

上海

环境科学集

上海环境科学编辑部 编

SHANGHAI
HUANJING KEXUEJI

上海科学技术出版社

Shanghai Scientific & Technical Publishers

(第
23
辑)

上海环境科学集 (第 23 辑)

上海环境科学编辑部 编

上海科学技术出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

上海环境科学集. 第23辑 / 上海环境科学编辑部编.
— 上海 : 上海科学技术出版社, 2019. 12
ISBN 978-7-5478-4657-5

I. ①上… II. ①上… III. ①环境科学—上海—文集
IV. ①X-125. 1

中国版本图书馆CIP数据核字 (2019) 第231362号

上海环境科学集·第23辑

上海环境科学编辑部 编

上海世纪出版 (集团) 有限公司 出版、发行
上 海 科 学 技 术 出 版 社
(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235 www.sstp.cn)

上海 ***** 印刷

开本 889 × 1194 1/16 印张 8

字数 250 千字

2019 年 12 月第 1 版 2019 年 12 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5478-4657-5/X · 52

定价: 60.00 元

本书如有缺页、错装或损坏等严重质量问题,
请向工厂联系调换

编委会

主 编：夏德祥

副 主 编：林卫青

执行副主编：唐东雄

编 委：夏德祥 林卫青

顾友直 唐东雄

梁丹涛 张 弛

目次

城市河道低碳管理模式研究·····	张士萍 (1)
青藏高原东部边缘区域生态景观格局动态变化分析·····	赵培强 陈明霞 胡兰兰 (5)
兰州市城关区空气微生物分布特征分析·····	褚可成 许淑青 陈 镔 (11)
餐厨垃圾与纤维素类有机废弃物混合发酵研究进展·····	陶雨蒙 高树梅 韩思超 等 (16)
介质阻挡放电—光催化处理含低浓度甲苯废气的研究 ·····	汪 凡 (21)
不同植物组合系统对微污染河水中氮磷的去除效果研究·····	郑 潭 袁书保 陈建中 (27)
化工石化医药类企业存在的环境问题分析及对策建议·····	张小斌 史东娜 张红梅 (32)
生态修复技术治理城市河道污染的应用进展·····	梁 芳 (36)
针对海河干流水质达标的适应性管理研究·····	李 屹 邢美楠 李 慧 等 (39)
基于洛伦兹曲线的兰州市主城区不同粒径颗粒物空间分析·····	程慧波 齐欣宇 (46)
水中氨氮纳氏法测定样品前处理方法的质量控制研究·····	吕 睿 (50)
用于汽车车身材料的铝合金生命周期环境影响评价·····	付君伟 (56)
双酚 A 多代连续暴露对秀丽隐杆线虫的毒性效应研究 ·····	周 栋 (61)
室内定位技术在大型涂装车间内优化废气治理的应用·····	呼佳宁 邬坚平 李凯骐 等 (66)
生活垃圾焚烧厂烟气净化系统提标改造工艺选择及工程案例分析·····	刘广涛 (71)
城市河流大气复氧系数规律研究·····	孙远军 卢士强 邵一平等 (77)
水解酸化—改良 UASB—填料 CASS 集成组合工艺处理酒精废水研究 ·····	孔德芳 梁亦欣 (82)
典型再生水湿地净化系统芦苇根际细菌多样性变化分析·····	吴东丽 董 志 郭道宇 等 (87)
基于 MAIAC AOD 数据构建上海市 PM _{2.5} 时空分布模型 ···	朱清扬 戴海夏 刘 阳 等 (94)
海洋环境监测站位优化方法与应用·····	范海梅 纪焕红 刘鹏霞 等 (101)

化工类建设项目施工期环境监理实践分析..... 朱松梅 谢 跃 (106)

镉污染事件环境应急监测中监测方法的建立及应用..... 吕 睿 陶雪梅 孙瑞玲 等 (110)

我国海绵城市建设的阶段进展..... 杨钰婷 张效华 (117)

城市河道低碳管理模式研究

A Study on Low-Carbon Management Model for Urban Waterways

张士萍 (上海市环境保护事业发展有限公司, 上海 200001)

Zhang Shiping (Shanghai Environment Protection Enterprise Development Co., Ltd., Shanghai 200001)

摘要 针对现有河道管理系统中存在的问题, 提出城市河道治理后的河道管理宜采用分布式管理作为河道低碳管理的模式。详细阐述了分布式管理系统的3个子系统: 分布式安全管理、分布式生态管理和分布式智慧管理。通过对3个子系统的模式分析, 从低碳角度探讨分布式管理模式的实践路径, 为我国城市河道低碳管理提供战略支持和技术支撑。

关键词: 城市河道 分布式 河道低碳管理

Abstract Distributed river management was proposed as a new low-carbon management model for urban waterways according to the problems in existing river management systems in China. There were three main subsystems in the distributed river management model, i.e., distributed security management, distributed ecological management, and distributed smart management. In the view of low carbon, a practical approach of the distributed river management model was discussed so as to provide strategic and technical supports for the urban waterway management in China.

