DOI 10.15302/J-SSCAE-2022.05.009

水平衡与国土空间协调发展战略研究

胡庆芳[1,2]，陈秀敏[3]，高娟[4]，金君良[1,2]，王银堂[1,2]，张建云[1,2]

（1. 水文水资源与水利工程科学国家重点实验室，南京 210029；2. 长江保护与绿色发展研究院，南京 210098；
3. 中国工程院战略咨询中心，北京 100088；4. 自然资源部自然资源调查监测司，北京 100034）

摘要：构建健康水平衡是提升水土资源匹配性、促进国土空间高质量发展的基础，而科学系统保护与集约高效利用国土空间是实现健康水平衡、保障国家水安全的根本途径。鉴于我国水资源与生产力要素分布极不匹配、国土空间发展中未有效落实量水发展的情况，本文面向生态文明建设和国土空间规划需求，以“实现健康水平衡、促进国土空间高质量发展”为目标，根据“山水林田湖草”系统治理、水陆统筹的原则，构建了以“理清约束条件、制定控制目标，完善基础设施、优化时空配置，科学严格保护、系统综合整治，集聚协调开发、高效集约利用”为主要内容的水平衡与国土空间协调发展战略。最后，提出了系统监测评价水平衡状态、提升国家尺度水土资源匹配性、优化“三生”空间划分和科学务实绿化国土等重点建议。

关键词：健康水平衡；国土空间；协调发展；综合应对战略；生态保护修复；高效集约利用

中图分类号：TV213.9　　**文献标识码：**A

Coordinated Development Between Water Balance and Territory Space

Hu Qingfang[1,2], Chen Xiumin[3], Gao Juan[4], Jin Junliang[1,2], Wang Yintang[1,2], Zhang Jianyun[1,2]

(1. State Key Laboratory of Hydrology-Water Resources and Hydraulic Engineering, Nanjing 210029, China; 2. Yangtze Institute for Conservation and Development, Nanjing 210098, China; 3. Center for Strategic Studies, Chinese Academy of Engineering, Beijing 100088, China; 4. Department of Natural Resources Survey and Monitoring, Ministry of Natural Resources of the People’s Republic of China, Beijing 100034, China)

Abstract: Healthy water balance is vital for promoting water-land coordination and high-quality development of territory space. The scientific protection and efficient utilization of territory space is fundamental for constructing healthy water balance and ensuring national water security. However, in China the tempo-spatial mismatch between water and other productivity elements is extremely prominent. Meanwhile, in territorial planning and its development practice, the principle of water resources sustainability is not well implemented. Facing the demand for ecological civilization and territory space planning, we set the goal of achieving healthy water balance and high-quality development of territory space. Subsequently, an overall strategy for the coordinated development of water balance and territory space is proposed, which is based on the principle of cooperative management of land and water space as well as integrated protection and utilization of mountains, rivers, forests, farmlands, lakes, and grassland. There are four key points to implement this strategy. First, thresholds of healthy water balance should be clarified to optimize the objectives of territory space planning. Second, infrastructures should be improved to optimize the tempo-spatial allocation of water resources. Third, comprehensive ecological protection

收稿日期：2022-07-23；**修回日期：**2022-08-29

通讯作者：张建云，南京水利科学研究院正高级工程师，中国工程院院士，研究方向为水文水资源；E-mail: jyzhang@nhri.cn

资助项目：中国工程院咨询项目“水平衡与国土空间协调发展战略研究（一期）”(2020-ZD-20)；自然资源部油气资源战略研究中心项目(2020WGSPH01)；水利部重大科技项目(SKR-2022060)

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

and restoration of territorial space should be intensified. Finally, concentrated and coordinated development of territorial space as well as intensive and efficient utilization of natural resources including water and land should be implemented. Furthermore, suggestions are proposed from the following aspects: (1) comprehensive monitoring and evaluation of the water balance state, (2) promotion of water and land compatibility, (3) rational delineation of production, living, and ecology space, and (4) practical artificial greening of territorial space.
Keywords: healthy water balance; territory space; coordinated development; overall strategies; ecological protection and restoration; intensive and efficient utilization

一、前言

国土空间是国民赖以生存的场所、繁衍生息的家园和经济社会可持续发展的基本载体。构建安全和谐、富有竞争力和可持续发展的国土空间格局，是实现我国“两个一百年”奋斗目标和中华民族伟大复兴的必然要求和基本支撑。然而，我国国土空间具有先天脆弱性。约60%以上的陆地国土空间为山地和高原、中度以上生态脆弱区占陆地国土空间的55%，适宜工农业发展和城市建设的土地仅为1.8×10^6 km^2 [1]。同时，自然资源短缺问题突出，水资源、耕地、森林、天然草地人均占有量和油气、重要矿石资源人均可采储量远低于世界平均水平。其中，人均水资源量仅为世界平均的28% [2]，人均耕地面积不足世界平均的1/2 [3]，人均森林面积仅相当于世界平均的1/4 [4]。且我国资源富集区与生态脆弱区分布高度重叠。随着城镇化进程快速推进，城镇、农业、生态空间的结构性矛盾凸显，国土空间保护与利用矛盾突出，资源约束加剧，生态环境压力增大。全国耕地面积已逼近1.8×10^9亩（1亩≈666.67 m^2）的红线；海岸自然岸线保有率已不足40% [5]；2020年全国处于富营养化状态的湖泊（水库）占评价总数的29.0%，浅层地下水V类水质的监测井占评价总数的43.6% [6]。同时，我国国土空间开发利用与保护还面临着整体协调性低、区域及城乡发展失衡和陆海空间缺乏统筹等突出问题。

今后一段时期是我国推进新型城镇化和乡村振兴的重要时期，也是生态文明建设的关键时期。为维护国家总体安全、促进高质量发展，迫切需要优化国土开发利用与保护格局，提升国土开发质量和效率，增强可持续发展能力。2019年5月发布的《中共中央 国务院关于建立国土空间规划体系并监督实施的若干意见》，提出实现主体功能区规划、土地利用规划、城乡规划等空间规划的“多规合一”，形成全国国土空间开发保护“一张图”，建立全国统一、责权清晰、科学高效的国土空间规划体系，整体谋划新时代国土空间开发保护格局，综合考虑人口分布、经济布局、国土利用、生态环境保护等因素，科学布局“三生”空间，加快形成绿色生产和生活方式。水是生命之源、生态之基、生产之要，水资源是基础性的自然资源和战略性的经济资源。然而，我国总体上属于缺水国家，是世界水问题最复杂的国家之一。人均水资源占有量少且时空变异性显著，水资源与其他自然资源和人口经济要素匹配性较差，是我国基本水情。国土空间规划作为国家空间发展指南、可持续发展空间蓝图和各类开发保护建设活动的基本依据，必须遵循水循环科学规律，充分考虑水资源支撑和约束作用，以健康水平衡为基础，促进国土空间高质量发展。而水平衡植根于国土空间，与国土空间开发利用密切相关。“山水林田湖草”等国土空间是水循环的基本环境和载体。国土空间开发利用与保护格局的调整、“山水林田湖草”要素特征的变化，深刻影响流域水循环过程和水平衡状态。优化国土空间发展格局，提高国土空间保护和开发质量，是解决各种复杂水问题，实现流域健康水平衡、保障国家水安全的根本性途径。

