



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

高职高专规划教材

# 环境统计应用

第二版

陈剑虹 杨保华 主编



化学工业出版社



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

高职高专规划教材

# 环境统计应用

第二版

陈剑虹 杨保华 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本教材是普通高等教育“十一五”国家级规划教材。它针对高职高专院校学生从事基层环境保护工作的统计能力需求编写的。本书包括环境数据、环境数据统计分析方法、工业污染物排放统计、环境评价统计、环境预测统计、环境污染物毒性评定统计、环境研究设计、环境统计的计算机化等 8 章内容,以介绍通用性强的数据统计分析方法和研究设计为主,可基本满足运用数理统计方法分析环境问题和开展环境研究的需要。本书力求深入浅出,侧重实践应用,并尝试将传统方法与计算机技术有机结合,在给读者展示缜密厚重的统计思想的同时,让读者感受计算机技术的简捷轻灵。在每章之前提出学习指南,章后给出复习思考题,以方便读者了解梗概和掌握关键。

本书内容全面、针对性强,为高职高专院校环境类专业的教材,也可作为环境保护管理与技术工作者的参考工具书。

## 图书在版编目(CIP)数据

环境统计应用/陈剑虹,杨保华主编.—2版.—北京:  
化学工业出版社,2009.8

普通高等教育“十一五”国家级规划教材.高职高专  
规划教材

ISBN 978-7-122-06273-4

I. 环… II. ①陈…②杨… III. 环境统计-高等学校:  
技术学院-教材 IV. X11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 117364 号

---

责任编辑:王文峡

文字编辑:余纪军

责任校对:蒋宇

装帧设计:尹琳琳

---

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印装:三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张 20 $\frac{1}{2}$  字数 502 千字 2010 年 2 月北京第 2 版第 1 次印刷

---

购书咨询:010-64518883(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

---

定 价: 35.00 元

版权所有 违者必究

# 前 言



2005年,化学工业出版社出版的环境统计应用(第一版)面世,得到了许多读者的垂青,被不少学校作为教材采用。2008年,该书被纳入普通高等教育“十一五”国家级规划教材出版计划。为以更高品质的教材更好地满足读者的需要,我们决定对第一版进行修订补充,出版第二版。

本书本着“精简、更新和实用”的原则,结合近年来教学实践的经验 and 实际工作的需要,增加了第3章工业污染物排放统计,补充了数据来源、数据审核、环境统计报表制度和城市环境综合整治考核等方面的内容,从而强化了专心服务于环境统计体系的环境污染统计领域工作的特色。

本书分为8章,第1章环境数据;第2章环境数据统计分析方法,介绍环境数据的来源、类型、整理、基本指标及参数的计算与检验技术;第3章工业污染物排放统计;第4章环境质量现状评价统计;第5章环境预测统计,介绍污染源监测、环境监测与环境预测的统计技术;第6章环境毒物毒性评定统计;第7章环境研究设计,介绍环境调查与实验研究的设计和统计技术;第8章环境数据处理软件应用,介绍环境评价和城市环境综合整治考核软件系统。全书以介绍实用性强的数据统计分析方法和研究设计方法为主,第1章至第5章和第8章可满足日常污染监测、环境监测、环境评价与管理的工作需要,第6章和第7章可提供环境研究的设计与分析指导。本书力求深入浅出,淡化统计理论推导,侧重统计技术应用,顺应统计信息化潮流。每章前有学习指南,后附思考题,以便读者了解梗概和掌握关键。

本书第1章、第2章由杨保华、谢露静、杨罗辉修编,第3章、第4章、第5章由杨保华、陈剑虹、李庄、胡军修编,第6章、第7章由杨保华、陈剑虹修编,第8章及第1章、第2章的计算机处理部分由杨保华、李庄、邓子云修编。全书由杨保华统稿。

化学工业出版社对本书的出版给予了热情的支持和帮助,在此表示衷心的感谢。同时,编者向被本书所引用参考资料的著作者表示衷心感谢。

由于水平所限,本书仍难免有不妥之处,热情期待专家和读者的指正。

编者  
2009年5月

# 第一版前言



环境科学是研究人类活动与环境关系的新兴的学科群,涉及天文、地理、生物、物理、化学、气象、资源等学科。当前,人类面临的环境问题日趋增加,如全球气候变暖、臭氧层破坏、酸雨、土地荒漠化、水土流失、生物多样性锐减、淡水资源危机、资源-能源短缺、环境污染等。要解决这些问题,必须阐明问题的因果关系,即回答人类活动与环境状况之间的相互作用及其关联程度,于是,各种关于人类活动和环境状况的数据资料采集与分析便不可或缺。因此,经典的理科学科统计学与环境科学的结合在所难免,新兴的理科学科环境统计学便应运而生。在短短的几十年里,环境统计学已形成了很多分支,如森林环境统计、海洋环境统计、城市环境统计、农业环境统计、污染环境统计、景观环境统计等。

