

1.1 统计学的性质

统计学是研究如何收集、整理、分析和解释涉及社会、经济、管理问题的数据,并对研究对象进行统计推断的一门科学。

人们往往将统计学误解为数据资料的收集,以及对这些数据作一些简单的均值、百分比等运算,或用图和表等形式加以表示。

其实这些仅是统计学工作的一小部分。统计学还包括假设检验、回归分析、时间序列分析、独立性分析等许多工作。

在自然界里,在生产、管理实践中,人们观察到的现象可以大体归结为两种类型:一种是确定性现象;另一种是不确定现象,也称随机现象。

随机现象是指在相同条件下重复进行试验,每次结果未必相同的现象;或是知道它过去的状况,但未来的发展事前不能完全确定的现象。例如,某种新产品投放市场后消费者对其欢迎程度,对某个房地产项目投资后的获利情况,顾客在某服务系统接受服务的等待时间等,都是不确定现象,即随机现象。

实际上人们发现,所谓不确定,只是对一次或少数几次观察或实践,当在相同条件下进行大量观察时,随机现象都呈现某种规律,这被称为随机现象的统计规律性。例如,通过大量的统计发现,某些服务系统对顾客的服务时间是服从指数分布规律的,人的身高是服从正态分布规律的,等等。因而人们便可以根据所发现的规律,对所研究的问题进行科学决策。统计学就是研究随机现象统计规律性的,所以统计学对于科学决策有着重要的作用。

一般来说,统计学的研究对象具有以下特点:

(1) 随机性。随机性有两个解释,一个是事件发生的结果不确定,另一个是不同的个体有差异。

(2) 群体性。研究对象应包含不止一个个体,换句话讲,单个个体不需要统计分析。

(3) 数量性。事件的发生情况应由数量表示,以便于进行统计分析。这在大部分情况下是可以做到的。如果事件的发生是以定性的方式表述的,则应该将其转换为数量表述。例如,某产品的销售可能有好、中、差三种情况,可以将三种情况分别记为 1、2、3;再例如,对某种突发事件的发生记为 1,不发生记为 0,等等。

1.2 统计学在管理中的应用

统计学的应用领域非常广,几乎所有的研究领域都要用到统计方法。例如,经济学、管理学、气象学、医学、遗传学、地质学、历史学、语言学、教育学、金融学等。当统计学应用于企业管理时,人们就叫它管理统计学。本书主要是从管理统计学的角度进行论述。

俗话说得好:“知己知彼,百战不殆。”企业为了生存、发展,除了要了解自身特点,内在优劣势之外,还必须时刻掌握市场、竞争对手、供销商、顾客等多方面的情况,收集那些能反映企业目前状况的相关数据,并且最重要的是将这些数据转化为对企业有用的信息,为企业科学决策提供最好的依据。统计学在企业管理中所扮演的角色就是这样一个将原始数据转化为有价值信息的过程。可见,企业要能真正做到知己知彼,百战不殆,离不开科学有效的管理统计。

统计学在管理中的应用包括以下几个方面。

(1) 库存确定。公司经理会根据对原材料的需求和库存状态的分析,确定原材料的进货量(这里需要用到统计方法,分析需求量变化的分布规律)。

(2) 生产控制。生产经理根据对样本产品的质量检验情况,确定是否对生产过程进行调整(这里需要用到统计学中的抽样检验方法,选取样本产品)。

(3) 市场分析。市场部经理根据对某种新产品在样本消费者中试销情况的调查结果,确定该产品可能的销售量(这里需要用到统计学中的统计推断方法,进行销售量预测)。

(4) 客户管理。市场部经理通过调查,对公司客户的类别进行细分,根据不同类别客户的特点,选择不同的服务策略(这里需要用到统计学中的聚类分析方法)。

(5) 风险投资。投资部经理通过对各种项目投资回报率及其风险的分析,并根据企业所处的情况,确定是否对某项目进行风险投资(这里需要用到统计学中的参数估计等方法)。

(6) 审计查账。检查一个大公司账目的审计员,会运用统计方法抽样检查公司的账目,然后根据抽样检查的结果,确定公司的账目是否有问题(这里需要用到统计学中的抽样检验方法)。

