

主标题：集团级水务大脑建设 打造“工业互联网+水务”区域治理模式

引言：某水务集团业务范围涵盖原水、制水、供水、排水、污水、节水等水务全产业链条，当前集团各权属公司信息化能力参差不齐、信息系统缺乏有机联系、数据价值没有被充分挖掘和应用、集团层统一管理难等问题日渐凸显。百度通过开物工业互联网平台，融合大数据分析、人工智能、数字孪生等先进技术为该集团打造“集团级水务大脑”，助力业务辐射区域水务相关领域数字化和智能化转型。开物是百度智能云在 2021 年推出的工业互联网平台品牌，以“AI+工业互联网”为特色，产品和解决方案覆盖质量管控、仓储物流、供应链管理、安全生产、生产制造、仓储物流、运营管理、研发设计和节能减排等 9 大应用场景。

2022 年 5 月，工信部发布 2022 年新增跨行业跨领域工业互联网平台(简称“双跨”平台)清单，百度智能云开物入选“国家队”，在新增企业中位居首位。

目前，百度智能云开物已与汽车、电子、能源电力、装备制造、钢铁、化工、水务等超过 22 个行业的 300 多家标杆企业建立合作，为超过 18 万家工业企业提供服务，在贵阳、重庆、桐乡、苏州、广州、宁波等 16 个区域深度落地。

一、项目概况

水务事业关人民群众切身利益，在工业互联网、云计算、物联网、大数据等科技的引领下，水务行业已呈现出向着自动化、智慧化、数

字化的智能型变化发展趋势。

1. 项目背景

近年来，某区域水务集团投入了大量的资源，开展了相关信息化系统的建设。该集团按照“战略导向、综合集成、快速反应”的总体思路，依托大数据、人工智能、5G 等技术，全力推动“水务大脑”平台建设，提升信息化、智能化对业务发展和创新、集团管理决策、效能提升和生态赋能的支撑能力。

2. 项目简介

“水务大脑”建设过程中充分利用当今领先成熟信息技术，引进先进的设计理念，按照“统一领导、统一规划、统一建设、统一管理”的思路，推进企业网络安全和信息化项目建设项目建设依据以下建设原则：

（1）建设集团统一的中心化信息化底座，成为支撑水务智能化发展的新型关键基础设施。

（2）建设五个统一的信息化能力平台，打造水务行业数字化、智能化的统一能力。

（3）打造五个智慧应用群，构建智能化、高附加值的场景应用，支撑集团创新发展。

（4）打造水务大脑生态产业链，提升技术和输出能力。

2. 项目目标

“水务大脑”建设将实现以下五个目标：

（1）贯彻集团管理管控理念，支撑企业管理体系落地

以战略为目标，以绩效为导向，以流程为基础，风险驱动、合规经营，通过信息化的手段将集团管控职能切实落地，形成有效的“抓手”，这是“水务大脑”建设的首要需求，“水务大脑”要在战略支撑、业务合规、风险管理、绩效明晰、流程贯通等方面支撑企业管理体系落地。

(2) 生产智能化，服务个性化，管理制度化

水务大脑的建设要围绕集团水务的核心业务，逐步实现生产智能化、服务个性化、管理制度化的目标。集团水务业务涵盖原水、输水、制水、配水、售水、排水、污水处理各个业务环节，首先必须实现规划设计、工程项目建设、生产运营监控、设施在线监测、管网运行维护、模型模拟分析、优化调度、应急安全、客户服务、节水管理、产销差分析、人财物管理等各个领域的数字化、智能化，在大数据的基础上，通过数据整合、数据分析、数据挖掘，提高生产运行智能化水平，提高客户服务的个性化水平，提升企业管理的制度化和流程化水平。

(3) 深挖数据价值，实现数字转型，打造数据资产

“水务大脑”建设，除了实现支撑管理、生产、服务的目标，还需在数据整合的基础上，深挖数据价值，在节能降耗、生产预测、设备运维、客户服务升级、水价谈判、利润挖掘等方面发挥水务大数据的价值。要实现数字资产和科技资产的双轮驱动，即在实物资产创造价值的同时，新增的数字资产和科技资产能够创造额外的价值，为集团的数字经济探索提供基础。

(4) 打造核心竞争力，强化品牌影响力，支撑业务拓展

面对不断开放的水务市场，公司亟需利用信息系统帮助企业实现流程化、精细化和标准化的管理流程，通过信息化项目的建设，实现节能降耗、安全保障等一系列具有显著社会效益和经济效益的目标，并且通过大数据挖掘、智能决策等能力的建设提升集团在数字水务方面的科技内涵，从而提升集团的管理水平，增强核心竞争能力，提升集团的整体品牌感和认知度，创造更大的经济和社会价值，为集团区域扩张及产业链延伸提供良好的宣传。

