

锅筒式蒸汽锅炉水处理工艺设计计算

邝平健 (哈尔滨劳动局锅炉压力容器检验研究所)

[摘要] 结合具体实例较详细地阐述了蒸汽锅炉水处理工艺设计的计算方法, 将锅炉与水处理的有关计算有机地结合起来, 根据锅炉的工作参数, 运行工况及水质数据来确定锅炉所需软化水量, 最终确定水处理设备的各项特性参数, 避免了以往只给出计算公式, 并将锅炉所需软化水量设为已知量而给水处理工艺设计带来的诸多不便。最后还给出再生设备的设计方法, 使水处理工艺的设计更加完善。

关键词 锅炉水处理 离子交换器 锅筒式蒸汽锅炉

分类号 223. 51

0 前言

锅炉水处理是保证锅炉安全经济运行的重要环节。如果锅炉不进行水处理或水处理方法不当, 就会造成锅炉受热面上生成水垢和金属腐蚀。新的《低压锅炉水质标准》GB1576-96 规定: 额定蒸发量 ≥ 2 t/h 的锅炉必需配上锅外水处理设备。所以如何设计与锅炉相配套的水处理系统则显得尤为重要。下面结合具体实例谈一下水处理系统的设计过程。

1 设计概况

1. 1 该蒸汽锅炉是为工厂生产, 生活及厂房和住宅采暖生产饱和蒸汽。生产和生活为全年性用汽, 采暖为季节性用汽。

1. 2 生产用汽设备要求提供的蒸汽压力为 0. 4 MPa 表压, 用汽量为 3. 7 t/h。凝结水因受生产过程的污染, 不予回收利用。生活用汽主要供食堂和浴室用汽的需要, 用汽量为 0. 7 t/h, 无凝结水回收。采暖用汽量为 7. 8 t/h, 其中生产车间为高压蒸汽采暖, 住

宅为低压蒸汽采暖, 采暖系统的凝结水回收率为 65%。

1. 3 根据计算, 该锅炉最大计算热负荷为 11. 67 t/h, 各用热单元用汽压力均不大于 0. 4 MPa 表压, 故选用三台 KZL4-7-A 型快装锅炉。采暖季三台锅炉基本上满负荷运行; 非采暖季只运行一台锅炉。

2 水处理系统设计及设备选择

2. 1 原水水质资料 (自来水)

总硬度 $H=3. 8$ mmol/l;

碳酸盐硬度 $H=2. 0$ mmol/l;

非碳酸盐硬度 $H=1. 8$ mmol/l;

总碱度 $A=2. 0$ mmol/l;

pH=7. 5;

溶解固形物 $RG=300$ mg/l

悬浮物和含油量很少, 可忽略不计。

2. 2 软化系统方案的确定

根据水质标准 GB1576-96 中规定, 蒸汽锅炉对给水和锅水的要求为:

给水总硬度 $H \leq 0. 03$ mmol/l;

收稿日期 1997-07-09 收修改稿 1997-08-29

本文联系人 邝平健 男 1964 年生 工程师 150076 哈尔滨市道里区新阳路 463 号

©1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

给水 $pH \geq 7$ (25°C);

锅炉总碱度 A 为 $6 \sim 26 \text{ mmol/l}$;

锅炉含盐量 $R_G < 4000 \text{ mg/l}$;

该锅炉房原水硬度不符合给水要求, 需进行软化处理。

鉴于浮床离子交换器处理效果稳定, 设备及运行管理都比较简单, 适用的水质范围较宽; 本设计确定选用逆流再生浮床钠离子交换系统, 交换剂为 001×7 钠离子交换剂, 再生剂为食盐 (NaCl), 选用两台交换器, 一台运行, 一台备用, 每台按 100% 设计水量计算。

2.3 软化水量计算

锅炉房三台锅炉所需补充的软化水量应为锅炉房采暖季节最大给水量与凝结水回收量之差, 按下式计算:

$$G_s = K D_{1\max} (1 + P) - a_2 D_2$$

式中: K —锅炉给水管网漏水系数, 取 1.03

$D_{1\max}$ —采暖季最大热负荷, 为 11.67 t/h

P —锅炉排污率, 待求

a_2 —采暖系统凝结水回收率, 已知为 65%

D_2 —采暖用汽量, 为 7.8 t/h

锅炉排污率 P 的计算

锅炉排污率可由碱度或含盐量的平衡关系求出, 取出二者较大值。

2.3.1 按给水碱度计算排污率 P

$$P = A_g / A_g - A_{gs} = 2.0 / (2.6 - 2.0) = 8.33\%$$

式中: A_g —锅炉给水碱度, 已知为 2.0 mmol/l

A_g —锅水允许碱度, 据《水质标准》为 26 mmol/l

2.3.2 按给水含盐量 (溶解固形物) 计算排污率

$$P = R G_g / (R G_g - R G_{gs}) = 300 / (4000 - 300) = 8.1\%$$

式中: $R G_g$ —给水溶解固形物含量, mg/l

$R G_{gs}$ —锅水溶解固形物含量, mg/l

二者比较, 锅炉最大排污率为 8.33%

因此软化水量为

$$G_s = K D_{1\max} (1 + P) - a_2 D_2 = 1.03 \times 11.67 (1 + 0.083) - 0.65 \times 7.8 = 7.95 \text{ t/h}$$

