



工业互联网智慧水务发展白皮书

(供水篇)

工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

工业互联网产业联盟

2021 年 8 月

前 言

工业互联网作为一种全新的工业生态、关键基础设施和新型应用模式，通过人、机、物的全面互联，实现全要素、全产业链、全价值链的全面连接，正在全球范围内颠覆传统制造模式、生产组织方式和产业形态，推动传统产业加快转型升级、加速新兴产业发展壮大。工业互联网与传统水务的结合，将推动水务行业向信息化、智慧化发展。《国家新型城镇化规划（2014-2020年）》、《国家智慧城市（区、镇）试点指标体系（试行）》、国家八部委《关于促进智慧城市健康发展的指导意见》等政策反复强调“实施从水源地到水龙头的全过程监管”，“发展智能水务与智能管网，构建覆盖供水全过程、保障供水质量安全的智能供排水和污水处理系统，实现城市地下空间、地下管网的信息化管理和运行监控智能化”。

当前，水务行业正面临着诸多问题和挑战，也催生了不同的需求。如解决供水安全问题，需要匹配智联基础设施建设；缓解水资源短缺问题，需要节水手段的全面升级；提升供水系统的精细化监管，需要全流程的数字化贯通。智慧水务的建设在一定程度上为应对水务行业的挑战提供了新的思路。然而，智慧水务建设过程中信息孤岛、信息安全问题突出，供应商供需结构性冲突严重，城乡供水一体化、供排污一体化、水司集团化运营等新特征给智慧水务带来了新挑战。因此，需结合新问题、新特征及国家战略规划，及时调整智慧水务建设战略，加快智慧水务建设步伐。

本白皮书基于智慧水务相关招投标数据对智慧水务的建设现状及发展趋势进行分析，数据样本涵盖 2017 年以来政府招投标网站的 189 项智慧水务相关的招投标项目，并从智慧水务顶层战略、技术产业布局、行业发展生态、标准规范制定的角度进行相关政策的研究。研究发现，现阶段中国智慧水务建设还处于初级阶段，尚存在诸多问题，例如技术标准混乱、市场鱼龙混杂、实践效果不理想等，整个行业发展处于探索阶段。为此，工业互联网产业联盟垂直行业水务组联合相关单位，于 2020 年 1 月启动了《工业互联网智慧水务发展白皮书（供水篇）》（以下简称《白皮书》）编制，研究分析了水务行业发展背景、新时代下智慧水务建设能力环境、工业互联网对智慧水务的赋能作用，提出了智慧水务的定义愿景、智慧水务发展路径与实施框架、智慧水务发展应对建议，旨在引领智慧水务快速发展。

后续还将对我国水务行业整体发展情况进行实地调研，并结合行业发展的“新环境”、“新机遇”、“新特征”、“新挑战”，联合业界专家开展深入、专题研究，将研究成果以白皮书等形式进行分享，初步计划推出《工业互联网智慧水务发展白皮书》系列、智慧水务建设可持续发展指标体系、水务数据标准体系、智慧水务建设安全保障标准体系等，从多个维度指导我国智慧水务建设与发展。希望各位读者能够从本书中汲取经验、不断探索，共同推进水务行业转型升级与创新发展！

组织单位：工业互联网产业联盟

牵头编写单位：上海威派格智慧水务股份有限公司

参与编写单位（排名不分先后）：中国信息通信研究院、深圳市水务（集团）有限公司、福州市水务投资发展有限公司、常州通用自来水有限公司、厦门水务集团有限公司、哈尔滨供水集团有限责任公司、北京市市政工程设计研究总院有限公司、华为技术有限公司、北京交通大学、北京双湃智安科技有限公司、北京同余科技有限公司、水联网技术服务中心（北京）有限公司、中国移动通信集团有限公司、浙江九州云信息科技有限公司。

编写组主要成员：

上海威派格智慧水务股份有限公司：杨峰、丁凯、吴浴阳、徐佐君、李美玲、荣诗怡、李思玉、孙建东、曹瑛、崔光亮、任克亮、张皓程、朱正

中国信息通信研究院：沈彬、臧磊、蒋昕昊、李亚宁

杭州市水务集团有限公司：梁娟、汤霄、甘胜华

深圳市水务（集团）有限公司：林峰、郭颂明、童麒源

福州市水务投资发展有限公司：魏忠庆、段东滨

常州通用自来水有限公司：肖磊、周韧、侯帅华、王兴双

厦门水务集团有限公司：郭俊青

哈尔滨供水集团有限责任公司：杨光、于昆、杨月、柴文旭、李奇峰

北京市市政工程设计研究总院有限公司：王洋、高守有

华为技术有限公司：周亚灵、杨晓飞

北京交通大学：陶耀东

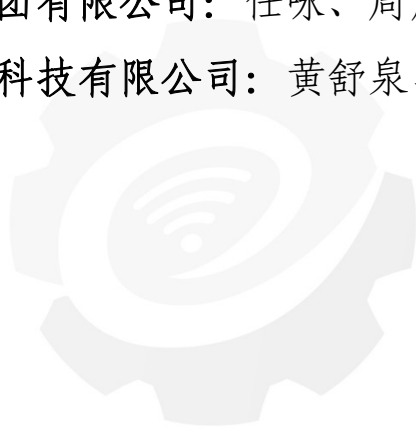
北京恒润慧创环境技术有限公司：丁强

北京同余科技有限公司：朱隆海、付海涛、袁开国

水联网技术服务中心（北京）有限公司：王志军、周晨

中国移动通信集团有限公司：任咏、周威

浙江九州云信息科技有限公司：黄舒泉、张敏、胡卫国



工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

目 录

1. 水务行业发展背景	1
1.1. “新环境”，外部要求与内生需求双轮驱动，智慧水务成为必然趋势	1
1.2. “新机遇”，技术与资金逐步到位，智慧水务新蓝海版图初现	5
1.3. “新特征”，高质量发展势头强劲，“系统建设”向“全链智慧”跨越	11
1.3.1. 各地供水管理单位建设热情高涨	11
1.3.2. 智慧水务建设内容发生巨大变化	13
2. 新阶段下智慧水务建设能力环境分析	20
2.1. 智慧水务建设单位现状	20
2.2. 新时代下智慧水务建设要素分析	23
2.3. 智慧水务供应商能力要求分析	26
2.4. 工业互联网赋能智慧水务建设	29
2.4.1. 工业互联网提供智慧水务实施框架	30
2.4.2. 工业互联网赋能智慧水务的技术框架	31
2.4.3. 工业互联网赋能智慧水务的商业模式	32
2.4.4. 工业互联网保障智慧水务安全运行	34
3. 智慧水务定义和愿景	38
3.1. 智慧水务概念定义	38
3.2. 智慧水务应用者视图	38
3.3. 智慧水务发展愿景	40
3.3.1. 构建水务感知体系，实现生产精益化	41
3.3.2. 融合技术应用发展，辅助决策科学化	41
3.3.3. 打通数据业务壁垒，达成管理协同化	42
3.3.4. 搭建用户沟通桥梁，转型服务主动化	42
4. 智慧水务发展路径和实施框架	43
4.1. 智慧水务发展路径	43
4.2. 智慧水务实施框架	46

4.2.1. 数据、业务全链打通的整体实施架构	46
4.2.2. 顶层规划、分步实施的科学建设原则	46
4.2.3. “1+2+3”全方位、全流程的能力体系建设	48
4.2.4. “先把脉，再规划，后实施”的快速建设步骤	69
5. 智慧水务发展应对建议	72
5.1. 制定政策制度标准，优化建设环境	72
5.2. 构建资金筹措体系，确保资金投入	72
5.3. 成立领导组织机构，统筹推进落实	73
5.4. 完善人才引培机制，提供智力支持	74
5.5. 建立评价指标体系，促进持续发展	74
5.6. 加速企业战略转型，实现弯道超车	75
附录:	77
附录 1 术语和定义	77
附录 2 2017-2020 年全国新建水务科技公司情况	85

1.水务行业发展背景

1.1.“新环境”，外部要求与内生需求双轮驱动，智慧水务成为必然趋势

（1）战略引领智慧水务发展

新型智慧城市建设对智慧水务提出明确要求。党中央、国务院立足我国城市发展实际，要求主动适应和引领新常态、打造经济发展新动能，开展新型智慧城市的建设。国务院 2016 年出台的《国家新型城镇化规划(2014-2020 年)》中明确，要发展智能水务与智能管网，构建覆盖供水全过程、保障供水质量安全的智能供水系统，实现城市地下空间、地下管网的信息化管理和运行监控智能化。

多部委提出智慧水务建设重点与考核指标。国家发改委、中央网信办、国家标准委在《新型智慧城市评价指标》中将智慧水务列入智慧城市建设指标体系，并明确了“市政管网管线智能化监测管理率”的考核。水利部提出加强用水计量监测，扩大感知范围、构建数据汇集与服务平台、提升感知智能水平，建设数据资源池、建设应用支撑平台和智慧使能平台，构建协同创新的智能应用体系等要求。

各省（市）对智慧水务建设提出详细建设路径。大部分省市均开展水务公用基础设施的智能化水平提高工作，加快物联网应用部署，在此基础上，福建、湖北、江苏等地提出智慧水务管理系统与云平台建设要求，以实现统一管理 with 智慧化应用；湖南、贵州、天

津等地明确规划建立数据中心、进行数据治理；广东、浙江、福建等地提出加强农村安全饮水工程的信息化建设投入，推进城乡供水一体化与基本公共服务均等化。

（2）发展矛盾刺激智慧化转型

1）行业发展老矛盾要求多元升级

供水安全保障要求匹配智联基础设施。目前我国城市供水水源水质普遍较差，多数城市饮用水水源存在有机物污染，全国约有一半城市市区的地下水污染严重。除此之外，运输水的自来水管与二次供水设施在使用过程中发生污染现象，缺乏监管，危害供水安全。根据世界权威组织的调查，在发展中国家，由于不卫生的水而传播了 80% 的各种疾病；全世界每年至少有 2000 万人死于饮用不卫生的水。因此，水污染被称为“世界第一杀手”。此外，水务行业信息安全短板明显，需加强行业监管，水利部提出水利网信工作要点，要求加快提升水利网信水平，为水务行业治理体系和治理能力现代化提供强力驱动和有力支撑。

水资源短缺形势呼吁节水手段升级。我国水资源状况形势严峻，人均占有量不到世界平均水平的 1/4，属于中度缺水国家，全国 600 多个城市中有 400 多个属于缺水或严重缺水城市。我国极度缺水地区大多属于人口众多的资源性缺水地区，近十年来国家通过“南水北调”等水利工程的建设来解决此类缺水问题，然而城市供水设施和管理水平的落后带来的管理性缺水加剧了水资源匮乏的严峻形

势。习近平总书记谈“南水北调”工程时提出，“不能一边加大调水、一边随意浪费水”。城市供水设施和管理水平的落后带来的城市水资源分配不均问题急需有效的解决办法，亟需升级节水手段，减少水资源浪费。

供水系统精细化监管需全流程数字化贯通。中国还有很多城市依然在使用旧式工程的管理机制，导致城市水系统存在管理水平低下，设施实时状态不透明、供水时间应对方案不科学、数据存储不规范、后续改进措施实施不到位、各部门条块分割、各系统数据标准不统一等问题。同时，我国供水管网设施和管理系统落后，供水管网产销差率大约在 27%左右，中小城镇更高达 35%-42%，远远高于发达国家供水管网产销差率平均值 8%。面对海量水系统数据与漏损控制要求，需要利用科学管理的手段改变水系统管理方式，节约资源、提高管理水平，以更精细和动态的方式管理供水水务系统的整个生产、管理和服务流程。

2) 企业发展亟需技术与业务重构

随着需求的变化和技术的发展，水务管理的思路不断创新，供水企业的发展面临着各种机遇和挑战，必须要不断创新管理模式，以适应企业处理日益复杂的供水运营与管理需求。

a.企业管理需求

就目前的水务运营企业而言，其管理处于相对传统的阶段，特别是现代化管理的战略策略、方式方法都没有较全面的认识；此外，

就集团型企业而言，要管理的项目公司数量逐年增多，这些项目公司在地理位置上分布在全国各地，企业需要对所辖的项目公司实现集团化的实时远程运营管理。如果仅仅依靠有限的人力、物力资源，对运营企业的生产状况进行动态和全方位的监控，非常困难。

因此必须充分运用现代科学技术发展成果，不断掌握最新科学技术手段，借助于高速发展的计算机、网络及通讯技术建设水务运营监控管理系统，全面提升各项目公司的运营绩效管理与监管水平。

b.成本降低需求

从目前国内水务环保行业的发展形势看，随着市政公用设施特许经营等政策的实行，传统模式下的水务企业正在向产业化的方向发展，并呈现出多方竞争的发展态势，而这种竞争格局将导致各竞争主体为提升自身竞争优势而不断提升运营管理水平。同时，由于水务环保行业投入大、回报周期长、利润水平不高的特殊性，供水企业一直采用的都是靠政府补贴的微利（甚至亏本）运营模式。所以节能降耗、降低运营成本一直是各水务企业关心的头等大事。

因此，需要借助现代科学技术，通过对海量数据的分析建立成本分析模型，找出企业成本构成因素，建立数据驱动式决策支持系统，辅助企业决策、优化业务，提升运营效率，优化企业管理，降低企业运营成本。

c.服务品质提升需求

生活水平的提高促使用户对于饮水安全与水质的要求越来越

高，供水安全、水质与服务成为全社会关注的重点。不断提升供水综合服务水平，是供水企业追求进一步发展与提升的根本落脚点。

智慧水务建设在帮助传统水务企业安全供水的同时，通过水质在线监测、泵站安防等信息化手段，实现水质的全面保障。同时，向“以客户为中心”的业务转型，特别是营销、客户服务等企业的前台运营环节，比如，通过对营销、客服系统的用户数据进行挖掘、分析，了解用户的投诉、交费情况，建立客户信用级别档案，实施特定的客户回访、跟踪服务，提高客户的满意度和服务品质。

1.2.“新机遇”，技术与资金逐步到位，智慧水务新蓝海版图初现

（1）新技术融合应用创新智慧水务发展动能

国家推进新一代信息技术与水务融合发展。近年来，国务院提出《关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》、《关于加快推进“互联网+政务服务”工作的指导意见》、《关于深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的指导意见》等政策文件，要求互联网与经济社会各领域的融合发展进一步深化，充分发挥互联网在促进产业升级以及信息化和工业化深度融合中的平台作用，推进水环境质量信息公开，通过互联网实现面向公众的在线查询和定制推送。将互联网、物联网、云计算和大数据等技术在水务行业进行创新应用，提升水务基础设施智能化水平，实行精细化运行管理。

各部委借力新技术培育水务领域发展动能。工信部印发物联网、

工业互联网、5G、人工智能、区块链、增强现实/虚拟现实等新一代信息技术发展推进文件，推动新一代信息技术在更广范围、更深程度、更高水平上融合创新，培植壮大经济发展新动能，支撑实现高质量发展。以 NB-IoT 技术为例，要求推广 NB-IoT 在公共服务领域的应用，到 2020 年，NB-IoT 网络实现全国普遍覆盖，面向室内、地下管网等应用场景实现深度覆盖。以水表智能计量、环保监测等领域为切入点，加快发展 NB-IoT 在城市公共服务和公共管理中的应用，助力公共服务能力不断提升。

各省（市）提出新技术行动计划助力智慧水务。为响应国家、部委推进技术产业布局，促进新一代信息技术融合发展的要求，各地就工业互联网、5G、大数据、人工智能、BIM 等新技术的应用与发展提出行动计划，从研发、投资、生产、消费全产业链，助力智慧水务发展：

➤ **工业互联网：**根据《国务院关于深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的指导意见》，辽宁、内蒙古、山东、陕西、云南等地纷纷出台相关政策，推动工业互联网加快发展。开展工业互联网应用试点示范，建设跨行业、跨领域以及特定行业、特定领域的工业互联网平台。与大专院校、科研院所、环保企业联合开展产学研创新技术战略合作，建立**智慧水务创新联盟**。

➤ **5G：**广西、贵州、山西等地为贯彻落实中共中央、国务院关于加快 5G 发展的总体要求，加快推进 5G 新型基础设施建设，

深化 5G 场景融合应用，推进城市公共设施部件管理智慧化，在地下管网、水电气抄表等领域，推广应用 5G 低功耗物联网、智能传感器等技术。

➤ **大数据：**重庆、福建、广东、内蒙古、山西等地制定《大数据发展总体规划》，推进大数据基础设施建设，开展城镇供水安全保障技术研究，重点开展城镇安全供水预警和监测技术、供水管道和地下水管智能检漏技术、“智慧水务”管理系统研究。

➤ **人工智能：**2020 年，湖北省人民政府提出《湖北省新一代人工智能发展总体规划（2020—2030 年）》，要求利用新一代人工智能技术，创新智能服务体系，创新城市管理，搭建**城市管理平台**，完善涵盖大气、水、危废等领域的智能环境监测网络和服务平台。

➤ **BIM：**上海市水务局发布《上海市水务局关于推进建筑信息模型技术水务应用三年行动计划（2017-2019 年）》，围绕服务上海水利、供水和排水三大领域“全生命周期应用”目标，构建 BIM 技术**水务应用**信息共享平台，打造一批 BIM 技术水务应用的标杆，基本形成 BIM 技术水务应用管理体系框架，提升水务工程现代化的管理水平。

➤ **分区计量：**2018 年，辽宁省住建厅发布《关于做好供水管网分区计量试点工作的通知》，积极推进供水管网分区计量试点工作，建立**管网漏损管控体系**，实现供水管网精准控漏，降低城镇供水管网漏损，提升供水管理水平，保障供水安全。

➤ **北斗：**河北、北京等地先后提出相关政策，重点利用北斗实时快速的精准时间和空间位置获取技术，依托建设基于北斗的市政物联网平台，实现市政管线(水、电、气、热等)基础信息获取、动态更新，以及在**智能巡检**、作业管理、设施普查等环节的全面应用，全面提升市政管网全生命周期管理、风险管控水平和防灾减灾能力。

➤ **VR\AR：**江西、河南等省陆续出台相关政策，拓宽 VR\AR 产业的内涵和外延，推进基于 5G 的 VR/AR 在**工业智能制造**、**智能管网**、健康医疗、游戏娱乐、旅游体验、文化传播等领域应用，积极发展相关领域的**可穿戴设备**、**智能硬件产品**，提升制造领域相关行业的现代化水平。

