

“十四五”水利科技创新规划

中华人民共和国水利部

前 言

“十四五”时期是我国全面建成小康社会、实现第一个百年奋斗目标之后，乘势而上开启全面建设社会主义现代化国家新征程、向第二个百年奋斗目标进军的第一个五年，也是推动新阶段水利高质量发展的关键时期。水利科技创新工作面临新形势、新任务、新要求，必须统筹谋划好“十四五”时期工作，充分发挥科技创新的引领和支撑作用，推动创新成为水利高质量发展的第一动力，推动科技自立自强成为水利高质量发展的战略支撑。

根据水利部党组“三对标、一规划”专项行动要求和“十四五”水安全保障规划编制工作总体部署，水利部组织有关单位历经调研分析、专题研究、征求意见、专家咨询等四个阶段，编制形成《“十四五”水利科技创新规划》(以下简称《规划》)。

《规划》以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，深入贯彻党的十九大和十九届历次全会精神、中央人才工作会议精神，认真落实《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》和国家有关科技规划的部署要求，坚持“面向世界科技前沿、面向经济主战场、面向国家重大需求、面向人民生命健康”，积极践行“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”的治水思路，围绕全面提升水旱灾害防御能力、水资源集约节约利用能力、水资源优化配置能力、大江大河大湖生态保护治理能力和新阶段水利高质量发展的六条实施路径，坚持目标导向、问题

导向、效用导向,研究提出了“十四五”水利科技创新工作的总体思路、发展目标、重点攻关领域及任务、重点工作等。

本《规划》是指导“十四五”水利科技创新发展的重要依据。

目 录

第一章 现状与挑战	1
一、“十三五”水利科技进展	1
二、水利科技面临的挑战	5
第二章 总体要求	8
一、指导思想	8
二、基本原则	8
三、规划目标	9
第三章 水利科技重点攻关领域及任务	13
一、水文水资源	13
二、水旱灾害防御	16
三、水生态保护与修复	19
四、水利工程建设与运行	22
五、河湖治理	26
六、农村水利水电	29
七、水土保持	31
八、智慧水利	33
九、流域重大水利科技问题	36
第四章 水利科技创新基地建设	42
一、充分发挥科技创新基地作用	42
二、布局新建一批科技创新基地	43

三、推动国家级水利科技创新基地建设	44
四、健全创新基地运行管理机制	45
第五章 水利科技体制改革	46
一、优化投入结构	46
二、完善体制机制	46
三、加强科技人才队伍建设	47
四、完善激励机制	48
第六章 水利科技成果推广转化	49
一、健全科技推广体制机制	49
二、加强科技推广基础能力建设	50
三、加快先进适用科技成果推广运用	51
第七章 水利技术监督	53
一、深化水利标准化体系改革	53
二、强化标准管理与实施监督	54
三、推动水利标准国际化	55
四、加强水利计量和认证认可	56
第八章 水利科学普及	58
一、建立健全水利科普体制机制	58
二、强化水利科普供给	58
三、推动建设水利科普基地	59
四、打造水利科普活动品牌	59
五、加强水利科普队伍建设	59
六、强化水利科普保障	60
第九章 水利科技国际合作	61

一、增强中国水利科技国际影响力	61
二、积极融入全球创新网络	62
三、深化“一带一路”水利科技合作	62
四、加强先进适用科技成果“引进来”和“走出去”	63
第十章 组织实施	64
一、加强组织领导	64
二、强化行业管理	64
三、营造良好氛围	65
四、做好跟踪评估	65

第一章 现状与挑战

一、“十三五”水利科技进展

“十三五”期间,水利科技工作深入贯彻国家创新驱动发展战略,围绕水利改革发展需求,转变工作思路,加强顶层设计,扎实开展重大问题研究,不断深化管理体制改革的,积极推进创新体系建设,着力抓好先进适用技术成果推广转化,优化完善水利技术标准体系,不断深化国际交流与合作,水利科技整体水平进一步提升,有力支撑了水利改革发展。

科技体制改革不断深化。成立水利部科技领导小组,发挥统领全局、协调各方的领导作用。制定发布《水利部关于实施创新驱动发展战略、加强水利科技创新若干意见》《水利部关于促进科技成果转化的指导意见》。以中国水利水电科学研究院、南京水利科学研究院扩大科研院所自主权试点工作为引领和先导,进一步激发科研人员创新活力,涉水科研院所、高校、企业作为科技创新主体作用不断凸显。流域管理机构和地方水利科技管理部门协同推进科技创新,组建长江治理与保护科技创新联盟、长江保护与绿色发展研究院、太湖流域水科学研究院等创新协作平台。层次分明、协作有力的水利科技创新体系逐步完善。

重大科技成果不断涌现。先后有 24 项成果获国家科技进步或

技术发明奖,“长江三峡枢纽工程”获 2019 年度国家科学技术进步特等奖,“长江流域(片)水资源配置与调度关键技术研究与实践”等 198 项成果获大禹水利科学技术奖。三峡水库和下游河道泥沙模拟与调控技术等成果,为三峡建成后长江干流水沙调控和河道治理提供了依据;黄河水沙调控技术成果,为黄河 20 年的调水调沙实践提供了有力支撑;大型灌区节水增粮高效灌溉和灌排机械设备研发等成果,为农业高效节水用水工作提供了技术支持;水库大坝安全运行关键技术等成果,有效保障了水利工程建设与安全运行。

重大问题研究实现新突破。针对破解新老四大水问题,围绕水利改革发展重点领域,组织实施完成 21 项水利重大科技问题研究,启动实施 9 项流域水治理重大问题研究。联合国家自然科学基金委和有关中央企业,设立长江、黄河水科学研究联合基金,落实经费 5 亿元,开展长江和黄河流域水安全相关的基础研究和应用基础研究。积极争取国家科技计划支持,组织部属科研院所和地方科研院所,承担“十三五”国家重点研发计划“水资源高效开发利用”“重大自然灾害监测预警与防范”等涉水重点专项项目 60 余项,国拨经费 13 亿余元。

创新基地建设稳步推进。推动建设与水利改革发展形势相适应的水利科技创新基地体系。加强对 2 个国家重点实验室、2 个国家工程技术研究中心的指导和监管,完成对水利部已建 10 个重点实验室和 13 个工程技术研究中心的评估,并对 10 个部级重点实

实验室进行优化重组。第一批认定 6 个水利部野外科学观测研究站。水利系统科研机构新增省部级科技创新基地 67 个。水利科研基础条件不断改善,新增单台套价值大于 50 万元的科研仪器设备达 800 多台套。创新基地成为解决我国水问题和支撑水利改革发展的关键核心力量。

科技成果推广转化成效显著。坚持问题导向和需求引领,组织开展水利科技推广工作。印发《水利科技推广工作三年行动计划(2020—2022 年)》和成熟适用水利科技成果推广清单。进一步完善水利科技需求凝练、成果征集、推广运用和成效跟踪四项机制,向社会发布水利先进实用技术 1282 项,组织开展 500 项先进适用技术的示范推广工作。建立以国家、省部级科研计划项目和科技奖励等为主要来源,包含 3000 余项水利科技成果的基础信息库。全国 31 个省(自治区、直辖市)通过开展技术交流、技术推介、宣传培训和建立成果转化平台等多种形式,加强先进适用技术的推广应用,服务地方水利建设。

技术监督体系不断健全。现行有效水利国家和行业技术标准 780 项,全面覆盖水利相关技术领域。深化标准化改革,研究提出 10 项强制性水利技术标准,优化完善推荐性标准,印发《水利技术标准体系表》,培育发展水利团体标准,制定发布《关于加强水利团体标准管理工作的意见》,各水利社会团体围绕市场需求发布 90 余项团体标准。修订发布《水利标准化工作管理办法》,开展水利技术标准实施效果评估,全面梳理现行有效水利技术标准,废止了一

批不适应水利改革发展需求的标准。水利标准国际化水平不断提升,加大国际标准跟踪、评估和借鉴力度,小水电国际标准取得突破,国际标准化组织发布三册《小水电技术导则》国际标准。水利计量工作不断加强,93家国家级水利检验检测机构检验检测能力和水平明显提高。

水利科普工作取得新进展。加入全国科普工作部际联席会议成员单位,建立水利行业科普工作联系制度,初步形成统筹谋划、分工协作、共同发力的水利科普工作局面。在大禹水利科学技术奖中单设科普类奖项,在部级创新基地评估指标中增加科普工作赋分项。依托大中型水利工程、重要科研基地、国家水利风景区与水利博物馆,建成一批水利科普教育基地。《美丽长江—长江流域水生态科普读本》等一批水利科普出版物被评为全国优秀科普作品。借助“世界水日”“中国水周”等重要水事活动,组织开展特色科普活动并逐步形成了一批水利科普活动品牌。

人才培养和创新团队建设持续加强。依托重点实验室、工程技术研究中心等创新平台和国家重点研发计划重点项目实施,加强创新人才和团队培育。截至2020年底,水利行业直接从事水利科学研究与试验发展人员6.33万人,其中具有高级专业技术职称的有2.38万人,约占37.6%,承担国家和省部级科技项目的科技人员80%以上是中青年科技骨干。高层次人才数量不断增加,全国水利系统获得省部级以上人才称号的在岗专家455人,其中国家级190人,省部级265人。水利科技人才数量明显增加,整体素质明

显提高。

水利科技国际合作与交流不断深化。在 30 多个涉水多双边合作机制框架下积极推动水利科技合作,组织实施一批重大国际科技合作项目。我国专家在灌排、水资源、小水电、坝工、泥沙等领域的多个国际学术组织中担任领导职务,在华设立了国际小水电联合会等 4 个国际组织及联合国教科文组织政府间水文计划中国国家委员会等 7 个国际组织对口机构,中国水利在国际水事务管理和国际水规则制定中发挥了更加重要的作用。围绕“一带一路”国家战略,面向亚、非、拉等 112 个国家开展技术培训达 3000 余人次。水利部、国家标准委和联合国工发组织共同签署《关于协同推进小水电国际标准的合作谅解备忘录》。巴基斯坦风光互补项目成为央视选入丝绸之路宣传片的首个能源项目。中巴小型水电技术“一带一路”联合实验室,被科技部认定为首批“一带一路”联合实验室。

总体上讲,经过各方努力,“十三五”期间水利科技创新任务全面完成,水利科技创新能力和实力上了大台阶,“跟跑”差距进一步缩小,“领跑、并跑”领域进一步扩大。坝工技术、工程泥沙研究、水资源配置、水文预报和巨型水力发电机组设计制造等已居于国际领先地位。

二、水利科技面临的挑战

当今世界正经历百年未有之大变局,新一轮科技革命和产业变革突飞猛进,科技创新正成为重塑世界经济结构和国际竞争格

局的核心力量。一方面,科学发现和技术发明全面加快,不断向宇观、微观和极端条件拓展,各种新技术不断涌现,学科交叉融合不断发展,人工智能、5G 等新一代信息技术全面渗透,为适应全球环境变化,实现生态优先、绿色发展目标,支撑引领水利高质量发展,水利科技创新面临重大机遇和巨大挑战。另一方面,错综复杂的国际环境带来新的矛盾,全球化方向面临新的选择,科技创新成为国际战略博弈的主战场,围绕前沿技术,高端人才、标准规则、市场空间的竞争更加激烈,一些关键核心技术越来越难以依靠引进解决,高水平科技自立自强已成为水利科技创新的必然选择。

当前,我国正在从高速增长转向高质量发展,正处在转变发展方式、优化经济结构、转换增长动力的关键期,我国水利也进入高质量发展新阶段。近年来,京津冀协同发展、长江经济带发展、粤港澳大湾区建设、长三角一体化发展、黄河流域生态保护和高质量发展等重大国家战略的加快实施,“碳达峰、碳中和”目标的确立,对水利高质量发展提出了更新更高要求。同时,我国水安全中水旱灾害频发的老问题有待解决,水资源短缺、水生态损害、水环境污染等新问题越来越突出,新老问题相互交织,水利科技工作面临的机遇和挑战前所未有,必须紧紧围绕部党组提出的推动新阶段水利高质量发展的六条实施路径:完善流域防洪工程体系、实施国家水网重大工程、复苏河湖生态环境、推进智慧水利建设、建立健全节水制度政策、强化体制机制法治管理,积极破解重大科技问题,为水利高质量发展提供强有力的科技支撑和保障。

