SHIYONG FENXI JISHU

实用分析技术

主 编 高 霞 吴崇珍 王晓松
杨玉峰 王 倩

电子科技大学出版社

SHIYONG FENXI JISHU

实用分析技术

主　编　高　霞　吴崇珍　王晓松
　　杨玉峰　王　倩
副主编　王向工　王艳坤　朱伯仲
　　宋连卿　李婉茹　林　钰
　　赵红英　蒋永贵　韩春亮
　　（按姓氏笔划）

电子科技大学出版社

图书在版编目（CIP）数据

实用分析技术/高霞等主编．—成都：电子科技大学出版社，2005．7

ISBN 7-81094-894-6

Ⅰ．实... Ⅱ．高... Ⅲ．①环境监测—高等学校—教材②食品分析—高等学校—教材③土壤化学分析—高等学校—教材 Ⅳ．①X83②TS207.3③S151.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2005）第 088891 号

内 容 提 要

本书以分析化学为基础，运用相关知识，采用多学科手段，针对与人们生活及生产密切相关的食品质量、环境质量、土壤成分等进行定性或定量分析、测试的综合应用性学科。掌握本书分析技术，对各行各业的分析检测及相关工作具有重要的指导意义。

全书共分为三个部分：

第一部分环境监测。主要介绍环境、环境保护、环境污染与人体健康、污染治理技术及污染物检测方法。

第二部分食品分析。主要从食品营养、食品卫生、食品安全等方面介绍食品中水分、灰分、重要矿物元素、酸度、脂类碳水化合物、蛋白质和氨基酸、维生素、食品添加剂、食品中限量元素和农药残留量等的检测方法，并从理论上系统地解释了食品分析方法的原理及操作技术。

第三部分土壤分析。主要介绍土壤的基本化学特性分析，包括化学组成、交换性能、酸碱度、盐分等，为土壤分类、土壤改良、合理施肥等提供依据。

本书既是一门技术性较强的课程，又是一门应用学科，适用于理工科大专院校使用，也可作为质量监督部门、食品市场管理、环境监测部门工作人员的参考书目。

实用分析技术

高 霞 吴崇珍 王晓松
杨玉峰 王 倩 主 编

出 版	电子科技大学出版社（成都市建设北路二段四号，邮编：610054）
责任编辑	谢晓辉
发 行	电子科技大学出版社
印 刷	
开 本	787×1092 1/16 印张 22.75 字数 600 千字
版 次	2005 年 8 月第一版
印 次	2005 年 8 月第一次印刷
书 号	ISBN 7 -81094-894-6/0・48
印 数	1—2000 册
定 价	38.00 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

◆ 邮购本书请与本社发行科联系。电话：(028)83201495 邮编：610054。

◆ 本书如有缺页、破损、装订错误，请寄回印刷厂调换。

前　言

近年来，食品质量屡出问题，如假奶粉哺育的“大头儿”，假酒致人失明、打蜡大米、染色小米等。由于对食品的不放心，才派生出“放心馒头”、“放心豆腐”、“放心大米”、“放心肉”……“放心”招牌实质上反映了人们对食品的不放心，所以食品质量的监测、管理很有必要。

由于环境污染已经在威胁人类的生存问题，水污染严重的地区，癌症发病率上升，死亡人数逐年增加。养育人类几千年、上万年的大地，由于水污染和土壤污染已经长不出“无公害粮食”，长不出“绿色食品”。

《实用分析技术》着眼于分析化学、无机化学、有机化学等相关学科的实际应用，针对目前人们最关注的食品质量、环境污染等问题，着重介绍食品检验、水体监测、土壤分析，目的就是要唤醒人们的社会责任心——人类要爱护人类自身、爱护人类的生存空间，用科学的分析方法，保证市场中的食品是合格的、让人放心的，减少或降低环境污染的程度。

本教材，编者已在教学实践中使用多次，书中内容深受学生的欢迎。实践证明，经过《实用分析技术》课程的教学，强化了学生对基础知识的牢固掌握，培养了学生运用知识的能力，提高了学生的实验操作技能、知识层次和实际分析操作能力。

编写这本教材时，编者的指导思想和编写原则是：

1．国家相关的标准。根据国家标准规定的测定方法，介绍其测定原理、方法、实际操作要点等知识，使本教材所介绍的分析技术同时具备科学性和法律的规范性。

2．注意与理论知识（无机化学、有机化学、分析化学等）的衔接。测定原理论述较透彻，所以本教材所介绍的测定技术是建立在坚实的基础理论基石之上的，有利于学生今后在该领域的发展和进一步研究。

3．力求理论联系实际、结合生产和生活的实际情况。例如，在食品质量监测中，结合加工工艺、加工设备、食品添加剂种类等方面的实际情况介绍其测定方法。在环境监测方面，分析污染是怎样产生的，如何治理和减少污染所造成的危害，继而介绍其环境指标的测定技术。所以，这本教材所介绍的决不是孤立的、单项指标的测定，而是将相关知识一并作了介绍。

4．体现分析技术的科学发展趋势和先进性。随着分析仪器的不断开发、更新，分析技术也更趋准确、科学、快捷。所以，本教材在介绍准确地、经典的测定方法的同时，也介绍了

先进仪器、新技术在测定中的应用。

5．突出可操作性、实用性。对一些实际测定操作环节，介绍得很具体、很详细；对实验要点、实验注意事项强调得非常明确。所以，本教材易教、好学，也便于学生实际实验的操作和进一步探讨，利于培养形成可持续发展的学习能力。

