

# **数字孪生流域建设技术大纲（试行）**

中华人民共和国水利部

2022 年 3 月



## 前 言

国家“十四五”规划纲要明确提出“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”。水利部高度重视智慧水利建设，将推进智慧水利建设作为推动新阶段水利高质量发展的六条实施路径之一，并将智慧水利作为新阶段水利高质量发展的显著标志。2021年，水利部先后出台了《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，明确了推进智慧水利建设的时间表、路线图、任务书、责任单。2021年12月，水利部召开推进数字孪生流域建设工作会议，要求大力推进数字孪生流域建设，并部署各流域管理机构、地方水行政主管部门和有关水利工程管理单位先行先试。

数字孪生流域是智慧水利的核心与关键，是一项复杂的系统工程，必须加强组织、顶层谋划、统筹协调、协同推进。为统一要求、明确标准，避免重复建设、信息孤岛，水利部组织编制了《数字孪生流域建设技术大纲（试行）》，重点针对数字孪生流域建什么、达到什么标准等问题，细化建设任务和具体内容，并将主要建设指标以附表方式列出。

本大纲由水利部信息中心主持编制并负责解释。鉴于数字孪生流域建设技术和实践处于快速发展阶段，本大纲为试

行版，各单位在执行过程中如有问题和建议请及时联系，水利部信息中心将根据需要适时更新完善。

# 目 录

|                 |    |
|-----------------|----|
| 一、 总则.....      | 1  |
| (一) 定义.....     | 1  |
| (二) 适用范围.....   | 1  |
| (三) 建设目标.....   | 1  |
| (四) 建设原则.....   | 2  |
| 二、 框架与组成.....   | 4  |
| (一) 框架.....     | 4  |
| (二) 组成.....     | 5  |
| 1. 数字孪生平台.....  | 5  |
| 2. 信息化基础设施..... | 6  |
| 三、 数字孪生平台.....  | 7  |
| (一) 数据底板.....   | 7  |
| 1. 数据资源.....    | 7  |
| 2. 数据模型.....    | 8  |
| 3. 数据引擎.....    | 9  |
| (二) 模型平台.....   | 10 |
| 1. 水利专业模型.....  | 10 |
| 2. 智能识别模型.....  | 11 |
| 3. 可视化模型.....   | 12 |
| 4. 模拟仿真引擎.....  | 12 |
| (三) 知识平台.....   | 12 |

|                                      |           |
|--------------------------------------|-----------|
| 1. 水利知识.....                         | 13        |
| 2. 水利知识引擎.....                       | 14        |
| <b>四、 信息化基础设施.....</b>               | <b>15</b> |
| (一) 水利感知网.....                       | 15        |
| 1. 传统水利监测站网.....                     | 15        |
| 2. 新型水利监测网.....                      | 16        |
| (二) 水利信息网.....                       | 16        |
| 1. 水利业务网.....                        | 16        |
| 2. 水利工控网.....                        | 17        |
| (三) 水利云.....                         | 17        |
| 1. 一级水利云.....                        | 17        |
| 2. 二级水利云.....                        | 18        |
| 3. 水利工程管理单位计算存储.....                 | 18        |
| <b>五、 数据安全.....</b>                  | <b>20</b> |
| (一) 通用要求.....                        | 20        |
| (二) 数据采集.....                        | 20        |
| (三) 数据存储.....                        | 20        |
| (四) 数据使用.....                        | 21        |
| (五) 数据加工.....                        | 21        |
| (六) 数据传输.....                        | 21        |
| (七) 数据提供.....                        | 21        |
| <b>六、 集成共享.....</b>                  | <b>22</b> |
| <b>附表 （规范性附表）数字孪生流域建设主要技术指标.....</b> | <b>24</b> |

## **一、总则**

### **（一）定义**

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进行数字映射、智能模拟、前瞻预演，与物理流域同步仿真运行、虚实交互、迭代优化，实现对物理流域的实时监控、发现问题、优化调度的新型基础设施。

### **（二）适用范围**

本大纲主要适用于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。

### **（三）建设目标**

数字孪生流域建设总体目标是：按照“需求牵引、应用至上、数字赋能、提升能力”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，在水利一张图基础上构建全国统一的数据底板，升级扩展三维展示、数据融合、分析计算、动态场景等功能，建设完善数字孪生平台、提升信息化基础设施能力，建成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，实现与物理流域同步仿真运行、虚实交互、迭代优化，支撑“四预”（预报、预警、预演、预案）功能实现和“2+N”智能应用运行，加快构建智慧水利体系，提升水利决策与管理的科学化、精准化、高效化能力和水平，为新阶段水利高质量发展提供有力支撑和强力驱动。

具体目标是：

**——算据方面。**建成覆盖全国的 L1 级数据底板，主要江河流域重点区域建成 L2 级数据底板，重点水利工程建成 L3 级数据底板，监测数据自动采集率明显提升，智能感知技术广泛应用，为数字孪生流域提供全面及时“算据”支撑。

**——算法方面。**建成模型平台和知识平台，对物理流域全要素和水利治理管理活动全过程进行模拟仿真和前瞻预演，为数字孪生流域提供智能实用“算法”服务。

**——算力方面。**实现县级及以上水利单位水利业务网全覆盖，IPv6 在水利业务网实现规模化部署和应用，建成省级及以上水行政主管部门水利云，实现计算存储资源按需分配、弹性伸缩，为数字孪生流域提供安全可靠“算力”保障。

#### **（四）建设原则**

**需求牵引，应用至上。**围绕水利业务工作实际需求，将数字孪生流域建设与流域治理管理“四个统一”（统一规划、统一治理、统一调度、统一管理）相结合，强化业务薄弱环节，优化重塑业务流程，并注重用户体验，推进信息技术与水利业务深度融合，有力支撑精准化决策。

**系统谋划，分步实施。**按照《智慧水利建设顶层设计》要求，根据需求迫切性、技术可行性、条件成熟性，先期开展技术攻关和试点示范，形成一批可复制可推广的成果，在此基础上，有步骤、分阶段推进。

**统筹推进，协同建设。**按照“全国一盘棋”思路，建立



健全各参建单位协作推进和共建共享体制机制，强化全流程各环节管理，加强各方面的技术衔接，保障数字孪生流域建设不漏不重。

**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化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。**不断进行数据更新和功能迭代，保持与物理流域的同步性和孪生性。根据网络安全有关要求，推进国产化软硬件应用，不断提升网络安全风险态势感知、预判、处置与数据安全防护能力。

## 二、框架与组成

### （一）框架

智慧水利由数字孪生流域、业务应用、网络安全体系、保障体系等组成。其中，数字孪生流域是智慧水利建设的核心与关键，包括数字孪生平台和信息化基础设施；流域防洪、水资源管理与调配以及N项业务应用调用数字孪生流域提供的算据、算法、算力等资源。总体框架如图2-1所示。

