**宁波理工学院**



**毕业设计（论文）**



题 目 **基于Android的健康信息服务系统**

姓 名 **卓修武**

学 号 **3120411040**

专业班级 12**信息与计算科学1班**

指导教师 **刘启玉**

学 院 **信息科学与工程学院**

完成日期 **2016年 5月10日**

# 摘 要

运用可拓学的物元理论、可拓集合论和关联函数，构建化工评价单元的经典物元和节域物元，建立了化工评价单元的物元模型。应用该物元模型，选取合适的因子作为评价指标，对评价单元的8条样本数据的危险性进行评价，获得了合理的评价结果。通过与其它评价方法的评价结果进行对比分析，表明该方法能较真实地反映评价单元的实际危险性等级，证明可拓学理论应用于化工安全评价是可行和有效的。

**关键词：**可拓方法；物元模型；关联度；化工；安全评价

# **Abstract**

By applying matter-element theory, extension set theory and dependent function calculation of extension method, the elassica1 and 1imited matter-elements of chemical evaluation unit were set up, and matter-element model of the chemical evaluation unit was established as well in this paper. By using the element model and selecting the appropriate factor as the evaluation, the hazard of the evaluation unit was evaluated. The hazard assessment was conducted on eight sample data of the evaluation unit, and reasonable assessment results were obtained. Compared with assessment results of other assessment methods, this method can reflect the actual hazard degree of evaluation unit more truly. It is proved that the extension theory to be applied to the safety assessment of chemical industry is feasible and effective.

**Keywords:** Extension method；Matter-element model；Degree of association；Chemical industry；Safety assessment

目 录

[摘 要 I](#_Toc14553)

[Abstract II](#_Toc8131)

[第1章 绪论 1](#_Toc18963)

[1.1 研究背景 1](#_Toc29477)

[1.2 可拓理论研究与应用现状 2](#_Toc28764)

[1.3 论文研究方法 3](#_Toc32290)

[1.4 论文研究内容 3](#_Toc14461)

[第2章 安全评价方法研究 5](#_Toc17050)

[2.1 安全评价概述 5](#_Toc3111)

[2.2 安全评价方法 6](#_Toc32127)

[2.3 几种常用评价方法简介 8](#_Toc28267)

[2.3.1 安全检查表分析法 8](#_Toc32766)

[2.3.2 道化法 8](#_Toc17585)

[2.3.3 蒙德法 9](#_Toc22277)

[2.3.4 单元危险性快速排序法 10](#_Toc22705)

[第3章 可拓学理论及可拓综合评价 12](#_Toc23528)

[3.1 可拓学概述 12](#_Toc25344)

[3.2 基元理论 13](#_Toc24367)

[3.2.1 基元定义 13](#_Toc11050)

[3.2.2 物元定义 14](#_Toc26325)

[3.2.3 经典域与节域 15](#_Toc29039)

[3.3 可拓评价方法 15](#_Toc896)

[第4章 PTA生产装置的可拓安全评价 18](#_Toc14239)

[4.1 PTA流程 18](#_Toc7290)

[4.2 实例分析 20](#_Toc27054)

[4.2.1 评价指标及危险度等级的确定 20](#_Toc20597)

[4.2.2 物元模型的建立 21](#_Toc11243)

[4.2.3 确定待评物元 22](#_Toc14681)

[4.2.4 权重系数的确定 22](#_Toc1034)

[4.2.5 联度计算及确定评价结果 23](#_Toc5048)

[4.2.6 结果分析 24](#_Toc31581)

[第5章 总结与展望 25](#_Toc3731)

[5.1 论文总结 25](#_Toc3055)

[5.2 展望 25](#_Toc28310)

[参考文献 27](#_Toc30558)

[致 谢 28](#_Toc18429)

# 绪论

## 研究背景

本文旨在研究可拓论在化工安全评价中的应用——可拓安全评价方法，并将其评价结果与常用的安全评价方法的评价结果进行比较。

安全是当前世界的重要课题，而安全评价则是一种解决安全问题的重要的手段。目前在化工行业中安全评价占有重要的位置。安全评价的方法随着科技的进步也有了长足地发展。

随着我国经济的快速发展，各类大型的化工企业都在蓬勃发展，化工企业对安全的要求也越来越高，这就使得安全评价在该行业中显得相当重要。

安全评价是对系统中发生事故的可能性、危险因素以及损失、伤害程度进行调查和分析，将结果采用具体的数值来表示。然后针对存在的问题提出防范措施，以此来将危险降低到最低水平甚至消除危险。

目前常用的化工评价方法有两类，一类是以故障发生的概率作为基础，例如故障树(FTA)、故障类型和影响分析(FMEA)等。另一类是指数法，例如蒙德法(MOND) 、道化法(DOW)、单元危险性快速排序法等。

总体上来说，随着各种评价方法的版本的升级，这几种评价方法基本上都能够反映出被评价单元的爆炸火灾以及毒性的危险等级。目前化工项目的安全评价通常是采用分阶段综合使用的方法，以取长补短。

由于化工项目中涉及的安全影响因素很多，且有不少因素都难以有效地加以评估，现有的方法在评价指标的选取和参数确定等方面还存在一定缺陷。目前，可拓理论及可拓方法在不少方面的应用都取得了显著的成效，如何结合现有的可拓学知识，运用可拓理论的方法和技术，成为化工领域安全评价方面应用的一个研究课题。