本教材由高霞、吴崇珍同志主编，朱伯仲同志负责主审、统稿，参加编写的有：河南教育学院的高霞（第四章、第八章、第十七章）、吴崇珍（第十八章、第十九章、第二十一章）、王晓松（第十三章及第二章的第一节至第三节）、杨玉峰（第七章、第二十章）、王艳坤（第十五章及第二章的第四节）、韩春亮（第一章）、蒋永贵（第九章、第十章）、宋连卿（第十一章、第十四章）、朱伯仲（第三章第四节）、林钰（第三章第一节及第五节、附表），河南省电视大学的王倩（第五章、第六章、第十六章），河南省同位素研究所的赵红英（第十二章），河南省漯河市环保局的李婉茹（第三章第二节）、王向工（第三章第三节、第一章第二节、第二十一章第四节）。

由于编写时间仓促，作者水平有限，不当之处在所难免。我们诚恳地希望使用本教材的老师和同学提出宝贵的修改意见。

河南教育学院的张颂平老师为本教材的编辑出版做了大量的工作，在此一并感谢。

编　者

2005 年 7 月

目　　录

第一章　环境监测与环境科学..... 1

第一节　环境监测的必要性和迫切性..... 1
第二节　环境监测的原则和要求..... 14
第三节　环境监测技术..... 15
第四节　环境监测、环境评价的依据——环境标准 18
第五节　工业废水的产生及排放标准实例——以制革行业为例..... 21
思考题 30

第二章　水和废水分析监测..... 31

第一节　 保护水资源　造福人类..... 31
第二节　水质监测的项目..... 31
第三节　水质监测方案的制定..... 34
第四节　水样的采集、保存和预处理..... 36
思考题 40

第三章　水和废水监测分析方法..... 41

第一节　水样物理性质的测定..... 41
第二节　水样金属化合物的测定..... 49
第三节　水样非金属无机物的测定..... 75
第四节　水样有机化合物的测定..... 95
第五节　水样的生物测定..... 108
思考题 109

第四章　食品分析概论..... 110

第一节　食品分析的目的和意义..... 110
第二节　食品分析的内容..... 110
第三节　食品分析方法及发展方向..... 111

第五章　食品分析的基本知识..... 115

第一节　样品的采集、制备及保存..... 115
第二节　样品预处理..... 118
第三节　分析方法的选择..... 122

第六章　水分和水分活度值的测定..... 124

第一节　概述..... 124
第二节　水分的测定..... 125

第七章　灰分及几种重要矿物元素的测定..... 132
第一节　灰分的测定..... 132
第二节　几种重要矿物元素的测定..... 136
第八章　酸度的测定..... 143
第一节　概述..... 143
第二节　酸度的测定..... 146
第九章　脂类的测定..... 153
第一节　概述..... 153
第二节　脂类的测定方法..... 154
第十章　碳水化合物的测定..... 159
第一节　概述..... 159
第二节　可溶性糖类的测定..... 160
第三节　淀粉的测定..... 173
第四节　纤维的测定..... 178
第十一章　蛋白质和氨基酸的测定..... 180
第一节　概述..... 180
第二节　凯氏定氮法..... 181
第三节　氨基酸总量的测定..... 186
第四节　氨基酸的分离及测定..... 189
第十二章　维生素的测定..... 194
第一节　概述..... 194
第二节　脂溶性维生素的测定..... 195
第三节　水溶性维生素的测定..... 209
第十三章　食品添加剂的测定..... 220
第一节　概述..... 220
第二节　甜味剂——糖精钠的测定..... 221
第三节　防腐剂的测定..... 226
第四节　发色剂——硝酸盐和亚硝酸盐的测定 230
第五节　漂白剂——二氧化硫及亚硫酸盐的测定 235
第六节　食用合成色素的测定..... 240
第十四章　食品中限量元素的测定..... 245
第一节　概述..... 245
第二节　几种重金属离子含量的测定..... 246

第十五章　农药残留量及黄曲霉素的测定..... 258
第一节　食品中农药残留量的测定..... 258
第二节　食品中黄曲霉毒素的测定..... 275
第十六章　土壤样品的采集与制备..... 283
第一节　土壤样品的采集..... 283
第二节　土壤样品的制备和保存..... 287
第三节　土壤水分测定..... 289
第十七章　土壤中氮和硫的分析..... 291
第一节　土壤中氮的测定..... 291
第二节　土壤中硫的分析..... 301
思考题 306
第十八章　土壤中磷的测定..... 307
第一节　概述..... 307
第二节　土壤全磷的测定..... 308
第三节　土壤速效磷的测定..... 314
思考题 320
第十九章　土壤中钾的测定..... 321
第一节　概述..... 321
第二节　土壤全钾的测定..... 321
第三节　土壤中速效钾、有效性钾和缓效钾的测定..... 323
思考题 329
第二十章　土壤水溶性盐的分析..... 330
第一节　概述..... 330
第二节　土壤水溶性盐的浸提..... 331
第三节　土壤水溶性盐总量的测定..... 334
第四节　阳离子的测定..... 338
第五节　阴离子的测定..... 342
思考题 347
第二十一章　土壤中碳酸钙和硫酸钙的测定..... 348
第一节　概述..... 348
第二节　不溶性碳酸盐总量（$CaCO_3$、$MgCO_3$）的测定..... 348
第三节　土壤石膏的测定..... 351
第四节　土壤石膏需要量的测定..... 354
思考题 355
主要参考文献 356

