

WDR 系列 0.35 ~ 1.4 MW 电热锅炉及其设计

曹习功

(郑州锅炉厂技术中心, 河南 郑州 450052)

摘要: 电热锅炉具有无噪音, 无污染, 技术先进, 绿色环保, 制造简单, 结构紧凑及安全高效等特点。文章介绍了郑州锅炉厂 WDR 系列 0.35 ~ 1.4 MW 承压电加热热水锅炉产品的设计情况及其特点。

关键词: 电热锅炉; 电加热; 承压; 筒体; 受热面

中图分类号: TQ054⁺.5 文献标识码: B

1 前言

随着人们环保意识的增强和国家有关燃料政策的要求, 特别是要求污染严重的土锅炉和小容量锅炉的分批淘汰, 以及国家电力部有关使用电热锅炉优惠政策的大力扶持, 开发既符合环保要求又能满足用户需要的清洁环保型电热锅炉, 具有广阔的市场前景。根据调研, 我厂开发了 WDR 系列 0.35 ~ 1.4 MW 承压电加热热水锅炉。

2 WDR 系列电热锅炉设计主要技术参数

我厂开发的 WDR 系列电热锅炉, 目前已初具规模, 额定热功率有 0.35 MW、0.45 MW、0.5 MW、0.7 MW、1.4 MW 等, 工作压力有 0.7 MPa、1.0 MPa、1.6 MPa 等, 电源参数均为 380 V、50 Hz。WDR 系列电热锅炉已经或陆续投放市场, 受到用户的好评。WDR 系列电热锅炉中一些规格的主要设计技术参数如表 1 所示。

表 1 WDR 系列电热锅炉的主要技术参数表

名称、单位	WDR0.35 -0.7/95/70	WDR0.35 -1.0/95/70	WDR0.7 -0.7/95/70	WDR1.4 -1.6/95/70
额定热功率/MW	0.35	0.35	0.7	1.4
额定工作压力/MPa	0.7	1.0	0.7	1.6
额定出口水温/℃	95	95	95	95
额定进口水温/℃	70	70	70	70
电热管数量×单根 电功率/根×kW	30×12	30×12	30×25	60×25
设计热效率/%	≥97	≥97	≥97	≥97
最大件运输重量/kg	1 170	1 190	1 210	3 609
最大件运输尺寸: 长 ×宽×高/mm	2130×1476 ×1420	2130×1480 ×1424	2130×1484 ×1424	3808×1735 ×1650

3 WDR 系列电热锅炉的设计及性能特点

该系列电热锅炉的设计总体上遵循结构紧凑, 外形美观, 简单实用, 安全高效的原则, 设计大体上包括本体设计、包装辅助设计和电气控制设备三大部分。

3.1 本体设计又分为筒体结构设计、电热管布置与装配和导流装置三部分

筒体结构设计—为使锅炉安装时减少对高度的要求, 且使基建投资费用省, 该系列电热锅炉采用卧式结构; 锅筒内全部为水空间, 水容积较大, 蓄热能力强。为有效利用空间, 减小锅炉外形尺寸, 在锅筒两侧沿纵向等间距布置了两层电热管接管法兰, 锅炉两侧电热管采用同层共面错插布置, 以充分利用锅筒长度和宽度, 这样在较小的空间内布置了较大的对流受热面, 不仅增大换热面积, 而且也达到在布置相同的受热面时比单层布置的情况节约锅筒长度近一半, 使结构更紧凑。电热管接管法兰伸出锅筒内壁 20 mm, 它不仅起到固定法兰盘的作用, 而且也使电热管根部避免被水流直接冲刷, 延长了电热管的使用寿命。

