

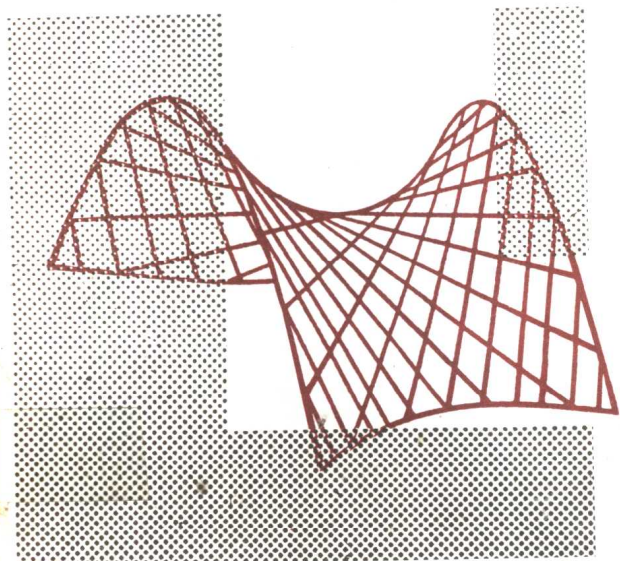
高等学校试用教材

# 给水水源及 取水工程

996791

董辅祥 主编

● 中国建筑工业出版社



1.1



996791

高等学校试用教材

# 给水水源及取水工程

董辅祥 主编

中国建筑工业出版社

(京)新登字 035 号

图书在版编目 (CIP) 数据

给水水源及取水工程/董辅祥主编. -北京:中国建筑工业出版社, 1998

高等学校试用教材

ISBN 7-112-03415-9

I. 给… II. 董… III. ①供水水源-高等学校-教材②取水-市政工程-高等学校-教材 IV. TU991.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 21888 号

本书系统地阐述了我国的水资源情况,扼要地介绍了给水水源布局、调配、水质管理与可靠性等概念,详细地讨论了有关地下水和地表水取水工程的基本概念、设计原理与方法,列举了大量地表水取水工程实例。全书力求反映国内外取水工程现状、技术成就、工程实践经验及研究成果,注重加强科学性、系统性与实用性。

本书可供给给排水工程专业本科生、研究生、教师及有关工程技术人员参考,可作为给排水工程专业本科及工程技术人员继续教育的教材或主要教学参考书,也适于作大专、中专的进修教材。

高等学校试用教材

给水水源及取水工程

董辅祥 主编

\*

中国建筑工业出版社出版 (北京西郊百万庄)

新华书店总店科技发行所发行

北京京丰印刷厂印刷

\*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 16¼ 字数: 395 千字

1998 年 6 月第一版 1998 年 6 月第一次印刷

印数: 1—2500 册 定价: 13.40 元

ISBN 7-112-03415-9

TU·2641 (8574)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题,可寄本社退换

(邮政编码 100037)

## 前 言

建国以来,我国给水事业发展迅速,各地兴建了大量的取水工程,仅城市与工业给水的日取水量目前即达  $1.8 \times 10^8 \text{m}^3$  以上。由于我国幅员广大,自然地理条件复杂,取水条件差异甚大,取水工程情况多种多样,因而在这方面积累了丰富的经验且颇具中国特色。另一方面,估计在今后若干年内,上述范围的取水量还将以每年平均  $4\% \sim 5\%$  的速度递增。但是,由于我国水资源时空分布不均、城市与工业过于集中、径流调节不足、水资源的开发利用不尽合理、水源污染比较严重、可用水量正日趋匮乏,这就使取水工程建设面临许多更加尖锐复杂的矛盾。

基于上述情况,作为一本新的教材,本书在总体上着重从水资源合理开发利用角度及给水水源基本条件上去研究有关取水工程问题,其内容除满足大学本科的基本教学要求外,还力求反映国内外取水工程现状、技术成就及工程实践经验,并注重加强书的科学性、系统性与实用性。同《取水工程》教材相比,本书的主要变化是:

第一篇,以专门篇幅系统概略地阐述我国水资源的分布、特点、开发利用情况与主要问题、2000 年和远期需水量与供需平衡情况及其主要解决途径;扼要地介绍有关给水水源的科学调配、选择原则、可靠性、水源水质管理保护方面的概念。这对于考察和解决当今城镇供水问题是十分必要的。

第二篇第四章,专门介绍有关地下水的基础知识,以便未学过水文地质的读者直接学习和掌握地下水取水技术,也可兼顾“三合一”(水文地质、水文及取水工程三门课程合并讲授)教学的需要。

第二篇第五章,概述了地下水取水构筑物渗流计算基本方法,在以后有关章节中又对求解地下水取水构筑物在实际计算问题作了一定的说明,使读者有可能从中了解到各类地下水取水构筑物计算公式的来龙去脉、适用条件以及解决类似问题的基本思路。

第二篇第六、九章对单井计算、联合工作时的井群计算、辐射井与复合井的计算问题分别引用了国内外的一些研究成果,使这类取水构筑物的地下水渗流及工作情况有了明确而清晰的定性分析,其设计计算也更反映实际情况。

第二篇第八章,较详尽地分析了渗渠运行过程中可能出现的各种实际工作情况并给出相应的设计原则和简易计算方法。

第二篇第十章,对取水井水量下降及地下水人工回灌问题作了进一步的论述。

在第三篇地表水取水工程中,对我国地表水取水构筑物的形式与分类进行了科学的划分,并以此为本篇章节内容编排的依据。这将有助于读者系统清晰地了解各类地表水取水构筑物的基本特点、适用条件及其内在联系。

在第三篇的十三、十四章中;着重介绍了各类地表水取水构筑物的基本施工方式及其同取水构筑物形式构造的相互影响,这是掌握地表水取水技术的基础。

在第三篇中还以较多篇幅介绍各类地表水取水构筑物的工程实例,寓工程教育于工程

3A2004/04

简图的研讨之中。这些实例是结合地表水取水构筑物的分类，从大量工程实例中精选而来的，很有特色。

此外，在第三篇第十七、十八章中，还提出了在多泥沙河流及已建成水库中的取水问题。这些问题虽限于篇幅未能展开讨论，但从发展看是不容忽视的。

总之，鉴于取水工程技术的发展和教材的性质，全书在内容上作了较大的和必要的更新、加深和扩充，其篇幅也有相应的扩展。为了便于教学（包括自学）及各校按教学要求和地区特点对书的内容进行取舍，本书的体系、编排较灵活，各篇、章（节）基本上自成体系，讲授内容有深有浅。凡目录中注有\*或\*\*的章节内容可供选用或部分选用。

