基于复化 Simpson公式和插值的管道腐蚀速率预测

石红艳[1], 甘淳静[2], 王志彬[1], 薛旭艳[1], 侯晓牛[1]

(1. 西南石油大学, 四川 成都 610500; 2. 中国石油工程设计有限公司西南分公司, 四川 成都 610017)

摘 要: 管道腐蚀是引起管线破坏的主要因素之一, 预测管线的腐蚀变化趋势是延长管道寿命, 保证管道安全运行的重要步骤。影响腐蚀各因素之间的相互作用十分复杂, 实验过程不能控制所有因素变化情况, 实验结果分散性比较大, 有必要采用各种科学的方法对实验数据进行分析处理。比较分析了主要的油气管道腐蚀速率预测方法, 修正并完善了 GM(1, 1)模型的边界条件, 利用复化 Simpson公式和 Lagrange插值法重新构造了 GM(1, 1)模型背景值, 改进了传统模型只能对等时距时刻的腐蚀速率数据进行预测的缺点, 得到全新的 GM(1, 1)预测模型计算公式, 计算简便、使用方便、提高了预测精度。

关键词: 油气管道; 腐蚀; 预测; GM(1, 1)模型; 构造; 背景值

文章编号: 1006-5539(2008)05-0033-05 文献标识码: A

0 引言

预测管线的腐蚀变化趋势是延长管道寿命, 保证管道安全运行的重要步骤。影响油气钢管腐蚀的因素很多, 包括材料因素、环境因素、力学因素等, 其中环境因素包括腐蚀介质组成、环境温度、腐蚀气体分压等, 腐蚀速率不仅与气质成分、环境条件等有关, 还与时间有关。这些因素之间相互影响, 构成一个异常复杂的腐蚀体系, 而且构成该腐蚀体系的许多因素是随机变化的, 因此腐蚀速率和各影响因素之间很难直接建立明确的函数关系表达式; 另一方面, 有些腐蚀影响因素的测量带有一定的不确定性和模糊性, 因此, 对于具有模糊性和复杂性的腐蚀预测问题, 用经典的预测方法不能准确预测。随着灰色理论的提出, 对解决这方面的问题提供了新的有效预测方法, 而且随着时间的推移, 油气管道的腐蚀速率对管线的可靠性有较大的影响, 准确地预测油管钢腐蚀速率对防止事故的发生以及减少因油管钢腐蚀造成的巨大损失都有很重大的意义[1]。但因影响腐蚀各因素之间的相互作用十分复杂, 而实验过程又往往不能控制所有因素变化情况, 从而导致实验结果分散性比较大, 因此用精确的数学解析公式来表达它们之间的关系是非常困难的。所以有必要采用各种科学的方法对实验数据进行分析处理, 以便从分散性较大的实验数据中分清和判断各种因素的影响, 作出不掺杂主观成份的推论和判断。预测油气管道腐蚀的方法较多, 常见的有概率统计法、逐步回归法、灰色理论预测法、神经网络模型、模糊神经网络、Frank-Wolfe算法、基于小生境遗传算法等。使用概率统计法时, 由于没有足够多的数据样本, 利用该方法得到的腐蚀速率达不到精度要求; 逐步回归法处理数据较简捷; 传统 GM(1, 1)模型和概率统计相比, 其优点是需要的样本数据很少, 最少可以只要 4个样本数据就可以建立灰色模型进行预测, 但其预测精度不高, 且误差精度无法控制; 单纯的神经网络虽具有并行计算、分布式信息存储、自适应学习以及容错性强等优点, 计算精度一般也比灰色理论预测精度高, 但其计算量较大[2], 且须知道腐蚀影响因素的测量数据, 否则预测精度较差; 而基于小生境遗传算法 (Niche GA)的灰色模型的天然气管道腐蚀预测精度较高, 能够解决管道腐蚀中遇到的复杂非线性问题, 可以作为预测管道腐蚀的一种方法, 但由于设置小生境遗传算法目标函数并非

收稿日期: 2008-02-19

作者简介: 石红艳 (1982-), 女, 四川广元人, 硕士, 主要从事油气管道腐蚀与防护方面的研究。电话: 13880485448

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

是唯一的,因此,需要在寻求更好的目标函数上做进一步的工作[3]。基于上述各模型存在的不足,本文利用复化 Simpson公式和 Lagrange插值方法对传统 GM(1,1)模型进行了改进,计算简单且提高了预测油气管道腐蚀速率的精度。

