

商务与经济活动中的

统计学

李连友◎主编

Statistics



商务与经济活动中的

统计学

李连友◎主编

江苏工业学院图书馆
藏书章



图书在版编目 (CIP) 数据

商务与经济活动中的统计学/李连友主编. —北京:
中国财政经济出版社, 2005.9

ISBN 7-5005-7863-6

I. 商… II. 李… III. 商业统计学 IV. F712.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 096722 号

中国财政经济出版社出版

URL: <http://www.cfeph.cn>

E-mail: cfeph@cfeph.cn

(版权所有 翻印必究)

社址: 北京市海淀区阜成路甲 28 号 邮政编码: 100036

发行处电话: 88190406 财经书店电话: 64033436

中央财经大学印刷厂印刷 各地新华书店经销

787×1092 毫米 16 开 27.5 印张 528 000 字

2005 年 9 月第 1 版 2005 年 9 月北京第 1 次印刷

印数: 1—4000 定价: 42.00 元

ISBN 7-5005-7863-6/C·0057

(图书出现印装问题, 本社负责调换)

前 言

随着国民素质的不断提高，在现代商务与经济活动中，无论是国民经济管理和公司、企业的经营及决策，还是各类科学研究都越来越依赖于数量分析方法。统计方法作为数量分析的一种有效方法已经成为理、工、农、医、人文、社会、经济、管理、军事、法律等所有学科领域科学研究的基本方法。因此，作为经济和管理类高等院校的本科生，在大学期间学好一门统计学知识是十分必要的。

现代统计学是一个内容庞大的繁杂学科体系。它不仅包括基本统计理论与方法，如概率论、抽样分布、估计与假设检验、相关与回归等，还包括经济统计学、社会统计学、自然科学类统计学、统计活动理论等。显然，每个人不可能实际也没有必要掌握统计学科体系中所有的统计知识，只要他（她）能把自己所从事专业领域所需要的统计知识掌握好就足够了。

本教科书的服务对象主要是高等院校经济和管理类各专业的本科生。这些专业的学生毕业后大部分都要从事商务与经济活动。因此，如何掌握商务与经济活动中的统计知识和具备一定的统计素质，对于他（她）们将来成为一名商业领袖，或是成为一名政府部门优秀的管理者是必不可少的。有鉴于此，我们将本教科书取名为《商务与经济活动中的统计学》，以明确界定本书的读者对象和讲授内容及范围。

当然，编写一本好的教材不是一件容易的事。尤其要想编写一本优秀的统计教材更不容易。好在中央财经大学统计系的同仁都在长期不懈地努力，尽量将自己多年的教学经验和统计学理论不断发展有机结合起来，把一本倾注全体统计老师心血的教材奉献给每一位读者。

如何构建商务与经济活动中统计学教材的内容体系，关键取决于对统计学要有一个全面科学的理解。我们认为，统计学是一门关于收集、整理、显示和分析数据的艺术和科学。依据国际主流学派的观点，按照对数据研究方法的不同，统计学分为描述统计学和推断统计学。从研究的内容看，既要包括截面数据也要包括时序数

2 商务与经济活动中的统计学

据。本教材就是依据这种理论和观点编排全书内容的。

全书共包括5个单元11章内容。其中，第1单元即为第1章：统计与数据，作为总论将全书所涉及的一些基本概念和理论在此概要阐述，为后面章节的展开奠定基础。第2单元为描述统计学内容，包括第2、3两章，主要阐述如何收集统计数据，以及将收集到的数据如何进行概括性描述和显示。第3单元为推断统计学内容，包括第4~8章共5章，主要对推断统计所涉及的概率论基础、参数估计、假设检验、方差分析、相关与回归等内容进行阐述。第4单元为研究时序数据的内容，包括第9、10两章。尽管统计指数在研究截面数据时也有应用，但它的主要应用领域还是在时序数据。此外，从研究方法看，时间序列分析和统计指数既不纯粹属于描述统计学，也不纯粹属于推断统计学。第5单元即为第11章，内容是统计方法在质量控制中的应用。这是国外统计教材比较注重的一章内容，近些年国内教材也纷纷将其引入其中。