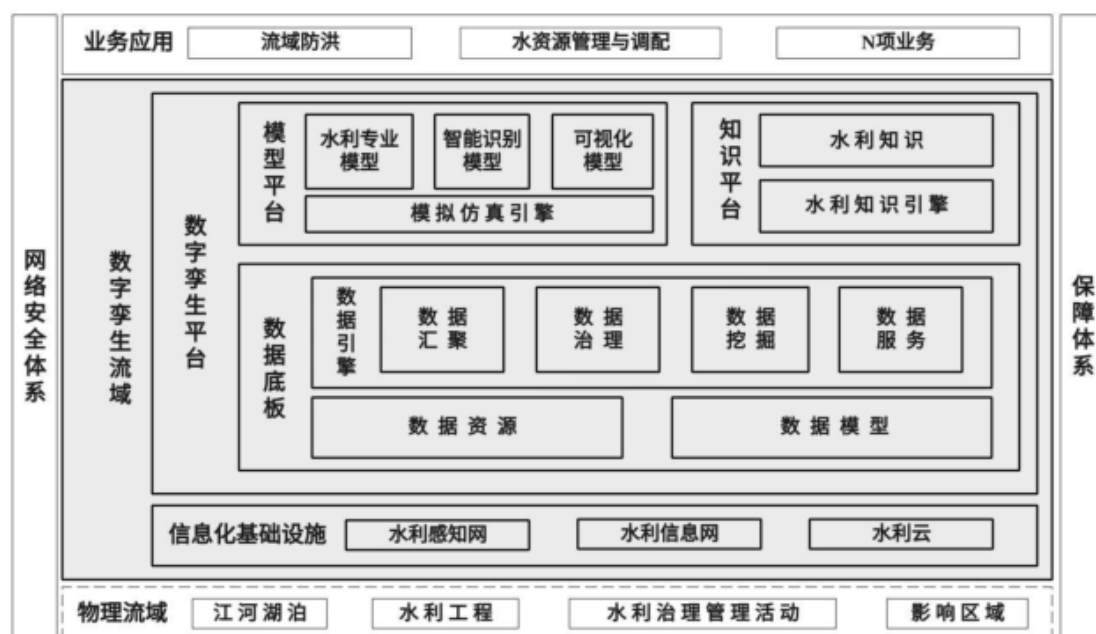


图 2-1 智慧水利总体框架

数字孪生流域建设框架如图2-2所示。各组成部分建设的主要技术指标要求参见附表，各单位可根据水利业务实际应用需求对数据底板、模型平台、知识平台等具体内容进行扩展补充。

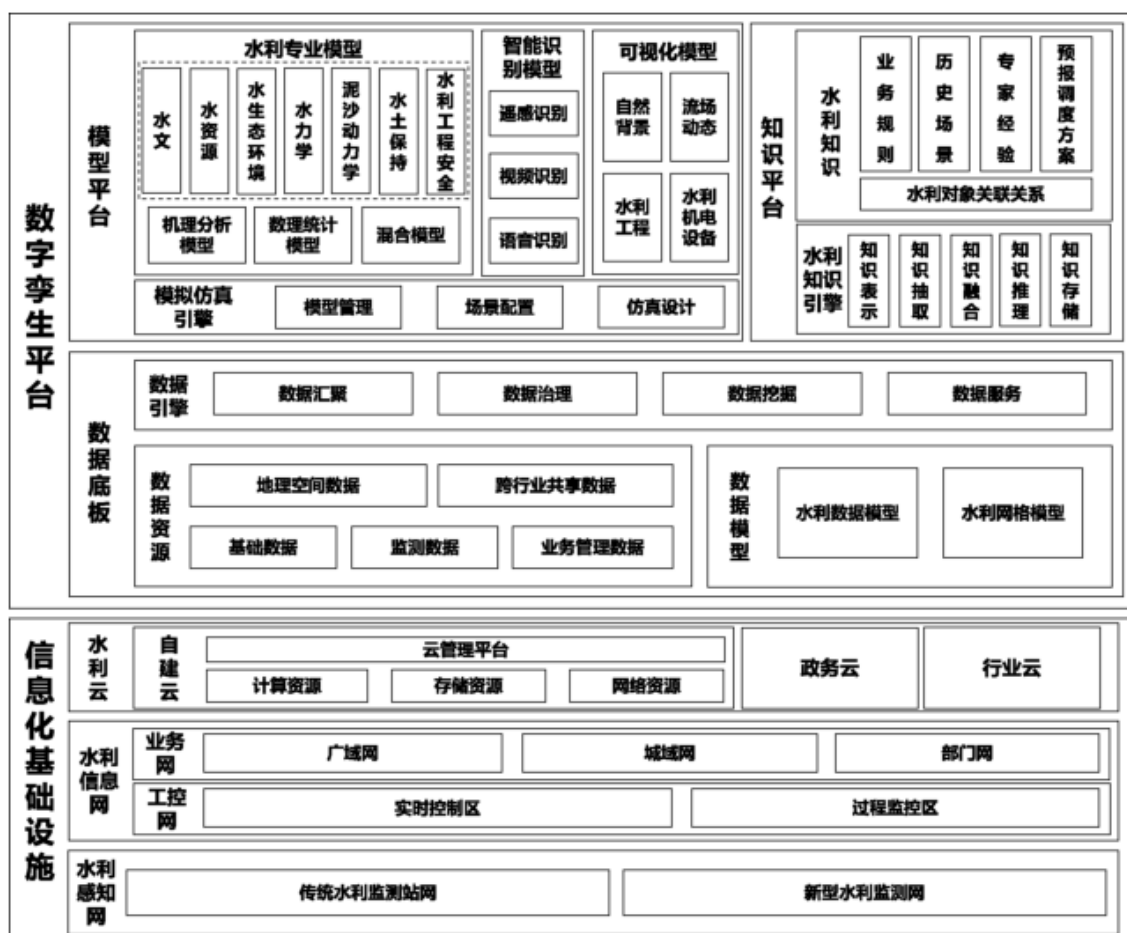


图 2-2 数字孪生流域建设框架

## (二) 组成

### 1. 数字孪生平台

数字孪生平台主要由数据底板、模型平台、知识平台等构成。

数字孪生平台各组成部分功能与关联为：**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，以水利专业模型分析物理流域的要素变化、活动规律和相互关系，通过智能识别模型提升水利感知能力，利用模拟仿真引擎模拟物理流域的运行状态和发展趋势，并将以上结果通过可视化模

型动态呈现；**知识平台**汇集数据底板产生的相关数据、模型平台的分析计算结果，经水利知识引擎处理形成知识图谱服务水利业务应用。

## 2. 信息化基础设施

信息化基础设施主要由水利感知网、水利信息网、水利云等构成。

信息化基础设施各组成部分功能与关联为：**水利感知网**负责采集数字孪生流域所需各类数据；通过**水利信息网**将数据传输至数字孪生平台数据底板；**水利云平台**负责提供数据计算和存储资源。

### **三、数字孪生平台**

数字孪生平台基于信息化基础设施，利用云计算、物联网、大数据、人工智能、遥感、数字仿真等技术，对物理流域全要素和水利治理管理活动全过程进行数字映射、智能模拟和前瞻预演，支撑水利业务“四预”功能实现。

#### **（一）数据底板**

数据底板应在水利一张图基础上升级扩展，完善数据类型、数据范围、数据质量，优化数据融合、分析计算等功能。主要包括数据资源、数据模型和数据引擎等内容。

##### **1. 数据资源**

数据资源主要包括基础数据、监测数据、业务管理数据、跨行业共享数据、地理空间数据等内容。

数据的时间基准采用北京时间；空间基准采用 2000 国家大地坐标系 (CGCS2000)；高程基准采用 1985 国家高程基准。

##### **（1）基础数据**

包括流域、河流、湖泊、水利工程等水利对象的主要属性数据和空间数据。

##### **（2）监测数据**

包括水文、水资源、水生态环境、水灾害、水利工程、水土保持等水利业务的监测数据。

##### **（3）业务管理数据**

包括流域防洪、水资源管理与调配等“2+N”业务应用数据。

#### **(4) 跨行业共享数据**

跨行业共享数据包括需从其他行业部门共享的经济社会、土地利用、生态环境、气象、遥感等相关数据。

#### **(5) 地理空间数据**

地理空间数据主要包括数字正射影像图 (DOM, Digital Orthophoto Map)、数字高程模型 (DEM, Digital Elevation Model) / 数字表面模型 (DSM, Digital Surface Model)、倾斜摄影影像/激光点云、水下地形、建筑信息模型 (BIM, Building Information Model) 等数据。按照数据精度和建设范围分为 L1、L2、L3 三级。