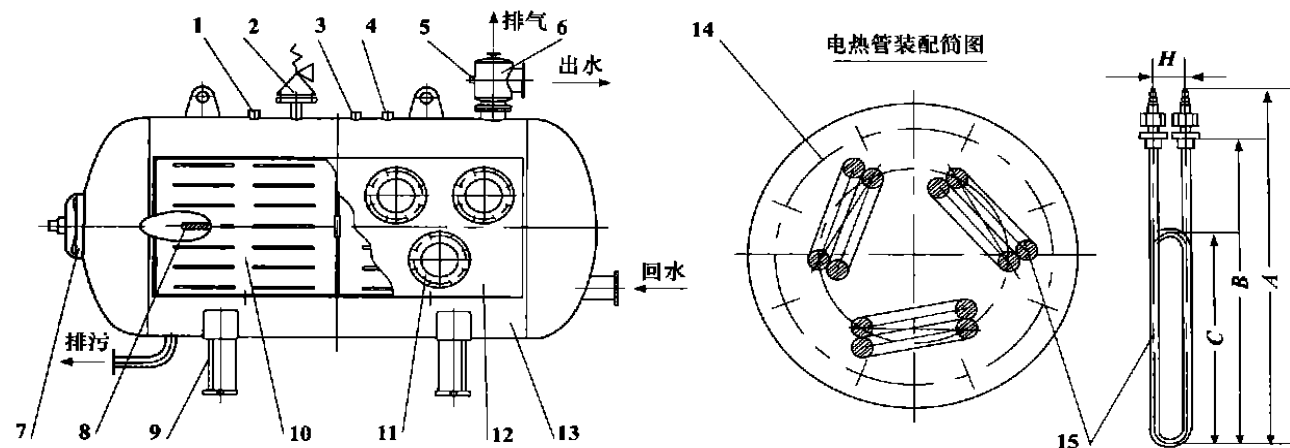
电热管布置与装置—该系列锅炉采用全新的加热方式, 以电作为热源, 选用名牌优质电热管(由固定专业厂家生产)作为受热面; 在电热管管组布置上, 每三根电功率相同的电热管作为一组, 每组电热管采用三角形联接并安装在一个法兰盘上; 法兰盘通过与电热管接管法兰装配而和本体组装成一体。采用该结构, 一方面可通过控制法兰盘的数量和电热管的电功率来保证额定热功率和工作压力; 另一方面, 当工作压力相同时, 也可用来控制锅炉的额定热功率和锅炉的总体外形尺寸, 使产品系列化更方便。

导流装置—为使介质流向合理、加热均匀、增大对流换热系数, 提高热效率且无高温死角, 在锅筒水平中心线位置布置了导流装置, 形成半强制循环; 并

把出水和回水管座布置在锅炉一端,和导流装置配合,以增加介质流程,强化换热。

以 WDR0.35~1.0/95/70 产品为例:该电热锅炉采用卧式结构,在满足受压元件强度要求的前提下,筒体采用 $\Phi 1\ 000\ \text{mm} \times 12\ \text{mm}$ 、长 1 390 mm 的锅炉钢,锅筒内全部为水空间,水容积较大;在锅炉两侧分两层沿纵向等间距(纵向节距 $S = 490\ \text{mm}$)焊接 10 组电热管接管法兰(每侧 5 组),且在锅炉两侧采用同层共面错列布置。选用扬中市云龙电器有限公司生产的 GYS2 型(电压:380 V)电热管作为受热面,该电热管规格(如图所示)为:直径 $\Phi 20\ \text{mm}$, $C = 400\ \text{mm}$, $B = 835\ \text{mm}$, $A = 930\ \text{mm}$, $H = 80\ \text{mm}$,紧固件为 $M27\ \text{mm} \times 1.5\ \text{mm} \times 65\ \text{mm}$;电热管材料为不锈钢,电功率为 12 kW,单根有效受热面积为 $0.161\ \text{m}^2$ 。

电热管管组在布置上,每 3 根电热管以三角形方式连成一组并装配在 $\Phi 219\ \text{mm}$ 的法兰盘上,从侧面由锅筒两侧同层共面错插。该锅炉采用 10 组共 30 根电热管作为对流受热面,总换热面积 $F = 3 \times 10 \times 0.161 = 4.83\ \text{m}^2$,总电功率 $P = 3 \times 10 \times 12 = 360\ \text{kW}$,由换热公式 $Q = KF\Delta t$ 得,设计平均换热系数 $K = \eta P / (F\Delta t) = 0.97 \times 360 / (4.83 \times 25) = 2.892\ \text{kW} / (\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ 。出水管座布置在筒体上部右端,回水管座布置在右封头下部;在锅筒水平中心线布置了导流装置,形成半强制循环,强化了换热;实际运行效果良好。因此,总体上说该锅炉的本体设计和换热面的布置体现了结构紧凑,简单实用,安全高效的原则。



1—低水位电极接管;2—安全阀;3—热电偶接管;4—电接点压力表接管;5—压力式温度计接管;6—集气罐;7—人孔装置;8—导流装置;9—鞍式支座;10—电热管保护罩;11—电热管法兰接管;12—锅炉本体;13—保温材料;14—法兰盘;15—电热管