有了一本教材，读者接下来所关心的问题是如何才能学好统计学，以及通过学习统计学要实现一个什么样的目标？根据多年统计学教学实践，我们认为，现在要学好统计学无论是教师的教学还是学生的学习都要在观念上做很大的改变。从教师角度看，随着计算机技术的不断发展和各种统计软件的大量涌现，教师在讲授统计课程时已不能再拘泥于过去那种推导大量统计公式上了，取而代之的应当是更多地关注在分析一个具体问题时应如何选取变量，以及对于统计结果该做如何解释方面，而大量的计算就交由计算机软件去处理吧，教师只将统计公式的基本原理向学生介绍清楚就可以了。对于学生而言，也需要把更多的精力用于掌握统计基本理论、基本概念和基本原则方面。应当学会面对一个复杂问题如何从选择变量入手，借助于计算机软件处理和计算大量数据，最终对所得结果做出一个科学准确的解释。为实现统计教与学的上述转变，统计课程中引入计算机统计软件教学是必不可少的。为此，配合本次教材建设我们还专门推出了一本《用Excel和SPSS学习统计学》的教材，并将统计课程计划课时的相当一部分用于统计软件教学和实践。除此之外，每个学生还应该花费大量时间来做统计习题和统计实践，以增强自己的实际动手能力。

对于经济和管理类大学本科生而言，除了统计专业学生外绝大部分毕业后是不会从事专门的统计工作的。那么，对于他（她）们为什么要学习统计学，以及通过学习统计学后究竟应该实现一种什么样的目标呢？

首先，学好统计学可以在非统计人员和专业统计人员之间架起一座沟通的桥梁，使他们之间克服相互交流的障碍，以利于事业的成功。在现代商务与经济活动中，无论你做任何一项工作，你的职位如何，都不可避免地要与专业统计人员打交道。这就需要你掌握一些基本统计术语和技能，这样便不至于因缺乏统计知识导致

无法沟通。

其次,学好统计学可以培养非专业统计人员使用统计的能力和信心。统计作为一种“万能”的工具,是任何人都不可缺少的。在现代社会中,我们的学习、生活和工作越来越离不开统计。统计如同读写能力一样,已经成为每一个讲求效率的公民所必需的本领。因此,如何树立使用统计的信心和培养使用统计的能力对于大学生是十分必要的。

学习统计所要实现的目标,关键取决于对大学生的合理定位。依据统计学的特点,其培养目标体现为如下三个层次:低层次为使每个学过统计的人成为统计数据忠诚而熟练的操作者;中等层次为使每个学过统计的人成为统计数据忠诚而熟练的解释者;高级层次则为使每个学过统计的人成为能够用统计思想指导自己生活、学习和工作的人。我们认为,大学本科生通过学习统计学所要实现的目标就是第二层次,即成为统计数据忠诚而熟练的解释者。本教材也是围绕这一主题编写的。

本书是中央财经大学统计系全体同仁集体劳动的结晶。从酝酿写作到最后定稿,我们曾召开过多次研讨会。大家就编写此书的指导思想、教材内容体系及写作方法和风格等都进行了认真讨论。在此基础上,由主编统一拟定教材编写大纲,每位作者分工写作,最后再由主编负责总纂和定稿。具体分工是:李连友第1章;王健第2章;付红妍第3章;张宝军第4章;石刚第5章;闫霞第6章;毛炳寰第7章;郭守杰第8章;满向显第9章;高兴波第10章;胡永宏第11章。

我们在写作此书过程中,参阅了大量国内外有关统计学的优秀教材。书后以附录的形式列出其中主要的参考文献。在此,我们向这些文献的作者及出版社表示诚挚的谢意。

本书的出版得到中央财经大学教务处领导、工作人员,经济学院领导,以及中国财政经济出版社的大力支持与帮助,在此一并表示谢意。

因受时间和水平所限,书中难免存在缺点和错误,竭诚欢迎读者和专家批评指正。

李连友

2005年7月于中央财经大学

目 录

第 1 章 统计与数据	(1)
学习目标.....	(1)
1.1 统计与统计学	(1)
1.2 统计在商务与经济活动中的应用	(3)
1.3 总体和样本	(5)
1.4 参数和统计量	(7)
1.5 变量	(7)
1.6 数据	(10)
小结.....	(21)
关键术语.....	(22)
练习.....	(23)
第 2 章 数据的来源	(27)
学习目标.....	(27)
2.1 数据的来源	(28)
2.2 调查设计	(34)
2.3 概率抽样与非概率抽样	(46)
2.4 数据的误差	(50)
小结.....	(52)
关键术语.....	(53)
附 1: 中国工业抽样调查实施方案	(54)
附 2: 我国首次公布青年就业状况调查报告	(56)
练习.....	(57)