L1 级是进行数字孪生流域中低精度面上建模, 主要包括全国范围的 DOM 和 DEM/DSM 等数据。

L2 级是进行数字孪生流域重点区域精细建模, 主要包括重点区域的高分辨率 DOM、高精度 DEM/DSM、倾斜摄影影像/激光点云、水下地形等数据。

L3 级是进行数字孪生流域重要实体场景建模, 主要包括重要水利工程相关范围的高分辨率 DOM、高精度 DEM、倾斜摄影影像/激光点云、水下地形、BIM 等数据。

## **2. 数据模型**

数据模型包括水利数据模型和水利网格模型。

水利数据模型是面向水利业务应用多目标、多层次复杂需求, 构建的完整描述水利对象的空间特征、业务特征、关系特征和时间特征一体化组织的数据模型。

水利网格模型是根据行政区划、自然流域、水资源功能区数值计算等需求构建的网格化管理模型，实现流域防洪、水资源管理与调配等水利业务的网格化联动。

### **3. 数据引擎**

数据引擎主要包括数据汇聚、数据治理、数据挖掘、数据服务等内容。

#### **(1) 数据汇聚**

数据汇聚通过构建涵盖业务数据汇集、视频级联集控、遥感接收处理等数据管理的平台化能力，为模型平台和知识平台提供数据支撑。

业务数据汇集实现汇集主要业务数据资源的统一管控，满足汇集重要业务数据的需求。

视频级联集控实现跨层级水利视频联网，并与现有水利视频会议系统互联互通支持多级应用。各级应接入本级所辖水利视频资源，推进接入其他部门共享视频。

遥感接收处理在现有卫星遥感数据统一管理基础上完善，提供数据级和产品级服务，各级水利业务应用可根据实际需求开展数据的加工和应用。

#### **(2) 数据治理**

数据治理对汇集后的多源数据进行统一清洗和管理，提升数据的规范性、一致性、可用性，避免数据冗余和冲突。包括数据模型管理、数据血缘关系建立、数据清洗融合、数据质量管理、数据开发管理、元数据管理等。

### **(3) 数据挖掘**

数据挖掘运用统计学、机器学习、模式识别等方法从数据资源中发现物理流域全要素之间存在的关系、水利治理管理活动全过程的规律，通过图形、图像、地图、动画等方式展现，包括描述性、诊断性、预测性和因果性分析等。

### **(4) 数据服务**

数据服务依托已有国家和水利行业的数据共享交换平台，实现各类数据在各级水行政主管部门之间的上报、下发与同步，以及与其他行业之间的共享。包括地图服务、数据资源目录服务、数据共享服务和数据管控服务等。

## **(二) 模型平台**

按照“标准化、模块化、云服务”的要求，制定模型平台开发、模型调用、共享和接口等技术标准，保障各类模型的通用化封装及模型接口的标准化，以微服务方式提供统一调用服务，供各级单位进行调用。主要包括水利专业模型、智能识别模型、可视化模型和模拟仿真引擎。

### **1. 水利专业模型**

水利专业模型包括机理分析模型、数理统计模型、混合模型等三类。机理分析模型是基于水循环自然规律，用数学语言和方法描述物理流域的要素变化、活动规律和相互关系的数学模型；数理统计模型是基于数理统计方法，从海量数据中发现物理流域要素之间的关系并进行分析预测的数学模型；混合模型是将机理分析与数理统计进行相互嵌入、系统



融合的数学模型。

按照具体的应用场景，水利专业模型主要有水文模型、水资源模型、水生态环境模型、水力学模型、泥沙动力学模型、水土保持模型、水利工程安全模型等。水文模型主要包括降水预报、洪水预报、枯水预报、冰凌预报、咸潮预报等；水资源模型主要包括水资源及开发利用评价、水资源承载力与配置、水资源调度、用水效率评价、地下水超采动态评价等；水生态环境模型主要包括污染物输移扩散、水生态模拟预测、生态流量计算等；水力学模型主要包括明渠水流模拟、管道水流模拟、波浪模拟、地下水运动模拟等；泥沙动力学模型主要包括河道泥沙转移、水库淤积、河口海岸水沙模拟等；水土保持模型主要包括土壤侵蚀、人为水土流失风险预警、水土流失综合治理智能管理、淤地坝安全度汛等；水利工程安全模型主要包括水工建筑物应力应变与位移模拟、渗流模拟、建筑物安全评价和风险预警等。

水利专业模型组件开发应按照计算过程划分成多个模块，每个模块能独立进行运算，运用微服务、面向服务架构（SOA）等技术进行封装。

## **2. 智能识别模型**

智能识别模型将人工智能与水利特定业务场景相结合，实现对水利对象特征的自动识别，进一步提升水利感知能力。

智能识别模型主要是利用人工智能方法从遥感、视频、音频等数据中自动识别水利对象特征，包括遥感识别、视频

识别、语音识别等。

### **3. 可视化模型**

可视化模型包括自然背景、流场动态、水利工程、水利机电设备等，通过对各类模型进行可视化构建，面向具体的业务应用真实展现物理流域中各种水利业务场景。自然背景包括河流、湖泊、侵蚀沟、地下湖、地下河、植被、建筑、道路等；流场动态包括水流、泥沙运动、潮汐、台风等；水利工程包括水库、水闸、堤防、水电站、泵站、灌区、调水、淤地坝等；水利机电设备包括水泵、启闭机、闸门等。

### **4. 模拟仿真引擎**

模拟仿真引擎以数据底板为基础，以虚拟现实（VR，Virtual Reality）、增强现实（AR，Augmented Reality）、混合现实（MR，Mixed Reality）和全息现实（HR，Holographic Reality）为支撑，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。

## **（三）知识平台**

知识平台利用知识图谱和机器学习等技术实现对水利对象关联关系和水利规律等知识的抽取、管理和组合应用，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，水利知识提供描述原理、规律、规则、经验、技能、方法等的信息，水利知识引擎是组织知识、进行推理的技术工具，水利知识经知识引擎组织、推理后形成支撑研判、决策的信息。知识

平台应关联到可视化模型和模拟仿真引擎，实现各类知识和推理结果的可视化。

### 1. 水利知识

水利知识为决策分析提供支撑信息，包括水利对象关联关系、业务规则、历史场景、专家经验和预报调度方案等。

水利对象关联关系用于描述物理流域中的江河湖泊、水利工程和水利对象治理管理活动等实体、概念及其关系，是其他水利知识融合的基础，对数据资源进行抽取、对齐、融合等处理，并进行结构化分类和关联，便于水利知识的快速检索和定位。

业务规则用于描述一系列可组合应用的结构化规则集。将相关法律法规、规章制度、技术标准、管理办法、规范规程等文档内容进行结构化处理，通过对业务规则的抽取、表示和管理，支撑新业务场景的规则适配，规范和约束水利业务管理行为。

历史场景用于描述历史事件发展过程及时空特征属性的相关事实。通过对数据表格或文本记录的历史场景数据进行典型时空属性及特征指标的抽取、融合、挖掘和结构化存储，支撑历史场景发生的关键过程及主要应对措施的复盘，对历史场景下的调度执行方案数字化和暴雨洪水特征等进行挖掘，为相似事件的精准决策提供知识化依据。

预报调度方案用于存储特定场景下的预报调度方案相关知识。根据物理流域特点、水利工程设计参数、影响区域范

围等，结合气象预报、水文预报、水文监测、工程安全监测等信息，基于对历史典型洪水预报、水利工程调度过程记录或以文本形式存储的预报调度预案进行知识抽取、融合等处理，形成特定场景下预报模型运行设置和水利工程调度方案等知识，支撑预报调度方案的智能决策。

