

Allocation Modes of Trans-Boundary Water Resources under the Cooperation Mechanism in Lancang-Mekong River Basin

Zhouliang Sun^{1,2,3}, Yanli Liu^{1,2,4}, Jianyun Zhang^{1,2,4}, Hua Chen³, Ji Liu⁵, Tiesheng Guan^{1,2,4}, Junliang Jin^{1,2,4}, Ruimin He^{1,2,4}, Cuishan Liu^{1,2,4}, Zhixuan Zhao¹

¹State Key Laboratory of Hydrology-Water Resources and Hydraulic Engineering, Nanjing Hydraulic Research Institute, Nanjing Jiangsu

²Research Center for Climate Change of Ministry of Water Resources, Nanjing Jiangsu

³State Key Laboratory of Water Resources and Hydropower Engineering Science, Wuhan University, Wuhan Hubei

⁴Yangtze Institute for Conservation and Development, Nanjing Jiangsu

⁵College of Hydraulic and Environment, China Three Gorges University, Yichang Hubei

Email: zlsun19@whu.edu.cn, ylliu@nhri.cn

Received: Mar. 17th, 2020; accepted: Apr. 24th, 2020; published: May 25th, 2020

Abstract

This study reviewed the water resources cooperation and development history in the Lancang-Mekong River Basin (LMRB) from three stages of local cooperation, integrated management and comprehensive cooperation in LMRB. The current problems and difficulties in the joint development and utilization of water resources in LMRB were pointed out. By analyzing the adaptability of the three basic allocation modes applied in LMRB, the limitations of each basic allocation mode were explored and summarized. A composite allocation mode which is suitable for the actual conditions of LMRB was proposed. The results show that: 1) The current cooperation has been progressing well and the foundation for basin cooperation has been established in cooperation platforms, mechanisms, etc., with achievements in trade and commerce, shipping, water security, and environment. The critical problem needed to be resolved currently is to satisfy the demands of water resources and to ensure water security. 2) The three basic allocation modes cannot be applied in the LMRB separately, since each has its own different limitations. 3) The proposed composite allocation mode is more flexible, safe and forward-looking, highly harmonious with actuality of LMRB, which could uniformly meet the demands for water resources and ensure water security and improve the efficiency of water resources utilization. In the future, it is necessary to strengthen research in areas such as basin cooperation, environmental change impacts, water benefits allocation and compensation, and allocation fairness evaluation to ensure the smooth operation of the composite allocation mode. Thus, it could facilitate to improve the allocation efficiency of water resources and maximize the water benefits in the whole basin.

Keywords

Lancang-Mekong River, Cooperation Mechanism, Adaptability, Composite Allocation Mode

作者简介: 孙周亮(1993-), 男, 湖北咸宁人, 博士研究生, 主要从事水文水资源方面的研究。

文章引用: 孙周亮, 刘艳丽, 张建云, 陈华, 刘冀, 关铁生, 金君良, 贺瑞敏, 刘翠善, 赵志轩. 澜湄合作机制下的跨境水资源分配模式研究[J]. 水资源研究, 2020, 9(3): 270-278. DOI: 10.12677/jwrr.2020.93028

澜湄合作机制下的跨境水资源分配模式研究

孙周亮^{1,2,3}, 刘艳丽^{1,2,4}, 张建云^{1,2,4}, 陈 华³, 刘 冀⁵, 关铁生^{1,2,4}, 金君良^{1,2,4}, 贺瑞敏^{1,2,4}, 刘翠善^{1,2,4}, 赵志轩¹

¹南京水利科学研究院水文水资源与水利工程科学国家重点实验室, 江苏 南京

²水利部应对气候变化研究中心, 江苏 南京

³武汉大学水资源与水电工程科学国家重点实验室, 湖北 武汉

⁴长江保护与绿色发展研究院, 江苏 南京

⁵三峡大学水利与环境学院, 湖北 宜昌

Email: zlsun19@whu.edu.cn, ylliu@nhri.cn

收稿日期: 2020年3月17日; 录用日期: 2020年4月24日; 发布日期: 2020年5月25日

摘 要

从澜沧江-湄公河局部合作、综合管理、全面合作三个阶段梳理了澜湄流域水资源合作与发展历程, 指出了澜湄水资源合作与利用存在的问题与难点。分别分析了国际上主要应用的全局分配、项目分配和流域整体规划分配三种基本分配模式在澜湄流域的适用性, 总结了各基本分配模式的局限性, 并在此基础上结合澜湄流域实际, 提出了适合澜湄流域的复合分配模式。结果表明: 1) 当前澜湄合作进展良好, 已在合作平台、合作机制等方面建立起了流域合作基础, 并在商贸、航运、水安全、环境等领取得了成果, 当前亟待解决的水资源问题是同时满足水资源需求和保障水安全两方面; 2) 三种基本分配模式均无法单独在澜湄流域应用, 各自存在不同的局限性; 3) 所提出的复合分配模式比单一分配模式更具有灵活性、安全性和前瞻性, 对接流域实际程度较高, 能够实现水资源需求均衡满足和保障水安全, 并提高水资源利用效率。未来需在流域合作、水资源分配方法、水利益共享与补偿机制研究等方面加强研究, 以保障复合分配模式的平稳运行, 从而推动整个澜湄流域的水资源高效分配和水利益共享。

