

中国造船工程学会人才与教育学术委员会
教材建设学组推荐

船舶系列丛书

CHUANBO XILIE CONGSHU

船舶轴舵系装置及安装

王福根 主编

船舶工业教材编审室 审

HEUP 哈尔滨工程大学出版社

船舶轴舵系装置及安装

王福根 主编

内 容 简 介

本教材是根据原中国船舶工业总公司所制定的《教学计划及教学大纲》编写的。全书共分六章,分别讲述:船舶轴系、船舶舵系、液压舵机、轴舵系主要设备与要求、轴舵系检测与试验和轴舵系安装工艺实例介绍和实验等六个部分。

本书可为船舶工业技工学校造船修船专业教材,也可作为青工培训和职工自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

船舶轴舵系装置及安装/王福根主编. —哈尔滨:

哈尔滨工程大学出版社, 2014. 1

ISBN 978 - 7 - 5661 - 0749 - 7

I. ①船… II. ①王… III. ①船舶轴系 - 安装 - 技工学校 - 教材②船用舵 - 安装 - 技工学校 - 教材 IV. ①U671.91

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 018190 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 17.5

字 数 421 千字

版 次 2014 年 1 月第 1 版

印 次 2014 年 1 月第 1 次印刷

定 价 34.00 元

<http://www.hrbeupress.com>

E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

前 言

本教材是根据原中国船舶工业总公司所制定的船舶专业课《教学计划及教学大纲》而编写的。目的是帮助造修船企业员工和技校的同学,对现代船舶轴舵系装置的制造安装、调试及修理等技能知识的掌握和理解。本书编写是以企业职工技术等级标准为主要依据,以企业的生产实际状况为基础,力求突出对其操作技能的培养和学习及应用相结合。

本教材共包含六章,分别讲述:船舶轴系、船舶舵系、液压舵机、轴舵系主要设备与要求、轴舵系的检测与试验、轴舵系安装工艺实例介绍和实验等内容。

主要课题包括轴系的功用、船舶推进的型式、船体艏端的钢结构、轴系的组成与布置、轴系主要部件结构介绍、轴系中心线的确定、轴系的维护管理、船舶舵系的功用与分类、舵系的组成与布置、舵系中心线的确定、液压舵机介绍、舵系的维护管理,以及企业对于船舶轴舵系安装原则与工艺介绍等组成。本教材是在自编试行教材基础上,经多年的实践和完善,才完成本书的正式出版与再版。船舶轴舵系装置是船舶运行的主要设施之一,亦是极为重要的组成部分。它的工作性能必然会在很大程度上,影响着舰船的航行性能与安全以及相关经济技术指标。为此,编写本教材的指导思想是努力向以下几点方面作特别论述,即:

根据船舶生产特点与需要,突出轴舵系装置的重点问题。紧密结合专业课题的教学内容和要求,适应当前海内外船舶生产发展的需求。适应当前青年员工和职校生,通过本书的学习与探讨,其能初步掌握船舶轴舵系的必备知识和技能,成为合格专业技术人才。

本书特别适合船舶轮机专业的学生和员工,在完成其基本知识和钳工装配概述、船舶主、辅机及甲板机械等相关的教学任务基础上,很有必要学习适合船舶生产的教材,即《船舶轴舵系装置及安装》课本。

本书可作为船舶修造部门和航行部门的员工培训教材之用。本书也可以作为船舶动力装置的基础教材和教学参考书。

本教材的课时,为 60 ~ 80 学时。

全书由王福根老师主编,高级教师钱斐斐主审。

本书的编写出版与再版,承蒙哈尔滨工程大学出版社的支持和帮助,在此致以诚挚的敬意。

由于编者水平所限,书中欠妥之处在所难免,在此恳请各位同仁和读者批评指正。

编 者

2014 年 1 月于上海

目 录

绪论	1
第一章 船舶轴系	6
第一节 轴系的功用与分类	6
第二节 轴系的组成	13
第三节 轴系主要部件介绍	17
第四节 轴系的安装工艺	30
第五节 轴系的检修	52
第六节 轴系的维护管理	59
习题	61
第二章 船舶舵系	62
第一节 舵系的功用和组成	62
第二节 舵系的安装工艺	72
第三节 舵系检修与管理	76
习题	80
第三章 液压舵机	81
第一节 转舵机构	81
第二节 液压舵机的组成和原理	88
第三节 液压舵机油泵	100
第四节 液压舵机的控制元件与辅助元件	118
第五节 液压舵机的管理、安装和调试	131
第六节 液压舵机操纵系统	141
习题	144
第四章 轴舵系主要设备与要求	146
第一节 轴系传动类型的选择和推力轴承及调整	146
第二节 定距螺旋桨和可调桨装置	156
第三节 螺旋桨的安装技术	162
第四节 齿轮减速箱与联轴器和离合器	166
第五节 轴承和艉轴管密封装置	174
第六节 轴舵系的润滑和冷却	178
第七节 轴系主要部件技术要求	188
习题	190
第五章 轴舵系的检测与试验	192
第一节 允许负荷原理与激光	192
第二节 螺旋桨与主机的配合	198

第三节 主机定位与轴系关系	201
第四节 轴系振动原因与减振措施	207
第五节 轴舵系装置的测试	214
第六节 轴舵系装置施工安全技术	221
习题	222
第六章 轴舵系安装工艺实例介绍和实验	224
第一节 安装工艺实例	224
第二节 安装工艺实验	240
附表 I 国产船用液压控制式齿轮箱技术性能表	250
附表 II 常用液压传动图形符号	251
附录 I 测微准直望远镜	260
附录 II “船舶轴舵系”课试题	270

绪 论

船舶轴舵系装置是船舶动力设备中至关重要的组成部分。它的工作性能优劣必然会直接影响船舶的航行安全、技术性能和经济指标。为此,船舶行业早在 20 世纪 90 年代就规定,须在教学大纲中要求船舶行业从业人员掌握好船舶轴舵系装置相关知识和技能,以达到船舶生产的需要。

