

● 戴世光 著

# 应用经济统计学

控制偶然性，探索必然性

数量特征

中国人民大学出版社

·戴世光 著

# 应用经济统计学

控制偶然性，探索必然性

数量特征

·中国人民大学出版社

## 应用经济统计学

控制偶然性，探索必然性数量特征

戴世光 著

出版者：中国人民大学出版社

发行者：中国人民大学出版社

(北京海淀路 175 号 邮码 100872)

印刷者：中国人民大学出版社印刷厂

经销者：新华书店总店北京发行所

开 本：850×1168 毫米 32 开

字 数：323 000

印 张：13.125

版 次：1994 年 1 月第 1 版

印 次：1995 年 2 月第 2 次印刷

册 数：2 001—7 000

书 号：ISBN7-300-01691-X/F·452

定 价：10.20 元

## 前 言

我编著《应用经济统计学——控制偶然性，探索必然性数量特征》的目的，是为经济研究工作者提供一本经济统计研究的工具书。这里提到的经济统计研究工作乃是：在大量观察下调查研究、探索经济活动数量特征和数量变化、数量关系的统计方法（如平均法，指数法，动态分析法，相关回归分析法等等），特别是在农业、工业等物质产品生产活动中，探索必然性的平均数数量特征（如农业田间试验的平均生产量，工业产品生产过程中以平均数为准的产品质量控制）的统计方法。然而，进一步从另外一个角度看，经济统计学的全部内容一般地又分为描述统计学（如平均法）和推论统计学（如就样本平均数数值，运用概率理论推论全域的平均数数值）。这里应当指出：概率论是关于大量偶然性事件出现的种种概率分布。据此，就应该指出统计科学应用的一个基本问题。这个基本问题就是：统计学既然是科学研究工作中探索必然性数量特征等的工具，为什么却以研究偶然性的概率论，作为探索必然性的统计方法（如平均法）的理论基础？本人认为：只有运用辩证唯物主义理论，才能够科学地解决前面提出的统计科学应用的基本问题。

本书在应用统计学部分的具体方法比较复杂（概率论问题则比较明确、简单），曾请周复恭、倪加勋两位教授给予评阅。他们提出了很多宝贵的意见，谨致谢意。全书几十万字的抄写工作，以及统计绘图工作均由老伴施宝贞老师承担，理应致谢。

戴 世 光

1991年4月

# 目 录

## 第一篇 总 论

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 第一章 导 论.....                     | 1  |
| 第一节 统计学的性质和类别.....               | 1  |
| 第二节 辩证唯物主义哲学对应用统计学的指导<br>意义..... | 5  |
| 第三节 统计研究工作的程序和方法.....            | 8  |
| 第二章 统计资料的搜集整理和表列、图示 .....        | 13 |
| 第一节 “实事”才能“求是” .....             | 13 |
| 第二节 统计资料的表列和图示 .....             | 18 |
| 第三节 经济统计科学研究的特殊图示方法 .....        | 30 |

## 第二篇 描述统计方法

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 第三章 次数分配 .....            | 39  |
| 第一节 次数分配的组织方法 .....       | 40  |
| 第二节 次数分配的图示方法 .....       | 49  |
| 第三节 客观大量现象次数分配的主要类型 ..... | 60  |
| 第四章 比例法和平均法 .....         | 71  |
| 第一节 比例法 .....             | 71  |
| 第二节 平均法 .....             | 79  |
| 第三节 中位数和众数 .....          | 91  |
| 第四节 几何平均数和调和平均数.....      | 103 |
| 第五章 离差和偏态、峰态的计量方法.....    | 113 |

