表面处理联合标准

NACE 1#/SSPC－SP 5

出白金属级喷砂清理

NACE 国际(NACE)/钢结构涂装委员会(SSPC)联合标准代表了审核过本文件及其范围和规定的成员们的一致意见。本标准的目的旨在辅助生产商、用户和广大公众。接受本标准在任何方面不妨碍任何人(无论他是否已采用标准)生产、销售、采购或使用本标准未提及的产品、过程或程序。NACE/SSPC 联合标准不解释通过暗示或别的方法授予任何权利进行生产、销售或使用与许可证专利有关的方法、设备或产品，也不解释保障或保护任何人对侵犯许可证专利进行抗辩的职责。本标准代表了现行技术，但决不可理解为限制使用更好的程序及材料。本标准并不旨在适用于与题目有关的所有情况。无法预见的情况会使本标准在特殊场合下的使用无效。NACE 和 SSPC 对于其它方对本标准的解释及使用不承担任何责任，仅对 NACE 或 SSPC 按照其控制的程序和规定发布的正式阐述承担责任，该程序和规定禁止个别志愿者发布有关阐述。

NACE/SSPC 标准的用户负责审核合适的安全、卫生、环境方面保护的法定文件，并在使用前确定其与本标准有关的适用性。NACE/SSPC 标准未必能提及与涂料、设备和/或操作细节或本标准内提到的其它事项有关的所有可能存在的安全、卫生或环保问题。NACE/SSPC 标准的用户同时还应负责建立合适的安全、卫生和环境保护方面的制度，如需要，应在使用本标准前，向合适的法律制定机构进行咨询，以符合现行适用的法定要求。

注意事项：NACE/SSPC 标准的周期性审核，修改或撤回工作不预先通知而随时进行。用户应注意获取最新版本。NACE 和 SSPC 要求重申、修订或撤回本标准的工作应在初版发行日的五年以内进行。

钢结构涂装委员会© 1994

于 1994 年 10 月核准

Steel Structures Painting Council
4516 Henry St., Suite 301
Pittsburgh, PA 15213-3728
+1 412/687-1113

NACE International
P.O. Box 218340
Houston, TX 77218-8340
+1 281/228-6200

由 NACE 国际印制

序言

本联合标准涉及的内容为：在施工保护涂料或衬里漆系前，采用磨料喷砂清理钢材表面，达到规定的表面清洁度。本标准旨在供配套工程师、施工人员、检查人员或其他负责确定表面清洁度标准的人员使用。

本标准注重于出白金属级喷砂清理。近于出白级喷砂清理、商业级喷砂清理和刷除锈级喷砂清理在其它标准单行本中予以叙述。

本标准由“NACE/SSPC 采用磨料喷砂清理进行表面处理联合工作组 A”编制。该工作组由“SSPC 表面处理委员会”和“NACE 表面处理委员会 T-6G”的成员组成。

表面处理联合标准

NACE 1#/SSPC－SP5

出白金属级喷砂清理

目录

1. **综述**……1
2. **定义**……1
3. **参照文件**……1
4. **喷砂清理前的程序**……2
5. **喷砂清理方法及操作**……2
6. **喷砂清理磨料**……2
7. **喷砂清理后，施工涂料及衬里前的程序**……3
8. **检查**……3
9. **安全及环境保护要求**……3
10. **述评**……4

附录 A－**注释**……4

第 1 节：综述

1.1 本标准的内容为：采用磨料对钢材表面进行出白金属级喷砂清理的要求。

1.2 下列第 1－9 节叙述了强制性要求：

第1节 综述
第2节 定义
第3节 参照文件
第4节 喷砂清理前的程序
第5节 喷砂清理方法及操作
第6节 喷砂清理磨料
第7节 喷砂清理后，施工涂料及衬里前的程序
第8节 检查
第9节 安全及环境保护要求

1.3 第 10 节，“述评”和附录 A“注释”不是本标准的强制性要求

第 2 节：定义

2.1 不采用放大设备进行观察时，出白金属级表面必须无任何可见油、油脂、灰尘、脏物、氧化皮、锈、涂料、氧化物、腐蚀产品及其它外来物质。

2.2 如 2.1 节所规定，不影响表面清洁度的外观上的可接受差异包括：由钢材类型、表面初始状况、钢材厚度、焊接金属、氧化皮或摩擦痕迹、热处理、热影响区域、喷砂磨料及喷砂图形所造成的差异。

2.3 指定涂料时，表面粗糙程度必须适合所指定的涂料体系。

2.4 施工涂料前，表面必须符合此处所规定的清洁度。

2.5 目测标准或比测器可具体指定补充书面定义。如有争议，书面标准优先于目测标准或比测器。目测标准和比测器见附录 A 的第 A.4 节。

第 3 节：参照文件

3.1 本标准参照下列钢结构涂装委员会(SSPC)文件：

SSPC－AB 1 矿石及矿渣磨料
SSPC－SP 1 溶剂清理
SSPC－PA 指标 3 涂装施工安全指标

3.2 对于在投标日有效的参照文件的最新版本、修订或更改必须进行控制，除非另有规定。如果引用的参照文件与本标准相抵触，以本标准为准，除非在协议文件(项目配套)中另有规定。

第 4 节：喷砂清理前的程序

4.1 喷砂清理前，油或油脂等沉积物必须按 SSPC－SP1 或其它商定的方法除去。
4.2 喷砂清理前，诸如：毛边、锐边、焊接飞溅物或烧结渣等表面缺陷必须除去，达到协议文件(项目配套)所要求的程度。关于表面缺陷的其它资料，请见附录 A 的 A.5 节。
4.3 如果目测标准或比测器指定了补充书面标准，必须在喷砂开始前，确定喷砂清理前的钢材表面状况。

第 5 节：喷砂清理方法及操作

5.1 喷嘴喷砂法必须采用清洁、干燥的压缩空气。为了达到这一要求，必须使用潮气分离器、油水分离器、凝汽阀或其它设备。
5.2 为达到出白金属级喷砂清理表面，可采用下列方法之一进行表面处理：
5.2.1 采用压缩空气、喷砂喷嘴和磨料进行干磨料喷砂。
5.2.2 采用密闭磨料循环体系、压缩空气、喷砂喷嘴和磨料进行干磨料喷砂，有无用于吸尘或磨料回收的真空系统均可。
5.2.3 采用带有离心转盘和磨料的密闭磨料循环体系进行干磨料喷砂。
5.3 经过负责进行工作方和制定要求方的相互约定，其它表面处理方法(例如：湿磨料喷砂)也可用于达到出白金属级喷砂清理表面。关于采用缓蚀剂防止湿喷砂清理后生成锈的资料，请见附录 A 的第 A.9 节。

第 6 节：喷砂清理磨料

6.1 磨料尺寸及类型必须根据待清理钢材的类型、等级和表面状况进行选择，还必须考虑所用喷砂清理系统的类型、待产生的表面清洁度和粗糙度以及磨料是否循环使用等因素。
6.2 必须保持循环磨料的清洁度和尺寸，以保证符合本标准。
6.3 采用 SSPC－AB 1 中的测试方法进行测定时，喷砂清理磨料必须干燥且无油、油脂及其它污染物。注意：虽然 SSPC－AB 1 只提及矿石和矿渣，但该测试方法适用于大多数磨料。
6.4 对于规定磨料的使用、污染物的数量或嵌入程度方面的任何限制都必须包括在协议文件(项目配套)中，因为某些项目不能接受磨料的嵌入及含有污染物的磨料。关于磨料选择的其它资料，请见附录 A 的第 A.2 节。

第 7 节：喷砂清理后，施工涂料前的程序

7.1 油、油脂或其它污染物的可见沉积物，必须按照 SSPC－SP 1 或采用由负责进行工作方和制定要求方商定的其它方法除去。

7.2 灰尘和残留物必须采用清洁、干燥的空气进行真空处理，从已处理过的表面上刷除或吹除或采用由负责进行工作方和制定要求方商定的其它方法除去。为了获得清洁、干燥的空气，必须使用潮气分离器、油水分离器、凝气阀或其它设备。

7.3 喷砂清理后遗留的缺陷(例如：毛边、锐边、焊接飞溅物、烧结渣、疤痕、裂口等)必须除去，达到协议文件(项目配套)要求的程度。任何因除去表面缺陷所造成的表面粗糙度的损坏都必须进行纠正，以符合第 2.3 节的要求。

7.4 喷砂清理后，钢材表面上生成的任何可见锈蚀，都必须采用对锈蚀区域再行喷砂的方法除去，以符合本标准关于涂装前的要求。关于回锈(再生锈)和表面冷凝的资料，请见附录 A 第 A.6、A.7 和 A.8 节。

第 8 节：检查

8.1 按本标准所提供的材料和所进行的工作须经负责制定要求方的代表进行检查。存放材料和进行工作的区域必须让检查人员易于进入。检查的程序和时间必须由负责进行工作方和制定要求方共同商定。

8.2 不符合本标准的条件必须予以纠正。如有争议，仲裁或解决程序必须按协议文件(项目配套)的规定进行。如果规定无解决程序，则采用供需双方互相商定的程序。

8.3 协议文件(项目配套)应规定检查职责及保证遵守本标准的书面誓词。

第 9 节：安全及环境保护要求

9.1 由于磨料喷砂清理是一项具有危险性的操作，因此所有工作都必须按照适用的保险公司、当地政府、州政府和联邦政府关于职业和环境卫生及安全方面的法律和法规进行。SSPC－PA 指标 3－“涂装施工的安全指标”叙述了关于涂装工作的安全问题。

第 10 节：述评

10.1 本标准的其它相关资料和数据，请见附录 A。详细资料和数据由单行本“ SSPC－SP COM 表面处理述评”专门进行介绍。附录及 SSPC－SP COM 中推荐的做法是一种良好的工作实践，但并不是本标准的要求。SSPC－SP COM 一节所讨论的与出白金属级喷砂清理有关的问题如下：

题目	述评节数	题目	述评节数
磨料的选择	5	回锈(再生锈)	8
清洁度	11.5	表面粗糙度	6
涂膜厚度	10	目测标准及比测器	7
湿磨料喷砂清理	9	焊接飞溅物	4.1
维修涂装	3.2		

附录 A－注释

A.1 作用： 出白金属级喷砂清理(NACE 1#/SSPC－SP 5)提供比近于出白金属级喷砂清理(NACE 2#/SSPC－SP10)高的表面清洁度。出白金属级喷砂清理应在要求最高级喷砂清理时使用。涂装前喷砂清理的主要作用是：(1)除去会造成涂料体系早期损坏的表面污染物(2)获得合适的表面粗糙度。喷砂标准的等级如下：出白金属级喷砂清理、近于出白金属级喷砂清理、商业级喷砂清理和刷除锈级喷砂清理。

A.2 磨料的选择： 金属磨料和非金属磨料的类型在表面处理述评(SSPC－SP COM)中予以讨论。进行喷砂处理时喷砂磨料会嵌入或在钢材表面上留下残余物，意识到这一点是很重要的。通常这种嵌入物或残余物并非有害，应注意的是要保证磨料不含水溶性、溶剂溶性、酸溶性或其它可溶性污染物(特别是当处理过的钢材用于浸渍环境时)。选择及评估非金属磨料的标准，请见 SSPC－AB 1“矿石和矿渣磨料”。

A.3 表面粗糙度： 表面粗糙度是因磨料喷砂清理而造成的表面粗糙程度。粗糙度的深度(或高度)取决于磨料的尺寸、类型和硬度、磨料粒子的冲击速度和角度、表面的硬度、磨料的再循环量以及保持钢砂和/或钢丸合适的混和比率等因素。

粗糙度的允许最低/最高深度通常取决于所施工涂料的厚度。颗粒度大的磨料(特别是金属磨料)所产生的粗糙度可能太深，以至于单道薄膜涂层不能合适对其进行遮盖。建议在这种情况下应避免使用大颗粒磨料。但是，在除去厚涂层、重度氧化皮或锈蚀时，可能需要较大的磨料。如果认为控制粗糙度(最低/最高)对于涂料性能非常重要，则应在协议文件(项目配套)中提及这一点。

采用商业磨料所能取得的最高粗糙度深度，请见“表面处理述评(SSPC－SP COM)”的表 8。表面粗糙度应按 NACE 标准 RP0287－“采用复制品胶带现场测试磨料喷砂清理钢材的表面粗糙度”或 ASTM(1) D 4417－“喷砂清理钢材表面粗糙度的现场测试方法”进行测试。

A.4 目测标准及比测器：目测标准及比测器与本标准的联合使用，仅在协议文件(项目配套)要求时才进行。但是，竭力推荐协议文件应要求使用目测标准或比测器。

(1) ASTM，1916 Race Street, Philadelphia, PA 19103-1187

SSPC－Vis 1－89 为各种等级钢材初始状况的表面处理提供彩色照片。NACE“用于采用沙磨料对新钢材进行空气喷砂清理的表面目测比较器”，由表明喷砂后各种状况的封装钢质试块所组成。NACE“用于涂装前焊接表面的目测比较器”是一种塑料焊接复制品，对 NACE 标准 RP0178 (2) 作了补充。其它目测标准在 SSPC－SP COM 的第 7 节中予以叙述。