对于大多数环境保护工作者而言,系统、精深地钻研和掌握统计理论是一项艰苦乏味而实效有限的工作。事实上,一般的环境保护工作者最需要具备的是科学地采集与分析相关数据、揭示数据隐含的规律的能力。因此,一本能提供实用的统计思想、统计技术指导的教科书成为普通环境保护工作者的迫切需要。《环境统计应用》即为满足这种需求所做的尝试。本书主要谈的是相关统计概念在环境调查、环境评价与预测、环境实验研究中的应用。书中没有冗长的统计理论推导,仅本着“实用、够用”的原则介绍相关的统计思路和计算方法。只要具备简单运算能力,就能运用本书科学地进行日常的环境保护管理和技术工作。换言之,本书的主旨在帮助读者在环境保护工作中建立统计思路并提高统计分析技术。

本书是针对环境保护高职高专院校学生从事基层环境保护工作的统计能力需求编写的。内容包括第1章环境数据;第2章环境数据统计分析方法,讨论环境数据的来源、类型、整理、基本指标及参数的计算与检验技术;第3章环境质量现状评价统计;第4章环境预测统计,介绍环境监测与评价预测的统计模型;第5章环境污染物毒性评定统计;第6章环境研究设计,介绍环境调查与实验研究的统计设计与统计分析技术;第7章环境统计的计算机化,介绍两种环境评价、环境保护管理软件系统。全书以介绍实用性强的数据统计分析方法和研究设计方法为主,第1章至第4章和第7章可用于日常环境监测、环境评价、环境管理工作的需要,第5章、第6章可用于开展环境研究并提供设计和分析方面的指导。本书力求深入浅出,侧重实践应用,并尝试将传统方法与计算机技术有机结合,在给读者展示缜密厚重的统计思路的同时让读者感受计算机技术的简捷轻灵。在每章之前提出学习指南,章后给出复习思考题,以方便读者了解梗概和掌握关键。

本书是教育部高职高专国家规划教材,供高等职业技术学院和高等专科学校

环境类专业和生命科学类专业的学生使用，也可作为其他专业师生和环境保护工作者的参考书。

本书第1章、第2章、第5章由陈剑虹编写，第3章、第4章、第6章由杨保华编写，第7章及第1章、第2章的计算机处理部分由邓子云编写，全书由陈剑虹统稿。

化学工业出版社对本书的出版给予了热情的支持和帮助，在此表示衷心感谢。此外，编者谨向被本书所引用参考资料的作者表示衷心感谢。

鉴于水平有限，本书必然存在不尽如人意之处，真诚希望得到专家及读者的指正。

陈剑虹

2005年3月

# 目 录

|                      |    |
|----------------------|----|
| <b>1 环境数据</b>        | 1  |
| 1.1 数据类型             | 1  |
| 1.1.1 计量数据           | 1  |
| 1.1.2 计数数据           | 1  |
| 1.1.3 等级数据           | 2  |
| 1.1.4 数据的转化          | 2  |
| 1.2 数据分布             | 2  |
| 1.2.1 连续型            | 2  |
| 1.2.2 离散型            | 2  |
| 1.3 数据收集             | 2  |
| 1.3.1 环境数据的来源        | 2  |
| 1.3.2 大气污染的数据收集      | 3  |
| 1.3.3 水体污染的数据收集      | 4  |
| 1.3.4 全球环境监测系统       | 4  |
| 1.4 数据整理             | 5  |
| 1.4.1 环境数据审核         | 5  |
| 1.4.2 统计表            | 5  |
| 1.4.3 统计图            | 7  |
| 1.4.4 统计表、统计图的计算机制作  | 10 |
| 1.5 环境统计报表制度         | 16 |
| 1.5.1 环境统计报表制度的建立与沿革 | 16 |
| 1.5.2 环境统计报表制度的构成    | 17 |
| 思考题                  | 19 |
| <b>2 环境数据的统计与分析</b>  | 22 |
| 2.1 数据统计与分析的基本范畴     | 22 |
| 2.1.1 总体与样本          | 22 |
| 2.1.2 参数与统计量         | 22 |
| 2.1.3 变异与误差          | 23 |
| 2.2 常用的统计指标          | 23 |
| 2.2.1 平均数            | 23 |
| 2.2.2 变异数            | 28 |

