

普通高等教育统计与大数据专业“十三五”规划教材

应用统计学

(第3版)

张建同 孙昌言 王世进 编著

清华大学出版社

北 京

内容简介

本书以常用的 Excel、SPSS 和 JMP 软件为基本工具,详细介绍了统计和统计数据收集、统计表和统计图、统计数据的描述度量、概率论基础、抽样与抽样分布、置信区间估计、单个和两个总体的假设检验、方差分析、卡方检验和非参数检验、一元回归和多元线性回归、时间序列预测和指数,以及统计在质量管理中的应用等重要内容。与计算机软件相结合是本书最大的特点,另一大特点是将统计理论与统计实践紧密联系,每一章都提供了实用案例和大量例题以辅助教学。

本书体系完整,布局合理,实例丰富,应用性强,每章均有习题,并配备了教学课件、软件操作视频和习题答案,可作为高等院校工科类和经济管理类相关专业本科生和研究生(含 MBA 和工程硕士)的教材,也可作为统计、信息管理、市场调研等相关工作人员的参考用书或培训教材。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

应用统计学 / 张建同, 孙昌言, 王世进 编著. —3 版. —北京: 清华大学出版社, 2020.7

普通高等教育统计与大数据专业“十三五”规划教材

ISBN 978-7-302-54925-3

I. ①应… II. ①张… ②孙… ③王… III. ①应用统计学—高等学校—教材 IV. ①C8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2020)第 025222 号

责任编辑: 崔 伟

封面设计: 马筱琨

版式设计: 思创景点

责任校对: 成凤进

责任印制: 丛怀宇

出版发行: 清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175 邮 购: 010-62786544

投稿与读者服务: 010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈: 010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者: 三河市君旺印务有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 185mm×260mm 印 张: 21.5 字 数: 523 千字

版 次: 2010 年 3 月第 1 版 2020 年 8 月第 3 版 印 次: 2020 年 8 月第 1 次印刷

定 价: 58.00 元

产品编号: 082262-01

第 3 版前言

在经济全球化和智能化的环境下，管理决策者面临着高度不确定的外部环境变化和巨大的风险。应用统计学是定量分析非确定性问题的规律，帮助管理决策者进行科学决策、规避风险、获取最优经济和社会效益的科学方法，已成为现代科学管理中必不可少的强有力工具。

本书在确保知识的系统性和正确性的基础上，尽量使用通俗易懂的语言，阐述应用统计学的基本概念、基本原理及解决问题的基本方法和应用条件，略去了繁琐的推导证明过程，使读者更容易理解和掌握。

鉴于计算机是求解统计问题的有效手段，本书对主要的概率统计方法，都以常用的计算机软件 Excel 作为求解运算和分析的主要工具，以大幅度提高本课程的实用价值和学生的计算机应用能力。与计算机软件相结合是本书最大的特点。本书另一大特点是与实际联系密切，每一章节都提供了案例辅助教学。

本书内容全面，几乎涉及应用统计学的所有内容。本次修订是在 2015 年《应用统计学》(第 2 版)的基础上，更新了相关数据和案例，修正了三处公式错误，补充了常用样本统计量的分布和中心极限定理在统计中的应用，并在第 3~13 章习题后增加了案例研究。

本书可作为高等院校工科类和经济管理类相关专业本科生和硕士研究生(含 MBA 和工程硕士)的教材，也可作为各类经济管理类人员的参考书。其中，在章节前没加注*号的，适用于本科和 MBA 的教学及本科层次的读者；在章节前加*号的，适用于硕士研究生的教学和硕士研究生层次的读者。

本书教学资源丰富，配有完整的教学课件和习题答案，并且提供所有案例源数据和大部分操作视频，不仅方便教师教学，而且便于学生课后练习和巩固提高。选用本书作为教材的教师扫描右侧二维码，经审核通过后可获得课件、案例源数据和习题答案。操作视频可直接扫描书中对应位置的二维码获得。



教学资源

本书中新增的 Excel、SPSS 和 JMP 软件操作视频由同济大学博士生方陈承，硕士生刘晓哲、张敏、安丽洁、陈秀英、卢渝生和褚威超完成。本书中新增的部分案例研究由同济大学硕士生孙嘉青和何钰林协助完成。全书由同济大学经济与管理学院张建同教授总纂并定稿。由于水平有限，书中难免错误或不足之处，恳请读者批评指正。

张建同

2020 年 4 月于上海

目 录

第 1 章 统计和统计数据收集	1	4.3 概率	63
1.1 统计学概述	1	4.4 随机变量及其分布函数	69
1.2 统计基本术语	4	4.5 离散型随机变量	71
1.3 数据的收集	4	4.6 连续型随机变量	75
1.4 问卷设计	9	4.7 随机变量的数学期望和方差	82
1.5 变量	12	4.8 大数定律和中心极限定理 及其计算机模拟验证	85
习题一	14	4.9 新产品投资决策案例分析	88
第 2 章 统计表和统计图	16	4.10 其他软件实现	91
2.1 分类数据的图表	16	习题四	94
2.2 数值数据的整理	21	第 5 章 抽样与抽样分布	96
2.3 数值数据的图表	22	5.1 简单随机抽样和统计量	96
2.4 交叉表	32	5.2 其他抽样方法	107
2.5 图表汇总和制作原则	34	5.3 参数估计	108
2.6 其他软件实现	35	5.4 其他软件实现	112
习题二	36	习题五	114
第 3 章 统计数据的描述度量	39	第 6 章 置信区间估计	116
3.1 度量中心趋势的指标	39	6.1 基本概念准备	116
3.2 度量离散程度的指标	48	6.2 单个正态总体均值和方差的 区间估计	116
3.3 度量偏斜程度的指标	51	6.3 总体比例的区间估计	120
3.4 度量两种数值变量关系的 指标	52	6.4 样本容量确定	121
3.5 利用 Excel 数据分析功能求 各种统计指标	53	6.5 两个正态总体的均值差和 方差比的区间估计	123
3.6 其他软件实现	55	6.6 单侧置信限的估计	126
习题三	57	6.7 区间估计小结	128
第 4 章 概率论基础	59	6.8 其他软件实现	129
4.1 引言	59	习题六	131
4.2 随机试验与随机事件	60		