一、学习《船舶轴舵系装置及安装》的目的与要求

《船舶轴舵系装置及安装》是继完成《钳工基本知识》《钳工装配概述》《船舶辅机》及《船舶柴油机》等诸门课学习的基础上,要求同学必须掌握好船舶轴舵系的工艺相关内容,即学好《船舶轴舵系装置及安装》教材的专业技能知识。

为了适应船舶出口的需要,缩短造船周期是提高造船企业经济效益的重要措施,因此要求轴舵系装置的施工尽可能地与船舶建造工程平行开展,以便能按时完成船舶建造任务。

船舶轴系和舵系装置作用好比是汽车轮子和方向盘。船舶轴系和舵系装置,是直接影响船舶前进与倒退,回转与直线航行的重要设施。它的工作性能和安装质量直接影响船舶安全和人员安全,在现场施工中各船企都十分重视。尤其是船舶轴舵系装置安装部位集中在船尾复杂和狭小的舱位内,这对施工人员来说提高了难度。

《船舶轴舵系装置及安装》教材的内容,除了自身的结构、工作原理和工作特性等基本理论知识之外,还增添了其装配和修理中的技术要求以及运行管理中的操作维护,检修调整试车和故障排除等内容。书中体现了船企生产实践经验和理论结合的特点。

学好《船舶轴舵系装置及安装》,应着重了解船体艏端的结构与类型;船舶推进装备的种类与特点,施工工艺中对船体钢结构的要求;船体中心线;肋位和船体基线的位置与概念;舵系理论中心线和轴系中心线的确定和基准点选择;以及施工时可能产生的安全、质量等问题。

船舶的发展史上,经历了以人力和风力等来作为船舶动力推进的漫长岁月。至 18 世纪,人类发明了蒸汽机作为船舶动力之后,才揭开了船舶轴舵系装置发展的新篇章。随着科学技术的进步,电力推动和液压技术因其具有突出的优点和经济性,才有了今天船舶大的发展。如蒸汽机动力的船舶,它采用的是螺旋桨和长轴系装置,是由往复式蒸汽机来驱动的,而舵叶是由蒸汽舵机带动回转的。这在当时来说已经是很先进的了。20 世纪中期,许多远洋船只采用了柴油机作为主机来带动多轴系装置和电力驱动的舵系装置技术。先进船只开始应用大功率低速或中速柴油机作为船舶动力来驱动短轴系装置,应用大扭矩传动力的液压舵技术。而且应用了封闭式滑油润滑的白合金轴承形式,来代替开放式海水润滑的铁梨木结构轴承形式。进入 21 世纪,科学技术带动船舶制造业的发展,也推进了船舶轴舵系装置技术的革命,可以相信船舶轴舵系新型产品和技术会得到广泛地应用和推广。故在此要求青工和同学在热爱本专业的同时,一定要重视船舶轴舵系的新技术和新技能的

学习,跟上造船事业的发展步伐。

目前,许多船厂为适应大量出口船舶的需要,正努力设法缩短造船周期、提高企业效益,其中重要的一条措施是,要求轴舵系施工尽可能与船体建造工程平行开展。相信通过本教材的学习和探讨,日后必定为生产带来益处。

二、船舶轴舵系装置的发展

我国是世界上主要的船舶发源地之一。中国古代的造船技术在上世界上曾处于领先地位,在船舶发展的历史长河中曾作出过重大贡献。远在四千多年以前我国就掌握了一定的造船技术。随着冶铁业的兴起和发展,造船业也得到了长足的发展。所建的船只除用于水上运输之外,还用来水上作战。到了公元前 100 年(汉武帝时),在船舶推进中已广泛使用橹和帆,同时采用了舵来控制舟船的航向。到了唐、宋年间,已能制造一种“车船”,它改进了船舶的驱动方式,这种车船在其前后各设有车轮,应用脚踏来代替摇橹和划桨的方式,并提高了船速。南宋时代,宋军的车船击溃 40 万南侵的金兵。如图 0-1 所示的车船,船侧有 11 对车轮并用木板防护,船尾还设有一大车轮和舵扇。

明轮是一种古老的推进器,它是安装在船尾或船舷两侧的大型转轮,其上面装有许多固定或可转动的拨水平板(蹼板),转轮旋转时,平板就向后推水,由于水的反作用力而使船前进。转轮大部分露出水面,所以称为“明轮”。明轮仅适用在风浪较小的江河浅水航道中航行。

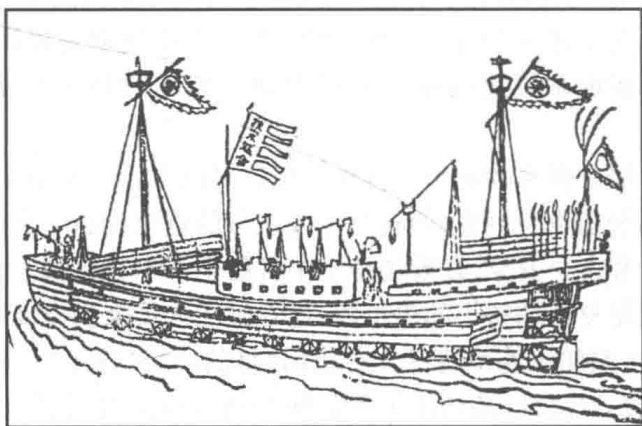


图 0-1 “明轮”推进的船舶

到了明代,我国造船能力有了很大发展。著名航海家郑和七次远渡重洋。清朝顺治年间,我国著名民族英雄郑成功率舰船数百艘,从荷兰殖民者手中收复被占领的宝岛台湾。鸦片战争后,中国开始沦为半殖民地半封建社会,造船业受到严重压抑,造船设备陈旧,工艺落后。直至新中国成立前,造船行业大都集中在上海等少数几个沿海城市,都是以修补为主的修船厂。

新中国成立后,造船工业才获得新生。在 50 多年内,我国船舶工业从小到大,从修配到制造,以技术盲点到组建专业科技设计机构,特别自 20 世纪 80 年代,造船工业又有了飞跃发展。由于国内外市场的开拓,促进船舶和轴舵系装置的创新与开发,已有许多家企业有能力设计并建造符合国际公约和标准的现代化船舶。如船体集控、遥控式无人机舱、可调桨应用、大扭矩的液压转舵机构和舵机、螺旋桨无键连接等新技术得到很大发展。

