

LIUYU HUANJING NISHA
YANGFEN YUNYI YU SHUIZHI PINGJIA

流域环境泥沙 养分运移与水质评价

王小云 著



黄河水利出版社

流域环境泥沙养分运移与水质评价

王小云 著

黄河水利出版社

· 郑 州 ·

内 容 提 要

本书在系统总结国内外相关研究的基础上,以浙江省安吉县赋石水库流域为研究区域,以河道和水库泥沙对氮磷的吸附/解吸附机制及流域地表水质时空评价为主要研究内容。在流域调查的基础上,确定了监测断面和点位,采用模拟分析法,对河流沉积物和水库底泥氮磷的吸附过程和特点进行了分析,预测了泥沙是否存在二次污染;同时,对地表水进行定点监测,用标识指数法和模糊数学法对不同断面水体进行了污染因子识别和污染程度评价,确定了主要污染因子和来源,并进一步用经验正交函数法分析了各因子的时空变化规律;最后,以二类水质标准为基础,利用环境容量模型,计算了河流和水库的理论与实际环境容量,为流域水质管理提供了科学依据。

本书可供开展水资源评价、土壤侵蚀、农业面源污染等研究工作的环境保护、生态学、农学等专业技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

流域环境泥沙养分运移与水质评价/王小云著. —郑州:
黄河水利出版社,2017.8
ISBN 978-7-5509-1823-8

I. ①流… II. ①王… III. ①流域环境-泥沙输移-
研究②流域环境-水质分析-研究 IV. ①TV142②X832

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 209004 号

出 版 社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼 14 层 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940,66020550,66028024,66022620(传真)

E-mail:hhsllcbs@126.com

承印单位:虎彩印艺股份有限公司

开本:850 mm×1 168 mm 1/16

印张:15

字数:260 千字

版次:2017 年 8 月第 1 版

印数:1—1 000

印次:2017 年 8 月第 1 次印刷

定价:39.00 元

前 言

水作为生命之源,是人类生存和发展的基础。由于点源和面源污染,使得我国许多地区的河流和水库出现了不同程度的水质恶化。在南方地区,这一现象更加明显,尤其是作为饮用水源地的河源水库流域,生态缺水问题普遍存在。饮用水源地的水质问题关系人们的正常生活和生产,因此安全的饮用水已经成为人们迫切追求和保护的对象。近几年,饮用水源区水质保护是我国水污染治理的重中之重。水库作为典型的人工水利供水工程,对水源地水质污染机制和时空变化规律进行研究是保护水源的基础。水源地水质监测与评价是研究水源地水质变化的基本途径,是建立科学合理的水源地保护和管理措施的主要理论依据。水库水体污染的载体是径流和泥沙。径流在运载可溶性污染物的同时,也通过径流泥沙载体运输吸附性污染物,而这些吸附性污染物是潜在的污染源,在水环境发生变化时可在水和泥沙的固液界面发生动态转移。因此,研究不同水环境沉积物的吸附/解吸附特性,对水库水质的源头保护和定期清淤具有一定的参考价值。

本书共分为9章。第1章简单论述了我国面临的水环境问题和污染物的来源与形式,总结概括了我国面源污染的现状和氮磷吸附的研究进展。第2章描述了研究区的基本自然和社会经济情况,确定了具体的研究内容和工作思路。第3、4章详细分析了河流和水库泥沙对氮和磷的吸附/解吸附过程,找出了泥沙性质对吸附过程的影响因子,论述了赋石水库底泥是否存在二次污染的发生条件。第5、6章主要分析了赋石水库流域内各支流和水库水质的时空动态变化过程与主要污染物来源。第7、8章主要分析和论述了赋石水库流域内关键河流断面和水库内水体的 COD_{Mn} 、 NH_4^+ 、TN 和 TP 的环境容量,并按照国家饮用水二级标准分析了四种环境容量的盈余状况,评估了河流和水库水质的污染风险,提出了整治和管理的思路。第9章归纳总结了本书研究的主要结论,剖析了研究过程中存在的问题和不足,提出了展望。