第3章 数据的描述	(59)
学习目标.....	(59)
3.1 集中趋势的测度	(60)
3.2 离中趋势的测度	(71)
3.3 数据分布的偏态与峰度	(77)
3.4 Z分数和异常值检测	(80)
3.5 统计表和统计图	(84)
小结.....	(93)
关键术语.....	(94)
重要公式.....	(95)
附1: 数据分组	(98)
附2: 参考公式	(98)
练习.....	(99)
第4章 概率和分布	(103)
学习目标.....	(103)
4.1 事件及其概率	(104)
4.2 概率的运算	(112)
4.3 离散型概率分布	(115)
4.4 连续型概率分布	(120)
4.5 随机变量的数字特征	(124)
小结.....	(131)
关键术语.....	(131)
重要公式.....	(132)
练习.....	(132)
第5章 参数估计	(135)
学习目标.....	(135)
5.1 总体参数和估计量	(136)
5.2 点估计	(137)
5.3 区间估计	(145)
5.4 样本容量的确定	(158)
小结.....	(162)
关键术语.....	(162)

重要公式	(163)
附 1: 关于抽样分布的几个定理	(164)
附 2: 关于样本方差是总体方差无偏估计量的证明	(165)
附 3: 关于样本方差的抽样分布的几个定理	(165)
练习	(166)
第 6 章 假设检验	(169)
学习目标	(169)
6.1 假设检验的基本问题	(170)
6.2 单个总体参数的检验	(177)
6.3 两个总体参数的检验	(189)
6.4 假设检验中的 P 值	(197)
小结	(201)
关键术语	(203)
重要公式	(204)
练习	(205)
第 7 章 方差分析	(209)
学习目标	(209)
7.1 方差分析中的基本概念和假设	(211)
7.2 单因素方差分析	(214)
7.3 双因素方差分析	(222)
小结	(227)
关键术语	(228)
重要公式	(228)
练习	(230)
第 8 章 相关与回归分析	(237)
学习目标	(237)
8.1 相关分析	(238)
8.2 一元线性回归分析	(245)
8.3 多元线性回归	(254)
8.4 非线性回归分析	(259)
小结	(262)

4 商务与经济活动中的统计学

关键术语	(263)
重要公式	(263)
练习	(264)

第9章 时间序列分析 (269)

学习目标	(269)
9.1 时间序列水平与速度分析	(270)
9.2 时间序列成分分析	(280)
9.3 时间序列预测	(297)
小结	(309)
关键术语	(309)
重要公式	(311)
练习	(312)

第10章 统计指数法 (315)

学习目标	(315)
10.1 统计指数的定义和种类	(316)
10.2 加权指数的编制	(319)
10.3 加权指数的变形公式	(325)
10.4 加权指数及其变形指数的应用	(328)
10.5 指数体系与因素分析	(333)
小结	(341)
关键术语	(342)
重要公式	(343)
练习	(345)

第11章 统计方法在质量控制中的应用 (347)

学习目标	(347)
11.1 质量控制概述	(348)
11.2 过程能力与六西格玛管理	(352)
11.3 控制图	(359)
小结	(376)
关键术语	(376)
重要公式	(377)

练习.....	(378)
附录 A: 统计表.....	(382)
附录 B: 各章部分序号为奇数的习题答案.....	(415)
参考文献.....	(425)

第1章

统计与数据

学习目标

1. 明确什么是统计、统计学及其分类。
2. 了解统计在商务与经济活动中都有哪些应用。
3. 掌握总体、样本、参数、变量和统计量的概念。
4. 掌握数据的度量标准，区分数据的类别。
5. 了解数据的表现形式。

1.1 统计与统计学

1.1.1 什么是统计？

在日常商务和经济活动中，每分钟都会有大量与人们各项事业密切相关的决策被制定，正是这些决策决定了小到一个人、家庭，大到一个企业、地区或国家事业的兴衰。人们从长期的决策实践中发现，大部分决策都是依据统计提供的相关信息做出的。这些信息包括市场信息、财务信息、投资信息、人力资源信息等等。那么，什么是统计呢？