1 油气管道腐蚀速率主要预测模型

目前管道寿命评价和剩余使用寿命预测评估法一般有以下三类:

a.根据管道服役期腐蚀检测得到的缺陷危害性数据,以缺陷发育情况为基础的腐蚀缺陷评价和剩余使用寿命预测评估法;

b.以管道管体力学、腐蚀机理与载荷性质为基础的管道评价预测评估方法;

c.以应用系统故障树分析和人工神经网络为基础的预测评估法。

以下将主要讨论利用油气管道已有的腐蚀数据,预测管道腐蚀速率,油气管道腐蚀速率的预测模型主要有下面几种:

1.1 腐蚀速率的概率分布模型[4]

统计管线历年来缺陷检测数据和相应的检测时间,用下面的公式计算腐蚀速率,得到一系列的腐蚀速率数据,对腐蚀速率数据进行统计分析,建立腐蚀速率的概率分布模型:

$$V=\frac{d}{T-t} \tag{1}$$

式中 V——腐蚀速率,mm/a;

d——腐蚀深度,mm;

T——管线检测时间,a;

t——管线建造时间,a。

1.2 灰色预测 GM(1,1)模型[5]

a.对 $x^{(0)}$进行一次累加生成

$$x^{(1)}(k)=\sum_{i=1}^{k}x^{(0)}(i),\ (k=1,2,\cdots,n) \tag{2}$$

b.构造数据矩阵 Φ和数据向量 Ψ

$$\Phi=\begin{bmatrix} -\frac{1}{2}[x^{(1)}(1)+x^{(1)}(2)] & 1 \\ -\frac{1}{2}[x^{(1)}(2)+x^{(1)}(3)] & 1 \\ \cdots & \cdots \\ -\frac{1}{2}[x^{(1)}(n-1)+x^{(1)}(n)] & 1 \end{bmatrix}$$

$$\Psi=[x^{(0)}(2),x^{(0)}(3),\cdots,x^{(0)}(n)]^T \tag{3}$$

c.求参数向量 ξ

$$\xi=(\Phi^T\Phi)^{-1}\Phi^T\Psi$$

d.确定 GM(1,1)模型的白化模型

$$\frac{dx^{(1)}}{dt}+ax^{(1)}=u \tag{4}$$

$$x(k)=\left[x^{(0)}(1)-\frac{u}{a}\right]e^{-a(k-1)}+\frac{u}{a} \tag{5}$$

累减还原值

$$x^{(0)}(k)=x^{(1)}(k)-x^{(1)}(k-1) \tag{6}$$

e.模型精度检验

使用后验差检验法综合评定预测模型精度。计算的后验差检验比值 S和小误差概率 P的具体指标见表 1。

表 1 模型精度综合评定表

预测模型精度综合表	P	S
一级,好	>0.95	<0.35
二级,合格	>0.80	<0.50
三级,勉强	>0.70	<0.65
四级,不合格	≤0.70	≥0.653

1.3 油气管道腐蚀预测的完全信息 GM(1,1)模型[6]

在原始序列 $x^{(0)}$前加上数据 1得到新数列,再利用 GM(1,1)模型建模方法得到:

$$x^{(1)}(k+1)=\left(1-\frac{u}{a}\right)e^{-ak}+\frac{u}{a} \tag{7}$$

还原数据模型为:

$$x^{(0)}(k)=\left(1-\frac{u}{a}\right)(1-e^{-ak})e^{-a(k-1)}$$

$$x^{(0)}(1)=1,\ (k=2,3,\cdots,n) \tag{8}$$

1.4 灰色神经网络组合模型[7]

将 GM(1,1)模型预测得到的值作为神经网络的输入样本,真实值作为神经网络的目标样本,采用一定的网络结构进行学习训练,调整其连接权值直到达到网络训练目标要求。就可以得到调整后的连接权值,再用 GM(1,1)模型预测得到的值作为网络的输入进行仿真。

