



中国水资源与可持续发展*

王浩 王建华

(中国水利水电科学研究院流域水循环模拟与调控国家重点实验室 北京 100038)

摘要 在可持续发展理念的指导下,特别是《里约宣言》发布以来,中国在水资源合理开发、高效利用、有效保护和综合管理等方面进行了大量实践探索,确立可持续发展的治水新思路,着力解决农村人畜饮水安全,推进节水型社会建设,开展水生态系统保护和修复,完善城乡供水系统能力,推行公众参与式管理,以占全球 6%的水资源量,支撑了 22%的人口和近 10%的经济增长速率。受水资源自然条件、经济社会规模与发展阶段以及全球气候变化等因素的综合影响,中国正面临着水资源供需矛盾、水环境污染、水生态退化以及极端与突发事件频繁等突出问题。中国政府对此高度重视,科学制定水资源可持续利用战略,进一步完善水资源基础设施体系,改革水资源管理公共政策与管理系统,切实保障国家水资源安全,以水资源可持续利用支撑经济社会的可持续发展,实现途径主要包括全面建设节水防污型社会、实行最严格的水资源管理制度、强化水资源与生态环境保护、构建国家智能水网工程系统、建立水资源风险管理体系以及强化水资源的科技支撑等。

关键词 水资源,可持续利用,安全保障

DOI:10.3969/j.issn.1000-3045.2012.03.014



王浩院士

水是生命之源、生产之要、生态之基,事关人类生存、经济发展和 社会进步。受水资源自然禀赋和经济社会发展规模与阶段的影响,中国面临着突出的水资源问题,水资源与能源、环境并

列为影响经济社会可持续发展的 3 大制约性因子。

随着可持续发展理念的推广普及,特别是《里约环境与发展宣言》(rio declaration,简称《里约宣言》)发布以来,中国政府将持续发展的理念和原则与水资源开发、利用和管理紧密结合,确立水资源可持续利用的治水新思路,开展了一系列治水实践并取得显著成效,以占全球 6%的水资源量,养育了全球 22%的人口,并满足了近 10%的经济增长的用水需求,为经济社会可持续发展提供了有力支撑。

1 近 20 年中国水资源可持续利用实践探索

《里约宣言》是对 1972 年在斯德哥尔摩通过的联合国人类环境会议宣言的重申,中国在水资源领域对《里约宣言》理解 and 实践主要包括 5 方面:(1)

* 收稿日期:2012 年 4 月 28 日

坚持以人为本的理念,将人类放在关注持续发展的中心位置,把改善民生、增进人的福祉作为水资源实践的出发点和落脚点;(2)履行可持续发展的权利,通过城乡供水安全保障程度的不断提高来满足发展和环境的需要;(3)消除贫困和促进公平发展,大力提高农村人饮安全保障,缩小城乡、东西部差距;(4)切实加强环境和生态保护,维护、保护和修复水生态环境系统的健康和完整;(5)转变不能持续的生产和消费模式,建设与水资源承载能力相适应的节水型社会。

1.1 确立水资源可持续利用总体战略

近 20 年来,特别是进入 21 世纪后,人们更加关心中国的水资源能否支撑庞大人口规模的食物供应,能否支撑社会经济的平稳较快发展,能否解决缺水、水污染和生态退化问题,能否妥善应对气候变化的影响。为此,中国政府和专家学者积极探索水资源可持续利用战略与思路,提出了以“水资源的可持续利用支撑中国社会经济可持续发展的水资源”的总体战略,确定了从传统水利向现代水利、可持续发展水利转变的新时期治水新思路,其核心内容是:坚持以人为本,把解决和改善民生问题放在首要的位置;坚持人与自然和谐相处,保障生态环境用水,促进生态文明建设;建立自律式和集约式水资源开发利用模式,全面建设节水型社会;推进水资源合理配置和多渠道开源,切实提升城乡供水安全保障能力;坚持统筹兼顾,加强改革创新,建立和完善推进水资源现代化管理保障系统。概括地说,就是通过水资源的合理开发、高效利用、优化配置、全面节约、有效保护、综合管理和统一管理,满足经济社会发展对水资源的需求,以水资源的可持续利用支持经济社会的可持续发展。

1.2 强力推进农村人畜饮水安全保障

农村人口众多且分布广阔是我国的一个重要国情,人畜饮水安全是广大农民最关心、最直接、最现实的问题,也是农民生活状况改善的重要标志,是可持续发展核心本质。我国政府高度重视农村饮水工作,积极采取措施帮助群众解决饮水问题,农

