

ZHONGXIAOHELIUJIAN
HEYIQISHEBEI

中小河流监测和仪器设备

○ 蓝标 著

中小河流监测和仪器设备

蓝 标 著

黄河水利出版社

· 郑 州 ·

内 容 提 要

本书从中小河流治理现状入手,主要介绍了国内外水文测量分类和功能,系统介绍了水位、雨量、流速等要素的中小河流测量设备,描述了中小河流的监测方法和系统,提出了具体的应用方案,提高中小河流的防洪整体管理水平。

本书可供从事水文水资源管理、中小河流测量、仪器设备检测和使用人员与科研人员和有关高校相关专业的学生参与。

图书在版编目(CIP)数据

中小河流监测和仪器设备/蓝标著. —郑州:黄河水利出版社,2015. 6

ISBN 978 - 7 - 5509 - 1156 - 7

I. ①中… II. ①蓝… III. ①河流 - 水文观测 - 仪器设备 IV. ①P332.3 ②TH764

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 131325 号

组稿编辑:王志宽 电话:0371-66024331 E-mail:wangzhikuan83@126.com

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:hhsclbs@126.com

承印单位:河南新华印刷集团有限公司

开本:890 mm × 1 240 mm 1/32

印张:6.00

字数:149 千字

印数:1—1 000

版次:2015 年 6 月第 1 版

印次:2015 年 6 月第 1 次印刷

定价:30.00 元

前 言

我国中小河流众多,覆盖了全国 85% 的城镇及广大农村地区,流域面积在 $100 \sim 1\,000 \text{ km}^2$ 的河流有 50 000 多条,我国中小河流防洪标准普遍偏低,洪灾损失极为严重。据统计,一般年份中小河流的水灾损失占全国水灾总损失的 70% ~ 80%,近 10 年水灾造成的人员死亡中有 2/3 以上发生在中小河流。目前,大部分中小河流存在水文站网密度偏小,缺少必要的应急监测手段,预报方案不健全,以及中小河流源短流急等问题,洪水具有强度大、历时短、难预报、难预防等实际情况,因此针对中小河流突发性洪水的预报和防御已成为目前中小河流防洪减灾工作中突出的难点。

本书主要介绍了国内外水文测量仪器的分类和功能,描述了水文自动测报系统的功能、种类及工作原理,提出了具体的应用方案,以加强和提高中小河流的防洪整体管理水平。

本书共五章,第一章从中小河流治理的现状入手,分析问题存在的原因,并阐述了中小河流治理趋势和测流技术的发展方向。第二章根据中小河流水文测量仪器存在的问题,提出了水文仪器今后发展的看法和建议。第三章系统介绍了水文测量技术的基本情况、现状、分类和特点。第四章详细介绍了水文多参数的测量方法以及各种测量仪器设备。第五章详细介绍了各水文参数自动监测设备的功能和主要技术参数,并结合作者长期从事水文水利仪器设备设计、水文自动测报技术研究开发的经验,介绍了自动遥测系统的设计和实施方案,特别是由雨量一体化遥测装置和水位一体化遥测装置组成的水位雨量遥测系统,该系统既能满足水情信息采集(防汛),又能完成水文资料自动收集功能,是一个理想的

GPRS 水文资料实时自动收集系统,具有功能强、操作简捷、功耗低、体积小、准确性高等特点,是构成水情自动测报系统主要的基础设备,也是完成水雨情信息自动化采集传输的关键设备。

在本书编写过程中,李海英、陈焰、蓝郁、马安、何晶等提供了相关的资料和图片,并提出了宝贵的意见。在此,谨向他们表示衷心的感谢!

