于涂膜附着的特定“齿形”表面，使涂膜有良好的附着力。但是如果表面过于粗糙时，由于粗糙的顶端部份涂层过薄而不能保持涂膜的防蚀效果。为此在各种涂装标准中均规定了最大的粗糙度。日本学者桐村胜也曾对喷射处理条件与表面粗糙度关系进行了研究，其结果如下表所示。

从下表可知在相同的喷射处理条件下，粗糙度随研磨材料即喷射材料的粒径增大而增大。为此在实际施工中可根据不同的涂装要求，选择不同的喷射材料和喷射条件。

序号	喷射处理		喷射材料			表面粗糙度 (mm)				
	方式	条件	种类	颗粒 (mm)	组成	1	2	3	4	平均
1	叶轮式	单面50转	钢砂 碎钢丝	1 2.0～2.3	20 80	67	82	73	66	72
2	叶轮式	单面50转	钢砂	1.0	100	57	53	50	54	53
3	叶轮式	单面50转	钢砂	0.7	100	35	35	38	37	37
4	叶轮式	单面50转	钢球	0.7	100	37	38	39	36	38
5	叶轮式	单面50转	碎钢丝	0.8	100	45	42	44	43	43
6	叶轮式	单面50转	碎钢丝	2.0～2.3	100	91	91	96	94	93
7	叶轮式	单面50转	钢砂	0.4	100	27	28	26	26	27
8	压缩空气式	喷嘴口径，9mm 压力，6kg/cm² 距离，300mm 时间，4min	钢砂	0.7 0.4		62	54	54	51	56

续表

序号	喷射处理		喷射材料			表面粗糙度（mm）				
	方式	条件	种类	颗粒	组成	1	2	3	4	平均
9	压缩空气式	喷嘴口径：8.5mm 压力：6.5kg/cm² 距离：300mm 时间：4min	钢砂	0.2 0.7 1	20 60 20	53	56	55	57	55
10	压缩空气式	—	钢球	—		45	49	42	39	44
11	压缩空气式	—	砂	—		26	29	26	28	27
12	酸洗					16	13	15	14	15

经过喷射处理的表面如果再生锈或附上污染物质，则失去了喷射处理的意义，因此经过处理后的表面应尽量迅速进行涂装。尤其是受到化工大气或海洋盐份影响地区，在喷射处理完毕之后应立即进行涂装，即使在无特别污染的环境下，也应在处理后几小时内进行涂装。如处理以后的物件要放置在露天时，最好不要过夜，以免受结露的影响。

（3）动力工具和手工工具除锈

使用动力工具或手工工具进行除锈，其除锈效率比喷射处理为差，对表面黑皮几乎是不能除掉。但是因有些现场不能进行喷射处理，故动力工具和手工工具除锈的方法还是经常采用的。电动工具除锈的专门工具有盘形打磨器、管式清除器、喷气钢凿、动力刷子等。手工除锈工具的工具有刮刀、钢凿子、钢刮子、手锤（尖头锤）和钢丝刷等。

判断动力工具和手工工具除锈之效率，也如上述表所示。世界各国都有规定的标准，一般也是采用与标准照片对比的判断方法。因为这种除锈方法很难将蚀孔内部和边角等处的锈蚀完全除净，对黑皮几乎不能除掉，为此在选用涂料上就受到一定限制。在进行涂装施工时，必须要搞清所用涂料的适应性。

（4）酸洗

酸洗除锈是用硫酸、盐酸、磷酸等酸性物质来除掉黑皮和红锈的化学除锈方法。

酸洗使用的酸不同和处理的温度不同，对除鳞（锈）速度影响很大。日本铁道技术协会关于钢铁防锈方法研究报告中曾对此进行了研究，其结果如图 3 所示。

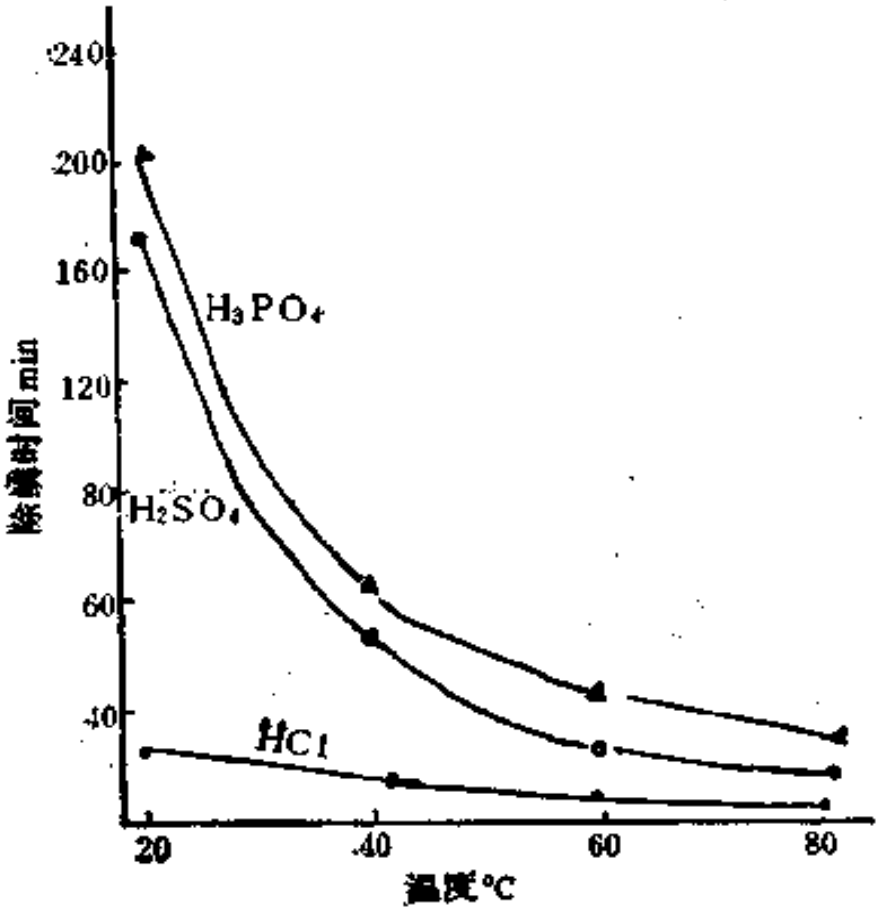


图3

从图 3 可知除鳞速度按盐酸、硫酸、磷酸的顺序增大。处理温度增加除鳞速度加快，使用盐酸时影响不显著，使用硫酸和磷酸时温度影响较明显，所以使用硫酸、磷酸除鳞时必须加热。

酸洗一般是浸在酸洗槽中进行，但也有采用喷入酸液的方法。酸洗槽内由于铁离子溶解而消耗酸液，还因生成铁盐积渣而引起酸洗效果下降，为此酸洗槽应加强定期添加酸液和出渣等措施。

酸洗处理工艺过程按不同酸有不同的处理工艺，如果使用硫酸或盐酸建议采用按酸洗、水洗、1%NaOH中和、水洗、干燥、涂装的顺序进行的工艺过程。如果采用磷酸可简化成酸洗、干燥、涂装三道工序。据资料报导用磷酸处理可得到较好的效果，这是因为磷酸处理后可在表面形成不溶性磷酸铁的化学保护膜 所以防锈效果较佳。

（5）片焰除锈和电火花除锈

火焰除锈是利用金属与氧化层的热膨胀系数不同，经火焰加热处理，可使氧化层（锈层）破裂脱落下来。常用的有氧乙炔燃烧器。但该方法除锈只适用较厚的钢板或较厚的钢铁制件，不宜用于薄钢板和小型钢铁制件。

电火花除锈是将被处理的钢板作为一个电极，配制一个圆辊作为另一电极，圆辊旋转时与钢板产生短路，发出火花，而使氧化层分离，并用机械冲击力使铁锈脱离金属表面。但该方法除锈只适用于平板除锈，有一定局限性。

