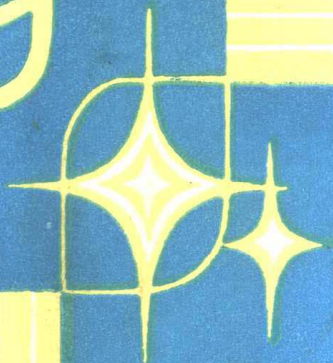




全国高等农业院校教材

全国高等农业院校教材指导委员会审定



环 境 监 测

● 何增耀 主编

● 农业环保等专业用

农 业 出 版 社

全国高等农业院校教材

环 境 监 测

何增耀 主编

农业环境保护专业用

农 业 出 版 社

10
18
19
32
11
10
131
196
100
135
93
166
143
116
178
121
138
123
171
77
36
45
99
96
32
05
12
51
20
14
41
96
62
54
70
57
14
35
13
43
26
95
08
15
19
97
05
93
73

内 容 简 介

环境监测是环境科学中的一门综合性实用技术和应用科学。本书比较系统全面地介绍了环境监测学科的基本知识、基本原理和基础技术。全书分为理论和实验两部分。理论部分共分10章，依次是：绪论、水体污染监测、大气污染监测、土壤污染监测、固体废弃物监测、生物体污染监测、环境污染的生物监测、噪声污染监测、放射性污染监测、监测数据处理和质量保证。实验部分编写了实验22个。每章末附有复习题和参考文献，书末附有有关的环境标准。

本书可作为高等农、林、牧、水产等院校的环境保护专业的教学用书，也可供有关专业环保科技人员使用和参考。

主 编 何增耀 (浙江农业大学)

编写者 (以姓氏笔画为序)

王凯雄 (浙江农业大学)

朱煜光 (浙江省环境保护研究所)

陈宜宜 (浙江农业大学)

杨林书 (北京农业大学)

青长乐 (西南农业大学)

蒲富永 (西南农业大学)

主审人 戚文彬 (杭州大学)

审稿人 王寿祥 (浙江农业大学)

袁 丙 (浙江农业大学)

前 言

根据全国高等农业院校教材指导委员会1989年确定的高等学校农科本科“七五”教材建设规划,“环境监测附实验指导”为指令性计划选题,作为农业环境保护专业本科生的教材。

本书由浙江农业大学牵头,西南农业大学、北京农业大学、浙江省环保研究所等单位参加,以浙江农业大学环境保护系的“环境监测”讲义为基础,吸取其他院校的特长,收集国内外环境监测发展的最新资料编写而成。编写的指导思想是:尽可能全面反映当今环境监测学科的基本内容,同时注意对与农业有关的内容有所侧重。

本书分为理论和实验两部分。理论部分共分10章,依次是:绪论,水体污染监测,大气污染监测,土壤污染监测,固体废弃物监测,生物体污染监测,环境污染的生物监测,噪声污染监测,放射性污染监测,监测数据处理和质量保证。实验部分编写了实验22个。各校可根据自己的特点在讲课和实验内容上有所选择和侧重。总学时数安排在90—130学时之间。

本书第1、2、6章由何增耀编写,第3章由蒲富永编写,第四章由青长乐编写,第五章由王凯雄编写,第7、9章由陈宜宜编写,第8章由朱煜光编写,第10章由杨林书编写,实验部分由王凯雄、陈宜宜编写。附录由何增耀选编。

本书由杭州大学戚文彬教授主审。浙江农业大学王寿祥副教授和袁丙副教授分别审阅了第9章和第10章。本书的出版是在农业院校教材指导委员会、农业部和农业出版社许多同志的关心、支持和帮助下完成的。在本书编写过程中王凯雄副教授协助主编做了许多工作,在此一并致谢。

