

机械设备维修问答丛书

设备润滑

维修 问答

中国机械工程学会设备与维修工程分会
《机械设备维修问答丛书》编委会

编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



机械设备维修问答丛书

设备润滑维修问答

中国机械工程学会设备与维修工程分会
《机械设备维修问答丛书》编委会 编



机械工业出版社

本书是《机械设备维修问答》丛书的一本。由中国机械工程学会设备与维修工程分会和机械工业出版社组织编写。

本书分别介绍了国内外润滑技术及发展,设备润滑必备的基本知识,设备润滑技术管理,润滑材料的选用,润滑材料的性质、指标,设备润滑系统的故障诊断与排除,设备润滑技术应用实例及设备润滑系统如何改造等。书后附有国内外润滑油、脂品种对照表,可供查阅。

本书取材广泛,由最新的有关手册、技术标准、教材、产品样本、专业杂志及润滑工作实践等汇集而成,可供广大设备维修人员和从事设备润滑工作人员学习或参考。

图书在版编目(CIP)数据

设备润滑维修问答/中国机械工程学会设备与维修工程分会,《机械设备维修问答丛书》编委会编. —北京:机械工业出版社, 2005.10

(机械设备维修问答丛书)

ISBN 7-111-17540-9

I. 设… II. ①中… ②机… III. ①机械设备-润滑-问答②机械维修-问答 IV. ①TH117.2-44②TH17-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 116794 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:沈红 版式设计:张世琴 责任校对:程俊巧

封面设计:姚毅 责任印制:洪汉军

北京京丰印刷厂印刷

2006 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

1000mm×1400mm B5·10.875 印张·423 千字

0 001—4 000 册

定价:30.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010) 68326294

封面无防伪标均为盗版

机械设备维修问答丛书

编 委 会

主 任 邢 敏

副主任 洪孝安

编 委 (按姓氏笔画为序) 丁立汉 刘林祥 沈 红
余作义 陈万诚 岳福林
周 本 杨士奇 蒋世忠

《设备润滑维修问答》编 写 人 王凤喜

徐 游

杨红文

主 审 人 蒋世忠

序

由中国机械工程学会设备与维修工程分会主编，机械工业出版社 1964 年 12 月出版发行的《机修手册》（8 卷 10 本），深受设备工程技术人员和广大读者的欢迎，曾于 1978 年和 1993 年两次再版和 6 次印刷，对我国设备管理和维修工作起到了积极的作用。

随着科技发展和知识更新，设备的更新换代，《机修手册》的内容已不能适应时代发展的要求，应该重新编写和修订。但是，由于工程浩大，力不从心。为满足广大设备管理和维修工作者的需要，经机械工业出版社和中国机械工程学会设备与维修工程分会共同商定，从《机修手册》中选出部分常用的、有代表性的机型，充实新技术、新内容，以丛书的形式重新编写。

从 2000 年开始，中国机械工程学会设备与维修工程分会组织四川省设备维修学会和中国第二重型机械集团公司、中国航天工业总公司第一研究院、兵器工业集团公司、沈阳市机械工程学会、陕西省设备维修学会和陕西鼓风机厂、上海市设备维修专业委员会和上海重型机器厂、天津塘沽设备维修学会和大沽化工厂、大连海事大学、武汉钢铁公司氧气有限责任公司、广东省机械工程学会和广州工业大学、山西省设备维修学会和太原理工大学等单位进行编写。

从 2002 年开始，到现在已经出版了 12 本。其中，2002 年出版了《液压与气动设备维修问答》、《空调制冷设备维修问答》、《数控机床故障检测与维修问答》、《工业锅炉维修与改造问答》4 本；2003 年出版了《电焊机维修问答》、《机床电器设备维修问答》、《电梯使用与维修问答》3 本；2004 年出版了《风机及系统运行与维修问答》、《发生炉煤气生产设备运行与维修问答》、《起重设备维修问答》、《输送设备维修问答》4 本；2005 年出版了《工厂电气设备维修问答》、《密封使用与维修问答》。

