

农村实用科技与技能培训丛书



主编：崔富春

# 农村用水科学

NONGCUNYONGSHUIKEXUE

赵聪慧 高昌珍 编著



中国社会科学出版社

农村实用科技与技能培训丛书

主编 崔富春

# 农村用水科学

赵聪慧 高昌珍 编著

 中国社会出版社

**图书在版编目 (CIP) 数据**

农村用水科学/赵聪慧, 高昌珍编著. —北京: 中国  
社会出版社, 2006. 9

(农村实用科技与技能培训丛书/崔富春 主编)

ISBN 7-5087-1185-8

I. 农... II. ①赵... ②高... III. 农业工程—节约  
用水 IV. S275

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 098115 号

---

**丛 书 名:** 农村实用科技与技能培训丛书

**主 编:** 崔富春

**书 名:** 农村用水科学

**编 著 者:** 赵聪慧 高昌珍

**责任编辑:** 夏丽莉

---

**出版发行:** 中国社会出版社 邮政编码: 100032

**通联方法:** 北京市西城区二龙路甲 33 号新龙大厦

电话: (010) 66051698 电传: (010) 66051713

邮购部: (010) 66060275

**经 销:** 各地新华书店

---

**印刷装订:** 北京市字海印刷厂

**开 本:** 140mm×203mm 1/32

**印 张:** 7.375

**字 数:** 133 千字

**版 次:** 2006 年 9 月第 1 版

**印 次:** 2006 年 9 月第 1 次印刷

**定 价:** 9.50 元

---

(凡中国社会出版社图书有缺漏页、残破等质量问题, 本社负责调换)

# 建设社会主义新农村书屋

总顾问：回良玉

## 编辑指导委员会

主 任：李学举

副主任：翟卫华 柳斌杰 胡占凡 窦玉沛

委 员：詹成付 吴尚之 涂更新 王英利

李宗达 米有录 王爱平

## 农村实用科技与技能培训丛书编辑委员会

主 任：崔富春

副主任：左义河 宗颖生 弓永华

成 员：（按姓氏笔画为序）

王金胜 孙泰森 邢国明 李生才

李生泉 李宏全 李国柱 杨 鹏

郭晋平 郭玉明 郝利平 武星亮

蔺艮鼎 薛孝恩

# 总序 造就新农民 建设新农村

李学举

党的十六届五中全会作出了建设社会主义新农村的战略部署。在社会主义新农村建设过程中，大力发展农村文化事业，努力培养有文化、懂技术、会经营的新型农民，既是新农村建设取得进展的重要标志，也是把社会主义新农村建设不断推向前进的基本保证。

为落实中央的战略部署，中央文明办、民政部、新闻出版总署、国家广电总局决定，将已开展三期的“万家社区图书室援建和万家社区读书活动”由城市全面拓展到农村，“十一五”期间计划在全国三分之一以上的村委会开展农村图书室援建和读书活动，使两亿多农民由此受益，让这项造福城市居民的民心工程同时也造福亿万农民群众。中央领导同志对此十分重视，中共中央政治局委员、国务院副总理回良玉同志作出重要批示：“发展农村文化事业是新农村建设的重要内容，也是农村发展中一个亟待加强的薄弱环节。在农村开展图书室援建和读书活动，为亿万农民群众送去读得懂、用得上的各种有益书刊，对造就有文化、懂技术、会经营的新型农民，满足农民全面发展的需求，将发挥重要作用。对这项事关农民切身利益、事关社会主义新农村建设的重要活动，要精心组织，务求实效。”

中共中央政治局委员、中央书记处书记、中宣部部长刘云山

同志也作出重要批示。他指出：“万家社区图书室援建和万家社区读书活动，是一项得人心、暖人心、聚人心的活动，对丰富城市居民的文化生活、推动学习型社区建设发挥了重要作用。这项活动由城市拓展到农村，必将对丰富和满足广大农民群众的精神文化生活，推动社会主义新农村建设发挥积极作用。要精心组织，务求实效，把这件事关群众利益的好事做好。”