➤ **数字孪生：**国家《关于推进“上云用数赋智”行动 培育新经济发展实施方案》，将数字孪生提到了与大数据、人工智能、5G 等并列的高度。雄安新区、上海临港新片区、南京江北新区、北京海淀区、舟山市、西咸新区、重庆市、长三角一体化示范区等地纷纷提出了地方性数字孪生城市的建设要求和实施方案，推动数字孪生技术在水网、**市政基础设施**、**社会公共事业**等方面的应用，加快提出水务行业的数字孪生解决方案。

(2) 新基建与城乡供水一体化等发展要求带来大量资金支持

结合新基建发展要求，广东、吉林、云南等地提出新型基础设施建设实施方案，构建智能基础设施体系，高效升级智慧市政基础

设施。福建、黑龙江、辽宁等地坚决打好饮用水水源地保护攻坚战，提升城镇供水水质保障，提出水源地保护与供水安全保障实施方案。其中，黑龙江省累计投资 123 亿，全面提升全省城镇供水水质。

安徽省蒙城县、潜山市为推动城乡供水一体化工程，先后提出可行性研究报告，涉及投资额达 5500 万；浙江省也积极推进城乡供水，建设清洁供水数字化管理系统。同时，安徽、福建、天津等地，投入上亿资金，全面巩固提升农村供水保障水平，确保农村居民喝上安全、健康的饮用水。

在这种大背景下，从 2017-2020 年智慧水务非 PPP 项目金额变化情况（如图 1.1）中可以看出，各地区投资总额差异大，其中广东省投资额远超其他省份，项目投资金额高达 2.7 亿元，主要是由于广东省作为试点项目地区，率先开展智慧水务建设。广东省的成功经验为全国树立了成功样板，新的水务模式也会激励更多信息技术企业投身智慧水务领域，同时广东省通过平台+生态的模式可以不断提高水务治理新技术的孵化和突破能力。

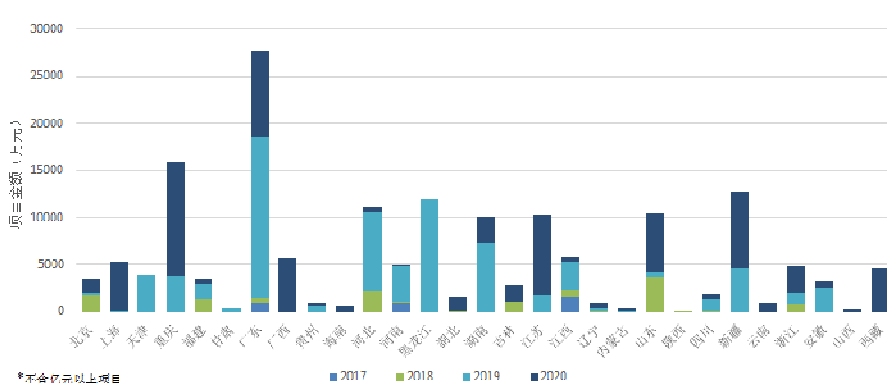


图 1.1 2017-2020 年各省（市）智慧水务非 PPP 项目金额变化情况

（3）优化营商环境创造智慧水务良性发展生态

为贯彻落实国家政策、方针，加大城市基础设施领域补短板力度，住建部提出《关于做好城市市政基础设施补短板项目储备的通知》，以完善老旧小区配套设施为切入点，通过实施供水改造提升项目，重点解决居民的用水问题，对市政基础设施补短板项目提出具体实施意见。

全国各地政府单位依据国家与部委要求，结合自身实际，提出智慧水务相关的建设实施方案，营造良性发展生态。北京、福建、广东、海南、河北、江苏、内蒙古、山东、上海、浙江等地对智慧水务建设提出实施方案，对全省各单位、各市县、各部门的工作分工和目标提出明确要求。其中，江苏南京规划《南京市智慧水务建设项目（2020-2021 年度）》，总计投资 7000 多万。

一方面，随着 5G 技术、物联网、大数据、云计算及移动互联网等新技术不断融入传统行业的各个环节，全国各地的水务领域正加速推进“5G+智慧水务”等项目进程，充分激发了行业活力；另一方面，随着我国城市供水量的逐年增长、供水管网布局的日益复杂、水资源污染问题逐渐加剧，水务信息化建设亟需提升。以上两方面的建设为智慧水务市场带来大量的资金投入，2017-2020 年在智慧水务项目中（如图 1.2 所示），广东省 2019 年智慧水务非 PPP 项目金额高达 8 个亿。而投资金额多、经济效率高的 PPP 项目方式优势显著，占据智慧水务大半市场，仅江苏 2019 年的智慧水务 PPP 项

目金额就高达 36 个亿，约为全年智慧水务项目的 47%。

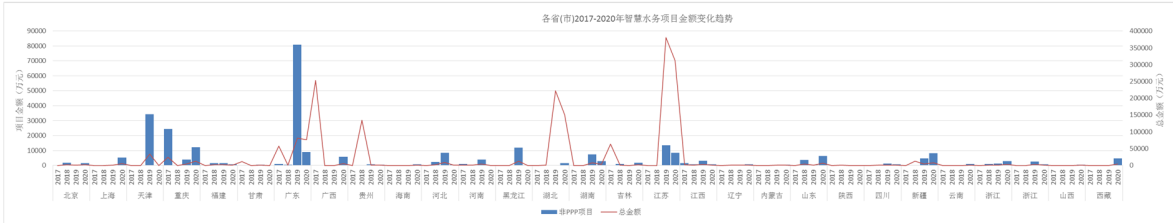
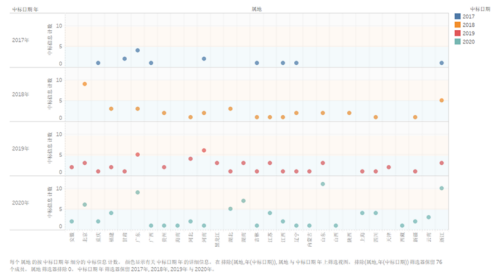
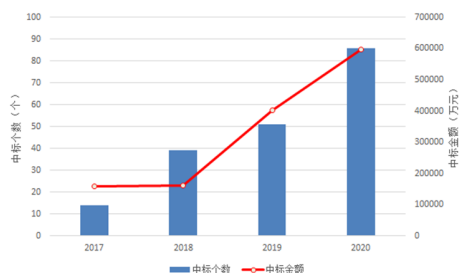


图 1.2 2017-2020 年各省（市）智慧水务项目金额变化趋势

1.3.“新特征”，高质量发展势头强劲，“系统建设”向“全链智慧”跨越

1.3.1.各地供水管理单位建设热情高涨

随着水体综合整治、生态环境修复与管理、智慧城市、智慧校园等大型项目逐渐融入智慧水务元素，全国智慧水务建设项目个数逐年上升，各地智慧水务建设热情高涨。对中国政府采购网、中国政府购买服务信息平台上的智慧水务中标项目分析发现（如图 1.3 所示），全国各省（市）智慧水务相关项目个数及建设金额逐年上升，2020 年建设项目数量是 2017 年同期的 6.1 倍，智慧水务建设进入高速发展期。2017 年仅有 9 个省（市）建设智慧水务，而到了 2020 年，数量增长至 25 个省（市），四年间增幅高达 177%。与此同时，单一省（市）智慧水务项目建设个数逐年上升，2020 年时，山东、浙江两个省建设项目个数均超过 10 个。



(a) 全国智慧水务项目中标情况

(b) 各省(市)智慧水务项目中标情况

图 1.3 2017-2020 全国智慧水务项目个数与金额变化情况

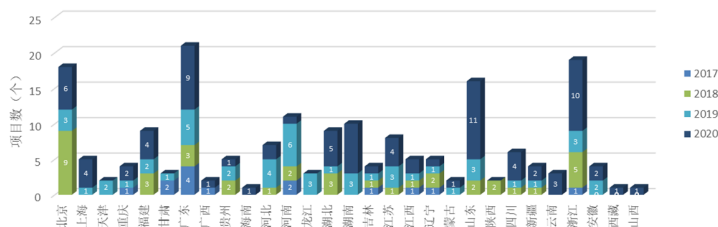
从区域竞争来看,我国智慧水务相关业务的地域性特点较为突出,行业相关企业主要分布在华南地区以及华东地区,占比约 67%,市场分布表现出较强的区域性特征。近四年来(如图 1.4 所示),东部地区率先开展智慧水务建设,项目总数及项目总额均处于全国前列,广东、浙江的智慧水务建设始终处于全国领先水平。



(a) 全国智慧水务建设项目个数分布情况



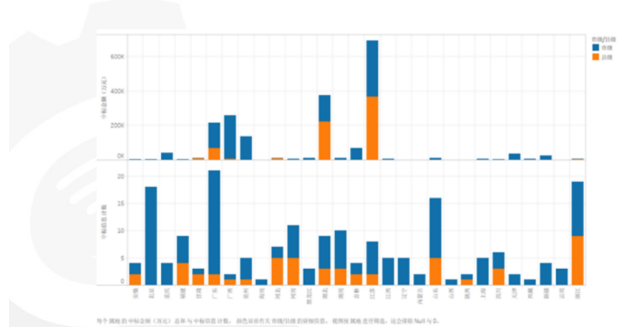
(b) 全国智慧水务建设项目金额分布情况



(c) 全国智慧水务年建设项目个数变化情况

图 1.4 2017-2020 年全国智慧水务项目中标地区分析

全国智慧水务招标主体主要为市级单位(如图 1.5 所示), 市级项目个数远超县级项目, 占主导地位。智慧水务项目的招标主体存在逐渐下沉的情况, 福建、广东、湖南等 16 个省(市)存在县级单位直接进行智慧水务相关项目招标的情况。就处于全国智慧水务建设前列的广东和江苏而言, 其市级项目个数占比均更高; 而从金额上看, 江苏省县级项目的建设金额高于市级, 是因为其县级项目涉及农饮水工程等 PPP 项目。



(a) 全国智慧水务项目招标方情况 (b) 各省(市)智慧水务项目招标方情况

图 1.5 2017-2020 年全国智慧水务项目招标方情况

1.3.2.智慧水务建设内容发生巨大变化

无论是水务企业信息化建设还是“智慧水务”建设, 其核心目的都是提高水务企业的生产效率与管理效率, 帮助管理者更好地实现精细化管理, 为用户提供更优质、更便捷的服务, “智慧水务”是水务管理环节的一项重要技术手段, 其建设内容与功能模块须符合水务企业现状, 从解决当前存在的问题与经营管理目标出发。

(1) 建设基础: 智能互联硬件设施逐渐成为智慧水务建设的关键

对 32 个省市的政府采购网上 2017 年至 2020 年智慧水务的招标投标项目（共 189 个项目）为样本进行智慧水务建设特征分析（如图 1.6）发现，硬件基础设施类项目占比最高，这是由于以物联网技术为核心的物联感知层是智慧水务建设的基础，通过在线仪表、RFID 及各类传感器等终端设备进行数据采集，实现从水源地到水龙头，从水龙头到排污口的全流程运营、管理、监控和分析的基本要求。在智慧水务相关的水表类采购项目中，2019 年出现 NB-IOT 物联网水表采购项目，并且项目数量远超其他水表。由此可知，随着智慧水务的发展，传统的水表逐渐退出市场，取而代之的将会是更加智能的物联网水表，智能化硬件设备的研发与应用逐渐成为水司服务商的核心竞争点。

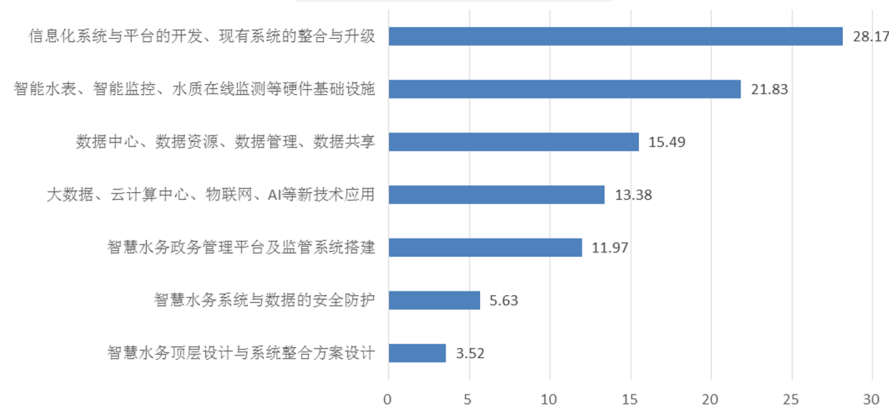
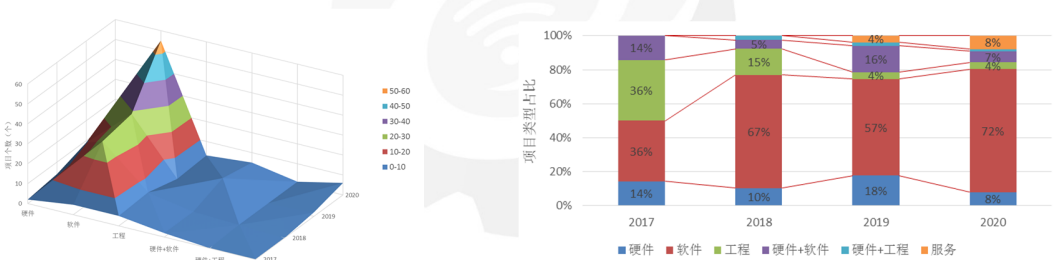


图 1.6 2017-2020 年智慧水务项目建设内容占比 (%)

（2）建设内容：从应用系统建设到综合性智慧化管理与服务平台

当前智慧水务项目更倾向于建设综合性平台，致力于解决水司的无纸化办公、提高办事效率，针对已经建立的业务系统，通过对

功能模块的完善来提升系统实用性和可操作性，满足管理单位实现精细化管理的需求。对智慧水务项目建设内容分析发现（如图 1.7 所示），在 2017-2020 年建立的智慧水务项目主要分为六大类，分别是硬件、软件、工程、服务、硬件+软件、硬件+工程。其中，软件类项目个数逐年增多，占了所有项目的 80%以上，2020 年时突破了 50 个，这反映出水司及用水单位对系统运营管理的需求最高，越来越多的水司借助互联网手段实现了从水源到水龙头的全程实时监管，并推出智能化缴费、线上用户反馈等程序，大大提高了公众参与感。



(a) 智慧水务建设分类项目个数分布 (b) 智慧水务建设分类项目占比

- 硬件类：智能水表、供水设施等设备采购；
- 软件类：管网漏损、营收客服、大数据平台、GIS、SCADA 等应用系统建设；
- 工程类：水体治理、水生态修复、提标改造等领域；
- 服务类：顶层设计、可行性报告等；

图 1.7 2017-2020 年全国智慧水务项目类型分析

(3) 建设步骤：从“急用先行”到“顶层设计与标准先行”

智慧水务顶层设计直接影响到智慧水务的发展方向、总体目标、技术架构、重点任务和实施路径，构建智慧水务相关的技术标准和

管理制度体系，为智慧水务的落地建设提供方案设计。标准规范体系建设包括数据规范、技术规范、接口规范和管理规范，数据规范和技术规范用于指导水务信息资源的数据处理，接口规范为智慧水务项目对接提供标准规范的服务接口，管理规范引导信息系统建设者、运维者、使用者等各方协同办公。从 2017 年开始，智慧水务顶层设计、安全防护、新技术应用、数据应用项目逐年增多，在智慧水务建设过程中发现包括信息孤岛、系统安全等问题，需要建设单位重视顶层设计与水务系统安全。此外，随着互联网新技术的应用逐渐成熟、数据价值逐渐增长，其在水务领域也将得到更多的应用。

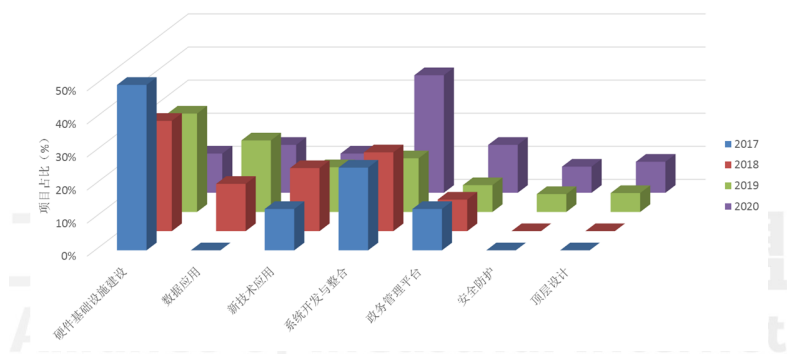


图 1.8 2017-2020 年全国智慧水务项目类型占比

（4）核心要素：始于“数据”成于“模型”，大数据中心建设与数据治理成为刚需

对不同采购方建设智慧水务的关注点分析发现(如图 1.9 所示)，2017-2020 年间智慧水务项目建设的关键词前三分别为综合管理系统、智联供水设备、大数据平台与治理，名列前三。越来越多的政

府机构和水司意识到水务数据的重要性，通过对水务数据的治理和分析可以更深层次、更高效率的发现、诊断、处理供水问题，实现更进一步的智慧水务。另外众多供水管理系统自成体系、信息孤立，造成了管理困难。如何管理众多水务系统，打通孤岛，成为了智慧水务的工作难点，所以水务集团迫切需求研发出智慧供水管理平台，达到信息共享最大化。

