5. 氯化聚丙烯防腐涂料

氯化聚丙烯防腐蚀涂料是由氯化聚丙烯树脂为成膜物质，加上改性树脂、增塑剂、助剂、溶剂等加工而成的。氯化聚丙烯在四氯化碳或氯苯液剂中通氯气，氯化后，再经水析、干燥即得氯化聚丙烯树脂。该树脂具有良好的化学稳定性、耐候性、耐水性，又能溶于单独的芳烃中。其成本低廉，故它是一种较为理想防腐蚀涂料的成膜物质。

该涂料一般配成底漆、腻子、面漆、清漆配套使用。现将配方实例介绍如下：

重量%

原料及中间体	用量			
	底漆	红面漆	白	绿
50%氯化聚丙烯甲苯液	25	—	—	—
50%氯化聚丙烯二甲苯液	22	42	42	42
50%酸性树脂溶液	—	32	32	32
偏硼酸钡	37.4	—	—	—
铁红	6.1			—
滑石粉	2.3	—	—	—
低碳铵钡	0.6	—	—	
氯化石腊	6.1	4.9	4.9	4.9
大红重芳烃浆(6：4)	—	21	—	—
钛白重芳烃浆(6：4)	—	—	21	—
绿重芳烃浆(6：4)	—	—	—	21
1%硅油液	—	0.05	0.05	0.05
干料	—	0.05	0.05	0.05

氯化聚丙烯是利用聚丙烯生产中付产品无规聚丙烯经氯化而制得的，随着我国石油化工的发展，无规聚丙烯资源非常

丰富，价格低廉，急待开发应用，且具有良好防腐蚀性能，因此该涂料是很有发展前景的品种。

6.高固体份防腐涂料

国外涂料工业的发展趋势是：开发可以节约能源，节约资源、减少污染的新品种。高固体份涂料也是其中之一，所谓高固体份涂料顾名思义就是涂料中固体份比普通涂料为高，一般将施工浓度在70%以上的涂料称为高固体份涂料。它具有节省资源、节省有机溶剂、减少污染，减少施工道数，节约工时等优点。

日本关西涂料公司对于高固体份涂料有较多研究和报导，开发了一系列高固体份涂料品种。适用于防腐蚀涂料的主要是双组份聚氨脂高固体份涂料，它采用低分子量多异氰酸为活性稀释剂，施工浓度据报导可高达75～80%，其故是一种较有发展前景的防腐蚀涂料新品种。

7.水性防腐蚀涂料

水性防腐蚀涂料是以水作为分散介质代替传统的溶剂，具有节约资源、节约溶剂、减少污染、改善操作条件、确保生产和施工安全等优点，是涂料产品的发展趋势。

用于防腐蚀方面的水性涂料主要有氯磺化聚乙烯水性防腐涂料、环氧水性防腐涂料、丙烯酸环氧水性防腐涂料、聚氨酯水性防腐涂料等品种，国内目前已开发的新品种有：SZ-2水性常温固化双组份防腐涂料，W-1、W-3、W-4水性丙烯酸烘漆，J-52氯磺化聚乙烯水性防腐蚀涂料等等。可应用于海港设施、石油管道、化工设备等方面的防蚀涂装，特别是适用于在通风不良，密闭条件下的涂装施工。

8. 无机防腐蚀涂料

无机防腐蚀涂料是由无机粘结剂加上金属粉末、颜料、填料、助剂等加工而成的新型防腐涂料，它具有如下特独的优点：

1）涂层耐高温、耐老化，使用寿命长；

2）涂层对有机溶剂及油类等化学物质有较高的稳定性；

3）具有明显的阴极保护作用和良好的屏蔽自封性，抵抗工业气体和海水的腐蚀性能优异；

4）涂料不含可燃及有毒物质，操作安全，对人体和环境无污染；

5）涂层干燥快，硬度高；

6）资源丰富，价格低廉。

据报导，日本关西涂料公司生产的无机防腐涂料应用于海港船舶等方面，使用寿命长达十年。国内开发的 SI-1 常温固化无机防腐涂料，经250小时盐雾试验，试片完好如初，耐热（350℃）100小时，涂层不起泡、不脱落、无龟裂、在燃油中浸 4 小时，仍通过结合力检查，防腐蚀性能甚为优良，可广泛应用于海上钻井、石油管道、油轮元件、化工设备等方面的防蚀涂装。

该涂料施工方便，可以喷涂或刷涂。但不能在烈日和雨水溅淋的条件下进行施工。

第四章　涂料质量检测

由于涂料是一个由多种原料组成的不匀相体系，因此，它不象一般化工产品只要检测化学成份就能断定质量好坏。涂料产品主要是检查它作为一种材料涂在物体上的所形成的涂膜性能如何。所以在检查评定涂料产品质量时，既要检测涂料产品本身的性能，还要检测涂膜的性能。然而涂膜只有通过施工才能涂刷到物体上去，因此还要检测涂料的施工性能，由于涂料产品本身的特点，对涂料质量检测一般包括以下几方面：

1）涂料产品本身性能检测（涂料用作涂覆材料之前的质量检测）；

2）涂料施工性能检测；

3）涂料涂膜性能检测（包括一般性能检测和特殊性能检测）；

涂料产品质量检测结果的可靠性，准确性与取样方法有很大关系，为此在取样时应注意以下几个方面：

1）所取样品在该批产品中应具有足够代表性，取样工具、器皿应清洗干净；

2）所取样品的数量应足以能进行规定的全部试验项目，并有足够余量作贮存试验用及在日后需要时可对某些性能作重复试验；

3）样品应存放于清洁干燥的容器内，贴上标签，注明取样日期，并贮存在温度没有较大变动的场所。

涂料产品本身性能检测主要包括涂料产品物理形态、组成、贮存三方面。

一、物理形态检测项目

1.外观

外观检查包括涂料的形态、颜色和透明度。检查方法可参见 GB 1721-71,GB 1722-71。颜色测定一般采用铁钴比色计，它系由氯化铁、氯化钴和盐酸按不同比例配成的十八个标准色阶溶液。将试样的颜色与之比较，以最近似的某一色阶溶液的颜色作为该试样的颜色，也可采用碘液比色计，它系由碘化钾水溶液中含有不同量的碘的一系列标准色阶溶液所组成。也可将铁钴和碘液比色计联合使用，可满足不同色相清漆的颜色测定。对于浅色产品还可采用与氯化钴和氯铂酸钾在盐酸中的色阶溶液来比较的方法。

透明度测定一般是采用将试样倒入内径为15±1毫米的干燥洁净的无色玻璃管内，在天然散射光线下对光观察的方法。也可采用光电式浊度计来进行测定。

2.细度

细度是检查色漆中颜料、填料颗粒大小或分散程度，以微米来表示。测定方法可参见 GB 1724-79。常用测定细度的仪器是刮板细度计，其构造为一磨光的平板，系工具合金钢制作，板上有一沟槽，在槽边有刻度线分为三种规格：0～50μm；0～100μm；0～150μm；另有一刮刀，两刃均磨光，使用时将刮刀垂直于平板，以适当速度向身边拉过来，随之用30℃之角度对光观察，沟槽中颗粒均匀显露的位置：

记下该刻度线读数，即为该试样的细度。

另外也可用测微计来测定细度，主要用于厚漆，其试验结果应按5次平均值来计算。

3.粘度

粘度是检测涂料应稀释的程度。具体测试方法可参见GB 1723-79。常用的粘度计有毛细管粘度计、涂—1杯、涂—4杯、落球粘度计、赫伯勒粘度计、旋转式粘度计、锥形平板粘度计等。

毛细管粘度计使用得较早，能测定绝对粘度，是一种经典的方法，由于该法操作麻烦，因此在实际生产中很少应用。

涂—1杯、涂—4杯粘度计实质上是毛细管粘度计的工业化应用，从结构上来说是将毛细管粘度计的计时起止线之间的容积放大，并把毛细管部份改成粗短的小孔，由于容积增大，流出孔粗短，故操作方便，适用于各种色漆粘度测定，它是以试样从涂料杯流出的全部时间作为该试样的粘度。

