

切削液的使用管理

第 1 讲：油基切削液的使用管理

刘镇昌 济南库伦特科技有限公司 济南 250101

黄荔 成都市产品质量监督检验所 成都 610041

切削液是应用非常广泛的金属加工助剂，它在切削加工中起着重要的作用。由于切削液涉及切削加工学、油脂化学、表面活性剂科学、摩擦磨损与润滑科学、劳动卫生与环境科学等多门学科，而同时熟悉上述各门学科的通才颇为罕见，制造企业普遍缺乏懂得切削液的工艺技术人员。因此，在切削液的选择方面盲目随意；在切削液的配制方面放任自流；在切削液的使用管理方面更是存在着诸多误区，经常造成各种不应该发生的问题。

油基切削液亦称切削油，使用时不与水混溶，直接使用原液，其主要成分是精制矿物油（或合成油）以及各种油溶性添加剂（主要是油性添加剂和/或极压添加剂、防锈添加剂、抗氧化添加剂等）。因此，其使用液劣化变质较缓慢，通常情况只需要补给消耗的部分。相对于水基切削液而言，是一种可以长期使用且易于管理的切削液。但从长期保持切削液的性能着眼，也需要进行恰当的管理。以下就讲讲油基切削液使用管理的主要内容和注意事项。

1. 供液系统的清洁与维护

供液系统包括切削油箱、输液管道、供液泵、阀门、喷嘴等。每次更换新液前，应将供液系统彻底洗净，除去切屑、油泥、淤渣等。如果已劣化变质的切削油、油泥、淤渣等混入新液，就会促进新液的劣化变质。平时应定期保持清洁并除去切屑和污物。同样道理，在使用期内，中途换用其它类别的切削液也是不好的。在不得已而换用异种切削液时，必须预先进行两种切削液的相容性试验检查。

2. 油基切削液的氧化变质与防止

随着存放或使用期的延续，油基切削液会因氧化而逐渐变质。

1) 油基切削液氧化变质的主要危害

- (1) 因氧化而使其酸性增加，导致金属零件和机床生锈；
- (2) 因氧化而产生沉淀、油泥，易沉着于机床运动部件表面，增加运动阻力，或使过滤器堵塞；
- (3) 因氧化而发泡，引起泡沫所致的危害。如：泡沫占据空间使切削油溢出；泡沫中存在着空气使切削油导热能力下降，并且使抽油泵产生“空吸”等；
- (4) 因氧化而使其粘度不适当地增高，这会产生某些不利的影响。如：粘度升高使切削油的渗透性能和洗净性能下降；增大切削油的损耗量（切削油的粘度越高，被工件和切屑带走的切削油量就越多）。

2) 影响油基切削液氧化变质的主要因素及解决措施

- (1) 与空气的接触机会越多越容易氧化，故应尽量减少与空气的接触；
- (2) 光线照射能诱发氧化，所以要尽量避光保存和使用；

(3) 某些金属（特别是 Fe、Cu、Pb 等）对氧化有促进作用，油品中的金属盐类对氧化的促进作用更大。故应及时清除切屑、沉渣等；

(4) 切削油基础油的组分与氧化变质有关。一般说来，石蜡烃和芳香烃氧化安定性较好，环烷烃特别是多支链的烷烃较差，烯烃最差；此外，在石油精制时残留下来的非烃类物质会使油品的抗氧化性能变坏。因此，在选择基础油时就要考虑其成分和精制深度；

(5) 温度愈高，氧化愈烈。所以，在运输贮存时应保持阴凉；

(6) 减缓油基切削液氧化变质最有效的方法是使用抗氧化添加剂。抗氧化添加剂的主要类型有酚型、胺型、硫磷酸盐型、硼酸脂型等。国产的抗氧化添加剂如 2,6-二叔丁基对甲酚（T501）、N-苯基-N-仲丁基对苯二胺（T502）。此外，有些极压添加剂兼备抗氧化功能，如二烷基二硫代磷酸锌（T202）就是一例。

3. 水分混入的影响与处理

在暴雨等突发性事故、前道工序是水基切削液、使用过水基切削液的机床换用油基切削液等情形，油基切削液中可能混入水分。混入的水分会使切削油中的一部分有机活性分子被水所吸附而形成油包水的胶团，降低有机活性分子在固-液界面上的浓度，影响切削油的加工效能及防锈性能。特别是在应用氯系极压添加剂的场合，水与游离氯化氢会结合成盐酸，容易引起腐蚀。水分的混入不仅使油基切削液防锈性能降低、工件和机床生锈，而且会促进刀具的磨损，导致刀具寿命缩短。

