

轮机  
工程  
手册

人民交通出版社



# 轮机工程手册

中 册

《轮机工程手册》编委会

人民交通出版社

(京)新登字 091 号

## 内 容 提 要

本手册分上、中、下三册,主要内容如下。

上册——绪论;第1卷轮机工程基础:理论基础、技术基础、管理基础;第2卷燃料、润滑油、涂料及水:石油的基本知识、燃料、船用润滑剂、涂料、船舶水处理;第3卷金属与非金属材料:金属材料、非金属材料。

中册——第4卷船舶动力机械:船舶柴油机、船舶锅炉、船舶汽轮机及其装置、船舶燃气轮机装置、核动力、船舶联合动力装置;第5卷船舶辅助机械:船用泵、空气压送机械、船用换热器、海水淡化装置、船舶制冷装置、碟式分离机、液压传动、操舵装置、锚机和绞缆机、船舶起重设备、船舶减摇和侧推装置。

下册——第6卷船舶动力装置:船舶柴油机动力装置与系统、轴系与传动设备、船舶机械与设备的振动噪声控制;第7卷船舶系统:通用附件、供水系统、船舶压载、油污水和舱底水系统、船舶生活污水和垃圾处理系统、船舶通风、空气调节和加热系统、船舶消防系统、油船专用系统、散装运输危险化学品和液化气体船舶的专用系统;第8卷船舶电气:船舶电气元件、计算机基础、船舶电气系统、船舶电工材料、船舶电气检验与安全;第9卷机舱自动化:机舱自动化概论和规范、自动化仪表及控制器件、机舱自动控制系统、柴油机遥控操纵系统、集中监视系统。

### 轮 机 工 程 手 册

Lunji Gongcheng Shouce

### 中 册

《轮机工程手册》编委会

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街10号)

各地新华书店经销

北京管庄印刷厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:152.5 插页:3 字数:3904千

1993年5月 第1版

1993年5月 第1版 第1次印刷

印数:00001 3700册 定价(上、中、下三册):250.00元 中册 定价:170.00元

ISBN7-114-00361-7

U·00289

# 目 录

第4卷 船舶动力机械 .....	1	2.3 燃烧过程 .....	31
第1篇 船舶柴油机 .....	3	2.4 膨胀过程 .....	53
第1章 概论 .....	3	2.5 换气过程 .....	54
1 内燃机的分类、定义和用途 .....	3	2.6 循环模拟计算 .....	67
1.1 压燃式和点燃式内燃机 .....	3	3 柴油机的工作参数 .....	74
1.2 四冲程和二冲程内燃机 .....	4	3.1 指示参数 .....	74
1.3 非增压和增压内燃机 .....	7	3.2 有效参数 .....	75
1.4 直喷式、预燃室式和涡流室式内燃机 .....	7	参考文献 .....	77
1.5 筒形活塞式和十字头式内燃机 .....	8	第3章 柴油机增压 .....	78
1.6 低速和中、高速内燃机 .....	9	1 增压原理 .....	78
2 内燃机发展史 .....	9	1.1 增压的基本概念和增压系统的分类 .....	78
2.1 早期发展史 .....	9	1.2 排气能量的利用 .....	79
2.2 二冲程煤气机 .....	10	1.3 增压柴油机主要性能参数 .....	80
2.3 汽油机 .....	10	2 涡轮增压器 .....	86
2.4 煤油机 .....	11	2.1 组成及分类 .....	86
2.5 烧球式内燃机 .....	11	2.2 离心式压气机 .....	87
2.6 柴油机 .....	11	2.3 轴流式涡轮 .....	90
3 船舶柴油机的现状及其经济地位 .....	11	2.4 径流式涡轮 .....	93
3.1 大型低速柴油机的现状 .....	11	2.5 涡轮增压器的轴承、润滑和密封 .....	95
3.2 大中型中速柴油机的现状 .....	14	2.6 涡轮增压器实例 .....	105
3.3 高速大功率柴油机 .....	16	2.7 涡轮增压器特性 .....	119
3.4 柴油机未来的发展 .....	17	2.8 涡轮增压器的保养和维修 .....	121
3.5 柴油机在船舶动力装置中的地位 .....	18	3 涡轮增压系统 .....	134
4 对柴油机的经济技术要求 .....	19	3.1 定压涡轮增压系统 .....	134
4.1 对民用船舶柴油机的要求 .....	19	3.2 脉冲涡轮增压系统 .....	134
4.2 对船用发电柴油机的要求 .....	19	3.3 脉冲转换增压系统 .....	139
4.3 对舰艇柴油机的要求 .....	19	3.4 各种增压系统的比较 .....	142
4.4 对特殊用途柴油机的要求 .....	20	3.5 二冲程柴油机增压方案 .....	142
参考文献 .....	20	4 柴油机的高增压 .....	145
第2章 柴油机原理 .....	21	4.1 实现高增压的主要技术问题 .....	145
1 理想循环 .....	21	4.2 两级涡轮增压 .....	145
1.1 理想循环与实际循环的差异 .....	21	4.3 补燃增压系统 .....	146
1.2 理想效率与平均压力 .....	23	4.4 带动力涡轮的复合式柴油机 .....	147
1.3 理想循环的分析及结论 .....	24	5 涡轮增压器与柴油机的匹配 .....	149
2 实际循环 .....	25	5.1 对匹配的要求 .....	149
2.1 工质特性 .....	25	5.2 柴油机的通流特性 .....	149
2.2 压缩过程 .....	28	5.3 压气机的配合运行线及其调整 .....	151

