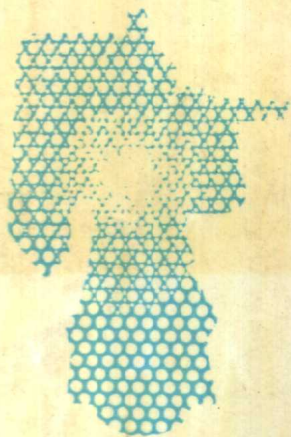


船用柴油機動力裝置問答

(上冊)

上海



陆秉常
邵祖德

鲍毓俊

编 译
审 校

船用柴油機動力裝置問答 (上冊)

上海市航海学会

前 言

为提高轮机人员的技术水平和业务素质，我曾组织了多年从事轮机技术工作的同志，选用一些国外船用柴油机资料，在翻译的基础上，结合我国实际情况，加以修改和补充，汇总编辑出版了这本实用性的问答资料。本书分为上、下两册。

上册包括：热力工程学；内燃机；燃油；润滑油的处理和贮存；燃烧和燃油喷射系统；扫气、排气与增压系统；结构材料；焊接与材料试验；机座、机架、导板、扫气筒与气缸水套；缸套、缸盖与阀件；活塞、活塞杆、活塞裙与活塞环；热交换器、冷却系统、润滑系统。

下册包括：启动与倒转；减速齿轮、离合器与联轴节；中间轴、艉轴、螺旋桨与推力轴承；空压机与空气瓶；平衡与振动；仪表与控制；安全装置。上、下两册均附有轮机人员实用的附录资料。

本书内容丰富，理论联系实际，叙述简明扼要。对近年来柴油机的最新发展也有一定的介绍。适用于从事轮机技术的船员、技术干部，也可供水运大、中专院校学生参考。

上海市航海学会

一九九〇年三月

编委主任 张钧存

责任编辑 贺 典

附 图 王秀环

封面设计 忻鸿福

定价:5.00元

目 录

第一章 热力工程学

- 1·1 解说下列名词：质量、力、速度、加速度、功、能、位能、动能、动量和功率。给出它们的单位以及使用时所引伸出来的一些单位和符号。 1
- 1·2 说明下列各名词：力矩、力偶、扭力和扭矩。 2
- 1·3 什么是向心力和离心力？ 3
- 1·4 什么是惯性力、转动惯量和转动惯量半径？ 3
- 1·5 什么是应力、应变、单位应力和单位应变？ 4
- 1·6 什么是材料的弹性？什么是均质材料？ 4
- 1·7 什么是拉伸应力、压缩应力和剪切应力？ 4
- 1·8 解释虎克定律、弹性极限、杨氏模量、切变模量、体积弹性模量和泊松比。 5
- 1·9 什么叫回弹能量？ 7
- 1·10 什么是变动应力、交变应力和周期性应力？它们与单一应力有何区别？它们有何重要性？ 7
- 1·11 你是否了解“应力集中”这个名词？如何避免“应力集中”或者予以减少？ 8
- 1·12 什么是疲劳损伤？它是如何发生的？你对它们认识如何？ 8
- 1·13 温度和热的定义是什么？ 9
- 1·14 何谓物质加热的效应？何谓熔化潜热和汽化潜热？ 10
- 1·15 何谓升华与分解？ 11

1.16 解释术语“比热”。	11
1.17 何谓吸热和放热反应？	11
1.18 冷体与热体间如何发生热的传递？	11
1.19 理想气体的压强、体积和温度之间的关系如何？	12
1.20 用能量转换过程说明发生在内燃机的理想气体的工作循环。	14
1.21 当空气在等压和等容的情况下加热将会产生什么效应？	14
1.22 对压燃式内燃机是如何遵循理想空气循环的？	15
1.23 试说明阿伏加德罗定律以及何处使用这个定律？	17
1.24 何谓摩尔？	18
1.25 如何使用理想空气工作循环的理论？在实际应用中所发生的偏差又是什么？	18

