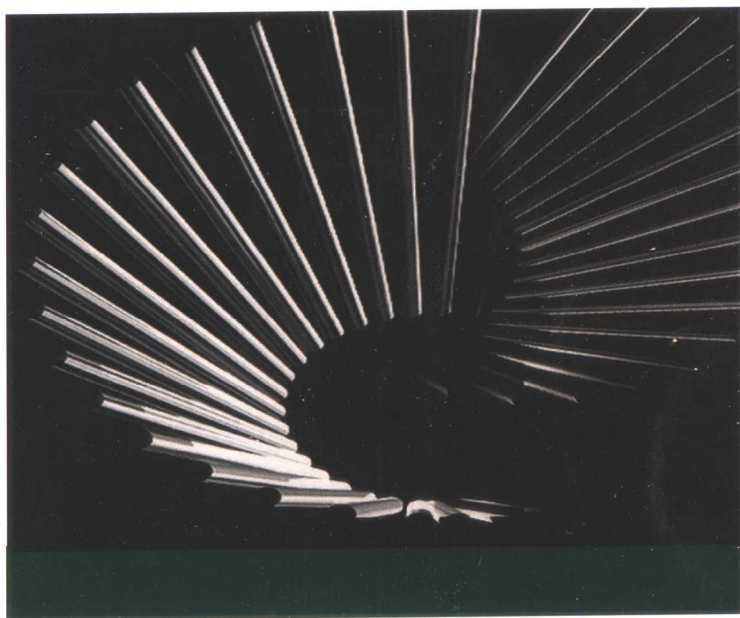


张康夫 萧怀斌 罗永秀 王余高 编

防锈材料应用手册



Chemical Industry Press



化学工业出版社

工业装备与信息工程出版中心

防锈材料应用手册

张康夫 萧怀斌 编
罗永秀 王余高



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

防锈材料应用手册/张康夫等著. —北京: 化学工业出版社, 2004. 4
ISBN 7-5025-5402-5

I. 防… II. 张… III. 金属材料-防锈-手册
IV. TG174. 4-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 035009 号

防锈材料应用手册

张康夫 萧怀斌 罗永秀 王余高 编
责任编辑: 段志兵 刘丽宏 卢小琳
责任校对: 凌亚男
封面设计: 于 兵

*

化学工业出版社 出版发行
工业装备与信息工程出版中心
(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)
发行电话: (010)64982530
<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销
聚鑫印刷有限责任公司印刷
三河市东柳装订厂装订

开本 720mm×1000mm 1/16 印张 37½ 字数 741 千字
2004 年 6 月第 1 版 2004 年 6 月北京第 1 次印刷
ISBN 7-5025-5402-5/TG·7
定 价: 78.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

习惯上，将在大气条件下钢铁的腐蚀产物称为锈。广义上讲，所有金属在大气条件下生成的腐蚀产物统称为锈，并将这一腐蚀过程称为生锈。防止或减缓金属生锈的方法即为防锈。

防锈的方法很多，有的防锈层在使用前是不需去除的，如电镀层、涂漆层；有的防锈层仅限于在生产、储运过程中使用，在使用前即可方便地去除，如防锈油品、气相缓蚀剂的包装材料等。后者在国际标准 ISO 6743/8—1987、英国 BS 1133、日本 JIS Z 0303 标准中都称为“暂时性防腐蚀”，所谓“暂时”不是指时间而言，而是指在使用前需去除。

在国内，半个多世纪以来，已习惯将这类“暂时性防腐蚀”称为防锈，并与镀层、涂层泾渭分明，这里就仍沿用“防锈”这一名词。

防锈材料的应用，在国内起始于 20 世纪的 50 年代，60 年代中期由于石油磺酸盐、羊毛脂及其衍生物、亚硝酸二环己胺、苯并三氮唑等防锈添加剂的工业化、商品化，以及 60 年代后期二壬基萘磺酸盐、烯基丁二酸类、氧化石油脂类的兴起，防锈材料得到了较快的发展。与此同时，材料和工艺的标准化也同步发展，为我国的防锈技术奠定了基础，基本上满足了当时机、电产品的需求。周静好、李少正、司徒振民、朱振雄、王秀容以及故去的孔雯先生等人开创、奠定了国内的防锈基础。

