

ICS 87.040

G 51

备案号:



中国材料与试验团体标准

T/CSTM XXXX—XXXX

换热器用节能防腐涂料

Energy saving and anticorrosion coatings for heat exchangers

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

(征求意见稿)

(本稿完成日期: 2018-09-15)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中关村材料试验技术联盟
中国材料与试验团体标准委员会

发布

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由中国材料与试验团体标准委员会化工材料领域委员会涂料和颜料技术委员会提出。

本标准由中国材料与试验团体标准委员会化工材料领域委员会涂料和颜料技术委员会归口。

本标准负责起草单位：江苏金陵特种涂料有限公司。

本标准参与起草单位：。

本标准主要起草人：。

换热器用节能防腐涂料

1 适用范围

本标准规定了以聚合物为主要成膜物的换热器用节能防腐涂料的术语和定义、要求、试验方法、涂装技术规范、检验规则、标志、包装和贮存等内容。

本标准适用于石油、化工、电力、冶金、暖通等行业工程中的各类大型工业换热器传热面的涂层防护，具有导热、阻垢、防腐功能。使用条件满足介质温度 $\leq 250^{\circ}\text{C}$ 工况环境下的各种酸、碱、盐和油气、烟气、污水等化学介质。换热器结构包括列管式、盘管式等；涂层的配套涂装体系产品包括底漆和面漆；涂装工程包括基材的表面处理、涂装及验收。

2 引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 1720—1979 漆膜附着力测定法

GB/T 1723—1993 涂料粘度测定法

GB/T 1724—1979 涂料细度测定法

GB/T 1725—2007 色漆、清漆和塑料 不挥发物含量的测定

GB/T 1728—1979 漆膜、腻子膜干燥时间测定法

GB/T 1731—1993 漆膜柔韧性测定法

GB/T 1732—1993 漆膜耐冲击性测定法

GB/T 1733—1993 漆膜耐水性测定法

GB/T 1735—2007 色漆和清漆 耐热性的测定

GB/T 1766—2008 色漆和清漆 涂层老化的评级方法

GB/T 1768—2006 色漆和清漆 耐磨性的测定 旋转橡胶砂轮法

GB/T 1771—2007 色漆和清漆 耐中性盐雾性能的测定

GB/T 3186 色漆、清漆和色漆与清漆用原材料 取样

GB/T 5990—2006 耐火材料 导热系数试验方法(热线法)

GB/T 6739—2006 色漆和清漆 铅笔法测定漆膜硬度

GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

GB/T 8923.1—2011 涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第1部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级

GB/T 8923.2—2011 涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第2部分：已涂覆过的钢材表面局部清除原有涂层后的处理等级

GB/T 9271—2008 色漆和清漆 标准试板

GB/T 9750 涂料产品包装标志

GB/T 9271—2008 色漆和清漆 标准试板

GB/T 9274—1988 色漆和清漆 耐液体介质的测定

GB/T 9286—1998 色漆和清漆 漆膜的划格试验

GB/T 13288.1—2008 涂覆涂料前钢材表面处理 喷射清理后的钢材表面粗糙度特性 第1部分：用于
评定喷射清理后钢材表面粗糙度的ISO表面粗糙度比较样块的技术要求和定义
GB/T 13452.2—2008 色漆和清漆 漆膜厚度的测定
GB/T 13491 涂料产品包装通则
GB/T 18430.1—2007 蒸气压缩循环冷水(热泵)机组 第1部分：工业或商业用及类似用途的冷水(热
泵)机组
GB/T 23986—2009 色漆和清漆 挥发性有机化合物(VOC)含量的测定 气相色谱法
GB/T 34682—2017 含有活性稀释剂的涂料中挥发性有机化合物(VOC)含量的测定
GB 50727 工业设备及管道防腐蚀工程施工质量验收规范
SH/T 3022—2015 石油化工设备和管道涂料防腐蚀设计规范
SH/T 3540—2007 钢制换热设备管束复合涂层施工与验收规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

