

广州北江引水工程 (花都水厂及配水管道工程部分)

工艺全流程智慧决策平台

技术需求书

招标人：广州市花都自来水有限公司

编制人：广东省建筑设计研究院集团股份有限公司

2024年09月

目录

1.	总则	- 1 -
2.	项目概述	- 1 -
3.	平台建设边界	- 3 -
3.1.	与厂区自控专业的边界	- 3 -
3.2.	与厂区智能化专业的边界	- 3 -
3.3.	硬件安装边界	- 4 -
4.	项目目标	- 5 -
5.	项目建设内容	- 6 -
5.1.	项目建设总体需求	- 6 -
5.2.	硬件系统建设需求	- 7 -
5.3.	软件系统建设需求	- 10 -
6.	平台架构需求	- 13 -
6.1.	公司云平台总体架构	- 13 -
6.2.	智慧控制功能逻辑	- 17 -
6.3.	智慧控制网络设计	- 18 -
7.	智慧决策运营平台技术需求	- 20 -
7.1.	平台技术总体需求	- 20 -
7.2.	平台技术和性能参数	- 20 -
7.3.	AI 平台模块	- 21 -
7.3.1.	智能数据	- 21 -
7.3.2.	全功能开发	- 21 -
7.3.3.	模型中心	- 21 -
7.3.4.	预测服务	- 22 -
7.3.5.	Albase 基础管控	- 22 -
7.4.	大模型应用开发模块	- 22 -
8.	智慧化场景及应用需求	- 24 -
8.1.	智能控制	- 24 -
8.1.1.	智能控制整体设计	- 24 -
8.1.2.	絮凝剂投加智能控制系统	- 27 -
8.1.3.	PH 调节智能控制系统	- 29 -

8.1.4.消毒剂投加智能控制系统.....	- 31 -
8.1.5.水泵优化（水量）智能控制系统.....	- 33 -
8.1.6.沉淀池排泥智能控制系统.....	- 36 -
8.1.7.滤池反冲洗智能控制系统.....	- 38 -
8.1.8.排泥水及污泥智能控制系统.....	- 40 -
8.2. 智慧决策.....	- 42 -
8.2.1.综合态势感知.....	- 42 -
8.2.2.全流程智控协调系统.....	- 42 -
8.2.3.智能预测.....	- 43 -
8.2.4.综合运营评估.....	- 44 -
8.2.5.碳分析、碳核算.....	- 45 -
9. 交付需求.....	- 46 -
9.1. 交付验收标准.....	- 46 -
9.2. 项目实施程序.....	- 46 -
9.3. 提交资料清单.....	- 49 -
10. 创新和特色.....	- 49 -
11. 附件.....	- 51 -
附件 1：现有自控系统概述.....	- 52 -
1.1. 概述.....	- 52 -
1.2. 自控专业建设范围.....	- 52 -
1.3. 自控建设原则.....	- 53 -
1.4. 自控系统结构.....	- 54 -
1.5. 系统控制模式.....	- 56 -
1.6. 现场控制单元.....	- 57 -
1.7. 自控监控软件.....	- 68 -
1.8. 仪表.....	- 69 -
1.9. 项目现有自控仪表清单.....	- 69 -
1.10.自控专业扩增仪表清单.....	- 81 -
附件 2 花都水厂智能化建设概述.....	- 82 -
1.1. 概述.....	- 82 -
1.2. 智能化专业建设范围.....	- 82 -
1.3. 智能化建设总体架构.....	- 83 -
1.4. 总体网络规划.....	- 84 -

1.5. 网络安全	- 84 -
1.6. 基础设施建设	- 84 -
1.7. 数据集成与应用	- 84 -
1.8. 厂区安全防范	- 85 -
1.9. 厂区设备监控管理	- 87 -

1. 总则

- (1) 针对本需求书所要求内容和建设标准，如平台供应商认为需要增加或改造部分硬件系统，应在方案设计阶段说明硬件增加或改造要求，如建设单位通过评估最终确定不予增加或改造，平台供应商应根据项目实际的自控系统的仪表设置情况和智能化系统工程的设置情况进行模型和软件建设。
- (2) 本平台应支持开发人员迭代优化，供应商应对建设单位技术人员进行技术培训掌握系统应用,并提供平台运行手册。
- (3) 工艺全流程智慧决策运营平台需满足接入花都水厂“生产调度综合管理平台”的相关要求，满足数据交互要求，配合业主需要调整数据格式、表单形式等。工艺全流程智慧决策运营平台需满足花都水厂自控软件和现场 PLC 的对接，可实现 PID 参数、PLC 远控指令型号的接收和下发。
- (4) 工艺全流程智慧决策运营平台需支持接入建设单位所有厂站、管网、北江原水泵站、智慧实验室等数据，一是能精准预测出原水到花都水厂的时间，并能根据北江原水泵站的运行状况预测并生成原水到达花都水厂后的生产运营模式方案；二是具备智能预警、预报、预演功能，配有应急预案库，可智能提供应急处理决策建议；三是工艺全流程智慧决策运营平台具备对智慧实验室系统数据的利用，对相应生产仪表数据进行校正。
- (5) 项目建设完成后，供应商应提出接口标准，未来支持建设单位其他厂站及工艺接入需求，并在其它系统接入时提供相应指导服务。
- (6) 本项目模型训练阶段所需的数据由建设单位提供数据治理相关平台、工具，平台供应商需按照建设单位的要求，在建设单位的数

据治理平台上完成本项目中所有的数据预处理工作。模型推理应用阶段的数据工具由供应商负责。

(7)本项目所建设的硬件和 AI 训练平台、算力应具有通用性，具备可扩展性（允许二次开发）；

(8)本平台算法模型需达到“先进稳定”标准，并实现智能场景应用，自控/智能控制程控水平稳定。突发情况下，可通过现有生产管理系统自动或手动方式，切换恢复至原有自控系统运行模式的功能。

2. 项目概述

我国水厂的建设经历了机械化、自动化、数字化这几个发展阶段，水厂的生产工艺和管理效率都有了突飞猛进的发展，为我国的供水事业和城市发展做出了巨大贡献。近年来，随着智能城市、智能水务建设的不断推进，对城市供水管理者提出了更高的要求。

2022年11月，中国城镇供水排水协会发布了团体标准《智慧水厂评价标准（征求意见稿）》，提出了智慧水厂的初步技术标准。同时，广州水投集团提出将花都水厂建设成为“灯塔水厂”的目标，而水厂的智慧化水平的实现项目成为“灯塔水厂”的重要因素，因此，项目提出建设智慧水厂的目标要求，力争达到智慧水厂评价等级“五星级”标准。

城镇智慧水务系统的智能控制，主要是通过大数据、云计算、人工智能等新兴信息技术，获得最佳运行参数，并向自动控制系统发出指令，在无人干预情况下使水务生产过程更精准、更可靠、更高效地达到运行目标。

花都水厂建设方案时已考虑了项目的智能化建设，包括：通过物联网技术感知获取流量、液位、压力、泵机状态、水质等水厂生产运行的实时状态和数据，并通过PLC系统实现自动生产控制；配置智慧安防系统，利用视频AI识别、无人机自动巡航等手段，建立生产巡检系统、无人值守安防系统、应急处理系统；建立综合管理平台，实现生产调度、监控应用、设备管理、安全管理、人员管理等水厂运营的智慧化管理。（详见附件1和附件2现有自控及智能化建设概况）

《智慧水厂评价标准（征求意见稿）》的发布后，对标花都水厂的建设情况，在工艺控制方面，仍需建立基于人工智能和高级算法模型的智慧化控制、智慧管理和辅助决策系统，实现从自动控制到智慧控制的提升。

花都水厂后续还计划引入数字孪生技术，与现有的大数据、人工智能等相结合，探索更智慧、更高效的现代水厂治理模式，打造具备行业引领、标杆示范效应的现代智慧水厂典范。

3.平台建设边界

3.1.与厂区自控专业的边界

花都水厂自控与北江原水自控系统正在实施建设，自控专业的实施情况及内容详见附件 1。供应商应根据附件 1 情况，考虑本项目与自控系统的衔接问题。

平台建设边界如下：

(1) 本平台需以花都水厂自控与北江原水自控系统为基础，平台所需生产运行数据可通过中间件从组态中获得，生产数据由自控系统提供，但获取数据所需的硬件及软件由本项目供应商负责建设和开发，原自控系统仅提供数据接口；

(2) 若因本平台需要补充监测仪表，原则上由原自控系统负责建设，不在本项目供应范围内。

(3) 本平台的建设不完全替代原自控系统，原自控系统的所有功能需完全保留；如本平台需要通过原 PLC 等设备实施控制，平台与 PLC 的衔接由供应商负责，供应商在保证原 PLC 控制功能完好的情况下，可考虑由 PLC 基站执行工艺全流程智慧决策运营平台的控制指令，同时要设定好控制逻辑，控制逻辑应遵循“就近优先，令出同源”的原则，与厂区的就地控制，自动控制，手动控制和遥控相结合。

(4) 由自控系统提供的生产数据，由本项目供应商负责数据整理、数据处理。

3.2.与厂区智能化专业的边界

花都水智能化专业正在实施建设，智能化专业的实施情况及内容详见附件 2。供应商应根据附件 2 情况，考虑本项目与智能化系统的衔接问题。系统边界如下：

(1) 基础云平台。智能化专业负责搭建一套统一的私有云服务器平台资源供综合管理平台及各应用系统共享使用，基础数据云平台实现对花都水厂的人、事、物统一集中化智慧化的运营管理。本平台所需硬件，如训练、推理服务器由供应商自主独立建设，不对智能化专业建设的基础云平台造成影响。

(2) 生产调度综合管理平台。智能化专业负责建设生产调度综合管理平台，包括智慧运行管理门户、综合大屏展示、全厂三维建模与展示、移动化监控、设备全生命周期管理、生产调度管理、智能应用、移动应用等。工艺全流程智慧决策运营平台需独立开发控制操作界面，满足工艺全流程智慧监测要求。

(3) 安防集成应用。智能化专业已建设安防集成应用作为生产调度综合管理平台应用的一部分，整合厂区内各个安防系统资源，实现厂区的视频监控全面覆盖、人员管控、车辆管控、事件预防及预案处理等内容的统筹管理。本平台供应商在授权情况下可采集安防集成应用的数据，但不得对安防集成应用系统造成影响。

(4) BIM 模型。如项目需要使用 BIM 模型，BIM 模型由建设单位协调相关单位提供，界面可根据需求进行优化。

3.3.硬件安装边界

本项目训练服务器、推理服务器等硬件设备安装在花都水厂机房中，安装需要的设备、材料由供应商负责。供应商应根据机房的实际情况，提出安装布置方案，安装过程不得对原设备造成影响。

如本项目需在各子系统、PLC 子站等安装边端控制设备，相关设备及安装所需材料由供应商负责，并不得对现有设备造成影响。

4.项目目标

根据《智慧水厂评价标准（征求意见稿）》的相关要求，在生产工艺已有的自动化控制基础上，建立基于人工智能和高级算法模型的智慧化控制、智慧管理和辅助决策系统。以实现以下目标：

（1）通过本项目建设，建设智慧决策系统、AI 模型开发训练平台、大模型应用开发平台、絮凝剂投加智能控制系统、PH 调节智能控制系统、消毒剂投加智能控制系统、水泵优化(水量)智能控制系统、沉淀池排泥智能控制系统、滤池反冲洗智能控制系统、排泥水及污泥处理智能控制系统、全流程智控协调系统，实现花都水厂生产运营的智能化控制、数字化管理和智慧化决策，实现系统安全、稳定、高效、节能；

（2）统一实现 AI 模型训练和管理，实现花都水厂工艺智能控制系统，持续提高处理效率和准确性

（3）实现全流程智能控制：通过 AI 训练平台以可视化建模的方式，得到基于多因子参控的智能控制模型，自主驱动具备相当执行能力的设备系统，实现多环节、多变量联动控制，在出厂水量或压力目标调整情况下，实现从取水、制水流程各子系统与参数的自动调节、智能控制；所有控制模型统一管理，可以复用，为全公司智能控制打下基础。

（4）通过本项目的建设，一是实现的全厂控制闭环，精确控制全厂处理工艺流程的各环节，优化工艺运行方案，降低运行过程中的成本投入，如药剂投加量、水泵运行能耗等；二是实现预测公司各厂站及管网的运行方案，根据使用单位设定的花都水厂生产运行参数条件，预测并生成公司水厂及管网的生产运行方案，并提供调度预测方

案；三是能精准预测出原水到花都水厂的时间，并能根据北江原水泵站的运行状况预测原水到达花都水厂后的生产运营模式；四是实现与接智慧实验室系统数据对接，将其智慧实验的检测数据接入至各模型系统参控因子的选取，各模型系统参控因子并允许录入或导入人工检测数据或设置数据；

(5) 数据分析与故障诊断预防：对所有数据统一清洗和梳理，对异常数据进行有效验证，确保数据的有效和准确，并实现对水处理设备故障的早期预警和快速定位。对数据关系进行分析和定义，把数据做结构化治理，从而满足在不同应用需求中，都可以通过 AI 训练得到适用的模型。

(6) 智慧决策运营：通过大数据和各种 AI 模型，可以了解各个变量在不同场景和工艺过程中的作用，对全厂运营做数据可视化呈现，提供一套客观准确的评估体系，实现花都水厂生产运营的智能化控制、数字化管理和智慧化决策，实现系统安全、稳定、高效、节能；

(7) 实现工艺智慧化运行的科研创新，技术研究达到国内先进水平。

5. 项目建设内容

5.1. 项目建设总体需求

(1) 采用平台化的软件设计架构：平台化能帮助将技术和应用的分离解耦，能明显的缩短项目开发周期，并且具有较好的扩展性和维护性，可满足不同工艺控制模型的需要。

(2) 具有专业化而丰富的模型工具：AI 平台以模型训练为主，主要包括 notebook 建模、可视化建模、作业建模、自动化建模、产线建模-计算机视觉/自然语言处理。

(3) **图形化的配置和运行管理模式：**功能运算块采用输入加工输出的图形化表现方式，在大型智能化控制项目下，用户依然能够直观的对每个模块配置和监视，从而直观、清晰而不易出错。

(4) **具备人工智能（AI）能力，提供人工智能（AI）服务：**具备海量数据预处理、模型生成以及端-边-云模型按需部署能力，支持一站式 AI 开发，支持各类 AI 算法接口、提供 AI 算法交互操作界面。

(5) **具备可拓展性：**搭建的服务器包括训练服务器和推理服务器，且服务器根据未来业务量和数据量具有可扩展性，能够根据使用需求对内存和硬盘容量进行扩展，搭建的网络设备具备高效、稳定、安全数据传输能力。

(6) **具备敏捷高效的人机交互性：**建立人工智能大模型问答能力，将对知识分散、寻找信息困难，办公效率低下、经验难以传承等问题进行解决，帮助员工高效获取知识，真正实现所搜即所得。

5.2.硬件系统建设需求

表 - 硬件系统需求

编号	项目	技术标准	计量单位	数量
1	AI 服务器(软硬一体)	<p>一体机系统包含 1 台硬件，硬件参数要求如下：</p> <p>CPU：基础频率$\geq 2.6\text{GHz}$，CPU 核数≥ 32核$\times 2$。</p> <p>GPU 显卡：$\geq A10$卡$\times 4$；内存：$\geq 512\text{G}$；硬盘：配置$\geq 3\text{T NVMe-SSD}$，SATA-SSD 480G*1，2*4TB SATA-HDD 7.2K NL；网口：$\geq 10\text{G}\times 2$；配置冗余电源，冗余风扇，原厂导轨；</p> <p>一体机软件功能要求，详见“5.3 软件系统建设需求，AI 平台模块”。</p>	套	1

2	大模型应用开发服务器 1	CPU: 基础频率 $\geq 2.2\text{GHz}$, CPU 核数 ≥ 64 核。GPU 显卡: 配置 ≥ 8 张不小于 32G 显存, 8 张卡之间片间互联速度 $\geq 200\text{GB/s}$; 内存: $\geq 1024\text{G}$; 硬盘: 配置 ≥ 2 块 SATA-SSD 480G, ≥ 4 块 NVMe-SSD 3.84T; RAID 卡: 12G SAS RAID 卡(含掉电保护模组及 4GB 缓存); 网口: $\geq 10\text{G} \times 2$; 配置冗余电源, 冗余风扇。	台	1
3	大模型应用开发服务器 2	CPU: 基础频率 $\geq 2.2\text{GHz}$, CPU 核数 ≥ 64 核。内存: $\geq 256\text{G}$; 硬盘: 配置 ≥ 1 块 SATA-SSD 480G, ≥ 2 块 NVMe-SSD 2T; 网口: $\geq 10\text{G} \times 2$; 配置冗余电源, 冗余风扇。	台	2
4	加速卡	T4 或 A10 显卡, 用于大模型应用开发服务器 2	张	3
5	应用发布服务器	CPU: 基础频率 $\geq 2.2\text{GHz}$, CPU 核数 ≥ 32 核。内存: $\geq 128\text{G}$; 硬盘: 配置 SATA-SSD 480G*2, 2*4TB SATA-HDD 7.2K NL; 网口: $\geq 1\text{G} \times 4$; 配置冗余电源, 冗余风扇, 原厂导轨。	台	1
6	机理模型服务器	CPU: 基础频率 $\geq 2.2\text{GHz}$, CPU 核数 ≥ 32 核。内存: $\geq 128\text{G}$; 硬盘: 配置 SATA-SSD 480G*2, 2*4TB SATA-HDD 7.2K NL; 网口: $\geq 1\text{G} \times 4$; 配置冗余电源, 冗余风扇, 原厂导轨。	台	1
7	边缘控制器	1、每颗处理器主频大于等于 2.2GHz, 核心大于等于 16 核;配置 32G 内存;配置大于等于 480G SSD;2、内嵌 WIFI6/6E; 3、配置大于等于 2 个千兆网口, 配置大于等于 4 个万兆网口; 4、配置冗余电源, 配置冗余风扇;5、适合边缘场景, 工作温度 $-5^{\circ}\text{C} \sim 55^{\circ}\text{C}$, 工作湿度 5%~95%; 深度不大于 420mm。	台	6

