

基于 C + + Builder 环境的锅炉效率在线监测系统的开发

范玉刚¹, 魏薇², 刘志坚¹

(1. 昆明理工大学 电力工程学院, 云南 昆明 650051; 2. 云南电力建设监理咨询有限责任公司, 云南昆明 650224)

摘要: 锅炉效率是锅炉获得最佳运方式的重要依据. 研究了一套锅炉效率在线监测系统, 详细介绍了本系统锅炉效率在线测算方法, 对本系统的硬件结构和功能做了简要阐述. 并讨论了在 C + + Builder 环境下的数据采集与开发.

关键词: 在线监测; 锅炉效率; 锅炉

中图分类号: TK39 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007 - 855X(2003)01 - 0057 - 05

Exploitation of the On - line Monitoring System of Boiler Efficiency in the Environment C + + Builder

FAN Yu-Gang¹, WEI Wei², LIU Zhi-jian¹

(1. Faculty of Electric Power Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650051, China;

(2. Yunan Electric Power Construction Consulting Limited Corp., Kunming 650224, China)

Abstract: Boiler efficiency is vital to the optimal operation of boilers. It has a high practical value to invite a kind of on - line monitoring system to boiler efficiency. The paper introduces the method of monitoring boiler efficiency in the system, and the hardware configure and the function of the system, and explains how to read a word from the specified input port and how to develop the software in C + + Builder.

Key words: on - line monitoring; boiler efficiency; boiler

0 引言

实现锅炉效率在线监测, 是人们正在研究和开发的新课题. 目前采用的测量技术还很难说已经达到非常成熟的程度. 其测量精度当然也达不到人们所期望的热效率实验那么高^[1]. 但作为一种运行指导装置, 能够判断效率的相对高低, 作为在线调整的依据, 从这一点来说, 仍然有一定意义.

在锅炉运行过程中, 受运行条件的限制, 不需要也不可能测得如锅炉性能考核时所需的那么多的参数, 这样, 就给运行过程中锅炉效率的计算带来了一定的困难. 然而对于电厂锅炉来说, 在一段时期内, 锅炉运行参数是基本不变的, 燃料性质变化也不大, 锅炉运行条件也是基本不变的, 这就给锅炉的热平衡测算创造了简化的条件. 本系统采用的简化模型是建立在锅炉运行监测参数基础上, 同时利用锅炉燃煤的工业分析成分, 来计算锅炉效率.

电站锅炉运行中, 主要以排烟温度和氧量信号作为监控参数, 而煤种煤质的变化主要反映在低位发热量上, 本文主要以排烟温度(℃)、排烟处的氧量信号(%), 飞灰可燃物的含量(%), 应用基低位发热量(kJ/kg)、应用基灰分(%)及冷空气温度(℃)等作为已知参数来进行锅炉效率的计算.

1 锅炉效率在线测算原理

1.1 燃煤特性的在线处理

燃煤特性对锅炉效率的计算影响很大, 美国的 EGGB 公司和德国的 Berthold 公司已经成功地研制出煤质工业分析的在线监测系统, 并已经应用在发电厂和煤矿. 日本加迪公司于 1993 年完成了从采样传送、

收稿日期: 2002 - 05 - 21.

第一作者简介: 范玉刚(1973.4~), 男, 硕士, 讲师; 主要研究方向: 热工自动化.

预处理、煤质分析(工业分析和元素分析)全过程的无人值守在线系统的开发^[2].目前我国有些科研单位正在从事这方面的研究,尚无定型产品.

煤中的含灰量可以采用双 γ 源透射法测量,然后可由煤的灰分确定煤的发热量.根据理论和实验标定,煤中的含灰量按下式确定:

$$A^f = K_1 - K_2 \cdot N, \%$$

式中: K_1, K_2 ——仪器系数; N —— γ 射线强度.

由文献[3]知,煤的低位发热量可用下面的公式进行计算.

$$Q_b^y = f(A^f), \text{kJ/kg}$$

发热量和灰分的关系可根据大量煤化验分析数据整理得出.

发电厂燃煤煤质变化不很频繁,所以我们处理的办法是,把现场采样实验得到的数据输入到计算机,以输入的煤质数据为计算标准.

1.2 锅炉效率在线测算方法

锅炉热效率,按反平衡的方法可写成:

$$\eta = 100 - (q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6), \%$$

在锅炉各项热损失 $q_2 \sim q_6$ 中, q_2, q_3, q_4 热损失占全部热损失的绝大部分, q_5, q_6 相对较少,这里 q_6 忽略不计,下面给出 $q_2 \sim q_5$ 的测算方法.

(1) 排烟热损失 q_2 : 排烟热损失是由于锅炉排烟带走了一部分热量造成的,影响排烟热损失的主要因素是排烟温度和排烟容积.

