

润滑技术手册

广州机床研究所 汪德涛 编



机械工业出版社

润滑技术手册

广州机床研究所 汪德涛 编



机械工业出版社

本手册论述了摩擦、磨损与润滑的基本概念和理论知识，润滑材料及性能检测和评定，润滑系统的设计和润滑装置，典型零部件及设备的润滑，密封技术及治漏，机械设备润滑状态的监测与诊断技术，润滑管理与维护等方面的内容，并附有润滑技术常用名词术语、图形符号，最新国内外油品对照及润滑技术常用资料，润滑油、脂产品及试验方法标准目录等。

本书内容系统、全面、实用，是从事润滑技术工作人员的必备工具书。

图书在版编目 (CIP) 数据

润滑技术手册/汪德涛编. - 北京: 机械工业出版社, 1998.11

ISBN 7-111-06659-6

I. 润… II. 汪… III. 润滑 - 手册 IV. TH117.2-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 22186 号

出版人: 马九荣 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 温莉芳 金晓玲 版式设计: 冉晓华

冯宗青

责任校对: 姚培新 魏俊云

封面设计: 姚毅

责任印制: 何全君

煤炭工业出版社印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

1999 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

787mm × 1092mm¹/₁₆ · 50.25 印张 · 2 插页 · 1700 千字

0 001—3000 册

定价: 88.00 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) 68993821、68326677-2527

前 言

一切作相对运动的机械设备、交通运输工具和日用机械、电气器具的表面间都存在摩擦现象，都会不断磨损，因而需要进行润滑。润滑的目的就是为了降低摩擦阻力和能源消耗，减少表面磨损，防止腐蚀，延长使用寿命，保证设备正常运转。

编写《润滑技术手册》的目的是为了向从事润滑技术工作的工程技术人员、工人及管理人员提供较为完整的润滑技术，包括摩擦、磨损与润滑的基本概念和理论基础知识，润滑材料及其性能检测和评定，润滑系统的设计和润滑装置，典型机械零部件及设备的润滑，密封技术及治漏，机械设备润滑状态的监测与诊断技术，润滑管理与维护等方面的内容，并提供了有关的最新技术标准和参考资料。在附录中提供了有关润滑技术常用名词术语、图形符号、国内外润滑油、脂品种对照，设备润滑常用资料，润滑油、脂产品及试验方法标准目录等。

润滑技术涉及的专业面较为广泛，发展十分迅速，文中错漏之处敬请有关专家及读者随时指正。

本书在编写过程中得到广州机床研究所领导和技术人员的支持和协助，提供了大量技术资料，特此表示感谢。

汪德涛
1998年5月

目 录

前言

第 1 篇 摩擦、磨损与润滑

第 1 章 摩擦与磨损概论

1.1 绪论	3
1.2 固体的表面性质与接触	3
1.2.1 表面形貌	3
1.2.2 表面的物理化学特性	5
1.2.3 固体表面的接触	6
1.3 摩擦	7
1.3.1 摩擦的类型	9
1.3.2 摩擦的机理	9
1.3.3 滚动摩擦	10
1.4 磨损	11
1.4.1 磨损的类型	12
1.4.2 磨损的机理	12
1.4.3 磨损形式的转化	14
1.4.4 解决摩擦学问题的一般方法	15
参考文献	16

第 2 章 润滑理论基础

2.1 润滑的作用和类型	17
2.1.1 润滑的作用	17
2.1.2 润滑的类型	17
2.2 流体动压润滑	18
2.2.1 流体动压润滑的特性	18
1. 流体的粘度	18
2. 楔形润滑膜	19
2.2.2 雷诺方程	20
1. 假设	20
2. 雷诺方程的推导	20
3. 雷诺方程的应用	21
4. 雷诺方程的简化	22
5. 压力分布的边界条件	23
2.2.3 紊流和流态转变	24
1. 紊流现象	24
2. 由层流到紊流的流态转变	24
2.3 流体静压润滑	26

2.3.1 流体静压润滑系统的基本类型	26
1. 定压供油系统	26
2. 定量供油系统	26
2.3.2 流体静压润滑油膜压力的形成	26
2.3.3 因压力降而产生的粘性流体的 缝隙流动	28
1. 两平行平板	28
2. 环形缝隙	28
3. 矩形平面油垫	28
4. 圆形油腔平面油垫	28
5. 环形油腔平面油垫	29
2.3.4 流体静压润滑常用计算公式	29
1. 空载流量计算公式	29
2. 节流比和设计参数计算公式	30
3. 液阻计算公式	30
2.4 流体动静压润滑	30
2.4.1 概述	30
2.4.2 流体动静压润滑系统的基本类型	30
2.5 弹性流体动压润滑	30
2.5.1 弹性流体动压润滑的基本方程	31
1. 艾特尔-格鲁宾近似解	31
2. 线接触弹流的数值解法	33
3. 点接触弹流的膜厚计算公式	34
2.5.2 弹流润滑理论的应用	35
2.6 气体润滑	36
2.6.1 概述	36
2.6.2 气体润滑的基础理论	36
2.7 边界润滑	37
2.7.1 边界润滑的特点	37
2.7.2 边界润滑的机理	37
2.7.3 边界润滑剂的性能	38
2.7.4 形成边界膜的物理-化学过程	38
1. 物理吸附	38
2. 化学吸附	38
3. 化学反应	39
2.7.5 影响边界膜润滑性能的因素	39

