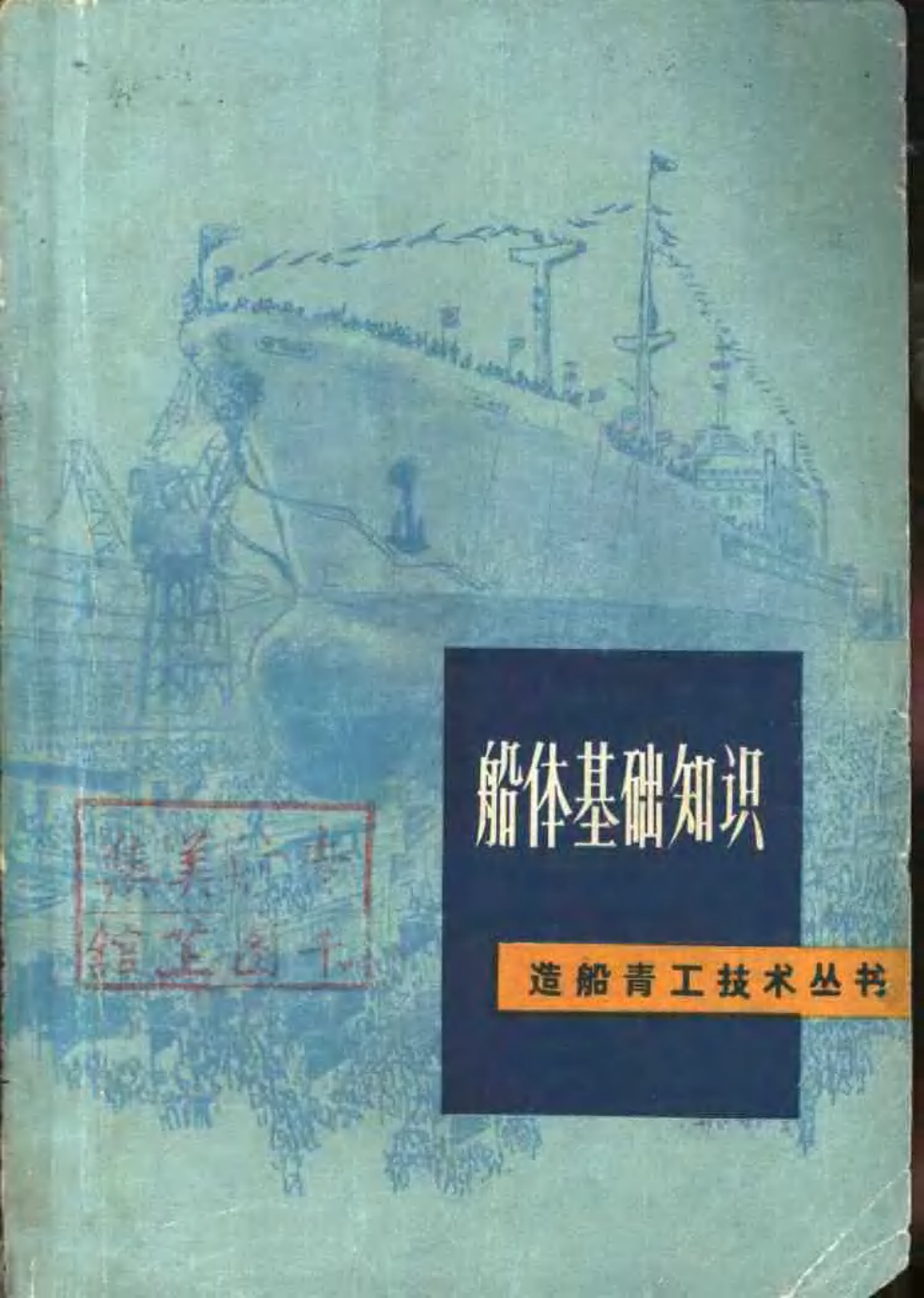




船体基础知识

造船青工技术丛书



造船工程技术丛书

船 体 基 础 知 识

上海船舶工业公司规划发展部编写组

(原上海人民版)

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所发行 松江科技印刷厂印刷

开本787×1092 1/32 印张8 插页1 字数175,000

1982年9月新1版 1982年9月第1次印刷

印数1—6,400

统一书号: 15119·2206 定价: (科三)0.66元

前 言

我国造船工业的发展,促使造船工业技术队伍不断地壮大。为了适应社会主义建设和造船工业发展的形势,原上海市造船公司编辑出版了《造船青工技术丛书》,先后出版了《船体基础知识》、《船舶柴油机》、《船体装配》、《船体制图》、《船体放样》、《船舶舾装》等书稿,以期配合造船技工的教学以及适应造船青工自学之用。