因此，必须深刻认识国土空间与水平衡的相互依存、相互制约关系，系统梳理我国水平衡与国土空间协调发展存在的主要问题与面临挑战。总结促进水平衡与国土空间协调发展的主要思路和综合战略并提出科技、工程和管理等方面的重点建议，是新时期水利高质量发展和全国国土空间规划中迫切需要解决的关键问题，对于从根本上保障国家水安全和生态安全、提升水资源与土地、人口、经济等要素的匹配性、促进高质量发展具有重大意义。

二、水平衡与国土空间相互作用与影响关系

（一）健康水平衡是优化国土空间利用保护的基础和前提

水是最基本的生态环境要素和自然资源，是地

球上一切生命存在和人类生存发展的前提。在水循环过程中形成了特定的流域水分存储分布、收支交换和转化响应特征，即水平衡。水平衡状态反映了水循环系统运行状态和水分更新代谢特征，对水资源形成、分布、转化和消耗具有重要影响，与生态环境质量及其稳定性密切相关。同时，水平衡反映了自然水循环与社会水循环间的竞争关系，与水资源承载状况关系紧密。水平衡还反映了经济社会系统内部水分分配和集约程度。洪涝灾害、水土流失、水资源短缺、生态退化等现象，均与水平衡状态密切相关。应实现有利于维系水循环系统正常更新代谢和调节功能、支撑生态环境和经济社会良性协调发展的流域或区域水平衡状态，即“健康水平衡”[7]。图 1 给出了健康水平衡的基本要求。

国土空间规划是国土空间开发利用与保护的顶层设计和对空间发展的战略性、系统性安排。全国国土空间规划必须落实国家安全战略、区域协调发展战略和主体功能区战略，充分考虑水资源对国土空间保护利用的支撑和约束作用，构建有利于绿色发展的国土空间格局，有效引导国土空间开发保护质量和效率提升。流域水资源具有鲜明的流动性和可更新特征，但其承载能力是有限的。当前我国面临的水旱灾害、水土流失、生态退化和水体污染等各种国土空间安全问题，其重要原因之一在于各级空间规划和开发利用实践中对水循环与水平衡客观规律的认识和遵循不够、底线控制不严。必须按照“以水定城、以水定人、以水定地、以水定产、以水定绿”的量水发展、适度承载原则，将健康水平衡作为国土空间保护和利用的基本前提。要综合考虑水土因素，制定国土空间总体发展战略和目标，科学划定“三区三线”[8]、合理确定人口与经济发展规模，控制水土开发利用强度，强化底线约束。国土空间规划“一张图”需要谋划全域全要素和区域协调发展，贯彻流域上下游、左右岸、地表地下、不同空间类型单元统筹治理的理念，推进国土空间格局整体优化，促进安全、永续、协调和开放发展。同时，国土空间规划应根据流域水循环演化和健康水平衡的维持机理，推进国土空间生态保护修复，强化流域系统治理。国土空间规划还必须坚持水陆统筹、区域协调、城乡融合及地表地下协同，着力完善防洪治涝、水资源高效集约利用、水污染防治和水生态保护修复等涉水基础设施配置。

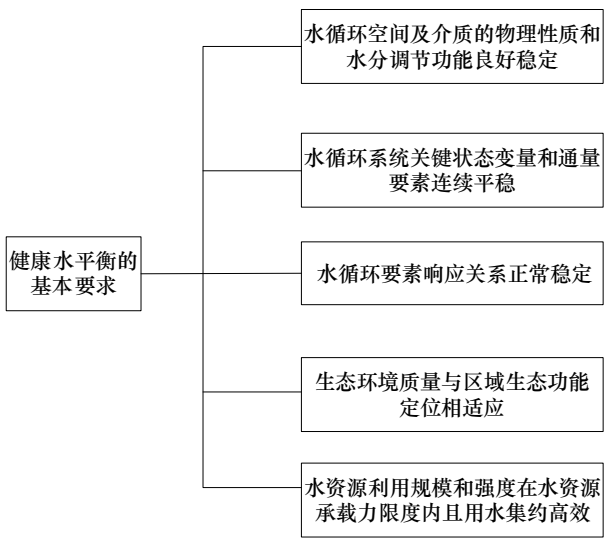

图 1　健康水平衡的基本要求

（二）优化国土空间保护与利用是实现健康水平衡的根本途径

新中国成立以来，我国水安全保障能力持续提升。但我国具有人均水资源占有量少且降水、水资源时空变异性十分显著，水资源与其他自然资源及人口经济要素的时空匹配性较差的基本水情，这是我国生态文明建设面临的重大现实条件，也决定了水问题的长期性和复杂性。在全球气候变化和空前规模的城镇化等多重背景下，水资源短缺、水生态退化和水环境污染等新老水问题呈交织态势 [9]，是影响国家生态安全、粮食安全和公共安全的瓶颈性因素。与此同时，新时期我国社会主要矛盾的变化和国家总体安全保障又对水安全提出了更高要求。

解决水安全的根本性、全局性和长远性问题，必须遵从国家“五位一体”总体布局和“四个全面”战略布局的总体要求，践行“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”的治水新方针。水资源的形成和演化取决于水循环过程，而林地、草地、耕地、冰川、荒漠、河流、湖泊、城市等国土空间是水循环过程的基本环境和载体。流域水平衡植根于国土空间，国土空间变化对水循环具有深刻影响。遵循“山水林田湖草”生命共同体的思想，优化国土空间保护与利用格局，强化“三生”空间用途管控，提高国土空间开发利用质量，是系统治理水问题、构建健康水平衡的根本途径。必须根据

区域发展定位，优化发展布局、合理控制人口经济规模和国土空间开发利用强度，同时大力构建节水型生产生活方式，推进水资源高效集约利用。同时，必须跳出以水论水的窠臼，遵循水循环过程科学规律，推进治水与治山、治林、治田、治草的有机结合，实现全要素、全过程治理，打造“山水林田湖草”生命共同体，强化水资源与其他生态环境和经济社会要素的协调发展。应从空间均衡和协调联动维度实现流域健康水平衡。统筹上下游、左右岸、干支流，水岸一体推进流域多目标系统治理，补齐水安全短板，应对水安全风险重大挑战 [7]。