(5) 解决数据孤岛问题，提升集团整体信息化水平

集团建设需要进行应用系统集成旨在解决信息孤岛的问题，成为适用于不同系统间的信息共用的通用工具，使公司的业务流程、公共数据、应用软件、硬件和各种标准联合起来，在不同应用系统之间实现无缝集成，推动集团业务的集约化、集中化利用。

二、项目实施概况

该项目以支撑水务集团六位一体业务领域为基础，遵循集中化、平台化设计思维，建设覆盖原水、制水、供水、排水、污水、节水六大领域的水务大脑，灵活高效支撑全集团以及行业内外生态的业务创新和业务拓展。

1. 项目总体架构和主要内容

(1) 项目总体架构

“水务大脑”建设紧紧围绕着集团信息化战略要求，以智慧管理、高效服务的主旨，按照“业务主导、数据驱动、顶层设计、统一标准”的原则，打造“1+5+5”整体架构。“1”是建设一套统一运营管理中心，实现集团层面办公、业务与运营的统一管理。第一个“5”是打造五个统一的信息化能力平台，包括统一大数据平台、统一视觉智能平台、统一数据智能平台、统一地理信息平台和统一数字孪生平台。第二个“5”是构建五个可扩展的智慧应用群，包括指挥调度智慧应用群、安全管理智慧应用群、运营管控智慧应用群、资产管理智慧应用群和惠民服务智慧应用群。如图 1 所示。



图 1 “水务大脑”架构图

(2) “1”运营管理中心

建设围绕水务场景定做的解决方案开放平台，实现统一的入口、统一身份管理体系、统一认证、统一开放平台、统一算法模型库、统一应用中心，为水务行业相关用户提供常用水务场景基础平台、内涵丰富的水务场景模型应用市场及水务类 APP 等内容。

(3) “5” 信息化能力平台

信息化能力平台包括大数据平台、视觉智能平台、数据智能平台、数字孪生平台、地理信息平台。

统一的大数据平台：实现集团、各权属企业及外部生态数据的汇聚、存储、管理、共享和服务。按照设备和业务情况，解决数据接入、数据存储管理和数据服务支撑能力。基于统一的数据湖打通集团及各权属企业的数据孤岛，统一管理数据资产。建设水务行业的数据标准和规范体系，完善集团的数据治理和数据管理水平。

统一的视觉智能平台：基于机器学习技术建设视觉智能能力平台，通过平台提供多场景、易用的视觉智能能力。围绕水务行业多样化视觉应用领域，利用图像、视频采集设备，实现快速、可扩展、可复用的视觉智能应用场景，支撑图像、视频、目标识别视觉智能能力。采用通用且标准化的接入方式，快速实现视觉智能的扩展和赋能。

统一的数据智能平台：通过构建统一数据智能平台，挖掘大数据中蕴含的知识和价值。提供一站式，零代码的开发平台，将数据智能赋能给水务行业的分析师、开发工程师，可通过拖拽、配置式的简单操作，实现数据到知识模型的操作过程，挖掘数据价值，沉淀数据资产，支撑集团全局智能化，赋能集团各业务板块。

统一的地理信息平台：在集团内建设统一的地理信息服务平台，为集团各业务板块和各业务环节提供 GIS 服务。可承载原水、制水、供水、排水、污水、制水，以及相关系统中已有的地图文件、管网数据等。实现各业务板块基于一张图的统一管理，实现一体化全过程决

策分析和实时监管，实现以信息化带动管理精细化，全面提升管理效能。支撑水务生产运行、运营管理、调度指挥、决策支撑等业务场景。

统一的数字孪生平台：基于集团现有的设备、产线、工艺等，基于 2D、3D 等数字孪生技术形成相应水务行业的标准化数字孪生体。将现有的设备、产线等设置和管理中的点码表、属性、规则和管理标准等形成标准化模板。并通过视觉智能、数据智能的能力平台，沉淀机理模型、AI 模型，支撑水务管理标准化和对外赋能。

(4) “5” 智慧应用群

基于新技术平台，构建水务大脑，开发智能化应用，解决集团业务痛点，支撑集团及生态业务创新发展。通过应用大数据、人工智能、工业互联网以及数字孪生等技术，建立能并发运行且高度灵活的个性化、数字化、智能化的智慧水务管理平台。支撑集团各业务板块的智慧化应用：覆盖原水、制水、供水、排水、污水、节水六大领域，打造新时代环境下全面科技创新。

