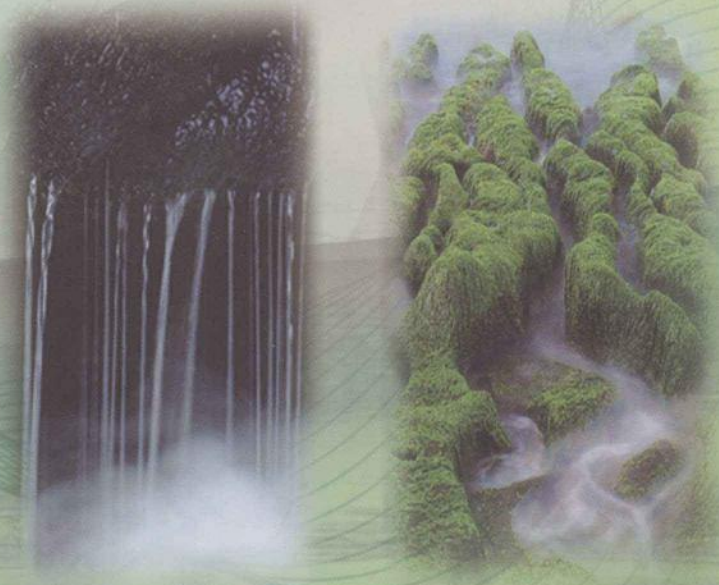


地下水

DIXIASHUI
BAOHU YU HELI LIYONG

保护与合理利用

龚 斌 编著



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press

地下水保护与合理利用

龚 斌 编著

北 京

冶 金 工 业 出 版 社

2013

内 容 简 介

本书以德国巴伐利亚州的地下水保护与合理利用为样板,来论述我国西北地区和渤海湾地区地下水保护和合理利用的问题;特别针对地下水含水层上覆盖层的破坏和盖层土壤被污染致使地下水污染的问题及地下水的合理利用寻找解决途径。

本书可供从事水文地质和环境保护等相关专业的科研和技术人员使用,也可供相关高等院校师生、企事业单位的专业人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

地下水保护与合理利用/龚斌编著. —北京:冶金工业出版社, 2013. 3

ISBN 978-7-5024-6191-1

I. ①地… II. ①龚… III. ①地下水资源—资源保护—研究 ②地下水资源—水资源利用—研究
IV. ①P641.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 041334 号

出 版 人 谭学余

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 yjchs@cnmip.com.cn

责任编辑 杨盈园 美术编辑 彭子赫 版式设计 孙跃红

责任校对 禹 蕊 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-6191-1

冶金工业出版社出版发行; 各地新华书店经销; 北京慧美印刷有限公司印刷

2013 年 3 月第 1 版, 2013 年 3 月第 1 次印刷

169mm×239mm; 12.5 印张; 245 千字; 189 页

32.00 元

冶金工业出版社投稿电话: (010)64027932 投稿邮箱: tougao@cnmip.com.cn

冶金工业出版社发行部 电话: (010)64044283 传真: (010)64027893

冶金书店 地址: 北京东四西大街 46 号(100010) 电话: (010)65289081(兼传真)

(本书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)

序

为了翻译德国巴伐利亚州环保部水务司司长 M. Grambow 博士的《水资源综合管理》这本书，我于 2007 年 8 月专访了巴伐利亚州的水资源管理工作。位于欧洲阿尔卑斯山前地区的巴伐利亚州水环境和生态环境质量的高标准真是令人羡慕，地面上见不到污水，凡是能看得到的水都是干净的。特别是地下水，不用任何处理，从地下抽取出来就可以直接饮用。巴伐利亚州饮用水的 95% 都取自地下水，对地下水的管理利用和保护工作做得特别好，应该是我们的样板。针对当前我国地下水利用的不合理和污染严重的情况，我们水文地质工作者有义务、有责任迅速地改变我国地下水环境状况，让从数量上比地表水大近百倍的地下水在经济和社会发展中发挥出真正的作用，使地下水能达到可持续的利用和更好的保护。