落球粘度计最简单的一种是一根玻璃管内装被测试样，用一钢质（或玻璃）小球沿管中心自由落下，取自由落下过程中两刻度之间的时间来代表粘度。落球粘度计进一步改进是赫伯勒粘度计，其结构特点是管子倾斜成某一角度，使小球沿管壁下滑，在管壁上能映出银灰色点指示粘度，但操作时恒温要求高，只限于测定清漆粘度。

旋转粘度计可以测定涂料粘度，也可测定涂料流变性。该类粘度计的构造一般为两个同心圆筒，圆筒之间空隙较小，内筒可以在重锤作用下转动，测定转动一定距离所需的时间，改进的旋转式粘度计是用马达带动，转速可以调节，

内筒可以转动，测定内筒在外筒造成的力矩，就可换算出绝对粘度。

4.比重

比重系测定涂料单位体积的重量。一般采用比重杯来测定色漆比重。具体测定方法参见 GB 1756-79。通过比重测定可以知道几批产品混合后的均匀程度，也可知道产品包装时单位容积的重量。

对于需要精确测定比重的涂料产品，则可采用韦氏比重天平来测定。

二、涂料组成检测项目

1.固体含量

固体含量是指涂料中除去溶剂、稀释剂（或水）之外的不挥发物(包括树脂、颜料、填料等)占涂料总重量的百分比。它是涂料生产中正常的质量控制基本项目。具体的测定方法可参见 GB 1725-79。一般采用烘箱法，也可采用红外线法。对于在温度高易分解的产品常采用烘箱法，可根据产品要求调整烘箱温度，将试样烘至恒重称量即可计算出固体含量。

红外线法系将红外灯固定于铁架上，悬挂于四周均为白铁板的方形箱中，底台铺上石棉及白铁板，将测试样品放置在已调好温度的灯下，烘至恒重称量，此法测定速度快，要求温度高。

2.酸值

所谓酸值是中和 1 克涂料产品中所含游离酸应需的氢氧

化钾毫克数，具体测定方法可参见 HG 2-569-77。通过控制涂料酸值可以了解半成品或成品质量。酸值过高的涂料很容易和碱性颜料皂化，轻则粘度增大，涂刷性不好，重则造成胶化报废。

三、贮存性能检测项目

1.结皮性

结皮性是测定涂料在密闭桶内的结皮情况。测定方法一般有密闭试验和敞缸试验两种。

密闭试验：采用一带有螺旋顶盖的玻璃瓶，内装被测试样达容积的2/3，旋紧顶盖，放置暗处，等定期检查或在到结皮生成为止。

敞缸试验：将被测试样装入贮缸内达容积的1/2，敞盖并时常观察，直到结皮为止。试验时最好用一已知性质的样品，同时敞盖存放，以便在不同阶段比较这两者的结皮情况。

2.贮存稳定性

贮存稳定性是测定涂料在密闭桶内贮存过程中质量是否变化的试验。在正常贮存运输条件下，要求涂料不产生严重结皮、变色、变稠、变粗、沉淀、结块等现象，能达到不发生上述变化的时间称为贮存期或质量保证期，常以年、月表示，贮存稳定性越好，贮存期就越长。一般产品可达一年或二年，部份产品为半年。水性涂料贮存稳定性的检查更为重要。

涂料贮存稳定性大都采用加速方法来测定，一般是采用

升温贮存法、冷热交替法和机械分离法等。已经证明升温贮存法的贮存温度以50℃为宜，温度过高与正常贮存所得结果差距较大，且会引起某些副作用，冷热交替法既可采用冰箱和烘箱交替进行。也可采用既能升温又能降温的高低温箱内进行。械分离法系采用一定的转速经一定时间后测定产品沉降的数量，此法优点是测试速度快。

四、涂料施工性能检测

涂料产品只有通过施工将它涂饰在物体表面，形成牢固的涂膜后，才能发挥它的保护作用，为此要求每种涂料必须具有良好的施工性能，所以在进行涂料质量检测时，必须对它的施工性能进行测定，反映涂料施工性能的检测项目有如下几项，现简要介绍之。

1.遮盖力

将色漆涂成均匀涂膜时可使涂装表面的底色不再呈现的能力叫遮盖力，一般以两种方法表示，一是测定遮盖单位面积所需的最小用量，以克/米^{2}表示；二是以遮盖底面所需的最小漆膜厚度，以微米表示。具体测定方法可参见GB 1726-79 。

单位面积用漆量法：系采用黑白格玻璃板用刷子将涂料均匀地涂刷于黑白格玻璃板上，直至看不见黑白格为止，将所用涂料称量，然后根据下式计算：

$$X=\frac{G}{A}\times 10000=50G$$

X——遮盖力（g/m^2）；

G——黑白格完全遮盖时涂漆重量（g）；

A——黑白板涂漆面积（cm^2）。

此法操作简单，是测定遮盖力的常用方法，但涂料产品的流平性和操作时的刷痕均对遮盖力测定结果有一定影响。

最小漆膜厚度法：系采用遮盖力测定仪，该仪器底板是由黑的和白的光学玻璃平板熔结而成，在其边上刻有毫米标尺，沿着底板整个长度的两边还有两个凹槽，以便试验时多余的样品溢出，顶板是一块透明的玻璃板，在它的一端还有一片一定高度的板块，这样当顶板与底板合在一起时在它们之间就形成一个楔形空间。测定时在底板上倒入少量试验，来回转动顶板，一直至通过顶板与漆层看不到黑白界线为止。记下分界线顶板前端的毫米读数，即可求出遮盖力。

2.使用量

使用量测定值可供施工时计算用料参考。它与着色颜料关系不大，但受产品比重影响较大。

试验时可采用喷涂或刷涂法，然后按下式计算：

$$R=\frac{A-C}{B}\times 10000$$

式中：R——产品的使用量（g/m^2）；

A——涂漆后板之重量（g）；

C——涂漆前板之重量（g）；

B——涂漆面积（cm^2）。

3.涂刷性

涂刷性系指涂料在使用时涂刷便利与否的性能，其与基料性质、涂料、粘度和溶剂等有关。测定方法可参见GB 1757-79。

4.流平性

流平性是指涂料施工后形成平整涂膜的能力，一般是将试样调至施工粘度后，涂刷在已有底漆的样板上，便之平滑均匀，然后在涂膜中部用刷子纵向抹一刷痕，观察刷痕消失，涂层恢复平滑表面的时间，不超过10分钟者为良好，10～15分种为合格，经15分钟后表面尚未均匀平滑者为不合格，具体测定方法可参见 GB 1750-79。

5.干燥时间

涂料施工后从流体状态变成固体涂膜所需的时间称为干燥时间。干燥时间可分为表面干燥时间和实际干燥时间，具体测定方法可参见 GB 1728-79。常用有棉球法和滤纸法两种。

棉球法：涂膜上轻轻放一个脱脂棉球，把样板放置离嘴10～15厘米处；顺涂膜方向轻吹棉球，如能吹走，膜面不留有棉丝即认为该涂膜已达到表面干燥。若涂膜上放上棉球后再将干燥试验器压在棉球上经30秒后，将干燥器拿走，涂膜上不留有棉球痕迹及失光现象，即认为该涂膜已达到实际干燥。

滤纸法：该法是用滤纸代替棉球进行实际干燥时间测定，在涂膜上放一块20×20毫米的定性滤纸，并放上干燥器经30秒后，拿掉干燥器，将样板翻转，涂膜向下，滤纸能自由落下而滤纸纤维不粘在涂膜上，即认为涂膜已达到实际干燥。