关键词

澜沧江-湄公河, 合作机制, 适用性, 复合分配模式

Copyright © 2020 by author(s) and Wuhan University.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

澜沧江-湄公河(下称澜湄)发源于中国, 是亚洲的一条重要跨境河流, 贯穿整个东南亚并联系着各国的经济社会发展, 根本原因在于水资源的连通性和共享性, 因此水资源的公平合理共享与分配是地区合作与稳定发展的关键与基础[1] [2]。澜湄水资源问题经过了一个世纪的发展与合作, 如今已经形成了以“澜湄合作机制”为典型代表的系列流域合作机制[3] [4], 并有澜湄次区域经济合作、东盟-湄公河流域开发合作、湄公河委员会、中老缅泰经济合作四角机制等系列辅助合作机制, 逐步形成了以“3+5”框架为代表的澜湄合作基本框架, 开始进入了澜湄全面合作时期, 并孕育着澜湄合作高潮期[5]。自澜湄合作机制建立以来, 各国已在政治安全、可持续发展与社会人文等关键领域达成展开务实合作的共识[6], 并在基础设施建设、科学技术、公共卫生、扶贫、

环境治理等方面优先取得了成果[7]。

当前所形成的澜湄合作框架主要是宏观及基础层面,在实际执行与操作层面进展还较少,尚不足以支撑流域实际水资源利用需求,如在核心领域——水资源利用方面还没有形成分配与共享机制[8] [9]。在应用层面,当前国际上跨境流域应用的水分配方法、模式较为单一[10],研究空间尺度上也较小[11],难以在全流域范围内有效实施水量分配,影响了水资源利用效率。在研究层面,过去较多关注将所有水量直接分配到各个国家[12] [13],随着环境变化影响的逐渐明晰和社会经济发展对水资源需求的复杂化[14],跨境水资源研究重心开始转向水资源可持续利用、跨境生态安全、环境变化与水安全保障、国际水争端解决机制、水权益保障等方面[15] [16] [17] [18]。

国际上已经提出了许多跨境流域水分配模型[19] [20] [21] [22] [23],这些模型主要是在国际水法及其他相关国际法规下,提出的多目标优化或者是博弈模型,基本均属于全局分配、项目分配和流域整体规划分配这三种分配模式的一种[10],整体上澜湄流域水分配还停留在水分配框架思路方面[21],目前尚无全流域水分配方案,导致水资源利用效率较低,容易发生用水矛盾。我国处于澜湄流域上游国的有利位置,但涉及复杂的地缘政治和外力干扰,迫切需要提出中国模式,以发挥我国在澜湄水资源合作中的主导地位。澜湄合作机制和良好的合作前景为更为有效、合理可行的分配模式提供了可能。研究跨境水资源分配模式并建立适合澜湄流域的水分配模式,将有效提高澜湄流域水资源利用效率、促进澜湄合作进程,为开展澜湄水资源及其开发效益合理分配与利用打下基础[24],同时也为其他国际河流的跨境水资源共享利用提供科学参考,推动国际河流域的水安全保障研究与实践。本文从现有分配模式的适用性着手,基于现有分配模式的特点及澜湄流域实际,在澜湄合作机制下提出适合澜湄流域的水分配模式。

2. 澜湄流域合作进展及水资源问题分析

澜湄水合作可追溯至 20 世纪 20 年代,根据流域内水资源开发合作水平,此后澜湄合作大致可分为三个阶段,即局部合作阶段、流域综合管理阶段和全面合作阶段,其合作发展进程梳理和总结如表 1 [25] [26]。

Table 1. The progress of cooperation and development in LMRB

表 1. 澜湄流域合作发展历程

阶段	主要事件	合作进展
1995 年以前 湄公河局部合作阶段	湄公河流域局部开发,在数据收集、航运、水电、防洪、灌溉领域进行了合作尝试	开始出现了合作机构,搭建了合作平台,积累了丰富的合作经验
1995~2015 澜湄流域综合管理阶段	新湄委会成立并提出流域水资源综合管理的理念和方法,《湄公河可持续发展合作协定》签署	湄公河流域四国的合作逐渐凸显成型,流域综合开发合作基础形成
2015~当前 澜湄流域全面合作阶段	澜湄合作系列外长和领导人会议,“一带一路”倡议发起	合作机制正式建立,形成系列合作计划,澜湄全面合作快速发展

