

· 人工智能技术应用 ·

基于自适应蚁群算法的传热模型参数辨识

纪振平¹, 谢植², 马交成²

(1. 沈阳理工大学 信息科学与工程学院, 辽宁 沈阳 110168; 2. 东北大学)

摘要:针对铸坯凝固传热模型校正问题,提出了采用自适应蚁群优化算法进行参数辨识的方法。首先在不同条件下对铸坯不同位置进行射钉并测量凝固坯壳厚度,然后根据测量数据集和凝固传热数学模型的数值解,采用自适应蚁群优化算法进行参数辨识,确定二冷区内各冷却段的传热系数,最后通过二冷出口铸坯表面温度和凝固坯壳厚度的测量数据与采用辨识参数的传热模型预测结果进行比较,验证了传热系数的准确性。校正的传热模型已成功应用于多台铸机的二冷配水优化。

关键词:连铸; 蚁群优化; 传热模型; 参数辨识

中图分类号: TP18; TF341.6 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-7059(2009)01-0006-06

Parameter identification of heat transfer model based on adaptive ant colony optimization algorithm

Ji Zhen-ping¹, Xie Zhi², Ma Jiao-cheng²

(1. School of Information Science & Engineering, Shenyang Ligong University, Shenyang 110168, China;

2. Northeastern University)

Abstract: For calibration of solidification and heat transfer model of billet, a parameter identification method based on adaptive ant colony optimization (AACO) algorithm was developed. Firstly, solidification shell thickness of billet was measured by nail shooting at different positions under different conditions. Following that, according to measured data set and numerical solution of solidification heat transfer model, parameter identification was carried out through adaptive ant colony optimization algorithm and heat transfer coefficient at any cooling segment of secondary cooling zone was determined. Finally, measuring temperature at exit of secondary cooling zone and shell thickness of billet were compared with calculation results of solidification heat transfer model with identified parameters. The results show that determined parameters are correct. The calibrated model has been used in several casters for optimization of distribution of secondary cooling water.

Key words: continuous casting; ant colony optimization; heat transfer model; parameter identification

二次冷却和凝固坯壳生长的精确控制是连铸操作中非常重要的环节^[1]。凝固传热数学模型越来越多地应用于改进现存连铸机的冷却系统和过程控制,准确地确定和校正传热模型的边界条件是模型成功应用的前提条件。

铸机二冷区各冷却段的对流传热系数是关键

的而且难以准确确定的边界条件,它主要由冷却水流量、铸坯表面温度和结构等因素决定,许多文献介绍了这方面的研究工作^[1-4]。由于二冷区内温度高且充满水蒸汽,而铸坯表面又覆盖水膜和氧化铁皮,所以难以通过在二冷区内测量铸坯表面温度的方法来校正对流传热系数,通常采

收稿日期: 2008-05-27; 修改稿收到日期: 2008-09-03

基金项目: 国家高技术研究发展计划 863 重点项目 (2006AA040307)

作者简介: 纪振平 (1964-), 男, 辽宁岫岩人, 副教授, 博士, 主要从事复杂工业过程控制的研究工作。

用理论推导确定,但结果往往难以实际应用。

蚁群优化算法是 1991 年意大利学者 Dorigo M 首先提出的一种新型模拟进化算法^[5-6]。它具有好的搜索性能和并行运算能力,目前运用这种方法已成功解决了旅行商(TSP)问题^[7]、Job-shop 调度问题^[8]、二次指派问题^[9]等组合优化问题,显示出蚁群算法解决这类问题的优越性。

作者针对连铸二冷传热系数难以确定的问题,通过在不同条件下对铸坯射钉并测量凝固坯壳厚度,并考虑传热模型的数值解,提出了应用自适应蚁群优化算法进行二冷区传热系数辨识方法,提高了算法的收敛性和鲁棒性。

1 连铸二冷凝固传热数学模型

1.1 数学模型

由于连铸二冷区的高温、高湿环境,使得铸流凝固过程中的温度等参数变化难以直接测量,因此通常采用凝固传热模型来模拟凝固过程,计算铸流温度场^[5]。本文采用控制容积法建立连铸过程铸坯凝固传热模型,预测连铸过程铸流温度场和凝固坯壳厚度。

