



国家卫生和计划生育委员会“十二五”规划教材

全国高等医药教材建设研究会“十二五”规划教材

全国高等学校教材

供卫生检验与检疫专业用

水质理化检验

第2版

主 编 康维钧 张翼翔

副主编 潘洪志 陈云生



人民卫生出版社



国家卫生和计划生育委员会“十二五”规划教材

全国高等医药教材建设研究会“十二五”规划教材

全国高等学校教材

供卫生检验与检疫专业用

水质理化检验

第2版

主 编 康维钧 张翼翔

副主编 潘洪志 陈云生

编 者 (以姓氏笔画为序)

刘凤海(牡丹江医学院)

齐燕飞(吉林大学)

张加玲(山西医科大学)

陈云生(南华大学)

郑 波(四川大学)

梅 勇(武汉科技大学)

彭 茵(大连医科大学)

刘淑芳(山东大学)

杨金玲(济宁医学院)

张翼翔(包头医学院)

陈红红(广东药学院)

徐向东(河北医科大学)

康维钧(河北医科大学)

潘洪志(哈尔滨医科大学)

秘 书 徐向东(兼)

人民卫生出版社

图书在版编目(CIP)数据

水质理化检验/康维钧,张翼翔主编.—2版.—北京:人民
卫生出版社,2014

ISBN 978-7-117-20105-6

I. ①水… II. ①康… ②张… III. ①水质-卫生检验-
高等学校-教材 IV. ①R123.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 292932 号

人卫社官网	www.pmph.com	出版物查询, 在线购书
人卫医学网	www.ipmph.com	医学考试辅导, 医学数 据库服务, 医学教育资 源, 大众健康资讯

版权所有, 侵权必究!

水质理化检验

第 2 版

主 编: 康维钧 张翼翔

出版发行: 人民卫生出版社(中继线 010-59780011)

地 址: 北京市朝阳区潘家园南里 19 号

邮 编: 100021

E - mail: pmph @ pmph.com

购书热线: 010-59787592 010-59787584 010-65264830

印 刷: 北京市卫顺印刷厂

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 **印张:** 15

字 数: 374 千字

版 次: 2006 年 7 月第 1 版 2015 年 1 月第 2 版

2015 年 1 月第 2 版第 1 次印刷(总第 6 次印刷)

标准书号: ISBN 978-7-117-20105-6/R · 20106

定 价: 28.00 元

打击盗版举报电话: 010-59787491 **E-mail:** WQ @ pmph.com

(凡属印装质量问题请与本社市场营销中心联系退换)

全国高等学校卫生检验与检疫专业 第2轮规划教材出版说明

为了进一步促进卫生检验与检疫专业的人才培养和学科建设,以适应我国公共卫生建设和公共卫生人才培养的需要,全国高等医药教材建设研究会于2013年开始启动卫生检验与检疫专业教材的第2版编写工作。

2012年,教育部新专业目录规定卫生检验与检疫专业独立设置,标志着该专业的发展进入了一个崭新阶段。第2版卫生检验与检疫专业教材由国内近20所开办该专业的医药卫生院校的一线专家参加编写。本套教材在以卫生检验与检疫专业(四年制,理学学位)本科生为读者的基础上,立足于本专业的培养目标和需求,把握教材内容的广度与深度,既考虑到知识的传承和衔接,又根据实际情况在上一版的基础上加入最新进展,增加新的科目,体现了“三基、五性、三特定”的教材编写基本原则,符合国家“十二五”规划对于卫生检验与检疫人才的要求,不仅注重理论知识的学习,更注重培养学生的独立思考能力、创新能力和实践能力,有助于学生认识并解决学习和工作中的实际问题。

该套教材共18种,其中修订12种(更名3种:卫生检疫学、临床检验学基础、实验室安全与管理),新增6种(仪器分析、仪器分析实验、卫生检验检疫实验教程:卫生理化检验分册/卫生微生物检验分册、化妆品检验与安全性评价、分析化学学习指导与习题集),全套教材于2015年春季出版。