在本书中，作者特别把有特色的渤海湾地区大、小凌河冲洪积扇平原区的地下水及西北缺水地区的酒泉盆地的地下水的合理利用和保护与巴伐利亚州的地下水保护相对比，提出了工作重点和一些建议。我认为本书作者的看法是正确的，值得这两个地区及我国的其他相关地区参考和应用，至少会起到抛砖引玉的作用，使我国地下水工作能进一步做好。

本书介绍了世界水资源的基本概况，重点提到淡水资源的数量关系，很少人知道地球上的河流和湖泊水占总水量的 0.0072%，而地球上的地下水却占总水量的 0.76%，地下水的总量比地表水的总量几乎大 100 倍。从这种数量关系来看，人类没有理由不去很好地利用地下水和保护地下水。这也是本书的一大重点，要提醒人们，特别是领导者和专业工作者要重视地下水方面的工作，至少应该与地表水一样积

极地开展一系列的保护工作。

地下水的保护，特别是地下水水源地的保护，一定要靠保护带的保护。地下水水源地的 I-III 带保护带的设定是科学的，是有理论根据的。因此，所有的水源地都要设定保护带，并在地面设有明显的标志，要有明确规定在各保护带不应存在的危险。在这方面，我国个别地下水水源地还没有做到，地下水的污染很可能由此促成。

地下水水质比地表水好的根本原因是它受到了地层的保护，特别是冲洪积平原区的地下水水质格外的好，其原因是冲洪积扇具有二元结构，即深层的粗颗粒物质（砂、砾）可以储存地下水，而表层的细颗粒物质（黏土、亚黏土）可以保护地下水。在巴伐利亚州地下水保护中，特别强调地下水含水层的盖层保护，要保护表层土壤免受污染，不能挖出和减少其厚度。在我国，对地下水受盖层的保护没有受到重视，如渤海湾地区大、小凌河冲积扇的表面土壤层被农田灌溉网络揭露或变薄，局部污染的土壤对地下水造成最严重的侵害。2000 年，德国的 L. Krapp 教授视察渤海湾地区水源地时特别强调提出了这一点，这又涉及水源地的土壤免受污染和保护的问题，例如农田污水灌溉、施肥和农药都会对地下水造成侵害。酒泉盆地地下水水质较好，主要是由于地下水埋藏深，盖层（包气带）厚度大所致。

本书作者龚斌博士多年从事水文地质和地下水生态方面的研究，理论扎实、经验丰富。作者在本书中提出的一些建议和工作要点都很准确，我认为本书的出版对今后我国的地下水保护和合理利用工作会起到一定的推动作用，特别希望水文地质和环境保护工作者们在本书的启发下，为我国地下水资源的保护和合理利用作出贡献。

赫英臣 教授

2012 年 4 月 8 日

前 言

编写本书，实际上是我对地下水保护与合理利用方面的知识和工作经验的学习总结过程。为了编写好这本书，我除了认真研究了德国巴伐利亚州的地下水保护和合理利用的经验之外，还收集了其他一些国家如美国、英国、前苏联等许多国家在这方面的资料，同时又查阅了我国许多地区在地下水方面的相关资料。筛选出我国今后要加强地下水保护和合理利用方面可实施的典型样板，即以渤海湾地区和西北干旱地区的地下水保护和合理利用为实例进行讨论研究，最后引领出我国将来在地下水可持续保护过程中以及合理地加强开发利用方面应采取的对策，让地下水这种可再生的自然资源为我们的子孙后代造福，为社会发展作出贡献。

本书着重叙述了世界范围内水资源的数量关系，特别是地下水资源量占据着全球淡水资源量很重要的部分，从而让我们认识到对地下水保护和合理开发利用的重要意义，以及当前水资源现状和利用方面存在的主要问题；介绍了位于欧洲阿尔卑斯山前地区的德国巴伐利亚州的地下水，巴伐利亚州是世界上地下水数量最多、水质最好，也是地下水保护最好、管理最好的地方。巴伐利亚州的地下水是饮用水的主要水源，占95%以上，同时在工农业生产中也占据着重要位置。我们从该章节会全面地了解到巴伐利亚州对地下水的可持续保护和合理利用的技术方法和工作经验，从而可启发我们怎样能更好地从事这方面的工作；以中国渤海湾地区的地下水赋存特征为实例，提出对地下水可持续保护和合理利用的建议，以便与渤海湾地区具有类似地下水特征的地方参考借鉴，使各地区共同把地下水工作做好；书中还介绍了我国西北干旱地区的地下水特征，针对严重缺水的状态，建议应把