Key words: Urban waterway Distributed Low-carbon management for rivers

近年来, 世界各国都进行着不同规模的河道治理, 包括采用恢复河流形态多样性、强化河道水利功能、提供生物生长栖息的生物材料、提高河道生态景观效果、加强河道亲水性能等治理方式, 均取得了一定的成效^[1-2]。比如, 英国的塔姆河^[3], 总长达100 km, 流域内居住约170万人口, 沿河的城市、农村、自然蓄水区、现有防洪设施运行程度差异性较大, 不同河段的水利功能各不相同。在治理过程中, 塔姆河采用分河段治理的方式, 针对不同河段的地形水文条件、防护对象、社会经济、现有防洪设施运行情况, 进行具体分析, 采用一种或多种方案组合的治理方式, 形成了以防洪优先、保障水安全、保护水环境、构建水景观的综合治理模式, 取得了明显的治理效果。虽然我国在河道治理方面起步相对较晚, 但是近几年随着国家相继出台《海绵城市建设技术指南》(2014年, 住建部)、《水污染防治行动计划》(国发[2015]17号)等相关政策要求, 全国各地纷纷响应

并实施河道治理工程。目前, 全国河道治理成效显著, 全国水环境面貌得到一定改善, 尤其是上海、北京、广州等大城市的河道治理效果显著, 基本消除了黑臭河道。以上海市为例^[4-5], 上海自1998年开始, 政府部门就陆续提出了“用若干个3年将上海市建设成为生态城市”“环保3年行动计划”等政策, 不断加强环境建设和管理工作, 并将水环境治理作为上海加强环境建设和管理的首要任务, 河道整治和管理工作的得到各级政府部门的高度重视。目前上海市许多河道脏乱差的现象得到有效解决, 逐步还清了一些河道水体污染历史旧账。

然而, 对于耗费大量人力、物力、财力才得以有效治理的河道, 如果管理机制不完善, 可能会因为污

上海市自然科学基金, 编号: 16ZR1440000。

作者张士萍, 女, 1983年生, 2011年毕业于同济大学环境工程学院, 博士, 工程师。

水再次直排入河、河道工程设施人为损坏、河道两岸搭建违章建筑等,导致治理后的河道功能效益无法有效发挥,甚至出现再次污染、黑臭等问题。现有河道管理呈分散式管理模式,无法实现管理的有效性和长效性。为了巩固和提高来之不易的河道治理成果,充分发挥河道治理的效益,需基于现有河道治理状况,构建河道有效、高效、长效的管理模式,以保障河道管理的低碳化和可持续性。

1 河道低碳管理模式分析及其实践路径

1.1 河道低碳管理模式分析

目前城市河道管理的难点主要包括两个方面:

① 源头污染的防控;② 河道治理技术的遗留问题。

随着城市化的不断深入,城市在发展过程中产生的各种生活污水、餐饮业污水、工业废水等,未经处理直接或间接被排放到河道中,给河道水体造成严重污染。若上述源头污染得不到有效控制,即使河道治理达标了,也很难维持河道的良好生态环境。另一方面,我国大多城市在河道治理过程中,偏向于治理的直观效果,弱化了河道治理后的长效管理,治理时多采用直接配水、化学法等见效快的治理措施。而且,目前河道治理项目大多为水利工程单位设计,一定程度上导致河道治理中存在较为严重的“水利工程”倾向^[6]。尤其是对于具有防洪排涝功能的河道,在治理过程中会保留或者新建大量硬质护岸^[7],这对于河道的后续管理非常不利。

为有效解决上述两个难点,本文提出一种新的河道管理模式,即河道低碳管理模式。河道低碳管理模式(见图1)是基于目前现有城市河道治理效果,以分布式系统理论为基础,采用分布式安全管理系统控制河道水质、生境以及防洪排涝等安全因子,保障城市河道水利安全性和水环境安全性,并构建分布式安全管理数据平台;采用分布式生态管理系统控制治理后河道生态需水量、水生生物和景观等生态因子,有效提高城市河道的生态健康水平,并构建分布式生态管理数据平台。以分布式安全管理数据平台和分布式生态管理数据平台为基础,采用网格化、流域联动的分布式智慧管理方式,应用现代信息技术实时、准确地反映河道的水质、水量、水生生物、水利功能等状况,并对其进行远程监控,遇到突发情况可实时控制并采取应急措施,从而保障整个城市河道管理的安全、低碳。

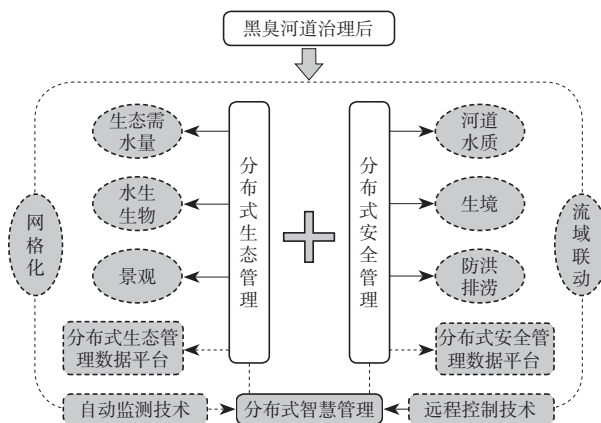


图1 河道低碳管理模式示意

1.2 河道低碳管理模式实践路径

传统河道管理是一种分散式管理模式,各个管理模块相对孤立,缺乏一个有效的、统一的管理体系。本文提出的河道低碳管理模式,采取分布式管理的方式,将各个管理模块有效统一,从系统角度全面考虑河道管理的各个模块,实现河道管理的低碳化、可持续。

1.2.1 分布式安全管理

传统的河道安全管理主要为水利工程方面的安全管理,包括防洪、排涝等,河道低碳管理模式中的分布式安全管理除考虑传统安全管理中水利工程的安全管理外,还兼顾了河道水质和河道生境两个方面。

(1) 水利工程的安全管理。水利工程分布式安全管理主要考虑堤防和水利设施的安全管理。堤防的安全管理的重点是确保堤防以及河道管理设施的正常运行,具体包括堤防坡面防护、环境维护、流量监测等。在堤防的日常维护管理过程中,采取定期巡逻的方式进行。河道巡逻员采用信息化的GIS移动数据终端管理,实时记录巡逻时河道堤防坡面、环境状况、河道流量等相关信息,并上传至分布式安全管理数据平台。

