

• 农业经济技术文集编辑部 •

焦 毅 编著

统计方法 在畜牧兽医 科学中的 应用

农村读物出版社

S81-05
2

S81-05
2

统计方法在畜牧兽医科学中的应用

农业经济技术文集编辑部

焦毅 编 著

农村读物出版社

一九八八年三月

用血由中学 内 容 提 要 查 查 式 书 查

本书内容广泛、浅显易懂、实用。可帮助畜牧兽医工作者掌握一定的数理统计方法，内容包括常用的以及近年来发展较快的变量分析、试验设计、回归分析等几个分支共十三章。在写法上着重于介绍方法，并提供实例加深理解。本书可作中、高等学校教材和教学参考书，也可供广大科技人员和实际工作者参考和自学。

统计方法在畜牧兽医科学中的应用

TONGJIFANGFA ZAIXUMU SAOUYIKEXUE

ZHONGDEI YINGYONG

农业经济技术文集编辑部

焦 毅 编 著

※

农村读物出版社出版

新疆畜牧书店发行

中国人民解放军长沙工程兵学院印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 14.4375印张 328020字

1988年12月第1版 1988年12月第1次印刷 印数1—3000册

ISBN 7—5048—0343—0/G·56

定价：4.90元

前言

随着我国农业现代化的发展，数理统计方法在农业各个领域中的作用日益受到人们的重视。为了适应时代的需要，更有效地进行科学实验，推动畜牧、兽医工作的开展，广大科技工作者掌握一定的数理统计方法是当务之急，同时基层的实际工作者也迫切希望得到有关结合本专业知识的、通俗易懂的数理统计方法的书籍。笔者编写此书的目的就在于能在这方面起到一些有益的作用。

本书涉及的内容较为广泛，全书共包括十三章，对常用的以及近年来发展较快的变量分析、试验设计、回归分析等几个分支用了较大的篇幅。内容浅显易懂、实用，在写法上着重于方法介绍，并尽量通过一些实例给予解释。而对统计方法的概念和原理只作直观地说明，省略了高深的数学上的严格推导，这样只要具有一般数学知识的同志就可看懂。而在书名上省略去“数理”二字，着意强调统计方法的应用。

由于现代计算工具的使用，数理统计方法将得到更广泛的应用，并进一步推动统计方法的发展。同时需要培养更多既懂得数理统计知识，又熟悉专业知识的人员。所以在计算工具飞速发展的今天，掌握一定的统计知识更显得非常必要。

在编写本书的过程中，笔者参考了国内外有关书籍和教材，吸收了各书的精华，引用了其中一些材料和统计表，在

此谨向各书的编者致以谢意。

本书的手稿曾经北京农业大学吴常信副教授审阅，从内容取舍、论证深度和广度以及书名等细节都提出许多宝贵的意见。新疆八一农学院朱甸余教授也阅读了初稿，提出了诚恳的意见，在此特向二位老师表示深切的谢意。

在本书的出版过程中，作者得到新疆社会科学院经济研究所杨廷瑞先生、新疆八一农学院王必强副教授和易琼芝主任的鼎力相助，谨此表示衷心的感谢。

由于笔者水平有限，经验不足，纰漏和谬误之处在所难免，恳切希望同行和广大读者不吝赐教。

焦毅

一九八六年八月于新疆和静

目 录

第一章 绪 论	(1)
一、数理统计方法在畜牧兽医学研究中的地 位和功用.....	(1)
二、几个基本概念.....	(2)
三、正确应用数理统计方法于畜牧学与兽 医学中.....	(4)
第二章 统计资料的整理	(6)
一、统计资料的类型.....	(6)
二、统计资料的审核.....	(7)
三、次数分布表.....	(8)
四、次数分布图.....	(14)
第三章 重要的特征数	(18)
一、平均数.....	(18)
(一) 算术平均数.....	(19)
(二) 中数、众数和几何平均数.....	(24)
二、度量变异离散程度的特征数.....	(29)
(一) 全 距.....	(29)
(二) 均 方.....	(30)
(三) 标准差.....	(33)
(四) 变异系数.....	(40)
第四章 概率分布	(42)