地下水优先用于饮用水供应，特别要把酒泉盆地地质条件较好、储量较大的地下水，以远程供水方式广泛地用于西北地区城市和农村的饮用水供应。同时，还建议酒钢的生产用水和该地区的农业灌溉用水要取用地表水，把地下水节省出来支援城市饮用水供应；书中谈到了世界上一些国家和我国的一些地方的地下水保护和合理利用方面的一些经验和具体做法，通过调查查清了地下水中的主要污染源和污染物，并采取相应对策来保护地下水。同时，还提到针对地下水的利用出现的重大问题，例如过量开采地下水引起的地面沉降、海水入侵、含水层疏干等，采取的有力措施和解决的经验。书的最后提出了今后地下水保护和合理利用方面的基本对策，这都是我国各地区对地下水保护取得了显著成效的实践经验。针对地下水保护和利用出现的不同问题，我们相信在这些对策中能找到相对应的解决方案。这些对策经实践考验后将成为我国地下水可持续保护和合理利用的基本纲领来指导地下水的管理工作。

在赫英臣教授的热心指导和帮助下，我圆满地完成了这本书的编写，在此要特别感谢他。同时，还要感谢中国环境科学研究院的院领导和生态所领导给予的极大支持，也要感谢在本书编写过程中给予了我很大帮助的白利平、李军成、李庆旭、王风玉、盛秀荣、刘伟玲、张继平、吴志丰、齐月、李芬等同事及朋友们。

我希望本书的出版能对相关专业的科研工作者在今后的地下水管理和保护工作上有所借鉴参考，在水资源合理开发利用方面作出一点贡献，这将是一件令人十分欣慰的事情。衷心地希望该书能在我国各地地区的地下水工作中起到抛砖引玉和一定的推动作用。

由于作者水平有限，书中难免有不足之处，敬请各位专家和读者给予指正。

龚 斌

2012年9月6日

目 录

1 全球水资源与地下水的基本概况	1
1.1 全球的水资源量	1
1.2 水资源的利用	3
1.3 地下水	4
1.3.1 地下水的利用	4
1.3.2 地下水利用出现的问题	5
1.3.3 地下水的污染	5
1.4 水资源的短缺	6
1.5 水质与因水质引起的疾病	6
1.5.1 污水处理率是一个不可忽视的硬指标	6
1.5.2 影响水质的主要污染物	8
1.5.3 因水质引起的疾病	9
1.5.4 因水质引起的其他环境问题	10
1.5.5 水质恶化对生态系统完整性的影响	11
1.6 水资源合理利用	11
1.7 水资源的保护	15
1.8 水资源管理	16
2 阿尔卑斯山前地区（巴伐利亚州）的地下水	18
2.1 概述	18
2.1.1 地下水是看不见的宝藏	18
2.1.2 人们离不开地下水	19
2.1.3 质优量多是巴伐利亚州地下水的突出特征	21
2.2 地下水的形成、运移与循环	22
2.2.1 地下水的补给	22
2.2.2 地下水在岩层中的运移	25
2.2.3 巴伐利亚州南北地区地下水分布特征	27