由于编者水平有限,书中疏漏和错误之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

1990年12月

目 录

第一章 绪论	I
第一节 环境监测的目的和分类	1
一、环境化学分析和环境监测	1
二、环境监测的目的和分类	2
三、环境监测的原则	3
四、环境监测的特点	4
第二节 环境监测的方法和技术	5
一、对环境监测分析方法的要求	5
二、环境监测分析方法和技术	5
第三节 环境标准	7
一、环境标准的分类和分级	7
二、水质标准	7
三、大气标准	8
四、其他标准	8
第四节 环境监测分析的发展趋势	8
一、环境监测分析的发展趋势	8
二、我国环境监测分析的进展	9
复习题	11
参考文献	11
第二章 水体污染监测	12
第一节 水体及水体污染	12
一、水体污染及其类型	12
二、水体污染源	14
第二节 水样的采集和保存	14
一、污染源和水系污染调查	15
二、采样断面和采样点的设置	16
三、水样的采集	18
四、水样的保存	22
五、水样的预处理	23
第三节 物理指标的测定	25
一、温度	25
二、颜色	25
三、臭	26
四、浊度	27
五、透明度	28

六、残渣	28
七、电导率	29
第四节 水质pH和 E_h 的测定	30
一、水质pH值	30
二、氧化还原电位 E_h	31
第五节 有机污染指标的测定	32
一、溶解氧	33
二、生化需氧量 (BOD_5)	35
三、化学需氧量 (COD)	37
四、总需氧量 (TOD)	38
五、总有机碳 (TOC)	39
第六节 含氮污染物的测定	39
一、氨氮	40
二、凯氏氮	41
三、亚硝酸盐氮	42
四、硝酸盐氮	43
第七节 非金属无机污染物的测定	45
一、砷化物	45
二、硒化物	47
三、氰化物	48
四、氟化物	50
五、氯化物	52
六、硫化物	54
七、磷酸盐	55
八、硫酸盐	56
九、离子色谱分析法 (IC)	57
第八节 金属污染物的测定	58
一、原子吸收光度法测定多种金属	59
二、阳极溶出伏安法测定铜、铅、锌、镉	62
三、双硫腙萃取光度法测定汞、锌、铅、镉	64
四、铜的光度法测定	65
五、铬的光度法测定	65
第九节 有机污染物的测定	66
一、油分	66
二、酚	68
三、有机氯农药	69
四、洗涤剂 (表面活性剂)	70
第十节 底泥分析	71
一、底泥采样	71
二、底泥样品的制备	72
三、底泥分析的项目和方法	72
第十一节 水质污染自动监测系统	72

一、概述	72
二、综合水质监测装置	73
三、水质污染自动监测实例	74
四、水质监测船(车)	77
复习题	77
参考文献	78
第三章 大气污染监测	79
第一节 大气及大气污染	79
一、大气层	79
二、大气的组成	79
三、大气污染及污染物	80
四、大气污染源	80
五、大气污染物的分类	81
六、大气污染物的时空分布	81
第二节 大气监测试样的采集	83
一、大气监测的布点	83
二、采样时间和频率	85
三、大气样品的采集	85
四、采样效率及评价方法	88
五、最小采气体积	89
六、样气体积的换算	89
第三节 大气气态污染物的测定	90
一、二氧化硫的测定	90
二、硫化氢的测定	92
三、氮氧化物的测定	93
四、氨的测定	95
五、一氧化碳、二氧化碳的测定	96
六、总碳氢化合物的测定	98
七、甲醛的测定	99
八、氧化剂的测定	99
第四节 大气颗粒物的测定	101
一、总悬浮颗粒物的测定	101
二、降尘量的测定	102
三、可吸入颗粒物的测定	103
四、颗粒物的组分测定	103
第五节 标准气的配制	105
一、静态配气法	106
二、动态配气法	108
第六节 烟道气的测定	109
一、采样位置和采样点的选择确定	110
二、烟尘浓度的测定及烟尘排放量的计算	110
三、烟道气中硫氧化物的采样与监测	113

第七节 酸雨及其它有关的大气污染监测	114
一、酸雨的测定	114
二、汽车尾气的监测	116
三、车间等室内空气污染的监测	118
第八节 大气污染自动监测	119
一、大气污染自动监测系统	120
二、监测车	121
三、激光和遥感技术的应用	122
复习题	123
参考文献	123
第四章 土壤污染监测	124
第一节 土壤的化学成分与背景值	124
一、土壤的化学成分	124
二、土壤背景值	126
三、土壤污染	128
第二节 土壤污染物与污染源	130
一、有害元素	131
二、农药污染	132
三、酸类污染物	132
四、其它污染物	133
第三节 土壤样品的采集与制备	134
一、调查	134
二、布点	135
三、土样采集	137
四、土样风干	137
五、土样制备	138
第四节 土壤样品的预处理	140
一、样品的分解	140
二、样品的提取	143
第五节 土壤中污染物的测定	148
一、土壤全汞的测定	148
二、土壤中砷的测定	149
三、土壤中铬的测定	149
四、土壤中铜、锌、铅、镉、锰、镍等金属全量的测定	149
五、土壤中金属元素的形态分析	150
六、土壤中有机氯农药的测定	151
复习题	151
参考文献	151
第五章 固体废物监测	153
第一节 有害固体废物的定义和鉴别	153
第二节 样品的采集和制备	154

