
INTRODUCTION TO STAINLESS STEEL

不锈钢概论

陆世英 著



化学工业出版社

INTRODUCTION TO STAINLESS STEEL

不锈钢概论

陆世英 著



化学工业出版社

·北京·

图书在版编目 (CIP) 数据

不锈钢概论/陆世英著. —北京: 化学工业出版社, 2013. 5

ISBN 978-7-122-16755-2

I. ①不… II. ①陆… III. ①不锈钢-概论
IV. ①TG142. 71

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 054293 号

责任编辑: 段志兵
责任校对: 吴 静

文字编辑: 孙凤英
装帧设计: 张 辉

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司
装 订: 三河市万龙印装有限公司
710mm×1000mm 1/16 印张 15½ 字数 282 千字 2013 年 7 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 58.00 元

版权所有 违者必究

前 言

我国不锈钢的生产和应用经过了超常规的高速发展。2006 年不锈钢的产量和消费量均已居世界首位。这一巨大成就既令国人振奋也令世界瞩目。目前我国不锈钢的生产正沿着节能减排、优质、创新、高效之路，为实现不锈钢生产强国的目标而努力。

在此形势下，为了适应国内不锈钢生产、使用、科研、设计、教学等领域对了解不锈钢的基本知识，掌握五大类不锈钢的性能特点和最新进展，有效地进行不锈钢的质量控制和在不锈钢的实际应用中，防止不锈钢产生腐蚀断裂等方面的需求，在中国特钢协不锈钢分会和李成老会长的大力支持下，笔者结合个人长期从事不锈钢材料科学研究工作以及在工程应用中的一些粗浅体会和心得，于 2007 年出版了《不锈钢概论》，受到有关读者的关注。

在这个基础上，根据需求笔者本着不增加过多篇幅的思想，对此次出版的《不锈钢概论》一书又做了一些必要的修改；考虑到百年来不锈钢的发展已从传统不锈钢进入到了现代不锈钢阶段，而现代铁素体不锈钢和现代双相不锈钢已成为了不锈钢节镍的主流和方向，为此，这次修改中又扼要地补充了有关的一些内容，以供读者参考。

《不锈钢概论》的编写和出版过程中，与笔者在不锈钢科研领域共同工作数十年的老同事、老朋友钢铁研究总院的吴玖教授、康喜范教授和杨长强教授都曾对本书进行过认真的校阅并提出了许多宝贵的意见，中国特钢协不锈钢分会前秘书长刘翠珍女士、分会的刘尔华教授、刘艳平女士都给予了多方面的支持和热心的帮助；《不锈》杂志宫桂馨副主编，董菁工程师、杨小俊编辑等也鼎力相助，出版社也为本书的完成和顺利出版付出了辛勤的劳动，在此也一并致谢。

由于笔者水平有限，书中有不妥之处还望读者给予批评指正。

陆世英
2013 年 3 月于北京

目 录

1 不锈钢的涵义和分类	1
1.1 基本涵义	1
1.1.1 什么是不锈钢	1
1.1.2 不锈钢为什么不生铁锈和耐腐蚀	1
1.1.3 小结	3
1.2 不锈钢的分类	4
1.2.1 按钢中的主要化学成分(特征元素)分类	4
1.2.2 按钢的组织结构特征分类	4
1.2.3 按钢的化学成分和组织结构相结合的方法分类	7
1.3 不锈钢分类的简单概括和代表性牌号	7
参考文献	8
2 合金元素对不锈钢组织和性能的影响	9
2.1 合金元素对不锈钢组织的影响	9
2.1.1 不锈钢中的合金元素和铬当量与镍当量	9
2.1.2 不锈钢中的各种化合物及合金元素的作用	11
2.1.3 不锈钢中的各种化合物和 δ -铁素体在基体中的分布示意图	15
2.2 合金元素对不锈钢性能的影响	16
2.2.1 铬	16
2.2.2 镍	17
2.2.3 钼	19
2.2.4 氮	21
2.2.5 铜	23
2.2.6 碳	24
2.2.7 钛和铌	24
2.2.8 硅	25
2.2.9 锰	26
2.2.10 钨	28
2.3 不锈钢的化学成分、组织结构和性能等关系的示意图	28
参考文献	30

