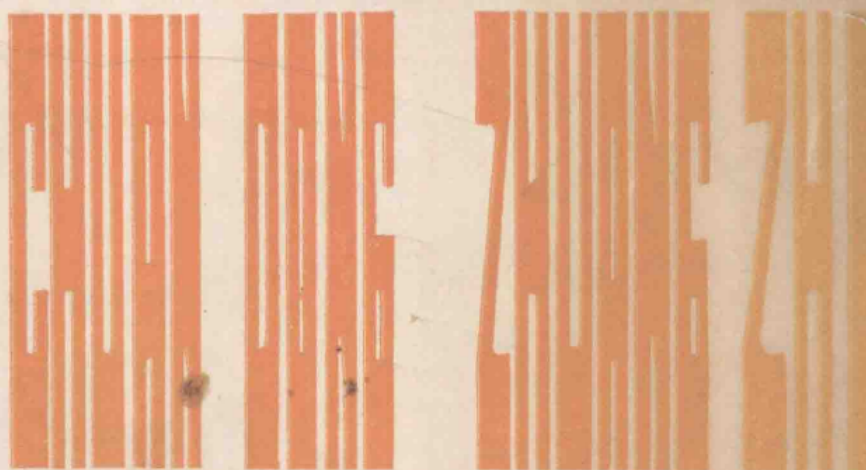
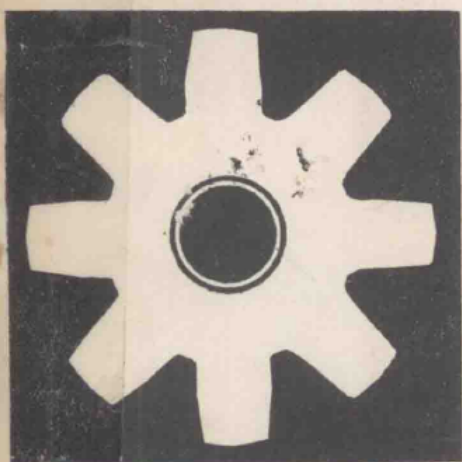


传动装置文集



《国外舰船技术》特辅机电设备类编辑室

前 言

船舶轴系传动设备是解决主机和螺旋桨间功率和转速匹配的重要环节。随着主机功率和转速的提高,螺旋桨逐渐向大直径、低转速方向发展,故轴系传动设备的作用显得更加重要,甚至直接影响整个动力装置的成败。

轴系传动设备主要是指各种离合器、联轴节、齿轮箱和推力轴承。根据船舶和动力装置的种类不同,轴系传动设备也多种多样。

本文集主要是根据近期国内外有关资料翻译和编写而成。内容包括船舶轴系传动设备的国内外现状和展望、各著名厂家的有关产品介绍、齿轮加工工艺和设备以及齿轮噪声规则等十六篇文章,可为有关设计、制造和使用人员起抛砖引玉的作用。

由于时间短促,水平有限,不当之处敬请读者批评指正。

编 者

目 录

船舶轴系传动设备的现状和展望	(1)
齿轮箱、离合器和联轴节	(17)
船舶中速柴油机推进系统用的齿轮装置	(32)
一种新颖的减速齿轮装置设计	(41)
具有现代设计特点的船用减速齿轮箱的性能	(42)
倒顺车减速器传动比的选择	(56)
船舶传动装置大模数氮化锥齿轮的应用经验	(58)
齿轮噪声规则(节译)	(62)
燃气轮机传动齿轮的一些典型结构	(67)
自动同步离合器——一种大型的联轴装置	(74)
直接喷射润滑的推力轴承	(77)
Vickers Piranha 潜艇推进系统	(78)
西德兰克公司船用齿轮箱生产概况	(80)
西德洛曼公司传动装置简介	(86)
住友-洛曼公司高弹性摩擦离合器和高弹性联轴节	(93)
日本的船用减速齿轮装置	(99)

船舶轴系传动设备的现状和展望

第一研究室 贾润康

一、概 述

当前和今后相当长的一段时期内,螺旋桨推进仍然是舰船推进的主要形式。为了提高推进效率,螺旋桨越来越向大直径、低转速方向发展,而主机却逐渐向大功率、高转速迈进,并且出现了采用多台主机联合驱动一只螺旋桨的联合动力装置,以增加推进功率和减少主机占用的空间位置。为了解决主机和螺旋桨间功率和转速匹配的矛盾,轴系传动设备作为中间媒介起极其重要的作用,甚至直接影响到整个动力装置的成败。

纵观现有舰船动力装置,可以看出轴系传动设备的种类是繁多的。某一装置的突破,可使整个动力装置大大改观。如西德洛曼公司发展了高弹性离合器后,就使其1970年的一台1400马力现代齿轮箱比1955年同等功率的齿轮箱外形尺寸减少40%,重量减轻了70%。又如意大利法兰克托西公司(Franco Tosi SPA)发展了一种可反转的液力变矩联轴器,使不可逆转的燃气轮机成功地用在舰船

上,并采用了效率高而成本低廉的定距桨推进,从而革去了费用昂贵的可调螺距螺旋桨装置(图1)。

轴系传动设备主要包括以下装置:

船用齿轮箱(Marine gears)

- (1) 减速齿轮箱(驱动定距桨或调距桨);
- (2) 倒顺车齿轮箱(驱动定距桨);
- (3) 行星齿轮箱(驱动定距桨或调距桨);
- (4) 并车齿轮箱(驱动定距桨或调距桨);
- (5) 对转齿轮箱(驱动定距桨);

各种联轴节和离合器(Couplings & Clutches)

- (6) SSS 离合器;
- (7) 弹性联轴节(可单独使用);
- (8) 离合器和制动器(可单独使用);
- (9) 液力联轴节(可单独使用);

推力轴承、轴承(Thrust bearing, bearing)

- (10) 推力轴承;
- (11) 中间轴承。

二、轴系传动设备的现状

1. 减速齿轮箱(reduction gears)

自从1910年美国第·拉弗尔公司(de Laval Co.)生产第一台高速齿轮箱装置用于汽艇Vespanian号上以来,船用减速齿轮箱不断发展,功率由15马力增至几十万马力,齿轮加工工艺也不断改进,由软齿面发展到全硬齿面,采用了磨齿工艺,瑞士生产的MAAG磨齿机直径可达142英寸(3.6米)(图2)。

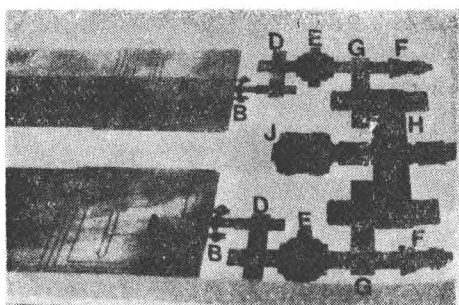


图1 可反转的液力变矩联轴节

减速齿轮箱输出和输入轴的布置较自由，有垂直、水平和同心结构形式，视主机需要而定，但最小中心距受到齿轮强度的限制。目前齿轮大都采用渗碳淬硬工艺，提高 K 值，以减小齿轮箱尺寸。各种齿轮加工工艺的许用 K 系数见表1。这类齿轮箱西德洛曼公司、日本岛津株式会社、英国戴维德·布朗(David Brown)公司，法国A.C.B厂均有系列，单位马力重量约为2~3公斤/马力。

