



普通高等教育“十二五”国家规划教材
高等院校水土保持与荒漠化防治专业教材

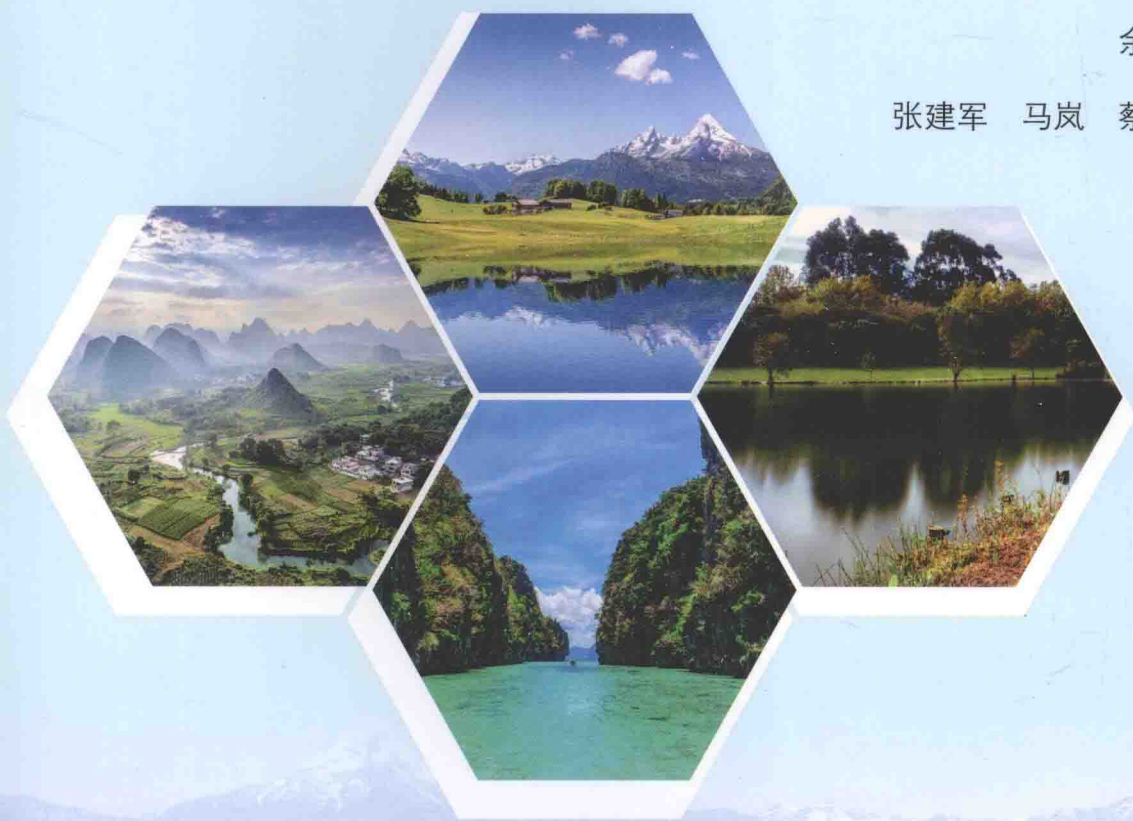
HYDROLOGY AND WATER RESOURCES (3RD)

水文与水资源学

(第3版)

余新晓 主 编

张建军 马岚 蔡体久 副主编



中国林业出版社

普通高等教育“十二五”国家级规划教材
高等院校水土保持与荒漠化防治专业教材

水文与水资源学

(第3版)

主 编 余新晓
副主编 张建军 马 岚 蔡体久

中国林业出版社

内容提要

《水文与水资源学》(第3版)是普通高等教育“十二五”国家规划教材。本教材总结了水文与水资源学的基本理论,包括水分循环及其要素、水文计算、水资源计算与评价等,系统阐明了当前国内外水资源概况,对水资源保护管理技术与开发利用方法作了介绍,并分析了全球变化与人类活动的水文水资源的响应。

本教材不仅可作为高等农林院校水土保持与荒漠化防治、自然地理与资源环境等专业教材或相近专业的教学参考书,而且可供有关教育、科研和生产、管理部门的科技人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