第二章 内燃机

2.1 何谓内燃机？说出其各种不同的型式。	20
2.2 试述四冲程和二冲程柴油机在气缸内的工作过程。	20
2.3 解释十字头型柴油机与筒型活塞柴油机的区别。十字头与活塞筒的功能是什么？	24
2.4 十字头型和筒型活塞柴油机的相对优点是什么？	25
2.5 解释下列有关术语：气缸容量、气缸余隙容积、压缩比、容积效率、扫气效率、空气充量比、自然吸气和增压作用。增压过程的另一名词是什么？	26
2.6 为什么要对柴油机的气缸头、气缸盖、气缸套和活塞进行冷却？冷却后使用的介质是什么？	27
2.7 柴油机的燃烧室如何形成？怎样控制其形状？	28
2.8 为什么必须使喷入柴油机气缸的燃油呈雾化状？	30
2.9 柴油机的轴承润滑方式如何？对油膜润滑和界面润滑名词	

理解又如何？	31
2·10 如何开启和关闭柴油机的进气和排气阀？必须使用什么力才能开启排气阀？从何处才能获取此力？	33
2·11 试述为保持柴油机良好工作状态所包含两个最基本的保养工作区域以及列出保养必要条件。	34
2·12 根据柴油机分类和比较，列出其各自的特性。利用这些特性，简易列举出各种不同型式的船用柴油机。	35
2·13 什么是柴油机气缸盖和活塞的最高负载值？列举二冲程低速柴油机的负载大小，并说明它如何通过机械构件传递负载。	36

第三章 燃油、润滑油的处理和贮存

3·1 什么是矿物燃料？它与其它种类燃料有何区别？柴油机所用的矿物燃料有哪几种？	38
3·2 在下列表内哪些项目用来确定或试验燃油和润滑油以判断油的质量是否适用？	39
3·3 何谓油品的闪点？它有何用处？	40
3·4 试述下列词意：粘度、粘度指数、浊点和倾点。如何测定粘度？它的单位又是什么？	40
3·5 如何提高纯矿物润滑油的质量以使适用于柴油机？	43
3·6 燃油中有哪些杂质？它们会使柴油机部件遭到哪些损害？	45
3·7 如何化验润滑油的酸值？定期化验的间隔周期应为多少？	46
3·8 SAE值的含意是什么？	47
3·9 使用高粘度重质燃油须进行哪些准备工作？说出其使用过程中各种设备的名称。	47

- 3·10 描述燃油和润滑油。使用离心式分油机的净化处理方法。 49
- 3·11 为什么对燃油和润滑油的加温要先于分油机的处理？试用简单的方法表达沉淀油柜和离心分油机两种不同的分离的作用。 50
- 3·12 如何维护曲拐箱系统润滑油使其保持良好技术状态？在航行或泊港过程中如何进行各种处理？ 52
- 3·13 滤清器 (Stroinen) 和过滤器 (Filter) 有何区别？何处使用滤清器？何处使用过滤器？而过滤器与净油机又有什么区别？ 52
- 3·14 何谓单式组合、复式组合、旁通式和全流量式过滤器？ ... 53
- 3·15 供应燃油时可能带有一定的粘度数据，在使用它时可能遇到什么麻烦？如何才能得到应该得到的燃油？ 54
- 3·16 何谓油—水乳化？它发生于何种情况？ 54
- 3·17 何谓润滑脂？何处使用它？ 55
- 3·18 为什么柴油机在使用燃油前必须排除油中的水和杂质？ ... 55

第四章 燃烧和燃油喷射系统

- 4·1 简述高压油泵的工作原理以及它的设计要求。 56
- 4·2 在不停止柴油机工作的情况下如何将进入一个气缸的燃油切断？ 58
- 4·3 如何理解燃油的雾化、渗透和搅动三个名词？ 59
- 4·4 描述喷油器工作原理及喷油咀的孔径大小。 59
- 4·5 喷油器进行喷射压力试验时，它的雾化复盖面远远大于气缸直径。如果喷射压力试验和针阀升程是正确的话，怎样才能防止气缸中燃油颗粒与活塞或气缸相碰撞？ 62
- 4·6 燃油喷射期间从喷油孔喷出雾化颗粒扩展的形状是什