由于中小河流河道演变的复杂性和多样性,本书所分析的内容,无论是在深度上还是在广度上都有限,同时限于作者的水平,错误和疏漏之处在所难免,请读者不吝批评指正。

作者
2015年3月

目 录

前 言

第一章 概 况	(1)
第一节 中小河流治理的现状	(1)
第二节 中小河流治理的问题	(9)
第三节 中小河流治理的重要性	(12)
第四节 中小河流治理的趋势	(16)
第二章 中小河流的测量问题	(19)
第一节 水文仪器存在的问题	(19)
第二节 对水文仪器发展的看法	(21)
第三节 对水文仪器发展的建议	(23)
第四节 中小河流的自动监测	(26)
第三章 水文监测技术的介绍	(28)
第一节 水文监测技术的历史	(28)
第二节 水文监测技术的现状	(31)
第三节 国内外监测技术比较	(42)
第四节 水文监测技术的特点	(45)
第五节 水文监测技术的分类	(48)
第四章 中小河流的监测方法	(53)
第一节 中小河流水位的监测	(53)
第二节 中小河流雨量的监测	(81)
第三节 中小河流流速的监测	(103)
第四节 中小河流水深的测量	(131)
第五节 中小河流水质的监测	(135)

第五章 中小河流的监测系统	(138)
第一节 监测设备功能及参数	(138)
第二节 一体化水位遥测装置	(151)
第三节 一体化雨量遥测装置	(161)
第四节 一体化水文遥测装置	(164)
第五节 中小河流水质遥测系统	(168)
参考文献	(182)

第一章 概 况

第一节 中小河流治理的现状

一、简述

随着人们对中小河流功能认知的日益深入,以及中小河流对城市经济发展和人们生活的重要性增加,近年来中小河流研究工作在国内外得到广泛开展,研究内容涉及大江大河的生态调查评价生态因子间的相关性分析、流域尺度生态修复、河岸带修复与管理、生态完整性的恢复和重建、中小河流生态修复等。而在城市化进程加剧的特定社会发展时期的产物中,人类对自然的开发利用强度不断增加,相应的自然环境也受到严重破坏,成为困扰人类发展的一对矛盾,人口快速增长导致水资源、土地资源日趋紧张,中小河流生态系统日渐退化,中小河流和湿地是世界范围内受威胁最大的生态系统。

二、国内外城市河流治理和中小河流治理思路的转变

随着经济社会的不断发展,对中小河流的功能需求已由单纯以防洪排涝安全、供水为主向防洪、排涝、供水、生态、环境、景观、文化等多功能并重转变,因此国内外城市河流治理和中小河流治理的思路正逐渐向在保证防洪、供水安全的前提下,重视河流生态修复和滨水景观建设方向发展。

(一)生态修复成为治河的重要内容

20世纪40年代开始,欧美一些国家便开展了中小河流生态修复工程,并得到了广泛的应用,也成为了当时国际研究的热点,河流生态修复是集水利工程学、环境科学、生物科学、生态学和美学等学科为一体的治河方法,以保护、恢复、重建生物生存所必需的环境为前提,在不违背河道行洪安全的基础上,控制污水的入河量,采取近自然治理措施以及修复各中小河流生态系统,主要是建立缓冲带(绿化带)、拆除硬质护坡、种植水生植物、保护水生动物(包括底栖动物),从而提高河岸的过滤能力和河流的自净能力,充分利用生态系统原理,沟通陆域、水陆过渡域、水体,修复和建立生物生存通道。

(二)滨河景观环境建设成为热点

城市滨河空间往往是城市市民亲水的空间环境和场所,也成为城市建设和开发的热点。滨河景观建设需对水体及其周围陆域功能、景观、环境、文化等方面进行综合考虑,其目的在于创造生动、优美、富于特色的城市滨河空间。自20世纪60年代以来,世界上许多国家特别注重对城市滨河空间的综合开发和利用,使其能够带动特色旅游,推动经济发展,提升城市形象,供居民休闲娱乐。

(三)水文化建设成为趋势

中小河流景观建设更加注重其内涵以及个性化特征,从建设到发展都与水有着密切的联系,且受地理和地域文化的影响,各自形成了独具特色的水文化。在对中小河流进行生态修复和景观建设时,将水文化建设有机地融入其中,既可展现中小河流的个性化特征,增强中小河流景观的持久性和生命力,又可满足现代人对中小河流舒适性的需求。

