

人工智能新技术及其在冶金行业中的应用

王晓珊, 王明泉

(兰州交通大学, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 介绍了人工智能新技术及其在冶金行业中的应用和发展趋势, 重点阐述了近年来数据挖掘、智能控制、软计算等人工智能新技术与冶金技术相融合, 在冶金生产过程智能控制、钢铁冶炼等方面的具体应用。

关键词: 冶金工业; 人工智能; 数据挖掘; 智能控制; 软计算

中图分类号: TP18 文献标识码: A 文章编号: 1004-4620 (2005) 06-0036-03

New Technologies in Artificial Intelligence and Their Application in Metallurgical Industry

WANG Xiao-shan, WANG Ming-quan

(Lanzhou Jiaotong University, Lanzhou 730070, China)

Abstract: The new technologies in artificial intelligence and their application in metallurgical industry are introduced, also with their tendency in metallurgical industry. Links between the new technologies in artificial intelligence and the metallurgical industry are emphasized, and some examples are given in the control metallurgy process and steel-making course etc using some new technologies such as data mining, intelligent control, soft computing and so on in recent years.

Key words: metallurgical industry; artificial intelligence; data mining; intelligent control; soft computing

1 引言

人工智能 (Artificial Intelligence) 是20世纪中期产生的并正在迅速发展的新兴边缘学科, 它与具体领域相结合产生了很多新技术, 例如数据挖掘、专家系统、软计算等。这些新技术在冶金行业也得到了极大关注。冶金工业要求必须对各个生产过程进行更加严格的控制, 以满足用户对产品质量的高要求, 同时也要努力将生产成本最小化。人工智能新技术可以有效地解决冶金工业生产中许多无法用数学模型精确描述的工艺过程, 以及利用传统数字计算机难以获得令人满意效果的诸多问题, 在冶金行业应用中已表现出了很大的优势。

2 数据挖掘

数据挖掘 (data mining) 是一项新兴的、面向商业应用的人工智能技术, 泛指所有从源数据中挖掘的模式或联系方法。用数据库中的知识发现 (knowledge discovery of database, 简称KDD) 描述整个数据挖掘过程, 用数据挖掘描述使用挖掘算法进行数据挖掘的子过程。数据挖掘是从大量的、不完全的、有噪声的、模糊的、随机的数据中, 提取隐含在其中的、人们事先不知道的、但又是潜在有用的信息和知识的过程。从它的定义中可以发现, 数据挖掘想达到的效果是从数据中得到想要的东西。具体应用到哪些领域, 运

用什么模式来解决所面临的问题，都是数据挖掘研究所要解决的主要问题。

冶金企业的现代化生产过程每天就有成千上万的传感器不断记录，生产数据日积累量甚至达到TB级。这些数据中蕴涵着丰富的生产实际过程中各种因素之间相互影响、相互作用的信息，对于加强对生产过程的认识、提高控制和管理水平具有重要意义。数据挖掘技术的诞生和发展使从生产过程实时监测并记录的海量数据中提取信息和知识成为可能。

胡志坤等^[1]以有色冶金过程为工程背景，阐明了数据挖掘在工业过程中应用的策略，指出了有色冶金过程数据挖掘的一般步骤和有色冶金过程数据挖掘的重要原则，针对有色冶金过程数据的“多变量”、“非线性”、“高噪声”的特点，分别在操作模式预处理和特征变量选择、操作过程优化决策、冶金设备某阶段运行状况的评价、有色冶金过程故障诊断与预防四方面应用数据挖掘技术，对可能遇到的困难及解决方案进行了探讨。铁军等^[2]将数据挖掘技术应用在铝电解生产中，利用Microsoft SQL Server2000 的Analsys Services提供的挖掘模型和Excel2000中的回归方法，对铝电解生产过程中自动产生的大量日报表进行分析，在大量数据中挖掘获取到降低能耗和成本的方法，并根据效应持续时间对平均电压进行预测。

3 智能控制

智能控制系统利用人工智能的方法，解决难以用数学方法精确描述的复杂的、随机的、模糊的、柔性的控制问题，具有自学习、自适应、自组织的能力。主要用来解决具有以下特点的问题：控制对象存在严重的不确定性，控制模型未知或模型的结构和参数在很大的范围内变化；控制对象具有高度的非线性特征；控制任务要求复杂。而冶金的控制过程正符合以上要求。