从 20 世纪 80 年代开始,我国自行设计制造的新型推船,用的是中速柴油机加装减速齿轮箱装置,以提高船的推进效率,并采用襟翼舵加装倒车舵改进船的操纵性。

江南造船(集团)公司建造的远洋科学调查船“向阳红”10 号轮已改名为“远望”四号船,就采用了直接传动式轴系推进装置和双轴双桨型式,完成多项科学考察(包括南极建立长城站)的任务。该公司还建造了航天测量船“远望”一号、二号轮(图 0-2),采用大功率

的蒸汽轮机与大型减速齿轮箱装置的推进技术,圆满完成了赴南太平洋执行我国首次洲际导弹的试验任务和潜艇水下发射导弹的任务。新建的“远望”三号、五号和六号船更是采用大扭矩的可变螺距桨推进装置,并参与发射“神

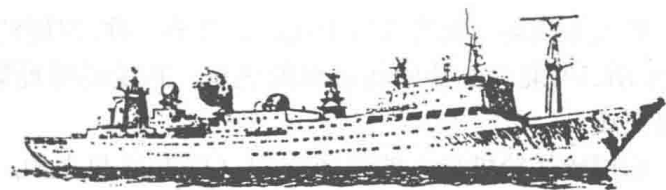


图 0-2 远洋航天测量船“远望”号

舟”号宇宙飞船的跟踪测量任务。上海、大连、天津、广州等地船厂相继制造的大型油、货轮中,大都应用大直径的低转速螺旋桨,以提高船舶推进效率,并采用高新节能型的超长冲程柴油机和降低油耗来取得国际和国内的大量订单。

多年来,我国出口的船舶,从香港扩展到世界几十个国家和地区。从普通船舶发展到现代国际先进水平的汽车滚装船、液化气船、冷藏集装箱船和大型散货船及穿梭油轮等,已经赢得世界航运和造船界的信赖。我国第一艘跨海航行的火车渡轮(大陆至海南岛)中采用轴系与舵系新型装置和新技术,也已取得客户的好评。

中国曾经是世界的造船古国,现在也是当今世界的造船大国之一。

20 世纪 80 年代后,船舶轴舵系装置技术和船体的制造设计技术与动力装置的制造设计技术一样,得到很大发展和进步。另外,在重视引进国外先进的船舶轴舵系装置技术和逐步实现国产化的同时,又重视自行研制的轴舵系装置的新型产品和机型开发工作,使我国船舶制造技术的发展进入了一个新的历史阶段,并进入世界造船强国之列。

三、船舶推进动力的类型

船舶轴舵系装置是随着船舶推进方式的进步而得到发展的。船舶推进方式经历了从原始的撑篙、拉牵、划桨、摇橹等人力和风力的漫长岁月,直到今天应用明轮、螺旋桨、喷水、空气推进、超导体推进等方式。但用螺旋桨作为推进器方式居多数。

另外,船舶推进动力装置的更新换代的发展也促进了船舶轴舵系装置技术飞速进步和提高。尤其在 18 世纪之后,人类发明蒸汽机并成功应用在船舶推进动力之后,揭开了船舶动力机械化发展的新篇章。目前船舶推进动力的类型主要有以下几种。

1. 蒸汽轮机(又称透平)动力装置

它是利用高温高压蒸汽的能量来转动叶轮,并带动减速传动装置和螺旋桨做回转运动。这种装置现今大都应用在大功率的军舰和特种要求的船舶上。如我国的海上科学城——“远望号”航天测量船,就是采用该类推进动力装置,并多次执行国家重大科研任务。该船还首次应用艏侧推进装置和主动舵等较先进装置。

此类推进动力装置特点是运转时振动和噪音极小,螺旋桨转速在工作范围内可任意调速,加速与减速的性能较好。但也存在如管理操作复杂、造价高,采用齿轮减速箱等缺陷。

2. 内燃机动力装置

它是利用燃油在气缸内燃烧所产生的燃气来带动螺旋桨做功的一种热机。它根据燃料的不同,可分为汽油机、煤油机和柴油机等。它有体积小、质量轻、热效率高、管理操作方便等优点,但也存在着噪音大、振动大等缺点。目前船舶上应用柴油机的为大多数,它比较适合在各类船舶推进之用。尤其是低速柴油机的可逆转和直接传动方式,带动螺旋桨做功的类型得到广泛地应用。

3. 燃气轮机动力装置

燃气轮机动力装置也属上述内燃机的一种,但属特殊型。它是利用燃料所产生高温燃气,推动其叶轮做高速回转运动的热机。它带动螺旋桨转动,必须采用减速传动齿轮装置得以完成。

船用燃气轮机是在航空业应用之后发展起来的一种动力装置。它具有体积小、质量轻、机动性好的特点。

燃气轮机的高压涡轮驱动压气机,将外界大气吸入的空气并压缩升温至一定值时,便进入燃烧室与喷入的燃油混合燃烧后生成近 2 000 °C 的高温燃气,再与来自压气机排出的另一股高压空气混合,降温后燃气进入高压涡轮带动压气机工作,然后再进入低压涡轮带动螺旋桨旋转推动船舶的航行。燃气轮机的启动需要借助于电动机、高压气源等外动力。

4. 电力推进动力装置

电力推进动力装置是以内燃机或蒸汽轮机发电机(或直接用蓄电池)发电,再带动与螺旋桨联成一体的电动机来推进船舶的。它的特点是螺旋桨转速可任意调节,满足各种工况的航行,且操作简单、管理方便,为某些特殊要求的船舶所采用,如潜艇、科学考察船、火车渡船等。

电力推进动力装置最大优点是机动性较好,其电动机的最低转速可达额定转速的十分之一以下,船舶可在极低的航速下航行。另外,此装置的启动及正倒车换向时间也较短。发电主机与电动机驱动螺旋桨可各自在最佳工况下运转,而且便于遥控管理,整个装置振动噪声较小。

5. 核动力装置

核动力装置是当前世界上最先进的动力装置。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的运转,最终带动螺旋桨做功前进的。

