

润滑系统污染控制与 设备车辆润滑技术

巴 鹏 著

沈阳出版社

..

润滑系统污染控制与 设备车辆润滑技术



沈阳出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

• •
润滑系统污染与设备车量润滑技术 / 巴鹏著.

沈阳: 沈阳出版社, 2005. 5

ISBN 7-5441-2777-X

I. 润… II. 巴… III. ①润滑系统-污染控制 ②汽车-发动机-润滑系统
③润滑剂 IV. ①TK05 ②U472.43③TE626.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 025910 号

出版者: 沈阳出版社

(地址: 沈阳市沈河区南翰林路 10 号 邮编: 110011)

印刷者: 沈阳市昌通彩色印刷厂

发行者: 沈阳出版社

开 本: 880mm×1230mm 1/32

印 张: 11.15

字 数: 362 千字

出版时间: 2005 年 5 月第 1 版

印刷时间: 2005 年 5 月第 1 次印刷

责任编辑: 朱明霞

封面设计: 李 静

责任校对: 李增乱

责任审读: 刘大鹰

责任监印: 杨 旭

定 价: 26.00 元

联系电话: 024—24807997

邮购热线: 024—24124936

E-mail: sysfax_cn@sina.com

前 言

随着我国国民经济高速发展和装备制造水平的迅速提高,设备的润滑、维修、保养方面技术得到了广泛应用并受到高度重视,同时也对润滑系统的可靠性提出了更高的要求。过去由于人们对润滑与密封工作重视不够,缺乏必要的润滑、维修、保养知识,造成大批机械设备因润滑不当而磨损,这不仅缩短设备使用寿命,降低产品质量和劳动生产率,而且也造成了大量的人力、物力浪费和环境污染。大量的事实表明,机械设备的安全可靠性与系统的润滑状况有密切的关系,国内外资料统计说明,机械系统的故障 70~95%是由于系统的润滑失效引起的,其中 70~85%是润滑系统油液污染的原因,10%是润滑系统密封泄露的原因。因此提高润滑质量、控制润滑系统油液污染、防止润滑系统泄露已成为国内外石化、冶金和装备等工业普遍关注的问题。尤其是近 20 年来,人们致力于不断地提高润滑产品质量,完善润滑系统污染控制技术,采用新型的润滑材料和润滑技术,以提高工作的可靠性。在这期间,国外润滑剂(主要是润滑用油液)平均清洁度提高了 5 级(ISO4406),相当于油液中污染颗粒是原来的 1/32,而我国的污染度一般比国外的高 3~4 级;密封技术比国外落后 10 年左右,因而设备故障率高,元件寿命短,设备效能不能充分地发挥。

车辆润滑是我国润滑油消费的主力之一,据不完全统计,2000 年中国汽车保有量为 180 万辆,农用车为 150 万辆,摩托车为 400 万辆,2005 年以后据预测汽车及摩托车保有量呈稳步上升的趋势。2000 年润滑油全国需求量达 350 万吨,预计 2005 年达 390~420 万吨,其中油田设备及车辆占总数的 1/3~1/4。纵观润滑油生产状况,中国有 3000 多家生产厂,普遍是生产规模小,生产技术落后;而国外总计才 2400 家,生产规模大,技术先进。统计资料表明,2000 年我国润滑油产量为 470 万吨,美国仅一地年产量就有 520 万吨,而且油品质量好、档次高。最近几年,国外又在国内投资建了 27 个大型石油调和厂,这不仅增加了民族润滑油工业发展的压力,也使得国内润滑油油品市场种类更加繁杂多样,产品质量良莠不齐,进而给从事设备润滑工作者增加了很多附加工作,甚至有时造成了很大的困难。因此,如何给润滑设备选用合适的润滑油、润滑脂,如何正确使用润滑油、润滑脂,如何搞好设备车辆润滑等工作在近年来一直困扰着润滑

