

中华人民共和国化工行业标准

HG/T 5367.5—XXXX

轨道交通车辆用涂料
第5部分：防结冰涂料

Coatings for rail transit vehicles—Part 5: Ice-phobic coatings

(报批稿)

(本草案完成时间：2020-12-15)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

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。

本文件是HG/T 5367《轨道交通车辆用涂料》的第5部分。HG/T 5367已经发布了以下部分：

- 第1部分：水性涂料；
- 第2部分：耐电弧绝缘涂料；
- 第3部分：防滑涂料；
- 第4部分：防火涂料；
- 第5部分：防结冰涂料。

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。

本文件由中国石油和化学工业联合会提出。

本文件由全国涂料和颜料标准化技术委员会(SAC/TC5)归口。

本文件起草单位：中车青岛四方车辆研究所有限公司、安徽奥邦新材料有限公司、青岛爱尔家佳新材料股份有限公司、国恒信（常州）检测认证技术有限公司、信和新材料股份有限公司、中海油常州涂料化工研究院有限公司、海洋化工研究院有限公司、深圳广田高科新材料有限公司、中车长春轨道客车股份有限公司、标格达精密仪器（广州）有限公司、中国科学院宁波材料技术与工程研究所、重庆三峡油漆股份有限公司、中车南京浦镇车辆有限公司、河北京车轨道交通车辆装备有限公司、浙江大桥油漆有限公司、三河亮克威泽工业涂料有限公司、华豹（天津）新材料科技发展股份有限公司、中车青岛四方机车车辆股份有限公司、中车唐山机车车辆有限公司、维新制漆（江西）有限公司、庞贝捷涂料（昆山）有限公司、株洲市九华新材料涂装实业有限公司、武汉长晟新材料有限公司、江苏金陵特种涂料有限公司、三棵树涂料股份有限公司、冶建新材料股份有限公司、长兴化学工业（中国）有限公司、海虹老人（中国）管理有限公司、陕西宝塔山油漆股份有限公司、青岛兴国涂料有限公司、东来涂料技术（上海）股份有限公司、佐敦涂料（张家港）有限公司、浙江天和树脂有限公司、江西省高精科技有限公司、潍坊鼎盛化学工业有限公司、涂创时代（苏州）科技开发有限公司、湖北巴司特科技股份有限公司、张家港市天源制漆涂装有限公司、紫荆花涂料（上海）有限公司、厦门大学、福建省腾龙工业公司、福建升大涂料有限公司、惠尔明（福建）化学工业股份有限公司。

本文件主要起草人：于全蕾、彭菊芳、韩国祥、陈刚、刘晓、赵震、罗瑞、司万强、武传田、王凌云、尹继凯、王艳、马生春、王宝柱、钱奔雷、李跃武、洗继超、李峰、胡基如、林蛟、林昌庆、史优良、姜方群、武春梅、何汶华、余小红、刘宪文、白凤祥、孙凌云、张俊雄、刘彩霞、刘莉春、胡子和、林伟、刘跃华、王立平、蓝席建、马勇、李继华、王正、吴瑞浪、华云华、危春阳、杨静、许一婷、王芎旭、胡浪滔、方彬。

引言

近年来，国内高铁、地铁、轻轨等轨道交通车辆得到了迅速发展，由于轨道交通车辆使用环境的多样性和复杂性，不同部位对轨道交通车辆用涂料要求有很大差异，特别是一些功能性涂料需要采用特定的检验方法进行表征，为了更科学的规范这些涂料的要求，延长轨道交通车辆使用寿命和提高运行安全性，制定了HG/T 5367 轨道交通车辆用涂料的系列文件。HG/T 5367《轨道交通车辆用涂料》拟由六个部分构成。