第一阶段主要是在流域局部合作上踏出了从无到有的关键一步,第二阶段则形成了流域综合开发合作基础,从流域局部开发模式开始进入整体开发模式。第三阶段最大的进展是澜湄合作机制的正式建立,其间流域各国用实际行动充分表明了合作态度,各国人民尤其在水资源、扶贫、卫生、农业等民生领域获益,充分体现了澜湄合作进展成果和愿景。

经过了一个世纪的实践和发展,各国在争端与合作过程中积累了丰富的经验,先后在平台搭建、机制建立、合作计划和条约等方面打下基础,各国的实际合作需求也为进一步深化全面合作起到了促进作用。澜湄流域各国因地缘关系而形成依存关系,水资源合作是澜湄流域合作的基础层面和核心层面,从流域实际来看,提高水资源利用效率和保障水资源安全已是各国头等大事,从国家层面到民生层面都具有客观必要性,澜湄命运共同体初现雏形[5]。在澜湄合作机制框架下,作为五大优先发展领域之一的水资源合作理应也必将得到快速发展,作为解决水资源问题的先行手段,跨境水资源优化配置将成为前沿问题[27]。因此,当前合作发展趋势为澜湄流域水资源合作提供了必要性和可行性。

就目前实际合作进展来看,还较少有实质性水资源利用合作项目,各国从自身实际情况和利益需求出发形成了不同的利益关切,这其中存在一定的矛盾性与竞争性[28],主要原因是各国多从单方利益出发,而非从全流域的角度考虑整体利益,导致流域的整体性被破坏,降低了流域水资源利用效率,增加了水资源分配不均匀性,从而强化各国的水资源利用矛盾和利益争端。

实际上,流域内也存在一定的利益争端问题,如典型的有农业用水矛盾、水电开发的环境影响意见分歧等。澜湄流域的主要水资源利用领域有灌溉、供水、水电、航运、渔业等,其中灌溉和供水是主要消耗性用水。对于农业用水而言,最大的问题不在于流域水资源量不足,而是来水与用水的时空不匹配,如典型的问题是枯季(1~5月份)时期下游来水流量不足 $4000\text{ m}^3/\text{s}$,尤其在2~4月时甚至低至 $2000\text{ m}^3/\text{s}$,而除去河口冲咸所需的 $1500\text{ m}^3/\text{s}$ 外,所剩可供引水的流量约为 $500\text{ m}^3/\text{s}$,因而实际获得有效灌溉的耕地面积约为50万公顷,同越南三角洲270万公顷可耕地面积或现状192万公顷灌溉面积相比还有很大的缺口。相比枯季来说,湿季来水则相当充足,但由于缺少足够的水资源控制性工程用以缓解径流时间分布不均匀性,大量径流直接入海而没有得到充分利用。

从全流域的角度来看,泰国、柬埔寨、越南等中下游国家都是农业大国,需要消耗大量水量,柬埔寨对渔业保障水量有较大需求,越南在枯季时还依赖来水进行冲咸,同时除缅甸外的其他5国对电力、通航都有较大需求[29]。

因此,澜湄流域各国对水资源需求既有共同需求又有特殊需求,而且上下游之间的需求差异性较大,同时还存在一定的竞争性。无论是消耗性用水还是保障性用水,都取决于径流过程,还需要提高对径流的调控能力。当前各国的水资源利用较为随意,并没有公认的用水约定。因此,需从全流域的角度建立水资源共享利用方案,兼顾不同的利用目标,提高水资源分配的合理性和利用效率。

3. 跨境水分配基本模式的适用性分析

经过长期实践,已经形成了以各国有权利用并有责任防止对他国水资源利用及水安全造成实质性危害为总原则的一系列跨境水资源共享原则,在不断发展和完善这些原则的过程中形成了三种基本分配模式,即全局分配、项目分配和流域整体规划分配,主要来源于全球多条国际河流的跨境水资源利用方案(如协定、条文等),从这些实践经验中总结出来的一般性分配方法。各分配模式的由来、内容及案例可详见文献[30]。由于各分配模式具有不同的适用性条件,因此在实际选用时,需要针对流域自然、社会等特点具体分析[10]。