3 离子交换器的选择计算

3.1 交换器截面积 (F)

软化水量 $G_s = 7.95 \text{ t/h}$;

软化速度 V_s 可根据原水硬度选定, 经查表 V_s 在 $15 \sim 20 \text{ m/h}$ 之间, 可取为 17 m/h

$$F = G_s / V_s = 7.95 / 17 = 0.468 \text{ m}^2$$

3.2 交换器直径 (D)

$$D = \sqrt{4F / \pi} = \sqrt{4 \times 0.468 / 3.14}$$

$$= 0.772 \text{ m}$$

直径实际可取 $D = 0.8 \text{ m} = 800 \text{ mm}$

3.3 交换器高度 (h)

$$h = h_1 + h_2 + h_3 + 2h_4$$

式中: h_1 —树脂层高度, 浮床 $h_1 = 2.0 \text{ m}$

h_2 —树脂层上部空间高度, 浮床工艺 $h_2 = 0$

h_3 —交换器下部垫层高度, 对多孔板和排水帽装置 $h_3 = 0$

h_4 —上、下封头高度, 对于直径 $D = 800 \text{ mm}$,

$$h_4 = 0.181 + 0.040 = 0.221 \text{ m}$$

所以, $h = 2.0 + 2 \times 0.221 = 2.44 \text{ m}$

3.4 交换剂体积 (V_R)

$$V = c / 4^{\circ} D^2 H_1 = 0.785 \times 0.8^2 \times 2.4 = 1.004 \text{ m}^3$$

3.5 单台树脂填充量 (G_R)

$$G_R = V_R \times D_R = 1.004 \times 800 = 803 \text{ kg}$$

式中: V_R —交换剂体积, m^3

D_R —交换剂密度, 一般取 800 kg/m^3

3.6 交换剂的工作交换容器 ($E_{\text{工}}$)

对 001×7 钠离子交换树脂, $E_{\text{工}}$ 一般取 1100 g当量/m^2

3.7 交换器的工作周期 (T)

$$T = V_R E_{\text{工}} n / [G_s (H - H_g)] = 1.004 \times 1100 \times 1 / [7.95 (3.8 - 0.03)] = 36.84 \text{ h}$$

式中: V_R , $E_{\text{工}}$, G_s 意义同前

H —给水总硬度, mmol/l

H_g —标准要求给水硬度, mmol/l ,

n —交换器的台数。

3.8 再生一次耗盐量 (G_Y)

$$G_Y = V_R E_{\text{工}} b \times 58.5 / 1000 = 1.004 \times 1100 \times$$

$$1.5 \times 58.5 / 1000 \times 0.9 = 107.7 \text{ kg}$$

式中: V_R , $E_{\text{工}}$ 意义同前

b —盐耗比, 一般范围为 $1.5 \sim 3.0$

58.5 —再生剂氯化钠的克当量值

\bar{r} —再生剂的纯度, 取 90%

4 食盐再生设备的选择计算

这里用的再生剂为食盐溶液, 盐溶液可用盐溶解器或盐溶解池制备。采用盐溶解器制备盐溶液, 往往有浓度不易控制, 设备腐蚀严重等优点。本设计采用盐溶解池为再生剂的制备设备, 考虑到工业用盐含杂质较多, 因此在浓盐池中应有过滤装置。

4.1 配制盐液用水量 (Q_1)

$$Q_1 = G_Y / (1000 C_Y r_Y) = 107.7 / (1000 \times 0.04$$

×

$$1.027) = 2.62 \text{ m}^3$$

式中: G_Y —再生一次用盐量, 计算为 107.7 kg

C_Y —再生液盐浓度, 取为 4%

r_Y —稀盐液密度, 取 1.027 t/m³

4.2 再生一次所需浓盐池容积

$$V_1 = 1.2 G_Y / 1000 C_{by} = 1.2 \times 107.7 / 1000 \times$$

$$0.26 \times 1.201 = 0.414 \text{ m}^3$$

式中: C_{by} —饱和盐液浓度, 在室温下为 26%

1.2—容积余量系数

r_{by} —饱和盐液密度, 查表为 1.201 t/m³

4.3 盐液泵的容量 (Q_Y)

$$Q_Y = 1.2 \times Q_1 \times 60 / t_Z = 1.2 \times 2.62 \times 60 / 40 = 4.72 \text{ m}^3 / \text{h}$$