3 马氏体不锈钢的发展和性能特点	31
3.1 发展简况	31
3.2 性能特点	32
3.2.1 传统马氏体铬不锈钢	33
3.2.2 传统马氏体铬镍不锈钢和现代马氏体不锈钢	35
参考文献	38
4 铁素体不锈钢的发展和性能特点	39
4.1 发展简况	39
4.2 传统铁素体不锈钢	41
4.3 现代铁素体不锈钢	47
4.3.1 高纯铁素体不锈钢	47
4.3.2 超级铁素体不锈钢	55
4.3.3 现代中铬铁素体不锈钢	66
4.3.4 现代低铬铁素体不锈钢	78
参考文献	87
5 奥氏体不锈钢的发展和性能特点	89
5.1 发展简况	89
5.2 性能特点	91
5.2.1 18-8 型铬镍不锈钢	91
5.2.2 含钼 (2%~4%) 的铬镍奥氏体不锈钢	95
5.2.3 δ -铁素体对 18-8 型和 18-12-2 型不锈钢性能的影响	96
5.2.4 高钼 [$w(\text{Mo}) \geq 4\%$] 奥氏体不锈钢	98
5.2.5 超级奥氏体不锈钢	99
5.2.6 专用铬镍奥氏体不锈钢	105
5.2.7 以锰、氮代镍的铬锰系奥氏体不锈钢	114
参考文献	127
6 $\alpha + \gamma$ 铬镍双相不锈钢的发展和性能特点	129
6.1 发展简况	129
6.2 性能特点	132
6.2.1 力学性能	133
6.2.2 耐腐蚀性能	135
6.2.3 热加工性和冷成型性	140
6.2.4 焊接性	142
6.2.5 相比例对性能的影响	146

6.3 经济型双相不锈钢	151
6.3.1 化学成分特点	152
6.3.2 钢的组织特点和热稳定性	152
6.3.3 高温、低温力学性能	156
6.3.4 耐腐蚀性能	157
6.3.5 冷、热加工性, 热处理和焊接性能	164
6.3.6 应用	165
参考文献	166
7 沉淀硬化不锈钢的发展和性能特点	168
7.1 发展简况	168
7.2 性能特点	169
7.2.1 马氏体沉淀硬化不锈钢	169
7.2.2 半奥氏体沉淀硬化不锈钢	171
7.2.3 奥氏体沉淀硬化不锈钢	172
参考文献	175
8 不锈钢的腐蚀现象、产生原因和防止措施	176
8.1 不锈钢为什么也会生锈和腐蚀	176
8.1.1 不锈钢的不锈性和耐蚀性是有条件的	176
8.1.2 正确选择和合理使用不锈钢	176
8.2 腐蚀的涵义和分类	176
8.2.1 腐蚀的涵义	176
8.2.2 腐蚀的分类	177
8.3 常见的不锈钢腐蚀形态、产生原因和防止措施	180
8.3.1 常见的腐蚀形态	180
8.3.2 全面腐蚀的现象、产生原因和防止措施	181
8.3.3 晶间腐蚀的现象、产生原因和防止措施	183
8.3.4 点腐蚀的现象、产生原因和防止措施	184
8.3.5 缝隙腐蚀的现象、产生原因和防止措施	185
8.3.6 应力腐蚀的现象、产生原因和防止措施	186
8.3.7 腐蚀疲劳的现象、产生原因和防止措施	188
8.3.8 异金属接触(电偶)腐蚀的现象、产生原因和防止措施	189
参考文献	191
9 不锈钢的质量控制	193
9.1 不锈钢质量的确定和衡量不锈钢质量的五项判据	193