——第1部分：水性涂料。目的在于规范各类轨道交通车辆表面使用的装饰和保护用水性涂料的性能要求。

——第2部分：耐电弧绝缘涂料。目的在于规范各类轨道交通车辆车顶外部受电弓区域使用的耐电弧绝缘涂料的性能要求。

——第3部分：防滑涂料。目的在于规范各类轨道交通车辆车顶外部的防滑涂料的性能要求。

——第4部分：防火涂料。目的在于规范各类轨道交通车辆车底下表面等部位的防火涂料的性能要求。

——第5部分：防结冰涂料。目的在于规范各类轨道交通车辆转向架表面的防结冰涂料的性能要求。

——第6部分：耐高温电机涂料。目的在于规范各类轨道交通车辆用电机表面的装饰和保护用涂料的性能要求。

轨道交通车辆用涂料 第5部分：防结冰涂料

1 范围

本文件规定了轨道交通车辆用防结冰涂料的要求、试验方法、检验规则及标志、包装和贮存。

本文件适用于施涂于地铁、轻轨、有轨电车、普通列车和高速列车等轨道交通车辆转向架表面的防结冰涂料。其他部位使用的防结冰涂料可参照本文件。

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—2007 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 1732—2020 漆膜耐冲击测定法
- GB/T 1733—1993 漆膜耐水性测定法
- GB/T 1766—2008 色漆和清漆 涂层老化的评级方法
- GB/T 2794—2013 胶黏剂黏度的测定 单圆筒旋转黏度计法
- GB/T 3186 色漆、清漆和色漆与清漆用原材料 取样
- GB/T 6682—2008 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 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/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 漆膜的划格试验
- GB/T 9750 涂料产品包装标志
- GB/T 9753—2007 色漆和清漆 杯突试验
- 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 13452.2—2008 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/T 23764—2009 光催化自清洁材料性能测试方法
- GB/T 23989—2009 涂料耐溶剂擦拭性测定法
- GB 24409 车辆涂料中有害物质限量
- GB/T 26704—2011 铅笔
- GB/T 31416—2015 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

GB/T 31586.2—2015 防护涂料体系对钢结构的防腐蚀保护 涂层附着力/内聚力（破坏强度）的评定和验收准则 第2部分：划格试验和划叉试验

GB/T 37356 色漆和清漆 涂层目视评定的光照条件和方法

ISO 16474-3:2013 色漆和清漆 实验室光源曝露方法 第3部分：荧光紫外灯（Paints and varnishes—Methods of exposure to laboratory light sources—Part3: Fluorescent UV lamps）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

着冰力 ice adhesion

将冻结在涂层上的冰块沿与涂层表面平行的方向剥离所需要的力。

3.2

防结冰涂料 ice-phobic coatings

涂层表面具有低着冰力，能防止水在涂层表面积聚而结冰，或使冰块易于从涂层表面脱离的涂料。

4 要求

4.1 性能要求

防结冰涂料的性能应符合表1的要求。

表1 性能要求

| 项 目 | 指 标 | |
|----------------------|----------|----|
| 在容器中状态 | 搅拌后均匀无硬块 | |
| 适用期(2h) (单组分涂料除外) | 通过 | |
| 黏度/ (mPa·s) | 商定 | |
| 细度/ μm | 商定 | |
| 不挥发物含量/% | 商定 | |
| 干燥时间/h | 表干 ≤ | 2 |
| | 实干 ≤ | 24 |
| 施工性能 | 施涂无障碍 | |
| 涂膜外观 | 正常 | |
| 弯曲试验/mm | 2 | |
| 杯突试验/mm | ≥ | 4 |
| 划格试验/级 | ≤ | 1 |
| 耐冲击性（正冲）/cm | | 50 |
| 铅笔硬度(擦伤) | ≥ | H |

表1 (续)

| 项 目 | | 指 标 |
|--|-------------|--------------------------|
| 光泽 (60°) /单位值 | | 商定 |
| 耐溶剂擦拭性 (丁酮, 50次) | | 通过 |
| 耐水性 ^a (24 h) | | 无异常 |
| 耐酸性 ^a [3 % (质量分数) 硫酸溶液, 24 h] | | 无异常 |
| 耐碱性 ^a [2 % (质量分数) 氢氧化钠溶液, 24 h] | | 无异常 |
| 耐人工气候老化试验 ^a (300 h) | | 保护性漆膜综合老化性能等级≤2级 |
| 接触角/° | | 90 |
| 着冰力 | 初始着冰力/N | ≤ 30 |
| | 老化后着冰力变化值/N | ≤ 15 |
| 耐高低温循环交变试验 ^a (60个周期) | | 不起泡、不生锈、不开裂、不脱落, 划叉试验≤1级 |

^a 采用复合涂层测试, 用防结冰涂料和相关配套底漆、面漆制板。

4.2 有害物质限量要求

轨道交通车辆用防结冰涂料的有害物质限量应符合GB 24409的要求。

5 试验方法

5.1 取样

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, 试样的状态调节应符合GB/T 9278的规定。

除另有规定外, 黏度、干燥时间、弯曲试验、杯突试验、划格试验、耐冲击性、铅笔硬度、光泽项目应在GB/T 9278规定的条件下进行测试, 其余项目按相关检验方法标准规定的条件进行测试。