水利设施的安全管理的重点是对河道流域的水利建筑物及相关机械设施,包括坝体、涵闸、引排水泵站以及其他附属设施等的管理,确保设施的运行可靠性。一般采取定期运转检查的方式,对河道水利设施运行情况进行定期检查,记录设施现有运行状况,并上传至分布式安全管理数据平台。

(2) 河道水质的分布式安全管理。河道水质的分布式安全管理主要通过流域范围内布设分布式监控

点,尤其是污水排口、居民生活区、河流交汇点等区域。通过现代信息化手段,重点监控河道流域范围内河水的浊度、总氮、氨氮、总磷、化学需氧量和高锰酸盐指数等水质指标,并将各监控的水质信息上传至分布式安全管理数据平台。

基于分布式安全管理数据平台,采取后台监控河道水质的方式,对河道水质进行远程管控。若某个河段出现水质恶化,一方面可基于分布式安全管理数据平台分析水质恶化的原因;另一方面可以根据周边河段或者流域的水质监控结果,采取不同的应对措施。分布式安全管理系统既可以有效管控河道水质,又可以降低管控的成本,实现管控的低碳化。

(3)河道生境的分布式安全管理。长期以来,由于一直强调河道行洪功能,导致大多河道形状单一、走向顺直、护岸结构硬化,或者简单地运用浆砌石或水泥预制板护岸。上述护岸措施在保持岸坡稳定、防止水土流失以及防洪排涝等方面起到一定作用,但是对沿岸生态环境会造成一定的负面影响。一方面,光洁的硬性护坡不利于植物生长,导致水-土-生物之间的物质能量循环系统被隔断,进而影响水体自净能力;另一方面,会影响地下水补充通道,可能导致地下水水位下降。

河道生境指标主要是指河道自然性指标,包括河道渠化、弯曲程度以及护岸形式等。在河道生境分布式安全管理系统下,从设计、施工、后续管理三个层面提倡采用自然材料,比如木桩、抛石、沉石等进行护坡护岸,并保留河道的自然线性,维持河道的自然形态,不仅有利于维护河道的生态环境,提高生物群落的多样性和稳定性,还可以削弱洪峰,对下游沿线起到有效的保护作用。

1.2.2 分布式生态管理

河道低碳管理模式下,分布式生态管理系统主要考虑三方面的生态因子:生态需水量、水生生物、景观。

生态需水量是指在一定生态环境标准下,为了维持和改善河流系统正常的生态结构与基本的生态环境功能不受破坏,河流所必须保障的最小流量。河流生态需水量涉及生态环境及各类水生生物对水量的需求,包括河道与湿地生态需水量、植被生态需水量、维持景观与娱乐需水量等。分布式生态管理以现代信息化监控为手段,以流域为单元,通过实时监控管理的方式,调控流域范围内各个河道的水量,不仅可以保障流域内各河道的生态需水量,同时也确保了流域

范围内河道水量的相对稳定性。

水生生物是反映河道生态性质的重要指标,在生态系统中占主导地位。水生生物主要包括水生植物、水生动物和微生物。水生植物是河道生态系统中的生产者,包括沉水植物、挺水植物等。水生动物种群与数量的多少在一定程度上反映了河道生态环境的好坏。水生动物群落由浮游动物、底栖动物和鱼类组成。微生物包括细菌、真菌、藻类、原生微生物等,水中微生物是反映水环境质量好坏的重要指标之一。分布式生态管理利用现代信息化手段实时掌握河道水生生物状况,一旦发生异常,可及时通知河道相关管理人员采取应急措施,从而将异常情况控制在萌芽阶段,避免河道出现大规模水环境恶化,有效保障河道生态环境。

分布式生态管理模式,河道景观以因地制宜为原则,主要从以下三方面实施:构建亲水型河道、构建生态型河道、合理配置岸边植被及水生植被。构建亲水型河道可有效促进人水和谐发展。构建亲水型河道需针对不同河段构建不同的景观节点,从而扩大河道的亲水空间。同时,需加强对亲水景观基础设施的建设,以满足人们对水景观的欣赏需求。但是,在进行亲水景观基础设施建设时,需在其自身功能有效发挥的基础上,兼顾其外形构造与周边环境的协调,使得河道不仅发挥其基本功能,还具备生态功能。构建生态型河道需兼顾防洪排水和生态功能。以河道常水位为分界线,常水位以上的采用草皮、生态袋、生态砖等方式进行护堤;常水位以下则采用挡墙等方式进行巩固。同时,以因地制宜为原则,在河道周围种植适宜本地生长的草类,既可以美化河道,又能起到防冲的作用。最后,合理配置岸边植被和水生植被,不仅可以增强河道的生态功能,还可以过滤地表径流、涵养水源、降低水污染。分布式生态管理系统下,景观系统由三个层面景观体系构成:河段景观、河道景观和流域景观。若干个河段景观组成河道景观,若干个河道景观组成流域景观。各层面的景观生态系统既可以自成体系,又可以组合形成整体,充分发挥河道的景观性和生态性。

1.2.3 分布式智慧管理

分布式智慧管理以分布式安全管理和分布式生态管理为基础,运用现代自动监测技术、自动控制技术、计算机应用技术等组成一个综合性的在线自动监控系统,实现河道水样的自动采集和预处理,做到实时、连续监测和远程监控,达到及时掌握河道安全状况和生态状况;在实时监控的条件下,利用流域联

动、网格化的智慧手段,以就地、就近为原则,启动相应的应对措施,实现智慧管理、联网运行、联合调度,不仅显著提高管理效率,还可以有效保障城市河道的安全性、生态性。

2 展望

目前我国城市河道管理多半是在河道环境恶化后采取一些治理或管理等补救措施,而河道的低碳可持续管理需要在河道规划、设计、管理的初期考虑低碳模式和低碳实践路径,避免在河道管理过程中出现较多问题后再采取补救措施。在河道管理后期即使采用低碳措施补救,其效果也较差,而且投入也比初期高很多,不利于河道的低碳管理。