2.7.6 提高边界膜润滑性能的方法	40	2.8.2 润滑脂的流变性能	44
2.7.7 “爬行”现象	41	2.9 系统分析在摩擦学中的应用	45
1. “爬行”的机理	41	1. 系统的综合特性	45
2. 消除“爬行”的方法	44	2. 选择润滑剂的系统化程序	45
2.8 润滑脂润滑	44	参考文献	47
2.8.1 概述	44		

第2篇 润 滑 材 料

第3章 润滑油、脂

3.1 原油的分类和组成	51	3.5.4 船舶柴油机油	82
1. 原油的分类	51	3.6 齿轮油	82
2. 石油馏分的化学组成	51	3.6.1 齿轮油的主要性能	82
3. 润滑油馏分的化学组成与其主要使用性能的关系	51	3.6.2 齿轮油的分类	83
3.2 润滑油的制备过程	52	1. 工业齿轮油的分类	84
1. 常减压蒸馏	52	2. 车辆齿轮油的分类	88
2. 溶剂精制	52	3.7 液压油及液力传动油	96
3. 溶剂脱蜡	52	3.7.1 液压油	96
4. 丙烷脱沥青	53	1. 液压油的主要性能	96
5. 白土精制	53	2. 液压油的分类	96
6. 润滑油加氢	53	3.7.2 液力传动油	112
7. 润滑油品种的开发	54	1. 液力传动油的主要性能	112
8. 润滑油产品调合	55	2. 液力传动油的分类	112
3.3 润滑油添加剂	57	3.8 压缩机油	117
1. 清净分散剂	57	3.8.1 压缩机油的主要性能	117
2. 抗氧化剂	57	3.8.2 压缩机油的分类	117
3. 金属钝化剂	58	1. 空气压缩机油	117
4. 极压抗磨剂	58	2. 气体压缩机油	120
5. 油性剂和摩擦改进剂	58	3.9 真空泵油	123
6. 粘度指数改进剂	58	3.9.1 真空泵油的主要性能	123
7. 防锈剂	59	3.9.2 真空泵油的分类	123
8. 降凝剂	59	3.10 冷冻机油	127
9. 抗泡沫剂	59	3.10.1 冷冻机油的主要性能	127
3.4 润滑油的分类	59	3.10.2 冷冻机油的分类	128
3.5 内燃机油	60	3.11 汽轮机油	134
3.5.1 内燃机油的基本性能	60	3.11.1 汽轮机油的主要性能	134
3.5.2 内燃机油的分类	62	3.11.2 汽轮机油的分类	134
1. 使用性能分类	62	3.12 全损耗系统用油、车轴油和风动工具用油	140
2. 粘度分类	64	3.12.1 全损耗系统用油	140
3. 我国内燃机油分类规格	65	3.12.2 车轴油	142
3.5.3 铁路机车柴油机油	80	1. 车轴油的主要性能	142
1. 国外铁路机车柴油机油的分类	80	2. 车轴油的分类	143
2. 我国铁路机车柴油机油的分类	80	3.12.3 风动工具用油	143
		3.13 主轴轴承油及导轨油	143
		3.13.1 主轴轴承油	143

1. 主轴轴承油的主要性能	143
2. 主轴轴承油的分类	144
3.13.2 导轨油	145
1. 导轨油的主要性能	145
2. 导轨油的分类	145
3.14 电器绝缘油	146
3.14.1 电器绝缘油的主要性能	146
3.14.2 电器绝缘油的分类	147
3.15 汽缸油	154
3.15.1 汽缸油的主要性能	154
3.15.2 汽缸油的分类	154
3.16 无级变速器油	155
3.16.1 无级变速器油的主要性能	155
3.16.2 无级变速器油的分类	155
3.17 制动液	156
3.17.1 制动液的主要性能	156
3.17.2 制动液的分类	157
1. 醇型制动液	157
2. 矿油型制动液	157
3. 合成型制动液	157
3.18 减振器油及阻尼油	162
3.19 防冻液	162
3.19.1 防冻液的主要性能	162
3.19.2 防冻液的分类	162
3.20 润滑脂	165
3.20.1 润滑脂的组成及结构	165
1. 稠化剂	165
2. 基础油	166
3. 添加剂	167
4. 润滑脂的结构	167
3.20.2 润滑脂的生产过程	168
3.20.3 润滑脂的主要性能	169
3.20.4 润滑脂的分类	170
3.21 润滑油、脂的选用	190
3.21.1 润滑油的选用	190
3.21.2 润滑脂的选用	190
参考文献	193

第4章 合成润滑剂

4.1 概述	194
4.2 合成润滑剂的分类	194
4.3 合成润滑剂的特性	195
4.4 合成润滑剂的结构与应用	196

4.4.1 酯类油	196
1. 酯类油的特性	196
2. 酯类油的应用	197
4.4.2 合成烃	199
1. 聚 α -烯烃	199
2. 烷基苯	200
4.4.3 聚醚	200
1. 聚醚的特性	200
2. 聚醚的应用	201
4.4.4 硅油	202
1. 硅油的特性	202
2. 硅油的应用	203
4.4.5 磷酸酯	204
1. 磷酸酯的特性	204
2. 磷酸酯的应用	206
4.4.6 氟油	206
1. 氟油的特性	207
2. 氟油的应用	207
参考文献	208

