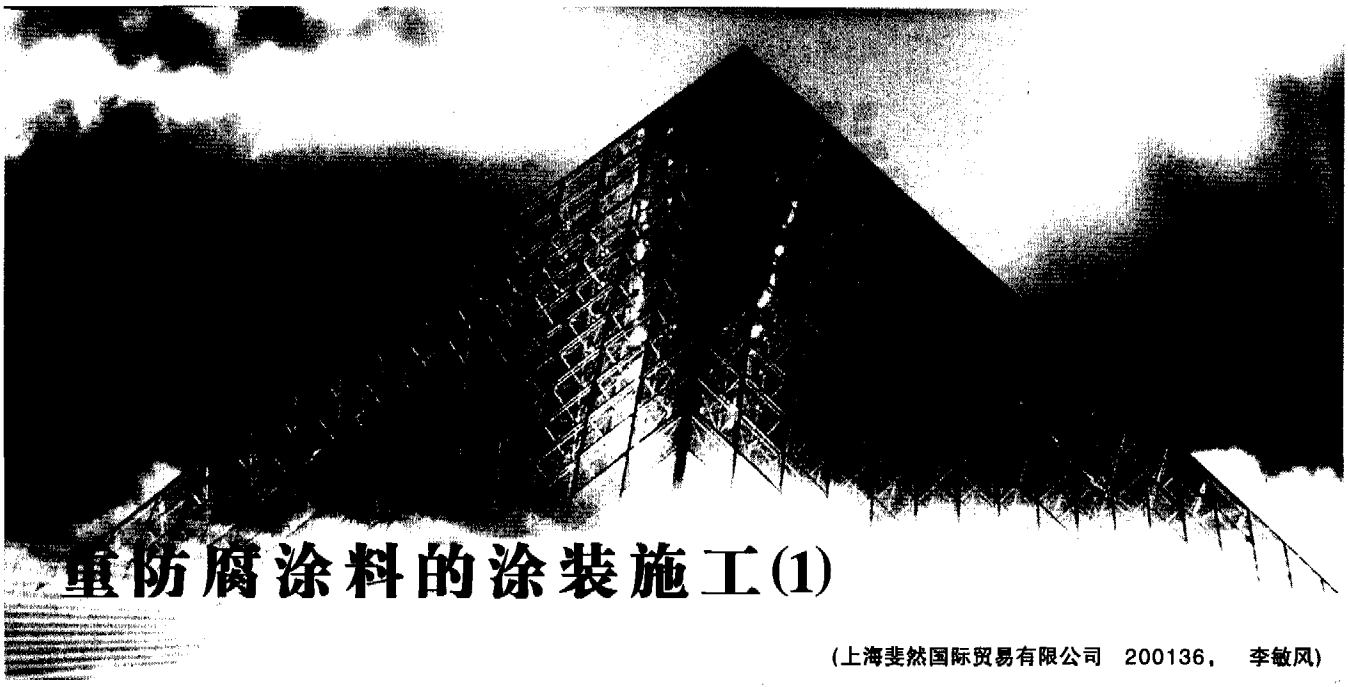
维普资讯 http://www.cqvip.com



重防腐涂料的涂装施工(1)

(上海斐然国际贸易有限公司 200136， 李敏风)

1 概述

钢结构防腐蚀涂装工程包括工程设计、工程施工和工程管理三大块，其目标是根据钢结构工程的防腐蚀要求，努力做到技术上可靠、经济上合理、施工上可行。

近几年来，随着钢结构制造业的发展，涂装工艺越来越得到各方面的重视。有的学者已将涂装工艺与电焊工艺排在一起，被称为钢结构制造的两大支柱。钢结构的涂装工艺已陆续步入规范操作的轨道。长期以来，ISO8501（等同GB8923）、ISO8503等国际标准一直是涂装工艺的指导性文件。