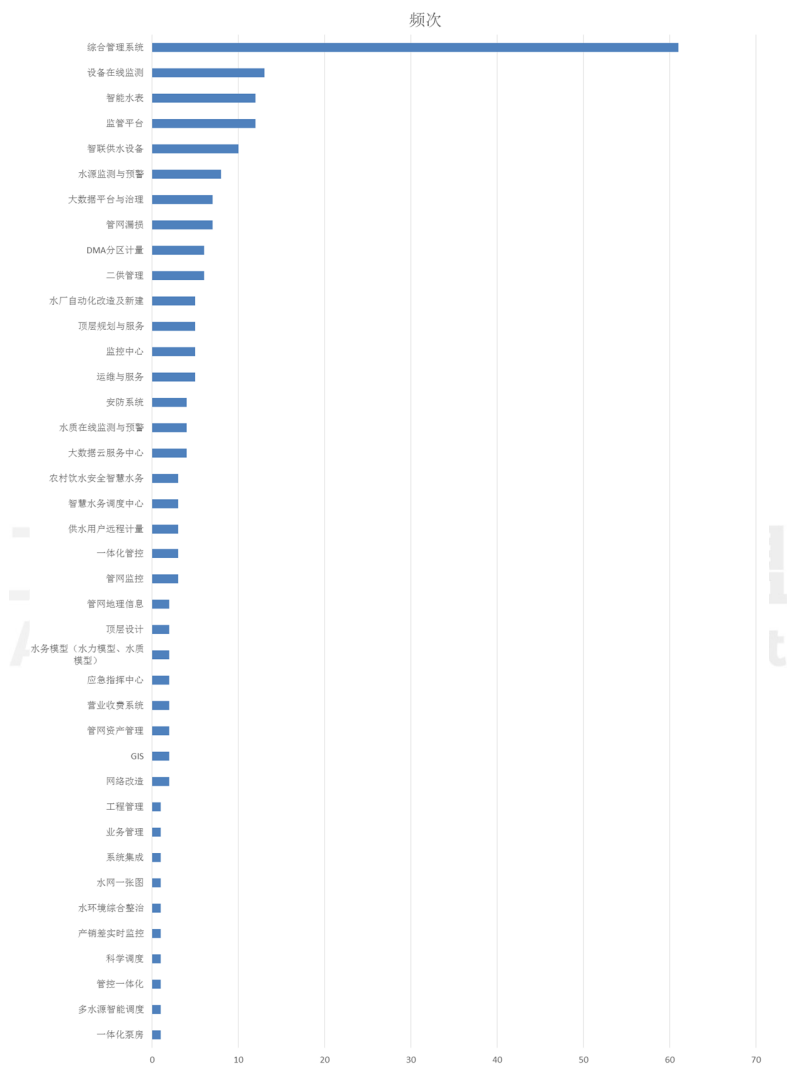


图 1.9 2017-2020 年全国智慧水务项目中标关键词分布

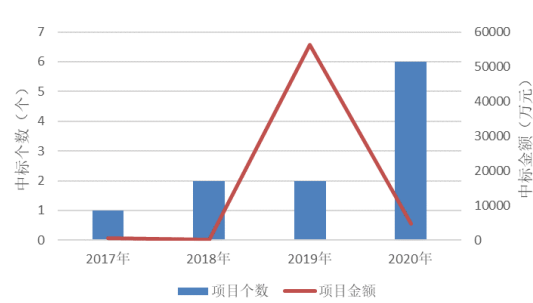
（5）创新应用：基于水务大数据与新兴技术的智慧水务创新应用逐步繁荣

大数据、物联网技术、云计算技术等新兴信息技术的发展为智慧水务的技术实现奠定了良好基础，是保证感知内容充分全面、采集信息综合合理、作业时间有效、全生命周期进行工作的保证，便于大众进行预期设计的动态精细化管理，是现代化规划设计理念充分落实的关键。信息技术由被动支撑管理向融入水务管理模式的转变，推动了水务业务流程的再造，实现了全时段、精细化、广泛的管理体系建设，提高了水务管理机构的供水品质、供水质量和精细化效果，将传统的条块管理转化为现代精细协同化管理。

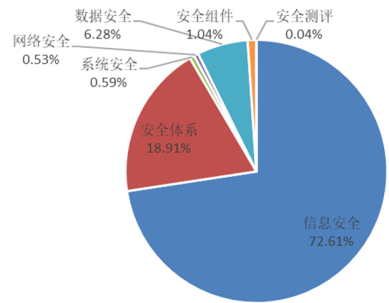
（6）安全保障：网络安全建设为基础、持续安全运营为保障已成趋势

在智慧水务建设过程中，网络安全问题至关重要，网络安全、安全运营等成为智慧水务建设的一大重点。各单位在进行智慧水务建设时，逐渐将网络安全纳入建设项目，建设项目个数由 2017 年的 1 个专项项目上升为 2020 年的 6 个专项项目，涨幅高达 500%。从中标金额来看，2019 年金额最多，这是由于深圳市智慧水务及“智水苏州”综合性项目涉及金额较高，将网络安全建设作为重点。网络安全项目建设的主要内容有信息安全、系统安全、网络安全、数据安全、安全体系、安全组件与安全测评，水务企业更注重网络安全系统的整体建设（包括信息安全、安全体系、系统安全和网络

安全)。



(a) 总体建设情况



(b) 建设内容占比

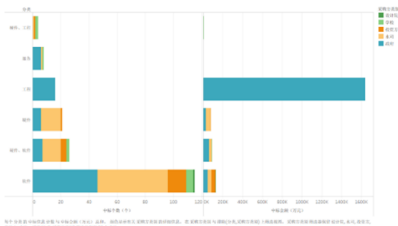
图 1.10 2017-2020 年全国智慧水务项目安全建设情况

2.新阶段下智慧水务建设能力环境分析

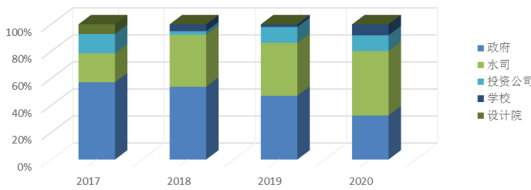
2.1.智慧水务建设单位现状

面对日益严格的水资源管控与多水源智能调度的业务需求，水资源调度中心、城市自然资源和规划信息中心、住房和城乡建设局、水务和湖泊局、市政管理处、“三供一业”建设部等政府机构首先意识到智慧水务建设的必要性，率先开展应用新型互联网技术的智慧水务项目建设以实现智能化管理。

政府机构和水务企业为建设主体的智慧水务建设项目占比达80%以上（如图 2.1 所示），在智慧水务硬件、软件、工程、服务、硬件+软件类项目中，政府单位所占招标比例最大。并且，政府招标的工程类项目金额远超其他项目，其次是软件类项目。在政策驱动与技术发展下，水务企业也逐渐成为智慧水务建设新主体。从2017年开始，政府机构采购项目所占比例逐年减少，而水务企业作为智慧水务建设主体的采购项目占全部建设项目的比例逐年增多，并在2020年超过政府机构。



(a) 不同采购方类别项目数量与金额分析



(b) 采购单位形式变化情况

图 2.1 2017-2020 年全国智慧水务项目不同采购单位的变化情况

不同建设主体对智慧水务的建设需求不同，其对应的建设内容与建设金额也不尽相同，以水务企业为例，中小型水务公司通常侧重于业务应用的信息化规划，特别是生产运维线或客户服务线等专题业务应用规划，大型水务公司则侧重于实现现代化的企业运营与管理，战略发展、资源管控与业务应用管理并重。如图 2.2 所示，在 2017-2020 年的智慧水务建设项目涉及金额差异较大，其中，建设金额为百万量级（项目金额：100 万~1000 万）的项目数量最多，而 1 亿以上的特大型项目数量最少。

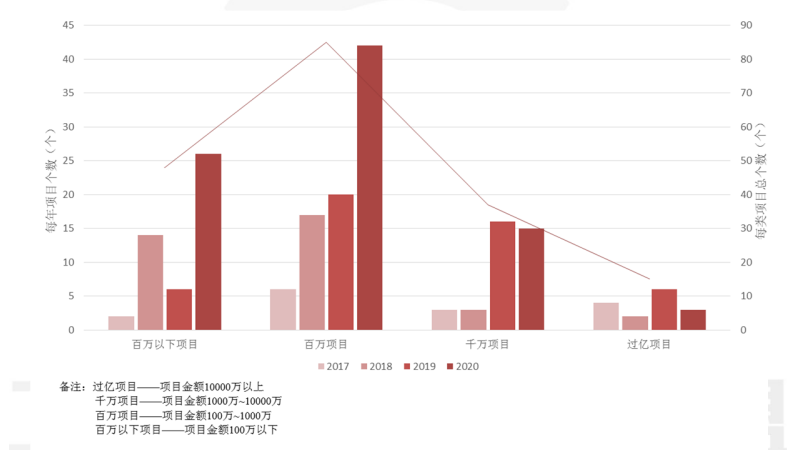


图 2.2 2017-2020 年不同金额区间智慧水务项目数量分析

政府机构作为招标主体的建设项目金额较高，主要为水体综合整治类项目；而体量较小的智慧水务建设项目多由水务企业直接招标，侧重于各类业务系统的建设（如图 2.3 所示）。特大型项目（项目金额>1 亿）主要为水体综合整治类的 PPP 项目，注重精细化供水管理、节水用水管理、数据管理等系统建设；大型项目（项目金额 1000 万-1 亿）主要为市级项目（占比 97%），重视系统集成、供

水基础数据建设、大数据采集与创新应用系统建设,以及工艺设备、超声波水表、智能水表等硬件采购;中小型项目(中型:项目金额100-1000 万;小型:项目金额<100 万)大多为综合管理系统建设(分布占比 77%和 79%),主要包括营业收费系统、安防系统、管网 GIS 系统等单个应用系统的建设。

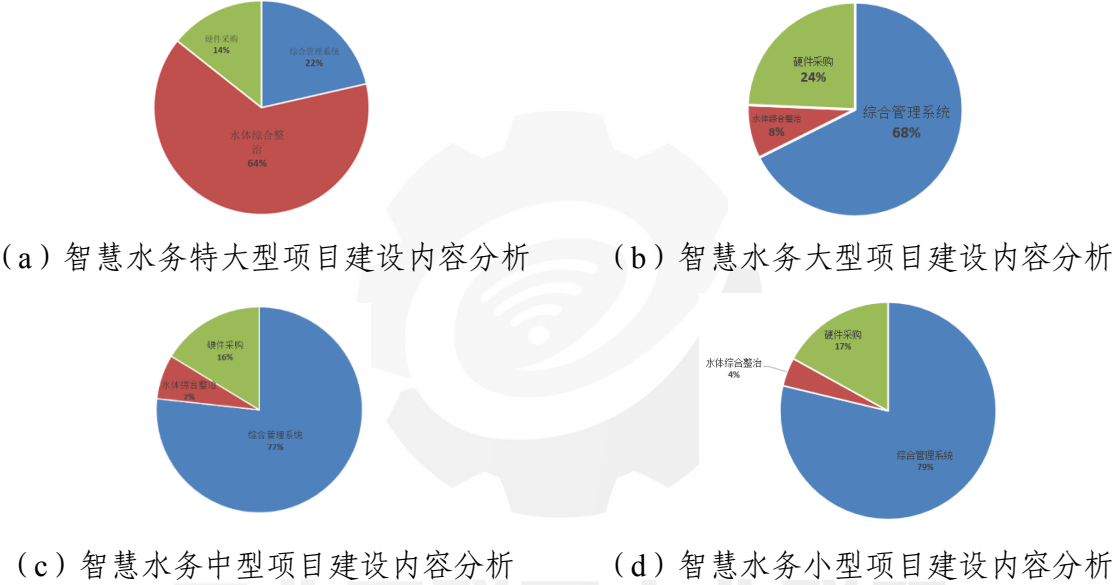
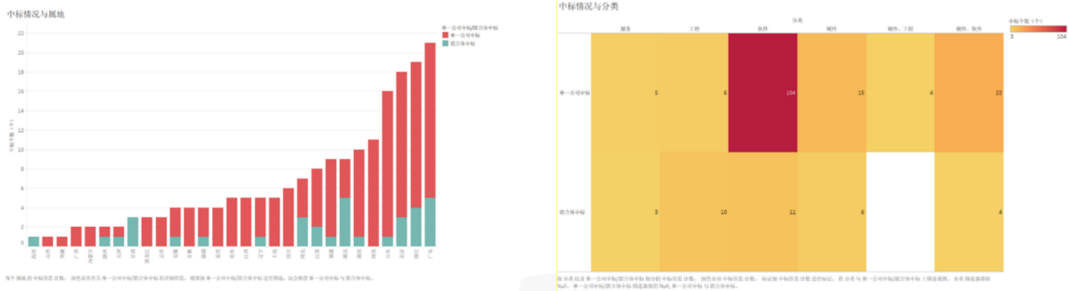


图 2.3 2017-2020 年全国智慧水务项目建设内容占比分析

智慧水务项目招投标过程中,除单一供应商这一形式外,还存在多公司联合的联合体应标形式,行业内企业与大型公司构成的联合体逐渐成为应标热门单位。结合 2017-2020 年智慧水务公开招标情况分析发现(如图 2.4 所示),单一公司中标比例远超联合体中标。全国大部分省(市)更倾向于选择单一公司应标,而湖南、甘肃、湖北三地招标主体则偏向于联合体应标的形式。在 2017-2020 年的 115 个软件类智慧水务建设项目中,单一公司中标占比 90%,

招标主体更倾向于选择具备专业技术能力的软件公司进行项目建设。硬件+工程、服务、工程类项目体量较大、涉及建设内容复杂，单一公司无法满足建设需求，需要联合体共同建设。



(a) 全国智慧水务中标方总体情况 (b) 智慧水务分类项目中标方情况

图 2.4 2017-2020 年各省（市）智慧水务项目中标方情况

随着智慧水务项目及参与企业的增多，行业内部企业重组也逐渐加剧。全国水务企业纷纷建立旗下的水务科技公司，据不完全统计，2017 至 2020 年间，全国水务企业独资或合资成立的下属科技子公司共 23 家，主要分布在江苏、福建、陕西、河北等地（附表 1），开展科技推广和应用服务业、软件和信息技术服务、研究和试验发展等业务。通过所成立的水务科技公司进行智慧水务相关软硬件研发和水务新技术研究，实现产学研一体化，助力水务企业智慧水务建设。

2.2.新时代下智慧水务建设要素分析

智慧水务具备智能感知、系统协同、智慧管理、服务优质等特征，可更好的实现城市供水系统安全、稳定、可靠运行，提高城市水系统管理水平和运行效率，是中国水务行业向智慧化的方向发展

的必然趋势。

新时代下，智慧水务建设需要具备以下四大基本要素：

（1）战略层面

智慧水务建设需要顶层规划，统筹建设。目前大量投巨资建设的智慧水务系统徒有其表，因为数据分散、缺少关联性或不匹配、不兼容，只支持简单应用，甚至建起即闲置，资源利用率极低，且信息处理局限于子部门，信息孤岛现象严重。因此需要在建设初期进行顶层规划，结合水务公司的业务战略与 IT 战略，对应用架构、数据架构、业务架构与技术架构进行设计，统筹建设智慧水务。

（2）技术层面

智慧水务建设需要统一标准、框架。当前各地智慧水务建设缺乏统一的认识和标准的模式指导，甚至有些地方盲目跟风上马政绩工程，对应建设、适合建设什么系统尚不明确，因此需要完善智慧水务建设、运维标准体系，指导智慧水务建设，保障智慧水务建设在技术上实现全系统统一架构、灵活扩展、数据打通、安全可靠。

智慧水务建设需要 ICOT 全技术栈能力。在源头、龙头各个阶段都需要实现智慧化管理，例如水源管理、二供管理、DMA、防汛调度等，要实现智慧水务，离不开云计算、物联网、大数据、边缘计算等新技术的支撑，并要求信息技术（IT）、通信技术（CT）与运营技术（OT）之间高度融合。

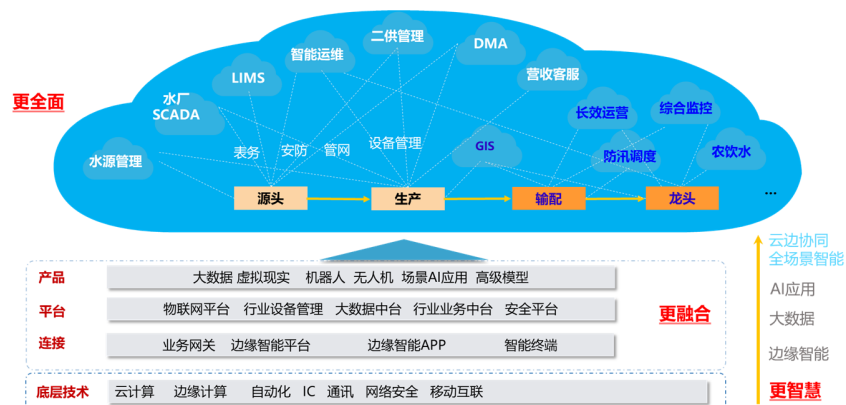


图 2.5 智慧水务新技术要求

（3）管理层面

智慧水务建设需要挖掘数据，调整组织架构，建立运维保障体系。智慧水务建设时积累的大量数据，需得以充分利用，对海量数据进行融合共享，通过数据挖掘和数据分析支撑决策，提升水务运营绩效。同时，随着智慧水务的建立，其业务流程发生解构重塑，企业内部也需进行相应调整，建立运维保障体系，保障已建智慧水务系统的安全稳定与持续性运行，充分发挥系统功能与价值。

（4）人员层面

智慧水务建设需要涵盖 IT、水务、制造、网络安全等多领域的复合型人才。当前，对于智慧水务解决方案提供商而言，缺少大量懂智慧水务研发、服务、管理的人才；对于水务企业等智慧水务应用者而言，同样缺少懂智慧水务使用、维护、管理的人才。因此，需要引进培养涵盖 IT、水务、制造、网络安全等多领域的复合型人才，实现行业壁垒的打通与技术的融合，助力智慧水务建设与运维。

2.3.智慧水务供应商能力要求分析

基于新时代下智慧水务建设需求及建设要素分析，智慧水务项目建设主体在选择供应商及合作伙伴时应从以下方面综合考虑：

（1）全局规划能力。

可提供详尽的咨询规划服务，规划方案应结合企业战略、组织治理和业务现状等多方面。

（2）全业务链产品/解决方案。

可提供覆盖水务从源头到龙头的全业务链产品/解决方案，且产品/解决方案可实现数据整合共享与跨系统的应用和业务集成。

（3）数据标准与流程标准。

可提供涵盖边缘智能平台、统一接入平台、基础公共平台、数据中台的共享物联平台，转化数据资产，赋能水务运营。

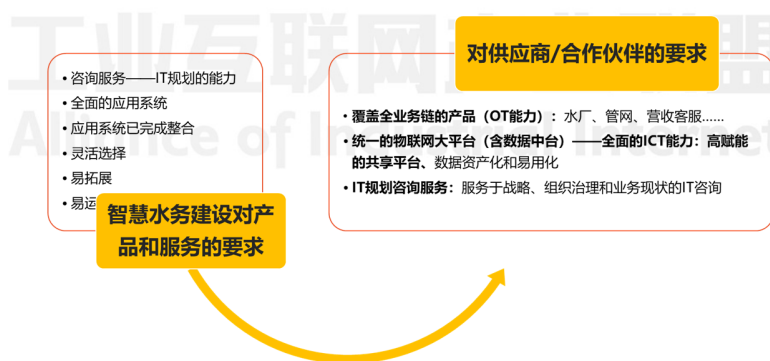


图 2.6 智慧水务供应商/合作伙伴能力要求

综合性智慧水务的建设需要建设方具备“平台+软件+硬件+物联网+服务”五位一体的能力要求。具体包括：对水源/水厂/管网/营

收客服相关系统与模块、综合联动调度平台、智慧客服、二供综合管理平台、远程在线监控、水务业务一体化办公门户等软件的开发与部署能力；对水厂/泵站/二供设备、直饮水设备、泵房设备、远传水表/流量计、服务器、大屏、数据中心等相关硬件设备的生产能力；对五合一边缘智能网关、智能传感器、工业控制器、智能水厂监控、网络等物联网解决方案的应用能力；对边缘智能平台、公共服务平台、统一接入平台、数据中台、IoT设备管理平台等平台的建设与运维能力等，同时需具备集调研诊断、规划咨询、标准建设、专业培训及运维服务等方面的综合能力。

