

# “一带一路”分区水问题与借鉴中国治水经验的思考

左其亭<sup>a,b</sup>, 郝林钢<sup>a</sup>, 马军霞<sup>a,b</sup>, 韩春辉<sup>a</sup>

(郑州大学 a.水利与环境学院; b.水科学研究中心, 郑州 450001)

**摘要:**“一带一路”沿线涉及区域广,水资源问题复杂多样,对其进行系统总结,并结合中国治水经验提出解决方案,可以促进“一带一路”倡议实施。文章在研究“一带一路”主体路线及主体水资源区的基础上,将主体水资源区分为东亚、西亚、南亚、中亚、东南亚、东欧、中欧、西欧、南欧、北非和东非共11个一级水资源分区。分别统计联合国粮农组织AQUASTAT数据库的各国水资源量和居民获得安全饮用水百分比数据,世界资源研究所网站提供的洪灾、旱灾、供水年际和年内变化评价数据,在此基础上分析了各分区的水问题;并进一步总结了“一带一路”沿线主要水问题,具体包括洪灾、旱灾、水资源短缺、水污染、水资源时空分布不均和供水问题,分析了不同水问题的破解难度;总结了现代治水经验,主要包括节水型社会建设、水资源可持续利用、人水和谐思想、最严格水资源管理制度、河湖水系连通战略和水生态文明理念,并针对“一带一路”主要水问题,给出了解决办法。以期为进一步有针对性地定量研究“一带一路”分区水问题提供方向和思路。

**关键词:**“一带一路”; 主体路线; 水资源区; 水问题; 中国治水经验

中图分类号:TV213.4

文献标志码:A

doi:10.13522/j.cnki.ggps.2017.0648

左其亭,郝林钢,马军霞,等. “一带一路”分区水问题与借鉴中国治水经验的思考[J]. 灌溉排水学报,2018,37(1):1-7.

## 0 引言

“一带一路”横跨亚、欧、非大陆,旨在通过政策、设施、贸易、民心和资金等“五通”发展<sup>[1]</sup>,促进沿线国家交流合作。沿线大部分国家经济社会发展存在诸多瓶颈,其中水问题尤为突出。新中国的水利事业经过近70年发展,治水经验比较成熟,作为倡议发起国,中国有义务也有能力为沿线国家治水提供管理、技术、政策等方面的支持和经验借鉴。

相关研究中,李明亮等<sup>[2]</sup>分5大板块分析了沿线国家水资源特点,并对不同板块可能的水资源合作领域进行了分析;李志斐<sup>[3]</sup>分4大板块分析了沿线国家的水资源问题及其对“一带一路”实施可能造成的挑战,并给出了应对建议;徐新良等<sup>[4]</sup>分析了沿线国家降水和气温等气候因素的时空变化情况;左其亭等<sup>[5-6]</sup>对我国治水新思想进行了总结;褚俊英等<sup>[7]</sup>对我国节水型社会建设相关内容进行了总结分析;左其亭等<sup>[8-9]</sup>提出了和谐理论在人水关系研究中的框架,总结了建设水生态文明的核心问题;Tong等<sup>[10]</sup>研究表明,中国湖泊的磷质量浓度从2006—2014年下降了1/3,在治水方面取得了显著成效。

目前学者对“一带一路”沿线水问题进行了相关研究,但专门针对主体水资源区各分区的水问题进行系统归纳并剖析其解决途径的研究较少,对借鉴新时期中国治水经验解决沿线水问题的研究更少。鉴于此,对“一带一路”主体水资源区进行分区,并对各分区水问题及其解决难度进行分析、归纳和总结,梳理新时期我国主要的治水经验,并分析了我国治水经验对解决“一带一路”水问题的借鉴与启示。

## 1 “一带一路”主体路线与主体水资源区概况

### 1.1 主体路线与主体水资源区

根据国家发布的有关“一带一路”文件、网站新闻报道和古丝绸之路路线等资料,笔者在前期研究中分别确定了“一带一路”主要节点城市(港口)、主体路线和主体水资源区。具体是:根据国家提出的五大走向

收稿日期:2017-10-15

基金项目:国家自然科学基金项目(51779230);郑州大学重大科技项目培育基金项目(2015ZDPY011)