“统计”一词从它产生到今天，已经被人们赋予了多种含义。但从较为常用的角度看，统计包含以下三种含义：

- (1) 统计是获取、显示、分析、解释和提供数据信息的过程。

2 商务与经济活动中的统计学

(2) 统计是一种包含数据的信息。

(3) 统计是一门收集、显示、分析和提供数据信息的艺术和科学。

显然,上述有关统计的三种含义分别是不同角度的理解。

第1种含义将统计视为一种实践活动,它把人们日常所从事与数据信息有关的工作当作一种统计。比如,人们经常将某个从事统计工作的人特指为“他是搞统计的”,这里的“统计”就是指统计的第1种含义。

第2种含义是将统计看作一种资料,一种数据。通常情况下,当人们要引用一个或一组数据时,往往都会在这些数据的前面冠以“据统计……”的字样,其实,这里的“统计”乃是特指一种资料和数据而言。

统计学作为统计的第3种含义,是指一门学问,一门课程。由于统计被广泛应用于几乎所有领域,包括农业、制造业、经济学、医学、遗传学、天文学、生态学、地理学、社会学、人口学、管理学、心理学、文学等等,所以,几乎所有的学科都有相关的统计学。当然,大家用不着也不可能理解所有的统计应用知识,只要能够掌握与本专业有关的统计知识,并很好地将它应用到解决自己身边的统计问题就可以了。

1.1.2 统计学及其分类

关于统计学,统计学家们对其有着众多的定义。其中,比较有代表性的是韦伯斯特国际辞典第3版中所给出的定义:统计是一门收集、分析、解释和提供数据的科学。近些年,随着统计学科的不断发展和人们对其性质认识的不断加深,越来越多的人认为统计学不仅是一门科学,它还包含了许多艺术成分。比如说,人们在运用统计图表来显示数据时就需要有一定的艺术性。再比如,统计推断中包含了一系列的假设,这些假设体现了一定的艺术水准。因此,更多的统计学家认为,统计学是一门艺术和科学。比如美国百科全书把统计学定义为“是一门在不确定性方面为了做出正确的推断而进行收集、分析定量数据的科学和艺术”。将统计学定义为一门科学和艺术的观点在欧美统计学界已成为主流,这从在美国大学比较畅销的由戴维·R·安德森教授等编写的《商务与经济统计》教科书中可见一斑。该书认为,“统计学是收集、分析、表述和解释数据的艺术和科学,特别是在商务和经济中。”因此,我们赞同并采纳国际通行的观点,本书将统计学定义为:是一门收集、显示、分析和提供数据信息的艺术和科学。

统计学依据不同的标准有多种分类方法。目前统计学界较为关注的是依据对总体数据分析研究方法的不同,将统计学分为描述统计学和推断统计学。

如果统计人员用一个组中获得的数据只对同一组进行描述或得出结论,那么该统计人员用的就是描述性统计。比如联想公司的财务人员利用公司员工月收入资料

计算出该公司员工的月平均收入、收入分布的范围等,同时,财务人员将员工收入的分布用一种统计图形加以显示,则此种统计就称为描述性统计。由此可见,描述统计学是一种用表格、图形和数论^①的方法来概括数据的统计学分支。

如果统计人员通过抽样得到样本数据,并依据此样本数据对产生该样本的总体数量特征做出结论,那么这种统计就称为推断统计。让我们来考虑中国人民大学在校本科生手机普及情况调查的一个推断统计的实例。为了了解中国人民大学在校本科生手机普及率及相关情况,2002年6月中国人民大学财政金融学院2000级金融一班的夏燕、刘丽、党晶和马学彬等同学对本校在校的8000名本科生进行了抽样调查。他(她)们抽取了400人作为样本,经过抽样调查和推断最后得出的结论为,在95%的把握程度保证下,人民大学在校本科生手机普及率在57.4%~67.4%之间^②。由此可见,推断统计学就是研究如何从总体中抽取样本,并利用样本数据来推断总体特征的统计学分支。随着统计学科不断发展,推断性统计的运用和重要性正在不断增强。