专家经验用于描述特定业务场景决策时的专家经验。通过文字、公式、图形图像等形式固化专家经验，进行抽取、融合、挖掘和结构化处理等，支撑专家经验的有效复用和持续积累。

## **2. 水利知识引擎**

水利知识引擎主要实现水利知识表示、抽取、融合、推理和存储等功能。知识表示利用人机协同的方式构建水利领域基础本体和业务本体，实现陈述性和过程性知识表示；知识抽取采用统计模型和监督学习等方法，结合场景配置需求和数据供给条件，构建实体—关系三元组知识，并抽取各类水利对象实体的属性，对水利领域实体类别及相互关系、领域活动和规律进行全方位描述；知识融合针对多源知识的同一性与异构性，构建实体连接、属性映射、关系映射等融合能力；知识推理通过监督学习、半监督学习、无监督学习和强化学习等算法，构建水利推理性知识；知识存储采用图计算引擎管理和驱动水利知识，实现超大规模数据存储。

## 四、信息化基础设施

信息化基础设施按照“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。

### （一）水利感知网

水利感知网应围绕数字孪生流域和“2+N”水利业务应用需求，利用传感、定位、视频、遥感等监测技术，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。主要包括传统水利监测站网和新型水利监测网，宜采用有线、无线等网络为主，北斗短报文、5G、窄带物联网（NB-IoT，Narrow Band Internet of Things）、紫蜂协议（ZigBee）、远距离无线电（LoRa，Long Range Radio）等为辅的通信方式，与水利信息网建立安全连接。在时间敏感、数据敏感或带宽资源占用巨大的监测告警、智能图像、AR等物联网应用场景中构建边缘计算网络，与水利云等计算资源互联互通，有机结合。

#### 1. 传统水利监测站网

应根据物理流域监测系统建设运行的需求与要求，以数字孪生流域建设为目标，牵引物理流域的监测系统建设和运行，通过优化站点布局、升级改造传统监测系统，扩大监测范围、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，促进物理流域监测系统的科学

建设和高频乃至在线运行，为数字孪生流域的高保真建设运行提供基础算据。

应结合业务应用需求进一步完善现有监测站网雨情、水情、工情监测站点，合理新建站点，考虑模型和参数率定等因素，还可设立试验站点，明确各类数据采集方式、范围、频次。

## **2. 新型水利监测网**

加强卫星遥感、航空遥感、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。

除日常业务外，还应具备快速掌握溃坝、决堤、滑坡、堰塞湖及超标洪水等各类涉水险情现场情况的能力。

### **（二）水利信息网**

水利信息网主要包括水利业务网和水利工控网。

#### **1. 水利业务网**

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。应依托现有水利网络资源，充分利用国家电子政务外网，通过租赁专线、自建光纤、网络 VPN、卫星通信等多种方式，扩展网络覆盖范围，提高网络带宽，实现各单位之间的全面互联，支持日常通信传输和应急通信服务保障。

开展水利信息网通信能力提升建设，优化调整骨干网和

流域省区网网络结构，进行 IPv6 适配改造。扩大互联网连接带宽，支撑与社会公众、企业的信息交互与服务。整合共享互联网接入，缩减互联网接入端口数量。

充分考虑面向下一代网络和扩容需求，积极利用网络新技术优化网络结构、增强资源动态调配能力。在实现互联互通的基础上，按照业务应用需求对网络流量进行自适应引导和质量保证，提高业务灵活调度能力。

## **2. 水利工控网**

水利工控网应与水利业务网物理隔离，宜分为实时控制区和过程监控区，详见《数字孪生水利工程建设技术导则（试行）》。

### **（三）水利云**

水利云可采用自建云，共享行业云和政务云等方式，主要包括一级水利云、二级水利云及水利工程管理单位计算存储资源。

#### **1. 一级水利云**

##### **（1）基础计算与存储**

应实现计算、存储资源按需弹性分配和软件定义网络，提供云主机、云存储、云网络、云安全服务、容器服务，以及大数据处理和微服务支撑等。

##### **（2）高性能计算**

应在通用计算设施基础上，根据数字孪生流域数学模型计算、“四预”等重要业务场景构建的高性能计算需求，建

设高性能计算环境。

### **（3）人工智能计算**

应在通用计算设施基础上，根据相关水利专业模型和智能识别模型对时效性的需求，补充完善人工智能算力基础设施。

### **（4）灾备中心**

应建立完善本地备份系统，建立异地灾备中心，可根据业务需要建设同城灾备中心，实现重要业务数据容灾和关键业务应用容灾。

### **（5）视频会议**

应提升为各类业务应用提供云视频资源调度能力，支持视频终端（固定/移动）、桌面端、手机等接入，实现视频会议会商。

### **（6）会商调度**

应建设集水工程联合调度、水资源管理与调配、水行政综合监管于一体的水利综合会商调度中心，并实现与视频会议等集成。

## **2. 二级水利云**

应整合利用已有基础设施资源，适当扩充计算存储能力，充分依托地方政务云、行业云，实现同城或异地灾备，进一步扩展优化机房环境、提档升级计算存储设备，建设完善视频会议系统和会商调度中心。

## **3. 水利工程管理单位计算存储**



应根据数字孪生水利工程的需要，充分整合利用已有基础设施资源，提档升级计算存储能力，进一步扩大优化机房环境，建设完善会商调度中心。

## **五、数据安全**

数字孪生流域建设过程中，随着海量数据的不断汇聚，数据价值不断提升，新技术不断涌现和应用，数据面临新的安全风险。要高度关注数字孪生流域的数据安全，确保数据处于有效保护和合法利用的状态，具备保障持续安全状态的能力。

### **（一）通用要求**

应开展数据分类分级，按照满足科学性、稳定性、实用性和扩展性原则，识别和建立一般、重要、核心数据清单，严格权限控制。

应严格按照 GB/T 25058-2019 开展数字孪生流域建设的等级保护对象定级与备案、总体安全规划、安全设计与实施、安全运行与维护、定级对象终止等网络安全等级保护工作。

应开展数据安全风险监控，全面监控数据采集、存储、使用、加工、传输、提供等全生命周期安全。

### **（二）数据采集**

应遵循确保安全原则，对采集的数据进行分类分级标识，并对不同类型和级别的数据实施相应的安全管理策略和技术保障措施。对数据采集环境、设施和技术采取必要的安全管控措施。

### **（三）数据存储**

应采用符合 GM/T 0054-2018 等技术标准规定的密码技术，确保数据存储安全，不被非法访问、窃取、删除、修改

等。应建立数据存储冗余策略和管理制度，定期对数据进行备份，实现重要数据备份与恢复。

#### **（四）数据使用**

应依据个人信息和重要数据保护的法律法规要求，明确数据使用的目的和范围；应遵循最小授权原则，提供数据细粒度访问控制机制。

#### **（五）数据加工**

应对数据加工过程进行风险评估，避免处理结果中包含可恢复的敏感数据；应遵循可审计原则，记录和管理数据加工过程中的操作信息。

#### **（六）数据传输**

应采用符合 GM/T 0054-2018 等技术标准规定的密码技术，确保数据传输过程中的保密性和完整性；应具备监控数据传输过程的能力，发现问题能及时告警并进行阻断。

#### **（七）数据提供**

在数据提供前，应对数据进行风险评估，确保数据提供后的风险可控，并明确数据接收方的数据保护责任；在数据提供前，对数据的敏感性进行评估，根据评估结果对需要提供的敏感信息进行脱敏处理。

## 六、集成共享

数字孪生流域是一个复杂的巨系统，业务上纵向涉及多层级、横向涉及多专业，技术上涉及多学科、多领域。数字孪生平台的部署应遵循开放性、继承性、安全性和高效性的原则，根据实际应用场景和基础软硬件环境可选择分布式或集中式等开发模式实现各功能模块的集成。