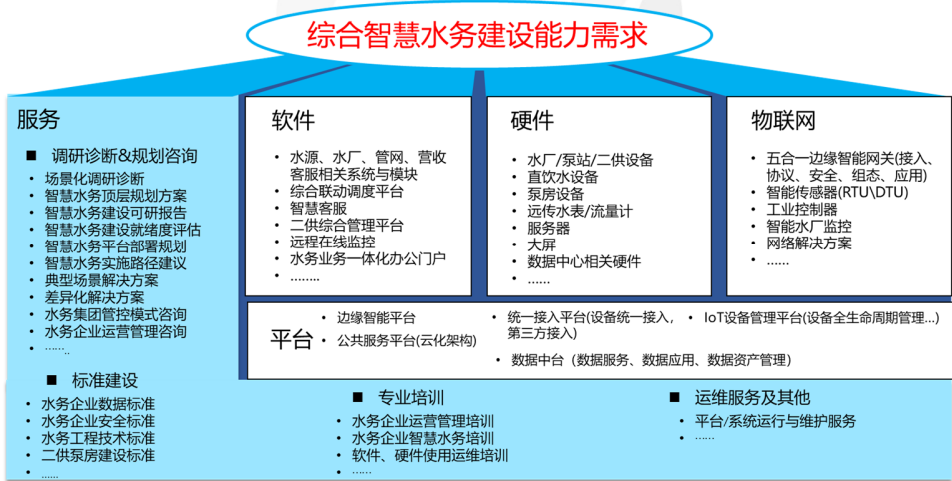


图 2.7 综合智慧水务建设能力需求

近年来，阿里、腾讯、华为、平安、万科等企业纷纷投向智慧水务项目建设，为行业发展带来新机遇。2019 年 9 月，万科中标 1.9 亿元深圳市河流水质科技管控项目；2019 年 12 月，华为联合体中标深圳市智慧水务一期工程，中标价 4.46 亿元，刷新智慧水务

行业中标金额峰值；2020 年 1 月，腾讯云与粤海水务及其旗下智慧水务平台科荣软件达成战略合作，双方在智慧水务领域合作，推进水务行业智慧化转型。汉威科技、施耐德电气、三川、迪纳声等硬件设备供应商也通过物联网化、智能化设备从硬件端进军智慧水务行业。中国移动、中国电信、中国联通三大运营商联合系统建设商纷纷加入智慧水务建设的队列。



图 2.8 智慧水务产业地图

当前智慧水务行业服务商大致可分为三大类，均存在着不同程度的智慧水务应用难题。一是以 IBM、埃森哲、华为为代表的平行域巨头企业，虽然具备全面的智慧水务建设 ICOT 与咨询能力，但缺乏对水务行业的深度了解，在业务层面与解决方案落地层面表现疲软，需持续投入战略资源并吸纳行业专家深度参与；二是以电信/移动、BAT（百度阿里腾讯等互联网巨头）、神州数码等为代表的运营商、集成商，拥有丰富的资金与平台储备，但其对智慧水务的切入点多为网络端及边缘侧，对于传感层、行业平台层、应用层等

多个层面缺乏专业支撑，项目的整体规划与落地需融合更多的生态伙伴；三是以汉威、和达、新天、三高等为代表的水行业信息化厂商，大多对水务行业的某一或某些领域、模块有一定的行业积累，但随着智慧水务所涉及的范围越来越广，其技术能力与资金实力难以支撑。

因此，为满足新时代下智慧水务建设要素，不同类型的供应商能力均存在一定的不足，供需结构性冲突严重，产业发展需要进行生态融合，充分发挥行业内信息化领军企业的领先作用，建设完整的智慧水务行业生态，为智慧水务的建设与发展保驾护航。

2.4.工业互联网赋能智慧水务建设

工业互联网是面向行业数字化、网络化、智能化的广泛需求，构建基于海量数据采集、汇聚、分析的服务体系，支撑制造资源泛在连接、弹性供给、高效配置的载体。工业互联网通过人、机、物的全面互联，将水务全要素、全产业链、全价值链进行全面连接，可以促进各类资源要素优化和产业链协同，帮助水务行业创新研发模式、优化生产流程，带动大数据分析以更快速度、在更大范围、更深层次拓展。对各类数据进行采集、传输、分析并形成智能反馈，推动形成全新的生产制造和服务体系，优化资源要素配置效率，提高水务企业生产与管理效率。

工业互联网是结构性的、蛙跳式、融合式的战略技术，它作为全新工业生态、关键基础设施和新型应用模式，正在全球范围内不

断颠覆传统制造模式、生产组织方式和产业形态，推动传统产业加快转型升级、新兴产业加速发展壮大。工业互联网赋能智慧水务建设，可实现水务行业的智能化生产、网络化协同、个性化定制、服务化延伸等应用创新。它改变的是基础设施，而不是表面应用；它带来的是技术革命，而不是技术渐进。尽管水务行业和企业投资和启用工业互联网的目的、场景与其他行业不尽相同，但是它们实施架构的逻辑和步骤是相似的，它们的试错成本和经验是可以共享的。基于工业互联网的智慧水务建设，势必将给水务行业带来颠覆性变革。

2.4.1.工业互联网提供智慧水务实施框架

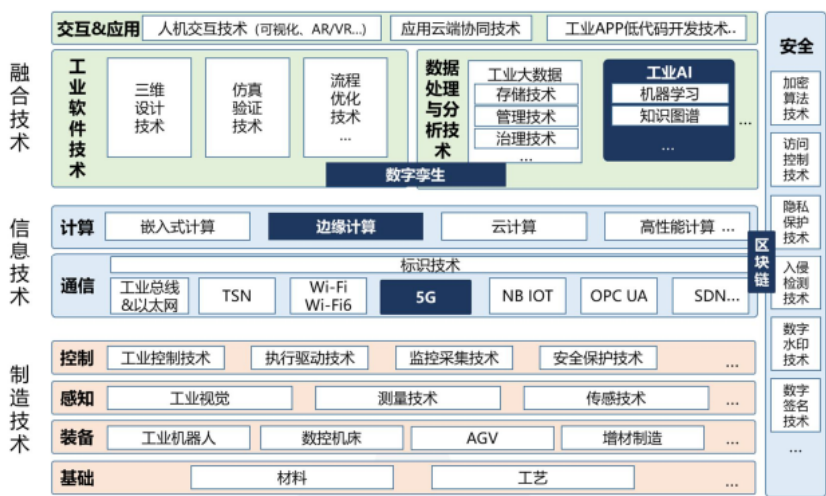
通过网络、平台、安全三大功能体系构建，工业互联网全面打通设备资产、生产系统、管理系统和供应链条，基于数据整合与分析实现 IT 与 OT 的融合和三大体系的贯通。工业互联网实施功能架构实现了层级之间打通、内外网融合，并最终演变为边缘层、平台层和应用层三层，同时端到端的安全体系贯穿三层架构。

在边缘层的网络互联方面，各种水务智能装备及第三方系统实现充分网络化，无线成为有线的重要补充，新型网关推动异构互联和协议转换，水厂/管网与自来水、外部信息系统与用户充分互联；平台层的数据智能方面，工业云平台成为三层架构的关键核心，实现水厂、管网内外部数据的充分汇聚，支撑数据的存储、挖掘和分析，有效支撑信息系统和各种业务应用；在安全保障方面，各种安

全机制与工业互联网各层深度融合，实现纵深防御、立体防护，通过多种安全措施保障网络互联和数据集成安全。

2.4.2.工业互联网赋能智慧水务的技术框架

工业互联网技术体系将独立技术联系起来构建成相互关联、各有侧重的新技术体系，融入人工智能、5G 为代表的新技术，由制造技术、信息技术以及两大技术交织形成的融合性技术组成，催生水务大数据、水务人工智能等融合性技术，使设备、工艺和系统的实时建模和仿真，产品和工艺技术隐性知识的挖掘和提炼等创新应用成为可能。



*引自《工业互联网体系架构（版本 2.0）》

图 2.9 工业互联网技术体系

工业互联网技术体系的一部分可直接作用于水务领域，构成了工业互联网的通信、计算、安全基础设施，另一部分基于水务需求进行二次开发，成为融合性技术发展的基石。融合性技术驱动了工

业互联网物理系统与数字空间全面互联与深度协同，一方面，可构建符合水务特点的数据采集、处理、析体系，推动信息技术不断向水务核心环节渗透；另一方面，实现水务知识积累、使用的方式重新定义，提升水务行业技术优化发展的效率和效能。融合性技术驱动了工业互联网物理系统与数字空间全面互联与深度协同。制造技术和信息技术都需要根据工业互联网中的新场景、新需求进行不同程度的调整，才能构建出完整可用的技术体系。数据处理分析技术在满足海量水务数据存储、管理、治理需求的同时，基于人工智能技术形成更深度的数据洞察，与水务知识整合共同构建数字孪生体系，支撑分析预测和决策反馈。工业软件技术基于流程优化、仿真验证等核心技术将水务知识进一步显性化，支撑工厂/产线虚拟建模与仿真等先进应用。融合性技术一方面构建出符合水务特点的数据采集、处理、析体系，推动信息技术不断向水务核心环节渗透；另一方面重新定义水务知识积累、使用的方式，提升水务行业技术优化发展的效率和效能。

2.4.3.工业互联网赋能智慧水务的商业模式

基于工业互联网应用的业务产出有两大类：（1）提质增效新增长；（2）业务转型新收入。当前大部分工业互联网的实施应用还属于提质增效类，而且这一类应用覆盖范围不断扩大，成为工业互联网应用的主要业务产出。比如从单一设备、单个场景的应用逐步向完整生产系统和管理流程过渡，最后将向产业资源协同组织的全局

互联演进。在这个过程中数据分析程度不断加深，从以可视化为主的描述性分析，到基于规则的诊断性分析、基于挖掘建模的预测性分析和基于深度学习的指导性分析。根据机理及数据的不同要求，工业互联网的应用逐渐呈现差异化发展路径。其中设备、产品应用相对简单，机理较为明确，已可实现较复杂的智能应用，正步入决策性分析阶段，达到生命周期管理业务产出；企业生产与运营管理系统复杂度较高，深度分析面临一定挑战，当前从局部改进向系统性提升迈进，最终达到企业提质增效；产业资源的协同目前还没有成熟的分析优化体系，主要依托工业互联网平台实现资源的汇聚和供需对接，当前从信息交互向资源优化配置演进，以达到产业的高效配置。

而工业互联网的颠覆性应用是驱动企业三化转型。不同于提质增效，工业互联网驱动模式转型的应用从技术颠覆和市场创新对企业的倒逼入手，快速掌握和熟练运营新兴的数字化、网络化和智能化技术，以应对市场的颠覆性挑战：

生命周期管理：聚焦智慧水务解决方案全生命周期流程入手，在平台中进行设计、生产、服务等数据的集成管理和优化应用，尤其对智慧水务产品和服务进行实时洞察和本地化操作，使其达到利用率最佳、风险控制最小和体验迭代最快；

过程优化：聚焦在智能设备群、产线、车间等工业现场，通过对实时生产数据的分析与反馈来对整个生产过程进行优化；

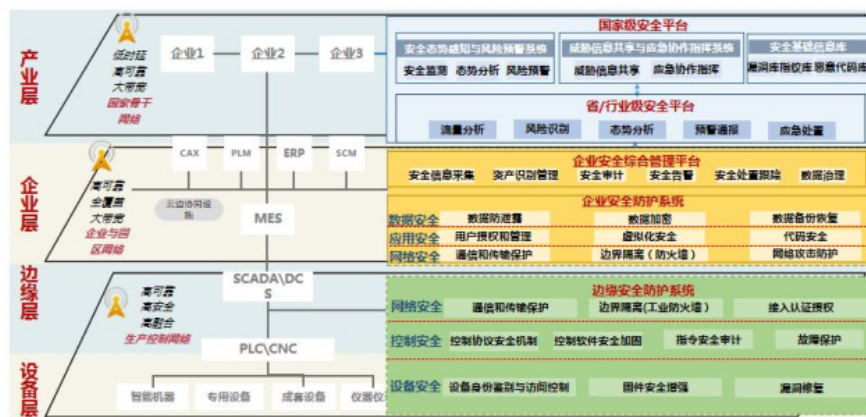
决策优化：聚焦在水务企业运营层面，利用工业互联网平台来打通设计、管理、供应链等各环节数据，并基于大数据挖掘分析实现管理决策优化；

协同共享：聚焦在水务产业层面，将供需信息、制造资源、创新资源汇聚到智慧水务平台中，通过基于数据分析的重新组织，实现资源优化配置与协同，产生新行业、新模式和新营收；

商务转型：聚焦在应用工业互联网驱动水务企业整体商务转型，包括工业互联网能力输出及物联商务新模式所产生的新营收和新盈利。

2.4.4.工业互联网保障智慧水务安全运行

工业互联网为智慧水务提供安全实施框架，保障水务安全运行。工业互联网安全实施框架在“设备、边缘、企业、产业”层层递进，包括边缘安全防护系统、企业安全防护系统和企业安全综合管理平台。



*引自《工业互联网体系架构（版本 2.0）》

图 2.10 工业互联网安全实施框架

边缘安全防护系统致力于面向实体实施分层分域安全策略，构建多技术融合安全防护体系，从而实现边缘安全防护。部署的关键在于确保工业互联网边缘侧的设备安全、控制安全、网络安全。企业安全防护系统实施致力于从防护技术策略角度出发，提升水务企业安全防护水平，降低安全攻击风险。部署的关键在于确保工业互联网企业侧的网络安全、应用安全、数据安全。企业安全综合管理平台实施致力于从防护管理策略角度出发，以安全风险可知、可视、可控作为安全防护体系建设的主要目标，强化企业综合安全管理能力。部署的关键在于对企业网络口及企业内安全风险进行监测，在平台网络出口建设流量探针，实现对企业的的信息采集、资产识别管理、安全审计、安全告警、安全处置跟踪以及数据治理等功能。

智慧水务建设将打通生产系统、管网输送系统、服务营销系统和管理系统等水务的各个环节，实现水务企业所有相关信息（水厂数据、管网数据、用户信息等）在网络上的互相共享。工业控制网络会直接与管理网、互联网连通，由物理封闭、独立的网络变为开放互通的网络。智慧水务系统面临多层次的网络安全挑战，需要从多层次采取措施保障智慧水务系统的安全运行。

（1）物理设备安全

智慧水务系统部署大量的仪器仪表和自动化控制设备，包括：智能水表、流量计、压力变送器、PLC 等。工控仪表和设备的设计都没有考虑网络安全的问题。工控软件使用的操作系统不会打补丁

或升级，联入工业互联网以后面临巨大威胁。需要采取对应的安全措施保护设备的安全。通过安全审计实时监测智慧水务工业控制网络中针对工业协议的恶意攻击、误操作、违规行为、非法设备接入及时告警并联动态势感知平台动态调整安全防护措施，以实现保护物理设备的安全。

（2）控制安全

控制平台和控制系统所采用的工业控制协议，基本都是采用用户授权的方式，保证控制指令的安全，都没有考虑完整性、身份校验等安全需求。智慧水务需要采用身份认证等安全措施，保证控制信息的可靠性，防止攻击。可采用应用程序白名单技术建立主动防护机制。

（3）网络安全

为了保障传输的实时性，工控协议都是采用明文传输的，数据的安全性得不到保证。需要采用加密机制，保证传输的安全性。为了保证智慧水务网络的安全，需对办公网、生产工业控制网络、互联网进行合理安全区划分，根据不同的网络选择合适的安全防护设备进行针对性安全保护，构建多边界纵深防御体系。

（4）应用安全

智慧水务系统建设全面覆盖水务行业业务。包括各个系统应用软件及平台，如 SCADA 系统、营收系统、客服系统等。平台运行的应用软件将持续面临病毒、木马、漏洞等安全挑战。需要在主机

系统部署网络杀毒软件，防止病毒和木马的攻击。

（5）数据安全

水务企业内部生产管理数据、收费数据等各类数据重要或敏感数据都可能面临数据丢失、泄露与篡改等安全风险。部署数据库审计能够帮助确保各种环境中敏感数据的安全性、隐私性和完整性。

（6）高级持续性威胁 APT

城市供水系统作为国家关键基础设施，APT 攻击是最难应对、产生后果最严重的威胁。攻击者精心策划、为了达成既定目标，长期持续的进行攻击，其攻击过程包括信息收集、入侵技术准备、渗透准备、入侵攻击、长期潜伏和等待、深度渗透、痕迹消除等一系列精密攻击环节。对工业协议深度解析分析、实时数据监测的网络安全审计机制，通过全面的数据分析，结合智慧水务安全数据库，实现 APT 攻击的有效预防、检测和防御。

城市供水系统是国家关键基础设施的重要组成部分，关系着广大居民的生命安全和社会秩序。智慧水务建设涵盖水源地、净水厂、泵站、管网、二次供水等生产设施；覆盖取水、净水、给水等供水全环节的工业互联网安全防护系统，实现对企业设施全方位、全天候的网络安全态势感知，及时发现各类网络安全风险以及非法访问事件，实现工业互联网信息安全的闭环管理，全面提高水务企业工业互联网安全防护的整体水平。

3.智慧水务定义和愿景

3.1.智慧水务概念定义

智慧水务是指以网络为基础、平台为核心、安全为保障，运用云计算、大数据、5G、AI 等新一代信息通讯技术，通过顶层规划、分步实施，实现业务与数据双驱动的水务数字化建设。智慧水务支撑水务数据弹性扩容与业务灵活集成扩展，保障“从源头到龙头”的生产、监控、调度、营收、客服、运营、运维等各个环节实时安全可控，全面提升水务管理的效率和效能，优化服务品质，并使水务运营持续产生价值，赋能水务公司完成新业务、新模式、新业态转变与创新。