图 1^[1] 是低速精密车削加工时切削油中混入水分对刀具磨损的影响曲线。工件材料为含碳 0.5% 的中碳钢，刀具是高速钢，使用含氯系极压添加剂的切削油。由图可见，混入水分 6% 的切削油的刀具后刀面磨损宽度比无水分的切削油大 1~1.5 倍。

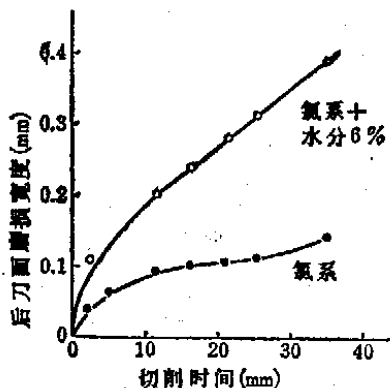


图 1 混入水分对刀具磨损的影响

工件材料：S50C（200HBS）；刀具：SKH4A；

切削用量： $v=30\text{m/min}$ ， $f=0.26\text{mm/r}$ ， $a_p=0.1\text{mm}$

Akira Katsuki 和 Hironori Matsuoka 等的切削试验研究发现^[2]：

(1) 在中、低切削速度下，如果切削油中混入了 1% 的水分，可能引起齿轮滚刀增加 10~40% 的磨损量，而且随着水分的增加，滚刀磨损会逐渐增加；

(2) 在 159m/min 的高速切削试验中，少量水的混入可能引起切削刃的严重磨损；其磨损程度大于混入多量的水甚至大于使用 100% 的水；

(3) 机械油、菜子油、氯化脂肪油中加入适量低级醇类物质可以显著地抑制切削油中混入水分对刀具磨损的不利影响，降低刀具磨损，并且可以改善已加工表面粗糙度（参见图 2^[2]）。

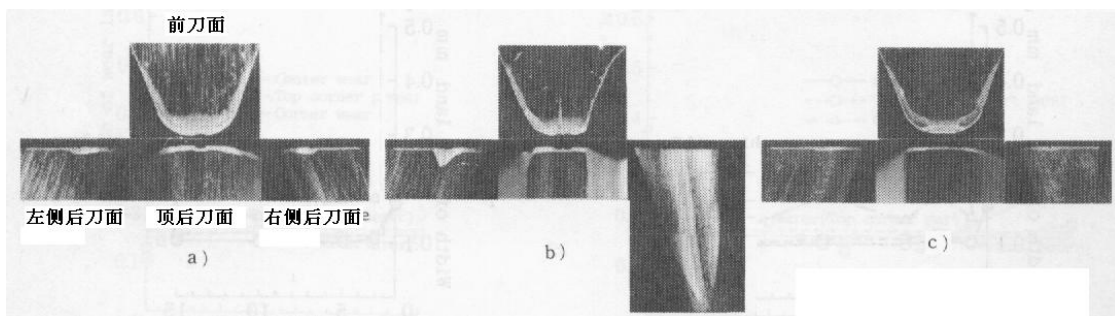


图2 机械油中混入水分和添加正丙醇后刀具磨损状态的变化

a) 100%机械油; b) 机械油中混入水分 5%; c) 混入水分 5%的机械油中添加低级醇 5%

试验方法: 飞刀模拟切削试验, 切削速度 159m/min, 切削总长度 5m 后

由此可见, 使用油基切削液加工齿轮时, 要严格防止水分的混入。

为了除去附着在被加工零件和机床上的水分, 可以用具有水置换性能的防锈油或清洗油进行预先处理。如果切削油中混入水分较少, 可以先加热蒸发, 再加入活性白土处理并过滤, 能够使其再生。

4. 漏油混入的影响与处理

组合机床、滚齿机等类机床从结构上难于避免润滑油、液压油和切削油相互混溶。这会改变切削油的成分, 有时可能产生沉淀物, 促进切削油的劣化。一般说来, 润滑油、液压油所含添加剂的浓度比切削油低。因此, 漏油的混入会降低切削油添加剂的浓度, 使其切削性能下降。尤其在拉削加工和齿轮切削加工中容易产生这样的问题。一般说来, 少量混入关系不大, 但混入的漏油量若超过 30%, 则切削油性能会显著下降 (参见图 3^[1])。