有 8 本书正在出版和编写中，分别是《工业管道及阀门系统调试与维修问答》、《空分设备维修问答》、《设备润滑维修问答》、《矿山机械设备维修问答》、《焦炉机械设备安装与维修问答》、《工程机械维修问答》、《工业炉维修问答》、《泵类设备维修问答》。

还有《锻压设备维修问答》、《铸造设备维修问答》、《压力容器检测与维修问答》等书正在落实编写单位和人员。

我们对积极参加组织、编写和关心支持丛书编写工作的同志表示感谢，也热忱欢迎从事设备与维修工程的行家里手积极参加丛书的编写工作，使这套丛书真正成为从事设备维修人员的良师益友。

中国机械工程学会
设备与维修工程分会

编写说明

设备润滑工作是做好机械设备维修保养的关键。设备润滑的作用是降低摩擦，减少磨损、振动和噪声，防止腐蚀，节省能源，提高产品质量以及延长设备使用寿命和保证设备正常运转的措施。

随着我国现代工业的发展，机械设备日益向高、精、尖的方向发展，对设备润滑的要求也越来越高，迫切地要求解决生产设备在润滑使用中出现的問題。为此，中国机械工程学会设备与维修工程分会和机械工业出版社组织编写《设备润滑维修问答》以供广大设备维修人员和从事设备润滑工作人员参考使用。

本书结合实践，并参考了《机修手册》（第8卷：设备润滑）等图书及最新出版的国家标准和国内外新技术文献。

本书第1章～第4章由王凤喜编写，第5章～第6章由杨红文编写，第7章、第8章由徐游编写，梁健高级工程师审查了部分内容，参与编审的还有郝乃清、卫才志高级工程师，全书由蒋世忠审定。本书在编写过程中曾得到中国第二重型机械集团公司总经理石柯、副总经理曾祥东、装备部长郭国英及万信工程设备公司副总经理邱智毅、王权等的热情帮助和支持，在此表示感谢。

目 录

序

编写说明

第1章 国内外润滑技术及发展

1-1 润滑技术的发展趋势是什么?	1
1-2 工业齿轮油的发展趋势是什么?	4
1-3 润滑对汽车节能有什么影响?	7
1-4 什么是润滑管理的现代化?	11
1-5 滚动轴承润滑脂的噪声特性是什么?	16
1-6 液压油产品标准的发展现状如何?	20
1-7 中国润滑油技术现状如何? 发展趋势是什么?	30

第2章 设备润滑必备的基本知识

2-1 设备对润滑系统的要求是什么?	37
2-2 采用润滑方法及装置时应考虑哪些因素?	37
2-3 切削一般钢材时应选用何种切削液?	37
2-4 润滑油脂的标准分为几类? 常见的润滑油脂标准有哪些?	38
2-5 如何选择润滑装置?	39
2-6 润滑方式如何分类? 如何选择?	40
2-7 润滑产品的类别、名称及代号有哪些?	41
2-8 润滑装置及元件检查验收规则有哪些?	44
2-9 集中润滑系统术语和分类有哪些?	46
2-10 集中润滑系统图形符号有哪些?	52
2-11 润滑产品型号如何编制?	58
2-12 常用润滑装置有哪些?	59
2-13 机床润滑的特点是什么?	73
2-14 机床常用润滑方法有哪些?	73
2-15 机床润滑剂如何选用?	75
2-16 机械压力机常用润滑方法有哪些?	81
2-17 集中润滑系统原理图有哪些?	85

2-18	组合式集中润滑系统示例有哪些？	86
2-19	集中润滑系统分配器的功能构成是什么？	87
2-20	润滑设备斜齿轮油泵型式有哪些？	88
2-21	单线干油泵型式有哪些？	93
2-22	电动润滑泵型式有哪些？	95
2-23	标准的润滑泵的种类及用途有哪些？	97
2-24	标准的油标的种类及用途有哪些？	98
2-25	什么叫作润滑点？	98
2-26	润滑的作用是什么？	98
2-27	润滑装置如何改进？	99
2-28	搞好设备润滑有什么重要意义？	99

