



面向21世纪课程教材
教育部高等学校环境工程专业
教学指导委员会推荐教材

高等专科学校
高等职业技术学院

环境工程专业新编系列教材

环境统计

蔡宝森 主编

武汉理工大学出版社

高等专科学
高等职业技术学院

环境工程专业新编系列教材

环境统计

主 编 蔡宝森

内容提要

本书较为系统地介绍了环境统计的基本理论和方法,在简要叙述了环境统计的基本概念、研究范围和作用的基础上,着重介绍了环境统计资料的搜集与整理、环境统计指标与指标体系、环境参数的抽样估计和假设检验、直线相关与回归、动态数列与统计指数,同时对污染物排放统计、城市环境统计、生态环境统计、环境管理统计也进行了详细叙述。本书对我国现行的统计报表制度和环境统计指标体系进行了较为实用的介绍,在阐述各种统计方法的基本原理时,侧重于环境统计方法的实际应用,列举了大量的环境统计分析实例。

本书通俗易懂,实用性强,具有一定的深度和广度,主要作为高职高专环境类专业教材,也适合从事环境保护工作的各类人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

环境统计/蔡宝森主编. —武汉:武汉理工大学出版社,2004.8

ISBN 7-5629-2084-2

I. 环… II. 蔡… III. 环境统计-高等学校-教材 IV. X11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 061545 号

出版者:武汉理工大学出版社(武汉市武昌珞狮路 122 号 邮编:430070)

<http://cbs.whut.edu.cn>

E-mail:wutp@public.wh.hb.cn

印刷者:安陆市鼎鑫印务有限责任公司

发行者:各地新华书店

开 本:787×960 1/16

印 张:23

字 数:436 千字

版 次:2004 年 8 月第 1 版 2004 年 8 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-5629-2084-2/X·20

印 数:1~3000 册

定 价:32.00 元

(本书如有缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请向出版社发行部调换。本社购书
热线电话:027-87397097 87394412)

高等专科学校
环境工程专业新编系列教材
高等职业技术学院

编审委员会

顾问: 孙俊逸 宫学栋 宋振东 彭长琪
黄东峰 黎松强 王宜明

名誉主任: 张晓健

主任: 胡亨魁 雷绍锋

副主任: 王红云 吕小明 周国强 李连山
高红武 蔡德明

委员: (按姓氏笔划排列)

王红云	田子贵	吕小明	冯 雁
刘晓冰	刘永坚	李连山	陈剑虹
宋振东	林锦基	张晓健	张明顺
陈湘筑	吴国旭	吴晓琴	邱 梅
赵建国	周国强	胡亨魁	宫学栋
徐 扬	高红武	曾育才	梁 红
彭长琪	黎松强	雷绍锋	蔡德明

总责任编辑: 刘永坚 吴晓琴

秘书长: 徐 扬

出版说明

由于人类面临的环境问题日益严重,大量影响人类生存和发展的环境问题亟待解决,“环境科学”也就应运而生。当然,与其他发展历史久远的成熟学科相比,环境科学及其分支学科环境工程学都很年轻,又属于多学科交叉融会的横断学科,因此至今尚未成熟。反映到教育领域,国内大专院校的环境工程专业大都是近年才陆续创设、开办,也是一个非常年轻的专业。随着人们对环境问题的深刻关注和了解,环境科学的重要性日益突显,社会对环境工程专业人才的需求大大增加,环境工程专业得到了迅速发展。然而,正因为环境工程专业的年轻和多学科交叉的特点及其突出的实用性特色,使得教材建设的难度很大,以致专业教材严重匮乏。教材成了制约学科和专业发展的重要因素。

