

秦大同 谢里阳 主编

MODERN
HANDBOOK
MECHANICAL
DESIGN

现代
机械设计手册

单行本

润滑与密封设计



化学工业出版社

秦大同 谢里阳 主编

MODERN
HANDBOOK
MECHANICAL
DESIGN

现代
机械设计手册

单行本

润滑与密封设计



化学工业出版社

·北京·

《现代机械设计手册》单行本共 16 个分册，涵盖了机械常规设计的所有内容。各分册分别为：《机械制图及精度设计》、《零部件结构设计与禁忌》、《常用机械工程材料》、《连接件与紧固件》、《轴及其连接件设计》、《轴承》、《机架、导轨及机械振动设计》、《弹簧设计》、《机构设计》、《机械传动设计》、《润滑与密封设计》、《液力传动设计》、《液压传动与控制设计》、《气压传动与控制设计》、《机电系统设计》、《疲劳强度与可靠性设计》。

本书为《润滑与密封设计》，主要介绍了润滑基础、润滑剂、轴承的润滑、齿轮传动的润滑、其他元器件的润滑、典型设备的润滑等；密封的分类及应用、垫片密封、密封胶及胶黏剂、填料密封、成型填料密封、油封、机械密封、真空密封、迷宫密封、浮环密封、螺旋密封、磁流体密封、离心密封等。本书可作为机械设计人员和有关工程技术人员的工具书，也可供高等院校有关专业师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

润滑与密封设计/秦大同，谢里阳主编. —北京：化学工业出版社，2013. 3
(现代机械设计手册：单行本)
ISBN 978-7-122-16330-1

I. ①润… II. ①秦… ②谢… III. ①润滑装置-设计-技术手册②机械密封-设计-技术手册 IV. ①TH117. 2-62
②TH136-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 009838 号

责任编辑：张兴辉 王 焯 贾 娜
责任校对：关雅君

装帧设计：尹琳琳

出版发行：化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 刷：北京永鑫印刷有限责任公司
装 订：三河市万龙印装有限公司
787mm×1092mm 1/16 印张 38 $\frac{3}{4}$ 字数 1204 千字 2013 年 3 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询：010-64518888(传真：010-64519686) 售后服务：010-64518899

网 址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：76.00 元

版权所有 违者必究



《现代机械设计手册》单行本出版说明

《现代机械设计手册》是化学工业出版社顺应现代机械设计时代发展要求而精心策划的大型出版项目，旨在将传统设计和现代设计有机结合，即结构设计、传动设计和控制设计有机融合，力求体现“内容权威、凸显现代、实用可靠、简明便查”的特色。

《现代机械设计手册》自2011年3月出版以来，赢得了广大机械设计工作者的青睐和好评，荣获2011年全国优秀畅销书和2012年中国机械工业科学技术奖。广大读者在给予《现代机械设计手册》充分肯定的同时，也指出了《现代机械设计手册》装帧厚重，不便携带和翻阅。为了给读者提供篇幅较小、便携便查、定价低廉、针对性更强的实用性工具书，根据读者的反映和建议，我们在深入调研的基础上，推出《现代机械设计手册》单行本。

单行本保留了《现代机械设计手册》的优势和特色，结合机械设计人员工作细分的实际状况，从设计工作的实际出发，将原来的6卷33篇进行合并、删减，重新整合为16个分册，分别为：《机械制图及精度设计》、《零部件结构与禁忌》、《常用机械工程材料》、《连接件与紧固件》、《轴及其连接件设计》、《轴承》、《机架、导轨及机械振动设计》、《弹簧设计》、《机构设计》、《机械传动设计》、《润滑与密封设计》、《液力传动设计》、《液压传动与控制设计》、《气压传动与控制设计》、《机电系统设计》、《疲劳强度与可靠性设计》。

《现代机械设计手册》单行本，是为了适应机械设计行业发展和广大读者的需要而编辑出版的，将与《现代机械设计手册》（6卷本）一起，成为机械设计工作者、工程技术人员和广大读者的良师益友。

化学工业出版社



FORWORD 前言

振兴装备制造业是中国由机械制造大国走向机械制造强国的必由之路。近年来，在国家大力发展装备制造业的政策号召和驱使下，我国的机械工业获得了巨大的发展，自主创新的能力不断加强，一批高技术、高性能、高精尖的现代化装备不断涌现，各种新材料、新工艺、新结构、新产品、新方法、新技术不断产生、发展并投入实际应用，大大提升了我国机械设计与制造的技术水平和国际竞争力。

但是，总体来看，我国的装备制造业仍处于较低的水平，距离世界发达国家还有很大的差距。机械设计是装备制造的龙头，是装备制造过程中的核心环节，因此全面提升我国机械设计人员的设计能力和技术水平非常关键。近年来，各种先进技术在机械行业的应用和发展，正在使机械设计的传统内涵发生巨大变化，这就给广大机械设计人员提出了更高的要求：一方面，当前先进的、现代化的机械装备都是机、电、液、光等技术的有机结合体，尤其是控制技术、信息技术、网络技术的发展和运用，使得设备越来越智能化、现代化，这已经成为现代机械设计的发展方向 and 趋势，如何实现这些技术的有机融合将至关重要；另一方面，各种现代的机械设计方法，已经突破前些年的理论研究阶段，正逐步应用于设计、生产实际，越来越发挥其重要的作用；还有，随着计算机硬件性能和软件水平的持续提高，计算机技术已全面深入地渗透到机械领域，各种设计技术、计算技术、设计工具在机械设计与制造中的广泛应用，使得设计人员的创造性思维得到前所未有的解放，设计手段极大丰富。