用 1.1中的灰色 GM(1,1)模型油气管道腐蚀速率预测,得到一系列原始数据的预测值,再建立图 1所示的神经网络模型结构图。

隐层 B的特性函数为 S型函数 $f(x)=1/1+e^{-x}$

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

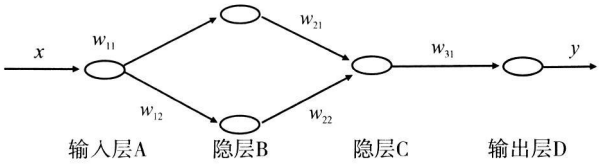

图 1　灰色神经网络结构图

的对数,隐层 C和输出层 D的特性函数为: $y=x$; w_{11}, w_{12}, w_{21}, w_{22}, w_{31}分别为各层之间的连接权值。对网络的初始连接权值和阈值进行设定,将 GM(1,1)模型预测得到的一系列预测值作为网络的输入,将实际测量值作为神经网络的输出,对网络进行多次训练,得到一系列调整后的连接权值和阈值。用 GM(1,1)模型的预测值作为网络的输入,进行仿真,得到相应的输出为灰色神经网络的结果。

1.5　时间序列模型[8]

将油气管道管壁上存在的轴向腐蚀缺陷模型简化为抛物线形状,采用抛物线型来预测管道腐蚀速率。当腐蚀现象的长期趋势近似于抛物线形态时,可拟合为如下二次曲线方程:

$$\hat{Y}=a+bt+ct^2 \tag{9}$$

拟合抛物线型的曲线方程, a, b, c为需要估计的参数, Y和 t为两个变量。按多元回归的方式用最小二乘法导出下列三个标准方程:

$$\sum Y=Na+b\sum t+c\sum t^2 \tag{10}$$

$$\sum Y=a\sum t+b\sum t^2+c\sum t^3 \tag{11}$$

$$\sum t^2Y=a\sum t^2+b\sum t^3+c\sum t^4 \tag{12}$$

利用式(10)~(12)计算管道腐蚀缺陷的腐蚀速率。

2　利用复化 Simpson公式和 Lagrange插值法建立管道腐蚀速率预测模型[9]

2.1　改进 GM(1,1)模型背景值

拟合和预测精度取决于常数 a和 u,而 a和 u值的计算又取决于背景值的精度。本文将使用复化 Simpson公式来提高背景值的精度。将积分区间 $[a, b]$剖分成 n等份,取步长 $h=\frac{1}{n}(b-a)$,其等距节点为 $x_k=a+kh$, $k=0, 1, 2, \cdots, n$在每一个子区间 $[x_k, x_{k+1}]$ $(k=0, 1, 2, \cdots, n-1)$上应用低阶的牛顿—柯特斯求积公式计算 $I=\int_a^b f(x)dx=\sum_{k=0}^{n-1}\int_{x_k}^{x_{k+1}} f(x)dx$中的积分 $\int_{x_k}^{x_{k+1}} f(x)dx$则所得的求积公式称为复化求积公式。记子区间 $[x_k, x_{k+1}]$的中点为 $x_{k+1/2}$,在子区间上应用 Simpson公式所得的求积公式为:

$$S_n=\sum_{k=0}^{n-1}\frac{h}{6}\left[f(x_k)+4\left(f\left(x_{k+\frac{1}{2}}\right)\right)+f(x_{k+1})\right]$$

$$=\frac{h}{6}\left[f(a)+4\sum_{k=1}^{n-1}\left(f\left(x_{k+\frac{1}{2}}\right)\right)+2\sum_{k=1}^{n-1}f(x_k)+f(b)\right] \tag{13}$$

构造新的背景值时,设 $n=8$,根据公式(13),需要求出, $x^{(1)}\left(k+\frac{1}{8}\right)$, $x^{(1)}\left(k+\frac{2}{8}\right)$, $x^{(1)}\left(k+\frac{3}{8}\right)$, $x^{(1)}\left(k+\frac{4}{8}\right)$, $x^{(1)}\left(k+\frac{5}{8}\right)$, $x^{(1)}\left(k+\frac{6}{8}\right)$, $x^{(1)}\left(k+\frac{7}{8}\right)$的值,可以根据拉格朗日插值的方法求出上述值。

