

中等水产学校試用教科书

漁船结构与原理

山东水产学院 合編
集美水产专科学校

漁撈、輪机专业用

农业出版社

中等水产学校試用教科书

漁 船 結 构 与 原 理

山东水产学院
集美水产专科学校 合編

漁 撈、輪 机 专 业 用

农 业 出 版 社

編 者 山东水产学院 郁振昌
集美水产专科学校 林斯穎
审查單位 水产部中等专业学校教材編审工作組

中等水产学校試用教科書

漁船結構与原理

山东水产学院合編
集美水产专科学校

农业出版社出版

北京西总布胡同七号

(北京市书刊出版业营业許可証出字第106号)

新华书店上海发行所发行 各地新华书店經售

大众文化印刷厂印刷裝訂

統一書号 15144.224

1961年8月上海制型

开本 787×1092 毫米
三十二分之一

1961年8月初版

字数 271千字

1961年8月上海第一次印刷

印张 十一又八分之三

印数 1—2,070 册

定价 (7) 九角五分

目 录

緒論	1
----	---

第一篇 漁船結構

第一章 木质漁船結構	21
第一节 木质漁船建造材料、連接法与捻縫	21
第二节 木质漁船各主要部分的名称与作用	38
第三节 縱向骨架	41
第四节 橫向骨架	45
第五节 甲板及甲板構架	49
第六节 船壳板	53
第七节 艏部的結構	56
第八节 艙部結構	59
第九节 駕駛室与桥楼的結構	62
第二章 鋼质漁船的結構	66
第一节 鋼质漁船結構的用材与連接法与捻縫	66
第二节 單层底結構	78
第三节 双层底結構	86
第四节 艏部結構	91
第五节 艙部結構	93
第六节 甲板部結構	95
第七节 艙壁結構	99
第八节 舷側結構	103
第九节 船壳板	106
第三章 漁船的設備	111

第一节	錨和系泊設備	111
第二节	操舵設備	123
第三节	起重裝卸設備	132
第四节	艇及救生設備	137
第五节	漁撈設備	143
第六节	漁船魚艙的絕緣裝置	149
第七节	艀軸与螺旋槳的裝置	156
第四章	漁船系統	162
第一节	船底压載系統	162
第二节	消防系統	167
第三节	供水系統	169
第四节	甲板排水疏水系統	171
第五节	暖气及通风系統	173
第六节	測量、空气、注入系統	175
第七节	傳声、速力通訊及气笛系統	177
第五章	漁船的維護与修理	180
第一节	船舶材料的腐蝕	180
第二节	漁船的維護	182
第三节	漁船的修理	187
第四节	进塢与下水	189
第二篇 船舶原理		
第六章	船舶的几何形状	197
第一节	綫型图	197
第二节	船舶的主要尺度、比值及其肥瘠系数	203
第七章	船体的近似算法	208
第一节	梯形法	208
第二节	应用梯形法繪制积分曲綫	212
第三节	几何图形的面积重心坐标計算	216
第四节	横剖面及水綫面面积重心坐标的計算	219

第五节 用平行剖面的方法计算体积及其重心坐标	223
第八章 浮 性	227
第一节 基本定义	227
第二节 船舶重量及其重心的坐标	229
第三节 船舶排水量	230
第四节 平均吃水的变化	237
第五节 浮心位置	239
第六节 縱傾船舶的排水量及浮心縱位置的計算	244
第七节 儲备浮力	247
第九章 初稳性	249
第一节 基本定义	249
第二节 稳心及稳心半径	252
第三节 稳心公式	253
第四节 橫稳心半径与稳心高度的計算	257
第五节 貨載移动对稳性的影响	261
第六节 貨載裝卸对稳性的影响	267
第七节 液体貨載和悬挂貨物对稳性的影响	275
第八节 船舶理論因素曲綫图	281
第十章 大稳性的基本概念	283
第一节 基本原理	283
第二节 靜力稳性图	286
第三节 动力稳性	289
第四节 风帆及帆船的稳性	293
第十一章 船的搖摆	299
第一节 基本概念	299
第二节 船舶在靜水中的橫搖	300
第三节 船舶在波浪上的橫搖	302
第十二章 船舶的快速性	307
第一节 基本概念	307

