

水利前期工作勘测设计任务书

数字孪生流域建设总体方案编制 项 目

总体方案编制 设计阶段

编制单位：水利部信息中心

编制日期：二〇二二年二月

目 录

一、项目名称.....	1
二、项目背景与必要性.....	1
(一) 项目背景.....	1
(二) 必要性.....	5
三、编制依据.....	8
(一) 习近平总书记重要讲话指示批示精神.....	8
(二) 党中央、国务院决策.....	9
(三) 有关法律、法规.....	9
(四) 水利部文件.....	9
四、指导思想及基本原则.....	10
(一) 指导思想.....	10
(二) 基本原则.....	10
五、工作目标与主要任务.....	11
(一) 工作范围.....	11
(二) 工作目标.....	12
(三) 工作任务.....	12
(四) 技术路线.....	13
六、主要工作内容.....	14
(一) 基础资料收集与调研分析.....	14
(二) 制定工作方案与技术大纲.....	14
(三) 开展需求分析.....	15
(四) 确定总体目标与主要建设任务.....	16
(五) 方案论证.....	17
(六) 专题研究.....	25
(七) 流域重点任务细化.....	30

(八) 开发数字孪生流域原型系统.....	40
七、预期成果.....	41
八、组织分工.....	41
九、工作进度安排.....	43
十、经费测算.....	44
附表 1 数字孪生流域建设总体方案编制工作经费测算表.....	45
附表 2 数字孪生流域建设总体方案编制工作各单位经费分配.....	48

一、项目名称

数字孪生流域建设总体方案编制。

二、项目背景与必要性

（一）项目背景

以习近平同志为核心的党中央高度重视网络安全和信息化，把信息化作为我国抢占新一轮发展制高点、构筑国际竞争新优势的契机，不断推进理论创新和实践创新，提出了一系列新思想新观点新论断。党的十九届五中全会审议通过的《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》（以下简称《建议》）明确要求“坚定不移建设制造强国、质量强国、网络强国、数字中国”，这个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纲领性文件，首次将“立足新发展阶段、贯彻新发展理念、构建新发展格局，推进高质量发展”作为整体理论用以指导国民经济和社会发展，是今后五年乃至更长时间中国经济社会发展的行动指南。十三届全国人大四次会议通过的《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》（以下简称《纲要》），将“加快数字化发展 建设数字中国”单独成篇，并明确提出“构建智慧水利体系，以流域为单元提升水情测报和智能调度能力”。《建议》和《纲要》均对“十四

五”时期的水利工作提出目标要求，也为智慧水利建设明确了方向和任务。《国家信息化发展战略纲要》强调“当今世界，信息技术创新日新月异，以数字化、网络化、智能化为特征的信息化浪潮蓬勃兴起。全球信息化进入全面渗透、跨界融合、加速创新、引领发展的新阶段。谁在信息化上占据制高点，谁就能够掌握先机、赢得优势、赢得安全、赢得未来。”

智慧水利建设是国家网信事业的重要组成部分，国家对信息化发展的一系列工作部署为“十四五”智慧水利建设提供了大好契机、提出了重要任务，国家网信发展战略方针对智慧水利建设提出了新的更高要求。2021年3月，水利部党组提出要将智慧水利作为新阶段水利高质量发展的显著标志大力推进；2021年6月，水利部党组提出把推进智慧水利建设作为推动新阶段水利高质量发展六条实施路径之一，要加快构建具有“四预”（预报、预警、预演、预案）功能的智慧水利体系；2021年10月，水利部印发《关于大力推进智慧水利建设的指导意见》《智慧水利建设顶层设计》《“十四五”智慧水利建设规划》《“十四五”期间推进智慧水利建设实施方案》等系列文件，谋划推进智慧水利建设，将数字孪生流域建设作为构建智慧水利体系的核心和关键，并部署七大江河数字孪生流域建设。2021年12月，水利部召开推进数字孪生流域建设工作会议，强调要大力推进数字孪生流

域建设，积极推动新阶段水利高质量发展。2022年1月，全国水利工作会议在北京召开，明确提出要加快建设数字孪生流域和数字孪生工程，做好顶层设计，构建数字化场景，开展智慧化模拟。

智慧水利是以网络安全体系、保障体系为框架，以物理流域为单元，构建数字孪生流域，进而支撑“2+N”水利业务应用的开展，总体框架如图1所示。

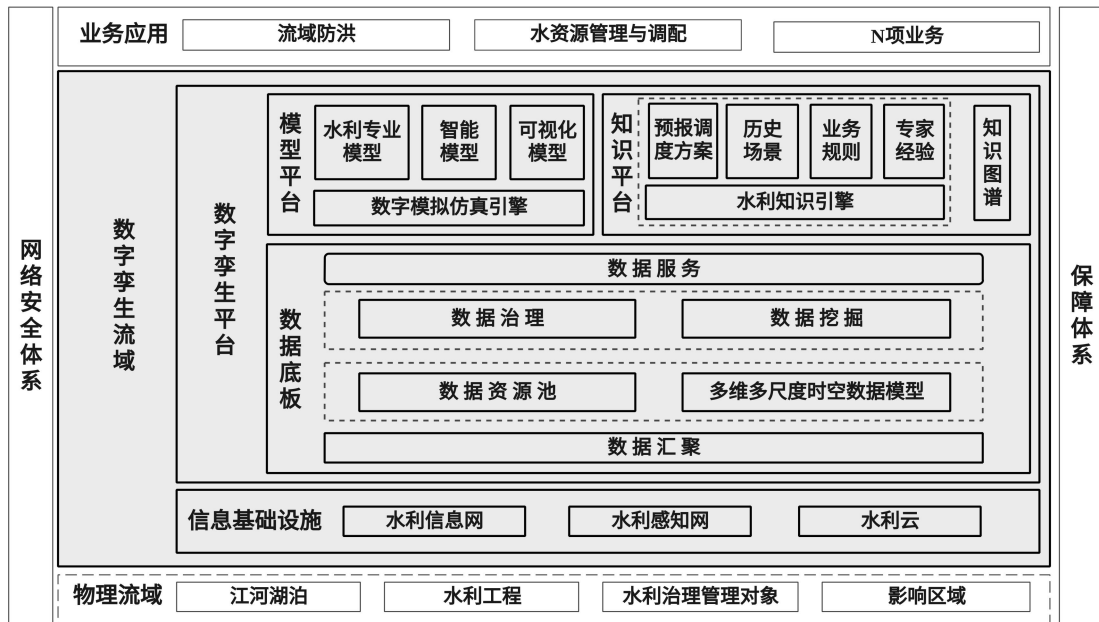


图 1 智慧水利总体框架

数字孪生流域是以物理流域为单元、时空数据为底座、数学模型为核心、水利知识为驱动，对物理流域全要素和水利治理管理活动全过程的数字映射、智能模拟、前瞻预演，实现与物理流域同步仿真运行、虚实交互、迭代优化。

