

# 流域水环境管理保护线与控制线及其规划方法

荣冰凌, 孙宇飞, 邓红兵\*, 吴 钢

(中国科学院生态环境研究中心城市与区域生态国家重点实验室, 北京 100085)

**摘要:** 社会经济的发展以及公众环境意识的不断提高, 对水质及水环境的要求不断提升, 水资源及其环境问题已成为制约我国社会经济可持续发展的瓶颈因素。但在水体保护和管理方面, 一直以来缺乏适当的方法或者规范来确定明确的范围与界线, 因而难以对水体进行有效的保护和管理。提出流域水环境管理保护线和控制线的概念, 与城市蓝线类似, 是对流域内江、河、湖、库、渠和湿地等地表水体进行严格保护和控制的地域界线, 但在流域水环境综合管理的基础上拓展了其内涵, 强调以流域为单元。保护线宽度较小, 线内设计植被带, 类似于河岸植被缓冲带的概念, 对水体及水环境起着缓冲及保护的关键作用; 控制线范围较宽, 其作用主要在于控制区域内的土地利用及社会经济活动科学有序进行, 在社会经济发展的同时不以牺牲水环境为代价。综合考虑流域内生态环境、社会安全、经济发展等因素, 结合岸线控制、河岸缓冲带等内容探讨了流域内水环境管理保护线和控制线确定的方法, 并以鄱阳湖流域为对象进行了案例研究, 取得了较好的结果。表明本文提出的概念和相关规划方法可有效指导流域水环境保护的实践工作, 并为各类规划和政策的制定提供科学参考。

**关键词:** 流域水环境管理; 保护线; 控制线; 河岸缓冲带; 蓝线规划

文章编号: 1000-0933(2009)02-0924-07 中图分类号: Q147, Q988, X321, X37 文献标识码: A

## On connotation and planning method of protection line & control line for water environmental management under watershed scale

RONG Bing-Ling, SUN Yu-Fei, DENG Hong-Bing, WU Gang

State Key Laboratory of Urban and Regional Ecology, Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China  
*Acta Ecologica Sinica*, 2009, 29(2): 0924 ~ 0930.

**Abstract:** With development of economy and continuous improvement of public environmental consciousness, the requirements of water quality and water environment have been improved constantly. Water environmental issues especially, water quality problem has been the bottleneck problem and restricts social economic sustainable development in China. However, there were not any proper methods or standards that could be used to determine protection and control boundary for water environment management clearly, thus, it's difficult to protect the water environment effectively. According to "Urban Blue Line Management Method", firstly the protection line and the control line for water environmental management under watershed scale were proposed in this paper. They were boundaries around which rivers, lakes and wetlands in watershed needed to be restrictedly protected and their meaning was expanded to emphasize watershed as a plan unit in this paper. Similar to riparian buffer, the protection line with a constructed vegetation belt played a key role in intercepting pollutants, improving water quality and protecting water environment. The economic activities within the line were strictly prohibited. Compared to the protection line, the control line was much wider. Within the control line, the land use and social economic activities must be planned scientifically in order to make sure economic development without environment deterioration. In addition, based on the consideration of environment, flood control, regional economic development, riparian management and buffer zone construction etc, the method to determine protection line and control line was discussed. And then the Poyang Lake Basin was chosen as a case study area in this paper and some well results were

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(40841001; 70403014); 江西省经济社会发展重大课题资助项目(08ZD501)

收稿日期: 2008-08-07; 修订日期: 2008-12-16

\* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: denghb@cees.ac.cn

obtained. It was indicated that the method of determining protection and control lines could help us to protect water environment under watershed scale effectively, and would provide a scientific reference for watershed plan and policy-making.

