

磨削实践与磨削冷却润滑液

肖克学译

栢金容校

机械工业部洛阳轴承研究所

一九八二年九月

前 言

磨削加工是机械零件很重要的加工工序，磨削加工时，除考虑磨削规范、砂轮性能等对加工质量的影响外，磨削冷却润滑液的影响也是很重要的。

当前机械工业特别是轴承行业磨削冷却润滑液方面尚存在一些问题，急待解决。为了给国内读者提供国外磨削冷却润滑液方面的资料，现将日本竹中规雄、佐藤久弥合著的《研削作業の実際と研削液》（1973年版）一书翻译过来，供从事机械加工的工人、工程技术人员及高等院校有关专业的师生参考。

本书共分九章约10万字，首先介绍磨削冷却润滑液的作用及其种类，以及它的主要成分和特性，及对砂轮磨粒的影响，接着介绍工件表面状态、磨削性能与磨削冷却润滑液的关系，和磨削冷却润滑液的极压添加剂、表面活性剂、基剂浓度与磨削效果；磨削冷却润滑液的状态、供给方法以及关于高速磨削加工时的磨削效果等许多资料。并且说明磨削冷却润滑液本身的缺陷，最后以一一览表的形式表示磨削冷却润滑液的种类、主要成份，性能及使用管理与磨削效果。

本书由杨金容同志校对，邢震环付室主任与贾刚付总工程师审定，由于译校者水平有限，错误之处在所难免，欢迎广大读者批评指正。

1982年8月

目 录

第一章 磨削加工与磨削冷却润滑液-----	1
(筒环磨削液)	
一、磨削加工时磨削液的作用-----	1
二、磨削加工用磨削液的种类-----	3
三、磨削液的主要成分和它的作用-----	11
四、磨削液的特性-----	15
五、磨削加工时磨粒(磨料)磨损与磨削液-----	18
第二章 工件表面状态与磨削液-----	31
一、加工表面光洁度与磨削液-----	31
二、磨削烧伤、磨削裂纹与磨削液-----	35
三、加工变质层与磨削液-----	36
四、残余应力、温度上升与磨削液-----	40
第三章 磨削性能与磨削液-----	45
一、磨削液与磨削量-----	45
二、磨削液与磨削比、磨削力-----	52
三、磨削液与砂轮磨损、砂轮堵塞-----	57
第四章 磨削加工时磨削性能与磨削液的状态-----	61
一 板压添加剂与磨削性能-----	61
二 表面活性剂与磨削性能-----	73

三、矿油浓度与磨削性能	82
四、亚硝酸钠浓度与磨削性能	85
五、非水溶性磨削液的添加剂与磨削性能	86
第五章 磨削性能与磨削液的特性	89
一、磨削液的稀释倍数(浓度)与磨削性能	89
二、磨削液的表面张力、粘度、磨擦系数与磨削性能	97
第六章 磨削液供给方法的影响	107
一、磨削加工时磨削液的供给方法	107
二、普通给液法与磨削性能	108
三、内冷却磨削与磨削性能	116
四、喷雾、二元(内外冷却)、复合注液与磨削性能	120
五、处理砂轮、超声波并用、保护气氛磨削与磨削性能	127
第七章 高速磨削加工与磨削液	134
一、高速磨削时工件表面状态与磨削液	134
二、高速磨削时工件表面状态、磨削性能与磨削液	139
三、高速磨削时磨削液的特性与工件表面状态、磨削性能	150
四、高速磨削时空气流遮挡板的影响	157
第八章 磨削加工时磨削液的使用管理	159

一、磨削液的管理与性能	-----	159
二、磨削液的过滤装置	-----	169
三、磨削废液的处理	-----	176
四、磨削液本身的缺陷	-----	181
第九章 磨削液效果比较表	-----	186
一、工件表面状态与磨削液	-----	186
二 磨削性能与磨削液	-----	187
三 磨削液添加剂的影响	-----	188
四 磨削液添加剂的浓度、基剂浓度 与磨削性能	-----	189
五 注液方法与磨削性能	-----	190
六 磨削液的表面张力、粘度、摩擦 系数的影响	-----	190
七 磨削液的使用管理	-----	191
八 磨削液的稀释倍数	-----	191
九 磨削液的性质、性能比较	-----	193
十 磨削液的缺陷与性质、添加剂与使 用管理	-----	194
十一 工件表面状态、磨削性能与磨削液	-----	195
十二 磨削效果相对应的磨削液的性质、 性能的倾向	-----	196

第一章 磨削加工与磨削冷却润滑液(简称磨削液)

