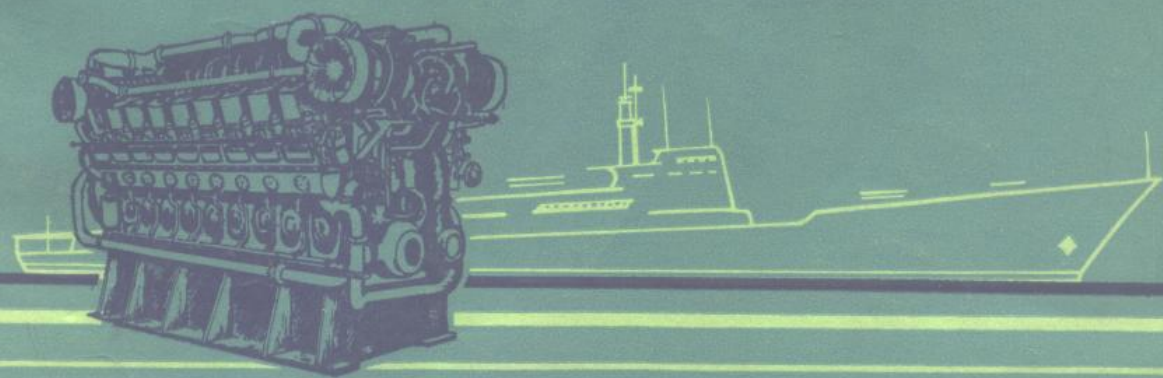


船用柴油机设计手册

(五)

船用柴油机主要零部件



国防工业出版社

船用柴油机设计手册

(五)

船用柴油机主要零部件

《船用柴油机设计手册》编辑委员会编

本篇主编：熊琳

执笔人员：第一章：金燮元、杨家祥、郑毓文
第二章：高德明、赵世忠
第三章：张晓玲、徐忠良 第四章：殷志成
第五章：潘荫琪、华裕达、钟胜元
第六章：朱幸华、朱正新、程冲
第七章：张晓男、邬佐明、程锡林、王素婵
第八章：刘锦、钟学添 第九章：王成焘、李柱国
第十章：夏树人、曾如龙 第十一章：茅建国
第十二章：翁德兴、蒋尔雄、曹志浩

国防工业出版社

内 容 简 介

本书是《船用柴油机设计手册》的第五篇，重点介绍柴油机主要零、部件的结构和设计方法。本书不但总结了我国三十年来的设计经验，介绍了国外较成熟的新技术，并系统地搜集整理了我国最近的有关柴油机零、部件的试验研究成果，尽可能地列成表格，便于查用。

在结构设计方面，介绍了国内外现代柴油机的典型结构并进行了分析比较，阐明了选型原则和设计要点，特别强调了结构的可靠性，指出了提高可靠性的关键和有效措施。

在设计计算方面，除介绍了经验公式和一些成熟机型的主要零、部件的尺寸比例外，较详细地叙述了各结构参数对强度和刚度的影响，其中有不少资料系作者的研究心得和实践经验。对于一些无实用价值的传统计算方法，本书均未列入。

本篇第十二章说明了有限元素法计算的步骤、方法、电算源程序及计算实例。第十一章集中叙述了柴油机的主要装配间隙和极限间隙。

《船用柴油机设计手册》共有八篇及附录一章，现按篇分册出版，共九个分册：第一篇设计总论，第二篇总体设计，第三篇船用柴油机工作过程计算，第四篇动力计算，第五篇船用柴油机主要零部件，第六篇系统和附件，第七篇试验与测量，第八篇材料，最后一册为“附录”。

本书主要供船用柴油机设计研究人员使用，也可供柴油机制造和使用部门的工程技术人员及高等院校有关专业的师生参考。

说明：本书于1978年底定稿，书中选用的标准资料均系1978年前的，请读者使用时注意，并请原谅。

2085/30

船用柴油机设计手册

(五)