一、事件与概率	(42)
二、随机变数及分布	(43)
三、二项分布	(44)
四、正态分布	(47)
五、均数的抽样分布与 t 分布	(54)
第五章 参数估计	(57)
一、数学期望的点估计	(57)
二、总体均数的区间估计	(58)
第六章 显著性检验	(64)
一、显著性检验的基本原理	(64)
(一) 为什么要作显著性检验	(64)
(二) 显著性检验的基本思想	(65)
(三) 显著性检验的两类错误	(67)
(四) 显著性检验的两种方法	(68)
二、平均数的显著性检验	(70)
(一) 样本均数和总体均数差异的显著性检验	(70)
(二) 两样本均数差异的显著性检验	(73)
三、两样本百分数差异显著性检验	(81)
第七章 χ^2 检验	(84)
一、 χ^2 分布及其显著性检验	(84)
二、关于样本标准差与总体标准差之间差异的显著性检验	(85)
三、适合性检验	(87)
(一) 关于分布函数的假设检验	(87)
(二) 观察次数与理论次数的适合性检验	(92)
四、独立性检验	(96)

(一) 2×2 表的独立性检验	(97)
(二) $2 \times C$ 表的独立性检验	(101)
(三) $r \times c$ 表的独立性检验	(106)
(四) 四格表的精确检验法	(108)
第八章 变量分析	(113)
一、变量分析的意义	(113)
二、变量分析的基本原理	(114)
(一) 实 例	(115)
(二) 平方和及自由度的分解	(116)
(三) 变量分析中的显著性检验	(119)
(四) 变量分析中的简化计算	(122)
(五) 多重比较	(124)
三、变量分析的基本方法	(131)
(一) 单因子变量分析	(131)
(二) 二因子变量分析	(140)
(三) 系统分组的变量分析	(152)
四、变量分析的数学模型和 F 检验	(161)
(一) 数学模型的概念	(161)
(二) 数学模型和 F 检验	(162)
五、变量组分与组内相关	(173)
(一) 变量组分	(173)
(二) 组内相关系数	(177)
六、变量的齐性检验与数据转换	(181)
(一) 变量的齐性检验	(182)
(二) 数据转换	(186)
第九章 试验设计	(194)

一、畜牧、兽医试验的种类及试验的要素·····	(194)
(一) 畜牧、兽医试验的种类·····	(194)
(二) 试验的基本要素及有关概念·····	(196)
二、畜牧、兽医试验的要求·····	(198)
三、试验设计的基本原则·····	(199)
(一) 重 复·····	(199)
(二) 局部控制·····	(199)
(三) 随 机·····	(200)
四、试验方案包括的内容及拟订方案的注	
意事项·····	(201)
(一) 试验方案包括的内容·····	(201)
(二) 拟订方案时应注意事项·····	(201)
五、试验设计方法·····	(203)
(一) 完全随机设计·····	(204)
(二) 配对设计·····	(207)
(三) 随机区组设计·····	(211)
(四) 拉丁方设计·····	(223)
六、正交试验设计·····	(232)
(一) 为什么要引入正交设计·····	(232)
(二) 正交表·····	(233)
(三) 如何安排试验·····	(235)
(四) 试验结果的分析·····	(241)
(五) 几点注意·····	(254)
(六) 正交试验的优缺点·····	(254)
第十章 抽 样 ·····	(256)
一、抽样设计·····	(257)

(一) 纯随机抽样法.....	(257)
(二) 顺序抽样法.....	(259)
(三) 分层抽样法.....	(260)
(四) 整群抽样法.....	(263)
二、样本的大小.....	(264)
(一) 对平均数作抽样调查时的样本大小.....	(265)
(二) 对率作抽样调查时的样本大小.....	(268)
(三) 两种处理的两均数差别作显著性检验 时所需样本的大小.....	(269)
第十一章 回归分析	(274)
一、变数间的关系与回归分析的意义.....	(274)
(一) 变数间的关系.....	(274)
(二) 回归分析的意义.....	(275)
二、直线回归.....	(277)
(一) 直线回归方程的推导.....	(277)
(二) 求直线回归方程的方法与步骤.....	(279)
(三) 直线回归关系的显著性检验.....	(284)
三、二元线性回归.....	(291)
(一) 二元线性回归方程的推导.....	(291)
(二) 求二元线性回归方程的方法和步骤.....	(294)
(三) 二元线性回归关系的显著性检验.....	(298)
四、多元线性回归.....	(303)
(一) 多元线性回归方程的建立.....	(303)
(二) 求多元线性回归方程的方法和步骤.....	(305)
(三) 多元回归方程的显著性检验.....	(311)
(四) 正规方程组系数矩阵的逆矩阵的	

