

# 秦巴山脉区域水资源经济可持续发展研究

侯立安<sup>1,2</sup>, 张林<sup>2</sup>, 李鸽<sup>2</sup>, 何强<sup>3</sup>

(1. 火箭军工程大学, 西安 710025; 2. 浙江大学, 杭州 310027; 3. 重庆大学, 重庆 400045)

**摘要:** 水资源的安全问题及其可持续发展是秦巴山脉绿色循环发展的关键环节, 对寻求区域绿色循环发展路径具有重要意义。本文梳理了秦巴山脉区域内节水型社会建设、农村饮用水安全保障、水资源费改税及水权试点建设等发展现状, 分析了水源利用、用水意识、污染治理、资源改革等方面面临的问题; 依据国家相关规划, 提出了以节约优先、完善机制、科技支撑为主的区域水资源经济总体发展思路。研究给出了秦巴山脉水资源经济可持续发展的战略对策: 落实国家节水行动方案, 提高非常规水源利用率; 完善农村污水处理设施建设, 加强农村饮水安全保障; 推进水价体制改革, 完善水权制度建设; 依托资源优势, 创新水经济发展模式。通过协调统筹“水资源-水环境-水生态-水产业-水文化”, 支撑实现秦巴山脉水资源经济的可持续发展。

**关键词:** 秦巴山脉区域; 水资源经济; 可持续发展; 制度建设; 技术支撑

**中图分类号:** X22 **文献标识码:** A

## Sustainable Development Strategy for the Water Resource Economy in Qinba Mountain Area

Hou Li'an<sup>1,2</sup>, Zhang Lin<sup>2</sup>, Li Ge<sup>2</sup>, He Qiang<sup>3</sup>

(1. Xi'an High-Tech Institute, Xi'an 710025, China; 2. Zhejiang University, Hangzhou 310027, China;  
3. Chongqing University, Chongqing 400045, China)

**Abstract:** The security and sustainable development of water resources is crucial for the green and circular development of the Qinba Mountain Area, and is of great significance in seeking paths for regional green and circular development. This paper summarizes the current status in the Qinba Mountain Area from the aspects of water-conserving society construction, drinking water security in rural areas, water resource fee-to-tax reform, and pilot water-right construction; it also analyzes the problems in terms of water source use, water use awareness, pollution control, and resource reforms. Based on national government plans, an overall development strategy is proposed as placing a high priority on saving water resources, improving the policies on water resource economy, and focusing on science and technology support. The corresponding strategic countermeasures for the sustainable development of water resource economy are listed as: implementing the policies for water saving and increasing the utilization of unconventional water sources; improving the construction of sewage treatment facilities and strengthening the security of drinking water in rural areas; comprehensively promoting the reform of water fee system and expediting the construction of water rights system; establishing novel development models for the water resource economy by relying on the resource advantages. The sustainable development of the water resource economy in the Qinba Mountain Area will be supported by coordinated management of water resources, water environment, water ecology, water industry, and water culture.

**Keywords:** Qinba Mountain Area; water resource economy; sustainable development; institutional development; technological support

收稿日期: 2019-11-30; 修回日期: 2020-01-13

通讯作者: 侯立安, 火箭军工程大学教授, 中国工程院院士, 主要研究方向为环境工程、水资源; E-mail: houlian678@hotmail.com

资助项目: 中国工程院咨询项目“秦巴山脉绿色循环发展战略研究(二期)”(2017-ZD-02)

本刊网址: www.engineering.org.cn/ch/journal/sscae

## 一、前言

国家“十三五”规划强调“以水定产、以水定城”，水安全问题已经得到国家高度重视。水资源作为一种基础性自然资源和战略性经济资源，既是生态环境的控制要素，又是社会经济可持续发展的重要支撑。秦巴山脉地域辽阔，区域内水系发达，拥有我国最优质的水源，但区域经济发展相对滞后，需要国家重点扶持。利用水资源优势、发展水资源经济，这是实现秦巴山脉区域生态环境保护与脱贫致富“双赢”、实践区域绿色循环发展的重要举措。

水资源经济是涉及水资源供求、水资源效率、水权水价、水资源管理、水环境保护以及水资源安全等多个方面的综合体 [1]。在中国工程院战略咨询项目“秦巴山脉绿色循环发展战略研究”支持下，秦巴山脉区域水资源保护及利用研究得以全面展开 [2]。在“秦巴山脉绿色循环发展战略研究(二期)”的继续支持下，项目组以区域水资源经济为着力点，从多个角度探讨秦巴山脉区域的水资源可持续发展路径。作为相关研究的成果展示，本文分析秦巴山脉水资源经济发展现状，总结面临的问题，结合国家相关规划提出区域水资源经济的总体发展思路及对策建议。