|     |                               |     |
|-----|-------------------------------|-----|
| 第一节 | 客观集体大量差异性的集中与离散的<br>对立统一····· | 113 |
| 第二节 | 统计描述离差的方法·····                | 117 |
| 第三节 | 描述次数分配位置离差的中位数体系·····         | 127 |
| 第四节 | 偏态和峰态·····                    | 137 |
| 第六章 | 指数法·····                      | 148 |
| 第一节 | 指数法的基本原理·····                 | 148 |
| 第二节 | 指数的编制方法·····                  | 155 |
| 第三节 | 价格指数的编制·····                  | 161 |
| 第四节 | 数量指数的编制·····                  | 167 |
| 第五节 | 编制指数的几个方法问题·····              | 177 |
| 第七章 | 经济动态数列·····                   | 184 |
| 第一节 | 经济动态时间数列分析方法的一般问题·····        | 185 |
| 第二节 | 长期趋势测定方法·····                 | 190 |
| 第三节 | 季节变动的测定方法·····                | 198 |
| 第四节 | 循环波动的测定方法·····                | 206 |
| 第八章 | 回归、相关分析·····                  | 216 |
| 第一节 | 变数之间数量关系的统计方法问题·····          | 216 |
| 第二节 | 测定客观集体大量现象数量关系的最小<br>二乘法····· | 218 |
| 第三节 | 简单直线回归、相关分析·····              | 226 |
| 第四节 | 简单曲线回归、相关分析·····              | 235 |
| 第五节 | 复回归、相关分析·····                 | 239 |

### 第三篇 统计推论

|     |                    |     |
|-----|--------------------|-----|
| 第九章 | 统计推论概要·····        | 247 |
| 第一节 | 统计推论的客观依据·····     | 247 |
| 第二节 | 统计科学研究工作的主要问题····· | 250 |

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 第三节    随机抽样方法.....            | 254 |
| 第十章    概率概念的概述.....           | 258 |
| 第一节    概率定理.....              | 258 |
| 第二节    概率的排列和组合.....          | 265 |
| 第十一章    概率分布.....             | 270 |
| 第一节    二项分布.....              | 271 |
| 第二节    普哇松分布.....             | 276 |
| 第三节    常态分布.....              | 279 |
| 第十二章    统计推论方法具体应用.....       | 289 |
| 第一节    关于总体平均数的推论方法.....      | 290 |
| 第二节    关于总体比例的推论方法.....       | 299 |
| 第十三章    参数假设检验.....           | 302 |
| 第一节    假设检验的程序.....           | 302 |
| 第二节    假设检验：一个样本的平均数.....     | 309 |
| 第三节    假设检验：两个样本的平均数.....     | 314 |
| 第四节    第二类错误，运算特性曲线和功效曲线..... | 321 |
| 第五节    假设检验：一个样本比例的检验.....    | 328 |
| 第十四章    方差分析.....             | 335 |
| 第一节    方差分析概要.....            | 335 |
| 第二节    单向方差分析.....            | 339 |
| 第三节    单向方差分析：样本容量不等.....     | 347 |
| 第四节    双向方差分析.....            | 351 |

## 第四篇    全部统计方法的实际应用

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 第十五章    农业田间试验概要.....   | 358 |
| 第一节    田间试验的基本方法.....   | 358 |
| 第二节    田间试验设计的基本原理..... | 363 |
| 第三节    顺序排列的试验设计.....   | 367 |

|                                                                                                 |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 第十六章 工业产品质量控制概要.....                                                                            | 376 |
| 第一节 工业产品质量检查的一般问题.....                                                                          | 376 |
| 第二节 工业产品质量控制的统计方法.....                                                                          | 380 |
| 第三节 质量控制图的目的和类型.....                                                                            | 384 |
| 附录 1 正态曲线下的面积和纵坐标表 .....                                                                        | 397 |
| 附录 2 $t$ 的临界值 .....                                                                             | 404 |
| 附录 3 在 5% ( $\alpha=0.05$ ) 的显著水准下, $F$ 分布的临界值<br>在 1% ( $\alpha=0.01$ ) 的显著水准下, $F$ 分布的临界值 ... | 405 |
| 附录 4 控制图的系数 .....                                                                               | 407 |
| 附录 5 5% 显著点的 $q$ 分布表, 1% 显著点的 $q$ 分布表 .....                                                     | 408 |



# 第一篇 总 论

---

## 第一章 导 论

### 第一节 统计学的性质和类别

#### 一、统计学与科学研究工作的关系

现代统计学，也即数理统计学，乃是一门以概率论作为理论基础的应用数学。就统计学本身的科学体系言，理应分为两个部分：描述统计学和推论统计学。描述统计学是一套分析客观集体大量现象中具有必然性数量特征（即平均数）和具有描述性的数学关系（如直线方程式）和数量变化（如指数法）的数学方法。推论统计学乃是研究具有偶然性质的大量抽象概率变化的规律性（如常态分布）的数学理论。