第3章 设备润滑技术管理

3-1	设备润滑技术管理的基本内容有哪些？	100
3-2	对企业设备润滑管理的要求是什么？	100
3-3	企业设备润滑管理的结构形式有哪些？	100
3-4	设备润滑管理的职责如何分工？	101
3-5	设备润滑“五定”工作是什么？	103
3-6	设备润滑状态检查有哪些？	105
3-7	设备润滑状态监测技术有哪些？	105
3-8	企业润滑管理制度的编制内容是什么？	106
3-9	设备的清洗换油如何进行及废油回收制度有哪些规定？	107
3-10	润滑岗位职责有哪些？	113
3-11	润滑材料供应管理制度有哪些？	114
3-12	润滑装置及器具管理有哪些内容？	115
3-13	工艺用油液管理有哪些内容？	116
3-14	如何建立合理的换油制度？	116
3-15	润滑剂变质的原因是什么？	120
3-16	润滑油的“三级过滤”和添加油的原则是什么？	120
3-17	润滑油脂的贮存和保管有哪些要求？	121
3-18	如何用简易方法鉴别润滑油脂？	123
3-19	如何选择代用润滑油？	123
3-20	如何用简易方法识别常用的油品？	123
3-21	废油再生工艺是什么？如何选择？再生油如何使用？	124
3-22	润滑管理的文档格式有哪些？	131

第4章 润滑材料的选用

4-1	润滑材料如何分类？	133
4-2	润滑材料如何选用？	134
4-3	机床主轴轴承的润滑油如何选用？	135
4-4	导轨的润滑油如何选用？	135
4-5	齿轮传动的润滑油如何选用？	136
4-6	空气压缩机的润滑油如何选用？	137
4-7	机床用润滑剂如何选用？	137
4-8	润滑油添加剂如何选用？	139
4-9	怎样合理选择液压油？	139
4-10	引进设备如何选用国产液压油？	142
4-11	液压设备选用液压油程序是什么？	142
4-12	起重运输机械润滑油如何选用？	143
4-13	冷冻机润滑油如何选用？	144
4-14	通用机械润滑油如何选用？	144
4-15	起重运输机械的减速器润滑油如何选用？	145
4-16	铸造设备润滑油如何选用？	145
4-17	滑动轴承润滑油（轻、中载荷）如何选用？	146
4-18	滑动轴承润滑油（中、重载荷）如何选用？	146
4-19	滑动轴承润滑油（重、特重载荷时用油）如何选用？	146
4-20	汽油机油如何选用？	147
4-21	切削铸铁时应选用何种切削液？	148
4-22	切削铝及其合金时应选用何种切削液？	148
4-23	对润滑材料的性能要求是什么？	149
4-24	润滑油添加剂的种类性能有哪些？	149
4-25	对液压油的要求是什么？	152
4-26	润滑材料的代用与高性能化如何选用？	152
4-27	合理使用液压油的要点是什么？	154

第5章 润滑油、润滑脂、固体润滑剂的性质、指标及应用等

5-1	润滑油的种类与牌号有哪些？	155
5-2	润滑脂的种类与牌号有哪些？	158
5-3	润滑油的主要质量指标有哪些？	159
5-4	润滑脂的主要质量指标有哪些？	162

5-5	混合润滑脂对其性能影响如何？	163
5-6	什么叫作固体润滑剂？对它有什么要求？	164
5-7	固体润滑材料有哪些优缺点？	164
5-8	固体润滑材料的类别和用途如何？	165
5-9	固体润滑剂的使用方法有哪些？	165
5-10	常用润滑剂的性质及用途有哪些？	166
5-11	什么叫内燃机油？	166
5-12	汽油机油如何分类？特性及用途有哪些？	183
5-13	汽油机油理化性能要求是什么？发动机试验要求有哪些？	183
5-14	柴油机油如何分类？特性及用途有哪些？	193
5-15	柴油机油技术要求有哪些？	194
5-16	内燃机油新旧牌号对照如何？	198
5-17	什么是液压油？	198
5-18	液压油（液）品种有哪些？	199
5-19	液压油的分类有哪些？	211
5-20	液压油按照 ISO 的分类有哪些？	211
5-21	液压油的更换指标是什么？	211
5-22	液压油污染的原因是什么？	213
5-23	液压油的废油如何处理？	213
5-24	滑动轴承如何分类？其特点与应用是什么？	214
5-25	稀油润滑方式与装置的原理和应用是什么？	216
5-26	干油润滑方式与装置的原理和应用是什么？	217