工作者，并使他们中的许多人多年来一直在工作，努力寻求更好、更完善的润滑技术，建立润滑站（中心）就是搞好润滑技术工作的措施之一。

润滑站（中心）是设备润滑管理的集散地，是负责本地区、本部门设备用润滑油管理工作的专业职能部门，包括油品的储存、发放，油品质量、润滑服务跟踪和监测等，是国内目前应用非常广泛的润滑技术措施。企业性质不同，润滑站的形式、规模有所不同。目前石油企业用于车辆和设备润滑服务的润滑站（中心）规模较大，功能较全，是多年来石油企业润滑工作者努力工作的结果。作为十几年来一直从事油田润滑站（中心）油品加注设备设计、制造工作的本人，在服务石油企业润滑工作的同时，掌握了一些应用润滑油的实践知识和润滑设备、车辆等方面的技术，从而在设备车辆润滑被高度重视的今天，本人能够通过所掌握的润滑知识和所积累的实际工作经验。将多年来收集的一些有关润滑技术方面的资料加以整理，作为工作总结，撰写“润滑系统污染控制与设备车辆润滑技术”一书，以期提供给读者，供读者参考。

本书编写过程中，得到了辽河油田资产处、沈阳采油厂、兴隆台采油厂、茨榆坨采油厂、曙光采油厂资产科和润滑站（中心）的大力支持和协助，在此表示衷心的感谢。同时也感谢江汉油田、华北油田、大庆油田资产处、各二级单位资产科和润滑站（中心）的支持、协助和提供的资料。

书中有不当之处欢迎批评指正。

作 者

2005年3月

目 录

前言

基础篇

第一章 摩擦、磨损与润滑	1
1.1 摩擦、摩擦的种类与摩擦定律	1
1.2 磨损、磨损的种类	3
1.3 磨损的过程与影响磨损的因素及减摩、抗磨的措施	4
1.4 润滑、润滑的种类和作用	5
第二章 润滑材料	7
2.1 润滑材料的种类和用途	7
2.2 我国矿物润滑油、润滑脂的分组, 分级及其命名和代号	8
2.3 润滑油、润滑脂的主要质量指标及其在使用上的意义	8
2.3.1 润滑油的主要质量指标及其在使用上的意义	8
2.3.2 润滑脂的主要质量指标及其在使用上的意义	16
2.4 润滑油润滑和润滑脂润滑的特点	27
2.5 石油产品添加剂	28
2.6 常用润滑油、润滑脂、合成润滑脂的品种和用途	32
2.7 固体润滑剂材料的性能特点、种类、用途和使用方法	47
第三章 润滑系统污染的成因	54
3.1 概述	54
3.2 颗粒杂质的形态	54
3.3 流体液质中颗粒杂质引起的失效模式	55
3.4 颗粒杂质污染的磨损机理	56
3.4.1 相对运动表面间的磨损	57
3.4.2 冲蚀磨损	59
第四章 润滑系统颗粒杂质污染的危害	61
4.1 颗粒杂质污染对元件的危害	61
4.1.1 颗粒杂质对磨损的影响	61
4.1.2 颗粒杂质尺寸与元件间隙的关系	61
4.1.3 磨损的链式反应	62
4.2 泵磨损试验	63
4.2.1 试验条件	63
4.2.2 试验目的	63

4.2.3 试验方法	63
4.2.4 试验结果	64
4.2.5 试验小结	65
4.3 轴承磨损试验	66
4.4 系统应有的清洁度	66
第五章 润滑系统污染控制理论	69
5.1 系统污染控制方程	69
5.2 系统污染控制实验	71
5.2.1 给定污染侵入率工况下油液污染度的变化规律	72
5.2.2 无外界污染侵入率工况下油液污染度的变化规律	75
5.3 系统污染平衡分析	79
第六章 润滑系统污染的综合控制	80
6.1 主动维护	80
6.2 全面清洁度	82
6.3 高精细过滤	85
第七章 各种清洁度标准及检测	91
7.1 各种清洁度标准	91
7.1.1 GB511 机械杂质	91
7.1.2 NAS 1638	91
7.1.3 SAE 749D	93
7.1.4 MIL	93
7.1.5 ISO 4406	94
7.1.6 ISO / DIS 11218	98
7.2 清洁度的检测	98
7.2.1 清洁室	98
7.2.2 颗粒计数分析	100
7.2.3 半定量对比法	103
7.2.4 颗粒质量分析	103
7.2.5 自动颗粒计数器	105
第八章 润滑系统的净化处理	109
8.1 简述	109
8.2 过滤	109
8.3 过滤器	110
8.4 过滤器的性能	112
8.4.1 过滤精度	112
8.4.2 过滤比 (β 值)	113
8.4.3 过滤器的尺寸	115

