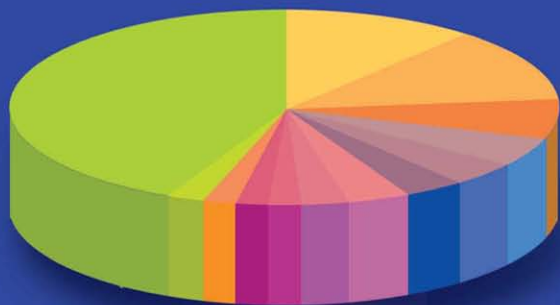


高等学校应用型人才“十二五”规划教材

统计学 方法与应用

TONGJIXUE FANGFA YU YINGYONG

黄 英 张 志 主 编
雷 彬 俞良蒂 副主编



中国地质大学出版社有限责任公司
ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE YOUXIAN ZEREN GONGSI

高等学校应用型人才“十二五”规划教材

统计学方法与应用

TONGJIXUE FANGFA YU YINGYONG

黄 英 张 志 主 编
雷 彬 俞良蒂 副主编



中国地质大学出版社有限责任公司

ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE YOUXIAN ZEREN GONGSI

图书在版编目(CIP)数据

统计学方法与应用/黄英、张志主编,雷彬、俞良蒂副主编. —武汉:中国地质大学出版社有限责任公司,2011. 3(2013. 4 重印)

ISBN 978—7—5625—2592—9

- I. 统…
- II. ①黄…②张…③雷…④俞…
- III. ①统计—方法—高等学校—教材
- IV. ①C81

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 023223 号

统计学方法与应用		黄 英 张 志 主 编	
		雷 彬 俞良蒂 副主编	
责任编辑:徐润英		策划组稿:毕克成 方 菊	责任校对:戴 莹
出版发行:中国地质大学出版社有限责任公司(武汉市洪山区鲁磨路 388 号)			
邮政编码:430074			
电 话:(027)67883511		传真:67883580	E-mail:cbb@cug.edu.cn
经 销:全国新华书店		http://www.cug.cn	
开本:787mm×960mm 1/16		字数:480 千字 印张:18.5	
版次:2011 年 3 月第 1 版		印次:2013 年 4 月第 2 次印刷	
印刷:武汉教文印刷厂		印数:3 001—6 500 册	
ISBN 978—7—5625—2592—9			定价:29.90 元

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换

中国地质大学江城学院经济与管理学部
教材编写委员会

主 任：杨昌明

副主任：胡晓峰

成 员：俞良蒂 李检根 田运银 涂 森
 张 志 唐 烨 赵艳秉 陈 蓉
 王 丹 何 燕

编者的话

我们在长期从事统计学教学的工作中,亲身体验并见证了统计学科的发展与成熟。正如马克思早在一百多年前就指出的那样:“一种科学只有当它达到能够成功地运用数学时,才算真正发展了。”统计学就是这样一门成功地运用数学,特别是概率和抽样技术等数学理论而形成的方法论学科。它的发展和成熟的方法技术现已广泛地运用到各个领域,无论是自然科学还是社会科学,无论是宏观调控、微观管理还是科学研究乃至人们的日常生活等,均离不开统计方法的应用,统计学科在其应用中不断地凸现出它的魅力。统计学科的产生与发展为信息社会的数据处理提供了大量的、科学的技术与手段,特别是统计软件的开发,使人们从繁琐的计算中解放出来,从难以理解的数学方法中得到了实际应用,这充分体现着该学科的使用价值。随着时代的变迁、信息社会的到来,计算机技术的引入和统计软件的开发等在推进统计学科更好发展与成熟的同时,又对统计学科的教学工作提出了新的更高的要求。通过学习该门学科,使学生掌握基本技能,并在今后的职业生涯中受益,就要求统计学科的教学工作无论是在教学思想、教学方式方法还是在教学手段上都需要不断地更新,以顺应本学科发展的需要。

教学实践表明,成熟的学科需要成熟的教学方式与手段。随着计算机技术的引入、统计软件的开发与应用,传统的教学方式与方法面临着挑战。当今世界进入信息社会后,很难想象,脱离计算机的统计学教学效果会如何。特别到了21世纪初,我国高等教育为满足社会人才培养的需求,独立学院如雨后春笋发展起来,统计学作为经济与管理类专业