1) 全局分配。操作简单、分配结果确定既是全局分配模式的优点同时也是其缺点,主要体现在缺乏变化环境适用性和未考虑流域整体利益,无法适应自然、社会环境变化的不确定性,不利于流域可持续发展。澜湄流域水资源利用目标众多,协调难度大,全局分配模式的一个优势是可以形成基本分配框架,避免出现较大的开发利用矛盾,鉴于流域内尚无水分配方案,因此建立全流域分配方案是合理分配水资源关键一步,有助于促进流域内水资源开发良性发展,提高水资源利用效率和保障流域生态健康。因此,采用全局分配模式既具有适用性,也有必要性,但应用时需针对其局限性予以考虑。

2) 项目分配。项目分配模式常常发生于局部地区和少数参与方之间,多以双边合作为主,由于较少考虑流域内其他国家的利益而会影响流域开发进程,国际上较少有将项目分配作为全流域分配模式。从区域尺度来说,该模式极大提高了分配可操作性,对于提高局部水资源效益效果明显,合理的效益分配及补偿方案是该模式平稳运行的核心。考虑到各流域国之间水力联系紧密,且湄公河干流有多个河段为界河,两岸国家间存在经济利益关系,即在自然和社会两方面都具有应用基础,因此项目分配模式在澜湄流域具有较好的局部适用性,既能实现局部水资源共享,还能提高水资源利用效率。

3) 流域整体规划分配。流域整体规划分配模式的优点是考虑因素全面,兼顾当前和未来的水资源需求,符合人类文明的发展方向,为大多数国家接受,流域各国的高度合作是实现前提,科学合理的流域整体规划方案是关键和难点,其核心部分主要包括信息互通与共享、水分配指标体系、分配方案评价体系等。基于澜湄流域合作水平现状及流域国家发展水平差异性等因素,流域整体规划分配模式在实施上还有客观难度,但可以借鉴

其中的发展理念和分配思想，如基于河流健康的可持续发展、水利益共享、均衡满足各方需求等思想，建立适当的分配指标体系，科学评价分配结果的合理性，可在实际操作中进行合理参考，逐步实现流域整体规划分配。

综上所述，三种基本分配模式在澜湄流域均无法在澜湄流域直接应用，各自存在不同的局限性，因此需要针对澜湄流域建立适用的分配模式，以对接流域实际。

4. 澜湄水资源复合分配模式

跨境水争端的核心是利益问题[31]，从发展的角度来看，水资源开发利用需求可分为当前阶段和未来阶段。对于澜湄流域而言，当前阶段水资源问题主要是开发利用需求无法得到满足，即水资源分配问题，除去自然因素导致的水资源量变化外，不均衡的开发会影响其他区域水资源可利用量[32]，如泰国、越南等农业大国的灌溉水量矛盾，上游水利工程开发对越南三角洲水生态的影响等，这些问题目前还缺少公平合理的水资源分配方案。未来阶段水资源问题是已有的水资源利用无法得到保障，即水资源安全问题，一国的自行开发行为会对其他国家水安全造成威胁，人口、经济的快速发展将会显著增加用水需求，如果原有分配水量得不到保障，相关领域就可能成为未来水资源利用主要矛盾领域[33]，如泰国、柬埔寨等渔业大国对水位保障的要求，而目前还缺少用水保障机制。因此，解决澜湄流域水问题可着眼满足和保障两方面，形成既满足需求又保障安全的分配方案。

根据前述适用性分析结果，全局分配模式和项目分配模式各自存在有条件适用性，因此可考虑将两种分配模式结合，进行优势结合和劣势互补。基本思想为在不同的尺度层面采用合适的基本分配模式或复合分配模式，从流域尺度到河段尺度等，逐层分配并逐步满足需求，如图1所示。首先在全流域尺度采用全局分配模式将流域内可分配水资源量分配到各个国家，初步形成分配框架与额度限制，在此分配额度内，各国可单独开发或合作开发，局部河段的合作开发可采用项目分配模式。在全局分配模式框架的控制下，项目分配模式相比直接应用时效果更加显著，极大避免了水量使用的盲目性对其他国家造成的影响，对于协调局部水资源供需矛盾起到了桥梁作用[34]，同时各国可用水量额度对合理安排合作开发计划提供了依据。

