

摩擦学手册

(摩擦磨损润滑)

[英] M.J.尼尔 主编

机械工业出版社

摩 擦 学 手 册

(摩擦磨损润滑)

[英] M.J.尼尔 主编

王自新 等译

邵荷生 校



机械工业出版社

本手册主要以图、表形式列出了摩擦学（摩擦、磨损、润滑）方面的大量技术资料数据，内容丰富、简练，查阅方便、迅速。其内容按机械零件或有关实际问题分为六大部分、128节。这六大部分是：A、零部件的选择、设计和性能；B、润滑；C、摩擦零部件及其表面材料的性能；D、环境因素；E、失效与修复；F、基础知识。

本手册可供机械设计、工厂运行、维护与修理的工程技术人员参考。

TRIBOLOGY HANDBOOK

LONDON

NEWNES—BUTTERWORTHS

Editor

M. J. NEALE

Second impression 1975

* * *

摩擦学手册

（摩擦磨损润滑）

〔英〕M. J. 尼尔 主编

王自新 等译

邵荷生 校

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第117号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 787×1092¹/₁₆·印张 34¹/₄·插页 2·字数 1028 千字

1984年10月北京第一版·1984年10月北京第一次印刷

印数 00,001-14,800·定价 7.40 元

*

统一书号：15033·5355

出版者的话

1964年英国教育科研部授权以乔斯特为首的润滑工程工作组对摩擦磨损润滑的教育与研究现状进行调查。1966年发表了调查报告。报告指出了这门学科在经济和技术方面的重要意义，提议学科的名称叫做“摩擦学”(Tribology)。报告中在“对工业需要的估计”中第五点指出工业需要一本摩擦工程设计和实践手册。在英国商业与工业部摩擦学委员会的努力下，在以M. J. 尼尔为首的顾问委员会的主持下，于1973年出版了本手册。本手册的著作者有109名专家，他们并不限于只是英国的工程师。

本手册内容丰富简练，大量采用图、表形式予以表达，查阅迅速，使用方便。手册中的许多章节之后还附有参考文献供读者进一步查找参阅。

本手册对于机械设计和维修工程技术人员具有重要参考价值。

本手册由王自新(A₁~A₃₂, A₄₁~A₅₅)、把键(B₁~B₃₀)、梁一中(C₁~₈, D₁~₉)、凌一勤(E₁~₅, F₁~₁₁)等同志翻译，吴培同志也译过A₃₃~₄₀的初稿。全稿由邵荷生同志进行校订并补译了部分失、缺稿(B₁~B₃等)。此外，濮良贵、万长森、罗唯力、寿汉章、王琼礼、党鸿辛、余俊、刘国铎、陈家靖、刘志国等同志曾协助我们分别校订过部分初译稿，在此对他们表示感谢。

摩擦学是一门多学科的边缘科学，本手册涉及面较广，更由于我们的水平所限，书中难免出现错误，恳望读者予以指正。

机械工业出版社 1981年8月25日

前 言

本手册在摩擦学的领域内对工业提供大量必需的权威性资料的来源。以一种易于理解的方式将现有数据收集在一起，我可以肯定，将对从事减轻损坏和磨损造成极高成本的活动起很大的作用；而这些问题，由于缺乏摩擦学的知识而显得更严重。

我感到高兴，通过商业和工业部的摩擦学委员会及出版者梅塞·布特华尔斯的共同努力使本手册的出版成为可能，并且我向尼尔先生及他的著作者们祝贺，他们十分出色地编成了这本书。

克里斯托弗·查塔韦
(商业及工业部工业发展部长)

