

国外船用大中型齿轮传动形式的发展现状

范 威, 毕晓煦, 吉桂明

(哈尔滨·第七 0 三研究所, 黑龙江 哈尔滨 150036)

摘 要: 介绍了国外船用大中型齿轮传动形式技术发展现状, 并论述了 GT、CODOG、COGOG、COGAG、COGAS 装置的传动形式及气垫登陆艇功率三支传动系统的结构特点, 指出了齿轮传动系统中的功率叠加、功率分支、横向交叉连接、自动同步离合器和液力偶合倒车等技术均是齿轮传动装置传动形式的发展和应用趋势。

关 键 词: 船用传动装置; 齿轮传动; 传动形式

中图分类号: U664.2 文献标识码: B

1 前 言

不同形式的动力装置用于实现船舶各种运行和性能要求。从推进非战斗船只(如补给船)的中速柴油机装置到推进巡逻艇、高速水翼艇、气垫登陆艇、护卫舰、驱逐舰的 GT、CODOG、CODAG、COGOG、COGAG、COGAS 装置, 大部分使用变距桨。齿轮传动装置提供交替使用和并车使用功能, 自动同步离合器及其它型式的离合器使这些推进装置工作状态十分良好。现简述国外各种齿轮传动形式的现状及发展、应用趋势。

2 闭锁轮系结构

20 世纪 50 年代的齿轮传动系统具有复杂的铸

钢壳体, 由于高功率与高转速比的要求, 重量超过 80 t, 尽管保证了刚性, 但已不适应低重量性能要求。为满足尺寸、重量、齿宽限制要求, 运用了“闭锁轮系结构”的负荷分支设计, 某结构形式见图 1。

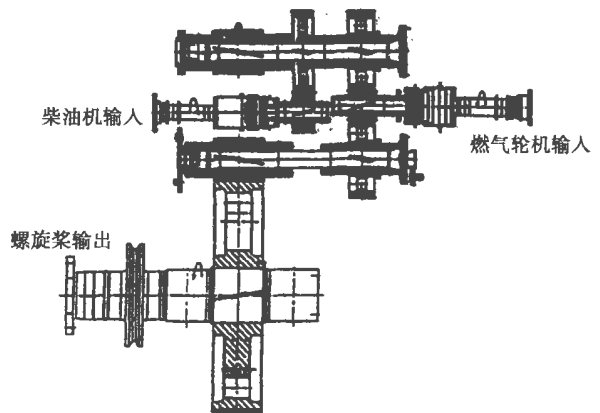


图 1 闭锁轮系结构

输入小齿轮的扭矩被分配到平行布置的两个一级减速大齿轮, 连接第一级减速大齿轮与第二级减速小齿轮的柔性轴平坦的扭转回弹特性使转角可调, 从而得到相等的负荷分支。与开式的两级齿轮传动轮系比较, 闭锁轮系结构的尺寸和重量大大减小。

收稿日期: 2001-10-10; 修订日期: 2002-10-20

作者简介: 范 威(1973-), 男, 黑龙江克东人, 哈尔滨·第七 0 三研究所翻译。

参考文献:

- [1] JASON MAKANSI. Combined cycle power plants[J]. *Power*, 1990(6): 91-126.
- [2] 陈起铎. 补燃式余热锅炉[J]. *热能动力工程*, 1991, 6(3): 157-162.
- [3] 陈起铎. 国内首制 PG5361 蒸汽回注燃气轮机余热锅炉[J]. *热*

能动力工程, 1992, 7(5): 230-234.

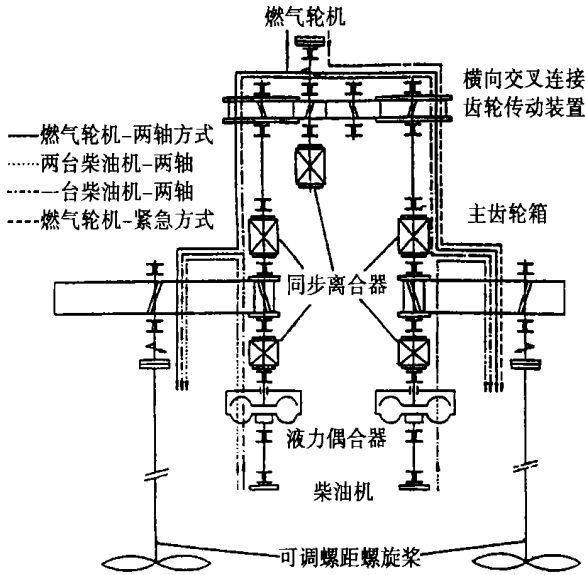
- [4] 陈起铎. 燃气轮机余热锅炉的设计特点[J]. *热能动力工程*, 1995 10(5): 283-290.
- [5] 王仁东, 陈起铎. 燃气轮机余热锅炉的型式选择[J]. *锅炉技术*, 2001(6): 1-3.