我国也陆续制定了有关钢结构涂装工艺的规范，如GB2705—1998、GB50205—2001、GB50212—2002等。原铁道部、水利电力部等更详细地制定了有关钢结构涂装的行业标准，如TB/T1527—1995、YB/T9256—1996、SY/T0447—1996、SL15—1995等。特别是最近几年来，国际标准化委员会出台了对涂装工艺有指导意义的国际标准。如关于重防腐涂料和涂装的国际标准ISO12944—1998，使涂装工艺在表面处理、涂装配套、膜厚控制、涂层使用年限的判定等方面有章可循。

钢结构涂装工艺具体包括下列5项工作：

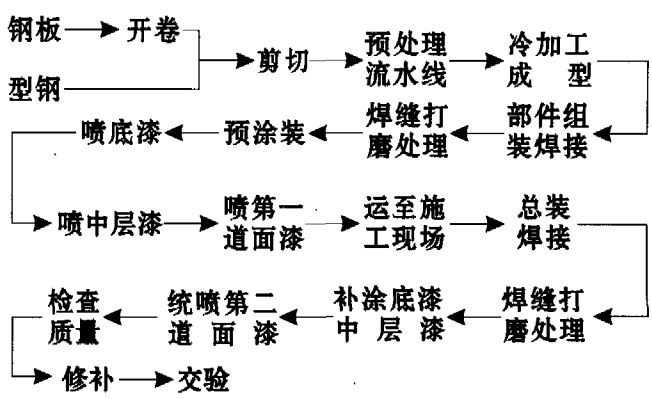
①涂装前表面处理；②防腐蚀涂料配套体系确定；③涂装工艺流程确定；④重防腐涂料的喷涂施工；⑤涂装质量的检验和评定。

现根据ISO12944—1998国际标准有关规范，分涂装工艺流程、表面处理、重防腐涂料的喷涂施工3个部分来阐述。

2 涂装工艺流程

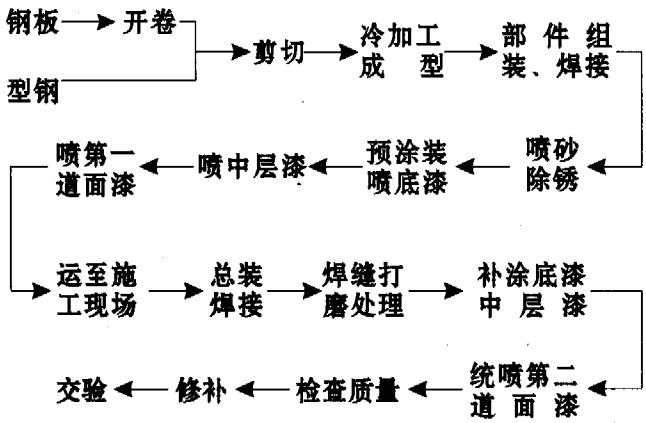
在目前钢结构制造行业中，依据有无钢材预处理设备而分成2种工艺流程。

一是像江南重工（集团）公司、上海冠达尔钢结构公司、武昌船厂等大型钢结构制造厂，他们都添置有钢板或型钢预处理流水线。在这个设备中，钢材原材料先进行抛丸去除表面氧化皮和锈；喷涂车间底漆、烘干，准备作工序间隔中的防锈。这类涂装工艺流程为：



维普资讯 http://www.cqvip.com

二是对于一些无钢板预处理设备的中、小型钢结构制造厂，他们的涂装工艺流程为：



目前，很多钢结构厂都注重并投资建设涂装厂房，把钢材装配、喷砂除锈、喷涂涂料均置于厂房内进行，不仅提高了生产效率，而且涂装房中装配有加热系统和通风系统，能保证涂装质量。在常规的涂装工艺中，大多采用喷涂第一道面漆前的涂装步骤在车间内进行，第一道面漆后的涂装步骤在工程现场进行的工艺流程，有较好的效果，见表1。

表1 涂装方案和程序

环氧富锌底漆	75
丙烯酸聚氨酯面漆	40
(1)钢材喷砂到Sa 2.5	(1)漆膜破损处打磨到St3
(3)统喷：环氧云铁中间漆	(3)钢结构全面清洁干净

由于丙烯酸聚氨酯面漆漆膜较为光洁、平整，在施工现场即使有灰沙的沉降，也很容易用水冲洗干净，或者用抹布擦干净。更主要的是丙烯酸聚氨酯面漆可复涂，没有复涂间隔的限制。

