



② 舰 | 船 | 现 | 代 | 化

现代舰船设计

朱英富 主编



HEUP 哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press



舰船现代化

现代舰船设计

主编 朱英富

哈尔滨工程大学出版社

内 容 简 介

本书以驱逐舰、护卫舰类等舰艇的设计为主线,阐述了现代舰船的总体设计思想。旨在通过本书的学习和理解,能建立一个现代舰船总体设计的概念,以便在以后从事该项设计和研究工作中有一个较好的舰船总体观念。

全书按照舰船设计的常规专业划分,共分为十章,可作为船舶与海洋工程类研究生教材,亦可供有关人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

现代舰船设计/朱英富主编. —哈尔滨:哈尔滨
工程大学出版社,2012. 12
ISBN 978 - 7 - 5661 - 0479 - 3

I. ①现… II. ①朱… III. ①船舶设计 - 研究生 -
教材 IV. ①U662

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 298413 号

出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号
邮政编码 150001
发行电话 0451 - 82519328
传 真 0451 - 82519699
经 销 新华书店
印 刷 哈尔滨市石桥印务有限公司
开 本 787mm × 1 092mm 1/16
印 张 25.25
字 数 620 千字
版 次 2012 年 12 月第 1 版
印 次 2012 年 12 月第 1 次印刷
定 价 130.00 元
<http://press.hrbeu.edu.cn>
E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

前 言

现代舰船设计的基本原理和方法源于船舶设计原理,但因为现代舰船作为用于军事目的的特定舰种,担负着特定的使命,所以在现代舰船的设计中所贯彻和运用的设计思想、设计原理、设计方法均有别于其他船舶,具有其特殊性。

现代舰船本身是一个庞大而复杂的系统,由各类不同的系统和设备综合集成。本书旨在通过对舰船总体和相应的主要系统(设备)在舰船总体层面设计过程的描述,勾画出现代舰船总体设计的全貌和反映现代舰船总体设计的特点。由于现代舰船的种类很多,难以面面俱到,本书仅以驱逐舰、护卫舰类现代舰艇的设计为主线来叙述现代舰船的总体设计。

本书的编著者都是长期从事现代舰艇总体设计,并具有丰富的理论知识和实践经验的专家。全书按舰船总体设计的常规专业划分,共分为10章。第1章由朱英富编著,第2章由姜治芳编著,第3章由周巍编著,第4章由华煜群编著,第5章由方成跃、陈仁琛编著,第6章由姚清荣编著,第7章由张秀玲、张平、王程彦编著,第8章由李利标、张平、夏鸿飞编著,第9章由薛连生、刘喜元编著,第10章由王楚雄、肖千云、吴靖婕编著,并由王楚雄对该章进行统稿。本书特邀了现代舰艇设计专家陈裕师、杜国和、段宏、杨涵青、叶福成、董茂盛、陈俊生、徐正云、王荣成等对相关章节做了审阅并提出宝贵意见,在此深表感谢。

本书既非设计概论,也非设计手册,旨在读者通过本书对现代舰船设计的全过程有一个全面的了解,能建立一个现代舰船总体设计的概念,以便在从事现代舰船设计和研究工作中有一个较好的舰船总体观念。随着现代科技的快速发展,现代舰船设计技术也在不断创新,其设计技术和设计思想定会不断更新,因此,本书中的观点和方法难免带有一定的局限性,诚望读者不吝指教。

编 者

2012年3月

目 录

第1章 总论	1
1.1 现代舰艇发展简史	1
1.2 现代舰艇研制过程	4
1.3 现代舰艇的舰载系统	7
1.4 现代舰艇的作战能力	7
1.5 现代舰艇的作战适用性	11
1.6 设计检验	18
第2章 舰艇航行性能	21
2.1 概述	21
2.2 舰艇型线设计	21
2.3 舰艇的静力性能	27
2.4 舰艇的快速性	34
2.5 舰艇耐波性	40
2.6 舰艇操纵性	46
2.7 舰艇实船航行性能试验	49
第3章 总体布置	54
3.1 概述	54
3.2 总体布局	55
3.3 全舰重量重心控制	61
3.4 舱面设备布置设计	65
3.5 工作舱室和设备舱室的布置设计	75
3.6 生活舱室的布置设计	83
3.7 液舱的布置设计	85
3.8 储藏舱的布置设计	87
3.9 通道设计	87
3.10 防火及三防设计	89
3.11 全舰损管设计	92
3.12 倾斜试验	93
第4章 舰艇结构	96
4.1 概述	96
4.2 船体结构设计的一般规定	97
4.3 主船体结构设计	100
4.4 上层建筑结构设计	106
4.5 附体、基座及其加强结构设计	109
4.6 船体总纵强度	113