么 ?	62
4·7 描述燃油在喷射前和喷射过程中高压油泵、管系和喷油阀所发生的动作 ?	62
4·8 燃油既然可以通过高压油泵回油阀或是柱塞斜槽和油泵出入口加以控制, 达到计量操纵, 试问喷油定时随负荷变化在实际上有何重大差异 ?	63
4·9 为什么必须对喷射入气缸的燃油要呈雾化状 ?	64
4·10 试述柴油机气缸中燃油开始燃烧及其过程,	64
4·11 何谓后燃? 产生后燃的原因是什么?	66
4·12 柴油机后燃所产生的后果是什么?	67
4·13 为什么燃油粘度随油压的增加而改变?	67
4·14 燃油喷油器设计工作点的燃油粘度范围是多少?	67
4·15 使用高粘度燃油时, 而燃油温度又很低, 其后果是什么?	68
4·16 简述柴油机排气呈暗色的烟, 其原因何在?	68
4·17 如何进行检查寻找出柴油机冒烟的原因?	69
4·18 喷油器的喷油咀积碳, 原因何在?	70
4·19 喷油器喷咀针阀和阀座的形状和角度是怎样的?	71
4·20 燃油喷射过程中的雾化和渗透作用是如何发生的?	71
4·21 柴油机带开式燃烧室中, 与空气的运动或扰动有关的燃油喷射方向如何?	72
4·22 喷油器喷咀的形状和断面组成的尺寸是什么?	72
4·23 如何判断喷油器的喷咀头还可继续使用与否?	73
4·24 燃油充油泵 (Fuel Priming Pump) 和燃油加压泵 (Fuel Surchangc Pump) 二者之间的差别是什么? 每一种油泵何时使用? 以及使用的时间是多少?	74
4·25 试述喷油器的主要部件和更换新件的拆装与检查程	

序。	75
4·26 试述测试柴油机的最高燃烧压力的方法。燃烧压力太高太低将会产生什么影响？如何提高或降低燃烧压力？	78
4·27 如何判断主辅机的最高燃烧压力正常与否？	81
4·28 气缸内的紊流流动是如何产生的？	83
4·29 一台推进主机是100转/分、28000轴马力，为二冲程八缸，试计算在满负荷时和主机转速为32转/分时的喷油量。（主机转速在100和32转/分时，燃油消耗率为155和200g/hp，燃油在15℃时比重为0.96）。	83
4·30 对大功率低速柴油机低负荷运转时，采用何种方法改善功率平衡以及改善燃油喷射特性？	85
4·31 要使碳和氢完全燃烧需要氧的分配量是多少？	85
4·32 当碳和氢完成燃烧时，所得温度结果如何？释放出热量有多少？	86
4·33 在普通的柴油燃烧产物中，其排气平均成分的组成是什么？	86

第五章 扫气、排气与增压系统

5·1 简述二冲程非增压柴油机供给空气用的扫气泵（或鼓风机）的形式。	88
5·2 总的来说，扫气口污染对变容式扫气泵有何影响？对柴油机又有何影响？	91
5·3 往复式扫气泵的活塞上是否装有活塞环？如何阻止或控制活塞四周空气的漏泄？如果扫气泵活塞上装有活塞环，会对柴油机产生哪些影响？	91
5·4 怎样润滑扫气泵？其润滑系统应注意些什么？	92