一、磨削加工时磨削液的作用

1、磨削加工与磨削液

将工件进行磨削加工时，除考虑磨削规范，操作条件等加工条件外，已逐渐认识到磨削液的影响和作用，也是相当重要的。

以前，不少磨削液仅在习惯上使用，最近随着磨削加工精度的高度化，对它提出了更严格的要求，从而发展了性能优良的磨削液。

磨削液是化学产品，对使用它的机械加工技术人员，操作工人来说，就感到难于掌握。

另一方面，就连生产人员，在化学技术方面，也往往把它作为边界领域的问题搁在一边轻视不管。

最近对磨削加工提出日益严格的要求，如要求提高工件尺寸精度，要求更高的光洁度和更好的表面特性；另一方面要求提高磨削效率和延长砂轮寿命，或加工难磨削的材料等。

为了满足这些磨削加工的要求，仅靠正确选择合适的磨削条件，砂轮条件等加工条件，在很多情况下往往是不够的。

因此，在磨削加工时，除需研究砂轮修正外，有很多地方有待于提高磨削液的效果，只有提高磨削液的性能，质身才能解决这些问题。

但磨削加工的情况是复杂的，仍有许多不十分了解的地方，再加上磨削液的问题，就使问题变得更为复杂，有时可表现出相反的结果，寻找确定性的倾向也有困难。

2、磨削液的作用

最近，各有性能特点的磨削液 的磨削液多起来了，正确

地选择使用合适的磨削液，不仅可良好地进行磨削加工，还可作为排除磨削加工故障的有力手段。

但另一方面，磨削液本身也往往会产生新问题，因此对它们需作综合性的选择判断后再使用这也是很重要的。

磨削加工时，磨削液具有以下的作用，表(1-1)表示磨削液的作用。

(1) 有助于砂轮磨粒(磨料)切削对工件的切削作用，减少磨粒的切削磨损，延长砂轮寿命。

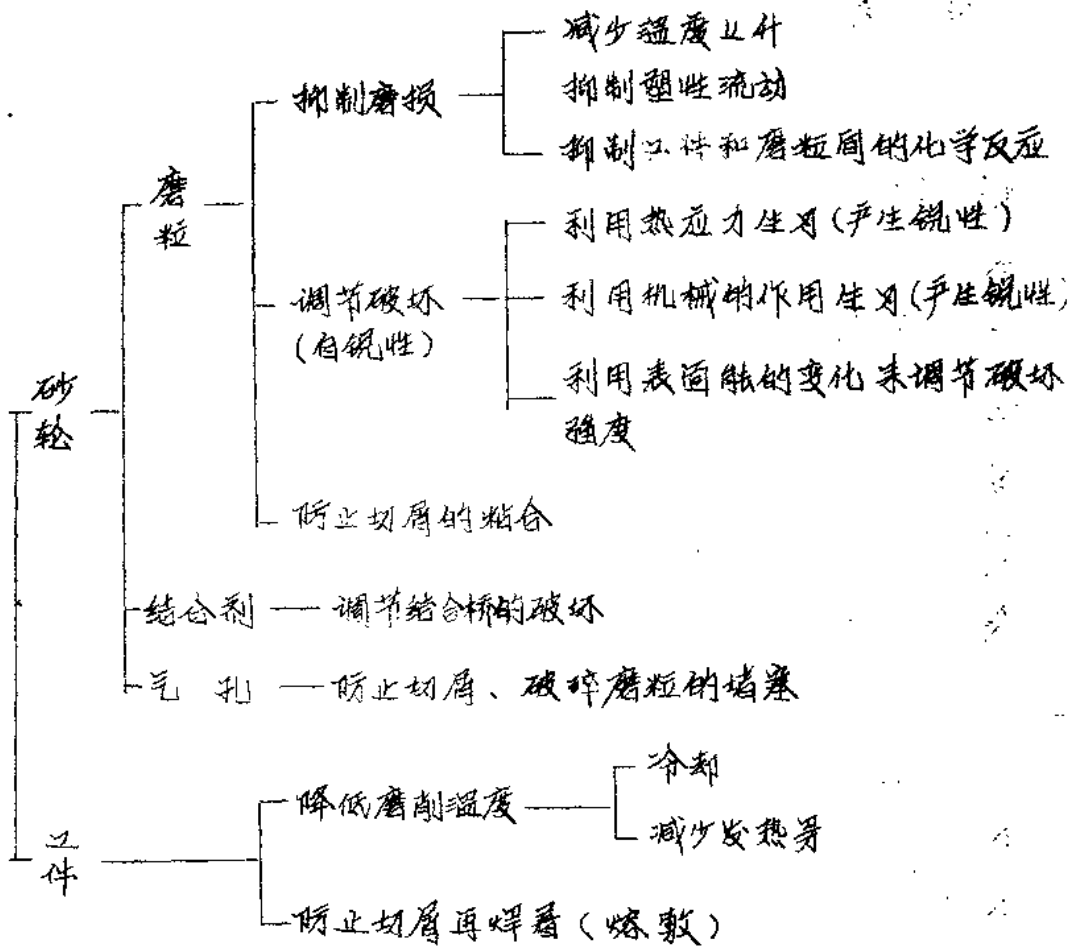
(2) 减少产生磨削热，防止产生磨削烧伤，裂纹、熔蚀、磨削加工变质层等工件表面的缺陷。

