

ICS 87.040
G 51
备案号: 48606—2015

HG

中华人民共和国化工行业标准

HG/T 4770—2014

电力变压器用防腐涂料

Anticorrosive coatings for power transformers

2014-12-31 发布

2015-06-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国石油和化学工业联合会提出。

本标准由全国涂料和颜料标准化技术委员会 (SAC/TC5) 归口。

本标准起草单位：安庆菱湖涂料有限公司、中海油常州涂料化工研究院有限公司、北京红狮漆业有限公司、浙江永固为华涂料有限公司、株洲时代新材料科技股份有限公司、阿克苏诺贝尔防护涂料(苏州)有限公司、佐敦涂料(张家港)有限公司、陕西宝塔山油漆股份有限公司、嘉宝莉化工集团股份有限公司。

本标准主要起草人：龙毛明、唐瑛、李运德、金辉、曾凡辉、刘进伟、刘新、刘宪文、蒋峰。

电力变压器用防腐涂料

1 范围

本标准规定了电力变压器用防腐涂料的产品分类，要求，试验方法，检验规则，标志、包装和贮存等。

本标准适用于电力变压器内、外壁和散热器用防腐涂料。

本标准不适用于电力变压器用电泳涂料、冷喷锌等涂料品种。

2 规范性引用文件

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 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 1732—1993 漆膜耐冲击测定法

GB/T 1733—1993 漆膜耐水性测定法

GB/T 1766 色漆和清漆 涂层老化的评级方法

GB/T 1771—2007 色漆和清漆 耐中性盐雾性能的测定

GB/T 1865-2009 色漆和清漆 人工气候老化和人工辐射曝露滤过的氙弧辐射

GB/T 3186 色漆、清漆和色漆与清漆用原材料 取样

GB/T 5210—2006 色漆和清漆 拉开法附着力试验

GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法

GB/T 6739—2006 色漆和清漆 铅笔法测定漆膜硬度

GB/T 6742—2007 色漆和清漆弯曲试验（圆柱轴）

GB/T 8170—2008 数值修约规则与极限数值的表示和判定

GB/T 8923.1 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 9271 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 9278 涂料试样状态调节和试验的温湿度

GB/T 9286—1998 色漆和清漆 漆膜的划格试验

GB/T 9750 涂料产品包装标志

GB/T 9754—2007 色漆和清漆 不含金属颜料的色漆漆膜的20°、60°和85°镜面光泽的测定

GB/T 13288.1 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 色漆和清漆 漆膜厚度的测定

GB/T 13491 涂料产品包装通则

HG/T 3330—2012 绝缘漆漆膜击穿强度测定法

HG/T 3331—2012 绝缘漆漆膜体积电阻系数和表面电阻系数测定法

HG/T 3855—2006 绝缘漆漆膜制备法

3 产品分类

产品分为电力变压器内壁用涂料、电力变压器外壁用涂料和散热器用涂料。
外壁用涂料分为底漆、中间漆、面漆；散热器用涂料分为底漆、面漆；外壁用涂料和散热器用涂料均按涂料性能分为Ⅰ类、Ⅱ类、Ⅲ类。

4 要求

4.1 电力变压器内壁用涂料应符合表 1 的技术要求。

表 1 电力变压器内壁用涂料的技术要求

项 目		指 标
在容器中状态		搅拌后均匀无硬块
不挥发物含量/% (105℃±2℃/3 h)	≥	60
细度/μm	≤	40
干燥时间/h	表干	4
	实干	24
涂膜外观		正常
耐冲击性/cm	≥	40
弯曲试验/mm		2
划格试验/级	≤	1
耐油性(10# 变压器油,110℃±2℃)		168 h 不起泡、不脱落、不开裂,允许变色
体积电阻系数/Ω·cm (常态)	≥	10 ¹³
击穿强度/(kV/mm) (常态)	≥	25
耐盐雾性(300 h)		划线处单向锈蚀不超过 2.0 mm,未划线处不起泡、 不生锈、不脱落