参加本书编写的有：董辅祥（第五、八、十二、十三、十四、十八章，第六章第一、二、三节并参与其他章节的编写）、张亚峰（第二章、第三章第四节、第六章第五节并作全书校核）、闫立华（第三章第一、二、三、五节并作第二章校核，第九、十五、十七章）、董欣东（第一、四、十一章并作全书校核）、傅金祥（第六章第四节）、王静争（第六章第六节，第七、十章）、苏军（负责全书插图的编绘）。全书由沈阳建筑工程学院董辅祥教授主编，重庆建筑大学刘荣光教授主审。

李圭白院士、崔玉川教授参加审稿，朱启光副教授对本书内容体系的形成起了重要作用并提供了编写素材，朱月海教授、耿学栋教授对编写工作给予支持；此外，在本书编写过程中还得到国内一些设计、施工和运行管理部门的大力支持和帮助，在此一并致谢。

在四十年执教生涯及本书编写过程中，杜雅文对笔者曾给予极大的关心、支持和鼓励，借此谨致以深切而永恒的谢意。

由于编者水平有限，书中如有错误与不足之处，敬请批评指正。

董辅祥

1997年3月

# 目 录

## 第一篇 水资源与给水水源

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| <b>第一章 水资源概况</b> .....            | 1  |
| 第一节 水资源概念 .....                   | 1  |
| 第二节 水资源分布 .....                   | 2  |
| 第三节 我国水资源的特点 .....                | 4  |
| 第四节 我国水资源开发利用情况与主要问题 .....        | 7  |
| 第五节 2000 年及远期我国需水量预测与供需平衡概况 ..... | 15 |
| <b>第二章 给水水源的科学调配问题</b> .....      | 19 |
| <b>第三章 给水水源工程概论</b> .....         | 28 |
| 第一节 给水水源与取水工程 .....               | 28 |
| 第二节 给水水源的特点及选择 .....              | 28 |
| 第三节 给水水源的可靠性 .....                | 30 |
| 第四节 给水水源水质管理概念 .....              | 32 |
| 第五节 给水水源保护 .....                  | 36 |

## 第二篇 地下水取水工程

|                                       |     |
|---------------------------------------|-----|
| <b>第四章 地下水*</b> .....                 | 41  |
| 第一节 自然界中水的循环及地下水 .....                | 41  |
| 第二节 岩石的一般特性与地下水在岩石中存在的形式 .....        | 41  |
| 第三节 地下水的垂直分布与岩石的水理性质 .....            | 44  |
| 第四节 水文地质条件与地下水的分类 .....               | 46  |
| <b>第五章 地下水取水构筑物的形式及渗流计算基本方法</b> ..... | 49  |
| 第一节 地下水取水构筑物的形式及其适用条件 .....           | 49  |
| 第二节 地下水取水构筑物渗流计算基本方法概述 .....          | 51  |
| <b>第六章 管井</b> .....                   | 56  |
| 第一节 管井的形式和构造 .....                    | 56  |
| 第二节 管井的建造 .....                       | 64  |
| 第三节 单井计算 .....                        | 69  |
| 第四节 单井计算中的几个问题 .....                  | 77  |
| 第五节 井群系统 .....                        | 84  |
| 第六节 管井的设计步骤 .....                     | 98  |
| <b>第七章 大口井</b> .....                  | 100 |
| 第一节 大口井的形式和构造 .....                   | 100 |

|            |                               |            |
|------------|-------------------------------|------------|
| 第二节        | 大口井施工 .....                   | 104        |
| 第三节        | 大口井的计算 .....                  | 105        |
| <b>第八章</b> | <b>水平集水管与渗渠 .....</b>         | <b>108</b> |
| 第一节        | 渗渠的形式与构造、渗渠的位置与系统布置 .....     | 108        |
| 第二节        | 无压含水层中的完整式渗渠 .....            | 112        |
| 第三节        | 水体下部含水层中的渗渠 .....             | 116        |
| 第四节        | 承压含水层中非完整式渗渠 .....            | 118        |
| 第五节        | 无压含水层中非完整式渗渠 .....            | 120        |
| 第六节        | 有限长的倾斜或水平集水管计算 .....          | 121        |
| 第七节        | 渗渠的水力计算 .....                 | 124        |
| 第八节        | 渗渠的设计、施工、运行管理问题 .....         | 124        |
| <b>第九章</b> | <b>复合井和辐射井 .....</b>          | <b>126</b> |
| 第一节        | 复合井 .....                     | 126        |
| 第二节        | 辐射井 .....                     | 129        |
| <b>第十章</b> | <b>地下水源及其取水构筑物的运行管理 .....</b> | <b>136</b> |
| 第一节        | 地下水取水构筑物的验交及运行管理 .....        | 136        |
| 第二节        | 取水井出水量下降的原因及增加出水量的措施 .....    | 136        |
| 第三节        | 地下水人工回灌 .....                 | 141        |

### 第三篇 地表水取水工程

|             |                                    |            |
|-------------|------------------------------------|------------|
| <b>第十一章</b> | <b>地表水取水条件、地表水取水构筑物位置的选择 .....</b> | <b>147</b> |
| 第一节         | 地表水取水条件 .....                      | 147        |
| 第二节         | 地表水取水构筑物位置的选择 .....                | 156        |
| <b>第十二章</b> | <b>地表水取水构筑物的分类 .....</b>           | <b>160</b> |
| 第一节         | 地表水取水构筑物的分类原则 .....                | 160        |
| 第二节         | 地表水取水构筑物的分类 .....                  | 161        |
| <b>第十三章</b> | <b>岸边式取水构筑物 .....</b>              | <b>164</b> |
| 第一节         | 岸边式取水构筑物的形式与构造 .....               | 164        |
| 第二节         | 岸边式取水构筑物设计和施工方法 .....              | 173        |
| 第三节         | 岸边式取水构筑物举例 .....                   | 176        |
| <b>第十四章</b> | <b>河床式取水构筑物 .....</b>              | <b>190</b> |
| 第一节         | 基本形式 .....                         | 190        |
| 第二节         | 河床式取水构筑物的主要构造、计算与设计 .....          | 191        |
| 第三节         | 施工问题 .....                         | 198        |
| 第四节         | 河床式取水构筑物举例 .....                   | 199        |
| <b>第十五章</b> | <b>其他固定式取水构筑物与河床整治工程 .....</b>     | <b>212</b> |
| 第一节         | 江心式取水构筑物 .....                     | 212        |
| 第二节         | 直吸式取水构筑物 .....                     | 213        |
| 第三节         | 斗槽式取水构筑物 .....                     | 217        |
| 第四节         | 河床整治工程 .....                       | 219        |
| <b>第十六章</b> | <b>移动式取水构筑物 .....</b>              | <b>222</b> |