本丛书的出版,原希望能做到初步总结造船工人的生产实践经验,使广大造船青工通过学习,能掌握造船的一般专业技术知识,结合生产实践,比较迅速地提高生产技能,为社会主义建设贡献自己的力量。通过几年来的实践证明,本丛书已起到这样的作用。此次重印,内容方面仅稍作改动。

本书由何光裕、孙光二、王怀清、孙关根、茆文玉、孙文溥、宋静章等同志编写。在编写过程中得到了有关工厂和兄弟单位的支持,并提供了许多宝贵意见,谨致谢意。但因限于水平,书中会有不少缺点,甚至错误,希望读者批评指正。

上海船舶工业公司规划发展部

一九八一年十二月

目 录

绪 论	1
第一章 民用船舶分类	6
第一节 船舶分类的方法	6
第二节 民用船舶的种类	10
第三节 几种新型船舶	32
第二章 船舶的航海性能	41
第一节 船舶的主要量度	41
第二节 船舶的浮性	53
第三节 船舶的稳性	57
第四节 船舶的摇摆性	64
第五节 船舶的快速性	70
第六节 船舶的抗沉性	76
第七节 船舶的操纵性	79
第三章 船体结构	83
第一节 船体的组成	83
第二节 作用在船体上的力	86
第三节 船体构件布置的方式	93
第四节 船体的主要结构	95
第四章 船用金属材料	135
第一节 钢与钢材的分类	135
第二节 金属材料的机械性能与试验方法	141
第三节 船用钢材	152
第四节 船用有色金属	164

第五章 船舶设备	165
第一节 舵设备	168
第二节 锚设备	174
第三节 救生设备	182
第四节 起货设备	189
第五节 系泊设备	192
第六章 船体建造工艺	197
第一节 船体放样和下料	198
第二节 船体构件加工	205
第三节 船体装配焊接	216
第四节 船体及舱室的密性试验	234
第五节 船舶下水	236
第六节 码头舾装工作与船舶试验	243

绪 论

我们伟大的祖国地大物博，历史悠久，人民勤劳勇敢。我国海岸线总长约一万八千多公里，其中环绕大陆的海岸线长达一万四千多公里。沿海分布着五千多个大大小小的岛屿。江河湖泊遍布全国，可以通航的河流总长达四十一万公里，其中可航行轮船的有十四万多公里。自古以来，我国的航运事业就比较发达。早在 4600 多年前，我们的祖先就发明了舟楫；远在周朝年代就使用了桨橹船和用船搭成的浮桥；春秋战国时期出现了“大翼”、“突冒”、“桥船”等船型的舰船。这以后发展更快，著名的航海家郑和先后用了二十八年时间（公元 1405 年到 1433 年）七次远渡重洋。郑和的船队拥有六十二艘大船，一百多艘小船，人员近三万，多次航行于太平洋、印度洋、航程最远到红海和非洲东岸，并开辟了亚丁湾到非洲赤道以南的航线，比欧洲人发现非洲好望角（1486 年）和新大陆（1492 年）都要早。这些远洋航行是开辟亚欧海上交通的先声，在世界航运史上占有重要的地位。明清期间，我国民族英雄郑成功率舰船三百五十艘，将士二万五千人，从荷兰殖民者手中收复了被占领十八年之久的台湾宝岛，当时他的舰队是世界上最大的舰队之一。

从我国古代航运事业就比较发达这一悠久历史，充分反映了我国先代劳动人民的勤劳勇敢和聪明才智，具有高超的造船技术。他们对造船原理、航海性能和工艺设计都作出了许多重大的贡献，对现代造船科学技术的发展有很大的意义。

但是在解放前，由于帝国主义、封建主义和官僚资本主义的残酷统治，我国造船业的物质基础和技术队伍都很薄弱，一

直处于只能进行修修配配的落后状态。全国仅有为数不多设备简陋的船厂,大都以修船为主,兼造小船,更没有为造船配套的专业工厂。解放前的近百年中,我国船舶总产量仅为五十余万吨,平均每年不到六千吨。船舶吨位的拥有量远远的落在世界诸强国的后面,远洋运输的船队,更是少得可怜。