第7章 单个总体的假设检验	134	10.4 两个独立总体的非参数分析: Wilcoxon 秩和检验	189
7.1 引言	134	10.5 单因素方差分析的非参数分析: Kruskal-Wallis 秩检验	192
7.2 假设检验	135	10.6 小结	195
7.3 单个正态总体均值的检验	137	10.7 其他软件实现	195
7.4 单个正态总体方差的检验 (χ^2 检验)	139	习题十	201
7.5 单个总体比例的检验	140	第11章 一元回归	206
7.6 单个总体的假设检验小结	142	11.1 引言	206
7.7 其他软件实现	142	11.2 一元线性回归	209
习题七	144	11.3 残差分析	221
第8章 两个总体的假设检验	146	11.4 曲线回归	223
8.1 引言	146	11.5 其他软件实现	228
8.2 两个独立正态总体均值的 检验	147	习题十一	230
8.3 成对样本试验的均值检验	150	第12章 多元线性回归	232
8.4 两个正态总体方差的检验 (F 检验)	151	12.1 多元线性回归的数学模型	232
8.5 两个总体比例的检验	152	12.2 参数 β 的最小二乘估计	233
8.6 假设检验小结	154	12.3 多元回归模型的显著性 检验	236
8.7 其他软件实现	154	12.4 预测与控制	240
习题八	156	12.5* 多元回归模型的偏 F 检验	242
第9章 方差分析	158	12.6* 在回归模型中运用虚拟 变量和交互作用项	246
9.1 引言	158	12.7* 二次回归模型	249
9.2 方差分析概述	159	12.8 其他软件实现	253
9.3 单因子方差分析	161	习题十二	254
9.4 双因子方差分析	164	第13章 时间序列预测和指数	259
9.5 其他软件实现	171	13.1 时间序列模型的组成因素	259
习题九	174	13.2 年度时间序列数据的平滑	261
第10章 卡方检验和非参数检验	176	13.3 基于最小二乘法的趋势拟合 和预测	265
10.1 总体分布的 χ^2 检验	176	13.4 自回归模型用于拟合和预测 趋势	273
10.2 比例差异的 χ^2 检验 (独立样本)	178	13.5 时间序列预测季节数	279
10.3 两个相关样本比例差异 检验	187		

13.6 指数	283	习题十四	308
13.7 其他软件实现	287	参考文献	312
习题十三	288	附录 A 泊松分布表	313
第 14 章 统计在质量管理中的应用 ..	292	附录 B 标准正态分布表	315
14.1 全面质量管理	292	附录 C χ^2 分布表	317
14.2 六西格玛管理	292	附录 D t 分布表	320
14.3 控制图理论	293	附录 E F 分布表	322
14.4 比例的控制图: p -图	295	附录 F Wilcoxon 秩和检验的上下 临界值表	332
14.5 极差和均值控制图	299	附录 G 杜宾-瓦森检验临界值表	333
14.6 过程能力	304		
14.7 其他软件实现	307		

第 1 章

统计和统计数据收集

本章将介绍统计学的基本知识、统计学的基本术语、统计数据的收集、调查问卷的设计和变量类型。

1.1 统计学概述

1.1.1 统计的广泛应用

人类活动的各个方面都离不开统计工作和统计数据。

在个人生活中，无论是报考学校、选择工作单位、购买房屋、进行股票交易、外出旅游，还是购买日常用品、生活开支预算等，都离不开有关的统计信息。尽管个人生活中的许多统计信息是以非常简单粗糙的形式出现的，但正是在对过去发生的事情或经验所获得的信息进行综合处理的基础上，人们才能做出正确的判断和决策。

在政府层面上，统计更是渗透于每一个部门的管理工作中。政府部门通过不断收集经济、社会、人口等各个领域的统计数据，在综合分析的基础上，对国民经济的发展进行预测、规划、指导和调控，并对全社会提供各种统计信息。

在科学研究的各个领域，如自然科学、经济学、社会学、体育、医疗卫生、环境保护等方面，都广泛使用统计学方法进行分析和推断。

在下面列举的 6 种商务活动中，统计学有更广泛的应用，经营管理人员在作决策时通常需要应用统计方法来归纳分析各种统计资料。

1. 财务分析

企业的财务报告和各项财务分析指标都是对企业的财务状况和经营成果的统计分析结果；管理会计需要以成本和收益为基础对经营业绩进行统计分析；企业的投资和融资决策更离不开各种内外部统计信息的支持。

2. 产品开发

企业产品开发计划的制订，需要对经济发展趋势、商业竞争、顾客需求、财务收支估算等方面的数据进行统计分析，并在此基础上进行产品的经济可行性分析。

3. 制订计划

企业各种计划的制订,都需要对销售、资金、人力、成本和利润等因素进行预测,而预测就是以过去和当前的统计数据为依据,运用统计推断方法对未来情况进行估计。

4. 市场研究

在市场研究中,需要对消费者的需求偏好及其变化趋势、竞争对手的情况、本企业产品和服务的顾客满意度等数据进行统计分析。

5. 工序管理和质量控制

运用统计分析方法,可以帮助企业确定影响产品质量的主要因素,制定有效的质量控制标准和工艺规范,达到降低成本、提高生产效率的目标。质量控制和质量管理是企业经营管理中运用统计分析方法最多的领域。