为解决教学急需,武汉理工大学出版社在教育部高等学校环境工程专业教学指导分委员会的大力支持和直接指导下,经过广泛深入地调研,决定组织编写、出版一套高等专科学校、高等职业技术学院环境工程专业新编系列教材。此举得到了众多相关院校的热烈响应。全国十多所大专院校积极参加编写;教育部高等学校环境工程专业教学指导委员会秘书长、清华大学张晓健教授担任系列教材编审委员会名誉主任,教学指导委员会大专组组长胡亨魁教授担任编审委员会主任;全套教材各门课程的编写大纲、具体内容均由教学指导委员会审定,并将此系列教材确定为教学指导委员会向全国推荐的重点教材。

高等专科和高等职业教育的培养目标是培养在第一线从事生产、服务和管理的应用型、技能型人才,其教学模式和教学方法有其自身特定的规律,不能套用或简单压缩本科教学的模式和方法。本套教材的编写主要满足三个方向的培养要求:一是从事一线环境污染控制工艺设计、设备生产、设施运行管理与维护的专门人才;二是从事一线生态保护的专门人才;三是一线环境管理的专门人才。为此,教材编写特别强调应用性和实践性,各门课程的理论教学把握以够用为度的原则。全套教材对原有课程体系和教学内容进行了优化整合,精简了理

论教学时数,增加和强化了实践性教学环节。编写内容上特别注重吸取近年来国内外环境治理工程的新技术、新方法,力求与世界先进的环境保护理论和环境工程技术的发展保持同步。

由于本套教材的实用性特色,所以它不仅是一套全日制高等专科学校、高等职业技术学院的专业教材,也可以用于环境保护行业的管理干部和技术干部的职业培训,还可供环境保护的工程技术人员参考。

本套教材是迄今为止全国的第一套专科环境工程专业系列教材,环境工程学科又处在不断发展的过程中,因此,尽管我们的编审者殚精竭虑、尽心尽力,新教材的不足之处也在所难免。我们诚挚地期望使用教材的师生在教学实践中对教材提出批评和建议,以便我们不断修订、完善,精益求精!

武汉理工大学出版社

2003年7月

前 言

环境统计是环境保护的基础工作和重要组成部分。环境统计所提供的信息,是进行环境决策、制定环境保护政策、编制环境保护规划、实施污染物排放总量控制、加强环境管理的科学依据。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。本书就是为适应高职高专环境类专业教学需要而编写的教材,也可供从事环境保护的各类人员参考。

环境统计涉及面广,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理论和基本方法,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。

三是对我国现行的统计报表制度和环境统计指标体系进行了简明扼要和较为实用的阐述,对所涉及的污染物排放、城市环境基础设施建设、生态保护、环境管理等方面的环境统计指标,进行了全面的介绍。

本书共 12 章,第 1、2、3、5、6 章由蔡宝森编写;第 4、7、8 章由赵恒编写;第 9、10 章由袁英贤编写;第 11、12 章由姜立民编写。全书由蔡宝森主编。

由于环境统计涉及领域广,综合性强,限于编者水平,本书难免有错谬缺漏之处,真诚希望有关专家和读者对本书提出宝贵意见。

编者

2004 年 5 月

目 录

1 绪论	(1)
1.1 环境统计概述	(1)
1.1.1 环境统计的基本概念	(1)
1.1.2 环境统计研究的范围 and 任务	(2)
1.1.3 环境统计的基本原则 and 要求	(4)
1.1.4 环境统计在环境保护工作中的地位和作用	(5)
1.1.5 学习环境统计应注意的问题	(6)
1.2 环境统计工作的步骤	(7)
1.2.1 统计全过程设计	(7)
1.2.2 搜集资料	(7)
1.2.3 整理资料	(7)
1.2.4 分析资料	(7)
1.3 统计中的常用术语	(8)
1.3.1 统计总体与总体单位	(8)
1.3.2 标志和标志表现	(9)
1.3.3 变异和变量	(10)
思考练习题	(10)
2 环境统计资料的搜集与整理	(11)
2.1 统计资料的概念与类型	(11)
2.1.1 统计资料的概念	(11)
2.1.2 统计资料的类型	(12)
2.2 环境统计调查	(13)
2.2.1 环境统计调查的意义	(13)
2.2.2 环境统计调查的种类 and 方法	(13)
2.2.3 环境统计调查方案	(15)
2.2.4 环境统计调查的组织形式	(17)
2.2.5 环境活动的原始记录 and 统计台账	(28)
2.3 环境统计资料的整理	(30)

