

不锈钢

常用术语简解

[中英对照]

高宗仁 ■ 主编

BUXIUGANG
CHANGYONG SHUYU
JIANJIE

山西出版集团
山西科学技术出版社

不锈钢常用术语简解

(中英对照)

主编 高宗仁

合编 高宗仁 李学锋 王京东 张建生
郝瑞琴 弓建忠 黄成杰 高 余

山 西 出 版 集 团
山西科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

不锈钢常用术语简解(中英对照)/高宗仁主编. —太原:山西科学技术出版社, 2008. 1

ISBN 978-7-5377-3064-8

I. 不... II. 高... III. 不锈钢—名词术语—汉、英

IV. TG142.71-61

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第 152655 号

不锈钢常用术语简解(中英对照)

主 编 高宗仁

出 版 山西出版集团·山西科学技术出版社

(太原建设南路 15 号) 邮编:030012

发 行 山西出版集团·山西科学技术出版社(电话:0351-4922121)

经 销 新华书店

印 刷 太原兴庆印刷有限公司

邮 箱 sxkjs_gys@126.com

电 话 0351-4922063(编辑室)

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/32 印 张 3.25

字 数 64 千字

版 次 2008 年 1 月第 1 版

印 次 2008 年 1 月第 1 次印刷

印 数 1-3000 册

书 号 ISBN 978-7-5377-3064-8

定 价 10.00 元

如发现印、装质量问题,影响阅读,请与发行部联系调换。

编者的话

不锈钢是日常应用的二十大类钢中的一个特殊钢种。一般钢种均以物理性能为特征，而不锈钢则以化学性能（耐腐蚀）为特征。所以在合金原理、生产过程、使用性能及检验方法等诸方面都有别于其他钢种，所应用的术语也相应地有其特殊性。

随着不锈钢事业的高速发展，大家渴望了解有关不锈钢的概念及术语。

编者从原文标准(ISO、EN、ASTM、JIS 等)及专业辞典和权威著作《Handbook of stainless steels (美)》(DONALD、PECKNER)[《不锈钢手册》(美)(唐纳德、皮克纳)]、《不锈钢的金属学问题》(肖纪美)中收集编写了本术语简解介绍给大家，以飨读者。

限于编者水平，再加时间仓促，谬误之处诚望校正。

目 录

1. 基础知识

- 1.1 体心立方晶格 (Body-centred cubic pattern)..... (1)
- 1.2 面心立方晶格 (Face-centred cubic pattern)..... (2)
- 1.3 奥氏体 (Austenite) (2)
- 1.4 铁素体 (Ferrite) (3)
- 1.5 马氏体 (Martensite) (3)
- 1.6 碳化物·敏化 (Carbide·Susceptibility) (4)
- 1.7 金属间化合物 (Intermetallic compound)..... (4)
- 1.8 当量 (Equivalent weight) (5)

2. 钢种类别

- 2.1 钢分类 (Steel-classification) (6)
- 2.2 钢产品分类及定义 (Steel products classification
and definitions) (7)
- 2.3 钢产品代号 (Symbol of steel products) (8)
- 2.4 不锈钢 (Stainless steels) (9)
- 2.5 耐热钢 (Heat-resisting steel) (10)
- 2.6 不锈钢牌号分类 (Classification of stainless
steel grades) (10)

2.7 奥氏体不锈钢(Austenitic stainless steel)	(11)
2.8 奥氏体不锈钢分类(Austenitic stainless steel classification)	(11)
2.9 铁素体不锈钢(Ferritic stainless steel)	(12)
2.10 双相不锈钢(Duplex stainless steel)	(13)
2.11 马氏体不锈钢(Martensitic stainless steel)	(13)
2.12 沉淀硬化不锈钢(Precipitation hardness stainless steel)	(13)
2.13 475℃脆性(475℃ Brittleness)	(14)
2.14 σ 相(σ Phase)	(15)