5·5	影响流经扫气口与排气口的空气量或排气量的因素是什么？	93
5·6	在简单的二冲程横流扫气柴油机中，排气口的上边缘高于扫气口的上边缘，为什么必须这样？这种机型有何缺点？	93
5·7	为了提高功率，对简单的非增压二冲程横流与回流扫气柴油机的设计能做哪些改进？	93
5·8	试述扫气阀的结构。这种阀可用于何处？这种阀在组装与安装时应注意什么？	94
5·9	二冲程柴油机和使用阀控扫气口，会产生哪些故障？ ...	95
5·10	何谓排气系统的调谐？	96
5·11	假如柴油机的气缸尺寸已定，那么是什么因素限制了柴油机功率的进一步发挥？如果试图通过增加每循环的喷油量以提高柴油机的功率，则会造成什么后果？	96
5·12	怎样提高柴油机的功率？	97
5·13	为了提高柴油机的功率，怎样增加气缸内的空气量？ ...	97
5·14	何谓柴油机的增压？	97
5·15	新型二冲程与四冲程柴油机是如何实现增压的？	98
5·16	叙述废气涡轮增压器的构造与工作原理。	98
5·17	在定压式废气涡轮增压系统中，其排气管是怎样布置的？	101
5·18	何谓脉冲式废气涡轮增压系统？	101
5·19	废气涡轮增压器的涡轮叶片是怎样固定在转轮上的？叶片与转轮之间是紧配合安装还是松配合安装？	102
5·20	为什么涡轮工作叶片的叶根有时是滑动装配在转轮上的？减振拉筋起何作用？	104
5·21	涡轮叶片为什么采用枞树形叶根？	104

5.22 如何确定废气涡轮增压器的空气滤器是否清洁或已被污染？	104
5.23 废气涡轮增压器空气进口滤器使用什么材料？	105
5.24 涡轮增压器的空气滤器怎样清洗？	105
5.25 涡轮增压器空气进口滤器的脏污，对柴油机的运行有哪些影响？	106
5.26 为什么涡轮增压器轴承的滑油供应量很大？	106
5.27 涡轮增压器轴承的润滑油发生供油故障时会发生哪些症状？	106
5.28 增压发动机的空气冷却器装于何处？其作用如何？说出它所用的冷却介质并解释为什么？	107
5.29 空冷器的空气侧是怎样被玷污的？	107
5.30 涡轮增压器与空气冷却器之间的空气通道里有油，这通常是什么原因造成的？	107
5.31 发动机运行时，怎样知道其空冷器已被玷污？	108
5.32 空气冷却器空气侧的泄放考克或泄放阀起何作用？ ...	109
5.33 怎样清洁空冷器？	110
5.34 经过一个时期的运转之后，废气涡轮增压器的废气进口喷嘴与涡轮叶片变得脏污，这是怎样造成的？怎样判断喷嘴与叶片已经脏污？	110
5.35 怎样清洁涡轮的转子叶片？	111
5.36 何谓增压柴油发动机离心式增压器的“喘振”？	112
5.37 柴油机喘振时有何症状？怎样纠正这种状况？假如你遇上涡轮增压器喘振，你如何防止喘振重复再现？	113
5.38 脉冲式废气涡轮增压系统与定压式废气涡轮增压系统各有哪些主要优点？	114
5.39 推进用的涡轮增压柴油机在很低的负荷下运转时应采取哪	

- 些措施？ 114
- 5·40 推进用的二冲程回流与横流扫气涡轮增压柴油发动机是否使用扫气泵？ 115
- 5·41 大型低速横流扫气二冲程增压柴油机有的在排气出口支管上装有废气阀，其目的何在？这些废气阀是怎样工作的？怎样才能防止废气漏到大气中？又怎样防止各部件的损坏？ 115
- 5·42 现代大功率低速回流扫气柴油机在何种增压系统下工作？在这种柴油机中，其扫排气口是怎样安排的？在排气或扫气口中是否装有扫气或回转排气阀？说出气口相对于曲轴的开启和关闭的近似角度。 115
- 5·43 上题所述的柴油机中，如何在扫气前期提高扫气压力？ 117
- 5·44 自然吸气式与增压式四冲程柴油机的进排气定时有何不同？为什么？ 116
- 5·45 装有排气阀的新型低速二冲程直流扫气柴油机使用何种增压系统？说出排气阀开关与扫气口开启时的曲拐转角。 119
- 5·46 新型四冲程V型中速柴油机采用何种增压系统？说出其进排气阀的定时角度。 119
- 5·47 柴油机的脉冲式或定压式废气涡轮增压器损坏时，应采取哪些措施应急运转？ 120
- 5·48 为把新型大功率涡轮增压柴油机的热应力减小到最低程度，应注意哪些问题？ 121
- 5·49 对废气消音器应注意些什么？ 122