|       |                                             |    |
|-------|---------------------------------------------|----|
| 2.2.3 | 相对数 .....                                   | 30 |
| 2.3   | 环境样本特征推断 .....                              | 32 |
| 2.3.1 | 样本特征推断的理论基础——正态分布 .....                     | 32 |
| 2.3.2 | 样本特征推断 .....                                | 33 |
| 2.4   | 参数估计 .....                                  | 35 |
| 2.4.1 | 总体均数区间估计的理论基础—— $t$ 分布 .....                | 36 |
| 2.4.2 | 总体均数的区间估计 .....                             | 37 |
| 2.4.3 | 总体率的区间估计 .....                              | 38 |
| 2.5   | 显著性检验 .....                                 | 39 |
| 2.5.1 | 显著性检验的含义与一般步骤 .....                         | 39 |
| 2.5.2 | 两均数差异显著性检验 .....                            | 40 |
| 2.5.3 | 多均数差异的显著性检验—— $F$ 检验 .....                  | 47 |
| 2.5.4 | 两率差异的显著性检验 .....                            | 52 |
| 2.5.5 | 多率的差异显著性检验——行 $\times$ 列的 $\chi^2$ 检验 ..... | 59 |
| 2.5.6 | 配对计数资料的差异显著性检验—— $\chi^2$ 检验 .....          | 60 |
| 2.6   | 直线相关与直线回归 .....                             | 62 |
| 2.6.1 | 直线相关 .....                                  | 62 |
| 2.6.2 | 相关系数的显著性检验 .....                            | 65 |
| 2.6.3 | 直线回归 .....                                  | 65 |
| 2.7   | 环境数据统计与分析的计算机处理 .....                       | 69 |
| 2.7.1 | 均数 .....                                    | 69 |
| 2.7.2 | 中位数 .....                                   | 72 |
| 2.7.3 | 变异数 .....                                   | 74 |
| 2.7.4 | 样本特征推断 .....                                | 74 |
| 2.7.5 | 显著性检验 .....                                 | 78 |
| 2.7.6 | 直线相关与直线回归 .....                             | 89 |
| 2.8   | 可疑值的取舍 .....                                | 92 |
|       | 思考题 .....                                   | 93 |

|          |                              |           |
|----------|------------------------------|-----------|
| <b>3</b> | <b>工业污染物排放统计 .....</b>       | <b>97</b> |
| 3.1      | 工业污染物排放统计常用方法 .....          | 97        |
| 3.1.1    | 实测法 .....                    | 97        |
| 3.1.2    | 物料衡算法 .....                  | 97        |
| 3.1.3    | 产排污系数法 .....                 | 98        |
| 3.2      | 工业废气排放统计估算 .....             | 99        |
| 3.2.1    | 废气排放量的计算 .....               | 99        |
| 3.2.2    | 烟尘量的计算 .....                 | 100       |
| 3.2.3    | SO <sub>2</sub> 排放量的计算 ..... | 101       |
| 3.2.4    | CO 排放量的计算 .....              | 102       |
| 3.2.5    | 生产工艺过程废气排放的计算 .....          | 102       |

|       |                    |     |
|-------|--------------------|-----|
| 3.2.6 | 废气污染治理指标           | 103 |
| 3.3   | 工业废水排放统计估算         | 103 |
| 3.3.1 | 工业用水量              | 103 |
| 3.3.2 | 废水排放量              | 104 |
| 3.3.3 | 污染物排放量             | 105 |
| 3.3.4 | 废水污染处理指标           | 105 |
| 3.4   | 工业固体废物排放统计估算       | 106 |
| 3.4.1 | 工业固体废物的分类          | 106 |
| 3.4.2 | 工业固体废物的产生量         | 107 |
| 3.4.3 | 工业固体废物的综合利用量和综合利用率 | 107 |
| 3.4.4 | 工业固体废物的处置量与处置率     | 108 |
| 3.4.5 | 工业固体废物的贮存量         | 108 |
| 3.4.6 | 工业固体废物的排放量         | 108 |
|       | 思考题                | 109 |

