

高等学校给水排水工程专业系列教材

水资源利用与保护

王晓昌 张荔 袁宏林 编著



高等教育出版社

清华大学环境科学与工程系环境工程研究所

水资源利用与保护

王浩 主编 王浩 副主编

清华大学出版社

高等学校给水排水工程专业系列教材

主要内容

本书为给水排水工程专业系列教材之一，主要介绍水资源利用与保护的基本理论、基本知识和基本技能。全书共分六章，第一章介绍水资源概况，第二章介绍水资源评价，第三章介绍水资源规划，第四章介绍水资源保护，第五章介绍水污染控制工程，第六章介绍水环境工程。本书可作为给水排水工程专业及相关专业本科生的教材，也可供从事给水排水工程工作的工程技术人员参考。

水资源利用与保护

王晓昌 张荔 袁宏林 编著

图书在版编目(CIP)数据

水资源利用与保护 / 王晓昌, 张荔, 袁宏林编著. — 北京: 高等教育出版社, 2008.1

ISBN 978-7-04-023982-9

I. 水… II. 王… III. 袁… IV. 袁…

水资源—高等学校—教材② 水资源—高等学校—教材③ 水资源—高等学校—教材④ 水资源—高等学校—教材⑤ 水资源—高等学校—教材⑥ 水资源—高等学校—教材⑦ 水资源—高等学校—教材⑧ 水资源—高等学校—教材⑨ 水资源—高等学校—教材⑩ 水资源—高等学校—教材⑪ 水资源—高等学校—教材⑫ 水资源—高等学校—教材⑬ 水资源—高等学校—教材⑭ 水资源—高等学校—教材⑮ 水资源—高等学校—教材⑯ 水资源—高等学校—教材⑰ 水资源—高等学校—教材⑱ 水资源—高等学校—教材⑲ 水资源—高等学校—教材⑳ 水资源—高等学校—教材㉑ 水资源—高等学校—教材㉒ 水资源—高等学校—教材㉓ 水资源—高等学校—教材㉔ 水资源—高等学校—教材㉕ 水资源—高等学校—教材㉖ 水资源—高等学校—教材㉗ 水资源—高等学校—教材㉘ 水资源—高等学校—教材㉙ 水资源—高等学校—教材㉚ 水资源—高等学校—教材㉛ 水资源—高等学校—教材㉜ 水资源—高等学校—教材㉝ 水资源—高等学校—教材㉞ 水资源—高等学校—教材㉟ 水资源—高等学校—教材㊱ 水资源—高等学校—教材㊲ 水资源—高等学校—教材㊳ 水资源—高等学校—教材㊴ 水资源—高等学校—教材㊵ 水资源—高等学校—教材㊶ 水资源—高等学校—教材㊷ 水资源—高等学校—教材㊸ 水资源—高等学校—教材㊹ 水资源—高等学校—教材㊺ 水资源—高等学校—教材㊻ 水资源—高等学校—教材㊼ 水资源—高等学校—教材㊽ 水资源—高等学校—教材㊾ 水资源—高等学校—教材㊿ 水资源—高等学校—教材

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第190027号

010-28281118 编辑部

010-28281118 编辑部

号

同



高等教育出版社

内容提要

本书是为高等学校给水排水工程专业水资源利用与保护课程编写的,按照课内 40 学时授课的需要进行选材,并本着扩大学生视野、增加技术参考价值的目的,适当进行了内容扩充,增加了补充资料作为阅读材料。在充分考虑与相关专业基础课和专业课内容衔接的基础上,本书力求突出“水资源利用与保护”作为一门独立课程的整体性和知识的系统性,尤其考虑了我国水资源的分布特点,以及水资源匮乏和水污染问题并存的现状,从水资源的来源、利用、保护、节约、再生、管理等六个方面进行了系统的阐述。本书的特色是采用了较多的实例说明水资源利用和保护的作用和任务。

