病虫害模糊分析与预报

杨崇瑞 耿济同 编著

安徽教育出版社

BING CHONG HAI MO
HU FEN XI YU CE BAO

植物—病虫害—预测

病虫害模糊分析与预报

杨崇瑞　耿济同　编著

安徽教育出版社

农业病虫模糊分析预报

安徽教育出版社出版

（合肥市金寨路 283 号）

安徽省新华书店发行　　安庆新华印刷厂印刷

*

开本：850×1168 1/32 印张：7.75 字数：250,000

1991年6月第 1 版　1991年6月第 1 次印刷

印数：3,000

ISBN 7-5336-0937-9/G·1388

定　　价：6.00 元

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

前　　言

植物病虫害的预测预报，是有效防治和控制植物病虫发生发展的重要依据，是农作物病虫害综合管理系统的研究和实践不可减少的一环，是农业生产管理和决策的重要前提。因此，对害虫发生期的早、中、迟；发生程度的大、中、轻的有效测报，对农业生产发展有着重要的意义。随着农业管理技术的提高，测报工作越来越成为广大农、林科技工作者和实践工作者迫切需要掌握的一种重要手段。但是，时至今日在国内尚缺乏一本较为完善而又浅入深出的基本教材及参考书。为适应农业生产发展的需要，作者根据多年的教学与科研经验，在广泛收集病虫害测报的实际成果（包括作者本人的成果）的基础上，编写这本书《农业病虫模糊分析预报》供广大农、林科技工作者参考。

本书是以曾在农业部全国植物保护总站举办的“全国农作物病虫测报科技人员进修班”试用五年的讲义为基础，根据教学的反馈信息，经过三次充实，修改而成的。因此，本书具有一定的实践基础。

本书与已出版的关于病虫测报的读物具有鲜明不同之点。本书所介绍的测报方法不是以数理统计、经验公式为工具，而是把模糊数学的理论与方法有效地运用到病虫测报工作中，从而提高测报的准确度；本书是由从事数学工作和植保工作的作者密切配合编写的。因此，本书既不失数学知识的系统性、科学性，又突出了专业性和应用性。

本书共分六章，前三章着重介绍模糊数学的基本理论与方法，后三章介绍如何把模糊数学的理论和方法有效地应用于病

虫测报的实践中，书中介绍的方法都是经过实践证明行之有效，简单易行，准确度较好，便于掌握的，所列举的实例都具有其实际背景。因此，本书的实践性较强，便于普及和推广。

本书可供农林院校植保专业作为教材使用，也可作为农林科技工作者的参考书，还可作为中等农、林学校师生作为自学进修用书。

本书编写过程中，得到我国著名昆虫学家张孝羲教授的亲切关怀和支持，在百忙之中特为本书撰写序言。农业部全国植物保护总站、全国病虫测报中心及安徽教育出版社对本书出版给予大力支持，合肥工业大学卢树铭教授仔细审阅全稿并提出宝贵意见。在此，我们特表示衷心的感谢。

由于应用模糊统计分析方法进行病虫测报在我国还是刚刚兴起的，限于作者的水平和经验，书中缺点和错误在所难免，敬请读者批评指正，使本书在实践过程中更加充实、完善。

杨崇瑞、耿济国

1990年10月

序

近年来农作物病虫害综合管理系统的研究和实践得到飞跃的发展，而病虫害的预测预报是决策和管理中必不可少的前提。七十年代以来病虫预测已从定性的经验预测逐渐发展为定量的中长期预测，但在众多的预测对象和内容中有不少是没有确定性的边界范围，如害虫发生期的早、中、迟；发生程度的大发生、中发生、轻发生等，虽都可以人为地划分一定的范围界线。但是处于这些界线的边缘状态，如仅依据确定性参数加以划分，都会产生不合理的现象和结论。因为实际上，这些预测对象的目标都是一些模糊概念。近年来，模糊（Fuzzy）数学作为一门新兴、活跃的现代数学分支有很大的进展，不仅在理论上和实践上均日趋成熟，而且被植保工作者应用到病虫害的预测预报中来。但是，时至今日尚缺乏一本较为完善的深入浅出的基本教材。本书的作者在介绍模糊（Fuzzy）数学基本原理和方法的基础上研究、收集了不少植物保护科技，特别是害虫发生期、发生量、危害程度等测报的具体成果和资料，引用（Fuzzy）统计分析技术，建立模糊关系方程和综合评判模式，进行病虫害的预测预报，形成了害虫统计预报的一个新的分支。

