

DOI:10. 3880/j. issn. 1004 - 6933. 2019. 05. 012

基于 GIS 网格化的河长制信息资源模型

高 磊,黄华东,谈 震,刘 敏,杜 政

(南瑞集团有限公司(国网电力科学研究院有限公司),江苏 南京 211106)

摘要:提出了基于 GIS 网格化的河长制信息化系统信息资源模型,该模型以河湖体系为核心,以河长制行政区划分段,形成河湖模型,并设计各类型数据目录存储结构,使各类数据与主体河湖模型对象关联;同时利用 GIS 空间数据处理方法,根据行政区划将分级管辖河段对象空间网格化,形成基于河湖模型的 GIS 空间网格化河湖资源空间数据对象,利用 GIS 的空间分析功能,将不同类型的数据资源与对应段的河湖资源对象自动关联,从而提供数据服务,支撑整个河长制监测监管信息的运转。模型应用于长沙市河长制信息化管理系统,实现了基于“互联网+”的河湖治理信息化工作模式,极大提高了河长制信息化工作的效率。

关键词:河长制;信息化管理;GIS 网格化;资源目录

中图分类号:TV212 **文献标志码:**A **文章编号:**1004 - 6933(2019)05 - 0066 - 04

Information resource model of River Chief information system based on GIS grid//GAO Lei, HUANG Huadong, TAN Zhen, LIU Min, DU Zheng(*Nari Group Corporation/State Grid Electric Power Research Institute,Nanjing 211106,China*)

Abstract: The information resource model for River Chief informatization system based on GIS grid was proposed. This model takes the river and lake system as the core, divides the sections according to the River Chief administrative region, forms the river and lake model, and designs the storage structure of each type of data directory, so that all kinds of data are associated with the main river and lake model object. In the meantime, the GIS spatial data objects of river and lake resources based on the river and lake model are formed by meshing the objects of river and lake resources under hierarchical jurisdiction according to the administrative division by the method of GIS spatial data processing. The spatial analysis function of GIS is used to automatically associate different types of data resources with river and lake resource objects in corresponding segments, so as to provide data services and support the operation of monitoring and supervision information of the whole River Chief system. This model was applied to Changsha River Chief system information management system, and realized the information working mode of river and lake management based on “Internet +”, which greatly improved the efficiency of River Chief system information work.

Key words: River Chief; information management; GIS grid; resource catalog

河湖治理由于涉及部门众多,综合性影响因素多,一直是长期困扰环境、民生发展的重点问题,2016 年 12 月,《关于全面推行河长制的意见》的中央文件印发,标志着河长制从地方实践探索正式上升成为国家意志^[1];2017 年 3 月,在十二届全国人大第五次会议上,“全面推行河长制”首次被写入政府工作报告。这一系列国家政策的出台表明河长制制度已基本完备。目前,全国各地都掀起河长制改革的热潮,水利部也出台了具体的督导意见,标志着中国的河湖治理进入了一个新时期^[2]。

河长制工作的推行通常成立由地方主要党政领导为河长,水利厅(局)牵头的河长办,协同各相关部门,以省、市、县、乡、村多级全面落实河长制的相关工作^[3]。由于河长制涉及全方位的河湖信息监测监管和多部门间的业务协同,信息化支撑就非常重要,因此在各地河长制的政策落实、建设过程中,信息化系统的建设对河长制的落地起到了重要作用。而信息化系统的建设,主要是围绕河长制六大任务开展的监测监管、工作协同、民众交互等领域的功能开发与应用,而这 3 个功能领域内的数据信息

作者简介:高磊(1981—),男,高级工程师,硕士,主要从事水利信息化通用软、硬件平台及产品的研究。E-mail:gaolei@sgepri.sgcc.com.cn。

资源如何整合、流转,则是河长制信息化系统能够取得成功的关键;河长制信息化系统除需要整合水利、环保、林业、国土等多个部门的监测信息数据外,还需处理民众投诉、河长巡河等监管类信息数据,这使得基于河长制信息资源模型的信息整合变得非常重要,对系统应用成功与否起到关键性作用。

目前水利、环保行业都已有相关的数据库信息模型规范标准,但主要是覆盖水情、水质数据监测范围,同时,由于侧重点不同,不同领域内的规范标准的结构、内容有一定的出入,因此需要一种通用的、标准化的覆盖河长制各类信息需求的模型规范体系^[1,4]。本文提出一种河长制信息化的资源模型结构,旨在为河长制应用系统的建设落地提供支撑。

