

钢结构工程涂装质量控制与检测标准

李敏风

(上海斐然国际贸易公司)

(接上期)

三 环境条件的检查

1. 测量温度

① 钢材表面温度

② 空气温度

③ 涂料温度

2. 相对湿度用旋转式干湿球温度计, 测量气温相对湿度。

3. 露点温度的计算

标准: ISO8502-4“冷凝可能性的评定”。从气温相对湿度计算露点。

定义: 在一定的温度条件下, 具有一定相对湿度的空气, 在逐渐冷却时相对湿度就会不断地提高, 当冷却到水蒸气饱和时, 此时相对湿度达到100%, 水汽开始凝聚, 此时的温度就是该空气的露点。水汽凝结成露的温度就叫露点温度。

判断: 为保证涂层质量, 喷砂和涂料施工应在钢材表面温度至少高于露点温度3℃(5°F)时进行。

四 涂料施工过程的质量控制

1. 混合配比:

① 开罐前核对确认其牌号、品种、颜色、批号等

② 涂料储存期不超过规定使用期, 过期涂料应废弃不用。

③ 按涂料说明书之规定的比例混合

2. 搅拌

① 富锌底漆等厚膜型涂料, 高固体系涂料必须经过充分的搅拌。

② 用气动的机械搅拌机

③ 双组分涂料规范的搅拌程序为:

● 漆料搅拌均匀

● 倒入固化剂, 边倒边搅拌

● 搅拌至混合均匀

● 必须时, 加入稀释剂搅拌均匀。

3. 混合使用时间(Potlife)

又称罐藏寿命, 既双组分涂料的A、B组分混合后可使用期限

① 双组分涂料混合使用期与涂料温度有密切关系:

温度增加10℃, 混合使用时间减半;

温度降低10℃, 混合使用时间加倍。

② 水性涂料的混合使用与溶剂类涂料不同
如水性环氧涂料: 20℃ 1h

15℃ 30min

③ 不同厂商涂料混合使用期有所不同, 施工前, 详细阅读产品说明书, 以免超过规定的使用时间, 造成涂料的浪费

4. 熟化时间(induction time)

熟化期又称诱导期

主要针对采用聚酰胺固化剂的环氧涂料;

双组份充分搅拌混合后, 放置15~30min熟化。

5. 稀释:

(1) 一般重防腐涂料无需稀释, 充分搅拌既可

(2) 注意涂料说明书之施工指导, 在下列情况下可以使用稀释剂:

① 冬季在温度低时, 可加入适量稀释剂以降低涂料黏度;

② 手工或空气喷涂需加入稀释剂, 易于施工;