必修的核心课程,其重要性显而易见。对于独立学院学生而言,学习统计学就是应用,而应用的关键是对统计学思想认识 and 理解的深化,这样一来,在课堂上过多地进行统计理论公式的推导显然意义不大。侧重于实际应用是独立学院教学的特点,如何适应这一受众教育群体的需要,编写出理论与实践相结合、重统计理论思想传播、重实际应用的教材,以适应统计学教学的需要,是首当其冲要解决的问题,也是我们编写该教材的基本定位。

为此,我们倾心编写此教材的宗旨,具体体现在三个方面:第一,本教材应适应独立学院学生的特点,内容上重实用、重趣味,编写教材的目标应是学生学了能用得上,能立即上手;第二,引导读者对统计学产生兴趣,不再畏难,愿意学并且有学好它的信心;第三,在文字表述上尽量生动和亲切,力求通俗易懂,让学生、教师、统计工作者和其他读者均能从中受益。

从编写思想的确立到教学内容的挑选,从编写手段到表述方式的选择等,我们始终遵循此宗旨,并力求此教材具有以下特点。

第一,理论性。注重挑选统计学最基本的统计理论,充分表现出统计学方法论思想。以“描述统计学”与“推断统计学”两大学科支柱为依托,精选内容,体现统计学科的基本理论方法论体系。

第二,应用性。结合每一章节内容,选择合适的生活中的案例或事例,以 Excel 为计算工具,展示统计方法在实际生活中的应用,让读者在学习统计思想的同时,了解其在实际生活中的应用意义。

第三,趣味性。在应用性的基础上,结合教学内容选择适当的练习、思考与讨论,增强学习者的主动思维和动手能力。

第四,通俗性。在版面设计上,力求生动活泼;在文字表述上,力求简洁、明了,通俗易懂;在写作上,力求淡化统计理论的推导和计算,重点突出统计思想与方法和计算机的应用技术。

本书参编者及分工如下:黄英编写第 5、7、9、10 章,张志编写第 3、4 章,雷彬编写第 2 章,俞良蒂编写第 1、6、8 章。

本书的出版得到各方面的支持与帮助,十分感谢中国地质大学江城

学院经济与管理学部领导的鼓励与帮助,感谢中国地质大学出版社的大力支持,感谢江城学院曾担任统计学教学工作的各位老师提出的宝贵意见、建议,感谢新疆财经大学张忠俊老师的大力支持和通力合作。

由于统计学科的迅速发展,编者水平所限,书中的不当和疏漏之处敬请同行和读者不吝赐教、批评指正。

中国地质大学江城学院经济与管理学部

《统计学方法与应用》编写组

2011 年 1 月

序

随着时代的发展,各类高等院校办学规模的不断扩大,人才培养质量成为衡量各院校办学水平的主要指标,而教材作为实现人才培养目标的载体,对各类高等院校的发展和人才培养质量具有举足轻重的作用。

就许多院校目前使用的教材现状来看,现行教材不太适合院校学生特点、不太符合办学定位的问题较为普遍,许多高职高专院校使用一本二本的教材,偏理论化、内容死板;而本科院校使用高职高专的教材,过分重视应用和操作,缺少相关学科的广度和深度。如何解决这个问题呢?必须根据各校办学层次、专业特色和培养目标,进一步加强自编教材的建设工作,做到因材施教,量体裁衣。对于三本独立学院来讲,应根据这类院校应用型专业人才的培养目标,使教材建设工作做到“面向应用、面向职业、面向能力、面向实践”,重视教材的适用性、实用性、思想性和生动性。教师编写和课堂选用的教材,应符合学生层次,既能调动学生的学习热情,又能切实提高学生动手能力、分析能力和可持续发展能力,满足独立学院培养应用型专业人才的定位要求。中国地质大学江城学院经济与管理学部的中青年教师在老教师的指导与带动下,基于多年的教学工作,不断学习,亲历实践,编写了一套适用于应用型人才培养院校经济与管理类本科专业学生学习的专业基础课教材。该套系列教材有:《管理学原理与实践》、《经济学原理与实践》、《会计学原理与应用》、《市场营销学》、《财务管理基础》、《统计学方法与应用》和《电子商务概论》。