我国改革开放，尤其是加入 WTO 以后，外资大量涌入，并纷纷建立独资、合资加工基地。随着机、电加工产品引入，加工设备、加工工艺和消耗材料亦同步进入。在长江三角洲、珠江三角洲、沿渤海湾等开发区集中地域，国外品牌公司的清洗、润滑、防锈类产品已占有相当份额。国际化的添加剂公司、油品公司几乎都设立了中国分公司，不少还设立了“调配厂”，并开始按各自的规格、标准选用国内生产的大宗原料，已初步形成市场、生产、原料“本土化”的格局。

相关材料的国际化，对我国的现有状态是一个挑战。国内现有的生产厂近二十年来发展缓慢，多处在同一水平上的价格竞争，不少已陷入困境。认识国外品牌、学习国外品牌，加强研制力量，尽快工业化生产，逐步与国际接轨，以求最大限度的国产化，这是今后十年的努力方向。

防锈材料，如前所述是以暂时性防护为目的的这些材料的标准和数据是本手册的主体。

但不少机械产品的工作用油除了有各自特定的技术要求外,对防锈、防腐蚀等亦有程度不同的要求,有的甚至还很苛刻。这类油品包括汽油机用油、柴油机用油、齿轮油、各类液压油等。这样,就存在多种不同类别的添加剂如何复配、耦合等一系列技术问题。又由于石油基型的普通矿物油受到质的限制,所以又有合成油(液)类,如合成烃类、酯类、聚醚类、磷酸酯类等以及以水为介质的油(液)品种,对防锈添加剂又提出了不同的要求。

金属加工油(液),属工艺用油(液),这类产品品种繁多,仅从类别上讲即可分为金属切削加工用油(液)、金属成型用油(液)、金属清洗剂、金属热处理用油(液)等。从市场容量上讲,此类产品市场消耗量可能远大于“暂时性防锈材料”。多少年以来,这些油(液)在国内常为同一生产厂生产,其中金属切削油(液)、金属水剂清洗剂、水系的液压液还可能是主要产品。从国外品牌公司的产品目录看,这类油(液)的品种亦明显大于仅用于暂时性防锈的品种。因此,本手册中对“防锈材料”的范围和内容进行了适当扩充,以便读者参考。

产品接轨首先应关注标准接轨。在中国国家标准(GB)中已有不少“等效采用”国际标准(ISO)的,如GB 7631.5 M组(金属加工用油液)、GB 7631.6 R组(暂时保护防腐蚀材料)。在GB标准中还欠缺的,则选编了相关的国外标准。

在各发达国家的相关标准中,收集到的日本工业规格(JIS)比较完整,又都是2000年以后被重新确认的。从内容上看,JIS规格与美军规格(MIL)、美国材料学会标准(ASTM)等也相近。所以,在手册中较多地选用了JIS规格。

在现有的中国国家标准(GB)中,还有一部分是早期制定的标准,虽然与国外标准还存有差异,但在新的GB标准还未颁布前仍在沿用,所以也一并收入。

手册中,整理了部分品牌公司的添加剂和油(液)品种,从简单的理化指标、性能、用途等相关资料中,仔细阅读也能发现出其中内涵,也可作为认识、借鉴品牌产品的过程。

在手册编写过程中,中国表面工程协会、武汉材料保护研究所、杭州五源材料发展公司、南京优耐特添加剂研究所给予了关切与支持,在此一并表示感谢。

在手册编写过程中,承浙江省表面工程协会(筹)范财富、徐坚先生的支持,在此表示感谢。

张康夫

2004年1月

目 录

第 1 章 金属腐蚀和大气腐蚀	1
1.1 金属腐蚀	1
表 1-1 金属腐蚀分类	1
表 1-2 防锈、防腐蚀中一般术语 [摘自 JIS Z 0103—1996 (2002 年确认)]	1
表 1-3 各种腐蚀类型举例	4
表 1-4 航空产品腐蚀故障分析实例	8
1.2 大气腐蚀	14
表 1-5 大气腐蚀与金属表面水膜厚度的关系	15
表 1-6 露点和湿度的定义	15
表 1-7 湿度的测量	15
1.2.1 工业大气腐蚀	17
表 1-8 大气中不同成分对金属腐蚀的影响	18
1.2.2 海洋大气腐蚀	20
表 1-9 海水的组成	21
表 1-10 海平面附近清洁的干燥空气的成分	22
表 1-11 离海岸距离不同时, 空气中的氯离子和钠离子的含量	22
表 1-12 东南沿海各地盐雾沉降量年平均值 (以 NaCl 计)	22
1.2.3 大气环境腐蚀性分类	22
1.2.4 防止大气腐蚀的方法	25
表 1-13 防止大气腐蚀的方法	25
1.3 金属材料的选择原则	25
表 1-14 金属的耐蚀性	26
表 1-15 易引起应力腐蚀而破裂的环境	28
表 1-16 热处理影响耐蚀性能的举例	28
1.4 金属镀层及化学转换膜的选择	28
1.4.1 镀层及化学转换膜的分类	29
表 1-17 镀覆层使用条件的分类	29
1.4.2 防止接触腐蚀	29
表 1-18 关于连接结构的金属合金和防护方案的使用指南 (使用条件: 海水、海洋大气及工业大气)	30