本书可作为高等学校给水排水工程专业水资源利用与保护课程教材,同时也可作为环境科学、环境工程专业教学用书,以及相关专业人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

水资源利用与保护/王晓昌,张荔,袁宏林编著. —北京:
高等教育出版社,2008. 1

ISBN 978 - 7 - 04 - 022682 - 9

I. 水… II. ①王…②张…③袁… III. ①水资源 - 资源利用 - 高等学校 - 教材②水资源 - 资源保护 - 高等学校 - 教材 IV. TV213

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 190097 号

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010 - 58581118
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	免费咨询	800 - 810 - 0598
邮政编码	100011	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010 - 58581000		http://www.hep.com.cn
经 销	蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	http://www.landaco.com
印 刷	北京市白帆印务有限公司		http://www.landaco.com.cn
		畅想教育	http://www.widedu.com
开 本	787 × 960 1/16	版 次	2008 年 1 月第 1 版
印 张	19.25	印 次	2008 年 1 月第 1 次印刷
字 数	350 000	定 价	26.20 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 22682 - 00



王晓昌，1982年1月毕业于西安冶金建筑学院给水排水专业，1984年获该校环境工程硕士学位后留校任教，1988年出国攻读博士学位，师从国际水协前主席丹保宪任教授，1992年获日本北海道大学博士学位，1998年回国工作，现任西安建筑科技大学教授、博士生导师。长期从事给水排水专业、环境科学与工程专业的教学工作和科研工作，具有在东南亚、中东、非洲、大洋洲多个国家从事水资源保护与利用项目研究和工程实践的经验，回国后先后主持了国家自然科学基金重点项目“西部干旱缺水地区水资源再生利用研究”以及国家科技攻关、国家863计划、国家自然科学基金重大国际合作等多项国家级科研项目研究，在国内外发表论文100余篇。

前 言

“水资源利用与保护”是新修订的高等学校给水排水工程专业教学大纲规定的专业必修课。长期以来,我国给水排水工程专业教育注重从取水工程开始的各个供水工程环节,而不太重视水资源本身的利用和保护问题。近年来,随着水源污染问题的日趋严重,从事给水排水工程专业研究的人员越来越感到要保证向用户供应清洁可口、符合生活饮用水卫生标准的优质水,仅仅重视水处理的环节是不够的,必须强调从水源开始的水质保障和水资源保护。与此同时,随着我国社会主义现代化建设事业的发展,生活、工业、农业、生态环境等各种用水的需求量逐年增加,供需矛盾日趋突出,因此从事给水排水工程专业的工程技术人员也必须具备与水资源调配和合理利用相关的知识。

水资源利用和保护也是环境科学与工程领域的重要问题。自然和人工水体按其提供人类用水的作用而具有一定的水域功能分区,不同的功能分区要求达到特定的水质要求,而饮用水源地的水质要求是最重要的。本书也注重从水环境的角度来论述水资源的利用和保护,从而形成了给水排水专业与环境科学与工程专业的联系。

近年来,水资源短缺已成为许多国家和地区的严重问题,我国很多地区,尤其是北方地区的缺水问题也非常突出。因此,污水是可利用水资源的重要组成部分已经成为人们的共识。然而,污水作为水资源利用的关键问题是其水质,以不同回收利用为目标的污水处理是赋予再生水水资源价值的必要条件。因此,本书论述水资源再生利用的章节也涉及了水处理技术,从而在水资源开发利用和水处理技术之间架起了桥梁。

本书借鉴了国外同类教材的内容安排和资料,同时考虑了我国国情和水资源分布特点,以及未来的建设事业对水资源的需求,注重以水资源利用为核心,从利用目的出发强调水资源保护的重要性。内容主要包括绪论(即基本概念)、水资源概论、水资源利用、水资源保护、节水技术、水资源再生利用技术、水资源管理等七部分,相关章节引入了分析计算实例,以加深学生对教学内容的了解,每章附有一定数量的思考题,便于学生把握重点。