面对日新月异的世界科技发展新趋势,面对国家高质量发展和建设科技强国要求,面对新阶段水利高质量发展的迫切需求,水利科技创新仍存在亟需解决的突出问题。一是科技发展不均衡,基础研究和宏观战略研究较为薄弱,原始创新不足,具有国际影响力的科研成果较少,还存在一些关键技术难题。二是行业数字化、网络化、智能化发展水平不够,算据、算法、算力不足,新一代信息技术与水利业务的深度融合需要进一步加强。三是推广转化仍是薄弱环节,成果转化激励机制和措施还未完全落地,成果转化效益分配机制尚未健全。四是部分新领域水利技术标准尚不完善,标准国际化步伐需要进一步加快。五是水利行业没有专门的科技计划项目经费,缺乏对科技创新持续、稳定的资金支持,以国家科技计划为主体的研发体系从质、量、应急等多方面均不能较好满足行业需求。六是科技人才队伍建设亟待加强,高层次人才年龄老化现象突出,战略型科技人才、青年人才、复合型人才储备不足,优秀创新团队较为缺乏。

第二章 总体要求

一、指导思想

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导,深入落实《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》和国家有关科技规划,积极践行“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”的治水思路和以创新为第一动力的发展要求,坚持“面向世界科技前沿、面向经济主战场、面向国家重大需求、面向人民生命健康”,围绕全面提升水旱灾害防御能力、水资源集约节约利用能力、水资源优化配置能力、大江大河大湖生态保护治理能力和新阶段水利高质量发展的六条实施路径,加强顶层设计,深化体制改革,强化水利战略科技力量,切实加强先进适用科技成果推广转化,继续夯实创新基础条件,不断提升科技创新能力和科技攻关水平,以高水平的科技自立自强支撑引领新阶段水利高质量发展。

二、基本原则

坚持三个导向,科学谋划。紧密围绕全面提升水旱灾害防御能力、水资源集约节约利用能力、水资源优化配置能力、大江大河大湖生态保护治理能力和新阶段水利高质量发展的六条实施路径,坚持目标导向、问题导向、效用导向,科学谋划“十四五”水利科技

创新任务,推动全面提升水利科技创新能力,为国家水安全保障提供科技支撑。

坚持自立自强,重点突破。走中国特色自主创新的发展道路,抓好水利科技顶层设计,集中力量、集智攻关,重点突破制约新阶段水利高质量发展的关键技术问题,实现高水平的水利科技自立自强。

坚持管用实用,数字赋能。加大先进适用技术和产品研发力度,加强科技成果推广应用和技术服务。坚持把数字化、网络化、智能化作为水利科技创新的主要方向,加快推动信息技术与水利业务的深度融合,全面支撑构建具有“预报、预警、预演、预案”功能的智慧水利体系。

坚持交叉融合,协同开放。加强水利多学科交叉,促进基础学科、应用学科融合,充分调动行业内外优势资源和力量协同攻关,以全球视野谋划和推动水利科技创新,积极参与全球水治理,迈向世界水利科技前沿。

三、规划目标

到“十四五”末,科技自立自强成为水利高质量发展的战略支撑,科技创新的引领和支撑作用充分发挥,理论创新、实践创新、体制机制创新、管理创新活力竞相迸发,为水利发展质量变革、效率变革、动力变革提供源源不断的牵引力和驱动力。

围绕重大科技问题实行联合攻关,实现重点突破,形成一批具有重要影响力的基础理论、技术方法、仪器装备创新成果;构建支

撑水旱灾害防御能力、水资源集约节约利用能力、水资源优化配置能力、大江大河大湖生态保护治理能力有效提升的水利科技创新体系；建设与水利高质量发展相适应的水利科技创新基地体系，培养一支结构合理、素质优良的水利科技创新人才队伍，提升全民水科学和水文化素养。

重大科技问题研究。进一步加强基础研究、应用基础研究和关键技术研发，系统突破防洪安全、水资源安全、水生态安全、水工程安全的科技瓶颈。推进水利部科技计划设立实施，调动各方优势资源和力量参与水利科技研发和成果推广。围绕国家重大发展战略、重大工程科技需求，开展 300 项水安全重大关键科技问题研究。重点突破长江、黄河等重点流域保护与治理、水旱灾害精准监测与风险防范、水资源优化调配与高效利用、水生态系统保护与修复、国家水网构建与管理机制创新等重大关键技术问题。

水利科技创新基地建设。优化调整布局，更好发挥创新基地的引领和带动作用。新建 3 个国家级科技创新基地。新建共建 20 个部级重点实验室，新增 10 个部级工程研究中心或技术创新中心，新建 30 个部级野外观测研究站。鼓励流域、地方、水利高校、科研院所以及科技企业等单位协同建设创新平台。

水利科技推广转化。健全完善水利科技成果推广转化体制机制，强化供需对接，推动形成成果转化各环节有机互动、协同高效的工作格局。动态掌握一批管用实用成果，在水利重点领域推广运用 500 项成熟适用技术，全面保障水安全对先进适用技术的实际

需求。

水利技术监督。不断优化水利技术标准体系,优先开展水灾害防御、水资源、水生态、水环境相关水利技术标准制修订,编制发布100项左右标准。指导水利社团开展水利团体标准制定。构建高效的水利标准化信息平台,标准实施监督反馈机制更加完善,标准国际化水平进一步提升,标准的基础性和引领性作用进一步增强,完成10项水利强制性标准的研编工作。修订完善水利行业计量认证管理办法,为国家水安全保障体系的建设和完善提供计量支撑和保障。

水利科学普及。基本建成与新阶段水利高质量发展水平相适应的水利科普体系,不断提高公民水科学素养。完善体制机制建设,落实各级水行政主管部门、各类水利基地平台和水利科研人员的科普责任。建设50个水利科普基地,打造10个具有社会影响力的水利科普活动品牌,培养5000名专兼职科普工作者及志愿者。

创新人才和团队培养。积极探索科技创新人才多元化培养路径。选拔培养部级水利领军人才50名,水利青年科技英才30名,水利青年拔尖人才200名,部级人才创新团队20个。激发各类人才创新创造活力,营造有利于人才潜心研究和勇于创新的良好氛围。

“十四五”水利科技创新发展主要指标

指标	目标值	指标说明
水安全重大科技问题研究	300 项	通过国家重点研发计划、国家自然科学基金重点项目、水利部科技计划等组织完成
推广先进适用技术	500 项	“十三五”期间推广 500 项
国家级科技创新基地	新建 3 个	包括国家重点实验室、工程(技术)研究中心、技术创新中心和野外观测研究站等。 “十三五”末已建成 4 个
部级重点实验室	新建 20 个	“十三五”末已建 10 个
部级工程研究中心或技术创新中心	新建 10 个	“十三五”末已建 13 个
部级野外观测研究站	新建 30 个	“十三五”期间已建 6 个
制修订水利技术标准	100 项	“十三五”期间颁布 100 项
水利科普基地	新建 50 个	——
部级人才创新团队	新增 20 个	“十三五”期间新增 3 个
部级水利领军人才	新增 50 人	——
水利青年科技英才	新增 30 人	“十三五”期间新增 10 人

第三章 水利科技重点攻关领域及任务

主要围绕水文水资源、水旱灾害防御、水生态保护与修复、水利工程建设与运行、河湖治理、农村水利水电、水土保持、智慧水利等重点攻关领域以及流域重大水利科技问题,从基础和应用基础研究、关键技术和设备研发等层面实现创新突破,为保障供水安全、防洪安全、生态安全、工程运行安全及全面提升水利智慧化水平提供坚实的科技支撑。

一、水文水资源

围绕全面增强水资源优化配置能力和提升水资源集约节约安全利用水平,立足流域整体开展水资源情势研究,按照“以水定城、以水定地、以水定人、以水定产”的原则,加强流域与区域水资源承载能力、水资源配置空间格局优化与开发利用分区管控、节水基础研究和应用技术等研究,重点为实施国家水网重大工程和建立健全节水制度政策提供技术支撑。

在基础和应用基础研究层面,研究气候变化对我国流域水资源条件的中长期影响、水资源与气候、社会经济系统、生态系统的相互作用,明确国家水网建设布局及其智能化管理实施战略与路径,研究地表水与地下水联合评价方法、水量与水质联合评价理论方法、降雨—产流—汇流—演进全过程洪水形成演变规律、重点区

域地下水流场构建及模拟、华北地区地下水超采治理中地下水平衡变化、西北生态敏感区地下水水位与地表生态关系、分区节水管理适宜模式、常规水与非常规水协同配置技术等。

在关键技术和设备研发层面,研究区域水资源评价与水平衡分析技术、水资源监管和节水评价体系、地下水循环演变分析技术、探索建立地下水流场数字模型、地下水位多时间尺度精细化预报技术、华北地区河湖生态补水水文节律优化调控技术、海水入侵面积核定及入侵范围控制技术、地下水超采区取水井优化布局及取水量核定技术、取用水计量及自动化监控技术、区域用水过程智能感知、精准监测和自动监控技术等。研发适应复杂条件和特殊场景的高性能、高精度水文水资源监测装备,具有自主知识产权的通用性水文水资源软件产品,非常规水资源开发利用国产化设备,深层地下水回补设备,地下水数字孪生管理系统,高耗水行业节水改造技术产品等。

专栏 1 水文水资源

国家水网建设关键技术。以“系统完备、安全可靠、集约高效、绿色智能、循环通畅、调控有序”为目标,研究国家水网总体布局和重大水网工程规划设计、运行调度技术;绘制国家水网“一张蓝图”,动态评估和预警各类风险;构建国家水网工程数字孪生,提高国家水网工程智能化技术标准;加快国家水网工程智能化技术和装备自主创新,研发国家水网工程智能化感知通讯设备。

水资源配置与调度技术。深化水土资源—生态环境—经济社会复合系统相互作用的模式、机理、过程与效应等研究;研发多规融合背景下

水资源规划方法和智能调控技术，突破多目标调控决策理论研究瓶颈；针对不同区域不同类型河湖特点与保护需求，研究提出基于水资源刚性约束的取用水监管措施；研发具有自主知识产权的通用性流域水循环数值和水资源配置与调度软件。

地下水流场模拟及预警技术。加强水文地质基础资料收集，摸清地下水赋存条件及重要蓄水构造。研究难以更新的地下水划分标准，分区分层划定难以更新的地下水。以县级行政区套水文地质分区，建立地下水循环演变模型，研究地下水与降水、地表水以及深浅层地下水之间的转换关系，研究地下水补给、径流、排泄的循环规律。在海水入侵易发区等重点地区建立地下水流场数字模型，分析气候变化、人类活动等因素影响下地下水流场变化情况。建立地下水预警系统，逐步实现对地下水循环状况、水位动态、超采状况的预报、预警、预演、预案功能。

洪水预测预报关键技术。研究新形势下“降雨—产流—汇流—演进”全过程洪水形成演变规律，研制先进实用的分布式水文模型；研究提高洪水预报精度和增长有效预见期的综合技术；研究洪水实时滚动预报关键技术、干旱半干旱地区洪水预报、中小流域和资料短缺地区洪水预报等技术和模型，以支持精细化洪水作业预报的需要。

深度节水与污水资源化利用技术。创新深度节水理论与方法体系，研发农业绿色节水与高效用水技术与装备、重点高耗水行业节水新技术与设备、城镇节水减排技术与装备；研究再生水等非常规水源安全利用控制指标体系与标准，提出我国污水资源化利用模式与实施路径；研发非常规水源开发技术与装备，开展常规水源与非常规水源协同配置技术方法研究。

水文水资源高性能监测技术与设备。研发含沙量在线监测设备、低流速的流量在线监测设备、基于超宽带电磁场探地雷达非接触式水下/冰下断面测量及流量监测技术、基于北斗短报文的河流水文监测数据加

密传输技术、声学流速仪计量检定校准技术和装置、非接触式表面流场高精度监测技术与装置、水情与水质一体化应急监测技术与设备；研究水文缆道全量程、场景化远程测流技术。

流域水循环数值模拟软件。开发多因素驱动下的地表水、地下水水质目标物迁移转化计算软件，提供水质目标物削减治理效果预警、预测；研究地表水水量水质预测预报技术和模型；开发具有自主知识产权的流域水循环数值模拟软件产品，能够提供用户友好的模型构建及结果展示界面、内嵌 GIS（地理信息系统）操作工具、一键化和简单化的模型构建流程，具备模型参数自动率定功能，提供丰富的结果处理工具用于各种情景分析。