**Key Words:** Water environmental management; Protection line; Control line; Riparian buffer; Blue line

社会经济的发展以及公众环境意识的不断提高,对水质及水环境的要求也不断提升,水资源及其环境问题已成为制约我国社会经济可持续发展的瓶颈因素<sup>[1]</sup>。目前,对水体及其环境进行控制与保护的主要依据有《中华人民共和国水法》、《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国水污染防治法》、《中华人民共和国防洪法》、《中华人民共和国水土保持法》、《中华人民共和国河道管理条例》、《中华人民共和国航道管理条例》等,这些法律文件有效地规范了水事行为和活动,提供了流域水环境管理的法规依据和工作基础。但它们仍未明确界定具体控制与保护的界限与范围,使得水环境保护工作中出现多部门对同一水体重复管理、因部门利益而任意加大或减小管理范围、部分水体没有相关部门进行管理 etc 不利于水体保护的情况。

2006 年建设部颁布实施的《城市蓝线管理办法》提出城市蓝线的概念,即城市规划确定的江、河、湖、库、渠和湿地等城市地表水体控制和保护的地域界线,为城市水体保护提供了操作性较强的依据<sup>[2]</sup>;但该管理办法仅局限于城市规划区内的水体,不仅保护对象的范围较窄,也会因流域范围和行政范围不统一带来管理上的不协调。此外该方法并未对蓝线范围的划定提出方法和标准上的统一,且绝大部分城市蓝线规划的制订方法中以城市水系的防洪防涝安全功能为重,较少考虑生态环境等其他因素。

而以流域为单元,明确流域水环境控制与保护的的范围与界线是流域规划及水环境保护的关键与重点。另一方面,从全球环境与流域可持续发展的视角关注人类与流域的关系,开展流域综合管理已被认为是实现流域水环境管理和生态经济系统可持续发展的最有效途径<sup>[3-5]</sup>。因此,借用《城市蓝线管理办法》中的蓝线概念,将蓝线的含义扩展到流域尺度,探讨在流域综合管理的模式下,结合现有的水功能区划,从社会-经济-自然复合生态系统的角度来划定流域水系保护线与控制线,对于流域水环境管理有着重要的理论及实践指导意义。

## 1 流域水环境管理保护线与控制线

### 1.1 流域水环境管理保护线与控制线的定义

流域水环境管理保护线是对流域内江、河、湖、库、渠和湿地等地表水体进行严格保护的地域界线,该线与堤岸线之间的范围即保护带,带内严格禁止除科学研究、环境教育、娱乐、旅游等活动之外的经济活动以及一切有悖于水环境保护的建设活动。除上述限制,另一重要措施是在该范围内构建合理的植被缓冲带,以利于减少面源污染、保护水质及生物多样性、为野生动物提供栖息地、防洪防涝、以及提供丰富的景观产品服务<sup>[6]</sup>。

流域水环境管理控制线是对流域内江、河、湖、库、渠和湿地等地表水体及其水环境进行控制的地域界线。该线与保护线之间的范围即为控制带,控制带一般范围较大,会明显受流域社会经济发展影响,对带内社会经济活动的限制要求比保护带宽松,许多开发活动由禁止转变为控制,可以依据科学的规划进行经济开发,并依此调整控制带内的产业结构和资源配置,使其开发活动对水环境不造成明显影响。

流域水环境管理保护线和控制线的功能不同,从而导致两条线内对人类活动的限制程度也不一样。由保护线确定的保护带宽度较小,一定程度上类似于植被缓冲带的概念,但其对于水体及水环境保护起着关键作用,在保护线内的经济开发活动也会受到严格控制,以充分发挥保护带的缓冲及保护作用;控制带范围较宽,其作用主要在于控制区域内的土地利用及社会经济活动科学有序进行,在社会经济发展的同时不以牺牲水环境为代价。

