

南非的水研究体系及实力剖析

任洪波

(中国科学技术信息研究所, 北京 100038)

摘 要: 本文介绍了南非水资源管理保护和水研究相关的法规政策, 以及主要的水研究资助管理和研究机构, 并结合论文发表和专利数据, 分析了南非水研究的实力, 认为南非科技界在水研究领域非常活跃, 中南两国在水研究领域优势互补, 有着广阔的合作空间。

关键词: 南非; 水研究; 水资源政策; 国际科技合作

中图分类号: G 327.478 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2015.05.007

南非被联合国归为用水压力较大的国家, 人均可用淡水低于 1 700 升/年, 部分地区缺水严重。年均降雨量约 450 毫米, 远低于全球平均 860 毫米, 只有 9% 的降雨量能够到达河流系统, 地下含水层出水量有限, 只能提供南非用水总量的 13.5%。总体而言, 南非淡水量无法充分满足现代生活水平和未来人口、社会、经济和环境可持续发展的需要。预计到 2025 年, 南非将出现水“赤字”(1.7%的用水缺口)^[1]。因此, 南非政府对于水资源管理保护和水研究非常重视, 出台了一系列法规和政策鼓励开展水研究。基于现行法规政策要求和南非的社情、“水情”、自然禀赋及科技实力, 南非科技界在水研究领域特别是与环境科学/工程和地球科学等南非传统优势学科交叉的研究领域非常活跃, 涌现出一批具有世界领先水平的研究机构, 取得了许多重要的研究成果。中南两国在水研究领域优势互补, 在共同面对全球淡水资源缺乏、气候变化、生态和环境保护等问题的大背景下, 有着广阔的合作空间。

1 与水研究相关的法规政策

南非政府对于水研究非常重视, 先后出台的《国家水法》、《水研究法》、《水服务法》、《国家

水资源政策》、《供水和卫生政策白皮书》、《国家水政策白皮书》、《国家水资源战略》等系列法规政策, 均包含了与水研究有关的条款。这些法规政策为南非科技界开展水研究提供了良好的制度框架。

1.1 国家水法

南非 1998 年颁布的《国家水法》确认, 水是一种分布不均的稀缺资源, 属于全体人民, 应该按所有用水户都受益的方式进行分配, 确保对水的公平、有效、可持续和有益的利用^[2]。《国家水法》还特别强调了保护水生态系统及其相关的生态系统和生物多样性, 要求对所有重要的水资源进行分类和质量分级、确定贮量, 从而开展统一保护, 确保水资源的可持续性。《国家水法》首次明确了生态水权, 对于世界其他国家的水权立法具有深远影响^[3], 对于南非水研究也给出了重要的研究方向。

1.2 国家水资源战略

2004 年, 南非水利部出台《国家水资源战略》, 概述了国家的水资源管理目标, 包括: 建立水资源管理的国家框架; 建立制定流域管理策略的框架; 提供水资源相关数据, 推动连贯的与全面的计划; 确定发展计划与障碍。对于水资源管理提出了两个措施: 一是资源导向的措施: 该措施重点是水资源的质量, 包括水量与水质, 水中与水边栖息

作者简介: 任洪波 (1973—), 男, 硕士, 工程师, 主要研究方向为科技政策、科技管理、国际科技合作。

收稿日期: 2015-05-18

地的特征与状态,水生生物区的特征、状况与分布,对于每类主要资源都将确定质量目标;二是源头导向的措施:直接源头控制对于保护和监管水资源的利用非常重要,要通过工具例如测度标准和特定参数来控制水资源活动对源头的影响。^[4]

《国家水资源战略》提出的部分行动,特别是建立国家水资源分类系统,对于国家水资源进行分类分级保护,以及将取水、污水排放、存储水和其他用途用水包括在内建立全面的用水定价策略,都与水研究密切相关。