这部《统计学方法与应用》的编写,正是经管类应用型专业人才培养目标要求的体现。通览本书,它无疑是一部内容丰富、生动活跃和具有

亲和力的专业基础教材,这部教材适用于三本院校经管专业的学生,对于对统计学有兴趣但非统计专业的学生,它也不失为一部适用的优秀教材。本书对统计思想和具体应用着墨甚多,在“统计公式”、“数字推导”等统计方法上面,作者做最大的努力以淡化其复杂和困难程度;本书重“统计思想”的传输,重视“如何做统计思考”胜于鼓励学生生搬硬记统计方法或公式的推导。作者将统计学这门看似属于数理类的学科,努力尝试以文科的方式来表达,这种努力体现在本书中的案例选用、概念解释、统计结论表述以及习题的设计等各个细节,它尽力在改变人们对统计学的传统看法,旨在使初学者产生学习统计学的兴趣并能从中受益,是这部教科书最大的亮点之一。

该书作者们既有长期从事统计学教学的老师,也有从事统计方法应用的实际工作者,皆有丰富的统计学教学和实践经验,并在各自研究领域有独到见地。他们长期工作在统计学教学第一线,孜孜不倦地探求以统计学理论和方法解决现实问题,作者们均拥有多年统计学教学经验和企业相关工作经历,这使得本书在统计方法、思想联系实际方面更具有优势。无论是引文或案例,还是课后习题,均取材丰富并贴合现实,政府政策、社会服务、餐饮、金融、地产、汽车、信息通讯和教育等,均有所涉及;统计结论及实践适用于社会生活和经济管理的各个方面,诸如政策制定、产品宣传、研发、生产经营、财务、人力资源管理、战略策划等等;这使得本书内容翔实丰富,并极具实践性。

每章节之前的“学习目标”,最简要地提示本章重点内容,接下来的“开篇案例”给出一个社会、经济或商务实际案例,以引入本章内容。在每章结束之时,安排“案例讨论”与全文相呼应,诠释如何将本章所讲统计方法应用于这个实际案例;“学习指导与小结”按教学安排顺序列出各节要点;“思考与练习”分成不同难度等级,以便适用于不同教学对象。

计算机技术日新月异,它推进统计学学科的发展,同时为统计方法的应用开辟广阔天地。本教科书于每章根据内容,专门介绍计算机技术与本章内容的紧密关系,并编写相应案例进行详细说明。如计算机在数据收集中的应用,Excel 在统计数据输出、统计图、结果演示、描述统计

和推断统计方法的运用等,这些内容使读者不仅可以从中学习到统计学方法和理论,并且可以实际上机操作,充分提高学生运用统计方法解决实际问题的动手能力。这是本教科书的又一大亮点。

综上所述,这本《统计学方法及应用》教材定位合理,在作者能力范围之内和读者可接受的限度之下,较为明确地表达出作者对统计学的观点。它基于理论,立足于现实和运用,为广大读者提供了一个良好的选择读本。我们希望各位读者通过阅读和学习本书,对统计学思想有全新的认识,掌握更多的统计学理论和方法,并运用于实际的工作和生活,体会到统计学带给我们的好处和乐趣。感谢参与编写的各位教师为本书所做的努力,希望他们能在统计学教学和研究领域再接再厉,为我国统计科学的教育事业作出新的贡献。

最后,我们期望广大读者在使用该套系列教材的过程中给我们提出宝贵的意见!

中国地质大学江城学院
经济与管理类专业基础课教材编写委员会
2010 年 12 月 12 日

目 录

第 1 章 导 论	(1)
1.1 统计及其应用领域	(3)
1.2 统计数据类型	(5)
1.3 统计学中常用基本概念	(8)
1.4 Excel 在统计中的应用常识	(10)
第 2 章 数据收集	(16)
2.1 统计数据的来源	(18)
2.2 调查方式与技术	(20)
2.3 数据收集方法	(24)
2.4 调查设计	(27)
2.5 数据质量	(34)
2.6 计算机在数据收集中的应用	(35)
第 3 章 数据的整理与显示	(41)
3.1 统计数据的预处理	(43)
3.2 品质数据的整理与图示	(48)
3.3 数值型数据的整理与图示	(53)
3.4 统计表设计	(65)
3.5 Excel 在数据整理和图示中的应用	(66)
第 4 章 数据分布特征的测度	(79)
4.1 集中趋势的测度	(80)
4.2 离散程度的测度	(87)
4.3 偏态与峰态的测度	(96)
4.4 Excel 在数据测度中的应用	(99)
第 5 章 抽样分布与参数估计	(106)
5.1 一个总体参数估计时样本统计量的抽样分布	(107)
5.2 参数估计的一般问题	(115)
5.3 一个总体参数的区间估计	(120)