伴随着这些变化，传统的机械设计资料、机械设计工具书已逐渐呈现出诸多不足，不能完全满足新时期机械设计人员的实际工作需要。针对这种情况，化学工业出版社顺应时代发展的要求，在对高等院校、科研院所、制造企业的科研工作者和机械设计人员进行广泛调研的基础上，邀请众多国内机械设计界的知名专家合力编写了一套全新的、符合现代机械设计潮流的大型工具书——《现代机械设计手册》，这是一项与时俱进、有重大意义的创新工程，对推动我国机械设计技术的发展将发挥重要的作用。因其在机械设计领域重要的科学价值、实用价值和现实意义，《现代机械设计手册》荣获 2009 年国家出版基金资助。

化学工业出版社在机械设计大型工具书的出版方面历史悠久、经验丰富，深得广大机械设计人员和工程技术人员的信赖。为了扎实、高效地进行《现代机械设计手册》编写和出版工作，化学工业出版社组织召开了多次编写和审稿工作会议，充分考虑读者在手册使用上的特点和需求，确定了手册的整体构架、篇目设置、编写原则和风格，针对编写大纲进行了充分细致的研讨，对书稿内容的编、审工作进行了细致周密的安排，确保了整部手册的内容质量和工作进度。

《现代机械设计手册》的定位不同于一般技术手册，更不同于一般学习型的技术图书，



它是一部合理收集取舍、科学编排通用机械设计常用资料，符合现代机械设计潮流的综合性手册。具体来说，有以下六大特色。

1. 权威性 ★★★★★

《现代机械设计手册》阵容强大，编、审人员大都来自于设计、生产、教学和科研第一线，具有深厚的理论功底、丰富的设计实践经验。他们中很多人都是所属领域的知名专家，在业内有广泛的影响力和知名度，获得过多项科技进步奖、发明奖和技术专利，承担了许多机械领域国家重要的科研和攻关项目。这支专业、权威的编审队伍确保了手册准确、实用的内容质量。

2. 现代感 ★★★★★

追求现代感，体现现代机械设计气氛，满足时代的要求，是《现代机械设计手册》的基本宗旨。“现代”二字主要体现在：新标准、新技术、新结构、新工艺、新产品、现代的设计理念、现代的设计方法和现代的设计手段等几个方面。在体现现代元素的同时，也不是一味求新，而是收录目前已经普遍得到大家公认的、成熟的、实用的技术、方法、结构和产品。《现代机械设计手册》注意传统设计与现代设计的融合，注重机、电设计的有机结合，注重实用性的同时兼顾最新的研究应用成果。

在新技术方面，许多零部件的设计内容都兼顾了当前高新技术装备的设计，例如第13篇“带、链传动”介绍了金属带等新型的传动方式，第14篇“齿轮传动”收录了新型锥齿轮、塑料齿轮的设计和应用，第8篇“滑动轴承”收录了气体润滑轴承、箔片轴承、电磁轴承等新型轴承的设计和应用，第4篇“机械工程材料”收录了复合材料等目前已广泛应用的一些新型工程材料。

在现代设计手段的应用方面，例如机械零部件设计部分，注重现代设计方法（例如有限元分析、可靠性设计等）在机械零部件设计中的应用，并给出了相应的设计实例；第11篇“机构”篇中，平面机构的运动分析通过计算机编程来实现，并提供了相应的程序代码，大大提高了分析的准确性和设计效率；在产品的设计和选择方面，推荐了应用广泛的、节能的、可靠的产品。

在贯彻新标准方面，收录并合理编排了目前最新颁布的国家和行业标准。

3. 实用性 ★★★★★

即选编机械设计人员实际需要的内容。手册内容的选定、深度的把握、资料的取舍和章节的编排，都坚持从设计和生产的实际需要出发。例如第5卷机电控制设计中，完全站在机械设计人员的角度来写——注重产品如何选用，摒弃了控制的基本原理，突出机电系



统设计,控制元器件、传感器、电动机部分注重介绍主流产品的技术参数、性能、应用场合、选用原则,并给出了相应的设计选用实例;第6卷现代机械设计方法中摒弃或简化了繁琐的数学推导,突出了最终的计算结果,结合具体的算例将设计方法通俗地呈现出来,便于读者理解和掌握。

为方便广大读者的使用和查阅,手册在具体内容的表述上,采用以图表为主的编写风格。这样既增加了手册的信息容量,更重要的是方便了读者的使用和查阅,有利于提高设计人员的工作效率和设计速度。

