

突变评价法在大型起吊设备安装安全评价中的应用

焦德平

(三峡大学 水利与环境学院, 湖北 宜昌 443002)

摘要:针对大型起吊设备安装危险性高的状况,考虑安装许可、安装管理、安装技术等因素,建立评价大型起吊设备安装安全的 2 级指标体系,提出采用突变评价法对大型起吊设备安装安全状况进行分析。该方法避免了底层指标权重确定的主观性,运用不同突变模型的归一公式进行计算,最终得出安全状况的总突变隶属度值,实现安全状况的评价。示例表明,该方法合理、可行。

关键词:大型起吊设备;安全评价;突变评价法;突变模型

中图分类号:TH 218 **文献标志码:**A **文章编号:**1671—1807(2013)06—0147—04

巨型龙门起重机、缆机等大型起吊设备广泛应用于道路桥梁、水利水电工程、房地产等工业生产和基础设施建设中。但大型起吊设备安装具有高危险性,任何一环节出现问题,都有可能导致人身伤亡等安全事故。为了提高大型起吊设备安装的安全性^[1-2],本文从安装许可、安装管理、安装技术等因素,建立安装状况 2 级指标体系^[3],提出大型起吊设备安装安全突变评价模型,应用突变评价法对设备安装安全状况进行评价。

突变评价法是以突变理论为基础的综合评价方法。利用归一公式本身中的内在矛盾地位和机制确定各指标的重要程度,并进行量化,从而避免了底层指标权重确定的主观性。突变评价法已广泛应用于各种学科。赵志峰^[4]利用突变理论分析了边坡安全性;唐明等^[5]运用突变评价法研究旱灾风险;何金平和李珍照^[6]运用突变理论综合分析并评判大坝安全。本文利用施玉群^[7]的思想,自行设计一套变换方法,解决了突变评价法中评价分值高的缺陷,从而符合人们心目中“优、劣”的概念之分,提高了突变评价法的实用价值。

1 突变评价法的基本原理

1.1 突变理论

突变理论是 20 世纪 70 年代发展起来的一门研究突变现象的新兴数学学科,它以拓扑动力学、奇点理论及结构稳定的拓扑概念为基础,专门研究动态系

统在连续性变化过程中出现的非连续变化现象。其特点是根据系统的势函数将它的临界点分类,研究各类临界点附近不连续变化状态的特征,从而归纳出若干初等突变模型,并在此基础上研究自然、社会中的突变现象。

突变评价法是以突变理论为基础发展起来的一种多准则综合评价决策方法。其主要特点是根据系统内在作用机理,确定若干评价指标,组成多层系统;把突变理论与模糊数学结合,得到底层评价指标的突变模糊隶属度值,利用不同突变模型下的归一公式进行综合量化递归运算,求出总隶属度值,从而进行评价。

1.2 典型的突变模型

雷内·托姆(Rene Thom)证明了由控制变量个数决定的 7 种初等突变模型,常见的是以下 3 种。见表 1。

表 1 3 种突变模型

类型	势函数
尖点模型	$f(x) = x^4 + V_1 x^2 + V_2 x$
燕尾模型	$f(x) = x^5 + V_1 x^3 + V_2 x^2 + V_3 x$
蝴蝶模型	$f(x) = x^6 + V_1 x^4 + V_2 x^3 + V_3 x^2 + V_4 x$

其中 $f(x)$ 为 x 的势函数, x 为状态变量, V_1 、 V_2 、 V_3 、 V_4 为控制变量。尖点模型表示指标因素有 2 个;燕尾模型表示指标因素有 3 个;蝴蝶模型表示指标因

收稿日期:2013—04—02

作者简介:焦德平(1986—),男,山东泰安人,三峡大学硕士研究生,研究方向:工程管理。

素有 4 个,相对重要的控制变量写在前面,相对次要的写在后面。

1.3 突变模型归一公式及其推导

对于势函数 $f(x)$,令 $f'(x)=0$,求得系统的平衡曲面方程,再令 $f''(x)=0$,求得平衡曲面的奇点集,联立 $f'(x)=0$ 和 $f''(x)=0$ 消去状态变量 x ,求出只包含控制变量形式的分歧方程式。系统突变发生于控制变量满足分歧方程式的前提下。利用分歧方程推导引申出归一公式,归一后可将所有状态变量和控制变量的取值范围控制在 $[0,1]$,实现各类变量的比较,为评价决策提供工具。常见突变模型的归一公式见表 2。