数字孪生流域主要包括数字孪生平台和信息基础设施，建设框架如图2所示。以数字孪生流域建设带动智慧水利建

设，通过数字化、网络化、智能化的思维、战略、资源、方法，可有效提升水利决策与管理的科学化、精准化、高效化能力和水平。

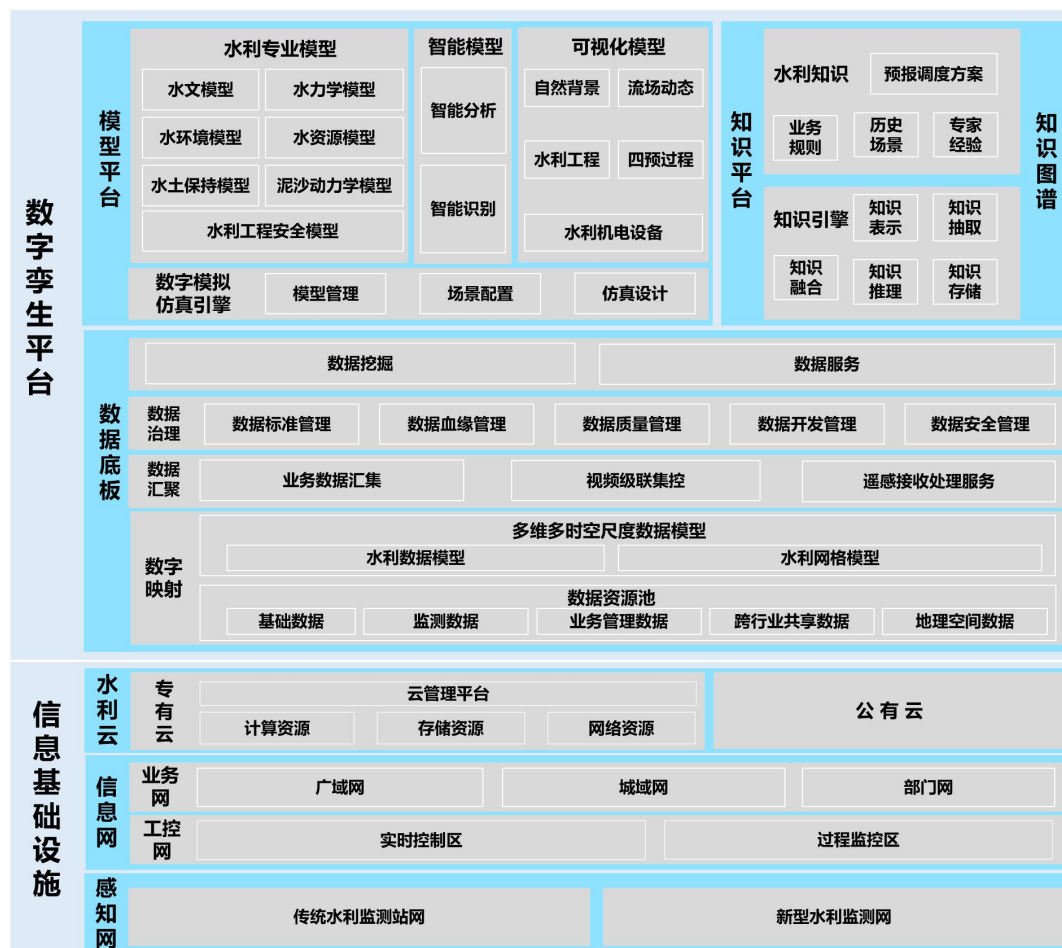


图 2 数字孪生流域建设框架

数字孪生流域建设是一项复杂的系统工程，时间紧、任务重、难度大、要求高，涉及多家单位、多个层级、多项技术，需要全系统全行业协同推进，确保形成标准化、规范化、系统化有机整体，实现互联互通、数据共享、融合发展，避免各自为政、低水平重复建设，有力有序有效开展建设工作。因此，为加快推进智慧水利建设决策部署，切实做好数字孪生流域建设，统筹组织好水利部本级及各流域管理机构的数

字孪生流域建设任务实施，亟需编制数字孪生流域建设总体方案，进一步明确业务需求、建设目标、具体任务、建设范围等内容，围绕总体设计、数据底板、模型平台、知识平台、水利感知网、水利信息网和水利云等建设方案展开深入论证，针对标准规范体系、数学模型体系、成果安全应用、共建共享、BIM（Building Information Modeling，建筑信息模型）模型轻量化等关键问题进行专题研究，为此，水利部信息中心商水利部规划计划司提出了本项目，特进行数字孪生流域建设总体方案编制工作。

通过本项目的实施，将加快推进水利业务场景数字化、模拟智慧化、决策精准化，为赋能水旱灾害防御、水资源集约节约利用、水资源优化配置、大江大河大湖生态保护治理等提供有力支撑，有效提升水利网信水平，在改造变革传统水利、提高水利管理和服务水平、推动水利部门职能转变中发挥重要作用，强力驱动并有力支撑新阶段水利高质量发展，预期社会效益和经济效益显著。

（二）必要性

第一，推进数字孪生流域建设，是贯彻习近平总书记重要讲话指示批示精神和党中央、国务院决策部署的明确要求。

习近平总书记高度重视网络强国、数字中国建设，对数字化、网络化、智能化提出了一系列明确要求。总书记强调，

没有网络安全就没有国家安全，没有信息化就没有现代化；网信事业代表新的生产力和新的发展方向，应该在践行新发展理念上先行一步；虚拟现实技术逐步走向成熟，拓展了人类感知能力。习近平总书记在部署加快构建抵御自然灾害防线时，强调要补好灾害预警监测短板，并对建设国家水网提出了“绿色智能”的要求。党中央“十四五”规划建议提出，要加强数字社会、数字政府建设，提升公共服务、社会治理等数字化智能化水平。国家“十四五”规划纲要明确要求，构建智慧水利体系，以流域为单元提升水情测报和智能调度能力。国家“十四五”新型基础设施建设规划明确提出，要推动大江大河大湖数字孪生、智慧化模拟和智能业务应用建设。黄河流域生态保护和高质量发展规划纲要、长江三角洲区域一体化发展规划纲要等，都对数字孪生流域建设提出了明确要求。为坚决贯彻落实总书记重要讲话指示批示精神，落实落细党中央、国务院重大决策部署，需要大力推进数字孪生流域建设。

第二，推进数字孪生流域建设，是适应现代信息技术发展形势的必然要求。

进入新发展阶段，云计算、大数据、人工智能技术快速发展，推动水利发展向数字化、网络化、智能化转变的技术条件已经具备。从数字化来看，现代空间对地观测的新技术不断涌现，卫星遥感、航空遥感、无人机倾斜摄影、智能传

感器、物联网等现代遥感和监测技术，为江河水系、水利工程、水利管理运行体系动态在线监测提供了先进感知手段；从网络化来看，信息网络技术的迅猛发展和移动智能终端的广泛应用，互联网特别是移动互联网以其泛在、连接、智能、普惠等突出优势，成为水利管理创新发展新领域、信息获取新渠道、决策支持新平台；从智能化来看，理论建模、技术创新、软硬件升级的整体推进正在引发链式突破，为实现水利智能分析研判和科学高效决策提供了技术驱动。近年来，水利信息化建设取得了积极成效，水利系统的数字化、网络化、智能化技术应用不断取得新的进展，但与水利高质量发展的需求相比，流域透彻感知算据不足、模型算法距高保真目标有差距、计算存储算力不强、网络安全防护能力偏弱、业务智能程度较低等问题依然存在。亟需充分发挥新一代信息技术的支撑驱动作用，加快推进以数字孪生流域为重点的智慧水利建设，赋能水旱灾害防御、水资源集约节约利用、水资源优化配置、大江大河大湖生态保护治理，推动新阶段水利高质量发展。

第三，推进数字孪生流域建设，是强化流域治理管理的迫切要求。

强化流域治理管理，实现流域统一规划、统一治理、统一调度、统一管理，必须由数字孪生流域作技术支撑。统一规划方面，需要在数字孪生流域中，将流域自然本底特征、

经济社会发展需要、生态环境保护要求等作为条件或约束，对规划内容、指标等要素预演分析，全面、快速比对不同规划方案的目标、效果和影响，确定最优规划方案，提高规划的科学性、合理性、可行性，实现流域综合规划、专项规划、区域规划衔接协调。统一治理方面，需要在数字孪生流域中预演工程项目建设方案，评估工程与规划方案的符合性，分析工程对周边环境和流域整体影响，辅助确定工程布局、规模标准、运行方式、实施优先序等指标。统一调度方面，需要在数字孪生流域中预演洪水行进路径、洪峰、洪量、过程，动态调整防洪调度方案；根据流域内不同区域生产、生活、生态对水位、水量、水质等指标的要求，预演工程体系调度，动态调整和优化水资源调度方案；发电、航运、生态、泥沙等调度方案也都需要在数字孪生流域中预演，确保工程体系多目标联合调度整体最优。统一管理方面，需要通过数字孪生流域动态掌握水资源利用、河湖“四乱”、河湖水系连通、复苏河湖生态环境、生产建设项目水土流失、水利设施毁坏等情况，实现权威存证、精准定位、影响分析，加强信息共享和业务协同，支撑上下游、左右岸、干支流联防联控联治，为依法实施流域统一管理提供技术支持。

三、编制依据

（一）习近平总书记重要讲话指示批示精神

1) 习近平总书记关于网络强国的重要思想

- 2) 习近平总书记“十六字”治水思路
- 3) 习近平总书记关于治水重要讲话指示批示精神

(二) 党中央、国务院决策

- 1) 《关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》
- 2) 《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》
- 3) 《黄河流域生态保护和高质量发展规划纲要》
- 4) 《长江三角洲区域一体化发展规划纲要》
- 5) 《国家信息化发展战略纲要》
- 6) 《“十四五”国家信息化规划》

(三) 有关法律、法规

- 1) 《中华人民共和国网络安全法》
- 2) 《中华人民共和国数据安全法》
- 3) 《中华人民共和国个人信息保护法》
- 4) 《关键信息基础设施安全保护条例》

(四) 水利部文件

- 1) 《关于大力推进智慧水利建设的指导意见》
- 2) 《智慧水利建设顶层设计》
- 3) 《“十四五”智慧水利建设规划》
- 4) 《“十四五”期间推进智慧水利建设实施方案》
- 5) 《水利前期工作投资计划管理办法》

