

新一代可回用的环保型清洗剂 助力轴承制造行业降碳降本

常州海纳环保科技有限公司 李建明 李峰 王洪

【摘要】针对目前清洗液废水多、使用周期短、排放难、处理成本高的问题，我们开发一款新型的环保型清洗剂，在体系结构方面，针对性设计和升级了便于再生循环利用的功能，同时，产品的清洗残留、表面张力、防锈性、泡沫性能，分油性能和清洗剂性能与传统清洗剂做了详细对比。结果表明：新型清洗剂性能可以满足清洗和回用的需求。

【关键词】 环保；降碳；可回用清洗剂

引言

水基清洗剂在轴承加工制造行业中，有着非常重要的作用，主要功能是帮助清洗工件上的残留物质。残留物质主要为切削油、磨削油、防锈油、切削液以及固体颗粒物等^[1]。同时还需要有一定的工序间防锈性，满足后面装配的需求^[2]。传统的清洗剂使用到了寿命以后，都是作为废液处理。有利用蒸发器闪蒸浓缩的、有通过超滤膜浓缩的、有委托第三方处理等多种方式，处理成本均比较高。这也是制造业的痛点。

针对废液处理量大，成本高的问题，我们从切削液和清洗剂的设计原理出发，将切削液中的水相组份单独分开，配以特殊的添加剂，充份发挥其清洗性能和防锈性能，并且可以通过专用设备激活再生，循环用于清洗工艺；最终也可以实现和切削液无缝对接，实现了清洗剂可以直接回用到切削液中，在不影响切削液的加工性能的同时，补充了切削液的碱储备和防锈性能，延长切削液寿命，基本实现了零排放，达到降碳降本的目的。

同时我们严格筛选环境、人体友好型原材料、添加剂，实现了配方环保

化^[3]的需求。不含仲胺；无机盐；无机碱；硼酸；亚硝酸钠^[4]；壬基酚^[5]及其衍生物；重金属^[6]等有毒有害物质。

1. 试验

1.1 材料与仪器

有机胺组合 A:

MIPA 一异丙醇胺；MDEA 甲基二乙醇胺；特胺 CorrguardEXT；特胺 Corrguard 95；TEA 三乙醇胺；DIPA 二异丙醇胺；TIPA 三异丙醇胺；DGA 二甘醇胺。

有机增溶酸组合 B:

新癸酸；正辛酸；异壬酸；壬酸；异辛酸；柠檬酸。

防锈剂组合 C:

癸二酸，碳十一二元酸；碳十二二元酸；三元羧酸；对叔丁基苯甲酸；苯并三氮唑；苯并三氮唑衍生物。

耦合剂组合 D:

异构醇；二甘醇；二乙二醇丁醚；三乙二醇单丁醚；吉尔伯特醇；油醇；烷基糖苷。

阻垢剂组合 E:

HEDP；ATMP；HPAA。

表面活性剂组合 F:

特殊的脂肪醇环氧乙烷环氧丙烷醇醚复配

沉降剂组合 G

聚醚胺；阳离子分散剂；

清洁对象:

海纳磨削油 (10cSt@40°C)

主要器材:

金属试片 Q 板 (Q-Panel 标准测试底板) 试验钢片, 数控超声波清洗器, KV300DV 型, 昆山市超声仪器有限公司, 功率 300 W, 超声频 40 kHz; 电子分析天平, MP 5002 型, 上海舜宇恒平科学仪器有限公司; 电热恒温鼓风干燥箱, BPG-9040A 型, 上海一恒科学仪器有限公司生产; pH 计, PHS-3C 型, 上海仪电科学仪器股份有限公司。SITA 动态表面张力仪器; 进口 IP287 方法专用铸铁屑; 蜀牛 100ml 具塞量筒; 泡沫循环仪; 精密 4 位天平, 型号 GL2241, 赛多利斯科学仪器 (北京) 有限公司。

1.2 方案设置

组分%	①	②	③	④	⑤	⑥	传统清洗剂
纯水	余量	余量	余量	余量	余量	余量	
组合 A	30	30	35	35	40	40	
组合 B	5	5	8	8	10	10	
组合 C	3	3	5	5	8	8	
组合 D	4	4	6	6	8	8	
组合 E	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	
组合 F	1	2	3	4	5	6	
组合 G	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	
基础理化数据							
原液外观	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明
稀释液外观	微混	微混	微混	微混	微混	微混	透明
浓缩液 pH 值	10.1	10.1	10.3	10.3	10.2	10.2	11.8
pH 值@5%	9.6	9.6	9.7	9.7	9.6	9.6	10.3
电导率@2% mS/cm	2.1	2.1	2.3	2.3	2.4	2.4	5.4
表面张力 mN/m @2%	37.4	36.3	35.2	34.3	34.2	34.1	34.8
锈蚀临界点浓度%	3.5	3.5	2.0	2.0	1.5	1.5	2.5