(五) 一种解法·····	(313)
(六) 偏回归系数的显著性检验·····	(315)
(七) 多元回归方程中自变数的剔除·····	(316)
(八) 五、逐步回归分析·····	(318)
(一) 逐步回归的基本概念·····	(318)
(二) 逐步回归分析方法和步骤·····	(319)
(九) 六、曲线回归·····	(327)
(一) 概 述·····	(327)
(二) 常见的曲线类型及方程·····	(327)
(三) 常见曲线的拟合方法及步骤·····	(330)
(四) 曲线的拟合度·····	(344)
第十二章 相关分析·····	(349)
(一) 一、相关的意义·····	(349)
(二) 二、简单相关·····	(350)
(一) 简单相关的意义·····	(350)
(二) 相关系数的意义·····	(351)
(三) 相关系数的计算方法·····	(353)
(四) 简单相关系数的显著性检验·····	(360)
(三) 三、偏相关·····	(363)
(一) 偏相关的意义·····	(363)
(二) 偏相关系数·····	(364)
(三) 偏相关系数的显著性检验·····	(369)
(四) 四、复相关·····	(371)
(一) 复相关与复相关系数·····	(371)
(二) 复相关系数的显著性检验·····	(375)
第十三章 相关变量分析·····	(376)

一、相关变量分析的意义和功用	(376)
二、单方面分类的相关变量分析	(377)
(一) 单方面分类的相关变量分析的基本过程	(377)
(二) 单方面分类的相关变量分析 的具体方法和步骤	(385)
三、两方面分类的相关变量分析	(391)
附表	(398)
附表 1 a 正态分布表	(398)
附表 1 b k_{α} 值表	(400)
附表 2 t 分布表	(401)
附表 3 χ^2 分布表	(403)
附表 4 F 分布表	(405)
附表 5 a q 表 ($\alpha = 0.05$)	(417)
附表 5 b q 表 ($\alpha = 0.01$)	(419)
附表 6 Duncan 新复极差检验 SSR 值表	(421)
附表 7 百分数反正弦 $\sin^{-1} \sqrt{x}$ 转换表	(425)
附表 8 r 与 R 的显著性检验表	(431)
附表 9 _{1,2} 对平均数作抽样调查 S/ δ 取不同的数 值时所需样本大小 n 表 ($\alpha = 0.05, \alpha = 0.01$)	(435)
附表 10 常用正交表	(437)
附表 11 随机数字表	(447)
参考文献	(450)

第一章 绪 论

一、数理统计方法在畜牧、兽医学研究中的地位和功用

数理统计是从 19 世纪末开始形成一门独立的学科。当时，应用范围仅仅局限于测量、天文、遗传方面。但随着科学技术的不断发展，数理统计的应用范围愈来愈广，特别是 20 世纪以来数理统计几乎渗透到所有的学科，遍及各个领域，像在地质、地震、水文、气象、物理、化学、生物、工业、农业、医学以及社会科学等专业都应用到数理统计方法。有不少学科形成一套具有本专业特点的统计方法。随着现代科学技术不断发展，新的统计课题层出不穷地涌现出来，这必将进一步大大地推动统计理论迅速发展。

数理统计方法在科学研究中的主要功用：提供试验设计方案；给出数据整理分析的方法；解释试验结果。

它在畜牧、兽医科学中的应用大致有以下几个方面：

(一)畜牧科学技术方面：在遗传、育种、饲养等方面，经常需要对畜群的各种参数作出估计，或者进行试验设计并对试验结果作出各种分析。

(二)兽医科研和疾病防治方面：无论是在基础兽医学，还是在临床兽医学方面都用到假设检验、试验设计以及数据整理分析等统计方法。

(三)家畜品种、畜群以及流行病学调查方面：常用到数据整理、参数估计、抽样技术、回归、相关分析等方法。

总之，数理统计方法在畜牧、兽医科研和生产各个领域中都得到广泛应用。广大畜牧、兽医科技工作者正借助于这一重要工具，通过大量的数据整理分析，去正确地认识畜牧、兽医范畴中各种事物的客观规律性，进而掌握它的规律性，为人类服务。

二、几个基本概念

(一)总体与样本

凡符合指定条件的观察研究对象的全体称为总体。构成总体的每个单位称为个体。例如：我们研究阿勒泰大尾羊，那么凡是构成阿勒泰大尾羊这一品种的所有个体就是这项研究的总体，而每个阿勒泰大尾羊就是这项研究的个体。再如：我们在研究防治羔羊痢疾时，利用某种药物对患病羔羊进行疗效观察，那么凡是患羔羊痢疾的所有羔羊个体是这项研究的总体，而每个患痢疾的羔羊是我们研究的个体。