4. 通用性 ★★★★★

本手册以通用的机械零部件和控制元器件设计、选用内容为主,不包括具体的专业机械设计的内容。主要包括机械设计基础资料、机械通用零部件设计、机械传动系统设计、液力液压和气压传动系统设计与控制、机构设计、机架设计、机械振动设计、光机电一体化系统设计以及控制设计等,能够满足各类机械设计人员的工作需求。

5. 准确性 ★★★★★

本手册尽量采用原始资料,公式、图表、数据准确,方法、工艺、技术成熟。所有产品、材料和工艺方面的标准均采用最新公布的标准资料,对于标准规范的编写,手册没有简单地照抄照搬,而是采取选用、摘录、合理编排的方式,强调其科学性和准确性,尽量避免差错和谬误。所有设计方法、计算公式、参数选用均经过长期检验,设计实例、各种算例均来自工程实际。手册中收录通用性强的、标准化程度高的产品,供设计人员在了解企业实际生产品种、规格尺寸、技术参数,以及产品质量和用户的实际反映后选用。

6. 全面性 ★★★★★

本手册一方面根据机械设计人员的需要,按照“基本、常用、重要、发展”的原则选取内容;另一方面兼顾了制造企业和大型设计院两大群体的设计特点,即制造企业侧重基础性的设计内容,而大型的设计院、工程公司侧重于产品的选用。本手册强调产品设计与工艺技术的紧密结合,倡导结构设计与造型设计的有机统一,重视工艺技术与选用材料的合理搭配,使产品设计更加全面和可行。

三年多来,经过广大编审人员和出版社的不懈努力,《现代机械设计手册》将以崭新的风貌和鲜明的时代气息展现在广大机械设计工作者面前。值此出版之际,谨向所有给过我们大力支持的单位和各界朋友们表示衷心的感谢!



上篇 润 滑

第 1 章 润滑基础

- 1.1 润滑剂的作用 3
- 1.2 润滑状态及分类 3

第 2 章 润滑剂

- 2.1 润滑剂及其物理化学性能 6
 - 2.1.1 润滑剂的分类 6
 - 2.1.2 润滑剂的物理化学性能及其分析
评定方法 7
 - 2.1.2.1 黏度 7
 - 2.1.2.2 黏温特性 10
 - 2.1.2.3 润滑剂的其他性能分析
评定 13
- 2.2 润滑油添加剂的种类及功能 14
 - 2.2.1 添加剂的分类与代号 14
 - 2.2.2 各种添加剂的功能与作用机理 16
 - 2.2.2.1 清净分散剂 16
 - 2.2.2.2 抗氧抗腐剂 19
 - 2.2.2.3 极压抗磨剂与油性剂 21
 - 2.2.2.4 金属钝化剂 25
 - 2.2.2.5 黏度指数改进剂 25
 - 2.2.2.6 防锈剂 26
 - 2.2.2.7 降凝剂 27
 - 2.2.2.8 抗泡剂 28
 - 2.2.2.9 乳化剂和抗乳化剂 29
 - 2.2.2.10 其他润滑油添加剂 30
 - 2.2.2.11 润滑油复合添加剂 30
- 2.3 润滑剂的类型及应用 31
 - 2.3.1 润滑油 31
 - 2.3.1.1 车用润滑油 31
 - 2.3.1.2 工业齿轮油 67

- 2.3.1.3 液压油及液力传动油 73
- 2.3.1.4 汽轮机油 91
- 2.3.1.5 压缩机油 97
- 2.3.1.6 冷冻机油 103
- 2.3.1.7 真空泵油 108
- 2.3.1.8 轴承润滑油 111
- 2.3.1.9 蒸汽气缸油 115
- 2.3.1.10 导轨油 116
- 2.3.1.11 电器绝缘油 117
- 2.3.1.12 船舶用油 120
- 2.3.1.13 铁路内燃机车用油 123
- 2.3.2 润滑脂 127
 - 2.3.2.1 润滑脂的分类、代号及组成 127
 - 2.3.2.2 润滑脂的选用 127
 - 2.3.2.3 润滑脂稠度分类 140
- 2.3.3 合成润滑剂 141
- 2.3.4 固体润滑剂 142
- 2.3.5 其他润滑材料 144

第 3 章 轴承的润滑

- 3.1 滚动轴承的润滑 145
 - 3.1.1 润滑的作用和润滑剂的选择 145
 - 3.1.1.1 润滑脂的选用 145
 - 3.1.1.2 填脂量和换脂周期 147
 - 3.1.2 润滑油润滑 149
 - 3.1.2.1 润滑油的选择 149
 - 3.1.2.2 润滑方式的选择 149
 - 3.1.2.3 换油周期 152
- 3.2 滑动轴承的润滑 152
 - 3.2.1 非完全流体润滑轴承的润滑 152
 - 3.2.2 液体静压滑动轴承 154