1.3 《水研究法》

《水研究法》的颁布实施无疑是南非发展水研究能力的最重要举措之一。在经历了1960年代的水危机之后,南非于1971年颁布《水研究法》,提出建立水研究委员会和水研究基金,支持南非各研究机构开展有针对性的水研究、知识创造和利用,促进南非可持续发展。该法对于南非水研究委员会的使命任务、组织构成、运作和水研究基金的来源、用途作出了规定^[5]。根据《水研究法》,水研究委员会的法定职能包括:促进水研发领域的协调、合作和交流;确定水研究需求和优先领域;根据优先领域激励和资助水研究;促进信息和技术的有效转移;增强水部门的知识和能力建设等。水研究委员会的经费(水研究基金)主要来自水费课征、议会拨款和社会组织、公众的捐赠。南非水利部部长根据水研究委员会的建议制定水价策略,在水费中按适当比例向部分或全部用水户附加征收水研究费用,水利部总司长负责课征并将相应资金拨付水研究委员会,这种独特的经费筹措方式有力地确保了南非水研究委员会的经费稳定,使其不受政府预算调整/紧缩的影响,充分反映了南非政府对于水研究的重视。

2 南非水研究的主要参与机构

南非的主要研究资助机构、公立研究机构、大学和企业研究机构都在不同程度上参与了水研究工作。

作为南非加强水研究的重要举措,根据《水研究法》成立的南非水研究委员会,是专门负责资助和协调南非涉水研究的国家级资助管理机构,也是南非水研究得以保持世界竞争力的重要推手。水研

究委员会主要通过项目资助、对表现突出的水研究机构进行认定并给予专项资助、与国际组织和企业等机构合作开展水相关研究和教育培训、组织召开国际和国内会议、参与制定水相关国家标准、开展科普活动等形式引导南非公共研究机构和企业开展水研究,提高公众对于水研究的认知。水研究委员会创办的期刊《南非水利》(Water SA)影响因子1.12,在南非所有ISI期刊中排名第二,在全球水期刊中名列第17。除了水研究委员会外,南非国家研究基金会也向水相关学科研究(特别是基础研究)提供资助。

南非参与水研究的公立研究机构主要包括:南非科学工业研究理事会、农业研究理事会、南非水利部资源质量服务处等,这些公立研究机构根据政府主管部门赋予的特定使命任务开展水研究工作,在长期的研究过程中巩固了其难以被取代的地位。例如,南非水利部资源质量服务处,其前身是南非水质研究所,其监测网络遍布全南非,主要负责对国家水资源系统的化学、超营养作用、微生物学、毒物学、水生态系统和河流健康系统的监测和数据分析,向国家水资源管理者提供水资源数据和技术信息,为制定和落实水资源质量评测和保护战略提供必要支撑。

南非参与水研究的大学研究机构较多,且各有特色。许多大学开展水研究的历史悠久,如开普敦大学、比陀大学等,这些大学基础研究实力雄厚,在反映水研究实力的指标(例如,水研究相关论文发表数量排名)方面排名居前,在水研究相关人才培养上也有相当建树;还有许多大学成立水研究机构的时间较短,例如,斯坦陵布什大学2011年才成立水研究所,这些大学往往面向新出现的交叉研究前沿领域,重点开展应用研究和创新。所有的大学研究机构都非常重视跨学科研究和产学研合作,例如开普敦大学毕业生创办的水管理咨询公司与开普敦大学淡水研究中心形成了有效的产学研结合模式,罗德斯大学水研究所与联合利华合作成立环境水质中心,主要利用生态毒物学和生态监测检测工具开展淡水资源水化学效应研究,为管理和改善国家淡水资源质量的政策制定提供技术支撑。部分大学研究机构在非洲特别是南部非洲地区具有相当的影响力,罗德斯大学水研究所是撒哈拉以南非

洲水资源网络的秘书处和学术主管，夸祖鲁-纳塔尔大学水资源研究中心承担了非洲全球变化和水资源中心秘书处的职能。

南非涉及水研究的企业既有国营企业也有私营企业，所从事的水研究基本上都是与自身运营直接相关的应用研究。国营企业主要是国家和市政公用事业管理机构直属企业，其研究方向主要包括：水资源调度、水经济、污水处理等，例如，南非水利部的直属企业兰德水公司直接从事水资源管理实务和相关研究，包括：水资源规划、调水及配水方案、兴建水利工程、对水工程进行维护和保养、向城市供水、征收水费、治理污水和保护环境以及向部分农村供水。私营企业以矿企为主，主要方向是矿山酸水处理。例如，英美矿业公司作为全球知名矿企，与南非地方政府长期合作开展煤矿酸水回收再利用项目，采用先进的矿山酸性废水处理技术，将矿山酸性废水净化为饮用水，该公司联合必和必拓公司与 eMalahleni 市政府合作的 eMalahleni 煤矿酸水回收利用项目，在 2011 年南非德班召开的联合国应对气候变化大会高端会议—“驱动变革，全球行动”（UNFCCC Momentum for Change）会议