总体中所包含的个体可以是有限的，也可以是无限的。凡是包含有限个体的总体称为有限总体，凡是包含无限个体的总体称为无限总体。

从总体中取出部分个体的过程叫抽样。所抽得的部分个体称为样本（或子样）。样本中所含个体的数目称为样本的含量（或样本的大小）。例如，从前面述及的阿勒泰大尾羊的总体中，抽取100只阿勒泰大尾羊个体，这抽得的100只阿勒泰大尾羊称为样本。又如对病畜进行采血化验检查，病畜的全

部血液为总体，那么所化验的几毫升血液就是样本了。样本根据含个体的多少又可分为大样本与小样本两种。在畜牧、兽医界，一般把个体数大于30的样本称为大样本，小于30的样本称为小样本。

由于总体中个体数目很多，甚至无限，有些总体要测定其量是具有破坏性的，所以在统计分析中常从总体抽出一部分个体得到样本，而通过这些样本来推测总体。这是统计分析中的核心问题。为了保证样本有较好的代表性，提高推测的准确性，必须遵守随机取样的原则。所谓随机就是说总体中每个单位有同等的被抽取的机会，只有这样抽取的样本，才能无偏地估计总体。

（二）抽样误差与系统误差

由于总体中各个个体有差异，所以即使我们在同一总体中重复抽取几个样本，而各样本的试验结果也不尽相同，样本与总体间也存在着差异。那么，这种由于抽样引起的不可避免的差异在统计上称为抽样误差，也称做随机误差。一般地说，样本越大，抽样误差越小，对总体的代表性越强；反之，样本越小，抽样误差越大。所以在允许的条件下，应尽量抽取较大的样本。

除了上述抽样误差以外，还有一种由于工艺和技术条件造成的误差，这种误差是由内在和本质因素所致，人们称这种误差为系统误差。像家畜的营养状况和病理变化就属于这种误差。

（三）参数与统计量

由总体计算出来的说明总体特征或规律性的数字在统计中称为参数。像总体平均数、总体标准差等都是参数。

由样本计算出来的说明样本特征或规律性的数字称为统计量，像样本平均数、样本标准差等都属统计量。每一个统计量都有一个参数与其对应。统计量是对参数进行抽样估计与假设检验的主要依据，这在以后各章将述及。

三、正确应用数理统计方法 于畜牧学与兽医学中

本书是阐述畜牧学、兽医学的统计方法的。正确地、恰当地应用统计方法，能够帮助我们正确地认识客观事物，可以以较少的人力、物力和时间获得较多的资料和信息，得出比较符合客观的结论。当然正确地运用统计方法，一方面决定于对统计知识融会贯通、熟练地掌握，另一方面也需要有正确的指导思想，对本门知识有正确的观点。本门学科是运用数理统计的原理和方法解释和分析畜牧与兽医学中的现象。我们必须以辩证唯物主义观点对待这门学科。当然我们反对那种认为统计方法可有可无的观点。有些人应该用统计方法而不用，仅凭一般的常识或数字的大小就匆匆地下结论，一旦经统计处理就发现结论并不正确，不是资料少难以说明问题，就是所比较两者差别意义不大。同时我们也反对那种说统计是“万能”的观点。他们片面地强调统计方法，置畜牧学与兽医学于不顾，只凭主观愿望出发，随心所欲地选用统计数字，凑合满足预定的结论，玩弄数字游戏。这样必然使统计方法成了无源之水、无本之木，不会有好的结果，甚至铸成大错。所以我们一定要正确地应用统计方法，才能得出正确的结论，才能用于指导畜牧、兽医的科研与生产的

实践，才能使统计方法成为处理问题的重要工具。

学习统计方法，要深刻理解统计的基本理论和基本公式，记住公式中的各种符号的含义，要多做练习，以达到纯熟的地步，要学以致用，不断地实践。只有这样才能学懂、学好，真正地掌握统计方法。

一、统计资料的分类

统计资料按其来源可分为原始资料和整理资料。原始资料是指直接来自调查对象的资料，整理资料是指经过加工整理的资料。统计资料按其性质可分为定性资料和定量资料。定性资料是指不能用数量表示的资料，定量资料是指能用数量表示的资料。统计资料按其用途可分为描述性统计资料和推断性统计资料。描述性统计资料是指对资料的分布情况进行描述的资料，推断性统计资料是指对资料的分布情况进行推断的资料。统计资料的分类如下：

1. 按来源分：原始资料、整理资料。

2. 按性质分：定性资料、定量资料。

3. 按用途分：描述性统计资料、推断性统计资料。