



高等学校水利学科教学指导委员会组织编审

普通高等教育“十五”国家级规划教材

高等学校水利学科专业规范核心课程教材·农业水利工程

“十二五”江苏省高等学校重点教材

水土资源规划与管理 (第3版)

张展羽 俞双恩 主编

张展羽



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



高等学校水利学科教学指导委员会组织编审

江苏高校优势学科建设工程资助项目

普通高等教育“十五”国家级规划教材

高等学校水利学科专业规范核心课程教材·农业水利工程

“十二五”江苏省高等学校重点教材 (编号: 2015-1-087)

水土资源规划与管理 (第3版)

张展羽 俞双恩 主编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

·北京·

内 容 提 要

本书主要介绍水土资源规划与管理的基本理论与计算分析方法。主要包括：绪论；水资源计算；水资源合理利用与节约；水资源供需平衡分析；水资源保护；土地资源计算与评价；土地利用总体规划及保护；土地整治；水土资源的预测内容及方法；水土资源综合规划；水土资源现代化管理。

本书可用于农业水利工程、水利水电工程、水文与水资源工程等专业的教学参考书，也可供从事土地管理、水土资源开发治理、土地经济、生态环境以及城镇建设和农业系统工程等领域的研究生、工程技术人员与科研工作者参考。

图书在版编目 (C I P) 数据

水土资源规划与管理 / 张展羽, 俞双恩主编. -- 3
版. -- 北京: 中国水利水电出版社, 2017. 6
普通高等教育“十五”国家级规划教材 高等学校水利
利学科专业规范核心课程教材. 农业水利工程 “十二五”
江苏省高等学校重点教材
ISBN 978-7-5170-5578-5

I. ①水… II. ①张… ②俞… III. ①水资源管理—
高等学校—教材②土地资源—资源管理—高等学校—教材
IV. ①TV213.4②F301

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第141411号

书 名	普通高等教育“十五”国家级规划教材 高等学校水利学科专业规范核心课程教材·农业水利工程 “十二五”江苏省高等学校重点教材 水土资源规划与管理 (第3版) SHUITU ZIYUAN GUIHUA YU GUANLI
作 者	张展羽 俞双恩 主编
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市密东印刷有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 19.75印张 456千字
版 次	2006年5月第1版 2006年5月第1次印刷 2017年6月第3版 2017年6月第1次印刷
印 数	0001—4000册
定 价	45.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

高等学校水利学科专业规范核心课程教材

编 审 委 员 会

主 任 姜弘道 (河海大学)

副主任 王国仪 (中国水利水电出版社) 谈广鸣 (武汉大学)

李玉柱 (清华大学) 吴胜兴 (河海大学)

委 员

周孝德 (西安理工大学)

李建林 (三峡大学)

刘 超 (扬州大学)

朝伦巴根 (内蒙古农业大学)

任立良 (河海大学)

余锡平 (清华大学)

杨金忠 (武汉大学)

袁 鹏 (四川大学)

梅亚东 (武汉大学)

胡 明 (河海大学)

姜 峰 (大连理工大学)

郑金海 (河海大学)

王元战 (天津大学)

康海贵 (大连理工大学)

张展羽 (河海大学)

黄介生 (武汉大学)

陈建康 (四川大学)

冯 平 (天津大学)

孙明权 (华北水利水电学院)

侍克斌 (新疆农业大学)

陈 楚 (水利部人才资源开发中心)

孙春亮 (中国水利水电出版社)

秘 书 周立新 (河海大学)

丛书总策划 王国仪

农业水利工程专业教材编审分委员会

主任 杨金忠（武汉大学）

副主任 张展羽（河海大学）

刘 超（扬州大学）

委员

黄介生（武汉大学）

马孝义（西北农林科技大学）

张忠学（东北农业大学）

文 俊（云南农业大学）

魏新平（四川大学）

虎胆·吐马尔白（新疆农业大学）

杨培岭（中国农业大学）

史海滨（内蒙古农业大学）

迟道才（沈阳农业大学）

田军仓（宁夏大学）

孙西欢（太原理工大学）

杨路华（河北农业大学）



总 前 言



随着我国水利事业与高等教育事业的快速发展以及教育教学改革的不断深入,水利高等教育也得到很大的发展与提高。与1999年相比,水利学科专业的办学点增加了将近一倍,每年的招生人数增加了将近两倍。通过专业目录调整与面向新世纪的教育教学改革,在水利学科专业的适应面有很大拓宽的同时,水利学科专业的建设也面临着新形势与新任务。