河道低碳管理模式是河道管理低碳化、生态化、安全化、智慧化的有效手段之一,充分利用低碳技术、现代信息技术对河道进行长效管理。在具体实践低碳管理模式的过程中还需对其进行评价,以进一步

优化河道低碳管理的实践路径。

3 参考文献

- [1] BRAVAR J, CAI Z. French rhone river and its basin harnessing [J]. World Regional Studies, 2015, 24 (1): 11-18.
- [2] 董哲仁, 孙东亚, 赵进勇, 等. 生态水工学进展与展望 [J]. 水利学报, 2014, 12 (45): 1419-1426.
- [3] 陈兴茹. 国内外城市河流治理现状 [J]. 水利水电科技进展, 2012, 32 (2): 83-88.
- [4] 周颖, 季彩华. 上海市河道整治变化历程及新理念的应用 [J]. 中国水运, 2011, 8 (11): 158-160.
- [5] 蔡海挺. 上海中小河道治理和管理对策浅议 [J]. 上海水务, 2017, 33 (1): 37-39.
- [6] 徐亚同. 农村水环境保护和治理对策的思考与建议 [J]. 净水技术, 2017, 36 (1): 1-6.
- [7] 吴阿娜, 车越, 张宏伟, 等. 国内外城市河道整治的历史、现状及趋势 [J]. 中国给水排水, 2008, 13: 4-6.

责任编辑 梁丹涛 (收到修改稿日期: 2018-07-19)

青藏高原东部边缘区域生态景观格局动态变化分析

An Analysis on Dynamic Changes in Ecological Landscape Patterns at the Eastern Fringes of the Qinghai-Tibetan Plateau

赵培强 陈明霞 胡兰兰 (甘肃省环境科学设计研究院, 兰州 730030)

Zhao Peiqiang Chen Mingxia Hu Lanlan (Gansu Design Institute of Environmental Science, Lanzhou 730030)

摘要 选取国家划定的青藏高原东部边缘生物多样性保护优先区为研究对象,以2010年和2015年2期卫星遥感影像资源为数据源,利用ArcGIS技术,采用生态景观矩阵转移和生态景观指数分析方法,对研究区域生态景观格局动态变化和景观特征进行分析。结果表明:2010–2015年,研究区域Ⅰ级、Ⅱ级生态景观格局总体比较稳定,变化不明显,局部生态景观受自然环境和社会环境影响等因素的影响,生态景观格局发生了一定的变化;利用生态景观指数法分析表明,研究区域景观破碎化程度较高、景观类型复杂,但景观格局总体表现比较稳定、动态变化不明显。

关键词: 生态系统 景观格局 转移矩阵 景观指数 边缘区域 青藏高原

Abstract The eastern fringes of the Qinghai-Tibetan plateau has been identified as a priority area of biodiversity protection by the State. As the study area, taking the satellite remote sensing images in the years of 2010 and 2015 as the data source and using ArcGIS technique, the analytical methods of ecological landscape matrix transfer and ecological landscape index were adopted to analyse dynamic changes in the ecological landscape patterns and the landscape characteristics. The result has shown that, in the study area, the class I and class II ecology landscape patterns were comparatively stable whilst no evident changes occurred. Certain changes happened in localised ecological landscape affected by several factors such as natural environment and social environment. It was indicated that by using the ecological landscape index to analyse the study area, there was a relatively high degree of landscape fragmentation with complicated landscape types whilst the landscape patterns were found stable as a whole without showing obvious dynamic changes.

Key words: Ecosystems Landscape pattern Transfer matrix Landscape index Fringe area Qinghai-Tibetan plateau

生态系统是服务于人类生存和社会经济可持续发展的重要条件,准确而有效地反映生态系统的变化成为目前生态学研究的前沿和热点^[1]。当前,对生态现状的研究多为静态研究,其缺点是不能准确地反映研究区域景观格局的动态变化^[2]。景观格局是生态系统格局的具体体现,对景观格局的动态变化研究有助于发现生态系统中景观变化的成因,探究人类活动、自然演变对生态环境的影响,进而对生态景观格局变化

方向过程和效应进行调控^[3-8]。当前,遥感技术和地理信息系统是生态景观格局研究的主要手段^[9],获取不同时期的遥感影像数据进行分析,有助于更准确地反映研究区域生态景观格局的变化^[10-11]。

国家环境保护部公益类项目,编号:A2016-007。

第一作者赵培强,男,1978年生,2009年毕业于西北师范大学生命科学学院,硕士,工程师。

青藏高原东部边缘区域是我国黄河上游生态安全屏障的重要保障区,区域具有良好的生态环境,丰富的物种资源,种类数量繁多的珍稀和濒危野生动植物,是我国重要的物种资源库和生物多样性重点保护区域,是我国西北地区重要的物种资源基因库,具有很高的生物多样性保护价值。2015年,为贯彻落实国务院批准发布的《中国生物多样性保护战略与行动计划(2011–2030年)》,加强生物多样性保护与监管,提升我国生物多样性管理水平,国家生态环境部将该区域划入国家35个生物多样性保护优先区,该区域属于羌塘–三江源生物多样性保护优先区域,作为西北地区重要的物种资源优先保护区域位列其中。本研究以羌塘–三江源生物多样性保护优先区域(简称“优先区”)甘肃省区域为研究对象,采用生态遥感解译技术,对优先区2010–2015年2期卫星遥感影像数据进行分析,探究研究区生态景观格局的动态变化,为未来该区域生态景观格局变化调控和生物多样性保护提供参考依据。