表 2 3 个归一公式

类型	归一公式
尖点模型	$X_{V1}=V_1^{1/2},X_{V2}=V_2^{1/3}$
燕尾模型	$X_{V1}=V_1^{1/2},X_{V2}=V_2^{1/3},X_{V3}=V_3^{1/4}$
蝴蝶模型	$X_{V1}=V_1^{1/2},X_{V2}=V_2^{1/3},X_{V3}=V_3^{1/4},X_{V4}=V_4^{1/5}$

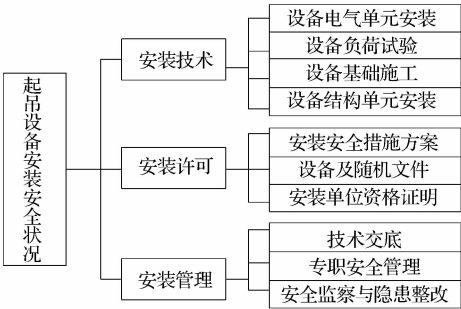
2 起吊设备安装安全突变评价

2.1 起吊设备安装安全指标评价体系的构建

建立全面合理的起吊设备安装安全指标评价体系是实现安装状况评价的基础和关键。在多家建筑施工过程的基础上,建立起吊设备安装安全的 2 级指标评价体系。如图 1。

2.2 原始数据的标准化处理

不同因素的取值范围存在差异,为了消除这种差异,需采取措施将原始数据转化为 $0\sim1$ 范围内无量



纲标准值。笔者采用常用的“最大—最小”方法将原始数据进行处理。标准化公式如下：

$$y_i=x_i-x_i(\min)/x_i(\max)-x_i(\min) \tag{1}$$

$$y_i=x_i(\max)-x_i/x_i(\max)-x_i(\min) \tag{2}$$

其中 y_i 、 x_i 、 $x_i(\min)$ 、 $x_i(\max)$ 分别代表因素 i 的标准值、原始值、最小值及最大值。公式 1 表示安装安全状况随着因素值的增大而趋于更安全;公式 2 表示安装安全状况随着因素值的减小而趋于更安全。

2.3 突变评价法得分值较高的处理

由于归一公式具有聚焦特点,最终得到的总突变值一般较高(接近 1),通过排序可得到“优”与“劣”之分,但不符合人们习惯认识的绝对“优”与“劣”含义。笔者借鉴施玉群的思路设计一套转换方法。取底层因素值均为 $x_i(i=1,2\cdots n)$ 时,利用归一公式得到总突变值 $y_i(i=1,2\cdots n)$,当 n 足够大时,则建立 y_i 与 x_i 之间的变换关系。一般底层因素值具有习惯意义上的“优”与“劣”之分,通过 y_i 与 x_i 之间的变换,进而得到 y_i 的“优”或“劣”。见表 3。

表 3 X 与 Y 对应关系

X=0	X=0.6	X=0.7	X=0.8	X=0.9	X=1
Y=0	Y=0.8801	Y=0.9147	Y=0.9457	Y=0.9740	Y=1

表 4 通过 X 与 Y 互换得到起吊设备安装安全的评价集

总突变 y	0.9740—1	0.9457—0.9470	0.9147—0.9457	0.8801—0.9147	0—0.8801
评价结果	安全	较安全	一般	较危险	危险

2.4 突变评价法的互补与非互补原则

多目标评价决策采用突变评价法时,要遵守互补与非互补原则。即若一个系统的诸控制变量(V_1 、 V_2 、 V_3 、 V_4)之间不能相互补充,则按非互补原则处理,即按“大中取小”的原则处理;若系统的诸控制变量(V_1 、 V_2 、 V_3 、 V_4)之间有相互关联,则按互不原则处理,即按取平均值处理。