第6章 摩擦、磨损与润滑

6-1	什么是摩擦？	219
6-2	摩擦的类型有哪些？	220
6-3	什么是磨损？如何分类？	221
6-4	磨损过程分为哪几个阶段？	222
6-5	影响磨损的因素是什么？减摩抗磨的措施如何？	223
6-6	摩擦、磨损造成的损失有多大？	223
6-7	什么是润滑？类型有哪些？	223
6-8	润滑油脂的发展情况如何？	224

第7章 设备润滑系统的故障诊断与排除（维修）

7-1	设备漏油产生的原因、评定标准及分类是什么？如何治理？	231
-----	----------------------------	-----

7-2	机械设备常用的润滑方法有哪几种?	233
7-3	润滑部位早期发现故障的方法是什么?	234
7-4	润滑故障出现的原因是什么?	235
7-5	润滑故障如何检查? 方法有哪些?	236
7-6	故障排除前的准备工作有哪些?	237
7-7	处理故障的步骤与方法有哪些?	238
7-8	设备故障诊断的任务、分类及实施步骤是什么?	239
7-9	叶片泵的故障如何排除?	240
7-10	齿轮泵的故障如何排除?	242
7-11	轴向柱塞泵的故障如何排除?	243
7-12	回转活塞泵的故障如何排除?	245
7-13	润滑油过滤器的故障如何排除?	246
7-14	离心式净油机的故障如何排除?	247
7-15	液压系统故障的特点是什么?	248
7-16	液压系统漏油的主要原因是什么?	248
7-17	机床液压系统常见故障如何排除?	249
7-18	液压系统动作不正常如何排除?	253
7-19	润滑油箱常见故障如何排除?	254
7-20	油雾润滑系统常见故障如何排除?	255
7-21	加油元件常见故障的检修有哪些?	255
7-22	造成液压元件与液压系统泄漏的主要原因是什么?	256
7-23	流量不正常有何影响? 如何排除?	257
7-24	MWB 型动静压滑动轴承润滑系统常见故障如何排除?	258
7-25	阀常见故障如何排除?	260
7-26	润滑系统故障的一般原因有哪些?	260
7-27	由于液压油因素引起的机械故障如何排除?	261
7-28	离心泵的常见故障如何排除?	263
7-29	冷却器的常见故障如何排除?	264
7-30	给油器的常见故障如何排除?	264
7-31	电动干油站常见故障如何排除?	265
7-32	手动干油泵常见故障如何排除?	267
7-33	CB 型齿轮泵常见故障如何排除?	267
7-34	KCB 型带阀人字齿轮泵常见故障如何排除?	268
7-35	FYQ 型分油机常见故障如何排除?	270

第8章 设备润滑技术应用实例

8-1 设备润滑系统如何改造?	271
8-2 新型润滑泵及其应用如何?	272
8-3 油气润滑技术在板坯连铸机上的应用如何?	275
8-4 不锈钢板冷轧机工艺润滑油系统改进了什么?	279
8-5 水基切削液的研制及应用如何?	283
8-6 流体动压润滑技术及其在我国的应用如何?	286
8-7 世界润滑剂的发展应用如何?	291
附录 A 国内外润滑油、脂品种对照	299
附录 B 常见标准代号及润滑有关代号 (以英文字母排序)	333
参考文献	335

