

流域水资源管理研究论文计量分析

王莉亚¹, 张志强², 尉永平³, 熊永兰²

(1. 河南工程学院, 河南 郑州 451191; 2. 中国科学院兰州文献情报中心, 甘肃 兰州 730000;
3. 澳大利亚墨尔本大学澳中水资源研究中心, 澳大利亚 墨尔本 3010)

摘要:为了系统揭示流域水资源管理研究的现状、趋势和热点,以 Web of Science 数据库收录的关于流域水资源管理研究的论文为数据源,利用美国汤森路透公司的数据分析工具 TDA,对全世界流域水资源管理研究的论文进行计量分析。结果表明:流域水资源管理研究的论文数量呈稳步增长态势,1991 年以后的论文数量增加迅速;美国、中国、澳大利亚和欧洲国家的论文数量比较多,这些国家在此领域的研究比较活跃;2002 年是国际流域水资源管理研究的转折年,之前的研究主题比较分散,之后的研究主题比较集中。

关键词:流域;水资源管理;论文计量分析;热点主题;数据分析;Web of Science

中图分类号:TV213.4;G353.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1006-7647(2014)04-0034-05

Bibliometrical analysis of international research of river basin water resources management//WANG Liya¹, ZHANG Zhiqiang², WEI Yongping³, XIONG Yonglan² (1. *Henan Institute of Engineering, Zhengzhou 451191, China*; 2. *Lanzhou Library of Chinese Academy of Science, Lanzhou 730000, China*; 3. *Australia China Centre on Water Resources Research, University of Melbourne, Melbourne 3010, Australia*)

Abstract: In order to show the state-of-the-art and trend topics of field research in river basin water resource management, this study selected research articles about the basin water resources management available in the Web of Science database by using the Thomson Data Analyzer (TDA), which is a data analysis tool developed by Thomson Reuters. The results show that the number of research papers on this topic has been increased steadily with a sharp increase since 1991. The scholars who are mainly from the United States, China, Australia and the European countries have published most of the papers, which shows that the research in those countries is more active. From the view of time and the content of research, 2002 is the watershed of the study in the fields of water resource research, because from 1990 to 2001, the subjects of research were scattered while from 2002 to 2011, they are concentrated.

Key words: river basin; water resources management; bibliometrics analysis; hot topics; data analysis; Web of Science

流域是地球淡水循环的重要组成部分,是与水相关的自然资源与生态系统服务功能的重要载体,是人类经济社会活动与环境相互作用、相互和谐的基石,已经成为可持续水资源管理的主要对象^[1]。人类对水资源流域性的认识是在 19 世纪中后期逐渐形成的,20 世纪以来,随着水管理实践和理论研究的深入,多次国际性水资源会议在涉及水管理体制时,均提议以流域为单元管理水资源^[2]。流域水资源管理研究涉及领域比较广,即水资源管理问题的研究广泛涉及了农业科学、医学、地球物理科学、社会科学、水法、生态与环境科学以及经济学等^[3-9]。目前关于流域水资源管理方面的研究绝大部分是从专业角度开展的研究,或者综述此领域的研究状况,例如全球气候变化对流域水文循环及水资源管理的显著影响^[10]、水权及初始水权分配研究^[11]、跨界水污染治理研究^[12]等,从文献计量学角度开展该领域研究的长序列数据系统定量评价的文献鲜见。本文从文献计量学的角度出发,利用美国汤森路透公司的数据分析工具 TDA,对科学网数据库(Web of Science)收录的流域水资源管理研究的国际论文进行计量分析,从而深入把握国际流域水资源管理研究的整体进展状况,揭示国际流域水资源管理研究的现状与态势、研究热点及其布局,为我国流域水资源管理研究提供参考。

1 数据源

为了解全世界流域水资源管理研究的进展,充分反映该领域的发展动态,本文选用 Web of Science 数据库中的 SCI-E 和 SSCI 引文数据库,首先根据流域水资源研究方面的主题词(水资源管理、水资源分配、水资源开发、水资源利用、水资源法律等)进行检索,然后结合该数据库中学科领域分类进行精选,从而检索到数据库中 1921—2012 年所有关于流域水资源管理研究方面的文献。检索词分别为 river basin、rivers、lake、watershed、catchment、management、distribution、protect、control、measure、develop、governance、exploit、utilize、allocation、policy、law 等,检索日期为 2013 年 6 月 28 日,共检索到有效数据61 739 条。