由于涂料的干燥和涂膜形成是一个进行得很缓慢和连续的过程，因此为了能观察到涂膜干燥过程的整个变化，也可采用自动干燥时间测定仪。目前有落砂型干燥测定仪和画圈

型干燥测定仪，可以观察涂膜随时间变化的干燥过程。

6.打磨性

打磨性系采用浮石或砂纸打磨干燥后的涂膜来判定其产生平滑无光表面时的施工难易程度。具体测定方法可参见GB 1770-79。

五、涂料的涂膜性能检测

涂膜性能的优劣是涂料产品质量的最终表现，因此其在涂膜质量检测中占有重要位置。为了获得可靠、准确的检测结果，在检测时必须按涂膜制备工艺要求来制作涂膜，具体制膜方法可参见GB 1727-79。一般可采用涂膜涂布器、自动漫漆器、旋转涂漆器等仪器来制作厚度均匀的涂膜。

涂膜性能的检测项目很多，常分为一般性能检测和特殊性能检测。

1.外观

涂膜外观检测是观察涂膜表面是否光滑、平整、有无皱纹、针孔、麻点、发白等弊病。对色漆还应检查颜色是否符合标准。与规定的准备色板作比较，无明显差别者为合格。具体测定方法可参见 GB 1792-79。

2.光泽

所谓光泽是指涂膜表面把投射来的光线向一个方面反射出去的能力。反射的光量越大，则其光泽越高。光泽的测定一般是使用光电光泽计，光电光泽计所测得的读数是光泽大小的相对比较值。即光电光泽计附有一块高光泽的标准板，规定为100%，然后把被测试样板的光泽与标准板作比较，得

出涂膜光泽大小相对值。具体测定方法可参见GB 1743-79。

3.厚度

在涂料检测和使用过程中，涂膜厚度是一项很重要的控制指标，涂膜厚薄不匀或涂刷不合理均会对涂膜性能产生很大影响。测定涂膜厚度的仪器有湿膜厚度计和干膜厚度计两种，具体测定方法可参见GB 1746-79。

湿膜厚度计：常用的湿膜厚度计有圆盘状湿膜厚度计和板状湿膜厚度计。其测量原理是，同一水平面的两个表面连接在一起，在其中间有第三个表面，当外侧两个面压着湿膜下面的底板时，其第三个面就能垂直地接触到湿膜。由于第三面与外侧两个面具有高度差，故第三面首先接触到湿膜层的该点即为湿膜厚度。

湿膜厚度的测量在实际应用中作用很大。有时为了得到一定要求的膜厚，往往只能等数道底、面漆干透后测其干膜厚度才能肯定是否符合要求，这样往往为时已晚，若事先掌握某个涂料产品其湿膜厚度与厚度大致比例，则在施工过程中随时测试，随时调整道数，及时弥补，这样施工完毕，涂膜干透后就能保证一定的涂膜厚度，从而保证了施工质量及涂膜的使用寿命。

干膜厚度计：常用的干膜厚度计有磁性测厚仪和非磁性测厚仪两种。磁性测厚仪是利用磁性来测量钢铁底板上涂膜的厚度。非磁性测厚仪则是利用涡流测厚原理来测量膜的厚度。如测定铝板、钢板等不导磁底板上涂膜的厚度，需注意的是某些涂料产品由于有铁红等颜料而对测试结果有一定影响。

另外千分尺等也可用来测定玻璃、木板等表面的涂膜厚

度。方法是先测出底板厚度，再测定底板与涂膜的总厚度，在总厚度中减去底板厚度即可测得涂膜厚度。

4.硬度

硬度是表示涂膜机械强度的重要性能之一，其物理意义可理解为涂膜表面对作用于其上的另一个硬度较大的物体所表现的抵抗变形能力，具体测定方法可参见 GB 1730-79、GB 3183-82。其测试仪器有以下几种：

摆杆硬度测定仪：该测定仪的测定原理是，以一定重量的摆杆，在涂膜上摆动一定的振幅（从5°～2°）所需的时间与摆杆在玻璃板上摆动同样振幅所需时间的比值。其计算公式如下：

$$x=\frac{t}{t_0}$$

式中：x——涂膜硬度；

t——摆杆在涂膜上从5°～2°摆动所需时间（s）；

t_0——摆杆在玻璃板上从5°～2°摆动所需时 间（s）。

摆杆硬度测定仪：每次使用前均应校正仪器，测试时由于仪器震动、气流干扰、气候变化对测试结果有不同程度的影响，为此最好在温度为25±1℃，相对湿度65±5%的恒温、恒湿条件下进行测定。

铅笔硬度测定仪：该测定仪系采用一套铅笔来进行涂膜硬度测定。涂膜的硬度可由能穿透涂膜深达底面的铅笔号数来表示，其测定方法是将铅笔用手握往与被涂物面保持45°角。尽量用力以3毫米/秒的速度使铅笔向前推进，一根长约3毫米的铅笔芯在不同部位往返5次后，用橡皮或柔软布将铅笔灰擦去，检查涂膜的划痕，为了消除手推铅笔用力不

匀而影响测试准确性的弊病，进而制作了铅笔硬度测定计，可消除人为因素，以确保测试结果的准确性和可靠性。

克利曼硬度测定仪：克利曼硬度测定仪是以测定使被测涂膜划破所消耗的力或功来衡量涂膜厚度的。一般用仪器的刀尖或针尖刮破涂膜所使用最大负荷来表示。使用时把把样板固定在可移动的底板上，刀柄上加有砝码，匀速拉动底板，刀具在涂膜上移动，划破涂膜时的重量(克)即为该涂膜的硬度值。

斯华特硬度测定仪：该法测定硬度是以两金属圆环在涂膜上来回摆动，从始点到终点所需的摆动次数来衡量，该仪器是由两直径100厘米的金属圆环所组成，两环间隔为25毫米，在圆环的下半部有两个玻璃的指示泡，由此来表示试验的开始和终了。从顶部延伸出一个带有螺丝的圆棍，棍上有一个用来提高或降低重心的小螺母，以调节仪器的摆动周期，还有一个可来回移动的游码。用来调整本身的水平。

被测试的涂料可在干净的玻璃板或平整的金属板上拔动仪器，使其来回摆动，当左边指示泡里的气泡不超过标记时立刻开始记下右边指示泡内气泡的摆动次数，一直数到当右边指示泡里的气泡不超过其标记为止。把该读数乘2即得摆动值。此值即代表被测样品的斯华特硬度。

5.弹性（柔韧性）

涂膜弹性系用刷上被测样品的马口铁皮在不同直径的轴棒上弯曲，以其弯曲后不引起涂膜破坏的最小轴棒的直径来表示。涂膜在轴棒上弯曲，严格讲并非单纯是涂膜的弹性效应，而是涂膜抗拉、抗张强度以及涂膜对底面附着力的总效应，故称为柔韧性试验较为适宜。具体测定方法可参见 GB

1731-79。

柔韧性试验器是由粗细不同的6个钢制轴棒所组成，轴棒长度为35毫米，直径分别为1、3、5、10、15、20毫米。直径分别为1、3、5、10、15、20毫米。试验时把涂上涂料的马口铁皮剪成25×0.2～0.3毫米的小条，涂膜朝上，在规定的轴棒上弯曲180°，弯曲的时间为2～3秒，然后用4倍放大镜观察，看有否网纹、裂纹及脱落现象。操作时手法要尽可能一致，以免人为测试误差。一般弯曲的直径越小，涂膜柔韧性越好。所以通过1毫米为韧性最好，20毫米最差。

6. 冲击强度

冲击强度的测定是测定涂膜受高速的负荷作用下的变形程度，表示着被测试涂膜的柔韧性和对底材的附着力。常用的测试冲击强度的仪器为冲击式试验器，系以1公斤的重锤落在样板上而不引起涂膜破坏的最大高度的乘积来表示。具体测试方法可参见 GB 1732-79。

测试时将被测样板平放在仪器下部的铁锤上，涂膜朝上，将重锤提升到标准所规定的高度，然后使重锤自由落下冲击样板，用4倍放大镜观察，看被冲击处涂膜有无裂纹，皱皮及剥落现象。需注意的是测试时样板一定要紧贴铁砧表面，以免冲击时样板跳动而影响测试结果。