(7) 考核标准。例如,公司总部希望了解设立在全国多个城市中的分公司的经营业绩是否与所在城市的 GDP 有关。如果有关,公司总部准备以分公司所在城市的 GDP 作为考核标准,对各个分公司进行绩效考核(这里需要用到统计学中的回归分析)。

1.3 统计学方法的分类

统计学的方法很多,一般可以分为两类:描述统计学方法和推断统计学方法。

1.3.1 描述统计学

描述统计学方法主要包括利用获得的数据,绘制统计图(直方图、条形图、饼图、象形图等),并计算一些数字特征值(均值、方差、中位数、调和均值、偏态系数等)。人们根据这些统计图可以比较直观地对研究对象的规律有一个大体的粗略认识,而通过数字特征值则可以从数据的集中趋势、分散程度、偏态情况等方面对研究对象的规律有一个基本的了解。描述统计学方法相对比较简单。

1.3.2 推断统计学

推断统计学方法主要包括利用获得的样本数据,进行区间估计、假设检验、回归分析、方差分析、时间序列分析等。人们根据这些样本数据的分析结果,对研究对象的总体进行统计推断,包括推断研究对象的分布规律、推断不同因素间的相关性、确定多个因素间的统计关系、判断多个总体间的差异性等。推断统计学包括的内容比较多,相对复杂一些,也是本书的重点内容。

1.4 统计学的基本概念

本节介绍统计学中一些常用的概念和术语。

1.4.1 总体和样本

1. 总体(population)

统计学将构成研究对象全部元素的集合称为总体,而将组成总体的每个元素称为个体。

例如,在研究某种产品的寿命时,该批产品的全体就组成了总体,其中的每个产品就是个体。在调查某公司员工对工作的满意程度时,该公司中的全体员工组成了总体,公司中的每个员工是个体。在统计学的分析中,我们只是关心每个产品的寿命指标,或每个员工的满意程度指标,而不是产品本身,或员工本身。所以我们把这一批产品的寿命指标集合,或这个公司全体员工的满意度指标集合作为总体。即总体是由一些实数构成的集合。我们不能把总体看成一群人或一些物品的集合。一般情况下,我们将总体和数量指标所

有可能的取值组成的集合等同起来。

总体分为有限总体和无限总体。有限总体是指总体的范围能够明确确定,而且元素的个数有限。例如,一批待检验的产品就是有限总体,被调查的公司员工也是有限总体。无限总体是指总体所包含的元素是无限的。例如,在科学试验中,每一个试验数据可以看做总体的一个元素,而试验可以无限地进行下去,因此由这种试验数据构成的总体就是一个无限总体。在统计学的研究中,对于有限总体,为保证每次抽样试验是独立重复的,需要根据具体情况对抽样试验进行相应的设计,这将在后面的抽样方法中介绍。

2. 样本(sample)

为了对总体的分布规律进行各种研究,需要对总体进行抽样观察。通过多次抽样观察可以得到总体指标 X 的一组数值 $(x_1, x_2, \dots, x_n)$, 其中每个 x_i 是一次抽样观察的结果。 $(x_1, x_2, \dots, x_n)$ 称为容量为 n 的一个样本,也称样本观察值。由于样本是用来对总体的分布特征进行推断的,因而从总体中抽样进行观察时必须是随机的,即每个个体具有同等的可能性被抽到。因为只有这样才能经过多次观察比较全面地了解总体。

例 1.1 现准备调查某批产品的质量,假设质量分为合格、不合格,分别用数字 1,0 表示。用 X 记这数字, X 就是要研究的指标。

该批产品共有 N 件,用返回抽取方法,从这些产品中任意抽取 $n=30$ 件进行检查。即每抽一件产品,经检查,记录下质量情况 X 后,放回去,然后再抽下一件。从抽得的 30 件产品检查得到的质量指标 X 的值 $(x_1, x_2, \dots, x_{30})$ 构成一个样本,样本的容量 $n=30$ 。

1.4.2 总体参数和样本统计量

总体参数表示了总体分布的特征,对同一个总体分布而言,总体参数是固定不变的、唯一的。如果能得到某个总体的参数就能反映出该总体的分布特性。对于有限总体而言,可以通过同时调查总体内的所有个体,就能计算出所有样本,也就是该总体的分布参数。例如,以中央电视台春节联欢晚会在全国各个电台的收视率为一个总体,则可以通过调查全国每个电台的收视率,得到这个总体的参数,如平均收视率等。

