

船舶管理丛书

CHUANBO GUANLI CONGSHU

船舶动力及机械设备控制与监测

主编 王新全 主审 韩成敏



上海交通大学出版社

船舶管理丛书

船舶动力及机械设备控制与监测

王新全 主编

韩成敏 主审

上海交通大学出版社

内 容 提 要

这是一本系统论述集装箱船舶动力及机械设备控制与监测（尤其在微机监测系统的操作、使用、管理、故障检测）方面的专著。全书共分九章，其内容包括船舶动力辅助设备控制装置、中央冷却水控制系统、柴油机微机监测和报警系统、柴油机工况监测与诊断系统等。

本书参考了国外有关设备厂家的技术资料，重点介绍了第四代、第五代现代化集装箱船上的系统及设备。本书不仅可供远洋船舶轮机管理、有关工程技术人员及研究人员阅读，也可作为大专院校相关专业的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

船舶动力及机械设备控制与监测/王新全主编. —上海:上海交通大学出版社, 2001
(船舶管理丛书)
ISBN 7-313-02720-6

I. 船… II. 王… III. ①船舶—动力装置—控制
②船舶—动力装置—监测 IV. U664

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 040039 号

船舶动力及机械设备控制与监测

王新全 主编

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路 877 号 邮政编码 200030)

电话:64071208 出版人:张天蔚

常熟市印刷二厂印刷 全国新华书店经销

开本:880mm×1230mm 1/16 印张:12.25 字数:313千字

2001年8月第1版 2001年8月第1次印刷

印数:1~1350

ISBN 7-313-02720-6/U·100 定价:21.00元

版权所有 侵权必究

《船舶管理丛书》编写委员会

主任委员 吴树雄

副主任委员 韩成敏 崔连邦

黄凤德 陈正杰 宋振庭 仇鑫尧 高 才

委 员 过玲羽 徐 强 黄志涵 顾伟华 刘玉国 颜铁观

丁振华 张建新 曹致俊 蔡祖华 麦昌年 倪集禾

殷焕宇 李德水 徐毅山 陈志强 蔡德清 俞晓明

常华明 刘维波 许 军 徐 波 王新全

《船舶动力及机械设备控制与监测》编写小组

主 编 王新全

主 审 韩成敏

编写人员 王新全 麦昌年 徐 强 李德水 徐 进

目 录

第1章 船舶动力及机械设备概述	1
第1节 船舶概况.....	1
一、船体.....	1
二、船舶主要技术参数.....	2
第2节 设备概况.....	4
第3节 设备性能及特点.....	7
一、船舶主机.....	7
二、船舶副机.....	10
三、燃油 / 废气锅炉.....	15
四、电液舵机.....	16
五、锚机及绞缆机.....	16
六、分油机.....	17
七、海水系统防污装置.....	17
八、机舱渣油系统.....	18
第2章 辅助设备控制装置	19
第1节 DICON 副机遥控装置.....	19
一、操作方式的选择.....	19
二、副机的操作控制.....	20
三、DICON 遥控装置的维护与设定.....	21
四、功率管理功能.....	22
第2节 自动滤器控制系统.....	23
一、系统功能.....	23
二、系统运行.....	24
三、参数值的查阅与修改.....	25
第3章 液晶控制显示屏	30
一、控制显示屏简介.....	30
二、液晶屏的操作.....	31
三、设备的显示与操作.....	32
四、发电机组的显示与操作.....	36

五、异常情况措施.....	39
第 4 章 燃油加装及加温系统.....	41
第 1 节 系统组成.....	42
一、测量单元.....	42
二、控制单元.....	44
三、原地及遥控操作单元.....	44
四、报警单元.....	45
第 2 节 燃油加装及加温操作系统.....	46
一、燃油原地加装操作单元.....	46
二、燃油遥控加装操作单元.....	47
三、油舱加温控制.....	52
四、油舱加温操作.....	54
五、参数设定.....	57
第 5 章 中央冷却水控制系统.....	62
一、主要部件.....	62
二、ENGARD 系统工作原理.....	64
三、温度调节过程.....	66
四、系统的运行.....	67
第 6 章 SMS-12 监测和报警系统.....	74
第 1 节 系统组成.....	75
第 2 节 显示功能.....	76
一、索引方式.....	77
二、警报显示.....	81
三、监测点通道访问.....	82
四、分组访问.....	83
五、自由组合显示.....	83
六、汇总模式.....	84
七、系统模式.....	86
八、系统状态.....	90
九、图形显示.....	90
十、运行时间统计.....	92
第 3 节 打印功能.....	93
一、警报打印功能.....	93
二、工况参数记录打印功能.....	130
第 7 章 SIPWA/MAPEX 监测系统.....	132
第 1 节 主要部件.....	132

