



不锈钢零件, 设备和系统的清洗、除锈和钝化的 标准规程¹

本标准已经由国防部的相关机构批准使用

(具体的数字及配方等关键信息请参看原文, 译者辽阳石化机械厂陈工, chenzm-ly@petrochina.com.cn, 2010.5.31)

1 范围^{*}

1.1 本规程包括新制造不锈钢零件、组件、设备及已安装系统的清洗、除锈和钝化的推荐方法和防护措施。这些推荐方法是以指导规程形式出现的, 是一种公认的特殊处理方法, 可以用作去除会影响某些不锈钢的正常耐腐蚀能力、或者导致其后期污染、或者引起产品污染的表面污物。对于本规程不包括的某些例外的应用和附加要求, 应在制造厂和买方的协议中加以规定。虽然他们主要应用于奥氏体、铁素体以及马氏体不锈钢, 但如果对产品的腐蚀和可能的金相组织影响给予充分的考虑, 本规程也可以应用于其他金属的清洗。

1.1.1 术语钝化一般指与不锈钢有关的各种操作或工艺。为了避免在规定要求时产生歧义, 买方必须准确定义钝化的特指含义。普遍使用的和术语钝化有关的各种含义包括以下几种:

1.1.1.1 钝化是指不锈钢暴露在空气或含氧环境中自然形成一层无活性化学表面的过程。曾一度认为氧化处理对于形成钝化膜是必不可少的, 但现在人们普遍接受, 如果对表面进行了彻底的清洗或除锈, 钝化膜会在含氧环境中自然形成。

于 2005 年批准为 A 380-99 (2005)

1.1.1.2 钝化就是通过化学溶解的方法从不锈钢表面去除外来铁或铁化合物, 最典型的是用酸溶液去除不锈钢表面污染但对不锈钢本身无明显的影响。该工艺在 6.2.11 中有综合概述, 并在 6.4 中有更详细的定义以及可以进一步参照附录 A2 中的要求, 同时可以参看表格中的第 II 部分钢的酸洗。除非另有说明, 该定义应视为钝化的规定要求的含义。

1.1.1.3 钝化是通过温和的氧化剂, 例如硝酸溶液, 对不锈钢进行的化学处理, 目的是促进保护性钝化膜的自然形成。该化学处理通常不是钝化膜的形成所必需的。

1.1.1.4 虽然除锈是钝化处理前必不可少的工艺, 但钝化不是指第 5 章提到的除锈的单独工艺。

1.2 本规程既不包括在役设备或系统的除污或清洗, 也不包括轧制中材料的除锈和清洗。但另一方面, 规程中的某些内容可以适用于这些用途。由于本规程提供与酸或其它清洗和除锈剂的使用有关的推荐方法和信息, 所以不能包含特定型号的设备或装置的详细清洗规程。因此在选择和采用本规程时必须做出仔细的规划和判断。

1.3 当游离铁、氧化皮、铁锈、油脂、油垢、含碳物质及其它残留的化学膜、泥土、粉尘、金属屑、灰尘或其它不易挥发的沉积物会严重影响金相组织、清洁状态或表面稳定性、零件及部件或系统的机械性能, 或污染工艺流程时, 可以使用本规程。表面所要

¹ 本规程受 ASTM 钢、不锈钢及有关合金委员会 A01 的管辖, 并由腐蚀试验分委会 A01.14 负责。

现行版本于 2006 年 5 月 1 日批准, 2006 年 5 月出版。最初版于 1954 年批准。最近的上一版本

求的清洁程度取决于具体的应用。在某些情况,只需要脱脂或去除严重污物。而其它情况,如食品加工、制药、航空航天及某些原子能应用,需要极高标准的清洁,包括去除所有可检测的残留化学膜和普通检验方法无法看到的污染物。

注 1——术语“铁”,此后特指表面污染,系指游离铁。

1.4 表面无游离铁、金属沉积、以及其它污染的实现取决于合理的设计、制造方法、清洁和除锈、以及防止清洁表面再次污染的防护措施的组合。用来确定表面清洁度的有实际意义的测试很少,并且这些测试经常很难实施和进行客观的评价。目视检验只适用于一些比较严重的污染、氧化皮、铁锈和微粒,但是不能检测到薄的油膜和残留化学膜的存在。另外,由于产品的结构原因,目视检验内表面常常是不可能的。本规程叙述了游离铁、透明化学和油性沉积物的检测方法。

1.5 本规程给出了不锈钢零件的清洗、除锈和钝化的定义和介绍好的规程,但未给出用以证明钝化工艺成功的有合格标准的试验方法。对于此类试验方法,应适当规定标准规范 A967 中所列出的其中一种。

1.6 本标准没有说明使用标准有关的所有安全问题。在使用之前制定适当的安全卫生规程和确定这种管理权限的使用范围,是本规程使用者的责任。(更具体的安全防护措施见 7.2.5.3、7.3.4、第 8 章、A1.7 以及 A2.11)

2 引用文件

2.1 ASTM 标准:²

A 967 不锈钢零件化学钝化处理的标准规范

F 21 用喷雾器试验作疏水表面薄膜的试验方法

F 22 用水膜破裂试验作疏水表面薄膜的试验方法

2.2 联邦标准:³

E209E 洁净室和 workstation 要求的可控环境

3 设计

3.1 在设计需要清洗的零件、设备及系统时应充分考虑尽量减少缝隙、气室、盲孔、不易排空的腔室、以及其它污垢、清洗溶液或其他污物可能滞留或截荐的地方,并且为清洗溶液的流动和清除提供方便。对于不能移动清洗或者不能浸入清洗溶液中清洗的设备和系统,建议引一斜面排水;在产品或系统的高点提供排气孔,在低点提供排水孔;移除或隔离容易被清洗溶液或逸出气体损害的零件;提供临时加液管线与循环管线的连接方法;并且提供清洗表面的检验方法。

3.2 在复杂管道系统中有可能很难判定清洗操作的有效性。一种可以检验的设计方法是在最不容易清洗的地方提供短的法兰接管;清洗完成后,可以移开接管进行检验。

4 预清洗

4.1 预清洗就是在制造过程或最终清洗前去除油脂、油污、油漆、泥土、砂粒以及其它严重污染。预清洗并不像随后的清洗操作那么严格,一般也不那么彻底。材料都必须在热成型、退火以及其它高温操作前,在任何除锈处理前,在零件需要浸入溶液进行最终清洗或者当清洗溶液需要重复使用时,材料应进行预清洗。产品需经多次拉伸或一系列高温成型操作,其间需要退火处理的零件,在每个加工程序后,在退火前都要进行清洗。预清洗可以通过蒸汽脱脂、浸泡、喷淋、或用碱性或乳状洗涤剂刷洗、压力蒸汽或高压水喷射清洗(见 6.2)。