A.5 **表面缺陷：** 表面缺陷会引起在严酷环境中使用的涂料过早损坏。涂层会从锐边和凸出部分脱开，留下少量涂层或无涂层对底下的钢材进行保护。其它难于进行合适遮盖和保护的部分有：裂缝、焊接气孔、层压结构等。纠正表面缺陷的昂贵费用要求权衡磨园锐边、除去焊接飞溅物等与潜在的涂料损坏，哪一种做法更有利。

松散附着的污染物，例如：焊渣残余物、焊接飞溅物及一些细小的表层物质可在喷砂清理操作时除去。其它表面缺陷(钢质层压物、焊接气孔或腐蚀深坑)要在表面处理结束后方能显露。因此，合理安排这种表面的修补工作至关重要，因为修补工作可能要在喷砂前后或喷砂期间进行。SSPC－SP COM 的第 4 节和 NACE RP0178 标准中含有关于表面缺陷的其它资料。

A.6 **化学污染物：** 钢材在中高湿度下受可溶性盐类(例如：氯化物和硫酸盐)的污染会迅速产生回锈。由于大气污染的结果，这些可溶性盐类可能在喷砂清理前就已存在于钢材表面上。此外，如果磨料受到污染，污染物也会沉积在表面上。因此，从钢材表面上除去这些盐类(最好在喷砂清理前)及消除喷砂过程中和喷砂后的再污染源，可将回锈的可能性降至最低。污染物及其浓度可通过实验室和现场测试进行鉴定。SSPC、ASTM、National Shipbuilding Research Program (3) 和 ISO (4)已审查通过了多种可溶性盐的测试方法。

A.7 **回锈：** 新清理的钢材处于潮湿、污染或腐蚀环境中，即会出现回锈(再生锈)。所处环境不同，喷砂清理和回锈之间的间隔时间也大不相同。在温和环境条件下，如不存在化学污染(见第 6 节)，最好在同一天进行喷砂清理和涂装施工。如果环境条件严酷，则需要更得当的涂装施工，以防污染物沉降。化学污染物应在涂装施工前除去(见第 6 节)。

A.8 **露点：** 表面温度低于周围空气的露点时，潮气发生冷凝。因此，建议在干喷砂清理操作期间，钢材表面的温度应至少在露点以上 3°C(5°F)。在喷砂清理操作期间，最好目测检查潮气情况、经常检查表面温度和露点并避免在潮湿表面上施工涂料。

A9. **湿磨料喷砂清理：**进行湿磨料喷砂清理的钢材会迅速生锈。应采用清水进行冲洗(研究表明最好采用电阻为 15,000 欧姆－厘米以上的水)。为了暂时防止生锈，需在水中加入缓蚀剂或在喷砂处理后立即将缓蚀剂施工在表面上。然后在可见锈出现前，施工涂料。注意：一些缓蚀处理会影响某些涂料体系的性能。

A.10 **涂膜厚度：**磨料喷砂清理后，施工足够的涂料对表面上的峰点进行合适遮盖，这一点至关重要。表面峰点上的干膜厚度应等于为进行合适保护所需的已知厚度。如果峰点上的干膜厚度不合适，则会出现过早的锈穿透或涂料损坏现象。为了保证正确测定涂层厚度，请查阅 SSPC－PA2－“采用磁性测厚仪测定干膜厚度”。

A.11 **维修及保养涂装：**本标准用于维修涂装时，应对待喷砂清理表面的范围或局部喷砂清理至某一清洁度标准等作专门说明。SSPC－PA 指标 4－“采用油性或醇酸涂料体系进行维修涂装的指标”对于保留牢固旧涂层、除去不牢固旧涂层、砂薄破损待维修的涂膜边缘和局部清理等问题进行了说明。

(2) NACE Standard RP0178(latest revision)－“Fabrication Details, Surface Finish Requirements, and Proper Design Considerations for Tanks and Vessels to be Lined for Immersion Service”(Houston, TX: NACE International).

(3) National Shipbuilding Research Program, c/o Naval Surface Weapons Center, Carderock Division,(C1253),Bethesda,MD 20084-5000.

(4) International Organization Standardardization,1 rue de Varembe, Case Postale 56, CH-1121, Geneva20, Switzerland

表面处理联合标准

NACE 2＃/SSPC－SP 10

近于出白金属级喷砂清理

NACE 国际(NACE)/钢结构涂装委员会(SSPC)联合标准代表了审核过本文件及其范围和规定的成员们的一致意见。本标准的目的旨在辅助生产商、用户和广大公众。接受本标准在任何方面不妨碍任何人(无论他是否已采用标准)生产、销售、采购或使用本标准未提及的产品、过程或程序。NACE/SSPC 联合标准不解释通过暗示或别的方法授予任何权利进行生产、销售或使用与许可证专利有关的方法、设备或产品，也不解释保障或保护任何人对侵犯许可证专利进行抗辩的职责。本标准代表了现行技术，但决不可理解为限制使用更好的程序及材料。本标准并不旨在适用于与题目有关的所有情况。无法预见的情况会使本标准在特殊场合下的使用无效。NACE 和 SSPC 对于其它方对本标准的解释及使用不承担任何责任，仅对 NACE 或 SSPC 按照其控制的程序和规定发布的正式阐述承担责任，该程序和规定禁止个别志愿者发布有关阐述。

NACE/SSPC 标准的用户负责审核合适的安全、卫生、环境方面保护的法定文件，并在使用前确定其与本标准有关的适用性。NACE/SSPC 标准未必能提及与涂料、设备和/或操作细节或本标准内提到的其它事项有关的所有可能存在的安全、卫生或环保问题。NACE/SSPC 标准的用户同时还应负责建立合适的安全、卫生和环境保护方面的制度，如需要，应在使用本标准前，向合适的法律制定机构进行咨询，以符合现行适用的法定要求。

注意事项：NACE/SSPC 标准的周期性审核，修改或撤回工作不预先通知而随时进行。用户应注意获取最新版本。NACE 和 SSPC 要求重申、修订或撤回本标准的工作应在初版发行日的五年以内进行。

钢结构涂装委员会© 1994

于 1994 年 10 月核准

Steel Structures Painting Council
4516 Henry St., Suite 301
Pittsburgh, PA 15213-3728
+1 412/687-1113

NACE International
P.O. Box 218340
Houston, TX 77218-8340
+1 281/228-6200

由 NACE 国际印制

序言

本联合标准涉及的内容为：在施工保护涂料或衬里漆系前，采用磨料喷砂清理钢材表面，达到规定的表面清洁度。本标准旨在供配套工程师、施工人员、检查人员或其他负责确定表面清洁度标准的人员使用。

本标准注重于近于出白金属级喷砂清理。出白级喷砂清理、商业级喷砂清理和刷除锈级喷砂清理在其它标准单行本中予以叙述。

本标准由“NACE/SSPC 采用磨料喷砂清理进行表面处理联合工作组 A”编制。该工作组由“SSPC 表面处理委员会”和“NACE 表面处理委员会 T-6G”的成员组成。

表面处理联合标准

NACE 2＃/SSPC－SP10

近于出白金属级喷砂清理

目录

1. **综述**……1
2. **定义**……1
3. **参照文件**……1
4. **喷砂清理前的程序**……2
5. **喷砂清理方法及操作**……2
6. **喷砂清理磨料**……2
7. **喷砂清理后，施工涂料及衬里前的程序**……3
8. **检查**……3
9. **安全及环境保护要求**……3
10. **述评**……4

附录 A－**注释**……4

第 1 节：综述

1.1 本标准的内容为：采用磨料对钢材表面进行近于出白金属级喷砂清理的要求。

1.2 下列第 1－9 节叙述了强制性要求：

第1节 综述
第2节 定义
第3节 参照文件
第4节 喷砂清理前的程序
第5节 喷砂清理方法及操作
第6节 喷砂清理磨料
第7节 喷砂清理后，施工涂料及衬里前的程序
第8节 检查
第9节 安全及环境保护要求

1.3 第 10 节，“述评”和附录 A“注释”不是本标准的强制性要求

第 2 节：定义

2.1 不采用放大设备进行观察时，近于出白金属级表面必须无任何可见油、油脂、灰尘、脏物、氧化皮、锈、涂料、氧化物、腐蚀产品及其它外来物质。第 2.2 节所述的污染物除外。

2.2 每单位面积的不规则污染物必须按第 2.6 节的规定限制在 5%以下，可由因锈迹、氧化皮污物或原先施工的涂料的沾污所造成的淡色斑、细条纹或轻微变色组成。

2.3 如 2.1 节所规定，不影响表面清洁度的外观上的可接受差异包括：由钢材类型、表面初始状况、钢材厚度、焊接金属、氧化皮或摩擦痕迹、热处理、热影响区域、喷砂磨料及喷砂图形所造成的差异。

2.4 指定涂料时，表面粗糙程度必须适合所指定的涂料体系。

2.5 施工涂料前，表面必须符合此处所规定的清洁度。

2.6 测定污染物的面积必须约为 6400 毫米^2 (9 英寸^2)(即：80 毫米×80 毫米[3 英寸×3 英寸]的方块)。

2.7 目测标准或比测器可具体指定补充书面定义。如有争议，书面标准优先于目测标准和比测器。目测标准和比测器见附录 A 的第 A.4 节。

第 3 节：参照文件

3.1 本标准参照下列钢结构涂装委员会(SSPC)文件：

SSPC－AB 1 矿石及矿渣磨料
SSPC－SP 1 溶剂清理
SSPC－PA 指标 3 涂装施工安全指标

3.2 对于在投标日有效的参照文件的最新版本、修订或更改必须进行控制，除非另有规定。如果引用的参照文件与本标准相抵触，以本标准为准，除非在协议文件(项目配套)中另有规定。

第 4 节：喷砂清理前的程序

4.1 喷砂清理前，油或油脂等沉积物必须按 SSPC－SP1 或其它商定的方法除去。
4.2 喷砂清理前，诸如：毛边、锐边、焊接飞溅物或烧结渣等表面缺陷必须除去，达到协议文件(项目配套)所要求的程度。关于表面缺陷的其它资料，请见附录 A 的 A.5 节。
4.3 如果目测标准或比测器指定了补充书面标准，必须在喷砂开始前，确定喷砂清理前的钢材表面状况。

第 5 节：喷砂清理方法及操作

5.1 喷嘴喷砂法必须采用清洁、干燥的压缩空气。为了达到这一要求，必须使用潮气分离器、油水分离器、凝汽阀或其它设备。
5.2 为达到近于出白金属级喷砂清理表面，可采用下列方法之一进行表面处理：
5.2.1 采用压缩空气、喷砂喷嘴和磨料进行干磨料喷砂。
5.2.2 采用密闭磨料循环体系、压缩空气、喷砂喷嘴和磨料进行干磨料喷砂，有无用于吸尘或磨料回收的真空系统均可。
5.2.3 采用带有离心转盘和磨料的密闭磨料循环体系进行干磨料喷砂。
5.3 经过负责进行工作方和制定要求方的相互约定，其它表面处理方法(例如：湿磨料喷砂)也可用于达到近于出白金属级喷砂清理表面。关于采用缓蚀剂防止湿喷砂清理后生成锈的资料，请见附录 A 的第 A.9 节。

第 6 节：喷砂清理磨料

6.1 磨料尺寸及类型必须根据待清理钢材的类型、等级和表面状况进行选择，还必须考虑所用喷砂清理系统的类型、待产生的表面清洁度和粗糙度以及磨料是否循环使用等因素。
6.2 必须保持循环磨料的清洁度和尺寸，以保证符合本标准。
6.3 采用 SSPC－AB 1 中的测试方法进行测定时，喷砂清理磨料必须干燥且无油、油脂及其它污染物。注意：虽然 SSPC－AB 1 只提及矿石和矿渣，但该测试方法适用于大多数磨料。
6.4 对于规定磨料的使用、污染物的数量或嵌入程度方面的任何限制都必须包括在协议文件(项目配套)中，因为某些项目不能接受磨料的嵌入及含有污染物的磨料。关于磨料选择的其它资料，请见附录 A 的第 A.2 节。

第 7 节：喷砂清理后，施工涂料前的程序

7.1 油、油脂或其它污染物的可见沉积物，必须按照 SSPC－SP 1 或采用由负责进行工作方和制定要求方商定的其它方法除去。

7.2 灰尘和残留物必须采用清洁、干燥的空气进行真空处理，从已处理过的表面上刷除或吹除或采用由负责进行工作方和制定要求方商定的其它方法除去。为了获得清洁、干燥的空气，必须使用潮气分离器、油水分离器、凝气阀或其它设备。

7.3 喷砂清理后遗留的缺陷(例如：毛边、锐边、焊接飞溅物、烧结渣、疤痕、裂口等)必须除去，达到协议文件(项目配套)要求的程度。任何因除去表面缺陷所造成的表面粗糙度的损坏都必须进行纠正，以符合第 2.4 节的要求。

7.4 喷砂清理后，钢材表面上生成的任何可见锈蚀，都必须采用对锈蚀区域再行喷砂的方法除去，以符合本标准关于涂装前的要求。关于回锈(再生锈)和表面冷凝的资料，请见附录 A 第 A.6、A.7 和 A.8 节。

