



“新 200 系列”钢种

不锈钢行业的机遇还是威胁？

历史沿革

性能

应用

建议

铬锰奥氏体不锈钢产品的技术说明及对潜在用户的建议

2005 年 11 月

目 录

| | |
|--------------------|----|
| 概要..... | 1 |
| 不锈钢概述..... | 2 |
| 四种类型的不锈钢..... | 2 |
| 铬锰奥氏体钢种简介..... | 3 |
| 铬锰系列的过去和现在..... | 4 |
| 铬锰系列钢种的性能..... | 5 |
| 力学性能、制造性能和加工性能.... | 5 |
| 耐腐蚀性能..... | 6 |
| 可能的应用：指南概略..... | 8 |
| 给潜在用户的建议..... | 10 |
| ISSF 会员列表..... | 11 |

图片说明：

第 2 页：电弧炉图片，由 Jindal 不锈钢公司友情提供。

第 5 页：空心件图片，由 Artinox 公司友情提供。

国际不锈钢论坛（ISSF）简介

国际不锈钢论坛建立于 1996 年，是非盈利性探讨国际不锈钢工业各个领域问题的世界性论坛。论坛有自身的董事会、财政预算和秘书长，同时是国际钢铁协会（IISI）的一个分支。如今，论坛已经在 23 个国家拥有 63 家公司会员和关联会员。如果把这些会员公司和关联会员综合起来，涵盖了世界不锈钢产量的 85%。

概 要

铬锰奥氏体不锈钢钢种（“标准的 200 系列”）具有明确、系统、书面的技术性能规定和资料。北美洲和印度多年的实践表明，在一些特定的用途下可以采用这种材料。然而值得关注的是，近来在东南亚尤其是中国出现了大量使用一些新的更加经济的铬锰钢钢种的现象，这种钢种我们可以称之为“新 200 系列”钢种。

这些新的钢种采用了不同的化学成份，主要表现为铬含量减少（ $\leq 15\%$ ）以及镍含量极低。某些情况下，这些钢种中还添加了铜元素。另外，钢种中微量元素含量可能很难控制。

这些“新 200 系列”钢种生产和使用的扩大，与目前用户对这些产品缺乏足够了解和认识的现实很不适应。因此，在使用者一味追求降低成本的错误指导思想下，或者在根本就完全忽视这些材料正常发挥性能所要求的工况条件的情况下，这些材料存在着被不恰当使用的危险性。

目前尚没有针对正确使用“新 200 系列”钢种的国际标准和参考。应当指出，某些所谓的“新 200 系列”钢种的许多性能是很难和优质的传统不锈钢相提并论的，比如耐腐蚀性、成形性和焊接性能等。众所周知，铬镍奥氏体不锈钢是没有磁性的，而恰恰“新 200 系列”钢种也是没有磁性的，这就导致购买这种产品的用户误以为它们是铬镍奥氏体不锈钢。事实上，现在市场上还存在着一些**错标钢种的欺骗行为**，这是对不锈钢产品的良好形象的严重威胁！

对“新 200 系列”钢种的担忧远不止这些。很重要的一点就是其废钢回收过程中的问题，如不能妥善管理废钢的回收，我们将无法监察这种废钢混入其他种类废钢中。

不锈钢的成功基于产品质量高、使用寿命长、经久耐用等特点，失去了这些保证，无论是对最终用户、不锈钢制品企业，还是对于不锈钢生产厂，上述的各种危险性最终将演变成一场噩梦。

从提供长远解决方案出发，国际不锈钢论坛（ISSF）认为自身有责任组织产品用户和供货商之间的对话交流，帮助产品用户全面了解产品，进一步做出合理的选择。所有 ISSF 的成员单位均致力于维护不锈钢工业的利益，成员企业生产的产品质量始终应该是可信赖的。