²对于引用的 ASTM 标准,请访问 ASTM 网站, www.astm.org。对于 ASTM 标准年鉴卷宗信息,参考 ASTM 网站上的标准文件一览表。

³标准化文件订购服务台,宾夕法尼亚州,费城,罗宾期大道 700 号,4 栋 D 座,19111-5094,收件人: NPODS

5 除锈

5.1 常规除锈——除锈就是去除那些因热成型、热处理、焊接以及其它高温操作而产生的紧密粘附的厚氧化膜。因轧制产品通常以去除氧化皮状态供货，在设备制造或系统安装(见 6.3)的过程中除锈(去除焊接产生的局部氧化皮除外)并不是必需的。如有必要,氧化皮可以通过下面列出的化学方法之一去除,或机械方法(例如:研磨、喷砂、砂纸打磨、磨削、电刷),或者化学和机械方法相结合。

5.2 化学除锈(酸洗)——化学除锈剂包括硫酸、硝酸和氢氟酸水溶液,详见附录 A1,表 A1.1,熔融碱和盐浴,以及各种专用配方。

5.2.1 酸洗——硝酸-氢氟酸混合溶液是不锈钢制造厂最广泛使用的,可同时去除金属污染及焊接和热处理氧化皮。使用时应谨慎控制,不推荐用于敏化奥氏体不锈钢或硬化马氏体不锈钢零件的除锈,或者可能与碳钢零件、组件、设备或系统接触的地方。参见 A1.3。单一的硝酸溶液去除厚的氧化皮通常无效。

5.2.2 欲除锈的表面通常在化学处理前要预清洗。当产品的尺寸和形状允许时,建议全部浸入酸洗溶液中。当完全浸入不切实际时,除锈可以用下面方法进行:(1)用刷拭或喷淋方法浸湿表面;(2)用酸洗溶液部分充满产品,经转动或摇动使所有表面都得到要求的化学处理。表面应保持与搅动的溶液接触大约 15 至 30 分钟,或直到检验表明已经完全去除氧化皮。没有搅动,可能需要增加暴露在酸洗溶液中的时间。如果摇动或搅动是不切实际的,酸洗溶液可以循环流经产品或系统,直到检验表明已经完全去除氧化皮。

5.2.3 过渡酸洗必须避免。能否用酸洗均匀去除氧化皮取决于所用的酸、酸浓度、溶液温度和接触时间(见附录 A1)。连续暴露在酸洗溶液中超过 30 分钟是不推荐的。30 分钟后,产品应排空并冲洗,检验处理的效果。可能需要额外的处理时间。大多数酸洗溶液会松动焊接和热处理氧化皮,但不能完全去除氧化皮。用不锈钢刷或毛刷

不断的断断续续地刷洗,接合酸洗或最初的冲洗,有助于去除氧化皮和化学反应的产物(即酸洗垢)。

5.2.4 化学除锈后,表面必须彻底冲洗,去除残留的化学剂;最终冲洗前有时必须经中和阶段。为尽可能减少污染,在相继的两个阶段酸洗除锈和冲洗过程之间不允许干燥,并继最终水冲洗后马上进行彻底干燥。化学除锈方法,选择的因素,使用中的防护措施详见《金属手册》⁴。当必须进行化学除锈时,应在零件处于其尽可能最简单的几何形状时,在后续制造或安装阶段产生内部缝隙或不能完全排空空间前进行,这些缝隙或空间可能截留除锈剂、污泥、粉沫或受污染的冲洗水,可能导致产品在投用后的最终腐蚀或对产品产生负作用。

5.3 机械除锈——机械除锈方法包括喷砂、电刷、砂纸打磨、磨削和铲削。这些方法的工艺要求和防护措施见《金属手册》⁴。机械除锈方法的优点是会产生晶间腐蚀、点蚀、氢脆、裂纹或污垢沉积。对于某些材料,特别是处于敏化状态的奥氏体不锈钢和处于硬化状态的马氏体不锈钢,机械除锈是唯一适合的方法。磨削通常是去除象焊接产生的局部氧化皮的最有效方法。机械除锈方法的缺点是与化学除锈相比成本高,表面缺陷(例如,折皱、麻坑、毛刺)可能模糊不清,使其难以检测。

5.3.1 要除锈的表面可能不得不进行预清洗。当对薄壁零件、抛光表面和接近公差的零件进行除锈时,必须特别小心,避免被机械方法损害。机械除锈后,表面应用热水和毛刷刷洗干净,接着用清洁的热水冲洗。

5.3.2 砂轮和砂纸打磨材料不应含有铁、氧化铁、锌或其它可能引起金属表面污染的有害材料。在其它材料上用过的砂轮、砂纸打磨材料及钢丝刷不应用于不锈钢。钢丝刷应用不锈钢制造,与将要加工的材料有相同的耐腐蚀性能。

⁴对“表面清洗、抛光和涂层”,金属手册,美国金属协会,第9版,第5卷,1982。

5.3.3 喷砂推荐使用清洁、未曾用过的磨料，例如玻璃珠或无铁硅砂或氧化铝砂。因为金属微粒可能嵌入表面，不推荐使用金属丸或颗粒。使用不锈钢丸或颗粒降低生锈和铁污染的风险，但不能完全排除氧化铁的嵌入残留。

5.3.4 如果要求完全没有铁和氧化皮，最好在喷砂后接着做短时间的酸浸（见附录 A2）。

6 清洗

6.1 常规清洗——清洗包括去除金属表面污染，保证（1）金属的最大耐腐蚀性能、（2）防止产品污染和（3）获得理想的外观的所有操作。清洁也易造成腐蚀。要获得和保持清洁表面，谨慎计划十分必要，特别是要求较高的洁净度时。清洗工艺的选择主要受要去除的污染类型、要求的洁净度和成本影响。如果谨慎控制制造工艺、后续的清洗和制造操作，以及采取防止清洁表面二次污染的措施，完工产品或系统可能只需要很少的特别清洗就能获得理想的清洁水平。如果对清洁剂或工艺的有效性，或者对某些清洁剂或工艺对材料的负作用有疑问，可能需要试操作、使用试样和敏感性检验技术。说明、工艺和清洗时应遵守的防护措施见《金属手册》⁴。专用清洗剂可能含有有害成分，例如氯化物或硫化物，对零件、设备或使用条件下的系统性能可能有负作用。有理由怀疑时，建议咨询清洗剂制造厂。

注 2——例如，如果在开车前经历含氯洗涤剂的蒸煮，不锈钢会产生应力腐蚀。

6.2 清洗方法——脱脂和常规清洗可以用碱液、乳液、溶剂或洗涤剂或它们的组合进行浸泡、洗刷或喷淋；蒸气脱脂；各种清洗剂超声清洗；无清洗剂压力蒸汽；或高压水喷射等来完成。在部件或系统的制造或安装期间的任何特定的时刻可以获得的清洗方法是产品的几何复杂程度、污染呈现的类型、洁净度要求以及成本的函数。去除沉积的污染（与氧化皮相对而言）的最常用的方法简述如下，并在《金属手册》⁴ 和美国钢铁结构油漆协会的《钢结构油漆手册》⁵ 中有更详细的介绍（包括选择和使用应该考虑