6. 人力资源管理

在企业的人力资源管理中,需要经常使用统计方法来分析人事变动、出勤状况和工作业绩等,并在此基础上进行业绩评定、奖励和惩罚、制定有效的激励约束机制等。

在上述商务活动中,由数据向信息和决策的转换过程如图 1.1 所示。

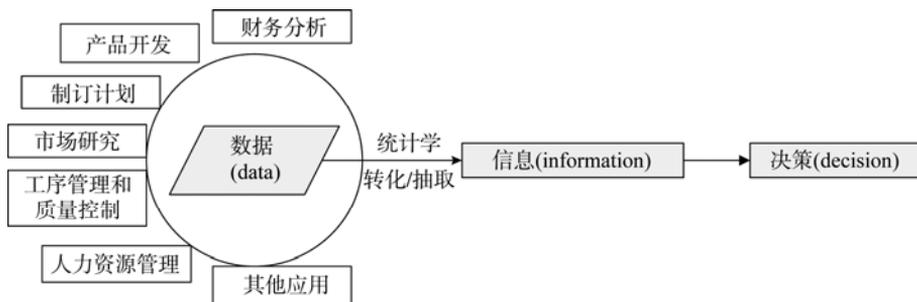


图 1.1 基于统计学的数据转换应用

1.1.2 统计与统计学

关于“统计”一词,可以有三种理解:统计工作、统计资料、统计学。

- 统计工作是指应用科学的方法对调查研究的对象进行数据搜集、整理和分析的全部工作,其成果是形成各种统计数据资料。
- 统计资料是统计工作所取得的成果,包括两大类型:原始资料和再生信息。
- 统计学是关于如何搜集、整理和分析客观现象数量规律的一门方法论的科学,是对统计工作实践加以总结升华而产生的理论,并用以指导统计实践。

1.1.3 统计研究对象的特点

统计研究的对象有以下 4 个方面的特点。

1. 数量性

统计学是通过大量的观察方法来研究事物总体数量方面的特征及其规律性，反映客观事物在一定时间、地点等条件下的数量表现及其发展趋势和变化规律，为人类活动的各种决策提供依据。凡是产生数据的领域，都需要统计工作和统计学；同样，凡是能以数量来描述的事物，都可以作为统计学的研究对象。

2. 总体性

统计学研究的是客观现象总体的数量特征与规律性，而不是个体的量。总体由具有某种相同性质的一定范围内的全体事物组成。例如：对全国农村家庭收入情况进行统计分析，此时全国所有农村家庭的收入就构成研究的总体，但统计学对总体数量规律性的认识是通过大量个体的观察和分析后获得的。

3. 具体性

统计学研究的是一定时间、地点等条件下具体事物的量，而不是抽象对象的量，这是统计学和数学的一个重要区别。因此，统计工作需要具体事物进行调查，收集和整理特定时间、地点等条件下所研究对象中大量个体的有关数据是统计分析的基础。

4. 差异(变异)性

组成统计研究对象总体的个体应是有差异的，否则就不需要进行统计分析。客观事物是错综复杂的，受到多种因素的影响，因而不同个体在数量方面必定存在差异，这就需要通过总体中大量的个体进行观察和综合分析，才能获得总体的数量特征，如平均值、方差、偏斜度等方面的分布特征。

1.1.4 统计学的分类

根据研究的重点和观察问题的角度不同，统计学主要有以下两种分类方法。

1. 描述统计学和推断统计学

这一分类方法既反映了统计学发展的两个主要阶段，同时也反映了各自不同的侧重。

描述统计学是研究如何对客观现象进行数量的计量、加工、概括和表示的方法。在20世纪之前，统计学基本上处于描述阶段，描述统计学是统计学的基础。

推断统计学是研究如何根据样本数据来推断总体的分布情况，概率论是推断统计学的主要理论基础。推断统计学是近代统计学的核心，也是统计学中的主要内容。

2. 理论统计学和应用统计学

理论统计学主要研究统计学的数学原理，它基于概率论的原理，还包括不属于传统概率论的一些内容，如随机化原理、各种估计的原理、假设检验的原理以及一般决策的原理。在统计实践中，经常会遇到一些原有的统计方法不能解决的新问题，需要创造新的统计模型和统计分析方法，这就需要统计理论的研究与指导。

应用统计学是将统计学的基本原理应用于各个领域所形成的分支。它包括适用于各个领域的一般性的统计分析方法，如参数估计、假设检验、方差分析、回归分析等，还包括在某一领域中特定的统计分析方法，如经济领域中的指数分析法等。应用统计学需要既熟

悉统计知识又熟悉某一领域业务知识的专门人才，它侧重于阐明统计的基本原理，并将理论统计学的结论作为工具应用于各个领域。

1.2 统计基本术语

变量是事物的特征，是运用统计方法所分析的对象。例如，商业模型中，销售额、每年的开支和每年的净利润都是企业想要分析的变量。

数据是与变量相关的值。变量可能随时间变动，如某公司的期望销售额、开支和净利润每年都有所不同。这些不同的值就是与变量相关的数据，或者简单地说，就是统计人员所要分析的“数据”。

除了时间，变量的数据也可能因其他原因而不同。例如，如果你要分析一个大型讲座的人员组成，包括的变量可能有年级、性别和专业。因为班级里每位同学都各不相同，所以这些变量的值也会不同。一名学生也许是经济学专业的大一男生，而另一名则有可能是金融学专业的大二女生。

但需要记住，除非赋予实际操作定义，否则所有变量的值(或数据)都是没有任何意义的。而且，进行分析时我们必须清楚这些实际操作的定义并一致接受，否则就会产生歧义。例如，对销售额的操作性定义可能会发生这样错误的理解：一个人认为年销售额是指全部连锁店的年销售额，而另一个人则认为是每家店的年销售额。即使是变量中的单个值，有时也需要赋予操作性定义。例如年级变量，到底什么是二年级和三年级？

