

文章编号:1673-0062(2009)03-0014-04

扁平化管理模式下露天矿山生产调度系统群集拟生态优化研究

戴剑勇,杨仕教,丁德馨

(南华大学 核资源与安全工程学院,湖南 衡阳 421001)

摘要:根据露天矿山工艺系统特性,构建经营决策层的生产计划系统,过程控制层的穿孔爆破系统、卡车运输调度系统,中间层的制造执行系统的露天矿山生产调度系统三层扁平化管理模式结构.应用自适应模糊推理技术及群集拟生态算法优化生产调度系统,以获得系统参数的全局最优解.

关键词:生产调度系统;扁平化管理模式;自适应模糊推理系统(ANFIS);群集拟生态算法

中图分类号:TD87

文献标识码:A

Swarm Simulation Ecology Optimization of Strip Mine Production Scheduling System Based on Flat-styled Management Mode

DAI Jian-yong, YANG Shi-jiao, DING De-xin

(School of Nuclear Resource and Security Engineering, University of South China, Hengyang, Hunan 421001, China)

Abstract: According to characteristic of strip mine production craft system, three system flat-styled management model of the mine production scheduling system was constructed, namely productive plan system of management decision-making layer, perforated blasting system and truck transportation dispatching system of process control layer, manufacturing executing system of middle layer. It is used to optimize production scheduling system to obtain global optimal solution by adaptive network-based fuzzy inference system technology and swarm simulation ecology evolutionary algorithm.

Key words: production scheduling system; flat-styled management mode; Adaptive Network-based Fuzzy Inference System; swarm simulation ecology algorithm

露天矿山生产调度系统的任务是根据产量、质量目标和资源约束,确定具体的开采方案、运输路径、设备操作与管理控制等.随着矿山数字化及信息化水平的提高,扁平化管理模式在我国矿山

企业的应用研究与实践也将逐步得到推广^[1-3].如中国煤炭经济学院的张顺堂,黄力波等提出了用扁平化组织改造传统的矿山管理模式研究,并指出扁平化组织是现代矿山企业组织模式发展的

收稿日期:2009-03-26

基金项目:湖南省教育厅基金资助项目(06C725)

作者简介:戴剑勇(1969-),男,湖南新化人,南华大学副教授.主要研究方向:矿山系统工程与核资源经济学.

必然趋势^[4]. 东北大学的柴天佑、李小平等将三层扁平化结构运用于我国金矿现代企业集成制造系统^[5-6],即针对贫矿采、选、冶生产过程控制与管理复杂,层次多,不利于生产与管理信息的有效集成,生产成本高的难题,率先将企业资源计划系统(ERP)/制造执行系统(MES)/过程控制系统(PCS)三层集成框架结构应用于金矿企业,提出了金矿企业现代集成制造系统. 由于扁平化管理模式下的矿山生产调度系统存在着上下层的信息集成、信息反馈及信息优化,首先必须解决系统建模与系统优化问题. 在非线性系统建模中,自适应模糊推理系统(ANFIS)融合了模糊逻辑的推理功能和神经网络的学习功能,因此采用模糊减法聚类算法的自适应模糊推理系统可以有效地解决多变量参数的非线性系统建模问题^[7-8]. 由于经典的优化算法难以实现系统的全局最优解,基于遗传算法、免疫算法和粒子群优化算法是基于拟生态的群体算法,能够较好的解决系统的全局优化问题^[9-12],并将自适应模糊推理系统与群集拟生态优化技术相结合可较好地解决矿山生产调度系统的实时建模与实时优化问题^[13-15]. 这对矿山企

业管理朝着数字化、智能化、系统化、集约化的方向发展具有重要的应用前景.

1 扁平化管理模式下露天矿山生产调度系统群集拟生态成优化研究

1.1 露天矿山生产调度系统的扁平化管理模式构造研究

根据现代扁平化管理模式原理及露天矿山生产调度系统的自动化程度、信息化水平、生产能力及工艺特性,构建露天矿山生产调度系统递阶控制结构图(图 1),即在上层设置市场需求条件下的生产计划系统,在中间层设置生产调度系统,在过程控制层设置穿孔爆破系统、卡车运输调度系统,着重解决矿山生产调度系统的优化管理、优化反馈和优化运行的协调优化问题,加强工艺设备过程控制,优化工艺过程接口.

根据露天矿山生产特点进一步细化各系统的组成部分及相应的技术经济控制参数指标,再融合模糊神经技术及群集拟生态进化算法,有效地解决了在不确定环境下的矿山生产调度系统的实时建模与实时优化问题.

