

# 基于文献计量学的长江三峡水库研究进展

吕关平, 陈磊, 沈珍瑶

北京师范大学环境学院, 水环境模拟国家重点实验室, 北京 100875

**摘要** 基于文献计量学, 从相关研究文献的发表时间、地区分布、学科类型、作者、研究机构、期刊分布及热点领域等方面, 对 Web of Science™ 核心数据库中长江三峡水库文献进行了统计分析。研究表明: 自 2006 年长江三峡水库二期蓄水后, 与长江三峡水库相关的研究文献呈现激增的趋势, 其中大部分来源于中国, 主要发表在 *Geomorphology* 等杂志, 活跃的研究机构有中国科学院、北京师范大学、华东师范大学等, 研究内容主要涵盖水库建设对生态环境、地质灾害、长江中下游及库区移民的影响, 其中水库建设引起的生态环境问题是关注的焦点。分析表明, 模型应用及开发、非点源污染、温室气体排放及水库引起的气候变化等可能是长江三峡水库研究的前沿方向。

**关键词** 长江三峡水库; 生态环境; 文献计量学

**中图分类号** G353.1, TV632.63

**文献标志码** A

**doi** 10.3981/j.issn.1000-7857.2015.09.018

## Progress on Three Gorges Reservoir research: From a bibliometrics perspective

LÜ Guanping, CHEN Lei, SHEN Zhenyao

School of Environment, Beijing Normal University; State Key Laboratory of Water Environment Simulation, Beijing 100875, China

**Abstract** The temporal trend, regional distribution, subject type, author, organization and key works of researches are analyzed from the core database of Web of Science™ based on the bibliometrics method. The obtained results indicate that the study of the Three Gorges Reservoir has shown a sharp increasing tendency since the secondary period impoundment of the Three Gorges Reservoir in 2006. Most of research papers are from China and the major popular journals are *Geomorphology* and so on. Among the research institutions, Chinese Academy of Sciences, Beijing Normal University, East China Normal University have strong influences in this field. The major focusing issues include the effect of Three Gorges Reservoir on ecological environment, geological disaster, immigration in the middle and lower Yangtze River and reservoir region, among which ecological environment problem has attracted the most attention. Based on these analysis, development and application of models in this region, non-point source pollution, greenhouse gas emissions and their impact on climate change might become hot issues in the future.

**Keywords** Three Gorges Reservoir; ecological environment; bibliometrics

水库作为拦洪蓄水和调节水流的水利工程建筑物, 具有防洪、供水、灌溉、水力发电、改善航运等功能。随着全球水资源供需矛盾的加剧, 水库建设成为缓解供水压力的主要途径。中国属于水资源短缺国家, 为解决“洪涝灾害、干旱缺水”等问题, 根据《全国第一次水利普查公报》, 截止 2011 年 12

月 31 日, 中国已建水库 97246 座, 在建水库工程 756 座, 总计 98002 座, 其中大型水库 756 座, 占 0.8%<sup>[1]</sup>。水库建设对发展国民经济、保障人民生活发挥了重要作用, 但作为人类影响地球表面水体最重要的工程建筑, 大量的水库建设也对环境系统造成了诸多影响。

收稿日期: 2015-01-12; 修回日期: 2015-03-17

基金项目: 国家自然科学基金项目(51409003), 中国博士后科学基金项目

作者简介: 吕关平, 硕士研究生, 研究方向为流域水环境管理、水环境数值模拟, 电子信箱: wylvguanping@126.com; 陈磊(通信作者), 讲师, 研究方向为流域非点源污染模拟与控制、不确定性等, 电子信箱: chenlei1982bnu@bnu.edu.cn

引用格式: 吕关平, 陈磊, 沈珍瑶. 基于文献计量学的长江三峡水库研究进展[J]. 科技导报, 2015, 33(9): 108-119.

长江三峡水库由三峡水电站建立后蓄水形成,总面积达1084 km<sup>2</sup>,是目前世界上最大的水电站。三峡水库建成后在防洪、发电和航运等方面均发挥了重大积极作用。但三峡水库建设引发的各种问题引起国内外学者的广泛关注和讨论。就局部影响而言,主要争论点为当地土地容量接纳移民量有限、水库水质问题、水库淤积问题、库区与下游河床的土壤侵蚀问题、水库建设引起的地震活动与地质灾害问题等<sup>[1]</sup>。也有研究关注于水库建设和运行对生物多样性、长江中下游地区湖泊、长江口水环境及当地乃至全球气候的影响等。三峡水库对中国的经济、政治、生态、文化等领域影响深远,总结三峡水库的研究进展及趋势,探索其中的焦点、热点问题,有助于制定合理的水库建设、运行、管理方案,同时为相关研究及决策提供参考。

英国学者Pryde于1669年提出文献计量学,借助文献发表的特征指数,采用数学与统计学方法描述、评价和预测学科现状与发展趋势,现已成为文献分析行之有效的方法。例如,李晓等<sup>[2]</sup>基于文献计量学分析了超级稻研究动态,对其研发进行了很好的梳理。为全面掌握三峡水库的研究趋势,本研究基于Web of Science数据库开展三峡水库的相关文献调研和计量学统计分析,以了解三峡水库研究的发展历程、研究现状、活跃机构、研究者、权威机构、研究热点等信息。

## 1 数据来源及研究方法

本研究数据来源于Web of Science™核心合集的Science Citation Index Expand(SCI-Expand)和Social Sciences Citation Index(SSCI)等核心数据库。检索主题为“Three Gorges”,时间跨度为1990年至今(更新时间2014-09-19)。截至2014年9月19日,共检索到研究文献1859篇,考虑到文献类型的相对重要性,采用Web of Science的提炼功能,筛选出1071篇关于三峡水库研究的“研究文章(article)”和“综述文章(review)”进行分析。考虑到国家/地区之间、作者之间、研究机构之间可能存在的合作关系,在统计文献分布时,不同国家/地区、作者、研究机构所发表的文献数量之和可能大于检索到的文献总数(1071篇)。按“国家/地区”、“作者”、“机构”、“出版年”、“研究方向”和“来源出版物名称”等分类方法,并采用Web of Science的分析功能及Origin 8.5软件的绘图功能对检索出的文献进行统计分析。

关键词是研究文献核心内容的浓缩和提炼。对关键词进行统计分析并提取高频率关键词,有利于快速了解和掌握学科研究热点和发展方向。本研究利用Endnote文献分析软件提取主要关键词,具体做法是:将检索到的文献导入Endnote软件,通过“Subject Bibliography”功能菜单中的“keywords”功能提取关键词,通过分析,未统计Three Gorges Reservoir、Three Gorges Dam、Three Gorges Project等关键词,剔除不涉及研究主题的关键词,如Changjiang River、Yangtse River、China等;合并一些意思相同或相近的关键词,如CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>和greenhouse gas, ecology和ecosystem, displacement和

resettlement, catchment、basin和watershed等,在此基础上明确相关研究热点及前沿方向。

## 2 结果与讨论

### 2.1 文献的时间分布

长江三峡水库研究文献最早出现于1991年,在该文献中,Sugawara等<sup>[4]</sup>探讨了库区下游宜昌站的流量推算方法,并采用三峡库区的流量数据校核了降雨转化为径流的滞后时间。长江三峡水库研究大致可以分为3个阶段:1)1991—1997年,三峡水库一期工程大江截留完成前,关于三峡库区的文献发表量低于10篇/年,关注度不高,属于研究的起步阶段;2)1998—2005年,为相关研究的发展阶段,发文量介于10~30篇/年,为研究的发展阶段。其间发表了该领域研究的诸多经典研究,如Yang等<sup>[5]</sup>发表的“Temporal variation in the sediment load of the Yangtze river and the influences of human activities”讨论了三峡水库建设等人类活动对长江泥沙负荷时空分布的影响,迄今为止在所有文献中被引用次数最多;3)2006年之后,三峡水库研究文献呈现激增趋势,发表文献量和文献增长率逐年递增,2013年发文量近200篇(图1)。主要原因是随着三峡水电站二期156 m蓄水,三峡库区出现的问题引起了国内外广泛关注,从而推动三峡水库的相关研究进入蓬勃发展期。