目前,世界上很多国家特别是发达国家已经逐渐认识到,改造中小河流,不仅要恢复自然河流,同时还要满足人们所需要其他功

能的需求,并提出了建设水和绿色的长廊,充满活力和文化的河流,多姿多彩公园化的河流,市民向往的家乡河,美丽的多自然河流,夜间被萤火虫照亮的河流,清澈而舒适的河流,遍地黄花的河流,面对大海和传统文化的河流,充满文化气氛和新风俗的河流,绿色、水、文化协调的河流等中小河流建设口号。提出了河流治理的目标是把自己的国家建设成具有健康富裕的生活条件与美丽自然环境相协调的富有活力的社会,提出要改进和建立有关管理体制,确保河流的生态环境用水量,恢复洁净水体,保护水环境,形成良好的河流景观与滨水环境;建设城市水网并加强绿化,要求水边具有舒适开阔的空间,可为某些娱乐活动提供适宜的场所,并重视保护其生物多样性;指导治河工程保护河流周边环境,恢复河道本来的自然环境,改进工程措施和应用非工程措施等,要求治理中小河的工程维护自然多样性、流域水循环和生态系统的整体性,改变了传统的治河思路,开始由单一目标的河流整治向流域全面治理并兼顾生态环境建设方向发展。在中小河流治理工程中,推广应用生态工程措施,更多地注重生态的恢复,包括水质的洁净、生态系统的恢复等,主要通过试验、生态调查、生物调查等手段,对中小河流开展较为详细的调查,并注重资料的收集,生态理念涵盖较多,比较符合其近自然河流生态修复的思路,使河流的生态环境和生态系统得到了极大的改善。

三、国外城市河流治理和中小河流治理现状

20世纪60年代,欧美广泛开展了以改善滨水空间功能为目的的滨水区建设活动,之后大规模的城市滨水空间规划也广泛开展起来。例如,以日本东京、横滨滨水区建设和美国巴尔的摩内港建设为代表的滨水区开发,从根本上改变了滨水空间的形象,重新恢复了它的活力。华盛顿波多马克河绿带规划及日本各地的亲水公园建设,使中小河流重现河水清澈、绿树成荫的良好自然风貌。

总体上讲,国际上河流治理及修复比较成功的国家以日本、美国和欧洲国家为代表,他们对河流生态修复治理研究较早,修复技术相对成熟,较大河流的生态修复已有不少实例,如密西西比河、莱茵河、科罗拉多河等。这些国家工作细致深入,在世界范围内属于领先水平,很多城市河流治理与中小河流治理的思路和方法能够为其他具有相似气候、地形条件的国家提供借鉴,韩国的中小河流整治工作虽起步相对较晚,但在积极学习及借鉴国外先进理念和经验的基础上进展较快。

(一) 日本城市河流治理和中小河流治理现状

进入 20 世纪 70 年代,中小河流的管理主要集中在防洪方面,为此对河流进行了渠道化治理,中小河流也因此失去了原有的环境功能,生物栖息地、自净功能和岸边景观等日渐消失(防灾的河流);70 年代晚期,开始建设中小河流公园,大多数公园建筑在滩地上(侵占的河流);80 年代,河流滩地成为停车场、休闲娱乐场所、道路和农田等(河流公园);90 年代早期,自然生态系统的退化成为主要的社会现象之一,开始引进和适应日本和德国等的中小河流改善措施;90 年代中期,开始河流生态修复研究;90 年代末,实施了河流生态修复的示范项目。

(二) 韩国城市河流治理和中小河流治理现状

韩国的河流河床非常陡,径流季节性变化明显,65% 的降雨受季风和台风的影响,主要集中在 9 月。近几十年来,受城市化和工业化进程加速的影响,韩国的河流形态、水质、生态等方面均变化较大。20 世纪 60 年代以前,大多数河流几乎均呈自然状态,60 年代以后,韩国的河流受城市化和工业化进程的影响可分为五个阶段,即自然河流、防灾河流、侵占的河流、河流公园、近自然河。