第 4 章 齿轮传动的润滑

4.1 齿轮润滑基础	156
4.1.1 齿轮润滑的特点和作用	156
4.1.2 齿轮传动的润滑状态	156
4.2 齿轮润滑油及添加剂	158
4.2.1 齿轮润滑油的基础油及添加剂	159
4.2.1.1 齿轮润滑油的基础油	159
4.2.1.2 齿轮润滑油的添加剂	160
4.2.2 齿轮润滑油的调制	160
4.2.3 齿轮润滑油的分类	160
4.2.3.1 工业齿轮油的分类	160
4.2.3.2 车辆齿轮油的分类	165
4.2.4 齿轮润滑油的规格标准 (质量指标)	166
4.3 齿轮润滑油的合理选用方法	166
4.3.1 工业闭式齿轮油的选用方法 (包括高速齿轮的润滑)	168
4.3.1.1 润滑油种类的选择	168
4.3.1.2 润滑油黏度的选择	169
4.3.1.3 润滑方式的选择	170
4.3.2 开式工业齿轮油(脂)的选用 方法	170
4.3.3 蜗轮蜗杆油的选用方法	170
4.3.3.1 蜗轮蜗杆油种类的选择	170
4.3.3.2 蜗轮蜗杆油黏度的选择	171
4.3.3.3 蜗杆传动装置润滑方式的 选择	172
4.3.4 车辆齿轮油的选用方法	172
4.3.4.1 车辆齿轮润滑油种类的 选择	172
4.3.4.2 车辆齿轮油黏度的选择	172
4.3.5 仪表齿轮传动的润滑	173
4.4 润滑对齿轮传动性能的影响	174
4.4.1 润滑对齿面胶合的影响	174
4.4.2 润滑对齿面磨损的影响	177
4.4.3 润滑对齿面疲劳点蚀的影响	179
4.4.4 润滑对齿轮振动、噪声的影响	181
4.4.5 润滑对齿轮传动效率的影响	181
4.4.6 润滑对齿面烧伤和轮齿热屈服的 影响	182
4.5 齿轮传动装置的润滑方式及润滑系 统的设计	182

4.5.1 齿轮传动装置的润滑方式和润 滑装置	183
4.5.1.1 油浴润滑	183
4.5.1.2 循环喷油润滑	183
4.5.1.3 油雾润滑	185
4.5.1.4 离心润滑	186
4.5.1.5 润滑脂润滑	186
4.5.1.6 固体润滑和自润滑	187
4.5.2 齿轮传动的冷却	187
4.5.2.1 功率损耗与效率	187
4.5.2.2 自然冷却	189
4.5.2.3 强制冷却	189
4.5.3 齿轮润滑油的过滤净化	191
4.6 齿轮传动装置油液监测	193
4.6.1 油液监测的方法和分析手段	193
4.6.2 油液监测流程图及取样要求	193
4.7 齿轮润滑油的更换	194
4.7.1 齿轮油使用中质量变化原因	194
4.7.2 齿轮油使用中质量变化的表现	195
4.7.3 齿轮润滑油的换油指标	198
4.7.4 齿轮润滑油的混用与代用	200
4.7.4.1 齿轮润滑油的混用	200
4.7.4.2 齿轮润滑油的代用	201

第 5 章 其他元器件的润滑

5.1 导轨的润滑	202
5.1.1 导轨油的分类及规格	202
5.1.2 导轨润滑油的选用	203
5.1.3 机床导轨润滑方法的选择	204
5.1.4 机床导轨的维护保养	204
5.2 自动变速器的润滑	204
5.2.1 自动变速器油的特性	204
5.2.2 自动变速器油的分类和规格	205
5.3 离合器的润滑	207
5.4 联轴器的润滑	208
5.5 机械无级变速器的润滑	209
5.5.1 机械无级变速器油的分类和规格	209
5.5.2 机械无级变速器油的选用	210
5.5.3 机械无级变速器油的合理使用	211
5.6 螺旋副的润滑	211
5.6.1 螺纹连接的润滑	211
5.6.2 回转变位及微调用螺旋副的润滑	211
5.6.3 机床螺旋传动的润滑	212

5.7 钢丝绳的润滑	212	6.6 汽轮机的润滑	243
5.7.1 钢丝绳润滑剂的种类及性能	212	6.6.1 汽轮机油的作用	243
5.7.2 钢丝绳的合理润滑	213	6.6.2 汽轮机油的性能	243
5.8 链传动的润滑	215	6.6.3 汽轮机油的选择及使用管理	244
5.8.1 链传动对润滑剂的要求和选用	215	6.7 起重运输机械的润滑	245
5.8.2 链条润滑方法的选择	217	6.7.1 起重运输机械的润滑特点	245
5.9 活塞环和气缸的润滑	217	6.7.2 起重运输机械典型零部件的润滑	245
5.9.1 活塞环的润滑	217	6.7.3 典型起重运输机械的润滑	246
5.9.2 活塞和气缸的润滑	218	6.8 轧钢机的润滑	248
5.10 凸轮的润滑	219	6.8.1 轧钢机对润滑的要求	248
5.11 弹簧的润滑	219	6.8.2 轧钢机润滑采用的润滑油、脂	248
5.12 键销的润滑	220	6.8.3 轧钢机常用润滑系统	248
		6.8.4 轧钢机常用润滑装置	249
		6.8.5 轧钢机常用润滑设备的安装维修	250
		6.9 塑料加工机械的润滑	252
		6.9.1 混炼机的润滑	252
		6.9.2 注塑机的润滑	252
		6.10 纸浆造纸机械的润滑	252
		6.10.1 纸浆机械的润滑	252
		6.10.2 造纸机的润滑	252
		6.11 纺织机械的润滑	254
		6.12 食品加工机械的润滑	255
		6.12.1 食品加工机械对润滑的要求	255
		6.12.2 食品机械润滑剂的选用	255
		6.13 家用电器与机械的润滑	257
		6.14 船用机械的润滑	259
		6.15 锻压设备的润滑	260
		6.15.1 机械压力机的润滑	260
		6.15.2 螺旋压力机的润滑	261
		6.15.3 锻锤的润滑	261
		6.16 矿山设备的润滑	263
		6.16.1 矿山机械对润滑油的要求	263
		6.16.2 矿山机械用油举例	263
		参考文献	265