5.4 涡轮的匹配 .....	153	2.6 连杆螺栓技术状态的检查 .....	234
5.5 柴油机带动螺旋桨时增压器的匹配 .....	154	2.7 十字头的结构及其材料 .....	234
5.6 特种船舶柴油机增压器的匹配 .....	156	2.8 十字头常见故障及其原因 .....	237
6 增压系统故障与调整 .....	156	2.9 十字头技术状态的检查 .....	238
6.1 压气机的喘振 .....	156	3 曲轴 .....	238
6.2 增压压力的调整 .....	158	3.1 曲轴的结构和材料 .....	239
6.3 叶轮的断裂 .....	159	3.2 曲轴的应力状况和常见损伤 .....	241
6.4 增压器壳体腐蚀 .....	160	3.3 曲轴的船级规范 .....	243
参考文献 .....	161	3.4 曲轴质量检查的技术要求 .....	248
第4章 内燃机动力学 .....	162	3.5 营运中曲轴技术状态的检查 .....	249
1 曲柄连杆机构运动学 .....	162	4 气缸盖 .....	250
1.1 直列式曲柄连杆机构运动学 .....	162	4.1 气缸盖的结构和材料 .....	251
1.2 V型曲柄连杆机构运动学 .....	166	4.2 气缸盖的工作应力、温度和可靠性 .....	254
1.3 连杆的运动 .....	168	4.3 气缸盖常见损坏形式及其预防措施 .....	256
2 曲柄连杆机构动力学 .....	169	4.4 气缸盖技术状态的检查 .....	258
2.1 直列式曲柄连杆机构动力学 .....	169	4.5 阀座 .....	258
2.2 V型曲柄连杆机构动力学 .....	177	4.6 气缸盖螺栓和密封 .....	259
3 柴油机的平衡 .....	180	5 气缸套 .....	260
3.1 柴油机平衡性分析 .....	180	5.1 气缸套结构 .....	260
3.2 柴油机不平衡系数表 .....	182	5.2 气缸套的工作应力、温度和可靠性 .....	262
3.3 柴油机平衡方法 .....	193	5.3 密封和润滑 .....	262
4 飞轮转动惯量 .....	204	5.4 常用材料及提高其使用寿命的措施 .....	265
4.1 柴油机回转不均匀性 .....	204	6 机体与机座 .....	266
4.2 柴油机最大剩余功 $\Delta E$ .....	205	6.1 机体与机座的结构型式 .....	266
4.3 飞轮的转动惯量 .....	207	6.2 十字头式柴油机导板 .....	270
参考文献 .....	209	6.3 贯穿螺栓 .....	271
第5章 主要部件 .....	210	7 轴承 .....	272
1 活塞 .....	210	7.1 轴承的类型 .....	272
1.1 活塞的工作条件、结构和材料 .....	210	7.2 轴瓦结构形式和材料 .....	274
1.2 活塞的工作应力、变形和可靠性 .....	215	7.3 轴瓦技术状态的检查 .....	274
1.3 活塞的常见损坏及其原因 .....	217	7.4 轴承的工作可靠性 .....	280
1.4 活塞技术状态的检查 .....	218	7.5 轴瓦常见损坏形式及其原因 .....	283
1.5 活塞销的材料和结构型式 .....	220	8 配气机构 .....	283
1.6 活塞销的工作应力及可靠性 .....	220	8.1 气阀组 .....	284
1.7 活塞销技术状态的检查 .....	221	8.2 凸轮轴 .....	288
1.8 活塞环的结构和材料 .....	221	8.3 液压驱动式气阀配气机构 .....	288
1.9 活塞环的工作能力及常见损坏 .....	225	8.4 气阀间隙、配气正时的检查与调整 .....	289
1.10 活塞环技术状态的检查 .....	228	8.5 气阀组常见故障 .....	290
2 连杆及十字头 .....	229	9 进、排气系统 .....	291
2.1 连杆的结构和材料 .....	229	9.1 空气滤清器 .....	291
2.2 连杆的常见损坏及其原因 .....	231	9.2 气水分离器 .....	292
2.3 连杆技术状态的检查 .....	231	9.3 进气管和扫气箱 .....	293
2.4 连杆螺栓的结构和材料 .....	232	9.4 口琴阀 .....	294
2.5 连杆螺栓的工作应力及可靠性 .....	232	9.5 排气管 .....	294

9.6 膨胀接头 .....	295
参考文献 .....	296
<b>第6章 燃油喷射系统</b> .....	<b>298</b>
1 概论 .....	298
1.1 喷油系统的功用、要求和工作特点 .....	298
1.2 喷油系统的组成和类型 .....	299
1.3 喷油系统的发展 .....	300
2 燃油的喷射过程 .....	300
2.1 喷射过程的三个阶段 .....	300
2.2 喷射过程的压力波动 .....	301
2.3 几何供油规律与实际喷油规律 .....	302
3 喷油泵 .....	303
3.1 斜槽式喷油泵 .....	303
3.2 回油阀式喷油泵 .....	310
3.3 可变喷油正时机构 .....	313
4 喷油器 .....	316
4.1 喷油器的构造和工作原理 .....	316
4.2 喷油器实例 .....	317
4.3 喷油器的常见故障 .....	318
4.4 泵-喷油器 .....	319
5 喷油设备的估算 .....	319
5.1 循环供油量的估算 .....	320
5.2 喷油泵偶件尺寸的估算 .....	321
5.3 喷油器偶件尺寸的估算 .....	321
5.4 高压油管尺寸的选择 .....	322
6 喷油设备试验 .....	322
6.1 偶件的密封性试验 .....	323
6.2 喷油量及其均匀性试验 .....	323
6.3 喷油规律试验 .....	324
6.4 喷雾试验 .....	325
7 电子喷射系统 .....	326
7.1 对燃油喷射的最佳控制 .....	326
7.2 MAN 公司的电子喷射系统 .....	327
8 蓄压式喷油系统 .....	329
8.1 系统的组成和特点 .....	329
8.2 蓄压式喷油系统实例 .....	329
9 重油的使用 .....	330
9.1 使用重油后存在的问题 .....	330
9.2 重油的预处理 .....	331
9.3 使用重油时柴油机的管理 .....	334
10 喷油系统的管理和故障 .....	336
10.1 预防性维护 .....	336
10.2 常见故障分析 .....	337
10.3 应急处理 .....	337

10.4 喷油系统的穴蚀与防止 .....	338
参考文献 .....	339
<b>第7章 润滑和冷却</b> .....	<b>340</b>
1 气缸的润滑 .....	340
1.1 气缸润滑的作用和方式 .....	340
1.2 气缸润滑的工作条件 .....	340
1.3 对气缸(滑)油的要求 .....	341
1.4 气缸油的选择 .....	341
1.5 注油率 .....	343
1.6 磨合运转时的气缸润滑 .....	346
2 气缸润滑系统 .....	347
2.1 气缸注油方式分类 .....	347
2.2 气缸注油设备 .....	349
3 轴承的润滑 .....	353
3.1 轴承润滑的作用和方法 .....	353
3.2 对曲轴箱油的性能要求 .....	354
3.3 曲轴箱油的选择标准 .....	356
4 润滑系统 .....	356
4.1 润滑系统形式 .....	356
4.2 润滑系统的布置 .....	357
4.3 滑油的滤清设备 .....	360
4.4 曲轴箱油的净化处理 .....	362
4.5 润滑系统的管理 .....	364
5 柴油机的冷却 .....	364
5.1 活塞的冷却 .....	365
5.2 气缸的冷却 .....	365
6 冷却系统 .....	367
6.1 冷却系统的一般规则和要求 .....	367
6.2 传统冷却系统 .....	367
6.3 中央冷却系统 .....	367
6.4 自流式冷却系统 .....	372
6.5 冷却系统的管理 .....	372
参考文献 .....	374
<b>第8章 操纵和调速</b> .....	<b>375</b>
1 概述 .....	375
1.1 目的和内容 .....	375
1.2 对操纵和调速的要求 .....	375
1.3 主要类型 .....	375
1.4 目前概况 .....	376
2 调速器 .....	376
2.1 调速系统和调速器 .....	376
2.2 调速器的基本性能和术语 .....	376
2.3 对调速器的要求 .....	378
2.4 机械调速器 .....	380

