

ICS 87.040

CCS G51

团体标准

T/CNCIA 01036—2024

变压器用无溶剂防腐涂料

Solvent-free anticorrosive coatings for transformers

(发布稿)

2024-11-01 发布

2024-12-01 实施

中国涂料工业协会 发布

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国涂料工业协会提出并归口。

本文件起草单位：国网电力工程研究院有限公司、冶建新材料股份有限公司、天津灯塔涂料工业发展有限公司、国家电网有限公司、山东齐鲁漆业有限公司、中国电力科学研究院有限公司、国网浙江省电力有限公司电力科学研究院、国网天津市电力公司电力科学研究院、北京科技大学、国网甘肃省电力公司建设分公司、三峡国际能源投资集团有限公司、特变电工衡阳变压器有限公司、中国涂料工业协会。

本文件主要起草人：杨臻、易盼、史优良、沈宣辰、谢志敏、莫娟、李正、王卫东、汪美顺、马裕超、徐金、房正刚、樊宝珍、郝文魁、于金山、陈云、李海亮、周海飞、王元凯、李正发、韩伟豪、刘喜泉、来靖谿、李想、张辰毓、高瑾、李毅刚、肖葵、黄路遥、李力。

变压器用无溶剂防腐涂料

1 范围

本文件规定了变压器用无溶剂防腐涂料的分类、技术要求、试验方法、检验规则以及标识、包装、运输和贮存。

本文件适用于以环氧类树脂或聚氨酯类树脂等为主要成膜物，并添加颜填料、助剂等制成的双组份无溶剂防腐涂料。产品主要用于电力变压器、电抗器的防腐蚀保护。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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—2019 色漆、清漆和印刷油墨 研磨细度的测定
- GB/T 1725 色漆、清漆和塑料 不挥发物含量的测定
- GB/T 1728—2020 漆膜、腻子膜干燥时间测定法
- GB/T 1733—1993 漆膜耐水性测定法
- GB/T 1740 漆膜耐湿热测定法
- GB/T 1766 色漆和清漆 涂层老化的评级方法
- GB/T 1865 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 2536—2011 电工流体 变压器和开关用的未使用过的矿物绝缘油
- 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—2008 分析实验室用水规格和试验方法
- 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—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 9264—2012 色漆和清漆 抗流挂性评定
- GB/T 9271 色漆和清漆 标准试板
- GB/T 9274—1998 色漆和清漆 耐液体介质的测定
- GB/T 9278 涂料试样状态调节和试验的温湿度
- GB/T 9286 色漆和清漆 划格试验
- GB/T 9750 涂料产品包装标志
- GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验
- 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 色漆和清漆 漆膜厚度的测定
- GB/T 13491—1992 涂料产品包装通则
- GB 30981—2020 工业防护涂料中有害物质限量
- GB/T 30786 色漆和清漆 腐蚀试验用金属板涂层划痕标记导则
- GB/T 31416 色漆和清漆 多组分涂料体系适用期的测定 样品制备和状态调节及试验指南

HG/T 3330 绝缘漆漆膜击穿强度测定法
 HG/T 3331 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
 HG/T 4337—2012 钢制输水管道无溶剂液体环氧涂料
 HG/T 4770 电力变压器用防腐涂料

