

集成可持续发展理念，系统推进水科学研究 与水产业发展

——德国启动《可持续水管理》研究计划

王志强¹，李丹颖²，赵隆华³

(1. 中国 21 世纪议程管理中心，北京 100038；2. 中国水利部，北京 100053；
3. 中国地质大学长城学院，河北 保定 071000)

摘 要：德国联邦政府一直高度关注可持续发展问题，并为实现德国经济、社会、环境和资源协调发展，持续不断地制定和完善相关政策措施。2012 年，德国联邦教研部按照需求驱动导向原则，启动了《可持续水管理》研究计划，旨在研究探索实现水资源可持续管理的跨领域系统化技术解决方案。通过对该计划出台背景、创新理念和突出特点等进行系统分析，全面阐述了该计划的研究内容、优先主题和配套措施。

关键词：德国；《可持续水管理》；水科学；水产业

中图分类号：TV21(516) **文献标识码：**A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2013.09.008

德国联邦政府认为：水资源是全球实现可持续发展关键要素之一；全球各国政府、学术界与企业应密切合作，共同开展面向未来的水科学研究，为确保当代人与后代人福祉做出贡献。目前，德国联邦政府在《高技术战略 2020》和《可持续发展框架计划》(FONA)框架下，支持水科学研究与水技术产业发展。

2012 年，德国联邦教研部最新启动实施了总经费约 2 亿欧元的《可持续水管理》(*Sustainable Water Management, NaWaM*)^[1]研究计划。该研究计划首次在水资源综合管理(IWRM)框架内集成了可持续发展理念，以可持续发展原则设定研发目标，突破研究领域限制，从水资源与能源、水资源与粮食、水资源与环境、水资源与健康和水资源与城镇化等五大重点领域，系统推进水科学研究创新，促进水产业可持续发展。

1 需求驱动推出《可持续水管理》研究计划

不论在国际层面，还是在国内层面，水科学研究与水技术产业发展都面临着来自人口结构、卫生健康、社会发展、经济增长和生态环境等诸多领域的严峻挑战。自 1950 年至今，全球用水量已增长了 3 倍。到 2050 年，全球人口预计将增长至 90 亿，全球用水量将会再增长 3 倍；到 2030 年，全球将有 47% 的人口面临水资源短缺压力，水资源分布不均衡情况将会持续恶化。全球新增人口中，将有 90% 来自发展中国家和新兴市场国家，而这些国家很多已面临清洁饮用水缺乏问题。目前，全球每年有 500 万人死于水卫生疾病，9 亿人无法获得清洁饮用水，26 亿人缺乏基本卫生设施。全球气候变化将导致干旱、洪水等区域性自然灾害发生频

第一作者简介：王志强(1977—)，男，副研究员，主要研究方向为可持续发展、水资源管理、科技管理。

收稿日期：2013-07-11

率上升。欧洲每年因干旱造成经济损失约 30 亿欧元。2002 年，德国易北河水灾造成了 100 多亿欧元经济损失^[2]。经济全球化、人口增长和社会结构变化将给城市和城市周边地区水资源承载带来更大压力。水体污染、水体富营养化和水资源短缺问题，相互交织在一起，使水生生态系统更为脆弱。目前，全球每天污水排放量达 200 万 t，有近 60% 的大型河流受到人工堤坝水库等严重影响。

上述严峻挑战，是人类未来生存发展需要面对的考验；但在另一方面，也为全球，包括德国在内的水科学研究创新和水产业繁荣发展，带来了巨大机遇。目前，全球水产业市场规模已经达到 5 000 亿欧元，且每年投资需求达 4 500 亿欧元。今后 10 年，全球水资源开发、处理、输送和净化等产业领域市场规模，将以年均 6% 的速度递增，达到 8 000 亿欧元。德国水产业共吸纳劳动力就业 25 万人，每年投资需求高达 80 亿欧元^[3]。德国水科学研究和水技术产业发展位居世界前列。2011 年，德国可持续水技术产业领域技术产品，约占全球市场份额的 10%；而在水资源高效利用技术产业领域，市场占有率高达 20%。

为此，德国联邦政府认为：水科学研究和水产业发展要更好地应对未来多样化、多领域、不同应用方式和不同地理区域的差异化需求，以确保德国在水科学研究和水产业发展领域的优势地位。具体包括：在全球水资源和其他自然资源不断减少的背景下，促进水资源及其他相关资源高效利用；提升水资源供应和处理安全保障，实现水资源可持续循环利用；按照可持续发展理念，确保水资源在不同应用领域和不同代际间保持平衡；建设适应人口结构变化和城镇化发展的水利基础设施等^[4]。这也是德国联邦教研部提出可持续水管理理念，探索研究跨领域系统化技术解决方案的重要原因。按照需求驱动导向原则，《可持续水管理》研究计划将开展跨学科和跨领域系统的研究（见图 1 所示）。