本书主要资料来源于实地调查和室内测试分析与计算,具有一定的约束性,这导致研究结果的普及和实用性有所降低。但本书资料可靠、数据翔实、

可读性强,对相关研究具有较高的借鉴和参考价值。

由于本书编写工作量大、时间有限,加之编写水平的局限性,难免有疏漏和错误之处,请广大读者批评指正。

作 者

2017 年 7 月

目 录

前 言

第 1 章 绪 论	(1)
1.1 研究背景	(3)
1.2 研究现状	(4)
1.3 本书研究的内容、目的和意义	(11)
1.4 研究方法和技术路线	(12)
第 2 章 研究流域概况和研究方法	(15)
2.1 研究流域概况	(17)
2.2 研究方法	(19)
第 3 章 流域环境泥沙对磷的吸附过程与特性研究	(27)
3.1 材料与方法	(30)
3.2 赋石水库沉积物对磷的吸附	(31)
3.3 等温吸附参数和泥沙性质的关系	(37)
3.4 本章小结	(40)
第 4 章 流域环境泥沙对铵的吸附过程与特性研究	(41)
4.1 材料与方法	(43)
4.2 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 等温吸附	(44)
4.3 本章小结	(47)
第 5 章 赋石水库流域河流水质评价与时空变化分析	(49)
5.1 材料与方法	(51)
5.2 赋石水库流域河流水质分析	(53)
5.3 赋石水库流域河流水质时空分布规律分析	(96)
5.4 本章小结	(103)
第 6 章 赋石水库水质评价与时空变化分析	(105)
6.1 材料与方法	(107)
6.2 赋石水库水质分析	(108)
6.3 赋石水库水质时空分布规律分析	(129)

6.4	本章小结	(135)
第7章	赋石水库流域河道水环境容量的计算与分析	(137)
7.1	研究区概况与研究方法	(139)
7.2	水环境容量计算过程	(140)
7.3	水环境容量计算结果	(143)
7.4	本章小结	(149)
第8章	赋石水库水环境容量的计算与分析	(151)
8.1	研究区概况与研究方法	(153)
8.2	水环境容量计算结果	(156)
8.3	本章小结	(159)
第9章	结论、展望与不足	(161)
9.1	结论	(163)
9.2	展望与不足	(167)
参考文献		(168)
附表		(179)

第1章

绪 论

1.1 研究背景

1.1.1 人类面临的水环境问题

随着社会经济的发展,人类生活水平的不断提高,许多环境问题也相继而来,而水环境问题显得尤为迫切。水资源短缺和污染是各个国家所面临的严重的世界难题。在当今经济技术条件下,实际能为人类开发利用的水资源主要是河流、湖泊和地下淡水,这部分水占地球淡水总量的0.6%,约为230万亿t,是陆地上植物、动物和人类淡水资源的主要来源。然而由于水体污染,这部分可利用的水资源在急剧减少。全世界每年排放的污水达到4000多亿t,并造成5万多亿t水体被污染,致使地球每年有700多万人因不洁净饮水引起疾病而死亡。估计到2050年,因水污染而成为“环境难民”者将多达1亿人。水环境问题如得不到有效解决,将彻底改变人类的生活方式。

1.1.2 我国面临的水环境问题

1.1.2.1 总量不足

我国是一个拥有超过13亿人口的世界大国。我国水资源总量2.81万亿 m^3 ,居世界第6位,但人均水资源占有量只有2100 m^3 ,约为世界人均水平的1/4,是世界12个严重贫水国之一。我国水资源的时空分布很不均衡,已有40多个城市被列入世界性严重缺水名单。据资料表明,全国近600多座城市中,有400多座城市缺水,日缺水量1600万 m^3 ,平均每年因缺水影响工业产值2000多亿元。据预测,我国30年后将出现用水高峰,届时人均水资源占有量将从现在的2100 m^3 降至1700~1800 m^3 ,缺水问题将更加突出。

1.1.2.2 污染日趋严重

改革开放以来,我国的经济、科教文卫等都取得了较大的发展和可喜的成绩,然而较快的发展也带来了严重的环境问题。水资源短缺和污染问题对我国的可持续发展和构建社会主义和谐社会是一个巨大的挑战。根据世界卫生组织文件,中国已经成为世界上水污染最严重的国家和地区之一。全国现有的七大水系重点河段中仅有三成符合《地表水环境质量标准》的第Ⅰ、Ⅱ类标准,在我国11.4万 km^2 江河的评价中,水质为Ⅳ类及劣Ⅳ类的占41%。全国现有大约7亿人口饮用大肠杆菌群超标的水,1.7亿人饮用受有机污染的水。

