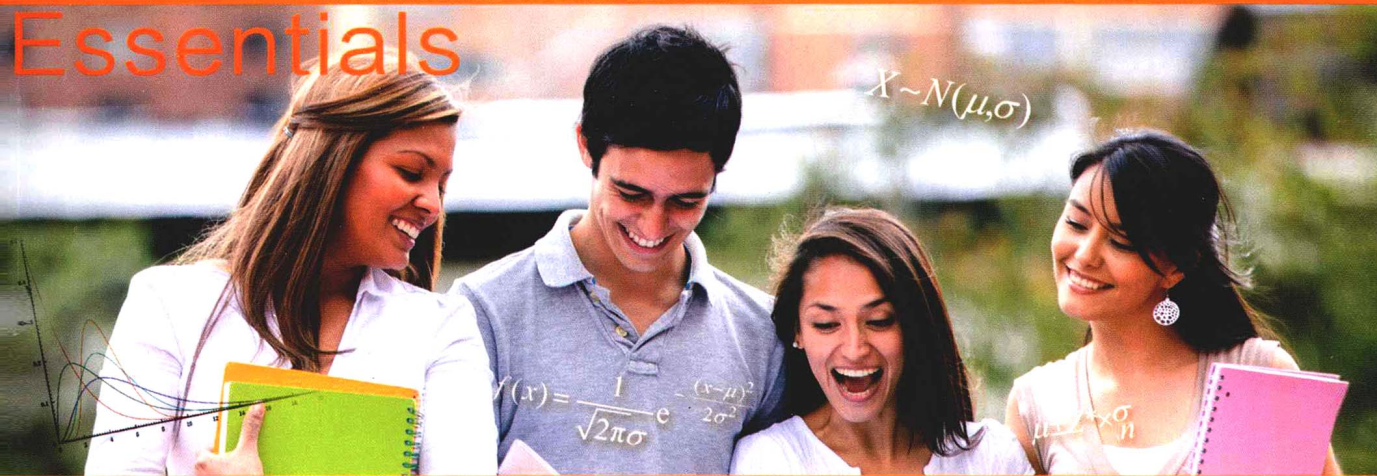


AP Statistics



以ACT和SAT (I & II) 为主干、以AP为龙头的美国留学高端课程体系，
为历届富臣常春藤学员所实践，已经取得了良好的效果。

Essentials



吕小康 / 编著

AP 统计学 基础教程

强调
统计
思想
重于统计
运算的
AP教学理念;
系统介绍统计运算
的计算器(TI-84)
操作。

细致
剖析
考试
重点、
答题要点
与得分策略;
附赠全真模拟试题
及其详解
1套。

中国人民大学出版社

www.1kao.com.cn

注册享受增值服务

010452



中国人民大学出版社

A P

统计学基础教程

吕小康 编著

中国人民大学出版社
• 北京 •

图书在版编目 (CIP) 数据

AP 统计学基础教程 / 吕小康编著. —北京: 中国人民大学出版社, 2012. 12
ISBN 978-7-300-16602-5

I. ①A… II. ①吕… III. ①统计学-高等学校-教材 IV. ①C8

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 258082 号

AP 统计学基础教程

吕小康 编著

AP Tongjixue Jichu Jiaocheng

出版发行 中国人民大学出版社

社 址 北京中关村大街31号

电 话 010-62511242 (总编室)

010-82501766 (邮购部)

010-62515195 (发行公司)

网 址 <http://www.crup.com.cn>

<http://www.1kao.com.cn> (中国1考网)

经 销 新华书店

印 刷 北京宏伟双华印刷有限公司

规 格 185 mm × 260 mm 16 开本

印 张 20.25

字 数 486 000

邮政编码 100080

010-62511398 (质管部)

010-62514148 (门市部)

010-62515275 (盗版举报)