各硬件功能说明如下:

- (1)**AI 服务器（软硬一体机）**：帮助企业级客户快速实现模型训练及生产，提供标准化、可配置、私有化部署服务。一体机内置 AI 中台软件平台，面向用户同时提供机器学习和深度学习环境，实现从数据源管理、数据标注，数据集存储、数据预处理、模型训练生产到模型管理、预测推理服务管理、全服务监控等 AI 建设全工作周期的服务能力。
- (2)**大模型服务器**：用于部署“5.3 软件系统建设需求，大模型应用开发模块”。部署完成后，具备基于大模型的应用开发工具、并基于生成式大语言模型建设的智能问答能力，通过人工智能技术的自然语言处理和理解能力，快速理解业务部门的实际需求，准确映射到信息存储单元，并且自动进行查询。将业务专家与信息系统之间的交互方式，由原有的通过图形用户界面等方式，转变为自然语言。让业务专家可以低门槛，高效、准确地获取系统数据和信息。
- (3)**应用发布服务器**：用于智慧决策运营平台的发布，AI 智能控制管理可视化，包括絮凝剂/PH 投加智能控制、消毒剂投加智能控制、水量智能控制、沉淀池排泥智能控制、滤池反冲洗智能控制、排泥水及污泥智能控制；智能决策的可视化，包括综合态势感知、全流程质控协调、智能预警及应急处理决策、智慧运营评估
- (4)**机理模型服务器**：用于数据读取整合等操作，机理模型的生成、调整、管理、部署；调用 AI 平台模型推理服务，提供接口将结果反馈给边缘控制器。
- (5)**边缘控制器**：边缘控制器部署在每个控制站的主交换机上，调用推理服务器的结果，执行推理服务器的预测结果，并可对推

理结论和传统控制参数做对比，然后选择最优的参数下发到 PLC 进行控制。

5.3. 软件系统建设需求

结合生产工艺的要求以及具备自主可控的智慧决策运营平台，需建设如下模块：

表 - AI 平台模块

编号	系统	简介
1	智能数据	由数据管理和数据标注组成，其中数据管理包括创建数据集、管理数据集版本、导入数据、导出数据、查看数据及查看数据质检报告；数据标注包括管理标签组、图片数据标注及文本数据标注。
2	全功能开发	<p>以模型训练为主，主要包括 notebook 建模、可视化建模、作业建模、自动化建模、产线建模-计算机视觉/自然语言处理。</p> <p>预置图像分类、目标检测、语义分割、NLP 类、强化学习类算法。</p> <p>▲支持自定义算法组件，包含组件输入输出参数定义等，如 Python 自定义组件等。须提供第三方测试报告，报告须具有上述功能。</p> <p>提供特征提取、自动特征选择、多特征组合、特征分析、数据降维能力，能够从数据集中提取特征，并指出特征的组合，用户可以通过系统直接查看特征输出结果。</p> <p>实验管理，实现多种建模方式的全流程参数记录和追踪，可进行跨建模方式的超参数和模型精度对比，方便实验的复现和模型优化。</p> <p>环境管理，支持管理训练环境，包括训练过程中所依赖的 Docker 镜像、Python 包和软件设置（如环境变量等）；支持内置训练环境；支持训练环境的自定义和共享复用。</p>
3	模型中心	<p>由模型管理和模型部署组成，其中模型管理包括模型纳管、项目模型列表、公共模型列表、导出/导出/共享/删除模型；模型部署包括云部署和离线部署。</p> <p>▲模型管理和部署，支持平台训练模型和外部导入的第三方模型的纳管，第三方模型支持主流框架，包括：TensorFlow、PaddlePaddle、PyTorch、Caffe、Darknet、MXNet、ONNX、Sklearn、R、MOJO、POJO、PMML；支持纳管模型文件或模型</p>

		部署包（镜像形态）；支持模型部署包的构建、调试。须提供第三方测试报告，报告须具有上述功能。
4	预测服务	由预测服务运维和预测服务应用组成。其中预测服务运维包包括服务管理、弹性伸缩、AB 实验；预测服务应用包括服务列表和应用接入。
5	AIBase 基础管控	由人员管理、资源管理、运维管理及其他组成，其中人员管理包括组织、用户、角色，资源管理包括资源池、机器池、存储源、资源池排队；运维管理包括监控、操作审计、告警及审计；其他包括系统设置及 License 管理。

表 - 大模型应用开发模块

编号	系统	简介
1	大模型应用开发模块	<p>基于大模型的应用开发工具及生成式大语言模型的能力，通过人工智能技术的自然语言处理和理解能力，快速理解业务部门的实际需求，准确映射到信息存储单元，并且自动进行查询。将业务专家与信息系统之间的交互方式，由原有的通过图形用户界面查询等方式，转变为自然语言。让业务专家可以“零门槛、低时延”，高效、准确地获取系统数据和信息。</p> <p>▲AI 原生应用开发：基于 AI Agent 框架，快速搭建由主思考模型和丰富组件构成的 AI 原生应用。支持为应用挂载外部知识库，基于检索增强生成（RAG）框架，实现外部知识和记忆补充，提升应用效果。支持通过对话方式调试 AI 原生应用，以测试应用的性能和效果，可发布为 API 提供给第三方业务系统调用。须提供功能截图证明。</p> <p>▲应用管理：管理所创建的全部 AI 原生应用，新建、编辑、删除、立即使用、查看发布详情。须提供功能截图证明。须提供功能截图证明。</p> <p>▲组件管理：支持管理所创建的全部组件，包括大模型节点、知识库节点、API 节点、分支器节点、代码节点等常用节点，支持组件调试与发布。须提供功能截图证明。</p> <p>▲知识管理：支持管理所创建的全部知识库，自动识别和解析多种文档格式（如 PDF、Word、TXT 等），对文档进行版面分析，将其转换为结构化的文本数据，并生成摘要，支持自动化按照文档语义或结构进行分割，或者按照用户定义的正则和参数进行分割，满足不同文档和业务需求的精细化处理。须提供功能截图证明。</p> <p>权限控制：支持建立用户、组织，多租户数据隔离。</p> <p>知识干预：能够通过点赞、点踩回流数据，上传问答对进行回复内容干预。</p> <p>灵活开放：应用支持被集成。</p> <p>应用效果比对：支持通过选择模型、参数及 prompt 来对比应</p>

		用之间的效果。 模型开放：Agent、RAG、工作流的模型支持灵活选择系统自带模型、主流开源模型、用户自有模型。
--	--	---

基于上述基础模块和功能，需提供在生产工艺已有的自动化控制基础上实现 9 个智能化控制系统，需求如下：

表 - 智慧控制系统

编号	系统	简介
1	絮凝剂投加智能控制系统	基于模型算法，对絮凝剂的投加进行全自动精确控制，保证沉淀池出水水质，降低药耗。
2	PH 调节智能控制系统	基于模型算法，对 PH 的调节进行全自动精确控制，保证出水 PH 的稳定。
3	消毒剂投加智能控制系统	基于模型算法，对消毒剂的投加进行全自动精确控制，保障出水稳定，降低消毒剂投加量，减少补氯操作，减少消毒副产物。
4	水泵优化（水量）智能控制系统	通过对进水水量、出水水量和系统损失水量，结合清水池容量，基于模型算法，分析得出最大限度维持清水池高水位所需的进水流量，尽可能保证进水流量过度平缓、取水泵房运行稳定，建立泵站优化调度模型，提高泵站运行效率。
5	沉淀池排泥智能控制系统	基于模型算法，调整絮凝区和沉淀池的排泥周期和排泥时长，提高排泥效率，减少排泥水量，节能降耗。
6	滤池反冲洗智能控制系统	基于模型算法，通过调整反冲洗的周期和强度，维持滤池的正常运行，提高反冲洗效率，减少反冲洗排水，避免滤料膨

		胀流化。
7	排泥水及污泥处理智能控制系统	基于模型算法，通过对泥水调节池、污泥浓缩池 和脱水机房的联动调度，保障系统的正常运作， 平缓污泥浓缩池的进水流量，提高浓缩污泥效果，合理调度污泥脱水设备，降低系统能耗。
8	全流程智控协调系统	对各工艺单元的智控系统进行协调控制，通过各 子系统的模型获得全流程的最佳运行参数，并向 自控控制发出指令，在无人干预的情况下使水厂 生产过程中达到更优化、更精确、更可靠、更高效 的运行目标。
9	智慧决策运营平台	基于人工智能、大数据、云计算以及专家知识和经验建立计算机辅助决策支持系统，对模型训练结果与判别、生产运行调度要求和突发事件进行可视化的智慧化决策。

6. 平台架构需求

平台供应商需对项目提供具体实施技术方案，包括但不限于技术改造以及网络搭建。总体方案思路陈述完整，符合建设单位实际需求。平台科学合理、安全可靠、易于维护， 系统可扩展性强、开放性好。

6.1. 公司云平台总体架构

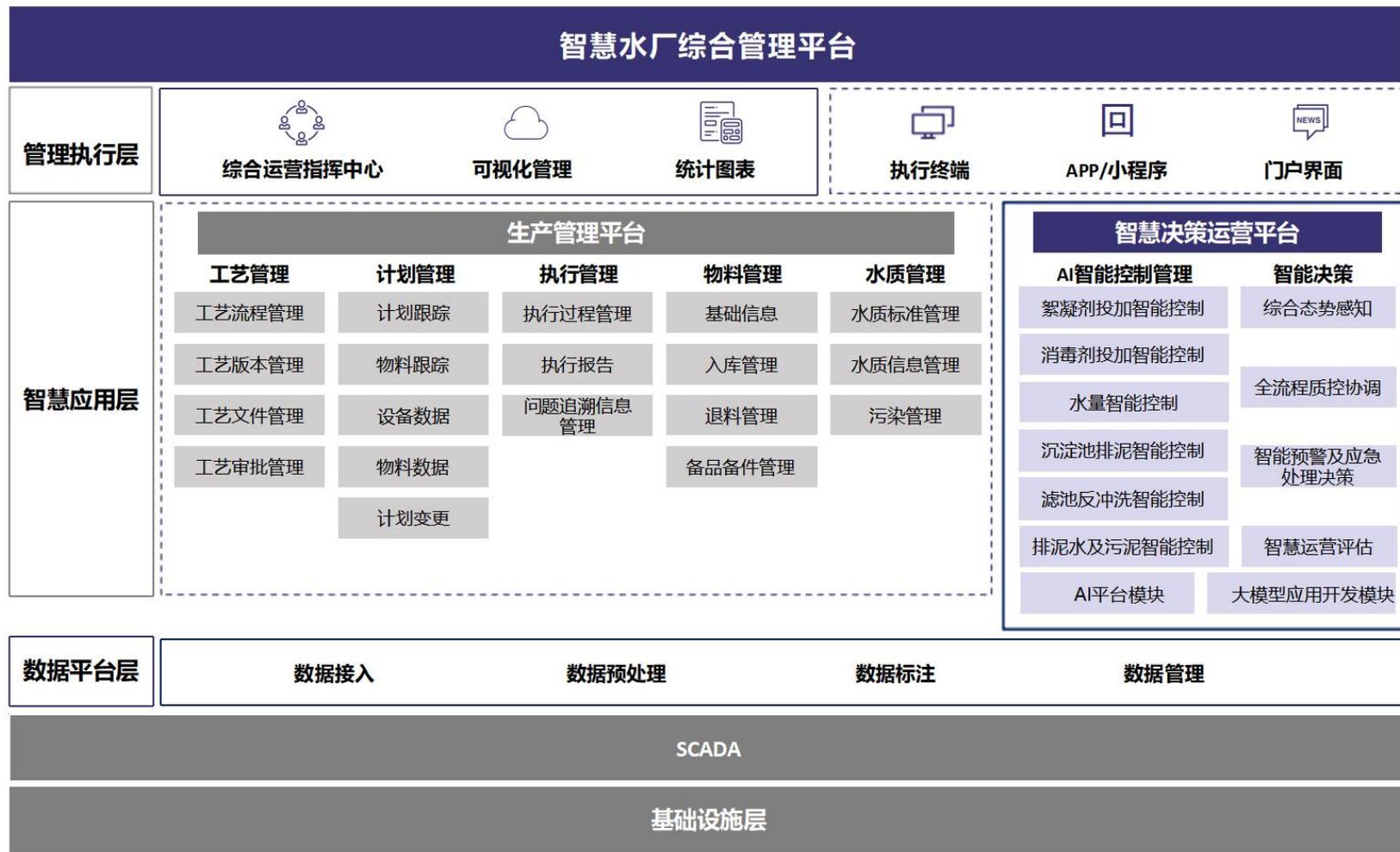


图 - 智慧水厂综合管理平台整体架构

智慧水厂整体架构中，主要在基础设施层、数据平台层、智慧决策运营平台三个方面进行能力增强：

(1)基础设施

花都水厂目前的基础设施包括：具备通讯能力，并且接入水厂物联网的设备及控制系统，如仪表、阀门、水泵、摄像头、振动传感器，以及配套的 PLC、SCADA、触摸屏、视频服务器等，详见项目现有自动化仪表布置清单（附件 1）。

本次需求为了增加智慧运营的部分功能，相应的基础设施也要增加，包括所需要的各种仪表，现场的边缘控制器以及部署在公司云端的训练服务器和推理服务器等，详见 5.3 硬件系统建设需求。

(2)数据平台层

本系统采用项目现有的数据平台。

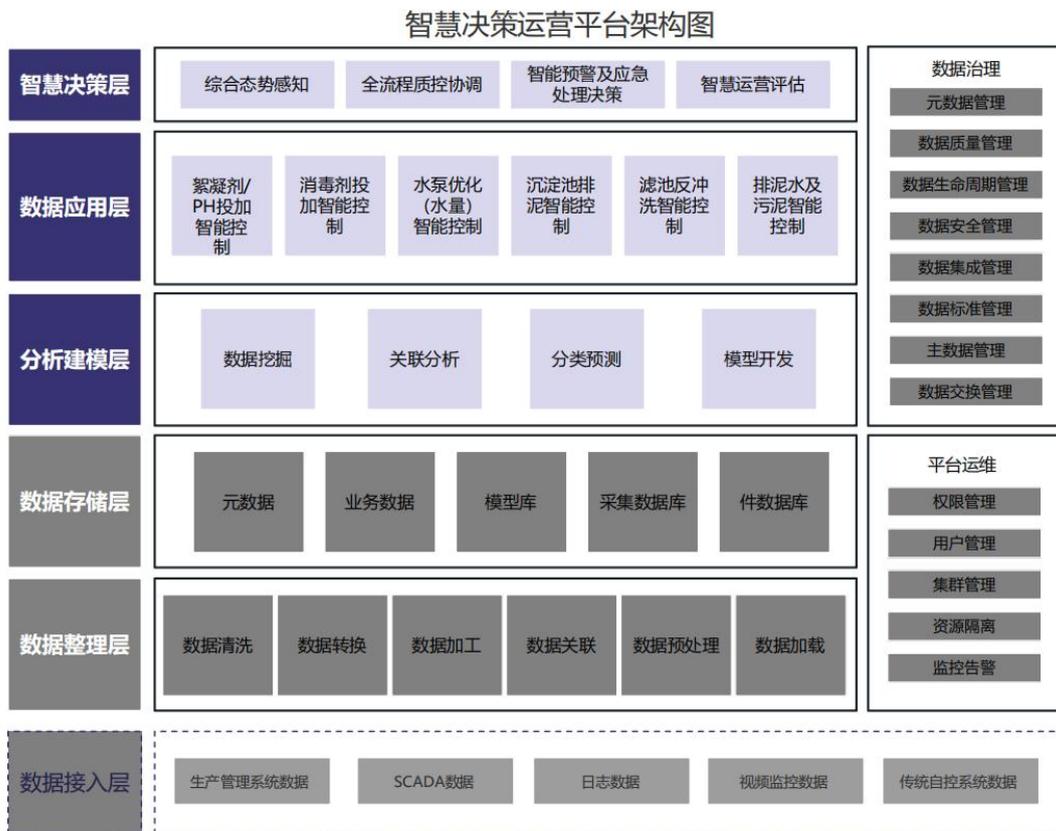
硬件网络：包含提供云平台能力的虚拟化服务器集群，支持网络通讯的专线及 VPN 网络，网络安全的防火墙以及边端控制服务器等设备。

数据治理平台：数据治理平台是帮助组织建立数据管理能力、让数据持续用起来的支撑工具和保障机制。数据治理平台提供一套数据管理的工具、方法和运行机制，把数据变为一种服务能力，让数据更方便地被业务所使用。数据治理平台是位于底层存储计算平台与上层的数据应用之间的一整套体系，屏蔽掉底层存储平台计算技术的复杂性，降低对技术人才的需求，让数据的使用成本更低。通过数据治理平台的数据汇聚、数据加工、数据清洗模块建立数据资源中心，通过管理与治理、数据共享把水厂生产数据变为数据服务能力，服务于业务协同和业务创新。同时，质量管理、标准管理保障数据治理平台可