4.7	船体结构局部强度	119
4.8	下水强度及坐坞强度计算	124
4.9	船体结构刚度及振动	126
4.10	船体结构设计的发展趋势	130
第5章	舰艇动力系统	133
5.1	概述	133
5.2	舰船动力系统的类型和组成	135
5.3	舰船柴油机动力装置	136
5.4	舰船燃气轮机动力装置	140
5.5	舰船柴-燃交替动力装置	143
5.6	舰船蒸汽动力装置	147
5.7	舰船动力装置监控系统	152
5.8	动力装置的轴系	156
5.9	舰艇燃油储备量计算	162
5.10	动力装置的隐蔽性设计要求	163
第6章	舰船电力系统及电气设备	165
6.1	概述	165
6.2	舰船电源	170
6.3	电站	174
6.4	配电系统	182
6.5	系统保护	186
6.6	舰船电缆	190
6.7	全电力系统	194
第7章	舰艇电子信息系统	197
7.1	通信系统	197
7.2	导航系统	203
7.3	雷达警戒探测系统	209
7.4	水声探测系统	215
7.5	电子对抗	223
7.6	作战指挥系统	232
第8章	舰载武器系统	242
8.1	综述	242
8.2	导弹武器系统	242
8.3	舰炮武器系统	257
8.4	反潜武器系统	262
8.5	舰载机	272
8.6	新概念武器	277
8.7	舰载武器系统装舰设计	283
8.8	舰载机保障设施	304

第 9 章 舰艇辅助系统	312
9.1 概述	312
9.2 舱室大气环境控制系统	314
9.3 消防系统	333
9.4 日用水系统	341
9.5 压缩空气系统	346
9.6 损害管制监测与控制系统	346
9.7 喷气燃料注入、转运和储存系统	347
第 10 章 舰艇舾装	350
10.1 概述	350
10.2 锚装置	352
10.3 舵装置	360
10.4 减摇装置	367
10.5 海补接收装置	372
10.6 拖曳系泊装置	375
10.7 船体属具	380
10.8 舱室设施和绝缘	385
10.9 防腐与防护	391
参考文献	396

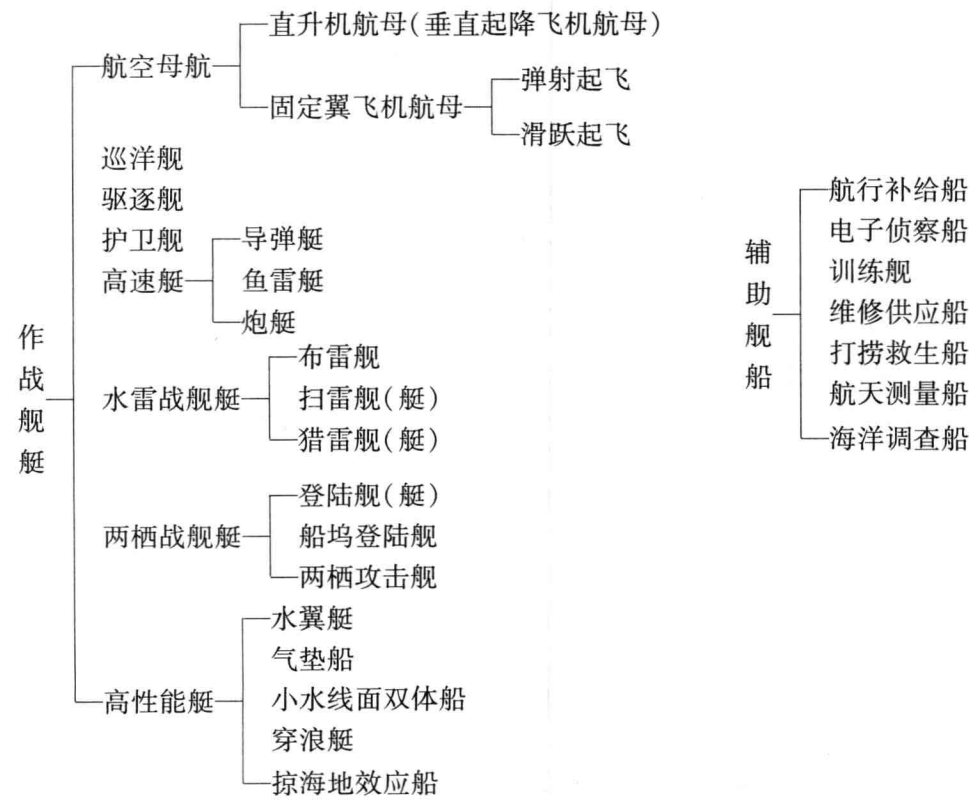
第 1 章 总 论

1.1 现代舰艇发展简史

现代舰艇作为海战的重要武器装备在各国武装力量的建设中占有重要的地位,现代舰艇的大家族中因其不同的使命、功能、特性而分为许多不同的舰种。随着历史的演变、科学技术的进步、世界局势的变化,各舰种的使命、功能、特性也在不断地发生变化。各国依据各自的防务政策、国力等诸多因素对不同舰种的发展有着不同的侧重和追求。纵观世界各国拥有的海上力量情况及对未来的发展趋势的展望,从海洋大国到中小海洋国家,发展较为普遍且数量相对较大的现代舰艇主要是驱逐舰和护卫舰(包括轻型护卫舰)。而当前驱逐舰和护卫舰的设计建造技术也基本上能反映出当代舰艇的设计、建造的主要技术和基础。因此,本书将着重以驱逐舰和护卫舰的设计为主线来描述现代舰艇设计的主要技术。

