

# 实用军舰建造



国防工业出版社

# 实用军舰建造

〔英〕 R.N. 牛 顿 编 著

《实用军舰建造》译校组 译校

国防工业出版社

## 内 容 简 介

全书共分六个部分，第一部分为概论，其余五个部分分别介绍军舰的结构、建造过程、军舰的系统和设备、潜艇以及特种舰船（航空母舰、两栖攻击舰和扫雷艇等）。

本书可供舰船设计和建造部门的工人和技术人员及有关院校师生参考。

Practical Construction of Warships

R. N. Newton

William Clowes and Sons,  
Limited, London and Beccles

\*

### 实用军舰建造

〔英〕 R. N. 牛 顿 编著

《实用军舰建造》译校组 译校

\*

国防工业出版社 出版

北京市书刊出版业营业许可登记证出字第074号

国防工业出版社印刷厂印装 内部发行

\*

850×1168<sup>1</sup>/<sub>32</sub> 印张 16 404 千字

1976年2月第一版 1976年2月第一次印刷 印数：0,001—3,000册

统一书号：N15034·1445 定价：2.00元

## 译者的话

本书是关于现代军用舰艇建造方面的基本读物。从它自1941年以来多次重印和再版的情况来看，它在国外享有一定的权威。本书的基本特点是，对于从提出舰艇方案直到试航验收这一整个过程，作了比较全面地说明，其中既包括各类舰艇设计建造中的一般问题和一般作法，也包括像计划管理方面的网络分析技术、比例放样、分段工艺等现在正在广泛应用的比较新的技术；特别是对于各类舰艇的结构特点作了详尽地论述。另一方面，本书所讲的内容，在技术上大致反映了英美等资本主义国家的情况，在某些方面有别于苏联等国家的情况；这对于扩大我们的眼界，贯彻“洋为中用”的方针，吸取一些有益的东西为我所用，发展我们自己的海军舰艇，是颇有裨益的。

诚然，本书是在资本主义国家出版的，不可能没有糟粕和不适用的地方，在技术上也不可能是完美无缺的。有些地方，如原序的最后一段已经删去了，其它如第一篇第7章关于投标的一节及有关字句等，我们认为应删节为妥，但考虑到作为内部读物，为了本书的完整性，在适当作些说明的情况下也可予以保留，因此未作更动。至于个别技术上文字上的问题，我们酌加了少量译注，供阅读时参考。另外，本书附图原无图号，为便于阅读，我们统一编了图号，图名及文中有关字句也作了相应的改动。

译者外文和专业水平都很有限，加以时间仓猝，又缺乏经验，译文错误和不当之处，请工农兵和其他读者批评指正。

## 第三版序

自一九五五年本书第二版出版以来，军用舰艇在设计原理和建造技术上，已发生了很大的变化。作为结构构件连接方式的铆接，已被焊接所取代，这不仅大大影响了结构构件的型式、尺寸和布置，而且也影响了结构构件的装配方法，由此引起了几乎普遍采用分段工艺的结果。

为了使舰艇在广泛的天候条件和准备状态下具有最大的战斗力，舰艇的适居性，特别是住舱和工作舱室空气调节的必要性，已成为重要的因素。

随着导弹的引入和用作为主要武备，火炮退居次要地位，因而需要许多复杂的控制系统和雷达设备，就使得舾装过程更为复杂化了。

设计和建造一艘非常复杂的舰艇，有一项重要的条件，就是需要采用现代计划方法。必要的材料和设备的取得，船体的装配和舾装，装置和系统的试验，以及最后包括各种使用条件的试航，都要纳入合乎逻辑和实际的程序，以求在最短的时间内获得有效的最终结果。因此，建议读者在阅读其他篇章之前，先读一下第一篇内关于“舰艇设计和建造工序”以及“网络分析”两章，以便获得全部计划工作方面的大致概念。

焊接结构的分段制造，使本书关于诸如龙骨、构架、纵向构件、舱壁、甲板等等结构构件的各章，不可能或难于象第一版和第二版那样，按照在船上装配的先后顺序进行编排。同样，船体建造中的工艺过程，如板材的成型和肋骨的弯制，也无法遵循任何严格的顺序，因为这些工艺过程本身都属于分段制造过程中的项目。因此，本书有必要对某些部分进行重新编排。第二篇专以

