

船舶材料手冊

國防工业出版社

668-62

乙 11

船舶材料手册

《船舶材料手册》编辑委员会 编

主编 张承濂

副主编 王恩鸿 曹声驹

国防工业出版社

内 容 简 介

本手册内容包括船体结构、动力装置、舾装设备、电气电讯等船用材料和海上石油平台用材料。着重提供各类材料的基本特点、选用原则、化学成分、性能要求、实际性能、品种规格及其他有关技术数据。除收集定型材料外,也酌情收列虽未定型但有应用前途的新材料,并摘要介绍国外先进材料和国外船规、海上石油平台规范等有关内容。全书分为黑色金属材料、有色金属材料和非金属材料三篇,共计三十一章。书末附有船舶和海上石油平台材料索引。

本手册主要供船舶设计单位,修、造船厂,造机厂,船用设备厂及有关单位工程技术人员查阅使用,亦可供材料科研与生产单位工程技术人员和大专院校师生参考;同时,对其他行业的材料应用工作者也可参阅使用。

DU27/15

船 舶 材 料 手 册

《船舶材料手册》编辑委员会 编

主编 张承藩

副主编 王恩鸿 曹声驹

责任编辑 陶雅如

*

国防工业出版社出版、发行

(北京市车公庄西路老虎庙七号)

新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

*

787×1092 1/16 印张87⁵/₈ 插页2 2047千字

1989年1月第一版 1989年1月第一次印刷 印数: 0,001—1,020册

ISBN7-118-00166-X/U18 科技新书目186-024 定价: 46.90元

《船舶材料手册》编辑委员会

主任委员 夏 桐

副主任委员 常焕锦 康秉礼 肖纪美 徐祖耀 马龙翔 袁随善
张承濂 顾志钧

委 员 王恩鸿 李培昌 赵华光 宋国福 杨浩然 龚 明
姜英波 王永瑗 曲天金 曹声驹 王孔探 魏炳生
韩顺昌 徐文俊 王国栋 李鹏兴 王曰义 徐关林
刘先曙 陶雅如

编写人员

第一篇 主 编 曹声驹

编写人 郑学芝 曹声驹 魏书修 吉家龙 王世俊
王杰君 陈守廉 关志超 王守三 吴绍尧
崔文媛 章桂宝 翁孙江 束丽生 宁长盛
周光华 底锁柱 伍婉君

第二篇 主 编 王孔探

编写人 董品镒 刘志超 赵恒勋 王曰义 李大超
周祖佑 张启林 刘克非 徐文俊 王孔探
王恩鸿 周善佑 范玉利 于 彤 程绍刚
张文健

第三篇 主 编 张承濂

编写人 范丕祥 林秀云 徐润生 唐立新 洪栋煌
吴培辉 朱永强 朱应立 林庭旭 邹秀英
梁益群 徐关林 林德珠 阎含英 姜佩廷
曲天金 李恒深 张承濂 王培健 刘理光
李培英 刘关根 朱 凯 刘美容 沈明珠

前 言

近年来随着我国造船和海上石油资源开发事业的发展,材料问题更见突出。为了总结和交流国产造船材料的应用经验,推广新材料,介绍国外先进材料,供设计、研制船舶新产品而合理选择材料和有效使用材料作参考,在原第六机械工业部支持组织下,由有关科研、设计、生产、使用单位和院校的技术人员共同编写了《船舶材料手册》。

本手册以介绍主船体、上层建筑、动力装置、舾装设备、电气电讯等船用材料为主,也兼顾了海上石油平台用材料。船用材料涉及面广,品种浩繁,为紧密结合船舶特点,仅以造船专用材料为编写重点,力求系统深入,详尽具体,而对其他通用材料仅作一般介绍。手册中所介绍的材料工艺只限于造船部门生产过程中所需的有关内容。本手册所列国产材料以定型产品为主,但鉴于材料发展日新月异,对虽未定型但性能较好或工艺较优、有应用前途的新材料也酌情收列。国外资料包括具有当前先进水平的材料和各主要造船国家船规和海上石油平台规范对材料的要求,均以“附”的形式紧接于相应的国内资料之后,以供参考对比。本手册收编的各项数据不仅取材于截至交稿时的国家标准、部颁标准和企业标准,也引用了有关试验研究报告或其他出版物。标准资料中个别为报批稿,待批准出版后以正式标准为准。各项参考资料为数繁多,在各篇末的参考文献中仅列其主要者,恕不一一列举。限于篇幅,本手册对材料的基本知识、基础理论、公式推导均从略,对编写内容力求简明扼要、准确可靠,以表格形式介绍为主,文字叙述尽量精简。本手册按传统的材料种类分为三十一章,并编为黑色金属材料、有色金属材料和非金属材料共三篇。为便于从使用角度查阅,特试编“船舶和海上石油平台应用材料索引”,附于书末,但此索引不作选材指南。

为了贯彻《中华人民共和国法定计量单位》,特在书末附以工程计量单位与法定计量单位的换算关系和换算表,供读者参考使用。

本手册主编单位为七二五研究所,参加编写单位有上海交通大学、江南造船厂、大连造船厂、七〇八研究所、七〇四研究所、七一九研究所、中国海洋系统模拟分析试验室、上海造船工艺研究所、洛阳轴承研究所和大连制碱工业研究所。在编写过程中,编写人员曾分赴有关单位调查研究,搜集资料并向有关生产厂发函征求意见。为集思广益,确保质量,曾分章举行审稿会,邀请有关厂、所和院校的技术人员讨论修改,并邀请有关专家个别审稿,最后召开定稿会审定。为此,谨向为本手册提供资料以及参加审稿、定稿工作的单位和同志们表示衷心感谢。