|          |                                                |     |
|----------|------------------------------------------------|-----|
| <b>4</b> | <b>环境质量现状评价统计</b>                              | 110 |
| 4.1      | 污染源综合评价                                        | 110 |
| 4.1.1    | 等标指数法                                          | 110 |
| 4.1.2    | 排毒指数法                                          | 112 |
| 4.1.3    | 环境影响潜在指数法                                      | 113 |
| 4.1.4    | 三类污染源评价方法的比较                                   | 114 |
| 4.1.5    | 污染源综合评价指数的应用                                   | 114 |
| 4.2      | 大气环境质量评价                                       | 116 |
| 4.2.1    | 大气质量常规评价方法                                     | 116 |
| 4.2.2    | 大气质量评价拓展研究——城市空气 SO <sub>2</sub> 及烟尘污染<br>统计研究 | 118 |
| 4.3      | 水环境评价                                          | 122 |
| 4.3.1    | 综合污染指数                                         | 122 |
| 4.3.2    | 布朗水质指数 (WQI)                                   | 122 |
| 4.3.3    | 罗斯 (S. L. Ross) 水质指数                           | 122 |
| 4.3.4    | 内梅罗 (N. L. Nemerow) 污染指数                       | 124 |
| 4.3.5    | 有机物综合评价指数                                      | 125 |
| 4.4      | 土壤评价                                           | 125 |
| 4.4.1    | 污染指数法                                          | 125 |
| 4.4.2    | 综合指数法                                          | 126 |
| 4.4.3    | 指数分级                                           | 126 |
|          | 思考题                                            | 126 |

|          |                   |     |
|----------|-------------------|-----|
| <b>5</b> | <b>环境质量预测评价统计</b> | 128 |
| 5.1      | 大气环境影响的统计预测       | 129 |

|       |                      |     |
|-------|----------------------|-----|
| 5.1.1 | 高架连续点源扩散模式——高斯模式     | 129 |
| 5.1.2 | 地面连续点源扩散模式           | 130 |
| 5.1.3 | 熏烟型扩散模式              | 131 |
| 5.1.4 | 颗粒物扩散模式              | 131 |
| 5.1.5 | 预测参数的估算              | 132 |
| 5.2   | 水环境影响的统计预测           | 133 |
| 5.2.1 | 水环境影响预测的污染物、模型、参数的确定 | 133 |
| 5.2.2 | 持久性污染物扩散预测           | 138 |
| 5.2.3 | 非持久性污染物扩散预测          | 141 |
| 5.3   | 声环境影响统计预测            | 143 |
| 5.3.1 | 预测点和预测量              | 143 |
| 5.3.2 | 噪声的衰减                | 143 |
| 5.3.3 | 预测模式                 | 147 |
| 5.3.4 | 工业设备和典型环境的噪声概况       | 148 |
| 5.4   | 土壤环境统计预测             | 149 |
| 5.4.1 | 土壤污染物累积和污染预测         | 149 |
| 5.4.2 | 土壤退化预测               | 151 |
|       | 思考题                  | 154 |

## 6 环境污染毒性评定统计 155

|       |               |     |
|-------|---------------|-----|
| 6.1   | 急性毒性评定的统计分析   | 155 |
| 6.1.1 | 概率单位法         | 157 |
| 6.1.2 | 面积法           | 163 |
| 6.1.3 | 点斜法           | 164 |
| 6.1.4 | 移动平均法         | 167 |
| 6.1.5 | 序贯法           | 169 |
| 6.1.6 | 急性毒性的差异显著性检验  | 170 |
| 6.1.7 | 半数效量与半数致死量的应用 | 172 |
| 6.2   | 联合作用评定的统计分析   | 177 |
| 6.2.1 | 比值法           | 177 |
| 6.2.2 | 效应图解法         | 178 |
| 6.2.3 | 等概率和曲线法       | 178 |
| 6.3   | 污染物动力学的统计分析   | 180 |
| 6.3.1 | 污染物动力学概述      | 180 |
| 6.3.2 | 污染物动力学研究实例    | 184 |
|       | 思考题           | 190 |