### 1.2 规划流域水环境管理保护线与控制线的意义

明确保护线与控制线对于改善流域水环境质量、开展流域水系保护及流域管理、保障水资源可持续利用

具有重要意义。

(1)改善流域水系的水环境质量。通过划定保护界线,除严格禁止不适当的经济开发活动,同时对保护带进行生态修复与重建,建立河岸植被缓冲带,发挥缓冲带的污染物削减作用,减少农业的面源污染,改善水质<sup>[7,8]</sup>。此外缓冲带还具有水土保持、提高河流生态系统稳定性、增加生物多样性、防洪减灾、提供休闲娱乐场所、提高临近土地利用价值等功能。

(2)利于水系保护与流域管理。提高流域管理的可操作性,从流域的角度统一规范,充分考虑流域内水体功能区划及流域社会经济发展等相关要素,有助于避免因部门利益而任意加大或减小管理范围,为制定流域的总体规划和政策提供依据。

(3)从流域角度对水资源进行综合利用与管理。可充分发挥整个水系的生态、社会、经济功能与价值,保证水资源的可持续利用,促进流域可持续发展。

## 2 确定保护线与控制线的原则及其影响因素

### 2.1 原则

(1)完整性原则。统筹考虑水系、水源工程的完整性、协调性、安全性和功能性。充分考虑生态、社会、经济等多方面因素,改善水系生态和水环境质量,保障社会防洪安全和水源地供水安全,同时满足当地社会经济发展的需要。

(2)可操作性原则。保护线与控制线界定清晰,实现线界落地,做到“定性、定量、定位”。

(3)动态性原则。保护线与控制线一经划定,就应该严格其保护范围,不能人为任意变动。但保护线与控制线的划定也不是一成不变的,可有计划地根据社会经济发展、水环境保护现状及目标等情况来进行更新与完善。

### 2.2 影响因素

确定保护线与控制线主要考虑以下几个方面的因素:①水环境堤岸的几何物理特性,如坡度、土壤类型、渗透性和稳定性等。②该流域上下游水文情况。③水质及水环境现状。④水环境功能定位。⑤社会经济发展对水环境的影响。⑥防洪功能的发挥。⑦周边土地利用情况。⑧保护线与控制线内缓冲带建设以及开展保护和控制工作所能投入的资金以及由于保护和控制而损失的经济效益限制。⑨当地社会经济发展以及土地所有部门或是业主对水体附近土地的要求和限制<sup>[9,10]</sup>。

控制线由于距离堤岸较远,功能也比较单一,仅为控制对水环境产生不良影响的经济开发活动及土地利用方式,因此其划定过程对后两种因素考虑较多,并且在划定中对准确度要求较低。而保护线紧邻水体,除了严格禁止大部分经济开发活动和建设,还要构建植被缓冲带,充分发挥缓冲带的多种功能,因此对保护带的宽度划定受各种因素的影响较大,尤其是构建植被缓冲带需要发挥的功能<sup>[11]</sup>。

在保护线中建立的河岸植被缓冲带指河岸两边向岸坡爬升的由树木及其它植被组成的,防止或转移由坡地地表径流、废水排放、地下径流和深层地下水流所带来的养分、沉积物、有机质、杀虫剂及其它污染物进入河溪系统的缓冲区域<sup>[12]</sup>。根据不同学者的研究,当河岸植被宽度大于 30m 时,能有效降低温度、增加河流生物食物供应、有效过滤污染物<sup>[13-15]</sup>;当宽度达到 80m 左右时,能较好地控制沉积物及土壤元素流失,并能起到控制洪水的作用<sup>[16,17]</sup>;当宽度达到 120m 以上时,可以为野生动物提供栖息地和比较适宜的生境,起到保护生物多样性的作用<sup>[9,18,19]</sup>。但目前还没一个比较统一的河岸植被缓冲带有效宽度。美国农业部林务局(USDA-FS)1991 年制定的“河岸植被缓冲带区划标准”中划定的河岸缓冲带总计约 30m<sup>[20]</sup>。Sheridan 等<sup>[21]</sup>在美国海岸平原建立 70m 左右的河岸缓冲带,取得了较好的环境和经济效益。彭补拙等<sup>[22]</sup>在安徽潜山县潜水退化河岸带滩地开展近 6a 的生态恢复与重建试验,建立 30~60m 不等的河岸植被带,生物多样性和稳定性得到增加,土壤结构和养分条件得到改善。华盛顿州海岸线管理法案规定,位于河流 60m 范围内或 100a 一遇河漫滩范围内,以及与河流相联系的湿地都应该受到保护,而且保护范围越大越好<sup>[23]</sup>。