无人机水文巡测及突发水事件应急监测成套技术装备。解决目前无人机水文应急测流设备续航、数据传输能力、负载能力不足等问题，满足在水文应急场景下的长时间、高强度的测验任务要求，能够快速、便捷、安全实测流速及断面数据，成果误差符合水文测验精度要求，进一步提升应急水文实时监测能力。

二、水旱灾害防御

围绕完善流域防洪工程体系、提升水旱灾害防御能力目标，开展数字孪生流域建设关键技术研究，构建防洪抗旱预报、预警、预演、预案“四预”技术体系，开展水旱灾害风险和应急管理战略及有关保险政策和法规措施等研究，提出基于风险分析的水旱灾害防御规划设计方法、蓄滞洪区分类管理运用模式与机制、气候变化背景下特大洪涝干旱风险识别与应对策略。

在基础和应用基础研究层面，研究基于洪水风险和应急管理理论的流域、区域防洪标准，研究防洪工程损伤失事机理及模拟技

术、高度城市化地区洪涝致灾机理与调控技术、气候系统异常特征与区域干旱之间的关系、旱涝急转的形成机制、极端干旱事件前兆信号及可预报性等。

在关键技术和设备研发层面,研发基于数字孪生流域的防洪指挥系统、水旱灾害遥感智能解译与服务系统、中小流域暴雨洪水预报预警模型。研发山洪灾害风险智能识别技术、山洪灾害监测预报预警模型、水文气象实时监测分析技术、堤坝工程隐伏渗漏和隐患探测技术与装备、干旱监测及旱涝急转预测预警技术等。研制恶劣气象条件下水情监测预警技术和装备、洪水模拟和风险分析系列软件、城市洪涝立体监测预警技术与设备、堤坝险情巡查、应急处置和崩岸抢护技术装备、天空地一体化土壤水分连续高精度监测系统装备、基于北斗的突发洪水灾害监测预警装备和应急通信平台及便携终端等。

专栏 2 水旱灾害防御

洪涝干旱立体监测与精细化预报预测预警。研究制定水利灾害风险阈值和指标,研究气象水文洪涝全要素立体监测体系建设及应用技术、气象—水文无缝耦合洪涝干旱预报预测预警技术,研究耦合分布式水文模型和水动力模型的洪涝干旱精细化模拟与灾害风险动态分析技术、软件产品及系统平台,研究山洪灾害动态预报预警关键技术与信息服务系统、旱涝急转早期预警技术。

特大洪涝干旱灾害情景推演系统构建与风险应对。研究超标准洪水、特大暴雨与台风暴潮等特大洪涝灾害和特大干旱演变特征,研究流域性特大洪水、堤坝级联失事溃决、城市洪水内涝、大范围干旱等情景

分析及应对方案推演技术，研究超强台风风暴潮风险分析技术，研发基于数字孪生流域的洪水防洪调度仿真技术及平台、重点区域水工程联合调度模拟与决策支持技术。

极端洪涝干旱风险识别及协同应对策略。研究跨地区防洪除涝抗旱标准协同设计技术、极端洪涝干旱灾害预报预演集成调控技术、流域洪涝干旱灾害防御能力评价体系方法和风险管理策略、城市群短历时强降雨内涝风险分析技术、平原河网地区水利工程群调度对洪涝干旱的影响分析技术，开发抗旱应急水源水利工程群智慧调度系统。

防洪减灾仪器、装备与装置。研制高性能测雨雷达装备、城市洪涝立体监测技术与仪器设备、基于北斗的突发洪水灾害监测预警技术装备、高坝深埋病害精准诊断与除险技术装备、堤防隐患险情自动巡查精确定位探测与高性能快速处置装置和材料、智能化非接触式视频水位流速流量监测技术设备、不同类型洪涝灾害科学试验装置与原型试验系统。

防洪抗旱“四预”智慧决策平台。以水文气象耦合技术提高预报精度，实现短期预报、中期预测、长期展望；构建以大数据为基础的，事件驱动的智慧预警机制；研发全面反映洪水干旱灾害链的致灾模式与多物理场互馈效应预演模型；构建自然—社会的洪水干旱灾害防御模式，根据洪水干旱灾害防御预演结果，实现洪水干旱灾害预案编制科学性和可操作性；研发天空地一体化流域洪水干旱灾害智能感知、全息传输、风险预警、智能预测、情景推演和风险评估全链条的预警预报智慧决策平台。

洪涝模拟与预报调度一体化分析软件。研发具有自主知识产权的具备河网、蓄滞洪区、防洪保护区、城市内涝、溃坝等功能的洪涝模拟与预报调度一体化分析软件。主要技术指标包括：千万量级网格的拖放渲染响应时间小于 0.1s；具备三角形/四边形非结构网格的自动剖分功

能；一、二维计算引擎算法具备激波捕捉功能；支持 GPU（图形处理器）或 MPI（多点接口）高性能计算；完备的一、二维模块耦合技术；支持水深、流场的实时渲染。

流域洪水防御“预报—预警—预演—预案”成套技术。加快数字孪生流域关键技术研究，编制数字孪生流域技术大纲，完善包括防洪工程在内的全国水利一张图，开展防洪工程基础数据复核和联动更新，开展防洪工程、雨情、水情等监测数据汇交；研究建设与流域洪水防御相关的水利专业模型、智能模型和可视化模型；研究建设流域防洪等预案库，开发水利知识图谱，建设流域防洪等专家经验库。编制满足全流域实时预报调度一体化整体调控需求的“四预”技术建设标准，基于水文水动力物理模型和机器学习等非机理性模型实现水工程群预报调度，形成以天气形势分析—实时雨水情形势研判—预报—预警—水工程调度预演—预案—决策等全流程的业务系统。

三、水生态保护与修复

围绕支撑复苏河湖生态环境的科技需求，以提升大江大河大湖生态保护治理能力为目标，按照重塑和保持河流健康生命形态的要求，开展水生态监测评价、预测预报、治理修复、调度变化、价值核算等研究，形成支持重要水体水生态保护与修复的科技创新成果。

在基础和应用基础研究层面，研究河湖生态系统与健康状况监测评价、重点河湖环境变异机制及与生态效应、河流生态廊道退化与复苏机理及模拟预报、分区分类生态流量（水位）确定方法、流域水生态价值实现与保护补偿机制、流域河湖连通功能保护与修复理论、水库型饮用水水源地富营养化演变机理、水利工程“碳中

和”潜力评价方法等。

在关键技术和设备研发层面,构建复苏河湖生态环境技术体系,研究河流生命恢复、流域生机重现的评估标准和方法,研发流域水生态环境立体化监测技术体系、不同类型河湖生态环境复苏规划体系、河流生态廊道建设技术、水利工程过鱼设施效果监测与评估技术、洄游通道修复关键技术、河岸带生态缓冲功能保护与修复技术、城乡水系整治与生态景观融合构建类生态水利工程技术、浅水湖泊与大型水库蓝藻水华灾变防治与水力调控技术、水生生物栖息地保护与修复技术、多闸坝河流与引调水工程的水质水量联合优化调度适应性技术等。研制水生态修复新材料及装备、流域水生态环境模拟与预警平台软件等。

专栏 3 水生态保护与修复

复苏河湖生态环境技术体系。研发“动态响应—系统评估—修复治理—政策监管”的河湖生态协同修复治理措施体系、适用于不同类型河湖特点的治理修复技术,形成支持河湖生态环境复苏的生态水利工程技术体系。包括:河湖健康预警技术、河湖连通功能保护与修复理论及恢复技术、河湖岸带修复技术、河湖生态治理修复控制指标与标准、分区分类生态流量确定与生态调度技术、水工程生态累积影响及减缓措施、重要水生生境保护与修复技术、水资源短缺流域河流廊道生态修复技术、地下水储备保护与修复技术、地下水超采区取水布局优化技术、地下水超采治理及水位管控、预测预警预判技术、城乡水系生态景观构建技术、北方地区水库富营养化治理关键技术、水美乡村河湖生态治理修复技术、河湖生态治理修复新概念和新材料及新装备等。

流域水生态系统高效智能监测与协同演化机理与保护技术。研发湖泊水生态系统的多要素、多过程、多尺度高效监测与评价方法，形成自主知识产权的水生态监测设备与技术，研制高坝深库分层水样及沉积物柱样一体化人工智能采集装置。研究流域山水林田湖草沙各要素之间的互馈耦合机制，形成变化环境下流域水文过程变化及其水生态环境效应规律认知体系；发展流域山水林田湖草沙协同演化的综合性调控途径与调控范式，研究推进复苏河湖生态环境的生态水文技术与方案，形成复苏河湖生态环境规划技术体系。

流域水生态系统全过程仿真模拟技术及软件。研发流域山水林田湖草沙生命共同体水质水量及水生态过程动态感知与集成模拟的创新工具，包括：流域非点源模拟技术与软件；河湖水生态环境过程模拟技术与软件；水生生物生境适宜性模拟技术与软件。

生态流量监测评估与适应性管理技术。研究河湖生态流量与生态系统状况响应机制，形成基于河湖生态学理论的生态流量确定技术，研发敏感期流量过程确定方法；研究基于先进技术的枯水期监测技术，提出面向生态流量管理评估的水生态动态监测评价方法，加快形成全国河湖生态流量监控体系，健全生态流量（水量）、地下水水位监测预警机制；研究区域再生水循环利用体系，完善水资源配置制度，研究兼顾经济社会发展与生态环境保护的江河流域水量调度和水库调度方法；研究生态流量管控准则和适应性管理对策，推进生态流量调度及适应性管理示范。

河湖藻类原位实时智能监测预警设备。研制具有自主知识产权的河湖藻类原位实时智能监测预警设备，开展荧光+可见光+散射光的多维并行检测技术研发，实现基于微流控芯片的便携式、高灵敏度（分辨率不低于 $0.8\mu\text{m}$ ）、高通量实时监测。研发微型沉降通道阵列式排列的水样浓缩芯片，实现基于微芯片的水样快速、大批量浓缩。

四、水利工程建设与运行

围绕国家水网工程建设、数字孪生水利工程建设和实施雅鲁藏布江下游水电开发等重大水利工程建设和运行,开展水利基础设施长期安全运行、提质增效与应急处置等重点方向研究,研究统筹治理新老四大水问题的水利工程体系战略布局。

在基础和应用基础研究层面,研究水利工程全生命周期性能演化机理与安全调控理论、梯级水库风险孕育机制及安全调控理论、生态水利工程建设理论,水库泄流造成气体过饱和对下游生态的影响机理,建立水利工程风险防控与法规技术标准体系,研究水利工程病险标准和风险等级确定方法等。

在关键技术和设备研发层面,研究以数字孪生工程实现水利工程现代化调度管理和运行安全的监测技术,研发水利工程高品质建造和智慧管理成套技术,在役水利工程检测评价、除险加固和突发事件预警处置等安全保障关键技术,基于北斗卫星高精度定位的大坝沉降与变形监测技术,长距离、大埋深隧洞水下施工、检测与修补成套技术,流域水工程群联控联调技术,跨流(区)域长距离引调水工程建设和高效运行关键技术,南水北调东中线工程供水能力提升技术,生态水利工程建设关键技术等。研制生态友好和适应极端环境的新型水工材料与探测施工修补装备,中低土石坝“漫而不溃”经济实用防护材料、装备及工艺,水利工程结构分析和设计管理软件等。

专栏 4 水利工程建设与运行

基于数字孪生的水利工程现代化调度管理和运行安全监测技术。锚定工程安全运行、精准调度等目标，聚焦流域防洪和水资源管理调配两个重点领域，研究已建和在建水利工程的数字孪生实现方式，开展数字孪生工程精细建模、业务智能升级以及与实体工程融合、交互、同频等关键技术研究，研发小浪底、丹江口等已建工程和大藤峡等在建工程的数字孪生工程，构建虚拟动态仿真监测系统，借助历史数据、实时数据、算法模型等，模拟、验证、预测、控制水利工程的现代化管理和安全运行。

复杂条件下的高坝大库建设关键技术。结合雅下开发，开展深厚覆盖层力学特性、高山峡谷区软岩地基筑坝、严酷环境下混凝土材料耐久性、超大粒径散粒体坝体填料本构模型及参数、强震灾变机理与震灾防控、高坝大库水力学安全保障等关键问题研究，研发适应复杂建设条件的工程勘测、施工及其质量控制技术与装备。

病险水库隐患探测、除险加固和应急抢险关键技术。研究水库大坝安全风险早期识别方法和预警标准；研发大坝隐蔽工程、穿坝涵管、防渗体、蚁穴等隐蔽工程缺陷隐患高效无损检测，隐患治理和除险加固成套实用技术和设备；研发坝面防护和快速构建应急泄洪通道的材料、装备和工艺。研发水下工程隐患应急检测、定位和评估技术，水下修补加固的成套装备和材料工艺。