2 论文的分布及对比

2.1 全世界的论文总量年度分布

从 1921—2012 年,全世界流域水资源管理研究论文总量呈稳步增长趋势,如表 1 所示。从表 1 可以看出,论文总量增长反映了流域水资源管理研究的两大发展阶段:第一阶段(1921—1990 年)为研究的萌芽期,论文总量较少,平均每年不足 7 篇,且总量增长缓慢;第二阶段(1991—2012 年)为研究的较快发展期,论文总量不断增加,平均每年约 2 785 篇,总量呈明显上升趋势。

表 1 全世界的论文总量年度分布

年份	论文总量	年份	论文总量
1921—1930	3	1999	1 997
1931—1940	2	2000	1 951
1941—1950	4	2001	2 203
1951—1960	8	2002	2 315
1961—1970	26	2003	2 604
1971—1980	95	2004	2 826
1981—1990	324	2005	3 121
1991	871	2006	3 562
1992	883	2007	4 033
1993	1 001	2008	4 492
1994	1 090	2009	4 835
1995	1 363	2010	5 519
1996	1 456	2011	5 723
1997	1 563	2012	6 126
1998	1 743		

2.2 主要国家的论文数量对比

在现有数据基础上,对不同国家的论文数量进行分析对比,可以看出论文数量排名前 10 的国家分别为美国、中国、加拿大、英国、德国、澳大利亚、法国、西班牙、日本和荷兰,它们发表的论文数量占总量的 66. 58%,其他 186 个国家或地区的论文数量只占 33. 42%,表明流域水资源管理研究相对集中在这前

10 个国家,表 2 为这些主要国家的论文数量对比情况。美国的论文数量占绝对优势,远远高于其他 9 个国家,说明美国在流域水资源管理方面的科研活动相当活跃,并且具有相当强的研究实力。从整体上来看,其他 9 个国家的论文数量比例差异不是很大,其中加拿大、中国和英国各占 6% 以上;德国和澳大利亚各自所占比例比较接近,均超过了 4%;西班牙、日本和荷兰各自所占比例比较少,在 3% 左右。从累计百分比来看,前 8 个国家的论文数量累计已经超过了 60%。

表 2 主要国家的论文数量对比

国 家	论文数量百分比/%	累计百分比/%
美 国	26. 33	26. 33
中 国	7. 02	33. 35
加拿大	6. 32	39. 67
英 国	6. 07	45. 74
德 国	4. 56	50. 30
澳大利亚	4. 31	54. 61
法 国	3. 88	58. 50
西班牙	3. 02	61. 51
日 本	2. 70	64. 22
荷 兰	2. 36	66. 58

2.3 主要国家的论文数量年度分布

表 3 为上述主要国家的论文数量年度分布情况。总体上讲,这些国家的论文数量呈上升趋势,其中美国和中国的论文数量增长速度比较快,而其他国家比较平缓。

表 3 主要国家的论文数量年度分布

年份	美国	中国	加拿大	英国	德国	澳大利亚	法国	西班牙	日本	荷兰
1921—1989	59	1	14	11	3	5	3	0	12	5
1990	26	4	3	4	1	3	2	1	2	
1991	156	3	44	39	12	17	10	9	14	5
1992	176	3	48	30	19	18	16	14	10	10
1993	187	5	49	35	17	15	32	7	12	24
1994	185	5	65	35	19	27	20	8	8	17
1995	247	8	57	52	18	24	30	21	11	18
1996	286	7	76	74	27	37	19	18	23	16
1997	344	9	105	83	42	52	57	25	16	21
1998	516	26	134	143	76	71	81	38	39	35
1999	593	34	164	160	78	93	95	59	56	56
2000	639	34	182	191	89	87	73	49	62	30
2001	710	80	166	167	98	118	97	58	60	32
2002	718	85	153	188	112	91	124	65	61	61
2003	815	117	183	155	137	100	86	64	90	62
2004	924	167	193	212	144	126	122	92	94	68
2005	971	166	200	197	143	115	122	88	104	75
2006	1 123	238	257	238	165	191	152	117	116	87
2007	1 204	315	279	245	209	185	184	129	140	113
2008	1 322	379	306	259	269	221	205	169	166	131
2009	1 290	500	306	289	261	237	220	201	176	129
2010	1 553	629	359	370	333	320	239	218	164	190
2011	1 561	820	366	344	319	326	294	248	154	181
2012	1 691	977	444	468	399	355	267	284	187	184