三、我国水平衡与国土空间协调发展面临的主要问题

（一）水资源与生产力要素分布极不匹配

人多水少，降水和水资源时空分布不均且与生产力要素极不适配，是我国的基本水情，也是国土空间高质量发展面临的重大制约因素。我国人均水资源量仅为世界平均水平的28%，且降水和水资源时空分布极不均匀。在时间上，南北方各大流域降水和径流的年际丰枯波动剧烈，且季节性特征极其显著，连续4个月最大河川径流量占全年的50%~90%。在空间上，降水南多北少、东多西少，且水分收支关系差异显著。根据第二次全国水资源调查评价结果，北方地区降水的74%消耗于蒸散发，仅26%形成水资源量；南方地区降水约45%消耗于蒸散发，约有55%形成水资源量 [2]（见图2）。因此，我国水资源与耕地、矿产等其他自然资源及人口经济要素的空间错位极其显著。北方国土面积、人口和耕地分别占全国的64%、60%和50%，但水资源量仅占19%。全国21个重要经济区中12个位于水资源严重短缺地区，13个粮食主产区中有7个分布在北方水资源紧缺地区，但黄淮海特别是华北地区水资源超载由来已久，东北地区农业与生态用水矛盾已显现。17个国家能源基地中有14个分布在资源性缺水的黄河和西北内陆河流域。占全国70%煤炭资源的黄河上中游地区水资源量不足全国的3% [7]。同时，水资源也是京津冀、黄河流域和“一带一路”等国家重大区域发展战略所在地区的基础性短板。

与此同时，全球气候变化可能会使我国水资源条件进一步朝不利方向发展，加剧水分与生产力要素的不匹配性。一是21世纪以来水资源南北分异加剧，北方水资源量呈持续衰减趋势、占全国比例进一步降低 [10]，且未来情势不容乐观。二是青藏高原等高寒地区冰川、永久性冻土退化态势明显。20世纪70年代至21世纪初，我国冰川面积减少了约18% [11]。历史时期积累的淡水资源储备快速消耗，将严重威胁长江、黄河等江河源区水资源可持续利用。三是海平面上升、极端暴雨事件趋多增强 [12]，风暴潮、江河洪水和山洪灾害威胁可能加

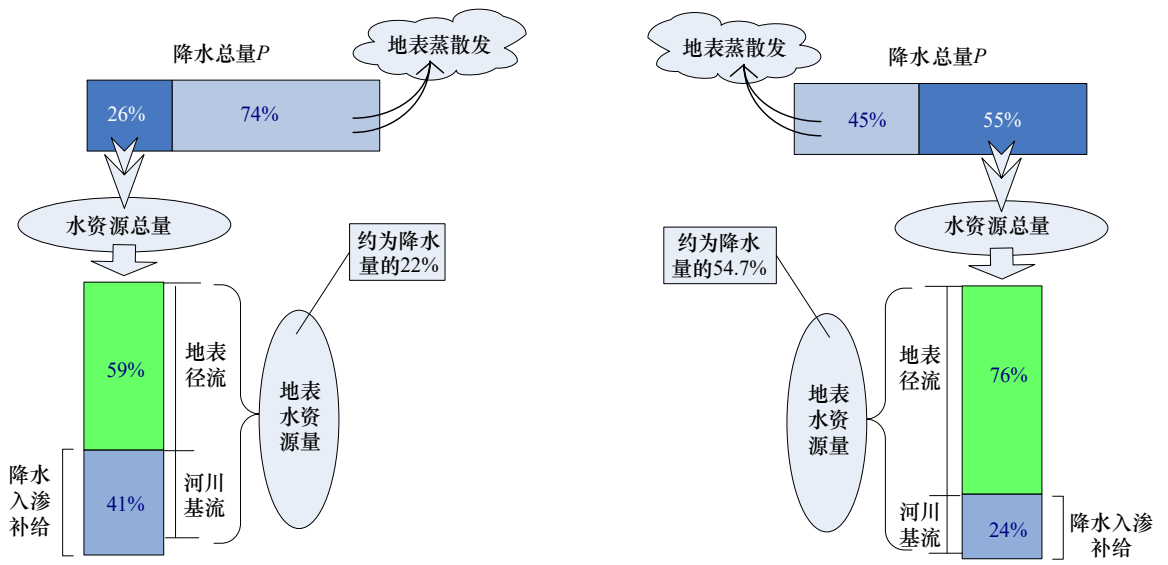

图2　我国南北方水平衡要素关系

剧。四是快速城镇化和气候变化影响叠加，大城市及其毗邻区水平衡失调，水资源短缺、城市内涝和水环境恶化等复合性水问题显现 [13]。

（二）国土空间利用保护未有效落实量水发展

“山水林田湖草”是一个生命共同体，水问题必须在国土空间保护与利用中统筹解决。但长期以来，我国国土空间利用和保护中未有效落实量水发展，人类活动过度干扰流域水循环过程，甚至导致水平衡失调。主要表现在以下几个方面。

一是国土空间利用管控不力，对涉水生态空间和水域保护不足。在经济社会快速发展进程中，涉水开发活动日益增多。但长期以来，各级空间规划对于涉水空间和岸线范围划定不明、功能界定不清、用途管控不严。大规模围湖造田、填海造地以及洲滩、岸线无序开发，导致水域空间和江河湖海自然岸线快速减少甚至丧失。快速城镇化甚至从根本上改变了城市及其毗邻区下垫面结构与性质，不仅导致水源涵养和调节功能显著降低，而且严重影响生态系统的完整性、稳定性。

二是水资源开发利用规模和强度过高，集约利用不足。受经济社会快速发展驱动，全国用水总量自 20 世纪 80 年代以来持续增加；近年来虽得到明显遏制，但仍维持在 6×10^{11} m^3 左右 [14]。黄河、海河、淮河和辽河等流域水资源承载压力大幅度超过了承载能力限度，水平衡处于亚健康或不健康状态。同时，城市水资源供需压力增大，全国 600 多个建制城市中有 400 座发生过不同程度缺水。水资源过度利用还造成河湖生态水量严重挤占和地表地下水体污染，全国超过 30% 的河流中下游存在生态水量不足问题 [15]。地下水超采面积达 3×10^5 km^2 [16]，华北已成为世界上最大的地下水漏斗区。

三是国土空间生态保护修复未充分落实“以水定绿”。我国大规模人工植树种草、退耕还林还草与气候变化影响叠加，国土空间总体变绿成效显著 [17]、促进了生态环境质量好转，但由于对植被生态需水耗水规律和水平衡效应认识的不足，一些地区人工生态建设也产生了负面影响。非湿润地区，特别是年降水量 400 mm 以下的干旱半干旱地区人工植被建设造成蒸散发耗水增加，导致河川天然径流量显著减少，并加剧了河流水沙不协调、河口三角洲退化等问题。如黄土高原等植被绿化和水土保持成效巨大，但也导致地表天然水资源量大幅度减少，“蓝水”和“绿水”失衡，当地植被恢复已达水资源承载力的极限 [18]。同时，在城市绿化和园林景观建设中，种植高耗水草坪、移栽大树等行为也造成了奢侈性耗水。