中低土石坝“漫而不溃”经济实用防护材料、装备及工艺。研究紧急情况下快速降低库水位的泄洪装备和快速构建应急泄洪通道的装备和工艺；研究中低土石坝漫顶形成溃口前应急抢护和坡面防护技术，提出“漫而不溃”的临时过坝泄洪装备和工艺；研发穿坝建筑物接触渗漏和毁损快速抢险与修复技术、材料和装备；针对超设计年限中低土石坝，考虑工程老化影响，研究提出“漫而不溃”土石坝设计、维修养护、除

险加固、应急处置等相关加固提升技术措施。

岩体结构分析与变形稳定数值模拟系列软件。开发具有自主知识产权的岩体结构分析与变形稳定数值模拟系列软件，可较好应用于复杂岩体或复杂工况条件，界面友好，前后数据处理简便。主要包括：岩土结构分析与数值模拟理论、软件数据底层与二、三维图形引擎；CAD（计算机辅助设计）与 CAE（计算机辅助工程）模型交互、三维地质模型与三维数值模型共享；复杂岩体条件、复杂工况（暴雨、地震、爆炸）的极限平衡计算、有限元与离散元数值模拟等。

水利水电工程 BIM（建筑信息模型）设计与管理平台。对标国外同类软件，开发具有自主知识产权的水利水电工程 BIM 设计与管理平台，主要技术包括：底层三维图形引擎，包括工具库、开发库等；协同层三维协同设计；接口层 BIM 数据的传递、交换、继承和共享等；业务层包括设计管理、建设管理、运维管理等。

双碳目标下生态水利工程建设运行及效能提升技术。研发贯穿水利工程全生命周期，涵盖工程任务、规模、布局、建设施工、调度管理等各方面的生态工程技术体系；研发生态堤防、水库清淤及淤泥资源化利用、低影响与生态友好施工、运行效能提升、重要生境保护等关键技术；研究发挥小水电工程分布式能源调蓄和“水—风—光”多能互补作用的运行调度方法。

计算流体动力学仿真软件。开发具有自主知识产权的计算流体动力学仿真软件，用于大坝过流设备设施设计及试验、水轮机开发研制及模型试验等。研究 CFD（计算流体动力学）核心算法，拓展应用范围，提高模拟精度。实施软件商业化推广策略，提高市场占有率。

水下激光扫描仪。研制具有自主知识产权的水下激光扫描仪，指标不低于国外主流产品，尤其是在浑浊水体环境下的高分辨成像、多平台搭载以及不同水工建筑物个性化定制方面超过国外同类产品。技术指标

包括：扫描量程为 0.36~2.5m，覆盖角度：45°（水中），75°（空气中）；旋转角度 360°；激光侧线分辨率：0.1042°（水中），0.1412°（空气中）；采样率：2000 点/秒。

硬岩盾构机搭载相控阵声波超前预报技术与装备。研究通过多个激发源延迟激发声波，实现隧洞前方不良地质的三维精细探测；研发搭载于刀盘的声波激励震源和高灵敏声波换能器，研究震源和检波器布设方式与数据采集方式，获取隧洞探测环境范围波场信息，提高前方不良地质的探测精度；研究相控阵声波数据的全聚焦成像处理方法，实现地质体的高分辨率成像。

专栏 5 南水北调工程

南水北调工程建设和运行关键技术。结合数字孪生工程建设，研究调水工程的隐蔽工程探（监）测系统、输水渠隧建设与运行耐久性保障及效能提升关键技术，建立引调水工程安全监测、健康诊断技术和标准；研究南水北调西线、引江补汉、南水北调东线二期穿黄等工程相关的地壳活动、地下水及隧洞涌（突）水运动规律，研究大型渠道地基膨胀土、湿陷性黄土、冻土等特殊土层处理技术，研究地应力快速高效测定、地质灾害超前探查、岩爆预测与控制技术；研究输水隧洞围岩—衬砌结构协同承载机理和性状演化规律；研究衬砌结构设计理论和安全控制方法；研究隧洞大变形与失稳控制技术、高地温隧洞掘进技术、隧洞进出口高边坡稳定性控制技术、隧洞快速掘进技术和超长隧洞稳定性监控技术；研究渗透结晶型自愈防渗新材料和防渗施工新工艺。

长距离输水管涵断丝、渗漏光纤水声监测与爆管预警技术装备。研发分布式光纤监测技术，对输水管涵断丝和渗漏引起的水声学信号进行识别和定位，在此基础上对管壁结构安全进行实时分析，实现爆管预警。主要包括：输水管涵断丝和渗漏光纤水声集成监测技术标准与系

统、输水管涵光缆带水带压布设技术、输水管涵第三方破坏监测技术与装备等。

西线超大直径 TBM（全断面岩石隧道掘进机）选型、优化及智能掘进系统。研究揭示复杂地质条件下岩—机状态与 TBM 掘进主控参量关系的多目标动态规划理论，建立岩—机状态与工作载荷的实时预测模型，开发掘进智能化控制系统；研究超大直径 TBM 整机布置、刀盘及驱动系统分块、刀盘面板结构和法兰、刀箱、后配套设备布置等，完善敞开式和护盾式 TBM 应对不良地质体功能设计；开展刀盘卡机快速脱困技术研究，研究卡机智能预警系统，纳入 TBM 智能掘进系统。

东中线工程供水能力提升技术。研究中线工程冬季冰期输水、有害生物防治、藻类在线处理、沿线调蓄水库与丹江口水库联合调度运行等输水能力提升与保障技术；研究东线工程长距离输水大型高扬程泵站及调控、低扬程大流量离心泵、生态友好型大流量低扬程灯泡贯流泵装置等关键技术。

长距离输水建筑物水下缺陷修复新技术。结合南水北调东中线工程水下缺陷修复需求，研发高性能、高耐久、无污染的环保型水下快速修复材料；研究渠道衬砌结构水下智能快速修复关键技术；研制机动快速、高效的渠道衬砌结构水下快速修复成套装备，并提出配套的施工工法和技术要求。实现输水渠道不停水情况下的水下混凝土衬砌高标准修复处理。

五、河湖治理

围绕维护河湖健康生命、实现河湖功能永续利用目标，开展流域水沙变化趋势预测研究，提出与未来水沙条件相适应的流域水沙调控和河湖治理方略。

在基础和应用基础研究层面，研究强人类活动影响下的河道

演变趋势及江湖关系变化、河湖健康评估动态指标体系、山区河流宽级配推移质运动机理,水库群及引调水工程泥沙冲淤规律及防淤减淤技术等。

在关键技术和设备研发层面,研发河湖基础信息采集与应用技术、河流动力全要素在线原位观测技术、河湖水系连通功能与风险评估技术、河口海岸带侵蚀防护与生态修复技术、中小型水库库容恢复与水库长期使用技术、河道崩岸风险评估方法与监测预警技术等。研制基于图像处理技术的泥沙颗粒粒度分析仪、河湖便携式湿化学营养盐测定仪等。

专栏 6 河湖治理

泥沙运动和河床演变基础理论。深化非均匀不平衡输沙基础理论研究,开展长历时低含沙水流作用下床沙交换机理和河床粗化机制研究,山区河流洪水过程下河床冲淤响应机理研究,流域水沙过程与河道冲淤响应机制研究。

流域水沙变化及水系演变模拟与预测技术。研究主要江河流域不同时空尺度的产汇流和产输沙机制,量化不同区域水沙变化主要影响因子的贡献度,预测未来水沙变化趋势;研究模拟不同气候模式情景下高原地区河湖水系演变趋势;以流域为单元,研发集水沙过程、河湖演变、水环境与水生态学科等的跨系统可扩充模型云平台,建立多维一体化河湖模拟软件。

河湖演变机理与综合治理技术。提出基于流域特征的河湖健康评估动态指标体系,研究河湖健康一体化修复关键技术,研究大江大河流域水沙过程、河势演变、岸堤滩槽稳定性与流域水沙情势变化的关系,研究河湖健康状况及对自然条件变化和人类活动影响的内在响应机制,研

发多沙河流多目标协同水沙调控和下游河道与滩区治理提升技术、河—湖—库系统多目标协同保护与治理技术等。

河口演变机理与综合治理技术。围绕长江、黄河、珠江、海河、辽河等河口以及独流入海河流，研究人类活动影响下河口滩槽演变机制，建立径流水沙、海洋动力与河口形态调整的关系，提出入海流路方案、港航维护和海岸侵蚀防护措施。

泥沙动态调控与水库长期使用技术。研究新水沙条件下水库淤积模拟及泥沙动态调控技术、水库群及引调水工程泥沙冲淤规律及防淤减淤技术、水库库容恢复与水库长期使用技术、泥沙资源化利用技术等。

河湖水域岸线空间管控遥感识别及预判预警技术。运用卫星遥感、无人机、移动端应用程序等技术，研究河湖水域、岸线、水生态等情况动态监控技术，提高河湖“四乱”问题遥感解译识别准确性；研究河湖空间变化情况监控监测和预警技术；完善监管手段，畅通群众参与河湖保护的渠道，打造融合、共享、便民、安全的“互联网+河湖监管”模式。

河湖污染底泥原位减污技术装备。研制新型电动导排孔隙水装置，研发导排孔隙水中污染物的高效回收利用技术，研制集上覆水阻控、电极保护、孔隙水收集导排与处理、污染物形态控制于一体的污染底泥原位脱水减污装备。装置技术指标：处理底泥深度 20~40cm；处理底泥面积 $\geq 10\text{m}^2/\text{套}$ ；上覆水深度 $\geq 1.5\text{m}$ ；底泥氮磷等主要污染物释放通量削减 $\geq 30\%$ ；工作电压 $\leq 30\text{V}$ 。

多维一体化河流模拟软件。对标国外同类软件，研发界面友好、格式兼容的多维一体化河流模拟软件，具有模拟水流、泥沙、污染物输移的功能。模拟维度，模拟要素，物理机制，计算的稳定性、精度和速度等达到或超过国外同类软件水平，满足科研和工程计算的要求，可应用于洪水预报、堤防设计、湖泊污染防治等领域。

六、农村水利水电

瞄准农村水利水电集成化、智能化、精细化和生态化的发展趋势,以安全、高效、生态、智能为发展目标,研究农业适水发展理论,提出统筹城乡的农村供水发展对策,制定农村水电绿色发展政策,支撑乡村振兴与农业农村现代化。

在基础和应用基础研究层面,创新农业适水发展宏观布局理论,研究作物耗水机理、区域农业适水发展评价指标体系、动态调控和智慧化监测预警方法、灌区用水全过程实时模拟方法、区域农田耗水的精准获取和量化表征方法等。阐明水资源刚性约束条件下黄河流域农业深度节水机理与生态调控方法,研究东北黑土区农业水资源生态高效利用机制与调控路径、小水电绿色改造与现代化提升理论与方法等。

在关键技术和设备研发层面,研究灌区供需水透彻感知及预测预报技术,灌区节水生态发展格局与系统改造技术,研究高性能喷微灌、变量施灌、灌溉水肥精准调节、再生水灌溉全风险控制技术,研发高性能、高适应性的大型智能喷灌机与配套设备,作物水肥诊断、土壤水肥盐原位监测与智能决策的系列技术及产品,研发大型高效灌排泵与智能泵站、大型暗管排水铺管机与配套机具、清洁能源互补提水灌排系统。研究农村供水水源水质保障、净化消毒、管网输配、智慧运管、风险防控技术。研发适应特殊水源水质条件和应急供水场景的农村饮用水处理技术设备、高寒地区农村供水防冻新材料和消毒、智能运行的设备产品。研究小水电绿色改

造、流域梯级优化调度、河流生态修复、智能化运维改造、储能改造技术,研发农村水电站生态流量监测设备与安全巡检实时感知设备、梯级电站集控设备等。

专栏 7 农村水利水电

现代灌区绿色高效节水关键技术。以高效用水、节水生态、智慧调控为目标,明晰区域适水农业发展格局,实施开展灌区用水立体感知、高效灌排调控、生态保护修复,以及灌区工程改造提效等重点任务,突破灌溉水盐、水沙、水污协同调控技术,提出灌区现代化建设技术方案,为灌区续建配套与现代化建设提供支撑保障。