|             |                                         |            |
|-------------|-----------------------------------------|------------|
| 第一节         | 浮船式取水构筑物 .....                          | 222        |
| 第二节         | 斜桥式（缆车式）取水构筑物 .....                     | 227        |
| 第三节         | 移动式取水构筑物之特点及适用条件 .....                  | 230        |
| <b>第十七章</b> | <b>山区河流取水构筑物</b> .....                  | <b>232</b> |
| 第一节         | 山区河流的特性及取水条件 .....                      | 232        |
| 第二节         | 山区河流取水系统 .....                          | 232        |
| 第三节         | 山区河流取水构筑物的形式与构造 .....                   | 234        |
| 第四节         | 底栏栅式取水构筑物的水力计算 .....                    | 239        |
| <b>第十八章</b> | <b>水库、湖泊、海水取水构筑物及地表水源取水构筑物的维护</b> ..... | <b>242</b> |
| 第一节         | 水库、湖泊取水条件 .....                         | 242        |
| 第二节         | 水库枢纽布置与水库取水构筑物 .....                    | 243        |
| 第三节         | 湖泊取水构筑物 .....                           | 247        |
| 第四节         | 海水取水构筑物 .....                           | 248        |
| 第五节         | 地表水源取水构筑物的维护 .....                      | 252        |

# 第一篇 水资源与给水水源

## 第一章 水资源概况

### 第一节 水资源概念

人类生活及社会生产活动从来就离不开水。但是，人们并不是较早地认识到水是一种资源的。

地球上的水是在一定的条件下循环再生的，过去人们普遍以为水是“取之不尽，用之不竭”的。然而，随着社会的发展，人类社会对水的需求量越来越大，加上环境污染、生态平衡破坏，人们开始感到可用水资源的匮乏；另一方面，人们在长期的实践中逐渐认识到地球上水所特有的循环再生、运动变化规律，并承认水是有限的。这样，人们才逐渐把水的问题，连同环境保护、生态平衡等问题同人类的生息与社会发展联系在一起加以考察研究，并开始将水——生命赖以生存和人类社会赖以发展的最基本的自然因素、自然环境的重要因子当作资源看待。

严格地讲，单纯承认水是一种资源，并且把它同其他一般资源等同看待，还是远远不够的。至今，我们还很难把水在生态系统及社会生活中的作用讲得很清楚。关于水资源的“资源”两字权且作为含义更为深广的词去理解，如现在常说的国土资源中的资源一词，这样也许更为恰当。

什么是水资源？见于文字的有多种提法，大体上有：

1. 广义的提法，包括地球上的一切水体及水的其他存在形式，如海洋、河川、湖泊、地下水、土壤水、冰川、大气水等。
2. 狭义的提法，指陆地上可以逐年得到恢复、更新的淡水。
3. 工程上的提法，指上述可以恢复、更新的淡水中，在一定的技术经济条件下可以为人们利用的那一部分水。

此外，也有不只是从形态或水量上而是从“水能兴利”综合利用的角度，把水体能为人类社会提供的效益看作资源，如蕴藏于水体的水力资源、水利资源、生物资源、矿物资源（盐、碱等矿物质及泥炭之类）等。

显然，上述各种提法是人们从不同角度对水资源含义的理解，因此很难给以统一、准确的定义。值得注意的是，当涉及水资源问题时，在不同的场合下水资源的含义往往不同且会转化，另外也不应忽视水资源的分布及其质的状态对其含义的影响。

通常，涉及给水排水工程的水资源含义，接近于上述第3种提法，但应注意：给水排

水工程是以研究水的社会循环,即社会生产及生活中的运动变化规律为主,而且不局限于淡水资源的利用;它是以水的数量与质量的统一为特征,并且要求具有较高的可靠性;除强调技术经济条件外,更强调社会总体效益与环境效益;有较强的地域性,与城镇、工业及一系列的人为因素密切相关。因此,城市与工业在水资源利用上往往会遇到更多的问题。诸如,水资源评价开发与利用,水资源保护,水源综合治理,取水工程技术,水资源技术经济及管理。

## 第二节 水资源分布

### 一、全球水资源分布

$$\begin{array}{l}
 \left. \begin{array}{l} \text{全球 (100\%)} \\ (1.386 \times 10^{18} \text{m}^3) \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{海洋 (94\%)} \\ (1.303 \times 10^{18} \text{m}^3) \\ \\ \text{陆地 (6\%)} \\ (8.3 \times 10^{16} \text{m}^3) \end{array} \left\{ \begin{array}{l} \text{深层, 高矿化度水 (4\%)} \\ (5.533 \times 10^{16} \text{m}^3) \\ \\ \text{淡水 (2\%)} \\ (2.767 \times 10^{16} \text{m}^3) \end{array} \left\{ \begin{array}{l} \text{冰川 (1.7\%)} \\ \text{其余 (0.3\%)} \\ (0.47 \times 10^{16} \text{m}^3) \end{array} \right.
 \end{array}$$

\* 不包括大气水。

上述其余的  $0.47 \times 10^{16} \text{m}^3$  淡水,开发条件较好,其中逐年更新的淡水仅占总剩余量的 1%,即占全球水资源总量的 0.03%。其绝对量为  $4.7 \times 10^{13} \text{m}^3$ ,这  $4.7 \times 10^{13} \text{m}^3$  水资源量中,在一定技术经济条件下能为人们利用的水量又极为有限。

### 二、我国水资源量

据水利电力部水利水电规划设计院将全国水资源分布分为 9 个一级区(流域或片)、82 个二级区、302 个三级区及 2000 多个计算单元并逐级进行水资源综合利用与供需平衡分析研究,我国一级区 1956~1979 年平均年降水量、年径流量、一级区多年平均年地下水资源量(矿化度小于 2g/L)以及多年平均年水资源总量,分别如表 1-1、1-2、1-3、1-4 所示。