表 1-19	推荐的保护处理方案顺序 (摘自 MIL-STD-899B 附录 A)	31
表 1-20	双金属接触腐蚀的等级 (摘自英 BS PD 6484)	33
表 1-21	不同材料和镀覆层相互接触时接触腐蚀的等级 (摘自 HB 5033)	34
1.4.3	镀层和化学覆盖层选择和应用	35
表 1-22	钢铁表面镀覆层选择原则	35
表 1-23	铜及铜合金表面镀覆层选择原则	35
表 1-24	铝及铝合金表面镀覆层选择原则	35
表 1-25	镁合金表面两种防护层特性	36
表 1-26	钛及钛合金表面镀覆层选择原则	36
表 1-27	钢基体表面镀覆层的应用及特性	36
表 1-28	铜及铜合金表面镀覆层的应用及特性	43
表 1-29	铝及铝合金表面镀覆层的应用及特性	46
表 1-30	镁合金表面镀覆层的应用及特性	49
附录	有机气氛对金属的腐蚀	49
附表 1-1	有机材料对锌的气氛腐蚀	50
附表 1-2	高分子材料对金属在 (1) 密封空间和 (2) 接触时的腐蚀作用	52
附表 1-3	一些有机高分子材料的腐蚀作用	53
附表 1-4	橡胶对金属在 (1) 密封空间和 (2) 接触时的腐蚀作用	53
参考文献		54
第 2 章	金属暂时性防腐	55
2.1	防锈包装方法	55
表 2-1	防锈包装方法种类 [JIS Z 0303 (2)—1985(2002 年确认)]	55
2.2	清洗方法	57
表 2-2	清洗方法分类 [JIS Z 0303 (3.2)]	57
2.3	干燥方法	59
2.3.1	干燥工艺对清洗用媒液的要求	59
表 2-3	媒液对干燥要求的适应情况	59
2.3.2	干燥方法	59
表 2-4	干燥方法 (JIS Z 0303 及对应的 MIL-P-116J 标准)	59
2.4	防锈材料	60
表 2-5	防锈材料的种类 [JIS Z 0303 (3.4.1)]	60
2.4.1	防锈油	61
表 2-6	防锈油用语 [摘自 JIS K 2246 (2)]	62
表 2-7	日本、美国、中国防锈油规格对照表	63
2.4.2	气相防锈材料	64
表 2-8	各类气相防锈材料的特点及用途	65