作 者

- | | | | |
|--|----------------------------|--|-----------------------|
| <p>W. I. Acton, B.Sc.(Tech.), M.Sc., A.M.C.T.
Assistant Technical Manager,
Wolfson Unit for Noise and Vibration Control,
Institute of Sound and Vibration Research,
University of Southampton</p> | <p>D3</p> | <p>R. S. Burton,
Industrial Markets Division
Shell-Mex and B.P. Limited</p> | <p>E15</p> |
| <p>H. H. Anderson, B.Sc.(Hons.), C.Eng.,
F.I.Mech.E., Mem.A.S.M.E.
Design Consultant,
Weir Pumps Limited</p> | <p>D7</p> | <p>C. E. Carpenter, F.R.I.C.
Admiralty Oil Laboratory</p> | <p>D9</p> |
| <p>D. C. Austin,
Manager,
Graffon Division,
Morganite Special Carbons Ltd.</p> | <p>A31</p> | <p>J. M. Conway-Jones, B.Sc., Ph.D., D.I.C.,
A.C.G.I.
Manager, Current Products Design and
Development Dept.,
R & DO,
Glacier Metal Co. Ltd.</p> | <p>A20</p> |
| <p>W. H. Barnard, B.Sc.(Lond.), C.Eng.,
M.I.Mech.E.
Assistant Director at the Directorate General
of Fighting Vehicles and Engineer Equipment,
MOD(A)</p> | <p>D6</p> | <p>J. J. Crabtree, B.Sc.(Tech.) (Hons.)
Lecturer, Dept. of Production Engineering and
Production Management,
University of Nottingham</p> | <p>F9</p> |
| <p>Donald Bastow, B.Sc.(Eng.), C.Eng.,
F.I.Mech.E., M.Cons.E., M.S.A.E., M.S.I.A.(France)
Consulting Engineer</p> | <p>A13</p> | <p>A. B. Crease, M.Sc., A.C.G.I.
Consulting Engineer,
Michael Neale & Associates</p> | <p>C6, F7</p> |
| <p>J. Bathgate, B.Sc., C.Eng.,
M.I.Mech.E.
Development Engineer,
David Brown Gear Industries Ltd.</p> | <p>A25, B9, B17</p> | <p>W. J. J. Crump, B.Sc., A.G.G.I., F.Inst.P.
Technical Manager,
K. S. Paul Products Ltd.</p> | <p>B14, E3</p> |
| <p>C. A. Beard, C.Eng., F.I.Mech.E., A.F.R.Ae.S.
Senior Consultant,
Messrs. Ricardo & Co., Engineers (1927) Ltd.</p> | <p>A23</p> | <p>N. Davidson, C.Eng., M.I.Mech.E.,
A.M.C.T.
Managing Director,
Wiredrawing Dies (Manchester) Ltd.</p> | <p>A44</p> |
| <p>G. R. Ball, B.Sc., A.R.S.M., F.I.M.,
F.Weld.Inst., F.R.I.C.
Managing Director,
Wall Colmonoy Ltd.</p> | <p>E13</p> | <p>C. Derry,
Development Engineer,
Bowden Controls Limited</p> | <p>A27</p> |
| <p>J. C. Bell, B.Sc., Ph.D.
Scientist, Engine Lubricants Division,
Shell Research Ltd.</p> | <p>B7</p> | <p>D. Dowson, B.Sc., Ph.D., D.Sc., C.Eng.,
F.I.Mech.E., Mem.A.S.M.E.
Professor of Engineering Fluid Mechanics and
Tribology,
Director, Institute of Tribology,
Dept. of Mechanical Engineering,
University of Leeds</p> | <p>F5</p> |