9.1.1	不锈钢质量的确定	193
9.1.2	不锈钢标准和技术条件中要求进行检验的项目	194
9.1.3	衡量不锈钢质量的五项判据	195
9.2	不锈钢的纯净度	195
9.2.1	钢中的硫和磷	196
9.2.2	钢中的氢、氧、氮	198
9.2.3	钢中的非金属夹杂物	199
9.2.4	钢中的有色金属杂质	202
9.2.5	提高不锈钢纯净度的途径	203
9.2.6	小结	206
9.3	不锈钢的表面状况和表面加工	208
9.3.1	国内不锈钢的表面状况、质量问题实例（7例）	208
9.3.2	不锈钢的表面加工和耐蚀性	213
	参考文献	219
	附录 国内外相同或相近的不锈钢标准牌号对照表	220

不锈钢的涵义和分类

1.1 基本涵义

1.1.1 什么是不锈钢

不锈钢是不锈钢和耐酸钢的简称或统称。

不锈钢：在大气和淡水等弱腐蚀介质中不生铁锈的钢。

耐酸钢：在酸、碱、盐和海水等苛刻腐蚀性介质中耐腐蚀的钢^①。

1.1.2 不锈钢为什么不生铁锈和耐腐蚀

(1) 铁的生锈

众所周知，在自然界存在的金属中，除 Au（金）、Pt（铂）等贵金属系以游离金属状态存在外，其他金属，例如铁（Fe），在自然界则系以磁铁矿（ Fe_3O_4 ）和褐铁矿（ $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ）矿石的形式非常稳定地存在。但是，人们通过冶金，把铁矿石变成钢铁^②，就是将钢铁从氧化铁（矿石）的稳定状态变成了不稳定状态。自然界的万物都有从不稳定态“回归”到稳定态的强烈倾向，这是自然规律。钢铁在大气中的生锈就是这种“回归”现象的自然反映。

生锈就是钢铁与大气中的氧作用，在表面形成了 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 没有保护性的疏松且易剥落的富铁氧化物或氢氧化物，也就是钢铁又变回了“矿石”。铁的生锈，是铁在大气中从金属变成 Fe^{3+} 的离子化过程，是一种典型的腐蚀现象。为了防止钢铁生锈（腐蚀），人们只有人为地采取表面涂漆等措施，以防止大气与钢铁相接触。涂漆一旦受到破坏，钢铁还会继续生锈。

① 由于不锈钢中的耐酸钢也均含有足够的铬量，故它们在大气和淡水中也均具有不锈性。

② $w(\text{C}) \leq 0.06\%$ 的称为纯铁； $0.06\% < w(\text{C}) \leq 2.0\%$ 的称为钢； $w(\text{C}) > 2.0\%$ 的称为铸铁或生铁。

(2) 不锈钢为什么不生铁锈和耐腐蚀

早期不锈钢的不生铁锈，曾被人们认为是一种“神奇”的现象，但是经过长期研究和实践，人们对此已经有了完全清楚的了解：不锈钢的不生铁锈和钢铁的生铁锈二者属于同一种自然现象。研究发现，随钢中含铬量的增加，钢的耐蚀性提高，当钢中含铬量 $\geq 12\%$ 后，在大气中耐蚀性有一个突变，钢从不耐腐蚀到耐腐蚀，而且不生铁锈（如图 1.1）。人们把钢从不耐腐蚀到耐腐蚀，从生锈变为不生

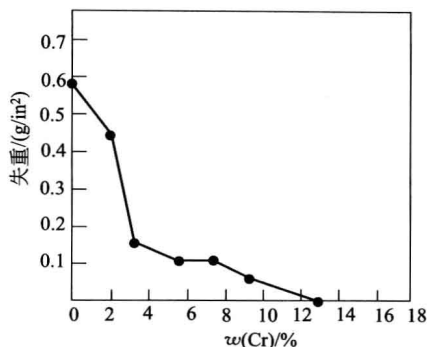


图 1.1 在大气中，低碳钢中含铬量对腐蚀速率的影响^[1]
(试验 52 个月， $1\text{in}^2=6.45\text{cm}^2$)