工程应用中,氧量表和排烟温度测量热电偶,分别装在尾部烟道两侧,测量值直接送入工控机.按以下公式计算排烟损失.

$$q_2 = (K_1 \alpha_{py} + K_2) \frac{t_{py} - t_{lk}^{[3]}}{100}, \%$$

式中: t_{py} ——排烟温度, $^{\circ}\text{C}$; t_{lk} ——冷空气温度, $^{\circ}\text{C}$; α_{py} ——排烟处空气过剩系数; K_1, K_2 ——与煤种有关的系数,按表1选取.

表1 K_1, K_2 选定值

煤种	K_1	K_2
无烟煤及贫煤	3.55	0.44
烟煤	3.54	0.44
$W^y > 15\%$ 的洗中煤	3.57	0.62
褐煤	3.62	0.90

(2) 化学不完全燃烧损失 q_3 : 化学不完全燃烧损失是排烟中残留的可燃气体组分($\text{CO}, \text{H}_2, \text{CH}_4$ 及 C_mH_n) 未放出其燃烧热而造成的,这部分热损失所占比例很小,可用下式简化:

$$q_3 = 3.3 \alpha_{py} \text{CO}^{[3]}, \%$$

CO 为烟气中一氧化碳容积百分比.

(3) 机械未完全燃烧损失 q_4 : 飞灰含碳量对锅炉热效率的影响较大,采用标定过 SCD-2 型微波测碳仪可以实现对飞灰含碳量的在线监测.炉渣含碳量的在线监测,目前尚无切实可行的办法^[2].对于大型燃烧煤粉的锅炉来说,排渣份额不足 10%,因此炉渣含碳量对锅炉效率的影响相对较小,可以用实验数据代替炉渣的含碳量.

机械未完全燃烧损失的测量为:

$$q_4 = \frac{32866A^y}{Q_b^y} \left[\alpha_{fh} \frac{C_{fh}}{100 - C_{fh}} + \alpha_{lz} \frac{C_{lz}}{100 - C_{lz}} \right], \%$$

式中: A^y ——煤的应用基灰分, $\%$; Q_b^y ——低位发热量, kJ/kg ; C_{fh} ——飞灰中可燃物含量质量百分比, $\%$; C_{lz} ——炉渣中可燃物含量质量百分比, $\%$; α_{fh} ——飞灰量占入炉总灰量的份额,根据实际情况取 0.9; α_{lz} ——炉渣量占入炉总灰量的份额,根据实际情况取 0.1.

飞灰可燃物 C_{fh} 取飞灰测碳仪的输出值,炉渣含碳量 C_{lz} 取实验数据输入计算机.

(4) 散热损失 q_5 : 根据有关文献,散热损失按锅炉蒸发量的大小,由以下公式计算确定:

$$q_5 = q_5^e \frac{D^e}{D}, \%$$

式中 D^e ——锅炉额定蒸发量, t/h ;

D ——锅炉实际蒸发量, t/h ;

q_5 —— 额定蒸发量的散热损失。

其它热损失, 如灰渣带走的物理热损失, 对于大容量燃煤锅炉来说, 这部分损失所占的比例很小, 可以忽略不计, 根据以上各项热损失测算方法就可在线算出锅炉效率。

2 系统结构

由工业控制计算机(以下简称为工控机)组成的锅炉效率在线监测系统可以用图 1 表示. 它是由以下几部分组成: 锅炉本体、一次仪表、AD/DA 转换板、工控机等部分。

工控机是整个硬件系统的核心部分, 它接受锅炉的各种运行参数信号, 对这些信号进行各种预定的运算. 工控机系统由工控机、CRT 显示器、打印机、键盘、DA/AD 转换板等部分组成, 其中 DA/AD 转换板选用 PC-1232K-IV 板。

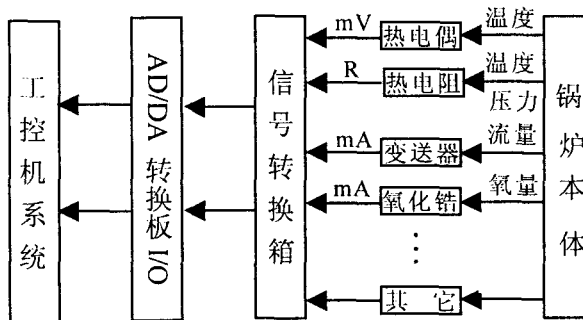


图 1 硬件组成

PC-1232K-IV 变换板采集功能是本系统的基本功能. 程序运行时首先选择 A/D 变换通道, 即 `outportb - 1232(614h, y)`, 其中 `y` 是要选通的通道号. 然后检查 A/D 变换状态寄存器的状态码位(第 0 位), 如果状态码位等于“1”, 表示变换还在进行, 如果状态码位等于“0”, A/D 变换已经完成, 可以读取变换后的数据。