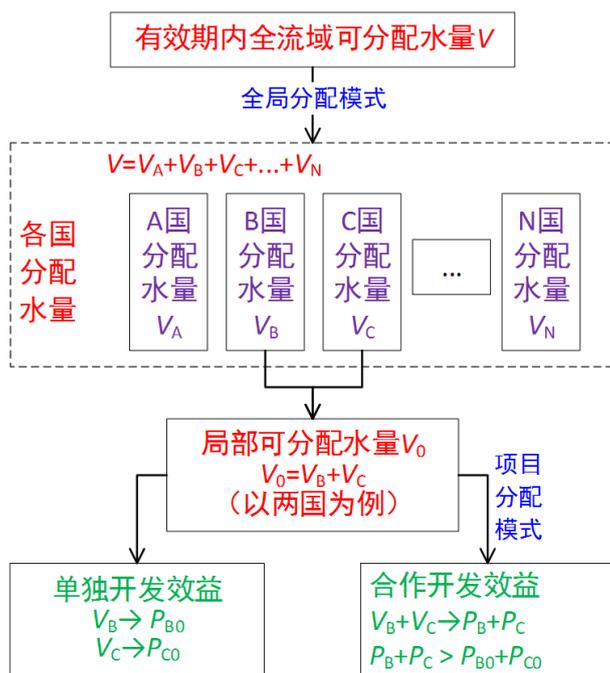


Figure 1. The composite allocation mode for transboundary water resources

图1. 复合分配模式

考虑到自然和社会环境的快速变化,各国经济发展水平和水资源需求也在急剧变化[35][36],因此跨境流域各国执行的分水方案也应随之做出适用性改变。从分水方案有效性原则和避免水资源供需矛盾累积深化的角度出发,分配模式也应存在有效期,区别于国际上分水协议有效期的是,分配模式中的有效期是指在科学预测流域内自然条件和经济发展水平不发生重大变化的时期,主要体现在来水条件和用水需求相对稳定,在此期间经合理预测所得的可分配水量称为有效期内的可分配水量,以此作为约定的有效期内的水分配基数可提高水分配的合理性和公平性。

5. 复合分配模式的应用及保障

该复合分配模式的应用还要求一定的支撑条件和保障措施。从跨境水资源分配实践过程来看,其应用流程应由三部分构成:供需预测部分、额度分配部分和利用与保障部分,如图2,需要说明的是,该复合分配框架同样应在有效期内应用,当流域内自然或社会环境发生较大变化时应重新修订。

1) 供需预测部分由可分配水量预测和各国需水量预测组成。各国需水量预测是通过分析历史用水资料、结合社会经济发展目标,预测当前阶段以及未来阶段的水资源需求量,从而尽可能均衡满足各国用水需求。其中各国在提出本国社会经济发展计划及水利益需求时,各国之间应相互进行科学评估与审核,从而确保各国的需求是合理可行的。可分配水量预测是为了避免用水过量风险,根据历史来水信息和河道与生活需水预测结果,为遵循河流生态可持续和以人为本的基本原则,可分配水量应为天然来水扣除河道与生活需水的剩余部分。

2) 额度分配部分由分配原则与准则、指标体系、分配模型、评价体系构成,是分配方案公平合理性的具体体现,也是水分配方案能够均衡满足需求的核心所在。其中原则与准则是基于国际水法体系和流域各国实际情况确定,主要反映各流域国的利益关切,经各国商议确定。指标体系根据流域各国对流域水资源的贡献与需求确定,是具体分配方案的计算依据。评价体系根据流域内各国商定的公平合理性评价指标确定,同时也是分配方案的指导。分配模型是分配方法的具体体现,是在确定可分配水量的基础上应用复合分配模式,综合各原则与准则、指标体系等,进而得到各国可用水量额度限制。

3) 利用与保障部分由利益共享与补偿机制、争端解决机制及各国开发利用行为构成,目的是提高水资源利用效率和协调水利益均衡分配,保障各国水资源利用权益,是水安全保障的核心所在。各国可用水量额度确定后,开发利用过程并不是完全自由的,而是充分顾忌他国的需求前提下的开发利用。各国的合理权益受到利益共享与补偿机制的制约或者保障,具体的共享以及补偿方案则需要依据有关国家的。争端解决机制作为最后一道保障措施,是以执行条文规定或者协商结果的形式兼顾争端方的相对公平。各国在单独开发或在局部进行项目合作开发时需严格执行分配额度红线,以避免对其他国家的利用造成影响,当一国水资源可用量有盈余或合作开发效益更高时可采用项目分配模式进行局部开发。考虑到水的利害两重性,各流域国之间应形成“命运共同体”,共同应对水灾害,将降低水灾害总损失作为共同目标,促进兴水利、除水害的良性循环。

从结构上看,复合分配模式主要由全局分配模式和项目分配模式构成,满足需求体现在预先充分考虑了各国实际需水量,分配结果可均衡满足各国需求;保障安全体现在明确了各国可用水量额度,在利益共享与补偿机制、争端解决机制等相关水资源管理措施管控下,严格执行该额度限制可极大缓解水资源开发利用的跨境影响,从而保障了各国用水安全;优先考虑了居民生活用水和河流生态用水、分配指标体系与评价体系以及提倡流域水利益共享与补偿则体现了流域整体规划的理念和思想,在水分配实践和完善的过程中可逐步实现流域整体规划分配和水利益最大化开发。