材料的科研、生产和应用在飞跃发展,我们对各地先进经验的征集研究可能不足,加上水平有限,故编写不妥或遗漏之处,甚至缺点错误在所难免,恳切希望广大读者批评指正。

《船舶材料手册》编辑委员会

1986年

目 录

金属材料常用符号表	1
-----------------	---

第一篇 黑色金属材料

常用钢铁产品牌号表示方法及说明	5
-----------------------	---

第1章 普通碳素钢

第一节 概述	6
--------------	---

一、特点	6
------------	---

二、分类	6
------------	---

第二节 技术要求	7
----------------	---

一、普通碳素结构钢的化学成分和机械性能要求	7
-----------------------------	---

二、专业用碳素结构钢的化学成分和机械性能要求	9
------------------------------	---

第三节 钢质海船入级与建造规范和海上平台规范对一般强度钢的主要规定	11
---	----

一、钢质海船入级与建造规范(简称船规)对一般强度钢的主要规定	11
--------------------------------------	----

二、海上移动式钻井船入级与建造规范对一般强度钢的主要规定	12
------------------------------------	----

三、海上固定平台入级与建造规范对一般强度钢的主要规定	13
----------------------------------	----

第四节 性能数据	18
----------------	----

一、普通碳素钢的性能数据	18
--------------------	----

二、专业用碳素结构钢的性能数据	19
-----------------------	----

第五节 主要特点和应用	22
-------------------	----

一、各钢号的主要特点和用途	22
---------------------	----

二、船体结构钢的选用	23
------------------	----

三、压力容器用钢的选用	26
-------------------	----

四、船舶主船体用钢情况举例	26
---------------------	----

第2章 低合金高强度钢

第一节 概述	28
--------------	----

一、特点和分类	28
---------------	----

二、要求	29
------------	----

第二节 常用钢号的技术要求	30
---------------------	----

一、全面技术要求与验收技术条件	30
-----------------------	----

二、技术条件	34
--------------	----

(一) 化学成分	34
----------------	----

(二) 机械性能要求	36
------------------	----

三、船规和海上石油平台规范对高强度钢的主要规定	44
-------------------------------	----

(一) 船规对高强度船体结构用钢的主要规定	44
-----------------------------	----

(二) 船规对锅炉、受压容器用高强度钢的主要规定	46
--------------------------------	----

(三) 海上移动式钻井船入级与建造规范对高强度钢的主要规定	46
-------------------------------------	----

(四) 海上固定平台入级与建造规范对高强度钢的主要规定	47
-----------------------------------	----

第三节 性能数据	59
----------------	----

一、一般用途高强度钢的性能数据(09MnV、09MnNb、09Mn2V、15MnV、15MnVN)	59
---	----

二、造船用高强度结构钢的性能数据(901、902、903、907、921、922、923、925、904、904D)	60
--	----

三、锅炉和压力容器钢性能数据	68
----------------------	----

(一) 14MnMoV 钢的性能	68
------------------------	----

(二) 18MnMoNb 钢的性能	70
-------------------------	----

(三) 12Mn、16Mn、15MnV 和 15MnVN 钢的中温机械性能	72
---	----

第四节 主要特点和应用	73
-------------------	----

一、各钢号的主要特点和用途	73
---------------------	----

二、高强度船体结构钢的应用	76
---------------------	----

三、压力容器用钢的选用	77
-------------------	----

第五节 品种规格和生产单位	80
---------------------	----

一、品种规格和尺寸偏差	80
-------------------	----

二、生产单位及其生产规格	82
--------------------	----

第3章 优质碳素结构钢和合金结构钢

第一节 概述	85
--------------	----

一、分类和特点	85
---------------	----

二、轮机零件和机械构件选材的一般要求	85
第二节 调质结构钢	86
一、特点	86
二、化学成分和机械性能要求	87
三、钢的临界温度、热加工及热处理工艺参数	90
四、常用钢号锻件的机械性能	92
五、主要特性和用途	101
第三节 表面硬化钢	105
一、特点	105
(一) 渗碳钢的特点	105
(二) 氮化钢的特点	107
二、化学成分和机械性能要求	107
三、临界温度、热加工及热处理工艺参数	109
四、各钢号性能特点和用途	111
第四节 船舶轮机主要零件结构钢的选用	113
一、船规 (1983) 对船体用锻钢件的主要规定	113
二、船用柴油机主要零部件选用的结构钢	114
三、船用汽轮机、燃气轮机主要零部件选用的结构钢	120
四、船舶轴系和机械用锻钢	124
第五节 船用低磁钢 (917 钢)	125
一、技术要求	125
二、机械性能数据	126
第六节 物理性能	129
附录 I 常用标准及适用范围	144
附录 II 国内外钢号对照	146

第 4 章 弹 簧 钢

第一节 概述	148
第二节 热轧弹簧钢	148
一、化学成分和性能要求	149
二、热处理工艺及性能	150
三、高温、低温性能和耐疲劳性能	153
四、热加工工艺和物理性能	154
第三节 弹簧钢丝、钢带	156
一、技术要求	157