2.5 液压调速器 .....	382	5.2 用途 .....	436
2.6 电子调速器 .....	399	5.3 试验方法 .....	436
3 起动装置 .....	401	5.4 负荷特性曲线实例 .....	437
3.1 起动方式 .....	401	5.5 柴油机的功率标定 .....	438
3.2 对起动装置的主要要求 .....	401	6 万有特性 .....	439
3.3 压缩空气起动装置 .....	401	6.1 定义 .....	439
4 换向装置 .....	411	6.2 测定与绘制方法 .....	439
4.1 换向原则 .....	411	6.3 用途与实例 .....	440
4.2 换向装置类型 .....	413	7 调速特性 .....	441
4.3 换向方式 .....	413	7.1 定义 .....	441
4.4 换向装置实例 .....	415	7.2 试验方法 .....	441
5 操纵系统 .....	418	7.3 调速特性曲线实例 .....	441
5.1 联锁机构 .....	418	8 机械效率 .....	442
5.2 安全保护装置 .....	419	8.1 定义 .....	442
5.3 操纵系统实例 .....	420	8.2 测量机械效率的一般原理 .....	442
参考文献 .....	425	8.3 测量方法及其适用场合 .....	442
<b>第9章 柴油机特性</b> .....	<b>426</b>	9 非标准环境状况功率和燃油消耗率修 正 .....	443
1 概述 .....	426	9.1 标准环境状况 .....	443
1.1 定义 .....	426	9.2 非标准环境状况下的修正 .....	443
1.2 工况及其类型 .....	426	附录 .....	445
1.3 柴油机的负荷 .....	426	参考文献 .....	447
1.4 特性种类 .....	426	<b>第10章 典型船舶柴油机</b> .....	<b>448</b>
1.5 特性用途 .....	427	1 大型低速柴油机 .....	448
1.6 特性试验的一般要求和方法 .....	427	1.1 B&W 低速柴油机系列 .....	448
2 速度特性 .....	428	1.2 SULZER 低速柴油机系列 .....	487
2.1 定义 .....	428	1.3 MAN 低速柴油机系列 .....	509
2.2 分类 .....	428	1.4 三菱 UEC 低速柴油机系列 .....	526
2.3 用途 .....	428	1.5 ESDZ 43/82 B、C 型低速柴油机 .....	536
2.4 试验方法 .....	429	1.6 6ESDZ 34/82 C 型低速柴油机 .....	541
2.5 速度特性曲线实例 .....	430	1.7 6ESDZ 75/160 B 型低速柴油机 .....	543
3 柴油机的允许使用范围 .....	430	2 中速柴油机 .....	548
3.1 定义 .....	430	2.1 PIELSTICK 中速柴油机系列 .....	548
3.2 限制特性 .....	430	2.2 MAN 中速柴油机系列 .....	556
3.3 允许使用范围的其它边界 .....	432	2.3 荷兰 SWD 公司 TM 型中速柴油机 系列 .....	566
3.4 非增压柴油机的允许使用范围 .....	433	2.4 MAK 中速柴油机系列 .....	568
3.5 增压柴油机的允许使用范围 .....	434	2.5 DEUTZ 中速柴油机系列 .....	570
4 推进特性 .....	434	2.6 WÄRTSILA 中速柴油机系列 .....	578
4.1 定义 .....	434	2.7 荷兰 300 HD 和 300 HDK 型中速 柴油机 .....	580
4.2 推进特性的对数坐标图线 .....	434	2.8 G6300 型中速柴油机 .....	582
4.3 用途 .....	435	2.9 捷克斯柯达 (SKODA) 350 系列中 速柴油机 .....	586
4.4 试验方法 .....	435		
4.5 推进特性曲线实例 .....	436		
5 负荷特性 .....	436		
5.1 定义 .....	436		

2.10 12 VE 230 ZC 型中速柴油机	589	1.2 故障的统计分析	676
2.11 6250 柴油机	591	2 常见故障及其排除	681
2.12 NVD 系列柴油机	596	2.1 概述	681
2.13 MAN 20/27 型柴油机	599	2.2 主机常见故障及其排除	683
2.14 B&W T23L 型柴油机	600	2.3 发电辅机常见故障及其排除	691
2.15 大发柴油机	604	2.4 小型高速柴油机常见故障	695
2.16 东风—苏尔寿 A 型柴油机	605	3 故障诊断	696
2.17 6160 A 型柴油机	614	3.1 常用方法	696
3 高速柴油机	615	3.2 诊断技术的应用	696
3.1 重庆—康明斯高速柴油机	615	4 零件的磨损、变形及其测量	702
3.2 135 系列高速柴油机	617	4.1 零件的磨损及其测量	702
3.3 PA 6-280 型高速柴油机	622	4.2 零件变形及其检测	713
参考文献	625	5 零件损坏的修复	718
第 11 章 测试与监控	626	5.1 气缸盖裂纹及其修理	718
常用符号	626	5.2 气缸套损坏的检修	718
1 基本测量方法及仪器	627	5.3 活塞损坏的修复	720
1.1 扭矩测量	627	5.4 活塞环的检修	720
1.2 油耗测量	633	5.5 活塞销与十字头销损坏的修复	722
1.3 最高爆发压力测量	637	5.6 气阀损坏的修理	722
1.4 排气烟度测量和排气排放物测定	639	5.7 曲轴损坏的修理	722
2 气缸示功图和喷射过程测量	646	5.8 轴承损坏的修理	725
2.1 示功图测录	646	5.9 精密偶件的修复	726
2.2 喷射系统测量	652	5.10 柴油机固定件的损坏与修理	727
2.3 上止点测量	654	6 柴油机在船上的安装与校中	728
3 柴油机的试验方法	655	6.1 机架、气缸体和贯穿螺栓的安装	728
3.1 柴油机试验标准	655	6.2 运动部件的校中	728
3.2 磨合试验	659	参考文献	730
3.3 定型试验	659	第 2 篇 船舶锅炉	732
3.4 验收试验	660	第 1 章 概论	732
3.5 抽查试验	660	常用符号	732
3.6 性能试验	661	1 船舶锅炉的基本工作过程和类型	732
3.7 功能检查	662	1.1 船舶锅炉的基本工作过程	732
3.8 可靠性、耐久性试验	662	1.2 船舶锅炉的基本类型	733
3.9 柴油机的热平衡试验	663	1.3 几种常见的船舶锅炉	733
4 柴油机的监控技术	664	1.4 几种特殊型式船舶锅炉简介	738
4.1 概述	664	2 船舶锅炉的发展趋向	740
4.2 数据处理系统	664	第 2 章 船舶主锅炉	741
4.3 性能监控	666	1 概述	741
4.4 振动监控	668	1.1 对船舶主锅炉的要求	741
4.5 磨损监控	671	1.2 主要类型	741
参考文献	673	1.3 主要参数	742
第 12 章 常见故障和维修	675	1.4 D 型系列锅炉的特点	743
1 故障的类型和统计分析	675	2 炉膛	743
1.1 故障的形成及类型	675	2.1 炉墙	743