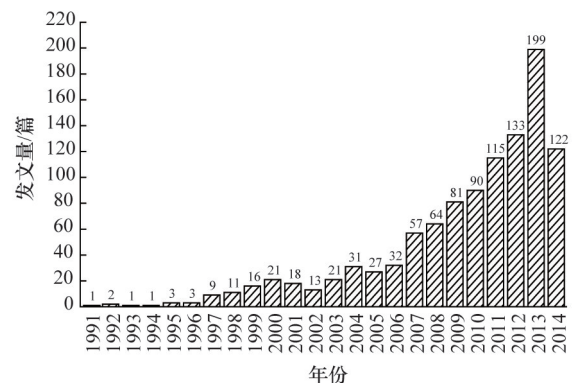


图1 研究文献的时间分布

Fig. 1 Time distribution of research papers

### 2.2 文献的国家及地区分布

研究文献主要分布在33个不同国家/地区(图2),其中发文量排名前10的国家/地区见表1。国家分布中,中国或与中国合作发表的文献为960篇,处于领先地位。主要原因是三峡水库的建设和管理关系到中国的国计民生、国防建设和生态安全,国家和地区层面开展了诸多关于长江三峡水库影响研究。中国与其他国家或地区合作发表的文献占相当比例,主要合作发表文献的国家及地区见图3,其中与美国合作发文最多(121篇),其次为澳大利亚(37篇)。这是因为长江三峡水库位于中国境内,国内学者和研究人员可以更容易地获得三峡水库的相关资料和数据,其他国家及地区的学者大多通过与中国学者合作获取资料,开展相关研究。

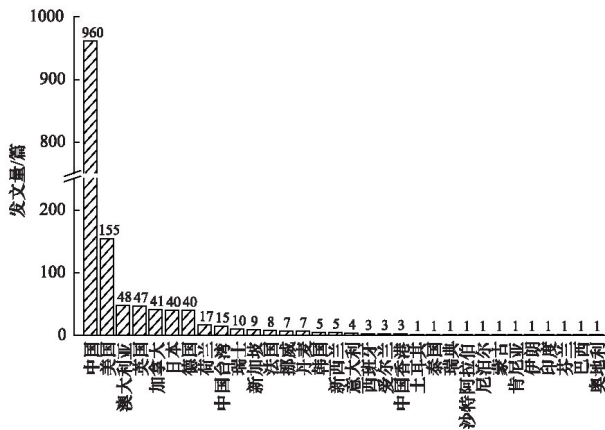


图2 研究文献的国家/地区分布

Fig. 2 Country/region distribution of the research papers

表1 研究文献的主要发表国家/地区

Table 1 Main countries/regions published papers

序号	国家或地区	发文章数/篇	所占比例/%	总被引频次	篇均被引频次
1	中国	960	89.63	7433	7.74
2	美国	155	14.47	2065	13.32
3	澳大利亚	48	4.48	709	14.77
4	英国	47	4.39	812	17.28
5	加拿大	41	3.83	345	8.41
6	日本	40	3.74	655	16.38
7	德国	40	3.74	222	5.55
8	荷兰	17	1.59	51	3.00
9	中国台湾	15	1.40	193	12.87
10	瑞士	10	0.93	231	23.10

注: \*国家或地区合作发表的文献存在重复统计,发文章占比之和大于100%。

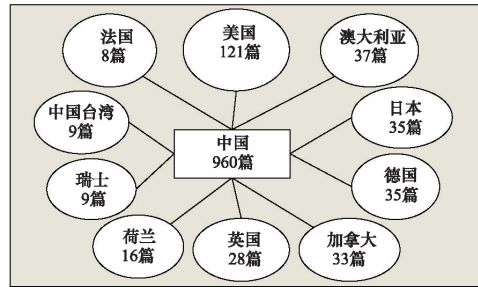


图3 与中国合作发文的主要国家及合作发文章量

Fig. 3 Main nations cooperated with China

从发文章量看,美国共发表155篇文献,排在第2位,其他国家或地区发文章量则均小于50篇。尽管大多数国家/地区发文章量不多,但部分国家发表文献的篇均被引频次却较高。其中,瑞士、英国、日本、澳大利亚、美国发表文献的篇均被引频次位居前5,分别为23.10、17.28、16.38、14.77、13.32次/篇,表明这些国家的相关研究文献质量较其他国家更高,也更容易引起同行的关注。如Higgitt和吕喜玺发表的关于三峡水库对长江泥沙输移影响的论文<sup>[6,7]</sup>,Yang和Stao等关于三峡水库对长江向东海输沙量影响的论文<sup>[8]</sup>,Xu和Milliman关于三峡大坝蓄水前后长江输沙量季节变化的论文<sup>[9]</sup>,Park和Chang等关于被三峡大坝威胁的特有鱼种保护策略的论文<sup>[10]</sup>,Sekiguchi和Xu等关于三峡大坝建设前长江口细菌浓度和动植物多样性变化的论文<sup>[11]</sup>等,均为三峡水库研究的高被引论文。相对而言,中国相关文献的篇均被引频次仅为7.74次/篇,研究成果的影响力有待进一步加强。

### 2.3 文献的学科和期刊分布

关于长江三峡水库的研究文献涉及到多个学科,表2统计了排名前20位的学科领域。

表2 研究文献的学科分布

Table 2 Disciplines distribution of research papers

序号	学科	发文章数/篇	所占比例/%	序号	学科	发文章数/篇	所占比例/%
1	Environmental Sciences	272	25.40	11	Multidisciplinary Sciences	39	3.64
2	Geosciences Multidisciplinary	260	24.28	12	Limnology	35	3.27
3	Water Resources	191	17.83	13	Soil Science	32	2.99
4	Ecology	86	8.03	14	Oceanography	30	2.80
5	Engineering Civil	80	7.47	15	Remote Sensing	28	2.61
6	Geography Physical	63	5.88	16	Materials Science Multidisciplinary	26	2.43
7	Engineering Geological	60	5.60	17	Geochemistry Geophysics	24	2.24
8	Marine Freshwater Biology	57	5.32	18	Engineering Multidisciplinary	24	2.24
9	Engineering Environmental	49	4.58	19	Plant Sciences	23	2.15
10	Meteorology Atmospheric Sciences	43	4.02	20	Mechanics	22	2.05

注: \*单篇文献可能分属多个学科,因此发文章存在重复统计,所占比例之和大于100%。

其中涉及环境科学的文献排名第一,发文量为272篇,占总发文量的25.40%。其次是地球科学领域(24.28%)和水资源领域(17.83%)。其中,与生态环境相关的学科包括了环境科学、水资源、生态学、环境工程、海水淡水生物学、湖沼学、土壤科学、植物科学等分支学科,合计发文量达722篇,超过了总发文量的65%,可见长江三峡水库的生态环境问题是国内外学者关注的焦点。其中地球科学包括了地球科学、地质工程、大气科学、海洋学、遥感科学、地球化学6个分支学科,可见与长江三峡水库建设引发的地质问题、气候变化及对海洋的影响也是研究的热点问题。土木工程、材料科学、力学等领域的文献量总体较少,发文量的比例均低于10%。

