

# Types 410, 420, 425 Mod, and 440A

## 一般性能

410、420、425改良型和440A钢种（见化学成分表）是可硬化的纯Cr不锈钢，它结合了高C合金的超耐磨性和Cr不锈钢优良的耐蚀性。在1800—1950°F（982—1066°C）温度范围油淬这些合金，可得到最高的强度和/或耐磨性以及耐蚀性。通过其C含量从410钢种最高的0.15%到440A钢种的0.60-0.75%之间的变化，可得到一系列淬火硬度。

这些合金可用于必须将强度、硬度和/或耐磨性以及耐蚀性结合起来的的地方。

## 应用

这些可热处理的不锈钢主要用于制作刀具。根据用户的最终使用技术要求，刀具合金按热处理感受性、机械性能和加工特性进行选择。

在纯Cr不锈钢中加入足够的C，通过适当的热处理（淬火），它们就具有转换微结构的能力，拥有最佳强度、硬度、边角防护和耐磨性。足够的Cr会赋予合金必要的耐蚀性并形成增强耐磨性的碳化铬微粒。可热处理纯Cr不锈钢的C含量越高，碳化铬微粒就越大，强度和硬度也越大。

在经过退火的410、420及其C含量更高的变种合金（410HC和420HC）的原料上冲裁刀具制件，通常会展示出它们的屈服强度

和抗拉强度低得足以进行精冲裁。然而440A钢种在退火状态的强度和硬度都较高，不适宜精冲裁，而需要用更大的压力来冲裁制件。此外，大的一次碳化物的存在往往会降低模具大寿命。

在抛光热处理（淬火）后440钢种冲裁制件时，其较高的硬度意味着在制件的表面上残余抛光线很少，但在抛光时会沉积大的一次碳化物，从而产生称之为“彗星尾”的划痕。C含量较低的不锈钢不会有“彗星尾”。

这些钢种的其它用途有牙科和外科器械、喷嘴、阀件、油井泵的淬火钢球及基座、分选筛及滤网、弹簧、剪切机和耐磨面。

## 产品形状

这些合金可加工成板材、薄板、带材和扁条。

## 化学成分

Stainless Steels	Element in Weight Percent							
	Carbon	Manganese	Silicon	Chromium	Molybdenum	Nickel	Sulfur	Phosphorus
Type 410*	0.15 max	1.00 max	1.00 max	11.50-13.50	--	0.50 max	0.03 max	0.04 max
Type 420**	0.15-0.40	1.00 max	1.00 max	12.00-14.00	---	0.50 max	0.03 max	0.04 max
Type 425 Mod	0.50-0.55	1.00 max	1.00 max	13.00-14.00	0.80-1.20	0.50 max	0.03 max	0.04 max
Type 440A	0.60-0.75	1.00 max	1.00 max	16.00-18.00	0.75 max	0.50 max	0.03 max	0.04 max

\*A higher carbon version of Type 410 is also available called Type 410HC (nominal 0.21% C).

\*\*A higher carbon version of Type 420 is also available called Type 420HC (nominal 0.44% C).

## 机械性能

Typical compositions, annealed mechanical properties and hardening response for the various Allegheny Ludlum martensitic stainless steels are presented below.

Stainless Steels	Typical Composition (Weight Percent)			Typical Annealed Properties				Hardening Response HRC
	C	Cr	Mo	HRB	0.2% Offset Yield Strength Ksi (MPa)	Tensile Strength Ksi (MPa)	Elongation, Percent in 2" (51 mm)	
Type 440A	0.64	16.5	--	95	62 (427)	104 (717)	20	57-60
Type 425 Mod	0.55	13.5	1.0	93 89*	55 (379) 45 (310)	94 (648) 86* (593)	24 25*	57-60
Type 420HC**	0.44	13.0	--	88	45 (310)	87 (600)	28	56-59
Type 420	0.38	13.0	--	87	45 (310)	85 (586)	29	53-57
Type 410HC**	0.21	12.5	--	83	43 (310)	78 (538)	30	45-52
Type 410	0.14	12.5	--	82	42 (290)	74 (510)	34	38-45

\* Fine blanking quality

\*\*HC means higher carbon version of standard grade

Data shown below give typical mechanical properties of martensitic stainless steels obtained with various drawing temperatures after austenitizing at 1800-1950°F (982-1066°C) followed by an oil quench and a two hour temper. Heat-to-heat variations can be anticipated.