2.4 研究机构的论文数量年度分布

论文数量超过 200 篇的研究机构共有 18 个,其中大学有 11 所,分布在美国和英国;科研机构有 4 家,分别是西班牙国家研究委员会、俄罗斯科学院、中国科学院和美国农业部农业研究所;政府研究部门有 3 个,分别是加拿大环境保护局、美国地质勘查局和美国环境保护局。中国科学院以 1 327 篇的论文数量排在首位。上述研究机构的论文数量主要分布于 1990—2012 年,如表 4 所示。总体来看,研究机构的年度论文数量呈上升趋势,其中中国科学院的论文数量增长速度最快,其他机构变幅不大。虽然美国地质勘查局的论文数量在 2000 年有明显的波动,但是总体变幅不大。

2.5 学科领域的论文数量年度分布

根据 Web of Science 数据库对期刊的学科领域分类,1921—2012 年流域水资源管理研究的论文主要分布在环境科学与生态学、水文学、海洋和淡水生物、地质学、工程学、农学、海洋学、渔业、化学、气象与大气科学等领域,如表 5 所示。此外,部分论文还涉及自然地理学、地球化学及地球物理和动物学等学科领域,但是大多数论文都集中在环境科学与生态学领域,占 22.76%,水文学、海洋和淡水生物、地质学和工程学也是流域水资源管理研究涉及的主要领域。流域水资源管理研究论文的学科领域分布特点与其学科属性密切相关。

表 5 流域水资源管理研究论文的主要学科分布

学科	论文数量	学科	论文数量
环境科学与生态学	21 973	农 学	3 463
水文学	13 339	海洋学	3 079
海洋和淡水生物	11 403	渔 业	2 668
地质学	8 676	化 学	1 961
工程学	8 538	气象与大气科学	1 864

3 研究主题的关联和分布

3.1 部分国家的研究主题

排名前 19 位的国家论文数量占全世界论文总量的 80%,本文对这 19 个国家在 1921—2012 年的研究主题进行关联程度分析,如图 1 所示。图 1 中点与点之间的连线及其粗细代表研究主题的关联程度,连线越粗说明关联程度越强,反之越弱(下同)^[13]。由图 1 可见,美国、加拿大、法国、德国、西班牙、瑞士、英国、意大利、荷兰、比利时和瑞典等国家之间的研究主题关联程度比较大。采用共词聚类分析方法,对上述国家发表论文的关键词进行聚类分析可知,它们关注的研究内容主要包括水质、气候变化、土地利用、水体富营养化、河流的沉积物等。澳大利亚、俄罗斯、土耳其、印度、中国、巴西、日本和新西兰这 8 个国家的研究主题相对比较独立。