1.3 防锈性对比测试

测试方法:

IP287，铸铁屑锈蚀测试法；对比不锈蚀的临界浓度点。

测试结果：

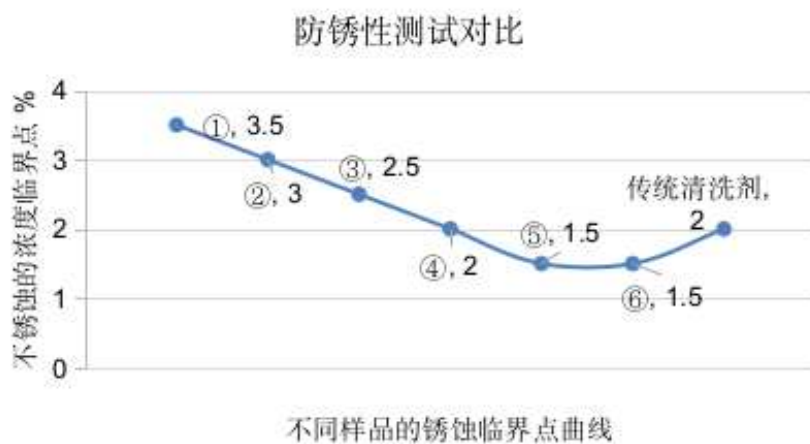


图 1 防锈对比测试

临界锈蚀浓度越高表明其防锈性越差，从图 1 可以看出，⑤和⑥的防锈性相对最佳。

1.4 泡沫对比测试

测试条件：

测试温度： $40 \pm 3^{\circ}\text{C}$ ；测试浓度：2%（纯水）；测试设备：泡沫循环仪器；

测试压力：10bar

测试结果：

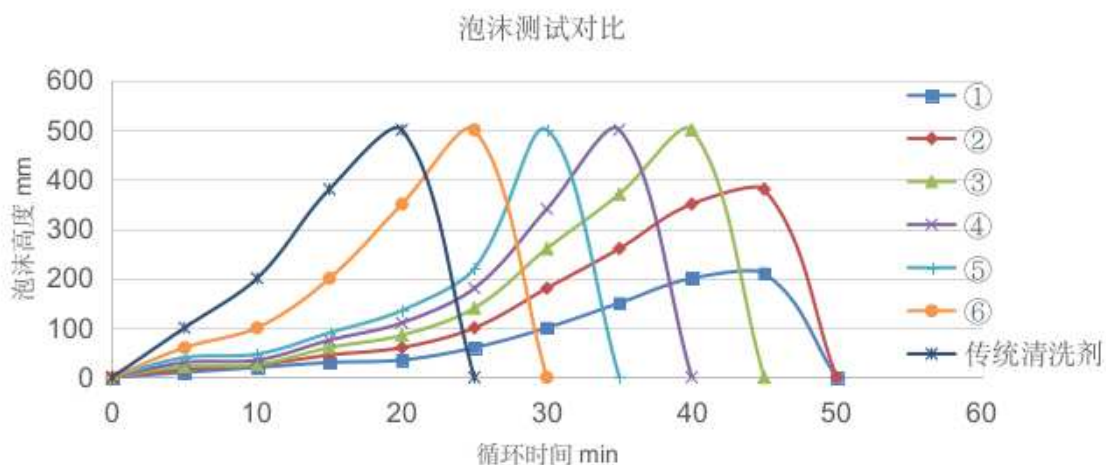


图 2 泡沫循环测试对比

清洗剂回用，泡沫问题是非常关键的一点，因此需要设计低泡沫的产品^[7]。在满足清洗效果的同时，控制低泡沫。从图 2 结果可以看出，在较低的温度下，传统的清洗剂的泡沫比较差。循环 20 分钟泡沫就达到了最高的高度 500mm。采用特殊聚醚复配后，泡沫可以得到有效的控制。