作者简介:左其亭(1967-),男,河南固始人。教授,博士生导师,博士,主要从事水文学及水资源研究。E-mail: zuoqt@zzu.edu.cn

和六大经济走廊<sup>[11]</sup>,使用平滑曲线将主要节点城市(港口)连接得到“一带一路”主体路线,然后根据沿线国家陆上和海上交通线修正得到最终的路线;“一带一路”主体水资源区是以主体路线为中心线,两侧各建立120 km的辐射区,同时考虑沿线水系情况、行政单元的完整性(国家和省级),综合划定的区域。中国陆上的节点城市、主体路线和主体水资源区参照文献[12]。需要补充说明的是,“一带一路”主体路线是其主干线路,而很多其他关联路线视为主体路线的支线;“一带一路”主体水资源区是与主体路线关联的核心水资源区,而很多其他关联区域视为主体路线的支线水资源区。

如图1所示,确定的主要节点城市(港口)共有59个,主体路线5条:陆上3条,总长度约为41 681.53 km,分别对应五大走向中的中国西北-东北-中亚-俄罗斯-欧洲、波罗的海,中国西北-中亚-西亚-波斯湾、地中海,中国西南-中南半岛-印度洋;海上2条,总长度约为27 316.49 km,分别对应五大走向中的中国西南-中南半岛-印度洋-欧洲,中国沿海港口-南海-南太平洋。主体水资源区共涉及50个国家,共分为11个一级区,东亚区1个国家,西亚区5个国家,南亚区4个国家,中亚区5个国家,东南亚区10个国家,东欧区2个国家,中欧区5个国家,西欧区3个国家,南欧区9个国家,北非区2个国家,东非区4个国家。