3 喷漆前钢材的表面处理

长期以来，人们在对钢材进行防腐蚀处理时，片面强调了涂料品种的选择及涂膜厚度的检测和监督，而忽视了喷漆前钢材的表面处理质量。日本学者曾研究过影响涂膜质量和寿命的各种因素，得出的结论见表2。

表2 影响涂膜质量的因素

涂装道数	20
涂装技术及环境等	25

由此可见，喷漆前表面处理质量是影响涂膜保护性能的最主要因素，也就是说高性能的重防腐涂料，对表面处理质量极为敏感。不适当的表面处理，即使高性能的重防腐涂料也不能得到好的防蚀效果，涂层的使用寿命短。

3.1 表面处理的目的

在钢结构制造业中，钢材表面经过机械除锈（抛丸或喷砂）能达到3个目的。

3.1.1 使钢材表面达到一定的清洁度等级

一般钢结构用的均为热轧钢材，表面有一层均匀的氧化皮。氧化皮从表面上看来是完整的，实际上有无数微小缝隙，水气和腐蚀介质渗透到松动的氧化皮下，发生缝隙腐蚀和浓差腐蚀。不去除干净，还会造成涂膜的剥离和钢材的锈蚀；另外，从电化学上分析，氧化皮的电极电位比铁正0.15~0.20 eV。在大量氧化皮存在时，特别是处于潮湿环境中，氧化皮的大阴极与少量裸露的铁阳极形成微电池，会造成裸露区的局部腐蚀。在机械除锈工艺中必须彻底去除氧化皮。

另外，在待喷漆的钢材表面，若有未清除的疏松铁锈等锈蚀产物时，漆膜表面与钢铁不能直接接触，涂层的附着力降低。同时锈蚀产物里含有的$FeSO_4$、NaCl等杂质会促进钢的腐蚀，涂漆前钢材表面必须除锈。

钢材表面若沾上油污后，使钢材外层的自由能降低，重防腐涂料不能很好地湿润钢材表面，降低了涂层的附着力，甚至引起涂层缩孔，除油是表面处理的关键。

在钢结构焊接安装时形成的“焊渣”、“飞溅”、“毛刺”等，由于它们的电极电位与钢材不同，易引起钢材腐蚀；同时它们的存在会引起涂膜质量的改变。必须在机械除锈前将它们除去。

在钢结构制造业中，重防腐涂料对涂漆前表面处理清洁度要求达到ISO8501的Sa 2.5级，等同于我国标准GB 8923的Sa 2.5级、美国钢结构标准SSPC SP10的接近出白级。它的文字定义为：“非常彻底地抛（喷）丸

维普资讯 http://www.cqvip.com

机械除锈，钢材表面无可见的油脂、污垢、氧化皮、锈斑等附着物；仅留轻微的点状或条状痕迹；95%以上钢材表面受到磨料冲击，露出金属的本色。”参见ISO8501标准对照照片 Asa 2.5、Bsa 2.5、Csa 2.5、Dsa 2.5。

对于电焊缝表面、局部锈蚀部位修补前，可采用手工和动力工具除锈，清洁度等级达到ISO8501的St3级。它的文字定义为：“非常彻底地手工和动力工具除锈。钢材表面无油脂和污垢，无附着不牢的氧化皮、铁锈、涂层等，钢材表面应具有金属底材的光泽”。参见ISO8501标准对照照片 BSt 3、CSt 3 和 DSt 3。

3.1.2 使钢材表面具有一定的粗糙度

钢材表面处理后的粗糙度同清洁度一样，它不仅是形成优质涂层的关键，而且它与磨料、涂料的消耗量、施工费用等经济指标有密切的联系。

机械除锈（喷砂、抛丸）后，钢材表面粗糙度是指：受磨料撞击、切削和冲刷作用后，钢材表面所形成的微观不平度，即大量的凹陷和隆起，习惯上把凹陷部分称为波谷，隆起部分称为波峰。但它不能影响钢材的宏观尺寸；钢材因机械损伤、腐蚀等原因形成的凹凸坑状不属于粗糙范畴。从立体概念分析，粗糙度应为三维状态，但在涂装工艺的指标上表示为一维数值，用μm表示。