村饮用水已从“饮水解困”提升到“饮水安全”层面。1994年,国务院印发《国家“八七”扶贫攻坚计划》,把基本解决农村饮水困难作为奋斗目标之一。进入新世纪,我国政府承诺到“十五”末,基本解决农村饮水困难问题,保证群众基本的生活用水要求。据统计,“十五”期间,全国共有 6 700 万群众告别了吃水难,完成了饮水解困计划。2006年,国务院批准《全国农村饮水安全工程建设“十一五”规划》,要求“十一五”期间解决 1.6 亿农村人口的饮水安全问题,到 2015 年全部解决全国 3.2 亿农村人口的饮水安全问题。中共十七届三中全会明确要求此项工作进一步“提速”,要求力争在 2013 年全部解决我国农村饮水安全问题。“十一五”期间,全国累计解决了 2.1 亿农村人口的饮水安全问题,农村集中式供水人口比例由 38% 提高到 58%。

1.3 积极开展节水型社会建设

建设节水型社会是实现我国水资源可持续发展的战略性举措,是基于我国国情、水情的必然选择和必由之路,也是国家建设资源节约型、环境友好型社会,构建社会主义生态文明的重要组成部分。从 2001 年设立首个节水型社会建设试点(甘肃省张掖市),到如今的全国“十二五”规划的制定实施,中国节水型社会建设取得了显著的阶段性成效,水资源利用效率和效益明显提高,社会共识度和公众节水意识广泛提升,2011 年的“中央 1 号”文件明确提出要“加快建设节水型社会”。目前全国已设立 100 个国家级试点和 200 多个省级试点,形成了覆盖全国的、囊括不同尺度和不同层次的试点地区的“网状”格局,一批试点以生动的实践给出了各具特色的节水型社会建设范例,不仅显著提高了区域水资源利用效率和效益,促进了试点区经济发展方式的转变,同时还带动了周边地区节水型社会建设的进程。通过“十一五”节水型社会建设规划和节水型社会试点的建设,全国水资源利用效率显著提高,2010 年全国万元 GDP 用水量降至 191m³,万元工业增加值用水量降至 105m³,农业灌溉水利用系数提高至 0.5。



1.4 不断提高城乡供水能力

面向经济社会发展的用水需求,大力推进水资源配置和城乡供水工程建设,21世纪前10年水利基础建设投资超过1万亿元,三峡工程基本建成并成功实现175米水位试验性蓄水,黄河小浪底工程通过竣工验收,淮河临淮岗、嫩江尼尔基、广西百色等重点水利枢纽工程投入运行,南水北调东、中线一期工程稳步推进,辽宁大伙房输水工程正式开通,西南中型水库等一批水资源配置工程和骨干水源工程开工建设,兴建了一大批骨干水源工程和水资源配置工程,病险水库除险加固工程目标如期实现,大中型灌区节水改造任务大部分完成,再生水、雨水、海水等非常规水资源利用能力显著提高。现状年全国城乡供水能力超过7000亿 m^3 ,实际供水量超过6000亿 m^3 ,有力地支撑了粮食增产以及工业化、城镇化进程的稳步推进。

1.5 高度重视水资源保护和修复

按照科学发展观的要求,针对水生态系统面临的严峻形势,我国奉行人与自然和谐相处的理念,坚持走可持续发展水利的道路,对水生态系统修复与保护开展了大量的实践和探索,并取得了显著的阶段性成效。在水资源配置和管理工作中,重视生态环境用水,通过对黄河水资源进行统一调度,实现了黄河连续10年不断流,有效保证了河流生态功能的发挥;在水利工程的规划、建设、管理运行中,重视水生态系统保护,加强水利工程的生态调度和运行,充分发挥水利工程保护生态的作用;对塔里木河、黑河等生态脆弱的流域进行系统的生态治理和修复,向塔里木河下游的台特马湖、黑河下游的东居延海、东北的扎龙湿地、华北的白洋淀等湖泊、湿地进行生态调水和补水,开展了“引长江水济太湖”的调水工作,使得河流下游或湖泊的水生态环境得到了很大缓解;组织开展了水功能区划工作,为水生态系统保护和水污染防治提供了基础性依据;开展了以城市为单元的水生态系统保护与修复试点工作,为水生态系统保护的工作机制和技术实施探索了实践经验,解决了关键技术,提供了成

