

## 航空用高闪点溶剂型清洗剂规范

### 1 范围

本规范规定了航空用高闪点溶剂型清洗剂(以下简称清洗剂)的要求,质量保证规定及交货准备等。本规范适用于航空用高闪点溶剂型清洗剂。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本规范的引用而成为本规范的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包含勘误的内容)或修订版均不适用于本规范,然而,鼓励根据本规范达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本规范。

- GB/T 261 闪点的测定 宾斯基-马丁闭口杯法
- GB/T 337.1 工业硝酸 浓硝酸
- GB/T 531.1 硫化橡胶或热塑性橡胶 压入硬度试验方法 第1部分:邵氏硬度计法(邵尔硬度)
- GB/T 620 化学试剂 氢氟酸
- GB/T 678 化学试剂 乙醇(无水乙醇)
- GB/T 686 化学试剂 丙酮
- GB/T 1266 化学试剂 氯化钠
- GB/T 1884 原油和液体石油产品密度实验室测定法(密度计法)
- GB/T 1914 化学分析滤纸
- GB/T 3355 聚合物基复合材料纵横剪切试验方法
- GB/T 5096 石油产品铜片腐蚀试验法
- GB/T 6739 色漆和清漆 铅笔法测定漆膜硬度
- GB/T 7304 石油产品酸值的测定 电位滴定法
- GJB 8622 飞机外表面水基清洗剂规范
- HB 5036 电镀层质量检验
- HB 5373 铝及铝合金铬酸阳极氧化膜层质量检验
- HB/Z 5078 镁合金化学氧化工艺

### 3 要求

清洗剂的主要技术指标见表1。

表1 清洗剂技术指标

序号	项目		技术指标
1	外观		透明均质液体
2	密度(20℃)		密度变化不超过±5%
3	酸值		≤0.02mgKOH/g
4	闪点		>60℃
5	全浸腐蚀	铝合金、钛合金、钢、高温合金	质量变化不超过 0.04mg/(cm <sup>2</sup> ·24h)
		镁合金	质量变化不超过 0.20mg/(cm <sup>2</sup> ·24h)

表 1 (续)

序号	项目	技术指标
6	对锡镀层的腐蚀	质量变化不超过 $0.20\text{mg}/(\text{cm}^2 \cdot 24\text{h})$
7	缝隙腐蚀	不超过去离子水或蒸馏水的影响, 清洗剂润湿的滤纸接触的铝合金表面允许轻微变色, 腐蚀面积不超过 5%
8	氢脆	150h 不断
9	铜腐蚀	铜片腐蚀等级不高于 1b 级
10	钛合金应力腐蚀	在 500 倍显微镜下观察无任何裂纹
11	对漆层表面影响	漆层无裂纹、褪色、变色及起泡, 表面硬度变化不超过 1 个铅笔硬度单位
12	对有机玻璃影响	有机玻璃加载 8h 不产生银纹
13	对绝缘导线影响	不超过去离子水或蒸馏水的影响, 无裂纹, 无漏电
14	对丁腈橡胶的影响	表面硬度变化不超过 5 个邵氏 A 硬度单位
15	对聚硫密封胶的影响	表面硬度变化不超过 5 个邵氏 A 硬度单位
16	对复合材料的影响	纵横剪切强度变化不超过 10%
17	对非涂漆表面的影响	表面无条纹或斑点
18	清洗效率	清洗 I 型油污的清洗效率大于 95%; 清洗 II 型油污的清洗效率大于 90%
19	干燥时间	不超过 50min
20	非挥发性残留物	$\leq 5\text{mg}/100\text{mL}$
21	低温稳定性 ( $-18^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ )	均匀, 不分层

#### 4 质量保证规定

##### 4.1 检验分类

本规范规定的检验分类如下:

- a) 鉴定检验;
- b) 质量一致性检验。

##### 4.2 检验条件

除非另有说明, 所有检验应在如下环境条件下进行: 温度  $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ , 相对湿度  $(50 \pm 20)\%$ 。

##### 4.3 鉴定检验

###### 4.3.1 通则

有下列情况之一时, 应进行鉴定检验:

- a) 产品鉴定或转场生产时;
- b) 原材料、生产设备或生产工艺发生变化时;
- c) 停产一年以上恢复生产时。

###### 4.3.2 检验项目

鉴定检验项目及相应的要求和检验方法的章条号见表 2。

###### 4.3.3 合格判据

检验结果符合第 3 章的要求为合格。

##### 4.4 质量一致性检验

###### 4.4.1 检验项目

质量一致性检验项目及相应的要求和检验方法的章条号见表 2。

###### 4.4.2 组批规则

使用同一批原材料，在相同工艺条件下连续生产的清洗剂为一批。

#### 4.4.3 抽样

从每批产品中随机抽取 5L 清洗剂作为检验样品，在取样前应搅拌均匀。

#### 4.4.4 合格判据

若检验结果合格，则该批清洗剂为合格。若检验结果有不合格项，应重新随机抽取另外各 5L 清洗剂分别对不合格项进行复验，若复验结果仍不合格，则该批产品为不合格。

表 2 检验项目

序号	检验项目	鉴定检验项目	质量一致性检验项目	要求的章条号	检验方法的章条号
1	外观	●	●	3	4.5.1
2	密度	●	●	3	4.5.2
3	酸值	●	●	3	4.5.3
4	闪点	●	●	3	4.5.4
5	全浸腐蚀	●	●	3	4.5.5
6	对锡镀层的腐蚀	●	—	3	4.5.6
7	缝隙腐蚀	●	—	3	4.5.7
8	氢脆	●	—	3	4.5.8
9	铜腐蚀	●	●	3	4.5.9
10	钛合金应力腐蚀	●	—	3	4.5.10
11	对漆层表面的影响	●	—	3	4.5.11
12	对有机玻璃的影响	●	—	3	4.5.12
13	对绝缘导线的影响	●	—	3	4.5.13
14	对丁腈橡胶的影响	●	—	3	4.5.14
15	对聚硫密封剂的影响	●	—	3	4.5.15
16	对复合材料的影响	●	—	3	4.5.16
17	对非涂漆表面的影响	●	—	3	4.5.17
18	清洗效率	●	—	3	4.5.18
19	干燥时间	●	●	3	4.5.19
20	非挥发性残留物	●	●	3	4.5.20
21	低温稳定性	●	—	3	4.5.21

注：“●”为检验项目；“—”为不检验项目。

#### 4.5 检验方法

##### 4.5.1 外观

目视检查。

##### 4.5.2 密度

按 GB/T 1884 规定进行。

##### 4.5.3 酸值

按 GB/T 7304 规定进行。

##### 4.5.4 闪点

按 GB/T 261 规定进行。

#### 4.5.5 全浸腐蚀

##### 4.5.5.1 试验材料

试验材料采用 2A12-T4 铝合金、7A04-T6 铝合金、TC4 钛合金、45 钢、30CrMnSiA 钢、GH4169 高温合金和 ZM5 镁合金。

##### 4.5.5.2 试样制备

试样推荐尺寸：50mm×25mm×(1~4)mm，试样上端中间部位可有  $\phi$ 3mm 的安装孔。2A12-T4 铝合金、7A04-T6 铝合金、TC4 钛合金、45 钢、30CrMnSiA 钢、GH4169 高温合金试样表面用 300#水砂纸打磨，然后用化学纯无水乙醇(GB/T 678)或丙酮(GB/T 686)洗净，干燥，放入干燥器中 24h 内待用；ZM5 镁合金试样按 HB/Z 5078 进行化学氧化后待用。每种材料 3 个试样。

##### 4.5.5.3 试验程序

4.5.5.3.1 称量试样质量，精确至 0.1mg。

4.5.5.3.2 将同种材料的 3 个试样用经过清洗、干燥的同类金属丝、钩，蒸馏水中煮沸 10min 后干燥的棉线、亚麻线，或尼龙线吊挂，垂直浸泡在一个盛有清洗剂的加盖玻璃容器中，试样与清洗剂的面积比为(8~10)mL/cm<sup>2</sup>，试样之间不应接触。将容器置于 38℃±2℃的恒温水浴中，保持 168h。

