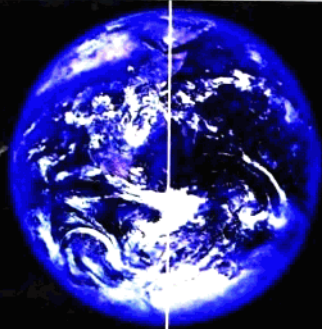


模糊物元分析

张斌 雍歧东 肖芳淳 著

石油工业出版社



R

前 言

过去人们对技术、经济领域中的模糊不相容信息的处理，往往采用两种极端手段：一种是认为这类信息不可知，无法利用，想当然加以处理；另一种是对这类信息一味追求精确，管它相容与否，一律采用绝对化处理。这两种处理结果，漏失了不少有用信息，有时甚至导致错误结论，引起了人们的极大关注和兴趣，总想尽快寻求一种新的途径和手段，合理处理和提取模糊不相容信息。

近年来，随着科学技术蓬勃发展，我们通过多年的教学科研实践，把模糊数学和物元分析这两门新兴学科有机结合，加工提炼，渗透融合，形成了一门新兴学科的雏型，定名为“模糊物元分析”，以处理模糊不相容信息。从1989年研究至今，不过短暂的几年，理论体系虽尚待完善，但结论正确，方法可靠，计算简便，独具一格。为了让更多的人了解这一内容，参与研究，并应用这一理论和方法解决实际问题，写成此书供大家参考。

模糊物元分析在处理模糊不相容信息时，有其独特的思想体系和灵活的应用方法，始用于工程技术，即见成效，后用于经济、法律，也取得同样效果。从我们发表在《油气田地面工程》、《系统工程理论与实践》等杂志上的有关文章来看，它不仅适用于自然科学领域，也适用于人文科学领域，用途十分广阔，前景喜人。

本书撰写力求深入浅出，结合实例说明问题。全书大致可分为三个部分：第一～三章为第一部分，第四章为第二部分，第五章为第三部分。书中对理论作了详尽阐述，并对经济领域中的实例，作了重点介绍，内容极其丰富，综合性很强，涉及面广，每例都有一定的代表性，计算结果不仅与其他方法完全相同，而且

对事物既能定性分析，又能量化计算，这对技术、经济分析，确有经济价值和实用效果。最后主要介绍与各学科的融合结晶，这对各学科的发展，将会起到促进作用。本书撰写分工为：肖芳淳第一、五两章，雍歧东第二章和附录，张斌第三、四章，最后由肖芳淳统编。

本书涉及了模糊数学、物元分析与技术、经济领域等许多学科内容，由于各学科交叉渗透，综合应用，难度较大，尽管我们作了最大的努力，但限于水平，书中疏漏和缺陷在所难免，恳请广大读者不吝赐教，以利改进。

最后，对书末参考文献作者，因为我们引用了他们的文中结论、实例和数据，在此表示衷心的感谢！

作者于西南石油学院

1994年4月

目 录

第一章 绪论	(1)
一、引言	(1)
二、模糊物元分析产生背景 ^[4] 和基本内容	(4)
三、模糊物元分析的应用现状及其发展动态	(7)
第二章 模糊物元分析理论	(8)
一、模糊物元有关概念	(8)
二、隶属函数与关联函数	(15)
三、关联变换 ^[6]	(17)
四、优化原则	(19)
五、模糊物元关联分析	(21)
六、模糊物元优势分析 ^[11]	(34)
七、两关联物元间的关系	(38)
八、模糊物元优化理论 ^[15,16]	(47)
九、模糊物元评价理论	(54)
第三章 模糊物元分析的一般应用	(76)
一、在模式识别中的应用	(76)
二、在聚类分析中的应用	(78)
三、在系统评估中的应用	(89)
四、在预测分析中的应用	(99)
五、在决策分析中的应用	(116)
六、在价值分析中的应用	(152)
七、在现代管理中的应用	(159)
第四章 模糊物元分析在经济领域中的应用	(165)
一、在商业企业管理中的应用	(165)
二、在企业招标经营中的应用	(168)
三、在商场设计中的应用	(173)
四、在农业经济中的应用	(177)