功范例。

1.6 积极引导公众广泛参与

近20年来,我国水资源管理逐渐转变“政府主导”的传统模式,在政策的公开、公众参与方面进行了大量有益的探索,积极践行《里约宣言》倡导的“应广泛地提供信息,从而促进和鼓励公众的了解和参与”。(1)积极加强政务公开,提高水行政行为的透明度和办事效率,要求除涉及国家秘密、依法受到保护的商业秘密和个人隐私外,各级水行政主管部门对各类行政管理和公共服务事项都要如实公开;(2)积极推行农民用水者协会制度,明确农民用水户的权力与职责,界定农民用水者协会与管理机构的关系,促进农民用水户参与利益关系密切的灌排项目规划、水量调配、水价制定、工程建设与管理等事物;(3)不断扩大征询、听证、专家论证、多方协商等制度和形式,扩大公众参与的深度和广度,如遍布全国各大城市的水价听证制度,圆明园湖底覆膜事件的公众参与,怒江水电开发中的民间组织参与和专家论证等。

2 中国面临的水资源情势和保障需求分析

人多水少、水资源时空分布不均是我国的基本国情水情。近50年来,受气候变化和人类活动的综合影响,我国水资源整体向着不利的方向演变,进入21世纪以来,这种演变的趋势仍在继续,2001—2009年多年平均值与1956—2000年多年平均值比较,就全国而言,降水减少2.8%,地表水和水资源总量分别减少5.2%和3.6%,其中最缺水的海河区减少显著,降水深减少9%,地表水减少49%,水资源总量减少31%,我国北少南多的水资源格局进一步加剧。受水资源的自然禀赋、经济社会规模与发展阶段以及全球气候变化等因素的影响,我国正面临着4大水资源问题:

2.1 水资源供需矛盾突出

我国水资源条件先天不足,全国平均单位国土面积水资源量仅为29.9万 m^3/km^2 ,为世界平均水平的83%。受庞大人口规模影响,我国人均水资源

量仅为 2 100m³,不足世界人均占有量的 1/3,在水资源有统计的国家中排名第 127 位,位居后列。我国耕地面积大,亩均水资源量为 1 440m³,约为世界平均水平的 1/2。我国水资源时空分布很不均匀,与耕地资源和其他经济要素匹配性不好,加上工程设施体系的不完善,华北、西北、西南以及沿海城市等地区水资源供需矛盾突出,正常年份全国缺水达 500 亿 m³。

2.2 水环境污染严重

我国地表水体和地下水水体污染十分严重,点源污染不断增加,非点源污染日渐突出,水污染加剧的态势尚未得到有效遏制。2010 年全国水功能区达标率为 46.0%,全国 667 个地表水集中式饮用水水源地中,合格率达 100%的水源地占评价总数的 53.1%,全年水质均不合格的水源地有 37 个,占评价总数的 5.5%。全国 763 眼监测井中,水质为 IV—V 类监测井占 62.0%。目前我国水污染呈现出复合性、流域性和长期性,已经成为最严重和最突出的水资源问题。

2.3 水生态系统退化

受经济社会用水快速增长和土地开发利用等因素的影响,我国水生态系统退化严重,江河断流、湖泊萎缩、湿地减少、水生物种减少和生境退化等问题突出,淡水生态系统功能整体呈现“局部改善、整体退化”的态势。北方地区地下水普遍严重超采,全国年均超采 200 多亿 m³,现已形成 160 多个地下水超采区,超采区面积达 19 万 km²,引发了地面沉降和海水入侵等环境地质问题。

2.4 极端 / 突发事件频发

全球气候变化加剧了自然水循环的速率,增加了与气温、降水相关的暴雨、干旱、台风等极端气象事件发生增加的几率。近年来,我国洪旱灾害发生的频度增强,北方地区主要农业区的干旱面积呈现扩大趋势:1990 年以来华北和东北地区干旱趋重;近年来,特大旱涝事件发生频繁,如 2003 年和

2007 年淮河大水,2005 年珠江流域大水,2006 年川渝大旱,2008 年新疆大旱,2009 年北方大旱,2010 西南地区特大干旱,2011 年北方干旱等;此外,人为的突发性水污染事件、城市供水系统故障事件发生的频率也在增加。

未来 20 年是我国全面建设小康社会的战略时期,人口数量仍将增加,工业化、城镇化进程持续推进,因此用水量在未来一段时间内仍持续增长。预计到 2030 年,我国人口总量将接近 15 亿,人均水资源量将下降到不足 1 900m³(图 1),用水总量将达到 7 000 亿 m³左右,废污水排放量将超过 1 000 亿 m³,水资源供求压力将更加突出,生态环境保护形势愈加严峻。