式中: t_Z —再生时间, 设计中取 40 min

60—按每小时计算容量

根据上述盐液泵的容量计算, 可选择泵的流量为 6 m³/h, 由于离子交换器再生系统比较简单, 考虑管路系统阻力, 盐箱出口与离子交换器的标高差, 附加水头等因素, 泵的扬程可取 14.7 ~ 19.6 kPa。盐液泵运转时间短, 不需设置备用泵, 为防止盐液腐蚀选用塑料离心泵一台, 流量为 6 m³/h, 扬程为 19.6 kPa。

参考文献

1. 姚继贤等编. 工业锅炉水处理及水质分析. 劳动人事出版社 1987年
2. 崔玉川等编. 锅炉给水纯化设计计算. 山西科学出版社 1988年

(李乡复 编辑)

新一代烧煤粉的汽轮发电机组

据“Теплоэнергетика” 1996年 7月号报导, 俄罗斯全俄热工研究所 (ВИИ) 正在从事新一代汽轮发电机组的研制工作。

研究表明, 借助最初达到参数值 (24 MPa, 540/540或 560/565°C), 然后进一步提高参数值可以完善传统烧煤粉的汽轮发电机。

分析了改进设备和热力系统的途径, 实施这些途径在第一阶段就能保证经济性提高 8%—10%。

(思娟 供稿)

电力工业中的燃气轮机

据“Теплоэнергетика” 1996年 4月号报导, 今后 30年内并展望到 2010年 (可能是更远的时间), 燃气轮机是世界上最富有活力发展的热力发动机。

文章叙说了现代燃气轮机的技术特性和特点、可靠性问题、经济性、生态相容性, 包括叙说了应用来提高燃气轮机效率的当代技术。

(思娟 供稿)

power, steam turbine, real-time simulation

采用热天平研究煤粉燃烧特性时氧通量的计算 = **The Calculation of Oxygen Flux During the Study of Pulverized Coal Combustion Characteristics with the Help of a Thermobalance** [刊,中] /Zhu Qunyi, Zhao Guangbo, et al (Harbin Institute of Technology), Lu Wei (Harbin University of Science & Technology) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power, 1997, 12(6): 438~ 441

Described in this paper is the method of calculating the oxygen flux through a crucible outlet section during the study of pulverized coal combustion characteristics with the use of a thermobalance. Through the analysis and calculation of combustion characteristic curves of Zhi Jin coke it is found that the oxygen needed for the combustion of a sample was transferred to the sample layer surface in a diffusion mass transfer manner through the crucible outlet section. The oxygen partial pressure and oxygen flux on the sample layer surface can be determined by the use of Fick's diffusion law. **Key words** thermobalance, pulverized coal combustion, oxygen flux

电厂锅炉锅筒寿命计算 = **The Calculation of the Boiler Drum Life of a Utility Boiler** [刊,中] /Wang Yunmin (Changsha Electric Power Institute) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power, 1997, 12(6): 442 ~ 444

On the basis of an analysis of fatigue-caused life loss during the operation a boiler drum this paper presents a method for calculating the fatigue life of a boiler drum taking into account its wall temperature distribution, thermal stress cycle, mechanical stress and cycle stress amplitude, etc. With the boiler of Huaibeï Power Station being taken as an example calculated is the fatigue life of the boiler drum. **Key words** boiler drum, temperature field, stress, fatigue life

锅筒式蒸汽锅炉水处理工艺设计计算 = **Calculation of the Water Treatment Technological Design of a Drum Type Steam Boiler** [刊,中] /Kuang Pingjian (Boiler & Pressure Vessel Inspection Institute Under the Harbin Municipal Labor Bureau) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power, 1997, 12(6): 445~ 447

With some specific examples a fairly detailed description is given of the method for calculating the water treatment technological design of a steam boiler. Through the organic integration of the boiler and the relevant calculations of the water treatment the demineralized water quantity required by the boiler is determined on the basis of the boiler parameters, operating conditions and water quality data. Finally, the various performance parameters of the water treatment equipment are identified. Such an approach makes it possible to eliminate the inconveniences of the feedwater treatment design method when only calculation formulas are given and the demineralized water quantity required by the boiler is assumed to be a known quantity. In conclusion, the method of designing regeneration equipment is also presented, thus further improving the water treatment technological design. **Key words** boiler water treatment, ion exchanger, drum type steam boiler

鳍片分离式浓淡燃烧器的开发与应用 = **The Development and Application of Fin-separation Type Dense-dilute Burners** [刊,中] /Miao Changxin, Li Kai, Li Jiansheng (Shandong Electric Power Scientific Research & Test Institute) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power, 1997, 12(6): 448~ 451

It is possible to improve combustion stability by properly increasing the concentration of pulverized coal. On the basis of an experimental study a versatile, low-resistance and high-efficiency fin-separation type dense-dilute burner has been developed. By bringing the pulverized coal concentration to an optimum value to facilitate