基于国产卫星的灌区用水信息监测技术。以产权自主化、解译流程化为目标,研发灌区灌溉面积变化、灌区骨干工程建设和管护情况遥感监测技术,研发国产高分影像灌区用水信息标准化解译技术,开发处理流程化平台,构建基于国产卫星的灌区用水信息监测技术体系。

农田精准节水灌溉关键技术。以优质生态、精准高效等为目标,实施开展作物高效用水、精量微灌、精细地面灌溉、非常规水灌溉、旱地农业、智慧灌溉等重点任务,明晰农田节水减碳效应,突破大型低压滴灌系统综合技术,构建先进、实用、完备的农田节水技术与产品体系,支撑农田水利工程建设。

大型喷灌精准控制和变量管理技术设备。研制具有自主知识产权的大型喷灌精准控制和变量管理技术设备,研发高性能低压旋转喷头、高精度百分率计时器、动态变量水肥控制技术和决策支持系统等大型喷灌关键设备,使整机的灌水均匀系数提升 5~10%;研发综合考虑土壤和作物指标的动态变量分区管理技术及高精度变量喷洒设备,实现规模化农田的水肥精准管理。

农村供水保障关键技术。以提高供水保证率、改善供水水质等为目

标，实施开展农村饮用水源地保护、净水工艺优化、区域水质提升、供水智慧监管、供水风险管控等重点任务，构建从“源头”到“龙头”的全过程供水保障技术体系，提升农村供水保障水平。

农村小水电绿色改造关键技术。以构建系统完备、高效实用、智能绿色、安全可靠的现代化小水电为目标，实施绿色改造、流域梯级优化调度、河流生态修复、智能化运维改造、储能改造等重点任务，突破面向小水电安全的物联网实时感知设备，支撑绿色能源可持续开发。

七、水土保持

围绕新阶段水土保持科技需求，研究不同侵蚀类型区水沙迁移过程—机制及调控对策，研发水土流失高效防治技术与水土保持智慧化监测—监管—预警系统，提升水土流失治理能力。

在基础和应用基础研究层面，研究黄土区产汇流机制演变、黄土高原重力侵蚀机理、东北黑土区坡面土壤侵蚀机理与侵蚀沟演化机制、南方红壤区崩岗动力侵蚀与演化机制、喀斯特地区石漠化格局驱动机制，研究区域水土保持率变化机制及其阈值体系、水土保持措施碳汇机理与价值实现机制、复杂土壤侵蚀过程模拟与预报、极端天气对区域土壤侵蚀的影响机制，建立人为水土流失风险预警、淤地坝安全度汛等预报预警模型等。

在关键技术和设备研发层面，研发淤地坝系溃决风险预警与防控技术、多源数据融合的崩岗侵蚀测算关键技术、坡耕地、侵蚀沟、崩岗和石漠化等高效整治技术。研发生产建设项目重点监测信息获取方法与设备、动态监管应用终端与物联网、公众服务平台与综合决策系统等。

专栏 8 水土保持

山水林田湖草沙系统治理内涵与技术体系。阐释山水林田湖草沙系统治理内涵及其七大要素相互协调机制，明确以流域水沙协调为目标的系统健康内涵、评价体系及调控阈值，构建提质增效的系统治理技术和范式。

全国水土流失防治阈值、标准和预警预报模型。研判不同区域潜在治理面积和预期治理效果，提出水土流失面积、强度和措施规模等系列阈值及其评价表征指标及量化方法，提出不同区域水土流失防治合理阈值与优化布局。研发西北黄土高原、北方风沙区和青藏高原区土壤侵蚀模型、东北黑土区侵蚀沟监测评价模型、人为水土流失风险预警模型、水土流失综合治理智能管理模型，构建科学、适用、实用的水土保持模型体系。

水土保持措施碳汇机理与价值实现机制。研究细化各类各地水土保持措施及其蓄水保土效益的碳汇机理，研发水土保持碳汇计量监测技术。以东北黑土区为示范，开展水土保持碳汇本底调查、碳储量评估和潜力分析，研究水土保持碳汇项目参与碳排放权交易相关规则，提出体现碳汇价值的水土保持生态产品价值实现机制和补偿机制。

淤地坝及坝系水文水力计算、安全评价、防控措施与“四预”系统。基于坝系风险动态分析评价，开展淤地坝高淤积工况下的水力计算和坝系工程洪水组合计算，建立坝系监测与预警指标体系及其实现途径，确定风险评估预警方法；研发淤地坝安全度汛“四预”模型，构建淤地坝系安全评价、防控措施与“四预”系统；因地制宜开发适用于当地的筑坝技术及柔性溢洪道溃决风险防控措施，提高淤地坝安全风险主动防御能力。

黑土地农田水蚀系统阻控与模拟评价技术。探析黑土地农田侵蚀、退化过程及互馈机理，研发径流调控、保土防蚀的生物与工程措施及其

低扰动施工工序，优选促渗—复绿—复垦的生态材料和应用方法；建立黑土地坡面—流域多尺度水沙模拟技术；提出径流多维调控为核心的农田面蚀与沟蚀综合治理措施配置，建立黑土地农田水蚀系统阻控技术体系与应用范式。

黄土高原水土保持林草格局优化与提质增效技术。研究流域植被格局对侵蚀产沙影响的量化表征方法，建立流域植被格局的水—沙—碳协同变化耦合关系，提出多目标权衡植被合理阈值、格局及其生态—生产双赢模式。

“天空地一体化”水土流失过程精细化监管技术。构建生产建设项目扰动图斑的智能化提取和精细化识别技术，集成不同时空分辨率的航空、航天和无人机低空遥测平台与地面三维观测技术，基于 CSLE（中国土壤流失方程）等土壤侵蚀预测模型和三维仿真等技术搭建高时效、高精度“天空地一体化”水土流失快速建模与移动监测平台，以实现水土流失过程实时监控和水土流失变化规律科学解析。

八、智慧水利

根据“需求牵引、应用至上、数字赋能、提升能力”的智慧水利建设要求，围绕数字化、网络化、智能化建设主线，在智慧水利顶层设计、感知体系、数据体系、算法体系、应用体系、安全体系和建设范式等多层面，形成全新的智慧水利理论基础和技术架构，提出与新阶段水利高质量发展要求相适应的智慧水利建设标准和评价指标体系。

在基础和应用基础研究层面，面向支撑智慧水利算据、算法、算力建设技术需求，研究水利大数据分析、交换与管理技术，多源异构水利信息同化融合技术和分布式管理技术，以大数据、知识库和水利专业模型相结合的水利业务驱动新方法。结合机器学习、移

动互联、区块链等新技术探索水利智能决策和服务的创新形态。

在关键技术和设备研发层面,研究和探索以“天、空、地”联合为形式、多元融合和功能互补为内容、全要素精准获取为目标的水利立体感知技术,流域以及长距离调水等水利工程数字孪生技术,气象水文一体化智能化预报技术,流域智能调度、重大水利工程运行管理自动化、水利工程安全监测及风险快速评估、测控一体化平台等关键技术。研发水雨情、墒情、工情多传感器高灵敏度自动采集和高速传输设备,微波、超光谱遥感、北斗卫星水利应用关键技术与测量装备,无人机、无人船、智能机器人等智能水信息巡视巡测巡检装备,主要服务水利行业的廉价高效小卫星星座,水利大数据高性能计算系统等,为“2+N”水利业务智能应用提供有力支撑。

专栏 9 智慧水利

全景化感知关键技术。构建水利业务遥感和视频人工智能识别模型,实现河湖“四乱”问题、水利工程运行和安全监测、应急突发水事件等自动识别。研究基于物联网和 GIS 结合的水信息天空地一体化监测体系建设技术。重点结合卫星雷达等遥感监测、无人机低空遥感影像、无人船多波束测深等技术,研发主要服务水利行业的高效高性价比小卫星星座,实现集天空地于一体的全方位,无盲区的有效监测。研发高清视频监控技术,通过图像智能分析,实现水利业务要素的智能监视和自动预警。研发基于计算机视觉的智慧巡河/湖系统,实现全天候、全覆盖的水域岸线智能监管。研发多泥沙介质条件下测控一体化量测水技术与装备,研发基于声学多普勒的三维智能流速测量技术。研发水下构筑物、城市供排水管道、长距离输水管道和隧洞以及大坝深层渗漏的智能检测技术与装备。

数字孪生流域和数字孪生工程建设技术。研发新一代具有自主知识产权的通用性水利专业模型，实现变化流场下数字孪生流域多维度、多时空尺度的高保真模拟。研发水利大数据高性能计算系统和水利大数据治理与分析技术。将水利大数据技术、数字化仿真技术、水利专业模型相结合，研发数字孪生流域和数字孪生工程模型。以数字化方式映射自然水系物理对象，实现数字流场、数字地形、数字工程等，与物理流域及水利工程无缝链接运行状态和调度结果，完善数字孪生流域、数字孪生工程的仿真算法，从而对物理流域及水利工程的后续运行和优化调度提供更加精准的决策支持。

智慧化模拟和控制关键技术。基于流域/城市降水、土地利用、社会经济等基础数据，结合天空地一体化水信息监测技术，覆盖“降雨—产流—汇流—演进—调度”过程，实现陆地水循环多过程的精细化模拟。研发自主安全可控的水利工程智能一体化平台。研发长距离调水工程高精度快速仿真软件及智能控制平台、大型调水泵站安全智能诊断与高效运行技术。研究水利专业可视化模型。研究复杂环境下极端水文、突发灾害、非常规破坏等组合情景下水系统的响应及智能调控模拟技术等。

精准化决策关键技术。研究大数据驱动+人工智能的决策和服务技术体系，构建“移动互联+水利”扁平化管理及公共服务技术体系，研究多部门、多目标协同与便捷响应的水利智能管理、精准决策平台建设模式，开展重点领域“预警、预报、预演、预案”功能的技术示范。

水利大数据交换与管理技术。研发基于区块链的水利大数据交换与管理技术的智慧水利信息平台，涵盖多项水利业务工作，确保平台并发用户到达 2000 左右、用户能够获取 100% 的存储数据、交易吞吐量达到 1.8~2 万/秒、平均响应时间 0.5s 以内、SLA 达到 3 以上，实现水利数据产生、交换、转移、更新、利用全生命周期的智能化管理。

水利关键信息基础设施网络安全技术。开展水利关键信息基础设施网络安全防护体系研究，构建网络安全监控平台，研制安全可控的水利关键信息基础设施核心装备，并基于国产密码技术开展数据安全防护研究。研究建立水利关键信息基础设施网络安全防护体系架构，构建网络空间安全挂图作战一体化监控平台，研制国内领先的水利关键信息基础设施核心装备，创新发展基于风险管控的数据安全治理方法，提升水利关键信息基础设施安全防护能力。

九、流域重大水利科技问题

流域是水问题发生和赋存的空间，不同的气候地理属性、生态系统特征、经济社会特点和人文历史背景，决定了解决不同流域水问题必须充分考虑流域的独特性和差异性。近年来，随着自然演变和人类活动双重驱动和影响，我国七大流域的水资源开发利用和管理保护的科技需求呈现更加复杂多元的发展态势，更加需要以流域为单元来梳理总结和攻关破解水问题。

1. 长江流域。围绕落实长江经济带发展、长三角一体化发展国家战略需求，针对长江流域多目标调度、中下游防洪及水资源情势变化、长江与洞庭湖及鄱阳湖的江湖关系等重大问题，研究提出长江流域河湖连通的生态效应及闸坝多目标调控策略、流域水资源统一调度关键技术、新形势下两湖治理与生态环境改善技术、南水北调等重大水利工程影响分析、长江中下游河势变化及治理策略、长江流域重大水工程生态累积影响及减缓措施、水工程群调度互馈影响下的流域产汇流规律及洪水预报技术、洪枯水预报预警智能技术、长江流域水沙变化趋势、长江三角洲一体化发展水安全保障关键技术。

2. 黄河流域。围绕落实黄河流域生态保护和高质量发展国家战略需求,针对黄河流域重点河段防洪防凌、下游“二级悬河”治理、小浪底拦沙后期黄河水沙调控体系建设等问题,研究提出黄河流域水资源开发利用潜力及未来配置方略、黄河流域水资源节约集约利用标准与特征指标、流域水资源统一调度关键技术、水沙关系与中游水土保持对策、黄河下游冲淤演变规律及其对滩槽过洪能力影响分析、黄河下游河道改造与滩区治理策略、黄河典型河段泥沙资源利用关键技术、黄河中下游洪水泥沙监测和预报关键技术、宁蒙河道新悬河治理与河流环境生态系统维护策略、河口湿地生态修复和综合治理技术。