1.5 排杂油性对比

测试条件：

测试温度：40±3℃；测试浓度：2%（纯水）；测试设备：100ml 具塞量筒；

方法描述：取浓度为 2%的清洗剂洗液 90ml，倒入具塞量筒中，然后加入 10ml 的磨削油，然后用力震荡 30 次/15 秒。然后静置 2 小时，查看油水分析效果。记录分出来油的高度：毫米 mm，和乳化层的高度：毫米 mm。

测试结果：

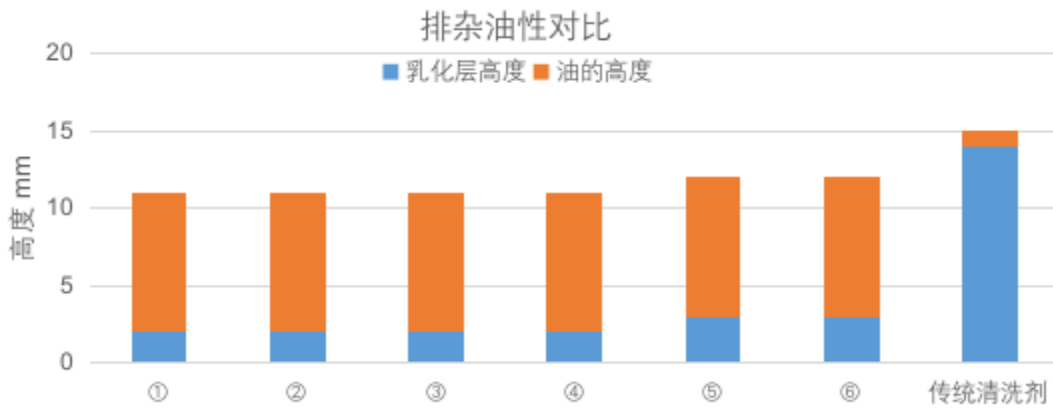


图 3 排杂油性对比

清洗剂排杂油性对比，是一个清洗剂寿命对比一个重要的指标。如果清洗剂的清洗后，清洗下来的油不能尽快的分离到液面，而形成了乳化层，会影响清洗剂的循环使用的效果，清洗剂的寿命将会大大的缩短。从图 3 测试结果上看：传统清洗剂的乳化层高度较高，几乎分离不出来油，清洗效果下

降较快，因此寿命将会较短，新方案的排杂油性相对较好，寿命相对会长。

1.6 清洗后残留对比

测试条件：

测试温度： $40 \pm 3^{\circ}\text{C}$ ；测试浓度：2%（纯水）；测试设备：分析天平；Q板试验钢片。

方法描述：在 2000 毫升烧杯中，配置浓度为 2%的清洗剂洗液 1800ml，温度加热到 $40 \pm 3^{\circ}\text{C}$ ，然后用止血钳夹住清洁干燥的标准 Q 板（提前要称重，记为：A 毫克 mg），浸泡在清洗液中 10 秒钟，然后拿出，挂在 60°C 烘箱中，烘干 1 小时，称重记为：B 毫克 mg。残留重量计算： $C=B-A$ 单位 mg。