2.4.3 可剥性塑料	65
表 2-9 可剥性塑料的特点及用途	66
2.4.4 使用防锈剂的防锈处理方法	66
附录 金属清洗用溶剂、清洗方法及日本防锈标准	67
1. 金属清洗用溶剂概述	67
附表 2-1 金属清洗用溶剂的一些性能	67
附表 2-2 有机溶剂的 KB 值	68
附表 2-3 溶剂的溶解度参数 δ [单位: $(\text{J}/\text{dm}^3)^{\frac{1}{2}}$]	69
附表 2-4 日本消防法规定第四类危险物品名称及限定数量	69
附表 2-5 急性中毒等级与溶剂 LD_{50} 值关系	69
附表 2-6 金属清洗常用溶剂	70
2. 烃类溶剂	70
附表 2-7 正己烷和环己烷的性质	70
附表 2-8 120 [#] 、200 [#] 溶剂油、航空洗涤汽油质量指标	70
附表 2-9 清洗煤油技术标准 (JB 3034—82)	71
附表 2-10 松油的主要特性	71
3. 碳、氢、氧有机化合物	71
附表 2-11 一元醇的性质	72
附表 2-12 低水溶性一元醇的性质	72
附表 2-13 五氟丙醇的物理性质	73
附表 2-14 乙二醇及其衍生醚主要性质	73
附表 2-15 酮类溶剂的性质	74
附表 2-16 酯类溶剂的主要性质	74
附表 2-17 酚类溶剂的主要性质	75
4. 卤代烃有机化合物 (卤代烃合成溶剂)	75
附表 2-18 几种常用的卤代烃溶剂主要性质	75
附表 2-19 常用的卤代烃溶剂的特点及适用范围	75
5. 水	77
附表 2-20 常见溶剂的比热容 [单位: $\text{J}/(\text{g} \cdot \text{K})$]	77
附表 2-21 常见溶剂的汽化热 (单位: J/g)	77
附表 2-22 几种液体表面张力 (单位: mN/m)	78
附表 2-23 各种水的电阻率 (20℃)	79
附表 2-24 超纯水水质标准 (电子工业用)	79
附表 2-25 混合溶剂的分散形式	79
6. 碱液	80
附表 2-26 常用碱液清洗材料及其特性	80
附表 2-27 碱性清洗各种方法比较	81
7. 几种清洗方法	81

附表 2-28 各种媒体中声波的速度和波长	83
附表 2-29 各种媒体的声阻抗率	83
8. 与防锈相关的日本工业规格	85
附表 2-30 已作废的日本工业规格目录	86
参考文献	87
第 3 章 表面活性剂与金属水基清洗剂	88
3.1 表面活性剂的性质和功能	88
3.1.1 临界胶束浓度	88
表 3-1 影响表面活性剂 CMC 值的因素	89
表 3-2 各种羧酸盐的 CMC 值	90
表 3-3 非离子型乳化剂疏水基对 CMC 值的影响	90
表 3-4 各种乳化剂的 A 值和 B 值	90
表 3-5 各种烷基苯磺酸钠盐 CMC 值	91
表 3-6 硫酸根位置对十四烷基硫酸钠 CMC 值的影响	91
表 3-7 亲水基团对 CMC 值的影响	91
表 3-8 氧化乙烯亲水基对 CMC 值的影响	91
3.1.2 胶束形状、大小	91
表 3-9 离子型表面活性剂的聚集数	92
表 3-10 非离子型表面活性剂的聚集数	94
表 3-11 氯化钠浓度对十二烷基硫酸钠聚集数和荷电分率的影响	94
3.1.3 增溶度	94
表 3-12 影响表面活性剂增溶度的因素	95
表 3-13 不同表面活性剂对各种有机液体的增溶作用	95
表 3-14 各种正烷基羧酸钾对乙苯的增溶作用 (25℃)	96
表 3-15 各种表面活性剂对极性有机液体的增溶	96
3.1.4 浊点	97
表 3-16 $C_{13}H_{27}O-(CH_2CH_2O)_mH$ 的浊点	98
表 3-17 $CH_3-(CH_2)_{m-1}-O-(CH_2CH_2O)_6H$ 的浊点	98
表 3-18 不同浓度 OP 类表面活性剂的浊点	99
3.1.5 三相点	99
3.1.6 亲油亲水平衡值	100
表 3-19 表面活性剂的 HLB 值与其在水中的分散	100
表 3-20 HLB 值和浊点的关系	100
表 3-21 表面活性剂 HLB 值的求取	101
表 3-22 计算 HLB 值的基团常数	102
表 3-23 无机性基团值	102
表 3-24 商品表面活性剂的 HLB 值	103