6) 《水利工程设计概估算编制规定》

四、指导思想及基本原则

(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，深入贯彻党的十九大和十九届历次全会精神，深入践行习近平总书记“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”十六字治水思路和习近平总书记关于网络强国的重要思想，立足新发展阶段，完整、准确、全面贯彻新发展理念，构建新发展格局，推动高质量发展，按照“需求牵引、应用至上、数字赋能、提升能力”要求，根据水利部推进智慧水利建设部署，将数字孪生流域建设作为构建智慧水利体系的核心和关键，坚持大系统设计、分系统建设、模块化链接的系统观念，以数字化场景、智慧化模拟、精准化决策为路径，推进算据、算法、算力建设，为“2+N”水利智能业务应用提供支撑。

(二) 基本原则

需求牵引，应用至上。从推动新阶段水利高质量发展出发，深入分析水利业务的目标、流程、功能、数据等需求，将需求作为数字孪生流域建设的基本依据；强化应用思维，数字孪生流域建设应为水利治理管理和决策提供有力支撑。

顶层设计，分步建设。遵循《智慧水利建设顶层设计》，科学构建干支流、上下游、左右岸以及重要部位、重点工程、

重要断面组成的数字孪生流域架构，根据需求迫切性、技术可行性、条件成熟性，科学编制分步骤分阶段建设方案。

流域统筹，协同建设。按照强化流域治理管理“统一规划、统一治理、统一调度、统一管理”的要求，以流域为单元，加强对流域内各级数字孪生流域建设的统筹协调，明确任务分工，发挥各方优势，避免重复建设。

统一标准，按需共享。遵循水利部印发的管理和技术文件及有关行业标准，围绕开展水利治理管理活动和建设数字孪生流域的实际需要，充分共享数字孪生流域建设成果，确保各方建设成果能够集成为有机整体。

整合资源，集约共享。按照“整合已建、统筹在建、规范新建”要求，充分利用现有的信息采集、网络通信、计算存储等基础设施及国家新型基础设施，有针对性补充完善升级，实现各类资源集约节约利用和互通共享，避免重复建设。

更新迭代，安全可控。数据、模型、知识等内容应明确现势性要求，不断进行升级迭代，保持数字化场景、智慧化模拟与物理流域的同步性、孪生性；根据网络安全有关要求，强化国产软硬件应用，不断提升网络安全防护能力。

五、工作目标与主要任务

（一）工作范围

工作范围包括水利部本级和 7 个流域管理机构。

（二）工作目标

贯彻习近平总书记关于网络强国的重要思想、习近平总书记关于“十六字”治水思路和关于治水重要讲话指示批示精神，紧密结合推动新阶段水利高质量发展实际，按照需求牵引、应用至上、数字赋能、提升能力的要求，以数字化、网络化、智能化为主线，以数字化场景、智慧化模拟、精准化决策为路径，明确数字孪生流域建设的业务需求和总体目标，确定数据底板、模型平台、知识平台、水利感知网、水利信息网和水利云等主要部分的具体建设方案，专题研究标准规范体系、数学模型体系、成果安全应用、共建共享、BIM模型轻量化等关键问题，编制满足需求、内容齐全、技术先进的总体方案，以流域为单元编制七大江河数字孪生流域建设方案，加快推进数字孪生流域建设。

（三）工作任务

考虑我国不同流域发展和管理的差异性，以流域为单元，围绕国家重大战略、高质量发展、智慧水利以及水旱灾害防御、水资源管理与调配等“2+N”业务相关重点领域，充分调研水利部相关业务司局、各流域管理机构和部分典型省市水利部门；制定工作方案和技术大纲，落实工作组织形式、任务分工，明确各项任务开展的技术途径、技术标准和要求；按照“2+N”的业务需求，深入分析总结各单位、各业务、各场景下对数字孪生流域建设的需求，形成需求分析

报告；确定数字孪生流域建设总体目标，确定并细化建设任务，进一步明确建设范围；分别从总体设计、数据底板建设、模型平台建设、知识平台建设、水利感知网建设、水利信息网建设、水利云建设等角度对数字孪生流域建设方案进行论证；针对标准规范体系、数学模型体系、成果安全应用、共建共享、BIM模型轻量化等关键问题进行专题研究；在现有水利一张图系统的基础上，面向水利部本级、7个流域管理机构开发数字孪生流域原型系统；编制形成包括数字孪生流域建设需求分析报告、数字孪生流域建设总体设计报告、数字孪生流域建设方案论证报告、数字孪生流域建设专题研究报告、数字孪生流域建设总体方案、数字孪生七大流域建设方案和相关技术标准等在内的成果文件。

（四）技术路线

根据工作目标和任务，提出以下技术路线：

- 1) 进行基础资料收集、调研分析。
- 2) 制定工作方案与技术大纲。
- 3) 开展需求分析。
- 4) 确定总体目标与主要建设任务。凝练数字孪生流域建设的目标，确定建设任务，明确水利部本级和各流域数字孪生建设内容。
- 5) 论证各项主要任务的建设方案。
- 6) 编制形成水利部本级和7个流域管理机构的数字孪

生流域建设方案以及相关标准成果，组织分方案审查。

7) 专题研究标准规范体系、数学模型体系、成果安全应用、共建共享、BIM 模型轻量化等关键问题。

8) 汇总编制数字孪生流域建设总体方案。

9) 开发数字孪生流域原型系统。

10) 组织专家咨询、审查和评估，形成报批稿上报。

六、主要工作内容

(一) 基础资料收集与调研分析

为全面摸清当前数字孪生流域的建设现状及存在的主要问题，对照“需求牵引、应用至上、数字赋能、提升能力”的要求，针对水利部相关业务司局和各流域管理机构的职能安排和业务特点，在数字孪生流域建设总体方案编制的不同阶段，组织开展专题调研与座谈。考虑我国不同流域信息化发展和管理的差异性，以流域为单元，面向国家重大战略、高质量发展、智慧水利以及流域防洪、水资源管理与调配应用等“2+N”业务重点领域，调研各流域管理机构和部分典型省市水利部门，围绕水利信息化发展现状、信息系统建设的主要经验及亟需解决的关键问题等进行交流。对涉及到数字孪生流域建设相关标准文件进行收集和整理。

(二) 制定工作方案与技术大纲

1) 制定工作方案

落实工作组织形式、任务分工，时间进度安排和主要成

果要求，确保项目扎实有序推进，确保按时保质完成。

2) 制定技术大纲

明确各项任务开展的技术途径，明确采用的技术标准和
要求，明确对基础资料额有关成果的要求，制定各类表格，
提出成果章节框架，确保工作的统一性、一致性和可操作性。

(三) 开展需求分析

立足新阶段水利高质量发展，遵循智慧水利建设实施方案，按照十九大和十九届历次全会精神，对标对表社会主义现代化强国建设进程，按照“需求牵引、应用至上、数字赋能、提升能力”的要求，以数字化、网络化、智能化为主线，以数字化场景、智慧化模拟、精准化决策为实施路径，以流域为单元，按照“2+N”的业务需求，结合各流域水利信息基础设施（包括水利感知网、水利信息网和水利云等内容）、数据资源、业务应用建设现状。为实现支撑精准化决策的目标，坚持大系统设计、分系统建设、模块化链接的系统观念，强化应用思维，需求过程中重点考虑对业务流程优化和业务模式创新的服务，建设成果应具备支撑流域防洪、水资源管理调配等覆盖水利主要业务领域“四预”功能实现的能力。通过深入分析总结各单位、各业务、各场景下对数字孪生流域建设的需求，形成需求分析报告，为数字孪生流域建设方案编制奠定基础。

（四）确定总体目标与主要建设任务

1) 凝练建设目标

根据推动新阶段水利高质量发展的总体部署，按照“需求牵引、应用至上、数字赋能、提升能力”要求，坚持“大系统设计、分系统建设、模块化连接”的系统观念，以数字化、网络化、智能化为主线，以数字化场景、智慧化模拟、精准化决策为路径，充分发挥各流域管理机构对流域内地方水利部门和有关工程管理机构以及其他参建各方合力，编制大江大河大湖及主要支流、重点流域和重点区域的数字孪生流域建设方案，重点围绕如何实现预报、预警、预演、预案（“四预”）功能和支撑“2+N”业务智能应用运行，以提升水利决策与管理的科学化、精准化、高效化能力和水平为建设目标，为新阶段水利高质量发展提供有力支撑和强力驱动。

2) 确定建设任务

结合数字孪生流域建设的需求分析、功能定位和建设目标需求，梳理并明确水利部、各流域管理机构数字孪生流域建设任务。各单位需逐项简要介绍其工作内容，并结合本单位已有水利信息化建设情况，充分利用现有的信息采集、网络通信、计算存储等基础设施及国家新型基础设施，有针对性补充完善升级，厘清其建设任务中升级完善和新建部分，明确数字孪生流域建设与其他相关建设任务之间的关系。