另外，对于管状涂漆样品需进行冲击臂强度试验时，则可采用摆锤式撞击器，该仪器有可摆动的两臂，每一臂均固定上漆后的管状试件，使两臂以一定力量彼此撞击，观察涂膜的破坏情况。

7.附着力

涂膜附着力是指涂膜与被涂物件表面通过物理化学力的作用相互结合在一起的坚牢程度。这种附着强度的产生是由于涂漠中聚合物的极性基团与被涂物表面的极性基相互结合所致。因此，凡是增加这种极性基结合的因素将会使附着力增加。凡是减少这种极性结合的各种因素均将导致涂膜附着力降低。如被涂物体表面有污染、有水分或有异物，以及聚合物在固化过程中相互交联而过多消耗了极性基的数量等等均会使涂附膜着力下降。

测定附着力的方法很多，一般可分为综合测定法和剥落试验法两类型，具体测试方法可参见 GB 1720-79。

（1）综合测定法：该法有划格法、交叉切痕法、画圈法三种，分别叙述如下：

1）划格法：用保险刀片在涂膜上切 6～10道平行的切痕，切痕间距离为 1 毫米，然后再切同样的切痕 6～10道，与前者垂直，形成许多小方格，切痕应切穿涂膜整个深度，然后用手指轻轻触摸，涂膜不应从方格中脱落，而仍与底板牢固结合者为合格。此法操作简单，不需特殊仪器设备，适合于在现场施工中应用。

2）交叉切痕法：该法原理与划格法相同，但用多样交叉的切痕，以形成各种大小不同的面积来观察涂膜与底板的结合情况。

3）画圈法：该法是用附着力测定仪来测定涂膜与底板结合情况。采用留声机唱针做针头，将样板涂膜朝上，固定于仪器的试验平台上，用手将仪器摇柄顺时针匀速转动，通过传动机构，针尖就在涂膜上匀速的画圈。所画出的圈依次

重迭。得出类似圆或滚线的图形，然后用手轻轻触摸，观察涂膜脱落情况来评定附着力级别，按评定方法附着力好坏可分为七级：一级为圈纹涂膜完好，附着力最佳；七级附着力最差，涂膜大部份脱落。

（2）剥落试验法：这种方法比综合测定法前进一步，它主要是测定涂膜从底板上脱落所需之功，或在垂直方向上把涂膜从底板上拉开一定面积所需之力。目前应用较多的有扭开法和拉开法两种。

1）扭开法：它采用扭断附着力测定仪，测定时用粘合剂将一个不锈钢的圆形测头与待测样板的涂膜粘合，然后把仪器本体套在测头上、徐徐用力将仪器扭转90°.测定涂膜被扭开时所需的扭矩，可从表盘上读出读数，并计算出测头底面的扭断应力，该读数值即相当于涂膜的扭断附着力。其计算公式如下：

$$f_s=\frac{T\cdot r}{I_P}$$

式中：f_s——为扭断应力（kg/cm²）；

T——为扭矩（kg/cm）；

r——为测头底面半径（cm）；

I_P——$\pi/32$（$D_o^4-D_i^4$）。

式中：D_o——为筒的外径（cm）；

I_P——为扭断面有效惯量（cm）；

D_i——为筒的内径（cm）。

由于r/I_P均为仪器常数，因此只需将扭矩测出，乘上常数即可得到扭断附着力。

使用此法测定附着力，不论在平面，垂直面、倾斜面上均能进行，且不受实验或施工现场的限制。但测试过程比较

复杂，故不如划格法、画图法应用广泛。

2）拉开法：拉开法原理与扭开法相似。测定时将直径10毫米铝棒的端面上用合适的粘合剂粘合样板的涂膜面，然后用拉力机在垂直方向上拉动，得到拉开涂膜时所需的力，然后再求得附着力。

8.耐磨性

耐磨性实际上是涂膜的硬度、附着力和内聚力等综合效应的体现。具体测定方法可参见GB 1768-79。常用有落砂法、喷射法、砂轮法等。

落砂法：该法是采用落砂试验器来测定。将一定大小的砂粒，以规定的高度落到被测试样板上，称取将涂膜破坏所需要的砂量，测试结果以磨耗系数V/T来表示。V为砂的体积（升），T为涂膜厚度（微米）。

喷射法：该法测定时将被测试样板放入试验箱中，与样板成垂直方向，距离10毫米处有一喷嘴，用一定压力的二氧化碳气体，将一定大小的铅丸喷射样板，以使涂膜达到规定的磨损状态，所需的时间来表示耐磨性。

砂轮法：该法系用 Taber 磨耗试验器来进行。仪器上有两个金刚砂的磨擦轮，一个向外研磨，一个向内研磨，在轮上还可以根据试验要求施加各种负荷。被测试样板则固定在轮下旋转的圆盘上，其测试结果以涂膜正好被磨透所需的旋转次数，或以一定转旋次数涂膜的失重表示。

9.耐水性

耐水性检测：根据不同要求有耐热水、耐冷水、耐蒸馏水、耐海水等不同检查方法。测试时将被测样板浸入规定的

水中，试验样板浸入深度为样板长度的1/2～2/3。样板在规定温度下，浸泡规定时间后，取出，并用吸水纸吸干，用肉眼观察并纪录涂膜表面有无起泡、起皱、脱落等现象。具体测试方法可参见 GB 1733-79。

六、涂膜的特殊性能检测

1.耐化学腐蚀性

耐化学腐蚀性是衡量防腐蚀涂料质量的重要内容，它是检查涂膜对酸、碱、盐等腐蚀性介质作用下的抵抗能力。其测试方法一般是将被测样板悬挂起来，使样板总面积的1/2～2/3浸泡在不同的腐蚀介质溶液中。在一定时间后取出，用自来水冲洗干净，观察并记录涂膜及试件表面变化情况，如颜色、光泽有否变化，是否有脱落，起泡龟裂及腐蚀斑点等现象。具体测试方法可参见GB 1750-79和GB1763-79。

2.耐热性

耐热性是检查涂膜对热的稳定性，一般以温度和时间表示。测试时将被测样板放入规定温度的烘箱内，于规定时间后取出样板，观察涂膜颜色，光泽有无变化，涂膜是否发粘、发软等现象。具体测定方法参见GB 2735-76。

3.耐寒性

涂膜受冷冻作用后的稳定性称为耐寒性。涂膜的耐寒性受多种因素影响，如原料、颜料、多层涂膜之间配合以及膜厚度等都会影响涂膜的耐寒性。测试方法一般是将被测样板放入规定温度的冰箱内，放一定时间后取出。观察涂膜有无

开裂、变脆等现象。

4.耐高低温变化性

防腐蚀涂料应用于室外管道、贮槽、塔身等，由于经常要经受温度变化的考验，所以涂膜的耐高温、低温循环性好坏是衡量涂膜耐久性的重要标之一。其测定方法是将被测样板放入规定温度的冰箱内，放置一定时间，然后取出在室温放置 2 ～ 3 小时，然后再放入规定温度的高温烘箱内，放置一定时间，按规定次数循环操作，测试结束后观察涂膜色泽外观有无变色、起泡、开裂、脱落等现象。

5.耐候性

涂膜耐候性是指涂膜在日光、风、雪、雨、露、温度、湿度、氧气以及腐蚀性气体等因素作用下的耐受能力，是衡量涂料质量的最重要内容之一。其测试方法可参见GB1766-79。通常有天然老化试验和人工加速老化试验两种。分别叙述如下：

（1）天然老化试验：天然化试验系天然曝晒试验，其曝晒场应建立在平坦空旷的地方，周围应无高大障碍物，使曝晒的样板能充分受到各种大气因素的作用。曝晒架可用钢材或木材制成，结构力求简单、牢固、最好能调节曝晒角度。