1.1.1 现代舰艇的分类

现代舰艇的种类繁多,其分类方法可按其自身特征、作战使命、航行状态、排水量、动力装置等多种分类分式来进行,而各个国家按其自身习惯又有所差别。以下是按目前各国常用的称呼给出的分类。



1.1.2 20 世纪的舰艇

最早期的海上格斗是用木制舰船相互进行冲撞,或者在两船靠拢后,士兵跃上敌舰用冷兵器进行格斗。到 16 世纪,舰炮和帆船的出现,使海战拉开了距离,交战双方的战舰以火炮作为主要武器相互进行攻击。18 世纪末,木帆船的发展达到了顶峰,远洋航行能力加大,航速提高,续航距离也不断增大。当时频繁的海上战事使木质战舰得以快速的发展,逐渐形成了各种不同大小排水量以及各类火力配置的舰船。所谓的战列舰就是其中一种排水量大且火力强大的军舰。当时,还有一种排水量比战列舰小,火力配备相对较弱,但其机动性相对较好的舰种,称之为巡航舰。巡航舰常用来掩护主力舰作战,也单独执行海上巡逻、侦察等任务。19 世纪初,随着科学技术的发展,钢质船体取代了木质船体,往复式蒸汽机作为军舰的主动动力源开始得到了广泛的应用。同时,为了对付日益增强的舰炮的攻击,军舰在舷部增设了装甲以保护自身的安全。那些装设了装甲的战列舰曾被称为装甲舰。此后,巡航舰的排水量也不断增加,航速也越来越高,火炮数量不断增多,逐渐形成了仅次于战列舰的大型火炮军舰。到 19 世纪末期,这类大型火炮舰始称谓巡洋舰(Cruiser)。20 世纪初,又以舰的火力配备和装甲设置不同可分为巡洋舰和战列巡洋舰。当时世界各海上列强中盛行大炮巨舰主义,分别竞相投资建造装备巨型火炮和厚重装甲的大型军舰,以争夺海上控制权。

巡洋舰在二次世界大战中发挥过重要作用,但从战后至 50 年代初期,除了前苏联建造过装备有 152 mm 口径火炮的“斯维尔德洛夫”级巡洋舰外,各大国均未建造过巡洋舰。50 年代中期舰载导弹武器的出现,巡洋舰又进入了一个新的发展时期,而美、苏两国是建造导弹巡洋舰的主要国家。目前只有美国、俄罗斯和意大利三国还有服役的巡洋舰,美国有 27 艘,即装有“宙斯盾”系统的“提康德罗加”级巡洋舰,俄罗斯有 7 艘现役巡洋舰,2 艘“基洛夫”级,3 艘“光荣”级,1 艘“卡拉”级和 1 艘“肯达”级,而意大利仅 1 艘。至今只有美国还有在 21 世纪建造新巡洋舰的计划(CG(X)),而其他国家均已停建巡洋舰。

19 世纪 70 年代,世界上出现了鱼雷武器,随之出现了鱼雷艇。由于鱼雷的威力较大,且有鱼雷艇的快速灵活,对大型军舰构成了很大的威胁。19 世纪末,一些国家海军为了对付鱼雷艇的攻击,专门设计建造了一种航速高、火力强的炮舰,用来阻击和追歼鱼雷艇,称谓“歼灭鱼雷艇用舰”,后简称为驱逐舰(Destroyer)。此后,驱逐舰的排水量不断增大,航速也不断提高,火炮数量从原先的一二门增加到三四门,火炮口径也逐渐增大到 130 mm,鱼雷发射管也从单管发射到五联装。在第二次世界大战前,驱逐舰常以鱼雷作为击沉敌舰的主要武器,所以也称之为“雷击舰”(Torpedo attack ship)。导弹武器的出现使驱逐舰上装备的主要武器由昔日的鱼雷、火炮让位给导弹武器,从而出现了目前的导弹驱逐舰。导弹驱逐舰是担负反潜、防空和对海作战多种使命的海上作战力量,随着导弹武器、电子装备、计算机技术等不断的进步,现代导弹驱逐舰的作战能力得到了极大的提高。

护卫舰(Frigate)原来是指帆船时代具有远海航行能力的轻快型军舰。二层甲板,排水量在 1 000 t 左右,装备 20~40 门小型火炮。护卫舰原先主要是应巡逻、护航需要而开发,主要用于港湾的巡防、防止敌舰的偷袭、破坏,以及保护海上交通线,使运输船队免遭敌方攻击。第二次世界大战后,护卫舰同驱逐舰一样得到不断地快速发展,其装备水平也不断提高,逐步增强了防空、对海、反潜的能力。尤其是近年来科学技术的突飞猛进,舰体平台及舰载机电、电子、武器系统都得到快速发展,护卫舰的航海性能及作战能力迅速提高,排水

量也不断增加,欧洲新研制的护卫舰的满载排水量已达6 000 t左右。所以,对现代舰艇,排水量和作战功能不是区分护卫舰和驱逐舰的主要标志,一般地说,各国海军还是以各自的习惯来定义或分类护卫舰和驱逐舰。美国海军规定它的护卫舰是为反潜兵力进行护航,而导弹护卫舰是使护卫舰增加了有限度的防空能力。