五、在工业企业管理中的应用	(180)
六、在货币流通必要量计算中的应用 ^[2]	(188)
七、在城乡规划建设中的应用	(194)
八、在企业管理人才使用中的应用	(204)
九、在城乡教育管理中的应用	(233)
第五章 模糊物元分析的应用前景展望	(235)
一、法治系统工程中的“模糊物元嫩芽”	(235)
二、模糊物元分析延拓模糊灰元分析	(241)
三、模糊物元优化理论的扩展 ^[15,37]	(246)
四、模糊灰元价值分析简介	(249)
五、模糊物元评价理论的升华	(254)
六、模糊灰元局势决策的探索	(258)
七、模糊物元分析与可靠性分析的结合	(263)
附录	(268)
一、模糊集合简介 ^[2,13]	(268)
二、数据变换 ^[7,1]	(292)
三、关联系数 ^[7,11] 的计算	(294)
四、物元运算 ^[5]	(304)
参考文献	(309)

第一章 绪 论

一、引 言

纵观现代技术经济及其发展，数学的精确性无所不在、“无所不能”。因此，人们总想通过精确的描述和计算，解决技术经济领域中所有的问题，达到所追求的完善目标，但在现实世界中，并非如此理想。事实上，客观世界中的许多事物，无法精确描述，越想精确，越无法精确。如象“美丽的小姑娘”、“货币流通正常”、“商品走俏”、“产品滞销”等等，就无法用传统数学来刻划这些概念。数学该怎么办？出路何在？

由于人们对精确性的追求，致使“模糊数学”诞生。所谓模糊数学，就是以模糊集合^[1]为基础所建立的一整套理论和应用方法。模糊集合是用隶属函数来刻划的。而隶属函数就是值为 $[0, 1]$ 的实值函数，使解决象“货币流通正常”这类模糊问题的定量成为可能。这样，就把模糊现象与传统数学结合起来，融为一体，这绝不是让传统数学变成模模糊糊的东西，而是把传统数学引入具有模糊现象的领域，不仅使这个强有力的工具能够处理模糊问题，而且使其适用范围更加广泛。

在技术经济领域中，模糊现象大量存在。就是在社会主义市场经济领域里，这类现象也屡见不鲜。比如前面提到的“货币流通正常”^[2]这一概念，本身就没有明确的涵义，无论是从质的方面来说，还是从量的方面来说，一直没有明确过货币在什么样的状况下，可视为流通正常；什么情况下，又认为流通不正常，一时难以说得清楚明白。因此，某个时期货币流通是否正常，由于概念本身不明确，就很难确定下来。这类现象因为概念自身外延无法确定而无法确定，我们把这种不确定的现象称为模糊不确定

现象，简称为模糊现象。这种现象产生的根源，在于经济活动中客观事物的差异，并不是一定以对立形式的“非此即彼”出现，而是以中间过渡形式的“亦此亦彼”表现出来。此种中间过渡，使经济现象具有模糊性，这是逻辑里排中律的破缺。但有相当一类经济现象，冲破了“要么 A，要么非 A”这个历来不可逾越的约束禁区。经常处于“A 与非 A”这个中间过渡的状态中，确使这类经济现象具有极大的模糊性。对这类经济现象，不能简单地用“非此即彼”的数学方法去描述，而要用有中间过渡形式的“亦此亦彼”的数学方法去刻划，即用模糊数学中的隶属函数去刻划。