说明成船上的主要结构构件，第三篇是有选择地叙述个别焊接分段或成船建造中较重要的过程。

当然，要在这样一本书里，即使是简要地把全部技术和工艺过程都包括进去，是不可能的。要把最新发表的不断发展着的设计和生产技术充分反映出来，也是同样不可能的。尽管如此，这次新版仍希望达到原来的目的：帮助大学生读者掌握主要原理，对有一定经验的读者也能有某些参考价值。

本修订版所述系统的设计和构造原理所依据的基本理论，见于 K.J. 罗森和 E.C. 塔珀所著《船舶基础理论》(Basic Ship Theory) 一书，应该大力推荐读者获得这本书。例如结构构件的选择和配置理论，空调系统中的热负荷和装置能量的估算，以及流体系统动力学，该书都有论述，并提供有典型计算实例。

# 目 录

引言 .....	9
第一篇 概论 .....	17
第 1 章 船厂布置和设备 .....	17
第 2 章 船台 .....	25
第 3 章 下水布置 .....	35
第 4 章 干坞 .....	49
第 5 章 浮坞 .....	58
第 6 章 坞闸 .....	62
第 7 章 舰艇设计和建造工序 .....	68
第 8 章 计划和时间表的制订; 网络分析 .....	78
第 9 章 材料及其性能、用途和处理 .....	88
第二篇 结构 .....	103
第 10 章 构架 .....	103
第 11 章 外底板 .....	111
第 12 章 内底板 .....	113
第 13 章 甲板 .....	115
第 14 章 舱壁 .....	121
第 15 章 横梁、肘板和支柱 .....	125
第 16 章 机座 .....	129
第 17 章 水密分舱 .....	134
第 18 章 水密门、水密舱口及其他 .....	139
第 19 章 艏柱和艉材 .....	148
第 20 章 螺旋桨轴支撑布置 .....	152
第 21 章 武器和指挥仪的支撑结构 .....	158
第 22 章 上层建筑 .....	161
第 23 章 舳龙骨和边坐坞龙骨 .....	163

第三篇	建造方法 .....	169
第24章	金属电弧焊 .....	169
第25章	全焊接结构的分段建造法 .....	204
第26章	板的展开、划线和模制 .....	215
第27章	适于自动切割机的比例放样 .....	230
第28章	有曲率的板和肋骨的成型 .....	233
第29章	焊接分段的制造过程 .....	244
第30章	轴中心线的对准 .....	248
第31章	舱室试验 .....	251
第32章	建造过程中形状的保持 .....	255
第33章	环形舱壁结构的制造和武器基座的加工 .....	264
第34章	船体挠曲 .....	270
第35章	船体结构的防护 .....	273
第四篇	舾装、船舶系统和设备 .....	283
第36章	主机和辅机 .....	283
第37章	推进器 .....	292
第38章	海水系统 .....	296
第39章	海水设施 .....	315
第40章	淡水系统 .....	321
第41章	燃油注入系统 .....	325
第42章	空气调节和通风 .....	331
第43章	烟囱烟道 .....	349
第44章	消防 .....	352
第45章	操舵装置 .....	365
第46章	舵 .....	369
第47章	海上补给 .....	374
第48章	锚和锚链装置 .....	383
第49章	绞盘装置 .....	390
第50章	住舱设备、餐厅布置和舰上医务室 .....	395
第51章	食物和备品的贮存 .....	404
第52章	桅杆和补助圆材 .....	408
第53章	舰用小艇及其存放和起吊装置 .....	414



<b>第五篇</b>	<b>潜艇</b>	<b>433</b>
第54章	概述	433
第55章	耐压壳体	441
第56章	外部结构	445
第57章	艇体的分段建造	452
第58章	水密分舱	456
第59章	通风和空气调节	458
第60章	遥控系统	469
第61章	潜望镜升降装置	473
第62章	疏水和纵倾平衡系统	475
第63章	高压和低压空气系统	478
<b>第六篇</b>	<b>特种舰艇</b>	<b>483</b>
第64章	航空母舰	483
第65章	攻击舰和登陆艇	493
第66章	扫雷艇	499