的因素）。使用这些方法时必须遵守 8.6 的安全防护措施。当清洗密闭系统、有缝隙或内部空隙的产品时必须特别小心，防止清洗剂的滞留和残留。

6.2.1 碱清洗用于去除金属上的油污、半固体和固体污染。在很大程度上，使用的溶液的作用和效果取决于它们的洗涤质量。溶液的搅动和温度很重要。

6.2.2 乳液清洗是使用借助肥皂或其它乳化剂（乳化剂是增加一种液体在另一种液体中分散的稳定性）分散于水溶液中的普通有机溶剂去除金属上的油性沉积和其它普通污染。它对去除多种污染都有效，包括有颜色的和无颜色的拉拨用化合物和润滑剂、切削液和液体渗透检测的残留等。当要求快速和表面清洗时，并且当轻微的残留油膜可以接受时，才使用乳化清洗。

6.2.3 溶剂清洗是用普通的有机溶剂通过浸泡或喷淋或刷洗去除金属表面的污染，例如脂类、氯代烃类或这两种溶剂的混合物。清洗通常在室温或略高于室温下进行。除非零件有特别重的污染或有够不着的区域，或两者兼有，否则充分的搅动通常会减少浸泡时间。实际上，所有金属可以用通常使用的溶剂清洗，除非溶剂已经受到酸、碱、油或其它异物的污染。密闭系统或有缝隙或中空产品不推荐使用含氯溶剂。

6.2.4 蒸汽脱脂是一通称，指一种清洗工艺，使用一种易挥发的含氯溶剂的热蒸汽去除污染，并且对油、腊和脂等特别有效。脱脂溶剂的洁净度和化学稳定性是对蒸汽的有效性和可能产生金属化学腐蚀的评价因素。脱脂槽中的水或清洗后产品上的水会与溶剂反应生成盐酸，可能对金属有害。在脱脂槽中或清洗后产品不应有水。必须防止酸、氧化剂和氰化物污染溶剂。象硅酮等物质会在液汽分界面处引起泡沫，并可能导致工件从脱脂剂中移出时二次污染。密闭系统或有缝隙或中空产品不推荐使用含氯溶剂。

6.2.5 超声清洗经常和某些溶剂和洗涤剂联合使用，松动和去除深凹处和其它够不着的区域的污染，特别是小的工件。高频声波在液体中产生的气穴引起工件微小凹

处的溶剂微观扰动，该方法用于清洗有复杂结构的零件或组件特别理想。对于极高的表面洁净度，要求高纯度的溶剂（总的固体残留浓度 1ppm）。

6.2.6 合成洗涤剂广泛用于表面活性剂，因为它们比肥皂更易冲洗，帮助土壤分散，和防止二次污染。它们有效软化水和降低表面和界面张力。合成洗涤剂，尤其应检查 6.1 中提及的有害成分。

6.2.7 螯合物清洗——螯合物是一种化学剂，它形成可溶的复杂分子，含有某些金属离子，在溶液中的离子失去活性，因此它们不能正常地和另一元素或离子反应生成沉淀物或水垢。它们增强水垢和一些其它污染物的可溶性，当清洗剂乏力时也不沉淀各种污垢，可以用于一些甚至连无机酸都无法溶解的水垢和污染。如果使用恰当（螯合剂必须持续循环，并小心控制温度限制），晶间腐蚀、点蚀、和其它有害的影响极小。螯合剂对清洗安装的设备 and 系统特别有用。

6.2.8 机械清洗（见 5.3）——喷砂、使用细的磨料水悬浮液喷汽清理、磨削、或钢丝刷去除表面污染和铁锈经常是可取的。磨料的清洁程度和清洗设备对防止被清洗表面的二次污染非常重要。经过这些处理后尽管表面看上去很清洁，防止形成最适宜的钝化表面的残余薄膜可能仍然存在。对于不锈钢零件、设备和系统的耐腐蚀能力是满足性能和使用要求的主要因素，还必须避免产品污染，后续处理是必须的，如增加无铁喷砂清洗法、酸洗、钝化或它们的组合。

6.2.9 压力蒸汽清洗主要用于清洗对浸槽或喷淋设备而言太过庞大的物体。可能使用清洗剂，例如乳化剂、溶剂、碱和洗涤剂。经常使用蒸汽喷头清洗管道装置。蒸汽压力从 50 到 75psi (345to515kPa) 通常就足够了（见 6.1）。

6.2.10 水喷射清洗最高压力达 10000psi (70 mPa) 对去除油脂、油、化学沉积（非吸附化学剂）、灰尘、松动的和适度地粘附的水垢、以及其它与金属非粘结的污染。该方法特别适合清洗能承受高压力的管道装置；自推进的喷嘴或“鼯鼠”通常用于

此目的。

6.2.11 酸洗：溶解在水中的无机酸或有机酸，有时混合湿润剂或洗涤剂或两者兼有，用于去除铁和其它金属污染、轻微的氧化膜、车间泥土和类似污染。对于各种合金建议的溶液、接触时间、和溶液温度见附录 A2。酸洗对于去除油、脂和蜡通常无效。酸洗前表面应进行预清洗去除油、脂和蜡。酸洗的通用工艺是浸泡、刷洗和喷淋。以给定的酸浓度和温度，用最少的清洗时间达到最佳的表面质量。酸洗后，表面必须用清水彻底冲洗去除酸的残留，并在最终水冲洗后彻底干燥。为减少污染，在相继的两个阶段酸洗和冲洗过程之间不允许干燥。某些情况下可能要求进行中和处理；如果进行中和处理，处理后必须接着进行水冲洗，去除所有中和剂的残留，并在最终水冲洗后彻底干燥。如果机械清洗或其它化学方法通过检查试验（见 7.2 和 7.3）可以满足使用要求，不推荐使用酸洗，这一点很重要。过度清洗和检查试验要求会导致额外的成本。酸洗，如果不小心控制，可能损害表面和导致表面的进一步污染。

6.3 焊缝和焊接区的清洗——接头区域和距坡口数英寸以内的周围金属和焊缝的两面，在焊接开始前应该清洗。清洗可以用清洁的不锈钢刷刷洗或用蘸有溶剂的清洁不掉绒的布擦拭，或者两者兼用。焊接后当接头已经冷却，用磨削去除所有可见的焊接飞溅、焊剂、氧化皮、电弧击伤等等。根据应用，在焊缝的非工艺侧有一些氧化皮和热回火是允许的，但如果可能工艺侧应去除。如果焊缝工艺侧的化学清洗是必须的，必须遵守本标准的防护措施。敏化状态下的奥氏体不锈钢通常不用硝酸氢氟酸溶液除锈。焊缝还可以用表 A2.1 第 III 部分所述的方法 P 和 Q 处理（另见 5.2.3 和 5.2.4）。