换热器 heat exchanger

又称热交换器(包括散热器)。换热器是指将热流体的部分热量传递给冷流体的设备，使流体温度达到工艺流程规定的指标热量的交换设备。

3.2

导热系数 Thermal conductivity

又称导热效率，用[W/(m·K)]表示。导热系数是指单位时间内在单位温度梯度下沿热流方向通过材料单位面积传递的热量。

3.3

污垢系数 Dirt coefficient

又称为污垢热阻，用[(m²·℃)/kW]表示。污垢系数是指换热设备传热面上沉积物所产生的传热阻力，导致传热速率下降程度的数值。

4 要求

除另有规定外，产品性能应符合表1、表2的规定。

表1 底漆

项 目	指 标
在容器中状态	搅拌后均匀无硬块
黏度, s ≥	80
细度, μm ≤	商定
不挥发物含量(漆组分), % ≥	60

挥发性有机化合物 (VOC) 含量	水性, g/L	≤	100
	溶剂型, g/L	≤	250
干燥时间	表干, h	≤	1
	实干, h	≤	24
涂膜外观			正常
干膜厚度, μm			≥ 40
附着力(划圈法), 级			1
柔韧性, mm			≤ 2
耐冲击性, cm			50
导热系数(200℃), W/(m·K)			≥ 250
耐盐雾性, 1000h			腐蚀≤1 级, 保护性评级≤1 级

表2 面漆

项 目			指标
在容器中状态			搅拌后均匀无硬块
黏度，s		≥	50
细度，μ m		≤	25
不挥发物含量(漆组分)，%		≥	50
挥发性有机化合物 (VOC)含量	水性，g/L	≤	200
	溶剂型，g/L	≤	400
干燥时间	表干，h	≤	1
	实干，h	≤	24
涂膜外观			正常
干膜厚度，μ m		≥	40
附着力(划圈法)，级			1
柔韧性，mm			1
耐冲击性，cm			50
耐磨性(1kg/1000r)，g		≤	0.03
铅笔硬度(刮破)		≥	4H
导热系数(200℃)，W/(m·K)		≥	250
污垢系数，(m ² ·℃) /kW		≤	0.086
耐沸水性 ^a ，120h			不起泡，不溶胀，漆膜无变化
耐高温性 ^a ，250℃/24h			不起泡，不开裂，不粉化，不变色
耐化学介质性 ^a ，70℃/168h			不起泡，不剥落，漆膜无变化
耐盐雾性 ^a ，2000h			腐蚀≤1级
^a 复合涂层			

5 试验方法

5.1 取样

产品按GB/T 3186规定取样, 也可按商定方法取样。取样量根据检验需要确定。

5.2 试验环境

除另有规定外，试板的状态调节和试验的温湿度应符合GB/T 9278的规定。

5.3 试验样本的制备

5.3.1 底材及底材处理

除另有规定外，试验用马口铁板和钢板应符合GB/T 9271—2008的要求，马口铁板的处理应按GB/T 9271—2008中4.3的规定进行；钢板的处理应按GB/T 9271—2008中3.5.2的规定进行。试验用钢板经喷砂处理后，表面清洁度应达到GB/T 8923.1—2011中规定的Sa2½级；表面粗糙度应达到GB/T 13288.1—2008中规定的“中（G）”级。

5.3.2 试样准备

按产品规定的组分配比混合均匀，并放置规定的熟化时间后制板。

5.3.3 制板要求

除另有规定外，试验样板的制备按表3的规定进行。涂层厚度的测定按GB/T 13452.2—2008的规定进行。

表3 试验样板的制备

检验项目	底材类型	底材尺寸/mm	涂装要求
干燥时间	马口铁板	120×50×(0.2~0.3)	施涂一道，干膜厚度(45±5) μm。
涂膜外观、附着力、柔韧性、耐冲击性	马口铁板	120×50×(0.2~0.3)	施涂一道，干膜厚度(45±5) μm，放置48h后测试。
耐磨性	铝板或玻璃板	直径100	施涂一道，干膜厚度(45±5) μm，放置168h后测试。
铅笔硬度	钢板	150×70×(0.45~0.55)	
耐盐雾性（底漆）	钢板	150×70×(3~6)	施涂二道，间隔24h，每道干膜厚度(45±5) μm，放置168h后测试。
耐沸水性、耐高温性、耐化学介质性、耐盐雾性（复合涂层）	钢板	150×70×(3~6)	施涂二道底漆，间隔24h，每道干膜厚度约(45±5) μm。24h后施涂二道面漆，复合涂层干膜总厚度为(200±20) μm，放置168h后测试。