1.2 统计在商务与经济活动中的应用

在当今信息化的社会里,谁拥有并有效地使用更多的信息谁就会获得更多的创造财富的机会。而统计信息是整个信息渠道中的主流。商务与经济活动中存在着大量的统计信息。经验表明,最成功的经理人员和决策者往往是那些能够理解这些统计信息,并善于有效利用这些统计信息的人。下面我们给出一些在商务与经济活动中如何应用统计的例子。

1.2.1 企业战略管理

全球市场充满挑战和机遇,企业管理者应当做的绝不仅仅是制定长期战略然后就可以期待好运临头。他们必须具有前瞻性,做好企业的战略管理。所谓战略管理是由组织为了创造和维持竞争优势而采取的分析、决策和行动所构成。从战略管理包括的三个持续过程即分析、决策和行动看,其中前两个过程都需要基于统计数据之上。管理者在对组织内外环境和不同层次战略目标进行分析时,都离不开统计。

^① 数论是研究整数性质的一门数学学科。按研究方法的不同,大致可以分为初等数论、代数数论、解释数论和数的几何等。

^② 摘自贾峻平等编著:《〈统计学〉教学案例和教学项目汇编》,中国人民大学出版社2004年版。

4 商务与经济活动中的统计学

房地产开发商要制定长远发展规划，需要对人口规模及其构成有所了解；制造业者要使自己的产品适销对路，更要根据商务部定期公布的商品供需状况来调整产品的品种、规格和数量等。组织领导者在制定战略决策时，更是应该依据统计信息明确将要参与哪些产业的竞争，以及在这些产业里怎样竞争。

1.2.2 市场开发与研究

在市场经济条件下，公司的一切供销活动都需要以市场为导向。而市场调查和研究更多的是利用统计数据进行决策。美国 Pitney-Bowes 对该国大中型公司的 302 名负责市场销售的经理及副总裁的调查表明，差不多有 35% 的人认为直接使用邮件或产品目录是与顾客接触最划算的方法。另有 11% 的人认为使用互联网是最有效益的。该研究还表明，提高品牌知名度的最好办法是通过直接邮件或产品目录。这项研究中收集和概括的统计数据以及和其他统计资料一起决策者为他们的产品制定更有效的营销战略。

1.2.3 生产管理和质量控制

质量控制作为统计学在生产中的一项重要应用，是随着人们越来越对质量问题的重视而发展起来的。根据统计原理而制作的各种统计质量控制图被用于对生产过程及产出的监测。尤其是用 \bar{x} 条形图监测平均产出。此种图形是将横轴作为时间，纵轴作为控制标准，分别由控制上限、中心线（处于控制状态的过程均值）和控制下限构成（详见第 11 章）。例如，假定一台机器用于向容积为 2 升的瓶中充灌可乐饮料。质量监督人员可以定期地抽选已灌的可乐瓶作样本，观察并记录每个样本瓶可乐含量，在此基础上计算出这些样本的平均含量，最后将这一平均数点在 \bar{x} 条形图上。只要计算的均值在控制上限和控制下限以内，就认为该台机器的生产是正常的。

1.2.4 会计核算

会计核算中在很多方面需要利用统计学知识。例如，公司要将下一年度的产品成本控制一定范围内，它需要根据所掌握的有关原材料、能源、劳动力等市场供应情况等统计信息，利用统计方法对下一年度的成本做出预测。再例如，会计师事务所在对其客户进行审计时，面对数目很多的账目常常需要使用统计抽样推断方法。

1.2.5 人力资源管理

公司在对人力资源进行管理时，通常需要利用统计方法对员工的年龄、性别、

受教育程度、工资收入、职位、工作态度等变量进行分析,以便为公司制定人才战略、员工招聘和实行科学化人力资源管理提供依据。美国宾夕法尼亚大学的心理学家马丁·E.P. 塞利格曼和他的同事彼得·舒尔经过对大都市生活保险公司销售代表心理状态与工作之间关系的长期研究发现,在长期销售代表中持积极态度的人比持消极态度的人多卖了37%的保险。在新雇员中,乐观的人比悲观的人多卖了20%。该公司根据这一统计信息,依然做出了雇用100名未能通过公司能力测试,但却是很乐观的人。结果这100人的销售业绩比一般销售代表高出10%。^①应该说这是商务活动中,决策者利用统计信息帮助做出正确决策的一个典范。