如表3所示,研究文献发表最多的期刊是*Geomorphology*,发文量为25篇,占总文献的2.33%;发文量第2和第3的期刊为*Environmental Science and Pollution Research* (1.96%)和*Chinese Science Bulletin* (1.77%)。由此可见,文献较为分散,并不存在发表关于长江三峡水库的研究文献数量特别突出的期刊。可能是由于涉及到的学科较多,相关文献分布在不同期刊上。为较全面评价相关期刊在该领域的影响力,统计比较各期刊的发文量、总被引频次、篇均被引频次、发表高被

引论文章(在此以被引次数位于前20%的214篇论文为高被引论文)。发文量前20位的期刊中,总被引频次前5位的期刊为*Geomorphology*、*Geophysical Research Letters*、*Journal of Hydrology*、*Science of the Total Environment*及*Engineering Geology*;篇均被引频次前5位的期刊为*Geophysical Research Letters*、*Geomorphology*、*Journal of Hydrology*、*Science of the Total Environment*及*Engineering Geology*;发表高被引论文数量前5位的期刊为*Geomorphology*、*Journal of Hydrology*、*Geophysical Research Letters*、*Science of the Total Environment*及*Engineering Geology*。其中,*Geomorphology*是地球科学权威期刊,主要涉及地貌学理论和应用研究论文;*Journal of Hydrology*是水文学权威期刊,主要刊载水资源和水环境等相关领域论文;*Engineering Geology*主要发表与工程、环境及安全相关的地质学等方面的研究论文;*Geophysical Research Letters*是地学、地球科学综合期刊,主要刊载研究大气科学、固体地球、空间科学、海洋科学、水文、地表过程和冰冻圈的论文等;*Science of the Total Environment*是环境科学领域权威期刊,主要刊载与环境污染、环境管理相关的文献。

表3 研究文献的期刊分布

Table 3 Journal distribution of research papers

排序	期刊	发文量/ 篇	所占比例/ %	被引 频次	篇均被 引频次	发表高被引论 文数量/篇	2013年影响 因子
1	<i>Geomorphology</i>	25	2.33	585	23.40	11	2.577
2	<i>Environmental Science and Pollution Research</i>	21	1.96	20	0.95	0	2.757
3	<i>Chinese Science Bulletin</i>	19	1.77	109	5.74	3	1.365
4	<i>Journal of Hydrology</i>	18	1.68	351	19.50	9	2.693
5	<i>Environmental Earth Sciences</i>	18	1.68	36	2.00	1	1.572
6	<i>Disaster Advances</i>	18	1.68	26	1.44	0	0.231(2011)
7	<i>Science of the Total Environment</i>	17	1.59	257	15.12	6	3.163
8	<i>Journal of earth science</i>	17	1.59	47	2.76	1	0.546
9	<i>Quaternary International</i>	16	1.49	137	8.56	5	2.128
10	<i>Journal of mountain science</i>	16	1.49	19	1.19	0	0.763
11	<i>Journal of environmental science China</i>	13	1.21	74	5.69	2	1.922
12	<i>International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences</i>	13	1.21	135	10.38	5	1.424
13	<i>Environmental Monitoring and Assessment</i>	13	1.21	113	8.69	3	1.679
14	<i>Engineering Geology</i>	13	1.21	163	12.54	5	1.757
15	<i>Water Resources Management</i>	12	1.12	77	6.42	3	2.463
16	<i>PLOS ONE</i>	12	1.12	7	0.58	0	3.534
17	<i>Journal of Freshwater Ecology</i>	12	1.12	78	6.50	1	0.593
18	<i>Geophysical Research Letters</i>	12	1.12	376	31.33	8	4.456
19	<i>Science China Technological Sciences</i>	11	1.03	48	4.36	1	1.113
20	<i>Journal of Food Agriculture Environment</i>	11	1.03	12	1.02	0	0.435(2012)

## 2.4 文献的机构和作者分布

关于长江三峡水库的研究机构的统计结果如表4所示。其中,发文章前10位的研究机构依次为中国科学院、中国地质大学、重庆大学、武汉大学、华东师范大学、河海大学、北京师范大学、清华大学、南京大学、西南大学。从研究机构分布可以看出,中国科学院是长江三峡水库研究文献发文章最多的研究机构,共发表文献334篇,占总文献的近1/3。总被引频次前5位的研究机构依次为中国科学院、华东师范大学、武汉大学、北京师范大学、中国地质大学;篇均被引频次前5位的是华东师范大学、中国科学院、北京师范大学、南京大学、武汉大学。综合分析,可以发现中国科学院、华中师范大学、北京师范大学是长江三峡水库研究最活跃的机构。

表4 研究文献的机构分布

Table 4 Agency distribution of research papers

序号	研究机构	发文章/篇	百分比/%	总被引频次	篇均被引频次
1	中国科学院	334	31.19	2541	7.91
2	中国地质大学	76	7.10	248	3.18
3	重庆大学	63	5.88	183	2.90
4	武汉大学	59	5.51	323	5.47
5	华东师范大学	46	4.30	1070	23.26
6	河海大学	38	3.55	170	4.47
7	北京师范大学	37	3.46	279	7.54
8	清华大学	36	3.36	194	5.39
9	南京大学	33	3.08	227	6.88
10	西南大学	29	2.71	56	1.93
11	三峡大学	28	2.61	120	4.29
12	华中农业大学	26	2.43	157	6.04
13	香港大学	22	2.05	170	7.73
14	华中科技大学	21	1.96	65	3.10
15	北京大学	17	1.59	264	15.53
16	南京师范大学	17	1.59	126	7.41
17	中国水利水电科学研究院	17	1.59	26	1.53
18	中国海洋大学	14	1.31	246	17.57
19	国立清华大学	13	1.21	136	10.46
20	四川大学	13	1.21	72	5.54

中国科学院发文章前10位的研究所如表5所示,其中中国科学院水生生物研究所和中国科学院研究生院发文章位居前两位,是中国科学院系统中研究长江三峡水库较为活跃的院所。而华中师范大学、北京师范大学分别依托河口海岸国家重点实验室、水环境模拟国家重点实验室取得了许多研究成果。

表5 中国科学院发文章前10位的院所

Table 5 Paper numbers of the top 10 institutes of Chinese Academy of Sciences

序号	研究机构	发文章/篇	百分比/%	总被引频次
1	中国科学院大学	83	24.85	539
2	中国科学院水生生物研究所	71	21.26	678
3	中国科学院成都山地灾害与环境研究所	21	6.29	73
4	中国科学院武汉岩土力学研究所	21	6.29	149
5	中国科学院南京地理与湖泊研究所	21	6.29	179
6	中国科学院武汉植物园	18	5.39	122
7	中国科学院植物研究所	14	4.19	159
8	中国科学院地质与地球物理研究所	13	3.89	62
9	中国科学院地理科学与资源研究所	12	3.59	188
10	中国科学院淡水生态与生物技术国家重点实验室	11	3.29	104