冶炼是一个涉及到传质、传热和复杂化学反应的复杂工业过程，由于其强非线性和滞后性以及不规则的空间分布和不确定性，使得冶炼过程控制难以通过一般的数学模型方式构造控制系统来实现高效率的控制。近年来，随着计算机系统性能的提高，冶炼过程控制智能化也已具备了较好的条件和可行性。目前，配料、烧结、高炉等过程的智能化控制已经作为一个节能增效、提高国际竞争力的重要措施被列入我国钢铁企业信息化发展计划。

鲁晓娟等^[3]介绍了贵州铝厂开发的国内首例铝电解槽模糊控制技术和模糊专家系统，该项新技术已成功应用于180kA预焙电解槽上，使该槽型的电流效率指标提高了2个百分点，铝的直流电耗指标从原13594 kW.h/t降至13049 kW.h/t，每吨铝节电545kW·h。顾学群等^[4]详细介绍了智能控制在电弧炉炼钢过程电极升降控制中的应用，通过对电极升降实现自动控制，达到了恒功率调节，可以提高系统的快速性、鲁棒性和实时性，并能获得满意的控制效果。

4 软计算

软计算通过对不确定、不精确及不完全真值的容错来取得低代价的解决方案和鲁棒性。它模拟自然界中智能系统的生化过程（人的感知、脑结构、进化和免疫等）来有效地处理日常工作。现代化钢铁冶金工业的大规模生产要求准确掌握生产中的各种参数及其变化趋势，但是由于冶炼过程的周期长，因素多，波动大，反应机理复杂，加之缺乏有效的检测手段，不易建立数学模型，使得传统信息处理技术难以进行非常有效的处理。软计算方法适合于那些含有复杂性、不精确性、不确定性的非数字过程，已逐渐在钢铁冶金工业中得到应用。

4.1 人工神经网络

在人工神经网络中，计算是通过数据在网络中的流动来完成的。在数据的流动过程中，每个神经元从与其连接的神经元处接收输入数据流，对其进行处理以后，再将结果以输出数据流的形式传送到与其连接的其它神经元中去。通过这个学习过程，人工神经网络可以不断地从环境中自动地获取知识，并将这些知识以网络结构和连接权值的形式存储于网络之中。人工神经网络具有良好的自学习、自适应和自组织能力，以及大规模并行、分布式信息存储和处理等特点，这使得它在系统建模与辨识、PID 参数整定、内模控制、优化设

计、系统预测、自适应控制等多方面都有成功的应用。

Jian Chen^[5]提出了神经网络在高炉中对生铁硅含量的预测,其采用三层前馈神经网络,将神经网络与定性分析进行整合,通过定性分析决定神经网络输入变量,再根据输入变量动态改变隐层结点数,使用BP算法完成网络的训练。其预测系统的效果要好于传统的方法。程武山^[6]以马鞍山钢铁公司烧结厂现场生产数据为依托,建立了基于神经网络的烧结终点预报系统。该模型为4输入、4输出的BP网络,选取上料量、透气性、机速、点火温度4个变量作为网络输入,18#风箱(倒数第2个风箱)温度及压力、大烟道温度及压力4个变量作为网络输出,来预报烧结终点,在神经网络预报烧结终点方面进行了一定的尝试。

4.2 模糊逻辑和模糊计算

模糊集合论是处理模糊信息的有效方法,其特点是用严格的数学方法分析模糊的系统信息,它铺设了经典的定量化方法和“模糊”世界的桥梁。而模糊逻辑(Fuzzy Logic,简称FL)则是建立在模糊集合论基础上的处理不确定知识和近似推理的主要方法。模糊逻辑是模糊值的各种逻辑的总称。模糊集合中使用隶属函数将集合中的每个元素映射为0到1之间的隶属度,以此表示元素属于集合的程度。自模糊集合的概念提出以来,以模糊逻辑为核心的模糊计算获得了广泛的应用,在自动控制、决策分析、智能系统等领域取得大批成果。模糊计算与其它技术的有机结合,更使其可解问题域大为延拓,问题求解的质量显著提高。