全国一级区 1956~1979 年平均年降水量

表 1-1

| 分 区 名 称   | 计 算 面 积<br>( $\text{km}^2$ ) | 年 降 水 深<br>(mm) | 年 降 水 量<br>( $10^8 \text{m}^3$ ) | 占全国百分比<br>(%) |
|-----------|------------------------------|-----------------|----------------------------------|---------------|
| 东北诸河      | 1248445                      | 510.8           | 6377                             | 10.3          |
| 海河        | 318161                       | 559.8           | 1781                             | 2.9           |
| 淮河和山东半岛诸河 | 329211                       | 859.6           | 2830                             | 4.6           |
| 黄河        | 794712                       | 464.4           | 3691                             | 6.0           |
| 长江        | 1808500                      | 1070.5          | 19360                            | 31.3          |
| 华南诸河      | 580641                       | 1544.3          | 8967                             | 14.5          |
| 东南诸河      | 239803                       | 1758.1          | 4216                             | 6.8           |
| 西南诸河      | 851406                       | 1097.7          | 9346                             | 15.1          |
| 内陆诸河      | 3374443                      | 157.7           | 5321                             | 8.6           |
| 全国        | 9545322                      | 648.4           | 61889                            | 100           |

全国一级区 1956~1979 年年径流量

表 1-2

| 分 区 名 称   | 平均年径<br>流 深<br>(mm) | 平均年径<br>流 量<br>( $10^8\text{m}^3$ ) | 占全国<br>百分比<br>(%) | 不同频率年径流量 ( $10^8\text{m}^3$ ) |       |       |       |
|-----------|---------------------|-------------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------|-------|-------|
|           |                     |                                     |                   | 20%                           | 50%   | 75%   | 95%   |
| 东北诸河      | 132.4               | 1653                                | 6.1               | 2056                          | 1617  | 1303  | 906   |
| 海河        | 90.5                | 288                                 | 1.1               | 380                           | 268   | 199   | 130   |
| 淮河和山东半岛诸河 | 225.1               | 741                                 | 2.7               | 1000                          | 689   | 496   | 296   |
| 黄河        | 83.2                | 661                                 | 2.4               | 768                           | 649   | 569   | 470   |
| 长江        | 526.0               | 9513                                | 35.1              | 10559                         | 9417  | 8656  | 7610  |
| 华南诸河      | 806.9               | 4685                                | 17.3              | 5390                          | 4640  | 4130  | 3380  |
| 东南诸河      | 1066.3              | 2557                                | 9.4               | 3069                          | 2507  | 2097  | 1611  |
| 西南诸河      | 687.5               | 5853                                | 21.6              | 6439                          | 5853  | 5380  | 4741  |
| 内陆诸河      | 34.5                | 1164                                | 4.3               | 1250                          | 1159  | 1091  | 1000  |
| 全国        | 284.1               | 27115                               | 100               | 29010                         | 27110 | 25490 | 23590 |

全国一级区多年平均年地下水资源量(矿化度小于 2g/L)

表 1-3

| 分 区 名 称   | 山 丘                       |                              | 平 原                       |                              | 山丘与平原<br>重复计算量<br>( $10^8\text{m}^3$ ) | 全 区                       |                              |
|-----------|---------------------------|------------------------------|---------------------------|------------------------------|----------------------------------------|---------------------------|------------------------------|
|           | 计算面积<br>( $\text{km}^2$ ) | 水资源量<br>( $10^8\text{m}^3$ ) | 计算面积<br>( $\text{km}^2$ ) | 水资源量<br>( $10^8\text{m}^3$ ) |                                        | 计算面积<br>( $\text{km}^2$ ) | 水资源量<br>( $10^8\text{m}^3$ ) |
| 东北诸河      | 823577                    | 319.3                        | 407881                    | 330.1                        | 24.5                                   | 1231458                   | 624.9                        |
| 海河        | 171372                    | 124.6                        | 106424                    | 178.2                        | 37.6                                   | 277796                    | 265.2                        |
| 淮河和山东半岛诸河 | 127923                    | 107.2                        | 169938                    | 296.7                        | 10.9                                   | 297861                    | 393.0                        |
| 黄河        | 608357                    | 292.1                        | 167007                    | 157.2                        | 43.5                                   | 775364                    | 405.8                        |
| 长江        | 1625293                   | 2218.0                       | 132876                    | 260.6                        | 14.4                                   | 1758169                   | 2464.2                       |
| 华南诸河      | 550113                    | 1027.8                       | 30468                     | 92.7                         | 5.0                                    | 580581                    | 1115.5                       |
| 东南诸河      | 218639                    | 561.8                        | 20560                     | 51.9                         | 0.6                                    | 239199                    | 613.1                        |
| 西南诸河      | 851406                    | 1543.8                       |                           |                              |                                        | 851406                    | 1543.8                       |
| 内陆诸河      | 1814226                   | 567.4                        | 948648                    | 506.0                        | 211.2                                  | 2762874                   | 862.2                        |
| 全国        | 6790906                   | 6762.0                       | 1983802                   | 1873.4                       | 347.7                                  | 8774708                   | 8287.7                       |

全国一级区多年平均年水资源总量

表 1-4

| 分 区 名 称   | 地表水资源量<br>( $10^8\text{m}^3$ ) | 地下水资源量<br>( $10^8\text{m}^3$ ) | 重复计算量<br>( $10^8\text{m}^3$ ) | 水资源总量<br>( $10^8\text{m}^3$ ) | 产水模数<br>( $10^4\text{m}^3/\text{km}^2$ ) |
|-----------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------|
| 东北诸河      | 1652.9                         | 624.9                          | 349.3                         | 1928.5                        | 15.45                                    |
| 海河        | 287.8                          | 265.2                          | 131.8                         | 421.2                         | 13.24                                    |
| 淮河和山东半岛诸河 | 741.3                          | 393.0                          | 173.4                         | 960.9                         | 29.19                                    |
| 黄河        | 661.5                          | 405.8                          | 323.6                         | 743.7                         | 9.36                                     |
| 长江        | 9513.0                         | 2464.2                         | 2363.9                        | 9613.3                        | 53.16                                    |
| 华南诸河      | 4685.0                         | 1115.5                         | 1092.4                        | 4708.1                        | 81.08                                    |
| 东南诸河      | 2557.0                         | 613.1                          | 578.4                         | 2591.7                        | 108.08                                   |
| 西南诸河      | 5853.1                         | 1543.8                         | 1543.8                        | 5853.1                        | 68.75                                    |
| 内陆诸河      | 1163.7                         | 862.2                          | 722.0                         | 1303.9                        | 3.86                                     |
| 北方五区      | 4507.2                         | 2551.1                         | 1700.1                        | 5358.2                        | 8.83                                     |
| 南方四区      | 22608.1                        | 5736.6                         | 5578.5                        | 22766.2                       | 65.41                                    |
| 全国        | 27115.3                        | 8287.7                         | 7278.6                        | 28124.4                       | 29.46                                    |