## 二、发展现状

### (一) 节水型社会建设稳步推进

2016 年 10 月—2017 年 1 月，国家相关部委先后下发多个节水相关的政策文件，在全国范围内开展县域节水型社会达标建设工作。秦巴山脉区域内的湖北、陕西、四川、河南、甘肃、重庆（五省一市）积极响应，根据区域特征及时出台配套规划和相关政策，积极推进节水型社会建设工作。

2017 年 1 月，河南省政府办公厅颁布《河南省“十三五”水资源消耗总量和强度双控工作实施方案》，方案提出：到 2020 年，全省万元国内生产总值（GDP）用水量、万元工业增加值用水量比 2015 年降低 25%，农田灌溉水有效利用系数提高到 0.61。2017 年 3 月，甘肃省水利厅发布《甘肃省计划用水管理实施细则（试行）》，以控制用水总量、

落实计划用水制度、提高用水效率、加强用水需求和过程管理。2018 年 9 月，重庆市政府印发《重庆市节约用水管理办法（试行）》，对节约用水工作原则和机制、节约用水管理、节水措施、非常规水源利用等方面进行了具体规定。2018 年，陕西省开展省级县域节水型社会达标建设县考核工作，秦巴山脉陕西片区的蓝田县、周至县、眉县、华阴市、丹凤县、南郑区、石泉县均已达到省内县域节水型社会达标建设标准。2019 年 3 月，水利部公布第一批节水型社会建设达标县（区）名单，秦巴山脉陕西片区的鄂邑区、略阳县、汉滨区和山阳县均在列。

### (二) 农村饮水安全保障不断加强

饮用水安全是农村生活水平提高的重要标志，也是地方社会经济发展水平的衡量标志之一。近年来，秦巴山脉区域各地市积极推进实施农村饮水安全巩固提升工程，补齐脱贫攻坚水利短板，逐步提高农村集中供水率。

以湖北片区十堰市房县为例，近 4 年来完成投资 2.89 亿元，兴建农村集中饮水工程 308 座、分散饮水工程 870 处；全县 14.64 万贫困人口获得安全饮水，覆盖率为 100%。2019 年 3 月，重庆市政府办公厅印发《重庆市农村饮水安全巩固提升试点实施方案》，选取包含秦巴山脉重庆片区内的云阳、奉节、巫溪、城口等 12 个区县试点，积极探索农村饮水工程运行管理的长效机制和运营模式，着力补齐农村饮水设施不完善、投融资机制不健全和运行管理不规范等短板，以发挥示范引领作用。

### (三) 水资源费改税稳步推进

水资源费改税是“水作为资源有偿使用”的重要体现，秦巴山脉区域的陕西、河南、四川列为国家水资源费改税试点省份。试点省份开征水资源税后，实行税费平移原则，不增加居民生活用水和城镇公共供水企业负担。

三省先后出台省级水资源税改革试点实施办法，结合本地实际情况细化了相关要求；印发水资源税纳税人信息移交相关办法，促进了水利、税务部门工作衔接和信息共享。此外，河南省发布“水

资源税征管应急预案”，建立健全了水资源税改革应急工作机制；四川省发布《关于主要供农村人口生活用水的集中式饮水工程水资源税征缴有关事项的通知》《关于水资源税纳税地点口径的通知》等多项专门管理制度 [3]。

#### （四）水权试点建设通过验收

南水北调工程建成后，河南省水资源短缺问题得以缓解，但由于受水区（县市）经济发展不均衡，在中线工程运行后的一定时期内还存在用水指标分配与用水需求不匹配现象。2014年6月，水利部发布《关于开展水权试点工作的通知》，选取秦巴山脉片区内的河南省为7个试点之一，在南水北调中线工程沿线的市县区域之间进行水权交易（见表1），探索建立水权交易信息系统、交易规则和风险防控机制等。2017年12月，河南省水权试点工作通过水利部验收。通过推进南水北调水量交易，有效缓解了区域间水资源供需矛盾，促进不同区域经济社会的均衡发展；同时缓解了部分受水区地方财政缴纳南水北调基本水费的压力，加快了南水北调用水指标的消纳。