③ 特意降低膜厚, 可以加入适量稀释剂。

(3) 确准使用正确稀释剂和正确的稀释率。

晨星钢丸 主要产品: 各种规格菱角钢砂、弧面钢砂、高铬钢丸、不锈钢钢丸、钢丝切丸等。

名称: 浠水晨星钢丸有限公司
电话: 0713-4240317

地址: 湖北省浠水县散花开发区
传真: 0713-4235667

邮编: 438200
联系人: 陈华安

手机: 13339953526

表十 不同相对湿度、环境湿度下的露点温度/℃

环境温度 ℃	相对湿度								
	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%
5	-4.1	-2.9	-1.8	-0.9	0.0	0.9	1.8	2.7	3.6
6	-3.2	-2.1	-1.0	-0.1	0.9	1.8	2.8	3.7	4.5
7	-2.4	-1.3	-0.2	0.8	1.8	2.8	3.7	4.6	5.5
8	-1.6	-0.4	0.8	1.8	2.8	3.8	4.7	5.6	6.5
9	-0.8	0.4	1.7	2.7	3.8	4.7	5.7	6.6	7.5
10	0.1	1.3	2.6	3.7	4.7	5.7	6.7	7.6	8.4
11	1.0	2.3	3.5	4.6	5.6	6.7	7.6	8.6	9.4
12	1.9	3.2	4.5	5.6	6.6	7.7	8.6	9.6	10.4
13	2.8	4.2	5.4	6.6	7.6	8.6	9.6	10.6	11.4
14	3.7	5.1	6.4	7.5	8.6	9.6	10.6	11.5	12.4
15	4.7	6.1	7.3	8.5	9.5	10.6	11.5	12.5	13.4
16	5.6	7.0	8.3	9.5	10.5	11.6	12.5	13.5	14.4
17	6.5	7.9	9.2	10.4	11.5	12.5	13.5	14.5	15.3
18	7.4	8.8	10.2	11.4	12.4	13.5	14.5	15.4	16.3
19	8.3	9.7	11.1	12.3	13.4	14.5	15.5	16.4	17.3
20	9.3	10.7	12.0	13.3	14.4	15.4	16.4	17.4	18.3
21	10.2	11.6	12.9	14.2	15.3	16.4	17.4	18.4	19.3
22	11.1	12.5	13.8	15.2	16.3	17.4	18.4	19.4	20.3
23	12.0	13.5	14.8	16.1	17.2	18.4	19.4	20.3	21.3
24	12.9	14.4	15.7	17.0	18.2	19.3	20.3	21.3	22.3
25	13.8	15.3	16.7	17.9	19.1	20.3	21.3	22.3	23.2
26	14.8	16.2	17.6	18.8	20.1	21.2	22.3	23.2	24.2
27	15.7	17.2	18.6	19.8	21.1	22.2	23.2	24.3	25.2
28	16.6	18.1	19.5	20.8	22.0	23.2	24.2	25.2	26.2
29	17.5	19.1	20.5	21.7	22.9	24.1	25.2	26.2	27.2
30	18.4	20.0	21.4	22.7	23.9	25.1	26.2	27.2	28.2

6.涂装间隔

(1)定义:涂装间隔既为复涂下道涂层的间隔时间;

(2)涂装间隔内容:

最小涂装间隔:涂层达到可以进行重涂的干燥和硬度状态;

其中的影响因素:膜厚环境条件(温度、相对湿度通讯条件等);

最大涂装间隔:超过了最大涂装间隔时间后,表面光滑坚硬漆膜,会影响两涂层间的附着力,复涂时,必须拉毛涂层表面。其中主要影响因素是温度。

(3)涂装间隔时间控制:

不同涂料有不同的涂装间隔,同类涂料,不同生产厂家的产品有不同的涂装间隔,涂装施工中,必须按涂料说明书中之规定执行。

环氧类涂料的附着力受涂装间隔的影响力较大,氯化橡胶及丙烯酸涂料的附着力不受涂装间隔的限制。

7. 湿膜厚度的测量和计算

① 作用:在喷漆施工中,用测量湿膜厚度的办法,对膜厚度和耗漆量进行控制。

② 换算:按规定干膜厚(DFT)和体积固含量(% , Vs),加入稀释剂的比例(% , Wthinning)计算出正确的湿膜厚度: $WFT = \frac{DFT \times 100}{Vs}$

$$WFT = \frac{DFT \cdot (1 + Wthinning)}{Vs}$$

③ 合格的湿膜测厚仪,必须符合国家国际标准。有梳齿状。

如Elconeter112等

也有滚轮湿膜测厚仪

如Elcometerlvo测量误差在±5%

④ 注意事项:

- 湿膜测厚仪不能用于无机硅酸锌底漆湿膜的测量,因它的挥发速度太快,对于氯化橡胶和丙烯酸涂料的第二道涂层,因为它会重新溶解前道漆,也不能用湿膜测量仪测量。

- 重防腐涂料挥发速度快,喷漆后需立即进行湿膜测厚。

- 单位面积内至少进行三次以上的测量,以保证数据的正确性。

8. 涂料的固化

① 定义:涂料的成膜过程,就是涂层的固化过程,对溶剂型涂料来说,俗称干燥。

② 方法:目前对大型钢结构来说,涂层一般采取自然干燥法。自然干燥不是晾干,也必须采取一定的措施,来保证涂层质量。

以兰陵公司聚氨酯面漆为例,不同的温度有不同的硬干和完全固化的速度。见图二 图三。

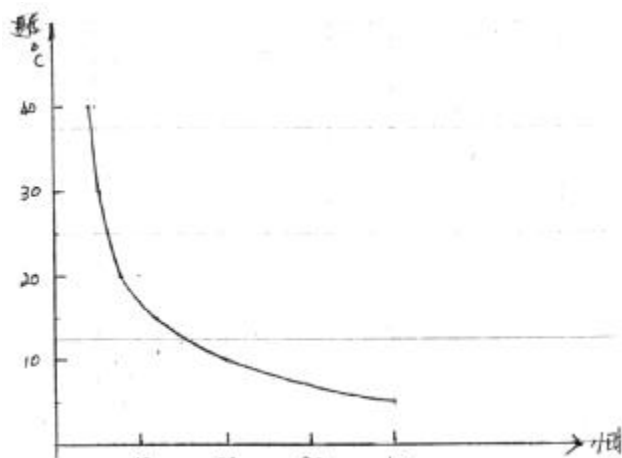
③ 涂料固化应具备的条件固化场所必须满足环保、消防和劳动卫生的法规。

涂层固化前已经充分流平。

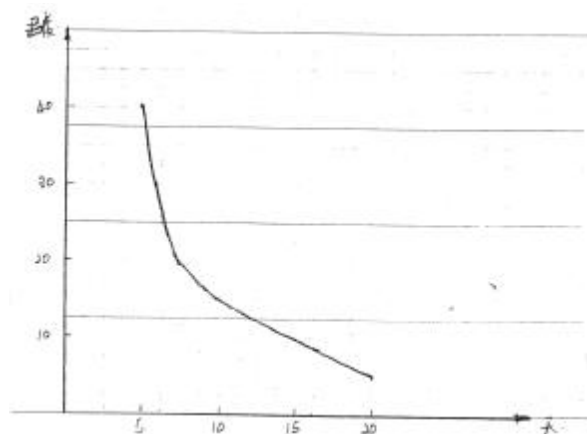
固化场所的温度、湿度必须符合涂料的固化技

术要求。

固化场所应清洁、无灰尘。



图二 温度与硬干速度关系图



图三 温度与完全固化关系图

从涂层质量环保、能源、安全角度出发,建立涂装工艺的固化、干燥设备是非常重要的(见图四)

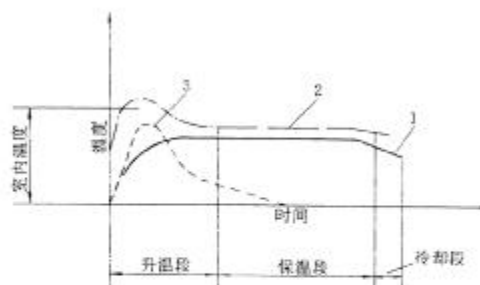


图 4 涂层固化温度曲线
1—工作温度 2—烘干室空气温度
3—溶剂挥发率

晨星钢丸 主要产品:各种规格菱角钢砂、弧面钢砂、高铬钢丸、不锈钢钢丸、钢丝切丸等。

名称:浠水晨星钢丸有限公司
电话:0713-4240317

地址:湖北省浠水县散花开发区
传真:0713-4235667

邮编:438200
联系人:陈华安

手机:13339953526

五 涂装施工后的质量检查

1. 干膜厚度:

① 检测的重要性:

涂层干膜厚的检测是涂装工程的一项主控技术指标,它关系到涂层质量、防腐寿命和涂装工程的经济分析,必须高度重视对涂层厚度的正确测定。

② 标准:ISO2809-7 国际标准

ISO12944—2007 (1)国际标准

SSPC SP2 美国钢结构协会涂装标准

GB/T3718

③ 漆膜测厚仪介绍:

磁性测厚仪 误差允误±5%以内

Elcometer 456

非破坏性测厚仪 电子测厚仪 (铁基或非铁基)

Elcometer 345

误差允许±1%

破坏性测厚仪(P.I.G)荷兰 TQC

Paint inspection gauge

只要涂层配套体系中分别用了不同的颜色,它不仅可以测量出总的涂层厚度,还能检测出每道涂层的厚度。

④ 国内外标准和实际工程对膜厚控制的要求(见表十)