由以上可以看出，模糊性的产生，源于客观事物本身概念的外延不明确，并常处于“亦此亦彼”的中间状态，使得该事物是否属于这个概念，就很难确定。因此，人们在客观度量这个事物时，常用 $[0, 1]$ 间的实数来描述事物本身具有某种性质的程度，称之为隶属度^[3,4]。若某一时期货币流通状况可用 $[0, 1]$ 区间内任一实数来刻划货币流通的程度，则流通正常为 1，不正常为 0，而流通较正常用 0.8 来表示属于“流通正常”的程度，同样，对流通一般情况、不太正常可分别以 0.5、0.3 来表示属于“流通正常”的程度，等等。这正说明了对一大类的模糊经济现象，可用隶属函数作为客观的数量刻划，进而可广泛地应用模糊数学的理论和方法，对这类经济活动进行计量研究。这样，模糊数学不仅为人们提供了处理模糊经济现象的数学方法，而且帮助人们把对各类经济活动的计量研究提高到一个新的数学水平，确有其推广应用的价值。

但在客观世界中，事物浩如烟海，错综复杂，除了模糊现象以外，还有象“点石成金”、“曹冲称象”、“围魏救赵”^[5]等这类不相容性的问题，不胜枚举。就是在市场经济领域里，也普遍存在。比如，某化工厂要解决使用环氧树脂和固化剂配制的粘胶剂很脆的难题。又如某农药厂生产一氯醋酸时，如何使其反应加速的问题。再如某绢麻织厂在染料选配的价值分析中，如何对“提

出方案”和“新方案评价”这两个问题进行处理^[5]等等。这类问题，均可运用“物元分析”的方法加以解决。

所谓物元分析^[5]，就是我国著名学者蔡文教授于1983年首创的一门介于数学和实验之间的学科。广东省环保部门曾用此法作出全省环境投资的决策方案，取得了显著的经济效益和社会效益。这门新学科的要点是把事物用“事物、特征、量值”三个要素来描述，把这些要素组成有序三元组的基本元，就称为物元。物元分析就是研究物元及其变化规律，并用于解决现实世界中的不相容问题。不相容问题就是所给条件不能达到要实现目的的问题。这类问题的实例举不胜举，例如用小秤称大象，把比车间房门高的机器搬进屋内等。这些问题的中心是如何通过事物的物元变换与系统的结构变换，使这类难题得以解决，并找出最优解。

如果物元中的量值带有模糊性，便构成了模糊不相容问题，前面提到的两门新兴学科，处理这类问题，显得无能为力。为此，本书把模糊数学和物元分析这两门新兴学科的内容有机地结合在一起，融化提炼，交叉渗透，对事物特征相应的量值所具有的模糊性和影响事物众多因素间的不相容性，加以分析、综合、探索、研究、开拓，获得了解决这类模糊不相容问题的一种新方法，逐步总结，升华提高，形成一整套理论和应用的方法，称之为“模糊物元分析”。

近五六年来，我们把这一实用性很强的理论和方法，始用于工程技术领域，取得了可喜的成果，形成了理论体系的雏型，并找到了用武之地。尽管它在科学园地里还是一株刚出土的嫩芽，但由于模糊物元分析理论与方法和其他学科迥然相别，解决问题的方式方法也不尽相同，其核心是把模糊不相容问题转换为模糊相容问题求解，别具一格，因此为社会、经济、科学、工程技术等各领域闯出了一条新的途径，为这些领域提供了一个强有力的工具来处理模糊不相容信息。随后用于社会市场经济领域，也取得了与其他方法所求得结果相同的效果，令人十分满意。这一切，足以说明模糊物元分析理论与方法的用途非常广泛，理论新