涂膜制备方法按前所述，样板尺寸为：150×250×0.8～1.5毫米，标准板为：70×150×0.8～1.5毫米。涂膜干燥后封边，并在室内放置 5 ～ 7 天再进行曝晒试验。在曝晒的第一至第三个月内每隔15天检查一次。从第四个月起，每月检查一次，一年以后每三个月检查一次。由于涂料品种不

同以及曝晒地区破坏速度不同。检查周期可根据情况适当地变更。检查时将样板拿到室内，先用软毛刷或鸡毛掸子将样板表面灰尘扫掉，检查涂膜粉化情况，然后将样板用软皮或海棉在自来水冲洗下轻擦洗净，然后将样板晾干，检查涂膜失光、变色、裂纹、起泡、锈点、沾污、长霉、脱落等现象。

失光以失光百分率表示，一般分为5级：0级为失光小于5%，1级为失光在6～30%范围；2级为失光在31～60%范围；3级为失光在61～90%范围；4级为失光在91%以上。

变色情况用光电色差仪来进行定量测定，评定分为5级：0级为无变色，色差为0；1级为轻微变色，色差为1.5；2级为明显变色，色差为3；3级为严重变色，色差为6；4级为完全变，色差为12。

裂纹是涂膜因在大气环境作用下失去了原来机械强度而开裂所致。其评定较为复杂，因为裂纹有形状、深浅、分布面积的不同，因此较难规定标准，通常从裂纹的形状、深浅、分布面积三个方面来加以评定。以裂纹深浅评定，分为轻度裂纹（肉眼看不见）；中度裂纹（肉眼可见，但不明显）；较深裂纹（肉眼明显可以看到）；严重裂纹（裂纹深达底部）4个等级。以裂纹分布密度评定分为稀疏、中等、较密、稠密4个等级。

起泡现象目前尚无较好的评定方法，一般是根据泡的大小和稠度（分布面积）来评定级别。泡的大小分为4种，最小的直径为1毫米和1毫米以下，其次为2毫米、3毫米，5毫米以及5毫米以上；泡的稠度分为稀疏、中等、较密和稠密4个等级。

（2）人工加速老化试验：为克服天然老化试验时间过长的问题，可采用人工加速老化试验仪进行耐候性试验。人工老化试验仪分为紫外线碳弧型，阳光碳弧型、氙灯型、高压水银灯型等类型。紫外线碳弧型人工老化仪的试验结果与天然老化试验结果基本相同，特别是涂膜失光、变色、裂纹等破坏现象与天老化比较接近，但粉化情况稍有差异；阳光碳弧型老化仪试验结果与天然老化试验结果基本一致，氙灯型老化仪使用操作简单，天然模拟性好，但加速倍率不够理想；高压水银灯型老化仪使用操作亦方便。但由于小于290mm的短波成份较多，故试验结果与天然老化试验结果有一些差异。

测试时将样板固定在箱内转盘上，调至规定温度、湿度、降雨量，以24小时为一个周期，在第一周期、第二周期内每天检查一次，在第三周期至第十周期内每二天检查一次，第十一周期后每四天检查一次，按涂膜耐候性评级方法平评定涂膜好坏。

6.耐湿热性

涂膜对环境湿度和温度的适应性和抵抗能力称为涂膜耐湿热性。湿热试验通常在调温调湿箱内进行，将被测样板垂直悬挂在箱内，控制一定温度，一般为47±1℃，相对湿度为96±2%，放置规定时间后，取出观察涂膜以及试片变化情况，如有无起泡、脱落、变色、变软、锈点等情况。评定分为三级，一级为良好、二级为合格、三级为不合格。具体测定方法可参见 GB 1740-79。

7.耐盐雾性

对于在海洋或近海地区使用的防腐蚀涂料必须进行耐盐

雾试验，测定耐盐雾性的试验仪器型号较多，一般常用为喷嘴式盐雾试验箱。测试时将样板固定在箱内架上，使样板与盐雾沉降成30°角，调整好温度(35℃或40℃)和喷雾周期，可采用连续喷雾或间歇喷雾（如每小时喷15分钟，停喷45分钟；每小时喷30分钟，停喷45分钟）。所喷盐水可用3～5%氯化钠溶液或人造海水溶液。人造海水配方为NaCl 27克/升，$MgCl_2$ 6克/升，$CaCl_2$ 1克/升，KCl 1克/升。被测样板经规定时间试验后，取出观察涂膜破坏情况以及样板腐蚀情况。具体测定方法可参见GB1771-79。

8.防霉性

防霉性是检测涂膜对霉菌的抵抗能力。霉菌对涂膜的破坏作用首先是在涂膜上繁殖引起斑点，进而由于霉菌在新陈代谢过程中所产生的有机酸引起涂料中颜料及基料的破坏，导致涂膜失去保护作用。为此，在南方地区或在潮湿环境使用的涂料，必须进行防霉试验。防霉试验中霉菌选择很重要，可供选择的有黑曲霉、土曲霉、黄曲霉、焦曲霉、萨氏拟青霉、杂色曲霉、土生曲霉、产黄青霉、球毛壳霉、木霉、宛氏拟青霉、蜡叶芽枝霉等。霉菌培育所需的养份有合成培养基，如察氏培养基、无碳培养基，以及天然培养基（如马铃薯培养基，芽法培养基）等。

防霉试验方法常用的有悬挂法和培养皿法，对于大件成品的涂膜表面还可采用局部法。悬挂法要求有专用的霉菌试验箱，箱内温度保持28～30℃，相对湿度95～100%，培养皿法则可采用一般烘箱或低温烘箱，保持温度28～30℃，相对湿度则由培养皿内培养基来保持，可不用控制。从实际试验效果看，悬挂霉菌生长速度慢、时间长，所需的时间可能不

止规定的28天，但能适合大件或整机防霉试验，培养皿法菌霉生长速度快，规定21天，往往14天基本上就能看出效果。防霉级别分5级。0级最好，1级次之，4级最差。

在防霉试验中为确保试验结果准确可靠，应注意使用器皿的灭菌消毒，因为空气的污染，操作时不慎往往容易杂菌沾污，造成试验失败。为此对所使用的玻璃器皿应在使前烘烤2～3小时，烘烤温度为160℃。对于所配制的培养基均需在高压灭菌室内进行消毒30分钟，具体测定方法可参见 GB 1741-79。

9.耐油性

耐油性是检查涂膜抵抗汽油腐蚀、溶蚀作用的能力。其测式方法是将涂覆涂料的样板浸泡在汽油中，放置规定时间后取出观察涂膜的变化情况。具体测定法可参见 GB 1734-79。

七、仪器分析检测

随着防腐蚀涂料新品种的研究开发，对涂料组成的剖析；涂膜老化过程分子结构变化的探讨；快速测定涂料生产过程中的有关物化性能等，对分析技术和分析仪器提出了更高要求。因而，近年来涂料工业也采用了现代化电子仪器和先进分析测试技术，如电子显微镜、红外光谱、气相色谱、x光衍射等等。这些先进仪器的分析测试特点是所需试样量少，速度快、精度高，是今后防腐蚀涂料生产和科研中不可缺少的手段。为此对这些仪器分析技术作一简要介绍。

1.电子显微镜

通常所用的光学显微镜其放大能力最多的是1000～1500

倍，继续放大则分辨不清，主要是由于光学显微镜是用可见光为光源的，分辨能力受到可见光波长的限制。电子显微镜则是利用真空中高速运动的电子流作为光源，其波长仅为可见光的十万分之一，因此电子显微镜具有分辨能力高，放大倍数大的特点，成为探讨微观世界的有力工具。

电子显微镜可用来对膜表面结构进行分析，特别是可对经过耐候性试验的涂膜表面状态变化和缺损进行观察，还可采用超薄切片法，此法可观察涂膜内部颜料粒子分散状态，也可测定各种颜料的粒子大小和形状，以及观察高聚物溶液结构和结晶性质。