#### （五）水生态文明建设初见成效

2013年，水利部选取一批基础条件较好、代表性和典型性较强的城市，开展水生态文明建设试点工作，秦巴山脉区域内的多个城市入选。2017年8月，西安市作为第一批全国水生态文明建设试点通过验收；2018年11—12月，襄阳市、洛阳市、南阳市作为第二批全国水生态文明建设试点通过验收。以河南片区南阳市为例，加强河道水生态环境保护，构建水生态文明城市建设工作长效管理和运行机制；落户淅川县的世界水博园建设工程被纳入南阳市“十三五”规划纲要；南阳白河国家湿地公园成为“国家湿地公园”。

### 三、面临的问题

#### （一）非常规水源利用率偏低

据相关省市2017年度《水资源公报》统计，目前秦巴山脉区域的地表水供水占比约为76%，地下水供水占比约为22%，而其他水源供水极少。区域内非常规水源供水率最高的三个地区依次为陇南（13.20%）、定西（11.43%）和西安（7.46%）；陕西和河南片区地下水供水率较高的地区，非常规水源供水率不足5%。区域内大多采用雨污混流的共用下水管网，分流改造滞后，加剧水污染的同时，浪费了大量雨水资源，而生活污水及工业污水的处理不足限制了再生水源供水比例。

分析相关县市的用水指标，部分地区存在水资源利用率较低的现象，在人均用水、农田灌溉、工业用水方面均有较大的节水空间。以陕西片区汉中市为例，2015—2017年人均用水量约为480 m<sup>3</sup>，农田灌溉亩均用水量超过800 m<sup>3</sup>（1亩≈666.7 m<sup>2</sup>），万元GDP用水量超过120 m<sup>3</sup>，均远超全国平均水平。另外，区域内大部分地区的供水管网漏损率在10%以上，湖北片区十堰市和襄阳市部分地区管网漏损率超过25% [4]，管网设施的建设漏洞加剧了水资源浪费现象。

#### （二）生态用水意识有待提高

据相关省市2017年度《水资源公报》统计（见表2），2017年秦巴山脉区域生态环境用水量为6.195×10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>，占总用水量的比重仅为3.09%。河南片区洛阳市、陕西片区西安市的生态环境用水量占总用水量比重最高（超过10%），这是由于两地地表水资源短缺、地下水开采严重，生态补水需水量较大；湖北片区地表水源充足，生态补水需求小；仍有部分地区存在生态补水认识不足的问题。

表1 河南省南水北调水量交易情况 [5]

交易双方	年交易水量/ (×10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> )	交易期限/年		交易费用/(元·m <sup>-3</sup> )	
		协议	意向	价格	收益
平顶山市—新密市	2200	3	20	0.87	0.13
南阳市—新郑市	8000	3	10	0.74	0.13
南阳市—登封市	2000	3	10	0.84	0.23

表 2 秦巴山脉区域部分市（县）生态补水现状

省份	主要市（县）	生态环境用水量/ $(\times 10^8 \text{ m}^3)$	总用水量/ $(\times 10^8 \text{ m}^3)$	生态环境用水占比/%
河南省	洛阳市	1.530	14.750	10.370
重庆市	城口县	0.004	0.413	0.940
	云阳县	0.014	1.600	0.880
	奉节县	0.015	1.100	1.360
	巫山县	0.008	0.609	1.260
	巫溪县	0.008	0.585	1.280
	开县	0.030	2.910	1.030
四川省	绵阳市	0.690	18.920	3.650
	广元市	0.120	6.400	1.890
	南充市	0.100	13.610	0.730
	达州市	0.360	12.090	2.980
	巴中市	0.050	5.240	0.950
陕西省	西安市	2.230	19.030	11.720
	宝鸡市	0.180	8.240	2.180
	汉中市	0.110	16.640	0.660
	渭南市	0.230	14.530	1.580
	安康市	0.080	7.390	1.080
	商洛市	0.100	3.010	3.320
甘肃省	陇南市	0.004	1.970	0.200
	天水市	0.060	3.860	1.550
	定西市	0.030	3.850	0.780
	甘南州	0.003	0.830	0.360
湖北省	十堰市	0.080	9.000	0.890
	襄阳市	0.160	33.980	0.470
	神农架	0.000	0.160	0.000