为了脱开主机，有些齿轮箱还增设了液压式多片摩擦离合器，如西德洛曼公司在倒顺车齿轮箱系列的基础上发展了GWS、GWH、GWL、GWK四种离合减速齿轮箱(图3)。

我国六机部七〇四研究所为“722”气垫登陆艇设计的减速齿轮箱传递功率达1430马力，转速从2400转/分降至1260转/分，箱体

采用了铝合金材料，单位马力重量约为0.5公斤/马力。

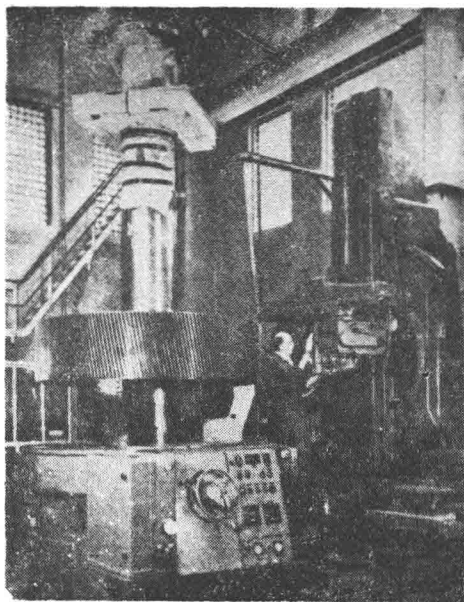


图2 MAAG 磨齿机 HSS-360

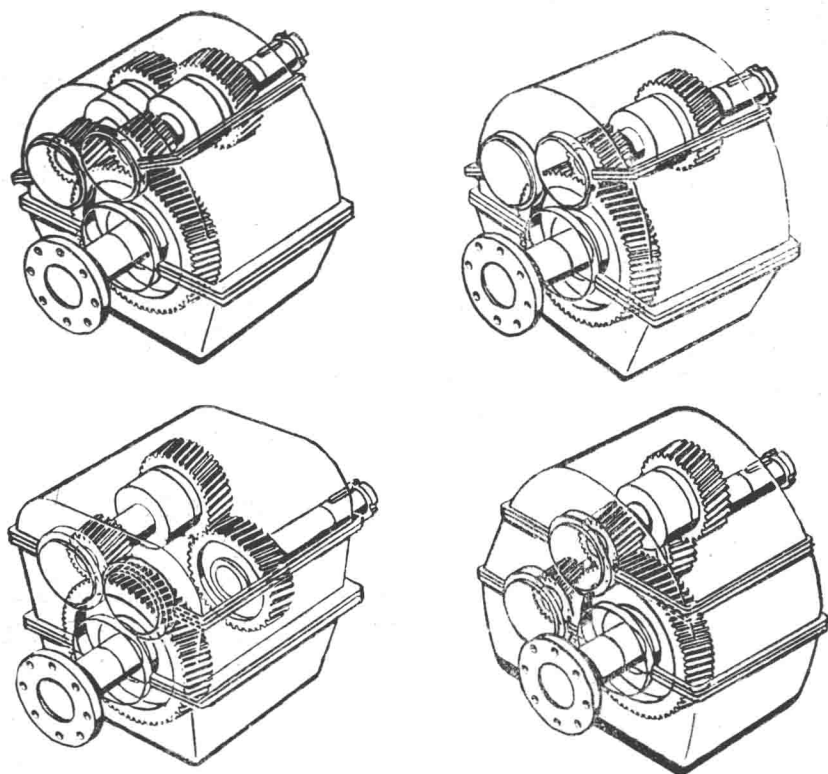


图3 洛曼公司的离合减速齿轮箱

表 1 中速机船用齿轮箱 K 系数标准值

小 齿 轮	大 齿 轮	K 系 数 磅/英寸 ²
氮 化	整 体 淬 硬	120~200 (近似值)
渗碳后磨齿	整 体 淬 硬	120~200
氮 化	氮 化	300~450
渗碳后磨齿	渗碳后磨齿	450~600

2. 倒顺车齿轮箱(reversing gears)

船用倒顺车齿轮箱一般与中高速柴油机配套, 它可以在不倒转主机的情况下, 使螺旋桨得到顺车、倒车以及停转的工况。

倒顺车齿轮箱在西欧、日本已有专业化厂生产。著名的有西德兰克厂、莱泽厂、ZF厂、洛曼公司, 英国的现代齿轮传动公司、波曼工程公司, 日本的新泻铁工所、岛津株式会社等。

船用倒顺车齿轮箱的技术经济指标, 可归纳如下:

- 1) 使用寿命较长;
- 2) 维修简单方便, 维护费用低;
- 3) 换排灵活, 迅速可靠;
- 4) 工艺、结构简单, 成本低廉;
- 5) 重量轻、体积小、长度短;
- 6) 机械效率高、温度低、噪声小;
- 7) 配套的适应性大;
- 8) 倒车时间不受限制, 倒顺车速比一致, 适用于双推进器船只;

表 2 倒顺车齿轮箱比较表

序号	齿轮箱型号	国 别 生产厂	寿 命	维 修	换 排	重 量	结 构	效 率	配 套	倒 换	较 好 者
1	803	(仿美)	×	×	×	○	○	○	×	×	×
2	Waö	西 德	○	○	☆	○	○	☆	☆	○	○
3	Wuö	西 德	☆	○	☆	○	○	☆	☆	×	☆
4	S11o	捷 克	○	○	☆	○	○	☆	☆	○	○
5	MW	英 国	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	○	○
6	SN3900	美 国	☆	○	☆	☆	○	☆	×	☆	☆
7	R3808	英 国	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆
8	MHF	西 德	☆	☆	☆	☆	☆	☆	○	○	○
9	WDV	西 德	☆	☆	☆	○	☆	☆	☆	○	○
10	SWUF	西 德	☆	○	☆	○	○	☆	☆	☆	×
11	SW150/22	民主德国	☆	○	☆	○	×	☆	○	○	×

注: ☆—较优, ○—一般, ×—较差

9) 制造厂在改换速比、增加品种时简单易行。

根据这九个指标作粗略比较列于表 2。

在我国, 倒顺车齿轮箱已被广泛用于船上, 国内专业化工厂有一机部的杭州齿轮箱厂、峨江齿轮箱厂、六机部的永进机械厂、6891 厂、476 厂等, 其中以杭齿厂的系列较完整, 有些型号已远销至东南亚各国。

杭齿厂的 ZF240 型倒顺车齿轮箱(图 4) 摩擦离合器采用并联布置, 传递功率 360 马力, 输入转速 1500 转/分, 总重 700 公斤, 机械效率 95%, 单位扭矩重量为 4.05 公斤/公斤-米, 与国外同类产品比较见表 3。

表 3 ZF240 型与国外同类产品比较表

速 级	型 号	国 别	传 动 方 式	单位扭矩重量 公斤/公斤-米	外 形 尺 寸 L×B×H (毫米)
双 速	ZF240	中	三轴六齿轮传动 不同心	4.05	798×890×795
	SWM	西德 Renk 厂	四轴九齿轮传动 同 心	4.8	
	ZWAV	西德 Reintjis 厂	四轴七齿轮传动 不同心		
	MWD	英 国	四轴九齿轮传动 同 心	6.1	
单 速	ZF240	中	三轴五齿轮传动 不同心	3.75	798×890×795
	WDV25	西 德	双轴五齿轮传动 不同心	6.7	980×695×795
	GWU270	西 德	三轴六齿轮传动 同 心	4.7	937×640×830
	VU25	西德 L&S 公司	双轴锥齿轮传动		1125×810×760