一、SIPWA-TP 活塞环.....	132
二、传感元件.....	133
三、SEU 单元.....	134
四、微机.....	134
五、数据的处理	135
第2节 SIPWA-TP 系统的主要功能	138
一、SIPWA-TP 系统起动菜单	139
二、SIPWA-TP 系统主菜单	139
三、SIPWA-TP 系统子菜单	141
四、SIPWA-TP 系统辅助菜单	142
第3节 MAPEX-PR 系统的主要功能	144
一、数据的处理	144
二、MAPEX-PR 系统起动菜单	145
三、MAPEX-PR 系统主菜单	146
四、MAPEX-PR 系统子菜单	147
五、MAPEX-PR 系统辅助菜单	149
第8章 柴油机工况监测与诊断系统	151
第1节 基本组成	151
一、传感器	151
二、信号处理单元.....	154
三、WS-100 工作站.....	154
第2节 系统的安装与起动.....	154
一、标准参数.....	154
二、系统的安装与起动.....	155
第3节 NK-100 系统的操作与使用.....	157
一、菜单和工具条.....	157
二、柴油机气缸曲线.....	160
三、柴油机运行状态参数.....	166
四、柴油机状态参数条形图.....	168
五、柴油机状态参数参考曲线图.....	170
六、数据的备份.....	170
七、数据的自动收集.....	170
八、程序退出.....	171
九、典型故障诊断.....	171
第4节 PD-100 系统的操作与使用	173
一、菜单和工具条.....	173
二、燃油性能指标.....	174
三、柴油机当前运行工况.....	175
四、柴油机以往运行工.....	176

五、柴油机工作状态.....	178
六、柴油机工况诊断.....	179
七、柴油机运行状态记录.....	180
八、柴油机运行参数点.....	181
九、柴油机运行趋势曲线图.....	182

第1章 船舶动力及机械设备概述

随着船舶向大型化、高速化、现代化方向发展,船舶机舱内动力及机械设备也有了很大的改进,这一变化,从我国现有的第三代、第四代以及第五代现代化的集装箱船舶中得到了充分的体现。

1994年1月14日,我国第一艘现代化的3800箱位的全集装箱船正式投入营运,表明我国远洋运输船队开始拥有第四代全集装箱船。相距仅三年时间,1997年1月8日,我国第一艘第五代现代化的5250箱位的全集装箱船正式投入营运。在此后的十个月里,又有五艘现代化的5250箱位的全集装箱船相继投入营运。这是我国目前箱位最大、设备最新、航速最高的全集装箱船。她们的相继投入营运,标志着我国远洋集装箱运输船队已跻身于世界最大集装箱运输公司的行列。

第1节 船舶概况

从1993年开始,中国远洋运输集团总公司先后在国内外建造引进了20艘3400~3800箱位的第四代全集装箱船。其中,比较典型的是由德国BREMAR VULKEN和H.D.W两个船厂建造的4艘3800箱位的全集装箱船。从1996年开始,中远集团总公司又在日本川崎重工坂出工场建造了6艘5250箱位的第五代超巴拿马型集装箱船。她们的建造特点表现在以下几个方面:

一、船体

3800标准箱的全集装箱船的船型宽度在巴拿马运河限制宽度内(32.2m),可以说,这种类型的船是能通过巴拿马运河装载量最大的集装箱船。全船共有八个货舱,前七后一,偏尾型机舱,螺旋桨对舱室引起的振动较小。船型细长,方型系数适中(0.64),在设计吃水11.5m、主机功率正常输出并有10%的海上储备功率时航速达24kn,续航力为18000nmile。船舶稳性好,设计的稳性能量较大。甲板(4层)可装载1716只标准箱,其中,可装载240只冷藏集装箱;舱内(8层)可装载2048只标准箱,全船可装载总数为3764只标准箱。全船货舱都设有20英尺或40英尺固定集装箱导架,目的是便于快速装卸^①。

作为我国第四代的全集装箱船,首次采用了德国ATLAS公司的NACOS-25-2(Navigation and Command System)型组合导航系统。这套组合导航系统配置较为合理,两台雷达都具有APAR功能,基本的自动操纵都已具备,特别是NCC(Navigation Control Console)显示器几乎包含了所有重要的数据,改变了以往需到各个设备上分别读取有关数据的做法,极大方便了驾驶员的操纵和避让,有利于船舶的安全航行,为以后实现一人驾驶台打下了基础。在船上,报房已移到了驾驶台,所有的通信设备全部安置在驾驶台的左后侧。整个系统比较完善,具备GMDSS(Global Maritime Distress and Safety System)功能。全船的导航设备基本采用ATLAS产品,无线电通信设备基本采用SAIT产品。