2.3.1	原始资料的检查与核对	(30)
2.3.2	统计分组	(31)
2.3.3	统计汇总	(32)
2.4	频数分布	(35)
2.4.1	频数分布的概念	(35)
2.4.2	频数分布表的编制	(36)
2.4.3	频数分布图的绘制	(38)
2.5	统计表与统计图	(39)
2.5.1	统计表	(40)
2.5.2	统计图	(41)
	思考练习题	(46)
3	环境统计指标与指标体系	(47)
3.1	统计指标概述	(48)
3.1.1	统计指标及其构成要素	(48)
3.1.2	统计指标的特点	(48)
3.1.3	统计指标的基本要求	(49)
3.1.4	统计指标的种类	(50)
3.2	总量指标	(51)
3.2.1	总量指标的意义	(51)
3.2.2	总量指标的种类	(51)
3.2.3	总量指标的度量单位	(52)
3.2.4	总量指标统计的要求	(53)
3.3	相对指标	(54)
3.3.1	相对指标的意义	(54)
3.3.2	相对指标的种类	(55)
3.3.3	计算和应用相对指标应注意的问题	(58)
3.4	环境统计指标体系	(59)
3.4.1	环境统计指标体系的意义	(59)
3.4.2	中国现行环境统计指标体系	(60)
3.4.3	环境统计指标体系的改进	(64)
	思考练习题	(65)
4	统计资料的数量分布特征分析	(67)
4.1	集中趋势	(68)
4.1.1	平均数的特点和作用	(68)
4.1.2	算术平均数(均值)	(70)

4.1.3	调和平均数	(72)
4.1.4	几何平均数	(73)
4.1.5	众数	(75)
4.1.6	中位数和百分位数	(76)
4.2	离散趋势	(79)
4.2.1	极差和四分位数间距	(79)
4.2.2	方差和标准差	(80)
4.2.3	变异系数	(83)
4.3	正态分布及其应用	(84)
4.3.1	正态分布的概念与特征	(84)
4.3.2	正态分布的应用	(87)
	思考练习题	(88)
5	环境参数的抽样估计	(90)
5.1	抽样推断的概念和特点	(91)
5.1.1	抽样推断的概念	(91)
5.1.2	抽样推断的特点	(92)
5.2	随机抽样的组织形式	(93)
5.2.1	简单随机抽样	(94)
5.2.2	分层抽样	(95)
5.2.3	等距抽样	(95)
5.2.4	整群抽样	(97)
5.2.5	阶段抽样	(97)
5.3	抽样分布	(97)
5.3.1	总体分布、样本分布与抽样分布	(97)
5.3.2	样本均值 $\bar{x}$ 的抽样分布	(100)
5.3.3	样本比率(成数) p 的抽样分布	(103)
5.4	抽样误差的估计	(104)
5.4.1	抽样误差的概念	(104)
5.4.2	影响抽样误差的因素	(104)
5.4.3	均值的抽样误差	(105)
5.4.4	比率(成数)的标准误	(106)
5.4.5	抽样极限误差	(107)
5.5	参数估计	(108)
5.5.1	参数估计的优良标准	(108)
5.5.2	点估计和区间估计	(110)