第 8 节：检查

8.1 按本标准所提供的材料和所进行的工作须经负责制定要求方的代表进行检查。存放材料和进行工作的区域必须让检查人员易于进入。检查的程序和时间必须由负责进行工作方和制定要求方共同商定。

8.2 不符合本标准的条件必须予以纠正。如有争议，仲裁或解决程序必须按协议文件(项目配套)的规定进行。如果规定无解决程序，则采用供需双方互相商定的程序。

8.3 协议文件(项目配套)应规定检查职责及保证遵守本标准的书面誓词。

第 9 节：安全及环境保护要求

9.1 由于磨料喷砂清理是一项具有危险性的操作，因此所有工作都必须按照适用的保险公司、当地政府、州政府和联邦政府关于职业和环境卫生及安全方面的法律和法规进行。SSPC－PA 指标 3－“涂装施工的安全指标”叙述了关于涂装工作的安全问题。

第 10 节：述评

10.1 本标准的其它相关资料和数据，请见附录 A。详细资料和数据由单行本“ SSPC－SP COM 表面处理述评 ”专门进行介绍。附录及 SSPC－SP COM 中推荐的做法是一种良好的工作实践，但并不是本标准的要求。SSPC－SP COM 一节所讨论的与出白金属级喷砂清理有关的问题如下：

题目	述评节数	题目	述评节数
磨料的选择	5	回锈(再生锈)	8
清洁度	11.10	表面粗糙度	6
涂膜厚度	10	目测标准及比测器	7
湿磨料喷砂清理	9	焊接飞溅物	4.1
维修涂装	3.2		

附录 A－注释

A.1 作用： 近于出白金属级喷砂清理(NACE 2#/SSPC－SP 10)提供比商业级喷砂清理(NACE 3#/SSPC－SP6)高的表面清洁度。近于出白金属级喷砂清理应在要求高级喷砂清理时使用。涂装前喷砂清理的主要作用是：(1)除去会造成涂料体系早期损坏的表面污染物(2)获得合适的表面粗糙度。喷砂标准的等级如下：出白金属级喷砂清理、近于出白金属级喷砂清理、商业级喷砂清理和刷除锈级喷砂清理。

A.2 磨料的选择： 金属磨料和非金属磨料的类型在表面处理述评(SSPC－SP COM)中予以讨论。进行喷砂处理时喷砂磨料会嵌入或在钢材表面上留下残余物，意识到这一点是很重要的。通常这种嵌入物或残余物并非有害，应注意的是要保证磨料不含水溶性、溶剂溶性、酸溶性或其它可溶性污染物(特别是当处理过的钢材用于浸渍环境时)。选择及评估非金属磨料的标准，请见 SSPC－AB 1“ 矿石和矿渣磨料 ”。

A.3 表面粗糙度： 表面粗糙度是因磨料喷砂清理而造成的表面粗糙程度。粗糙度的深度(或高度)取决于磨料的尺寸、类型和硬度、磨料粒子的冲击速度和角度、表面的硬度、磨料的再循环量以及保持钢砂和/或钢丸合适的混和比率等因素。

粗糙度的允许最低/最高深度通常取决于所施工涂料的厚度。颗粒度大的磨料(特别是金属磨料)所产生的粗糙度可能太深，以至于单道薄膜涂层不能合适对其进行遮盖。建议在这种情况下应避免使用大颗粒磨料。但是，在除去厚涂层、重度氧化皮或锈蚀时，可能需要较大的磨料。如果认为控制粗糙度(最低/最高)对于涂料性能非常重要，则应在协议文件(项目配套)中提及这一点。

采用商业磨料所能取得的最高粗糙度深度，请见“ 表面处理述评(SSPC－SP COM) ”的表 8。表面粗糙度应按 NACE 标准 RP0287－“ 采用复制品胶带现场测试磨料喷砂清理钢材的表面粗糙度 ”或 ASTM (1) D 4417－“ 喷砂清理钢材的表面粗糙度现场测试方法 ”进行测试。

A.4 目测标准及比测器：目测标准及比测器与本标准的联合使用，仅在协议文件(项目配套)要求时才进行。但是，竭力推荐协议文件应要求使用目测标准或比测器。

(1) ASTM，1916 Race Street, Philadelphia, PA 19103-1187

SSPC－Vis 1－89 为各种等级钢材初始状况的表面处理提供彩色照片。NACE“用于采用沙磨料对新钢材进行空气喷砂清理的表面目测比较器”，由表明喷砂后各种状况的封装钢质试块所组成。NACE“用于涂装前焊接表面的目测比较器”是一种塑料焊接复制品，对 NACE 标准 RP0178[2] 作了补充。其它目测标准在 SSPC－SP COM 的第 7 节中予以叙述。

A.5 **表面缺陷：** 表面缺陷会引起在严酷环境中使用的涂料过早损坏。涂层会从锐边和凸出部分脱开，留下少量涂层或无涂层对底下的钢材进行保护。其它难于进行合适遮盖和保护的部分有：裂缝、焊接气孔、层压结构等。纠正表面缺陷的昂贵费用要求权衡磨园锐边、除去焊接飞溅物等与潜在的涂料损坏，哪一种做法更有利。

松散附着的污染物，例如：焊渣残余物、焊接飞溅物及一些细小的表层物质可在喷砂清理操作时除去。其它表面缺陷(钢质层压物、焊接气孔或腐蚀深坑)要在表面处理结束后方能显露。因此，合理安排这种表面的修补工作至关重要，因为修补工作可能要在喷砂前后或喷砂期间进行。SSPC－SP COM 的第 4 节和 NACE RP0178 标准中含有关于表面缺陷的其它资料。

A.6 **化学污染物：** 钢材在中高湿度下受可溶性盐类(例如：氯化物和硫酸盐)的污染会迅速产生回锈。由于大气污染的结果，这些可溶性盐类可能在喷砂清理前就已存在于钢材表面上。此外，如果磨料受到污染，污染物也会沉积在表面上。因此，从钢材表面上除去这些盐类(最好在喷砂清理前)及消除喷砂过程中和喷砂后的再污染源，可将回锈的可能性降至最低。污染物及其浓度可通过实验室和现场测试进行鉴定。SSPC、ASTM、National Shipbuilding Research Program[3]和 ISO[4] 已审查通过了多种可溶性盐的测试方法。

A.7 **回锈：** 新清理的钢材处于潮湿、污染或腐蚀环境中，即会出现回锈(再生锈)。所处环境不同，喷砂清理和回锈之间的间隔时间也大不相同。在温和环境条件下，如不存在化学污染(见第 A.6 节)，最好在同一天进行喷砂清理和涂装施工。如果环境条件严酷，则需要更得当的涂装施工，以防污染物沉降。化学污染物应在涂装施工前除去(见第 A.6 节)。

A.8 **露点：** 表面温度低于周围空气的露点时，潮气发生冷凝。因此，建议在干喷砂清理操作期间，钢材表面的温度应至少在露点以上 3°C(5°F)。在喷砂清理操作期间，最好目测检查潮气情况、经常检查表面温度和露点并避免在潮湿表面上施工涂料。

A9. **湿磨料喷砂清理：**进行湿磨料喷砂清理的钢材会迅速生锈。应采用清水进行冲洗(研究表明最好采用电阻为 15,000 欧姆－厘米以上的水)。为了暂时防止生锈，需在水中加入缓蚀剂或在喷砂处理后立即将缓蚀剂施工在表面上。然后在可见锈出现前，施工涂料。注意：一些缓蚀处理会影响某些涂料体系的性能。

A.10 **涂膜厚度：**磨料喷砂清理后，施工足够的涂料对表面上的峰点进行合适遮盖，这一点至关重要。表面峰点上的干膜厚度应等于为进行合适保护所需的已知厚度。如果峰点上的干膜厚度不合适，则会出现过早的锈穿透或涂料损坏现象。为了保证正确测定涂层厚度，请查阅 SSPC－PA2－“采用磁性测厚仪测定干膜厚度”。

A.11 **维修及保养涂装：**本标准用于维修涂装时，应对待喷砂清理表面的范围或局部喷砂清理至某一清洁度标准等作专门说明。SSPC－PA 指标 4－“采用油性或醇酸涂料体系进行维修涂装的指标”对于保留牢固旧涂层、除去不牢固旧涂层、砂薄破损待维修的涂膜边缘和局部清理等问题进行了说明。

(2) NACE Standard RP0178(latest revision)－“ Fabrication Details, Surface Finish Requirements, and Proper Design Considerations for Tanks and Vessels to be Lined for Immersion Service”(Houston, TX: NACE International).

(3) National Shipbuilding Research Program, c/o Naval Surface Weapons Center, Carderock Division,(C1253),Bethesda,MD 20084-5000.

(4) International Organization Standardardization,1 rue de Varembe, Case Postale 56, CH-1121, Geneva20, Switzerland

表面处理联合标准

NACE 3#/SSPC－SP6

商业级喷砂清理

NACE 国际(NACE)/钢结构涂装委员会(SSPC)联合标准代表了审核过本文件及其范围和规定的成员们的一致意见。本标准的目的旨在辅助生产商、用户和广大公众。接受本标准在任何方面不妨碍任何人(无论他是否已采用标准)生产、销售、采购或使用本标准未提及的产品、过程或程序。NACE/SSPC 联合标准不解释通过暗示或别的方法授予任何权利进行生产、销售或使用与许可证专利有关的方法、设备或产品，也不解释保障或保护任何人对侵犯许可证专利进行抗辩的职责。本标准代表了现行技术，但决不可理解为限制使用更好的程序及材料。本标准并不旨在适用于与题目有关的所有情况。无法预见的情况会使本标准在特殊场合下的使用无效。NACE 和 SSPC 对于其它方对本标准的解释及使用不承担任何责任，仅对 NACE 或 SSPC 按照其控制的程序和规定发布的正式阐述承担责任，该程序和规定禁止个别志愿者发布有关阐述。

NACE/SSPC 标准的用户负责审核合适的安全、卫生、环境方面保护的法定文件，并在使用前确定其与本标准有关的适用性。NACE/SSPC 标准未必能提及与涂料、设备和/或操作细节或本标准内提到的其它事项有关的所有可能存在的安全、卫生或环保问题。NACE/SSPC 标准的用户同时还应负责建立合适的安全、卫生和环境保护方面的制度，如需要，应在使用本标准前，向合适的法律制定机构进行咨询，以符合现行适用的法定要求。

注意事项：NACE/SSPC 标准的周期性审核，修改或撤回工作不预先通知而随时进行。用户应注意获取最新版本。NACE 和 SSPC 要求重申、修订或撤回本标准的工作应在初版发行日的五年以内进行。

钢结构涂装委员会© 1994

于 1994 年 10 月核准

Steel Structures Painting Council
4516 Henry St., Suite 301
Pittsburgh, PA 15213-3728
+1 412/687-1113

NACE International
P.O. Box 218340
Houston, TX 77218-8340
+1 281/228-6200

由 NACE 国际印制

序言

本联合标准涉及的内容为：在施工保护涂料或衬里漆系前，采用磨料喷砂清理钢材表面，达到规定的表面清洁度。本标准旨在供配套工程师、施工人员、检查人员或其他负责确定表面清洁度标准的人员使用。

本标准注重于商业级喷砂清理。出白级喷砂清理、近于出白级喷砂清理和刷除锈级喷砂清理在其它标准单行本中予以叙述。

本标准由“NACE/SSPC 采用磨料喷砂清理进行表面处理联合工作组 A”编制。该工作组由“SSPC 表面处理委员会”和“NACE 表面处理委员会 T-6G”的成员组成。

NACE国际
NACE 3＃/SSPC－SP 6

表面处理联合标准

NACE 3＃/SSPC－SP6

商业级喷砂清理

目录

1. **综述**……1
2. **定义**……1
3. **参照文件**……1
4. **喷砂清理前的程序**……2
5. **喷砂清理方法及操作**……2
6. **喷砂清理磨料**……2
7. **喷砂清理后，施工涂料及衬里前的程序**……3
8. **检查**……3
9. **安全及环境保护要求**……3
10. **述评**……4

附录 A－**注释**……4

第 1 节：综述

1.1 本标准的内容为：采用磨料对钢材表面进行商业级喷砂清理的要求。

1.2 下列第 1－9 节叙述了强制性要求：

第1节 综述
第2节 定义
第3节 参照文件
第4节 喷砂清理前的程序
第5节 喷砂清理方法及操作
第6节 喷砂清理磨料
第7节 喷砂清理后，施工涂料及衬里前的程序
第8节 检查
第9节 安全及环境保护要求

1.3 第 10 节，“述评”和附录 A“注释”不是本标准的强制性要求

第 2 节：定义

2.1 不采用放大设备进行观察时，商业级表面必须无任何可见油、油脂、灰尘、脏物、氧化皮、锈、涂料、氧化物、腐蚀产品及其它外来物质。第 2.2 节所述的污染物除外。

