# 模糊决策与决策支持系统

胡金柱


华中师范大学出版社

# 模糊决策与决策支持系统

胡 金 柱

华中师大出版社

## 内容简介

本书以模糊集合理论为基础，从理论和方法两个方面探讨了模糊决策问题。在此基础上，讨论了决策支持系统的概念、功能、特征和总体结构；决策支持系统与管理信息系统、专家系统的相互联系和区别。最后还讨论了决策支持系统的研究与开发问题。

本书内容新颖，精练，深入浅出，条理清晰，可供高等院校计算机专业、信息与管理专业的高年级学生和研究生作教材或教学参考书，亦可供从事计算机软件、信息与管理科学的教师以及工程技术人员参考。


模糊决策与决策支持系统

胡金柱

华中师范大学出版社出版

（武昌桂子山）

华中师范大学出版社发行科发行

武汉邮电科学研究院印刷厂印刷

＊

开本787×1092 1/32 印张4.5 字数102千

1989年12月第1版 1989年12月第1次印刷

ISBN 7-5622-0509-4/O·55

印数：1—2 000 定价：1.95元

# 前 言

在工业、农业、社会、经济管理、科技情报、工程技术等各个学科，以及人们的日常生活与生产等各个方面，无论是个人还是团体，随时都有许多问题需要我们根据已有的信息，作出各种可能的推论和判断，以选择令人满意的决策方案。

由于客观事物本身在很多情况下都带有模糊性，因此，只有把模糊学的方法引入到决策过程中，从定性到定量地进行推理和判断，最后进行决策，才能使决策的效果更加切合实际，更加准确。

决策支持系统（DSS：Decision Support System）是70年代在“管理信息系统”的基础上，发展起来的一种更高级的信息系统。它是信息科学、管理科学、计算机科学、人工智能等现代新技术相结合与综合应用的新成果。当前，DSS在一些工业发达国家的许多部门得到了成功的应用，获得了很好的效益。在我国，DSS也受到人们的重视，理论研究方面已经取得了不少成果。

本书以模糊集合的理论为基础，从理论和方法两个方面探讨了模糊决策问题，在此基础上，讨论了决策支持系统的概念、功能特征和总体结构；决策支持系统与管理信息系统、专家系统的相互联系和区别。最后还讨论了决策支持系统的研究与开发。

由于模糊学和决策支持系统都是年轻的学科，特别是模糊决策和决策支持系统，目前国内外的研究尚处于起步阶段，所以书中的错误和不妥之处敬请读者批评指正。

胡金柱

1989年9月于桂子山

# 目 录

# 绪　　论

决策是人们生活和工作中普遍存在的一种活动，是为解决当前或未来可能发生的问题，选择最佳方案的一种过程。例如，我们去旅游，是否携带雨伞呢？这时，我们必须根据旅游的地点、季节、气候变化规律和近期的天气预报情况等信息作出决策。一个单位在考虑是否购买计算机，以及购买什么样的计算机的时候，也要根据本单位的需求、财力、物力以及计算机的价格/性能指标、供应情况等一系列信息作出决策。国家要投资兴建一个工厂，也必须根据国家的需要和市场情况，根据国家的财力、能源以及原材料等信息作出决策。总之，决策是人们生活、工作中必不可少的重要活动，小自个人生活，大至国家的政治、经济都需要决策。