第5章 工艺润滑材料

5.1 金属切削(磨削)液	209
5.1.1 金属切削(磨削)液的作用 与性能	209
1. 金属切削过程的润滑冷却特点	209
2. 切削液的性能	211
5.1.2 切(磨)削液的分类和组成	211
1. 油基切削液分类	211
2. 油基切削液的组成	213
3. 水基切削液分类	213
4. 水基切削液的组成	215
5. 膏状及固体润滑剂	215
6. 气体冷却剂	215
5.1.3 切削液的选择	215
1. 切削液选择的依据	215
2. 油基切削液和水基切削液的区别	216
3. 根据机床的要求选择切削液	218
4. 根据刀具材料选择切削液	218
5. 根据工件材料选择切削液	218
6. 根据加工方法选择切削液	219
7. 选择切削液的经济分析	224
5.1.4 切削液的使用方法及故障处理	232
1. 切削液的使用方法	232
2. 切削液使用和管理上出现的故障 及其处理方法	235

5.1.5 切削液的维护与管理	235	5.3.2 热传导油(液)	277
1. 油基切削液的维护与管理	235	1. 热传导油(液)的主要性能	277
2. 乳化液的维护与管理	236	2. 热传导油(液)的分类规格	277
3. 合成切削液的维护与管理	237	参考文献	279
4. 切削液的净化装置	237		
5. 切削液的废液处理	241		
5.1.6 切削液切削性能的评定方法	242		
5.2 金属压力成形加工用油(液)	243		
5.2.1 概述	243		
5.2.2 金属压力成形加工用油(液) 的作用和性能	243	第6章 润滑油、脂的性能 检测和评定	
1. 金属成形加工的摩擦学系统	243	6.1 粘度及粘度和温度、压力的 关系	281
2. 塑性流体动压润滑机理	245	6.1.1 粘度	281
3. 润滑状态的类型	246	1. 动力粘度	281
4. 润滑剂的作用	246	2. 运动粘度	282
5.2.3 金属成形加工用油(液)的分 类及其选择原则	247	3. 条件粘度	283
1. 金属成形加工用油(液)的分类	247	6.1.2 粘温性能	285
2. 金属成形加工用油(液)的 选择原则	247	1. 基本概念	285
5.2.4 金属轧制用润滑剂	256	2. 粘度指数	285
1. 黑色金属压延用润滑剂	256	3. 粘度比	286
2. 有色金属压延用润滑剂	258	4. 表示润滑油粘度与温度关系 的公式	286
5.2.5 锻造挤压工艺润滑剂	259	6.1.3 粘度和压力的关系	287
1. 冷锻冷挤工艺润滑剂	259	1. 几种粘压关系式	287
2. 热锻热挤工艺润滑剂	260	2. 粘度同时随温度和压力变 化的关系式	287
3. 温锻温挤工艺润滑剂	260	3. 润滑油粘压特性的测定	288
5.2.6 金属冲压加工用润滑油(液)	261	6.2 润滑油的理化性能检验方法及 标准	290
1. 剪切冲裁润滑剂	261	6.2.1 密度和相对密度	290
2. 冲压拉深加工用油(液)	262	1. 基本概念	290
5.2.7 拉拔工艺用润滑剂	263	2. 润滑油密度测定法	290
1. 棒材、线材拉拔润滑剂	263	3. 润滑油密度与温度的关系	291
2. 管材拉拔用润滑剂	264	4. 测定润滑油密度在生产和应用 中的意义	291
5.2.8 金属压力铸造用润滑剂	264	6.2.2 油品颜色	291
1. 型腔润滑离型剂	264	1. 颜色的意义	291
2. 压射冲头润滑剂	266	2. 颜色的测定	291
5.2.9 注塑成形润滑脱模剂	266	6.2.3 闪点和燃点	293
1. 基本类型	266	6.2.4 凝点和倾点	294
2. 注塑喷剂选用的基本原则	267	6.2.5 水分	294
3. 注塑脱模剂的发展概况	267	6.2.6 机械杂质	294
5.3 热处理油及热传导油(液)	267	6.2.7 残炭	295
5.3.1 热处理油	267	6.2.8 灰分与硫酸盐灰分	295
1. 热处理油的主要性能	267	6.2.9 酸值、碱值和中和值	296
2. 热处理油的分类规格	267	6.2.10 水溶性酸或碱	296
3. 热处理油的选择	271	6.2.11 防锈性	297