锈，称为从活化过渡到钝化，从活化态变成了钝化态。通俗地说，钝（化）态实际上是不锈钢与周围腐蚀性介质之间的反应迟钝，即不敏感的状态。

研究表明，含铬量 $\geq 12\%$ 后，钢具有了不锈钢的原因是由于表面自动形成一种厚度非常薄 $[(2\sim 5)\times 10^{-6}\text{mm}]$ 的无色、透明且非常光滑的一层富铬的氧化物膜（示意图见图 1.2），这层膜的形成防止了钢的生锈。这层膜称为钝化膜。这层钝化膜的形成实际上是钢中铬元素把自己易形成氧化物（钝化膜）保护自己的特性给予了钢的结果。

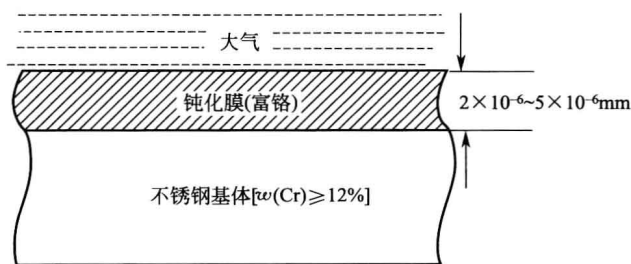


图 1.2 不锈钢表面钝化膜示意图

(注：钝化膜的厚度可随不锈钢的化学成分和周围介质环境的不同而有所变化)

进一步研究还发现，在氧化性酸介质中，例如在硝酸中，随钢中含铬量的增加，钢的腐蚀速度下降，当含铬量达到较高含量时，此钢便具有了耐蚀性（见图 1.3）。在氧化性介质中，不锈钢耐腐蚀的原因也是由于表面钝化膜的形成。同理，钢在酸介质中从不耐腐蚀到耐腐蚀，也称之为从活化过渡到钝化，从活化态变为钝化态。

(3) 钝化膜

研究表明,钝化膜不仅很薄且无色透明并可自然形成,而且非常稳定,钝化膜是连续的、无孔的、不易溶解、质较硬且附着力^①强并难以剥落的一种氧化物(氢氧化物),即使在使用中受到破坏还可很快自行修复。

研究表明,铬镍不锈钢的钝化膜呈双层结构,外层为氢氧化物或盐酸的沉积层,内层为具有防护性的富铬氧化物膜。18-8(304)铬镍不锈钢的钝化膜一般为 $4M_3O_4 \cdot SiO_2 \cdot nH_2O$, M 为 Cr、Ni、Fe 等元素。

钝化膜的化学成分、结构和性质随不锈钢的化学成分、处理方法(冷、热加工,热处理,抛光,酸洗和表面加工等)的不同以及使用环境的差异也有所不同。

研究还表明,随钢中含铬量的增加,钢的钝化膜会从晶态膜变为非晶态膜(见表 1.1)。由于非晶态膜缺陷少,结构表面均匀,铬元素更易富集,所以较普通晶态膜具有更高的强度和耐蚀性。

表 1.1 Fe-Cr 合金钝化膜的晶态变化 (在 0.5mol/L H_2SO_4 中,钝化电位区测得)^[3]

含铬/%	钝化膜晶态	含铬/%	钝化膜晶态
0	良好的晶态	19	大部分呈非晶态
5	良好的晶态	20	完全为非晶态
12	晶态不完整		

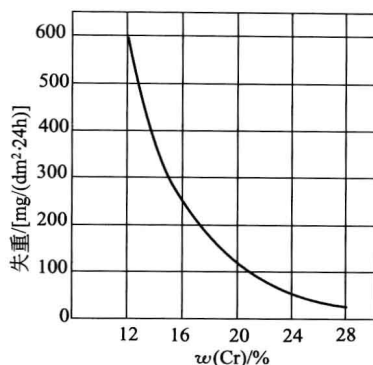


图 1.3 在 65% 沸腾 HNO_3 中,钢中含铬量对其腐蚀速度的影响^[2]