决策过程是一个复杂的过程，这个过程大致可分为四步：①确定目标；②提出方案；③挑选决策方案；④具体实施。它们之间的关系如图 0－1 所示。

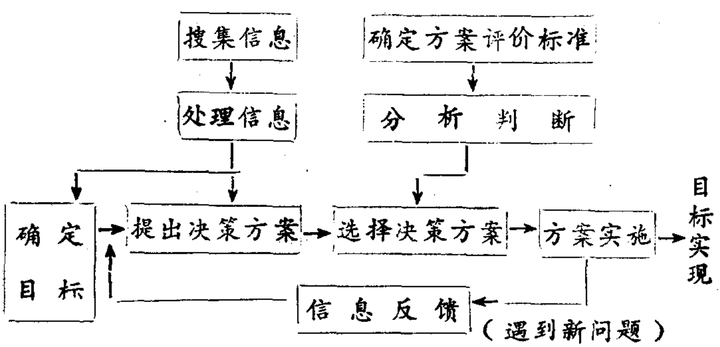


图　0－1

目标是决策的方向，没有目标就没有决策。所以，决策过程的第一步就是确定目标。目标确定之后就要寻找达到目标的所有可能的方案和途径。这就要求决策者认真地进行调查、研究，全面搜集有关信息、资料，并对这些信息、资料进行分析和处理，提出各种决策方案，预测其结果，最后对各种方案进行全面地分析比较，从中挑选出“最佳”方案。在选择方案时必须注意到每个方案和途径都是受客观条件影响的，而客观条件又具有不确定的因素，因此决策具有一定的风险性。另外，决策者还应确定一个衡量各种方案好坏的标准（即准则），标准不同，其分析的方法和分析结果也不相同。

决策是为了实现预定的目标，如果按照选择的某个方案去实施，达到了目标，则该决策过程便全部结束了。但是，如果在实施过程中遇到新问题，或者达不到预定的目标，则必须将实施过程中遇到的新问题作为新的信息反馈到前面参与决策过程，重新决策。

决策有多种分类方法，赫伯特·西蒙（Herbert.A.Simom）教授将决策分为程序化和非程序化两大类，这是一种“定性式”的分类法。一般情况下，越往高层的管理人员，遇到的非程序化决策问题越多；越往低层，遇到的程序化决策问题越多。但是，这两类决策问题的分界线不很严格，并不象黑色与白色那样分明，在它们之间存在着许多随机性的决策问题。因此，运筹学根据决策者掌握的信息量的多少，将决策问题“定量式”地分为不确定型决策、确定型决策和随机型决策三大类。

按照计算机信息系统对决策问题的可支持程度，可以将决策问题分为结构化决策、非结构化决策和半结构化决策三

大类。

1.结构化决策

结构化决策问题是一种完全确定型的决策问题，所有的决策方案和决策规则都是已知的，它所涉及的决策技术和知识都比较成熟，决策者和计算机的任务只需按照确定的决策规则去检测各种决策条件，从而从各种决策方案中选择最优的决策方案，并提取决策结果、决策目标以及决策过程实现后的情况等。所以这类决策问题可以由低层次的管理人员或计算机来实现。

2.非结构化决策

非结构化决策问题与结构化决策问题完全相反，没有预先可确定的决策规则。它包括几种情况：①引起决策的是一次性突发事件，如战争、天灾人祸等；②决策过程太复杂，目前尚未对其了解清楚；③决策过程所依赖的环境条件变化太快，以致无法预先确定一个可重复使用的决策规则。计算机系统一般只能帮助非结构化决策问题搜集、贮存、整理有关的信息和资料，提供一些处理决策问题的方法。

3.半结构化决策

半结构化决策问题是一种介于结构化和非结构化决策之间的决策问题，它对决策的规则有所了解但不很清楚；对决策方案有所分析但不确切；对决策结果有所估计但不肯定，所以这是一种介于黑白之间的模糊决策问题。

但是，无论哪种类型的决策问题都离不开搜集、分析和处理有关的信息。可以说，信息分析和信息处理是决策的基础和支柱。

用于决策的信息包括客观信息（即自然信息）和主观信息（即社会因素、心理因素和经验等）。而无论哪种信息都

具有不确切性，即模糊性。这说明，目前的多数决策都是在目标、约束条件和一系列行动还没有准确确定的环境下进行的。模糊集合理论为解决这类问题提供了其它理论所不能胜任的数学工具，成为处理模糊信息行之有效的理论和方法，成为解决半结构化或非结构化决策问题的理论基础和研究方向。