解放后,我国的造船工业受到了党和政府的重视,逐步得到了发展,建国三十多年来,不仅改、扩建了一批旧有船厂,还新建了分布全国的许多大中小型的修造船厂、船用机械厂、船用仪表厂以及其它配套厂。并且组建了造船工业的许多科研、设计和技术教育等事业单位,使我国的造船工业从无到有,从小到大,从修到造得到了很大的发展,已经形成具有相当规模、独立完整的造船工业体系。

新中国成立后,在造船工艺方面也不断得到革新,迅速地以分段装配的建造方法取代了板板装配的造船工艺;为了缩短船台周期,提高船舶的建造效率,采用了岛式装配法与两段造船法;为了减少在船台上的工作量,则扩大了自动焊、半自动焊的应用范围,并尽可能地加大分段的总尺度。广大造船工人和技术人员依靠双手,在迅速修复旧社会遗留下来的残缺破烂船厂以后的很短的时间内,造出了我国自己的万吨轮。随着造船工艺的发展,又采用了新的焊接法以加大装配的间隙;采用框架建造法以减小焊接变形;采用数控切割机以提高零部件的加工精度;尤其是激光经纬仪的应用,对分段实行预修整(即采用激光经纬仪在分段制造完工后划出分段余量线,并采用半自动切割机把余量切除)工艺,为“公差造船”的实施创造了有利的条件。“公差造船”体现了先进的造船工艺方法与全面质量管理的结合。“公差造船”在我国造船业中出现的时间虽不长,但它在船台无余量合拢的实践中已取得可喜的

成果。众所周知,船台装配是一道技术性强、质量要求高的关键工序。长期以来,船厂一直采用分段一端放 20~50 毫米的余量,吊上船台两次定位、划线、切割、合拢的工艺。这是一道费时多、劳动强度高、工作环境艰苦、严重影响船台周期和船体质量的工序。船台无余量装配(即分段无余量上船台合拢)工艺就是为改进上述的落后工艺而发展起来的。七十年代末,我国的“公差造船”已能以分段无余量制造达到船台无余量(这里所说的“无余量”,并不是说公差造船不带余量,公差造船是具有必须的最小的余量的,而多余的余量于上船台前已予切除)合拢;并进行了从放样、下料、加工、部件组装、分段制造及船台合拢的精度控制和管理。各船厂、科学研究部门对公差造船的理论研究正在深入开展,相信我国的公差造船一定会取得更丰硕的成果。

目前我国的造船工业已经形成具有建造大、中型船舶的生产能力,能够建造一万吨至六万吨的各种型式的远洋货轮,十万吨的油轮,大型客轮,远洋调查船和大功率的远洋救援拖轮等各种船舶。建国三十多年来,我国共建造了五百余种型号的一万四千余艘船舶,投入了我国的航运事业。1980 年起,我国建造的万吨级的远洋散装货轮,集装箱多用途船,拖轮及钻井平台等产品,已正式进入国际市场,输向国外。

由于造船力量不断增长,我国的远洋运输事业也得到了迅速的发展。我国的远洋运输事业开始于 1961 年,当时只有二十多艘船舶、二十多万载重吨,今天已发展到拥有滚装船、集装箱船、冷藏船、杂货船、多用途船、油船、客船等远洋船舶四百多艘,近八百万载重吨。通航国家、地区和到达的港口,由 1961 年的七个国家和地区的十几个港口,发展到现在的二百多个国家和地区的四百二十多个港口。年运输量也由开始

的八十多万吨发展到现在的四千多万吨。一般来说船舶是一种最经济的运输工具。随着国民经济的迅速发展,对于沿海和内河的运输船舶的需要量必将不断增长,同时随着国内建设日益发展,对外贸易的不断增长,还需要我国大力发展远洋运输事业,需要一大批远洋运输船舶。这些都要求造船工业部门今后不断地提供各种类型的现代化的远洋、沿海、内河运输船舶。

我国沿海水深不到二百米,气候温暖,许多大小河流又把丰富的养料注入海洋,形成了广阔的海洋渔场,其面积达四十三万平方海里,蕴藏着丰富的海产资源。随着祖国的水产事业的发展,也将要求造船工业部门提供大批的各种现代化的渔业船舶。

我国大陆的东部和南部,濒临太平洋的边缘,自北往南为黄海、东海、南海,由山东半岛和辽东半岛呈拱形包围的渤海是我国的内海。在波涛汹涌的海洋下面,我国具有丰富的矿产资源和石油资源等待我们去开发利用。这就要求造船工业能提供各种专业用途的调查船、工程船舶及其装置。