如果换一个角度看，统计学本身还可以分为理论统计学与应用统计学。理论统计学（包括概率论及数理统计）主要为：阐明大量抽象概率、也即偶然性数量变化规律性的统计理论。而应用统计学则指：对客观生物、社会、经济等活动中的集体大量现象（如若干亩土地生产的小麦产量数字，某一工厂若干生产工人的月工资额等等），运用描述性的平均法等来探索具有必然性的统计数值（如亩平均小麦产量数），及在随机选样的前提下运用推论性统计方法来估计偶然性的统计误差（如每亩小麦产量与平均产量的误差）。在这里，我们还应当指出，在统计科学领域中，还从来无人提到的一个根本性问题。这个根本性问题就是：在科学研究工

作中运用统计学这门工具,显然是为了探索属于必然性的数值的。何以说统计理论却成为研究抽象的偶然性数量规律性的概率论?现在先在导论中对这样一个根本性问题作出初步答案,即:客观集体大量现象之中,必然性与偶然性是紧密地结合在一起的,当科学研究要探索某一集体大量现象的必然出现的数值时,就必须应用统计方法排除(或控制)偶然性的差异,才能够探索到必然性的数值。

然而,统计学属于一门方法论性质的科学,它乃是实质性科学(如生物学、经济学)研究工作在大量观察前提下进行数量分析的一种必要工具。统计学本身属于一门应用数学。它既包括概率论的数学理论,又包括计算、分析大量观察下的数量特征、数量关系、数量变化的数学方法。从而,统计学的全部内容既具有理论统计学的概率数学理论的演绎、推导、论证的一个方面,又具有统计方法应用于自然、社会等科学研究领域,成为一般的统计分析工具(如平均法)和特殊工具(如价格指数法)的另一方面。因此,现代统计科学业已发展成为按不同的客观对象进行分类的应用统计学(如生物统计学,经济统计学)。

## 二、描述统计学与推论统计学

在六、七十年前,统计学的主要内容为:概括或描述次数分配统计数字的统计方法论。由于这类方法论主要是关于图表分析(如次数分配图)与概括性的计算分析(如平均数,指数法等)。因而,可以名之为描述统计学。与描述性统计方法相结合的乃是作为现代从统计样本估计全体结论的推论性统计方法。这种结合情况就是:当我们统计研究的统计数字资料为整个观察对象(称为全域)的一部分(称为样本,指随机抽出的样本)时,就必须利用样本数字估计全域的数字。例如,研究某村全部家庭的平均年收入,就可以从随机抽样所取得的该村的一部分家庭的样本数字,来推论、估计该村家庭的平均年收入。重要的是:推论、估计全

域（例如全村的数字），就必须以概率论作为推论的理论基础。

前面曾经提到，作为包括一系列统计方法的经济统计学，乃是用来描述、分析或推论、估计经济活动领域大量现象的数量特征（如农村家庭年收入的平均数），数量关系（如家庭年收入额与年消费额及年积累额的数量关系）和数量变化（如1981年与1986年家庭平均年收入的<sup>1</sup>增长情况）的。就应用统计学的这一套方法而言，它们不仅包括有描述性的统计方法，还包括有推论性的统计方法。是以，作为统计学的统计方法，它实际上包括两套统计方法：一套为描述性的统计方法；另一套则系推论性的统计方法。当我们对某县的全村农民家庭年收入进行统计研究时，我们就只需要应用一套描述性的统计方法。但是，当我们对某村随机抽取样本的少数家庭的年收入进行统计分析时，则我们不仅要运用描述性的统计方法，而且还需要运用推论性的统计方法。具体地说，这就是要依据概率理论，对样本的描述统计分析数字，具体运用一套推论性的统计方法，来估计全域的描述统计分析数字。

最后，还必须指出：人类的社会、经济活动范围，是具有一定的地区范围的。统计科学研究的具体范围可以是家庭、村、县，甚而一个省或整个国家。是以，社会、经济活动的范围是有限的。我们只能在全域内部调查单位纯一的条件下，利用随机选样调查的数字，估计全域的统计数字。然而，自然现象（物理、化学、生物）的活动是无限的。我们所能观察到的只能是一个随机遇到的样本。统计科学研究工作必须严格遵从随机选样的原则，依照概率理论，利用样本的数字，推论无限大的全域的数字。