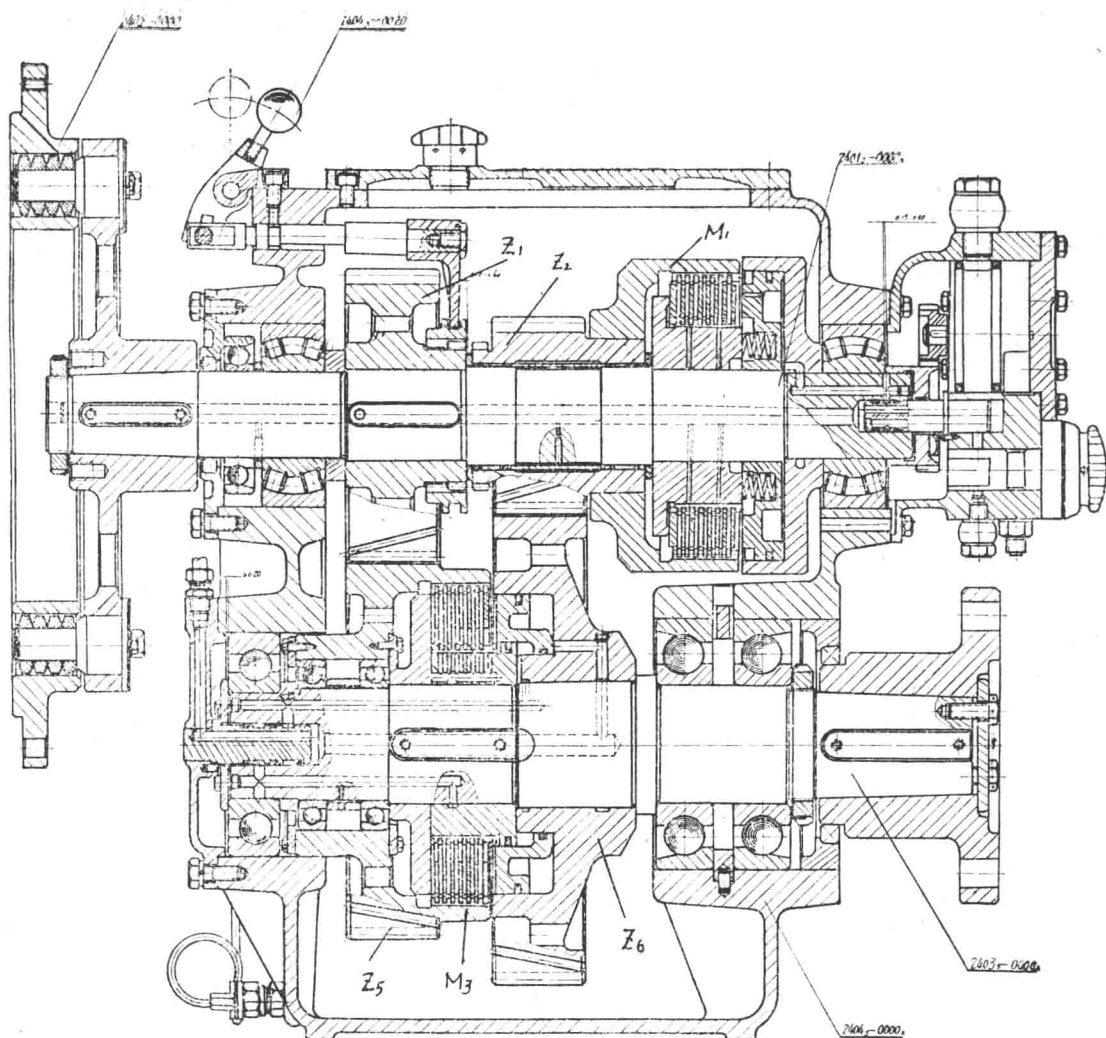


图 4 杭州齿轮箱厂 ZF240 双速倒顺车齿轮箱

表 4 国外大功率行星齿轮箱比较表

制 造 厂		IHI (日)		川崎重工		BHS (西德)	
型 式		行 星 式	平 行 轴	行 星 式	平 行 轴	行 星 式	平 行 轴
传递功率 HP		11700	11700	16000	16000	12000	12000
转 速	输 入	520	520	430*	430	430	430
	输 出	139.8	168.1	140	140	113.7	113.7
推 力 (吨)		90	90				
重 量 (吨)		19.5	25	189	234	17*	50*

注：* 不包括推力轴承。

3. 行星减速齿轮箱(epicyclic gears)

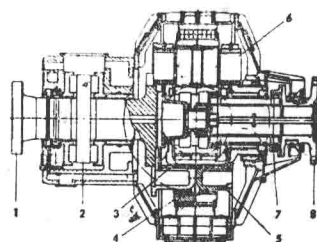
行星齿轮箱要求减速比在 2 以上。和平行轴减速箱相比, 减速比越大, 在尺寸、重量、价格上就越有利。同时行星齿轮箱可安装在瘦小的艏部, 以节省机舱空间, 因此行星齿轮箱近年来发展十分迅速。

目前世界上先进的大功率行星齿轮箱为日本三井的 IMT 型、西德的 Renk 型、瑞士 MAAG 型(图 5), 其中三井-IMT 行星减速装置图见日本船用减速齿轮装置一文内的图 11, 其主要性能比较见表 4。他们在使啮合齿轮具有浮动性方面各有特色, 从而改善了齿轮的啮合条件。

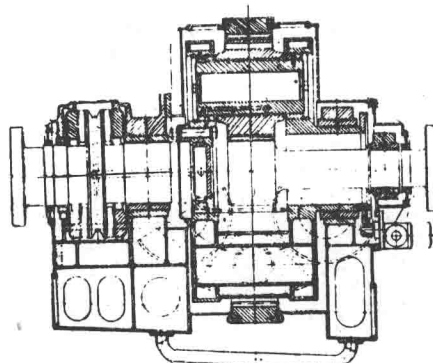
我国在齿轮加工方面条件较差, 技术落后, 因此到目前为止, 行星齿轮箱的设计和制造还是空白, 宁愿转速高一些, 效率低一些, 以避免使用行星齿轮减速箱。

4. 并车齿轮箱(Combined gear units)

随着燃气轮机在船上的迅速应用, 出现了柴燃联合动力装置(CODOG), 柴油机用于巡航和低速航行, 并作倒车动力, 燃气轮机作战斗巡航和高速航行动力。为了充分发挥柴油机的功率, 有时组成 CODAG 联合动力装置, 但并车齿轮箱比较复杂, 需要多种转速匹配, 因此一般都使用 CODOG 装置。图 6 为泰国海军用的 CODOG 柴燃交替使用的联合动力装置



