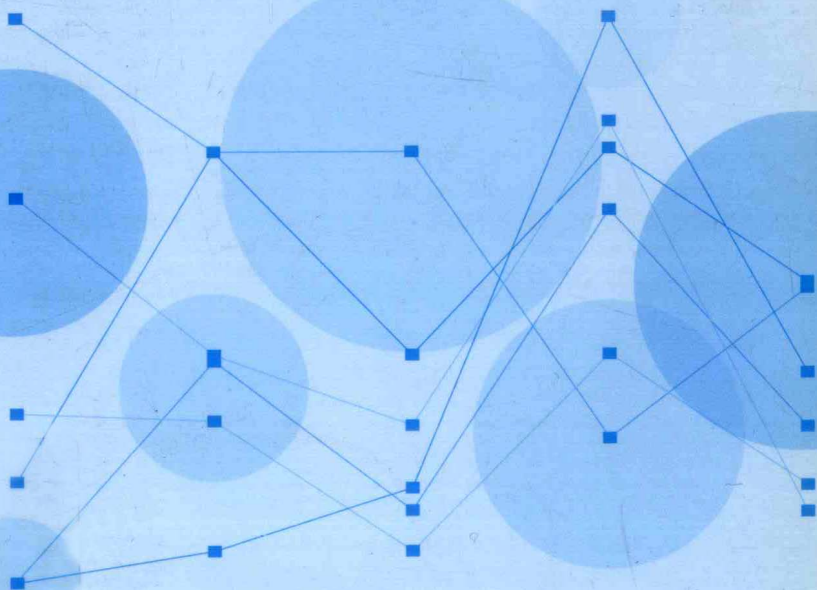


第3版

工科概率统计

杨德保◎编



 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

责任编辑：向继红
封面设计：时空意匠

定价：18.00元

ISBN 978-7-81013-870-3



9 787810 138703

02 >



工科概率统计

(第3版)

杨德保 编



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书根据全国高校工科数学“概率论与数理统计课程教学基本要求”介绍了该课程的基本理论与方法。内容有:随机事件及其概率;随机变量及其概率分布;多维随机变量及其概率分布;随机变量的数字特征;大数定律与中心极限定理;样本及其分布;参数估计;假设检验;回归分析方法简介。其特点是联系实际紧密,实例很多,叙述直观、明了、详细。每章除有习题外,还有练习题与学习指导,特别适合自学。

本书可作工科本科或工科成人教育的教材,也可供工程技术人员参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

工科概率统计/杨德保编. —3版. —北京:北京理工大学出版社,2007.1

ISBN 978-7-81013-870-3

I. 工… II. 杨… III. ①概率论-高等学校-教材 ②数理统计-高等学校-教材 IV. O21

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第008421号

出版发行/北京理工大学出版社

社 址/北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编/100081

电 话/(010) 68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址/<http://www.bitpress.com.cn>

经 销/全国各地新华书店

印 刷/北京地质印刷厂

开 本/880毫米×1230毫米 1/32

印 张/12.375

字 数/320千字

版 次/2007年1月第3版 2007年1月第9次印刷

印 数/24501~29500册

定 价/18.00元

责任校对/陈玉梅

责任印制/吴皓云

图书出现印装质量问题,本社负责调换

第三版序言

本书是在“工科概率统计”1994年第二版基础上修订的。其目的是为了能够更好地适应现行教学,特别是高等教育大众化的需要。主要做了以下几方面的工作:其一是在文字上做了一些修改,使之语言更加确切、简明,所述内容更加通俗易懂;其二是对个别章节的顺序做了一些调整,使之更便于教学;其三是更换了一些例题与习题,使之更接近现实,并使本书适应面更广;另外,还补充了习题选解,以便初学者,特别是自学者借鉴。

本书自1994年第二版至今又有12个年头。在此期间获得同行以及热心读者不少修改意见。这次修改中得到北京理工大学理学院数学系、北京理工大学继续教育学院、北京理工大学高职学院以及北京理工大学出版社的关心与指导,在此一并表示衷心感谢。