按ISO12944-1的规定,执行“80-20”的测量原则(见表十一)。同时为了避免过度超膜厚的涂装,

表十 国内外标准和实际工程对涂膜厚度控制的要求

标准或工程名称	底材	涂膜厚度范围/μm	涂装方法	膜厚控制要求
CB/T 3718	钢铁	200~300	喷涂或其他	85/15
ISO12944	钢铁	200~350	喷涂或其他	80/20
IMO 船舶压载舱	钢铁	320	喷涂或其他	90/10
船舶成品油舱和化学品舱	钢铁		喷涂	90/10
集装箱	钢铁		喷涂	90/10
交通部混凝土桥梁	混凝土	200~500	喷涂或其他	80/20
SSPC-PA2	钢铁		喷涂或其他	80/20

建议规定最大涂层膜厚不超过规定膜厚的3倍。

美国SSPC-PA2标准,还对H型钢等形状钢材漆膜测点的布置与判断作了详细的规定。

2. 涂层的附着力检测

表十一 ISO12944-2007 标准有关规定
干膜厚度与公差

所有测量值	≥80%规定干膜厚度
平均值	100%规定干膜厚度
标准内容简述	除非另有协定,否则干膜厚度不允许小于规定干膜厚度的80%。允许干膜厚度值在规定干膜厚度的80%~100%之间,只有所有测量值的平均值等于或超过规定的干膜厚度值,都是允许的

表十二 涂层附着力的检测方法和标准

划 X 法	ASTM D 3359 Method A x-cut tape test (方法 A 划 X 法胶带测试)
划格法	GB/T 9286-1998 色漆和清漆漆膜的划格法试验 ASTM D 3359 Method B Cross-cut tape test (方法 B 划格法胶带测试) ISO 2409 Cross-cut test(划格法测试)
拉开法	GB 5210-1985 ISO 4624 Pull off test for adhesion(附着力拉开法测试) ASTM D 4514(附着力拉开)
划圈法	GB 1720-1989 涂膜附着力测定法

① 定义:涂层的附着力包括两个方面:
涂层与基底金属的附着力。(adhesion)
涂层本身的内聚力。(cohesion)
两者缺一不可。

② 检测标准与方法(见表十二)。
现场最常用的是划格法和拉开法。

划格法:我过GB/T9286-1998等效采用ISO2409
;1992

不同的漆膜决定了不同的划格间距,底材的软硬程度也对其有影响(表十三)。

测试程序如下:

①测量漆膜,以确定适当的切割间距;

②以稳定的压力、适当的间距,匀速地切割漆膜,刀刀见铁(直透底材表面);

③ 重复以上操作,以90°角再次平行等数切

表十三 不同漆膜厚度与底材相对应的划格间距

0~60μm	1mm间距	硬质底材
0~60μm	2mm间距	软质底材
61~120μm	2mm间距	硬质或软质的底材
121~250μm	3mm间距	硬质或软质的底材

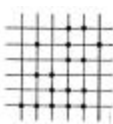
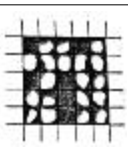
割漆膜,形成井字格
④ 用软刷轻扫表面,以稳定状态卷开胶带,切下75mm的长度;

⑤ 从胶带中间与划线呈平行放在格子上,至少留有20mm长度在格子外以用手抓着,用手指磨平胶带;

⑥ 抓着胶带一头,在0.5~1.0s钟内,以接近60°角撕开胶带,保留胶带作为参考,检查切割部位的状态。ISO12944-6中规定,达到0级或1级为合格(表十四)。

在ISO12944中规定,附着力需达到1级才能认定为合格;在GB/T9286-1998中,前三级是令人满

表十四 ISO2409划格法的附着力级别

级别	描述	
0	完全光滑:无任何方格分层	
1	交叉处有小块的剥离,影响面积为 5%	
2	交叉点沿边缘剥落,影响面积为 5%~15%	
3	沿边缘整条剥落, 和/或部分或全部不同的格子, 影响面积 15%~35%	
4	沿边缘整条剥落,有些格子部分或全部剥落,影响面积 35%~65%	
5	任何大于根据 4 来进行分级的剥落级别	

意的,要求评定通过/不通过时也采用前3级。

● 拉开法

拉开法是评价附着力的最佳测试方法,应用的标准有ISO4624:2002、GB5210-1985以及ASTM D4514。

拉开法测试仪器有机械式和液压/气压驱动两种类型。典型的测试仪器有Elcometer 106型(机械式)和Elcometer 108型(液压型)以及PAT M01(液压型)。