3.元素作用

3.1 碳的作用(effect of carbon)	(16)
3.2 铬的作用(effect of chromium)	(16)
3.3 镍的作用(effect of nickel)	(17)
3.4 钼的作用(effect of molybdenum)	(17)
3.5 钛、铌的作用(effect of titanium、niobium)	(18)
3.6 氮的作用(effect of nitrogen)	(19)
3.7 铜的作用(effect of copper)	(19)
3.8 硅的作用(effect of silicon)	(20)
3.9 锰的作用(effect of manganese)	(20)
3.10 硼的作用(effect of boron)	(20)
3.11 硫的作用(effect of sulphur)	(21)
3.12 磷的作用(effect of phosphorus)	(21)
3.13 稀土元素的作用(effect of rare earth)	(21)

4. 腐蚀试验

4.1 腐蚀·保护(corrosion·protection)	(23)
4.2 敏化处理(sensitizing heat treatment)	(24)
4.3 草酸浸蚀试验(oxalic acid etch test)	(24)
4.4 硫酸试验(sulfuric acid test)	(27)
4.5 硫酸 - 硫酸铜腐蚀试验(copper sulfate-sulfuric acid test)	(27)
4.6 硝酸 - 氢氟酸腐蚀试验(nitric-hydrofluoric acid test)	(28)
4.7 硝酸腐蚀试验(nitric acid test)	(28)
4.8 硫酸 - 硫酸铁腐蚀试验(ferric sulfate-sulfuric acid test)	(29)
4.9 三氯化铁试验(ferric chloride solution test)	(29)

5. 质保检验

5.1 试验单元(test units)	(30)
5.2 牌号(grades)	(30)
5.3 化学成分(chemical composition)	(31)
5.4 有害物质(hazardous substance)	(32)
5.5 机械性能(mechanical properties)	(33)
5.6 力学试样(mechanical samples)	(34)
5.7 物理性能(physical properties)	(35)
5.8 低倍检验(macroscopic examination)	(35)
5.9 微观检查(micro-examination)	(36)

5.10 无损检测(nondestrutive testing)	(36)
5.11 形状(shape)	(37)
5.12 尺寸偏差(dimension tolerance)	(37)
5.13 标志(marking)	(38)
5.14 复试(retests)	(38)
6. 加工处理	
6.1 冶炼方法(smelting process)	(40)
6.2 热处理(heat treatment)	(40)
6.3 固溶热处理(solution heat treatment)	(41)
6.4 沉淀硬化(precipitation hardening)	(41)
6.5 正火轧制(normalizing rolling)	(42)
6.6 表面加工(surface finish)	(42)
6.7 着色处理(color coated treatment)	(43)
6.8 钝化(passivate)	(43)
6.9 焊后热处理(post-weld heat treatment)	(44)
附录 A 各标准关于不锈钢、耐热钢的密度	(45)
附录 B 各标准关于成品分析偏差及残余元素	(57)
附录 C 钢材用符号及缩略语	(67)
附录 D 炼钢技术常用缩写词	(72)
附录 E 进出口贸易常用词汇	(84)
附录 F 常用换算系数	(88)
索 引 (Index)	(90)

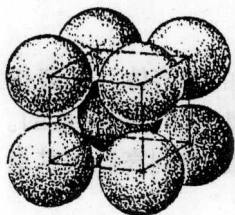
1. 基础知识

1.1 体心立方晶格 (Body-centred cubic pattern)

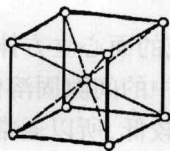
在一个体心立方晶胞(BCC unitcell)中,立方体的每个顶上都有一个原子,共八个顶角,有八个原子,而在立方体的中心还有一个原子。由于顶角上的原子同时属于其相邻的八个晶胞所共有,所以对于一个晶胞来说,它只占有 $1/8$ 个原子。只有立方体中心的那个原子才完全属于该晶胞所独有,故一个体心立方晶胞中所含原子为 $8 \times 1/8 + 1 = 2$ 个。

BCC 的结构密排程度小于面心立方。较大的间隙是四面体,较小的间隙是八面体,能够进入这些间隙的最大刚球半径分别为 $0.291r$ 和 $0.154r$ (r 为点阵半径)。

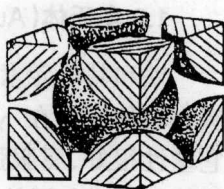
具有 BBC 结构的常见金属有铁素体钢即 $\alpha\text{-Fe}$ (910°C 以下的 Fe)和室温 Cr 、 W 、 Mo 等。