船用柴油机主要零部件

《船用柴油机设计手册》编辑委员会 编

国防工业出版社出版

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

787×1092¹/₁₆ 印张 50⁵/₈ 1180千字

1982年12月第一版 1982年12月第一次印刷 印数：0,000—2,300册

统一书号：15034·2165 定价：7.15元

《船用柴油机设计手册》编辑委员会

领 导 成 员

张有萱	夏 桐	沈岳瑞	李渤仲
陈时雄	余运生	孙全柱	李忠仁
刘 仁	熊 琳	刘 颖	胡国栋
于康庄	赖灵淮	谭汉雄	朱国信

《船用柴油机设计手册》编辑工作组

刘 锦	张连方	方 商	商云祥
邱耀先	华裕达	潘荫琪	殷志成
程华峰	徐景福	茅建国	

前 言

柴油机已经有将近一个世纪的发展历史，但迄今技术上仍处于不断改进和发展阶段。柴油机在各种类型军民船舶中应用极为广泛。根据国外不完全的统计资料，1976年新建的2000吨以上民用船舶中，柴油机动力已超过一千万马力，占船舶主机总马力的72%，并且有继续上升的趋势。中小型运输船，工程船及渔轮中柴油机的应用更为普遍。在舰艇中，虽然近年来燃气轮机的发展在一定范围内取代了柴油机，但在中、小型战斗舰艇中，柴油机因其经济性较好以及其它原因，仍被广泛采用。大量军用辅助舰船中，柴油机更是主要动力。因此，大力发展柴油机制造工业和不断提高船用柴油机性能和技术水平是发展我国内河和海洋运输事业，建设强大海军和开发海洋资源的一项重要措施。

我国在解放前几乎没有船用柴油机制造业。解放后随着国民经济和国防建设的发展，船用柴油机工业也获得迅速的发展。在“独立自主、自力更生”社会主义建设方针的指引下，1958年我国年青的船机科研设计队伍开始自行研制了多种型号舰船用柴油机，其中包括远洋运输船舶所用的低速重型柴油机，以及大功率中、高速柴油机，有多种型号通过了国家鉴定，已进行正式生产，装备了许多舰船，累积了一定的研究、设计新型船用柴油机的经验。

现在我国社会主义革命和社会主义建设进入了一个新的时期，党中央领导全国各族人民开始了新的长征。为了实现新时期的总任务，全国科学大会制定了科学技术发展的近期和远景规划，号召科学技术要走在国民经济和国防建设的前面。船用柴油机工业及其科学技术也进入了以高速度向现代化进军的阶段。

在这一新的阶段中，船用柴油机科研和设计工作应认真总结建国以来正、反两方面的经验，并在“独立自主、自力更生”的基础上，有分析、有批判地学习国外的先进技术。在统一领导、全面规划的前提下，研究发展更多的、符合我国国情的各种类型舰船用柴油机及其附属设备，尽快地把我国舰船用柴油机的技术提高到世界先进水平，为实现国民经济和国防建设现代化作出应有的贡献。《船用柴油机设计手册》就是为了适应这一新形势的要求，总结我国多年来的研究设计经验，及本着“洋为中用”的原则适当地选用了一些国外可靠的设计方法和资料编写的，为我国从事船用柴油机的广大科研、设计、教学、生产和使用人员提供必要的船用柴油机研究、设计的技术知识和资料。

本手册的读者对象是具备一定基础理论知识和实际经验的本专业从业人员，其中有些篇章也可供与船用柴油机有关的其它专业人员参考，以及作为大专院校有关专业学生的辅助学习资料。

本书共分八篇。第一篇是设计总论，其内容是介绍船用柴油机发展简史和当前发展趋势，阐明设计指导思想和设计程序中的有关问题，其中特别强调船用柴油机的三化问题；介绍各种类型舰船对柴油机设计的技术要求。第二篇是总体设计，介绍船用柴油机在总体设计阶段所要考虑的各种技术问题，提供各种设计方案比较用的资料和计算方法。第三、

四两篇是有关工作过程和动力学方面的计算方法。第五篇是船用柴油机主要零部件设计、计算和专用试验方法的介绍。第六篇是船用柴油机各种系统及其有关附件的设计。第七篇是船用柴油机在研制过程中各种试验研究方法的详细介绍。第八篇是有关船用柴油机使用材料和油料的介绍。最后附录一章是国内外有代表性的各种类型船用柴油机参数总表、剖面图、有关标准资料、国际单位与公制单位的换算以及电算程序。每篇暂以分册形式出版，以便读者选用。全手册出齐后，再发行一部分合订本。