# 引 言

现代舰船结构的绝大部分都是由钢板、型钢和组合型材通过各种方法互相连接而成的，用来为各个部位提供足够的强度，以承受各种使用状态下作用在船体上的力。在进行研究为达到这个目的而使用的各种方法之前，对于结构的总的布置，以及它所起到的作用，首先要有广泛的了解。不仅要局部地考虑结构的某几个部分，同时也要把舰船本身作为一个整体来进行研究。

对于一艘建成的船，在任何天候条件下都要求能在稳定的状态下浮动，并能承受各种载荷状态下剧烈的应变。稳性问题已在理论上作了充分的研究，这里只需指出，军舰的设计应具有足够的稳性，保证舰艇在任何天候条件下都完全安全，并保留一定的安全余量，以防敌人攻击的可能影响。

第二点要求，即抗应变作用的强度，在理论上也已有充分的论述，这里仅作简要的说明。

可以把在海上的一艘军舰视为一根变截面的梁，单位长度内的荷重，如燃油、炮座、弹药和备品，在数量上和位置上，都依舰种和使用状态的不同而改变。舰艇由浮力支持着，而浮力的分布则依波浪的形成和舰艇在波浪中的相对位置而经常变化。海浪是不规则的，对舰船结构在波浪上的特性进行充分的研究，也包括对复杂的动力状态的研究和理解。然而，通常可假定舰船平衡于等于其本身长度的一波浪的波峰上或波谷中的简单静力状态。前者谓之“中拱”，相似于一根中点支撑、两端受载的梁，舦部的浮力超过重力，两端的重力超过浮力，因此船弯成一凸起的曲线形。在波谷中时，两端浮力超过重力，舦部重力超过浮力。这种状态谓之“中垂”，相似于两端受支撑、中部受载的梁。

这样的计算结果表明，最大弯矩多半发生在艏部附近，最大剪力发生在距两端四分之一船长处。就船的任何一个横剖面而论，最大正应力发生在离中和轴最远的纵向构件上。舰船的每一横剖面上的中和轴通过组成该剖面的材料的重心，通常大约位于半船深处。因此，最高连续甲板或“强力甲板”，两舷最高一列外板——即“舷缘列板”，竖龙骨，平板龙骨，外底与内底的最低列板，以及平底船上底部的纵桁，这些构件总是比剖面上其他强力构件来得厚些。那些为保护机舱、弹药和军火库而设计的纵向舱壁的厚度，是不受这个一般原则约束的；然而这些舱壁对纵向强度有很重要的影响，因此在设计中它们起着双重作用。

船体结构作为一个整体而言，其弯矩向两端逐渐减小，一般地讲，纵向结构的强度随着远离艏部而减小。应力是根据舰船的几个典型剖面进行计算的。如果与其他舰船比较，发现应力太高，就需要增加提供强度的主要构件的厚度。在进行这样的纵向强度计算时，仅能计入那些在船的长度上占有相当部分的连续构件。实际纵向挠曲是相当可观的，在全长可达几吋之多，不过，这仍在弹性变形极限范围以内。

纵向应力在剖面的转角处为最大，因此，舷缘列板和甲板最外边的列板，即甲板边板，应做得较其相邻的列板厚些。

鉴定结构抗纵向弯曲的能力，要把假定船处在上述两种情况下按最大负载计算所得的应力，与以往成功的舰船的应力进行比较。

较严重的剪应力发生在距艏艉两端约四分之一船长处剖面的中和轴附近。对于在这个部位的各种构件的连接，应该妥善设计，以保证它们能够充分发挥其作用。当舰船产生横摇时，就会产生扭变，改变船的横剖面形状。这种扭变是由于横舱壁和横梁与肋骨间的连接件来承受的。