Modulus of Elasticity  
29 x 10<sup>6</sup> psi (200 GPa)

### Typical Mechanical Properties of Heat Treated Martensitic Stainless Steels

Heat Treatment	T410 (0.14 %C) Hardened 1800°F (982°C)			T420 (0.25 %C) Hardened 1900°F (1038°C)			T425 Mod (0.55 %C) Hardened 1900°F (1038°C)			T440A (0.62 %C) Hardened 1900°F (1038°C)		
	Rockwell Hardness	0.2% YS, Ksi (MPa)	UTS, Ksi (MPa)	Rockwell Hardness	0.2% YS, Ksi (MPa)	UTS, Ksi (MPa)	Rockwell Hardness	0.2% YS, Ksi (MPa)	UTS, Ksi (MPa)	Rockwell Hardness	0.2% YS, Ksi (MPa)	UTS, Ksi (MPa)
Annealed*	81 HRB	45.4 (313)	80.4 (554)	85 HRB	51.5 (355)	85.8 (592)	90 HRB	57.4 (396)	86.3 (595)	94 HRB	51.6 (354)	108.4 (747)
Hardened+ Tempered 400°F (204°C)	43 HRC	156.1 (1076)	202.9 (1399)	48 HRC	190.1 (1311)	255.2 (1759)	53 HRC	200.9 (1385)	270.9 (1868)	54 HRC	229.0 (1579)	293.3 (2022)
Hardened+ Tempered 550°F (288°C)	40 HRC	148.3 (1022)	187.0 (1289)	44 HRC	176.0 (1213)	229.6 (1583)	50 HRC	197.2 (1360)	250.8 (1729)	50 HRC	220.2 (1518)	272.6 (1879)
Hardened+ Tempered 600°F (316°C)	40 HRC	148.8 (1026)	186.1 (1283)	45 HRC	179.0 (1234)	232.9 (1606)	53 HRC	196.0 (1351)	245.1 (1690)	53 HRC	222.0 (1531)	273.2 (1883)
Hardened+ Tempered 800°F (427°C)	41 HRC	132.9 (916)	188.5 (1300)	46 HRC	185.6 (1280)	236.0 (1627)	53 HRC	210.6 (1452)	255.1 (1759)	53 HRC	233.6 (1610)	272.8 (1881)
Hardened+ Tempered 900°F (482°C)	41 HRC	122.6 (845)	188.3 (1298)	46 HRC	179.3 (1236)	233.0 (1606)	52 HRC	198.4 (1368)	234.8 (1619)	52 HRC	212.6 (1466)	269.5 (1858)
Hardened+ Tempered 1000°F (538°C)	35 HRC	127.9 (882)	154.3 (1063)	36 HRC	137.9 (951)	158.5 (1093)	43 HRC	176.6 (1218)	208.0 (1434)	41 HRC	147.0 (1013)	177.5 (1224)
Hardened+ Tempered 1200°F (649°C)	98 HRB	85.5 (589)	111.2 (767)	23 HRC	94.6 (652)	121.6 (838)	29 HRC	107.8 (743)	135.7 (936)	31 HRC	105.5 (727)	135.4 (933)

\*See Heat Treatment section for annealing information

要得到最大的硬度和强度，必须进行淬火热处理。上表中所示的不锈钢合金薄板试样是410钢种在1800°F（982°C）温度下和420、425改良型以及440A钢种在1099°F（1038°C）温度下每英寸厚度加热60分钟然后空冷到室温。新淬火状态的马氏体必须回火，以恢复一定的延性。表中叙述的样品在400°F（204°C）至1200°F（649°C）温度范围内回火2小时。注意，将回火温度提高到900°F（482°C），其硬度和强度的变化很小。

**物理性能 (Physical properties)**

下表为这些合金经退火后的典型值。

Property	Type 410	Type 420	Type 425 Mod	Type 440A
Specific Gravity	7.65	7.73	7.72	7.74
Density Lbs / in <sup>3</sup>	0.276	0.278	0.278	0.279
Specific Heat Btu/lb. °F	.11	.11	.11	.11
Thermal Conductivity at 212°F (100°C) Btu/(hr °ft °F) W/mK	14.4 24.9	14.0 24.2	14.0 24.2	14.0 24.2
Electrical Resistivity Microhm-cm 68°F (20°C)	56	56	61	62
Coefficient of Thermal Expansion 68 - 392°F, in/in/°F 20-200°C, cm/cm/°C	5.9 x 10 <sup>-6</sup> 10.5 x 10 <sup>-6</sup>	6.2 x 10 <sup>-6</sup> 11.2 x 10 <sup>-6</sup>	6.5 x 10 <sup>-6</sup> 11.6 x 10 <sup>-6</sup>	8.3 x 10 <sup>-6</sup> 15.0 x 10 <sup>-6</sup>
68-1112°F, in/in/°F 20-600°C, cm/cm/°C	6.5 x 10 <sup>-6</sup> 11.6 x 10 <sup>-6</sup>	7.0 x 10 <sup>-6</sup> 12.5 x 10 <sup>-6</sup>	7.1 x 10 <sup>-6</sup> 12.8 x 10 <sup>-6</sup>	9.1 x 10 <sup>-6</sup> 16.8 x 10 <sup>-6</sup>
Melting Range	2700-2790°F 1482-1532°C	2650-2750°F 1454-1510°C	2600-2750°F 1427-1510°C	2550-2750°F 1399-1510°C