我国是一个海域辽阔的国家,过去帝国主义对我国的侵略大部分是从海上入侵的。解放后,为了防御帝国主义可能发动的侵略战争,保卫神圣的领海,保卫社会主义祖国,我国的海军建设虽不断的得到发展和壮大,但在舰艇的数量上和装备上还有差距,为此要求造船工业部门提供各种现代化的军用舰艇装备人民海军,加快建设一支强大的海军,加速实现国防现代化。

造船工业是个综合性的工业,其产品涉及许多部门,它与其它工业之间有着相互依赖,互相促进的关系,所以造船工业在向四化进军的进程中,不仅本身要统筹安排,而且要和整个

社会的生产活动协调一致,才能高效率、有条不紊地发展。

中华民族从来就是一个勤劳勇敢的伟大民族,曾经创造了光辉灿烂的古代科学文化,有许多重大的发明和创造,对人类的科学文化产生了极其深远的影响。我们有优越的社会主义制度和党的正确领导,有三十二年来已经取得的成就和经验,有一支庞大的造船科技队伍,深信在实现祖国四化建设的进程中,我国的造船工业和航运事业一定能取得更大的发展,进入世界的先进行列。

第一章 民用船舶分类

第一节 船舶分类的方法

现代船舶是为交通运输、港口建设、渔业生产和科研勘测等服务的,随着工业的发展,船舶服务面的扩大,船舶也日趋专业化。不同的部门对船舶有不同的要求,使船舶的航行区域、航行状态、推进方式、动力装置、造船材料和用途等方面也各不相同,因而船舶种类繁多,而这些船舶在船型上、构造上、运用性能上和设备装置上又各具特点。

船舶按航行区域可分为海洋船舶、港湾船舶和内河船舶三种。航行在湖泊上的船舶一般也归入内河船舶类。

船舶按航行状态可归纳为浮行、滑行、腾空航行三种。浮行船舶是泛指一切水上浮行和水下潜行的船舶。见图1-1a、e。滑行船舶是指航行时,船身绝大部分露出水面而滑行的船舶。有些高速船舶,由于水流对船底(或水翼)产生的升力作用,而把船身托出水面滑行,如快艇、水翼艇。见图1-1b、c。腾空航行船舶是船身在完全脱离水面的状态下航行的。如现代高速气垫船就是在船底与水面间的气垫上航行的。见图1-1d。

船舶按推进方式可分为原始的撑篙、拉纤、划桨、摇橹等人力推进的船舶和风力推进的帆船;机械推进的明轮船、喷水船、螺旋桨船、以及空气推进船等。

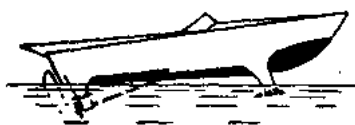
“明轮”是船舶以机器作为动力以来,最古老的一种推进



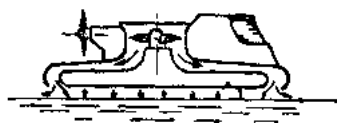
(a) 浮行



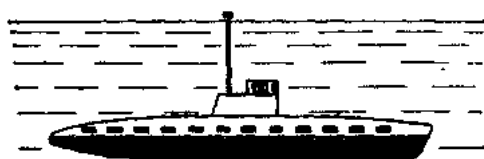
(b) 滑行



(c) 水翼滑行



(d) 腾空航行



(e) 水下潜行

图 1-1 船舶的航行状态

器，它是安装在船尾或船舷两侧的大型转轮。转轮上面装有许多固定的或可转动的拨水平板(蹼板)，转轮旋转时，平板就向后推水，由于水的反力，而使船前进。转轮大部分露出水面，所以称为“明轮”。明轮船仅适用在风浪较小的江河浅水航道中航行。明轮的装置笨重，保护性差，目前已很少应用，在我国黑龙江水系还有使用。