第一章　环境监测与环境科学

第一节　环境监测的必要性和迫切性

一、环境问题

（一）什么是环境，《中华人民共和国环境保护法》明确指出：“本法所称环境是指大气、水、土地、矿藏、森林、草原、野生动物、野生植物、水生生物、名胜古迹、风景游览区、温泉、疗养区、自然保护区、生活居住区等等。”这就包括了整个自然环境、自然资源和生活环境，是作用于人类这一客体的所有外界影响与力量的总和。它的范围当然不限于上述内容，但这些内容是与我们关系最密切的，以法律形式强调必须保护的“环境”。就目前的科学技术发展水平，人类影响所及的范围要比环境保护法中明确的环境范围大得多。

综上所述，就人类而言，所谓环境就是人类的生存环境，它不同于生物（动、植物）的生存环境，也不同于所谓的自然环境，而是在历史发展中经人类改造过的自然环境。

（二）环境问题。我们所说的环境问题，不是自然灾害问题，而是由于人类活动作用于我们周围的环境，所引起的“公害”问题。

人类在漫长的发展过程中，有目的地利用和改造环境，与此同时，也不同程度地污染和破坏了环境，把自然环境转变为新的生存环境，而新的生存环境再反作用于人类……在这反复曲折的过程中，人类赖以生存的环境，也由简单到复杂。

环境问题的发生，从某种意义上讲是难免的。这首先与人类的认识水平有关。环境是非常复杂的，人类对它的认识随着科学技术的发展而发展。预见人类的活动对环境所引起的比较近期的、直接的后果还比较容易，但要预见到比较长远的、间接的影响就比较困难了。

众所周知，人类社会是在同环境的辨证发展中而发展起来的。但是，人类对自然的利用和改造的深度与广度，在时间上是随着人类社会的发展而发展的；在空间上是随着人类活动领域的扩张而扩张的。虽然，迄今为止，人类主要还是居住于地球表层，但人类的活动领域已不仅限于地球表层，而已深入到地壳的深处，所以，环境问题所涉及的范围也越来越广泛，环境污染问题也越来越严峻。

严峻的环境问题向人类敲响了警钟：人口增长、粮食需求增加、资源消耗增大；环境污染在加剧，生态破坏在蔓延，水土在流失，沙漠化土地在扩大，森林在锐减，植被在减少，温室效应在加重，气候在恶化，物种在迅速减少，臭氧层正遭受破坏，整个地球生态变得越来越脆弱。

生态系统的平衡是脆弱的。尽管生物的再生能力很强，保证了生态系统的自我调节能力，但是，地球上生物和非生物之间，即生态系统的内部相互依赖是相当密切，以致任何一个环节都潜在着由于受到冲击而难以恢复的危险，一旦那种微妙的平衡被破坏，就有可能造成预料不到的、有时是毁灭性的后果。更为严重的是，迄今为止，我们对地球和生态系统的了解很肤浅，还有很多东西未被认识。地球的许多惊人而复杂的力量一旦迸发出来，如同蛋壳似的脆弱的生态平衡有可能在一瞬间被打破。

正是这种脆弱的生态平衡被打破，给人类社会文明带来了严重后果。从土耳其发源的底格里斯河及幼发拉底河之间，原为肥沃之地，亦为世界文明发源地之一，曾经哺育了巴比伦文明。后来，由于植被受到破坏，丰腴富饶的美索不达米亚平原变成了片片沙漠，巴比伦文明随之衰落、消失。印度和巴基斯坦之间的塔尔平原，曾是印度河流域的农业富庶地区，由于上游植被遭破坏，水土流失加剧，风沙紧逼，形成了 65 万 km^2 的塔尔大沙漠。我国的黄河流域，曾是文明发源地，由于同样的原因，已变成光秃秃的黄土高原。前苏联帮助埃及建设的阿斯旺水坝，目的用于灌溉和发电，却使尼罗河水文等生态条件发生很大变化，农田土壤盐渍化，坝内水中的营养物减少，水质变差，鱼类产量锐减，血吸虫的寄生蜗牛和疟蚊增加，疟疾、血吸虫病流行，严重破坏了当地的农业生产条件，加剧了对人类的危害。

地球作为人类生存和发展的活动场所，正在失去平衡。如果不立即行动起来拯救地球，那么，总有一天，地球将成为不毛之地，像月球一样没有生命。到那时，人类将随之消失。

《自然保护大纲》中有一句名言：环境不是我们从先辈那里继承来的，而是从子孙后代那里借来的。所以，每一个人都应对环境问题多一份关心，对环境多一份爱护，从爱护身边的一草一木、一山一水做起，大自然将会更加慷慨，给人类更多的赐予，以实现人类与环境的协和发展。

（三）环境污染与人体健康。地球上的一切生物，其中包括人类，都是生活在地球的表层，这个表层叫做生物圈，它的范围包括约 11km 厚的地壳和约 15km 以下的大气层。这里的空气、水、土壤和岩石为生命活动提供了必要的物质条件。人类的生活和生产活动基本上都是在这个生物圈内进行的。