版 次 2013 年 3 月第 1 版

印 次 2013 年 3 月第 1 次印刷

定 价 45.00 元

版权所有

侵权必究

印装差错

负责调换

富臣美国留学考试图书编委会名单

主 任：刘胜利

副 主 任：李惠敏 吕小康 Callin Xu

编 委：宋 淳 刘 珊 曹亚琴 张 晴
朱 昀 陈 兵 申庆徽 孙丰舟



Preface

AP 基础教程系列教材总序

AP 全称为美国大学先修课程 (Advanced Placement), 是美国大学理事会 (College Board) 推出的面向优秀高中学生的大学基础课。AP 考试已经在全球 80 个国家举行, 包括哈佛大学、耶鲁大学、哥伦比亚大学、麻省理工大学等在内的 3 600 多所大学认可 AP 成绩并给予通过者不同程度的学分。现在的 AP 课程分为 3 大类 30 多门, 包括语言类、数学与科学类、社会科学与历史类。AP 考试每年举行一次, 报名时间为 3 月中上旬, 考试日期为 5 月前两周, 在国内, 北京、上海、南京等多个城市有常设考点。AP 考试采用的是 5 分制, 从 1 分到 5 分, 3 分以上的成绩为大多数的大学所接受, 但顶尖级大学 (TOP 30) 多要求 4 分或 5 分。学生在入读这些大学时, 可以将考试通过的 AP 学分折抵大学学分, 减免大学课程数量, 达到缩短学时、节省学费的目的。

AP 的所有课程和考试均由著名的大学教授团队和高中教师一起设计, 使用的教材均为美国大学主流教材。其试卷也由美国大学理事会公开招聘、统一培训的专业人士批改, 其中多数是大学专业教师。设计 AP 课程的包括耶鲁大学、普林斯顿大学的著名教授和全美最著名的高中教师。例如, 斯坦福大学获得普利策奖的大卫·肯尼迪 (David Kennedy) 教授以及 27 岁即成为哈佛大学经济学终身教授、前美国总统经济顾问委员会主席曼昆 (Gregory Mankiw) 都曾分别担任过 AP 美国历史和 AP 经济课程开发委员会的主席。AP 的作用主要有三点: (1) 配合 ACT、SAT 和 TOEFL 成绩, 申请名牌大学和奖学金; (2) 抵扣大学学分, 缩短大学教育时间, 降低大学教育成本; (3) 在国内提前解决学习方式适应问题。

在美国, 能参加 AP 课程学习的学生本身就十分优秀, 且具有出众的学习能力。提交 AP 成绩能够使美国一流名校确信学生敢于挑战难度。据 AP 官方统计, 进入名牌大学的

学生平均都会提交 2~3 门的 AP 成绩来增加申请时的优势筹码。在这种情况下, 如果一个学生未在申请名校时提交 AP 成绩, 只依靠学校成绩就很难在众多申请者中脱颖而出。另外, 根据美国教育部的研究报告, 在高中期间上了 AP 课程的学生, 大学的毕业率远高于没有上过 AP 的学生。上过 2 门以上 AP 课程的 61% 的学生可以在四年以内获得学士学位, 上过 1 门的有 45%, 而没有上过 AP 的学生中只有 29% 能够在四年内获得学士学位。同时, 根据美国大学理事会 2010 年的研究报告, 如果多读一年公立大学, 则意味着要多交 8 000 美元~19 000 美元的学费 (选择州内公立大学入学的学费平均为 7 662 美元一年; 选择州外公立大学入学的学费为 18 529 美元一年)。而私立大学的学费则更可能高达 4 万美元~5 万美元一年, 如果能以 AP 成绩完成抵扣而提前或准时毕业, 可以有效地降低家庭的经济支出。

2000 年后, AP 考试的参加人数扩展迅速。我们根据 AP 官方于 2012 年提供的数据制作了图 1 和图 2, 从中可以直观地了解到 AP 项目的全球发展趋势。