(辉 编辑)

3 用于 CODOG 装置的齿轮传动形式

CODOG 装置广泛应用于护卫舰和驱逐舰等类型舰船。

澳大利亚海军新一代“安扎克”级护卫舰应用的推进系统代表着一个重要的里程碑, 首次在护卫舰中采用一台燃气轮机作为加速发动机, 结合两台柴油机构成 CODOG 装置, 见图 2。



同步离合器和液力偶合器成一体; 各条线指示运行方式;

GE LM2500 加速燃气轮机 22 MW, 3600/180 r/min;

两台 MTU 巡航柴油机, 3.5 MW, 1200/125 r/min.

图 2 “安扎克”级护卫舰推进系统

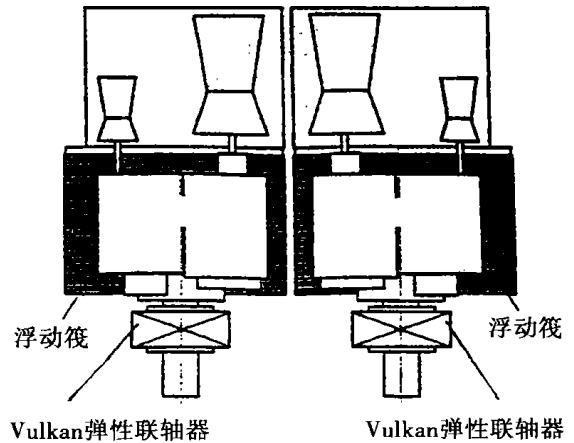
该传动系统由一个一级减速齿轮装置和两个由舱壁隔开的主齿轮传动箱组成。横向连接的轴系穿过舱壁(包含燃气轮机加速方式和巡航方式之间自动转换的 MAAG MS 型同步离合器), 后置的两台柴油机带动两个可调螺距螺旋桨工作。此外一台柴油机通过横向交叉连接齿轮传动装置推进两个螺旋桨, 以提高经济性。柴油机轴系中的液力偶合器与主齿轮传动系统成一体, 配备电子控制慢速装置, 以便达到恒定的最小(2 节)航速。

4 用于 COGOG 装置的齿轮传动形式

COGOG 装置成功应用于英国“大刀”级护卫舰、“谢菲尔德”级驱逐舰及加拿大 DDH280 级驱逐舰。

1972 年服役的加拿大 DDH280 级驱逐舰每轴使

用 1 台小功率 AS 570KF 作为巡航机组, 一台 PW FT4 作为加速机组, 构成 COGOG 装置, 两台燃机位于一个公用筏上, 该筏也支承 MAAG 二级减速齿轮传动系统, 见图 3。



加速燃气轮机 PWFT4 18.6MW, 3365/215 r/min;

巡航燃气轮机 AS 570KF, 4.5MW, 6000/130 r/min.

图 3 DDH280 推进装置平面图

该齿轮传动装置转子布置在 FT4 侧, 是传递发动机功率的闭锁轮系结构(见图 4)。通过齿轮传动装置的前置级把巡航机组 570KF 的功率输入系统, 系统中的同步离合器在任何时候保证在巡航和加速方式之间正确转换而不受外部条件干扰。MAAG MS 同步离合器根据输入和输出之间不同的速度而相应的啮合或断开。