驱逐舰和护卫舰作为当前水面舰艇的主要舰种,已成为各国海军发展的重点装备,到2002年底止,据统计世界各国共拥有驱逐舰约200余艘,护卫舰(包括轻型护卫舰)近700艘。

航空母舰(Aircraft carrier)是以舰载飞机为主要作战武器的大型军舰。航空母舰的发展可以追溯到1910年人们试图将陆上飞机搬上军舰,至今已有90多年的历史。1918年英国将一艘巡洋舰改装成世界上最早的航空母舰。当时的航空母舰只是作为战列舰的附属舰,舰载飞机的主要任务是为舰队实施飞行侦察任务。随着舰载机的机载武器的加强,以及飞机作战半径的增大,航空母舰在海上作战的作用也日益得以发挥。第二次世界大战期间,航空母舰以舰载机的高度机动性及舰远洋活动能力,使之在海战中发挥了重要的作用,引起了各国海军的高度重视。第二次世界大战后,世界各主要海军国家已把航空母舰作为关键舰种来发展和使用。目前,全世界拥有不同类型的航空母舰的国家共有10个:美国、俄罗斯、法国、英国、意大利、西班牙、印度、巴西、阿根廷和泰国。美国是世界上唯一保有现代超级航空母舰的海军大国,现共有12艘在役,其中主要的是90 000 t级的“尼米兹”级核动力航空母舰。

1.1.3 21世纪初水面舰艇的进展

进入21世纪,西方大国与发展中国家之间的干预与反干预、控制与反控制的斗争正逐渐成为新的主要国际矛盾,第三世界国家的近海海域将成为各国海军角逐的主战场。世界各海军大国从20世纪90年代起就纷纷着手制定跨世纪的现代舰艇研制计划,且随着国际形势和军事需求的变化而不断调整其海上作战战略和舰艇研制方针。

1991年前苏联解体,正式宣告了以美苏对抗为主要特征的冷战时期的结束,世界进入了“冷战后”时期。美国海军对冷战时期立足于同前苏联海军“打海上大战”的“新海洋战略”做了重大调整,于1992年提出了“由海向陆”的新全球战略,实现从海上的大洋作战向滨海的联合作战的转变,把第三世界的发展中国家作为主要作战对象。同样,欧洲各大国海军也做了相应的战略调整。在这样的形势下,西方大国海军大力发展兵力投送和对地攻击装备,以进一步增强对他国的沿海和内陆纵深地区攻击的能力。

美国海军在进入新世纪后继续执行DDG-51型(阿里·伯克级)驱逐舰建造计划,每年平均有三四艘DDG-51ⅡA型驱逐舰建成服役。2001年11月1日美国国防部宣布终止DD-21计划,同时启动DD(X)计划。新的DD(X)计划包括三种舰艇,即驱逐舰DD(X)——执行对陆攻击、反潜和火力支援任务;滨海战斗舰(LCS)——排水量较小,用于近海作战;巡洋舰CG(X)——执行战区导弹防御任务。

欧洲国家海军为了对付未来海战中的饱和攻击,正在大力发展具有较强防空能力的驱逐舰和护卫舰。20世纪80年代由美国发起,北约成员国参加,联合提出了驱逐舰护卫舰更新计划——NFR90项目。后因为各国在作战系统和舰平台的要求等方面不能达成共识,该计划于1990年宣布撤消。随即各国针对其自身海上力量建设考虑,又推出了两个新的合作计划:三国护卫舰合作计划和“地平线”护卫舰计划。三国护卫舰合作计划由荷兰、德国和

西班牙参加,“地平线”计划包括英国、法国和意大利。1999 年英国退出“地平线计划”,独自进行自己的 45 型驱逐舰计划。

三国护卫舰合作计划的着眼点并非建造同一型舰,而侧重于在包括相关的传感器在内的对空作战系统开发方面能获得良好的效费比。在三国护卫舰合作计划中,荷兰的 LCF 防空护卫舰,满载排水量 6 048 t,计划建造 4 艘,首舰“德泽芬普罗温辛”号已于 2002 年 3 月服役;德国的 F124 型,满载排水量 5 600 t,计划建造 4 艘,首舰“萨克森”号也于 2002 年服役;同样拟建造 4 艘的西班牙 F100 型护卫舰,满载排水量 5 800 t,首舰“阿尔瓦罗·德·巴赞”号于 2002 年 9 月服役。

2002 年法、意两国合作启动新的“地平线”计划,开发一种通用型护卫舰,将两国之间的差异限制到最小。新舰的满载排水量为 6 700 t,两国计划各建 2 艘。法国海军计划二艘舰分别于 2006 年底和 2008 年底服役,意大利海军二艘舰拟于 2007 年和 2009 年交付使用。

英国在退出“地平线”护卫舰计划后致力于 45 型驱逐舰的开发工作。45 型驱逐舰被定位为英国海军最大且防空能力最强的驱逐舰,同时又是大型多用途战舰。该舰满载排水量为 7 200 t,采用综合电力推进系统。计划建造 12 艘,首舰“果敢”号拟于 2007 年服役。