1 材料与研究方法

1.1 研究区域概况

羌塘–三江源生物多样性保护优先区域属青藏高原高寒地区,区域蕴藏着丰富的珍稀、特有野生动植物,区域涉及甘肃、四川、青海、新疆、西藏5个省/自治区、11个地级行政区、36个县级行政区,包括9个国家级自然保护区,其中甘肃境内的研究区域13 214.817 6 km²,包括了甘南藏族自治州碌曲县、夏河县部分乡镇和玛曲县全境。研究区有草原、湿地、森林、农业、裸地等多种生态系统,构成了复杂的生态景观。羌塘–三江源生物多样性保护优先区域甘肃区域具体范围见表1和图1。

1.2 研究方法

1.2.1 数据来源及处理

以2010年和2015年的2期Landsat TM遥感图像为主要信息源,结合研究区域同期土地利用现状数据、行政区划图和1:50 000地形图,在ArcGIS10.2.1

表1 羌塘–三江源生物多样性保护优先区域甘肃境内范围

甘肃境内	州辖县	县辖内
甘南藏族自治州	碌曲县	尕海–则岔国家级自然保护区
		尕海乡、郎木寺乡、拉仁关乡
	玛曲县	全县范围
	夏河县	科才乡

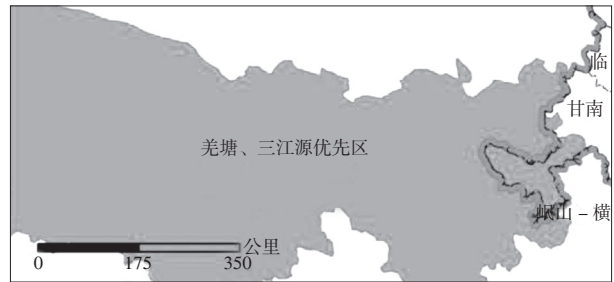


图1 羌塘–三江源生物多样性保护优先区域范围

下对经校正的2期影像图像进行裁剪处理,建立遥感解译标志,进行人机交互式目视解译,生成研究区域景观类型图,并分析研究区域景观格局动态变化特征。景观类型划分研究要素选取中参考研究区域土地利用和覆盖特点,根据研究区生态环境实际情况,结合野外调查,对研究区域主要的I级生态景观和II级生态景观进行研究。

1.2.2 研究方法

(1) 生态景观格局动态变化分析。在GIS技术支持下,对研究区生态景观格局变化采用景观格局转移矩阵研究方式进行分析研究^[12–13],分析景观格局变化形式及景观类型的转换统计信息。

(2) 生态景观特征分析。对优先区内生态系统景观格局的变化,运用景观生态学中的景观指数法进行分析,选取斑块数(NP)、边界密度(ED)、平均板块面积(MPS)、类斑块平均面积(MPST, Mean Pathes Size)和聚集度指数(CONTAG)5个景观指数,利用地理信息系统平台ArcGIS和景观结构分析软件FRAGSTAST进行分析^[13–15]。

① 斑块数(NP, Number of Patches):该指标用来衡量目标景观的复杂程度,斑块数量越多说明景观构成越复杂。

$$N_p = N \quad (1)$$

式中, N_p ——表示整个景观或单一景观类型的斑块数量,取值 $N \geq 1$, $N=1$ 时,可认为整个景观只有1个斑块组成。

② 边界密度(ED, Edge Density):也称为边缘密度。边缘密度包括景观总体边缘密度(或称景观边缘密度)和景观要素边缘密度(简称类斑边缘密度)。边界密度是从边形特征来描述景观破碎化程度,边界密度越高说明斑块破碎化程度越高。计算公式:

$$E_d = \frac{E}{A} \quad (2)$$

式中, E_D ——边界密度, km^{-1} ;

E ——边界总长度, km ;

A ——景观总面积, km^2 。

③ 平均斑块面积 (MPS, Mean Pathes Size): 该指标可以用来衡量景观总体完整性和破碎化程度, 平均斑块面积越大说明景观较完整, 破碎化程度较低。计算公式:

$$M_{ps} = \frac{A}{N} \quad (3)$$

式中, M_{ps} ——平均斑块面积, km^2 ;

A ——景观总面积, km^2 ;

N ——斑块数量。

④ 类斑块平均面积 (MPST, Mean Pathes Siz): 景观中某类景观要素面积的算数平均值, 反映该类景观要素斑块规模的平均水平, 平均面积最大的类可以说明区域景观的主要特征, 每一类的平均面积则说明该类在景观中的完整性。计算公式:

$$\bar{A}_i = \frac{1}{N_i} \sum_{j=1}^{N_i} A_{ij} \quad (4)$$

式中, $\bar{A}_i$ ——景观中某类景观要素面积的算数平均值, km^2 ;

N_i ——第 i 类景观要素的斑块总数;

A_{ij} ——第 i 类景观要素第 j 个斑块的面积, km^2 。

⑤ 聚集度指数 (CONTAG): 反映景观中不同斑块类型的非随机性或聚集程度。聚集度指数越高说明景观完整性越好, 相对的破碎化程度越低。计算公式:

$$C = C_{\max} + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \ln(p_{ij}) \quad (5)$$

式中, C ——聚集度指数;

$C_{\max}$ ——最大聚集的指数;

n ——景观中斑块类型总数;

P_{ij} ——斑块类型 i 与 j 相邻的概率。

2 结果与分析

2.1 生态景观格局变化分析

(1) 生态景观格局转移变化分析。在 GIS 支持下, 将研究区域两个时段的 I、II 级生态景观面积进行分析, 对研究区域发生动态变化的生态景观以矩阵的形式进行说明, 以便进一步更加明确转变形式和转换程度, 发生景观矩阵转移的生态景观统计结果见表 2、表 3。

表 2 2010 年、2015 年优先区 I 级生态景观转移矩阵¹⁾分析 (km^2)

