

文章编号:1005-0523(1999)04-0029-05

热轧加热炉燃烧控制系统分析及实现

黄江平

(华东交通大学 电气与信息工程学院, 江西 南昌 330013)

摘要: 对热轧加热炉燃烧控制系统的工作原理进行了详细分析,在此基础上,利用 MXL 集散控制系统实现了加热炉双交叉限幅控制系统,该系统在实际应用中取得了较好效果¹⁹。

关键词: 加热炉; 燃烧控制; 双交叉限幅; MXL 集散系统

中图分类号: TP278 **文献标识码:** A

0 引言

加热炉燃烧控制系统设计,一是要保证在工艺规定值稳定状态下运行,二是最大限度地提高燃烧效率,节约能源,减少污染,同时实现炉温最佳控制,从而提高钢材质量¹⁹。实践证明,热轧加热炉的燃烧过程空气过剩率控制在 1.02~1.1,以达到最佳燃烧¹⁹。但在仪表控制系统中,处理煤气与空气的关系,通常采用配比调节,由于煤气与空气调节回路的响应速度不一致,流量测量孔板也有误差,煤气热值又不稳定,以及烧嘴特性等的变化,这种配比关系难以保证¹⁹。特别是在燃烧负荷发生变化的情况下,无法保持最佳配比¹⁹。双交叉限幅控制能较好解决这一问题¹⁹。新钢中板加热炉燃烧控制系统就采用了这一方案¹⁹。

1 加热炉的工艺流程及 MXL 集散系统构成

1.1 工艺流程

新钢中板加热炉分为 5 段:预热段,上、下加热段,上、下均热段¹⁹。连铸坯由输入辊道运送到加热炉前,推钢机将连铸坯推入加热炉后经预热、加热、均热达到轧制目标温度,完成全过程¹⁹。为利用余热,烟道中设置热交换器,空气、煤气经过热交换,使助燃空气由常温换热为 550℃,混合煤气换热至 350℃¹⁹。按工艺要求,加热段和均热段各有 2 个温度控制段¹⁹。另外,对炉膛温度,炉膛压力,换热器温度保护,总管煤气压力及连锁等进行检测与控制¹⁹。

1.2 系统构成

系统采用 MXL 集散控制系统¹⁹。包括 1 台配备 20 寸 CRT 的 MOPL 操作站,2 台打印机,1 个现场控制单元,4 个信号转换单元和 1 块 TE16 端子板¹⁹。如图 1 所示¹⁹。操作站和现场控制单元之间用 RL 总线连接,I/O 卡与信息转换单元及端子板之间用专用电缆连接¹⁹。2 台打印机中,1 台并行打印机用于打印报警及系统信息,1 台串行打印机用于打印报表¹⁹。

收稿日期:1999-05-05;修订日期:1999-08-30

作者简介:黄江平(1966-),男,江西吉水人,华东交通大学工程师,工学硕士¹⁹。

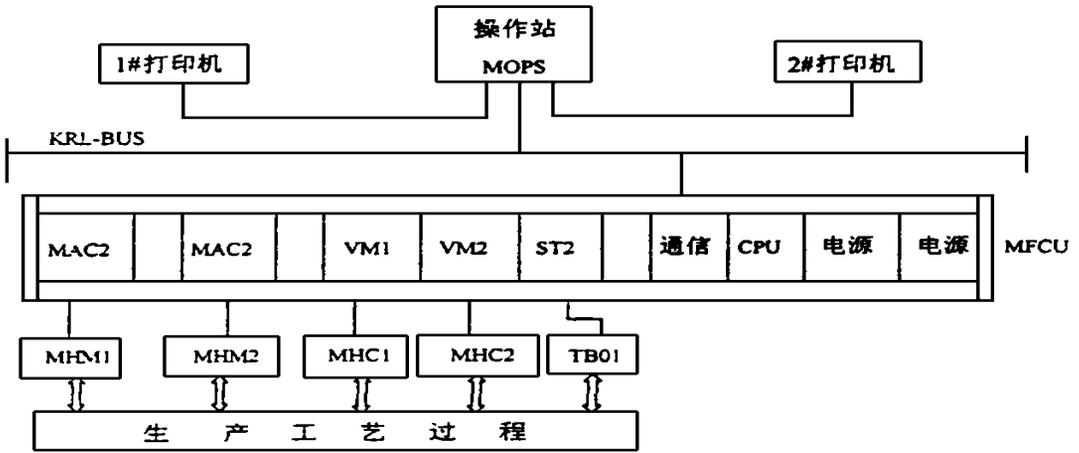


图1 系统构成

2 加热炉燃烧控制系统分析

2.1 温度-空气/煤气双闭环比值串级调节

在仪表控制系统中,加热炉通常采用空气、煤气流量双闭环比值控制系统,并引入第3参数炉温进行比值校正,构成变比值控制系统,使其比值随着工况变化而变化,保证炉温稳定¹⁹。原理如图2所示¹⁹。