因此,我国所面临的水污染问题不容乐观,所面临的工作任重而道远。

1.1.3 水环境污染物的形式和来源

随着水环境治理力度的增大,城市中工矿企业的点源污染已基本得到遏制。由于城市中污水管道以及污水处理场等的建设相对比较充足,设施比较完善,因此城市中已基本不存在生活污水的任意排放等现象。但在我国大部分农村,由于排污及污水处理设施相对短缺和落后,许多生活污水都没经任何处理直接排放到河流中,形成了我国农村典型的面源污染(非点源污染:相对点源污染而言,是指溶解的和固体的污染物从非特定的地点,在降水(或融雪)冲刷作用下,通过径流过程而汇入受纳水体(包括河流、湖泊、水库和海湾等)并引起水体富营养化或其他形式的污染(Novotny et al, 1993)。美国清洁水法修正案(1997)对非点源污染的定义为:污染物以广域的、分散的、微量的形式进入地表及地下水体);同时也有部分轻重工矿企业从城市搬迁到农村地区,在监督执法不严的情况下,会将工业生产废水直接排放到河流中,形成点源污染(点源污染是指有固定排放点的污染源,指工业废水及城市生活污水,由排放口集中汇入江河湖泊)。

污染物通过点源或者面源的形式进入河流或者湖库后,将会随着水体的流动发生一系列的物理、化学和生物反应,并发生不同形式的复杂的迁移转化。污染物和土壤、河道沉积物以及湖库底泥之间相互作用是普遍存在的,也是非常重要的一种迁移转化形式。污染物和这些固体物质之间的迁移与转化会随着水体环境等的变化而发生变化,有时污染物会吸附在固体表面或者内部较大的空间内,当条件发生变化时,这些污染物会再次得到释放。这种由江河湖库水体内部积累的污染物再排放过程通常被称为内源污染或二次污染。

1.2 研究现状

目前,针对水环境方面的问题,国内外学者已经进行了大量的研究,也取得了丰硕的成果;同时也面临着新的问题需要解决,新的理论、方法和技术需要创新与改进。因此,要彻底治理和改变我国甚至全球的水环境问题还有很长的路需要去探索。

1.2.1 河流湖库泥沙研究现状

在我国河流湖库的管护和治理中,泥沙问题一直是一个重要的制约因素,是治理过程中一个十分突出的关键问题。水土流失作为河流泥沙的主要来源,具有涉及面广、区域差异大、危害严重等特点。全国3次水土流失普查数据和多年中国河流泥沙公报数据的统计分析表明,经过多年的水土流失治理,我国水土流失的问题依然非常严重。目前,全国有水蚀和风蚀的水土流失面积约356.92万 km^2 ,冻融侵蚀面积约127.82万 km^2 ,累计水土流失总面积为484.74万 km^2 ,占国土总面积的51.1%。仅水蚀、风蚀总面积就占到国土总面积的37.6%。按照水土流失强度划分,截至2000年,轻度、中度、强度、极强度和剧烈各等级水土流失面积分别为16.84万 km^2 、80.86万 km^2 、42.23万 km^2 、32.42万 km^2 和37.57万 km^2 ,分别占水土流失总面积的45.9%、22.7%、11.8%、9.1%和10.5%。全国水土流失面积中,轻度和中度面积所占比例较大,达68.6%(李智广,2008)。我国的主要七大江河(黄河、长江、海河、淮河、辽河、松花江、珠江)均存在不同程度的水土流失,而且差异较大。其中黄河是世界上泥沙最多的大河,多年平均年输沙量达16亿t之多。黄河中游的黄土高原丘陵沟壑区,平均每年侵蚀和沟蚀模数可达10000 $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。长江的泥沙侵蚀和输移量居我国第二,仅次于黄河,宜昌站平均年输沙量为5.3亿t。大江大河流域内水土流失严重,造成大量泥沙输入河道,河道和水库淤积,这不仅给水利水电工程建设带来很多问题,也给河道防洪、沿岸工农业发展和人民生活带来很大的影响(中国水利学会,1989;泥沙专业委员会,1992;胡春宏,2001)。七大江河水土流失总面积约占全国水土流失总流失面积的85.8%。