3) 明确建设范围

分析水利部本级和 7 个流域管理机构的业务协同关系，明确部本级和各流域在定位和任务方面的共同点和区别，确定共建共享方案；做好与已建、在建、拟建任务间的衔接；根据流域具体工作基础，明确数字孪生流域、数字孪生河段、数字孪生水利工程建设范围及孪生程度。

(五) 方案论证

1) 总体设计方案论证

在明确数字孪生流域建设的业务需求、总体目标和主要任务的基础上，提出数字孪生流域建设的总体布局、业务体系框架、技术体系框架、业务协同框架、数字孪生平台建设、信息基础设施建设、信息资源整合共享、安全体系框架、开发部署策略、建设管理机制和运行维护机制等以指导数字孪生流域建设。

总体布局。要在分析水利部本级、各流域管理机构、地方水利部门、有关工程等单位等不同层级职能的基础上，因地制宜，合理施策，提出重点统筹水利部本级和流域管理机构并全面考虑水利行业的数字孪生流域建设总体布局。

业务体系框架。从“2+N”水利智能业务应用出发，进行数字孪生流域建设指标体系和工作流程分析，搭建数字孪生流域建设体系框架，保障数字孪生流域建设的业务合理性和可行性。

技术体系框架。在业务需求分析的基础上，选择合适的技术架构、技术路线、标准体系，搭建技术体系框架，支撑高可用、敏捷开发、微服务、大数据等，确保数字孪生流域建设的先进性。

业务协同框架。在“2+N”水利智能业务应用梳理的基础上，明确数字孪生流域建设的工作界面、业务衔接、反馈控制等业务关联关系，打破业务壁垒、实现业务联动，构建数字孪生流域业务协同联动机制，为业务流程、计算模型等双向调用打好基础，进一步推进信息技术与水利业务工作深度融合，提高水利业务应用智能化水平。

数字孪生平台建设。包括数据底板、模型平台、知识平台三部分。数据底板是在水利一张图的基础上进行升级扩展，完善数据类型、数据范围、数据质量以及优化数据融合、分析计算等功能，主要内容包括数据资源池、数据模型、数据汇聚、数据治理、数据挖掘和数据服务等内容。模型平台按照“标准化、模块化、云服务”的要求，采用三层框架，以微服务方式提供统一调用服务，建立模型的通用化开发封装技术及模型的标准化接口，实现跨级共享调用，主要包括水利专业模型、智能模型、可视化模型和数字模拟仿真引擎。知识平台利用机器学习等技术感知水利对象和认知水利规律，为数字孪生流域提供智能内核，支撑正向智能推理和反向溯因分析，主要包括水利知识和水利知识引擎，其中水利

知识以知识图谱为技术框架，融入预报调度方案、业务规则、历史场景和专家经验，为决策分析提供知识依据。

信息基础设施按照“整合已建、统筹在建、规范新建”原则统筹规划，提升对物理流域状态进行监测和智能感知的能力，加强存储和计算资源的集约化利用，为水利业务应用提供基础支撑环境，主要包括水利感知网、水利信息网、水利云等三部分。水利感知网围绕数字孪生和“2+N”水利业务应用需求，利用传感、定位、视频、遥感等技术，扩大对物理流域的监测范围，补充完善监测要素类型和数据内容，实现感知物联化；还通过加强水文基础设施建设、优化水土保持监测站点布局、开展中小型水库水文监测预警设施建设等完善水文监测体系，升级改造传统监测系统，增设监测要素、增加数据传输频次，推进自动在线监测，实现信息采集提档升级；同时加强卫星遥感、高清视频、无人机、无人船、地面机器人、水下机器人等新型监测手段应用，提升水利管理活动的动态感知能力，满足水利业务对数据和信息在空间尺度、时间频次等方面的需求。水利信息网主要包括水利业务网和水利工控网，本项目重点论证水利业务网建设任务，水利业务网包括广域网、城域网、部门网，其中广域网包括骨干网、流域省区网、地区网等，充分利用现有各级国家电子政务外网和水利业务网，通过租赁专线、自建光纤、卫星通信等多种方式，扩展网络覆盖范围，提高网络带宽，实现

网络全面互联，支持日常通信传输和应急通信服务保障。水利云采用政务云和专有云相结合方式，重点论证基础计算与存储、高性能计算、AI 计算、遥感分析、视频处理、灾备中心、视频会议等建设内容。

信息资源整合共享。在“2+N”水利智能业务应用梳理的基础上，充分整合共享不同层级数字孪生流域以及数字孪生水利工程的建设成果，为数字孪生流域提供内、外部数据交换共享。

安全体系框架。根据国家网络安全相关政策标准要求，遵循水利网络安全总体策略，以落实网络安全法、数据安全法、网络安全等级保护和关键信息基础设施条例要求为抓手，并充分利用国产商用密码技术，建立和完善统一安全体系、安全策略、落实安全技术和安全管理要求、构建自适应安全的闭环防护能力安全体系框架。

开发部署策略。统筹考虑“2+N”水利智能业务应用的平台开发与部署，针对数字孪生流域建设模式，优选开发与部署策略，实现数字孪生平台部署的开放性、继承性、安全性和高效性。

建设管理机制。主要包括组织机构、责任主体、项目实施、资源整合、质量控制等。

运行维护机制。主要包括机构、人员、经费、事权、责任等。

2) 数据底板建设方案论证

以全国水利一张图为基础，汇集完善基础数据、监测数据、业务管理数据、跨行业共享数据和地理空间数据等数据，重点论证如何利用高分卫星遥感影像、全国 30 米 DEM

(Digital Elevation Model, 数字高程模型) 以及局部区域测图卫星 DEM 等数据构建全国 L1 级数据底板，进行数字孪生流域中低精度面上建模，为业务数字化场景提供统一的大尺度基础空间数据，满足整体形势分析、大区域情况研判以及分布式坡面产流、河网汇流模型等需求。

在全国 L1 级数据底板基础上，结合流域统一规划、统一治理、统一调度、统一管理的要求，汇集省级基础数据、直管对象监测数据和跨行业共享数据，重点论证如何利用高分辨率 DOM (Digital Orthophoto Map, 数字正射影像图)、高精度 DEM、倾斜摄影、水下地形以及河湖管理范围和水土保持重点对象精细化专题等数据获取重点区域精细地表信息，进行数字孪生流域重点区域精细建模，构建 L2 级数据底板，为流域管理机构提供统一的中等尺度基础空间数据，满足河道洪水演进、重点对象水土保持模型计算等需求。

在 L1、L2 级数据底板的基础上，汇集水利工程 BIM、水利工程设计图以及水利工程周边航空倾斜摄影、工程区域的水下地形等数据，重点论证如何综合应用 BIM+GIS、物联网、视频监控、虚拟现实/增强现实 (VR/AR) 等技术，进行

数字孪生流域关键局部实体场景建模，构建水利工程坝区、库区及其下游影响区域 L3 级数据底板，为工程管理部门提供精准的信息支撑，满足水利工程安全监测评估、精准调度控制等需求。

3) 模型平台建设方案论证

按照“标准化、模块化、云服务”思路和按需构建、共享共用的原则，模型平台具备“模型构建灵活化、业务应用标准化、平台服务个性化”特点，能够根据物理环境变化实现模型参数实时校正优化从而提升模拟精度。按照水利专业模型、智能模型、可视化模型和数字模拟仿真引擎等不同类型模型建设任务的特点，模型平台建设方案论证主要包括水利专业模型、智能模型、可视化模型、数字模拟仿真引擎等模型系统的改造或者建设论证：

水利专业模型。依据模型的计算过程将各个功能模块化，各模块要求相对独立并可以独立计算。水利专业模型主要包括水文学、水力学、泥沙动力学、水资源、水环境、水土保持、水利工程安全等领域。

智能模型。重点论证基于大数据分析、神经网络的新型智能算法在水利对象识别、水利专业模型参数优化、无资料或少资料区域业务模拟以及基于数据的智能分析预测等场景的应用，不断推进实现水利专业模型与新型智能模型的融合应用。

可视化模型。论证针对自然地理背景、流场动态、水利工程、水利机电设备、水利业务“四预”过程的可视化模型建设，结合数字孪生平台数据底板背景，可视化模型能够在各级底板上真实展现物理流域中涉及水利业务的各类自然和业务场景。