### 3 保护线与控制线的确定方法及其应用

#### 3.1 保护线与控制线的确定方法

##### 3.1.1 保护线的确定

保护线的确定综合考虑社会、经济、自然 3 方面因素,采用定性和定量相结合的方法。从社会安全、经济发展、生态环境 3 个方面构建评价指标体系,对流域水系各段建立保护线的重要性进行综合评价,评价结果越高,所需保护带宽度越大。评价结果体现了不同河段对保护带不同方面功能的需求及需求程度,以及未来社会经济发展对该段水环境的胁迫。

指标体系的构建是确定保护线的一个重要内容,应该充分考虑保护线的影响因素,从社会安全、经济发展、生态环境 3 个方面筛选合适的指标,指标的选取应具备综合性、代表性、科学性和数据的可获取性。由于本研究仅为提供一种新的思路,故此对于指标体系不做详细讨论和设计,而是通过对水环境自身的性质、保护带需要发挥的服务功能以及当前的一些开发建设活动等方面的解读,选取具有代表性的 6 个指标因子(表 1),利用关于鄱阳湖流域的初步研究来说明相关思想和方法。

表 1 保护线评价指标体系  
Table 1 Protection line evaluation indices

一级指标 1st level indicator	二级指标 2nd level indicator	三级指标 3rd level indicator
综合指标 I Synthesis index I	社会安全 $I_1(w_1)$ social safety $I_1(w_1)$	防洪水位 $I_{11}$ Water level to prevent flood $I_{11}$
		历史最高水位 $I_{12}$ Highest water level in history $I_{12}$
	经济发展 $I_2(w_2)$ Economic development $I_2(w_2)$	社会排污量预测 $I_{21}$ Social discharge capacity prediction $I_{21}$
		水环境容量 $I_{22}$ Water environmental capacity $I_{22}$
	生态环境 $I_3(w_3)$ Ecological environment $I_3(w_3)$	水质现状 $I_{31}$ Water quality $I_{31}$
		水环境功能定位 $I_{32}$ Water environment function orientation $I_{32}$

二级指标由三级指标标准化后直接平均得到。一级综合指标 I 由二级指标加权平均得到。

$$I = \sum_{i=1}^m I_i w_i$$

式中,  $w$  为指标  $i$  权重系数,采用专家打分法得到,其中  $w_1 = 0.3, w_2 = 0.3, w_3 = 0.4$ 。

基于缓冲带不同功能与其宽度的关系,结合国内外不同学者对缓冲带宽度的研究,选取缓冲带宽度的范围  $W_1 - W_h$ ,则保护线的宽度  $W$  为:

$$W = W_l + I(W_h - W_l)$$

保护线内建立的缓冲带主要作用是削减污染物,减少水土流失,控制洪水,根据上文对缓冲带宽度与功能关系的总结,对于一般的河流而言,选取  $W_l$  为 30m,  $W_h$  为 80m;湖泊、水库等保护线宽度相对较大,对应的值可定为 60m 及 150m。利用 ArcGIS9.2 的加权叠加、缓冲分析等空间分析功能,确定不同河段的保护线,制作保护线专题图。