上，被宣布为公私合作伙伴关系（PPP）十大全球典型案例之一，成为唯一入选的矿业项目。^[6]

3 南非的水研究实力

南非水研究委员会最近几年连续组织专家对南非水研究领域论文发表情况和专利申请情况进行年度调查，以此掌握南非水研究的状况。其调查数据主要来自汤姆森路透 ISI 论文索引数据库和美国专利局数据库。根据南非水研究委员会 2013 年公布的调查结果，1980 年代初期，南非研究人员在水研究领域发表论文年均超过 60 篇，特别是 2000 年以来，年均超过 100 篇，2009 年为最高，接近 180 篇。不过从南非水研究论文占世界的比例来看，自 1981 年的逾 3% 降至 2010 年的 1.69%，其主要原因是 ISI 数据库中水相关研究的涵盖领域扩大，以及其他国家论文数量增加。总体而言，南非对世界论文产出的贡献仍集中在南非具有自然资源优势的矿冶、生物多样性、考古学、动物学等领域，相对来说，南非在水研究领域的活跃度超过了多数学科（南非研究论文产出总量仅占世界论文总产出的 0.5%）。^[7]

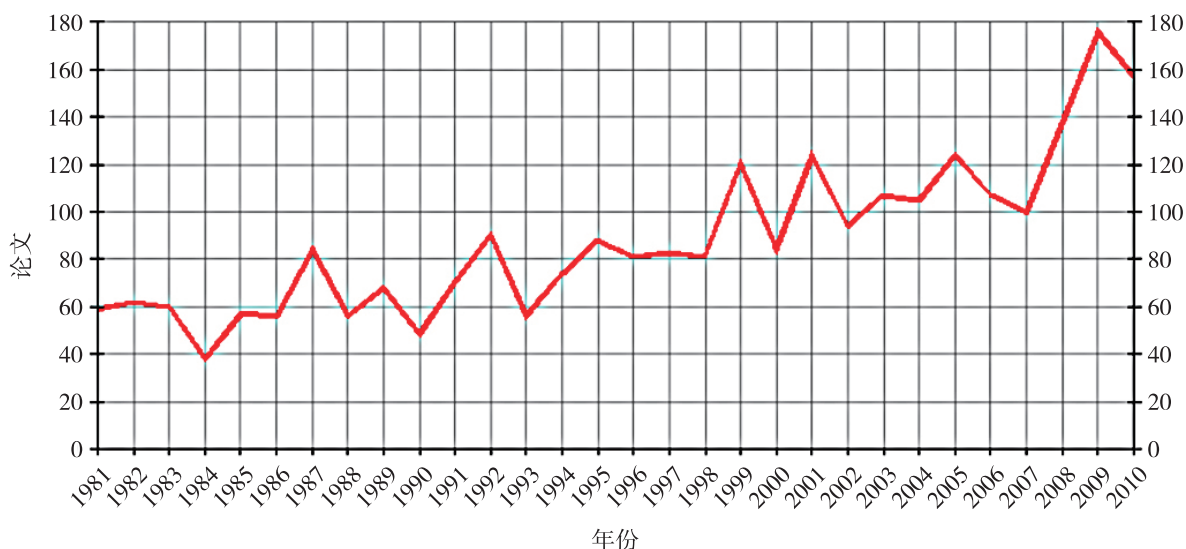


图 1 1981—2010 年南非水研究论文发表数量

数据来源：南非水研究委员会 2013 年调查报告。

1999—2012 年间，南非在水研究领域共发表论文 2 323 篇，相当大的部分与环境科学和工程领域相关。

从论文合著的角度看，与英国研究人员合著

最多，占 3.2%，接下来是美国 3.1%，澳大利亚 2.7%，荷兰 1.5%，津巴布韦 1.5%，德国 1.2%。

2006—2010 年间，按各国在水资源领域的出版量排名，南非发表了 677 篇，居 19 位（美国

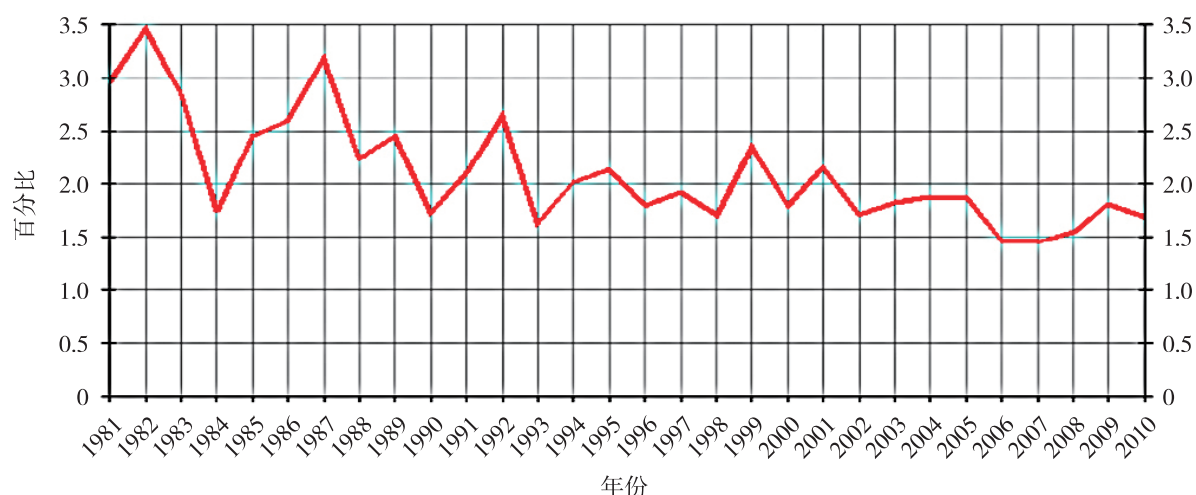


图2 1981—2010年水研究领域南非论文占世界论文的比例

数据来源：南非水研究委员会2013年调查报告。