我们准备在第一版出版以后，通过科学研究和广泛的学术交流，逐步形成我国自己的、比较完善的船用柴油机研究设计方法，积累丰富的设计资料和数据，在以后的版本中修订和补充，使有助于尽快的提高我国船用柴油机技术，赶超国外先进水平。

由于本手册系第一次编写，内容不完善的地方一定很多，希望读者在使用中发现需要补充和修订的地方随时取得联系，以便在今后再版时加以修订和充实。

本手册的编写是在国内有关船用柴油机科研、设计的领导机关、院校、科研设计单位和生产单位的大力协同下进行的，共有 100 余人参加了各篇、章、节的编写，为了对编写的内容负责，篇、章的主要编写人员都有署名。编辑委员会借此出版机会，特向各有关单位领导的大力支持和有关同志的热情帮助表示深切的感谢。

《船用柴油机设计手册》编辑委员会

目 录

第五篇 船用柴油机主要零部件

第一章 气缸盖	1
第一节 概述	1
(一) 基本要求	1
(二) 设计步骤	1
第二节 气缸盖本体的设计要求和结构	3
(一) 影响气缸盖本体结构设计的一些外部因素	3
(二) 气缸盖本体的强度和刚度	9
(三) 组织良好的冷却水道	13
(四) 进、排气流道的设计	15
(五) 气缸盖本体的材料选择	17
(六) 阀座的结构和材料	18
第三节 气缸盖的基本试验	19
(一) 温度测量	19
(二) 应力测量	20
(三) 水道模型试验	20
(四) 气道模拟静态流通特性试验	21
(五) 短时间等价耐久试验梗概	23
第四节 气缸盖本体的强度计算	24
(一) 计算内容	24
(二) 确定计算条件	25
(三) 计算举例	29
第五节 常见损坏和改善措施	34
(一) 损坏原因和主要特征	34
(二) 损坏实例和改善措施	35
(三) 设计改进基本要点	40
第六节 气缸盖螺栓	42
(一) 螺栓的结构	42
(二) 螺栓受力分析	43
(三) 螺栓的计算步骤	44
第七节 附件	47
(一) 罩壳	47
(二) 安全阀和示功阀	48
参考资料	50
第二章 机体与机座	51
第一节 概述	51
(一) 机体与机座的组成	51
(二) 机体与机座受力分析	51
(三) 设计要求	53
(四) 设计步骤	53
第二节 机体与机座的结构分类、选型及材料	54
(一) 结构分类与选型	54

(二) 常用材料	58
第三节 机体的设计	60
(一) 机体的初步设计	60
(二) 机体的强度和刚度	62
(三) 气缸体的设计	62
(四) 曲轴箱(机架)的设计	67
(五) 机体壁厚的确定	72
(六) 贯穿螺栓的布置	74
(七) 凸轮轴承座的布置	75
(八) 填料函	75
(九) 机体的密封和防蚀	79
(十) 机体设计的工艺性	80
第四节 机座和油底壳的设计	81
(一) 机座	81
(二) 油底壳	86
第五节 主轴承盖的设计	87
(一) 主轴承盖的结构型式	87
(二) 主轴承盖的尺寸选择	89
(三) 主轴承盖螺栓的布置	90
(四) 主轴承盖的定位方式	90
(五) 主轴承盖和座的配合公差	92
第六节 贯穿螺栓和主轴承螺栓的设计	92
(一) 贯穿螺栓的设计	92
(二) 主轴承螺栓的设计	95
(三) 横向螺栓的设计	97
(四) 液压拉伸器的设计	98
第七节 曲轴箱的通风	100
(一) 透气装置	100
(二) 防爆门	101
第八节 机体结构试验	103
第九节 机体与机座的工艺技术要求	106
参考资料	108
第三章 气缸套	109
第一节 概述	109
第二节 结构与材料	110
(一) 结构分析及基本尺寸的选择	110
(二) 常用气缸套的材料	126
(三) 工艺技术要求	127
第三节 气缸套强度估算	128
(一) 缸壁强度估算	128
(二) 气缸套支承凸肩的强度验算	130
(三) 缸套振动验算	131
第四节 应用有限元素法求解气缸套的温度场和应力	134
(一) 边界条件的确定	134
(二) 计算结果的评价及某些机型的统计值	136
(三) 计算实例	137
第五节 基础试验	140
(一) 缸套材料的耐磨性试验	140