日本在 1998 年第 4 艘满载排水量为 9 485 t 的“金刚”级“宙斯盾”驱逐舰“鸟海”号服役后,其 4 个护卫队群(即八·八舰队)的主力战舰已全部提升为万吨级。新造舰计划仍在不断推进,满载排水量为 5 100 t 的“村雨”级多用途驱逐舰 11 艘至 2003 年已全部交付使用。下一步将再建 3 艘“村雨”级改进型,主要是增强防空能力。“村雨”级及其改进型将作为日本海上自卫队进入 21 世纪后的主力现代战舰。

韩国为实现其发展“蓝水海军”战略而实施 KDX 驱逐舰项目。该项目分三个阶段实施,第一阶段是 KDX - I,该型舰满载排水量为 3 900 t,已建成 3 艘并交付使用。第二阶段的 KDX - II 为满载排水量 4 800 t,具备区域防空能力,共建造 6 艘,首舰于 2003 年底服役。7 000 t 级的 KDX - III 将具有全方位作战能力,装载美国的“宙斯盾”系统,共建造 3 艘,首舰于 2003 年动工建造,2008 年服役。

俄罗斯海军由于国力不济使之在 90 年代兵力大衰退。面对 21 世纪各国海洋国家纷纷将安全战略重点转向海洋,俄罗斯制定了“俄罗斯联邦海军战略”,规划未来海军发展的三个阶段。即在 2000 年前,使现有海军力量保持正常状态,为将来发展创造条件;2003 年到 2007 年,努力提高海军在世界各大洋保护俄罗斯利益和安全的能力,维护俄罗斯海洋大国地位;2007 年~2020 年全面更新俄海军武器装备,建设一支新型的现代化海军。

未来的战争是高科技条件下的立体战争,作战范围波及天、空、陆、海、水(太空、空中、陆地、海面、水中)。现代舰艇是这立体战争中的重要基点之一,而驱逐舰和护卫舰又是现代舰艇中的基本力量,是未来海上信息化战场的重要武器平台,各国海军在发展驱逐舰和护卫舰方面都给予了极大的关注。许多中小国家海军也在积极地发展作战能力较强的轻型护卫舰、小型导弹艇等装备,力争对大国海军构成一定的威胁和对抗能力。

1.2 现代舰艇研制过程

1.2.1 研制程序

世界各国舰艇开发的程序有所不同,各研制阶段的名称亦不尽相同,但所涉及的内容

基本相同。我国经多年来的实践,目前已基本上形成适合中国国情的舰艇研制程序。我国舰艇研制一般分为论证阶段、方案阶段、工程研制阶段和设计定型阶段。

在论证阶段,使用部门首先组织对研制项目的战术技术指标进行论证,并初步确定战术技术指标。在主要战术技术指标初步确定后,使用部门即组织进行总体技术方案论证,向使用部门提出初步总体技术方案以及关于研制经费、研制周期、保障条件等预测分析报告。最后,由使用部门根据论证的战术技术指标和初步总体技术方案,进行研制立项综合论证,在研制立项综合论证中确定该型舰艇的作战使命、任务、作战对象、主要战术技术指标、使用要求等。研制立项综合论证经批准后作为舰船开展研制工作的依据,是确定舰艇战术技术性能指标的关键文件。

方案阶段的主要工作是根据批准的研制综合论证报告,进行舰艇研制方案论证、设计和验证,形成研制总要求。研制单位通过方案设计及相关专题的研究,初步确定主要总体性能、总体布置、主要系统和设备配置,以及对系统、设备的性能、功能的要求。

在研制总要求批准后,工程进入研制阶段。舰艇设计单位正式开展设计工作。设计工作依次按初步设计、技术设计、施工图设计(也可称详细设计)三阶段进行。在初步设计和技术设计阶段结束后,使用部门将分别组织设计审查,在设计审查通过后,转入下一阶段的设计工作。

设计单位施工图设计结束所形成的图纸、文件、资料发送至船厂后,各船厂根据各自的生产模式,进行适应性设计,即生产设计,形成施工图纸下发到各车间,供操作人员施工。

舰艇建造完毕经系泊试验、航行试验,最终确认设计、建造满足研制总要求和合同要求后即交付部队使用。

舰艇交付后,由使用部门按专项试验大纲进行专项试验,在对舰艇性能进行全面考核在确认其达到规定的要求后,对该型舰艇做出定型或鉴定结论。

1.2.2 设计过程

舰艇不同于民船,其平台和作战系统所包含的机械、电气、电子、武器、辅助系统不仅数量多,品种繁杂,新研制项目多,而且这些系统设备需要安装在舰体这个相对紧凑的空间内,且舰上的物理环境相对恶劣。因此,要使舰体平台和舰载系统、设备和谐地融合成一个有机的整体,充分发挥舰体平台有效承载能力和电子、武器系统有效作战能力,使全舰成为一个综合性能兼优的全武器系统,这是设计者在整个设计过程中自始至终需要追求的目标和遵循的准则。遵照“设备服从系统,系统服从总体”的原则,不断分析,充分协调,反复权衡,尽力发挥各系统、设备的潜在功能,使全舰的整体作战能力得以充分发挥。鉴于舰艇本身的复杂性和特点,对于舰艇的设计过程必须给予合理的阶段划分,循序渐进,逐步逼近。一个阶段完成后,经过检验,方可进入下一阶段。