3. 淮河流域。针对淮河流域水污染防治、行蓄洪区综合治理等问题,研究提出淮河洪水分级设防和控制关键技术、流域水资源统一调度关键技术、淮河流域行蓄洪区综合治理技术、淮河堤防安全评估与风险控制技术、不同类型河湖水生态修复关键技术、入海河道冲淤保港需水量与保障途径、南水北调东线输水沿线与沂沭泗流域洪涝关系关键技术。

4. 海河流域。围绕落实京津冀协同发展国家战略,针对海河流域水资源供需严重失衡,水生态环境恶化,地下水过度开采等问题,研究提出海河流域水资源刚性约束指标和水资源开发利用合理阈值及流域水量调控技术、流域水资源统一调度关键技术、海河流域河道萎缩对防洪安全的影响及对策、南水北调东线受水区海(咸)水入侵与通水后效应、京津冀协同发展六河五湖综合治理与生态修复关键技术、华北平原地下水超采综合治理和地面沉降关

键技术、黄泛平原风沙区水土流失及其防治模式。

5. 珠江流域。围绕落实粤港澳大湾区建设国家战略需求,针对珠江洪涝灾害频发,河口咸潮上溯影响下的供水安全、局部水环境污染和水生态损害问题,研究提出珠江流域洪潮预警预报、压咸与供水安全等流域水资源统一调度关键技术、西江中下游防洪关键技术、珠江源头高原湖泊与生态脆弱区保护与修复、南方丰水地区水资源刚性约束关键技术、南方地区河流水系生态廊道保护与修复关键技术、粤港澳大湾区水安全要素天空地一体化立体观测关键技术、珠江河口水沙变异及治理保护关键技术、滇桂黔岩溶区水土流失综合治理关键技术。

6. 松辽流域。针对商品粮基地和林业基地的水资源保障、天然湿地萎缩、河流生态水量保障不足、河流生态廊道退化严重、东北黑土区水土流失及黑土退化控制与修复、防洪减灾基础设施薄弱等问题,研究提出松辽流域防洪策略、水资源统一调度、松花江流域粮食生态安全水供求若干关键技术、寒区土石坝病害调查与处理关键技术、河湖岸线生态治理与修复技术、东北黑土区水土流失控制与修复关键技术、重点河流生态流量评价指标体系与评估方法、河湖健康评价指标体系。

7. 太湖流域。围绕长三角一体化发展国家战略,针对太湖流域现状防洪能力和水资源保障水平与流域经济社会发展水平和要求不匹配、太湖流域城市群水质性的水资源短缺、水环境综合治理和管理等问题,研究提出长三角水网建设及水资源统一调度关键技术、城镇化快速发展背景下太湖流域防洪关键技术、重要水源地安

全和应急引江调水效果评估、蓝藻水华防控措施,开展太湖多目标优化调度技术攻关。

专栏 10 流域重大水利科技问题

数字孪生流域关键技术和信息平台建设。研发建设七大江河流域数字孪生平台,升级流域专题图,共享全国水利数据底板,集成重点水利工程数据底板;定制具有流域特色的模型平台,推动流域预报、防洪调度和应急水量调度专业模型升级改造,加强流域特色智能模型训练;整合构建流域重点工程调度规则库、历史典型洪水库及调度方案预案库,形成防洪调度知识图谱,并以知识图谱为依托建立相关智能研判服务,构建数字孪生流域信息平台。

长江流域及重要水体水生态修复保护理论、方法与关键技术。针对长江上游干支流水工程密集开发河段、中游江湖连通区域、下游富营养化浅水湖泊和平原河网区,开展生态系统健康评价与问题诊断、江湖复合生态系统模拟与调控、水库工程累积影响与调控、引调水工程生态环境效益协同、大型通江湖泊湿地生态退化与江湖关系调控、中游闸控湖泊的江湖连通与恢复、浅水湖泊富营养化防控、平原河网区水生态健康保护研究,在退化诊断和系统修复方面取得理论、方法和关键技术的突破。

南水北调等工程对长江流域水资源影响及对策。统筹长江流域水文水资源禀赋条件及社会经济发展需求,针对流域已建、在建、规划调水工程,提出一套通用的长江主要控制断面可调水量及调水影响分析技术,支撑长江大保护及国家水网建设。

黄河流域水资源节约集约利用标准与特征指标。阐明水资源节约集约的内涵,分析黄河流域供水特点及各行业水资源节约集约利用特征,构建适应黄河流域特点的水资源节约集约利用评价指标体系,提出适宜于黄河流域不同区域的水资源节约集约发展模式。

黄河下游冲淤演变规律及滩槽过流能力研究。优化黄河下游河道冲淤量计算模型，分析不同平面坐标及高程坐标系统转换对冲淤量计算的误差影响，计算分析水库群联合调度下黄河下游河道过流能力，开展沙量平衡分析，提出黄河下游河道槽蓄量及过流能力变化趋势。研究黄河下游最优的水沙关系及主槽形态；研究最优水沙关系下的黄河上中游水库联合调度模式；研究新的主槽过流标准下工程优化措施、方案及应用，为多泥沙河流的水沙关系预测、水库联合调度、河道整治工程措施等研究提供经验。

淮河中等洪水分级设防和控制关键技术。研究淮河不同年型的洪水过程，选择合适的典型洪水和设计洪水地区组成，提出淮河 10 年、20 年一遇设计洪水过程；拟定河道疏浚规模、参数以及行蓄洪区、控制性工程调度运用方式，通过洪水演进计算，研究分析降低淮河中游水位、减少行蓄洪区启用几率的效果，提出淮河中等洪水分级设防和控制水位。

淮河蓄滞洪区调整（弃用）与蓄水兴利关键技术。研发交互式蓄滞洪区防洪精准调度与影响评价系统，提出蓄滞洪区启用与否对防洪的影响与对策；构建蓄水方案情景模型，研究蓄滞洪区蓄水时机；提出蓄滞洪区调整（弃用）的实现途径；研究蓄滞洪区蓄水兴利关键技术，构建蓄滞洪区蓄水兴利方案决策支持系统，提出解决蓄滞洪区防洪与兴利功能矛盾的整体解决方案，进一步推动信息化在防洪、兴利领域的应用。

海河流域水资源刚性约束指标及水资源开发合理阈值。研发强化节水情况下的需求调控技术，研究水资源衰减形势下的可利用量，提出与水资源可持续发展相适应的海河流域水资源刚性约束指标、流域未来的合理开发阈值、水资源管控措施实施方案。

京津冀协同发展六河五湖综合治理与生态修复关键技术。研究适用于严重缺水、非均衡、多水源地区的生态水量优化配置与统一调控技

术、流域多水源生态水价核算机制和技术、绿色生态河流廊道生物多样性恢复技术，为进一步提高河湖水生态系统自我修复能力，促进生态系统质量和稳定性整体改善提供技术支撑。

珠江河口咸情变异及综合防控关键技术。揭示变化环境下珠江河口咸情新特征，精准识别影响机理，提高预报精度，突破咸潮防控的技术瓶颈，提出新形势下珠江河口咸潮防控策略，为系统解决珠江河口咸潮问题提供技术支撑，同时也可为其它河口咸潮防控提供借鉴。

松辽流域河湖健康评价指标体系。结合东北地区高寒、黑土地等独特的自然环境特点，提出适合东北地区的河湖健康评价指标，建立东北地区河湖健康评价指标体系，保障河湖健康评价结果的准确性和可靠性，持续提升松辽流域的河湖健康评价能力和水平，为建设造福人民的幸福河湖奠定基础。

太湖调度多目标水位优化和防洪协调性研究。从水生态、水环境角度，研究提出不同时段太湖预期调度目标水位，分析确定不同时段统筹“四水”安全需要的太湖预期调度目标水位，提出太湖水优化调度方案，推动平原河网地区水工程多目标统筹协调优化调度。开展有利于太湖生态环境改善的引江济太调度关键技术研究。梳理不同时期太湖流域、区域和城市的防洪除涝标准的变化，从流域、区域和城市设计暴雨协调性的角度，研究太湖流域、区域和城市防洪标准协调性，提出提高流域、区域和城市防洪除涝协调性的措施建议。

流域生态补偿机制与对策。研究流域生态保护需求及特点，探讨生态补偿机制中的主客体及利益冲突；研究生态保护主客体对生态补偿的诉求；构建水资源资产负债表以反映各区域生态保护成果，研究基于利益均衡的生态补偿标准，构建补偿资金分配模型；研究黄河、长江等流域生态补偿保障机制与对策。

第四章 水利科技创新基地建设

深入实施创新驱动发展战略,以提升行业自主创新和支撑保障能力为目标,进一步强化水利行业战略科技力量。通过规范现有科技创新基地的运行管理,并布局新建一批国家级、部级、流域和地方等不同层次、不同类型的科技创新基地,到2025年,基本建成布局合理、重点突出、管理科学、运行高效、开放共享的水利科技创新基地体系。

一、充分发挥科技创新基地作用

围绕水利中心工作需要,结合国家科技创新基地优化整合有关要求,对现有水利科技创新基地进行改革重组和优化调整,规范和加强运行管理。

强化部级重点实验室建设。针对现有10个部级重点实验室体量大小不一、研究方向交叉重复等问题,通过调整研究领域、优化研究方向等方式进行改革重组,围绕水利行业需求,在水旱灾害防御、水库调度与大坝安全、水土保持等方面适时优化调整。

优化调整部级工程技术研究中心。按照科技部关于国家工程技术研究中心的安排部署,推进现有13个部级工程技术研究中心的优化调整。对开展关键技术攻关和试验研究、重大

装备研制、重大科技成果的工程化实验验证类,调整为部级工程研究中心;对开展重大产业共性关键技术和产品研发、成果转化及应用示范类,调整为部级技术创新中心。

加强部级野外观测研究站的运行管理。加强现有 6 个部级野外科学观测研究站基础设施、数据采集、仪器设备和人才队伍等能力建设,积极争取从基建渠道为野外观测研究站列支建设经费。指导野外站开展稳定连续观测、试验研究和科技示范,加强野外科学试验研究和数据资源共享。

二、布局新建一批科技创新基地

围绕现有水利科技创新基地布局短板,按照“缺什么、补什么”的原则,新建 20 个部级重点实验室、10 个部级工程研究中心或技术创新中心和 30 个部级野外科学观测研究站。支持引导流域、地方、科研院所、科技企业等开展水利科技创新基地建设。

部级重点实验室。为支撑重大国家战略和新阶段水利高质量发展六条实施路径的贯彻落实,围绕长江、黄河、太湖、粤港澳大湾区等重点流域或区域,以及智慧水利、河湖生态环境复苏、节约用水、水利大数据、水工程安全建设运行等重点领域,布局建设 20 个部级重点实验室。

部级工程研究中心(部级技术创新中心)。针对水利行业部分关键核心技术受制于人等问题,聚焦共性关键技术和工程化技术研究,围绕国家水网建设、雅鲁藏布江下游水电开

发、黄河水沙利用、南水北调、水利关键信息基础设施等重大工程,布局建设 10 个部级工程研究中心或技术创新中心。

部级野外观测研究站。聚焦为保障区域水安全和水利高质量发展提供基础支撑,围绕重要江河源区、国家重大区域发展战略涉及的重点区域,以及水文水资源、农田灌溉、水土保持、水生态保护等重点领域,布局建设 30 个部级野外科学观测研究站。

部级科技资源共享服务平台。加强科技成果、科研仪器设备、科学试验数据等科技资源汇集、共享及应用,推进建设行业相关科技资源共享服务平台。

流域、地方等创新基地。支持引导流域、地方、水利高校院所以及科技企业等开展科技创新基地建设,组织成立协同创新平台(联盟)等,满足不同层次的水利科技创新需求。

三、推动国家级水利科技创新基地建设

按照科技部关于国家科技创新基地的工作部署,积极培育部级科技创新基地中工作领域与国家布局契合、基础条件较好的平台,推动建设国家级科技创新基地。“十四五”时期,力争新建 3 个国家级科技创新基地。

围绕国家水网建设、水旱灾害防御、智慧水利、长江和黄河流域治理与保护等领域,积极争取布局新建国家重点实验室;围绕黄河水沙资源高效利用、雅鲁藏布江下游水电开发等领域,积极争取布局新建国家工程研究中心或国家技术创新