570KF 输入

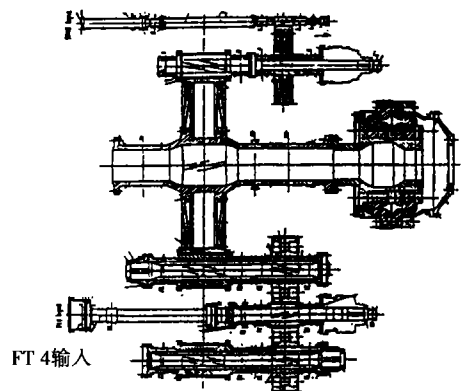


图 4 用于 DDH280 的 MAAG DTA-250/TA 闭锁轮系推进齿轮传动装置转子示意图

5 用于 COGAG 装置的齿轮传动形式

COGAG 装置广泛应用于驱逐舰等大型军舰。

1980年11月服役的俄罗斯“勇敢”级大型导弹驱逐舰就是采用了COGAG推进装置,见图5。

功率叠加双速巡航减速器,沿输入1(来自燃气轮机)是双级的,沿输入2(来自汽轮机)是三级的。

通过传递燃气轮机功率的齿轮轮系把汽轮机的功率传递给螺旋桨来减小减速器的重量。

通过横向交叉连接齿轮箱,减速器能以任何组合方式接入发动机工作。

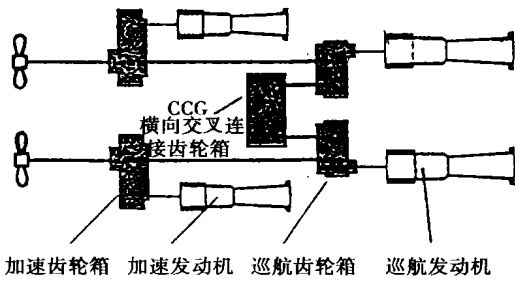


图5 “勇敢”级驱逐舰推进装置系统图

勇敢级加速齿轮箱的传动系统见图6。该齿轮传动装置的结构特点是用于单台加速发动机的单速不可倒车三级减速器,利用轮胎气动联轴器使减速器接入轴系。

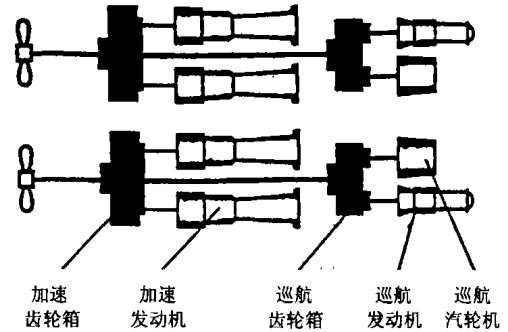


图7 “光荣”级导弹巡洋舰推进装置系统图

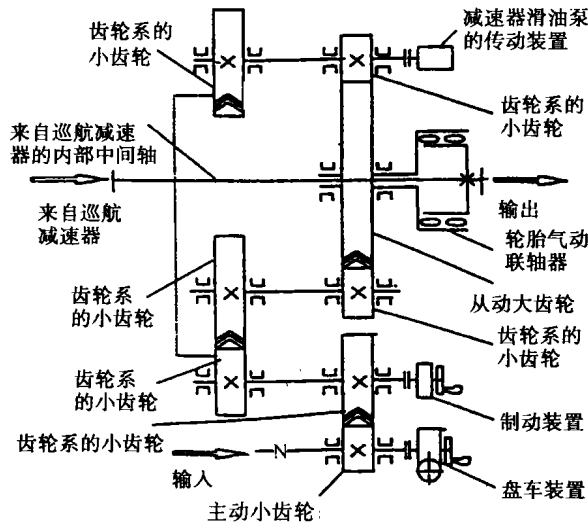
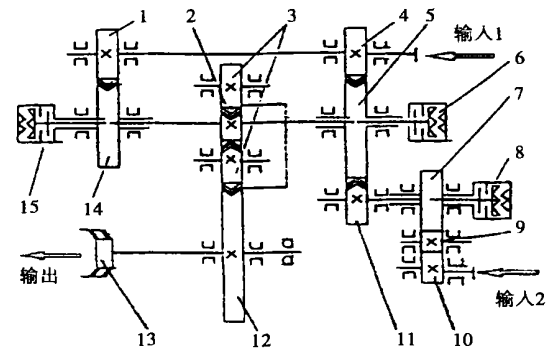


图6 勇敢级舰加速齿轮箱传动系统图



1—第二速度主动小齿轮;2、3、5、7、14—小齿轮;4—第一速度主动小齿轮;6—第一速度分离用离合器;8—分离用离合器;9—中间小齿轮;10、11—主动小齿轮;12—大齿轮;13—隔声联轴器;15—第二速度分离用离合器

图8 “光荣”级巡航齿轮箱传动系统图

6 用于COGAS装置的齿轮传动形式

7 气垫登陆艇的功率三支齿轮传动形式

COGAS装置是一种高效节能的船用动力装置形式。在前苏联“斯米尔诺夫船长”级大型运输船及“光荣”级大型导弹巡洋舰上得到了成功的应用。首舰于1982年建成的“光荣”级导弹巡洋舰共装6台燃气轮机,加速机组由4台额定功率为16.3MW的ITД1600型燃气轮机组成。巡航机组由2套基于ITД6000型燃气轮机的COGAS装置组成,见图7。