(二) 模拟试验	140
(三) 温度和应力测量	141
(四) 变形的测量	141
第六节 常见的损坏及其改善方法	142
(一) 异常磨损与拉缸	142
(二) 穴蚀	146
(三) 裂纹损伤	149
第七节 设计图纸示例	151
参考资料	160
第四章 气阀配气机构	161
第一节 概述	161
(一) 气阀配气机构组成及设计要求	161
(二) 气阀配气机构型式	162
(三) 润滑方式、摇臂比、间隙、配气正时	166
第二节 凸轮及凸轮轴	168
(一) 凸轮轮廓曲线的设计	168
(二) 凸轮轴结构	185
第三节 气阀组	192
(一) 设计要求	192
(二) 气阀	193
(三) 气阀导套	208
(四) 阀箱	210
(五) 气阀弹簧	212
(六) 旋阀器	213
(七) 气阀组常见故障及其改进措施	216
第四节 传动件设计	217
(一) 摇臂	217
(二) 推杆	219
(三) 挺柱	220
(四) 液压缓冲机构	221
第五节 配气机构动力学计算	224
(一) 计算步骤	224
(二) 确定原始数据的方法	228
(三) 单质量系统计算实例	232
参考资料	233
第五章 活塞组	234
第一节 概述	234
(一) 活塞组的工作条件	234
(二) 活塞组的设计要求	235
第二节 活塞材料的选择	235
(一) 对材料的要求	235
(二) 材料牌号及应用情况	235
第三节 活塞的结构分类及选型	239
(一) 活塞的结构分类	239
(二) 选型的基本原则	243
第四节 活塞基本尺寸的决定	245
(一) 压缩高度 H_1	248

(二) 裙部长度 H_2	250
(三) 活塞总长	253
第五节 活塞的结构设计	253
(一) 头部设计	253
(二) 裙部设计	258
(三) 活塞销座设计	262
(四) 低速柴油机活塞杆的设计	265
第六节 组合活塞、薄壁结构铸铁活塞设计特点	268
(一) 组合式活塞设计特点	268
(二) 薄壁结构铸铁活塞设计特点	271
第七节 活塞及活塞杆的工艺技术要求	273
(一) 活塞工艺技术要求	273
(二) 活塞杆工艺技术要求	273
第八节 活塞销	276
(一) 材料选择和结构选型	276
(二) 主要尺寸的确定	279
(三) 强度计算	279
(四) 工艺技术要求	281
第九节 活塞环	283
(一) 作用及要求	283
(二) 结构选型	286
(三) 主要尺寸和间隙	306
(四) 计算	307
(五) 材料选择	310
(六) 表面处理	313
(七) 工艺技术要求	315
第十节 活塞冷却	317
(一) 冷却液的选择	317
(二) 流量的决定	317
(三) 冷却方式	319
(四) 冷却液的输送方式	325
第十一节 活塞温度计算方法	333
(一) 活塞温度场的意义	333
(二) 活塞温度计算方法	333
(三) 边界条件的确定	335
(四) 活塞温度场及热流分析	342
第十二节 活塞应力分析及其应用	343
(一) 应力分析的意义及其内容	343
(二) 应力测试计算方法	344
(三) 应力边界条件	345
(四) 应力分析	345
第十三节 活塞组的事故及改进措施	348
(一) 柴油机的漏气和滑油消耗过大	348
(二) 活塞组常见事故及改进措施	350
参考资料	355
第六章 十字头组	357
第一节 概述	357
(一) 十字头组的作用	357