关于长江三峡水库的文献发表量前20位作者的文献发表数量、被引用情况及H指数等见表6。文献总被引频次位居前5位的作者依次是杨世伦、张劲、蔡庆华、吕喜玺、沈珍瑶。其中,蔡庆华、徐耀阳等侧重于三峡库区及其支流库湾水生生物研究,尤其是水生生物对水体变化的响应;沈珍瑶、陈磊、刘瑞民等重点探讨了三峡库区典型流域非点源污染问题,特别是估算了三峡库区和整个长江上游的氮磷时空分布特征;张劲等主要探讨了三峡水库建设及运行引起的水沙量变化及其环境影响。另外,徐耀阳、邵美玲、张敏分别与蔡庆华合作发表论文19篇、12篇、8篇,刘瑞民、陈磊、王颖分别与沈珍瑶合作发表论文14篇、10篇、3篇,张劲与杨世伦合作发表5篇文献。可以看出,团队合作是三峡研究的主要方式。而每个团队有各自的研究领域,其中蔡庆华及其团队主要开展淡水生态学、系统生态学、流域生态学等方面的研究;沈珍瑶及其团队主要从事流域水污染控制、非点源污染控制、流域水环境管理、环境影响评价等方面的研究;杨世伦及其团队主要从事海岸湿地沉积动力过程、河口对流域变化的响应等方面的研究。

为了综合量化科研人员作为独立个体的研究成果,统计了主要作者的H指数。H指数是由美国加利福尼亚大学圣地亚哥分校物理学家乔治·赫希(Jorge Hirsch)在2005年提出的一个混合量化指标<sup>[12]</sup>。H指数的计算基于研究者的论文数量及其论文被引用的次数。赫希认为:一个人在其所有学术文章中有N篇论文分别被引用了至少N次,其H指数就是N。在同一个研究领域内,科研人员的H指数越高,表明他的论文影响力越大。长江三峡水库研究的作者中,H指数排名前

10位的为蔡庆华、杨世伦、张劲、徐耀阳、沈珍瑶、吕喜玺、邵美玲、陈静、史志华、陈磊。综上所述,在长江三峡水库研究中,中国科学院的蔡庆华团队、北京师范大学的沈珍瑶团队

及杨世伦、张劲等影响力较强,为目前三峡研究的主力军,其重点关注的是长江三峡水库对水文、泥沙、非点源污染、水生生物等的影响。

表6 研究文献的作者分布  
 Table 6 Author distribution of research papers

顺序	作者	作者单位	发文量/篇	百分比/%	总被引频次	篇均被引频次	H 指数
1	蔡庆华	中国科学院	35	3.27	289	8.26	11
2	沈珍瑶	北京师范大学	28	2.61	230	8.21	7
3	陈磊	北京师范大学	22	2.05	82	3.73	5
4	徐耀阳	中国科学院	19	1.77	170	8.95	9
5	王颖	北京师范大学	18	1.68	168	9.33	5
6	毕永红	中国科学院	17	1.59	89	5.24	4
7	袁兴中	湖南大学	16	1.49	56	3.50	4
8	李哲	重庆大学	16	1.49	27	1.69	3
9	张劲	中国海洋大学	15	1.40	478	31.87	9
10	高欣	中国科学院	15	1.40	74	4.93	4
11	张敏	中国科学院	14	1.31	73	5.21	5
12	刘瑞民	北京师范大学	14	1.31	114	8.14	5
13	张华	中国科学院	13	1.21	58	4.46	4
14	杨世伦	华东师范大学	13	1.21	594	45.69	10
15	吴磊	重庆大学	13	1.21	58	4.46	5
16	吕喜玺	新加坡国立大学	13	1.21	273	21.00	7
17	陈静	华东师范大学	13	1.21	96	7.38	6
18	张强	中国科学院	12	1.12	93	7.75	5
19	史志华	华中农业大学	12	1.12	75	6.25	6
20	邵美玲	中国科学院	12	1.12	97	8.08	7

## 2.5 文献的关键词分布

通过文献关键词的统计分析,凝练了长江三峡水库研究的历年和近5年出现的高频关键词。

### 2.5.1 历年热点问题

如表7所示,长江三峡水库研究中出现频率最高的关键词为“水(water)”,表明由水资源、水环境与水生态引发的一系列问题一直是长江三峡水库研究的核心。另外,分析历年关键词频次,可以发现“ecology”、“nitrogen”、“environment”、“biodiversity”、“nutrient”、“phytoplankton”、“climate”、“organicmatter”、“phosphorus”、“eutrophication”、“pollution”、“chlorophyll”、“greenhousegas”、“NPS pollution(非点源污染)”等与生态环境相关的关键词出现频率最高;“landslide”、“soil”、“erosion”、“slope”、“earthquake”、“stability”等与地质灾害相关的关键词出现频率较高;“lake”、“estuary”、“flood”、“East China Sea”、“Poyang lake”、“coastal”、“channel”、

“Dongting lake”等与长江中下游及河口相关的关键词出现频率也较高;“resettlement”、“population”、“land”等与移民安置相关的关键词出现频率也较高。可见,关于三峡水库的研究热点主要有生态环境隐患、地质灾害问题、对中下游地区的影响及移民安置问题等。

研究表明,长江三峡水库蓄水后,因受水库回水顶托的影响,尽管水库的整体水质较好,但出现了支流库湾水质恶化、水库消落带等一系列库区特有的生态环境问题,如大宁河河口、香溪河河口等库区局部水域陆续出现了富营养化现象<sup>[13]</sup>。针对库区富营养问题,徐耀阳等<sup>[14-16]</sup>针对香溪河库湾区域,阐述了长江三峡水库典型库湾水体富营养化的基本规律;沈珍瑶等<sup>[17-19]</sup>针对污染来源,重点在大宁河等支流流域开展了非点源污染负荷估算与控制措施研究;蔡庆华等<sup>[20]</sup>初步提出了基于机理研究、污染控制、生态调度等的三峡水库富营养化防控对策。

表7 研究文献的高频关键词分布  
Table 7 The high frequency keyword distribution of research papers

历年(1990—2014)关键词频次						近5年(2010—2014)关键词频次					
序号	关键词	频数	序号	关键词	频数	序号	关键词	频数	序号	关键词	频数
1	water 水	222	41	risk 风险	37	1	water 水	186	41	stream 溪流	27
2	reservoir 水库	195	42	eutrophication 富营养化	36	2	sediment 沉积物	117	42	conservation 保护	26
3	sediment 沉积物	162	43	community 群落	34	3	river 河流	100	43	resettlement 再安置	26
4	river 河流	147	44	variability 变异性	33	4	soil 土壤	90	44	community 群落	25
5	soil 土壤	113	45	pollution 污染	33	5	reservoir 水库	88	45	NPS pollution 非点源污染	25
6	model 模型	190	46	evolution 进化	32	6	model 模型	76	46	slope 斜坡	25
7	ecology 生态	93	47	slope 斜坡	31	7	hydrology 水文学	68	47	uncertainty 不确定性	25
8	lake 湖泊	84	47	rainfall 降雨	31	8	ecology 生态	66	48	region 地区	24
9	land 土地	80	49	schistosomiasis 血吸虫病	30	9	lake 湖泊	63	49	East China Sea 东海	23
10	hydrology 水文	80	50	flux 流量	29	10	sea 海洋	53	50	flux 流量	22
11	sea 海洋	79	51	discharge 排放	29	11	land 土地	50	51	population 人口	22
12	basin 流域	76	52	uncertainty 不确定性	27	12	impact 影响	49	52	pollution 污染	21
13	landslide 滑坡	73	53	stability 稳定性	27	13	nitrogen 氮	48	53	stability 稳定性	21
14	nitrogen 氮	71	54	region 地区	27	14	basin 流域	47	54	temperature 温度	21
15	impact 影响	68	55	chlorophyll 叶绿素	27	15	area 地区	46	55	precipitation 降水	20
16	estuary 河口	63	56	temperature 温度	25	16	landslide 滑坡	45	56	rainfall 降雨	20
17	environment 环境	62	57	NPS pollution 非点源污染	25	17	Xiangxi bay 香溪湾	45	57	SWAT 水土评价工具	20
18	population 人口	62	58	growth 增长	25	18	environment 环境	44	58	chlorophyll 叶绿素	19
19	management 管理	56	59	GIS 地理信息系统	25	19	management 管理	44	59	evolution 进化	19
20	resettlement 再安置	56	60	precipitation 降水	24	20	greenhouse gas 温室气体	42	60	discharge 排放	18
21	biodiversity 生物多样性	56	61	impoundment 蓄水	24	21	flood 洪水	39	61	GIS 地理信息系统	18