##### 3.1.2 控制线的确定

控制线的确定采用定性和定量相结合的方法,综合水体规模和水质、区域特定功能、发展特性、土地利用类型以及当地对水环境的各类保护规划来建立评价指标体系,根据评价结果来确定控制带宽度,具体方法类似保护线的划定。控制带宽度一般定为 1~5km(即选取  $W_l$  为 1km,  $W_h$  为 5km),精度要求不高,统筹考虑控制线内外资源配置和产业活动,严格控制各种建设行为、排污行为、岸线开发行为以及调整相应的产业结构和布局。

#### 3.2 案例研究

选取鄱阳湖流域作为研究对象,对该流域水系主要是赣江、抚河、信江、修河、饶河(包括昌河和乐安河)等五大水系干流及鄱阳湖进行控制线和保护线规划。目前五大水系的水质状况总体良好,局部污染。而鄱阳

湖面源污染问题比较突出,总氮和氨氮超标。在保护线的确定中,五大水系干流的保护线宽度范围为 30 ~ 80m,鄱阳湖的保护线宽度范围为 60 ~ 150m。

### 3.2.1 鄱阳湖保护线和控制线

根据计算结果,鄱阳湖保护线为鄱阳湖最高水位线外 100m 左右;控制线设定为鄱阳湖最高水位线外约 5km。

### 3.2.2 五大水系干流保护线和控制线

根据计算结果,五大水系干流保护线为河流最高水位线外 33 ~ 56m,各河流干流和不同河段平均缓冲宽度见表 2。

表 2 主要河流保护线宽度(m)  
Table 2 Width of main river protection lines

河流 River	保护线平均宽度 Average width of protection line	河段 River reach	保护线平均宽度 Average width of protection line
抚河 Fu River	51	上游(南城县以上) Up-stream	54
		中游(南城县-抚州市) Middle-stream	50
		下游(抚州市以下) Down-stream	48
赣江 Gan River	48	上游(赣州市以上) Up-stream	52
		中游(赣州市-吉水县) Middle-stream	48
		下游(吉水县以下) Down-stream	43
饶河 Rao River	47	饶河昌河 Chang River	52
		饶河乐安河 Le An River	43
		饶河下游(波阳县以下) Down-stream	50
信江 Xin River	42	上游(上饶市以上) Up-stream	42
		中游(上饶市-鹰潭市) Middle-stream	39
		下游(鹰潭市以下) Down-stream	45
修河 Xiu River	46	上游(修水县以上) Up-stream	48
		中游(修水县-永修县) Middle-stream	46
		下游(永修县以下) Down-stream	45

五大水系中,保护线平均宽度的排列顺序是抚河 > 赣江 > 饶河 > 修水 > 信江。其中抚河的主要影响因子是经济发展和社会安全即防洪;其余 4 条河流的主要影响因子是生态环境及社会安全,生态环境方面主要体现在目前河流的水质现状与水环境功能区规划的目标水质还有一定差距,因此要求通过建设缓冲带提高河岸带的消减能力。

河流的不同河段之间,保护线平均宽度的排列顺序一般是上游 > 中游 > 下游,主要由于上游地区一般为水源地保护区或自然保护区,水环境相对要求较高,对水质污染也较为敏感,因此,在上游地区保护带一般较宽。

同时,保护线的宽度体现了河段的重要性以及需要保护的程度,根据保护线宽度将全部河段划分为 3 类,保护线为 30 ~ 40m 的河段为一般河段,40 ~ 50m 的河段为敏感河段,50m 以上的河段为重点保护河段(表 3)。

对 3 类河段的规划,除保护线宽度不同,重点保护河段和敏感河段应更加注重缓冲带的构建,根据实际的关键问题,对缓冲带主要功能进行定位,设计不同层次搭配的植被区带,选择不同种类的植物,使其充分发挥所需的功能。在构建合适的植被缓冲带时,首先要考虑缓冲带植被的搭配,主要为垂直分层和水平分异;其次,缓冲带植被的物种选取要尽可能选取适应当地环境的优势种<sup>[24]</sup>。