4.5.5.3.3 取出试样，直接用化学纯无水乙醇或丙酮清洗。清洗后干燥试样，置于干燥器中冷却至室温后，称量并记录试样质量，精确至 0.1mg。

4.5.5.3.4 计算浸泡试样前后的质量变化并记录，以 3 个试样质量变化的平均值作为最终试验结果。

#### 4.5.6 对镉镀层的腐蚀

##### 4.5.6.1 试验材料

试验材料推荐采用 30CrMnSiA 钢。

##### 4.5.6.2 试样制备

推荐采用尺寸为 50mm×25mm×(1~4)mm 的试样，试样上端中间部位可有  $\phi$ 3mm 的安装孔，试样数为 3 个。在试样表面制备满足 HB 5036 要求的镉镀层，镉镀层厚度为 8 $\mu$ m~12 $\mu$ m。

##### 4.5.6.3 试验程序

4.5.6.3.1 用化学纯无水乙醇或丙酮将试样清洗干净，放入 110℃±2℃的烘箱中干燥 1h。

4.5.6.3.2 将试样从烘箱中取出，在干燥器内冷却至室温，称量试样质量，精确至 0.1mg。

4.5.6.3.3 将 3 个试样浸泡在盛有清洗剂的加盖玻璃容器中。将加盖玻璃容器置于 38℃±2℃的恒温水浴中，保持 24h。

4.5.6.3.4 取出试样，直接用化学纯无水乙醇或丙酮清洗，将试样放入 110℃±2℃的烘箱中干燥 1h，然后放在干燥器中冷却至室温，称量试样质量，精确至 0.1mg。

4.5.6.3.5 计算浸泡试样前后的质量变化并记录，以 3 个试样质量变化平均值作为最终试验结果。

#### 4.5.7 缝隙腐蚀

##### 4.5.7.1 试验材料及溶液

4.5.7.1.1 试验材料采用 2A12-T4(包铝)、2A12-T4(裸铝)、7A04-T6(包铝)和 7A04-T6(裸铝)四种铝合金。

4.5.7.1.2 试验溶液为去离子水或蒸馏水和清洗剂。

##### 4.5.7.2 试样制备

4.5.7.2.1 采用尺寸为 50mm×100mm×(1~4)mm 的试样，试样上端中间部位可有  $\phi$ 3mm 的安装孔。2A12-T4(包铝)和 7A04-T6(包铝)试样表面不需进行表面处理，2A12-T4(裸铝)和 7A04-T6(裸铝)试样进行铬酸阳极氧化，膜层应满足 HB 5373 要求。裸铝试样可由包铝试样打磨获得，每个单面打磨去除的厚度应大于 2 倍包铝层厚度。

4.5.7.2.2 每次试验准备两套夹层试样对，两套夹层试样对的试验溶液分别为清洗剂和电导率不超过

0.50mS/m 的去离子水或蒸馏水(作为空白对照组)。每套夹层试样对包含 4 个夹层试样对, 每个夹层试样对由相同材料和相同表面处理状态的两片试样组成。所有试样用无水乙醇或丙酮清洗, 干燥, 放入干燥器中待用。

4.5.7.2.3 夹层试样对按如下方法制备: 将分析用快速或中速定量滤纸(GB/T 1914)裁成 25mm×75mm 的长方形, 将滤纸置于试样对的一片试样上。用滴管将试验溶液滴到滤纸上, 使滤纸浸满试验溶液, 将试样对的第二片试样放到滤纸上, 形成夹层, 每对夹层用长度不超过 25mm, 宽度不超过 20mm 的 4 条耐溶剂胶带固定, 胶带粘在夹层对两个长边和两个短边的中间位置, 即制得一个夹层试样对。

#### 4.5.7.3 试验程序

4.5.7.3.1 对所有试样对进行干燥和潮湿的交替试验, 每个夹层试样对应水平放置, 不允许堆积。先将夹层试样对放到 38℃±2℃ 的烘箱中保持 8h, 再放入 38℃±2℃、相对湿度为 95%~100% 的调温调湿箱中保持 16h, 如此循环四次。然后将试样对依次放入 38℃±2℃ 的烘箱中 8h, 38℃±2℃、相对湿度为 95%~100% 的调温调湿箱中 64h。

4.5.7.3.2 试验结束后, 试样用无水乙醇或丙酮清洗, 用毛刷轻轻刷试样表面, 再用无水乙醇或丙酮清洗, 干燥, 用 10 倍放大镜检查每对试样变色和腐蚀情况。