## 可拓理论研究与应用现状

可拓学在学术界已经取得了非常显著的成果。蔡琢分析了我国化工园区的发展情况及发展优势，阐述了当前化工园区风险评价的复杂性及存在的问题，提出了化工园区重大危险源研究和风险综合评价指标体系研究的方法。该论文的研究可以使化工园区的管理者更好地了解化工园区内重大危险源的风险情况，为化工园区的安全规划提供依据，并为化工园区制定合理的安全管理措施及应急救援预案提供依据，同时也有利于建立和完善化工园区的风险评价体系，并引导化工园区健康发展。李杰通过安全风险的研究，对安全机构的建设、安全机构的管理、安全管理信息系统的建立等措施进行构建，对石油化工企业安全现状的分析，提出石化企业安全生产对策。孙佰清、刑爱国等为解决BP神经网络模式识别时训练准则和分类准则不一致的问题，采用可拓学的扩缩变换，通过在输出空间中用一个特定区域（称作教师区域）来代替教师信号，极大地提高了可拓神经网络模型的训练速度，同时彻底解决网络训练和实际分类准则不一致的问题。张玉斌、张云辉等人针对上市公司绩效问题，应用可拓方法建立了上市公司综合评价模型，并对30家上市公司进行了综合评价。结果表明，该评价模型具有良好的实用性。

可拓学与其他学科相结合，产生了多个领域中的可拓工程理论与方法。近年来，可拓工程的研究已涉足信息业、化工业、管理、经济、自动化、机械设计、医学、农业等多个领域，比如可拓信息技术、可拓搜索技术、可拓策略生产技术、可拓营销方法、可拓检测技术、水质监测评价、环境评价等。但现在人们对于可拓学的研究还是依然不够。可拓学还处于幼年期，依然还在等待着学者们去更进一步地发现和研究。目前，很多对于可拓学应用的研究还仅仅只是停留在研究阶段，还并没有使其能够真正投入和推广到实际应用中。就拿可拓控制来说，“可拓控制器”的产品化及其推广，使更多产品装上可拓控制器，就是“可拓控制”这一研究方向的重要任务之一。当然，也有已经产品化的。像广州柏力坚电器有限公司就采用可拓检测原理，研制了可拓检测电饭煲，将不可测的米量转化为可测的温度和功率的函数，从而测出米量，进而决定饭是否煮好。虽然，可拓检测技术从理论研究发展到技术的研究和产品的研制，取得了较好的成绩，但目前的研究还是初步的。学者们将该技术应用于洗衣机、冰箱等家电的研究也在进行中。

## 论文研究方法

本文尝试将可拓学应用于化工安全评价研究工作中，探讨其在此方面的适用性与有效性。本文将以某公司的PTA生产过程的数据作为研究数据。在开始研究之前，必须要先研究PTA生产工艺的流程，以及各个过程单元的具体流程。本文中以某公司PTA生产过程中的PTA块单元的安全评价作为研究对象。首先借助文献分析调查法，通过资料学习和了解该公司的PTA流程图，分析该PTA块单元的生产过程中存在的安全因素，运用可拓理论知识，将基于可拓学的可拓综合评价方法引入化工安全评价研究工作中，构建基于可拓学的化工安全评价模型，在专家调查的记录数据的基础上建立评价指标体系及评价尺度，并计算出权重系数，最后以宁波某公司的PTA生产过程中的PTA块单元的生产过程安全评价为例验证模型的有效性。

## 论文研究内容

1. 可拓学理论的基本概念及其相关研究

可拓理论以形式化的模型探讨事物拓展的可能性以及开拓创新的规律与方法，并应用于解决矛盾问题。目前己经初步确定了可拓理论的核心——基元理论、可拓集理论和可拓逻辑，并建立了以三大核心为支柱的可拓学理论框架，且初步研究了各支柱的构成、基本概念以及相关内容。可拓理论是可拓学的基本理论。由于可拓学的研究对象在各个领域中都有存在，且有别于生物学，机械学，电工学等纵向学科，因此，可拓学被定位为与信息论、控制论、系统论、数学等相类似，是一门涉及范围广泛的横断学科，而同样的，它的理论基础——可拓论也就被认定为是横断学科理论。

可拓理论从新的角度为人们认识和分析现实世界、解决现实世界中的无处不在的矛盾问题，提出了一种新的方法理论。可拓方法通过对矛盾问题进行分析、变换、推理、判断，最终生成了解决矛盾问题的策略的有效方法，将人们的创造性思维过程形式化和定量化，并为人们用形式化模型完成“发现问题 -> 建立问题模型 -> 分析问题 -> 生成解决问题的策略”的过程提供了理论依据与方法。

可拓理论是采用基元形式化来描述物、事和关系的，其中物元表示物，事元表示事，而关系元则表示事物之间的关系。基元采用有序三元组来描述一切对象。

1. PTA生产过程及生产装置安全状况分析

通过研究某公司的PTA单元生产过程的流程，掌握各个生产环节中所需的原料及影响因素等，分析该流程中所使用的生产装置的安全状况，从而分析出该生产过程中存在的主要安全因素。

1. 基于可拓的PTA装置的安全评价方法

本文将采用可拓方法对PTA装置的生产安全进行安全评价研究。

首先要做的就是建立研究对象的物元模型。选用操作温度、压力、氢气流量等作为评价指标来建立安全评价物元模型。之后将该单元的安全评价划分为比较安全、稍微警戒、高度戒备、极度危险四个等级，建立经典域的各个物元和节域物元。然后根据该工艺过程中的各影响因素来确定待评价物元。权重系数的确定，也是至关重要。由于通过熵权评价方法能避免主观因素造成的评判结果的偏差，故采用熵权确定方法来确定权重系数。之后，用关联函数来计算各个状态符合要求的程度，其中关联函数的数值最大的即为该单元隶属的安全等级。

# 安全评价方法研究

## 安全评价概述

所谓的安全评价，其评价的对象是安全，评价的结果是安全的程度。要想研究如何来对安全进行评价，达到什么样的程度才算是安全的，那么就应该要先弄清楚一个问题——何谓安全？安全在辞典中的解释是指不受威胁，不出事故，没有危险、危害、损失。显然，辞典里定义的是绝对的安全观，但就现实而言的话，它是偏颇的，不够科学的，因为在我们所生活的现实世界中，完全没有危险、不受威胁、不出事故的状态基本上是不可能存在的。