水文与水资源学 / 余新晓主编. —3版. —北京:中国林业出版社, 2016. 6

普通高等教育“十二五”国家规划教材 高等院校水土保持与荒漠化防治专业教材

ISBN 978-7-5038-8610-2

I. ①水… II. ①余… III. ①水文学—高等学校—教材 ②水资源—高等学校—教材 IV. ①P33
②TV211

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 154697 号

国家林业局生态文明教材及林业高校教材建设项目

中国林业出版社·教育出版分社

策划编辑:肖基汧 吴 卉

电话:83143555

责任编辑:肖基汧

传真:83143561

出版发行 中国林业出版社(100009 北京市西城区德内大街刘海胡同7号)

E-mail:jiaocaipublic@163.com 电话:(010)83143561

http://www.lycb.forestry.gov.cn

经 销 新华书店

印 刷 北京市昌平百善印刷厂

版 次 1999年10月第1版

2010年6月第2版

2016年6月第3版

印 次 2016年6月第1次印刷

开 本 850mm×1168mm 1/16

印 张 29.75

字 数 705千字

定 价 60.00元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有 侵权必究

《水文与水资源学》(第3版)

编写人员

主 编: 余新晓

副 主 编: 张建军 马 岚 蔡体久

编写人员: (按姓氏笔画排序)

马 岚(北京林业大学)

王双银(西北农林科技大学)

牛健植(北京林业大学)

刘 瑛(湖北工业大学)

李 华(东北林业大学)

余新晓(北京林业大学)

张建军(北京林业大学)

秦富仓(内蒙古农业大学)

贾国栋(北京林业大学)

高甲荣(北京林业大学)

蔡体久(东北林业大学)

潘成忠(北京师范大学)

学术秘书: 贾国栋

主 审: 王礼先

“水是生命之源、生产之要、生态之基。”纵观全球尤其是发展中国家，水资源短缺、水环境污染、水生态退化、水旱灾害已经严重威胁到全球经济发展、人群健康、人类生存的环境和国家的安全。据《联合国世界水资源开发报告》，在 21 世纪初叶，地球这个哺育众多生命，包括 60 亿人口的星球，正面临严重的水危机。从全球可利用水资源与人口对比分布关系看，亚洲人口压力巨大，几乎全世界一半以上的人口都生活在亚洲，而亚洲只拥有世界水资源的 36%；据联合国有关机构的统计，全球有 25 亿人口无法享有充足的清洁水资源，其中约有 70% 在亚洲；全球约有 12 亿人不具备使用室内厕所的条件，这也导致居民住所周边水域水质受到严重污染，对人群健康造成极大伤害。与水有关的疾病影响的主要是 5 岁以下的儿童；每天有上百万吨未经处理的工农业污水汇入世界各大水体；每年全球的江河溪流以及三角洲会集了相当于将近 70 亿人口体重总和的污水，导致严重的水环境问题。因此，针对水文与水资源的各种研究不断展开，如何正确对水文和水资源危机做出必要的响应，已经成为当代水文学、水资源学、环境学和资源科学研究的主题。

水文学及水资源学包括水文学和水资源学两个方面，是研究水的性质、循环运动规律、水与环境相互关系以及水资源可持续利用的一门科学。本教材是普通高等教育“十二五”国家规划教材，顺应国内人才培养的需要和全球化发展的新态势，在吸纳国内外最新研究成果的基础上，树立精品意识。本教材的编写力求为精品课程服务，能够催生出一批精品课程。同时，本教材还体现了以下理念：一是教育创新理念，即将以培养创新意识、创新精神、创新思维、创新力或创新人格等创新素质以及创新人才为目的的教育活动融入其中。二是现代教材观理念，传统的教材观以师、生对教材的“服从”为特征，由此而生成的对教学矛盾的解决方式表现为“灌输式”的教学关系。现代教材观是以教材“服务”师生，即将教材定义为“文本”和“教材”，提供了编者、教师、学生与真理之间的跨越时空的对话，为师生创新提供了舞台。

本教材充分体现了基础性、系统性、实践性、创新性的特色，充分反映了强化学生的实践能力、创造能力和就业能力的培养目标，不仅是全国高等院校水土保持与荒漠化防治专业教育教学的专业教材，而且也可以作为林业、水利、环境保护等部门及生态学、地理学和水文学等相关专业人员的培训及参考用书。是以为序。