2.2 每单位面积的不规则污染物必须按第 2.6 节的规定限制在 33%以下，可由因锈迹、氧化皮污物或原先施工的涂料的沾污所造成的淡色斑、细条纹或轻微变色组成。

2.3 如 2.1 节所规定，不影响表面清洁度的外观上的可接受差异包括：由钢材类型、表面初始状况、钢材厚度、焊接金属、氧化皮或摩擦痕迹、热处理、热影响区域、喷砂磨料及喷砂图形所造成的差异。

2.4 指定涂料时，表面粗糙程度必须适合所指定的涂料体系。

2.5 施工涂料前，表面必须符合此处所规定的清洁度。

2.6 测定污染物的面积必须约为 6400 毫米^2 (9 英寸^2)(即：80 毫米×80 毫米[3 英寸×3 英寸]的方块)。

2.7 目测标准或比测器可具体指定补充书面定义。如有争议，书面标准优先于目测标准和比测器。目测标准和比测器见附录 A 的第 A.4 节。

第 3 节：参照文件

3.1 本标准参照下列钢结构涂装委员会(SSPC)文件：

SSPC－AB 1 矿石及矿渣磨料
SSPC－SP 1 溶剂清理
SSPC－PA 指标 3 涂装施工安全指标

3.2 对于在投标日有效的参照文件的最新版本、修订或更改必须进行控制，除非另有规定。如果引用的参照文件与本标准相抵触，以本标准为准，除非在协议文件(项目配套)中另有规定。

第 4 节：喷砂清理前的程序

4.1 喷砂清理前，油或油脂等沉积物必须按 SSPC－SP1 或其它商定的方法除去。
4.2 喷砂清理前，诸如：毛边、锐边、焊接飞溅物或烧结渣等表面缺陷必须除去，达到协议文件(项目配套)所要求的程度。关于表面缺陷的其它资料，请见附录 A 的 A.5 节。
4.3 如果目测标准或比测器指定了补充书面标准，必须在喷砂开始前，确定喷砂清理前的钢材表面状况。

第 5 节：喷砂清理方法及操作

5.1 喷嘴喷砂法必须采用清洁、干燥的压缩空气。为了达到这一要求，必须使用潮气分离器、油水分离器、凝汽阀或其它设备。
5.2 为达到商业级喷砂清理表面，可采用下列方法之一进行表面处理：
5.2.1 采用压缩空气、喷砂喷嘴和磨料进行干磨料喷砂。
5.2.2 采用密闭磨料循环体系、压缩空气、喷砂喷嘴和磨料进行干磨料喷砂，有无用于吸尘或磨料回收的真空系统均可。
5.2.3 采用带有离心转盘和磨料的密闭磨料循环体系进行干磨料喷砂。
5.3 经过负责进行工作方和制定要求方的相互约定，其它表面处理方法(例如：湿磨料喷砂)也可用于达到近于出白金属级喷砂清理表面。关于采用缓蚀剂防止湿喷砂清理后生成锈的资料，请见附录 A 的第 A.9 节。

第 6 节：喷砂清理磨料

6.1 磨料尺寸及类型必须根据待清理钢材的类型、等级和表面状况进行选择，还必须考虑所用喷砂清理系统的类型、待产生的表面清洁度和粗糙度以及磨料是否循环使用等因素。
6.2 必须保持循环磨料的清洁度和尺寸，以保证符合本标准。
6.3 采用 SSPC－AB 1 中的测试方法进行测定时，喷砂清理磨料必须干燥且无油、油脂及其它污染物。注意：虽然 SSPC－AB 1 只提及矿石和矿渣，但该测试方法适用于大多数磨料。
6.4 对于规定磨料的使用、污染物的数量或嵌入程度方面的任何限制都必须包括在协议文件(项目配套)中，因为某些项目不能接受磨料的嵌入及含有污染物的磨料。关于磨料选择的其它资料，请见附录 A 的第 A.2 节。

第 7 节：喷砂清理后，施工涂料前的程序

7.1 油、油脂或其它污染物的可见沉积物，必须按照 SSPC－SP 1 或采用由负责进行工作方和制定要求方商定的其它方法除去。

7.2 灰尘和残留物必须采用清洁、干燥的空气进行真空处理，从已处理过的表面上刷除或吹除或采用由负责进行工作方和制定要求方商定的其它方法除去。为了获得清洁、干燥的空气，必须使用潮气分离器、油水分离器、凝气阀或其它设备。

7.3 喷砂清理后遗留的缺陷(例如：毛边、锐边、焊接飞溅物、烧结渣、疤痕、裂口等)必须除去，达到协议文件(项目配套)要求的程度。任何因除去表面缺陷所造成的表面粗糙度的损坏都必须进行纠正，以符合第 2.4 节的要求。

7.4 喷砂清理后，钢材表面上生成的任何可见锈蚀，都必须采用对锈蚀区域再行喷砂的方法除去，以符合本标准关于涂装前的要求。关于回锈(再生锈)和表面冷凝的资料，请见附录 A 第 A.6、A.7 和 A.8 节。

第 8 节：检查

8.1 按本标准所提供的材料和所进行的工作须经负责制定要求方的代表进行检查。存放材料和进行工作的区域必须让检查人员易于进入。检查的程序和时间必须由负责进行工作方和制定要求方共同商定。

8.2 不符合本标准的条件必须予以纠正。如有争议，仲裁或解决程序必须按协议文件(项目配套)的规定进行。如果规定无解决程序，则采用供需双方互相商定的程序。

8.3 协议文件(项目配套)应规定检查职责及保证遵守本标准的书面誓词。

第 9 节：安全及环境保护要求

9.1 由于磨料喷砂清理是一项具有危险性的操作，因此所有工作都必须按照适用的保险公司、当地政府、州政府和联邦政府关于职业和环境卫生及安全方面的法律和法规进行。SSPC－PA 指标 3－“涂装施工的安全指标”叙述了关于涂装工作的安全问题。

第 10 节：述评

10.1 本标准的其它相关资料和数据，请见附录 A。详细资料和数据由单行本“ SSPC－SP COM 表面处理述评 ”专门进行介绍。附录及 SSPC－SP COM 中推荐的做法是一种良好的工作实践，但并不是本标准的要求。SSPC－SP COM 一节所讨论的与出白金属级喷砂清理有关的问题如下：

题目	述评节数	题目	述评节数
磨料的选择	5	回锈(再生锈)	8
清洁度	11.6	表面粗糙度	6
涂膜厚度	10	目测标准及比测器	7
湿磨料喷砂清理	9	焊接飞溅物	4.1
维修涂装	3.2		

附录 A－注释

A.1 作用： 商业级喷砂清理(NACE 3#/SSPC－SP 6)提供比刷除锈级喷砂清理(NACE 4#/SSPC－SP7)高、但比近于出白级喷砂清理低的表面清洁度。商业级喷砂清理应在要求高级、但不是最高级喷砂清理时使用。涂装前喷砂清理的主要作用是：(1)除去会造成涂料体系早期损坏的表面污染物(2)获得合适的表面粗糙度。喷砂标准的等级如下：出白金属级喷砂清理、近于出白金属级喷砂清理、商业级喷砂清理和刷除锈级喷砂清理。

A.2 磨料的选择： 金属磨料和非金属磨料的类型在表面处理述评(SSPC－SP COM)中予以讨论。进行喷砂处理时喷砂磨料会嵌入或在钢材表面上留下残余物，意识到这一点是很重要的。通常这种嵌入物或残余物并非有害，应注意的是要保证磨料不含水溶性、溶剂溶性、酸溶性或其它可溶性污染物(特别是当处理过的钢材用于浸渍环境时)。选择及评估非金属磨料的标准，请见 SSPC－AB 1“ 矿石和矿渣磨料 ”。

A.3 表面粗糙度： 表面粗糙度是因磨料喷砂清理而造成的表面粗糙程度。粗糙度的深度(或高度)取决于磨料的尺寸、类型和硬度、磨料粒子的冲击速度和角度、表面的硬度、磨料的再循环量以及保持钢砂和/或钢丸合适的混和比率等因素。

粗糙度的允许最低/最高深度通常取决于所施工涂料的厚度。颗粒度大的磨料(特别是金属磨料)所产生的粗糙度可能太深，以至于单道薄膜涂层不能合适对其进行遮盖。建议在这种情况下应避免使用大颗粒磨料。但是，在除去厚涂层、重度氧化皮或锈蚀时，可能需要较大的磨料。如果认为控制粗糙度(最低/最高)对于涂料性能非常重要，则应在协议文件(项目配套)中提及这一点。

采用商业磨料所能取得的最高粗糙度深度，请见“ 表面处理述评(SSPC－SP COM) ”的表 8。表面粗糙度应按 NACE 标准 RP0287－“ 采用复制品胶带现场测试磨料喷砂清理钢材的表面粗糙度 ”或 ASTM(1) D 4417－“ 喷砂清理钢材的表面粗糙度现场测试方法 ”进行测试。

A.4 目测标准及比测器：目测标准及比测器与本标准的联合使用，仅在协议文件(项目配套)要求时才进行。但是，竭力推荐协议文件应要求使用目测标准或比测器。

(1) ASTM，1916 Race Street, Philadelphia, PA 19103-1187

SSPC－Vis 1－89 为各种等级钢材初始状况的表面处理提供彩色照片。NACE“用于采用沙磨料对新钢材进行空气喷砂清理的表面目测比较器”，由表明喷砂后各种状况的封装钢质试块所组成。NACE“用于涂装前焊接表面的目测比较器”是一种塑料焊接复制品，对 NACE 标准 RP0178[2] 作了补充。其它目测标准在 SSPC－SP COM 的第 7 中予以叙述。

A.5 **表面缺陷：** 表面缺陷会引起在严酷环境中使用的涂料过早损坏。涂层会从锐边和凸出部分脱开，留下少量涂层或无涂层对底下的钢材进行保护。其它难于进行合适遮盖和保护的部分有：裂缝、焊接气孔、层压结构等。纠正表面缺陷的昂贵费用要求权衡磨园锐边、除去焊接飞溅物等与潜在的涂料损坏，哪一种做法更有利。

松散附着的污染物，例如：焊渣残余物、焊接飞溅物及一些细小的表层物质可在喷砂清理操作时除去。其它表面缺陷(钢质层压物、焊接气孔或腐蚀深坑)要在表面处理结束后方能显露。因此，合理安排这种表面的修补工作至关重要，因为修补工作可能要在喷砂前后或喷砂期间进行。SSPC－SP COM 的第 4 节和 NACE RP0178 标准中含有关于表面缺陷的其它资料。

A.6 **化学污染物：** 钢材在中高湿度下受可溶性盐类(例如：氯化物和硫酸盐)的污染会迅速产生回锈。由于大气污染的结果，这些可溶性盐类可能在喷砂清理前就已存在于钢材表面上。此外，如果磨料受到污染，污染物也会沉积在表面上。因此，从钢材表面上除去这些盐类(最好在喷砂清理前)及消除喷砂过程中和喷砂后的再污染源，可将回锈的可能性降至最低。污染物及其浓度可通过实验室和现场测试进行鉴定。SSPC、ASTM、National Shipbuilding Research Program[3]和 ISO[4] 已审查通过了多种可溶性盐的测试方法。

A.7 **回锈：** 新清理的钢材处于潮湿、污染或腐蚀环境中，即会出现回锈(再生锈)。所处环境不同，喷砂清理和回锈之间的间隔时间也大不相同。在温和环境条件下，如不存在化学污染(见第 A.6 节)，最好在同一天进行喷砂清理和涂装施工。如果环境条件严酷，则需要更得当的涂装施工，以防污染物沉降。化学污染物应在涂装施工前除去(见第 A.6 节)。

A.8 **露点：** 表面温度低于周围空气的露点时，潮气发生冷凝。因此，建议在干喷砂清理操作期间，钢材表面的温度应至少在露点以上 3°C(5°F)。在喷砂清理操作期间，最好目测检查潮气情况、经常检查表面温度和露点并避免在潮湿表面上施工涂料。

A9. **湿磨料喷砂清理：**进行湿磨料喷砂清理的钢材会迅速生锈。应采用清水进行冲洗(研究表明最好采用电阻为 15,000 欧姆－厘米以上的水)。为了暂时防止生锈，需在水中加入缓蚀剂或在喷砂处理后立即将缓蚀剂施工在表面上。然后在可见锈出现前，施工涂料。注意：一些缓蚀处理会影响某些涂料体系的性能。

A.10 **涂膜厚度：**磨料喷砂清理后，施工足够的涂料对表面上的峰点进行合适遮盖，这一点至关重要。表面峰点上的干膜厚度应等于为进行合适保护所需的已知厚度。如果峰点上的干膜厚度不合适，则会出现过早的锈穿透或涂料损坏现象。为了保证正确测定涂层厚度，请查阅 SSPC－PA2－“采用磁性测厚仪测定干膜厚度”。

A.11 **维修及保养涂装：**本标准用于维修涂装时，应对待喷砂清理表面的范围或局部喷砂清理至某一清洁度标准等作专门说明。SSPC－PA 指标 4－“采用油性或醇酸涂料体系进行维修涂装的指标”对于保留牢固旧涂层、除去不牢固旧涂层、砂薄破损待维修的涂膜边缘和局部清理等问题进行了说明。

(2) NACE Standard RP0178(latest revision)－“Fabrication Details, Surface Finish Requirements, and Proper Design Considerations for Tanks and Vessels to be Lined for Immersion Service”(Houston, TX: NACE International).