一、样品的采集	154
二、样品的制备	155
三、样品水分的测定	155
第三节 鉴别固体废物有害特性的试验方法	156
一、急性毒性	156
二、易燃性	156
三、腐蚀性	157
四、反应性	157
五、遇水反应性	158
六、浸出毒性	159
第四节 固体废物中有害物质的测定方法	161
一、铬	161
二、汞	162
三、镉	162
四、铅	162
五、砷	162
六、氰化物	163
七、未知样品中有害物质的分析	163
第五节 固体废物填埋场的监测	165
一、沥滤液及其对环境污染的监测	165
二、有害气体的分析	165
复习题	166
参考文献	166
第六章 生物体污染监测	167
第一节 生物体污染	167
一、生物体污染及其途径	167
二、污染物在生物体内的分布	170
第二节 生物样品的采集和制备	172
一、植物样品的采集	172
二、植物样品的制备	173
三、动物组织和材料的收集与制备	174
四、水产样品的制备	174
第三节 生物样品的预处理	175
一、灰化处理	175
二、提取、浓缩和净化	179
第四节 生物样品中污染物测定实例简介	187
一、粮食中矿物油的测定	187
二、生物组织中多氯联苯 (PCB) 的测定	188
三、鱼组织中有机汞和无机汞的测定	188
四、植物中氰化物的测定	188
五、粮食中几种金属和类金属元素的测定	189
复习题	190

参考文献	191
第七章 环境污染的生物监测	192
第一节 概述	192
一、生物监测	192
二、指示生物	192
三、生物监测的特点	193
第二节 大气污染的生物监测	193
一、指示植物	193
二、植物监测大气污染的方法	195
三、影响植物监测的因素	202
第三节 水污染的生物监测	203
一、微生物监测水体污染	204
二、藻类监测水体污染	207
三、动物监测水体污染	209
四、高等水生植物监测水体污染	212
复习题	213
参考文献	213
第八章 噪声污染监测	214
第一节 噪声概述	214
一、噪声的定义	214
二、噪声污染的特征	214
三、噪声的分类	215
四、噪声的危害	216
第二节 噪声的物理量度	217
一、声波、波长、声速、频率	217
二、声压、声功率、声强	218
三、级、声压级、声功率级、声强级	219
四、级的叠加	220
第三节 噪声的生理量度	222
一、人耳听觉特性	222
二、计权声级、等效声级、统计声级	223
三、噪声测量仪器	224
第四节 噪声污染监测	225
一、一般环境噪声监测	225
二、工业企业噪声监测	226
三、交通噪声监测	229
四、城市区域环境噪声监测	231
复习题	232
参考文献	233
第九章 放射性污染监测	234
第一节 放射性核素的基本概念	234

一、同位素和放射性	234
二、放射性核衰变形式	234
三、半衰期	236
四、中子	236
五、放射性活度和辐射量及其度量单位	236
第二节 放射性污染源及其危害	238
一、放射性污染源	238
二、辐射的生物效应及危害	239
第三节 电离辐射的防护标准	239
一、辐射防护标准	239
二、剂量当量极限	241
三、推定空气浓度	241
第四节 环境放射性污染监测	241
一、放射性监测仪器	241
二、环境放射性污染监测	245
复习题	249
参考文献	249
第十章 监测数据处理和质量保证	250
第一节 名词术语	250
一、测试误差	250
二、准确度	250
三、精密度	250
四、灵敏度	251
五、检测限	252
六、测定下限	252
第二节 数据整理	252
一、有效数字	252
二、数据的功能	253
三、统计描述和统计量	254
四、数据整理	256
第三节 统计单元的确定	258
第四节 总体分布类型的检验	258
一、图示法	259
二、假设检验法	260
第五节 离群值的检验	264
一、概述	264
二、离群值的检验方法	264
第六节 监测结果及其统计处理	267
一、监测结果的区间估计	267
二、监测结果的统计检验	269
第七节 线性回归分析	271
一、线性回归分析的用途	271