在教育部高教司的领导与组织下,从2003年到2005年,各学科教学指导委员会开展了本学科专业发展战略研究与制定专业规范的工作。在水利部人教司的支持下,水利学科教学指导委员会也组织课题组于2005年底完成了相关的研究工作,制定了水文与水资源工程,水利水电工程,港口、航道与海岸工程以及农业水利工程四个专业规范。这些专业规范较好地总结与体现了近些年来水利学科专业教育教学改革的成果,并能较好地适用不同地区、不同类型高校举办水利学科专业的共性需求与个性特色。为了便于各水利学科专业点参照专业规范组织教学,经水利学科教学指导委员会与中国水利水电出版社共同策划,决定组织编写出版“高等学校水利学科专业规范核心课程教材”。

核心课程是指该课程所包括的专业教育知识单元和知识点,是本专业的每个学生都必须学习、掌握的,或在一组课程中必须选择几门课程学习、掌握的,因而,核心课程教材质量对于保证水利学科各专业的教学质量具有重要的意义。为此,我们不仅提出了坚持“质量第一”的原则,还通过专业教学组讨论、提出,专家咨询组审议、遴选,相关院、系认定等步骤,对核心课程教材选题及其主编、主审和教材编写大纲进行了严格把

关。为了把本套教材组织好、编著好、出版好、使用好，我们还成立了高等学校水利学科专业规范核心课程教材编审委员会以及各专业教材编审分委员会，对教材编纂与使用的全过程进行组织、把关和监督。充分依靠各学科专家发挥咨询、评审、决策等作用。

本套教材第一批共规划 52 种，其中水文与水资源工程专业 17 种，水利水电工程专业 17 种，农业水利工程专业 18 种，计划在 2009 年年底之前全部出齐。尽管已有许多人为本套教材作出了许多努力，付出了许多心血，但是，由于专业规范还在修订完善之中，参照专业规范组织教学还需要通过实践不断总结提高，加之，在新形势下如何组织好教材建设还缺乏经验。因此，这套教材一定会有各种不足与缺点，恳请使用这套教材的师生提出宝贵意见。本套教材还将出版配套的立体化教材，以利于教、便于学，更希望师生们对此提出建议。

高等学校水利学科教学指导委员会

中国水利水电出版社

2008 年 4 月



第3版 前言



《水土资源规划与管理》已于2006年、2009年先后出版了两版，受到广大读者的欢迎。该教材第1版为普通高等教育“十五”国家级规划教材；第2版为高等学校水利学科专业规范核心课程教材，2009年被评为“江苏省高等学校精品教材”，2014年被中国水利教育协会，教育部高等学校水利类专业教学指导委员会评为“第一届高等学校水利类专业优秀教材”；第3版被评为“十二五”江苏省高等学校重点教材。《水土资源规划与管理》教材对我国水利工程、农业工程领域的水、土资源管理人才培养发挥了重要作用。

《水土资源规划与管理》（第3版）保持了前2版的特色和风格，并更趋于完善。第3版吸纳了近年来国内外水土资源规划与管理学科的新进展和研究成果，依据我国水土资源领域规划、设计和管理的新规范、新规程和最新管理制度，对第2版进行了全面修编。教材更新了水土资源现状、农业、工业、生活用水等数据，增加了最严格水资源管理制度的有关规定，补充了农用地分等定级理论与方法，针对我国乡（镇）土地利用总体规划任务面广量大等特点，增加了乡（镇）土地利用总体规划编制内容、方法及要求，更新了土地整治的最新要求和设计方法。对全书例题和思考题及习题进行了充实。

全书共11章，从水土资源的特征、水资源计算、国民经济各行业用水分析，以及区域水资源供需平衡与保护，到土地资源计算与评价、土地资源总体规划及保护、土地整治、水土资源的动态预测方法与综合规划，分别进行了阐述。本书第1章、第7章、第9章、第10章由张展羽修编，

第2章、第3章、第4章、第5章由俞双恩修编，第8章、第11章由朱成立、翟亚明修编，冯宝平承担了第6章、思考题及习题的修编和全书例题的计算复核工作。全书由张展羽、俞双恩统稿。

本书主要适用于农业水利工程、水利水电工程、水资源及环境工程、区域规划等专业的教学参考书，也可供从事土地管理、水土资源开发治理、土地经济、生态环境，以及水利、城镇建设和农业系统工程等方面的研究生、工程技术人员与科研工作者阅读参考。