为了确切表达粗糙度的含义，在ISO8503标准中，引用了3种不同概念的粗糙度值，见图1。

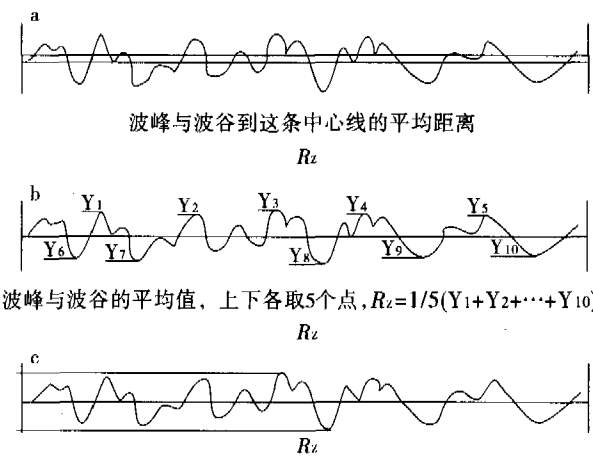


图1 表面粗糙度

不同的标准，有不同的粗糙度表达方式：在Rugotest No3中，用Ra表示；在ISO8503-1中用Ry表示；对于喷射处理表示的粗糙度，又称喷砂粗糙度，通常用Rz来描述，Rz=（4～6）× Ra，一般取最大系数6。在我国钢结构行业中，多用Rz来表示粗糙度的大小。

粗糙度的主要作用有：

①抛丸（喷砂）后钢材表面形成合适粗糙度的主要作用是扩大了钢材的表面积，增加了钢材表面对涂料的附着力。见图2、表3。

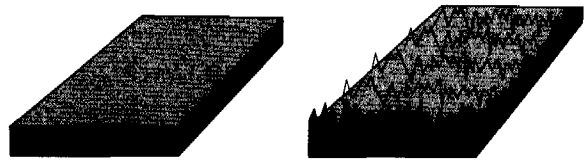


图2 表面粗糙度增加表面积

表3 表面粗糙度和表面轮廓系数

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
实际表面轮廓系数	1.26	1.36	1.46	1.54	1.61

②涂层的固化过程中，会产生很大的内应力，粗糙度的存在可以消除涂层中的应力集中，防止涂层开裂。

③采用有些特殊的磨料，如棱角钢砂，形成的粗糙度波峰还具有倒勾，更是提高了涂层对钢材表面的啮合作用，能承受住无机硅酸锌底漆的重力作用，能有效防止涂层流挂。

在钢结构制造业中，由于钢板的厚度不同、涂料及其配套体系不同、涂层使用寿命和规定膜厚不同，对钢板喷（抛）丸后粗糙度要求不可能是同样的。一般控制在40~75 μm，但不能超过100 μm。粗糙度太小，钢板表面对涂料的附着力低；粗糙度太大，不仅增加涂料的消耗量，而且使波峰处涂层膜厚不足，引起早期“点锈”；加上波谷处截留气泡，是涂层起泡、脱落的根源。

早在20多年前，澳大利亚、日本等国经过研究就提出了最佳粗糙度应为涂层总厚度的三分之一的结论。在长期的实践中，我国有的学者也提出了粗糙度应控制在涂层总膜厚的25%～30%最为适宜；有些人认为粗糙度的控制应根据底漆的膜厚来确定。如环氧富锌底漆规定的膜厚为80 μm，粗糙度范围就应控制在60 μm左右，否则底漆涂层盖不住波峰，富锌底漆就无法起到阴极保护作用。这些说法均有一定的道理。值得

维普资讯 http://www.cqvip.com

一提的是：在不同行业对钢材机械除锈后表面粗糙度的评定有不同的概念。如在水电水利工程钢闸门制造安装及验收规则DL/T5018—2004行业标准中，评定选择轮廓最大高度Ry值，即量取在取样长度内轮廓峰线与轮廓谷底线之间的距离。