为有效集成江河湖泊、水利工程等物理流域全要素和水利治理管理活动全过程信息，应实现不同数字孪生体之间的数据交换、业务协同。

数据底板建设应建立三级数据底板之间的多源信息共享模式和数据更新机制；构建基于统一语义表达的数据模型；应用具有数据抽取、转换、加载功能的数据集成方法或工具；使用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。

模型平台建设应针对可扩展性、可解释性和可维护性实现不同模型的统一集成和统一调度；知识平台建设应从知识表示、知识抽取、知识融合、知识推理、知识存储等方面建立统一架构和统一标准。

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，实现数字孪生平台中数据底板、模型平台、知识平台和上层业务应用之间信息高效、稳定地流动。

开展数字孪生流域建设应进一步加强信息化资源整合共

享，优化资源配置，重点梳理数据资源、业务应用、基础设施等方面情况，做到摸清家底、统筹规划，以需求为导向，以整合为手段，以应用为核心，通过面向服务体系架构，按照业务和政务应用流程及其最小工作环节，将信息化资源分解为可以独立开展应用的服务，再根据不同业务应用需要，构建形成相应的业务应用，促进业务应用的整合和协同，提升水利信息化资源共享能力和水平。

数字孪生流域建设应遵循《数字孪生流域共建共享管理办法》，按照分工进行任务建设、成果共享、集成组装；应构建统一的基于云架构、兼顾多源数据特征、分级运行的数字孪生流域原型系统。其中信息化基础设施宜参照基础设施即服务（IaaS，Infrastructure-as-a-Service）模式建设；数字孪生平台宜参照平台即服务（PaaS，Platform-as-a-Service）模式建设；“四预”功能实现和“2+N”智能业务应用宜参照软件即服务（SaaS，Software-as-a-Service）模式建设，最终通过数据服务（Data API）、消息队列、数据库同步、文件交换等方式实现流域、区域、工程之间数据底板、模型库、知识库共享。

附表（规范性附表）数字孪生流域建设主要技术指标

（一）数据底板

| 序号 | 建设主体             | 建设内容与范围   |         |                                                                                                       | 指标参数或技术要求                                                            | 更新频率       |             |
|----|------------------|-----------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------|-------------|
|    |                  |           |         |                                                                                                       |                                                                      | 基本版要求      | 提高版要求       |
| 1  | 水利部（不含流域管理机构，下同） | L1级地理空间数据 | DEM/DSM | 全国陆域范围                                                                                                | 格网大小优于30m                                                            | 以数据源更新频率为准 | -           |
| 2  |                  | 基础数据      | DOM     | 全国陆域范围                                                                                                | 分辨率优于2m                                                              | 不少于1次/年    | 在线服务不少于4次/年 |
| 3  |                  | 基础数据      |         | 各类水利对象的主要属性和空间数据                                                                                      | 平面精度与天地图保持一致                                                         | 与业务系统联动更新  | -           |
| 4  |                  | 监测数据      |         | 中央报汛站、国控水资源监控站、国家地下水监测站、省界断面监测站、生态流量敏感断面监测站等监测数据。具体包括雨量、水位、工情、重要断面流量数据、重要取用水户的用水量数据、水源水质数据、重要区域地下水水位等 | 遵循现有水文、水资源、地下水、水环境监测相关标准的基础上，在重点区域、重点河段、重点部位增设监测点、满足数字孪生流域对各类监测数据的需要 | 实时对接       | -           |
| 5  |                  | 业务管理数据    |         | 纳入国家政务信息系统中                                                                                           | 信息系统中相关业务管理数据                                                        |            |             |
| 6  |                  | 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                                                                       | 经济社会数据包括人口、发展统计等数据；土地利用数据包括灌溉面积、土壤、植被等数据；生态环境数据包括空气质量、水质等数据；         |            |             |

| 序号 | 建设主体            | 建设内容与范围   |             | 指标参数或技术要求                         | 更新频率                   |                           |
|----|-----------------|-----------|-------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------------|
|    |                 |           |             |                                   | 基本版要求                  | 提高版要求                     |
|    |                 |           |             | 气象数据包括预报、降水等数据                    |                        |                           |
| 7  | 流域管理机构/省级行政主管部门 | L2级地理空间数据 | DEM/DSM     | 大江大河及主要支流重要河段、重要湖泊、国家蓄滞洪区、水土保持重点区 | 格网大小优于15m              | 不少于1次/3年<br><br>不少于1次/1年  |
| 8  |                 |           | DOM         | 流域防洪等重要业务重点关注的区                   | 分辨率优于20cm              |                           |
|    |                 |           |             | 大江大河及主要支流重要河段、重要湖泊、国家蓄滞洪区、水土保持重点区 | 分辨率优于1m                |                           |
| 9  |                 |           | 倾斜摄影影像/激光点云 | 流域防洪等重要业务重点关注的区                   | 分辨率优于8cm               |                           |
| 10 |                 | 基础数据      | 水下地形        | 大江大河及主要支流重要防洪河段大断面                | 断面间距50-5000m、测点间距1-20m | 每年汛前更新一次，如发生超标洪水等特殊情况加密测量 |
| 11 |                 |           |             | 重要湖泊                              | 格网大小优于5m               |                           |
| 12 |                 | 监测数据      |             | 本级管理的各类水利对象的主要属性数据和空间数据           | 平面精度与全国水利一张图保持一致       | -                         |
| 13 |                 |           |             | 汇集直管对象监测数据，接入省级水利对象监测数据           | 实时对接更新                 | -                         |

| 序号 | 建设主体     | 建设内容与范围 |                                                                | 指标参数或技术要求                              | 更新频率   |       |
|----|----------|---------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--------|-------|
|    |          |         |                                                                |                                        | 基本版要求  | 提高版要求 |
| 14 |          | 业务管理数据  | 在水利部基础上，结合业务需要补充完善，以相关信息系统为主，包括洪水风险图、河湖管理范围、水土保持重点对象精细化等专项成果数据 | 水利部相应信息系统涉及的相关数据内容，应通过与水利部信息系统互联互通实现共享 | 实时对接更新 | -     |
| 15 |          | 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                                | 在水利部跨行业共享数据基础上按需补充完善                   |        |       |
| 16 | 水利工程管理单位 | L3 级    | 参见《数字孪生水利工程建设技术导则（试行）》                                         |                                        |        |       |



## （二）模型平台

### 1. 水利专业模型

| 序号 | 建设主体 | 二级分类  | 功能类型       | 建设内容与范围                 | 指标参数或技术要求                                        | 更新频率               |
|----|------|-------|------------|-------------------------|--------------------------------------------------|--------------------|
| 1  | 水利部  |       | 降水预报       | 全国范围短期数值降水预报模型          | 预见期 0-3 天，逐 1 小时，3km*3km                         | 根据技术发展、状况变化和需要适时更新 |
|    |      |       |            | 全国范围中期数值降水预报模型          | 预见期 4-10 天，逐 3 小时，9km*9km                        |                    |
|    |      |       |            | 全国范围长期降水预报模型            | 预见期 11-20 天，逐 6 小时，9km*9km                       |                    |
|    |      |       |            | 全国范围月季尺度降水预报模型          | 预见期 1-6 月，逐日，50km*50km                           |                    |
| 2  |      | 水文模型  | 洪水预报       | 流域产汇流、河道演进等模型微服务        | 预报洪峰水位（流量）及峰现时间、洪量、水位（流量）过程等                     |                    |
| 3  |      |       | 枯水预报       | 日径流预报、月径流预报等模型微服务       | 按照日、月等时间尺度输出径流预报结果                               |                    |
| 4  |      |       | 冰凌预报       | 冰凌预报模型微服务               | 预报开河时间、河道槽蓄量、最大流量等                               |                    |
| 5  |      | 水资源模型 | 咸潮预报       | 咸潮预报模型微服务               | 预报咸潮入侵的盐度、速度、最大距离等                               | 根据技术发展、状况变化和需要适时更新 |
| 6  |      |       | 水资源及开发利用评价 | 月、年、多年尺度水资源及开发利用评价模型微服务 | 输出全国省套二级水资源分区单元地表、地下水资源量及总水资源量、蓄变量、水资源开发利用量、耗水量等 |                    |