续表 1

历年(1990—2014)关键词频次						近5年(2010—2014)关键词频次					
序号	关键词	频数	序号	关键词	频数	序号	关键词	频数	序号	关键词	频数
22	simulation 模拟	55	62	habitat 栖息地	23	22	system 系统	39	62	growth 生长	18
23	flood 洪水	53	63	transport 运输	21	23	flow 流量	38	63	impoundment 蓄水	18
24	dynamics 动力学	52	64	remote sensing 遥感	21	24	phosphorus 磷	38	64	optimization 优化	18
25	Xiangxi bay 香溪湾	51	65	Poyang lake 鄱阳湖	21	25	simulation 模拟	37	65	freshwater 淡水	17
26	nutrient 营养物	50	66	fuzzy 模糊	21	26	biodiversity 生物多样性	36	66	habitat 栖息地	16
27	flow 流量	50	67	forest 森林	21	27	nutrient 营养物	36	67	Poyang lake 鄱阳湖	16
28	genetic 遗传	47	68	deformation 变形	21	28	carbon 碳	34	68	remote sensing 遥感	16
29	climate 气候	46	69	coastal 海岸	21	29	phytoplankton 浮游植物	34	69	coastal 海岸	15
30	fish 鱼	44	70	SWAT 水土评价工具	20	30	climate 气候	33	70	cyanobacteria 蓝藻细菌	15
31	erosion 侵蚀	44	71	riparian community 岸边群落	20	31	dynamics 动力学	33	71	estuary 河口	15
32	phytoplankton 浮游植物	43	72	optimization 优化	20	32	genetic 遗传	33	72	riparian community 岸边群落	15
33	carbon 碳	43	73	freshwater 淡水	20	33	organic matter 有机物	33	73	Transport 运输	15
34	organic matter 有机物	43	74	distribution 分布	20	34	risk 风险	31	74	wetland 湿地	15
35	phosphorus 磷	42	75	channel 渠道	20	35	fish 鱼	30	75	algorithm 算法	14
36	conservation 保护	42	76	vegetation 植被	19	36	schistosomiasis 血吸虫病	30	76	bloom 爆发	14
37	greenhouse gas 温室气体	42	77	agricultural 农业	18	37	erosion 侵蚀	29	77	deformation 变形	14
38	East China Sea 东海	39	78	wetland 湿地	17	38	runoff 径流	29	78	distribution 分布	14
39	stream 溪流	37	79	earthquake 地震	17	39	variability 变异性	29	79	Dongting lake 洞庭湖	12
40	runoff 径流	37	80	Dongting lake 洞庭湖	17	40	eutrophication 富营养化	27	80	plants 植物	12

另外,受到三峡大坝蓄排水的影响,形成了30 m垂直落差(最高水位175 m,最低水位145 m)的消落带,也因此带来了生物多样性减少<sup>[21]</sup>、土地资源锐减<sup>[22, 23]</sup>、地质灾害加剧<sup>[24, 25]</sup>、

旅游资源恶化<sup>[26]</sup>、流行性病情和疫情发生<sup>[27]</sup>、生态系统脆弱<sup>[28]</sup>、温室气体排放<sup>[29, 30]</sup>等问题。吕明权等<sup>[31]</sup>系统总结了三峡水库消落带生态系统的研究,指出土壤和植被是消落带研究应重

点关注的生态要素,而磷、氮和重金属在土壤中的循环则是目前应重点关注的生物地球化学过程。谭淑端等<sup>[32]</sup>提出了消落带土地利用规划、植被筛选等一系列措施。但总体而言,长江三峡水库库区水质恶化的污染机理及防治措施尚有待进一步研究,特别是加强三峡水环境和消落带的长时间监测,以阐明特殊水位脉动下非点源污染物质在陆地系统、消落带系统及水环境系统的迁移过程研究。

长江三峡水库库区本是中国地质灾害高发区,水库建设、运行引发的大规模开山破土又加剧了地质破碎化,导致了库区的地质灾害。Liao等<sup>[25]</sup>指出水库水面波动是三峡水库库区滑坡现象的主因;Fourmiadis等<sup>[33]</sup>评价了典型区域的滑坡风险,结果表明巫山到秭归段为滑坡风险的潜在高发区;有研究<sup>[34-36]</sup>基于模拟技术构建了三峡水库库区滑坡敏感性评估方法,结论显示模拟结果与实际滑坡的位置有较高的符合度。另外,长江流域为洪水多发区,因而三峡水库的防洪作用受到广泛关注。卢金友等<sup>[37]</sup>研究表明,三峡工程建成蓄水改变了水库下游河道的来水来沙条件,坝下游河道受到长时期长河段的冲刷,导致荆江三口门水位的降低及分流分沙的减少,使洞庭湖区淤积减缓。也有研究表明,长江中下游河床的侵蚀对两岸的提防设施产生了负面影响。仲志余等<sup>[38]</sup>在三峡水库削峰及中下游冲淤研究的基础上,提出了长江流域的防洪对策。上述研究表明,应更全面地看待三峡库区对于地质灾害、洪水形势的影响,为加强长江三峡水库的管理与调度提供基础和依据。

也有学者从更大的尺度关注长江三峡水库对下游典型水体的影响,认为三峡水库建设已引起鄱阳湖与洞庭湖等水体的江湖关系变化。Gao等<sup>[39]</sup>指出三峡水库的运行和采砂是影响长江与鄱阳湖泥沙交换的主要因素;Zhang等<sup>[40]</sup>表明相对于湖区气候变化的影响,水库出流对鄱阳湖季节性干旱的影响更大。Wang等<sup>[41]</sup>、Chang等<sup>[42]</sup>、Yin等<sup>[43]</sup>及Nakayama等<sup>[44]</sup>讨论了水量变化情况下洞庭湖湿地水情的变化。An等<sup>[45]</sup>研究表明,不同季节下水库运行对长江口盐水入侵有着不同的影响,但总体上水库运行可以抑制河口的盐水入侵;Dai等<sup>[46]</sup>研究表明三峡水库的二次蓄水对2006年河口盐水入侵的影响有限;也有学者指出三峡水库蓄水是河口淡水资源减少的主要原因<sup>[47]</sup>。综上所述,长江三峡水库运行对长江中下游及河口区的影响已经取得了一些认识,但仍有众多问题有待进一步探讨,特别是三峡水库蓄水对长江口盐水入侵的影响、下游湖泊水闸建设等问题尚需更为深入的科学论证。

三峡工程涉及到世界上最大的水库移民,因此三峡水库库区移民也是国内外关注的重大问题<sup>[48]</sup>。库区移民安置的主要方式是靠后就近安置,也就是由淹没前地势较低的区域就近向地势较高的地方搬迁。研究表明,这种移民方式可能使得库区人多地少的矛盾更加突出,如进一步毁林开荒、陡坡种植,或是过度开发工业项目,不适当地扩大城镇规模等,都有可能造成新的水土流失,从而加剧当地生态环