为了扩大学生视野,适当进行了内容扩充,增加了补充资料作为阅读材料。

本书由西安建筑科技大学王晓昌、张荔、袁宏林编写,其中,第1、6、7章由王晓昌编写,第3、4、5章由张荔编写,第2章由袁宏林编写;由西安建筑科技大学

黄廷林审阅了本书。

本书可作为高等学校给水排水工程专业、环境科学与工程专业的教学用书，以及水利、水资源相关专业的教学参考书，也可供有关专业人员参考。

由于本书涉及多个学科的知识，内容比较广泛，加之编者水平有限，缺点和不足在所难免，欢迎读者批评指正。

编 者

2007年10月

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010)58581897/58581896/58581879

传 真：(010)82086060

E - mail: dd@hep. com. cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)58581118

策划编辑 赵湘慧

责任编辑 李 澈

封面设计 王 雎

责任绘图 尹 莉

版式设计 马敬茹

责任校对 王 超

责任印制 陈伟光

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 水资源的基本概念	1
1.1.1 水和水资源	1
1.1.2 水作为资源的用途	2
1.1.3 水资源的价值	3
1.2 水资源开发利用与社会经济发展	6
1.2.1 水是社会发展的支撑条件	6
1.2.2 发展带来的水问题	7
1.2.3 可持续水资源开发与利用	9
1.3 水资源保护与管理的重要性	10
1.3.1 “水资源开发与利用”和“水资源保护与管理”的关系	10
1.3.2 水资源保护与管理的目的和意义	10
1.3.3 水资源保护与管理的内容	11
补充资料	12
思考题	19
第 2 章 水资源概论	20
2.1 水循环和水资源	20
2.1.1 水循环的概念	20
2.1.2 大气降水	22
2.1.3 降水量分布	23
2.1.4 水的存在形态和全球可利用水资源	25
2.1.5 我国的水资源分布情况	31
2.2 地表水资源	37
2.2.1 基本概念	37
2.2.2 降水	38
2.2.3 天然地表水资源	41
2.2.4 地表水资源的调蓄	43
2.3 地下水资源	44
2.3.1 基本概念	44
2.3.2 地下水的形成过程	46
2.3.3 地下水补给	46

2.3.4	地下水排泄	50
2.3.5	地下水的动态平衡	50
2.3.6	地下水利用	51
	补充资料	54
	思考题	63
第3章	水资源利用	65
3.1	需水量	65
3.1.1	基本概念	65
3.1.2	需水量计算与预测	67
3.2	水资源可利用量	76
3.3	区域水量平衡	81
3.3.1	区域水量平衡的基本概念	81
3.3.2	区域水量平衡分析	83
3.3.3	区域可利用水资源量计算	86
3.3.4	区域可利用水资源量计算实例	88
3.3.5	区域内各种用水的供求关系分析	90
3.3.6	海河流域水资源供需平衡分析实例	91
3.3.7	调整用水结构的可行性分析	94
3.4	取水工程	95
3.4.1	地表水取水工程	96
3.4.2	地下水取水工程	99
	补充资料	101
	思考题	110
第4章	水资源保护	111
4.1	水体污染	111
4.1.1	水体	111
4.1.2	水体污染物	112
4.1.3	水体污染的来源	114
4.1.4	水体污染源	115
4.1.5	污染物在水体中的迁移转化规律	123
4.2	水环境质量	130
4.2.1	水环境承载力与水环境质量的关系	130
4.2.2	水环境质量标准	131
4.2.3	水质评价	135
4.3	水资源保护技术	139
4.3.1	水体污染治理	139
4.3.2	水资源保护	141