| 序号 | 建设主体 | 二级分类    | 功能类型      | 建设内容与范围                                        | 指标参数或技术要求                                             | 更新频率               |
|----|------|---------|-----------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------|
| 7  | 水利部  | 水资源模型   | 水资源承载力与配置 | 水资源承载力分析、需水预测、可供水量预测、水资源配置等模型微服务               | 输出全国省套二级水资源分区单元规划水平年水资源配置、水资源承载力计算结果、重要河流省界断面水量分配方案   | 根据技术发展、状况变化和需要适时更新 |
| 8  |      |         | 水资源调度     | 年、月、旬、实时调度模型微服务                                | 输出全国重点供水工程的水资源调度方案                                    |                    |
| 9  |      |         | 用水效率评价    | 月、年、多年尺度用水效率评估与节水潜力评估模型微服务                     | 输出全国重点区域和行业用水效率和节水潜力计算分析结果                            |                    |
| 10 |      |         | 地下水超采动态评价 | 月、年、多年尺度地下水超采区评价微服务                            | 输出全国超采区分布、面积、超采程度以及地下水水位动态、地下水开发利用状况等评价结果，超采区变化趋势分析结果 |                    |
| 11 |      | 水生态环境模型 | 污染物输移扩散模拟 | 面向全国重点流域/区域主要江河出海口、近岸带、主要湖泊等区域建立主要污染物输移扩散模型微服务 | 输出全国重点流域/区域主要江河出海口、近岸带、主要湖泊等区域主要污染物浓度时空分布             |                    |
| 12 |      |         | 水生态模拟预测   | 面向全国重点流域/区域主要河段、水库、湖泊建立水生动植物生长的数值模拟模型微服务       | 输出全国重点流域/区域主要河段、水库、湖泊的水生动植物生长状况                       |                    |
| 13 |      | 水力学模型   | 生态流量计算    | 河流、湖泊生态需水量与需水流量计算模型微服务                         | 输出全国重要河流、湖泊断面生态流量或生态需水量                               |                    |
| 14 |      |         | 明渠水流模拟    | 一维、二维、三维明渠水流模拟、闸孔出流、堰流等模拟模型微服务                 | 模拟流速、流场等                                              |                    |
| 15 |      |         | 管道水流模拟    | 管道非恒定流、水击等模拟模型微服务                              | 模拟流速、流场等                                              |                    |
| 16 |      |         | 波浪模拟      | 二维水波模拟等模型微服务                                   | 模拟波浪速度、波高、波长等                                         |                    |

| 序号 | 建设主体            | 二级分类     | 功能类型     | 建设内容与范围                                           | 指标参数或技术要求                               | 更新频率                   |
|----|-----------------|----------|----------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------|
| 17 | 水利部             | 泥沙运动力学模型 | 地下水运动模拟  | 地下水位、流量、水流路径等                                     | 模拟地下水位、流量、水流路径等                         | 根据技术发展、状况变化和业务需要适时更新   |
| 18 |                 |          | 河道泥沙输移   | 一维、二维河道泥沙输移等模型                                    | 模拟泥沙含量及时空分布                             |                        |
| 19 |                 |          | 水库淤积     | 水库淤积、湖泊水沙、坝前排沙模拟等模型<br>微服务                        | 模拟泥沙含量及时空分布                             |                        |
| 20 |                 |          | 河口海岸水沙模拟 | 二维、三维河流海岸水沙模拟等模型<br>微服务                           | 模拟泥沙含量及时空分布                             |                        |
| 21 | 流域管理机构/省级行政主管部门 | 水文模型     | 降水预报     | 流域/区域范围降水预报模型<br>微服务                              | 接入水利部或气象部门降水预报产品，提供流域/区域的短期和中长期降水预报产品服务 | 与水利部一致                 |
| 22 |                 |          | 洪水预报     | 调用水利部洪水预报模型微服务，结合流域下垫面条件和数据资源，建立面向流域/区域的洪水预报模型微服务 | 预报洪峰水位（流量）及峰现时间、洪量、水位（流量）过程等            | 流域性大洪水后根据最新下垫面资料进行复盘修正 |
| 23 |                 | 水生态环境模型  | 污染物输移扩散  | 面向流域内重点主要江河出海口、近岸带、主要湖泊等区域建立主要污染物输移扩散模型微服务        | 输出流域内主要江河出海口、近岸带、主要湖泊等区域主要污染物浓度时空分布     | 根据技术发展、状况变化和业务需要适时更新   |
| 24 |                 |          | 水生生态模拟   | 面向流域内主要河段、水库、湖泊水生动物植物生长的数值模拟模型微服务                 | 输出流域内主要河段、水库、湖泊的水生动物植物生长状况              |                        |
| 25 |                 |          | 生态流量计算   | 流域内河流、湖泊生态需水量与需水流量计算模型微服务                         | 输出流域内重要河流、湖泊断面生态流量或生态需水量                |                        |

| 序号 | 建设主体                                | 二级分类           | 功能类型                 | 建设内容与范围                                                                                                                         | 指标参数或技术要求 | 更新频率                                 |
|----|-------------------------------------|----------------|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------|
| 26 |                                     | 水力<br>学模<br>型  | 明渠水流<br>模拟           | 大江大河及主要支流关键控制节点下游河道及国家蓄滞洪区的一维、二维、三维水流模拟模型微服务                                                                                    | 模拟流速、流场等  |                                      |
| 27 | 流域<br>管理<br>机构<br>/省                |                | 土壤侵蚀                 | 优化全国水土流失动态监测模型,研发西北黄土高原土壤侵蚀模型、西北黄土高原重力侵蚀模型、东北黑土区侵蚀沟土壤侵蚀模型、北方风沙区土壤侵蚀模型,建立土壤侵蚀模型微服务                                               |           |                                      |
| 28 | 省级水<br>行政主<br>管部门                   | 水土<br>保持<br>模型 | 人为水土<br>流失风险<br>预警   | 建立人为水土流失风险预警模型微服务                                                                                                               | -         |                                      |
| 29 |                                     |                | 水土流失<br>综合治理<br>智能管理 | 建立水土流失综合治理智能管理模型微服务                                                                                                             |           | 根据技术<br>发展、状<br>况变化和<br>业务需要<br>适时更新 |
| 30 |                                     |                | 淤地坝安<br>全度汛          | 建立淤地坝安全度汛模型微服务                                                                                                                  |           |                                      |
| 31 | 流域<br>管理<br>机构<br>/省水<br>行政主<br>管部门 | 流域特色水利专<br>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;珠江委开发河口区风暴潮预报模型;以及西江、北江、东江、韩江水资源调度模型;松辽委开发宽浅型河流洪水演进模型;太湖局开发水环境模拟模型 | -         |                                      |

| 序号 | 建设主体     | 二级分类       | 功能类型 | 建设内容与范围                | 指标参数或技术要求 | 更新频率 |
|----|----------|------------|------|------------------------|-----------|------|
| 32 | 水利工程管理单位 | 水利工程安全管理模型 |      | 参见《数字孪生水利工程建设技术导则（试行）》 |           |      |