总之，从应用统计方法而论，我们只能在一定的客观前提下，才需要把描述性统计方法与推论性统计方法，互相配合使用。而且，从应用统计分析的具体结果而言，则应该用具体的样本统计数值，推论、估计全域的描述统计分析的数值（如描述分析客观某一大量现象数量特征的平均数）。

### 三、理论统计学与应用统计学

现代统计科学为应用数学的一个重要分支，是科学研究工作中的一个重要工具。作为一门应用数学而论，这一套关于统计科学的数学原理又属于在科学研究中对统计数字进行统计分析的一套方法、技术（如平均法，样本平均数的估计和检验等等）。应当指出：数学是一切科学研究的工具。从其理论而言，属于数学原理；就其应用来说，则为数学方法。正是由于这一点，现代统计科学才在基本分科方面，分为理论统计学和应用统计学（或简称为“统计方法”）。根据这一基本两分法，对于应用统计学还必须进一步按其应用的科学领域，再分为：经济统计学、社会统计学、教育统计学、生物统计学、医疗统计学等等。

在统计科学的发展史中，统计学的理论研究方法，乃是从数学理论的角度，专门抽象地研究在大量观察条件下，偶然性的数量规律性（如常态分布）。在统计科学研究工作的实践中，运用统计方法从事具体分析的重要经验是：要按具体科学领域具体的大量现象的数量情况，进行具体分析的特殊需要，进而根据数学原理和一般统计方法，创造该领域具体需要的特殊统计方法。例如，经济统计学是数理统计方法应用于经济领域的一种应用统计学。在现代的经济统计学中，不仅包括一般统计方法在经济科学研究实践中的应用（如前面提到的某村全部家庭的平均年收入就属于平均法在经济领域中的应用），而且包括许多特殊的经济统计方法。长期以来作为特殊的经济统计方法有：（1）指数法。分析经济领域中的价格变动和产量变动。（2）动态分析法。分析经济时间数列中的长期趋势、周期循环、季节变动等。本书属于一本《经济统计学》，因而，它不仅包括一般的统计方法，而且还包括经济领域科学研究特殊需要的经济统计方法。

从经济学等实体性科学领域的科学研究工作中统计方法的应用来看，它还可分为：单个统计方法（如平均法、假设检验法等

等)的应用问题与整套统计方法的应用问题。这里,整套统计方法指描述统计学的种种统计方法和推论统计学的种种统计方法。延至现代,在经济科学研究工作中,属于需要应用全套统计方法的学科已有“农业田间试验”、“工业产品质量控制”等等。

## 第二节 辩证唯物主义哲学对应用 统计学的指导意义

### 一、统计学与客观集体大量现象之间的科学关系

根据辩证唯物主义哲学理论的基本观点,客观存在着的集体大量现象的数量差异(或变异),是产生大量观察统计分析方法的客观基础。例如,洪水位差异,某一种零件长度的差异,某种作物单位面积产量的差异,家庭出生婴儿男、女人数的差异,以及我国农村经济体制改革以来,某县农民家庭年收入金额的差异,等等。正是由于客观自然界和社会存在着种种集体大量现象的数量差异,才产生了观察、计量和分析、研究客观集体大量差异现象的大量观察法。

根据辩证唯物主义哲学的基本观点来看,如果客观上不存在集体大量现象的数量差异,就不需要大量观察(或调查)客观自然、社会的大量现象,从而,也就不存在对集体大量现象的数量差异进行综合平均,以探索能代表一般水平的平均数值。如果不存在需要综合平均客观大量现象的数量差异,也就谈不上分析客观数量差异的集中趋势和离中趋势,进而从数量分析角度,描述客观次数分布及其主要特征(如平均数)的统计方法。特别是如果客观不存在集体大量现象的数量差异性,也就无从应用概率理论,更不可能提出和研究从样本推论全体的统计估计问题。