二、热处理工艺及性能	166
第四节 弹簧钢的主要特点、用途举例和选用	167
一、主要特点和用途举例	167
二、弹簧钢的选用	168

附录 I 我国与外国弹簧钢类似钢号对照	175
附录 II 各国同类弹簧钢丝标准	176
附录 III 弹簧钢材新旧标准对照	176

第 5 章 滚动轴承钢

第一节 概述	177
一、一般要求	177
二、分类及特点	180
第二节 技术要求	180
一、钢号、半成品种类及标准	180
二、化学成分	181
三、轴承钢的质量和性能要求	183
(一) 内部质量要求	183
(二) 脱碳层深度的规定	183
(三) 性能要求	186
第三节 性能数据	186
一、机械性能	186
二、耐蚀性	188
三、物理性能	188
第四节 滚动轴承钢及制品的应用	189
一、滚动轴承钢的应用	189
二、轴承的分类和性能	192
三、船用轴承的选用	198
附录 国内外滚动轴承钢号对照	199

第 6 章 不 锈 钢

第一节 概述	200
一、不锈钢及其分类	200
二、各类不锈钢的基本特点	200
三、常用钢号、半成品种类及标准号	202
第二节 技术要求	203
一、棒材	203
二、钢板	208
三、钢带	210
四、无缝钢管	210
五、钢丝	211

六、船用不锈钢锻件	211
第三节 性能数据	214
一、常用钢号的性能数据	214
二、新试制、生产钢号（新钢号）的技术要求和性能数据	222
第四节 主要特点和应用	228
一、在海洋环境中的适用性	228
二、各钢号主要特点和用途	232
（一）常用钢号的主要特点及用途	232
（二）新试制、生产钢号的主要特点和用途	233
第五节 品种规格	234
一、钢材通用品种规格 （详见第一篇附录）	234
二、无缝钢管的品种规格	234
三、钢丝规格	235
四、冷轧钢带规格	236
附录 国内外不锈钢钢号对照	237

第7章 铸 钢

第一节 概述	239
一、主要特点	239
二、分类	239
第二节 钢号技术要求、主要特点及 用途举例	239
一、船体结构铸钢	239
（一）化学成分	240
（二）机械性能	240
（三）主要特点及用途	240
二、机械结构铸钢	241
（一）化学成分	241
（二）机械性能	242
（三）主要特点及用途	243
三、曲轴铸钢	244
（一）ZG25MnVCu铸钢的化学成分和机械 性能	244
（二）ZG25MnVCu铸钢的主要特点	244
四、特殊用途铸钢（耐腐蚀、耐磨和 低磁铸钢）	244
（一）化学成分	244
（二）机械性能	245
（三）主要特点及用途	245
第三节 船规（1983）和海上石油平 台规范对铸钢的主要规定	246

一、对船体结构用铸钢的规定	246
二、对机械结构用铸钢的规定	246
三、对曲轴铸钢的规定	247
四、对螺旋桨铸钢的规定	248
五、海上移动式钻井船规范和固定式 平台规范对结构用铸钢的规定	255

第8章 铸 铁

第一节 灰铸铁	256
一、技术要求	256
二、性能	257
三、应用	261
第二节 球墨铸铁	262
一、技术要求	262
二、性能	262
三、应用	263
第三节 蠕虫状石墨铸铁	264
一、类型及特点	264
二、性能	265
三、应用	267
第四节 特殊性能铸铁	268
一、耐磨铸铁	268
（一）各种系列耐磨铸铁的化学成分	268
（二）机械及物理性能	269
（三）应用	270
二、耐热铸铁	270
（一）化学成分	270
（二）性能	271
（三）基体组织	271
第五节 船规对船用铸铁的主要 规定	271
一、灰铸铁	271
二、球墨铸铁	272

第9章 金属复合材料

第一节 概述	274
第二节 品种、规格及技术条件	275
一、品种与规格	275
二、技术条件	278
三、尺寸偏差规定	280
第三节 性能数据	281
一、不锈钢-钢复合板性能	281

二、铜及铜合金-钢复合板性能	288
三、钛及钛合金-钢复合板性能	296
四、铝及铝合金-钢爆炸复合板性能	301
五、异种金属复合过渡接头的性能	303
六、锆合金-不锈钢爆炸复合管性能 数据	305
第四节 金属复合材料在造船工业中 的应用	307
第五节 塑料复合钢板	309
附录 金属复合材料的检验项目与 方法	310
 第10章 焊 接 材 料	
第一节 手工焊条	317
一、焊条分类及各牌、型号焊条的性能 要求	317
二、钢质海船入级和建造规范对手工电 焊条认可和选用的规定	325
三、电焊条的选用原则	330
四、船用焊条的熔敷金属化学成份、性能 和用途	331
第二节 焊接用钢丝	345
一、焊接用钢丝	345
二、焊接用钢丝推荐钢号	347
三、船用焊丝	347
第三节 埋弧焊用焊接材料	348
一、埋弧焊和电渣焊用焊剂	348
二、船规对埋弧焊焊接材料认可的 规定	350
第四节 气体保护焊焊接材料	356
一、气体保护焊焊接材料	356
二、船规对气体保护焊焊接材料认可的 规定	358
第五节 气焊材料和喷焊、喷涂用合 金粉末	360
一、气焊用熔剂	360
二、气焊用焊丝	360
三、喷焊、喷涂用合金粉末	361
第六节 船用焊接材料的保管与 使用	363
一、焊接材料的贮存条件	364