另外两个使舰船结构产生变形的情况，即下水和进坞，也很重要，应该专门加以考虑。在下水过程中，船体结构所受的支

撑力的分布发生变化，因此需要有临时的内部加强，以防止下水过程中受力最大的部位可能产生过大的应变。当船坐坞时，悬于坞墩外的那部分船体重量使甲板受到张力。为减少可能发生的变形，坞水排除后，要在底部和两侧适当加些支撑材。后面几章将对这两种情况详加论述。

在结构的某些部位需要附加强度时，要作局部的考虑。艏部外板承受拍击作用，也就是由于海浪的冲击造成的交变状况。为了承受这种外力作用，外板和舷边构架要进行加强，特别是离艏端五分之一船长处，即一般所谓的“砰击区”。

为了支持象炮座、主机、锅炉等很重的集中载荷，以及承受由于火炮发射和螺旋桨推力所引起的应力，需要采用十分坚固的构架。对于军舰的强度，没有一个固定的规范可作依据，它的结构的每一部分都要从好几种观点加以考虑。

结构的布置应使强度不产生突变，否则将导致应力集中和严重的局部应变。后面几章将要说明，例如为避免这种不连续现象，各种纵向桁材在其终断处应如何逐渐削斜，以及甲板上的开口应如何加强。

在军舰的设计中，有很多方面是有别于商船的。为了加进诸如战斗装备、火炮和弹药等项目，以及尽可能地为较重要的项目提供防护设备，舱室的布置就必然有所不同。水密分舱需要较高的标准，以便一旦因受炮击、水下爆炸和空中攻击而造成破损时，能有一定的安全余量。比较一下两者的构造，除了原则问题，例如铆接和焊接程序，保证水密的方法，以及各种机电设备的原则之外，军舰和民船可以是一式的。

为了给经验较少的读者们说明结构的布置，下面给有图解式的略图，表明结构的主要强力构件。这种图形的目的，不过是说明结构主要构件的位置，实际上并不能反映某一类舰艇结构的布置。图中说明横梁和纵桁的两种布置形式。一种是横梁比纵桁深，纵桁穿过横梁上的开槽；另一种情况正相反。这并不是说，任何

甲板可任意选用其中一种形式，在舰艇上要从一些局部因素的考虑来决定。图中所示为两层甲板，但根据舰上的位置和舰种的不同，可以多于或少于二层甲板。例如驱逐舰，机舱以上仅有一层甲板，而在大型军舰上可能有二层或三层。上层建筑和桥楼的甲板在图上没有表示出来，因为这些甲板的设计一般并不提供结构强度。

为了有效地利用篇幅和只需要强调结构的主要原则，本书提供的附图并不试图满足（英国）国防设计条令 33A 的要求，如三面投影、图面深度和缩尺的精确性。但附图还是符合造船制图的一般惯例的。例如一块板的端视图，在不需表明其详细尺度时，则以一直线表示。型材的端视图就以其一般外形表示，如 T 形材就用 T 表示。这两种情况下，尺寸都不是精确的。

板的厚度用  $t$  表示，组合桁材用腹板和面板的尺寸和厚度表示。轧制钢材，如 L 形材，C 形材，I 形材和 T 形材，用翼板宽  $\times$  腹板深  $\times$  每呎长度的重量（磅）表示。在现代全焊接舰艇上，已广泛采用特长 T 形材。

分析研究一下各种主要舰种的舦剖面，可以看到，为满足上面提到的要求，它们的结构布置有较大的区别。和其他舰种比较，航空母舰具有近似矩形的舦剖面，为防御炮弹和炸弹的攻击，装有重装甲；为减少进坞时产生横向应变，还设有边坐坞龙骨。

巡洋舰、导弹驱逐舰和护卫舰，具有较圆形的舦剖面，后两种军舰的舦部还有很长一段升高体。这几种型式的现代军舰为达到高速，都具有方形船舦。

大型军舰有好几层甲板和许多舱壁，但各种舰艇的甲板间高度大致都是相同的。

结构各部分的尺度和舰的大小大致相当，但连接的方式都是相似的。

大型军舰都有一层内壳，谓之内底，它和外底围成一空间，即双层底。此一空间被纵向和横向的板材构件分隔成许多小舱，用来贮藏燃油和备用给水，在因搁浅或水下爆炸发生海损时，也能