(a) 刚球模型



(b) 结点模型



(c) 晶胞原子数示意图

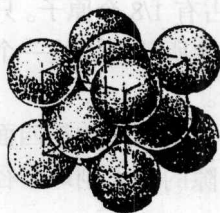
图 1.1 体心立方晶胞

1.2 面心立方晶格(Face-centred cubic pattern)

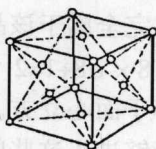
在一个面心立方晶胞(FCC unitcell)中,立方体的八个顶角上各有一个原子,在六面体的六个表面的中心处各有一个原子。由于顶角上的原子同时属于八个晶胞所共有,而六个表面中心的原子同时属于两个相邻晶胞所共有。因此,在一个 FCC 晶胞中,包含的原子为 $1/8 \times 8 + 2 \times 1/2 \times 6 = 4$ 个。

FCC 的结构密排程度大于 BCC, 所以奥氏体钢比铁素体钢密度大,而滑移系统较多,易变形。

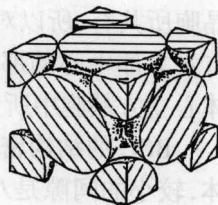
具有 FCC 结构的常见金属有奥氏体钢即 γ -Fe (910~1390℃之间的 Fe)和 Cu、Ni、Al、Au、Ag 等。



(a)刚球模型



(b)结点模型



(c)晶胞原子数示意图

图 1.2 面心立方晶胞

1.3 奥氏体(Austenite)

铁和其他元素形成的面心立方体结构的固溶体,一般指碳和其他元素在 γ 铁中的间隙固溶体。奥氏体是顺磁性的。它塑性很好,屈服强度较低,所以通常把钢加热到高温使其奥氏体化后进行锻轧。

奥氏体化是指把钢加热到临界温度以上使其转变为奥氏体的加热处理。

凡使相图中的 γ 相区扩展的合金元素称为奥氏体形成元素,包括启开和扩大 γ 相区的元素。 C 、 Ni 、 Mn 、 N 等是常用奥氏体形成元素,又称奥氏体稳定化元素。

1.4 铁素体(Ferrite)

铁和其他元素形成的体心立方结构的固溶体,包括在 A_4 以上温度存在的 δ 相和在 A_3 以下存的 α 相。一般是指碳和其他元素溶解于 α 铁中的固溶体。铁素体在 770°C 发生磁性转变,称居里点。 770°C 以上 α 铁磁性消失,但点阵不变。铁素体本身柔韧,易变形,卷性好,但强度低。

凡能使相图中 γ 相区收缩的合金元素称为铁素体形成元素,包括封闭和缩小 γ 区的元素。 Cr 、 Al 、 Si 、 V 、 Ti 等是常用铁素体形成元素,又称铁素体稳定化元素。

1.5 马氏体(Martensite)

在铁碳合金中,奥氏体通过无扩散型相变(切变)所形成的亚稳相,是碳在铁中过饱和的间隙固溶体,呈四方体心结构。在工业中通过对钢进行淬火处理,得到马氏体组织,而使其硬度和强度增加,但塑性、韧性下降。

马氏体经回火后生成较稳定的显微组织称回火马氏体。一般是低温(200°C 左右)回火后得到的仍具有马氏体针状特性的显微组织。

马氏体相变仅是点阵的改组,而没有化学成分的变化。其相变的发生需要很大过冷度,也就是冷却速度必须大于临界冷却速度,而且冷到一定温度范围才形成。不同钢种有不同上、下马氏体点。合金元素会影响马氏体点。马氏体形成速度

极快,约为 10^{-7} s。

1.6 碳化物·敏化 (Carbide·Susceptibility)

碳化物是过渡金属、碱金属、非金属和稀土元素与碳形成的化合物。在铁基合金中与碳的化学亲和力比铁强形成碳化物的元素称碳化物形成元素。碳化物相对稳定性从弱到强如下: (Fe)、Mn、Cr、Mo、W、V、Nb、Zr、Ti。

