

涂装讲坛

钢材表面处理检查

刘 新

(PPG工业防护及船舶涂料, 上海 200080)

摘 要: 防腐蚀涂料涂装的基础工作是表面处理, 包括结构缺陷修正、除油、打磨、喷射抛丸清理等多种方法。介绍了表面处理过程中质量检查的内容和方法, 以及相关的标准规范等。

关键词: 表面处理; 除锈; 粗糙度

中图分类号: TQ639.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9548(2008)05-0049-04

Inspection on the Surface Treatment of Steel

LIU Xin

Abstract: The foundation work before anticorrosive coatings are the surface treatments, which include the amendment of structure defects, degrease, sanding, blast cleaning and et al. The paper introduces the contents and procedures of the quality control during the surface treatment. It also gives the related specification thereof.

Key words: surface treatment, rust removal, roughness

1 钢材的表面处理

正确良好的钢材表面处理是防腐蚀涂料涂装的基础。表面处理包括: ①钢材(焊缝)表面缺陷的修正; ②钢材表面可见和不可见污染物、锈蚀和氧化皮等杂质的清除; ③获得一定的表面粗糙度以利于涂层的良好附着。

钢材表面处理的方法, 包括溶剂、水和洗涤剂的清理, 手工和动力工具打磨、高压水喷射、磨料喷射和抛丸清理等。本文的内容将引用不同的标准规范来介绍涂装规格书中的钢材表面处理要求。这些标准规范可能对读者来说不是太熟悉, 但却是必须掌握并熟练应用的。附录中收录了本文中涉及的钢材表面处理的相关标准规范, 大家可以进一步学习相关内容。

2 钢材的表面状态

在钢材除锈前, 要先检查钢材的表面状态。

根据标准 GB 8923—1988/ISO 8501-1 和 ISO 12944-5, 锈蚀等级为 D 级的钢材, 由于点蚀遍布, 所以不适宜于涂漆。焊缝可能有气孔、咬边和飞溅, 太过粗糙等都不利于涂料的涂覆保护。

ISO 8501-3 和 NACE RP 0178 是针对焊缝、切割边缘和其它钢材表面缺陷处理的标准规范。对于钢材表面缺陷的处理, 可以在表面除锈前进行, 也可以对焊缝轻度扫砂后进行(此时能更清楚地发现焊缝缺陷)。

3 表面处理前的污染物

钢材表面的污染物大致可以分为不可见污染物和可见污染物。

不可见污染物主要是指工业大气沉积下来的化学物质和海洋大气沉积下来的氯盐。这些不可见污染物不能用打磨或喷砂的方法除净。SSPC SP12/NACE No. 5 中附录 A 有相关可溶性盐分的说明。ISO 8502-6、ISO 8502-9 和 SSPC Guide 15 介绍了可溶性盐分的收集和分析的方法程序。

可见污染物有污泥、印记等, 较难去除的主要是油脂。这些油脂来自于施工人员的脚底、手上、工具设备上的润滑油以及柴油发动机等。钢材表面的油脂判定方法有“表面洒水”、“紫外线黑灯”和“验油纸测试”等。钢材表面检测到油脂, 要求采用适当的方法清理, 参考标准 SSPC SP1“溶剂清理法”。

4 手工和动力工具的清理

手工工具的打磨清理, 包括钢丝刷、刮刀、凿子、锤子和砂纸等。如果规格书要求进行手工清理, 对于待清理表面应该没有油污。所有工具应该结实可靠, 钢丝刷的刷丝不能有弯曲断裂, 刮刀坚硬有锋口。

动力工具通常是由压缩空气驱动或通电驱动的, 通过切削、旋转和撞击等来打磨清理钢材表面。常用的动力工具有旋转钢丝刷、砂纸盘、砂轮片、针枪等。

电动或风动砂轮主要用于清除毛刺,清理焊缝,打磨厚锈层等。

检查员要检查不同的钢结构部位所用的动力打磨工具;对风动工具,要检查其压缩空气压力、油水分离器、风管口径大小和长度等。旋转钢丝刷并不能有效地去除氧化皮、焊接飞溅物等;它对松动浮锈及其它附着的杂物有效;过多使用钢丝刷会产生光滑的表面,从而为大多数涂料提供较差的表面状态;旋转钢丝刷还容易将油和油脂散布在表面上。砂纸盘比钢丝刷有效,对边缘打磨和飞溅物的去除也有效,但对内角焊缝则无能为力。针枪适用于狭小区域、边角、凹坑处的除锈,但是容易产生毛刺。砂轮对尖锐边缘打磨、凹坑清洁、磨平焊缝及去除飞溅物、毛刺极为有效。风铲可以除去松散厚锈,焊缝夹渣。笔形钢丝刷和锥形小砂轮专门用来对付角、孔等狭小地方。