3 数据采集程序

本系统采用 C++ Builder 和 VC 为软件开发工具. 根据文献[4]用 C++ Builder 快速开发界面、数据库以及外围处理程序, 再用 VC 编写底层的操作程序, 实现读写 I/O 端口. 为此, 用 VC 编写一个动态连接库(DLL), 在这个动态连接库中, 包含了读端口和写端口的子程序. `outportb - 1232()` 和 `inportb - 1232()` 正是动态连接库中的子程序。

3.1 用 VC 创建 DLL

在 Visual C++ 6.0 的主界面, 单击 `file/new` 菜单项, 弹出 `new` 对话框. 在该对话框中, 选择 `MFC Appwizard(dll)`, 然后输入项目名称 `mydll`. 单击 `ok`, 弹出 `MFC Appwizard - step 1 of 1` 对话框, 单击 `finish`, 生成 DLL 框架。

(1) 定义 `inportb_1232((WORD PortAddress))` 函数和 `outportb_1232(WORD PortAddress, int data)` 函数打开 `mydll.h` 文件, 在其中添加如下内容:

```
#include "conio.h"
extern "C" _declspec(dllexport) int _stdcall outportb_1232(WORD PortAddress, int data);
extern "C" _declspec(dllexport) int _stdcall inportb_1232((WORD PortAddress));
```

其中的 `outportb_1232(WORD PortAddress, int data)` 是在 `mydll.h` 中定义的写端口函数, `inportb_1232((WORD PortAddress))` 是定义的读端口函数。

(2) 实现 `inportb_1232((WORD PortAddress))` 函数和 `outportb_1232(WORD PortAddress, int data)` 函数

打开 `mydll.cpp` 文件, 在其中添加如下内容:

```
int _stdcall inportb_1232(WORD PortAddress)
{ return _inp(PortAddress); } // UES for inportb 1232k A/D board
void _stdcall outportb_1232(WORD PortAddress, int data)
{ _outp(PortAddress, data); } // USE for outport 1232k A/D board
```

(3) 修改 `mydll.def`

修改 `mydll.def` 是为了防止输出函数名出现乱字符. 在 `mydll.def` 后面添加 `inportb_1232` 函数名和 `outportb_1232` 函数名。

修改完成后, `mydll.def` 的形式如下:

;mydll.def : Declares the module parameters for the DLL.

LIBRARY "mydll"

DESCRIPTION 'mydll Windows Dynamic Link Library'

EXPORTS

; Explicit exports can go here

inportb _ 1232

outportb _ 1232

(4) 编译运行该程序,在目录 D:\mydll\Debug 下生成 mydll.dll.mydll.dll 正是所需要的 DLL 文件.

3.2 C++ Builder 调用 mydll.dll

将 mydll.dll 拷入 windows\system 目录下.用 Borland C++ Builder 编写采样程序,此部分采样程序模块位于计时器控件中,其中的读写 I/O 端口的函数是调用 mydll.dll 内的函数.为了在程序中调用 inportb_1232() 和 outportb_1232() 函数,首先要声明函数的指针: int (_stdcall inportb(WORD PortAddress));

void (_stdcall outportb(WORD PortAddress, int data));

双击计时器,编写程序如下:

```
{
float sum ;
int hbit, lbit, y = 0;
HINSTANCE dllin = LoadLibrary
("mydll.dll");
inportb = ( int (_stdcall *) )(WORD
PortAddress) GetProcAddress (dllin, "in-
portb_1232");
//取 inportb_1232() 的函数指针
outportb = (void (_stdcall *)
(WORD PortAddress, int data ))Get-
ProcAddress( dllin, "outportb_1232");
//取 outportb_1232() 的函数指针
outportb (614h, y); //选择变送器的通道号,并启动 A/D 变换板
while(inportb(618h)&1 == 0); // 检查 A/D 变换完成否
hbit = inportb(619h); // 读高位数据
lbit = inportb(618h); // 读低位数据
sum = hbit * 16 + lbit/16; // 求变换数据
FreeLibrary(dllin); //释放 mydll.dll
```