5250标准箱的全集装箱船属于世界上第五代超巴拿马型集装箱船,总体性能比较优越。全船

^① kn(节), 1kn=1nmile/h=(1852/3600)m/s; nmile(海里), 1nmile=1852m; 1英尺=0.3048m

共有七个货舱，前六后一，偏尾型机舱。螺旋桨上方设有缓冲舱，用以吸收螺旋桨旋转时所产生的振动。甲板上可装载 2 460 只（4 或 5 层）标准箱，横向可装载 16 只集装箱；No.1 & No.2 舱舱面可装 4 层高，No.3~No.7 舱舱面可装 5 层高。舱内可装载 2 790 只（9 层）标准箱，全船共装载总数为 5 250 只标准箱。舱面上第 1, 2, 3 层可装运冷藏集装箱，共安排有 1002 只冷藏集装箱插座，预留 666 只 40 英尺冷藏集装箱及 336 只 20 英尺冷藏集装箱总数为 1002 只冷藏集装箱的位置。当三台发电机组并联运行时，全船最多可装运 666 只 40 英尺冷藏集装箱及 20 只 20 英尺冷藏集装箱总数为 686 只冷藏集装箱，富余的 $1002 - 686 = 316$ 只插座，为冷藏集装箱的配载装船提供了灵活性。大舱内设有集装箱箱格导轨，No.2, 3, 4, 5, 6 舱可装运危险品，全船货舱都设有 20 英尺或 40 英尺固定集装箱导架。在设计吃水 12.5m，主机功率正常输出并有 20% 的海上储备时，航速可达 24.5 kn，相应的续航力为 20200 n mile。

作为我国第五代的集装箱船，在驾驶台配备了世界上较为先进，功能比较完善的组合导航系统和全球遇险与安全通信系统以及数据高速通信系统。具体如下：

(1) 驾驶台组合导航系统 IBS (Integrate Bridge System)，包括

双套 ARPA 雷达；

航行控制显示中心 NCC；

电子海图系统 ECDIS (Electronic Chart Display Information System)，标准海图自动跟踪显示船位仪 CHART PLOT 在主、辅操作位置均可实现对船舶的驾驶、自动跟踪及避让。

(2) 全套 GMDSS 通信系统（卫通 B 站、C 站中高频 MF/HF 及 VHF 系统），可实现驾驶与通信合为一体。

(3) 驾驶台配有船岸数据通信的 DATA TERMINAL 计算机，可与驾驶台组合导航系统 IBS、配载 LOADING COMPUTOR 及机舱集控室的 DATA LOGGER 系统联网，待 INMARSAT 开放高速数据传送业务后即可利用船上 INMASAT B 站实现船岸数据通信。

由于我国第五代的集装箱船的建造是在第四代集装箱船基础上建造的，设备的选型更趋客观、实际，自动化设备也更为完善、可靠。这一批船不论是设计、建造还是设备的选型都达到了世界先进水平，特别是驾驶台的通信导航设备更被一致看好。

二、船舶主要技术参数

1. 第四代集装箱船

第四代集装箱船以德国建造的 3800 标准箱船型为代表，其主要技术参数如下：

1) 船型

全集装箱船，单桨，柴油机驱动，球首，方尾，偏尾型。

2) 船级

CCS，CSA CONTAINER SHIP，ICE CLASS B，CSA AUT-0。

3) 主尺度

总长	275.099 m；
垂线间长	264.200 m；
型宽	32.000 m；
型深	21.500 m；
设计吃水	11.522 m；

结构吃水 12.522 m 。

4) 吨位及载重吨

总吨 48311 t ;
 净吨 16601 t ;
 载重量 44035 t (设计吃水时);
 51280 t (结构吃水时)。

5) 定员

连引水员共 37 人, 所有房间为单人间。

6) 航速及续航力

在设计吃水 11.5 m, 常用主机功率 42 120 HP (约 31 000 kW) 并有 10% 的海上储备时 24 kn, 续航力为 18 000 n mile。

7) 液舱容量 (90% 舱容)

压载舱 18200 m³;
 燃油舱 4454 m³;
 柴油舱 440 m³;
 淡水舱 345 m³;
 饮水舱 66 m³。

8) 建造厂

德国 BREMAR VULKEN 船厂。

2. 第五代集装箱船

第五代集装箱船以日本川崎重工建造的 5250 标准箱船型为代表, 其主要技术参数如下:

1) 船型

全集装箱船, 单桨, 柴油机驱动, 球首, 方尾, 偏尾型。

2) 船级

Lloyd's Register

LRS+100A1 CONTAINER SHIPS, +LMC, UMS, *IWS, AND ICE CLASS 1D

3) 主尺度

总长 280.00 m ;
 垂线间长 267.00 m ;
 型宽 39.80 m ;
 型深 23.60 m ;
 设计吃水 12.50 m ;
 结构吃水 14.00 m 。