本书虽几经修改,但由于编者水平所限,不妥之处在所难免,恳请读者与专家批评指正。

编者

2006年9月于北京

第二版序言

本书1986年以“自学函授概率论与数理统计”为书名出第一版。几年来,编者几次参与全国高校工科数学课程教学指导委员会主持的“概率论与数理统计课程教学基本要求”的制订。发现书中个别内容与基本要求稍有差异。1992年5月,又参与基本要求的修订。此后,根据修订稿以及几年来教学实践对原书进行了修改,使之更适合工科概率论与数理统计教学要求,并将书名改为“工科概率统计”,编者认为这样更确切。限于编者水平,本书虽经修改,但仍难免有错误与不妥之处,敬请指正。

编者

1993年5月于北京

第一版序言

概率论与数理统计是从数量方面研究偶然现象规律性的学科。概率论是数学的一个有特色的分支。它一方面具有独特的概念和方法,内容丰富,结果深刻;另一方面它与其他数学分支有密切联系,在社会科学、自然科学、技术科学和管理科学中都有广泛的应用。数理统计是以概率论为基础,研究数据资料的收集、整理、分析与推断的科学。数理统计所考虑的问题与方法,不同于一般的资料统计(如求百分比、平均值等)。它着眼于根据偶然现象本身的规律性进行分析与推断,有效地利用资料信息,尽可能作出精确而可靠的结论。本书是一本供成年人用的自学函授教材。在编写中,充分运用了成年人实际经验丰富的优点。引入新内容时,一般都从实际问题出发,抓住问题的本质,形成概念,并提到一定的理论高度。重要内容反复阐述,以利读者把握住概念的实质,理解理论的实际意义。为了便于自学,叙述力求直观明了,尽量使读者有面授之感。本书每节附有练习,读者在阅读完一节之后,要及时完成,以帮助理解基本内容。章末附有习题,它是本书内容的重要部分,读者要在理解基本内容的基础上独立完成,以巩固所学知识。

本书也可作为一般院校工科概率论与数理统计的教学参考书或教材。

由于编者水平有限,时间匆促,错误与不足之处在所难免,敬请指正。

编者

1986年2月于北京

目 录

第一章 随机事件及其概率	(1)
§ 1.1 随机事件与样本空间	(1)
一、随机现象	(1)
二、随机试验	(2)
三、随机事件	(3)
四、样本空间	(5)
练习 1.1	(6)
§ 1.2 事件的关系与运算	(6)
一、事件的包含与相等	(7)
二、事件的积、和、差	(8)
三、事件的互斥与对立	(10)
四、事件的运算规律	(11)
练习 1.2	(11)
§ 1.3 概率的概念	(12)
一、古典概率	(12)
二、几何概率	(18)
三、统计概率	(20)
四、概率的数学定义	(23)
练习 1.3	(24)
§ 1.4 概率的性质与概率的加法法则	(25)
一、概率的性质	(25)
二、概率的加法法则	(27)
练习 1.4	(29)
§ 1.5 概率的乘法法则	(29)

一、条件概率	(29)
二、乘法公式	(32)
三、事件的独立性	(33)
四、贝努里概型	(36)
练习 1.5	(38)
§ 1.6 全概率公式与逆概率公式	(39)
一、完备事件组	(39)
二、全概率公式与逆概率(贝叶斯)公式	(40)
练习 1.6	(45)
习题一	(46)
第二章 随机变量及其概率分布	(52)
§ 2.1 随机变量	(52)
一、用变量表示事件	(52)
二、随机变量的定义	(54)
练习 2.1	(55)
§ 2.2 离散型随机变量的概率分布	(55)
一、离散型随机变量概率分布的概念	(55)
二、几个常用的离散型分布	(58)
三、超几何分布、二项分布和泊松分布之间的关系	(63)
练习 2.2	(65)
§ 2.3 随机变量的分布函数	(66)
一、分布函数的概念	(66)
二、分布函数的性质	(68)
练习 2.3	(69)
§ 2.4 连续型随机变量	(69)
一、连续型随机变量的概率密度	(70)
二、几个常用的连续型分布	(73)
练习 2.4	(82)

§ 2.5 随机变量函数的分布	(82)
一、关于离散型	(83)
二、关于连续型	(85)
练习 2.5	(90)
习题二	(90)
第三章 多维随机变量及其概率分布	(94)
§ 3.1 二维随机变量及其概率分布	(95)
一、二维离散型随机变量的联合分布律	(95)
二、二维随机变量的联合分布函数	(98)
三、二维连续型随机变量的联合概率密度函数	(99)
四、边缘分布与条件分布	(101)
练习 3.1	(110)
§ 3.2 随机变量的独立性	(111)
一、随机变量的独立性概念	(111)
二、二维正态随机变量	(115)
练习 3.2	(118)
§ 3.3 两个随机变量的函数的分布	(119)
一、两个随机变量和的分布	(120)
二、瑞利(Rayleigh)分布	(126)
三、最大值与最小值分布	(127)
练习 3.3	(131)
习题三	(131)
第四章 随机变量的数字特征	(135)
§ 4.1 随机变量的数学期望(均值)	(135)
一、数学期望的概念	(135)
二、几个常见随机变量的数学期望	(138)
三、随机变量函数的数学期望	(141)