人类和各种生物都是地壳发展到一定阶段的产物。大家都知道，生命是以蛋白质的方式生存着，并以新陈代谢的特殊形式运动着。因此，从机体的新陈代谢过程，可以看出人类与环境的关系是非常密切的。即，生命是蛋白质存在的方式，这个方式的基本因素在于和它周围的外部自然界的不断新陈代谢。

人体通过新陈代谢和周围环境进行物质交换。物质的基本单元是化学元素。人体各种化学元素的平均含量与地壳中各种化学元素含量相适应。例如，人体血液中的 60 多种化学元素含量和岩石中这些元素含量的分布规律是一致的。它们有明显的相关性（见图 1-1）。

从图 1-1 中可以看出，化学元素是把人和环境联系起来的基本因素。自然界是不断变化的，人体总是从内部调节自己的适应性来与不断变化的地壳物质保持平衡关系。

环境污染使某些化学物质突然地增加和出现了环境中本来没有的合成化学物质，破坏了人与环境的对立统一关系，因而引起机体病变甚至死亡。

人们在生产和生活过程中，排入大气、水、土壤等环境并引起环境污染或环境破坏的物质，叫做环境污染物。

当前主要的环境污染物及其来源如下：

1．生产性污染物

工业生产所形成的“三废”（即废水、废气、废渣），如果未经处理或处理不当即大量排放到环境中去，就可能造成空气、水、土壤、食物等环境的污染。

农业生产中农药（杀虫剂、杀菌剂，除草剂，植物生产调节剂等）的广泛长期应用，造成了农作物、畜产品及野生生物中农药残留，空气、水、土壤也可能受到不同程度的污染。

化肥的使用，使农作物增产，但过量不均衡施肥，不仅降低了农产品品质，还给环境带来严重污染。化肥污染主要有三个方面：一是，化肥中的氮元素等进入大气后，增加了“温

室气体”，导致温度升高；二是，残留在土壤中的化肥被暴雨冲刷后，汇入水体，加剧了水体的富营养化，导致水草繁生，许多水塘、水库因此而变臭，成为“死水”；三是，一旦土壤中某些营养元素过多，还会造成土壤对其他元素的吸收性能下降，从而破坏土壤的内在平衡。

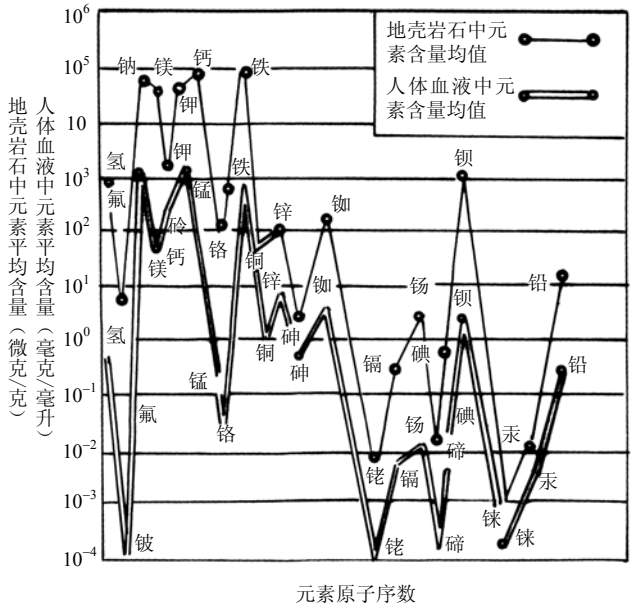

图 1-1　人体血液和地壳中元素含量的相关性

2．生活性污染物

粪便、垃圾、污水等生活废弃物的处理不当，也是污染空气、水、土壤以及孳生蚊蝇的重要原因。随着人口增长和消费水平的不断提高，生活垃圾的产生量大幅度上升，垃圾的性质也发生了变化，如生活垃圾中增加了塑料及其他高分子化合物等成分，增加了无害化处理的难度。粪便可用作有机肥料，但如果无害化处理不当，也可造成某些疾病的传播。

3．放射性污染物

对环境造成放射性的人为污染源主要是核能工业排放的放射性废弃物、医用及工农业用放射源以及核武器生产和试验所排放出来的废弃物和飘尘。

目前，医用放射源占人为污染源的很大一部分，必须加以控制。放射性物质的污染波及空气、河流或海洋水域、土壤以及食品等，可通过各种途径进入人体，形成内照射源。医用放射源或工农业生产中应用的放射源还可使人体处于局部的或全身的外照射中。

影响人体健康的环境污染物种类繁多，大致可分为三类：化学性污染物、物理性污染物及生物性污染物。

环境污染对人体的危害，是一个十分复杂的问题。有的污染物在短期内，通过空气、水、食物链等多种介质或几种污染物联合大量侵入人体，而造成急性危害。也有些污染物小剂量持续不断地侵入人体，经过相当长时间才显露出对人体的慢性危害或远期危害，甚至影响子孙后代的健康。总之，这是环境科学工作者面临的一项重大研究课题。现就近几十年来，在国内外发生的，由于环境污染造成的对人体的急、慢性和远期的危害分述如下：

1．急性危害

从 20 世纪 30 年代到 70 年代，在一些发达的资本主义国家中，相继出现了不少污染事件，

引起人群中毒死亡。例如，由于烧煤排出的飘尘和SO_2造成的急性烟雾事件（见表 1-1）。

表 1-1　几次烟雾事件发生的情况

发生年月	国　家	地　点	主要污染物	中毒人数	死亡人数
1930 年 12 月	比利时	马斯河谷	SO_2烟尘	几千人	60 人
1948 年 10 月	美国	多诺拉	SO_2烟尘	6000 人	17 人
1952 年 12 月	英国	伦敦	SO_2烟尘	—	4000 人
1962 年 12 月	英国	伦敦	SO_2烟尘	—	750 人