2.气相色谱

气相色谱法是五十年代出现的一种分离、定性、定量三步同时进行的一种新型测试方法。它具有分离效能高、分析速度快、样品用量少等特点。

气相色谱仪的类型很多，可根据测试需要来选用。其测试方法一般是先将被测样品打入气化室，瞬间被气化成气体，即被载气带入色谱柱进行分离，分离后各组份先后进入鉴定器，产生的信号经放大后在记录器上自动记录下来，由此所得到的色谱条与已知纯物质的色谱图进行对照，即可得出测试结果。

气相气谱法可对涂料的溶剂、油、树脂、增塑剂、助剂等进行分离和鉴别，特别是对高聚物通过色谱测定可推算出高聚物的原来结构。

3.x射线

x射线是电磁波的一种，不过其波长极短，在衍射方面

应用的x射线，其波长约为0.5～2.5Å （Å $=10^{-8}$厘米）。x射线衍射是研究物质结构的一种先进分析技术，这种技术是在1912年发现了晶体能衍射x射线，并由其衍射方式能揭示出晶体内部结构而开始的。现已发成为化学研究中的重要物理测试手段之一。

晶体学的研究表明，晶体具有规则的内部排列，相邻原子间的间距和x光波长具有相同数量级，均为10^{-8}厘米左右。因此可以利用晶体作为产生光衍射的光栅，使入射的x射线经过某种晶体后发生衍射，其衍射角θ，晶体晶面间距d和入射x射线的波长λ应遵循布拉格定律。其公式如下：

$$2d\sin\theta = n$$

式中：n为衍射级数。

根据上述公式，若已知x射线的波长λ及入射角θ时，就可以算出晶格间两面间距的距离，从而判断结晶结构。

由于自然界中结晶物质都具有自己特征的衍射图，因此可以通过晶体物质的x光衍射谱图的记录和分析反映出该物质的化学组成及存在状态，即物相。

x光衍射仪的构造分为三大部分：

1）x光发生器：产生稳定的负高压给x光管。使x光管内的电子在高压电场作用下，撞击阳极金属靶，产生x光射线。

2)测角器：它的主要功能是使x射线束以某一个入射角到样品上，并用对x射线高度灵敏的计数管接受衍射的x射线，把其变成电脉冲信号。

3)记录器：它的功能是把由计数管传送来的信号经过电子放大记录在图纸上形成x光衍射图。

x光射线衍射在防腐涂料生产和研究开发中主要用于以

下几方面：

1)颜料的定性鉴定，如金红石型二氧化钛和锐钛型二氧化钛晶型、酞菁系α与β型等等。

2)对颜料、填料剖析，作非破坏性快速定量测定。

3)树脂合成过程中反应中间体或最终产品的分析。

4.红外光谱

红外光谱分析所用的仪器为红外分光光度计，其测试原理是从光源射出红外线，分成基准光束和试样光束，通过内扇形旋转镜把它们先后引入单色器内，试样吸收了红外线，这两种光束就产生了光的强度差，可由热电耦来测得，作为交流信号被放大，然后通过一系列调整装置，自动记录下该试样的红外吸收谱图。

被测试样品可以是气态、液态、固态。气体样品可用气体吸收。液体样品夹于两片氯化钠薄片中间作定性检查，也可放于特别的液体收池中，固体样品则用调压片法，即把样品与溴化钾粉末混合均匀压制成薄片待测。

测试所得之红外谱图与已知样品的标准谱图作比较，根据在一定波数处的吸收峰就可以定性，根据透射百分率的多少就可以作出定量计算。

红外光谱分析技术在涂料生产和研究开发中主要用于对未知物的鉴定以及工艺过程的研究。通过红外光谱图可以分析原料、中间产品、最终产品之结构，同时也可判断工艺过程进行是否合理。

第五章　防腐蚀涂料施工

涂料要在被涂装物表面形成涂膜，才能发挥预期的防蚀保护作用，使涂料形成涂膜的过程即谓施工。施工质量好坏对涂膜的性能及耐久性等影响极大，在实际涂装过程中由于选用涂料品种不当或施工方法不当而达不到预期防蚀护效果的例子很多，特别是最近几年开发了不少性能优异的防腐蚀涂料，但这些新型涂料不少对施工方法极为敏感，只有按照其各自的施工条件进行施工才可形成正常的涂膜，达到预期的防蚀保护作用。充分发挥涂料的使用效果。为此本章对施工有关问题作一简要介绍。

一、涂料品种的选择

防腐蚀涂料品种繁多，其性能和用途各有不同，正确地选用适当的涂料品种对延长涂膜的防蚀效果和使用寿命有密切关系。为此在施工前除应参照产品说明书所介绍的性能、用途以外，还应全面考虑下述因素。

（1）被涂物体表面材料性质，根据不同材质来选用不同涂料品种，如木材制品应采用自干型涂料品种；水泥，混凝土制品应选用耐碱性较好的涂料品种；黑色金属制品可选择铁红、红丹底漆；铝、镁等有色金属就不能选用红丹底漆，因红丹底漆对铝不仅不起保护作用，反而会起破坏作用，因此必须选用锌黄底漆。

（2）考虑被涂物体的使用环境：被涂物件的使用环境应

与选用的涂料品种适用范围相适应。根据具体使用环境，如腐蚀介质的类型、浓度、温度、设备运转情况等因素来选用适宜的涂料品种。例如在酸性介质下应选用耐酸性较好的涂料品种；在碱性介质下应选用耐碱性较好的涂料，在高温环境下应选用耐高温防腐蚀涂料。

（3）考虑施工条件的可能性：应根据施工现场实际状况因地制宜，选择适当的涂料品种。例如在通风条件差的现场施工，宜采用无溶剂防腐蚀涂料或高固体份防腐蚀涂料和水性防腐蚀涂料；在不具备烘烤干燥的现场施工就不能选用热固化涂料，而只能选用自干型涂料。

（4）考虑技术、经济综合效果：选择防腐蚀涂料品种时不仅要考虑技术性能优异，还要考虑经济合理性，应根据具体情况及长远利益和当前利益，直接效益和间接效益等结合起来综合考虑，在进行经济核算时要将材料费用、表面处理费用、施工费用、涂膜性能及使用寿命、维修费用等综合考虑，择其技术、经济效果最佳者。

总之，在选用涂料品种时应考虑上述因素，这些因素之间相互又有联系。故要根据产品性能、涂装目的、使用环境、施工条件加以全面分析，选择适宜的最佳涂料品种。

二、表面处理

涂料施工包括表面处理、涂装、成膜、干燥和固化等过程。经过这些过程能否获得良好涂膜与表面处理好坏、涂料调配方法、涂装方法、涂装环境、涂膜干燥或固化方法等因素有关。其中表面处理好坏对防蚀涂装的效果及耐久性影响是至关重要的，而且越是性能优良的涂料，大多数对表面处理的好坏程度也越敏感。未处理好的表面，即使涂装高级涂

料，也达不到预期防蚀效果。

据报导，日本钢构造协会钢桥梁涂装研修班曾对表面处理程度与防蚀效果关系进行了试验，其结果如下：

表面处理	涂装工艺	经过年数				
		1	2	3	4	5
喷砂法	环氧富锌漆/氯化橡胶底漆×2/氯化橡胶二道漆/氯化橡胶面漆	3	3	3	2.5	2
喷砂法	无机富锌漆/氯化类MIO涂料×2/氯化橡胶二道漆/氯化橡胶面漆	3	2	3	3	3
2类除锈	无机富锌漆/酚醛类MIO涂料二道漆/酚醛类MIO面漆	2	1.5	1	1	0

上表说明：

试验场所：日本和贺江桥

评分3为正常；2为目测异常面积在10%以下；

1为目测异常面积在10～30%；

0为目测异常面积超过30%。

从上述试验结果表明采用富锌漆的涂装工艺在经过喷砂处理的表面上显示出良好的防蚀效果，但在2类除锈表面上其防蚀效果极差。2类除锈是使用动力工具和手工工具清除旧涂膜和锈层，直至露出金属表面为止，这种表面处理方法达不到象喷砂处理那种彻底的表面处理程度，所以涂装涂料以后，防蚀效果较差，从此可见表面处理在防蚀涂装中的重要性。