(3) 快速除去磨削热，防止工件的热膨胀，提高工件尺寸精度，加工精度。

(4) 除去磨削切屑、减少砂轮堵塞，提高加工面的光洁度。

(5) 磨削液浸入到磨削处；由于它的冷却作用，给磨粒以热冲击，促使磨粒轻微破碎，有助于磨粒切削的自锐性。

表(1-1) 磨削液的作用



二、磨削加工用的磨削液的种类

1、磨削液的种类

磨削加工用的磨削液，大致分为非水溶性磨削液和水溶性磨削液二种，分别列于表(1-2)中

(表1~2) 磨削液的种类

种类	通称	成分和磨削液的状态
非水溶性磨削液	1类 (1~6号)	混合液 由矿油或矿油 and 脂肪油配制的，不含极压添加剂。
	2类 (1~8号)	非活性非水溶性磨削液 在1类中含有氯、硫和其它的极压添加剂，铜板腐蚀试验100℃时2以下
	3类 (1~8号)	活性非水溶性磨削液 在1类中含有氯、硫和其它的极压添加剂，铜板腐蚀试验100℃时2以上
水溶性磨削液	W1类 (1~3号)	乳化液水溶性磨削液 以矿油和表面活性剂为主要成分加入水中稀释成乳化液。
	W2类 (1~3号)	半透明乳化液水溶性磨削液 以表面活性剂为主要成分，加入水中稀释成透明或半透明乳化液。
	W3类 (1~2号)	溶解液(化学溶液)水溶性磨削液 以无机盐为主要成份，加水稀释成为透明溶液。

2. 非水溶性磨削液的特性

表(1~3) 非水溶性磨削液的特性 (JIS K 2241)

种类	特 性	动粘度 (cSt) (30°C)	脂肪油 (%)	氯 (%)	钢板腐蚀		闪点 °C	倾点 °C
					100°C 小时	150°C 小时		
1. 类	1号 A 110	不满12	不满8	—	—	1以下	70以上	-5以下
	2号 A 120	"	8~15	—	—	"	"	"
	3号 A 130	"	15以上	—	—	"	"	"
	4号 A 210	12以上	不满8	—	—	"	130以上	"
	5号 A 220	"	8~15	—	—	"	"	"
	6号 A 230	"	15以上	—	—	"	"	"
2. 类	1号 B 101	不满12	—	不满5	2以下	2(1)以上	70以上	-5以下
	2号 B 102	"	—	5以上	"	"	"	"
	3号 B 211	12~70	不满10	不满5	"	"	130以上	"
	4号 B 212	"	"	5以上	"	"	"	"
	5号 B 221	"	10以上	不满5	"	"	"	"
	6号 B 222	"	"	5以上	"	"	"	"
	7号 B 301	70以上	—	不满5	"	"	150以上	—
	8号 B 302	"	—	5以上	"	"	"	—
3. 类	1号 C 101	不满12	—	不满5	3以下	—	70以上	-5以下
	2号 C 102	"	—	5以上	"	—	"	"
	3号 C 211	12~70	不满10	不满5	"	—	130以上	"
	4号 C 212	"	"	5以上	"	—	"	"
	5号 C 221	"	10以上	不满5	"	—	"	"
	6号 C 222	"	"	5以上	"	—	"	"

表(1~3) 续表

种类	号	特性	动粘性 (cSt) (30°C)	脂肪油 (%)	氯 (%)	铜板腐蚀		闪点 °C	倾点 °C
						100°C 小时	150°C 小时		
3类	7号	C301	70以上	—	不满5	3以上	—	150以上	—
	8号	C301	"	—	5以上	"	—	"	—

注(1) 适用于含有硫极压添加剂的磨削液

3、非水溶性磨削液符号的意义

例 A 2 1 0

(1) (2) (3) (4)