A. B. Duncan , B.Sc., C.Eng., M.I.Mech.E. Chief Engineer, Power Division, Weir Pumps Limited	A40	G. Hawtree , Chief Engineer, Bowden Controls Limited	A27
D. A. Edwards , Technical Co-ordinator, Hardy Spicer Ltd.	A13	H. H. Heath , F.I.Mech.E. Head, Friction, Lubrication and Wear Group, Mechanical Engineering Laboratory, GEC/English Electric	E11
J. B. Erskine , B.Sc. (Hons.) Dunelm Manager, Noise and Vibration Section, Agricultural Division, ICI Limited	E9	A. Hill , B.Sc., C.Eng., F.I.Mech.E., M.I.Mar.E. Chief Engineer, Marine, Glacier Metal Co. Ltd.	A17
C. W. Foot , C.Eng., M.I.Mech.E., M.I.Prod.E. Chief Application Engineer, General Bearings Division, Ransome Hoffmann Pollard Ltd.	A19	E. C. Hill , M.Sc., M.I.Biol. Senior Lecturer in Microbiology, University College, Cardiff	B27
T. I. Fowle , B.Sc. (Hons.), A.C.G.I., C.Eng., F.I.Mech.E. Senior Technologist, Shell International Petroleum Co. Ltd.	B2	D. G. Hjertzen , C.Eng., M.I.Mech.E. Manager, Technical Administration and Information, SKF (U.K.) Limited	A18
J. H. Gilbertson , C.Eng., M.I.Mech.E., A.M.I.Mar.E. Engineering Manager, Serck Heat Transfer	B24	Hans Hocke , C.Eng., M.I.Mech.E., F.I.Plant.E., M.I.M.H., F.I.L. Senior Research Engineer, BISRA, The Corporate Laboratories, British Steel Corporation	A41, C3
P. T. Gleeson , B.Sc., C.Eng., M.I.E.E., M.Inst.P. Senior Lecturer, Middlesex Polytechnic at Hendon	DR	P. T. Holligan , B.Sc. (Tech.) (Hons.), F.I.M. Consultant	C1, E2, E12
J. A. S. Graham , Senior Process Metallurgist, Rolls Royce (1971) Ltd., Derby Aero Engine Division	A42	Harvey Holtby , M.Sc., C.Eng., M.I.Mech.E., M.I.Prod.E. Technical Manager, J. H. Fenner & Co. Ltd., Power Transmission Engineers	A46, A47
J. A. Greenwood , B.A., Ph.D. Lecturer in Engineering, University of Cambridge	F1	P. L. Hurricks , B.Sc., M.Sc. Metallurgist, Swansea Tribology Centre University College of Swansea	C4
M. J. Griffin , B.Sc., Ph.D. Research Fellow, Human Factors Research Unit, Institute of Sound and Vibration Research, University of Southampton	D3	E. T. Jagger , B.Sc. (Eng.), Ph.D., F.I.Mech.E., M.S.A.E. Consultant, formerly Chief Engineer with Fluid Seal Division, Geo. Angus & Co. Ltd.	A35
D. de Guerin , C.Eng., F.I.Mech.E. Engineering Consultant, late Manager of Diesel Engine Bearing R & D, Glacier Metal Co. Ltd.	A11	Karsten Jakobsen , Lic. Techn. Leader, Section for Machine Design, SINTEF, Engineering Research Foundation, University of Trondheim, Norway	A12

D. T. Jamieson , F.R.I.C. Principal Scientific Officer, Properties of Fluids Division, National Engineering Laboratory	B6	G. Longfoot , C.Eng., M.I.Mech.E., A.M.C.T. Chief Designer, Wellworthy Limited	A30
A. C. Jesper , B.Sc. Formerly Assistant Laboratory Manager, Rolls Royce Ltd., Aero Engine Division	A42	R. H. Lowres , C.Eng., M.I.Mech.E., M.I.Prod.E., A.M.I.Mar.E., M.S.A.E. Managing Director Arnolds (Branbridges) Ltd.	B22
D. B. Jones , C.Eng., M.I.Mech.E. Engineer, Swansea Tribology Centre, University College of Swansea	C4	A. Lymer , B.Sc.(Eng.), C.Eng., F.I.Mech.E. Engineering Manager, Power Division, Mather & Platt Limited	A34
R. L. G. Keith , B.Sc. Higher Scientific Officer, Atomic Weapons Research Establishment, UKAEA	D2	J. R. McColl , B.Sc., C.Eng., F.I.Mech.E. Engineering Manager (Design), Power Division, Weir Pumps Limited	A36
R. E. Knight , B.Sc., A.C.G.I. Technical Director, C. A. Norgren Limited	B18	M. F. Madigan , B.Sc. Marketing Manager, Reliance Gear Co. Ltd.	F8
J. L. Koffman , Dipl.-Ing., C.Eng., F.I.Mech.E. Traction and Rolling Stock Engineer (Development), British Railways Board (ret.)	A52	C. N. March , B.Sc., Ph.D. Senior Engineer, The Industrial Unit of Tribology, University of Leeds	E8
J. K. Lancaster , Ph.D., D.Sc., F.Inst.P. Senior Principal Scientific Officer, Materials Dept., Royal Aircraft Establishment	A4, B5	F. A. Martin , C.Eng., F.I.Mech.E. Manager, Bearing Design Techniques, Research and Development Organisation, Glacier Metal Co. Ltd.	A6
P. L. Langborne , C.Eng., M.I.Mech.E. Senior Scientific Officer, Fluids Group, National Engineering Laboratory	B15	V. Middleton , B.Sc., Ph.D. Lecturer, Dept. of Mechanical Engineering, University of Nottingham	A21
A. R. Lansdown , M.Sc., Ph.D., F.R.I.C., F.Inst.Pet. Director, Swansea Tribology Centre, University College of Swansea	B1, B3, D4	C. J. Millington , H.N.C.Mech.Eng. Development Manager, Serck Audco Valves	A29
R. T. Lawrence , M.I.E.D. Sales Engineer, Kay Pneumatics Ltd.	A37	V. T. Morgan , A.I.M., Assoc.I.Mech.E. Development Manager, Bound Brook Bearings Ltd.	A8
D. C. Leggatt , M.A.(Oxon) Designer, Marine and Industrial Gearing, Modern Wheel Drive Limited	C5	N. R. W. Morris , Director, Parvalube Limited	B29
		J. C. Moxon , C.Eng., M.I.Mech.E. Application Services Manager, Renold Limited	A26