三、非金属材料的表面处理

1.木材及木制品表面处理

（1）新木材表面处理

干燥：新木材有大量水份，并从潮湿空气中继续吸收水份，所以在施工前要存放在通风良好的地方自然晾干或在专门设备中低温烘干，控制其含水量小于12%。这样才能防止涂膜由于水份蒸发而引起涂膜起泡，开裂等毛病。

打磨：木材经过切削加工，表面会有不少毛刺，必须进行打磨。打磨的工具可用一小块长软木板（200×5×20厘米）制成。板上胶结上法兰绒、羊毛毡、软橡皮、泡沫塑料之类东西均可，然后裹上木砂纸，顺木纹方向打磨，用力要均匀一致，打磨完毕用抹布擦净木屑等杂质。

清洗：由于木材树种不同，其些木材（如枕木）常粘附或分泌出来脂等物质，影响涂膜牢固粘附表面，所以涂装前要把它们除去，先用铲刀将木脂铲除，然后用热肥皂水或用5～6%纯碱溶液清洗，再用热水，冷水擦洗干净，干燥后涂装。

（2）旧木器表面处理

旧木器表面的旧涂膜如果完整牢固，可用肥皂水清洗油污，以清水冲洗干净，干后用腻子填平缝隙、打磨，然后再涂新涂料。

旧木器表面旧涂膜如已老化无使用价值，可用石灰和烧碱配成稀溶液，用漆刷或排笔抹涂3～4遍，然后用铲刀刮除，清水冲洗干净，干后视情况按新木材表面处理方法进行处理。

2.水泥混凝土表面处理

（1）新水泥混凝土表面

水泥表面为多孔性表面，而且含有水份和盐份，一般新水泥表面不宜立刻涂装，需经过规定时间的干燥，使水份含

量小于10%方能涂装，如工程急需涂装可采用15～20%硫酸锌或氯化锌溶液涂刷水泥混凝土表面数次，待干后除去析出的粉质和浮粒，也可用5～10%稀盐酸清洗，再用清水洗涤干燥。

（2）旧水泥混凝土表面

旧水泥混凝土表面可先用钢丝刷除去浮粒、浮灰，如果水泥表面有较多缝隙或凹凸不平之处可先用极稀的氢氧化钠溶液清洗油垢，然后用清水冲洗，干燥后再用环氧、过氯乙烯、氯化橡胶等腻子填平，然后涂装。

（3）新灰泥表面

对新抹的灰泥表面，要把纸筋、石灰屑等突出物用力削平，然后将表面浮灰擦去，最好用浓度为10～20波美的氟硅酸镁溶液处理数次，然后涂装。

四、金属材料的表面处理

金属材料有黑色金属材料和有色金属材料。本节重点介绍黑色金属（钢铁）材料的表面处理。钢铁材料在涂装前的表面处理包括脱脂、除油、除锈、化学处理等方面，现分述如下：

1.脱脂除油

被机油等油类沾污的钢铁表面，对涂膜的附着力有显著阻碍作用。所以在涂装前应将油脂除干净。除油脱脂的方法很多，可用溶剂擦洗、浸渍；也可用碱性脱脂清洗剂或乳液脱脂清洗剂清洗等方法处理，分述如下：

（1）碱性脱脂清洗剂除油脱脂

碱性脱脂剂可使油脂发生乳化作用，从而被清洗干净。

一般采用氢氧化钠、磷酸钠、碳酸钠等配制而成的稀碱溶液，如采用浸渍法除油脱脂时，溶液浓度应控制在3～6%。采用喷射法除油脱脂时溶液浓度应控制在0.5～3%。碱洗后，最好在1.5～2%草酸溶液中浸1～2分钟。

（2）乳液除油脱脂

利用乳化剂使有机溶剂分散在水中形成乳化液，该乳化液既保持有机溶剂对油脂的溶解力，可用来清除油脂，同时水溶性污物也能被水溶解而除去。乳化清洗时可采用喷射式和浸渍式两种方式进行。

乳液脱脂清洗剂配方很多，通常采用聚氧化乙烯烷基酚醚类乳化剂3～4克／升，水玻璃30～40克／升加水配制而成的。

（3）有机溶剂除油脱脂

这是利用有机溶剂对油脂的溶解作用而清除油污的方法。常用的有机溶剂有汽油、煤油、酒精、丙酮、三氯乙烯等等。本法除油脱脂的优点是操作简单方便，但毒性大，易燃烧，故只适用于轻度油污的小型器件，且要在通风良好场所进行处理。

（4）电化学除油脱脂

在热碱性电解质溶液中，以需要除油脱脂的零件为阴极（或阳极），以镍铁板为阳极（或阴极）。通入直流电后水被电解，在阳极上产生大量氢气泡离开金属表面而上升到除油液表面时，和气泡周围吸附着的油污一起浮到除油液表面，从而使零件表面的油污得以清除干净。

通过上述除油脱脂处理以后，判断其脱脂除油效果如何，可采用测定水接触角的方法，金属表面本身因为本来就有亲水性，所以除油脱脂后，则表面易为水所润湿，接触角

便接近0°。根据国外报导，R.J.Lipinski曾对金属表面水的接触角与涂膜的附着力之间关系进行了研究测定，其测定结果如下：

表面处理	水的接触角	涂膜着强度(lb/in)		
		乙烯类	丙烯类	催化固化环氧树脂
溶剂清洗	68°	2.8	0.5	1.6
	61°	2.4	<0.3	1.2
	74°	2.7	<0.3	1.7
碱清洗	45°	3.3	0.7	2.5
	38°	3.6	0.9	2.8
	47°	3.4	0.6	2.7
有机物处理	8°	9.3	1.5	4.7
	11°	8.7	1.6	4.5
	6°	9.2	1.7	4.3

从表中结果可以看出金属表面与水的接触角越小，即脱脂除油效果越好，涂膜与该表面的附着力越强。

2.除锈

涂装前进行彻底除锈是防蚀涂装过程中很重要的一环，是涂装的必要条件。据报导国外H.Schasi曾对表面除锈程度与涂膜耐久性的关系进行了研究，其试验结果如图2所示。

该图横轴代表除锈及防锈程度，是以瑞典标准来表示的，O表示未处理；St表示以动力工具及手工操作除锈；Sa表示喷砂处理，不是最高除锈率；处理程度按3→2→1的顺序降低。纵轴是以欧洲的测锈标准测到评为5分的年数，大致相当于更新涂装所必需的时间，此试验结果表明除锈率