4.3.3 提高水体的环境容量	141
补充资料	142
思考题	156
第5章 节水技术	157
5.1 概述	157
5.1.1 节水的必要性	157
5.1.2 节水的潜力	158
5.2 农业节水	163
5.2.1 农业节水途径	163
5.2.2 节水灌溉技术	164
5.2.3 现代灌溉面积	166
5.2.4 国外农业节水	167
5.3 工业节水	170
5.3.1 工业节水途径	170
5.3.2 国外工业节水	173
5.4 城市生活节水	174
5.4.1 生活节水途径	174
5.4.2 国外生活节水	179
补充资料	184
思考题	192
第6章 水资源再生利用技术	193
6.1 可再生利用水资源概述	193
6.1.1 水循环过程中的水资源再生	193
6.1.2 水资源再生利用的定义	194
6.1.3 水资源再生利用的途径	195
6.2 城市污水再生利用技术	198
6.2.1 城市污水的水质特点及可处理性	198
6.2.2 以水资源再生为目标的污水处理技术	203
6.2.3 分散式污水处理与再生利用技术	206
6.3 污水再生利用的水质标准	208
6.3.1 城市杂用水水质标准	208
6.3.2 景观环境用水水质标准	209
6.3.3 工业用水水质标准	210
6.3.4 地下水回灌水质标准	212
6.3.5 农田灌溉水质标准	213
补充资料	215
思考题	224

第 7 章 水资源管理	225
7.1 水资源管理概述	225
7.1.1 水资源管理的概念	225
7.1.2 水资源管理的法律基础	225
7.1.3 水资源管理的主要内容	227
7.1.4 国外水资源管理的经验	230
7.1.5 水资源管理与可持续发展	233
7.2 水质与水量管理	235
7.2.1 水资源的质与量的关系	235
7.2.2 地表水体的水质与水量管理	235
7.2.3 地下水的水质与水量管理	237
7.3 水价管理	239
7.3.1 水资源的价值	239
7.3.2 水资源价值的确定	241
7.3.3 水资源市场价格的确定	242
7.3.4 我国水价管理中目前存在的问题	243
7.4 水资源管理的信息化	245
7.4.1 水资源管理信息化的意义	245
7.4.2 水资源管理信息系统建设的目标及原则	246
7.4.3 水资源管理信息系统的基本组成	247
7.4.4 “3S”技术在水资源管理信息系统中的应用	248
补充资料	251
思考题	259
附录	261
附录 1 WHO 饮用水水质指南(第 3 版)	261
附录 2 地表水环境质量标准(GB 3838—2002)	272
附录 3 地下水质量标准(GB/T 14848—93)	275
附录 4 生活饮用水卫生标准(GB 5749—2006)	277
附录 5 污水综合排放标准(GB 8978—1996)	282
附录 6 生活饮用水水源水质标准(CJ 3020—93)	288
附录 7 城镇污水处理厂污染物排放标准(GB 18918—2002)	290
参考文献	292

第 1 章 绪 论

1.1 水资源的基本概念

1.1.1 水和水资源

从化学定义上说,水是由氢氧两种元素组成的化合物,它可以以液态、气态和固态这三种形态存在,就是通常所说的水、水蒸气和冰。人们生活的地球表面有将近 70% 被海洋覆盖,形成巨大的水面;在占地球表面 30% 的陆地上,也分布着湖泊、河流等随处可见的水面;从地表挖掘到一定深度就有地下水渗出;包括人体在内的生物体,至少有 60% 是由水分构成。因此,可以说人们生活的自然界处处被水包围着;不论是否具有足够的自然科学知识,说到水,谁也不陌生。