颖，方法可靠，概念清晰，计算方便，简便易行，符合实际，有其推广使用价值，前景喜人。

二、模糊物元分析产生背景^[4]和基本内容

1. 模型与实际的差异

在分析过程中，往往先把研究对象加以抽象、简化为特定模型。通过研究模型所得结果，总会发现在运用中与客观实际有出入。这是因为：

①客观世界是经常变动和发展的，分析结果有时已经滞后于现实；

②建模舍去的因素，有时也可能是对系统有重要影响的因素，因为这些因素在建模过程中无法用传统数学方法加以精确描述，故舍去未用；

③人在系统中的作用，难以估计，如人的创造性和能动性等等；

④没有充分考虑和分析系统的环境因素。

如果在建立模型时能充分考虑事物的模糊不相容性，并进行恰当处理，就会缩短模型与实际的差异，也能得到与实际情况更相吻合的结果。

2. 量化标准的不合理

经济领域本身就具有数量化的特色，许多经济参数都是用—一个数值或一个限定区间 $[0, 1]$ 给出，作为分析判断取舍的标准。例如，人们对“货币流通”常用正常和不正常来划分。这种硬性划分，显然极不合理，有时很容易在分析过程中失去较优的结果，这种人为的规定，令人遗憾。实际上，“货币流通”是由小到大地增加，从“不正常”到“正常”逐渐过渡，这是客观存在的，而人们对这种跳跃式的规定，虽感到不尽人意，但一直没有找到妥善解决的办法。“模糊物元分析”的问世，使人们立即想到用模糊边界代替人们规定的“清晰”边界，以物元变换、结

构变换等各种变换，把不相容问题转换为相容问题，致使事物在分析过程中恢复其本来面目，有利求解。

3. 复杂性与精确性的矛盾日益突出

随着现代经济的发展和人类要求的不断提高，市场经济中许多问题越来越复杂，每个问题各自形成了一个错综复杂的系统，均为有机组成的整体，牵一发而动全身。我国改革开放以来，逐步形成社会主义市场经济体制，正值经济转轨，头绪万千，使这个庞大的经济系统更为错综复杂。可见，大系统的出现，使得复杂性与精确性的矛盾日益突出，这是一个现代技术经济领域中急需解决的矛盾。为了满足大系统的整体要求，或使大系统整体最优，就必须在准确性与简明性之间取得平衡，使得能以较低的精确性来换取对复杂系统的简化，以便作出对复杂事物高效率的判断与处理，这正是模糊物元分析的优越性所在，它之所以能在许多领域内得到广泛的应用，其理由就在于此。

4. 有先进的理论方法可资借鉴

模糊数学在工程技术领域中的广泛运用，便形成了模糊分析设计。模糊分析设计和物元分析这两门新兴学科，目前的应用更为广泛，它正以其魅力愈来愈引起人们瞩目，其应用范围已渗透到国民经济的许多领域内，前景可观。

模糊分析设计的核心内容，有模糊集合、模糊识别、模糊聚类分析、模糊综合评判、模糊优化设计、模糊预测决策、模糊控制、模糊可靠性分析和模糊价值分析等理论和方法，引起了人们的极大兴趣和高度重视，它虽远远不如古老学科的理论那样完善，但以其惊人的生命力和渗透力，在短短的 20 多年里，突飞猛进，在许多领域里得到了广泛应用，成果辉煌，令人青睐。

从物元分析的观点来看，任何一个问题都可分为目标和条件两个部分。例如一个工厂，一年要获取一定的利润，这就是目的，而现有的厂房、设备、人员和管理水平便是条件。如何合理地去改变条件、目的以及企业的各种关系，促使工厂、企业向着人们所需要的目的前进，这就是工矿企业者所应考虑的问题。因

此参考文献[5]根据物元变换的思想提出了“三四三法”作为应用物元分析方法研究企业中问题的有力工具。这里所提出的“三四三法”就是指人们遵循一定的程序，寻求合理解决问题之法的一种思维过程。前一个“三”字系指解决问题的三条途径。即变换条件，或变换目的，或同时变换目的与条件；中间的“四”字，系指四种基本变换，即“置换”、“组分”、“增删”和“扩缩”；后一个“三”字，系指变换的三种组合方式，即“与”、“或”、“逆”等三种组合方式。利用“三四三法”，除了提出新产品的构思外，还应提出降低成本的价值分析方法，以找出处理实际问题的窍门、点子和方法，合理地解决问题。

以上所谈，就是这两门走在世界前沿的新兴学科内容的精髓。理论实用，方法新颖，计算准确，切实可行，可资借鉴。

5. 模糊物元分析的基本内容

在经济问题中，特别是在社会主义市场经济中，存在着大量不确定性和不相容性的因素和信息。只有正确地处理模糊不相容性的信息，才能进行正确的规划、决策和设计。本书就是为适应这个需要而编写的，反映了这个领域的最新成就。