6.2.12 防腐性	297	7.2 固体润滑剂的基本性能	320
6.2.13 抗泡性和空气释放性	298	7.3 固体润滑剂的分类和使用方法	320
6.2.14 抗乳化性	298	7.3.1 固体润滑剂的分类	320
6.2.15 氧化安定性	299	7.3.2 固体润滑剂的使用方法	321
6.2.16 水解安定性	301	7.4 几种常用固体润滑剂的润滑	
6.2.17 与橡胶适应性	301	作用及性能	322
6.3 润滑脂的理化性能检验方法		7.4.1 二硫化钼	322
及标准	301	1. 二硫化钼的润滑机理	322
6.3.1 外观	301	2. 二硫化钼的主要性能	322
6.3.2 滴点	301	7.4.2 石墨	323
6.3.3 锥入度	301	7.4.3 氟化石墨	324
6.3.4 水分	302	7.4.4 氮化硼	325
6.3.5 游离碱和游离有机酸	303	7.4.5 氮化硅	325
6.3.6 机械杂质	303	7.4.6 聚四氟乙烯	325
6.3.7 灰分	303	7.4.7 尼龙	327
6.3.8 皂分	304	7.4.8 聚甲醛	328
6.3.9 腐蚀	304	7.4.9 聚酰亚胺	328
6.3.10 氧化安定性	304	7.4.10 聚对羟基苯甲酸酯	329
6.3.11 蒸发损失	305	7.4.11 软金属	329
6.3.12 胶体安定性	305	7.4.12 其他	330
6.3.13 相似粘度	306	7.5 固体润滑剂的复合效应	333
6.3.14 强度极限	306	7.5.1 固体粉末润滑	333
6.3.15 机械安定性	306	1. 固体润滑剂粉末间的协同效应	333
6.3.16 水淋性	307	2. 粉末分散到液体或胶体中的复合	
6.3.17 低温转矩	307	效应	334
6.3.18 与橡胶相容性	307	7.5.2 固体润滑膜的润滑	334
6.4 润滑油的仪器分析	308	1. 气相沉积膜中的协同作用	335
6.4.1 红外吸收光谱法	308	2. 粘结固体润滑膜中的协同作用	335
6.4.2 原子发射光谱法	309	3. 电沉积膜、热喷涂膜和活化热焊膜	335
6.4.3 原子吸收光谱法	310	7.6 固体润滑涂层	336
6.4.4 质谱分析法	311	7.6.1 环氧涂层	336
6.4.5 核磁共振波谱法	311	1. HNT抗摩涂层基本组分	336
6.4.6 X射线荧光分析法	312	2. 固化剂用量计算	337
6.5 润滑剂摩擦磨损性能及模拟		3. 环氧抗摩涂层的主要性能	337
台架试验	313	7.6.2 聚酯涂层导轨	338
6.5.1 概述	313	1. 聚酯涂层的基本组分和固化反	
6.5.2 润滑剂摩擦、磨损特性的测定		应过程	338
方法简介	313	2. JKC型抗摩涂层材料的工艺	
6.5.3 润滑剂摩擦、磨损特性的数值		特性	339
表示方法	314	7.6.3 含氟涂层导轨	340
6.5.4 常用的几种试验机	314	7.7 高分子复合材料及其应用	341
参考文献	319	7.7.1 金属塑料复合材料	341
		7.7.2 塑料导轨软带	343
		7.7.3 高分子复合材料的摩擦学特性	346

第7章 固体润滑

7.1 概述	320
--------------	-----

1. 高分子材料的摩擦机理	347	3. 磨损寿命	349
2. 高分子材料的磨损机理	347	4. 承受负荷能力	349
7.8 固体润滑剂的性能测试方法	348	5. 粘结强度(干膜附着力)	349
7.8.1 粉末润滑剂性能的测试项目	348	6. 防腐蚀性能	349
1. 纯度	348	7. 耐溶剂性	350
2. 粒度和粒子形状	348	8. 储存稳定性	350
3. 水分	349	7.8.3 复合材料	350
4. 润滑性	349	1. p_v 值	350
7.8.2 干膜润滑剂性能的测试项目	349	2. 耐磨性	350
1. 固体组分含量	349	参考文献	351
2. 干膜厚度	349		

第3篇 润 滑 技 术

第8章 润滑系统的设计和润滑装置

8.1 润滑系统的分类和选择要求	355
8.1.1 润滑系统和方法的分类	355
1. 润滑系统和方法的分类	355
2. 集中润滑系统的类型	355
8.1.2 润滑系统的选择原则	359
8.2 常用润滑油润滑方法和装置	360
8.2.1 手工给油装置	360
8.2.2 滴油润滑	362
8.2.3 油绳和油垫润滑	365
8.2.4 油环或油链润滑	365
8.2.5 油浴和飞溅润滑	365
8.2.6 压力强制润滑	365
8.2.7 喷油润滑	366
8.3 常用润滑脂润滑方法和装置	367
8.3.1 脂杯润滑	367
8.3.2 脂枪润滑	368
8.4 润滑油集中润滑系统的设计	370
8.4.1 概述	370
8.4.2 稀油集中润滑系统设计的任务和 步骤	371
8.4.3 润滑系统的测量、监测及报警 装置	382
8.5 油雾润滑系统的设计	388
8.5.1 概述	388
8.5.2 油雾润滑系统的设计	391
8.6 润滑脂润滑系统的设计	394
8.6.1 润滑脂(干油)集中润滑系统 的分类	394
8.6.2 干油集中润滑系统设计计算	400

1. 设计步骤	400
2. 自动干油集中润滑站能力的确定	401
3. 计算输脂管路中的压力损失	402
8.7 润滑油的过滤净化和污染控制	404
8.7.1 概述	404
8.7.2 过滤及过滤器	404
8.7.3 润滑油液污染度的测定	408
参考文献	409