土壤侵蚀和水土流失,是河流工程泥沙问题的直接起因。从长远的观点来看,解决泥沙问题的根本途径是减少人为侵蚀,恢复流域植被,保护和改善流域内的生态系统,减少水土流失。但是实现这一目标需要巨大的资金投入,生态环境的自然恢复过程也较慢。因此,在未来相当长的时间内,我国河流的泥沙问题将仍然十分严峻。在河流和流域的水电资源开发及治理中还将遇到许多与泥沙有关的工程问题,为了能够做出符合自然规律的正确工程决策,必须详细地研究河流泥沙运动的规律(王兴奎,2002)。

河流的变化以水流和泥沙的相互作用为纽带,泥沙运动规律是河流动力学学科需要首先解决的基本问题。河流泥沙运动从物理现象上可以分为侵蚀、输运、沉积(堆积)等过程,各过程所涉及的时空尺度变化范围极大。泥沙

问题研究包含了物理现象的宏观和微观两方面过程;在一些情况下必须考虑地质构造的上升、下降这种大尺度、长时期的过程,有时又必须考虑雨滴下落对坡地表面土壤的击溅侵蚀作用,以及颗粒与颗粒之间、颗粒与水体中污染物质之间的相互作用。

泥沙颗粒在流体中的运动除取决于流动特性外,还与泥沙颗粒的物理、化学特性有关,由于泥沙颗粒由不同的岩石风化、破碎而成,具有不同的物理和化学特性,具体表现为粒径大小、矿物组成、化学特性等方面的不同。不同物理和化学特性的泥沙与水体混合后在河流中运动过程也将不同(钱宁,1983;谢鉴衡,1981;张瑞瑾,1989;陈立,2001)。

1.2.2 面源污染研究现状

非点源污染对水环境污染的贡献日渐突出。其中农业非点源污染的广泛性和普遍性备受关注。在非点源污染过程中,环境泥沙扮演着重要的角色,它在污染物的迁移过程中起着媒介的作用。关于环境泥沙对污染物影响的研究起步较早,国内外对这方面的研究也较多。在土壤污染方面,从不同超积累植物对土壤重金属等的吸附,到河流、水库沉积物以及湿地和人工湿地对营养物质及重金属的吸附/解吸附等都有较充分的研究。

近年来,随着我国农村经济的发展,农药和化肥的施用量急剧增加,加上我国化肥利用率较低,大量的农田养分随降雨径流、农田灌溉排水、土壤渗漏等进入受纳水体,导致水体富营养化问题,使得我国的农业非点源污染形势十分严峻。研究表明,农业非点源污染是我国巢湖、太湖和滇池等重要湖泊水质恶化的原因之一,总氮和总磷分别占污染负荷的 60% ~ 70% 和 50% ~ 60% (蒋鸿昆等,2006)。农业非点源污染对我国东部湖泊污染的贡献率已超过一半,大理洱海流域的氮、磷污染分别占流域污染的 97.1% 和 92.5% (吕耀,1998;鲍全盛等,1996)。目前,虽然水库的富营养化程度小于湖泊,但由于受到农药、化肥和水土流失等的影响,农业非点源污染对水库的影响呈现加快趋势。北京市的主要饮用水源地密云水库,属中营养型水体,目前正向富营养化发展,农业非点源污染是该水库营养化加快的主要原因之一。而农业非点源污染也是造成美国河流污染的第一大污染源 (Miller, 1992),在进入地表水体的污染物中,46% 的泥沙、47% 的总磷和 52% 的总氮均来自于农业径流污染 (US Environmental Protection Agency, 1994)。欧洲国家,农业非点源污染同样是造成地表水富营养化最主要的原因 (杨爱玲,1998),由农业生产活动输出到北海口的总氮和总磷分别占 60% 和 25%;1970 年对地中海国家的海岸带