2.3 地下水的开发利用与研究	30
2.3.1 地下水的勘探开发	30
2.3.2 许多物质的富集对地下水性质的影响	33
2.3.3 地下水观测工作	40
2.3.4 地下水的生态功能	44
2.4 地下水的合理利用	46
2.4.1 作为饮用水的地下水开采	47
2.4.2 地下水的广泛应用	61
2.5 地下水面临的威胁——处在风险中的宝藏	71
2.5.1 历史的继承者——土壤的有害变化和污染	72
2.5.2 漏损量、事故和错误操作等的潜在危害	73
2.5.3 原材料开采和地下水保护	76
2.5.4 在地下水中的建筑活动	77
2.5.5 道路和交通事故污染	77
2.5.6 密集的排水网造成废水污染	78
2.5.7 农业开发对地下水的危害	79
2.5.8 面对地下水保护的森林的作用	83
2.5.9 地下水被药物污染	84
2.5.10 来自大气圈的有害物质	85
2.5.11 来自地层的攻击——自然界的污染	86
2.6 地下水的保护	87
2.6.1 预防保护要提前	87
2.6.2 每个人都要做到尽可能的预防	95
2.6.3 加强事后管理和治理的挽救再挽救	97
2.7 巴伐利亚州可持续的地下水保护纲要	100
2.7.1 可持续的地下水保护政策的基本原则	102
2.7.2 地下水保护法规	102
2.7.3 未来欧洲地下水保护的展望	103
3 中国渤海湾周边地区的地下水	104
3.1 区域概况	104
3.1.1 交通位置	104
3.1.2 经济结构	105
3.1.3 气候特征	105

3.1.4	地表水域	105
3.1.5	地下水开发现状	105
3.1.6	地下水的污染现状	106
3.2	区域地质与水文地质条件概述	106
3.2.1	区域地形地貌条件	106
3.2.2	区域地质条件	107
3.2.3	区域水文地质条件	108
3.3	地下水的污染调查	113
3.3.1	污染源调查	113
3.3.2	地下水污染特征与方式	114
3.3.3	被污染地下水的水质特征	115
3.3.4	污染物成因分析	116
3.3.5	地下水的环境质量评价与污染趋势预测	117
3.4	饮用水源地现状调查	119
3.4.1	区域内地下水资源状况	119
3.4.2	地下水饮用水源地的生产现状	120
3.4.3	饮用水源地的污染调查与评价	121
3.4.4	饮用水源地的水质现状与评价	122
3.4.5	水源地污染治理工程建设	122
3.5	地下水的合理利用	123
3.5.1	对地下水开采量的控制	124
3.5.2	要合理确定水源地的开采井位	125
3.5.3	地下水与地表水要搭配利用	126
3.6	地下水的保护	126
3.6.1	加强城市污水处理厂的建设可避免污水污染地下水	126
3.6.2	地下水水源地必须要利用保护带的保护	126
3.6.3	地下水含水层上覆盖层的保护作用	129
3.6.4	对农业污染控制来保护地下水	130
3.6.5	防止海水入侵来保护地下水	130
3.6.6	节约用水	131
4	中国西部干旱地区的地下水	132
4.1	嘉峪关地区自然地理条件	132
4.1.1	地形地貌条件	132

4.1.2 地表水系	133
4.1.3 气象条件	135
4.2 区域地质与水文地质条件	135
4.2.1 区域地质条件	137
4.2.2 区域水文地质条件	140
4.3 嘉峪关盆地地下水开采现状与各水源地的水文地质条件概述	144
4.3.1 各水源地的开采现状	144
4.3.2 酒钢各水源地的水文地质条件概述	145
4.3.3 对酒钢水源地的开采现状评价	153
4.4 对酒钢供水水源地开采量增大的可能性评价	154
4.4.1 对地下水资源量的评价方法	155
4.4.2 对酒钢水源地允许开采量的评价	160
4.5 对地下水资源合理利用的建议	164
4.6 对地下水资源的保护	166
5 关于地下水的合理利用与保护问题的探讨	169
5.1 美国地下水保护的策略	169
5.1.1 地下水的利用现状	169
5.1.2 地下水的污染现状	169
5.1.3 地下水保护的策略	171
5.2 欧盟国家对地下水保护的对策	172
5.2.1 欧盟地表水和地下水保护的管理法规框架建议	172
5.2.2 欧洲水框架指令	173
5.3 英国地下水的保护	173
5.4 前苏联面对采矿对地下水影响的保护	174
5.5 中国当前地下水保护概况	175
5.5.1 辽宁省地下水保护的工程措施	176
5.5.2 山东省地下水的开发利用与保护	178
5.5.3 中国其他地区的地下水保护	180
6 我国将来对地下水资源保护与合理利用的对策	186
参考文献	189