3.1.7 钟形曲线的应用	104
表 3-25 乳化各种介质所需要的 <i>HLB</i> 值	105
3.1.8 润湿、乳化、增溶、起泡	106
表 3-26 壬基酚聚氧乙烯醚降低水的表面张力、界面张力 (25℃) (单位: mN/m)	106
表 3-27 油酸钠降低水的界面张力 (25℃) (单位: mN/m)	106
表 3-28 部分表面活性剂的发泡性	108
3.2 表面活性剂的分类	108
表 3-29 阴离子型表面活性剂分类	109
表 3-30 阳离子型表面活性剂分类	110
表 3-31 两性表面活性剂分类	110
表 3-32 非离子型表面活性剂分类	111
表 3-33 水溶性高分子分类	112
3.3 金属水基清洗剂	112
3.3.1 污垢	113
表 3-34 金属加工用油(液)残留污垢	113
3.3.2 温度	114
3.3.3 压力	115
3.3.4 防锈剂、整合剂等	116
3.3.5 表面活性剂	116
3.3.6 用于清洗的行业标准	117
表 3-35 金属材料和零件用水基清洗剂技术条件 (HB 5226—85)	117
表 3-36 通用水基金属净洗剂 (QB/T 2117—95)	117
表 3-37 HB 5226、QB/T 2117 标准中清洗剂中污垢组成	118
附录 表面活性剂原料及部分商品表面活性剂	118
1. 表面活性剂原料	118
附表 3-1 脂肪酸的物理化学性质	119
附表 3-2 常用商品脂肪酸性质	119
附表 3-3 合成脂肪酸	120
附表 3-4 脂肪醇的物化性能	121
附表 3-5 烷基苯 (QB 960—85)	121
附表 3-6 烷基二甲基叔胺	121
附表 3-7 壬基酚	122
附表 3-8 环氧乙烷 (GB 13098—91)	122
附表 3-9 环氧丙烷	122
附表 3-10 山梨醇	122
附表 3-11 月桂醇 (GB/T 16451—1996)	122

附表 3-12 植物油的几种性质	122
附表 3-13 动物脂肪的几种性质	123
附表 3-14 植物油的平均组成	123
2. 部分商品表面活性剂	124
参考文献	170
第 4 章 水溶性缓蚀剂和水基防锈材料	171
4.1 水溶性缓蚀剂	171
表 4-1 水溶性缓蚀剂分类	172
4.1.1 酸性介质缓蚀剂	172
表 4-2 部分黑色金属用国产盐酸酸洗缓蚀剂及其应用条件	174
表 4-3 几种盐酸酸洗缓蚀剂适用条件和对碳钢的缓蚀效果	175
表 4-4 几种缓蚀剂对盐酸介质中 Q235 钢的缓蚀性	176
表 4-5 硫酸酸洗缓蚀剂种类和应用条件范围	176
表 4-6 几种硫酸酸洗缓蚀剂组分和适用条件及缓蚀效率	176
表 4-7 主要的国产酸洗缓蚀剂一览表	177
表 4-8 几种氢氟酸缓蚀剂的使用条件和缓蚀效果	178
表 4-9 柠檬酸清洗液缓蚀剂使用状况和缓蚀效果	178
表 4-10 国内近 10 年新研制的部分酸洗缓蚀剂	179
表 4-11 国外引进的部分酸洗缓蚀剂	179
表 4-12 酸洗缓蚀剂的组成和应用范围之间的关系	180
表 4-13 Lan-826 性能	181
表 4-14 Lan-826 适用条件和缓蚀效果	181
表 4-15 氧化性酸及非氧化性酸溶液中铜腐蚀情况 (15℃, 24h)	182
表 4-16 几种非氧化性酸中铜的腐蚀	182
表 4-17 铜及其合金在硝酸、盐酸、硫酸中腐蚀情况	182
表 4-18 25%磷酸溶液中铜及其合金腐蚀情况	182
表 4-19 氢氟酸的浓度、温度与 70Ni-30Cu 合金腐蚀速度的关系	183
表 4-20 铜及铜合金在酸性介质中的缓蚀剂	183
表 4-21 苯并三唑在各种酸性介质中对铜的缓蚀结果 (缓蚀率/%)	183
表 4-22 铝和铝合金在酸性介质中的缓蚀剂	184
表 4-23 锌在酸、碱溶液中的腐蚀速度	184
表 4-24 酸性介质中锌的缓蚀剂	184
4.1.2 碱性介质缓蚀剂	185
表 4-25 通用金属在碱溶液中的腐蚀情况 (17~20℃)	185
表 4-26 碱性介质中铝的缓蚀剂	186
4.1.3 中性介质缓蚀剂	186
表 4-27 中性介质缓蚀剂按作用方式分类	187
表 4-28 常用的几种中性介质缓蚀剂	187