本书第2版由武汉大学杨金忠教授审稿，他提出了许多宝贵意见，第3版由江苏省教育厅组织评审，特在此一并致谢。

作 者

2017年2月



第1版 前言



人口众多、水土资源相对较少是我国的基本国情。随着经济建设的不断发展,土地承载量不断加大,水土资源供需矛盾已成为我国国民经济和社会发展所面临的十分突出的问题。加强水土资源的评价、分析与管理,合理开发、利用水土资源,提高土地生产力,实施水土资源的开源节流,建设可持续的良性循环体系,是关系到中华民族生存和发展的重大措施之一。50多年来,我国的水土资源开发整治取得了很大的进展,已建成的水利工程设施,在防洪、除涝、灌溉、航运、供水等方面发挥了极其重要的作用;土地开发整治、低产田改造等土地治理工程为我国农业发展制造了良好的条件。水土资源工程作为国民经济建设的基础设施,在国家经济建设中起着不可替代的作用。水资源和土地资源作为自然地理系统中的两个重要组成因子,彼此间相互联系,相互制约,不可分割。水是生命之源,土是万物之本。随着科学技术的不断发展和人类对水土资源的不断开发利用,人们对这两种资源的关系以及综合利用研究不断深入,研究水资源、土地资源的评价分析、理论及方法、分析水土资源供需平衡,以及水土资源的综合规划,是利用和保护不可再生自然资源,满足人类和社会经济可持续发展的需要。从这个观点出发,为适应我国当前水土资源开发利用和保护形势,适应国民经济建设对高等工科人才培养的需要,在水利类专业学生中开设有关水土资源分析与管理的课程是十分必要的。

河海大学从1994年以来,先后为水利类专业的学生开设了《水土资源系统分析》《水土资源分析与管理》等选修和必修课程,并编写了相应的教材。本书即是在多年的教学实践过程中,不断总结、充实和修改后编

写而成的。

全书共 11 章，从水土资源的特征、水资源计算、国民经济各行业用水分析，以及区域水资源供需平衡与保护，到土地资源计算与评价、土地资源总体规划及保护、土地开发整理、水土资源的动态预测方法与综合规划，分别进行了阐述。本书第一章、第六章、第七章、第九章、第十章由张展羽编写，第二章、第三章、第四章、第五章由俞双恩编写，第八章、第十一章由朱成立编写，冯宝平、张国华承担了部分图件的绘制及例题的计算复核工作。全书由张展羽、俞双恩统稿。

本书是普通高等教育“十五”国家级规划教材，主要适用于农业水利工程、水利水电工程、水资源及环境工程、区域规划等专业，也可供从事土地管理、土地资源开发治理、土地经济、生态环境，以及水利、城镇建设和农业系统工程等方面的研究生、工程技术人员及科研工作者阅读参考。

土地资源分析与管理，在我国是一新的研究领域，很多问题仍在探索中，加之编者水平有限，书中存在错误或不妥之处，恳请读者批评指正。

本书在编写过程中，得到了河海大学农业水利规划教研室有关老师的支持和帮助；得到了许多生产和科研单位有关同行的支持，并引用了他们的大量资料，在此一并表示感谢。本书由武汉大学杨金忠教授审稿，他提出了许多宝贵意见，特在此一并致谢。

作 者

2005 年 12 月



目 录

总前言

第3版前言

第1版前言

第1章 绪论	1
1.1 水土资源的概念	1
1.2 水土资源的特征	3
1.3 我国水土资源概况	7
1.4 水土资源研究的主要方向与内容	16
第2章 水资源计算	18
2.1 自然界的水循环	18
2.2 地表水资源的计算	21
2.3 地下水资源的计算	28
2.4 水资源总量计算	37
2.5 水资源可利用量	38
第3章 水资源合理利用与节约	41
3.1 概述	41
3.2 农业用水	44
3.3 工业用水	60
3.4 生活用水	75
3.5 生态用水及其他用水	82
第4章 水资源供需平衡分析	91
4.1 供需分析的目的和分类	91
4.2 全国水资源分区	92

4.3	水资源供需分析方法	94
第5章	水资源保护	100
5.1	水污染	100
5.2	水质	104
5.3	水功能区划	116
5.4	水体纳污能力	120
5.5	水资源保护原则及对策措施	126
第6章	土地资源计算与评价	142
6.1	土地资源的分类	142
6.2	土地资源的生产力和承载力	152
6.3	农用地分等定级	158
6.4	城镇土地资源评价	168
第7章	土地利用总体规划及保护	173
7.1	土地利用总体规划	173
7.2	乡(镇)土地利用总体规划编制	180
7.3	耕地资源保护	190
第8章	土地整治	197
8.1	土地整治的原则、内容和一般程序	197
8.2	农用地整理	205
8.3	建设用地整理	222
8.4	废弃地复垦和未利用地开发	225
第9章	水土资源的预测内容及方法	228
9.1	预测的内容及步骤	228
9.2	特尔菲(Delphi)法	230
9.3	时间序列法	232
9.4	相关分析法	239
9.5	灰色预测法	242
第10章	水土资源综合规划	250
10.1	指导思想和基本原则	250
10.2	规划方法	251
10.3	研究实例	264
第11章	水土资源现代化管理	269
11.1	水资源管理	269