- A. J. Munday**, B.Sc.(Tech.), C.Eng., M.I.Mech.E. **A10**
Lecturer,
Dept. of Mechanical Engineering,
University of Southampton
- Robert Munro**, B.Sc., Ph.D., C.Eng., M.I.Mech.E. **A31**
Director of Engineering,
Wellworthy Limited
- E. J. Murray**, B.Sc.(Eng.), C.Eng., M.I.Mech.E. **A32**
Chief Engineer,
Hepworth & Grandage Limited
- B. S. Nau**, B.Sc., Ph.D., A.R.C.S. **A33, A39, E6**
Principal Research Engineer,
BHRA Fluid Engineering,
The British Hydromechanics Research
Association
- H. Naylor**, B.Sc., Ph.D., C.Eng., F.I.Mech.E. **B7, F4**
Head,
Physics of Fluids Division,
Shell Research Ltd.
- P. B. Neal**, B.Eng., Ph.D., C.Eng., M.I.Mech.E. **A3, A15, A16**
Dept. of Mechanical Engineering,
University of Sheffield
- M. J. Neale**, B.Sc.(Eng.), A1, A2, B10, E1, F11
D.I.C., Wh.Sch., C.Eng., F.I.Mech.E.
Consulting Engineer,
Michael Neale & Associates
- T. P. Newcomb**, A50, A51, C7, E5, E14
D.Sc., F.I.Mech.E., F.Inst.P.
Principal Research Officer,
Ferodo Limited
- J. P. O'Donoghue**, B.E., Ph.D., C.Eng., M.I.Mech.E., M.I.Prod.E., Mem. A.S.M.E. **A9**
Director of Studies,
Mechanical and Industrial Engineering,
Northern Ireland Polytechnic
- J. W. Oswald**, F.R.I.C., F.I.M.F., A.I.M. **E13**
Director,
Fescol Limited
- E. L. Padmore**, C.Eng., M.I.Mech.E. **B8**
Senior Scientist,
Shell Research Ltd.
- D. R. Parkinson**, F.Inst.Pet. **B19**
Director,
Centralube Limited
- R. Pearce**, **A43**
Cranfield Institute
- W. C. Pike**, B.Sc., M.Sc., M.I.Mech.E., A.C.G.I. **B30**
Project Leader,
B.P. Research Centre,
The British Petroleum Co. Ltd.
- R. E. Reason**, D.Sc.(Birm. and Leics.), A.R.C.S., F.R.S. **F2**
Formerly Consultant in Metrology to
Rank Precision Industries
- N. Robinson**, **B4**
Texaco Limited.
- S. E. Rogers**, B.Sc., Ph.D., A.R.I.C. **A43**
Director,
Drop Forging Research Association
- G. W. Rowe**, M.A., Ph.D., D.Sc., C.Eng., F.I.Mech.E., F.Inst.P. **B13**
Professor of Mechanical Engineering,
Dept. of Mechanical Engineering,
University of Birmingham
- W. B. Rowe**, B.Sc., Ph.D., M.I.Mech.E., M.I.Prod.E. **A9**
Principal Lecturer,
Lanchester Polytechnic
- P. G. F. Seidon**, C.Eng., M.I.Mech.E. **B16**
Director and General Manager,
Lubrication Systems Division,
Tecalmit Engineering Limited
- D. M. Sharp**, **A27, B12**
British Ropes Limited
- D. M. Smith**, D.Sc., F.I.Mech.E., F.R.Ae.S., F.R.S. **A22**
Consultant
- A. H. Snow**, F.C.I.S., M.S.A.A.T. **A55**
Technical Officer,
Department of the Environment
- R. T. Spurr**, A50, A51, C7, E5, E14
B.Sc., Ph.D.
Principal Research Officer,
Ferodo Limited