1.1.3 小结

① 在大气中钢(铁)的生锈是铁的离子化形成没有防护性的铁的氧化物(铁锈)的腐蚀现象,而不锈钢的不锈同样是一种腐蚀现象,所不同的是在大气中,不锈钢中的铁和铬的离子化,所形成的是具有防护性的富铬氧化物(钝化膜),它们之间的差别仅是化学反应产物本质的不同而已。

人们认为,在大气中钢铁的生锈是严重的腐蚀,而不锈钢的不锈则是由于不锈钢不腐蚀,这与钢铁表面所形成的红褐色铁锈肉眼可见,而不锈钢表面形成的薄薄一层钝化膜无色透明,肉眼不可见有关,人们所能看到的仅是钝化膜下面光亮如初,漂亮的金属表面而产生的误解。

① 表面膜与基体相互扩散形成的渐变过渡层,这种固溶体界面能形成很强的附着力,铬等易氧化的金属容易形成附着力强的表面膜。

可以想象, 如果不锈钢表面的钝化膜并非无色也不透明, 结果会如何?

② 不锈钢的不锈性是由钢中的铬含量所决定的^①, 没有铬就没有不锈钢。国内外大量研究和实践表明, 铬是唯一能使钢钝化并使钢具有不锈、耐蚀性且具有工业使用价值^②的元素。所谓无铬不锈钢是不存在的。

③ 不锈钢的唯一特征是在大气和淡水中不生铁锈 (即具有不锈性), 要与在大气、淡水以及酸、碱、盐等介质中虽然耐腐蚀但却生铁锈的钢区别开来。

1.2 不锈钢的分类

不锈钢的牌号、成分、性能各异, 常用的分类方法主要是按钢的主要化学成分 (特征元素) 和组织结构以及二者相结合的方法来进行分类。

1.2.1 按钢中的主要化学成分 (特征元素) 分类

最常用是按钢中特征元素分为铬系不锈钢和铬镍系不锈钢两大类。

(1) 铬系

除铁外, 钢中的主要合金元素是铬, 这类不锈钢称为铬系不锈钢, 相当于美国的 AISI 400 系列。

(2) 铬镍系

除铁外, 钢中的主要合金元素是铬和镍, 这类不锈钢称为铬镍系不锈钢, 相当于美国的 AISI 300 系列。

1.2.2 按钢的组织结构特征分类

钢的组织结构是指钢的晶体结构和钢的显微组织的特征。不锈钢按其组织结构的不同进行分类, 主要可分为五大类。即铁素体不锈钢、奥氏体不锈钢、马氏体不锈钢、双相不锈钢和沉淀硬化不锈钢。