5.3 试板的制备

5.3.1 底材及底材处理

除另有商定外, 试验用底材的材质详见表2, 马口铁板、冷轧钢板、玻璃板、铝板的材质和处理应符合GB/T 9271的规定。测试接触角用载玻片或玻璃板的清洁度应满足表面洁净, 无雾状物、水迹和指印等要求 (对着暗黑背景检查); 目测检查无可见的凹坑、颗粒状物、结石、划痕、断裂等缺陷, 在30 mm×25mm中心区域内无气泡、条纹、夹杂物、麻点、擦痕等疵病 (单层铺放在印有黑字的白纸上检查); 对一组约为50片载玻片或10片玻璃板的长边缘进行目视观察, 在轻压的情况下, 载玻片或玻璃板之间观察不到间隙, 随机选取15片载玻片或5片玻璃板作反向安置, 载玻片或玻璃板之间也观察不到间隙; 用准确度为0.01 mm的量具, 对载玻片或玻璃板的左右上下四个部位共测四个点, 相互之间最大差值不超过0.05 mm。

5.3.2 试样的准备

按产品规定的组分配比混合均匀并放至产品说明书规定的熟化时间后制板。

5.3.3 制板要求

除另有商定外，试板的制备按表2的规定进行，如采用不同的试板制备方法，应在试验报告中注明。涂膜厚度的测量按GB/T 13452.2—2008的规定进行。除干燥时间、施工性能项目外，其余试验项目的试板在涂层施涂完成后先放置2h，然后在 (60 ± 2) ℃条件下烘烤2h，烘烤后放置7 d（出厂试验时放置16 h）进行性能测试。

表 2 试板的制备

| 检验项目 | 底材材质 | 底材尺寸/mm | 数量/块 | 涂装要求 |
|------------------------|---------|-------------------------|------|--|
| 干燥时间、施工性能、涂膜外观 | 马口铁板 | 120×50×(0.2~0.3) | 1 | 喷涂一道，干膜厚度为 (23 ± 3) μm |
| 弯曲试验、耐冲击性、铅笔硬度 | | | 各3 | |
| 划格试验 | 钢板 | 150×70×(0.8~1.2) | 3 | |
| 杯突试验 | 钢板 | 150×70×(0.8~1.2) | 3 | 喷涂一道或湿碰湿喷涂两道，干膜厚度为 (45 ± 5) μm |
| 光泽 | 玻璃板 | 150×100×3 | 3 | |
| 耐溶剂擦拭性 | 钢板 | 150×70×(0.8~1.2) | 3 | |
| 接触角 | 载玻片或玻璃板 | 76.2×25.4×1.2或按仪器对尺寸的要求 | 5 | 喷涂一道，干膜厚度为 (23 ± 3) μm |
| 初始着冰力及老化后着冰力变化值 | 铝板 | 150×70×(0.8~1.5) | 各6 | 用防结冰涂料及相关配套底漆、面漆制板。 |
| 耐水性、耐酸性、耐碱性、耐高低温循环交变试验 | 钢板 | 150×70×(0.8~1.2) | 各3 | 配套涂层一：喷涂一道底漆、一道面漆、湿碰湿喷涂两道防结冰涂料； |
| 耐人工气候老化试验 | | | 4 | 配套涂层二：喷涂底面合一涂料、湿碰湿喷涂两道防结冰涂料。 底漆、面漆干膜厚度均为 (65 ± 5) μm、底面合一涂料干膜厚度为 (150 ± 20) μm、防结冰涂料干膜厚度为 (50 ± 5) μm；除湿碰湿喷涂外，其余每道间隔24 h |

5.4 操作方法

5.4.1 一般规定

除另有规定外，在试验中仅使用确认为化学纯及以上纯度的试剂和符合GB/T 6682—2008中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。

5.4.2 在容器中状态

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，则评为“搅拌后均匀无硬块”。双组分涂料应分别进行测试。

5.4.3 适用期

按GB/T 31416—2015的规定进行。试验温度为 (23 ± 2) ℃，按产品规定的比例（稀释剂比例为范围时取中间值）混合均匀，放置规定的时间后，如无沉淀或搅拌后易于分散均匀，且与刚混合后相比黏度无明显增加，未出现胶化现象；再按照5.4.9考察涂膜外观，如结果为“正常”，则评为“通过”。

5.4.4 黏度

按GB/T 2794—2013的规定进行。双组分涂料按规定比例混合后进行测试。

5.4.5 细度

按GB/T 1724—2019中B法的规定进行。双组分涂料按规定比例混合后进行测试。

5.4.6 不挥发物含量

按GB/T 1725—2007的规定进行。烘烤温度 (125 ± 2) ℃，烘烤时间2h，称样量 (2 ± 0.2) g。双组分涂料按规定比例混合后进行测试，不考虑稀释配比。