相比于单一分配模式,该复合分配模式具有多种优势。第一是采用了多种分配模式嵌套,更具有灵活性,能够适应变化环境和多种分配需求。第二是更加考虑了自然和社会两方面的变化,更具有安全性,减小了因实际水资源供应不足却盲目大量利用而导致较大需求缺口的风险,从而提高了水资源利用效率,避免了水资源矛盾给流域合作造成负面影响。第三是考虑了未来流域整体规划模式的应用可能性,更具有前瞻性,融入了全流域水利益共享的思想,便于形成水利益市场,为实现流域水利益最大化利用留有余地。

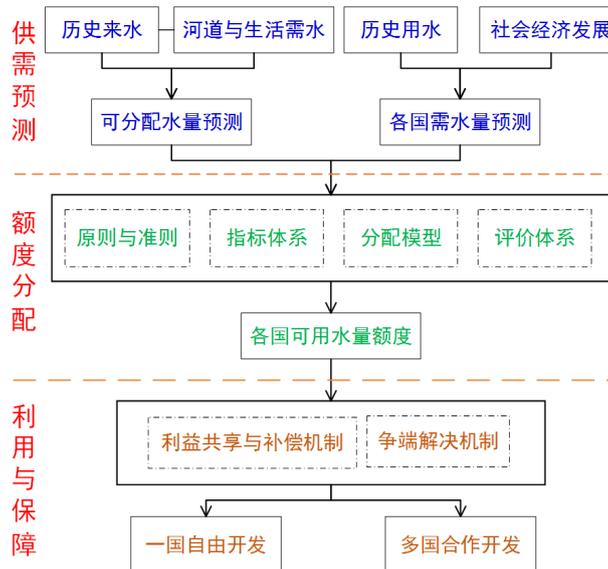


Figure 2. The application flow of composite allocation mode for transboundary water resources in LMRB

图 2. 澜湄流域水资源复合分配模式应用流程

6. 结语

1) 受自然和社会发展变化双重影响，当前澜湄流域内主要存在的问题是水资源需求难以均衡满足和水资源安全难以得到保障，同时这也是水分配的难点所在。各国在过去的合作与争端过程中积累的大量经验，如今在机构与平台、合作机制等方面已有较好的合作基础与成果，全流域合作也符合各国的发展需求，澜湄合作已经处于全面合作阶段。

2) 分析了三种基本分配模式在澜湄流域的适用性，结果表明均存在一定的局限性，全局分配模式操作简单、结果明确，但难以适应环境变化；项目分配模式利于提高水资源利用效率，但难以协调全流域开发；流域整体规划分配模式对流域合作和理论要求较高，当前还难以达到实施条件。因此三种基本分配模式均无法作为单一模式在澜湄流域进行应用。

3) 基于澜湄流域合作进展和水资源问题，提出一种适用性复合分配模式，相比单一分配模式更具有灵活性、安全性和前瞻性，更适合澜湄流域实际，能在一定程度上解决澜湄流域水需求均衡满足和水安全保障问题，并提高水资源利用效率。

4) 为了实现流域水利益合理分配，各国应继续加强流域合作、增强互信，提高水资源利用效率。未来应更多关注水资源分配方法、水利益共享与补偿机制研究，提高分配方案公平合理性。

基金项目

国家重点研发计划(2016YFA0601602)，国家自然科学基金项目(91747103, 51679145, 51779146)，中央级公益性科研院所基本科研业务费专项(Y518007)。

参考文献

- [1] 何艳梅. 国际河流水资源公平和合理利用的模式与新发展: 实证分析、比较与借鉴[J]. 资源科学, 2012, 34(2): 229-241. HE Yanmei. Modes and its development of the equitable and reasonable use of international river water resources. Resources Science, 2012, 34(2): 229-241. (in Chinese)
- [2] DINAR, S. Water, security, conflict, and cooperation. Sais Review, 2002, 22(2): 229-253.