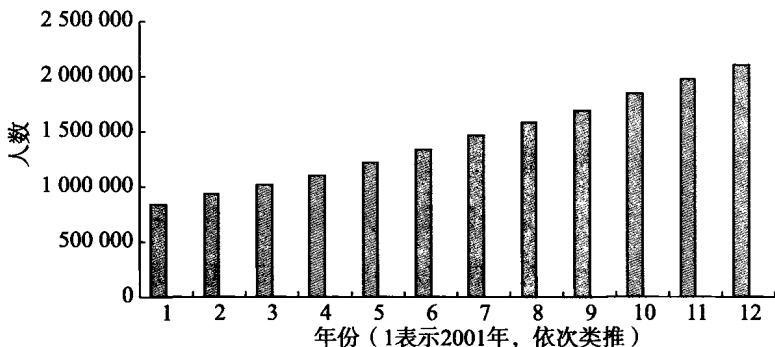


图 1 2001—2012 年 AP 考试人数递增趋势

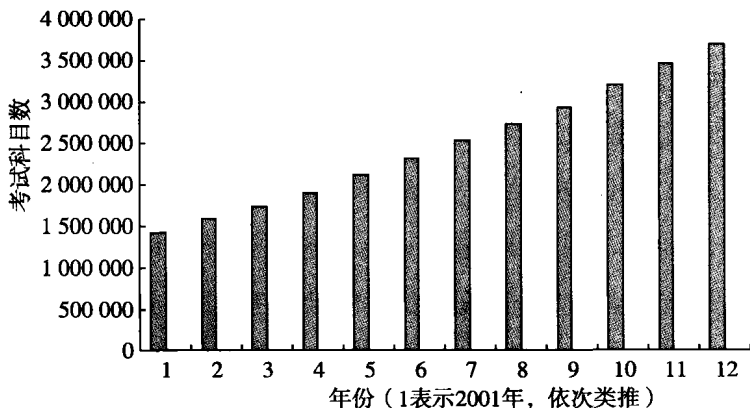


图 2 2001—2012 年 AP 考试科目数递增趋势

与此同时, 中国考生的数目也在飞速增长, 从 2009 年的不到 500 人, 3 年内迅速发

展到 2012 年的 1.2 万人，并一举成为最大的海外 AP 考试参加国。而根据美国开放报告的数据，2011 年成功申请到美国大学本科教育的学生不过 5.7 万多人。2012 年的留学人数当然会比这更多，但从比例中也大致可以看出，有一大部分中国留美学生已经在国内接触过 AP 课程。在这种大背景下，国内成绩中等的学生要上美国一流的大学，国内成绩优秀的学生要上美国顶尖的大学，AP 课程是必不可少的选择。

2013 年，在中国大陆开考的 AP 课程将达到 21 门。涵盖的科目除了有数理化生以外，还有音乐、艺术、历史、经济、计算机、外语等，其中很多课程并不适合一般中国学生。如美国历史、美国政治等需要有很强的英文能力和思考深度，考生往往很难在规定时间内完成数篇难度和长度绝不低于 SAT 作文的论述题，而音乐理论、艺术史、拉丁语类等课程在中国中学里相当不普及，中国学生基础太弱，也不太适合一般学生报考。一般而言，中国学生学 AP、考 AP，可以先从自己比较擅长的、有基础的、对英文水平要求相对较低的学科入手，微积分 AB、微积分 BC、统计学、化学、物理 B、物理 C（分为力学与电磁学，需要微积分基础）、微观经济学、宏观经济学等课程比较适合中国学生。

另外，英语语言类课程是美国大学的基础课程，类似于中国大学的大学语文，属于美国大学里的最基础课程，也是最受欢迎的课程之一。尽管它对中国学生而言难度较大，但仍建议中国学生选修，以掌握主流美国大学的主流课程，并通过这一课程的学习，反过来促进其英语理解与写作水平的提高。这对于学生在考完 AP 之后继续冲刺托福或 ACT、SAT 考试是有极大帮助的，因此也建议基础较好的同学参加这门考试。当然，对于学有专长的同学，选择参加一些“冷门”的科目，可以增加课程选择的多样性，在力所能及的情况下，也是可以采取的一种报考策略。总体而言，高一（极优秀的同学可以在初三时开始）、高二时先参加能够获得高分的科目，高三时再冲刺感兴趣的科目，是比较适宜的 AP 备考战略。

为了满足国内学生日益增长的学习 AP 课程的需求，富臣教育特意邀请富有经验的大学专业教师和富臣职业 AP 授课教师，组织编写了 AP 基础教程系列教材，旨在为广大 AP 学子提供内容框架上的搭建和解题方法上的点拨，同时向中学生介绍美国大学课程的基本理念和相关内容。每本书都兼顾课程知识体系的自身完整性以及知识点与 AP 考试的契合性，既能照顾 AP 的难度，又不完全拘泥于考试本身而有适当的拔高，以体现大学学习的专业性和严肃性。因此，本系列教材既可以作为已经学过 AP 相关内容的同学的应急考前辅导书，又可以作为从零开始的同学的基础教材，循序渐进地讲解各专业课程知识，并结

合富臣职业团队的 AP 辅导经验介绍相关的考试技巧。本系列教材还可以作为使用美国本土教材的国际学校或公立学校国际部的教师和学生选用为辅教材或自学教材，也可以作为培训学校的独立培训教材使用。