与绝对的安全观相对应的就是目前被学界和业界所普遍接受的相对安全观，它的观点是：安全是相对的，绝对的安全是不存在的。但是，到目前为止，具体的定义却还是众说纷纭的。有的人认为“安全就是危险可以控制的状态”；也有的人认为“安全就是不发生导致伤亡、职业病、机械或财产损失的状态”；还有的人则认为“安全就是被判断为不超过允许极限的危险性，也就是之没有受到损害的危险或损害概率低的通用术语”。虽然，这些具体的定义说法不一，但从中也不难得出以下几个结论：

(1) 安全与危险是相对而言的，绝对的安全是不可能存在的；

(2) 安全是一种状态，它并不是一瞬间的结果，而是具有时效性的动态描述；

(3) 安全与危险、事故等是相互对立的矛盾关系，但彼此之间又是紧密相关的；

(4) 安全的衡量标准带有主观意愿，它在时间和空间上是主客观的统一。

安全评价，国外也称为安全性评价、风险评价或者危险评价。它是以实现工程、系统的安全为目的，运用安全系统工程原理与方法，对工程、系统中存在的危险因素、有害因素进行辨认与分析，从而判断出工程、系统发生事故和职业危害的可能性及其严重程度，并最终为制定出合理的防范措施和管理决策提供科学的依据。它按照科学的方法和程序，对工程、系统中发生事故的可能性、危险因素以及造成的损失、伤害程度进行调查和分析，并最终将结果采用具体的数值的形式表示出来。然后根据目前的经济条件和科技水平，针对存在的问题提出防范措施,以此来将危险降低到最低水平甚至消除危险。

安全评价不但需要安全评价理论的支撑，而且也需要理论与实际经验的结合，二者都是缺一不可的。

安全评价的目的是查找、分析和预测工程、系统、生产经营活动中所存在的危险、有害因素及其可能会导致的危险、危害后果及程度，从而提出合理可行的安全对策和措施，并指导危险源监控和事故的预防，以达到最低事故率、最少损失和最优的安全投资效益，为实现安全技术、安全管理的标准化与科学化创造条件，同时促进企业实现本质的安全化。

安全评价具有以下几点作用：

1. 可以使工程、系统有效地减少事故和职业危害的发生；
2. 可以系统地对工程、系统进行安全管理；
3. 可以用最少的投资来达到最佳的安全效果；
4. 可以促进各项安全标准的制定和可靠性数据的积累；
5. 可以快速提高安全技术人员的业务水平。

## 安全评价方法

安全评价方法是对安全进行定性、定量评价的工具。安全评价内容十分丰富，安全评价因其评价目的和评价对象的不同，安全评价的内容和指标也会不同，安全评价的方法也很多，但每种评价方法都有其适用的范围和应用条件。在进行安全评价时，应该要根据安全评价的对象和要实现的安全评价目标，选择合适的安全评价方法进行安全评价。

安全评价方法按照评价指标的量化程度可分为定性评价方法、半定性半定量评价方法和定量评价方法。一般常用的安全评价方法有：

（1）定性评价方法

定性评价方法主要是根据经验和判断对工程、系统的设备、环境、工艺、人员、管理等各个方面的状况进行定性的评价。比如常见的方法有安全检查表评价法（SCL）、预先危险性分析法 (PHA)、故障类型和影响分析法 (FMEA)等。

（2）半定性半定量评价方法

半定性半定量评价方法大多数是建立在实际经验的基础上，进行合理打分，再根据最后的分值或概率风险与严重度的乘积来进行分级。常见的方法主要包括打分的检查表法、改进型的作业条件危险性评价法（MES法）、作业条件危险性评价法（LEC）等，其中作业条件危险性评价法也叫概率风险评价方法(LEC)。

（3）定量评价方法

定量评价方法是运用一种基于大量的实验结果和广泛的事故资料统计分析获得的指标或规律，并根据一定的算法和规则对工程、系统的各个因素及相互作用的关系进行赋值，从而最终给出一个确定的值的评价方法。常见的方法主要有危险指数评价法、蒙德法、层次分析法、概率安全评价法 (PSA)、事件树分析法(ETA)和事故树分析法(FTA)等。

以上的一般安全评价方法都各有自己的特点与适用范围，而且大多数方法都存在有相当大的主观因素。

目前常用的化工评价方法有两类，一类是以故障发生的概率作为基础，例如故障树分析法(FTA)、故障类型和影响分析(FMEA)等。这类方法都是采用以前积累的故障相关数据，计算出其发生故障的概率，然后转化为风险度，最终得到以量的形式来表示的安全程度。其中常用的方法以故障树分析法较为典型，该方法是以故障事件的发生作为最后的状态，然后使用系统分析的方法寻找造成这—故障状态的一系列失误原因。另一类是指数法,例如蒙德法(MOND) 、道化法(DOW)、单元危险性快速排序法等。

道化法、蒙德法以及快速排序法是广泛运用于火灾、爆炸、安全和毒性方面的评价方法,这三种方法之间有着许多的联系和相同之处,但是这几种安全评价的方法以及它们的选取标准也存在着很大的差异。总体上来说,随着各种评价方法的版本的升级,这几种评价方法基本上都能够反映出被评价单元的爆炸火灾以及毒性的危险等级。针对被评价单元火灾、爆炸和毒性危险等方面的影响范围以及在考虑安全补偿措施方面，蒙德法比较全面。针对被评价单元的火灾爆炸影响的区域以及各种可能的损失方面,道化法比较具有优势。而快速排序法是道化法的简化办法,它最大的特点是能够找出单元内的最大的危险物,而且能够高效地计算，从而快速地排出单元的危险等级,适用于那些大型复杂单元的初评价。因此，目前化工项目的安全评价通常是采用分阶段综合使用的方法，以取长补短。