四、我国水平衡与国土空间协调发展的综合战略

基于对我国水平衡与国土空间协调发展面临关键问题的梳理，以“实现健康的流域水平衡、促进国土空间高质量发展”为目标，按照“山水林田湖草”系统治理、水陆统筹的原则，建立了水平衡与国土空间协调发展的综合战略（见图 3）。

（一）理清约束条件，健全控制目标

国土空间规划的主要任务是在国土空间开发适宜性评价和资源环境承载力评估的基础上，规范空间开发秩序，合理控制开发强度，促进人口、经济、资源和环境要素均衡和匹配，有效解决开发利用与保护矛盾，实现“三生”空间协调发展。降水和水资源时空分布高度不均且与生产力要素严重不匹配是我国基本的水情，也是国土空间利用与保护面临的重大现实问题。必须从“山水林田湖草”生命共同体的战略高度，根据健康水平衡要求，理清水资源约束条件，在国土空间发展战略目标和控制指标中落实量水发展，强化主动调控和适应能力。

一是根据健康水平衡关键阈值，健全水资源开发利用控制指标，落实“以水定人”。我国在国家、流域和省级等层面已建立水资源开发利用的“三条红线”控制指标 [19]，但仍存在水资源刚性约束“不刚”的问题。应综合水循环的生态环境和经济社会服务功能，从“量质域流生”等方面，根据地表水资源可利用量、地下水可采量、水环境容量、水域面积率等健康水平衡的关键阈值，健全水资源开发利用控制指标。在此基础上，耦合水、土、气、矿产和生物等要素，科学确定国土空间承载的适宜人口和经济规模，合理制定区域定位、战略目标和发展路径，切实做到“以水定人”。

二是全国通盘考虑，优化农业发展空间布局、确立农业用水安全红线，分区域落实“以水定地”。目前全国“北粮南运”格局十分明显，北方 7 个粮

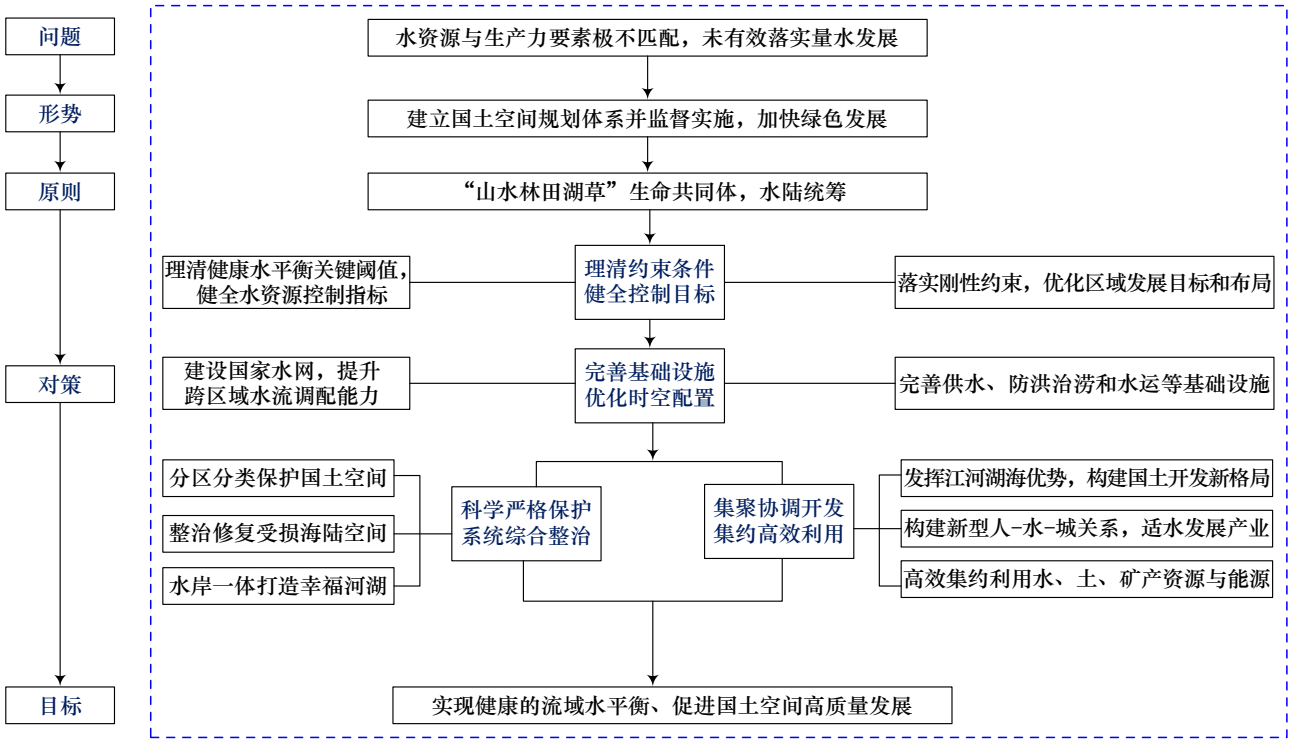

图3　水平衡与国土空间协调发展的综合战略框架

食主产区粮食总产量占全国的一半，但这些地区也面临着水资源过度利用和生态环境退化等问题。需综合考虑区域农业生产比较优势、水土资源永续利用和国际政治经济形势，优化全国农业产销格局。在400 mm降水线西侧和华北、东北等存在地下水超采的农业产区，应适度调减高耗水作物种植规模、优化种植结构。西北等后备耕地资源潜力地区在提高灌溉农业水效的同时，宜加快雨养农业发展。东南沿海区域粮食自给率不断下降，2016年仅为32.7% [20]，应强化基本农田保护，适度恢复主粮种植，扭转非农化和非主粮化的态势。

三是以城市健康水平衡为前提，构建新型人–水–城关系，全方位落实“以水定城”。应将健康水平衡理念贯穿到城市空间、产业、基础设施等布局和建设中。根据城市综合用水效率、防洪除涝能力、水环境质量和水域空间率等重要指标，优化城市发展边界和“三生”空间布局，强化对城市发展的约束和引导作用。要促进城市供水、防洪除涝和污水处理等涉水基础设施与城市“三生”空间的多功能融合，实现城市空间协调布局、集约利用。推进缺水地区超大城市、城市群人口及非核心功能向水土资源相对盈余区疏解，强化区域协同，有效应对大中城市及城市群发展对水平衡的冲击效应。

四是强化工业用水总量和用水效率控制，加快构建绿色产业体系，充分落实“以水定产”。根据区域水土资源禀赋和资源环境承载条件，合理规划工业发展布局、结构和规模。建立健全工业用水定额体系，完善基于水效的产业准入和退出机制，着力解决工业用水效率区域不平衡的问题。严控水资源超载地区高耗水工业发展，加快实现工业用水零增长和新水总用量下降。推动高耗水行业集聚发展，强化梯级用水、循环用水，扩大非常规水源利用。