4) 吨位及载重吨

总吨 65140 t ;
 净吨 36668 t ;
 载重量 55988 t (设计吃水时);
 69285 t (结构吃水时)。

5) 定员

包括引水员共 25 人, 所有房间为单人间。

6) 航速及续航力

在设计吃水 12.5 m、常用主机功率 52 740 HP (38 790 kW) 并有 10% 的海上储备时 24.5 kn, 续航力 20 200 nmile。

7) 液舱容量 (90% 舱容)

压载舱	13 800 m ³ ;
燃油舱	6 425 m ³ ;
柴油舱	428 m ³ ;
淡水舱	390 m ³ ;
饮水舱	176 m ³ 。

8) 建造厂

KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES, LTD.SAKAIDE SHIPYARD

第 2 节 设备概况

通常, 第四代集装箱船是以 3800 标准箱的全集装箱船为代表, 而第五代集装箱船则是以 5250 标准箱的全集装箱船为代表, 为了叙述方便, 现将第四代集装箱船用 3800 系列表示; 将第五代集装箱船用 5250 系列表示。3800 系列的全集装箱船上, 部分船舶主机选用 NEW SULZER RTA 机型, 这是在新造集装箱船上首次选用的机型。主机的操纵系统是 NEW SULZER 公司研制的与该公司生产的机型配套的 SULZER DENIS-1 系统, 主机遥控系统采用 SIEMENS RCS51。另外, 也第一次选用 SULZER 公司研制的主机活塞环磨损监视系统 SIPWA 和主机活塞环运行工况监测系统 MAPEX, 为主机运行管理提供了科学依据。整个机舱为周期性无人值班, 集控室按常规设计安排在机舱, 监视报警系统采用 SIEMENS 公司的 IMA51 产品。

船舶发电机组为三台, 发电原动机选用 WARTSILA 4R32D 型机, 额定功率为 1480 kW, 额定转速为 720 r/min。该机型可以使用与主机相同的燃料油, 起到降低成本和节能的目的。主机和副机有各自独立的供油系统、粘度计及自动清洗滤器。冷却水系统、低温冷却器和高温冷却器等也是互为独立。发电机采用的是 ABB 产品, 额定功率为 1380 kW。船舶电站为自动化电站, 由 ABB DICON 进行控制, 并带有 PMS (POWER MANEGEMENT SYSTEM) 功率管理功能, 整体性能较为可靠。

与 3800 系列的全集装箱船相比, 5250 系列的全集装箱船有其自身的特点。该系列集装箱船的主机选用日本川崎重工神户工厂建造的 KAWASAKI MAN B&W 10 L 90 MC 机型, 额定转速为 82 r/min, 营运转速为 79 r/min, 额定功率为 43 100 kW (58 600 HP)。主机功率为日本川崎重工神户工厂到目前为止所建造的最大功率的柴油机, 也是目前 MAN B&W L 系列机型中最大功率的柴油机。

该主机与以往的 L-MC 型相比做了较大的改进, 例如:

- (1) 为了防止高压燃油泵燃油漏入凸轮滑油系统, 油泵柱塞下部设计成伞形防漏结构。
- (2) 为了改善高压油泵的工作状态, 防止高压油泵柱塞咬住, 加长了柱塞。
- (3) 为了减少扭振, 相邻发火缸的曲柄夹角各不相同, 各缸连杆的重量也不完全相同。

主机遥控系统是挪威 NORCON 公司的 AUTOCHIEF-IV 主机遥控系统。该系统采用微机技术,

可在驾驶室对主机进行启动、停止、换向、变速及应急停车等遥控操作,也可转换到集控室对主机进行遥控或在机旁对主机直接进行控制。同时,主机还配备了1套AUTRONICA公司生产的主机运行状态监测及分析系统。通过该装置,可随时采集主机的各种热工参数,并进行分析比较,为主机的管理提供了科学依据。

柴油发电机组共有四台,原动机选用芬兰WARTSILA 6R32机型,单机功率为2430kW(3305HP),额定转速为720r/min,发电机单机容量为2280kW,总容量为9120kW。是低电压系统(440V)世界之最。主配电板为日本TERESAKI制造,船舶电站的控制系统为日本TERESAKI近期开发的GAC-16M微电脑控制系统,发电机组可在集控室遥控启动、停止,并具有备用机组自动启动、自动并车、自动负荷分配及功率管理等功能。整个船舶电站是目前比较完善的自动化电站。

机舱冷却水采用中央冷却系统,由ENGARD装置控制进入中央冷却器的海水流量和低温淡水的温度,整个系统为闭环控制,有较好的节能效果。

整个机舱为无人值班机舱,集控室设计在上甲板。在集控室内有完整的监视、报警系统,报警点多达500多点,可对主机,副机以及其他一些重要的辅助机械设备的运行工况进行监测和控制,为机、电设备的安全运行提供了可靠的保证。