- F. M. Stansfield**, B.Sc.(Tech.), C.Eng., **A28**
M.I.Mech.E., M.I.Prod.E.
Principal Research Officer and Head of
Engineering Dept.,
The Machine Tool Industry Research Assoc.
- D. Summers-Smith**, **A38, B26, B28, D4, E10**
B.Sc., Ph.D., M.I.Mech.E.
Tribology Adviser,
ICI Limited
- P. D. Swales**, B.Sc., Ph.D., C.Eng., **B25**
M.I.Mech.E.
Lecturer, Dept. of Mechanical Engineering,
University of Leeds
- D. Tabor**, Ph.D., Sc.D., F.Inst.P., F.R.S. **C8, F3**
Reader in Physics,
Cavendish Laboratory,
University of Cambridge
- G. F. Tagg**, B.Sc., Ph.D., C.Eng., F.Inst.P., **A14**
F.I.E.E., F.I.E.E.E.
Consultant,
Evershed & Vignoles Ltd.
- C. M. Taylor**, B.Sc.(Eng.), M.Sc., Ph.D. **A54**
Lecturer,
Dept. of Mechanical Engineering,
University of Leeds
- A. G. R. Thomson**, B.Sc.(Eng.), C.Eng., **B20, D1**
A.F.R.Ae.S.
Executive, Environmental Projects,
ESDU Ltd.
- M. J. Todd**, M.A. **D5**
Senior Scientific Officer,
National Centre of Tribology,
UKAEA
- N. Tommis**, A.I.M., M.I.E.I., A.I.M.F. **A32**
Chief Metallurgist,
Hepworth & Grandage Ltd.
- H. C. Town**, F.I.Mech.E., F.I.Prod.E., **A48, A49**
F.R.S.A.
Consultant and Technical Writer
- E. M. Trent**, B.Met., Ph.D., D.Met. **A45**
Lecturer,
Industrial Metallurgy Dept.,
University of Birmingham
- W. A. Tuplin**, D.Sc., F.I.Mech.E. **A24**
Emeritus Professor of Applied Mechanics,
University of Sheffield
- A. J. Twidale**, **B21, B23**
General Manager,
Farvalube Limited
- A. J. Walton**, B.Sc. **C2**
Senior Consultant,
National Centre of Tribology,
Risley Engineering and Materials Laboratory,
UKAEA
- R. B. Waterhouse**, M.A., Ph.D., F.I.M. **E7**
Reader in Metallurgy,
University of Nottingham
- H. J. Watson**, B.Sc.(Eng.), C.Eng., **B11, E4**
M.I.Mech.E.
Gear Consultant
- W. H. Wilson**, B.Sc.(Eng.), C.Eng., **A7, A53**
M.I.Mech.E.
Senior Engineer,
Leeds Industrial Tribology Centre,
Dept. of Mechanical Engineering,
University of Leeds
- R. S. Wilson**, M.A. **A38**
Resident Engineer,
Garlock S.A.
- R. G. Woolacott**, B.Sc.(Eng.), Ph.D., **A5, F10**
D.I.C., Wh.Sch., C.Eng., M.I.Mech.E.
Principal Scientific Officer,
Design Analysis Division,
National Engineering Laboratory
- K. H. R. Wright**, Ph.D., M.Inst.P. **F6**
Materials Group,
National Engineering Laboratory
- K. W. Wright**, **A42**
Senior Tribologist and Supervisor Mechanical
Behaviour,
Rolls Royce (1971) Ltd.,
Derby Aero Engine Division
- A. G. Young**, B.Eng., C.Eng., M.I.Mech.E., **A28**
A.M.C.T.
Assistant Head of Engineering Dept.,
The Machine Tool Industry Research Assoc.