#### 4.5.8 氢脆

按 GJB 8622 规定进行。

#### 4.5.9 铜腐蚀

按 GB/T 5096 规定进行, 试验温度为 38℃±2℃, 试验浸泡时间为 24h。

#### 4.5.10 钛合金应力腐蚀

##### 4.5.10.1 试验材料及试样制备

将退火状态的 TC4 钛合金板材沿轧制方向加工成 75mm×19mm×1.25mm 的矩形试样(见图 1), 在长度方向距两端各 13mm 处打两个  $\phi 7$ mm 的孔, 试验前不允许打磨边角、毛刺。用试样长度方向的对称轴作弯曲轴, 得到一个 65°±5° 无约束成型的角度(见图 2)。将弯曲好的试样浸入 35% $\text{HNO}_3$  (GB/T 337.1, 体积浓度为 69%) 和 3% $\text{HF}$  (GB/T 620, 体积浓度为 70%) 的混合液中 15s±5s, 用水、蒸馏水清洗干净并吹干。在台钳上弯曲试样自由端直至两个自由端的间距为 16.5mm±1.2mm, 然后用直径为 6mm 的不锈钢螺栓加载, 直至形成两端间距为 13.6mm±0.1mm 的 U 形试样(见图 3)。

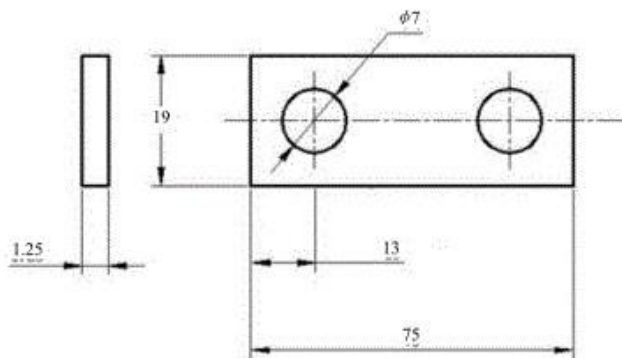


图 1 矩形试样

##### 4.5.10.2 试验程序

每次试验不少于 9 个试样, 其中 3 个做空白, 3 个浸入重量浓度 3% $\text{NaCl}$  (GB/T 1266) 溶液中, 3 个浸入清洗剂中。浸泡时间 24h。浸泡后将试样弯曲区向下悬挂风干后, 放入 260℃±10℃ 的马弗炉中保温 168h±4h。取出冷却后在 20 倍显微镜下观察有无裂纹。若无裂纹, 取下螺栓, 在 4.5.10.1 中使用的

HNO<sub>3</sub>-HF 溶液中浸 15s±5s, 取出冲洗并风干, 沿两孔的中心轴线将试样切割成 2 个相同的弯曲试样, 制备金相试样后, 在 500 倍的显微镜下观察距离弯曲点 12.5mm 以内的弯曲区域的切开表面有无裂纹。

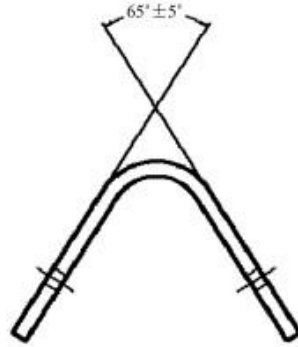


图 2 弯曲后的试样

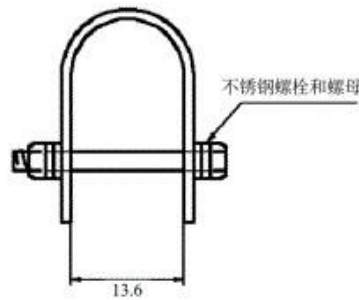


图 3 U 形试样

#### 4.5.10.3 试验结果评定

4.5.10.3.1 若任一空白试样有裂纹, 则应重新取样进行试验; 若所有空白试样均无裂纹, 则进行下一步结果评定。

4.5.10.3.2 若任一浸入 3%NaCl 溶液的试样无裂纹, 则应重新取样进行试验; 若所有浸入 3%NaCl 溶液的试样均有裂纹, 则进行下一步结果评定。

4.5.10.3.3 若所有浸入清洗剂的试样均无裂纹, 则试验通过; 若所有浸入清洗剂的试样均有裂纹, 则试验不通过; 若仅部分浸入清洗剂的试样有裂纹, 则允许重新进行一次试验。