## 7 环境研究的设计 192

|     |      |     |
|-----|------|-----|
| 7.1 | 调查设计 | 192 |
|-----|------|-----|

|        |            |     |
|--------|------------|-----|
| 7.1.1  | 调查的类型      | 192 |
| 7.1.2  | 调查的样本含量估计  | 193 |
| 7.1.3  | 调查的样本抽取    | 200 |
| 7.2    | 实验设计       | 206 |
| 7.2.1  | 完全随机设计     | 208 |
| 7.2.2  | 配对设计       | 209 |
| 7.2.3  | 配伍组设计      | 210 |
| 7.2.4  | 平衡不完全配伍组设计 | 213 |
| 7.2.5  | 交叉设计       | 222 |
| 7.2.6  | 析因设计       | 225 |
| 7.2.7  | 拉丁方设计      | 234 |
| 7.2.8  | 不完全拉丁方设计   | 237 |
| 7.2.9  | 分割设计       | 239 |
| 7.2.10 | 系统分组设计     | 242 |
| 7.2.11 | 正交设计       | 244 |
| 7.3    | 环境研究中的系统误差 | 249 |
|        | 思考题        | 250 |

## 8 环境数据处理软件应用 252

|       |                    |     |
|-------|--------------------|-----|
| 8.1   | 环境数据分析             | 252 |
| 8.1.1 | 标准曲线计算             | 252 |
| 8.1.2 | 回归直线               | 253 |
| 8.2   | 环境评价               | 256 |
| 8.2.1 | 环境质量现状评价系统         | 256 |
| 8.2.2 | 其他环境评价软件           | 261 |
| 8.3   | 环境保护管理             | 262 |
| 8.3.1 | 城市环境综合整治定量考核指标管理系统 | 262 |
| 8.3.2 | 其他环境保护管理软件         | 283 |

## 附录 284

|          |                                    |     |
|----------|------------------------------------|-----|
| 附表 1     | 标准正态曲线下的面积表                        | 284 |
| 附表 2     | $t$ 值表                             | 285 |
| 附表 3 (1) | 百分率的可信区间 ( $n \leq 50$ , 节录)       | 286 |
| 附表 3 (2) | 百分率的可信限 ( $50 \leq n \leq 100$ )   | 287 |
| 附表 3 (3) | 百分率的可信限 ( $100 \leq n \leq 1000$ ) | 288 |
| 附表 4     | $F$ 界值表 (方差齐性检验用)                  | 289 |
| 附表 5 (1) | $F$ 值表 (方差分析用)                     | 290 |
| 附表 5 (2) | $F$ 值表 (方差分析用)                     | 291 |
| 附表 5 (3) | $F$ 值表 (方差分析用)                     | 293 |

|                                           |     |
|-------------------------------------------|-----|
| 附表 5 (4) $F$ 值表 (方差分析用) .....             | 294 |
| 附表 6 $q$ 界值表 .....                        | 295 |
| 附表 7 $\chi^2$ 界值表 .....                   | 296 |
| 附表 8 相关系数 $r$ 界值表 .....                   | 297 |
| 附表 9 百分数 $p$ 与概率单位对照表 .....               | 300 |
| 附表 10 加权系数表 .....                         | 302 |
| 附表 11 用移动平均法计算 $LD_{50}$ 及可信区间 (节录) ..... | 303 |
| 附表 12 (1) 均数抽样时所需样本量 .....                | 303 |
| 附表 12 (2) 均数抽样时所需样本量 .....                | 304 |
| 附表 13 (1) 率抽样时所需样本量 .....                 | 304 |
| 附表 13 (2) 率抽样时所需样本量 .....                 | 305 |
| 附表 14 配对比较 ( $t$ 检验) 时所需样本含量 .....        | 305 |
| 附表 15 两样本均数比较 ( $t$ 检验) 时所需样本含量 .....     | 306 |
| 附表 16 (1) 两样本率比较时所需样本含量 (单侧) .....        | 307 |
| 附表 16 (2) 两样本率比较时所需样本含量 (双侧) .....        | 307 |
| 附表 17 (1) 单因素多组均数的样本量 .....               | 308 |
| 附表 17 (2) 单因素多组均数的样本量 .....               | 309 |
| 附表 18 $r$ 与 $z$ 值换算表 .....                | 310 |
| 附表 19 (1) 随机数字表 .....                     | 311 |
| 附表 19 (2) 随机排列表 ( $n=20$ ) .....          | 312 |
| 附表 20 $T$ 界值表 (两样本比较的秩和检验用) (节录) .....    | 313 |

|                   |     |
|-------------------|-----|
| <b>参考文献</b> ..... | 314 |
|-------------------|-----|