第二节	摩擦阻力	308
第三节	形状阻力(漩涡阻力)	313
第四节	波浪阻力	314
第五节	突出部分的阻力	319
第六节	船模试验	320
第七节	主机马力的确定	323
第十三章	船舶推进	327
第一节	螺旋桨的术语及工作原理	328
第二节	利用经验公式计算螺旋桨各主要因素	339
第三节	螺旋桨的绘制	342
附录一	渔船设计概要	346
附录二	篷帆设计	353

緒 論

一、本課程的內容与任务

造船科学基本上分为船体和船机两大部門，船机部門主要研究船舶机器及其裝置的設計、制造和安裝問題。船体部門主要研究船舶总的設計、建造和船体結構方面的問題。本課程是讲述船体部門的問題，因此較詳細的介紹船体部門主要研究的科目。

船舶原理——在理論力学和流体力学的基础上来研究船舶的平衡和运动的規律。船舶原理可分为船舶靜力学和船舶动力学两科目：前者研究船舶的平衡規律如浮性、稳性和不沉性等；后者研究船舶的运动規律如快速性、搖摆和船舶推进器等。

船舶結構力学——在理論力学和材料力学的基础上研究船舶的强度和結構的稳定性。

船舶結構——运用船舶結構力学的理論和过去船舶建造的經驗，研究和設計船体各部分的結構和构件。

船舶設備与系統——以航海和漁业生产的观点，研究船上的操舵、起錨、救生、起重、拖曳、系船等設備，以及各种管系如排水、压載、灭火、通风等系統。

船舶設計——研究設計船的方法。

造船工艺——研究各种造船材料的性质，各种特殊造船設備的性能，船舶生产程序和船舶零件、設備的制造方法。

船舶生产組織——在合理地使用工厂設備和劳动力的前提下，研究船舶生产的組織与計劃原理。

造船經濟學——研究造船工業最合理的生產組織，造船工業區域的劃分，造船工業的工業化和其他工業部門的協作等問題，從而在造船工業上達到最有效地使用投資和降低產品成本。

由於造船科學的船體部門是一門綜合而又比較複雜的科學，因此本課程中不可能全面地講述所有上述的科目。本課程的任務主要是使同學對造船科學中的船體部門有一個总的概念，並進一步了解和掌握船舶的性能（原理）結構，以達到能根據漁業的特殊要求向造船設計機構提出訂貨要求，和根據船舶的性能、結構特點，更好地使用和維護船舶。

二、船的分類及造船工業發展簡史

船舶的種類很多，根據服務的對象不同分為民用船和軍用船兩大類。這裡只介紹民用船的種類（民用船是專門服務於國民經濟部門中的交通運輸業、特殊服務性作業與漁業等船只）：

（1）按用途分類，可分為運輸船、服務性和港務船舶、工程船、特种船舶（如測量船等）、運動游覽船艇、漁業船舶等。

（2）按航行區域分類，可分為海船、港灣船、內河船、大湖船等。

（3）按建造材料分，則可分為木質船、鋼質船、鋼筋或竹筋混凝土船、鋼筋木殼船、輕合金或鋁合金船、帆布船、玻璃絲水泥船、塑料船等。

（4）按動力分類，則有自航船（包括蒸汽船、內燃機船等等）、非自航船、帆帆船等類。

（5）如按推進方法分，則有螺旋推進器船、明輪船、平旋輪船、噴水推進器船、風力推進船之分。

漁船是海洋漁業生產的主要工具。伴隨著海洋漁業的發展，我國的造船工業也具有悠久的歷史。我國古書中曾有這樣的記載：“燧人以瓠濟水，伏羲始乘桴，軒轅作舟楫，顓頊作篙槳，帝嚳作櫓