定义:若 n次多项式 $l_j(x)$ $(j=0, 1, \cdots, n)$在 $n+1$个节点 $x_0<x_1<\cdots<x_n$上满足条件:

$$l_j(x_k)=\begin{cases}1, & k=j\\ 0, & k\neq j\end{cases}\quad (j, k=0, 1, \cdots, n) \tag{14}$$

称这 $n+1$个 n次多项式 $l_0(x)$, $l_1(x)$, …, $l_n(x)$为节点 x_0, x_1, …, x_n上的 n次插值基函数。Lagrange插值多项式:

$$L_n(x)=\sum_{k=0}^{n}y_k\frac{\omega_{n+1}(x)}{(x-x_k)\omega'_{n+1}(x_k)} \tag{15}$$

式中: $\omega_{n+1}(x)=(x-x_0)(x-x_1)\cdots(x-x_n)$

$$\omega'_{n+1}(x_k)=(x_k-x_0)(x_k-x_1)\cdots(x_k-x_{k-1})(x_k-x_{k+1})\cdots(x_k-x_n)$$

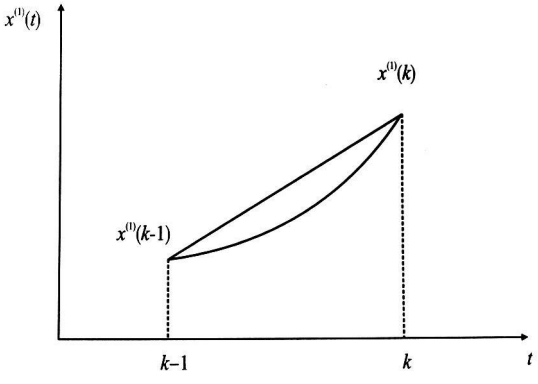

图 2　GM(1,1)模型背景值构造图

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

2.2 改进 GM(1, 1)模型的边界条件

原预测模型式是按边界条件：

$x^{(1)}(1)=x^{(0)}(1)$来计算的，$x^{(0)}(1)$是原始序列的第一个观测值，它没有通过累加生成减弱随机误差，用这个值作为一个严格条件来确定预测模型是不够科学的。而最近的观测值中包含着更多与预测点相关的信息，因此，有必要对边界条件进行修正和完善。

设 y是 k的一元函数，$y=x^{(1)}(k)$，则白化方程可写为：

$$\frac{dy}{dk}=-ay+u$$

其通解为：

$$y=\mu e^{-ak}+\frac{u}{a} \tag{16}$$

其中 μ为任意常数，下面来求解 μ，当 $k=i$时，

$$y(i)=x^{(1)}(i)=x^{(1)}(k) \tag{17}$$

将（17）代入（16）得到：$x^{(1)}(i)=\mu e^{-ai}+\frac{u}{a}$，故 $\mu=e^{ai}\left(x^{(1)}(i)-\frac{u}{a}\right)$，从而白化响应式可变为：

$$x^{(1)}(k)=\left[x^{(1)}(i)-\frac{u}{a}\right]e^{-a(k-i)}+\frac{u}{a} \tag{18}$$

式中，i可选择 1，2，…，需根据实际情况决定[10]。

2.3 GM(1, 1)模型预测时间的改进

GM(1, 1)模型是建立在等时距检测数据基础之上的，它只能对等时距时刻的腐蚀速率数据进行预测，无法预测任意时刻的腐蚀速率。现对 GM(1, 1)模型做一些改进，使该模型能预测任意时刻的腐蚀速率。对第一个点的估计值，一般认为是其原始值。假设等时距数列第一个数据对应的时间为 1单位，等时距为 T，则原始数据的顺序号 k与时间 t的关系式可表示为：

$$k=\frac{1}{T}(t-1)\quad(t=1,\ T+1,\ 2T+1,\ \cdots) \tag{19}$$

由式（18），GM(1, 1)模型改进的时间响应函数为：

$$x^{(1)}(t)=\left[x^{(1)}(i)-\frac{u}{a}\right]\left[e^{-a\left(\frac{t-1}{T}-i\right)}\right]+\frac{u}{a} \tag{20}$$

$$\begin{aligned}x^{(0)}(t)&=x^{(1)}(t)-x^{(1)}(t-1)\\&=\left[x^{(1)}(i)-\frac{u}{a}\right](1-e^{a})\left[e^{-a\left(\frac{t-1}{T}-i\right)}\right]\end{aligned} \tag{21}$$

