

# Grey 能源预测模型的研究及应用

王延明

(首钢京唐钢铁联合有限责任公司能源与环境部,河北唐山,063000)

**【摘要】**根据钢铁企业能源发生和使用的特点,在能源管理系统的基础上,建立了能源预测动态数学模型,并对首钢京唐钢铁公司高炉煤气系统进行了实例计算。实验结果表明:在企业完全正常生产的情况下,对能源系统的发生和使用预测,取得满意的效果。并且模型还可展现调度方案的效果,为调度方案的评估提供参考。

**【关键词】**能源预测;灰色理论;应用

**【中图分类号】** TP29

**【文献标识码】** B

**【文章编号】** 1006-6764(2015)02-0057-04

## Research and Application of the Grey Energy Prediction Model

Wang Yangming

(The Energy and Environment Dept. of Shougang Jingtang Iron & Steel Co., Ltd, Tangshan, Hebei 063000, China)

**【Abstract】**In accordance with the characteristics of energy production and consumption and on the basis of energy management system in steel enterprises, a dynamic mathematic model for energy prediction was established and experimentally used to calculate the BFG system of Shougang Jingtang Steel. The results showed that the dynamic model can satisfactorily predict production and consumption of energy power system as well as display the effect of energy allocation plan, to provide reference for assessment of allocation programs.

**【Keywords】**energy prediction; grey theory; application

### 1 引言

能源是国民经济和社会发展的基础,经济的高速发展必须要有充足的能源供应作保障,因为经济的高速发展必然会产生对能源的高需求,能源供应将成为未来制约我国经济发展的主要因素。同时,能源的消费和预测也成为保障能源安全稳定供应的重要手段。本项目将以京唐钢能源系统为载体开展研究工作,采用科学的方法对能源的发生、传输和消费系统作出预测,为全公司安全稳定运行提供依据。

能源预测是从研究能源消费的历史与现状开始,分析影响能源消费的各种因素,找出能源消费与这些因素的关系,并根据这些关系对未来能源消费发展趋势作出估计和评价。能源消费量的传统预测方法有判断分析法、时间序列分析法、计量经济法和投入产出法等。为了同时对多个具有不同变化趋势的现象进行预测,结合各现象自身的特点,首先对历史数据进行预处理,去除异常值,然后对历史数据进行建模。预测能源生产和消费量,并用实际数据进行了检验。

### 2 能源预测模型

目前,国内各钢厂的能源管理主要由能源监控、电话调度和能源计量组成,大多数是各种能源介质的事后管理,时效性上存在进一步提高的空间。本模型提供了在线能源预测功能,为实现系统的节能减排提供了重要的参考依据。

#### 2.1 预测基本原理

煤气等能源介质发生、消耗是一个工况复杂的工艺过程,影响其发生、消耗量的因素复杂多变,难于把握。目前很多智能预测方法无法或很难根据工况信息实施有效的动态预测,为了达到有效预测的目的,本模块基于历史统计等数据,并结合生产状态、生产工艺信息进行预测,综合运用 Grey 模型和 BP 神经网络,以期达到有效预测的目的。

目前采用的基本模型有机理模型、智能模型(时间序列模型、灰色模型、BP 神经网络)。短期动态预测则主要采用机理模型和智能模型相结合的方案。在正常情况下,能源介质波动有其自身的规律,波动范围不大,运用智能模型基本可以达到较好的预测效果,而非正常情况下,由于外界因素(工艺条件的变化、工况的改变)而打破能源介质本身的波动规律,此时需要结合工艺和工况用机理模型来解决。

## 2.2 模型介绍

Grey 能源预测模型的框架如图 1 所示。首先对实时数据和历史数据等进行清理,已得到所需要的有效信息。然后应用灰色关联及 BP 神经网络相关算法进行能源预测研究,为了达到满意的预测效果,必须经过一个迭代的过程。最后输出能源预测的结果,为生产提供各种指导意见。

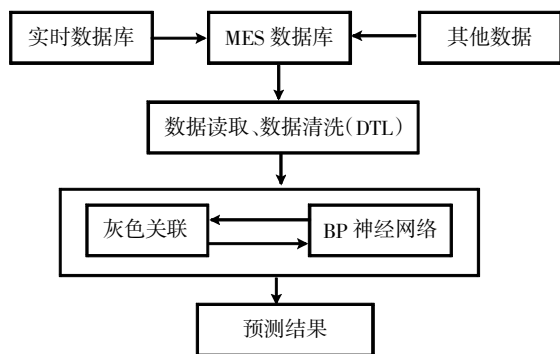


图 1 Grey 能源模型框架图

### (1) 数据清洗

预测的关键在于数据的完整性和数据的有效性。数据预处理是建模的关键,经过数据异常值剔除、数据滤波过程得到建模的基础数据,运用处理后的数据进行建模预测来提高预测的准确性。除了对数据的处理外,对外界工况条件变更的捕获也很重要,及时准确的录入工况信息能有效的修正预测结果,提高预测精度。