<https://doi.org/10.1353/sais.2002.0030>

- [3] 刘卿. 澜湄合作进展与未来发展方向[J]. 国际问题研究, 2018(2): 43-54+132.
LIU Qing. Progress and future development of Lancang-Mekong cooperation. *International Studies*, 2018(2): 43-54+132. (in Chinese)
- [4] 卢光盛, 罗会琳. 从培育期进入成长期的澜湄合作: 新意、难点和方向[J]. 边界与海洋研究, 2018, 3(2): 18-28.
LU Guangsheng, LUO Huilin. Lancang-Mekong cooperation from cultivating period to growth period: New points, difficulties and direction. *Journal of Boundary and Ocean Studies*, 2018, 3(2): 18-28. (in Chinese)
- [5] 邢伟. 水资源治理与澜湄命运共同体建设[J]. 太平洋学报, 2016, 24(6): 43-53.
XING Wei. Water resources governance and building the Lancang-Mekong community of common destiny. *Pacific Journal*, 2016, 24(6): 43-53. (in Chinese)
- [6] 周士新. 澜沧江——湄公河合作机制: 动力、特点和前景分析[J]. 东南亚纵横, 2018(1): 70-76.
ZHOU Shixin. A strategic vision of the Lancang-Mekong cooperation mechanism. *Around Southeast Asia*, 2018(1): 70-76. (in Chinese)
- [7] 戴永红, 曾凯. 澜湄合作机制的现状评析: 成效、问题与对策[J]. 国际论坛, 2017, 19(4): 1-6+79.
DAI Yonghong, ZENG Kai. Assessment of the Lancang-Mekong cooperation mechanism: Achievements, problems and counter. *International Forum*, 2017, 19(4): 1-6+79. (in Chinese)
- [8] HE, D., CHEN, X., JI, X., et al. International rivers and transboundary environment and resources. The geographical sciences during 1986-2015. Singapore: Springer, 2017.
- [9] RINGLER, C. Optimal water allocation in the mekong river basin. *ZEF Discussion Papers on Development Policy*, No. 38, 2001.
- [10] 何大明, 冯彦, 陈丽晖, 等. 跨境水资源的分配模式、原则和指标体系研究[J]. 水科学进展, 2005(2): 255-262.
HE Daming, FENG Yan, CHEN Lihui, et al. Study on models, principles and index system on trans-boundary water resources allocation. *Advances in Water Science*, 2005(2): 255-262. (in Chinese)
- [11] 何大明, 刘恒, 冯彦, 等. 全球变化下跨境水资源理论与方法研究展望[J]. 水科学进展, 2016, 27(6): 928-934.
HE Daming, LIU Heng, FENG Yan, et al. Perspective on theories and methods study of transboundary water resources under the global change. *Advances in Water Science*, 2016, 27(6): 928-934. (in Chinese)
- [12] YUAN, L., HE, W., DEGEFU, D. M., et al. Water allocation model in the Lancang-Mekong river basin based on bankruptcy theory and bargaining game. *World Environmental and Water Resources Congress*, Oxford University Press, New York, 628-642. <https://doi.org/10.1061/9780784480595.008>
- [13] 冯彦, 何大明, 甘淑, 等. 跨境水分配及其生态阈值与国际法的关联[J]. 科学通报, 2006(S2): 21-26.
FENG Yan, HE Daming, GAN Shu, et al. Linkages of transboundary water allocation and its eco-thresholds with international laws. *Chinese Science Bulletin*, 2006, 51(S2): 21-26. (in Chinese)
- [14] 何大明, 苟俊华. 全球变化对跨境淡水资源利用和管理的影响[J]. 自然资源学报, 1999, 14(3): 284.
HE Daming, GOU Junhua. Impacts of global changes upon utilization and management of transregional fresh water resources. *Journal of Natural Resources*, 1999, 14(3): 284. (in Chinese)
- [15] 冯彦, 何大明, 杨丽萍. 河流健康评价的主评指标筛选[J]. 地理研究, 2012, 31(3): 389-398.
FENG Yan, HE Daming, and YANG Liping. Selection of major evaluation indicators on river health evaluation. *Geographical Research*, 2012, 31(3): 389-398. (in Chinese)
- [16] 李春晖, 孙炼, 张楠, 等. 水权交易对生态环境影响研究进展[J]. 水科学进展, 2016, 27(2): 307-316.
LI Chunhui, SUN Lian, ZHANG Nan, et al. Advances in ecological environment impacts of water trading. *Advances in Water Science*, 2016, 27(2): 307-316. (in Chinese)
- [17] FENG, Y., HE, D. M. and LI, Y. G. The key indicators of transboundary water apportionment based on international laws and cases. *Journal of Geographical Sciences*, 2013, 23(4): 710-720. <https://doi.org/10.1007/s11442-013-1039-1>
- [18] ANDREA, H. Regional environmental security: Cooperation and challenges in the Mekong subregion. *Global Change Peace & Security*, 2013, 25(1): 27-41. <https://doi.org/10.1080/14781158.2013.758099>
- [19] KUCUKMEHMETOGLU, M., GULDMANN, J. M. Multiobjective allocation of transboundary water resources: Case of the euphrates and tigris. *Journal of Water Resources Planning & Management*, 2010, 136(1): 95-105.
[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9496\(2010\)136:1\(95\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9496(2010)136:1(95))
- [20] KAMPRAGOU, E., ELEFTHERIADOU, E., and MYLOPOULOS, Y. Implementing equitable water allocation in transboundary catchments: The case of river nests/mesta. *Water Resources Management*, 2007, 21(5): 909-918.
<https://doi.org/10.1007/s11269-006-9108-1>
- [21] JUÍZO, D., LIDÉN, R. Modeling for transboundary water resources planning and allocation: The case of Southern Africa. *Hydrology & Earth System Sciences*, 2010, 14(11): 2343-2354. <https://doi.org/10.5194/hess-14-2343-2010>