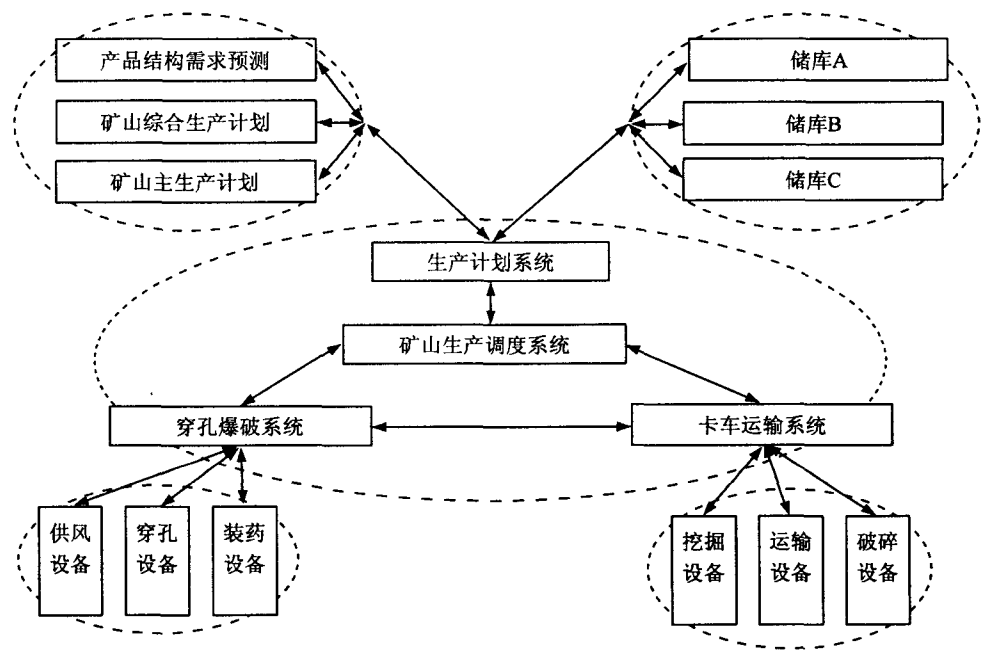


图 1 露天矿山生产调度系统的扁平化框架图
Fig. 1 Flat management chart for strip mine production scheduling system

1.2 露天矿山生产调度系统 ANFIS 建模及群集拟生态优化算法研究

扁平化管理模式下露天矿山生产调度系统涉及到参数众多,具有复杂的非线性,属于多参数的

复杂非线性系统的建模与优化问题. 基于模糊逻辑推理与神经网络的学习功能相结合的 ANFIS 具有很好的数据拟合能力;基于遗传算法、免疫算法、粒子群优化算法的群集拟生态进化算法具有

很好的全局优化能力,将群集拟生态进化算法可有效地解决模糊神经网络的非线性系统模型求解问题,从而可以实现露天矿山生产调度系统的实时优化.根据人工智能建模及算法特点,加以融合各算法优良性能,提高运行速度与精度,构建了基于 MATLAB 的露天矿山生产调度系统 ANFIS 建模及群集拟生态进化算法,其实施步骤如下:

Step1 收集系统输入输出数据对:收集富有历史意义的露天矿山生产调度系统模型的输入输出数据对,为系统建模提供初始化系统网络模型.

Step2 归一化训练数据对与核对数据对:将数据对按一定比例划为训练数据与核对数据;并对各自参数数据序列进行归一化.

step3 ANFIS 模型训练:进行模糊减法聚类 (genfis2)生成自适应模糊推理系统;再利用 anfis 函数训练系统模型.

Step4 建立 ANFIS 函数关系式:即通过 anfis 训练函数经反复调试后得到非线性系统 ANFIS 模型函数: $f(X) = evalfis(X, outfismat)$.

Step5 抗原识别:输入非线性系统模型函数 $f(X) = evalfis(X, outfismat)$,目标函数为抗原,候选解为抗体.

Step6 确定参数值:学习因子 c_1 和 c_2 ;粒子(抗体)群体个数 N .

Step7 初始化:随机产生 N 个粒子(抗体) x_i 及其“飞行”速度 $v_i, i = 1, 3, \dots, N$,并由此构成初始粒子(抗体)群体的 P_0 .

Step8 提取疫苗:根据待求问题或求解过程中的一些特征信息、先验知识提取疫苗 V .

Step9 条件判断:计算当前粒子(抗体)群体 P_k 中粒子(抗体)的适应度值及 $p_i, i = 1, 2, \dots, N, p_g$,判断是否满足结束条件,若满足结束条件,则停止运行并输出结果,否则继续.