喷水船是通过机械驱动的水泵，由船首或船底吸水，经喷射管自船尾喷出，利用喷水时获得的反作用力而使船航行的，见图 1-2。喷水船通常适用在沼泽地区或其他浅水航道上。

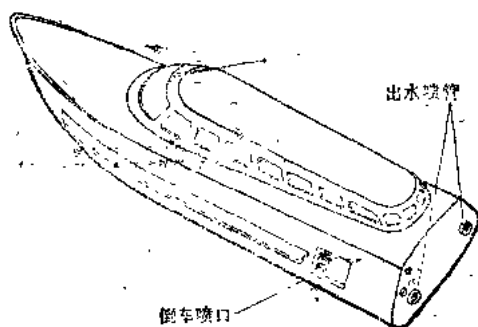


图 1-2 喷 水 船

螺旋桨船是通过机械使螺旋桨旋转，从而获得推力来航行的船舶。螺旋桨的形状，好象风扇的叶片，所以又称“车叶”，见图 1-3。它是由铜合金或钢、铁等材料铸成。在一些小型船舶上，也有用塑料制成的螺旋桨。

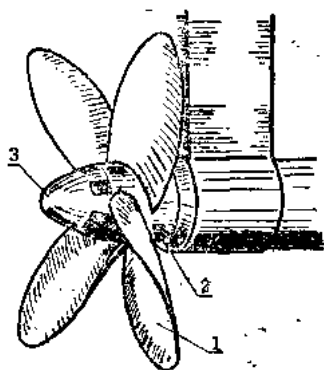


图 1-3 螺旋桨推进器

1—桨叶 2—桨毂 3—整流帽

螺旋桨通常装于船的尾部，且没入水中，与主机之间用钢轴联结，作旋转运动。螺旋桨转动时，桨叶推水向后，由于水的反力而推船前进。船舶一般都装一个螺旋桨，也有装两个的，在军舰上，则有装置三至四个螺旋桨的。螺旋桨的效率

较高，制造工艺简单，是目前应用最广泛的一种船舶推进器。

空气推进船是通过装于甲板上的空气螺旋桨或喷气机所获得的空气推力来使船行进的船舶。

船舶按动力装置的种类可分为蒸汽机船、内燃机船、电力推进船和核动力装置船。

蒸汽机是用锅炉燃烧燃料产生的蒸汽的热能，推动机器运转的一种动力装置。蒸汽机有往复式蒸汽机和汽轮机两种。往复式蒸汽机体积庞大、热效率低，目前已趋向淘汰。汽轮机体积小、功率大，运转平稳，为大型远洋船舶和军用舰艇所普遍采用。

内燃机中的柴油机是目前在船舶上，应用最广泛的一种动力装置。它是通过在机器气缸内部燃烧燃油(柴油)时所产生的气体压力，来推动机器运转的。柴油机具有体积小、重量轻、效率高、环境清洁和操作方便等优点。另一种燃气轮机，它与汽轮机相仿，运动部件都属于旋转运动；不同的是汽轮机用蒸汽推动转子旋转，而燃气轮机则是用燃气来推动。由于燃气轮机是在高温下工作，材料的要求较高，目前民用船舶用得较少。

电力推进船是以内燃机或蒸汽机驱动发电机(或直接用蓄电池)发电，再带动与螺旋桨联成一体电动机来推进的船舶。这种动力装置的螺旋桨转速可任意调节，且操作简单、操纵方便，为某些具有特殊要求的船舶所采用，如潜艇、破冰船、科学考察船、火车渡船等。

核动力装置是当前世界上较先进的动力装置。它是以原子锅炉(核反应堆)，通过原子核的反应，产生蒸汽热能来驱动汽轮机运转的。一公斤的核燃料，可产生相当于2500吨煤或1600吨石油的热能，所以一艘核动力装置的船舶，只要带上几公斤的核燃料，就可以很久不须添加燃料，在海上作较长期的航行。

船舶按造船材料可分为木船和钢船。在一些小型的高速

快艇上，有用重量轻、强度高的铝合金作为造船材料。近年来，用塑料和钢丝网-水泥作造船材料，正在取得迅速的发展。

塑料是一种新型的材料，用玻璃纤维布和环氧树脂粘合而成的“玻璃纤维增强塑料”，俗名叫玻璃钢。它具有强度高、重量轻、易成型、不腐蚀等优良性能，在一些小型的拖船、交通船、快艇及救生艇上已得到普遍的应用。

钢丝网-水泥船是用钢筋与钢丝网扎成骨架，里、外涂抹水泥的船舶。它虽比钢船稍重，但可节省大量的钢板和木材，且具有造价低、强度高、耐腐蚀、制造工艺简单和维修方便等一系列的优点。它的主要缺点是抗撞性能较差。钢丝网水泥船，在农村中已得到了普遍的应用，对发展农业生产起了很大的作用。目前钢丝网-水泥船已广泛的应用在内河客船、拖船、沿海货驳和浮船坞的建造上。