五是综合考虑植被变化的水平衡效应和固碳减污等作用，科学制定国土空间绿化目标，量质并重推进林草植被保护恢复，科学落实“以水定绿”。我国森林覆盖率和森林蓄积量经过连续30年的增长，已分别达到了22.96%和1.756×10^{10} m^3；草原综合植被覆盖度达到了56.1% [21]。应充分考虑水土资源条件和植被需水耗水规律，协调水域与林草空间，合理制定城乡绿化目标、科学安排绿化用地。系统评估人工植被建设对水平衡的影响，适度有序绿化，宜绿则绿、宜荒则荒。同时，科学配置林草、推进节水绿化，避免不科学的绿化破坏生态环

境、导致水平衡失调。有效协调林草经营和保护关系，促进林草可持续保护和生态产品价值实现。

（二）完善基础设施、优化时空配置

涉水基础设施布局直接决定国土空间功能关系，影响城乡居民点布局、产业集聚区发展和公共安全。为有效整合和调配资源，实现国土空间均衡、协调、安全、高效发展，需完善全国水网结构，合理布局和建设防洪除涝、水资源配置和水生态环境治理等重大基础设施，强化国家尺度的水流时空调配能力，实现水资源承载力与压力时空均衡。

一是加快国家水网建设，构建具有良好拓扑结构和综合功能的宏观性水物理网，提升跨区域水流调配能力。在遵循节水优先和生态安全的前提下，以自然水系为基础，依托南水北调工程东、中、西三条调水线路及其他重大跨流域调水工程，打造以“四横三纵”为主骨架的国家水网体系，形成南北调配、东西互济的配置格局，实现全国范围内水资源的丰枯互济，促进水资源承载力与压力的时空均衡。

二是加快区域性水资源配置工程建设，完善非常规水源利用基础设施，提高多水源综合保障能力。健全易旱区、农业主产区、城镇密集区和重点生态功能区水源工程及配套设施，形成多源互补的供水保障工程体系，提高城乡供水一体化保障能力和供水系统可靠性。加强战略水源输送通道建设，健全国家供水安全战略储备体系，增强应对特大干旱、突发水安全事件的能力。加强再生水、海水、雨水、矿井水等非常规水源利用基础设施建设，促进常规–非常规水源统一配置。强化华北地区南水北调东中线工程配套设施建设，提高外调水–本地水联合调配能力。东北地区强化边水济腹，提高城镇和粮食主产区供水保障能力。在西南地区加快实施成渝、云贵两省中部和北部湾水资源配置工程，保障重要城市与工业区、农业主产区供水安全。在西北地区加快实施南水北调西线调水工程，同时优化跨境河流水资源开发利用设施。

三是适应气候水文和经济社会条件变化，构建韧性协调的防洪减灾基础设施体系，提升防御极端暴雨洪涝事件的能力。加快大江大河干流堤防达标、强化重点河段河势控制，完善控制性枢纽工程。适当提高国家重大区域战略、重要经济区和重要城市防洪标准。分级分类，加快蓄滞洪区优化调整。强化海岸带防潮综合治理，推进东南沿海等重点地区生态海堤建设。依托流域和区域防洪治涝工程体系，加快完善城市防洪除涝基础设施。

四是面向多中心网络型国土空间开发格局建设需求，完善现代化绿色水运基础设施布局和建设。推进内河高等级航道建设，形成干支衔接、连通海洋的内河航道系统。按照层次分明、优势互补、功能完善和绿色环保的原则，优化环渤海、长三角、珠三角、东南沿海和西南沿海五大区域港口群布局，加快建立现代港口体系。衔接水路与铁路、公路、民航和管道，构建内通外联、安全高效、绿色智能的综合交通基础设施网络。

（三）科学严格保护，系统综合整治

国土空间高质量发展和健康水平衡构建必须充分考虑“三区四带”为主体的陆域生态安全格局和“一带一链多点”的海洋生态安全格局，统筹自然资源各要素，分类分级推进国土空间全域保护、促进生态系统质量整体改善，夯实健康水平衡的自然基底。

一是强化重点生态功能区和生态环境脆弱区保护。严格国家重点生态功能区城镇建设、工业发展和资源开发的生态环境准入门槛，引导超载产能和人口有序转移。强化重点生态功能区分区域、分类别保护力度，提升生态产品供给能力。加强水源涵养生态功能区林草、湿地保护。坚持以草定畜、退牧还草，加大防风固沙生态功能区的防沙治沙力度，恢复草原植被。强化水土保持生态功能区水土流失综合防治和植被自然修复。严防生物多样性生态功能区开发建设活动破坏重要物种栖息地及其自然生态系统。加强沙漠、戈壁、高寒地区等生态极度脆弱区生态系统的自我恢复。统筹海洋生态保护与开发利用，构建水陆统筹、联防联控的海洋生态环境保护格局。强化海岸生态带建设，严格海洋生态保护区内用海活动，严格管控海岸带污染物排放。建设生态海堤，打造减灾降碳景观协同增效的海岸带综合防护体系。

二是以重点生态功能区为依托，建设国土生态安全屏障。在东北森林带实施长白山、大小兴安岭天然林保护修复和三江、松嫩平原泡沼湿地恢复；北方防沙带以内蒙古高原、河西走廊和塔里木河流

域等为重点，推进防护林体系建设、退化林草修复和京津风沙源治理；青藏高原生态屏障区重点针对三江源、祁连山、若尔盖等水源涵养区，治理沙化土地和退化草原；黄河重点生态区推进黄土高原、贺兰山和秦岭“三化”草场治理和水土流失综合治理，保护修复黄河三角洲湿地；在长江重点生态区加强上游岷山、横断山区等生态屏障森林保护，增强水源涵养功能，强化中下游湖泊湿地保护；南方丘陵山地带精准提升森林质量，增强水土保持与水源涵养功能；海岸带以黄渤海、长三角、粤港澳大湾区、海南岛和北部湾为重点，系统保护自然海岸线和滨海湿地。

三是强化优化开发区域和重点开发区域国土空间保护修复，建立有利于健康水平衡的人居生态环境。优化京津冀、长三角、珠三角等区域国土开发利用，严格限制高污染产业发展，强化重点河湖和近岸海域污染防治。同时，在地下水漏斗区和海水入侵区实施地下水禁采限采、防治地下水污染。维护和改善重点开发区域生态环境。强化辽中南和哈长等地区水源地和天然林保护，恢复松嫩平原湿地，推进松辽流域和近岸海域污染防治。强化长江中游通江湖泊和支流生态保护，恢复提升河湖湿地水文调节功能，防治面源污染。成渝地区加强长江、嘉陵江、岷江等流域水土流失和地质灾害防治。严控呼包鄂榆、关中－天水、兰州－西宁、天山北坡等西北重点开发地区高耗水行业发展，实施深度节水。黔中地区强化石漠化和地质灾害防治，滇中地区加强高原湖泊水体污染和酸雨综合防治。