第 6 章 典型设备的润滑

6.1 润滑系统的换油和冲洗净化	221
6.1.1 润滑油的更换周期	221
6.1.2 润滑系统的冲洗净化	226
6.2 金属切削机床的润滑	227
6.2.1 机床润滑的特点	227
6.2.2 机床润滑剂的选用	227
6.2.3 机床常用润滑方法	229
6.3 内燃机的润滑	229
6.3.1 内燃机的工作特点	229
6.3.2 内燃机油的基本性能	230
6.3.3 内燃机油的分类	231
6.3.4 内燃机油的选用	232
6.4 压缩机的润滑	234
6.4.1 压缩机油的选用	236
6.4.2 压缩机润滑管理	236
6.5 冷冻机的润滑	239
6.5.1 冷冻机的类型及润滑方式	239
6.5.2 冷冻机油的性能要求	239
6.5.3 冷冻机油的选择	241
6.5.4 冷冻机润滑管理	242
6.5.5 冷冻机润滑系统的故障及维护	242



下篇 密封

第 1 章 密封的分类及应用

1.1 泄漏方式、密封方法及密封设计要求	269
1.2 静密封的分类、特点及应用	270
1.3 动密封的分类、特点及应用	272

第 2 章 垫片密封

2.1 垫片类型、应用及选择	276
2.2 法兰密封	277
2.2.1 法兰密封面形式	277

2.2.2	管道法兰垫片选择	278
2.2.3	法兰密封设计	279
2.2.4	高温法兰防漏措施	281
2.3	高压与自紧密封	281
2.3.1	高压密封的特点及设计原则	281
2.3.2	高压与自紧密封类型	282
2.3.3	高压与自紧密封的设计和计算	285
2.4	垫片标准	287
2.4.1	管法兰用非金属平垫片尺寸 (GB/T 9126—2008)	287
2.4.2	管法兰用非金属平垫片 技术条件 (GB/T 9129—2003)	294
2.4.3	管法兰连接用金属环垫 技术条件 (GB/T 9130—2007)	296
2.4.4	缠绕式垫片 分类 (GB/T 4622.1—2009)	298
2.4.5	缠绕式垫片 管法兰用垫片 (GB/T 4622.2—2008)	299
2.4.6	缠绕式垫片 技术条件 (GB/T 4622.3—2007)	304
2.4.7	管法兰用聚四氟乙烯包覆垫片 (GB/T 13404—2008)	306
2.4.8	管法兰用金属包覆垫片 (GB/T 15601—1995)	307
2.4.9	柔性石墨金属波齿复合垫片管法兰用垫 片尺寸 (GB/T 19066.1—2008)	309
2.4.10	柔性石墨金属波齿复合垫片 技术 条件 (GB/T 19066.3—2003)	317
2.4.11	钢制管法兰用金属环垫 尺寸 (GB/T 9128—2003)	319

第 3 章 密封胶及胶黏剂

3.1	密封胶及胶黏剂的特点及应用	322
3.2	密封胶的分类及特性	322
3.3	密封胶品种牌号及应用范围	323
3.4	密封胶选用及应用	324
3.5	胶黏剂使用原则	325

第 4 章 填料密封

4.1	毛毡密封	326
4.2	软填料密封	327
4.2.1	基本结构、密封原理及应用	327
4.2.2	软填料密封的设计和计算	327

4.2.3	软填料密封材料及选择	329
4.2.4	软填料密封的结构设计	330
4.2.5	碳钢填料箱 (HG 21537.7—1992) 及不锈钢填料箱 (HG 21537.8—1992)	333
4.3	硬填料类型	334
4.3.1	活塞环及涨圈密封	334
4.3.1.1	密封结构及应用	334
4.3.1.2	密封设计	335
4.3.2	活塞杆填料密封	336
4.3.3	往复活塞压缩机金属平面填料	338
4.3.3.1	三斜口密封圈 (JB/T 9102.1—1999)	338
4.3.3.2	三、六瓣密封圈 (JB/T 9102.3—1999)	340
4.3.3.3	径向切口刮油圈 (JB/T 9102.4—1999)	342
4.3.3.4	密封圈和刮油圈用拉伸弹簧 (JB/T 9102.5—1999)	344
4.3.3.5	密封圈和刮油圈技术条件 (JB/T 9102.6—1999)	345