为了使活动真正取得实效，让亿万农民群众足不出村就能读到他们“读得懂、用得上”的图书，活动的主办单位精心组织数百名专家学者和政府相关负责人，编辑了“建设社会主义新农村书屋”。“书屋”共分农村政策法律、农村公共管理与社会建设、农村经济发展与经营管理、农村实用科技与技能培训、精神文明与科学生活、中华传统文化道德与民俗民风、文学精品与人物传记、农村卫生与医疗保健、农村教育与文化体育、农民看世界等10大类、1000个品种。这些图书几乎涵盖了新农村建设的方方面面。“书屋”用农民的语言、农民的话，深入浅出，使具有初中文化水平的人就能读得懂；“书屋”贴近农村、贴近农民、贴近农村生活的实际，贴近农民的文化需求，使农民读后能够用得上。

希望农村图书室援建和农村读书活动深入持久地开展下去，使活动成为一项深受欢迎的富民活动，造福亿万农民。希望“书屋”能为农民群众提供一个了解外界信息的窗口，成为农民学文化、学科技的课堂，为提高农民素质，扩大农民的视野，陶冶农民的情操发挥积极作用。同时，也希望更多有识之士参与这项活动，推动农村文化建设，关心支持社会主义新农村建设。

值此“新农村书屋”付梓之际，以此为序。

二〇〇六年九月

# 目 录

## 第一章 农村用水概述

### 第一节 水资源 /2

#### 一、水资源状况及特点 /2

#### 二、节水防污的战略意义 /6

### 第二节 农村的用水与供水 /9

#### 一、农村用水的类型及标准 /9

#### 二、农村用水现状及存在的问题 /18

#### 三、农村用水措施 /20

## 第二章 农村水污染及其防治

### 第一节 水污染概述 /23

#### 一、水污染源的类型 /23

#### 二、水污染的特征 /24

#### 三、水污染的主要途径 /24

#### 四、水污染常规分析指标 /25

#### 五、水污染的危害 /27

### 第二节 水污染综合治理 /30

#### 一、水污染综合治理的必要性迫切性 /30

- 二、水污染综合治理的基本原则 /32
- 三、水污染综合治理的主要对策 /33
- 第三节 水污染防治措施 /37
  - 一、饮用水污染的防治 /44
  - 二、污水处理方法 /46
  - 三、污泥处理方法 /65
  - 四、几种典型的废水处理技术 /66
  - 五、水体污染源治理的发展趋向 /71

### 第三章 农村节水技术

- 第一节 生活节水 /73
  - 一、生活用水现状及对策 /73
  - 二、日常生活节水方法 /80
- 第二节 乡镇企业节水 /81
  - 一、提高工业生产用水系统的利用效率 /81
  - 二、改进生产工艺 /82
  - 三、提高水费 /82
  - 四、常用节水方法 /82
- 第三节 农业节水 /83
  - 一、地面灌水技术 /84
  - 二、喷灌工程技术 /95
  - 三、微灌工程技术 /110
  - 四、旱作农艺节水技术 /120
  - 五、节水农业综合管理 /155

## 第四章 农村水资源开发与利用技术

### 第一节 设施集雨工程技术 /176

- 一、总体规划 /179
- 二、雨水集流场设计 /180
- 三、截流输水工程设计 /181
- 四、水源工程设计及施工、水窖的设计与施工 /182

### 第二节 田间集雨工程技术 /193

- 一、梯田 /193
- 二、鱼鳞坑 /197
- 三、隔坡水平沟 /198
- 四、谷坊工程 /199
- 五、蓄水塘坝 /203
- 六、引洪漫地 /203
- 七、坝库工程 /206