不锈钢中常见碳化物 $M_{23}C_6$ 主要是铬的碳化物,具有非常复杂的面心立方结构,形成温度为 $500\sim 950^{\circ}\text{C}$,会引起耐晶间腐蚀性严重恶化,称为敏化(susceptibility)。塑性和韧性也降低。通常加入 B 及 Nb、Ti 可阻滞或延缓其生成。而形成 MC 型碳化物 TiC 或 NbC,高温固溶处理会使其溶解。降 C 也可以控制析出。

在含 Mo 及 Nb 的不锈钢中可发现 MoC 型碳化物。当钢中含 N 时, N 会取代 C。 $M_6\text{C}$ 相具有面心立方晶格,是高温沉淀碳化物相。

1.7 金属间化合物 (Intermetallic compound)

金属间化合物也称中间相,是由两种或两种以上的不同金属原子以一定的整原子比组成长程有序的晶体结构,其物理性能及晶体结构 (physical properties and crystal structure) 均与单纯金属 (pure metals) 及他们的固溶体 (solid solutions) 不同。

常见的不锈钢中的中间相及其分子式如下: η (TiFe)、 σ ($\text{Cr}_{46}\text{Fe}_{54}$)、 X ($\text{Cr}_{21}\text{Mo}_{17}\text{Fe}_{62}$)、 μ (Co_7Mo_6)、 R ($\text{Cr}_{18}\text{Co}_{51}\text{Mo}_{13}$)、 P ($\text{Cr}_{18}\text{Ni}_{40}\text{Mo}_{42}$) 等, 还有些相则成分在很宽的范围内变化。

由于金属间化合物固有的室温脆性，一旦出现就使材料发生脆变，往往限制了材料的应用。在奥氏体不锈钢中对韧性下降影响最大为 6 相。

目前采用合金化和组织控制等新技术对提高金属间化合物基高温合金的室温塑性取得显著进展，所以铝化物 Ni3Al、NiAl、Ti3Al、TiAl 及 NbTiAl3 等的合金材料广泛用在航空发动机上。

1.8 当量(Equivalent weight)

不锈钢(包括焊缝)的力学性能及耐蚀性能，随金相组织有很大变化，而金相组织又随钢中化学元素的种类及有效量而改变。对于大多数不锈钢牌号来说，钢中铁素体和奥氏体的比例决定钢的性能。

不锈钢的主要合金元素是铬及镍。铬是铁素体形成元素，镍是奥氏体元素。其他的铁素体或奥氏体形成元素按其作用的程度折算为 Cr 或 Ni 元素（以 Cr 或 Ni 的作用系数为 1）的总量，称为 Cr 或 Ni 当量。常见 Cr 或 Ni 的当量计算式如下(式中元素代表该钢中的有效含量)：

$$Ni_{eq}=Ni+Co+30C+25N+0.5Mn+0.3Cu$$

$$Cr_{eq}=Cr+2Si+1.5Mo+5V+5.5Al+1.75Nb+0.75W$$

在碳素钢里要应用碳当量(压力容器钢板)：

$$C_{eq}=C+Mn/6+(Cr+Mo+V)/5+(Ni+Cu)/15$$

在结构钢里采用焊接裂纹敏感指数：

$$P_{cm}=C+Si/30+Mn/20+Cu/20+Ni/60+Cr/20+Mo/15+V/10+5B$$

在不锈钢抗蚀性里采用孔蚀抗力当量：

$$P_{RE}=C\%+3.3Mo\%+16N\%$$

2.钢种类别

2.1 钢分类(Steel-classification)

通常按质量和用途分为 20 大类:

- (1)碳素结构钢(carbon structural steels);
- (2)低合金高强度结构钢(high strength low alloy structural steels);
- (3)优质碳素结构钢(quality carbon structural steels);
- (4)合金结构钢(alloy structure steels);
- (5)弹簧钢(spring steel);
- (6)轴承钢(bearing steel);
- (7)碳素工具钢(carbon tool steels);
- (8)合金工具钢(alloy tool steels);
- (9)高速工具钢(high speed tool steels);
- (10)不锈钢(stainless steel);
- (11)耐热钢(heat-resisting steels);
- (12)冷镦钢和冷挤压钢(cold heading and cold extruding steels);
- (13)易切削钢(free-cutting steel);
- (14)耐侯钢(atmospheric corrosion resisting steel);
- (15)焊条钢和合金(electrod steel and alloy);