(二) 十字头组的构成	357
(三) 十字头组的工作条件	358
(四) 十字头组的常见故障	358
(五) 十字头组的设计原则	359
第二节 十字头组的结构选型	360
(一) 十字头滑块-导板副型式的选择	360
(二) 挠性设计与刚性设计	361
(三) 轴承支承方式的选择	362
(四) 轴承型式的选择	363
(五) 加强油膜的措施	365
(六) 润滑油供油方式的选择	368
(七) 轴承油槽的设计	371
(八) 十字头轴承工作面的修正	376
(九) 十字头销的结构选型	376
第三节 主要尺寸的确定	378
(一) 十字头销直径、十字头轴承直径与宽度的确定	378
(二) 十字头滑块尺寸的确定	379
(三) 主要间隙的确定	383
第四节 材料、工艺及技术条件	386
(一) 十字头轴承	386
(二) 十字头销	387
第五节 十字头组的典型结构	389
(一) 6 ESDZ76/160型柴油机的十字头组	389
(二) 6 ESDZ75/160 B型柴油机的十字头组	389
(三) ESDZ58/100型柴油机的十字头组	392
(四) 国外典型柴油机的十字头组图例	392
第六节 十字头组的试验研究	398
(一) 光弹性应力测量法研究十字头销和轴承间的应力分布	398
(二) 用激光全息干涉法测量十字头组零件的形变	399
(三) 十字头组的模拟试验	400
参考资料	401
第七章 连杆	402
第一节 概述	402
第二节 连杆结构与选型	402
(一) 连杆结构	402
(二) 杆身截面的形状	404
(三) 连杆大端的结构选型	405
(四) 连杆小端的结构选型	412
第三节 连杆材料及工艺	415
(一) 连杆材料及毛坯	415
(二) 连杆的强化工艺	415
第四节 连杆主要尺寸选定	416
(一) 连杆长度 L	416
(二) 杆身、大端、小端尺寸	416
第五节 连杆强度计算	419
(一) 连杆计算工况的选择	419
(二) 直列式柴油机连杆杆身应力计算	420
(三) 主副连杆机构主连杆杆身的应力计算	422

(四) 连杆大小端应力计算	423
(五) 疲劳强度安全系数的确定	429
(六) 大小端直径减小量	429
(七) 用有限元法计算连杆应力	430
第六节 连杆螺栓	431
(一) 连杆螺栓数目、结构型式	431
(二) 连杆螺栓的主要尺寸	432
(三) 提高连杆螺栓强度的措施	433
(四) 连杆螺栓防松措施	433
(五) 连杆螺栓计算	434
第七节 连杆的强度试验	437
(一) 静态试验	437
(二) 动态试验	438
第八节 连杆技术条件	438
第九节 连杆的损坏形式及其分析	440
参考资料	441
第八章 曲轴	443
第一节 曲轴分类	443
(一) 按照结构形式分类	443
(二) 按照毛坯种类分类	444
(三) 按有无曲臂分类	446
第二节 曲轴各部分的结构	446
(一) 曲臂	446
(二) 过渡圆角	448
(三) 轴颈重叠度	449
(四) 轴颈中孔	450
(五) 油孔	451
(六) 曲轴的前后端结构	453
(七) 曲轴的轴向定位	454
(八) 油封设计	455
(九) 平衡重的设计	457
(十) 飞轮的设计	458
第三节 曲轴材料的选择	462
(一) 碳钢	462
(二) 合金钢	463
(三) 铸铁	464
第四节 曲轴主要尺寸的初步确定	464
(一) 曲柄排列的选定	464
(二) 主要尺寸的选定	465
(三) 轴承比压验算	469
(四) 我国海船规范的规定	469
(五) 英国劳氏规范关于柴油机曲轴的规定	473
第五节 轴颈的疲劳强度计算	482
(一) 弯曲应力的计算	482
(二) 交变扭转名义应力幅 τ_a 的计算	489
(三) 扭转应力与扭振附加应力的合成	490
(四) 应力集中系数	491
(五) 合成弯曲应力幅 σ_v 及合成弯曲应力平均值 σ_{vm}	493
(六) 曲拐材料疲劳强度极限与安全系数	493