随着管理科学、计算机科学、行为科学，以及大型数据库和高速电子处理技术的建立和发展，人们越来越认识到：不仅是大量信息的贮存和复杂问题的计算离不开计算机，而且各种管理活动和决策工作也离不开计算机。对于一个决策者，特别是工矿企业和政府机关的领导，他们的一些重要决策往往决定着本单位的兴衰或成败，所以，他们所作的决策是否正确事关重大。

但是，对于任何一个大而复杂的决策问题，都存在着许多不明确的因素，即存在着许多复杂的半结构化或非结构化问题，在这种情况下，仅凭决策者个人的经验和智慧要作出十分正确的决策是非常困难的，并且具有冒险性。因此，决策者需要借助电子计算机来帮助他收集、分析各种历史的和当代的、他人的和本人的、成功的和失败的数据、资料、经验、技术、方法等一系列有用的信息，帮助他提出多种决策方案，以利于作出正确的决策。

决策支持系统(DSS：Decision Support System)，利用计算机去收集、贮存、处理大量的各种各样的信息；帮助决策者利用历史数据和相应的模型技术去解决半结构化或非结构化的决策问题。它是改善决策效能，提高决策效率的计算机辅助工具。

# 第一章　模糊决策的基础知识

## 第一节　模糊集合的基本概念

在客观世界中，存在着许多不确定性的现象。这种不确定性主要表现在两个方面：一是随机性，二是模糊性。

随机性造成的不确定性是由于对事物的因果律掌握不够，也就是说对事件发生的条件无法严格控制，以致一些偶然因素使试验结果产生了不确定性，但事件本身却是有明确的含义的。随机事件的特点是试验结果的不可预知性。

模糊性是指边界不清楚，即在质上没有确切的含义，在量上没有明确的界限。这种边界不清的模糊概念，不是由于人的主观认识达不到客观实际所造成的，而是事物的一种客观属性，是事物的差异之间存在着中间过渡过程的结果。例如，关于地震的震级，飓风强度，对某些质量的评定以及生活中区分青年、中年和老年等，由于评定事物的标准或事物本身的定义没有明确的“边界”，从而构成不确定性。1965年美国控制论专家Zadeh第一次提出了模糊集合的概念，从而开创了一门新的数学分支——模糊数学。从集合论的观点看来，由于模糊性导致的不确定性是因为某些因素的排中律被破坏而造成的。简单地说，在普通集合中，任一元素只能是属于该集合，或者是不属于该集合，二者必居其一。也就是说，各元素具有非此即彼的性质。但是，对于一个模糊集合

来说，我们就很难明确确定某一元素是属于该集合或者是不属于该集合。例如，“中年”这一集合，我们很难明确回答35岁的人是否属于中年这一集合。因为从青年到中年是逐步过渡的，而不应以某一年龄将它截然分开，比较合理的回答应当是35岁的人既有一定程度的“青年成分”，也有某种程度的“中年成分”。

模糊集合用隶属函数作桥梁，将不确定性在形式上转化为确定性，即将模糊性加以量化，从而可以利用传统的数学方法进行分析和处理。所以说，隶属函数与隶属度是模糊集合论所赖以建立的基石，也是模糊决策方法的理论支柱。

## 第二节　隶属度与隶属函数

在普通集合论中，一个元素$x$和一个集合$A$的关系只能是$x \in A$或$x \overline{\in} A$，除此之外，集合还可以通过特征函数来刻划，并且每一个集合都有一个特征函数。

［**定义1－1**］　设$A$是论域$U$中的一个集合，对任意的$x \in U$，令

$$\nu_A(x)=\begin{cases}1 & (\text{当}x \in A\text{时})\\ 0 & (\text{当}x \overline{\in} A\text{时})\end{cases}$$

则称$\nu_A(x)$为集合$A$的特征函数。

特征函数的图形如图1－1所示。

特征函数具有以下三个运算性质：

（1）$\nu_{A \cup B}(x)=\max\{\nu_A(x),\ \nu_B(x)\}$。

（2）$\nu_{A \cap B}(x)=\min\{\nu_A(x),\ \nu_B(x)\}$。

（3）$\nu_{\neg A}(x)=1-\nu_A(x)$。

经典集合完全可以通过其特征函数来进行运算。由于经

典集合论的特征函数只允许取｛0，1｝两个值，故与二值逻辑相对应，从而可以按照布尔代数的法则来进行运算。

模糊学则是将二值逻辑｛0，1｝推广到可取[0，1]上任意值的、无穷多个值的连续逻辑，因此，它必须把特征函数作适当地推广，这就是隶属函数$\mu(u)$，它满足：

$$0\leqslant\mu(u)\leqslant 1,$$

或者记作　$\mu(u)\in[0,1]$.

