

环境统计

HUANJING TONGJI

蔡宝森 主编

HUANJING TONGJI

- 环境保护是我国的一项基本国策，要保护环境，首先要正确认识环境，环境统计则是我们认识环境的有效手段。
- 环境统计学是把统计理论与方法应用于环境保护实践和环境科学研究的一门应用学科，属于部门统计学。
- 环境统计所提供的数字资料，是进行环境决策，制定环境保护法规和标准，编制环境保护规划，加强环境管理的科学依据。
- 客观世界的运动性使统计总体中各单位品质标志和数量标志在其标志表现上千差万别，变化无穷。

环境统计

蔡宝森 主编

武汉工业大学出版社

· 武汉 ·

内容提要

本书系统地介绍了环境统计的基本理论与方法,内容包括:环境统计资料的搜集与整理,环境统计综合指标,环境统计的概率基础,环境观测值误差的分析和计算,环境参数的估计,环境统计假设检验,线性相关与回归分析,环境统计动态数列,统计指数。本书在阐述各种统计方法基本原理的基础上,侧重于环境统计方法的实际应用,列举了大量的实例分析,实用性强。

本书主要作为环境类职业教育教材,也可供环境保护工作者及有关科技人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

环境统计/蔡宝森主编. —武汉:武汉工业大学出版社,2002.6 重印
ISBN 7-5629-1333-1

I. 环… II. 蔡… III. 环境统计 VI. X11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 03356 号

武汉工业大学出版社出版发行

(武汉市珞狮路 122 号 邮政编码 430070)

通山县印刷厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:15.5 字数:378 千字

1999 年 8 月第 1 版 2002 年 6 月第 4 次印刷

印数:11001—13000

定价:20.00 元

前 言

环境保护是我国的一项基本国策,要保护环境,首先要正确认识环境,环境统计则是我们认识环境的有效手段。环境统计所提供的数字资料,是进行环境决策,制定环境保护法规和标准,编制环境保护规划,加强环境管理的科学依据。因此,环境统计是环境保护的一项基础工作。随着环境保护工作的深入和环境科学的发展,环境统计的作用愈加广泛,环境类专业学生有必要学习和掌握环境统计基本知识。本书就是为适应职业教育环境类专业教学需要而编写的教材,也可供环境保护工作者及有关人员参考。

环境统计学是统计基本原理与方法在环境保护和环境科学研究工作中的应用,具有较强的专业性和实用性。因此,我们在编写本教材时,主要突出了以下几个特点:

一是按照统计工作的基本过程安排和介绍环境统计的有关内容,有助于读者正确理解环境统计的基本概念和统计研究设计、搜集资料、整理资料、分析资料之间的内在联系。为适应我国环境统计改革的要求,对抽样研究在环境统计中的应用进行了系统的阐述。

二是在统计理论与方法的讲述上,密切联系环境科学研究和环境保护工作实践,从实例入手讲述环境统计的基本原理,基本概念和基本方法,以利学生自学和联系实际应用。每章安排有思考与练习题,有利于培养学生的科学思维方法和综合分析技能。

三是基本上省去了有关数理统计公式的推导,只重点介绍有关公式的意义、用途和应用条件。因此学习本书不需过多的数学知识,只需初等的概率论和线性代数知识即可。

本书共十章,由蔡宝森(第一章、第二章、第六章、第七章)、袁英贤(第三章、第五章、第十章)、陈宝山(第四章、第八章、第九章)共同编写,全书由蔡宝森同志任主编。

由于环境统计涉及面广,综合性强,编写时间又比较仓促,限于编者水平,本书难免有错谬缺漏之处,恳请使用本书的广大师生和有关专家批评指正。

编者

1998年4月

目 录

第一章 绪 论	(1)
第一节 概述	(1)
第二节 环境统计工作的步骤	(2)
一、统计全过程设计	(2)
二、搜集资料	(2)
三、整理资料	(2)
四、分析资料	(2)
第三节 统计中的几个基本概念	(3)
一、统计总体与总体单位	(3)
二、标志和标志表现	(4)
三、统计指标与指标体系	(4)
四、变异和变量	(7)
第二章 环境统计资料的搜集与整理	(8)
第一节 统计资料的类型	(8)
一、计数资料	(8)
二、计量资料	(8)
三、等级资料	(8)
第二节 环境统计调查	(9)
一、环境统计调查的意义	(9)
二、环境统计调查的种类和方法	(9)
三、环境统计调查方案	(10)
四、环境统计调查的组织形式	(12)
五、环境活动的原始记录和统计台账	(15)
第三节 环境统计资料的整理	(16)
一、原始资料的检查	(16)
二、统计分组	(17)
三、统计汇总	(18)
第四节 频数分布	(20)
一、频数分布的概念	(20)
二、频数分布表的编制	(21)
三、频数分布图的绘制	(23)
四、频数分布类型	(24)
第五节 统计表与统计图	(24)
一、统计表与统计图的作用	(24)