二、焊接材料的焙烘与使用	364
第七节 焊接材料的选择与使用	365
一、一般用途钢与焊接材料的匹配	365
二、船体结构钢与焊接材料的匹配	370
第八节 国内外船规和海上石油平台 规范对焊接材料级别和选用 的规定	371
一、各国船级社对手工电焊条熔敷金属的 认可试验要求	371
二、各国船级社对埋弧焊焊接材料熔敷金 属的认可试验要求	373
三、各国船级社对钢材与焊接材料匹配级 别的规定	375
四、海上移动式钻井船入级与建造规范对 选用焊接材料的主要规定	376
五、海上固定平台入级与建造规范对选用 焊接材料的主要规定	376
附录 I 国内外焊接材料标准目录	378
附录 II 国内外焊条型号(牌号) 对照	380

第11章 金 属 制 品

第一节 锚和锚链	385
一、锚与锚链的配置	385
(一) 钢质海船入级与建造规范(1983)规定 的锚与锚链的配置	385
(二) 长江水系钢船建造规范(1978)规定的 锚与锚链的配置	386
二、锚	388
(一) 锚的类型、规格和尺寸	388
(二) 锚用材料	405
(三) 锚的技术要求	408
(四) 锚的试验	408
(五) 锚的涂漆和标志	409
三、锚链	409
(一) 电焊锚链	413
(二) 铸钢锚链	421
(三) 锚链涂漆和标志	426
第二节 钢丝绳	429
一、钢丝绳标准	429
二、钢丝绳分类、特点及用途	430
三、钢丝绳标记方法	432
四、钢丝绳选型	432

(一) 船舶常用钢丝绳选型	432
(二) 船规对船用钢丝绳的要求	434
五、钢丝绳选用计算	435
(一) 抗拉弹性模量	435
(二) 钢丝绳直径选取	436
(三) 船舶常用钢丝绳安全系数	436
六、钢丝绳规格 (摘录)	437
(一) 圆股钢丝绳	437
(二) 航空用钢丝绳	439
(三) 镀锌阶梯式钢丝绳	441

第一篇 附录

钢材的品种规格	442
一、钢板	442
二、型钢	445
三、钢管	462
四、钢带	467
五、钢材的截面面积和理论重量的计算	
公式	468
主要参考文献	469

第二篇 有色金属材料

有色金属材料状态代号表	473
超导材料专用符号表	473

第1章 铝及铝合金

第一节 概述	475
一、对船用铝合金的基本要求	475
二、铝合金用于船舶工程的主要优、缺点	475
三、铝及铝合金的分类和代号	475
第二节 变形铝及铝合金	477
一、化学成分	477
二、机械和物理性能	480
(一) 机械性能要求	480
(二) 性能数据	491
三、腐蚀性能	498
四、主要特性、应用举例和选用	501
五、品种规格	505
(一) 板材	505
(二) 箔材	507
(三) 管材	507
(四) 棒材	510

(五) 型材	511
(六) 丝材	513
第三节 铸造铝合金	514
一、化学成分	514
二、机械和物理性能	515
(一) 机械性能要求	515
(二) 性能数据	517
三、工艺性能	521
四、腐蚀性能	522
五、主要特性和应用举例	522
第四节 铝合金牺牲阳极	527
第五节 铝及铝合金的热处理	530
一、变形铝及铝合金的热处理	530
二、铸造铝合金的热处理	532
第六节 铝及铝合金的焊接	534
一、焊接特点及焊接方法	534
(一) 焊接特点	534
(二) 焊接方法及其适用的焊接厚度	535
(三) 几种主要焊接方法优、缺点比较	536
二、变形铝及铝合金的焊接	536
(一) 焊接性能比较	536
(二) 惰性气体保护弧焊	536
(三) 电阻焊	540
(四) 气焊	541
(五) 手弧焊	543
(六) 钎焊	543
(七) 几种试验铝合金的焊接性能	545
三、铸造铝合金的焊接	546
附录 国内外牌号对照	551

第2章 镁及镁合金

第一节 变形镁合金	553
一、化学成分	553
二、机械和物理性能	554
(一) 机械性能要求	554
(二) 性能数据	556
三、主要特性和应用举例	558
四、品种规格	559
第二节 铸造镁合金	562
一、化学成分	562
二、机械和物理性能	562
三、主要特性和应用举例	565
第三节 镁及镁合金的腐蚀和保护	565

第四节 镁及镁合金的热处理和

焊接	566
一、热处理	566
二、焊接	567
附录 I 国外镁合金	569
附录 II 国内外牌号对照	570

第 3 章 铜及铜合金

第一节 概述	571
一、特点	571
二、分类	571
三、代号、牌号和组别	571
第二节 纯铜	574
一、化学成分	574
二、性能要求	575
(一) 机械性能要求	575
(二) 工艺、物理性能要求	576
三、性能数据	577
(一) 机械性能	577
(二) 物理、工艺性能	579
(三) 腐蚀性能	580
四、主要特性和应用举例	580
第三节 变形铜合金	581
一、化学成分	581
二、机械和物理性能	583
(一) 机械性能要求	583
(二) 性能数据	590
(三) 物理性能	596
三、腐蚀性能	599
四、工艺参数	605
五、主要特性和应用举例	606
第四节 变形铜及铜合金的品种	
规格	612
一、板材	612
二、带材	619
三、箔材	621
四、管材	622
五、棒材	629
六、线材	629
第五节 铸造铜合金	631
一、化学成分	631
二、机械和物理性能	633

