

标准椭球形封头螺纹烟管 DZL 系列锅炉设计

(哈尔滨·第七〇三研究所) 陈明 邓耀军* 韩庆 黄清海 王贵良 李月华

摘要:给出了标准椭球形封头螺纹烟管 DZL 系列锅炉的基本结构形式和它的显著优点,论证了该系列锅炉与 KZL 和拱形管板锅炉之间的温度应力变化的差别并给出了该系列锅炉的基本结构参数,对该型锅炉的发展有探索意义。

关键词:锅炉;结构;椭球形封头;设计

中图分类号:TK229

1 前言

在庞大的工业锅炉家族中水火管锅壳式锅炉占有相当大的比重,它一直是工业锅炉的主力之一。据统计目前水火管锅炉的生产台数占工业锅炉总台数的 55.3%,蒸吨数占 48%。但是长期以来老式水火管锅炉因为其结构存在一定问题,热效率低、耗钢量大、耗煤量大,以致许多锅炉用户和生产厂家转而去追求水管锅炉,但是水火管锅炉又有其水管锅炉无

法取代的优势,比如结构紧凑、水质要求低等等。因此近年来国内外锅炉界同行都在积极研制新型的水火管锅炉。在深入进行市场调查、市场预测之后,开发研制了标准椭球形封头螺纹烟管 DZL 系列锅炉。

2 基本结构

DZL 系列锅炉基本结构为单锅筒纵置式、链条炉排、水火管混合式结构(如图 1 所示),它由一个锅筒两个集箱组成呈 A 型布置,左右两侧有水冷壁辐射受热面,构成两侧墙,水冷壁管每隔一根拉低一根,组成左右翼形烟道。烟管为错列布置的螺纹烟管,构成对流受热面。炉膛内布置前后炉拱;下部为链条炉排;除渣方式为螺旋渣机,或括板自动除渣。

基本参数

型号	锅筒直径 (mm)	锅筒壁厚 (mm)	集箱直径 (mm)	螺纹烟管 直径 (mm)	锅炉额 定出力	工作压力 (MPa)	锅炉效率
DZL1.4-0.7/95/70-AI	1200	8	159	H63.5×3.5	1.4MW	0.7	76.52%
DZL2.8-0.7/95/70-AI	1400	12	159	H63.5×3.5	2.8MW	0.7	77.47%
DZL4.2-0.7/95/70-AI	1600	14	159	H63.5×3.5	4.2MW	0.7	78.56%
DZL2-1.0-AI	1200	8	159	H63.5×3.5	2t/h	0.7	76.94%
DZL4-1.0-AI	1400	12	159	H63.5×3.5	4t/h	1.0	78.0%
DZL4-1.25-AI	1400	16	159	H63.5×3.5	4t/h	1.25	78.0%

3 结构的先进性

3.1 标准椭球形管板(封头)

老式的 KZL 水火管锅炉的前后管板为平管板,这种结构需要角撑板,而角撑板在制造过程中需要在锅筒内焊接,操作条件差,而且又不易进行无损检验,只能进行外观检查,所以焊接质量不易保证。锅炉运行时角撑板受力状态是比较复杂的,既有拉伸应力,又有剪切应力和弯曲应力,特别是在角撑板与管板连接焊缝靠管板中心趾端部位弯曲应力尤为集中,而焊缝是不易承受弯曲应力的,因此角撑板拉脱现象屡有发生,出现很多事故。

改进型的水火管锅炉为避免上述的角撑板开裂现象,采用了拱形管板来代替平管板,它是由四个不

规则的曲面和一个平面构成,它需要用非常复杂形线的冲压模具制成。这样的管板虽然取消了角撑板,改善了应力集中的环境,但是工艺复杂,制造成本偏高,同时由于采用非标准曲面,从而存在受力不均的现象。

最新开发的这种 DZL 系列锅炉采用标准椭球形管板,即水管锅炉中普遍采用的椭圆形封头,它既取消了角撑板及拉撑管,又很好地解决了管板开裂的问题。其制造工艺简单,受力均匀,大大提高了锅炉的安全系数,而且节约大量钢材。但管板钻孔加工时需要靠模钻孔。

3.2 老式的水火管锅炉的烟管都是两回程,即高温烟气从锅筒后部一侧(右或下)进入烟管,再通过前部烟箱转弯 180°,从另一侧(左或上)进入烟管后冲出,经尾部烟道排出炉外。这样,在锅筒两侧

就产生了很高的温度差,尤其是后管板进口烟温达 900℃,出口烟温为 300℃。如此大的温差产生的温度应力是相当大的,由弹性力学公式可知当温度比增大时,温度应力 σ 随之增大。而管板的温度应力与内压力(P)产生的工作应力(切向及轴向的)都是拉伸性质的,互相迭加。由近似公式《锅炉强度》哈工大教材 1975.4)计算,以后管板为例: $\sigma_1 = \sigma_2 = 0.2 \times 600 = 120 \text{ kg/mm}^2 = 1200 \text{ MPa}$,由此可见,老式水火管锅炉的前管板经常出现的孔桥开裂、管板变形等现象主要是由温度应力造成的。

