钢表现出高的冲击阻力，甚至在低温下也一样。这种特性加上强度和可成形性，使它们能在低温下使用。下面是301钢种典型的冲击性能。

Temperature		Charpy V-Notch Energy Absorbed	
°F	°C	Foot-pounds	Joules
75	23	110	150
-100	-73	110	150
-320	-196	110	150

疲劳强度

退火状态301钢种的疲劳极限是抗拉强度的30—45%。与退火状态相比，冷轧提高了疲劳极限。消除应力提高了冷轧状态材料的疲劳极限。

下表为301钢种典型的疲劳极限：

(表)

Condition	Endurance Limit	
	Ksi	MPa
Annealed	35	(241)
1/4 Hard	44	(303)
1/2 Hard	55	(379)
Full Hard	80	(552)

图5 抗蠕变强度

热处理

锻压处理

初始: 2000—2200°F(1093—1204°C)

最终: 1700°F(927°C)

退火温度

1850—2050°F(1010—1121°C)

退火的主要目的是消除冷加工材料的应力，使结构再结晶。冷却时快速通过碳化物析出区，对碳化物保持固溶态是必要的。对于较薄的断面，空气冷却就足够了，而较厚的断面则必须水淬。

结构

301钢种经过适当的退火是奥氏体。有可能存在少量的δ铁。冷轧加速马氏体的形成，而暴露在600—1500°F(427—816°C)温度范围内会导致晶界碳化物析出。