3.2 重点机构的研究主题

对上述 18 个重点研究机构在 1921—2012 年的

表 4 主要研究机构的论文数量年度分布

年份	中国科学院	美国地质 勘查局	俄罗斯 科学院	佛罗里达 大学	德州 农工 大学	美国农业 部农业 研究所	美国国家 环境 保护局	威斯康星 大学	科罗拉 多州立 大学	明尼 苏达 大学	加州大 学戴维 斯分校	加拿大 环境 保护局	亚利 桑那 大学	西班牙 国家研究 委员会	不列颠哥 伦比亚 大学	北卡罗 来纳 大学	华盛顿 大学	马里兰 大学
1990		2		1		1		1	1	1	1	1		1		2		
1991		1		4		11	7	9	3	2		2	1	2	3		4	1
1992		8	1	4	8	8	2	7	3	6	4	2	1	2	6	2		1
1993	1	9		4	4	3	4	4	5	3	1	2		2	3	2	3	1
1994	1	6	3	5	5	2	3	1	3	4	3	4	4		1	3	4	4
1995	3	10	4	3	3	3	6	5	5	2	5		4	3	2	3	3	5
1996	1	11	3	4	7	1	7	7	5	8	5	2	3	3	5	2	2	6
1997	1	17	2	5	7	3	4	7	5	10	2	3	1	5	3	6	4	7
1998	10	35	14	11	11	7	6	8	6	7	5	5	10	8	6	8	3	11
1999	7	40	11	13	11	14	8	11	14	9	5	14	4	12	13	6	14	5
2000	10	57	13	12	9	12	13	15	13	8	7	16	9	9	6	5	7	14
2001	26	53	13	9	15	18	12	15	9	12	14	13	12	13	5	4	9	5
2002	26	32	14	13	14	18	14	12	12	19	10	9	6	14	9	8	12	12
2003	30	42	15	11	20	25	14	10	23	12	9	11	7	11	10	19	14	7
2004	50	45	11	32	20	28	23	11	13	21	19	11	10	10	15	10	12	12
2005	66	41	14	25	20	19	19	21	13	18	10	5	12	12	14	13	14	8
2006	79	44	13	26	27	18	13	22	21	12	21	15	16	15	12	14	13	15
2007	95	54	25	32	35	29	12	18	23	17	16	10	21	17	21	17	11	9
2008	120	56	39	29	32	33	28	19	18	11	19	23	20	22	13	19	14	15
2009	132	58	28	28	23	24	33	19	14	21	30	17	21	25	18	18	13	16
2010	187	62	51	34	30	19	24	16	31	20	20	12	23	19	26	16	17	15
2011	227	68	46	26	21	19	25	27	16	22	16	24	26	11	13	18	23	17
2012	257	86	34	19	13	17	32	11	14	20	18	33	17	10	16	26	20	14

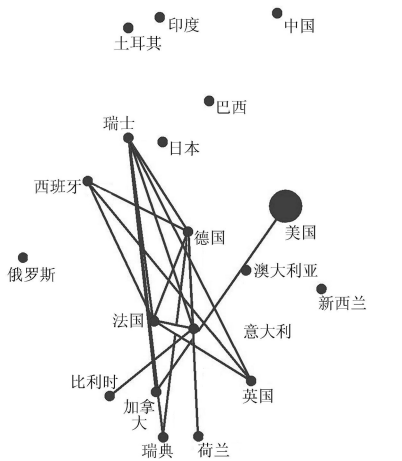


图1 部分国家的研究主题关联程度示意图

研究主题进行关联程度分析,如图2所示。可以看出,由于地域的因素,美国大部分研究机构的研究主题关联程度较强,其中美国农业部农业研究所、美国环境保护局、美国地质勘查局、佛罗里达大学、德州农工大学、科罗拉多州立大学、明尼苏达大学、北卡罗来纳大学和马里兰大学这9个机构的研究主题关联程度比较强;同时英国不列颠哥伦比亚大学、华盛顿大学、科罗拉多州立大学的研究主题关联程度也比较强。通过上述机构发表论文所包含的关键词进行聚类分析,获得这些机构关注的热点问题分别为:水质、土地利用、河流中的沉积物、水体氮和磷含量以及 SWAT 模型的建模和流域研究等,同时还涉及地表水、水体富营养化、水生生物、径流、遥感监测和气候变化等方面的研究。威斯康星大学、加州大学