上述大气污染引起的急性烟雾事件，虽然发生在不同国家和不同地区，但却有其共同之处：谷地或盆地，无风或微风，出现逆温，有排放大量污染物的污染源存在。

1952 年 12 月 5～9 日，是伦敦多次烟雾事件中最严重的一次，当时的逆温层在 60～90m 的低空，从家庭炉灶和工厂烟囱排出来的烟尘、SO_2被封盖在下面，扩散不出去，污染物不断蓄积。在雾的初期，伦敦市民感到胸闷、咳嗽、嗓子痛以至呼吸困难，进而发烧，在浓雾后期，死亡率急剧上升，支气管炎死亡率最高，其次是肺炎，肺结核以及患有其他呼吸系统疾患和循环系统疾病的病者相继死亡，尤其是老年和幼儿患者死亡率更高。病理解剖发现，死者多属急性闭塞性换气不良，造成急性缺氧或引起心脏病恶化而死亡。

为了弄清伦敦烟雾事件致死的原因，有学者分析了 1952～1962 年的四次烟雾事件。（见表 1-2）

表 1-2　四次伦敦烟雾事件的比较

时　　间	飘尘浓度（mg/m^3）	SO_2浓度（mg/m^3）	死亡人数
1952 年 12 月	4.46	3.8	4000
1956 年	3.25	1.6	1000
1957 年	2.40	1.8	400
1962 年 12 月	2.80	4.1	750

从表中可以看出，死亡人数有随飘尘浓度降低而减少的趋势。对比 1952 年和 1962 年两次烟雾事件情况来看，二者发生的时间一致，当时的气象条件基本相同。而 1952 年的飘尘浓度比 1962 年将近高一倍，但 1962 年的SO_2浓度却比 1952 年稍高，可是 1962 年的死亡人数反而减少了 80%以上，由此可见，造成伦敦烟雾事件的“主犯”是飘尘，而帮凶是SO_2。英国当局把消除大气污染的重点放在除尘上，取得了卓有成效的结果，从 1962 年以来，伦敦再也没有发生烟雾事件了。这点是值得人们借鉴的。

光化学烟雾，也是近年来美、日等国经常发生的一种急性危害。这是汽车排气中的氮氧化物和碳氢化物在阳光紫外线照射下，形成光化学氧化剂[O_3.NO_2、NO 和过氧乙酰硝酸酯(PAN)等]，与工厂排出的SO_2遇水分产生硫酸雾相结合而形成的光化学烟雾。当大气中光化学氧化剂浓度达到 0.1ppm 以上时，就能使竞技水平下降；达到 0.2～0.3ppm 时，就会造成急性危害。主要是刺激呼吸道黏膜和眼结膜，而引起眼结膜炎，流泪、眼睛疼、嗓子疼、胸疼，严重时会造成操场上运动的学生突然晕倒，出现意识障碍。经常受害者能促使衰老，缩短寿命。这种光化学烟雾事件，多发生在汽车多的城市，如美国的洛杉矶，日本的东京等。我国随着经

济建设迅速发展，大中城市汽车日益增多，应引起重视。改革内燃机及其燃料，是控制光化学烟雾污染的方向。

放射性物质对人的危害也时有发生，全世界曾发生过160多起核电站泄出放射性物质的事故。前苏联1986年4月26日切尔诺贝利核电站第四号反应堆起火燃烧，这次事故规模之大，程度之严重，后果之深远，都是举世无双的。死亡人数超出2000人，1992年6月，确认已有6000～8000人死于切尔诺贝利核辐射，该事故还严重污染了前苏联境内土壤最肥沃的地区。不仅如此，核事故还给这个田园诗般的地区带来了一场无尽无休的灾难：儿童生病、死亡率不断上升、动物畸形，贫血病人增加了114%，患呼吸道疾病的增加了4倍。据调查，当地牧草和水面已受到铯、锶及其他同位素的污染，尽管已经把表土掘起并搬走，辐射仍比安全标准高出4倍。切尔诺贝利核事故还殃及邻国。

印度中部博帕尔的毒气渗漏事故，是一起化学工业史上最大的悲剧，也是印度历史上最严重的工业事故之一。事故缘于美国联合碳化物公司在印度中部的博帕尔所建立的生产基地，它生产一种叫甲基异氰酸盐的气体，是制造农药西维因和涕灭威的原料。1984年12月3日凌晨，该工厂的地下储气罐内压力突然增大，一个阀门破裂，从中漏出45吨左右的毒气，当这些致命的毒气开始渗出时，人们正在熟睡中，毒气噎得人们无法从床上爬起，当场就使该城内的400多人因窒息而死亡，12 000多人被送进医院，最终造成2000多人死亡。

1985年12月4日，即印度在纪念1984年毒气事件一周年的第二天，在新德里又发生了什里拉姆化肥厂硫酸外漏事件。

环境污染对人体造成的急性危害，近年来在我国也有发生，现举数例如下：

桂林永福县某村在水稻抽穗扬花时，用西力生农药（含2%氯化乙基汞）喷洒，防治稻瘟病，每亩0.56斤，10天后收割，稻米分给村民吃，184人中有62人中毒，大米含汞量达0.62～0.7mg/kg。