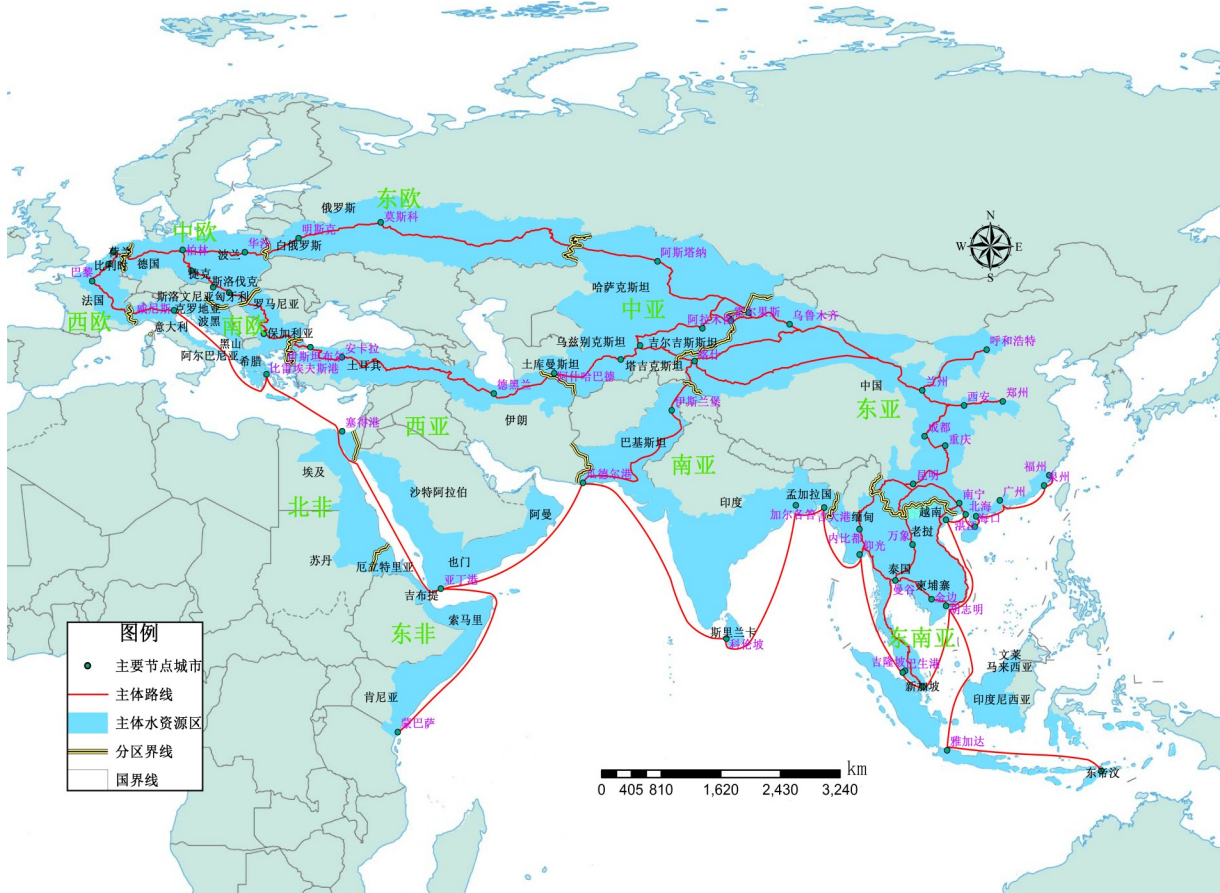


图1 “一带一路”主体路线及主体水资源区

## 1.2 “一带一路”概况

“一带一路”主体水资源区横跨亚、欧、非三大洲,经度范围为0°04'E—134°53'E,纬度范围为58°57'N—10°55'N,总面积约为 $1\ 877.00 \times 10^4$  km<sup>2</sup>。2016年主体水资源区内总人口约24.35亿,南亚人口最多,约10.18亿,占总人口的41.81%;东南亚其次,约4.87亿,占总人口的20.00%;东亚(中国)人口约4.22亿,占总人口的17.33%;其他区分别为:西亚1.21亿、中亚0.44亿、东欧0.2亿、中欧1.18亿、西欧0.53亿、南欧0.73亿、北非0.44亿、东非0.35亿(注:数据仅为主体水资源区范围内的统计值,并非涉及国家的总数据,以下类同)。根据2017年世界银行最新公布的按人均国民总收入划分的国家类别,“一带一路”主体水资源区涉及的50个国家中,高收入国家15个,中等偏上收入国家15个,中等偏下收入国家18个,低收入国家2个,中等收入国家占比达66%。中欧和西欧经济最为发达,所有国家均处于高收入水平,北非、东非和南亚人均国民总收入水平均较低,大部分为中等偏下收入,其中东非厄立特里亚和索马里处于低收入水平。

## 2 “一带一路”水问题

### 2.1 分区主要水问题

该部分所用数据由联合国粮农组织网站(<http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/index.html?lang=en>)和世界资源研究所网站(<http://www.wri.org/resources/data-sets/aqueduct-country-and-river-basin-rankings>)的数据统计分析所得。通过对各个国家主体水资源区面积占该国总面积的比例和土地利用类型进行分析,大部分国家的全国统计数据可以用于分析主体水资源区内的水问题。

东亚地区人均水资源量仅为1 940 m<sup>3</sup>/人。其中中国水资源量南多北少,洪灾和旱灾并存,北方以旱灾为主,南方以洪灾为主。根据联合国粮农组织(FAO)数据库2015年的数据,中国获得安全饮用水的人口比例为95.5%,其中城镇为97.5%,农村为93%,供水问题依然存在。在研究区内,供水问题和旱灾主要存在于西北地区,洪灾主要存在于东南和西南地区,东部沿海地区的水灾害主要由气象灾害(如台风)引起。

西亚5国除土耳其外,人均水资源量均在2 000 m<sup>3</sup>/人以下,其中也门和沙特阿拉伯均在100 m<sup>3</sup>/人以下,水资源短缺问题严重。洪灾和旱灾问题并存,伊朗洪灾最为严重,阿曼旱灾最为严重。供水年际和季节变化均较高,也门变化最严重;获得安全饮用水的人口比例只有土耳其达到100%,也门最低,仅为54.9%。该区水资源空间分布不均,土耳其和伊朗水资源相对丰富,沙特阿拉伯、也门和阿曼水资源极为短缺。此外,该地区水污染问题也较为严重。