1 kg 的核燃料,可产生相当于 2 500 t 煤或 1 600 t 石油的热能,它适宜在海上较长期航行。

核动力装置以可控核裂变链式反应,产生巨大热能来加热工质达到推动蒸汽轮机运转。采用的压力水型反应堆中的核燃料,吸收中子后直接产生裂变并释放出新中子和巨大能量,用压力水作为中子的冷却剂,裂变时释放出的能量被压力水带走,并经热交换器将能量传递给另一回路的水使其成为蒸汽,压力水放热降温后经系统重又回至反应堆继续被加热,从而压力水形成一个闭合回路。而另一回路产生的蒸汽通过高、中、低压汽轮机内膨胀做功,推动叶轮转动来驱动主发电机或螺旋桨,其做过功的排气经冷凝器凝成蒸馏水经泵送入热交换器,从而完成另一个循环回路。

综上所述,目前只有柴油机能适应大多数的船舶动力需要,因此本书在介绍轴舵系装置中的有关内容都是与其相关的。

6. 船舶联合动力装置

以上几种船舶动力装置在功率、转速、操纵性能、经济性及体积质量等都存在差异和特点。对民用船舶主要是考虑其经济性,而不足之处只能采用适当措施来加以改进。而对于军用舰船以战斗力为主要目标,来增大功率提高航速和机动性。为解决舰船巡航时经济运行与加速时大功率运行的矛盾,可采用联合动力装置来加以克服。

联合动力装置的特点是利用巡航机组和加速机组,从小功率到大功率的运行。两种机组均要离合器与主减速器连接,并采用倒顺齿轮箱或可调距螺旋桨来实施倒车。

舰船联合动力装置型式有:柴燃联合动力装置;燃燃联合动力装置;柴柴联合动力装置;电燃联合动力装置;燃蒸联合动力装置。

此种舰船联合动力装置优越性在于自巡航至全速工况能迅速加速;机组共同减速齿轮箱具有多机组并车的可靠性;具有足够大的功率且装置质量体积相对较小;并解决了全速大功率与巡航经济性的矛盾;提高了舰船的续航能力。

四、船舶柴油机动力装置的组成

柴油机是一种压缩发火的往复式内燃机。它使用挥发性较差的柴油或劣质燃料油作为燃料。柴油机采用燃料与空气在其气缸内部形成可燃混合气并经压缩,产生高压高温燃气而自行发火推动活塞来做功的。柴油机在热机领域内具有很高热效率,一般可达到 65% 左右,因而在与其他热机竞争中占有明显的优势。

经过多年的发展,船用柴油机已达到较高的技术水平。当前柴油机的发展以节能为主,充分兼顾排放与可靠性的要求。同时,低碳排放是现代柴油机面临的严重挑战,随着对船舶柴油机排放的限制,使得其经济性的提高较为困难,这也是今后船舶柴油机发展中的新课题。

船舶柴油机动力装置,是以柴油机为船舶主发动机的动力装置,其中柴油机、轴系装置和螺旋桨组成的部分是这种动力装置的核心部分,见图 0-3。

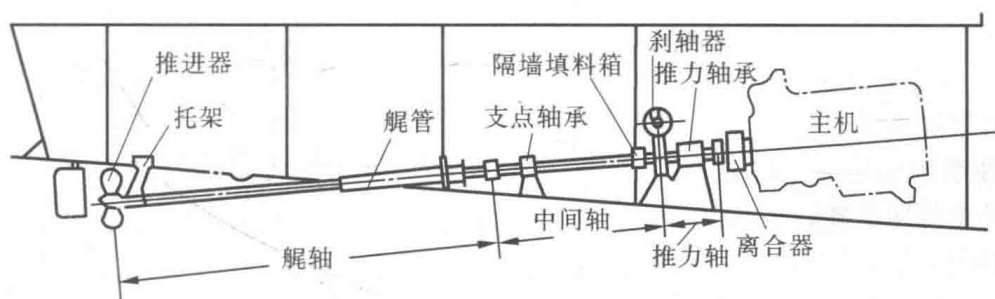


图 0-3 船舶柴油机动力装置的组成图

储存于燃油柜(舱)内的柴油,由柴油输送泵输入日用燃油箱,作为柴油机做功之用。

柴油在柴油机内直接燃烧产生热能,而后转变为柴油机输出轴做旋转运动的机械能。柴油机和螺旋桨之间通过轴系装置连接。轴系将柴油机的转矩传递给螺旋桨,同时又将螺旋桨在水中旋转产生的转向力由推力轴承传给船体,以推动船体的前进或倒退。

为了制造和安装方便,一般将整个轴系分割成若干型,用联轴器连接起来。沿着轴线布置若干个支点轴承,以保证轴系的正常运转。在轴承自船体船舷外伸出处,安装着艮轴管装置,它既是螺旋桨和艮轴转动的支承点,也是保证船舶密封的防漏装置。

船用柴油机向螺旋桨传递动力的方式,最常见的也是最多的有直接传动和间接传动两种。直接传动的特点:柴油机和螺旋桨之间除了传动轴系之外,不设任何变向装置和减速装置,它常用于可直接正反转的低速或中速大功率柴油机的船舶上。间接传动的特点:柴油机和螺旋桨之间还没有减速齿轮传动箱或变向离合器装置等,它一般常用于中小型的高速或中速柴油机的船舶上。以上两种传动方式和设备将在以后章节作详细介绍。

柴油机动力装置在现代船舶动力中已占有绝对优势,它是目前最经济和最合理的一种船舶动力装置。由于它的特点显著,目前得到了迅速的发展和应用。

柴油机技术进步在很大程度上促进了船舶技术的发展和革命,也揭开了船舶动力机械发展的新篇章。

第一章 船舶轴系

第一节 轴系的功用与分类

一、轴系的功用与要求

船舶轴系是船舶动力装置中的重要组成部分,是船舶推进装置(主机、传动机构、螺旋桨)中主要的传动机构(图 1-1)。

1. 轴系概念——是一根(或多根)一端与主机输出轴相连,另一端与螺旋桨相连的传动轴。轴系装置就是由若干个轴和轴承以及其他附件组成系统的总称。

2. 轴系的功用——是把主机发出的功率传递给螺旋桨,使其旋转,并将螺旋桨所产生推力(即螺旋桨在水中旋转做功时,水给予螺旋桨的反作用力),通过自己的一系列装置传给船体,使船舶前进或后退,以保证其正常航行。因此船舶轴系是船舶推进装置的重要组成部分。