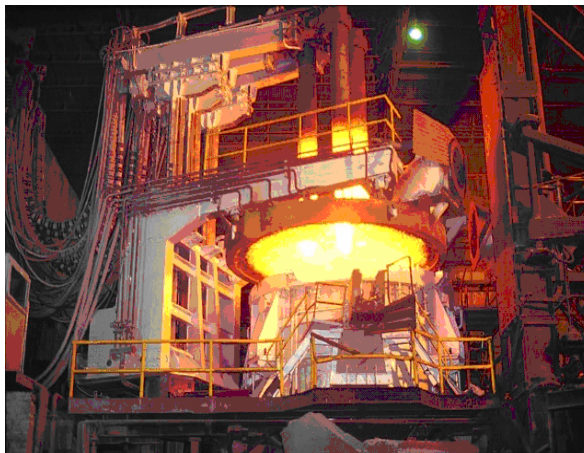
任何用户在使用不锈钢产品之前均有必要将考虑采用钢种的性能，同钢材应用的自然条件和使用条件进行比较。我们强烈建议最终用户在考虑使用 200 系列钢种时，一定要向声誉好、专业知识丰富的供货商咨询，只有这样的供货商才能提供产地已知和可靠的优质产品，并提供公允的建议。任何考虑使用 200 系列钢种的地方都可以找到最适合的铬镍钢（300 系列）和铁素体钢（400 系列）产品作为替代。

本文最后所列 ISSF 会员包括不锈钢生产企业和不锈钢协会。所有会员均会致力于确保市场的透明度，向那些希望正确选择不锈钢产品的用户提供信息和指导，以满足这些用户的特定要求。

注：本文中“ISSF”均指位于比利时布鲁塞尔的“国际不锈钢论坛”

不锈钢概述

作为一种铁基合金，不锈钢最著名的特性就是它的高耐腐蚀性。在大多数的应用领域中，不锈钢都是持久耐用且无需太多维护的材料，而且 100%可回收。



不锈钢的耐腐蚀性缘于这种材料中含有的铬。当铬暴露在氧气中时，会在材料表面形成一层很薄的铬氧化物保护层，隔绝了材料与空气、水的接触。铬氧化物层在受到损害时能自我修复，这种现象称为“自我钝化”。不锈钢材料表面的光泽也是这个铬氧化物层产生的。

根据结晶的微观结构，共有四种基本类型的不锈钢（如下）：

不锈钢的四种类型

奥氏体

奥氏体不锈钢含有大量的铬，并还有充分的锰或镍用以稳定奥氏体微观结构。这种微观结构使得奥氏体不锈钢具有良好的延展性和可塑性（同时也使这种不锈钢不具磁性）。一种典型的奥氏体不锈钢含 18%的铬和 8%的镍，也就是美标 AISI 所指的 304 钢。奥氏体不锈钢具有高度的耐用性和耐腐蚀性，同时具有很好的可延展性、较低的屈服应力、相对高的抗张强度和良好的可焊接性。这种类型的不锈钢有着非常广的应用范围。

铁素体

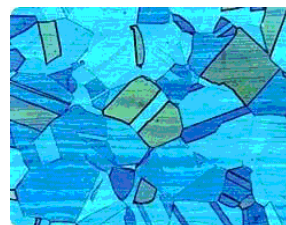
铁素体不锈钢具有类似低碳钢的性能，但有更好的耐腐蚀性能。最常见的铁素体是含 12%和 17%铬的钢种，前者主要应用在汽车排气系统上，后者主要应用在炊具、清洗机械和室内建筑方面。由于有磁性，这些钢种很容易和奥氏体区分开来。