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 分类

本文件按产品使用环境将变压器用无溶剂防腐涂料分为内壁涂料和外壁涂料。其中，外壁涂料又分为底漆（中间漆）和面漆。

5 技术要求

5.1 内壁涂料

内壁涂料的性能应符合表1的要求。

表1 内壁涂料的技术要求

项目		指标
在容器中状态		粉料：呈微小的均匀粉末状态； 液料：搅拌混合后无硬块，呈均匀状态
不挥发物含量/%	≥	97
挥发性有机化合物（VOC）含量/（g/L）	≤	60
抗流挂性/μm	≥	商定
适用期（时间商定）		通过
细度/μm	≤	商定
干燥时间/h	≤ 表干	8
	实干	24
涂膜外观		正常
耐冲击性（5J）		不开裂、不剥落
弯曲试验（1.5°）		不开裂
附着力（拉开法）/MPa	≥	6
耐油性[变压器油，（110±2）℃，168h]		不起泡、不脱落、不开裂，允许变色
体积电阻系数/Ω·cm	≥	10 ¹⁴
击穿强度/（kV/mm）	≥	25
耐盐雾性（300h）		划线处涂层剥离或锈蚀扩展不超过 2.0mm，未划线处不起泡、不生锈、不剥落、不开裂
耐湿热性（480h）		不起泡、不生锈、不开裂、不剥落

5.2 外壁涂料

外壁涂料性能应符合表2的要求。

表2 外壁涂料的技术要求

项目		指标	
		底漆（中间漆）	面漆
在容器中状态		粉料：呈微小的均匀粉末状态； 液料：搅拌混合后无硬块，呈均匀状态	
不挥发物含量/%	≥	97	
挥发性有机化合物（VOC）含量/（g/L）	≤	60	
抗流挂性/μm	≥	商定	
适用期（时间商定）		通过	
细度/μm	≤	商定	40
干燥时间/h	≤	表干	2
		实干	8
涂膜外观		正常	
耐冲击性（5J）		不开裂、不剥落	
弯曲试验（1.5°）		不开裂	
附着力（拉开法）/MPa	≥	8	6
		6 ^a	
耐水性（600h） ^a		无异常	
耐油性（变压器油，80℃±2℃，24h） ^a		不起泡、不生锈、不剥落、不开裂，无明显变色	
耐酸性（5wt.% H ₂ SO ₄ ，240h） ^a		不起泡、不生锈、不剥落、不开裂	
耐盐雾性（1500h） ^a		划线处涂层剥离或锈蚀扩展不超过2.0mm，未划线处不起泡、不生锈、不剥落、不开裂；盐雾试验后附着力≥3MPa，且不小于初始测试结果的50%	
耐湿热性（1500h） ^a		不起泡、不生锈、不剥落、不开裂	
耐人工气候老化性（1000h） ^a		不起泡、不生锈、不剥落、不开裂，变色≤2级、失光≤2级、粉化≤1级	
^a 为对复合涂层的技术要求。			

6 试验方法

6.1 取样

产品按GB/T 3186的规定取样，也可按照商定的方法取样。取样量根据检验需要确定。

6.2 试验环境

涂料样品应在（23±2）℃条件下放置24h后进行性能测试和样板制备。除另有商定外，试板的状态调节应符合GB/T 9278的规定。

6.3 试样的制备

6.3.1 底材及底材的处理

除另有商定外，试验样板的材质应符合表3和表4的要求。马口铁板、钢板的材质和处理应符合GB/T 9271的要求；紫铜片应符合HG/T 3855—2006中2.1的要求，按HG/T 3855—2006中3.1.1的规定进行处理。耐油性、附着力、耐水性、耐酸性、耐盐雾性、耐湿热性能、耐人工气候老化性项目所用的钢板应进行喷砂或磷化处理。试验用钢板经喷砂清洁后，表面清洁度应符合GB/T 8923.1—2011中规定的Sa2½级，