从古到今,人们一直选择邻近水源的地方生活,这是因为人们的生活离不开水。由于自然界拥有丰富的水体,在人类历史发展的长河中,人们尽情地享受着大自然的恩赐,利用自然水体的一切功能来满足各方面的生活需求。直到 19 世纪末期,人们虽然知道水,熟悉水,但并没有“水资源”的概念。国外最早正式采用水资源这一概念的有可能是美国地质调查局(USGS),该局于 1894 年设立了水资源处(water resource bureau),负责对地表河川径流和地下水的观测。之后,水资源(water resource)一词就广泛用于与水的利用有关的业务和行业中,但对水资源的确切含义,在相当一段时间没有很恰当的解释。例如《英国大百科全书》曾将水资源定义为“全部自然界任何形态的水,包括气态水、液态水和固态水”。显然这一定义是对“水”的完整解释,并不能作为水资源的确切定义。1977 年联合国教科文组织(UNESCO)提出,水资源是指“可资利用或有可能被利用的水源,这个水源应具有足够的数量和可用的质量,并能在某一地点为满足某种用途而被利用”,这一定义目前已广泛被接受,因为它重点强调了水作为一种“资源”的用途和价值。

在我国,水资源这一概念是在近二三十年得到广泛应用的,然而,我国开发和利用水资源却具有悠久的历史。中国有文字记载的水资源开发和利用历史的第一页是约公元前 22 世纪大禹治水的传说;公元前 256 年修建的都江堰水利枢

纽工程至今已成功地运行了 2 260 多年;公元前 246 年秦国又兴建了郑国渠;在此后 150 年左右,在郑国渠灌区里又兴建了与郑国渠齐名的白渠。这些都是我国古代水资源开发利用的范例。但在中文里人们用得更早的一个词汇是“水利”而不是“水资源”。实际上水利一词既有对水“兴利除害”的含义,也有利用水源的含义。由于这个原因,我国水利部的英文名称是“Ministry of Water Resource”,直译过来实际上是“水资源部”。

1.1.2 水作为资源的用途

水作为一种重要的资源,其用途可用图 1.1.1 来概括。图中直接利用中的水流利用,以及间接利用中的傍水利用一般来说不会直接引起水资源量的改变,但是对水资源的量有很高的要求;图中直接利用中的抽水利用是为了直接满足人们生活、生产的要求,将从水源中抽取一定的水量,当然也对水资源的量有很高的要求。图示的各种用途是广义上的水资源利用,而满足生活、生产需要的抽水利用是狭义上的水资源利用。生活、生产用水以外的水资源利用往往会被人们所忽视,但它们也是水资源利用价值的重要体现。

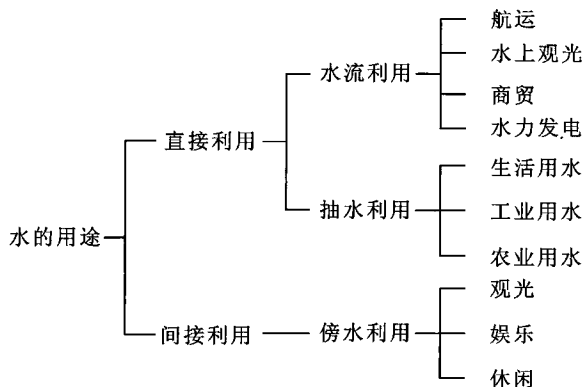


图 1.1.1 水资源的用途

下面讨论与水量消耗直接有关的水资源用途,即生活用水、工业用水和农业用水。从与人的生存和生活质量的相关度来说,生活用水应当说是水资源最基本、最重要的用途。它通常包括饮用水(饮水、炊事等)、卫生用水(洗涤、沐浴、厕所冲洗等)、市政用水(绿化、清扫等)、消防用水等。工业用水和农业用水则与人们的生产活动密切相关。上述三种用水之间的比例称之为用水结构,用水结构的差异可以反映不同国家工农业及城市建设发展的水平。例如,美国的生活、工业、农业用水所占的比例分别为 12%、46%、42%,日本的三项用水比例分别为 17%、33%、50%,法国的三项用水比例分别为 16%、59%、25%,我国到上世纪