二、统计表·····	(24)
三、统计图·····	(25)
第三章 环境统计综合指标 ·····	(30)
第一节 总量指标 ·····	(30)
一、总量指标的意义·····	(30)
二、总量指标的种类·····	(30)
三、总量指标的度量单位·····	(30)
四、总量指标统计的要求·····	(31)
第二节 相对指标 ·····	(32)
一、相对指标的意义·····	(32)
二、相对指标的种类·····	(32)
三、计算和应用相对指标应注意的问题·····	(35)
第三节 平均指标 ·····	(36)
一、平均指标的意义·····	(36)
二、算术平均数(均数)·····	(38)
三、调和平均数·····	(40)
四、几何平均数·····	(41)
五、众数·····	(42)
六、中位数和百分位数·····	(43)
第四节 变异指标 ·····	(45)
一、极差和四分位数间距·····	(46)
二、方差和标准差·····	(46)
三、变异系数·····	(49)
第五节 环境统计指标体系 ·····	(49)
一、环境统计指标体系的意义·····	(49)
二、我国现行环境统计指标体系框架·····	(50)
三、我国现行环境统计指标体系内容·····	(50)
第四章 环境统计的概率基础 ·····	(55)
第一节 随机事件与概率 ·····	(55)
一、随机事件·····	(55)
二、概率的含义·····	(56)
三、概率的计算·····	(57)
第二节 随机变量及其概率分布 ·····	(63)
一、随机变量·····	(63)
二、离散型随机变量及概率分布·····	(64)
三、连续型随机变量及概率分布·····	(65)
第三节 随机变量的数字特征 ·····	(68)
一、期望(均值)·····	(68)
二、方差·····	(71)

第四节 大数定律和中心极限定理	(73)
一、大数定律	(73)
二、中心极限定理	(74)
第五章 环境观测值的误差分析和计算	(77)
第一节 环境观测值的误差	(77)
一、误差的表征——准确度与精密度	(77)
二、误差的表示——误差、偏差、公差	(78)
三、误差的分类	(80)
四、误差的控制	(81)
第二节 有效数字及其运算规则	(82)
一、有效数字及位数	(82)
二、有效数字的运算规则	(83)
三、计算分析结果的基本规则	(84)
第三节 可疑值的取舍	(84)
一、 $4\bar{d}$ 法	(84)
二、 Q 检验法	(85)
三、格鲁布斯检验法	(86)
四、 t 检验法	(87)
五、分析结果的表示方法	(87)
第六章 环境参数的抽样估计	(89)
第一节 抽样研究的基本概念和特点	(89)
一、抽样研究的基本概念	(89)
二、抽样研究的特点	(90)
第二节 随机抽样的组织形式	(91)
一、简单随机抽样	(91)
二、分层抽样	(92)
三、等距抽样	(92)
四、整群抽样	(93)
五、阶段抽样	(94)
第三节 抽样分布	(94)
一、总体分布、样本分布与抽样分布	(94)
二、样本均数 $\bar{X}$ 的抽样分布	(96)
三、样本比率(成数) p 的抽样分布	(98)
四、抽样误差	(99)
第四节 参数估计	(102)
一、参数估计的优良标准	(102)
二、点估计和区间估计	(103)
三、区间估计必要样本数目的确定	(109)
第七章 统计假设检验	(113)