通过式（21）可以预测 $t=1,\ 2T+1,\ 3T+1,\ \cdots$等任意时刻的腐蚀速率。

2.4 优化的 GM(1, 1)模型建模步骤

a.利用传统建模方法建立数列

$x^{(1)}=\{x^{(1)}(1),\ x^{(1)}(2),\ \cdots,\ x^{(1)}(n)\}$；

b.$[H(k),\ x^{(1)}(k)]$，$(k=1,\ 2,\ 3,\ \cdots,\ n)$为图 2曲线上点的坐标，使用 Lagrange插值公式（15）计算 $\left[H\left(k+\frac{i}{8}\right),\ x^{(1)}\left(k+\frac{i}{8}\right)\right]$，$(k=1,\ 2,\ 3,\ \cdots,\ n-1)$，$(i=1,\ 2,\ 3,\ \cdots,\ 7)$。

c.根据复化 Simpson公式（13）构造新的背景值

$$\begin{aligned}z^{(1)}(k+1)=\frac{1/4}{6}\{&x^{(1)}(k)+4\times\left[x^{(1)}\left(k+\frac{1}{8}\right)+x^{(1)}\left(k+\frac{3}{8}\right)+x^{(1)}\left(k+\frac{5}{8}\right)+x^{(1)}\left(k+\frac{7}{8}\right)\right]+2\times\left[x^{(1)}\left(k+\frac{2}{8}\right)+x^{(1)}\left(k+\frac{4}{8}\right)+x^{(1)}\left(k+\frac{6}{8}\right)\right]+x^{(1)}(k+1)\},\\&(k=1,\ 2,\ 3,\ \cdots,\ n-1)\end{aligned} \tag{22}$$

d.结合（20）～（22）式即可建立新的精度较高的模型。

3 应用优化的 GM(1, 1)模型预测油气管道腐蚀速率

例 1根据某在役管线历年的腐蚀检测数据对其腐蚀速率进行预测分析，腐蚀缺陷测试数据及腐蚀速率相关计算见表 2所示。

优化的 GM(1, 1)模型为：

$$x^{(1)}(k+1)=-23.076\,81e^{-0.015\,97(k+1-10)}+27.019\,61 \tag{23}$$

模型的累减还原值为：

$x^{(0)}(k+1)=x^{(1)}(k+1)-x^{(1)}(k)$，计算结果如表 2。

用残差检验法即逐点检验法来比较两种模型的精度，$q(k)=x_i^{(0)}-x_i^{(k)}$，其中 $q(k)$为残差，显然，优化后的残差比传统模型的残差小，精度也比传统模型精度高。

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 2　腐蚀缺陷历年检测数据及腐蚀速率预测

序号	检测年份	管道腐蚀缺陷长度 /mm	管道腐蚀速率 /mm·a⁻¹	传统 GM(1,1)模型预测值 $\hat{x}^{(0)}_{原}(k)$	残差 1	优化的 GM(1,1)模型预测值 $\hat{x}^{(0)}_{优}(k)$	残差 2
1	1994	1.5	0.375 0	0.375 00	0	0.375 00	0
2	1995	2.0	0.400 0	0.422 84	−0.022 84	0.422 23	−0.022 23
3	1996	2.5	0.416 7	0.415 05	0.001 67	0.415 54	0.001 16
4	1997	3.0	0.428 6	0.407 96	0.020 64	0.408 95	0.019 65
5	1998	3.3	0.412 5	0.402 07	0.010 43	0.402 47	0.010 03
6	1999	3.6	0.400 0	0.395 09	0.004 91	0.396 10	0.003 90
7	2000	3.9	0.390 0	0.388 81	0.001 19	0.389 82	0.000 18
8	2001	4.2	0.381 0	0.384 62	−0.003 62	0.383 64	−0.002 64
9	2002	4.5	0.375 0	0.378 54	−0.003 54	0.377 56	−0.002 56
10	2003	4.8	0.364 0	0.371 95	−0.007 95	0.371 58	−0.007 58
11	2004	—	—	0.365 66	—	0.365 69	—
12	2005	—	—	0.359 86	—	0.359 90	—
13	2006	—	—	0.354 15	—	0.354 19	—