数字模拟仿真引擎。在各级数据底板的基础上实现数字孪生流域与物理流域同步仿真运行，包括模型管理、场景配置、模拟仿真等功能。

4) 知识平台建设方案论证

重点论证如何通过面向结构化、半结构化和非结构化数据构建数字孪生流域知识平台，论证如何利用知识表示、机器推理和机器学习等技术感知水利对象关联和认知水利规律，为数字孪生流域提供智能内核，支持事件正向智能推理和反向溯因分析，满足不同应用场景决策支持需求。

5) 水利感知网建设方案论证

重点论证如何通过进一步优化和加密传统水利监测站点布局，进一步完善现有监测站网雨情、水情、工情监测站点。考虑模型和参数率定等因素，明确各类数据采集方式、采集范围、采集频次。开展中小型水库水文监测预警设施建设等完善水文监测体系，升级改造传统监测系统，增设监测要素、增加数据传输频次，推进自动在线监测，实现信息采集提档升级。

此外，重点论证如何在具体水利业务场景扩大卫星遥感、高清视频、无人机、无人船、地面机器人、水下机器人等新型监测手段的应用范围，提升水利管理活动的动态感知能力，满足水利业务对数据和信息在空间尺度、时间频次等方面的需求。

6) 水利信息网建设方案论证

论证如何依托国家电子政务网络、租赁公共网络、利用卫星通信等多种方式，扩展网络带宽资源，构建水利信息高速传输网络，支持日常通信传输和应急通信服务保障。重点研究水利部和流域管理机构之间基于 IPv6 的信息网络结构优化的实现方式，扩大水利部和流域管理机构互联网连接带宽，支撑数字孪生流域平台的信息交互与服务，进一步整合共享互联网接入，缩减互联网接入端口数量。

7) 水利云建设方案论证

重点论证水利云的分级建设、资源的升级扩容等内容，包括水利部本级建设一级水利云水利部本级节点，推进同城双活主中心和异地灾备中心建设，一级水利云的建设重点考虑数字孪生流域平台中基础计算与存储、高性能计算、AI 计算、遥感、视频、灾备、视频会议、会上调度等方面；各流域管理机构在水利部本级基础上，升级扩容高性能计算存储资源，建立流域管理机构一级水利云节点。

（六）专题研究

1) 数字孪生流域建设标准规范体系研究

数字孪生流域是一个复杂的巨系统，业务上涉及纵向多层次、横向多专业，技术上涉及多学科、多领域。为有效集成干支流、大小流域、水利工程等物理流域全要素数据和水利治理管理活动全过程信息，进一步推进各级建设主体形成的成果高效共享，优化信息资源的开发与利用，保护水利业务应用安全，提升新一代信息技术对水利业务的保障能力和服务水平，在标准规范体系方面有必要开展专题研究，全面梳理检视现有水利技术标准体系，特别是监测感知、数据资源、模型计算、业务流程等方面的标准，找出缺失以及不满足、不适应、不衔接数字孪生流域建设的标准规范，提出数字孪生流域建设标准规范体系，并按照急用先行原则明确亟需标准的编制时间表。

该研究将全面梳理现行相关国家标准和行业标准，并力求与国际标准接轨，厘清标准间的层次及相互关系，避免标准间的矛盾和交叉、遗漏和重复，重点研究解决水利技术标准体系和数字孪生流域建设标准的隶属和包容的关系，研究成果将成为后续调整优化水利技术标准体系的重要参考，作为推进数字孪生流域建设相关标准编制工作的主要依据。

按照《标准体系构建原则和要求》（GB/T 13016-2018），梳理数字孪生流域建设对水利技术标准提出的新要求，兼顾

与现行有关国家标准、行业标准和国际标准的相互衔接，遵循以下原则开展数字孪生流域建设标准规范体系研究：

1、全面性

力求将数字孪生流域建设所需的标准列清，争取做到不遗漏。并将其分门别类地纳入相应的类别中，使这些标准协调一致、互相配套，构成一个整体，避免重复和转换。

2、先进性

不仅考虑当前的技术水平，还对信息化发展和业务应用需求有所预见，适当采用相关国际标准，注重与现行有关标准的相互衔接，为实现信息资源共享和兼容奠定基础。

3、系统性

注重标准体系分类的科学、合理性，恰当地将不同适用范围的标准安排在不同的层次上，体现系统性；按标准的功用和内容进行分类，做到层次合理、结构分明。

2) 数字孪生流域数学模型体系研究

结合模型平台中各类数学模型的功能结构和应用现状，充分考虑对流域已建或在建模模型的整合共享，重点研究如何构建具有一定通用功能的数学模型；研究如何对数学模型的计算过程进行功能组件化，并制定标准的协议集和接口集，实现模型功能组件在线注册、按需组装和调用。

论证“1+7”模型平台建设模式，在水利部搭建一套模型平台并提供模型组件接口标准和共享标准等，各流域管理

机构通过调用相关模型组件搭建适合本流域或单位的水利专业模型；同时也可以根据本单位特色水利业务和水利模型的系统架构，开发具有流域和地方特色的水利专业模型组件库，并依照水利部组件接口和共享标准在部本级模型平台上完成注册，实现跨级共享。

3) 数字孪生流域建设成果安全应用研究

按照网络安全法、数据安全法、个人信息保护法、关键信息基础设施保护条例等法律法规要求，围绕收集、存储、使用、加工、传输、提供、公开等数据处理全流程存在的安全应用风险，重点研究以下三方面推动建立一体化协同加强体系化防护体系，确保数字孪生流域安全。

一是研究针对数字孪生流域建设完善水利网络安全体系。健全网络安全制度，层层压实主管单位、建设单位、运行单位、使用单位的安全责任。按照网络安全等级保护相应等级要求开展数字孪生流域涉及的安全物理环境、安全通信网络、安全区域边界和安全计算环境建设，存在重要业务系统、云计算环境、移动互联和物联网应用的，在以上基础上分别落实应用系统、云与虚拟化、移动互联和物联网扩展安全要求。

二是研究构建国产化软硬件环境。针对水利信息系统安全防护体系不健全、网络安全防护水平不高、核心设备和软件安全隐患日趋增多，尚未实现以国产化为主，安全风险高，

无法满足新形势的发展需要，梳理基于信创技术及硬件平台建设数字孪生流域的主要难题，降低信息安全风险并保障建设成果稳定运行，研究构建国产化硬件环境下的数字孪生流域。

三是增强关键信息基础设施和重要数据防护能力。要按照网络安全防护与信息系统同步规划、同步建设、同步运行的原则，建立数字孪生水利工程关键信息基础设施名录、数字孪生流域重要数据清单，研究数据分类分级、敏感信息识别、数据密态计算、异常行为识别、安全溯源取证等技术难题，提出基于风险管控的数据安全治理方法，全面提升全方位感知网络安全威胁和告警能力，增强攻防对抗水平和溯源反制能力。

4) 数字孪生流域共建共享研究

数字孪生流域在加快推进的过程中，受不同建设主体的建设方式差异、运行维护分散等制约，将会严重影响建设成果整体效益的发挥，随着对水利信息化认识的不断提高，以及水利应用的不断深入，互联互通、信息共享和应用协同等方面的重要性日益凸显，亟需开展专题研究。

为更好地适应新时期新形势下的国家信息化建设总体要求和数字孪生流域建设推进客观需要，实现不同数字孪生体之间的数据交换和业务协同，推进建设成果整合共享，优化资源配置，提升投资效益，促进水利高质量发展，遵循《数

字孪生流域共建共享管理办法》，按照建设分工进行建设、成果共享、集成组装，统筹流域、区域、工程之间的共享。重点围绕机制体制创新和信息技术深入应用，实现建设共建共享，促进业务应用协同。

在推进数字孪生流域建设成果整合的专题研究中，要坚持流域系统观念，强化流域统一规划，统一治理、统一调度、统一管理。充分考虑到在统筹协调相关部委和行业单位的过程中，要建立常态化信息汇集交换共享机制，实现信息互通、资源共享，打造良好的数据资源共享生态，保障数据真实、准确、权威，符合统一的技术标准和规范，形成多方合力，促进中央和地方、地方与地方、上下游、干支流、左右岸等多方面的统筹兼顾、联防联控、多元共治，促进数字孪生流域实现数据管理、数据协同和数据决策。

重点研究三级数据底板之间的多源信息共享模式和数据更新机制。研究基于统一语义模型的数据模型构建；研究具有数据抽取、转换、加载（Extract-Translation-Load, ETL）功能的数据集成方法或工具在实际中的应用；研究通用标记语言在现有水利网络环境支持条件下跨层级跨业务数据共享的实现。