1 模型建立

河长制信息资源模型应以河湖体系为核心,以河长制行政区划分段,形成河湖模型,在此基础上设计各类型数据目录存储结构,使各类数据均与主体河湖模型对象关联。同时针对河湖模型对象,利用 GIS 空间数据处理方法,根据行政区划将分级管辖河段对象空间网格化,形成基于河湖模型的 GIS 空间网格化河湖资源空间数据对象,利用 GIS 的空间分析功能,将不同类型的数据资源与对应段的河湖资源对象自动关联,从而提供数据服务,支撑整个河长制监测监管信息的运转^[5]。

1.1 河湖模型

1.1.1 河湖目录

河长制信息化中,河流按照水利学的分类方法,以流域、水系、河流等层次结构划分,设定河湖目录以流域为根节点、依次以主外键关系建立水系、河流的对象实体,在河流层级及以下层级,支持基于链表结构的层级模型对象拓展,实现河流与上游支流、下游支流一对多、多对一的关联关系,河流层级数、类型属性可按需扩展,为河湖体系提供统一、通用、可扩展的模型结构,将河长制管理的河流信息按照流域与水系特点进行存储,其结构可扩展,完成河流层级的模型存储。在此基础之上建立河长制所涉及的多层管理层级的模型结构。在目前河长制的实际实施过程中,绝大部分省级层面为最高级别,基本层级为省、市、县、乡(镇)、村五级体系^[3]。该层结构较为简单,可直接通过层级信息模型完成对应河长制管理单位、河长及河长制工作人员的信息存储。

河湖资源模型和管理层级模型之间可通过桥接或多对多映射的关系建立关联,但这是一种弱关联,其目的是建立河湖资源与对应层级的河长、河长办公室之间的关联关系,不涉及实体间的关联操作,后

续进一步对河湖资源做网格化处理,将河流划分为管辖河段,从而为后续河长制信息系统的应用开发提供河湖模型服务^[6-7]。

1.1.2 GIS 网格化

河湖模型的建设为河长制与河湖管理提供了河流信息及河长制各层级间的管辖范围与对象信息,但由于河长制是以一条河流的管辖范围划分的,如县级河长对某条河流在县内河段管理,而在一些应用场景中,如市的不同区管辖范围,存在河流左右岸的划分,同时河流岸线规划是河长制建设的基础要求,应当严格落实规划岸线分区管理要求^[8],这使得单纯的河湖模型无法提供河长制基本管理单元的模型支撑,因此,需对河湖资源模型中的河流信息根据河长制的管辖范围进一步划分。河段网格化是建立在河流 GIS 模型的基础上,将河流资源模型转换成具备拓扑空间关系的 GIS 对象模型,根据河流对象精度划分的不同,分别以 GIS 空间对象类型的线、面对象为基本单元,对河流及其支流 GIS 建模,并建立与河湖模型中对象的映射关系,实现河流水文信息与空间信息统一管理。从而形成河湖 GIS 模型库。在建立河系 GIS 模型的基础上,进行河湖网格化工作。网格化是将河湖根据管辖范围划分进行分段分块,建立河湖网格化 GIS 对象及其属性信息,并通过分段截面,建立河湖网格化拓扑关系。图 1 为河长制河湖资源 GIS 网格化示意图。从图 1 可以看出,GIS 网格化核心是通过 GIS 分段断面,与现有河湖 GIS 对象进行空间计算,编辑、合并、裁剪形成新的河湖管理区段,区段与区段之间通过划分断面进行关联,形成统一的空间拓扑关联关系,在网格化的划分过程中,主要分为以下两种情况。

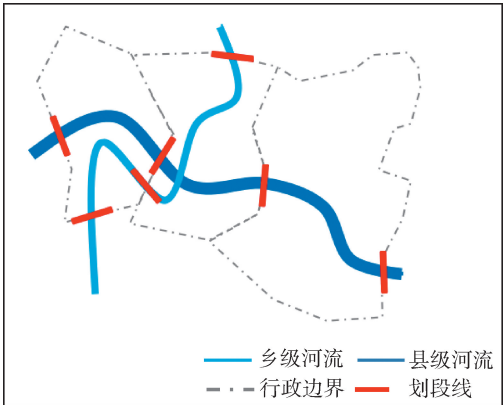


图 1 河长制河湖资源 GIS 网格化示意图

a. 连续性的河湖网格划分。基本是在原有河湖结构上的线性连接,通过划分断面,分割不同的河湖网格,划分后的管理河段通过 GIS 划分断面进行关联,如某条市级河流,根据不同区的管理范围划分