- (16)耐蚀合金(corrosion resisting alloys);
- (17)精密合金(precisions alloys);
- (18)高温合金(alloys for high temperature use);
- (19)电工钢(steel for electrical use),包括晶粒取向和无取向硅钢(*grain-oriented and non-oriented silicon steels*)以及电磁纯铁(*magnetic iron*);
- (20)专用钢(steel for spesil use),包括船体结构钢(*hull structure steel*)、锅炉用钢板(*steel plates for boilers*)、压力容器用钢板(*steel plates for pressure vessels*)、焊接气瓶用钢板(*steel plates for welded gas cylinders*)、汽车用钢(*steels for automobile*)、石油天然气输送用热轧宽钢带(*hot-rolled wide strips for line pipe of oil and natural gas*)、塑料模具用钢(*steels for plastic mould*)以及铁道用钢(*steel products for railways use*)等。

2.2 钢产品分类及定义(Steel products classification and definitions)

- (1)初级产品(*crude products*),包括液态钢(*liquid steel*)和钢锭(*ingots*)。
- (2)半成品(*semi-finished products*),包括大方坯(*square blooms*)——边长大于 120mm; 方坯(*square billets*)——边长 40~120mm; 大矩形坯(*rectangular blooms*)——截面积大于 1400mm² 且宽厚比大于 1 而小于 2; 矩形坯(*rectangular billets*)——截面积 1600~14400mm² 且宽厚比大于 1 而小于 2; 板坯(*slabs*)——厚度小于 50mm 且宽厚比大于 4; 薄板坯(*sheet bars*)——厚度 6~50mm 且宽度不小于 150mm。
- (3)轧制成品(*rolled finished products*),包括条钢(*long*

products);大型型钢(heavy sections);圆钢(rounds)——直径不小于 8mm;方钢(squares)——边长不小于 8mm;六角钢和八角钢(hexagons and octagons)——对边距离不小于 8mm 及 14mm;钢带(strips)包括窄钢带(narrow strip)——宽度小于 600mm 和宽钢带(wide strip)——宽度不小于 600mm;薄板(sheet)——厚度不大于 3mm;厚板(plate)——厚度大于 3mm。

2.3 钢产品代号(Symbol of steel products)

代号	中文名称	英文全称
W	加工状态(方法)	working condition
P	尺寸精度	precision of dimension
E	边缘状态	edge condition
EC	切边	cut edge
EM	不切边(扎边)	mill edge
F	表面加工及质量	surface finish and appearance
STC	钝化	passivation
T	热处理	heat treatment
TA	退火	annealing
TN	正火	normalizing
TT	回火	tempering
TQT	淬火 + 回火	quenching and tempering
TNT	正火 + 回火	normalizing and tempering
TS	固溶处理	solution treatment
M	力学性能	mechanical properties
MD	高强度	strength D class
ME	超高强度	strength E class
Q	冲压性能	drawability property

续表

代号	中文名称	英文全称
DQ	深冲压	drawability property B class
DDQ	超深冲	drawability property C class
U	用途	use
UM	重要用途	use kind of major
US	特殊用途	use kind of special
UO	其他用途	use kind of other
UP	压力加工用	use for pressure process
UC	切削加工用	use for cutting process
UF	锻造用	use for forge process
UH	热加工用	use for hot process
UC	冷加工用	use for cold process

2.4 不锈钢(Stainless steels)

按照 EN100881、ISO15510 及国标草案的定义 (definition), 不锈钢的主要特性是抗腐蚀 (resistance to corrosion of primary importance), 至少 (at least) 含 10.5%Cr 及不大于 (max) 1.2%C 的钢。

按其组织结构 (structure)、化学成分 (composition) 及用途 (application) 分为铁素体钢 (ferrite)、马氏体钢 (martensitic)、时效硬化钢 (precipitation), 奥氏体钢 (austenitic)、奥氏体 - 铁素体 (双相) 钢 (Austenitic-ferritic) (duplex)。

过去, 在中国把不锈钢称为不锈钢和耐酸钢两类。在空气中能抵抗腐蚀的钢叫不锈钢, 在酸、碱、盐等及其溶液和其他腐蚀介质中能抵抗腐蚀的钢叫耐酸钢。