进行了城市、工业、农业污染的对比分析后,认为农业是磷和泥沙的首要来源(吕耀,1998)。在丹麦的270多条河流中,94%的总氮和52%的总磷来源于非点源污染的贡献(Kronvang et al,1996);在荷兰的水环境污染中60%的总氮和40%~50%的总磷是由农业非点源污染引起的(Boers et al,1996)。

1.2.3 氮、磷吸附研究进展

氮和磷是一种重要的营养物质,然而当它们流失到水体后将会严重影响水体质量,造成水体富营养化等环境问题。进入水体的氮和磷通过食物链的物质循环和能量循环过程储存在动植物体内,并循环到较高级别的食物链中。然而一部分则会汇集在水体底部的沉积物中,作为营养源。在特定条件下,这部分储存在河流、湖库和海底的营养物质会再次释放到水体中,对水体造成一定的影响,严重时将会污染水体,这时沉积物将起“污染源”的角色。当水体氮和磷浓度很高时将导致湖库富营养化的发生(Zhou et al,2001;Kaiserli et al,2002;Martens et al,1978)。

通常由于地质、水文、微生物等的活动和变化会改变河流泥沙、湖库沉积物、海岸沉积物等的氧化还原过程,从而导致氮、磷等营养物质的循环变化和有机质的分解作用。在此过程中通过曝气、化学过程、离子交换以及生物硝化与反硝化作用而释放到水体中(Metcalf et al,2003;Kelly,2003;De-Bashan et al,2004;Machin et al,1984)。在营养物质的物质循环过程中,吸附和解吸附是一个普遍而重要的过程,而吸附参数是一个重要的判断因子(Berner,1976)。由于在环境泥沙中较松散铵离子和磷离子通常是以交换状态存在(Rosenfeld,1979;House et al,2000;Zhou et al,2005),通常把这部分氮和磷定义为易交换态(Mackin et al,1984;Seitzinger et al,1991)。易交换态铵和磷酸根对环境泥沙和水体等固液界面都起着非常重要的作用。适当条件下,这部分氮和磷会释放到水体中(田玉红等,2004),从而对水体造成一定程度的污染和危害。同时这部分铵态氮在一定条件下也会再次被吸附到固体表面。

当水体在中性到弱碱性条件下,环境泥沙中铵态氮离子相对比较活跃,而在酸性和弱酸性条件下磷酸根离子比较活跃。它们作为交换离子将主要参与固液界面间的吸附和解吸附反应(Rosenfeld,1979)。Jeff et al(2000)用洗涤和稀释的方法研究了不同固液比条件下悬浮沉积物铵态氮释放的机制。Mark et al(2006)研究了海岸沉积物在氮循环过程中铵态氮和甲胺的释放动力学过程。Xia et al(2004)和Andrea et al(2000)分别研究了中国黄河泥沙在自然水体中的硝化过程和西班牙 La Solana 河中硝态氮的转化过程。部分学

者对飞尘、海泡石以及氟辛酸等对铵态氮的吸附过程、动力学以及光谱等也进行了分析和研究(Lu et al, 2001; Suna Balci et al, 2002; Mehmet et al, 2011)。国内学者先后通过不同吸附剂对土壤、湿地、湖库底泥和水体铵态氮进行了吸附/解吸附等机制的研究和吸附剂的探索(徐明岗等, 1998; 付融冰等, 2006; 王娟等, 2007; 刘辉利等, 2008), 同时对不同土壤种类对铵态氮吸附/解吸附特性进行了研究(徐明岗等, 1998; 李志安等, 2001; 谢红梅等, 2006)。部分学者对长江和岛屿沉积物对铵态氮的吸附等界面交换行为进行了研究(王东启等, 2002; 刘敏等, 2005; 金相灿等, 2008)。