因此,统计科学(理论统计学和应用统计学)的基本问题,就是这门方法性科学与客观规律性之间的关系问题。具体地说:一

方面在客观自然界和人类社会存在着种种集体大量现象的数量差异性，例如某村家庭收入水平和消费水平的大量差异性，具有什么性质的数量规律性，才需要应用特殊的统计方法进行分析研究。另一方面，在数学理论上，应用什么样的抽象数量关系，作为数学推导的客观前提，才引起应用数学理论来分析、研究随机变数的概率分布，探索抽象的数量规律性的问题。应当指出：统计学作为一门科学，是根据科学研究对象所具有什么样的特殊矛盾性来区分的。是以，统计科学的基本问题乃是一个特殊的研究对象问题。客观上存在什么样的集体大量差异性的数量规律性，才构成特殊统计方法应用的对象。而数学理论又以什么样的特殊矛盾作为一门应用数学的统计学的研究对象，从而才发展成为一门研究客观数量规律性的方法性科学。只有解决了这个基本问题，才可以理解和认识现代统计科学何以要以概率论为基础的问题，进而可以认识到：辩证唯物主义哲学对应用统计方法探索客观集体大量现象数量规律性的指导意义。

## **二、辩证唯物主义哲学是统计方法应用的理论基础**

理论统计学即以概率论为基础的数量统计学，是一门研究随机现象（或不肯定现象）数量规律性的科学。随机现象在哲学意义上说，就是由偶然性原因所形成的现象。客观上决定性现象、也即必然性现象与不肯定性现象也即偶然性现象之间，不是绝对分割开来的两种事物，而是对立统一的关系。根据辩证唯物主义哲学理论，必然性与偶然性的关系是对立统一的辩证关系。所谓必然性，就是指客观事物发展过程中不可避免的，一定要出现的趋向，是由事物的本质原因产生的，是规律性的东西。它是事物发展过程中居于支配地位的趋势，决定着事物发展的前途和方向。所谓偶然性，则是指事物发展过程中可能出现、也可能不出现，可能这样、也可能不这样的现象，是由事物的非本质原因产生的。它对整个事物的发展只起加速或延缓的作用。必然性之所以成为必

然偶然性之所以成为偶然，并不是由人们随意给他们确定的，而是由于他们产生的原因不同，也就是由不同性质的矛盾所决定的。可是，必然性和偶然性又是对立统一的：偶然性是必然性的表现，必然性通过偶然性为自己开辟道路。在自然、社会和人类思维中，必然性和偶然性不仅同时存在，而且它们是相互依存、相互转化的。必然性是从事物中抽象和概括出来的，是一般事物本质的东西。它和一般不能离开个别，本质不能离开现象来表现自己一样，也不能离开偶然性而自己表现出来。任何事物都必然采取一定形式，必然性也是如此，偶然性就是它的形式。必然性只有通过偶然性才能表现出来，偶然性乃是相互依存的另一极。当然，偶然性也不能脱离必然性而独立存在，而是在偶然性中隐藏着必然性。必然性要通过偶然性表现出来，并为自己开辟道路。不正确地认识和处理必然性和偶然性之间的辩证关系，就不可能正确地认识客观世界（包括生产、交换、分配、消费）。应当指出：经济统计方法，就是为了探索经济活动领域中客观存在的必然性数量特征（即平均数值）和具有描述性的数量关系（如回归、相关）和数量变化（如指数）。在科学研究中，应用统计方法分析客观大量现象的数量情况（即次数分配）时，就必须正确地认识和处理必然性与偶然性之间的辩证关系。这就是说：客观上，必然性与偶然性是结合在一起的。在统计分析集体大量现象的数字时，首先需要将大量数字资料，组织成为次数分配。进而，再应用平均法来消除偶然性，才能够探索到必然性的数量特征（即通过平均法所计算的平均数值）。

就作为科学研究方法的统计学的主要内容来说：首先统计学是一门特殊的应用数学方法，用以分析、研究客观大量现象的数量差异（也称作变异）性。其次，为了分析研究大量数量差异，统计学从一开始就采用平均的方法，来描述分配（或分布）的平均数值。再次，关于大量差异的概率理论，乃是在分析样本数量特

征（平均数）的基础上，运用概率分布，推论全域的数量特征，进而作出科学的估计和测验。总之，理论统计学（即概率论和数理统计）是以抽象概率也即偶然性的数量变化作为研究对象的数学理论的。而应用统计学的内容则主要为：（1）大量观察客观差异的统计方法。（2）平均法、标准差、回归、相关等分析数量特征以及数量关系和数量变化的统计方法。（3）由大数定律和若干概率分布等所组成的，就样本数字推论全域数字的统计方法。（1）和（2）的统计方法属于描述统计学，（3）统计方法则为推论统计学。描述统计学和推论统计学结合起来，组成了现代的统计科学——大量观察的前提下一切科学研究工作的必要工具。是以，统计科学乃是一门以概率论为基础，分析客观大量现象数量差异（或变异）、研究必然性的数量特征等等的方法性科学。