测试结果：

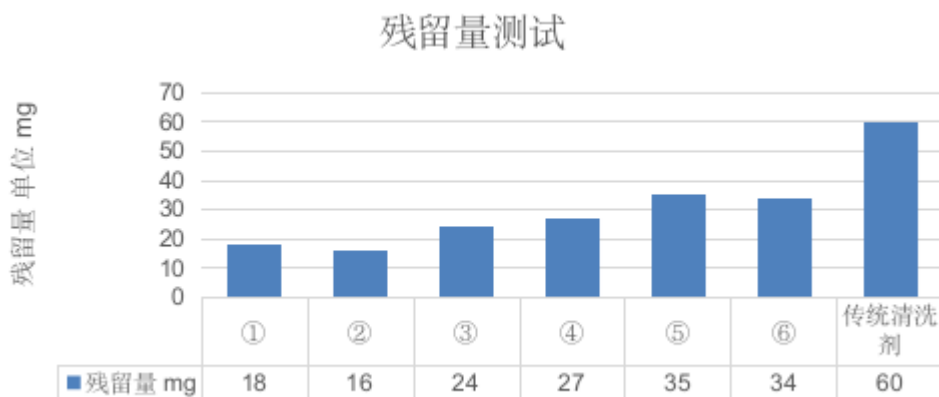


图 4 清洗剂残留量测试

清洗剂的残留也是一个非常重要的指标，残留的过多会影响后道的防锈油浸涂效果和装配效果。从图 4 测试结果上看，传统清洗剂采用无机碱的组分较多，因此残留物也较多。

1.7 清洗性能对比测试

测试条件：

测试温度： $40 \pm 3^{\circ}\text{C}$ ；测试浓度：2%（纯水）；测试设备：分析天平；Q

板试验钢片。

方法描述：在 2000 毫升烧杯中，配置浓度为 2%的清洗剂洗液 1800ml，温度加热到 $40\pm 3^{\circ}\text{C}$ ，然后用止血钳夹住清洁干燥的标准 Q 板，浸泡在磨削油中 10 秒钟，然后拿出，轻轻甩掉多余的油滴，在准备好的清洗液中摆洗 60 次/60 秒，然后冲清水冲洗 Q 板，记录均匀水膜的覆盖面积%。（注：水膜面积越大，说明清洗剂效果越好，钢板表面的油被清洗的干净。）

测试结果：

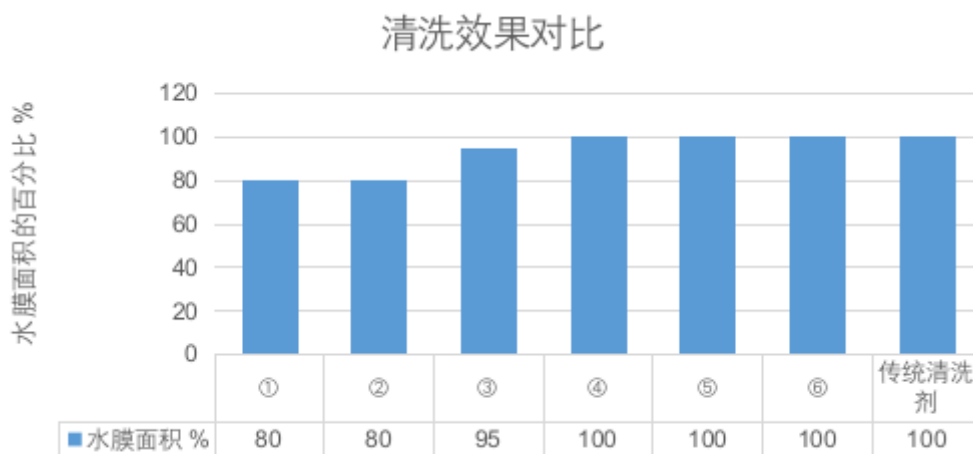


图 5 清洗效果对比

水膜测试，是行业内任何度较高的清洗剂评价方法，水膜测试可以很直观的评价出清洗剂的清洗效果。从图 5 测试数据可以看出，通过配方不同的组合搭配，也可以通过水膜面积 100%的测试，达到了传统清洗剂的清洗效果。

1. 结果与讨论

通过以上对比分析测试，清洗剂产品兼顾各种性能均衡才能满足实际使用需求。我们结合产品的防锈性，清洗性，残留量，分离杂油性，泡沫性能，选择出最合适的方案为④，其综合性能最佳。



图6 综合性能对比

2. 结论

通过以上的对比分析测试，得出以下结论：

- 防锈剂提高后，防锈性能提升，但是工件残留会增加明显；
- 聚氧乙烯醚和聚氧丙烯醚表活的使用量增加后，清洗效果会有提升，但泡沫需要控制；

同时，我们选择最佳的④号方案，并进行了实际客户试用，从使用寿命，清洗效果，泡沫，残留，防锈都能多多方面进行了考核，与传统的清洗剂对比，更加的环保，性能也均能满足客户的需求。同时帮助客户彻底解决废水排放的问题。

【参考文献】

- [1]金属加工行业清洗技术现状与发展[J]. 李茂生. 润滑与密封. 2009(03)
- [2] 水基清洗剂概述[J]. 舒治国. 化学清洗. 1987(03)
- [3] 环保型水基金属清洗剂的研制.孟令东.新技术新工艺. 2011 (06)

- [4] 一种环保型水基金属清洗剂的实验研究[J]. 胡小强. 清洗世界. 2016(08)
- [5] 环保型金属清洗剂的研制及其清洗效果[J]. 杨岩,李翀,钟金环. 材料保护. 2011(07)
- [6]一种新型高效环保的水基金属清洗剂的研制[J]. 朱火清,刘宏江,余华刚,孙福林. 材料研究与应用. 2015(01)
- [7] 水基低泡环保金属清洗剂的研究[J]. 何东宁,陈富强,陈显义,陈显非. 广州化工. 2016(19)