2.2 水冷壁 .....	745	2.3 接触分离 .....	777
3 蒸发受热面 .....	746	2.4 强制分离 .....	777
4 蒸汽过热器和再热器 .....	746	2.5 蒸汽品质恶化的原因 .....	777
4.1 蒸汽过热器的结构和型式 .....	746	3 锅炉用水处理 .....	777
4.2 再热器 .....	748	3.1 水中的含杂物及其对锅炉的危害 .....	777
4.3 蒸汽温度的调节 .....	749	3.2 锅炉用水的种类和水质指标 .....	778
4.4 热偏差 .....	750	3.3 锅炉水质处理 .....	780
4.5 高温腐蚀 .....	751	4 排污 .....	783
4.6 过热器最高壁温 $t_b$ 的估算 .....	752	4.1 排污的目的 .....	784
5 经济器和空气预热器 .....	752	4.2 排污量的计算 (见本篇第8章 1.2) .....	784
5.1 经济器 .....	752	4.3 排污时的注意事项 .....	784
5.2 空气预热器 .....	753	5 阀门及附件 .....	784
5.3 低温腐蚀 .....	755	5.1 安全阀 .....	784
6 炉衣、骨架与支座 .....	756	5.2 主停汽阀 .....	786
6.1 炉衣分类 .....	756	5.3 水位表 .....	786
6.2 骨架 .....	756	5.4 筒内设备 .....	787
6.3 锅炉支座 .....	757	<b>第5章 热力估算和热工试验</b> .....	788
<b>第3章 燃油设备</b> .....	758	常用符号 .....	788
常用符号 .....	758	1 燃料和燃烧产物 .....	789
1 喷油器 .....	758	1.1 燃料成分 .....	789
1.1 离心式喷油器 .....	758	1.2 重油的物化特性 .....	790
1.2 运行时的注意事项 .....	763	1.3 重油燃烧所需的空气量 .....	791
1.3 可调式喷油器 .....	764	1.4 重油燃烧后所产生的烟气量 .....	792
1.4 综合调节喷油量的方法 .....	766	1.5 烟气的焓温 ( $I-\theta$ ) 关系 .....	794
2 配风器 .....	766	2 锅炉的热平衡和热效率 .....	796
3 燃油设备的一些其它附件 .....	768	2.1 输入锅炉的分配热量 .....	796
3.1 风口 .....	768	2.2 锅炉中各项热耗损和热平衡 .....	796
3.2 稳焰器 .....	769	3 锅炉传热的估算方法 .....	798
3.3 伺服器 .....	769	3.1 炉膛传热的估算方法 .....	798
3.4 电动点火装置 .....	769	3.2 对流受热面传热的估算方法 .....	799
3.5 速关阀 .....	770	3.3 常见的一些热性能指标 .....	804
4 燃油设备在锅炉上的布置 .....	770	4 锅炉运行中对传热方面应注意的要点 .....	805
5 燃油设备运行中的注意要点 .....	771	<b>第6章 通风和阻力</b> .....	806
<b>第4章 汽水系统</b> .....	772	1 概述 .....	806
1 自然循环锅炉的水循环 .....	772	2 通风分类 .....	806
1.1 工作原理 .....	772	2.1 自然通风 .....	806
1.2 自然循环的平衡图 .....	773	2.2 平衡通风 .....	806
1.3 影响水循环的因素 .....	773	2.3 压力通风 .....	806
1.4 水循环的故障和预防 .....	773	2.4 诱导通风 .....	806
1.5 运行时的注意事项 .....	775	3 空气侧和烟气侧的流阻 .....	807
1.6 强制循环式水管锅炉 .....	775	3.1 流阻的分类 .....	807
2 汽水分离 .....	775	3.2 空气通道和烟气通道流阻的计算 .....	807
2.1 自然分离 .....	776	3.3 横向冲刷受热面管簇流阻的计算 .....	810
2.2 集汽设备 .....	776	4 自然通风压力 .....	813

5 通风设备的选择 .....	814	1 船舶锅炉的入级 .....	858
5.1 送风机 .....	814	1.1 船舶锅炉入级和保持入级的具体要求 .....	858
5.2 引风机 .....	815	1.2 检验范围 .....	858
5.3 风机电机的功率 .....	815	2 船舶锅炉的检查 .....	858
6 风机工作的调整 .....	815	2.1 检查前的准备 .....	858
<b>第7章 辅锅炉</b> .....	816	2.2 一般水管锅炉检查的要点 .....	858
1 辅锅炉 .....	816	3 船舶锅炉的试验 .....	861
1.1 烟管锅炉 .....	817	3.1 船舶锅炉主要试验分类及其作用 .....	861
1.2 水管锅炉 .....	820	3.2 水压试验的具体要求 .....	861
1.3 强制循环锅炉 .....	825	3.3 热态竣工试验 .....	862
2 余热锅炉 .....	829	3.4 主锅炉航行试验要点 .....	863
2.1 立式烟管余热锅炉 .....	829	4 船舶锅炉应有的文件和资料 .....	863
2.2 盘香管式强制循环余热锅炉 .....	830	4.1 船舶机电部门应有的图纸和文件 .....	863
2.3 生活用热管余热锅炉 .....	832	4.2 锅炉经过大修或改装后的补充文件 .....	863
3 辅锅炉与余热锅炉的联系 .....	833	4.3 炉舱日志簿 .....	863
3.1 二者独立 .....	833	5 锅炉主要元件的修理 .....	864
3.2 余热锅炉为辅锅炉的一个附加受热面 .....	833	5.1 锅炉检测常用的手段 .....	864
3.3 组合式锅炉 .....	833	5.2 锅炉主要元件的修理 .....	865
4 独立供汽装置 .....	834	<b>参考文献</b> .....	867
<b>第8章 运行和管理</b> .....	835	<b>第3篇 船舶汽轮机及其装置</b> .....	868
常用符号 .....	835	<b>第1章 概论</b> .....	868
1 起动和运行 .....	835	1 船舶汽轮机及其动力装置的基本组成及工作原理 .....	868
1.1 点火前的准备和点火升汽 .....	835	1.1 船舶汽轮机动力装置的基本组成 .....	868
1.2 正常运行 .....	836	1.2 船舶汽轮机的基本组成 .....	868
1.3 锅炉停火(包括留汽)工作要点 .....	839	1.3 汽轮机的工作原理 .....	869
2 非正常情况下管理工作要点 .....	839	2 船舶汽轮机的基本特点及优缺点 .....	869
3 锅炉常见故障及其采取的措施 .....	840	2.1 船舶汽轮机的基本特点 .....	869
4 锅炉的清洁 .....	842	2.2 船舶汽轮机的优缺点 .....	870
4.1 内部清洁 .....	842	3 汽轮机在船舶上的应用 .....	870
4.2 外部清洁 .....	843	<b>第2章 汽轮机级</b> .....	872
5 锅炉的保养 .....	843	1 蒸汽在汽轮机级中的能量转换 .....	872
5.1 湿保养 .....	843	1.1 蒸汽在喷嘴(静叶栅)中的能量转换 .....	872
5.2 干保养 .....	843	1.2 蒸汽在动叶栅中的能量转换 .....	873
<b>第9章 船舶锅炉用钢及强度验算</b> .....	845	2 汽轮机级的反动度和级的分类 .....	873
常用符号 .....	845	2.1 定义 .....	873
1 锅炉主要受压元件用钢 .....	845	2.2 汽轮机级按不同反动度分类 .....	874
1.1 锅炉用钢概述 .....	845	3 各类汽轮机级的速度图和工作过程 .....	875
1.2 船舶锅炉主要元件常用钢材 .....	848	3.1 速度图 .....	875
2 锅炉主要元件的强度验算 .....	848	3.2 工作过程 .....	876
2.1 锅炉主要元件金属温度的确定 .....	848	4 静叶(喷嘴)和动叶工作高度的确定 .....	876
2.2 许用应力的确定 .....	849	5 叶型和叶栅的几何参数 .....	877
2.3 水管锅炉主要元件强度验算公式 .....	849	5.1 叶型 .....	877
<b>第10章 船舶锅炉的入级、试验及检修</b> .....	858		