3. 轴系的要求——为了满足现代船舶的要求,保证轴系能在各种航行工况和恶劣情况下能可靠地工作,轴系装置应具有足够的强度、刚度。并要求其质量轻,尺寸小,传递功率大、效率高,维修方便等。

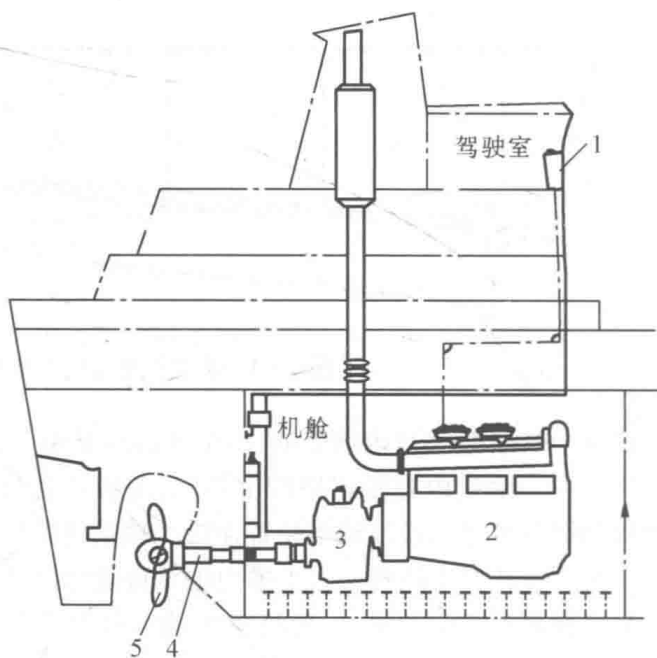


图 1-1 船舶轴系装置示意图

1—遥控操纵台;2—主机;3—传动设备;

4—轴系;5—螺旋推进器

二、船舶推进的传动形式

为适应不同船舶,不同航区的要求,船舶动力装置中的推进设施的结构、型式均不同。现将几种常见的船舶推进的传动型式及其设备作一简单介绍。

1. 直接传动

在主机与螺旋桨之间,除了传动轴系之外,再无其他传动功率的设备,这一传动型式,我们称之为直接传动,如图 1-2 所示。

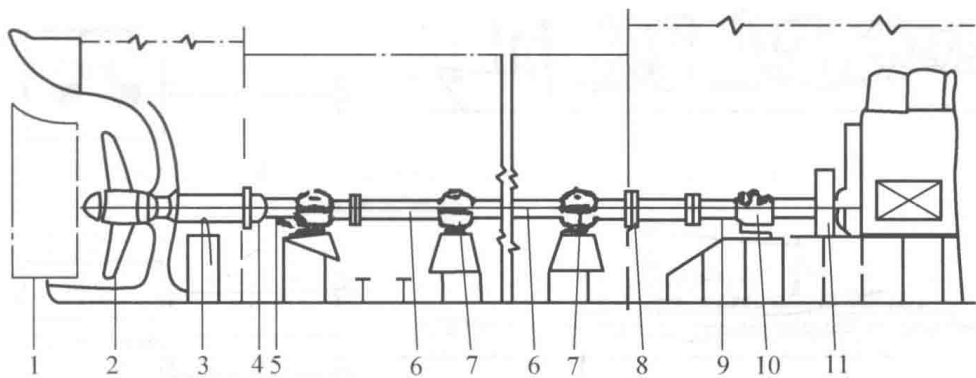


图 1-2 直接传动

1—舵;2—螺旋桨;3—艉轴管;4—填料函;5—艉轴;6—中间轴;
7—中间轴承;8—隔舱填料函;9—推力轴;10—推力轴承;11—主机、飞轮

直接传动的特点:传动效率高,经济性好。目前世界上许多船舶采用此类传动型式。我国船厂目前制造万吨以上油轮、货轮均采用这种传动方式。

此类船舶大多采用大中型大功率低速、中速柴油机,其油耗低,它能直接带动螺旋桨转动,是经济可靠性好的根本原因。但此类传动型式使主机的尺寸指标都很高,且螺旋桨自身直径通常比较大,故适用在海洋船舶中使用,如图 1-5(a)、(b)所示。