奥氏体-铁素体（双向不锈钢）

双向不锈钢含有一定量的镍，晶体结构中差不多 50%为铁素体，50%为奥氏体。这种类型的不锈钢非常的强硬，且可延展。主要用于加工工业和海水应用领域。

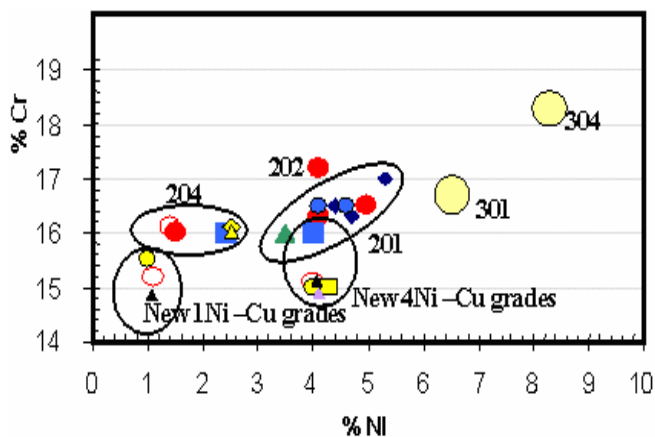
马氏体

和铁素体一样，马氏体钢种也含有 12%到 17%的铬。然而，马氏体的碳含量比较高，同时因其在生产过程中受到特定热处理而变得非常坚固和强硬。这种类型的钢种主要用于制作涡轮机组叶片、餐具和刀片等。



铬锰奥氏体钢种简介

保持不锈钢中奥氏体结构的传统方法就是加镍，而加锰结合加氮的方法也可以实现同样效果。在当前的市场条件下，后者的原料成本更低廉。铬锰系列钢种的特征是镍含量大大减少，但会加入锰，通常还会加入氮和铜(这两种元素同样具有形成奥氏体的特性)。最典型的铬锰系列钢种通常是按照它们的镍含量来进行称谓的，即所谓的“1%镍”钢和“4%镍”钢。



奥氏体钢中的铬/锰平衡

“标准”的铬锰系列钢种，以及301，304铬镍系列钢种中的铬含量和镍含量要大于“新的”含铜的铬锰系列钢种所含铬镍。

当前市场情形下铬锰不锈钢非常便宜，事实上从材料成本角度看，这一系列的某些特定钢种（相当于201-、202-和205系列）的“力学性能”（屈服强度）比传统的304铬镍钢还要高出30%，这使得设计者可以在(在某些部件上选取这些材料以)减轻重量。

减少镍含量意味着能最大可能地减少合金中的铬含量，但铬含量降低则使得材料耐腐蚀性降低，结果导致这种材料的适用范围变得比较窄。

表 1: 标准钢种的化学成份

| 钢种 | 化学成份 (%) | | | | | | | | |
|--------------------|-----------|----------|-----------|----------|------------|-----------|-----------|-----------|---------|
| | C | S | P | Si | Mn | Cr | Ni | N | Cu |
| AISI201/UNS S20100 | 0.15max | 0.03max | 0.06 max | 1.00 max | 5.50-7.50 | 16.0-18.0 | 3.50-5.50 | 0.25max | - |
| AISI202/UNS20200 | 0.15max | 0.03max | 0.06 max | 1.00 max | 7.50-10.0 | 17.0-19.0 | 4.00-6.00 | 0.25max | - |
| UNS S 20430/204Cu | 0.15max | 0.03max | 0.04 max | 1.00 max | 6.50-9.0 | 15.5-17.5 | 1.5-3.5 | 0.05-0.25 | 2.0-4.0 |
| UNS S 20500 | 0.12-0.25 | 0.03max | 0.06 max | 1.00 max | 14.0-15.50 | 16.5-18.0 | 1.0-1.75 | 0.32-0.40 | - |
| 304/UNS S 30400 | 0.08max | 0.03 max | 0.045 max | 0.75 max | 2.0max | 18.0-20.0 | 8.0-10.5 | - | - |

(AISI:美国钢铁协会 UNS:统一数码系统)

铬锰系列的过去和现在

铬锰系列不锈钢最早出现于 20 世纪 30 年代初期，50 年代作为节约镍的一种方法在美国被更多地使用，一直到今天仍有新的钢种被不断地开发出来。这种材料的普及是因为全球镍价的波动（涨价）以及不锈钢生产技术的进步。