对铸坯凝固传热过程采用切片微元体法进行研究, z 方向即为拉坯方向, x 、 y 分别为铸坯横截面的长和宽,由于拉坯速度要比 z 方向热传导相对快得多,所以忽略 z 方向传热,简化后方坯凝固传热的二维偏微分方程为:

$$c \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(k \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(k \frac{\partial T}{\partial y} \right) + S \quad (1)$$

式中, ρ 为钢液密度, kg/m^3 ; c 为比热容, $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$; t 为时间, s ; k 为热导率, $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$; T 为铸坯温度, $^{\circ}\text{C}$; S 为微元体相变过程中释放的热量, kJ/m^3 。

在传热模型中,结晶器和辐射冷却区的初始或边界条件是已知的或通过测量直接计算得到,但二冷区的边界条件是难以通过测量直接准确确定的参数,可用式(2)表示。

$$\text{二冷区: } q = h_s (T - T_{\text{water}}) + \epsilon \sigma (T^4 - T_{\text{surf}}^4) \quad (2)$$

式中, q 为单位时间内单位物体体积释放的热量, W ; h_s 为对流传热系数, $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$; T_{water} 、 T_{surf} 分别为冷却水温度和周围环境温度, $^{\circ}\text{C}$; ϵ 为辐射系数; σ 为斯蒂芬-波尔兹曼常数, $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$ 。

1.2 二冷区传热系数

在二冷区,由于传热方式多样并且实际铸机许多影响因素难以确定,使得二冷区对流传热系数常取经验值,因而往往存在偏差。式(2)中的对流传热系数可通过式(3)计算得到:

$$h_{su} = 1570 W_u^{0.55} (1 - 0.0075 T_{\text{water}}) / u \quad (3)$$

式中, u 为二冷区中的冷却段号; W_u 为冷却水流密度, $\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$; u 为与铸机有关的修正系数,它取决于铸机的二冷区设备结构和喷嘴的设置,是式(3)中的待定参数。本研究就是根据测量的坯壳厚度数据间接确定二冷区各冷却段传热系数中的 u 值,实现模型边界条件的修正。

1.3 凝固坯壳的射钉测厚

射钉测厚技术就是把表面涂有示踪材料的钢钉在不同拉速下,从二冷区内的不同位置射入还没有完全凝固的铸坯内,然后在射钉位置采样做硫印图。钢钉的熔点是 1500 左右,在钢钉的两侧沟槽内涂上硫化物,当钢钉射入铸坯时,在未凝固钢液内的钢钉及硫化物会迅速熔化扩散,得到如图 1 所示的硫印图(拉速 2.2 m/min,距弯月面 8.71 m),通过测量可知对应条件下铸坯的凝固坯壳厚度和两相区的厚度。

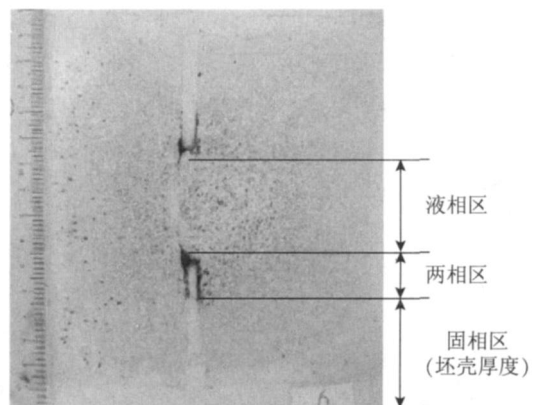


图 1 铸坯射钉测厚硫印图

Fig. 1 Billet sulfur print photo for shoot nail

2 基于自适应蚁群算法确定传热系数

2.1 基本蚁群优化(ACO)算法

ACO 算法最初应用于 TSP 问题^[6],目标是在所有城市(节点)中找到一条最短的旅行路径。设蚁群的蚂蚁总数为 m ,每条路径上的信息素强度为 $\tau(i, j)$, $d(i, j)$ 表示两个节点 i, j 间的距离。在搜索过程中,蚂蚁根据各条路径上的信息量及路径的启发信息来计算转移概率

$$p_k(i, j) = \begin{cases} \frac{\tau(i, j) \cdot \eta(i, j)}{\sum_{s \in K_a} \tau(i, s) \cdot \eta(i, s)}, & \text{若 } j \in K_a \\ 0, & \text{否则} \end{cases} \quad (4)$$