五大水系干流控制线设定在河流最高水位线外约 3km。在控制线内,根据发展需要和岸线自然条件,严格区分城镇建设岸线、港口及工业岸线、水源保护岸线、旅游休闲岸线及其他预留岸线等;严格控制新增城镇

建设、港口和工业岸线;严格控制其他类型岸线开发利用;严格在控制线以内设置排污口。

表 3 主要河段分类

Table 3 Classification of main river reach

河段类型 Type	保护线宽度 Width of protection line	主要河段 Main river reach	百分比 Percentage
一般河段 Common river reach	30 ~ 40 m	信江上游部分河段、信江中游、赣江下游部分河段、以及饶河乐安河部分河段 Part of Xin River up-stream, Xin River middle-stream, part of Gan River down-stream, part of Le An River	23%
敏感河段 Sensitive river reach	40 ~ 50 m	信江上游部分河段、信江下游、赣江中游、赣江下游部分河段、饶河乐安河部分河段、修河、抚河下游 Part of Xin River up-stream, Xin River down-stream, Gan River middle-stream, part of Gan River down-stream, part of Le An River, Xiu River down-stream, Fu River down-stream	50%
重点保护河段 Key river reach	50 m 以上	赣江上游、昌河、饶河下游、抚河上中游 Gan River up-stream, Chang River, Rao River down-stream, Fu River up-stream and middle-stream	27%

#### 4 讨论

本文提出的水环境管理保护线和控制线的概念,与城市蓝线类似,但在流域水环境综合管理的基础上拓展了其内涵。文中介绍了确定保护线和控制线的方法,该方法综合考虑了流域内生态环境、社会安全、经济发展等因素,具有一定的综合性、可操作性与科学性,有利于整个流域的水环境保护和可持续发展。在鄱阳湖流域的研究也得到较好的结果,特别是可以系统地规划出流域水系保护带的宽度及明确不同河段的保护级别,是在现有工作基础上的发展,对于流域水环境保护的实践具有一定的指导意义。

定量确定保护线和控制线,分别构建其完整、科学的评价指标体系是关键。由于本文主要是为了提供一种流域水环境保护及其规划的新思路,故此对于指标体系的设计仅是初步的,主要考虑其简单实用性,某些因素的具体影响体现不足,指标体系还不够完善。具体而言,对于保护线,其指标体系应该体现其防洪防涝、控制面源污染、提供生境和美学等功能,综合考虑流域内环境、社会安全、经济发展等因素,特别是河道地形、河势稳定、防洪要求等因素,并根据我国岸线发展及流域水环境管理的实际情况和存在的主要问题,选择重点的、关键的评价指标。而控制线的评价指标体系与保护线相比,需要突出社会经济发展及水质保护的因素,而防洪防涝的重要性相对弱一些。另外,本文所选取的指标中,社会排污量包括点源污染和面源污染,点源污染主要为城市生活污水和工业污水,面源污染为耕地产生的面源污染和农村生活污水,虽然它是水环境保护中必须考虑的重要因素之一,但保护带的作用主要是针对面源污染而言的,这会导致一定的问题;不过文中综合考虑了社会排污量和水环境容量两个关系密切的因素,主要是为了反映社会经济发展对于流域水环境的胁迫程度。总之,构建完整科学的指标体系并应用于流域水环境保护具体规划是需要进一步深入研究的内容。

除指标体系的构建需深入研究外,本方法还存在其他不足,比如对于类似鄱阳湖的大型湖泊而言,在其保护线和控制线的划定中,更科学的做法是将湖泊分为不同区域,根据各区域具体情况来分别划定其保护线和控制线,当然这需要具体数据的支持。另外,在保护线的划定中,缺乏较为明确的缓冲带宽度计算公式,各种经验公式也存在较大差异,且系数较难获取,因而采取不同学者研究得到的经验值。而经验值未考虑具体水环境周围的土壤、坡度、土地利用等实际情况,在不同流域存在较大的误差,因此探讨缓冲带宽度与各因素之间关系的适宜公式是未来研究的一个重点。