俄罗斯“奥马尔”级气垫登陆艇装一台功率为4.48MW的燃气轮机,其动力装置系统图和齿轮传动装置的系统图分别示于图9~11。

分配增压传动系统的结构特点是圆柱—锥形分配—增压减速器,在锥形传动中功率被分成三个分支。用于驱动空气螺旋桨的两个轴布置成100°夹角(输出1),另一个轴用于驱动垫升用的增压器(输出2)。

空气螺旋桨传动系统的结构特点是锥形—圆柱

该传动系统的结构特点是用于COGAS装置的

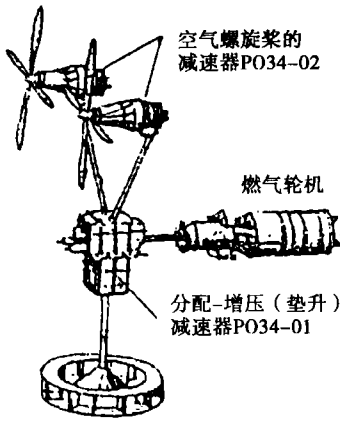


图 9 “奥马尔”级艇动力装置系统图

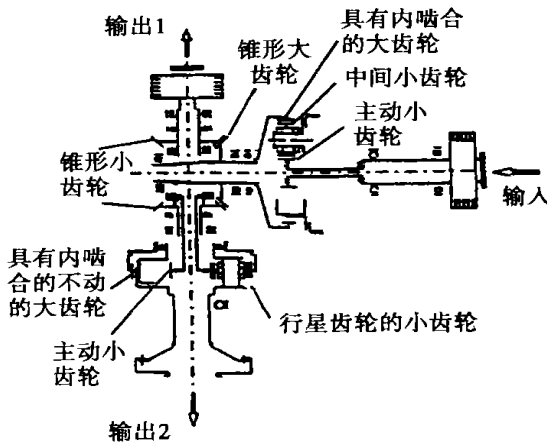


图 10 “奥马尔”级艇的分配—增压减速器的传动系统图

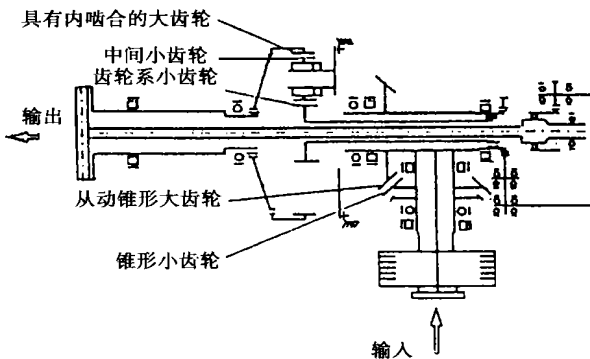


图 11 “奥马尔”级艇的空气螺旋桨减速器的传动系统图

形齿轮减速器, 输出级是同轴圆柱形直齿齿轮。在减速器内装有螺旋桨牵引推力轴承和螺距调节机构。

8 SSS Tosi 倒车传动系统

美国海军 1996 年起建造的由燃气轮机驱动的几艘“Sealift”级高速战斗支援船。其动力装置是每艘 4 台 IM2500 发动机, 推进系统装有固定螺距螺旋桨, 它们由双级减速闭锁轮系联合和减速齿轮传动装置结合 SSS Tosi 倒车系统传动, 见图 12。

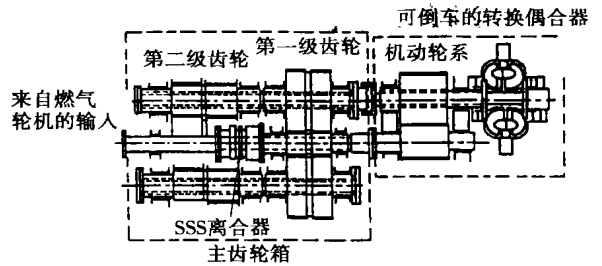


图 12 齿轮传动装置和可倒车偶合器组成的传动系统

9 结束语

船用齿轮传动装置传动形式的发展依附并服从于舰船推进动力装置发展的需要。反之, 齿轮传动装置传动形式的发展将使动力装置的性能得以改进, 从而满足舰船推进的要求, 以达到最先进的战术性能指标或保证获得最大的经济利益。齿轮传动系统中的功率叠加、功率分支、横向交叉连接齿轮箱、按运行工况要求保证齿轮传动啮合或脱开的自动同步离合器及采用液力耦合器的倒车方式等都是齿轮传动装置传动形式发展的新技术和应用趋势。