3.表面化学处理

钢铁表面在除油除锈之后，为防止重新生锈，通常经过一定的化学处理，使钢铁表面形成一层保护性薄膜。常用有

磷化、氧化、钝化等方法。

（1）磷化

经过磷化处理后的钢板表面能形成一层不溶性的磷化盐保护膜，具有良好的防锈性能和附着力。钢铁表面上的磷化膜主要是由$Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$以及少量的$FeHPO_4$、$Zn_2Fe(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$组成，呈极薄针状结晶形。

磷化处理的方法很多，有浸渍式、喷射式、电化学磷化等方法。以磷化处理温度分类又可分为高温磷化、中温磷化、低温磷化三类。磷化处理工艺包括磷化前处理、磷化、磷化后处理等10余道工序。进行磷化时，磷化膜生成的时间只需几分钟，若时间过长，反而使生成磷化膜发生破坏，磷化后应立即用水冲去表面的酸，送入烘房中干燥。

磷化处理设备简单、操作容易、生产效率高，因此广泛应用于小型制品及流水线涂装作业的钢铁制件的表面化学处理。

常用的磷化处理配方及工艺条件如下表所示。

药品	用量(g/L)	操作条件			
		温度(°C)	时间(min)	总酸度控制点	游离酸度点
磷酸 硝酸 精锌	48 42 22.5	70～80	5	80～90	3.5～6.0
磷酸 硝酸锌	40 120	60～70	10～15	80～12	6～8
磷酸 氟化钠 铬酸 TX—10	24 3～5 5～6 1～2	20～30	3～5	—	—

（2）氧化

通过氧化处理可使钢铁表面生成保护性氧化膜。此氧化膜的内层为FeO，外层为Fe_2O_3，且呈不同颜色，为此又称“发蓝”处理。氧化有热氧化、碱性氧化、酸性氧化等三种方法。其中以碱性氧化法用得较多。随氧化剂种类不同，钢铁表面氧化膜的色泽各异，如氧化剂为碱金属硝酸盐、铬酸钾、草酸盐等时，则其氧化膜色泽分别为无光深黑色、略带微红的黑色、浅蓝发黑、美丽的蓝色等颜色。

（3）钝化

用铬酸盐溶液与金属作用，在其表面生成三价或六价铬组成的保护层的过程称为钝化，多用于铝、锌、镁等有色金属的处理。对钢铁也能形成铬化层，但很少单独使用，常和磷化处理配合使用，以封闭磷化层的孔隙，使磷化层中裸露的钢铁钝化，以抑制残余磷化加速剂的腐蚀作用，进一步提高防蚀能力。钝化时一般用重铬酸钾溶液（2～4克／升），有时也加入1～2克/升磷酸，在80～90℃下，浸渍2～3分钟取出，水洗即可。

近年来为了缩短表面处理工时，减轻劳动强度，提高劳动效率，已开发和应用了不少综合处理的方法，主要有除油、除锈“二合一”处理；除油、除锈、钝化“三合一”处理；除油、除锈、磷化、钝化“四合一”处理等方法，在在生产实践中均收到较好效果。

4.焊接部位涂装前的预处理

焊缝是容易发生锈蚀的部位，因为在焊缝附近，容易附有焊渣，使金属表面容易形成明显的凹凸不平，使在高出部位的涂膜变薄，甚至裸露，容易产生锈蚀，所以焊接部位的

焊渣必须清除干净。还有使用低氢型或钛铁矿型焊条时，因焊条药皮中使用了碱性物质，对涂膜有不良影响，所以焊接部位在涂装前必须要用酸进行处理，以使焊接部位上面的涂膜不产生异常现象。

5.旧涂膜的清除

旧的钢铁制件在施工前应清除旧涂膜。清除旧涂膜的方法很多，应用较多的是采用脱漆剂清除旧涂膜。脱漆剂品种有碱溶液、酸溶液、多种溶剂组成的混合液、水和表面活性剂与酸等组成的混合物等等，举例如下：

1)配方一：

磷酸三钠：5～7%；　　肥皂：0.5%；

硅酸钠：3%；　　水：1升。

该脱漆剂适用于钢铁制件，使用时将要脱旧漆的零件放入该溶液中煮沸30～60分钟，然后取出，用冷水洗，再放入90～100℃，3%重铬酸钾溶液中煮30分钟，然后取出冷水洗净、烘干。

2)配方二：

磷酸三钠：25份；　　硅酸钠：12份；

肥皂：3份；　　重铬酸钾：3份；

水：1800份。

该脱漆剂可用于钢铁制件，也可用于铝制件。脱漆时将铝件（钢铁件）浸入槽内，煮2～3小时，取出，在热水槽中（80～90℃）浸煮20～30分钟，然后用清水冲洗干净，烘干。

3)配方三：

乙醇：1份；　　氨水：1份。

4）配方四：

二氯甲烷：72份；　　乙二醇乙醚：4份；

甲醇：6.5份；　　甲基纤维素：2份；

增塑剂：5份；　　石腊：3份；

水：3份。

配方三，配方四为溶剂型脱漆剂，该类脱漆剂脱漆效果好，速度快，但因含有溶剂要注意施工时通风和劳动保护。

五、涂装工艺

1.涂料的调配

施工前应对涂料品种、名称、型号进行检查，看其是否与选用要求相符。还应检查制造日期，是否超过贮存期，如已超过贮存期，应开桶检查是否有变稠和结块现象。如无此现象仍可以使用。

涂料在使用前必须充分搅拌均匀，对双组份涂料，在使用前两者要按正确比例进行混合搅拌均匀。

一般涂料的粘度，随温度变化有一定变化，根据季节和施工要求，要用稀释剂进行粘度调节使之符合涂装要求。根据不同涂料品种，选用不同的稀释剂，切勿张冠李戴，造成涂料发稠变质等事故。

2.施工的环境要求

从涂料涂装开始到形成固化涂膜为止，这段期间的环境状况对涂膜性能有极大影响。因此最好是能在具有可调节温度和湿度等环境条件的场所进行涂装。但是现场施工往往不具备这种条件只能在室外进行施工，为此对施工环境应有一

定要求。

（1）环境温度

温度对涂膜干燥和固化有很大影响，一般在低温下涂膜干燥和固化速度减慢，相反在高温下涂膜干燥和固化虽然加快，但容易产生气泡，然而不同涂料受温度影响也不一样，例如，靠氧化交联固化的涂料和靠固化剂固化的涂料是经化学反应固化的，这些涂料固化速度受温度影响较大。如乙烯型、氯化橡胶型那种靠溶剂蒸发自干型涂料，受温度影响程度较小一点。一般施工环境温度要求在5°～35℃之间。

（2）环境湿度

在高湿环境下一般不宜施工，因为溶剂的蒸发有降低涂装表面温度的倾向，所以在高湿度下空气中水份便为凝集于表面，并有进入涂膜内的可能，以致于导致涂膜发白等现象。一般环境湿度应控制在不大于80%，也可以控制被涂物表面温度必须高于空气露点温度3℃，方可施工。

（3）风雨影响

涂料在涂装时遇到刮风、下雨、下雪的天气，就不能形成满意的涂膜，因此在这种气象变化时应设法避免施工。

3.涂装方法

（1）刷涂

刷涂是人工以刷子涂漆的一种方法，这是最古老、最普遍采用的施工方法。此方法涂装优点是：省漆料、操作方便、工具简单、施工不受场地和物件形状与尺寸大小的限制，通用性及适应性较强，无论是庞大的桥梁、水塔、反应塔、贮罐、机车、轮船等工程，还是细小的零件均可采用刷涂。但是该方法工作效率低、劳动强度较大，有时涂膜表

面会留有刷痕。

用于刷涂的涂料粘度要适中，太稀易流挂，太稠拉不开刷子易留下刷痕。一般要求涂料粘度以30～50秒（涂一4杯）为宜。刷涂时应按顺序自上而下，从左至右，先里后外，先斜后直，纵横交错方法进行刷涂。