80年代末的生活用水量仅占2%左右,工业用水占8%~10%,而农业用水占到85%~90%。近十多年来,随着我国城市化进程的加速、人民生活水平的提高和工业的迅猛发展,三项用水的比例发生了很大的变化,1998年我国生活、工业、农业用水的比例分别为10%、20.7%、69.3%,2002年的三项用水比例分别为11.2%、20.8%、68%。农业用水所占比例大仍然是我国水资源利用的特征之一。

从生活用水来说,以2002年为标准我国年人均综合生活用水量约为48.2 m³,而美国和日本的年人均综合生活用水量分别为193 m³和119 m³(2000年数据),表明我国的生活水平与发达国家还有较大差距。

我国2000年的国民生产总值约为10 807.41亿美元,同期美国和日本的国民生产总值分别为97 621.00亿美元和47 638.33亿美元,当年我国和这两个国家消耗的水资源量分别约为5 500亿m³、4 760亿m³、910亿m³。按单位美元产值所消耗的水量来计算,三个国家分别为0.51 m³/美元、0.049 m³/美元、0.019 m³/美元,说明我国水资源利用水平还偏低。但可喜的是,虽然我国的国民生产总值近年来一直高速增长,但水资源消耗量近五年来一直维持在同一水平,表明我国的水资源利用水平在不断提高。

1.1.3 水资源的价值

2003年在日本京都举行的第三届世界水论坛上,水资源的价值(value of water)成为重要的论题之一。对水资源的价值可以从如下几个方面来考虑:

(1) 水的生命维持价值

水是人类赖以生存的源泉。目前一个公认的观点是,讲人权或人的生存权就不能不考虑获得安全供水的权力。表1.1.1是世界卫生组织提出的供水服务标准,表中以取水距离或时间,以及获取水量作为两个量化标准来评价供水的水平。

表 1.1.1 世界卫生组织的供水服务标准

服务水平	取水距离/ 时间	获取水量/ [L/(人·d)]	满足的需求	问题解决的紧迫性
无供水服务	距离>1 km 所需时间>30 min	<5	不能保障最低生活需求; 不能保障基本卫生条件	非常紧迫 急需提供基本供水服务
最低水平	距离<1 km 所需时间<30 min	平均 20	基本保障最低生活需求; 难以保障基本卫生条件; 到较远处入厕	紧迫 进行卫生教育,提供较好供水服务

续表

服务水平	取水距离/ 时间	获取水量/ [L/(人·d)]	满足的需求	问题解决的紧迫性
中等水平	室外公用自来水	平均 50	保障生活需求； 能保障基本卫生 条件； 院内就近入厕	低 进一步改善卫生条 件,提高健康水平
高水平	室内自来水	平均 100~200	保障生活需求； 保障卫生条件； 室内卫生间	非常低

然而在全球 60 多亿人口中,目前尚有 10 亿以上人口根本得不到基本的供水服务,有近 16 亿人口只能得到最低水平的供水服务,这些人口 60% 以上分布在亚洲,近 30% 分布在非洲。由于得不到基本的供水服务,水系传染病目前仍是世界上感染率最高的疾病。全球每年痢疾的发病率高达近 40 亿人次,导致 220 多万人死亡,其中 90% 为 5 岁以下的儿童。

由于上述原因,联合国提出将解决供水的问题作为重要的人权问题来考虑,水所具有的维持人类生命的价值已远远超过了它的商品经济价值。

(2) 水的社会价值

水资源与社会发展具有密不可分的关系。人们生活的地球因为有丰富的水资源才孕育了人类,人类文明的发祥地都离不开江河等重要的水资源。肥沃的农田离不开充足的灌溉用水条件,工业的发展在很大程度上取决于水的供应条件。在当今的世界上,工业化国家要么是依靠得天独厚的丰富水资源条件得到迅猛发展,要么是利用高科技很好地解决了水资源问题而得到发展,而发展中国家大都存在亟待解决的水资源不足问题。这些都是水资源的重要社会价值的例证。