第 5 章 成形填料密封

5.1	O形密封圈	347
5.2	V形密封圈	347
5.3	Y形密封圈	348
5.4	鼓形和山形密封圈	348
5.5	J形和L形密封圈	349
5.6	管道法兰连接结构中的U形密封圈	349
5.7	密封件及相关标准	350
5.7.1	O形橡胶密封圈	350
5.7.1.1	液压气动用O形橡胶密封圈 尺寸及公差 (GB/T 3452.1—2005)	350
5.7.1.2	液压气动用O形橡胶密封圈沟槽 尺寸和设计计算准则 (GB/T 3452.3—2005)	354
5.7.1.3	O形橡胶密封圈用挡圈	380
5.7.1.4	液压缸活塞和活塞杆动密封沟槽 尺寸和公差 (GB/T 2879— 2005)	381
5.7.1.5	液压缸活塞和活塞杆窄断面 动密封沟槽尺寸系列和公差 (GB/T 2880—1981)	386

5.7.1.6	液压缸活塞用带支承环密封沟槽形式、尺寸和公差 (GB/T 6577—1986)	391
5.7.1.7	液压缸活塞杆用防尘圈沟槽形式、尺寸和公差 (GB/T 6578—2008)	392
5.7.1.8	不锈钢卡压式管件用橡胶 O 形密封圈 (GB/T 19228.3—2003)	397
5.7.2	V _D 形橡胶密封圈 (JB/T 6994—2007)	398
5.7.3	单向密封橡胶圈 (GB/T 10708.1—2000)	401
5.7.4	Y _x 形密封圈	410
5.7.4.1	孔用 Y _x 形密封圈 (JB/ZQ 4264—1997)	410
5.7.4.2	轴用 Y _x 形密封圈 (JB/ZQ 4265—1997)	414
5.7.5	双向密封橡胶密封圈 (GB/T 10708.2—2000)	417
5.7.6	往复运动橡胶防尘密封圈 (GB/T 10708.3—2000)	420
5.7.7	液压缸活塞和活塞杆动密封装置	423
5.7.7.1	同轴密封件尺寸系列和公差 (GB/T 15242.1—1994)	423
5.7.7.2	支承环尺寸系列和公差 (GB/T 15242.2—1994)	426
5.7.7.3	同轴密封件安装沟槽尺寸系列和公差 (GB/T 15242.3—1994)	429
5.7.7.4	支承环安装沟槽尺寸系列和公差 (GB/T 15242.4—1994)	430
5.7.8	车氏组合密封	432
5.7.8.1	使用范围	432
5.7.8.2	密封材料	432
5.7.8.3	直角滑环式组合密封	433
5.7.8.4	脚形滑环式组合密封	434
5.7.8.5	齿形滑环式组合密封	435
5.7.8.6	C 形滑环式组合密封	436
5.7.8.7	TZF 型组合防尘圈	437
5.7.9	气缸用密封圈 (JB/T 6657—1993)	437
5.7.9.1	气缸活塞密封用 QY 型密封圈	437

5.7.9.2	气缸活塞杆密封用 QY 型密封圈	439
5.7.9.3	气缸活塞杆用 J 型防尘圈	441
5.7.9.4	气缸用 QH 型外露骨架橡胶缓冲密封圈	442
5.7.10	密封圈材料	443
5.7.10.1	普通液压系统用 O 形橡胶密封圈材料 (HG/T 2579—2008)	443
5.7.10.2	耐高温滑油 O 形橡胶密封圈材料 (HG/T 2021—1991)	445
5.7.10.3	往复运动密封圈材料 (HG/T 2810—2008)	446

第 6 章 油 封

6.1	油封结构型式及特点	448
6.2	油封设计和计算	448
6.3	油封材料及选择	450
6.4	油封相关标准	451
6.4.1	旋转轴唇形密封圈橡胶材料 (HG/T 2811—1996)	451
6.4.2	密封元件为弹性体材料的旋转轴唇形密封圈基本尺寸和公差 (GB/T 13871.1—2007)	452
6.4.3	液压传动旋转轴唇形密封圈设计规范 (GB/T 9877—2008)	453

第 7 章 机 械 密 封

7.1	接触式机械密封的基本构成与工作原理	461
7.2	常用机械密封分类及适用范围	461
7.3	机械密封的选用	467
7.4	常用机械密封材料	469
7.4.1	摩擦副用材料	469
7.4.2	辅助密封件用材料	471
7.4.3	弹性元件用材料	472
7.4.4	传动件、紧固件用材料	473
7.4.5	不同工况下机械密封材料选择	474
7.5	波纹管式机械密封	476
7.5.1	波纹管式机械密封形式及应用	476
7.5.2	波纹管式机械密封端面比压计算	477
7.6	机械密封设计及计算	478