(1) 方案设计阶段

在方案阶段,舰船总体设计部门按照用户经论证后提出的新型舰艇研制立项综合论证报告,进行舰船研制方案的论证、设计和验证。通过方案论证、设计,必要的模型试验或模拟试验,以及专项课题研究,初步确定舰船的总体性能、总体布置、主要系统和设备的配置,以及系统、设备的性能、功能要求。在方案设计的同时,总体设计单位还应提出舰船的主要系统、设备清单及研制要求。

在方案设计的基础上,开始编制研制总要求。编制研制总要求的基本条件是研制方案

切实可行;关键技术已经解决或已找到可靠的技术途径;保障条件已基本落实。研制总要求编制完成后就报相关使用部门审批。

(2) 初步设计阶段

初步设计是在方案设计的基础上,根据用户提出的“研制总要求”,对方案设计进行深化,提出舰船设计所采取的各种技术措施,对舰船的性能做进一步的确定,提出为证实这些性能得以实现而进行的各种计算(估算)、试验结果以及图样和其他资料。初步设计完成后,由使用部门对提交的初步设计图样,技术文件进行审查,审查通过后,可转入下一设计阶段,即技术设计阶段。

在初步设计阶段要确定的舰艇要素有主要尺度、船型、排水量、总布置、基本结构型式和尺寸、电子武器装备系统、主要机电设备等。

(3) 技术设计阶段

技术设计是依据初步设计阶段所选定的总体方案再做进一步的深入设计工作。初步设计所确定的总体方案只是对舰船的总体概貌做出了描述和规定,而通过技术设计,是要把舰艇本身这个大武器系统以及它所包含的各个系统和主要设备的技术状态给出明确的肯定。因此,在这一设计阶段中,要进行大量复杂、细致的协调工作,以解决好各专业之间的所有技术问题,固化全舰的技术状态。

技术设计是设计阶段中非常关键的一个阶段,全舰及各系统(分系统)、设备的主要技术性能指标的实现,通过技术设计得以解决。也就是说通过技术设计,一条具有什么样的航海性能和作战能力的舰艇的整体图像就展现在人们眼前。

在技术设计阶段,还要由总体设计单位负责编制全舰技术规格书,作为舰船检验交付的依据。技术设计结束后,将技术设计图样和技术文件送交使用部门审图机构审核,审核批准后,转入下一阶段的设计,即施工图设计。

(4) 施工图设计阶段

施工图设计也可称详细设计,是根据研制总要求和审核后的技术设计来进行的。施工图设计实际上是规划如何造船的问题,因此,它要通过施工图设计把船厂在造船过程中所需要的各类图纸和技术文件有机地组织好,以便船厂有效地组织生产。在施工图设计过程中,必须严格地控制舰船、系统、设备的技术状态,如果确需进行更改,则必须严格按照规定的程序履行报批手续。

(5) 生产设计

总体设计单位在完成了施工图设计后,把施工图设计图样和技术文件发至船厂,各船厂根据自身的条件、管理模式等进行生产设计。生产设计是船厂按照建造技术、设备状况、工艺流程、生产组织等,根据施工图设计结果绘制施工图纸,编制施工工艺和规程等文件。生产设计的内容要求详细,便于工人直接作为依据进行施工。在目前计算机辅助设计已广泛实施的情况下,生产设计相当于在计算机上模拟船舶建造的全过程。

(6) 完工文件的编制

舰艇在施工建造过程中,常常会对原设计做一些更改,使舰艇建成后,实际情况同原设计相比不可避免地会有所出入。如布置的局部变动,设备型号或数量的更改,材料的代用等。新舰建造完成后通过系泊试验、航行试验以及实舰专项测试也会对有关的设计和计算做出相应的修改和完善。所有这些修改都必须根据交船前的实际情况完整地反映到相应的图纸和技术文件中。所以完工文件的编制实际上是舰艇设计过程中的最后一个环节,

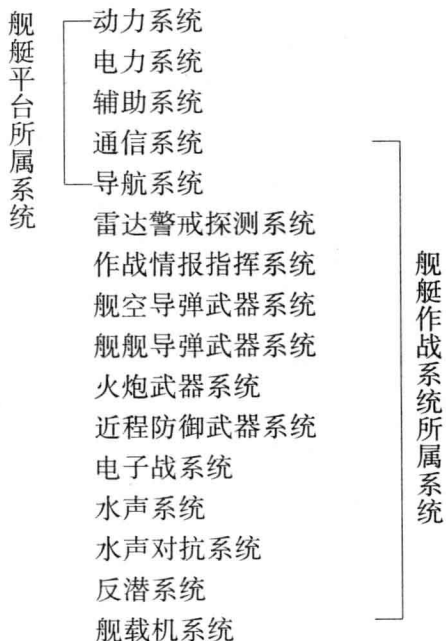
也可称为完工设计。

完工文件还包括航行需要的和系统(设备)操作所需的相关使用手册。它是一套随舰交付的文件,作为今后舰艇服役期间使用、保养、维修以及日后现代化改装的重要依据。

1.3 现代舰艇的舰载系统

现代舰艇本身是一个多专业、多学科的综合集成体,是一个极为复杂的、有许多相互作用和相互依赖的系统结合而成,具有特定功能的有机整体,或者说是一个大系统。水面舰艇这个复杂的大系统原则上可分为舰体平台及其有效载荷——作战系统两大部分。舰体平台承载和输送舰载武器系统,并提供一个稳定和机动的平台,以及必不可少的辅助保障功能,而舰载武器系统依托舰体平台的支持,在全舰作战系统的协调指挥下和舰体机动的保障下,充分发挥武器的打击和防御功能。