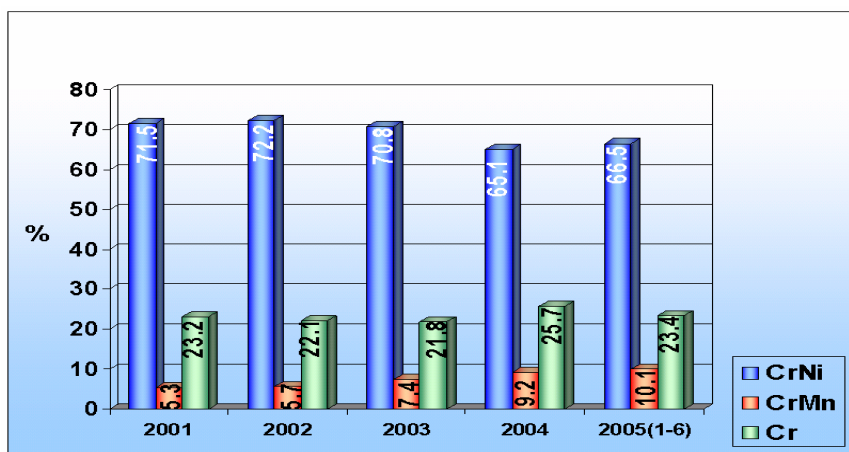
上世纪 80 年代后期的镍危机中，印度政府开始减少镍进口，于是这个国家的铬锰系列不锈钢得以持续大量的生产和开发。在对这些钢种的使用性能知识的掌握和积累过程中，摸索出了许多特别适合于应用这些钢种的用途。

进入新世纪，镍价格开始了新一轮的剧烈波动，同时中国的不锈钢消耗量开始增长。在不断削减成本的压力下，尤其是在亚洲市场，开始出现了开发从未有过的低镍和低铬奥氏体不锈钢的情况，这些(新开发的)钢种通常并不在国际标准和规格中。事实上，数量众多的铬锰钢都是企业按自己的规格生产的，产品也只是简单由生产企业自行命名。

这些“新”的铬锰钢属于奥氏体，外观上类似传统的 300 系不锈钢。正是这一点带来了危险：某些缺乏正确信息的客户对他们所购买的材料的质量不了解，误认为铬锰钢和铬镍钢(300 系列)对他们而言使用效果是一样的，但事实上却并不一样。这些客户甚至被一种错误的说法所误导，即如果一种不锈钢不具磁性，那它一定是“铬镍”钢。更有甚者，据报道曾经发生了一些故意贴错标签，将“新 200 系列”钢种假冒作 304 钢销售的情况。

也有一些小的生产企业采用低劣的生产方法，他们所生产的铬锰系列钢产品中的硫和/或碳等残余元素含量很高，这些残余元素进一步削弱了材料的耐腐蚀性和焊接性能。

因此现阶段让用户了解相关信息已非常必要，只有这样做才能使用户在知情情况下做出正确的材料选择。同时，也激发上游生产企业的责任感和加强供应链的可追溯性。



全球不锈钢粗钢产量

从铬镍系列、铬锰系列和铁素体/马氏体(Cr)之间的比较图表中可以看到，铬锰系列如今已占世界不锈钢市场的 10%。

铬锰系列钢种的性能

铬锰系列不锈钢的力学性能、抗腐蚀性能和制造性能在很大程度上受各钢种的化学成份影响。

力学性能、制造性能和加工性能

如前所述，加锰减镍使得可添加铬的量相应减少，这对材料的抗腐蚀性能有不利影响。加氮有进一步稳定奥氏体相位的功能，(加氮后)也允许加入更多的铬。

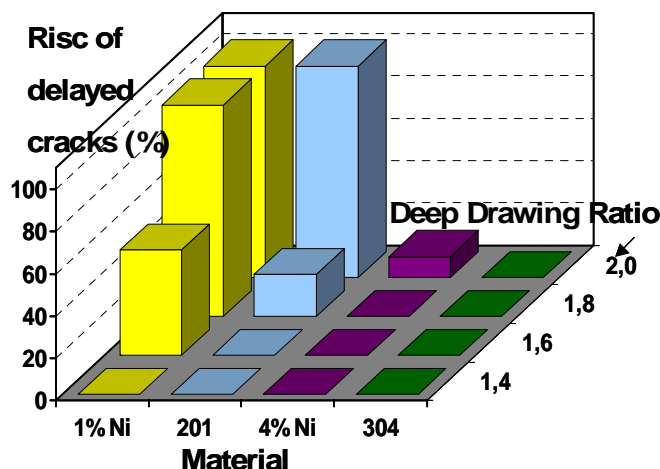


铬锰系列不锈钢和更为昂贵的铬镍系列有相同的外观，但却可能在使用中出现不同的现象。

氮也扮演着硬化剂的角色，锰、氮及铬含量较高的钢种，其力学性能（屈服强度）也相对较高，有时候比 304 铬镍钢的硬度和强度高出 30%。然而这些高氮钢很难成形，因此会增加加工成本。