### 第三节 废水回收利用技术 /211

- 一、再生水回用于工业 /212
- 二、再生水回用于农业 /213
- 三、再生水回用于城镇建设 /213
- 四、再生水与地下水回灌 /214

### 第四节 海水淡化 /214

- 一、从海洋取水 /215
- 二、海水淡化业市场 /215
- 三、国际投资新热点 /217

第五节 其他措施 /218

一、制定科学合理的“粮食安全”标准 /218

二、调整消费结构 /219

三、以“物流”替代“水流” /219

四、推广普及双回路供水系统 /220

五、计划生育、控制人口 /220

参考文献 /221

后记 /223

## 第一章 农村用水概述

水是地球上分布最广泛的物资。水是生命之源，是一切动物、植物赖以生存繁衍和发展的必需物质基础。水是一切生命新陈代谢活动的介质，也就是说水赋予了生命，生物在生命活动过程中，都离不开水。据测定，植物体内的含水量一般为 60%~80%，有的高达 90% 以上。动物体内的含水量也大致类似，约为 70%。成年人体内的含水量为 65%~70%。在正常情况下，成年人每天需要饮用 2 千克以上的淡水，每天通过呼吸和体表散发出 1~2 千克的水。水分的不足就会导致生理上的不协调、正常生理的破坏，如口渴、皮肤起皱、意志模糊等；当人体失水 14%~15% 或 7~8 升时，生命就无法维持，人就会死亡。科学观察和灾难实例表明，成年人在断粮不断水的情况下，可以忍耐 40 天之久；但在断粮又断水的情况下，至多能忍耐 3~7 天。真可谓：“人可三日无食，但不可一日无水。”

水不仅是世间生灵万物离不开的，就是工农业生产，也一时一刻少不了它。从种植业看，每公顷农作物生长期内的用水，小麦是 23~34 吨，棉花 22~27 吨，甜菜 31~40 吨；从畜牧业看，生产 1 千克牛肉需耗水 31.5 吨；从工业看，生产 1 吨钢材需耗水 20~40 吨，1 吨纸需耗水 200~400 吨，1 吨人造纤维需耗水 1200~1800 吨，而生产 1 吨合成橡胶的需水量竟高达 2.75 万吨。由此可见水对人类生存是非常重要的。

## 第一节 水资源

所谓水资源是指现在或将来一切可用于生产和生活的地表水和地下水源，即江、河、湖、泊的水和浅层地下水。水资源是自然资源的重要组成部分。

### 一、水资源状况及特点

#### 1. 全球水资源状况及特点

##### (1) 可利用的淡水资源总量有限

地球上水的总储量约为 138.6 亿亿立方米，其中淡水仅占 2.5%，只有约 3.5 亿亿立方米；其余为海洋中的咸水、矿化地下水以及咸水湖中的咸水。淡水资源中冰山、冰冠水占 77.2%，地下水和土壤中水占 22.4%，湖泊、沼泽水占 0.35%，河水占 0.1%，大气中水占 0.04%。便于取用的淡水只是河水、淡水湖水和浅层地下水，估算约 119 万亿立方米，仅为地球总水量的 0.2% 左右。因此，可供人类利用的淡水资源在数量上是非常有限的。

地球上淡水资源的珍贵，还可拿一个非常生动的比方来描述：如果用一个 2 升的瓶子能装下地球上所有的水的话，那么可利用的淡水只有半茶匙，在这半茶匙的淡水中，河水只相当于一滴水，其余都是地下水了。

##### (2) 淡水资源的地表分布很不均匀

大自然赐给人类的这有限的 119 万亿立方米的淡水资源在地球表面的分布是很不均匀的。世界上约有 65% 的淡水资源集中在 10 个国家里，而占世界总人口 40% 的 80 个国家（其中 9 个国家在近东和

中东)却严重缺水,另外26个国家(共有2.3亿人口)的水资源也很少。

水的分布决定了人类文明的分布图。坐落在大河入海处或大河与河湖交汇处的集镇,在水资源得天独厚的条件下迅速发展起来。而在干旱地区,由于可挖掘的灌溉潜力越来越少,粮食与淡水之间的联系变得越来越直接。在中东,几乎每一个地区都受到缺水的困扰,“水贵如油”已成为不争的事实。