(1) 铁素体不锈钢 (F)^③

高、低温度下晶体结构均为体心立方 [见图 1.4(a)], 铁素体不锈钢的显微组织见图 1.4(b)。

① 晶体结构 系指晶体的微观构造, 在钢铁材料中, 常见的晶体结构主要

① 钢中含有足够的铬量才能保证表面富铬氧化膜的形成, 因此含铬量越高, 不锈钢耐蚀性越好, 与不锈钢有无磁性没有任何关系。

② 既能大量生产也能大量应用并具有经济性。

③ 也常用 α 表示。

有体心立方和面心立方两类。钢的晶体结构是决定钢的力学、化学、物理等性能的最基本的因素之一。

② 显微组织 在显微镜下观察到的钢的组织。

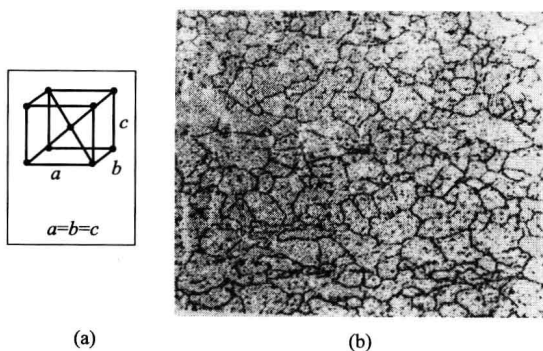


图 1.4 铁素体不锈钢的晶体结构和显微组织

一般铁的晶体结构也是体心立方。而铬是铁素体形成元素，所以，铬加入铁中，钢的晶体结构没有改变。铁素体不锈钢的代表性牌号有 0Cr11Ti (409) 和 1Cr17 (430) 等。

使钢形成铁素体的元素还有 Mo、Si、Al、W、Ti、Nb 等。

(2) 奥氏体不锈钢 (A)^❶

向铁素体不锈钢中加入适量具有奥氏体形成能力的镍元素，便会得到高温和室温下均为面心立方晶体结构 [见图 1.5(a)] 的奥氏体不锈钢。奥氏体不锈钢的显微组织见图 1.5(b)。

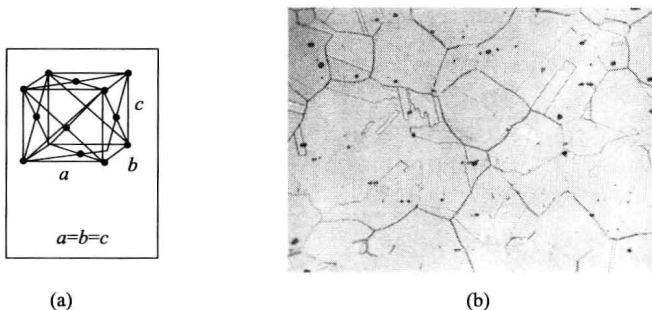


图 1.5 奥氏体不锈钢的晶体结构 (a) 和显微组织 (b)

使钢形成奥氏体的元素除 Ni 外，还有 C、N、Mn、Cu 等。

(3) 马氏体不锈钢 (M)

高温下为奥氏体，室温和低温下组织为马氏体，马氏体系自奥氏体转变而来

❶ 也常用 γ 表示。

1 不锈钢的涵义和分类

的相变产物。Fe-Cr-C 马氏体不锈钢的晶体结构为体心四方（具有长方度^①的体心立方），见图 1.6(a)，而低碳，特别是超低碳 Fe-Cr-Ni 马氏体不锈钢的晶体结构则为体心立方。Fe-Cr-C 马氏体不锈钢的显微组织见图 1.6(b)。Fe-Cr-C 马氏体不锈钢的代表性牌号有 1Cr13（410）等；Fe-Cr-Ni 马氏体不锈钢的代表性牌号有 1Cr17Ni2（431）、00Cr13Ni5Mo 等。

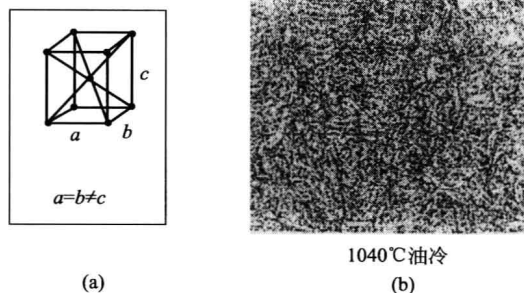


图 1.6 Fe-Cr-C 马氏体不锈钢的晶体结构 (a) 和显微组织 (b)