2004年我国某地发生的SO_2泄漏事件，造成附近居民出现不同程度的中毒症状。

2001年11月1日，开往洛阳洛宁县深山金矿的氰化钠（NaCN）储罐倾倒在深山的小河边，可以让几百万人立即毙命的含 30%氰化钠的剧毒液体沿着河道，像一条冷漠的蛇，悄悄向北延伸，向居住着千万人的洛河流域、郑州市区方向流动。沿河的牛、羊在河边喝了几口水，来不及转身，便倒地死亡。岸边的村民目睹了死亡，哀叹道：“别说鱼虾了，白花花地漂，就连长寿的王八也漂起来了。”

2．慢性危害

水体和土壤污染对人体造成的慢性危害，国内外事例也屡见不鲜，现举例如下：

（1）水俣病（甲基汞危害）

1956年发生在日本熊木县水俣湾地区，因地命名，故称水俣病，是一种中枢神经受损害的中毒症。重症临床表现为：口唇周围和肢端呈现出神经麻木（感觉消失了），视野狭窄，听力下降，语言障碍，运动失调。但慢性潜在性患者，并不完全具备上述症状。据日本环境厅资料显示，水俣湾地区截至1979年1月被确认受害人数为1004人，死亡人数206人。1964年又在新泻县阿贺野川下游发现此病，此后在鹿儿岛、有明海等也报道有此病发生。

病因是什么?经日本熊本大学医学院等有关单位调查研究，证明是建立在水俣湾地区的水俣工厂，在生产乙醛时，用硫酸汞作催化剂（每生产一吨乙醛，要用一公斤硫酸汞），在硫酸汞催化乙炔的反应过程中，副产品甲基汞随废水排入水俣湾海域，同时也有无机汞排出。此无机汞在水体中经微生物作用或经鱼体也可甲基化。甲基汞经水中食物链富集，使鱼体含汞

量达到 20～30ppm（1959 年）甚至还高。当地渔民或水俣湾水产销售的地区，大量吃这种含甲基汞的鱼而得此病。病情的轻重，取决于摄入的甲基汞剂量，短期内进入体内的甲基汞量大，发病就急，出现典型症状。长期小量，发病就慢，症状也不典型。总之，吃含甲基汞的鱼及水产品，都遭到程度不同的危害。日本和瑞典学者研究结果认为，每日每公斤体重摄入的甲基汞量，不应超过 0.5μg（日本）或 0.4μg（瑞典）。

（2）铬对人体的慢性危害

我国某地区的铁合金厂，排出含铬废水，污染附近地下水，有的井水含铬量，最高超过我国生活饮用水卫生标准 400 倍。该厂附近的居民，由于长期饮用被铬污染的水，发生口角糜烂、腹泻、腹痛和消化道系统紊乱、病变。

（3）镉对人体的危害

典型的是日本神通川疼疼病事件。日本神冈炼锌厂将含镉污水排入神通川，经灌渠流入两岸农田，水稻成为“镉米”，当地居民喝的是含镉的水，吸的是镉毒的空气，生活在严重的镉污染环境中，时间一长，就因镉中毒而患上“疼疼病”——腰、手、脚等关节疼，全身神经疼，骨头疼，继而不能行动，甚至连呼吸都痛得难以忍受，直至在衰弱疼痛中死去。

此外，环境污染引起的慢性危害，还有许多临床症状。

环境污染对人体的急性和慢性危害的划分，只是相对而言，关键是要看剂量反应程度。如在短期内，食入大量含毒性物质，也会引起急性危害。

3．远期危害

（1）致癌作用

环境中致癌因素主要有物理、化学和生物学因素。物理因素，如放射线体外照射或吸入放射性物质引起的白血病、肺癌等。生物学因素，如热带性恶性淋巴瘤，已证明是由吸血昆虫传播的一种病毒引起的；鼻咽癌与 EB 病毒密切相关，肝吸虫与肝癌，血吸虫与结肠癌等关系也较为密切。化学因素，根据动物实验证明，有致癌性的化学物质达 1100 余种。已经证实对人有致癌作用的，有 18 种已列为美国华盛顿国家保健研究中心所管制的化学致癌物，这 18 种化学致癌物是：① 2 一乙酰胺基芴，② 4 一硝基联苯，③ 4 一氨基联苯，④ 联苯胺及其盐类，⑤ 双氯甲醚，⑥ 8 一萘胺，⑦ o 一萘胺，⑧ 2，3 一二氯联苯胺及其盐类，⑨ 9 一丙内酯，⑩ 4 一二甲基氨基偶氮苯，⑪ N 一二甲基亚硝胺，⑫ 甲基氯甲基醚，⑬ 乙撑亚胺，⑭ 4，4 一甲叉（双）一 2 一氯苯胺，以及近年增加的石棉、苯、砷及氯乙烯共 18 种。其中有的就是广泛污染环境的污染物。如砷和石棉等。

此外，燃煤、燃油所排出的多环芳烃类，均含有强致癌物或间接致癌物，吸香烟的烟中也含有这种物质，它们不仅是大气污染物，也是室内空气污染物。近几十年来，城镇居民死亡原因发生了很大变化，过去以急、慢性传染病死亡占首位，但近年来，传染病死亡已退出前十位，而恶性肿瘤已跃居第一位。研究表明：人类的癌症由病毒引起的不超过 5%，由放射线引起的在 5%以下，由化学物质引起的占 90%。而外界环境中这些化学物质主要来源是工业“三废”。大量统计资料说明，环境污染与癌症死亡率密切相关，大气污染与肺癌有显著的相关性。