第9章 典型机械零部件的润滑

9.1 齿轮传动的润滑	410
9.1.1 概述	410
1. 齿轮的分类	410
2. 齿轮的损坏类型与润滑的关系	410
9.1.2 闭式齿轮传动润滑的特点和作用	411
1. 齿轮润滑的特点	411
2. 齿轮润滑剂的作用	412
9.1.3 选择齿轮润滑油的几种典型方法	412
1. AGMA 标准规范“工业闭式齿轮传动 的润滑”	412
2. 我国专业标准 ZBJ17003—89“工业 齿轮润滑油选用方法”	413
3. 按德国标准 DIN51509 第1部分“齿轮 润滑油的选择”	416
4. ISO/TC28/SC4/WG I“关于工业齿轮油 系列品种及性能要求”的标准提案	417
5. 日本常用选油图表	418
6. 利用弹性流体动压润滑理论来选择 闭式齿轮传动润滑油的最佳粘度	419
7. 选择齿轮润滑油的各种方法的比较	420
9.1.4 齿轮润滑方式的选择和供油量控制	420

1. 油池浸浴法	421	9.4 导轨的润滑	452
2. 循环压力喷油法	421	9.4.1 概述	452
9.1.5 蜗杆副的润滑	421	1. 导轨工作的特点	452
1. 三种常用蜗杆副类型及其润滑特点	421	2. 导轨润滑剂的作用	452
2. 蜗轮润滑剂的作用及其特性	421	3. 导轨的磨损与失效	452
3. 选择蜗杆副润滑油的几种典型方法	421	9.4.2 机床导轨润滑状态分析	453
4. 蜗杆副润滑方式的选择和供油量控制	422	9.4.3 机床导轨润滑油的正确选择	454
9.1.6 开式齿轮传动的润滑	424	9.4.4 液体静压润滑导轨	455
1. 开式齿轮传动润滑的特点和对其润滑剂性能的要求	424	9.4.5 机床导轨润滑方法的选择	455
2. 美国齿轮制造商协会 AGMA 推荐的开式齿轮油有关表格	425	9.4.6 滑动导轨润滑油槽的形式和尺寸	456
3. 日本润滑学会推荐的开式齿轮及蜗轮传动润滑油粘度表	425	9.4.7 导轨的防护装置	459
9.1.7 车辆齿轮传动润滑	426	9.4.8 机床导轨的维护保养	460
1. 车辆齿轮的润滑特点	426	9.5 液压油和液力传动油的选用	460
2. 车辆齿轮油的选择	426	9.5.1 概述	460
9.2 滑动轴承的润滑	428	9.5.2 怎样正确选择与合理使用液压油	460
9.2.1 滑动轴承分类与特点	428	1. 正确选择液压油的依据	460
9.2.2 动压滑动轴承的润滑	430	2. 合理使用液压油的要点	463
1. 动压滑动轴承的分类及特点	430	9.5.3 怎样正确选择与合理使用液力传动油	465
2. 滑动轴承润滑剂的选择	431	1. 液力传动油的特点	465
3. 在选择滑动轴承润滑油时应考虑的主要因素	431	2. 正确选择液力传动油	465
4. 选择滑动轴承润滑油的几种典型方法	432	9.6 螺旋副的润滑	465
5. 滑动轴承润滑方式的选择和供油量控制	438	9.6.1 螺纹联接的润滑	465
6. 滑动轴承润滑脂的选用	440	9.6.2 回转变位及微调用螺旋副的润滑	465
7. 滑动轴承润滑槽	441	9.6.3 机床螺旋传动的润滑	466
9.2.3 液体静压轴承的润滑	441	9.7 钢丝绳的润滑	466
1. 静压轴承的特点	441	9.7.1 钢丝绳的摩擦、磨损	466
2. 静压轴承润滑最佳润滑油粘度的计算	442	9.7.2 钢丝绳的润滑	467
3. 静压轴承对润滑油的要求	442	9.8 链条的润滑	469
4. 静压轴承对润滑油的选用	443	9.8.1 链条的类型	469
5. 液体静压轴承的装配、调试中常见的失效问题及消除方法	443	9.8.2 链传动装置的摩擦与磨损	470
9.3 滚动轴承的润滑	443	9.8.3 传动链对润滑剂的要求和选用	470
9.3.1 滚动轴承的特点	443	9.8.4 链条润滑方法的选择	471
9.3.2 选择滚动轴承润滑油的几种典型方法	445	9.9 离合器、联轴器和无级变速器的润滑	472
9.3.3 滚动轴承选用润滑脂应考虑的因素	448	9.9.1 离合器的润滑	472
9.3.4 滚动轴承用脂的选择实例	451	9.9.2 联轴器的润滑	472
		9.9.3 机械无级变速器的润滑	473
		1. 机械无级变速器油的特点	473
		2. 机械无级变速器油的选用	473
		3. 机械无级变速器油的合理使用	476
		参考文献	476