较软的钢种可以容易地进行“深冲”，一方面加工中能耗较少，另一方面也使得那些本来为加工可延展的 300 系列钢种而设计安装的加工设备得以继续使用。这种较软的钢种可以简单地通过降氮获得，当然，这样做不可避免地要降铬。加铜是一种解决方案，可以在降氮的同时保持镍铬含量稳定。铜的奥氏体相位形成能力可以被进一步利用来替代和减少钢中的镍含量（固定氮时）。铜含量越多，钢越容易被冲压，而镍含量越少，钢材就越便宜。这些相对而言的改进并不意味着“200”系钢种总是可以代替“300”系钢种，因为“200”系钢种的耐腐蚀性要求使其应用范围非常窄。

铬锰系列对马氏体相变（一种可以在材料变形时发生的微观结构变化）较为敏感，尤其是低镍钢。相变的后果是 4% 镍的钢，尤其是 1% 镍的钢，会很明显地出现深冲加工后的延迟裂化现象。虽然在加工工序后增加一次热处理可避免上述问题，但却会增加制造成本。



成形：深冲压性能

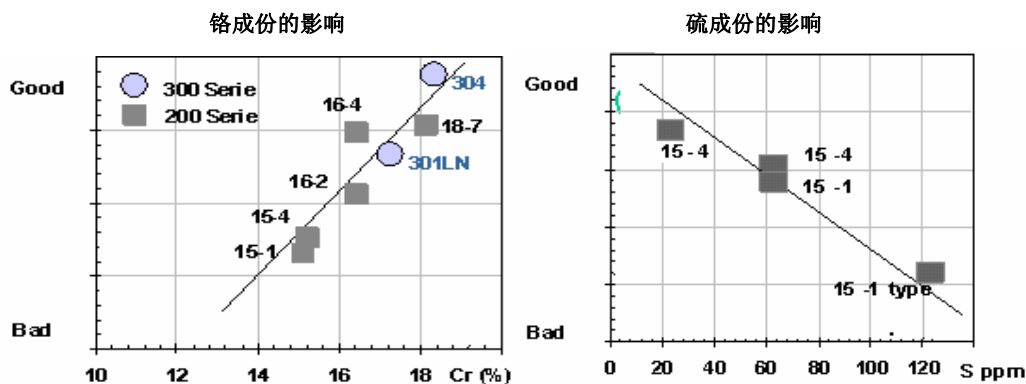
把“延迟裂化的危险”和“深冲比”（冲压的深度）放在一起，可以发现新 4%镍钢种比 304 钢种更容易发生裂化。而 1%镍钢尤其容易发生此等现象。

耐腐蚀性

铬元素是所有不锈钢钢种耐腐蚀性能的关键因素,铬含量低意味着耐腐蚀性能差。许多最近生产的铬锰系列钢种中的铬含量要比 304 钢种低,因此它们对于所有类型的腐蚀的抵抗力均比铬镍系列不锈钢差。

比如“点蚀”，这是一种通常情况下由于钢材同水、氯化物接触，阻碍了不锈钢自我钝化过程而导致的一种局部腐蚀。降铬对奥氏体钢种的耐点蚀性能的下降影响很明显。硫是众所周知引起点蚀的源头,但我们注意到某些低劣生产的铬锰钢中硫含量很高。