5.2 叶栅	878	3 转子	914
6 叶栅损失	878	3.1 功用、工作条件和分类	914
6.1 叶型损失	879	3.2 轮式转子	914
6.2 端部损失	880	3.3 鼓式转子	915
6.3 影响叶栅损失的主要因素	880	3.4 转子的临界转速	918
6.4 叶栅工作质量指标	882	4 汽缸	919
7 蒸汽对叶片的作用力	883	4.1 功用、工作条件和分类	919
8 汽轮机级的轮周功和轮周效率	883	4.2 焊铸式汽缸	920
8.1 汽轮机级的轮周功	883	4.3 喷嘴箱	920
8.2 汽轮机级的轮周效率	884	4.4 汽缸的三向膨胀	921
9 汽轮机级的内损失、内效率及内功率	885	5 隔板	925
9.1 级的内损失	885	5.1 功用、工作条件和分类	925
9.2 级的内效率 $\eta_i$	888	5.2 隔板的安装和固定	926
9.3 级的内功率 $N_i$	889	6 汽封及汽封系统	927
10 长叶片级	889	6.1 曲径式汽封	927
10.1 定义	889	6.2 碳圈式汽封	931
10.2 长叶片级的特点	889	6.3 汽封系统	931
10.3 各种扭转叶片简介	891	7 轴承和润滑系统	932
<b>第3章 速度级和多级汽轮机</b>	892	7.1 支持轴承	932
1 速度级汽轮机	892	7.2 推力轴承	935
1.1 速度级的工作过程和速度图	892	7.3 润滑系统	939
1.2 速度级的轮周功、轮周效率、内效率和内功率	894	<b>第5章 船舶汽轮机-齿轮机组</b>	942
1.3 速度级的特点及应用	897	1 船舶汽轮机-齿轮机组的组成	942
1.4 单圈轮速度级	897	1.1 组成及布置	942
2 多级汽轮机	898	1.2 减速传动机构的作用与分类	942
2.1 多级汽轮机及其分类	898	2 船舶主汽轮机	943
2.2 重热的利用	898	2.1 船舶主汽轮机	943
2.3 余速动能的利用	899	2.2 舰用主汽轮机	945
2.4 多级汽轮机的轴向力	900	2.3 舰、船用辅汽轮机	949
3 汽轮机-齿轮机组的有效功率、有效效率和耗汽率	902	3 齿轮减速器	949
3.1 有效功率 $N_e$	902	3.1 齿轮减速器类型	949
3.2 有效效率 $\eta_e$	902	3.2 主要零部件与总体结构	950
3.3 耗汽率 $d_e$ 及特性数 $Y$	903	3.3 管理和保养	952
<b>第4章 汽轮机的主要零、部件</b>	904	4 联轴器	954
1 喷嘴	904	4.1 刚性联轴器	954
1.1 功用、工作条件和分类	904	4.2 半刚性联轴器	954
1.2 第一级喷嘴	904	4.3 弹性联轴器	955
2 叶片	905	4.4 膜片式弹性联轴器	955
2.1 功用、工作条件和分类	905	5 冷凝器	956
2.2 叶片的安装和固定	907	5.1 作用与分类	956
2.3 叶片的强度	908	5.2 工作原理	957
2.4 叶片振动	911	5.3 构造	961
		5.4 管理和保养	966
		6 空气抽除器	968

6.1 工作过程 .....	968	1.1 实际循环的 $T-s$ 图 .....	1018
6.2 二级空气抽除器 .....	968	1.2 循环热效率 .....	1019
6.3 工作特性 .....	968	1.3 管路效率 .....	1019
<b>第 6 章 船舶汽轮机的功率调节</b> .....	<b>970</b>	2 回热循环 .....	1020
1 节流调节 .....	970	2.1 回热器 .....	1020
2 喷嘴调节 .....	971	2.2 相对节热率 .....	1021
3 旁通调节 .....	971	2.3 抽汽量的计算公式 .....	1021
4 混合调节 .....	972	3 再热循环 .....	1022
4.1 喷嘴-操纵阀节流混合调节 .....	972	<b>第 9 章 船舶蒸汽动力装置的热线图</b> .....	<b>1023</b>
4.2 喷嘴-喷嘴阀节流混合调节 .....	973	1 概述 .....	1023
4.3 旁通-旁通阀节流混合调节 .....	977	1.1 定义 .....	1023
5 低速级组和低速汽轮机 .....	977	1.2 分类 .....	1023
5.1 低速级组 .....	978	1.3 热线图效率 .....	1023
5.2 低速汽轮机 .....	979	2 利用辅机排汽加热给水的热线图 .....	1024
6 船舶汽轮机转速自动调节和自动保护		2.1 典型热线图 .....	1024
系统 .....	980	2.2 热线图效率 .....	1024
6.1 转速自动调节的基本理论 .....	980	2.3 热线图性能 .....	1025
6.2 自动保护系统 .....	983	2.4 优缺点和应用范围 .....	1026
6.3 调节和保护系统各主要元件 .....	984	3 利用主汽轮机抽汽加热给水的热线图	
6.4 船舶汽轮机控制系统实例 .....	989	.....	1026
<b>第 7 章 船舶汽轮机的变工况运行</b> .....	<b>1000</b>	3.1 典型热线图 .....	1027
1 汽轮机级的变工况 .....	1000	3.2 热线图效率 .....	1027
1.1 喷嘴在变工况下的工作 .....	1000	3.3 热线图性能 .....	1027
1.2 蒸汽流量改变时汽轮机级前后蒸汽		3.4 优缺点和应用范围 .....	1028
压力和反动度的变化 .....	1003	4 使用中间再热蒸汽的热线图 .....	1028
1.3 变工况下蒸汽在超临界级内的工作 .....	1005	4.1 典型热线图 .....	1028
1.4 转速变化时汽轮机级的工作 .....	1007	4.2 优缺点和应用范围 .....	1028
2 斯托陀拉-富留盖尔定律 .....	1008	<b>第 10 章 船舶蒸汽动力装置的热工试验</b> .....	<b>1029</b>
2.1 斯托陀拉流量锥 .....	1009	1 船舶蒸汽动力装置热工试验的任务、	
2.2 富留盖尔公式 .....	1009	种类和目的 .....	1029
3 蒸汽流量改变时, 船舶汽轮机各级的		1.1 船舶蒸汽动力装置热工试验的主要	
工作情况 .....	1009	任务 .....	1029
3.1 蒸汽流量改变时多级汽轮机内各级		1.2 热工试验的种类和目的 .....	1029
蒸汽压力和焓降的变化 .....	1009	2 船上热工试验的基本内容 .....	1030
3.2 蒸汽流量改变时多级汽轮机内各级		2.1 锅炉装置的试验 .....	1030
效率和工作过程的变化 .....	1011	2.2 主汽轮机机组的试验 .....	1030
3.3 汽轮机轴向推力的变化 .....	1012	2.3 自动控制和监测系统的试验 .....	1031
4 蒸汽初、终参数变化对汽轮机工作的		2.4 推进装置机动性试验 .....	1031
影响 .....	1013	2.5 辅机及管系的试验 .....	1031
4.1 蒸汽初压变化的影响 .....	1013	3 船舶蒸汽动力装置的热平衡试验 .....	1031
4.2 蒸汽初温变化的影响 .....	1015	3.1 热平衡试验的目的及其内容 .....	1031
4.3 蒸汽终压变化的影响 .....	1016	3.2 热平衡试验的方法和步骤 .....	1032
<b>第 8 章 船舶蒸汽动力装置的循环</b> .....	<b>1018</b>	3.3 保证试验正确性的主要措施 .....	1032
1 实际的兰金循环 .....	1018	3.4 热平衡试验结果的整理 .....	1033