中心；围绕长江源区水生态系统演变、荒漠草原生态水文演变、黄土高原水土保持等领域，积极争取布局新建国家野外科学观测研究站。

四、健全创新基地运行管理机制

完善制度建设。制定水利部野外科学观测研究站建设运行管理办法，修订水利部工程研究中心（部级技术创新中心）管理办法。完善科技创新基地的评估考核指标，强化分类管理和考核评估，形成能进能出、动态调整的管理制度。

强化监督管理。加强对科技创新基地的日常建设运行管理，规范创新基地财务、项目、人员聘任、资产及设备开放共享管理，定期编制创新基地年报，加强宣传交流和示范引导。依托单位要认真落实基地运行所需的各类保障条件，积极探索“实体化”运行。

加大多元投入。推动和引导主管部门、依托单位、地方，以及社会力量等多元化经费投入。完善以考核评估为基础的分类支持机制，强化绩效考核和财政支持的衔接。继续加大基建投入，争取改善科研条件专项，强化科研条件能力建设。

第五章 水利科技体制改革

以激发创新活力和提升创新能力为着力点,进一步优化投入结构,完善体制机制,扩大科研自主权,加强科技人才队伍建设,完善激励机制,全面深化水利科技体制改革。

一、优化投入结构

凝聚各方力量,调动各类要素,优化水利科技投入结构,推动科技投入有效增长,保障水利科技研发需求。用足国家与地方科技投入政策,积极争取相关科技计划支持。充分发挥财政资金“四两拨千斤”作用,吸引带动社会资本、企业资本、金融资本增加水利科技投入,放大财政资金使用效应。努力开辟新的资金渠道,完善相关政策措施,营造有利于增加科技投入的政策环境。组织实施水利部科技计划,探索建立通过市场机制多渠道筹集资金的科技投入机制,形成多元化、多渠道投入格局。

二、完善体制机制

深化项目评审、人才评价、机构评估改革,构建科学、规范、高效、诚信的科技评价体系,进一步优化科研生态,发挥好评价“指挥棒”和“风向标”作用。持续推进科研院所管理运行机制改革,推动科研院所依法依规实施章程管理,支持科研院所按照章程规定的职能定位和业务范围开展科研活动。扩大科研相关自主权,在管理

运行、科研创新、人事管理、财务管理等方面赋予科研院所和领军人才更大科研自主权。根据新阶段水利高质量发展的科技需求,积极壮大水利战略科技力量,组织科研院所优化调整内设科研机构研究方向,着力提升科技企业创新能力,推动多出管用实用成果,提升支撑保障能力。

三、加强科技人才队伍建设

聚焦重大国家战略和水利高质量发展对人才的需求,依托国家重点工程、重大科研项目、科技创新基地等,着眼建设与经济社会发展相适应、与水利事业发展相匹配的一流水利人才队伍,以培养具有战略科学家潜质的高层次复合型水利人才、一流水利领军人才和创新团队为重点,补短板、抓重点、促发展,推动建立科技人才有序成长的梯队和通道,打造一支数量充足、结构优化、布局合理、素质优良的专业化水利人才队伍。“十四五”时期,选拔培养部级水利领军人才 50 名,水利青年科技英才 30 名,水利青年拔尖人才 200 名,部级人才创新团队 20 个。

深化人才发展体制机制改革。坚持“破四唯”和“立新标”并举,加快建立以创新价值、能力和贡献为导向的人才评价体系。积极推行“代表作”制度,鼓励把论文写到祖国的大地上。充分发挥重点实验室、工程研究中心、技术创新中心、人才创新团队、人才培养基地和重大水利项目等各类平台在人才培养中的基础性作用,促进人才培养、团队建设和平台建设无缝对接。向用人主体放权,扩大科研院所用人自主权。积极为科研人员松绑,深化落实减表、信息共

享等减负行动成果,赋予科研人员更大科研自主权。努力营造潜心研究、追求卓越、风清气正的科研环境,开创人人皆可成才、人人尽展其才的生动局面。

四、完善激励机制

围绕重大国家战略和行业发展需求,强化目标导向、问题导向、效用导向,探索重大科技攻关任务“揭榜挂帅、赛马争先、悬赏激励”等创新模式,进一步提升创新效率,推动实现创新价值最大化。探索建立科研院所绩效评价制度,探索建立与绩效评价结果挂钩的激励机制,推动科研院所立足职责定位、聚焦能力提升、强化创新质量、激发创新活力。完善收入分配激励政策,高层次人才、急需紧缺人才引进所需绩效工资可按有关规定不纳入单位绩效工资总量;引导科研院所完善科研资金、绩效工资激励机制,科研资金、绩效工资向承担国家、行业重大科研任务和成就突出的科研人员倾斜。指导有关社团优化科技奖励评选制度,控制奖励数量、提升奖励质量,重点奖励真正做出创造性贡献的科学家和一线科技人员,激励广大水利科技工作者勇攀高峰、敢为人先。

第六章 水利科技成果推广转化

坚持需求导向和问题导向,加快推进水利科技成果推广转化,充分发挥先进适用技术对保障水安全的重要支撑作用,到 2025 年,基本建成体系完善、运行高效、满足水利行业发展需求的科技成果推广转化体系。

一、健全科技推广体制机制

完善规章制度。制定《水利科技推广管理办法》,完善相关配套制度,进一步破除制约水利科技成果推广转化的体制机制障碍。推动科研院所建立科技成果转化现金奖励和内部分配等相关制度,激发水利科研人员创新创业活力。完善水利技术示范项目管理制度,细化管理措施,进一步规范水利技术示范项目管理。

强化组织领导。强化和落实流域管理机构、地方各级水行政主管部门成果推广转化工作职责,加强行业指导,推动构建各方共同参与、协力推进的工作格局。

建立工作机制。建立完善水利科技需求凝练、成果征集、推广运用和成效跟踪四项工作机制,每年组织开展先进适用科技成果的推广运用。健全完善科技成果动态管理机制。

探索多元化资金投入。发挥市场在水利科技成果推广转化中的重要作用,鼓励以股权方式开展合资、兼并或收购,加速成果推

广转化应用。拓宽科技成果推广转化融资渠道,充分利用政府引导基金,鼓励社会资本参与成果推广转化,带动各类社会投资机构在原始创新、中试熟化、成果产业化等阶段加大投入,探索科技成果转化创投基金,形成多元化资金投入模式。

二、加强科技推广基础能力建设

强化水利科技成果供给。以重大国家战略实施和水利高质量发展需求为导向,拓展先进适用水利科技成果来源渠道,遴选高质量科技成果,发布水利部年度成熟适用科技成果推广清单和重点推广指导目录,加强行业技术分级分类管理。围绕水利生产实践重大需求,组织引导水利科研院所、高等院校和科技企业开展研发攻关,增加成果供给。

加强水利科技推广体系建设。支持各级水行政主管部门、科研院所、高校、上下游企业、社会团体等,围绕水利产业链建立“政产学研用”深度融合的水利技术创新转化联盟,推动跨领域、跨部门协同创新。明确流域管理机构、地方水行政主管部门和行业科研机构成果推广转化的专门机构(部门)和专兼职人员,探索建立科技推广特派员制度。加强对成果推广转化从业人员的业务培训,推动建设一支高水平、专业化的成果推广转化队伍。组织专家面向水利基层开展技术指导和帮扶,提升水利基层单位技术应用和业务能力。

加强成果推广转化信息化建设。完善水利科技成果信息平台,建立水利先进适用科技成果信息库,积极推动智能化成果信息交

互平台建设。借助云计算、大数据、人工智能等技术,实现科技成果供需智能推荐、定制开发,提升成果推广转化信息化服务水平和管理能力。

三、加快先进适用科技成果推广运用

实施年度百项成果推广工程。坚持需求牵引和问题导向,将年度成熟适用科技成果推广清单作为水利技术示范项目组织实施的主要依据和支持重点,做好 500 项成熟适用水利科技成果推广项目的组织实施,加强过程监管,确保项目取得实效。

组织开展多形式推广活动。围绕支撑水利高质量发展重点技术需求,联合各级水行政主管部门、科研院所、企业和技术持有单位,搭建科技成果供需交流平台。每年组织举办国际先进水利技术(产品)推介会、成果供需交流会议、技术研讨会和培训班等各类活动,加大对科技成果的宣传推介。推进水利技术市场建设,利用水利成果信息平台等信息化手段发布科技成果信息,加强科技成果推广。

建设成果转化示范基地。依托水利行业现有平台和资源,充分发挥地方政府、科研机构、高等院校和科技企业积极性,在技术需求迫切、水利特色明显的典型流域和区域,开展先进适用技术集成应用和示范展示,建设一批水利科技示范工程、科技示范园和科技推广示范基地,形成可复制、可推广的技术模式。

加强科技成果与技术标准衔接。优先将先进成熟或具有重大应用价值的科技成果纳入相关技术标准修订的重要内容。针对已

经过水利生产实践检验的创新性成果,建立水利行业标准的快速转化通道。鼓励具有地区特点的科技成果纳入地方标准体系,推动企业积极参与团体标准制修订。

第七章 水利技术监督

坚持需求导向,压实各方职责,基本建成标准、计量、认可、合格评定一体化运行的水利质量基础设施体系,形成各方参与、合力推动的水利技术监督工作格局,为新阶段水利高质量发展提供技术支撑。

一、深化水利标准化体系改革

不断加强标准化工作顶层设计。重新组建水利标准化领导小组专家委员会,不断完善水利标准化工作联络员制度和水利团体标准协调机制,持续推动水利标准化管理制度化、规范化、程序化。完善标准的制修订程序、复审、强制性标准管理等方面的措施与规定,使标准化各项工作有规可守、有章可循。修订发布《水利工程建设标准强制性条文管理办法(试行)》《水利标准化试点示范项目管理细则》等制度。强化水利标准化机构建设和人才培养工作,推动增设水利标准化相关研究机构,积极申报国家技术标准创新基地。

稳步推进新体系标准编制工作。不断完善《水利技术标准体系表》,统筹做好标准年度项目计划。围绕推动新阶段水利高质量发展六条实施路径的需求,补短板、强弱项,有序开展相关标准的制修订,加快水库泄放生态流量、中小型病险水库除险加固、智慧水利、流域治理管理等领域标准的制修订,逐步废止与新阶段水利高

质量发展不相适应的水利技术标准,编制发布《长江流域及以南区域河湖生态流量确定和保障技术规范》《水库大坝加固设计导则》等 100 项左右标准。

加快推进强制性标准的编制。梳理总结强制性标准研编经验、协调相关强制性标准关系,完成 10 项水利强制性标准制定工作。基本完成含强制性条文标准的修订与清理。积极沟通协调国家标准化管理委员会和住房城乡建设部,推进水利强制性国家标准的立项和编制。

培育发展水利团体标准。鼓励水利社会团体根据市场需求在其章程规定的业务范围内开展团体标准编制工作。鼓励将创新成果融入团体标准。加强对水利社会团体标准化工作的指导与监督,引导团体标准依法有序发展。培育一批具有影响力的团体标准制定主体,制定一批与政府主导制定标准实施协调配套的团体标准。

二、强化标准管理与实施监督

开展水利标准化课题研究。对 2021 年版《水利技术标准体系表》外相关标准进行分析研究,提出推动新阶段水利高质量发展六条实施路径的水利技术标准体系完善对策和建议,组织开展流域水利技术标准体系和管理体制机制分析研究,创新标准化立项方式,探索以奖代补标准立项机制。

加强标准编制管理。持续创新优化标准制修订程序,缩短制修订周期,规范进度提醒、督办和约谈制度,提高标准制修订效率。严格把关标准制修订环节、标准主编人员和审查人员确定等,进一步

健全标准专家库,不断完善专家审查评价机制和动态管理机制,加快标准提档升级。推动在优势专业领域同步开展标准编制与翻译工作。

完善标准审查程序。继续强化标准立项、送审、报批、发布等阶段的审查程序,不断提升标准编制质量。充分发挥标准化领导小组专家委员会作用,在标准报批发布前提交标准化专家委员会审议,并同步开展第三方机构评估。对于重大和重要标准规范,提请部务会研究或签报部长审定后发布。

推动标准实施与监督。探索标准化宣传新方法、新模式,提升全行业标准化意识。开展重要技术标准的宣贯培训和试点示范工作。按照“谁提出、谁实施”的原则,落实主持机构标准实施的主体责任。强化强制性标准和团体标准的监督管理。健全标准实施反馈信息处置机制,明确处理工作时限、程序要求等。进一步完善标准实施效果评估机制,原则上对实施5年及以上的标准开展评估工作,实现标准实施效果评估工作常态化。加强标准复审与标准实施信息反馈、标准实施效果评估等工作的衔接联动。