第一节 统计假设检验概述	(113)
一、统计假设检验的意义	(113)
二、统计假设检验的理论依据	(113)
三、统计假设检验的步骤	(114)
四、统计假设检验的两类错误	(116)
五、假设检验应注意的问题	(117)
第二节 均数比较的 u 检验和 t 检验	(117)
一、样本均数与已知总体均数的比较	(117)
二、两样本均数的比较	(119)
三、配对资料均数比较的 t 检验	(122)
第三节 正态总体方差的显著性检验	(124)
一、单个正态总体方差的显著性检验	(124)
二、两个方差的齐性检验—— F 检验	(126)
三、多个方差的齐性检验	(126)
第四节 方差分析	(127)
一、方差分析的基本思想	(128)
二、按单因素分组的多个样本均数的比较(单因素方差分析)	(129)
三、按两因素分组的多个样本均数的比较(两因素方差分析)	(130)
四、多个样本均数间的两两比较	(132)
第五节 总体成数的假设检验	(135)
一、样本成数(样本率)与总体成数(总体率)比较的 u 检验	(135)
二、两样本成数比较的 u 检验	(135)
第六节 χ^2 检验	(136)
一、 χ^2 检验的基本思想	(136)
二、四格表(2×2 表)资料的 χ^2 检验	(137)
三、四格表资料的确切概率法	(139)
四、行 $\times$ 列表资料的 χ^2 检验	(141)
五、频数分布拟合优度的 χ^2 检验	(142)
第七节 秩和检验	(143)
一、配对比较的符号秩和检验	(143)
二、两样本比较的秩和检验	(144)
三、多个样本比较的秩和检验	(146)
四、多个样本间两两比较的秩和检验	(148)
第八节 正态性检验	(149)
一、正态概率纸目测法	(150)
二、矩法(偏度-峰度检验法)	(151)
三、 D 检验法	(153)
第八章 线性相关与回归分析	(158)
第一节 线性相关	(158)

一、线性相关的概念	(158)
二、线性相关系数	(159)
三、相关系数的假设检验	(159)
四、作相关分析时应注意的问题	(161)
第二节 线性回归	(161)
一、线性回归的概念	(161)
二、线性回归方程的求法	(162)
三、回归系数的假设检验	(165)
四、作线性回归分析应注意的事项	(167)
第九章 动态数列分布	(170)
第一节 动态数列的编制	(170)
一、编制动态数列的意义	(170)
二、动态数列的种类	(170)
三、动态数列的编制原则	(171)
第二节 动态发展水平分析	(172)
一、发展水平	(172)
二、平均发展水平	(172)
三、发展水平的增减量	(174)
第三节 动态比较水平分析	(174)
一、发展速度	(174)
二、增长速度	(175)
三、平均发展速度与平均增长速度	(175)
第四节 现象变动的趋势分析	(176)
一、现象变动总趋势分析	(176)
二、现象动态的联系对比分析	(179)
三、现象动态的季节变动分析	(180)
第十章 统计指数分析	(186)
第一节 统计指数的意义和种类	(186)
一、统计指数的意义	(186)
二、统计指数的作用	(186)
三、统计指数的种类	(186)
第二节 综合指数	(187)
一、综合指数编制的特点	(187)
二、综合指数的编制方法	(188)
第三节 平均指数	(192)
一、平均指数编制方法	(192)
二、平均指数的应用	(193)
第四节 因素分析	(195)
一、因素分析的意义	(195)

二、因素分析的内容	(195)
三、总量指标指数的因素分析	(196)
四、平均指标指数的因素分析	(200)
第五节 指数数列	(203)
附表	(205)
附表 1 标准正态分布曲线下的面积表	(205)
附表 2 百分率 p 与概率单位对照表	(207)
附表 3 t 界值表	(209)
附表 4 F 界值表(方差齐性检验用)	(210)
附表 5 F 界值表(方差分析用)	(211)
附表 6 q 界值表	(217)
附表 7 D 界值表(正态性检验用)	(218)
附表 8 百分率的可信区间	(219)
附表 9 χ^2 界值表	(222)
附表 10 阶乘的对数表	(223)
附表 11 T 界值表(配对比较的符号秩和检验用)	(224)
附表 12 T 界值表(两样本比较的秩和检验用)	(225)
附表 13 H 界值表(三样本比较的秩和检验用)	(227)
附表 14 相关系数 r 界值表	(228)
附表 15 两样本率比较时所需样本含量	(230)
附表 16 配对比较(t 检验)时所需样本含量	(232)
附表 17 两样本均数比较(t 检验)时所需样本含量	(233)
附表 18 随机数字表	(234)
参考文献	(235)