王 浩

中国工程院院士

2015 年 12 月 1 日

伴随着社会经济的快速发展和全球气候变化的影响,我国乃至全球均面临着愈来愈紧迫的水问题的挑战。水是生命之源,水是不可替代的自然资源和国家的经济资源。近年来,人与水的关系已经由古代的趋利避害发展到了现代较高水平的兴利除害的新阶段,水文与水资源学也被赋予了新的动力和新的特色。水文与水资源学和其他学科之间的边缘学科正在不断兴起,学科间的空隙逐渐得到填补。水文学及水资源学科在继续为水利工程学科和水资源可持续利用提供科学基础的同时,与大气科学、环境科学、生态科学、信息科学、经济学、管理学、社会学和遥测技术等关系日益密切,学科交叉发展现象明显,并逐渐拓展为对广泛的资源、环境与生态问题研究的支撑。

自2010年《水文与水资源学》(第2版)出版以来,本教材已被北京林业大学、东北林业大学、北京师范大学、西北农林科技大学等国内多所科研院校用于本科生和研究生教学,并受到广泛好评。为使《水文与水资源学》(第3版)教材更进一步反映水文与水资源方面的研究进展和研究前沿,并具有更广泛的代表性,本教材在第2版基础上,进一步系统总结了水文学的基本理论,地表水、地下水资源的基本规律和特征,以及计算评价的基本理论和方法,针对水资源开发利用现状及问题,阐明了水资源管理的内容和任务。本教材为普通高等教育“十二五”国家规划教材,为水土保持与荒漠化防治专业的核心必修专业基础课程。

本教材由北京林业大学余新晓教授任主编,张建军教授、马岚博士、蔡体久教授任副主编。北京林业大学、北京师范大学、东北林业大学、西北农林科技大学、内蒙古农业大学和湖北工业大学等高等院校多名富有水文与水资源学教学经验的教师参与编写工作。第1章、第5章和第7章由余新晓教授等负责编写,第2章由张建军教授等负责编写,第3章由高甲荣教授和刘瑛博士等负责编写,第4章由秦富仓教授和余新晓教授等负责编写,第6章由马岚博士等负责编写,第8章由蔡体久教授和李华博士等负责编写,第9章由潘成忠博士等负责编写,第10章由王双银教授等负责编写,第11章由牛健植教授等负责编写,第12章由贾国栋博士等负责编写。全书由余新晓教授、马岚博士和贾国栋博士负责统稿,由北京林业大学王礼先教授主审。

在本教材的编写过程中,王浩院士欣然为本书作序,王礼先教授亲自把关主审,两

位先生为本教材的编写和提升提出了十分宝贵的意见,在此表示诚挚的感谢。同时,本教材得到了北京林业大学和中国林业出版社的大力支持,各参编单位也给予了很大帮助。本教材引用的大量科技成果、论文、专著和相关教材,因篇幅所限未能一一在参考文献中列出,谨向文献的作者致以诚挚的谢意。限于我们的知识水平和实践经验,书中难免出现缺陷、遗漏甚至谬误,热切希望各位读者提出宝贵批评意见,以期本教材内容不断完善,水平逐步提高。

余新晓
2015年6月10日

20 世纪 80 年代以来, 社会生产规模空前扩大, 科学技术进入了新的发展时期, 人类改造自然的能力迅速增强。人与水的关系已经由古代的趋利避害发展到了现代较高水平的兴利除害的新阶段, 水文与水资源学也被赋予了新的动力和新的特色。水文与水资源学和其他学科之间的边缘学科正在不断兴起, 学科间的空隙逐渐得到填补。同时, 人们开始认识到, 水已成为影响社会发展的重要因素。水在表现它自然属性的同时, 其社会属性也逐渐为人们所认识。因此, 水文与水资源学已发展成为具有自然科学和社会科学双重性质的一门综合性科学。

随着水文与水资源学的飞速发展与不断应用, 根据水土保持与荒漠化防治学科特点和对本科生人才培养的要求, “水文与水资源学”被列为水土保持与荒漠化防治专业的核心专业基础课程。同时, 本教材根据全国普通高等教育“十一五”国家级规划教材编写的基本要求及编写组拟定的编写大纲编写, 经教育部高等学校环境生态类教学指导委员会推荐, 并经教育部批准立项, 确定为“十一五”普通高等教育国家级规划教材。