(七) 计算举例	494
第六节 曲轴的事故分析	500
(一) 疲劳损坏	500
(二) 红套处滑移	502
第七节 利用表面处理提高曲轴疲劳强度的方法	502
(一) 圆角滚压	502
(二) 氮化	502
(三) 火焰淬火或高频感应淬火	503
第八节 工艺技术条件	503
(一) 对锻坯的要求	503
(二) 机械加工要求	503
(三) 热处理要求	506
(四) 平衡试验要求	506
第九节 红套与液压套及其计算	507
(一) 红套计算	507
(二) 液压套的应用	508
第十节 曲轴的试验研究方法	508
(一) 光弹性试验法	509
(二) 电测试验法	509
(三) 疲劳试验法	509
参考资料	509
第九章 轴承	511
第一节 滑动轴承和连杆轴承的结构设计	511
(一) 结构型式	511
(二) 材料	516
(三) 直径、宽度与轴承间隙	530
(四) 轴瓦、衬套各结构要素的确定	534
(五) 轴瓦、衬套与座孔的配合	546
(六) 工作图示例和有关技术条件	554
第二节 滑动轴承和连杆轴承的负荷与润滑计算	557
(一) 坐标与图形	557
(二) 负荷计算	571
(三) 轴心轨迹计算	578
(四) 最大油膜压力计算	585
(五) 润滑油流量计算	589
(六) 摩擦与发热计算	591
(七) 负荷与润滑计算在柴油机设计中的作用	592
(八) 典型的轴承负荷与轨迹图形	596
第三节 滑动轴承和连杆轴承的损坏型式及其分析	610
第四节 低速柴油机曲轴推力轴承设计	616
(一) 结构设计	616
(二) 润滑计算	618
第五节 滚动轴承设计	621
(一) 滚动轴承的组合结构设计	621
(二) 寿命计算	626
(三) 静承载能力验算	629
(四) 带挡边的向心短圆柱滚子轴承轴向负荷能力计算	630
参考资料	630

第十章 传动机构	631
第一节 概述	631
第二节 传动元件	638
(一) 齿轮传动	638
(二) 链传动	643
(三) 弹性轴	648
(四) 弹性齿轮	649
(五) 摩擦齿轮	654
(六) 液力偶合器	655
第三节 润滑问题	658
(一) 齿轮和链的润滑	658
(二) 轴承润滑	659
参考资料	660
第十一章 船用柴油机主要零部件间隙和磨损极限	661
第一节 活塞组	661
(一) 活塞与气缸套配合间隙及极限间隙	661
(二) 气缸内孔磨损极限	662
(三) 活塞裙部磨损极限	664
(四) 活塞环开口间隙和磨损极限	664
(五) 活塞环环槽中的上、下平面间隙及其极限间隙	667
(六) 活塞环厚度和活塞环槽平面磨损极限	669
(七) 活塞销与活塞销座的装配间隙(或过盈)和极限间隙	669
(八) 活塞销(或十字头销)轴颈的磨损极限	671
第二节 曲轴和连杆	672
(一) 主轴承和曲柄销轴承的装配间隙及极限间隙	672
(二) 主轴颈、曲柄销颈的磨损偏差极限	674
(三) 活塞销与连杆小端衬套的装配间隙及极限间隙	675
(四) 主轴承、曲柄销轴承的轴向间隙	676
第三节 十字头组	677
(一) 十字头销轴颈与轴承的装配间隙和极限间隙	677
(二) 十字头销轴颈与轴承的轴向装配间隙和轴承端面磨损极限	677
(三) 滑块与导板装配间隙和极限间隙	678
第四节 推力轴承	678
(一) 推力环与推力块间的轴向总间隙	678
(二) 推力轴工作轴颈与轴承的径向装配间隙和极限间隙	679
第五节 连杆螺栓和螺栓孔	680
(一) 连杆螺栓导向部分与螺栓孔的配合间隙	680
第六节 气阀机构	680
(一) 气阀导管与气缸盖配合的过盈量	680
(二) 进、排气阀阀杆和导管的装配间隙及极限间隙	680
(三) 顶杆式配气机构气阀与摇臂间的间隙	681
(四) 凸轮轴轴颈与轴承的径向装配间隙和极限间隙	681
(五) 凸轮轴承受推力的轴承轴向装配间隙和极限间隙	682
(六) 配气凸轮表面的磨损极限	682
第七节 燃油喷射系统和正时传动齿轮	682
(一) 喷射泵柱塞与套筒圆柱配合面的径向装配间隙	682
(二) 喷油器针阀与阀体圆柱面的径向装配间隙	683
(三) 正时传动齿轮的齿侧间隙	683