### （三）农村地区水环境污染治理成效不显著

关于农村地区的污水排放及治理，标准缺失是最大问题。目前在秦巴山脉区域，仅重庆、陕西、四川正式出台了相关地方标准，甘肃和河南发布了征求意见稿。缺乏农村污水再生利用、垃圾循环利用的鼓励政策，农村生活垃圾、农药化肥、畜禽粪便、水产养殖等相关标准或规划的提出与当地土地政策、污水处理标准的互补性有待进一步提高。

农村生活污染治理技术和设施种类多样，部分地区简单照搬城市污染治理技术，没有结合当地条件、水量水质等特点采取因地制宜的治理技术和模式，存在追求“高大上”、投资效率低、治理效果参差不齐等现象。基础设施建设相对滞后，受排污管网限制，污水收集能力差、处理设施建设覆盖率低，污水散排、直排问题依然严峻。农村水利

及环境基础设施运行专业性强、智能化程度弱，难以实现运行维护的信息化统筹管理，导致相关设施的有效使用率不高。

### （四）水价改革及水权交易发展不均衡

秦巴山脉区域整体水价偏低，水价改革发展进度不均衡。区域内各地水价征收范围及标准呈现出与其经济发展水平、水资源条件相挂钩的特征，但总体征收水平较低。部分地区生产运营用水与居民家庭用水价格相差不大，水资源管理中限制工业用水的用意并未得到体现，对特种行业用水进行限制的政策取向也不够突出。在居民家庭用水方面，截至 2017 年年底，仍有部分地区未执行居民用水阶梯水价制度，部分地区污水处理费征收标准并未达到国家相关要求。在水资源费征收上，不少地区存在未征收或征收标准偏低的问题，不足以弥补供水



成本和水资源的稀缺性。

水权制度不完善，水权交易仍处于探索阶段。由于缺乏全国性立法规范，现行的水权交易大都在省级行政区域内或单一流域内进行，难以进行跨行政区域或跨流域操作；已有的水权交易，因为试点自身条件的不同难以形成统一的实施标准规范。由于制度原因造成水权交易市场的人为隔离，不利于形成健全、规范、统一的水权市场，这也给秦巴山脉区域水权交易的顺利实施构成了阻碍。另外，当前水权交易过多关注于水资源的经济价值，而忽视水资源的生态价值，这一偏向制约了水权交易的综合效益。

## 四、总体发展思路

### （一）节约优先

坚持节约优先原则，全面推进秦巴山脉区域节水型社会建设，积极落实《国家节水行动方案》，严格控制水资源消耗总量和水资源消耗强度。推进污水再生利用和雨水资源化利用，提高水资源利用效率，形成节水型生产生活方式，以水资源利用效率和效益的全面提升促进区域内经济增长和转型升级。

### （二）完善机制

坚持市场在水资源配置中的决定性作用，实行政府主导与市场调节相结合，完善水资源有偿使用制度，激发秦巴山脉区域水资源经济可持续发展的内生动力。探索建立秦巴山脉区域水权制度，在总结评估区域内水权交易试点和水流产权确权试点经验的基础上，建立用水权初始分配制度，培育和发展水市场，探索多种形式的水权交易形式。

### （三）科技支撑

发挥和强化科技支撑作用，促进大数据、物联网、人工智能等新一代信息技术在秦巴山脉区域水资源监控管理、废水处理、节水设备等方面的应用。重点开展取水精准计量、在线实时监测、精准节水灌溉控制、水资源高效循环利用、再生水回用与雨水利用、管网漏损监测智能化等先进技术及适用设备的协同攻关。加强先进实用技术

示范和应用，加快技术成果转化，培育和壮大节水产业和绿色产业。

## 五、对策与建议

### （一）全面落实《国家节水行动方案》

建议在秦巴山脉区域内，从农业节水增产、工业节水减排、城镇节水降损和加强非常规水源利用等方面落实《国家节水行动方案》。①在推进农业水价综合改革工作的进程中，推广先进适用的农业节水灌溉技术，包括渠道防渗、管道输水、喷灌、步行式灌溉、滴灌、低压管灌等；推动节水灌溉设备制造业的快速发展，促进智能化技术在节水灌溉中的应用。②不断推进工业节水改造，引导企业开展节水技术升级及再生水回用；完善供用水计量体系和在线监测体系，强化生产用水管理；推动高耗水企业的节水管理和改造升级，促进高耗水企业加强废水深度处理和达标再利用。③科学制定并实施供水管网改造技术方案，逐步推进旧管网改造；加强供水管网设计和结垢机理研究；开展精细化管理，构建数字管网。④建议以再生水应用为导向，倒推废水处理标准及工艺，优先考虑园林景观、市政绿化、农业灌溉及工业利用，加强膜分离等先进水处理技术在再生水回用中的研究及应用。⑤实行低影响开发模式，因地制宜建设“渗、滞、蓄、净、用、排”技术结合的雨水收集利用设施，推进区域内海绵城市建设。