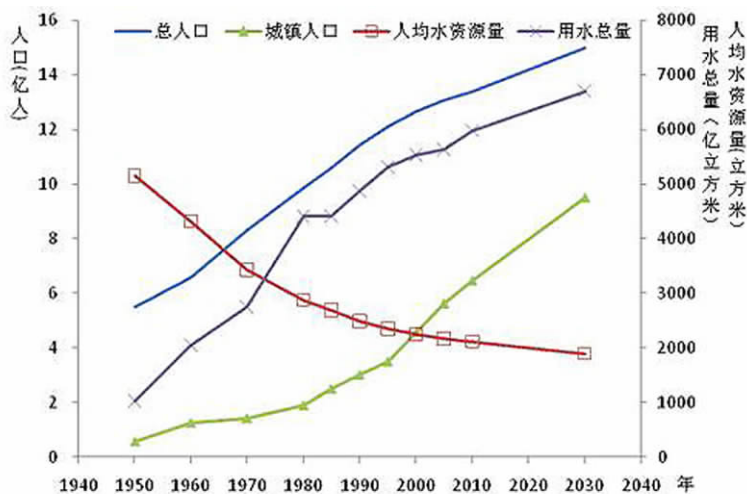


图 1 我国人口与用水量变化分析

3 中国可持续发展的水资源安全保障应对

中国历来高度重视水资源问题,2011 年发布的“中央 1 号”文件《中共中央 国务院关于加快水利改革发展的决定》指出,“水资源供需矛盾突出仍然是可持续发展的主要瓶颈”,提出要力争通过 5—10 年努力基本建成 4 大体系:(1)防洪抗旱减灾体系,重点城市和防洪保护区防洪能力明显提高,抗旱能力显著增强;(2)基本建成水资源合理配置和高效利用体系,城乡供水保证率显著提高,城乡居民饮水安全得到全面保障,各行业用水效率明



显提高；(3)基本建成水资源保护和河湖健康保障体系,城镇供水水源地水质全面达标,主要江河湖泊水功能区水质明显改善,地下水超采基本遏制；(4)基本建成有利于水利科学发展的制度体系,最严格的水资源管理制度基本建立,有利于水资源节约和合理配置的水价形成机制基本建立。2012年1月,《国务院关于实行最严格水资源管理制度的意见》发布,对水资源管理的目标和任务做出了明确要求。为保障今后一个时期我国水资源安全,应大力实施以下6大方面战略措施。

3.1 全面深入推进节水防污型社会建设

要持续把节水工作作为战略性、革命性措施深入推进,要在即有成果基础上,系统深入推进节水型社会建设。(1)把试点探索向规范化建设推进。在覆盖全国的节水型社会试点建设基础上,尽快突破试点局面,把建设节水型社会提升成为全国各地、各行业都必须执行的规范,以全社会用水方式的转变支撑经济发展方式的转变；(2)由行政推动向自觉化建设推进。在我国节水型社会建设主要通过制度体系的构建、细化实施举措和经济奖惩政策等一系列举措进行行政推动,依法约束与规范人们的用水行为；下一阶段要促进公众形成良好用水节水习惯,节约用水与保护水资源；(3)由定性管理向量化建设推进。建设量化指标体系,形成节水型社会的抓手；建设量化过程控制,形成自然-社会水循环全过程系统监控能力；建设量化统计体系,形成统一的节水型社会建设指标台账和统计上报制度；建设量化考核与管理,形成节水型社会建设的监督、考核及问责制管理。

3.2 大力推进最严格的水资源管理制度建立

实行最严格的水资源管理制度是我国未来较长时期内的基础性水资源公共政策,国家还将水资源管理严格定位于“加快经济发展方式的战略举措”。最严格的水资源管理包括4项基本制度,即用水总量控制制度、用水效率控制制度、水功能区限制纳污制度和水资源管理的责任考核制度。其目的是要确立水资源开发总量控制、水资源利用效率和功能区排污总量控制“三条红线”,解决我国面