戴维斯分校、亚利桑那大学、西班牙国家研究委员会、俄罗斯科学院、中国科学院、加拿大环境保护局这7个机构的研究主题相对比较独立。

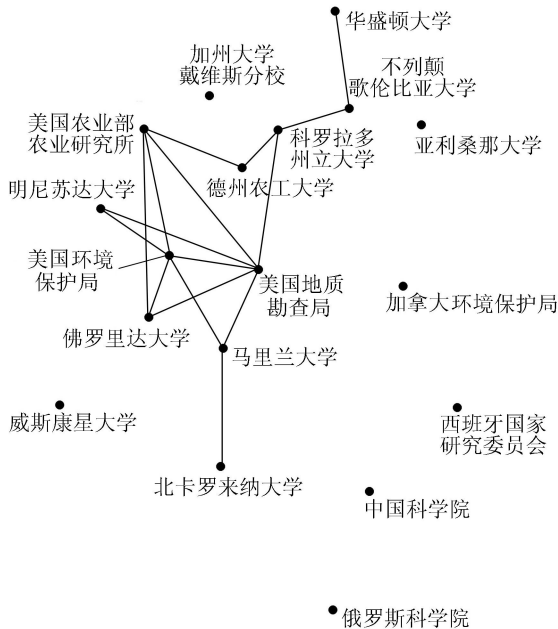


图2 重点机构的研究主题关联程度示意图

3.3 热点主题的年度分布

从整个时间段来看,不同年份的论文数量差异比较大,选取年论文数量超过 100 篇的时间段(1990—2012 年,共计 23 年)作为分析对象。选择当年研究主题所包含的论文数量占当年论文总量的比例超过 2% 的研究主题作为热点主题,如表 6 所

表 6 流域水资源管理研究热点主题的年度分布

年份	水质	气候变化	河流的沉积物	水体富营养化	河流中氮磷等元素含量	水文建模及其应用	土地利用及其变化	河流湖泊水资源	农业用水和污染	地理信息系统 GIS	自然灾害	水资源管理	水污染	水生生物
1990				✓	✓			✓					✓	
1991	✓			✓	✓	✓		✓					✓	✓
1992	✓		✓										✓	✓
1993	✓		✓	✓	✓			✓				✓		✓
1994	✓		✓	✓	✓			✓					✓	✓
1995	✓		✓	✓				✓				✓	✓	✓
1996	✓		✓	✓	✓	✓		✓					✓	✓
1997	✓		✓	✓	✓	✓		✓					✓	✓
1998	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓					✓	✓
1999	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓				✓	✓	✓
2000	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓					✓	✓
2001	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓	✓	✓
2002	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2003	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓	✓	✓
2004	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
2005	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
2006	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓	✓	✓
2007	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
2008	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
2009	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
2010	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓	✓	✓
2011	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓	✓	✓
2012	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓			✓	✓

示,用✓表示该主题在当年是热点主题。利用共词聚类方法对热点主题所包含论文的关键词进行分析,最终获得 23 年里流域水资源管理研究的热点主题是水质、气候变化、河流的沉积物、水体富营养化、河流中氮磷等元素含量、水文建模及其应用、土地利用及其变化、河流湖泊水资源、农业用水和污染、地理信息系统 GIS、自然灾害(洪水和干旱)、水资源管理、水污染和水生生物等 14 个主题。水质、河流的沉积物、水体富营养化、河流中氮磷等元素含量、河流湖泊水资源、水生生物、水污染这 7 个主题一直受到重点关注;土地利用及其变化、地理信息系统 GIS 和水资源管理这 3 个主题的研究从 2001 年开始成为研究的热点主体;气候变化作为研究的热点主题始于 2009 年;自然灾害(洪水和干旱)仅在 2002 年是研究的热点主题。

流域水资源管理研究的热点主题论文数量占当年论文总量的比例如表 7 所示。显然,热点主题的论文数量所占比例呈增长态势,表明研究主题趋向于集中。2002 年的热点主题论文数量所占比例最高,达到 48.43%,是研究主题集中程度的分水岭;2002 年之前的热点主题论文数量所占比例小于 40%,研究主题相对比较分散;2002 年之后的热点主题论文数量所占比例均高于 40%,研究主题相对比较集中。

表 7 水资源管理研究热点主题论文数量占

论文总量的比例		%	
年份	百分比	年份	百分比
1990	16.00	2002	48.43
1991	17.65	2003	41.48
1992	9.79	2004	45.92
1993	20.85	2005	43.35
1994	21.40	2006	41.98
1995	20.41	2007	44.87
1996	22.96	2008	44.81
1997	25.17	2009	44.34
1998	31.04	2010	41.08
1999	34.02	2011	44.38
2000	32.62	2012	44.56
2001	38.42		