表1-1列出了3800系列及5250系列全集装箱船的一些主要技术参数。

表1-1 两种系列船舶主要技术参数

		3800 系列	5250 系列
甲板机械	舵机	HATLAPA 产品, 电动液压, 双柱塞, 独立式。额定转矩 3408 kN·m	KAWASAKI 产品, 电动液压, 双柱塞, 独立式。额定转矩 3920 kN·m
	锚/绞缆机	NORWINCH 电动液压锚/缆组合机 2 台 锚机最大拉力 56t, 速度 9m/min, 配大抓力锚 3 只 (1 只备用) 锚重量 12.3 t, 锚链直径 87mm, 总长 687.5 m	KAWASAKI 电动液压锚/缆组合机 2 台 锚机最大拉力 44 t, 速度 9m/min, 配大抓力锚 3 只 (1 只备用) 锚重量 11.025 t, 锚链直径 95 mm, 总长 742.5 m
	绞缆机	双卷筒绞缆机 4 台 (首部 1 台, 尾部 3 台)。绞缆额定拉力 28~8t, 速度 22~44m/min 系缆系统配有自动张紧装置	双卷筒绞缆机 4 台 (首部 1 台, 尾部 3 台)。额定拉力 44~20 t, 速度 9~15m/min。 系缆系统配有自动张紧装置
	首侧推器	LIPS 可调螺距侧推器 1 台, 型号 CT16-2P, 直径 2500mm, 材料为铜镍合金, 转速 270 r/min, 功率 1970kW, 推力 19t	KAWASAKI 可调螺距侧推器 1 台, 型号 KT-255 B3, 直径 2850mm, 材料铜镍合金, 转速 245 r/min, 功率 2200kW, 推力 31.6t
	伙食物料吊	伙食备件行车吊 1 台, 负荷 6.5t, 两舷各可伸出舷外 3m 生产厂家 SCHROEDER	伙食备件行车吊 1 台, 负荷 10t~1.5 t×7~21m/min, 两舷各可伸出舷外 3m 生产厂家 KAWAJU MARINE ENG'S CO.
	消防设备	货舱和机舱设 CO ₂ 喷淋系统 (共 288 瓶), No. 2 货舱设喷淋冷却系统 消防泵、应急消防泵、水灭火系统、消防用品备品、防化学服等按规范配齐	货舱和机舱设 CO ₂ 喷淋系统 (共 288 瓶)。No. 2 货舱设喷淋冷却系统 消防泵、应急消防泵、水灭火系统、消防用品备品、防化学服等按规范配齐
	救生设备	全封闭 37 人机动救生艇 2 艘, 其中一艘兼作救助艇。20 人抛投式气胀救生筏 4 具, 6 人救生筏 1 具。其他救生设备属具按规范配齐	全封闭 25 人机动救生艇 2 艘, 其中一艘兼作救助艇。25 人抛投式气胀救生筏 2 具, 6 人救生筏 1 具。其他救生设备属具按规范配齐
	船体保护	船体采用外加电流阴极保护系统, 船体浸水部位平均电流强度为 35mA/m ² , 螺旋桨区域为 600 mA/m ²	船体采用外加电流阴极保护系统, 船体浸水部位平均电流强度为 35 mA/m ² , 螺旋桨区域为 600 mA/m ²

(续表)