刷涂施工的方法所形成的涂膜好坏，很大程度上是取决于漆刷的选择，没有一把好的刷子，对施工者来讲是一件麻烦的事。一般挑选漆刷以鬃厚、口齐、根硬、头软为上品，这样的漆刷比较适用。使用中如刷子的鬃毛用短了，还可以修理，只要把鬃毛的两边，用力削薄一些，就可以继续使用。涂刷完毕后的漆刷子应及时清洗干净，然后放在盛水或盛溶剂的密闭容器中，以免刷子干硬损坏，并延长刷子使用寿命。

（2）浸涂

浸涂是将被涂物件全部浸在盛有涂料的槽中，经过规定的时间，再从槽中取出的涂装方法。这种方法适用于小型零件以及结构比较复杂的构件。该法具有省工省料，施工方便，可实现自动化流水作业，生产效率高等优点，但涂膜往往上薄下厚，工件边缘有流挂等缺点。

实施浸涂的方法很多，常用有手工浸涂法、转动浸涂法、回转浸涂法、离心浸涂法、真空浸涂法等等。

（3）滚涂

滚涂就是利用辊筒涂漆，它适用于在平面上涂装，并可在高粘度、高固体份情况下施工，且施工速度快，但边角需补漆。滚涂可分为手工滚涂和机械滚涂两种。

手工滚涂时辊筒蘸漆要均匀，不宜太多，以免滴漆，滚涂时先按W型滚涂，把涂料大致涂布于被涂物表面，再按一

定方向滚动，用力要均匀。一般宜按轻滚布涂、重滚压漆、轻滚梳理的顺序进行滚涂。

机械滚涂其原理与印刷机械原理相同，一般分为单面和双面两种，随着辊筒的转动将涂料传送到辊筒上，再涂覆到被涂物体表面。该法可得到均匀的涂膜，而且可以成批流水作业，常用于钢板，卷板预涂。

（4）淋涂

淋涂是以压力或重力将漆料形成细小液滴淋到被涂物体表面，该法可分为帘幕淋涂和喷射淋涂两种。淋涂具有节省涂料、工作效率高、劳动强度低，可实现自动流水线作业，同时由于操作现场密封程度高，故具有污染少等优点。

淋涂操作时是将被涂物件置于传动带上，通过设有喷嘴的涂漆装置进行涂装，余下漆料回收于漆槽内，用泵循环使用。操作时要注意控制漆料粘度和运转速度，应随时调整以免出现断淋或堆漆现象。

（5）喷涂

采用压缩空气及喷枪使涂料雾化的涂装方法称为喷涂。该法施工具有涂膜均匀，生产效率高等优点。但涂料浪费较大，有一部分被蒸发损耗，同时由于溶剂大量蒸发，影响操作者健康和污染环境。

常用的喷涂方法有空气喷涂、高压无气喷涂、静电喷涂等等。

1）空气喷涂

将漆料由喷涂器的喷嘴喷出，并使气流将漆液冲散成微粒射向被涂物面，一般喷枪与被涂物面的距离应在在200～300毫米之间，压缩空气压力为2～4公斤／厘米^{2}之间。该法是应用最广的一种施工方法，几乎可适用于一切涂料品

种，但对小型异型构件很少采用。

2)高压无气喷涂

这种喷涂工艺是60年代才发展起来的涂装方法，与一般喷涂不同，涂料是在高压100～200公斤／厘米^{2}作用下，经过喷嘴小孔（0.2～1毫米）喷出，受高压的涂料在离开喷嘴后，立即在大气中膨胀成很细的流线，这种涂料流线由于表面张力的作用就变成很细的微粒喷射到被涂物体表面，它的主要特点是没有一般空气喷涂时发生的涂料回弹和大量漆雾飞扬的现象，因而不但节省了漆料而且减少了污染，改善了劳动条件。同时还具有工效高，比一般空气喷涂要提高数倍至十余倍，以及涂膜质量好等优点。适宜于大面积的物件涂装。

高压无气喷涂装置是利用压缩空气驱动气动机活塞和活塞杆作往复运动，活塞杆带动高压泵内的活塞，产生同样的往复运动。气动机活塞的有效面积与高压泵内活塞的有效面积之比，可根据需要的工作压力来选择。一般在23：1至33：1之间。高压无气喷涂因工作压力较高，涂料流过喷嘴时产生很大的摩擦阻力，为此喷嘴均采用硬质合金钢，同时为保证涂料均匀雾化，其喷嘴口光洁度要求较高，不允许有毛刺。在实际施工中应根据不同施工要求，配有多种型号的喷嘴和喷枪。

3)静电喷涂

静电喷涂是借助于高压电场的作用，使喷出的漆雾化得很细，并使漆雾带电，通过静电引力而沉积在带异电的工件表面的一种涂装方法。采用此法涂装可以形成连续的生产流水线，所以应用日益广泛。

静电喷涂与普通空气喷涂相比，能节省40～60%涂料，因

为空气喷涂的利用率只有30～50%，而静电喷涂的利用率可达80～90%，甚至更高一些。同时静电喷涂还可以改善劳动卫生条件，因静电喷涂时涂料飞散量极少，并且可以远距离作业，因而劳动卫生条件得到一定改善。此外该法施工还具有生产效率高，涂膜质量好等优点。但是该法也存在不足之处，例如由于需要使用高达100千伏直流电压，故必须注意严格按照操作规程进行操作，以免发生事故。同时仪器、设备较复杂，投资费用较高。

静电喷涂原理简单讲是以被涂物件为阳极，以涂料喷涂装置为阴极，在两者之间加一直流高电压，形成静电场，使涂料颗粒带负电进行喷雾，由于静电吸引作用而吸附到被涂物体表面。现以旋杯式静电喷涂装置来进一步加以说明，旋杯是一个具有锐利边缘，能高速旋转的金属杯，在旋轴和地（工件接地）之间接上一直流高电压，旋杯接负极，地（工件）为正极，于是在旋杯和地（包括工件）之间形成一个静电高压电场，在静电力作用下，旋杯边缘对地（包括工件）产生电晕放电。当涂料被送到旋杯内之后，由于旋转运动，涂料受离心力作用向四周扩散形成均匀薄膜状态，并向旋杯口流甩，流甩至旋杯口的涂料又受到强电场力的分裂作用，进一步雾化成涂料微粒子，与此同时涂料微粒子也获得了负电荷。成为负离子漆粒，在电场力作用下便迅速向异极性的工件表面吸附，于是便均匀地牢固地吸附在工件表面上，这样就完成了静电喷涂。

静电喷涂对涂料品种有一定要求，因为各种涂料的静电效果不一样，有的涂料容易带电，有的不易带电，而静电喷涂应选用易于带电的涂料品种为好。这可以根据涂料的介电常数、电偶极子以及电阻率来决定。因测定介电常数、电偶

极子较复杂，故一般是以测定涂料电阻率来做为标准。通常涂料的电阻率在5～50兆欧·厘米范围内的涂料比较适合静电喷涂，但也有例外，如沥青漆电阻率高达300兆欧·厘米，但仍然适合静电喷涂，因为不仅是涂料品种有关，还与颜料、填料、溶剂等有关。如涂料电阻率过高可加入适当静电用稀释剂以降低电阻率。

4.涂层结构

防腐蚀涂层一般是由起防蚀作用的底漆、具有耐候性及对外界起屏蔽作用的面漆和增加两者间附着性的中间层漆等几个功能各异的涂层所组成的。底漆的作用是附着底材表面，起防蚀保护作用；中间层漆的作用是连络底、面漆，增加附着性；面漆作用是耐候、屏蔽，以及抵御腐蚀介质浸蚀，有时还加一层罩光层，其作用是提高耐候、耐蚀性和装饰性。各层之间还应考虑是否具有良好的附着性能以及上层涂料中的溶剂是否会使下层涂膜溶胀软化等匹配问题，下表列举了各种涂料之间匹配性，可供施工时参考。

从涂完一层涂料后至涂另一层的时间间隔称为涂装间隔，每种涂料均有各自适当的涂装间隔，操作时应注意控制，如短于所需间隔时间，下层的涂膜有可能被上层涂料的溶剂所软化；长于所需间时间，则层间的附着性便会降低，有时还会产生剥离，为此应保证一定的涂装间隔时间。

