

AALBORG 船用燃油锅炉介绍

杨 剑

(上海交通大学 机械与动力工程学院, 上海 201206)

摘要: 欧堡 (AALBORG) 为船用锅炉的主要制造商, 其产品市场占有率在世界范围内超过 50%, 特别是国内船舶工业的迅猛发展, 其凭借雄厚的技术实力, 已在国内抢占了制高点。文章通过分析研究其典型锅炉的技术特点, 并结合工作中的实际问题, 旨在抛砖引玉, 希望能达到有利于船东和船厂的维护与修理的目的。

关键词: 船舶; 锅炉; 损坏分析

中图分类号: U672 **文献标识码:** C **文章编号:** 1001-8328 (2007) 01-0013-03

Abstract: To repair and maintain ships more smoothly, AALBORG offers its excellent marine oil-combusted boiler. AALBORG becomes the major manufacturer in making marine boiler, by its high occupancy in the world market with over 50% for the same product. Based on its rich technical strength, it stands on the high point in the same trade, especially in the home country.

Key words: marine; boiler; damage analysis

1 MISSION™D 型锅炉简介

MISSION 型锅炉是 AALBORG 公司最近推广应用的系列产品, 包括 MISSION™OS, OL, OM; 而 MISSION™D 型则是其中的主导产品, 广泛应用于蒸汽消耗量大的船舶。

2 D 型水管锅炉的组成及其工作原理

2.1 锅炉本体的介绍

D 型水管锅炉本体的造形类似英文字母“D”, 故称为 D 型锅炉。其本体是由汽包 (steam drum bank, 又称上锅筒)、水筒 (water drum, 又称下锅筒)、联箱 (header)、水冷壁 (membrane wall)、蒸发管束 (generating tube, 又称沸水管束)、炉膛 (furnace) 及燃烧器 (burner) 等部分构成。除了炉膛和燃烧器外其他部件都承受着锅炉的饱和压力。如图 1 所示。

2.1.1 汽包

汽包虽然不是受热面, 但在水管锅炉中, 它有

下列几方面的重要作用。

(1) 由于在汽包中可以储存一定量的水 (约为锅炉蓄水量的 1/3), 当给水量和产生的蒸汽量在数量上不平衡时, 可暂时以汽包中水位的上下波动来应付, 从而降低了对给水调节的要求。另外, 它又使锅炉具有一定的蓄热能力, 当锅炉向外界输出的热量与向锅炉内供入的热量不平衡时, 汽包中的水可暂时释放或吸收一部分热量, 以减缓蒸汽压力的波动, 从而降低了对燃烧调节的要求。

(2) 汽包向蒸发受热面管子输送锅水, 接受来自蒸发管束的汽水混合物, 并在其中进行汽水分离。锅炉接收给水和向外供应饱和蒸汽也需要经过汽包。因此, 汽包是汽水系统的一个汇集点, 另外汽包也是一些重要附件装设的地方。

(3) 给水在汽包内进行锅内水处理, 并通过在汽包中进行的上部排污, 排除锅炉中盐度较大的锅水以及漂浮在水面上的油质和泡沫等杂质避免在受热面上结水垢和防止受热面的腐蚀。