由表 1-4 可见, 全国多年平均地表水径流量为  $27115 \times 10^8 \text{m}^3$ , 多年平均年地下水资源量为  $8288 \times 10^8 \text{m}^3$ , 扣除两者之间互相补给的重复计算水量  $7279 \times 10^8 \text{m}^3$ , 全国多年平均年水资源总量为  $28124 \times 10^8 \text{m}^3$ 。

表 1-5 为我国年径流量, 人均、亩均水量与一些国家对比的情况。

中国年径流量, 人均、亩均水量与外国对比

表 1-5

| 国 家 | 年径流量<br>( $10^8 \text{m}^3$ ) | 年径流深<br>(mm) | 人 口<br>(亿人) | 人均水量<br>( $\text{m}^3/\text{人}$ ) | 耕 地<br>(亿亩) | 亩均水量<br>( $\text{m}^3/\text{亩}$ ) |
|-----|-------------------------------|--------------|-------------|-----------------------------------|-------------|-----------------------------------|
| 巴 西 | 51912                         | 609          | 1.23        | 42205                             | 4.85        | 10704                             |
| 前苏联 | 47140                         | 211          | 2.64        | 17856                             | 34.00       | 1386                              |
| 加拿大 | 31220                         | 313          | 0.24        | 130083                            | 6.54        | 4774                              |
| 美 国 | 29702                         | 317          | 2.20        | 13501                             | 28.40       | 1046                              |
| 印 尼 | 28113                         | 1476         | 1.48        | 18995                             | 2.13        | 13199                             |
| 中 国 | 27115                         | 284          | 9.99        | 2714                              | 15.33       | 1769                              |
| 印 度 | 17800                         | 514          | 6.78        | 2625                              | 24.70       | 721                               |
| 日 本 | 5470                          | 1470         | 1.16        | 4716                              | 0.65        | 8415                              |
| 全世界 | 468000                        | 314          | 43.35       | 10796                             | 198.90      | 2353                              |

注: 1.1 亩 =  $667 \text{m}^2$ 。

2. 外国人口是联合国 1979 年统计数, 中国人口是 1980 年统计数。

3. 中国耕地面积统计偏小, 人口、耕地、水量均包括台湾省在内。

我国人均径流量按 1980 年人口统计数计算为  $2714 \text{m}^3$ , 如果按 1990 年人口统计数计算则为  $2489 \text{m}^3$ , 约相当于世界人均径流量的  $\frac{1}{4}$ , 远低于加拿大、巴西、印尼、前苏联和美国; 亩均水量为  $1769 \text{m}^3$ , 约为世界亩均水量的  $\frac{3}{4}$ , 低于印尼、巴西、日本和加拿大。由此可见, 我国的水资源并不富裕。值得注意的是, 在我国年径流总量中有条件利用的水量约为  $12000 \times 10^8 \text{m}^3$ , 据分析, 因受技术经济条件的限制, 即使采用相当工程措施, 至 2000 年对应于 75% 保证率的可供水量仅及  $6678 \times 10^8 \text{m}^3$  左右。

### 第三节 我国水资源的特点

我国的水资源除水资源总量有限, 且人均、亩均水量偏低外, 由于我国幅员广大, 地处亚欧大陆东侧, 跨高、中、低 3 个纬度区, 受季风与自然地理特征的影响, 南北气候差异很大, 致使我国水资源的时空分布都极不均衡。

#### 一、水资源的地区分布极不均衡

如果径流以年径流深表示, 则其特点大体上可由年降水深分布情况决定, 即东南多, 西北少, 由东南沿海向西北内陆递减, 极不均匀。表 1-6 表示我国径流地带区划 (示意) 及降水、径流分区情况。

如以年降水深 400mm 划界, 全国约有 45% 的国土处在降水深少于 400mm 的干旱少水地区。

径流地带区划及降水、径流分区

表 1-6

| 降水分区 | 年降水深<br>(mm) | 年径流深<br>(mm) | 径流分区       | 大 致 范 围                                |
|------|--------------|--------------|------------|----------------------------------------|
| 多 雨  | >1600        | >900         | 丰水         | 海南、广东、福建、浙江、台湾大部，湖南山地，广西南部，云南西南部，西藏东南部 |
| 湿 润  | 800~1600     | 200~900      | 多水         | 广西、云南、贵州、四川、长江中下游地区                    |
| 半湿润  | 400~800      | 50~200       | 过渡         | 黄、淮、海大平原，山西、陕西、东北大部，四川西北部、西藏东部         |
| 半干旱  | 200~400      | 10~50        | 少水         | 东北西部、内蒙古、甘肃、宁夏、新疆西部和北部、西藏北部            |
| 干 旱  | <200         | <10          | 缺水<br>(干涸) | 内蒙古、宁夏、甘肃的沙漠，柴达木盆地，塔里木和准噶尔盆地           |

表 1-7、1-8 分别为水资源、人口、耕地的地区分布对比情况及按主要河流划分的径流分布情况。从中不仅可看出我国水资源在地区分布上的极不均匀性，还可看出水资源同人口、耕地的分布也不相适应。南方 4 片，水资源量占全国的 81%，人口占全国的 54.7%，耕地只占全国的 35.9%；而北方 4 片（不包括内陆区），水资源量只占全国的 14.4%，耕地却占全国的 58.3%，人口占全国的 43.2%。如以单位水量相比，南方的人均水量为北方的 4.4 倍，南方的亩（1 亩=667m<sup>2</sup>）均水量为北方的 9.1 倍。以西南诸河与海滦河的情况相比，前者人均水量为后者的 89 倍，亩均水量为 87 倍，相差悬殊。内陆区的水资源量，亦嫌不足。此外，各河流径流量亦相差悬殊。这些情况表明，在相当长的时期内，我国北方在开源节流、合理开发利用水资源以及协调城市（工业）与农业用水方面，面临着更大的压力。由长远看，为从根本上改变我国北方水资源的紧缺状况，提出了跨流域调水并实现水资源在地区上再分配的艰巨任务。