境的恶化<sup>[49-51]</sup>。

## 2.5.2 近5年热点问题

与历年的高频关键词对比发现,近5年的高频关键词并没有发生太大的变化,可能原因是近5年的发文量为661篇,为总文献量的61.72%,而关键词数量则为4011个,占总关键词的74.61%。

通过对比,进一步筛选近5年新出现的热点问题。其中,“Model”、“simulation”、“GIS”、“Remote Sensing”等关键词近5年出现频率很高,可以看出模型模拟技术在三峡水库相关研究中得到越来越多的应用。可能原因是三峡水库的影响历时久、范围广,且具有一定的系统性,基于机理研究的模型构建从经济成本上更容易被研究人员接受。如沈珍瑶等<sup>[52]</sup>应用SWAT模型、WEPP模型评估了库区的典型土壤保持措施;Li等<sup>[53]</sup>构建了香溪河富营养化的三维评估模型;Cojean等<sup>[54]</sup>构建了三峡库区滑坡评估模型,用以分析黄土坡的坡面稳定性;Liu等<sup>[55]</sup>基于地理信息系统和无限边坡模型,模拟了巴东城新址的滑坡稳定性分布;Lai等<sup>[56]</sup>模拟研究了三峡水库运行对洞庭湖洪水的影响。在今后的研究中,模拟手段依然是研究长江三峡水库影响的重要手段,但中国目前多采用国外的模型,如何使国外模型本土化或者开发出更加适合中国国情的模型是今后研究的重点。

“非点源污染(non-point source pollution)”是近5年才出现的高频关键词,说明三峡库区非点源污染研究已成为新的热点问题。点源和非点源污染共同影响着三峡库区的水质,而相对于点源污染,非点源污染影响范围广、污染物总量大且难治理,尤其是库区坡耕地独特的耕作和施肥方式使得非点源污染问题受到广泛关注与研究。Wu等<sup>[57]</sup>研究了库区小江流域溶解性氮和磷的污染情况;Ma等<sup>[58]</sup>分析了库区湖北段的氮磷负荷;刘瑞民等<sup>[59]</sup>量化了香溪河流域最佳管理措施对农业非点源污染的影响。但目前对非点源污染的研究多只关注氮、磷和泥沙等物质,侧重于机理和负荷量估算研究,对重金属、细菌等污染物的关注较少。另外,非点源模拟的不确定性问题也引起了科研人员的重视。沈珍瑶等<sup>[60]</sup>在三峡库区用GLUE方法分析了SWAT水文和泥沙模拟的参数不确定性。Zhang等<sup>[61]</sup>讨论了不同DEM精度下SAWT模型的模拟不确定性。因此,今后应对库区各种典型非点源污染物的迁移转化规律及控制对策进行重点研究,同时有效降低非点源模拟的不确定性,使得模型更好地应用于长江三峡水库非点源污染的研究与控制。

“Greenhouse gas”、“climate”也是近年出现的高频关键词,说明水库的温室气体排放及由此引发的气候变化引起了广泛注意。一般认为水电是一种清洁能源,但关于水库的温室气体排放学术界引起了激烈争论。Dai等<sup>[62]</sup>分析了水库代表性点位的温室气体排放流,以了解三峡水库温室气体纵向排放分布;Yang等<sup>[63]</sup>研究了水库水气界面二氧化碳流的时空变化,结果显示二氧化碳流的时空变化依赖于多种因素;

也有学者研究表明三峡水库现阶段不可能释放大量的甲烷,但会有一些的二氧化碳释放,三峡工程在清洁能源生产和减少防洪物资生产过程的温室气体减排效应十分明显<sup>[64]</sup>;Wu等<sup>[65]</sup>应用高分辨率双嵌套区域气候模型模拟研究了三峡水库对气候的影响,结果表明三峡水库对当地气候没有显著的影响;Deng等<sup>[66]</sup>研究了三峡库区极端温度事件的变化,结果说明库区局部地区高温天和热浪频率有明显增加趋势。三峡水库温室气体排放和水库引起的气候变化需要较长时间才能显现,目前的研究成果尚不足以定论,因此今后应开展更多的研究,尤其是进行长期、大范围的监测以评价长江三峡水库的温室气体排放问题。

### 3 结论

采用文献计量学方法,系统梳理了Web of Science™核心数据库中三峡水库的相关文献,得到以下结论:1)关于三峡研究的文献最早始于1991年,并于2006年后呈现激增的趋势;2)关于三峡的研究文献涉及多个学科,其中三峡建设引起的生态环境问题是关注的焦点,*Geomorphology*是发表相关文章最多和影响力较大的杂志;3)中国科学院、北京师范大学、华东师范大学是该研究领域较活跃的机构;4)长江三峡水库研究的热点问题有库区生态环境、库区地质灾害、水库对长江下游的影响及移民安置问题等。

长江三峡水库规模巨大,对中国各方面的影响深远,需进一步开展库区水质变化和治理措施研究,加强水库消落带生态研究,探讨地质灾害的预测、预防方案,解决移民安置中存在的各种问题,同时制定更加合理的水库调度方案减小中下游防洪压力乃至对河口生态系统的负面影响。对于近年逐渐受到关注的非点源污染及水库温室气体排放引起的气候变化等问题,应通过长期的动态跟踪监测,用科学的方法和详实的资料结合模型模拟的方法,分析它们可能带来的后果,并提出有效的解决措施。此外,科研人员之间应该加强合作,国内机构要加强与国外机构的交流,借鉴国外对于大型水库研究和管理的成功经验,进一步提升三峡水库的运营、管理、保护水平。