# 环境数据

## 学习指南

通过本章学习，了解计量数据与计数数据的概念，熟悉连续型分布与离散型分布环境数据的特征，了解环境数据采集的过程，熟练运用统计表工具和统计图工具整理环境数据。

## 1.1 数据类型

环境数据按其性质不同而区分为计量数据与计数数据，介于其间的是等级数据。不同类型的数据应采用不同的统计方法进行分析。各种数据可根据分析需要而相互转化。

### 1.1.1 计量数据

计量数据又称量度数据，是用度量衡器具对观察单位某项指标进行测定所得的数据。计量数据按指标归组；计量数据是无限个数的连续数据，既可有整数，又可有小数，连续不断；计量数据一般有度量衡单位。如以人为观察单位，测定每个居民头发镉的含量（mg/kg）、血压（mmHg）等；又如以采样点为观察单位，测出各采样点飘尘的含量（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）、大气中二氧化碳浓度值（mg/L）等。计量数据常用平均数、标准差、 $t$  检验、方差分析、相关与回归分析等统计指标、统计量和统计方法分析。

### 1.1.2 计数数据

计数数据是用计数方法对观察单位按某种属性或类别进行清点得到的数据。计数资料按属性或类别归组；计数数据是有限个数或可列个数的不连续数据，只可有整数，绝不可能出现非整数。如在显微镜下按规定的计数板面积识别清点活性污泥中的原生动物，轮虫有 26 个/ $\text{mm}^3$ ，不可能有 26.4 个/ $\text{mm}^3$ ；又如做某毒物的急性毒性试验，观察 10 个动物，死亡 6 个，存活 4 个，绝不可能有 6.5 个死亡与 3.5 个存活的情况；再如某污染物泄漏后致小区内 220 人中毒等。计数数据常用率、构成比、 $X^2$  检验等统计指标、统计量和统计方法分析。

### 1.1.3 等级数据

等级数据又称可序数据或半计量数据，是用计数方法对观察单位按某种属性或类别的不同程度进行清点得到的数据。这类数据具有计数数据的特点，但因属性或类别程度分组按一定顺序排列而具有计量数据的特点。如按污染物浓度的大小，环境污染状况划分为轻、中、重三级，然后清点轻、中、重污染区个数；又如按血清反应的滴度大小，病况分为一、十、十十、十十十等级别，然后清点各病况的人数。等级数据常用率、构成比、秩和检验等统计指标、统计量和统计方法分析。

### 1.1.4 数据的转化

根据分析的需要，计量数据、计数数据、等级数据可以互相转化。例如对若干水体进行氮、磷含量测定，原属计量数据，若按水体富营养化分级清点得到的各等级水体数就是等级数据，这时计量数据就转化为计数数据或等级数据。

## 1.2 数据分布

环境数据的分布类型有连续型和离散型。

### 1.2.1 连续型

连续型分布环境数据指取值充满整个取值范围，取值的个数是无限的环境数据。具体地说，把每一个数据由小到大排列，在相邻的两个数据中间，仍然存在无限多的数据，可以精确地测量出来。如测定废水中的镉浓度为  $0.1\text{mg/L}$ ， $0.2\text{mg/L}$ ，在  $0.1$  与  $0.2$  之间可有  $0.11$ ， $0.12$ ， $\dots$ ，等。

一般说来，连续型分布多用于计量数据的描述。

### 1.2.2 离散型

离散型分布环境数据指取值在取值范围内可一一列出，取值的个数是可数的环境数据。如某工业城市中的达标排放的和未达标排放的企业数。

一般说来，离散型分布多用于计数数据的描述。

## 1.3 数据收集

环境数据蕴含于环境保护工作的方方面面。对应环境保护工作内容，环境数据可大致分为污染源数据、污染物排放数据、环境本底与背景数据、环境污染现状数据、环境因子数据、环境工程治理效果数据等。为制定环境保护工作政策，确定环境保护工作目标，保证环境保护工作质量，评价环境保护工作效果，必须全面收集环境数据。目前，国内外已建立了依托定点监测站的环境污染源及环境污染现状的数据收集工作体系。