		3800 系列	5250 系列
机 舱 设 备	主机	型号 NEW SULZER-9RTA84C 立式二冲程, 单作用, 十字头, 直接可逆转, 带废气涡轮增压和电动辅助鼓风机的船用柴油机 缸数 9 缸, 缸径 840 mm, 冲程 2 400 mm, 额定转速 100 r/min, 营运转速 98 r/min, 最大持续功率 (MCR) 34 380 kW 常用服务功率 (NOR) 31 000 kW 制造厂为 BV-NSD 转向为顺时针 (从飞轮端往前看) 操纵方式为机侧/集控/驾控 增压器 2 台, BBC VTR714-32 调速器 1 台, 型号 WOOD WARD PGA-200	型号 KAWASAKI-MAN B&W 10L90MC MKD 立式二冲程, 单作用, 十字头, 直接可逆转, 带废气涡轮增压和电动辅助鼓风机的船用柴油机 缸数 10 缸, 缸径 900 mm, 冲程 2 916 mm 额定转速 82 r/min, 营运转速 79 r/min 最大持续功率 (MCR) 43 100 kW 正常服务功率 (NOR) 38 790 kW 制造厂为 KAWASAKI 转向为顺时针 (从飞轮端往前看) 操纵方式为机侧/集控/架控 增压器 3 台, KAWASAKI-MAN B&W NA70/T09018 电子调速器 1 台, 挪威 NORCONTROL 产品, 型号 DGS-8800e
	副机 (发电原动机)	型号 WARTSILA 4R32E 缸数 4 缸, 缸径 320 mm, 冲程 350 mm, 功率 1 480 kW (720 r/min) 生产厂为芬兰 VAASA	型号 WARTSILA 6R32E 缸数 6 缸, 缸径 320 mm, 冲程 350 mm 功率 2 430 kW (720 r/min) 生产厂为芬兰 VAASA
	发电机	型号 ALPC 560-D10 功率 1 725 kVA, 450 V × 60 Hz, COS ϕ = 0.8 电流 2 213 A 生产厂为 ABB FRANCE	型号 FEK 功率 2 850 kVA, 450 V × 60 Hz, COS ϕ = 0.8 电流 3 657 A 生产厂为日本 TAIYO ELECTRIC CO. LTD.
	应急发电机组	原动机型号 3406D-TA 功率 310 kW (1 800 r/min) 生产厂为 CATERPILLAR 发电机型号 MWOX290-4 功率 250 kW × 450 V 生产厂为 ABB-PILLER	原动机型号 D2866 LXE 功率 385 kW (1 800 r/min) 生产厂为丹麦 DEMPORDER NOS 发电机型号 MHC 434E 功率 260 kW × 450 V 生产厂为 STAMFORD
	分油机	燃油分油机 2 台 型号 FOPX-613, 部分排渣自清式 额定分油量 5 300 L/h 生产厂为 Alfa Laval 主机滑油分油机 2 台 型号 LOPX-710, 部分排渣自清式 额定分油量 5 800 L/h 生产厂为 Alfa Laval 副机滑油分油机: 3 台 型号 MMPX304, 部分排渣自清式 额定分油量 650 L/h 生产厂为 Alfa Laval 柴油分油机 1 台 型号 MMPX304 额定分油量 2 000 L/h 生产厂为 Alfa Laval	燃油分油机 3 台 型号 FOPX-613TFD, 部分排渣自清式 额定分油量 5 000 L/h 生产厂为日本 Alfa Laval 主机滑油分油机 2 台 型号 LOPX-713SFD, 部分排渣自清式 额定分油量 5 900 L/h 生产厂为日本 Alfa Laval 副机滑油分油机 1 台 型号 LOP-705, 部分排渣自清式 额定分油量 1 100 L/h 生产厂为日本 Alfa Laval
	空调设备	SABROE 2 台, 型号 CMO 28 制冷剂为 R-22, 制冷量 113 kcal/h/台 (473.5 kJ/h/台)	NAMIREI CO. LTD 2 台, 型号 6DRS-4000-FDS 制冷剂为 R-22, 制冷量 113 kcal/h/台 (473.5 kJ/h/台)

(续表)

		3800 系列	5250 系列
机舱设备	伙食冷藏装置	SABROE 2 台, 型号 BFO 4, 制冷剂为 R-22, 制冷量 4.75 kcal/h / 台 (20 kJ/h/台)	NAMIREI 2 台, 型号: 4T-2S 制冷剂为 R-22, 制冷量 4.75 kcal/h / 台 (20 kJ/h/台)
	蒸汽产生装置	组合式烟管锅炉 1 台 废气蒸发量 3500 kg/h 蒸汽压力 0.75~0.90 MPa 烧燃油时蒸发量 3500 kg/h 蒸汽压力 0.65~0.80 MPa 锅炉设计压力 1.0 MPa 生产厂家为 H. D. W KIEL	副燃油锅炉 1 台 型号 AALBORG SUNROD CPDB-40 竖式筒型水管结构 蒸发量 4000 kg/h, 蒸汽压力 0.6 MPa 废汽锅炉 1 台 型号 AALBORG SUNROD BT-40 强制循环水形式水管结构 蒸发量 4000 kg/h, 蒸汽压力 0.6 MPa
	空压机	主空压机 3 台 型号 H-W420 额定压力 3.0 MPa 额定排量 320 m ³ /h 生产厂为 HATLPA	主空压机 3 台 型号 H-273 额定压力 3.0 MPa 额定排量 310 m ³ /h 生产厂为 TANABE OF OSAKA
	生活污水处理装置	型号 MSTP-2, 有 USCG 认可证书 容量 60L/人/天 使用人数 40 人 生产厂为 FORMAT-CHEMIE CO., LTD.	型号 SBT-25, 有 USCG 认可证书 容量 60L/人/天 使用人数 25 人 生产厂为日本 TAIKOKIKAI INDUSTRIES CO. LTD.
	焚烧炉	型号 25S-1 热容量 1000000kcal/d (4.18*10 ⁸ kJ/d) 最高排烟温度 500℃ 生产厂为 A/S-VESTA MAXI DENMARK	型号: OSV-100 SA 热容量 1000000 kcal/d (4.18*10 ⁸ kJ/d) 最高排烟温度 500℃ 生产厂为日本 SUNFLAME CO. LTD.
	油水分离器	型号 TCS-10, 分离量 5 m ³ /h 生产厂为 BROHM-VOSSAG, HAMBURG.	型号 SMT-5A, 分离量 5 m ³ /h 生产厂为日本 SASAKURA
	电制	采用 440V、60Hz 三相三线中性点绝缘交流制 动力 AC440V、60Hz 三相三线, AC220V、60Hz 三相三线 正常及应急照明 AC220V、60Hz 三相三线	采用 440V、60Hz 三相三线中性点绝缘交流制 动力 AC440V、60Hz 三相三线, AC220V、60Hz 三相三线 正常及应急照明 AC220V、60Hz 三相三线