理解变量和数据之间的区别有助于学习其他基本术语。

总体是指所研究对象的全体，具体指研究对象的某项数量指标的值的全体。

个体是指总体中的每个元素或单元，总体依其所包含的个体总数分为有限总体和无限总体。

样本是从总体中挑选出来用于分析的一部分，通常这种挑选是相对独立的。样本是进行推断统计的依据。

参数是描述总体特征的数值。

统计量是描述样本特征的数值。进行推断统计时，往往不是直接利用样本本身，而是通过构造样本的适当函数(例如，样本平均值、样本方差等)获得统计量进行分析。

以上术语可以通过沃尔玛某一年所有的销售交易进行举例说明。

- **总体**：沃尔玛某一年所有的销售交易。
- **个体**：沃尔玛某一年所有销售交易的每一条交易记录。
- **样本**：从沃尔玛某一年所有销售交易记录中随机选取 200 条，样本中的交易数代表了组成总体的事物的一部分。
- **参数**：沃尔玛某一年所有销售交易记录的消费值。
- **统计量**：随机选取的 200 次交易记录的平均消费值。

1.3 数据的收集

统计数据的收集是统计整理和分析以及统计推断和预测的基础。统计数据的收集就是

根据统计研究的目的和要求,有组织、有计划地向调查对象搜集原始资料的过程。确定数据最合适的来源和收集数据的合理方法是非常重要的任务,因为如果收集的数据有偏差、模糊不清或有其他类型的错误时,即使最复杂的统计方法也无法得到有用的信息,即需要避免“Garbage In Garbage Out(垃圾数据产生垃圾统计结果)”的统计应用情况。

在实际应用中,我们要依据特定的研究目的或工作任务,结合研究对象所具有的性质和特点,相应地选择适合的调查方法,必要时也可以几种调查方法结合使用。这里,我们介绍几种通常采用的调查方法,如普遍调查、重点调查、典型调查、抽样调查和网上调查。

1.3.1 普遍调查

普遍调查简称普查,是专门组织的一次性的全面调查。如全国人口普查、能源普查、工业普查等。普查的组织方式一般有两种:一种是建立专门的普查机构,配备大量的普查人员;另一种是利用调查单位的原始记录和核算资料,发放调查表,由登记单位填报,如物资库存普查等。普查时必须注意以下几个原则。

- (1) 规定统一的标准时点。标准时点是指对被调查对象登记时所依据的统一时点。
- (2) 规定统一的普查期限。在普查范围内各调查单位或调查点尽可能同时进行登记。
- (3) 规定普查的项目和指标。普查时必须按照统一规定的项目和指标进行登记,不准任意改变或增减,以免影响汇总和综合,降低资料质量。

【例 1.1】 国务院决定于 2020 年开展第七次全国人口普查。关于这次普查的部分重要要求与规定如下。

普查目的: 第七次全国人口普查是在中国特色社会主义进入新时代开展的重大国情国力调查,将全面查清我国人口数量、结构、分布、城乡住房等方面情况,为完善人口发展战略和政策体系,促进人口长期均衡发展,科学制定国民经济和社会发展规划,推动经济高质量发展,开启全面建设社会主义现代化国家新征程,向第二个百年奋斗目标进军,提供科学准确的统计信息支持。

普查标准时点: 2020 年 11 月 1 日零时。

普查对象: 普查标准时点在中华人民共和国境内的自然人以及在中华人民共和国境外但未定居的中国公民,不包括在中华人民共和国境内短期停留的境外人员。

普查项目: 主要调查人口和住户的基本情况,内容包括:姓名、公民身份号码、性别、年龄、民族、受教育程度、行业、职业、迁移流动、婚姻生育、死亡、住房情况等。

1.3.2 重点调查

重点调查是专门组织的一种非全面调查,它是在总体中选择个别或部分重点单位进行调查,借以了解总体的基本情况。这些单位虽然少,但它们调查的标志值在总体标志总量中占有绝大多数比重,通过对这些单位的调查,就能掌握总体的基本情况。例如,要了解全国钢铁企业的生产情况,只要调查宝钢、鞍钢、马钢、包钢、首钢等大型钢铁公司,就能达到调查的目的。因为这些钢铁企业虽在全国只占少数,但它们的产量在全国钢产量中占有绝大部分的比重。因此,当调查的目的只是掌握调查对象的基本情况,而在总体中却

有部分单位能较集中地反映所研究的问题时,采用重点调查是比较合适的。

重点调查的特点如下:

(1) 重点调查适用于调查对象的标志值比较集中于某些单位的场合,这些单位的管理比较健全,统计力量比较充实,能够及时取得准确资料。

(2) 重点调查的目的在于了解总体现象某些方面的基本情况,而不要求全面准确地推算总体数字。

(3) 重点调查比实际调查的单位数量少,在满足调查目的所要求的前提下,可以比全面调查节省人力、物力和时间。

1.3.3 典型调查

典型调查是根据调查的目的,选择在同类对象中最具典型性的部分和个体进行调查。典型调查也是一种非全面调查。例如,选择中国一汽作为国有企业改革调查分析的样板。

典型调查的作用如下:

(1) 典型调查可用来研究新生事物。

(2) 典型调查可用来研究事物变化的规律。

(3) 典型调查可用来分析事物的不同类型,研究它们之间的差别和相互关系。

(4) 典型调查的资料可用来补充和验证全面统计的数字,推论和测算有关现象的总体。

1.3.4 抽样调查

抽样调查是一种专门组织的非全面调查,它按照随机原则,从总体中抽取部分单位进行观察,用观察的结果来推算全部总体的某些数值,即以部分推断全体。抽样调查是现代推断统计的核心,因为无论是对总体的参数估计还是假设检验,都是以测定样本得到样本指标——统计量为依据的。

在进行抽样调查时,应尽可能避免下列4种误差,以使抽样调查结果更好地反映总体特性。

1. 涵盖误差

涵盖误差是指当某一组有代表性的样本被排除在抽样调查之外时所引起的选择偏差。例如,抽样统计上海市的超市运营情况时,如果没有包括永辉超市的统计结果,那么该统计在一定程度上就存在涵盖误差。