水资源、人口、耕地的地区分布对比

表 1-7

| 分 区 名 称     |        |           | 土地面积       | 水资源总量 | 人口   | 耕地面积 | 人均水量<br>(m <sup>3</sup> /人) | 亩均水量<br>(m <sup>3</sup> /亩) |
|-------------|--------|-----------|------------|-------|------|------|-----------------------------|-----------------------------|
|             |        |           | 占全国的百分数(%) |       |      |      |                             |                             |
| 内陆河（含额尔齐斯河） |        |           | 35.4       | 4.6   | 2.1  | 5.8  | 6287                        | 1467                        |
| 外<br>流<br>河 | 北<br>方 | 东北诸河      | 13.1       | 6.9   | 9.8  | 19.8 | 1960                        | 637                         |
|             |        | 海河        | 3.3        | 1.5   | 9.8  | 10.9 | 430                         | 251                         |
|             |        | 淮河和山东半岛诸河 | 3.5        | 3.4   | 15.4 | 14.9 | 623                         | 421                         |
|             |        | 黄河        | 8.3        | 2.6   | 8.2  | 12.7 | 874                         | 382                         |
|             |        | 北方四片      | 28.2       | 14.4  | 43.2 | 58.3 | 938                         | 454                         |
|             | 南<br>方 | 长江        | 18.9       | 34.2  | 34.8 | 24.0 | 2763                        | 2617                        |
|             |        | 华南诸河      | 6.1        | 16.8  | 11.0 | 6.8  | 4307                        | 4530                        |
|             |        | 东南诸河      | 2.5        | 9.2   | 7.4  | 3.4  | 3528                        | 4923                        |
|             |        | 西南诸河      | 8.9        | 20.8  | 1.5  | 1.7  | 38431                       | 21783                       |
|             |        | 南方四片      | 36.4       | 81.0  | 54.7 | 35.9 | 4170                        | 4134                        |
| 外流河八片       |        |           | 64.6       | 95.4  | 97.9 | 94.2 | 2742                        | 1857                        |
| 全 国         |        |           | 100        | 100   | 100  | 100  | 2816                        | 1835                        |

按主要河流划分的径流分布情况

表 1-8

| 河 名   | 注入的湖或海  | 流域面积<br>(km <sup>2</sup> ) | 长度<br>(km) | 平均流量<br>(m <sup>3</sup> /s) | 径流总量<br>(10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup> ) | 径流深度<br>(mm) |
|-------|---------|----------------------------|------------|-----------------------------|-------------------------------------------|--------------|
| 长 江   | 东 海     | 1887199                    | 6380       | 31060                       | 9793.53                                   | 542          |
| 珠 江   | 南 海     | 452616                     | 2197       | 11070                       | 3492.00                                   | 772          |
| 黑 龙 江 | 鄂霍茨克海   | 1620170                    | 3420       | 8600                        | 2709.00                                   | 167          |
| 雅鲁藏布江 | 孟 加 拉 湾 | 246000                     | 1940       | 3700                        | 1167.00                                   | 474          |
| 澜 沧 江 | 南 海     | 164799                     | 1612       | 2350                        | 742.50                                    | 412          |
| 怒 江   | 孟 加 拉 湾 | 142681                     | 1540       | 2220                        | 700.90                                    | 469          |
| 闽 江   | 台 湾 海 峡 | 60992                      | 577        | 1980                        | 623.70                                    | 1023         |
| 黄 河   | 渤 海     | 752443                     | 5464       | 1820                        | 574.50                                    | 76           |
| 钱 塘 江 | 东 海     | 54349                      | 494        | 1480                        | 468.00                                    | 861          |
| 淮 河   | 黄 海     | 185700                     | 1000       | 1110                        | 351.00                                    | 189          |
| 鸭 绿 江 | 黄 海     | 62630                      | 773        | 1040                        | 327.60                                    | 541          |
| 韩 江   | 南 海     | 34314                      | 325        | 941                         | 297.10                                    | 866          |
| 海 河   | 渤 海     | 264617                     | 1090       | 717                         | 226.00                                    | 85           |
| 瓯 江   | 东 海     | 17543                      | 338        | 615                         | 194.00                                    | 1106         |
| 李 仙 江 | 北 部 湾   | 19873                      | 395        | 541                         | 170.70                                    | 859          |
| 九 龙 江 | 台 湾 海 峡 | 14741                      | 258        | 446                         | 140.60                                    | 954          |
| 元 江   | 北 部 湾   | 34917                      | 772        | 410                         | 129.20                                    | 370          |
| 伊 犁 河 | 巴尔喀什湖   | 56700                      | 375        | 374                         | 117.90                                    | 208          |
| 额尔齐斯河 | 喀 拉 海   | 50860                      | 442        | 342                         | 107.90                                    | 212          |
| 龙 川 江 | 孟 加 拉 湾 | 11962                      | 303        | 314                         | 98.90                                     | 827          |
| 辽 河   | 渤 海     | 164104                     | 1430       | 302                         | 95.27                                     | 58           |
| 鉴 江   | 南 海     | 9433                       | 211        | 272                         | 85.84                                     | 910          |
| 漠 阳 江 | 南 海     | 6174                       | 108        | 267                         | 84.30                                     | 1365         |
| 南 流 江 | 北 部 湾   | 9392                       | 198        | 246                         | 77.64                                     | 822          |
| 飞 云 江 | 东 海     | 6153                       |            | 232                         | 73.20                                     |              |
| 下淡水溪  | 台 湾 海 峡 | 3257                       | 159        | 228                         | 71.79                                     | 2204         |

注：1. 黄河、海河水量为天然径流量。

2. 辽河包括浑河、太子河。

## 二、水资源的时程分布极不均衡

水资源的时程分布须从径流的年内分配与年际变化考察。

我国各地的径流年内分配在很大程度上取决于降水的季节分配，很不均衡。在广大的东北、华北、西北与西南地区，降水量一般均集中在6~9月份，约占正常年降水量的70%~80%，12~2月份降水极少，气候干旱。

径流的年际变化一般指年径流的多年变化（年际变幅）和多年变化过程两方面。前者通常用年径流变差系数（ $C_v$  值，即一个系列的均方差与其平均数的比值）、实测最大年平均

流量与最小年平均流量的比值（年际极值比）表示。后者包括年径流丰水保证率（ $P < 25\%$ ）、平水保证率（ $25\% < P < 75\%$ ）、枯水保证率（ $P > 75\%$ ）的特性及其交替变化情况。