第2届全国高等学校卫生检验与检疫专业 规划教材评审委员会

主任委员：裴晓方（四川大学）

副主任委员：和彦苓（包头医学院）
康维钧（河北医科大学）
吕昌银（南华大学）

委 员（排名不分先后）：

孙成均（四川大学）
毋福海（广东药学院）
陈 廷（济宁医学院）
孙长颢（哈尔滨医科大学）
邱景富（重庆医科大学）
姚余有（安徽医科大学）
吕 斌（华中科技大学）
陆家海（中山大学）
张加玲（山西医科大学）
李 磊（南京医科大学）
李 娟（吉林大学）
高希宝（山东大学）
罗 萍（成都中医药大学）
程祥磊（南昌大学）
左云飞（大连医科大学）
周华芳（贵阳医学院）
张 凯（济宁医学院）
贾天军（河北北方学院）
梅 勇（武汉科技大学）
江新泉（泰山医学院）
于学杰（山东大学）
许文波（中国疾病预防控制中心）
杨大进（中国疾病预防控制中心）

秘 书：汪 川（四川大学）

全国高等学校卫生检验与检疫专业 第2轮规划教材目录

- | | | | |
|----------------|--|------------------------------|---|
| 1. 分析化学(第2版) | 主 编 毋福海
副主编 赵云斌
副主编 周 彤
副主编 李华斌 | 10. 免疫学检验(第2版) | 主 编 徐顺清
主 编 刘衡川
副主编 司传平
副主编 刘 辉
副主编 徐军发 |
| 2. 分析化学实验(第2版) | 主 编 张加玲
副主编 邵丽华
副主编 高 红
副主编 曾红燕 | 11. 临床检验基础(第2版) | 主 编 赵建宏
主 编 贾天军
副主编 江新泉
副主编 胥文春
副主编 曹颖平 |
| 3. 仪器分析 | 主 编 李 磊
主 编 高希宝
副主编 许 茜
副主编 杨冰仪
副主编 贺志安 | 12. 实验室安全与管理(第2版) | 主 编 和彦苓
副主编 许 欣
副主编 刘晓莉
副主编 李士军 |
| 4. 仪器分析实验 | 主 编 黄沛力
副主编 张海燕
副主编 茅 力
主 编 黎源倩
主 编 叶蔚云
副主编 吴少雄
副主编 石红梅
副主编 代兴碧 | 13. 生物材料检验(第2版) | 主 编 孙成均
副主编 张 凯
副主编 黄丽玫
副主编 闫慧芳 |
| 5. 食品理化检验(第2版) | 主 编 康维钧
主 编 张翼翔
副主编 潘洪志
副主编 陈云生 | 14. 卫生检疫学(第2版) | 主 编 吕 斌
主 编 张际文
副主编 石长华
副主编 殷建忠 |
| 6. 水质理化检验(第2版) | 主 编 吕昌银
副主编 李 珊
副主编 刘 萍
副主编 王素华 | 15. 卫生检验检疫实验教程:
卫生理化检验分册 | 主 编 高 蓉
副主编 徐向东
副主编 邹晓莉 |
| 7. 空气理化检验(第2版) | 主 编 裴晓方
主 编 于学杰
副主编 陆家海
副主编 陈 廷
副主编 曲章义 | 16. 卫生检验检疫实验教程:
卫生微生物检验分册 | 主 编 张玉妥
副主编 汪 川
副主编 程东庆
副主编 陈丽丽 |
| 8. 病毒学检验(第2版) | 主 编 唐 非
主 编 黄升海
副主编 宋艳艳
副主编 罗 红 | 17. 化妆品检验与安全性
评价 | 主 编 李 娟
副主编 李发胜
副主编 何秋星
副主编 张宏伟 |
| 9. 细菌学检验(第2版) | | 18. 分析化学学习指导与习
题集 | 主 编 赵云斌
副主编 白 研 |

前 言

根据教育部 2012 年 9 月颁布的普通高等学校本科专业目录,卫生检验与检疫专业属医学技术类独立设置专业。全国高等医药教材建设研究会、人民卫生出版社组织来自全国 21 所院校和科研院所 23 位专家于 2013 年 8 月在成都成立了“卫生检验与检疫专业规划教材第 2 届评审委员会”,对符合卫生检验与检验专业(四年制,理学学位)本科生培养目标的专业课程设置进行了论证,确定了 17 本卫生检验与检疫专业规划教材。2013 年 12 月在广州召开了主编会议,详细讨论了这套教材的编写目标和出版计划,明确了教材修订的指导思想和编写原则。2014 年 3 月《水质理化检验》全体编委在石家庄召开了第一次编委会,对编写大纲进行了深入细致的讨论,确定了互审制度,对编写任务和进度做了统一安排。加深了对教材思想性、科学性、先进性、启发性和适用性的认识,明确了教材修订应更好地适应卫生检验与检疫专业培养目标的需要。同年 7 月在张家口召开了第二次编委会,最后统一编排定稿。