(四) 燃油凸轮表面的磨损极限	683
第八节 典型柴油机主要零部件间隙表	684
第九节 船用柴油机零件常用的公差和配合精度	692
(一) 选择柴油机零、部件配合基制的一般原则	692
(二) 船用柴油机零、部件配合精度等级的选择	692
(三) 船用柴油机零、部件常用的配合性质和精度等级	693
第十二章 有限元素法在柴油机零件强度计算中的应用	694
第一节 概述	694
第二节 轴对称问题的温度与应力计算通用程序及其使用说明	695
(一) 计算工作的全过程	695
(二) 程序的说明	701
(三) 程序的框图	704
(四) 轴对称问题的温度与应力计算通用程序	705
(五) 轴对称问题的示例	716
第三节 平面问题的温度与应力计算通用程序及其使用说明	721
(一) 计算工作的全过程	721
(二) 程序的说明	723
(三) 程序的框图	724
(四) 平面问题的温度与应力计算通用程序	725
(五) 平面问题的示例	735
第四节 轴对称问题的温度与应力计算主要公式介绍	738
(一) 温度场的计算公式	739
(二) 应力分析的计算公式	743
第五节 平面问题的温度与应力计算主要公式介绍	754
(一) 温度场的计算公式	754
(二) 应力分析的计算公式	757
(三) 连杆的应力计算公式	764
第六节 三维问题的温度计算通用程序及其使用说明	768
(一) 计算工作的全过程	768
(二) 程序的说明	771
(三) 程序的框图	773
(四) 三维问题的温度计算通用程序	774
(五) 三维问题示例	789
第七节 三维问题的温度计算主要公式介绍	791
(一) 柱坐标下的变分公式	791
(二) 形状函数的计算	792
(三) 单元“刚性”矩阵及右端项的计算	793
(四) 积分的计算	795
参考资料	796

第五篇 船用柴油机主要零部件

第一章 气 缸 盖

第一节 概 述

(一) 基本 要求

气缸盖是组成燃烧室的主要零部件之一，它与活塞、气缸套共同组成燃烧室。

气缸盖结构型式繁多，不同换气方式的柴油机有不同的结构型式。回流或横流扫气的柴油机，气缸盖结构比较简单；直流扫气的柴油机，气缸盖上一般布置有排气阀，并组织排气流道；四冲程的柴油机，气缸盖上布置有进气阀和排气阀，并组织其流道，结构较前两者均复杂些。

大功率船用柴油机的气缸盖本体通常每个气缸做成一个单体的结构。有的高速柴油机由于紧缩气缸中心距、减轻重量等原因设计成若干个气缸公用一个气缸盖本体，但随着柴油机强化度的不断提高有向单体发展的趋势。

气缸盖本体结构设计的难度随着柴油机强化度的不断提高而日益增大，具体表现在以下四个方面。

(1) 柴油机机械负荷和热负荷提高后必须保证气缸盖具有足够的强度和刚度，合理组织冷却水的流道，加强燃烧室底板背面的冷却，使底板保持比较低的温度。既要制造工艺性好又要保证使用寿命。

(2) 柴油机性能指标提高后对换气质量的指标也相应提高，进、排气流道的阻力要小，使换气“干净”。四冲程柴油机还要配合燃烧组织进气流的方向和合适的涡流强度。

(3) 为保证燃烧室的密封，要求气缸盖本体和气缸套之间有一定的紧密性，必须合理布置气缸盖螺栓，正确设计其底面凸缘和气缸套之间的结合面，气缸盖本体相应要有足够的轴向刚性。