舵，桡作維牽，夏禹作舵加篷碇帆檣。”由此可知，由于劳动人民的努力創造，船舶由浮体（如壺庐或木块）进化为木筏、划桨小船，以至有橈和舵的装置，再发展为篷帆船。根据汉司馬迁的“史記”上的記載，早在公元前一千多年，就开始了以木材造船。

历史上劳动人民通过劳动实践，对造船原理和工艺等方面作出了重要的貢獻。“易經”記載有“利涉大川，乘木舟虛也”，“舟虛則无沉复之患”。由此推知在公元前1115—1091年的周成王时代在造船方面就已經注意到浮力的应用。到东汉时（公元25—220年）刘熙所著的“释名”一书已有“帆”、“橈”和“舵”的說明。在第七世紀唐初，水密隔仓、插板、平衡舵及开孔舵和橈等已普遍使用。直到現在，我国历史上劳动人民創造而传下来的硬帆及升降舵等仍有一定优点，特别是水密隔仓技术，除了有利于船舶的抗沉性外，对魚貨的貯藏也是非常有利的。

关于海洋帆船的基本形状和适航性能，在明史中有很多記載，如“福船耐风涛……底尖上闊，首昂尾高”，“海船有土石压載”等，可見当时已注意到稳性和耐浪性。同时明代的造船业已有篷帆、木作、鉄作、捻縫等作坊，具备有一定的专业分工了。这說明了我国在造木船的結構、性能、設備和造船工艺等方面都累积有丰富的經驗。当时郑和下西洋，曾造出长四十四丈，寬十八丈的大帆船，远涉重洋，名震东非及亚洲东南海島。

十八世紀工业革命后，船舶的发展亦进入了新的时代。1815年俄国造成第一艘蒸汽船“依利沙維塔”号，这是船舶推进动力由人力、风力而进展到机械动力的創始。

1834年俄国又造出第一艘鉄船“席尔得拉”号，这是由木质造船进入鋼鉄造船的先声。

1838年英国造成第一条螺旋桨汽船（在以前船上仅采用明輪作为推进器）。

十九世紀末叶鋼代替了鐵成為造船的主要材料。在此期間，船的排水量由五千噸增加到一萬五千餘噸，機器動力亦由一千餘匹馬力發展到一萬五千餘匹馬力，航速由10節增加到18.5節。

二十世紀來，造船技術又有較多的發展。如改鉚接為焊接，採取縱向骨架等型式，特別是造船科學的發展至此更加完整，如船模試驗、不沉性、搖擺理論以及結構力學的創立等。

我國造船事業，在歷史上已有過輝煌的成就，以後由於清朝頒布海禁令，曾幾度限制漁船、商船出海，阻礙了我們的造船事業和海洋漁業的發展。特別是近百年來，在帝國主義、封建主義和官僚資本主義的重重摧殘壓迫之下，漁船建造事業長期停留在分散落后的小手工業生產狀態。在1886年安慶製造局造成了木質輪船“黃鵠”號，長五十餘尺，航速每小時20餘里。這是我國自製的第一艘輪船，其後雖然在上海江南製造局、福州馬尾船政局也先後造過若干船隻，但這僅是曇花一現。在國民黨反動派統治時期，我國沿海的造船事業和漁業均遭受了更大的摧殘和破壞，到解放前夕，我國造船工業實際上只是一個“爛攤子”了。

全國解放以來，造船事業在黨和政府的積極領導下，有了很快的发展。特別隨着漁業的發展，在漁船建造上自行設計與建造了大量的漁業機帆船，木壳、鋼木壳和鋼質漁船，其中有160—375馬力對拖、單拖、圍網混合式漁輪，艙滑道式拖網漁輪，520馬力水產調查研究船，1200馬力捕鯨船加工冷藏船等。

三、漁船強度概念

漁船要保證安全地在水面上捕撈作業，最基本的條件就是船體要保證嚴格的水密性，船體除了在艙口處須設置水密封閉蓋以外，更重要的是船體本身應具有足夠的強度。如果船舶失去強度，則船壳的水密外板因接縫的嚴密性被破壞，就發生滲漏的現象。