GB 8923/ISO 8501-1 中 St2 和 St3 是关于手工和动力工具清理的标准,SSPC VIS3 中 SP2 是手工清理级别,SP3、SP11 和 SP15 是动力工具清理级别。

需要说明的是,国家标准 GB 8923 和国际标准 ISO 8501-1 中的 St2 和 St3 的区别在于 St2 级是彻底的手工或动力工具打磨清理,而 St3 是非常彻底的手工或动力工具打磨清理,表面裸露出金属光泽,也就是说这两个级别采用的打磨清理方法是一致的,惟一的区别是清理的程度。而 SSPC 标准中的手工工具清理标准是 SP2,动力工具清理标准是 SP3,两者是以工具来区分的。

SP11 是动力工具打磨中惟一规定粗糙度不小于 25 μm 的清理级别,SP15 是商业级打磨清理级别,允许痕迹残留每 9 in² 不超过 33%。

5 磨料喷射清理

磨料喷射清理是钢材表面处理中非常有效也是最常用的除锈方法。涂装检查员所要进行的工作也相对要复杂和更多一些。

5.1 磨料

检查员要检查喷射用的磨料是否符合涂装规格书的要求。

对非金属磨料(包括矿物质和矿渣)的处理要求按 ISO 11127 或 SSPC AB1 进行测试检查,内容见表 1。常见的非金属磨料包括石英砂、精炼铜矿渣、石榴石等。

金属磨料的要求按 ISO 11125 和 SSPC AB2 进行测试检查。ISO 11125 的要求类似于 ISO 11127,SSPC AB2 要求检测的内容包括非磨料残留、铅含量、水溶性杂质和含油量。常用的金属磨料包括钢丸、钢砂和钢丝段等。

表 1 非金属磨料的检查项目

ISO 11127		SSPC AB1
ISO 11127-1	取样	密度
ISO 11127-2	颗粒尺寸分布的判定	硬度
ISO 11127-3	表面密度的判定	焚烧失重
ISO 11127-4	硬度的玻璃滑动判定	结晶硅含量
ISO 11127-5	缺陷颗粒百分比和微观结构判定	湿气
ISO 11127-6	杂质的判定	油脂
ISO 11127-7	潮气的判定	粒度尺寸分布

重复使用的金属磨料,检测要求见 SSPC AB3,内容包括粒度尺寸、硬度、粒度形状、密度、耐用性、化学成分、电导率和清洁度等。

5.2 设备

喷射清理用设备方面,检查员应该检查磨料空气软管、喷砂软管、软管接头和喷嘴等。

压缩空气输送管道的距离长短会影响空气压力。橡胶软管的长度不能太长,尺寸应为喷嘴孔径的 3~4 倍。

喷砂磨料软管要安全可靠,避免使用替代品,因为真正的喷砂软管内胶层有炭黑可以消除静电。喷砂磨料软管内径为所用喷嘴直径的 3~4 倍。

喷砂磨料软管的接头要采用外套式接头,临时简易的内插式安全性能太差。

喷嘴的口径与喷砂用软管和空气软管的口径选择有很大关系。当喷嘴磨损时,要及时更换新的喷嘴。喷嘴的磨损可以用锥形的测试仪探入内部进行测试。

5.3 油水分离

压缩空气中的油和水分严重会影响喷射清理的表面质量和效果,进而影响到防腐涂层的性能。工作时要时常检查油水分离器的工作状况。

根据 ASTM D 4258 进行“吸墨测试”,可以用白色吸收试纸或布检查用于喷射清理用压缩空气中所含的微量油和水。

5.4 喷射压力

喷射压力对喷射清理的效率和粗糙度大小有很大影响。通常要求喷射清理的压力达到 6.2~6.9 MPa。用注射针压力计对其进行测试。在征得喷砂者的同意后,检查者或操作者应在进行磨料喷砂、软管实际使用时,在尽可能接近喷嘴后部处将注射针塞入软管,并进行测试。

5.5 表面清洁度

喷射清理的表面清洁度是涂装规格书中重要的内容。GB 8923—1988/ISO 8501-1:1988 和美国 SSPC/NACE 联合标准对此有详细的说明和规定。不同标准

之间的对应关系见表 2。

表 2 喷射清理表面清洁度标准的对应关系

GB 8923—1988	ISO 8501-1:1988	SSPC	NACE
Sa 3	Sa 3	SP5	No. 1
Sa 2.5	Sa 2.5	SP10	No. 2
Sa 2	Sa 2	SP6	No. 3
Sa 1	Sa 1	SP7	No. 4