第 1 章 国内外润滑技术及发展

1-1 润滑技术的发展趋势是什么？

答：对润滑技术的新进展，提出了高效、节能、环保的要求，这也是今后润滑研究的发展方向，并确立了金属磨损表面再生技术的重要地位。

润滑的目的在于用第三种物质（液体、气体、固体等）将两摩擦表面分开，避免两摩擦表面直接接触，减小摩擦和磨损。众所周知，摩擦磨损是机械零部件的三种主要破坏形式（磨损、腐蚀和断裂）之一；是降低机器和工具效率、准确度甚至使其报废的一个重要原因。随着工业生产的不断发展，人们愈来愈深刻地认识到摩擦消耗了大量能量，据估计，全世界有 $1/2 \sim 1/3$ 的能量消耗在摩擦上。零件的磨损直接影响到机器的性能和使用寿命。据统计，大约有 80% 的破损零件是由于磨损造成的。磨损失效不仅造成大量材料和部件的浪费，而且可能导致灾难性的事故，如机毁人亡等。为了减少摩擦副间的摩擦和磨损，保证机器设备的安全运行，延长其使用寿命，可以对摩擦副间的工作表面进行润滑。正确的利用润滑是减少磨损、提高效率、节约材料及能源的一个有效途径。因此愈来愈受到人们的重视。

1. 润滑技术的新进展

(1) 薄膜润滑 随着制造技术的发展，流体润滑的设计膜正在不断减少以满足高性能的要求。滑动表面间的润滑膜厚可达到纳米级或接近分子尺度，这时就在弹流润滑和边界润滑之间出现一种新的润滑状态：薄膜润滑。

薄膜润滑中润滑剂的流动和流体动力效应依然存在，但已明显偏离传统经典理论所预测的规律。但在薄膜润滑状态，当润滑膜厚度达到纳米量级时，基体表面的物理特性对润滑的影响就达到了不可忽视的地步；薄膜润滑的另一个特性是时间效应。在静态，接触区内的润滑膜厚度随时间基本不变；在高速情况下，膜厚度随时间增加而略有降低；在低速下，膜厚度随时间增加而不断增加。

(2) 润滑油添加剂 近 20 年来，润滑油添加剂的研制已取得了重大进展，为研究和应用高性能润滑剂奠定了基础，促进了润滑方式的改进。由于摩擦学和摩擦力化学的突破性进展，使润滑油添加剂的种类得以不断增加，性能不断提高，而且润滑油的复配技术也得到不断改进和成熟。由于润滑油中加入了高效添加剂，而绝大多数添加剂是极性物质，这些极性物质与金属表面发生反应，形成化学吸附膜，因此，在润滑系统中就由化学反应膜取代了润滑油吸附膜，或化学吸附膜代替了物理吸附膜，使膜更加牢靠，润滑性能更好。另外，摩擦副在局部

高温高压下, 添加剂分解出硫、磷、氯等极性物质, 这些极性物质与金属反应, 也会生成反应膜, 防止了胶合的发生。同时, 由于添加剂的存在增加了真实接触面积, 降低了接触应力; 使表面逐渐趋于光滑, 从而大大地改善了润滑状态。

(3) 高温固体润滑 现代科学技术的发展使得材料在高温条件下的摩擦、磨损和润滑问题日益受到重视, 迫切要求发展与之相适应的高温润滑剂和自润滑材料, 从而使高温摩擦学的研究和发展成为目前摩擦学领域的重要研究热点。目前, 高温固体润滑主要体现在两个方面: 高温固体润滑剂和高温自润滑材料。常用的高温固体润滑剂主要有金属和一些氧化物、氟化物、无机含氧酸盐、如钼酸盐、钨酸盐等, 另外, 还有一些硫化物, 如 PbS 、 Cr_xS_y 也可作为高温固体润滑剂。高温自润滑材料可分为金属基自润滑复合材料, 自润滑合金和自润滑陶瓷等。

金属基自润滑复合材料是指按一定工艺制备的以金属为基体, 其中含有润滑组分的具有抗磨减摩性能的新型复合材料, 它将润滑剂与摩擦副合二为一, 赋予摩擦副本身以自润滑性能。自润滑合金是对合金组元进行调整和优化, 使合金在摩擦过程中产生的氧化膜具有减摩特性。自润滑陶瓷包括金属陶瓷和陶瓷两大类。