临的3大水资源问题,其中水资源开发总量控制红线界定了基于水资源承载能力的经济社会系统取耗水的外部边界,针对的是水资源过度开发的问题；水资源利用效率红线界定了约束供给条件下的水资源利用的内部边界,针对的是水资源低效利用和浪费的问题；水功能区限制纳污红线界定的是特定功能区目标下的向水体排放污染物的外部边界,针对的是超量排污和水体污染问题。水资源管理的责任考核制度将管理的目标和要求落实到了具体主体,解决了制度的有效性问题,通过最严格水资源管理制度的实施,到2020年,全国年用水总量力争控制在6700亿 m^3 以内,万元国内生产总值和万元工业增加值用水量明显降低,农田灌溉水有效利用系数提高到0.55以上,全国水功能区达标率争取达到80%。

3.3 着力加强水资源与生态环境保护

受人口增长、经济社会发展方式粗放以及气候变化等因素的影响,水资源与水生态环境保护问题任务艰巨,我国需要积极推进最严格的水资源管理制度,加强对水资源的合理利用和有效保护。(1)以用水总量控制为核心,进行水资源合理配置,强化水资源统一调度,保障水生态系统的合理用水需求；(2)以水功能区管理为载体,加强水资源保护。强化水功能区 and 饮用水源保护监督管理,完善水质监测和信息通报制度。划定地下水超采区,逐步削减开采量,遏制地下水过度开发。维持河流合理生态流量,维持湖泊、水库和地下水的合理水位,防止水源枯竭和水体污染；(3)以提高用水效率和效益为目标,减少水资源开发利用和污水排放,减轻对水生态系统的影响；(4)以必要的河湖连通工程、调水补水工程、底泥疏浚工程等水利工程建设为手段,因地制宜地做好水生态系统修复与保护；(5)以落实法律法规和执法监督为保障,开展地下水资源管理和水资源保护等方面的立法工作,规范水资源管理行为,强化监督管理。

3.4 积极推进国家智能水网工程建设

水网是区域发展支撑能力的重要体现,也是区域基础设施体系的基本组成,更是新时期水事活动

的全局性、综合性和基础性抓手。积极构建“三位一体”的国家智能水网工程系统:(1)建设高效的水资源调配网,在科学规划的基础上,推进重点水源工程建设,加强江河湖库水系连通,加快抗旱应急备用水源建设,提高重点地区、重点城市和粮食主产区的水资源调蓄能力和供水保障能力;(2)建立系统灵敏的水资源信息网,以国家水资源管理信息系统建设为综合平台,大力完善“自然-社会”二元水循环及其伴生过程的信息感知体系建设,包括完善和升级水文监测站网,建设国家地下水监测工程,加强水质监测设施建设,加强水源地、取水户取水与排水、入河排污口计量监控设施建设,积极推进重要饮用水水源地、规模以上取水户在线监测设施建设;建设覆盖省(自治区、直辖市)、流域和中央的国家水资源管理系统;(3)推进科学有序的水资源管理调度网建设,围绕实行最严格水资源管理制度和提升城乡供水安全保障,大力推进依法治水,深化水资源管理体制改革,完善水资源调度决策支持体系,实现水资源调度管理的科学化、高效化、精细化和规范化。

3.5 加快建立水资源风险管理应对体系

由于年际降雨变化大,河流径流量变化显著,中国旱涝灾害频发。受全球气候变化影响,近年来中国极端水旱灾害的突发性、异常性、不可预见性日益突出。此外,随着经济社会系统的复杂化,突发性水事件发生的频率也在加大,建立水资源风险管理应对体系日益紧迫。建立水资源风险管理应对体系,对于提高水资源管理效率、改善水资源管理效果具有重要作用,是推进可持续水利的重要内容。(1)完善常规和应急综合管理领导体制,明确职责权限,理顺工作关系,建立工作制度;(2)建立水资源风险评价机制,加强水资源常规及应急预案编制,建立特殊情景下信息交汇和公开体系,明确各种状态下各主体目标责任;(3)加强水资源综合管理的法律法规建设,完善水资源常规管理的法律法规,修订突发事件应对法,制定各项配套制度,实现应急管理的制度化、规范化、常态化;(4)提高水资

源常规和应急保障能力,在进行水资源常规管理时还应考虑提高洪水利用、抗旱防灾和水污染应对等能力,扩大水资源常规管理范围,降低洪水和干旱等危害。

3.6 夯实水资源安全保障科技支撑

水资源安全保障对科学技术提出了系统的要求,需要整体搭建起流域二元水循环模拟与调控技术体系,为水资源可持续利用提供科技支持。(1)要加强“自然-社会”二元水循环基础理论等基础研究,完善“自然-社会”二元水循环基础认知模式、变化环境下的自然水循环演变机理、发展进程中的社会水循环及其演化原理和“自然-社会”二元水循环相互作用机制等;(2)开展变化环境下的水资源评价,适应变化环境需求;(3)加强水资源合理配置技术研究,对多种可利用的水源在区域间和各用水部门间进行合理调配。(4)加强水资源高效利用技术研究,完善社会水循环系统模拟与过程优化技术,丰富和发展基于ET总量控制水资源规划和管理理念与方法;(5)加强水资源保护与生态修复技术研究;(6)加强水资源科学调度技术研究,全面支撑水资源科学调度。