关于舰艇内的系统分类,各国按其习惯的不同而有差异。以下介绍较为典型的分类方式,主要分为舰艇平台所属系统和作战系统所属系统两大部分。



舰船辅助系统包含的内容较为广泛,包括有通风系统、空调系统、消防系统、日用水系统、舱底水系统、燃油系统、滑油系统、舵系统、救生系统、海上补给接收系统、直升机舰面系统等。

1.4 现代舰艇的作战能力

现代舰艇是海洋环境下作战的武器装备,它通过舰体平台及舰载电子、武器系统的有机配合,构成一个完整的全武器系统,充分发挥其海战中的作战能力。

1.4.1 舰艇的作战能力

舰艇的作战能力是指舰艇在具体的作战条件下,并在规定的时间内完成战斗任务的能力的综合反映和量度,不涉及作战背景、战术应用、人员素质和心理状态等可变因素。作战能力一般可采用舰艇作战系统对空作战能力、对海(岸)作战能力、对潜作战能力等方面的单项作战力来描述,也可将其综合起来描述,如综合作战能力、协调作战能力、特种作战能力等。作战系统的作战能力可通过量化指标来衡量,量化方法有很多种,常用的为三类:统计试验法,专家评估法,综合指数法。其中综合指数法较为流行,它是以舰载武器系统的性能指标为基础,借助于模糊数学、计算机模拟和专家评估的综合应用,以求得作战能力的量化值。

(1) 对空作战能力

对空作战的武器装备包括有舰空导弹武器系统、火炮武器系统、近程防御武器系统和电子干扰系统。要求舰艇具备对空中目标的拦截能力和对来袭导弹的电子干扰能力。对空中目标拦截能力的要求包括对来袭空中目标的拦截距离和高低覆盖范围应满足对空防御的战术要求;对空作战武器通道数、反应时间、作战持续力均需满足舰艇对空作战需求。

舰艇还通过其雷达干扰、光电干扰能力,以降低来袭导弹的命中率。雷达干扰能力包括雷达侦察、威胁告警和干扰(有源干扰和无源干扰)功能。

(2) 对海(岸)作战能力

舰艇对海(岸)的打击能力主要依靠舰(岸)导弹、舰炮、鱼雷、水雷以及舰载直升机及其机载武器。

对导弹和舰炮,其对目标的攻击射界、射程、作战持续力、武器通道数、单发命中概率、反应时间都应满足对海(岸)攻击的战术要求。舰艇导弹单发命中概率应能保证对海(岸)目标攻击精确性的作战需求。

舰载直升机可完成对海目标的控制,对已分配的打击目标进行超视距目标指示。舰载直升机机载武器主要由空舰导弹、鱼雷、激光炸弹等实施对海面目标的打击。

(3) 对潜作战能力

现代舰艇的对潜作战依靠鱼雷、深弹等武器实施对水下目标的打击和防御能力,同时利用水声干扰能力对来袭鱼雷进行防御。

舰载火箭助飞鱼雷主要用于中程反潜需求,而管装鱼雷主要用近程反潜。反潜作战的深度范围一般不大于 270 m。

舰载直升机反潜是由直升机通过吊放式声呐测得敌潜艇位置,或通过舰机通信由舰载作战指挥系统提供敌潜艇位置,再由直升机载鱼雷或深弹实施对潜作战。

(4) 其他作战能力

①综合作战能力 由二种或二种以上的舰载武器组合,形成多目标、多方位、多批次的对各种典型目标的打击和防御能力。在舰艇上一般具有对空作战武器通道、对海(岸)作战武器通道、对潜作战武器通道、电子战武器通道等,通过作战指挥系统的组合,可同时对空中、海面、陆上、水下目标进行攻击。

②协同作战能力 包括舰的编队指挥能力、舰舰协同作战能力、舰机协同作战能力、舰潜协同作战能力等。

1.4.2 舰艇平台特性

舰艇作为一个海上浮动建筑物,在海洋这一特定环境下,在航行过程中不断受到风力、海浪、洋流等自然界外力的作用;在作战环境下,还要受到各种武器的外力攻击。一个优良的、稳定的、可靠的舰体平台将为全舰作战能力的发挥提供很好的基础。

为适应舰艇远洋航行和作战需求,舰艇必须具有良好的适航性。适航性是指保证舰艇安全航行的能力,除包括应具备的各项性能(如耐波性、操纵性、快速性等)外,并在稳性、抗沉性、船体结构、各种设备、燃料、给养等方面应符合法定的要求。良好的适航性对保证舰载电子、武器、机电装备在海上有效地发挥作用及舰员操作环境的改善起着极为重要的作用。