第一章 绪 论

第一节 概 述

辩证唯物主义认为,世界是物质的,物质是运动的,运动是有规律的。为了能动地改造世界,首先要认识世界,研究物质世界的客观规律。统计学是认识世界的一种重要手段,它是研究数据的搜集、整理、分析与推断的科学。环境统计学是把统计理论与方法应用于环境保护实践和环境科学研究的一门应用学科,属于部门统计学。

环境保护研究的中心问题是人与环境之间在进行物质和能量交换活动中所产生的影响。而这些研究都是在定性、定量化的基础上进行的。由于错综复杂的条件和难以控制的因素的影响,往往不能直观地从表面现象了解事物本来的面貌和其中所蕴藏的规律,需要运用统计方法,从有限的观察中,透过偶然现象来揭示所研究的事物或现象的本质特征、整体情况和相互关系。

环境统计学是以环境为主要研究对象,它研究的范围较广,主要研究内容包括:①环境统计的基本理论与方法。主要研究统计方法在环境科学中的应用,如环境科学研究和环境保护实践中的统计设计,科学地、准确地及时地搜集和整理环境统计资料的方法,反映环境现象实际情况和特征的统计指标,对所研究的环境问题科学地进行统计描述、统计推断和预测等。②环境污染与防治统计。如反映区域大气、水、土壤等环境质量状况统计,反映城市基本情况、污染排放、环境污染治理和综合利用状况的统计等。③自然资源利用与保护统计。如反映土壤、森林、草原、水、海洋、气候、矿产、能源、旅游及自然保护区的实有数量、利用程度、保护情况的统计,反映生态环境破坏与建设情况的统计等。④环境管理统计。如反映环境法规标准建设、行政管理制度的实施、环境经济手段的利用、宣传教育和科技措施等管理工作的实施情况统计。⑤环保系统自身建设统计。如反映环保机构、人员、设备等基本情况统计等。本教材将着重介绍环境统计的基本理论与方法。

环境统计学的应用十分广泛。在环境保护工作中,为了弄清污染源和污染物的分布状况,了解环境污染的现状和评价环保措施的效果,判断环境中诸因素间和人为活动对环境的影响以及它们之间的相互关系,评价、预测和控制环境质量等等,经常需要进行调查和实验研究。环境统计学是完成这些任务的重要手段,它在调查与实验设计、数据处理、统计推断以及统计分析结果的表达等方面都有重要的作用。因此,做一名合格的环保工作者,应该学好环境统计学,掌握基本的环境统计方法。

随着环境保护工作和环境科学的发展,环境统计学的应用范围也不断扩大。大量的环境统计实践,积累了丰富的经验,也进一步充实了环境统计学的内容。电子计算机的发展和普及,为大量的资料、信息贮存、复杂的统计整理、计算分析等,提供了极大的方便。如环境统计软件的开发应用,统计专用计算机网络的建立,有利于大规模的统计调查资料处理,统计指标的优选,特别是多因素的统计分析等,这必将促进环境统计学的迅速发展,使环境统计工作提高到一个

新水平。

学习环境统计学,应着重理解环境统计学的基本原理与基本概念,掌握搜集、整理与分析资料的基本知识与技能,以及常用统计指标与基本统计方法的正确应用。要弄清统计方法的基本思想及有关公式的应用条件和用法,但不必深究其数学原理。在学习上要理论联系实际,结合专业知识,不断提高分析问题与解决问题的能力。要重视原始资料的完整性与可靠性,对数据的处理应持严肃认真和实事求是的科学态度。要注意培养科学的统计思维方法,养成依据统计学原理思考问题,进行分析、判断和推理的习惯。

第二节 环境统计工作的步骤

环境统计工作可分为四个基本步骤,即先要有一个全过程的设计,然后按照设计的要求去搜集、整理和分析资料。这四个步骤是相互联系、不可分割的,任何步骤的缺陷,都会影响统计分析的结果。

一、统计全过程设计

设计是统计工作最关键的一步。首先要明确研究的目的,要对被研究的事物有一定的了解,可根据以往工作的经验和参考文献,或通过试查和预备试验,掌握较多的信息。对统计工作的全过程要有一个全面的设想。例如根据研究目的需要搜集哪些资料?人力、物力、财力和客观条件是否可能办到?用什么方式和方法取得原始资料?怎样对取得的原始资料作进一步的整理汇总?怎样对汇总后的资料作进一步加工、计算有关指标?预期会得到什么结果?诸如此类问题,都要经过周密的考虑,结合实际情况,作出科学、细致的安排,才能用较少的人力、财力取得较大的效果。特别是用电子计算机来处理资料,这个全过程的设计显得更为重要。