为了便于大家对不锈钢中前三种组织结构的了解，表 1.2 中列出了铁（低碳钢）和不锈钢组织结构的对比。

表 1.2 铁 (Fe) 和不锈钢中，铁素体、奥氏体和马氏体三种组织结构的对比^①

铁(低碳钢)	Fe(Fe-C) 晶体结构 组织	<911℃ 体心立方 α -Fe(铁素体) ^②	911~1392℃ 面心立方 γ -Fe(奥氏体) ^③	1392~1536℃ 体心立方 δ -Fe(δ -铁素体) ^④
不 锈 钢	铁素体不锈钢：Fe-Cr 晶体结构 组织	从高温到室温 体心立方 铁素体(合金元素在 α -Fe 和 δ -Fe 中形成的固溶体)		
	奥氏体不锈钢：Fe-Cr-Ni 晶体结构 组织	从高温到室温 面心立方 奥氏体(合金元素在 γ -Fe 中形成的固溶体)		
	马氏体不锈钢：Fe-Cr-C 晶体结构 组织 Fe-Cr-Ni 晶体结构 组织	高温下 面心立方 奥氏体 高温下 面心立方 奥氏体	室温下 体心四方(有长方度的体心立方) 马氏体 ^① (系由奥氏体转变而来) 室温下 体心立方 马氏体	

① 马氏体的由来：早在 19 世纪 80 年代，人们在中、高碳钢中发现高温下为奥氏体，经快冷后，得到一种使钢变硬、增强的组织，为纪念发现人德国冶金学家马腾斯（A. Martens）而命名为马氏体（Martensite）。马氏体系是由奥氏体转变而来的，这种转变是可逆的，在不锈钢中会常常遇到。奥氏体的由来：以这种组织的发明人 Austen 而得名。

②、③、④ 分别为碳在 α -Fe、 γ -Fe、 δ -Fe 中形成的固溶体，所谓固溶体，即固溶溶液，铁为溶剂，而碳为溶质。在不锈钢中，则系碳和合金元素在 α -Fe、 γ -Fe、 δ -Fe 中形成的固溶体，分别为铁素体不锈钢、奥氏体不锈钢等，此时，铁仍为溶剂，而碳和各种合金元素则为溶质。

① $c/a > 1$ ，也称正方度。随钢中 C 量的增加， c/a 值越大，硬度越高。

(4) 双相不锈钢 (F+A)

钢的基体组织为铁素体和奥氏体具有一定比例的双相结构。它们的显微组织见图 1.7。双相不锈钢的代表性牌号有 1Cr25Ni5Mo1.5 (AISI 329), 1Cr21Ni5Ti (1X21H5T), 00Cr22Ni5Mo3N (SAF 2205) 和 00Cr26Ni7Mo3N (SAF 2507) 等。

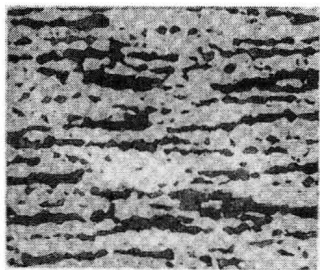


图 1.7 F+A^①双相不锈钢的显微组织 (黑色为铁素体)

前述形成铁素体的元素和形成奥氏体的元素在钢内合理配比, 便可得到 F+A 双相不锈钢。

(5) 沉淀硬化^②不锈钢 (PH)

是在室温下, 钢的基体组织可以是马氏体、奥氏体以及铁素体, 经适宜热处理, 在基体上沉淀 (析出) 碳化物和金属间化合物等进一步使不锈钢强化的一类不锈钢。代表性牌号有 0Cr17Ni4Cu4Nb (17-4PH, AISI 630), 0Cr17Ni7Al (17-7PH, AISI 631) 等。