二、一元线性回归直线及相关性检验	271
三、回归方程参数的统计检验	273
第八节 环境分析质量保证	274
一、概述	274
二、实验室内分析质量保证	276
三、室内分析质量控制	276
四、分析质量控制图	279
五、实验室间质量控制	284
第九节 实验室间协作试验	285
一、概述	285
二、协作试验的组织	285
三、协作试验设计	286
第十节 环境标准化方法和分析方法标准化	287
一、标准分析方法	287
二、分析方法标准化	287
第十一节 环境标准物质	288
一、环境标准物质及其特性	288
二、标准物质的分类	289
三、标准物质的作用	289
复习题	290
参考文献	291
环境监测实验	292
实验一 水样的采集、水样色度和pH值的测定	292
附一 简易水采样瓶的制作	294
附二 pHs-2型酸度计测量pH值的方法	295
实验二 水样悬浮固体、浊度和电导率的测定	296
附三 DDS-11型电导仪的使用方法	298
实验三 水样化学需氧量(COD)的测定	300
实验四 水样溶解氧(DO)和生化需氧量(BOD ₅)的测定	302
附四 氧在淡水中的溶解度表	306
实验五 水样中氨氮(NH ₃ -N)的测定	306
实验六 水样中硝酸盐氮(NO ₃ ⁻ -N)的测定	309
附五 721型分光光度计及其使用与维护	313
实验七 电镀废水中氰化物的测定	313
实验八 焦化废水中挥发酚的测定	317
实验九 水中油的测定	320
附六 751型紫外分光光度计的使用方法	323
实验十 大气中二氧化硫的测定	324
实验十一 大气中氮氧化物的测定	328
实验十二 大气中总悬浮颗粒物(TSP)的测定	330
实验十三 土壤中砷的测定	332
实验十四 土壤中铬的测定	333

实验十五 土壤中汞的测定	335
附七 F-732型测汞仪的使用方法	337
实验十六 土壤中铜、锌、镍的测定——原子吸收分光光度法	338
附八 WFD-Y ₂ 型原子吸收分光光度计测定步骤	339
实验十七 茶叶中锌的原子吸收分光光度测定	340
实验十八 植物样品中氟化物的测定	341
实验十九 生物体中有机氯农药(六六六、DDT)测定——气相色谱法	344
附九 气相色谱仪使用注意事项	346
实验二十 生物监测	347
一、底栖动物测定	347
二、叶绿素a的测定	349
实验二十一 水中微量铀的测定	350
实验二十二 环境噪声测量及数据统计处理	353
附十 统计法检验正态分布	355
参考文献	359
附录 中华人民共和国国家标准(摘编)	360
一、地面水环境质量标准(GB3838-88)	360
二、生活饮用水卫生标准(GB5749-85)	363
三、海水水质标准(GB3097-82)	364
四、渔业水质标准(GB11607-89)	366
五、农田灌溉水质标准(GB5084-85)	366
六、污水综合排放标准(GB8978-88)	367
七、农用污泥中污染物控制标准(GB4284-84)	371
八、大气环境质量标准(GB3095-82)	371
九、居住区大气中有毒物质的最高允许浓度(TJ36-79)	372
十、车间空气中有毒物质的最高允许浓度(TJ36-79)	372
十一、保护农作物的大气污染物最高允许浓度(GB9137-88)	374
十二、废气中十三类有害物质的排放标准(GBJ4-73)	375
十三、我国食品卫生标准中关于重金属及其他有毒物质允许量的规定(GB2707-2763-81)	376
十四、城镇垃圾农用控制标准(GB8172-87)	377
十五、农用粉煤灰中污染物控制标准(GB8173-87)	377
附表	379
附表1 正态分布的 $Q(u)$ 值	379
附表2 t 分布的 t_{α} 值	380
附表3a 正态性 W 检验的判断界限值 W_{α}	381
附表3b 正态性 W 检验的系数 $\alpha_{n-t, \alpha}$ 值	382
附表4 偏度、峰度检验的分位数表	384
附表5 χ^2 分布表	385
附表6 检验总体相关系数 $\rho=0$ 假设的判断界限值 $r_{\alpha, n-2}$	387
附表7 方差分析的 F 值表($\alpha=0.05$)	388