表 4-29 硼系、钼系、缓蚀剂等	189
表 4-30 表面活性剂的缓蚀性能按 CMC 分类	189
4.2 水基防锈材料	189
表 4-31 GB 7631.6 中四种水基防锈材料	190
4.2.1 RB 类水溶性防锈剂	190
表 4-32 Gastrol 水溶性防锈剂	191
4.2.2 RH 类水基防锈材料	191
表 4-33 乳化型防锈油	191
表 4-34 蜡乳液 (防锈用) (摘自 MIL-W-3688B)	192
4.2.3 RM 类水基防锈材料	193
表 4-35 KATS 5080 汽车保护涂层特性	193
表 4-36 KATS 5080 喷涂要求和喷涂方法	194
表 4-37 KATS 8075 喷涂去除剂特性	194
表 4-38 KATS 8075 去除剂的使用	195
附录 水处理剂	196
附表 4-1 阻垢剂分类	196
附表 4-2 影响聚合磷酸盐缓蚀效果的因素	197
附表 4-3 聚合磷酸盐的 P_2O_5 含量及 pH 值	197
附表 4-4 聚合磷酸盐对金属离子的螯合能力 [单位: $g \cdot (100g)^{-1}$]	197
附表 4-5 在 25℃ 时磷酸盐和氨基酸螯合钙离子的能力	198
附表 4-6 有机多元膦酸分类	198
附表 4-7 聚羧酸阻垢剂分类	198
参考文献	199
第 5 章 油溶性缓蚀剂和防锈油脂	200
5.1 油溶性缓蚀剂	200
5.1.1 磺酸盐及其他含硫化合物	201
表 5-1 石油磺酸钡 (SH 0391—1995)	202
表 5-2 石油磺酸钠 (Q/HG 171—86)	202
表 5-3 石油磺酸钙 (SH 0042—91)	203
表 5-4 二壬基苯磺酸钡 (SH 0554—93)	204
表 5-5 重烷基苯磺酸钡 (Q/SH 004)	205
表 5-6 非钡型重烷基苯磺酸盐 (企业标准)	205
5.1.2 胺类及其他含氮化合物	205
表 5-7 N-油酰肌氨酸 (企业标准)	206
表 5-8 N-油酰肌氨酸十八胺	206
表 5-9 苯并三氮唑 (SH 0397—94)	207
表 5-10 苯并三氮唑衍生物	208

表 5-11 咪唑啉衍生物	209
表 5-12 辛酸三丁胺、癸酸三丁胺	209
5.1.3 酯类化合物	210
表 5-13 工业羊毛脂 (企业标准)	210
表 5-14 羊毛脂镁皂 (企业标准)	211
表 5-15 羊毛脂铝皂	211
表 5-16 斯盘-80 (GB 13482—92)	212
表 5-17 十二烯基丁二酸半甲酯 (企业标准)	213
5.1.4 羧酸及其金属皂类	213
表 5-18 十二烯基丁二酸 (SH 0043)	214
表 5-19 环烷酸锌 (SH/T 0390—92)	215
表 5-20 硬脂酸铝 (企业标准)	215
表 5-21 氧化石油脂	216
表 5-22 氧化石油脂钡皂 (企业标准)	216
5.1.5 含磷化合物及其他	216
表 5-23 十二烷基酸性磷酸酯 (企业标准)	217
表 5-24 聚氧乙烯烷基醚酸性磷酸酯 (企业标准)	217
表 5-25 T8-MC 防锈润滑添加剂 (企业暂行标准)	217
表 5-26 T83 防锈添加剂 (企业暂行标准)	218
表 5-27 T83A 防锈添加剂 (企业暂行标准)	219
表 5-28 T9 油溶性缓蚀剂 (企业暂行标准)	219
5.2 基础油	219
5.2.1 L-AN 全损耗系统用油	220
表 5-29 L-AN 全损耗系统用油 (GB 443—89)	220
5.2.2 锭子油	220
表 5-30 锭子油	222
5.2.3 变压器油	222
表 5-31 变压器油 (GB 2536—90)	222
5.2.4 汽轮机油	222
表 5-32 汽轮机油 (GB 11120—89)	223
5.2.5 蒸汽汽缸油	223
表 5-33 蒸汽汽缸油 (GB/T 447—94)	226
5.2.6 溶剂油	226
表 5-34 溶剂汽油 (GB 1922—88)	227
表 5-35 煤油 (GB 253—89)	227
表 5-36 金属清洗油 (企业标准)	228
5.2.7 合成润滑油	229