2. 间接传动

如图 1-3 所示,在主机与螺旋桨之间,除了传动轴系之外,还设置了减速齿轮箱和离合器等装置,我们称为间接传动型式。

如采用大功率的蒸汽轮机作主机时,配置传动齿轮机构,即实现螺旋桨低速运转和倒顺转,如图 1-3 和图 1-5(f)所示。

当采用高、中速柴油机作主机时,配合以减速比适宜的减速齿轮箱,可以降低螺旋桨的转速提高推进效率。该类主机为不可逆式,免去倒车机构,其正倒车由离合器装置来实现。

由于高、中速柴油机的单位功率的质量和尺寸较小,因而易于布置。此种传动型式广泛应用于沿海及内河的中小型船舶上。

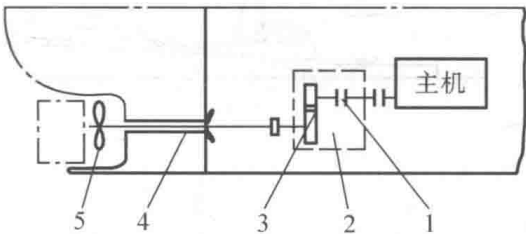


图 1-3 间接传动装置

1—离合器;2—传动设备;3—减速齿轮;
4—艉管;5—螺旋桨

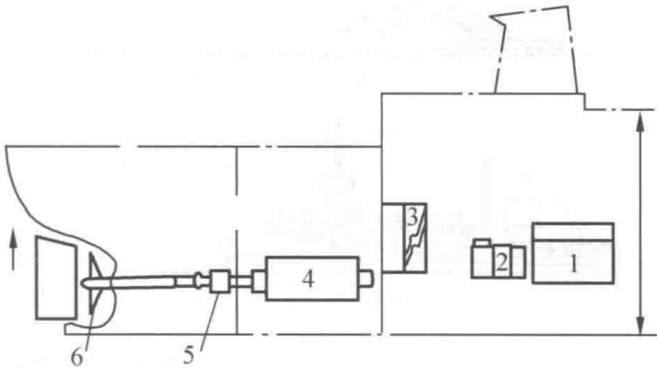


图 1-4 电力传动装置示意图

1—主柴油机;2—主发电机;3—配电板;
4—螺旋桨推进电动机;5—推力轴承;6—螺旋桨

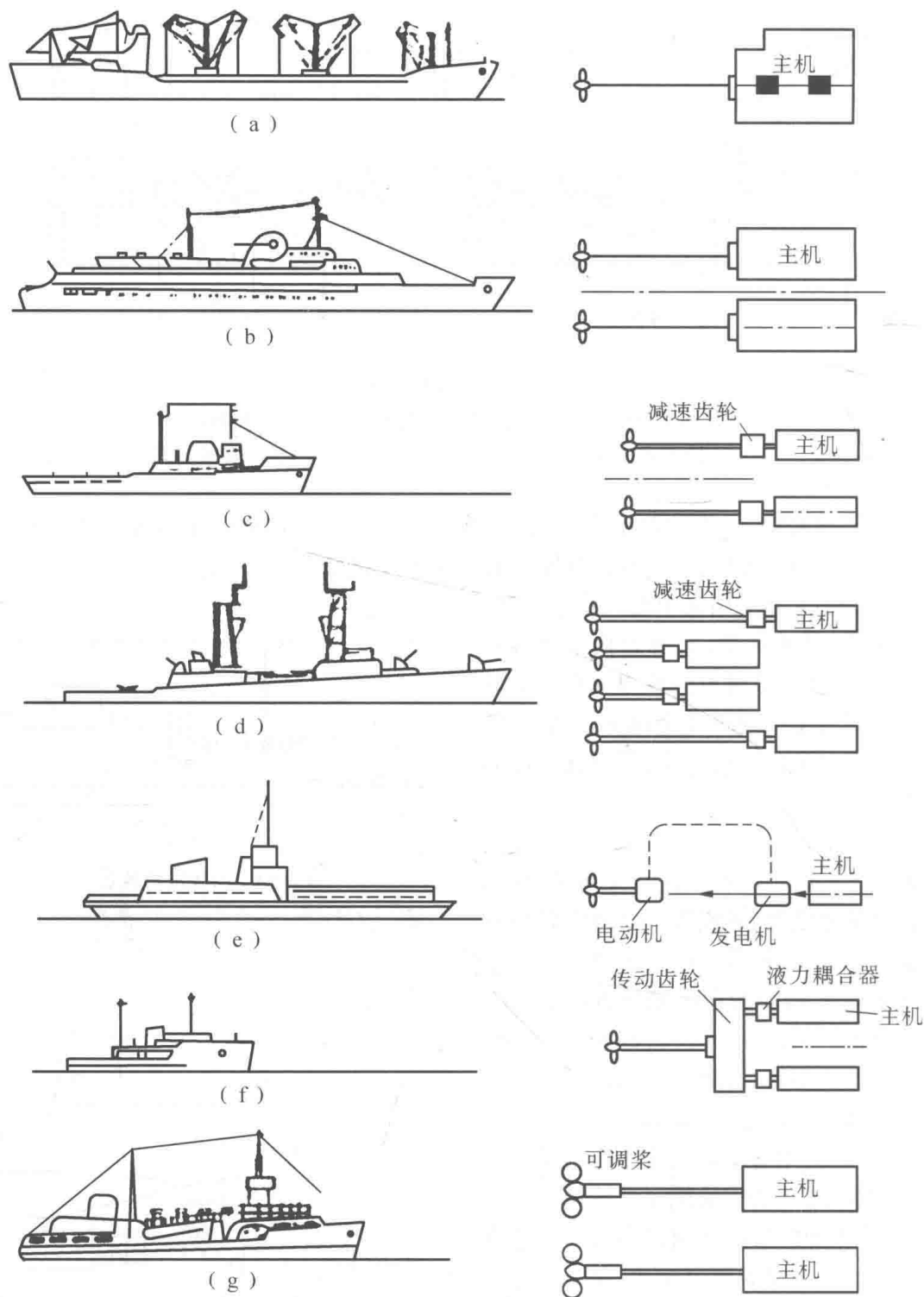


图 1-5 船舶传动装置型式简图

离合器主要用来脱开或接触主机与传动轴系的连接,有的还担负着倒车的任务。应用齿轮减速后,主机转速可以不受螺旋桨低速的限制,并能保持较好的推进效率(0.96 ~ 0.98)。

根据控制离合的方法不同,船用离合器有机械式、液力式和电磁式等不同型式。机械式离

合器结构简单,常被应用。液力离合器(也称液力耦合器或液力联轴器)有对冲击载荷缓冲的作用。当螺旋桨露出水面或被卡住时,主机可受到保护。由于液力离合器的这一特点,所以在救助拖船、潜艇、挖泥船、破冰船等工程船舶中得以较广泛地应用,如图 1-5(c)、(d)所示。

3. 电力传动

电力传动由发电机和主机推进装置两大部分组成。主机带动主发电机,所发出的电能经配电板供给该船另一船舱里的推进电动机,用以驱动螺旋桨旋转,如图 1-4、图 1-5(e)所示。

电力传动装置的特点是:

主机的转速不受螺旋桨转速的限制,可采用高速或中速柴油机,且能在恒速下运转,转向不变。只需改变推进电动机的电流方向,就可实现螺旋桨的正反转,故主机可采用不可逆式柴油机操纵,简便、灵活。停航时,主机所发出的电力可供他用。