Step10 粒子(抗体)群更新:对粒子(抗体)群体 P_k 中的粒子(抗体)实施粒子群优化算法 (PSO)进化式中的速度更新和位置更新,形成粒子(抗体)群 Q_k .

Step11 接种疫苗:按一定比例在粒子(抗体)群 Q_k 中抽取一定数量的粒子(抗体),并按先前提取的疫苗 V 对这些粒子(抗体)进行修改(接种),形成粒子(抗体)群 R_k .

Step12 免疫选择:计算粒子(抗体)群 R_k 中的粒子(抗体)的适应度值,若该粒子(抗体)的适应度值不如其父代,则取消疫苗接种,否则保留该粒子(抗体),形成新一代粒子(抗体)群 P_{k+1} .

Step13 群体更新:转步骤 Step8.

2 水泥原料露天矿山生产调度系统群集成拟生态优化实证分析

以水泥原料露天矿山生产调度系统为例,构建上层经营决策系统中的生产计划系统,下层过程控制系统中的穿孔爆破系统、卡车运输系统,并通过中间层协调优化系统即生产调度系统等扁平化管理模式结构,以此来实施露天矿山生产调度系统的优化管理、优化反馈和优化运行.

2.1 基于 ANFIS 的水泥矿山生产调度系统建模

由于矿石需求对应着水泥产品结构需求,不妨以穿孔爆破参数,采装、运输、破碎参数,生产计划参数作为系统的输入参数,以利润作为输出参数,根据生产调度系统的不断运行,将获得相应的系统输入输出数据库作为水泥矿山生产调度系统建模与优化的基础数据,为 ANFIS 的数据对建模创立了基础.各系统参数范围设置如下:

1) 穿孔爆破参数

孔径: $d = U(d_{\min}, d_{\max})$; 段高: $H = U(H_{\min}, H_{\max})$; 孔角: $\theta = U(\theta_{\min}, \theta_{\max})$;

孔深: $h = U(h_{\min}, h_{\max})$; 超深: $\Delta h = U(\Delta h_{\min}, \Delta h_{\max})$; 孔间距: $a = U(a_{\min}, a_{\max})$;

排间距: $b = U(b_{\min}, b_{\max})$; 炸药单耗: $q = U(q_{\min}, q_{\max})$; 台班进尺: $l = U(l_{\min}, l_{\max})$;

落矿量: $Qs = U(Qs_{\min}, Qs_{\max})$.

2) 采装运输破碎参数

铲车配比 $r = U(r_{\min}, r_{\max})$; 台时产量 $t = U(t_{\min}, t_{\max})$; 平台出矿计划 $p_s = U(p_{s,\min}, p_{s,\max})$.

3) 生产计划参数

产品结构参数 $s = U(s_{\min}, s_{\max})$; 综合生产计划参数 $p_t = U(p_{t,\min}, p_{t,\max})$; 主生产计划参数 $p_m = U(p_{m,\min}, p_{m,\max})$; 产品价格参数 $p = U(p_{\min}, p_{\max})$.

4) 利润参数即输出参数

$F = U(F_{\min}, F_{\max})$

则以效益作为生产调度系统的主目标函数的关系模型可表示为:

$$F(x) = f(d, H, \theta, h, \Delta h, a, b, q, l, Q, r, t, p_s, s, p_t, p_m, p) \quad (1)$$

由于其表达式不能用具体的函数关系来描述,可借助参数间的输入输出数据对进行自适应模糊推理系统建模,进而求出其函数关系式,即:

$$fismat = genfis2(trnData, bounds) \quad (2)$$

[outfismat, trnErr, stepSize, outfismat1, chkErr]

$= \text{anfis}([\text{trndatin}, \text{trndatout}], \dots, \text{fismat}, [50, 0, 0.1], [], [\text{chkdatin}, \text{chkdatout}])$ (3)

$$F(X) = \text{evalfis}(X, \text{outfsmat1}) \quad (4)$$

式中, X 为输入数据向量, 即 $X = [(d, H, \theta, h, \Delta h, a, b, q, l, Q_s, r, t, p_s, s, p_t, p_m, p)]$;

2.2 露天矿山生产调度系统群集拟生态优化

$$\min F(X) = \text{evalfis}(X, \text{outfsmat1}) \quad (5)$$

$$s. t. \begin{cases} r_{\min} \leq G_1(X) \leq r_{\max} \\ D_{\min} \leq G_2(X) \leq D_{\max} \end{cases} \quad (6)$$