四是加快主要城市化地区、农村地区、矿产资源开发集中区和海岸带国土综合整治修复。强化城市山体、水体、湿地、废弃地等生态修复；强化城市河湖长效治理，构建城市现代水网和绿色生态景观廊道。实施农村全域土地综合整治，严格保护永久基本农田，加快高标准农田建设；加大受损耕地复垦力度，综合防治农业面源污染。加快矿产资源开发集中区综合整治和绿色矿山建设，将矿山生态修复融入“山水林田湖草”整体治理。同时，强化受损海岸带和海岛整治，恢复自然景观、修复生态功能、提升防灾能力。

五是水岸一体、地表地下协同，打造幸福河湖。统筹考虑河道内外水资源条件和用水需求，确定河湖生态保护与复苏目标，分区分类制定生态水量保障目标。以京津冀地区、黄河和长江流域等重大国家战略区域为重点，推进生态受损河湖和生态廊道治理修复。点面结合、水岸协同，综合改善河湖水环境质量。处理好地下水保护与河湖保护修复关系，深入推进重点区域地下水系统精准治理和“量－质－位”立体保护修复 [22]。

（四）集聚协调开发，集约高效利用

我国已形成以“两横三纵”为主体的城镇化格局和以“七区二十三带”为主体的农业生产格局。以京津冀、长三角、珠三角和成渝四大核心城市群为战略增长极，以沿海、沿江、沿边、沿主要交通干线为主要开发轴带的多中心、网络化、开放式区域发展格局逐渐明晰。但国土空间开发利用整体统筹水平仍较低，空间功能布局、基础设施建设和灾害防治等协调性不足，无序开发和粗放利用问题突出，水土资源和能源利用效率偏低。2018 年全国人均城镇工矿建设用地 146 m^2、人均农村居民点用地 317 m^2，远超国家标准上限；同年万元国内生产总值能耗为 0.52 tce，明显高于世界平均水平 [23]。2020 年农业灌溉水利用系数为 0.565，与发达国家的 0.7~0.8 差距明显；万元工业增加值用水量为 32.9 m^3，约是世界先进水平的 1.4 倍 [14]。因此，迫切需要立足基本国情和水情，强化区域和城乡协调发展，优化国土开发利用方式，实现水土资源高效集约利用，有效控减人类活动对水循环过程的不利干扰。

一是依托国家区域发展战略，发挥江河轴带作用，以资源环境承载力和健康水平衡为基础，引导人口、产业有序集聚，构建国土集聚开发、协调发展的空间新格局。在资源环境承载能力较强或具有较大潜力的地区，着力推进集聚开发，提升国土开发效率和竞争力。推动京津冀、长三角、珠三角等优化开发区域协同发展，通过优化人口分布、产业结构和城镇布局等，促进集约紧凑发展、高效利用国土空间。以长江黄金水道和沿江综合立体交通走廊为依托，加速提升长江中游地区和成渝等重点开发区域集聚发展水平和辐射能力，强化其对中西部发展的引领带动作用。

二是推进新型城镇化和绿色城镇化，提升城镇化质量。依托国土开发轴带和开发集聚区，以城市群为主体形态，促进大中小城市和小城镇协同互补。尊重山水本底条件，优化城镇空间结构，打造

和谐宜居、富有活力的城市。推行低影响开发，减轻城市开发建设对城市下垫面水分及生态调节功能的不利影响；严格保护并拓展城市开敞绿色空间，强化城市河湖“蓝线”控制，构建蓝绿交织的生态廊道，系统化推进海绵城市建设。严控京津冀、长三角、珠三角等地区新增建设用地，引导中心城市人口向周边有序转移。完善中西部城市群基础设施和公共服务，提高建设用地利用效率，加快人口、产业集聚。促进农产品主产区人口向城市和重点城镇集中，实现点状开发、面上保护。

三是推进产业适水发展，加快优质水生态产品价值实现，实现经济社会高质量发展与高水平生态环境保护协调。大力发展区域优势农业，加快形成与资源禀赋相匹配且适应市场需求的现代农业生产结构和区域布局。以粮食主产区为核心，严守耕地红线、提高耕地质量，建设主粮优势产业带。充分发挥东南沿海、黄渤海、长江中下游等区域水资源优势，加快建设水产品优势区。稳妥开发水电，促进绿色水电发展。以金沙江干支流和西南诸河等为重点，有序推进大型水电基地建设、发展绿色水电产业带。充分发挥山水景观资源特色和优势，促进生态旅游产业健康发展。

四是坚持节约优先和高效利用相统一，促进水、土、矿产资源与能源利用和消费方式的根本转变，协同推进节水、控污和降碳。强化水陆空间高效集约利用，控制新增建设用地规模，促进江河湖海水域与岸线资源可持续利用。强化流域、海域功能区划和规划管控作用，严格水域、海域及其岸线使用约束，科学安排航运发展规模与方式。推进绿色矿山建设和矿产资源综合利用，防治采矿污染，强化矿井水有效利用。全方位深化节水型社会建设。健全水资源“三条”红线控制指标，引导产业结构与布局优化。因地制宜推进节水灌溉，积极发展节水渔业和牧业，推进节水循环养殖和综合种养，强化农业用水精细化管理。深入实施工业企业分类节水改造，提升企业和园区节水减排能力。深化节水型城市建设，推进城市水资源供用耗排的一体化、精细化和智慧化管理。

五、对策建议

针对国土空间高水平保护、高品质开发利用面临的主要问题，根据我国水平衡与国土空间协调发展的综合应对战略，就实现健康的流域水平衡、促进国土空间高质量发展，提出如下主要建议。

（1）构建水循环系统立体监测体系，系统开展水平衡健康诊断。我国已建立大规模的气象、水文及生态环境监测网络，但在要素和时空覆盖性、数据共享和开放性等方面尚存在明显短板。应整合空天地监测手段和自然资源、水利、农业、生态环境等跨行业资源，打造覆盖国土空间全域的立体性、综合性水循环监测体系。在此基础上，完善国土和水资源调查评价技术体系，系统诊断重点生态功能区、生态环境脆弱区和重点经济战略区水平衡健康状况，夯实国土空间格局优化和高质量发展的信息基础和科学依据。

（2）系统评估重点区域水平衡发展情势，做好风险主动防范和适应。在全球气候变化和空前强度的城镇化双重背景下，我国区域水循环要素和水平衡状态异常，对国土生态安全和水安全保障具有深远影响。其中最突出的问题包括：“亚洲水塔”——青藏高原冰川冻土退化明显，南北方水资源的丰枯分异特征加剧，极端气象水文事件趋多增强、洪涝和干旱多发等。因此必须从战略高度做好青藏高原生态屏障区、黄河重点生态区、长江重点生态区和京津冀等主要城市群水平衡演化发展情势预判，理清其对国土空间开发利用与保护的可能不利影响和对策，以提升应对风险的韧性。