5.4 样本容量的确定	(126)
第 6 章 假设检验	(133)
6.1 假设检验的基本原理	(135)
6.2 一个总体参数的假设检验	(142)
第 7 章 方差分析	(160)
7.1 方差分析基本原理	(161)
7.2 单因素方差分析	(166)
7.3 双因素方差分析	(174)
第 8 章 相关与回归分析	(186)
8.1 变量间关系的度量	(188)
8.2 一元线性回归	(197)
8.3 利用回归方程进行估计和预测	(210)
第 9 章 时间序列分析与预测	(220)
9.1 时间序列及其分解	(221)
9.2 时间序列的描述性分析	(224)
9.3 平稳序列的分析和预测	(231)
9.4 趋势型序列的分析和预测	(239)
9.5 复合型序列的分解	(243)
第 10 章 统计指数	(253)
10.1 统计指数的概念	(254)
10.2 常用加权指数	(256)
10.3 总量指数与指数体系	(260)
10.4 几种常用的价格指数	(263)
10.5 多指标综合评价指数	(266)
附录 用 Excel 生成概率分布表	(272)
附表 1 标准正态分布表	(272)
附表 2 标准正态分布分位数表	(274)
附表 3 t 分布临界值表	(276)
附表 4 χ^2 分布临界值表	(278)
附表 5 F 分布临界值表	(280)
参考书目	(282)

第1章 导论

【名言采撷】

学者不能离开统计而研究,政治家不能离开统计而施政,事业家不能离开统计而执业。^①

——马寅初

【学习目标】

第1章的学习目标是通过统计的基本理论及常用的统计概念的学习,让读者有一个先入为主的概貌,知道什么是统计学,什么是统计,统计的历史功绩、统计学家等文化背景;对统计数据有一个完整的认识,对该学科常用的基本概念有一个清楚的认知,并在理解的基础上,抓住关键,举一反三,融会贯通。

【知识点浏览】

1. 统计和统计学的概念
2. 统计数据的类型
3. 总体和样本
4. 参数和统计量
5. 变量

【开篇案例】

第29届夏季北京奥运会奖牌榜^②

2001年7月13日,在莫斯科举行的国际奥委会第112次全会上,国际奥委会投票选定北京获得2008年奥运会主办权。2008年北京奥运会即第29届夏季奥林匹克运动会于2008年8月8日20时开幕,2008年8月24日闭幕。本届奥运会口号为“同一个世界,同一个梦想”(One World, One Dream),主办城市是中国北京。参赛国家及地区204个,参赛运动员11438人,设302项(28种运动)比赛项目。

2008年8月8日,是值得中国人永远铭刻在心中的日子。这天在我国首都北京,成功主办了第29届奥运会开幕式。提起第29届夏季北京奥运会,人们仍能清

^① 资料来源:李心愉编著,应用经济统计学,北京:北京大学出版社,2000。

^② 资料来源:据第29届夏季北京奥运会网站公告的数据整理所得。

晰地记得中国人在世人面前充分展示出“科技奥运、绿色奥运、人文奥运”的成果。开幕式以“有朋自远方来，不亦乐乎”的人文情怀，展示了高科技与现代艺术的完美结合；奥运会期间的环境保护、社会文明和精神文明达到了空前水准，得到了全世界人民的喝彩，那激动人心的场景，相信每个中国人都引以骄傲与自豪。我们更不会忘记我国运动员在这届奥运会上取得的骄人成绩。获得奖牌居前 10 位的国家及奖牌数如表 1—1 所示。

表 1—1 第 29 届奥运会获奖牌前 10 位国家及奖牌数

排名	国家/地区	金牌	银牌	铜牌	奖牌总数
1	中国	51	21	28	100
2	美国	36	38	36	110
3	俄罗斯	23	21	28	72
4	英国	19	13	15	47
5	德国	16	10	15	41
6	澳大利亚	14	15	17	46
7	韩国	13	10	8	31
8	日本	9	6	10	25
9	意大利	8	10	10	28
10	法国	7	16	17	40
合计		302	303	353	958
中国奖牌占比(%)		16.9	6.9	7.9	10.4