二、搜集资料

搜集资料工作的任务是根据统计全过程设计的要求,及时取得准确、完整的原始数据。只有原始数据可靠,才能取得可靠的结论。因此,搜集资料具有极其重要的基础意义。

三、整理资料

整理资料就是把搜集到的原始资料,有目的、有计划地进行科学加工,使分散的、零乱的资料形成系统化、条理化的资料,以便进一步的统计分析。为此,必须认真核查原始资料,细心地分组和归纳,以消除和减少整理中引入的误差。

四、分析资料

分析资料就是运用各种统计分析方法,结合专业知识,计算有关指标,进行统计描述和统计推断,阐明事物的内在联系和规律。

正确地分析统计资料,首先需要对各种统计分析方法能够融会贯通地理解,能够正确地选择、综合地运用各种统计分析方法;其次要对所研究的事物本身及其周围事物的联系具有丰富的专业知识,因而能作出合理的判断。

第三节 统计中的几个基本概念

一、统计总体与总体单位

统计总体就是统计所要研究的具体对象的全体,它是由客观存在的、具有某种共同性质的许多个别单位所构成的集合体,简称总体。构成总体的个别单位,称为总体单位,亦称个体。例如,要调查某市工业企业对本市大气环境污染的情况,就必须先了解全市工业企业的数量,这个全市所有工业企业的集合体就是统计研究的总体。构成这个总体的各个工业企业,就是总体单位。

统计研究一般都是对总体现象进行研究,这种研究不是空洞的,而是以个别单位为基础的。所以统计研究的过程,就是从个体到总体的综合汇总和分析研究的过程。确定统计研究对象的总体和总体单位,是随着研究目的和任务的不同而有所不同。同一事物在不同的情况下,可以是总体,也可以是总体单位。例如,研究全国各省、市工业废水排放情况,全国所有的省和直辖市就是一个总体,每个具体省或市就是总体单位;如果研究某一省各城市工业废水排放情况,则该省所有城市就是研究的总体,每一个具体城市就是总体单位。

统计总体具有以下三个特征:

1. 同质性。每一个具体的单位或事物,必须在某一方面具有相同的性质,才能把它们集合在一起,构成某种性质相同的总体。只有在总体各单位某种性质一致的前提下,才能综合其数量差异,反映其数量特征。例如,工业企业的产品有钢铁、汽车、化肥、农药、布料、食品等等,从工业产品这个性质看,它们是不同的,因而也无法就这个性质将所有工业企业集合起来构成一个客观存在的总体。如果从每一个工业企业的经济职能和对环境的影响这个性质看,它们又是相同的,即都是进行工业生产活动并或多或少地对环境产生影响的基层单位,因而所有工业企业可以包括在工业生产对环境的影响这个统计总体的范围之内。由此可见,同质性是构成统计总体的基础,也是一切统计研究的根本前提,没有这个基础或前提,统计计算的各种统计数字,就只能歪曲事实,没有任何实际意义。

2. 变异性。一方面,构成总体的各个单位必须是同质的;另一方面,各个单位之间一般都存在着差异,即变异性。这种同质性和变异性是由事物的客观性所决定的。也就是说,凡客观事物都是同质性和变异性的对立统一体。没有同质性便没有统计总体,没有变异性则无所谓统计,对总体现象进行统计研究,实际上就是研究这些总体各单位之间的变异情况。例如,我们研究人口这个总体,也就是研究人口的年龄、性别、民族、职业、文化程度等等许多变异情况。在同质性的基础上研究统计总体变异的程度、趋势和规律,就是统计的任务。

3. 大量性。一个单位或极少量单位是形成不了统计总体的。只有许许多多单位或足够数量的单位才能形成一个统计研究的总体。由于统计研究的目的是要揭示现象的规律性,而这个规律性只能在大量事物的普遍联系中表现出来,所以统计总体应该由大量的总体单位构成。若总体中包含的总体单位数是无限的,则称无限总体。例如,对于大气、水体、连续产生的大量有害物质等其总量都是无限的。对无限总体不能进行全面调查,只能从中抽取一部分单位进行非全面调查。例如,调查大气污染情况,只能抽取一少部分大气样品进行分析测定。若总体中包含的总体单位数是有限的,则称有限总体。例如,全国人口是一个单位数很大的总体,但它是可