图 1 WDR 系列 0.35~1.4 MW 电热锅炉结构简图

3.2 包装辅助设计主要包括以下部分

电热管防护罩—为保证电热管外置部位的可靠散热及端部干燥清洁,接线柱接触良好,运行安全以避免发生触电事故,并使外形美观漂亮,在电热管安装位置加装了防护罩。

120°鞍式支座—为使锅炉受热后能有一定的膨胀余量,并让用户缩短锅炉安装周期,节省基建投资,该系列电热锅炉采用结构紧凑的 120°鞍式支座,减少了锅炉外形尺寸。

保温材料—为提高锅炉热效率,减小散热损失,简化包装工序,采用进口材料阿姆斯壮作为保温材料,保温效果良好。

3.3 电气控制设备

锅炉本体上装有低水位控制器、压力表、安全阀、排污阀、截止阀,出水管上装有集气罐、排气阀,回水管上装有止回阀、温度计及压力表等必备的阀门仪表,通过电信号远传给智能化电控柜,来实现运行的全自动控制。

WDR 系列电热锅炉采用先进的自动控制技术,具有自动报警、超压、欠压、过流、短路、缺相、防漏电、防空烧、双重断水等多种保护功能,运行安全可靠;实现了全自动运行,并配有手动、自动转换功能。

WDR 系列电热锅炉结构紧凑,水容积大,启动后供热迅速。由于电热管采用分组配电,因此可以通过接通不同数量的电热管来调节锅炉工作压力及出力,实现了负荷的自动调节。

4 WDR系列电热锅炉的优点及不足

使用证明,WDR系列电热锅炉主要具有以下优点:

(1) 电热管直接与介质接触,电能利用率高,可达97%以上;技术先进,自动化程度高,不需专人操作,运行安全可靠。

(2) 制造简单,结构紧凑,占地少,无燃料、灰渣运输及储存场地要求,不需专门厂房,可放于地下室或楼顶,能有效利用空间或单位空余地方,基建投资费用低。

(3) 启停速度快,易于操作;辅助设备少,无噪音,无污染,为绿色环保产品。

(4) 故障率低,维修费用低,可通过法兰盘的装卸来更换电热管而不需装卸锅炉本体,使维修更方便。

(5) 出力足,供热快,水温稳定;可自动调节锅炉出力和压力。

(6) 易与蓄热器及热水箱配套,可满足不同容量要求,系列化方便,可利用用电优惠政策,分时用电,使运行费用更低。

但是,WDR系列电热锅炉也有以下不足:

(1) 承压锅炉要求受压部件在额定工作压力下有足够的强度,而该系列电热锅炉采用电热管分两层由锅炉两侧沿非径向水平插入锅筒,因此筒体须采用非径向开孔,由于出现非径向孔,导致筒体壁厚增加,使金属耗量增加,成本增大。

(2) 对水质要求较高,否则易造成电热管结垢腐蚀,影响传热效果和使用寿命。

(3) 对供电稳定性要求较高,受用电政策的影响较大,特别适用于用电政策优惠、电价较低和环保要求较高的地区使用。

参考文献:

- [1] GB/T16508—1996 锅壳锅炉受压元件强度计算[S].

(渠源 编辑)

(上接第433页)

4.5 故障诊断

在对凝结水系统故障进行诊断时,针对不同的故障类型而采用不同的方法,如图3所示。对于泵或阀门跳闸等没有程度区分的逻辑型故障,可以采用故障仿真的方法来逐个搜索;对于管道堵塞或阀门卡涩等故障,由于故障程度难以假定,采用管道特征系数校核来进行诊断;对于管道的泄漏故障,也可以用故障逐个搜索的方法确定系统中泄漏发生的范围,由于测点条件的限制,具体泄漏位置需要运行检修人员来判断。使用这种方法进行诊断时,不需要复杂的故障规则库及推理过程,只需用故障描述表输出诊断结果。

5 结论

在复杂系统的实时故障诊断过程中,按不同的

方法及联系紧密程度进行系统划分是必要的。在对电站的凝结水系统的热工系统进行实时故障诊断的过程中,可以使用系统仿真模型及故障模型进行故障的判断及诊断,完成对系统的实时、自主型诊断。

参考文献:

- [1] GAUTAM BISWAS, RAVI KAPADIA, XUDONG W YU. Combined qualitative-quantitative steady-state diagnosis of continuous-valued systems[J]. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics—Part A: Systems and Humans* 1997, 27(2): 167—185.
- [2] HAK-YEONG CHUNG, ZEUNGNAM BIEN, JOO-HYUN PARK, et al. Incipient multiple fault diagnosis in real time with application to large-scale systems[J]. *IEEE Transactions on Nuclear Science*, 1994, 41(4): 1692—1703.
- [3] TIMO SORSA, HEIKKI N KOIVO, HANNU KOIVISTO. Neural networks in process fault diagnosis[J]. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics* 1991, 21(4): 815—825.