智慧应用群涵盖：指挥调度、安全管理、运营管控、资产管理、惠民服务五个方面，通过智慧应用群实现供水调度智能化、水质保障终端化、供水服务精准化、水厂运行智慧化、管网运行预警化、惠民便民等目标。打通六位一体的管理与应用，实现数据、知识在业务中的共享和协同，建立智慧水务运营体系和完善智慧应用服务。支撑管理决策，满足集团和各业务公司的业务应用和扩展要求。

(5) 打造水务大脑生态产业链，提升技术和输出能力

基于水务大脑打造水务生态产业链的服务能力，提升水务大脑的技术和服务输出能力，打造高附加值、高科技含量的智慧水务体系。通过平台实现对外赋能和运营服务，满足和承担城市、外部水务/环保等相关企业的信息系统、平台的建设、运行和管理。形成对外赋能平台，推进和建设相关外部应用系统，并支撑相关智慧城市、智慧水务、环保、工程等各方面的建设、运营与技术指导。

3. 具体应用场景和应用模式

(1) 水泵精准调压

水务大脑基于集团内大量历史数据和环境数据，运用利用工业互联网+AI 算法，构建用水量预测模型、泵组仿真模型、阀门开度优化模型等，实现按需供水，节约泵机能耗；优化管网压力，降低管网漏损。模型精度 99%以上，节约能耗约 8%。

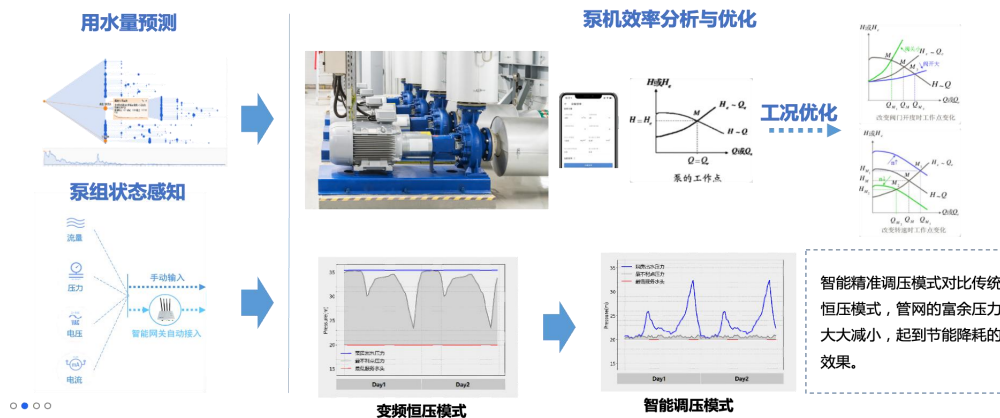


图 2 水泵精准调压原理图

1) 目前常规泵房的供水压力控制为变频恒压，此种压力设定方法不够灵活与智能，没有把控用户真正的用量需求，不能及时的根据用户需求的变化来做出调整及响应，用户用水体验差，管网平均压力

偏高，增加了管网漏损的风险。且泵机组合以及泵组轮换依赖人工经验，泵站未必工作在当前工况下最优工作点，不利于节能降耗。水务大脑通过折线图和阴影图组合，直观的展示实际出水量和预测出水量的信息，模型精度在 99% 以上。



图 3 水泵出水供水预测统计示意图

2) 基于实时用水量预测结果，结合管网压力信息，利用机器学习技术对供水泵站压力输出量进行实时需求预测，并结合泵组实时运行情况、泵机自身的特性曲线，对过程参数进行动态寻优，将优化后的调控参数发送给操作人员或直接调控泵站的参数，建立基于供水业务的规程和参数的闭环反馈。最终泵站工作模式由凭运行经验设置压力、人工启停转变为基于机器深度学习的智能启停、远程监控模式，使得输出压力根据用户用水的实际需求动态变化，保障供水的稳定性，大大降低管网富余压力，节约供水压力能耗。