### 第三节 统计研究工作的程序和方法

应用经济统计学，研究和阐明了反映经济活动领域种种集体大量现象的数字资料，如何具体地应用统计描述和统计推论的种种具体统计方法的问题。应当指出：对于某一集体大量现象具体地应用统计描述方法和推论统计方法来进行统计分析、研究的工作，乃是一个步骤明确、相互衔接的调查（或观察）、表列、计算、分析、研究的具体的工作过程。从事统计研究的科学工作者，只有理解、并且掌握这一复杂的统计研究工作的程序和方法，才能获得统计分析、研究的科学结论。本节就是利用图表的方式，具体地阐明统计分析、研究过程的必要的步骤和应该采用的统计描述或统计推论的统计调查、表列、计算、分析的具体统计方法。

下面首先列出统计调查、整理、计算、分析、研究工作图表，如图 1. 1，用以说明统计分析、研究全部过程的 8 个具体



步骤。

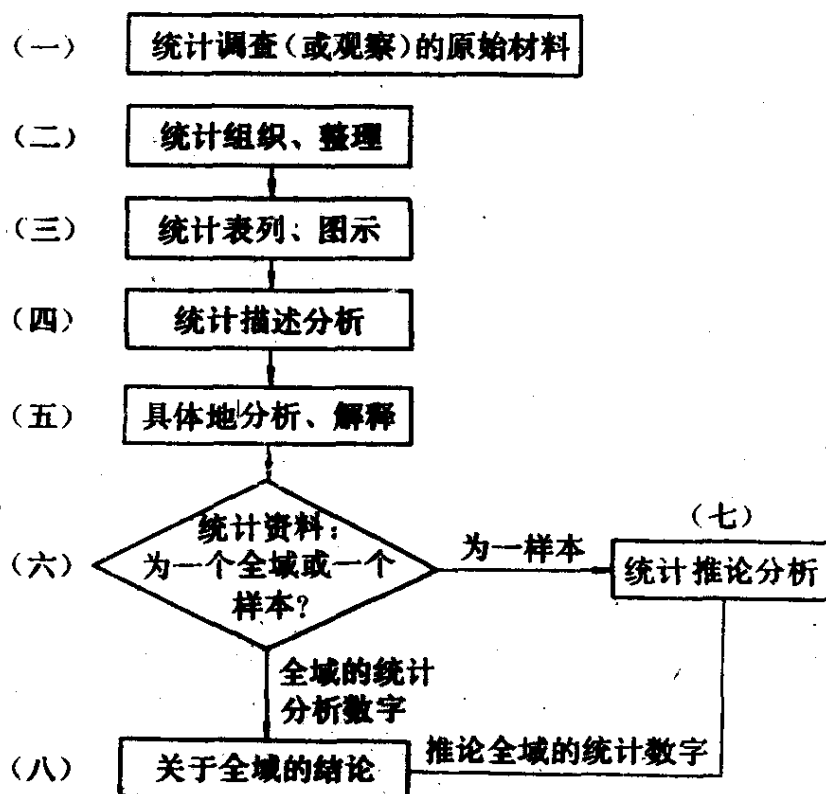


图 1. 1 统计科学研究工作基本程序图

对于图 1. 1 中 8 个步骤的具体内容，扼要说明如下。

### 1. 统计调查或观察的原始材料

例如，某一国家全国人口普查按普查日（时点），对每一人口进行调查的项目，即性别，年龄，文化程度，婚姻状况，行业、职务等等全部填答的材料。再例如，某城市选样居民家庭收入支出的调查、登记的原始记录，就需要分月份、按日登记：（1）收入方面的薪金、存款利息等等即收入金额。（2）支出方面具体商品（衣、食、住、行等等物质产品或服务产品）具体购入的数量及其支付的费用。

### 2. 统计组织、整理

按统计表列分析的需要，对调查或观察所获得的原始材料，进行分类整理。例如，在全国人口普查的统计整理工作中，首先，就某一调查项目所获得的具体答案，按某项目预先规定的分类、分