以计数的,是有限的。其他如工业企业数,污染源数,区域土地面积等等都是有限总体。对有限总体可以进行全面调查,如人口普查、工业污染源普查;也可以进行非全面调查,如人口抽样调查,重点污染源调查等。

二、标志和标志表现

统计标志(简称标志),是统计中常用的名词,它是指总体各单位共同具有的属性或特征,是说明总体单位属性或特征的名称。总体中每一个总体单位都有许多属性和特征。例如,工人的性别、文化程度、工种、年龄、工资等等是工人总体中每个工人都具有的属性或特征。又如,设备的种类、型号、能力、价值、使用期限等等是设备总体中每台设备都具有的属性或特征,因而它们便都是每台设备的标志。显然,总体单位是标志的承担者,标志依附于总体单位。

标志按性质不同可分为品质标志和数量标志两种。品质标志是表明总体单位品质属性的名称,它不能用数值表示,只能用文字或符号、代码说明。例如工人的性别、设备的种类、企业的类型,等等。数量标志是表明总体单位数量特征的名称,它用各种不同的数值表示。例如工人的工龄、工资,设备的价值、使用年限,污染物的浓度、排放量,等等。

标志表现是各个总体单位关于某一标志的具体表现,分为品质标志表现和数量标志表现两种。品质标志表现用文字或符号、代码描述。如工人的性别用“男”、“女”说明,也可以用阿拉伯数字“1”、“0”表示。检验某样品中的细菌可以用“+”、“-”表示。数量标志表现用数量刻画,又称为标志值。如某年某市人均生活污水排放量 54000kg,54000kg 便是“某年某市人均生活污水排放量”这个数量标志的表现,也是一个标志值。

三、统计指标与指标体系

1. 统计指标及其构成要素

关于统计指标,一般存在着两种理解和两种使用方法。

第一,统计指标是反映总体现象数量特征的概念。例如,工业总产值,工业废水排放总量,SO₂ 排放总量,等等。按照这种理解,统计指标包括三个构成要素:①指标名称;②计量单位;③计算方法。统计指标的这种含义,一般在统计理论和统计设计上使用。

第二,统计指标是反映总体现象数量特征的概念和具体数值。例如,1990 年北京市人均生活污水排放量 94100kg;1991 年北京市废水排放总量为 8.4170 亿吨,等等。这些都称为统计指标。按照这种理解,统计指标除了包括上述三个构成要素外,还包括:①时间;②空间;③指标数值。统计指标的这种含义,经常在统计实际工作中使用。统计指标的这六个构成要素可以归纳为两个组成部分:①统计指标概念;②统计指标数值。这两个组成部分体现了事物质的规定性和量的规定性两个方面的特征。

统计指标的上述两种理解都是成立的,它们分别在不同情况下使用。在进行统计设计时,只能设计统计指标的名称、内容、口径、计量单位和计算方法,不可能包括指标的具体数值。经过资料的搜集、整理、计算便可得到统计指标的具体数值,用以说明总体现象在数量方面的现状及其发展变化趋势。从不包括数值的统计指标到包括数值的统计指标,反映了统计工作的过程。

2. 统计指标的特点

(1)数量性。统计指标反映的是客观现象的量,所以它一定可以用数字表现,不存在不能用

数字表现的统计指标。例如年降雨量,绿化面积。对于无法用数量描述或其数量表现没有差异的现象都不能运用统计指标。

(2)综合性。统计指标不仅是同质总体大量单位的总计,而且是大量单位标志值的差异综合。确定了统计总体、总体单位及其标志以后,就可以根据一定的统计方法对各单位及其各种标志的标志值进行登记、分组、汇总而形成各种说明总体数量特征的统计指标。例如,某市所有工业企业构成一个总体,通过调查汇总可以得到全市的工业企业总数、工业总产值、工业废水排放总量等指标。就“工业废水排放总量”来说,各个工业企业间废水排放量多少的差异不见了,而显示的只是该市工业企业废水排放的总量。由此可见,统计指标的形成都必须经过从个别到一般的过程。通过对个别单位数量差异的抽象,以体现总体的综合数量特征。所以,所有的统计指标都是综合指标。