式中, $p_k(i, j)$ 为第 k 只蚂蚁由节点 i 转移到 j 的概率; τ 为信息素启发因子和期望启发因子; K_a 为

蚂蚁 k 下一步允许选择的节点; $\eta_k(i, j) = 1/d(i, j)$ 为启发函数。

当蚂蚁 k 完成一个节点选择, 则要按式 (5) 进行信息素局部更新。

$$\eta_k(i, j) = (1 - \rho) \eta_k(i, j) + \rho \tau_0 \quad (5)$$

式中, τ_0 , ρ 分别为信息素初值和局部信息素挥发因子。

当所有蚂蚁完成所有城市的遍历, 要对路径上信息素进行全局更新处理, 其更新规则如下:

$$\eta(i, j) = (1 - \rho) \eta(i, j) + \rho \sum_{k=1}^m \eta_k(i, j) \quad (6)$$

式中, ρ 为全局信息素挥发因子, $\rho \in (0, 1)$; $1 - \rho$ 为信息素残留因子。 $\eta_k(i, j)$ 的计算见式 (7)。

$$\eta_k(i, j) = \sum_{k=1}^m \eta_k(i, j) \quad (7)$$

式中, $\eta_k(i, j)$ 为蚂蚁 k 在本次循环中留在路径 (i, j) 上的信息量。若蚂蚁 k 在本次循环中经过 (i, j) 则按式 (8) 计算, 否则为 0。

$$\eta_k(i, j) = \frac{Q}{L_k} \quad (8)$$

式中, Q 为信息素强度; L_k 为第 k 只蚂蚁在本次循环中所走路程总长度; 在本文中用蚂蚁 k 在本次循环中的目标函数 F_k 代替 L_k 。 F_k 的定义如式 (9) 所示。

$$F_k = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{|H_j^{cal} - H_j^{meas}|}{H_j^{meas}} \quad (9)$$

式中, n 为射钉总数; j 为射钉序号, $j \in [1, n]$; H_j^{cal} 和 H_j^{meas} 分别为同一条件下坯壳厚度的模型计算值和测量值, mm。

2.2 自适应蚁群算法

在蚁群算法中, 信息素挥发因子 ρ 的大小直接关系到算法的全局搜索能力及其收敛速度, 因此蚁群算法求得的目标函数 (最优值) 在 N 次循环内没有明显改进时, 按式 (10) 进行调整。

$$(N_c) = \begin{cases} 0.9 (N_c - 1), & \text{如果 } 0.9 (N_c - 1) > \min \\ \min, & \text{否则} \end{cases} \quad (10)$$

式中, N_c 为蚂蚁 k 的循环迭代次数; \min 为保证收敛速度的最小值。同时在每次循环结束时保存最优解, 以便确定在设定的 N 次循环以后最优解是否有改进, 如没有改进则按式 (10) 调整。

2.3 基于 ACO 算法辨识修正常数 k

2.3.1 节点和路径生成

以二冷区 3 个冷却段传热系数中的修正常数 k_1, k_2 和 k_3 为待辨识参数, 根据经验可确定其有

效位是 3 位, 其中小数点后 2 位, 即 k_1, k_2, k_3 在 0.00 ~ 9.99 之间。为便于采用蚁群算法, 把 3 个参数抽象地表示在坐标平面上 (见图 2) [10-11]。