2 《可持续水管理》研究计划体现的新特点

2.1 拓展水资源综合管理理念，新融合可持续发展目标

近年来，水资源综合管理作为一种系统考虑社

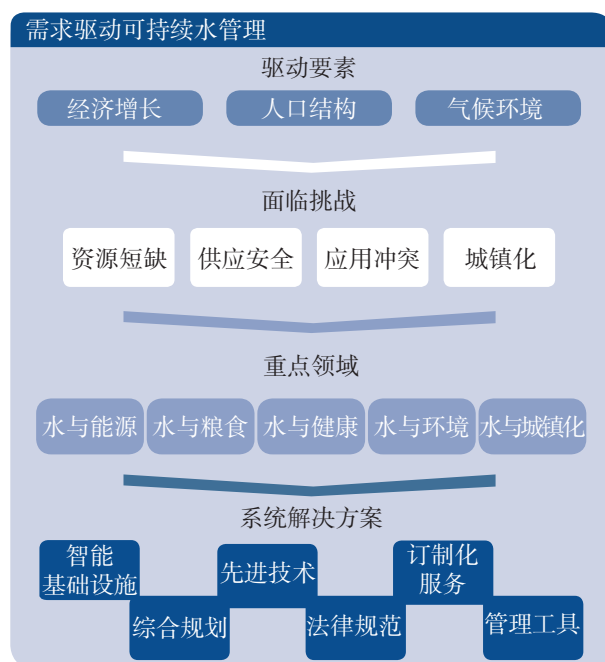


图1 德国需求驱动的可持续水管理结构示意图

会发展、经济增长和生态保护需求，统筹私有部门、公立部门等利益相关方利益的水资源管理理念，已经得到了越来越多的认可和理解，并且在逐步从理论研究走向实践。但是，在推动水资源综合管理从理论到实践的过程中，面对复杂多变的外部环境，需要正确设定合理的发展目标和评价指标，需要研发可应对复杂不确定外部需求的可持续的系统解决方案，需要制订能够高效可持续推进水资源综合管理的管理措施。为此，德国联邦教研部新出台的《可持续水管理》研究计划，在推进水科学研究创新和水产业发展过程中，将可持续发展理念转化成为水资源综合管理具体目标，按照可持续发展原则选择水资源可持续管理政策工具，为水资源综合管理研发适合的管理决策支持系统。

2.2 首次突破既有领域框架，寻求系统化可持续解决方案

德国联邦政府原有的水科学研究项目分散在能源资源、生态环境、气候变化、城市发展、卫生健康、土地管理等众多具体领域^[5]。《可持续水管理》研究计划，首次在可持续发展理念框架下突破了既有的水科学研究计划与研究领域限制，以需求驱动为基本导向，开展跨领域关键技术、产业发展规划、集成管理和政策工具研究，旨在强化德国在全球“水资源管理”领域领先优势与主导地位。《可

持续水管理》研究计划全面涵盖了水资源与能源、水资源与粮食、水资源与健康、水资源与环境、城镇水资源等五大重点领域。该研究计划，不仅仅寻求在单个技术关键节点上取得突破，而且更加强调研究探索要能够应对未来挑战的系统化的、可持续的技术解决方案。

2.3 优化资助方式整合研发力量，加强跨学科与跨部门合作

《可持续水管理》研究计划，注重对资助方式的优化和对研发力量的整合。德国联邦教研部在实施该计划同时，在《中小企业创新计划》中增设了“可持续水资源管理”研究主题，支持水技术领域中小企业参与研发创新活动。目前，德国约有150多所高等院校和校外研究机构，在开展水科学领域研究^[4]。在水科学研究领域，约有2/3的公共研发经费由公立高等院校和校外研究机构的基本经费承担，1/3由德国联邦教研部、德意志研究联合会、欧盟和各联邦州提供^[6]。2013年，德国联邦教研部依托亥姆霍兹大研究中心联合会环境研究中心，组建了德国“水科学联盟”（WSA），以加强各研究机构间合作，集聚各学科领域研究力量，促进研究技术成果交流与共享^[7]。此外，在《可持续水管理》研究计划框架下，德国联邦教研部还与德国学术交流中心开展了跨部门合作，联合推出了“可持续水管理国际奖学金”（SuWaM），吸引和培养青年科研人才，加强水科学研究领域能力建设。