#### References:

- [ 1 ] Cai Q H. Ecological thinking about comprehensive treatment of water pollution in China. Environmental Protection, 2007, (07B): 46—48.
- [ 2 ] Shi G P. Thinking about river blue line planning. Shanghai Water, 2002, (2): 13—14.
- [ 3 ] Cai Q H, Wu G, Liu J K. Watershed ecology: a new approach to aquatic ecosystem diversity research and conservation. Science and Technology Review, 1997, (5): 24—26.

- [ 4 ] Wu G, Cai Q H. Expression as a whole of research content of the watershed. *Acta Ecologica Sinica*, 1998, 18(6) : 575 — 581.
- [ 5 ] Deng H B, Wang Q L, Cai Q H. Watershed ecosystem management and sustainable development. *China Population Resources and Environment*, 2002, 12(6) : 18 — 20.
- [ 6 ] Gao Y, Gao J R, Liu Y, *et al.* Ecological functions of stream buffer strips and principles of scientific management. *Bulletin of Soil and Water Conservation*, 2006, 26(5) : 94 — 97.
- [ 7 ] Tian Z Q, Han M, Zhang L. The comparison of ecological and environmental functions of restored and degraded riparian wetlands in the retiform fluvial region of West Taihu Lake. *Acta Ecologica Sinica*, 2007, 27(7) : 2812 — 2822.
- [ 8 ] Ni J P, Fu T, Lu Y D, *et al.* Study on pollution control of agricultural nonpoint source by means of buffer strips. *Environmental Pollution & Control*, 2002, 24(4) : 229 — 231.
- [ 9 ] ZhuGe Y S, Liu D F, Huang Y L. Primarily discussion on structuring technology of buffer zone in eco-stream. *Journal of Water Resources & Water Engineering*, 2006, 17(2) : 63 — 67.
- [ 10 ] Guo H C, Huang K, Liu Y, *et al.* A conceptual framework of riparian ecosystem management and its key problems. *Geographical Research*, 2007, 26(4) : 789 — 798.
- [ 11 ] Yue J, Wang Y L. Progress and perspective in the study of riparian zone. *Progress in Geography*, 2005, 24(5) : 23 — 30.
- [ 12 ] Deng H B, Wang Q Ch, Wang Q L, *et al.* On riparian forest buffers and riparian management. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2001, 12(6) : 951 — 954.
- [ 13 ] Large A R G, Petts G E. Rehabilitation of river margins. *River Restoration*, 1996, 71 : 106 — 123.
- [ 14 ] Spruill T B. Effectiveness of riparian buffers in controlling ground-water discharge of nitrate to streams in selected hydrogeologic settings of the North Carolina Coastal Plain. *Water Science and Technology*, 2004, 49 : 63 — 70.
- [ 15 ] Fennessy M S, Cronk J K. The effectiveness and restoration potential of riparian ecotones for the management of nonpoint source pollution, particularly nitrate. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 1997, 27 : 285 — 317.
- [ 16 ] Copper J R, Gilliam J W, Daniels R B, *et al.* Riparian areas as filters for agricultural sediment. *Soil Science Society of America Journal*, 1987, 51 : 416 — 420.
- [ 17 ] Lowrance R, McIntyre S, Lance C. Erosion and deposition in a field/forest system estimated using caesium-137 activity. *Journal of Soil and Water Conservation*, 1988, 43 : 195 — 199.
- [ 18 ] Puckett L J, Hughes W B. Transport and fate of nitrate and pesticides: Hydrogeology and riparian zone processes. *Journal of Environmental Quality*, 2005, 34 : 2278 — 2292.
- [ 19 ] Zhu Q, Yu K J, Li D H. The width of ecological corridor in landscape planning. *Acta Ecologica Sinica*, 2005, 25(9) : 2406 — 2412.
- [ 20 ] Nilsson C, Berggren K. Alterations of riparian ecosystems caused by river regulation. *Bioscience*, 2000, 50(9) : 783 — 792.
- [ 21 ] Sheridan J M, Lowrance R, Bosch D D. Management effects on runoff and sediment transport in riparian forest buffers. *Transactions of the ASAE*, 1999, 42(1) : 55 — 64.
- [ 22 ] Peng B Zh, Zhang J Ch. Study on riparian zone and the restoration and rebuilding of its degraded ecosystem. *Acta Ecologica Sinica*, 2003, 23(1) : 56 — 63.
- [ 23 ] Morrison S W. The Percival creek corridor plan. *Journal of Soil and Water Conservation*, 1988, 43(6) : 465 — 467.
- [ 24 ] Zhao H M, You W H, Luo Y, *et al.* Building riparian buffer for ecological restoration of river banks. *Environmental Science & Technology*, 2008, 31(4) : 116 — 122.