2010 年生态景观类型	2015 年生态景观类型						合计
	森林 - 灌丛	草地	农田	湿地	城镇	裸地 - 积雪	
森林 - 灌丛							0.000
草地	0.006 3			0.012 6	3.509 1	1.140 3	4.668 3
农田		0.002 7			1.133 1		1.135 8
湿地		0.009 0				12.918 0	12.927 0
城镇							0.000
裸地 - 积雪							
合计	0.006 3	0.011 7		0.012 6	4.642 2	14.058 3	18.731 1

1) 空格表示数据未发生变化。

表 3 2010 年、2015 年优先区 II 级生态景观转移矩阵¹⁾分析 (km^2)

2010 年生态景观类型	2015 年生态景观类型								合计
	落叶阔叶灌丛	高寒草原	草本湿地	稀疏草地	建设用	交通用	采矿地	裸土	
高寒草原					0.090				0.090
高寒草甸	0.006 3		0.012 6		0.911 7	1.772 1	0.207	1.140 3	4.05
稀疏草地					0.528 3				0.528 3
旱地					1.133 1				1.133 1
河流		0.005 4		0.003 6				12.918 6	12.927 6
合计	0.006 3	0.008 1	0.012 6	0.003 6	2.663 1	1.772 1	0.207	14.058 9	18.731 1

1) 空格表示数据未发生变化。

表2分析结果表明:研究区5年内森林-灌丛生态景观表现非常稳定,景观格局没有发生任何变化,草原生态景观发生变化,部分景观转变为森林-灌丛、湿地、城镇和裸地,部分农田生态景观转变为草地和城镇,湿地生态景观稳定性较差,部分景观转变为草地和裸地生态景观。从景观面积数据矩阵转移度分析,研究区湿地生态景观格局变化浮动较大,有12.918 km²湿地转变为裸地-永久积雪,其他类型生态景观表现的格局变化很小,变化浮动在0~4 km²范围之内。

表3分析结果表明:研究区5年内有11种Ⅱ级生态景观发生了格局变化。发生变化的11种生态景

观格局中,裸土、河流、建设用地、交通用地、旱地、高寒草甸共6种生态景观格局变化相对较明显,其中有12.918 6 km²河流生态景观转变为裸地生态景观,景观格局变化最明显。其他高寒草原、稀疏草地、落叶阔叶灌丛、采矿地、草本湿地5种生态景观格局变化不明显,景观格局变化范围在1 km²范围之内。

(2)生态景观格局变化分析。在GIS支持下,将获得的两个时期的Ⅰ级、Ⅱ级生态景观格局变化数据进行统计,分析研究区5年内各种类型生态景观面积增减及变化浮动,具体分析结果见图2、图3。

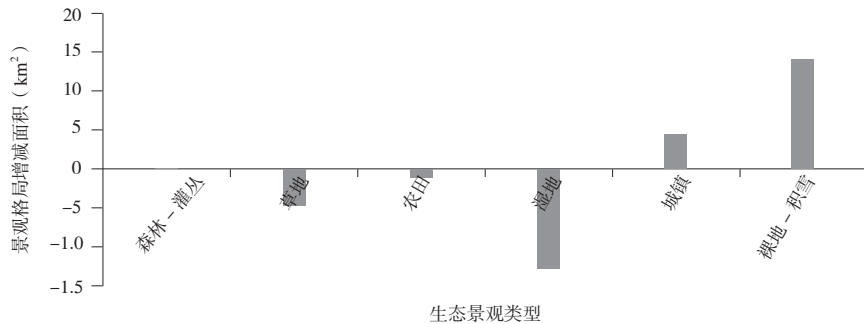


图2 Ⅰ级生态景观格局变化

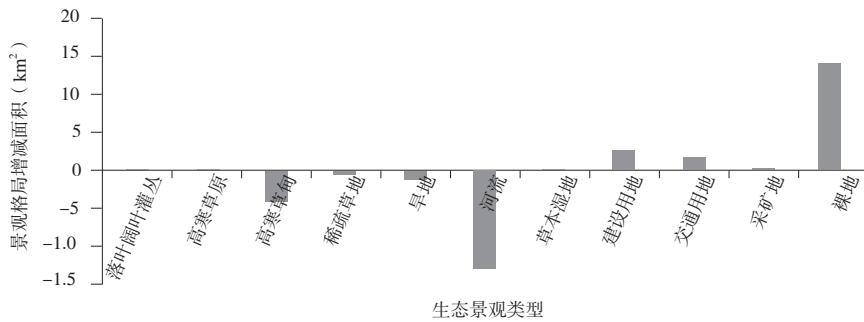


图3 Ⅱ级生态景观格局变化

图2分析结果表明,研究区5年内草地、农田、湿地、城镇、裸地-积雪5种生态景观格局发生了动态变化,其中草地、湿地、农田生态景观面积有所减少,城镇、裸地-积雪生态景观面积有所增加,森林-灌丛生态景观格局没有发生变化。根据柱状图变化浮动分析,湿地、裸地-积雪生态景观格局变化相对比较明显,草地、农田、城镇生态景观格局动态变化不明显,森林-灌丛生态景观格局没有发生变化。

图3分析结果表明,研究区5年内Ⅱ级生态景观

中落叶阔叶灌丛、高寒草原、高寒草甸、稀疏草地、旱地、河流、草本湿地、建设用地、交通用地、裸地等11种生态景观格局发生了变化,其中,阔叶灌丛、草本湿地、建设用地、交通用地、采矿地、裸地6种生态景观面积有所增加,高寒草原、高寒草甸、稀疏草地、旱地、河流5种生态景观面积有所减少。根据柱状图变化浮动分析,河流、裸地生态景观格局变化比较明显,落叶阔叶灌丛、高寒草原、稀疏草地、草本湿地、采矿地生态景观格局变化不明显。

2.2 生态景观特征变化分析

本研究利用 ArcGIS10.2.1 软件, 提取研究区 2010 年、2015 年两个时段生态遥感数据, 对景观生态学中的斑块数 (N_p)、边界密度 (E_D)、平均板块面