附着力拉开法测试使用的胶黏剂有两种:环氧树脂胶黏剂和快干型氰基丙烯酸酯胶黏剂。环氧胶

晨星钢丸 主要产品:各种规格菱角钢砂、弧面钢砂、高铬钢丸、不锈钢钢丸、钢丝切丸等。

名称:浠水晨星钢丸有限公司
电话:0713-4240317

地址:湖北省浠水县散花开发区
传真:0713-4235667

邮编:438200
联系人:陈华安

手机:13339953526

黏剂在室温下要24小时后才能进行测试,而快干型氰基丙烯酸酯胶黏剂室温下15分钟后即能达到测试强度,建议在2小时后进行测试。

测试程序和方法如下。

① 铝合金圆柱用240~400目细度的砂纸砂毛,使用前用溶剂擦洗除油。

② 测试部位用溶剂除油、除灰。

③ 按正确比例混合双组分无溶剂环氧胶黏剂,再涂抹上铝合金圆柱,压在测试涂层表面,转向360°,确保所有部位都有胶黏剂附着。

④ 用胶带把铝合金圆柱固定在涂层表面,双组分环氧胶黏剂在室温下要固化24小时;氰基丙烯酸酯胶黏剂按说明书的要求(15分钟后达到强度,最好在2小时测试)。

⑤ 测试前,用刀具围着铝合金圆柱切割涂层到底材。

⑥ 用拉力仪套上铝合金圆柱,转动手柄进行测试,记录下破坏强度(MPa)以及破坏状态。用百分比表示出涂层与底材、涂层之间、涂层与胶水以及胶水与圆柱间的附着力强度及状态。

⑦ 为了便利起见,ISO4624中规定了一系列符号来描述其状态:

A-底材的内聚力破坏;

A/B-底材与第一道漆间的附着力破坏;

B-第一道漆的内聚力破坏;

B/C-第一道涂层与第二道涂层间的附着力破坏;

n-多道涂层系统中第n道涂层的内聚力破坏;

n/m-多道涂层系统中第n道涂层与第m道涂层系统的附着力破坏;

-/Y-最后一道涂层与胶黏剂间的附着力破坏;

Y-胶黏剂的内聚力破坏;

Y/Z-胶黏剂与测试圆柱间的附着力破坏。

附着力的强度以N/mm²(MPa)来表示,在常用的Elcometer108上面显示的是MPa。

● 判断:ISO12944-6中对于涂层系统(干膜厚度大于250μm时)的附着力要求为按照ISO4624拉开法附着力测试,至少要达到5MPa。

对于旧涂层的维修,参考数值至少要达到2MPa,才能认定为涂层具有一定的附着力,可以保留。否则旧涂层予以去除。

3. 针孔和漏涂点检测

① 目的:是为了发现涂层中的裂口、针孔和其他的不连续处,保证涂层质量。

② 标准:

(1)NACE-RP 0188-90 在导电底材上测试新保护涂层的涂膜不连续处(漏涂点)的建议方法。

(2)ASTM-D 5162在金属底材上测试非导电保护涂层的涂膜不连续处(漏涂点)的方法。

(3)NACE-RP 04-90 厚度为250~760μm(10~30mil)的熔融黏附环氧管道外壁涂料的漏涂点检测建议方法。

③ 方法

● 低压湿海绵型

低压湿海绵型漏涂点检测仪是一种高灵敏度、低电压(湿海绵)的非破坏性电器装置,根据设备生产商的电路设计,采用配套的5~90V的直流电池驱动。

将接线置于合适位置,采用湿海绵以30cm/s的最高速率涂漆表面

每一块地方用海绵擦拭两次,这样可保证较好的检查覆盖率。发现漏涂点时,仪器会发出叫声。然后采用非渗透性的记号笔,例如:白色粉笔,标出所有漏涂点。清洁待修补区域以保证在进行涂装修补前除去润湿剂。