## 几种常用评价方法简介

### 安全检查表分析法

安全检查表分析(safety checklist Analysis)是系统安全工程一种广泛应用的最简便最直观的危险性评价方法。它是将一系列项目包括总体布局、建（构）筑物、工艺过程、设备、储运、操作、管理等各个方面进行分析评价以确定系统安全状态的方法。通过列出检查单元和部位、检查项目、检查要求，对照相关标准、规范和规定，分析得出有关缺陷或差异的结论。

安全检查表分析包括三个步骤：

①选择或拟定合适的安全检查表；

②完成分析；

③编制分析结果文件。

### 道化法

道化法是美国道化学公司于1964年提出的“火灾爆炸指数”评价法。该评价方法是以能够代表相对重要的物质在标准状态下的爆炸、火灾或者是放出能量的危险性潜在能量的物质系数作为基础，与此同时把引起爆炸或者火灾的特殊物质的危险性等以及操作条件和化学反应的特殊过程的危险性作为追加系数来修正，最终计算出火灾的爆炸系数，并且根据指数的大小对化工装置的危险性的程度分组，然后针对不同的危险等级提出相应的对策。其评价计算程序如图2.1所示。



图2.1 道化法评价程序程序图

### 蒙德法

英国帝国化学公司（ICI）蒙特（Mond）工厂，在美国道化学公司安全评价法的基础上，提出了一个更加全面、更加系统的安全评价法，称为ICIMond法，或英国帝国化学公司蒙特法。

在道化学法基础上扩充了以下几点：

①增加了毒性的概念和计算；

②发展了某些补偿系数；

③增加了几个特殊工程类型的危险性；

④能对较广范围内的工程及储存设备进行研究。

其评价程序如图2.2所示。

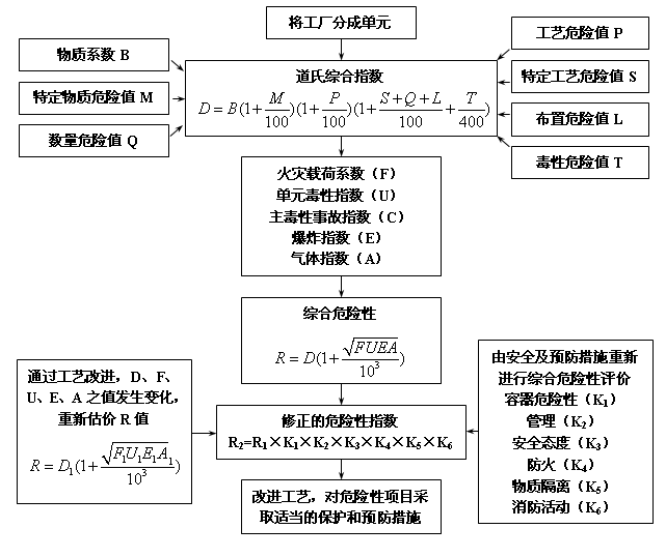


图2.2 蒙特法评价程序程序图

### 单元危险性快速排序法

单元危险性快速排序法是由荷兰劳动总管理局提出的一种定量评价方法，该方法是道化学公司的火灾、爆炸危险指数法的简化方法，使用起来简洁方便且容易推广。该法主要用于评价生产装置火灾、爆炸潜在危险性大小，找出危险设备、危险部位。其工作程序如图2.3所示。

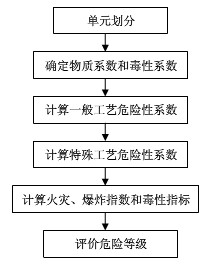


图2.3 单元危险性快速排序法程序图

# 可拓学理论及可拓综合评价

## 可拓学概述

可拓论是由中国学者蔡文提出的新理论，以蔡文研究员为首的中国学者们还创立了新的学科——可拓学。可拓论、可拓方法及其在实际领域中的应用方法与技术，即可拓工程，一起构成了新学科——可拓学。可拓学是哲学、数学和工程学的交叉学科，可拓论是它的基本理论，它特有的方法是可拓方法，而可拓工程则是可拓论和可拓方法在各个领域中的应用。由于可拓学的研究对象在各个领域中都有存在，它是研究事物拓展的可能性和开拓创新的规律与方法，并用以解决矛盾问题，且有别于生物学，机械学，电工学等纵向学科，因此，可拓学被定位为与信息论、控制论、系统论等相类似，是一门涉及范围广泛的横断学科，而同样的，它的理论基础——可拓论也就被认为是横断学科理论。

可拓学的研究是从1976年开始的，1983年，我国学者蔡文在中国的《科学探索学报》上发表了第一篇相关论文“可拓集合和不相容问题”。该篇论文具有开创性的意义。在文中，他首次提出了研究处理矛盾问题这一研究方向，引起了国内外诸多学者、专家的关注。经过20多年的探索与研究，建立了一个研究这个方向的团队，并且研究队伍还在不断壮大中。他们初步构建了一门新兴学科——可拓学的轮廓，建立了产生创意的理论体系——可拓论，研究了产生创意的方法体系——可拓方法，探讨了这套理论和方法在多个领域中的应用——可拓工程。可拓论、可拓方法和可拓工程共同构成了这个新的学科——可拓学，它是专门研究创意是如何生成的，以及研究如何利用计算机和网络去生产创意。

到目前为止，可拓学已经形成了初步的理论框架，并建立了在人工智能、计算机、管理、控制、检测等领域的应用方法 。从广东开始发展到大陆各省，并且逐步发展到香港、台湾，美国、日本、南美洲等地，建立了专职的研究所和全国性的二级学会，并得到了海内外学者的高度评价。