5.4 操作方法

5.4.1 在容器中状态

打开容器，用调刀或搅棒搅拌，允许容器底部有沉淀，若经搅拌易于混合均匀，则评为“搅拌后均匀无硬块”。应分别检验各组分。

5.4.2 黏度

按GB/T 1723—1993中乙法的规定进行。双组分涂料测试主剂。

5.4.3 细度

按GB/T 1724—1979的规定进行。双组分涂料测试主剂。

5.4.4 不挥发物含量（漆组分）

按GB/T 1725—2007的规定进行。称取试样量（ 1 ± 0.1 ）g，试验条件：（ 160 ± 2 ）℃/2h。

5.4.5 挥发性有机化合物（VOC）含量

按产品明示的配比和稀释比例混合后测定。如稀释剂的使用量为某一范围时，应按照推荐的最大稀释量稀释后进行测定。

水性涂料中挥发性有机化合物（VOC）含量的测定，按GB/T 23986—2009的规定进行。其中，密度的测定，按GB/T 6750—2007的规定进行；水分的测定，按GB18582—2008中附录B的规定进行；VOC含量的计算，按GB/T 23986—2009中10.4进行。

溶剂型涂料中挥发性有机化合物（VOC）含量的测定，按GB/T 34682—2017的规定进行，VOC含量的计算，按GB/T 34682—2017中8.4进行。

5.4.6 干燥时间

按GB/T 1728—1979的规定进行，其中表干按乙法；实干按甲法进行。烘干，采用鼓风式恒温干燥箱，烘干温度与时间：商定。

5.4.7 涂膜外观

样板在散射阳光下目视观察，如果涂膜均匀，无流挂、发花、针孔、开裂和剥落等涂膜病态，则评为“正常”。

5.4.8 干膜厚度

按GB/T 13452.2—2008中5.5的规定进行。

5.4.9 附着力

按GB/T 1720—1979（1989）的规定进行。

5.4.10 柔韧性

按GB/T 1731—1993的规定进行。

5.4.11 耐冲击性

按GB/T 1732—1993的规定进行。

5.4.12 铅笔硬度（刮破）

按GB/T 6739—2006的规定进行。铅笔为中华牌101绘图铅笔。

5.4.13 耐磨性

按GB/T 1768—2006的规定进行。砂轮型号为CS-10。

注：也可使用与CS-10磨耗作用相当的其他橡胶砂轮。

5.4.14 导热系数

按GB/T 5990—2006的规定进行。

5.4.15 污垢系数

按GB/T 18430.1—2007的规定进行。

5.4.16 耐沸水性

按GB/T 1733—1993中乙法的规定进行。

5.4.17 耐高温性

按GB/T 1735—2007的规定进行。

5.4.18 耐化学介质性

按GB/T 9274—1988中甲法的规定进行。液体介质分别为：10%氢氧化钠溶液、10%硫酸溶液、10%氯化钠溶液。试验结束后取出样板观察。如出现起泡、生锈、脱落等涂膜病态现象，按GB/T 1766进行描述。

5.4.19 耐盐雾性

按GB/T 1771—2007的规定进行（试板不划线）。试验结束后取出样板观察。如出现起泡、生锈、脱落等涂膜病态现象，按GB/T 1766进行描述。试板四周边缘、板孔周围5mm以内及外来因素引起的破坏现象不做考察。

6 涂装技术规范

6.1 设计要求

6.1.1 下列情况，应在制造厂完成涂装工序：

- 在安装现场不便于进行表面处理和涂装作业的大型设备或管束部件的；
- 制造厂具备自动(或人工)抛丸或喷砂装置和涂装烘干于一体的生产线。

6.1.2 下列情况，应在施工现场完成涂装工序：

- 施工现场更换新的带有涂层管束，对被碰破或焊接损伤的涂层进行修复补涂作业；修补用涂料应与原设计要求选用的涂料种类相同或匹配。
- 在制造厂已涂底漆的，需要在施工现场修正或补涂面漆的设备、管束及其附属件；
- 涂敷的涂料应与设计要求的涂料名称、道数、各层干膜厚度及总厚度、钢材表面处理等级和内容相匹配，并在设计文件中有所规定。

6.2 工艺要求

6.2.1 表面处理要求

6.2.1.1 表面处理级别：金属表面均要求进行抛射或喷射处理，表面清洁度应达到GB/T 8923.1—2011中规定的Sa2至Sa2.5级；修补现场金属表面达不到喷射处理要求时，可以采用人工机械处理达到GB/T 8923.2—2011中规定的Sa3级；