只有遵守以上两个原则,才能满足突变评价中分

歧方程的要求。通过归一公式的递归综合运算,最终得到起吊设备安装安全的评价结果。总突变值越大,设备安装安全状况越好。

3 实例计算

3.1 专家打分

本文对某公司的起吊设备安装安全评价。按照图一所列的评价指标体系,根据突变评价法进行评判。首先,请 12 位专家对公司的底层因素打分,去掉

每个底层因素评分的最高值和最低值,取剩余评分的平均值,即为每个底层因素最终的得分。

然后利用标准化公式(1)和(2)计算各因素的标准化值,再按不同突变模型的归一公式及“互补”与“非互补”原则递归运算,最总得到设备安装安全状况的总突变隶属度值。

下面以公司 1 为例,计算各层指标值。
 C_1 、 C_2 、 C_3 、 C_4 构成蝴蝶突变模型,利用归一公式及非互补原则,计算:
 $X_{c_1}=0.81641/2=0.9035$, $X_{c_2}=0.82381/3=$

0.9374 , $X_{c_3}=0.83561/4=0.9561$, $X_{c_4}=0.81271/5=0.9594$
 $B_1=\min(X_{c_1}, X_{c_2}, X_{c_3}, X_{c_4})=0.9035$
 C_5 、 C_6 、 C_7 构成燕尾突变模型,利用归一公式及非互补原则,计算: $B_2=0.8865$
 C_8 、 C_9 、 C_{10} 构成燕尾突变模型,利用归一公式及互补原则,计算: $B_3=0.9379$
逐层递归运算,求出起吊设备安装安全状况的总突变值 $A=0.9505$

表 5 公司的具体数据

目标层	规则层		因素层	
总突变值	因子值	归一化值	标准值	归一化值
			$C_1=0.8164$	$X_{c_1}=0.9035$
			$C_2=0.8238$	$X_{c_2}=0.9374$
	$B_1=0.9035$	$X_{B1}=0.9505$	$C_3=0.8356$	$X_{c_3}=0.9356$
			$C_4=0.8127$	$X_{c_4}=0.9594$
$A=0.9505$			$C_5=0.7858$	$X_{c_5}=0.8865$
	$B_2=0.9035$	$X_{B2}=0.9505$	$C_6=0.7532$	$X_{c_6}=0.9049$
			$C_7=0.7667$	$X_{c_7}=0.9357$
			$C_8=0.8762$	$X_{c_8}=0.9361$
	$B_3=0.9035$	$X_{B3}=0.9505$	$C_9=0.8323$	$X_{c_9}=0.9406$
			$C_{10}=0.7705$	$X_{c_{10}}=0.9369$

3.2 结果分析

从表 7 的数据可以看出,公司的起吊设备安装安全状况总突变值为 0.9505,评级结果为较安全。对于本文具体研究的公司,若管理层要进一步提高起吊设备安装安全状况,主要是加强设备电气单元安装的管理。

4 结束语

1)突变评价法可依据突变理论的基本原理,研究分析作用机理尚不十分明确的突变事物,它主要依据分歧方程引申出的归一公式对建立的多因素评价问题进行综合量化递归运算,利用归一公式本身中的内在矛盾地位和机制,确定各指标的重要程度,从而避免底层因素权重确定的主观性,且计算方便、简单。
2)由于归一公式的聚集特点,突变评价法存在总突变隶属度值较大的缺陷,本文笔者借鉴施玉群的思想,提供一种解决手段,即通过底层因素与总突变隶属度值相互变换,得到人们习惯意义上的“优”、“劣”之分,使突变评价法实用性更强。
3)运用突变评价法评价起吊设备安装安全状况

是笔者的尝试,对于总指标分解的层数多少、底层因素专家评分、各指标相对重要程度及“互补”与“非互补”原则的利用,可能需要进一步的研究和完善。

参考文献

[1] 张金民.塔式起重机的安装与安全监督管理[J].建筑安全,2003(1):34—35.
[2] 许风军.起重机安全状态的评价[J].内蒙古科技与经济,2009(15):87—89.
[3] 郑霞忠,肖玲,肖俊,张广飞.大型起吊设备安装安全模糊综合评价[J].人民黄河,2011(1):114—116.
[4] 赵志峰,徐卫亚.基于突变理论的边坡安全性综合评价[J].岩石力学与工程学报,2007(1):2707—2712.
[5] 唐明,邵东国,姚成林,黄星峰.改进的突变评价法在旱灾风险评价中的应用[J].水利学报,2009(7):858—862.
[6] 何金平,李珍照.基于突变理论的大坝安全动态模糊综合评价与评判[J].系统工程,1997(5):39—43.
[7] 施玉群,刘亚莲,何金平.关于突变评价法几个问题的进一步研究[J].武汉大学学报,2003(4):132—136.
[8] 都兴富.突变理论在经济领域的应用(下册)[M].成都:电子科技大学出版社,1994.