数据清洗即分析“脏数据”产生的原因和存在形式,利用现有技术手段和方法去清洗它们,并将它们转化为满足要求的数据,从而提高数据集的质量。

令  $X=\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  是一组  $n$  个能源介质指标的 XML 数据集,其中,  $x_i=[x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{im}]^T$  表示第  $i$  个样本的  $m$  个特征值。

对于给定的  $n$  个样本,通常其划分方法就是将目标函数按一个聚类准则指导搜索划分。

$$d^2(x_i, x_j) = \sum_{l=1}^L |x_{il}^c - x_{jl}^c|^2 + \lambda \cdot \sum_{l=t+1}^m \delta(x_{il}^c - x_{jl}^c) \quad (1)$$

其中第 1 项是数值特征的欧几里德距离平方;第 2 项是类属特征上的简单的相异匹配测度。

### (2) 灰色分析

建立基于 AHP 和灰色关联分析的改进算法的具体步骤如下:

- 1) 使用 AHP(层次分析法)确定各个要素的权重。
- 2) 用变权综合法对上步的到的结果进行处理,得到新的要素权重值。
- 3) 应用灰色关联分析和各个要素的权重值进行

分析。

灰色关联分析是一种多因素统计分析方法,它是以各因素的样本数据为依据用灰色关联度来描述因素间关系的强弱、大小和次序的。能源预测各要素对最终结果的影响是离乱的,据有明显的灰性。因此,对指标进行灰色关联分析以实现指标的比较是合适的。分析的基本步骤:

灰关联生成。为了消除不同指标、不同量纲的影响,针对不同类型的指标采用不同的规范化方法,将其规范化为隶属于  $[0, 1]$  区间的效益型指标。

#### ① 效益目标:

$$x_i^*(k) = \frac{x_i^{(0)}(k) - \min x_i^{(0)}(k)}{\max x_i^{(0)}(k) - \min x_i^{(0)}(k)} \quad (2)$$

#### ② 成本目标:

$$x_i^*(k) = \frac{\max x_i^{(0)}(k) - x_i^{(0)}(k)}{\max x_i^{(0)}(k) - \min x_i^{(0)}(k)} \quad (3)$$

#### ③ 特定目标:

$$x_i^*(k) = 1 - \frac{|x_i^{(0)}(k) - OB|}{\max\{\max x_i^{(0)}(k) - OB, OB - \min x_i^{(0)}(k)\}} \quad (4)$$

其中  $x_i^{(0)}(k)$ :各指标经过清洗之后的数据,  $x_i^*(k)$ :灰关联生成后的数据,  $\min x_i^{(0)}(k)$ :原始序列中的最小值,  $\max x_i^{(0)}(k)$ :原始序列中最大值,  $OB$ :目标值。

#### 4) 计算灰关联度

$$\gamma(x_i, x_j) = \sum_{k=1}^n \beta_k \gamma\{x_i(k), x_j(k)\} \quad (5)$$

其中  $\beta_k$  为各因子的权重,权重大小可由层次分析法和变权综合法求得。

### (3) BP 神经网络

由于 BP 神经网络(back propagation 多层前馈)利用输出后的误差来估计输出层的直接前导层的误差,再用这个误差估计更前一层的误差,如此一层一层的反传下去,就获得了所有其他各层的误差估计。

输入:

$$net_j = \sum_i W_{ji} x_i \quad (6)$$

其中  $W_{ji}$  表示各指标的评价权重,  $O_i$  表示各指标经过清洗之后的数据。

输出:

$$O_j = f(net_j) \quad (7)$$

输出最终的配比指标。

BP 神经网络是一个反复的过程,需要和灰色关联分析进行重复计算。最后得出最后配比。

经过实际应用,本模型达到了预定效果,达到了煤气的平衡利用,大大节约了生产成本,产生了较大的经济效益。预测结果可以为调度人员进行短期煤

气调度提供决策支持,同时为智能优化调度方案的实施提供基础数据。

### 3 实验结果

图2为京唐公司2009-12-16 00:00:00—2009-12-16 23:00时间内的预测效果图。其中从2009-12-16 07:00至2009-12-17 14:40为检修状态。如图所示当程序捕捉到工况变化时,能及时修

