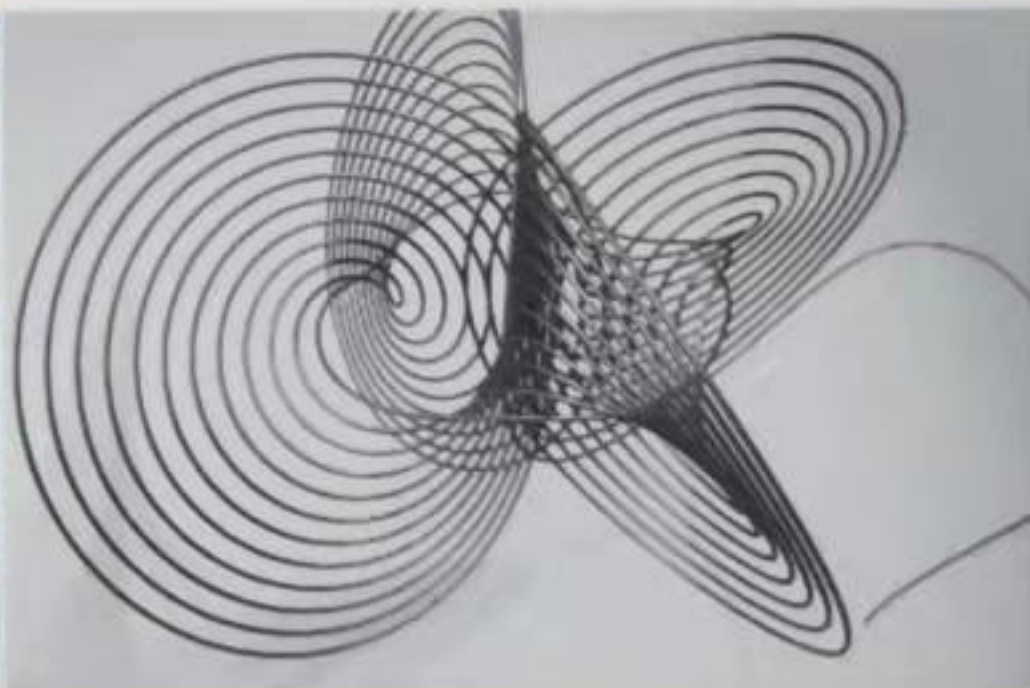


高温摩擦学

■ 杨军 朱圣宇 程军 著



科学出版社

内 容 简 介

本书对高温摩擦学理论和高温自润滑耐磨损材料进行了较为系统的分析和论述。全书共九章，主要内容包括：绪论、高温摩擦理论、高温磨损理论、高温润滑理论、高温自润滑合金、高温自润滑复合材料、高温自润滑涂层、高温耐磨损材料，以及高温摩擦学测试与分析方法。

本书可供高等院校机械类专业学生和从事摩擦学研究的科研人员和工程技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

高温摩擦学 / 杨军, 朱圣宇, 程军著. —北京: 科学出版社, 2022.1
ISBN 978-7-03-071132-8

I. ①高… II. ①杨…②朱…③程… III. ①高温材料-摩擦
IV. ①TB36

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2021) 第 266109 号

责任编辑: 牛宇锋 / 责任校对: 任苗苗
责任印制: 吴兆东 / 封面设计: 蓝正设计

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京中石油彩色印刷有限责任公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2022 年 1 月第 一 版 开本: 720 × 1000 B5

2022 年 1 月第一次印刷 印张: 14

字数: 265 000

定价: 98.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

目 录

序	
前言	
第 1 章 绪论	1
1.1 高温摩擦学研究背景	1
1.2 高温摩擦学研究进展	2
1.2.1 高温摩擦学理论	2
1.2.2 高温自润滑材料	3
1.2.3 高温耐磨损材料	4
1.2.4 高温摩擦学测试分析技术	5
1.3 高温摩擦学应用	6
参考文献	7
第 2 章 高温摩擦理论	10
2.1 摩擦理论	10
2.1.1 阿蒙东-库仑定律	10
2.1.2 机械嵌合理论	11
2.1.3 分子作用理论	11
2.1.4 黏着-犁沟摩擦理论	12
2.1.5 摩擦二项式定律	18
2.1.6 摩擦能量理论	19
2.2 高温摩擦现象	21
2.2.1 摩擦表面组织结构	21
2.2.2 摩擦物理	22
2.2.3 摩擦化学	24
2.2.4 摩擦转移	26
参考文献	26
第 3 章 高温磨损理论	29
3.1 黏着磨损	29
3.1.1 黏着磨损机理	29
3.1.2 黏着磨损类型	29
3.1.3 黏着磨损理论	30

3.2	磨粒磨损	33
3.2.1	磨粒磨损机理	33
3.2.2	磨粒磨损类型	34
3.2.3	磨粒磨损理论	34
3.3	疲劳磨损	35
3.3.1	疲劳磨损机理	36
3.3.2	疲劳磨损类型	36
3.3.3	疲劳磨损理论	36
3.4	腐蚀磨损	37
3.4.1	腐蚀磨损机理	38
3.4.2	腐蚀磨损类型	38
3.4.3	氧化磨损理论	38
3.5	其他磨损理论	41
3.5.1	剥层磨损理论	41
3.5.2	能量磨损理论	43
	参考文献	44
第4章	高温润滑理论	46
4.1	固体润滑理论	46
4.2	高温固体润滑剂及其作用机理	47
4.2.1	层状固体润滑剂	48
4.2.2	软金属固体润滑剂	52
4.2.3	氧化物固体润滑剂	52
4.2.4	氟化物固体润滑剂	55
4.2.5	固体润滑剂的协同效应	56
4.2.6	高温润滑方式	56
4.2.7	离子势模型	57
	参考文献	58
第5章	高温自润滑合金	65
5.1	铜基高温自润滑合金	65
5.1.1	含石墨铜基自润滑合金	66
5.1.2	铜铅自润滑合金	67
5.1.3	铜锡自润滑合金	68
5.1.4	其他铜基自润滑合金	69
5.2	铁基高温自润滑合金	69