5.涂层厚度

涂层厚度对涂膜的防蚀效果影响很大，国外有不少学者曾对此作过不少研究，如J.D.Kean、桐村胜也等人采用了强防蚀涂装工艺，即在富锌底漆、金属喷涂等表面上再涂上

涂于下层的涂料	涂在上层的涂料										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1 长效磷化底漆	×	×	×	○	○	○	○	○	△	△	△
2 无机富锌涂料	○	○	○	×	×	×	○	○	○	○	○
3 有机富锌涂料	○	×	○	×	×	×	○	○	○	○	○
4 油性防锈涂料	×	×	×	○	○	○	×	×	×	×	×
5 醇酸树脂涂料	×	×	×	○	○	○	×	×	×	×	×
6 酚醛MIO涂料	×	×	×	○	○	○	○	△	△	△	△
7 氯化橡胶涂料	×	×	×	×	○	○	○	×	×	×	×
8 乙烯树脂涂料	×	×	×	×	△	△	△	○	○	△	○
9 环氧树脂涂料	×	×	×	×	△	△	△	○	○	△	○
10 焦油环氧树脂涂料	×	×	×	×	×	△	△	△	○	△	△
11 聚氨基甲酸酯涂料	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○

注：○—可以，△—要根据条件而定(注意涂装间隔)；×—不可以。

焦油环氧树脂涂料、环氧树脂涂料、聚氨基甲酸酯涂料、氯化橡胶涂料、乙烯树脂涂料等面漆，然后进行海洋大气暴露试验，结果表明：凡涂膜厚度超过200～250微米的试样，绝大部份可保持长时间不腐蚀。虽然涂层越厚、防蚀效果越好，但从另一方面看，涂膜过厚，容易引起涂膜干燥时间过长，固化缓慢、收缩、起皱、剥落、开裂等等缺陷。为此根据涂料品种和使用环境，对涂层总厚度有一定控制范围，如下表所示。

环境条件	涂层总厚度(μm)
一般大气防腐蚀涂层	120～200
海洋环境防腐蚀涂层	200～250
化学药品浸蚀防腐蚀涂层	250～300
耐磨特殊环境防腐蚀涂层	300～350

上述涂层厚度要求仅供施工参考，在实际使用中应根据各种涂料品种在实际防腐蚀工程中使用效果，采取理论论证、实践检验、应用鉴定相结合的办法来调整和确定涂层的总厚度。

6.涂料及涂膜的缺陷及其防止措施

涂料在使用中或使用后出现的病态是由多方面原因造成的。为了预防和减少质量问题，保证涂膜质量和使用寿命，应正确选用涂料品种，严格遵守施工规程。如发生问题首先应找出原因，然后采取必要措施加以补救。现将常见病态和补救措施略述如下：

（1）涂料施工前病态

1)发浑

清油、清漆不透明产生浑浊现象称为发浑。这主要是由于溶剂选择不当、含水、反应不完全、单体析出等原因所造成的。可以通过更换溶剂、回锅反应、过滤等方法加解决。如果是轻度发浑可以加些丁醇、松节油等溶剂来解决。

2)变稠

涂料在贮存期内粘度增加，变得难以施工的现象称为变稠，其原因是多方面的，漆料中游离酸与碱性颜料发生皂化作用；溶剂蒸发；贮存温度过高使漆料加速聚合；贮存温度过低也会受冷变稠，特别是水性涂料更易受冷变稠。补救办法是根据不同原因采取不同措施：如改变颜料品种；添加相应溶剂；增加或降低库房温度。

3)沉淀结块

涂料中的颜料、填料沉淀于桶底结成硬块为沉淀结块。这主要是由于颜料、填料比重大、粒子粗，分散不好或漆料

粘度太低等原因所造成的。补救办法是将上层涂料倒出，把沉淀物用力搅开，再加原漆料调匀过滤即可使用。

4)结皮

涂料开桶时在上层产生的半固体状覆盖层称为结皮。其主要原因是由于漆料中油料聚合或树脂固化所造成的。使用时应将漆皮揭去或过滤后再施工。

5)变色

涂料变色的原因主要是涂料中游离酸与颜料发生化学作用而变色。在复色漆中比重大的颜料下沉也会引起变色。如绿色漆由于铬黄沉淀而呈兰色。补救办法一是调换颜料品种，二是改善分散状况。

6)发胀

溶剂型涂料发胀往往是由于漆料中游离酸与盐基性颜料(如氧化锌、铬黄)发生作用或漆料聚合过度使细微颜料粒子凝成大块成冻胶。水性涂料发胀往往是由于霉菌侵袭所致。

(2) 涂料施工时出现的病态

1)流挂

涂料在垂直面上施工，漆料向下流沿的现象叫流挂。产生原因是由于漆料粘度太低；漆刷蘸漆过多；漆膜过厚等等。补救办法是提高漆料粘度；调整喷涂压力和喷距；漆刷蘸漆不要太多以减少和防止流挂。

2)咬底

上层漆将下层漆的涂膜软化咬起的现象称为咬底。产生的原因是因为下层漆未干；上层漆溶剂太强；上下层漆不配套；上下层之间涂刷间隔太短等等。防止办法是选用涂料品种时要注意上下层涂料配套性；选用合适的溶剂；涂装时控制适当的下上层涂料施工间隔时间。

3)回粘

涂膜在规定时间内不干或外干里不干的现象称为回粘。产生的原因是由于残留高沸点溶剂、助剂；施工湿度太大；表面处理不净，沾有油污等等，防止办法是调整施工环境温度、湿度、或重新处理被涂物表面。

4)发白

涂膜干后泛白光、失光或产生无光斑点的现象称为发白。产生原因是由于施工湿度太大，溶剂蒸发太快，致使水汽凝结在涂膜上造成发白。补救办法是调整施工环境湿度或添加少量防潮剂。

5)发花

复色漆在涂装过程中涂膜颜色及色调发生不均匀的现象称为发花。产生的原因是由于颜料比重及颗粒大小不同或颜料润湿性差所致。解决办法是改善颜料分散状况，可加入少量润湿剂、保护胶等助剂加以解决。

6)皱纹

涂膜在在干燥过程中急剧收缩成很多弯曲棱脊的现象称为皱纹。产生的原因是由于涂膜太厚所致。可采用施工时一次涂层应薄一些来加以解决。

7）桔皮

涂膜在施工过程中出现半圆形突起为桔子皮现象称为桔皮。其产生原因是由于涂料粘度过高；喷涂压力过高，喷嘴太小和喷距不适合等等。可采用调整粘度以及施工工艺来加以解决。

8）针孔

涂膜上出现圆形小孔的现象称为针孔。其产生原因是由于溶剂蒸发太快；温度太高；涂刷时用力太大，太快，致使

产生气泡所致。解决办法是采用调整粘度、溶剂、涂刷时不要太快、用力不要太大，或适量加一些消泡剂等等。

9）露底

色漆遮盖不住底色的现象称为露底。产生的原因是由于涂料中颜料不够或颜料遮盖力太差，加入稀释剂过多所造成。解决办法是少加稀释剂，施工时增加涂刷道数。

10）发汗

涂料中的油脂从底层渗到涂膜表面的现象称为发汗。产生的原因是施工中表面处理不净或增塑剂等油性物质搭配不当所造成的。解决办法是注意表面处理；改善施工条件；强化通风；更换增塑剂等。

（3）涂料施工后出现的病态

1）失光

涂料干燥固化成膜后数小时或数天后出现光泽消失称为失光（经长期曝晒而失去光泽不属此例）。其产生的原因是由于涂料用量不足或彼此相容性差；稀释剂用量太多；施工温度过高或过低所致。解决办法是调整配方、增加基料、减少稀释剂、调整施工环境温度和湿度等等。

2）粉化

涂料干燥固化后不久在涂膜表面出现粉层，用手触之粉粘在手上，这种现象称为粉化。产生的原因是由于涂料配方不当；颜料选择不当等等。可通过调整配方来加以解决。

3）龟裂

涂膜表面出现深浅不一，犹如龟裂纹的这种现象称为龟裂（涂膜使用相当长时间后出现龟裂这是自然老化过程不属此例）。产生龟裂的原因主要是由于上下层漆不配套；底材处理不当；施工时未将涂料搅拌均匀等等所造成。解决办法