6.4 最终清洗或钝化，或两者兼有——如果在前期的制造和清洗中适当小心，最终清洗可能只需要用热水或热水加洗涤剂（例如磷酸三钠 TSP）用纤维刷刷洗即可。洗涤剂清洗后必须用热水冲洗，去除残留化学剂。去除局部污染的局部清洗可以用清洁的用溶剂润湿的布完成。如果买方规定钝化，

最终清洗要符合表 A2.1 第 II 部分的要求。只要实际情况允许,对于耐腐蚀能力是满足性能和使用要求的主要因素的不锈钢零件或必须避免产品污染的场所,钝化处理后要经过多次彻底的热热水冲洗,并推荐在最终水冲洗后彻底干燥。

6.5 精密清洗——某些核能、太空和其它特别关键的应用可能要求只有高纯乙醇、丙酮、甲酮、或其它精密的清洗剂才能用于制造后的最终清洗或关键表面的再清洗,对于内部缝隙、难排空空间、盲孔或无法接近而不能彻底刷洗、冲洗和检查的表面可以提前进行。此类产品经常在无尘室环境下装配(见 8.5.5),在开始制造前精心编制的清洗工艺需经买方认可。

6.6 安装系统的清洗——有两种清洗安装系统的方法。第一种,适用于大多数应用,安装后清洗溶液循环经过整个系统,谨慎拆除或防护在清洗操作中可能损害的部分。第二种,可能需要气态或液态氧、液态金属或其它反应处理溶液,管道和部件的安装方法应在安装过程中避免溶液处理过的表面污染或降至最小,以便安装后只需要极小的额外清洗;如果安装后需要冲洗,用工艺流体。如果工艺表面覆盖了大量的氧化铁,可以考虑用螯合物处理或高压水喷射处理代替酸处理(见 6.2.7 和 6.2.10)。

6.6.1 安装后清洗——加入洗涤剂的热热水循环至少 4 到 8 小时。推荐水温至少在 140 至 160°F (60 to 71°C) (见 6.1)。用循环的清洁热水冲洗至充分清洁。如果发现较多的颗粒物质,清洗之前可以用高压蒸汽吹扫,必要时重复该过程,直到在系统出口的抛光铝靶变得光亮,没有被高速蒸汽松动的颗粒物质。蒸汽吹扫中必须防止阀和类似产品的损害。

6.6.2 如果用第 7 章建议的方法检出了金属铁,可以在室温下用附录 A2 推荐的酸洗溶液循环去除,直到对溶液每小时的抽样进行铁污染试验表明不再增加铁含量,之后循环可以停止并将系统排空。这样处理后,用清洁热水(即没有洗涤剂)循环系统 4 小时,去除所有酸的残留和酸处理产生的腐蚀产物,或者直到冲洗水的 pH 值重新恢

复中性。

6.6.3 不宜进行安装后清洗的关键系统(例如,液态氧或核反应堆的一次冷却系统),现场安装宜在洁净室环境下进行。安装指导书可能要求新进材料和设备的包装和密封保持完好,直到产品进入清洁区域,并且进行严密监视防止异物(例如,抹布或工具)落入或留在系统中。如果确实发生污染,通常经过安装单位和买方(或其现场代表)共同研究编制清洗工艺。安装后冲洗经常用工艺流体在系统中循环来完成,直到污染降到可以接受的水平。

6.6.4 当清洗关键的安装系统时,不允许在连续的清洗和冲洗阶段之间,或最终冲洗和充装浸润溶液之间工艺表面干燥。

7 清洗后的检验

7.1 常规检验——检验技术应表示对零件、设备和系统的最终使用要求的仔细而深思熟虑的审查。产生金相完好的光滑表面的有效均匀清洗规程,并继而充分的保护以维持这种表面状态,没有替代方法。洁净度的最可靠的试验和试验标准的建立有助于获得零件、设备和系统的理想性能。试验应足够广泛以保证在使用中暴露于工艺流体的所有表面的洁净度。下面给出一些试验,已经成功应用于不锈钢的检测。买方应在其购买合同中选择确定哪种质量保证试验作为洁净度或不锈钢产品钝化状态的合格依据。

7.2 总体检验

7.2.1 目视——按本规程清洗的产品应无油漆、油、脂、焊剂、焊渣、热处理和热成型氧化皮(在某些表面焊接产生的紧密粘合氧化皮是允许的)、灰尘、垃圾、金属和磨料颗粒和废屑、及其它严重污染。易引起沉积的大气尘土通常会存在于外表面,但不允许存在于内表面。目视检验应在一定光照度下进行,包括通常的和补充的照明,至少为 100 尺烛光 (1076lx),最好在被检表面达到 250 尺烛光 (2690lx)。当必要时,目视检验应辅以管道镜、镜子、和其它辅助工具,实地检查不可接近或难以看到的表面。灯的放置应防止被检验表面强光眩目。

7.2.2 擦拭试验——用清洁、不掉绒的白色棉布、商用纸或滤纸，以高纯度的溶剂润湿（但不要饱和），可以用于评价不可接近直接目视检验的表面洁净度。小直径管的擦拭试验，可以用清洁、干燥、过滤的压缩空气将一个清洁白色的直径略大于管内径的毛毡球吹过管子。擦拭试验的洁净度抹布或毡球上擦下的污染类型来评价。抹布上的污迹表明污染存在。在对污染的有害性存在争议时，小污点的抽样可以送到清洁的显微镜水晶载物玻璃片上做红外分析。擦拭试验有时增加用黑布重复试验以检出白布上无法看到的污染。

7.2.3 残迹方式——在 120°F (49°C) 清洗 20 分钟，完成后使清洁的表面干燥。在干燥表面上的污迹或水渍表明残留的污染物和未完全清洁。这种试验快捷，但不太灵敏。

7.2.4 水破试验——这种试验检出清洁表面上的疏水污染。只适用于可以浸入水中的产品，并应使用高纯水，试验规程和结果解释见“试验方法 F22”。该试验为中度灵敏。

7.2.5 游离铁试验：总显示——如果铁污染清晰可见，产品应按本规程清洗。

7.2.5.1 水浸湿和干燥——锈斑可以随着表面用蒸馏水、去离子水或清洁新鲜饮用自来水的周期性浸湿而加速形成。湿干循环应该是这样的，样本在 24 小时的试验周期内保持干燥总计 8 小时。试验完成后，表面应无锈斑或其它腐蚀产物的迹象。

7.2.5.2 高湿试验——让表面在适宜的湿度箱内，在湿度 95-100%和温度 100- 115 °F (38-46°C) 的条件下，保持 24 至 26 小时。试验完成后，表面应无锈斑或其它腐蚀产物的迹象。

7.2.5.3 硫酸铜试验——200 和 300 系列的奥氏体不锈钢、沉淀硬化合金和含有 16% 或更高的铬的 400 系列铁素体不锈钢推荐使用该方法检测金属表面的铁和氧化铁。400 系列的马氏体或低铬铁素体不锈钢不推荐使用该方法，因为试验会在这些材料上表现阳性反应。该试验是高度灵敏的，仅有熟