（3）科学确定健康水平衡阈值，优化国土空间发展定位和目标。我国水资源开发利用的“三条红线”控制指标仍有待完善。为落实水资源刚性约束，切实贯彻量水发展，应综合考虑水资源禀赋、水利工程调控能力、生态环境保护目标等因素，合理确定地表水资源可利用量、地下水可开采量、水环境容量、适宜水域面积率等健康水平衡阈值指标。以此为基础，完善资源环境承载力评价，优化国土空间发展定位和战略目标，科学确定人口和经济发展规模及布局，使水资源真正成为国土空间“一张图”的底色。

（4）跨流域水资源配置和人口经济布局优化并举，提升国家尺度水土匹配性。南水北调工程和其他重大跨流域调水工程是有效改善华北、东北、西北等区域及京津冀等城市群水资源超载状况的战略性措施。与此同时，也要科学优化区域人口经济布

局和规模，坚决避免水资源短缺地区边调水边超载边浪费现象。应综合国内国际视野，系统考虑粮食安全保障、生态安全和乡村振兴等需求，适当控减北方水资源超载地区高耗水灌溉农业规模、优化生产结构，建设节水型生态灌区，同时扭转东部沿海地区非农化和非主粮化倾向。

（5）完善“三生”空间划分，促进江河湖海有效保护。我国人口密集区域和城市主要沿海、沿江或环湖分布。为有效协调人水矛盾，建设美丽幸福河湖，应完善国土空间“三区三线”划分，解决河湖“蓝线”与农业、城乡建设用地等之间的重叠冲突，强化河湖空间的动态平衡和连续性、完整性。要破解黄河、长江等洲滩民垸空间定位矛盾等历史遗留问题。同时，强化陆海统筹，优化海岸带“三生”空间架构，推进海岸带空间精细化管理。

（6）量水而行、以水而定，科学务实推进城乡绿化。干旱半干旱区大规模推进林草建设会导致耗水量明显增加，加剧生态环境和经济社会用水矛盾。应系统监测和科学评估大规模水保和人工植被恢复的水平衡及生态效应。根据水分条件，制定适宜的植被建设规模和方式，应设立植被覆盖率和净初级生产力阈值。同时，应节俭务实推进城市园林绿化，避免奢侈性耗水，坚决纠正和禁止占用河湖空间绿化。同时，处理好林草经营和保护关系，在科学适度采伐更新的基础上实现可持续保护。

（7）强化北方地下水超采综合治理，地表地下一体推进西南岩溶区水资源保护。制定华北地区和东北西辽河、三江平原地下水超采区水位恢复目标，推进超采精准治理。华北地区加强山前区单一含水层区回补，保护天然河道入渗通道，利用古河道与河渠–坑塘网络回补地下水，统筹河湖生态补水和地下水超采治理；强化深部地热开发监管，确保采补平衡。西辽河流域退减农业灌溉面积，清退主河槽种植，推广高效节水灌溉技术。东北三江平原地下水超采区适当退减高耗水水稻种植规模，建设节水生态灌区，保护泡沼湿地；同时提升过境水资源调引能力，优化灌区多水源联调联供网络。西南岩溶区协同推进植被恢复、水源涵养、石漠化治理和地下水保护；防控城镇建设、矿产开发等破坏水分蓄存条件，科学建设调蓄工程，形成岩溶区生态经济型治理模式。

（8）精准推进工农业节水防污，构建绿色生产方式和生产空间。坚持藏粮于地、藏粮于水、藏粮于技，加快高标准农田建设和农业灌排体系现代化。完善农业用水计量监控体系，提升农业用水精细化管理能力。因地制宜推广农业节水防污技术和设施，强化农业面源污染防治，提升农业生态系统质量。推进工业园区与污水处理及再生利用设施的协同布局，健全工业循环用水基础设施。我国各综合经济区工业用水总量和用水效率差异巨大、区域不平衡性显著。沿海地区应提高海水直接利用和淡化利用能力。黄河中上游以采矿业和制造业为重点，推进深度节水控水，大力提高煤炭及煤炭转化产业清洁生产水平和用水效率。

（9）以健康水平衡为引导，长效系统推进城市水问题治理。应充分认识到我国城市水问题治理的复杂性和持久性。以健康水平衡引导城市规模、空间结构和功能布局优化，合理疏解超大城市人口和非核心功能。全面推行低影响开发，建设蓝绿交织、灰绿相融、连续完整的城市生态基础设施体系和韧性高效的水资源供用耗排体系。做实做强河湖长制，巩固提升城市黑臭河道治理等成果，水岸一体、持久务实推进城市幸福河湖建设。要充分吸取郑州“7·20”等暴雨灾害事件教训，提高城市“生命线”防灾能力，健全城市防洪治涝基础设施和应急管理体系，强化城区和流域联防联控，提升应对极端气象水文事件的韧性。

六、结语

国土空间与水平衡相互依存和制约。促进水平衡与国土空间协调发展，既是新时期水利高质量发展和水安全保障的需求，更是优化国土空间开发保护格局和促进国家治理能力现代化的要求。鉴于我国水分与生产力要素极不匹配，国土空间利用与保护中尚未充分落实量水发展，根据国家水安全保障和国土空间规划主要任务，按照“山水林田湖草”系统治理和水陆统筹的原则，提出了促进水平衡与国土空间协调发展的综合战略与重点建议。为推进全国国土空间系统保护修复和高效集约利用、强化国家水安全保障，需要理清变化环境的水平衡演化情势和健康水平衡关键阈值，优化国土空间开发利用和保护目标；在此基础上，完善涉水基础设施，强化国家尺度水流时空调配能力，促进水资源承载

力与压力时空均衡；同时，推进国土空间分类分级保护、强化全域系统治理；还应充分发挥江河湖海轴带作用和资源优势，促进适水发展，实现水土资源高效集约利用。

无论是健康水平衡，还是国土空间高质量发展均涉及到一系列复杂的理论、技术和实践问题。本文主要从宏观层面提出了促进我国水平衡与国土空间协调发展的战略对策与建议。今后还需深入探讨变化环境下水平衡复杂演化、实体水与虚拟水双重流动背景下的水土资源再平衡等问题。同时，关于我国东北、西北、西南等重点区域，七大江河流域及海岸带、超大城市及城市群发展面临的水平衡和国土空间发展问题也有待深入论述。

参考文献

[1] 中华人民共和国国务院. 全国主体功能区规划 [R]. 北京: 中华人民共和国国务院, 2010.
State Council of the People's Republic of China. Planning of national main functional area [R]. Beijing: State Council of the People's Republic of China, 2010.

[2] 水利水电规划设计总院. 中国水资源及其开发利用调查评价 [M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2014.
China Renewable Energy Engineering Institute. Survey and assessment of China water resources and its development and utilization [M]. Beijing: China WaterPower Press, 2014.

[3] 郑海霞, 尤飞, 罗其友, 等. 面向2050年我国农业资源平衡与国际进口潜力研究 [J]. 中国工程科学, 2022, 24(1): 1–9.
Zheng H X, You F, Luo Q Y, et al. Agricultural resource balance and international import potential of China by 2050 [J]. Strategic Study of CAE, 2022, 24(1): 1–9.