为使《水文与水资源学》(第2版)教材更能反映水文与水资源研究方面的进展和研究前沿, 并更具广泛的代表性, 经充分征求意见, 组成了新的《水文与水资源学》(第2版)教材编写委员会。委员会根据课程的任务安排, 在多次讨论的基础上, 明确了本书编写所应遵循的原则: (1) 加强学科的基础知识和基本技能的内容, 充分做到理论联系实际; (2) 充分反映 21 世纪以来水文与水资源的科学水平, 充分体现科学技术的与时俱进; (3) 体现水土保持与荒漠化防治专业和其他相关专业的特色, 注重知识的全面性和实用性。以使本教材成为一部具有中国特色的培养新世纪复合型人才和与国际学术接轨人才的教材。在此原则指导下, 对本教材从体系到内容进行了必要的扬弃和更新。

本教材由北京林业大学余新晓任主编, 张建军、张志强、刘俊民任副主编。由北京林业大学、西北农林科技大学、内蒙古农业大学和东北林业大学等高等院校多名有丰富水文与水资源学教学经验的教师参与编写工作。第1章、第3章和第5章由余新晓教授等负责编写; 第2章和第10章由张建军博士等负责编写; 第4章和第9章由张志强教授等负责编写; 第6章由秦富仓教授和许丽博士等负责编写; 第7章和第8章由刘俊民教授和巨娟丽博士等负责编写。全书由余新晓教授和张建军博士负责统稿, 由北京林业大学王礼先教授主审。

本教材的编写工作得到了教育部高等学校环境生态类教学指导委员会、高等学校水土保持与荒漠化防治专业教材编写指导委员会、北京林业大学和中国林业出版社的大力支持,各参编单位也给予了很大帮助。在此,谨向他们一并表示衷心的感谢!

在本教材编写过程中,引用了大量的科技成果、论文、专著和相关教材,因篇幅所限未能一一在参考文献中列出,谨向文献的作者们致以诚挚的谢意。限于我们的知识水平和实践经验,书中的缺点、遗漏甚至谬误难免出现,热切希望各位读者提出宝贵批评意见,以期本教材内容的不断完善和水平的逐步提高。

余新晓
2009年10月于北京

序

前言(第3版)

前言(第2版)

第1章 绪 论	(1)
1.1 水文与水资源学研究的对象和任务	(1)
1.2 水文与水资源的基本特征及研究方法	(5)
1.2.1 水文与水资源的基本特征	(5)
1.2.2 水文与水资源学的研究方法	(6)
1.3 世界和中国水资源概况	(7)
1.3.1 世界水资源概况	(7)
1.3.2 我国水资源概况	(8)
1.4 水文与水资源学的任务与内容	(15)
第2章 水分循环及其要素	(16)
2.1 水分循环及水量平衡	(16)
2.1.1 自然界的水分循环	(16)
2.1.2 水量平衡	(20)
2.2 河流和流域	(23)
2.2.1 河流特征	(23)
2.2.2 流域特征	(30)
2.3 降水及其特征	(35)
2.3.1 降水类型	(35)
2.3.2 降水的基本要素	(37)
2.3.3 降水特征指标	(37)
2.3.4 平均降水量的计算	(40)
2.3.5 影响降水的因素	(42)

2.3.6 我国降水的特征	(45)
2.3.7 降水的观测	(45)
2.4 蒸发与蒸发散	(48)
2.4.1 水面蒸发	(48)
2.4.2 土壤蒸发	(50)
2.4.3 植物蒸发散	(53)
2.5 下 渗	(56)
2.5.1 下渗的基本概念	(56)
2.5.2 下渗的物理过程	(56)
2.5.3 影响下渗的因素	(59)
2.5.4 下渗的测定	(60)
2.6 径 流	(61)
2.6.1 基本概念	(61)
2.6.2 径流的形成过程	(62)
2.6.3 影响径流的因素	(65)
2.6.4 径流测定	(69)
2.6.5 洪水调查	(75)
第3章 流域产流与汇流	(83)
3.1 概 述	(83)
3.2 产流机制	(84)
3.2.1 包气带和饱和带	(84)
3.2.2 包气带对降雨的再分配作用	(85)
3.2.3 包气带水量平衡方程	(86)
3.3 坡面产流	(87)
3.3.1 地表径流产流	(87)
3.3.2 壤中流	(89)
3.3.3 地下径流	(91)
3.3.4 回归流	(92)
3.3.5 山坡产流过程	(93)
3.3.6 坡面产流模型	(94)
3.4 流域汇流	(95)
3.4.1 流域汇流过程与汇流时间	(95)