1 全球水资源与地下水的 基本概况

人类生存和生产都离不开水，水是生命，也是自然界存在的基础。一提到水，人们都知道海洋、河流和湖泊的水，但许多人不太清楚地下水。从水资源管理方面，国家和地方对海洋、河流和湖泊的管理很重视，设立多种机构，有庞大的研究人员和管理人员；而对地下水的研究和管理似乎是很薄弱，很少人知道有什么部门或机构来管理和研究地下水。但从水的数量来看，地表水（河流和湖泊）仅占0.0072%，而地下水占0.76%（占全球水资源量）。地下水的数量比地表水要大上百倍，由此看来地下水的合理利用和保护应该被十分重视，至少从管理和研究上要与地表水公平对待，使地下水的利用和保护在经济发展和人类生存方面发挥重要作用，在这方面要以德国巴伐利亚州为榜样，使我们的地下水能充分被人类利用，并得到可持续的保护。

1.1 全球的水资源量

大家都知道地球70%的面积由地表水占据着，总体积约为14亿立方千米，大约为总水量的97.5%，这些都是储存在海洋、盐湖和咸水湖里的咸水。淡水的体积只有0.35亿立方千米，只占2.5%。而大部分淡水以永久冰或雪的形式封存在南极洲和格陵兰岛，或是埋藏很深的地下水，这部分水约占1.78%。地下水总量约为0.1亿立方千米，仅占0.76%（有的资料报道为0.58%）。河流和湖泊总水量约为0.092 km³，约占0.0072%（见表1-1）。能被人类利用的水资源主要是湖泊、河流、土壤湿气和埋藏较浅的地下水盆地，这些水资源的可用部分仅为20万立方千米，不足淡水总量的1%，仅为地球上水资源总量的0.01%。

表 1-1 地球上各种水的储量情况

水的类型		体积/km ³	占水总量的比例 /%	占总淡水的比例 /%
咸水	海洋	1.338×10^8	96.54	
	盐湖、含盐地下水	1.287×10^7	0.93	
	咸水湖	8.5×10^4	0.006	

续表 1-1

水的类型		体积/km ³	占水总量的比例 /%	占总淡水的比例 /%
内陆水	冰川、永久雪盖层	2.4064×10^7	1.74	68.7
	地下水(淡)	1.053×10^7	0.76	30.06
	地表水和永冻带	3.0×10^5	0.022	0.86
	淡水湖	9.1×10^4	0.007	0.26
	土壤水	1.65×10^4	0.001	0.05
	大气水蒸气	1.29×10^4	0.001	0.04
	沼泽、湿地	1.15×10^4	0.001	0.03
	河流	2.12×10^3	0.0002	0.006
	生物体含水	1.12×10^3	0.0001	0.003
水总量		1.386×10^9	100	
总淡水量		3.5029×10^7		100

资料来源: Shiklomanov 1993.

图 1-1 所示的世界水资源分布中特别对淡水组成成分的数量给以明确的表

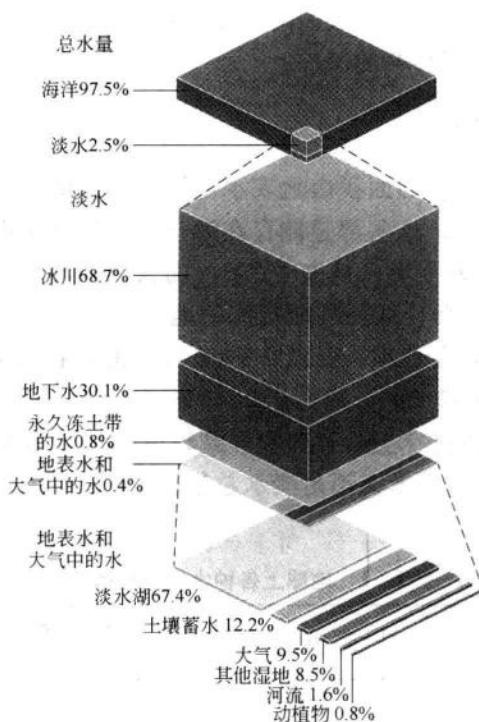


图 1-1 世界水资源分布

(资料来源: WWAP 2006, based on data from Shiklomanov and Rodda 2003.)