(3) National Shipbuilding Research Program, c/o Naval Surface Weapons Center, Carderock Division,(C1253),Bethesda,MD 20084-5000.

(4) International Organization Standardardization,1 rue de Varembe, Case Postale 56, CH-1121, Geneva20, Switzerland

表面处理联合标准

NACE 4#/SSPC－SP 7

刷除锈级喷砂清理

NACE 国际(NACE)/钢结构涂装委员会(SSPC)联合标准代表了审核过本文件及其范围和规定的成员们的一致意见。本标准的目的旨在辅助生产商、用户和广大公众。接受本标准在任何方面不妨碍任何人(无论他是否已采用标准)生产、销售、采购或使用本标准未提及的产品、过程或程序。NACE/SSPC 联合标准不解释通过暗示或别的方法授予任何权利进行生产、销售或使用与许可证专利有关的方法、设备或产品，也不解释保障或保护任何人对侵犯许可证专利进行抗辩的职责。本标准代表了现行技术，但决不可理解为限制使用更好的程序及材料。本标准并不旨在适用于与题目有关的所有情况。无法预见的情况会使本标准在特殊场合下的使用无效。NACE 和 SSPC 对于其它方对本标准的解释及使用不承担任何责任，仅对 NACE 或 SSPC 按照其控制的程序和规定发布的正式阐述承担责任，该程序和规定禁止个别志愿者发布有关阐述。

NACE/SSPC 标准的用户负责审核合适的安全、卫生、环境方面保护的法定文件，并在使用前确定其与本标准有关的适用性。NACE/SSPC 标准未必能提及与涂料、设备和/或操作细节或本标准内提到的其它事项有关的所有可能存在的安全、卫生或环保问题。NACE/SSPC 标准的用户同时还应负责建立合适的安全、卫生和环境保护方面的制度，如需要，应在使用本标准前，向合适的法律制定机构进行咨询，以符合现行适用的法定要求。

注意事项：NACE/SSPC 标准的周期性审核，修改或撤回工作不预先通知而随时进行。用户应注意获取最新版本。NACE 和 SSPC 要求重申、修订或撤回本标准的工作应在初版发行日的五年以内进行。

钢结构涂装委员会© 1994

于 1994 年 10 月核准

Steel Structures Painting Council
4516 Henry St., Suite 301
Pittsburgh, PA 15213-3728
+1 412/687-1113

NACE International
P.O. Box 218340
Houston, TX 77218-8340
+1 281/228-6200

由 NACE 国际印制

序言

本联合标准涉及的内容为：在施工保护涂料或衬里漆系前，采用磨料喷砂清理钢材表面，达到规定的表面清洁度。本标准旨在供配套工程师、施工人员、检查人员或其他负责确定表面清洁度标准的人员使用。

本标准注重于商业级喷砂清理。出白级喷砂清理、近于出白级喷砂清理和刷除锈级喷砂清理在其它标准单行本中予以叙述。

本标准由“NACE/SSPC 采用磨料喷砂清理进行表面处理联合工作组 A”编制。该工作组由“SSPC 表面处理委员会”和“NACE 表面处理委员会 T-6G”的成员组成。

NACE国际
NACE 4＃/SSPC－SP 7

表面处理联合标准

NACE 4#/SSPC－SP7

刷除锈级喷砂清理

目录

1. **综述**……1
2. **定义**……1
3. **参照文件**……1
4. **喷砂清理前的程序**……2
5. **喷砂清理方法及操作**……2
6. **喷砂清理磨料**……2
7. **喷砂清理后，施工涂料及衬里前的程序**……3
8. **检查**……3
9. **安全及环境保护要求**……3
10. **述评**……4

附录 A－**注释**……4

第 1 节：综述

1.1 本标准的内容为：采用磨料对钢材表面进行刷除锈级喷砂清理的要求。

1.2 下列第 1－9 节叙述了强制性要求：

第1节 综述
第2节 定义
第3节 参照文件
第4节 喷砂清理前的程序
第5节 喷砂清理方法及操作
第6节 喷砂清理磨料
第7节 喷砂清理后，施工涂料及衬里前的程序
第8节 检查
第9节 安全及环境保护要求

1.3 第 10 节，“述评”和附录 A“注释”不是本标准的强制性要求

第 2 节：定义

2.1 不采用放大设备进行观察时，刷除锈级表面必须无任何可见油、油脂、灰尘、脏物、松散的氧化皮、锈和涂料。牢固附着的氧化皮、锈和涂料可保留在表面上。如果氧化皮、锈和涂料不能用钝刮刀除去，则可被认为是牢固附着。

2.2 整个表面必须进行磨料喷砂。保留的氧化皮、锈或涂料必须牢固附着。

2.3 指定涂料时，表面粗糙程度必须适合所指定的涂料体系。

2.4 施工涂料前，表面必须符合此处所规定的清洁度。

2.5 目测标准或比测器可具体指定补充书面定义。如有争议，书面标准优先于目测标准和比测器。目测标准和比测器见附录 A 的第 A.4 节。

第 3 节：参照文件

3.1 本标准参照下列钢结构涂装委员会(SSPC)文件：

SSPC－AB 1 矿石及矿渣磨料
SSPC－SP 1 溶剂清理
SSPC－PA 指标 3 涂装施工安全指标

3.2 对于在投标日有效的参照文件的最新版本、修订或更改必须进行控制，除非另有规定。如果引用的参照文件与本标准相抵触，以本标准为准，除非在协议文件(项目配套)中另有规定。

第 4 节：喷砂清理前的程序

4.1 喷砂清理前，油或油脂等沉积物必须按 SSPC－SP1 或其它商定的方法除去。

4.2 喷砂清理前，诸如：毛边、锐边、焊接飞溅物或烧结渣等表面缺陷必须除去，达到协

议文件(项目配套)所要求的程度。关于表面缺陷的其它资料，请见附录 A 的 A.5 节。
4.3 如果目测标准或比测器指定了补充书面标准，必须在喷砂开始前，确定喷砂清理前的钢材表面状况。

第 5 节：喷砂清理方法及操作

5.1 喷嘴喷砂法必须采用清洁、干燥的压缩空气。为了达到这一要求，必须使用潮气分离器、油水分离器、凝汽阀或其它设备。
5.2 为达到商业级喷砂清理表面，可采用下列方法之一进行表面处理：
5.2.1 采用压缩空气、喷砂喷嘴和磨料进行干磨料喷砂。
5.2.2 采用密闭磨料循环体系、压缩空气、喷砂喷嘴和磨料进行干磨料喷砂，有无用于吸尘或磨料回收的真空系统均可。
5.2.3 采用带有离心转盘和磨料的密闭磨料循环体系进行干磨料喷砂。
5.3 经过负责进行工作方和制定要求方的相互约定，其它表面处理方法(例如：湿磨料喷砂)也可用于达到近于出白金属级喷砂清理表面。关于采用缓蚀剂防止湿喷砂清理后生成锈的资料，请见附录 A 的第 A.9 节。

第 6 节：喷砂清理磨料

6.1 磨料尺寸及类型必须根据待清理钢材的类型、等级和表面状况进行选择，还必须考虑所用喷砂清理系统的类型、待产生的表面清洁度和粗糙度以及磨料是否循环使用等因素。
6.2 必须保持循环磨料的清洁度和尺寸，以保证符合本标准。
6.3 采用 SSPC－AB 1 中的测试方法进行测定时，喷砂清理磨料必须干燥且无油、油脂及其它污染物。注意：虽然 SSPC－AB 1 只提及矿石和矿渣，但该测试方法适用于大多数磨料。
6.4 对于规定磨料的使用、污染物的数量或嵌入程度方面的任何限制都必须包括在协议文件(项目配套)中，因为某些项目不能接受磨料的嵌入及含有污染物的磨料。关于磨料选择的其它资料，请见附录 A 的第 A.2 节。

第 7 节：喷砂清理后，施工涂料前的程序

7.1 油、油脂或其它污染物的可见沉积物，必须按照 SSPC－SP 1 或采用由负责进行工作方和制定要求方商定的其它方法除去。
7.2 灰尘和残留物必须采用清洁、干燥的空气进行真空处理，从已处理过的表面上刷除或吹除或采用由负责进行工作方和制定要求方商定的其它方法除去。为了获得清洁、干燥的空气，必须使用潮气分离器、油水分离器、凝气阀或其它设备。
7.3 喷砂清理后遗留的缺陷(例如：毛边、锐边、焊接飞溅物、烧结渣、疤痕、裂口等)必须除去，达到协议文件(项目配套)要求的程度。任何因除去表面缺陷所造成的表面粗糙度的损坏都必须进行纠正，以符合第 2.3 节的要求。

第 8 节：检查

8.1 按本标准所提供的材料和所进行的工作须经负责制定要求方的代表进行检查。存放材料和进行工作的区域必须让检查人员易于进入。检查的程序和时间必须由负责进行工作方和制定要求方共同商定。

8.2 不符合本标准的条件必须予以纠正。如有争议，仲裁或解决程序必须按协议文件(项目配套)的规定进行。如果规定无解决程序，则采用供需双方互相商定的程序。

8.3 协议文件(项目配套)应规定检查职责及保证遵守本标准的书面誓词。

第 9 节：安全及环境保护要求

9.1 由于磨料喷砂清理是一项具有危险性的操作，因此所有工作都必须按照适用的保险公司、当地政府、州政府和联邦政府关于职业和环境卫生及安全方面的法律和法规进行。SSPC－PA 指标 3－“涂装施工的安全指标”叙述了关于涂装工作的安全问题。

第 10 节：述评

10.1 本标准的其它相关资料和数据，请见附录 A。详细资料和数据由单行本“SSPC－SP COM 表面处理述评”专门进行介绍。附录及 SSPC－SP COM 中推荐的做法是一种良好的工作实践，但并不是本标准的要求。SSPC－SP COM 一节所讨论的与出白金属级喷砂清理有关的问题如下：

题目	述评节数	题目	述评节数
磨料的选择	5	回锈(再生锈)	8
清洁度	11.7	表面粗糙度	6
涂膜厚度	10	目测标准及比测器	7
湿磨料喷砂清理	9	焊接飞溅物	4.1
维修涂装	3.2		

附录 A－注释

A.1 作用：刷除锈级喷砂清理(NACE 4#/SSPC－SP 7)提供比商业级喷砂清理(NACE 3#/SSPC－SP6)低的表面清洁度。刷除锈级喷砂清理应在使用环境温和，足以允许牢固的氧化皮、涂料、锈和其它外来物质保留在表面上的情况下使用。涂装前喷砂清理的主要作用是：(1)除去会造成涂料体系早期损坏的表面污染物(2)获得合适的表面粗糙度。喷砂标准的等级如下：出白金属级喷砂清理、近于出白金属级喷砂清理、商业级喷砂清理和刷除锈级喷砂清理。

A.2 磨料的选择：金属磨料和非金属磨料的类型在表面处理述评(SSPC－SP COM)中予以讨论。进行喷砂处理时喷砂磨料会嵌入或在钢材表面上留下残余物，意识到这一点是很重要。

的。通常这种嵌入物或残余物并非有害，应注意的是要保证磨料不含水溶性、溶剂溶性、酸溶性或其它可溶性污染物(特别是当经处理的钢材将用于浸渍环境时)。选择及评估非金属磨料的标准，请见 SSPC－AB 1“矿石和矿渣磨料”。

A.3 **表面粗糙度：** 表面粗糙度是因磨料喷砂清理而造成的表面粗糙程度。粗糙度的深度(或高度)取决于磨料的尺寸、类型和硬度、磨料粒子的冲击速度和角度、表面的硬度、磨料的再循环量以及保持钢砂和/或钢丸合适的混和比率等因素。

粗糙度的允许最低/最高深度通常取决于所施工涂料的厚度。颗粒度大的磨料(特别是金属磨料)所产生的粗糙度可能太深，以至于单道薄膜涂层不能合适对其进行遮盖。建议在这种情况下应避免使用大颗粒磨料。但是，在除去厚涂层、重度氧化皮或锈蚀时，可能需要较大的磨料。如果认为控制粗糙度(最低/最高)对于涂料性能非常重要，则应在协议文件(项目配套)中提及这一点。

采用商业磨料所能取得的最高粗糙度深度，请见“表面处理述评(SSPC－SP COM)”的表 8。表面粗糙度应按 NACE 标准 RP0287－“采用复制品胶带现场测试磨料喷砂清理钢材的表面粗糙度”或 ASTM(1) D 4417－“喷砂清理钢材的表面粗糙度现场测试方法”进行测试。

A.4 **目测标准及比测器：**目测标准及比测器与本标准的联合使用，仅在协议文件(项目配套)要求时才进行。但是，竭力推荐协议文件应要求使用目测标准或比测器。

SSPC－Vis 1－89 为各种等级钢材初始状况的表面处理提供彩色照片。NACE“用于采用沙磨料对新钢材进行空气喷砂清理的表面目测比较器”，由表明喷砂后各种状况的封装钢质试块所组成。NACE“用于涂装前焊接表面的目测比较器”是一种塑料焊接复制品，对 NACE 标准 RP0178[2] 作了补充。其它目测标准在 SSPC－SP COM 的第 7 中予以叙述。