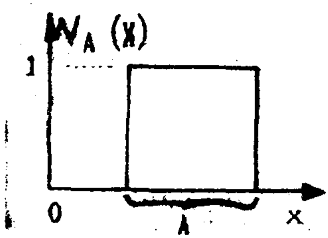


图1-1

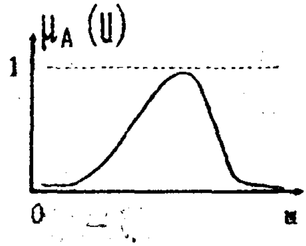


图1—2

[定义1-2]　设给定论域$U$，$U$到[0，1]闭区间的任一映射$\mu_{\underset{\sim}{A}}$

$$\mu_{\underset{\sim}{A}}: U\rightarrow[0,1]$$
$$u\rightarrow\mu_A(u)$$

都确定$U$的一个模糊子集$\underset{\sim}{\tilde{A}}$，$\mu_{\underset{\sim}{A}}$叫做$\underset{\sim}{A}$的隶属函数，$\mu_{\underset{\sim}{A}}(u)$叫做$u$对$\underset{\sim}{A}$的隶属度。其一般情形如图1-2所示。

模糊子集$\underset{\sim}{A}$完全由其隶属函数所刻划。特别是当$\mu_{\underset{\sim}{A}}$的值域取[0，1]闭区间的两个端点，亦即｛0，1｝两个值时，$\underset{\sim}{A}$便退化为一个普通子集，隶属函数也就退化为特征函数。由此可见，普通集合是模糊集合的特殊情况，而模糊集合是普通集合概念的推广。

［例1-1］ 以年龄作论域，取$u=[0, 100]$，以$\underset{\sim}{O}$表示"老年"这个模糊子集，假设我们认为50岁以下的人完全不属于老年，则其隶属函数如下：

$$\mu_{\underset{\sim}{O}}(u)=\begin{cases} 0 & (0<u<50) \\ \left[1+\left(\dfrac{u-50}{5}\right)^{-2}\right]^{-1} & (50\leqslant u\leqslant 100) \end{cases}$$

这里$\mu_{\underset{\sim}{O}}(u)$的确定，有一定程度的主观性。但无论如何总比规定某一年龄以下为中年，以上为老年要合理得多。因为这是人为地以一个明确的边界代替了应有的模糊边界，而完全忽视了从中年到老年的逐步过渡的性质。

## 第三节 模糊集合的运算

我们可以利用特征函数$\nu_A(u)$和隶属函数$\mu_{\underset{\sim}{A}}(u)$来定义子集的运算，这样便很自然地将普通子集的运算推广到模糊子集的运算上去。设$A$，$B$，$C$，$D$为论域$U$上的四个普通子集，$\underset{\sim}{A}$，$\underset{\sim}{B}$，$\underset{\sim}{C}$，$\underset{\sim}{D}$为论域$U$上的四个模糊子集，则两类子集的运算规则可以对比如下：

（1）相等

若$A=B$，则对一切$u\in U$，有$\nu_A(u)=\nu_B(u)$。

若$\underset{\sim}{A}=\underset{\sim}{B}$，则对一切$u\in U$，有$\mu_{\underset{\sim}{A}}(u)=\mu_{\underset{\sim}{B}}(u)$。

（2）包含

若$A\supset B$，则对一切$u\in U$，有$\nu_A(u)\geqslant\nu_B(u)$。

若$\underset{\sim}{A}\supset\underset{\sim}{B}$，则对一切$u\in U$，有$\mu_{\underset{\sim}{A}}(u)\geqslant\mu_{\underset{\sim}{B}}(u)$。