5.5.3 区间估计必要样本单位数目的确定	(117)
思考练习题	(120)
6 假设检验	(121)
6.1 假设检验概述	(121)
6.1.1 假设检验的意义	(121)
6.1.2 假设检验的理论依据	(122)
6.1.3 统计假设检验的步骤	(123)
6.1.4 假设检验的两类错误	(125)
6.1.5 假设检验应注意的问题	(126)
6.2 样本平均数的假设检验	(127)
6.2.1 样本均值与已知总体均值比较的假设检验	(127)
6.2.2 两样本均值比较的假设检验	(130)
6.2.3 多个样本均值比较的假设检验——方差分析	(135)
6.3 样本比率(成数)的假设检验	(144)
6.3.1 样本比率与总体比率比较的 u 检验	(144)
6.3.2 两样本比率(成数)比较的 u 检验	(144)
6.3.3 χ^2 检验	(145)
6.4 方差的显著性检验	(150)
6.4.1 单个样本方差的显著性检验	(150)
6.4.2 两样本方差的齐性检验—— F 检验	(151)
6.4.3 多个方差的齐性检验	(152)
6.5 秩和检验	(154)
6.5.1 配对比较的符号秩和检验	(154)
6.5.2 两样本比较的秩和检验	(156)
6.5.3 多个样本比较的秩和检验	(157)
6.5.4 多个样本间两两比较的秩和检验	(160)
6.6 正态性检验	(162)
6.6.1 正态概率纸目测法	(162)
6.6.2 矩法(偏度-峰度检验法)	(164)
6.6.3 D 检验法	(166)
思考练习题	(167)
7 直线相关与回归	(172)
7.1 相关与回归的概念	(172)
7.2 直线相关	(173)
7.2.1 相关系数和决定系数	(173)

7.2.2	相关系数的假设检验	(176)
7.2.3	相关分析中应注意的问题	(177)
7.3	直线回归	(177)
7.3.1	直线回归方程的建立	(178)
7.3.2	直线回归的数学模型和基本假定	(180)
7.3.3	直线回归的假设检验	(181)
7.3.4	直线回归分析应注意的问题	(183)
	思考练习题	(184)
8	动态数列与指数分析	(186)
8.1	动态数列分析	(187)
8.1.1	动态数列的编制	(187)
8.1.2	动态发展水平分析	(189)
8.1.3	动态比较水平分析	(191)
8.1.4	现象变动的趋势分析	(193)
8.2	指数分析	(202)
8.2.1	统计指数的意义	(202)
8.2.2	综合指数	(203)
8.2.3	平均指数	(204)
8.2.4	因素分析	(206)
8.2.5	指数数列	(209)
	思考练习题	(211)
9	污染物排放统计	(212)
9.1	污染物排放的基本统计方法	(212)
9.1.1	污染源统计	(212)
9.1.2	“三废”及所含污染物排放量的计算方法	(214)
9.2	废气排放统计	(218)
9.2.1	燃料的消耗量	(218)
9.2.2	燃料燃烧废气排放量的计算	(220)
9.2.3	燃烧产生烟尘量的计量	(221)
9.2.4	燃料燃烧过程中 SO_2 排放量的计算	(222)
9.2.5	燃料燃烧 CO 排放量的计算	(223)
9.2.6	生产工艺过程废气排放的计算	(223)
9.2.7	废气污染治理指标	(224)
9.3	废水排放统计	(225)
9.3.1	用水总量	(225)