值得一提的是，本系列教材的所有图书在出版之前均已经过数个轮次的内部培训使用。实际上，为了能够把握 AP 考试的动态，从 2009 年起，我们每年均会派出骨干教师队伍参加 AP 的年会和在国内各地举办的各种教学研讨会，与 AP 官方培训教师 and 国内同行切磋教学和应试经验，同时将这些经验应用于富臣内部学员的教学实践。由于认识到对英语并未完全过关的中国学生单纯使用国外英语教材的不足，我们从 2009 年起便着手编辑内部培训讲义，并经过任课教师与专业人员的反复讨论，同时根据学生反馈意见进行了仔细的删改与校对，最终才定稿出版。原讲义中的许多疏漏之处，已经消灭在多轮次的内部试讲过程中。因此，本系列教材的出版是所有编写人员、培训老师和诸多富臣 AP 学子共同努力的心血结晶，我在这里也要向所有使用过内部讲义的富臣学子表示衷心的感谢！同时，这也决定了富臣的 AP 基础教程系列教材比起某些为追求市场影响而短期编排的辅导教材具有更高的专业品质，接受过更严格的实践检验。当然，这并不是说富臣的这些教材已经达到完美的状态，对于其中依然可能存在的失误之处，我们衷心期盼广大学子与同行提出诚恳的批评与建议！

最后，我谨代表富臣教育所有教师和工作人员，祝愿所有 AP 学子能够从 AP 基础教程系列教材中获得实实在在的收益，并最终奔赴理想的美国大学，开启辉煌人生的崭新篇章！

富臣教育校长 刘胜利



Preface

前言

AP 统计学概述与学习指南

一、统计学：认知与应对不确定性的强大武器

统计学是我个人最钟爱一个数学分支，原因可能如美国统计学会前会长、印裔美籍著名数学家 C·劳 (Calyampudi Radhakrishna Rao) 在《统计与真理》一书中所言：“在终极的分析中，一切知识都是历史；在抽象的意义下，一切科学都是数学；在理性的基础上，所有判断都是统计学。”他的意思是，统计学是不确定世界中的一种理性判断方式。至少对目前的人类而言，外在世界并不是我们可以完全掌握的，作为个体的人和整体的人类，其认识能力也是有限的。当有限理性的个体遇到无限复杂的世界，你将如何做出判断？或者说，你将采用什么方法收集、组织和判断这个世界呈现给你的信息，从而做出你的选择？更通俗地，面临各种不确定的情况时，怎么样才能让自己的判断更“靠谱”一些？靠运气、靠信念、靠别人的指导，还是依赖某一种系统的思维方式？

本质上讲，人有选择其中任何一种思维方式的自由。但是，站在科学的角度上，我们总是优先采取一些特定的思维方式。统计学，正是我们认识这个世界的强大思维武器，也是崇尚科学理性者所优先信奉的一种思想体系。它是科学的，也是艺术的；是数学的，也是哲学的；它需要数理计算能力，更需要哲理推论能力；它通常不能告诉你怎样做是最正确的，而会告诉你怎样做你犯错误的概率会最小；它往往无法告知你最完美的选择是什么，而是告诉你基于已有信息，最令人满意的选择是什么。对于具有完美主义情节的人而言，统计学也许并不是完美数学的典范——因为这个数学分支并不提供 $1+1=2$ 式的精确论断，而代之以“你有 95% 的可能性能够猜中正确答案”式的“模糊”回答。关键是，你如何知道自己的这一次判断是属于 95% 还是属于那倒霉的 5%？也许天知道，但统计学不知道。