达,使人们能特别清楚的看到两大部分,一部分是占淡水总量68.7%的冰川,另一部分是占总量30.1%的地下水,其余的包括河流和湖泊在内的总计为0.4%。在图1-1中特别把这部分水的组成进行了更详细的分解。

各地区的降水、蒸发和径流量的循环如图1-2所示。每年海洋蒸发掉约50.5万立方千米的海水,相当于1.4m厚的水层,陆地表面每年还要蒸发7.2万立方千米的水。在降雨中每年有45.8万立方千米的水降到海洋里,占总降雨量的80%,其余的11.9万立方千米的降雨降到陆地,地表降雨量和蒸发量之差,即 $11.9 - 7.2 = 4.7$ 万立方千米的水成为地表径流和地下水的补给量,其中地表径流流向河流,最后返回到海洋,其余的入渗补给地下水。从全球看,地表径流半数以上发生在亚洲和南北美洲,在南美洲很大一部分径流发生在同一条河——亚马逊河,它每年要带走 6000km^3 的水。

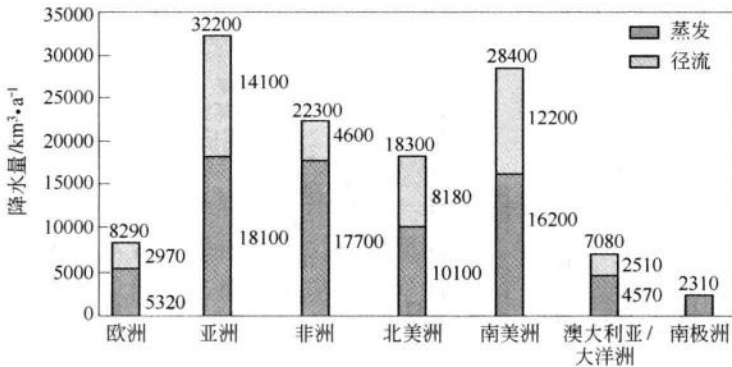


图1-2 全球各地区降水、蒸发和径流量对比

注:1. 柱高表示降水;深色区域表示蒸发,浅色区域表示径流,每年陆地上总降水量为 119000km^3 ,其中 72000km^3 蒸发了,余下 47000km^3 成为径流。

2. 地区不完全与GEO地区一致;径流包括流入地下水、内陆盆地的水流和北极的冰流。

(资料来源:Shiklomanov 1993.)

1.2 水资源的利用

水资源的利用主要包括以下三个方面。

(1) 农业灌溉。70%的河流、湖泊和地下水都用于农业,主要是灌溉用水。30年前,灌溉的农田面积不到 $2 \times 10^6\text{km}^2$,而在2000年已增至 $2.7 \times 10^6\text{km}^2$,即水的使用量从0.25万立方千米增加到0.35万立方千米以上。这种情况下,在干旱和半干旱地区,全世界20%的灌溉土地已盐碱化,造成农作物明显减产。

如图1-3所示,预计到2025年,农业用水量将达到 3200km^3 ,在各行业用水量对比中也显示出农业用水量为最大,与经济发展有关的粮食生产至关重要。

(2) 工业用水。重工业如钢铁工业、机器制造业,轻工业如纺织业、食品

工业等都是用水量大的企业。如图 1-3 所示, 1950 年的工业用水量刚超过 100km^3 , 而到 1975 年为 200km^3 , 已增长了一倍; 2000 年又比 1975 年增长了一倍, 工业用水量已达到 400km^3 , 预计到 2025 年工业用水量将突破 600km^3 。