5.4.7 干燥时间

按GB/T 1728—2020的规定进行。表干采用乙法；实干采用乙法。

5.4.8 施工性能

按5.3.3要求制备试板，如施工过程中无困难，则评为“施涂无障碍”。

5.4.9 涂膜外观

按5.3.3制备的试板放置24 h后，在GB/T 37356中规定的自然日光或人造日光下目视观察，如果涂膜表面均匀一致，无流挂、针孔、气泡或皱纹等涂膜病态现象，则评为“正常”。

5.4.10 弯曲试验

按GB/T 6742—2007的规定进行。

5.4.11 杯突试验

按GB/T 9753—2007的规定进行。

5.4.12 划格试验

按GB/T 9286的规定进行。优先采用手动多刃切割刀具进行切割；用宽25 mm、粘着力 (10 ± 1) N/25 mm的透明压敏胶带除去切割区域的疏松漆膜。

5.4.13 耐冲击性

按GB/T 1732—2020的规定进行。

5.4.14 铅笔硬度

按GB/T 6739—2006的规定进行。铅笔应符合GB/T 26704—2011中石墨铅笔的高级品的要求。

5.4.15 光泽

按GB/T 9754—2007的规定进行。

5.4.16 耐溶剂擦拭性

按GB/T 23989—2009中B法的规定进行，溶剂采用丁酮，达到规定次数后，涂膜未出现露底、溶胀现象，则评为“通过”。

5.4.17 耐水性

按GB/T 1733—1993中甲法的规定进行。试板测试前应封边、封背。将试板浸入水中，达到规定的试验时间后取出，在GB/T 37356中规定的自然日光或人造日光下目视观察，三块试板中至少有两块未出现生锈、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—2008进行描述。

5.4.18 耐酸性

按GB/T 9274—1988中甲法的规定进行。试板测试前应封边、封背。将试板浸入3%（质量分数）的硫酸溶液中，达到规定的试验时间后取出，在GB/T 37356中规定的自然日光或人造日光下目视观察，三块试板中至少有两块未出现生锈、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—2008进行描述。

5.4.19 耐碱性

按GB/T 9274—1988中甲法的规定进行。试板测试前应封边、封背。将试板浸入2%（质量分数）的氢氧化钠溶液中，达到规定的试验时间后取出，在GB/T 37356中规定的自然日光或人造日光下目视观察，三块试板中至少有两块未出现生锈、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—2008进行描述。

5.4.20 耐人工气候老化试验

按ISO 16474-3: 2013 中表4中方法A循环1的规定进行，结果评定按GB/T 1766—2008中表23的规定进行评定。试板测试前应封边、封背。

5.4.21 接触角

按GB/T 23764—2009的规定进行，测试接触角前不需要进行紫外光照射。测定接触角时，水滴接触试片形成液滴后，立即在3 s~5 s内测定。试验条件也可由双方商定。

5.4.22 着冰力

5.4.22.1 初始着冰力

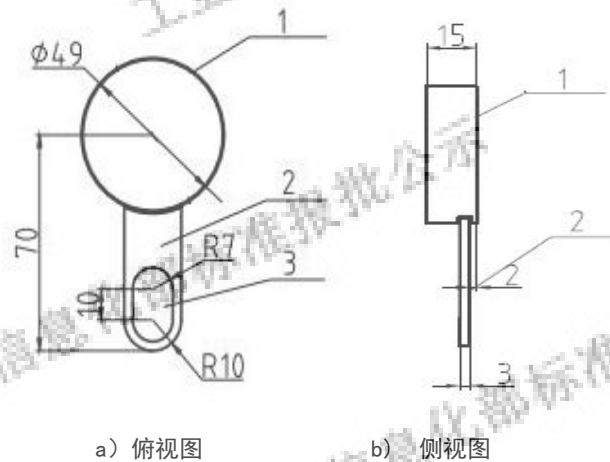
将不锈钢钢环[内径 (49 ± 0.5) mm、壁厚1 mm、高15 mm，钢环上拉杆底部距钢环底部2 mm，见图1]置于水平放置的试板上，将15 g自来水注入钢环内。为避免水从钢环底部与试板之间的缝隙渗出，与试板接触的钢环底部应尽量光滑平整，必要时可用皮筋将试板与钢环固定，如还渗水，可在钢环与试板接触的外周涂凡士林进行密封，注意凡士林不能渗入到钢环底部（尽量不用或少用凡士林）。将试板与钢环置于 (-20 ± 2) °C的低温箱内冷冻21 h，使水结冰，除去皮筋和凡士林，再放入 (-20 ± 2) °C的低温箱内冷冻3 h。将试板和钢环转移至 (-10 ± 2) °C的低温箱并保持5 min，先将试板的一端固定在拉力试验机的下夹具上，再用钢丝绳将不锈钢钢环的孔与拉力试验机的上夹具连接，关上低温箱门，使低温箱温度降至 (-10 ± 2) °C并保持5 min，用数字显示型拉力机测试，采用传感器的最大量程不超过500 N，按照图2所示的拉伸方向进行拉伸。拉伸速度30 mm/min，测定钢环及其中的冰块能与试板脱离的最小力，以牛顿（N）表示，精确至0.01牛顿（N）。