本书的前身为四川大学华西公共卫生学院卫生检验专业学生使用的自编讲义,其间经过两次修改和出版。2004 年 12 月在成都召开的全国第一次卫生检验专业教材建设会议上,《水质理化检验》被确定为第一套 10 本全国高等学校卫生检验专业规划教材之一,于 2006 年 7 月出版。本次修订参考了国内外最新水质标准分析方法和有关研究成果,修订并规范了水质理化检验指标和测定方法,既注意给学生提供必要的基础知识又注意介绍新知识、新技术和学科发展,力求从理论上阐述实验原理和加强基本技能训练,提高学生分析问题和解决问题的能力。

全书共 10 章,第一章着重讲述了水质理化检验的作用和特点,第二章讨论了样品采集、保存和处理的一般原则,第三章至第八章介绍了各类水质理化检验指标的测定方法,对同一指标不同测定原理做了详尽介绍,突出了测定方法的适用范围。增加了放射性指标和苯系物及取代苯的测定方法内容。第九章介绍了水质快速理化检验意义和特点。第十章讲述了水质理化检验质量控制和不确定度概念及评估。每章均附有复习思考题,供学生复习和检查学习情况用。

本书不仅可供医药院校有关专业学生使用,也可供各级疾病预防与控制中心检验人员、环境保护监测人员、厂矿企业环境保护分析人员等参考。

本书在编写过程中得到参编院校和河北医科大学领导的大力支持和帮助,河北医科大学公共卫生学院卫生检验学教研室全体教师和其他院校同仁对本书提供了许多宝贵修改意见,在此表示衷心感谢。本书参考了有关著作和研究论文,为节省篇幅未一一列出,我们向作者们致以衷心感谢并顺致歉意。

由于编者学识水平和实践经验所限,书中不当之处,恳请读者批评斧正。

康维钧 张翼翔

2014 年 9 月

目 录

第一章 绪论	1
一、水资源及其特征	1
二、水资源危机及水污染的危害	3
三、水质理化检验的任务和意义	8
四、水质理化检验方法	9
五、水质理化检验的结果表示	10
第二章 水样的采集、保存与处理	12
第一节 水样的采集与保存	12
一、水样的采集	12
二、水样的保存与运输管理	21
第二节 样品处理	24
一、方法的选择与评价	24
二、萃取技术	25
三、固相富集	28
四、共沉淀法	32
五、泡沫浮选法	32
六、气化分离	34
第三章 感官性状和物理指标	38
第一节 水温	38
一、概述	38
二、测定方法	38
第二节 臭和味	40
一、概述	40
二、测定方法	40
第三节 色度	41
一、概述	41
二、测定方法	42
第四节 浑浊度	43
一、概述	43
二、测定方法	43
第五节 溶解性总固体	44
一、概述	44

二、测定方法	45
第六节 电导率	45
一、概述	45
二、测定方法	46
第七节 pH	47
一、概述	47
二、测定方法	47
第八节 总硬度	48
一、概述	48
二、测定方法	49
第九节 放射性指标	50
一、概述	50
二、总 α 放射性	50
三、总 β 放射性	53
第四章 无机非金属指标	56
第一节 氟	56
一、概述	56
二、样品处理	56
三、测定方法	58
第二节 氰化物	61
一、概述	61
二、水样的采集和处理	63
三、测定方法	65
第三节 硫化物	66
一、概述	66
二、水样的采集和预处理	67
三、测定方法	67
第四节 磷和磷酸盐	69
一、概述	69
二、样品处理	70
三、测定方法	71
第五节 硫酸盐	73
一、概述	73
二、测定	74
第六节 氨氮	77
一、概述	77
二、测定方法	78
第七节 亚硝酸盐氮	81
一、概述	81