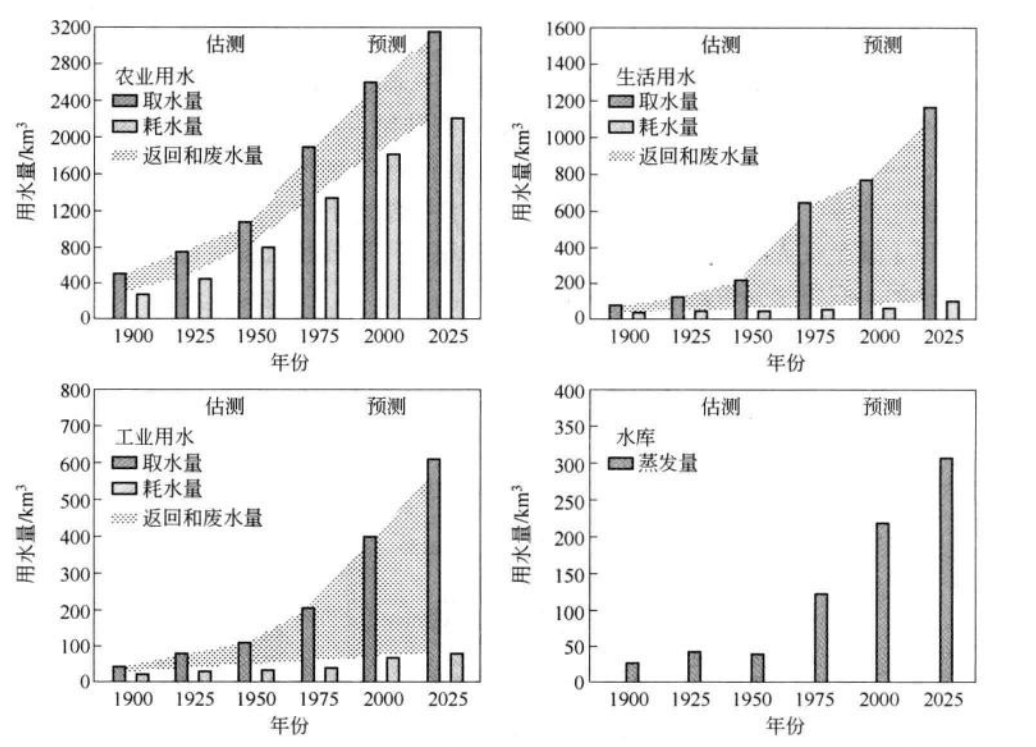


图 1-3 按部门划分的全球用水情况
(资料来源: UNEP/GRID-Arendal 2002, based on Shiklomanov and UNESCO 1999.)

(3) 生活用水。生活用水量要比工业用水量大一倍以上, 是农业用水量的一半以下。随着人口的增长, 人民生活质量的提高, 生活用水量急剧增加。如图 1-3 所示, 1950 年生活用水量仅为 200km^3 , 而到 1975 年就增加到 600km^3 以上, 增长了 3 倍多, 因为在这 25 年中世界人口增加的数量最大。到 2000 年只增长到 750km^3 左右, 因为在这期间人口增长得到控制, 故涨幅不大。预测到 2025 年生活用水将增长到 1150km^3 , 有可能突破 1200km^3 。

1.3 地下水

1.3.1 地下水的利用

约 1/3 的世界人口的生活用水, 特别是饮用水, 靠地下水供给, 这部分人口

数量大约在 20 亿以上。尤其是农村人口完全依赖地下水生活，每年要消耗全球淡水量的 20%，约为 $600 \sim 700 \text{km}^3$ 。

与地表水相比，人们对地下水知晓很少，故很少有人关注地下水的水量、水质、对地下水的管理和更好的应用，以及在地下水利用中引发的问题。但在欧洲，对地下水资源利用得较好，特别是在德国的巴伐利亚州，95% 的饮用水供应来自地下水，而且是最好的水质，否则不会有世界上最著名的慕尼黑啤酒。

由于淡水资源中地下水的数量比地表水的数量大上百倍，故地下水的开发利用，特别在饮用水方面的利用有很大的潜力和更好的远景。在这方面，关于地下水资源的合理利用和保护问题已促使了国际团体、有关部门和一些国家的领导人的重视。例如，2000 年 3 月召开的“第二届世界水论坛”建立了一个关于地下水的特别工作小组，这个小组提出的建议包括提高公众意识、改善信息质量和便于国家领导人、技术人员和政策制定者获取这些信息等多方面的意见（世界水联合会，2000 年）。