经过20多年的发展，可拓学已经建立了初步的理论体系和方法体系，由科学出版社出版了10本专著。此外，有200多个单位的学者在300多家杂志发表了可拓理论研究和应用研究的论文，其中，博士硕士研究写的论文，就有100多篇。仅2008年这一年时间，这些学者们就进行了20多项国家自然科学基金项目和一批省市基金项目。这些专著、论文和课题报告使可拓学的理论体系和方法体系逐步形成。

可拓学在学术界已经取得了非常好的成果，人工智能学会把可拓理论作为人工智能的理论基础之一，现在全国有20多个省市，有上千名学者都在研究可拓学。可拓学从蔡文先生创立到现在已经从一个人的研究转变成了一支拥有很多人的研究队伍。

当前, 可拓学正在朝学科共同发展的道路前进，它在对已有的理论进行全面的总结、系统化的同时, 还注重应用领域的研究, 并且加强与其它相关学科的交流。可拓学的发展加速能帮助人们处理矛盾问题的计算机的研制，并更好地应用于各门学科中处理该领域内的矛盾问题。

可拓理论以形式化的模型探讨事物拓展的可能性以及开拓创新的规律与方法，并应用于解决矛盾问题。目前己经确定了可拓理论的核心是基元理论、可拓集理论和可拓逻辑，它们是可拓学的理论支柱，逻辑细胞是基元，包括物元、事元、关系元和复合元等。

可拓理论从新的角度为人们认识和分析现实世界、解决现实世界中的无处不在的矛盾问题，提出了一种新的方法理论。可拓方法通过对矛盾问题进行分析、变换、推理、判断，最终生成了解决矛盾问题的策略的有效方法，将人们的创造性思维过程形式化和定量化，并为人们用形式化模型完成“发现问题 -> 建立问题模型 -> 分析问题 -> 生成解决问题的策略”的过程提供了理论依据与方法。

## 基元理论

### 基元定义

可拓理论是采用基元形式化来描述物、事和关系的，基元包括物元、事元、关系元和复合元等，其中物元表示物，事元表示事，而关系元则表示事物之间的关系。基元是采用有序三元组来描述一切对象的。

1. 物元

以物N为对象，c为特征，N关于c的量值v构成的有序三元组



称为一维物元，其中N、c、v为物元R的三要素，c和v构成的二元组(c，v)为物

元R的特征元。如果物N有多个特征，则可以用多维物元矩阵表示。

1. 事元

把动词d，动词的特征b及d关于b的量值u构成的有序三元组



称为一维事元。动作的基本特征有支配对象、施动对象、接受对象、时间、地点、程度、方式、工具等。

1. 关系元

由关系s、特征A和相应的量值W构成的有序三元组

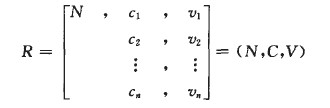


称为关系元，其中特征A包括关系的前项、后项、程度、联系方式等。

一般情况下，基元是会随着时间、空间位置和其他条件的变化而改变，因此基元中的对象、特征及其量值可以表示为某个参数的函数来反映这种变化，称之为参变量基元。

### 物元定义

以物N为对象，c为特征，以及N关于c的量值v构成的有序三元组R = (N,c,v)，作为描述物的基本单元，称为一维物元，其中N、c、v为物元R的三要素，c和v构成的二元组(c，v)为物元R的特征元。如果物N有多个特征，则可以用多维物元矩阵表示。即若物N，n个特征c1，c2，……，cn及N关于ci(i=1，2，……，n)的对应量值vi(i=1，2，……，n)所构成的阵列



成为n维物元。

### 经典域与节域

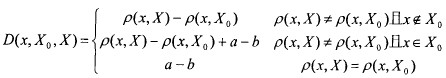
定义点x与区间Xo=<a，b>之距，即

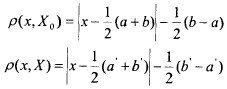
T3`ADW54[_{SC%6M19U[60X

距的概念将点与区间的位置关系用定量的形式进行了精确刻画。

在现实问题中，除了需要考虑点与区间的位置关系外，还经常需要考虑到区间与区间及一个点与两个区间之间的位置关系。

设Xo=<a,b>和X=<c , d>，XoX，其中Xo称为经典域，X称为节域，定义点x与区间Xo=<a,b>和区间X=<c , d>组成的区间套的位置关系，即





为经典域下限，为经典域上限；为节域下限，为节域上限。

若当XoX，且无公共端点时，此时

 （3.1）

## 可拓评价方法

可拓评价方法是可拓学中评价一个对象，包括事物、策略、方法等优劣的基本方法。它应用可拓集合中的关联函数对事物进行多指标多级别的综合评价，并给出定性和定量的表达结果，其中定性的结果采取最大关联度原则，而关联度值给出具体关联程度的量化表达。其基本流程如图3.1所示。

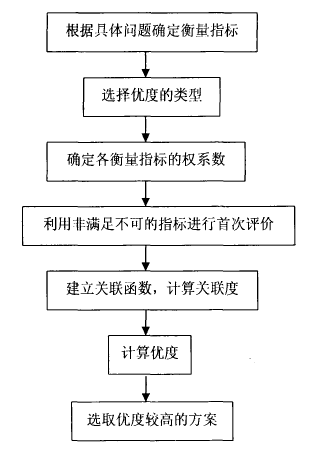


图3.1 可拓评价方法流程图

其一般步骤如下：

1. 确定衡量指标，即为确定对象的特征。
2. 建立对象的基元模型。
3. 确定经典域和节域。
4. 确定待评基元。
5. 确定各基元特征的权重。

在综合评价中，各因素或指标的权重系数的确定方法主要有专家打分法、层次分析法(AHP)、频数统计法等，但这些方法中都搀杂着过多的人为主观决定，与真实情况有一定的偏差，故在此选用熵权法。熵是用来衡量事物出现的不确定性的概念，是信息混乱程度的量度，熵值越小，表明其特征值的变异程度越大，信息越有序，信息的效用越大，指标的权重也越大；反之，指标的权重越小。通过熵权评价方法能够减小和避免因主观因素造成的评判结果的偏差。熵值法过程如下：