为适应厚浆型重防腐涂料或金属喷涂，标准中提出了水下长期工作钢闸门除锈后粗糙度Ry为60～100 μm；水面上钢闸门Ry为40～70 μm。

在钢结构制造业中，表面粗糙度值的测定有2种常用方法：一是指针式粗糙度计；二是根据ISO8503和GB/T 13288—91标准的比较样板法。

3.1.3 提高钢材抗疲劳断裂和应力腐蚀断裂的能力

随着科学技术的发展，近年来，国内外许多学者提出了表面形变、强化工艺技术的新概念。它是借助改变钢材等材料表面的完整性来改变钢铁材料等抗疲劳断裂和应力腐蚀断裂的能力。

表面形变强化工艺技术有很多种，惟独喷丸（砂）工艺具有适应性广、工艺简单、能耗低、成本低廉、强化效果好等优点，尤其适合钢结构的焊缝处理。

喷砂（丸）以后，被改变钢材表面完整性包括表面粗糙度、表面结构与相结构、表层的残余应力状态等。

同时国际上许多工业发达的国家对主要承载件也采用喷丸工艺。对于钢结构工程中常用的铁基合金，如铸钢、结构钢（包括超高强度钢）、弹簧钢、不锈钢等均可采用表面喷丸工艺。

喷丸过程是磨料流不断撞击钢材表面，并使钢材表面在深度为0.1～0.7 mm范围内发生循环塑性变形的过程，也就是说，喷丸过程就是表层材料承受疲劳载荷的过程。它不仅使表层组织结构与相结构发生了变化，改善和提高了材料抗高温疲劳强度的能力；更重要的是喷丸使常温下钢材表面的应力状态发生了变化。喷丸引入的残余压应力与钢构件承受的交变压应力中的拉应力在同一截面叠加后，使钢构件承受的最大拉应力由表面移至次表面，因此疲劳裂纹将萌生于内层的次表面区，而不再萌生于表面，从而使钢材获得高于其本身所固有的内部疲劳极限。



有关试验证明，喷丸可使金属材料的常温疲劳极限提高1.35倍。

在钢结构制造业中，对焊缝等刚度变化的应力集中部位以及表面缺陷部位必须进行适宜的喷丸强化处理。如在钢质集装箱制造过程中，除了钢板预处理的抛丸、喷车间底漆外，箱体组装焊接好后，还专门设置焊缝喷砂工艺，对所有焊缝及其左右30 mm的基体金属表面进行喷砂处理，目的也在于有效地改善和提高焊缝部位的疲劳和应力腐蚀断裂抗力。

3.2 表面处理的方法

3.2.1 手动工具清理

手动工具清理只能除去松散的氧化皮、锈、涂层和其他杂质。常用的工具有砂纸、无纺砂盘、钢丝刷、气铲、凿子等。主要在涂装维修作业中，对锈蚀部位进行处理，除去锈斑和缺陷涂层。手动工具除锈速率慢、工效低。

值得一提的是手动工具清理前，应用溶剂和洗涤剂去除油污，以免油污扩散。

适用于手动工具处理表面的涂料是干性较慢的油基涂料，表面润湿性良好，与底材附着力也好。随着涂料工业的发展，现代化的MASTIC改性环氧涂料得到应用，它相对分子质量较小、润湿渗透性好，适应于手动工具处理的钢材表面。还可将旧的醇酸涂料系统升级为“环氧涂料+聚氨酯面漆”的高性能复合涂料系统。

3.2.2 动力工具打磨

动力工具基本与手动工具相同，但使用的是电或压缩空气等能源。可除去松散的氧化皮、铁锈、旧漆膜和其他有害物质，但仍然不能除去附着牢固的氧化皮。在SSPC标准中，打磨SP11级不仅要求裸露出金属本色，还要求有一定的粗糙度。ISO8501-1中St3则规定要求露出金属的本色，而没有粗糙度的要求。（未完待续）