#### 4.5.11 对漆层表面影响

##### 4.5.11.1 试验材料

试验材料采用 2A12-T4(包铝)。

##### 4.5.11.2 试样制备

按 GJB 8622 的规定制备涂漆试样, 并且漆层种类增加 H04-2 环氧硝基磁漆和 H61-1 航空用环氧有机硅耐热漆。

##### 4.5.11.3 试验程序

4.5.11.3.1 将喷漆试样的下半部浸入清洗剂中 30min, 然后取出, 在空气中干燥 24h。

4.5.11.3.2 目视检查试样漆层有无裂纹、褪色、变色及起泡, 并按 GB/T 6739 的规定分别测定试样浸泡清洗剂的漆膜部分与未浸泡部分的铅笔硬度值。

#### 4.5.12 对有机玻璃影响

按 GJB 8622 规定进行。

#### 4.5.13 对绝缘导线影响

按 GJB 8622 规定进行去离子水或蒸馏水和清洗剂对绝缘导线影响试验。试验后试样无需清洗，将导线圈悬挂沥干，直至彻底干燥。

#### 4.5.14 对丁腈橡胶的影响

##### 4.5.14.1 试验材料

试验材料采用尺寸为 50mm×100mm×(2~4)mm 的 5860 丁腈橡胶板，平行试样为 3 个。

##### 4.5.14.2 试验程序

将 5860 丁腈橡胶板的下半部浸入清洗剂中 30min，然后取出，擦干。在 30min 内，按 GB/T 531.1 的规定，分别测定试样浸泡清洗剂的部分与未浸泡部分的邵氏 A 硬度值。

#### 4.5.15 对聚硫密封剂的影响

##### 4.5.15.1 试验材料

试验材料采用尺寸为 50mm×100mm×(2~4)mm 的 HM109 聚硫密封剂板，平行试样为 3 个。试样的制备方法：将 HM109 聚硫密封剂压制成 2mm~4mm 厚的板，在室温下硫化 7d 后，加工成试验用的试样。

##### 4.5.15.2 试验程序

将 HM109 聚硫密封剂板的下半部浸入清洗剂中 30min，然后取出，擦干。在 30min 内，按 GB/T 531.1 的规定，分别测定试样浸泡清洗剂的部分与未浸泡部分的邵氏 A 硬度值。

#### 4.5.16 对复合材料的影响

##### 4.5.16.1 试验材料及试样制备

试验材料采用 CCF300/QY8911 复合材料，按 GB/T 3355 制备纵横剪切试样，平行试样为 10 个，其中 5 个作为空白。

##### 4.5.16.2 试验程序

将 5 个纵横剪切试样浸入清洗剂中 30min，然后取出，自然干燥 24h。按 GB/T 3355 的规定，分别测定浸泡清洗剂试样与空白试样的纵横剪切强度。

#### 4.5.17 对非涂漆表面的影响

按 GJB 8622 规定进行。试样从烘箱中取出后，直接目视检查，不进行漂洗和淋洗。

#### 4.5.18 清洗效率

##### 4.5.18.1 通则

清洗效率可以任选擦洗法或者涮洗法进行试验。

##### 4.5.18.2 擦洗法

按 GJB 8622 进行，试验材料选用 2A12-T4(包铝)。制备 3 个 I 型油污试样和 3 个 II 型油污试样进行试验。清洗机关机后，取出试样后不需要冲洗，直接烘干。

##### 4.5.18.3 涮洗法

###### 4.5.18.3.1 油污试样制备

试验材料选用 2A12-T4(包铝)，试样尺寸为 25mm×50mm×1mm，用 240 号砂纸打磨，然后用化学纯无水乙醇或丙酮清洗干净，称量其质量，精确至 0.1mg。在试样的一面涂覆按照 GJB 8622 制备的 I 型油污或 II 型油污，油污涂覆量应为 20mg~25mg，制备 3 个 I 型油污试样和 3 个 II 型油污试样，并称量其质量。

###### 4.5.18.3.2 试验程序

将 100mL 清洗剂倒入 150mL 的烧杯中，以 20 次/min(1 个涮洗来回为 1 次)的速度对油污试样进行涮洗，涮洗 5min。取出试样，60℃±2℃下烘干，再置于干燥器中冷却至室温，称量其质量。