为3段1、2、3,断面为A、B,其空间拓扑关系见图2。



图2 连续性河湖空间拓扑关系

b. 有并行管理分支的河湖网格划分。针对河流左右岸划分为不同河流管理行政区的情况,将河流GIS线、面对象进一步细化为左右岸部分,如单条矢量线型代表的河流,根据前后断面划分为左右岸两条矢量线,并与截面裁剪;针对面对象,将该区域河段根据实际管辖划分,划分为左右岸两块矢量面对象,并与截面进行裁剪。如某条市级河流,根据不同区的管理范围划分为3段1、2、3,断面为A、B,其中第2段分为左右岸管理,首先将第2段切分为2L、2R两个空间对象,并与断面进行切分,得到该段的左右岸对象,其空间拓扑关系见图3。

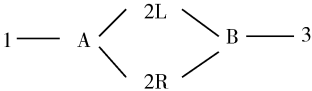


图3 并行管理河湖空间拓扑关系

1.2 数据目录

河长制信息化在水利数据的基础上,整合了环保、林业、国土等多个部门的相关数据,是一个综合性的数据资源整合应用^[7]。以具备空间属性的关系型河湖模型为基础,围绕河湖模型对象,组织各类数据的存储、管理与交互。梳理河长制数据资源目录,对所需的数据类型进行归类抽象,建设相关的数据库表。这些数据信息的存储管理,可按大类分库分布式存储,通过统一的河湖模型进行信息的组织与关联,其中各类监测信息按类别分表存储,减少冗余,提高关系库的读写效率,便于后期库表水平、垂直切分,进一步减少行业习惯的影响,形成统一、标准、放开的数据资源目录。目前河长制数据资源整合中,涉及的信息类型多、数据量大,按照所涉及的监测监管信息类别进行分类,各类不同数据源均与河湖模型对象建立关联关系,为河长制信息系统数据查询提供不同数据源信息支撑。河长制数据大致有以下几类。

a. 河湖监测信息类:包括水位、雨量、流量、水质、排污量等各类河湖水情、水质等,该类信息以测站、测值形式进行分表关联存储,其中测站具备位置信息。

b. 河湖监控信息类。包括视频、闸门、泵站等各类水利工程的监控信息,根据自动化对象不同,设计相应的自动化资源与监控数据存储结构。其中,视频以组件的形式记录视频位置、路由、网络地址、通道等信息;水利工程记录位置,同时根据工程监控

对象记录不同类别的控制点、信号点,并存储相应监控数据。

c. 河湖监管类。主要包括巡河事件、投诉事件等,这些信息与河湖监测信息类似,但不同处是通过人工的方式上报监管信息。如河长巡河过程中发现的具体河湖问题、群众投诉的具体问题,这些事件在存储相关属性的基础上,记录事件位置。

d. 河湖日常管理类。主要是上下级河长办、河长办与同级相关职能部门间的人员与日常管理类信息资源的存储^[5]。记录河长、河长制相关人员信息;日常交办、督办任务,任务的流转、完成情况,以及相关文档的存储管理。

e. 河湖长效治理类。主要包括一河一策、一河一档等河湖治理方案、治理工程、长效管制过程中的文档管理存储。

2 模型对比

选取SL324—2005《基础水文数据库表结构及标识符标准》、HJ723—2014《环境信息数据字典规范》两个领域内比较有代表的数据模型国家行业标准进行对比分析,两个领域的模型结构如图4和图5所示。