重点研究水利部本级、各流域管理机构数字孪生流域平台各应用、各层级之间信息的共享、交互关系，研究如何利用或构建相关的接口、协议以及标准来实现数字孪生平台内

部以及跨系统之间信息集成和共享，来实现数字孪生平台中数据底板、模型和上层业务之间信息高效、稳定地流动。

5) BIM 模型轻量化技术研究

BIM 模型是一个集成大量复杂数据的三维模型，最终表现形式是可视化的多维度、多功能的计算机图形模型。一般通过专业的 BIM 建模软件生成的模型具有数据量大、复杂度高、可移植性差等问题。

重点从几何转换、渲染处理、模型压缩、统一数据格式等方面，结合水利工程数据特点和业务应用需求，开展数字孪生流域 BIM 模型轻量化技术研究，提升模型加载、渲染速度，实现 BIM 模型在各类 Web 浏览器、移动端应用上流畅使用。通过轻量化技术拓展 BIM 的应用场景，提升用户在使用 BIM 模型操作中的体验，充分发挥 BIM 技术的三维可视化、数据化能力，实现业务协同应用。

(七) 流域重点任务细化

各流域管理机构、省级水利部门按照《关于大力推进智慧水利建设的指导意见》《智慧水利建设顶层设计》《“十四五”智慧水利建设规划》《“十四五”期间推进智慧水利建设实施方案》等系列文件的明确要求，参照数字孪生流域总体框架，围绕涉及本单位建设范围内重点任务进行细化实化，明确本流域、本省范围内重点区域、重点河段和重点水利工程等建设任务的具体指标、更新频率及各项内容的完成

时间表和计划进度图等。各流域管理机构、省级水利部门根据流域信息化建设实际情况按照数字孪生流域建设总体目标、任务以及重点专题，本着急用先建原则至少选择一个重要流域、一个重点工程开展本流域建设方案的编制。各流域管理机构数字孪生重点建设任务参考如下：

1) 建设范围

七大江河应根据流域防洪、水资源管理与调配、河湖管理、水土保持等各类水利业务的应用需求需要，确定确定各自建设的重点区域、重点河段和重要水利工程。

2) 数据底板

各流域管理机构重点完成的 L2 级数据底板建设任务具体见表 1。

表 1 数字底板重点建设任务

序号	建设内容与范围		
1	L2 级地理空间数据	DEM	大江大河及主要支流的河湖管理范围、重要湖泊、使用频率高的蓄滞洪区、水土保持重点区
2		DOM	
3			防汛重点部位
4		倾斜摄影模型	流域防洪等重要业务重点关注区
5		水下地形	大江大河及主要支流重要防洪河段大断面
6			重要湖泊
7		专题数据	河湖管理范围、水土保持重点对象精细化等专题图层
8			
9	基础数据	本级管理的各类水利对象的主要属性数据和空间数据	
10	监测数据	汇集直管对象监测数据，接入省级规模以上水利对象监测数据	

序号	建设内容与范围	
11	业务管理数据	流域/省级相关信息系统中的业务管理数据
12	跨行业共享数据	按需共享的经济社会、土地利用、生态环境、气象、遥感等跨行业数据

3) 模型平台

各流域管理机构重点完成的水利专业模型建设任务具体见表 2。

表 2 模型平台—水利专业模型重点建设任务

序号	功能类型	建设内容与范围
1	降水预报模型	流域/区域范围降水预报模型
2	集总式水文模型	流域/区域范围的集总式水文模型
3	分布式水文模型	调用水利部本级分布式水文模型微服务结合本单位自有模型，构建面向大江大河关键控制节点以上流域/区域的分布式水文模型
4	水土保持模型	流域/区域范围的水土保持模型
5	一二维水动力学模型	大江大河及主要支流关键控制节点下游河道及主要蓄滞洪区的一维二维水动力学模型
6	水工程联合调度模型	流域主要洪水控制工程的联合调度模型
7	流域特色水利专业模型	长江委开发库群多目标联合调度模型；黄委开发泥沙动力学和冰凌预报模型；淮委开发蓄滞洪区调度模型；海委开发地下水数值模拟模型；松辽委开发宽浅型河流洪水演进模型；珠江委开发河口区风暴潮与咸情预报模型等；太湖局开发水环境模拟模型。供水利部、其他类似流域、省级水行政主管部门和工程管理部门进行模型调用，并共享预报调度成果。

各流域管理机构重点完成的智能模型建设任务具体见表 3。

表 3 模型平台—智能模型重点建设任务

序号	分类	功能类型	建设内容
1	智能分析模型	水利大数据分析模型	建设利用 AI 等技术从海量数据中发现复杂规律/模式, 进行分析预测的水利大数据分析模型。
		智能化水利模型	建设应用 AI 技术对传统水利专业模型进行升级改造的智能化水利模型。
2	智能识别模型	遥感识别模型 (河湖四乱)	构建码头、桥梁等涉河建设项目的识别模型, 阻碍行洪的建筑物识别模型, “四乱”地物自动识别模型等
3		遥感识别模型 (生产建设项目扰动)	构建生产建设项目扰动自动识别发现模型, 基于高分遥感数据发现、识别和提取出生产建设项目信息, 利用时序 InSAR 技术构建大坝、堤防等水利工程形变风险评估模型。
4		遥感识别模型 (地表水体)	利用水体指数提取法、深度学习方法等构建水体自动识别模型, 识别地表水体面积、水体界线等
5		遥感识别模型 (土壤墒情)	土壤湿度遥感反演模型
6		遥感识别模型 (岸线变化)	建设岸线变化的多时相遥感影像变化检测模型, 监测图斑的变化情况, 如工程工地、房屋、拦汉筑坝等
7		遥感识别模型 (生态补水)	补水前后水域面积变化
8		遥感识别模型 (下垫面信息)	下垫面地物类型自动识别模型
9		视频识别模型 (水尺水位)	构建、训练水尺水位图像识别模型, 智能检测水位尺上的数字和刻度, 并将刻度换算为水位深度河道范围线内工程车辆识别、沿河排口排水行为识别、垂钓行为识别、救生衣识别
10		视频识别模型 (闸门启闭)	构建、训练闸门开度识别模型, 智能识别闸门开度尺刻度, 自动分析闸门开度变化

序号	分类	功能类型	建设内容
11		视频识别模型 (涉砂船)	构建、训练涉砂船识别模型，结合视频摄像头所采集的热红外信息，智能识别监控区域内的涉砂船舶位置、个数等
12		视频识别模型 (工程车)	构建、训练工程车识别模型，结合视频摄像头所采集图像数据智能识别监控区域内工程车辆的位置、数目和车辆类型等。
13		视频识别模型 (安全帽)	构建、训练安全帽识别模型，智能识别监控区域内人员是否佩戴安全帽
14		视频识别模型 (漂浮物)	构建、训练水面漂浮物识别模型，智能识别河湖表面是否存在垃圾、生物（如蓝藻）等漂浮物，自动识别漂浮物类型、位置、数量等
15		视频识别模型 (垃圾堆)	智能识别划定识别区域内的垃圾堆
16		视频识别模型 (人员入侵)	人员入侵模型，智能识别监控区域内人员进入情况，分析其位置和数量，并区分内部人员和外部人员
17		视频识别模型 (水体颜色)	水利颜色识别模型，自动识别水体颜色
18		音频识别模型 (公众查询)	实时语音查询模型，将实时通话录音转为文本，提取关键词进行文本分析和理解，并给予进一步查询引导
19		音频识别模型 (预报投诉)	自动识别预报投诉，自动归类
20		音频识别模型 (意见反馈)	自动识别意见，提取关键信息

各流域管理机构重点完成的可视化模型建设任务具体见表 4。

表 4 模型平台—可视化模型重点建设任务

序号	分类	功能类型	建设内容
1	自然背景	河流、湖泊、侵蚀沟、地下湖、地下河、植被、建筑、道路	各类地物三维可视化模拟
2	流场动态	水流、泥沙运动、潮汐、台风	水流、泥沙运动、潮汐、台风的动态仿真模拟
3	水利工程	水库、水闸、堤防、水电站、泵站、灌区、引调水、淤地坝	水利工程可视化模拟场景构建
4	水利机电设备	水泵、闸门启闭机、水轮机、发电机组、船闸	水泵、闸门启闭机、水轮机、发电机组、船闸等三维可视化模拟
5	“四预”过程	洪水模拟仿真、水资源调度模拟仿真	七大江河分布式水文模型推演、一二维水动力耦合模型洪水演进