### （二）完善农村污水处理设施建设

与农业农村污染治理攻坚战行动、农村人居环境整治、乡村振兴战略相结合，在秦巴山脉区域农村生活垃圾治理、厕所革命、危房改造、农村道路建设过程中，逐步完善农村住宅的给水设施和排水设施，布设污水收集管道，建设排水干管，推行“污染治理与资源利用相结合”和“工程措施与生态措施相结合”的双重结合。

加强农村污水处理工艺的组合和优化研究，研发流程短、设备少、易管理的技术支撑体系，在治理农村污水方面能够因地制宜地得到相应技术支撑，切实解决区域内农村水污染治理问题。发展绿色高效饮用水处理技术，以稳定达标和健康保障为

核心目标, 开发以物理分离和仿自然技术为主要路径的低能耗、少药剂、短流程新型水质净化工艺, 研发以广谱杀菌、低副产物和持续消毒为核心的安全消毒工艺等。

推进“低碳、经济、简便、长效”的农村污水处理模式。根据农村污水排放强度、水质 / 成分的区域性差异、农村用水标准等因素, 因地制宜选取集中式或分散式处理模式及相应的污水治理处理技术。建议设立地方政府主导的农村污水运营机制, 明确责任主体, 完善监管体制。构建长期稳定的农村污水治理资金保障机制, 加大政府财政支持力度, 鼓励社会资本参与。形成第三方专业机构市场化运行的服务体系, 保障污水处理设施的长效稳定运行。

### (三) 坚持市场导向, 全面推进水价体制改革

建立并完善城镇居民用水阶梯价格制度。未实行这一制度的地区应尽快制定本地居民阶梯水价具体实施方案, 结合当地实际情况, 合理确定阶梯水量、分档水价、计价周期。已经实施居民阶梯水价的城镇, 按照国家相关要求和规划, 开展进一步的调整和完善。在此过程中, 加快城镇“一户一表”改造工作, 为全面推行居民用水阶梯价格制度奠定基础。

合理提高污水处理收费标准。综合考虑区域内水污染防治形势和经济社会承受能力等因素, 严格按照“污染付费、公平负担、补偿成本、合理盈利”的原则, 考量补偿污水处理和污泥处置设施运营成本并许可合理盈利, 适度提高污水处理费标准, 加大污水处理费收缴力度。

合理提高水资源费征收标准, 稳步推进水资源税改革。在未实行水资源税费改革地区, 合理提高地下水尤其是特种行业水资源费征收标准, 细化水资源费征收标准用户(行业)分类, 探索实行单一水资源费与累进水资源费相结合的征收标准。在水资源税费改革试点地区, 及时总结评估试点地区的举措、成效及经验, 进一步优化水资源税费改革方案。完善取水许可制度, 加强用户取水许可登记, 提高取水计量设施普及率; 发挥大数据技术优势, 对企业取用水户信息进行监控, 实现自动化的监督检查。

### (四) 完善水权制度建设, 规范水权交易

完善初始水权确权及分配机制, 这是整个水权制度建设的关键和重点环节 [6,7]。着眼于建立秦巴山脉区域内的水权交易市场, 打破市场分散、区域局限封闭等劣势, 逐步扩大参与水权交易市场的行业范围与交易主体范围, 促进规模化市场的有序建立和运作。

规范水权交易价格形成机制, 强化市场在水权交易价格形成过程中的决定性作用。超前探索价格形成竞价机制, 使水权价格真实反映出让方和受让方支付意愿, 保障水权出让方获取水权增值的合理收益。

### (五) 依托资源优势, 创新水经济发展模式

基于水资源的资源性、生态性、文化性及旅游性等特性, 遵循“绿色、创新、融合、可持续”原则, 推动秦巴山脉区域涉水产业的全面发展。①发挥水资源优势, 培育壮大天然水产业是推动秦巴山脉水资源经济绿色循环发展的重要途径。建议打造统一的秦巴山脉特色饮用水自主品牌, 依托电商平台, 加强宣传, 发展线上商品水市场。②秦巴山脉旅游资源总量大、整体品味高, 建议结合区域内的文化资源, 打造特色水文景观, 大力发展旅游业; 基于区域良好的空气及水资源优势, 建设健康环境, 融入健康文化、健康理念, 大力发展健康产业。③区域内地道中药材享誉全国, 建议发挥中药材的资源优势, 加强优势产品的绿色生产升级, 大力发展现代中医药产业。