2.4 推进落实科研国际化战略，积极参与各类国际合作计划

2008年，德国联邦政府推出了《科研国际化战略》，旨在提升德国科技发展国际化水平，更好地应对全球性挑战。《可持续水管理》研究计划，把落实科研国际化战略理念作为重要目标，与同属可持续发展领域的《面向可持续性气候、环境保护技术与服务国际合作伙伴计划》（CLIENT）密切配合。在国际合作伙伴计划中，德国将“水管理”列为四大重点领域之一^[8]，重点面向新兴市场国家和发展中国家，开展区域/城镇水资源管理、水利设施能耗优化、净水技术与水产业发展规划等方面的国际合作。

在欧盟层面，德国联邦教研部鼓励德国的高等院校和校外研究机构参与欧洲研究区计划，开展水

科学领域国际研发合作。此外，德国联邦教研部还参与了《洪水风险管理》、《集成水资源管理》和《世界变化过程中的水挑战》等欧盟联合研究计划的组织实施。根据欧盟第七研究框架计划，欧盟还将组建由各利益相关方共同参与的“水供应与水卫生平台”，综合分析水技术研究需求和制定研发议程规划。德国联邦教研部将参与该平台建设工作。

2.5 促进知识技术成果转化，保持德国水产业国际领先优势

《可持续水管理》研究计划，将吸引产业界合作伙伴的广泛参与作为重要任务之一。该研究计划的目标是：要进一步加快推进水科学领域技术成果从基础研究向产业应用转移，即，实现“从知识向产品转化”。目前，德国可持续水技术产业发展位居世界前列：2011年，德国可持续水技术产品占据了全球市场份额的10%，技术产品出口量位居全球首位；德国在可持续水技术领域注册专利数量仅次于美国，居全球第二位；此外，德国在供水、排水、防洪、分散式水处理等技术领域，也处于领先地位^[9]。德国联邦教研部将通过《可持续水管理》研究计划的实施，进一步强化水科学与水产业领域政府部门、高等院校、校外研究机构、行业协会及企业之间的合作，在基础研究和应用研究间搭建桥梁，以保持德国在水科学研究和水产业发展领域的国际领先优势。

3 《可持续水管理》研究计划任务部署

3.1 水资源与能源领域

（1）研发需求

主要包括：发掘市政水处理和水供应流程中提高效率的潜力；提高工业能源生产过程中的用水效率，包括应对气候变化措施；系统分析区域能源供应和气候保护中水资源可持续管理的作用；平衡水资源保护与可再生能源开发利用间的利益关系。

（2）优先主题

主要包括：提高能效和资源节约型水资源管理技术与规划；提高饮用水处理与供应能效；能源生产与水生态系统间接口技术与规划。

3.2 水资源与粮食领域

（1）研发需求

主要包括：集成区域土地管理与地下水资源可

持续管理规划；综合评估土地利用过程中的物质、水与能源流；农业生产过程中，水技术创新；保障生态多样性与生态功能的自然环境管理；水资源管理智能存储技术与信息技术；区域水资源集成管理与高效利用；可持续水技术与水文化。

（2）优先主题

主要包括：优化农业水资源相关增值链，促进水资源利用效率提高；可持续地下水与地表水管理技术与规划；可持续农业高效灌溉战略。

3.3 水资源与健康领域

（1）研发需求

主要包括：处理后污水与物质原料再应用的健康风险评估；不同用途水资源的水质卫生监测；输送管网、家居设备和集水区等环节，水质下降的健康风险；开展“水卫生与健康”培训，促进环保技术产品推广应用；热带和亚热带地区，国家的水卫生管理。

（2）优先主题

主要包括：水资源开发利用过程中，新型有害物质和病原体风险管理；制定实施可持续居民区卫生规划，开展相关技术集成研究。

3.4 水资源与环境领域

（1）研发需求

主要包括：复杂水网与景观水体开发利用；极端天气事件情况下的水资源管理研究；海岸与水资源集成模型研究；人居环境与自然环境智能化保护规划；土地利用与特定物质流过程中的水资源管理；区域水循环优化与功能界定；集成技术与服务的水资源管理。

（2）优先主题

主要包括：转型过程中的区域水资源管理；欧洲沿海和沿河地区跨界水资源管理；极端气候事件特别是低水位情况下的水资源管理。

3.5 水资源与城镇化领域

（1）研发需求

主要包括：综合考虑可持续发展标准，保障城市供水能力、数量与质量；研发资源与能源节约型水资源管理技术装备；联动自然、半自然和人工水利设施优化城市水系统管理；开发水资源管理决策支持管理系统，评估适应城镇化发展的水资源管理措施；在综合考虑地下水资源与水生生态环境基础