(一) 机械性能要求	623
(二) 性能数据	634
(三) 物理性能	635
三、工艺性能	637
四、主要特性和应用举例	638
第六节 螺旋桨用铜合金	644
一、对铜合金的要求	644
二、化学成分	645
三、机械和物理性能	646
(一) 机械性能要求	646
(二) 性能数据	646
(三) 物理性能	647
四、腐蚀性能	648
五、工艺性能	649
六、主要特性和应用举例	649
七、螺旋桨材料的选用原则	650
第七节 铜及铜合金的焊接	654
一、焊接特点	654
二、焊接材料	655
三、焊接方法与工艺	661
(一) 焊接方法	661
(二) 焊前清理	661
(三) 焊前预热	662
(四) 焊后消除应力	662
四、船舶铜合金螺旋桨的补焊	662
(一) 焊接材料	663
(二) 补焊方法与工艺	663
(三) 民用铜合金螺旋桨补焊规则	665
附录 I 管材最大许用应力	668
附录 II 国内外牌号对照	669

第 4 章 镍及镍合金

第一节 加工纯镍和阳极镍	671
一、化学成分	671
二、机械性能	672
三、物理性能	674
四、腐蚀性能	674
五、工艺性能	674
第二节 镍合金	675
一、化学成分	675
二、机械性能	676
三、物理性能	678
四、腐蚀性能	678

五、工艺性能	679
第三节 镍及镍合金的品种规格	681
一、板材	681
二、带材	682
三、箔材	682
四、管材	683
五、棒材	684
六、线材	685
附录 国内外牌号对照	686

第5章 铅、锌及其合金

第一节 铅及铅合金	687
一、特点	687
二、化学成分和性能	687
(一) 化学成分	687
(二) 机械和物理性能	689
(三) 腐蚀性能	692
(四) 蓄电池用铅及铅合金	693
(五) 外加电源阴极保护系统用铅合金阳极	693
(六) 主要特性和应用举例	696
三、品种规格	697
第二节 锌及锌合金	699
一、特点	699
二、化学成分和性能	700
(一) 化学成分	700
(二) 机械和物理性能	702
(三) 腐蚀性能	704
(四) 阴极保护系统用锌基牺牲阳极和参比电极	704
(五) 防护镀层用锌及锌合金	709
(六) 主要特性和应用举例	712
三、品种规格	712

第6章 轴承合金

第一节 概述	714
一、对轴承合金的性能要求	714
二、常用轴承合金的分类	714
(一) 锡基轴承合金	714
(二) 铅基轴承合金	715
(三) 铜铅轴承合金	715
(四) 铝基轴承合金	715
第二节 锡基轴承合金	717
一、化学成分	717
二、机械和物理性能	718

三、工艺性能	719
四、主要特性和应用举例	719
第三节 铅基轴承合金	721
一、化学成分	721
二、机械和物理性能	722
三、工艺性能	725
四、主要特性和应用举例	725
第四节 铜铅轴承合金	727
一、化学成分	727
二、机械和物理性能	727
三、工艺性能	728
四、主要特性和应用举例	728
第五节 铝基轴承合金	728
一、化学成分	728
二、机械和物理性能	729
三、主要特性和应用举例	730
第六节 水下轴承合金和高温轴承合金	733
一、水下轴承合金	733
二、高温轴承合金	734
附录 I 英国格雷塞(Glacier)公司的轴承合金	735
附录 II 国内外牌号对照	736

第7章 钛及钛合金

第一节 概述	738
一、基本特点	738
二、分类、标志及各类合金特性比较	738
第二节 钛及钛合金的化学成分、性能及应用举例	739
一、化学成分	739
二、半成品种类及其标准	741
三、机械性能	741
(一) 机械性能要求	741
(二) 性能数据	746
四、物理性能	758
五、腐蚀性能	761
六、主要特性和应用举例	764
第三节 钛及钛合金的锻造、冲压及切削加工	768
一、锻造	768
二、板料冲压成型	771

三、切削加工	774
第四节 钛及钛合金的热处理	774
一、钛及钛合金中的相及主要热处理方式	774
二、消除应力退火	776
三、完全退火	776
四、固溶与时效处理	778
五、等温退火和双重退火	778
六、真空热处理	779
第五节 钛及钛合金的品种规格	779
一、板材	779
二、带材	780
三、管材	781
四、棒材	783
五、型材	783
六、丝材	784
七、饼材	784
八、环材	784
九、铸锭	785
第六节 铸造钛及钛合金	785
一、熔铸特性及铸造性能	785
二、常用铸造钛合金	785
三、高强铸造钛合金	787
四、高温铸造钛合金ZT-3	788
第七节 钛及钛合金的焊接	790
一、焊接特点及焊接方法	790
二、惰性气体保护电弧焊	791
三、铸造钛合金的焊接	794
附录 国内外牌号对照	794

第8章 稀有金属及其合金

第一节 锆及锆合金	795
一、化学成分	795
二、机械和物理性能	793
(一) 机械性能要求	796
(二) 性能数据	797
(三) 物理性能	800
三、腐蚀性能	801
四、热处理和焊接	803
五、品种规格	805
第二节 铪	806
一、化学成分	806