2. 无回应误差

抽样时,对样本个体数据收集失败会导致无回应偏差。例如,某项调查共发出1000份调查表,但最终进行统计分析时只得到240份有效调查,其余760份未能得到回复。由于存在760份未知的个体数据,这样的统计结果难以确保正确性和全面性。

3. 抽样误差

选择抽样调查是因为这种方法简单、成本低且有效。但同时也意味着有的个体被抽中,

有的个体没有被抽中。抽样误差就是反映样本间的这种波动，其大小是基于某些特殊样本被抽中的概率而确定的。

当你读到调查报告、报纸或杂志中的民意调查时，其中往往会给出波动的误差。例如，“本次民意调查与实际情况的误差在 4 个百分点之内”，这样的误差就是抽样误差。如何正确描述这种抽样误差是推断统计学的重要内容之一。

4. 测量误差

测量误差是指由于样本数据测量程序的设计和应用不当所引起的误差。例如，抽样调查时由于问题设计不明确而导致变量数据模糊。

1.3.5 网上调查

互联网的发展把我们带入了网络经济时代，传统的调查理论与互联网技术相结合，使得网上调查应运而生。1999 年 10 月 16 日，北京零点专业市场调查公司与爱特信搜狐网络公司正式携手，创立了搜狐-零点网上调查公司，共同拓展网上调查业务，这标志着中国调查业步入“网络时代”。

1997 年初，我国网民是 20 万人，1999 年 7 月就增加到了 400 万人。截至 2008 年底，我国互联网普及率以 22.6% 的比例首次超过 21.9% 的全球平均水平。这是继 2008 年 6 月中国网民规模超过美国，一举成为全球第一之后，中国的互联网普及再次实现飞跃。截至 2020 年 3 月，中国网民规模达到 9.04 亿，较 2018 年底增长 7508 万，上网普及率达到 64.5%，较 2018 年底提升 4.9 个百分点。网民规模持续扩大，增速保持放缓的态势，互联网普及率平稳上升。其中，手机网民规模达 8.97 亿，网民中使用手机上网的人群占比由 2018 年底的 98.6% 提升至 99.3%。另外，截至 2019 年 12 月，我国 IPv6 地址数量为 50 877 块/32，较 2018 年底增长 15.7%，已跃居全球第一位。IPv4 地址总数为 38 751 万个。2005—2020 年 3 月我国互联网用户发展情况如图 1.2 所示。

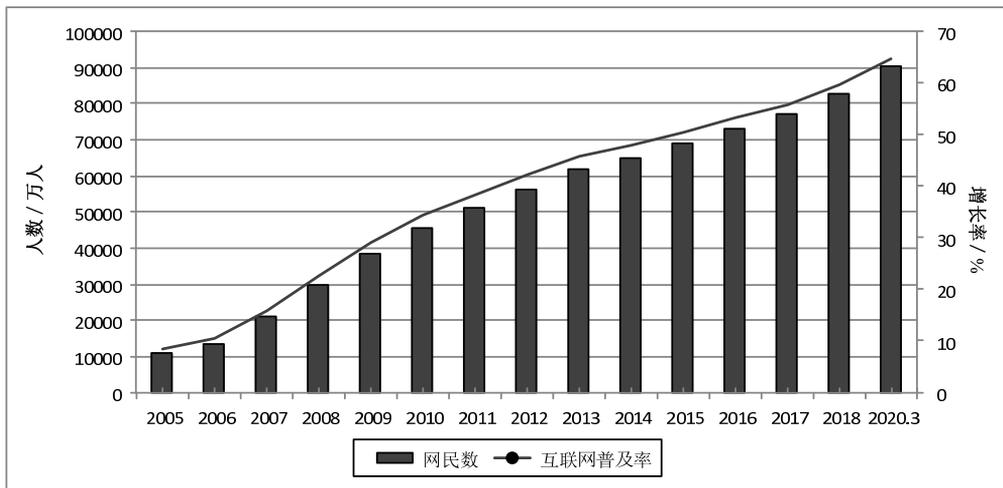


图 1.2 2005—2020 年 3 月我国互联网用户发展情况

(资料来源：第 45 次中国互联网络发展状况统计报告)

1. 网上调查的主要方式

1) E-mail 法

E-mail 法即电子邮件法,是以较为完整的 E-mail 地址清单作为样本框,随机发送问卷进行调查。这种调查方法主要用于对特定群体(网民)多方面的行为模式、消费规模、消费心理特征等进行研究。在调查实施过程中,还可通过多媒体技术,向被调查者展示包括问卷、图像、样品在内的多种测试工具,以获得更加客观、全面的资料。在样本框较为全面的情况下,调查结果可用于推论研究的总体。

2) Web 站点法

Web 站点法又称主动浏览访问法,即将调查问卷放置在访问率较高的 Web 站点,由对该问题感兴趣的访问者完成并提交。

3) Net-meeting 法

Net-meeting 法即网络会议法、视频会议法和焦点团体座谈法。通过直接在上网人群中征集与会者,并在约定时间举行网上座谈会,在主持人的引导下,对某一问题进行深入的或探索性的讨论、研究。

4) Internet Phone 法

Internet Phone 法即网络电话法,是以 IP 地址为抽样框,采用 IP 自动拨叫技术,邀请用户参与调查。比如:可将 IP 地址排序,每隔 100 个进行一次抽样,被抽中的用户会自动弹出一个窗口,询问其是否愿意接受调查,回答“是”,则弹出调查问卷;回答“否”,则呼叫下一个 IP 地址。这种调查方法类似于传统调查方式中的电话调查。