悉其局限性的人员才能使用和解释该方法。

（警告——该试验不适用于食品处理所使用的产品表面。）试验溶液的制备，首先按下列比例在蒸馏水中加入硫酸，然后溶入硫酸铜（警告：——永远是把酸加入到冷水中）：

蒸馏水	250 cm ³ 定量
硫酸(H ₂ SO ₄ , 比重 1.84)	1 cm ³
硫酸铜(CuSO ₄ ·5H ₂ O)	4 g

用试验溶液擦拭欲检验表面，如果需要保持表面湿润 6 分钟的时间，加入补充的溶液。试样应以不去除任何沉积铜的方式冲洗和干燥。铜的沉积指示游离铁的存在。

注 3——如前所述的硫酸铜试验不适用于用硬化马氏体不锈钢制造的外科和牙科仪器。相反，一种专业的硫酸铜试验广泛地用于检测游离铁和确定全面良好的制造规程。沉积在此类仪器表面上的铜，用中性试剂擦拭，以确定铜是粘附的或非粘附的。有非粘附铜的仪器认为是合格的。专业试验溶液的制备，首先在 90 cm³ 蒸馏水中加入 5.4cm³ 的硫酸(H₂SO₄, 比重 1.84)，溶入 4g 硫酸铜(CuSO₄·5H₂O)。

7.3 精确检验

7.3.1 溶剂环试验，该试验显示紧密粘合的透明膜的存在，此类膜不能用目视检验或擦拭试验检出。对比标准的制备是，在一个清洁的显微镜水晶载物玻璃片放上一滴高纯溶剂，并让其蒸发。接下来在欲评价的表面上放上另一滴，短暂搅拌，用清洁的毛细管或玻璃棒转移到一个清洁的显微镜水晶载物玻璃片，让其蒸发。制作需要数量的试验载物玻片，给出欲检表面的合理样本。如果异物已经被溶剂溶解，当其蒸发时在水滴的外边缘会形成一个明显的环。污染的性质可以用红外分析，同对比标准的红外分析进行比较来确定。

7.3.2 黑光检验，该试验适合检测某些在白光下检测不到的油膜和其它透明膜。在白光变暗的区域，借助一新的满溢式紫外线灯检验所有可见的可接近的表面。对于不可接近的区域，使用 7.2.2 所述的擦拭试验，并用紫外线灯观察用过的布或毡球上变暗的区域。表面、布或毡球的荧光指示污染的存在。污染的性质可以用转移到一个清洁的显微镜水晶载物玻璃片上污染样本的红

外分析确定。试验不能检出直链烃，如矿物油。

7.3.3 喷雾试验，该试验检测疏水膜的存在。适用于可以接近而直接目视检测的小的和巨大的表面，灵敏度大约是水破法的100倍。试验工艺和结果解释见试验方法F21。试验应使用高纯水。

7.3.4 游离铁的草酸试验，该试验灵敏度高，仅用于当极微量的游离铁或氧化铁的也是不能接受的。试验应由熟悉其局限性的人员进行。试验可以用于不锈钢检测铁污染，包括铁工具划痕、钝化剂的残留铁盐、铁锈、焊缝中的铁沉积、嵌入的铁或氧化铁、等等。试验溶液的制备，首先向蒸馏水中加入硝酸，然后加铁氰化钾，按下列比例：

蒸馏水	94%重量	1000 cm ³	1 加伦
硝酸(60-67%)	3%重量	20cm ³	1/5 品脱
铁氰化钾	3%重量	30g	4 盎司

用无铁或钢零件的铝制、塑料、玻璃或橡胶喷雾器施加溶液，或擦拭（最好喷雾器喷淋）。

7.3.4.1 出现兰点（施加在15秒内）证明有铁污染（检测氧化皮可能需要数分钟）。试验一经完成后应尽快用水将溶液冲掉，如果必要或用白醋或5-20%重量的乙酸，并用毛刷刷洗。使用醋或乙酸后用水冲刷数次⁶。

注4——铁氰化钾并不是危险的有毒物质，因为是简单氰化物。然而，如果加热至分解或和浓酸接触，会释放出高毒性的氰化物烟。

注5——在施加试验溶液时应配带橡胶手套、防护服和面罩，并应避免雾化喷洒。

注6——将用于食品、饮料、医药或其它人类消费品加工设备的工艺表面不推荐该试验，除非试验溶液的所有残留可以彻底去除。

注7——时间久了试验溶液会变色，每次使用前必须重新配制。

8 防护措施

8.1 铁污染降至最小——不锈钢零件、部件和系统的表面几乎总是要限制铁污染。在制造中如果适当小心，简单而廉价的清洗工艺对于去除污染已经足够了，并且只需要很小的特别清洗。制造应仅限于加工一种材

料。氧熔切割应少用或不用。搬动设备的吊绳、吊钩和叉车叉应用清洁的木材、布、或塑料垫块防护，减少同铁表面的接触。应避免踩踏不锈钢合金表面。如果无法避免，每次进入时，工作人员应该穿上清洁的鞋套。牛皮纸、吸墨纸、纸板、法兰绒布块、乙烯基胶带或胶纸或其它防护材料应放置在人员踩踏的地方。剪切工作台、压力切割、划线平台或其它工作表面应用清洁的牛皮纸、吸墨纸、纸板、覆盖，减少同碳钢的接触机会。手工工具、刷子、成型工具、和其它工具以及制造要求的其它物资，应与碳钢设备制造所用的类似物品隔离，并严格限制，仅用于一种材料；用于其它材料的工具或物资不应带入制造现场。工具和固定装置应用硬化工具钢或镀铬板制造。钢丝刷应是不锈钢的，或其合金成分应与被清洗钢相似，并且以前没有用于其它材料。铸造只能使用新的水洗的砂子、无铁颗粒、不锈钢模和芯撑。

8.2 清洗和钝化溶液的回用——在清洗中，清洗剂和钝化剂被从表面除下的材料和泥土削弱和污染。经过持续使用后，溶液可能变得乏力或因浓度原因而废弃，当清洗或钝化作用减弱时，必须检查浓度和更换或补充溶液。使用一次就丢弃溶液可能是不实际的或不经济的，即使是精密清洗操作（即在洁净室和严格控制环境条件用高纯度的溶剂进行的最终清洗）。如果溶液要回用，必须小心防止污泥在清洁槽底的积累；液体表面的油、浮渣和非溶解物质的形成；高浓度的乳化油、金属或化学铁离子和溶液中的悬浮固体。必须定期清洗浸槽和脱脂槽、澄清、定期底部排污、溶液搅拌和类似的措施保持溶液的有效性。必须小心防止三氯乙烯和其它卤化溶剂或两者在储存期间和使用中对水的污染。回用前必须进行溶剂和蒸汽去垢剂的重蒸馏和过滤。保持清洗溶液的浓度和pH值处于有效水平，经常要求补充。不要过渡使用化学清洁剂，特别是酸和蒸汽除垢剂，使用这些化学剂后如果薄膜或油残留保持在金属表面，另外用热水和洗涤剂刷洗，必要时再接着用大量的热水冲洗。