南亚4国除孟加拉国外,人均水资源量均小于3 000 m<sup>3</sup>/人。降水丰沛,洪灾发生次数较多,孟加拉国洪灾最为严重。旱灾主要发生在印度和巴基斯坦,研究区内,印度西南地区降水量相对东北地区较少,旱灾主要发生在西南地区;供水季节变异性均高于中等偏上水平,印度变异性最大。获得安全饮用水的人口比例基本都在95%以下,其中孟加拉国仅为86.9%。该区水质污染严重,据调查,恒河的污水注入量为122.22亿L/d<sup>[13]</sup>,印度河和恒河流域60%的地下水被严重污染,无法用于灌溉和饮用<sup>[14]</sup>。本研究区内,印度河污染主要影响巴基斯坦,恒河污染主要影响下游的孟加拉国。

中亚5国人均水资源量为3 283 m<sup>3</sup>/人,处于缺水的临界状态。洪灾和旱灾并存,塔吉克斯坦洪灾最为严重,旱灾均在中等偏上以上水平。供水年际变化和季节变化基本都高于中等偏上水平,其中哈萨克斯坦、乌兹别克斯坦、塔吉克斯坦3国较大。获得安全饮用水的人口比例均较低,其中塔吉克斯坦仅为73.8%。本研究区内,跨界水资源分布不均,上游吉尔吉斯斯坦和塔吉克斯坦水资源占比大,下游国水资源较为短缺。被监测的水体中,有52%为中度污染以上<sup>[15]</sup>。

东南亚10国除新加坡外,人均水资源量均大于3 000 m<sup>3</sup>/人。降雨丰沛,洪涝灾害频繁,各个国家洪灾均高于中等偏上水平,70%以上国家洪涝灾害较严重。大部分国家旱灾不严重,只有个别(新加坡、印度尼西亚、泰国、文莱)国家存在一定程度的旱灾。该地区供水年际变化较小,但季节变异性较大,其中有6个国家季节性变异较大。获得安全饮用水的人口比例较低,有5个国家(印度尼西亚、缅甸、老挝、柬埔寨、东帝汶)在90%以下。

欧洲19国中人均水资源量仅有波兰、捷克、德国和比利时在2 000 m<sup>3</sup>/人以下,大部分国家远大于3 000 m<sup>3</sup>/人。洪灾和旱灾并存,以洪灾为主,有9个国家洪灾在较严重以上水平,主要集中在中欧和南欧。供水年际和年内变化不大,基本均在中等水平以下。从获得安全饮用水的人口比例来看,仅东欧、中欧和南欧部分国家略低于100%,西欧国家全部为100%。

北非2国人均水资源量均在1 500 m<sup>3</sup>/人以下,洪灾和旱灾并存,以旱灾为主,埃及和苏丹旱灾较为严重。供水季节变异性较大,供水安全保障率不高,埃及获得安全饮用水的人口比例较高,接近100%,苏丹仅50%左右。

东非4国人均水资源量均在1 500 m<sup>3</sup>/人以下,水资源短缺问题严重。洪灾和旱灾并存,以旱灾为主,索马里和肯尼亚洪灾较严重,2017年7月14日,联合国粮农组织发布警告称,东非已经连续三季降水不足,联合国世界水发展报告统计,肯尼亚平均每7年发生1次洪水,每5年发生1次干旱。该研究区内,肯尼亚主要为沿海地区,以洪灾为主。该区供水年际和季节变化均较高。除吉布提外,各国获得安全饮用水的人口比例均在65%以下,农村基本都在60%以下。

### 2.2 “一带一路”水问题及其破解难度

如表1所示,“一带一路”水问题可以归结为洪灾、旱灾、水资源短缺、水污染、水资源时空分布不均和供

水问题6大类。不同分区主要水问题不同,解决这些问题面临的困难也不同。

表1 “一带一路”分区主要水问题对比

分区	洪灾	旱灾	水资源短缺	水污染	水资源时空分布不均	供水问题
东亚	△	△	△	△	△	△
西亚		△	△	△	△	△
南亚	△		△	△	△	△
中亚		△	△	△	△	△
东南亚	△					△
东欧						△
中欧	△	△	△			△
西欧			△			
南欧	△					△
北非	△	△	△		△	△
东非	△	△	△		△	△

洪灾在大部分区域均存在,南亚和东南亚洪水问题尤为突出。解决城市外洪水问题,需要修建大量的水利工程,对于资金和技术要求比较高,还涉及民族、宗教和移民等问题。在国际河流上兴建水利工程,还会引起流域内其他国家的质疑和国际关系紧张。城市内洪水问题主要存在于经济社会比较发达和发达地区,解决城市内涝问题需要水利、市政、交通、国土等职能部门通力合作,对资金和技术的要求也比较高。