## 2. 智能识别模型

| 序号 | 分类     | 建设主体       | 功能类型     | 建设内容                                                          | 指标参数或技术要求        | 更新频率                 |
|----|--------|------------|----------|---------------------------------------------------------------|------------------|----------------------|
| 1  | 遥感识别模型 | 水利部/流域管理机构 | 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”（乱占、乱采、乱堆、乱建）地物自动识别模型等   | 正确率和召回率均达到 80%以上 | 根据技术发展、状况变化和业务需要适时更新 |
| 2  |        |            | 生产建设项目扰动 | 基于高分遥感数据发现、识别和提取出生产建设项目信息，利用时序干涉雷达（InSAR）构建大坝、堤防等水利工程形变风险评估模型 | 正确率和召回率均达到 80%以上 |                      |
| 3  |        |            | 地表水体     | 识别地表水体范围、面积、水体宽度和长度等                                          | 正确率和召回率均达到 85%以上 |                      |
| 4  |        |            | 取水工程     | 基于高分遥感数据发现、识别和提取出规模以上取水工程信息                                   | 正确率和召回率均达到 80%以上 |                      |
| 5  |        |            | 土壤含水量    | 土壤表层含水量遥感反演模型                                                 | 反演误差小于 0.06      |                      |
| 6  |        |            | 岸线与河势    | 建设岸线变化的多时相遥感影像变化检测模型，监测河势变化情况                                 | 正确率和召回率均达到 85%以上 |                      |
| 7  |        |            | 灌溉面积     | 识别灌溉作物的分布和面积                                                  | 正确率和召回率均达到 85%以上 |                      |
| 8  |        |            | 下垫面地表覆盖  | 下垫面地表覆盖分类模型                                                   | 正确率和召回率均达到 80%以上 |                      |

| 序号 | 分类     | 建设主体       | 功能类型 | 建设内容                                         | 指标参数或技术要求        | 更新频率                 |
|----|--------|------------|------|----------------------------------------------|------------------|----------------------|
| 9  |        |            | 工程形变 | 利用时序 InSAR 监测大坝、堤防等水利工程形变情况                  | -                |                      |
| 10 | 视频识别模型 | 水利部/流域管理机构 | 水尺水位 | 智能检测水位尺上的数字和刻度                               | 综合误差不得超过 0.03m   | 根据技术发展、状况变化和业务需要适时更新 |
| 11 |        |            | 闸门启闭 | 智能识别闸门开度尺刻度, 自动分析闸门开度变化                      | 综合误差不得超过 0.02m   |                      |
| 12 |        |            | 涉砂船  | 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       | 综合识别准确度 90%以上    |                      |
| 13 |        |            | 工程车  | 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      | 综合识别准确度 90%以上    |                      |
| 14 |        |            | 安全帽  | 智能识别监控区域内人员是否佩戴安全帽                           | 综合识别准确度 95%以上    |                      |
| 15 |        |            | 漂浮物  | 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 | 综合误差面积不超过 10%    |                      |
| 16 |        |            | 垃圾堆  | 智能识别划定识别区域内的垃圾堆                              | 综合识别准确度 90%以上    |                      |
| 17 |        |            | 人员入侵 | 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      | 综合识别准确度 95%以上    |                      |
| 18 |        |            | 水体颜色 | 自动识别水体颜色                                     | 可识别最小目标像素为 32*32 |                      |
| 19 | 语音识别模型 |            | 公众查询 | 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      | 综合识别准确度 90%以上    |                      |
| 20 |        |            | 举报投诉 | 自动识别举报投诉, 自动归类                               | 识别准确度不低于 90%     |                      |
| 21 |        |            | 意见反馈 | 自动识别意见, 提取关键信息                               | 识别准确度不低于 90%     |                      |

### 3. 可视化模型

| 序号 | 二级分类   | 建设主体       | 功能类型                       | 建设内容                         | 指标参数                    | 更新频率         |
|----|--------|------------|----------------------------|------------------------------|-------------------------|--------------|
| 1  | 自然背景   | 水利部/流域管理机构 | 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                  | -                       | 根据实际情况变化进行更新 |
| 2  | 流场动态   |            | 水流、咸潮、冰凌、泥沙运动、潮汐、台风        | 水流、咸潮、冰凌、泥沙运动、潮汐、台风的动态仿真模拟   | 对水流、泥沙运动、潮汐、台风特征参数的实时模拟 |              |
| 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 | -                       |              |

### (三) 知识平台

| 序号 | 建设内容        | 建设主体             | 指标参数或技术要求                                                               | 更新频率    |
|----|-------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1  | 水利对象关系      | 水利部              | 各类水利对象基础信息及其相互之间的空间关系、水流关系、管理关系等                                        | 实时更新    |
| 2  |             | 流域管理机构/省级水行政主管部门 | 在水利部基础上按需补充                                                             | 按需拓展    |
| 3  | 历史场景与预报调度方案 | 水利部              | 国家水文站降雨-洪水场景，水利部职责范围内洪水预报方案和调度方案                                        | 按洪水场次更新 |
| 4  |             | 流域管理机构           | 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-供水需求-调度方案场景                     | 按洪水场次更新 |
| 5  |             | 省级水行政主管部门        | 辖区内水文站降雨-洪水-调度方案场景，辖区水环境/水生态需求-调度方案场景                                   | 按洪水场次更新 |
| 6  | 业务规则        | 水利部              | 水利部职责范围内洪水预报规则和调度规则；水利行业相关法规、制度及标准                                      | 年更新     |
| 7  |             | 流域管理机构           | 流域水文手册的结构化处理；流域洪水预报规则，流域防洪工程调度规则，联合调度规则；流域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 | 年更新     |
| 8  |             |                  | 涉河建设项目合规研判规则                                                            | 按需更新    |
| 9  | 专家经验        | 省级水行政主管部门        | 辖区防洪工程调度规则、防洪预案、洪水风险图                                                   | 年更新     |
| 10 |             | 水利部              | 大江大河历史大洪水、旱灾、防洪专家经验；不同流域产汇流特性和洪水演进规律                                    | 按需构建    |
| 11 |             | 流域管理机构           | 流域历史典型洪水、旱灾、防洪专家经验；流域产汇流分区区域特性和洪水演进规律                                   | 按需构建    |



| 序号 | 建设内容   | 建设主体             | 指标参数或技术要求                                                                                                                                          | 更新频率 |
|----|--------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 12 |        | 省级水行政主管部门        | 辖区流域防洪及调度经验                                                                                                                                        | 按需构建 |
| 13 |        |                  | 知识表示：对各类水利知识构建知识图谱，通过基于本体的语义网表示或基于表示学习的向量嵌入表示，构建水利知识的实体—关系三元组模型                                                                                    |      |
| 14 |        |                  | 知识抽取：对各类结构的水利数据库进行知识抽取与挖掘。包括面向结构化数据使用映射规则和工具，从关系数据库生成语义网表示数据集；面向半结构化数据（网页、百科等）采用手工、包装器归纳和自动抽取等方法将其抽取还原为结构化数据；面向非结构化数据采用概率模型和深度学习模型等方法实现实体、属性和关系的抽取 |      |
| 15 | 水利知识引擎 | 水利部              | 知识融合：针对知识本体异构和实例异构问题进行本体映射和实例匹配，知识匹配技术包括基于自然语言处理的术语比较、基于本体结构进行匹配以及基于实例特征的机器学习等                                                                     | 按需构建 |
| 16 |        |                  | 知识推理：知识推理运用于知识发现和异常检测；图挖掘计算用于搜索、推荐和评分等                                                                                                             |      |
| 17 |        |                  | 知识存储：以三元组、属性表或垂直分割为方案进行单一式或混合式存储                                                                                                                   |      |
| 18 |        | 流域管理机构/省级水行政主管部门 | 在水利部基础上按需补充，例如淤地坝安全度汛预案等                                                                                                                           | 按需拓展 |