(4) 给水在汽包中得以预热和除气。锅炉给

作者简介: 杨剑 (1976-), 男, 江苏溧水人, 在读硕士研究生, 法国 BV 船级社验船师, 从事船舶锅炉维修工作。

水的温度较锅水低、溶解有氧气, 进入汽包后被周围锅水加热至接近饱和温度, 同时溶解的氧也随之析出, 从而减轻汽包的温度应力和氧对受热面的腐蚀。

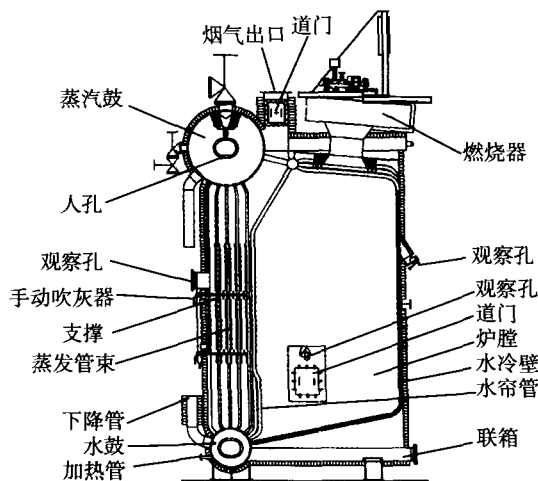


图1 MISSION™ D 型水管锅炉的结构图

2.1.2 联箱和水筒

联箱和水筒也都不是受热面。联箱是用来固定水冷壁管子并使水冷壁管内形成正常的水循环。水筒是用来固定除水冷壁以外的蒸发受热面管子并联接其水循环, 也有一定的蓄水能力。它们能将锅水中沉淀出来的泥渣通过下排污口将其排除。

2.1.3 蒸发受热面管束

在锅炉中直接受热产生饱和蒸汽的受热面称为蒸发受热面。水冷壁管及靠近炉膛的前三排蒸发管束, 烟气通过辐射传热的方式, 将热量传递给管中的锅水, 因而称为辐射受热面。其余的蒸发管束, 通过对流换热的方式, 接收烟气传递的热量, 因而称之为对流受热面。

2.1.4 炉膛

炉膛是燃油雾化、燃烧的场所。它的作用是提供足够的空间, 使燃油得以充分的燃烧, 同时使燃烧发出的热量不要散失到锅炉外面。

炉膛由耐火砖墙和水冷壁组成。水冷壁就是铺设在炉膛内壁上的蒸发受热面管子, 由于它吸收高温火焰和烟气的辐射热量, 因此可以保护耐火砖不致于过热而烧坏, 有冷却炉墙的作用; 同时能提高锅炉的蒸发率; 通过在炉膛不同部位布置不同数量的水冷壁受热面, 来控制炉膛中烟气的温度和温度场分布, 保证炉膛内良好的燃烧; 它是整个锅炉蒸发受热面的重要组成部分。水冷壁吸收的辐射热、

约占锅炉整个受热面吸热量的 1/3 左右, 使烟气由理论燃烧温度 (约 2 000 K) 下降到炉膛出口温度 (1 500 ~ 1 750 K), 烟气离开炉膛后, 流到蒸发管束中去。

2.1.5 燃烧器

燃油锅炉的燃烧器是由喷油器 (又称雾化器或喷嘴) 和配风器组成。喷油器将送入炉膛内的燃油雾化成油雾, 配风器将助燃空气合理地导入炉膛, 使之能与雾化的燃油进行及时充分的混合。

2.2 控制系统的介绍

控制系统要求能在锅炉旁和集控室中准确地监控并安全地操控锅炉。MISSION™ D 型锅炉控制系统主要包括: 炉旁控制部分 (Local Control Section), 公用动力部分 (Common Power Section) 和 PC 监控系统 (PC based control and monitoring system)。而三者之间的通讯则是通过 2 线 RS485 来实现的。

2.2.1 炉旁控制部分

此部分主要包括控制盘, 通讯设备, 火焰监测设备, 水位控制设备, 应急开关等。

控制盘内含数/模, 模/数转换器, 其采集的信号通过 CPU 处理, 依据 EPROM 所含程序对锅炉进行控制, 同时其工况数据存储在 EEPROM 中, 使用与维护是比较方便的。

2.2.2 公用动力部分

公用动力部分主要用于锅炉控制系统供电, 包括供电系统、动力盘、马达启动器和其它控制附件如: 烟气浓度检测器、给水盐分检测器、回水油分检测器、应急停炉装置等。

区别于炉体与燃烧器、阀件等的整体打包, 控制系统部分是散装的, 理论上是可以安置在机舱的任何地方, 但出于维护及使用上的考虑, 通常安置在锅炉的附近。有两台动力盘, 除正常供电功能外, 一台用于油泵的控制, 一台用于水泵的控制。

2.2.3 PC 监控系统

PC 控制系统有较好的人机交互界面, 通常安装在机舱集控室。由于使用 RS485 通讯, PC 机可以采集并呈现所有锅炉工况; 同时, 它又可以实时控制并调整锅炉的参数设置。操作系统是大家熟悉的 Windows Professional, 较好的人机交互界面又使控制和操纵锅炉显得直观而简洁。