也许你会对这样的描述感到抓狂。但考虑一下以下一些现实情境。你喜欢 iPhone，这个

产品以其卓越的外观设计和优秀的技术支持，征服了这个世界上无数粉丝的心。但是，你能保证你买到手的 iPhone 是完美无缺的吗？也许它也会有瑕疵，你可能买到整个生产线上的那唯一一个次品。这虽然是个小概率事件，但它也有可能发生。问题是，在你购买并使用它之前，如何能够保证你买的不是次品呢？而且，对于 iPhone 的粉丝而言，有多少人会因为它那微乎其微的次品率，而不再购买其产品？再有，世界名牌大学如哈佛、MIT 的毕业生穷困潦倒或精神失常的事例也时有耳闻，但这仍然阻挡不了全世界的莘莘学子对之趋之若鹜的趋势（它们是多少 AP 学子梦寐以求的高等学府！）。实际上，这里我们运用的正是统计学上的“小概率事件”原理，即小概率事件在一次观测中是不可能发生的。你不会因为这种小概率的存在而放弃购买的意愿或奋斗的目标，正如我们中的绝大多数不会因为微小的飞机失事率的存在，而拒绝飞越重洋、赴美求学。这些我们习以为常的决策与判断，其中已然蕴藏着“百姓日用而不知”的统计学原理，对之我们不仅不陌生，而且还处之泰然。所以，我坚定地认为，统计学这一数学分支，是有着坚实的“群众基础”的。它源于生活，也服务于生活。与多数其他类型的数学分支相比，它与现实生活的关联性无疑要更紧密一些，更实用一些。这也是统计学的生命力之所在。

当然，生活中还有一些情况，可能并不像前面提到的这些判断一样自然而然，而是充满着假象与幻觉。例如，“本校托福培训班的 100 分通过率达 100%！”这可能是个非常诱人的广告词。可能这个数据并没有造假，但是，整个托福班也许只有 10 个学生，而且这些学生都是精挑细选出来的尖子生。这种小样本、高水平的试验班，是无法真实代表这个培训班的整体教学水平的，只能体现出这些学生的基础素质和这个培训班的广告策略。我们得记住的是，缺少原始频数的百分比是没有实际意义的，单纯的前后比较也无法告知你事实的全部真相。另外，“本行业员工的平均工资达到 10 万元每月”，这个行业看起来诱惑力极大，但是我们仍然得问一问：这个行业的从业人数是多少？所有员工的薪酬分布是不是非常平均，还是少数人掌握了绝大多数的财富，而多数人却处在财富分配的底端。仅有一个平均数，是无法得知总体的全部信息，我们还需要其他的数字特征，做出更加全面的判断，以防止被“平均数”或其他类似的统计数字所误导。而数据的采集与呈现，正是描述性统计学的主要内容。你只需要掌握一系列的基本原则，就能从容地看穿现实生活中的各种广告和各种统计数字背后隐藏的真实逻辑，就不容易人云亦云，而是能透过现象梳理出本质，从而做出最有利的判断。

有些学者认为：统计学是 21 世纪最有发展前途的几大学科之一。这不仅仅是基于统计学内部的发展趋势而做出的判断，更是基于统计学的强大应用能力与庞大的应用领域而做出的战略预测。自 20 世纪中叶开始，人文社会科学的发展与统计学的关系越来越紧密，统计学的发展已经渗透到人文社会科学的许多领域，并由此产生许多新的学科，如人口统

计学、历史统计学、教育统计学、心理统计学、社会统计学,等等。同时,应用统计领域,特别是宏观经济、金融、税收、保险、管理、环境、旅游、人口、新闻舆论、政策、司法等领域的统计应用也方兴未艾,这些统计研究平台的建立,正不断提高应用统计总体研究水平。此外,数据统计分析方法与计算机技术的有机结合,也正前所未有地提升统计决策的质量与效率,甚至可以说,社会生活的每一个角落,正在被基于计算机平台的统计技术所渗透。尽管在 AP 学子中可能只有少数同学将来会从事专业统计学的研究,但我确信,绝大多数的同学一辈子都将离不开对统计数字的理解、采集和分析的工作。因此,及早地掌握基础统计学的基本原理、相关术语和重要技术,对于大家从事高端研究和分析工作,是大有裨益的。

二、AP 统计学考纲与本书编排方式

一般而言,统计学可以分为两大部分:描述性统计(descriptive statistics)与推论性统计(inferential statistics, 又称 statistical inference)。前者的历史较早,在概率论成型之前就已经得到广泛应用,是关于数据的收集、组织和呈现的工作,主要表现为制作图表并解释图表的意义,以及概括数据的数字特征上。后者则研究如何通过局部资料(样本信息)来推论全局特征(总体特征),需要较强的概率论基础。现代的统计学作为应用数学的一个分支,主要通过利用概率论建立数学模型,收集所观察系统的数据,进行量化的分析、总结,并进而进行推断和预测,为相关决策提供依据和参考。同时,由于数据的收集过程通常会涉及如何抽样、如何设计调查或实验,因此,一般的统计教材(包括 AP 的统计学)中都会包括抽样设计、调查设计和实验设计的基础知识,以作为对狭义统计学的补充。

根据 Collage Board 提供的官方资料,AP 统计学的内容包括以下四大部分的内容,这也是本书内容编排的主要依据。本书将其主要内容和考试分值分布做了总和,提供详细的英文考纲及关键部分的中文对照。

1. 数据探索 Exploring Data: Describing patterns and departures from patterns (20%~30%)

Exploratory analysis of data makes use of graphical and numerical techniques to study patterns and departures from patterns. Emphasis should be placed on interpreting information from graphical and numerical displays and summaries.