4.5.18.4 清洗效率计算

按公式(1)计算清洗效率( $\eta$ ), 数值以百分数表示:

$$\eta = \frac{m_0 - m_1}{m_0 - m_2} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- $\eta$  ——清洗效率, %;
- $m_0$  ——带油污的试样清洗前质量, 单位为克(g);
- $m_1$  ——带油污的试样清洗后质量, 单位为克(g);
- $m_2$  ——未刷油污的试样质量, 单位为克(g)。

取3个试样的平均值作为试验结果。

4.5.19 干燥时间

4.5.19.1 准备一个直径为57mm±2mm、质量不大于1.5g的铝制称量盘, 称量其质量, 精确至0.1mg。向称量盘中加入500mg±10mg清洗剂, 再次精确称量, 并立即放入通风良好的温度为49℃±2℃的烘箱中。50min后, 从烘箱中取出称量盘, 放在干净金属表面上冷却30s, 立即进行称量。

4.5.19.2 按公式(2)计算清洗剂剩余质量百分比。

$$\Delta = \frac{m_1 - m_0}{m_2 - m_0} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- $\Delta$  ——清洗剂剩余质量百分比, 以百分数表示;
- $m_0$  ——铝制称量盘质量, 单位为克(g);
- $m_1$  ——烘烤后清洗剂+铝制称量盘质量, 单位为克(g);
- $m_2$  ——烘烤前清洗剂+铝制称量盘质量, 单位为克(g)。

4.5.19.3 若清洗剂剩余质量百分比 $\Delta$ 不大于0.1%, 则认为清洗剂的干燥时间不超过50min。

4.5.20 非挥发性残留物

准备一个125mL的干净的蒸发皿, 在110℃±2℃的烘箱中烘干, 并在干燥器中冷却, 精确称量。重复该过程, 直到两次称量结果的差值在0.1mg之内。向称量好的蒸发皿内加入100mL清洗剂, 并加热, 待溶液蒸干后, 将蒸发皿放回烘箱中, 重复110℃±2℃烘干、在干燥器中冷却、精确称量的过程, 直到两次称量结果的差值在0.1mg之内。清洗剂溶液蒸干后称得的质量与加入清洗剂前蒸发皿的质量之差即为清洗剂中非挥发性残留物含量。

4.5.21 低温稳定性

将约50mL清洗剂倒入一干净带塞量筒中, 将量筒放入-18℃±1℃的冷冻箱中24h。然后取出量筒恢复至室温。上下反转量筒5次, 检查清洗剂的均匀性。

5 交货准备

5.1 包装

除非在合同或订单中另有规定, 一般用5L、20L、200L的塑料桶、金属桶或400mL的喷雾罐盛装清洗剂。当采用喷雾罐盛装清洗剂时, 喷雾罐压力应为0.5MPa±0.1MPa。包装封口应严密, 容器内表面与清洗剂不应发生反应。

5.2 标志

包装容器表面应有如下标志内容:

- a) 生产单位名称;
- b) 产品名称;



- c) 本规范编号;
- d) 产品牌号;
- e) 生产日期、批号;
- f) 净重。

### 5.3 运输

产品运输应遵照交通部门的有关规定。产品在运输时应防止雨淋、日光曝晒和冰冻。

### 5.4 贮存

清洗剂应密封贮存在阴凉、干燥、通风、有防火措施的库房内, 隔绝火源, 远离热源, 避免阳光直接照射和雨淋。产品自生产之日起贮存期为两年。

## 6 说明事项

### 6.1 预定用途

本规范规定的清洗剂预定用于飞机和发动机零部件、地面保障设备以及其他工业产品的清洗, 也可用于工序间清洗; 不适用于电子接插件内部的清洗; 对普通型油污及含润滑油、液压油、润滑脂等的顽固型油污均有良好清洗效果。

### 6.2 术语和定义

下列术语和定义适用于本规范。

#### 6.2.1

**高闪点 high flash point**

闪点大于 60℃。

### 6.3 安全要求

清洗剂的安全要求如下:

- a) 所含卤素、重金属、芳香烃、苯酚等有害物质含量应在安全范围以内;
- b) 应无不适合在工作场所使用的刺激性气味, 干燥后无气味残留。

### 6.4 订购文件应规定内容

订购文件应规定下列内容:

- a) 本规范的名称及编号;
  - b) 产品名称及牌号;
  - c) 数量;
  - d) 包装发货要求;
  - e) 其他要求。
-