为了避免这种温度应力产生的不良后果,在 DZL 系列锅炉的设计中,采用了翼形烟道单回程烟管结构(如图 1)让高温烟气从炉膛出来后,先从后部进入翼形烟道,然后从前烟箱折入锅筒前烟箱一次冲刷螺纹烟管从尾部排出炉外,这样大大减小了前后管板和锅筒筒体的温度应力。现仍以后管板为例,此时的 $\Delta t = 100^\circ\text{C}$,则有 $\sigma_1 = \sigma_2 = 0.2 \times 100 = 20 \text{ kg/mm}^2 = 200 \text{ MPa}$,可见采用的这种结构是合理的。

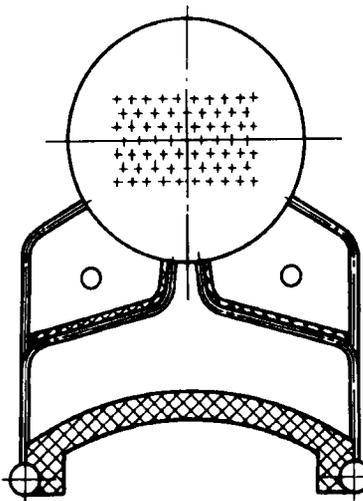


图 1

图 1 所示为蒸汽锅炉的基本结构,如果是热水锅炉,则翼型烟道下部管子与水平的夹角应比汽炉大。经研究试验和实际运行,热水锅炉翼型烟道下部管子与水平的夹角应在 20~ 25° 之间(汽炉为 15~ 20° 之间)。

3.3 螺纹烟管

螺纹烟管是 80 年代初出现的

一种高效节能传热元件,历经十余年的发展完善,现已日臻成熟,它的传热系数是光管的 1.6~ 2.2 倍,即一根螺纹烟管受热面相当于 1.6~ 2.2 根光管的受热面面积,这次我们开发 DZL 系列锅炉即采用了这种高效传热元件,它不仅节省钢材,减小结构尺寸,还能改善锅炉本体的力学性能,使前后管板由原来的刚体变成为准弹性体,更加提高了锅炉的强度。

3.4 低长后拱

老式锅炉的后拱是带有拱管的斜面拱,复盖率只占炉排有效面积的 30%~ 40%。

新开发的 DZL 系列锅炉采用低而长的后拱结构,后拱复盖率占炉排有效面积的 60%,由于炉拱较低(最低点距炉排表面 400mm),燃煤的热量辐射到炉拱上再迅速反射回来,这样能使煤充分燃烧。后拱的前部设计成导流形线,这样能加大烟气的搅动,既有利燃烧,又大大减少烟气中的含尘量,对消烟除尘大有效果。低长拱的另一显著优点是由于后拱的

长度完全复盖了主燃段,使锅筒下部不直接受火,所以避免了老式水火管锅炉的锅筒下部完全暴露在火焰上,以致锅筒频出鼓包现象。经数十台锅炉的实际运行,实践证明:低长后拱具有适应煤种广、燃烧完全、消烟除尘等显著优点。

3.5 给水引射装置

为克服老式锅炉中水速过低而造成的水循环不畅,结垢严重等现象,我们采用了给水引射新技术,在 4 根下降管口处,装设 4 个喇叭管式引射管,将锅炉回水直接引射进入下降管,这样能提高水速 2~ 3 倍,大大改善了水循环,从而大大减少结垢现象,提高锅炉寿命。

4 锅炉的性能特点

4.1 锅炉效率高

这是因为:(1)锅炉采用低长后拱双侧进风,燃烧条件好,效率高。(2)采用螺纹烟管传热效率高。(3)蒸汽锅尾部布置有铸铁式 economizer。本系列锅炉效率普遍高出国家标准规定的 3%~ 5%。

4.2 锅炉可靠性好

前面已经讲过本系列锅炉采用了标准椭球形管板,翼形烟道,低长后拱等先进结构,避免了管板开裂,肚皮鼓包等现象。

4.3 经济效益与社会效益

(1)DZL 型锅炉由于采用翼形烟道,螺纹烟管技术,大约降低的锅炉制造成本与同样参数的 KZL 相比,节省钢材 30%。

(2)由于采用较低而长的后拱大大的提高燃烧条件,保证了较低热值燃料的燃尽,使该型锅炉煤种的适应性更强。

(3)采用长后拱,翼形烟管螺纹烟管省煤 10%,消烟除尘效果显著。

5 结束语

我们开发的 DZL 系列锅炉有 1.4 Mw; 2.8 Mw; 4.2 Mw 三型热水锅炉,2 吨、4 吨 1.0 Mpa 和 4 吨 1.25 Mpa 三型蒸汽锅炉,并由此产生了 DZW 1.4 和 DZL 2.8 两型热水锅炉。其中: DZL 1.4 - 0.7/95/70 - AII 和 DZL 2.8 - 0.7/95/70 - AII 两型锅炉于 1992 年 5 月 24 日通过由黑龙江省机械厅主持的产品鉴定,受到专家的一致好评,其它各型锅炉正在试运行和准备鉴定阶段。