A.5 **表面缺陷：** 表面缺陷会引起在严酷环境中使用的涂料过早损坏。涂层会从锐边和凸出部分脱开，留下少量涂层或无涂层对底下的钢材进行保护。其它难于进行合适遮盖和保护的部分有：裂缝、焊接气孔、层压结构等。纠正表面缺陷的昂贵费用要求权衡磨园锐边、除去焊接飞溅物等与潜在的涂料损坏，哪一种做法更有利。

松散附着的污染物，例如：焊渣残余物、焊接飞溅物及一些细小的表层物质可在喷砂清理操作时除去。其它表面缺陷(钢质层压物、焊接气孔或腐蚀深坑)要在表面处理结束后方能显露。因此，合理安排这种表面的修补工作至关重要，因为修补工作可能要在喷砂前后或喷砂期间进行。SSPC－SP COM 的第 4 节和 NACE RP0178 标准中含有关于表面缺陷的其它资料。

A.6 **化学污染物：** 钢材在中高湿度下受可溶性盐类(例如：氯化物和硫酸盐)的污染会迅速产生回锈。由于大气污染的结果，这些可溶性盐类可能在喷砂清理前就已存在于钢材表面上。此外，如果磨料受到污染，污染物也会沉积在表面上。因此，从钢材表面上除去这些盐类(最好在喷砂清理前)及消除喷砂过程中和喷砂后的再污染源，可将回锈的可能性降至最低。污染物及其浓度可通过实验室和现场测试进行鉴定。SSPC、ASTM、National Shipbuilding Research Program[3]和 ISO[4] 已审查通过了多种可溶性盐的测试方法。

---

(1) ASTM,1916 Race Street, Philadelphia, PA 19103-1187

(2) NACE Standard RP0178(latest revision)－“Fabrication Details, Surface Finish Requirements, and Proper Design Considerations for Tanks and Vessels to be Lined for Immersion Service”(Houston, TX: NACE International).

(3) National Shipbuilding Research Program, c/o Naval Surface Weapons Center, Carderock Division,(C1253),Bethesda,MD 20084-5000.

(4) International Organization Standardardization,1 rue de Varembe, Case Postale 56, CH-1121, Geneva20, Switzerland

A.7 **回锈： 新清理的钢材处于潮湿、污染或腐蚀环境中，即会出现回锈(再生锈)。所处环境不同，喷砂清理和回锈之间的间隔时间也大不相同。在温和环境条件下，如不存在化学污染(见第** A.6 **节)，最好在同一天进行喷砂清理和涂装施工。如果环境条件严酷，则需要更得当的涂装施工，以防污染物沉降。化学污染物应在涂装施工前除去(见第** A.6 **节)。**

A.8 **露点： 表面温度低于周围空气的露点时，潮气发生冷凝。因此，建议在干喷砂清理操作期间，钢材表面的温度应至少在露点以上** 3°C(5°F)**。在喷砂清理操作期间，最好目测检查潮气情况、经常检查表面温度和露点并避免在潮湿表面上施工涂料。**

A9. **湿磨料喷砂清理：进行湿磨料喷砂清理的钢材会迅速生锈。应采用清水进行冲洗(研究表明最好采用电阻为** 15,000 **欧姆－厘米以上的水)。为了暂时防止生锈，需在水中加入缓蚀剂或在喷砂处理后立即将缓蚀剂施工在表面上。然后在可见锈出现前，施工涂料。注意：一些缓蚀处理会影响某些涂料体系的性能。**

A.10 **涂膜厚度：磨料喷砂清理后，施工足够的涂料对表面上的峰点进行合适遮盖，这一点至关重要。表面峰点上的干膜厚度应等于为进行合适保护所需的已知厚度。如果峰点上的干膜厚度不合适，则会出现过早的锈穿透或涂料损坏现象。为了保证正确测定涂层厚度，请查阅** SSPC－PA2－**“采用磁性测厚仪测定干膜厚度”。**

A.11 **维修及保养涂装：本标准用于维修涂装时，应对待喷砂清理表面的范围或局部喷砂清理至某一清洁度标准等作专门说明。**SSPC－PA **指标** 4－**“采用油性或醇酸涂料体系进行维修涂装的指标”对于保留牢固旧涂层、除去不牢固旧涂层、砂薄破损待维修的涂膜边缘和局部清理等问题进行了说明。**

表面处理联合标准

NACE 5＃/SSPC－SP 12

复涂前

采用高压和超高压水喷射

处理并清理钢材及其它硬质材料的表面

NACE 国际(NACE)/钢结构涂装委员会(SSPC)联合标准代表了审核过本文件及其范围和规定的成员们的一致意见。本标准的目的旨在辅助生产商、用户和广大公众。接受本标准在任何方面不妨碍任何人(无论他是否已采用标准)生产、销售、采购或使用本标准未提及的产品、过程或程序。NACE/SSPC 联合标准不解释通过暗示或别的方法授予任何权利进行生产、销售或使用与许可证专利有关的方法、设备或产品，也不解释保障或保护任何人对侵犯许可证专利进行抗辩的职责。本标准代表了现行技术，但决不可理解为限制使用更好的程序及材料。本标准并不旨在适用于与题目有关的所有情况。无法预见的情况会使本标准在特殊场合下的使用无效。NACE 和 SSPC 对于其它方对本标准的解释及使用不承担任何责任，仅对 NACE 或 SSPC 按照其控制的程序和规定发布的正式阐述承担责任，该程序和规定禁止个别志愿者发布有关阐述。

NACE/SSPC 标准的用户负责审核合适的安全、卫生、环境方面保护的法定文件，并在使用前确定其与本标准有关的适用性。NACE/SSPC 标准未必能提及与涂料、设备和/或操作细节或本标准内提到的其它事项有关的所有可能存在的安全、卫生或环保问题。NACE/SSPC 标准的用户同时还应负责建立合适的安全、卫生和环境保护方面的制度，如需要，应在使用本标准前，向合适的法律制定机构进行咨询，以符合现行适用的法定要求。

注意事项：NACE/SSPC 标准的周期性审核，修改或撤回工作不预先通知而随时进行。用户应注意获取最新版本。NACE 和 SSPC 要求重申、修订或撤回本标准的工作应在初版发行日的五年以内进行。

NACE 国际©1995

Steel Structures Painting Council
4024th St.
Pittsburgh, Pennsylvania 15222
+1 412/281-2331

NACE International
P.O. Box 218340
Houston, TX 77218-8340
+1 713/492-0535

序言

自从 NACE RP0172 标准－“涂装或复涂前，采用水喷砂处理钢材”公布以来，采用水喷射设备进行表面处理已被看作是一种切实可行的方法。在政府法规的干预下，涂料行业正在寻找有利于环境保护及用户的表面处理方法。采用高能量水流除去现有涂层并进行表面清理，对于工人的呼吸系统及工作区域的空气质量都优于干磨料喷砂。水喷射对于呼吸保护方面的要求没有其它表面处理方法那样严格。

磨料喷砂－最常用的表面处理技术之一，由于飞扬的磨料粒子及吹积的灰尘会损坏高速旋转的敏感设备和过滤器，造成附近机械设备、建筑物或环境的污染，所以有时并不可行或并不理想。磨料喷砂还可能将污染物留存在某些区域内。本标准叙述了称作“水喷射”的表面处理技术，为除去涂料体系(包括含铅涂料体系)提供了另一种方法。水喷射有效于除去(1)仅采用干磨料喷砂不能除去的有害水溶性表面污染物，特别是那些遭受严重腐蚀的金属底材，其点蚀坑底部的污染物；(2)表面上的油和油脂；(3)锈；(4)钢丸飞溅物；(5)现有涂层和衬里。采用水喷射不会造成局部区域的冷变形。由于水喷射不产生涂料工业所熟知的锚链状表面图形，所以本标准主要将其用于复涂或衬里再施工的工程，因为这些工程已具备了合适的表面粗糙度。

本标准介绍了与水喷射有关的清洁度、设备类型、操作方法以及安全因素。虽然本标准讨论的水喷射压力为 250 Mpa(1) (36,000 磅/英寸^2)以下，但随着技术和设备的发展，将可使用更高的压力。高压水喷射虽已广泛用于工业范畴，然而，正如本标准所述，特别适用的还是那些加工工业、发电厂及采用高性能涂料需要进行大量表面处理和/或表面去污的工业领域。

本标准由“NACE/SSPC 采用高压水喷射进行表面处理联合工作组 D”编制，并在 NACE“保护涂料及衬里委员会 T-6”的赞助下，由 NACE 国际和“钢结构涂装委员会”出版。本标准取代 NACE 标准 RP0172－“涂装或复涂前采用水喷砂处理钢材及其它硬质材料的表面”，叙述了用于高压水清理(包括水喷射)的现行技术和设备。

---

(1) 1Mpa＝10 巴

NACE国际
NACE 5＃/SSPC－SP 12

表面处理联合标准

NACE 5＃/SSPC－SP 12

复涂前

采用高压和超高压水喷射

处理并清理钢材及其它硬质材料的表面

目录

1. 综述……1
2. 定义……1
3. 表面清洁度状况……1
4. 安全……3
5. 注意事项……3
6. 文献目录……4

附录 A－生产率评注……5
附录 B－可溶性盐的提取及分析方法……5
附录 C－水喷射设备……6
附录 D－操作方法……7
附录 E－水喷射在不同压力比下的效率……7
附录 F－水喷射的原理……8
附录 G－生产率实例的历史记录……9

第 1 节：综述

1.1 本标准提供了使用高压和超高压水喷射达到各种表面清洁度的要求。本标准仅限用于不在水流中加入固体颗粒的范围。

1.2 关于水喷射设备、生产效率、操作方法及原理等资料，请见附录。附录 A、B、C、D、E、F 和 G 不提供要求，但向业主、用户或承包商提供了关于水喷射的其它有用资料。

第 2 节：定义

2.1 本标准提供了关于水喷射的基本定义。水喷射的其它有关定义，请见“手工操作高压水喷射设备的方法”。(2)

2.1.1 水喷射(wj):水喷射是指采用标准喷射水在高压或超高压下处理用于复涂的表面，所用压力为 70 Mpa (10,000 磅/英寸^2)以上。水喷射不产生现今表面处理工业认可的锚链状外观，而是暴露原有的磨料喷砂表面粗糙度。

2.1.2 标准喷射水：标准水喷射是指不会将其它污染物加于受清理表面的，对水喷射操作极其重要的高纯度及高质量的水，不含对所使用的水喷射设备的功能具有破坏性的沉淀或其它杂质。

2.1.3 低压水清理(LP WC)：LP WC 是指压力为 34 Mpa (5,000 磅/英寸^2)以下所进行的清理。

2.1.4 高压水清理(HP WC)：HP WC 是指压力为 34－70 Mpa (5,000－10,000 磅/英寸^2)时所进行的清理。

2.1.5 高压水喷射(HP WJ)：HP WJ 是指压力为 70－170 Mpa (10,000－25,000 磅/英寸^2)时所进行的清理。

2.1.6 超高压水喷射(UHP WJ)：UHP WJ 是指压力为 170 Mpa (25,000 磅/英寸^2)以上所进行的清理。

2.1.7 表面清洁度(SC)：表面清洁度是指采用水喷射除去氯化物、可溶性亚铁盐和硫酸盐污染物后底材表面的状况。

第 3 节：表面清洁度状况

3.1 表 1 列出了以可见污染物为基础的四种表面清洁度状况。表面在复涂前必须处理至这四种可见状况中的一种。作为表面处理的一部分，必须按照 SSPC－SP1(3)，采用超高压水喷射、采用带有洗涤剂的水流或采用合同所有各方商定的方法，除去油、油脂和外来物质的沉积物。注意：在叙述水喷射的作业能力和水喷射所取得的结果时，直接与现行的干磨料喷砂标准进行对比的做法是不正确和不合适的。

3.2 表 2 列出了以不可见污染物为基础的三种表面处理状况。除了第 3.1 段的要求外，在认为需要时，表面在复涂前必须处理至这三种不可见状况中的一种。

---

(2) U.S. Water Jet Technology Association, “Recommended Practice for the use of Manually Operated High-Pressure Water Jetting Equipment” (St. Louis, MO:U.S. Water Jet Technology Association,1987) .

(3) SSPC-SP1 (latest revision) , “Solvent Cleaning” (Pittsburgh, PA : SSPC) .