例 2下面将以参考文献 [11]中提供的某原油长输管道近几年来腐蚀速率的实测值(见表 3)为例,根据改进的 GM(1,1)模型,预测其腐蚀速率的发展变化。优化的 GM(1,1)模型为:

$$\hat{x}^{(1)}(k+1)=-2.746\,0\,e^{-0.125\,0(k+1-7)}+6.544\,7 \tag{24}$$

GM(1,1)模型的累减还原值为:

$\hat{x}^{(0)}(k+1)=\hat{x}^{(1)}(k+1)-\hat{x}^{(1)}(k)$,计算结果如表 3。

表 3　优化的 GM(1,1)模型预腐蚀速率

序号	年份	腐蚀速度 /mm·a⁻¹ $x^{(0)}(k)$	传统 GM(1,1)模型预测值 $\hat{x}^{(0)}_{原}(k)$	残差 1	优化的 GM(1,1)模型预测值 $\hat{x}^{(0)}_{优}(k)$	残差 2
1	1998	0.728 3	0.728 3	0	0.728 3	0
2	1999	0.684 2	0.682 1	0.002 1	0.682 7	0.001 5
3	2000	0.615 1	0.602 1	0.013 0	0.602 5	0.012 6
4	2001	0.547 6	0.531 5	0.016 1	0.531 7	0.015 9
5	2002	0.409 8	0.469 2	−0.059 4	0.468 9	−0.059 1
6	2003	0.412 3	0.414 2	−0.001 9	0.414 0	−0.001 7
7	2004	0.401 4	0.365 6	0.035 8	0.365 8	0.035 6
8	2005	—	—	—	0.322 6	—
9	2006	—	—	—	0.284 7	—
10	2007	—	—	—	0.251 2	—

用后验差检验方法来比较两种模型的精度。后验差检验是残差分布统计特性的检验。传统 GM(1,1)模型和优化后模型的后验差检验比值 S分别为 0.358 311 819、0.212 688 611,小误差概率 P分别为 0.96和 1,由表 1可知传统模型预测精度为二级、合格,而优化后的 GM(1,1)模型精度为一级、好。

4　结论

a.基于影响腐蚀的各因素之间关系十分复杂,而实验过程不能控制这些因素变化情况,导致实验结果分散性大,有必要采用各种科学的方法对实验数据进行分析处理,因此,根据已有实验或检测数据对油气管道的腐蚀速率进行预测是非常重要的,它也是管道剩余寿命评价的重要步骤。

b.本文比较分析了已有的主要预测模型的原理和方法,建立了基于复化 Simpson公式和 Lagrange插值的油气管道腐蚀速率预测方法。

c.修正并完善了 GM(1,1)模型的边界条件,利用复化 Simpson公式和 Lagrange插值法重新构造了 GM(1,1)模型的背景值。

d.改进了传统模型只能对等时距时刻的腐蚀速率数据进行预测的缺点,从而得到全新的 GM(1,1)预测模型计算公式,建模和计算都简便,使用方

(下转第 62页)

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

（上接第 37页 ）

便，提高了预测精度，扩大了 GM(1, 1)模型的使用范围。需要说明的是，因检测实例有限，这一模型还有待于进一步验证。

参考文献：

[1] BSI PD6493: Guidelines on Method for Assessment the Acceptability of Flaws in Fusion Welding Structures. British Standards Institute[S].

[2] 赵金洲，喻西崇，李长俊. 缺陷管道使用性评价技术[M]. 北京：中国石化出版社，2005. 75-76.

[3] 秦政先，李长俊，胡安鑫，等. 基于 Niche GA的灰色模型预测天然气管道腐蚀速率[J]. 油气储运，2007，26(2)：50.

[4] 赵新伟，罗金恒，韩晓毅，等. 在役油气管道腐蚀剩余寿命预测方法[J]. 压力容器，2001，18(2)：57.

[5] 邓聚龙. 灰理论基础[M]. 武汉：华中科技大学出版社，2002.

[6] 郑贤斌. 油气管道腐蚀预测的完全信息 GM(1, 1)模型[J]. 石油化工腐蚀与防护，2007，24(4)：19.