5) 网上观察法

网上观察法是对网站的访问情况和网民的网上行为进行观察和监测。使用这种方法最具代表性的是法国的 Net Value 公司,它的重点是监测网络用户的网上行为,称为“基于互联网用户的全景测量”。使用网上观察法时,首先通过大量的计算机辅助电话调查(CATI)获得用户的基本人口统计资料,然后从中抽出样本,招募自愿受试者,下载软件到用户的电脑中,由此记录被试者的全部网上行为。

6) 社交媒体法

社交媒体法是以各类社交媒体为平台,向被调查者发放调查问卷等测试工具的方法。一般来说,社交媒体是人们之间用来分享意见、经验和观点的平台,包括微博、微信、论坛和其他社交网站等。在社交媒体中,用户之间往往会形成社交联结,继而构建出庞大且复杂的网络。这为调查问卷等测试工具的快速发放和有效回收提供了基础。但是,用户网络的复杂性也使得抽样框无法得到控制,因此调查者在使用该方法时应尤其注意所得样本的代表性。

2. 网上调查优势分析

1) 及时性和共享性

网上调查是基于 Internet 技术的一种调查,可以迅捷地实施调查方案。比如 E-mail 调查法,电子邮件的传输只需几秒钟,因此,相对于传统的邮寄调查方式,其时效性大

大提高，这对某些时效性较强的调查而言是极其必要的。网上调查的结果是开放的、共享的，被调查者可以和调查者一样使用调查结果，而且投票信息经过统计分析软件初步处理后，可以马上查看到阶段性的调查结果，而传统的调查需经过较长的一段时间才能得出结论。

2) 便捷性和低成本

实施网上调查节省了传统调查中耗费的大量人力和物力。实施网上调查时，只需要一台能上网的计算机即可，通过站点发布电子调查问卷，由网民自愿填写，然后通过统计分析软件进行初步整理和分析。因此，网上调查在信息采集过程中，不需要派出调查人员，不受天气和距离的限制，不需要印刷调查问卷，调查过程中最繁重、最关键的信息采集和录入工作在众多网上用户的终端完成，可以无人值守且不间断地接受调查表，信息检验和信息处理也由计算机自动完成。

3) 可靠性和客观性

实施网上调查，被调查者可以自由选择是否接受调查，不会因为面对面的方式而感到难以拒绝，能完全自愿地选择感兴趣的问题，因此在填写问卷时会比较认真，资料的可靠性较高，由此所得的结论客观性也大大提高。同时，网上调查还可以避免传统调查中访问调查时因人为错误导致调查结论的偏差，从而保证了调查结果的客观性。

4) 更好的接触性

网上调查可能访问到高收入、高学历或调查员无法接触的群体，大大提高了访问率；而且通过网上邀请，还可以请到国内外的名人、要人，或平时难以接触的人士做客聊天室，进行“面对面”交流或深度访谈，这些都是传统调查方法无法做到的。弹幕视频网站哔哩哔哩的月活跃用户量达 1.28 亿人，即每月可接触的访问对象有上亿人。这也是传统面访调查方式无法实现的。

5) 穿越时空性

网上调查是 24 小时全天候的调查，这与受区域制约和时间制约的传统调查方式有很大的不同。例如，摩托罗拉公司如果利用传统方式在全球范围内进行市场调查，就需要各国各地区代理的配合，耗资耗时，难以实施。但其与搜狐-零点调查公司联合，在短短 3 个月内就成功地完成了调查，这是传统调查无法想象的。

1.4 问卷设计

统计调查采用问卷的形式比较普遍，如网上调查、抽样调查、重点调查和典型调查等。问卷是一种特殊形式的调查表。其特点是表中用一系列按照严密逻辑结构组成的问题，向被调查者调查具体事实和个人对某问题的反映、看法，它不要求被调查者填写姓名。

问卷设计一般要遵循以下原则。

1. 合理性

合理性指的是问卷必须与调查主题紧密相关。违背了这一点，再精美的问卷都是无效的。

而所谓问卷体现调查主题,其实是在问卷设计之初便找出与调查主题相关的要素。

例如“调查某化妆品用户的消费感受”——这里并没有一个现成的选择要素的法则,但从问题出发,特别是结合一定的行业经验与商业知识,要素是能够被寻找出来的。

一是使用者(可认定为购买者)。包括她(他)的基本情况(自然状况,如性别、年龄、皮肤性质等),使用化妆品的情况(是否使用过该化妆品、周期、使用化妆品的日常习惯等)。

二是购买力和购买欲。包括她(他)的社会状况、收入水平、受教育程度、职业等,化妆品的消费特点(品牌、包装、价位、产品外观等),使用该化妆品的效果(问题应具有一定的多样性,但又限制在某个范围内,如价格、使用效果、心理满足等)。

三是产品本身。包括对包装与商标的评价、广告等促销手段的影响力、与市场上同类产品的横向比较等。

应该说,具有了这样几个要素,对于调查主题的结果是有直接帮助的。被访问者也相对容易了解调查员的意图,从而予以配合。

2. 一般性

一般性,即问题的设置是否具有普遍意义。这是问卷设计的一个基本要求,但我们仍然能够在问卷中发现这类常识性错误。这一错误不仅不利于调查结果的整理分析,而且会使调查委托方轻视调查者的水平。

例如,做一个“居民广告接受度”的调查。

问题:你通常选择哪一种广告媒体?

答案:a. 报纸 b. 电视 c. 杂志 d. 广播 e. 其他

而如果答案是另一种形式:

a. 报纸 b. 车票 c. 电视 d. 幕墙广告 e. 气球 f. 大巴士 g. 广告衫

如果统计指标没有那么细(或根本没必要),那我们就犯了一个“特殊性”的错误,从而导致某些问题的回答实际上是对调查无助的!

在一般性的问卷技巧中,需要注意的是,不能犯问题内容上的错误。

问题:你拥有哪一种信用卡?