平行测试6次，计算6次结果的算术平均值，舍去超出平均值 $\pm 20\%$ 的测试数据，如果保留的测试数据大于等于4个，则重新取这些保留测试数据的平均值作为测试结果；如果保留的测试数据少于4个，需重新进行试验。结果保留整数。

5.4.22.2 老化后着冰力变化值

按5.4.20规定进行耐人工气候老化试验，300h后取出试板，标准状态下调节24h后，按5.4.22.1的步骤测试试板的着冰力。老化后着冰力变化值为老化后着冰力值与未经过老化试验的初始着冰力值的差值的绝对值。

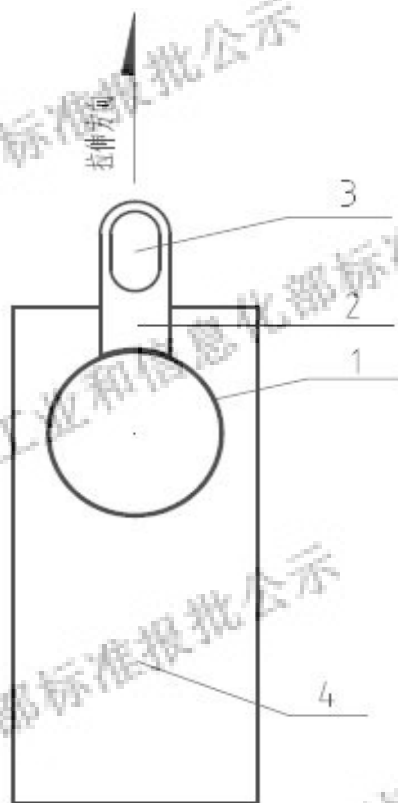
单位为毫米



标引序号说明：

- 1——不锈钢环；
- 2——拉杆；
- 3——孔。

图1 不锈钢环



标引序号说明:

- 1——不锈钢钢环;
- 2——拉杆;
- 3——孔;
- 4——试板。

图2 拉伸方向示意图

5.4.23 耐高低温循环交变试验

应在可程序控制的高低温湿热试验箱中进行。试板测试前用环氧类或其他合适的涂料封边、封背。试验条件为: 温度 $(80 \pm 2)^\circ\text{C}$ 、相对湿度 $(95 \pm 5)\%$ 保持4h, 以 $1^\circ\text{C}/\text{min}$ 的变温速率降至 $(-40 \pm 2)^\circ\text{C}$, 在 $(-40 \pm 2)^\circ\text{C}$ 下保持4 h, 以 $1^\circ\text{C}/\text{min}$ 的变温速率升至温度 $(80 \pm 2)^\circ\text{C}$ 、相对湿度 $(95 \pm 5)\%$, 以上为一个周期。按规定周期试验后取出试板, 在GB/T 37356中规定的自然日光或人造日光下目视观察, 三块试板中至少有两块不起泡、不生锈、不开裂、不脱落。标准状态下调节16h后按GB/T 31586.2—2015规定进行划叉试验。

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 出厂检验项目包括在容器中状态、黏度、细度、不挥发物含量、干燥时间、施工性能、涂膜外观。

6.1.3 型式检验项目包括本部分所列的全部技术要求。

6.1.4 下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品定型或首次生产时；
- b) 制造工艺或材料有重大改变时；
- c) 中断生产1年及以上恢复生产时；
- d) 连续生产2年时。

6.2 检验结果的判断

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 应检项目的检验结果均达到本文件要求时，该产品为符合本文件要求。

7 标志、包装和贮存

7.1 标志

按GB/T 9750规定进行。对于双组分配套组成的涂料，包装标志上应明确各组分分配比。

7.2 包装

溶剂型涂料按GB/T 13491—1992中一级包装要求的规定进行，水性涂料按GB/T 13491—1992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，在5℃~35℃条件下贮存，溶剂型产品应远离热源、隔绝火源，水性产品应注意防冻。产品应根据类型定出贮存期，并在包装标识上明示。