第3节 设备性能及特点

在介绍船舶动力及机械设备的性能、特点时, 从实用的角度出发, 着重介绍第五代集装箱船舶中的现代化设备。

从整体来看, 机械设备及其控制系统, 包括为各设备服务的油、水、气(汽)管系的布置及安排, 均从经济、实用, 简单、可靠的角度出发。其中也有不少设备经过多次的改进, 有的甚至采用了现代化的高科技产品。

一、船舶主机

在前面两节中, 已经对 5250 系列集装箱船舶的主机作过简单介绍。该主机是由日本川崎重工

神户工厂在建厂一百周年之际所建造的功率最大的二冲程、单作用、十字头式、可直接换向、带有废气涡轮增压器及电驱动辅助鼓风机的船用柴油发动机。也是目前 MAN-B&W L 系列机型中最大功率的柴油机。最大持续功率 (MCR) 为 43100kW, 额定转速为 82 r/min, 营运功率 (90%MCR) 约为 38790 kW, 营运转速为 79 r/min, 耗油率为 169.3g/(kW h) \pm 3% (124.5g/(ps h) \pm 3%), 常用燃料规格为 350 mm²/s (3500s, 雷氏 No.1/100 (F), 冲程缸径比 S/D=3.24 (2916 mm / 900 mm)。在额定负荷下, 最大爆压 $p_{\max}=13.8\text{MPa}\sim 14.3\text{MPa}$, 平均有效压力可达 $p_e=1.74\text{MPa}$ 。与早期的 MAN-B&W L-MC/MCE 机型 (以 L70MC/MCE 及 L80MC/MCE 机型为例) 相比, 有许多改进之处。

1. 排气阀

排气阀虽然仍采用液压开启、缓冲关闭 (空气弹簧) 的启闭方式, 与 70 机型及 80 机型相比, 在一些细小的地方却进行了多次改进。

(1) MAN-B&W MC 系列原形机的排气阀均采用液压开启、缓冲关闭 (空气弹簧) 的启闭方式, 排气阀阀盘的运动过程如图 1-1 (a) 所示。KHI 在引进生产时, 却别出心裁, 在排气阀阀杆的顶部又增设了一个缓冲装置。在此情况下, 排气阀阀盘的运动过程如图 1-1 (b) 所示。排气阀

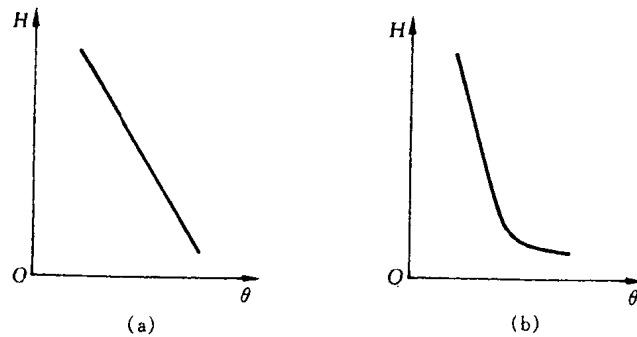


图 1-1 排气阀阀杆运动过程
H—表示阀杆升程; θ —表示曲柄转角

在关闭过程中, 当排气阀阀盘接近阀座时, 增设的缓冲装置起作用, 既减慢了关阀速度、减小了阀盘对阀座的撞冲击力, 又降低了气阀关闭时产生的机械噪音, 改善了阀盘及阀座的工作条件, 同时还提高了气阀的工作可靠性, 延长了它的工作寿命。

(2) 早期的 L-MC/MCE 机型, 如 70 机型, 排气阀阀杆与导套之间的气封采用扫气空气作为气封气源。在实际运行过程中, 发现效果并不理想, 气封室结炭, 排气阀阀杆及导套磨损严重。在 80 机型中, 将气封气源改为控制空气。由于控制空气压力较高, 气封效果明显, 有效地降低了气封室的结炭。虽然排气阀阀杆表面经过镀铬处理, 但并没有降低阀杆及导套之间的磨损。在近期的 S/K/L-MC 机型中, 则另辟蹊径, 从空气弹簧室内引一路压缩空气作为气封气源。由于空气弹簧室内的空气含有油气, 采用含有油气的压缩空气经节流减压后作为气封气源。实际运行结果表明, 这一措施既阻止了气封室的结炭, 又减少了阀杆及导套之间的磨损, 达到了预期的目的。