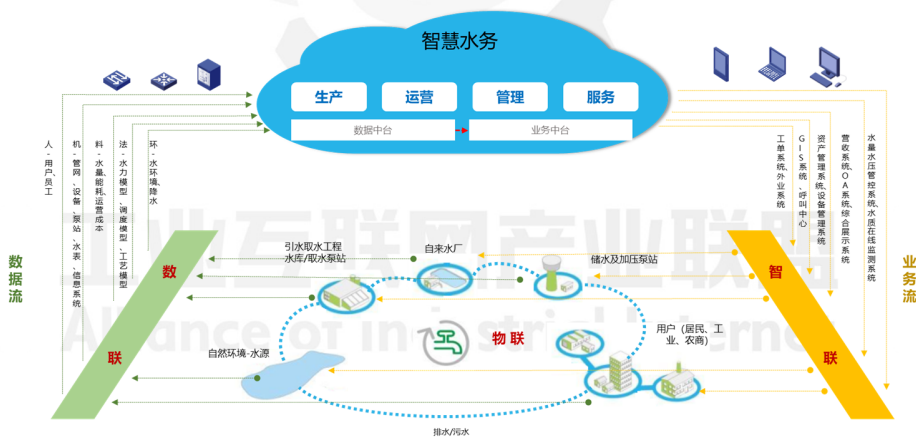


图 4.1 工业互联网智慧水务概念图

3.2.智慧水务应用者视图

智慧水务应用者可以分为监管层/政府、行业监管部门、运管层/水务运营方、水司管理层、业务层/主管及场景层/工程师“四类用户”。面对新时代下的新需求，四类用户在智慧水务建设中承担着

不同的角色，也对智慧水务的能力有着不同的期待。

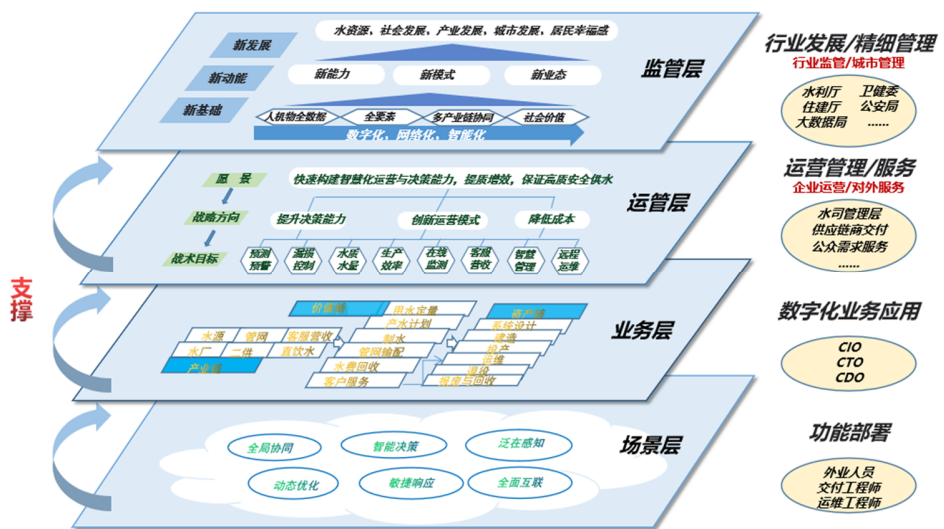


图 4.2 智慧水务应用者视图

（1）场景层

外业人员、交付工程师、运维工程师等是智慧水务建设底层场景的应用者，需要及时应对报装、验收、巡检等日常工作，并能敏捷响应爆管、设备故障等各类突发事件，因此需通过智慧水务业务系统进行功能部署，实现全局协同、智能决策、泛在感知、动态优化、敏捷响应、全面互联，使得工作更加便捷、简化、高效。

（2）业务层

CIO（首席信息官）、CTO（首席技术官）、CDO（首席开发官）是各业务系统能力需求的提出者与使用者，重点关注各业务系统的数字化应用，实现智能化决策与高质量服务。各业务体系相对独立，涵盖从水源到龙头的水务产业链，客户服务、产水计划等构成的水务价值链，从系统设计到报废回收的水务资产链。

(3) 运管层

水司管理层、供应链商交付、公众需求服务的运管层关注企业运营及对外服务,根据快速构建智慧化运营与决策能力、提质增效、保证高质安全公司的愿景,提出提升决策能力、创新运营模式、降低成本的战略方向,结合预测预警、在线监测、远程运维等战术目标,确保高质、安全、稳定供水。

(4) 监管层

水利厅、住建厅、大数据局、卫健委、公安局等政府与行业监管部门所在的监管层注重行业监管与城市的精细化管理。通过智慧水务实现水务数字化、网络化、智能化，培育水务发展新动能，提高水资源利用率，促进社会、产业、城市发展，满足民众对安全优质饮用水的需求，提升居民幸福感。

3.3.智慧水务发展愿景

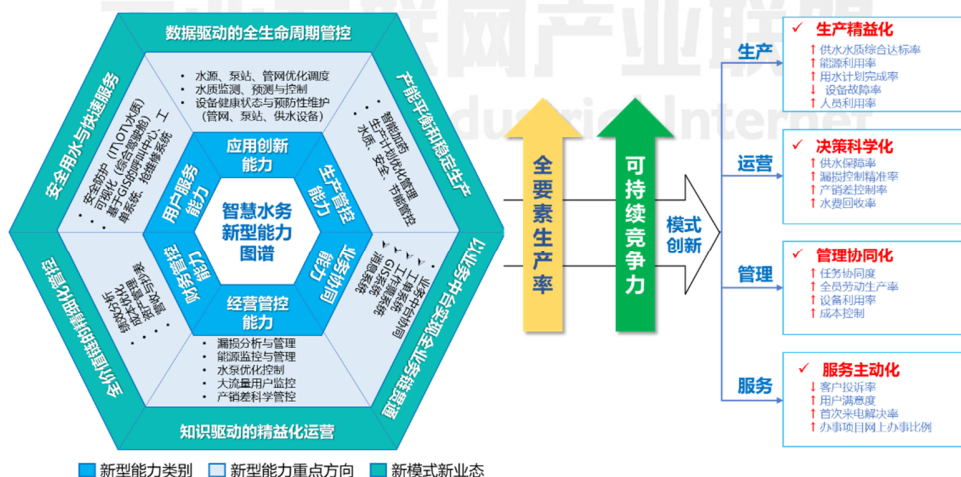


图 4.3 工业互联网智慧水务新型能力图谱与发展目标

智慧水务聚焦供水安全保障与水务精细化管理，以新技术应用带动水务信息化技术水平的全面提升，在生产管控、业务协同、经营与财务管控、用户服务等重点应用系统建设中充分发挥数据价值，结合供水工艺知识体系与业务知识体系，全面提升行业服务水平，通过数字化、标准化、精细化支撑供水业务的运行监管、调度指挥与决策支持，初步建成城市级水务智慧化支撑体系。

3.3.1.构建水务感知体系，实现生产精益化

充分利用物联网、无人机、视频监控等技术和手段，构建一体化水务感知体系，提升监测、预警能力，提升供水水质综合达标率，大力提升供水安全、供水服务等管理能力和服务效能，为市民创造出更加优质的供水、用水、饮水环境，提高居民生活饮用水安全保障水平。同时，通过智能调度、智能加药、生产管理等系统，平衡供水能力与用水需求，实现药剂的精准计算与投加、水资源的合理分配、设备的最优搭配，大大提升能源利用率，降低能耗，实现水务生产精益化。

3.3.2.融合技术应用发展，辅助决策科学化

融合新一代信息技术，加强水务信息化基础设施、数据资源、业务系统整合与成果复用，实现全面互联和充分共享，强化大数据、人工智能等技术在智慧水务的应用，提升预测预警、分析研判能力，改善供水企业的管理现状，使得供水企业的运营与管理更加智能化，进而提升企业的运营效率，提高供水的安全性能。促进业务流程优

化升级和业务模式创新，提升水务的精细化治理水平与综合智能决策能力。

3.3.3.打通数据业务壁垒，达成管理协同化

智慧水务建设需实现网络覆盖和云能力支撑，通过对各子系统的业务与数据打通，实现时间、空间和功能结构的重组，使各级行政主管部门“人机物”联通协同，构建水务的“神经网络”，提升资源整合能力和水务跨部门、多层级的协同联动能力。解决“信息孤岛”、“数据孤岛”和“应用孤岛”三大问题，实现信息的协同、数据的协同和业务的协同，充分发挥智慧水务的“战斗力”。

3.3.4.搭建用户沟通桥梁，转型服务主动化

依托智联基础设施体系构建的智慧水务“神经末梢”，实现水务信息的及时感知与预报预警，当供水事故发生时，实现居民“断水主动报警”向“智能信息提示”转变，实现服务主动化。同时，利用移动终端和互联网为市民提供一站式涉水业务服务，搭建与居民之间的桥梁，充分改善了传统供水公司、政府机构、用户之间的交流方法，提高用户服务便捷度，为用户提供更加便捷、更加高效、更加舒适的供水服务。

4.智慧水务发展路径和实施框架

4.1.智慧水务发展路径

水务行业发展是受政策和技术双驱动的结果，总体可分为自动化、信息化和智慧化三大建设阶段。自动化阶段注重水务自动化建设，以 2003 年起开展水厂自动化建设为标志，开始进行营收等业务系统的建设；信息化阶段主要为单一业务系统的信息化，如调度系统、GIS 系统、巡检抢修系统、DMA 系统、表务系统、移动抄表系统等，逐渐建设移动化应用；智慧化阶段为业务系统的信息化集成与智慧化应用系统的建设，包括物联网建设、系统集成与数据分析在内的系统融合等。

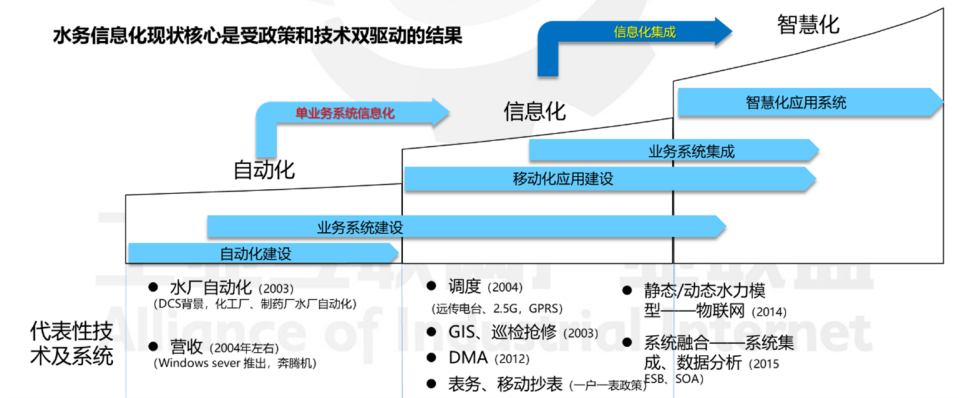


图 4.1 水务行业信息化发展历程

传统水务信息化建设分为三个阶段：

➤ **专业系统建设阶段：**该阶段主要在水务的各个专业业务领域建设专业的信息系统如供水管网信息系统、营业系统、调度系统等，实现水务主要业务如管网、调度、营业领域的信息化。

➤ **集成共享阶段：**当水务企业已具备一定的信息化基础，构建了面向主营业务的信息系统，但数据较为分散，管理无法统一，制约了信息系统最大效益的发挥。因此，此阶段主要目标为建立水务信息共享和服务机制，实现分散数据集成管理，搭建供水数据中心和服务平台。

➤ **信息化应用阶段：**当水务信息得到了有效整合时，向信息化应用阶段过度，实现更透彻的感知、全方位的联通、高度智能化，此阶段主要是建立高效、安全的水务系统的提供了新一代解决方案。

智慧水务是水务行业一场系统化、阶段性的变革。随着转型的不断深入，产业的技术、价值链、分工和能力四个维度均会呈现阶段性变化。将水务企业应用技术从传统的数字化向网络化、智能化推进，将其价值链从企业内部的集成，向企业价值链整合与产业生态创新转变，将产业分工从内部化向外部化、平台化转变，将水务企业的传统能力转变为新型能力，最终实现智慧水务变革。

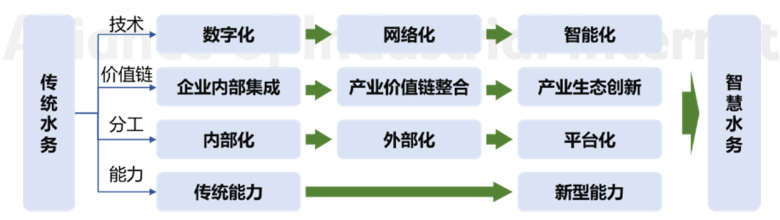


图 4.2 传统智慧水务建设变革

智慧水务的建设是长期、逐步推进的过程。对于目前国内多数水务企业来说，智慧水务建设的起点并不是一张白纸，而需要根据水司的战略和发展目标，结合现状进行整体性规划，并制定分布实

施的计划。在实施过程中，为了解决“信息孤岛”的问题，让各业务系统所产生的数据得到有效利用，需要对现有业务系统进行整合升级，并构建一个可以集成各业务系统数据的综合管理平台，根据管理者智能决策的需求，开发不同的功能模块。其中最关键的一点就是不同业务系统数据的整合，来自不同系统的数据是海量的，对其进行挖掘、分析，可以产生不同的功能模块。为了让智慧水务的建设更加容易落地，需要找到符合水司发展要求的突破口，在数据不断完善、管理水平不断提高的前提下，逐步扩展综合管理平台的功能模块。

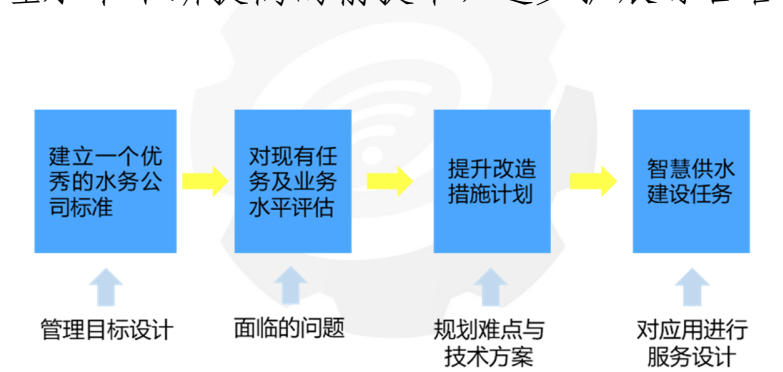


图 4.3 新型智慧水务建设需思考问题点

具体分目标建议如下：

- **整合资源构建平台：**充分利用现有数据和系统资源，构建厂站网一体化系统管理平台，集成各供水业务支撑系统，实现数据的有效集成，为供水企业各部门间进行信息交互与共享奠定基础；
- **创新管理方式，提高管理能力：**运用大数据、云计算、“互联网+”等新一代信息技术创新监管，建立统一的管理平台，将不同供水业务进行有效互联，进行跨业务的综合运营分析，实现面向供

水企业宏观层面的综合运营监管与调度指挥决策；

➤ 以数据挖掘提升决策分析能力，完善管理体系：充分利用水质、水量、压力等数据，挖掘有价值的信息，辅助水务公司决策；

➤ 智能化绩效考核：构建绩效考核体系，将分散的数据经过收集、处理、分析和评价，指导水司绩效考核。

➤ 为企业运营提供完善的评价体系和综合分析手段：为供水综合应急提供有力的信息化支撑，方便企业随时掌握供水企业的宏观运营情况。

4.2.智慧水务实施框架

4.2.1.数据、业务全链打通的整体实施架构

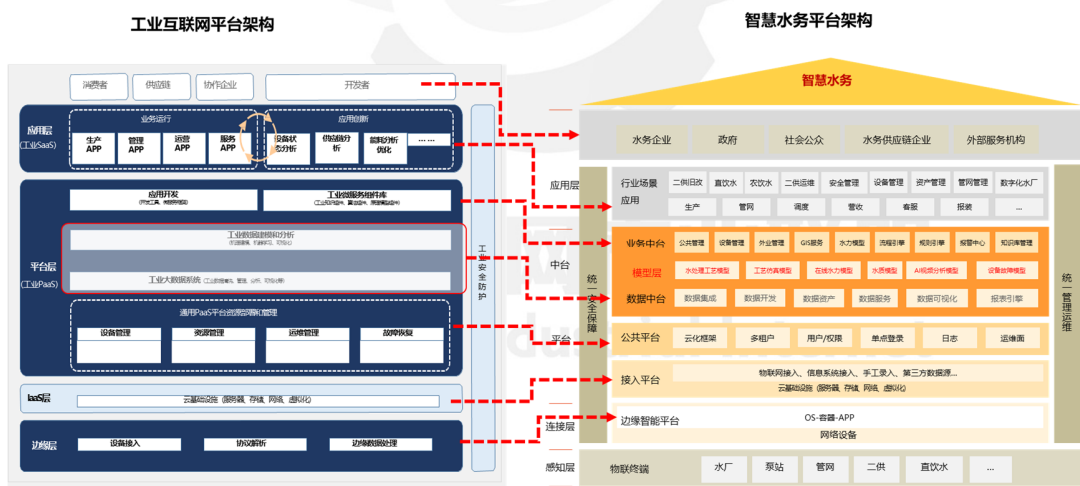


图 4.4 工业互联网智慧水务平台架构

4.2.2.顶层规划、分步实施的科学建设原则

(1) 系统规划，分步实施

依据水务企业与供水管理单位的智慧水务建设基础、目标需求

与行业和技术趋势，综合制定智慧水务顶层设计，制定标准与规范，保障智慧水务建设在技术上统一标准、框架，在充分尊重现有的信息化资产的基础上实现系统打通，确保数据与信息的互联互通，促进资源的整合、公用、共享，以保障系统较长时期的先进性，避免僵尸系统建设与重复建设。

统筹安排建设任务，分阶段逐步落实，稳步推进各项建设内容以满足实际需求，提升业务和决策支撑能力，建立以应用需求为导向、信息技术应用服从水务事务和业务需求的科学发展模式，在保障系统可扩展性的基础上，确保系统尽快发挥效益。