8.3 冲洗水——常规工业水或饮用水通常适合大多数金属清洗用途。食品加工、制药、乳品厂、饮用水和其它卫生设备和系统

应使用生物试验饮用水。最终清洗后的关键部件和系统的冲洗和漂洗经常要求高纯度的去离子水，严格控制卤化物含量、pH 值、电阻率、混浊度和非挥发性残留物。确定冲洗水纯净度的分析方法应能演示证明检测规定的纯净度，并具有必要的灵敏度；在发生分歧时推荐使用 ASTM 标准的年鉴 03.05 卷中给出的分析方法。为减少使用昂贵的高纯度水，经常可能用质量稍差的水进行预冲洗，接着再用高纯度水进行最终冲洗。在很多场合，也可能用最终冲洗操作流出或溢出的水供其它产品预冲洗。

8.4 清洗溶液和冲洗水的循环——对冲洗困难的内表面（例如，小直径的管道系统或换热器的壳程或管程），清洗溶液和冲洗水的高流速湍流可能是有效清洗和冲洗所必须的。要求的速度是要求的洁净度和系统开车时允许的粒子尺寸的函数。例如，如果 500-1000 μm 的粒子允许存在，1-2 ft/s (0.3 to 0.6 m/s) 的平均冲洗速度对于 2in 及小于 2in 的管径已经足够了。要去除 100-200 μm 的粒子，平均冲洗速度则要求 3-4 ft/s (0.9 to 1.2 m/s)。

8.5 清洗后的表面保护——最终清洗一经完成必须采取措施保护清洗后的表面，并且应在所有后续的制造、运输、检验、储存和安装期间加以保持。

8.5.1 在运到使用现场，准备使用或安装前，不要去去除新进材料和部件的包装和密封。如果接货检验必须打开包装和密封时，不要破坏它们，只要能进行检验不要拆除更多的包装和密封，检验一经完成马上重新包装和密封。对于关键产品，如供方清洗的，并在使用现场或安装后不再进行进一步清洗的，产品在储存期间，密封和包装的状态应以合理的较短的时间间隔定期检验。

8.5.2 最终清洗后的材料和部件不应直接放在地面上或地板上，并且只要可行，不允许和沥青、镀锌的或碳钢、汞、锌、铅、铜、低熔点金属、或合金或这些金属的化合物接触。同这些材料接触过的表面，要防止后续加热时失效，酸洗可能是必须的。应避免使用碳钢或镀锌钢丝捆扎和镀锌钢板识别标签。

8.5.3 在制造工序中，将材料和设备放置在枕木或木托盘上、或已经保护防止与不锈钢表面直接接触的金属表面上。保持中空产品的开孔（流送管、换热管、阀、储罐、泵、压力容器、等等）始终用聚乙烯、尼龙、特氟龙塑料或不锈钢盖帽、塞、或密封盖好或密封，除非实际需要打开以对其进行操作。外表面清洁很重要时，始终用干净的聚乙烯、或特氟龙塑料布对其进行包裹，除非实际需要对其进行操作。避免含沥青材料。凡布、纸胶带或象聚乙烯（聚氯乙烯）等塑料，例如，曝露在阳光或紫外线线下，最终会分解形成腐蚀性物质。应避免盖帽、塞子或包装材料的重复使用，除非在重新使用前已经进行了清洗。

8.5.4 清洁的不锈钢刷子和手工具在重新使用在耐腐蚀材料前，如果没有进行清洗，并且，它们曾经可能用在不同电解电位差的材料上，这些工具接触的表面应进行酸洗。应避免使用软面的锤子或铅锌涂层的、镀锌的、或未经保护的碳钢工作台、夹具、架子、吊绳或固定装置（见 8.5.2）。

8.5.5 如果要求严密控制粒子污染，特别是内表面，装配和制造的后期可能必须在洁净室内进行。对于大多数大型产品，在工作表面的 50,000 到 100,000 级（即，最大有 50,000 到 100,000 个大于等于 0.5 μm 的粒子悬浮在空气中）的空气洁净等级（见联邦标准 209e）可能就足够了。

注 8——洁净室是一个特别建造的封闭空间，进入的空气经过过滤，因此工作站包含不多于规定尺寸规定数量的粒子数；要保持洁净室中的洁净水平，需要专业人员和内务管理程序（见联邦标准 209e）。

8.5.6 操作关键产品的已经最终清洗表面的工人应带清洁不掉绒的绵、尼龙或涤纶布或聚乙烯薄膜手套。橡胶或塑料手套适合预清洗操作或非关键表面的清洗。

8.5.7 安装的管道系统经常是闲置潮湿的，也就是，安装就位清洗后直到准备投用，管道系统是充满水的。储存水应与系统的补给水有相同的质量，并且注入方式为直接取代最终冲洗水，不允许系统内表面干燥。

8.5.8 关键用途的设备和装置的储存和运输可以充装干燥、无油、经过滤的压力氮气，防止腐蚀，直到其即将安装。提供在运输和储存期间保持和监视气体压力的手段。如果产品将运至或通过海拔与充压地迥异的高山或其它地区，必须考虑产品内部因海拔导致的压力变化、和可能的破裂或失去密封。

8.5.9 压敏胶带经常用于密封或保护盖板、密封、盖帽、塞子和包装。如果可能，胶带的涂胶面不应与不锈钢接触。如果胶带已经与金属接触，用溶剂或热水清洗，并用力擦洗。

8.5.10 防护胶纸或塑料胶带经常用于保护薄钢板和零件的抛光表面。如果经受压力或阳光这些材料可能变硬或退化，并且破坏表面。这些材料最终也可能分解形成8.5.3中描述的物质。当其作用完成时，防护材料应去除，或在去除前监视其分解或退化状态。

8.6 安全——清洗操作经常对人员和设施有许多危害。应查阅制造厂的安全数据单(MSDS)确定处理特殊化学品的危害。

8.6.1 必须采用防护措施保护人员、设备和设施。包括反应生成的易燃有毒气体

的通风规定、使用过的溶液安全处理、防护栏和警告标志规定、危险化学品的安全转移规定、以及在清洗操作时对危害和泄露保持警惕。

8.6.2 要清洗的产品或系统的物理能力，以及其基础，能否承受清洗操作所用流体的附加重量所产生的载荷，在清洗操作开始前必须核实。

8.6.3 在可能的情况下，有爆炸性的、有毒的或气味难闻的化学品应在户外处理。

8.6.4 清洗操作执行的区域应始终保持清洁和无碎屑，并且操作一经完成应清洗。

8.7 用过的溶液和水的处理——应参考联邦、州和地方安全和水污染控制法规，特别是当处理大量的化学溶液时。要避免破坏下水道或河床，必须控制冲洗水的大量排放。

9 关键词

9.1 奥氏体不锈钢，清洗，腐蚀，腐蚀设备应用，除锈，铁素体不锈钢，马氏体不锈钢，钝化，不锈钢。

附录

(强制信息)