伝達馬力	17500 PS
回転数 入力/出力	417/137 rpm
重 量	45 t



伝達馬力	8,000 PS
回転数 入力/出力	430/85 rpm

图 15 Maag 遊星減速

图 5 行星齿轮箱

置。它由英国戴维德·布朗公司制造。一台 TM3B 燃气轮机作加速用, 2 台 12PC2V 中速柴油机作巡航用, 使用可调螺距螺旋桨作调速和倒车。

图 7 为 MAAG 船用并车齿轮箱。它用于

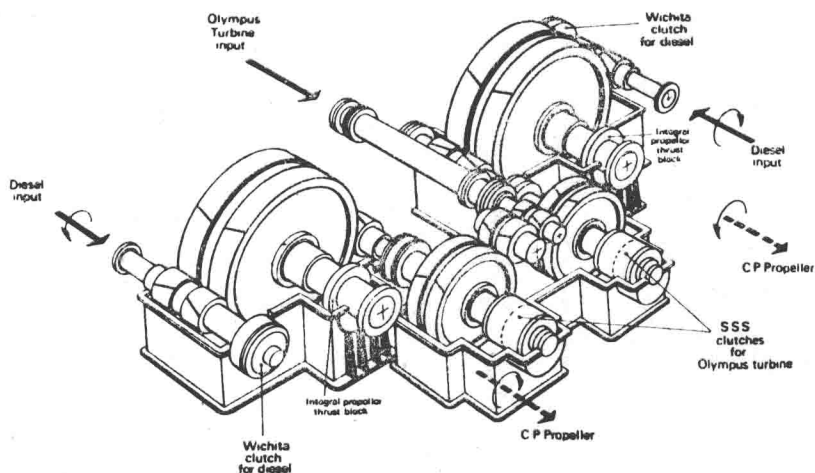


图 6 CODOG 柴燃联合动力装置

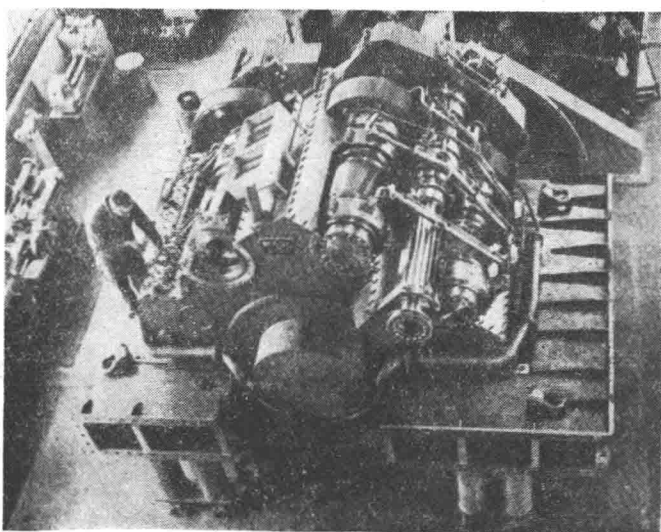
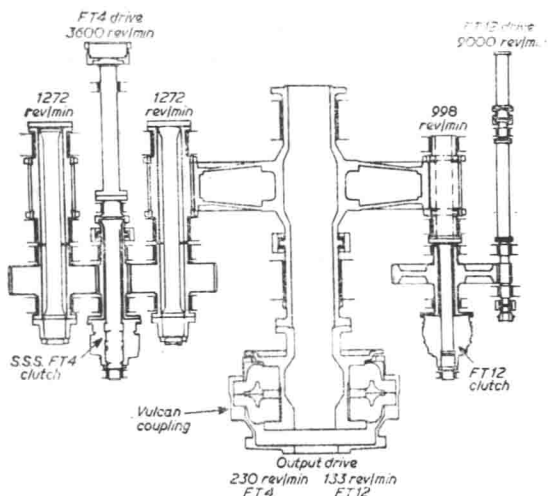


图 7 MAAG 船用并车齿轮箱

加拿大 DDH-280 级全燃气轮机驱逐舰, 由 FT4 和 FT12 燃气轮机各一台驱动可调螺距螺旋桨(COGAG)。

由于燃气轮机用在船上历史不长, 只有几种机型, 船用并车齿轮箱还未系列化生产。目前以美国 DD963 全燃动力装置较先进。

柴油机多机并车齿轮箱已在船上广泛使用, 其中以西德 Renk 厂生产的大功率并车齿轮箱较典型。它采用摩擦离合器悬挂在箱外, 通过空心轴与齿轮箱联接, 输入轴采用高弹性联轴节与主机相联, 因而可补偿径向位置偏移达 2 毫米(图 8)。西德洛曼公司的系列有双输入轴单输出轴减速箱 GVA 和 GVC 型, 双输入轴单输出轴倒顺车齿轮箱 GVL 型。

5. 对转齿轮箱 (gears for contra-rotating propellers)

对转桨是二只普通的螺旋桨分别装于同心之二轴上, 以等速或不等速向相反方向旋转的推进装置。对转桨齿轮箱是其中的主要关键设备。由于对转桨推进效率比普通桨提高 8~10% 因而特别适用于要求功率大、螺旋桨直径小的水面舰船, 如登陆舰、高速快艇等。

图 9 为船用行星式对转齿轮箱, 适合于单机使用, 输入轴与中心轮齿形联

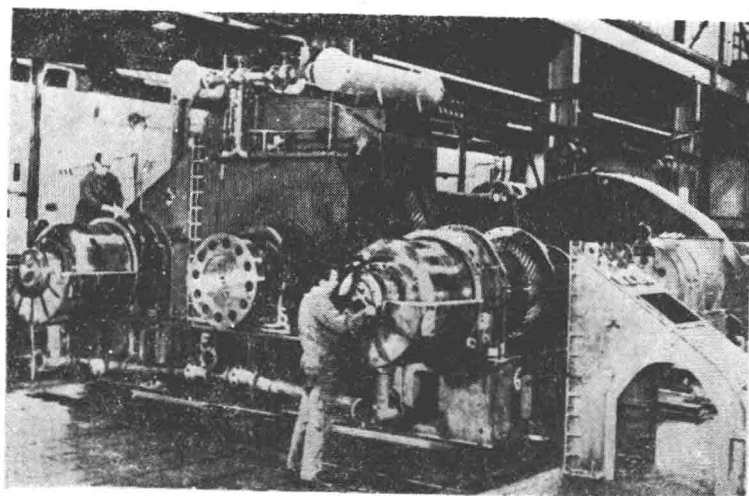


图 8 Renk 厂生产的大功率并车齿轮箱

接,通过转臂使内轴旋转,外轴由固定的行星齿轮传给内齿轮带动旋转,内外轴转向相反。对于双机(如电机或汽轮机),对转齿轮箱为普通定轴式齿轮箱装置(图10)。其优点是简便、可靠,有成熟的制造和运行经验。缺点是占地面积大,比较笨重。

七〇四研究所于1975年为湖南航运公司设计了拖船用对转齿轮箱(图11)。经实船试航,其性能良好,拖力比单桨提高20%,其功率为300马力。

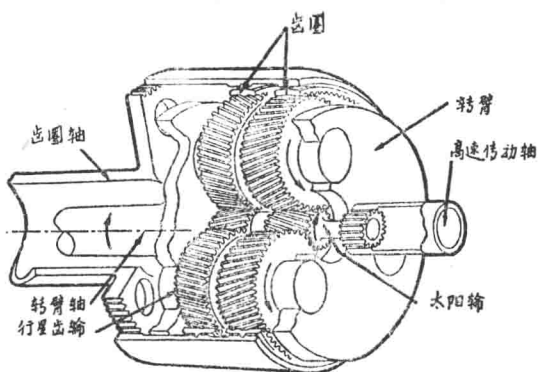


图9 单机对转桨行星齿轮装置

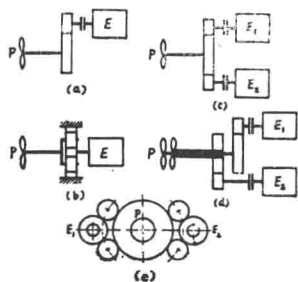


图10 双机对转桨齿轮箱

6. SSS离合器(Synchronous-Self-Shifting Clutch)

SSS离合器为同步自动接合离合器。当主动轴转速略高于从动轴转速时能自动接合,而当从动轴转速一旦高于主动轴转速能立即脱开。它是高速主机联合动力装置常用的关键设备。

SSS离合器可分成超越离合器和闭锁离合器两种类型。超越离合器特别适用在燃气轮机

驱动可调螺距螺旋桨的动力装置中。当“紧急倒车”工况时,离合器会产生短时负扭矩,由于双作用缓冲器的作用使离合器仍然能轴向接合。而且即使脱开也是暂时的,几秒钟后离合器仍然能自动接合。闭锁型SSS离合器用于定距桨的动力装置中,因为在倒车工况时需传送反扭矩,因此要求闭锁(图12)。