固液界面间磷吸附的因素较多, 研究表明影响较显著的因子有 pH, 黏土矿物的类型和数量, 有机质含量, 铁、铝氧化物含量等(Araly et al, 2007; 徐明德等, 2006; 陈惟财等, 2008; Elliott et al, 1991; Puget et al, 2000; 王清奎等, 2005; 杨建国等, 2006; 刘方春等, 2008)。磷吸附方面, 国内的研究主要集中在磷的吸附/解吸附、吸附等温线及其方程拟合方面(雷宏军等, 2004; 王丽香等, 2009), 也有部分学者从微观角度就泥沙对磷的吸附进行了研究(陈明洪等, 2009)。潘纲的研究表明, 磷的吸附和解吸附是一个同时存在的动态过程(潘纲, 2003; 金相灿等, 2004)。陈明洪等(2009)用显微镜等微观方法对泥沙颗粒表面磷吸附进行了研究, 结果表明颗粒表面的鞍部、凹地和凸起等地方存在较多活性吸附位点, 在特定水环境中, 这些吸附位对磷的弱酸根配体及其他离子在颗粒表面上竞争吸附起着非常重要的作用。刘海燕和徐明德等对黄河沉积物在不同 pH 值下的磷吸附特性进行了研究, 结果表明 pH 值较高时, 吸附量较大, 而且吸附后 pH 值有向中间靠拢的趋势(刘海燕等, 2007; 徐明德等, 2006), 而马良等(2010)的研究则表明砖红壤和水稻土中磷的吸附量与解吸量均随 pH 的升高而降低, pH 对红壤中磷吸附和解吸附的影响很小, 可见 pH 对不同种类的吸附剂的影响作用不尽相同。钟庸等(2009)对不同母质发育的胶园土对磷的吸附研究表明, 不同母质发育的土壤具有不同的吸附能力, 吸附量大小顺序为: 玄武岩 > 砂页岩 > 变质岩 > 花岗岩 > 浅海沉积, 而王光火等(1989)研究了不同母质发育的红壤对磷的吸附机制, 结果表明游离铁是主要的影响因素, 而且 pH 通过影响游离铁来影响红壤的吸附能力。於忠祥(1992)对不同土壤对磷的吸附研究表明, 黄红壤固磷能力强, 供磷能力差; 砂姜黑土固磷能力相对较弱, 供磷能力相对较强。陈惟财等通过施用有机肥或秸秆还田的研究表明, 这些措施能有效提高土壤磷的有效性, 也可影响土壤对磷的吸附能力(陈惟财等, 2008; 王伯仁等, 2008)。汤鸿霄(2000)的研究表明, 磷在黄河水/沉积物界面上的吸附/解吸附作用是影响磷在上覆水中浓度

的重要过程。李敏等(2004)通过对杭州湾沉积物对磷的吸附研究表明,悬浮物对吸附量的影响大于 pH 和盐度,而且主要与沉积物中的细颗粒沉积物有关,而邢友华等(2010)对东平湖沉积物对磷的吸附研究表明,磷吸附指数与草酸铵提取的铁、铝含量和草酸铵提取的磷相关,可见不同地区、不同种类的沉积物对磷吸附的影响因素也不相同。

国外学者对区域性土壤和沉积物对磷吸附的研究也较多(Appan et al, 2000; Zhao et al, 2001; Kim et al, 2003; Oguz, 2005; Auxtero et al, 2008; Derrick et al, 2009)。Voice et al 等提出了等温吸附曲线(Voice et al, 1983; Weber et al, 1991),证明等温吸附曲线在描述吸附过程中是有用的(Stumm et al, 1996)。目前,等温吸附曲线被广泛应用于土壤和沉积物对磷的吸附方面(Del et al, 2003; Tian et al, 2008),但仍存在一些不足。因此,2005 年 Zhou et al 对 Langmuir 曲线进行了修改。Appan 等的研究表明,通常磷等温吸附曲线是近似于“L”状曲线(Appan et al, 2000; Derrick et al, 2009)。Lopez et al(1996)对西班牙 Balearic 岛附近海域沉积物对磷的吸附进行了研究,结果表明最大吸附量主要与沉积物所含铁和铝相关,而吸附效率则与碳含量相关。Derrick et al(2009)研究了不同材料对水体磷吸附的差异,结果表明芦苇滩沉积物和淡水沼泽底泥具有最大吸附量,而活性铁和铝是最主要的影响因素。Oguz(2005)对粉煤灰固液界面间对磷去除作用的研究表明,粉煤灰对磷的去除主要通过沉淀、离子交换和物理反应来实现。Appan et al(2000)对 Kranji 水库沉积物进行了不同氧气条件下的磷吸附试验,结果表明氧化还原条件对磷吸附能力具有较大的影响。Mahmut(2003)对明矾石去除磷的效果进行了研究,结果表明磷的去除量随着温度的增加、粒径的减小和 pH 的减小而增大(Mahmut, 2003)。