8.4.4 过滤器的发展近况	116
8.5 润滑系统的过滤	116
8.6 废油回收再生	118
应用篇	
第九章 设备润滑管理技术	125
9.1 机械设备常用的润滑方法和各自特点	125
9.2 润滑油、润滑脂的选用	131
9.3 设备润滑管理工作的基本内容和意义	140
9.4 设备润滑管理组成	141
9.4.1 机构和人员岗位配置	141
9.4.2 设备润滑管理制度	143
9.4.3 润滑管理人员的岗位职责	146
9.4.4 设备润滑的“五定”管理内容	148
9.5 润滑油、润滑脂的管理与使用	150
9.5.1 润滑油脂的贮存和保管要求	150
9.5.2 常用鉴别润滑油、脂的简易方法	151
9.5.3 润滑脂变质的简易判别和处理方法	153
9.5.4 换油周期与油料消耗定额	153
9.5.5 如何选择代用润滑油和防止混用润滑油	155
9.5.6 润滑脂混用对其性能影响	157
9.6 设备润滑图表的基本要求和内容	158
第十章 车用润滑油(液)的应用	159
10.1 车用润滑油的发展方向	159
10.2 各种车用润滑油、脂的应用原则	161
10.3 车用润滑油的正确使用方法及换油指标	165
10.4 车用润滑油的应用部位	170
10.5 常见车辆润滑故障的原因分析及处理措施	172
10.6 各种车用润滑油、脂的正确选用	175
第十一章 油田润滑工作站	178
11.1 概述	178
11.1.1 润滑站的功能和作用	178
11.1.2 润滑站的组成和基本工作原理	179
11.2 油品化验监测系统	180
11.3 油品加注系统极其使用说明	182
11.3.1 输油加注系统	183
11.3.2 供油系统和储油沉淀系统	184
11.3.3 废油回收系统	186

11.3.4 微机控制管理系统功能和操作说明	186
11.4 油品加注系统维护和管理	192
11.5 润滑站常见故障及处理	195
11.6 润滑站安全管理	198
11.6.1 油品管理中安全措施	198
11.6.2 常用油品着火扑救方法及灭火器材	203
第十二章 润滑技术应用-江汉油田井下公司润滑站	210
12.1 概述	210
12.2 井下公司润滑管理体系	211
12.3 井下公司润滑站的管理制度	215
12.3.1 润滑站油库的管理制度	215
12.3.2 设备润滑管理制度	216
12.3.3 油品现场使用的管理制度	219
12.3.4 人员岗位责任制	219
12.4 井下公司润滑站管理与应用	221
12.4.1 油品检验与更换	221
12.4.2 润滑站人员培训	225
12.5 井下公司润滑站安全管理	226
12.5.1 油品管理安全措施	226
12.5.2 润滑站配备的灭火器材及使用方法	226
12.6 井下公司润滑站车辆用油	228
附录 1 部分新旧油品的名称对照表	232
附录 2 部分特种油品的名称和用途	234
附录 3 汽车通用锂基润滑脂的国家标准 (GB / T5671-1995)	236
附录 4 车辆用润滑油	237
附录 5 车辆使用参考-汽车及轻负荷发动机用乙二醇型冷却液	254
参考文献	257

基础篇

第一章 摩擦、磨损与润滑

1.1 摩擦、摩擦的种类与摩擦定律

1. 当两个紧密接触的物体沿着它们的接触面做相对运动时,会产生一个阻碍这种运动的阻力。这个阻力就叫做摩擦力。摩擦力与垂直载荷的比值叫做摩擦因数。摩擦是机械运转的大敌,是造成能源损失和机械破损的关键,必须尽量设法避免。

2. 摩擦的种类

根据摩擦副运动状态分类,摩擦可分为静摩擦和动摩擦

(1) 静摩擦 一个物体沿着一个物体表面有相对运动趋势时产生的摩擦,叫做静摩擦。这种摩擦力叫做静摩擦力。静摩擦力随作用于物体上的外力变化而变化。当外力克服了最大静摩擦力时,物体才开始宏观运动。