4) 知识平台

各流域管理机构重点完成的知识平台建设任务具体见表 5。

表 5 知识平台重点建设任务

序号	分类	建设内容
1	知识图谱	管理范围水利对象、影响区域内社会经济重要对象及其空间关系、水流关系、管理关系
2		大江大河中下游、重要支流、重要蓄滞洪区和重点水利工程区水利对象、产汇流计算单元、水循环模型之间的关联关系
3	历史场景与预报调度方案	大江大河中下游、重要支流降雨-洪水-调度方案场景，调沙-调度方案场景，流域来水-供用水需求-调度方案场景
4	业务规则	水文手册的结构化处理；洪水预报规则，防洪工程调度规则，联合调度规则；水资源管理与调配规则库；降雨-洪水-影响人口-经济损失关系；涉河建设项目合规研判规则；洪水风险图
5	专家经验	历史典型洪水、旱灾、防洪专家经验；产汇流分区特性性和洪水演进规律
6	水利知识引擎	按需补充淤地坝安全度汛预案等

5) 水利感知网

各流域管理机构重点完成的水利感知网建设任务具体见表 6。

表 6 水利感知网重点建设任务

序号	分类	功能类型	建设内容
1	传统水利监测站网	水害灾害防御	重要水系、干流重要断面、重要防洪防护对象（城市）、对水旱灾害防御具有调节能力或产生较大影响的水利工程的水位、流量监测
2			重要水利工程泥沙监测
3		水资源管理	重要省界断面、水系节点、已批复的分水河湖方案确定断面、已批复的水量分配方案确定的断面水位、流量监测和跨流域跨区域调水工程的下泄流

序号	分类	功能类型	建设内容	
			量监测	
4			跨流域跨区域引调水工程、流域管理机构发证及规模以上河道外取水项目、大中型灌区渠首的取水量与分水量监测	
5		水资源节约与保护	省界水质断面、重要水质基本站和饮用水水源地、重要江河湖库的水质监测，优化、加密监测点，补充水质监测实验室设备	
6			平原区地下水水位、取水量监测	
7			重要江河湖库的水生生物、水生生境监测	
8			生态调度监测断面的鱼类繁殖生境、水华特征、湿地生态水位、湿地生物特征	
9			生态流量监测断面的水位、流量监测	
10		水土保持	土壤侵蚀情况、淤堤坝地理环境等监测	
11		工程建设与运行管理	水利工程的变形、位移、渗流、应力、地震反应监测	
12	新型水利监测网	遥感监测	水旱灾害防御	
13			土壤旱情灾情监测	
14			洪涝淹没范围监测	
			蓄滞洪区工程建设情况监测	
15			岸线管理与保护	岸线管理涉河建设项目及“四乱”问题监测
16			水土保持	土壤侵蚀等监测
17			监督	生产建设项目扰动变化监测
18			管理	洪水影响评价类水行政许可项目、“四乱”行为等水事违法行为监测

序号	分类		功能类型	建设内容	
19			水行政执法	侵占河道，涉河违法建设项目，围海造地、围湖造地、围垦河道等水事违法行为监测	
20			水资源节约与保护	湿地面积及类型，水华暴发时间与覆盖面积	
21			基础数据采集更新	重点监管区域、地形地貌复杂区域数字地形、水下地形监测	
22	视频监控		水旱灾害防御	水利工程调度执行情况监测	
23			江面水势、水位监测		
24			水资源管理	重要水利工程调度执行情况监测	
25			水资源节约与保护	水体水质、漂浮物监测	
26			河湖岸线管理与保护	重要执法江段监测	
27			水行政执法	重要执法江段江河湖泊水域、水库大坝等重点水利工程、涉河建设项目、涉砂船舶监测	
28			监督管理	水利工程日常管理区域监测	
29			其他无人设备（日常管理）	水旱灾害防御管理	险工险段范围内的崩岸、险情监测
30					受灾区域影像和地形信息监测
31					水文测流

序号	分类		功能类型	建设内容
32			监督管理	许可的涉河建设项目的建设位置、界限以及面积等监测
33				水利工程项目的建设位置、界限以及面积等监测
34				重点监测区域、疑似违法对象等监测
35			水行政执法	水事违法案件现场取证和测绘、巡查河道长度和水域面积统计、疑似违法对象监测、疑似水事违法行为发现等
36	其他无人设备（应急监测）		水旱灾害防御	堰塞湖堰塞体上游、堰塞体和堰塞体下游的水文、流量和地形监测，分洪溃口上下断面、溃口形态及溃口流量、淹没区的水位及淹没范围监测
37			水资源节约与保护	突发水污染、水生态事件发生地的水质、水生态情况监测

6) 水利信息网

各流域管理机构重点完成的水利信息网建设任务具体见表 7。

表 7 水利信息网重点建设任务

序号	建设内容		
1	水利业务网	广域网	骨干网
2			流域省区网
3			地区网
4		城域网	
5		部门网	

7) 水利云

各流域管理机构重点完成的水利云建设任务具体见表 8。

表 8 水利云重点建设任务

序号	建设内容
1	一级水利云

(八) 开发数字孪生流域原型系统

按照数字孪生流域总体建设目标、建设任务，开发数字孪生流域原型系统。数字孪生平台主要由数据底板、模型平台、知识平台等构成。数据底板汇聚水利信息网传输的各类数据，经处理后为模型平台和知识平台提供数据服务；模型平台利用数据底板成果，以模型作为前瞻预演的重要技术手段进行计算和推理，利用模拟仿真引擎模拟和分析物理流域的运行状态和发展趋势，并将以上环节通过可视化模型动态呈现；知识平台汇集数据底板产生的相关数据、模型平台的仿真计算结果、历史水利知识，经水利知识引擎处理形成知识图谱以满足水利业务“四预”应用需求。

原型系统以水利一张图作为数据平台，在其上构建建设任务要求的模型平台和知识平台。原型系统兼顾机理、过程、模拟和调控，在水利一张图的数据基础上，按照总体任务要求搭建数字孪生流域模型平台和知识平台，采用可视化的模拟手段最终实现实际业务过程和虚拟仿真的同步平行服务，达到对业务全过程应对、流程逻辑清楚可信、适应变化并能有效调控。此外，数字孪生流域原型系统要求能够支持重要数字孪生水利工程的接入。

七、预期成果

主要成果包括 11 类共 21 份报告和 1 套原型系统。

- 1) 数字孪生流域建设需求分析报告 1 份
- 2) 数字孪生流域建设方案论证报告 7 份
- 3) 数字孪生流域建设专题研究报告 5 份（标准规范体系、数学模型体系、成果安全应用、共建共享、BIM 模型轻量化技术）
- 4) 数字孪生流域建设总体方案 1 份
- 5) 数字孪生长江建设方案 1 份
- 6) 数字孪生黄河建设方案 1 份
- 7) 数字孪生海河建设方案 1 份
- 8) 数字孪生松辽建设方案 1 份
- 9) 数字孪生淮河建设方案 1 份
- 10) 数字孪生珠江建设方案 1 份
- 11) 数字孪生太湖建设方案 1 份
- 12) 数字孪生流域原型系统 1 套

八、组织分工

数字孪生流域建设总体方案编制项目前期工作涉及范围广、工作任务重，技术要求高，项目由水利部网络安全与信息化领导小组办公室统一组织，水利部信息中心、7 个流域管理机构、水利部水利水电规划设计总院和中国水利水电科学研究院共同参与，按照统一部署、分工负责、协作衔接、

突出重点、规范有序的原则，成立方案编制领导小组和工作组，建立项目定期例会和不定期专题会议讨论重点难点问题的制度，全力推进方案编制，保证方案编制工作顺利进行。

按照智慧水利建设“全国一盘棋”的思路，遵循《智慧水利建设顶层设计》确定的建设目标、总体框架和建设布局，通过“大系统设计，分系统建设，模块化链接”，规范业务横向协同、纵向贯通，各参建单位协同推进数字孪生流域建设方案编制。

数字孪生流域是一个复杂的巨系统，业务上涉及纵向多层次、多部门，横向多专业，技术上涉及多学科、多领域。按照水利部关于流域机构工作“四个统一”的要求，在方案编制过程中应考虑到涉及流域内省区和工程数字孪生建设方案的指导，达到建设方案能够基本实现水利部/流域/省区/工程数字孪生的数据接口，技术标准，核心模型统一。

水利部信息中心对数字孪生流域建设总体方案编制工作技术负总责，牵头完成基础资料收集与调研分析、制定工作方案与技术大纲、开展需求分析、确定总体目标与主要建设内容等任务，负责方案论证（模型平台除外）、成果安全应用专题研究和共建共享专题研究等工作，负责开发数字孪生流域原型系统；各流域管理机构在整理分析本流域数字孪生流域建设的基础上，开展本流域数字孪生平台和信息基础设施建设的关键方案论证和专题研究，负责本流域数字孪生