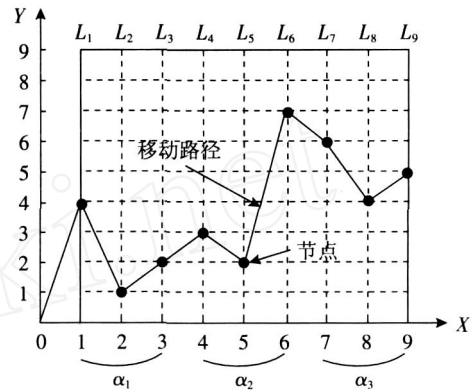


图 2 节点和路径生成示意图

Fig. 2 Diagram for generation of nodes and paths

图中 L_1, L_2, \dots, L_9 为等间距、等长度且垂直 X 轴的线段, $L_1 \sim L_3, L_4 \sim L_6$ 和 $L_7 \sim L_9$ 分别表示 k_1, k_2 和 k_3 的 3 个有效数位。将这些线段分成 9 等份, 则线段上的 10 个点分别表示 0 ~ 9。在坐标平面上, 有 9×10 个节点, 用符号 $K_{not}(x_i, y_{ij})$ 表示, 每个节点表示一个数值, 即为该点的纵坐标值。设某只蚂蚁从“0”点出发, 移动到 L_1 上任意一点, 下一步再选择移动到 L_2 上一点, 直到移动到 L_9 上的一点, 完成一次路径搜索, 并设所有蚂蚁完成一次循环的时间相等。 k_1, k_2 和 k_3 可按式 (11) 计算:

$$\begin{cases} k_1 = y_{1,j} + y_{2,j} \times 10^{-1} + y_{3,j} \times 10^{-2} \\ k_2 = y_{4,j} + y_{5,j} \times 10^{-1} + y_{6,j} \times 10^{-2} \\ k_3 = y_{7,j} + y_{8,j} \times 10^{-1} + y_{9,j} \times 10^{-2} \end{cases} \quad (11)$$

本研究与 TSP 问题的差别是:

- (1) 优化的目标不是最短路径而是目标函数 F_k 。
- (2) 信息素的累积是在各个节点上, 而不是如 TSP 问题那样累积在路径上。
- (3) 信息素根据目标函数 F_k 而不是路径长度 L_k 进行更新。

2.3.2 信息素更新和路径选择

(1) 信息素更新

所有蚂蚁完成一个节点选择, 按式 (5) 进行信息素局部更新; 完成一次循环, 要采用式 (6), (7), (8) 对所有的节点进行信息素全局更新。

(2) 路径选择

路径选择采用状态转移概率的计算公式 (4),

它由信息素 (i, j) 和启发函数 (i, j) 来确定,其中 (i, j) 采用式 (12) 进行计算。

$$(x_i, y_{ij}) = \frac{10 - |y_{ij} - y_{ij}^*|}{10} \quad (12)$$

式中, y_{ij}^* ($i=1 \sim 9, j=0 \sim 9$) 是上一循环中最优目标函数所对应的 y_1, y_2 和 y_3 在 Y 坐标的映射值。

2.3.3 ACO 计算步骤

第 1 步:初始化,设定蚂蚁最大循环次数 $N_{c \max}$,迭代次数 $N_c = 0$,蚂蚁数目为 m ,所有蚂蚁在起点。

第 2 步:定义二维数组 $\text{path}(m, 9)$,分别存放每只蚂蚁经过 9 个节点的纵坐标值。

第 3 步:设 $i = 1$,利用式 (4) 计算每只蚂蚁向线段 L_i 上节点转移的概率,采用轮盘赌选择方法为每只蚂蚁选择 1 个节点,并根据式 (5) 进行该节点信息素更新。

第 4 步: $i = i + 1$,若 i 大于 9,则跳转到第 5 步,否则跳到第 3 步。

第 5 步:完成一次循环,根据数组 $\text{path}(m, 9)$ 中的值,应用式 (11) 计算 y_1, y_2 和 y_3 ,并根据对应传热模型的数值解和坯壳厚度的测量值,利用式 (9) 计算目标函数 F_k ;记录本次循环最优路径及对应参数。

第 6 步: $N_c = N_c + 1$,根据式 (6), (7), (8) 更新每个节点上的信息量。

第 7 步:若 $N_c < N_{c \max}$ 且所有蚂蚁未收敛到同一条路径,则跳转到第 3 步;若 $N_c > N_{c \max}$ 或 $N_c < N_{c \max}$ 但所有蚂蚁已收敛到同一条路径,则算法结束。输出最优路径及对应的参数 y_1, y_2 和 y_3 。