(1)部分的符号表示种类

A 1类

B 2类

C 3类

(2)部分的符号表示粘度

1 不满 12 cSt

2 12 ~ 70 cSt

3 70 以上 cSt

(3)部分的符号表示脂肪油的含量

0 脂肪油的含量无特殊规定

1 1类情况时不满 8%

1 2类、3类情况时不满 10%

2 1类情况时含 8~15%

2 2类、3种情况时含 10% 以上

3 仅1类情况时含 15% 以上

(4)部分的符号表示氯的含量

0 不含氯

- 1 含氟不满 5%
- 2 含氟不满 10%

4. 水溶性磨削液的特性

表(1~4) 水溶性磨削液的特性 (JIS:K2241)

种类	特 性		表面张力 达因/厘米	乳化液 浓度(注 温24小 时)	不挥发成分 (%)	比重 (15/4℃)	pH	氟 (%)	起泡 试验 (24± 2℃)	腐蚀 (室温48 小时)
	号	W								
W 1 类	1号	W 11	—	合格	60 以上	—	8.5~10	—	合格	钢板合格
	2号	W 12	—	"	"	—	8.5~10.5	报告	"	钢板合格
	3号	W 13	—	"	"	—	6.0~8.5	—	"	铝或钢板合格
W 2 类	1号	W 21	不满 40	"	30 以上	—	8.5~10.5	—	合格	钢板合格
	2号	W 22	"	"	"	—	8.5~10.5	—	"	钢板合格
	3号	W 23	"	"	"	—	6.0~8.5	—	"	铝或铜板 合格
W 3 类	1号	W 31	不满 40	"	30 以上	1.00 以上	8.5~10.5	—	合格	钢板合格
	2号	W 32	55以上	"	"	"	8.5~10.5	—	"	钢板合格

5. 水溶性磨削液符号的意义

例 W 1 2
(1) (2) (3)

(1) 部分的符号表示水溶性磨削液

(2) 部分的符号表示种类

1 水溶性乳化液

2 水溶性半透明乳化液 (可溶型)

3 水溶性溶解液 (溶解型)

(3) 部分的符号表示各型号的细分符号

6. 水溶性乳化液

以矿油作为基础油，乳化剂可用 5~20% 的阴离子表面活性剂（脂肪皂、硫酸化油，硫酸脂、树脂酸皂、环烷酸皂、石油磺酸皂等），稳定剂（稳定剂）可用高级醇、脂肪酸酯。