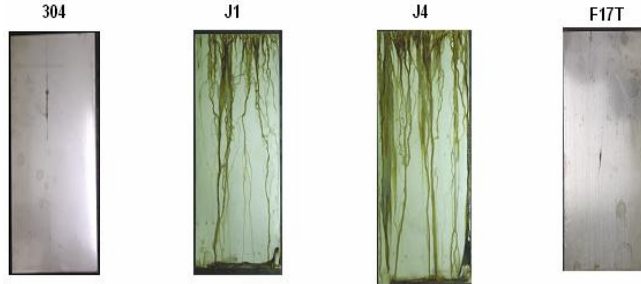
点蚀的这种敏感性表明，化学成份的微小变化，尤其是铬含量的变化，显然会对不锈钢的使用性能产生较大影响。因此，从声誉好的生产企业购买材料、严格执行最佳的质量控制和记录，对于使用者来讲是至关重要的。



耐点蚀性能

耐点蚀性能和硫、铬含量直接关联，铬含量越高，耐腐蚀性能越强，而硫却正好相反（图示的钢种含 15%铬）。

“缝隙腐蚀”是由于液体长期滞留在钢材表面，导致材料缝隙中缺氧而产生，紧固件和机械连接件尤其易发生这种现象。沉积物是这种腐蚀的另外一种起因。这些情况下，易形成局部酸化的液体更容易导致腐蚀，这种腐蚀扩散得非常快，比点蚀更加难以预测。

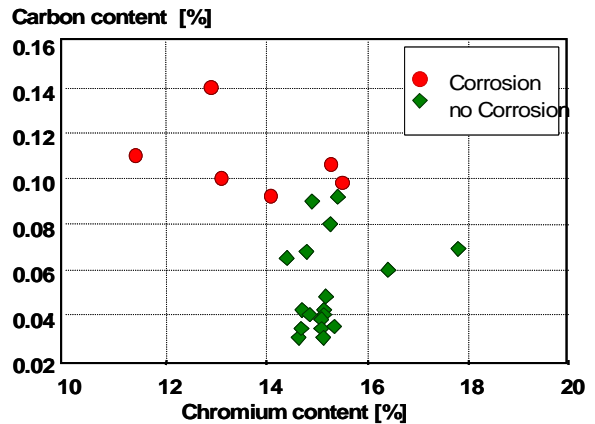
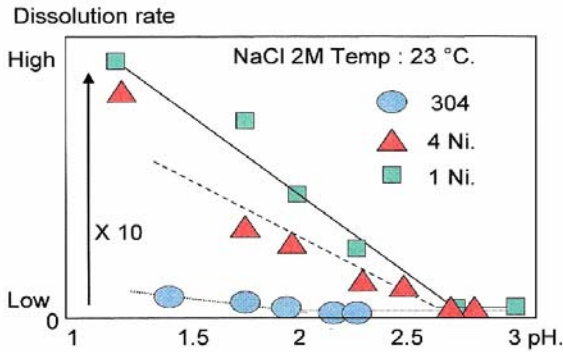


含氯化物溶液的耐腐蚀性

在对 304 铬镍钢、1%镍钢和 4%镍钢进行 575 个小时的盐喷实验后，我们发现 4%镍钢和 1%镍钢的样品显示出很严重的腐蚀。这些铬锰系列钢种不适合在海边环境中使用。

在低 PH 值下，耐缝隙腐蚀性跟镍含量高低相关。

“晶间腐蚀”可以在高碳钢种或厚规格低镍钢种的焊堆区域形成裂化。焊接完成后的冷却过程中会有碳化铬沉淀出来，从周围的金属中“偷”走了铬，造成材料易于腐蚀。焊后热处理（PWHT）或许会减轻这个问题，但会增加制造成本。



耐缝隙腐蚀性能

在低 PH 值（酸性条件下），1%镍钢种的缝隙溶解率（即腐蚀率）比铬镍钢 304 高出 10 倍。

制造：焊接和晶间腐蚀

无论是铬锰系列，还是铬镍系列，都会因为焊接的缘故而产生晶间腐蚀。本图所示测试中的易腐蚀样品是来自于某新兴市场的低劣生产的铬锰钢种。

可能的应用：指南概略

如果将铬镍钢，如 304 钢，和一些铬锰系列钢种（尤其是近来出现的经济型钢种）进行(性能)比较，很显然应该在低腐蚀条件下相比才较有意义。

目前，整个钢铁业界对许多种市场上存在的铬锰系钢种的性能表现均经验有限。尽管如此，做为粗略的指导，下表还是按应用类型列举出了业内的经验。“标准的 200 系列”钢种须具有以下典型化学成份值：