四、数学期望的性质	(145)
练习 4.1	(147)
§ 4.2 随机变量的方差	(148)
一、方差的概念	(148)
二、方差的计算	(149)
三、几个常见随机变量的方差	(150)
四、方差的性质	(154)
练习 4.2	(156)
§ 4.3 协方差与相关系数	(157)
一、协方差	(157)
二、相关系数	(159)
练习 4.3	(166)
§ 4.4 矩与随机变量的标准化	(166)
一、原点矩与中心矩	(166)
二、随机变量的标准化	(167)
习题四	(168)
第五章 大数定律与中心极限定理	(172)
§ 5.1 切比雪夫不等式	(172)
§ 5.2 大数定律	(174)
§ 5.3 中心极限定理	(177)
习题五	(182)
第六章 样本及其分布	(184)
§ 6.1 数理统计的几个基本概念	(184)
一、总体与个体	(184)
二、样本与样品	(186)
三、统计量	(188)
练习 6.1	(189)

§ 6.2 抽样分布	(189)
一、样本均值的分布	(190)
二、 χ^2 分布	(192)
三、 t 分布	(195)
四、 F 分布	(198)
练习 6.2	(201)
§ 6.3 总体分布的近似求法	(201)
一、直方图	(202)
二、经验分布函数	(206)
练习 6.3	(207)
习题六	(207)
第七章 参数估计	(209)
§ 7.1 参数的点估计	(210)
一、矩估计法	(210)
二、最大似然估计法	(215)
三、顺序统计量估计法	(220)
四、估计量优良性的评议标准	(223)
练习 7.1	(229)
§ 7.2 参数的区间估计	(230)
一、数学期望的置信区间	(231)
二、方差的置信区间	(235)
练习 7.2	(237)
习题七	(237)
第八章 假设检验	(241)
§ 8.1 假设检验的问题、方法及其它	(241)
一、假设检验问题	(241)
二、假设检验的思想与方法	(242)

三、两类错误·····	(244)
§ 8.2 一个正态总体参数的假设检验·····	(246)
一、均值 μ 的假设检验·····	(246)
二、方差 σ^2 的假设检验·····	(257)
练习 8.2·····	(262)
§ 8.3 两个正态总体参数的假设检验·····	(264)
一、两个正态总体均值的假设检验·····	(265)
二、两个正态总体方差的假设检验·····	(270)
练习 8.3·····	(275)
§ 8.4 总体分布函数的假设检验·····	(276)
一、皮尔逊定理和多点分布 χ^2 检验举例·····	(277)
二、总体分布函数的检验·····	(281)
练习 8.4·····	(287)
习题八·····	(287)
第九章 回归分析方法简介 ·····	(291)
§ 9.1 回归分析问题·····	(291)
§ 9.2 一元线性回归·····	(292)
一、散点图与经验公式·····	(292)
二、相关性检验·····	(297)
三、预测与控制·····	(301)
四、非线性问题的线性化·····	(304)
习题九·····	(306)
附录一 排列组合与二项式定理简介 ·····	(307)
附录二 附表 ·····	(313)
附表 1 标准正态分布表·····	(313)
附表 2 泊松分布表·····	(316)
附表 3 t 分布表·····	(318)

附表 4 χ^2 分布表	(320)
附表 5 F 分布表	(324)
附表 6 相关系数检验表	(336)
附录三 习题答案与提示	(337)
附录四 习题选解	(358)
参考文献	(381)

第一章 随机事件及其概率

§ 1.1 随机事件与样本空间

一、随机现象

人类社会和自然界发生的现象多种多样,其中有一类称为必然现象,或确定性现象. 其规律是,只要具备一定的条件,某现象一定发生或一定不发生. 例如:

平面三角形(条件),内角和为 180° (现象);

在一个大气压、温度 100°C (条件)下,纯水沸腾(现象);

同性电荷(条件)一定不互相吸引(现象);

在常温下(条件),铁一定不溶化(现象).