表 1-9 为我国一些大河流年径流多年变化特征值情况。

| 一些大河流年径流多年变化特征值 |     |                           |                                   |                                 |      |                                 |      |                   |               | 表 1-9                       |
|-----------------|-----|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|------|---------------------------------|------|-------------------|---------------|-----------------------------|
| 河 名             | 站 名 | 集水面积<br>( $\text{km}^2$ ) | 平均流量<br>( $\text{m}^3/\text{s}$ ) | 实 测 最 大                         |      | 实 测 最 小                         |      | 年际极<br>值 比<br>$K$ | 变差系列<br>$C_v$ | 统计年份                        |
|                 |     |                           |                                   | 流量<br>( $\text{m}^3/\text{s}$ ) | 年份   | 流量<br>( $\text{m}^3/\text{s}$ ) | 年份   |                   |               |                             |
| 松花江             | 哈尔滨 | 390526                    | 1230                              | 2680                            | 1932 | 387                             | 1920 | 6.9               | 0.41          | 1898~1970                   |
| 永定河             | 官厅  | 42500                     | 68.2                              | 112                             | 1959 | 32.1                            | 1931 | 3.5               | 0.30          | 1919~1970                   |
| 黄河              | 陕县  | 687869                    | 1350                              | 2091                            | 1937 | 635                             | 1928 | 3.3               | 0.25          | 1919~1969                   |
| 淮河              | 蚌埠  | 121330                    | 853                               | 2280                            | 1921 | 117                             | 1966 | 19.5              | 0.63          | 1916~1970                   |
| 长江              | 汉口  | 1488036                   | 23700                             | 81100                           | 1954 | 14400                           | 1900 | 2.2               | 0.13          | 1865~1970                   |
| 西江              | 梧州  | 329705                    | 7040                              | 11000                           | 1915 | 3250                            | 1963 | 3.4               | 0.23          | 1900~1970                   |
| 澜沧江             | 景洪  | 137948                    | 1850                              | 3550                            | 1966 | 1540                            | 1960 | 1.6               | 0.17          | 1956~1970                   |
| 怒江              | 道街坝 | 118760                    | 1676                              | 1646                            | 1962 | 1380                            | 1959 | 1.4               | 0.12          | 1957~1970                   |
| 雅鲁藏布江           | 奴下  | 191222                    | 2010                              | 2870                            | 1962 | 1560                            | 1957 | 1.8               | 0.20          | 1956~1957<br>1960~1968、1970 |

我国年径流  $C_v$  值的分布也同年径流分布一样，具有明显的地带性，但两者的趋势相反。年径流的  $C_v$  值反映地区年径流的相对变化程度， $C_v$  值大表明年径流变化剧烈，故  $C_v$  值从东南向西北增大，即从丰水带的 0.2~0.3 增至缺水带的 0.8~1.0。

年际极值比能直接反映年径流多年变化幅度。由表 1-9 可见，我国一些大河的年际极值比差异很大，淮河蚌埠水文站的值竟达 19.5。另外可见， $C_v$  值大的河流，其年际极值比一般也大，反之则小。

据分析，我国各主要河流的年径流多年变化过程线，都普遍出现 5 年以上的丰水、平水、枯水段。另据有关资料，在一些地区降水量年际变化可相差 5~6 倍之多。

上述情况表明，我国水资源在时程上分布的极不均匀性，不仅造成频繁的大面积水旱灾害，而且对水资源的开发利用十分不利，在干旱年份还加剧了缺水地区城市、工业与农业用水的困境。

#### 第四节 我国水资源开发利用情况与主要问题

##### 一、开发利用情况

除河道内用水（发电、航运、渔业、冲淤、与部分环境用水）外，我国 1980 年的用水分布情况如表 1-10 所示。

全国农业、工业、城市生活及其他用水总计为  $4562.35 \times 10^8 \text{m}^3$ ，不计台湾省为  $4437 \times 10^8 \text{m}^3$ 。后者中农业用水占 88.2%，工业用水占 10.3%（其中包括火力发电厂用水 3.5%），

城市生活用水占 1.5%。如以考虑各种实际因素的可供水量计算, 1980 年各流域的水资源开发利用程度如表 1-11 所示。全国水资源的开发利用很不平衡, 南方各河流域的开发利用程度较低, 北方的较高, 其中海河流域高达 67.7%。地下水的开发利用程度也是北方高于南方, 其中海河流域浅层地下水的开发利用程度已达 84.4%。实际上, 在缺水地区的工业与城市集中地段, 水资源的开发利用程度远高于上述水平, 如辽河流域的浑河、太子河地区地表水资源的开发利用程度已达 59%, 多数城市范围的地下水已过量开采。

全国 1980 年用水分布及其组成 ( $10^8\text{m}^3$ )

表 1-10

| 流域(片)         | 总用水量    |         |        | 工业用水   |            | 城镇生活用水 | 农业用水    |         |       |       |          |            |
|---------------|---------|---------|--------|--------|------------|--------|---------|---------|-------|-------|----------|------------|
|               | 合计      | 地表水     | 地下水    | 小计     | 其中:<br>火电厂 |        | 小计      | 灌 溉     |       |       | 农村<br>人畜 | 农副其<br>他用水 |
|               |         |         |        |        |            |        |         | 种植业     | 牧业    | 林业    |          |            |
| 全国总用水量        | 4436.91 | 3817.91 | 619.00 | 457.32 | 157.48     | 67.69  | 3911.89 | 3580.61 | 34.64 | 41.08 | 212.62   | 42.95      |
| 占总用水量(%)      | 100     | 86      | 14     | 10.3   | 3.5        | 1.5    | 88.2    | 80.7    | 0.9   | 0.9   | 4.7      | 1.0        |
| 东北诸河          | 353.72  | 268.86  | 84.86  | 63.86  | 14.74      | 9.47   | 280.39  | 238.51  | 2.82  | 3.08  | 11.57    | 24.41      |
| 海河            | 383.88  | 181.44  | 202.44 | 48.69  | 11.78      | 10.72  | 324.47  | 304.25  | 1.10  | 3.56  | 14.97    | 0.59       |
| 淮河及山东半岛<br>诸河 | 531.26  | 402.33  | 128.93 | 38.42  | 12.02      | 5.30   | 487.54  | 454.44  | 0.01  | 0.16  | 27.20    | 5.73       |
| 黄河            | 358.37  | 273.96  | 84.41  | 27.93  | 5.56       | 6.03   | 324.40  | 305.89  | 3.80  | 4.66  | 10.05    | 1          |
| 长江            | 1353.27 | 1286.25 | 67.02  | 208.76 | 92.65      | 22.34  | 1122.17 | 1041.10 | 3.14  | 0.41  | 74.84    | 2.68       |
| 华南诸河          | 660.64  | 654.52  | 6.12   | 45.86  | 18.09      | 9.47   | 605.31  | 551.23  | —     | 0.01  | 53.82    | 0.25       |
| 东南诸河          | 193.14  | 188.05  | 5.09   | 16.03  | 2.06       | 2.14   | 174.97  | 166.14  | —     | —     | 8.84     | —          |
| 西南诸河          | 43.92   | 43.25   | 0.67   | 0.74   | 0.03       | 0.22   | 42.96   | 39.46   | —     | 0.01  | 3.49     | —          |
| 内陆河           | 558.71  | 519.25  | 39.46  | 7.03   | 0.55       | 2.02   | 549.68  | 479.59  | 23.77 | 29.19 | 7.84     | 9.29       |