4 结 论

a. 在 20 世纪 90 年代以前的 70 年中,全世界有关流域水资源管理方面研究的论文较少,论文数量增长速度较慢,表明国际学术界对水资源管理研究的关注度不是很高,开展的研究工作很少,这与当时国际上水资源的管理和利用等问题尚不突出有关。

b. 自 20 世纪 90 年代以来,流域水资源管理研究的论文数量开始大幅增长,从单学科研究走向多

学科研究、学科交叉研究,反映了国际上水资源管理研究问题日益突出,水资源管理需求日益显著。

c. 美国、中国、澳大利亚和欧洲等国家和地区的水资源管理研究的论文数量较多,这在一定程度上与这些国家或区域的流域众多、水资源管理需求强有关;高等院校是该领域研究的主要机构。

d. 近 23 年来流域水资源管理研究的热点主体是水质、气候变化、河流的沉积物、水体富营养化、河流中氮磷等元素含量、水文建模及其应用、土地利用及其变化、河流湖泊水资源、农业用水和污染、地理信息系统 GIS、自然灾害(洪水和干旱)、水资源管理、水污染和水生生物等 14 个主题,研究的热点主题趋向于集中,2002 年研究主题的集中程度最高。

参考文献:

[1] 熊永兰,张志强,尉永平,等. 流域水资源管理研究国际发展态势分析[M]. 北京:科学出版社,2013: 203-250.

[2] 朱国勋. 流域管理与最严格水资源管理制度[J]. 治淮, 2012 (10): 26-28. (ZHU Guoxun. River basin management and the most strict water resources management system[J]. Governance Huaihe, 2012 (10): 26-28. (in Chinese))

[3] IORI P, DIAS M D, da SILVA R B. Resistance of the soil to the penetration and shear strength in several uses of the soil in areas of permanent preservation [J]. Bioscience Journal, 2012, 28 (1): 185-195.

[4] IKEH E I, OBE E, KIDMAS A T. Screening for intestinal parasites in elective surgery patients in endemic areas: how relevant is it? [J]. Labmedicine, 2011, 42 (8): 469-472.

[5] ZHOU Lianqing, ZHAO Cuiping, CHEN Zhangli, et al. Three-dimensional V-P and V-P/V-S structure in the Longtan Reservoir Area by local earthquake tomography [J]. Pure and Applied Geophysics, 2012, 169 (1): 123-139.

[6] RYAN C, HUIMIN G, CHON K. Tourism to polluted lakes: issues for tourists and the industry. an empirical analysis of four Chinese Lakes [J]. Journal of Sustainable Tourism, 2010, 18 (5): 595-614.

[7] COSENS B, WILLIAMS M. Resilience and water governance: adaptive governance in the Columbia River Basin [J]. Ecology and Society, 2012, 17 (4): 14.

[8] ZHANG J, ZHANG L, RICCI P. Water quality and non-point sources of risk: the Jiulong River Watershed, P. R. of China [J]. Water Science and Technology, 2012, 65 (1): 38-45.

[9] ROLFE J, GREINER R, WINDLE J, et al. Testing for allocation efficiencies in water quality tenders across catchments, industries and pollutants: a north Queensland case study [J]. Australian Journal of Agricultural and Resource Economics, 2011, 55 (4): 518-536.

(下转第 61 页)