A1 不锈钢的酸除锈（酸洗）推荐规程及防护措施。

A1.1 只要尺寸和形状允许，首选在酸中浸泡；当浸泡不可行时，可以使用下列的室温方法之一：

A1.1.1 对于内表面，用溶液部分充满产品，经摇动、转动或循环使所有内表面彻底湿润。保持表面与酸溶液接触直到检验表明氧化皮已经彻底去除。如果不搅动，可能

需要额外的曝露在酸溶液中的时间。外表面处理按A1.1.2。

A1.1.2 通过充装不能表面酸洗的产品可以用酸溶液刷洗或喷淋的方式除锈，大约30分钟，或直到检验表面氧化皮已经彻底去除。

表A1.1 不锈钢的酸除锈（酸洗）

合金 ^A	状态 ^B	处理			
		编码	溶液，体积% ^C	温度，°F (°C)	时间，分
200、300和400系列，沉淀硬化和时效硬化合金（不包括易切削合金）	仅完全退火	A	H ₂ SO ₄ ， 8-1% ^D 接着做处理D或F， 附录A2，当适用时	150-180 (66-82)	5-45最大 ^E
200和300系列、Cr含量大于等于16% 400系列；沉淀硬化合金（不包括易切削合金）	仅完全退火	B	HNO ₃ ， 15-25% +HF， 1-8% ^{F, G}	70-140最大 (21-60)	5-30 ^E
所有易切削合金和Cr含量小于16%的400系列	仅完全退火	C	HNO ₃ ， 10-15% +HF， 0.5-1.5% ^{F, G}	70（到140需 谨慎）	5-30 ^E

^A 本表也适用于等同于所列的锻造材料族的铸钢牌号。

^B 如果经验证明，其它热处理可能接受：补充资料见5.2.1, A2.4t A2.5。

^C 按下列试剂的%重量制备溶液：H₂SO₄， 98； HNO₃， 67； HF， 70。

^D 紧密的氧化皮可以用该溶液浸泡数分钟去除，接着用水冲洗和按所注的硝酸-氢氟酸处理。

^E 应用最短的时间得到要求的表面，以防止过度酸洗。应通过试验确定特定用途的正确规程。

^F 为方便和操作安全，含有氟盐的商品制剂可以代替HF制备硝酸-氢氟酸溶液。

^G 酸洗和水冲洗后，烧碱高锰酸溶液含有NaOH,10%重量和KMnO₄,4%重量， 160-180°F (71-82°C)， 5-60分钟，可以用于最终除垢，接着用水彻底冲洗并干燥。

A1.2 如果溶液变得乏力或者由于长期使用使金属盐的含量变得太高时，长期曝露于

这些酸溶液中可以导致严重的点蚀。铁含量不应超过5%重量；谨防过度酸洗。

A1.3 如果某些合金已经由不恰当的热处理或焊接敏感化，硝酸-氢氟酸溶液可以晶间腐蚀这些合金。在使用状态下或用化学剂清洗或处理期间晶间腐蚀造成的裂纹可能聚累卤素。这些卤素会引起应力腐蚀裂纹。这些合金在敏化状态下通常不应酸洗。如果焊接后酸洗不可避免，应考虑稳定化处理或使用低碳钢。

A1.4 在一定范围内调解酸浓度、温度和接触时间是允许的。一般而言，表中较低的值适用于低合金钢，较高的值适用于高合金钢。为了维持理想的表面状态或严格的尺寸公差，或两者兼而有之，一旦确定合适的值就要严格控制这些变量。

A1.5 酸洗前材料必须脱脂，并用热水和毛刷强力刷洗或完成酸洗后用高压水喷射；

对于大多数用途，冲洗水的pH值应在6到8之间，或关键的用途6.5到7.5。为了把污染降至最小，在相继的酸除锈和冲洗工序之间表面不允许干燥。最终水冲洗后接着彻底干燥。

A1.6 可硬化的400系列合金、时效硬化合金和沉淀硬化合金在硬化状态易受氢脆或酸的晶间腐蚀。如果可能推荐机械方法除锈。如果酸洗不可避免，酸处理后接着立刻将零件应加热至250-300°F（121-149°C）保温24小时消氢，降低脆化敏感性。

A1.7 当操作酸和其它腐蚀性化学品时，必须提供适当的人员防护，包括面罩、橡胶手套、和橡胶防护服。在此类化学品使用的区域必须保持充分的通风和严格的人员进入控制。

A2 不锈钢的酸清洗的推荐和防护措施（见表A2.1）

A2.1 所示的处理通常对于去除污染已经足够了，而不会严重改变零件的外观。钝化的零件应有清洁的表面，不应有腐蚀、点蚀、或毛面腐蚀。买方应规定轻微的变色是否可以接受。在经过7.2.5.1所述的试验后，钝化零件不应有游离铁粒子嵌入表面而产生的锈迹。对于腐蚀用途的产品的特殊要求，或者外观很重要，应进行试验确定满意的规程。

A2.2 高碳和易切削合金可能易受硝酸腐蚀或褪色。通过使用较高的酸浓度以及抑制剂如 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 和 $\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 等，可能使这种趋势降低至最小。随着硝酸浓度的增加，氧化作用增强； $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 会增强氧化作用。如果可能避免酸清洗；使用机械清洗后用热水和洗涤剂刷洗，最终再用水彻底冲洗和干燥。

A2.3 要保持200和300系列、时效硬化和沉淀硬化合金的光亮的表面，可以并不总是需要抑制剂。

A2.4 处于硬化状态的可硬化的400系列、时效马氏体和沉淀硬化合金暴露在酸中时

易产生氢脆或晶间腐蚀，酸可能引起在被清洗的产品上生成氢。推荐机械方法或其它化学方法。如果酸处理不可避免，酸洗后应立刻接着将零件加热至250-300°F（121-149°C）保持24小时消氢，降低脆化敏感性。表A2.1的部分II和III描述的清洗方法将不会导致在处于硬化状态的可硬化的400系列、时效硬化和沉淀硬化合金上产生氢。因此，当使用这些溶液清洗时不需要清洗后的热处理。

A2.5 如果某些合金已经由不恰当的热处理或焊接敏感化，硝酸-氢氟酸溶液可以晶间腐蚀这些合金。在使用状态下或用化学剂清洗或后续的处理期间，晶间腐蚀造成的裂纹可能聚累卤素。这些卤素会引起应力腐蚀裂纹。这些合金在敏化状态下通常不应用硝酸-氢氟酸酸洗。如果焊接后此类酸洗不可避免，应考虑稳定化处理或使用低碳合金。