（2）业务牵引，技术驱动

以云计算、物联网、移动互联网、大数据为代表的新一代信息技术发展并逐渐成熟，正深刻影响我国信息化的各个领域。这些技术的有机结合与深化应用，将使“感知无所不在，计算无所不能，网络无所不连，服务无所不可”，将在感应、传输和计算、业务应用和服务模式上，对水务工作产生变革性的深刻影响。新一代信息技术正成为智慧水务发展的新引擎和新动力，以技术驱动智慧水务建设中业务模式的创新、业务流程的优化、用户习惯的培育、潜在应用的挖掘等方面的全面升级。

（3）标准先行，资源共享

以水务现代化规划为基准，在水务管理服务体系框架内，综合分析地区信息化发展要求和水务事业发展需求，特别是民生水利和

水生态文明区域发展需求，协调不同业务领域的信息化建设，建设统一的建设标准，规范水务智慧化建设步骤与方式。

所有信息基础设施，包括采集、监控、通信网络、数据存贮、计算、安全和机房等软硬件设施，都应按资源共享的原则建设和应用；通过建设统一的数据中心、公共信息共享与交换平台，在行业内部最大程度地共享信息资源，对社会公众最大程度地开放公共信息，实现资源优化配置、信息互联互通、处理按需协同、政务公开透明，促进信息基础设施和应用系统效能最大化，避免重复建设。

（4）注重运维，可持续赋能

加强信息化建设项目的规范化过程管理与科学评估，明确各类信息基础设施及业务应用的合理生命周期，将工程所建系统的运行维护管理方案纳入工程设计内容，落实运行维护经费和维护组织方式，强化日常管理，保障水务信息系统建得成、用得好、可持续。

高度重视网络安全保障体系的规划、建设与运维。各类水务信息化工程，必须将确保信息系统网络安全放在用户需求的重要位置，严格遵守网络安全法、网络安全等级保护和行业要求等相关法律、标准和规范，完成信息系统与网络安全的同步规划、同步建设和同步运维。已经投入运行的系统，应根据网络安全等级保护要求进行安全状况评估，根据评估结果完善网络安全防护技术和管理制度建设，确保信息系统持续安全稳定运行。

4.2.3.“1+2+3”全方位、全流程的能力体系建设

(1) 一个智联基础设施体系构建智慧水务“神经元”

1) 物联终端

完善、合理、有效的监测终端是智慧水务建设的基础，物联网感知监测终端应主要包括监测终端和自动控制终端两大部分。通过配置在线仪表（水质监测仪、压力仪表、计量仪表等）建立监测终端，实现“从源头到龙头”的供水全流程数据的及时、全面、准确监测，实现信息内容全覆盖、供水过程全贯穿、监测时间全天候的智能感知目标；通过自动控制终端对供水管理单位工程设施进行全方位、多手段、多角度、多方法的自动控制，形成包括原水输配、生产制水全流程工艺控制、水厂清水输配、管网供水输配和二供终端泵房的控制。



图 4.5 物联网感知监测终端

2) 边缘智能平台

边缘智能平台是边缘节点在边缘侧提供高级数据分析、场景感知、实时决策、自组织与协同等服务的平台，融合网络、计算、存

储、应用等核心能力，提供云上算法模型到边缘侧部署、升级的边缘云通道。同时，提供边缘侧智能分析的硬件算力资源，直接在边缘侧进行智能分析，并将分析结果反馈给智慧应用系统，如河道、水库等视频可以直接通过本地的管控分中心视频平台接入边缘侧进行智能分析。实现水务行业智慧化在敏捷连接、实时业务、数据优化、智能应用、安全与隐私保护等方面的关键需求，实现智慧水务的轻量化部署。

3) 接入平台

接入平台是进行统一、规范的物联网设备管理的基础平台，可实现安全、稳定、高效、可拓展、自主开发的物联网接入，同时为应用系统提供全面的物联网设备基础信息管理和维护，为设备数据上报、下行指令控制、状态监控提供通信、订阅、分发与转发服务。通过建立接入平台，摒弃多系统间分散、重复的设备信息创建和维护，让设备信息管理与应用完全解耦，实现设备信息的高度统一与共享，真正从接入层解决多业务系统的数据互通，为水务企业更高效的自动化、智能化生产运营提供平台。

4) 信息基础网络

以水务智能感知网络为基础，建设一张覆盖全面、接入灵活、架构稳健的基础承载网络，为前端感知数据与视频资源提供高效传输。满足应急指挥与日常水务调度等对于前端监控资源的实施并发传输能力，为水务集团提供高效、快捷、多方位的信息支撑网络环

境。为了适应智慧水务系统对基础承载网络高效、弹性、安全的要求，需要建立涵盖骨干光纤网络、水务集团内部专网互联、有线/无线一体化部署办公网、办公网与智能感知网物理隔离、数据中心网络、网络安全等级保护等完善的基础网络设施。

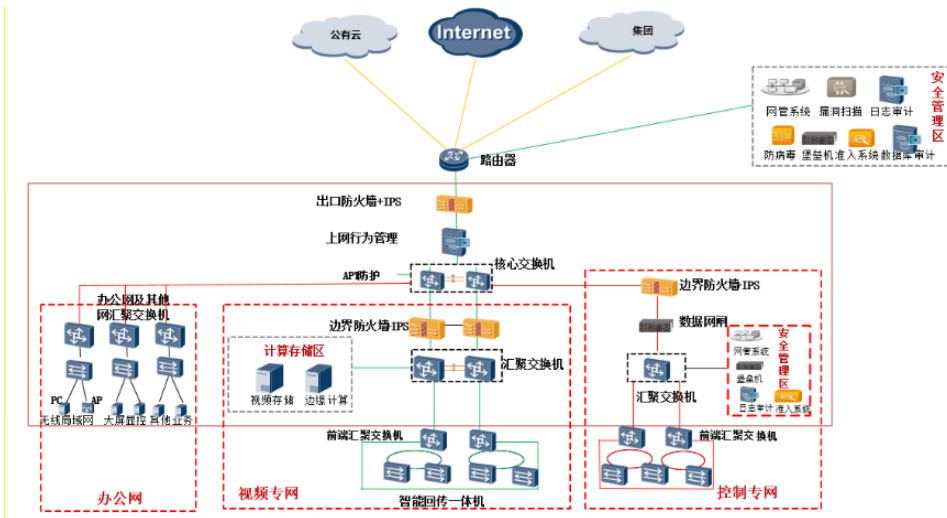


图 4.6 信息基础网络

5) 智慧水务网络系统架构

智慧水务建设包括三个层面的建设：一是生产监控层，实现水务数据采集和控制，以基础硬件为主，包括传感器、自动化、安防、通信等；二是运行调度层，实现运营优化和调度服务，以专业软件系统为主；三是企业管理决策层，主要为决策层服务，提供运行效率、能耗、运行成本等决策信息。这三个层面的互联互通和有效集成十分重要。智慧水务的建设首先要从物理层解决各个系统之间的互联，建设基于工业互联网的符合实际的复合型智慧水务网络系统。

智慧水务项目的整体网络设计以成熟先进的网络架构为基础，

集成水司目前的网络系统，整合需要纳入统一管理的业务系统。通过现场总线、有线宽带、专线、4G、NB-IOT 物联网等新的网络技术接入云平台（私有云和公有云），实现数据交换与共享。“智慧水务”需要对整个供水流程进行自动化、智能化、信息化的统一设计，消除系统内“孤岛”；建立标准数据高速公路，使得所有数据在一个平台上得到统一的应用；统一规划网络系统，在有效的系统复用基础上，做到功能上的逻辑划分，既有效保护投资又能合理经济地建设系统，以利于将来的系统扩容及升级。智慧水务系统为全 IP 承载的统一网络架构，在网络汇聚层将办公、安防、通信、生产网络进行物理隔离，各网络相对独立并通过核心汇聚网互通；企业各个子系统通过数据中心进行数据交换，实现信息共享。

整个智慧水务的网络分为三层。第一层：独立的现场控制网，运行各过程控制系统（PCS），如 DCS、PLC 等；第二层：生产管理网，搭建数采系统、生产管理系统（如调度、MES、LIMS）等；第三层：企业管理网，运行企业管理系统，如 DMA 漏损检测、营收系统、客服系统、ERP 和 OA 等。第一层与第二层通过数采网关与生产控制系统隔离；第二层与第三层通过防火墙隔离。

现场控制网

生产环境主要是指水厂。在水厂现场控制网采用现场总线+工业以太网环网的网络架构。保证信息传输的实时性和可靠性。水厂自动化网络由三层网络构成，主要包括：设备层、控制层和监控层。

设备层网络主要是现场总线技术，实现 PLC 与在线水质仪表、流量计、压力变送器、液位变送器的通信及带有总线通信接口的设备进行数据交互。控制层主要由 PLC 之间的通信和数据传输，实现系统之间的协同。监控层实现控制器 PLC 与上位机、工程师站的通信，实现全流程的监控。

生产调度网

在第二层网络中，负责生产调度与业务数据传输。生产调度系统主要涉及水厂、中途加压泵站、阀门及二次供水设备。由于包含多种工作场景，生产调度网络系统是一个多种传输方式的复合型网络，如专线、互联网、移动网络（2G/3G/4G）及物联网（NB-IOT）。

企业管理网

在第三层网络中，通过水司业务系统的集成，包括营收、客服、DMA 等专业系统，以及企业资源计划系统（ERP）的建设，集成业务、生产、销售、采购、仓库、财务、成本核算、通用报表等功能，帮助企业实现产供销一体化管理。

智慧水务云平台总体架构规划包括两个生产数据中心以及数据的备份。两个生产中心共同承载智慧水务云平台，将关键应用系统分别部署在两个数据中心；其中关键应用在两个数据中心间实现互为备份，从而提高智慧水务业务连续性。数据中心间实现高速连接，满足业务访问需求。物理组网示意图，如下图所示：

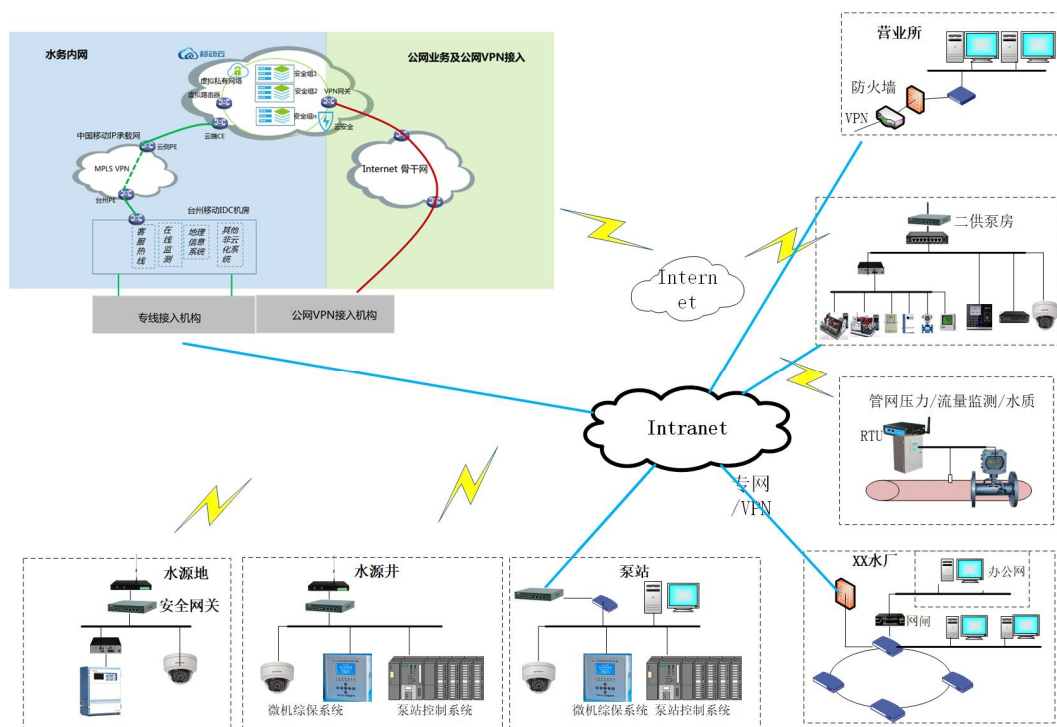


图 4.7 智慧水务物理组网示意图

6) 智慧水务网络接入的方式

智慧水务系统设备众多，不同的场景有不同的网络接入方式。主要场景如下：

➤ 营业厅

营业厅与平台之间采用专线 VPN 的方式，保证数据的安全性。

➤ 加压泵站

① 无线专线接入

电信运营商通过给泵房分配专网 4G 卡实现后端服务器与前端设备直接互通的功能，4G 工业路由器插上 4G 专网卡就能获得固定的 IP 地址，平台数据采集服务器通过网关可以获取现场设备的

信息，也可以下发控制指令；视频服务器就能通过无线专线直接访问到前端网络摄像机、NVR 等进行远程视频监控。

② 4G 接入

4G 工业路由器插上 4G，网关连接 4G 无线路由器，平台数据采集服务器通过网关可以获取现场设备的信息，也可以下发控制指令；视频服务器就能通过无线路由器直接访问到前端网络摄像机、NVR 等进行远程视频监控。

➤ 水厂

① 有线专线

通过电信运营商水厂专线实现水厂系统与云平台互联互通平台数据采集服务器通过组态服务器获取现场设备的信息，也可以下发控制指令；视频服务器就能通过专线直接访问到前端网络摄像机、NVR 等进行远程视频监控。

② 无线专网

采用电信运营商 VPDN 的无线专网实现泵房与云平台的互联互通。

➤ 管网

水司需要远程监测整个供水管网的压力、流量及水质情况，为供水调度工作提供数据依据，保障供水压力平衡、流量稳定和水质安全；如发现运行数据异常，系统将通过多种方式进行报警。供水管网上的设备安装比较分散，很难集中采集。而且安装环境一般不

具备市电和有线网络，所以管网设备一般采用电池供电和无线通信的方式。

① GPRS

管网测点与平台之间采用 GPRS 无线网络通信。早期建设的系统基本采用这种方式。新建系统不建议采用，因为面临电信运营商 2G 网络退网的风险。威派格平台可以接入早期的基于 GPRS 通信的水表系统（需要开放协议，或者开放已有系统的接口），

② 4G

采用 4G RTU 终端与平台进行通信。终端通过 RS232/RS485 串口连接管网的监测设备（如流量计、压力变送器及水质分析仪等）。

③ NB-IOT

NB-IOT 技术具有低功耗、广覆盖、低成本、连接容量大等特点，是新一代低功耗物联网，特别适合抄表系统。水表自带 NB-IoT 通讯模块，无需额外配置采集设备，不受距离限制，现场施工和调试容易，适用于水务系统等水表远距离分散安装的场合。

➤ 二次泵房

① 专网

② 有线专线

电信运营商通过给泵房拉专线实现平台与前端设备直接互通的功能。视频服务器通过专线直接访问到前端网络摄像机、NVR 等进行远程视频监控。

③ 无线专线

采用电信运营商 VPDN 的无线专网实现泵房与云平台互联。

④ 普通宽带

电信运营商的光猫接路由器，边缘计算网关通过宽带与云平台进行数据通信；

同时通过 Internet 访问前端网络摄像机、NVR 等进行远程视频监控。

⑤ 4G

4G 工业路由器插上 4G，网关连接 4G 无线路由器，平台数据采集服务器通过网关可以获取现场设备的信息，也可以下发控制指令；视频服务器就能通过无线路由器直接访问到前端网络摄像机、NVR 等进行远程视频监控。

➤ 水表

随着无线通信技术的不断发展，近年来出现了面向低成本设备无线联网要求的技术。目前在水务抄表系统存在的无线通信技术有如下几种：

① 4G

采用 4G RTU 终端与平台进行通信。终端通过 RS232/RS485 串口连接每个水表（大表）。

对于户表的情况，在每幢楼设置基于 4G 的抄表集中器，抄表集中器通过 RS-485/MBUS 连接户表，实现统一水表的集抄。

② GPRS

早期的水表基于 GPRS 通信方式（需要开放协议，或者开放已有系统的接口），新建系统不推荐使用 GPRS，2G 通信网络系统面临退网的风险。

③ NB-IOT

NB-IOT 技术具有低功耗、广覆盖、低成本、连接容量大等特点，是新一代低功耗物联网，特别适合抄表系统。水表自带 NB-IoT 通讯模块，无需额外配置采集设备，不受距离限制，现场施工和调试容易，适用于水务系统等水表远距离分散安装の場合。

（2）两大中心平台体系打造智慧水务“神经中枢”

1) 数据中台

数据中台是供水数据全生命周期一站式开发运营平台，提供数据集成、数据开发、数据治理、数据服务、数据可视化等功能，统一数据标准，支持水务行业知识库智能化建设，支持大数据存储、大数据计算分析引擎等数据底座，帮助水务企业快速构建数据运营能力，帮助行业快速构建从数据接入到数据分析的端到端智能数据系统，满足多样化数据展示需求，帮助供水管理单位提高生产效率，提升决策和服务能力，赋能供水决策调度管理，实现供水数字化转型。