2. 缸头部分

无论是早期的 70 机型, 还是现在的 S/K/L-MC 机型, MAN-B&W 原型机的缸头固定螺母采用内嵌式液压螺母, 即将液压螺母与缸头制成一体。当吊缸拆检时, 一旦缸头液压圈内出现漏泄, 液压螺母的液压腔内很难建立起压力, 给拆检工作带来不少麻烦。虽然配有专用重型敲击扳手,

以供急需,但往往无济于事。有时船员不得不用千斤顶自制一套应急工具,增加了船员日常拆检工作的难度。KHI 则将缸头螺母制成普通的液压螺母,采用单独的液压工具对缸头螺母进行上紧或拆卸,反而显得简单、可靠。

3. 气缸油注油系统

早期的 MC/MCE 机型,气缸油注油量只随主机转速的变化而变化,主机每转一圈,气缸油注油一次。当主机负荷变化(如进、出港,机动车)时,需人工将气缸油注油器的油量调节手柄转至“增大”位置。当主机恢复正常航行时,再人工将油量调节手柄转至“减小”位置。KHI 在生产 MC 机型时,取消了这一调节手柄,取而代之的是一气动执行元件。当主机负荷变化率超过某一范围,调速器将会产生一控制信号,使气动执行元件动作,带动注油器油量调节机构(偏心轴),产生注油量“增大”的动作,延时某一时间后,控制信号消失,气缸油注油量恢复正常,整个动作过程可用图 1-2 来表示。从图 1-2 中可以看出,当主机负荷在单位时间 ΔT 内变化 ΔL 时,即主机负荷在单位时间内的变化率为 $\Delta = \Delta L / \Delta T$ 时,电子调速器产生一控制信号,该信号使气缸油注油器油量调节机构的气动执行装置产生动作,气缸油注油量即产生一增量,并且在此增量的基础上保持一段时间 T ,然后恢复正常。并且,上述有关参数均可根据实际情况作适当调整。通常, ΔL 为 (5%~25%) MCR, ΔT 为 2~120s(设定值为 10s,且建议一般情况下不得随意修改),延时时间 T 为 15~60 min,气缸油注油增量则根据气缸油注油器油量调节螺钉所处的位置(从 0 到 10,注油量依次减小)及气动执行机构行程限位销钉所处的位置(从 1 到 5,位置 1 保持不变,位置 2~5,注油量依次增加)的不同而改变。

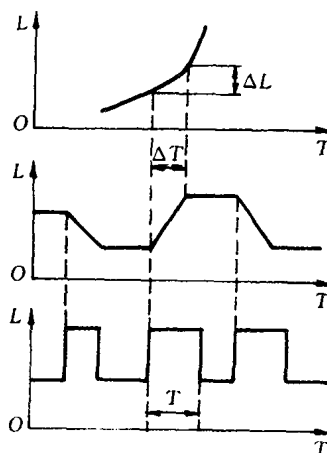


图 1-2 气缸油注油量与负荷变化之间的关系

L —负荷; T —时间; Q —气缸油注油量;
 $\Delta = \Delta L / \Delta T$

4. 曲柄转角的不等角设计

无论是二冲程柴油机,还是四冲程柴油机,在安排相邻发火气缸曲柄转角时,均是按传统理论“相邻发火气缸的曲柄夹角相等”的原则进行的。例如:某 6 缸四冲程机,则相邻发火气缸的曲柄夹角为:

$$\theta_1 = 2 \times 360^\circ / i = 720 / 6 = 120^\circ$$

如果是二冲程机,则相邻发火气缸的曲柄夹角为

$$\theta_2 = 360^\circ / i = 360 / 6 = 60^\circ$$

依此类推,二冲程 10 缸机的相邻发火气缸的曲柄夹角为

$$\theta_3 = 360^\circ / i = 360 / 10 = 36^\circ$$

表 1-2 为 KHI 在生产 10L80MC 时该机型的发火顺序及相邻发火气缸的曲柄夹角布置情况,图 1-3 (a) 则为该机型的曲柄夹角布置图。但是, KHI 在生产 10L90MC 机型时,突破了这一传统理论的束缚,对相邻发火气缸的曲柄夹角作了不等角的设计,表 1-3 为 10L90MC 机型的发火顺序及相邻发火气缸的曲柄夹角布置情况,图 1-3 (b) 则为该机型的曲柄夹角布置图。