#### 参考文献(References)

- [1] 中华人民共和国水利部, 中华人民共和国国家统计局. 第一次全国水利普查公报[R]. 北京: 中国水利水电出版社, 2013.  
The Ministry of Water Resources of the People's Republic of China, The National Bureau of Statistics of the People's Republic of China. The first national water resources census bulletin [R]. Beijing: Chinese Waterconservancy and Hydropower Press, 2013.
- [2] Xu X B, Tan Y, Yang G S. Environmental impact assessments of the Three Gorges Project in China: Issues and interventions [J]. *Earth-Science Reviews*, 2013, 12(4):115-125.
- [3] 李晓, 陈春燕, 郑家奎, 等. 基于文献计量学的超级稻研究动态[J]. *中国农业科学*, 2009, 42(12): 4197-4208.  
Li X, Chen C Y, Deng J Ki, et al. Research dynamics on super rice based on bibliometric[J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2009, 42(12): 4197-4208.
- [4] Sugawara M, Ozaki E. Runoff analysis of the Chang Jiang (the Yangtze-River) [J]. *Journal Des Sciences Hydrologiques*, 1991, 36(2): 135-152.
- [5] Yang S L, Zhao Q Y, Belkin I M. Temporal variation in the sediment load of the Yangtze River and the influences of human activities[J]. *Journal of Hydrology*, 2002, 263(1-4): 56-71.
- [6] Lu X X, Higgitt D L. Sediment delivery to the Three Gorges 2: Local response [J]. *Geomorphology*, 2001, 41(2-3): 157-169.
- [7] Higgitt D L, Lu X X. Sediment delivery to the Three Gorges: 1. Catchment controls [J]. *Geomorphology*, 2001, 41(2-3): 143-156.
- [8] Yang Z, Wang H, Saito Y, et al. Dam impacts on the Changjiang (Yangtze) River sediment discharge to the sea: The past 55 years and after the Three Gorges Dam [J]. *Water Resources Research*, 2006, 42(4): W04407.
- [9] Xu K H, Milliman J D. Seasonal variations of sediment discharge from the Yangtze River before and after impoundment of the Three Gorges Dam [J]. *Geomorphology*, 2009, 104(3-4): 276-283.
- [10] Park Y S, Chang J B, Lek S, et al. Conservation strategies for endemic fish species threatened by the Three Gorges Dam [J]. *Conservation Biology*, 2003, 17(6): 1748-1758.
- [11] Sekiguchi H, Watanabe M, Nakahara T, et al. Succession of bacterial community structure along the Changjiang River determined by denaturing gradient gel electrophoresis and clone library analysis[J]. *Applied and Environmental Microbiology*, 2002, 68(10): 5142-5150.
- [12] Hirsch J E. An index to quantify an individual's scientific research output[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2005, 102(46): 69-72.
- [13] 王丽平, 郑丙辉, 张佳磊, 等. 三峡水库蓄水后对支流大宁河富营养化特征及水动力的影响[J]. *湖泊科学*, 2012, 24(2): 232-237.  
Wang L P, Zheng B H, Zhang J L, et al. Effects on eutrophication and hydrodynamics of Daning River after impoundment of Three Gorges Reservoir[J]. *Journal of Lake Sciences*, 2012, 24(2): 232-237.
- [14] Xu Y Y, Zhang M, Wang L, et al. Changes in water types under the regulated mode of water level in Three Gorges Reservoir, China [J]. *Quaternary International*, 2011, 244(2): 272-279.
- [15] Xu Y Y, Cai Q H, Ye L, et al. Asynchrony of spring phytoplankton response to temperature driver within a spatial heterogeneity bay of Three-Gorges Reservoir, China [J]. *Limnologica*, 2011, 41(3): 174-180.
- [16] Xu Y Y, Cai Q H, Shao M L, et al. Patterns of asynchrony for phytoplankton fluctuations from reservoir mainstream to a tributary bay in a giant dendritic reservoir (Three Gorges Reservoir, China) [J]. *Aquatic Sciences*, 2012, 74(2): 287-300.
- [17] Shen Z Y, Qiu J L, Hong Q, et al. Simulation of spatial and temporal distributions of non-point source pollution load in the Three Gorges Reservoir Region[J]. *Science of the Total Environment*, 2014, 49(3): 138-146.
- [18] Shen Z Y, Huang Q, Liao Q, et al. Uncertainty in flow and water quality measurement data: A case study in the Daning River watershed in the Three Gorges Reservoir region, China [J]. *Desalination and Water Treatment*, 2013, 51(19-21): 3995-4001.
- [19] Shen Z Y, Chen L, Hong Q, et al. Vertical variation of nonpoint source pollutants in the Three Gorges Reservoir region [J]. *PLOS ONE*, 2013, 8(8): e71194.
- [20] 蔡庆华, 胡征宇. 三峡水库富营养化问题与对策研究[J]. *水生生物学*

- 报, 2006, 30(1): 7-11.
- Cai Q H, Hu Z Y. Studies on eutrophication problem and control strategy in the Three Gorges Reservoir[J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2006, 30(1): 7-11.
- [21] Lopez-Pujol J, Ren M X. Biodiversity and the Three Gorges Reservoir: A troubled marriage [J]. *Journal of Natural History*, 2009, 43(43-44): 2765-2786.
- [22] Chen Z H, Wang J F. Land use and land cover change detection using satellite remote sensing techniques in the mountainous Three Gorges Area, China[J]. *International Journal of Remote Sensing*, 2010, 31(6): 1519-1542.
- [23] Seeber C, Hartmann H, Wei X, et al. Land use change and causes in the Xiangxi catchment, Three Gorges area derived from multispectral data [J]. *Journal of Earth Science*, 2010, 21(6): 846-855.
- [24] Wang X, Niu R, Wang Y. Landslide mechanism analysis in the Three Gorges based on cloud model and formal concept analysis[J]. *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*, 2011, 44(2): 249-258.
- [25] Liao M S, Tang J, Wang T, et al. Landslide monitoring with high-resolution SAR data in the Three Gorges region [J]. *Science China-Earth Sciences*, 2012, 55(4): 590-601.
- [26] Zhang J X, Liu Z J, Sun X X. Changing landscape in the Three Gorges Reservoir area of Yangtze River from 1977 to 2005: Land use/land cover, vegetation cover changes estimated using multi-source satellite data [J]. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 2009, 11(6): 403-412.
- [27] McManus D P, Gray D J, Li Y S, et al. Schistosomiasis in the People's Republic of China: The Era of the Three Gorges Dam [J]. *Clinical Microbiology Reviews*, 2010, 23(2): 442-466.
- [28] Fu Q, Gao J M, Chen L. Ecological environment problems of Chongqing and corresponding countermeasures [J]. *Journal of Central South University of Technology*, 2007, 14: 30-34.
- [29] Wang C H, Xiao S B, Li Y C, et al. Methane formation and consumption processes in Xiangxi Bay of the Three Gorges Reservoir[J]. *SciRep*, 2014(4): 4449.
- [30] Li Z, Zhang Z Y, Xiao Y, et al. Spatio-temporal variations of carbon dioxide and its gross emission regulated by artificial operation in a typical hydropower reservoir in China[J]. *Environmental Monitoring and Assessment*, 2014, 186(5): 3023-3039.
- [31] 吕明权, 吴胜军, 陈春娣, 等. 基于文献计量视角的三峡消落带生态系统研究进展[J]. *生态学报*, 2015, 35(11): 2-22.
- Lü M Q, Wu S J, Zhang C D, et al. A review of studies on water level fluctuating zone (WLFZ) of the Three Gorges Reservoir (TGR) based on bibliometric perspective[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2015, 35(11): 2-22.
- [32] 谭淑端, 王勇, 张全发. 三峡水库消落带生态环境问题及综合防治[J]. *长江流域资源与环境*, 2008, 17(增1): 101-105.
- Tan S D, Wang Y, Zhang Q F. Environmental challenges and countermeasures of the water-level-fluctuation zone (WLFZ) of the Three Gorges Reservoir[J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2008, 17(Suppl 1): 101-105.
- [33] Fourniadis I G, Liu J G. Landslides in the Wushan-Zigui region of the Three Gorges, China [J]. *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*, 2007, 40(2): 115-122.
- [34] Bi R N, Schleier M, Rohn J, et al. Landslide susceptibility analysis based on ArcGIS and Artificial Neural Network for a large catchment in Three Gorges region, China[J]. *Environmental Earth Sciences*, 2014, 72(6): 1925-1938.
- [35] Wu X L, Ren F, Niu R Q. Landslide susceptibility assessment using object mapping units, decision tree, and support vector machine models in the Three Gorges of China[J]. *Environmental Earth Sciences*, 2014, 71(11): 4725-4738.
- [36] Peng L, Niu R Q, Huang B, et al. Landslide susceptibility mapping based on rough set theory and support vector machines: A case of the Three Gorges area, China [J]. *Geomorphology*, 2014, 20(4): 287-301.
- [37] 卢金友, 黄悦, 张杰. 三峡工程运用后长江中游河道河势变化趋势研究[C]//2007中国科协年会分论坛之十:“三峡工程建成后对长江中游的影响”专题论坛. 武汉, 2007: 29-35.
- Lu J Y, Huang Y, Zhang J. Research on the Yangtze river middle reaches channel change trend after the Three Gorges Project[C]//“The impact of completion the Three Gorges Project on the Yangtze river middle reaches” Seminar—The annual meeting of China Association for Science and Technology of the BBS ten in 2007. Wuhan, China. 2007: 29-35.
- [38] 仲志余, 宁磊. 三峡工程建成后长江中下游防洪形势及对策[J]. *人民长江*, 2006, 37(9): 8-9.
- Zhong Z Y, Ning L. Flood control situation in middle and lower area of the Yangtze river after TGP completion and countermeasures[J]. *Yangtze River*, 2006, 37(9): 8-9.
- [39] Gao J H, Jia J J, Kettner A J, et al. Changes in water and sediment exchange between the Changjiang River and Poyang Lake under natural and anthropogenic conditions, China [J]. *Science of the Total Environment*, 2014, 48(1): 542-553.
- [40] Zhang Q, Ye X C, Werner A D, et al. An investigation of enhanced recessions in Poyang Lake: Comparison of Yangtze River and local catchment impacts [J]. *Journal of Hydrology*, 2014, 51(7): 425-434.
- [41] Wang J, Sheng Y W, Gleason C J, et al. Downstream Yangtze River levels impacted by Three Gorges Dam [J]. *Environmental Research Letters*, 2013, 8(4): 044012
- [42] Chang J A, Li J B, Lu D Q, et al. The hydrological effect between Jingjiang River and Dongting Lake during the initial period of Three Gorges Project operation [J]. *Journal of Geographical Sciences*, 2010, 20(5): 771-786.
- [43] Yin H F, Liu G R, Pi J G, et al. On the river-lake relationship of the middle Yangtze reaches [J]. *Geomorphology*, 2007, 85(3-4): 197-207.
- [44] Nakayama T, Shankman D. Impact of the Three-Gorges Dam and water transfer project on Changjiang floods [J]. *Global and Planetary Change*, 2013, 100: 38-50.
- [45] An Q, Wu Y Q, Taylor S, et al. Influence of the Three Gorges Project on saltwater intrusion in the Yangtze River Estuary [J]. *Environmental Geology*, 2009, 56(8): 1679-1686.
- [46] Dai Z J, Chu A, Stive M, et al. Unusual salinity conditions in the Yangtze Estuary in 2006: Impacts of an extreme drought or of the Three Gorges Dam [J]. *Ambio*, 2011, 40(5): 496-505.
- [47] 曹勇, 陈吉余, 张二凤, 等. 三峡水库初期蓄水对长江口淡水资源的影响[J]. *水科学进展*, 2006, 17(4): 554-558.
- Cao Y, Chen J Y, Zhang E F, et al. Influence of Three Gorge reservoir filled with water on freshwater resource in the Yangtze River estuary[J]. *Advances in Water Science*, 2006, 17(4): 554-558.
- [48] Wang Q, Wu B, Zhou Y, et al. Investigation and analysis of family life status of Three Gorges rural resettlement [J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2011, 20(3): 365-370.
- [49] Xu X B, Tan Y, Yang G S, et al. Soil erosion in the Three Gorges