(4) 气缸盖上还装有其它一些零部件，如配气机构、喷油器、起动阀、安全阀和示功阀等。设计时必须考虑它们在柴油机运行时使用方便、拆装维修简单。

(二) 设计 步骤

气缸盖以柴油机总体要求为依据开始设计。气缸盖本体的设计步骤大致可用图5.1.1.1所示框图说明。框图中有关基本试验见本章第三节，有关计算见本章第四节。

1. 方案设计 方案设计必须遵循总体设计对气缸盖提出的要求并与有关零部件协调。

(1) 根据柴油机的基本类型、燃烧方式及燃烧室形状、主要性能指标、重量指标和

寿命要求，确定气缸盖结构型式及气缸盖底面形状，并确定是否要有阀箱或镶阀座的结构。

(2) 根据给定的气缸中心距，初步确定气缸盖的最大纵向尺寸。经过气缸盖本体中的气道、冷却水流道及气缸盖螺栓的初步布置，进一步确定其纵向尺寸。柴油机的总高度对决定气缸盖的高度可作参考。进、排气管布置在机器的同侧还是异侧，决定了气缸盖的进、排气流道的方向。

(3) 确定气阀数的同时还可与进、排气管的设计密切配合，初步确定进、排气口的形状和尺寸。根据气阀数和燃烧室形状确定喷油器布置。一般总希望将喷油器布置在气缸中心线上，以利于工质的混合。

(4) 绘制方案图

a. 与配气机构的设计密切配合，确定进、排气阀的数量和布置位置、气道的喉口直径对于非增压的机器，为了提高充气效率，进气道的喉口直径一般比排气的大 10% 左右。但增压柴油机，为了充分利用排气能量，常将进、排气喉口设计得一样大，也有少数机型的排气道喉口比进气稍大。特别要注意两阀的喉口间、气阀喉口和喷油器孔间的冷却水道应有适当的宽度。

b. 进、排气口若布置在同侧时，四气阀结构的气道可设计成二个进气道和二个排气道分别串联。为提高充气效率，近来多数机型将进气道布置成半对称型式，而排气道仍为串联。进、排气口若布置在异侧时，常设计成并联或半对称式的气道。

要注意气口的面积应比喉口总面积稍大，但有的二冲程柴油机则与此相反。

c. 和机体、气缸套设计密切结合，确定气缸盖和气缸套之间的气封结构及水封结构。

d. 冷却水流道设计时，应注意使出水位置放在本体的最上面。出水口常布置在排气管侧。V 型机还应在最高处有出水，以防止产生气泡。

e. 统筹安排其它一些零部件的布置。

基本上完成气缸盖本体的轮廓后，可检查一下它和柴油机的总体要求和总体布置以及周围一些零部件（如气缸套、配气机构、喷油器、进、排气管等）的布置是否相适应，拆装维修有无困难，考虑需要设计那些专用工具。在此基础上再进行一次协调，凡有矛盾的地方权衡利弊作一次适当的修改。

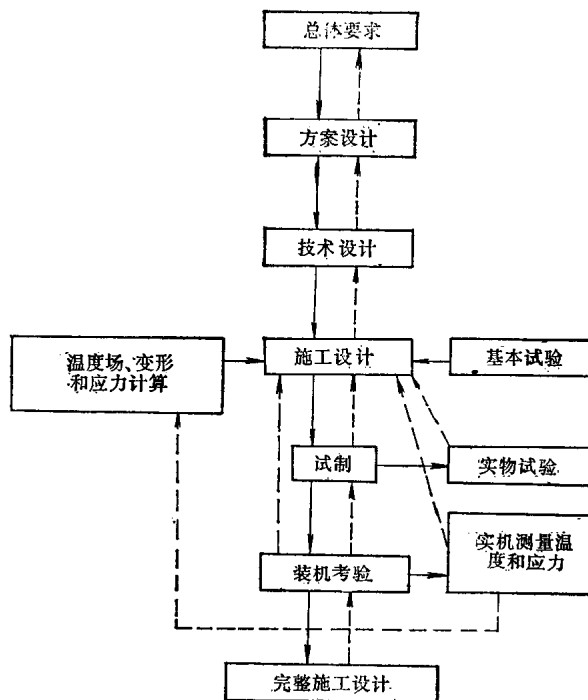


图5.1.1.1 设计过程框图

→ 表示正常程序

---> 表示对前过程的反馈