以长期健康、持续运转。

(3) 智慧决策运营

在智慧运营中，目前已经具备数字化管理部分，包括生产管理，设备管理，能耗管理，事件管理等。新增 AI 训练平台后，需可以根据基于内置算子和模型，以及场景化提供综合态势感知、全流程质控协调、智能预警及应急处理决策、智慧运营评估等智能控制工具，从而实现真正的智能控制和智慧决策。



本次需求包括：

智能控制：通过数据应用层涵盖的智能控制系统，选择不同的参控因子，在平台训练后得到有效模型：絮凝剂投加模型、消毒剂投加模型、水泵优化（水量）模型、沉淀池排泥模型、滤池反冲洗模型。通过这些模型推理输出后，和 PLC 逻辑一起参与工艺控制，实现过程的智能控制。

智慧决策：通过 AI 模型，对各个不同工艺段的运行模式做拟合，在拟合的基础上，可以提升某些场景或者变化的预测准确率，对水厂的运营和供水管网调度决策有辅助作用。也可以对应急事件的不同参数做预测，辅助应急决策的制定和执行，提升应急处理的及时率。

综合态势感知：对接数据平台，对业务领域运行状况进行监测和分析，感知水厂全流程生产运行情况，为后续的调控决策提供数据支撑。

全流程质控协调：AI 智能分析水厂在净水工艺、生产流程数据，探索精细化、高质量生产管理模式，实现各环节生产质量的精准把控。

智能预警及应急处理决策：通过对水厂实时生产数据的监控和分析，在故障发生时及时、客观反映系统运行状态，帮助工作人员快速诊断出给水系统问题、加快决策。针对突发情况制定应急响应预案，行动需求一键发送对应人员班组，减少事故损失。

智慧运营评估：通过对全厂数据的整合和分析，采用 AI 优化算法，针对水厂的能耗和物耗情况进行评估，提出优化建议；分析设备生产过程数据，尽量实现设备生产的最优化运行，并建立一套完整的评估体系，为水厂运营的不断优化指明方向。

6.2.智慧控制功能逻辑

平台使用云边端网络架构，将水厂各个工艺流程产线、公用设施、设备的边缘控制系统接入智慧决策运营平台，通过 AI 应用训练好的控制模型下发及调用，来实现各工艺段的智能控制。

(1)端

产线、设施、设备包含泵组、阀门、投加设备及其对应的执行机构、传感器等与控制器连接的现场设备。

现场 PLC 控制层对与其直接连接的设备进行控制，并且将采集的数据上传至历史数据库。

(2) 边

在各工艺段设置边缘控制器，需要支持存储推理结果及工艺段的 PLC 数据，同时对模型推理结果和 PLC 传统控制结果互相对比优化，最后统一输出到 PLC，对端设施进行控制。全过程由调用推理服务器获取模型推理预测结果、异常报警，以实现水厂各工艺段的智慧化管控。

(3) 云

云端为工艺全流程智慧决策运营平台，由本次方案增加。

AI 训练：基于不同参控因子，需要支持进行模型开发、模型训练、模型管理，模型推理，以及模型部署服务等。

6.3. 智慧控制网络设计

在生产网，增加 AI 训推服务器，完成数据预处理，模型训练，模型管理和服务、推理等功能。

边缘控制器在每个控制站的主交换机上部署，将计算和数据处理能力移到离数据源更近的位置，以减少数据传输延迟和网络带宽消耗，提供实时的响应和决策能力。边缘控制器调用云端对应的有效 AI 模型进行人工智能推理后的结论，并可对推理结论和传统控制参数做对比，然后选择最优的参数下发到 PLC 进行控制。

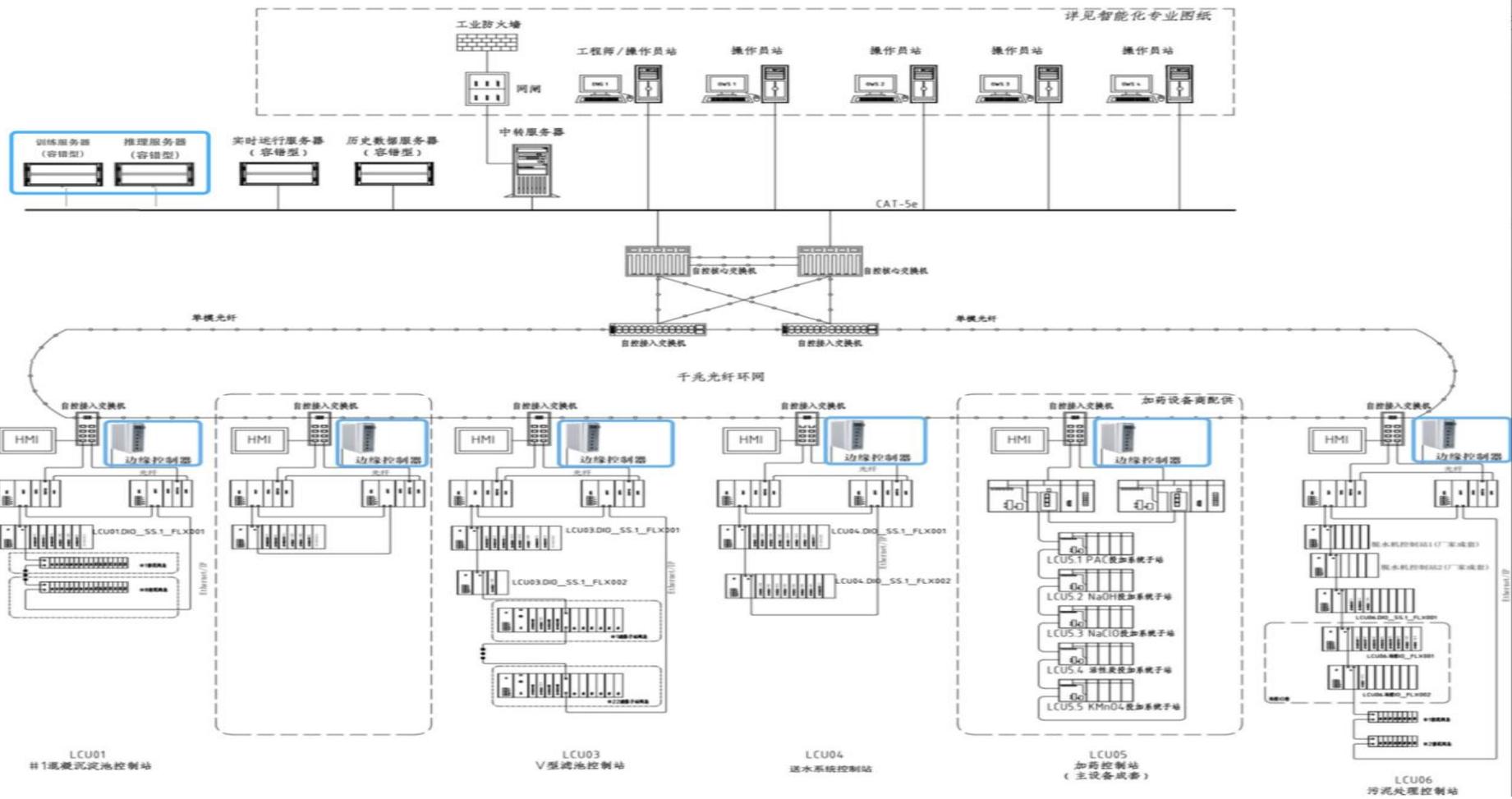


图 - 智慧控制网络设计

7. 智慧决策运营平台技术需求

7.1. 平台技术总体需求

需对接上下游系统，开放能力调用接口，可通过 API 方式提供调用服务；

7.2. 平台技术和性能参数

(1) 智慧决策运营平台在应用环节覆盖、参控因子合理性、算法模型具备稳定及先进性；

(2) 智慧控制系统应具备较强的数据抗干扰性，当出现在线仪表故障或离线等情况导致数据异常，智慧控制系统可以调用 AI 平台中的相应的模型，并结合异常数据发出告警信息，同时智能控制系统应支持启动人工干预机制，转入人工手动控制模式，确保智能控制系统稳定运行。

(3) 智慧决策运营平台中的智能控制系统控制精确度和实现时间应满足工艺需求，提高运行稳定性和安全性：智能控制误差绝对值 $\leq 5\%$ ，工艺过程程控率（工艺过程程控率 = 程序指令控制工艺过程数量/工艺过程总数量 $\times 100\%$ ） $\geq 98\%$ ；

(4) 智慧决策运行平台需至少内置已训练完成以下模型：絮凝剂投加智能控制系统、PH 调节智能控制系统、消毒剂投加智能控制系统、水泵优化(水量)智能控制系统、沉淀池排泥智能控制系统、滤池反冲洗智能控制系统、排泥水及污泥处理智能控制系统、全流程智控协调系统。

7.3.AI 平台模块

7.3.1. 智能数据

由数据管理和数据标注组成，其中数据管理包括创建数据集、管理数据集版本、导入数据、导出数据、查看数据及查看数据质检报告；数据标注包括管理标签组、图片数据标注及文本数据标注。

7.3.2. 全功能开发

以模型训练为主，主要包括 notebook 建模、可视化建模、作业建模、自动化建模、产线建模-计算机视觉/自然语言处理。

预置图像分类、目标检测、语义分割、NLP 类、强化学习类算法。

▲支持自定义算法组件，包含组件输入输出参数定义等，如 Python 自定义组件等。须提供第三方测试报告，报告须具有上述功能。

提供特征提取、自动特征选择、多特征组合、特征分析、数据降维能力，能够从数据集中提取特征，并指出特征的组合，用户可以通过系统直接查看特征输出结果。

实验管理，实现多种建模方式的全流程参数记录和追踪，可进行跨建模方式的超参数和模型精度对比，方便实验的复现和模型优化。

环境管理，支持管理训练环境，包括训练过程中所依赖的 Docker 镜像、Python 包和软件设置（如环境变量等）；支持内置训练环境；支持训练环境的自定义和共享复用。

7.3.3. 模型中心

由模型管理和模型部署组成，其中模型管理包括模型纳管、项

目模型列表、公共模型列表、导出/导出/共享/删除模型；模型部署包括云部署和离线部署。

▲模型管理和部署，支持平台训练模型和外部导入的第三方模型的纳管，第三方模型支持主流框架，包括：TensorFlow、PaddlePaddle、PyTorch、Caffe、Darknet、MXNet、ONNX、Sklearn、R、MOJO、POJO、PMML；支持纳管模型文件或模型部署包（镜像形态）；支持模型部署包的构建、调试。须提供第三方测试报告，报告须具有上述功能。

7.3.4. 预测服务

由预测服务运维和预测服务应用组成。其中预测服务运维包括服务管理、弹性伸缩、AB 实验；预测服务应用包括服务列表和应用接入。

7.3.5. AIbase 基础管控

由人员管理、资源管理、运维管理及其他组成，其中人员管理包括组织、用户、角色，资源管理包括资源池、机器池、存储源、资源池排队；运维管理包括监控、操作审计、告警及审计；其他包括系统设置及 License 管理。

7.4. 大模型应用开发模块

基于大模型的应用开发工具及生成式大语言模型的能力，通过人工智能技术的自然语言处理和理解能力，快速理解业务部门的实际需求，准确映射到信息存储单元，并且自动进行查询。将业务专家与信息系统之间的交互方式，由原有的通过图形用户界面查询等方式，转变为自然语言。让业务专家可以“零门槛、低时延”，高效、

准确地获取系统数据和信息。

▲AI 原生应用开发：基于 AI Agent 框架，快速搭建由主思考模型和丰富组件构成的 AI 原生应用。支持为应用挂载外部知识库，基于检索增强生成（RAG）框架，实现外部知识和记忆补充，提升应用效果。支持通过对话方式调试 AI 原生应用，以测试应用的性能和效果，可发布为 API 提供给第三方业务系统调用。须提供功能截图证明。

▲应用管理：管理所创建的全部 AI 原生应用，新建、编辑、删除、立即使用、查看发布详情。须提供功能截图证明。

▲组件管理：支持管理所创建的全部组件，包括大模型节点、知识库节点、API 节点、分支器节点、代码节点等常用节点，支持组件调试与发布。须提供功能截图证明。

▲知识管理：支持管理所创建的全部知识库，自动识别和解析多种文档格式（如 PDF、Word、TXT 等），对文档进行版面分析，将其转换为结构化的文本数据，并生成摘要，支持自动化按照文档语义或结构进行分割，或者按照用户定义的正则和参数进行分割，满足不同文档和业务需求的精细化处理。须提供功能截图证明。

权限控制：支持建立用户、组织，多租户数据隔离。

知识干预：能够通过点赞点踩回流数据，上传问答对进行回复内容干预。

灵活开放：应用支持被集成。

应用效果比对：支持通过选择模型、参数及 prompt 来对比应用之间的效果。

模型开放：Agent、RAG、工作流的模型支持灵活选择系统自带模型、主流开源模型、用户自有模型。

8. 智慧化场景及应用需求

8.1. 智能控制

8.1.1. 智能控制整体设计

通过 AI 训练平台，根据不同场景训练模型，结合 PLC 里的逻辑，共同参与各个工艺段的控制。

本次需求，需要提供絮凝剂投加智能控制系统、消毒剂投加智能控制系统、PH 投加智能控制系统、水泵优化（水量）智能控制系统、沉淀池排泥智能控制系统、滤池反冲洗智能控制系统和排泥智能控制系统，并建立全流程智控协调系统，使水厂从起始进水至末端出水的所有设备均实现智能化的联动控制。

AI 应用平台还可以通过接入花都自来水公司各水厂及管网数据，该数据不参与到智能控制系统的控制中，但可以通过一定数据积累后帮助预测公司各水厂及管网的运行模式，以便更好地帮助供水调度决策。AI 训练平台提供模型训练的能力，可以生成新的模型。根据系统提供的管网数据，按照用户定义的参控因子，可以生成管网相关的拟合模型，用来帮助预测公司及管网的运行模式，以便更好的帮助供水调度决策。