3 工作原理

锅炉右方为炉膛,在炉膛右侧炉墙内侧布置有侧水冷壁辐射受热面,它一直延伸至炉顶。左方为上、下锅筒和以及将两者连接在一起的蒸发管束。燃烧器布置在炉膛的上方,燃油雾化燃烧后,高温火焰和烟气与炉膛水冷壁受热面和水帘管受热面进行强烈的辐射热交换,接着烟气流向对流换热烟道。对流蒸发管束中间一般设有 2~3 道隔板(partition plate),呈之字形排列,这样可增加烟气对管束冲刷的充分性。

水冷壁、水帘管、对流蒸发管束中的水吸热蒸发而上行,设置在烟道外直径较大的不受热下降管从上锅筒引锅水下行,形成了锅炉的自然水循环回路。水上行的管子称为上升管,水下行的管子称为下降管(down comer)。

4 常见损坏分析

4.1 蒸发管束

MISSION™D 型锅炉所使用的蒸发管束是针形管(pin tube),区别于以往的光管(plain tube),有利于增加它的热交换面积,但其又不可避免的增加了烟气的流阻;有鉴于此,管针(pin)便被设计成一定的倾角,既有利于烟气的流通,又同时减少了积碳的可能,对锅炉的使用维护起到了积极的作用。由于此部分管束热负荷大,炉水在其中剧烈沸腾,也导致其成为最易损坏的部分。

4.2 水冷壁

相对于剧烈沸腾的蒸发管束,水冷壁就相对而言轻松很多,但它也有自己的问题。由于正对着或挨着燃烧器,便不可避免得要受到影响,当燃烧器发生点火故障时,或是燃烧火焰调节地不正确时,火焰便会直接冲刷炉壁;有时,由于使用劣质渣油,会导致炉壁油渣聚集,产生局部炉壁过热,导致锅炉损坏。

5 检测与维护

5.1 定期检查与维护

(1) 炉膛与管壁会有积碳,积碳会增大烟气的流阻,同时引起换热效率的降低,严重时还会导致局部过热,导致预想不到的损坏。

(2) 炉管内经常会有水垢沉积,保持锅炉给水的清洁并控制适当的盐度就显得非常有必要,正因如此,给水系统的总管上常装有盐度计,用以监控给水的质量,所以在平时的保养与检查当中,盐度计的性能检测还是不可忽略的,不妨定期做一下模拟测试。

5.2 常用检测方法

(1) 通常,最直接而又有效的检查方法就是近观检查,主要检查内容有:锅炉管否有烧损,锈蚀情况,炉管内壁可以借助一种专用仪器进行检查;汽鼓及水鼓的表面情况,主要看是否有穴蚀;炉管管端与汽鼓及水鼓的接缝是否腐蚀,这是常发生问题的地方,究其原因,主要是因为应力腐蚀和操作失当;锅炉附件与汽鼓的接缝情况;另外还要注意锅炉阀件后管道的连接是否有可以避振和热胀的空间,这会导致阀件的破裂。

(2) 如发现锅炉炉管有十分严重的锈蚀,测厚(UTM)也是一种不错的方法,可采用法国 BV 船级社钢质船舶入级规范 C 篇第 1 章第 3 节 3.7.5 内容,和燃气接触并承受压力的蒸发部分的管子的厚度应不小于以下公式的计算值: $t = pd / (2P_{\text{许}} + p) + 0.3$ 。其中, p 为设计压力,MPa; $P_{\text{许}}$ 为许用应力,MPa; d 为管子外径,mm。但是,不管计算结果如何,管壁厚度 t 不小于表 1 给出的值。

表 1 水管最小厚度

外径(mm)	管最小厚度(mm),带给水系统的水管式锅炉和圆柱形锅炉承受内压的管	
	闭式,若设有减少水中氧气浓度的系统	开式,不设减少水中氧气浓度的系统
<38	1.8	2.9
38~48.3	2.0	2.9
51~63.5	2.4	2.9
70	2.6	3.2
76.1~88.9	2.9	3.2
101.6~127	3.6	—

(3) 锅炉压力试验必不可少,也是最有说服力的一个环节。压力试验最好记入锅炉日志。

6 结束语

在实际使用当中,会发生很多不同的问题,也会有意料之外的情况发生,考虑到压力容器,尤其是锅炉的高危险性,对其倍加注意是十分必要的。

收稿日期:2006-09