<b>第 11 章 船舶蒸汽动力装置的管路系统</b> .....	1034	3.3 调节系统的工作过程 .....	1060
1 定义和组成 .....	1034	4 运行参数集中监视、报警和安全系统 .....	1060
1.1 定义 .....	1034	4.1 集中监视 .....	1060
1.2 组成 .....	1034	4.2 安全保护 .....	1061
2 主蒸汽管系 .....	1034	4.3 集控室内的显示、报警项目和保护措施 .....	1061
2.1 功用及要求 .....	1034	<b>第 13 章 船舶蒸汽动力装置的管理和维修</b> .....	1064
2.2 典型的主蒸汽管系 .....	1035	1 正常运行的管理 .....	1064
2.3 主要设备 .....	1036	1.1 装置的起动 .....	1064
2.4 管理使用要点 .....	1038	1.2 运行时的管理 .....	1065
3 辅蒸汽管系 .....	1038	1.3 装置的停止使用 .....	1066
3.1 功用、种类和要求 .....	1038	2 特殊情况的管理 .....	1067
3.2 典型辅蒸汽管系 .....	1040	2.1 部分机械工作时的管理 .....	1067
3.3 饱和蒸汽压力调节器 .....	1040	2.2 桥管供汽时的管理 .....	1068
4 排汽管系 .....	1041	3 故障及其应急处理 .....	1068
4.1 功用、组成及要求 .....	1041	4 维修 .....	1068
4.2 典型的辅排汽管系 .....	1041	4.1 主汽轮机机组的局部性定期检修 .....	1069
4.3 背压式辅机排汽压力调节器 .....	1042	4.2 锅炉的局部性定期检修 .....	1069
5 凝水-给水管系 .....	1042	4.3 主汽轮机机组的全面定期检修 .....	1070
5.1 凝水-给水管系的功用 .....	1042	4.4 锅炉的全面定期检修 .....	1070
5.2 凝水-给水管系的分类 .....	1042	<b>参考文献</b> .....	1071
5.3 典型的带除氧器的闭式凝水-给水管系 .....	1043	<b>第 4 篇 船舶燃气轮机装置</b> .....	1072
5.4 凝水-给水管系中的主要设备 .....	1043	<b>常用符号</b> .....	1072
5.5 凝水-给水管系管理上应注意的要点 .....	1050	<b>第 1 章 概论</b> .....	1074
6 锅炉通风管系 .....	1050	1 船舶燃气轮机装置的组成及工作原理 .....	1074
6.1 通风管系的功用 .....	1050	1.1 组成 .....	1074
6.2 通风管系的分类 .....	1050	1.2 工作原理 .....	1074
6.3 通风管系的设备 .....	1051	2 现代船舶燃气轮机装置的类型及特点 .....	1075
7 燃油管系 .....	1052	<b>第 2 章 船舶燃气轮机装置的热力循环</b> .....	1076
7.1 燃油管系的功用 .....	1052	1 简单开式循环 .....	1076
7.2 燃油管系中的设备 .....	1052	1.1 简单理想循环 .....	1076
8 冷却水管系 .....	1054	1.2 实际循环 .....	1076
8.1 主冷却水管系 .....	1055	1.3 热力性能指标 .....	1077
8.2 辅冷却水管系 .....	1056	1.4 循环参数对热力性能的影响 .....	1078
<b>第 12 章 船舶蒸汽动力装置的自动调节系统及监测系统</b> .....	1058	2 复杂循环 .....	1079
1 概述 .....	1058	2.1 回热循环 .....	1079
2 凝水-给水自动调节系统 .....	1058	2.2 中间冷却循环 .....	1080
2.1 主冷凝器水位自动调节系统 .....	1058	2.3 中间再热循环 .....	1080
2.2 除氧器水位自动调节系统 .....	1059	<b>第 3 章 燃气涡轮</b> .....	1082
3 蒸汽管路压力自动调节系统 .....	1059	1 轴流式燃气涡轮的基本结构 .....	1082
3.1 调节系统的任务和功用 .....	1059	1.1 转子结构 .....	1082
3.2 调节系统的组成 .....	1059	1.2 定子结构 .....	1082