A2.6 如果溶液变得乏力或者由于长期使用使金属盐的含量变得太高时，长期曝露于这些酸溶液中可以导致严重的点蚀。铁含量不应超过5%重量；谨防过度曝露于此类溶液中。

A2.7 去除游离铁和其它金属污染，硝酸有效，但对于氧化皮、严重的腐蚀产物的沉积或脂和油的污染，则无效。必须去除氧化皮、严重的腐蚀产物的沉积或热处理退火的变色，请参考附录A1的推荐规程。在任何酸处理前使用传统的脱脂方法去除脂或油的污染。

A2.8 柠檬酸硝酸钠处理去除游离铁和其它金属污染和轻微的表面污染是危害最小的。溶液的喷淋，和浸泡相比，有利于减少清洗时间。

A2.9 在一定范围内调解酸浓度、温度和接触时间是允许的。一旦确定合适的值就要严格控制这些变量。谨慎防止溶液长时间使用后酸变乏力和金属盐污染的累积。一般而言，增加处理温度可以加速或改善总体的清洗效果，但同样增加表面变色或损害的风

险。

A2.10 酸处理前材料必须脱脂，并在酸处理完成后立刻用热水和毛刷或高压水喷射强力刷洗；大多数用途，冲洗水的pH值应在6到8之间，或关键的用途6.5到7.5。为了把污染降至最小，在相继的酸清洗或钝化和冲洗工序之间表面不允许干燥。最终水冲洗后接着彻底干燥。

A2.11 当操作酸和其它腐蚀性化学品时，必须提供适当的人员防护，包括面罩、橡胶手套、和橡胶防护服。在此类化学品使用的区域必须保持充分的通风和严格的人员进入控制。

A2.12 含有硝酸的酸洗和清洗或钝化溶液会严重腐蚀碳钢制品，包括不锈钢复合板组件中的碳钢。

表A2.1 不锈钢的酸洗

合金 ^A	状态 ^B	处理			
		编码	溶液，体积% ^A	温度， ^F (°C)	时间，分
部分 I ——用硝酸-氢氟酸清洗					
<i>目的</i> ——用机械或其它化学方法除锈后使用，作为进一步处理，去除残留的氧化皮或化学反应产物的颗粒（即，污迹），并产生均一的“白色酸洗”表面。					
200和300系列、Cr含量大于等于16%400系列；沉淀硬化合金（不包括易切削合金）	完全退火	D	HNO ₃ , 6-25% +HF, 0.5-8% ^{B, C}	70-140最大 (21-60)	按需要
所有易切削合金、马氏体时效硬化合金和Cr含量小于16%400系列	完全退火	E	HNO ₃ , 10% +HF, 0.5-1.5% ^{B, C}	70（到140需 谨慎） (21-60)	1-2
部分 II ——用硝酸溶液清洗-钝化（见技术条件A 967，钝化技术条件）					
<i>目的</i> ——去除由于操作、制造或曝露于被污染的大气而导致的可溶解的盐、腐蚀产物和游离铁和其它金属污染（见6.2.11）					
200和300系列、400系列、Cr含量大于等于16%沉淀硬化合金（不包括易切削合金）	退火、冷轧、 热硬化或冷 作硬化状态 无光泽或不 反光的表面	F	HNO ₃ , 20-50%	120-160 (49-71) 70-100 (21-38)	10-30 30-60
同上 ^D	退火、冷轧、 热硬化或冷 作硬化状态 光亮的机加	G	HNO ₃ , 20-40% +Na ₂ Cr ₂ O ₇ · 2H ₂ O, 2-6%重量	120-155 (49-69) 70-100 (21-38)	20-30 30-60 ^C

或抛光表面					
400系列、马氏体时效硬化合金和Cr含量小于16%沉淀硬化合金、高碳稀释Cr合金 (不包括易切削合金) ^D	退火或硬化状态无光泽或不反光的表面	H	HNO ₃ , 20-50%	110-130 (43-54) 70-100 (21-38)	20-30 60
	同上 ^D	I ^E	HNO ₃ , 20-25% +Na ₂ Cr ₂ O ₇ · 2H ₂ O, 2-6%重量	120-130 (49-54) 70-100 (21-38)	15-30 30-60
200、300和400系列易切削合金	退火或硬化状态光亮的机加或抛光表面	J ^E	HNO ₃ , 20-50% +Na ₂ Cr ₂ O ₇ · 2H ₂ O, 2-6%重量	70-120 (21-49)	25-40
	同上 ^D	同上	K ^E	HNO ₃ , 1-2% +Na ₂ Cr ₂ O ₇ · 2H ₂ O, 1-5%重量	120-140 (49-60)
同上 ^D	同上	L ^E	HNO ₃ , 12% +CuSO ₄ · 5H ₂ O, 4% 重量	120-140 (49-60)	10
Mn含量大于1.25%或S含量大于0.40% ^D 的特殊易切削400系列	退火或硬化状态光亮的机加或抛光表面	M ^E	HNO ₃ , 40-60% +Na ₂ Cr ₂ O ₇ · 2H ₂ O, 2-6%重量	120-160 (49-71)	20-30
部分III——用其它化学溶液清洗					
目的——一般清洗					
200、300和400系列 (不包括易切削合金), 沉淀硬化和时效硬化合金	完全退火态	N	HNO ₃ , 1%重量 +NaNO ₃ , 1%重量	70 (21)	60
	同上	同上	O	柠檬酸氨5-10%重量	120-160 (49-71)
不锈钢和碳钢组件 (例如, 不锈钢换热管和碳钢壳体的换热器)	敏化状态	P	羟基乙酸的抑制溶液 2%重量 +蚁酸1%重量	200 (93)	6小时
	同上	同上	Q	EDTA柠檬酸氨抑制溶液 (乙二胺-四乙酸), 接着热水冲洗和浸泡在10ppm氢氧化氨+100ppm联胺	最高250 (121)

^A 溶液用下列%重量的试剂制备: HNO₃, 67; HF, 70。

^B 为方便和操作安全, 含有氟盐的商品制剂可以代替HF制备硝酸-氢氟酸溶液。

^C 酸洗和水冲洗后, 烧碱高锰酸溶液含有NaOH, 10%重量和KMnO₄, 4%重量, 160-180°F (71-82°C), 5-60分钟, 可以用于最终除垢, 接着用水彻底冲洗并干燥。

^D 买方应在其购买合同中选择确定所有的400系列铁素体或奥氏体零件接受如下的补充处理：在水冲洗后的1小时内接着规定的钝化处理，所有零件应浸泡在含有 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ，4-6%重量的水溶液中， $140-160^\circ\text{F}$ （ $60-71^\circ\text{C}$ ），30分钟。浸泡后接着用清洁水彻底冲洗。然后零件应彻底干燥。

^E 见A2.2。

^F 如果光泽腐蚀（不锈钢表面起雾）发生，新的（清洁的）钝化溶液或高浓度的 HNO_3 通常会消除光泽腐蚀。

^G 如果经过试验确定和买方同意，可以接受较短的时间。