二、机械性能	807
三、物理性能	808
四、腐蚀性能	308
第三节 钨及钨合金	809
一、化学成分	809
二、性能和用途	810
三、品种规格	312

第9章 超导材料

第一节 概述	814
一、基本特点	814
二、超导体的分类	815
三、超导材料的应用	815
第二节 实用超导材料	815
一、实用超导材料的选用	815
二、元素超导体	817
三、合金超导体	820
四、化合物超导体	826
第三节 稳定、交流损耗和连接	832
一、直流超导磁体的不稳定性及其稳定方法	832
二、降低交流损耗的措施	836
三、实用超导材料的连接	836
主要参考文献	841

第三篇 非金属材料

第1章 船舶漆

第一节 船舶漆的品种、指标和特性	845
一、车间底漆	845
二、底漆和防锈漆	846
三、船底防污漆	863
四、水线漆	863
五、船壳漆	864
六、甲板漆	864
七、舱室用漆	864
八、油水舱漆	864
九、饮水舱漆	891
十、其他用漆	893
第二节 船舶漆配套推荐方案	896
一、钢质船各部位配套漆推荐方案	896
二、铝质船各部位配套漆推荐方案	896

三、远洋船舶配套漆推荐方案	896
第三节 海上平台的防腐蚀涂料	896
一、国家船检局海上固定平台建造与 入级规范中的有关防腐蚀涂料要求	896
二、防腐蚀涂料的配套方案	906
第四节 船舶漆施工	912
一、涂装前的表面处理	912
（一）钢壳船体的表面处理	912
（二）铝壳船体的表面处理	914
二、涂装工艺	914
三、涂料的毒性和危险性	915
附录 I 涂料产品分类、命名和型号	916
附录 II 英国劳氏船级社钢船建造 与入级规范对防腐蚀涂料 的有关规定	918
附录 III 船舶常用漆类的性能比较	919
附录 IV 各类涂料之间的配套适 应性	919
附录 V 国内外部分船舶漆相应品 种参考表	920

第 2 章 纤维增强塑料

第一节 纤维增强塑料在船舶上的 应用	922
一、玻璃纤维增强塑料船	922
二、玻璃纤维增强塑料零部件	923
第二节 纤维增强塑料的物理力学 性能	925
一、常用不饱和聚酯树脂玻璃纤维增 强塑料的物理力学性能	925
二、热塑性玻璃纤维增强尼龙的物理力 学性能	927
第三节 玻璃纤维增强塑料的疲劳、 蠕变和层间韧性	930
一、玻璃纤维增强塑料的疲劳性能	930
二、玻璃纤维增强塑料的蠕变性能	935
三、玻璃纤维增强塑料的层间韧性	940
第四节 原材料	941
一、树脂	941
（一）不饱和聚酯树脂	941
（二）环氧树脂	944

二、增强材料	945
（一）无碱玻璃纤维	945
（二）中碱玻璃纤维	950
（三）玻璃纤维增强尼龙粒料	952
（四）碳纤维	952
（五）芳香聚酰胺纤维	954
三、辅助材料	955
（一）不饱和聚酯树脂用辅助材料	955
（二）环氧树脂辅助材料	957
（三）偶联剂	960
（四）添加型阻燃剂	960
四、船舶建造规范对原材料的规定	961
第五节 纤维增强塑料的成型	964
一、成型方法简介及配方举例	964
二、模具材料	965
三、脱模剂	966
第六节 纤维增强塑料的连接、机 械加工、修补及成型安全 措施	969
一、玻璃纤维增强塑料的机械连接	969
二、纤维增强塑料的机械加工	970
三、玻璃纤维增强塑料的修补方法	971
（一）成品表面缺陷修补方法	971
（二）二次粘接部位损伤的修补	971
四、成型安全措施	972
（一）成型车间的要求	972
（二）劳动保护	972
附录 国内外不饱和聚酯树脂及环 氧树脂牌号对照	974

第 3 章 泡沫塑料

第一节 聚氨酯泡沫塑料	976
一、硬质聚氨酯泡沫塑料	976
（一）化学反应	976
（二）原料组分及其作用	977
（三）原料技术条件	978
（四）造船单位现场发泡配方	980
（五）性能	981
（六）施工要点	982
（七）设计计算	982
二、软质聚氨酯泡沫塑料	985
（一）软质聚氨酯泡沫塑料	985
（二）吸声隔热装饰材料	986
第二节 聚氯乙烯、聚苯乙烯、AS、	