第六章 结构材料、焊接与材料试验

6·1 柴油发动机各部件的材料在选用时应考虑哪些因素？	123
6·2 试述柴油机结构中所使用的各种黑色金属材料的名称。	123
6·3 各种类型的铸铁是怎样生产的？	123
6·4 钢的含碳量与杂质对钢有什么影响？	124
6·5 什么叫“热处理”？说出各种热处理过程的名称。	124
6·6 钢材怎样进行正火？正火的目的是什么？	125
6·7 何谓退火？钢材怎样退火？退火的目的是什么？	125
6·8 钢材怎样淬火？钢材淬火有何作用？	126
6·9 钢材怎样回火？其目的何在？试举一例。	126
6·10 何谓表面淬火？说出表面淬火的工艺。	126
6·11 试举出柴油机表面淬火部件的名称并说出所使用的表面淬火方法。	127
6·12 什么是奥氏体钢？它们用于何处？	127
6·13 在柴油发动机中，钨铬钴硬质合金用于何处？它是怎样组成的？又是如何应用的？	128
6·14 柴油机的大型钢制运动部件是怎样制造的？加工大型型钢采用锻打好还是冲压好？	128
6·15 试分析用于制造活塞环的铸铁成份。	129
6·16 试述用于柴油机结构（包括轴承金属）中的有色金属及其合金的名称。	129
6·17 试述用来制造耐磨轴承合金的金属名称。	130
6·18 试述用来制造薄壁轴瓦的金属名称。	130
6·19 试分析适用于制造缸套的铸铁成份。说出铸铁的机械特性。哪种杂质必须保持最低值？怎样增加铸铁的拉伸强度和改善它的耐磨性能？	130

6·20 试述轴承白合金各组成部分的性能。	131
6·21 试分析用于柴油机主轴承和大端轴承白合金的成份。	131
6·22 用于十字头轴承的白合金有哪些特殊要求？	132
6·23 何谓塑料？柴油机及其辅助设备中塑料制品用于何处？说出所用的塑料名称。	132
6·24 何谓人造橡胶？它们用于何处？	133
6·25 把两块金属联接在一起有哪几种工艺方法（不包括诸如栓接和铆接等机械方法）？举例说明各种方法用于何处？	134
6·26 在人工电弧焊接中，焊条上为什么要使用敷料？	134
6·27 船舶上设有哪些焊接设备与工具？	135
6·28 简要叙述采用电弧焊方法的接合形式。	135
6·29 哪种焊接接缝形式具有最强的抗疲劳损坏能力？	137
6·30 解释下列名词：焊接熔深、焊缝加厚、焊缝喉部、根部与焊趾。	138
6·31 试述施行电焊操作的位置。哪个位置最为方便？哪个位置最为困难？	138
6·32 什么叫“咬边”？它发生在何处？它有哪些不良影响？	139
6·33 质量低劣的焊接是怎样造成的？	139
6·34 一块热的金属在冷却期间假如其收缩受到阻碍，会产生什么情况？什么叫焊接约束？	139
6·35 怎样防止或控制焊缝变形？	140
6·36 对焊接式柴油机机座与柴油机的其它重要结构部件，所使用的铸钢和钢板其最大含碳量为什么要有一定的限度？	141

- 6·37 为什么焊接式柴油机的重要结构件如机座、机架等，在全
部电焊完成之后还要进行热处理？热处理是在机加工之前
还是机加工以后再进行？ 141
- 6·38 金属的机械特性是什么？它们是怎样得出的？ 142
- 6·39 金属的抗拉强度是怎样决定的？进行拉伸试验时还能得到
哪些数据？ 142
- 6·40 什么是冲击试验？其目的何在？ 143
- 6·41 怎样求得材料的抗疲劳强度？ 144
- 6·42 蠕变试验的目的是什么？怎样进行蠕变试验？ 145
- 6·43 怎样测量材料的表面硬度？说出用于测试材料表面硬度的
机器名称。 146
- 6·44 柴油机部件及其相关设备在制造和使用过程中都进行哪些
非破坏性试验？举例说明每种试验用于何处。 146
- 6·45 柴油机在运转时，如何测量其部件的实际工作应力？说出
所使用的仪器名称及其工作原理。 147
- 6·46 应变仪用于何处？ 148
- 6·47 何时并且如何使用偏振光以决定诸如柴油机中可能遇到的
实际应力？ 149