参考文献:

- [1] HOPPE F. Reduction gear transmission systems in high speed vessels [J] . *Marine Propulsion Turbinia and Beyond* 1997(6): 26—27.
- [2] MCNEELY M. Purpose—designed gearsets meet propulsion needs [J] . *Marine Propulsion International* 1994(4): 13—15.
- [3] BUTCHERS J. Reversing system for gas turbines and high—speed engines [J] . *Marine Engineers Review* 1988(4): 25.

(辉 编辑)

Electron-emission type of high-temperature and high-pressure electrostatic precipitation represents an innovative technology for purifying flue gases. Through dynamic tests the performance of thermal electron emission at a cathode and its poisoning characteristics under various conditions are explored. The dust removal performance of and practical benefits attainable from an electron emission-based high-temperature and high-pressure electrostatic precipitator are analyzed and discussed. Furthermore, the usage prospects of the above technology in various industrial sectors are also discussed. **Key words:** electron emission, electrostatic precipitation, flue gas, high-temperature and high-pressure

深圳西部电厂 4 号机组海水脱硫系统监测分析 = **Monitoring and Analysis of a Seawater Desulfurization System for Plant No. 4 of Shenzhen West Power Station** [刊, 汉] / WU Lai-gui (Shenzhen West Electric Power Co. Ltd., Shenzhen, China, Post Code: 518052) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2003, 18(2). 200—202

The technological design of a seawater desulfurization system for plant No. 4 of Shenzhen West Power Station is described in detail. The flue gas parameters (SO_2 content, temperature) and water quality parameters (SO_3^{2-} , SO_4^{2-} , pH, DO and COD, etc.) under various operating conditions as well as before and after desulfurization were monitored and investigated along with an analysis of their variation mechanism. Furthermore, the variation of the contents of deleterious substances, such as heavy metals in seawater, were also monitored and analyzed both prior to and after desulfurization. **Key words:** seawater desulfurization, absorption, desulfurization efficiency, water quality restoration, heavy metal

湿式烟气脱硫除尘系统工艺的研究 = **A Study of the Wet-process Flue-gas Desulfurization and Dust Removal Technology** [刊, 汉] / WANG Zhu-liang, CHEN Jin-yu, WEN Jing-ping, et al (College of Energy and Power Engineering under the Jiangsu University, Zhenjiang, China, Post Code: 212013) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2003, 18(2). 203—204, 205

An exploratory study was conducted of the problems existing in a flue-gas desulfurization system. On the basis of the current usage situation overseas proposed is a flue-gas desulfurization and dust removal system suited for coal-fired boilers operating in China. Some specific cases of usage are cited to illustrate the technological merits of the recommended desulfurization system. **Key words:** desulfurization, flue gas, system technology, boiler

燃气轮机小管径自然循环余热锅炉 = **Gas-turbine Natural-circulation Heat Recovery Boiler with Tubes of Small Diameter** [刊, 汉] / CHEN Ming, Ma Yun-xiang, WANG Yan-bin, et al (Harbin No. 703 Research Institute, Harbin, China, Post Code: 150036) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2003, 18(2). 205—207

国外船用大中型齿轮传动形式的发展现状 = **Recent Advances in the Development of Marine large and Medium-sized Gear Transmission Modes Worldwide** [刊, 汉] / FAN Wei, BI Xiao-xu, JI Gui-ming (Harbin No. 703 Research Institute, Harbin, China, Post Code: 150036) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2003, 18(2). 208—211

The status quo of technical development of marine large and medium-sized gear transmission modes worldwide is described. Listed are the construction features of a variety of power transmission schemes employed for GT (gas turbine), CODOG (combined diesel or gas), COGAG (combined gas and gas), COGAS (combined gas and steam) units as well as triple power distribution transmission systems of air-cushion landing craft. It is noted that techniques involving power superimposition, power distribution, transverse crisscross connections, automatic synchronizing clutches, and astern running through the use of a hydraulic coupling, etc all represent the development and application trends of the power transmission systems of geared drive units. **Key words:** marine power transmission device, gear transmission, power transmission mode