我国所获金牌总数居首，占全部金牌总数的 16.9%，比名列第二的美国所获金牌多 15 块；所获得的奖牌总数为 100 块，奖牌总数占全部奖牌总数的 10.4%。第 29 届夏季北京奥运会在我国的成功主办，不仅展示了中国人的风采，体现了中国的实力，也使一批年轻的选手脱颖而出。

类似这种用统计数据对某个事件的情况和结果进行报道，用统计方法对宏观和微观经济现象进行描述、分析、推算和预测、决策的事例，在我们的实际生活中比比皆是，这些都是我们最常见的统计形式与结果。

【思考与讨论】

- 1. 列举生活中的统计方法或思想应用的实例。谈谈你对统计学的直观感受。
- 2. 为什么说学习统计学对每个人都是必要的？你有何体会？

那么什么是统计？什么是统计学？统计学有哪些科学方法和技术？统计学有哪些思想？用怎样的现代化计算工具完成数据的处理？诸如此类问题，我们将在

本教材中一一为读者释然。本章就统计学中的基本理论与概念、统计的应用领域和统计数据分类等问题进行介绍。

1.1 统计及其应用领域

提起“统计”一词大家并不陌生,人们经常在报刊杂志、电视广播里看到听到“统计”字眼,在日常生活中经常用到统计的方法。如用统计图表描述武汉市历年天气气象的变化趋势,用统计指标“年递增速度”表述国民经济的发展状况,用统计预测的方法估计“能源的生产量与消费量”情况,用经济模型找出事物发展变化的规律,用假设检验的思想检验生产厂家对某产品质量的承诺的可靠性,等等。这些都是统计思想的体现,是统计方法应用的结果。

1.1.1 统计学的概念

统计是泛指统计资料、统计工作的统计科学的总称。而统计学是在对统计数据的收集、整理、加工、汇总、展示全工作过程中,起指导意义的一门方法论学科,是理论与方法论的集合。统计通常指统计实际工作,而统计学是一门方法论学科。如不列颠百科全书的定义。

◎定义 1.1:统计学(statistics)是收集、分析、表述和解释数据的科学。

数据收集也就是取得数据,数据整理就是对取得的数据进行加工处理,用统计图表等形式展示出来,数据分析则是通过统计方法研究数据及其特征,数据的解释是对分析的结果进行说明。从这一定义中可知,统计学是一门关于数据处理技巧的方法论学科。

1.1.2 统计学分科

统计学是一门方法论学科,按应用方法的不同可分为描述统计方法和推断统计方法,因而形成了统计学的两大分科,即描述统计学和推断统计学。

◎定义 1.2:描述统计学(descriptive statistics)是研究数据收集、整理和描述的统计学分支。

描述统计的内容包括取得研究需要的数据,以图表形式进行加工处理与显示、概括与分析,得出所研究现象的一般性规律或特征。如某班的上课出勤率为97%,就是对学生到课情况的一般性描述。

◎定义 1.3:推断统计学(inferential statistics)是研究如何利用样本数据来推断总体数量特征的统计学分支。

统计学研究的是总体现象的规律,而不是个体的数量特征,当被研究的总体很大或是无限总体时,无法收集到所有的数据,只能采集样本信息,通过样本数据来

推断总体特征。如要研究全国独立学院的办学条件,由于范围太大,数据难以全面收集,这时就可采用统计抽样技术,抽取适量样本,通过样本提供的信息来推断全国独立学院的教学投入情况。这种由部分推断总体的方法就是应用了科学的抽样技术来实现的。

描述统计学和推断统计学形成了统计学科完整的方法论体系,两者既有联系又有区别。联系表现在:对数据处理的起点和终点是一致的,它们的起点都是收集反映客观现象的数据,终点都是研究总体内在的数量规律性。区别在于:当收集的数据来源于总体,则直接运用描述统计学的方法寻找总体内在的数量规律性;若收集的数据来源于样本,则在通过描述统计学的方法对样本信息进行描述的基础上,应用概率论(含分布理论、大数定律和中心极限定理)对总体的数量特征进行估计和检验等方法,从而得出总体内在的数量规律性。