2 轴流式燃气涡轮工作原理 .....	1084	5.2 试验测定项目 .....	1110
2.1 燃气涡轮的主要特点 .....	1084	6 燃烧室常见故障及其排除 .....	1111
2.2 级的常用计算公式 .....	1084	<b>第6章 燃气轮机装置的附属设备及其</b>	
3 轴流式燃气涡轮变工况特性 .....	1085	<b>系统</b> .....	1112
3.1 流量特性 .....	1085	1 总体布置 .....	1112
3.2 效率特性 .....	1086	2 支承和滑销系统 .....	1112
3.3 功率特性 .....	1087	3 进排气装置 .....	1113
3.4 焓降分配的变化规律 .....	1087	3.1 进气净化装置 .....	1113
4 轴流式燃气涡轮的冷却 .....	1088	3.2 排气装置 .....	1114
4.1 叶片的空气冷却 .....	1088	3.3 消声装置 .....	1114
4.2 转子的空气冷却 .....	1089	4 回热器 .....	1115
4.3 气缸冷却 .....	1089	4.1 管式回热器 .....	1115
4.4 空气冷却系统 .....	1090	4.2 板式回热器 .....	1115
<b>第4章 压气机</b> .....	1091	5 防水系统 .....	1116
1 压气机的型式及基本结构 .....	1091	6 附属系统 .....	1117
1.1 离心式压气机的典型结构 .....	1091	6.1 滑油系统 .....	1117
1.2 轴流式压气机的典型结构 .....	1091	6.2 空气起动系统 .....	1118
2 轴流式压气机的工作原理 .....	1092	6.3 灭火系统 .....	1119
2.1 静、动叶栅的增压原理 .....	1092	6.4 清洗系统 .....	1119
2.2 基元级的无量纲参数 .....	1094	6.5 排泄系统 .....	1120
2.3 多级压气机的重热 .....	1097	6.6 燃油供给系统 .....	1120
2.4 轴流式压气机的通流部分 .....	1098	7 LM 2500 燃气轮机简介 .....	1120
3 压气机特性 .....	1098	7.1 LM 2500 燃气轮机的主要性能参	
3.1 压气机的流量特性 .....	1098	数 .....	1120
3.2 通用特性曲线 .....	1099	7.2 LM 2500 燃气轮机结构 .....	1121
4 压气机的失速、喘振及其防止办法 .....	1100	<b>第7章 船舶燃气轮机的变工况及技术管理</b>	
4.1 压气机的失速及喘振 .....	1100	.....	1123
4.2 喘振的防止办法 .....	1101	1 分轴式燃气轮机变工况 .....	1123
<b>第5章 燃烧室</b> .....	1103	2 变转速负荷对单轴式和分轴式机组	
1 燃气轮机对燃烧室的基本要求 .....	1103	变工况的影响 .....	1127
2 燃烧室结构与工作过程 .....	1104	3 大气参数对机组工作影响 .....	1127
2.1 燃烧室的结构 .....	1104	3.1 气压、气温对机组工作的影响 .....	1127
2.2 气流流动过程的组织及对特性的		3.2 折合参数特性的应用 .....	1127
影响 .....	1105	4 船舶燃气轮机装置的过渡工况 .....	1128
2.3 燃烧过程 .....	1106	4.1 起动过程 .....	1128
2.4 掺冷 .....	1107	4.2 对起动性能的要求 .....	1129
3 燃油喷嘴 .....	1107	5 船舶燃气轮机装置的技术管理 .....	1130
3.1 液体燃油喷嘴 .....	1107	5.1 装置的起动 .....	1130
3.2 离心式喷嘴 .....	1108	5.2 慢车运行 .....	1130
4 点火机构 .....	1110	5.3 正常运行 .....	1130
4.1 点火器 .....	1110	5.4 停机 .....	1130
4.2 影响点火的因素 .....	1110	5.5 停机后的工作 .....	1131
5 燃烧调整试验 .....	1110	6 船舶燃气轮机的常见故障及其处理 .....	1131
5.1 燃烧室低压近似模化试验 .....	1110	<b>第5篇 核动力</b> .....	1133

第1章 原子核物理基础	1133	1.2 中子流密度	1144
1 原子核的结构	1133	1.3 菲克定律	1144
1.1 原子的组成及大小	1133	1.4 单速中子扩散方程	1145
1.2 原子核的组成及大小	1133	1.5 稳态单速扩散方程的解	1145
1.3 质子、中子的质量	1133	1.6 扩散长度 $L$	1147
2 原子核衰变	1133	2 中子的减速	1147
2.1 $\alpha$ 衰变	1133	2.1 中子减速的过程	1147
2.2 $\beta$ 衰变	1133	2.2 弹性散射时中子能量的变化	1148
2.3 $\gamma$ 衰变	1134	2.3 平均对数能量缩减	1148
2.4 衰变规律	1134	2.4 初始能量为 2 MeV 的中子减速到 1 eV 与慢化剂核需发生的平均碰撞次 数 $n$	1148
3 核结合能	1134	2.5 “勒”	1148
3.1 质量亏损与核结合能	1134	2.6 无限介质内中子的慢化	1149
3.2 比结合能曲线	1135	2.7 慢化中子的空间分布	1150
3.3 裂变能	1135	3 链式反应与四因子公式	1151
4 中子核反应	1136	3.1 自持链式反应	1151
4.1 中子的散射	1136	3.2 四因子公式	1152
4.2 中子吸收反应	1136	4 均匀裸堆的临界问题	1153
5 中子截面	1136	4.1 反应堆的临界概念	1153
5.1 微观截面定义及公式	1136	4.2 一群临界方程与临界尺寸	1153
5.2 微观截面种类及其关系	1137	5 反应性	1154
5.3 宏观截面	1137	5.1 反应性的定义	1154
6 核裂变	1137	5.2 反应性 $\rho$ 与反应堆状态的关系	1154
6.1 核裂变能	1137	5.3 反应性的表示法	1154
6.2 中子通量、反应率和反应堆功率	1138	5.4 后备反应性及其分配	1155
6.3 瞬发中子	1138	6 温度效应	1155
6.4 缓发中子	1138	6.1 温度效应的意义	1155
第2章 压水堆结构材料的选择	1139	6.2 温度系数	1155
1 燃料元件材料	1139	6.3 温度系数对反应堆安全的意义	1155
1.1 金属铀	1139	6.4 压水堆的慢化剂温度系数	1155
1.2 铀合金	1140	6.5 燃料温度系数	1156
1.3 二氧化铀	1140	6.6 功率系数	1156
2 燃料包壳材料及堆芯结构材料	1140	7 中毒效应	1156
2.1 燃料包壳材料	1140	7.1 中毒和结渣的物理概念	1156
2.2 堆芯结构材料	1141	7.2 氙的平衡中毒	1156
3 控制棒材料	1141	7.3 “碘坑”	1157
3.1 铪 (Hf)	1142	7.4 毒性 $q_{\text{eff}}$ 与反应性 $\rho_{\text{eff}}$ 的关系	1158
3.2 银 (Ag)-铟 (In)-镉 (Cd) 合金	1142	8 反应堆燃耗	1159
3.3 含硼材料	1143	8.1 核燃料内同位素的变化	1159
4 冷却剂材料	1143	8.2 核反应堆内核反应的几个主要物 理过程	1159
5 压力壳材料	1143	8.3 简要说明	1159
6 反射层材料	1143	8.4 铀-235 和钚-239 的原子数的变化	1159
第3章 反应堆物理理论	1144		
1 单能中子扩散	1144		
1.1 单速中子扩散近似	1144		