本书分为三大部分：

第一部分（第一～三章）介绍了模糊物元分析的产生背景、理论基础和模糊识别、聚类分析、系统评估、预测和决策分析、价值分析、现代管理等应用理论。它包括了模糊数学和物元分析在市场经济应用中的主要数学工具和具体的方法，并说明在这个领域中的应用现状及发展动态。这部分深入浅出，概念清晰，力求做到易为读者接受和掌握。其中大部分都是我们创造性的研究成果。

第二部分（第四章）是上述基础理论、应用理论和方法在商业企业管理、企业招标经营、商场设计、农业经济、工业企业管理、货币流通必要量计算、城乡规划建设、人才使用、城乡教育管理中的应用。它几乎包括了市场经济的各个主要领域。在这些应用中都包含有我们的创造性劳动。这些成果均具有实用价值。

在第三部分(第五章)中,我们对它在法治系统工程、可靠性分析中的应用,与灰色系统理论和价值分析的结合上进行了探讨。这部分有独特的见解。

本书所提出的方法,不仅可用于社会主义市场经济,而且也可为解决工程技术问题借鉴。我们希望本书在我国社会主义事业中发挥其应有的作用。

三、模糊物元分析的应用现状及发展动态

模糊物元分析的诞生,只有很短暂的历史,在工程技术^[6]中的应用,初露头角,充分显示出其旺盛生命力和强烈渗透力。随后将其移植到经济领域里,也显示出其巨大的发展潜力,成功地解决了企业经营管理、企业招标、商场设计、农业经济、工业企业管理、货币流通必要量的计算、城乡规划建设、企业管理人才使用和城乡教育管理等许多问题。这一切,足以说明模糊物元分析为现代科学技术和经济发展提供了新的富有魅力的应用工具。

本书在模式识别、关联分析、聚类分析、系统评估、预测分析、决策分析、价值分析、现代管理等领域内,也进行了研究,取得了可喜成果。但在优化设计、现代控制、可靠性分析等学科方面,有待进一步探索。

以上所述,充分显示出模糊物元分析理论与方法,如同模糊分析设计和物元分析这两门学科的应用一样,不仅能在社会主义市场经济领域中大显身手,而且将会在当代信息革命中占有特殊而重要的地位。因此可以说,模糊物元分析由萌芽、发生到发展的趋势,前景喜人,我们坚信它一定会随着社会主义市场经济的蓬勃发展而迅速发展。

第二章 模糊物元分析理论

一、模糊物元有关概念

1. 模糊物元的概念

什么叫模糊物元？要了解这个概念，先从物元谈起。任何事物都可用“事物、特征、量值”这三个要素来加以描述，以便对事物作定性分析和定量计算。若以这些要素组成有序三元组来描述事物的基本元，就称为物元。如果其中量值具有模糊性，使用有序三元组：“事物、特征、模糊量值”作为描述事物的基本元，这种物元就叫做模糊物元⁶。

为了与物元相区别，特记模糊物元为：

$$\text{模糊物元} = \begin{bmatrix} \text{事物} \\ \text{特征} \quad \text{模糊量值} \end{bmatrix}$$

若以 R 表示模糊物元， M 表示事物， C 表示事物所具有的特征， $\mu(x)$ 表示与事物特征 C 相应量值 x 的隶属度，即模糊量值，则有：

$$R = \begin{bmatrix} M \\ C \quad \mu(x) \end{bmatrix} \quad (2-1)$$

如果事物 M 用 n 个特征 $C_1, C_2, \dots, C_n$ 及其相应的模糊量值 $\mu(x_1), \mu(x_2), \mu(x_3), \dots, \mu(x_n)$ 来描述，则称为 n 维模糊物元，记为：

$$R_n = \begin{bmatrix} & M \\ C_1 & \mu(x_1) \\ C_2 & \mu(x_2) \\ C_3 & \mu(x_3) \\ \vdots & \vdots \\ C_n & \mu(x_n) \end{bmatrix} \quad (2-2)$$

