

动力装置与主锅炉匹配的初步研究

(哈尔滨七〇三研究所) 陈起铎 沈志刚 刘长城

[摘要] 论述动力装置与主锅炉的匹配及其相互关系,可作为舰船蒸汽动力装置和舰船主锅炉的设计参考资料。

关键词 动力装置 主锅炉 匹配

中图分类号 TK212

1 前言

动力装置对主锅炉有其一系列的要求,主锅炉必须适应动力装置的需要,更好地为动力装置服务。

现代舰船动力装置向着高参数、大功率、小尺寸、低油耗、长寿命的方向发展,与此同时,舰船主锅炉为了与其相匹配,同样向着高参数、大容量、轻量化、小尺寸、高效率和高可靠性的方向发展。二者相互匹配,相辅相成,共同推动舰船蒸汽动力装置技术水平的不断提高。

2 蒸汽参数的匹配

蒸汽参数是蒸汽动力装置的主要工作特性,动力装置的发展史也是蒸汽参数不断提高发展的过程。

蒸汽参数对舰船蒸汽动力装置具有决定性的影响。如对动力装置的功率、经济性、重量尺寸、机动性、安全可靠性等都有很大的影响。

蒸汽参数的高低反映动力装置的技术水平。但蒸汽参数也不是可以无限制地提高,它首先是受到高温合金材料的限制;其次是制造工艺也有更高要求;再者锅炉的操作维修性、阀门管路的工作可靠性等等,都限制主锅炉蒸汽参数的提高。主机和各类辅机也同样存在上述问题,这就导致舰船蒸汽动力装置蒸汽参数难于进一步提高,因而舰船蒸汽参数一般都较陆上动力工业为低。

实际上,采用符合国情的舰船蒸汽参数,对动力

装置和主锅炉,不但在经济性和制造性上切实可行,而且在工作可靠性和运行操作性方面也是有利的。

我国舰船锅炉现行的蒸汽参数标准如下:

锅筒工作压力, M Pa	过热蒸汽温度, °C
1. 57	300
2. 84	370± 20
4. 51	450± 20
6. 28	450± 20或 470± 20

美国舰船主锅炉的蒸汽参数较高,达到 8. 24 M Pa 515 °C。

3 航速、功率与蒸汽产量的匹配

动力装置的功率服从于螺旋桨的工作规律。由于螺旋桨的扭矩 M 与其转速 n 平方成正比,即

$$M \propto n^2$$

$$\text{而功率 } N = \frac{Mn}{973.8}, \text{ kW}$$

$$\text{也即 } N \propto n^3$$

动力装置功率 N 与螺旋桨转速 n , 也即与航速的三次方成正比。这是螺旋桨的工作规律,也是任何船舶动力装置的主要特点。它影响并指导动力装置的设计。

对同一蒸汽参数而言,动力装置功率与主锅炉蒸汽产量成正比。由此而推:主锅炉蒸汽产量与舰船航速的三次方成正比。这就是为什么舰船的排水量不大,而其动力装置的功率和主锅炉的蒸汽产量却很大的原因所在。

4 机炉舱布置的匹配

动力装置布置于机炉舱内,占有一定的排水量和容积。动力装置的重量尺寸愈大,其占有的排水量

和容积也愈大。舰船使用排水量和容积的最大权力属于舰船的性能和战斗力。舰船动力装置对重量尺寸的要求比商船更加严格。因此,舰船蒸汽动力装置要求主锅炉的重量尺寸必须与机炉舱的布置尺寸相匹配,不允许占有太大的机炉舱地位。为了减小重量尺寸,有时甚至允许牺牲某些经济性指标

一般而言,高速的中型舰船对动力装置及主锅炉的重量尺寸要求较为严格。而中速的大型舰船次之。因此,设计舰船的动力装置和主锅炉,在机炉舱的布置方面,反而比航空母舰或大型舰船更为困难

5 经济性的考虑与匹配

现代舰船锅炉不但要求有先进的重量尺寸指标,同时也要求有较高的经济性指标。对动力装置而言,经济性指标集中体现在油耗率上;而对主锅炉而言,经济性指标一般指锅炉效率。锅炉效率对动力装置油耗率有直接的影响。

实际上,如前所述,蒸汽参数对动力装置更是具有决定性的影响,蒸汽参数愈高,动力装置经济性愈好,油耗率愈低。作为主锅炉,应当在任何工况下,都能具有较高的锅炉效率,并能提供较高参数的蒸汽。这与锅炉型式,与过热器的布置大有关系。兼用烟道锅炉过热器或外置式过热器都不能满足上述要求。只有采用先进的内置式过热器,才能改善和提高过热器工作特性,确保在舰船的任何工况下,都能向动力装置提供较高温度的过热蒸汽,使动力装置在任何工况下都有较低的油耗率。这就是说,锅炉型式必须与动力装置经济性相匹配,更好地满足动力装置对主锅炉的要求