注: 表中数字未统计台湾省资料。计入台湾, 我国 1980 年总用水量为  $4562.35 \times 10^8\text{m}^3$  (台湾农业用水  $99.24 \times 10^8\text{m}^3$ , 工业用水  $13.05 \times 10^8\text{m}^3$ , 城市生活用水  $13.15 \times 10^8\text{m}^3$ , 合计  $125.44 \times 10^8\text{m}^3$ )。

全国各流域“1980”水资源开发利用程度 ( $10^8\text{m}^3$ )

表 1-11

| 流域(片)     | 河川径流      |      |           | 地下水      |     |         |
|-----------|-----------|------|-----------|----------|-----|---------|
|           | 多年平均河川径流量 | 可供水量 | 开发利用程度(%) | 平原地下水资源量 | 开采量 | 开采程度(%) |
| 全国        | 27115     | 4144 | 15.3      | 1873.4   | 591 | 31.5    |
| 东北诸河      | 1653      | 295  | 17.8      | 330.1    | 95  | 28.8    |
| 海河        | 288       | 195  | 67.7      | 178.2    | 154 | 84.4    |
| 淮河及山东半岛诸河 | 741       | 406  | 54.8      | 296.7    | 119 | 40.1    |
| 黄河        | 560       | 240  | 42.8      | 157.2    | 84  | 53.4    |
| 长江        | 9513      | 1609 | 16.9      | 260.6    | 51  | 19.6    |
| 华南诸河      | 4685      | 697  | 14.9      | 92.7     | 3   | 3.2     |
| 东南诸河      | 2557      | 213  | 8.3       | 51.9     | 7   | 13.5    |
| 西南诸河      | 5853      | 43   | 0.7       | —        | —   | —       |
| 内陆河       | 1164      | 446  | 38.3      | 506      | 78  | 15.4    |

注: 1. 统计水平年以“1980”表示, 主要以河道外需水进行供需分析。

2. 计算河川径流开发利用程度时, 可供水量中外区调入水量未扣除。

表 1-12 为我国“1980”水平年用水量同一些国家相近年份用水量的对比情况。

中国“1980”水平年用水量同一些国家相近年份用水量对比

表 1-12

| 国 家 | 年 份  | 总用水量<br>( $10^8\text{m}^3$ ) | 占径流<br>(%) | 人均用水量<br>( $\text{m}^3/\text{人}$ ) | 占总用水量 (%) |      |      |      |
|-----|------|------------------------------|------------|------------------------------------|-----------|------|------|------|
|     |      |                              |            |                                    | 农 业       | 工 业  | 生 活  | 其 他  |
| 美 国 | 1975 | 4676                         | 27.4       | 2184                               | 48.7      | 43.4 | 7.9  |      |
| 前苏联 | 1975 | 3316                         | 7.6        | 1304                               | 48.9      | 32.0 | 4.8  | 14.4 |
| 日 本 | 1981 | 882                          | 16.0       | 792                                | 65.8      | 18.2 | 16.0 |      |
| 印 度 | 1974 | 4240                         | 23.8       | 691                                | 92.4      | 4.0  | 3.3  |      |
| 法 国 | 1975 | 420                          | 25.0       | 796                                | 33.3      | 57.2 | 9.5  |      |
| 英 国 | 1969 | 221                          | 14.5       | 400                                | 0.3       | 76.0 | 22.4 | 1.3  |
| 加拿大 | 1968 | 229                          | 0.7        | 1070                               | 13.5      | 81.5 | 5.0  |      |
| 中 国 | 1980 | 4437                         | 16.30      | 452                                | 88.2      | 10.3 | 1.5  |      |
| 全世界 | 1975 | 30000                        | 6.4        | 744                                | 70.0      | 21.0 | 5.0  | 4.0  |

以上述水平年为基础,我国各类用水具体情况及其后发展如下:

#### 1. 农业用水

1980年,全国有效灌溉面积为 $4869 \times 10^8 \text{m}^2$  (即 $7.3 \times 10^8$ 亩,约占耕地面积的48%),其中实际灌溉面积 $4095 \times 10^8 \text{m}^2$  ( $6.14 \times 10^8$ 亩)。由此,以总人口计的人均灌溉面积为 $494 \text{m}^2$  (0.74亩),相当于世界的平均数 $467 \text{m}^2$  (0.7亩),如按农业人口计,则仅及世界农业人口平均数的57%。亩均灌溉水量,全国为 $583 \text{m}^3$ ,略低于1975年世界亩均灌溉水量 $630 \text{m}^3$ ,且北方( $365 \sim 540 \text{m}^3$ )低于南方( $541 \sim 886 \text{m}^3$ )。农村生活用水量约为 $25 \sim 40 \text{L}/(\text{人} \cdot \text{d})$ 。截至1990年底,全国已解决 $1.32 \times 10^8$ 人的用水困难问题(占总人数 $1.59 \times 10^8$ 人的83%),牲畜饮水也相应得到解决。

#### 2. 工业用水

“1980”水平年全国各流域(片)一般工业(不包括火力发电厂)万元产值取水量,如表1-13所示。

“1980”水平年全国各流域(片)一般工业万元产值取水量

表 1-13

| 流域(片)     | 万元产值取水量<br>( $\text{m}^3/\text{万元}$ ) | 流域(片) | 万元产值取水量<br>( $\text{m}^3/\text{万元}$ ) |
|-----------|---------------------------------------|-------|---------------------------------------|
| 东北诸河      | 595                                   | 华面诸河  | 844                                   |
| 海河        | 536                                   | 东南诸河  | 733                                   |
| 淮河及山东半岛诸河 | 488                                   | 西南诸河  | 731                                   |
| 黄河        | 642                                   | 内陆河   | 1260                                  |
| 长江        | 630                                   | 全国    | 620                                   |