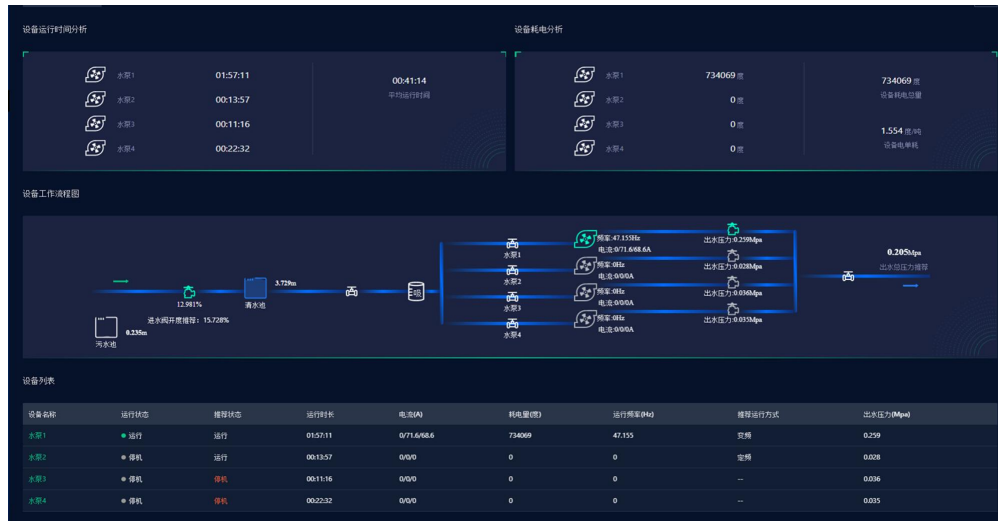


图 4 水泵实时监测运行示意图

3) 通过函数进行拟合，观察历史某两日出水管的实际压力和建议压力，中间的面积为实际的节能空间；经过计算，为客户提出在某两年，使用建议压力可以节能 8% 的电能。

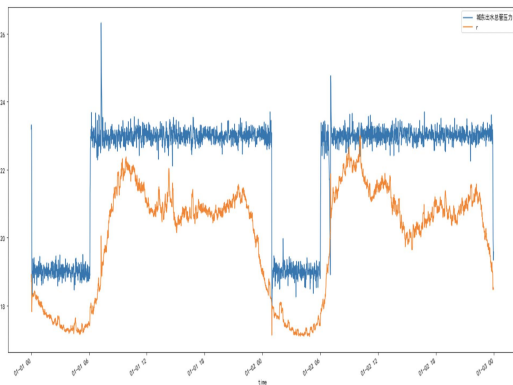


图 5 历史某时段出水管实际总压力图

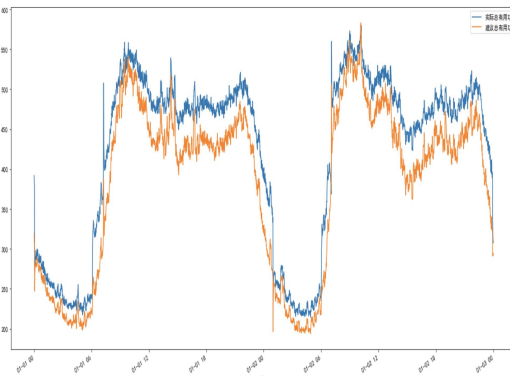


图 6 历史某时段出水管建议压力图

(2) 泵机预防性维护

通过振动、电流、电压、温度、噪声等传感器，实时监测水泵的运行状态，基于实时及历史运行数据，结合时域、频域、时频域等信号处理和分析方法，利用机理及机器学习等技术，提取一系列状态指标，根据历史数据结合专家知识提取分析指标，进而监控设备运行情况，实现针对泵机的趋势监控、趋势预警、问题定位、工单生成的流

程化应用功能。在该项目中，实现了精准识别泵机异常状态、精准统计设备运行时间，识别泵机的振动异常、声音异常、轴承升温等问题，并迅速发出异常报警，异常报警响应时间<10min，智能边缘数据处理能够实现实时反馈。



图 7 泵机预测性维护示意图

(3) 视觉智能管控

水务大脑通过工业互联网平台 AI 视觉算法对厂区的人、机、料、环进行主动安全监测预警，针对设备腐蚀、跑冒滴漏、入池预警提示等，电力设备的仪表读数、电力巡检预警提示、电气状态、矾花识别，厂区内的杂物堆积、烟火识别等，人员的工服穿戴、人员跌倒等，助力构建厂区全面的视觉智能安全管控体系。





图 8 安全视觉智能示图

3. 安全及可靠性

“水务大脑”构建了六大安全防护体系，主要包括：

(1) **物联安全**。水务大脑在该项目中为企业提供准入、通讯加解密、安全保护、KARMAOS 层保护、固件检测等物联安全能力。

(2) **云安全**。水务大脑以 AI 为特色，具备智能安全网关、主机安全、威胁狩猎、态势感知、零信任方案、高防抗 D、渗透测试、等保、应急响应、云加速、密钥管理 KMS、堡垒机、IDS、WAF 等安全能力。

(3) **数据安全**。水务大脑通过隐私计算实现数据安全流通和治理，具备数据沙箱隔离域、MesaTee 芯片隐私计算、多方安全联邦计算、图数据库等，并提供 Teaclave 安全计算框架、MesaLink 传输安全库等数据安全能力。