#### 参考文献:

- [ 1 ] 蔡庆华. 中国水污染综合治理的生态学思考. *环境保护*, 2007, (07B) : 46 ~ 48.
- [ 2 ] 石刚平. 关于编制河道蓝线的几点思考. *上海水务*, 2002, (2) : 13 ~ 14.
- [ 3 ] 蔡庆华, 吴刚, 刘建康. 流域生态学: 水生生态系统多样性研究和保护的一个新途径. *科技导报*, 1997, (5) : 24 ~ 26.
- [ 4 ] 吴刚, 蔡庆华. 流域生态学研究内容的整体表述. *生态学报*, 1998, 18(6) : 575 ~ 581.
- [ 5 ] 邓红兵, 王庆礼, 蔡庆华. 流域生态系统管理及其可持续发展. *中国人口、资源与环境*, 2002, 12(6) : 18 ~ 20.
- [ 6 ] 高阳, 高甲荣, 刘瑛, 等. 河溪缓冲带的生态功能及其管理原则. *水土保持通报*, 2006, 26(5) : 94 ~ 97.
- [ 7 ] 田自强, 韩梅, 张雷, 等. 西太湖河网区恢复与退化河岸带湿地生态及水环境功能比较. *生态学报*, 2007, 27(7) : 2812 ~ 2822.
- [ 8 ] 倪九派, 傅涛, 卢玉东, 等. 缓冲带在农业非点源污染防治中的应用. *环境污染与防治*, 2002, 24(4) : 229 ~ 231.
- [ 9 ] 诸葛亦斯, 刘德富, 黄钰铃. 生态河流缓冲带构建技术初探. *水资源与水工程学报*, 2006, 17(2) : 63 ~ 67.
- [ 10 ] 郭怀成, 黄凯, 刘永, 等. 河岸带生态系统管理研究概念框架及其关键问题. *地理研究*, 2007, 26(4) : 789 ~ 798.
- [ 11 ] 岳隽, 王仰麟. 国内外河岸带研究的进展与展望. *地理科学进展*, 2005, 24(5) : 23 ~ 30.
- [ 12 ] 邓红兵, 王青春, 王庆礼, 等. 河岸植被缓冲带与河岸带管理. *应用生态学报*, 2001, 12(6) : 951 ~ 954.
- [ 19 ] 朱强, 俞孔坚, 李迪华. 景观规划中的生态廊道宽度. *生态学报*, 2005, 25(9) : 2406 ~ 2412.
- [ 22 ] 彭补拙, 张建春. 河岸带研究及其退化生态系统的恢复与重建. *生态学报*, 2003, 23(1) : 56 ~ 63.
- [ 24 ] 赵杭美, 由文辉, 罗扬, 等. 滨岸缓冲带在河道生态修复中的应用研究. *环境科学与技术*, 2008, 31(4) : 116 ~ 122.