### (3) 人均淡水需求量不断递增

在有限的淡水资源面前,不仅需要分享的人口越来越多,而且每个人的胃口也越来越大,即人均淡水需求量在不断递增。

随着工业化和现代技术文明的发展,每个人的平均资源消耗量是在不断增加的。在现代化社会中,每一个人所消耗的资源都要比他的父辈多,比他的祖父辈则更多。以淡水需求量为例,一个人如果每天食用1千克谷物(如面包),生产这些谷物只需约1000升水。但是,如果每天食用1千克蔬菜、0.5千克牛肉和动物脂肪,则生产这些东西的水就已超出10000升。因为生产牛肉所花的水代价很高,它包括生产草料的用水和牲口的饮水,加起来就很可观了。再比如现代人出门旅行比古人就要讲究得多了,要乘坐飞机、火车、汽车、轮船等等,这些交通工具需要许多钢铁和其他金属才能制造,而加工这些金属所消耗的水就要比古代同样人数的人消耗的水要多得多。在公元前,一个人一天消费12升水,到了中世纪就增加到20~40升,到18世纪则已达到60升,现在则更多。

据联合国的资料,全世界用水量平均每年约递增5%。近一个世纪以来,全世界淡水消耗量增加了7倍,这大大超过了人口的增幅。其中,农业用水增长5倍,工业用水增长26倍,城乡家庭用水增长

18 倍。目前全球有 60% 以上的陆地、80 多个国家和地区面临严重的缺水，约 20 亿人用水紧张，10 亿人得不到良好的饮用水。世界资源研究所的一项报告也表明，世界人口中有一半人平均每天只能得到 50 升水。在非洲，难以得到饮用水的人口将增加到 4.5 亿，12 个国家将常年缺水。有些国家，每人每天分摊到的淡水甚至不到 30 升。

#### (4) 水资源污染和浪费

据统计，全世界每年约有 4500 亿吨污水排入江河湖泊，40% 的河流遭污染；占全球淡水总量 14% 以上的可用水已被污染，造成丰水地区水质严重下降，缺水地区更加缺水。据世界卫生组织统计，占世界人口 20% 的人难以得到清洁的饮用水，50% 的人无法得到卫生用水。在发展中国家，每 5 个人中就有 3 个人缺乏干净的饮用水。全世界每年至少有 2500 万人死于水污染引起的疾病（其中主要是在发展中国家）。世界上传播最广的疾病中有一半都是直接或间接通过水传播的。全球由水污染而产生的疾病每年使 1500 万人丧生，其中大部分是儿童，仅腹泻每年就造成四五万婴儿和差不多相同数量的成年人死亡。

面对极其宝贵而又为数有限的水资源，工农业生产用水不讲效益又造成了巨大的浪费。许多发展中国家基础设施陈旧，水库和水渠的渗漏现象严重而普遍，管道内水的流失率高达 15%~20%。农业灌溉基本上都是采用大水漫灌、串灌的做法，灌溉效益很低。工业用水的重复利用率很低，每万元工业产值的耗水量和火电站每万度电的耗水量很高。

·生活用水的浪费也很普遍。在一些发展中国家的某些城市，60% 的饮用水因水管生锈或者管路的搭接违反规定而流失。菲律宾马尼拉市自来水总管的泄流量已达洪水总量的 58%，而在管理较为

完善的新加坡，水管泄漏损失平均只有 8%。

## 2. 我国水资源状况及特点

中国是一个水资源严重缺乏的国家，我国每年平均降雨总量约 6 万亿立方米，河川年平均径流量约 2.6 万亿立方米，全国地下水总补给量约 7718 亿立方米。由于地表水和地下水同源源于降水，扣除相互重复部分，全国水资源总量约 2.8 万亿立方米，人均水资源占有量只有 2200 立方米，仅相当于世界人均水资源占有量的四分之一。

我国水资源特点如下：

(1) 水资源总量较丰富，但人均、地均拥有水资源量却很少。我国水资源总量居世界第 6 位，仅次于巴西、前苏联、加拿大、美国和印尼。但人均水量却仅为 2260 立方米，比世界人均水资源量的 1/4 还要低，是世界排名的第 121 位。

(2) 水资源在时间上分布不均。我国大部分地区降水受季风气候影响，冬春少雨，夏秋多雨，年降雨和径流量集中在汛期。华北、东北、西北和西南地区 6~9 月降雨量占全年的 70%~80%。雨量过分集中，造成汛期大量弃水，非汛期严重缺水，因此我国可利用水资源，一般仅占水资源总量的 40% 左右。