表 5-37	合成润滑油分类	229
表 5-38	合成油的温度特性	230
表 5-39	各种合成油与矿物油的性能对比	230
表 5-40	合成油的用途	230
表 5-41	一些合成润滑油标准	231
5.3	辅助材料	231
5.3.1	凡士林	231
表 5-42	工业凡士林 (SH 0039—90)	232
表 5-43	普通凡士林 (GB/T 6732—86)	232
表 5-44	电容器凡士林 (GB/T 6732—86)	233
表 5-45	医用凡士林 (GB 1790—94)	233
5.3.2	石蜡	233
表 5-46	粗石蜡 (GB 1202—87)	234
表 5-47	半精炼石蜡 (GB 446—87)	235
表 5-48	全精炼石蜡 (GB 446—87)	235
表 5-49	微晶蜡 (SH 0013—90)	236
5.3.3	沥青	236
表 5-50	管道防腐沥青 (SH 0098—91)	237
表 5-51	油漆石油沥青 (SH/T 0523—92)	237
表 5-52	防水防潮石油沥青 (SH/T 0002—90)	238
5.3.4	树脂	238
表 5-53	2402 酚醛树脂 (沪 Q/HG 14—624—79)	238
表 5-54	松香 (GB 8149—87)	239
表 5-55	萜烯树脂	239
表 5-56	改性醇酸树脂	240
表 5-57	乙基纤维素	240
表 5-58	E-44 环氧树脂 (HG 2—741—72)	241
表 5-59	聚苯乙烯 (GB 12671—90)	241
表 5-60	高密度聚乙烯树脂 (GB 11116—90)	242
表 5-61	聚氯乙烯树脂 (HG 2—883—76)	243
表 5-62	过氯乙烯树脂 (HG 2—344—66)	243
表 5-63	聚丙烯树脂	244
表 5-64	聚异丁烯树脂 (SH 0392—92)	245
表 5-65	二元乙丙橡胶	245
表 5-66	石油树脂	246
5.3.5	抗氧剂	246
表 5-67	2,6-二叔丁基对甲酚 (SH 0015—90)	246
表 5-68	二苯胺 (SH 0015—90)	247

表 5-69 丁基辛基二硫代磷酸锌 (SH 0394—92)	247
5.3.6 其他	248
5.4 防锈油	248
表 5-70 暂时保护防腐蚀产品的分类 (GB/T 7631.6—89)	248
表 5-71 SH/T 0692—2000 与 JIS K 2246—1994 防锈油分类对照表	250
5.4.1 除指纹型防锈油	250
表 5-72 除指纹型防锈油的技术指标 (摘自 SH/T 0692, JIS K 2246)	251
5.4.2 溶剂稀释型防锈油	251
表 5-73 溶剂稀释型防锈油的技术指标 (摘自 SH/T 0692, JIS K 2246)	252
5.4.3 脂型防锈油	252
表 5-74 脂型防锈油的技术指标 (摘自 SH/T 0692, JIS K 2246)	252
5.4.4 润滑油型防锈油	252
表 5-75 润滑油型防锈油的技术指标 (摘自 SH/T 0692, JIS K 2246)	253
5.4.5 气相防锈油	254
表 5-76 气相防锈油的技术指标 (摘自 SH/T 0692, JIS K 2246)	254
5.4.6 其他	255
附录 部分添加剂及防锈油脂配方	255
附表 5-1 部分石油产品添加剂分组、命名及代号对照表	255
附表 5-2 部分油溶性缓蚀剂的分子结构	256
附表 5-3 除指纹型防锈油举例	259
附表 5-4 溶剂稀释型防锈油 (硬膜) 举例	260
附表 5-5 溶剂稀释型防锈油 (软膜) 举例	262
附表 5-6 脂型防锈油举例	263
附表 5-7 润滑油型防锈油 (封存防锈油) 举例	265
附表 5-8 润滑油型防锈油 (防锈润滑两用油) 举例	266
附表 5-9 气相防锈油	267
附表 5-10 其他	268
参考文献	269
第 6 章 金属加工液	270
6.1 摩擦与润滑	270
6.1.1 摩擦、磨损	270
表 6-1 摩擦的基本类型	270
表 6-2 磨损的基本类型	270
6.1.2 润滑	271
表 6-3 润滑类型	271
表 6-4 润滑剂的分类	273