二、测定方法	82
第八节 硝酸盐氮	83
一、概述	83
二、测定方法	84
第九节 高氯酸盐	86
一、概述	86
二、测定方法	87
第五章 金属指标	89
第一节 一般金属指标	89
一、铁	89
二、锰	90
三、铜	91
四、锌	92
五、铝	92
第二节 有毒金属指标	92
一、铅	92
二、砷	93
三、汞	94
四、镉	95
五、铬	95
六、硒	96
第三节 形态分析	97
一、概述	97
二、分离测定	98
三、模式计算	98
第六章 有机污染综合指标的测定	100
第一节 溶解氧	100
一、概述	100
二、测定方法	102
第二节 化学需氧量	105
一、概述	105
二、测定方法	105
第三节 生化需氧量	110
一、概述	110
二、测定方法	110
第四节 总有机碳	114
一、概述	114
二、测定方法	115



第五节 挥发性酚类	116
一、概述	116
二、测定方法	117
第六节 阴离子表面活性剂	121
一、概述	121
二、样品的采集和保存	122
三、测定方法	122
四、标准品的选择	124
第七节 石油	125
一、概述	125
二、样品采集和保存	126
三、测定方法	126
四、石油标准品的选择	129
第七章 有机物指标	131
第一节 卤代烃	131
一、概述	131
二、挥发性卤代烃的测定	131
第二节 苯系物和取代苯	134
一、概述	134
二、测定方法	136
第三节 农药	139
一、概述	139
二、有机磷农药的测定	141
三、有机氯农药的测定	144
四、拟除虫菊酯类农药的测定	145
五、除草剂类农药	146
第四节 环境内分泌干扰物	148
一、酞酸酯	148
二、烷基酚	149
第五节 余氯和氯化消毒副产物的检测	151
一、概述	151
二、测定方法	152
第八章 生活用水和沉积物检验	159
第一节 饮用天然矿泉水检验	159
一、概述	159
二、饮用天然矿泉水界限指标及其检验	159
三、限量指标及其检测	164
第二节 饮用纯净水检验	165



一、概述	165
二、相关指标的检验	166
第三节 游泳池水检验	166
一、概述	166
二、尿素检验	166
第四节 与涉水产品相关的检验	167
一、水质处理器检验	167
二、生活饮用水化学处理剂检测	168
三、输配水设备检验	169
四、防护材料检验	170
第五节 沉积物检验	170
一、沉积物的形成	170
二、沉积物检验的目的及意义	171
三、沉积物样品采集、保存和制备	172
四、沉积物样品处理和分析	174
第九章 水质快速检验	176
第一节 概述	176
第二节 水质快速检测技术	177
一、水质测试盒	177
二、水质分析仪	178
三、预制试剂	179
第三节 一般化学指标检测	179
一、pH	179
二、氨氮	180
三、亚硝酸盐氮	180
四、硝酸盐氮	181
五、硫化物	181
六、余氯	182
七、总硬度	182
第四节 无机毒物的检测	183
一、砷、氟、汞、磷化锌检测	183
二、氟化物	187
三、六价铬	187
四、重金属铅、钡	187
第五节 有机毒物	188
一、酚	188
二、生物碱	189
三、有机磷农药	189
四、有机氯农药	191

第十章 水质理化检验质量控制	193
第一节 水质理化检验方法适用性评价	193
一、校准曲线范围	193
二、空白值测定	194
三、方法检出限与测定下限	194
四、检验方法的精密度	195
五、检验方法的准确度	196
六、干扰试验	196
第二节 检验方法质量控制	197
一、质量控制图法	197
二、方法准确度评价方法	199
第三节 测定数据处理与检测结果报告	200
一、测定数据处理	200
二、检测结果报告	200
第四节 标准、标准物质和标准分析方法	201
一、标准	201
二、标准物质	201
三、标准分析方法	203
第五节 测量不确定度	203
一、测量不确定度概念	203
二、测量不确定度的评定	204
三、测量不确定度的应用	207
附录	209
附录 1 水样保存和容器的洗涤	209
附录 2.1 地表水环境质量标准基本项目标准限值 (mg/L) GB3838—2002	211
附录 2.2 集中式生活饮用水地表水源地补充项目标准限值 (mg/L) GB3838—2002	212
附录 2.3 集中式生活饮用水地表水源地特定项目标准限值 (mg/L) GB3838—2002	212
附录 3 生活饮用水水源水质分级标准限值	214
附录 4 饮用净水水质标准 (CJ 94—2005)	215
附录 5 瓶(桶)装饮用纯净水卫生标准 (GB17324—2003)	217
附录 6 饮用天然矿泉水 (GB8537—2008)	218
附录 7.1 生活饮用水卫生标准 (GB5749—2006) 水质常规指标及限值	219
附录 7.2 生活饮用水卫生标准 (GB5749—2006) 饮用水中消毒剂常规指标及 要求	221
附录 7.3 生活饮用水卫生标准 (GB5749—2006) 水质非常规指标及限值	221
附录 8 生活饮用水卫生标准 (GB5749—2006) 生活饮用水水质参考指标及限值	223
参考文献	225
中英文名词对照索引	226