从以上关于统计指标的概念和特点的阐述中可以看出,统计指标和统计标志既有明显的区别,又有密切的联系。两者的主要区别是:①描述对象不同。指标是说明总体的综合属性和特征的;而标志则是说明总体单位特征的。②表现形式不同。指标都是用数值表示的,没有不用数值表示的统计指标;而标志有不用数值表示的品质标志与用数值表示的数量标志两种。指标与标志之间的联系主要表现在:①汇总联系。统计指标的数值一般由总体各单位的标志值汇总而来。②变换关系。由于研究目的的变化,原来的统计总体如果变为总体单位了,则相对应的统计指标也就变成数量标志了。同样,如果原来的总体单位变为统计总体了,则其数量标志就变为统计指标了。

3. 统计指标的基本要求

统计的中心任务,就是要设计一套科学的统计指标,并用一套科学的方法来搜集用以计算统计指标的原始数据,分析现象的数量关系,以真实地反映现象的数量状况,从而正确认识现象的运动规律。所以统计指标是统计工作的中心问题之一。

一个科学的统计指标,应该符合以下两个基本要求:

(1)要有科学的统计指标概念。任何一个科学的概念,都有两方面的内容,一是概念的内涵,即实质意义;另一个是概念的外延,即所属范围。前者是决定性的,后者是与之相适应的。一个科学的统计指标的概念,应该与涉及到的有关学科的相应概念在实质上是一致的,这是统计指标定义的科学性。例如,工业重复用水量指标定义是工业企业内部循环、循序或经过处理后回用水量,环境统计应先解释什么是循环给水,什么是循序给水,什么是处理后的回用水,其解释应与环境科学的定义是完全一致的。只有这样一个环境统计指标的定义才是明确的,与环境管理的相应指标才是一致的。

制定统计指标,除了明确其科学含义外,还应根据含义明确指标的统计范围。明确统计指标包含的实际范围,在统计上称为指标的统计口径。在实际工作中,要使指标包含的范围完全吻合指标的含义,有时是很困难的,因为许多现象其严格概念所包含的范围和边界往往是模糊的,因此在确定指标的实际范围时,只能最大限度地接近指标概念的实质含义。有时有关部门还需要做出一些明确的规定或解释,以便在统计时指标口径能够一致。如废水排放总量指标的实质含义,应包含一切污染源排放的生产和生活废水。但在实际统计中,工业废水排放总量的范围是以统计制度规定的条件为依据,即只统计县及县以上有污染的工业企业及县以下有污染的工业企业废水排放量,而不符合以上规定的企业则不予以统计,这样就把部分应统计在内的废水排放量划出了废水排放总量的范围。又如生产资料固定资产原值 and 环境保护固定资产

原值的统计范围,根据财务规定,以“使用期限一年以上及单位价值在规定限额以上(大型企业 800 元,中型企业 500 元,小型企业 200 元)”为依据,而不具备以上条件者,即列为“低值易耗品”。这样就把一切原属于生产性固定资产的设备工具划出了统计范围。在实际统计工作中,必须明确规定统计范围,统计指标才有可操作性。

(2)要有科学的计算方法。科学的统计指标含义,具体明确的指标口径,科学的计算方法是保证统计资料质量的重要条件。统计指标的统计过程,很大程度上是一个计量、计算过程,因此它存在一个计量、计算方法问题。用什么方法计算统计指标,取决于统计指标的内容。统计指标的计算方法,有的比较简单,而有的较为复杂。有些统计指标在规定了总体范围和指标口径之后,不需要再规定具体的计算方法,只需通过点数、测量、登记和简单汇总即可获得其数值。如企业数,职工人数等。而有的统计指标计算就比较复杂,因而必须根据指标的具体内容设计出能够准确综合反映指标数量状况的计算方法,如工业总产值,某种污染物排放总量等。在环境统计中,对许多统计指标都作出了具体的规定。如规定“三废”排放量用实测法,物料衡算法或经验计算法计算。我国环保部门对环境统计指标有规定的计算方法,同时对污染排放系数也有一定的规范。只有认真按照科学方法计算,才能保证从各方面得到的统计数字准确、可比,便于逐级汇总。

环境统计指标除了具有科学的概念和计算方法外,还应当具有一定的合理性和可行性。环境统计指标在环境保护工作中应具有一定的使用强度,在各类报表和环境管理中有一定的重复使用率,这样才能说明该指标是合理的、实用的。环境统计指标还应当具有较好的可操作性。环境统计工作实际上受许多客观条件的限制,如监测、计量的手段、人员的水平、设备仪器的水平、技术资料的完整性等等,如果指标的获取极为困难,说明该指标的可行性较差。此外,一个科学的环境统计指标,其数据的质量应该是可控制的,即基础数据的测试,指标的实际计算、推算和估算的数据质量都应该是可以控制和保证的。