- (4): 14-17. (JI Honglan, BIAN Xuejun, XU Jing. Variable fuzzy clustering loop iteration model for ice-run forecast in Inner Mongolia reach of Yellow River[J]. Advances in Science and Technology of Water Resources, 2013,33(4): 14-17. (in Chinese))
- [8] 姚惠明,秦福兴,沈国昌,等. 黄河宁蒙河段凌情特性研究[J]. 水科学进展, 2007, 18(6): 893-899. (YAO Huiming, QIN Fuxing, SHEN Guochang, et al. Ice regime characteristics in the Ningxia-Inner Mongolia reach of Yellow River[J]. Advances in Water Sciences, 2007, 18(6): 893-899. (in Chinese))
- [9] 冯国华,朝伦巴根,闫新光. 黄河内蒙古段冰凌形成机理及凌汛成因分析研究[J]. 水文, 2008, 28(3): 74-76. (FENG Guohua, CHAOLUN Bagen, YAN Xinguang. Analysis of ice such formation mechanism and ice flood causes of Yellow River in Inner Mongolia[J]. Journal of China Hydrology, 2008, 28(3): 74-76. (in Chinese))
- [10] 孟闻远,郭颖奎,王璐. 黄河冰凌特点及防治措施[J]. 华北水利水电学院学报, 2010, 31(6): 27-29. (MENG Wen Yuan, GUO Yingkui, WANG Lu. Ice flood characteristics and prevention measures in Yellow River [J]. Journal of North China Institute of Water Conservancy and Hydroelectric Power, 2010, 31(6): 27-29. (in Chinese))
- [11] 宋安,汪震宇,史庆增,等. 冰模拟实验与水利工程[J]. 水利水电技术, 2005, 36(7): 140-143. (SONG An, WANG Zhenyu, SHI Qingzeng, et al. Ice model test and hydraulic engineering [J]. Water Resources and Hydropower Engineering, 2005, 36(7): 140-143. (in Chinese))
- [12] 宋安,范晓雷,史庆增,等. 闸墩冰荷载及过冰能力的模型试验研究[J]. 水利学报, 2005, 36(9): 1121-1126. (SONG An, FAN Xiaolei, SHI Qingzeng, et al. Model test for ice-force acting on sluice piers and ice-passing capacity [J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2005, 36(9): 1121-1126. (in Chinese))
- [13] 陈储军. 利用模型试验解决工程冰凌问题综述[J]. 水文科技信息, 1997, 14(4): 1-6. (CHEN Chujun. Review on solution to ice engineering problem by model test[J]. Hydrological Scientific Information, 1997, 14(4): 1-6. (in Chinese))
- [14] 陈储军. 白山水电站导流底孔排冰的试验研究[J]. 泥沙研究, 1983(3): 42-52. (CHEN Chujun. Experimental study of ice sluicing through the division tunnel of the Baishan hydroelectric power project [J]. Journal of Sediment Research, 1983(3): 42-52. (in Chinese))
- [15] 孙肇初. 试论浮冰水力模型的相似律[J]. 人民黄河, 1985(1): 3-7. (SUN Zhaochu. On the law of similarity of hydraulic models of drift ice[J]. Yellow River, 1985, 1: 3-7. (in Chinese))
- [16] 白世录,张力忠,于荣海. 试论冰水力学模型的相似律[J]. 泥沙研究, 1997, 3: 66-70. (BAI Shilu, ZHANG Lizhong, YU Ronghai. A preliminary study on similarity of ice hydromechanic model [J]. Journal of Sediment Research, 1997, 3: 66-70. (in Chinese))
- [17] 田勇,于守兵,顾志刚. 包神铁路黄河大桥改扩建工程实体模型试验[R]. 郑州: 黄河水利科学研究院, 2012.
- [18] 王普庆. 大准增二线黄河特大桥桥位河段冰凌实体模型试验报告[R]. 郑州: 黄河水利科学研究院, 2007.
- [19] 侯素珍,常温花,王平,等. 黄河内蒙古河道萎缩特征及成因[J]. 人民黄河, 2007, 29(1): 25-26. (HOU Suzhen, CHANG Wenhua, WANG Ping, et al. Characteristics and cause of formation of channel atrophy at Inner Mongolia section of the Yellow River[J]. Yellow River, 2007, 29(1): 25-26. (in Chinese))
- [20] 侯素珍. 内蒙古河段合理主槽过流能力及相应水沙条件[R]. 郑州: 黄河水利科学研究院, 2009.
- (收稿日期: 2013-07-05 编辑: 周红梅)

(上接第 38 页)

- [10] SHINOHARA Y, KUMAGAI T O, OTSUKI K, et al. Impact of climate change on runoff from a mid-latitude mountainous catchment in central Japan[J]. Hydrological Process, 2009, 23(10): 1418-1429.
- [11] TRIANA E, LABADIE J W, GATES T K. River Geo-DSS for agro-environmental enhancement of Colorado's Lower Arkansas River Basin, part I: model development and calibration [J]. Journal of Water Resources Planning and Management-asce, 2010, 136(2): 177-189.
- [12] GENGEBACH M F, WEIKARD H P, ANSINK E. Cleaning a river: an analysis of voluntary joint action [J]. Natural Resource Modeling, 2010, 23(4): 565-590.
- [13] 熊永兰,王莉亚,张志强,等. 欠发达地区发展研究的国

际态势分析[J]. 科学观察, 2012(6): 38-45. (XIONG Yonglan, WANG Liya, ZHANG Zhiqiang, et al. Analysis of the international research trend of the less-developed areas [J]. Science Focus, 2012(6): 38-45. (in Chinese))

(收稿日期: 2013-07-10 编辑: 周红梅)