SSS离合器采用鼓齿,加工精度较高,因而不平衡力矩较小,工作可靠。

SSS离合器国外已有系列化生产厂,如英国的戴维德·布朗公司,西德兰克厂等。我国也曾设计制造过,并成功地在蒸汽轮机动力装置中应用过。目前正在系列化。

7. 弹性联轴节(flexible couplings)

近年来大部分船舶推进装置都装有弹性联轴节,用来改变振动系统工作状况以减低扭转振动的影响,并且可以补偿轴系安装和安装后受船体变形而产生的误差,保证装置正常运转。

弹性联轴节的种类很多,除了一般性的齿形联轴节、膜片联轴节(图13)、伏尔康橡胶联轴节(图14)外,还出现了抗扭振性能特高的高弹性联轴节。著名的有奥地利的盖斯林格板簧联轴节,西德洛曼公司的Speroflex橡胶环联轴节,英国霍尔塞特公司的橡胶块联轴节,以及西德伏尔康公司的空气弹簧联轴节。

1) 板簧联轴节

奥地利萨尔茨堡市特林-盖斯林格公司在1959年制成了第一个板簧联轴节,称为盖斯林格联轴节(图15)。在联轴节的密闭空腔中灌满滑油,以润滑弹簧,并起阻尼扭振的作用。

从结构上看,板簧联轴节有以下特点:

- a. 扭转柔性非常大;
- b. 尺寸小;
- c. 能传递大扭矩;
- d. 能阻尼扭振。

但要求轴系对中性要准确,它不能补偿轴系径向和角度位移。所以要求被联接的设备要

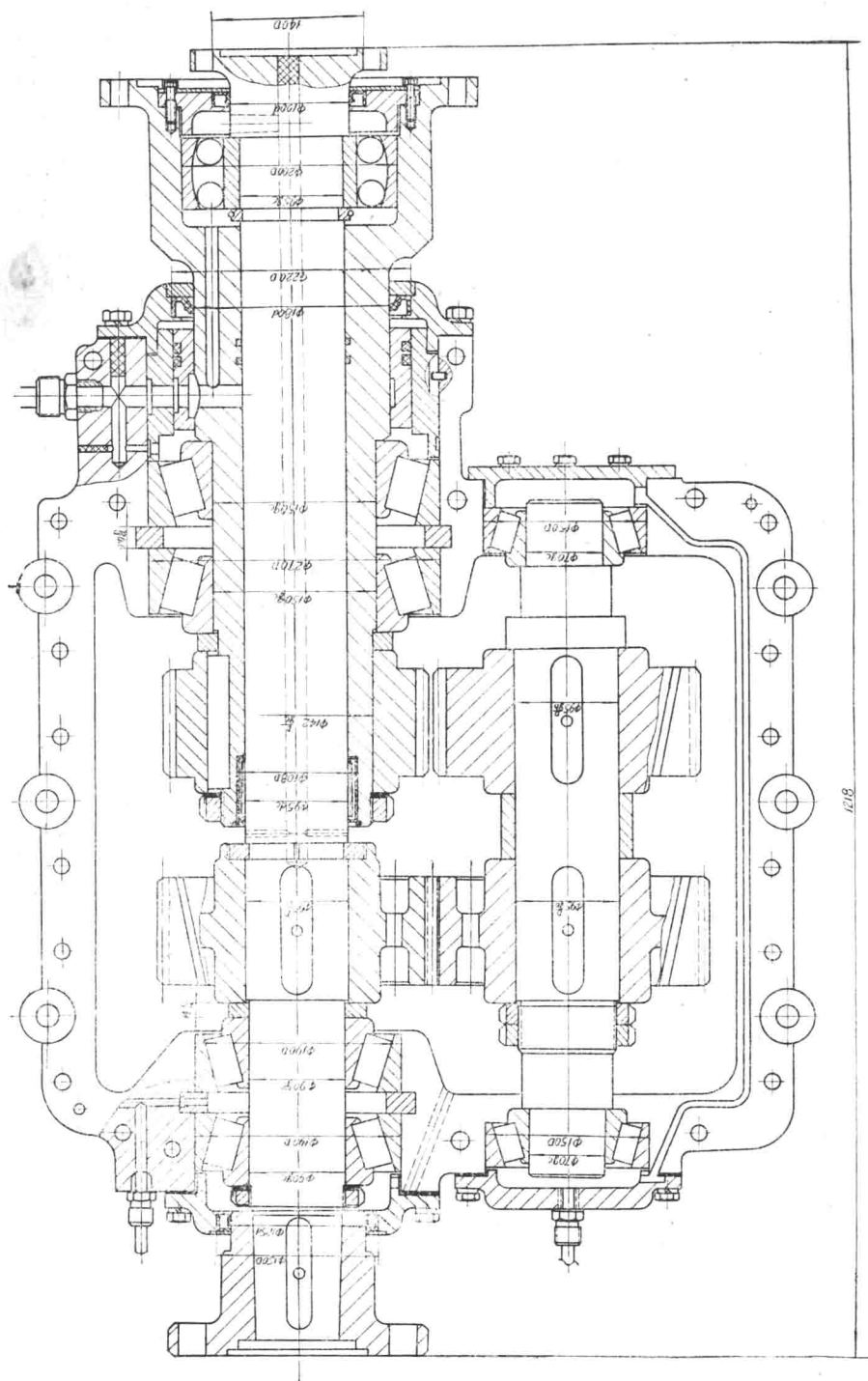


图 11 湖南航运公司拖轮用对转桨齿轮箱

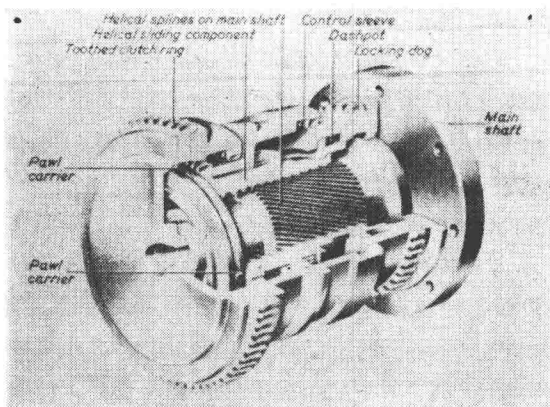


图 12 闭锁型 SSS 离合器

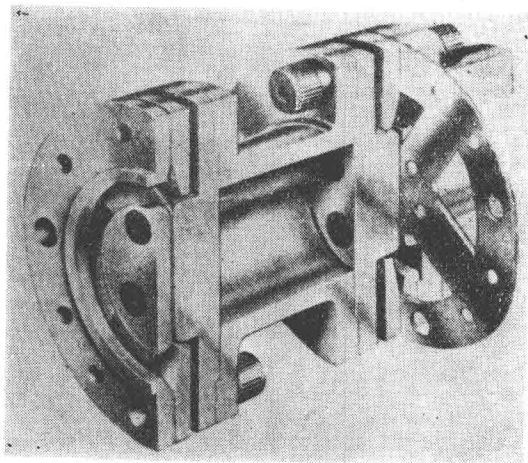


图 13 膜片联轴器

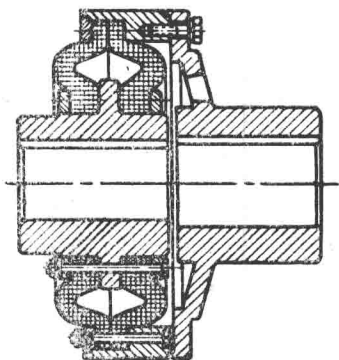


图 14 伏尔康橡胶联轴器

有公共基座。

日本新泻铁工所从盖斯林格公司引进了这项技术，并于 1967 年制成了板簧联轴器。后来在渔船上大约有 200 台柴油机已使用了这种联轴器。西德洛曼公司也有板簧联轴器系列。