6.2.1.2 等级评定：按GB/T 8923.1—2011或GB/T 8923.2—2011中典型样板照片比对确定。

6.2.1.3 表面处理后，金属表面应无油、无锈、干燥。

6.2.1.4 表面处理可按照下列方式进行：

- 列管式管束处理：管内涂装，可采用喷砂或喷丸处理；管外涂装与U形管应进行化学清洗处理。具体可参见SH/T 3540—2007。
- 管束内壁管处理：管束单根喷砂时间依管子长度而定， $\Phi 25$ （或 $\Phi 19$ ） $\times 6000\text{mm}$ 的管子喷砂

时间不得少于 30 秒，管束应两头喷。喷砂时应注意保护密封面。

——翅片管外壁处理：翅片管外壁涂装，可采用喷砂或喷丸处理。

6.2.2 涂装要求

6.2.2.1 表面处理后的时间限定：经抛射或喷射处理过的钢材表面，在环境干燥状态下(湿度 $\leq 40\%$)，最迟不超过4小时，应即时涂覆底漆，以防止表面出现闪锈。

6.2.2.2 施工环境要求：基材的表面温度应高于露点温度 3°C 以上，相对湿度应低于85%时，方可进行施工作业。环境温度需维持在涂料制造厂家所建议的范围内。

6.2.2.3 涂装作业前，应按下列要求进行调漆：

——涂料使用前，检查有无浑浊、稠化、结皮、沉淀结块、肝化、粗粒等缺陷。如有以上缺陷，涂料不能使用。如果是双组份分装涂料，必须按生产厂家作业指导书要求的使用配比进行调配，充分搅拌，混合均匀，静止熟化，避免漆膜内产生气泡，并在规定的时间内用完。

——涂料过于黏稠时，可进行稀释。溶剂型涂料，采用配套稀释剂进行稀释；水性涂料，用纯净水进行稀释。但必须严格按照生产厂家作业指导书规定的稀释比进行稀释调配。

6.2.2.4 施工方法确定：涂装前，应根据施工环境温度、设备特点、涂料、稀释剂等情况，先通过样管、样板等进行试验，选定适宜的施工方案与涂料黏度。

6.2.2.5 涂装方法：除局部修补外，不得采用手工刷漆方式进行涂装。管束涂装，应先管内后管外，一般管内采用灌涂法；管外采用淋涂法。也可根据实际情况采用浸涂、喷涂等方法；翅片管外壁涂装，可采用高压无气喷涂的方法。

——管外淋涂法黏度比管内灌涂法粘度低 5 秒。现场涂比室内涂的粘度约低 5 秒。

——涂料循环使用时，必须在泵入口处加 80~100 目铜丝网过滤，以防杂质进入，影响涂层质量。

——将冷却器倾斜 30 度左右，用泵打循环灌涂。每涂装一道，两端倒位。非直立涂装，每做一道冷水器应转动一个角度。

——灌涂时涂料在管内要充满，需在管内保持 2~3 秒，以保证涂料能充分附着在管壁表面上。

——涂装后把换热器放在滚动胎上滚动干燥，应控制转速，不得大于 20 转/分钟。自然干燥一般为 6~8 小时，

——每一道涂装后，管端和两侧管板如有滴坠与流挂，可用毛刷修整。要确保管板漆膜完整与密封面平整，建议每道涂装后应用专用稀料擦清密封面，至最后一道用喷枪喷涂。

注1：干燥也可采用轴流风机直接吹其表面，表干程度用手触无指纹，方可在道木上固化。

注2：建议采用“湿碰湿”间歇式涂装方法，即喷涂底漆后，在常温下闪干 30~60 分钟，使溶剂或水分挥发，漆膜表干达到触干，再涂覆面漆。用湿膜厚度估算干膜厚度，可通过原漆固体份含量和稀释比推算。“湿碰湿”涂装后，即可进入烘干工序。

6.2.3 涂层要求

6.2.3.1 质量要求：涂层表面应平整、光滑，不得出现漏涂、气泡、缩孔、鱼眼、龟纹、流挂等弊病；干膜性能应满足本标准的要求。

6.2.3.2 配套要求：涂层体系，底漆与面漆应配套使用。

6.2.3.3 厚度要求：涂层结构一般为底漆两道、面漆三道；涂层总厚度为 $200 \pm 20 \mu\text{m}$ 。

6.3 验收

6.3.1 成品验收

6.3.1.1 成品涂层的质量检查，应按GB 50727中相关的规定进行。成品涂层质量应符合表4的规定。

表4 成品涂层质量

检查项目	质量要求	检测方法
脱皮、漏涂、起泡、返锈	不允许	目测
针孔、缩孔、鱼眼	不允许	5~10 倍放大镜
流挂、皱皮、龟纹	不允许	目测
光亮与光滑 ^a	光泽 $\geq 90^\circ$ ，均匀一致	光泽仪
分色界限	允许偏差为 $\pm 3\text{mm}$	目测
颜色与色差	颜色一致，允许色差	目测
干膜膜厚	执行两个 80%的原则 ^b	涂层测厚仪
^a 设备和管束涂覆色漆时，漆膜应均匀一致，不得有浮色，表面具有光亮度，平滑爽手； ^b 80%的测量点达到规定的干膜厚度，余下 20%的测量点要达到规定厚度的 80%为合格。		