表1 1999—2012年南非水研究论文分类情况

类别（水资源）	论文数量（总计2323）
环境科学	581
环境工程	419
地球科学	316
大气气象学	187
土木工程	148
化学工程	76
海洋淡水生物	49
农学	42
土壤科学	27
生态学	20
湖沼学	20
海洋地理	18
机械工程	17
化学应用	12
经济学	12
管理	12
公共环境职业健康	10
毒理学	10

数据来源：南非水研究委员会2013年调查报告。

10 530 第一，中国 3 619 第二，印度 1 796 篇居 10 位，巴西 751 第 16 位）。如果以 2012 年南非学术论文发表总量的国家排名居 33 位来衡量的话，这一对比显示了南非水研究相对于其他领域研究的领

先地位。

2000—2010 年美国专利局授予外国申请者的水研究相关专利件数，日本最高 2 469 件，南非是 42 件，同期中国为 112 件，印度 66 件，俄罗斯 56 件，巴西 28 件。以各国水专利占专利总数的比例来计算的话，南非是 3.7%，超过了俄罗斯（2.62%）、巴西（2.3%）、印度（1.30%）、中国（1.29%）和（日本0.64%）。

4 结语

在应对社会、经济、生态用水需求和由此带来的一系列挑战的过程中，南非的水研究得到了迅速发展。在应对社会挑战方面，水研究界（包括管理者和水从业者）着力从各个层面改善国家水资源管理系统，帮助原先处于受不公对待的社区获得净水，落实国家减贫战略；在应对经济挑战方面，要在农业、工业发展特别是大型化工、矿业、能源产业和节水之间保持平衡，确保经济增长和就业；在应对生态挑战方面，要协调土地使用和水文的关系、地表水和地下水的关系，保护和维持现有水环境，特别是从量化管理的角度确保生态蓄水包括自然水生态系统的水质/量需求，防止社会和经济未来发展对环境、生态造成破坏；在应对技术挑战方面，要应用现代信息技术包括数据建模和GIS平台、卫星技术，建立和完善区域水资源数据库和水质监测系统。