设有m个样本，n个评价指标形成原始样本的评价矩阵。由于评价指标的量纲不同，直接计算会对结果造成很大影响，故应对其进行无量纲化处理，在此采用归一化处理，得，则第j个评价指标的信息熵可表示为

 （3.2）

计算指标熵权重，第j个指标的熵权为

 （3.3）

1. 首次评价。

利用非满足不可的指标进行首次评价。若该指标的量值属于该指标所有基元模型的经典域，则进入下一步骤，否则认为待评价对象不满足“得满足不可条件”，认为其为不可拓对象。

1. 确定关联函数，计算关联度。

关联函数能够反应被评物元与某一标准的隶属程度，在此选用如下公式：

 （3.4）

（8）计算优度。

将检测模型针对对象基元计算得出的不同关联度与不同指标的权重程度大小按下式计算。

 （3.5）

其中，为待评基元关于i(i=1，2，…，n)等级的综合关联度。

（9）根据最大关联度原则，评价该待评基元模型，即待评基元属于i等级。

# PTA生产装置的可拓安全评价

## PTA流程

本文以PTA生产过程作为研究数据。在开始研究之前，必须要先研究PTA生产工艺的流程，以及各个过程单元的具体流程。本文以PTA生产过程中的PTA块单元作为研究对象。

在PTA工序中，CTA在高温高压下完全溶解于纯水，不纯的CTA经液相加氢精制。完全溶解的CTA水溶液进入加氢反应器，通过碳钯催化剂床层，不纯的CTA如4CBA液相加氢净化，反应器的操作条件是290℃、86 kg/cm2G。氢气经一级往复式压缩机压缩到100kg/cm2G后进入反应器，由流量阀控制其流量。对于60万吨/年的PTA装置，氢气流量大约在70～350Nm3/h。在催化剂的起始阶段，需要少量的氢气，随着催化剂使用时间的延长需要逐渐增加氢气来保证产品质量。

在反应器中需要填充大约24吨干燥的0.5％碳钯催化剂。催化剂的寿命是50000～80000kgPTA/kg催化剂，本装置催化剂的寿命为两年。将用过的催化剂反应器取出送到催化剂生产厂回收钯金属。

反应使用的氢气是通过甲醇裂解来生产的，通过变压吸附来提纯。氢气尾气送至氢气洗涤器用蒸气洗涤。

精制后的PTA料浆通过结晶、离心分离和干燥生成PTA。

该过程流程图如图4.1所示。

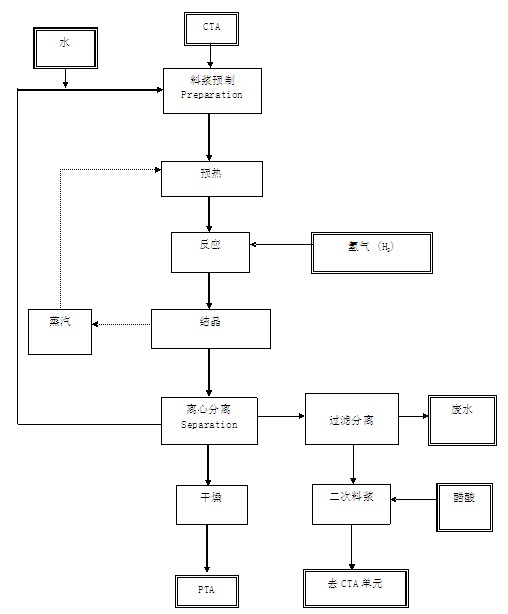


图4.1 PTA方块流程图

从PTA单元流程图中分析可知，该工艺过程存在着中毒、火灾、爆炸等的危险性。其原料和装置都存在着爆炸、火灾、中毒等的风险。该过程中的危险生产装置有PTA装置和制氢装置等。PTA装置的危险物质主要有：甲醇、氢气、粗对苯二甲酸、精对苯二甲酸等。其中，氢气是易燃易爆气体；粗对苯二甲酸若未采用惰性气体为干燥介质，易形成爆炸性的气体混合物；精对苯二甲酸也可能和空气形成爆炸性粉尘混合物。作为原料的醋酸蒸汽也易引发火灾、爆炸事故，若不慎，还会造成化学灼伤、中毒。生产装置内若湿度高、温度降低会造成PTA固化，此时易发生物料堵塞，在疏通设备的过程中，存在燃爆、中毒危险。

## 实例分析

### 评价指标及危险度等级的确定

化工企业的工艺生产十分复杂，影响其安全性的存在因素有很多，包括自然环境条件、设备危险、工艺危险和物料危险等。对于某一工艺生产，在其安全性评价中，各种评价指标的选取及其影响程度（即权重）的确定乃重中之重。然而，由于受到各种客观条件的限制，在做安全评价时，不可能将所有的评价指标全部都反映到所作的安全性评价中，而是需要从众多的评价指标中选取对当前所作评价起到控制作用的最主要指标，并忽略对其影响较弱的次要指标。