这类例子很多. 我们称在一定条件下一定发生的现象为必然现象. 在一定条件下,一定不发生的现象为不可能现象. 必然现象和不可能现象都是确定性现象.

与确定性现象不同,还有另一类现象,其规律是,在一定条件下,某现象可能发生,也可能不发生. 例如:

将六件同型产品分别标上 1, 2, 3, 4, 5, 6 号, 然后从六件中任取一件(条件), “正好取得 2 号产品”(现象)可能发生, 也可能不发生;

在一大批产品中, 有合格品, 也有不合格品, 今从批中任取 10 件(条件), “正好取得 2 件不合格品”(现象), 可能发生, 也可能不发生;

从同一条件下生产的一批电子元件中, 任取一件测试其使用寿命(条件), 其使用寿命大于 100h(现象)可能发生, 也可能不发生.

上例中所谓“任取”粗浅地说,是不受主观意愿支配、不加选择地随便取。

我们称在一定条件下,可能发生也可能不发生的现象为随机现象。随机现象也称不确定性现象。

二、随机试验

为了发现并掌握随机现象数量方面的规律性,必须对随机现象进行深入观察。我们把在一定条件下,对事物某特征随机现象的一次观察称为随机试验(简称试验)。这里所指的“试验”是较广泛的术语,它包括各种各样的科学试验,也包括在较普通的场合下,对某种现象的一次十分平常的观察。

值得注意的是,这里所说的“试验”都要满足如下两点:

- (1) 在一定条件下可以重复进行;
- (2) 试验的可能结果有多个,一次试验必发生其中一个,也仅发生一个,但试验前不能准确预言发生这些结果中的哪一个。

随机试验常用字母 E 表示。为区分不同的试验,可用 E_1, E_2, \dots 符号表示。表 1-1-1 列举了一些不同的试验。

表 1-1-1 一些不同的随机试验

试验	条件	观察特征	可能结果
E_1	从标有 1, 2, 3, 4, 5, 6 号码的 6 张卡片(其中 4 张红色, 2 张白色)中任取一张	观察抽得的号码	抽得“1 号”, “2 号”……“6 号”, 共有 6 种不同的简单可能结果; 还有复杂一些的结果, 如“号数大于等于 4”等
E_2	同 E_1 条件	观察抽得的卡片颜色	抽得“红色”, “白色”, 共有 2 种不同结果
E_3	对靶发射一发子弹	观察命中发数	命中“0 发”, “1 发”, 共有 2 种不同结果

续表

试验	条件	观察特征	可能结果
E_4	火炮对目标射出 4 发炮弹(注意:这里把射出 4 发,联成一体看成一个试验)	观察命中发数	命中“0 发”,“1 发”,“2 发”,“3 发”,“4 发”,共有 5 种不同的简单结果;还有命中发数“大于等于 3”等较复杂的结果
E_5	从一批电子元件中任取一件使用	观察使用寿命(从开始使用到首次失效所经使用时间和)	使用寿命: $\{t: t \geq 0\}$, 含有无限多种不同结果, 例如有: $\{t: t \geq 50\}$, $\{t: t \geq 1000\}$, $\{t: 10 \leq t \leq 100\}$,

不同试验由试验条件与观察特征加以区分. 条件不同显然不能认为是同一试验, 如表 1-1-1 中 E_1, E_3, E_4, E_5 ; 条件相同, 观察特征不同, 也不能认为是同一试验, 如 E_1, E_2 . 后面常提到“在一定条件下, 进行一次试验”, 实际上都包括试验条件与观察特征两方面的内容. 读者一定会发现周围有许多极为普通的随机试验. 例如, 一个玻璃杯自桌上掉到地面, 观察其损坏情况, 就是一个随机试验. 其结果是: 损坏或不损坏两种(当然, 若观察得更仔细, 可能结果还会更多).

三、随机事件

从表 1-1-1 看到, 一个随机试验 E , 有多个可能结果(观察确定性现象时, 只有一个结果, 这是特例). 这些结果, 有的很简单, 有的复杂一些. 以 E_4 为例, 它的结果, 最简单的有“0 发”, “1 发”, “2 发”, “3 发”, “4 发”; 较复杂的如命中发数“小于 3”, “大于等于 1”, “大于等于 1, 小于等于 3”等. 我们给试验 E 的结果一个名称.