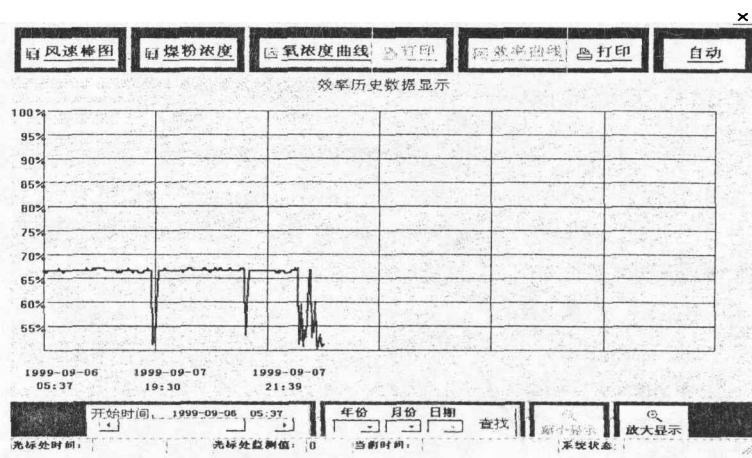


图2 效率显示界面图

4 锅炉效率在线监测显示界面图

图2是锅炉效率在线监测显示图.每次计算的锅炉效率都要存入数据库中,这样可以查询历史数据.在图下方的工具条中输入日期,然后按查找按钮,便可查询到所需要的历史数据.为了方便查看,图下面的工具条有放大和缩小按钮,可以放大或缩小显示历史数据.为了减小数据库的存贮量,计算的锅炉效率数据如果在正常的范围内,那么就扩大存贮时间间隔;如果计算的锅炉效率偏出了正常范围,就缩小存贮时间间隔(图中所显示的曲线是在实验室试验得到的结果).

(下转第63页)

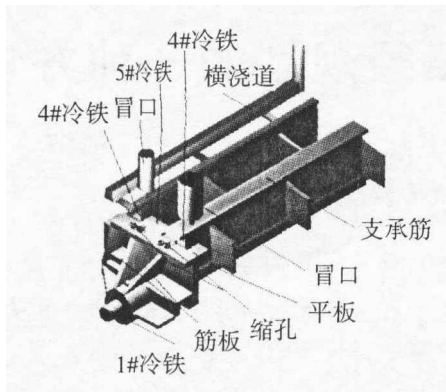


图1 四分之一铸件模型

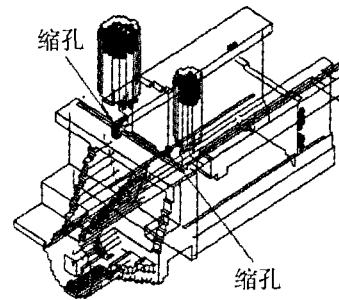


图2 方案1的模拟结果

方案2:只去除5#冷铁而保留4#冷铁,来消除交接处的缩孔,为了不切断补缩通道,将冷铁尽量下靠.计算结果如图3所示,缩孔位置移动到远离交接处的平板上,不过,缩孔很小,且避开了铸件加工和使用的重要部位,不影响使用效果.该方案得到了工厂技术人员的一致认同,并按该方案组织生产,经加工验证,其效果和模拟结果基本一致.

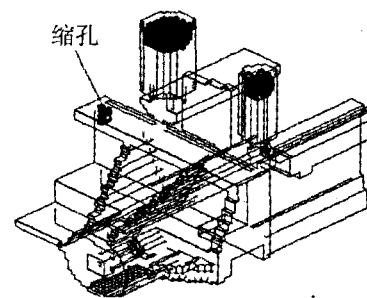


图3 方案2的模拟结果

4 结论

(1) 通过计算机凝固模拟,可以对铸造工艺的多种不同方案进行对比,找出产生铸造缺陷的原因,通过分析并进行工艺优化;

(2) 凝固过程的计算机数值模拟,能比较真实地模拟铸件的凝固过程.缩短了铸造工艺的设计过程,降低了试生产的费用,并能获得较为优化的可行工艺方案;

(3) 针对台车铸件的模拟结果获得的优化工艺方案,基本解决了工厂按原工艺生产时存在的问题.改进工艺后,每辆台车可节约材料费300多元和大量的工时开销.

参考文献:

- [1] 伏广瑞,等.利用凝固模拟辅助铸造工艺设计[J].铸造,1999(2):22~25.
- [2] 柳百成,等.铸造工程的模拟仿真与质量控制[M].北京:机械工业出版社,2001.7.
- [3] 杨全,等.金属凝固与铸造过程数值模拟[M].杭州:浙江大学出版社,1996.39.

(上接第60页)

5 结束语

本系统所采用的锅炉效率测算方法适合在线应用.锅炉效率在线监测系统能迅速反映锅炉燃烧调整的情况,对评价锅炉运行的经济性和指导运行人员操作具有重要意义.

参考文献:

- [1] 师建斌,严道一.锅炉燃烧优化指导系统在发电厂的应用[J].中国电力,1997,30(7):31~35.
- [2] 李雪亮,武国栋等.电站锅炉燃烧分析专家系统[J].中国电力,1997,30(3):29~32.
- [3] 谢文国.工业锅炉热工实验[M].大连:大连工学院出版社,1987.58~69.
- [4] 李舰.Windows2000环境下C++ builder编程工具硬件端口的读写实现与实例[J].电脑编程与维护,2000,(2):26~28.