积 (M_{ps})、类斑块平均面积 ($\bar{A}_i$) 聚集度指数 (C) 5 个景观指数进行分析, 分析两个时段 I 级和 II 级生态景观特征变化, 具体分析结果见表 4、表 5。

表 4 2010 年、2015 年优先区 I 级生态景观指数分析

年份	生态景观指数									
	N_p (个)	E_D (个/km ²)	C	M_{ps} (km ²)	$\bar{A}_i$ (km ²)					
					森林-灌丛	草地	湿地	城镇	农田	荒漠-裸地
2010	13 653.00	31.73	69.40	0.97	0.300 1	4.19	0.697 2	0.244 9	0.149 9	0.176 8
2015	13 803.00	32.00	69.27	0.96	0.300 1	4.169 4	0.670 8	0.262 4	0.137 6	0.175 2

表 5 2010 年、2015 年优先区 II 级生态景观指数分析

年份	生态景观指数												
	N_p (个)	E_D (个/km ²)	C	M_{ps} (km ²)	$\overline{A}_i$ (km ²)								
2010	41 267.0	56.59	67.32	0.32	高寒草原	温性草原	阔叶灌丛	稀疏草地	常绿针叶林	草本湿地	温性草甸	稀疏灌丛	盐碱地
					0.196 6	0.005 6	0.253	0.064 1	0.088 7	0.503 6	0.034 4	0.038 8	0.068 4
					交通用地	建设用地	裸土	裸岩	旱地	湖泊	沙漠	水库	河流
					0.008 9	0.191 1	0.066 7	0.317 5	0.149 9	0.509 6	0.091 8	0.011 7	0.781 8
2015	41 419.0	56.81	67.81	0.32	高寒草原	温性草原	阔叶灌丛	稀疏草地	常绿针叶林	草本湿地	温性草甸	稀疏灌丛	盐碱地
					0.196 6	0.005 6	0.253	0.064	0.088 7	0.503 6	0.034 4	0.038 8	0.068 4
					交通用地	建设用地	裸土	裸岩	旱地	湖泊	沙漠	水库	河流
					0.233 2	0.233 2	0.074 2	0.317 5	0.137 6	0.509 6	0.091 8	0.011 7	0.591 2

表 4 分析结果表明: 5 年内研究区域 I 级生态景观指数表现比较稳定, 变化不明显, 其中斑块数量 (N_p)、边界密度 (E_D) 略有增加, 聚集度指数 (C)、平均斑块面积 (M_{ps})、类斑块平均面积 ($\bar{A}_i$) 略有减小, 说明 5 年内研究区域生态景观格局破碎化程度增加; 根据表 4 景观指数变化程度分析, 研究区内斑块数量 (N_p) 指数较大, 边界密度 (E_D)、平均斑块面积 (M_{ps})、类斑块平均面积 ($\bar{A}_i$)、聚集度指数 (C) 指数变化不明显, 表明研究区域 I 级生态景观格局总体表现的破碎化程度不明显。

表 5 分析结果表明: 5 年内优先区 II 级生态景观指数中, 斑块数量 (N_p)、边界密度 (E_D)、聚集度指数 (C) 景观指数有所增加, 平均斑块面积 (M_{ps}) 没有发生变化、类斑块平均面积 ($\bar{A}_i$) 变化浮动很小, 表明过去 5 年内研究区 II 级生态景观破碎化有所增加; 根据表 5 景观指数变化程度分析, 研究区内斑块数量 (N_p) 指数较大, 边界密度 (E_D)、平均斑块面积 (M_{ps})、类斑块平均面积 ($\bar{A}_i$)、聚集度指数 (C) 指数变化不明显, 表明研究区域 II 级生态景观格局总体表现的破碎化程度不明显。

3 结论

在研究的基础上,通过2010年、2015年两个时间段生态遥感影像数据,综合考虑优先区域自然环境和社会环境的变化关系,分析研究区生态景观格局的变化及成因,为研究区生物多样性的保护区提供依据。研究区域生态景观格局动态变化及成因如下。

(1) 2010–2015年,青藏高原东部边缘地区的羌塘–三江源生物多样性保护优先区甘肃区域生态景观格局总体保持稳定的发展状态,生态环境整体变化不大,但局部生态景观格局发生了一定的变化,其中Ⅰ级生态系统中,局部草原生态景观面积有所减少,其主要原因是研究区近年来城镇化发展、基础设施建设及草原“三化”(板结化、沙化、鼠虫害化)对草原生态环境产生了一定的影响;Ⅱ级生态系统中建设用地、交通过地、裸地等景观面积有所增加,河流、湿地等景观面积有所减少,其主要原因是研究区域城镇化发展、基础设施建设和局部自然环境的变化所致。

(2) 2010–2015年,青藏高原东部边缘地区的羌塘–三江源生物多样性保护优先区甘肃区域生态景观特征指数中:斑块数量(N_p)指数较大,边界密度(E_D)、平均斑块面积(M_{PS})、类斑块平均($\bar{A}_i$)、聚集度指数(C)指数较大。表明研究区域生态景观格局复杂,景观破碎化程度较高,研究结果与青藏高原东部边缘地区复杂的生态环境现状相符。

(3) 2010–2015年,青藏高原东部边缘地区的羌塘–三江源生物多样性保护优先区甘肃区域生态景观特征总体表现稳定,Ⅰ级、Ⅱ级生态景观指数变化很小或没有发生变化,表明研究区5年里区域生态环境受外界环境的影响较小,生态系统总体稳定,景观格局没有发生较大的变化。

4 参考文献

- [1] 卢京花,张国坤,曾丽红,等.镇赉县景观格局与生态系统服务价值变化[J].东北林业大学学报,2010,38(10):51–54.