除了上面介绍的几种分类方法外，按船舶的用途来进行分类，是一种最主要的分类方法，便于我们掌握各类船舶的技术特点和船型特征。下一节中将作一简略的介绍。

第二节 民用船舶的种类

任何一艘船舶的建造，都有它所担负的特定任务，船上的一切设备、装置，都是为了保证这一任务的实现而配备的。虽然一条船有时可作几种用途，但决不能成为一艘面面俱到的“万能船”，只有按照它们的不同用途，分别建造，才能充分发挥作用。

民用船舶按用途的不同，通常可以分为运输船舶、专业工作船舶、航道工程船舶和渔业船舶四大类。

一、运输船舶

这类船舶主要是用来载运旅客或货物，沟通两地之间的运输。

1. 客船

它是以载运旅客为主的专用船舶，通常也载运少量货物和邮件等。客船一般都属于定期航行的船舶。它的外形特征是甲板层数多、住房舱室多。有些大型客船，若从它的侧面望去，就好像一幢陆地上的住宅大楼。客船上备有旅客生活上的各种必需设施，此外在船的顶层两边，停放着数量较多的救生艇或其他救生工具，这是客船的一个显著特征。客船一般具有快、稳、灵活、安全可靠和生活设施齐全等特点。

(1) 远洋客船 它是航行于大洋之间运送旅客的大型客船。这种客船对航行的定期性较严格，所以也有人称它为“邮船”。它的满载排水量*一般都在一万吨以上，最大的有达八万多吨。每小时的航速，约在 20~30 浬之间 (1 浬=1.852 公里)。

(2) 沿海客船 是航行于沿海城市间的客船。它的满载排水量一般在一万吨以下，千吨以上，每小时的航速在 12~18 浬之间。

“长征”号沿海客船 (图 1-4) 是我国近年来成批建造的第一艘双螺旋桨大型客船，它的满载排水量为 7700 吨，船长 138 米，船宽 17.6 米，吃水 6 米。全船共有七层甲板，103 个旅客房舱，计 858 个铺位。此外还设有会议室、休息室、餐厅、小卖部以及病房、手术室等。船上有三个货舱，可载 2000 吨

* 满载排水量是船舶满载 (装载货物、人员、燃料等已达最大限度) 时所排开水的重量，即船舶的全部重量。

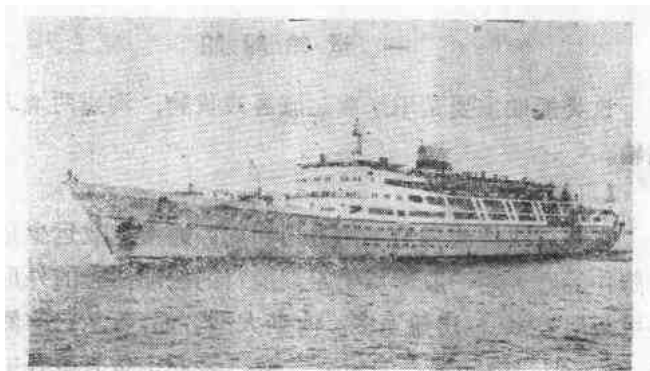


图 1-4 沿海客船“长征”号

的货物，货舱内有空气调节装置，一旦客运需要，也可载客。它用两台功率各为 4500 马力的柴油机作为主机，每小时的航速可达 18.1 浬，持续航行的距离为 3500 浬。

(3) 内河客船 是航行于江、河、湖、泊之间的客船。它的排水量最小的仅有几十吨，大的可达数千吨。

长江是我国著名的河流之一，亦是我国内河航运的主要动脉。其中自宜昌到重庆的一段航道约 700 公里，通常称为“川江”。该段航道，上下水位相差 145 米，江面狭窄，滩多水急，航道迂回曲折，自古视为险道。为了发展我国的内河航运事业，针对长江航道的特点，除了在解放初期，已对原有旧船进行改建外，还新建了一批重量轻、吃水浅、马力大、航速快和操纵灵活、适宜川江航行的各种客船。

图 1-5 所示的内河客船，是航行于汉口到重庆间的中型客船。船长 71.20 米，船宽 12.50 米，最大宽度 15.00 米（计入舷伸甲板的宽度），吃水 2.40 米，满载排水量 1204 吨，可载旅客 761 人。两个螺旋桨由两部 1200 马力的柴油机驱动，每