GB 8923—1988 和 ISO 8501-1:1988 的文字描述和参考照片是在同一个标准中的。SSPC/NACE 联合标准中每个喷射清理级别都是一个单独的标准,相应的参考照片包括在另一个标准 SSPC Vis1 “干磨料喷射”中。

实际喷射清理工作中的情况不一定与标准中的照片或文字完全一样,因此可以在相关方面正式喷射清理前,先试喷一块样板,参考相应的标准中的规定清理清洁度,制订该项目的验收标准。

6 抛丸清理

6.1 磨料

抛丸用的金属磨料通常是钢丸、钢砂和钢丝切丸等,或者它们的混合物。

不同颗粒度的磨料的混合对清理效率和粗糙度有很大关系。喷射清理中要很好地控制颗粒度大小的混合比,逐步地添加新磨料。

6.2 抛丸机器

抛丸机器在工作的同时会对自身有损害,因此要定期地检查和维护。典型的抛丸机器主要包括 4 个部分:抛头、抛丸室、磨料处理系统和除尘器。某一或几个部件出现问题时,就会影响抛丸机器的工作。

7 表面粗糙度

通过喷射或抛丸清理后的钢材表面,涂装规格书中规定 2 个质量检查指标:表面清洁度和表面粗糙度。表面粗糙度能增加表面积,对涂层有锚固咬合作用,能增强涂层的附着力。粗糙度不能太小,否则附着力不佳;也不能太大,否则会使波峰处因涂层覆盖不良而产生点蚀。一般防腐涂层的粗糙度要求 $Ry5$ 在 $30 \sim 85 \mu m$ 。

检查粗糙度的有多种方法和标准规范:GB/T 13288、NACE RP0287、ASTM D4417 和 ISO 8503。

国家标准 GB/T 13288 阐述了粗糙度样块比较法的定义和方法,NACE RP0287 是钢材表面粗糙度的复制胶带测定法。

ASTM D4417 包括了 3 种粗糙度判定的方法,方法 A:样块比较法;方法 B:轮廓深度测量仪;方法 C:复制胶带法。

国际标准 ISO 8503-1 定义了粗糙度样块比较法的技术要求;ISO 8503-2 是样块比较的测定方法;ISO 8503-3 是显微调校法;ISO 8503-4 是触针法;ISO 8503-5 介绍了复制胶带法。

8 表面处理后的污染物

8.1 可溶性盐分

严格的涂装规格书会要求喷射清理后钢材表面在涂漆前进行可溶性盐分的检测,因为可溶性盐分是涂层起泡缺陷的最主要原因。

测试盐分的方法程序有很多标准规范,常用的方法是按 ISO 8502-6 BRESLE 方法取样,按 ISO 8502-9 进行电导率测定。美国 SSPC Guide 15 介绍了可溶性盐分的取样和分析。

8.2 灰尘

喷射清理后的钢材表面,会有大量灰尘,并且存在于粗糙表面的波谷中,如果不彻底清除,会影响附着力,导致涂层起泡等缺陷。

检查灰尘清洁度,可按 ISO 8502-3 “压敏胶带法”进行,透明的压敏胶带压在喷射清理后的表面,再贴在白纸上可以清晰地看出灰尘的多少和颗粒大小。涂漆前灰尘可以用压缩空气吹净,但要注意空气是否含有水分和油,避免再次造成污染。采用真空吸尘器除尘是较好的灰尘清洁方法。

8.3 油脂

处理好的钢材表面在涂漆前,须再次检查油脂的存在,如有油脂要采用“溶剂清理”法清除后才能涂漆,否则会影响涂层的附着力等性能。

9 结语

防腐蚀涂料涂装成功的关键因素之一是良好的表面处理。结构缺陷的修正可以避免涂层覆盖不良带来的缺陷,规定清洁度和粗糙度有助于提高涂层的附着力,钢材表面通常使用手工和动力工具,磨料喷射和抛丸进行除锈清理,溶剂清理是这些方法的辅助手段。

涂装检查员在钢材表面处理过程中,检查的内容包括:表面处理设备和材料、喷射抛丸用磨料、压缩空气的压力和清洁与否等。

涂装检查员要有效灵活地利用相关规范标准来判断表面处理的清洁度、粗糙度等是否达到了涂装规格书的要求。复制胶带、样块比较法和触针法可以用于判断粗糙度。规格书中规定的可溶性盐分、油脂、灰尘等也是表面处理中需要检查的内容。

参考文献:

- [1] GB 8923—1988. 涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级.
- [2] GB/T 13288—1991. 涂装前钢材表面粗糙度等级的评定