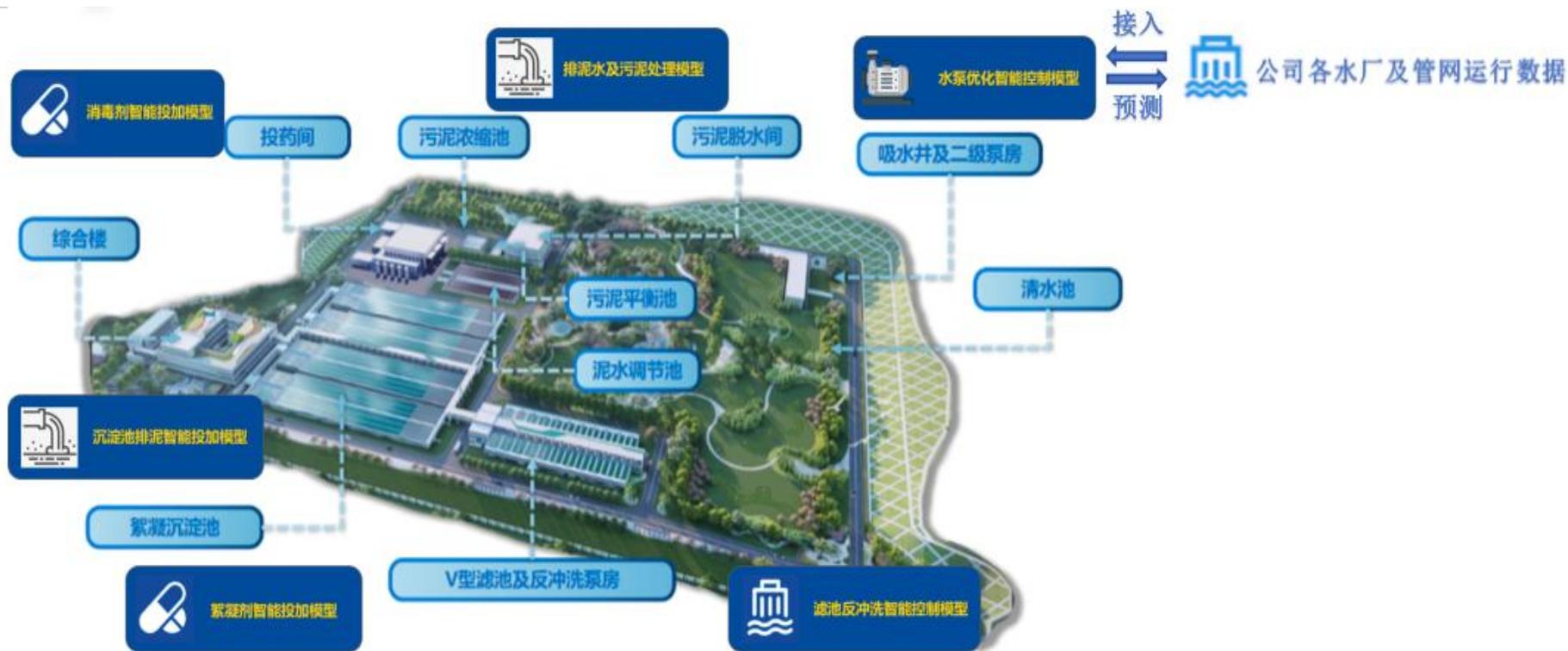


图 - 智能控制系统示意图

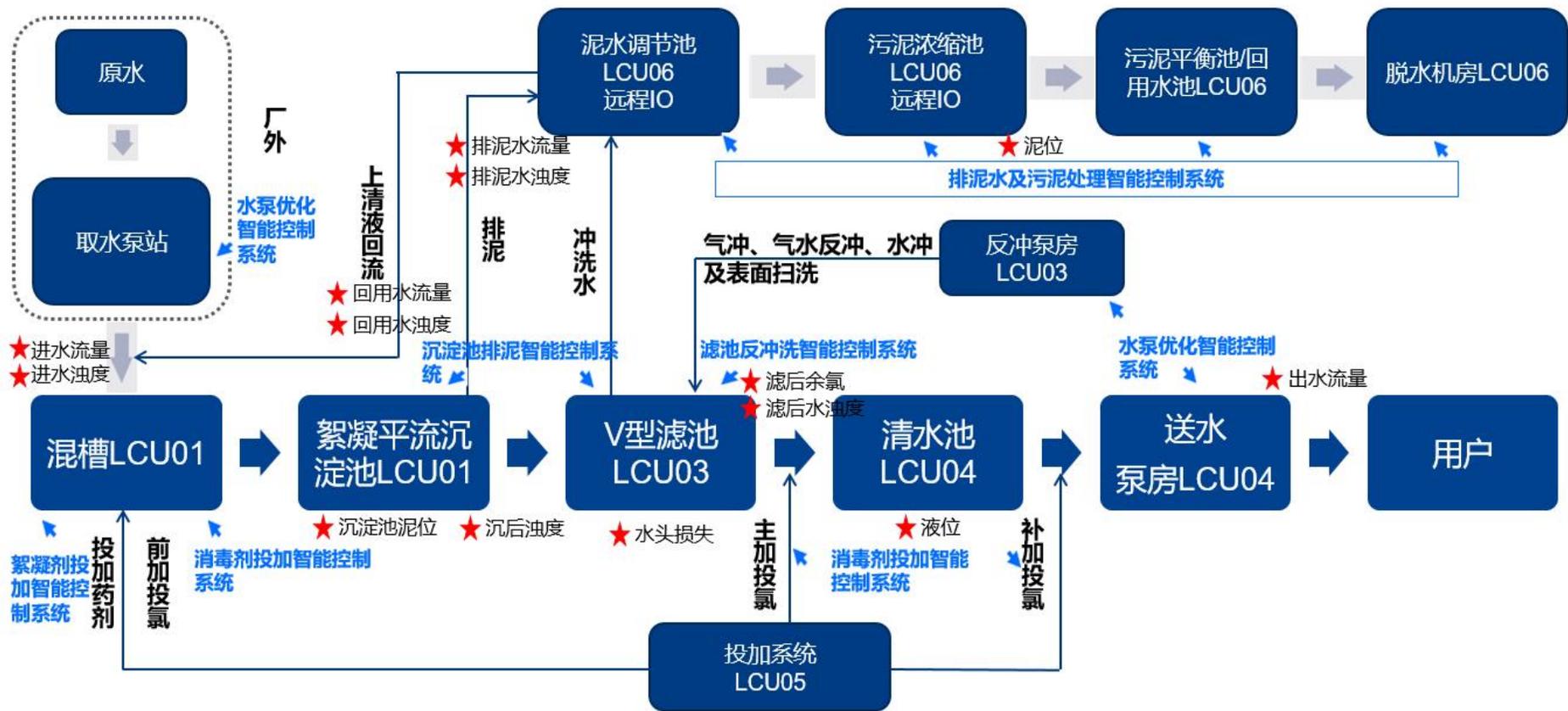


图 - 智能控制布

8.1.2. 絮凝剂投加智能控制系统

通过采集该工序相关参控因子的历史数据，在训练平台上完成模型训练和测试，得到有效模型后，把模型部署到边缘控制器，在边缘控制器中采集该工序参控因子的实时数据，进行推理和判断，输出最优结论参与控制，从而确保絮凝剂投加的全自动精确控制，保证沉淀池出水水质，降低药耗，实现在满足出水水质要求条件下的最大限度“少加药”理念。

(1) 参控因子：

全厂的参控因子应均可供选取，其中絮凝剂投加智能控制系统选取的参控因子包括不限于以下指标：进水浊度、进水流量、进水温度、进水 PH 值、进水氨氮、进水余氯、进水电导率（TDS）、沉淀池出水浊度（每组）、沉淀池出水 PH 值、回用水浊度、回用水量、加药泵组投加量、加药泵组变频反馈信号、溶解氧、藻类浓度等。供应商应按以上参控因子进行模型训练研究，标注各参控因子重要程度，筛选出模型参控因子的最优组合。

系统同时应根据北江原水泵站的水质监测数据、结合输水流量、输水时间等因素预测进水水质的变化趋势，作为投药模型的参考因素和投加药剂的储备、购买和投加依据。

参控因子之间应有验证机制，避免因仪表故障、维护造成参控因子的缺失或不正常影响智能控制系统数据模型的偏差。同时可根据运营经验，使用者可对各参控因子参数设置安全范围值，对超出安全范围值的参控因子进行报警和隔断。

(2) 控制要求：

1) 基于该工序的有效模型，根据参控因子的实时监测数据，在

线计算絮凝沉淀池实际所需加药量；将计算得出的实际所需加药量传输至加药控制系统，调整计量泵的频率或阀门开启度，控制加药量的投加。

2) 应具有推理结果的数据缓存和判别机制，当推理结果满足工艺要求时，智能控制系统进行控制，否则执行预设程序。

3) 应设定加药量临界值延迟保护机制，避免计量泵的频繁启停。

4) 应建立人工干预机制，当系统故障或者仪表数据异常时，可启动人工干预机制，转入人工手动控制加药模式。

5) 加药量控制可采用絮凝沉淀池出水浊度作为控制目标，在出水浊度达到控制目标的情况下节约能耗。

(3) 控制目标：

1) 自动化操作：调试完毕后，试运行及运行阶段，智能控制率 $\geq 90\%$ (加药系统切智能控制时间/加药系统运行时间)。

2) 节约用量：调试完毕后，试运行阶段，絮凝剂单位药耗比调试前（三个月的历史数据）至少降低 10%或比公司其他类似水厂（三个月的历史数据）至少降低 5%。

3) 响应速度：控制系统需要能够快速响应水质和流量的变化，及时调整絮凝剂投加量，以确保水处理效果。

4) 数据监测与分析：智能控制系统应该能够实时监测水质参数和絮凝剂投加量，对数据进行分析 and 处理，以提供决策支持和优化建议

5) 报警和故障处理：系统应具备报警功能，能够及时发现异常情况并进行相应的故障处理，保证絮凝剂投加的连续和正常运行

(4) 模型调试要求：

1) 离线模型调试：采用实时数据进行模型预测，将模型输出控制参数通过平台发送到调试人员，调试人员根据建议进行调试，调整模型，并记录调试过程，输出离线模型调试报告。

2) 在线审批模型调试：采用实时数据进行模型预测，将模型输出控制参数通过平台发送至调试人员，调试人员审批通过后自动执行控制指令，调试人员调整模型，记录调试过程，输出在线审批模型调试报告。

3) 在线模型调试：采用实时数据进行模型预测，将模型输出控制参数通过平台发送至自控系统自动执行控制指令，调试人员调整模型，记录调试过程，输出在线模型调试报告。

8.1.3. PH 调节智能控制系统

基于该工序的有效模型，根据参控因子的实时监测数据，在线计算实际所需加药量；将计算得出的实际所需加药量传输至加药控制系统，调整计量泵的频率或阀门开启度，智能控制 PH 调节药剂的投加。

(1)参控因子：

全厂的参控因子应均可供选取，其中 PH 调节智能控制系统选取的参控因子 参控因子包括：进水浊度、进水流量、进水温度、进水 PH 值、进水氨氮、进水电导率（TDS）、沉淀池出水浊度、沉淀池出水 PH 值、滤后水 PH 值、滤后水浊度、滤池颗粒计数、清水池 PH 值、清水池液位、回用水流量、次氯酸钠加药泵组投加量、次氯酸钠加药泵组变频反馈信号、溶解氧、藻类浓度等。供应商应按但不限于以上参控因子进行模型训练研究，标注各参控因子重要程度，筛选出模型参控因子的最优组合。

参控因子之间应有验证机制，避免因仪表故障、维护造成参控因子的缺失或不正常影响智能控制系统数据模型的偏差。同时可根据运

营经验，使用者可对各参控因子参数设置安全范围值，对超出安全范围值的参控因子进行报警和隔断。

(2)控制要求:

1) 建立并使用 PH 调节剂 AI 模型，当推理结果满足工艺要求时，PH 调节智能系统进行控制，对 PH 调节剂投加量进行全自动精确控制，保证出水水质稳定，降低药耗。

2) 应具有推理结果的数据缓存和判别机制，当推理结果满足工艺要求时，智能控制系统进行控制，否则执行预设程序。

3) 应设定加药量临界值延迟保护机制，避免计量泵的频繁启停。

4) 应建立人工干预机制，当系统故障或者仪表数据异常时，可启动人工干预机制，转入人工手动控制加药模式。

5) 除了基于厂内实时水质监测、历史数据、AI 模型外，还需结合供水管网水质实施检测数据，实现水质控制要求，并达到降耗目标。

(3)控制目标:

1) 调试完毕后，试运行阶段及运行阶段，出厂水 PH 值稳定，出厂水 PH 值离目标值偏差 ≤ 0.1 。

2) 调试完毕后，试运行阶段，单位药耗比调试前（三个月的历史数据）至少降低 10%，或比公司其他类似水厂（三个月的历史数据）至少降低 10%

(4)模型调试要求:

1) 离线模型调试：采用实时数据进行模型预测，将模型输出控制参数通过平台发送到调试人员，调试人员根据建议进行调试，调整模型，并记录调试过程，输出离线模型调试报告。

2) 在线审批模型调试：采用实时数据进行模型预测，将模型输

出控制参数通过平台发送至调试人员，调试人员审批通过后自动执行控制指令，调试人员调整模型，记录调试过程，输出在线审批模型调试报告。

3) 在线模型调试：采用实时数据进行模型预测，将模型输出控制参数通过平台发送至自控系统自动执行控制指令，调试人员调整模型，记录调试过程，输出在线模型调试报告。

8.1.4. 消毒剂投加智能控制系统

基于模型算法，对消毒剂的投加进行全自动精确控制，保障出水稳定，降低消毒剂投加量，减少补氯操作，减少消毒副产物。

(1) 参控因子：

全厂的参控因子应均可供选取，其中消毒剂投加智能控制系统选取的参控因子 参控因子包括：进水浊度、进水流量、进水温度、进水 PH 值、进水氨氮、进水余氯、进水电导率（TDS）、沉淀池出水浊度、沉淀池出水 PH 值、沉淀池出水余氯、滤后水余氯、滤后水 PH 值、滤后水浊度、滤池颗粒计数、清水池余氯、清水池 PH 值、清水池液位、出厂水余氯、回用水流量、次氯酸钠加药泵组投加量、次氯酸钠加药泵组变频反馈信号、溶解氧、藻类浓度等。供应商应按以上参控因子进行模型训练研究，标注各参控因子重要程度，筛选出模型参控因子的最优组合。

参控因子之间应有验证机制，避免因仪表故障、维护造成参控因子的缺失或不正常影响智能控制系统数据模型的偏差。同时可根据运营经验，使用者可对各参控因子参数设置安全范围值，对超出安全范围值的参控因子进行报警和隔断。

(2) 控制要求：

1) 基于已建立的人工智能算法, 根据参控因子的实时监测数据, 在线计算絮凝沉淀池实际所需加药量; 将计算得出的实际所需加药量传输至加药控制系统, 调整计量泵的频率或阀门开启度, 控制加药量的投加。

2) 应具有推理结果的数据缓存和判别机制, 当推理结果满足工艺要求时, 智能控制系统进行控制, 否则执行预设程序。

3) 应设定加药量临界值延迟保护机制, 避免计量泵的频繁启停。

4) 应建立人工干预机制, 当系统故障或者仪表数据异常时, 可启动人工干预机制, 转入人工手动控制加药模式。

5) 除了基于厂内实时水质监测、历史数据、AI 模型外, 还需结合供水管网水质实施检测数据, 实现水质控制要求, 并达到降耗目标。

(3)控制目标:

1) 自动化操作: 调试完毕后, 试运行及运行阶段, 智能控制率 $\geq 90\%$ (加药系统切智能消毒时间/消毒投氯系统运行时间)。

2) 精准投加: 试完毕后, 试运行阶段及运行阶段, 补氯率 $\leq 1\%$ (系统补氯时间/消毒投氯系统运行时间)。

3) 节约用量: 调试完毕后, 试运行阶段, 单位药耗比调试前(三个月的历史数据)至少降低 10%, 或比公司其他类似水厂(三个月的历史数据)至少降低 10%。

4) 响应速度: 控制系统需要能够快速响应水质和流量的变化, 及时调整消毒剂投加量, 以确保水处理效果

5) 数据监测与分析: 智能控制系统应该能够实时监测水质参数和消毒剂投加量, 对数据进行分析和处理, 以提供决策支持和优化建议

6) 报警和故障处理：系统应具备报警功能，能够及时发现异常情况并进行相应的故障处理，保证消毒剂投加的连续和正常运行

(4)模型调试要求：

1) 离线模型调试：采用实时数据进行模型预测，将模型输出控制参数通过平台发送到调试人员，调试人员根据建议进行调试，调整模型，并记录调试过程，输出离线模型调试报告。

2) 在线审批模型调试：采用实时数据进行模型预测，将模型输出控制参数通过平台发送至调试人员，调试人员审批通过后自动执行控制指令，调试人员调整模型，记录调试过程，输出在线审批模型调试报告。

3) 在线模型调试：采用实时数据进行模型预测，将模型输出控制参数通过平台发送至自控系统自动执行控制指令，调试人员调整模型，记录调试过程，输出在线模型调试报告。

8.1.5.水泵优化（水量）智能控制系统

本系统控制对象包括北江原水泵站和水厂二级泵站。

通过对进水水量、出水水量和系统损失水量，结合清水池容量，基于模型算法，分析得出最大限度维持清水池高水位所需的进水流量，尽可能保证进水流量过度平缓、北江原水取水泵运行稳定，建立北江原水-花都水厂泵站优化调度模型，提高泵站运行效率。

(1)参控因子：

全厂的参控因子应均可供选取，其中水泵优化（水量）投加智能控制系统选取的参控因子包括：进水流量、回用水量、反冲洗水量、清水池液位、吸水井液位、出水压力、出水流量、进出水水泵功率及特性曲线、泵组运行状态、泵组基础参数（电流、扬程、转速等）。

供应商应按以上参控因子进行模型训练研究，标注各参控因子重要程度，筛选出模型参控因子的最优组合。

参控因子之间应有验证机制，避免因仪表故障、维护造成参控因子的缺失或不正常影响智能控制系统数据模型的偏差。同时可根据运营经验，使用者可对各参控因子参数设置安全范围值，对超出安全范围值的参控因子进行报警和隔断。

(2)控制要求:

1) 在满足管网中对水量、水压（水位）要求的前提下，基于已建立的人工智能算法，实现取水、清水池液位控制、送水三者统一的调度策略，并对泵组（取水和送水）进行优化控制，提高泵组运行效率，降低电耗。

2) 系统应基于模型计算出最优泵组搭配方案或其运行频率，控制出水流量和压力，提高水泵高效运行。

3) 模型得出的最优泵组组合之间的切换，在调节控制前应自动进行水锤分析，分析判断出操作方案的可行性，优化泵组状态的过渡方案。

4) 应具有推理结果的数据缓存和判别机制，当推理结果满足工艺要求时，智能控制系统进行控制，否则执行预设程序。

5) 应设定水泵流量临界值延迟保护机制，避免水泵的频繁启停。

6) 应建立人工干预机制，当系统故障或者仪表数据异常时，可启动人工干预机制，转入人工手动控制模式。

7) 应实现产线水量智能分配，保证水厂各条生产产线的净水稳定，每条产线上的设备能满足分配处理水量下的水质控制要求，保证水厂工艺运行稳定。

8) 除了基于厂内实时检测数据、历史数据、AI 模型外，还需结合供水管网压力、用户需求、公司调度要求，实现压力、供水量等要求，并达到节能降耗目标。

(3)控制目标:

1) 自动化操作：调试完毕后，试运行及运行阶段，智能控制率 $\geq 90\%$ (取水及送水泵房切智能泵送时间/系统运行时间)。

2) 节能降耗：智能取水对清水池液位的预测精准度达到 95%以上，调试完毕后，试运行阶段，节省取水及送水电耗比调试前（三个月的历史数据）至少降低 5%,或比公司其他类似水厂（三个月的历史数据）至少降低 5%。

3) 稳定供水：智能供水对送水泵房供水流量的预测精准度达到 95%以上，对于目标压力的控制具备较高的稳定性，压力的平均偏差控制在 10kpa 内，避免因为水泵过载或运行不足而影响供水效果。对于取水泵房，要确保取水泵站能够稳定、可靠地向水厂输送原水，以满足城市供水需求。

4) 故障预警：系统应具备故障预警功能，能够监测水泵运行状态，发现异常情况并及时报警，以降低因故障导致的停机时间和损失

5) 数据分析与优化：系统能够实时监测水泵运行数据，进行数据分析和优化，为决策提供依据，实现水泵系统运行的最佳效率。

6) 远程监控：实现对取水泵站的远程监控和操作，及时了解设备的运行情况，便于远程调控和管理，提高运维效。

(4)模型调试要求:

1) 离线模型调试：采用实时数据进行模型预测，将模型输出控制参数通过平台发送到调试人员，调试人员根据建议进行调试，调整

模型，并记录调试过程，输出离线模型调试报告。

2) 在线审批模型调试：采用实时数据进行模型预测，将模型输出控制参数通过平台发送至调试人员，调试人员审批通过后自动执行控制指令，调试人员调整模型，记录调试过程，输出在线审批模型调试报告。

3) 在线模型调试：采用实时数据进行模型预测，将模型输出控制参数通过平台发送至自控系统自动执行控制指令，调试人员调整模型，记录调试过程，输出在线模型调试报告。

8.1.6. 沉淀池排泥智能控制系统

基于模型算法，调整絮凝区和沉淀池的排泥周期和排泥时长，提高排泥效率，减少排泥水量，节能降耗。

(1) 参控因子：

全厂的参控因子应均可供选取，其中沉淀池排泥智能控制系统选取的参控因子包括标：进水流量、进水浊度、进水温度、进水 PH、进水氨氮、沉淀池出水流量、沉淀池出水浊度、絮凝剂，活性炭、烧碱等净水药剂投加量、沉淀池泥位、沉淀池排泥水浓度、沉淀池排泥车运行周期及状态、沉淀池出水余氯、沉淀池出水浊度、沉淀池出水 PH 值。供应商应按以上参控因子进行模型训练研究，标注各参控因子重要程度，筛选出模型参控因子的最优组合。

参控因子之间应有验证机制，避免因仪表故障、维护造成参控因子的缺失或不正常影响智能控制系统数据模型的偏差。同时可根据运营经验，使用者可对各参控因子参数设置安全范围值，对超出安全范围值的参控因子进行报警和隔断。

(2) 控制要求：

1) 根据模型算法，分别调节絮凝区的排泥阀排泥周期、单次排泥时长和沉淀池吸泥机的排泥周期、单次排泥时长。

2) 基于进水浊度和加药量，结合智能控制模型预测沉淀池泥量，反馈数据至排泥水处理系统。

3) 应建立人工干预机制，当系统故障或者仪表数据异常时，可启动人工干预机制，转入人工手动控制模式。

(3)控制目标:

1) 自动化操作：调试完毕后，试运行及运行阶段，智能控制率 $\geq 90\%$ (排泥系统切智能排泥时间/排泥系统运行时间)。

2) 排泥效率：调试完毕后，试运行阶段，单位排泥周期大于其他类似水厂 30%。

3) 异常预警：调试完毕后，试运行及运行阶段，智能排泥对行车异常的分析判断预测精准度达到 80%以上。

4) 排泥效果：确保沉淀池能够有效去除悬浮颗粒物、污泥和杂质，有效降低水质浊度

5) 节约用水：通过智能控制系统，实现对排泥过程的精确控制，避免过多的水资源浪费，降低水损。

6) 数据分析与优化：系统能够实时监测沉淀池内的水质参数和排泥设备的运行数据，进行数据分析和优化，为决策提供依据，实现排泥过程的最佳效果。

(4)模型调试要求:

1) 离线模型调试：采用实时数据进行模型预测，将模型输出控制参数通过平台发送到调试人员，调试人员根据建议进行调试，调整模型，并记录调试过程，输出离线模型调试报告。

2) 在线审批模型调试：采用实时数据进行模型预测，将模型输出控制参数通过平台发送至调试人员，调试人员审批通过后自动执行控制指令，调试人员调整模型，记录调试过程，输出在线审批模型调试报告。

3) 在线模型调试：采用实时数据进行模型预测，将模型输出控制参数通过平台发送至自控系统自动执行控制指令，调试人员调整模型，记录调试过程，输出在线模型调试报告。

8.1.7. 滤池反冲洗智能控制系统

基于模型算法，通过调整反冲洗的周期和强度，维持滤池的正常运行，提高反冲洗效率，减少反冲洗排水，避免滤料膨胀流化。

(1) 参控因子：

全厂的参控因子应均可供选取，其中滤池反冲洗智能控制系统选取的参控因子包括标：参控因子包括：进水流量、进水浊度、进水温度、进水 PH 值、进水氨氮、沉淀池出水余氯、沉淀池出水浊度、滤池出水浊度（每组）、滤池出水余氯、滤池液位压差（每组）、变频反冲洗水泵参数（频率、压力、流量）、鼓风机参数（风量、阀门开度、压力）、滤池出水阀开启度。供应商应按以上参控因子进行模型训练研究，标注各参控因子重要程度，筛选出模型参控因子的最优组合。

参控因子之间应有验证机制，避免因仪表故障、维护造成参控因子的缺失或不正常影响智能控制系统数据模型的偏差。同时可根据运营经验，使用者可对各参控因子参数设置安全范围值，对超出安全范围值的参控因子进行报警和隔断。

(2) 控制要求：

1) 根据监测数据，通过模型算法在线实时动态调整过滤时间和反冲洗时间，单格滤池的滤速维持在内控范围内，分析计算理论反冲洗时间。

2) 综合进水浊度、单格滤池的运行滤速和出水调节阀的变化趋势和理论反冲洗时间，考虑运行习惯进行反冲洗排班。

3) 基于模型算法，合理调节反冲洗强度和反冲洗时长。

4) 应建立人工干预机制，当系统故障或者仪表数据异常时，可启动人工干预机制，转入人工手动控制模式。

(3)控制目标:

1) 自动化操作：调试完毕后，试运行及运行阶段，智能控制率 $\geq 90\%$ (反冲洗系统切智能反冲洗时间/反冲洗系统运行时间)。

2) 精准控制：单个滤池的压力趋势预测精准度达到 95%以上。调试完毕后，试运行阶段及运行阶段，每格滤池的冲洗具有更科学的控制，反冲洗时清水池液位不低于设定下限，排水池回收水池液位不高于设定上限。

3) 节约用水：通过精确的控制和优化反冲洗频率、时长和压力等参数，实现节约用水，降低运行成本

4) 保护滤料：控制反冲洗过程中的水压、流速和时间，以避免对滤料造成过度冲刷，减少跑沙情况，延长滤沙的使用寿命

5) 数据分析与优化：系统能够实时监测滤池运行数据，进行数据分析和优化，为决策提供依据，实现滤池反冲洗的最佳效果。

(4)模型调试要求:

1) 离线模型调试：采用实时数据进行模型预测，将模型输出控制参数通过平台发送到调试人员，调试人员根据建议进行调试，调整

模型，并记录调试过程，输出离线模型调试报告。

2) 在线审批模型调试：采用实时数据进行模型预测，将模型输出控制参数通过平台发送至调试人员，调试人员审批通过后自动执行控制指令，调试人员调整模型，记录调试过程，输出在线审批模型调试报告。

3) 在线模型调试：采用实时数据进行模型预测，将模型输出控制参数通过平台发送至自控系统自动执行控制指令，调试人员调整模型，记录调试过程，输出在线模型调试报告。

8.1.8. 排泥水及污泥智能控制系统

基于模型算法，通过对泥水调节池、污泥浓缩池和脱水机房的联动调度，保障系统的正常运作，平缓污泥浓缩池的进水流量，提高浓缩污泥效果，合理调度污泥脱水设备，降低系统能耗。

(1) 参控因子：

全厂的参控因子应均可供选取，其中排泥水及污泥智能控制系统选选取的参控因子包括标：参控因子包括但不限于以下指标：进水流量、进水浊度、排泥水浊度、回用水流量、回用水浊度、泥水调节池泥位和液位、污泥浓缩池泥位和液位、污泥浓缩池污泥浓度、污泥平衡池泥位、沉淀池排泥水浓度、沉淀池排泥车运行周期及状态、沉淀池泥位、脱水车间进泥量、脱水车间 PAC、NAOH、PAM 投加量，板框机运行参数（运行周期、电量）等。供应商应按以上参控因子进行模型训练研究，标注各参控因子重要程度，筛选出模型参控因子的最优组合。

参控因子之间应有验证机制，避免因仪表故障、维护造成参控因子的缺失或不正常影响智能控制系统数据模型的偏差。同时可根据运

营经验，使用者可对各参控因子参数设置安全范围值，对超出安全范围值的参控因子进行报警和隔断。

(2)控制要求:

1) 根据监测数据，通过模型算法在线实时动态调整泥水调节池的虹吸排泥池运行模式、回用水泵的运行模式、排泥泵的运行模式。

2) 根据监测数据，通过模型算法在线实时动态调整污泥浓缩池排泥阀的运行模式、底部刮泥机的运行模式。

3) 根据监测数据和生产控制习惯，通过模型算法在线实时动态调整污泥脱水系统的控制模式。

4) 根据板框压滤机系统的运作和监测数据，通过模型算法在线实时动态调整中水回用系统的控制模式。

5) 应建立人工干预机制，当系统故障或者仪表数据异常时，可启动人工干预机制，转入人工手动控制模式。

(3)控制目标:

1) 自动化操作：调试完毕后，试运行及运行阶段，智能控制率 $\geq 90\%$ (泥处理系统切智能控制时间/泥处理系统运行时间)。

2) 降低药耗：调试完毕后，试运行阶段及运行阶段，排泥系统药耗下降 50%。

3) 减少废物排放：通过精确控制排泥过程，最大限度地减少对环境的负面影响，包括降低污染物排放和节约资源

4) 有效排除污泥：确保系统能够有效地排除污泥，包括固体颗粒、污染物和有害物质，以提高水质。

(4)模型调试要求:

1) 离线模型调试：采用实时数据进行模型预测，将模型输出控

制参数通过平台发送到调试人员，调试人员根据建议进行调试，调整模型，并记录调试过程，输出离线模型调试报告。

2) 在线审批模型调试：采用实时数据进行模型预测，将模型输出控制参数通过平台发送至调试人员，调试人员审批通过后自动执行控制指令，调试人员调整模型，记录调试过程，输出在线审批模型调试报告。

3) 在线模型调试：采用实时数据进行模型预测，将模型输出控制参数通过平台发送至自控系统自动执行控制指令，调试人员调整模型，记录调试过程，输出在线模型调试报告。

8.2.智慧决策

8.2.1.综合态势感知

建立基于 AI 分析的工艺流程关键生产控制设备感知管理机制，综合分析跨工艺、跨流程的生成数据、视频图像等信息，对可能存在的风险作出综合性的提醒或者预警；在以水厂运营大数据为基础，从全局视角提升对安全威胁的行为识别、理解分析、响应处置能力，提供动态、整体地洞悉安全风险的能力。

8.2.2.全流程智控协调系统

对各工艺单元的智控系统进行协调控制，通过各子系统的模型获得全流程的最佳运行参数，并向自控系统制发出指令，在无人干预的情况下使水厂生产过程中达到更优化、更精确、更可靠、更高效的运行目标。

(1) 实现生产调度目标设定后（日生产计划），该目标可作为全部控制子系统参控因子，自动进行系统控制。

(2) 实现设置出厂水质目标后，各子系统自动优化协同控制参

数，从而达到“少加药”、“低能耗”的最优控制组合；

(3) 沉淀池排泥能控制系统系统、滤池反冲洗能控制系统系统根据排泥水及污泥智能控制系统运行状态，自动协调排泥、反冲洗控制节奏，达到排泥水处理系统稳定、均质运行；

(4) 当出现在线仪表故障或离线等情况导致数据异常，可以自动识别异常数据，并结合异常数据发出告警信息，同时能根据整体系统数据的关联性进行对异常数据进行合理预测，确保智能控制系统稳定运行。智能控制系统应支持启动人工干预机制，转入人工手动控制模式；

(5) 某一子控制系统发生异常情况时，其它系统可以自动切换至应急控制状态。

(6) 花都自来水公司各水厂及管网数据可接入全流程智控协调系统，可以预测公司各水厂及管网的运行模式，以便更好地帮助供水调度决策。

(7) 基于大模型快速调取专业小模型的能力，模拟制水关键工艺流程，并允许用户对可能的工艺方案进行预演，生成最优的工艺运行参数以供运营人员选择，进而提升制水效率。

8.2.3. 智能预测

(1) 利用智能控制系统，结合实际情况，实现花都水厂自身生产分析预测，生成最优的全厂生产运行方案和预测公司各水厂及管网的运行模式；

(2) 应具备预警、预报、预演功能，配有应急预案库，可提供应急处理决策建议；基于大模型应用使运行人员通过便捷的自然语言交互式调用大模型获取已有的通用知识。同时大模型具备调用应急预

案库系统，并结合应急规则做出专业分析判断，助力科学提供应急处理决策建议。

(3) 对水质参数进行实时智能预测，提高水质监测的准确性和及时性，从而实现净水药剂的合理化投加，既能保障水处理工艺的稳定性，又能降低生产药耗。

(4) 具备生产异常预警及故障自诊断能力，可提出科学合理的规划和应对策略。

(5) 可进行 7 日内产泥量预测，提出污泥脱水处理台班计划，可进行 7 日内药耗量预测，提出药剂贮备和药液配制计划。

(6) 异常预警报告率需大于 98%，预测出厂水水质趋势曲线与实际曲线重合度大于 90%。

(7) 预测产泥量趋势曲线与实际产泥量曲线重合度大于 80%。

8.2.4. 综合运营评估

通过对全厂数据的整合和分析，采用 AI 优化算法，尽量实现设备生产的最优化运行，并建立一套完整的评估体系，为水厂运营的不断优化指明方向。

(1) 对水质保障水平进行分析。根据各系统的运行情况，分析各单位的控制指标的完成合格情况和关键影响因素，为项目进一步优化提供参考；

(2) 对设备设施的功能进行分析，评估设备设施完好率及影响程度；

(3) 对各系统的药耗、电耗进行分析统计，根据模型突出优化意见；

(4) 对各智能控制系统进行分析，提出智慧提升影响建议。

8.2.5. 碳分析、碳核算

工艺全流程智慧决策运营平台应集成相关碳排放核算模型，可对碳排放数据进行实时计算和监测，通过对各生产系统的用电、用药等数据进行统计，分析项目碳排放情况，系统能对主要碳排放情况进行分析，提出低碳实施建议；自动核算碳排放数据（系统预留光伏等厂区新能源系统的运行数据接口）。

9. 交付需求

9.1. 交付验收标准

(1) 实现复杂工艺流程的智能化和精细化控制，在出厂水量或压力目标调整情况下，实现从取水、制水全流程各子系统与参数的自动调节、智能控制。

(2) 实现自来水厂加药环节 10%以上的药耗节省、单位电耗下降率在 5%以上、保持清水池液位稳定；

(3) 自控/智能控制的控制精确度、程控水平和实现时间应满足工艺需求；

(4) 通过构建高级控制模块，能够满足现场多变的控制需求；

(5) 建立保护机制，在系统出现故障或超出临界控制值时能自动切换到传统 PLC 模式，不对制水生产造成负面影响；

(6) 具备模型开发工程化、开发工具集成化的模型训练能力。

(7) 硬件、软件清单所述配置为最低要求，系统供应商在确保系统安全性和使用功能不降低标准的情况下，可应根据建设需求，调整硬件参数和组合形式，但整体硬件建设标准不得低于 5.3 硬件系统交付需求中所述的配置要求。

(8) 投标人保证，建设单位在中华人民共和国境内使用投标货物时，享有使用权。双方各自保留各自提供的相关产品的所有权，以及其中所包含或与之相关的任何知识产权，包括但不限于著作权、版权、专利权和商标权等。

9.2. 项目实施程序

系统按以下步骤实施：

1.提交总体建设方案、评审及优化：承包人应在合同生效且收到预付款之日起 20 个日历日内向发包人提交本项目总体建设方案（含各工艺单体机理或数理模型的建设方案）；承包人应在完成本项目总体建设方案后的 7 个日历日内根据《技术需求书》、厂区自控与智能化边界（发包方提供）等相关内容组织专家进行评审；若总体建设方案未通过评审要求，承包人应在 10 个日历日内完善本项目的总体建设方案、重新组织专家评审并达到通过的标准；总体建设方案经过专家评审且通过后，承包人应根据专家评审意见，在 3 个日历日内对本项目总体建设方案进行优化并报发包人批准。

2.絮凝池 PAC 投加模型搭建：自合同生效之日起，60 个日历日内完成絮凝池 PAC 投加模型的搭建；PAC 模型应该呈现如下功能：支持从表格文件或者数据库中读取数据，集成模型训练和推理服务；提供的可视化功能包括：模型的训练参数调整，模型的训练精度显示，以及推理预测的结果展示。同时具备集成机理模型的能力，具备参数调整和结果展示功能。

3.絮凝池 PAC 投加模型评审：承包人在完成本项目絮凝池 PAC 投加模型搭建后，需报发包人批准，随后该模型进入训练阶段，训练时长不少于 30 个日历日。在完成本项目絮凝池 PAC 投加模型训练后的 14 个日历日内，承包人应根据《技术需求书》等相关内容组织专家进行评审。该阶段评审主要强调模型的功能，对模型精度及数据精确性不做具体要求；絮凝池 PAC 投加模型经过专家评审且通过后，承包人应根据专家评审意见，在 14 个日历日内对模型进行优化并报发包人批准。