## 耐蚀性 (Corrosion resistance)

由于410、420、425改良型和440A钢种对大气、饮用水和轻度腐蚀剂环境有良好的耐蚀性，因为它们能形成紧紧粘结的氧

化薄膜，防止其表面进一步受到侵蚀。

如果它们每天都置于氯化物中（如食品预制、体育活动等等），要是用后能适当地清洗，一般来说是满足使用要求的。

与其它非奥氏体不锈钢在一般耐蚀性方面的对比表

5% Test Solution at 120°F (49°C)	Corrosion Rate in Mills per Year and Millimeters per Year (mm/a)					
	Type 409	Type 410	Type 420	Type 425 Mod	Type 440A	Type 430
Acetic Acid	0.88 (0.022)	0.079 (0.002)	1.11 (0.028)	4.79 (0.122)	2.31 (0.0586)	0.025 (0.0006)
Phosphoric Acid	(0.059 (0.002)	0.062 (0.002)	0.068 (0.002)	0.593 (0.015)	0.350 (0.009)	0.029 (0.001)

\*Hardened martensitic grades were tested after tempering at 400°F (204°C).

如上表所示，这些合金对低浓度的轻度有机酸和无机酸有很好的耐蚀性。

与其它非奥氏体不锈钢在氯化物对阳极极化行为影响方面的对比表

Test Solution at 75°F (24°C), pH 5	Breakthrough Pitting Potential [Volts vs SCE] in Sodium Chloride Solution					
	Type 409	Type 410	Type 420	Type 425 Mod	Type 440A	Type 430
100 ppm Chloride	0.439	0.502	0.581	0.619	0.598	0.590

\*Hardened Martensitic grades were tested after tempering at 400°F (204°C). Test samples had ground surfaces.

如上所述，可用动态电位阳极极化测量来确定不锈钢对引起局部氯化物侵蚀（点蚀和缝隙腐蚀）的相对抗力。可用该技术测量“破坏电位”，并被定义为因局部侵蚀而引起阳极电流急速增加的电位。越是正的或稳定的破坏电位，表示合金的耐蚀性就越好。上表为可硬化合金以及430和409钢种平均破坏电位的对比。

阳极极化的结果表明诸如425改良型、440A和430那样Cr含量较高或同时含Cr和Mo的钢种有较好的耐局部氯化物侵蚀的能力。

## 加工性能 (Fabricating properties)

### 机械加工 (machining)

这些合金作机械加工，必须为退火状

态，表面速度为60—80英尺（18.3—24.4m）/min.。

### 表面准备 (Surface preparation)

为了在化学环境中具有最高的耐蚀性，在锻造、退火或热处理时不锈钢表面不应有氧化膜色或形成氧化物。所有的表面必须磨削或抛光除去氧化物痕迹和表面脱碳。然后零件应浸入10—20%的硝酸溶液中除去所有残余的铁，并随即用水彻底冲洗。

### 结构 (Structure)

退火后的410、420、425改良型和440A钢种包括铁素体和碳化物。如440A那样C和Cr较高的材料，在退火后也含有大的散射状一次碳化物。这些合金在

---

较高的温度下退火[1800—1950°F(982-1066°C)]会形成奥氏体并在冷却到室温时(例如,空气冷却或油淬)转化成马氏体。当马氏体中的C含量增加到C饱和的程度,其硬度就会提高。因此440A钢种展示了比410钢种更高的淬火硬度。C也和形成碳化物的元素如Cr,结合形成碳化铬,完全扩散在微结构中,使硬度较高,增加了耐磨性。

### 锻造

建议410、420和425改良型钢种的初始锻造温度为2000—2200°F(1093—1204°C),对于440A钢种则为1900—2200°F(1038—1204°C)。锻造或热加工后一定要退火,避免应力裂纹。

### 热处理

在退火时,420、425改良型和440A钢种要加热到1550—1650°F(843—899°C),而410钢种要到1500—1550°F(815—842°C),每1英寸厚度保温1小时并随炉冷却到室温。经过这样的退火,410材料的布氏硬度为126—192HB,而C含量较高的420、425改良型和440A合金硬度值多少更要高些。

淬火热处理对于使材料达到最高硬度和耐磨性是必要的。由于这些材料吸热非常慢,它们应该逐渐加热并且保温时间要长到足以使厚度截面上的温度均匀。为达到最高强度、硬度和耐蚀性,410合金要慢慢加热到1800°F(982°C),420、425改良型和440A合金加热到1850—1950°F(1010—1066°C)并油淬至室温。薄的材料可用空气冷却代替油淬。如果在奥氏体化和淬冷至室温后有残余的奥氏体,在约-100°F(-73°C)下进行深冷处理可能会使材料更加硬化。初成淬

火结构的马氏体很脆,要去除应力或在约400—500°F(204—206°C)的温度中回火以恢复延性。在约300—600°F(149—316°F)的温度范围内回火期间,会发生马氏体结构松弛从而和淬火形成的马氏体有关的体积应力得以去除。结果,马氏体仍显示出很高的硬度和耐磨性,但硬度稍稍降低而产生一定的延性。