(2) 动摩擦 一个物体沿着一个物体表面相对运动时产生的摩擦叫做动摩擦。这时,产生的阻碍物体运动的切向力叫做动摩擦力。

根据摩擦副接触形式分类

(1) 滑动摩擦 接触表面相对滑动时的摩擦叫做滑动摩擦。

(2) 滚动摩擦 在力矩作用下,物体沿接触表面滚动时的摩擦叫做滚动摩擦。

根据摩擦副表面润滑状态分类

(1) 干摩擦 指既无润滑又无湿气的摩擦。

(2) 流体摩擦 即流体润滑条件下的摩擦。这时两表面完全被液体油膜隔开,摩擦表现为由黏性液体引起。

(3) 边界摩擦 指摩擦表面有一层极薄的润滑膜存在时的摩擦。这时,摩擦不取决于润滑剂的黏度,而是取决于接触面和润滑剂的特性。

(4) 混合摩擦 属于过渡状态的摩擦,包括半干摩擦和半流体摩擦。

半干摩擦是指同时有边界摩擦和干摩擦的情况。半流体摩擦是指同时有流体摩擦和干摩擦的情况。

现代机器设备中的一些摩擦副的工作条件是复杂的，例如处于高速、高温或低温、真空等苛刻环境条件下工作，其摩擦、磨损情况也各有不同的特点。

此外，还可将两个相互接触的界面之间发生的摩擦称为外摩擦，例如轴颈与轴瓦之间没有任何润滑剂的摩擦等。同一物体内部各部分之间发生的摩擦称为内摩擦，例如各种流体（包括气体、液体）分子间的摩擦、润滑油膜分子间的摩擦等。一般来说，内摩擦概念只适用于流体，主要是指液体。

3. 摩擦定律

（1）摩擦有三大定律，也称库伦摩擦三定律，其主要内容如下：

第一定律：摩擦力与滑动面的表观面积无关。

第二定律：摩擦力与摩擦面的正压力成比例。即摩擦力 $F = F_N \cdot f$

式中： F_N —正压力。

f —摩擦因数

第三定律：动摩擦力比静摩擦力小，且动摩擦力与滑动速度无关。

库伦定律在实际应用中还存在一定的局限性，只能是近似地反映摩擦现象的规律。实际上对于光滑表面，摩擦力将随表面光洁程度的提高而加大；对于很洁净、很光滑的表面，由于在接触表面之间出现强烈的分子吸引力，摩擦力将与接触面积有关。同时，当滑动速度较大时，摩擦力也与速度有关。

（2）摩擦因数及影响它的因素

根据摩擦定律 $f = F / F_N$ 可知，阻碍两接触物体相对运动的切向力 F （即摩擦力）与作用到物体表面的法向力 F_N 之比值 f 称为摩擦因数。

当切向力 F 为静摩擦力 F_s 时，它与法向力 F_N 的比值，即为静摩擦因数 f_s 。

当切向力 F 为动摩擦力 F_k 时，它与法向力 F_N 的比值，即为动摩擦因数 f_k 。

滚动摩擦力矩 $r \cdot F$ (kgf · cm) 与法向力 F_N (kgf) 之比为滚动摩擦系数 k (cm)。

一般情况是动摩擦因数 f_k 小于静摩擦因数,所以要使物体由静止状态到开始滑动,要克服最大静摩擦力 $F_{\max}$ 。但是当发生滑动以后,要保持物体继续滑动,只要克服动摩擦力 F_k 就行了 ($F_k < F_{\max}$)。

静滑动摩擦因数的大小,与接触面的材料和表面状况(例如表面粗糙度、润滑条件、温度、湿度、接触时间等)有关。一般来说,表面越粗糙、润滑条件越差,则摩擦因数 f_s 就越大,最大静摩擦力也就越大。动滑动摩擦因数的大小,除与接触面的材料和表面状况有关外,还与物体运动的速度有关。

f_s 和 f_k 的数值均可由一般的机械工程手册中查得或实验测得。

滚动摩擦比滑动摩擦省力,当我们移动笨重的物体时,若在底面上垫上数根圆棍,推起来就会省力得多。

1.2 磨损、磨损的种类

磨损是指物体工作表面的物质,由于表面相对运动而不断损失或变形的现象,是摩擦的结果。磨损过程主要因对偶表面间的机械、化学与热作用而产生。

磨损的分类取决于许多因素,例如磨损量的大小、相对运动和载荷类型、摩擦表面形貌和表层破坏形式、磨损机理等,其基本类型是:

1. 黏附磨损 黏附磨损是接触表面相对运动时,由于分子间的吸引力作用而产生固相局部焊合(黏附连接),致使材料从一个表面转移到另一个表面而造成的一种磨损。黏附磨损有以下几种形式:

(1) 轻微磨损 剪刀破坏发生在黏着结合面上,表面转移的材料极轻微。常见于缸套一活塞环的正常磨损。

(2) 涂抹 即一个表面的材料发生迁移(或转移),并以薄层重新涂敷到一个或两个表面上。常见于蜗杆副的蜗杆上。

(3) 擦伤 由表面局部固相焊合或磨料所引起的沿滑动方向形成的微细擦痕或“犁痕”。如内燃机的铝活塞壁与缸体摩擦常见此现象。

(4) 胶合 两活动表面间发生固相焊合而引起的局部损伤,但没有发生局部表面熔合,主轴一轴瓦摩擦副的轴承表面经常可见此种现象。

(5) 咬黏又称咬死 由界面黏附摩擦致使表面焊合而造成表面相对运

动停止，摩擦副之间咬死。不锈钢螺母在拧紧过程中常发生这种现象。

2. 磨料磨损 硬的颗粒或硬的突起物，在摩擦过程中引起材料脱落，这种现象叫做磨料磨损。在农业机械、工程机械或矿山机械中许多机械零件与泥沙、矿石等直接接触，有的是硬的颗粒进入相对运动副间，有的是借助流体或气体输送矿物颗粒时与壳体摩擦，都会发生不同形式的磨料磨损。

根据磨损的产生条件和破坏形式可以把磨料磨损分成三类：凿削式磨料磨损、高应力碾碎式磨料磨损和低应力擦伤式磨料磨损。

3. 表面疲劳磨损 两接触表面做滚动或滚动滑动复合摩擦时，在交变接触压应力作用下，使材料表面疲劳产生物质损失的现象叫做表面疲劳磨损，齿轮副、滚动轴承、钢轨与轮箍及凸轮副都能产生表面疲劳磨损。表面疲劳磨损分为扩展性及非扩展性两种。当交变压力较大时，由于材料塑性稍差或润滑选择不当而发生扩展性表面疲劳磨损。

4. 腐蚀磨损 在摩擦过程中，金属同时与周围介质发生化学或电化学反应，产生物质损失，这种现象称为腐蚀磨损。

根据磨损的产生条件和损坏特征，可以把腐蚀磨损分为：氧化磨损、特殊介质腐蚀磨损、微动腐蚀磨损和气蚀。

1.3 磨损的过程与影响磨损的因素及减摩、抗磨的措施

1. 机械零件正常运动的磨损过程一般分为三个阶段：

(1) 跑合阶段(又称磨合阶段) 新的摩擦副表面具有一定的粗糙度，真实接触面积较小。经跑合阶段，表面逐渐磨平，真实接触面积逐渐增大，磨损速度减缓，如图中的 线段。人们有意利用跑合阶段的轻微磨损，为正常运行的稳定磨损创造条件。