起到保护作用。小型舰艇可利用的深度不允许采用双层底结构。

横梁在横向上支持甲板，并将两舷肋骨牢固地连接在一起。横梁可以选用简单型材或组合型材，其深度和尺寸根据所承受的载荷而定。双底以外的横向肋骨和纵桁的情况与此相类似。

航空母舰的主机舱两侧设有深纵舱壁，用以提供很大的纵向强度，并将机舱与舷侧燃油舱和水密舱隔开，同时还用于水下防护。

在结构的总布置中，还包括支柱。支柱协助横梁和甲板纵桁支撑特殊的重负荷，并传递火炮发射时的后座力。

### 换算因子

被乘数 (英制单位)	换算因子	所得值 (公制单位)
Btu	107.6	公斤-米(kg. m)
	0.252	千卡
Btu/小时	$3.93 \times 10^{-4}$	马力(HP)
每日冰吨	50.4	千卡/分钟
立方呎(ft <sup>3</sup> )	0.0283	立方米(m <sup>3</sup> )
呎(ft)	0.3048	米(m)
每分钟呎(fpm或ft/min)	0.00508	每秒米(m/s)
呎-磅	0.1383	公斤-米(kg. m)
吋(in)	2.54	厘米(cm)
磅(lb)	0.4536	公斤(kg)
每呎磅(lb/ft)	1.488	每米公斤(kg/m)
每平方呎磅(lb/ft <sup>2</sup> )	4.882	每平方米公斤(kg/m <sup>2</sup> )
每平方吋磅(lb/in <sup>2</sup> 或psi)	0.0703	每平方厘米公斤(kg/cm <sup>2</sup> )
每立方呎磅(lb/ft <sup>3</sup> )	16.018	每立方米公斤(kg/m <sup>3</sup> )
平方呎(ft <sup>2</sup> )	0.0929	平方米(m <sup>2</sup> )
平方吋(in <sup>2</sup> )	6.452	平方厘米(cm <sup>2</sup> )
每小时吨(ton/hr)	16.93	每分钟公斤(kg/min)
水压头呎(ft)	304.8	每平方米公斤(kg/m <sup>2</sup> )
T°华氏(T°F)	=	(T-32)5/9°摄氏(T°C)

本书各章的附图，虽然一般讲是按比例绘制的，但在尺度上是不精确的。在每个题目的正文后，紧跟着该题目的附图。为了叙述的清楚起见，在正文中，结构尺度都尽可能省略了。在必要的地方对选用原则所依据的理由作了说明。