现代国外舰船蒸汽动力装置的油耗率,额定工

况为 $408 \text{ g}/(\text{kWh})$ 时,巡航工况为 $490 \text{ g}/(\text{kWh})$,最先进的蒸汽动力装置甚至可达 $272 \sim 286 \text{ g}/(\text{kWh})$ 而我国现有的蒸汽动力装置油耗率较高。正在研制接近国际先进水平的新型蒸汽动力装置

动力装置油耗率与主锅炉燃油舱,构成舰船的续航力。为了增大续航力,在一定的油耗率之下,不得不增大燃油舱。为此,某些轻型高速舰艇,燃油储量高达舰船排水量的 30% 之多。由此可见,提高锅炉效率及蒸汽参数,对降低动力装置油耗率,增大舰船续航力,具有相当重要的意义。

6 结束语

动力装置与主锅炉的匹配,主要是蒸汽参数的匹配,功率与蒸汽产量的匹配,机炉舱尺寸布置的匹配,油耗率与蒸汽参数、锅炉效率等经济性指标的匹配等等。通过两者之间更加密切、更加合理的匹配,便可设计更加先进的蒸汽动力装置,从而加速我国舰船蒸汽动力装置达到国际先进水平的进程。

参考文献

- 1 ПУШКИН НИ. Судовые паровые котлы. Ленин Фад: Издательство Судостроение, Ленин Фад, 1965.
- 2 ПУШКИН НИ. Судовые паровые котлы. Ленин Фад: Издательство Судостроение, Ленин Фад, 1977.
- 3 朱树文主编. 船舶动力装置原理与设计. 北京: 国防工业出版社, 1980.
- 4 轮机工程手册编委会. 轮机工程手册. 北京: 人民交通出版社, 1993.

(渠源 编辑)

更正

本刊 1998 年第 4 期第 294 页右栏上数第 6 行至 9 行中“图 4”、“图 5”应改为“图 3”和“图 4”。特此更正。

本刊编辑部

燃气蒸汽联合循环技术的发展 = **The Development of Gas-Steam Turbine Combined Cycle Technology** [刊, 中] /Cheng Yingjun, Zou Jietang, Chen Ying (Shanghai Jiaotong University) //Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. - 1998, 13(5). - 311~ 314

The authors discuss the evolutionary course of development of gas-steam turbine combined cycles and give a brief description of certain types of advanced combined cycles. It is hoped that the paper will be helpful for those interested in grasping the development tendency of such combined cycles. **Key words** gas turbine, combined cycle, development

利用出口几何结构改善循环流化床锅炉性能 = **The Improvement of Circulating Fluidized Bed Boiler Performance Through the Use of Exit Geometric Structures** [刊, 中] /Jin Yan, Zheng Qiayu (Qinghua University) //Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. - 1998, 13(5). - 315~ 316

The exit geometric structures of a circulating fluidized bed boiler exercise a tremendous influence on its in-boiler gas-solid dual-phase flow behavior and heat transfer characteristics. This is called the exit end effect of a circulating fluidized bed boiler. Test results have shown that the use of a rational exit geometric structure is conducive to the enhancement of particle internal circulation and in-boiler heat transfer. **Key words** circulating fluidized bed boiler, exit geometric structure, internal circulation

动力装置与主锅炉匹配的初步研究 = **A Preliminary Study of the Matching of a Power Plant and its Main Boiler** [刊, 中] /Chen Qiduo, Shen Zhigang, Liu Changcheng, et al (Harbin No. 703 Research Institute) //Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. - 1998, 13(5). - 317~ 318

This paper dwells on the matching of a power plant and its main boiler as well as their interrelationship. It can serve as a guide during the design of a naval steam power plant and its main boiler. **Key words** power plant, main boiler, matching

石灰石静态煅烧特性的研究 = **A Study of Limestone Static Calcination Characteristics** [刊, 中] /Zheng Ying, Shi Xuefeng, Zhou Yingbiao, et al (Huazhong University of Science & Engineering) //Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. - 1998, 13(5). - 319~ 321

With the help of a laboratory ASAP2000 specific surface area measuring instrument studied are the CaO microstructure characteristics obtained after the calcination of two kinds of limestone. Discussed is the influence on CaO specific surface area and average pore diameter of calcination time, calcination temperature and limestone particle diameter. **Key words** limestone, calcination, pore characteristics

稻壳与石英砂及煤粒的流化与混合特性研究 = **A Study of the Fluidization and Mixing Characteristics of Rice Husk, Quartz Sand and Pulverized Coal** [刊, 中] /Chen Guanyi, Fang Mengxiang, Luo Zhongyang, et al (Zhejiang University) //Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. - 1998, 13(5). - 321~ 324

On a small-sized test stand studied is a rice husk-fired fluidized bed boiler with respect to such key techniques as fluidization and mixing characteristics of multi-component materials like rice husk, silicon sand and coal, etc. A series of practical and instructive conclusions are obtained, which can serve as a theoretical basis and guidelines for the design and operation of rice husk-fired fluidized bed boilers. **Key words** rice husk, fluidized bed, fluidization characteristics, mixing characteristics, experimental study