A. 单变量数据的图表呈现 Constructing and interpreting graphical displays of distributions of univariate data (dotplot, stemplot, histogram, cumulative frequency plot)

1. Center and spread

2. Clusters and gaps

3. Outliers and other unusual features

4. Shape

B. 单变量数据的分布描述 Summarizing distributions of univariate data

1. Measuring center: median, mean

2. Measuring spread: range, inter-quartile range, standard deviation

3. Measuring position: quartiles, percentiles, standardized scores (z-scores)

4. Using boxplots

5. The effect of changing units on summary measures

C. 单变量数据的比较 Comparing distributions of univariate data (dotplots, back-to-back stemplots, parallel boxplots)

1. Comparing center and spread: within group, between group variation

2. Comparing clusters and gaps

3. Comparing outliers and other unusual features

4. Comparing shapes

D. 双变量数据 Exploring bivariate data

1. Analyzing patterns in scatterplots

2. Correlation and linearity

3. Least-squares regression line

4. Residual plots, outliers and influential points

5. Transformations to achieve linearity: logarithmic and power transformations

E. 类型数据 Exploring categorical data

1. Frequency tables and bar charts

2. Marginal and joint frequencies for two-way tables

3. Conditional relative frequencies and association

4. Comparing distributions using bar charts

II. 抽样与实验 Sampling and Experimentation: Planning and conducting a study (10%~15%)

Data must be collected according to a well-developed plan if valid information on a conjecture is to be obtained. This plan includes clarifying the question and deciding upon a method of data collection and analysis.

A. 数据收集方法 Overview of methods of data collection

1. Census

2. Sample survey

3. Experiment

4. Observational study

B. 抽样调查设计 Planning and conducting surveys

1. Characteristics of a well-designed and well-conducted survey

2. Populations, samples and random selection

3. Sources of bias in sampling and surveys

4. Sampling methods, including simple random sampling, stratified random sampling and cluster sampling

C. 实验设计 Planning and conducting experiments

1. Characteristics of a well-designed and well-conducted experiment

2. Treatments, control groups, experimental units, random assignments and replication

3. Sources of bias and confounding, including placebo effect and blinding

4. Completely randomized design

5. Randomized block design, including matched pairs design

D. 观察研究、实验与抽样调查的比较 Generalizability of results and types of conclusions that can be drawn from observational studies, experiments and surveys

Ⅲ. 模型预测 Anticipating Patterns: Exploring random phenomena using probability and simulation (20%~30%)

Probability is the tool used for anticipating what the distribution of data should look like under a given model.

A. 概率 Probability

1. Interpreting probability, including long-run relative frequency interpretation

2. “Law of Large Numbers” concept

3. Addition rule, multiplication rule, conditional probability and independence

4. Discrete random variables and their probability distributions, including binomial and geometric

5. Simulation of random behavior and probability distributions

6. Mean (expected value) and standard deviation of a random variable, and linear transformation of a random variable

B. 独立随机变量的组合 Combining independent random variables

1. Notion of independence versus dependence

2. Mean and standard deviation for sums and differences of independent random variables

C. 正态分布 The normal distribution

1. Properties of the normal distribution
2. Using tables of the normal distribution
3. The normal distribution as a model for measurements

D. 抽样分布 Sampling distributions

1. Sampling distribution of a sample proportion
2. Sampling distribution of a sample mean
3. Central Limit Theorem
4. Sampling distribution of a difference between two independent sample proportions
5. Sampling distribution of a difference between two independent sample means
6. Simulation of sampling distributions
7. T-distribution
8. Chi-square distribution

IV. 统计推论 Statistical Inference: Estimating population parameters and testing hypotheses

(30%~40%)

Statistical inference guides the selection of appropriate models.