(2) 稳定磨损阶段 这一阶段磨损缓慢稳定，设备的使用寿命由该阶段体现。

(3) 剧烈磨损阶段 在该阶段，磨损速度急剧增长，机械效率下降，功率和润滑油的损耗增加，精度丧失，产生异常噪声及振动，摩擦副温度迅速升高，最终导致零件失效。

影响磨损的因素很复杂，而且相互交错，例如载荷与速度(主要的)、

材料种类及性质、摩擦方式（滑动还是滚动）、表面形貌及润滑状态（温度、湿度、气体介质等）。由于磨损条件不同所产生的影响也不一样。

2. 根据影响磨损的主要因素，其减摩抗磨的主要措施有：

（1）提高材料的物理力学性能（如强度、硬度、韧性、弹性等）。

（2）选用合理的润滑方式和润滑剂。

（3）提高摩擦表面质量。

（4）改进运动方式，在可能的情况下变滑动摩擦为滚动摩擦。

近年来，英国焦斯特（H. P. Jost）教授指出，世界消费能源的 30%～40% 损失在摩擦磨损上。他早在 1975 年就提出并测算了美国每年消费于摩擦磨损的价值在 1000 亿美元。另据 1976 年测算报告，德国东部每年由于摩擦磨损所造成的经济损失高达 100 马克。日本 70% 的能源要依靠进口，尤其是石油，99% 以上要依靠进口，因而他们重点抓了节能技术和节能润滑油（脂）的开发。1979 年由于搞好全国机械润滑管理而获得的经济效益约为 82000 亿日元，其中减少磨损而节能价值为 14800 亿日元。据我国 20 世纪 80 年代，对冶金、煤炭和农机等五个部门的不完全统计，仅磨粒磨损一项消耗的备件钢材每年就有 100 万吨以上，如果加上停机和维修等费用，则每年经济损失要达数百亿元人民币。

1.4 润滑、润滑的种类和作用

润滑是人们向摩擦、磨损作斗争的一种手段。一般来说，在摩擦副之间加入某种物质，用来控制摩擦、降低磨损，以达到延长使用寿命的措施叫做润滑。能起到减低接触间的摩擦阻力的物质都叫润滑剂（或称减摩剂，包括液态、气态、半固体及固体物质）。

根据摩擦副表面间形成的润滑膜的状态和特征可将润滑的类型分为以下几种：

1. 流体润滑 摩擦表面完全被连续的润滑剂膜分隔开，变金属接触干摩擦为液体的内摩擦，通常液体润滑剂的摩擦因数仅为 0.001～0.01，只有金属直接接触时的几十分之一，故有流体润滑时，磨损轻微。流体润滑包括如下四种：

（1）流体动压润滑 依靠运动副两个滑动表面的形状，在其相对运动

时形成一层具有足够压力的流体膜，将摩擦表面分隔开的一种润滑状态。

(2) 流体静压润滑 利用外部的流体压力源或供油装置，将具有一定压力的流体润滑剂输送到支承的油腔内，形成具有足够压力的流体润滑膜，将表面分隔开并承受载荷的一种润滑状态，又称外供压润滑。

(3) 流体动静压润滑 兼有流体动压及流体静压润滑作用，可使支承表面之间在静止、起动、停止、稳定运动或是工况交变状况下均能保持流体润滑作用。

(4) 弹性流体动压润滑 两相对运动表面间的弹性变形与润滑剂的压力一黏度、温度一黏度效应对其摩擦与油膜厚度起着重要作用的润滑状态。

2. 边界润滑 摩擦表面的微凸体接触较多，润滑剂的流体润滑作用减少，甚至完全不起作用，载荷几乎全部通过微凸体以及润滑剂和表面之间相互作用所生成的边界润滑剂膜来承受。边界润滑剂膜可分为物理吸附膜、化学吸附膜、化学反应膜、沉积膜及固体润滑剂膜等。

3. 混合润滑（或称半流体润滑） 几种润滑状态同时存在的润滑状态。例如摩擦面上同时出现液体润滑、边界润滑和干摩擦的润滑状态。

4. 无润滑或干摩擦 摩擦表面之间不存在任何润滑剂或润滑剂的流体润滑作用已不复存在，载荷由表面上存在的固体膜及氧化膜或金属基体承受时的状态。

机械设备的摩擦部位，使用润滑剂进行润滑后，就可减少摩擦抗力、防止烧结和磨损，减小动力消耗，提高机械设备效率。润滑的作用可归纳有以下几点：①减少摩擦；②降低磨损；③冷却、降温；④防止腐蚀；⑤其他作用。

搞好机械设备润滑有重大意义，按国外经验推算，我国节能潜力折合石油上千万吨，仅从改进机械设备润滑、采用节能润滑技术和节能型润滑剂，近期可节煤约 2600 万吨，重油 400 万吨，汽油和柴油 600 万吨，电力 550 亿度，总价值约合人民币 330 亿元。同时，由于搞好机械设备的润滑与维护，减少摩擦磨损，从而提高机械效率，减少修理次数，延长使用寿命而间接获得的经济效益，引用美国按直接节能价值的 5 倍计算，则每年可增加经济收益约 1650 亿元（按 2002 年实际测算），意义十分重大。