其中： R_n 表示 n 维模糊物元； C_i 表示事物 M 第 i 项特征； $\mu(x_i)$ 表示事物 M 第 i 项特征 C_i 相应的量值 x_i ($i=1, 2, \dots, n$) 的隶属度，此值可由隶属函数加以确定，而隶属函数则根据具体已知条件来决定，需用时可参考有关模糊数学专著；也可从优隶属度公式确定。若有 m 个事物用其共同的 n 个特征 $C_1, C_2, \dots, C_n$ 及其相同的模糊量值 $\mu(x_{1i}), \mu(x_{2i}), \dots, \mu(x_{mi})$ ($i=1, 2, \dots, n$) 来描述，则称为 m 个事物 n 维复合模糊物元，记作 R_{mn} 。再以 M_j ($j=1, 2, \dots, m$) 表示第 j 个事物， C_i 表示第 j 个事物第 i 项特征， $\mu(X_{ji})$ 表示第 j 个事物第 i 项特征相应的量值 X_{ji} ($j=1, 2, \dots, m; i=1, 2, \dots, n$) 的隶属度，于是有：

$$R_{mn} = \begin{bmatrix} & M_1 & M_2 & \cdots & M_m \\ C_1 & \mu(x_{11}) & \mu(x_{21}) & \cdots & \mu(x_{m1}) \\ C_2 & \mu(x_{12}) & \mu(x_{22}) & \cdots & \mu(x_{m2}) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ C_n & \mu(x_{1n}) & \mu(x_{2n}) & \cdots & \mu(x_{mn}) \end{bmatrix} \quad (2-3)$$

对于一个具体的事物来说，常常给出的都是具体的数值。因此，上式中诸模糊量值 $\mu(X_{ji})$ 应改用量值 X_{ji} 来表示，这种复合物元，便称为 m 个事物 n 维复合物元，即：

$$R_{mn} = \begin{bmatrix} & M_1 & M_2 & \cdots & M_m \\ c_1 & x_{11} & x_{21} & \cdots & x_{m1} \\ c_2 & x_{12} & x_{22} & \cdots & x_{m2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ c_n & x_{1n} & x_{2n} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (2-4)$$

其中： R_{mn} 表示 m 个事物 n 维复合物元； X_{ji} 表示第 j 个事物第 i 项特征相应的量值；其余符号同前。

例如，货币流通正常的隶属度为1，较正常为0.8，一般情况为0.5，不太正常为0.3，不正常为0，因而有 $\mu(x_1) = 1$ ， $\mu(x_2) = 0.8$ ， $\mu(x_3) = 0.5$ ， $\mu(x_4) = 0.3$ ， $\mu(x_5) = 0$ ，若设 $\underline{R}_1$ 、 $\underline{R}_{0.8}$ 、 $\underline{R}_{0.5}$ 、 $\underline{R}_{0.3}$ 、 $\underline{R}_0$ 分别表示货币流通正常、较正常、一般情况、不太正常、不正常的模糊物元^[2]则有：

$$\underline{R}_1 = \begin{bmatrix} & \text{货币流通} \\ \text{正常} & 1 \end{bmatrix}$$

$$\underline{R}_{0.8} = \begin{bmatrix} & \text{货币流通} \\ \text{较正常} & 0.8 \end{bmatrix}$$

$$\underline{R}_{0.5} = \begin{bmatrix} & \text{货币流通} \\ \text{一般情况} & 0.5 \end{bmatrix}$$

$$\underline{R}_{0.3} = \begin{bmatrix} & \text{货币流通} \\ \text{不太正常} & 0.3 \end{bmatrix}$$

$$\underline{R}_0 = \begin{bmatrix} & \text{货币流通} \\ \text{不正常} & 0 \end{bmatrix}$$