（3）余集（补集）

若 $A$ 与 $\overline{A}$ 互为余集，则对一切 $u\in U$，有

$$\nu_A(u)=1-\nu_{\overline{A}}(u).$$

若 $\underset{\sim}{A}$ 与 $\overline{\underset{\sim}{A}}$ 互为余集，则对一切 $u\in U$，有

$$\mu_{\underset{\sim}{A}}(u)=1-\mu_{\overline{\underset{\sim}{A}}}(u).$$

（4）并集

若 $C=A\cup B$，则对一切 $u\in U$，有

$$\nu_C(u)=\max[\nu_A(u),\ \nu_B(u)].$$

若 $\underset{\sim}{C}=\underset{\sim}{A}\cup\underset{\sim}{B}$，则对一切 $u\in U$，有

$$\mu_{\underset{\sim}{C}}(u)=\max[\mu_{\underset{\sim}{A}}(u),\ \mu_{\underset{\sim}{B}}(u)].$$

（5）交集

若 $D=A\cap B$，则对一切 $u\in U$，有

$$\nu_D(u)=\min[\nu_A(u),\ \nu_B(u)].$$

若 $\underset{\sim}{D}=\underset{\sim}{A}\cap\underset{\sim}{B}$，则对一切 $u\in U$，有

$$\mu_{\underset{\sim}{D}}(u)=\min[\mu_{\underset{\sim}{A}}(u),\ \mu_{\underset{\sim}{B}}(u)].$$

由上可见，模糊子集的运算规则是由普通子集运算规则拓广而来的。

并集 $\underset{\sim}{C}$ 和交集 $\underset{\sim}{D}$ 的隶属函数亦可表示为

$$\mu_{\underset{\sim}{C}}(u)=\mu_{\underset{\sim}{A}}(u)\vee\mu_{\underset{\sim}{B}}(u).\ (\underset{\sim}{C}=\underset{\sim}{A}\cup\underset{\sim}{B})$$

$$\mu_{\underset{\sim}{D}}(u)=\mu_{\underset{\sim}{A}}(u)\wedge\mu_{\underset{\sim}{B}}(u).\ (\underset{\sim}{D}=\underset{\sim}{A}\cap\underset{\sim}{B})$$

其中 $\vee$ 和 $\wedge$ 分别表示“取大”和“取小”的运算。

两个模糊子集之间的运算，实际上就是逐点对隶属度作相应的取大或取小运算。

［**例**1-2］ 设 $U=\{x_1,\ x_2,\ x_3,\ x_4,\ x_5\}$；

$$\underset{\sim}{A}=\frac{0.3}{x_1}+\frac{0.9}{x_2}+\frac{1}{x_3}+\frac{0.8}{x_4}+\frac{0.5}{x_5};$$

$$\underset{\sim}{B}=\frac{0.2}{x_1}+\frac{0.1}{x_2}+\frac{0.8}{x_3}+\frac{0.3}{x_4}+\frac{0.6}{x_5};$$

$$\underset{\sim}{C}=\underset{\sim}{A}\cup\underset{\sim}{B}=\frac{0.3\vee 0.2}{x_1}+\frac{0.9\vee 0.1}{x_2}+\frac{1\vee 0.8}{x_3}$$

$$+\frac{0.8\vee 0.3}{x_4}+\frac{0.5\vee 0.6}{x_5}$$

$$=\frac{0.3}{x_1}+\frac{0.9}{x_2}+\frac{1}{x_3}+\frac{0.8}{x_4}+\frac{0.6}{x_5};$$

$$\underset{\sim}{D}=\underset{\sim}{A}\cap\underset{\sim}{B}=\frac{0.3\wedge 0.2}{x_1}+\frac{0.9\wedge 0.1}{x_2}+\frac{1\wedge 0.8}{x_3}$$