第二章 润滑材料

2.1 润滑材料的种类和用途

凡是能降低摩擦阻力作用的介质都可作为润滑材料使用。在各种机器及设备中，所使用的润滑剂有气体的、液体的、半液体的和固体的。其分类如下：

1. 液体润滑剂 液体润滑剂是用量最大、品种最多的润滑剂，包括矿物油、合成油、动植物油和水基液等。其中，以矿物油用量最大，占全部液体润滑剂的 90%以上。液体润滑剂有较宽的黏度范围，对不同的负荷、速度和温度条件下工作的摩擦副和运动部件提供了较宽的选择余地，而且资源丰富，多数是价廉产品，容易获得。特别是在其中还可以添加一定量的添加剂，改善其物理化学性质，对润滑油赋予新的特殊性能，或加强其原有的某种性能，满足更高要求。

合成润滑油包括多种不同类型，不同化学结构和不同性能的化合物，多使用在比较苛刻的工况下，如极高温、极低温、高真空度、重载、高速、具有腐蚀性环境以及辐射环境等。

水基液多半用于金属加工液及难燃性润滑介质，常用的水基液有水、乳化液（油包水或水包油型），水—乙二醇以及其他化学合成液或半合成液。

动植物油脂常用于金属加工液及难燃润滑介质、蜗轮蜗杆油、螺纹加工油等。近年来在生物降解油方面的研究取得很大进展。据资料介绍，在难燃液中的用量有很大增加，其主要特点是油性好，生物降解性好，可满足环境保护要求。缺点是氧化安定性、热稳定性和低温性能不理想。

2. 润滑脂 润滑脂的用量仅次于润滑油，一般由基础油液、稠化剂和添加剂（或填料）在高温下混合而成。主要品种按稠化剂的组成为皂基脂、烃基脂、无机脂和有机脂等 4 类。许多摩擦副的润滑离不开润滑脂润滑。如大部分滚动轴承、滑动轴承、齿轮、弹簧、绞车、钢丝绳、滑板等。除了具有抗摩、减磨和润滑性能外，还能起密封、减振、阻尼、防锈等作用，其润滑系统简单、维护管理容易，可节省操作费用。缺点是流动性小，

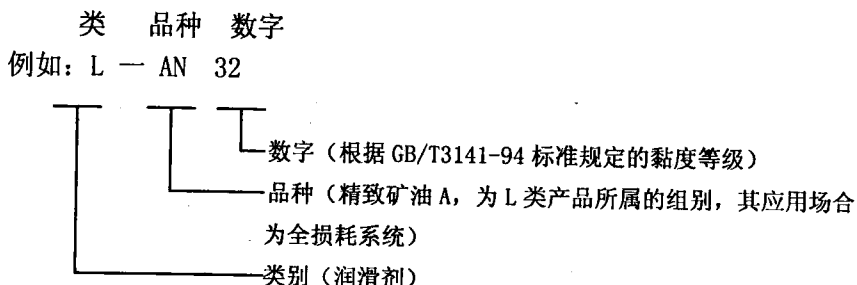
散热性差，高温下易产生相变和分解等。

3. 固体润滑剂 分为软金属、金属化合物、无机物和有机物 4 类。按其物质形态，可分为固体粉末、薄膜和自润滑复合材料等 3 种。固体粉末可分散在气体、液体及胶体中使用；薄膜可通过喷涂、电泳沉积、溅射、真空沉积、火焰喷镀、离子喷镀、电镀、烧结、化学生成、浸渍、粘结等工艺方法做成。它能适应高温、高压、低速、高真空、强辐射等特殊工况。缺点是摩擦因数较大，冷却散热较差，干膜在使用过程中补充困难等。

4. 气体润滑剂 气体也是一种润滑剂，如空气取用方便，不会变质，不会引起对周围环境及支承元件的污染，使用气体润滑剂支承元件摩擦小，工作温度范围较广，能够保持较小间隙，容易获得较高精度，在放射性环境及其他特殊环境下能正常工作。其缺点是必须有气源，由外部供给干净而干燥的气体；对支承的制造精度及材质有较高要求。常用的气体有空气、氢、氧、氮、一氧化碳、氦、水蒸气等。

2.2 我国矿物润滑油、润滑脂的分组，分级及其命名和代号

在 GB7631.1-87 分类标准中，各产品名称系用统一的方法命名，例如某个特定产品名称的一般形式如下：



2.3 润滑油、润滑脂的主要质量指标及其在使用上的意义

2.3.1 润滑油的主要质量指标及其在使用上的意义