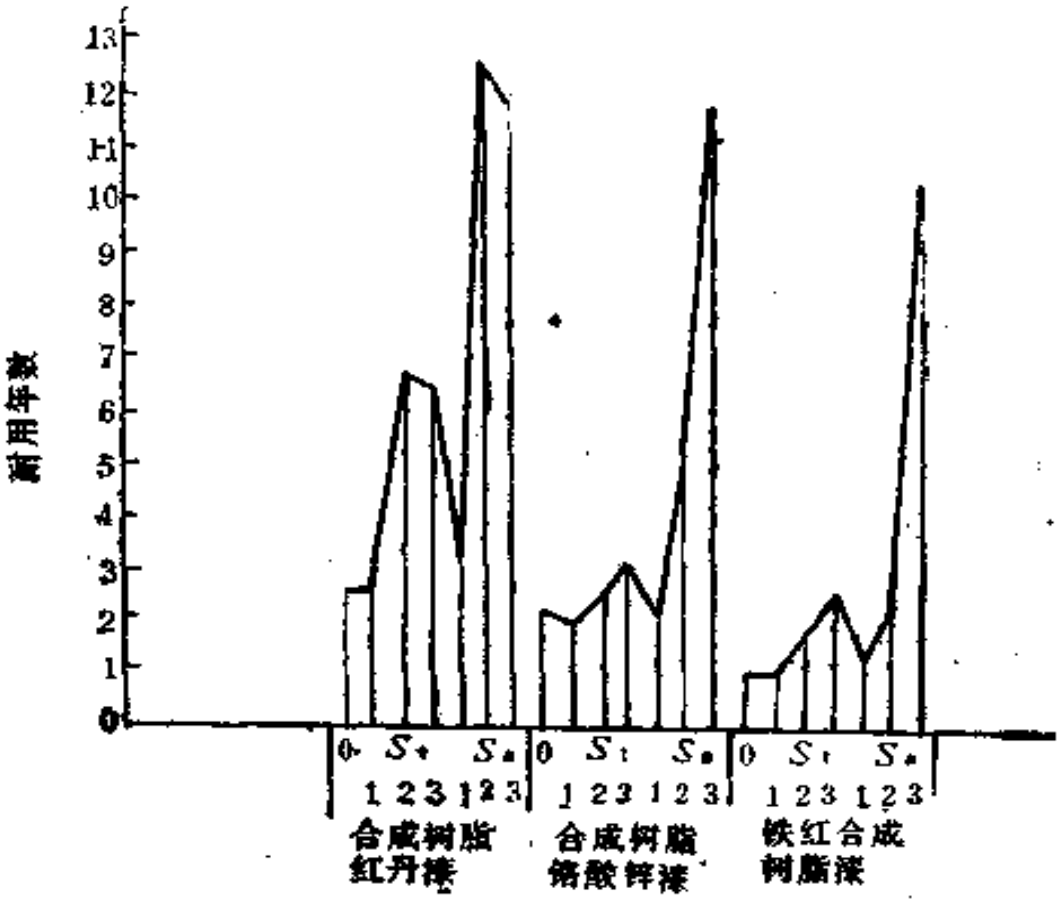


图2

对防蚀涂膜效果及耐久性的影响特别大。Sa3与未处理或St相比，其耐久性相差4倍左右，从而可知除锈在涂装工艺中占有很重要的位置，切不可等闲视之。

（1）锈层的性状

1)铁鳞（黑皮）

在热处理过的钢材表面有一层灰黑色的氧化层称为轧制铁鳞（黑皮），它是由稳定的氧化物组成的。在形成连续的覆膜时，可以成为一种良好的保护膜，起到一定保护作用。但实际上这种黑皮往往有针孔和裂纹等缺陷。而且黑皮有一定的导电性，其电位比钢铁还高，所以在缺陷部位容易发生孔蚀。如果在有黑皮的钢板上涂刷涂料，那么锈蚀往往发生在黑皮的缺陷部位，因此在涂装前必须将黑皮完全清除干

净。

2)红锈

红锈一般是由牢固附着在钢铁表面的内层和外层所组成，但两者的化学组成并无多大差别。

锈层对钢板的继续腐蚀以及对锈层上的涂膜之影响，与锈层中所含的杂质有很大关系。Mayne曾在剑桥大学的楼顶上，将未涂漆的钢板经过暴露制成生锈的钢板，再在上面涂刷涂料进行暴露时，发现在冬季所制备的生锈钢板其涂料的耐久性非常差。而且在涂膜耐久性差的生锈钢板上发现锈层底部有硫酸亚铁的结晶存在，带锈层钢板对涂膜影响的这种季节性变化的原因是由于冬季取暖使用了硫份多的煤所引起的。

根据Schikor的试验，锈层吸收了空气中的二氧化硫，则生成硫化亚铁，但是它吸收水份后分解游离出硫酸，钢板受酸作用而溶解，再重新生成硫酸亚铁，此反应反复进行，则加速了腐蚀的继续发生。因此在锈层中如含有硫酸根离子或氯离子等杂质，就会加速钢铁的不断腐蚀，并进而使涂膜老化。特别是硫酸亚铁结晶因为是存在锈斑下的蚀孔底部，即使进行除锈也难以除干净，所以必须在除锈时加以特别注意。

(2) 喷射除锈

喷射除锈是以砂、钢砂以及钢丸喷射材料，喷射于钢铁表面以除掉黑皮和红锈的方法。广泛用于钢铁结构体的表面处理。喷射处理可以获得效果好，除锈率高的表面，同时还能形成适当的粗糙面，从而得到容易附着涂膜的被涂表面。

喷射除锈装置是利用压缩空气的喷射能力将砂粒等喷射材料用空气喷出的装置和向旋转叶轮的中央部位送入喷射材

料，然后用离心力将喷射材料从叶轮前端甩出的离心喷射装置。按喷射材料的种类又可分为喷钢丸、喷钢砂、喷石砂等方法。钢丸是冷铸的钢球，磨削作用较小；钢砂是将钢球破碎、作成的不定形棱角的颗粒，磨削作用大。钢丝切制丸是将钢丝切成一定长度的颗粒，有尖锐的角，磨削作用大；喷砂中则常用河砂、石砂、矿渣等等。

通常把离心抛射式装置称为喷丸装置，把压缩空气式装置称为喷砂装置。离心抛射式喷丸处理，具有效果高，操作费用低廉，且因为是密闭式操作，故无粉尘污染等特点。但是这这种装置价格较贵，并且不能移动作业。压缩空气喷砂处理适应性强，对各种形状复杂的被处理物件均能使用，又可以移动作业，只要不是特别狭窄的场地均可以操作。而且该备费用比离心式喷丸设备为低，但是操作费用较高，并且由于不是密闭式的，所以现场尘埃飞扬，对操作人员和周围环境会产生有害影响。为了避免此种粉尘污染环境的弊病，可以采用真空吸入喷射处理、湿法喷砂、水喷射等操作方法。

喷射处理的主要目的是为了除掉黑皮和红锈。除锈当然希望越彻底越好，但要接近100%的除锈率，操作工时将要显著延长，所以根据不同要求世界各国对除锈率都分别制订不同等级的标准。如下表所示。

表中所述的是各国的除锈率标准。评定除锈率是与标准照片进行对比。特别是SIS（瑞典）标准，是按原钢板处理前的状态规定为 4 种照片，进行对比。该方法在世界各国广为采用。对富锌漆和各种合成树脂涂料，除涂率一般要求达到$Sa_2\frac{1}{2}$对油性涂料，除锈率则要求在Sa_2以上。

	SSPC（美国）		SIS05-5900（瑞典）	JSRA SPSS（日本造船研究协会）	B S4232（英国）
喷射	SP-5	出白级喷射处理	Sa_3(A、B、C、D)	Sd_3 Sh_3	第一
	SP-10	接近出白级喷射处理	$Sa_2\frac{1}{2}$(A、B、C、D)	Sd_2 Sh_2	第二
	SP-6	工艺级喷射处理	Sa_2(A、B、C、D)	Sd_1 Sh_1	第三
	SP-7	清扫级喷射处理	Sa_1(B、C、D)		
动力工具	SP-3	动力机械清理	St_3 (B、C、D) St_2(B、C、D)	Pt_3	
手工操作	SP-2	手工器具清理	St_1 (B、C、D)		

注：SSPC：Steel Structures Painting Council
(美)(1963)1971年部份修订。
SIS：Swedish Standard Institution (1967)。
JSRA SPSS：JSRA Standard for the preparation of streel surface Prior to Painting(1935)。
B.S：British standard(1967)。
底材清理前的钢板：A——黑皮；
B——带部份红锈的黑皮钢板；
C——红锈钢板；
D——孔蚀钢板。

经过喷射处理虽然都能达到相同的除锈率，但是在原钢板上有严重红锈及孔蚀的情况下，所涂的涂膜与原钢板是清洗的黑皮板上所涂的涂膜相比，其耐久性较差。因此，即使对于以后使用时还要进行喷射除锈的钢板，也必须避免将钢板长期放置在污染的环境中任其生锈，以往有些单位常常采用将黑皮钢板放在野外使它产生红锈，到黑皮变得易于脱落之后再行除掉，从上述理由可知，这种方法是不可取的。

经过喷射处理在钢板上形成粗糙的表面，就形成一个适