应根据不同情况采用不同处理办法，如调换涂料品种；改善施工环境；注意表面处理；施工时不要一次涂刷太厚等等。

4）剥落

涂膜脱离物体表面或底漆分开脱落的现象称为剥落。产生的原因是由于物体表面处理不净，有油污或水份；上下层涂料不配套；涂料附着力差；施工条件恶劣等等。解决办办法是注意被涂物表面处理；合理选用涂料品种；改善施工条件等。

5）起霜或起雾

是指清漆施工成膜1～2天或数天、数星期之后在涂膜表面出现霜雾，恰似梅子成熟时起霜一样，涂层表面呈无光。通常出现在高湿度、工业废气（如硫酸、氨等）、工业烟气、生活炉灶气等环境中施工的涂膜表面，其产生原因不外乎工业废气、烟气、尘埃、潮气等侵蚀涂膜表面所致。另外催干剂选择不当也会引起涂膜表面起霜。可采用调整配方，或用热水洗涤涂膜表面来加以解决。

6）发笑

施工后涂膜在表面上收缩，露出底层称为“笑脸，麻点”。这类病态常见于环氧涂料、聚氨酯涂料中，其产生主要原因是由于这类涂料对表面润湿欠佳，使之不易流平成为一层均匀涂膜，而造成收缩。其次可能是由于被涂面太滑，被涂面有油污；溶剂配合不当，挥发太快；喷枪中混入水或油；涂料粘度太稠；施工时环境温度太低；温差太大等原因所造成。解决办法是调整配方，添加相关溶剂，或涂膜表面用水洗涤后，再用湿麂皮擦干重新涂装。

以上仅略述了一些涂膜的常见病态，在实际使用中还会遇到不少其他问题，这就需要根据不同情况加以处理。

第六章　防腐蚀涂料应用实例

一、涂装方案设计原则

防腐涂料涂装方案的设计是涂装施工的依据和基础，为此涂装方案的设计必须技术可靠、经济合理、系列配套、先进可行。一般应遵循以下几个原则。

1）涂料品种应选择合理。防腐涂料品种繁多，应根据不同工程对防腐蚀的不同要求，选用不同的涂料品种。应考虑技术效果和经济效果相结合，长期效果和短期效果相结合。以往有些用户考虑涂料单价高低的短期效果较多，而忽视涂料产品质量，由于涂料品种选用不当，导致造成较大的直接损失或间接损失。

2）涂层结构和厚度应设计合理。一旦涂料品种选定以后，应根据涂料性能、涂层使用环境和条件，综合考虑设计合理的涂层结构和厚度，满足防护要求。

3）被涂物体应根据要求进行充分表面处理。前面已叙述了涂装工程中表面处理的重要性；因此要获得良好的防护效果，应根据不同涂料品种和不同腐蚀环境，采用能满足涂装要求的表面处理方法对被涂物体进行充分的和必要的表面处理，以确保防护效果。

4）选择合理涂装方法。涂装方法很多，在具体实施中应根据不同涂料品种不同现场条件，因地制宜，采用合理可行的涂装方法。

二、应用实例

1）尿素选粒塔内外防腐

江西氨厂为年产11万吨尿素的中型化肥厂，以往尿素选粒塔防腐采用聚氨酯涂料，但防腐效果不甚理想。自1985年以后改用氯磺化聚乙烯防腐涂料，在尿素选粒塔内部采用氯磺化聚乙烯涂料一布八漆涂装工艺，塔外壁及框架钢结构采用氯磺化聚乙烯涂料二底四面漆涂装工艺，经5年使用后涂层仍然完好如初，色泽不变化，表面无粉化，无脱落现象。

齐鲁第二化肥厂尿素选粒塔也采用氯磺化聚乙烯防腐涂料防护，采用二底一中间层二～三道面漆涂装工艺，经6年使用涂层仍然良好。

2）联碱工程设备、管道以及建筑物防腐

江西氨厂联碱工程有设备74台，外部防腐面积8801米^2，管道外部防腐面积6490米^2，建筑物防腐面积18766米^2，全部采用氯磺化聚乙烯防腐涂料防护，效果良好，特别是对联合泵房，纯碱栈桥，氯化铵栈桥，重碱栈桥，盐栈桥均做成氯磺化聚乙烯一布六漆高1.8米墙裙，锻烧厂房及铵碱联合厂房全部内墙面及天棚梁柱均刷一底四面漆氯磺化聚乙烯涂料，经6年使用涂层完好无损。

3）氮气柜防腐

江西氨厂400m^{3}氮气柜钢铁钟罩内外喷砂后涂刷氯磺化聚乙烯涂料二底四面，水泥水槽内部涂刷氯磺化聚乙烯涂料四道，经5年使用涂层完好无损。

4）煤气柜防腐

酒泉钢铁公司5.4万米^{3}煤气柜外壁受酸等工业气腐蚀，采用氯磺化聚乙烯涂料防腐，以二底一中间层，二～四道面

漆进行涂装，经4年使用涂层完好无损。

马鞍山钢铁公司供气厂15万米³煤气柜也采用氯磺化聚乙烯涂料，以二底一中间层，二～四道面漆进行涂装，经4年使用涂层完好无损。

5）化盐槽、盐仓防腐

齐鲁公司电化分厂盐槽壁受盐水盐雾浸蚀严重。采用氯磺化聚乙烯涂料，以二底一～二中间层三～四面层进行涂装，经4年使用涂层完好无损。

湖北省化工厂1986年对直径为5170mm高为14350mm的氯化钠砼结构筒仓9个外壁采用氯磺化聚乙烯涂料防腐，以一底一中间层二面层进行涂装，经4年使用涂层完好无损。

6）油罐内外壁防腐

胜利油田原油罐受原油及酸、碱等腐蚀，采用氯磺化聚乙烯涂料，以二底一布四～六面层进行涂装，经3年使用涂层完好无损。

7）水池防腐

北京中日友好医院喷水池，1984年采用氯磺化聚乙烯涂料防护，以二底一～二中间层三面层进行涂装，经6年涂层完好无损。

8）地下管道防腐

上海自来水公司、南京自来水公司对受地下潮湿，土地腐蚀的地下管道采用氯磺化聚乙烯涂料防护，以二底二布四面层进行涂装，经5年使用涂层完好无损。

9）冷却塔防腐

南京化工公司氮肥厂对冷却塔采用氯磺化聚乙烯涂料防护，以二底二面进行涂装，经7年使用涂层完好无损。

10）甲醛高位槽、槽车防腐

甲醛贮罐、高位槽、槽车受37%甲醛、7～12% 甲 醇、0 .02%甲酸等介质侵蚀，腐蚀问题非常严重，目前大 多 数国家仍采用不锈钢或铝衬里的设备，但是造价昂贵，例如一辆Φ4.5×6米的槽车，假定用2毫米厚的不锈钢板衬里 仅 材料费估计要20～30万元，如采用8毫米厚铝板衬里，材料费也要十余万元，而采用涂料则只要花几千元。

国内某厂采用 G-615 防腐涂料进行防腐，取得 较 为 满意的防腐效果。涂装工艺是涂装前先对槽车表面 进 行 喷 砂（石英砂）处理，使金属表面洁净，然后在3～4小时后刷涂底漆二道（间隔4小时），后一道涂刷后在室温下自然干燥 24 小时以上，然后涂刷面层，在室温下自然干燥五天以上方可使用。G-615 防腐涂料是挥发性自干型漆、为此在刷 涂时涂料粘度要调整合适，既不能太稀，也不能太稠，一般以粘度50～60秒为宜。刷涂时用力要均匀，刷涂面积一次不能太大，以保证涂层平整，否则容易出现刷痕，影响涂膜防护性能。