答案:a. 长城卡 b. 牡丹卡 c. 龙卡 d. 维萨卡 e. 金穗卡

选项d的设置是错误的,应该避免。

3. 逻辑性

问卷的设计要有整体感,即问题与问题之间有逻辑性,独立的问题本身也不能出现逻辑上的谬误,从而使问卷成为一个相对完善的小系统。例如,下列问题:

(1) 你通常每日读几份报纸?

a. 不读报 b. 1份 c. 2份 d. 3份以上

(2) 你通常用多长时间读报?

a. 10分钟以内 b. 30分钟左右 c. 1小时 d. 1小时以上

(3) 你经常读的是下面哪类(或几类)报纸?

a. ×市晚报 b. ×省日报 c. 人民日报 d. 参考消息 e. 中央广播电视报

在以上几个问题中，由于问题设置紧密相关，因而能够获得比较完整的信息。调查对象也会感到问题集中，提问有章法；相反，假如问题是发散的、带有意识流痕迹的，问卷就会给人以随意而有失严谨的感觉。那么，将市场调查作为经营决策的一个科学过程的企业就会对调查失去信心。

因此，逻辑性的要求是与问卷的条理性、程序性分不开的。在一个综合性的问卷中，调查者应将差异较大的问卷分块设置，从而保证每个“分块”的问题都密切相关。

4. 明确性

所谓明确性，事实上是问题设置的规范性。这一原则具体是指：命题是否准确，提问是否清晰明确，便于回答；被访问者是否能够对问题做出明确的回答，等等。

如上文问题中“10分钟”“30分钟”“1小时”等设计即是十分明确的。统计后会告诉我们：用时极短(浏览)的概率为多少；用时一般(粗阅)的概率为多少；用时较长(详阅)的概率为多少；反之，答案若设置为“10~60分钟”，或“1小时以内”等，则不仅不明确，难以说明问题，而且被访问者也很难作答。

再则，问卷中常有“是”或“否”一类的是非式命题。

问题：您的婚姻状况如何？

答案：a. 已婚 b. 未婚

显而易见，此题还有第三种答案(离婚/丧偶/分居)。如按照以上方式设置，则不可避免地会发生选择上的困难和有效信息的流失！其症结即在于问卷违背了“明确性”原则。

5. 非诱导性

不成功的记者经常会在采访中使用诱导性的问题。这种提问方式如果不是刻意地要得出某种结论而甘愿放弃客观性的原则，就是彻头彻尾的职业素质的缺失。在问卷调查中，因为有充分的时间提前作准备，这种错误大大地减少了。但这一原则之所以成为必要，是因为高度竞争的市场对调查业的发展提出了更高的要求。

非诱导性指的是问题要设置在中性位置、不参与提示或主观臆断，完全将被访问者的独立性与客观性摆在问卷操作的限制条件上。

问题：你认为这种化妆品对你的吸引力在哪里？

答案：a. 色泽 b. 气味 c. 使用效果 d. 包装 e. 价格

这种设置是客观的。若换一种答案设置：

a. 迷人的色泽 b. 芳香的气味 c. 满意的效果 d. 精美的包装

这种设置则具有了诱导和提示性，从而在不自觉中掩盖了事物的真实性。

6. 便于整理、分析

成功的问卷设计除了要紧密结合调查主题与方便收集信息外，还要考虑调查结果是否容易得出和调查结果是否有说服力。这就涉及问卷在调查后的整理与分析工作。

首先，要求调查指标是能够累加和便于累加的；其次，指标的累计与相对数的计算是有意义的；再次，能够通过数据清楚地说明了所要调查的问题。

只有这样，调查工作才能收到预期的效果。

1.5 变 量

1.5.1 变量类型

统计学中将变量分为分类变量和数值变量。图 1.3 显示了变量之间的关系,并举例说明了每种变量类型。

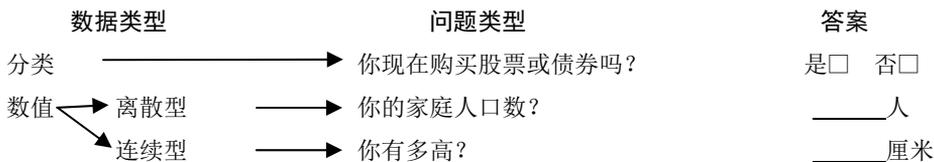


图 1.3 变量类型

分类变量(也称为定性变量)的值只能按类别分开,例如图 1.3 中的“是”和“否”。分类变量也可以有多个答案。例如,顾客写出他们在周几购买了商品,可能是周一到周日中的一天或几天。

数值变量(也称为定量变量)的值表示数量。数值变量可进一步分为离散变量和连续变量。

离散变量的值随计数过程而逐渐增加。“杂志的订阅数量”就是一个离散变量的例子,因为反应变量值是整数中某个确定的数值,如订阅 0、1、2 本杂志。从订购杂志那天起到收到杂志那天之间的天数是一个离散变量,因为是以天来计数的。

连续变量的值随度量过程而逐渐增加。例如,在银行等待柜员服务的时间是连续变量,因为反应变量值可以是一个闭区间或开区间内的任何一个值,取决于测量设备的精度。例如,等候时间可以是 1 分钟、1.1 分钟、1.11 分钟或 1.113 分钟,这取决于你测量时间所使用的工具。

理论上讲,如果测量设备的精度足够高,任何两个连续变量值都不会相同。但实际上,大部分测量设备都不够精确到可以发现微小的差异,因此,在试验或调查数据中经常会见到两个或两个以上相同的连续变量值。

1.5.2 度量水平和度量等级

应用度量水平是将数据分类的另一种方法。有 4 个普遍认可的度量水平:定类尺度、定序尺度、定距尺度和定比尺度。

定类尺度(nominal measurement),又称为名义尺度。分类变量数据的度量是在定类尺度上进行的。定类尺度(见图 1.4)是将数据分为不同的类别,这些类别中没有排序。例如,1.4 节中“a. 长城卡 b. 牡丹卡 c. 龙卡 d. 维萨卡 e. 金穗卡”就是定类尺度变量的例子。你最喜欢的饮料和你的性别等也属于定类尺度变量。定类尺度是最弱形式的度量,因为无法对不同的类别进行排序。