本文以某公司的PTA单元为例，进行分析，选取CTA浓度（CTA质量百分比）c1、CTA溶解时所需高温c2、CTA溶解时所需高压c3、氢气流量c4、碳钯催化剂的量c5、碳钯催化剂中金属Pd的含量c6、加氢反应器的操作温度c7、加氢反应器的操作压力c8这8个指标作为此次安全评价的评价指标，并根据资料确定这8个评价指标的危险性等级的范围见表4.2所示。选取8条该工艺的样本数据，分别对其结果进行安全评价，其中各评价指标的取值如表4.1所示。

表4.1 待评PTA单元的评价指标取值

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 编号 | c1 | c2 | c3 | c4 | c5 | c6 | c7 | c8 |
| 1 | 18.2 | 425 | 12.0 | 100.8 | 23.8 | 0.50 | 185 | 8.2 |
| 2 | 20.8 | 421 | 13.8 | 70.5 | 22.5 | 0.45 | 191 | 9.8 |
| 3 | 25.0 | 435 | 28.4 | 367.6 | 27.9 | 1.38 | 300 | 13.8 |
| 4 | 27.5 | 430 | 18.4 | 220.6 | 25.2 | 0.70 | 195 | 10.8 |
| 5 | 26.4 | 425 | 18.2 | 180.1 | 22.8 | 1.20 | 185 | 12.0 |
| 6 | 33.6 | 438 | 12.8 | 350.0 | 23.1 | 0.88 | 260 | 15.6 |
| 7 | 28.1 | 435 | 37.6 | 300.9 | 25.2 | 0.55 | 270 | 9.4 |
| 8 | 38.1 | 425 | 92.8 | 290.4 | 27.1 | 0.84 | 360 | 18.8 |

表4.2 PTA单元的评价指标的危险性等级

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 评价指标等级 | 小 | 中 | 大 | 极大 |
| CTA浓度c1/wt% | 15～25 | 25～30 | 30～35 | 35～40 |
| CTA溶解时所需高温c2/℃ | 420～500 | 500～560 | 560～620 | 620～680 |
| CTA溶解时所需高压c3/MPa | 10～15 | 15～25 | 25～50 | 50～100 |
| 氢气流量c4/(Nm3/h) | 50～200 | 200～350 | 350～400 | 400～450 |
| 碳钯催化剂的量c5/t | 22～24 | 24～26 | 26～30 | 30～36 |
| 碳钯催化剂中Pd的含量c6/wt% | 0.2～0.55 | 0.55～1.0 | 1.0～2.0 | 2.0～5.0 |
| 加氢反应器的操作温度c7/℃ | 180～300 | 300～350 | 350～400 | 400～500 |
| 加氢反应器的操作压力c8/MPa | 2～9 | 9～13 | 13～16 | 16～20 |

### 物元模型的建立

将PTA单元的安全评价N划分为比较安全、稍微警戒、高度戒备、极度危险四个等级，且分别记为N1，N2，N3，N4，那么由表4.2中的数据作为各等级的物元模型中各评价指标的经典域，则可以构造出各等级的经典域物元为

PTA单元的节域物元为



### 确定待评物元

PTA单元安全评价的待评物元为



式中v1，…，v8为待评PTA单元的评价指标的具体取值，其具体值见表4.1，即表4.1中的8条数据表示8个待评物元的评价指标的具体取值。

### 权重系数的确定

由表4.1中的8个样本，8个评价指标的样本数据形成的原始评价矩阵为



归一化处理的方法有很多，本文使用matble软件中的mapminmax函数，对上述矩阵做归一化处理后的结果为



由式3.2和式3.3可以计算得到各评价指标的权重为



### 联度计算及确定评价结果

此处选取的经典域与节域都无公共端点，故可选用式3.1和式3.4作为关联函数来计算。

对于1号PTA单元的样本数据，根据式3.1和式3.4可计算得到其关联函数值如表4.3所示。

表4.3 1号样本数据的联度计算结果

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 物元 | c1 | c2 | c3 | c4 | c5 | c6 | c7 | c8 |
| R1 | 0.3200 | 0.0625 | 0.4000 | 0.3387 | 0.0556 | 0.0833 | 0.0417 | 0.0645 |
| R2 | -0.6800 | -0.9375 | -0.6000 | -0.6613 | -0.1000 | -0.1429 | -0.9583 | -0.1143 |
| R3 | -0.7867 | -0.9643 | -0.8667 | -0.8307 | -0.5500 | -0.6250 | -0.9706 | -0.4364 |
| R4 | -0.8400 | -0.9750 | -0.9500 | -0.8549 | -0.7750 | -0.8333 | -0.9773 | -0.5571 |

由上表4.3可知，



则计算可得1号待评物元对各危险性等级的综合关联度为，

，

其中，j=1，2，3，4。

由，可以评定1号待评物元的危险性等级为比较安全。

用同样方法，可计算得其余待评物元的综合关联度和危险性等级，其结果详见表4.4。

用道化法对该8个待评物元进行安全评价，其评价结果与上述可拓方法的评价结果的对比结果如表4.4所示。

表4.4 待评PTA单元与各危险性等级的关联度及评价结果

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 编号 |  |  |  |  | 可拓方法评价 | 道化法评价结果 |
| 1 | 0.1654 | -0.5083 | -0.7462 | -0.8420 | 比较安全 | 比较安全 |
| 2 | 0.1371 | -0.5320 | -0.7514 | -0.8389 | 比较安全 | 比较安全 |
| 3 | -0.2639 | -0.2359 | -0.0995 | -0.4547 | 高度戒备 | 高度戒备 |
| 4 | -0.1266 | -0.0876 | -0.4530 | -0.6583 | 稍微警戒 | 稍微警戒 |
| 5 | -0.0710 | -0.2950 | -0.4803 | -0.6776 | 比较安全 | 稍微警戒 |
| 6 | -0.1045 | -0.3313 | -0.3664 | -0.5764 | 比较安全 | 稍微警戒 |
| 7 | -0.1204 | -0.1175 | -0.3318 | -0.5732 | 稍微警戒 | 高度戒备 |
| 8 | -0.5003 | -0.4371 | -0.4467 | -0.2500 | 极度危险 | 极度危险 |