在一段时间里,水的问题的解决曾被看做主要是一个技术问题,但自从联合国在上世纪末提出了到 2015 年将饥饿和贫穷的比例降低一半的“跨世纪目标”(Millennium Development Goal)之后,人们已经认识到水的问题是一个重要的社会问题。2001 年在德国首都波恩召开的国际淡水资源会议(International Conference on Freshwater)上,来自 60 个国家的部长们共同签署了会议宣言,指出在 21 世纪初期,全球仍有 12 亿人口生活在贫困线以下,不能得到安全的饮水供应,有 24 亿人口使用不到正常的卫生系统,这一现状引起了全世界的关注。安全、充足的水供应和卫生系统是人类的基本需求,要消除贫困,就必须首先保证人们的基本生活条件,而解决水的问题是最重要的。2002 年在南非约翰内斯堡举行的可持续发展世界首脑会议上,在倡导消除贫穷的同时,明确提出“必须

提供清洁饮水和适当卫生系统以保证人类健康和环境,到2015年必须将得不到和负担不起安全饮用水的人口比例减半,将得不到基本环境卫生服务的人口比例减半,要将环境卫生纳入水资源管理的战略。”

将水问题提到如此高度的原因就在于水的利用情况与社会经济发展水平密切相关。上述24亿使用不到正常卫生系统(即正规的厕所冲洗和排水系统)的人口,80%集中在亚洲和非洲。

(3) 水的环境与生态价值

讲到环境和生态,往往不能不考虑到水。我国西部,尤其是西北地区生态环境脆弱,自然条件恶劣,其根本原因就是缺水,特别是缺少维持良好生态环境条件的生态环境水量。

上个世纪90年代以来,水资源和生态环境的相关性研究开始受到全世界的关注。世界资源保护联盟(INCN-World Conservation Union)针对21世纪全球性的水资源与生态环境问题进行了多方面的研究,提出了环境水流(environmental flow)的概念。所谓环境水流,是指一条河流、湿地、海湾这样的水域中,赖以维持其生态系统以及抵御各种用水竞争的流量。环境水流是保障河流功能健全,进而提供发展经济,消除贫穷的基本条件。从长远的观点来看,环境水流的破坏将对一个流域产生灾难性的后果,其原因就在于流域基本环境生态条件的丧失。然而,强调保障环境水流往往意味着减少其他方面的用水量,这对不少国家或流域是一个困难的决策,但世界资源保护联盟一再呼吁各国从可持续发展的角度出发,充分重视保障流域环境水流。

环境水流既包括天然生态系统维系自身发展而要求的环境生态用水,也包括人类为了最大程度地改变天然生态系统,保护物种多样性和生态整合性而提供的环境生态用水。专家们提出了生态需水量(ecological water requirement)和绿水(green water)的概念,提醒人们注意生态系统对水资源的需求,水资源的供给不仅要满足人类的需求,而且生态系统对水资源的需求也必须得到保证。

(4) 水的经济价值

从水本身来说,很难衡量它的固有价值,正是由于这个原因,人们有可能认为“水资源是取之不尽,用之不竭”的天然物质,而忽视它的经济价值。然而,由于水资源在人类文明社会的发展和环境保护中占据中心位置,整个社会为水资源的开发、利用以及保护所付出的经济代价是巨大的。例如,按照上述的“跨世纪目标”,进入21世纪的最初15年间要基本上改善世界范围内的供水(主要是包括饮用水和卫生用水在内的生活用水)状况,以达到缓解贫困的目的。但计算结果表明,15年间为改善供水条件的总投资额为2340亿欧元,与此相应的卫生设施与设备投资为4510亿欧元,平均每年投资接近460亿欧元。按受益人口12亿(目前得不到基本环境卫生服务的24亿人口的一半)计,平均每人每年的