3 结果分析

3.1 凝固坯壳厚度测量数据

以三明钢铁(集团)有限责任公司炼钢厂某方坯铸机作为研究对象,铸坯断面几何尺寸为 150 mm × 150 mm,测试钢种是 Q235,根据 Q235 钢的成分和式 (13)、(14) 分别算出钢的液相线温度 T_L 和固相线温度 T_S 分别是 1515, 1488。生产过程中,钢水的浇注温度在 1548。

$$T_L = 1537 - 88(C) - 25(S) - 8(Si) - 5(Mn) - 30(Mn) \quad (13)$$

$$T_S = 1535 - 200(C) - 12.3(Si) - 6.8(Mn) - 124.5(P) - 183.9(S) \quad (14)$$

在二冷区的两个位置分别进行不同拉速下的射钉测厚实验,测量数据见表 1、表 2。

表 1 距弯月面 3.07 m 的一段测量数据

Table 1 Measuring data of segment 1 at 3.07 m from meniscus

序号	拉速 / (m/min)	零段流量 / (t/h)	一段流量 / (t/h)	二段流量 / (t/h)	坯壳厚度 / mm
1	2.10	9.87	12.26	3.03	27
2	2.12	9.80	12.19	3.01	25
3	2.19	10.18	13.09	3.13	26
4	2.21	10.33	13.43	3.21	24
5	2.62	10.84	19.93	4.50	24
6	2.63	10.85	20.25	4.55	24

表 2 距弯月面 8.71 m 的二段测量数据

Table 2 Measuring data of segment 2 at 8.71 m from meniscus

序号	拉速 / (m/min)	零段流量 / (t/h)	一段流量 / (t/h)	二段流量 / (t/h)	坯壳厚度 / mm
1	2.26	9.88	12.15	2.79	49
2	2.39	9.84	14.42	2.96	47
3	2.21	9.86	11.79	2.95	48
4	1.98	8.59	7.91	2.64	51
5	2.10	9.39	9.22	2.76	50
6	2.12	9.71	10.15	2.73	50

3.2 参数辨识结果

根据表 1、表 2 的测量数据和凝固传热数学模型的计算数据,基于自适应 ACO 算法确定修正参数 y_1, y_2 和 y_3 。

蚁群算法中参数的选择直接影响算法的全局收敛性和求解效率。根据文献 [10] 的研究结果,并结合实际确定自适应 ACO 算法初始设置参数如下: $\alpha = 0.4, \beta = 0.3, m = 50, \rho_{\min} = 0.1, \rho_0 = 0.1, Q = 10, \eta = 3, \eta = 3, N_{c \max} = 50$ 。

参数的辨识结果为: $y_1 = 3.5, y_2 = 4.17, y_3 = 4.80$ 。

为验证参数辨识结果的准确性,采用辨识的传热系数作为传热模型的边界条件进行铸流温度场和凝固坯壳厚度计算,并分别与实际测量的坯壳厚度和二冷出口表面温度进行结果比较。实际射钉时 3 个拉速分别为: 1.92, 2.20, 2.42 m/min, 2 个射钉位置为距结晶器弯月面 3.07 m 和 8.71 m。表 3 和表 4 为不同拉速下,在 2 个不同射钉位置模型计算的坯壳厚度与测量值,模型计算结果与测量值最大偏差小于 4 mm,说明经过辨识的传热系数能较好地符合实际值。

模型计算数据与采用比色红外测温仪测量的二冷出口铸坯表面温度比较结果如图 3 所示,测温点在二冷区出口距弯月面 10.86 m。计算值和

表 3 距弯月面 3.07 m 处的坯壳厚度测量与计算结果比较

Table 3 Comparison between the calculated and measured shell thickness at 3.07 m from meniscus

拉速 / (m/min)	经验模型计算值 /mm	校正模型计算值 /mm	每次射钉测量坯壳厚度 /mm				
			1	2	3	4	5
1.92	28.1	26.5	27	28	26	26	25
2.20	26.6	25.2	25	27	25	24	23
2.42	25.3	24.1	23	25	25	23	22

表 4 距弯月面 8.71 m 处的坯壳厚度测量与计算结果比较

Table 4 Comparison between the calculated and measured shell thickness at 8.71 m from meniscus

拉速 / (m/min)	经验模型计算值 /mm	校正模型计算值 /mm	每次射钉测量坯壳厚度 /mm				
			1	2	3	4	5
1.92	59.8	52.8	52	54	51	53	55
2.20	54.7	48.4	48	46	45	49	47
2.42	52.3	46.1	45	44	46	48	47