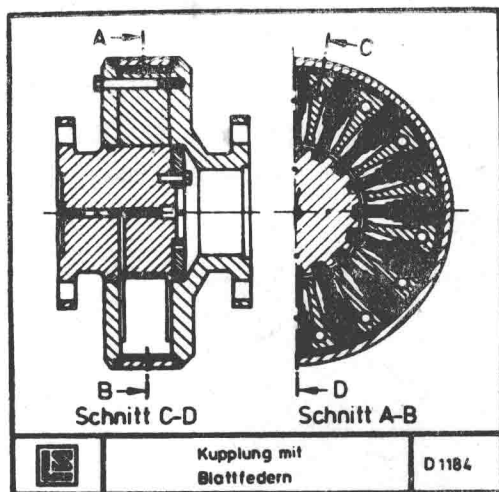


图 15 盖斯林格联轴节

我国永进机械厂也从盖斯林格公司引进了板簧联轴节技术，以便与 PC 和 PA6 型柴油机配套。并且从盖斯林格公司学到了有关扭转振动的新计算方法，计算值与实测值只有 15% 误差。

2) 弹性环联轴节

西德洛曼公司在六十年代研制了专利产品“Speroflex”高弹性联轴节，最大的联轴节 450 型传递扭矩 34,500 公斤-米，即在 430 转/分时传递 20000 马力，外径近 2000 毫米。洛曼公司的系列产品有 23 种，扭矩从 137~34500 公斤-米。全世界约有一千万马力的柴油机用此联轴节来传递扭矩。洛曼公司现有产品有四个不同的扭转角：15°(W 型)、10°(MD 型即标准型)、7.5°(HD 型)和 5°(SHD 型)，结构见图 16。使用时通常把两个橡胶元件装在一起，在自由状态下，外环端面之间有一个间隙“S”。装配时，用螺栓把外环压紧，使间隙“S”为零，由于金属环和橡胶硫化粘结面是斜的，所以两个外环压紧后，两个橡胶环都受到预压缩。这样可使橡胶环和硫化粘结面的耐久性显著提高，但也带来补偿径向位移时附加力的缺陷。

日本川崎重工业公司于 1964 年试制成功“高弹性橡胶环联轴节”(KE 型联轴节)，并

进行了系列设计。其中 KE585 型传递功率可达 10000 马力。

我国上海柴油机厂在七十年代对 12V180 柴油机配置了弹性环联轴节，传递扭矩 485 公斤-米，外形尺寸 $\phi \times L = 600 \times 200$ 毫米，使用情况良好。

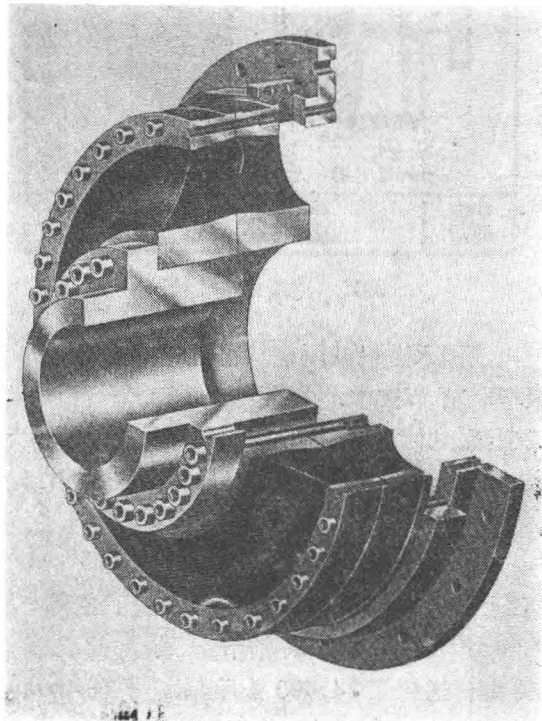


图 16 橡胶环联轴节

3) 橡胶块联轴节

橡胶块联轴节是普遍使用的挠性联轴节，其典型结构见图 17。英国霍尔塞特公司 (Holset Co. Ltd.) 系列齐全，传递功率可达 20000 马力。目前国内也有生产。

4) 空气弹簧联轴节

空气弹簧联轴节近年来有较大的发展，1959 年西德伏尔康公司制造的此型联轴节首先应用在海船 "Gestad, C. Ertel" 号上。该船装有 M.A.N.G7V40/60 发动机一台，功率 1470 马力，275 转/分，发动机在正常转速 70~275 转/分范围内未发生共振现象，在临界转速时，齿轮箱内无特殊噪声，隔音性能较佳。它还可以补偿较大的轴系变形，径向和轴向位

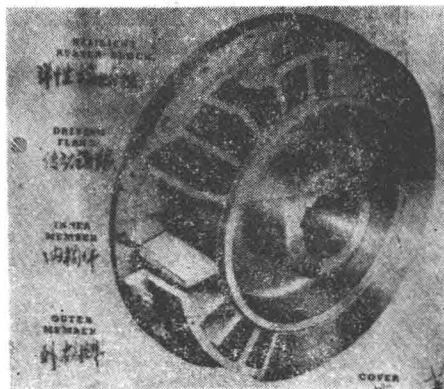


图 17 橡胶块联轴节

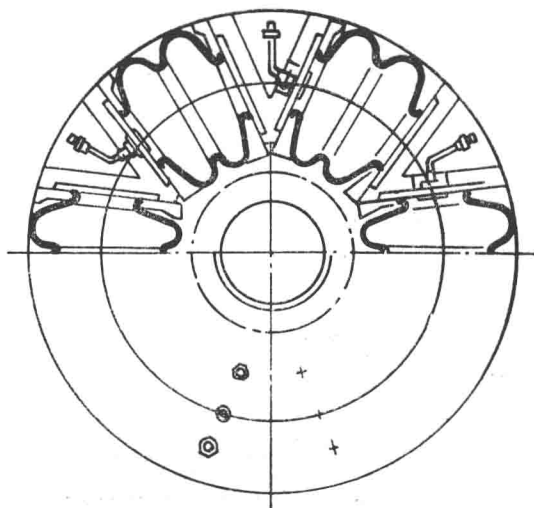
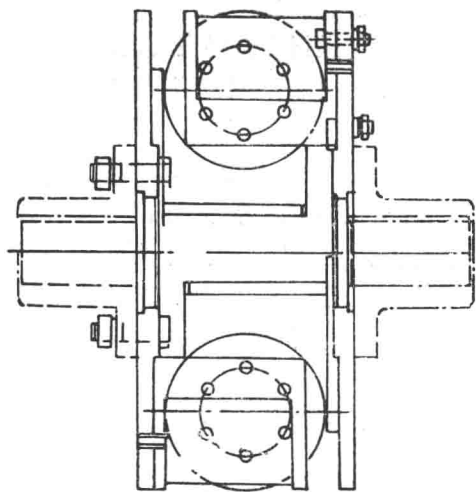


图 18 伏尔康空气弹簧联轴节

移可达 50 毫米，角度可至 5 度。目前伏尔康公司已发展成系列产品 (图 18)，L4/107—335~L12/222—1250，节径从 335 毫米至 1250 毫米，传递扭矩从 295~31600 公斤-米。