由于该传动装置具有操纵性能好,布置方便等优点,所以在某些工程船舶和特种船舶上采用,如拖船、渡船、挖泥船、布缆船和破冰船等。

4. Z 型传动

图 1-6 是 Z 型传动装置原理图。该装置分功率传递部分和螺旋桨绕竖轴的回转部分。

功率传递部分:柴油机 1 所发出的功率经弹性联轴器 2、万向节传动轴 3、上锥齿轮 4、竖向传动轴 6、下锥齿轮 9、螺旋桨 12 等,从而达到推动船舶航行。

螺旋桨的回转部分:由电动机驱动蜗杆 5 通过蜗轮 13,使旋转套筒 7 在支架 14 中回转范围内做平面旋转运动,用以控制船的转向。舵叶 10 起着辅助控制船舶转向的作用。

该传动装置的特点是:螺旋桨可绕竖轴轴线作 360° 回转,紧急停止急速转弯,快速进退,横向移动以及微速航行等。

由于该装置功率传递过程较复杂,因此传动效率低。因为该推进装置具有操纵性能好等优点,所以最适用于港内作业船和航行于狭窄航道的小型运输船舶上。

5. 可调螺距螺旋桨传动

这种装置的结构特点是桨叶与桨毂分开制成,通过调距机构可使螺旋桨的桨叶转动,以改变桨的螺距,从而改变螺旋桨的桨叶转动,以改变桨的螺距,从而改变螺旋桨推力的大小,以使桨及船的负荷相适应。当调整桨的螺距并使螺距为负值时,则推力为负值,船将开始后退。(具体组成和结构见图 1-7 和图 1-8 可调桨装置图)。

可调螺旋桨装置的设置,其目的是使桨叶同时旋转某一角度,使螺旋桨随指令的变化,处于“顺桨”(正螺距角、推力向后)、“停止”(螺距角为零,推力为零)或“倒航”(负螺距角,推力向前)等状态,以达到操纵船舶的目的。

按照转动桨叶的动力形式,可调桨的转动方式可分为手动、机械、液力及电动等。

图 1-8 为液力操纵式可调桨装置简图。当操纵杆 7 推向左边时,控制阀 9 自当中位置

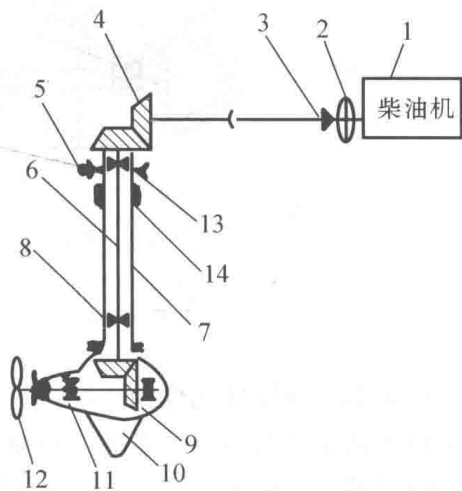


图 1-6 Z 型传动装置原理图

1—柴油机;2—联轴器;3—万向节传动轴;4—上锥齿轮;5—蜗杆;6—竖向传动轴;7—旋转套筒;8—滚动轴承;9—下锥齿轮;10—舵叶;11—滚动轴承;12—螺旋桨;13—蜗轮;14—支架

向左移动,进油管 11 就与右方的油路相通,压力油即进入液压活塞 12 的左面,推动活塞向前移动,从而穿过空心的拉杆 3 与夹头 4 和叶根上的销子 5 将桨叶转动。当桨叶转到所需的角度时,停止操纵杆 7,跟踪拉杆 8 将控制阀 9 拉回至原来的中间位置,并切断电源,桨叶即停止转动。进出控制阀 9 中的压力油是专门的电动泵提供的。

可调桨装置具有以下几个特点:

(1) 船舶的前进和后退不必改变主机和螺旋桨的转向,只要转动桨叶就能实现。这样只需采用单转式的柴油机,使装置简化轻便。

(2) 船舶在部分负荷下航行时,通过调节螺旋桨的螺距,使主机与桨能获得良好的配合,主机处于油耗工作,改善了经济性,增加了续航力。

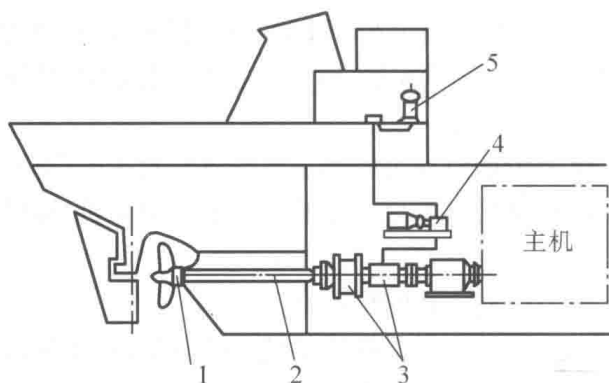


图 1-7 可调螺旋桨装置示意图

1—可调螺旋桨;2—传动轴;3—伺服器;
4—液压能源;5—遥控装置

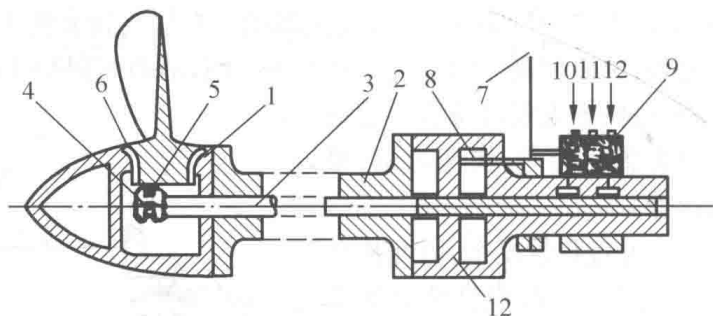


图 1-8 液力操纵式可调桨装置

1—桨毂;2—空心轴;3—拉杆;4—拉杆夹头;5—叶根销子;6—滚柱轴承;
7—操纵杆;8—跟踪拉杆;9—控制阀;10、11—进油管;12—液压活塞

(3) 船舶的操纵性和机动性好。

(4) 可调桨的桨毂和轴系等结构复杂,制造安装较困难,初期投资高。

(5) 桨毂尺寸较大,其最高效率与同参数的定距桨相比,低 1%~3%。

综上所述可知,可调距桨适用于多种航行工况的船舶,以及机动性、操纵性要求高或超低速航行的船舶。如救助船、打捞船、挖泥船、渔船和破冰船等(图 1-5(g))。

三、船体尾端结构的特点介绍

为了适应舰船航行的需要,通常船体向船尾端部逐渐地愈来愈尖瘦,最后并拢于艉柱。此外,船舶航行时,除了船首部将遭受到很大的波浪打击之外,在船尾部,将受到螺旋桨工作时所产生振动力和被螺旋桨所扰动的水的冲击力影响。因此,对船体艉端部的钢结构要特别重视与加强,以保证船舶安全航行的需要。本教材的教学内容,因只涉及船舶轴系、舵系的有关知识,所以这里仅以介绍船体艉部结构为主。