(比较样块法)。

- [3] ISO 8501-1: 1988. Preparation of Steel Substrates before Application of Paints and Related Products - Visual Assessment of Surface Cleanliness Part1: Rust Grades and Preparation Grades of Uncoated Steel Substrates and Steel Substrates after Overall Removal of Previous Coatings.
- [4] ISO 8501-2. Part 2: Preparation Grades of Previously Coated Steel Substrates after Localized Removal of Previous Coatings.
- [5] ISO 8501-3. Part 3: Preparation Grades of Welds, Cut Edges and Other Areas with Surface Imperfections.
- [6] ISO 8502-3. Part 3: Assessment of Dust on Steel Surfaces Prepared for Painting (Pressure Sensitive Tape method)
- [7] ISO 8502-6. Part 6: Extraction of Soluble Contaminants for Analysis—the Bresle Method.
- [8] ISO 8502-9. Part 9: Field Method for the Conductometric Determination of Water—Soluble Salts.
- [9] ISO 8503-1. Part 1: Specification and Definitions for ISO Surface Profile Comparators for the Assessment of Abrasive Blast Cleaned Surfaces.
- [10] ISO 8503-2. Part 2: Method for the Grading of Surface Profile of Abrasive Blast - Cleaned Steel - Comparator Procedure.
- [11] ISO 8503-3. Part 3: Method of the Calibration of ISO Surface Profile Comparators and Determination of Surface Profile - Focusing Microscope Procedure.
- [12] ISO 8503-4. Part 4: Method for Calibration of ISO Surface Profile Comparators and Determination of Surface Profile - Stylus Instrument Procedure.
- [13] ISO 8503-5. Replica Tape Method for the Determination of the Surface Profile.
- [14] ISO 11125. Preparation of Steel Substrates before Application of Paints and Related Products - Test Methods for Metallic Blast Cleaning Abrasives.
- [15] ISO 11127. Preparation of Steel Substrates before Application of Paints and Related Products - Test Methods for Non - Metallic Blast Cleaning Abrasives.
- [16] ASTM D 4528. Method for Indicating Oil or Water in Compressed air.
- [17] ASTM D 4417. Test Methods for Field Measurement of Surface Profile of Blast Cleaned Steel.
- [18] ASTM D 4940. Test Method for Conductimetric Analysis of Water Soluble Ionic Contamination of Blasting Abrasives.
- [19] SSPC AB1. Mineral and Slag Abrasives.
- [20] SSPC AB2. Specification for Cleanliness of Recycled Ferrous Metallic Abrasives.
- [21] SSPC AB3. Ferrous Metallic Abrasives.
- [22] SSPC Vis1. Guide and Reference Photographs for Steel Surfaces Prepared by Dry Abrasive Blast Cleaning.
- [23] SSPC Vis3. Visual Standard for Power - and Hand - Tool Cleaned Steel.
- [24] SSPC SP1 Solvent Cleaning
- [25] SSPC SP2 Hand Tool Cleaning.
- [26] SSPC SP3 Power Tool Cleaning.
- [27] SSPC SP5/NACE No. 1 White Metal Blast Cleaning.
- [28] SSPC SP10 /NACE No. 2 Near - White Blast Cleaning.
- [29] SSPC SP6/NACE No. 3 Commercial Blast Cleaning.
- [30] SSPC SP7/NACE No. 4 Brush - off Blast Cleaning.
- [31] SSPC SP11 Power tool Cleaning to Bare Metal.
- [32] SSPC SP12/NACE No. 5 Surface Preparation and Cleaning of Steel and Other Hard Materials by Waterjetting Prior to Recoating
- [33] SSPC SP14/NACE No. 8 Industrial Blast Cleaning .
- [34] SSPC SP15 Commercial Grade Power Tool Cleaning.
- [35] SSPC Guide 15 Field Methods for Retrieval and Analysis of Soluble Salts on Steel and Other Nonporous Substrates
- [36] NACE RP0287 Field Measurement of Surface Profile of Abrasive Blast - Cleaned Steel Surfaces Using a Replica Tape.
- [37] NACE RP0178 Fabrication Details, Surface Finish Requirements, and Proper Design Considerations for Tanks and Vessels to Be Lined for Immersion Service.

收稿日期: 2008-02-14



《防腐蚀涂料与涂装工》

本书是《涂料行业职业技能鉴定培训教材》之一。

本书详细介绍了金属材料的腐蚀保护, 防腐蚀涂料, 防腐蚀系统的设计, 表面处理, 防腐蚀涂料的施工方法, 涂装质量控制, 涂层缺陷分析与处理, 安全、健康和环境等内容, 侧重于基础知识、基本原理和基本技能培训, 内容涵盖涂装工4个级别的要求, 理论联系实际。

本书可供从事防腐涂料生产、施工和销售的人员使用。每册定价25元(需另加15%的邮费)。

联系人: 周秀兰 电话: 0931-8496343

地址: 兰州市东岗东路1477号《现代涂料与涂装》编辑部

邮编: 730020