干旱灾害主要存在于东亚、西亚、中亚、中欧、北非和东非,旱灾一般和洪灾对应,也需要建设调蓄水工程来缓解。西亚、北非和东非的干旱问题主要是由自然条件引起,因此解决难度很大,需要综合水资源管理规划、节水和非常规水资源利用等多种措施,才能发挥作用。

水资源短缺问题在大多数地区均存在。不同地区水资源短缺原因不同,资源型短缺一般和干旱问题并存,水质型短缺一般和水污染问题并存,工程型短缺一般与水利工程建设不足问题并存,因此解决起来较为复杂。

随着人口增加和经济社会发展,水污染问题在全球广泛存在,对于“一带一路”区域而言,水污染问题在东亚、西亚、南亚和中亚地区较为突出。一般而言,经济社会发展,导致水资源消耗量和生活污染物增加,必然会带来一定的环境问题。“一带一路”沿线多数国家致力于发展,水污染和经济社会发展是一个两难的选择,此外,由于对资金和技术要求高,水污染治理难度较大。

东亚、西亚、南亚、中亚、北非和东非均存在水资源分布不均的问题,并且以跨界水资源为主,对水资源进行时间和空间上的调配,面临着很大的国际关系问题。

供水问题几乎在所有区域均存在,北非和东非最为突出,其他地区也比较严重,解决供水问题必然伴随着水处理、管网布设等一系列基础设施建设,需要大量的资金投入,而存在供水问题的国家以发展中国家为主,生活水平多数处于中等收入及以下,且正处于高速发展期,人口增长快,各类社会问题突出,很难有足够的资金用于供水设施建设,特别是西亚、北非和东非等水资源短缺地区,供水成本更高。此外,对于欠发达地区,供水规划方案设计和水处理技术也是解决供水问题的一大难题。

### 3 我国治水经验及其对“一带一路”其他区域的借鉴作用

#### 3.1 我国治水经验总结

由于我国跨越纬度范围大,区域经济社会发展不平衡,洪灾、旱灾、水资源短缺、水污染、水资源时空分布不均和供水危机等水问题在中国均有所体现。新中国治水事业经过近70年的发展,积累了丰富的治水经验,可以为“一带一路”其他区域所借鉴。

总结起来,我国治水经验主要有以下几方面:

1)节水型社会建设是我国自20世纪80年代起就开始实行的治水之策,相关经验已经比较丰富,1988年的水法中明确规定我国必须长期坚持节约用水,对水资源进行高效开发利用、实现人与自然之间的和谐<sup>[7]</sup>。

2)20世纪90年代以来坚持的水资源可持续利用指导思想,将可持续发展的思想应用于水资源规划与管理中,在保障生态系统完整的同时,支撑经济社会可持续发展。我国在第二次全国水资源规划中充分体现了这一指导思想。

3)21世纪初以来坚持的人水和谐治水思想。2001年,人水和谐由我国政府提出,并一直贯彻实施,其要求在水资源的开发利用中,协调好人水之间的矛盾,达到水资源、人类自身与经济社会的和谐共存<sup>[8]</sup>。

4)2009年,我国首次提出了最严格水资源管理制度,2014年发布了相应的考核工作实施方案,其核心包括“三条红线”和“四项制度”<sup>[16]</sup>,由于存在明确的指标控制,使得该制度具有较强的可操作性。

5)2011年,我国政府从国家层面明确提出要进行河湖水系连通工程建设。该战略通过将不同的水系连通,可以对区域水资源进行合理调度分配、防治洪旱灾害、改善水质<sup>[17]</sup>,大大增强水资源调控能力。

6)水生态文明理念是2013年提出的治水新思想,其要求人类遵循人水和谐的规律,在可持续利用水资源的同时,保障经济社会发展和生态系统良性循环<sup>[9]</sup>。

以上列举的我国治水经验并不是孤立存在的,是我国政府和学术界根据我国不同时期水问题的主要矛盾,而提出的有针对性的治水之策,不同治水思路之间存在着相互联系和支撑的关系,如人水和谐思想是最严格水资源管理制度的指导思想和实现目标,各治水思路相互作用共同构成我国现代治水思想体系,如图2所示。