1.2.6 经济预测

无论是企业对未来市场状况的预测,还是经济学家或政府官员对宏观经济或其某一方面的预测,都需要使用统计信息和统计方法。例如,在预测通货膨胀率时,经济学家常常会利用诸如货币供应量、生产价格指数、失业率、生产能力利用率等指标的统计信息。

以上描述的这些应用只是统计学在商务与经济活动中应用的主要部分。实际上,统计已经应用到商务与经济活动的所有领域。我们指出上述这些应用目的在于启发读者对统计对正确开展商务与经济活动的重要性的认识,以便更好地掌握统计学知识。

正是由于统计在商务与经济活动中得到广泛的应用,作为为商务与经济活动领域培养各种人才的高等院校,在经济学和管理学类的所有专业都开设统计学课程。我们以《商务与经济活动中的统计学》命名这本教材,目的在于更加突出让学生了解和学会在商务与经济活动中,如何运用统计知识进行经营和管理。

1.3 总体和样本

在前面的叙述中我们曾接触到个体、总体和样本等一些统计概念,例如,在有关对人民大学在校本科生手机普及率及相关情况的调查中就用了样本的概念。实际上,统计学中有很多概念对于理解和正确应用统计知识十分有用。同时,有些概念还贯穿整个教材,成为串联全部内容,构建课程内容体系的基本要素。本章选择一

^① 参见浙江大学编著:《新编大学英语·2》,“You Are What You Think”,外语教学与研究出版社1999年版,第47页。

些统计学中的重要概念加以阐释，以便为读者学好后面的内容奠定基础。

1.3.1 总体

韦伯斯特国际辞典第3版把**总体**定义为：人、物和想要研究的项目的集合。美国辛辛那提大学工商管理学院定量分析系教授戴维·R·安德森教授等人在他们所著《商务与经济统计》一书中将总体定义为“一特定研究中所有感兴趣个体的集合。”可见，总体是由统计研究所涉及的那些同质**个体**（也称**单位**）所形成的集合。它界定了统计研究的范围。

总体可以是广义的，如“全国所有的人口”，也可以是狭义的，如“2004年全国新出生的人口”。总体究竟如何需根据统计研究的目的确定。

总体可以是一群人，如“联想公司所有雇员”；也可以是物，如“东莞市步步高通讯设备有限公司2004年生产的所有电话机”；还可以是时间，如一周是由7个昼夜构成的等。因此，研究者可以把总体定义为任何他想要研究的任何东西。

总体根据其所包含的个体数目是否可数可以分为有限总体和无限总体。**有限总体**是指总体的范围能够被明确界定，个体的数目是有限可数的总体。例如，表1-1给出的就是一个由10家工业公司所组成的有限总体。**无限总体**是指总体所包含的个体数目无限多，且不可数的总体。例如，在一项试验中，每一次试验可以看作是此项试验总体中的一个个体。如果试验需要无限次地进行下去，则由每次试验构成的总体就是一个无限总体。

将总体区分为有限总体和无限总体的意义在于，对于不同的总体可以采取不同的获取数据的方法。如果研究者关心的是一个有限总体，在获取总体参数时既可以采取普查的方法，也可以采取抽样推断的方法。相反，如果研究者关心的是一个无限总体，由于个体的数目无限多和不可数，则在获取总体参数时只能依靠抽样的方法了。将总体区分为有限总体和无限总体的另一个意义还在于，如果是采取抽样的形式来收集数据，通过这种区分可以判别在抽样中每次抽取的样本是否独立。对于有限总体，每当抽取一个样本单位后，总体中未被抽取的元素就减少一个，前一次的抽样结果往往会对后面的抽样结果产生影响，因此每次抽取是不独立的。对于无限总体，由于总体中的元素非常多，每次抽取一个样本单位几乎不会影响下一次的抽样结果，因此每次抽取可以看作是独立的。

1.3.2 样本

样本是总体的一部分，是从总体中抽取一部分用于代表总体的那部分个体所形成的集合。由于多种原因（将在第2章阐释），研究者多数情况下是对样本而不是总体进行研究。例如在对一批某种品牌饮料的口感进行质量检验时，质量监督人员