(4) 绿色润滑油 所谓绿色润滑油是指润滑油不但能满足机器工况要求, 且油及其耗损产物对生态环境不造成危害。因此, 在一定范围内, 以绿色润滑油取代矿物基润滑油将是必然的趋势。围绕绿色润滑油这一新课题, 研究工作主要集中在基础油和添加剂上。基础油是生态效应的决定性因素, 而添加剂在基础油中的响应特性和对生态环境的影响也是必须考虑的因素。从摩擦角度而言, 绿色润滑油及其添加剂, 必须满足油品的性能规格要求; 而从环境保护角度出发, 它们必须具有生物可降解性, 较小的生态毒性和毒性累积性。作为绿色润滑油的基础油主要是: 合成脂和天然植物油。植物油基润滑剂具有无毒性, 生物可降解, 资源可再生, 价格合理, 良好的润滑性, 高的粘度指数和闪点, 与矿物油相近的倾点等, 是理想的绿色润滑油。但因其氧化稳定性差、水解不稳定等因素, 还没有被广泛应用。合成脂的热稳定性及低温性突出、粘度指数高, 可生物降解, 低毒性, 并已在航空领域得到广泛应用。但其水解稳定性较差, 且价格相对较高。绿色润滑油要求添加剂低毒性、低污染和可生物降解。一般含过度元素的添加剂和某些影响微生物活动及营养成分的清净分散剂会降低润滑剂的可生物降解性, 而含 P、N 元素的添加剂可提高润滑剂的可生物降解性。

(5) 纳米润滑材料 将纳米材料应用于润滑体系中, 是一个全新的研究领域。纳米材料具有表面积大、高扩散性、易烧结性、熔点降低、硬度增大等特点, 不但可以在摩擦表面形成一层易剪切的薄膜, 降低摩擦系数, 而且可能对摩擦表面进行一定程度的填补和修复。用纳米材料做润滑油添加剂, 可对摩擦副凹

凸表面起填充和修复作用,减小表面粗糙度,增大实际接触面积,起到减摩作用。纳米粒子尺寸较小,可以认为近似球形,在摩擦副间可像鹅卵石一样自由滚动,起到微轴承作用,对摩擦表面进行抛光和强化作用,并支撑负荷,使承载能力提高;摩擦系数降低。另外,纳米微粒具有较高的扩散能力和自扩散能力,容易在金属表面形成具有极性抗摩性能的渗透层或扩散层,表现出原位摩擦化学原理。

纳米材料具有突出的抗极压性能和优异的抗磨性,较好的润滑性能;适合在重载、低速、高温下工作,同时,它又不同于一般的固体润滑材料,它综合了流体润滑和固体润滑的优点。有人认为,应用纳米材料制备的添加剂,对摩擦后期摩擦系数的降低起决定作用,不仅可以解决常见载荷添加剂无法解决的问题,而且该领域的研究处于纳米摩擦学、润滑学、纳米材料学、现代表面科学等先进科学的结合点,对于完善润滑理论,揭示薄膜润滑的机理都有十分重要的作用。

2. 金属磨损表面再生技术

20世纪90年代诞生的金属磨损表面再生技术(摩圣技术),为在各个层面解决摩擦磨损、降低能耗、减少环境污染,减少机械设备的制造、维护及降低成本提供了最具实效的途径。“摩圣”是由多种弥散的超细矿物质组成的混合物,是一种复合型润滑材料。它可添加于任何类型的润滑油中,但它与润滑油不发生化学反应,不改变润滑油的粘度。它是依靠在金属摩擦表面原位生成金属陶瓷层的再生技术,将精加工和表面处理过程最大限度地延伸至机械设备的使用过程。摩圣粒子到达设备的金属摩擦表面,并对其进行超细加工,同时摩圣粒子会进一步细化;在局部接触点的超高温和超高压作用下,摩圣粒子融合到金属表面的晶格上,并向金属零件内部扩散,改善了金属本身的晶体结构,从而强化了其表面层结构。因此,经摩圣处理的金属表面有极高的显微硬度和极低的表面粗糙度;有超强的物理性能和抗磨特性;有极低的摩擦系数,大大改善了机械的摩擦性能。在某些特定条件下,还可承受“干摩擦”。使用摩圣技术,无须拆卸,无须停车、改性、修复,减摩可在正常运行的工况下自动完成。