表 6-5	四类润滑剂的性能比较	273
表 6-6	GB 7631.1—87 润滑剂和有关产品 (L 类) 的分类 根据应用场合划分	274
6.2	金属加工液分类	274
6.2.1	GB 7631.5 中金属加工液	274
表 6-7	金属加工润滑剂的分类 (摘自 GB 7631.5)	275
表 6-8	按使用范围的 M 组产品品种分类表 (GB 7631.5 附录 A)	276
表 6-9	按性质和特性 M 组产品品种分类表第 1 部分: 纯油 (GB 7631.5 附录 B)	276
表 6-10	按性质和特性的 M 组产品品种分类表第 2 部分: 水溶液 (GB 7631.5 附录 B)	277
表 6-11	各类切削液的特性比较	277
6.2.2	日本 JIS K 2241 中金属加工液	277
表 6-12	金属加工液相关名词定义 (摘自 JIS K 2241)	278
表 6-13	非水溶性切削油的种类和性状 (JIS K 2241)	278
表 6-14	水溶性切削油的种类和性状 (JIS K 2241)	279
表 6-15	水不溶性切削油剂试验项目 (摘自 JIS K 2241)	280
表 6-16	铜板腐蚀分类表	280
表 6-17	水溶性切削油剂试验项目 (摘自 JIS K 2241)	281
表 6-18	JIS K 2241 以外的相关试验项目	281
6.3	金属加工液组成及性能	282
6.3.1	油基切削液	282
表 6-19	GB 7631.5 (M 组) 中油基切削液组成、使用	282
表 6-20	油基切削液的成分举例	283
6.3.2	水基切削液	283
表 6-21	GB 7631.5 (M 组) 中水基切削液组成、使用	284
表 6-22	水基切削液原液的成分举例	284
表 6-23	水基切削液的原液组成	285
6.3.3	各种切削液的性能比较	285
表 6-24	油基切削液的性能比较	286
表 6-25	水基切削液的性能比较	286
表 6-26	油基切削液与水基切削液的性能比较	287
6.4	金属加工液的选择、使用	287
6.4.1	GB 7631.5 (M) 组 (与 ISO 6743/7 等效 采用) 选择、使用	288
表 6-27	金属塑性加工用加工液选用表	288
表 6-28	金属板材成形用加工液选用表	289

表 6-29	变薄拉伸、强力旋压工艺用加工液选用表	289
表 6-30	拉伸工艺用加工液选用表	289
表 6-31	锻压工艺用加工液选用表	289
表 6-32	金属切削加工用加工液选用表	290
表 6-33	M 组 (金属加工) 润滑剂各品种组成、特性和应用场合的比较 (GB 7631.5—89 标准的附录)	292
6.4.2	JIS K 2241 的选择、使用	293
表 6-34	油基切削液的选择原则	293
表 6-35	切削液的适用加工举例 (根据 JIS 解说)	294
表 6-36	磨削液的适用加工举例 (根据 JIS 解说)	298
6.4.3	切削、磨削加工液使用中的故障排除	299
表 6-37	切削加工方面的问题	299
表 6-38	磨削加工方面的问题	301
表 6-39	切削液管理方面的问题	302
6.4.4	金属非切削 (塑性) 加工用润滑剂	303
表 6-40	石墨和非石墨两类润滑剂性能比较	304
表 6-41	锻造润滑剂应用中的名词	304
表 6-42	锻造润滑剂组分	304
表 6-43	冷挤压常用润滑剂组成及毛坯表面处理方法	306
表 6-44	有色金属冷挤压润滑剂	306
表 6-45	热挤压用的润滑剂	307
表 6-46	热轧液组分和用量	308
表 6-47	各种轧制润滑剂用油的耐热温度	308
表 6-48	不同组分的油膜强度	309
表 6-49	不同组分的摩擦系数	309
表 6-50	润滑组分对轧制压下率的影响	309
表 6-51	拉拔润滑剂的分类和应用	311
表 6-52	油性润滑剂的组成及性能	312
表 6-53	铜拉丝油 (Q/SH 039-02-007—86)	312
表 6-54	高速铜拉丝油 (Q/JH 4009—92)	312
表 6-55	铜拉拔用乳液浓度	313
表 6-56	冲压加工润滑剂构成组分	314
表 6-57	常用冲压润滑剂组成	314
6.4.5	水基切削液的防腐蚀与净化	315
表 6-58	水质对水基切削液中细菌繁殖的影响	316
6.5	切削液的安全与环保	318
6.5.1	切削液的安全性	318
表 6-59	油基切削液毒性试验 (小鼠)	319