在转炉炼钢中,氧枪枪位直接关系到冶炼过程的平稳进行。谢书明等^[7]建立了炼钢期间声音的偏差及其变化率的模糊子集,采用三角形隶属函数和T2S确定性模糊推理,根据35条模糊规则进行模糊推理。模糊控制能够根据炉内状况对氧枪枪位进行连续调节,克服了固定枪位不能及时适应炉况变化的缺点。在连铸中钢液面的变化与最终产品的表面质量密切相关。Dukman等^[8]提出一种在薄板坯连铸机中对钢液面控制的复合结构的控制器。模糊逻辑系统用于补偿控制钢液面波动时产生的误差。使用该控制器后,钢液面的长期变化消失了,控制误差从 ± 4 mm减小到了 $\pm (1.0\sim 1.5)$ mm。

4.3 遗传算法

遗传算法(Genetic Algorithm)采用简单的编码技术来表示各种复杂的结构,并通过对一组编码表示进行简单的遗传操作和优胜劣汰的自然选择来指导学习和确定搜索的方向。遗传算法的操作对象是一群二进制串(称为染色体、个体),即种群。这里每一个染色体都对应问题的一个解。从初始种群出发,采用基于适应值比例的选择策略在当前种群中选择个体,使用杂交和变异来产生下一代种群。如此模仿生命的进化一代代演化下去,直到满足期望的终止条件为止。遗传算法提供了一种求解复杂系统优化问题的通用框架,具有简单、通用、鲁棒性强和适于并行分布处理的特点。自20世纪80年代后期以来,遗传算法得到越来越广泛的关注,并在模式识别、图像处理、机器学习、工业优化控制、自适应控制、生物科学等方面得到应用。

李英顺等^[9]针对真空感应炉的温度控制,提出了一种基于遗传算法的PID控制方法。该方法利用遗传算法全局搜索能力获取一组最优的PID参数,得到了较好的PID参数整定效果,完善了PID控制的动静态特性、自适应性和鲁棒性。Santos等^[10]在优化连铸机的控制中提出了把数学模型、遗传算法和参变量知识库整合的策略,并得到了很好的效果。

人工智能新技术与冶金工业的融合,极大地促进了冶金行业的发展,必将成为今后冶金行业应用的重点。随着人工智能新技术在冶金行业中的应用和逐步成熟,人工智能技术将会在冶金工业迎接新挑战的过程中扮演更加重要的角色。

参考文献:

- [1] 胡志坤, 桂卫华, 彭小奇. 有色冶金过程的数据挖掘[J]. 有色金属, 2003, (55): 47~50.
- [2] 铁军, 朱旺喜, 吴智明. 数据挖掘技术在铝电解生产中的应用[J]. 有色金属, 2003, (55): 56~59.
- [3] 鲁晓娟, 何蔼平. 有色冶金中的计算机应用[J]. 有色金属设计, 2003, 30: 51~54.
- [4] 顾学群, 任吉云. 电弧炼钢炉电极升降智能控制系统[J]. 南通工学院学报, 2002, 1: 77~80.
- [5] Jian Chen. A predictive system for blast furnaces by integrating a neural network with qualitative analysis[J]. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 2001, 14:77 - 85.
- [6] 程武山. 基于遗传神经网络的烧结终点预报系统[J]. 烧结球团, 2004, 19(5): 18~22.

[7] 谢书明, 柴天佑, 王小刚等. 转炉炼钢氧枪枪位控制[J]. 冶金自动化, 1999, 23 (2) : 12~15.

[8] Dukman Lee ,Yeongsub Kueon ,Sangho Lee. High performance hybrid mold level controller for thin slab caster [J].Control Engineering Practice,2004 ,12 :275 - 281.

[9] 李英顺, 邓长辉, 伦淑娴, 等. 基于遗传算法的真空感应炉PID 温度控制系统[J]. 冶金自动化, 2003, 27 (3):12~15.

[10] Santos CA, Spim JA, Garcia A. Mathematical modeling and optimization strategies (genetic algorithm and knowledge Bbase) applied to the continuous casting of steel [J]. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 2003, 16:511~527.

[返回上页](#)