9.3.2	废水排放统计指标	(226)
9.4	工业固体废物排放统计	(228)
9.4.1	工业固废的分类	(229)
9.4.2	工业固废的产生量	(229)
9.4.3	工业固废的综合利用量	(229)
9.4.4	工业固废处置量	(230)
9.4.5	工业固体废物贮存量	(231)
9.4.6	工业固体废物排放量	(231)
9.5	小型工业企业污染情况统计	(232)
9.5.1	小型工业企业污染情况统计的原则	(232)
9.5.2	小型工业企业废水污染统计	(234)
9.5.3	小型工业企业废气污染统计	(234)
9.5.4	小型工业企业固体废物污染统计	(235)
9.6	生活及其他污染统计	(235)
9.6.1	人口总数	(236)
9.6.2	耗水量	(236)
9.6.3	城镇生活污水中 COD 的测算	(236)
9.6.4	城镇生活污水中氮氮的测算	(237)
9.6.5	社会生活及其他煤炭消耗量测算	(237)
9.6.6	生活污染二氧化硫和烟尘的测算	(238)
	思考练习题	(238)
10	城市环境统计	(239)
10.1	城市基本情况统计	(239)
10.1.1	城市范围	(240)
10.1.2	城市人口与健康	(240)
10.1.3	城市用地情况统计	(241)
10.1.4	城市基础设施建设统计	(242)
10.1.5	城市园林绿化与风景名胜统计	(248)
10.1.6	相关的经济技术统计	(249)
10.2	城市环境质量统计	(252)
10.2.1	城市大气环境质量统计指标	(252)
10.2.2	城市水环境质量统计	(254)
10.2.3	城市声环境质量统计	(257)
10.3	城市环境综合整治定量考核统计	(258)
10.3.1	城市环境综合整治定量考核制度	(258)

10.3.2 城市环境综合整治定量考核指标·····	(259)
思考练习题·····	(261)
11 生态环境统计 ·····	(262)
11.1 环境资源与生态破坏统计·····	(262)
11.1.1 土地资源及生态损害统计·····	(263)
11.1.2 水资源及水域生态环境统计·····	(266)
11.1.3 矿产资源统计·····	(267)
11.1.4 能源资源统计·····	(269)
11.1.5 气候资源统计·····	(270)
11.1.6 森林资源及森林生态破坏统计·····	(271)
11.1.7 草原资源及草原生态破坏统计·····	(272)
11.1.8 野生动植物资源统计·····	(273)
11.1.9 海洋资源及海洋生态统计·····	(274)
11.1.10 旅游资源统计·····	(275)
11.2 生态环境统计·····	(276)
11.2.1 自然保护区统计·····	(276)
11.2.2 生态示范区建设统计·····	(277)
11.2.3 生态功能保护区建设统计·····	(278)
11.3 农村环境统计·····	(279)
11.3.1 农村环境污染的来源和特点·····	(279)
11.3.2 农村环境统计指标·····	(281)
11.4 生态环境破坏经济损失的计量·····	(283)
11.4.1 市场价值法(或生产率法)·····	(283)
11.4.2 机会成本法·····	(283)
11.4.3 恢复和防护费用法·····	(284)
11.4.4 影子工程法·····	(284)
11.4.5 调查评价法·····	(284)
11.4.6 修正人力资本法·····	(285)
思考练习题·····	(285)
12 环境管理统计 ·····	(286)
12.1 环境管理统计指标体系·····	(286)
12.1.1 设计环境管理统计指标体系的原则·····	(287)
12.1.2 环境管理统计指标体系框架·····	(287)
12.2 环境管理工作统计·····	(287)
12.2.1 环境法制和标准建设统计·····	(288)

12.2.2	环境管理制度实施情况统计	(289)
12.2.3	环保年度计划和绿色工程规划执行情况	(292)
12.2.4	运用经济手段进行环境监督管理的统计指标	(292)
12.2.5	推行清洁生产情况统计	(294)
12.2.6	环境科技工作情况统计	(295)
12.2.7	环保信访工作和人大政协提案	(296)
12.2.8	环境保护档案工作情况统计	(297)
12.3	宏观环境管理统计	(298)
12.3.1	宏观环境管理统计指标体系	(298)
12.3.2	环境与发展综合决策方面的统计指标说明	(299)
12.3.3	关于经济与环境发展协调的相关指标说明	(301)
12.4	污染物总量控制统计	(304)
12.4.1	总量核查统计制度	(305)
12.4.2	总量控制核查统计基本思路	(305)
12.4.3	总量控制核查统计	(306)
12.4.4	总量控制核查统计报表	(306)
12.5	环境管理能力建设统计	(310)
12.5.1	环境管理组织体系建设统计	(310)
12.5.2	环境管理人员数量、结构及素质统计	(310)
12.5.3	环境宣传教育的相关指标	(311)
12.5.4	环境管理技术支持系统建设统计	(311)
	思考练习题	(313)
	附表	(314)
	附表 1 标准正态曲线下的面积表	(314)
	附表 2 百分率 p 与概率单位对照表	(316)
	附表 3 t 界值表	(319)
	附表 4 F 界值表(方差齐性检验用)	(320)
	附表 5 F 界值表(方差分析用)	(322)
	附表 6 q 界值表	(328)
	附表 7 D 界值表(正态性检验用)	(329)
	附表 8 百分率的可信区间	(330)
	附表 9 χ^2 界值表	(333)
	附表 10 阶乘的对数表	(334)
	附表 11 T 界值表(配对比较的符号秩和检验用)	(335)
	附表 12 T 界值表(两样本比较的秩和检验用)	(336)