11.2 土地资源管理	272
11.3 水土资源信息化管理	278
附录 1 单纯性法 FORTRAN 语言程序清单	288
附录 2 思考题及习题	291
附录 3 《全国土地分类（试行）》（国土资发〔2001〕255）	296
参考文献	300

第 1 章

绪 论

水土资源由水资源和土地资源两部分组成。

水是地球上分布最广泛的物质之一，它以气态、液态和固态三种形式存在于空中、地面与地下，成为大气中的水、海洋水、陆地水以及动植物有机体内的生物水。它们相互之间紧密联系，循环往复，组成覆盖全球的水圈。

土地由地球表面陆地部分及其相应附属物组成。人们通常把地面称为土地，这是最简单的概念。水资源和土地资源相辅相成，又相互制约。水资源直接影响到土地资源的生产效率；而土地资源开发也制约着水资源的利用。水资源和土地资源的分析研究密不可分。

水土资源是人类社会赖以生存与发展的基本物质条件。“逐水草而居”，这是古代各民族共同遵循的普遍规律，古代四大文明都发源于大河流域便是最生动的例证。现代社会发展过程中，水土资源不仅是人们日常生活必不可少的生活资源，而且也是工农业生产、交通运输、能源建设、城市建设、环境卫生等部门最基本最重要的生产资料，在我国已明确将水利事业作为国民经济的基础行业，将节约和保护土地资源作为一项基本国策。此外，水土资源又是环境保护、维护生态平衡必不可少的基本条件。水土资源的科学分析与管理具有十分重要的意义。

1.1 水土资源的概念

1.1.1 水资源

水作为一种自然资源，其使用价值表现为水量、水质及水能三个方面，也有将其所占的空间——水域，亦包括在内。由于涉及面广，比较复杂，至今还未得出统一的水资源定义，以致在国内外权威性文献上，论及水资源定义时，差别颇大。

例如，在《中国大百科全书·气海水卷》中，水资源的定义为“地球表层可供人类利用的水，包括水量（质量）、水域和水能资源”，同时又强调“一般指每年可更新的水量资源”。

在《中国水资源评价》一书中，关于区域水资源总量（ W ）定义为“当地降水形

成的地表和地下的产水量”。

在《简明不列颠百科全书》中，水资源（water resources）定义为“世界水资源包括地球上所有的（气态、液态或固态）天然水”。并注明“其中可供我们利用的为海水、河水和湖水；其他可利用的为潜水和深层地下水、冰川和永久积雪”。

在联合国教科文组织和世界气象组织共同制定的《水资源评价活动——国家评价手册》中，定义水资源为“可资利用或有可能被利用的水源，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可被利用”。

对于这些不同的论述，水资源可归纳为广义水资源与狭义水资源两种不同的涵义。

按照广义水资源的涵义，地球上一切水体，包括海洋、江河、湖泊、冰川、地下水以及大气中的水分等，都能够直接或间接地加以利用，对人类都有益，是人类社会的财富，均属于自然资源的范畴。照此理解，地球上的水体与水资源是同义词，是同一物质的两种不同称谓。

按照狭义水资源的理解，水资源与地球上的水体是两个不同的概念，不能混淆，更不能等同。地球上的各种天然水体，早在人类社会形成之前就已存在，它们是不依赖人类社会而存在的客观实体。但作为水资源则是对人类社会而言的，其主要表现为能够直接被人类所使用，这种使用显然要受到人类社会条件的制约。由此可见，水资源包含有双重性：一种是作为自然界水体所固有的自然属性；另一种是人类社会所给定的社会属性。前者如运动上的往复循环性，时间变化上的不稳定性与空间分布上的不均匀性等；后者如水资源利用多目标性，利弊的双重性，技术上的可靠性与经济上的合理性等。因而所谓水资源，仅指在一定时段内能被人们直接开发与利用的那一部分水体。这种开发利用不仅在技术上是可做到的，而且要求在经济上是合理的，开发后所造成的环境影响是可接受的。浩瀚的海洋，除了为人们提供水产品、盐以及航运之利外，由于盐度高，海水淡化费用太大，还不能作为水资源被大规模地开发利用。陆地上的咸水湖以及高矿化度的地下水，亦存在类似的问题。极地冰川，本是地球上最大的淡水宝库，但是由于远离人类聚居的大陆而难以利用。因而通常所说的水资源，是指陆地上可供生产、生活直接利用的江河、湖泊以及储存在地下的淡水资源。这部分水量还不到地球上各种水体总储水量的万分之一。如进一步从满足长期开发利用需要的角度来衡量，水资源仅指一定区域内逐年可以恢复、更新的淡水量，具体来说是指以河川径流量表征的地表水资源，以及以积极参与水循环的地下径流量为表征的地下水资源。由于地表水与地下水之间存在密切联系，一部分地下水资源直接转化为地表径流量，因而在我国第一次水资源评价工作中，将地表河川径流量加上地下水资源量再扣除两者之间的重复量作为水资源总量。