（2）致突变作用

由于环境中某些污染物质进入生物机体后，能使机体细胞中的基因物质改变其原有的特性。如果这些污染物质作用于人体的生殖细胞，则其后代将要携带这种突变的基因于其细胞中，而使其子孙后代发生遗传突变。一些常用的农药，如敌百虫、敌敌畏、乐果、滴滴涕及

六六六等，在动物实验中，都有明显的致突变作用。

（3）致畸作用

致畸因素有物理、化学和生物学因素。物理因素如放射性物质，可引起眼白内障、小头症等畸形（日本广岛、长畸原子弹爆炸区调查资料证实）。生物学因素，已证实母体怀孕早期感染风疹等病毒，能引起胎儿畸形等。化学因素是近几十年来研究比较多的，从 1959～1961 年前西德生产的（Thlidomide）苯巴比妥安眠药，俗称“反应停”，孕妇在妊娠反应时服用引起“海豹症”畸形震动了世界以来，各国对农药、医药、食品添加剂、职业接触毒物和环境化学污染物，都在进行着广泛的致畸研究。有些污染物已经查明对人有致畸作用，如甲基汞能引起胎儿性水俣病，多氯联苯（PCB）能引起皮肤色素沉着的“油症儿”等。此外，农药由于种类多、使用量大，在使用过程中对环境的污染和食物上的残留问题都较大，且多具有胚胎毒性，因此，国内外对农药致畸作用的研究也较多。经动物实验证明有致畸作用的农药有：敌枯双、螟蛉畏、有机磷杀菌丹、灭菌丹、敌菌丹、五氯酚钠等。

环境化学污染物以及多种因素的联合致畸问题需要加强研究，以造福子孙后代。

（4）致敏作用

不少环境污染物，可作为致敏原引起变态反应性疾病。如棉尘、亚麻尘能引起呼吸道变态反应性疾病。生漆、二硝基氯苯、酚醛树脂等，常常引起过敏性皮炎，镍盐、砷盐等粉尘，也可引起过敏性皮炎、过敏性鼻炎等。

现以污染较重的制革工业为例，说明对环境的污染。

制革污水不经处理就排放，会对人类健康、渔业、农业和环境等方面都造成很大危害。

1．对人体健康的危害

制革废水含有许多致病的微生物而使传染病蔓延。

制革过程所用的防腐剂、染料等原料大多是含酚基复杂的有机化合物，这些有害物污染水体后，有致癌的威胁。

制革所用的铬鞣剂是一种有毒物质，铬这种重金属化合物很难被生物氧化分解，同时通过食物链浓缩进入人体引起慢性中毒。当六价铬含量超过 0.1mg/L 时，就可导致人体中毒，它刺激、腐蚀皮肤黏膜及消化系统，并在人体内积蓄，甚至导致消化道的癌症。

制革过程要用大量的酸、碱、盐类化合物，以及在整理、涂饰工序要用品种繁多的各种涂饰剂，要用各种染料染色，如此等等，都将造成对水体的污染。

总之，制革污水对人体的危害是惊人的并且潜伏期很长。

2．对渔业生产的危害

危害表现在几个方面：使鱼类直接中毒死亡；降低水产质量，使优质鱼类减少；降低鱼类食用价值；影响鱼类繁殖。

3．对农业的危害

主要是对农作物和土壤的危害。危害的途径有下列三个方面：

（1）水体中污染物浓度过高，直接杀死农作物。根据试验，废水含酚浓度在 800mg/L 以上，水稻就会枯死。

（2）毒物被农作物吸收，危害人体。

（3）破坏土壤。改变土壤物理化学性质，使土壤盐碱化，影响土壤中微生物活动等。

4．影响工业和生活用水

（1）影响工业用水。许多工业部门如电子、化工、纺织等都要求干净的水。水源污染后，

既增加了水处理费用，又影响了工业产品质量。

（2）妨碍生活用水。水源污染后，经过处理后的生活用水，水质常常达不到饮用水标准。

（3）污染地下水源。

二、环境科学

环境问题，自古有之，环境科学知识的积累也是由来已久的，只是到了20世纪中期，在许多发达的国家出现大污染事件之后，环境科学才突飞猛进地迅速发展起来。

环境科学就是以“人类与环境”这对矛盾为对象，研究其对立统一关系的发生、发展，研究人类如何调节、控制及改造利用环境的科学。

环境科学的基本任务是：研究人类与环境之间的辨证关系，掌握它的发展规律，调控人类与环境之间的物质和能量的交换过程，寻求解决矛盾的途径和方法，改善环境，造福人类，促使人类与环境的协调发展。

在任何工程的规划设计中，都必须把生产理念和生态理念结合起来，一定要考虑它的环境效果和社会效果。否则，就不可能处理好“人类—环境”的对立统一关系，不可能规划设计出协调的“人类—环境”系统。例如，上世纪，前苏联在埃及尼罗河上援建的阿斯旺水坝，因忽视了生态环境问题，造成该地区传染病大传播。我国三峡工程吸取了历史的教训，多次组织专家论证了几十年，以期设计出更合理的“人类—环境”系统，并随时把它调控到最优化状态。目前，我国对企业生产项目、大的工程项目等都要进行环境影响评价，分析其可行性及不可行性，寻求经济发展与环境的协调统一。