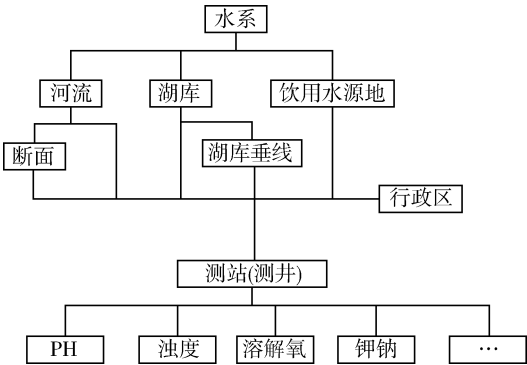


图4 环境信息数据模型结构

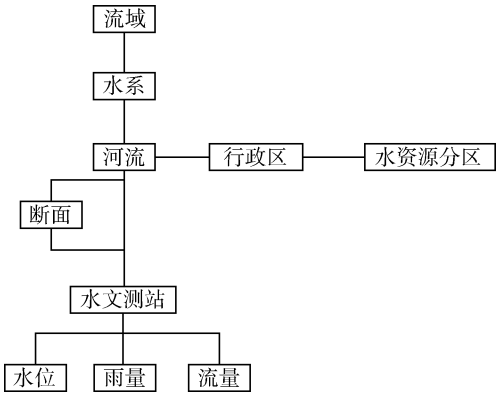


图5 基础水文数据模型结构

图4建模共有5层,由水系开始进行顶层设计,下设河流、湖库、水源地3类子级,每类子级下设对

应水环境测站,行政区为测站分支属性。水环境测站监测参数有 PH,溶解氧,浊度、钾钠等等,种类多达几十种。图 5 建模共有 6 层,由流域开始顶层设计,向下水系、河流逐级分层,同样河流细分出断面子类型,水文测站监测参数类型比较少,一般为水位、雨量、瞬时流量、累计流量等几种。环保监测数据与基础水文监测数据相互独立,数据目录、建模层次、测值类型都有鲜明行业特色。水文监测将不同的监测对象与测站关联,形成历史数据表,方便测站数据统计,但相对降低了关系型数据查询、管理效率;环保监测中,不同测站监测对象分为理化指标项目、非金属无机物项目、金属无机物项目、酚类有机物项目等,以及测站评价。这 5 类指标项目又细分为不同监测参数,方便按类组合查询和统计水质监测指标,但数据查询条件相对偏多,查询相对复杂,因此,这两种标准都不能直接用在河长制的系统建模中。本文提出的河长制信息资源模型兼顾两种标准的优点,保证灵活性的同时提高了存储效率。模型以河湖管理对象为核心,通过网格化建立河湖资源模型,建立关系的同时赋予管辖河段空间属性,并梳理数据资源目录,形成映射关系,完成多源、多部门数据整合。其中,河湖模型是核心,在此基础上通过类别属性或特征来对各类数据资源进行分类,归并具有共同业务属性或特征的河长制数据资源,以建立数据资源模型,做到不同维度的河长制信息对象数据“一数一源”,实现河长制数据资源采集、管理、查询服务以及共享,以便河长制信息化系统有序、高效地管理和开发利用相关信息资源^[3,9]。

3 模型应用

本模型体系已在长沙市河长制信息化系统应用,实现了基于“互联网+”的河湖治理信息化工作模式。全市 7 名市级河长、107 名县级河长、754 名乡级河长、1231 名村级河长、4729 名村级片区河长及相关部门,都已通过该系统开展监测监管工作,有效地整合了水利、环保等部门数据,形成了以河湖模型为核心,河长制各类数据资源为基础的河长制信息资源模型体系,在后台模型库的支持下,实现各类信息的高效存储与流转,列举基于本模型的两类应用场景及优势。

a. 河长巡河与问题投诉。河长巡河和群众问题投诉是河长制目前的主要功能^[4]。在各级河长巡河过程中,发现问题后提交上报河长办处理;群众投诉是群众在特定河段发现问题后投诉至河长办,目前该项功能基本都是通过专业移动端 APP 或微信等通用工具进行投诉,而河长办再通过系统进行