表面粗糙度应达到GB/T 13288.1—2008中规定的中级。商定的底材材质类型和处理方法应在检验报告中注明。

6.3.2 制板要求

除另有商定外，涂层试样的制备应按表3和表4的规定执行，漆膜厚度的测定应按GB/T 13452.2的规定进行。

表3 内壁涂层制板要求

检验项目	底材类型	底材尺寸/mm	涂装要求
干燥时间、涂膜外观	马口铁板	120×50×(0.2~0.3)	喷涂1道，干膜厚度为(100±10) μm，养护期2d。
耐冲击性	Q235B钢板	100×100×6	刷涂或喷涂1道，干膜厚度为(200±20) μm，养护期7d。
弯曲试验		200×25×6	
体积电阻系数、击穿强度	紫铜片	100×120×(0.1~0.3)	喷涂道数、间隔时间等按照实际使用要求进行，干膜总厚度为(100±10) μm，养护期7d。
耐油性	Q235B钢板	磷化处理：150×70×(0.8~1.2)； 喷砂处理：150×70×(3~6)	喷涂道数、间隔时间等按照实际使用要求进行，干膜总厚度为(100±10) μm，养护期7d。试验前对试板进行封边封背处理。
附着力			
耐盐雾性、耐湿热性			

表4 外壁涂层制板要求

检验项目	底材类型	底材尺寸/mm	涂装要求
干燥时间、涂膜外观	马口铁板	120×50×(0.2~0.3)	喷涂1道，干膜厚度为(100±10) μm，养护期2d。
耐冲击性	Q235B钢板	100×100×6	刷涂或喷涂1道，干膜厚度为(200±20) μm，养护期7d。
弯曲试验		200×25×6	
耐油性	Q235B钢板	磷化处理：150×70×(0.8~1.2)； 喷砂处理：150×70×(3~6)	喷涂道数、间隔时间等按照实际使用要求进行，涂层干膜总厚度为(280±20) μm，养护期7d。
附着力			
耐水性、耐酸性、耐盐雾性			
耐湿热性、耐人工气候老化性			

6.4 操作方法

6.4.1 一般规定

除非另有规定，试验中所用试剂应为化学纯及化学纯以上，所用水应为符合GB/T 6682—2008规定的三级水要求的蒸馏水或去离子水。试验用溶液在试验前预先调整到试验温度。

6.4.2 在容器中状态

粉料：以目视观察进行评定，应“呈微小的均匀粉末状态”。

液料：按HG/T 4770的规定进行。打开容器，用调刀或搅拌棒搅拌，允许容器底部有沉淀。若经搅拌易于混合均匀无结块，则评为“搅拌混合后无硬块，呈均匀状态”。

多组分涂料应分别检验各组分。

6.4.3 不挥发物含量

按GB/T 1725的规定进行。多组分涂料，各组分按配比混合后进行。

6.4.4 挥发性有机化合物（VOC）含量

按 GB 30981—2020 中 6.2.1.4 的规定进行。

6.4.5 抗流挂性

按 GB/T 9264—2012 中 7.2 的规定进行。多组分涂料，各组分按配比混合后进行。

6.4.6 适用期

按 GB/T 31416 的规定进行，试验温度为 (23 ± 2) ℃，放置商定的时间后，按 6.4.2 和 6.4.9 的要求考察在容器中状态和涂膜外观。如果试验结果符合 6.4.2 和 6.4.9 的要求，同时在制板过程中施涂无障碍，则评为“通过”。

6.4.7 细度

按 GB/T 1724—2019 中 B 法的规定进行。多组分涂料，各组分按配比混合后进行。

6.4.8 干燥时间

按 GB/T 1728—2020 的规定进行。表干时间采用乙法（触指法），实干采用甲法（压滤纸法）。

6.4.9 漆膜外观

对施工性试验涂装并放置 48h 后的样板进行检查。对于底漆和中间漆，如漆膜均匀，无起皱、开裂、剥落、缩孔等涂膜病态，评定为“正常”。

6.4.10 耐冲击性

按 HG/T 4337—2012 中附录 B 的规定进行。冲击试验后用 4 倍放大镜对冲击点进行目视检查。

6.4.11 弯曲试验

按 HG/T 4337—2012 中附录 A 的规定进行，凹凸弯曲模的弯曲度为 1.5° 。

6.4.12 附着力（拉开法）

按 GB/T 5210—2006 中单侧拉脱法的规定进行。

6.4.13 耐油性

按 GB/T 9286 的规定进行，试验介质为符合 GB 2536—2011 要求的 I 型-10℃ 变压器油（特殊）或 I 型-30℃ 变压器油（特殊）。内壁涂层试验温度为 (110 ± 2) ℃；外壁涂层试验温度为 (80 ± 2) ℃。试验后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。