但在现实出现的总体往往是无限总体,在这种情况下,要准确得到总体参数是不可能的,因为人们不可能同时将总体中所有的个体作为样本来观察。如以中央电视台春节联欢晚会在全国每户家庭的收视率构成一个总体的话,由于全国家庭数量太大,一般情况下无法同时调查所有的家庭,只能抽取一部分家庭进行调查,因而无法真实地计算出总体参数。对于无限总体来说,既然我们无法直接得到它的真实总体参数,那我们只有尽可能地去估计总体参数,并检验估计的准确程度。如何来估计总体参数呢?答案就是样本统计量。

样本统计量是由样本数据加工出来的、反映样本数量特征的函数,它不含任何未知

量。显然对于有限总体而言,从其所有个体数据中加工出来的样本统计量就等于总体参数。对于无限总体而言,从总体中抽取一定容量的样本(即一组数据),对它们进行一定的加工,提取样本统计量,就可以利用这些有用的信息对总体(分布)参数进行估计,然后通过一些推断统计学中的方法来检验估计的准确程度。如果检验出的估计准确程度在人们预期的范围内,那就可以认为这些样本统计量在一定程度上能较好地描述或估计总体的特征,样本数据分布在一定程度上近似总体分布。

常见的统计量有如下几种形式:

- (1) 表示位置的统计量——平均值和中位数;
- (2) 表示离散程度的统计量——标准差、方差和极差;
- (3) 表示分布形状的统计量——偏度和峰度。

在后面的章节中将进一步介绍。

1.5 统计学的发展

统计学源于 2000 多年前的古希腊。我们的祖先对统计的重要性早就有深刻的认识。改革家商鞅在公元前 390 年就曾说过:“强国需知十三数。”统计学经历了如下几个阶段:古典统计学、近代统计学、现代统计学。

1.5.1 古典统计学时代

这个时代大致是从 17 世纪中叶至 19 世纪初叶,其代表学派是“政治算术派”和“国势学派”。

“政治算术派”创始人是英国的威廉·配第,他于 1690 年出版了《政治算术》一书,用实际资料,用数字、重量和尺度来论述英国的经济情况;另一代表人物是英国人约翰·格朗特,代表作是《关于死亡的自然和政治观察》。

“国势学派”又称“记述学派”或“国情学派”,其创始人是德国人海尔曼·康令,这一学说最早提出了“统计学”的名词。

1.5.2 近代统计学时代

这个时代大致是从 18 世纪末到 19 世纪末。著名的大数法则、最小二乘法、相关与回归分析、指数分析法、时间数列分析法以及正态分布等理论都是这个时期建立和发展起来的。代表学派主要有数理统计学派和社会经济统计学派。

数理统计学派产生于 19 世纪中叶,创始人是比利时学者阿道夫·凯特勒。凯特勒对统计学的主要贡献是将自然科学的研究方法引入社会现象的研究中,认为统计学就

是数理统计学。他创立了大数法则,发展了大量观察法并为数理统计学的发展奠定了基础。

社会统计学派产生于 19 世纪末期,首创者是德国人克尼斯,主要代表人物是梅尔、恩格尔,认为统计学的研究对象是社会现象,研究方法是大量观察法,提出统计学是一门实质性的社会科学。因此人们试图通过社会调查,收集、整理、分析资料以揭示社会现象和问题,并提出解决问题的具体办法。如恩格尔对比利时工人家庭进行了持续的调查,通过不断地观察总结,终于在其《比利时工人家庭的生活费》一文中,提出了著名的“恩格尔法则”,即家庭收入越多,则饮食费支出占家庭收入的百分比越少;家庭收入越少,则饮食费支出占家庭收入的百分比越大,并引申出“恩格尔系数”,以此衡量生活水平的标准。这一指标至今仍有很大的实用价值。

1.5.3 现代统计学时代

1900 年,英国统计学家卡尔·皮尔生推导了 χ^2 检验法。1908 年,“学生”(William Seely Gosset 戈塞特的笔名)发表 t 分布的论文,创立了小样本代替大样本理论,费雪又对小样本理论进一步研究,发展为实验设计理论,标志着现代统计学的开端。1930 年,尼曼与小皮尔生共同对假设检验理论进行了系统的研究,创立了“尼曼-皮尔生”理论,同时尼曼又创立了区间估计理论。美国统计学家瓦尔德把统计学中的估计和假设理论予以归纳,创立了“决策理论”。这些研究和发现大大充实了现代统计学的内容。