船在水中運動，船體上所受到的外力是極其複雜和不規則的，

因此在造船設計時，要確定船舶應有的強度，而且也需要把以往實際中得出的經驗因素計算在內，這是十分必要的。

優良的船體結構是要最輕而又安全的結構，也就是要有充分強度來抵抗它所受的諸力。然而船體究竟受了些什麼力？受力後產生了什麼應力和應變？就必須有個概念。否則我們加大或加粗某部分的結構，對於這部分的結構是加強了，但對於其他結構或整個船體結構的強度來說，則由於它重量增，不僅是沒有增強反而受到了削弱。茲將整個船體所受的力與變形分三方面敘述如下：

(1) 橫向方面 船體在水綫以下的各部分都受到水的壓力，深度相同的地方每單位面積上所受的壓力也相等，愈深者壓力愈大，所以在船底上單位面積所受的壓力為最大。總合船底所受壓力就是浮力，這種向上的浮力和船體上的重力是相互抵消而平衡的。就船體的橫剖面看，如果強度充分而重量分布很好，在水下受力情形如圖 1。

若船體的橫向結構不夠堅強，則在受力時就會產生如圖 2 的變形。所以船體在橫向上的結構須有充分的強度。如在船底載有很重的貨物或其他重量，這時船底會向下彎曲，而上方橫梁以及甲

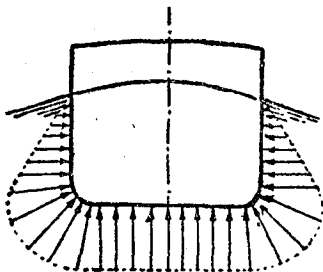


圖 1 水壓力作用於船體的情形

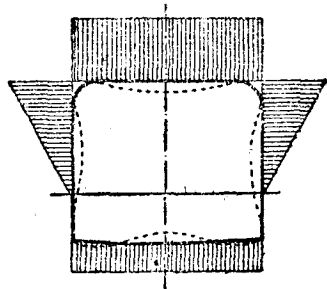


圖 2 船體受水壓力後產生變化的趨向

板也将受到压力产生变形,由于横梁多向上拱出,故将发生如图 3 变形;这说明柱子和肋根在船上的重要性,同时也说明横梁和肋骨以及肋骨和肋根之间有效结合的重要性。如果在甲板上载有过分的重量,则梁和甲板也可能发生向下弯曲的变形,如图 4,这也是常见的事。避免方法就是在横梁支柱和舱壁的结构方面予以加强。

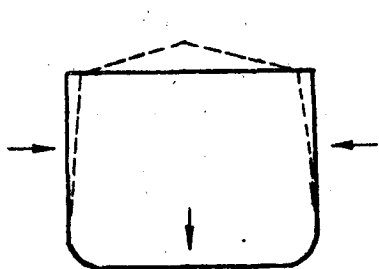


图 3 船内载重很大船体有上下拱出的趋势

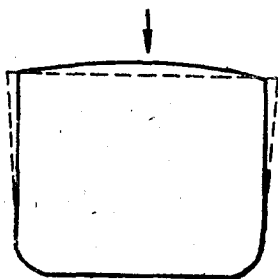


图 4 甲板上载重很大,甲板有向下弯曲的趋势

同时在波浪中的船体左右舷所受的压力也并不一定相等,有时更由于船上的重量如货物压载水等,受了左右摇摆而引起惯性的关系,使船体受到扭转力矩,产生如图 5 的变形。这种横向变形的抵抗法是在加强四角的横梁与肋骨,以及肋骨与肋板的结合强度,当然横向舱壁的安装也是很有有效的措施。