处理。这个过程是一个完整的交互流程:问题发现上报——河长办问题处理分发——相关职能部门参与处理——问题反馈——处理完毕。通过“互联网+”的形式,为各个环节提供移动端和系统端的应用支撑。在这一过程中,针对巡河事件以及公众投诉,特别是数量较多的公众投诉,如何发起问题处理流程则是河长办的主要工作之一,这部分工作量较大,现有的河长制信息化系统中,通常是将这部分任务直接汇聚到信息系统建设所在的河长办,再由该级河长办整体协调分发到下级河长办或直接处理,而这部分工作,根据河长制目前省、市、县、乡的多级层级结构,往往信息化系统建设层级越高的河长办,需要处理的工作量越大。本研究提出的河长制信息资源模型可通过河湖模型的 GIS 网格化实现问题事件在各级河长办之间的自动流转,根据投诉事件的具体位置,利用 GIS 网格化的河湖管理辖段的空间属性,进行缓冲区分析,找出所属河湖管理辖段,直接将该问题事件流转至对应的河长办,无须人工区分,从而大大提高了工作效率。同时,通过缓冲区空间分析,以位置信息为基准,还可以筛选过滤一批恶意、无关的投诉,进一步提高系统运行效率。

b. 河湖全景监控。河湖全景监控为河长、河长办提供各类监测、监控、监管的可视化信息服务,及时处理问题。而目前河长制系统的信息展示中,偏重于监测类信息的展示。利用本文提出的河长制信息资源模型,整合水利、环保、林业、国土等机构相关数据入各类数据资源信息库,以河湖模型为中心组织,根据河湖数据资源目录的分类,将监测类信息、监管类信息、河湖基础信息等各类信息(可扩展),利用 GIS 不同主题数据层的形式进行综合展示,从而为河长制全景监控功能提供结构良好、交互效率高、可扩展的全景监控功能^[6]。在 GIS 图层中,可方便将监测数据(水位、流量、雨量等),告警信息(水质超标、投诉等),管理设施(视频、水利工程等),周边信息(相关排污口、污染企业等)在一张图上进行全景展示,同时,根据河湖模型,可方便地显示查询右侧对应的河长、河湖基础信息、河长办的日常工作情况,以及未处理及预警信息。基于网格化河湖资源模型,利用 GIS 主题数据图层,可方便展示对应河长、河长办管辖范围的各类监测监管信息,在一张图上完成日常工作,极大地提高了河长制信息化工作的效率^[10-12]。

4 结 语

基于 GIS 网格化的河长制信息化系统围绕河湖资源的模型结构与数据分类存储方式,为河长制信

(下转第 94 页)

- fractions using two-dimensional correlation fluorescence spectroscopy [J]. Chemosphere, 2011, 83 (11): 1603-1611.
- [23] YAO X, ZHANG Y, ZHU G, et al. Resolving the variability of CDOM fluorescence to differentiate the sources and fate of DOM in Lake Taihu and its tributaries [J]. Chemosphere, 2011, 82 (2): 145-155.
- [24] 张运林, 秦伯强. 梅梁湾、大太湖夏季和冬季 CDOM 特征及可能来源分析[J]. 水科学进展, 2007, 18 (3): 415-423. (ZHANG Yunlin, QIN Boqiang. Feature of CDOM and its possible source in Meiliang bay and Da Taihu Lake in Taihu Lake in summer and winter [J]. Advance in Water Science, 2007, 18 (3): 415-423. (in Chinese))
- [25] HU B, WANG P, JIN Q, et al. Characteristics, sources, and photobleaching of chromophoric dissolved organic matter (CDOM) in large and shallow Hongze Lake, China [J]. Journal of Great Lakes Research, 2017, 43 (6): S0380133017301545.
- [26] JIN H, HWANG S J, SHIN J K. Using synchronous fluorescence technique as a water quality monitoring tool for an urban river [J]. Water Air & Soil Pollution, 2008, 191 (1/2/3/4): 231-243.
- [27] LIU X, LYU H, XU H C. Two-dimension fluorescence correlation spectroscopy to characterize the binding of organic ligands with zinc in eutrophic lake [J]. Chinese Chemical Letters, 2015, 26 (2): 205-209.
- [28] 宋晓娜, 于涛, 张远, 等. 利用三维荧光技术分析太湖水体溶解性有机质的分布特征及来源[J]. 环境科学学报, 2010, 30 (11): 2321-2331. (SONG Xiaona, YU Tao, ZHANG Yuan, et al. Distribution characterization and source analysis of dissolved organic matter in Taihu Lake using a three dimensional fluorescence excitation-emission matrix [J]. Acta Scientiae Circumstantiae, 2010, 30 (11): 2321-2331. (in Chinese))
- [29] HUANG M, LI Z, HUANG B, et al. Investigating binding characteristics of cadmium and copper to DOM derived from compost and rice straw using EEM-PARAFAC combined with two-dimensional FTIR correlation analyses [J]. Journal of Hazardous Materials, 2017, 344: 539-548. (收稿日期: 2019-04-10 编辑: 熊水斌)