该系统对提高燃烧效率,节约能源,减少污染的作用并不理想¹⁹。当炉温改变时,首先是煤气量发生变化,然后空气量按一定比例随着变化,在煤气流量变化过程中,不仅浪费煤气,而且往往由于煤气过量产生黑烟而污染环境¹⁹。

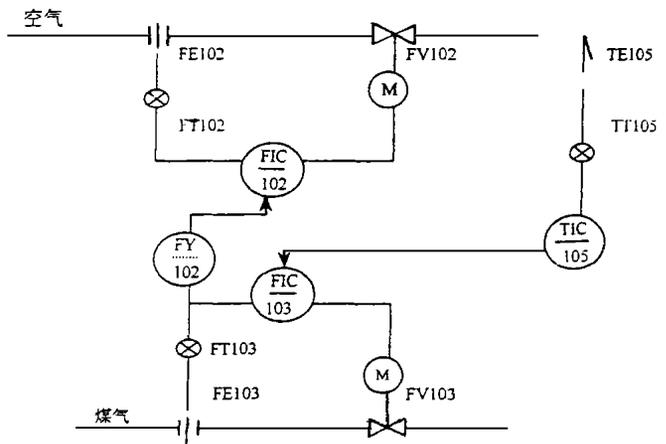


图2 温度-空气/煤气双闭环比值串级控制系统

2.2 双交叉限幅控制系统

上述方案不能保证加热炉处于最佳燃烧带,采用双交叉限幅控制¹⁹。如图3所示¹⁹。

该系统中设置了比值设定器RS¹⁰¹和单批量数据设定器BD¹⁰¹,以保证适当的空煤配比在比值设定值中直接设定理论空气用量 β 和空气过剩率 μ 。偏差比较系数 $K_1 \sim K_4$ 由操作人员调出BD¹⁰¹后,并根据炉子的实际情况,在使用中作相应修正¹⁹。系统工作原理如下:

- 1) 当TIC¹⁰⁵输出A急增时
 - a. 煤气调节回路

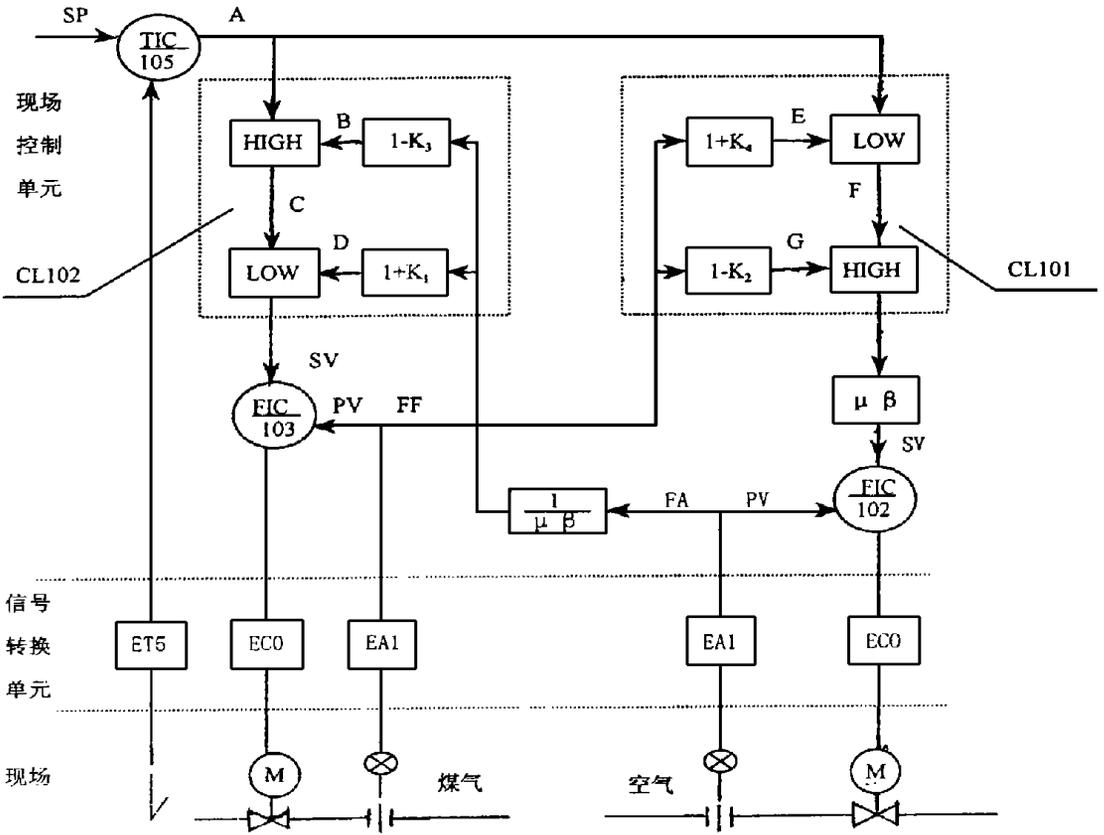


图 3 双交叉限幅控制系统原理

$A \uparrow \uparrow \rightarrow A > B$, 即 $C = A$, 信号 C 和 D 比较, $C(A) < D$, LOW 选中 $C(A)$; $C(A) > D$, LOW 选中 D 。显然 $FIC103$ 的设定值不是 $C(A)$, 就是 D , 而 $D = (1 + K_1) FA / (\beta \mu)$, 它限制了 LOW 的输出值, 即 $FIC103$ 的设定值的增加不可能超过 D 。即使 $FIC103$ 的设定值有所增加, 也不可能按 A 的急增速度进行。 $FIC103$ 的设定值受到 D 的限制, 使煤气变化平稳, 以维持高精度的空气过剩率。 K_1 为防止因空气的波动而产生的煤气量的波动系数^[13]

b. 空气调节回路

$A \uparrow \uparrow \rightarrow A > E = (1 + K_4) / FF$, E 被 LOW 选中为 F , 即 $F = E$, $F(E) > G$, $F(G)$ 被 $HIGH$ 选中乘 $\beta \mu$ 作 $FIC102$ 的设定值, K_4 为防止因煤气的波动导致空气量过大的波动系数^[13]

2) 当 $TIC105$ 的输出信号急减时

a. 煤气调节回路

$A \uparrow \uparrow \rightarrow B > A$, B 被 $HIGH$ 选中为 C , 即 $C = B = (1 - K_3) FA / (\beta \mu)$, 而 $C = B$ 必然小于 D , 则 D 为 LOW 中止, $C = B$ 被选中为 $FIC103$ 的设定值。 K_3 为防止因空气波动而引起过大的燃料波动系数^[13]

b. 空气调节回路

$A \downarrow \downarrow \rightarrow A < E$, A 被 LOW 选中为 F , 即 $F = A$, $F(A) < G$, G 被 $HIGH$ 选中, 经 $\beta \mu$ 运算后, 作为 $FIC102$ 设定值, K_2 是为防止因煤气的波动而导致空气量过大的波动系数^[13]

双交叉限幅系统在煤气、空气调节回路中分别各设了高、低选择器⁽¹³⁾当 TIC105 的输出信号 $A \uparrow \uparrow$ 时, $D = (1 + K_1)FA / (\beta_4)$ 为 FIC103 的设定值, $\mu\beta E = (1 + K_4)FF$ 为 FIC102 的设定值⁽¹³⁾这就相当于正反馈作用,使 FIC102、FIC103 的设定值增加既受到限幅又交叉上升⁽¹³⁾当 TIC105 输出信号 $A \downarrow \downarrow$ 时, $B = (1 - K_3)FA / (\beta_4)$ 为 FIC103 的设定值, $\mu\beta G = (1 - K_2)\mu\beta FF$ 为 FIC102 的设定值,使 FIC102、FIC103 的设定值减少既受到限幅又交叉下降⁽¹³⁾

3) 双交叉限幅系统控制特点

$A \uparrow \uparrow$ 时,空煤流量调节系统相互限制了流量增加的速度,因可选 $K_4 > K_1$,所以要增加煤气时,可多增加些空气量,不致出现燃料过剩而冒黑烟⁽¹³⁾煤气、空气流量的交替上升过程相当于系统自激振荡,因而系统很快能达到稳定⁽¹³⁾