为了分析方便，书写简洁，常把这些模糊物元组合在一起，便构成了货币流通的5维模糊物元，用 $\underline{R}_5$ 表示，即：

$$\underline{R}_5 = \begin{bmatrix} & \text{货币流通} \\ \text{正常} & 1 \\ \text{较正常} & 0.8 \\ \text{一般情况} & 0.5 \\ \text{不太正常} & 0.3 \\ \text{不正常} & 0 \end{bmatrix}$$

又如已知某县 1980~1983 年工业产值与技术水平、固定资产和劳动力人数等三项指标的隶属度值^[7]分别为:

$$\begin{aligned} \mu_{01}(1980) &= 0.3484 & \mu_{01}(1981) &= 0.6671 \\ \mu_{01}(1982) &= 0.5830 & \mu_{01}(1983) &= 0.3765 \\ \mu_{02}(1980) &= 0.4037 & \mu_{02}(1981) &= 0.6254 \\ \mu_{02}(1982) &= 0.6679 & \mu_{02}(1983) &= 0.3873 \\ \mu_{03}(1980) &= 0.4283 & \mu_{03}(1981) &= 0.5913 \\ \mu_{03}(1982) &= 0.9783 & \mu_{03}(1983) &= 0.3333 \end{aligned}$$

于是技术水平、固定资产、劳动力人数的 4 维模糊物元分别用 $\underline{R}_1$ 、 $\underline{R}_2$ 、 $\underline{R}_3$ 来表示, 即得:

$$\underline{R}_1 = \begin{bmatrix} & \text{技术水平} \\ 1980 \text{ 年} & 0.3484 \\ 1981 \text{ 年} & 0.6671 \\ 1982 \text{ 年} & 0.5830 \\ 1983 \text{ 年} & 0.3675 \end{bmatrix}$$

$$\underline{R}_2 = \begin{bmatrix} & \text{固定资产} \\ 1980 \text{ 年} & 0.4073 \\ 1981 \text{ 年} & 0.6254 \\ 1982 \text{ 年} & 0.6679 \\ 1983 \text{ 年} & 0.3873 \end{bmatrix}$$

$$R_3 = \begin{bmatrix} & \text{劳动力人数} \\ 1980 \text{ 年} & 0.4283 \\ 1981 \text{ 年} & 0.5913 \\ 1982 \text{ 年} & 0.9783 \\ 1983 \text{ 年} & 0.3333 \end{bmatrix}$$

把上述技术水平等三个 n 维模糊物元组合在一起, 便构成技术水平等 3 个事物 n 维复合模糊物元 R_{34} , 即:

$$R_{34} = \begin{bmatrix} & \text{技术水平} & \text{固定资产} & \text{劳动力人数} \\ 1980 \text{ 年} & 0.3484 & 0.4073 & 0.4283 \\ 1981 \text{ 年} & 0.6671 & 0.6254 & 0.5913 \\ 1982 \text{ 年} & 0.5830 & 0.6679 & 0.9783 \\ 1983 \text{ 年} & 0.3675 & 0.3873 & 0.3333 \end{bmatrix}$$

2. 不同类型的模糊物元

由上述各种模糊物元的涵义, 可定义以下各种不同类型的模糊物元如下:

(1) 标准事物 n 维模糊物元

在 n 维模糊物元中, 各个模糊量值均符合标准要求者, 定义为标准事物 n 维模糊物元, 用 R_{on} 表示, 记作:

$$R_{on} = \begin{bmatrix} & M_0 \\ C_1 & \mu(x_{01}) \\ C_2 & \mu(x_{02}) \\ \vdots & \vdots \\ C_n & \mu(x_{0n}) \end{bmatrix} \quad (2-5)$$

其中: M_0 表示标准事物; C_i 表示标准事物的第 i 项特征, 但与比较事物的特征完全相同; $\mu(x_{0i})$ ($i=1, 2, \dots, n$) 表示事物特征 C_i 相应的模糊量值, 即标准事物 M_0 关于第 i 项指标 C_i