第 10 章 典型设备的润滑	
10.1 金属切削机床的润滑	478
10.1.1 机床润滑的特点	478
10.1.2 机床润滑剂的选用	478
10.1.3 机床常用润滑方法	483
10.2 锻压设备的润滑	484
10.2.1 机械压力机的润滑	484
1. 润滑方式	484
2. 润滑材料选用	484
10.2.2 螺旋压力机的润滑	486
10.2.3 锻锤的润滑	486
1. 蒸汽-空气锤、无砧座锤的润滑	486
2. 空气锤的润滑	487
10.2.4 液压机的润滑	487
1. 水压机泵、阀元件和水压缸的润滑	488
2. 导轨的润滑	489
10.3 汽车及内燃机的润滑	489
10.3.1 概述	489
10.3.2 内燃机的润滑系统	490
10.3.3 内燃机油的选用	492
1. 汽油机油的选用	492
2. 柴油机油的选用	495
10.3.4 汽车及车辆的润滑	499
10.3.5 农业机械的润滑	502
1. 农业机械润滑的特点	502
2. 农业机械的润滑剂选用	502
10.3.6 铁路车辆的润滑	503
1. 内燃机车柴油机特点及对润滑的要求	503
2. 铁路车辆的润滑剂选用	503
10.3.7 船舶的润滑	503
1. 船用柴油机对润滑油的要求	503
2. 船舶用油	504
10.3.8 飞机的润滑	504
10.4 矿山设备的润滑	506
10.4.1 概述	506
10.4.2 矿山机械对润滑油的要求	506
10.4.3 矿山机械用油举例	507
10.5 气体压缩机的润滑	509
10.5.1 概述	509
10.5.2 气体压缩机的润滑方式及特点	509
10.5.3 润滑剂的选择	512
1. 不同的压缩气体决定了对润滑剂类型的选择	512
2. 润滑油粘度的选择	513
3. 油品的代用	513
10.5.4 气体压缩机润滑系统的使用及维护	514
10.6 冷冻机的润滑	514
10.6.1 概述	514
10.6.2 冷冻机润滑的特点	514
1. 活塞式冷冻机	514
2. 螺杆式冷冻机	516
3. 离心式冷冻机	517
10.6.3 冷冻机润滑油的选用	517
10.6.4 冷冻机润滑系统的故障及维护	519
10.7 起重运输机械的润滑	519
10.7.1 概述	519
10.7.2 起重运输机械润滑点的分布	519
10.7.3 起重运输机械典型零部件的润滑	520
1. 钢丝绳的润滑	520
2. 减速器的润滑	520
3. 开式齿轮的润滑	520
4. 齿轮联轴器、滚动轴承、卷筒内齿盘以及滑动轴承的润滑	520
5. 液压推杆与液压电磁铁的润滑	520
10.7.4 典型起重运输机械的润滑	520
10.8 冶金设备的润滑	521
10.8.1 轧钢机的润滑	521
1. 轧钢机对润滑的要求	521
2. 轧钢机润滑采用的润滑油、脂	522
3. 轧钢机常用润滑系统简介	522
4. 轧钢机常用润滑装置	526
5. 轧钢机常用润滑设备的安装维修	526
10.8.2 其他冶金设备的润滑	528
1. 炼铁及烧结设备的润滑	528
2. 炼钢设备的润滑	529
10.9 橡胶及塑料加工机械的润滑	529
10.9.1 橡胶加工机械的润滑	529
10.9.2 塑料加工机械的润滑	530
1. 混炼机的润滑	530
2. 注塑机的润滑	530
10.10 发电机及电动机的润滑	531
10.10.1 概述	531
10.10.2 火力发电机组的润滑	531

1. 燃气轮机及蒸汽轮机发电机的润滑特点	531
2. 汽轮机用油	531
10.10.3 水轮发电机组的润滑	531
10.10.4 柴油机发电机组的润滑	531
10.10.5 电动机的润滑	532
10.11 纸浆造纸机械与纺织机械的润滑	532
10.11.1 纸浆造纸机械的润滑	532
1. 纸浆机械的润滑	532
2. 造纸机的润滑	533
10.11.2 纺织机械的润滑	534
10.12 仪器仪表的润滑	535
1. 10号仪表油 (SH0138—92)	535
2. 精密仪表油 (SH0454—92)	535
3. 4122号高低温仪表油 (SH0465—92)	535
4. 4121号低粘度仪表油 (SH0464—92)	535
5. 3号仪表润滑脂 (SH0385—92)	535
6. 精密仪表脂 (SH0455—92~SH0458—92)	535
7. 7105号光学仪器极压脂 (SH0442—92)	535
8. 7106号、7107号光学仪器润滑脂 (SH0443—92)	535
10.13 木材加工机械和铸造机械的润滑	536
10.14 食品加工机械的润滑	536
10.14.1 食品加工机械对润滑的要求	536
10.14.2 食品机械润滑剂的选用	537
10.15 家用电器、机械及办公机器的润滑	540
10.15.1 办公机器的润滑	540
1. 电子计算机(电脑)的润滑	540
2. 静电复印机的润滑	540
3. 照相机、电话机的润滑	540
4. 录放机磁带、磁盘的润滑	540
10.15.2 家用电器、机械的润滑	541
1. 自动扶梯的润滑	541
2. 电梯的润滑	543
3. 自行车的润滑	543
4. 粉碎机、磨粉机的润滑	543
5. 烤炉机械的润滑	543
6. 缝纫机的润滑	543
7. 家用电冰箱、空调机的润滑	544