上，实现农村水资源与城市水资源耦合平衡。

（2）优先主题

主要包括：智能化多功能可持续供水与污水处理系统；工业物质流和人居环境耦合技术与规划；建设“水利基础设施创新”区域试点，实施“国际参考”计划。

4 《可持续水管理》研究计划推进实施

在今后5年，德国联邦教研部将在《可持续水管理》研究计划框架下，优先资助上述5个重点领域的研发创新。目前，德国联邦教研部已开展了以下工作：

（1）在水资源与健康领域，启动了《水循环系统新污染物和病原体风险管理》研究项目，并已确定资助12项为期3年的研究课题。

（2）在水资源与城镇化领域，启动了《智能化多功能可持续供水与废水处理系统》研究项目。

（3）在水资源与能源领域，启动了《能源与资源节约型水资源管理可行技术与规划》研究项目。

（4）《转型中的区域水资源管理》和《加强水资源可利用性》2个研究项目，正在研究制定过程中。

（5）通过德国联邦教研部《中小企业创新》计划，资助中小企业参与可持续水资源管理领域研究创新互动。

（6）通过《面向可持续性气候、环境保护技术与服务国际合作计划》（CLIENT），支持水资源管理领域开展国际合作研究。

（7）德国学术交流中心与德国联邦教研部联合推出“可持续水管理国际奖学金”（SuWaM）计划，促进该领域能力建设。

4 结语

德国联邦政府一直高度关注可持续发展问题，按照需求驱动导向原则，启动了《可持续水管理》研究计划，首次在水资源综合管理（IWRM）框架内集成了可持续发展目标，从水资源与能源、水资源与粮食、水资源与环境、水资源与健康和水资源与城镇化等5个重点领域，系统推进水科学研究创新，促进水产业可持续发展。

由于人口持续增长、经济快速发展、水资源时

空分布不均, 管理体制、制度和政策措施不完善, 我国正面临着越来越严峻的水资源短缺问题。为解决水资源问题, 我国已实施了最严格的水资源管理制度, 继续探索创新适合我国国情的水资源管理制度是未来必然选择。德国在水资源可持续管理方面的最新理念和探索实践值得我们参考和借鉴。■

参考文献:

- [1] Bundesministerium für Bildung und Forschung. Förderschwerpunkt “Nachhaltiges Wassermanagement” (NaWaM)[R]. Berlin: BMBF, 2012.
- [2] Statistisches Bundesamt. Nachhaltige Entwicklung in Deutschland Daten zum Indikatorenbericht 2010[R]. Berlin: BSA, 2010.
- [3] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. GreenTech made in Germany 3.0[R]. Berlin: BMU, 2012.
- [4] Bundesministerium für Bildung und Forschung. Integriertes Wasserressourcen-Management: Von der Forschung zur Umsetzung[R]. Berlin: BMBF, 2011.
- [5] Helmholtz-Gemeinschaft. Water Research in Germany[R]. Berlin: HGF, 2012.
- [6] Bundesministerium für Bildung und Forschung. Water as a Resource: Water Research for a Sustainable Future[R]. Berlin: BMBF, 2012.
- [7] Helmholtz-Gemeinschaft. Water Science Alliance White Paper: Priority Research Fields[R]. Berlin: HGF, 2012.
- [8] Bundesministerium für Bildung und Forschung. Forschung für Nachhaltige Entwicklungen Rahmenprogramm[R]. Berlin: BMBF, 2012.

Integrate the Concept of Sustainable Development, Implement the Research and Development of Water Industry: Sustainable Water Management Research Project of Germany

WANG Zhi-qiang¹, LI Dan-ying², ZHAO Long-hua³

- (1. The Administrative Center for China's Agenda 21, Beijing 100038;
- 2. The Ministry of Water Resources of the People's Republic of China, Beijing 100053;
- 3. Great Wall College, China University of Geosciences, Hebei Baoding 071000)

Abstract: The German Federal Government has been paid close attention to the sustainable development of Germany and incessantly drew up related policies and measures on the harmonious development of society and economy, as well as the balance between its resources and environment. Based on the principle of demand-side driven, in 2012 the German Federal Department of Education and Research launched the “Sustainable Water Management Programme”, aiming to find an interdisciplinary systemic solution on the water resource management. This paper analyses the background, innovation concept and typical characteristic of this programme and also make a summary review on its main content, priority and implementation measures.

Key words: Germany; Sustainable Water Management Programme; water science; water industry