$$+\frac{0.8\wedge 0.3}{x_4}+\frac{0.5\wedge 0.6}{x_5}$$

$$=\frac{0.2}{x_1}+\frac{0.1}{x_2}+\frac{0.8}{x_3}+\frac{0.3}{x_4}+\frac{0.5}{x_5};$$

$$\overline{\underset{\sim}{A}}=\frac{1-0.3}{x_1}+\frac{1-0.9}{x_2}+\frac{1-1}{x_3}+\frac{1-0.8}{x_4}+\frac{1-0.5}{x_5}$$

$$=\frac{0.7}{x_1}+\frac{0.1}{x_2}+\frac{0}{x_3}+\frac{0.2}{x_4}+\frac{0.5}{x_5};$$

$$\overline{\underset{\sim}{B}}=\frac{1-0.2}{x_1}+\frac{1-0.1}{x_2}+\frac{1-0.8}{x_3}+\frac{1-0.3}{x_4}+\frac{1-0.6}{x_5}$$

$$=\frac{0.8}{x_1}+\frac{0.9}{x_2}+\frac{0.2}{x_3}+\frac{0.7}{x_4}+\frac{0.4}{x_5};$$

模糊子集的运算具有以下性质:

(1)交换律 $\underset{\sim}{A}\cup\underset{\sim}{B}=\underset{\sim}{B}\cup\underset{\sim}{A}$; $\underset{\sim}{A}\cap\underset{\sim}{B}=\underset{\sim}{B}\cap\underset{\sim}{A}$.

(2)结合律 $(\underset{\sim}{A}\cup\underset{\sim}{B})\cup\underset{\sim}{C}=\underset{\sim}{A}\cup(\underset{\sim}{B}\cup\underset{\sim}{C})$;

$$(\underset{\sim}{A}\cap\underset{\sim}{B})\cap\underset{\sim}{C}=\underset{\sim}{A}\cap(\underset{\sim}{B}\cap\underset{\sim}{C}).$$

(3)分配律 $(\underset{\sim}{A}\cup\underset{\sim}{B})\cap\underset{\sim}{C}=(\underset{\sim}{A}\cap\underset{\sim}{C})\cup(\underset{\sim}{B}\cap\underset{\sim}{C})$;

$$(\underset{\sim}{A}\cap\underset{\sim}{B})\cup\underset{\sim}{C}=(\underset{\sim}{A}\cup\underset{\sim}{C})\cap(\underset{\sim}{B}\cup\underset{\sim}{C}).$$

(4)吸收律 $(\underset{\sim}{A}\cup\underset{\sim}{B})\cap\underset{\sim}{A}=\underset{\sim}{A}$; $(\underset{\sim}{A}\cap\underset{\sim}{B})\cup\underset{\sim}{A}=\underset{\sim}{A}$.

(5)德·摩根(De Morgan)律

$$\overline{\underset{\sim}{A}\cup\underset{\sim}{B}}=\overline{\underset{\sim}{A}}\cup\overline{\underset{\sim}{B}};\quad \overline{\underset{\sim}{A}\cap\underset{\sim}{B}}=\overline{\underset{\sim}{A}}\cup\overline{\underset{\sim}{B}}.$$

模糊子集的并、交运算还可以推广到多个模糊子集去，设

$$\underset{\sim}{C}=\bigcup_{i=1}^{m}\underset{\sim}{A}_i;\quad \underset{\sim}{D}=\bigcap_{i=1}^{m}\underset{\sim}{A}_i$$

则有

$$\mu_{\underset{\sim}{C}}(u)=\sup\{\mu_{\underset{\sim}{A}_1}(u),\cdots,\mu_{\underset{\sim}{A}_m}(u)\}.$$

$$\mu_{\underset{\sim}{D}}(\mu)=\inf\{u_{\underset{\sim}{A}_1}(u),\cdots,u_{\underset{\sim}{A}_m}(\mu)\}.$$

式中sup, inf分别表示上确界和下确界。

从上述讨论中可以看出，模糊子集本身没有明确的范围，它是通过隶属函数来定义并建立相互之间的联系，因此必须设法将模糊子集转化为普通子集后，才能应用通常的数学方法来处理。