在设计中要确保舰艇在高海况下安全航行,在中等海况下舰的运动响应值尽可能地小,以确保舰载电子、武器装备正常地使用,亦即舰艇应具有良好的耐波性。耐波性是指舰艇在波浪中的运动性能和失速性能以及为人员与舰上各系统、装备提供良好的船体运动环境条件的能力,主要包括舰艇的摇荡、砰击、上浪、飞车、失速等内容。因此,用户将根据研制需求,对舰艇的耐波性提出在规定的海况下的舰体运动响应限值,以保证舰载系统和设备的正常作业。如用户对舰艇的运动响应限值无特定的要求时,则现代舰艇在海区进行各项作业时舰体运动要素的限制要求可按规范规定的值进行耐波性设计。

在舰艇的各个设计阶段中都应对舰艇的耐波性进行理论预报和实验预报。结合舰艇活动海区的风浪资料来分析舰艇的运动响应特性,得出在不同浪高、浪向、航速组合下的舰艇主要运动响应值(纵摇、横摇、升沉、垂向加速度)。这一系列数据既用作对舰艇的耐波性评价,同时作为舰载系统、设备装舰环境设计的依据。为了更好地改善舰艇的耐波性,现代水面舰艇一般都装有减摇鳍装置,以减小高海情下的舰艇运动响应幅值,从而为舰载系统、设备、人员提供更好的海上环境。

现代舰艇在攻击和防御过程中,舰长总是要及时地机动舰艇,以使舰艇处于最佳的位置和航向,从而使舰载武器系统更有效地发挥作用,并使本舰处于最佳防御位置。因此,优良的机动能力对舰艇来说是一个重要的性能指标。

现代舰艇除具备基本操纵性能外,还必须有良好的应急操纵性能。当桨、舵局部受损时,应具有一定的保持和改变航向的能力等。

1.4.3 舰艇作战系统

作战系统(Combat System)定义为:军用平台上用于执行警戒、跟踪、目标识别、数据处理、威胁估计及控制武器完成对敌作战功能的各要素及人员的综合体。

作战系统是以指挥控制系统为核心,同舰载的各类探测设备,软、硬武器,通信,导航,舰载机等设备或系统组合而成。指挥控制系统不但是作战系统的中心,也是作战系统软件的主要运行环境与载体。指挥控制系统由作战指挥系统和火力控制系统所组成。

作战指挥系统是依照预先给定的作战原则,拟定作战方案、分配武器和给出目标指示的数据处理系统。它的主要使命任务是对收集的情报进行处理和融合,显示战场态势图像和目标的必要数据,协助指挥员迅速决策和提供人工和自动的作战指挥手段。而火力控制系统(简称为火控系统)的主要功能是控制武器装备实施对目标进行攻击。系统包括目标

探测装置,火力控制计算机,接口设备和系统控制台。这二个系统都应由设备、软件 and 人员三部分组成。

(1) 作战系统的使命

- ①探测监视作战环境,综合显示战区敌我态势,辅助决策;
- ②提供全舰作战指挥能力;
- ③组织与控制全舰各武器系统进行有效的攻防;
- ④对带有舰载机的舰艇,引导舰载机作战;
- ⑤与友邻(编队内其他舰艇、飞机)及岸基指挥所交换战术信息。

(2) 作战系统的主要功能

- ①操控雷达、声呐等警戒探测设备及时发现空中、海面及水下目标;
- ②对所获取的目标信息作综合处理、信息融合/相关、建立航迹;
- ③对目标进行敌我识别、威胁判断,形成战区敌我态势显示;
- ④进行战术分析计算,提出交战预案,辅助指挥员战斗决策;
- ⑤自动/人工作出目标指示、组织武器通道、火控解算;操控软、硬武器对目标实施攻击;

⑥利用对外通信(包括数据链)建立与友邻(舰艇、飞机、岸基)的指挥联络及情报交换;通过内部通信建立本舰各战位的指挥联络;

- ⑦能进行故障诊断,定位与检测,以及训练模拟。

(3) 作战系统反应时间

作战系统反应时间是指从探测器捕获目标起一直到武器拦截目标为止所需的时间。它是反映作战系统作战能力的最主要的指标之一。

具体的反应时间可按不同作战方式或武器通道来描述,如对空作战反应时间,对海作战反应时间,反潜作战反应时间,电子对抗反应时间,舰空导弹武器系统反应时间、近程防御武器系统反应时间等。

(4) 作战系统的体系结构

作战系统体系结构主要描述了作战系统在运行中所要完成的功能和这些功能之间的相互作用,它是建立于交战过程概念的基础上。作战系统体系结构的发展趋势是建立分布式处理结构。分布式处理结构作战系统的特征是各处理单元实现物理上、功能上和控制上的分布,模块化,开放性,独立性,并行性,容错性和可扩展性。

计算机网络是实现作战系统分布式结构体系的基础。各传感器、显控台、武备等作为节点挂在计算机网络上,通过计算机软、硬件实现功能上分布、物理上分布和控制上分布,构成分布式作战系统。军用标准网络(如 1553B, UDICON, SDMS, SHIPPADS)其专用性强,开发成本过高,开发周期长,效费比较低。随着商用网络技术性能的不提高,价格不断下降,较好的商用网络技术能满足军用要求,故各国海军舰艇作战系统的计算机网络大都采用商用网络技术,最常用的有以太网、FDDI 网、令牌环网。