空气弹簧联轴节的传动元件是空气弹簧 (图 19)。空气弹簧一般制成双囊式，由橡胶和卡普隆织物硫化而成。里面还装有橡胶内囊，以保证气密性。空气弹簧还可以作减震器单独使用，其压缩特性见图 20。我国设计制造的空气弹簧联轴节传递扭矩达 90000 公斤-米。弹簧直径为 450、500 毫米，充气压力为 10 公斤/厘米²。

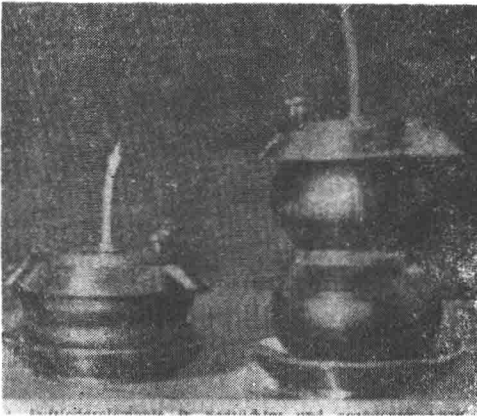


图 19 加压和去压时的空气弹簧元件

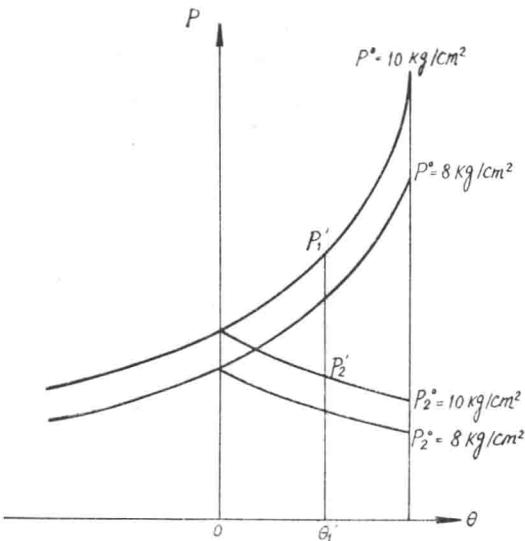


图 20 空气弹簧压力变化曲线

8. 离合器和制动器 (clutches & Brakes)
船用离合器的结构种类也很多，根据离合器的弹性可以分成刚性、弹性、高弹性三种，现分别介绍如下：

1) 刚性离合器

除 SSS 离合器外，还有片式摩擦离合器、

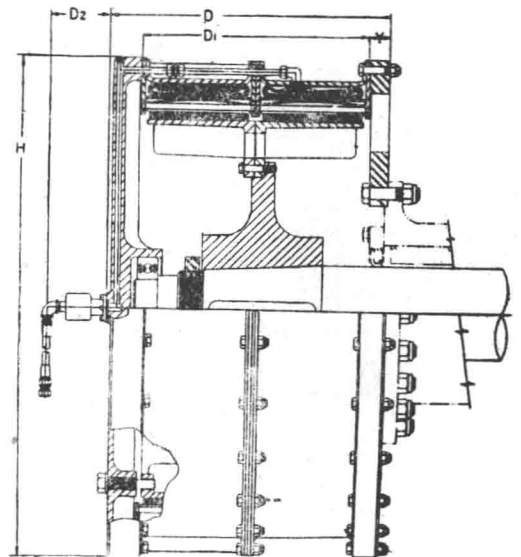
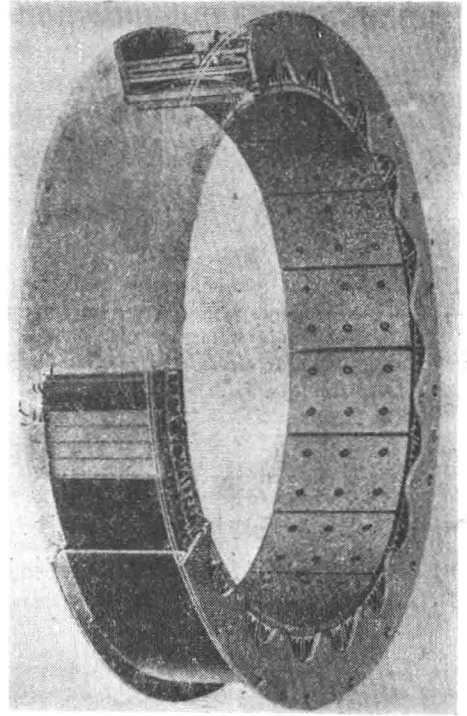


图 21 法韦克气胎离合器

表 5 VC 型气胎离合器尺寸

离合器尺寸	马 力 (450 转/分时)	D	D ₁	D ₂	H	Y
双列 38VC1200	9,460	$33\frac{1}{2}$	$27\frac{1}{2}$	$7\frac{13}{32}$	$49\frac{7}{8}$	2
双列 42VC1200	11,160	$33\frac{1}{2}$	$27\frac{1}{2}$	"	$54\frac{1}{8}$	2
双列 46VC1200	11,700	34	$27\frac{1}{2}$	"	$60\frac{3}{4}$	$2\frac{1}{2}$
双列 52VC1200	15,220	35	$28\frac{1}{2}$	$8\frac{3}{8}$	$61\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$
双列 51VC1600	20,000	$42\frac{1}{2}$	$36\frac{1}{2}$	"	"	3
双列 50VC1600	23,600	43	$36\frac{1}{2}$	$9\frac{5}{32}$	$76\frac{1}{2}$	3
双列 66VC1600	28,000	43	$36\frac{1}{2}$	"	$83\frac{1}{2}$	3

双锥摩擦离合器等。各国都有自己的系列。一般都用在倒顺车齿轮箱中。

2) 弹性离合器

由于要满足动力装置轴系的减振、隔音、补偿位移要求,以及增加船舶的机动性,在近代舰艇中已广泛应用弹性离合器,特别是大功率中速柴油机都需要配置弹性离合器。最常用

的弹性离合器是气胎离合器。典型产品是美国伊通公司(EATON Corpration)法韦克(Fawick)气胎离合器(图 21)。目前美国大功率柴油机并车齿轮箱仍采用气胎离合器(图 22)联接。型号有 CB、VC 型,VC 型双列气胎离合器尺寸系列见表 5。

苏联常规潜艇都采用气胎离合器,有 4III MC 和 13 IIIMC 型等,性能见表 6。我国在六十年代仿制了苏联上述二型气胎离合器,并自行设计了“035”气胎离合器和“072”双列轮胎离合器(图 23)。