### 结果分析

从表4.4中可知，可拓方法的评价结果与道化法的评价结果基本吻合，故可拓方法在化工安全评价方面的应用是可行的。且该评价结果与待评PTA单元的实际危害状况及趋势的吻合度较高，比道化法的评价结果的可靠性要高。

# 总结与展望

## 论文总结

化工安全评价问题是一个非常复杂的问题，影响其安全性的因素有很多，既有定性描述，也有定量描述。故必须将定性与定量结合起来，才能获得比较正确合理的评价结果。本文运用可拓学的物元理论、可拓集合论和关联函数，选取合适的评价指标，构建化工评价单元的经典物元和节域物元，建立多指标的化工评价单元的物元模型，运用关联函数值进行定量计算，确定综合关联度，较全面地分析了化工安全等级属于评价等级集合的程度。该评价方法不但评价结果有效可行，而且评价原理简单，应用方法，准确性较高，是评价复杂问题的有效途径。

## 展望

可拓学的研究对象是矛盾问题。创意即是指解决矛盾问题的方法。可拓论就是研究创意的产生规律和生产创意的方法。可拓学的研究对于解决人们在各个领域里遇到的矛盾问题及矛盾问题的智能化处理具有至关重要的意义。可拓学不仅为人们的工作带来了便利，也推动了社会的发展。

可拓学是在极其困难的环境下生存下来的，可以说它是顽强的。自可拓学问世以来，已历经了二十几年的时光。然而即便如此，可拓学依然还不是一门成熟的学科。每一门成熟学科的形成和确立，都是需要经历一段漫长的时间去探索和验证的，可拓学也不例外。想要将可拓学创立为一门完全的独立的新学科，并建立完整的理论体系，还尚需几十年，甚至是上百年的时间。到目前为止，可拓学仍是处于幼年时期，离一个成熟的学科还有一定的距离，尤其是它的应用研究方面，更是需要进一步加大研究和开发的力度。可拓学的开拓者们可谓是任重而道远，目前，大量的工作都有待人们去更加深入地探讨和研究，甚至还有很多的研究由于各种条件的限制目前还无法进行。但可拓学它是顽强的，它具有强大的生命力，必定成为一门完整的独立的成熟的新学科。因为可拓学具有非常大的科学意义和实用价值，而且，它具有广阔的发展前景，其应用下的产品也具有很大的商业价值。事实也证明，这二十几年来，可拓学的确是在慢慢地逐步发展中。可拓学的发展和其它学科一样，一路走来，碰到不少的坎坷，将来也还会遇到种种的困难。

展望未来，可拓学与工程技术将更加贴近，将会出现更多的功能强、性能佳、价格优的可拓控制、可拓检测和可拓设计等的新产品。

# 参考文献

1. 何华刚, 裴先明．化工安全评价探讨[J]．安全与环境工程, 2003, 10(1): 56-59．
2. 马海锐．化工安全评价[J]．科技资讯, 2011, (24): 174-175．
3. 蔡琢．化工园区区域风险综合评价技术研究[D]．南京：南京工业大学, 2008．
4. 李杰．炼油石化企业安全风险评价研究[D]．天津：天津大学, 2010．
5. 蔡文, 杨春燕, 王光华．一门新的交叉学科——可拓学[J]．中国科学基金, 2004(5): 268-272．
6. 孙佰清, 刑爱国, 张积宾, 潘启树．可拓神经网络模型的设计与实现[J]．哈尔滨工业大学学报, 2006, 38(7): 1156-1159, 1191．
7. 张玉斌, 张云辉, 李磊, 滕春贤．基于可拓方法的上市公司综合评价模型[J]．哈尔滨理工大学学报, 2003, 8(4): 135-138．
8. 周开君．基于可拓学的航道水域通航环境安全评价研究[D]．大连：大连海事大学, 2011．
9. 蔡文, 石勇．可拓学的科学意义与未来发展[J]．哈尔滨工业大学学报, 2006, 38(7): 1079-1086．
10. 王洪伟．可拓学的进展及应用研究[J]．广东工业大学学报, 1998, 15:111-116．
11. 徐园．可拓理论在过程工业中的应用研究[D]．北京: 北京化工大学, 2010．
12. 匡乐红, 徐林荣, 刘宝琛．基于可拓方法的泥石流危险性评价[J]．中国铁道科学, 2006, 27(5): 1-5．
13. Wen Cai．Extension theory and its application[J]．Chinese Science Bulletin, 1999, 44(17): 1538-1548．
14. CAI Wen．Extension management engineering and aplications[J]．International Journal of Operations and Quantitative Management, 1999(1)：59-72．
15. Meng-Hui Wang, Yu-Kuo Chung, Wen-Tsai Sung．The Fault Diagnosis of Analog Circuits Based on[J]．Department of Electrical Engineering National Chin-Yi University of Technology, 2009, 735-744．

# 致 谢

本论文在刘启玉老师的悉心指导下得以顺利完成。从论文的选题、评价方法和主要内容的研究直至论文的最终完成，都受到了刘老师耐心细致的指导，他总是细心地帮我检查论文，指导我修改论文，使我从中受益匪浅。历时四载，刘老师一丝不苟的作风，严谨求实、认真负责的态度，不仅授我以文，那种敬业精神更是令我敬佩。

在此，我真诚感谢诸位老师四年来的教导与帮助，你们的谆谆教诲指引着我走好每一步；感谢和我朝夕相伴的同学，是你们陪伴我度过了轻松快乐且令人终生难忘的大学四年时光；感谢我的寝室室友，谢谢你们四年来带给我的帮助和欢笑、支持与鼓励。