第一章 绪 论

一、水资源及其特征

1. 水资源分布 水是地球上较丰富的物质,主要分布在地球表层。地球表层的水体称为水圈,主要包括海洋、河流、湖泊、沼泽、土壤水、地下水、冰川、大气水等。据估计,全球的水总储量约为 $13.86 \times 10^8 \text{ km}^3$,其中 96.5% 为海水,2.53% 为淡水。地球上的水资源主要是指陆地淡水资源,如河流水、湖泊水、地下水和冰川水等。《中华人民共和国水法》所称水资源包括地表水和地下水。表 1-1 给出了地球上水资源的分布情况。

表 1-1 地球水资源分布*

种类	体积($\times 10^3 \text{ km}^3$)	占总水量%	占淡水量%
海洋	1 338 000	96.5	-
地下水	23 400	1.7	-
地下淡水	10 530	0.76	30.1
土壤水	16.5	0.001	0.05
冰川/永久积雪	24 100	1.74	68.7
冻土中冰雪	300	0.022	0.86
湖泊	91	0.007	0.26
湿地水	11.5	0.0008	0.03
河流	2.12	0.0002	0.006
生物水	1.12	0.0001	0.003
大气水	12.9	0.001	0.04
总水量	1 386 000	100	-
总淡水量	35 029	2.53	100

* Shiklomanov, I. A. and J. Rodda, 2003; *World Water Resources at the Beginning of the 21st Century*, UNESCO, Paris, France.

尽管地球表面水的总储量很大,由于受存在形式和其中杂质含量的影响,绝大部分目前还不能作为资源直接应用。淡水中 68.7% 为冰川/永久积雪,30.1% 为地下淡水,而河流、湖泊及湿地水等约为 0.3%。占总储量 88.44% 的淡水分布在两极冰川与雪盖、高山冰川和深层地下水还很难加以利用。目前人类比较容易利用的、对人类生存和可持续



发展的淡水资源主要是河流水、淡水湖泊水以及浅层地下水,储量约占全球淡水资源的0.3%。

2. 水的特点及其对人类的作用 水是生命之源,是万物生存的基础,是人类生活和发展生产的必备条件。它除了能同时以固体、液体和气体三种形式存在于自然界外,还具有流动性、不可替代性、可更新性、时空分布不均匀性和商品性等诸多特点。

人体约有70%由水组成,水在机体中的作用包括输送和吸收养分、排出废物、调节体温和维持机体养分平衡等。人体需要一定量水以维持机体平衡,一般情况下人日均需水量至少为2.5L,这些水主要通过饮水和食物摄入。当一个人吸收的水量比维持平衡的水量减少1%~2%(0.5~1.0L)时会感到口渴,减少5%(2~5L)时,轻则发生皮肤皱褶,重则神志不清,减少14%~15%(7~8L)时就会死亡。

水在人类生产活动中也极其重要,无论是工业生产还是农业或渔业生产都离不开水。

3. 水的循环 水循环是指地球上的水连续不断变换地理位置和物理形态的运动过程。地表水可经地面径流从一处迁移到另一处,地下水则可经潜流而发生迁移;地表水蒸发后在大气中形成云,在一定条件下又以雨、雾、雪等形式降落下来。水在自然界中这种周而复始、永无休止的运动称为水的自然循环。水是人类生存的基础,是人类生活中必不可少的物质,人们从水源将水取出,加以利用后又排放到各种水体中,水的这种运动称为水的社会循环。经过上述两种循环后水中溶入一些杂质,其中包括自然界各种地球化学和生物过程的产物,也包括人类生活和生产的各种废弃物。