加强标准信息化建设。全面梳理标准化工作主要业务流程,进一步优化现有标准管理信息系统,有效提升标准化项目管理效率。升级改造标准公开信息系统,健全标准公开数据库,有效收集公众对水利技术标准应用的意见建议,适时公开水利地方标准和团体标准有关信息。

三、推动水利标准国际化

推动水利技术标准走出去。研究确立水利标准国际化重点领域和方向,加强标准翻译顶层设计,增加标准翻译数量。开展中外水利技术标准比对与跟踪研究。利用国际水利组织推动我国优势技术标准走出去,推动在水利援外、国际合作等项目中应用我国水利技术标准,积极参与 ISO/TC 113(国际标准化组织明渠水流测量技术委员会)活动,推动我国水利标准国际化。

参与国际标准制定。继续推进国际标准化组织发布《小水电技术导则》系列国际标准,并及时跟踪标准的推广应用。有效发挥我国在国际水利组织中的作用,争取将我国水利技术标准英文译本作为其技术文件正式发布。争取成立国际涉水标准化技术机构秘书处,推动在我国水利优势领域参与制定国际标准。

拓展标准国际化合作领域。借助国家标准化管理委员会相关国际化平台,与更多的国际组织开展合作,学习借鉴国外先进水利技术标准。积极参与国际标准化工作,培育国际标准化人才队伍,加强与欧盟、日本等发达国家和地区标准化管理机构的合作,拓展标准国际化活动空间。利用与水利相关的国际化平台主办或承办国际会议,提升我国水利技术标准在国际上的影响力。

四、加强水利计量和认证认可

稳步推进水利计量工作。开展《水利行业计量管理办法》等计量政策制度制修订,协调国家市场监督管理总局联合制定出台关于加强取用水计量工作的指导意见,完善取用水计量技术标准体系。凝聚计量专业人才,加强国家水资源计量技术分委员会建设。

推进国家水文水资源计量站建设。加强计量标准制修订、计量关键技术研究、仪器设备及设施研制。建立水利计量监督检查机制。

扎实开展检验检测机构资质认定工作。稳步推进水利检验检测机构改革发展,推动相关检验检测机构整合。加强检验检测机构监督管理,完善评审程序,切实提高检验检测能力与水平,不断提升为水利高质量发展提供支撑和服务的效能。组织开展检验检测机构资质认定管理培训,加强人才培养。

持续推进产品认证和相关技术监督工作。加大节水产品认证推进力度,完善高效节水等绿色产品的认证和标识等工作,提升水利产品认证标志的市场认可度。探索开展水安全保障管理体系认证,全面提高水利单位运行管理能力。加强质量检验检测机构能力建设,提高检测数据和检查结果的准确度与可靠性,建设好国家水利工程质量监督检验中心。

第八章 水利科学普及

深入贯彻习近平总书记关于科普工作的重要论述,全面落实水利部党组对水利科普工作的新部署新要求,大力弘扬科学精神,积极传播人水和谐科学理念,不断拓宽科普领域,夯实科普载体,创新科普形式,创作科普精品,普及水科学知识,不断提高公民水科学素养。

一、建立健全水利科普体制机制

坚持政府主导、部门协作、社会参与的科普工作机制,形成统筹兼顾、联动配合、分工协作的水利科普工作格局。落实《水利部、共青团中央、中国科协关于加强水利科普工作的指导意见》有关要求,成立水利科普工作领导小组,组建水利科普专家委员会。组织动员科研院所、学校、学术团体、企业和新闻媒体等各方力量,开展水利科学普及。落实各级水行政主管部门科普工作主体责任,推动科普工作纳入相关发展规划及年度工作计划。

二、强化水利科普供给

围绕国家水安全战略需要和社会公众需求,重点在节水、水旱灾害防御、水资源保护、水生态修复等方面统筹加强科普作品开发和创作,在具备条件的科研项目中开展科研成果科普化试点。坚持一次创作、多次开发、多种方式呈现,不断创新水利科普方式手段,

打造一批集科学性和趣味性于一体的高品质水利科普精品。

三、推动建设水利科普基地

发挥科普基地在水利科普工作中的主阵地作用，逐步建成结构合理、层次清晰、特色鲜明的水利科普基地体系。依托水利科技创新基地、重大水利设施、水利遗产、水土保持科技示范园、国家水情教育基地、水利风景区等平台载体，建设 50 个水利科普基地。鼓励引导各级水行政主管部门依托公共文化场馆、科技场馆、教育培训基地等现有平台和设施，建设水利科普示范园区或设置水利科普展区。建立完善水利科技创新基地、水利科普场馆等常态化开放制度。

四、打造水利科普活动品牌

创建并逐步形成 10 个具有水利行业特色和社会影响力的科普活动品牌。面向社会公众，开展“水利科普讲堂”“中国水之行”“护好大水、喝好小水”等经常性科普活动。发挥共青团和少先队在中小学生中的引领带动作用，深化“美丽中国·青春行动”，参与筹划“小手拉大手”“全国中学生水科技发明比赛”等科普活动。面向水利科普工作者和参与者，开展全国水利科普讲解大赛、科普短视频评选、水利科学试验展演汇演等系列活动。

五、加强水利科普队伍建设

加强水利科普人才培养和队伍建设，专兼职科普工作者及志愿者数量达 5000 人。依托水利科研院所、业务部门、相关高校和学术团体，培养选拔专家学者和业务骨干，激励高层次科研人员既做

水利科技创新的硬主力,又做科学普及的真专家。要求水利科研院所设立专职科普工作人员。支持科研人员到中小学校担任校外辅导员,鼓励学校遴选相关课程教师参与水情教育员、辅导员等培训。推动建立部、省、市、县四级科普讲解员队伍,积极搭建水利科普志愿者服务平台,引导社会公众投身水利科普实践。

六、强化水利科普保障

各级水行政主管部门把科普工作经费列入本单位预算,加强统筹,实行专款专用。积极吸引、引导和鼓励社会机构、企业单位、社会团体及个人投入水利科普工作。利用行业学会、协会等平台,探索设立水利科普发展基金。充分发挥大禹水利科学技术奖等各级水利科技奖励中科普类奖项的激励引导作用,在水利科技创新基地评估中明确科普要求,在职称评审等工作中提升科普成果的赋分权重。

第九章 水利科技国际合作

水利科技国际合作是我国对外开放和水利事业的重要组成部分,为我国水利高质量发展发挥重要支撑作用。“十四五”时期,将按照党中央有关部署、水利部党组对国际合作与科技工作的最新要求,多层次、宽领域、全方位开展水利科技国际合作,努力扩大对外开放的广度和深度,积极推动和参与全球水治理和科技治理改革,主动融入全球创新网络,以高水平开放打造国际合作和竞争新优势,持续提升我国在全球水治理体系中的话语权和影响力,推动构建新型水利国际关系和科技创新共同体,为世界各国共同应对水挑战积极贡献中国智慧。

一、增强中国水利科技国际影响力

加强与联合国教科文组织、世界水理事会、亚洲水理事会、国际大坝委员会、国际灌排委员会、国际水利与环境工程学会、国际水资源学会等国际组织的联系,以更加开放的思维和举措推进政府间科技创新合作,主办一批具有广泛影响、具有实效的高水平国际会议,包括第四届世界灌溉论坛、第18届世界水资源大会、第三届亚洲国际水周、第九届今日水电论坛、国际航运协会第10届内河航运国际学术会议等,吸收借鉴国外先进科学技术成果和成功经验,服务水利高质量发展。加强国际组织主席等重要任职人员的

推荐和培养工作,鼓励更多青年学者、科学家、企业技术专家等在国际组织、国际期刊任职。推动在我国境内设立洪水管理、水生态保护等领域新的国际科技学术组织,鼓励重要国际组织在我国境内设立总部或分支机构,鼓励我国水利科技组织积极吸纳国际会员,扩大中国水利科技的国际影响。

二、积极融入全球创新网络

积极支持涉水科研院所和国际组织发起、参与国际水利科技计划和大科学工程,利用水利学科优势和特色,发起设立国际山洪计划,进一步夯实基础,发挥好基于“互联网+工程医院”国际平台的作用。对接重点领域科技合作,深化在全球气候变化、碳达峰和碳中和、水灾害监测预警和风险控制、节水型社会、智慧水利、流域生态保护与修复、水工程安全等领域的合作,加强与周边国家在跨界河流规划编制、水文报讯、防洪减灾、节水灌溉、工程建设等方面的技术交流合作,提升创新资源共享水平与可持续发展的能力。鼓励更多外国高层次水利专家来华工作,更好地吸纳国外水利科技尖端人才和复合型管理人才参与我国水利建设,推动更多外籍科学家在部属科研院所和学术组织任职。大力促进民间科技合作交流,支持各类创新主体与国外同行加强联系,形成长期稳定的沟通交流渠道和对话平台,积极主动融入全球创新网络。

三、深化“一带一路”水利科技合作

落实国家共建“一带一路”高质量发展的要求,根据推进“一带一路”建设水利合作工作有关安排,充分发挥已建“一带一路”联合

实验室及海外研发和技术转移中心作用,促进国内外研发任务的衔接。推动共建共享水利科技合作园区、联合实验室、技术示范推广基地等创新平台,引导中外研究机构建立稳定的研发交流合作关系,不断提升合作层次和水平。结合水利部大数据中心建设和智慧水利相关工作安排,探索建设“一带一路”水利合作信息平台,为推进“一带一路”建设水利合作高质量发展提供系统可靠便捷的信息支撑服务。聚焦共建“一带一路”参与国家在经济社会发展中所面临的水问题,积极开展共性关键技术和应对共同挑战的合作研究,务实开展水利工程咨询、技术设备出口等国际合作,依托各自优势构筑多方共赢的水利科技创新链。

四、加强先进适用科技成果“引进来”和“走出去”

在重点国家和地区的水利多双边固定交流合作机制中,明确国际水利科技成果交流任务和内容,逐步建立出国团组技术成果跟踪报告制度,落实有关单位国外水利成熟适用科技成果报送责任制度,多渠道了解和跟踪国外先进理念、经验和技术成果。积极构建水利国际朋友圈,在水利基础研究、前沿技术、应用示范等领域加强和优化水利科技国际合作,通过优势领域的技术合作和项目建设,带动中国水利技术装备、科技成果和标准规范“走出去”,鼓励中国水利科学家主导或积极参与重大国际涉水科技合作规则、技术法规制定。

第十章 组织实施

加强对《规划》实施的组织、协调,营造重视科技创新的良好氛围,建立《规划》实施的评估、动态调整机制,推动形成《规划》实施的强大合力。

一、加强组织领导

在水利部党组的领导下,建立《规划》协调推进实施机制。各流域管理机构、地方水行政主管部门要结合工作实际做好与《规划》的衔接落实,加强水利科技创新工作的部署。加强《规划》中各领域研究任务的落实。强化水利科技攻关项目的部署实施,要与《规划》内容对标。充分发挥水利部科技委的咨询把关作用。加强宣传引导,最大限度凝聚行业内外共识和力量,充分调动全社会优势水利科技资源,共同推进《规划》顺利实施。

二、强化行业管理

落实“抓战略、抓规划、抓政策、抓服务”要求,加快转变科技管理理念和组织方式,不断提升科技管理能力和水平。通过调研、座谈会、联席会等多种方式加强各级管理部门的沟通、协调,鼓励和支持召开跨区域、跨领域的现场会、推介会和交流会,成立不同主题和范围的科技创新联盟。推动建立上下互动、左右互联、协调高效的水利科技管理体系。

三、营造良好氛围

大力弘扬科学家精神,广泛宣传心怀“国之大者”、潜心研究并作出突出贡献的水利科技工作者和团队的先进事迹,激励广大水利科技工作者开拓创新,献身祖国水利事业。强化科研诚信建设,坚持预防与惩戒并举,完善诚信约束和失信惩戒机制,加强教育监督力度,凝聚诚信共识,引导科研人员自律,进一步净化科研风气。引导各单位开展多种形式的学术研讨和交流活动,鼓励科技工作者开展学术讨论和争鸣,提出新观点、新学说。营造尊重知识、尊重人才、鼓励创新、宽容失败的氛围。

四、做好跟踪评估

建立健全《规划》实施评估机制。开展规划实施中期评估和总结评估,把评估结果作为优化资源配置、改进水利科技管理工作、制定后续规划的重要依据。在评估基础上,根据水利高质量发展科技需求的新变化,对《规划》指标、重点任务等进行动态调整。