随着经济的发展,韩国逐渐认识到修复河流的重要性。因此,工程开工前,通过广泛的宣传使市民了解工程概况、谅解工程施工对其生活造成的不便,从而使工程施工获得广泛的群众参与和支

持。通过水域景观和水文化建设,提升了首尔的国际形象,获得了良好的经济社会效益和生态环境效益。韩国的河流生态修复还处于起步阶段,基本理论和经验大多从欧美和日本引入,但研究发展速度很快,很多理论已经被应用于河流生态修复。目前,生态河流工程师应更多地关注由人类活动包括大坝、砾石开采、渠道化等因素引起的河道内流量变化、河流生态修复与水与地貌的相互作用。理解不同尺度(微观、中观和宏观)的水流、泥沙、地貌、结构和植被之间的相互作用,对于更好地开展河流生态修复与保护工作是必要的。

(三) 美国城市河流治理和中小河流治理现状

美国的中小河流整治的工作开展较早,早在 1962 年,美国生态学家们就将生态学的概念应用于工程建设中,进一步推动了人们对生态治河工程措施的认识,其根本任务是根据中小河流的自然状况和生态特点,采用近自然的工程措施治理河流,以满足人类对中小河流功能的需求,并同时保护中小河流的生物多样性。美国的南佛罗里达州在 20 世纪 70 年代修建了很多人工河道,但逐渐发现周围湿地越来越干,生物多样性也急剧减少,进入 90 年代后开始对中小河流进行有效的改造和修复,目前已恢复河道原有的状态,著名的洛杉矶河也正在拆除衬砌,科罗拉多河的生态修复也受到人们的关注,美国地质调查局对该河开展了大量工作,包括电站运行对该河下游泥沙的影响,鱼类等水生生物资源调查,滨水植物和相关野生动物、鸟类的调查,娱乐价值及其他非使用价值计算,文化资源调查等。美国另一条生态修复比较成功的河流是基西米河。历史上的基西米河自然蜿蜒,包括很多湿地,生物多样性丰富;1971 年,河道被渠道化改造,生物多样性大幅度下降,生态功能丧失。基西米河生态修复的目标是恢复其原有的自然水文情势,重建原有河流、滩地的连续性,恢复原有湿地植物群落的多样性,恢复原有生物的多样性和功能。

以美国地质调查局和陆军工程兵团为代表,开展了大量的河流整治与生态修复工作,积累了大量的数据和经验,研究也相对深入,不仅对河流生态现状进行了充分的原野调查,还探讨了河流生态修复工程实施后的监测评估工作,如提出了河流生态修复成功的评价标准,这一思路的提出为评价项目实施效果、不断改进修复手段、完善该领域的工作提供了有力的参考。美国在河道整治领域的研究进行得较多,涉及生态、景观、文化等诸多方面,主要目的表现在生态环境的改善、休闲娱乐空间的美化、文化的复原保护及土地升值等对经济的连带作用等方面。

(四) 欧洲城市河流治理和中小河流治理现状

欧洲自 20 世纪中期就已认识到河流和滩地生态修复的必要性,从 60 年代起,随着实施有效的污染控制措施,欧洲河流的水质明显改善,但河流的栖息地质量、生物多样性的状况依然不容乐观,人们重新审视传统的河流治理技术和管理措施。80 年代,德国、瑞士等国家提出了重新自然化概念,将河流修复到接近自然的程度;英国采用了近自然河道治理技术,强调在修复和维护河流时,优先考虑河流的生态功能;荷兰强调河流生态修复与防洪的结合,提出了给河流以空间的理念,水循环对修复和维护河流的生态完整性非常重要。在欧洲水资源管理中非常重视河流的环境需水量,例如英国使用最小可接受流量强调对河流生态的重视。

在工程实践方面,欧洲国家重视河流生态修复示范工程建设,如 160 km 长的多瑙河重新自然化修复工程,对于跨国界的河流如莱茵河,通过流域各国共同制订修复计划,莱茵河水质状况大大改善,通过有计划地修复莱茵河两岸湿地,使河流的栖息地质量提高,久违的鸟类重新回到人们的身边,莱茵河又重现了往日的美丽景色。