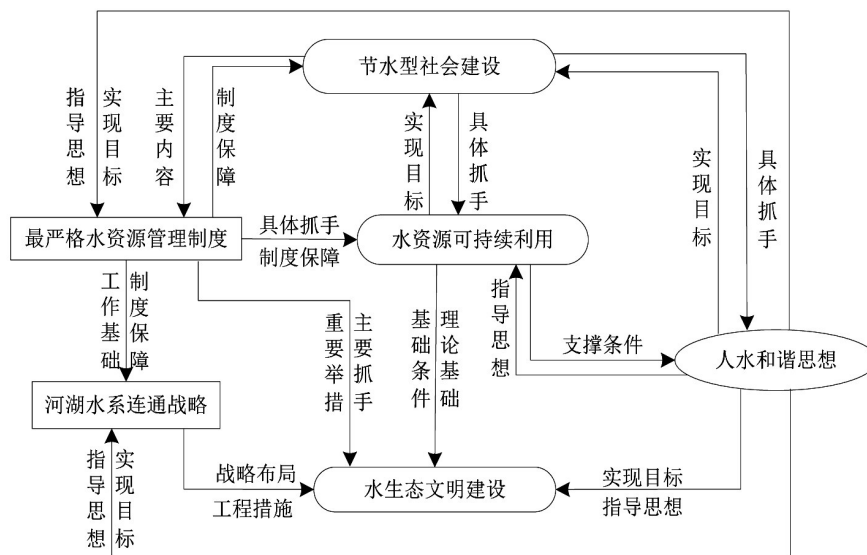


图2 中国现代治水思想体系框架<sup>[18]</sup>

### 3.2 “一带一路”其他区域借鉴中国治水经验的思考

“一带一路”其他区域的水问题,都可以在中国治水经验中找到答案。洪灾问题可以通过人水和谐思想、河湖水系连通战略和水生态文明理念解决。人水和谐思想的目标是达到人文系统与水系统的和谐,在防洪过程中,一方面,人水和谐思想可以对防洪工作的开展和体系建设等进行定性指导,另一方面,和谐评估和调控等方法可以对防洪工作进行定量分析<sup>[19]</sup>。当某一水系发生洪水时,可以通过河湖水系连通工程将多余的洪水输送到其他水系,达到控制洪水的目标。水生态文明作为一种治水新理念,倡导人与水的和谐,要求在水资源的各项工作中考虑到对洪水灾害的防范,从理念和管理层面达到防洪效果。

旱灾问题可以通过人水和谐思想、节水型社会建设、最严格水资源管理制度和河湖水系连通战略解决。在抗旱过程中,一方面,人水和谐思想可以对抗旱工作的开展和体系建设等进行定性指导,另一方面,和谐评估和调控等方法可以对抗旱工作进行定量分析<sup>[19]</sup>。节水型社会建设在干旱灾害发生时,会凸显出非常明显的优势,通过节水设备、节水工程、高效节水灌溉等措施可以极大减少水资源浪费,缓解旱灾带来的不利影响。最严格水资源管理制度为干旱问题的预防提供了“抓手”,通过控制用水总量可以最大限度保障水资源的持续供给,通过用水效率控制可以避免水资源浪费,通过水功能区纳污控制可以保护水环境,增加实际可利用水资源量。当某一区域发生旱灾时,可以通过河湖水系连通工程将丰水水系的水量输送至旱灾区。

水资源短缺问题可以通过水资源可持续利用、人水和谐思想、节水型社会建设和最严格水资源管理制度解决。水资源可持续利用着眼未来,可以有效预防未来的水资源短缺;通过和谐调控,对人类自身活动进行规范和调整,可以缓解区域的水资源短缺问题;通过节水政策和措施,减少使用量可以从根源上解决水资

源短缺问题<sup>[1]</sup>;用水效率控制通过严格的指标红线来达到节水的目标,限制纳污可以避免水资源短缺形势的恶化。

水污染问题可以通过水资源可持续利用、人水和谐思想、节水型社会建设、最严格水资源管理制度、河湖水系连通战略和水生态文明理念解决。水资源可持续利用的内涵对水污染有防治要求,为了达到该目标,必须预防有限水资源被污染,在污染之后,也需采取措施及时处理;人水和谐思想作为一种指导思想,要求人类在满足自身需求的同时,不能对水资源造成污染;节水型社会建设包含产业结构优化升级,促使水资源向利用效率高、污染低的行业转移;限制纳污制度通过控制污水排放量,可以从根本上达到水污染防治目标;河湖水系连通工程可以增强受污染水体的自净能力;水生态文明建设要求“绿水青山”的价值取向,从理念入手,进而通过行动治理水污染。