此外，按照狭义水资源的理解，除了考虑水的数量特征外，还要重视水的质量，对于水质不良、不符合有关水质标准的水，在水质没有改善之前就不能归属于水资源范畴。遭受严重污染的水，为了消除污染影响和危害，常常需要用清洁的水来加以稀释和净化，反而消耗水资源。由此可见，对于一定区域范围而言，水资源量并非是恒定不变的，而是随着用水目的、水质要求的不同，以及经济发展与科学技术水平的不断提高而变化，所以说狭义水资源是动态的、相对的，水资源量是可变的，随着经济发展与开发利用技术的提高，可供利用的水资源量将逐步增大。

1.1.2 土地资源

土地资源也是一种自然资源，是人类生产和生活所依赖的宝贵资源之一。随着地理学和生态学的发展，人们不断加深对土地的理解。1972年联合国粮农组织（FAO）在荷兰瓦赫宁根市（Wageningen）土地评价讨论会上提出：“土地是包含地球特定地域表面及其以上和以下的大气、土壤及基础地质、水文和植被，它还包括这一地域范围内过去和现在人类活动的种种结果。”这一定义表明土地是自然和经济的历史产物。美国土地经济学者 Ely 认为：“土地这个词，指的是自然的各种力量，或自然资源。它的意义不仅是指土地表面，而且还包含地面上下的东西。”我国学者在《土地利用工程》一书中认为：“土地是由地形、土壤、植被、气候等多因素形成的综合体，也是人类生产活动的场所。由于这些综合因素的影响，土地的性质、特征和功能表现各异，而形成了不同的土地类型。”综上所述，土地是地球表面陆地部分上下一定范围内岩石、土壤、水、植被等构成的自然综合体。土地的发生和发展，主要取决于自然力的作用，同时受控于人类活动的影响，它是自然和经济活动的综合产物。

土地和土壤是两个不同的概念。土壤是指地球陆地表面具有肥力的疏松土层。它既是自然环境中有机界与无机界相互作用形成的独特的自然体，又是生物尤其是植物和微生物生活的重要环境，也是地表物质循环与能量转换的活动场所，是土地组成要素之一。正如联合国土地资源开发与保持局所认为的那样：“土地比土壤的概念更为广泛，因为土地除了土壤以外，还包含对土地评价的全部属性，如地形、植被、水文地质、气候以及土地所处的区位。”

土地与国土也不是一个概念。国土是一个国家人们赖以生存和发展的空间，指国家主权范围内管辖的版土，包括陆地与海洋和相应的领空。它是国家经济与社会发展的主要物质基础。就资源来讲，国土除包括土地、水、生物、海洋、矿产、光热等自然资源外，还包括人口及劳动力资源，虽然都没有离开土地，但就其含义的广度和深度而言，远远超过了土地本身的概念。

人类在生存和繁衍过程中，不断从周围环境中开发和直接利用自然资源。自然资源是指一定时间、地点条件下，能够产生经济价值、以供人类当前和未来利用的自然因素和条件，包括水资源、土地资源、气候资源、生物和矿产资源等。水土资源是人类生活和生产活动的基本自然资源，是人类生存不可缺少的物质条件。农业生产对水土资源的需求，是国民经济中一切产业之最。水土资源是农业生产的基本资料和劳动对象；无水之土或无土之水，均不可能存在农业生产。在非农业部门，水土资源是当作基地，作为载体或原料来发挥作用，无论工业、建筑业或交通运输业无不以土地为基地，以水资源为基本条件。总之，在国民经济建设中，水土资源以特有的职能为人类服务。合理开发和保护水土资源，研究水土资源的评价、规划和经济利用，维护生态平衡，实施可持续发展战略，具有十分重要的意义。

1.2 水土资源的特征

1.2.1 水资源的特征

水是自然环境中的重要组成物质，是环境中最活跃的要素。它不断地运动着，积