

# 316L-SCQ<sup>®</sup>

适用规范: AMS 5653; ASTM A182, A276, A314, A479, D Method

相关规范: JIS 4303; MIL-S-862; QQ-S-763; SEMI F19, F20, F105 Spec; UNS S31603

## 化学成分

除非另有说明, 以下数据为典型值。

铁	余量	铬	16.00–18.00 %	镍	10.00–14.00 %
钼	2.00–3.00 %	锰	0.25–2.00 %	硅	最大值1.00 %
磷	最大值 0.045 %	碳	最大值 0.03 %	硫	0.001–0.015 %

## 产品形式

方棒	圆棒	定制型材	六角棒	线材
----	----	------	-----	----

## 说明

316L-SCQ不锈钢是一种奥氏体不锈钢, 专为需要极佳表面光洁度的用途而设计, 其耐腐蚀性和机械性能与316L相似, 其棒材产品的典型适用规范为ASTM A-276和SEMI F20。

在316L-SCQ不锈钢的生产过程中进行了常规成分限值内的严格化学成分控制, 使用精心挑选的熔融原料以限制典型残留元素的发生。作为一个重要元素, 硫(S)影响夹杂物数量、可机械加工性和可焊接性, 可根据客户规范进行调整。将硫含量适中的控制在0.001%至0.015%之间可获得可焊接性和微观清洁度的独特组合。如需超高洁净等级, 则可将硫的最大含量保持在0.001%至0.004%的范围内。依据所需的微观洁净度等级, 无论何种成分要求, 皆可通过电炉熔炼加真空电弧重熔, 或者是真空感应熔炼加真空电弧重熔来生产。

316L-SCQ不锈钢可用于要求洁净、夹杂物少的薄壁部件, 如超高真空设备医疗设备零件、太阳能设备、管件和仪表阀门。

### 主要特性:

- 优异的耐腐蚀性
- 极佳的微观洁净度, 低杂质含量
- 良好的焊接性
- 光洁细致的表面处理要求

### 市场:

- 航空
- 能源
- 半导体
- 工业
- 医疗

### 应用:

- 管配件及阀件
- 超高真空设备
- 医疗设备零件
- 太阳能设备零件

## > 316L-SCQ

### 耐腐蚀性

由于其优异的耐腐蚀性，316 L-SCQ不锈钢应用于半导体行业各种气体输送和化工行业的化学品处置。

该合金比传统的18-8合金更耐点蚀。

为了获得最佳耐腐蚀性，表面必须没有氧化层、没有用于拉伸和锻造的涂层、润滑剂和异物颗粒。在制成零件后，应考虑洁净处理和/或钝化。

#### 重要提示：

以下4级耐腐蚀（优秀、良好、中等、禁止）评分量表仅供比较之用。建议进行腐蚀测试；影响耐腐蚀性的因素包括温度、浓度、pH值、杂质、通风、速度、缝隙、沉积物、冶金条件、应力、表面光洁度和不同金属接触。

硝酸	良好	硫酸	中等
磷酸	中等	乙酸	良好
氢氧化钠	中等	盐雾 (NaCl)	良好
海水	中等	含硫轻油/气	中等
潮湿环境	优秀		

### 物理性能

属性	英制单位
比重	7.95
密度	0.2870 lb/in <sup>3</sup>
平均比热	0.1200 Btu/lb/°F
平均热膨胀系数	10.3 x 10 <sup>-6</sup> in/in/°F
电阻率	445.0 ohm-cir-mil/ft

## &gt; 316L-SCQ

## 热处理

<b>退火</b>	加热至1850/2050°F (1010/1121°C) 并水淬。布氏硬度约为150。
<b>硬化</b>	不能通过热处理硬化，仅通过冷加工来硬化。

## 加工性

<b>热加工</b>	316L-SCQ不锈钢易于锻造、镦粗和热镦。
<b>锻造</b>	要锻造，请均匀加热至2100/2300°F (1149/1260°C)。切勿在1700°F (927°C) 以下锻造。锻件可以风冷。进行最终退火，则可获得最佳耐腐蚀性。
<b>冷加工</b>	316L-SCQ不锈钢可以容易地进行冲压成型、冷镦、冷锻。由于这种合金易加工硬化，剧烈的冷成型操作后应进行一次退火。

## &gt; 316L-SCQ

## 加工性

## 机械加工性

316L-SCQ不锈钢在切削性方面，切屑坚韧且易黏料。建议使用切屑卷曲器和断屑器。由于奥氏体不锈钢牌号的加工硬化迅速，应考虑重大进给。

许多客户更喜欢少量的冷加工，以提高机械加工性并实现更好的切屑特性和维持加工后的表面光洁度。冷拉拔增加了屈服强度和抗拉强度，并降低了延伸率和面积缩小率。为了进行冷加工以提高机械加工性，许多客户规范允许将延伸率要求降至最低20%。