4.2 电力变压器外壁和散热器用底漆、电力变压器外壁用中间漆应符合表 2 的技术要求。

表 2 电力变压器外壁和散热器用底漆、电力变压器外壁用中间漆的技术要求

项 目		指 标	
		底漆	中间漆
在容器中状态		搅拌后均匀无硬块	
干燥时间/h	表干	4	
	实干	24	
涂膜外观		正常	
耐冲击性/cm	≥	40	
弯曲试验/mm		2	
划格试验/级	≤	1	
耐盐雾性	Ⅰ类	240 h 划线处单向锈蚀不超过 2.0 mm, 未划线处不起泡、不生锈、不脱落	
	Ⅱ类	168 h 划线处单向锈蚀不超过 2.0 mm, 未划线处不起泡、不生锈、不脱落	
	Ⅲ类		

4.3 电力变压器外壁和散热器用面漆的技术要求应符合表 3 的技术要求。

表 3 电力变压器外壁和散热器用面漆的技术要求

项 目			指 标	
在容器中状态			搅拌后均匀无硬块	
不挥发物含量/% (105℃±2℃/3h)		≥	50	
细度/μm		≤	30	
干燥时间/h	≧	表干	4	
		实干	24	
漆膜外观			正常	
光泽(60°)/单位值			商定	
铅笔硬度(擦伤)	≥	I 类	H	
		II 类	HB	
		III 类		
耐冲击性/cm			50	
弯曲试验/mm			2	
复合 涂层	附着力(拉开法)/MPa	≥	I 类	5
			II 类	3
			III 类	
	耐水性		168 h 无异常	
	耐油性(10 [#] 变压器油,80℃±2℃)		24 h 无异常	
	耐酸性(50 g/L H ₂ SO ₄)		I 类	168 h 无异常
			II 类	168 h 无异常
			III 类	
	耐盐雾性		I 类	1 000 h 划线处单向锈蚀不超过 2.0 mm,未划线处不起泡、不 生锈、不脱落
			II 类	600 h 划线处单向锈蚀不超过 2.0 mm,未划线处不起泡、不 生锈、不脱落
			III 类	300 h 划线处单向锈蚀不超过 2.0 mm,未划线处不起泡、不 生锈、不脱落
	耐人工气候老化性 ^a		I 类	1 000 h 不起泡、不生锈、不开裂、不脱落,变色≤2 级、失光≤2 级、粉化≤1 级
			II 类	600 h 不起泡、不生锈、不开裂、不脱落,变色≤2 级、失光≤2 级、粉化≤1 级
			III 类	200 h 不起泡、不生锈、不开裂、不脱落,变色≤2 级、失光≤2 级、粉化≤1 级

^a 试板的原始光泽≤30 单位值时,不进行失光评定。

^a 试板的原始光泽≤30 单位值时,不进行失光评定。

5 试验方法

5.1 取样

产品按 GB/T 3186 的规定取样。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 试验样板的制备

5.3.1 底材及底材处理

除另有规定外，检验用试板的材质详见表 4 和表 5。马口铁板、玻璃板、钢板的材质和处理应符合 GB/T 9271 的规定；紫铜片应符合 HG/T 3855—2006 中 2.1 的要求，处理按 HG/T 3855—2006 中 3.1.1 的规定进行。耐酸性、耐碱性、耐盐雾性项目所用的钢板经喷砂或磷化处理。喷砂处理后除锈等级应达到 GB/T 8923.1 规定的 Sa2½ 级，表面粗糙度应达到 GB/T 13288.1 规定的中级；磷化处理工艺由双方商定。

注：底材材质及底材处理方式也可由双方商定。

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

5.3.3.1 电力变压器内壁用涂料制板要求

除另有规定外，电力变压器内壁用涂料制板按表 4 进行。涂层厚度的测定按 GB/T 13452.2 的规定进行。

表 4 电力变压器内壁用涂料制板要求

检验项目	底材材质	底材尺寸 /mm	涂装要求
干燥时间	马口铁板	120×50×(0.2~0.3)	喷涂 1 道，干膜厚度为 23 μm±3 μm。
漆膜外观、耐冲击性、弯曲试验、划格试验	马口铁板	120×50×(0.2~0.3)	喷涂 1 道，干膜厚度为 23 μm±3 μm，养护期为 48 h。
耐油性	钢板	150×70×(0.45~0.55)	喷涂道数、间隔时间等按照实际施涂的要求，干膜总厚度为 70 μm±10 μm，养护期为 168 h。
耐盐雾性	钢板	磷化处理：150×70×(0.8~1.2)；喷砂处理：150×70×(3~6)	
体积电阻系数、击穿强度	紫铜片	100×120×(0.1~0.3)	浸涂 2 道，每道间隔 24 h，干膜总厚度为 70 μm±10 μm，养护期为 168 h。