水资源时空分布不均问题可以通过人水和谐思想和河湖水系连通战略解决。前者通过和谐调控为解决区域人水矛盾提供指导,达到经济社会发展和水资源分布匹配和谐的目标;后者可以对丰水区和贫水区之间的水资源进行空间和时间上的调配。

供水问题可以通过节水型社会建设和最严格水资源管理制度解决。前者包括生活节水设备的使用,可以有效缓解供水不足的问题;后者通过水污染治理,从根本上缓解居民无法获得清洁饮用水的困境。

水问题十分复杂,受到经济、社会、政策等各方面因素的影响,各种水问题也不是孤立存在的,不同水问题之间存在引发和共存等关系,如水污染会引发水资源短缺和供水问题。为了解决水问题,“一带一路”其他区域可以结合各自实际,借鉴中国的治水经验,如表2所示。

表2 “一带一路”其他区域可以借鉴中国治水经验的内容

水问题	分区名称	借鉴中国治水经验
洪灾	东亚、南亚、东南亚、中欧、南欧、北非、东非	人水和谐思想、河湖水系连通战略、水生态文明理念
旱灾	东亚、西亚、中亚、中欧、北非、东非	人水和谐思想、节水型社会建设、最严格水资源管理制度、河湖水系连通战略
水资源短缺	东亚、西亚、南亚、中亚、中欧、西欧、北非、东非	水资源可持续利用、人水和谐思想、节水型社会建设、最严格水资源管理制度
水污染	东亚、西亚、南亚、中亚	水资源可持续利用、人水和谐思想、节水型社会建设、最严格水资源管理制度、河湖水系连通战略、水生态文明理念
水资源时空分布不均	东亚、西亚、南亚、中亚、北非、东非	人水和谐思想、河湖水系连通战略
供水问题	东亚、西亚、南亚、中亚、东南亚、东欧、中欧、南欧、北非、东非	节水型社会建设、最严格水资源管理制度

## 4 结论

通过分析“一带一路”分区水问题及中国治水经验,得到以下主要结论:①“一带一路”主要水问题概括为洪灾、旱灾、水资源短缺、水污染、水资源时空分布不均和供水问题6大类,不同区域存在不同的水问题;②中国自20世纪80年代以来积累了丰富的治水经验,从指导思想和战略层面,包括节水型社会建设、水资源可持续利用、人水和谐思想、最严格水资源管理制度、河湖水系连通战略和水生态文明理念等。这些经验可为“一带一路”沿线其他区域解决水问题提供借鉴。

兹仅从“一带一路”区域大尺度上对借鉴中国治水经验的可能性进行分析,但针对某一具体的小区域可能存在差异,因此可以进一步对不同区域或国家的水问题解决给出具体的方案和建议,为促进“一带一路”倡议的实施提供水安全技术支撑。上述结果是对“一带一路”分区水资源的初步研究,属于基础性研究,可能存在一些有争议的结论,有待进一步研讨,期待更多的学者参与到“一带一路”水资源研究中,为“一带一路”倡议实施提供智能支持。

### 参考文献:

- [1] 国家发展改革委,外交部,商务部. 推动共建丝绸之路经济带和21世纪海上丝绸之路的远景与行动[EB/OL]. (2015-03-30)[2017-09-06]. [http://www.sdpc.gov.cn/gzdt/201503/t20150328\\_669091.html](http://www.sdpc.gov.cn/gzdt/201503/t20150328_669091.html).
- [2] 李明亮,李原园,侯杰,等.“一带一路”国家水资源特点分析及合作展望[J]. 水利规划与设计, 2017(1):34-38.
- [3] 李志斐. 水资源安全与“一带一路”战略实施[J]. 中国地质大学学报(社会科学版), 2017, 17(3):45-53.