编者的话

本书的编写宗旨是作为工业的设计人员和技术人员参考之用，它包含大量的技术知识与经验的精华，以一种易懂的方式写成的。

摩擦学是研究许多普通工程零件相接触或与其它材料接触运动时的相互作用的科学。为了使本手册应用方便，把内容按照这些零件或有关多种实际问题分成许多短节。这样，便于直接在本书的有关章节找到所需的参考资料；并因为所有的数据都是以图表形式出现的，故读者可以立即断定这是否是他所需的，而不用化费时间去阅读和了解整个章节的材料。

这种资料的表达方式使得在汇编本手册时比用其它方式时出现较多的困难，而各节的每位作者却已对此提出更可靠的实用的论述和更准确的工作成果。即使本手册的使用者们觉得他们现在对摩擦学问题上已有较为有用和实际的数据来源，我们这些额外的努力也将是值得的。

这样类型的一本手册的出版，若没有出版者的事业心，没有作者们相互的协作，没有编辑咨询委员会各成员对各节的不可缺少的和无法估价的意见和修改，是永远不可能的。

编者精诚地感谢他所有的助手们，并希望手册的使用者们对本书存在的任何错误和对再版的任何改进不吝地向编者指出，以臻完整。

M. J. 尼尔

本手册的用法

摩擦学零部件方面的资料:

所需资料	应参看本手册中的章节
选择、设计或性能的估计	A部分
润滑方法	B部分及A部分
材料的选择	C部分及A部分
许用的工作条件	性能在E部分 环境影响在D部分
失效原因	E部分
修复方法	E部分

一般摩擦学资料

所需资料	应参看本手册中的章节
材料数据	润滑剂在B部分 其他材料在C部分
润滑系统, 选择与设计	E部分及E部分
一般设计数据: 换算系数 传热 挠度 公差等	F部分
工作环境方面的数据	D部分
摩擦学的基本知识	F部分

符 号

本手册使用的符号都已尽可能地标准化，其意义如下：

A—面积、加速度	Q—体积流量
b—宽度	r—半径
B—宽度	R—比值
c—间隙	Re—雷诺数
c_a —轴向间隙	s—剪切率
c_d —直径间隙	S—表面速度
c_r —半径间隙	t—厚度
C_f —流量系数	T—厚度、张力、扭矩
C_l —升力系数	u—速度
d—内径	v—速度
d_m —平均直径	V—速度
D—外径	V_{max} —最大速度
e—偏心率	V_p —节圆线速度
E—弹性模量	W—载荷
f—应力	W_a —轴向载荷
F—力	W_r —径向载荷
h—膜厚	α —热膨胀系数
h_{min} —最小膜厚	β —角度，压力比
H—功率	δ —位移、承窝深度、包角
k—常数或系数	e—偏心率
K—常数或系数	η —绝对或动力粘度
l—长度	η_e —有效动力粘度
L—长度	θ —温度、角度
n—转动频率	λ —摩擦角
p—压力	μ —摩擦系数
p_f —润滑剂供压（表压）	ν —运动粘度
P—压力	σ —密度
P_{max} —最大压力	ϕ —角度
q—流量系数	ω —角速度

单位对照表[⊖]

为了统一和方便起见，本手册所有的单位一概用原文，并在此以英文字母先后为序作出中英对照，除基本单位外还举一些最常见的物理量单位，读者若欲了解详细情况，请参阅本手册最后一节（F-11）及表F11-1、F11-2、F11-3、F11-4。