- Reservoir area [J]. Soil Research, 2011, 49(3): 212-222.
- [50] Xu X B, Tan Y, Yang G S, et al. Three Gorges Project: Effects of resettlement on nutrient balance of the agroecosystems in the reservoir area[J]. Journal of Environmental Planning and Management, 2011, 54(4): 517-537.
- [51] Tan Y, Yao F J. Three Gorges project: Effects of resettlement on the environment in the reservoir area and countermeasures [J]. Population and Environment, 2006, 27(4): 351-371.
- [52] Shen Z Y, Gong Y W, Li Y H, et al. Analysis and modeling of soil conservation measures in the Three Gorges Reservoir Area in China [J]. Catena, 2010, 81(2): 104-112.
- [53] Li J, Jin Z W, Yang W J. Numerical modeling of the Xiangxi River algal bloom and sediment-related process in China [J]. Ecological Informatics, 2014, 22: 23-35.
- [54] Cojean R, Cai Y J. Analysis and modeling of slope stability in the Three-Gorges Dam reservoir (China): The case of Huangtupo landslide [J]. Journal of Mountain Science, 2011, 8(2): 166-175.
- [55] Liu B, Yin K L. GIS-based landslide susceptibility mapping using infinite slope model for the new site of Badong County, China [J]. Disaster Advances, 2012, 5(4): 1552-1557.
- [56] Lai X J, Jiang J H, Huang Q. Effects of the normal operation of the Three Gorges Reservoir on wetland inundation in Dongting Lake, China: A modeling study [J]. Journal Des Sciences Hydrologiques, 2013, 58(7): 1467-1477.
- [57] Wu L, Long T Y, Li C M. The simulation research of dissolved nitrogen and phosphorus non-point source pollution in Xiao-Jiang watershed of Three Gorges Reservoir area [J]. Water Science and Technology, 2010, 61(6): 1601-1616.
- [58] Ma X, Li Y, Zhang M, et al. Assessment and analysis of non-point source nitrogen and phosphorus loads in the Three Gorges Reservoir Area of Hubei Province, China [J]. Science of the Total Environment, 2011, 412-413: 154-161.
- [59] Liu R M, Zhang P P, Wang X J, et al. Assessment of effects of best management practices on agricultural non-point source pollution in Xiangxi River watershed[J]. Agricultural Water Management, 2013, 117: 9-18.
- [60] Shen Z Y, Chen L, Chen T. Analysis of parameter uncertainty in hydrological and sediment modeling using GLUE method: A case study of SWAT model applied to Three Gorges Reservoir Region, China[J]. Hydrology and Earth System Sciences, 2012, 16(1): 121-132.
- [61] Zhang P P, Liu R M, Bao Y M, et al. Uncertainty of SWAT model at different DEM resolutions in a large mountainous watershed[J]. Water Research, 2014, 53: 132-144.
- [62] Dai H C, Mao J Q, Zheng T G. Assessment of greenhouse gas emission from large subtropical reservoir in China [J]. Journal of Environmental Protection and Ecology, 2013, 14(2): 430-437.
- [63] Yang L, Lu F, Wang X K, et al. Spatial and seasonal variability of CO<sub>2</sub> flux at the air-water interface of the Three Gorges Reservoir[J]. Journal of Environmental Sciences-China, 2013, 25(11): 2229-2238.
- [64] 王从锋, 肖尚斌, 陈小燕. 三峡水库减排温室气体效应的初步分析, 人民长江, 2011, 42(01): 18-21.  
Wang C F, Xiao S B, Chen X Y. Preliminary analysis on reduction effect of greenhouse gas emission by TGP reservoir[J]. Yangtze River, 2011, 42(1): 18-21.
- [65] Wu J, Gao X J, Giorgi F, et al. Climate effects of the Three Gorges Reservoir as simulated by a high resolution double nested regional climate model [J]. Quaternary International, 2012, 282: 27-36.
- [66] Deng H, Zhao F, Zhao X Y. Changes of extreme temperature events in Three Gorges area, China[J]. Environmental Earth Sciences, 2012, 66(7): 1783-1790.

(责任编辑 陈广仁)

## ·学术动态·



中国科学技术协会

## 2015年控制工程和电子工程国际会议在成都召开

2015年4月18—19日,由四川省电子学会承办的2015年控制工程和电子工程国际会议在成都召开,来自美国、加拿大、英国、巴基斯坦及中国大陆、澳门特别行政区、台湾地区的50名专家参加会议。

本次大会特邀加拿大西安理工大学教授张丹、电子科技大学教授邹见效、四川大学教授佃松宜分别就机器人硬件操纵的应用、风力电池储能混合能力生成系统的关键技术、先进滑模控制技术的应用作主题发言。

本次会议收到论文102篇,经过评审有54篇论文入选。会议设置了3个分会场,分别就机器人、电子工程、控制与信号处理、控制系统等专题进行了交流。

详见中国科协网<http://www.cast.org.cn/n35081/n35563/n38710/16345884.html>。