3.3 配套工程师必须使用可见表面处理状况之一(WJ-1－WJ-4)及不可见表面处理状况之一(SC-1 至 SC-3)，用以在必要时规定待除去的可见和不可见表面物质的程度。配套可这样叙述：“所有待复涂表面必须按 NACE/SSPC WJ-2/SC-1，采用 HP WJ 或 UHP WJ 方法进行清理(由承包商按其设备及配件的能力进行最终选择)”。配套工程师和承包商必须商定用于确定不可见污染物含量的测试方法。

3.4 配套工程师必须向涂料生产商咨询，以查明待选用涂料对经水喷射处理后的表面状况的接受程度。

表 1
可见表面处理的定义

状况代码	表面状况描述(不采用放大设备进行观察)
WJ-1	WJ-1 表面必须无任何原先存在的可见锈、涂料、氧化皮和外来物质，具有无光金属色泽。(A.B.C)
WJ-2	WJ-2 表面必须清理至无光，95%以上的表面区域无任何原先存在的可见残余物，其余 5%仅含有不规则散布的锈、涂料和外来物质的污渍。(A.B.C)
WJ-3	WJ-3 表面必须清理至无光，2/3 以上的表面无任何可见残余物(氧化皮除外)，其余 1/3 仅含有不规则散布的锈、涂料和外来物质的污渍。(A.C)
WJ-4	WJ-4 表面必须将所有松散的锈、松散的氧化皮和松散的涂层全部均匀除去。(C)

(A) 注意：采用 HP WJ 和 UHP WJ 处理的表面不呈现干磨料喷砂钢表面的色泽。如不采用缓蚀剂或不进行环境经保护，WJ 处理后的无光色泽会立刻转变成金黄色。在有漆或无漆的旧钢材表面上，尽管所有可见表面物质已全部除去，无光表面还是会发生变化。

(B) 采用 240Mpa(35,000 磅/平方英寸)以上的压力，UHP WJ 可除去氧化皮，但因除去氧化皮很费力，所以不具成本效益。

(C) 在许多情况下，承包商的经验是：处理样板区域，确定在除去原有涂层或平板衬里、锈垢、锈节、氧化皮或其它牢固附着在底材上的物质方面，HP WJ 或 UHP WJ 的指定成功水平。

表 2
不可见表面处理的定义(4)

状况代码	表面状况描述
SC-1	采用灵敏度近似于实验室设备的现场测试设备进行测试，SC-1 表面必须无任何可测出的污染物。就本标准而言，污染物是指水溶性氯化物、铁溶盐和硫酸盐。
SC-2	采用重演性好的可靠测试设备进行现场或实验室分析时，SC-2 表面的氯化物污染物必须少于 7 微克/厘米^2，可溶性亚铁粒子必须少于 10 微克/厘米^2，硫酸盐污染物必须少于 17 微克/厘米^2。
SC-3	采用重演性好的可靠测试设备进行现场或实验室分析，SC-3 表面的氯化物和硫酸盐污染物必须少于 50 微克/厘米^2

(4) 可溶性盐的提取及分析方法的其它资料，请见附录 B。

第 4 节：安全

4.1 在预备工作会议上，直接或间接参与水喷射、清洗和清理操作的人员必须获取最新版本的“手工操作高压水喷射设备的使用方法”,并仔细阅读和遵守所有安全措施及操作程序。

4.2 必须遵守安全程序，以防伤害操作人员及邻近工作区域的其他人员。

4.2.1 必须使用压力控制阀或其它合适的装置,保护操作人员及邻近工作现场的其他人员。当操作人员放松扳机时，系统必须立即中断高压或超高压水流。设计喷射泵时必须考虑自动安全装置。

4.2.2 出于安全考虑，必须雇用受过良好培训、有经验的人员，以便安全进行高压或超高压水喷射操作。

4.2.3 操作人员必须佩戴耳罩、面罩、手套并穿雨衣，进行水喷射时，必须有牢固的立足之处。使用吊式脚手架、高空作业坐板和类似的索具时，平台必须稳定。进行特殊施工时，必须时刻考虑安全装置，以防可能发生的事故。

4.2.4 操作水喷射设备时，必须有伴随人员，监控设备及安全状况。

4.3 因水清理或水喷射造成的伤害可能是致命的。每个操作人员都必须发给医疗提醒卡，并在进行医疗处理前交给医务人员。提醒卡上必须包括下列内容：

“该人曾操作压力高达 345Mpa (50,000 磅/英寸^2)和/或速度高达 870 米/秒(2,850 英尺/秒)的水喷射设备。因直接接触高压或超高压而受伤，遭至非同寻常的微嗜气菌的感染。这种菌可能类似于污水中的病原体。在进行处理前，主治医生必须立即与当地毒物控制中心联系，以便进行合适的治疗。”

第 5 节：注意事项

5.1 水喷射会损坏非金属表面。软木、绝缘材料、电器设备、和仪器必须进行保护，以免直接或间接受水流影响。

5.2 喷射设备所用的水必须清洁，不含会损坏泵的阀门或在受清理表面上留下沉积物的腐蚀性淤泥或其它污染物。例如：对于 240Mpa (35,000 磅/英寸^2)水喷射设备，应采用通过 5 微米(或更小)过滤器的饮用水。

5.3 施工涂料前，必须从表面上除去与水喷射设备一起使用的洗涤剂或其它类型的清洁剂。对于洗涤剂与水喷射设备的特殊密封圈及高合金金属的配套性，必须进行仔细调查，以确保 UHP WJ 设备不遭受损坏。如果采用缓蚀剂与标准喷射水一起使用，则必须向水喷射设备的生产商咨询，以保证缓蚀剂与设备的配套性。还必须向涂料生产商咨询，以保证缓蚀剂与涂料的配套性。

文献目录

Appleman, B.R. "Painting over Soluble Salts: A Perspective ."*Journal of Protective Coating and Linings* 4,6 (1987): pp. 68-82.

Calabrese, C, and J.R. Allen. "Surface Characterization of Atmospherically Corroded and Blast Cleaned Steel." *Corrosion* 34, 10 (1978): pp.331-338.

Cathcart, W.P. "Non-Visible Contaminants in Railcar Interiors: Their Significance and Removal." *Journal of Protective Coatings and Linings* 4,12(1987):pp.6,8-10.

Ferry, K.W. "Cleaning Lined Tank Cars and Unlined Tank Cars for Lining Application. "*Materials Performance* 30,5(1991): pp. 34-37.

FWA-RD-91-011."Effect of Surface Contaminants on Coating Life." McLean, VA:U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, November 1991. Also available as SSPC Publication 91-07, Pittsburgh, PA: SSPC, 1991.

Flores, S, J. Simancas, and M. Morcillo. "Method for Sampling and Analyzing Soluble Salts on Steel Surfaces: A Comparative Study." *Journal of Protective Coatings and Linings* 11,3 (1994): pp. 76-83.

Frenzel, L.M; M. Ginn, and G. Spires. "Application of high-Pressure Water Jetting in Corrosion Control. "in *Surface Preparation: The State of the Art.* Eds. B.R. Appleman and H.E. Hower. Pittsburgh, PA: SSPC, 1985.

Frenzel, L.M., and J. Nixon. " Surface Preparation Using High-Pressure Water Blasting. "CORROSION/89, paper no.397. Houston, TX: NACE International, 1989.

Frondistou - Yannas, S. "Effectiveness of Nonabrasive Cleaning Method for Steel Surface." *Materials Performance* 25,7 (1986): pp. 53-68.

Johnson, W.C. *ASTM Special Publication 841.* Philadelphia, PA: American Society for Testing and Materials, 1984.

McKelvie, A.N. "Can Coating Successfully Protect Steel, What Are the ingredients of Success?" *Materials Performance* 19,5 (1980): p. 13.

Mckelvie, A.N. "Steel Cleaning Standard- A Case for Their Reappraisal." *Journal of the Oil and Color Chemists' Association* 60 (1977): pp.227-237.

NACE Publication 6G186 (latest revision). "Surface Preparation of Contaminated Steel Surface" Houston, TX: NACE International.

NACE Standard TM0170. "Visual Standard for Surfaces of New Steel Air-blast Cleaned with Sand Abrasive." Houston, TX: NACE International, 1970. (Available from NACE International as a historical document only.)

Rex, J. "A Review of Recent Developments in Surface Preparation Methods." *Journal of protective Coatings and Linings* 7,10 (1990): pp.50-58.

Systems and Specifications: Vo lume 2 of Steel Structures Painting Manual. 7t ed. Pittsburgh, PA: SSPC,1995.

Trimber, K.A. "An Investigation into the Removal of Soluble Salts Using Power Tools and Steam Cleaning." In *Te Economics of Protective Coatings: Proceedings of the Steel Structures Painting Council Seventh Annual Symposium* . Pittsburgh, PA: SSPC,1998

Trimber, K.A. "Detection and Removal of Chemical Contaminants in Pulp and Paper Mills." *Journal of Protective Coatings and Linings* 5. 11 (1988): pp. 30-37.

Weldon, D.G., A. Bochan, and M. Schleiden. "The effect of Oil, Grease, and Salts on Coating Performance." *Journal of Protective Coatings and Linings* 4, 6 (1987): pp. 46-85.

附录 A－生产率评注

A1.1 水喷射的生产率受操作者技术和钢材表面状况的影响(5.6) 。不考虑表面状况，生产率通常在下列情况下得以提高：

(1) 有经验的操作者同时具有高压和超高压水喷射的经验，

(2) 采用机械化自动水喷射设备。

A1.1.1 氧化皮牢固附着的新金属表面需要技术水平最高的操作者专心操作，才能产生清洁的表面，旧的腐蚀表面或原先涂过漆的表面只需要技术水平一般的操作者专心操作，就能获得所期望的结果。这与磨料喷砂恰好相反，对于磨料喷砂，劣质表面才需要技术最高的操作者的专心操作。

A1.2 按一般规则，随着水喷射压力的增高，生产率提高而且污物也容易除去。

A1.3 作为整个生产率的一部分，还应考虑除去废弃物的时间。

A1.4 附录 G 提供了与生产率有关的历史记录。

附录 B－可溶性盐的提取及分析方法

B1.1 配套工程师和承包商必须商定用于测定不可见污染物含量的测试方法或步骤。第 3 节包含表面清洁度的其它资料。

B1.2 采用揩拭法提取可溶性盐

可采用下列方法从表面上提取可溶性盐：

(1) SSPC 揩拭法[1]

(2) ISO(7) 揩拭法[1]

(3) ISO/DIS 8502-2，第 5.1 节，“测试区域的清洗”[2]

(4) 如果需要，可采用任何控制清洗法。在清洗过程中，应戴清洁的塑料或橡皮手套，以防清洗水受到意外污染。

B1.3 采用表面电池法提取可溶性盐

(1) 水下电池法[1]

(2) 表面导电电池法[1]

(3) 非刚性提取电池法[1]

(4) 电池补救法[1]

B1.4 氯离子现场分析法

按 B1.2 或 B1.3 方法重新提取物可采用下列方法之一进行分析：

(1) 氯化物化学测试条[1]

(2) 氯化物化学滴定法[1]

(3) 离子检测管法[2]

(5) J.J. owlet ., R. Dupuy, ”Ultraigh-Pressure Water Jetting (UP WJ): A Useful Tool for Deposit Removal and Surface Preparation.” CORROSION/92, paper no.253(Houston, TX: NACE International,1992).

(6) L.M. Frenzel, R. DeAngelis,J. Bates, “ Evaluation of 20,000-psi Water Jetting for Surface Preparation of Steel Prior to Coating or Recoating”(1983). Reprints available from Butterworth Jetting, Houston, TX.. Also available in L.M. Frenzel, The Cleaner (Three Lakes,Wl: Cole Publising Inc., 1992)

(7) International Organization for Standardization (ISO), 1 rue de Varembe, Case Postale 56, G-1121 Geneve 20, Switzerland

下列实验室方法作为参考方法：

(1) 氯离子电极法[1]

B1.5 硫酸根离子现场分析法

按 B1.2 或 B1.3 方法重新提取物可采用下列方法之一进行分析：

(1) 浊度现场比较法[1]

(2) 浊度法[1]

(3) 现场比较法[1]

B1.6 可溶性铁盐现场分析法

按 B1.2 或 B1.3 方法重新提取物可采用下列方法之一进行分析：

(1) 亚铁化学测试条[1]

(2) 可溶性离子腐蚀产品现场测试法[2]

(3) 亚铁离子半定量测试法[3]

B1.7 参考文献

1. FHWA-RD-91-011,“Effect of Surface Contaminants on Coating Life”(McLean, VA: U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration ,1991). Also available as SSPC Publication 91-07 (Pittsburgh, PA: SSPC, 1991)

2. ISO/DIS 8502-5, “Preparation of Steel Substrates Before Application of Paint and Related Products-Test for Assessment of Surface Cleanliness-Part 5:Measurement of Chloride on Steel Surfaces Prepare for Painting (Ion Detection Tube Method)”(Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization,1993).