当 $A \downarrow \downarrow$ 时,因 $K_3 > K_2$ 时,煤气减少得多一些,目的在于维持高精度的空气过剩率,仅需保证系统达到稳定状态⁽¹³⁾

系统达到稳定状态时,煤、空气 2 个系统均可同时选用,炉温调节器 TIC105 的输出 A 作为设定值⁽¹³⁾交叉限幅系统需要增加煤气时,多增加一些空气量;反之,要减少燃料时,多减一些煤气量,使煤气变化速度始终不超过空气量⁽¹³⁾只要适当选择 K_1 、 K_2 、 K_3 、 K_4 4 个偏置值即可⁽¹³⁾系统就能将空气过剩率 μ 严格控制在规定的范围内,即使燃烧控制在最佳燃烧区内⁽¹³⁾

3 应用软件设计(组态)

3.1 回路结合设计

双交叉限幅控制系统回路比较复杂,回路结合时,首先分析每一个内部仪表的连接方式⁽¹³⁾TIC105 的 OUT 是端子间连接,而 FIC102、FIC103 的 OUT 则为过程(输出)连接,TIC105 的 IN 为过程(输入)连接,CL101 的 IN 为端子间连接,而 CL102 的 IN 是数据连接¹⁹。

内部仪表 BD101(单批量数据设定器 BDSET - 1) 作为参数设定用,在现场控制站中必须置于断扫描状态,作为运算寄存器使用⁽¹³⁾它的回路结合是:1 ~ 4 都为 MV(TIC105)¹⁹在 DT 01 ~ DT 04($K_1 \sim K_4$) 中,将 MV(TIC105) 的量程定为 0 ~ 100%⁽¹³⁾

3.2 运算单元组态(限幅实现)

1) 空气流量控制系统(CL101)组态

```

E = PV(FIC103) + DT04(BD101)
A = E - MV(TIC105)
IF (A·GE·O·O) THEN GOTO 6
PVF = E
GOTO 12
B = MV(TIC105) - PV(FIC103) + DT02(BD101)
G = PV(FIC103) - DT02(BD101)
IF (B·GT·O·O) THEN GOTO 11
PVC = G
GOTO 12
PVC = MV(TIC105)
STOP

```

该运算决定了选择器对 A 、 E 、 G 3 个量选择中间值⁽¹³⁾由这个中间值作为设定空气流量

(FIC102)(13)

2) 煤气流量控制系统(CL102)组态

$$B = PV(FIC102/SV(RS101) - DT03(BD101))$$

$$E = MV(TIC105) - B$$

IF (E.GT.O.O) THEN GOTO 6

$$PVC = B$$

GOTO 12

$$F = MV(TIC105) - PV(FIC102)/SV(RS101) - DT01(BD101)$$

$$D = PV(FIC102/SV(RS101) + DT01(BD101))$$

IF (F.GT.O.O) THEN GOTO 11

$$PVC = MV(TIC105)$$

GOTO 12

$$PVC = D$$

STOP

该运算决定了选择器对A、B、D³个量选择中间值,由这个中间值作为煤气流量(FIC103)设定值⁽¹³⁾

5 结束语

双交叉限幅控制系统自1997年10月投入运行后,新钢中板加热炉上下均热段和上下加热段的4个温度,正常轧制时,控制精度为 $\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$,无论系统处在稳定运转状态还是过渡状态,均能维护高精度的空气过剩率,既能达到节能目的,又能保证加热炉的生产稳定和产品质量¹⁹。

[参 考 文 献]

- [1] 4XL集散控制系统资料[M]¹⁹.北京冶金横河自动化工程有限公司(译),1996¹⁹.
 [2] 金以慧¹⁹.过程控制[M]¹⁹.北京:清华大学出版社,1993¹⁹.
 [3] 王常力等¹⁹.集散型控制系统的设计与应用[M]¹⁹.北京:清华大学出版社,1993¹⁹.

Analysis and Implementation of Burning Control System of Heating Furnace in Hot Rolling

HUANG Jiang-ping

(College of Electrical and Information Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract: The operating principle of burning control system of heating furnace in hot rolling is analyzed. Then, the bicrossing limitation control system is impemented with 4XL DCS and it produces better effect in practice.

Key words: heating furnace; burning control; bicrossing limitation; 4XL distributed control system