1.2.4 水质分析与环境容量研究进展

污染物通常是通过城市污水、工业废水、农业径流污染、森林水体流失、大气沉降等途径进入水体的。而氮和磷是主要的易流失营养物质,因此要控制和治理水体污染与富营养化,控制氮和磷的流失是主要途径(Thomann et al, 1987; Chapra, 1997)。通常当湖库磷含量达到 20 mg/L 时就可以认为已经处于富营养化状态(Thomann et al, 1987)。在解决水质问题的过程中,提出了许多优化方案,但现实中可行的并不多,因此 Unami et al(2003)提出了通用优化方案来管理和控制一定区域内的水体水质。Frey et al(2004)用移动设备线性地监测水体 pH、盐度、温度、流速等来调查和研究区域内水体的时空变化,而 Chen et al(2007)通过遥感光谱和实测相对比结合的方法对中国珠江水质进

行了评价。Zheng et al(2011)用概率分配法研究了流域水质模型的不确定性,结果表明概率分配法在流域水质模型的准确使用和计算中起着非常重要的作用,是对传统蒙特卡罗方法的一个较好的替代。Kuo et al(2006)用遗传神经算法对台湾翡翠水库水质进行了评价,结果表明神经网络算法能有效地模拟该水库水质的动态变化过程,而遗传算法所得的最优控制方案能减少流入水库水体磷的60%,而Nives(1999)用标识指数法研究了达尔马提亚水质状况,结果表明这种方法能准确地反映该区域地表和地下水质的真实状况。也有学者对降雨以及城市排水对河流水体的影响做了研究。He et al(2008)研究了流域基流和降雨径流条件下海岸带排泄物指示细菌的变化,而Narcia et al(2000)通过调查城市排污管道布置对河流水体和生物种类的影响,表明排污管道的布置通过影响水体的流动性来影响生物多样性,从而影响水体的自我修复能力。

水环境容量所包括的领域较广,有土地、水体、空气等。目前各方面都有所研究。我国的水环境容量研究以河流为主,大多数情况下使用一维稳态条件(方国华等,2007;于雷等,2008;张昌顺等,2009)。李晓玲等(2011)通过控制污染模式来预测河流水环境容量,试验表明段首控制计算较严格,适合于经济发达区和水源地保护区,段尾法适合于经济欠发达地区,而段尾控制适合我国当前国情。田香荣和栾继虹(2008)研究了辽宁省大伙房水库总氮和总磷的环境容量,结果表明防洪限制水位时总氮需削减72%,总磷需削减26%;正常水位时,总氮需削减60%后,才能达到功能区所规定的水质目标。

国外学者对环境容量的研究较多,主要集中在水体、空气等方面。而且研究方法也较多,主要有解析法、模型试错法、系统分析法和概率稀释模型法等(袁寿荣,2000;赵军,2000;Scherer,1975;林国强,2002)。地表水环境容量的计算通常通过水环境容量模型的选择、设计和确定相关参数等一系列方法来计算。Ecker(1975)、Liebman et al(1966)、Loucks et al(1967)进行了将流量等参数作为确定性变量处理水环境容量的研究;Li et al(1999)考虑了河流横向混合不均匀性基础上用优化模糊确定各排污口在给定水质标准下允许排放量;Revelle、Thomann等用确定性方法把流量作为一个概率分布的随机变量,用概率约束模型对超标风险下的污染负荷分配进行了研究(Revelle et al, 1968;Thomann et al, 1964);而Fujiwara et al(1986)把流量作为已知概率分布和随机变量,用概率约束模型对超标风险下的污染负荷分配进行了研究;Donald et al(1985)用一阶不确定性分析方法将水质随机变量转化为等价确定性变量以计算排污量;Donald et al(1992)还基于水文、气象和污染负荷等不确定