近几十年来,计算机技术以及信息论等现代科学技术给统计学带来了巨大的影响,新的领域层出不穷,例如多元统计分析、现代时间序列分析、贝叶斯统计、非参数统计、线形统计模型等。各种统计软件如 SPSS、SAS 在趋于完善的同时,也加大了统计分析的功能,如 SPSS 和 SAS 等一些统计软件都出现了数据挖掘功能,而这正是在统计学基础理论上发展起来的一种计算机数据挖掘技术。

本章小结

管理统计学是研究如何收集、整理、分析和解释涉及社会、经济、管理问题的数据,并对研究对象进行统计推断的一门科学。近年来统计学在许多管理问题如生产控制管理、客户关系管理、市场分析、投资风险管理等领域中得到了广泛的应用。

统计学有描述统计学和推断统计学组成,描述统计学内容将在本书的第 3、第 4 章中讨论,后续章节主要围绕推断统计学展开。样本和总体、总体参数和统计量是统计学中最基本的概念,要学好本书的内容,必须充分理解这些基本概念。

关键术语

统计学(statistics)

描述统计学(descriptive statistics)

推断统计学(inferential statistics)

管理统计学(management statistics)

总体(population)

样本(sample)

总体参数(population parameter)

统计量(statistic)

习题

1. 统计的含义是什么?
2. 怎样理解描述统计学和推断统计学在统计方法探索数量规律性方面的定位和作用?
3. 简述统计学与企业管理的关系。
4. 简述统计学的基本概念。
5. 传统统计学与现代统计学的差异体现在哪些方面?
6. 统计学的发展经历了哪些阶段? 说明每个阶段的特点。

CHAPTER 2 第 2 章

数据收集方法

企业收集到所需的数据后,针对要研究的不同问题,利用相应的管理统计方法对数据进行分析,得到企业所需要的结果。其中从哪里收集到数据,如何收集到有意义的数据,是管理统计方法运用的基础,也是本章要讨论的主要问题。本章的主要内容包括:统计数据收集的意义、统计数据的计量与类型、统计数据的来源、统计数据的误差、统计数据收集过程等。

2.1 统计数据收集的意义

在很多情况下我们都需要通过收集数据来进行公司的管理活动。如一个市场研究者需要评价产品的特征以区分该产品与其他产品的差异;一个药品制造商要了解是否某种新药比现在所使用的药疗效更好;学校要了解学生对任课老师的评价,以进行合理的绩效考核。这些管理决策工作能否顺利进行,都有赖于一定数量和质量的数据支持。

我们在管理中所收集的数据大多用于以下几类活动:为一项调查或研究提供必要的输入;用于评估某项正在进行的服务或产品流程的客户反馈情况;检验各标准的一致性;满足管理者关于某一方面的好奇心等。企业管理需要对大量的数据进行分析,因此做好数据收集工作很重要。

2.2 统计数据的计量与类型

在收集统计数据之前我们首先必须了解所调查对象的计量和测度。对于不同的事物,我们能够予以计量或测度的程度是不同的,有些事物只能对其属性进行分类,比如市场调研中客户的满意程度、绩效考核中的评分种类、贷款企业的信誉等级等;而有很多其他事物是可以用比较精确的数字来计量的,如企业一季度的销售额、职员的人数、产品的价值等。显然,从对事物计量的精确程度来看,采用数字计量要比分类计量更精确。根据计量学的一般分类方法,按照对事物计量的精确程度,可将所采用的计量尺度由低级到高级、由粗略到精确分为四个层次,即定类尺度、定序尺度、定距尺度和定比尺度。

2.2.1 统计数据的计量

定类尺度是测量尺度中层次最低的计量尺度。它按照某种属性把事物进行分类,如分为 A、B、C 等类, A、B、C 之间无法进行基本运算,但可以计算对应类别的频数。可以用定类尺度来度量性别、品牌类型等对象。