第七章 机座、机架、导板、扫气筒与气缸水套

- 7·1 简述低速推进柴油机机座的构造。机座的型式有哪几种？
各使用哪些材料？各有哪些优点？ 151
- 7·2 现代低速推进柴油机的机座中哪些部件是强度构件？强度
构件是怎样形成的？ 152
- 7·3 为什么机座横梁、横向部件目前通常是铸钢的，而以前则
是装配的？ 152
- 7·4 在单作用推进柴油机中，气缸的燃烧压力是怎样传递给机

座的？	153
7·5 V型中速柴油机的结构部件中哪些是属于强度部件？	153
7·6 柴油机及船体结构有哪些部分辅助增加了柴油机机座的纵向和横向强度？	154
7·7 贯穿螺栓如何收紧？收紧时应怎样进行控制才能保持准确的拉力？	155
7·8 运转中的柴油机怎样发现其贯穿螺栓已经松动？平时应如何进行检查？	155
7·9 假如A字型机架上的气缸梁平台与贯穿螺栓上部螺母平台上产生了磨损，通常会出现哪些迹象？	156
7·10 贯穿螺栓松动的柴油机，在运转中会产生什么后果？	156
7·11 A字型机架或机柱是怎样制造的？	157
7·12 机座是怎样紧固在船体结构上的？什么是楔形垫块和压紧螺栓？	157
7·13 底脚螺栓松动的柴油机，在运转时会造成怎样的后果？	158
7·14 不少低速柴油机的机座内装有推力轴承座，在这种情况下螺旋桨的推力是怎样传递给船体的？	159
7·15 为确认底脚螺栓是否紧固，应多长时间对其检查一次？怎样进行检查？	159
7·16 怎样收紧主柴油机的底脚螺栓？怎样安装楔型垫块？	160
7·17 在船舶参加营运之后不久，假如你发现许多底脚螺栓松动，并且在螺栓松动的地区产生了微振磨损（即振动在 10^{-7} ~ 10^{-3} 的振动性滑动所引起的轻度磨损）。试述你应如何处	

理这种情况。	161
7·18 试述楔型垫块和平台发生严重微振磨损的主机，其大修工程应包括哪些内容？	162
7·19 使用弹性楔块的目的是什么？	163
7·20 中速或高速柴油机装有弹性垫块，试述其底脚螺栓应如何收紧？在收紧时应注意什么？	164
7·21 柴油机曲拐箱的油池是怎样与双层底循环油柜相连的？	164
7·22 怎样防止十字头式柴油机的气缸润滑油进入曲拐箱中？	165
7·23 导板是用何种材料制成的？怎样冷却导板？	166
7·24 缸套扫气口周围的空间是怎样形成并产生气密的？ ...	166
7·25 在原有的旧缸套拆去之后，新缸套安装之前，你应注意检查气缸水套的哪些部位？	167
7·26 冷却水是从气缸水套的哪个部位进入和排出的？	168
7·27 怎样在缸套不拉出的情况下检查气缸水套的冷却空间？	168
7·28 气缸水套的哪些部分需进行机加工以容纳缸套？	168
7·29 缸套底部的扫气空间与活塞杆填料必须做哪些定期保养？	169
7·30 十字头滑块和导板是怎样润滑的？	170
7·31 现代单作用十字头式柴油机，其导板与滑块之间的间隙值是多少？	170

第八章 缸套、缸盖与阀件

8·1 大型柴油发动机的气缸衬套与冷却水套通常是分开铸造的，这是为什么？	172
--	-----