酚醛泡沫塑料, 难燃聚乙烯	
钙塑装饰板	987
一、硬质聚氯乙烯泡沫塑料	987
二、硬质聚氯乙烯蜂窝泡沫塑料	988
三、聚氯乙烯低发泡板材	989
四、聚苯乙烯泡沫塑料	989
五、AS 泡沫塑料	990
六、难燃低烟闭孔酚醛泡沫塑料	991
七、难燃聚乙烯钙塑装饰板	991
附录 I 国外环氧树脂玻璃空心微珠组合泡沫材料	992
附录 II 法国船规对夹层结构用泡沫塑料的规定	993
第 4 章 工程塑料	
第一节 应用范围和性能	994
一、工程塑料在船舶上的应用简况	994
二、主要热塑性塑料性能	995
第二节 聚氯乙烯	997
一、硬聚氯乙烯塑料板材	997
二、硬聚氯乙烯波型板	998
三、船用耐冲击硬聚氯乙烯管材及管件	998
四、软聚氯乙烯塑料管	1001
五、软聚氯乙烯塑料波纹管	1001
六、聚氯乙烯塑料地板	1002
七、聚氯乙烯塑料地面卷材	1003
(一) 聚氯乙烯地板革 (俗称油地毯)	1003
(二) 阻燃型聚氯乙烯塑料防滑地面卷材	1004
八、聚氯乙烯塑料地毯	1004
九、聚氯乙烯人造革	1005
十、聚氯乙烯焊条	1006
十一、其他船用聚氯乙烯塑料制品	1007
(一) 塑料扶手	1007
(二) 塑料贴脚板 (包脚板)	1007
(三) 塑料防滑条	1008
第三节 聚烯烃塑料	1009
一、聚乙烯	1009
(一) 聚乙烯型材	1009
(二) 防浪浮球	1010
(三) 塑料渔箱	1010
二、聚丙烯	1011
(一) 聚丙烯型材	1011
(二) 改性聚丙烯焊条	1013

(三) 聚丙烯塑料地毯	1013
三、聚苯乙烯	1014
四、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物 (ABS)	1015
(一) 塑料嵌条	1015
(二) 绳索嵌环	1015
第四节 聚酰胺 (尼龙)	1016
一、尼龙型材	1016
二、尼龙扎带和护套	1016
(一) 船用尼龙电缆扎带	1016
(二) 电缆保护套	1017
三、尼龙碰钉	1018
四、单体浇铸尼龙 6 (即 MC 尼龙)	1018
(一) MC 尼龙的参考配方	1019
(二) MC 尼龙工艺流程及工艺简介	1019
(三) 性能	1020
第五节 聚碳酸酯、聚砒、聚甲醛、聚四氟乙烯、聚甲基丙烯酸甲酯	1020
一、聚碳酸酯	1020
二、聚砒	1021
三、聚甲醛	1021
四、聚四氟乙烯	1022
(一) 聚四氟乙烯型材	1022
(二) 密封用聚四氟乙烯生料带	1023
五、聚甲基丙烯酸甲酯 (有机玻璃)	1023
第六节 甲板基层敷料	1025
一、薄型甲板基层敷料	1025
(一) 乳胶混用型甲板敷料	1025
(二) 聚氨酯型甲板敷料	1026
(三) 聚酯型甲板敷料	1027
二、不易着火甲板基层敷料	1027
第七节 塑料贴面板	1027
一、通用型 (有光) 塑料贴面板	1028
二、柔光塑料贴面板	1029
三、低播焰塑料贴面板	1030
第 5 章 橡胶及其制品	
第一节 橡胶和橡胶胶料	1031
一、橡胶的种类、特性及用途	1031
二、氟橡胶胶料	1032
三、硅橡胶胶料	1033
四、船用非标准橡胶零件用胶料	1034

五、混炼橡胶料	1037	九、密封橡胶制品	1075
第二节 橡胶管	1039	十、其他橡胶制品	1076
一、钢丝编织胶管	1039	(一) 防滑橡胶垫	1076
(一) 高压缓冲钢丝编织胶管	1039	(二) 离合气胎	1077
(二) 普通钢丝编织胶管	1040	(三) 空气弹簧	1077
二、夹布胶管	1042	(四) 弹性接管	1077
(一) 耐压夹布胶管	1042	(五) 滚动胶囊	1078
(二) 吸引胶管	1044	(六) 贮气囊	1078
(三) 耐压吸引胶管	1045	(七) 橡胶坞墩垫板	1078
(四) 潜水胶管	1046	(八) 橡胶地毯	1079
(五) 专用夹布胶管	1047	第四节 特种船用橡胶材料	1079
(六) 耐热夹布胶管	1048	一、吸收雷达波材料	1079
三、棉线编织(缠绕)胶管	1049	二、水声橡胶材料	1080
四、夹布、铠装夹布胶管	1050	(一) 水声吸声橡胶材料	1080
(一) 夹布、铠装夹布输水胶管	1050	(二) 水声透声橡胶材料	1082
(二) 夹布、铠装夹布空气胶管	1051	三、气垫船用橡胶围裙材料	1082
(三) 铠装夹布输油胶管	1051	第6章 胶粘剂和密封材料	
五、排、吸泥胶管	1052	第一节 胶粘剂	1083
(一) 吸泥胶管	1052	一、特点和分类	1083
(二) 排泥胶管	1052	二、船舶上不同部位应用的胶粘剂	1084
(三) 钢丝帘布排泥胶管	1053	(一) 舱室地板及隔热材料用胶粘剂	1084
(四) 胶法兰式排吸泥胶管	1053	(二) 塑料管、塑料板用胶粘剂	1085
六、其它类型胶管	1053	(三) 仪器、仪表铭牌及管路附件识别板用 胶粘剂	1086
(一) 食品胶管	1053	(四) 塑料贴面板、壁纸用胶粘剂	1087
(二) 吸食胶管	1054	(五) 船舶尾轴与螺旋桨胶接用胶粘剂	1088
(三) 消防胶管	1054	(六) 主机导板校正中心用胶粘剂	1088
(四) 吸尘胶管	1055	(七) 主机、辅机垫片用胶粘剂	1088
(五) 绝缘胶管	1055	(八) 船舶机械破损修补用胶粘剂	1089
(六) 橡胶煤气胶管	1055	(九) 水下及潮湿表面用胶粘剂	1089
第三节 船用橡胶制品	1056	(十) 不易着火甲板基层敷料用胶粘剂	1090
一、船用减震器	1056	三、供修造船中选用的胶粘剂	1090
二、XL 标准系列高弹性橡胶联轴节	1065	(一) 金属与金属胶接用胶粘剂	1090
三、橡胶护舷	1066	(二) 金属与非金属、非金属与非金属材料 胶接用胶粘剂	1100
(一) 充气式护舷	1066	(三) 热塑性塑料用胶粘剂	1106
(二) 压缩型橡胶护舷	1067	(四) 耐高温胶粘剂	1107
(三) 拖轮护舷(船首尾防撞胶管)	1068	(五) 耐低温胶粘剂	1111
(四) 刚体漂浮护舷	1069	(六) 耐水胶粘剂	1113
(五) CM 型橡胶护舷	1069	(七) 胶接点焊胶粘剂	1114
四、橡胶轴承	1070	(八) 导电胶粘剂	1116
五、橡胶救生制品	1070	第二节 密封材料	1119
(一) 船用QJF(10/20)型和Y-QTF(10/15) 型气胀式救生筏	1070	一、船舶上不同部位应用的密封材料	1119
(二) 胶布救生背心	1071	(一) 电缆绝缘密封材料	1119
(三) 救生围套	1071	(二) 船舶冷库密封材料	1123
六、橡胶浮筒	1071	(三) 木质甲板捻缝、舷窗玻璃密封材料	1123
七、潜水用制品	1072		
八、橡皮舟、艇	1072		