11）氨水管道、氨水贮槽外壁防腐

氨水管道、氨水贮槽外壁的防腐，国内有些工厂采用过氯乙烯耐氨漆防护，对于氨水管道一般先将锈蚀除净，然后用灌涂法灌涂 G51-1 黑过氯乙烯耐氨漆一层于 内 壁，待 充分干燥后，再用灌涂法灌涂黑过氯乙烯耐氨漆二道，每道间隔必须保证充分干燥时间。对于氨水管道外壁可 采 用 刷 涂法，刷涂铁红过氯乙烯耐氨漆二道或黑过氯乙烯耐氨漆二道，则可获得良好防腐效果。对于氨水贮槽外壁采用过氯乙烯底漆二道、过氯乙烯底漆：过 氯 乙 烯 面漆为1：1一道、过氯乙烯面漆一道、过氯乙烯面漆：过氯乙烯清漆为1：1一道，最后过氯乙烯清漆一道进行涂装，经 7 年使用，涂膜仍完好无损。

12) 硫酸钠浓缩贮槽防腐

硫酸钠浓缩贮槽受硫酸7～35克/升，硼酸100～188克/升，硫酸钠45～48克/升等介质浸蚀。某厂采用冷固化环氧防腐涂料防护，取得较好效果。涂装时按要求将表面进行处理，然后刷涂铁红环氧底漆，然后再涂三至四道环氧面漆，每道间隔为24小时，夏天可适当缩短，最后一道涂刷后，干燥一星期，方可使用。

13) 水闸设备防腐

水闸设备防腐，一般常采用沥青防腐涂料，先用铝粉沥青底漆打底，自然干燥后再涂刷煤焦油沥青防腐涂料两道，防护效果良好，且价格低廉。

14) 磺胺升华设备防腐

制药厂磺胺工段设备防腐，有的厂采用环氧酚醛改性呋喃树脂防腐涂料，涂刷四～六道，在150～180℃下，使用一年涂膜完好无损。

15) 氯气、氯化氢生产设备防腐

氯气、氯化氢生产设备及管道受氯气、盐酸等介质侵蚀，腐蚀问题非常严重，国内有些工厂采用改性大漆来防腐，效果较好。一般在管道内部涂二底二面，设备内部涂二至四道底漆，一至二道中间层，一至二道面漆。施工时均应在下层干燥后再涂刷上层，全部涂刷完以后，要干燥一星期后，方可使用。

第七章　防腐涂膜的维修方法

一、更新涂装期的确定

众所周知，防腐涂膜不可能永远保持其耐久性。随着使用年数的增加，涂膜受介质侵蚀，受日光、风、雨等大气影响会逐渐老化，随之防蚀效果也会逐年下降，因此为了保持防蚀涂膜的防护效果，有必要在适当时间进行重新涂装，何时进行更新涂装较为合理经济，这是一个很重要的问题，如果超过适宜的更新涂装时间，不仅使涂膜老化和底材腐蚀，而且要耗费大量人力、物力去修整底材表面，从经济上来说是很不合理的。如果不到更新期就进行重新涂装，那也是一种浪费，为此正确判断更新涂装时期，进行适时维修是非常重要的。一般常以评定涂膜状态和底材腐蚀程度来决定涂膜的更新涂装时间，以下分别叙述之。

1．从外观上判断

要判断涂膜重新涂装时间，通常采用从外观上观察评定涂膜老化程度及锈蚀程度的方法。对防蚀涂膜评定其老化程度和腐蚀程度的主要内容有起泡、龟裂、剥落、粉化、腐蚀斑点等等。

腐蚀斑点的发生是衡量腐蚀程度的主要内容，也是评定涂膜老化程度的主要因素，因为腐蚀斑点发生不仅表明了涂膜本身防蚀作用下降，同时又是促进涂膜老化的因素，所以

极为有害。因此在发生轻度腐蚀斑点的阶段就是更新涂装的时期。

起泡是涂膜由于受水的渗透或者是由于金属底材产生锈蚀所引起的，这说明涂膜已开始老化，要根据起泡大小和多少来判断更新涂装的时间。

开裂是由于涂膜收缩压力所引起的，也可能是由于底材腐蚀把涂膜鼓起所造成的，裂纹有发生在面层的成裂纹和贯穿到底层的深裂纹，如果发生深裂纹应抓紧进行更新涂装。

剥落是由于涂装系列搭配不当，涂装间隔不当所引起的，也可能是由于底材锈蚀使涂膜剥离。剥落有时出现在涂膜层间，有时出现在底面上，有时是小积面剥落、有时是大面积剥落，如果出现在底面上大面积剥落现象应抓紧进行重新涂装。

粉化是涂膜表面已老化到用手指一抹能能粘上白粉的老化现象。如再继续发展，则涂膜便从表面逐渐消失，能直接看到中间层或底层，程度不严重的粉化，从防蚀观点来看，虽然不必立即进行重涂，但就保持美观而言，还是以重新涂装为好，粉化程度严重时应及时进行更新涂装。

用肉眼来观察鉴别涂膜老化程度，因为是根据人为的判断，所以容易产生因人异的缺点。为弥补此缺点，通常采用与老化标准照片对比的评分方法。至于标准照片各国都有各自的标准如ASTM标准、DIN标准、ISO标准、日本涂料检查协会的“涂膜评定标准”等等。下表介绍了日本涂料检查协会的涂膜评定标准中的老化阶段分类与评分关系。

（1）气泡的评分

面积(%)	气泡大小（mm）				
	0.1以下	0.2～0.5	0.6～1	2～3	4以上
0.5以下	8-VS	8-S	8-M	8-L	8-VL
0.6～5	6-VS	6-S	6-M	6-L	6-VL
6～10	4-VS	4-S	4-M	4-L	4-VL
11～30	2-VS	2-S	2-M	2-L	2-VL
31以上	0	0	0	0	—

（2）剥落的评分*

分数	9	8	6	4	2	0
面积(%)	0.5以下	0.6～2	3～5	6～10	11～30	31以上

*：小块剥落(flaking chipping)：剥落面积30mm² 以下；
小块剥落(scaling)：剥落面积30mm²以上；
连续剥离（peeling）：大块连续剥落。

（3）腐蚀斑点的评分

分数	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
面积(%)	0	0.03	0.1	0.3	1	3	10	16	33	50	100

为了决定更新涂装的时间，需按上述三表所示的评分方法将每个老化状态评出分数，并进行综合评定。下表介绍了日本国铁采用的综合评定方法。此方法是将剥落、起泡、裂纹、腐蚀斑点和粉化等每个项目与老化率样本对比评出分数，再将它换算成对防蚀状态影响程度大小的附加积累分数，并以加总计，如总分在25分以上时，即认为已达到更新涂装时期。

老化面积(%)		0.5～2	3～5	6～10	11～30	31～50	>50
样本记号		H1	H2	H3	H4	H5	H6
		F1	F2	F3	F4	F5	F6
		B1	B2	B3	B4	B5	B6
涂膜现象		R1	R2	R3	R4	R5	R6
分数	剥离(H)	3	4	6	8	10	20
	裂纹(F)	3	6	9	12	15	30
	起泡(B)	5	10	15	20	25	50
	腐蚀点(R)	10	20	30	40	50	100
	粉化	正在粉化时评定为3分 可以看到底层的严重粉化评为7分					

注：(1)老化率是与原来照片样本对比进行评定的，但作为参考列出了老化面积%的标准。

(2)按每个老化项目，对涂膜老化率进行评定，合计表中应得分数达25分以上时，认为已到更新涂装时期。

2．用仪器评定

使用仪器来评定涂膜老化程度的方法中，常用的为测定阻抗的方法。它是以测定涂膜电阻变化来知道涂膜的老化程度。日本电气事业联合会制定了一个由测定涂膜阻抗鉴别涂膜老化程度的方法，如下表和图4所示。

老化程度	阻抗测定值		涂膜状态
	电限值	电容值	
Ⅰ	A，B	A	正常
Ⅱ	C	B	涂膜附着牢固，只有面层老化
Ⅲ	C	B′	涂膜上产生腐蚀点和气泡等
Ⅵ	D	C	膜涂显著老化