6.4.14 体积电阻系数

按 HG/T 3331 的规定进行。

6.4.15 击穿强度

按 HG/T 3330 的规定进行。

6.4.16 耐水性

按 GB/T 1733—1993 中甲法的规定进行。在规定的浸泡时间结束时，将试板取出，用滤纸吸干，立即或按产品标准规定的时间状态调节后目视检查试板，并记录是否有失光、变色、起泡、起皱、脱落、生锈等现象。三块试板中至少有两块试板符合产品标准规定则为“合格”。

6.4.17 耐酸性

按 GB/T 9274—1998 中甲法的规定进行。在规定的浸泡时间结束时，将试板取出，用滤纸吸干，立即或按产品标准规定的时间状态调节后目视检查试板，并记录是否有失光、变色、起泡、起皱、脱落、生锈等现象。三块试板中至少有两块试板符合产品标准规定则为“合格”。

6.4.18 耐湿热性

按 GB/T 1740 的规定进行。涂层性能的评价按 GB/T 1766 的规定进行。可同时设置与实际应用环境等当量磁场环境下的对照试验。对于常规容量、常规阻抗变压器及电抗器设备，开展不同电压等级变压器涂层耐湿热性试验时，施加的磁场强度宜按附录 A 规定进行。

6.4.19 耐盐雾性

按 GB/T 10125 的规定进行。在完整涂层试板中间划一道与长边平行划痕，划线按 GB/T 30786 的规定进行。可同时设置与实际应用环境等当量磁场环境下的对照试验。对于等当量磁场环境下盐雾试验，在完整涂层试板中间划一道与长边平行划痕，同时施加与输变电设备涂层实际服役环境等当量磁场。对于常规容量、常规阻抗变压器及电抗器设备，开展不同电压等级变压器涂层耐盐雾性时，施加的磁场强度宜参照附录 A 进行。

6.4.20 耐人工气候老化性

按 GB/T 1865—2009 中循环 A 方法的规定进行，按 GB/T 1766 进行描述。

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 出厂检验项目包括在容器中状态、不挥发物含量、流挂性、细度、干燥时间、涂膜外观、耐冲击性、弯曲试验。

7.1.3 型式检验项目包括本文件所列的全部技术要求。在正常情况下，耐盐雾性、耐湿热性、耐人工气候老化性每 2 年至少检验一次，其余项目每年至少检验一次。

7.1.4 有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品最初定型或首次生产时；
- b) 产品异地生产时；
- c) 生产配方、制造工艺、关键原材料来源及产品施工配比有较大改变时；
- d) 中断生产一年及以上恢复生产时。

7.2 检验结果的判定

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

7.2.2 所有应检项目检验结果均达到本文件要求时，该试验样品为符合本文件要求。

8 标识、包装、运输和贮存

8.1 标识

按GB/T 9750规定进行，包装标识上应明确各组分配比。

8.2 包装

应满足GB/T 13491—1992中二级包装的要求。

8.3 运输

运输过程中，应用遮蓬盖住，防止雨淋、日光曝晒，且应通风良好。

8.4 贮存

产品贮存时应保证通风、干燥，防止日光直接照射，远离热源；产品应根据类型定出贮存期，并在包装标识上明示。

全国团体标准信息平台

附录 A

(资料性)

变压器及电抗器设备磁场强度值

A.1 对于常规容量、常规阻抗变压器及电抗器设备，开展不同电压等级变压器涂层耐湿热性及耐盐雾性时，施加的磁场强度宜参照表 A.1 进行

表 A.1 变压器及电抗器设备磁场强度值

电压等级/kV	内壁磁场强度/T	外壁磁场强度/T
110	0.1	0.05
220	0.15	0.1
500	0.28	0.2