(4) **编码安全**。水务大脑具备交互式自动化安全测试（IAST）、自动化交互式持续检测代码安全漏洞等编码安全能力。

(5) **应用安全**。水务大脑具备应用自我保护技术 OpenRASP、

史宾格隐私合规平台（APP/SDK 权限检测合规）、应用加固、安全 OTA、手机卫士、慧推 PUSH 等应用安全能力。

（6）风控安全。水务大脑具备反诈/反黑/威胁情报（色情/赌博/钓鱼网站识别+IP/手机号画像+传播链条追查）、昊天镜反营销羊毛（识别恶意刷羊毛用户/可信设备/IP/号码等）、文件安全识别。

5. 其他亮点

贯通全集团水务数据，形成数字资产集中化管理。在该项目中，该集团配套建设水务大数据中心，汇聚水务集团及各涉水单位全量相关数据，构建新型水务数据库，将数据由分散存储转变为集中存储，数据管理由各自为政转变为集中统筹，推动数据统一管理。

结合水务业务真实痛点，推动科技资产创新发展。水务大脑在节能降耗、生产预测、设备运维、客户服务升级、水价谈判、利润挖掘等方面深度挖掘水务大数据的价值，拓宽了水务数据的价值空间，创造水务科技资产创新驱动力。

三、下一步实施计划

1. 计划 1 持续挖掘数据潜力，提升信息与服务价值

持续监测并挖掘数据价值，通过海量数据学习持续训练内在模型，提升服务精准化，推动新业务领域创新，为该集团构建更多的高价值信息渠道，推动集团进行**合理化定位、科学化营销、高端化服务**。

2. 计划 2 基于“水务大脑”，构建区域协同大生态

基于“水务大脑”，将水务服务能力不断外延，推动形成以集团为中心、智慧水务领域为核心的**区域服务生态**；联合政府、研究机构、行业协会、高校等组织建立资源与信息共享机制，共建水务、环保领域的**区域赋能生态**；通过“水务大脑”建设，依托百度开物工业互联网平台，整合社会丰富创新资源，提升区域创新服务能力大幅提升，形成**区域创新生态**，加速推动区域核心竞争力的整体提升。

3. 计划 3 构建“工业互联网+水务”区域模式，树立示范标杆

在不断出台的水务、环保政策的驱动和加持下，水务企业在当下和未来都面临着巨大的挑战，通过该项目，建立一套统一的数据标准体系、利用一个全局智能化大脑、建立一个横向打通的业务平台、谋划一张数据可视化的统一大图的服务体系，**构建了“工业互联网+水务”的区域模式**，树立“水务大脑”示范标杆，推引领全国水务企业的转型升级。

四、项目创新点和实施效果

1. 项目先进性及创新点

创新技术深度融合。该项目基于工业互联网平台，将人工智能、大数据、数据活化、GIS、AR 等技术与水务深度融合，实现水务信息化和数据资源整合利用和深度挖掘，形成了水务数据基于智能模型的正反向运营价值闭环，保证集团水务信息化能力的先进性。

提供零代码开发平台。该项目提供一站式，零代码的开发平台，

将数据智能赋能给水务行业的分析师、开发工程师，可通过拖拽、配置式的简单操作，实现数据到知识模型的操作过程。

标准化接入与快速扩展。基于机器学习技术建设视觉智能平台，通过平台提供多场景、易用的视觉智能能力。围绕水务行业多样化视觉应用领域，利用图像、视频采集设备，实现快速、可扩展、可复用的视觉智能应用场景，支撑图像、视频、目标识别视觉智能能力。采用通用且标准化的接入方式，快速实现视觉智能的扩展和赋能。

2. 实施效果

边缘模型复用降低建设成本。该项目在边缘端部署多种不同模型，实现多种智能化能力的复用，减少网络带宽及算力中心投资；

模型高精准度提升管网效能。该项目构建了精准的用水量预测模型和压力推荐模型，既减少对能源的浪费，同时也降低了对供水管网的压力要求，延长了管网使用寿命；

设施运行与应急响应效率提升显著。分散式污水处理设施正常运行率提升了 5 个百分点；

构建信息通道实现组织高效协同。保障最后一公里客户投诉处理及时率提升到 96%，下属企业 80% 以上的信息报送在 1 小时内完成；

践行集团理念助力降本增效持续发展。通过水务大脑平台的建设，实践了该集团“求发展、重服务”的企业发展理念，整体人员效率提升 5% 以上，制水供水单位能耗下降 8%。