[7] 李秀娟，梅甫定. 灰色神经网络模型在油气管道腐蚀速度预测中的应用[J]. 安全与环境工程，2006，13(4)：78-79.

[8] 甘元德，廖柯熹，苏维刚，等. 在役油气管道腐蚀速率的时间序列预测[J]. 内蒙古石油化工，2006，(8)：176.

[9] 李庆扬，王能超，易大义. 数值分析[M]. 武汉：华中科技大学出版社，2001.

[10] 张大海，汪世芳，史开泉. 灰色预测公式的理论缺陷及改进[J]. 系统工程理论与实践，2002，22(8)：140-142.

[11] 飞思科技产品研发中心. 神经网络理论与 MATLAB7实现[M]. 北京：电子工业出版社，2005.

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

NATURAL GAS AND OIL
(BIMONTHLY)
Vol.26 No.5 Oct. 2008

SELECTED ABSTRACTS

KEY WORDS: Grey model; Predict; Natural gas consumption; Grey theory; Model verification

CORROSION AND CORROSION PROTECTION

Application of GM (1, 1) Model in Corrosion Predication of Oil and Gas Pipelines Based on Duplicated Simpson Formula and Interpolation

Shi Hongyan, Wang Zhibin, Xue Xuyan, Hou Xiaoben (Southwest Petroleum University, Chengdu, Sichuan, 610500, China)
Gan Chunjing (China Petroleum Engineering Co., Ltd. Southwest Company, Chengdu, Sichuan, 610017, China) NGO, 2008, 26 (5): 33-37

ABSTRACT: Pipeline corrosion is one of main factors resulting in pipeline damage. Correct forecast of pipeline corrosion trend is very important for extending pipeline service life and ensuring safe operation. Because interactions between factors resulting in pipeline corrosion rate are very complex, any experimental process is beyond control of all the changing factors and all experimental results have more decentralizations, it is necessary to adopt scientific methods to analyze and process the experimental data. Analyzed and compared are major methods of forecasting corrosion rates of oil and gas pipelines, revised and consummated are boundary conditions of GM (1, 1) model. Utilized are the duplicated Simpson formula and the Lagrange interpolation method to reconstruct background values in GM (1, 1) model, which can improve greatly corrosion rate forecast precision.

KEY WORDS: Oil and gas pipeline; Corrosion; Predict; GM (1, 1) model; Construction; Background value

OIL AND GAS TREATING AND PROCESSING

Studies on the Surfactants in Natural Gas Hydrate Formation and Promotion

Wang Haixiu, Wang Shuli, Wu Xuehong (Jiangsu Key Laboratory of Oil and Gas Storage and Transportation Technology, Jiangsu Polytechnic University, Changzhou, Jiangsu, 213016, China) NGO, 2008, 26 (5): 38-41

ABSTRACT: Natural gas hydrate is similar to ice with large storage capacity and its formation is related to such factors as pressure, temperature, water/gas contact area and additive. Summarized are current researches on natural gas hydrate formation and promotion, described are different effects of various surfactants, including anionic surfactant (SDBS and SDS) and nonionic surfactant (APG), on natural gas hydrate formation and analyzed is mechanism of surfactant which speeds up gas hydrate formation. Results show that various surfactants can promote natural gas hydrate formation to a certain extent and change natural gas hydrate formation mechanism. The researches on new additives are significant.

KEY WORDS: Surfactant; Natural gas hydrate; Formation; Promotion

MACHINERY AND EQUIPMENT

Design optimization of Working Drawings of Pipelines and Equipment Based on the Human-computer Engineering

Li Kui (PetroChina Southwest Oil and Gas Field Branch, Sichuan Northeast Gas Field, Dazhou, Sichuan, 635000, China) NGO, 2008, 26 (5): 50-53

ABSTRACT: Selected are three-dimensional drawing comparison and display methods to improve working drawing design of pipelines and equipment. The typical phenomenon identification of different design outputs are obtained by using design input of the same process flow diagram, analyzed are the reasons for different working drawing outputs, design optimization requirements, methods and measures are put forward for humanization, human-computer integration and aesthetic harmonization. It is emphasized that design optimization shall be strengthened in working drawings of pipelines and equipment so as to provide the most reasonable design results for users.

KEY WORDS: Working drawing; Humanization; Design; Optimization

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net