<p>A 安 (培)</p> <p>Bar 巴 (压强单位)</p> <p>Btu 英热单位</p> <p>Btu/hft²·F 英热单位/小时·英尺²·°F</p> <p>°C 摄氏度</p> <p>Cal 卡</p> <p>cd 坎德拉(烛光)</p> <p>CHU 卡热单位</p> <p>cp 厘泊</p> <p>cSt(或 cS) 厘斯 (厘施)</p> <p>deg 度</p> <p>deg/s 度/秒</p> <p>°F 华氏度</p> <p>fpm 英尺/分</p> <p>fps 英尺/秒</p> <p>ft 英尺</p> <p>ft·lbf 英尺·磅力(力矩单位)</p> <p>ft/s² 英尺/秒²(加速度单位)</p> <p>G (= 10⁹) 吉(千兆)</p> <p>g 克</p> <p>g (或 gal) 加仑</p> <p>h (或 hours) 小时</p> <p>hp 马力</p> <p>Hz 赫(赫兹)</p> <p>in 英寸</p> <p>J (= Nm) 焦(焦耳)</p> <p>k (= 10³) 千</p> <p>K 开(开尔文)</p> <p>kg 千克</p> <p>kgf 千克力</p> <p>kg/m² 千克/米²</p> <p>kW 千瓦</p> <p>kWh 千瓦·时</p> <p>l 升</p> <p>lb 磅</p> <p>lbf 磅力</p>	<p>lb/ft³ 磅/英尺³(密度单位)</p> <p>lbf/in² 磅力/英寸²(压力单位)</p> <p>M (= 10⁶) 兆</p> <p>m 米</p> <p>m (= 10⁻³) 毫</p> <p>m (或 min) 分</p> <p>ml 毫升</p> <p>mm 毫米</p> <p>mol 克分子</p> <p>m/s 米/秒</p> <p>m/min 米/分</p> <p>N 牛 (= kgm/s²)</p> <p>n (= 10⁻⁹) 纳(毫微)</p> <p>Nm 牛·米</p> <p>N/m² 牛/米²</p> <p>Ns/m² 牛·秒/米²(动力粘度单位)</p> <p>Oz 英两</p> <p>P (= 10⁻¹²) 皮(微微)</p> <p>P (poise) 泊 $\left(= \text{g/cm} \cdot \text{s} = \frac{1}{10} \frac{\text{Ns}}{\text{m}^2} \right)$</p> <p>psi 磅力/英寸²</p> <p>rad 弧度</p> <p>rad/s 弧度/秒</p> <p>rev 转</p> <p>rev/min 转/分</p> <p>s 秒</p> <p>St(或 stoke) 斯托克斯, 斯(施) $\left(= \text{cm}^2/\text{s} = \frac{\text{m}}{\text{s}} \times 10^4 \right)$ (运动粘度)</p> <p>T (= 10¹²) 太(兆兆)</p> <p>t (ton) 吨</p> <p>torr 托 (= 1mmHg)</p> <p>tsi 吨/英寸²</p> <p>W 瓦 (= J/s)</p> <p>μ (= 10⁻⁶) 微</p> <p>μm 微米</p> <p>Ω 欧(欧姆)</p>
---	---

⊖ 校者附。

目 录

符号

单位对照表

A 部分 零部件的选择、设计和性能 1

轴承

- A 1 轴承类型和型式的选择 3
- A 2 径向轴承的选择 7
- A 3 推力轴承的选择 10
- A 4 干摩擦轴承 12
- A 5 动压流体膜径向轴承 16
- A 6 油环和油盘供油的径向轴承 19
- A 7 润滑脂、油绳和滴油润滑的径向轴承 23
- A 8 多孔质金属轴承 30
- A 9 流体静压轴承 38
- A 10 气体轴承 43
- A 11 曲轴轴承 49
- A 12 摆动径向轴承 56
- A 13 球面轴承和万向联轴节 62
- A 14 仪器宝石支承和枢轴 67
- A 15 普通推力滑动轴承 70
- A 16 成形瓦块的推力轴承 72
- A 17 可倾瓦推力轴承 77
- A 18 滚动轴承的选择 83
- A 19 滚动轴承的安装 89
- A 20 普通滑动轴承的形式和安装 96
- A 21 轴承的径向刚度 101
- A 22 轴承的振动 104

凸轮、齿轮及滚子链

- A 23 凸轮和推杆的性能与材料 106
- A 24 齿轮的类型和材料的选择 112
- A 25 金属齿轮的硬度、光洁度和润滑剂 116
- A 26 滚子链传动的性能与材料 118

往复运动的零部件

- A 27 钢丝绳和操纵缆绳 124
- A 28 滑块的选择与设计 125

- A 29 阀的选择与材料 129
- A 30 活塞设计 131
- A 31 活塞环 138
- A 32 汽缸和衬套的材料与表面光洁度 143

密封

- A 33 密封的选择 146
- A 34 机械密封 155
- A 35 唇形密封 166
- A 36 填料压盖 171
- A 37 软活塞密封 175
- A 38 活塞杆的填密 180
- A 39 曲径式密封与节流轴套 183
- A 40 抛油环和排油槽 189