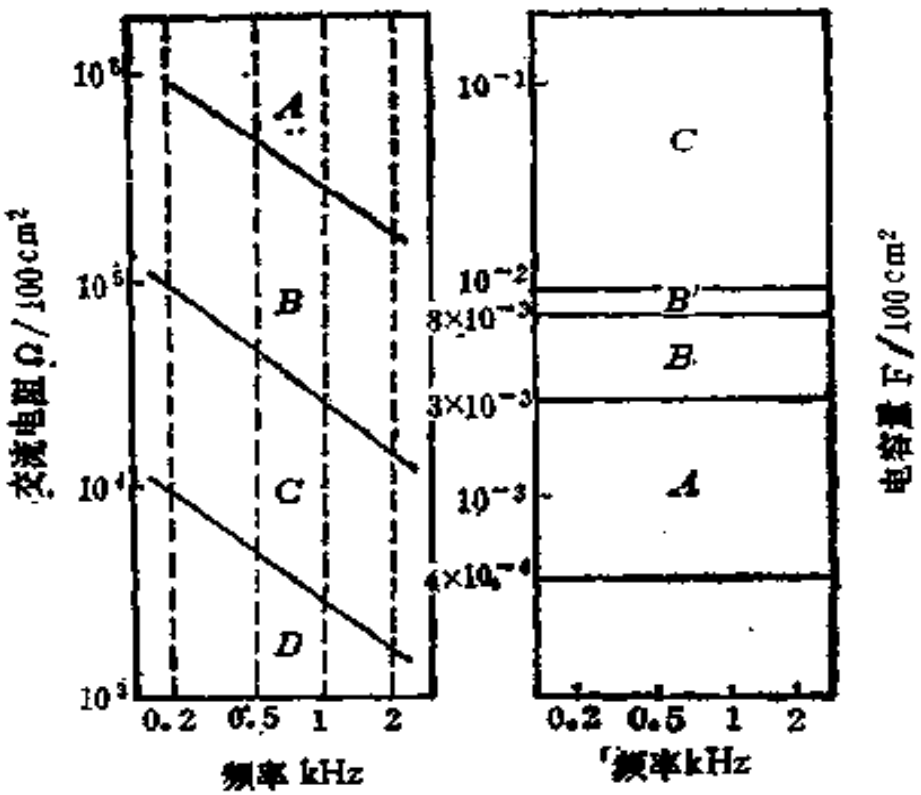


图4

用仪器测定来评定涂膜老化程度的方法是一种定量的方法，具有能较客观进行评定的优点，但由于测定的部位都是局部小面积，所以在选定测试部位时，必须要有代表性，应考虑到所测试部位和分布情况能代表整个涂膜的老化程度，才能保证评定的正确性。

二、更新涂装的设计与施工

更新涂装的设计与施工和最初的涂装设计和施工基本上是相同的，其不同点是必须考虑旧涂膜的种类和老化程度，还有在现场重新涂装时要受到现场条件的制约，所以在施工时应充分考虑现场条件，因地制宜地采用适当的施工方法。

1．底材处理

更新涂装一般是在局部涂膜发生老化、腐蚀，而大部份

涂膜仍保持防蚀功能的情况下进行的，所以最好的办法是将局部老化的涂膜除掉，而完好部份的涂膜则仍旧使用。因此，在现场进行更新涂装的底材处理多使用动力工具或手工工具操作，根据涂膜老化程度及腐蚀程度来决定具体方法。下表介绍日本国铁更新涂装桥梁的底材修整及涂覆次数。

底材修整类别	涂膜老化程度	涂膜老化状态	处理方法	底材修整程度	涂覆次数
更新涂装处理1	老化程度Ⅰ	发生全面破裂、剥落、锈蚀，构件大部份锈蚀，并继续向纵深发展	盘式磨光机和刮刀、凿子、铁卡钳并用	完全露出铁面，但在坑洼和残留锈蚀处仍旧涂膜	一般表面防锈涂料二道、中间层一道、面层一道，横梁内用焦油环氧涂料二道
更新涂装处理2	老化程度Ⅱ	大点零散锈蚀存在，或者全面分布	同上	留下有效涂膜，在锈蚀和深裂纹处要露出铁面。在浅裂纹处，则清除旧涂膜	一般表面防锈修整涂料一道、中间层二道、面层一道
更新涂装处理3	老化程度Ⅲ	大点零散锈蚀存在或在整个范围内处稀疏零散的状态	同上	同上 但底材露出积比更新涂装处理2更少些	同上
更新涂装处理4	老化程度Ⅳ	在涂膜上几乎不产生锈蚀，但有显著粉化，粉化间剥离显著与层失状发料态	使用钢丝刷，必要时使用动力、手工工具	除掉粉化物和污垢，对产生锈蚀和深裂纹部份要处理到露出铁面，浅裂纹、脱层和气泡部份则要除掉损坏部份的涂膜	中间漆一道、面漆一道，但露出铁面部份要补涂防锈漆二道

注：有效膜是指用刀轻刮也不掉，附着性好，有弹性的薄膜。

对接近海洋或受盐份强烈腐蚀环境下的钢铁构件，在旧涂膜面上附着较多盐份，若在其上进行重迭涂刷时，容易造成涂膜起泡和剥落，所以事先必须用水洗等方法清洗涂膜表面，一般要求表面盐分量在100毫克/米²以下，最好在50毫克/米²以下，这样重涂时就不会对涂膜附着产生不良影响。

2．涂料以及涂装

（1）涂料选择原则

因更新涂装是在保留一部份旧涂膜并于现场施工，故对涂料选择应遵循以下原则：

1）在更新涂装时，在旧涂膜上至少有一部份是重迭涂覆的，因此在选用涂料时不能采用对旧涂膜咬底或附着不好的涂料。

2）在现场进行更新涂装时，因涂料施工后马上就要暴露在腐蚀环境下，所以不宜使用涂膜固化时间较长的涂料。

3）在现场更新涂装时一般用电动工具或手工工具进行表面处理，不如喷射处理表面彻底干净，为此应选用对表面处理要求不太高的涂料品种。适于电动工具或手工工具操作处理表面用的涂料，必须具备以下条件：

①有充分润湿性；

②对钢铁锈蚀层和黑皮表面有良好的附着性；

③透水性、透湿性和氧气对其的渗透性要小；

④应具有耐温度变化和耐锈蚀层微小膨胀的适应性；

⑤涂刷性和成膜性要好。

（2）涂装

在现场进行更新涂装时一般以刷涂为主，刷涂时要注意调整涂料粘度，使之符合施工要求，不能太稠，也不能太

稀，涂刷要均匀，用力及速度要均匀，以保证涂膜质量和一定厚度。

在现场更新涂装时经常要设脚手架，要注意安全操作，对大型结构件有必要考虑设装长期性脚手架以确保更新涂装顺利进行。

第八章　涂料生产及使用中安全技术

一、涂料生产中的安全技术

涂料生产中所用的原料、中间体以及产品绝大部份是易燃、易爆和有毒物质，因此在涂料生产中，必须懂得并掌握安全生产技术和采取必要的安全生产措施，以保证正常生产和保障职工人身安全。

1.防火、防爆

众所周知，当可燃物质的蒸气和空气混合达到一定温度后遇火即会发出闪光，闪光时的温度称为闪点，如果环境温度比闪点高就会引起燃烧。因此常用闪点来划分可燃物质（溶剂等）的危险等级。按规定闪点在28℃以下的定为一级易燃品；闪点在28～45℃为二级易燃品；闪点在45℃以上为三级易燃品。而在涂料生产中使用的溶剂大多属于一或二级易燃品，因此在生产中必须注意防火。当生产不慎产生火警时应根据燃烧物质的种类的性质采取隔离法、冷却法、窒息法、化学中断法等不同扑救方法。例如油类、有机溶剂、金属钠等着火，绝对不能用水扑灭，电气设备着火不能用泡沫灭火器扑灭。同时应迅速切断电源，报告有关部门，本着先救人后救物的原则积极组织扑灭。