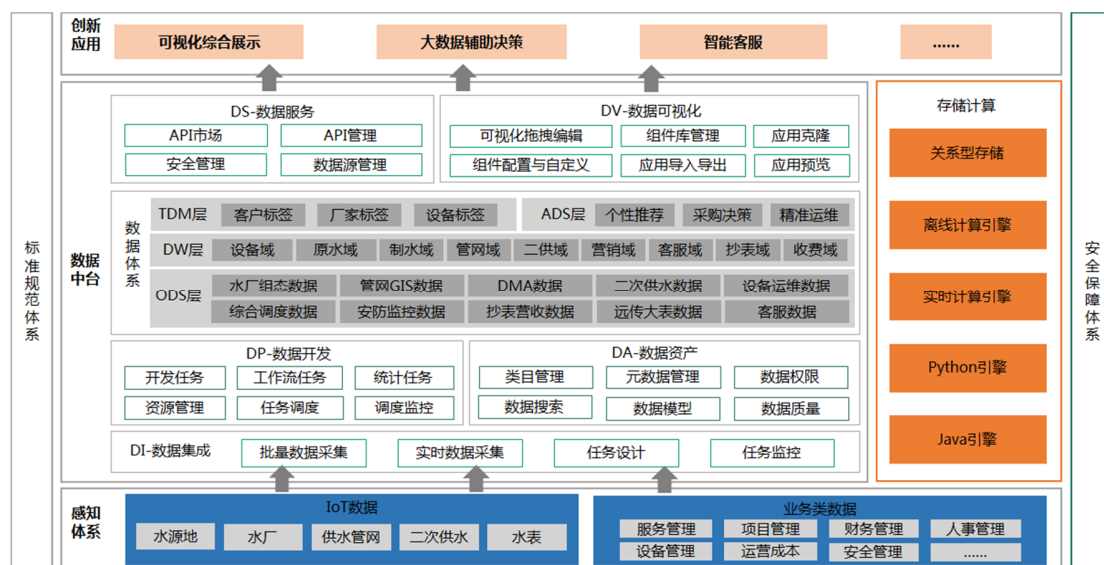


图 4.8 数据中台功能架构

数据中台可以根据后期智慧水务建设需求进行柔性扩展，分为 5 个模块，其功能特点如下：

a.DT-数据集成模块

数据集成应包括批量数据采集、实时数据采集、任务设计界面化、任务运行过程监控等功能。应实现多源异类数据的接入汇聚、集中管理，支持 Oracle、MySQL、Socket、Kafka 等多种数据源和数据格式的连接适配能力。实现各异构数据库之间的数据抽取、清洗、转换集成，实现原有各业务系统在数据级集成，保证异构数据库之间的数据交换与共享。

b.DP-数据开发模块

数据开发模块应包括数据开发、运维中心等功能。应支持 Spark/Storm/Python/Java/工作流等数据开发任务，并支持离线统计

任务界面化开发。支持数据开发资源统一管理，支持对提交的任务统一运维监控，提高数据开发效率。为数家平台提供数据存储、离线计算、实时计算、Python 引擎、Java 引擎等基础存储和计算服务。

c.DA-数据资产管理模块

数据资产应包括类目管理、元数据管理、数据权限、数据搜索、数据源管理、数据模型、数据质量等功能。应支持数据的规范化管理、有限访问、精准搜索、类目查看。支持界面化数据建模，规范数仓模型。应内置数据校验规则，支持灵活、界面配置规则，提供全方位的数据质量监控。通过数据模型、数据资产管理、数据质量三大功能模块，实现数据资产的界面化、规范化、平台化管理。

d.DS-数据服务模块

数据服务应包括 API 市场、API 管理、安全管理、数据源管理等功能。实现数据 API 的生成，应支持界面化发布、注册和管理数据 API；应具备 API 授权审批，安全配置、调用监控等安全功能；应具备数据 API 市场服务能力，高效开放共享数据，推动数据资产服务化。

e.DV-数据可视化模块

数据可视化应支撑大屏展现、用户画像、指标统计、指标预测、指标告警等应用功能的建设。通过界面化拖曳，实现各种报表和大屏数据的展示，满足多样化数据展示需求，帮助企业提高生产效率，即学即会。

2) 业务中台

a.公共管理平台

公共管理平台通过建立各个系统多租户基础管理模式，实现所有系统的公共信息、数据字典、流程引擎、通信服务、日志服务、系统运维等基础数据和基础服务的统一管理，为所有业务系统之间业务闭环、系统集成、互联互通建立规范化、标准化、统一化的基础数据，从战略高度、源头规划系统共享的公共信息资源，保障系统高度扩展性、产品方案的灵活性提供高度共享基础数据管理。核心功能包括多租户管理、用户管理、组织（部门）管理、角色管理、数据字典、菜单管理、应用系统管理、单点登录、通信中心平台、运维日志系统、工作流引擎、服务器管理、设备监控、告警管理、备份管理、运维报表、运维中心、网络安全审计等。

b.设备管理平台

智慧水务设备管理平台是感知层与应用系统间的连接枢纽，是一个统一、规范的物联网设备管理基础平台，为应用系统提供全面的物联网设备基础信息管理和维护，从基础层解决多业务系统的数据互通，为水务企业更高效的自动化、多系统协同、智能化生产运营提供基础技术支撑平台。核心功能包括 IoT 设备模板管理、IoT 设备信息管理、监测量库、行业设备模板、行业设备管理、设备通用信息管理、规则引擎、设备监控运维与 API 服务配置等。

c.外业管理平台

智慧水务外业管理平台是一个全流程水务外业服务运营解决方案，通过对水务外业作业流程梳理，提取出覆盖水务企业全部基本流程，满足水务企业全面功能要求，提供功能完善的数据服务接口，业务系统可接入外业平台，创建、跟踪、变更、处理外业工单，获取统计数据、KPI 指标数据，满足业务系统对外业系统的数据要求。核心功能包括平台设置、多渠道工单接入、智能派单和工单流转、工单池和抢单、功能全面移动端 APP 及预案和解决方案库等。

d. GIS 服务

GIS 服务系统可实现空间数据与空间分析服务的资源共享，为各个业务应用提供广泛的 GIS 服务。GIS 信息共享与服务应符合网络安全、信息保密的相关要求，共享服务应建立合理有效的用户权限管理与控制。核心功能包括平台门户、服务管理、功能服务、应用与开发等。



图 4.9 GIS 服务系统架构

e.水力模型系统

基于供水 SCADA 系统在线监测数据，利用管网水力模型、数据挖掘和地理信息等技术，开发供水系统的各类智能化业务应用平台，在管网系统的规划、建设到应用全流程提供强有力的支撑与辅助，确保供水安全稳定。具体可分为静态水力模型系统，可实现的功能模块包括水力展示、水质展示、规划设计、工况分析、风险评估和规划评估；动态水力模型系统，实现报警预警、日常调度、关阀调度、漏损监测、风险评估和规划评估六大功能。

f.流程引擎系统

通过统一的工作流引擎快速开发并实现各个系统中的复杂业务功能，提供强大的自定义功能，支持建设及管理单位复杂的工作流设置，可对工作流的组成因素包括流程完成需要的阶段、每个阶段的负责人、流转条件、表单和字段等进行自定义；以及强大的维护功能，支持建设及管理单位随时对现有流程的字段、审批节点、操作者进行调整，在不影响历史数据的前提下，快速响应组织与业务需求的变更。核心功能包括：工作流程定义、流程管理分级、流程类型定义、字段定义、表单设计、动态定义群组、多节点定义、智能路由定义、条件规则管理、流程自动校验、流程版本管理、反向维护、附件上传、流程字段数据联动、异构系统整合接口等。

g.规则引擎系统

规则引擎系统是一种嵌入在应用程序中的组件，其主要思想是

将应用程序中随着时间、空间动态易变的业务决策部分从应用程序代码中分离出来，使用预定义的语义模块编写业务决策。由用户或开发者在需要时进行配置、管理，接受业务系统的数据输入，解释业务规则，并根据规则做出业务决策的引擎。核心功能包括业务逻辑接口、配置业务规则、决策树、脚本编辑、函数编辑、实时调用、批量调用等。

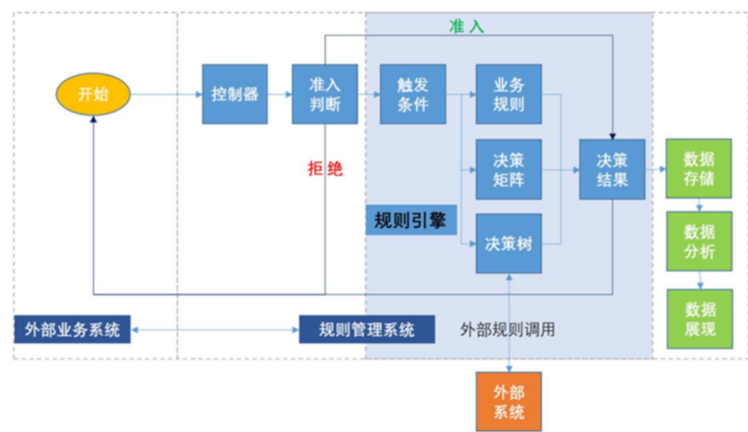


图 4.10 规则引擎系统架构

h.报警中心

将报警业务统一、高效管理，提供对外统一的报警服务，大大提高运维、监控人员的工作效率，避免重大事故，同时对报警能够灵活配置规则引擎，进行优先级、降噪过滤、消息模板等设置，对历史报警信息进行查询和更多统计、智能分析操作。当突发事件或重大事件发生时，通过可视化调度系统，调阅视频监控信息，查看历史视频，呼叫现场救援人员，将现场的视频回传到指挥大厅，建立多媒体会议，向专家咨询事件处置办法，向领导汇报事件处置进展，将事件处置资料分发给各个部门和终端，对事件进行快速决策，

找到有效的处置办法。

i.视频管理服务

视频监控以及视频智能分析是智慧水务建设一个重要方面，视频管理服务提供全局统一的视频存储、转发、分析、共享等管理服务，实现各级上下部门、跨部门的视频整合、联网、共享，提供包括实时视频查看、历史视频查看、电视墙、告警联动，以及多级多域管理、逐级转发和外域转发，视频质量诊断、在线的视频智能分析、视频的运营管理等能力。通过数字水印和媒体安全传输，保证视频文件的可靠性和安全保密性。

j.知识库管理

根据知识收集内容和数据，对分类、归档信息进行人工智能、机器学习筛选、分类，归入知识库，形成预案库和方案库。知识库提供快捷的查询和多条件过滤，为现场作业、客服热线、智能机器人服务等系统，提供优化解决方案和现场操作指导。

(3) 三层应用场景支撑智慧水务持续发展

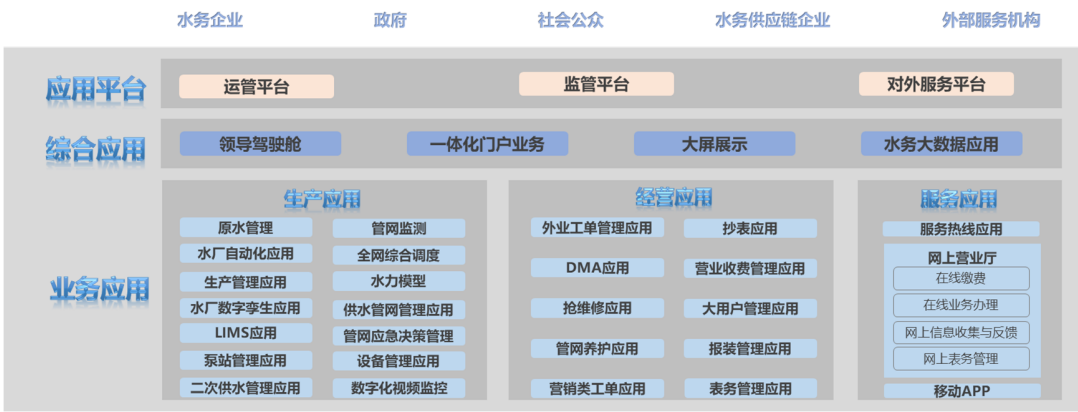


图 4.11 智慧水务应用场景

1) 业务应用

建设业务层应用，涵盖智慧水务供水生产应用、供水经营应用与供水服务应用，覆盖从源头到龙头全流程供水环节，主要包括：

a.生产应用

智慧供水生产应用通过生产数据的采集与分析，帮助供水运行管理单位及时掌握关键节点信息，提供全面的决策支持，实现达标提质增效，预警预报重大污染、故障事件，切实提升智慧水务运行管控水平。涵盖从源头到龙头全流程的生产管理系统，主要包括原水管理、水厂自动化应用（SCADA）、水厂数字孪生、供水管网管理、管网监测、管网水力模型、管网应急决策管理、泵站管理、二次供水管理、全网综合调度、生产管理、LIMS 应用、设备管理、数字化视频监控等。

b.经营应用

智慧供水经营应用是水务企业经营管理过程中涉及的维修养护、工单管理、营业收费、大用户管理等业务应用系统，将经营类业务向移动化、智能化、数字化延伸，提高供水领域经营效率，节能降耗。主要包括外业工单管理应用、DMA 应用、抢维修应用、管网养护应用、营销类工单应用、抄表应用、营业收费管理应用、大用户管理应用、报装管理应用、表务管理应用等。

c.服务应用

智慧供水服务应用是面向用水客户的服务类业务系统，对服务

类应用系统进行智慧化提升，打通现有业务系统数据链路，建立起数据共享平台，实现数据整合和流程整合，为用水客户提供更快捷、更高效的供水服务。主要包括服务热线应用、网上营业厅、移动 APP 等。

2) 综合应用

建立综合应用，包括领导驾驶舱、一体化业务门户、大屏综合展示与水务大数据应用。

a.领导驾驶舱

基于多元化智慧水务用户对象，可设计监控大屏端、智能手持设备端、浏览器（供水管理单位网站）端、普通 PC 端、平板电脑端等多种应用客户端，供不同业务用户使用。监控大屏端重点展示区域范围内智慧供水工程有关统计信息、水质检测结果、供水水量信息、分类用水量、可供水量信息、水厂（站）正常运行率、漏损统计、达标提标各项绩效指标等；智能手持设备端满足系统移动应用，方便大量巡检、抢修、施工人员的野外应用；浏览器端满足供水管理单位内部大众化应用。

b.一体化业务门户

属于供水管理单位在信息化发展过程中的高级应用，建立在业务系统已经基本全面建立，此时供水管理单位的管理决策者更倾向于汇总数据，通过数据来辅助决策，且打通数据这一层的需求将更加强烈。核心功能包括数据统计分析、问题跟踪管理与项目建设管

理在内的业务协同管理，以及数据共享协同，实现智慧供水从水源到龙头供水全流程的水质、水量监测预警管理和分析。

c.大屏综合展示

大屏综合展示是智慧水务从源头到龙头供水全流程管理的可视化展示系统，集成智慧供水管理单位管理过程中各个业务模块，通过图表形象的展示供水管理单位运营情况，将生产运营、管网管理、营销服务等领域封装成模块，综合展现智慧水务各个子系统核心业务与关键指标，用可视化的方式直观的为客户提供了一个支持数据监控、统计、分析功能的管理驾驶舱，为供水管理单位管理决策、高效运营提供依据和服务。

d.水务大数据应用

将各系统打通后形成水务大数据平台，将城市水务的相关信息集中整理，分类储存，通过大数据清洗以及大数据分析处理，建立基于海量水务大数据的综合性应用，如安全预警系统、全流程水质管理系统、智能调度等，为城市水务管理部门提供全面的、个性化的水务服务，帮助水务企业实时掌握水源、水厂、管网、泵站等运行情况并且及时接收异常信息，为水务行业调度决策提供真实有效的数据支撑和决策依据，推动水务行业智慧化前行。

3) 应用平台

根据场景层、业务层、运管层、监管层应用方所需的功能要求，定制性开发相关功能模块，并建设综合应用平台。

一般来说，水务企业作为智慧水务的主要建设者，侧重于水源、水厂、管网、二供、直饮水、客服营收等水务全产业链，与产水、制水、输配、收费等全价值链与资产链方面的业务系统建设；水利厅、住建厅、卫健委等政府机构重视水务行业水质、水压、水量、水环境的监管，公安、大数据局等与城市服务相关部门则侧重于城市管理与服务相关业务的数据调用；普通居民、企业等社会公众关注水费、生活用水水质、水压等信息的公示与查询；第三方外部服务机构则侧重于水务相关信息的查询统计功能建设。

4.2.4. “先把脉，再规划，后实施”的快速建设步骤

智慧水务建设是水务企业强化战略竞争力、优化运营效率，提升管理能力的有效助力和重要组成部分，而水务企业的战略及管理模式需综合考虑水务发展宏观环境、水务行业发展趋势与水务企业领袖愿景。因此，智慧水务建设需要懂经营、懂管理、懂业务、懂技术的复合专家型团队合力参与，遵循需求导向，依据供水智慧化建设基础与目标需求综合制定智慧水务建设顶层设计，制定相关标准与规范。

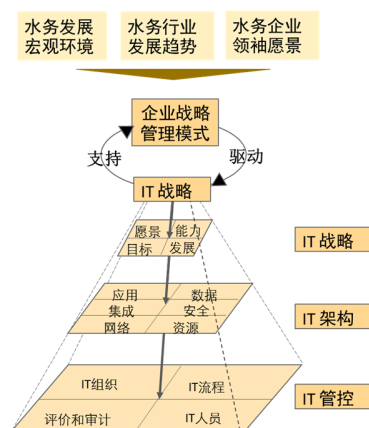


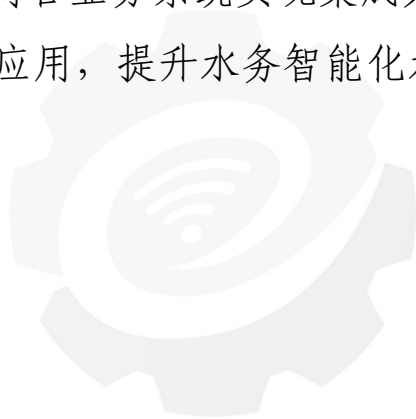
图 4.12 水务企业战略及管理模式

智慧水务项目实施是一项内容复杂、过程耗时、需要多方协同的系统工程，为保证项目能够顺利地进行实施，必须遵循建设原则制定科学、合理、切实可行的实施计划，“先把脉，再规划，后实施”。统筹安排建设任务，分阶段逐步落实，稳步推进各项建设内容满足实际需求，提升业务和决策支撑能力，建立以应用需求为导向、信息技术应用服从水务事务和业务需求的科学发展模式，在保障系统可扩展性的基础上，确保系统尽快发挥效益。



图 4.13 智慧水务实施步骤

在充分调研的基础上，开展智慧水务顶层设计，制定标准与规范，保障智慧水务在技术上统一标准、框架，在充分尊重现有的信息化资产的基础上实现系统打通，确保数据与信息的互联互通，促进资源的整合、公用、共享。以硬件和基础支撑平台建设为基础，为整个智慧水务建设提供良好的底层支撑；在此基础之上部署各个专业系统，通过新建和改造等方式提升业务系统的功能及智能化程度；在业务系统之上对各业务系统实现集成共享，实现整体系统的融合；最终实现智慧应用，提升水务智能化水平。



工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

5.智慧水务发展应对建议

5.1.制定政策制度标准，优化建设环境

组建研究机构，加快制定智慧水务政策制度与标准体系，优化建设环境，加强建设管理，避免重复建设。

组建智慧水务研究机构。跟踪国内外智慧水务发展与信息技术演进的最新趋势、动态，以水务标杆企业智慧水务建设经验和需求为基础，研究制定适合国内水务企业智慧水务建设的标准与解决方案，推动智慧水务的标准化、制度化建设。