- **4%镍钢种**

4%镍，铬最小 16%，碳最大 0.08%，硫最大 0.005%，磷最大 0.06%

- **1%镍钢种**

1%镍，铬最小 15.5%，碳最小 0.1%，硫最大 0.005%，磷最大 0.04%

“新 200 系列”钢种的铬含量较低，而微量元素的含量较高，这些钢种可能不适用于表中所列之用途。

“标准 200 系列”钢种的应用

下表所列为“标准的 200 系列”不锈钢钢种在多种民用和工业领域的性能表现。

郑重声明！ISSF 并没有在这些领域使用“新 200 系列”钢种的经验。

家庭和办公用具（包括家用电器）

| 干施： | 实际经验 |
|--|--|
| 家用电器： <ul style="list-style-type: none"> • 洗碗机 • 洗衣机 | <ul style="list-style-type: none"> • 使用经验非常有限（存在缝隙腐蚀危险） • 使用经验非常有限 |
| 餐具/烹饪用具： <ul style="list-style-type: none"> • 餐具 • 烹饪用具/空心件 | <ul style="list-style-type: none"> • 使用良好 • 使用良好（推荐铬含量最小 16%），但对洗碗机的使用持有怀疑。1%镍钢有一些限制和维护要求。 |
| 室内水箱/水槽： | 使用良好（20℃） |

建筑领域

| | |
|-----------------------|--|
| 室内： | 使用良好 |
| 室外，非沿海： | 使用良好（非关键应用领域） |
| 室外，工业环境： | 4%镍钢种有一些限制和维护要求。不推荐使用 1%镍钢种。最低铬含量要求为 17.5% |
| 室外沿海/道路(含盐环境)： | 不推荐使用 |

食品和饮品

| | |
|-------|---|
| 各个领域: | 4%镍钢种的应用经验良好, 但对于 1%镍钢种有一些限制和维护要求, 尽量避免在 PH 值低于 3 的情况下使用。 |
|-------|---|

交通

| | |
|-----------------|----------------------|
| 结构材料, 比如公共汽车车身: | 4%镍使用良好, 1%镍使用经验非常有限 |
| 装饰材料, 比如摩托车的垫环: | 有一些限制和维护要求 |
| 化工槽罐: | 不推荐使用 |

一般工业机械设备和加工工业机械设备

| | |
|------------|----------------------------|
| 化工: | 4%镍钢种使用经验非常有限, 很少使用 1%镍钢种。 |
| 化学制品和强酸: | 不推荐使用 |
| 纸浆, 石油和气体: | 不推荐使用 |
| 核工业: | 不推荐使用 |
| 水处理, 水系: | 使用经验非常有限 |
| 制糖工业: | 使用 4%镍钢种良好, 很少使用 1%镍钢种。 |

电气设备

| | |
|-----|----------|
| 总体: | 使用经验非常有限 |
|-----|----------|

金属工业

| | |
|-----|--|
| 总体: | 4%镍钢种使用经验非常有限, 而 1%镍钢种的使用良好 (主要用于耐磨损领域)。 |
|-----|--|

汽车工业

| | |
|-----------|------------|
| 排气系统: | 使用经验非常有限 |
| 附件, 内部装饰: | 使用情况良好 |
| 附件, 外部装饰: | 有一些限制和维护要求 |
| 结构件: | 有一些限制和维护要求 |

给潜在用户的建议

总之必须强调的一点是，尽管“新 200 系列”钢种是无磁性的，但其中一些钢种的许多性能完全无法和优质不锈钢相提并论，如耐腐蚀性、可塑性和焊接性等。

因此，任何考虑使用这些钢种的用户均有必要将考虑采用钢种的性能，同其应用的自然条件和使用条件相比较，以决定二者是否匹配。

ISSF 会员建议广大用户，在产品选择决定前务必向一个声誉好、技术知识丰富的供货商进行咨询，只有这样的供货商才能提供来源正当可靠、质量优良的产品，同时给客户提出真实客观的建议。任何考虑使用“200 系列”钢种的地方都可以找到最好的 300 系和 400 系产品作为的替代。