3.4.2 流域汇流的影响因素	(96)
3.5 流域水文模型	(96)
3.5.1 流域水文模型的分类及特点	(96)
3.5.2 集总式水文模型	(98)
3.5.3 分布式水文模型	(108)
第4章 流域侵蚀与产沙输沙	(114)
4.1 概 述	(114)
4.2 坡面侵蚀	(114)
4.2.1 坡面侵蚀类型	(114)
4.2.2 坡面侵蚀机理	(115)
4.3 河流泥沙	(120)
4.3.1 泥沙的水力特性	(120)
4.3.2 推移质运动	(123)
4.3.3 悬移质运动	(124)
4.4 流域产沙与输沙	(127)
4.4.1 流域产沙	(127)
4.4.2 流域输沙	(134)
4.5 流域泥沙模型	(139)
4.5.1 经验模型	(140)
4.5.2 物理过程模型	(141)
4.5.3 动力学模拟模型	(142)
4.6 侵蚀与泥沙观测	(142)
4.6.1 坡面侵蚀观测	(142)
4.6.2 小流域输沙的观测	(143)
第5章 水文统计	(153)
5.1 概 述	(153)
5.2 随机变量及其概率分布	(153)
5.2.1 随机变量	(153)
5.2.2 随机变量的概率分布	(154)
5.2.3 常用的概率分布曲线	(156)
5.2.4 随机变量的分布参数	(157)
5.3 经验频率曲线	(160)

5.3.1	频率分布	(160)
5.3.2	经验频率曲线	(162)
5.4	水文随机变量概率分布的估计	(163)
5.4.1	水文随机变量总体分布的线型	(163)
5.4.2	统计参数的估算	(164)
5.4.3	适线法	(166)
5.5	水文相关分析	(169)
5.5.1	概述	(169)
5.5.2	线性回归方程参数的确定	(170)
5.5.3	简单相关系数及直线回归方程的误差	(171)
5.5.4	相关分析应用	(172)
5.5.5	复相关	(172)
5.6	水文过程的随机模拟	(173)
5.6.1	水文过程	(173)
5.5.2	随机过程	(174)
5.6.3	纯随机序列的随机模拟	(174)
5.6.4	年序列的随机模拟	(177)
第6章	水文计算	(180)
6.1	概 述	(180)
6.1.1	水文计算主要内容	(180)
6.1.2	水文计算基本方法	(180)
6.2	设计年径流分析与计算	(181)
6.2.1	年径流变化特征	(181)
6.2.2	具有长期实测径流资料时设计年径流计算	(181)
6.2.3	具有短期实测径流资料时设计年径流计算	(185)
6.2.4	缺乏实测径流资料时设计年径流计算	(186)
6.3	设计洪水分析与计算	(188)
6.3.1	设计洪水及设计标准	(188)
6.3.2	设计洪水计算内容和方法	(190)
6.3.3	由流量资料推求设计洪水	(191)
6.3.4	由暴雨资料推求设计洪水	(198)
6.3.5	小流域设计洪水计算	(205)

6.4 排涝水文计算	(211)
6.4.1 概述	(211)
6.4.2 城市排涝计算	(213)
6.4.3 农业区排涝计算	(214)
6.5 干旱水文计算	(218)
6.5.1 具有实测径流资料时枯水流量计算	(218)
6.5.2 短缺实测径流资料时枯水流量计算	(219)
第7章 生态水文	(221)
7.1 概 述	(221)
7.2 森林水文	(222)
7.2.1 森林水文过程	(223)
7.2.2 森林对径流的影响	(225)
7.2.3 森林对径流泥沙和水质的影响	(225)
7.3 湿地水文	(226)
7.3.1 湿地—大气界面水文过程	(226)
7.3.2 湿地地表径流、地下径流及其相互作用	(227)
7.3.3 湿地水文过程对湿地生态系统的影响	(227)
7.4 荒漠水文	(228)
7.4.1 荒漠地区的水文过程	(230)
7.4.2 自然因子的荒漠水文效应	(233)
7.4.3 人为活动对荒漠水文的影响	(235)
7.4.4 当前荒漠水文的研究重点	(236)
7.5 农田水文	(237)
7.5.1 农田水文特性	(238)
7.5.2 不同类型地区的农田水资源	(241)
7.5.3 农田生态水文过程及特点	(243)
7.5.4 农田水资源的水利建设及提高水分利用效率的措施	(244)
7.5.5 农田水资源法律法规的管理措施	(245)
7.6 草地水文	(246)
7.6.1 草地水文过程规律	(246)
7.6.2 草地对降水的再分配	(248)
7.6.3 植被动态与生态水文过程的耦合效应	(249)