舰船产生的应变在海浪中的纵向弯曲

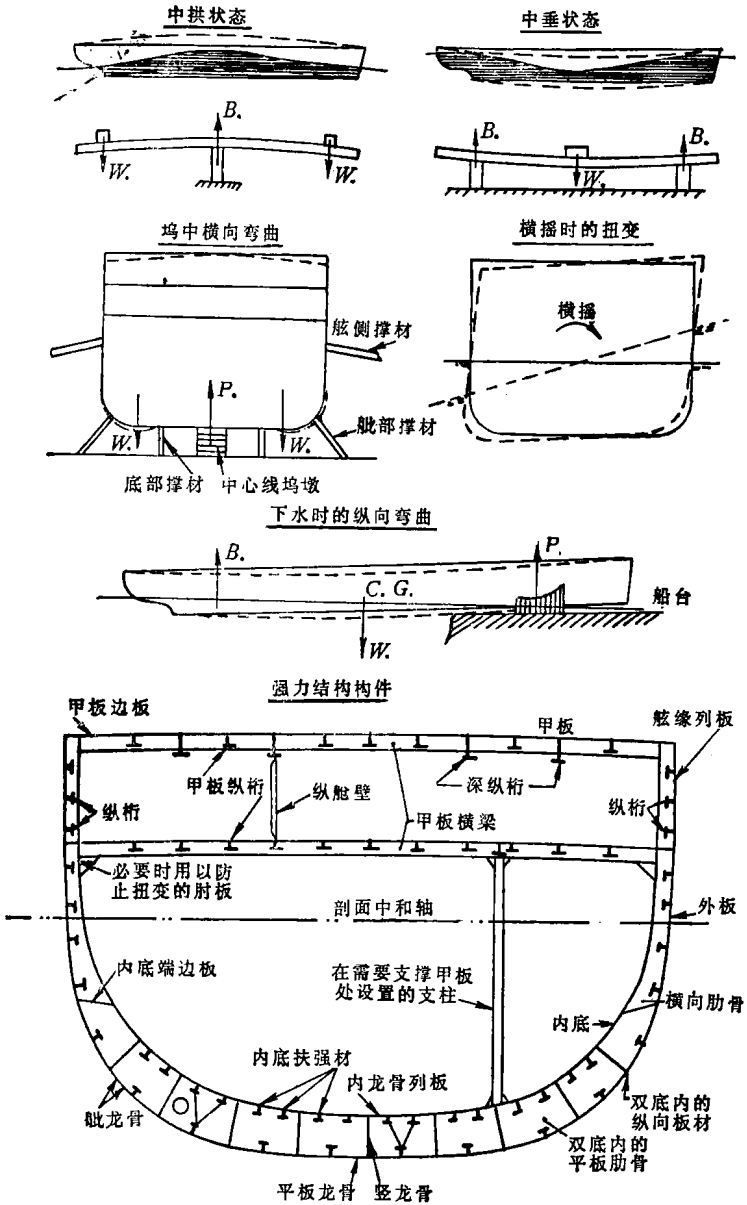
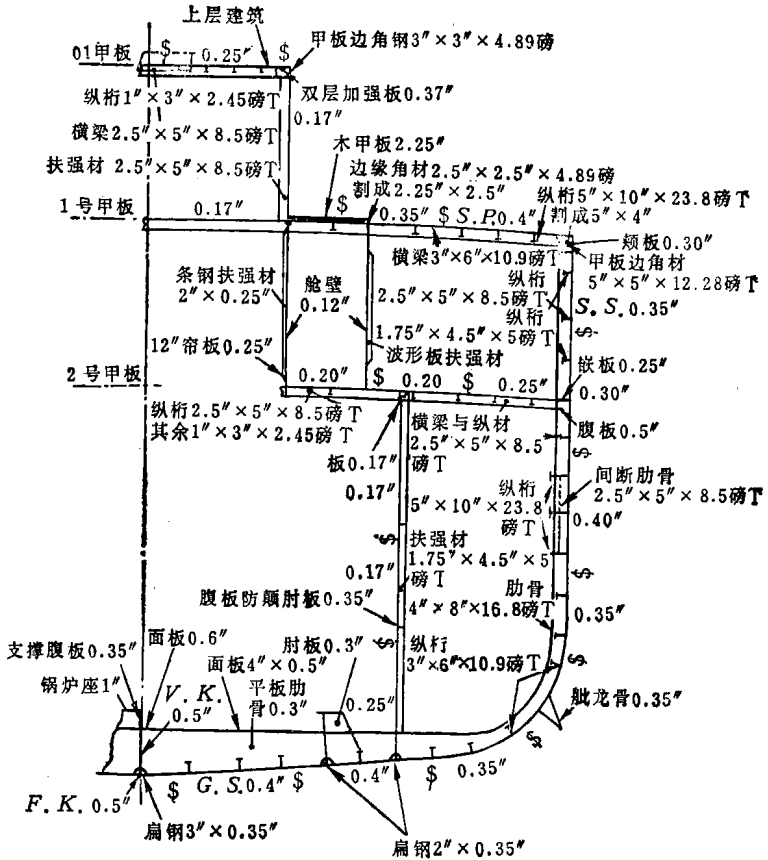


图1 船体弯曲和强力结构构件



- 符号
- S.S. 舷缘列板
  - S.P. 甲板边板
  - G.S. 内龙骨列板
  - V.K. 竖龙骨
  - F.K. 平板龙骨
  - \$ 板接缝

图 2 护卫舰舭剖面