(上接第 69 页)

息化系统开发提供了数据资源的结构设计方法, 提升了河长制信息化系统数据利用与管理的效率、资源整合水平以及开放性、标准化程度, 对后续河长制信息化建设有一定的参考意义。

参考文献:

- [1] 沈晓梅, 姜明栋, 钟冠宇. 全面推行河长制的战略环境分析与对策[J]. 水利经济, 2018, 36 (3): 35-38. (SHEN Xiaomei, JIANG Mingdong, ZHONG Guanyu. Strategiceenvironment and route planning of fully implementing River Chief System in China [J]. Journal of Economics of Water Resources, 2018, 36 (3): 35-38. (in Chinese))
- [2] 唐克旺. 河长制不是简单的责任状[J]. 水资源保护, 2017, 33 (3): 8. (TANG Kewang. River Chief System is not a simple responsibility [J]. Water Resources Protection. 2017, 33 (3): 8. (in Chinese))
- [3] 孙颖, 陈肇和, 范晓娜, 等. 河流及水库水质模型与通用软件综述[J]. 水资源保护, 2001 (2): 7-11. (SUN Ying, CHEN Zhaohe, FAN Xiaona, et al. A review of river and reservoir water quality models and general software [J]. Water Resources Protection, 2001 (2): 7-11. (in Chinese))
- [4] 丁雪丽, 张玲玲. 整体性治理视角下的河长制评析[J]. 水利经济, 2018, 36 (3): 57-62. (DING Xueli, ZHANG Lingling. River Chief System from the perspective of holistic governance [J]. Journal of Economics of Water Resources, 2018, 36 (3): 57-62. (in Chinese))
- [5] 刘劲松, 戴小琳, 吴苏舒. 基于网格化管理的湖泊动态管护模式研究[J]. 水利经济, 2017, 35 (4): 51-54. (LIU Jingsong, DAI Xiaolin, WU Sushu. Dynamic management and protection of lakes based on grid management [J]. Journal of Economics of Water Resources, 2017, 35 (4): 51-54. (in Chinese))
- [6] 李文晶, 鄢煜传, 陈凤平, 等. 基于 android 的河长制河湖管护系统的设计与实现[J]. 江西水利科技, 2017, 43 (1): 54-58. (LI Wenjing, YAN Yuchuan, CHEN Fengping, et al. The design and implementation of "river chief mechanism" for river and lake management based on Android system [J]. Jiangxi Hydraulic Science & Technology, 2017, 43 (1): 54-58. (in Chinese))
- [7] 赵杏杏, 鞠茂森, 刘威风, 等. 基于大数据可视化的河长制中枢指挥系统建设[J]. 水利信息化, 2017 (6): 17-22. (ZHAO Xingxing, JU Maosen, LIU Weifeng, et al. Construction of central command system of river chief mechanism based on big data visualization [J]. Water Resources Informatization, 2017 (6): 17-22. (in Chinese))
- [8] 夏继红, 周子晔, 汪颖俊, 等. 河长制中的河流岸线规划与管理[J]. 水资源保护, 2017, 33 (5): 38-41. (XIA Jihong, ZHOU Ziye, WANG Yingjun, et al. Planning and management for riparian lines in River Chief System [J]. Water Resources Protection, 2017, 33 (5): 38-41. (in Chinese))
- [9] 赵继伟. 水利工程信息模型理论与应用研究[D]. 北京: 中国水利水电科学研究院, 2016.
- [10] 赵继伟, 魏群, 张国新. 水利水电工程的图形信息模型研究[J]. 中国水利水电科学研究院学报, 2016 (2): 155-159. (ZHAO Jiwei, WEI Qun, ZHANG Guoxin. Research of hydropower project information modeling [J]. Journal of China Institute of Water Resources and Hydropower Research, 2016 (2): 155-159. (in Chinese))
- [11] 刘显智. 工程建设项目信息化集成研究[D]. 武汉: 华中科技大学, 2013
- [12] 杜成波. 水利水电工程信息模型研究及应用[D]. 天津: 天津大学, 2014. (收稿日期: 2018-09-05 编辑: 王 芳)