4.大模型应用开发模块及智慧决策建设：自合同生效之日起，180 个日历日内完成大模型应用开发模块及智慧决策部分的软硬件交付；

同时，供应商应提供不低于 2 次技术培训（培训要求：制定合理的培训计划、制定培训教材，确保建设单位技术人员能够掌握系统应用）。以上内容完成后，系统进入试运行阶段。自试运行阶段开始之日起，180 个日历日内平台应稳定运行且无重大版本变更，承包人应在此后 7 个日历日内根据《技术需求书》、厂区自控与智能化边界（发包方提供）等相关内容并组织专家进行评审；经过专家评审通过后，承包人应根据专家评审意见，在 3 个日历日内对相关内容进行优化并报发包人批准。以上内容完成后，建设单位按合同要求组织进行阶段验收。

5.AI 平台模块及智能控制建设：自合同生效之日起，180 个日历日内完成 AI 平台模块及智能控制部分的功能开发和硬件环境部署；承包人应在完成该部分建设后的 5 个日历日内根据《技术需求书》等相关内容组织专家进行智能控制模型评审，该阶段评审主要强调模型的功能，对模型精度及数据精确性不做具体要求；该部分经过专家评审且通过后，承包人应根据专家评审意见，在 14 个日历日内对模型进行优化并报发包人批准。同时，在系统部署完成的 1 年内，按合同要求完成相关算法的调优，提供不低于 3 次的技术培训（培训要求：制定合理的培训计划、制定培训教材，确保建设单位技术人员能够掌握系统应用）。算法调优完成后，承包人应在此后 7 个日历日内根据《技术需求书》、厂区自控与智能化边界（发包方提供）等相关内容并组织专家进行评审；经过专家评审通过后，承包人应根据专家评审意见，在 3 个日历日内对相关内容进行优化并报发包人批准。以上内容完成后，建设单位按照合同要求组织进行阶段验收。

6.质保期：上述阶段验收完成后，承包人需为发包人提供为期 1 年的免费技术质保服务，涵盖系统维护、升级与优化等方面。质保期内，提供 3 次算法调优服务，完成“创新和特色”内容中关于实现工艺全流程智慧运营的科研创新及新技术研发，并撰写 1 份技术研究报告。此外，发掘不少于三项新的智能应用场景，以解决水厂生产运行中的关键问题，且这些技术与智能应用场景需经鉴定达到国内

领先水平及以上；完成不少于 3 篇核心期刊论文。同时，协助发包人开展 1 项与智慧水厂相关的国家标准、地方标准或行业标准的发布工作；进行 1 项与智慧水务相关的软件著作权申请工作，并协助发包人申请 1 项省部级或以上相关奖项或奖励。以上成果均归发包人所有，发包人对其还具有优先署名权。

上述分阶段验收的结果互相独立，互不影响。

9.3.提交资料清单

(1) 建设计划。供应商在签订合同时，应根据招标文件要求提交系统建设计划书，该计划书各时间节点应满足招标文件要求，该计划书需经建设单位同意后执行。

(2) 项目建设方案。供应商应提交项目建设方案，包括项目背景、目标设定、需求分析、方案设计、实施计划到风险评估和应对措施等内容。

(3) 使用手册。包括智慧决策平台各功能模型使用操作说明、硬件设备使用操作说明、软件系统使用操作说明等。

(4) 运行调试报告。供应商应提交系统的运行调试报告，报告内容详细记录系统调试、训练过程的相关数据。

(5) 阶段验收报告。

(6) 系统运维手册。

10. 创新和特色

项目实施过程中，应完成发包人进行项目创新与特色的相关工作，具体有：

(1) 结合项目特点，实现工艺全流程智慧运营的科研创新或新技术研发，完成 1 份技术研究报告；发掘不少于三项新的智能应用场景，解决水厂生产运行中关键问题。该技术与智能应用场景，需经鉴定达到国内领先水平以上。

(2) 完成不少于 3 篇核心期刊论文；

(3) 协作发包人开展 1 项标准（与智慧水厂相关的国家标准、地方标准或行业标准）的发布工作；

(4) 协作发包人进行 1 项与智慧水务相关的软件著作权申请工作；

(5) 协作发包人的申请 1 项省部级或以上相关奖项或奖励。

11. 附件

附件内容作为供应商系统投标、建设参考，具体以实际施工情况为准。

附件 1：现有自控系统概述

1.1. 概述

为了确保自来水处理工艺过程安全、可靠、稳定、高效地运行，使出厂水质达标的同时又能降低成本，减轻劳动强度，提高生产效率及管理水平，根据自来水处理工艺过程的特点及对自控系统的要求，采用分布式自动控制系统，实现对水厂的流量、水质和压力等数据进行统一-监控，对水厂工艺流程、水厂/泵站运行工况、异常告警信息、能耗状态等进行在线监测，充分体现自动控制的技术和自动化管理水平。系统构成能适应计算机、网络发展的趋势，实现全厂生产、管理自动化，保障自来水厂运行安全、可靠、出水水质安全稳定，达到“无人值班，少人值守”运行。

1.2. 自控专业建设范围

(1) 自动化控制系统：根据工艺流程控制要求，设计和安装水厂的自动化控制系统，包括监测和控制设备、PLC（可编程逻辑控制器）、DCS（分散控制系统）等硬件设备。

(2) SCADA 系统：设计数据采集系统（SCADA），用于实时监测自来水厂各个工艺单元的运行状态和参数。

(3) 仪表与传感器：根据工艺流程要求配置必要的仪表。

(4) 通讯网络：根据本工程工艺设备的运行要求，给水厂、应急备用取水泵房按集中管理、分散控制的原则，进行数据采集、传输、处理以及设备自动控制系统的设计。

(5) 过程监测与控制：根据输水管线的监控要求，进行输水管线压力监测系统的设计。

(6) 控制策略与算法：开发或配置控制策略和算法，用于自动调节和控制水厂生产中的各个环节，以确保水质稳定和生产效率。

(7) 安全保障：设计自控系统的安全机制，包括数据加密、权限管理、故障诊断和应急处理等方面。

1.3. 自控建设原则

(1) 系统设计遵循先进性、实用性、可靠性、经济性、开放性的原则，满足水厂工艺和管理对自动化控制的要求，配置满足“无人值班，少人值守”运行模式要求。

(2) 系统配置采用成熟技术，产品设计选型符合国际或国家工业标准，可靠性高、适应能力强、扩展灵活、操作维护简便。设备和软件的承包人能够长期提供技术支持和服务，备品备件能得到有力的保障。

(3) 监控软件、现场控制软件、管理软件选用符合国际软件业标准的开发平台，同时考虑用户开发的方便性和易于扩展性，设备配置兼顾一致性与扩展性原则。系统平台软件选用稳定安全的主流操作系统，便于系统使用和维护。同时，应采用开放式的系统架构和通讯协议，以便实现系统的扩展和集成，支持不同设备和系统的互联互通。

(4) 遵循“集中监控，数据共享”的原则，采用双星型网络结构，构成开放型、分布式、冗余、实时多任务、“管控一体化”的自动化监控系统。

(5) 数据采集与分析原则：确保准确和及时地采集各项数据，并进行有效的数据分析和处理，以便进行系统优化和预测性维护。

(6) 安全保障原则：系统设计应考虑安全性因素，包括数据安

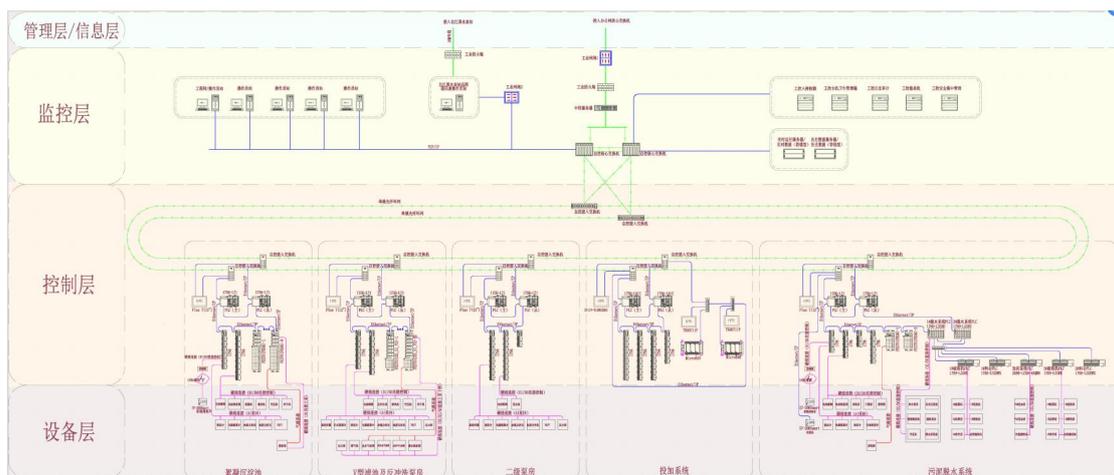
全、系统稳定性、防止恶意攻击等方面，确保系统运行的安全性。

(7) 人性化原则：设计操作界面和监控系统应简洁清晰，便于操作人员理解和操作，提高操作效率和准确性。

(8) 持续改进原则：自控系统建设后应进行持续改进和优化，根据实际运行情况进行调整和更新，以适应不断变化的需求和环境。

1.4. 自控系统结构

根据水厂的生产规模和生产工艺要求，以及生产构筑物的分布情况，水厂自控系统采用集中监控管理、分散控制和就地控制相结合的分布式智能监控方式。整个控制系统由三个层次构成，即就地控制层，现场控制层，监控管理层。花都水厂自控拓扑图如下图所示：



1、就地控制层

就地控制层由仪表、阀门、水泵等设备的就地控制系统构成，如阀岛箱、变频控制柜等。通过该类控制系统可根据现场工况实现对设备的就地控制。

2、现场控制层

现场控制层采用分布式结构,设置针对单体或局部控制任务的就地控制站,就地控制单元通过标准工业现场总线或硬接线接入现场控

制站，实现对生产过程、仪表、设备的监视与分散控制。现场控制层由冗余可编程控制器 PLC、触摸屏、工业交换机等设备组成，操作界面采用彩色触控显示屏，运行管理需要时，可采用控制计算机及其显示屏作为操作界面。

花都水厂项目第一期工程设置 5 个现场 PLC 控制站，其中加药系统控制站随工艺包配套供货。

(1) LCU01 控制站设置在一阶段絮凝池。其功能为：负责一阶段絮凝沉淀池的仪表、阀门、行车的数据采集及设备控制。

(2) LCU03 控制站设置在 V 型滤池。其功能为：负责反冲洗泵房及 V 型滤池进出水的仪表、阀门和工艺设备的数据采集及设备控制。

在每个滤格设置一个控制子站 (LCU03-01~LCU03-22)，负责单个滤格的仪表和阀门的数据采集和控制，通过对滤池进水、过滤阀门及滤池液位实现滤池自动衡水位过滤；通过滤池过滤水位差值或阻塞值或时间设定实现滤池自动反冲洗。

(3) LCU04 控制站设置在送水泵房配电间。其功能为：负责清水池、送水泵房、出水仪表的数据采集及设备控制。

(4) LCU05 控制站设置在加药间内，负责整个加药系统的数据采集和设备控制，完成加药系统的全部检测、控制、调节和保护功能。
(由投加设备供货商集成，预留与全厂工业以太网的通讯接口。)

(4) LCU06 及分布式 I/O 站设置在污泥脱水机房。其功能为：负责泥水调节池、污泥浓缩池、污泥平衡池和污泥脱水机房的仪表、阀门和工艺设备的数据采集及设备控制。其中脱水机系统子站控制系

统由设备供货商集成，预留与主站的通讯接口，自控单位负责脱水机系统子站与 LCU06 主站的通讯。因距离较远，在泥水调节池处设置远程 I/O 站。

3、监控管理层

监控管理层即水厂中心控制室，由服务器、交换机、工作站、打印机、大屏显示系统、不间断电源、卫星同步时钟等设备组成。

其主要负责把过程监测参数、现场工艺过程状态的信息集中化，采集各个现场控制站的数据，通过简单的操作进行工艺过程的显示、各种图形的显示、趋势曲线的显示，并进行系统组态和控制系统生成等工作，同时对现场控制层传达各种指令。

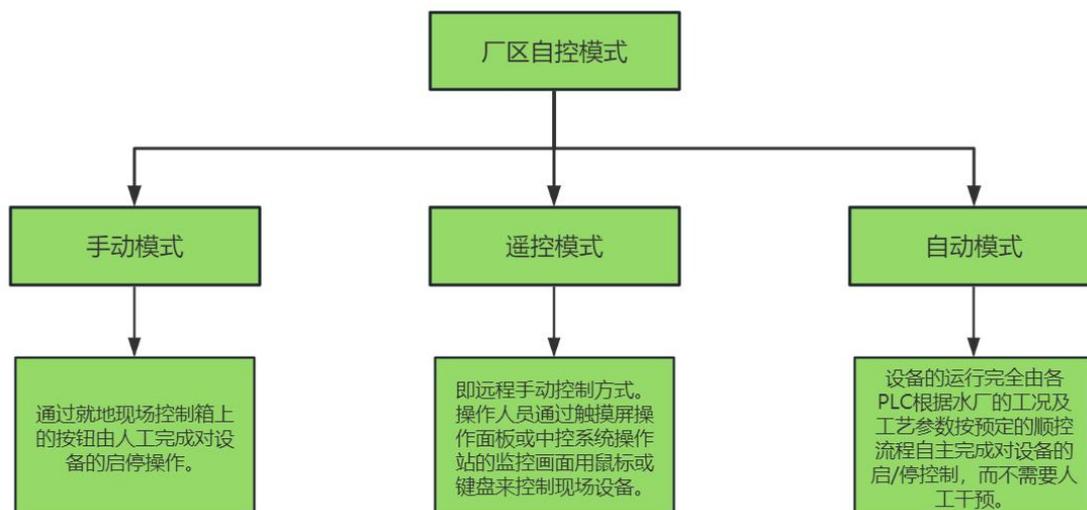
工作站、打印机、大屏显示系统、中控室不间断电源、卫星同步时钟由智能化专业统筹设计。

4、通讯网络

监控管理层与现场控制层之间采用以单模光纤为主干的环形工业以太网通讯。

1.5. 系统控制模式

厂区自控系统具备以下 3 种控制模式，相关情况如下图所示：



1.6. 现场控制单元

现场控制站由 PLC 设备、控制柜、触摸屏、监控交换机、控制附件（包括端子、中间继电器、防雷器、开关电源等）、不间断电源等组成。

(1) 可编程逻辑控制器 PLC

各现场 PLC 站应具有下列功能：

- a) 具有实时监测所属监控工艺流程范围内的水处理过程参数（流量、液位、压力等）、水质参数（PH 值、浊度、余氯等），并对采集的上述参数进行处理同时供上位机储存、显示。
- b) 具有实时监测所属监控工艺流程范围内主要设备的运行状态，并对其进行采集、处理同时供上位机储存、显示。
- c) 具有全自动控制或调节水泵、搅拌器、鼓风机、阀门等设备。
- d) 具有自动进行越限保护处理和设备故障自动进行保护。
- e) 对监控软件的错误指令进行屏蔽处理。
- f) 用户能自行根据工艺或其它因素的变化进行系统组态。

g) 具有可靠的安全措施, 具有保护口令, 防止越权修改程序。

h) 系统具有较强的自检功能和故障自恢复功能, 能够承受运行中的各种干扰。

(2) 触摸屏人机界面

由于现场控制站较中央控制室环境条件差, PLC 现场控制站的人机对话终端采用触摸屏终端。减少操作人员对各种功能键的记忆。采用以图形为主的 LCD 显示, 辅以文字和数字, 实时反映现场工作站的生产工况, 用来完成以下的工作任务:

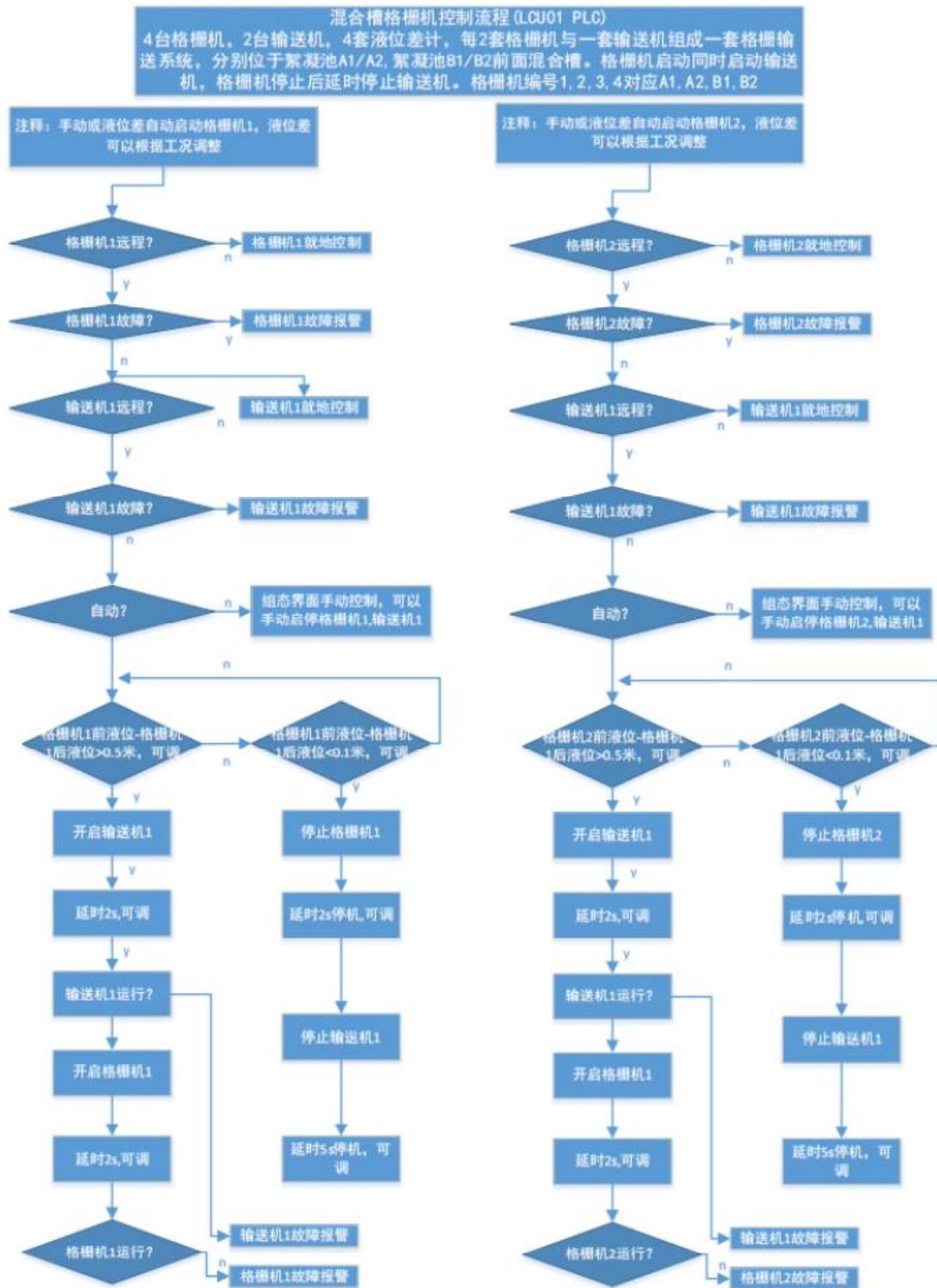
a) 显示人机监控界面工艺图

b) 操作终端的操作功能

c) 设备故障信息显示报警功能

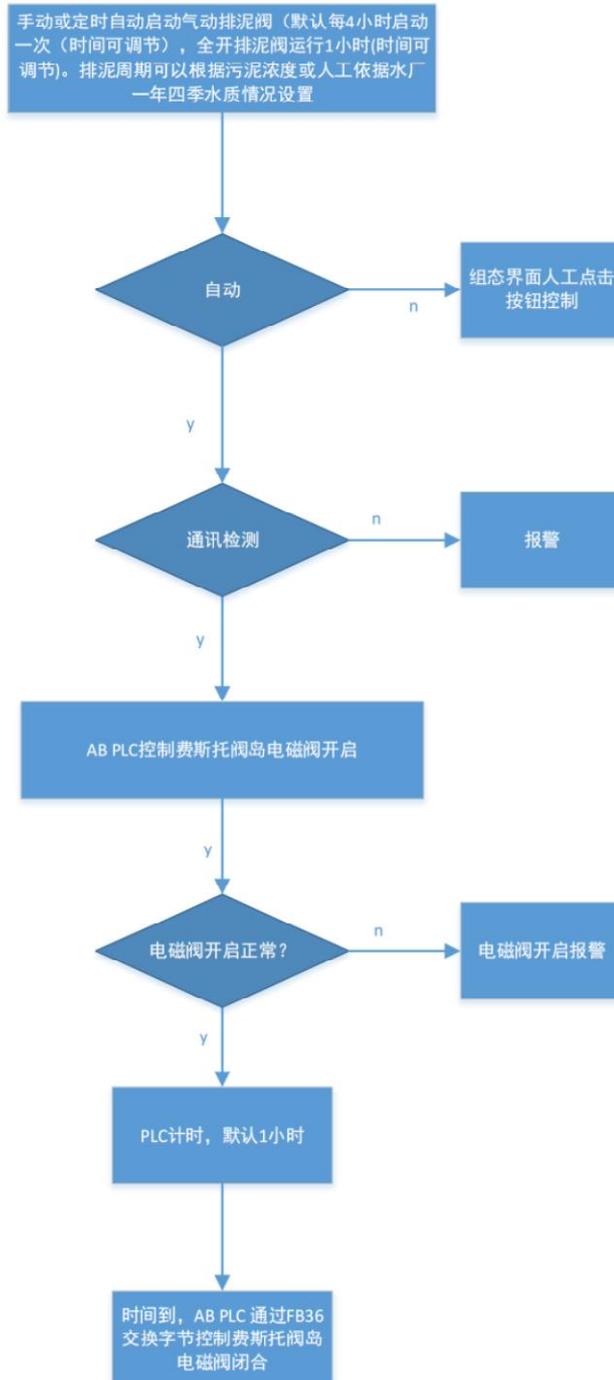
工艺流程框图

a. 絮凝沉淀池格栅机流程框图

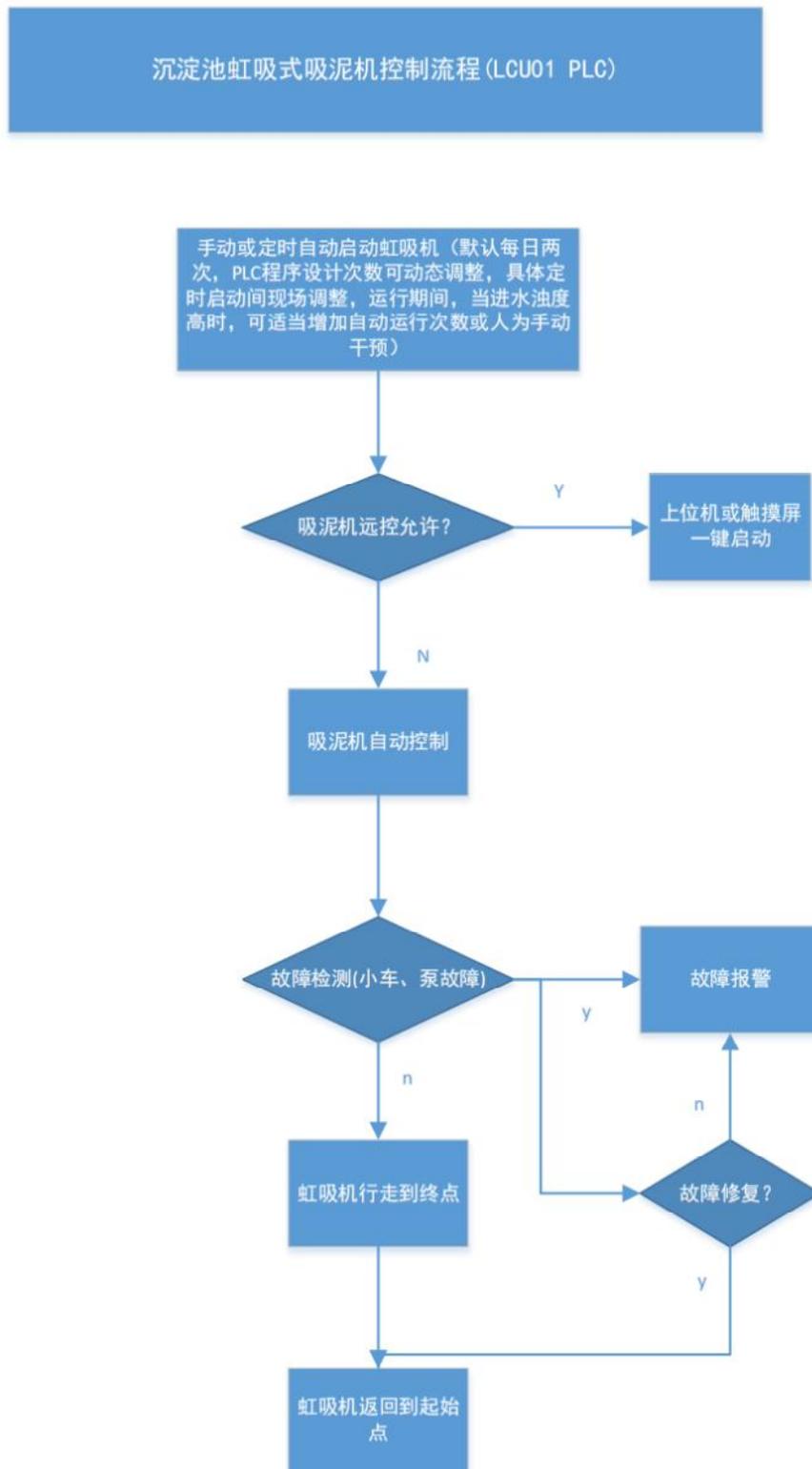


b. 絮凝沉淀池排泥阀流程框图

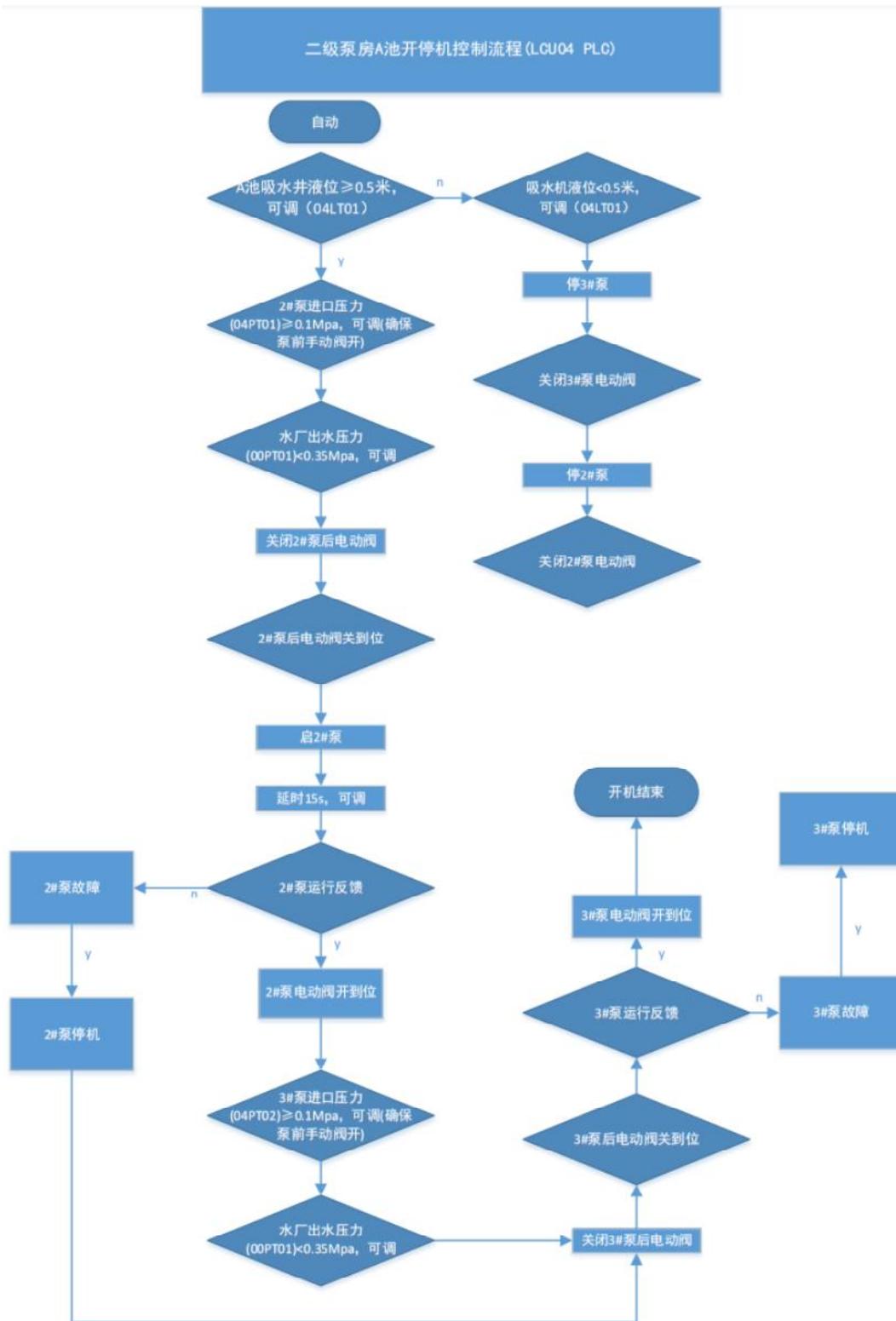
絮凝池气动排泥阀控制流程 (LCU01 PLC)
8组阀岛，一组阀岛控制多个气动阀。A1西侧15个、A1东侧13个，A2西侧13个，A2东侧15个，B1西侧15个，B1东侧13个，B2西侧13个，B2东侧15个