由于机械加工性对不同加工厂意义不同（速度和进给、刀具寿命、表面光洁度等），每个加工厂都需要进行比较测试，以建立特定硫含量的最佳加工参数并生成成本数据。通常，硫含量越低，表面更易于抛光，从而改善表面光泽。此外，杂质含量越低，电解抛光后的表面越好。

## 可焊接性

316L-SCQ合金易于使用钨电极惰性气体保护焊、等离子焊、激光焊和电子束焊接技术进行焊接。然而，由于硫对焊接熔池物理上的影响，应特别注意焊缝熔深和焊缝几何形状。熔深比（焊接深度与焊缝宽度的比率）随着硫含量的增加而增加，最高可达约0.03%。相反，随着硫含量的降低，焊缝会变得浅而宽。如果连接具有明显不同硫含量的组件，则焊缝的几何形状和位置可能成为问题。在可能的情况下，建议使用两个具有相似硫含量的组件。当不可能做到这一点时，通过仔细定位焊条和选择保护气体，可以良好地焊接硫含量明显较低的两个部件（0.004% vs. 0.008%硫）。

316L-SCQ不锈钢可以通过屏蔽熔接和电阻焊接工艺进行满意的焊接。由于奥氏体焊缝在空冷时不会硬化，因此焊缝应具有良好的韧性。

因为焊缝中可能会出现增碳现象，故不建议使用氧乙炔焊接。

该合金焊接时不会因晶间碳化物沉淀而损失耐腐蚀性。通常，合金可以在焊后原状下使用。但是，若用于最恶劣环境，焊接结构应在焊接后重新退火。

如果需要焊料，应考虑AWS E/ER316L焊接耗材。

## &gt; 316L-SCQ

## 进给量及切削速率

以下进给率及切削速率为期初设定的保守建议值，根据切削条件可适当提升速率。

TURNING — SINGLE-POINT AND BOX TOOLS								
CONDITION	DEPTH OF CUT, IN	HIGH-SPEED TOOLS			CARBIDE TOOLS (INSERTS)			
		SPEED, FPM	FEED, IPR	TOOL MATERIAL	SPEED, FPM		FEED, IPR	TOOL MATERIAL
					UNCOATED	COATED		
Annealed	.150	50	.010	M-48, T-15	290	330	.010	C-6
	.025	65	.005	M-48, T-15	315	365	.005	C-6
Cold drawn	.150	40	.010	M-48, T-15	275	295	.010	C-6
	.025	55	.005	M-48, T-15	295	325	.005	C-6

TURNING — CUT-OFF AND FORM TOOLS										
CONDITION	SPEED, FPM	FEED, IPR							TOOL MATERIAL	
		CUT-OFF TOOL WIDTH, IN							HIGH-SPEED TOOLS	CARBIDE TOOLS
		1/16	1/8	1/4	1/2	1	1-1/2	2		
Annealed	45	.0010	.0011	.0013	.0018	.0010	.0008	.0005	M-48, T-15	—
	195	.0010	.0011	.0013	.0018	.0010	.0008	.0005	—	C-6
Cold drawn	40	.0010	.0011	.0013	.0018	.0010	.0008	.0005	M-48, T-15	—
	185	.0010	.0011	.0013	.0018	.0010	.0008	.0005	—	C-6

ROUGH REAMING										
CONDITION	HIGH-SPEED TOOLS		CARBIDE TOOLS		FEED, IPR, REAMER DIAMETER, IN					
	SPEED, FPM	TOOL MATERIAL	SPEED, FPM	TOOL MATERIAL	1/8	1/4	1/2	1	1-1/2	2
Annealed	20	M-48, T-15	—	—	.0008	.0009	.0009	.0010	.0011	.0013
	—	—	30	C-6	.0008	.0009	.0009	.0010	.0011	—
Cold drawn	15	M-48, T-15	—	—	.0008	.0009	.0009	.0010	.0011	.0013
	—	—	25	C-6	.0008	.0009	.0009	.0010	.0011	—

DRILLING											
CONDITION	SPEED, FPM	FEED, IPR								TOOL MATERIAL	
		NOMINAL HOLE DIAMETER, IN								HIGH-SPEED TOOLS	CARBIDE TOOLS
		1/16	1/8	1/4	1/2	3/4	1	1-1/2	2		
Annealed	20–40	.0008	.001	.002	.004	.006	.007	.007	.008	M-42	—
	50–90	.0007	.001	.002	.004	—	.007	.008	—	—	C-6
Cold drawn	15–35	.0006	.001	.002	.004	.006	.007	.007	.008	M-7	—
	40–80	.0006	.001	.002	.004	—	.007	.008	—	—	C-6