- [22] YUAN, L., HE, W., LIAO, Z., et al. Allocating water in the mekong river basin during the dry season. *Water*, 2019, 11(2): 400. <https://doi.org/10.3390/w11020400>
- [23] BARANYAI, G. Transboundary water governance in the European Union. In *European water law and hydropolitics*. Berlin: Springer, 2020: 79-112. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-22541-4>
- [24] 雷建锋. 大湄公河合作开发与综合治理——兼论国际水法理论的发展[J]. 太平洋学报, 2014, 22(8): 53-64.
LEI Jianfeng. The cooperative exploitation and synthetical governance of the Greater Mekong River and the development of the theory of international watercourses law. *Pacific Journal*, 2014, 22(8): 53-64. (in Chinese)
- [25] 何大明, 冯彦. 国际河流跨境水资源合理利用与协调管理[M]. 北京: 科学出版社, 2006.
HE Daming, FENG Yan. Case study of the rational development and coordinated management of water resources in the international rivers: Lancang-Mekong watershed. Beijing: Science Press, 2006. (in Chinese)
- [26] 水利部国际经济技术合作中心. 跨界水合作与发展[M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2018.
International Economic and Technical Cooperation Center of the Ministry of Water Resources. Transboundary water cooperation and development. Beijing: Social Sciences Academic Press, 2018. (in Chinese)
- [27] HOUBA, H., DO, K. H. P., and ZHU, X. Saving a river: A joint management approach to the Mekong River Basin. *Environment & Development Economics*, 2013, 18(1): 93-109. <https://doi.org/10.1017/S1355770X12000435>
- [28] 陈丽晖, 何大明. 澜沧江-湄公河整体水分配[J]. 经济地理, 2001(1): 28-32.
CHEN Lihui, HE Daming. Integrated allocation of the water in Lancang-Mekong River. *Economic Geography*, 2001(1): 28-32. (in Chinese)
- [29] 孙周亮, 刘艳丽, 刘冀, 等. 澜沧江-湄公河流域水资源利用现状与需求分析[J]. 水资源与水工程学报, 2018, 29(4): 67-73.
SUN Zhouliang, LIU Yanli, LIU Ji, et al. Analysis on the present situation and demand of water utilization in the Lancang-Mekong River Basin. *Journal of Water Resources & Water Engineering*, 2018, 29(4): 67-73. (in Chinese)
- [30] 何大明, Hsiang-te Kung, 苟俊华. 国际河流水资源分配模式研究[J]. 地理学报, 1999, 66(S1): 47-54.
HE Daming, KUNG Hsiang-te, and GOU Junhua. Study on allocation models of water resources in international rivers. *Acta Geographica Sinica*, 1999, 54(S1): 47-54. (in Chinese)
- [31] WOLF, A. T. Criteria for equitable allocations: The heart of international water conflict. *Natural Resources Forum*, 1999, 23(1): 3-30. <https://doi.org/10.1111/j.1477-8947.1999.tb00235.x>
- [32] KUCUKMEHMETOGLU, M., GULDMMANN, J. M. Multiobjective allocation of transboundary water resources: Case of the Euphrates and Tigris. *Journal of Water Resources Planning & Management*, 2010, 136(1): 95-105. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9496\(2010\)136:1\(95\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9496(2010)136:1(95))
- [33] 赵萍, 汤洁, 尹笋. 湄公河流域水资源开发利用现状[J]. 水利经济, 2017, 35(4): 55-58+77-78.
ZHAO Ping, TANG Jie, and YIN Sun. Situations of development and utilization of water resources in Mekong River Basin. *Journal of Economics of Water Resources*, 2017, 35(4): 55-58+77-78. (in Chinese)
- [34] FENG, Y., HE, D., and BAO, H. Analysis on equitable and reasonable allocation models of water resources in the Lancang-Mekong River Basin. *Water International*, 2004, 29(1): 114-118. <https://doi.org/10.1080/02508060408691754>
- [35] GU, S., HE, D., CUI, Y., et al. Temporal and spatial changes of agricultural water requirements in the Lancang River Basin. *Journal of Geographical Sciences*, 2012, 22(3): 441-450. <https://doi.org/10.1007/s11442-012-0938-x>
- [36] WORLD BANK GROUP. High and dry: Climate change, water and the economy. Working Papers, 2016.