1. 1. 3 统计的应用领域

随着统计学的发展,统计方法被广泛地应用到众多领域,如经济学、管理学、会计学、医学、地质学、社会学、教育学、工程学、气象学等,所有的行业如工业、农业、商业、信息业、金融业、军事、教育等都十分重视统计思想与方法的应用。表 1—2 列出了统计的一些应用领域,目的是使我们通过简单浏览,充分认识到统计学的应用十分广泛。

表 1—2 统计的应用领域

actuarial work(精算)	industry(工业)
archaeology(考古学)	literature(文学)
agriculture(农业)	management science(管理科学)
auditing(审计学)	marketing(市场营销学)
anthropology(人类学)	medical diagnosis(医学诊断)
demography(人口统计学)	military science(军事科学)
dentistry(牙医学)	meteorology(气象学)
econometrics(经济计量学)	political science(政治学)
engineering(工程)	psychology(心理学)
ecology(生态学)	psychophysics(心理物理学)
education(教育学)	quality control(质量控制)
epidemiology(流行病学)	religious studies(宗教研究)
finance(金融)	sociology(社会学)
genetics(遗传学)	survey sampling(调查抽样)
geology(地质学)	taxonomy(分类学)

当然,统计不是万能的,统计能帮助我们进行数据分析,并从分析中得出某些结论,但对统计结论的进一步解释,则需要专业知识。如 2003 年“非典”时期,我们可用统计学中的大量观察法,通过临床观察找到病因及其规律,但是如何加以控制

与治疗,却要由医务工作者通过医学专业知识进行探索与解决。

统计学科的发展成就了许多统计学家,其中最有力影响的著名统计学家有: Jacob Bernoulli(伯努利)(1654—1705)、Edmond Halley(哈雷)(1656—1742)、De Moivre(棣莫弗)(1667—1754)、Thomas Bayes(贝叶斯)(1702—1761)、Leonhard Euler(欧拉)(1707—1783)、Pierre Simon Laplace(拉普拉斯)(1749—1827)、Adrien Marie Legendre(勒让德)(1752—1833)、Thomas Robert Malthus(马尔萨斯)(1766—1834)、Friedrich Gauss(高斯)(1777—1855)、Johann Gregor Mendel(孟德尔)(1822—1884)、Karl Pearson(皮尔逊)(1857—1936)、Ronald Aylmer Fisher(费希尔)(1890—1962)、Jerzy Neyman(奈曼)(1894—1981)、Egon Sharpe Pearson(皮尔逊)(1895—1980)、William Feller(费勒)(1906—1970)等。

人类进入21世纪后,经济学家和统计学家们仍在应用统计学的理论与方法,为人类作出诸多贡献。从应用统计学理论与方法荣获“诺贝尔经济学奖”成果的回顾中,我们再次目睹了统计学科的魅力与贡献。

2000年度的诺贝尔经济学奖授予两位美国经济学家詹姆斯·J·赫克曼和丹尼尔·L·麦克法登,以奖励他们发展了广泛应用在经济学以及其他社会科学中对个人和住户的行为进行统计分析的理论和办法。尤其是奖励赫克曼对分析选择性样本的理论和办法的发展,奖励麦克法登对分析离散抉择的理论和办法的发展。

美英两位经济学家共获2003年度诺贝尔经济学奖。美国经济学家罗伯特·恩格尔和英国经济学家克莱夫·格兰杰双双获得2003年度诺贝尔经济学奖。“今年的(诺贝尔奖)获得者发明了处理许多经济时间序列两个关键特性的统计办法:时间变化的变更率和非平稳性。”瑞典皇家科学院称恩格尔“不仅是研究员们学习的光辉典范,而且也是金融分析家的楷模,他不仅为研究员们提供了不可或缺的工具,还为分析家们在资产作价和投资配搭风险评估方面找到了捷径”。瑞典皇家科学院称“格兰杰的贡献将用于研究财富与消费、汇率与物价水平以及短期与长期利率之间的关系”。^①

1.2 统计数据的数据类型

统计数据是对客观现象进行测量的结果。例如,“2009年全年国内生产总值335 353亿元,比上年增长8.7%。年末全国总人口为133 474万人,全年出生人口1 615万人,出生率为12.13‰;死亡率为7.08‰;自然增长率为5.05‰。出生人

^① 摘自:北京大学中国经济研究中心,2005年10月7日发布的“历年诺贝尔经济学奖获奖人及学术成果”。