中南两国都是发展中国家，经济、社会发展水

平较接近,在水研究领域有着较好的互补性,合作空间广阔。比如,在水资源跨流域调度、水利工程和小水电结合方面,中方有深厚的理论基础和实践经验,在数据建模和现代信息技术应用方面,中方也具有一定优势;南非在矿山酸水处理方面,已经开展了许多研究,堪称世界上试点矿山和实验数据最多的国家之一,在水生态系统保护方面,无论在立法、管理、治理还是研究上,南非毫无疑问是世界的领先者;从人口构成上来看,中南都面临着“三农”问题,南非当前62%的水用于农业灌溉,在节水灌溉、农作物与水和土壤的关系、节水作物研究方面,在偏远地区饮用水净化方面,两国都有合作需求,南非对于水研究人才的培养和交流的需求尤为迫切。总之,南非对于水研究领域国际合作非常重视,正在积极寻求拓展合作空间和合作领域,美国、欧盟、法国、德国等发达国家(地区)已经抢占先机,与南非开展了密切的合作。中南两国作为金砖国家和基础四国成员,宜通过水相关领域的博士、博士后的联合培养和研究人员的交流互访,通过建立联合研究中心等长期机制,在水研究领域全面开展合作,共同应对人口增长、气候变化、淡水资源缺乏、生态环境恶化带来的挑战。■

参考文献:

- [1] A CSIR Perspective on Water in South Africa 2010[R/OL]. (2011-03-11).[2014-05-15]. http://www.csir.co.za/nre/docs/CSIR%20Perspective%20on%20Water_2010.PDF.
- [2] 南非共和国水法[EB/OL].(2010-01-30).[2014-05-21]. http://www.mwr.gov.cn/zwzc/zcfg/gwsfgf/201001/t20100130_173819.html.
- [3] 名动天下的南非水资源立法与生态水权[EB/OL]. (2013-12-15).[2014-05-21]. [Http://blog.sciencenet.cn/blog-350729-749954.html](http://blog.sciencenet.cn/blog-350729-749954.html).
- [4] 香港特别行政区环保署评估国际水资源管理政策与行动及其于环境评估和策略性环境评估方面的最新实践最终报告[R/OL].(2008-10-23).[2014-05-25].http://www.epd.gov.hk/epd/SEA/sc/file/water_index/southafrica.pdf.
- [5] Water Research Act NO. 34 Of 1971 [R/OL].(1996-10-04).[2014-05-21]. <http://www.wrc.org.za/Knowledge%20Hub%20Documents/Other/WaterResearchAct34-71.pdf>.
- [7] UNFCCC Endorses Emalahleni Water Reclamation Plant [EB/OL].(2011-12-08).[2012-12-03]. <http://www.miningweekly.com/login.php?url=/article/unfccc-endorses-emalahleni-water-reclamation-plant-2011-12-08>.
- [6] A pulse study on the state of water research development in South Africa[R/OL]. (2013-01-02).[2014-05-25].<http://www.wrc.org.za/Pages/DisplayItem.aspx?ItemID=10262&FromURL=%2FPages%2FAllKH.aspx%3Fdt%3D%26ms%3D%26d%3DDocument+Type%26e%3DResearch+Report%26start%3D1>.

The State of Water Research in South Africa and the Suggestion on Enhancing Cooperation between China and South Africa in Water Research Area

REN Hong-bo

(Institute of Scientific and Technical Information of China, Beijing 100038)

Abstract: South African pays high attention to water resource management and protection, and many water-related acts and policies have been put into effect. South African science communities are quite active in water research area and lots of important research outcomes have been achieved. China and South Africa should complement each other and enhance bilateral cooperation in this area.

Key Words: South Africa; water research; water resource policy; international S&T cooperation