Catastrophe Theory Based Evaluation Method and Its Application to the Safety
Evaluation of Large Lifting Equipment Installation

JIAO De-ping

(College of Hydraulic and Environmental Engineering, China Three Gorges University, Yichang Hubei 443002, China)

Abstract: In accordance with high-risk condition of large-scale lifting equipment installation ,Considering the installation license , installation management, installation technology, Establish two indicators evaluation of large-scale lifting equipment to install security system, Asked the catastrophe evaluation method to the analysis of large lifting equipment installed security situation. This method avoids the subjectivity of the underlying index weights determined, Use different mutation model normalization formula to calculate, Eventually come to the security situation of total mutations membership values, Evaluation of the security situation, Example shows that the method is reasonable and feasible.

Key words: large-scale lifting equipment; safety evaluation; catastrophe evaluation method; catastrophe model

(上接第 119 页)

参考文献

[1] ROSE A K. The Role of Exchange Rates in A Popular Model of International Trade: Does the ‘Marshall-Lerner’ Condition Hold? [J]. Journal of International Economics, 1991, 30: 301—316.

[2] BOYD D. Real Exchange Rate Effects on the Balance of Trade[J]. International Journal of Finance and Economics, 2001(6): 201—216.

[3] WILSON P. Exchange rate and the Trade Balance for Dynamic Asian Economies-Does the J-curve Exit for Singapore, Malaysia and Korea[J]. Open Economies Reviews, 2001(12): 389—413.

[4] BAHMANI-OSKOOEE M, BROOKS J J. Bilateral J-curve Between US and her Trading Patners[J]. Welewiasehafbcbes Archive, 1999, 135: 156—165.

[5] SINGH. India’s Trade Balance: The Role of Income and Exchange Rates[J]. Journal of Policy Modeling, 2002, 24: 437—452.

[6] SAUCER C, A BOHARA. Exchange Rate Volatility and Exports: Regional Differences between Developing and Industrialized Countries[J]. Review of International Economics, 2001(9): 133—152.

[7] KLEIN M W. Sectoral Effects of Exchange Rate Volatility on United States Exports[J]. Journal of International Money and Finance, 1990(9): 299—308.

[8] DALY KEVIN. Does Exchange Rate Volatility Impede the Volume of Japan’s Bilateral Trade? [J]. Japan and the World Economy, 1998(10): 333—348.

[9] CHOU W L. Exchange Rate Variability and China’s Exports [J]. Journal of comparative Economics, 2000, 28: 61—79.

[10] 魏巍贤. 中国出口与有效汇率的关系分析[J]. 统计研究, 1997(5): 45—51.

[11] 李海波. 人民币实际汇率与中国对外贸易的关系[J]. 世界经济研究, 2003(7): 62—67.

[12] 卢向前, 戴国强. 人民币实际汇率波动对我国进出口的影响: 1994—2003[J]. 经济研究, 2005(5): 31—39.

[13] 陈彪如. 人民币汇率研究[M]. 上海: 华东师范大学出版社, 1992.

[14] 梁琦, 徐原. 汇率对中国进出口贸易的影响——兼论 2005 年人民币汇率机制改革[J]. 管理世界, 2006(1): 48—57.

[15] 贺力平. 人民币实际有效汇率与近年来中国经常账户顺差 [J]. 金融研究, 2008(3): 13—28.

[16] 高铁梅. 计量经济分析方法与建模[M]. 北京: 清华大学出版社, 2009.

The Influence of Fluctuation of Real Effective RMB Exchange Rate
on Chinese Import and Export

LIU Gao-xiu

(School of Economics, Yunnan University, Kunming 650091, China)

Abstract: Exchange rate is a adjustive implement of reaching inward and outward equilibrium of economy. Researching the impact of exchange rate on import and export has great instructional meaning of constituting macroeconomic policy. We examine the relationship using a AR-GARCH model and co-integration theory. The result is that there is co-integration between real effective RMB exchange rate and Chinese impot and export during the long term, but not during the short term.

Key words: real effective RMB exchange rate; import and export; AR-GARCH model; co-integration