这种乳液添加 10~30 倍的水，稀释成为乳白色的乳化液用作磨削液。

也有在基础油中添加 1~2% 的硫来提高油性，这时乳化性很差，所以要改用非离子型表面活性剂。

乳化液在水溶性磨削液中最价廉，润滑性能好，而浸蚀性、冷却性能稍差。

广泛应用于外圆磨削、平面磨削。

最近也有含硫、氯等的极压添加剂的水溶性乳化液。

7. 水溶性半透明乳化液

由于基础油即矿油等的成分少，表面活性剂的含量多，故用水稀释后不溶解的油分成为微粒分散开来，肉眼看去几乎是透明的。

用水稀释 30~100 倍使用。

与乳化液相比，浸蚀性、冷却性较好，并因磨削液透明所以还具有容易进行磨削加工的优良，是正被广泛采用的类型。

由于磨床的工作台面的润滑油被乳化，所以有时移动变得较吃力。

8. 水溶性溶解液（化学溶解液）

以亚硫酸钠等的无机盐 20~30% 为主要成分，加入防锈剂而成为最新的水溶性磨削液，已相当广泛的使用了。

稀释 10 倍左右，很容易溶于水成为透明水溶液。

乳化液和水溶性半透明乳化液中的油液是比较大的膜粒，而水溶性溶解液则是电解质水溶液，故与前两者的形态完全不同。

水溶性磨削液由于稠性低，液面张力较大，无机盐离子有吸附作用，很少堵塞砂轮。

除普通钢，合金钢外，容易产生砂轮堵塞的铸铁、铸钢、钛合金等的磨削也可使用，磨削效率良好。

在水溶性磨削液当中它的防锈性能好，故适用于铸铁的磨削。

缺点：由于导电性强能降低接线和电动机的绝缘作用；剥离磨床的涂料；与润滑油混合会阻碍润滑等。

9、非水溶性磨削液

非水溶性磨削液以轻质矿物油（主要为轻油和锭子油即轴用润滑油）为主要成份、与5~10%的硫化脂肪油和氯化硫化脂肪油混合，再添加各种极压添加剂构成。

非水溶性磨削液润滑性，浸润性良好，冷却性能差，但用润滑性来弥补冷却性能差的一面。

用于螺纹磨削、成型磨削，珩磨等精密磨削。

与水溶性磨削液相比磨削性能好，但比重易于氧化，因而能污染周围环境卫生，所以需有相应的设备。

由于磨削液本身的油性，不必担心工件和工作机械生锈，对于保持机械精度和保全摆动部分的润滑状态来说也是有效的。

10、磨削加工用磨削液的种类和主要成分和用途。

表(1~5) 磨削液的种类和主要成份及用途

种类	成分	用途
水性	矿油+表面活性剂 矿油+动植物油+表面活性剂	一般多用于外圆磨, 平面磨等。
	矿油+表面活性剂 + 硫黄系添加剂	用于铜铝等软金属, 软钢等容易堵塞的工件(多为软入品)
	矿油+表面活性剂+氯 硫黄系添加剂 矿油+表面活性剂+氯 硫黄系添加剂+金属皂	用于不锈钢、钛合金、纯铁等不好磨削的工件(多为软入品)
磨削液	矿油+表面活性剂 矿油+动植物油+表面活性剂	最近, 在一般的磨削中用来代替乳化液。
	矿油+表面活性剂+氯系添加剂 矿油+表面活性剂+硫黄系添加剂 矿油+表面活性剂+氯、硫黄系添加剂	用于黄铜, 合金钢等的外圆、平面、切入(式)无心磨削。 用于要求加工面光洁度, 加工精度磨削效率均好的平面、外圆、无心磨削、超精等。
	无机盐类+其它的溶剂 无机盐类+表面活性剂	用于只要求磨削效率而不大要求加工面的磨削。 用于要求有磨削效率和加工精度的磨削和磨削合金钢, 纯铁等。

表(1~5) 续表

种类	成分	用途
非水溶性磨削液	轻质矿油+动植物油	用于珩磨等
	轻质矿油+动植物油+含氯添加剂	用于合金钢、铜合金的磨削提高加工面光洁度,磨削效率
	轻质矿油+动植物油+含硫添加剂	
	轻质矿油+动植物油+含氯、硫添加剂	用于合金钢的螺纹磨削,齿形磨削,凸形磨削,珩磨等。
	轻质矿油+动植物油+含氯硫添加剂+金属皂	用于主要要求有加工面精度的磨削,超精等。
	轻质矿油+含氯添加剂	铝合金纯铜部分等的外圆、平面磨削等(已加入稳定剂)
	轻质矿油+含硫添加剂	用于含活性硫多,不好磨削的工件

三、磨削液的主要成分和它的作用

1、矿油

矿油也有就直接以它为切削液使用的,但大部分的矿油是用作磨削液的基础油。

石油制得的矿油,它的种类很多,所以粘度也各不一样,可按用途自由选择使用

矿油有热稳定性大,难于老化,价格低廉等优点。

矿油分环烷系矿油和石蜡系矿油两类。

矿油作为流体润滑剂是有效的,但作为边界润滑剂和极压润滑剂使用的时候就很差,所以必须添加能与金属表面起反应的添加剂。

环烷系矿油比石蜡系矿油的溶解性好,为了得到成均一的

乎否，所以作为磨削液的基油用环烷系的矿油较好。

石蜡系矿油，在高温状态的氧化安定性较环烷系矿油优越，但对添加剂的溶解能力差。

单纯使用矿油时，只限于切削易切削的工件或限于珩磨，超精研使用。

作为这些切削液使用的矿油大多为低粘度的，有时也利用它的易浸润性当作磨削液使用。

磨削液使用的矿油有轻油、锭子油（轴用滑油）、机械油、发动机润滑油、发电机油等。

2. 表面活性剂

表面活性剂是磨削液的主要成分之一，它的作用因磨削液的种类而不同，而在水溶性磨削液的情况下，则用作乳化剂、润滑剂或清洗剂。

乳化液和水溶性溶解液的情况下可使用阴离子表面活性剂或非离子型表面活性剂，主要目的是把基油即矿油乳化。

在水溶性溶解液的情况下，使用表面活性剂是为了降低水的表面张力给予润滑性能，表(1-6)就是其中一例。

水溶性溶解液中含有较多的无机盐类，防锈剂，碱性也强，所以在这些溶液中使用表面活性剂对盐类和碱应有良好的稳定性。

表面活性剂一般对于磨削液的氧化、腐蚀、发泡等都有不良影响，所以用不含表面活性剂的水溶性溶解液的磨削液，在这些方面有明显的优越性。

非水溶性磨削液，一般不用表面活性剂，但有时可使用作为特殊用途的难溶性表面活性剂。