摩圣技术的应用不仅能减摩抗磨;提高效率,节约能源,而且能减少污染,不愧是“绿色再造”技术。并且摩圣技术广泛适用于有摩擦磨损的机械设备,因此,在世纪之初倍受青睐。

3. 润滑研究的发展趋势

为适应现代工业的飞速发展,机械设备的润滑也应受到足够的重视,并得到迅猛发展。在一个时期内,润滑的研究将沿着以下几个趋势发展。

1) 新型高温固体润滑剂的开发和研究。重点发展适用范围宽,可用于解决多种工况条件下的摩擦学问题的新型润滑材料。

2) 深入研究纳米摩擦学, 并与宏观摩擦学研究相结合, 使摩擦学研究进一步完善, 从而更大限度地发挥该学科在国民经济中的巨大潜力。

3) 金属磨损表面再生技术是一项具有节能、节材和环保型的高新技术, 有着广阔的前景, 但它还处于起步阶段, 其作用机理等一些问题还不很清楚, 这无疑将成为世纪初的一个研究热点。

总之, 润滑技术将沿着高效、节能、环保、使用范围宽、使用方便的趋势发展。

1-2 工业齿轮油的发展趋势是什么?

答: 齿轮机构是机械中最主要的一种传动机构, 其传递功率范围大、传动效率高, 可传递任意两轴之间的运动和动力, 运动和动力的传递是齿轮机构在每对啮合齿面的相互作用、相对运动中完成的, 其间必然产生摩擦。为避免在齿轮工作面之间形成直接摩擦, 就需要润滑剂(工业齿轮油)将工作面隔开, 以保持齿轮机构的工效和延长使用寿命。工业齿轮包括开式齿轮和闭式齿轮。开式齿轮传动通常使用高粘度油、沥青质润滑剂或润滑脂, 并在比较低的速度下工作。目前有三个档次的开式齿轮油分类, 即普通开式齿轮油(CKH)、极压开式齿轮油(CKJ)及溶剂稀释型开式齿轮油(CKM)。闭式齿轮传动润滑, 与滑动轴承相比, 多数齿轮的齿廓曲率半径小, 一般为几十毫米, 因为形成油楔的条件差, 齿轮的轮面接触应力非常高, 齿面间既有滚动又有滑动, 而且滑动的方向和速度变化急剧而润滑是断续性的, 每次啮合都需重新形成油膜, 但形成油膜的条件较差。闭式齿轮油改善了齿轮的抗胶合性, 防止齿轮破裂、点蚀、胶合。工业齿轮油广泛用于各种圆柱齿轮、斜齿轮、正齿轮、人字齿轮及直、斜、螺旋伞状齿轮等机械传动装置, 在采矿、冶金、纺织、电力、建筑、机械制造等行业中应用。

1. 齿轮油的品种性能变化

(1) 国外工业齿轮油品种及性能特点 早期的含铅工业齿轮油满足 USS222 标准及 AGMA250.03 标准是工业齿轮油的最低要求。满足 AGMA250.04 标准的硫磷型工业齿轮油可用于润滑负荷较大的齿轮。欧洲则常用 David Brown S1.53.101 以及 DIN51517 Part3 标准。现代工业齿轮油在此基础上要求油品具有更高的热稳定性、抗乳化性和高温极压抗磨性能, 代表此性能的为符合 USS224 标准的齿轮油。以上这些都是代表闭式齿轮油的质量水平。开式齿轮油国外以 AGMA251.02 标准为代表。表 1-1 为目前使用的油品性能。

从表 1-1 可以看出: 美国钢铁公司 USS224 标准为世界最高水平的工业齿轮油标准。该标准不论对油品的极压性能、抗乳化性能、防锈性能还是热氧化性能的要求都比其他标准严格。