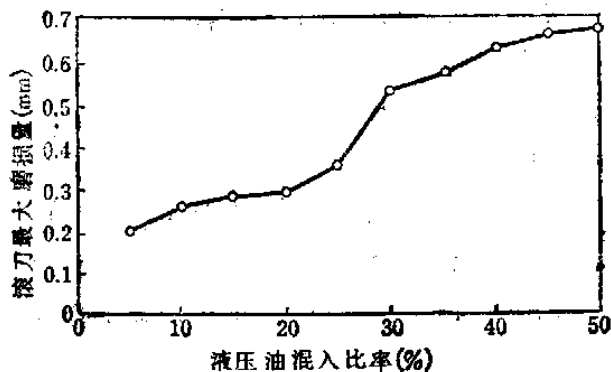


图3 齿轮切削油中液压油混入量与刀具磨损的关系

工件材料: SCR20 (160HBS); 切削条件: $v=65\text{m/min}$, $f=1\text{mm/r}$, 每次切削 200 个齿轮

液压油的混入大都是由于密封不良所致, 只要检修好密封装置就可以防止混入。如果机床没有严密的防漏措施, 当混入的漏油量较多时, 需要及时补充添加剂。添加剂浓度的降低可根据添加剂 (脂肪油含量、氯含量、硫含量) 的化学分析得知, 但因这种方法操作复杂, 不适合用于日常管理。日常管理的做法是, 对使用了一定期间的使用液作一次添加剂浓度测定, 从使用时间推算 1 个月的漏油混入量, 以此来决定补给或交换周期。在润滑油、液压油和切削油容易相互混溶的场合, 应选用与润滑油或液压油相容性好的油基切削液。

5. 微细切屑和淤渣的影响与处理

由于切削加工的切屑较大，故通常采用链板式、刮板式或带式排屑装置。较细小的金属切屑或粉末沉积在油箱底部。钢铁、铜、铝等金属尤其是刚切下来的带有新鲜表面的金属在切削油中起触媒作用，会加速切削油的氧化。因此，如果微细切屑、淤渣等长期沉积在油箱内就会加速使用液的劣化变质，使之粘度增高或生成胶状物质等。图4是对基础油进行氧化试验的结果^[3]。由图可见，在试验液（基础油）中添加铜触媒或铁触媒的氧吸收量比单纯基础油大得多，抗氧化剂（氧化防止剂）有明显的抑制效果。如果不光是除去大的切屑，连细微粉也定期清除，必然会减轻使用液的污浊，减少因劣化而更换切削油的次数。在枪钻加工和磨削加工中，金属粉混入使用液不但会损伤供液泵，而且会使已加工表面粗糙度变坏。所以，应当增加排除细微切屑的分离或过滤装置。

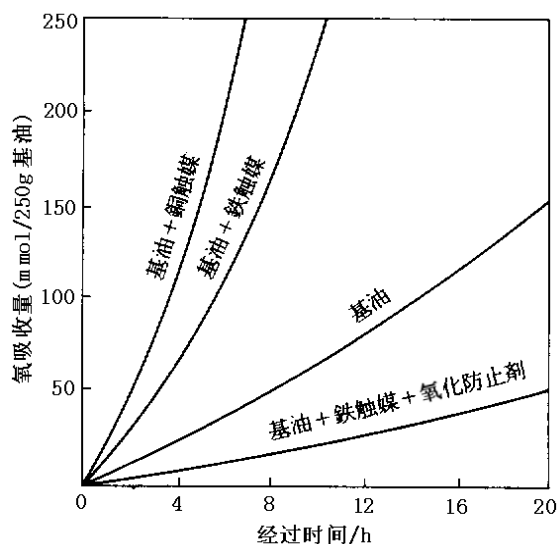


图4 铜、铁触媒以及抗氧化剂对基础油氧化程度的影响

6. 其它注意事项

当使用含活性极压添加剂的切削油时，要注意机床轴承部件和供液泵中使用的铜合金的腐蚀问题。因此，必须预先进行切削油与非铁金属的适应性检查。

有的添加剂在较高温度下发生分解而起作用。若长期使用，其浓度必然降低，导致切削油性能下降，需要定期补充添加剂。此外，油基切削液在使用过程中必然有消耗，若切削油箱中液量减少，会引起切削油温度上升，不仅造成加工精度不良，也会促进使液劣化。需要定期补充新液。

参考文献

- 1 廣井 進，山中康夫. 切削液与磨削液. 刘镇昌译. 北京：机械工业出版社，1987.10
- 2 Akira Katsuki, Hironori Matsuoka, Research on a New Additive for Preventing Hob Failure Caused by Water in Cutting Oil, Bulletin of JSME, 1985, 28 (243): 2149~2156
- 3 杉浦健介. 潤滑油の酸化. 日石レビュー, 1966, 8 (2): 72
- 4 刘镇昌. 金属切削液----选择、配制与使用. 北京：化学工业出版社，2007.9