全书较为系统地介绍了模糊（Fuzzy）数学的基

本理论，内容严谨准确，简明扼要，并注意通过典型例题的剖析，较为详尽地介绍了农业病虫的Fuzzy分析方法，便于读者自学和应用。此书曾在农业部植物保护总站举办的“植物保护病虫测报科技人员进修班”上试用了五年，反映良好，深受学员的欢迎。现在此基础上又作了修改和补充。必将对病虫害的预测预报质量的提高和作用产生显著的积极作用。

张孝羲

1990年10月

目　录

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

第一章 模糊集及其运算

§1 普通集（Cantor sets）概念及运算

一、集合的基本概念

1. 集合的基本概念

集合是现代数学中一个最基本的概念，乃是“具有某种特性的一些对象（或事物）的全体”通常用大写字母A、B、C、$\cdots X$、Y、Z等表示，而构成集合的对象叫做集合的元素或元，用小写字母a，b，c，$\cdots x$，y等表示。在讨论具体问题时，总是把讨论的对象局限在某一个范围内，这种范围称之为论域，记为U，如我们讨论病虫发生程度时，其对象离不开小发生，中等偏轻，中发生，中等偏重，大发生等，这样就构成病虫发生程度的一个论域。

当对象a是某集合A的元素时，就说“元素a属于集合A”，记为$a\in A$，若a不是集合A的元素时，则说“元素a不属于集合A”，记为$a\notin A$或$a\overline{\in} A$。

假如一个集合所包含的元素为有限个，则称该集合为“有限集”，否则就称为“无限集”。

2. 集合的表示法

普通集合的表示法有以下几种：

（1）列举法：把集合中的元素，逐一的写在花括号{ }里，表示一个集合。

例如：病虫主要测报对象有：小麦赤霉病(a)，粘虫(b)，

棉铃虫（c），棉蚜（d），玉米螟（e），二化螟（f），麦蚜（g）等，则它们所组成的集合，可记作

$$U=\{a, b, c, d, e, f, g\}$$

（2）描述法：把所有满足给定性质p的元素汇集在一起，那么存在一个集合S，记为

$$S=\{x|p(x)\}$$

其中$p(x)$是"x具有性质p"的一个缩写，例如一个一代粘虫中发生的集合，可表示为

$$A=\{x|20\leqslant x\leqslant 40\}$$

即一代粘虫中发生每平方米幼虫头数在〔20，40〕之间。

例1 设$X=\{x|x^2-1=0\}$，它是满足方程$x^2-1=0$的一切x组成的集合，即

$$X=\{x|x^2-1=0\}=\{-1, 1\}$$

它的元素只有两个，-1和1，所以它是一个有限集。

3. 集合的包含和相等

（1）设A和B是任意两个集合，若集A中的每一个元素都是集B的一个元素，则称集合B包含集合A，记为 $B\supseteq A$

并称集合A是集合B的子集，如图1-1。

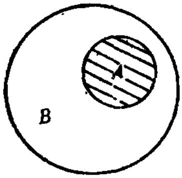

图1-1

例如：$\{1, 2\}\subseteq\{1, 2, 3\}$；又如{小发生、中发生}$\subseteq${小发生、中发生、大发生}。

（2）若集A的所有元素都属于集合B，同时集B的所有元素又都属于集A，即

$$A\subseteq B\text{且}B\subseteq A$$

则称集合A等于集合B，记为

$$A=B$$

下面我们给出集合相等和不相等的一些例子：

$$\{1, 2, 3\} = \{1, 2, 2, 3\}$$
$$\{1, 3, 2\} = \{2, 3, 1\}$$
$$\{\{1, 2\}, 4\} \neq \{1, 2, 4\}$$

(3) 如果$A \subseteq B$且$A \neq B$，则称A是B的真子集，并记为

$$A \subset B$$

例如：$\{1, 2\} \subset \{1, 2, 4, 7\}$

(4) 不含任何元素的集合称为空集，记为$\varnothing$，即

$$\varnothing = \{x \mid p(x) \wedge \neg p(x)\}$$

（注：$\neg p(x)$表示不具有性质$p(x)$）

例如：昆虫的适温高于100℃的集合就是一个空集$\varnothing$，即

$$\varnothing = \{t \mid t > 100℃\}$$

(5) 如果一个集合包含我们所讨论的每一个元素，则称该集合为全集，记为Ω，即$\forall x$，$x \in \Omega$

显然任意一个非空集合A都包含在$\varnothing$和Ω之间

$$\varnothing \subseteq A \subseteq \Omega$$

所以空集是任何集合的子集

(6) 由集合A的所有子集组成的集合称为A的幂集，记为

$$\rho(A)$$

例如：若$A = \{a_1, a_2, a_3\}$，则

$$\rho(A) = \{\varnothing, \{a_1\}, \{a_2\}, \{a_3\}, \{a_1, a_2\}, \{a_1, a_3\}, \{a_2, a_3\}, \{a_1, a_2, a_3\}\}$$