● 高压脉冲型漏涂点检测仪

高压脉冲型漏涂点检测仪通常具有约从900~15000V的输出电压,在某些情况下,电压可高达40000V。这种仪器设计用于定位施工在导电底材上的非导电涂层中的漏涂点(漆膜不连续处,空白点,夹杂物或低膜厚区域)。通常这种装置用于厚度从300~4000μm(12~160mil)的保护涂料漆膜。检测仪由电源(例如:电池或高压线圈)、探测电极和从检测仪至涂漆底材的接地。连接线组成。

然后,将探测电极通过表面。在任何漏涂点、空白点、漆膜不连续处等地方、电极与底材之间的空隙就会出现弧状闪光,检测仪同时发出声音。

高压漏涂点检测仪与低压型相比,检查程度更为彻底。它不仅能检测出穿透到底材的漏涂点或针孔,而且还能发现诸如漆膜厚度低的区域或隐藏于涂层内部的漏涂点等缺陷。

4. 漆膜外观质量评定:

主要用肉眼评定(见表十五)

六 防腐涂层的维修保养

1. 涂层老化的原因分析

① 涂料配方不当或错误;

② 涂料配套系统设计不当或错误;

③ 表面处理不良;

④ 施工质量较差;

表十五 漆膜外观的评定

涂装部位	漆膜外观质量要求
装饰要求高的部位,如机场、展览馆等外露钢结构,工程机械外表面	①表面无漏涂料、气孔、裂纹以及较明显的流挂、刷痕和起泡等 ②面漆颜色与规定颜色一致无差异 ③表面无干喷颗粒等
一般装饰性要求的表面,如厂房、仓库等钢结构	①表面无漏涂料,气孔,裂纹以及较明显的流挂、刷痕和起泡等 ②面漆颜色与规定颜色一致无差异
无装饰要求的涂装,如内部钢结构、封闭空间(储罐内壁涂层除外)等	表面无漏涂、气孔、裂纹以及严重的流挂

⑤ 涂料使用环境超出了本身的性能限制;

表面清洁

⑥ 外部机械的作用,冲击力和机械磨损等。

③ 涂层配套体系:判断原涂层类别

2. 涂层老化的评定标准

根据涂料类型局部修补

国家标准GB/T 1766-1995《色漆和清漆 涂

推荐维修配套方案以低表

层老化的评定》是参照ISO 4628_1980制定的,而ISO 4628:2003《色漆和清漆涂层老化的评定》是目前最新版本,除了第9部分外,其他内容如下:

面处理环氧涂料为主MASTIC

① ISO 4628-1总则和标示系统

④ 拟定涂装工艺流程及技术条件

② ISO 4628-2起泡等级的评定

表十六 锈蚀等级ISO与欧洲标准、ASTM标准的对应关系

③ ISO 4628-3生锈等级的评定

④ ISO 4628-4开裂等级的评定

⑤ ISO 4628-5脱落等级的评定

⑥ ISO 4628-6粉化等级胶带法评定

⑦ ISO 4628-7粉化等级绒毛法评定

⑧ ISO 4628-8划痕处分层和锈蚀的等级评定

⑨ ISO 4628-10丝状腐蚀等级评定

3. 涂层寿命的质量保证条款

按ISO12944—2007和ISO46281-6的判定,涂层寿命即指涂层到第一次维修的年限。此时,锈蚀等级达到ISO4628-3的Ri3级,锈蚀面积达到1%。

4. 维修前必须进行的工作

① 旧涂层状态评定:按ISO4628标准

② 表面处理:使用合适的去油剂去油

高压淡水除盐

钢结构处理

锈蚀处打磨或喷砂

国际标准 ISO	欧洲标准 European	锈蚀面积/ %	ASTMD 610
Ri 0	Re 0	0	10
Ri 1	Re 1	0.05	9
Ri 2	Re 2	0.5	7
Ri 3	Re 3	1	6
	Re 4	3	
Ri 4	Re 5	8	4
	Re 6	15/20	
Ri 5	Re 7	40/50	1~2
	Re 8	75/85	
	Re 9	95	
	Re10		

晨星钢丸 主要产品:各种规格菱角钢砂、弧面钢砂、高铬钢丸、不锈钢钢丸、钢丝切丸等。

名称:浠水晨星钢丸有限公司
电话:0713-4240317地址:湖北省浠水县散花开发区
传真:0713-4235667邮编:438200
联系人:陈华安

手机:13339953526