正预测结果,达到合理的预测效果。预测误差在10%内的预测值达到91.67%。

灰色模型和BP神经网络模型相结合,充分利用这两种方法的优点,对能源消耗及发生量小时流量进行了组合建模预测。图3为高炉煤气发生量的预测结果。

误差数据分析见图4。

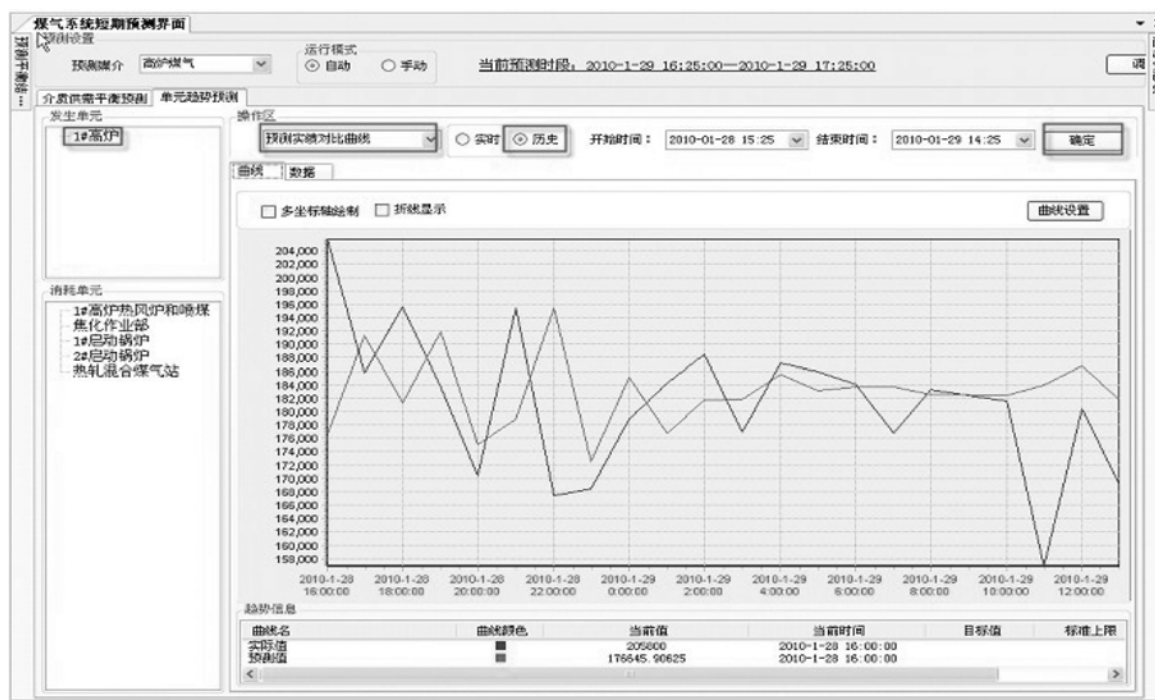


图2 煤气短期预测界面

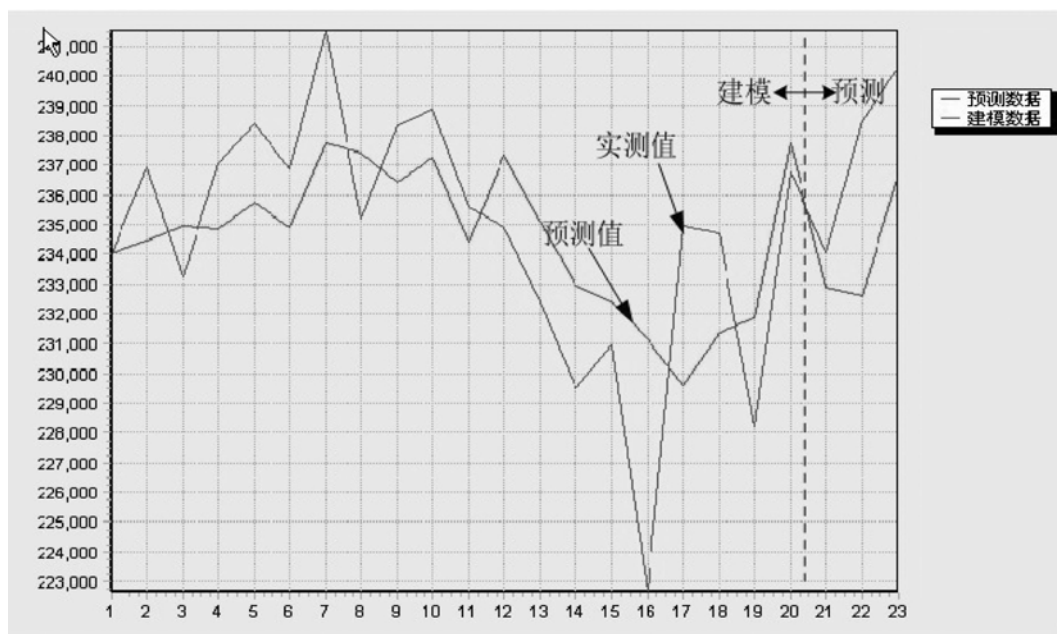


图3 高炉煤气发生预测结果

图4 误差数据分析

建模数据	拟合数据	残差/实际值
234036.5	234036.5	0
236900.9375	234437.370319	0.0104
233211.75	234935.975240	-0.0074
237056.125	234830.501591	0.0094
236376.625	235730.909526	0.0111
236877.375	234916.656857	0.0083
241565.875	237760.525631	0.0158
235198.25	237365.968005	-0.0093
236362.5	236409.821544	0.0082
236875.5	237283.596270	0.0067
235808	234414.256089	0.0051
234918.75	237344.207297	-0.0103
232414.5	235093.658805	-0.0115
229489.25	232922.336792	-0.015
230975.5	232395.674910	-0.0061
222681	231146.197225	-0.038
234961	229594.619248	0.0228

预测结果分析:本实验中数据平均绝对相对误差0.0114,预测平均绝对相对误差0.0149。AR自定阶模型能够根据数据波动规律,选择最佳的建模次数对预测对象未来的变化趋势进行预测。本实验所展示的是4时的预测效果。在实际应用中,模型阶次会随着数据的波动状态,动态优化建模。

根据对能源介质发生及消耗量的预测,Grey模

型达到了预期的效果,对钢铁厂能源介质的平衡提供了有力的帮助,同时为全厂能源的调度平衡提供了有力的工具,其将在首钢京唐的能源介质的有效利用上发挥巨大的作用。

#### 4 结论

本文建立了适合冶金能源系统的能源生产和消费的Grey预测模型,基于现有的能源管理系统(EMS),在实际的生产过程中取得了预期的效果,达到了所需要的能源预测能力。本模型的实现为用户提供科学的生产指挥调度依据,将对京唐钢的节能减排等工作提供有力支持。