7.6.4 当前草地水文的研究重点	(250)
7.7 城市水文	(250)
7.7.1 城市水文学概述	(251)
7.7.2 城市水文规律	(251)
7.7.3 城市建设中的水文效应	(254)
7.7.4 城市水管理	(258)
7.8 生态水文模型	(260)
7.8.1 生态水文模型的分类及特点	(260)
7.8.2 集总式水文模型	(261)
7.8.3 分布式生态水文模型	(269)
第8章 环境水文	(281)
8.1 概 述	(281)
8.1.1 环境水文的概念	(281)
8.1.2 环境水文的研究内容	(281)
8.1.3 环境水文的发展趋势	(282)
8.2 水 质	(283)
8.2.1 水质及其形成过程	(283)
8.2.2 天然水中的成分组成	(284)
8.2.3 天然水水质标准	(286)
8.3 水污染	(292)
8.3.1 水污染及其特征	(292)
8.3.2 主要污染源及危害	(294)
8.3.3 水污染防治	(296)
8.4 水环境容量	(301)
8.4.1 水环境容量概念及基本特征	(301)
8.4.2 水环境容量计算	(304)
8.4.3 水环境容量的应用	(306)
8.5 环境水文模型	(308)
8.5.1 环境水文模型及其分类	(308)
8.5.2 环境水文模型的发展	(309)
8.5.3 环境水文模型的应用	(310)

第9章 水资源总论	(316)
9.1 水资源基本概念	(316)
9.1.1 水资源的概念	(316)
9.1.2 水资源的基本特征	(317)
9.1.3 水资源的分类	(319)
9.2 地表水资源及其基本特征	(320)
9.2.1 地表水资源的基本概念	(320)
9.2.2 地表水资源的基本特征	(320)
9.2.3 地表水资源的脆弱性	(320)
9.3 地下水资源及其基本特征	(321)
9.3.1 地下水资源的基本概念	(321)
9.3.2 地下水资源的基本特征	(322)
9.3.3 地下水的形成与分布	(325)
9.3.4 地下水的基本类型	(331)
9.3.5 地下水的运动	(333)
9.3.6 地下水动态与均衡	(334)
9.4 土壤水资源及其基本特征	(334)
9.4.1 土壤水资源的基本概念	(334)
9.4.2 土壤水资源的基本特征	(335)
9.5 水资源与生态环境	(335)
9.5.1 水资源与生态环境的关系	(335)
9.5.2 生态环境需水	(336)
9.5.3 生态环境用水	(336)
9.5.4 用水与需水	(336)
第10章 水资源计算与评价	(338)
10.1 概 述	(338)
10.1.1 水资源计算与评价的发展过程	(338)
10.1.2 水资源计算与评价的内容及分区	(339)
10.2 地表水资源计算与评价	(342)
10.2.1 资料收集与审查	(342)
10.2.2 径流的还原计算	(344)
10.2.3 降水量分析计算	(346)

10.2.4	蒸发量分析计算	(349)
10.2.5	河川径流量的分析计算	(351)
10.2.6	区域地表水资源分析计算	(354)
10.2.7	地表水资源可利用量估算	(357)
10.3	地下水资源计算与评价	(359)
10.3.1	地下水资源的概念与分类	(359)
10.3.2	计算分区	(361)
10.3.3	地下水资源量的计算	(361)
10.3.4	地下水资源评价	(365)
10.4	土壤水资源计算与评价	(367)
10.4.1	土壤水资源量计算	(367)
10.4.2	土壤水资源评价	(368)
10.5	生态环境水资源计算与评价	(369)
10.5.1	区域生态环境需水量计算	(369)
10.5.2	生态环境用水量计算	(370)
10.6	水资源综合评价	(371)
10.6.1	水资源总量	(371)
10.6.2	水资源开发利用及其影响评价	(374)
10.7	水质评价	(374)
10.7.1	水质评价的概念及分类	(374)
10.7.2	水质评价步骤	(375)
10.7.3	水质评价方法	(375)
第 11 章	水资源保护管理与开发利用	(378)
11.1	概 述	(378)
11.2	水资源规划	(378)
11.2.1	水资源规划的必要性	(378)
11.2.2	水资源规划的科学基础	(379)
11.2.3	水资源规划方法	(379)
11.3	水资源保护	(380)
11.3.1	水资源保护目的与意义	(380)
11.3.2	水资源保护技术	(381)
11.4	水资源管理	(382)