(3) 水资源地区分布不均，水土资源组合不平衡。从东南向西北走向，年平均降水量从 1600~1800 毫米，逐步减少到 200 毫米以下，东南沿海湿润多雨，西北内陆干燥少雨；长江以南耕地只占全国的 38%，径流量却占全国的 82%；黄淮海三大流域，耕地占全国的 40%，而径流量只占全国的 6.6%。南北水资源相差十分悬殊与耕地面积分布形成反差，这是使我国北方和西北许多地区出现资源性缺水的根本原因。

(4) 水污染的蔓延,极大地减少了我国的水资源可用量。据统计,2000年工业废水和城市污水排放总量达415亿吨,其中,工业废水排放量194亿吨,城市生活污水排放量221亿吨。全国七大重点流域地表水有机污染普遍,各流域干流有42.3%的河段不能达到饮用水源的水质要求,13.8%的河段不能满足景观、工业、农业用水功能,流经城市的河段污染更加严重,63.8%的城市河段不能作饮用水源地。主要湖泊如太湖、滇池、巢湖等有机污染问题相当突出,富营养化现象相当严重。根据对全国118座大城市浅层地下水的调查,97.5%的城市受到不同程度的污染,其中40%的城市受到严重污染,更为严重的是,全国已有近90%的城镇饮用水源受到污染。水污染大大减少了水资源的可利用量,加剧了我国的水资源短缺形势。

(5) 工农业生产用水不讲效益又造成了巨大的浪费。由于工业用水的工艺技术落后,尤其市、县级以下企业大都是老工艺,甚至是应该淘汰的技术设备,耗水量浪费惊人。每炼1吨钢耗水70吨;生产1吨化肥耗水500~600吨;造1吨纸耗水300~500吨;采1吨煤需水2~3吨;采1吨原油需水25~50吨;炼制1吨原油需水2~3吨;生产1吨化学纤维耗水1200~1700吨。这比发达国家要高出几倍甚至几十倍。

## 二、节水防污的战略意义

1977年,联合国水资源会议向全世界发出警告:“水,不久将成为一项严重的社会危机,石油危机之后的下一个危机便是水。”水、粮食、环境、人口和能源被并列为世界上五大问题。

在我国,一方面是一个水资源严重紧缺,多年平均水资源量为

2.8 万亿立方米，在世界各国中排第六位，但人均水资源占有量仅为 2260 立方米，还不到世界人均水资源占有量的 25%，居世界第 121 位，已被列入世界贫水国家的名单中。随着经济的发展、人口的增加，我国用水总量将进一步增加。另一方面是水污染和水资源浪费较严重，全国七大江河水系及太湖、滇池和巢湖中，达到或优于地面水环境质量三类标准的河段只有 36.9%；水质为四类、五类的河段达 63.1%，其中劣五类水质达到 37.7%；大淡水湖泊和城市湖泊均为中度污染；75% 的湖泊富营养化加剧；一些城市地下水不同程度地受到污染。工业废水不加处理就排入河流，大量重金属物质进入含水层，使水质下降。水资源利用效率与国际先进水平相比差距较大。全国工业万元增加值用水量是发达国家的 5—10 倍，水的重复利用率仅为 50%，发达国家已达 85%，城市生活用水中，许多城市输配水管网和用水器具的漏水损失高达 20% 以上，仅便器水箱漏水一项每年就损失上亿立方米。农业灌溉用水浪费严重，农业用水效率低下，既缺乏科学用水知识，又无用水定额和管理制度，农村广大地区仍采用浇灌、漫灌，农田用水率最多只有 50%，而且水库、水渠多年失修，渗漏严重。同时生活用水的浪费也很普遍。农村城市化的发展，使原来只存在于城市地区的一些生活设施开始在农村普及，农民的生活方式也在发生变化，比如，自来水设施、洗衣机、抽水马桶等进入农村家庭，农民们也可能由过去一年只洗一次澡，变为一年洗多次澡等等。这都将极大地改变农民用水方式，从而增加了用水数量。有的农民、尤其是部分养殖户肆意排放生活污水，一些农民滥施滥用化肥与农药，乱向河道丢弃空农药瓶或其他有害的固体废弃物等。农村饮用水在卫生安全方面也存在很大隐患。不少农户仍用自家打的简易压泵取水，由于此水全来自地表浅层的孔