A. 参数估计 Estimation (point estimators and confidence intervals)

1. Estimating population parameters and margins of error
2. Properties of point estimators, including unbiasedness and variability
3. Logic of confidence intervals, meaning of confidence level and confidence intervals, and

properties of confidence intervals

4. Large sample confidence interval for a proportion
5. Large sample confidence interval for a difference between two proportions
6. Confidence interval for a mean
7. Confidence interval for a difference between two means (unpaired and paired)
8. Confidence interval for the slope of a least-squares regression line

B. 显著性检验 Tests of significance

1. Logic of significance testing, null and alternative hypotheses; p-values; one- and two-sided tests; concepts of Type I and Type II errors; concept of power
2. Large sample test for a proportion
3. Large sample test for a difference between two proportions

4. Test for a mean

5. Test for a difference between two means (unpaired and paired)

6. Chi-square test for goodness of fit, homogeneity of proportions, and independence (one- and two-way tables)

7. Test for the slope of a least-squares regression line

当然,本书的编排并不是完全按照这四大部分及其细目组织的,而是按照统计学的一般规律,将全书分为数据描述、数据采集、概率基础、随机变量、参数估计与假设检验六章。其中,第一、二章(数据描述与数据采集)属于描述性统计的内容,第三、四章属于概率论(概率基础与随机变量)内容,第五、六章(参数估计与假设检验)属于推论性统计的内容。现代的统计学无法离开概率论的支撑,但是概率论的内容在表达形式上相对较为数学化,同学们需要有一定的心理准备。但 AP 统计学真正的重点并不是概率计算,而是统计应用。因此,大家在学习时务必分清重点。另外,本书将双变量数据的呈现放在假设检验一章的回归直线相关节目中进行,这一方式与多数国外的 AP 教材是不同的,但在知识点上并无遗漏,并且更有利于内容的组织。大学级别的教材一般没有固定的编排模式,AP 也没有标准教材,而只是推荐一系列教材。本书建议作为英文原版教材的配套教材或考前辅导教材及学生自学教材使用。大家选择英文教材时,可以根据 AP 官方网站上的推荐进行查找。选择此类教材时,一般建议选择出版社知名度高、重版次数高的教材。因为国外教材之间的竞争非常激烈,一个教材如果能够多次重版,本身就说明它能够在激烈的市场竞争中占据一席之地,肯定是具有一定的专业实力和读者口碑的。

另外,在历年的 AP 教学实践中,我深刻地体会到,对介于成年和未成年边缘的高中生而言,纯粹的抽象思维仍然处在萌芽阶段。实际上,多数人对数学、统计总有一些天然的畏惧感或讨厌感。但是,高中生对新鲜的案例和生动的讲述依然具备高度的敏感性和好奇心。我至今仍对一位同学的提问记忆深刻,他说:老师,统计上有没有一些“大牛”搞出来一些定理,就像微积分里的拉格朗日余项、牛顿-莱布尼茨公式之类,能不能给我们讲一讲他们的故事?学生主要基于对数学家的花边轶事的兴趣而问的,而我同时还从专业角度意识到另外一个问题,就是我们使用的国外一些原版教材(以及国内多数的统计教材)存在着一个有失偏颇的倾向:把统计学变成一个“没有人物”的统计学,所有的定理似乎都是确定无疑、理所当然并且逻辑一致的,而并没有考虑到统计学实际上是一个架构相对松散的联合体。它不像微积分,从最基本的极限概念开始,可以一步步推导出所有的公式和定理。实际上,推论性统计的许多理念不是基于数学定理而是基于哲学思考(例如假设检验),而且统计学家之间对同一个思想也存在不同的争论,至今仍未解决(如是否应当采

用备择假设)。统计运算背后,实际上是统计思想做支撑的;而这些统计思想本身,有些又是值得商榷的。这就导致一个问题:学生可能认为现在他所学习的统计学思维是铁板一块的“纯科学”,其他的统计思维方式就是错误的。这无疑中就窒息了学生的学术想象力,如果统计学的学习不能让人感到知识增长带来的判断力的增长和理性能力的扩张,那么,这种学习是得不偿失的。