## 六、结语

丰富优质的水资源赋予了秦巴山脉区域良好的水资源经济可持续发展潜力, 但由于历史发展和地理禀赋等原因, 秦巴山脉水资源经济发展现状不容乐观, 优质的水资源条件尚未转化为经济优势。针对秦巴山脉区域的特征, 建议以节约优先、完善机制、科技支撑为主导思路, 落实《国家节水行动方案》、完善农村污水处理设施建设、推进水价体制改革、规范水权交易和创新水经济发展模式, 统筹协调“水资源-水环境-水生态-水产业-水文化”一体化发展(见图1), 努力实践秦巴山脉水资源经济的可持续发展。

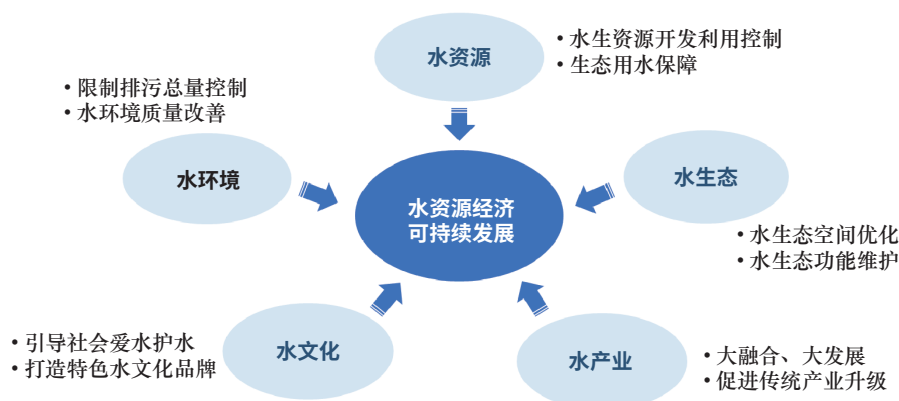


图1 秦巴山脉区域水资源经济发展要素构成示意

参考文献

[1] 沈满洪, 陈庆能. 水资源经济学 [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2008.  
Shen M H, Chen Q N. Water resource economics [M]. Beijing: China Environmental Science Press, 2008.

[2] 侯立安, 杨志峰, 何强, 等. 秦巴山脉水资源保护及利用战略研究 [J]. 中国工程科学, 2016, 18(5): 31-38.  
Hou L A, Yang Z F, He Q, et al. Development strategy for the utilization and protection of water resources in the Qinba Mountain Area [J]. Strategic Study of CAE, 2016, 18(5): 31-38.

[3] 戴向前, 周飞, 廖四辉. 扩大水资源税改革试点进展情况分析 [J]. 水利发展研究, 2019, 19(3): 3-4, 40.  
Dai X Q, Zhou F, Liao S H. Analysis of the progress of expanding water resources tax reform pilots [J]. Water Resources Development Research, 2019, 19(3): 3-4, 40.

[4] 中国城镇供水排水协会. 城市供水统计年鉴2018 [M]. 北京: 中国城镇供水排水协会, 2018.  
China Urban Water Association. Yearbook of urban water supply statistics 2018 [M]. Beijing: China Urban Water Association, 2018.

[5] 郭晖, 陈向东, 刘钢. 南水北调中线工程水权交易实践探析 [J]. 南水北调与水利科技, 2018, 16(3): 175-182.  
Guo H, Chen X D, Liu G. Study on the practices of water rights trading in South-to-North Water Diversion middle route project [J]. South-to-North Water Transfers and Water Science & Technology, 2018, 16(3): 175-182.

[6] 田贵良, 丁月梅. 水资源权属管理改革形势下水权确权登记制度研究 [J]. 中国人口·资源与环境, 2016, 26(11): 90-97.  
Tian G L, Ding Y M. Research on water rights registration system under the water rights administration reform [J]. China Population Resources and Environment, 2016, 26(11): 90-97.

[7] 田贵良. 国家试点省(区)水权改革经验比较与推进对策 [J]. 环境保护, 2018, 46(13): 28-35.  
Tian G L. Comparison of the experiences of water rights reform in pilot provinces and its countermeasures [J]. Environmental Protection, 2018, 46(13): 28-35.