3) 高弹性离合器

为了减低动力装置的扭转振动应力,要求所用离合器的扭转弹性要好,称为高弹性离合器。它由气胎离合器或双锥摩擦离合器与高弹

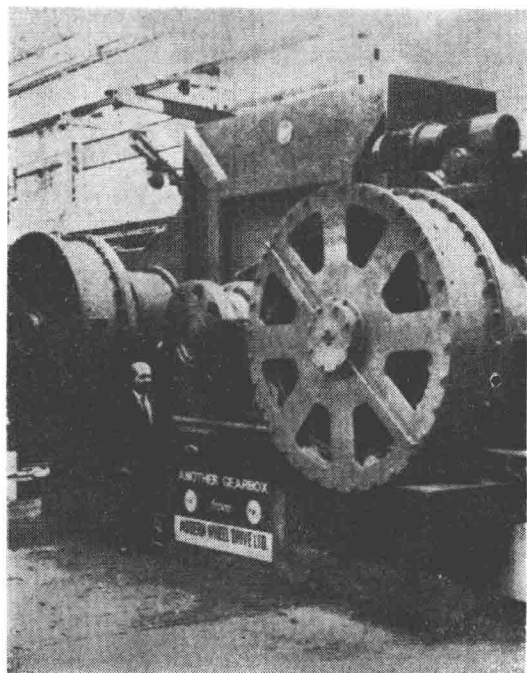


图 22 美国大功率并车齿轮箱

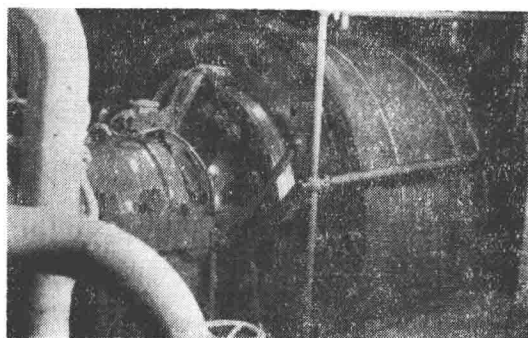
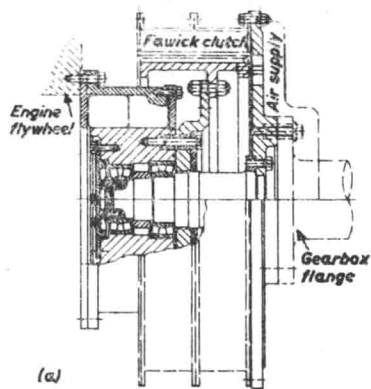
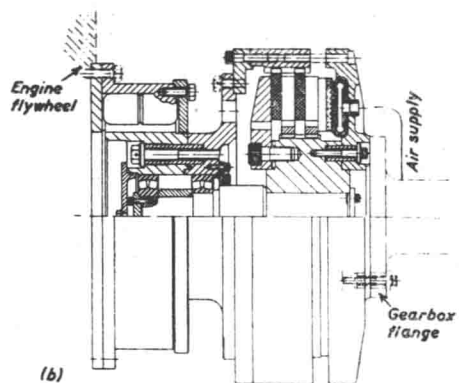


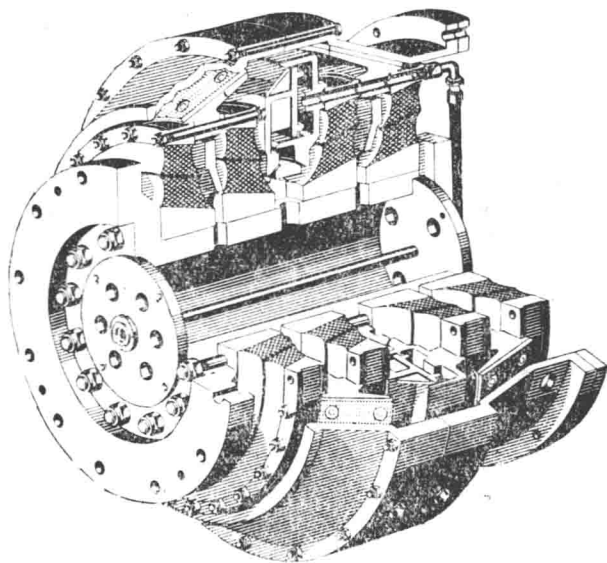
图 23 “072”双列轮胎离合器



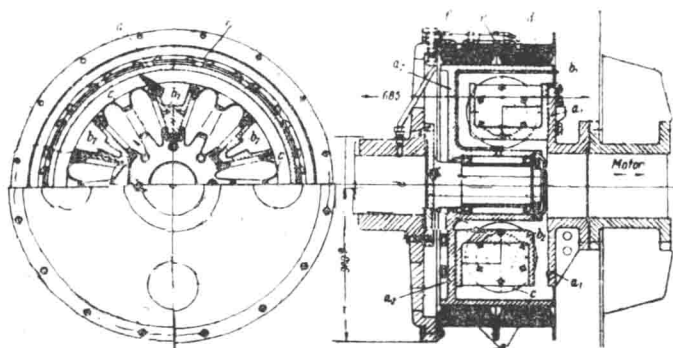
a) Holset Fawick 弹性离合器;



(b) Holset/Wichita 弹性离合器



(c) 高弹性离合器



(d) 西德伏尔康弹性离合器

图 24 高弹性离合器

性联轴节组合而成, 见图 24。

图 24(c) 为西德洛曼公司的 Pneumaflex 型高弹性离合器。最大功率达 27000 马力, 离合器接合时的最大线速度为 30 米/秒。接合时间约 4 秒。但由于船体的变形或者由于热膨胀引起的变形, 产生较大的附加力, 要影响到柴油机曲轴上, 使用 Pneumaflex 型离合器就很难满足要求。洛曼公司在使用时采用图 25 所示的结构, 即弹性离合器和弹性联轴节同时使用, 中间通过挠性轴联接, 组成了称为浮动轴装置的结构形式, 从而利用少许角度补偿能力来满足径向位移 2 毫米要求。

图 24(d) 为西德伏尔康公司的弹性离合器, 由气胎离合器和空气弹簧联轴节复合而

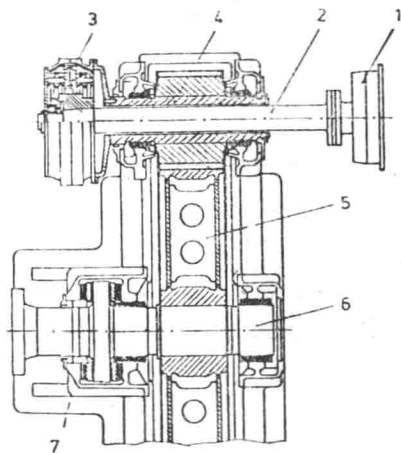


图 25 浮动轴装置

表 6 国内外弹性离合器比较表

序 号	型 号	形 式	国 别	传递扭矩		充气压力 公斤/厘米 ²	外形尺寸 毫米	重量 公斤	最大位移 毫米			刚 度			
				额 定	最 大				径 向	轴 向	角 度	径 向 公斤/厘米公斤/厘米	轴 向 公斤/厘米公斤/厘米	角 度	扭 转 10 ⁻¹⁰ 公斤-厘米-1
1	4IIMC	单列气胎	苏		6,500	8~9	φ1240×370	760	~3	~3	~1°	17000			90~180
2	双列气胎	双列气胎	中 (仿苏)	2,000	5,000	8~9		700	~3	~3	~1°	12000			
3	84CB650	单列气胎	美	14,000		5~6 (75磅/英寸 ²)	φ2460×230 (φ96"×9")	1200	~7	~7	~1°				
4	52VC1200	双列气胎	美												
5		单列气胎	中	45,000	90,000	14~16	φ2800×250		~5	~5	~1°	50000			
6	L20/212-180	空气弹簧	西德	35,000	88,000	8 (气囊)	φ2080×530		>30	>30	~5°				
7	KJA120	弹性环	西德	1,220			φ650		~5	~10	~3°~10°	6000	1800	1000	
8	KA	双锥离合器和弹性环	西德	34,500		6~8 (85~114磅英寸 ²)	φ2000				少许~10°				
9	K3E585	"	日本	17,550			φ1380×785	3360			" ~12°			1200	
10	大马力弹性离合器	双列气胎和空气弹簧联轴节	中	90,000	18,000	14~16(气胎) 10 (气囊)	φ2800×880 (φ2340×600)	13000	>8	>8	~5°~5°	19300	10000	220	