5.3.3.2 电力变压器外壁用涂料和散热器用涂料的制板要求

除另有规定外，电力变压器外壁用涂料和散热器用涂料制板时按表 5 进行。涂层厚度的测定按 GB/T 13452.2 的规定进行。

表 5 电力变压器外壁用涂料和散热器用涂料的制板要求

检验项目	底材材质	底材尺寸 /mm	涂装要求
干燥时间	马口铁板	120×50×(0.2~0.3)	喷涂 1 道,干膜厚度为 23 μm±3 μm。
光泽	玻璃板	120×90×(2~3)	用规格为 150 μm 的湿膜制备器刮涂 1 道,养护期为 48 h。
铅笔硬度	玻璃板	120×90×(2~3)	喷涂 1 道,干膜厚度为 23 μm±3 μm, 养护期为 168 h。
漆膜外观、耐冲击性、划格试验、弯曲试验	马口铁板	120×50×(0.2~0.3)	喷涂 1 道,干膜厚度为 23 μm±3 μm, 养护期为 48 h。
附着力(拉开法)、耐水性、耐油性、耐酸性	钢板	磷化处理:150×70×(0.8~1.2);喷砂处理:150×70×(3~6)	面漆:检验时需配套底漆、中间漆等制板,喷涂道数、间隔时间等按照实际施涂的要求,I类、II类产品干膜总厚度为 200 μm±20 μm,III类产品干膜总厚度为 120 μm±10 μm,养护期均为 168 h。
耐盐雾性	钢板	磷化处理:150×70×(0.8~1.2);喷砂处理:150×70×(3~6)	底漆:喷涂道数、间隔时间等按照实际施涂的要求,干膜总厚度为 70 μm±10 μm,养护期为 168 h。 面漆:检验时需配套底漆、中间漆等制板,喷涂道数、间隔时间等按照实际施涂的要求,I类、II类产品干膜总厚度为 200 μm±20 μm,III类产品干膜总厚度为 120 μm±10 μm,养护期为 168 h。
耐人工气候老化性	钢板	150×70×(0.45~0.55)	面漆:检验时需配套底漆、中间漆等制板,喷涂道数、间隔时间等按照实际施涂的要求,I类、II类产品干膜总厚度为 200 μm±20 μm,III类产品干膜总厚度为 120 μm±10 μm,养护期为 168 h。

5.4 操作方法

5.4.1 试剂

所用试剂均为化学纯及化学纯以上,所用水均为符合 GB/T 6682 规定的三级水,试验用溶液在试验前预先调整到试验温度。

5.4.2 电力变压器内壁用涂料的操作方法

5.4.2.1 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“搅拌均匀无硬块”。

5.4.2.2 不挥发物含量

按 GB/T 1725—2007 的规定进行。如为双组分涂料,则主剂和固化剂混合后测试。

5.4.2.3 细度

按 GB/T 1724—1979 的规定进行。如为双组分涂料,则主剂和固化剂混合后立即测试;加入片状颜料等材料的产品不测细度。

5.4.2.4 干燥时间

按 GB/T 1728—1979 的规定进行。表干按乙法进行，实干按甲法进行。

5.4.2.5 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”。

5.4.2.6 耐冲击性

按 GB/T 1732—1993 的规定进行。

5.4.2.7 弯曲试验

按 GB/T 6742—2007 的规定进行。

5.4.2.8 划格试验

按 GB/T 9286—1998 的规定进行。

5.4.2.9 耐油性

按 GB/T 9274—1988 中浸泡法进行，试液为 10[#] 变压器油，试验温度为 110℃±2℃。在散射日光下目视观察是否有起泡、脱落、开裂现象。如出现以上涂膜病态现象，按 GB/T 1766 进行描述。