- [2] 傅伯杰,刘世梁,马克明.生态系统综合评价的内容与方法[J].生态学报,2001,21(11):1852–1892.
- [3] SCHRODER B, SEPPELT R. Analysis of pattern process interactions based on landscape models: overview general concepts and method logical issues[J]. Ecological Modelling, 2006, 199(4): 505–516.
- [4] 马安青,陈东景,王建华,等.基于RS与GRS的陇东黄土高原土地景观格局变化研究[J].水土保持学报,2002,16(9):56–59.
- [5] 江晓波,马泽忠,曾文蓉,等.三峡地区土地利用/土地覆被变化及其驱动力分析[J].水土保持学报,2004,18(4):108–112.
- [6] 甘红,刘彦随,王静,等.中国北方农牧交错区土地利用类型转换驱动因子分析[J].水土保持学报,2004,18(4):114–116.
- [7] 柳长顺,齐实.西吉县80年代土地利用变化研究[J].水土保持学报,2001,15(6):104–107.
- [8] 刘惠明,尹爱国,苏志尧.3S技术及其在生态学研究中的应用[J].生态科学,2002,21(1):82–85.
- [9] RE IDRS, KRUSKARL, MUTHUIN, et al. Land use and response to changes in climatic, biological and socio-political force, western Ethiopia Landscape Ecology, The case of southwestern Ethiopia[J]. Landscape Ecology, 2000, 15(4):339–355.
- [10] 郭红,龚文峰,董隽,等.基于RS和GIS的嫩江下游土地沙漠化景观格局变化特征分析[J].生态与农村环境学报,2009,25(3):99–103.
- [11] ABDULLAH S A, NAKAGOSHI N. Changes in agricultural land–scape pattern and its spatial relationship with forestland in the state of Selangor, Peninsular Malaysia[J]. Landscape and Urban Plan–ning, 2008, 87(2):145–147.
- [12] 王海军,孔祥东,张勃.岷江中下游生态景观格局变化[J].地球环境学报,2017,8(3):263–272.
- [13] 宋小宁,朱小华,李小涛,等.石羊河流域中游景观生态格局变化及驱动分析[J].国土资源遥感,2010,1(83):117–123.
- [14] 领耀文,袁春霞,史建尧.近15年甘肃民勤湖区景观格局动态变化分析[J].兰州大学学报(自然科学版),2008,44(1):11–16.
- [15] 汤萃文,张海风,陈银萍.祁连山南坡植被景观格局及其破碎化[J].生态学杂志,2009,28(11):2305–2310.

责任编辑 梁丹涛(收到修改稿日期:2019–02–25)

兰州市城关区空气微生物分布特征分析

A Study on the Distribution Characteristics of Atmospheric Microbes in Chengguan District of Lanzhou City

褚可成 许淑青 陈 颢* (甘肃省环境监测中心站, 兰州 730020)

Chu Kecheng Xu Shuqing Chen E* (Gansu Provincial Environmental Monitoring Centre, Lanzhou 730020)

摘要 在兰州市区, 分别选取甘肃环保科技大厦及不同环境功能区(兰州大学、甘肃省第一人民医院、火车站、兴隆山)进行了大气微生物采样。通过不同的变量研究, 确定了室外细菌最佳采样时间为 25 min、霉菌为 25 min、放线菌为 20 min。掌握了一定范围内兰州春季大气微生物[细菌、真(霉)菌和放线菌]的分布情况, 并对人体呼吸道有可能造成危害的大气微生物进行了后续的分析处理, 共鉴定出细菌 17 种(其中背景点 5 种、采样点 12 种)、霉菌 1 种(采样点)。通过与医学中相关致病微生物对比发现, 其中 6 种细菌属于条件致病菌, 在特定条件下会对人体健康造成危害, 这些条件致病菌也将成为后续研究的重点。

关键词: 大气微生物 功能区 条件致病菌 兰州市

Abstract Atmospheric microbe sampling was conducted at the Environmental Protection Technology Building and different environmentally functional zones in Lanzhou City including Lanzhou University, Gansu Provincial No.1 People's Hospital, Railway Station, and Xinglongshan National Natural Reserve. The optimal durations for outdoor sampling of bacteria, moulds and actinomycetes were determined to be 25, 25 and 20 minutes, respectively. Having known well the distribution of atmospheric microbes including bacteria, fungus or moulds and actinomycetes in Lanzhou within a certain range, a follow-up analysis was carried out on atmospheric microorganisms that may cause harm to human respiratory tract, whilst identifying 17 species of bacteria including 5 ones at baseline spots and 12 ones at sampling points, as well as 1 species of mould at sampling points. It was found that 6 species of bacteria herein were opportunistic pathogens by comparing with the related pathogenic microorganisms in medical science. Those pathogens could cause harm to human health under certain conditions, and would become the focus in the follow-up research.

Key words: Atmospheric microbes Functional zone Opportunistic pathogens Lanzhou City

随着社会经济的发展, 人民的生活水平逐渐提高, 人们对于自身的健康也更加重视。环境污染包括水污染、大气污染、土壤污染、噪声污染等^[1-2], 大气污染物由大气颗粒物、化学污染物和微生物构成, 前两者是无生命的物质而后者则是有生命的活体, 它们广泛存在于大气中, 大多依附于尘埃颗粒物或以气溶胶的形式存在, 可随着气流的流动而漂移, 它们在条件适宜时能对人类及动植物构成

侵害^[3-5]。因此, 监测大气微生物对改善大气环境、提高人们的健康和工农业生产等方面都具有重要的意义^[6-7]。

甘肃省科技计划, 编号: 18JR3RA023。

第一作者褚可成, 男, 1985 年生, 2011 年毕业于兰州交通大学化学与生物工程学院, 硕士, 工程师。

* 通信联系人, 373429878@qq.com。