涂料生产中使用的有些溶剂其蒸气和空气混合达到一定比例后，一遇火源即发生爆炸，此时最低的爆炸浓度称为爆

炸下限，最高爆炸浓度称为爆炸上限。生产中常用爆炸极限来衡量溶剂的危险等级。

引起爆炸的原因是多方面的，一般可分为物理爆炸和化学爆炸两类，以下简要叙述一下产生爆炸的原因以及预防措施。

1）明火：明火是引起混合气体或粉尘产生爆炸的直接原因，所以在涂料生产现场严禁明火和吸烟，在加热时应尽量采用热载体或电感加热。

2）撞击火花：由于摩擦和撞击而产生的火花，往往也是引起爆炸的直接原因。所以在生产车间不能用铁棒敲打金属物，工人也不能穿铁钉鞋子。

3）电气火花：电气设备开启时会产生火花也会引起爆炸，所以凡有易燃、易爆气体的生产车间，其电器设备及照明电灯均应采取防爆装置，并要定期检查电气设备绝缘情况。

4）静电：生产中不可避免会产生摩擦，引起静电，当静电电荷聚集到一定量时便出现放电现象而产生火花，引起爆炸。所以在生产中设备应良好接地。

5）温度、压力：在涂料生产中由于温度、压力急变引起物理性爆炸，所以在生产中应严格按照操作规程操作，控制好反应温度和压力。

2．防毒、防尘

在涂料生产中，绝大部份原料、中间体和成品均是有毒的，而且对人体毒害也是多方面的。例如有机溶剂不仅对皮肤有刺激、侵蚀作用，而且对人体造血系统和神经系统有破坏作用，有些重金属盐如铅盐、铬盐等对人体毒性也较大，会引起急性中毒与慢性中毒。

不同溶剂其毒性大小是各不相同的，现将涂料生产中常用溶剂、颜料等物质的毒性介绍于下：

1）甲苯

甲苯是苯的衍生物，其性能与苯相似，闪点为4.4～5℃，沸点为110.7℃，自燃点为522℃，挥发性为乙醚的1/6，空气中浓度过高时会引起头昏、倦怠、无力等症状，如长期高浓度接触会引起恶性中毒。

2）二甲苯

二甲苯也是苯的衍生物，闪点为17.32℃，自燃点为500℃，沸点为155℃，挥发性为乙醚的1/13.5，当人体吸入高浓度二甲苯蒸气时会引起急性中毒，长期接触会引起慢性中毒。

3）醋酸丁酯

醋酸丁酯为无色液体，闪点为21～25℃，沸点为125℃。毒性较小，但也有一定刺激作用和麻醉作用。

4）丙酮

丙酮为易燃、无色液体，闪点为－20℃～18℃，自燃点为500℃，挥发性为乙醚的1/2。毒性较小，有一些刺激作用。

5）汽油

汽油为无色，高燃液体，闪点为－25℃，自燃点为230℃，挥发性是乙醚的1/3，毒性不大，有一定刺激性和麻醉作用。使皮肤产生皮炎、湿疹、干燥开裂，严重时会损害造血系统和神经系统。

6）重金属铅盐

涂料生产中使用的铅盐包括铅白、红丹、黄丹、铅铬绿等等。铅通过呼吸系统、消化系统、皮肤进入人体引起慢性

中毒或急性中毒。铅中毒症状是头痛无力、记忆力衰退、失眠、食欲不振、体重下降、手足麻木、关节酸痛等。当血中含铅量达0.6ppm时会出现急性中毒。

7）铬盐

涂料生产中使用的含铬颜料对人具有一定毒性，能刺激和烧灼人体皮肤和粘膜，引起慢性中毒或急性中毒。中毒症状是头痛、胃肠炎症和溃疡性疾病。

8）粉尘

涂料生产中所使用的颜料和填料数量较大，品种较多，特别在色漆车间粉尘是一个不可忽视的污染因素，因粉尘沉积在人体内会影响呼吸器官和其他器官机能，如长期接触超浓度粉尘会引起“尘肺”、“矽肺”等职业病。

为预防涂料生产中所使用的溶剂、颜料等等的中毒，在生产中应尽量选用毒性小的或基本无毒性的溶剂和颜料等。并采用适当的防护措施，例如改善工作条件；强化通风系统；采取消音除尘设施，尽可能采用机械化、自动化、密闭式操作；要教育工人、干部严格遵守操作规程，正确使用劳动防护用品。以减少和避免中毒现象。

如果在生产现场一旦发生中毒现象，应该首先让中毒者迅速撤离现场，移至清洁通风的室内或露天新鲜空气处，然后清除一切使呼吸困难的因素如解开领口、腰带。如工作服浸透了溶剂应迅速脱下工作服，身体被污染部位应用肥皂水和温水洗净，除去皮肤上有毒物质，如内服溶剂引起急性中毒时，应让中毒者服用大量温水（10公斤左右），进行洗胃、洗肠，如现场不可能洗胃洗肠，应想办法使中毒者将吸入的毒物排出。最简单易行的办法是促使中者者呕吐，具体方法可将手指插入中毒者口腔里，刺激后咽壁使其呕吐。如

果中毒者感觉昏晕，口渴、面色灰白、皮肤冷而粘、脉膊快而呼吸弱，则应该立即输氧。若中毒者仍昏迷不醒或呼吸停止，则应进行人工呼吸。总之应根据不同中毒情况采取不同方法，并立即报告有关部门组织抢救。

对于涂料生产工厂应该在使用溶剂等有毒物品的工段设置一个备有药品和简单医疗器械的急救箱，放置在指定地点，以备急用。

3．三废治理

（1）废水治理

涂料生产中排放的废水中往往会有油脂、溶剂、酸、碱、颜料、填料等等有害物质，会造成江河、湖泊水质污染。按国家要求应进行净化处理使之符合排放标准。

化工废水处理可以分为物理处理、化学处理和生物处理三大类。涂料工厂的废水要根据各厂废水性质、数量选用不同的处理方法。一般可分为一级处理、二级处理和三级处理。一级处理主要是解决悬浮固体、胶体、悬浮油类等污染问题。通常采取中和、沉降、除油、浮选等方法。二级处理主要解决可以分解或氧化的有机溶解物或部份悬浮固体物的污染问题，经常采用生物处理，这部分处理常常是化工废水处理的主体部份。生物处理主要是在微生物酶的催化作用下，使污水中的有机物质氧化分解而被除去。由于生化处理设备简单，一般认为是一种比较经济实用的方法。生物处理有好气性生物处理和嫌气性生物处理两类。好气性生物处理法有活性污泥法、滴滤池法、塔式法等。三级处理是最近二三十年才发展起来的，主要是用来对付难以分解的有机物和溶液中的无机物，处理方法有离子交换、反渗透、化学氧化

等。各工厂可根据污水流量，污染物含量选择不同的组合方法来处理废水以达到排放标准。

（2）废气治理

涂料工厂在生产中排出的溶剂废气、烟雾等影响周围环境造成大气污染，为使涂料生产中排放的有害气体尽量减少，使其排放浓度小于该物质在空气中的最高允许浓度，而不致造成大气污染，必须进行废气治理。常用治理方法有活性炭吸附法、气液传质吸收法、触媒燃烧和直接燃烧法等。

（3）废渣治理

对于涂料生产中常产生的废渣，有应尽量加以回收综合利用变废为宝，不能综合利用的一般采用填土、焚烧、氧化和化学处理等方法进行处理。

二、涂料贮存、运输中的安全技术

为了确保涂料在贮存和运输中的安全，国家公安、铁路等部门根据易燃液体的性质规定闪点在28℃以下为一级易燃品；闪点在28～45℃为二级易燃品。并颁布了《危险货物运输规定》。把涂料产品分为一级危险品和二级危险品。

一级危险品其危规编号为“61179”。主要品种有各种稀释剂、催化剂、硝基漆、过氯乙烯漆、丙烯酸清漆等等。

二级危险品其危规编号为“62064”。主要品种有各种沥青漆、醇酸清漆、磁漆、酚醛清漆、调和漆，丙烯酸磁漆、环氧树脂漆、聚氨酯磁漆等。

1．涂料的贮存

涂料产品中大多为易燃、易爆危险品，为此，在贮存中应注意如下事项：