也是很有有效的措施。

(2) 纵向方面 就纵向来看,最值得注意的是重力和浮力分布不一致,使得船体结构受到弯曲应力和弯曲变形。

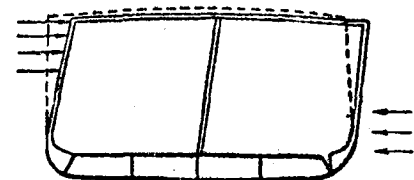


图 5 两舷水压不等,势将产生的变形

固然总的重力和总的浮力是相等而平衡,但是就某一点讲,就不可能处处相等。因为前者决定于重量的分布情况,而后者取决于船体的外形,二者互不相关,当然不能一致。整个船体也象一

根梁，倘向上向下的作用力不能一致时，它就会受到弯曲应力，产生弯曲变形。在静水中固然如此，在波浪中更是如此，特别是在波长与船长相等的时候，而船体中央又恰落在波峰，两端恰落在波谷，这时船体中央所受的浮力大于重力，而两端重力大于浮力，结果两端下落，中央上起，这称为中拱现象，如图 6。



反之，如果船艏落在波峰，而中央位于波谷，则船体两端上起，中央下落，这称为中垂现象，如图 7。

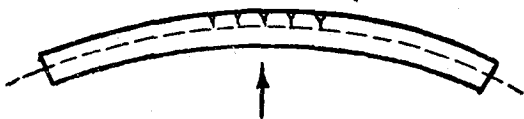
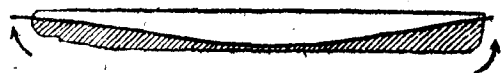


图6 中拱现象



中拱和中垂都是船体可能产生最大弯曲应力的情况。在中拱时，甲板受到伸张的应力

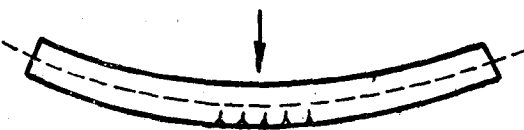


图7 中垂现象

而被拉长，底部则受到压缩应力而被缩短；相反的在中垂时，上面受压缩应力，底部受伸张应力。而在中间某处就可能既不受伸张应力又不受压缩应力，这叫做中和轴。距离中和轴愈远的地方，受的应力也愈大，距离近的所受应力愈小。

所以在船底的结构和上甲板的纵向结构都应特别坚强，壳板厚薄的分布就是本着这一原则，将上下两面的壳板加厚，在中间一带比较薄。不过船体在水上若发生左右倾侧，则弯曲应力最大的值，将发生在转角的地方，这就说明在转角处结构的重要性。

值得一提的是船体在波浪中航行，可能这一时刻为中拱，而另

一时刻为中落,不論是中拱中落,引起船体在纵向产生弯曲的都是一種弯曲力距,艏艉两端最小,而中央最大。根据这一道理,船体结构也是中央横剖面的结构最坚强,逐渐向两端削弱。

此外必須提出的是剪切力,其一是垂直方向剪切力,另一是水平方向的剪切力。垂直方向剪切力是由于重力与浮力分布得不一致,也就是某一处浮力大于重力,而另一处重力大于浮力,因而在两处之間发生上下的剪切力。不論是中拱或中落現象,最大的剪切力都在靠近 $1/4$ 船长的地方。另一种水平方向剪切力是在上述的中和軸上者为最大。这两点都是船体结构上值得注意的。

(3) 局部方面

1. 船用机器等集中載荷装置,使船体局部的结构受到很大的应力,但是只是局部的問題。我們必須加强船体局部的结构,当然也必須加强該部分的结构。不然,部分结构的损坏也可能影响到全船的安全。

2. 入塢和擱淺

入塢时船体整个重量要落在入塢枕木上,这些枕木要有充分的数目,最好能符合船底形状,不然整个重量由少数枕木支持,船底会受到过分的应力和变形。如图 8。当然入塢时发生事故并不是结构上的不好,而擱淺更不是结构上的过失,但由此也不难明了船底结构的重要性。