5.4.2.10 体积电阻系数

按 HG/T 3331—2012 的规定进行。

5.4.2.11 击穿强度

按 HG/T 3330—2012 的规定进行。

5.4.2.12 耐盐雾性

按 GB/T 1771—2007 的规定进行，在试板中间划一道与长边平行的划痕。如出现起泡、生锈、脱落等涂膜病态现象，按 GB/T 1766 进行描述。

5.4.3 电力变压器外壁用涂料和散热器用涂料的操作方法

5.4.3.1 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”。

5.4.3.2 不挥发物含量

按 GB/T 1725—2007 的规定进行。如为双组分涂料，则主剂和固化剂混合后测试。

5.4.3.3 细度

按 GB/T 1724—1979 的规定进行。如为双组分涂料，则主剂和固化剂混合后测试；加入片状颜料等材料的产品不测细度。

5.4.3.4 干燥时间

按 GB/T 1728—1979 的规定进行。表干按乙法进行，实干按甲法进行。

5.4.3.5 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”。

5.4.3.6 光泽 (60°)

按 GB/T 9754—2007 的规定进行。

5.4.3.7 铅笔硬度

按 GB/T 6739—2006 的规定进行。铅笔为中华牌 101 绘图铅笔。

5.4.3.8 耐冲击性

按 GB/T 1732—1993 的规定进行。

5.4.3.9 弯曲试验

按 GB/T 6742—2007 的规定进行。

5.4.3.10 划格试验

按 GB/T 9286—1998 的规定进行。

5.4.3.11 附着力（拉开法）

按 GB/T 5210—2006 的规定进行。采用直径为 20 mm 的试柱，上、下两个试柱与样板同轴心对接进行试验。

5.4.3.12 耐水性

按 GB/T 1733—1993 中甲法的规定进行。浸水试验后，取出样板，用滤纸擦干，在散射日光下目视观察漆膜。如未出现起泡、剥落、生锈、变色、失光等漆膜异常现象，则评为“无异常”。

5.4.3.13 耐油性

按 GB/T 9274—1988 中浸泡法进行，试液为 10[#] 变压器油，试验温度为 80 ℃ ± 2 ℃。在散射日光下目视观察。如 3 块试板中有 2 块未出现起泡、开裂、剥落、掉粉、明显变色、明显失光等涂膜病态现象，则评为“无异常”。如出现以上涂膜病态现象，按 GB/T 1766 进行描述。

5.4.3.14 耐酸性

按 GB/T 9274—1988 中浸泡法进行，浸入 50 g/L 硫酸溶液中。在散射阳光下目视观察。如 3 块试板中有 2 块未出现生锈、起泡、开裂、剥落、掉粉、明显变色、明显失光等涂膜病态现象，则评为“无异常”。如出现以上涂膜病态现象，按 GB/T 1766 进行描述。

5.4.3.15 耐盐雾性

按 GB/T 1771—2007 的规定进行，在试板中间划一道与长边平行的划痕。如出现起泡、生锈、脱落等涂膜病态现象，按 GB/T 1766 进行描述。

5.4.3.16 耐人工气候老化性

按 GB/T 1865—2009 中循环 A 的规定进行。结果的评定按 GB/T 1766 进行。

6 检验规则

6.1 检验分类

6.1.1 产品检验分为出厂检验和型式检验。

6.1.2 出厂检验项目包括容器中状态、不挥发物含量、细度、干燥时间、涂膜外观、光泽、耐冲击性、弯曲试验、划格试验。

6.1.3 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，耐盐雾性、耐人工气候老化性每 2 年检验 1 次，其余项目每年至少检验 1 次。

6.2 检验结果的判定

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

6.2.2 所有项目的检验结果均达到本标准要求时，该产品为符合本标准要求。

7 标志、包装和贮存

7.1 标志

按 GB/T 9750 的规定进行，包装标志上应明确各组分配比。

7.2 包装

溶剂型涂料按 GB/T 13491 中一级包装要求的规定进行；水性涂料按 GB/T 13491 中二级包装要求的规定进行。

7.3 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。