环境科学是正在迅速发展中的新兴科学，它的研究范围非常广阔，内容十分丰富，可概括归纳为以下几个方面：

1．关于环境科学基本理论的研究

作为一门新兴科学如何以辨证唯物主义和历史唯物主义为指导，运用有关的现代科学理论（如系统论、信息论、控制论等），总结古今中外利用和改造环境正反两方面的经验，批判地扬弃、继承和发展古今中外有关环境科学的理论，以建立与现代科学技术发展水平相适应的环境科学基本理论是十分重要的，它应是理论环境学研究的主要内容，其中包括：环境科学方法论，环境质量评价的原理和方法，合理布局的原理和方法，综合利用；联合企业及生产地域综合体组成的原理和方法，环境区域规划和环境规划的原理和方法以及人类生态系统的结构功能等的研究。最终目的是建立一套调控人类与环境之间的，通过生产和消费活动进行的物质、能量和信息交换过程的原理和方法，为解决“环境问题”提供方向性和战略性的科学依据。

2．关于环境科学基础知识的研究

这里既可以对聚落环境、区域环境以及全球环境的组成、结构、功能、性状、质量等基础知识进行综合研究，也可以根据环境的组成和性质以及人类活动的种类和性质而分别加以研究。比如，根据环境的组成而分别研究人类活动对大气环境、水域环境、土壤环境、生物环境和社会环境等的组成、结构、性状、功能和质量的改变，以及这种改变反过来对人类活动与健康的影响；根据环境的性质而分别研究人类活动所引起的振动、噪声、热污染、射线污染以及采矿、交通、大规模农田水利基本建设对环境的物理性状和质量的改变和“三废”污染对于环境的化学性状和质量的改变及这些改变反过来对人类活动与健康的影响，特别是对污染物在环境中迁移转化的规律、净化过程和机制及其命运和归宿等的研究，更是基础知

识研究中的重要内容。

3．关于环境工程的研究

环境系统工程和防治工程是我们制订环境保护和改善规划、设计并付诸实施的重要手段，是环境科学研究中不容忽视的内容。

4．关于环境管理的研究

环境管理在环境保护中的重要性愈来愈为人们所认识，特别是在我国更是如此。众所周知，我国的环境污染在很大程度上是由于管理不善造成的，因此，近年来我们的环保工作逐渐由单纯的治理转到以管促治、防治结合、以防为主的轨道上来。环境管理也相应地成为环境科学研究的重要课题。其主要内容是研究如何在组织上建立以地方为主的高效的管理机构，在手段上建立以立法和规划为主的管理体制，在方法上建立以环境影响评价为主的管理制度。关键是要有健全的机构，认真负责地制订和执行环境法、环境政策、环境标准、环境条例和环境规划，中心环节是制订好土地利用规划，掌握着土地利用批准权，这样才能对环境实行有效的管理。

环境科学发展的过程是一个由简单到复杂，由低级到高级的逐渐完善和逐渐深化的过程。例如，在环境科学发展的初期，对于“三废”污染物主要是考虑治理的问题。实践证明，污染之后的治理是被动的，所以就提出回收利用、闭路循环。但是，要实现回收利用和闭路循环都要再投入物质和能量，因而，这并不是理想的最终解决问题的办法。

现在主张预防为主、提倡清洁生产理念，重视对环境资源的保护。以“谁污染，谁治理”为原则，国外称之为污染者支付费用原则。污染者要支付治理污染的费用，以及支付因污染造成损失的费用。制定了按排放污染物的数量和浓度收取排污费的制度，对违犯环境法的单位和行为予以罚款或追究其刑事责任。

对严重污染和破坏环境引起人员伤亡或造成农、林、牧、副、渔业重大损失的单位及直接责任人，要追究行政责任、经济责任直至依法追究刑事责任。

5．关于环境经济学的研究

环境经济学是环境科学的重要分支，是一门新兴的经济学科。它是在环境污染日益严重的历史条件下，为解决发展经济与保护环境之间的矛盾应运而生的。

环境经济学的基本内容是：

（1）研究自然资源的开发利用对环境的影响及其经济效益

自然资源的开发利用是人与环境进行物质交换的主要方面。自然环境中哪些物质要素可以成为自然资源呢？这取决于生产力发展的水平。例如，过去由于生产力水平所限，只把铁矿石作为“自然资源”来开发，其他共生和伴生的各种金属和非金属元素统统视为矿渣，作为废物堆集。随着选矿和冶炼技术的提高，原来的矿渣成为新的自然资源，甚至比铁矿石还要珍贵的资源。

对自然资源的开发利用要充分考虑保持自然生态的平衡。否则，将会发生意想不到的后果。希腊、小亚细亚、美索不达米亚以及其他地区的居民，为了得到耕地，把森林都砍光了，但是他们却想不到，这些地方却因他们当年的行为，而今成为荒芜不毛之地。因为他们把森林都砍光了，水分积蓄和贮存的中心也不存在了。

所以，自然资源的开发利用要和环境保护紧密联系起来，那种以牺牲环境、破坏资源为代价来换取一时一地的经济发展的做法绝对不可取，这方面的教训已经够多了。

（2）研究防治环境污染的经济效果