8. 洗衣机的润滑	544
9. 电风扇(换气扇)的润滑	544
10. 钟表计器机械的润滑	544
11. 摩托车的润滑	545
参考文献	545

第 11 章 密封技术及治漏

11.1 常见泄漏原因及其治理方法	547
11.1.1 常见泄漏原因	547
11.1.2 治理泄漏的方法	547
11.2 密封装置的作用和种类	548
11.3 密封装置的选择原则、工作条件与性能指标	548
11.3.1 选择原则	548
11.3.2 密封的工作条件与性能指标	550
11.3.3 密封件选择须知	554
11.4 橡胶密封件的分类、特点和选用	555
11.4.1 挤压型密封圈	555
11.4.2 径向唇形密封圈	556
11.4.3 旋转轴唇形密封圈	558
11.4.4 橡胶密封件材料的选用	560
11.5 其他密封装置	561
11.5.1 软填料密封	561
11.5.2 垫片密封	566
11.5.3 毡圈密封	566
11.5.4 迷宫密封	569
11.5.5 磁流体密封	570
11.5.6 粘性密封	571
11.5.7 凝固密封	571
11.5.8 封液环形密封	571
11.5.9 浮环密封	572
11.6 机械密封	572
1. 机械密封的优缺点	572
2. 机械密封形式、主要尺寸 (GB6556—94)	572
3. 载荷系数(平衡系数) K	574
4. 密封面压力 p_c	575
5. 机械密封端面上的 p_{ω}	575
6. 密封面的平直度和表面粗糙度	575
7. 机械密封的安装	576
11.7 防漏密封胶	576
11.7.1 液态密封胶	576

1. 概述	576	12.6.2 原子发射光谱分析法	598
2. 分类	576	12.7 铁谱监测技术	600
3. 特性	578	12.7.1 铁谱仪的原理与结构	601
4. 应用	578	1. 分析式铁谱仪	601
11.7.2 厌氧胶粘剂	578	2. 直读式铁谱仪	603
1. 概述	578	3. 在线式铁谱仪	604
2. 分类和应用范围	580	4. 旋转式铁谱仪	604
3. 特性	582	12.7.2 铁谱分析操作技术	605
11.7.3 性能测试	582	1. 取样技术	605
1. 液态密封胶的性能测试分类	582	2. 样品处理	606
2. 锁固型厌氧胶的测试	582	3. 铁谱仪的操作	606
3. 密封用厌氧胶的测试	585	4. 谱片的光学检查	607
11.8 浸渗技术	585	5. 谱片加热法	608
11.8.1 概述	585	6. 扫描电子显微镜和 X 射线能谱分析	608
11.8.2 浸渗技术应用范围	585	12.7.3 磨损颗粒的定性分析与磨损趋势 分析	609
11.8.3 浸渗方法和浸渗胶	585	1. 磨损颗粒定性分析	609
11.8.4 无机浸渗胶的应用技术	586	2. 磨损趋势分析	610
11.8.5 厌氧浸渗胶的应用技术	587	12.7.4 铁谱监测与诊断的一般程序	611
11.9 密封带	588	12.7.5 铁谱监测应用实例	612
参考文献	588	1. 柴油机监测与诊断	612
		2. 透平机组减速齿轮箱在线铁谱监测	613
第 12 章 机械设备润滑状态的监 测与诊断技术		12.8 油液分析综合监测专家系统	614
12.1 概述	590	12.8.1 油液分析综合监测硬件系统	614
12.2 润滑状态监测系统的分类与 作用	590	12.8.2 油液分析综合监测专家系统	614
1. 直观监测	590	12.8.3 ATLAS 3C 专家系统	615
2. 功能监测	590	12.9 振动监测方法	615
3. 磨损与润滑剂污染物监测	590	12.9.1 振动监测系统的结构	616
4. 摩擦、振动与噪声监测	591	12.9.2 测振传感器	619
12.3 直观监测方法、功能监测方法 与直接监测法	594	12.9.3 电信号的中间变换装置	620
12.3.1 直观监测方法	594	12.9.4 显示与记录设备	620
12.3.2 功能监测方法	594	12.9.5 信号处理设备	620
12.3.3 直接监测法	595	12.9.6 激振系统	620
12.4 磨屑收集法	595	12.9.7 其他测振技术	620
12.4.1 磁塞监测技术	595	12.9.8 机器振动监测方案的拟定	620
12.4.2 过滤器监测法	597	12.9.9 滑动轴承振动诊断方法	621
12.5 放射性同位素监测法	597	1. 滑动轴承振动综合分析诊断	621
1. 薄层活化示差法	597	2. 滑动轴承状态监测系统设计实例	621
2. 浓度法	598	12.10 设备故障诊断	623
3. 滤油器流通法	598	12.10.1 故障诊断的分类	623
12.6 光谱监测技术	598	12.10.2 故障诊断实施步骤	623
12.6.1 概述	598	12.10.3 设备润滑系统常见故障及原因	624
		1. 润滑系统故障的一般原因	624
		2. 加油元件、润滑装置及润滑系统常见	