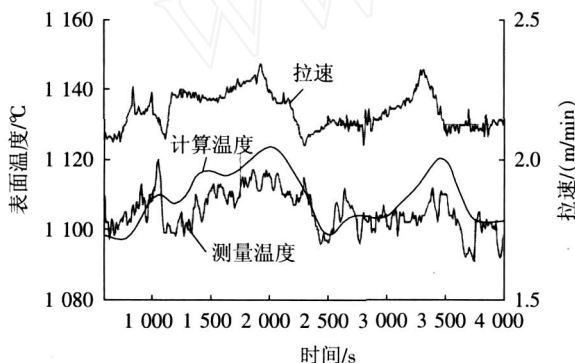


图 3 二冷出口铸坯表面温度计算值和测量值比较

Fig. 3 Comparison between measured and predicted billet surface temperature at exit of secondary cooling chamber

测量值最大偏差 15%，相对偏差小于 1.5%。

综上所述采用自适应 ACO 算法确定的传热系数,其模型预测结果和实际测量结果符合较好,优于 μ_1 , μ_2 和 μ_3 都为 μ_4 这一经验值的预测结果。

4 结束语

铸机二冷区传热系数的准确性是传热模型成功应用的前提条件,由于在二冷区内进行温度测量可靠性较低,因此在二冷区内通过温度测量方法确定传热系数是不可行的。本研究通过射钉测厚获取铸流凝固过程在不同测量点的坯壳厚度数据,在测量数据和传热模型数值解的基础上,应用自适应蚁群优化算法进行二冷区各冷却段对流传热系数辨识,并以此传热系数作为边界条件进行铸流凝固过程模拟,通过和实际测量值比较,结果表明预测值和实测值一致性较好,满足实际应用要求。

采用本研究方法对三明炼钢厂某方坯连铸机的二冷对流传热系数进行辨识,确定了凝固传热

数学模型的边界条件;并应用此模型进行连铸机稳态二冷优化和动态二冷配水控制,应用结果表明:铸坯质量明显提高,其中中间裂纹由应用前 2 级以上占 22%降为全部小于 1.5 级,中心裂纹由改造前的大于 2 级的 25%降为 5%,缩孔由原来的 1.5 级以上占 10%降为 2%。

同样采用本方法对南京钢铁有限公司电炉厂的方坯连铸机进行了传热模型校正,并基于此模型的计算结果确定了末端电磁搅拌设备的安装位置,使得该设备较好地发挥了提高铸坯质量的作用;同时也表明:经过此方法校正后的传热模型能准确地模拟铸坯的凝固过程。

综上所述,采用本研究方法进行二冷区传热系数辨识,提高了铸机凝固传热数学模型的准确性,使传热模型成为指导连铸二冷操作、进行二冷优化和控制的有效工具。

参考文献:

- [1] Louhenkipi S, Laitinen E, Nieminen R. Real-time simulation of heat transfer in continuous casting[J]. Metallurgical and Materials Transaction B, 1993, 24B (8): 685-693.
- [2] Spitzer K H, Harste K, Weber B, et al. Mathematical model for thermal tracking and on-line control in continuous casting[J]. ISIJ International, 1992, 32 (7): 848-856.
- [3] Hardin R A, Liu K, Kapoor A. A transient simulation and dynamic spray cooling control model for continuous steel casting[J]. Metallurgical and Materials Transactions B, 2003, 34B (6): 297-306.
- [4] 巫英伟,卢义,索晓娜,等.板坯连铸二冷区表面传热系数的预测方法[J].西安交通大学学报,2006,40