1.2.3 按钢的化学成分和组织结构相结合的方法分类

按钢中的特征元素和钢的组织结构相结合的方法分类可以有很多类型。例如, 马氏体铬不锈钢, 马氏体铬镍不锈钢, 奥氏体铬镍不锈钢, 奥氏体铬锰不锈钢等。

除了上述分类方法外, 还有按性能和用途; 按钢的功能特点等的分类, 此处不再一一列举。

1.3 不锈钢分类的简单概括和代表性牌号

图 1.8 系不锈钢分类的简单概括和代表性牌号简图。

① 也常用 $\alpha+\gamma$ 双相不锈钢。

② 沉淀硬化——由过饱和固溶体中析出另一相而导致的硬化作用。

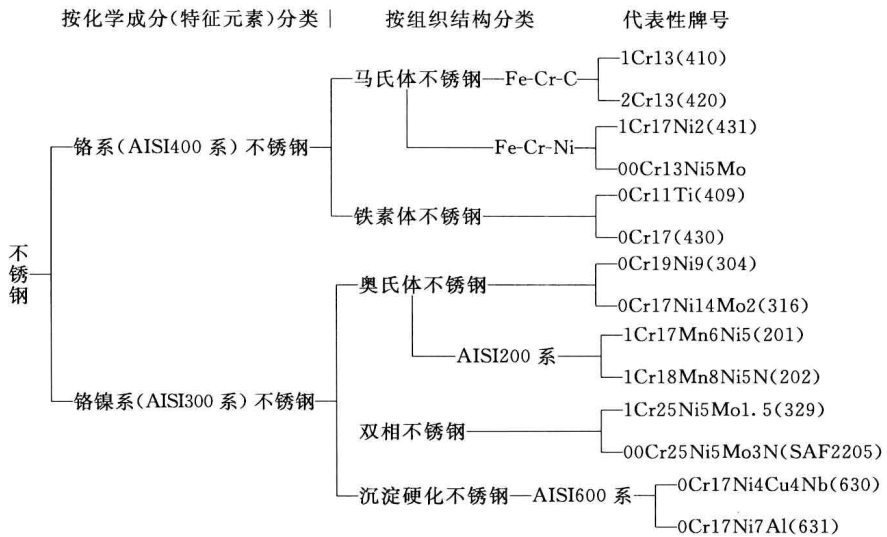


图 1.8 不锈钢系列和分类简图

(AISI 200, AISI 300, AISI 400, AISI 600 系美国钢铁协会标准系列)

参 考 文 献

[1] Binder W D, et al. Proceedings of the American Society for Testing Materials, 1946, 46: 593.

[2] КОЛОМЪЕ Л. ГОХМАН И И. НЕРЖАВЕЮЩИЕ И ЖАРОПРОЧНЫЕ СТАЛИ, Москв а, 1958, 246.

[3] MacBee C L, et al. Electrochem Soc, 1972, 113: 1262.

合金元素对不锈钢组织和性能的影响

合金元素系指人们为了获得所需要的组织和各种性能向不锈钢中加入的具有一定含量范围的元素。

向不锈钢中加入的合金元素主要是金属元素，如 Cr、Ni、Mo、Si、Cu、Mn、W 等，但也有非金属元素，如 C、N 等。

向不锈钢加入的合金元素的主要去向和作用是：合金元素作为溶质，以原子状态进入以铁（Fe）为溶剂的固态溶液中，形成不锈钢的各种基体组织（固溶体）；各合金元素间相互作用，形成各种化合物；有的合金元素（如 Cu、Pb 等）当其含量超过它在钢中的溶解度时，还可以较纯的金属相存在于基体中；一些比较活泼的元素和与钢中氧、硫等结合力强的一些元素，还可形成各种非金属夹杂物（见本书第 9 章不锈钢的质量控制的内容）。不锈钢中的合金元素正是通过这些作用对钢的组织 and 性能产生各种影响。

由于不锈钢的组织与性能在许多条件下主要由钢中的合金元素所决定，因此，研究不锈钢中成分、组织、性能之间的关系一直为人们所关注。

2.1 合金元素对不锈钢组织的影响

2.1.1 不锈钢中的合金元素和铬当量与镍当量

（1）影响不锈钢组织的两大类合金元素

形成铁素体的元素：Cr、Mo、Si、Al、W、Ti、Nb 等。

形成奥氏体的元素：C、N、Ni、Co、Mn、Cu 等。

在一定温度条件下，不锈钢的基体组织是由钢中形成铁素体和形成奥氏体的合金元素间的相互作用所决定的。

（2）铬当量与镍当量

是指各合金元素形成铁素体组织或形成奥氏体组织的能力的总和。