如果A为有限集，且A中含有n个元素，则$\rho(A)$有2^n个子集。用二项式公式

$$C_n^0 + C_n^1 + \cdots\cdots + C_n^n = 2^n$$

便可得到这个结论。

4. 包含关系的性质

若A，B，C为任意三个集合，那么

(1) $A\subseteq A$ （自反性）

(2) 若$A\subseteq B$，且$B\subseteq A$ 则$A=B$ （反对称性）

(3) 若$A\subseteq B$，且$B\subseteq C$ 则$A\subseteq C$ （传递性）

(4) $\varnothing\subset A$

二、集合的运算及性质

1. 集合的运算

(1) **并集** 由集A和B中的所有元素组成的集，叫做A和B的并集，记为$A\cup B$ 即

$$A\cup B=\{x\mid x\in A\text{ 或 }x\in B\}$$

如图1-2所示。

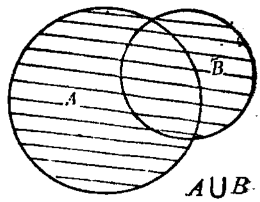

图1-2

例1 设$A=\{1,2,3\}$，

$B=\{2,4,7\}$

则$A\cup B=\{1,2,3,4,7\}$

例2 若A是偶数集，B是奇数集，

则 $A\cup B=$整数集

(2) **交集** 由既属于集A又属于集B的公共元素组成的集，叫做A和B的交集，记为$A\cap B$，即

$$A\cap B=\{x\mid x\in A\text{且}x\in B\}$$

如图1-3所示。

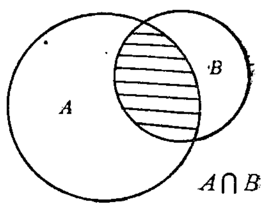

图1-3

例1 设$A=\{1,2,3\}$，

$B=\{2,3,4,6\}$

则$A\cap B=\{1,2,3\}\cap\{2,3,4,6\}$

$=\{2,3\}$

例2 $A=\{1,2\}$

$B=\{3,4\}$，则

$A\cap B=\{1,2\}\cap\{3,4\}=\varnothing$

（3）**差集**　由属于A而不属于B的元素组成的集，叫做A与B的差集，记为$A\setminus B$，即

$$A\setminus B=\{x \mid x\in A \text{且} x\notin B\}$$

如图1-4所示。

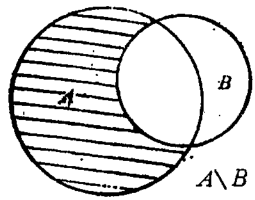

图1-4

例1　$A=\{2,5,6\}$，$B=\{3,4,2\}$，$C=\{1,3,4\}$

解　$A\setminus B=\{2,5,6\}\setminus\{3,4,2\}$

$=\{5,6\}$

$B\setminus A=\{3,4,2\}\setminus\{2,5,6\}$

$=\{3,4\}$

显然　$A\setminus B\neq B\setminus A$

$A\setminus C=\{2,5,6\}\setminus\{1,3,4\}$

$=\{2,5,6\}=A$

（4）**补集**　由全集Ω中不属于A的元素所组成的集合称为A的补集，记为$A^c=\Omega\setminus A$　如图1-5所示。

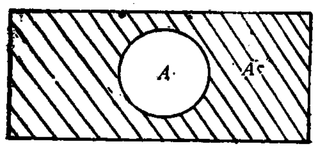

图1-5

即　$A^c=\{x \mid x\in\Omega \text{且} x\notin A\}$

例1　设$\Omega=\{1,2,3,4,5,6\}$

$A=\{1,4,5\}$

则：$A^c=\{1,2,3,4,5,6\}\setminus\{1,4,5\}$

$=\{2,3,6\}$

2．集合运算的性质

（1）幂等律　　$A\cup A=A$，$A\cap A=A$

（2）交换律　　$A\cup B=B\cup A$，$A\cap B=B\cap A$

（3）结合律　　$(A\cup B)\cup C=A\cup(B\cup C)$，

$(A\cap B)\cap C=A\cap(B\cap C)$

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com