定序尺度具有定类尺度的一切特征,同时它还能反映出类别之间的等级,即不仅能把事物分成不同类别,而且不同类别之间还能进行排序,如用厌恶、一般、满意来度量消费者偏好。

定距尺度是在定序尺度的基础上,还可以进行加减运算,通常被用来度量考试成绩、温度等。

定比尺度也称比率尺度,是最高层次的度量尺度,除了可以分类、比较大小及加减运算外,还可以进行乘除运算,计量测度值之间的比值,可以用定比尺度来度量的对象有很多,如销售额、收入、市场份额等。

2.2.2 统计数据的类型

采用不同的计量尺度就可以得到对应类型的统计数据,而不同类型的统计数据又适用于不同的统计分析方法。因此在管理统计中所出现的数据有以下四种:

定类数据,表现为类别,但不区分顺序,是由定类尺度计量的。

定序数据,表现为类别,有顺序,是由定序尺度计量的。

定距数据,表现为数值,可进行加、减运算,是由定距尺度计量的。

定比数据,表现为数值,可进行加、减、乘、除运算,是由定比尺度计量的。

前两类数据说明的是事物的品质特征,不能用数值表示,其结果均表现为类别,也称为定性数据或品质数据(qualitative data);后两类数据说明的是现实的数量特征,能够用数值来表现,因此也称为定量数据或数量数据(quantitative data)。由于定距数据和定比数据同属一个测度层次,因此把它们归为一类,统称为定量数据或数值型数据。

区分测量的层次和数据的类型是十分重要的,因为对不同类型的数据将采用不同的统计方法来处理和分析。比如,对定类数据,通常计算出各组的频数或频率,计算其众数和异众比率,进行列联表分析和开方检验等;对定序数据,可以计算其中位数和四分位差,计算等级相关系数等非参数分析;对定距或定比数据还可以用更多的统计方法进行处理,如计算各种统计量、进行参数估计和检验等。

适用于低层次测量数据的统计方法,也适用于较高层次的测量数据,因为后者具有前者的数字特征。比如,商品类型作为一个定类变量,需通过众数即某类最受欢迎的商品来描述消费者偏好的集中倾向。对于像客户满意度这样的定序数据,通常是计算中位数和分位数来描述其集中趋势。而对于较高测量层次的数据,如企业对各部门的绩效打分(定

距数据)或第一季度营业额(定比数据),同样也可以计算众数、中位数和分位数。反之,适用于较高层次数据的统计方法,则不能用于较低层次的测量数据,如定距和定比数据同样可以计算均值,但定类数据和定序数据却不可以。

2.2.3 统计变量

在统计中,把说明现象某种特征的概念称为变量,变量的具体表现称为变量值。统计数据就是统计变量的具体体现。变量可以分为以下几种类型:

(1) 定类变量。定类变量的值就是定类数据。例如,性别是一个定类变量,其变量值为男或女这两个定类数据。

(2) 定序变量。定序变量的值即为定序数据。例如,消费者满意程度就是一个定序变量,其变量值可以表现为很满意、满意、一般、不满意这四个定序数据。

(3) 数字变量。数字变量的值即为定比数据或定距数据(这两者统称为定量数据)。例如,成绩、年龄、产品产量、商品销售额等都是数字变量。按数字变量值的特性,数字变量可分为离散变量和连续变量。

2.3 统计数据的来源

从统计数据使用者的角度来看,统计数据的来源可以分为两类:直接来源和间接来源。简单地说,如果数据收集者就是要分析数据的人的话,那么对他来说,所分析的数据是从直接来源得到,称之为第一手或直接的统计数据;如果数据分析者所使用的是其他组织或个人调查或试验的数据,则对分析者而言,该数据就是从间接来源获得的,称之为第二手或间接的统计数据。

2.3.1 直接来源

统计数据的直接来源主要有两个渠道:专门调查和科学试验。专门调查是取得社会经济数据的重要手段,如国家统计局部门进行的人口、经济统计调查,也有其他部门或机构为特定目的而进行的调查,如市场行业分析公司、咨询公司、报纸杂志等,它们往往需要第一手资料。科学试验是取得自然科学数据的主要手段。在本章中,我们着重讨论取得社会经济数据的主要方式和方法。

1. 统计调查方式

第一手社会经济数据可以通过直接的统计调查来得到,其方式大致有以下几种:普查、抽样调查、统计报表、重点调查和典型调查。根据调查对象的不同,可分为全面调查和非全面调查。全面调查主要有普查和全面统计报表等;非全面调查包括非全面统计报