8.5	$K_{\infty}$ 随 $z$ 的变化	1160	2.1	主冷却剂系统	1177
8.6	反应堆的工作期	1161	2.2	压力安全系统	1177
9	反应性的控制	1161	2.3	危急冷却系统	1177
9.1	控制棒	1161	2.4	安全注射系统	1178
9.2	控制棒当量的定义	1161	2.5	补水系统	1178
10	反应堆动力学	1161	2.6	废物处理系统	1178
10.1	无外中子源时的扩散方程	1161	2.7	设备冷却水系统	1178
10.2	“点堆”动力学方程	1162	2.8	净化系统	1179
10.3	单组缓发中子的动力学方程	1162	2.9	化学物添加系统	1179
10.4	考虑缓发中子在内的中子倍增 公式	1163	2.10	取样系统	1180
<b>第4章</b>	<b>反应堆热工基础</b>	1164	2.11	其它的辅助回路系统	1180
1	反应堆系统内的热源	1164	3	二回路系统	1180
1.1	燃料内的释热	1164	3.1	蒸汽系统	1180
1.2	反应堆堆芯内热源的空间分布	1164	3.2	蒸汽排放系统	1180
1.3	功率和通量的展平	1165	3.3	凝水-给水系统和循环水系统	1181
1.4	慢化剂内的释热	1165	3.4	润滑系统	1181
1.5	反射层和屏蔽体内的释热	1166	<b>第7章</b>	<b>核动力装置的控制及运行</b>	1182
2	反应堆内的传热	1166	1	反应堆控制及其方案	1182
2.1	热传导	1166	1.1	反应堆控制的基本原理	1182
2.2	热的对流	1166	1.2	运行控制方案	1182
2.3	冷却剂的载热和输热	1167	2	反应堆功率调节装置	1184
3	燃料元件及冷却剂的温度分布	1167	3	反应堆保护系统	1184
3.1	燃料元件及包壳与冷却剂的径向 温度分布	1167	4	其它控制系统	1185
3.2	燃料元件、包壳及冷却剂的轴向温 度分布	1167	4.1	稳压器的压力控制系统	1185
<b>第5章</b>	<b>辐射防护</b>	1170	4.2	蒸汽发生器的水位控制	1185
1	常用辐射量及其单位	1170	5	测量系统	1185
1.1	放射性活度	1170	5.1	堆外核测量系统	1185
1.2	照射量——伦琴	1170	5.2	堆外热工参数测量系统	1186
1.3	吸收剂量——戈瑞	1170	5.3	堆芯测量	1186
1.4	剂量当量——希沃特	1171	6	反应堆的物理启动	1186
2	电离辐射对人体的损伤	1172	6.1	临界试验	1186
2.1	急性损伤效应	1172	6.2	零功率试验	1186
2.2	远期损伤效应	1172	6.3	功率试验	1187
2.3	小剂量慢性照射生物效应	1172	7	启动运行	1187
3	辐射防护标准	1173	7.1	反应堆冷启动	1187
3.1	基本限值	1173	7.2	反应堆热启动	1188
3.2	推定限值	1174	8	功率运行	1188
3.3	管理限值和参考水平	1174	8.1	有外控的功率运行	1188
<b>第6章</b>	<b>核动力装置</b>	1175	8.2	无外控的功率运行	1188
1	船舶核动力装置的组成	1175	9	反应堆及其装置的停闭	1188
2	一回路系统	1176	9.1	冷停堆	1188
			9.2	热停堆	1189
			9.3	事故停堆	1189
			10	反应堆的典型事故	1189



10.1 反应堆启动事故(又称短周期事故) .....	1189	2.2 燃气-蒸汽联合动力装置尺寸指标 .....	1207
10.2 主冷却剂泵断电事故 .....	1189	3 燃气-蒸汽联合动力装置技术参数实例 .....	1208
10.3 失水事故 .....	1189	参考文献 .....	1209
参考文献 .....	1190	第5卷 船舶辅助机械 .....	1211
第6篇 船舶联合动力装置 .....	1191	第1篇 船用泵 .....	1213
第1章 概论 .....	1191	常用符号 .....	1213
1 船舶联合动力装置概述 .....	1191	第1章 综述 .....	1214
2 船舶联合动力装置的定义及其分类 .....	1191	1 基本技术参数 .....	1214
2.1 船舶联合动力装置的定义 .....	1191	2 船用泵的分类、结构、主要参数和特点 .....	1215
2.2 船舶联合动力装置的定义及其分类 .....	1191	第2章 往复泵 .....	1223
3 船舶联合动力装置的使用领域 .....	1192	1 往复泵的理论排量和平均流量 .....	1223
4 船舶联合动力装置的特殊要求及其发展趋势 .....	1194	2 活塞运动参数 .....	1223
4.1 船舶联合动力装置的特殊要求 .....	1194	3 瞬时流量 .....	1223
4.2 船舶联合动力装置的发展趋势 .....	1194	4 流量的不均匀性 .....	1225
第2章 船舶联合动力装置的原则线图 .....	1195	4.1 流量不均匀度 .....	1225
1 经济型船舶联合动力装置的原则线图 .....	1195	4.2 流量脉动率 .....	1225
1.1 燃气-蒸汽联合动力装置(COGAS)原则线图 .....	1195	5 汽蚀 .....	1226
1.2 蒸汽-燃气联合动力装置(COSAG)原则线图 .....	1196	5.1 吸入压头 .....	1226
1.3 柴油机-蒸汽联合动力装置(CODAS)原则线图 .....	1197	5.2 汽蚀条件 .....	1227
2 加速型船舶联合动力装置原则布置图 .....	1197	5.3 防止汽蚀的措施 .....	1227
2.1 以柴油机为基本动力装置的加速型联合动力装置原则布置图 .....	1198	5.4 极限转速 .....	1228
2.2 以汽轮机为基本动力装置的加速型联合动力装置原则布置图 .....	1200	5.5 最大吸入高度 .....	1228
2.3 以燃气轮机为基本动力装置的加速型联合动力装置原则布置图 .....	1200	6 空气室 .....	1228
第3章 燃气-蒸汽联合动力装置(COGAS) .....	1202	6.1 空气室的功用和工作原理 .....	1228
1 燃气-蒸汽联合动力装置的效率 .....	1202	6.2 结构类型 .....	1229
1.1 燃气轮机装置、汽轮机装置独立循环及其效率 .....	1202	6.3 空气室的最小容积 .....	1230
1.2 燃气-蒸汽联合动力装置及其效率 .....	1203	6.4 安装和使用 .....	1231
1.3 燃气轮机动力装置与燃气-蒸汽联合动力装置效率的比较 .....	1204	7 泵阀 .....	1232
2 燃气-蒸汽联合动力装置质量及尺寸指标 .....	1205	7.1 结构类型 .....	1232
2.1 燃气-蒸汽联合动力装置质量指标 .....	1205	7.2 结构参数 .....	1234
		7.3 主要要求 .....	1236
		8 泵缸和缸套 .....	1237
		8.1 结构和材质 .....	1237
		8.2 技术条件 .....	1240
		9 活塞、活塞杆及其密封 .....	1241
		9.1 活塞的结构和材质 .....	1241
		9.2 活塞环 .....	1242
		9.3 活塞杆 .....	1244
		9.4 活塞杆密封装置和材料 .....	1244
		10 往复泵的损失和效率 .....	1245
		10.1 损失 .....	1245
		10.2 效率 .....	1245