1.3.2 地下水利用出现的问题

如果地下水的开采量长期大于补给量，地下水水位就会持续下降，在某种程度上会造成地下水含水层枯竭或引起地面沉降。在印度、中国、前苏联、西亚、美国西部和阿拉伯半岛都曾出现过这样的问题，从而使地下水的使用受到限制。

在沿海地区过度开采地下水会引起海水入侵，造成地下水水质咸化而不能使用。例如，在印度的马德拉斯市，由于地下水位的强烈下降，盐水区向内陆侵入了 10km，使许多地下水开采井不能使用。

1.3.3 地下水的污染

近年来工业、农业的发展，人口的增长促使用水量急剧增加，与此同时，污水量也同等的增加，许多污水不经处理直接排放到水域，致使水域直接污染，地下水间接污染。另外，农业大量使用的肥料和农药，在灌溉或渗入时使地下水直接受到污染，这种农业的面源污染对地下水的威胁是十分严重的，也是很难解决的问题。其他的污染类型和原因，以及主要污染物见表 1-2。

表 1-2 地下水的污染

污染类型	原 因	主 要 污 染 物
人为污染	由于对脆弱的水系统保护不够，受到人为排放物和淋滤物的污染；城镇和工业行为；强化的农业种植	病原菌，硝酸盐，铵盐，氮硫化物，硼，重金属，DOC，芳香族化合物和含氯的碳、氢化合物，硝酸盐，氯，杀虫剂

续表 1-2

污染类型	原 因	主 要 污 染 物
自发污染	与地下水酸碱度-电位演变和矿物质溶液有关（因人为污染和非控制的开采加剧）	主要是铁，有时还有砷、碘、锰、铝、镁、硫、硒和硝酸盐（来源于人为排放）
水源污染	因井的设计和建造缺陷使污染的地表水和浅层地下水进入井中	主要是病原菌

资料来源：Foster. Lawreace Morris 1998.

1.4 水资源的短缺

由于自然界给予人类的淡水资源是有限的，再加上人口的不断增加和经济的强劲发展，所以水资源短缺已是历史已久的事情。据统计，全球约有 1/3 的人生活在中度和高度缺水的地区，以下数据可表现出水资源短缺的程度。

（1）大约有 80 个国家，约为 40% 的人口在 20 世纪 90 年代中期严重缺水。

（2）估计在 25 年之内，2/3 的世界人口将要居住在水紧张的国家。

（3）到 2020 年用水量将要增长 40%，其中 17% 的水要用于人口增长所带来的食品生产（世界水联合会，2000 年）。

20 世纪，人口增长、工业发展和农业超强度灌溉是引起需水量增加的主要因素。传统上，筑堤修坝是保障灌溉用水、水力发电和生活用水的主要手段。世界上最大的 227 条河流中已有 60% 被堤坝、引流、运河等强烈的或中等程度的阻断，对淡水生态系统也造成了极大影响，这种措施虽然取得了显著的经济利益，但是由于筑坝改变了河流的原始结构而引发的洪水危险，使不同地区 4000 万 ~ 8000 万人口迁移，导致临近的生态系统发生了不可逆转的变化。

在管理方面，改变水资源短缺的法规力度不大，对水资源的管理效率很有限，这也是在解决水资源短缺问题上必须加强的一项工作。

1.5 水质与因水质引起的疾病

水质恶化仍然是全球水资源的主要问题，也是最难解决的问题。水质污染的规律是河流起源地和上游较好，越向下游水质越差，入海口和沿海地带水质最差。因为进入水里的污染物浓度从上游向下游逐渐增大，并且没有使得浓度被稀释和降低的条件。各个流域的点源污染使污染物源源不断地进入这些水系，使流域至沿海之间的污染紧密的联系在一起。

1.5.1 污水处理率是一个不可忽视的硬指标

水问题上有两个重大指标，一是饮用水供应的覆盖率，二是代表水卫生条件的污水处理率，这是两大不可忽视又很难达到，但最后又不得不实现的指标。联