#### (四) 水利感知网

| 序号 | 二级分类     | 建设主体       | 功能类型     | 建设内容                                                                                               | 指标参数/技术要求       | 数据更新频率         |
|----|----------|------------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------|
| 1  | 传统水利监测站网 | 水利部/流域管理机构 | 水旱灾害防御   | 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                                         | 自动监测+地方数据接入     | 1次/小时；洪水期间按需加密 |
| 2  |          |            |          | 重要水利工程泥沙监测                                                                                         | 自动监测+地方数据接入     | 1次/24小时        |
| 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的断面、已批复的流量分配方案确定的断面水位、流量监测和已确定生态流量目标的重点河湖控制断面流量水量水位监测数据以及跨流域跨区域调水工程的下泄流量监测 | 自动监测+地方数据接入     | 1次/小时          |
| 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计量数据、地方重大取水口水监测计量数据                              | 自动监测+地方数据接入     | 1次/小时          |
| 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                                             | 自动监测+人工采样，实验室分析 | 1次/月，适时按需加密监测  |

| 序号 | 二级分类     | 建设主体       | 功能类型         | 建设内容                                                | 指标参数/技术要求         | 数据更新频率          |
|----|----------|------------|--------------|-----------------------------------------------------|-------------------|-----------------|
| 6  | 传统水利监测站网 | 水利部/流域管理机构 | 水资源节约与保护     | 平原区地下水水位、取水量监测数据；超采区地下水水位、取水量监测数据；禁限采区地下水水位、取水量监测数据 | 自动监测+地方数据接入       | 1次/24小时         |
| 7  |          |            |              | 重要江河湖库的水生生物、水生生态环境监测                                | 人工采样，实验室分析        | 2次/年            |
| 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                  | 人工采样，实验室分析        | 目标鱼类繁殖季节        |
| 9  |          |            |              | 生态流量监测断面的水位、流量监测                                    | 自动监测              | 1次/小时           |
| 10 |          |            |              | 重点用水单位的取用水量监控                                       | 自动检测+地方数据接入       | 1次/小时；用水高峰期按需加测 |
| 11 |          |            |              | 水土保持监测                                              | 自动监测+人工采样，实验室分析   | 适时适情            |
| 12 |          |            |              | 水利工程的变形、位移、渗流、应力、地震反应监测                             | 自动监测+人工监测         | 适时适情            |
| 13 | 新型水利监测网  |            | 水旱灾害防御       | 土壤旱情灾情监测                                            | 百米级/公里级，热红外/微波+全色 | 1次/旬            |
| 14 |          |            |              | 洪涝淹没范围监测                                            | 米级，可见光/SAR        | 1次/日            |
| 15 |          |            |              | 堰塞湖监测                                               | 米级，可见光/SAR        | 1次/日            |
| 16 |          |            | 河湖“四乱”问题监测   | 米级+亚米级，可见光                                          | 1次/季度             |                 |
| 17 |          |            | 土壤侵蚀等监测      | 米级，可见光                                              | 1次/年              |                 |
| 18 |          |            | 生产建设项目扰动变化监测 | 米级+亚米级，可见光                                          | 1次/年              |                 |

| 序号 | 二级分类         | 建设主体           | 功能类型      | 建设内容                                   | 指标参数/技术要求                            | 数据更新频率         |
|----|--------------|----------------|-----------|----------------------------------------|--------------------------------------|----------------|
| 19 | 新型水利监测网      | 水利部/<br>流域管理机构 | 水行政执<br>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为监测 | 米级+亚米级，可见光                           | 2次/年，重点区域1次/季度 |
| 20 |              |                | 水资源节约与保护  | 湿地面积监测、水资源短缺和超载地区灌溉面积变化情况监测            | 优于16m，高光谱+多光谱                        | 1次/年           |
| 21 |              |                | 基础数据采集更新  | 河道和流域数字地形，水下地形                         | 光学立体像对、激光测高仪、干涉SAR、多波束声呐             | 按需更新           |
| 22 |              |                | 水旱灾害防御    | 水利工程调度执行情况监测                           | 视频、照片                                | 实时在线监测         |
| 23 |              |                | 水资源管理     | 江面水势、水位监测                              | 视频、照片                                | 实时在线监测         |
| 24 |              |                | 水资源节约与保护  | 重要水利工程调度执行情况监测                         | 视频、照片                                | 实时在线监测         |
| 25 |              |                | 河湖管理      | 水体水质、漂浮物监测                             | 视频、照片                                | 实时在线监测         |
| 26 |              |                | 水行政执<br>法 | 重要执法江段监测                               | 视频、照片                                | 实时在线监测         |
| 27 |              |                | 监督管理      | 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 | 视频、照片                                | 实时在线监测         |
| 28 |              |                | 水旱灾害防御    | 水利工程日常管理区域监测                           | 视频                                   | 实时在线监测         |
| 29 | 其他无人设备（日常管理） |                | 水旱灾害防御    | 险工险段范围内的崩岸、险情监测                        | 水下视频和照片、DOM、DEM、倾斜摄影影像、二维声呐扫描模型、激光点云 | 适时适情           |
| 30 |              |                |           | 受灾区域影像和地形信息监测                          | 视频、照片、DOM、DEM、倾斜摄影影像                 | 适时适情           |

| 序号 | 二级分类     | 建设主体           | 功能类型     | 建设内容                                                                                                  | 指标参数/技术要求            | 数据更新频率 |
|----|----------|----------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------|
| 31 | 新型水利监测网  |                |          | 水文测流                                                                                                  | 流速                   | 适时适情   |
| 32 |          | 水利部/<br>流域管理机构 | 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                                                                              | 视频、照片、DOM、DEM、倾斜摄影影像 | 适时适情   |
| 33 |          |                |          | 水利工程项目的建设位置、界限以及面积等监测                                                                                 | 视频、照片、DOM、DEM、倾斜摄影影像 | 适时适情   |
| 34 |          |                |          | 重点监测区域、疑似违法对象等监测                                                                                      | 视频、照片、DOM、DEM、倾斜摄影影像 | 适时适情   |
| 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                                                      | 视频、照片、DOM、DEM、倾斜摄影影像 | 适时适情   |
| 36 |          | 流域管理机构         | 水旱灾害防御   | 堰塞湖堰塞体及其上游和下游的水文、流量和地形监测，分洪溃口上下游面、溃口形态及溃口流量、淹没区的水位及淹没范围监测、水库防洪调度的超蓄水位淹没影响区居民分布、重要基础设施、防洪高水位下居民及生产设施情况 | 现场人工监测               | 适时适情   |
| 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                                                                             | 现场人工监测               | 适时适情   |
| 38 | 省级行政主管部门 |                | -        | 按需建设                                                                                                  | -                    | -      |

(五) 水利信息网

| 序号 | 建设主体       | 建设内容 |       | 指标参数/技术要求                          |
|----|------------|------|-------|------------------------------------|
| 1  | 水利部/流域管理机构 | 广域网  | 骨干网   | 带宽 ≥ 200Mbps，全面支持 IPv6 互联，支持资源动态调配 |
| 2  |            |      | 流域省区网 | 带宽 ≥ 100Mbps，全面支持 IPv6 互联，支持资源动态调配 |
| 3  |            |      | 地区网   | 带宽 50-100Mbps                      |
| 4  |            | 城域网  |       | 覆盖各级直属单位                           |
| 5  | 省级水行政主管部门  | 部门网  |       | 划分办公接入区和数据中心区，连接水利骨干网、互联网和国家电子政务外网 |
| 6  |            | -    |       | 按需建设                               |

(六) 水利云

| 序号 | 建设主体      | 建设内容  | 指标参数/技术要求                           |
|----|-----------|-------|-------------------------------------|
| 1  | 水利部       | 一级水利云 | 具有不少于 4000 颗 CPU 处理器，不少于 150PB 存储能力 |
| 2  | 流域管理机构    |       | 流域管理机构：根据数字孪生流域的算力需求补充              |
| 3  | 省级水行政主管部门 | 二级水利云 | 按需建设                                |