### 1.3.1 环境数据的来源

环境数据主要来源于两条渠道：原始数据与次级数据。

原始数据指从观测和实验——气象观测、水文观测、环境监测——中获取的数据。

次级数据指从有关部门和机构发布的资料——如环境统计基层报表、统计年鉴、有关期刊和相关网站——取得的数据。

1.3.2 大气污染的数据收集

1.3.2.1 大气监测站的设立

(1) 设站依据 下述资料考虑了区域的污染源、人口和气象条件，是合理设置大气监测站的依据。

- ① 固定污染源 包括现有的和计划中的主要污染源的位置及其排放数据。
- ② 流动污染源 包括区域现有的和计划中的每日机动车的里程数（或车辆活动密度）。
- ③ 人口分布 包括区域现有的和计划中的人口密度。
- ④ 气象因素 包括区域各季节的风向变化特点，特别是可使污染物浓度增加的天气条件。
- ⑤ 地形条件 包括区域现有的地形和计划中改造的地形和建设的高层建筑群。
- ⑥ 土地使用 包括目前的和计划中的使用土地计划。

(2) 站点密度与位置

① 面源监测站点 各国关于站点设置密度的标准和计算基础不同，如日本认为城市每25km<sup>2</sup>一个测定点较合理；美国有两种算法，一是按人口数计算，一是按污染严重程度计算。也可根据流行病学调查的目的设置观察点。必须设立对照站（清洁区站），有局部污染源存在的郊区不宜作为对照区，公园可作为对照组。

② 线源监测站点 交通干道上的汽车废气污染是线形污染，在汽车道路两旁设置的监测站点不具有地区代表性，可考虑设流动测定车进行连续自动监测作为监测站点。

1.3.2.2 监测站点的监测工作

(1) 布设采样点 如对点污染源采用放射状布点法，即以污染源为中心，在8个或16个方位的不同距离处布点。考虑到全年风向，可把60%~70%的点布在主导风向下风侧，或根据季节不同主导风向，改变布点，以反映污染物扩散规律。点设在轴线上，各点间距离不必相等，越靠近污染源距离越小。

(2) 设定采样周期 各国标准不一，英国提出了采样最小平均周期，见表1.1。

表 1.1 不同调查类型的采样平均周期

| 最小平均周期 | 调 查 类 型                    |
|--------|----------------------------|
| 10s    | 急性呼吸反应、“烟团”研究              |
| 3min   | 人体急性反应                     |
| 1h     | 平均浓度、扩散研究、离散源研究、日变化、植物危害研究 |
| 1d     | 天气影响、人体慢性反应、区域性污染研究        |
| 1个月    | 季节和年变化、全地球污染源的长期影响         |

我国目前的规定是，城市环境监测最小平均周期6h（一天四次），对工业企业排气的监测，考虑每季度的代表月，每天的代表时（排放时等）和代表地点（城市效应因素），每天采3~12次样不等，或每季（月）连续5天采样。

(3) 确定监测项目 各国各地区在不同时期关注的对象不同，因而监测项目设定很不一致。

(4) 设计监测统计指标 通常以浓度平均数(日、月、年)、中位数、超标准浓度百分数、平均数和百分数的置信区间等反映大气污染的状况。

### 1.3.3 水体污染的数据收集

#### 1.3.3.1 水体监测站的设立

(1) 水体监测站的站点 江、河、湖、海、水塘等水体均可设定监测站点。通常,水体监测站点可设在以下特定地点。

- ① 大型集中式给水系统取水点上游。
- ② 大型排污企业的排污口下游。
- ③ 与人民生活、旅游地、水产资源有关的水域。
- ④ 江河出海口。
- ⑤ 水体的地区、省、国界点。

各站点通常均设置清洁对照断面、污染断面和自净断面。

(2) 水体监测站点的类型 分为固定站点和流动站点两种,固定站为陆基站,流动站为船基站。

#### 1.3.3.2 监测站点的监测工作

(1) 设定采样点 如长江等大江,每个断面可设立五个采样垂线(江心线和江心两侧距岸150m、50m处线);较小的江河可设三个采样垂线,更小的河流在中心设采样垂线。在每个采样垂线上,除设表层采样点(一般在水面下0.2~0.5m)外,根据需要可在不同深度设采样点。

城市下水道出口和企业排污口通常必设采样点。

(2) 设定采样周期

① 水体采样 对非自动化采样点,要求每月、每季均进行采样。应考虑枯水期、丰水期、平水期都有样本。对受潮汐影响的江河,还应考虑涨潮和退潮,使样本具有代表性。每次采样要连续采2~3天。