第一章 绪 论

地球是人类生存和发展的基础，为人类社会的文明和进步提供了适宜的空间和丰富的自然资源。地球由大气圈、水圈、岩石圈和生物圈四部分组成。千百年来的人类活动，特别是近几十年来人类无节制地向地球的索取，使这四个圈层都遭到一定的破坏。环境问题已成为人类面临的紧迫问题。气候的变暖，臭氧层的破坏，酸雨面积的扩大，有害废弃物的堆放，物种的迅速消亡，森林面积的减少，水土流失，河流、海洋、土壤的污染等等，已引起世界各国的普遍关注。

环境科学是研究环境问题的一门新兴的综合性学科，它由许多分支学科所组成。诸如环境化学、环境物理学、环境地学、环境生物学、环境工程学、环境医学、环境管理学、环境经济学和环境法学等。不管哪一门分支学科都与环境质量及其变化有关。因此，通过对环境质量因素代表值的测定以确定环境质量，是研究环境科学的基础和手段。这种研究测定环境质量的学科就是环境监测。

第一节 环境监测的目的和分类

一、环境化学分析和环境监测

人类的生活环境受到污染引起公害以后，人们为了寻求环境质量变化的原因，着手研究污染物质的性质、来源、含量水平及其分布状态，这种研究是从基本化学物质的定性、定量分析为基础的，这就是环境分析。环境分析的主要对象是各种污染物质，包括大气、水体、土壤和生物中的各种污染物。其分析的方式，既可在现场直接测定，也可采集样品在实验室进行。这种分析是建立在对测定对象间断地、定时、定点采集样品的基础上进行的。分析结果所反映的只能是某一时段、某一局部地点的污染特征值。显然，用这些数据不能全面地、确切地定量描述污染源和环境污染状况的变化。

评价环境质量的好坏，需要有代表环境质量各种标志的数据。其中既包含化学物质的污染，也包括各种物理因素如热、噪声、振动、辐射和放射性等污染，还包括生物性污染，如各种病菌或霉菌等；既包含直接污染，也包含间接污染。同时，对这些污染的分析，必须有一定范围的长时间的监测数据，才具有代表性，环境监测就是在一段时间内，间断地或者连续地测量环境中污染物的浓度、能量，污染的强度，跟踪其变化情况及其对环境产生影响的过程。简单地说，环境监测就是对环境质量的某些代表值进行长时间的监视、测定的过程。

因此，可以认为环境化学分析是环境监测的基础，而环境监测比环境化学分析包括的范围更广泛、更深刻。然而，环境化学分析和环境监测两者并无截然的分界线，有时也统称为环境监测分析。

二、环境监测的目的和分类

(一) 环境监测的目的 环境监测的目的包括下列四个方面:

1. 评价环境质量, 预测环境质量发展趋势

(1) 提供代表环境质量现状的数据, 并判断环境质量是否符合国家环境质量标准。

(2) 确定污染物的分布(包括时间和空间的分布)现状, 追溯污染物的污染途径, 预测污染的发展趋势, 提出在下一阶段应注意的主要环境问题。

(3) 判断污染源造成的影响, 判断污染浓度最高和潜在问题最严重的区域。评价防治对策和治理措施的实际效果。

(4) 提供环境污染和环境破坏对生态和人群影响的信息, 评价当前存在问题的大小和发展的趋势, 为不断完善全面的环境管理对策提供科学依据。

2. 为制订环境法规、标准、环境规划、环境污染综合防治对策提供科学依据, 并监视全面环境管理的效果。

(1) 积累大量的不同地区的污染数据, 结合当前和今后一段时间我国技术经济水平, 制订切实可行的环保法规和环境质量标准。

(2) 通过大量监测数据验证和建立污染模式(包括大气扩散模式、大气污染统计模式、水质模式、污染对生物和人体健康影响模式等), 科学的预报污染发展趋势, 为做出正确的决策提供以实测数据为依据的可靠资料。