4. 统计指标的种类

统计指标有各种各样的分类,其中最重要的是按统计指标说明总体现象的内容不同将其分为数量指标和质量指标。

数量指标是反映总体规模大小,数量多少的统计指标。如企业总数、污染源数、总产量、“三废”排放量等等。由于它们反映的是现象的总量,因此又称总量指标,它可以说明事物的广度。从指标数值的表现形式看,总量指标是用绝对数表示,并且要有计量单位。在统计指标中,数量指标占有重要地位,它是计算质量指标和进行统计分析的基础指标。

质量指标是说明总体内部数量关系和总体单位水平的统计指标。如外排废水达标率、三同时执行率、万元产值废水排放量、大气中 SO_2 日平均浓度等。质量指标是数量指标的派生指标,其表现形式均为相对数或平均数,所以又叫做对比关系指标,用来说明事物的深度。在实际工作中,常将数量指标与质量指标结合运用,以求同时从广度和深度两个方面全面反映随机现象的数量特征及其规律性。

5. 统计指标体系

客观世界的各种现象是一个复杂的总体,并且各类现象之间存在着相互联系、相互依存和相互制约的关系。一个统计指标只能反映一个复杂现象的某一个方面的特征。为了更全面更深刻地了解某一客观现象的现状或其发展过程,就必须将一系列相互联系的数量指标和质量指标结合起来使用。这一系列的统计指标就构成统计指标体系。因此,统计指标体系就是由一

系列相互联系、相互制约的统计指标所构成的整体。

四、变异和变量

客观世界的运动性使统计总体中各单位品质标志和数量标志在其标志表现上千差万别,变化无穷。我们把标志的这种变换自身表现形态的现象称之为变异。变异是产生统计的根源。不管是品质标志还是数量标志,它在总体单位上的具体表现,有的是可变的,称为可变标志;有的是不变的,称为不变标志。总体的变异性指的就是可变标志,而总体的同质性指的则是不变标志,即每一个总体单位都具有相同表现的标志。统计就是在以不变标志组成的同质总体的基础上,来研究总体单位可变标志变动的方向、程度、速度等规律性。

可变的数量标志在统计中称为变量,一般以 x 来表示;其表现的具体数值即为变量值,亦称标志值,用 $x_1, x_2, \dots, x_n$ 来表示。例如,某城市某年大气中 SO_2 的日平均浓度,就是一个变量。变量按其变量值是否具有连续性,分为连续型变量和离散型变量两种。若某变量任意相邻两个变量值之间可以连续不断分割,则称此变量为连续型变量。“连续”的含义是指任何两个变量值之间都含有无数个数值。如人体的体重、身高便都是连续型变量。我们说某人的体重为 60kg,这仅是一个近似值,若更精确的测量,还可精确到 g、mg……。因此每两个测量值之间(如 60kg 到 61kg 之间),在理论上可以存在无数个数值,而在实际观察中,连续型变量只能取得近似观察值。若某变量各变量值之间只能以整数断开而不能表现为小数的,则称此变量为离散型变量。离散型变量的变量值只能用计数的方法取得。如企业数、人数、设备台数、采样点数、样品数等等。

连续型变量和离散型变量是性质不同的两种变量,但在实际统计工作中可视需要灵活运用其数字资料。在搜集离散型变量的原始资料时,其数值毫无疑问只能计数;但进一步分析其总体特征数时,则很可能有必要取小数形式。而对于有些连续型变量,有时只需取其整数形式。

思考与练习

1. 环境统计在环保工作中具有哪些重要作用?
2. 如何理解统计工作的步骤及其内在联系?
3. 什么是统计总体和总体单位?怎样认识二者之间的关系?
4. 总体具有哪些特征?怎样认识总体的同质性和变异性?
5. 什么是标志和标志表现?
6. 怎样理解统计指标的含义?构成统计指标的要素有哪些?
7. 统计指标与标志有何区别与联系?
8. 科学的统计指标有哪些基本要求?
9. 什么是统计指标体系?
10. 什么是变异?连续型变量和离散型变量的区别是什么?