90 年代以后,世界上很多国家都在对破坏河流自然环境的行

美国、日本、法国、瑞士、奥地利等纷纷大规模地拆除了硬质衬砌,保持河道的自然环境对保护动植物资源、保护水质、防止水土流失都具有极为重要的作用,对河流采用生态护岸,修复水边植物群落与河畔林,还河流以空间,恢复其优美、宜人、充满生机的原貌,建设满足现代城市经济发展需求的滨水空间,是未来世界中小河流建设发展的主要趋势之一。

四、国内城市河流治理和中小河流治理现状

受国外治河成功经验及国内城市经济发展对中小河流整治需求推动的影响,国内城市河流治理和中小河流治理正在如火如荼地开展,积累了丰富的中小河流治理经验,促进了该领域的深入研究,带动了相关产业的发展,发挥了巨大的经济效益、社会效益和生态环境效益。但客观来说,国内与国外的中小河流生态修复工作仍存在差距,我国的城市河流治理和中小河流治理大部分仍停留在改善河流周围环境、促进经济链发展的层面上,多以景观美化为主要目标,要达到真正意义上的河流生态修复目标,应该不断地总结成功的经验和失败的教训,积极探索和研发新技术、新方法,以增强我国城市河流治理和中小河流治理的生态效果。

我国较早开展河流整治且比较成功的案例是四川成都府南河公园,它是一个以水的整治为主题的生态水质公园,受到污染的水从府南河抽取上来,经过公园的人工湿地系统进行自然生态净化处理,最后变为达标的活水,回归河流。北京的中小河流整治以2008年奥运会为契机,根据每条河流所处的区位及周围土地利用情况,有针对性地制定生态保护与修复措施,对六环内的多条河流进行了整治,如长河、转河、小月河、菖蒲河、凉水河等,再现了水清、岸绿、景美的滨水环境,为北京市民提供了更多的休闲娱乐场所。绍兴市城市防洪一期工程,通过护城河改造工程,体现了古城绍兴的风韵,再现了江南水乡独特的地域风貌,带动了城市经济的

发展。值得一提的是,哈尔滨的中小河流整治工作虽开展较晚,但突出以水定城的新理念,并实施松北湿地水城规划,将水系规划作为城市规划的上位规划,突出了水系对城市经济和生态系统的重要支撑地位,有利于实现水系规划与城市规划有机协调。其他如上海、广州、苏州、西安、天津、合肥等都陆续开展了中小河流整治工作,取得了良好的经济效益、生态环境效益和社会效益。城市河流治理和中小河流治理不仅在我国大城市及省会城市得到了普遍开展,一些中小城市也陆续开展了城市河道生态修复和景观重建工作,可以说,我国的中小河流整治掀起了以东部发达省市起始,逐步带动其余省市整治的热潮,各级政府及民众对中小河流整治的重视为河流面貌的改善提供了前所未有的机遇。

我国中小河流整治的初衷是改善城市面貌、提高城市环境质量、打造具有城市特色的滨河空间、带动沿河经济发展等,中小河流整治主要围绕改善水质、改善滨河空间环境、增加河道内蓄水量等展开,水质改善主要通过换水、原位净化、引水稀释等实现,滨河空间环境改善和休闲娱乐空间的建立主要通过对宝贵的滨河空间按照新时期人-水-建筑三者间的关系重新梳理定位,根据不同河段的功能需求建设滨河绿地、休闲空间,提高人居环境质量。中小河流整治技术主要包括生态需水量确定、水质改善措施、河道形态的近自然化、满足生态需水过程的生态水文调度、生物栖息地构建、满足城市人群需求的景观重现、规划设计和水文化展现等方面。