7.7 泵用机械密封	485	7.12.8 潜水电泵用机械密封 (JB/T 5966—1995)	537
7.7.1 高温介质泵用机械密封	485	7.12.9 液环式氟气泵用机械密封 (HG/T 2100—2003)	540
7.7.2 易汽化介质泵用机械密封	485	7.12.10 船用泵轴的机械密封 (CB 3345—2008)	541
7.7.3 含固体颗粒介质泵用机械密封	487	7.12.11 船用泵轴的变压力机械密封 (CB 3346—1988)	542
7.7.4 腐蚀性介质泵用机械密封	488	7.12.12 机械密封循环保护系统 (JB/T 6629—1993)	543
7.7.5 易凝固、易结晶介质泵用机械 密封	488	7.12.13 机械密封系统用压力罐型式、 主要尺寸和基本参数 (JB/T 6630—1993)	546
7.8 风机用机械密封	489	7.12.14 机械密封系统用螺旋管式换热器 (JB/T 6631—1993)	547
7.9 釜用机械密封	490	7.12.15 机械密封系统用过滤器 (JB/T 6632—1993)	548
7.10 机械密封辅助系统	492	7.12.16 机械密封系统用旋液器 (JB/T 6633—1993)	549
7.10.1 泵用机械密封辅助系统的组成和 功能	492	7.12.17 机械密封系统用孔板 (JB/T 6634—1993)	550
7.10.2 泵用机械密封冲洗和冷却辅助 系统	492	7.12.18 釜用机械密封技术条件 (HG/T 2269—2003)	551
7.10.3 泵用机械密封封液杂质过滤、 分离器	496	7.12.19 搅拌传动装置机械密封 (HG/T 21571—1995)	553
7.10.4 风机用机械密封润滑和冷却 系统	497	7.12.20 搪玻璃搅拌容器用机械密封 (HG/T 2057—2003)	557
7.10.5 釜用机械密封的润滑和冷却 系统	498	7.12.21 焊接金属波纹管釜用机械密封技术 条件 (HG/T 3124—2009)	560
7.10.6 非接触式机械密封监控系统	501	7.12.22 釜用机械密封辅助装置 (HG/T 2122—2003)	561
7.11 非接触式机械密封	501	7.12.23 搅拌传动装置机械密封循环保护 系统 (HG/T 21572—1995)	563
7.11.1 流体静压式机械密封	501	7.12.24 离心泵及转子泵轴封系统 (API682 标准)	567
7.11.2 流体动压式机械密封	502		
7.11.3 非接触式气膜密封	503		
7.11.4 非接触式液膜密封	507		
7.11.5 泵用非接触式机械密封	508		
7.11.6 风机用非接触式机械密封	509		
7.11.7 釜用非接触式机械密封	511		
7.12 机械密封有关标准	511		
7.12.1 机械密封的型式、主要尺寸、 材料和识别标志 (GB/T 6556—1994)	511		
7.12.2 机械密封技术条件 (JB/T 4127.1—1999)	515		
7.12.3 机械密封用 O 形橡胶密封圈 (JB/T 7757.2—2006)	517		
7.12.4 泵用机械密封 (JB/T 1472—1994)	522		
7.12.5 焊接金属波纹管机械密封 (JB/T 8723—2008)	527		
7.12.6 耐酸泵用机械密封 (JB/T 7372—1994)	530		
7.12.7 耐碱泵用机械密封 (JB/T 7371—1994)	534		

第 8 章 真空密封

8.1 真空用橡胶密封圈	578
8.1.1 真空用橡胶密封圈结构形式	578
8.1.2 真空用橡胶密封圈标准	578
8.1.2.1 J 型真空用橡胶密封圈的型式及 系列尺寸 (JB/T 1090—1991) ...	578
8.1.2.2 J 型真空用橡胶密封圈压套的型式 及系列尺寸 (JB/T 1090—1991) ...	580

8.1.2.3	密封垫圈的型式及系列尺寸 (JB/T 1090—1991)	581
8.1.2.4	JO型真空用橡胶密封圈的型 式及系列尺寸(JB/T 1091— 1991)	581
8.1.2.5	JO型真空用橡胶密封圈锁紧 弹簧的型式及系列尺寸 (JB/T 1091—1991)	583
8.1.2.6	JO型真空用橡胶密封圈压套的 型式及系列尺寸(JB/T 1091— 1991)	584
8.1.2.7	骨架型真空用橡胶密封圈的型 式及系列尺寸(JB/T 1091— 1991)	584
8.1.2.8	真空用O形橡胶密封圈的型式及 系列尺寸(JB/T 1092—1991) ...	585
8.1.2.9	真空用O形橡胶密封圈压套的型式 及系列尺寸(JB/T 1092—1991) ...	586
8.1.2.10	真空用O形橡胶密封圈平垫的型式 及系列尺寸(JB/T 1092— 1991)	587
8.1.2.11	真空用O形橡胶圈材料 (HG/T 2333—1992)	588
8.2	真空用金属密封圈	589