3. NACE Publication 6G186 (latest revision),“Surface Preparation of Contaminated Steel Surfaces”(Houston, TX: NACE International)

附录 C－水喷射设备

C1.1 商业出售的水喷射设备可安放在低平台上、拖车上或手推车上，并装有各种原动力(柴油马达、电马达等)，通常由泵、软管及各种工具组成。工具可用手持或安放在自动控制装置上(或移动机械装置上)。水通过单管喷射、扇形喷射或多管旋转喷射。由电动、空气驱动或液压小马达推动旋转、或由多孔喷嘴中略微倾斜的孔来达到旋转的目的。

C1.2 喷射设备采用爆裂强度为额定强度 2.5 倍的软管，在 240 Mpa (35,000 磅/英寸^2)或更高的压力下进行操作。

C1.3 喷射水以 4－53 公升/分钟 (1－14 加仑/分钟)的速度流动。

C1.4 水通过软管内径时的流动速度，造成了压力损耗。请向生产商咨询关于各种类型设备的压力损耗的情况。

C1.5 水通过各种形式的小孔或喷嘴进行喷射。压力越高，选择的形式越有限。在 240 Mpa (35,000 磅/英寸^2)的压力下，可产生圆形喷射。其它的例如扇形喷射也有售，但较少。喷嘴可设计成产生多道水喷射，这种喷射通常是旋转形的，除去污物的速率较高。一般情况下，圆形喷射的作用是“切割”，而扇形喷射的作用是“刮擦”或“推动”。为了产生所期望的水柱应采用可交替喷嘴，请向生产商咨询关于这方面的资料。

附录 D－操作方法

D1.1 虽然水喷射设备在 70－345 Mpa (10,000－50,000 磅/英尺^2)的压力下，使水通过软管和喷嘴，会产生集中水柱，但采用现行技术，进行表面清理最实用的压力为 70－240 Mpa (10,000－35,000 磅/英寸^2)。在某些情况下，可采用低水压。超高压、低水量的使用，可减少看管并减少操作者的疲劳。HP WJ 和 UHP WJ 所获得的结果未必相似。例如：表面的油和油脂，采用 HP WJ，在 70 Mpa (10,000 磅/英寸^2)的压力下，可能不能除去；但采用 UHP WJ，在 207 Mpa (30,000 磅/英寸^2)的压力下，即可除去。

D1.2 水喷射喷嘴一般应距清理表面 5－25 厘米 (2－10 英寸)；在某些情况下，0.6－1 米(2－3 英尺)的距离可获得所期望的清理结果。采用超高压水喷射，有时喷嘴仅距底材 6－13 毫米(0.25－0.5 英寸)。请向生产商咨询有关特殊建议。

D1.3 为了除去重度锈垢，水喷射喷嘴应距清理表面 5 厘米(12 英寸)。该距离提供巨大冲击力，使工作进展速度很快。超高压设备应距表面 6－13 毫米(0.25－0.5 英寸)。

D1.4 喷嘴角度和至表面的距离，应视待除去物质和所使用设备的类型(例如：HP WJ 或 UHP WJ)而定。

D1.4.1 为了除去脆性物质，例如：旧漆和锈垢，喷嘴应几乎垂直于表面。

D1.4.2 为了除去重度厚浆涂料，喷嘴应与表面成 45 度角，以从表面剥去厚浆涂层。

D1.5 如果规定要防止裸钢的氧化，可在喷嘴处或水供应处注入防锈剂。应向生产商咨询，以确定待施工涂料与所用防锈剂类型的配套性。

附录 E－水喷射在不同压力下的效率

E1.1 由于最近引入的 250 Mpa (36,000 磅/英寸^2)的压力，使现行公布的关于除去锈、油漆、氧化皮和其它污染物所需的水喷射压力显得不完整。但在 E1.1.1、E1.1.2 和 1.1.3(6) 段中公布了 1983 年的研究结果－“涂装或复涂前，采用 20,000 磅/英寸^2 的水喷射处理表面的评估”。进一步的研究正处在证实初步数据阶段。当能提供其它数据时，这些数据将插入本标准内最新数据的附录中。

E1.1.1 压力低于 70 Mpa (10,000 磅/英寸^2)时，将除去松散的锈、垃圾、降解的涂料和点蚀坑，但黑色氧化物(磁铁矿)仍然保留在表面上。不能达到均匀的无光表面。

E1.1.2 压力为 70 Mpa (10,000 磅/英寸^2)时，可获得均匀的无光表面，但如不加缓蚀剂或不进行环境控制，该表面很快即变成金黄色。黑色氧化物(磁铁矿)则慢慢除去，但对于实际工业应用来说确实不够快。

E1.1.3 压力为 140 Mpa (20,000 磅/英寸^2)时，可获得均匀的无光表面，但如不加缓蚀剂或不进行环境控制，该表面很快即变成金黄色。黑色氧化物(磁铁矿)、锈、弹性涂层、磁漆、氧化铁红和聚丙烯平板衬里皆可除去。化学污染物一般可不同程度地除去。

E1.1.4 压力为 235－250 Mpa (34,000－36,000 磅/英寸^2)时，可获得均匀的无光表面，但如不加缓蚀剂或不进行环境控制，该表面很快即变成金黄色。表面涂料，包括大多数氧化皮都从底材上除去。附着极牢固的氧化皮需化时间集中喷射。不可见学污染物(即：氯化物、硫酸盐等)与大多数放射性材料一起除去。在该压力下，长时间喷射会出现底材也被除去的现象。

E1.2 Howlett 和 Dupuy (5) 的测试结果清楚表明，UHP WJ 在除去氯化物的安全程度上优于干磨料喷砂。他们的工作包括：采用各种方法 (包括干磨料喷砂、加入或不加入缓蚀剂的超高压水喷射)进行表面处理后，测定氯化物、硫酸盐、磷酸盐和硝酸盐的含量。

附录 F－水喷射的原理

F1.1 *水喷射*是术语，在将能量用于除去现有涂料和为后道涂料施工进行表面处理时使用。为了知道水柱中有多少能量，下列无尺度的数学公式确定了功率、压力和流动速度之间的关系：

$$\text{功率} = \frac{\text{压力}(P) \times \text{流动速度}(Q)}{K} \qquad (1)$$

K 是一个常数，其值由所使用的计量单位决定(即：公制[兆帕、公升/分钟、千瓦]或英制[磅/英寸^2、加仑/分钟、马力])

例如：

$$\text{功率} = \frac{(P)(Q)}{60} \qquad (2)$$

其中 P 以兆帕(8) ，Q 以公升/分钟，功率以“ 水压 ”千瓦计。

$$\text{功率} = \frac{(P)(Q)}{1714} \qquad (3)$$

其中 P 以磅/英寸^2，Q 以加仑/分钟，功率以“ 水压 ”马力计。

F1.1.1 上述公式未经实际施工判断不得使用。例如：

240 兆帕(35,000 磅/英寸^2)×19 公升/分钟(5 加仑/分钟)÷60(1714)
＝76 千瓦(102 马力)

35 兆帕(5,000 磅/英寸)×132 公升/分钟(35 加仑/分钟)÷60(1714)
＝76 千瓦(102 马力)

以 240 兆帕(35,000 磅/英寸^2)、19 公升/分钟(5 加仑/分钟)的形式，投入 76 千瓦(102 马力)的能量进行工作，可成功除去坚韧的涂层，但这并不意味着 35 兆帕(5,000 磅/英寸^2)、132 公升/分钟(35 加仑/分钟)的形式可产生相同的结果。

F1.1.2 由操作者或可决定采用何种能量的水的使用者对施工进行判断：

(1) HP WC (水的流动速度是主要能量)；

(2) HP WJ (压力和流动速度起相同作用)

(3) UHP WJ (压力[即：水的速度]是主要能量)。

还必须测定涂层的临界压力(9)。一般说来，涂层越坚韧或越硬(即：抗小刀测试性较好)，临界压力越高；涂层越像胶状，临界压力越低。

(8) 如 P 以巴计，K＝600

(9) 临界压力定义为在待除去的涂层开始失去附着力时的水喷射压力。

F1.1.2.1 一旦达到或超过临界压力，生产速率大大提高。因此，水喷射生产速率受二种因素影响：

(1) 压力低于临界压力时，速率减小，

(2) 压力高于临界压力时，水喷射的切割作用将提高速率

F1.1.3 另一种观察水的能量的方法是测定其能量密度，或每单位面积的水压能量(每孔径面积的千瓦[马力]量)。对于 F1.1.1 段的例子，考虑下列因素：

UHP WJ：240 兆帕(35,000 磅/英寸^2)、19 公升/分钟(5 加仑/分钟)的情况下，要求孔径为 0.9 毫米(0.036 英寸)，即面积为 0.65 毫米^2(0.0010 英寸^2)。

76 千瓦/0.65 毫米^2＝117 千瓦/毫米^2

102 马力/0.0010 英寸^2＝102,000 马力/英寸^2

HP WC：35 兆帕(5,000 磅/英寸^2)、132 公升/分钟(35 加仑/分钟)的情况下，要求孔径为 3.8 毫米(0.15 英寸)，即面积为 11.6 毫米^2(0.018 英寸^2)。

76 千瓦/12 毫米^2＝6.55 千瓦/毫米^2

102 马力/0.018 英寸^2＝5,700 马力/英寸^2

比较 UHP WJ 与 HP WC 的能量密度，UHP WJ 喷射的能量密度是 HP WC 喷射的 18 倍。

当水通过喷孔时，喷孔将势能(压力)转换成动能(½mv^2)。能量随水的流量呈直线增加，但随水的流速的平方而增加。

$$动能＝1/2\ mv^2 \qquad (4)$$

在上述公升中，m＝质量，v＝速度。(速度由压力而来，质量由水量而来。)

附录 G－生产率实例的历史记录

注意：本附录所含实例的历史记录未经 NACE/SSPC 研究证实。

G1.1 在 1983 年从带有一些完整氧化皮的新钢材上除去重锈的实例中，干磨料喷砂的速度约为 140 兆帕(20,000 磅/英寸^2)水喷射的二倍之快。在旧钢材上无氧化皮或油漆，而重锈厚度为 6－10 毫米(0.25－0.38 英寸)的实例中，水喷射比干磨料喷砂快三至四倍。在盐水及化学污染物致锈的喷砂钢材的实例中，干磨料喷砂根本不能清除腐蚀电池。水喷砂不仅能在第二和第三实例中除去锈，还能清除腐蚀电池。(6)

G1.2 1983 年采用 140 兆帕(20,000 磅/英尺^2)的水喷射，清理涂有弹性聚氨酯涂层的运煤板时，生产率约为干磨料喷砂的六倍。水喷射还可除去移至金属壁上的含硫污染物。采用附着力测试仪测试时，聚氨酯在钢材上的附着力为 5 兆帕(700 磅/英尺^2)。这种钢材的表面粗糙度，最初经喷沙处理至 130 微米(5 密耳)，现在仍保持原样。除了表面谷底松散的涂料已除去之外，表面轮廓看上去像经过喷沙处理一样。采用 140 兆帕(20,000 磅/英尺^2)的水喷射，清理在盐雾箱中致锈的钢板(UNS (10)G10200)时，可观察到相同的现象。原先经喷沙处理的锚链状图案并未改变，从上面看，除了没有松散涂料存在外，就像喷沙处理的图案一样(6)。

G1.3 1983 年，除去烟道壁上 1,000 微米(40 密耳)厚的聚氨酯涂料时，140 兆帕(20,000 磅/英寸^2)水喷射的清理速率为 0.7 米^2/小时(7.5 英寸^2/小时)(6)。

(9) 临界压力定义为在待除去的涂层开始失去附着力时的水喷射压力。

G1.4 1983 年，除去防滑聚氨酯涂料时，140 兆帕(20,000 磅/英寸^2)水喷射的清理速率为 2.9 米^2/小时(31 英寸^2/小时)。(6)

G1.5 1983 年，除去厚锈及覆盖在点蚀驳船钢板上 50%的油漆，至近于出白标准时，140 兆帕(20,000 磅/英寸^2)水喷射的清理速率为 5.6 米^2/小时(60 英寸^2/小时)。(6)

G1.6 G-1 表提供了 1991 年 240 兆帕(35,000 磅/英寸^2)水喷射的清理速率。240 兆帕(35,000 磅/英寸^2)水喷射的清理速率，在达到相同清洁度的条件下，比 70 兆帕(10,000 磅/英寸^2)快二至三倍。

G1.7 G-2 表提供了 1994 年 207 兆帕(30,000 磅/英寸^2)水喷射的清理速率。

表 G-1(11)
240 兆帕(35,000 磅/英寸^2)、21 公升/分钟(5.6 加仑/分钟)时
UHP 水喷射清理速率

初始状况	清理速率 平方米/小时(英尺^2/小时)
烟道壁上 1,000 微米(40 密耳)厚的聚氨酯涂料	1.4－1.9 (15－20)
防滑聚氨酯涂料	2.8 (30)
驳船点蚀钢板上的厚锈，平面，50%覆盖油漆，水喷射至 WJ-2	5.6 (60)

表 G-2(12)
207 兆帕(30,000 磅/英寸^2)、10 公升/分钟(2.8 加仑/分钟)时
UHP 水喷射清理速率

初始状况	清理速率 米^2/小时(英尺^2/小时)
多层船壳涂料	7.0－9.5 (75－100)
防滑聚氨酯涂料	19 (200)

(10) Metal and Alloys in the Unified Numbering System (latest revision), a joint publication of the American Society for Testing and Materials (ASTM) and the Society of Automotive Engineers (SAE), 400 Commonwealth Dr., Warrendale, PA 15096

(11) 1991 年的数据。

(12) 1994 年的数据