6.3.1.2 外观：用目测法，表面应光滑，并无滴坠、流挂、漏涂等现象。主要观察漆膜外观有没有流挂、起皱、龟纹、脱皮、起泡、针孔、漏涂等缺陷，依此评定合格或不合格。

6.3.1.3 厚度：湿膜厚度，按GB/T 13452.2—2008中4.2.4或4.2.5规定进行；干膜厚度，按GB/T 13452.2—2008中5.5或5.8法规定进行。应随机抽检，每个测点面积宜为100cm²，在该检测点面积范围内测量5个点数据，测量结果去除1个最大值和1个最小值后，取3点平均值的厚度。涂层厚度检查应符合下列规定：

- 设备防腐涂层厚度的检查应逐台进行，每台抽检 3 个点部位；
- 管束防腐涂层厚度的检查应按总延长米进行，每 300m 抽查 3 点(不足 300m 时，按 300m 计)；
- 每种类别钢结构防腐蚀涂层厚度的检查按构件数抽查 10%，且不少于 3 件，每个构件抽测 5 个点；
- 管束内壁检查应采用内孔涂层测厚仪随机抽查 5%的管束。

6.3.1.4 附着力：工作现场，按GB/T 9286—1998的规定进行。涂层附着力检查应符合下列规定：

- 设备每台检测 1 处，若不合格再抽查 2 处，如仍有 1 处不合格时为不合格；
- 管束每 20 根抽查 1 根，且至少抽查 1 根；每根测 1 处，若不合格再抽查 2 根，如仍有 1 根不合格时，则应对全部管道逐根检查；
- 应采用平行样板或等长度平行样管进行检测；也可对管板局部用划格法检查。

6.3.1.5 硬度：工作现场，按GB/T 6739—2006的规定进行。涂层硬度检查应符合下列规定：

- 设备管束每台检测 1 处，若不合格再抽查 2 处，如仍有 1 处不合格时为不合格；
- 硬度不合格，表明涂层烘干温度或时间不足，交联密度不够，漆膜发软，影响涂层的耐磨性和防腐性能，应重新回炉烘干。烘干后再行检测，仍达不到规定要求，判定为不合格产品。

6.3.1.6 涂层固化程度：用蘸有专用溶剂的棉团对防腐涂层部位反复擦拭，以棉团不变色为合格。

6.3.2 交工验收

6.3.2.1 交工单位或部门，在完成施工后，应向接收单位或部门办理交接手续，提交或移交隐蔽工程施工记录、修补或返工记录、交工验收记录和质量证明等相关技术文件。

6.3.2.2 监理部门或质检机构，应向接收单位或部门提供检查记录、检验报告、复检报告和产品合格证明等相关的技术文件。

7 检验规则

7.1 检验分类

7.1.1 产品检验分为出厂检验和型式检验。

7.1.2 底漆的出厂检验项目包括在容器中状态、黏度、不挥发物含量、涂膜外观、干燥时间、干膜厚度、附着力、柔韧性、耐冲击性等九项；面漆的出厂检验项目包括在容器中状态、黏度、细度、不挥发物含量、涂膜外观、干膜厚度、干燥时间、附着力、柔韧性、耐冲击性、铅笔硬度、耐磨性等十二项。

7.1.3 型式检验项目包括本标准所列的全部技术要求。在正常生产情况下，每年至少检验一次。

7.2 检验结果的判定

7.2.1 检验结果的判定按 GB/T 8170—2008 中修约值比较法进行。

7.2.2 所有项目的检验结果均达到本标准要求的，该产品为符合本标准要求。

7.3 标志、包装和贮存

7.3.1 标志

按GB/T 9750规定进行。

7.3.2 包装

按GB/T 13491中一级包装要求规定进行。

7.3.3 贮存

产品贮存时应保证通风、干燥，防止日光直接照射并应隔绝火源，远离热源。产品应根据类型定出贮存期，并在包装标志上明示。