5.2.2	铁铈自润滑合金	70
5.3	钴基高温自润滑合金	71
5.3.1	钴基高温合金	71
5.3.2	钴银自润滑合金	71
5.3.3	钴铈自润滑合金	72
5.4	镍基高温自润滑合金	72
5.4.1	镍铜铈高温自润滑合金	72
5.4.2	含硫镍基自润滑合金	74
5.4.3	镍铝基自润滑合金	76
5.5	其他高温自润滑合金	79
5.5.1	高熵合金	79
5.5.2	难熔合金	79
	参考文献	79
第 6 章	高温自润滑复合材料	83
6.1	金属基高温自润滑复合材料	83
6.1.1	镍基高温自润滑复合材料	84
6.1.2	铁基高温自润滑复合材料	90
6.1.3	铜基高温自润滑复合材料	91
6.1.4	钴基高温自润滑复合材料	92
6.2	金属间化合物基自润滑复合材料	93
6.2.1	镍铝基高温自润滑复合材料	93
6.2.2	钛铝基高温自润滑复合材料	100
6.2.3	铁铝基高温自润滑复合材料	102
6.3	陶瓷基高温自润滑复合材料	103
6.3.1	陶瓷基自润滑复合材料摩擦磨损机理	104
6.3.2	氧化锆基高温自润滑复合材料	105
6.3.3	氮化硅基高温自润滑复合材料	109
6.3.4	碳化硅基高温自润滑复合材料	113
6.3.5	其他陶瓷基高温自润滑复合材料	114
	参考文献	117
第 7 章	高温自润滑涂层	124
7.1	PS 系列高温自润滑涂层	125
7.1.1	PS100 系列高温自润滑涂层	126
7.1.2	PS200 系列高温自润滑涂层	126
7.1.3	PS300 系列高温自润滑涂层	127

7.1.4	PS400 系列高温自润滑涂层	128
7.2	自适应性高温自润滑涂层	130
7.2.1	第一代自适应性高温自润滑涂层	131
7.2.2	第二代自适应性高温自润滑涂层	131
7.2.3	第三代自适应性高温自润滑涂层	133
7.3	陶瓷基高温自润滑涂层	134
7.3.1	氧化锆基高温自润滑涂层	135
7.3.2	氧化铬基高温自润滑涂层	136
7.3.3	氧化铝基高温自润滑涂层	137
7.3.4	氧化锌基高温自润滑涂层	137
7.3.5	氮化物基高温自润滑涂层	138
7.4	金属间化合物基高温自润滑涂层	139
7.4.1	镍铝基高温自润滑涂层	139
7.4.2	镍硅基高温自润滑涂层	141
7.5	金属基高温自润滑涂层	142
7.5.1	镍基高温自润滑涂层	142
7.5.2	钴基高温自润滑涂层	145
7.5.3	软金属基高温自润滑涂层	146
7.6	无机酸盐类高温自润滑涂层	146
7.6.1	$M_xTM_yO_z$ 类高温自润滑涂层	146
7.6.2	铯盐类高温自润滑涂层	147
7.6.3	硫酸盐类高温自润滑涂层	147
7.7	高温自润滑涂层制备技术	148
7.7.1	物理气相沉积技术	148
7.7.2	热喷涂技术	149
7.7.3	激光熔覆技术	151
7.7.4	粉末冶金技术	152
7.7.5	冷喷涂技术	152
	参考文献	152
第 8 章	高温耐磨损材料	157
8.1	金属基高温耐磨损材料	158
8.1.1	铁基高温耐磨损合金	159
8.1.2	镍基高温耐磨损合金	170
8.1.3	钴基高温耐磨损合金	174
8.1.4	铝基和镁基高温耐磨损合金	177

8.1.5	金属间化合物基高温耐磨损材料	178
8.1.6	新型高熵合金高温耐磨损材料	181
8.2	金属陶瓷高温耐磨损材料	184
8.2.1	铁基-陶瓷高温耐磨损材料	184
8.2.2	镍基-陶瓷高温耐磨损材料	184
8.2.3	铝基/镁基-陶瓷高温耐磨损材料	185
8.2.4	金属间化合物-陶瓷高温耐磨损材料	186
8.3	陶瓷基高温耐磨损材料	188
8.3.1	碳化物基高温耐磨损陶瓷	188
8.3.2	氮化物基高温耐磨损陶瓷	189
8.3.3	氧化物基高温耐磨损陶瓷	190
	参考文献	190
第9章	高温摩擦学测试与分析方法	196
9.1	高温摩擦试验机	196
9.1.1	常见的高温摩擦磨损试样	196
9.1.2	高温摩擦运动方式	197
9.1.3	常用高温摩擦试验机	198
9.2	高温摩擦磨损测试表征技术	202
9.2.1	高温摩擦磨损性能评价	202
9.2.2	材料高温结构及力学性能	207
9.3	高温摩擦磨损测量设备及技术展望	208
9.3.1	原位摩擦试验检测设备	208
9.3.2	高温摩擦磨损测量设备及技术展望	209
	参考文献	210