(孙显辉 编辑)

simulation, power plant system

铸铁锅炉爆破压力的热态试验和理论分析 = **Hot-state Explosion Pressure Test of a Cast-iron Boiler and Its Theoretical Analysis** [刊, 汉] / LIU Wen-tie, HE Yu-rong, LI Zhi-hong (Energy Engineering College under the Harbin Institute of Technology, Harbin, China, Post Code: 150001), BAI Wu-yin (Shijiazhuang Baoshi Electronics Group Co., Shijiazhuang, Hebei Province, China, Post Code: 050061) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2001, 16(4). — 434 ~ 436

On the basis of the test results of a full-scale hot-state explosion test a calculation and analysis was conducted of the explosion pressure of the following: square-box test parts, nodular cast-iron boiler, grey cast-iron boiler and grey cast-iron boiler plates. As a result, obtained were the relevant safety factors recommended for selection. The tests and analysis indicate that the safe and reliable operation of cast-iron boilers can be assured. **Key words:** hot-state explosion test, cast-iron boiler, explosion pressure, safety factor

流化床中焚烧有机废液的热力特性分析 = **Thermodynamic Analysis of the Burning of Organic Waste Liquid in a Fluidized Bed Incinerator** [刊, 汉] / BIE Ru-shan, LI Bing-xi, LIU Wen-tie, LU Hui-lin, YANG Li-dan, ZHOU Ding (Energy Engineering College under the Harbin Institute of Technology, Harbin, China, Post Code: 150001) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2001, 16(4). — 437 ~ 440

With coal serving as an auxiliary fuel heat balance equations were established for the burning of organic waste liquid in the dense-phase zone and rare-phase zone of a fluidized-bed incinerator. By solving for these equations determined were the following: 1. The ratio of waste liquid being incinerated in the dense-phase zone as calculated against the total incinerated quantity; 2. Characteristics curves showing the effect of the incineration temperature in the dense-phase zone, excess air factor at the furnace outlet and the preheating air temperature on the consumption of the auxiliary fuel and the furnace outlet temperature. The results of calculation indicate that with the ratio of the waste liquid incinerated in the dense-phase zone being kept at 70% of the total incinerated quantity the temperature in the dense-phase zone can be roughly maintained at the same level as that at the furnace outlet. Moreover, it is highly desirable to control the dense-phase zone temperature at 850 - 900 °C in order to reduce the consumption of auxiliary fuel and to limit the excess air factor at less than 1.7 in order to maximize the preheating air temperature. The above findings can serve as a theoretical basis for the design and operation of fluidized bed-based waste liquid incinerators. **Key words:** organic waste liquid, fluidized bed, incinerator, auxiliary fuel consumption

WDR 系列 0.35 ~ 1.4MW 电热锅炉及其设计 = **WDR Series 0.35 - 1.4 MW Electric Heating Boilers and Their Design** [刊, 汉] / CAO Xi-gong (Technology Center of Zhengzhou Boiler Works, Zhengzhou, Henan Province, China, Post Code: 450052) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2001, 16(4). — 441 ~ 443

Electric heating boilers enjoy the following merits: no noise, no pollution, advanced technology, simple fabrication, compact construction, safe and high-efficiency operation, etc. A detailed account is given of the structural design and specific features of the WDR series 0.35 - 1.4 MW pressure-bearing electric heating hot-water boilers. **Key words:** electric heating, pressure-bearing hot water boiler, cylindrical body, heating surface, specific features

活性炭联合脱硫脱硝工艺 = **Activated Carbon-based Combined Desulfuration and Denitration Technology** [刊, 汉] / LUO Yong-gang, LI Da-ji, YANG Ya-ping (Research Institute of Thermal Energy Engineering under the Southeastern University, Nanjing, China, Post Code: 210096) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2001, 16(4). — 444 ~ 446

Described is a kind of new technology featuring combined desulfuration and denitration. With the use of this technology it is possible to remove such a variety of items as SO_x , NO_x and poisonous matter in flue gas like mercury, dioxin, etc. The merits, demerits and the development trend of the above-cited technology have also been presented. The information provided may serve as major reference data for the treatment of air pollution in China. **Key words:** desulfuration, denitration, activated carbon

火力抽水—蓄能发电 = **Thermal Power and Pumped Storage-based Electric Power Generation** [刊, 汉] / SHENG Jian-lun (Computer Department, Qingdao Architectural Engineering Institute, Qingdao, Shandong Province, China,