第 9 章 迷宫密封

9.1	迷宫密封方式、特点、结构及应用	590
-----	-----------------------	-----

9.2	迷宫密封设计	590
-----	--------------	-----

第 10 章 浮环密封

10.1	浮环密封结构特点及应用	592
10.2	浮环密封设计	593
10.3	碳石墨浮环密封结构及应用	595

第 11 章 螺旋密封

11.1	螺旋密封方式、特点及应用	596
11.2	螺旋密封设计	596
11.3	矩形螺纹的螺旋密封计算	597

第 12 章 磁流体密封

12.1	磁流体密封的结构和工作原理	599
12.2	提高磁流体密封能力的主要途径	599
12.3	磁流体密封与其他密封 形式的对比	599

第 13 章 离心密封

13.1	离心密封结构形式	600
13.2	离心密封的计算	600

参考文献	602
------	-------	-----

上 篇

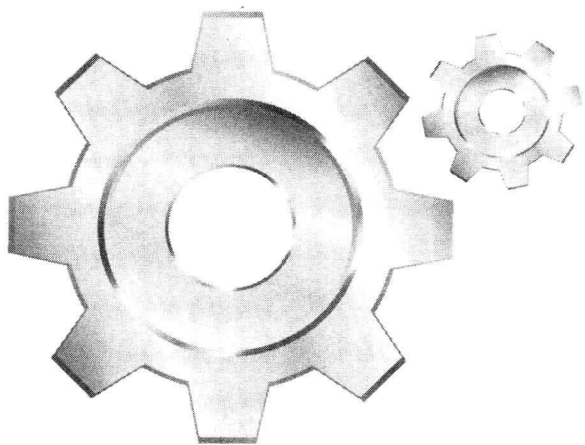
润滑



篇 主 编 吴晓铃

撰 稿 吴晓铃 袁丽娟 郭宝霞

审 稿 陈大融



第 1 章 润滑基础

1.1 润滑剂的作用

常见的润滑剂有润滑油、润滑脂。此外还有固

体、气体润滑剂，其中润滑油的应用最为广泛。水也是一种润滑剂，但由于它对金属有腐蚀作用，不适合作为金属零件的润滑剂。

表 1-1 润滑剂的作用和性质

作用	①降低摩擦,减少磨损 如果两摩擦面被润滑剂流体膜隔开,则避免了金属与金属的直接接触,把干摩擦变成了流体摩擦。或者由于形成了物理、化学吸附膜减少摩擦,避免磨损失效的发生
	②散热 润滑油可以把摩擦产生的热量带走,避免温度过高引起表面损伤
	③防锈 润滑剂覆盖了零件表面,起到了隔绝空气的作用,避免金属表面的氧化腐蚀
	④防腐 摩擦表面的润滑膜可以在一定程度上保护金属表面不被酸、碱、盐等介质侵蚀
	⑤降低振动冲击和噪声 由于润滑剂的黏滞性,能起到降低零件振动、冲击和噪声的作用
	⑥排除污物 润滑油能冲刷摩擦面上的磨粒和杂质,带走油池或润滑系统中的污物,保证零件表面的清洁,减少磨损
主要性质	①具有合适的黏度与流动性,以适应不同的工况条件
	②具有良好的抗磨性,以保持一定的承载能力
	③具有良好的氧化安定性,使油不氧化、不变黏、不变质、不堵塞油路
	④抗乳化性 在有水部位工作的零件,要求使用抗乳化性、油水分分离性好的润滑油。因为润滑油中的极压添加剂,基础油中的极性物质或油中的氧化物都是表面活性物质。当水混入油中时,上述表面活性物质起乳化作用
	⑤抗泡性 良好的抗泡性能使混入油中的空气顺利的逸出,否则,油中的气泡使摩擦表面供油不足导致磨损或胶合。在循环润滑系统中,抗泡性差的油会引起油的流量减少,降低散热的效果
	⑥防锈性 防锈性主要是具有保护零件表面不生锈的性能
	⑦抗腐蚀性 润滑剂的腐蚀性主要来源于油中的酸性物质,这些物质对金属具有腐蚀性。所以润滑剂应具有有良好的抗腐蚀性
	⑧无毒性 润滑剂应对人体无害,保障操作人员的安全

1.2 润滑状态及分类

一对摩擦副处于何种润滑状态是润滑设计中必须研究的问题。润滑剂形成的润滑膜可以是液体或气体组成的流体膜或固体膜。根据上述润滑膜形成的原理及特性,润滑状态的研究不断发展。研究各种润滑状态的特性及其变化规律所涉及的学科各不相同,处理问题的方法也不一样。对于流体润滑状态,包括流体动压润滑和流体静压润滑,主要是运用黏性流体力学

和传热学等来计算润滑膜的承载能力及其他力学特性。在弹性流体动压润滑中,由于载荷集中作用,还要根据弹性力学分析接触表面的变形以及润滑剂的流变学性能。对于边界润滑状态,则是从物理化学的角度研究润滑膜的形成与破坏机理。薄膜润滑兼有流体润滑和边界润滑的特性。而干摩擦状态中,主要的问题是限制磨损,它将涉及材料科学、弹塑性力学、传热学、物理化学等内容。

(1) 润滑状态图(表 1-2)

表 1-2 润滑状态图

经典润滑状态图	1985年美国机械工程师学会第一任主席 Rober H. Thurston 首次观察到径向滑动轴承随着载荷增加出现最小的摩擦因数,并认为它是流体动压润滑与混合润滑的转化点。随后,Gymbel 将这一现象与 Streibeck 实验曲线相结合,提出如图(a)所示的经典润滑状态图。将润滑状态划分为流体动压润滑、混合润滑、边界润滑三个区域
---------	---