1 绪论

本章提要

环境统计的研究对象是环境,主要研究内容包括统计的基本理论与方法、环境污染与防治统计、自然资源利用与保护统计、环境管理统计、环保系统自身建设统计等。

统计工作包括四个基本步骤,即全过程设计、搜集资料、整理资料和分析资料。这四个步骤存在着密切的内在联系,是不可分割的,任何步骤的缺陷都会影响统计分析的结果。

统计总体是由客观存在的、具有某种共同性质的许多个别单位所构成的集合体;构成总体的个别单位称为总体单位。统计总体具有同质性、变异性和大量性三个特征。统计标志是说明总体单位属性或特征的名称;标志表现是各个总体单位关于某一标志的具体表现。标志变换自身表现形态的现象称之为变异,可变的数量标志称为变量。变异是产生统计的根源。

1.1 环境统计概述

1.1.1 环境统计的基本概念

环境科学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含的规律,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。

环境统计是环境保护的一项基础工作,是环境管理活动中最基本的环节。环境统计是用数据反映并计量人类活动引起的环境变化和环境变化对人类的影响,及时、准确地掌握环境统计数据,是进行环境决策和编制环境规划的重要依据。环境统计的含义可从环境统计工作、环境统计资料和环境统计学三个层面上来认识。

环境统计工作是指为了取得和提供统计资料而进行的各项工作。它的全部内容和过程包括环境统计设计、环境统计调查、环境统计整理和环境统计分析等几个方面。

环境统计资料是环境统计工作的成果。它包括环境统计数字和环境统计分析报告两个方面的内容。环境统计数字用来反映各种环境现象的状况;环境统计分析报告用以阐明社会经济发展与环境保护的相互关系及其演变规律。

环境统计学是数理统计理论与方法在环境保护实践和环境科学研究中的应用,它是研究和阐述环境统计工作规律和方法论的科学。它既是环境统计实践经验的理论概括,又是环境统计工作发展到一定阶段的必然产物。环境统计学与环境统计工作的关系是理论与实践的关系,环境统计学的理论与方法用以指导环境统计工作,推动统计工作的发展。

环境问题的实质是经济问题,环境统计虽不直接研究社会经济现象的本身,但它与社会经济现象密切相关。因此,它仍属社会经济统计范畴,并与其他社会经济统计有着紧密的联系。

1.1.2 环境统计研究的范围和任务

1.1.2.1 环境统计研究的范围和特点

环境统计是以环境为主要研究对象,研究的范围涉及到人类赖以生产和生活的全部条件,包括影响生态系统平衡的各个因素及其变化所带来的后果。如:大气、水域、土壤等环境污染状况;受到危害的各种珍贵动物、植物;森林公园和其他自然保护区;人口的发展、平均寿命、发病率;城市的建设和改造;能源的开发和利用;土地的盐碱化、沙漠化程度、森林覆盖率;工业“三废”的排放量;建设项目“三同时”情况;环境管理、环保部门自身建设情况以及污染与疾病之间的联系等等,都属于环境统计的范围。

环境统计研究的主要内容包括: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