二、供修造船中选用的密封材料	1124
(一) 耐高温密封材料	1124
(二) 耐水、耐油、耐酸碱密封材料	1125
附录 被胶接材料的表面处理	1130

第7章 燃料和润滑剂

第一节 燃料	1134
一、舰船用燃料种类及其用途	1134
二、轻柴油	1135
三、军用柴油	1137
四、船用柴油	1142
五、重柴油	1143
六、船用内燃机燃料油	1144
七、锅炉燃料油(即重油)	1145
八、船用内燃机燃料油、锅炉燃料油 以及重柴油等在船舶上贮存和使 用问题及其解决措施	1148
九、海军燃料油	1153
十、汽油	1156
十一、喷气燃料	1157
第二节 润滑油	1159
一、船舶柴油机润滑油	1159
(一) 低速十字头式柴油机气缸润滑油	1159
(二) 十字头式柴油机曲轴箱油(系统油)	1160
(三) 中速及高速筒状活塞式柴油机润滑油	1164
二、舰用燃气轮机润滑油	1168
三、汽油机润滑油	1173
四、汽轮机油(透平油)	1174
五、机械油和高速机械油	1175
六、压缩机油	1175
七、冷冻机油	1176
八、汽缸油	1177
九、工业齿轮油和极压工业齿轮油	1178
十、仪表油	1179
十一、变压器油	1181
十二、真空泵、扩散泵、增压泵油	1181
十三、液压油(液力传动油)	1182
(一) 舰用、航空用、炮用液压油	1184
(二) 舵机液压油	1185
(三) 稠化液压油	1186
(四) 抗燃液压油	1186
十四、特种液	1188
(一) 船舶柴油机冷却液(NL型乳化防锈油)	1188
(二) 驻退液	1188

十五、润滑油质量控制	1188
(一) 使用中润滑油质量监测	1188
(二) 航运单位柴油机油暂行控制指标	1189
十六、船舶用润滑剂参考表	1190
第三节 润滑脂	1194
一、润滑脂的分类和基本特性	1194
二、润滑脂的选用	1195
(一) 润滑脂选择的一般标准	1195
(二) 供脂方法对润滑脂选用的影响	1196
(三) 滑动轴承润滑脂的选用	1196
(四) 滚动轴承润滑脂的选用	1197
三、船舶用润滑脂	1198
(一) 钙基润滑脂	1199
(二) 石墨钙基润滑脂	1200
(三) 炮用润滑脂和冬季炮用润滑脂	1201
(四) 4号高温润滑脂(50号高温润滑脂)	1201
(五) 钙钠基润滑脂	1202
(六) 滚珠轴承润滑脂	1202
(七) 锂基润滑脂	1202
(八) 钠基润滑脂	1203
(九) 3号铁道锂基脂	1204
(十) 2号低温润滑脂	1204
(十一) 1号通用仪表润滑脂	1205
(十二) 船用润滑脂(铝基润滑脂)	1205
(十三) 钡铝基润滑脂	1206
(十四) 二硫化钼锂基脂	1206
(十五) 复合铝基润滑脂	1207
(十六) 复合钙基润滑脂	1207
(十七) 钡基润滑脂和2号多效密封润滑脂	1208
(十八) 3号仪表润滑脂、工业凡士林和医 药凡士林	1209
(十九) 特12号和特7号精密仪表脂	1209
(二十) 7008号通用航空润滑脂	1210
(二十一) 炮弹润滑脂和3号内管润滑脂	1211
(二十二) 201防锈脂	1211

附录 I 石油产品计量及有关换算表	1212
附录 II 石油产品的分类、命名和代号	1217

第8章 木材

第一节 船用木材的种类和材性	1220
一、船舶适用木材	1220
二、木材的物理力学性能	1223
第二节 原木、锯材及人造板材	1229
一、加工用原木	1229