为了(至少是尝试)解决这些问题,我特意在讲述过程中加入一些有趣的数学史实和轶事,以便调动大家的学习积极性。每一个重要的统计人物,我都在书页下加了脚注,除了对其专业贡献做出概述之外,还特意撷取其名言或有意思的生活片断,以展示统计学家的不同侧面,可以供同学们在学习之余稍事“娱乐”一下。在介绍某些统计概念(如“期望”)时,也加入“赌徒分金”、“帕斯卡的赌注”这些历史典故以及当代诺贝尔经济学奖(2002年)得主卡尼曼的相关研究,以加深学生对统计概念的理解及其现实应用的认识。对于区间估计的相关思想,也特意采用比喻说明的方式,方便初学者进行理解。在全书的表达风格上,在保证数学专业性的同时,首先追求平白易懂,其次尽量生动活泼,而不是以“一本正经”的方式吓倒学生。同时,对于存在一定的争论的统计理念,我也通过加注的方式做出一定的说明,以便满足学生的好奇心和探索欲望,并且相应地提出一些更深入的学习建议,供学有余力的同学参考。

三、AP 统计学的试题类型、评分标准与应试建议

AP 统计学考试分为两大题型:40道单项选择题(5选1)和6道大题,即开放问答题(Free Response Questions),各自的作答时间都是90分钟,中间有10分钟休息时间。AP 统计学考试的评分是5分制。选择题与大题各占全部分值的50%。具体而言,选择题每题答对得1.25分,答错不倒扣分(2011年开始的新政策),总分50分。大题前5题每题原始分满分为4分,权重系数为1.875(即如果原始分得分为3分,则最后得分为5.625);第6题称为investigative task,难度较大,涉及面广,需要综合运用全部统计学知识,甚至可能涉及一些教材中没有涉及、但又可以作为合理引申的统计内容,可以称之为综合题,原始分满分同样是4分,但是权重系数为3.125。6道大题部分同样为50分。大题的给分遵循整体评分制(Holistic Scoring)而不是国内考生熟悉的分步给分制,即阅卷者(reader)根据考生的回答,综合考量其统计学内容的掌握程度,然后给出0~4分的原始分。最后再将所有大题的分数加总并加上选择题部分的得分,通过分数转换表,将所有分数转化为5分制。每年的等级分对应的原始分区间略有变化,但总体趋势非常稳定。一般而言,得到总分2/3以上的分数,应当能够确保得到5分。表1是迄今为止最新公布的分数转换标准。

表 1 AP 统计学等级分与原始分转换表 (2007 年)

等级分	原始分	评价
5	63~100	优秀 Extremely well qualified
4	49~62	良好 Well qualified
3	37~48	及格 Qualified
2	29~36	可能及格 Possibly qualified
1	0~28	无评论 No recommendation

一般而言,美国大学要求考到 4 分以上才可以抵扣学分,而名牌大学如哈佛、斯坦福等,多数都要求 5 分才可抵扣学分.表面上看,AP 的 5 分似乎是国内一般意义上的及格分,似乎非常简单.但是,历年来的 AP 考试成绩并不乐观.以 2010 年为例,其分数分布如表 2 (历年的考分分布趋势一般较为接近,没有显著变化):

表 2 2010 年 AP 统计学成绩分布

等级分	人数	百分比
5	16 681	12.8
4	29 108	22.4
3	30 472	23.5
2	23 599	18.2
1	30 039	23.1
4分以上	45 789	35.2
总计	129 899	100

能够达到 4 分以上标准不过占考生总数的 35.2%,可见其难度还是较大的,不能掉以轻心.

对于中国考生而言,AP 考试的最大问题有二:一是如何读懂英文题目;二是如何用英文表述答案.许多同学的失分,并不在于统计学本身的理解或运算有误,而是苦于读不懂题目要求,或者是读懂并会正确计算,却未能准确地使用英文进行合理的描述.大家务必掌握 AP 统计学的一条重要原则,也是目前美国大学统计学教学的一条基本原则:统计思想重于统计运算.这也是 AP 考试为什么使用如此高端的 calculators 的一个理由,因为其目的并不是检验大家的数学计算能力,而是考查大家对统计概念和方法的应用和解释能力.如果大家在运算过程中不小心算错数,而且接下来的步骤并不需要上述运算结果的话,一般是不会被扣分的.而且,AP 考试的大题阅卷是整体评分制而不是分步给分制,考查的是统计分析与表达能力而不是数学计算能力.每道大题不是说做“对”多少步就一定能拿到多少分,还要通过阅读考生的文字回答和解释,以判断考生对统计理念的真实理解程度,从而给出 Essentially Correct(E), Partially Correct(P), 和 Incorrect(I) 的判断,再根据 E, P, I 的分布比例转换成 0~4 分的得分,最后再转换成卷面分.如果其中的过程仅有一点计算上的