[4] 国家林业和草原局. 中国森林资源报告(2014—2018) [M]. 北京: 中国林业出版社, 2019.
National Forestry and Grassland Administration. Report of China forest resources (2014—2018) [M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 2019.

[5] 中华人民共和国国务院. 全国国土规划纲要(2016—2030年) [R]. 北京: 中华人民共和国国务院, 2017.
State Council of the People's Republic of China. Outline of national land planning (2016—2030) [R]. Beijing: State Council of the People's Republic of China, 2017.

[6] 中华人民共和国生态环境部. 2020中国全国生态环境状况公报 [R]. 北京: 中华人民共和国生态环境部, 2017.
Ministry of Ecology and Environment of the People's Republic of China. The 2020 report on the state of ecology and environment in China [R]. Beijing: Ministry of Ecology and Environment of the PRC, 2017.

[7] 张建云. 区域水平衡与水安全保障 [C]. 中国科学技术协会. 中国科技会堂论坛. 第1辑. 北京: 中国科学技术出版社, 2022.
Zhang J Y. Regional water balance and water security guarantee [C]. China Association for Science and Technology. The first series of China Hall of Science and Technology Forum. Beijing: China Science and Technology Press, 2022.

[8] 岳文泽, 王田雨, 甄延临. "三区三线" 为核心的统一国土空间用途管制分区 [J]. 中国土地科学, 2020, 34(5): 52–59.
Yue W Z, Wang T Y, Zhen Y L. Unified zoning of territorial space use control derived from the core concept of three types of spatial zones and alert-lines [J]. China Land Science, 2020, 34(5): 52–59.

[9] 左其亭, 吴青松, 金君良, 等. 区域水平衡基本原理及理论体系 [J]. 水科学进展, 2022, 33(2): 165–173.
Zuo Q T, Wu Q S, Jin J L, et al. The basic principle and theoretical system of regional water balance [J]. Advance of Water Science, 2022, 33(2): 165–173.

[10] 张建云, 王国庆, 金君良, 等. 1956—2018年中国江河径流演变及其变化特征 [J]. 水科学进展, 2020, 31(2): 153–161.
Zhang J Y, Wang G Q, Jin J L, et al. Evolution and variation characteristics of the recorded runoff for the major rivers in China during 1956—2018 [J]. Advance of Water Science, 2020, 31(2): 153–161.

[11] 刘时银, 姚晓军, 郭万钦, 等. 基于第二次冰川编目的中国冰川现状 [J]. 地理学报, 2015, 70(1): 3–16.
Liu S Y, Yao X J, Guo W Q, et al. The contemporary glaciers in China based on the second chinese glacier inventory [J]. Acta Geographica Sinica, 2015, 70(1): 3–16.

[12] 中国气象局气候变化中心. 中国气候变化蓝皮书(2022) [M]. 北京: 科学出版社, 2022.
CMA Climate Change Centre. Blue book on climate change in China (2022) [M]. Beijing: Science Press, 2022.

[13] 张建云, 宋晓猛, 王国庆, 等. 变化环境下城市水文学的发展与挑战—I. 城市水文效应 [J]. 水科学进展, 2014, 25(4): 594–605.
Zhang J Y, Song X M, Wang G Q, et al. Development and challenges of urban hydrology in a changing environment: I: Hydrological response to urbanization [J]. Advance in Water Science, 2014, 25(4): 594–605.

[14] 中华人民共和国水利部. 中国水资源公报(2020年) [M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2021.
Ministry of Water Resources of the People's Republic of China. China water resources bulletin (2020) [M]. Beijing: China Water & Power Press, 2021.

[15] 谷树忠, 陈茂山, 杨艳, 等. 深化水权水价制度改革努力消除"公水悲剧"现象 [J]. 水利发展研究, 2022, 22(4): 33–38.
Gu S Z, Chen M S, Yang Y, et al. Deepening water rights and water price reform to eliminate the phenomenon of "tragedy of public water" [J]. Water Resources Development Research, 2022, 22(4): 33–38.

[16] 陈飞, 徐翔宇, 羊艳, 等. 中国地下水资源演变趋势及影响因素分析 [J]. 水科学进展, 2020, 31(6): 811–819
Chen F, Xu X Y, Yang Y, et al. Investigation on the evolution trends and influencing factors of groundwater resources in China [J]. Advances in Water Science, 2020, 31(6): 811–819.

[17] 涂又, 姜亮亮, 刘睿, 等. 1982—2015年中国植被NDVI时空变化特征及其驱动分析 [J]. 农业工程学报, 2021, 37(22):75–84.
Tu Y, Jiang L L, Liu R, et al. Spatiotemporal changes of vegetation NDVI and its driving forces in China during 1982—2015 [J].

Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2021, 37(22): 75–84.

[18] Feng X M, Fu B J, Piao S L, et al. Revegetation in China's Loess Plateau is approaching sustainable water resource limits [J]. Nature Climate Change, 2016, 6(11): 1019–1022.

[19] 中华人民共和国国务院办公厅. 实行最严格水资源管理制度考核办法 [EB/OL]. (2013-01-02)[2022-07-18]. http://www.scio.gov.cn/m/ztk/xwfb/2014/gxbjhjqhhgljssstwmfbh/zcfg30658/Document/1367137/1367137.htm.
General Office of the State Council of the People's Republic of China. Implementation of the strictest water resources management system assessment methods [EB/OL]. (2013-01-02) [2022-07-18]. http://www. scio. gov. cn/m/ztk/xwfb/2014/gxbjhjqhhgljssstwmfbh/zcfg30658/Document/1367137/1367137.htm.

[20] 曾玉荣, 杜琼, 陈剑平. 东南沿海区域食物安全可持续发展战略研究 [J]. 中国工程科学, 2019, 21(5): 45–53.
Zeng Y R, Du Q, Chen J P, et al. Food security and sustainable development in southeast coastal region of China [J]. Strategic Study of CAE, 2019, 21(5): 45–53.

[21] 中华人民共和国国家统计局. 中国统计年鉴–2021 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2021.
National Bureau of Statistics of the People's Republic of China. China statistical yearbook-2021 [M]. Beijing: China Statistics Publishing House, 2021.

[22] 赵勇, 王庆明, 王浩, 等. 京津冀地区水安全挑战与应对战略研究 [J/OL]. 中国工程科学: 1-11[2022-09-05]. https://kns.cnki.net/kcms/detail/11.4421.G3.20220314.0836.002.html.
Zhao Y, Wang Q M, Wang H, et al. Water security in Beijing-Tianjin-Hebei Region: Challenges and strategies [J/OL]. Strategic Study of CAE: 1-11[2022-09-05]. https://kns.cnki.net/kcms/detail/11.4421.G3.20220314.0836.002.html.

[23] 陆昊. 全面提高资源利用效率 [N]. 人民日报, 2021-01-15(9).
Lu H. Promoting the resources utilization efficiency in an all-round way [N]. People's Daily, 2021-01-15(9).