- [4] 徐新良,王靓,蔡红艳.“丝绸之路经济带”沿线主要国家气候变化特征[J].资源科学,2016,9(38):1742-1753.
- [5] 左其亭,马军霞,陶洁.现代水资源管理新思想及和谐论理念[J].资源科学,2011,33(11):2214-2220.
- [6] 左其亭.水资源适应性利用理论及其在治水实践中的应用前景[J].南水北调与水利科技,2017,15(1):18-24.
- [7] 褚俊英,王浩,秦大庸,等.我国节水型社会建设的主要经验、问题与发展方向[J].中国农村水利水电,2007(1):11-15,21.
- [8] 左其亭,毛翠翠.人水关系的和谐论研究[J].中国科学院院刊,2012,27(4):469-477.
- [9] 左其亭.水生态文明建设几个关键问题探讨[J].中国水利,2013(4):1-3,6.
- [10] TONG Yindong, ZHANG Wei, WANG Xuejun, et al. Decline in Chinese lake phosphorus concentration accompanied by shift in sources since 2006[J]. Nature Geoscience, 2017,10(7):507-511.
- [11] 推进“一带一路”建设工作领导小组办公室.共建“一带一路”:理念、实践与中国的贡献[EB/OL].(2017-09-07)[2017-09-06].<https://www.yidaiyilu.gov.cn/zchj/jggg/16621.html>.
- [12] 左其亭,韩春辉,马军霞,等.“一带一路”中国大陆区水资源特征及支撑能力研究[J].水利学报,2017,48(6):631-639.
- [13] R C 特里维迪,郭欣,付湘宁.恒河水质综述[J].水利水电快报,2012,33(4):12-13,23.
- [14] MACDONALD A M, BONSOR H C, AHMED K M, et al. Groundwater quality and depletion in the Indo-Gangetic Basin mapped from in situ observations[J]. Nature Geoscience, 2016, 9:762-766.
- [15] ZHARKOV V V, ZHARKOY D V. Hydrochemical composition of waters of the Karakum-river[J]. Problems of Desert Development, 2002(4):66-71.
- [16] 左其亭,李可任.最严格水资源管理制度理论体系探讨[J].南水北调与水利科技,2013,11(1):34-38,65.
- [17] 左其亭,崔国韬.河湖水系连通理论体系框架研究[J].水电能源科学,2012,30(1):1-5.
- [18] 左其亭,胡德胜,窦明,等.最严格水资源管理制度研究:基于人水和谐的视角[M].北京:科学出版社,2016.
- [19] 左其亭,王鑫.防汛抗旱中的人水和谐观[J/OL].中国防汛抗旱,1-6(2017-04-06).

## **“Belt and Road” Water Problem in Regionalization and Reflections on Drawing Lessons from China’s Water Management Experiences**

ZUO Qiting<sup>a,b</sup>, HAO Lingang<sup>a</sup>, MA Junxia<sup>a,b</sup>, HAN Chunhui<sup>a</sup>

(a. School of Water Conservancy & Environment; b. Center for Water Science Research, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China)

**Abstract:** The “Belt and Road” includes many areas and there are many complicated water problems along it. For the successful implementation of initiative, it is necessary to analyze the water problems and learn from China’s experience in water management. Based on the main route and water resources areas of the “Belt and Road” identified by the research team, this paper divided the main water resources areas into East Asia, West Asia, South Asia, Central Asia, Southeast Asia, Eastern Europe, Central Europe, Western Europe, Southern Europe, North Africa and East Africa. To begin with, this paper collected the amount of water resources and the percentage of population with access to safe drinking-water of AQUASTAT database of FAO, and the evaluation data of flood occurrence, drought severity, inter-annual and seasonal variability in water supply of World Resources Institute. Then, the water resources problems in each regionalization were analyzed. Next, the main water resources problems were summarized. The main water resources problems include flood, drought, water shortage, water pollution, uneven distribution of water resources and water supply crisis. And then we analyzed the difficulty of solving different water problems. At last, we summarized the China’s water experiences, mainly including water-saving society development, water resource sustainable utilization, human-water harmony, strictest water resources management system, interconnected river system network and water ecological civilization, and for different water resources problems, we given the solution. It is expected to provide a direction and idea for further quantitative research water problem along the “Belt and Road”.

**Key words:** the “Belt and Road”; the main route; the main water resources areas; water problem; China’s water management experiences

责任编辑:赵宇龙