目前,我国的城市河流治理和中小河流治理正受到全社会各层面的广泛关注,许多单位都在陆续开展相关的科研、设计及生态产品的研发、经营等,生态修复工作还有待加强,手段也更多地局限于河段,缺乏从流域视角考虑问题的意识,没有综合考虑河流建设与经济社会发展、水资源、旅游、居民需求、文化等方面的关系,城市河流治理和中小河流治理缺乏系统的理论指导。随着经济的发展,我国中小河流面临的问题也越来越突出,如何缓解和解决这

些问题成为关乎城市经济和生态系统可持续发展的关键,探索如何使生态修复、景观建设和文化有机融合的方法,研究各种水质净化技术和生态系统修复与保护技术等,重视河流管理工作,探讨合理的管理机制,实现“投资—收益—更多投资—更大收益”的良性循环。

第二节 中小河流治理的问题

一、中小河流治理工作缺乏全面系统的规划

我国对一些大河大江的治理工作非常重视,针对性的专项规划如生态水土保持、流域防洪及水资源的利用等已经出台,有的规划则正在加紧建设。但是在中小河流治理中仍然存在着不少问题,主要是中小河流的数量大与面广等自身原因而导致管理部门对其管理较为分散,相应对中小河流的治理就会缺乏全面且系统的规划。按照我国河道管理条例的规定,中小河流是由各省市或县乡级河道相关的管理部门对其实施管理,而实际的情况是同一条中小河流会流经不同的县市,由不同的河道管理部门对一条河流实行分段管理,很容易产生各自为政、互相推诿责任的情况,对该条中小河流的治理缺乏全面规划与统一认识等问题。在具体的治理工作方面,各个管理部门的具体标准不够统一,存在的一些问题只是在表面上得以解决,但是问题的根源还存在,很难从根本上得到彻底的解决,是目前中小河流治理中比较突出的问题。

二、中小河流的生态系统遭到破坏,河流引起的洪涝灾害严重

在我国城市的现代化建设中,由于一度盲目建设而缺少长远规划,导致了不顾实际情况的建设侵占河道的现象,城市中的河道

被侵占,水面就会减少,最终破坏了河流生态系统,导致洪涝灾害。近些年来,城市人口增长迅速,工业勃兴,城市中土地的利用价值越来越大,由于经济利益的诱惑,一些人便忽视了生态环境的建设。为了能够多得一块地,建设开发商不惜侵占河道及蓄滞洪区,把市区内原有的河道排水方式变成管道排水方式。被侵占后用于商业目的的城区河道,已经不会再有河流的生态功能,这使得城区河流的水面积迅速减小,天然的调蓄功能遭到破坏,中小河流排水不畅,容易发生淤积现象,并将洪水的通道堵塞。又因为蓄滞洪区的土地被侵占,致使原有的排涝设计无法满足现有的防洪要求,河道的排涝设施及能力已变得不足。上述一系列原因是导致暴雨淹没街道的重要因素,这是一种人为产生的洪涝,加大了城区发生洪涝灾害的概率。城区河道遭到盲目侵占后,外运的道路被隔断,垃圾与各种杂物容易淤积在内河中,不易被清除;再加上城市大量生活污水或工业污水排入中小河流,使得河道的水环境加速恶化。违章建筑导致了沿河环境的脏、乱、差,河流的生态系统因此遭到严重破坏。此外,还有一个较为严重的问题就是在对河道进行清淤时,外运道路被阻塞,导致河道清淤工作无法进行。

三、中小河流的上游治理中存在的问题

中小河流上游的生态破坏、水土流失是一个应该引起充分重视的问题。导致河道淤积的主要原因是上游带来的泥土。如果河道的上游得不到治理,那么对中小河流的治理只能是治标,而达不到治本的效果,最终对河流治理所投入的人力与物力,只能是被白白浪费掉,得不到应有的成效,所以在治理中小河流时实行全流程的整体治理才是解决存在问题的根本。就目前我国农业发展现状而言,还大量存在着超坡度的耕地情况,这种种植习惯会给下游带来更多的泥沙淤积,再加上农民于秋季收割完作物后,还在地上遗留了大量秸秆等无用之物,这些废弃物会被汛期的洪水直接