## &gt; 316L-SCQ

END MILLING — PERIPHERAL													
CONDITION	DEPTH OF CUT, IN	HIGH-SPEED TOOLS						CARBIDE TOOLS					
		SPEED, FPM	FEED, IN PER TOOTH				TOOL MATERIAL	SPEED, FPM	FEED, IPT				TOOL MATERIAL
			CUTTER DIAMETER, IN						CUTTER DIAMETER, IN PER TOOTH				
			1/4	1/2	3/4	1-2			1/4	1/2	3/4	1-2	
Annealed	.050	40	.001	.002	.004	.006	M-48, T-15	150	.001	.002	.004	.006	C-6
Cold drawn	.050	35	.001	.002	.004	.006	M-48, T-15	150	.001	.002	.004	.006	C-6

SLOT MILLING — PERIPHERAL							
CONDITION	DEPTH OF CUT, IN	HIGH-SPEED TOOLS			CARBIDE TOOLS		
		SPEED, FPM	FEED, IPR	TOOL MATERIAL	SPEED, FPM	FEED, IPR	TOOL MATERIAL
Annealed	.050	42	.003	M-48, T-15	166	.003	C-6
	.150	35	.0045	—	130	.0045	—
Cold drawn	.050	36	.003	M-48, T-15	150	.003	C-6
	.150	30	.0045	—	115	.0045	—

TAPPING — HIGH-SPEED TOOLS		
CONDITION	SPEED, FPM	TOOL MATERIAL
Annealed	10–15	M-7, M-10
Cold drawn	8–13	M-7, M-10

BROACHING — HIGH-SPEED TOOLS		
SPEED, FPM	CHIP LOAD, IN PER TOOTH	TOOL MATERIAL
12	.002	M-48, T-15
10	.002	M-48, T-15

## > 316L-SCQ

### 其他机械加工注意事项

所提及的所有金属加工制程所使用的数字均为平均值。在某些加工中，零件的性质可能要求调整速度和进给。每项作业，都必须为获得保证最佳刀具寿命的最佳生产结果而实施。应缓步渐进增加或减少速度或进给。

### 显微洁净度

通过对样品进行显微镜检查来评估洁净度，以进行JK评级。Carpenter Technology通常根据ASTM E-45方法A的Plate III等级对坯料进行评估。样品取同一母炉的第一个、中间和最后一个钢锭的顶部和底部进行评级。下表中最大JK夹杂物评级为SEMI-F20所规定的限制。

MAXIMUM JK INCLUSION RATINGS						
TYPE	GENERAL PURPOSE GRADE		HIGH PURITY GRADE		ULTRA-HIGH PURITY GRADE	
	THIN	HEAVY	THIN	HEAVY	THIN	HEAVY
A	2.5	1.0	2.0	1.0	1.5	1.0
B	2.5	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0
C	2.5	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0
D	2.5	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0

根据有序化学，超高纯度（UHP）限制可能仅凭借一次电炉熔炼加真空电弧重熔（AOD +VAR）即可满足。

## &gt; 316L-SCQ

**MICRO-CLEANNESS SINGLE VACUUM MELT**

SULFIDES		ALUMINA		SILICATES		OXIDES	
THIN	THICK	THIN	THICK	THIN	THICK	THIN	THICK
1-1/2	1	1-1/2	1	1-1/2	1	1-1/2	1

最洁净的316L-SCQ不锈钢采用双真空熔炼技术，并将硫含量高值限制在0.004%。在所有其他方面，该材料具有与单一真空熔炼（AOD + VAR）材料相同的化学平衡和机械性能。由以下显示的JK值限制可进一步阐明结合低硫含量及双真空熔炼的VIM+VAR材料的优点。

**MICRO-CLEANNESS DOUBLE VACUUM MELT**

SULFIDES		ALUMINA		SILICATES		OXIDES	
THIN	THICK	THIN	THICK	THIN	THICK	THIN	THICK
1	1	1	1/2	1	1/2	1	1

常见的两个问题是可焊接性和机械加工性。有关这些问题的更多信息，请参阅本数据表“加工性”部分下的机械加工性和焊接部分。

由于熔体中的锰超低，合金可以在一定程度上支持和防止焊接过程中产生锰烟雾。

大量经验表明，使用双真空熔炼超低硫材料所产生的采购价格及加工成本提高，其实可以通过稳定优异的电解抛光能力来抵销。

#### 免责声明

本文中显示的信息和数据是典型值或平均值，并不是保证最大值或最小值。针对本文所述材料建议的特定应用仅用于说明目的，以使读者能够自己进行评估，而不是明示或暗示地保证针对这些或其他目的的适用性。我们没有表示，此文献的收件人未来会收到更新的版本。