4. 水及水环境组成 自然界没有纯净的水,天然水实际上是水溶液,是水及其中所含杂质的总称。天然水的组成变化极大,其主要区别在于杂质的含量和种类。一般天然淡水中主要含有三类物质:①溶解性物质,主要为矿物盐类和某些气体;②胶体物质,如硅酸胶体、腐殖质等;③悬浮颗粒物,如黏土、砂、细菌、藻类和原生动物。

通常所说的水环境是指在常态下呈液体的各种水体,严格说来这只是水环境的一部分。水环境既包括整个水圈,又包括生存于水中的生物群落,还包括与各种水体共存的底泥。目前对水环境中污染物的监测多限于水层,而对底泥或生物群落的监测较少。

5. 水域功能及标准分类 中国是一个以地表水为主要水资源的国家,为了更好地保护水资源,我国依据地表水水域环境功能和保护目标将其划分为五类:①Ⅰ类:主要适用于源头水和国家自然保护区;②Ⅱ类:主要适用于集中式生活饮用水水源地一级保护区,珍贵鱼类保护区和鱼虾产卵场等;③Ⅲ类:主要适用于集中式生活饮用水水源地二级保护区,一般鱼类保护区及游泳区;④Ⅳ类:主要适用于一般工业用水区及人体非直接接触的娱乐用水区;⑤Ⅴ类:主要适用于农业用水区及一般景观要求水域。对应地表水上述五类水域功能,将地表水环境质量标准基本项目标准值分为五类,不同功能类别分别执行相应类别的标准值。水域功能类别高的标准值严于水域功能类别低的标准值,同一水域兼有多类使用功能的,执行最高功能类别对应的标准值。

6. 水资源安全 国内外关于水资源安全没有明确的界定和相对公认的准确概念。虽然水资源安全概念还未形成普遍公认的准确定义,但其基本内涵包括:某地区占有水资源在不出出承载能力和水环境承载能力的条件下,能够保障供给该地区满足人类生存、社会进步与经济发展,维系良好生态环境需求的、符合卫生安全指标的用水安全。



二、水资源危机及水污染的危害

1. 水资源危机 地球上的水很丰富,但人类比较容易利用的、对人类生存和可持续发展的淡水资源仅占 0.3%,由于分布不均衡、生态环境恶化、管理措施不完善、气候环境变化等原因,造成许多国家或地区严重缺水。据报道,到 2030 年,全球半数人口将生活在缺水的环境中,水缺乏正在演变成为一场全球性的水资源危机。水缺乏的主要原因有三个方面。

(1) 水资源不足,分布不均衡。无论在地区分布方面还是在人均占有量上全球淡水资源的分布极不平衡。巴西、俄罗斯、加拿大、中国、美国、印度尼西亚、印度、哥伦比亚和刚果等 9 个国家就占有世界淡水资源的 60%,其中加拿大人均占有量最高,达 $121.93 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{年}$,是人均占有量最少国家马耳他的 1700 多倍。占世界人口总数约 40% 的 80 个国家和地区却严重缺水,目前全球 80 多个国家的约 15 亿人口面临淡水不足,其中 26 个国家的 3 亿人口完全生活在缺水状态。更严重的是预计到 2025 年,全世界将有 30 亿人口缺水,涉及的国家 and 地区达 40 多个。尽管水资源总量居世界第六位,中国仍是一个水资源短缺的国家,人均水资源占有量为 2500 m^3 ,约为世界人均水量的 1/4,居世界第 110 位,已经被联合国列为 13 个贫水国家之一(表 1-2)。中国水资源形势相当严峻,根据 2012 年中国水资源公报资料,中国水资源总量为 29 528.8 亿 m^3 ,地下水与地表水资源不重复量为 1155.5 亿 m^3 ,占地下水资源量的 13.9%(地下水资源量的 86.1% 与地表水资源量重复)。污水处理再利用量和集雨工程供水量等其他水源供水量占 0.4%。全国总用水量 6131.2 亿 m^3 ,其中生活用水占 12.1%,工业用水占 22.5%,农业用水占 63.6%,生态环境补水(仅包括人为措施供给的城镇环境用水和部分河湖、湿地补水)占 1.8%。