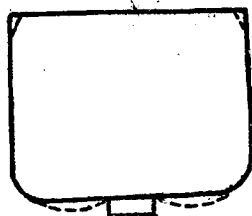


图 8 入塢时船底可能引起的变形

3. 下水

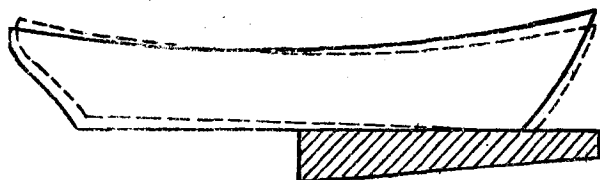


图 9 船体下水时浮力力距大于重力力距

其一是浮力的力距大于重力力距时,船尾上浮,而船首擱置在滑道

上。这样船首結構受了个巨大的集中力量。如图9。其二是重力的力距大于浮力的力距,使船首揚起,船尾下沉。这样滑道的頂端給予船底一个巨大的集中力量。如图10。



图10 船体下水时重力力距大于浮力力距

因此在下水之前要經過周密的計算, 必要时須临时加强局部結構, 等下水后再拆去。

4. 在船首方面也受到两种局部应力: 一是冲波应力; 一是击波应力。前者是船首在波中上下时, 其两舷所受的压力时大时小, 压力大时内陷, 压力小时外出, 因而船首两舷結構形成往复运动。如图11。当船体在波浪中俯仰时, 如图12。船首出入水面由击波

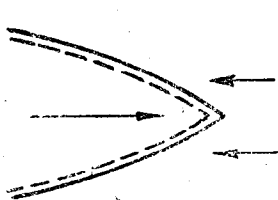


图11 冲波作用

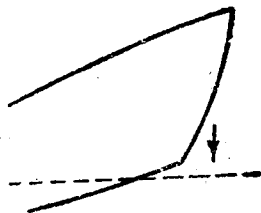


图12 击波作用

而发生应力。这两种应力都說明船首結構必須加强。

5. 振动 由于机器和螺旋桨的轉动都会产生振动, 在机艙和船尾都受着一种額外应力, 因此, 机艙底的結構和船尾結構都应当局部加强。

最后必須提到的是强度的連續性: 不論橫向或纵向的結構,

它的强度都要維持連續性不中断，也不可突然增减很多。換句話說，結構的强度不可以有突变，否則在突变的地方产生过分的变形。例如，在纵向結構方面，就是由中央逐漸向两端削弱的，而避免突变。

四、我国沿海海区的基本概况与漁船特征

我国木质漁船种类甚多，結構多因各地海况漁区不同而有差异。现将我国沿海分为三个海区进行介紹。

(1) 黄渤海区漁船概况

1. 自然环境及漁业概况 黄渤海区包括辽宁、河北、山东、江苏四省沿海海面，属大陆棚浅海，渤海为一内海，水深在30米以內，冬季河口附近冰封。黄渤海区气候季节变化显著，冬季受大陆寒潮侵袭，气温显著下降。全年风力較小，风向不稳定，年变化、日变化大；沿岸流速一般在2节左右，风或流的现象比較显著。整个海区流动漁业的漁場比較分散，主要漁汛在第二季度，旺汛短，漁船多輪作兼作。定置漁业占比重較大，漁場亦近，多使用小型船只作业，当日可返。

2. 漁船特征 黄渤海海区漁船大体可分为平底型、尖舳型、圓舳型三大类，其中以第一种占絕大多数。

a. 平底型漁船大部为方舳，方艏，舳边平直，船寬而浅，平舳很低，无舳墙。因平底，吃水浅，所以便于出入浅水海港及搁浅。

b. 尖舳型分布于黄海北部，是黄渤海区較好的船型，近来，亦多造为机帆船。

c. 圓舳型漁船种类較少，只在山东南岸比較多。

以上漁船的結構简单，橫結構多无肋骨及甲板梁，主要依靠較厚板材而距离較密的隔艙板为橫向骨架。纵結構亦多无龙骨，主要依靠厚木对开作为舳側厚板和用料較大的艙口围壁以及粗大的艙口纵梁。但亦有局部用材过大而且不合理，为船体纵向强度不