通过几年来的研究试制,我们深信,这种替代老式水火管锅炉的完善型,第三代水火管锅炉,前景是十分广阔的。

参考文献

- [1] 陈学俊等. 锅炉原理. 机械出版社, 1992.
- [2] 李之光等. 锅炉强度. 1985.
- [3] 国家标准 GB/T16508-1996 锅壳锅炉受压元件强度计算.
- [4] 张康达. 锅炉压力容器的疲劳失效. 劳动人事出版社, 1988.

(何静芳 编辑)

the quantitative effect on machine unit economic performance of exhaust steam pressure variation by employing the theory of equivalent enthalpy drop. Calculation results of specific examples show that the method features simplicity of use as well as high precision and practicality. Its calculation error is lower than that of other currently available engineering methods. **Key words** exhaust pressure, quantitative method, economy, equivalent enthalpy drop

PFBC-CC燃气轮机系统动态特性实时混合仿真研究 = **A Real-time Hybrid Simulation Study of the Dynamic Characteristics of a PFBC-CC Gas Turbine System** [刊,中] / Xiang Wenguo, Cai Ningsheng (Thermal Engineering Institute under the Southeastern University) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. - 1999, 14(5). - 356~ 358

Described in this paper is a real-time hybrid simulation and control study system based on two digital computers and an analog computer. Discussed are the theory of system realization and the process structure of its interface software. A simulation study has been conducted of the gas turbine system dynamic characteristics of a coal-fired supercharged fluidized bed gas-steam turbine combined cycle. The results of the study indicate that the system under discussion enjoys ease of use and high real-time quality. **Key words** real time, hybrid simulation, control, PFBC

热阻和回热损失对埃里克森循环性能的影响 = **The Effect of Thermal Resistance and Regeneration Loss on Ericsson Cycle Performance** [刊,中] / Lin Bihong, et al (Physics Department of Quanzhou Normal Institute) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. - 1999, 14(5). - 359~ 362

An Ericsson cycle model under the influence of thermal resistance and regeneration loss is established and a basic optimization relation of the cycle deduced, using output power as a target function. Characteristic curves of the cycle are thus obtained. A fairly detailed discussion is conducted of a series of special operating conditions with some new conclusions being obtained. **Key words** Ericsson cycle, thermal resistance, regeneration loss, basic optimization relation, characteristics curves

内旋流流化床燃烧系统设计研究 = **Design and Study of an Internal Circulating Fluidized Bed Combustion System** [刊,中] / Tian Wendong, Wei Xiaolin, Sheng Hongzhi (Institute of Mechanics under the Chinese Academy of Sciences) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. - 1999, 14(5). - 363~ 366

Based on the calorific value of municipal solid waste, its physical composition analysis and the cold-state test results of fluidized bed air distribution the authors have conducted the study of an internal circulating fluidized bed (ICFB) combustion system. A hot-state test plant for the ICFB combustion system was designed and a combustion test of municipal solid waste successfully carried out. **Key words** fluidized bed, internal circulating fluidized bed, combustion, municipal solid waste, heat transfer

结构参数对煤粉浓缩能力影响的试验研究 = **Experimental Study of the Effect of Structural Parameters on the Concentrating Ability of Pulverized-coal Concentrators** [刊,中] / Shi Liming, et al (Qinghua University) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. - 1999, 14(5). - 367~ 368, 402

The concentrating ability of two types (i. e., brent and shutter) of pulverized-coal concentrators was investigated and tested. The test results show that it is feasible to shorten the length of guide plate in a primary air pipe duct. To achieve a bias concentration ratio satisfying the requirements of stable combustion under a proper bias air ratio, the authors have specified the variation range of the following 1. the guide plate height for the brent and shutter; 2. the distance between the concentrator and the guide plate. **Key words** pulverized-coal concentrator, brent, shutter, structural parameters

标准椭球形封头螺纹烟管 DZL系列锅炉设计 = **Design of Threaded Flue Tube DZL Series Boilers with Standard Elliptical Heads** [刊,中] / Chen Ming, et al (Harbin No. 703 Research Institute) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. - 1999, 14(5). - 369~ 370

Given in this paper are the basic construction form and conspicuous advantages of threaded flue tube DZL