- (1): 26-30.
WU Ying-wei, LU Yi, SUO Xiao-na, et al. Prediction method of surface heat transfer coefficients of secondary cooling area for continuous casting slab [J]. Journal of Xi 'An Jiao Tong University, 2006, 40(1): 26-30.
- [5] Dorigo M, Maniezzo V, Colomi A. Ant system: optimization by a colony of cooperating agents[J]. IEEE Transaction on systems, Man, and Cybernetics-Part B, 1996, 26(1): 29-41.
- [6] Dorigo M, Gambardella L M. Ant colonies for the traveling salesman problem [J]. Bio Systems, 1997(43): 73-81.
- [7] Dorigo M, Gambardella L M. Ant colony system: a cooperative learning approach to the traveling salesman problem [J]. IEEE Transactions on Evolutionary Computation, 1997, 1(1): 53-66.
- [8] Maniezzo V, Colomi A. The ant system applied to the quadratic assignment problem [J]. IEEE Transaction on Knowledge and Data Engineering, 1999, 11(5): 769-778.
- [9] 段海滨. 蚁群算法原理及其应用 [M]. 北京: 科学出版社, 2005: 100-116.
- [10] Santos C A, Spim J A, Garcia A. Mathematical modeling and optimization strategies (genetic algorithm and knowledge base) applied to the continuous casting of steel[J]. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 2003(16): 511-527.
- [11] 谭冠政, 李文斌. 基于蚁群算法的智能人工腿最优 PD 控制器设计 [J]. 中南大学学报, 2004, 35(1): 91-96.
- TAN Guan-zheng, LI Wen-bin. Design of ant algorithm-based optimal PD controller and its application to intelligent artificial leg[J]. Journal of Central South University (Nature Science), 2004, 35(1): 91-96.

[编辑:夏宁]

2008 矿山自动化信息技术应用与管理学术年会召开

由中国冶金矿山企业协会、全国冶金自动化信息网矿山分网联合举办的“2008 矿山自动化信息技术应用与管理学术年会”于 2008 年 10 月 20~23 日在湖南长沙举行。

中国冶金矿山企业协会常务副秘书长杨家声,长沙矿山研究院副院长周爱民,首钢矿业公司总经理助理、全国冶金自动化信息网矿山分网网长张云生,全国冶金自动化信息网秘书长初秀兰等领导出席会议并作重要讲话。钢铁和有色的从事矿山自动化信息技术的领导、专家和技术人员 60 多人参加了此次会议。会议由长沙矿山研究院承办,首钢矿业公司计控室主任、矿山分网秘书长张立成和长沙矿山研究院自动化所所长、矿山分网副网长段仁君共同主持。

会议主题报告内容广泛、资料新颖翔实。北京矿冶研究总院信息技术及自动化所副所长徐宁的报告是:我国选矿自动化的进展;昆钢大红山铁矿管理自动化公司黄朝兵先生的报告是:利用管控一体化优势,打造绿色节能运输管理;中钢集团马鞍山矿山研究院选矿自动化室主任汪昭乾的报告是:选矿自动化技术与经济效益分析;长沙矿山研究院自动化所副所长王刚的报告是:矿山井下人员指纹识别追踪管理系统,矿山井下斜坡道交通信号指挥与调度系统;长沙矿山研究院自动化所教授张永惠的报告是:变频器在我国采矿工业中的应用;首钢矿业公司计控室主任张立成的报告是:露天采矿 GPS 矿车自动调度与计算机管理系统;南京银茂铅锌矿业公司电气工程师吴东平的报告是:磨矿分级自动控制系统在南京银茂铅锌矿业公司选矿厂的应用;荣信电力电子股份有限公司技术总监徐颖的报告是:矿山提升机变频节能技术;武钢耐火公司设备部副部长赵庆的报告是:贝肯巴赫套筒窑的三电系统简介及改进。

在会议期间召开的矿山分网网长工作会议上,大家一致表示,要积极支持和参与信息网的活动,力争办好矿山分网的年会,并决定 2009 年的矿山分网年会提前征文,在《冶金自动化》增刊上开辟“矿山自动化”专栏,希望各矿山企业踊跃参加,共同为推动我国冶金矿山的自动化、信息化的发展做出贡献。

(全国冶金自动化信息网 秘书处)

征文 通知

《冶金自动化》杂志社与中国计量协会冶金分会合作于 2009 年 3 季度出版《冶金自动化》增刊,欢迎广大作者、读者踊跃投稿。文稿一经录用,将收取论文发表费。

征文范围包括计量和检测技术,计控与节能技术,计算机应用及网络技术,企业信息化技术,电气传动自动化,自动控制理论在国内外冶金过程(包括钢铁和有色金属)控制与科学管理中应用的新发展(如专家系统、模糊控制、神经网络等)、新成果和新经验,软件技术和软件产品的应用,特别欢迎有关最新技术的综述文章。

论文请通过我刊网站投稿(注明 3 季度增刊投稿)。首页末请务必写明第一作者简介。

投稿网址:www.yjzdh.com 论文截稿日期:2009-5-31 电 话:(010)63815269,63848128