表 1-2 26 个国家总水量($\text{km}^3/\text{年}$)与人均水量($10^3 \text{ m}^3/\text{年}$)比较

富水国家	总水量	人均水量	贫水国家	总水量	人均水量
加拿大	3122	121.93	马耳他	0.025	0.07
巴拿马	144	66.06	利比亚	0.700	0.19
尼加拉瓜	175	53.48	巴巴多斯	0.053	0.20
巴西	5191	38.28	阿曼	0.660	0.54
厄瓜多尔	314	33.48	肯尼亚	14.800	0.72
马来西亚	456	29.32	埃及	56.000	1.20
瑞典	183	2.11	比利时	12.600	1.27
喀麦隆	208	21.41	南非	50.000	1.54
芬兰	104	21.33	波兰	58.800	1.57
前苏联	4714	16.93	海地	11.000	1.67
印度尼西亚	2811	15.34	秘鲁	40.000	2.03
澳大利亚	90	12.02	印度	1850	2.43
美国	2970	10.34	中国	2680	2.52



(2)人口的迅猛增长及工农业的快速发展。世界人口在19世纪初约为10亿,到20世纪30年代已突破20亿;到1960年达30亿,到1999年世界人口已突破60亿,2011年10月世界人口突破70亿。我国人口在从1950年到1990年40年的时间内,总人口从5.5亿增到11.4亿,到2012年全国总人口达13.5亿。从20世纪90年代以来,我国工农业生产迅速发展,导致用水量逐年上升。与此同时,农药和化肥产量的迅猛增长和大量施用造成了环境水污染。反映我国近年来工农业生产增长的主要指标,如原煤、粗钢、农药和化肥的年产量(表1-3)。

表1-3 原煤、粗钢、农药和化肥产量变化状况

年份(年)	2012	2010	2008	2006	2004	2002	2000	1998
原煤(亿吨)	36.5	32.35	27.88	23.73	19.92	14.55	12.99	12.5
粗钢(千万吨)	72.39	63.72	50.30	41.91	28.29	18.24	12.85	11.56
化学农药(万吨)	290.9	223.5	210.0	138.5	82.1	92.9	60.7	55.9
化肥(千万吨)	6.83	6.34	6.03	5.34	4.80	3.79	3.19	3.01

(3)水污染和水资源浪费严重。水体因某种物质的介入,导致其化学、物理、生物或者放射性等方面特征的改变,从而影响水的有效利用,危害人体健康,破坏生态环境,造成水质恶化的现象,称为水污染。

工业文明发展的近300年来,特别是20世纪50年代以后,人类在享受高速发展工业文明成果的同时肆意地践踏地球生态,使得水资源污染严重,致使人类可以利用的水资源越来越少。据联合国的有关报告,目前世界上大概有60%的大江大河已经被污染,其中大部分江河被严重污染。据初步统计,全世界每天约有200吨垃圾倒进河流、湖泊、小溪等各种水体,世界上每年排入水环境的各种废水和污水已达 $6000 \times 10^8 \text{ m}^3$,造成了 $5.5 \times 10^8 \text{ m}^3$ 水体的污染,也就是说全世界约有1/3的淡水受到污染。美国的污水年排放量达 $1500 \times 10^8 \text{ m}^3$,境内52条河流受到了不同程度的污染,有的河流污染面积高达90%。欧洲和日本的情况与美国的情况很相似,如荷兰的阿姆斯特丹河、意大利的威尼斯河为生活污水所污染,一段时间竟成了污水河。我国的水资源情况也令人担忧,根据中国水资源公报资料,近十年来国家监控河流(图1-1)、重要湖泊(水库)(图1-2)水质状况。

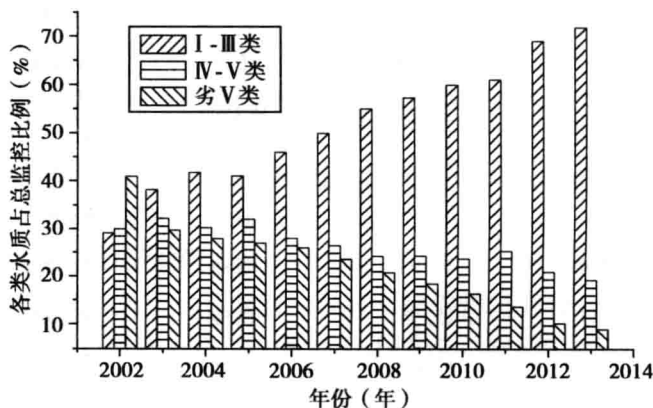


图1-1 全国十大流域的国控断面水质状况