② 排污口采样 均应采取一昼夜样品。如排污口流量较稳定,每隔相同时间取等量废水合并成为混合水样。如流量不稳定,应按流量大小,有计划按比例采样,然后混合。

监测项目和监测统计指标按相关规范要求确定和设计。

### 1.3.4 全球环境监测系统

社会和经济发展的国际化是大势所趋,在此背景下,不仅工业化国家的污染辐射全球,而且发展中国家和地区的环境问题日渐尖锐,这要求必须在世界范围内通过各国的共同努力解决环境问题。

4 基于环境问题具有国际特点的认识,形成了广泛的国际范围内的联合活动。这些活动既在官方之间进行,也在非官方之间进行。最突出的是,自联合国于1972年在斯德哥尔摩召开人类环境会议后,1992年在里约热内卢、2002年在约翰内斯堡又召开了两次地球峰会,协调国际的环境问题立场和合作。在国际科学界,最有意义的事件是国际科学联合理事会(ICSU)成立了环境问题科学委员会(SCOPE)。环境问题科学委员会发表了一份报告,倡导建立全球环境监测系统,该系统有输入和输出,并有反馈机制,见图1.1。在该报告规定的系统所需的设计、参数和技术体系的指导下,该系统能够最大限度地利用现有各国家、各地区以及国际组织的工作网,连同他们的数据收集和处理中心。

环境监测系统包括多种子系统。按照空间覆盖范围，可以分为全球性监测系统、全国性监测系统和区域性监测系统；按照时间跨度，可以分为长期监测系统、中期监测系统和短期监测系统；按照监测的对象或环境要素，可以分为大气监测系统、水质监测系统、土壤监测系统、生物监测系统、人群健康监测系统等。

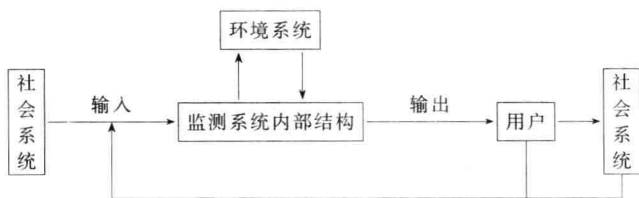


图 1.1 环境监测系统的反馈机制图

## 1.4 数据整理

数据整理是指将调查和实验数据进行综合，使各观察单位的个别特征综合成总体特征，阐明总体发展变化的客观规律的过程。整理工作包括数据接收、审核、汇总、分组等，各环节均可绘制统计表和统计图。

统计图和统计表是表达和分析数据的重要工具。统计表是用表格表达数据整理结果的形式，统计图是用点、线、面的位置，升降、长短、面积的大小等表达数据整理结果的形式。由于统计表和统计图便于计算、分析和对比，且较文字叙述更能直观反映事物内在的规律性和关联性，故在实际工作中得到广泛的应用。

### 1.4.1 环境数据审核

指对原始数据完整性和准确性的检查与核对。

完整性审核指检查特定观测或实验得到数据是否与设计预期相符合，如审核企业生产基本情况调查数据的完整性，就要检查调查单位是否有遗漏，调查项目——产品产量、总产值、燃煤灰分与硫分、单位产品能耗量与水耗量等——是否填写齐全。

准确性审核指核对特定观察或实验得到的数据是否真实、符合实际、符合逻辑，数据登记是否正确，计算方法、计算口径和计算结果是否有误，计算单位是否符合要求。如，某企业污水处理设施运转情况、废水排放量与往年相同，但 COD 排放量差异很大，则可能存在不真实或计算错误。通常是先进行逻辑检查发现错误，然后通过计算检查确定错误所在。

审核中发现漏报的，要及时补齐；发现有差错或疑问的，要及时复查更正或发还重报。

### 1.4.2 统计表

#### 1.4.2.1 统计表的结构

(1) 构造元素 每张统计表都由文字、数字、表线三种元素组成。

(2) 外形 每张统计表都有一个标题和一个表体。标题（名称）说明表的主题思想，表体呈现表达特定意义的数据。

(3) 内容 每张统计表都有主语和谓语。主语是指被研究的对象，通常排列在表的左侧；谓语是指被研究对象的指标，通常排列在表的右侧。排列主语和谓语的方法，一般是将表中的主语和谓语连贯起来能读成一句完整而通顺的语句。在表中，主语表现为横标目指