#### [参考文献]

- [1] 邓聚龙.灰色系统理论教程[M].华中理工大学出版社,1990.11.
- [2] 李文兵,纪扬,李华德.钢铁企业煤气产生消耗动态模型研究[J].冶金自动化,2008,32(3):28-33.
- [3] 韩家伟.数据挖掘:概念与技术[M].北京:机械工业出版社,2007.3.
- [4] 王思强.能源预测预警理论与方法[M].北京:清华大学出版社,2010.2.
- [5] 魏建新.钢铁企业的能源战略[J].冶金能源,2007,262:3.

收稿日期:2014-10-20

作者简介:王延明(1980-),男,工程师,现从事能源管理系统开发与维护工作。

## 《冶金动力》召开编辑委员会会议

2015年1月20日下午,调整重组后的《冶金动力》编辑委员会首次会议在马钢召开。全体在马鞍山市的编委成员出席了会议,在外地的编委以通信方式出席会议。

会议由《冶金动力》新任主编、马钢能源总厂厂长罗武龙主持。会议首先宣布了重组后的编委会人员名单并颁发了聘书。马钢集团公司总经理、股份公司董事长丁毅博士任新一届编委会主任、名誉主编;宝钢集团总经理助理兼节能环保部部长王建跃、武钢股份公司副总经理朱从波、马钢股份公司副总经理严华任编委会副主任;国家节能中心副主任徐志强等45位同志被聘为新一届编委。

会上,《冶金动力》编辑部常务副主编戴建良介绍了《冶金动力》办刊历史,并汇报了编辑部的工作。自上一次编委会会议后,编辑部认真落实“促进冶金行业技术进步与创新、服务企业提高经济效益与社会效益”的办刊宗旨,努力贯彻“精·实”(精编严审、实用为主)的编辑方针,紧紧围绕冶金行业生产建设和技术改造这个中心,密切关注动力专业新技术、新工艺、新产品研发成果和应用的动态。并及时作了详细的全方位的报道,为我国冶金工业的发展与产品结构调整、节能减排、可持续发展,为能源动力新技术的推广应用做了大量工作。与此同时,刊物自身也从双月刊改为月刊,发行传播渠道不断扩大,并多次被评为冶金行业优秀期刊与安徽省优秀期刊,列入国家新闻出版广电总局认定的首批国家学术期刊。

编委会主任丁毅和副主任严华分别在会上作了讲话。他们代表刊物主管主办单位对编辑部的工作给予了充分肯定,并对今后一段时期的办刊工作提出了要求,希望加强对刊物的支持与宣传力度,利用现代网络技术,做好信息发布与发行工作,在办好精品刊物的同时,坚持服务导向,各专业专家编审要紧密结合企业精益运行实践,发挥专家作用,精心选择自己从事的专业领域对节能减排、提升钢铁产品质量与企业效益有重大意义的课题,带头组织开展攻关工作,为马钢与行业科技进步起到引领作用,在技术创新中实现技术人员的价值。

各位与会编委踊跃发言,对编辑工作提出了意见与建议。