船舶的艉部,通常是指船体艉尖舱舱壁以后的结构区域。这一区域内装置着船舶的重要设备——艉轴、螺旋桨和舵、舵设备等。因此,船舶艉部结构的重点也集中在它们身上。

图 1-9 为船体艉部结构。艉端结构是指艉尖舱壁后,上甲板下的船体部分。根据船舶的不同类型,有巡洋舰艉、方艉和椭圆形艉等型式。单螺旋桨船的艉部横剖面呈 Y 型形状, Y 型的下部地位狭窄,有螺旋桨轴通过, Y 型上部逐渐宽大,甲板平台上设有舵结构,艉部有舵和螺旋桨。巡洋舰型的艉部向后突出成悬伸艉端,常采用斜肋骨和斜横梁结构。如图 1-10 所示。

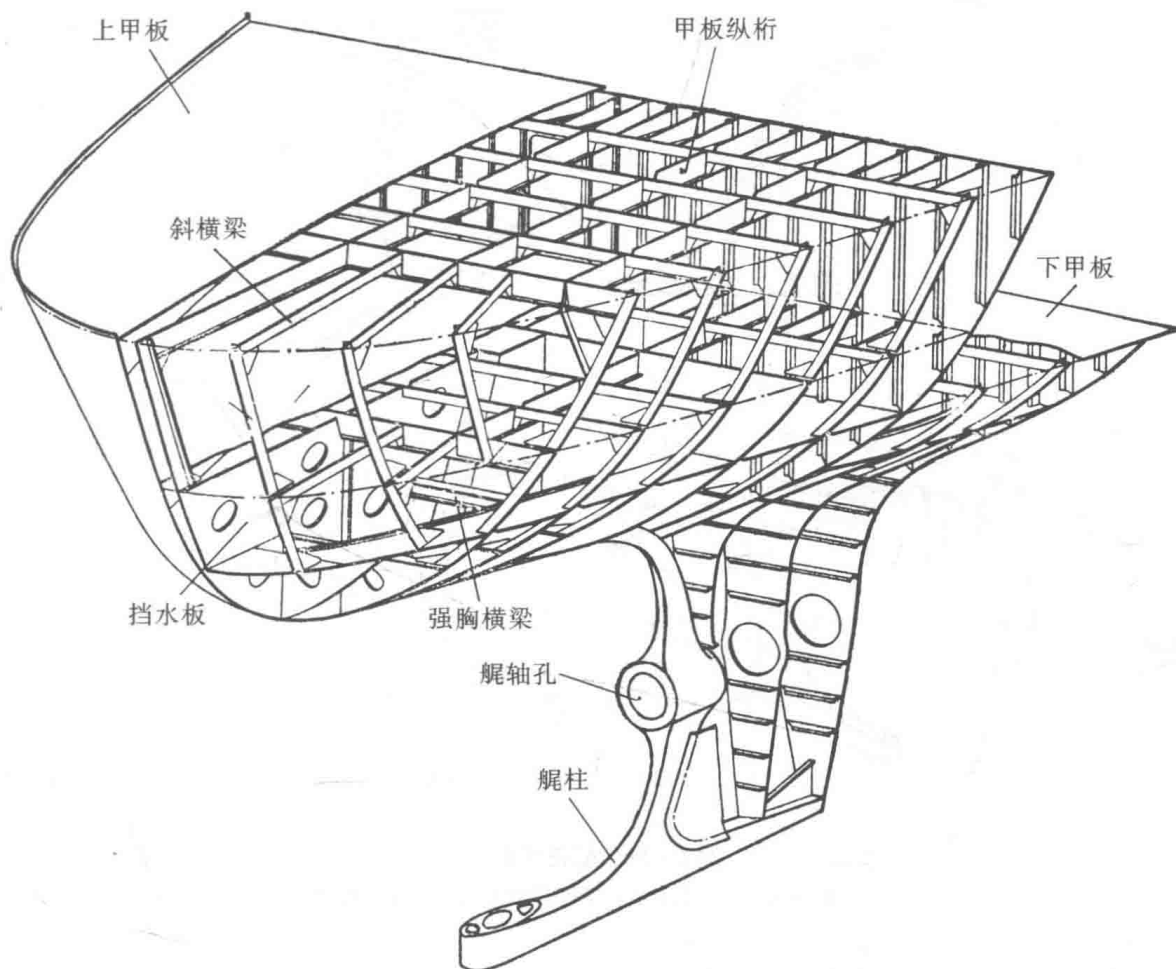


图 1-9 船体艉部结构图

现在有些货船采用变形方艉,它的外形好像在艉端切去一段似的。这种艉型悬伸出去的部分比巡洋舰艉型短,在结构和工艺上更为简化。

民用船舶的艉部的形状以前多为椭圆形艉,其端部露出水面的部分较大,使螺旋桨及舵易受损坏,现已很少采用(图 1-10(a))。目前应用较多

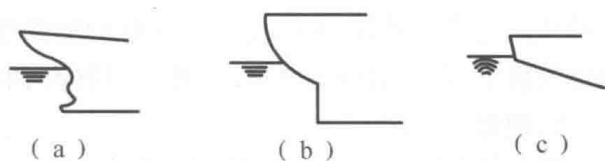


图 1-10 各种型式的艉

(a) 椭圆形艉; (b) 巡洋舰艉; (c) 方艉