加快制定智慧水务建设相关制度与标准体系。制定数据治理、信息安全管理等相关的各类制度、标准体系，加强智慧水务建设管理，避免重复建设。

5.2.构建资金筹措体系，确保资金投入

建立多渠道资金筹措体系，综合政府财政支持、社会资本参与形式，创新资金筹措方式，确保资金投入。

政府财政支持。通过浏览政府各部门的网站、与政府有关主管部门交谈、关注行业协会及其举办的系列活动等方式，认真学习政府有关水务行业产业链的政策和相关扶持政策，了解政府扶持对象的具体的规定、申请材料与流程，详细分析、评估企业优势、劣势，积极争取中央预算内投资及中央财政专项资金支持。

社会资本参与。重视智慧水务技术开发，打造地方性、区域性样板工程，建立企业品牌形象，提高自身的竞争力，吸引社会资本

通过 PPP 方式参与智慧水务项目投资、建设和运营。做好创新金融工具工作，加强与金融机构深层次合作，积极引导金融机构通过扩大信贷投放、创新金融产品，对符合条件的项目，在授信额度、质押融资、保函业务等方面提供融资服务。

创新资金筹措。通过合理调度盘活企业内部停滞资金，出租出售闲置资产加速资金周转；积极探索发行项目收益债、资产证券化和政府投资建设智慧水务折价入股供水单位经营等资金筹措新模式，解决智慧水务建设资金不足的问题。

5.3.成立领导组织机构，统筹推进落实

建立智慧水务组织机构，加强组织领导，明确分工，完善管理与推进、资金监控、监督考核与责任追究制度，统筹推进落实。

建立管理与推进机制。建立智慧水务政策及规章制度推进相应的领导工作机制和相关机构，研究制定具体实施意见，及时跟踪推进难题，加强工作部署与管理，落实工作责任，确保各项任务落地实施。

加强资金监控机制。明确资金使用计划，加强对资金使用过程的动态监控，完善智慧水务项目建设过程中资金使用的事前、事中、事后审计制度，实现资金管理全程、动态与闭环管理。

加强监督考核机制。建立并完善监督机制，按时跟进项目进度，并及时汇总汇报；同时，建立涵盖项目推进过程、进度、效果的绩效考核指标体系，将智慧水务建设工作纳入各部门绩效考核内容。

建立责任追究机制。对推诿扯皮、工作不实、担当不足、监管不力、执法不严等问题进行分类处置、严肃问责。强化工作责任落实，对思想重视不够、工作推进不到位、敷衍塞责等问题严格按照规定给予约谈、通报、建议组织处理和纪律处分。

5.4.完善人才引进机制，提供智力支持

加快人才队伍建设，针对性引进复合型人才，完善人才培育机制，为智慧水务建设提供智力支持。

加大人才引进。加大智慧水务高层次复合型人才引进，有针对性地引进物联网、大数据、人工智能等新一代信息技术研发与智慧水务运营管理领域的高层次复合型人才。

促进校企合作。制定适应智慧水务建设要求的人才战略和措施，鼓励同高等院校和企业合作，建立智慧水务建设人才实训基地，多渠道组织学习先进地区的建设经验，提高专业技能水平。

完善培育机制。定期进行专业知识与安全、管理等非专业化知识技能培训，推进政府与国内外知名高校、科研院所的合作互动，形成人才共建、定向培养、定期脱岗培训相结合的人才培养机制，培养一批具有国际竞争力的智慧水务领域高端技术人才和综合应用类人才。

5.5.建立评价指标体系，促进持续发展

建立智慧水务建设可持续发展评估指标体系，评价建设项目持续运营与发展潜能，挖掘限制性障碍因素，促进智慧水务长期、和

谐、持续发展。

业务指标体系：从生产、经营、服务三个方面反映业务系统建设情况，系统建设应满足完整性、先进性、实用性、稳定性与安全性要求。

技术指标体系：从应用架构、数据架构与集成架构三个维度评估，系统建设应具备适度前瞻性、数据业务双驱动、可扩展性特征。

安全指标体系：包括网络安全防护、网络安全管理、网络安全运维三大类，从云计算、移动互联、物联网、工业控制系统等不同领域采取安全保护、保障智慧水务系统的稳定、安全运行。

5.6.加速企业战略转型，实现弯道超车

加快智慧水务建设实现弯道超车，进行服务、业务与资产转型，完成水务企业跨越式发展。

服务转型。加强对大数据、物联网、云计算、人工智能等新一代信息技术的应用，实现远程监管、需求预测、主动服务，由传统的被动响应型企业向实时感知、快速反应的主动服务型企业转型。

业务转型。拓展智慧水务应用模块，从以水务为核心的传统企业向环境综合服务为核心的综合服务商转型，从以“传统业务”为中心向以“为客户服务”为中心转变，实现产业链的纵向拓展与延伸，实现全链条统筹管理。

资产转型。通过数据、业务打通的智慧水务建设达到弯道超车的效果，从有形资产占核心地位的重资产向无形资产占核心地位的

轻资产转型，实现企业高速发展与规模扩张，完成从地方性、区域性中小型水务企业向集团性、全国性规模化水务企业的跨越性发展。



工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

附录：

附录 1 术语和定义

1. 行业术语

1.1. 智慧水务

智慧水务是以业务与数据双驱动为核心，充分利用新一代信息与工业互联网技术，深入挖掘和广泛运用水务信息资源，通过水信息采集、传输、存储、处理和服务，全面提升水管理的效率和效能，实现更全面的感知，更主动的服务，更整合的资源，更科学的决策，更自动的控制和更及时的应对。

1.2. 智慧供水平台

智慧供水系统管理平台是供水企业的核心系统，它的所有架构和功能应以数据为中心，体现基于数据的供水行业管理和运营思维，为用户提供有效的服务。

1.3. 农村供水工程

指利用供水管道及其附属设施，为农村居民和单位提供生活、生产及其他用水活动的供水工程，包括城市供水管网延伸供水工程、乡镇或联村供水工程和单村供水工程等。

1.4. 农村饮用水安全

农村居民能够及时、方便地获得足量、洁净、负担得起的生活饮用水。即水质符合 GB 5749 的要求，水量不低于 120L/人·d，水龙头入户，供水保证不低于 95%。

1.5. 城乡供水一体化

以县域为单位，统一规划、统筹建设，以城市供水管网延伸和规模化供水工程为主，小型集中式供水工程为辅，分散式供水工程为补充的供水工程体系，实现城乡同标准、同质量、同服务的供水保障模式。

1.6. 二次供水

当民用与工业建筑生活饮用水对水压、水量的要求超过城镇公共供水或自建设施供水管网能力时，通过储存、加压等设施经管道供给用户或自用的供水方式。

1.7. 水务 PPP 项目

指政府与社会资本合作项目，为建设基础设施项目，或为提供某种公共物品和服务，政府按照一定的程序和方式，与私人组织(社会力量)以政府购买服务合同、特许经营协议为基础，明确双方的权利和义务，发挥双方优势，形成一种伙伴式的合作关系，并通过签署合同来明确双方的权利和义务，以确保合作的顺利完成，由社会力量向公众提供水务产品与服务的方式，提高质量和供给效率，最终实现使合作各方达到比预期单独行动更为有利的结果。

1.8. 水务信息化

指水务系统内的信息化建设，包括信息采集、网络通讯、工程自控、资源建设、应用系统开发等。

1.9. 供水精细化管理

建立在供水常规管理的基础上，并将常规管理引向深入的基本思想和管理模式，对战略目标充分分解细化和落实，以最大限度地减少管理所占用的资源和降低管理成本为主要目标的管理方式。

1.10.智能水表

以流量传感与信号处理部件、内置嵌入式微型计算机系统和算法、各类输入输出接口及（或）电控执行器等为平台，具有或部分具有流量参数检测、数据处理、数据通信、数据显示或存储、电控阀受控启闭等功能的电子水表或带电子装置的水表。

1.11.全生命周期管理

指从需求、规划、设计、生产、经销、运行、使用、维修保养、直到回收再用处置的全生命周期中水务产品和服务的信息与过程。可支持并行设计、敏捷制造、协同设计和制造，网络化制造等先进的设计制造技术。

2. 技术定义

2.1.工业互联网

指满足水务行业智能化发展需求，具有低时延、高可靠、广覆盖特点的关键网络基础设施，是新一代信息通信技术与水务行业深度融合所形成的新兴业态与应用模式。

2.2.工业互联网平台

工业互联网平台是面向水务数字化、网络化、智能化需求，构建基于海量数据采集、汇聚、分析的服务体系，支撑水务资源泛在

连接、弹性供给、高效配置的工业云平台。

2.3.物联感知层

物联感知层是智慧水务系统架构中具备将实际环境中的相关信息转化为数据信号的功能集合数据采集和传输能力，它能够通过各种传感技术和通讯手段将在线检测仪表等设备各子系统或数据仓库中采集到的数据和图像传输至网络通讯层。

2.4.云技术

在广域网或局域网内将硬件、软件、网络等系列资源统一起来，实现水务及业务数据的计算、储存、处理和共享的一种托管技术。

2.5.云计算

指通过互联网，“按使用量付费”的方式向用户提供按需应变的计算资源（从应用到数据中心）。其部署方式包括公有云、私有云和混合云。云计算通常简称为“云”。

2.6.数字孪生

指以数字化方式拷贝一个物理对象，模拟对象在现实环境中的行为，对产品、制造过程乃至整个水务系统进行虚拟仿真，从而提高水务企业产品研发、制造的生产效率。

2.7.大数据服务

大数据服务是指通过底层可伸缩的大数据平台和上层各种大数据应用，支撑水务企业或用户对海量、异构、快速变化的数据进行采集、传输、存储、处理（包括计算、分析、可视化等）、交换、

销毁等覆盖数据生命周期相关活动的各种数据服务。

2.8.数据中心

包含数据服务、视频服务、存储服务、Web 发布服务等。

2.9.区块链

一种由多方共同维护，使用密码学保证传输和访问安全，能够实现数据一致存储、难以篡改、防止抵赖的技术体系。

2.10 人工智能

人工智能是研究、开发用于模拟、延伸和扩展人的智能的理论、方法、技术及应用系统的一门新的技术科学。

2.11.数据安全

指水务系统中以数据为中心的安全，保护数据的可用性、完整性和机密性。

2.12.数据服务

指在水务系统中提供数据采集、数据传输、数据存储、数据处理（包括计算、分析、可视化等）、数据交换、数据销毁等数据各种生存形态演变的一种信息技术驱动的服务。

2.13.数据管理

利用计算机硬件和软件技术对水务及业务数据进行有效的收集、存储、处理和应用的过程，其目的在于充分有效地发挥数据的作用。在工业互联网平台领域，数据管理主要指提供面向不同水务应用场景的对象存储、关系数据库、NoSQL 数据库等数据管理和

存储的工具。

2.14.数据治理

指对数据资产管理活动行使权力和控制的活动集合（规划、监控和执行）。数据治理职能指导其他数据管理职能如何执行。数据治理制定正确的原则、政策、流程、操作规程，确保以正确的方式对数据和信息进行管理。

2.15.数据资产

数据资产是指由水务企业拥有或者控制的，能够带来未来经济利益的，以物理或电子的方式记录的数据资源，如文件资料、电子数据等。并非所有的数据都构成数据资产，数据资产是产生价值的部分数据资源。

2.16.数据资产管理

数据资产管理指规划、控制和提供数据及信息资产的一组业务职能，包括开发、执行和监督有关数据的计划、政策、方案、项目、流程、方法和程序，从而控制、保护、交付和提高数据资产的价值。数据资产管理是需要充分融合业务、技术和管理，来确保数据资产保值增值。

2.17.物联网

物联网是通信网和互联网的拓展应用和网络延伸，它利用感知技术与智能装置对水务系统的物理世界进行感知识别，通过网络传输互联，进行计算、处理和知识挖掘，实现人与物、物与物信息交

互和无缝链接，达到对物理世界实时控制、精确管理和科学决策目的。

2.18.虚拟现实（Virtual Reality, VR）

一种可以创建和体验虚拟世界的计算机仿真系统，它利用计算机生成一种模拟环境，使用户沉浸到该环境中。

2.19.增强现实（Augmented Reality, AR）

增强现实是通过将三维内容投射到某介质上，呈现真实的人、场景与虚拟物体结合效果，与虚拟现实最大的不同是其中多了现实世界物体，现实与虚拟融合。

2.20.窄带物联网（Narrow Band-Internet of Things, NB-IoT）

指应用于水务物联网中，基于 E-UTRAN 技术，使用 180kHz 的载波传输带宽，支持低功耗设备在广域网的一种蜂窝数据连接技术。具备广覆盖，支持少量连接，支持低时延敏感、低功率的特点。

2.21.数据可视化技术

指将大量集中的水务数据以图形图像形式表示，并利用数据分析和开发工具发现其中未知信息的处理过程，主要旨在借助于图形化手段，清晰有效地传达与沟通信息。

2.22.信息孤岛

信息孤岛是指相互之间在功能上不关联互助、信息不共享互换以及信息与业务流程和应用相互脱节的计算机应用系统。

2.23.数据孤岛

在水务企业中，各部门或各业务系统的数据相互孤立，缺乏关联性，数据库无法兼容。

2.24.应用孤岛

水务系统中基于各具体需求开发的独立应用，其功能无法相互关联，在实际应用中无法接入统一的平台进行操作。

2.25.建筑信息模型（ Building information modeling, BIM）

在建设工程及设施全生命期内，对其水务系统物理和功能特性进行数字化表达，并依此设计、施工、运营的过程和结果的总称。



工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

附录 2 2017-2020 年全国新建水务科技公司情况

2017-2020 年全国新建水务科技公司情况

序号	科技公司名称	控股公司	属地	成立时间	注册资本（万元）	所属行业	主营业务
1	北京北排智慧管网科技发展有限公司	北京城市排水集团有限责任公司	北京	2017/11/3	500	科技推广和应用服务业	智慧管网、管网运维服务
2	北京水慧智能科技有限责任公司	北控水务（中国）投资有限公司	北京	2019/11/18	1000	科技推广和应用服务业	技术咨询、软件开发、智慧水务、自动化给水设备、机电设备、水处理设备等
3	福建省水投数字科技有限公司	福建省水利投资开发集团有限公司	福建	2019/10/31	1000	软件和信息技术服务业	网络与信息安全软件开发；物联网技术研发；智能水务系统开发
4	福州高新区水务科技有限公司	福州市水务投资发展有限公司	福建	2020/9/28	5000	水利管理业	智能水务系统开发；水资源管理；市政设施管理
5	海丝埃睿迪数字科技有限公司	泉州水务集团有限公司	福建	2020/4/3	5000	软件和信息技术服务业	设备制造、大数据、人工智能应用系统、信息技术咨询等
6	深圳市环水管网科技服务有限公司	深圳市水务（集团）有限公司	广东	2020/5/1	1000	专业技术服务业	供排水管道的诊断、评估、检测、技术咨询、运营服务；管道检测设备的研发、集成及销售
7	深圳市水务科技信息中心	深圳市水务局	广东	2018/3/27	800	科技推广和应用服务业	水务科技新技术工作、深圳市水务信息系统工作、统筹水务信息数字资源
8	河北承水水务科技有限公司	承德水务集团有限公司	河北	2019/5/9	600	科技推广和应用服务业	水务新工艺、新技术研发；给排水技术开发、技术咨询、技术转让、技术服务

序号	科技公司名称	控股公司	属地	成立时间	注册资本(万元)	所属行业	主营业务
9	河北雄安睿天科技有限公司	河北建投水务投资有限公司	河北	2019/7/16	非独立法人	互联网和相关服务	软件开发;云计算、大数据、物联网技术服务
10	石家庄旭水信息科技发展有限公司	石家庄水务集团有限责任公司	河北	2020/3/13	2000	软件和信息技术服务业	计算机系统集成、软件开发运维、自动化系统设计、实施与维护
11	河南宋城水务科技发展有限公司	开封市水务开发建设有限公司	河南	2019/7/10	2000	水的生产和供应业	自动化供水系统的研发及应用;新建改建水利项目、供水项目、新农村建设的项目、水务一体化项目的开发、运营、管理
12	开封市中科水务科技有限公司	四川中科水务集团有限公司; 开封市水务开发建设有限公司	河南	2019/12/18	10000	水的生产和供应业	水务科技领域内的技术开发、技术咨询、技术服务; 计算机信息系统集成
13	中南水务科技有限公司	长沙水业集团有限公司	湖南	2019/2/3	5000	研究和试验发展	水处理技术的研发、工程应用、咨询服务; 科研成果的研发、孵化及转化
14	苏州智品信息科技有限公司	江苏中法水务股份有限公司	江苏	2017/4/28	500	研究和试验发展	智慧化解决方案和咨询、数据分析、软件设计
15	小湍科技(苏州)有限公司	苏州吴中供水有限公司	江苏	2019/4/12	1000	研究和试验发展	智慧水务、直饮水等
16	衍之道(江苏)水务科技有限公司	华衍水务(中国)有限公司	江苏	2020/5/25	1000	科技推广和应用服务业	智能水系统开发和销售

序号	科技公司名称	控股公司	属地	成立时间	注册资本(万元)	所属行业	主营业务
17	江西中科智慧水产业研究股份有限公司	江西省水利投资集团有限公司	江西	2019/11/15	6000	研究和试验发展	污水处理及其再生利用; 信息系统集成服务; 计算机软硬件及销售
18	鞍山鞍水易维科技有限公司	鞍山市水务股份有限公司	辽宁	2017/10/19	300	科技推广和应用服务业	智能水表
19	莒县海右水务科技有限公司	日照市水务集团投资运营有限公司; 日照市水务工程建设有限公司; 莒县林水集团投资发展有限公司	山东	2019/9/12	24356	水的生产和供应业	供水服务; 供水工程设计、施工; 供水设备安装; 水质监测、水表检测服务; 水处理技术研发; 供水技术咨询
20	陕西省水务集团水务科技有限公司	陕西省水务集团有限公司	陕西	2017/2/17	2000	科技推广和应用服务业	计算机软件开发及技术服务; 计算机系统集成; 数据处理技术服务
21	陕西省水务集团智慧水务有限公司	陕西省水务集团有限公司	陕西	2018/12/29	1000	软件和信息技术服务业	智慧水务服务
22	陕西省水务集团智能数据有限公司	陕西省水务集团有限公司	陕西	2020/5/18	5000	软件和信息技术服务业	人工智能基础软件、智能水务系统开发; 大数据服务
23	泸州市兴泸智慧水务科技有限责任公司	泸州市兴泸水务(集团)股份有限公司	四川	2020/1/22	500	软件和信息技术服务业	应用软件的研发、销售; 污水处理及再生利用; 水污染监测服务。水污染治理; 供水技术开发、咨询、推广服务; 水处理设备