分类变量	类别
个人房产拥有权	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
投资股票类型	增长 <input type="checkbox"/> 价值 <input type="checkbox"/> 其他 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>
网络运营商	中国移动 <input type="checkbox"/> 中国联通 <input type="checkbox"/> 中国电信 <input type="checkbox"/>

图 1.4 定类尺度举例

定序尺度(ordinal measurement)是将数据分为不同的类别，但可以排序。如 1.4 节中“a. 10 分钟以内 b. 30 分钟左右 c. 1 小时 d. 1 小时以上”就表示一个定序尺度变量，因为这是按时间长度排序的。另外，常见的用户反应值“非常好、很好、一般和差”是按照满意度排序的。图 1.5 列举了几个定序尺度变量的例子。

分类变量	定序尺度
学生年级	一年级 二年级 三年级 四年级
产品满意度	很不满意 有些不满意 中等 相当满意 很满意
教师职称等级	教授 副教授 讲师
标准普尔债券排名	AAA AA A BBB BB B CCC CC C DDD DD D
质量等级	A B C D F

图 1.5 定序尺度举例

定序尺度比定类尺度的度量级别更高，因为其数值被赋予的性质多于仅仅被归为某一个类别。但定序尺度仍然是相对较弱的度量，因为该尺度没有度量出类别之间的数量差距。

定距尺度(interval measurement)和定比尺度(ratio measurement)是将数值变量数据在区间或比例的尺度上进行度量。定距尺度(见图 1.6)比定序尺度的度量级别高，度量值之间的差异有一定的含义，但是缺乏真正意义上的参考值(“0”值)。例如，中午温度读数 28℃比 26℃温暖 2℃。这 2℃的差值与 32℃和 30℃的差值其意义是相同的，因为在这个尺度上所有的差值意义都相同。

数值变量	度量水平
温度(℃)	定距
标准化考试分数(例如全国英语等级考试或注册会计师考试)	定距
血压(mmHg)	定距
出生年份(年)	定距
高度(厘米)	定比
重量(千克)	定比
年龄(岁)	定比
薪水(元)	定比

图 1.6 定距和定比尺度举例

定比尺度(见图 1.6)比定序尺度的度量级别高,定比尺度有绝对零点,“0”表示“没有”或“该事物不存在”,如高度、重量、年龄或薪水。例如,一个体重为 80 千克的人其重量是一个体重为 40 千克的人的两倍。因而,定比尺度不但可以做加减运算,也可以做乘除运算。

我们可以用温度的例子来说明定距尺度和定比尺度的差异。华氏温度和摄氏温度都是定距尺度而非定比尺度,不能说 10°C 是 5°C 的两倍。因为无论是华氏温度还是摄氏温度,0 度都是人为规定的。但是在开氏温度读数中,0 度意味着没有分子运动,是定比尺度。

定距尺度和定比尺度是度量等级最高的度量,因为不仅可以确定数据的顺序,而且可以确定数据的具体差异是多少。

上述 4 种度量水平,具有各自的特点(如表 1.1)。这些不同层次的度量本身形成了一个累积尺度,即高一层次的尺度除自己的特性外,必包含下一层次尺度的所有特性。高层次度量具有向下的兼容性,而低层次度量不具有向上的兼容性。

表 1.1 4 种测量尺度的数学特性

分类	定类尺度	定序尺度	定距尺度	定比尺度
类别区分	有	有	有	有
次序区分		有	有	有
距离区分			有	有
比例区分				有

习 题 一

1. 样本和总体的区别是什么?
2. 统计量和参数的区别是什么?
3. 什么是普查?其特点和作用如何?
4. 什么是重点调查、典型调查和抽样调查?它们各自有哪些特点和作用?
5. 一家大型百货连锁商店的市场主管想要在某大城市进行一项调查,以确定某个月内职业女性在购买服装上所用的时间。
 - (1) 描述总体和样本,并指出主管可能想要收集的变量类型。
 - (2) 草拟(1)中所需的问卷,写出你认为适合这项调查的三个分类变量和三个数值变量问题。
6. 国家统计局网站 <http://www.stats.gov.cn> 经常发布一些调查报告。登录该网站并阅读一份调查报告,解决下列问题。
 - (1) 给出一个调查中的分类变量例子。
 - (2) 给出一个调查中的数值变量例子。
 - (3) 分析在(2)中选择的变量是离散变量还是连续变量。
7. 使用下面的问卷调查,调查对象包含 50 名本科生,请他们回答下列问题:
 - (1) 你的性别? 女 男
 - (2) 你的年龄(以最后一个生日为准)?

- (3) 你的身高(厘米)?
- (4) 你现在是几年级?
一年级 二年级 三年级 四年级
- (5) 你学习的主要专业是什么?
会计 金融 信息系统 国际贸易
工商管理 市场营销 其他 未定
- (6) 现在你计划考研究生吗?
是 否 不确定
- (7) 你最近一次期末考试的平均分是多少?
- (8) 如果你在获得学士学位后立刻找工作, 期望月薪(千元)是多少?
- (9) 你期望自己在拥有五年工作经验后的月薪(千元)是多少?
- (10) 你现在参加了多少校内俱乐部或社团?
- (11) 你对校园服务的满意度如何?
非常满意 满意 中等 不满意
- (12) 你本学期在购买教材和日用品方面花了多少钱?

请将调查结果保存在 Excel 文件中, 并明确:

- (1) 调查中哪些是分类变量?
- (2) 调查中哪些是数值变量?
- (3) 哪些变量是离散数值变量?

8. 对于智商、肤色、社会地位、体重、温度、职业、民族、职业声望、文化程度、态度、收入水平, 分别说出它们所能达到的最高度量水平是什么。