式中, $[r_{\min}, r_{\max}]$ 为生产能力区间; $[D_{\min}, D_{\max}]$ 为市场需求区间; 则惩罚函数 $p(x)$ 由可变乘法因子和违反约束乘法两部分构成, 表达式如下:

$$p(X) = \begin{cases} 0 & \text{若 } X \text{ 可行} \\ r_1 * G_1(X) + r_2 G_2(X) & \text{其它} \end{cases} \quad (7)$$

式中, r_1, r_2 分别为生产能力和市场需求的惩罚因子, 则化约束条件为带惩罚项的无约束函数为:

$$\begin{aligned} \min f(X) &= F(X) + p(X) \\ &= \text{evalfis}(X, \text{outfsmat}) + p(X) \end{aligned} \quad (8)$$

则可根据群集拟生态优化算法求解步骤进行求解, 得出水泥原料露天矿山生产调度系统最佳控制技术经济参数。

从几家大型水泥原料矿山生产调度管理模式可知, 由于大都采用扁平化管理模式, 构造现代水泥原料矿山生产调度系统运作体系, 优化了开采工艺、生产技术经济参数, 大大的降低了生产成本, 提高了经济效益, 受到企业精英及专家的好评。

3 结束语

根据露天矿山工艺流程及生产调度系统特性, 引入现代扁平化管理模式, 构建矿山生产调度系统的三层扁平化管理模式结构, 即设置为经营决策层的生产计划系统和过程控制层的穿孔爆破系统、卡车运输调度系统, 并通过中间协调优化层的生产调度系统来进行优化管理、优化反馈和优化运行。有效地实现了矿产品市场柔性化管理, 优化了矿山生产工艺技术经济参数, 取得了较好的经济效益, 而且为其它企业生产调度系统的有效实施提供了重要参考价值。

参考文献:

- [1] 周伟, 丛峰武, 裴海振. 矿山数字化管理系统的建立与研究[J]. 矿业工程, 2003, 1(4): 1-5.
- [2] 李民峰, 阳春华, 桂卫华. 基于 CIMS 三层结构环境的成本管理在钢铁工业的应用研究[J]. 计算技术与自动化, 2003, 22(2): 93-96.
- [3] 戴剑勇, 杨仕教, 曾晟. 水泥原料矿山扁平化管理模式构造研究[J]. 矿业研究与开发, 2005, 25(3): 76-78.
- [4] 张顺堂, 黄力波. 用扁平化组织改造传统的矿山管理模式研究[J]. 黄金, 2003, 24(8): 1-4.
- [5] 柴天佑, 金以慧, 任德祥, 等. 基于三层结构的流程工业现代集成制造系统[J]. 控制工程, 2002, 9(3): 1-6.
- [6] 柴天佑, 李小平, 周晓杰, 等. 基于三层结构的金矿企业现代集成制造系统[J]. 控制工程, 2003, 10(1): 18-22.
- [7] Lin Z C, Liu C Y. Application of adaptive neural-fuzzy inference system for the optimal analysis of chemical-mechanical polishing process[J]. Advanced Manufacturing Technology, Int J Adv Manuf Technol, 2001(18): 20-28.
- [8] Dipankar Dasgupta. An overview of artificial immune systems and their applications[C]//Artificial Immune Systems and Their Applications, Springer-Verlag, Berlin Germany, 1998.
- [9] Shi Y, Eberhart R. A modified particle swarm optimizer[C]//IEEE World Congress on Computational Intelligence, 1998: 69-73.
- [10] Kennedy J, Eberhart R C. A discrete binary version of the particle swarm algorithm[C]//IEEE Int'l Conf on Computational Cybernetics and Simulation, 1997: 4104-4108.
- [11] Kennedy J, Eberhart R. Particle swarm optimization[C]//IEEE Int'l Conf on Neural Networks, Perth, Australia, 1995: 1942-1948.
- [12] 高鹰, 谢胜利. 免疫粒子群优化算法[J]. 计算机工程与应, 2004(6): 4-6.
- [13] 闵惜琳, 刘国华. 人工神经网络结合遗传算法在建模和优化中的应用[J]. 计算机应用研究, 2002(1): 79-80.
- [14] 杨仕教, 戴剑勇, 曾晟. 基于 GA-ANFIS 在石灰矿技术经济系统中的参数优化研究与应用研究[J]. 中国工程科学, 2005, 7(6): 61-65.
- [15] 杨仕教, 戴剑勇, 古德生, 等. 水泥原料矿山生产过程智能控制与仿真应用[J]. 矿业研究与开发, 2003, 23(6): 15-18.