主要参考文献

- 1 里约环境与发展宣言(rio declaration),1992.
- 2 中华人民共和国水利部、中华人民共和国发展和改革委员会. 中国水资源及其开发利用调查评价. 2008年.
- 3 中共中央 国务院关于加快水利改革发展的决定,2010.12.31.
- 4 国务院关于实行最严格水资源管理制度的意见,2012.1.
- 5 中华人民共和国水利部. 中国水资源公报(2010).
- 6 钱正英. 中国水资源可持续发展战略研究. 北京:中国水利水电出版社,2001.
- 7 王浩主编. 中国水资源问题与可持续发展战略研究. 北京:中国电力出版社,2010.
- 8 王浩等著. 变化环境下流域水资源评价方法. 北京:中国水利水电出版社,2009.
- 9 王浩等. 黄淮海流域水资源合理配置研究. 北京:科学出版社,2005.



Sustainable Utilization of China's Water Resources

Wang Hao Wang Jianhua

(State Key Laboratory of simulation and Regulation of Water Cycle in River Basin,

China Institute of Water Resources and Hydropower research 100038 Beijing)

Abstract Under the guidance of sustainable development concept, and especially since the release of "Rio Declaration", China has made many explorations and practices in rational development, efficient utilization, effective protection and integrated management of water resources, thus established a new approach to sustainable water development with a focus on ensuring drinking water safety of rural residents and cattle, promoting the construction of a water-saving society system, protecting and restoring water eco-system, enhancing the capacity of urban-rural water supply system and emphasizing public participation. With only 6% of the world's fresh water resources, China succeeds in supporting 22% of the world's population and sustaining 10% of economic growth rate. Under the combined effects of natural water resources conditions, socio-economic scale and development stage as well as global climate change, China is confronted with such prominent problems as a conflict between water supply and demand, water environmental pollution, water ecological degradation and frequent occurrence of extreme and accidental events. The Chinese Government has attached great importance to solving the above problems by scientifically formulating the strategy of sustainable water resources utilization, improving water resources infrastructure system, and reforming the public policy and governing system for water resources management in order to conscientiously guarantee national water security and back up sustainable socio-economic development by sustained utilization of water resources. To this end, we have undertaken major projects as follows: comprehensively building a society featuring water-conservation and pollution-prevention; implementing the most stringent water resources management system; strengthening water resources and eco-environmental protection; construct national smart grid project system; establishing water resources risk management system and intensify scientific and technological support for water resources, etc.

Keywords earth charter, water resources, sustainable utilization, security guarantee

Wang Hao Academician of Chinese Academy of Engineering, and Director of the Water Resources Institute of Institute of Water Resources and Hydropower research (IWHR). born in Beijing in August 1953, Prof. Wang has been engaged in research on hydrology and water resources for many years, and led dozens of national, provincial and ministerial level projects as well as international cooperation projects funded by the World Bank and Asia Development Bank. He created and developed the theory and methodology for allocating water resources rationally, proposed the dualistic water cycle model and the dynamic hierarchical assessment methodology of water resources and made significant breakthroughs in such areas as water cycle simulation, water resources allocation, building a water saving society, water pricing, and ecological water needs. All of his efforts promoted the development of the water resources discipline. To date, he has won the 2nd prize of the National Award for Outstanding Contribution to the Advancement of Science & Technology 6 times, and the National Award for Excellent Engineering Consultancy Services once. He was awarded the title of outstanding worker in China and a Labor Day Medal of Honor. E-mail: Wanghao@iwhr.com

王浩 中国工程院院士, 中国水利水电科学研究院流域水循环模拟与调控国家重点实验室主任、水资源研究所所长、教授级高工, 兼全球水伙伴(中国)副主席、创新方法研究会副理事长、中国自然资源学会副理事长等职。1953年出生。长期从事水文水资源研究, 主持和参与完成了国家“七五”、“八五”、“九五”、“十五”、

(转至 331 页)