我们还强烈建议，200 系列钢种的用户把 200 系列钢种的废钢和其他类型的不锈钢废钢分开存放。在回收过程中做好监察记录，使可高度回收的不锈钢产品链免遭厄运。

本文末所列 ISSF 会员包括不锈钢生产企业和不锈钢协会。所有会员均会致力于确保市场的透明度，即对那些希望正确选择不锈钢产品的用户提供相关信息和指导，以满足这些用户的特定要求。

ISSF 会员列表

ISSF 的会员包括不锈钢生产企业和不锈钢发展协会。不锈钢发展协会称作论坛的关联会员。

不锈钢生产企业会员：

- Acciairie Valbruna
- Acerinox S.A.
- Acesita S.A.
- Aichi Steel Corporation
- Arcelor
- Baoshan Iron and Steel Co, Ltd (Stainless Steel Branch)
- Changwon Specialty Steel Co, Ltd
- Cogne Acciai Speciali SPA
- Columbus Stainless (Pty) Ltd
- Daido Steel Co, Ltd
- Edelstahlwerke Sudwestfalen GmbH
- Industeel
- INI Steel Company
- JFE Steel Corporation
- Jindal Stainless Ltd
- JSC Dneprospetsstal
- Nippon Kinzoku Co., Ltd
- Nippon Metal Industry Co., Ltd
- Nippon Steel and Sumikin Stainless Corporation
- Nippon Yakin Kogyo Co., Ltd
- Nisshin Steel Co., Ltd
- North American Stainless
- Outokumpu Oyj
- Panchmahal Steel limited
- POSCO
- Shanghai Krupp Stainless (SKS)
- Slovenska Industrija Jekla d.d. / Slovenian Steel Group
- Steel Authority of India Ltd. (SAIL)
- Taihan Electric Wire Co., Ltd
- Taiyuan Iron & Steel (Group) Co., Ltd. (TISCO)
- Takasago Tekko K.K.
- Tang Eng Iron Works Co., Ltd
- Thainox Steel Limited
- Thyssenkrupp Acciai Speciali Terni S.P.A
- Thyssenkrupp Mexinox S.A. de C.V.
- Thyssenkrupp Nirosta GmbH

- Ugine & ALZ
- Ugitech
- Yieh United Steel Corporation (YUSCO)
- Zhangjiagang Pohang Stainless Steel Co., Ltd. (ZPSS) 张家港浦项不锈钢有限公司

关联会员（不锈钢发展协会）

- 澳大利亚不锈钢发展协会（ASSDA）
- 英国不锈钢协会（BSSA）
- 西班牙不锈钢研究发展中心（Cedinox）
- 墨西哥国家不锈钢发展中心（CENDI）
- 意大利不锈钢发展协会（Centro Inox）
- 德国高级钢铁联盟（Edelstahl-vereinigung e.V）
- 欧洲钢铁联盟（EUROFER）
- 法国不锈钢发展协会（ID Inox）
- 德国高级不锈钢信息中心（ISER）
- 印度不锈钢发展协会（ISSDA）
- 日本不锈钢协会（JSSA）
- 瑞典钢铁生产商协会（Jernkontoret）
- 韩国钢铁协会（KOSA）
- 新西兰不锈钢发展协会(NZSSDA)
- 巴西不锈钢发展协会（Nucleo Inox）
- 南非不锈钢发展协会（SASSDA）
- 北美特种钢工业协会（SSINA）
- 中国特种钢协会不锈钢分会（CSSC）
- 瑞士不锈钢协会（Swiss Inox）
- 台湾钢铁工业协会
- 泰国不锈钢发展协会（TSSDA）
- 西班牙钢铁公司联盟（UNESID）

翻译：罗瑞
中国 太钢不锈钢股份有限公司
2005 年 11 月

国际不锈钢论坛（ISSF）

Rue Colonel Bourg 120

B-1140 布鲁塞尔

比利时

电话：32 2 702 8900

传真：32 2 702 8899

电子邮件：issf@iisi.be