故障的检修	625	检修	632
3. 设备润滑控制与监测装置常见故障及其		参考文献	636

第 4 篇 润滑管理与维护

第 13 章 设备润滑管理

13.1 设备润滑管理的组织	641
13.1.1 润滑管理的基本任务	641
13.1.2 组织机构与人员配备	641
1. 组织机构	641
2. 人员配备	642
13.1.3 润滑管理的主要制度	464
1. 润滑材料供应管理制度	644
2. 润滑装置及器具管理制度	645
3. 润滑工安全技术操作规程	645
4. 工艺用油液管理制度	645
5. 润滑油库防火制度	645
13.2 设备润滑管理用图表的编制	645
1. 设备润滑卡片	645
2. 设备换油卡片	646
3. 年度设备清洗换油计划表	649
4. 月份清洗换油实施计划表	649
5. 年、月用油量统计表	650
6. 油质化验计划表	650
7. 设备治漏计划表	650
8. 润滑材料需用量申请表	650
9. 润滑材料年、季使用量和回收量	
统计表	650
13.3 润滑管理的“五定”和消耗	
定额	651
13.3.1 润滑管理的“五定”	651
13.3.2 润滑材料的消耗定额	652
13.3.3 设备清洗油消耗定额	653
13.3.4 废油的回收定额	653

参考文献	653
------------	-----

第 14 章 润滑剂的储运、使用、回收与再生

14.1 润滑剂的储运与入库检验	654
14.1.1 油品的保管和运输	654
14.1.2 油品的交货验收及计量	654
1. 油品的交货和验收	654
2. 油品的计量	655
14.2 润滑剂的变质、更换与设备	
净化	655
14.2.1 润滑剂的变质与更换	655
1. 润滑剂变质的原因	655
2. 建立合理的换油制度	655
3. 润滑油的“三级过滤”和添加油的	
一般原则	655
14.2.2 设备净化	655
1. 设备内外积垢的分类和净化方法	655
2. 润滑系统的清洗和净化	659
3. 各种油料及净化材料的安全技术	660
14.3 废旧润滑油的回收和再生技术	660
14.3.1 废旧油的回收和保管	660
1. 废旧油的回收	660
2. 废旧油的保管	661
14.3.2 废油的再生技术	661
1. 废油再生工艺	661
2. 废油再生工艺的选择	665
3. 废油再生前的生产准备	665
4. 再生油的使用	666
参考文献	666

附 录

附录 A 润滑技术常用名词术语、图形符号

A-1 润滑技术常用名词术语	669
A-2 集中润滑系统图形符号	677

附录 B 国内外润滑油、脂品种对照

表 B-1 国内外汽油机油品对照	683
------------------------	-----

表 B-2 国内外柴油机油品对照	687
表 B-3 国内外车辆齿轮油品对照	691
表 B-4 国内外工业齿轮油品对照	693
表 B-5 国内外开式齿轮油品及蜗轮	
蜗杆油品对照	696
表 B-6 国内外液压油 (HL) 品对照	697
表 B-7 国内外抗磨液压油 (HM) 品对照	698
表 B-8 国内外低温 (HV)、低凝 (HS) 液压	

油以及数控机床液压油对照	699	传动油互换性	740
表 B-9 国内外液压-导轨油 (HG) 及导轨油 (G) 品对照	700	表 B-35 前苏联与原东欧各国传动油产品互换	740
表 B-10 国内外抗燃性液液 (HFDR, HFB, HFC, HFAE, HFAS) 品对照	701	表 B-36 前苏联与壳牌石油公司液压油对照	741
表 B-11 国内外液力传动油与自动变速器油 (ATF) 品对照	704	表 B-37 前苏联与原东欧各国液压油产品互换	742
表 B-12 国内外汽车制动液及防冻液品对照	706	表 B-38 前苏联工业用油与壳牌公司油品互换对照	742
表 B-13 国内外全损耗系统用油 (AN) 及机械油品对照	707	表 B-39 前苏联内燃机油与壳牌公司内燃机油的互换	744
表 B-14 国外气动工具用油品对照	709	表 B-40 世界主要石油公司代号及全称 (部分)	745
表 B-15 国外喷雾润滑用油品对照	709		
表 B-16 国内外主轴轴承油品对照	710	附录 C 设备润滑常用资料	
表 B-17 国外油膜轴承油品对照	711	C-1 润滑剂分类	746
表 B-18 国内外汽轮机油品对照	712	C-2 润滑油粘度及其换算	746
表 B-19 国内外往复式空压机油品对照	713		
表 B-20 国内外回转式空压机油品对照	714	附录 D 润滑油、脂产品及试验方法标准目录 (摘录)	
表 B-21 国内外真空泵油及扩散泵油品对照	715	D-1 石油产品综合	769
表 B-22 国内外冷冻机油品对照	716	D-2 润滑油类	771
表 B-23 国内外电器绝缘油品对照	717	D-3 润滑脂类	775
表 B-24 国内外蒸汽缸油品对照	718	D-4 绝缘油	777
表 B-25 国内外工业润滑脂品种对照	719	D-5 液压油	777
表 B-26 国内外车辆润滑脂品种对照	725	D-6 合成油脂	778
表 B-27 国外金属切削液品种对照	728	D-7 真空油脂、防锈油脂	779
表 B-28 国外金属塑性加工液品种对照	734	D-8 工艺用油	780
表 B-29 国外电加工液品种对照	735	D-9 石油产品添加剂	781
表 B-30 国内外热处理油品对照	736	D-10 油品应用类	782
表 B-31 国外热传导油品对照	737	D-11 已废止的标准	782
表 B-32 国外防锈油品对照	738	D-12 密封制品	783
表 B-33 原经互会成员国及南斯拉夫内燃机油的互换	740		
表 B-34 前苏联传动油与壳牌公司 (Shell)			

第 1 篇

摩擦、磨损与润滑