(3) 为开展环境影响评价提供数据, 提供预测模式, 提供可类比地区的环境质量状况, 使环境影响评价的结果尽可能符合实际。

(4) 随时监测环境质量的变化, 为不断修正环境法规、标准、环境规划, 综合防治对策提供数据, 使之不断完善, 使全面环境管理切实可行。

3. 积累环境本底值资料, 为确切掌握环境容量提供数据。

4. 揭示新的污染问题, 探明污染原因, 确定新的污染物质, 研究新的监测分析方法, 为环境科研提供方向。

因此, 环境监测以其重要的基础地位和多方面的功能越来越受到人们的重视, 被喻为“环保工作的耳目”、“定量管理的尺子”。通过监测获得的各种环境信息数据, 是进行环保管理, 科研、规划、立法及制定政策、进行决策的基础和依据, 对经济建设和社会发展也起着重要作用。

(二) 环境监测的分类 环境监测按其目的和性质可分为三类:

1. 研究性监测 这类监测首先要确定污染物, 然后通过监测探求污染物由排放源到受体的全过程, 确定污染物在运动过程中, 经过的每一环境要素的污染物浓度及其影响。为此目的服务的监测, 一般都相当复杂, 并且需要技术成熟的工作人员, 经过周密的计划, 多学科互相协作、共同努力才能完成。

2. 监视性监测 这类监测是监测工作的主体, 这类工作的质量是环境监测水平的标志。这类监测包括污染源排出污染负荷监测, 各环境要素污染状况及趋势的监测。目前, 污染源监测主要是对主要污染物进行定时、定点监测。获得的数据可以反映污染源、污染

负荷变化的某些特征量,亦能据此粗估污染源排放污染物的负荷,但是并不准确。应当向污染源连续自动(或半自动)监测发展。

污染趋势监测主要是测量环境要素的污染状况,在设置的测点上长年累月,年复一年不间断地收集数据,评价环境污染状况、超过标准的程度和频率及污染变化趋势。目前我国污染监测还是多采取间断人工采样,室内化验分析的方法,数据量小,监测范围窄,尚不能很好地完成监视任务。这类监测应当向连续自动监测系统发展。

3. 特种目的监测 这类监测的内容和形式很多。除一般地面固定监测外,还有流动监测、低空航测、卫星遥测等。

(1) 可再生资源的监测:如土壤、植被草原、森林等自然资源的监测。监测土壤退化的趋势,热带雨林的变化,牧地的变化等。

(2) 污染事故监测:确定各种紧急情况下的污染程度和范围,如核动力事故发生时放射性物质危害的空间;油船石油溢出污染的范围;工业污染源意外事故造成的影响等。

(3) 仲裁监测:此项监测主要为解决执行环境法规过程中发生的矛盾。如目前我国的排污收费中进行的监测,处理污染事故时向司法部门提供的数据等。

(4) 基线监测:设在无人为污染的地区,为环境评价提供背景资料,这种监测多与气象站结合进行。我国同联合国环境规划署和世界气象组织合作在北京古北口建设的监测站就属这一类。

(5) 健康监测:了解污染对人们健康的危害。这是一种非常重要的监测。西方国家多因掌握了这种监测数据和所发生的污染事件才迫使政府采取严格的控制污染措施的。我国各地卫生防疫站做过一些监测,但并没有形成制度,更缺乏相应的组织保证。

除上述分类外,环境监测还可用其他方法分类:

以污染物存在的介质进行分类:有水质监测、大气监测、土壤监测、生物监测等。

以监测部门进行监测分类:有基线监测(气象部门)、卫生监测(卫生部门)、例行监测(环境保护部门)、资源监测(资源管理部门)等。

三、环境监测的原则

在环境监测中,由于人力、监测手段、经济条件、仪器设备等的限制,不可能包罗万象地监测分析所有的污染物,应根据需要和可能,并坚持以下原则:

1. 监测对象的选择 选择监测对象时应从以下三个方面考虑:

(1) 在实地调查的基础上,针对污染物的性质(如自然性、毒性、扩散性、活性、持久性、生物可分解性和积累性等),选择那些毒性大,危害严重,影响范围大的污染物。

(2) 对选择的污染物必须有可靠的测试手段和有效的分析方法,从而保证能获得准确、可靠、有代表性的数据。

(3) 对监测数据能作出正确的解释和判断。如果该监测数据既无标准可循,又不了解对人体健康和生物的影响,会使监测工作陷入盲目性。

2. 优先监测的原则 需要监测的项目往往很多,但不可能同时进行,必须坚持优先监