流域建设方案编制，并配合部信息中心完成总方案的编制工作；水利部水利水电规划设计总院负责开展数字孪生流域标准规范体系研究和 BIM 模型轻量化专题研究工作；中国水利水电科学研究院负责开展数字孪生流域模型平台方案论证和数学模型体系研究，协助开展知识平台方案论证和标准规范体系研究等工作。

九、工作进度安排

2022 年 1 月启动，2022 年 12 月底完成，计划 12 个月完成。具体安排如下：

1、2022 年 1 月至 2022 年 3 月，开展数字孪生流域建设需求分析和建设目标及任务论证，编制需求分析报告。

2、2022 年 3 月至 2022 年 6 月，开展数字孪生流域建设总体设计，开展方案论证及专题研究，编制总体设计报告、方案论证报告和专题研究报告，同步开始数字孪生流域原型系统的建设。

3、2022 年 6 月至 2022 年 10 月，编制数字孪生流域建设总体方案和七大江河数字孪生流域建设方案。

4、2022 年 10 月至 2022 年 12 月，数字孪生流域建设总体方案咨询、审查与修改，完成数字孪生流域原型系统建设并具备上线试运行条件。

5、2022 年 12 月，开展数字孪生流域建设总体方案编制前期项目总结验收。

十、经费测算

根据《关于印发水利规划编制工作费用计算办法（试行）的通知》（水规计〔2002〕371号）、水利部《水利部会议管理办法》（水办〔2013〕464号）、水利部《水文业务经费定额标准》（水财务〔2017〕335号）和国家发改委、建设部《工程勘察设计收费标准（2002年修订本）》、《国家计委关于印发建设项目前期工作咨询收费暂行规定的通知》（计价格〔1999〕1283号）等前期工作收费的有关规定，财政部、国家机关事务管理局、中共中央直属机关事务管理局印发的《中央和国家机关会议费管理办法》（财行〔2016〕214号）、财政部印发的《中央和国家机关差旅费管理办法》（财行〔2013〕531号）等有关规定进行工作经费测算。

根据初步测算，工作经费约需 1600 万元，在中央水利前期工作投资计划中统筹安排；其中水利部信息中心经费约 650 万元，各流域管理机构经费约 750 万元（长委、黄委各 150 万元，淮委、海委、珠江委、松辽委、太湖局各 90 万元），水科院 100 万元、水规总院 100 万元。工作经费预算表见附表 1，各单位经费分配见附表 2。

附表 1 数字孪生流域建设总体方案编制工作经费测算表

序号	项目名称	主要工作内容	金额 (万元)	单价 (元)	数量 (人日)
项目总金额			1600		
(一) 基础工作			180		
1	基础资料收集与调研分析	为全面摸清数字孪生流域的建设现状及存在的主要问题，并对照“需求牵引、应用至上、数字赋能、提升能力”的要求，在数字孪生流域建设总体方案编制的不同阶段，组织开展专题调研与座谈。	120	1000	1200
2	制定工作方案与技术大纲	落实工作组织形式、任务分工，时间进度安排和主要成果要求，明确各项任务开展的技术途径，明确采用的技术标准和要求，明确对基础资料有关成果的要求，制定各类表格，提出成果章节框架，确保工作的统一性、一致性和可操作性。	60	1000	600
(二) 方案编制			1420		

序号	项目名称	主要工作内容	金额 (万元)	单价 (元)	数量 (人日)
1	需求分析	在前期调研的基础上，梳理调度业务流程，提炼共性调度需求和个性调度需求，按照“2+N”的业务需求，深入分析总结各单位、各业务、各场景下对数字孪生流域建设的需求，形成需求分析报告，为数字孪生流域建设方案编制奠定基础。	150	1000	1500
2	确定总体目标与主要建设内容	研究确定数字孪生流域建设的目标、范围、原则和具体任务。	70	1000	700
3	方案论证	研究提出总体设计方案、数据底板建设方案、模型平台建设方案、知识平台建设方案、水利感知网建设方案、水利信息网建设方案以及水利云建设方案。	490	1000	4900
4	专题研究	针对数字孪生流域建设标准规范体系、数学模型体系、共建共享、成果安全应用、BIM模型轻量化等关键问题开展专题研究。	280	1000	2800
5	流域重点任务细化	各流域管理机构针对数字孪生流域建设重点任务进行细化，围绕涉及本单位建设范围内各项建设任务进行实化，明确本流域范围内重点区域、重点河段和重点水利工程涉	230	1000	2300

序号	项目名称	主要工作内容	金额 (万元)	单价 (元)	数量 (人日)
		及任务的具体内容。			
6	开发数字孪生流域原型系统	按照数字孪生流域总体建设目标和任务，以水利一张图作为基础平台，开发数字孪生流域原型系统。	200	1000	2000

附表2 数字孪生流域建设总体方案编制工作各单位经费分配

序号	负责单位	经费分配（万元）	备注
1	水利部信息中心	650	<p>(1) 牵头完成基础资料收集与调研分析、制定工作方案与技术大纲、开展需求分析、确定总体目标与主要建设内容等任务；</p> <p>(2) 负责方案论证（模型平台除外）、成果安全应用和共建共享专题研究等工作；负责开发数字孪生流域原型系统。</p>
2	长委	150	<p>(1) 配合开展基础资料收集与调研分析、需求分析、总体设计方案论证；</p> <p>(2) 结合长江水利委员会数据资源建设现状，开展 L2 级数据底板-长江流域与水利部数据底板方案论证；</p> <p>(3) 结合长江水利委员会水利信息基础设施建设现状，开展面向长委的水利感知网方案论证、水利信息网方案论证；</p> <p>(4) 针对长委重点建设任务列表，开展长委数字孪生流域重点任务细化；</p> <p>(5) 编制数字孪生长江建设方案。</p>
3	黄委	150	<p>(1) 配合开展基础资料收集与调研分析、需求分析、总体设计方案论证；</p> <p>(2) 结合黄河水利委员会数据资源建设现状，开展 L2 级数据底板-黄河流域与水利部数据底板对接方案论证；</p> <p>(3) 结合黄河水利委员会水利信息基础设施建设现状，开展面向黄河流域的水</p>

序号	负责单位	经费分配（万元）	备注
			利感知网方案论证、水利信息网方案论证； (4) 针对黄委重点建设任务列表，开展黄委数字孪生流域重点任务细化； (5) 编制数字孪生黄河建设方案。
4	淮委	90	(1) 配合开展基础资料收集与调研分析、需求分析、总体设计方案论证； (2) 结合淮河水利委员会数据资源以及信息基础设施建设现状，开展 L2 级数据底板建设、对接方案以及感知网和信息网建设方案论证； (3) 针对淮委重点建设任务列表，开展淮河流域数字孪生流域重点任务细化； (4) 编制数字孪生淮河建设方案。
5	海委	90	(1) 配合开展基础资料收集与调研分析、需求分析、总体设计方案论证； (2) 结合海河水利委员会数据资源以及信息基础设施建设现状，开展 L2 级数据底板建设、对接方案以及感知网和信息网建设方案论证； (3) 针对海委重点建设任务列表，开展海河流域数字孪生流域重点任务细化； (4) 编制数字孪生海河建设方案。
6	珠江委	90	(1) 配合开展基础资料收集与调研分析、需求分析、总体设计方案论证； (2) 结合珠江水利委员会数据资源以及信息基础设施建设现状，开展 L2 级数据底板建设、对接方案以及感知网和信息网建设方案论证； (3) 针对珠委重点建设任务列表，开展珠江流域数字孪生流域重点任务细化；

序号	负责单位	经费分配（万元）	备注
			(4) 编制数字孪生珠江建设方案。
7	松辽委	90	(1) 配合开展基础资料收集与调研分析、需求分析、总体设计方案论证； (2) 结合松辽水利委员会数据资源以及信息基础设施建设现状，开展 L2 级数据底板建设、对接方案以及感知网和信息网建设方案论证； (3) 针对松辽委重点建设任务列表，开展松辽流域数字孪生流域重点任务细化； (4) 编制数字孪生松辽建设方案。
8	太湖局	90	(1) 配合开展基础资料收集与调研分析、需求分析、总体设计方案论证； (2) 结合太湖局数据资源以及信息基础设施建设现状，开展 L2 级数据底板建设、对接方案以及感知网和信息网建设方案论证； (3) 针对太湖局重点建设任务列表，开展太湖流域数字孪生流域重点任务细化； (4) 编制数字孪生太湖建设方案。
9	水科院	100	(1) 开展数字孪生流域模型平台方案论证，协助开展知识平台方案论证； (2) 开展数字孪生数学模型体系专题研究，协助开展标准规范体系研究。
10	水规总院	100	(1) 开展数字孪生流域标准规范体系专题研究； (2) BIM 模型轻量化技术专题研究
合计		1600	