耐磨零件

- A 41 耐磨零件和材料的选择 191
- A 42 硬的表面覆盖层的选择和应用 195

金属成形模具和切削刀具

- A 43 薄板成形和锻造模具及工具 200
- A 44 拉丝模 205
- A 45 金属切削刀具 208

高摩擦的零部件

- A 46 皮带传动的选择 213
- A 47 皮带传动的设计、材料与性能 218
- A 48 摩擦离合器的选择 223
- A 49 摩擦离合器的设计与材料 227
- A 50 制动器的性能与选择 239
- A 51 制动器的设计数据 236
- A 52 减振装置 238
- A 53 车轮、钢轨和轮胎的性能及寿命 241
- A 54 卷筒的性能与设计 246
- A 55 工业用材板的选择 251

B 部分 润滑 253

润滑剂

- B 1 润滑剂种类的选择 255
- B 2 矿物油 260
- B 3 合成油 267

B 4	润滑脂	269	D 2	工业厂房的环境资料	400
B 5	固体润滑剂和涂层	272	D 3	人类耐噪音和振动的限度	403
B 6	其它液体	276	特殊环境的机械设计数据		
零部件的润滑			D 4	高压与真空	405
B 7	普通滑动轴承的润滑	282	D 5	高温与低温	409
B 8	滚动轴承的润滑	285	D 6	污垢与尘土	413
B 9	齿轮与滚子链的润滑	289	D 7	化学影响	417
B 10	滑块的润滑	291	D 8	振动与冲击	421
B 11	联轴器的润滑	292	D 9	储存	423
B 12	钢丝绳的润滑	295	E 部分	失效与修复	425
B 13	金属加工与切削时的润滑	298	一般零件的失效		
润滑系统			E 1	失效的形式	427
B 14	润滑系统的选择	304	E 2	普通滑动轴承的失效	430
B 15	完全流失的润滑脂系统	307	E 3	滚动轴承的失效	435
B 16	完全流失的润滑油系统	312	E 4	齿轮的失效	440
B 17	浸油和溅油的润滑系统	314	E 5	摩擦表面的失效	446
B 18	油雾润滑系统	316	E 6	密封的失效	450
B 19	循环润滑系统	320	E 7	微动磨损问题	455
B 20	储油箱的设计	325	机器及零件的工作极限及失效极限		
B 21	油泵的选择	328	E 8	失效的检测方法	457
B 22	过滤器及离心分离器的选择	331	E 9	噪音与振动的失效极限	460
B 23	警报及保护装置的选择	334	E 10	引起失效的极限工作温度	463
B 24	加热器和冷却器的选择	337	E 11	允许的磨损极限	464
B 25	管道设计	339	修复及保养方法		
B 26	润滑剂更换周期及试验	346	E 12	普通滑动轴承的修复	465
B 27	润滑剂的生物性变质	349	E 13	磨损表面的修复	470
B 28	润滑剂的危害性: 火灾、爆炸及对健康的危害性	351	E 14	摩擦表面的修复	477
B 29	润滑系统的使用	354	E 15	润滑保养计划	480
B 30	磨合过程	358	F 部分	基础知识	485
C 部分 摩擦零部件及其表面材料的性能			基础摩擦学		
材料			F 1	表面性质与接触	487
C 1	普通滑动轴承的材料	365	F 2	表面形貌	490
C 2	支承表面的涂层和处理	371	F 3	摩擦机理、润滑剂的作用	497
C 3	耐磨材料与表面	375	F 4	粘度与流变学	499
C 4	滚动轴承材料	379	F 5	流体膜形成的方法	502
C 5	齿轮材料	384	F 6	磨损的机理	507
C 6	挠性铰链与刀刃材料	385	一般设计知识		
C 7	摩擦材料	389	F 7	轴承装置的散热	511
C 8	材料的摩擦性能	392	F 8	轴的挠度和斜度	515
D 部分 环境因素			F 9	典型元件的成型公差	518
设计用的环境数据			F 10	有关的国际标准 (ISO) 与英国标准 (BSS)	520
D 1	世界环境的气候数据	397	F 11	标准国际单位制与换算因数	526
			索引		
			528		

A 部 分

零部件的选择、设计和性能

轴承	A1~A22
凸轮、齿轮及滚子链	A23~A26
往复运动的零部件	A27~A32
密封	A33~A40
耐磨零件	A41~A42
金属成形模具和切削刀具	A43~A45
高摩擦的零部件	A46~A55