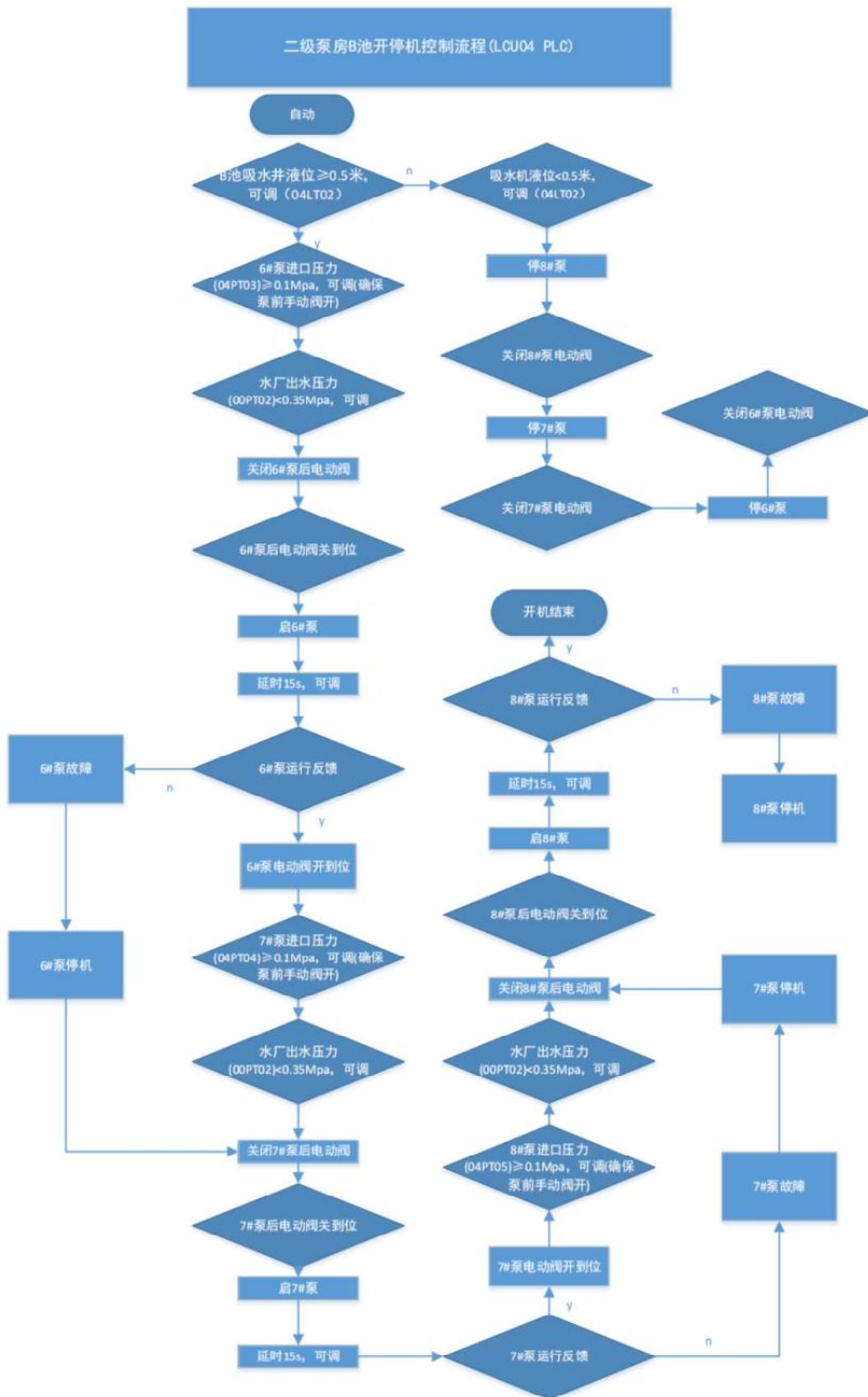
c. 絮凝沉淀池排泥车流程框图



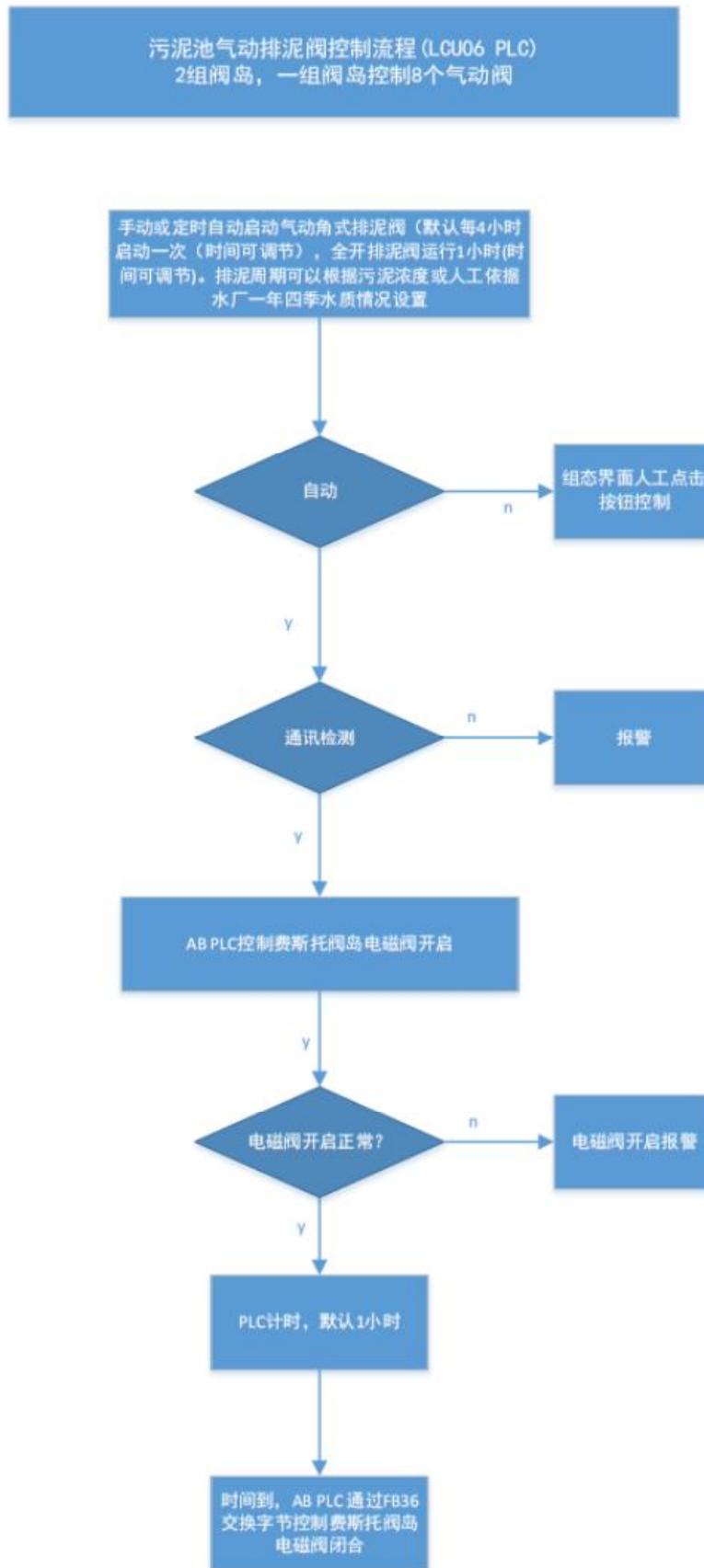
d.二级泵房 A 池流程框图



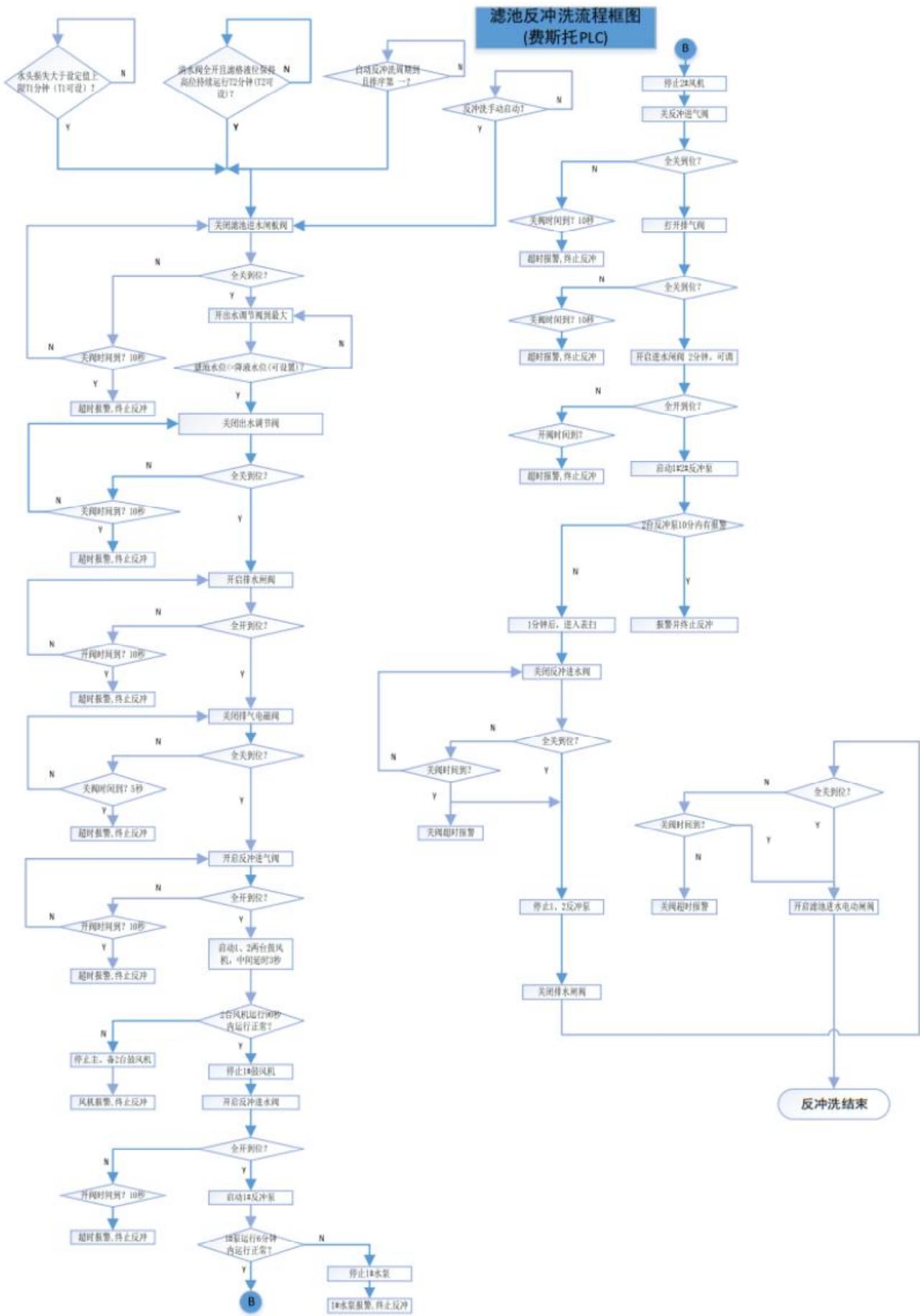
e.二级泵房 B 池流程框图



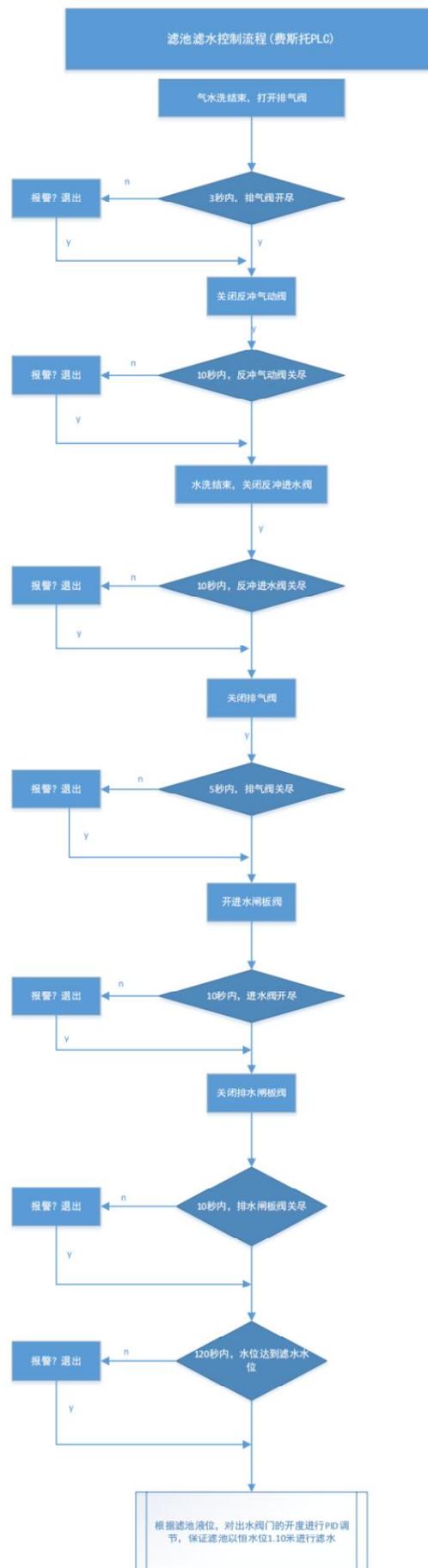
f.污泥池排泥阀流程框图



g.滤池反冲洗流程框图



h. 滤池滤水流程图



i. 滤池洗池排队流程框图

滤池洗池排队控制流程(LCU03 PLC)



1.7. 自控监控软件

(1) 管理功能

根据水厂处理过程采集工艺仪表数据,设备运行中状态信号和电气数据以及化验数据和其他信息等,协调和管理水处理过程,打印水处理报表、绘制趋势曲线图,报警及事件记录。

生成水厂的工艺流程、变配电系统实时动态图,给水厂值班人员提供实用、清晰、友善的中文化的人机界面,生动形象地反映水处理工艺流程、变配电系统的实时数据、完成报警、历史数据、历史趋势曲线的存储、显示和查询。生成、打印各类水处理运行管理的班报、日报、月报和年报表。

(2) 控制功能

在基于图形界面和中文提示方式下,值班人员在中控室通过计算机的键盘或鼠标开启或停止设备、设定控制调节参数。

(3) 通讯功能

中心控制室监控系统与其他系统进行通讯,如与水厂的 PLC 站之间的通讯,与第三方设备之间的通讯等。

(4) 工艺控制显示功能

工艺控制显示功能主要是人机界面功能。在综合楼控制中心的操作员计算机显示器上动态显示全厂各工艺流程、各工艺设备和高低压配电设备的实时运行工况,各工艺和电气等运行数据的显示,使管理人员实时掌握全厂的电气、设备运行情况,能从总图到详图多层次监视。人机界面总体结构为分层展开式。

1.8. 仪表

配合自动控制系统，本工程设置与工艺流程相适应的仪表检测系统，各仪表的标准电流信号送至各控制分站，再转送至中央监控计算机。仪表均选用带现场显示变送器的智能化仪表。

给水厂除配有流量、压力、温度、液位等测量仪表外，还配置了PH值、溶氧值、浊度值、余氯值、氨氮值等水质分析检测仪表。

应急备用取水泵房配置压力、温度、液位等测量仪表。

输水管线沿途根据实际情况，设置压力检测点。

由于这些仪表的优劣直接影响到计算机控制系统的可靠性，所以本工程中的自动化仪表均选用国内外先进的、成熟的产品，以使自控系统有良好的保证。

1.9. 项目现有自控仪表清单

序号	类别	名称	规格及型号（技术要求及配置）	单位	数量
1	中控室设备	便携式电脑	i7 双核处理器，内存 16GB，500G 固态硬盘+1T 硬盘，预装 win10 专业版	套	1
		容错型运行数据服务器	机架式双模容错服务器（4U），每个主机配置：双路十核 Xeon E5-2640V4 2.40GHz 处理器，25MB 高速缓存；32GB ECC RDIMM DDR4 内存，最大支持 768GB；2 块 240G SSD MLC 企业级固态硬盘（系统盘），2 块 2.0TB 7200 转 SATA 企业级硬盘；集成硬件 SAS RAID 控制卡，支持 RAID0/1/5 等；QPI8.0GT/s，万兆同步带宽；4 个千兆网口，8 个 SAS/SATA 硬盘接口，8 PCIE，5 USB2.0，1VGA；冗余电源；预装 Windows Server 操作系统和系统管理软件	套	1

		数据库服务器（含操作系统）	英特尔至强银牌4210(2.2GHz/10-Core/13.75MB/85W),32GB 内存, 6*600G SAS 硬盘(支持 RAID1, 5), 热插拔电源, 千兆网卡,配置操作系统和系统管理软件	台	2
2	絮凝沉淀池控制系统	PLC 控制柜	p1、PLC 机柜 2200*800*600, 冷轧板柜体 P2、柜体采用型材及钢板制作, 钢板厚度不低于 2mm, 防护等级 IP40P3、含柜体、开关电源、防雷、电源、中间继电器、输出继电器开关、端子、柜内电缆等及全部配件, 带照明及排风; 带温湿度控制器、加热器; P4、带屏柜电涌保护器, I/O 模块电涌保护器、隔离继电器、485 信号隔离器等配套附件	面	1
		PLC	p1、大型 PLC。P2、配置 IO 点数要求: 详见 PLC01 I/O 点表, 且各类型 I/O 备用数量不少于 20%。P3、成套 PLC 包括但不限于以下模块: 主机架、电源模块、CPU 模块、DI 模块、DO 模块、AI 模块、AO 模块、串口通讯模块、接线端子等, 支持以太网通讯。	套	1
		监控交换机	二层网管型工业以太网交换机, 2 个千兆 SFP 光口+2 个 10/100/1000M 自适应电口+6 个 10/100M 自适应电口, 配光模块	台	2
		UPS 电源柜	安装 UPS 主机及电池, 含风扇、开关等 2200X600X800,2MM 冷轧板 IP54	套	1
		UPS	在线式,3KVA,120 分钟备电	套	1
		阀岛箱	含不锈钢箱体、通信模块 1 块、16 阀位, 两位四通单电控阀 (含底座) 16 个; 配供不锈钢气管快接头、精密过滤器、阀岛箱体内外连接气动接头等元器件	套	8
		3	V 型滤池	PLC 控制柜	1、PLC 机柜 2200*800*600, 冷轧板柜体 P2、柜体采用型材及钢板制作, 钢板厚度不低于 2mm, 防护等级 IP40P3、含柜体、开关电源、防雷、电源、中间继电器、输

	控制系统		出继电器开关、端子、柜内电缆等及全部配件，带照明及排风；带温湿度控制器、加热器；P4、带屏柜电涌保护器，I/O 模块电涌保护器、隔离继电器、485 信号隔离器等配套附件		
		PLC	1、大型 PLC。P2、配置 IO 点数要求：详见 PLC03 I/O 点表，且各类型 I/O 备用数量不少于 20%。P3、成套 PLC 包括但不限于以下模块：主机架、电源模块、CPU 模块、DI 模块、DO 模块、AI 模块、AO 模块、串口通讯模块、接线端子等，支持以太网通讯。	套	1
		监控交换机	二层网管型工业以太网交换机，2 个千兆 SFP 光口+2 个 10/100/1000M 自适应电口+6 个 10/100M 自适应电口，配光模块	台	1
		UPS 电源柜	安装 UPS 主机及电池，含风扇、开关等 2200X600X800,2MM 冷轧板 IP54	套	1
		UPS	在线式,16KVA,120 分钟备电	套	1
4	滤格控制系统	PLC 控制柜	1、琴式操作台 1000*800*500，冷轧板柜体；P2、柜体采用型材及钢板制作，钢板厚度不低于 2mm，防护等级 IP40P3、含柜体、开关电源、防雷、电源、中间继电器、输出继电器开关、端子、柜内电缆等及全部配件，带照明及排风；带温湿度控制器、加热器；P4、带屏柜电涌保护器，I/O 模块电涌保护器、隔离继电器、485 信号隔离器等配套附件	面	2 2
		PLC	1、中小型 PLC。P2、配置 IO 点数要求：详见 PLC3.1~3.22 I/O 点表，且各类型 I/O 备用数量不少于 20%。P3、成套 PLC 包括但不限于以下模块：主机架、电源模块、CPU 模块、DI 模块、DO 模块、AI 模块、AO 模块、串口通讯模块、接线端子等，支持以太网通讯。	套	2 2

		监控交换机	二层网管型工业以太网交换机，2个千兆SFP光口+2个10/100/1000M自适应电口+6个10/100M自适应电口，配光模块	台	2 2
		阀岛箱	含不锈钢箱体、通信模块1块、6阀位，两位四通单电控阀（含底座）6个；配供不锈钢气管快接头、精密过滤器、阀岛箱体内外连接气动接头等元器件	套	2 2
5	二级泵房泵房控制系统	PLC控制柜	1、PLC机柜2200*800*600，冷轧板柜体；P2、柜体采用型材及钢板制作，钢板厚度不低于2mm，防护等级IP40；P3、含柜体、开关电源、防雷、电源、中间继电器、输出继电器开关、端子、柜内电缆等及全部配件，带照明及排风；带温湿度控制器、加热器；P4、带屏柜电涌保护器，I/O模块电涌保护器、隔离继电器、485信号隔离器等配套附件	面	1
		PLC	1、大型PLC。P2、配置IO点数要求：详见PLC04 I/O点表，且各类型I/O备用数量不少于20%。P3、成套PLC包括但不限于以下模块：主机架、电源模块、CPU模块、DI模块、DO模块、AI模块、AO模块、串口通讯模块、接线端子等，支持以太网通讯。	套	1
		监控交换机	二层网管型工业以太网交换机，2个千兆SFP光口+2个10/100/1000M自适应电口+6个10/100M自适应电口，配光模块	台	1
		UPS电源柜	安装UPS主机及电池，含风扇、开关等2200X600X800,2MM冷轧板IP54	套	1
		UPS	在线式,3KVA,120分钟备电	套	1
6	污泥处理控制	PLC控制柜	1、PLC机柜2200*800*600，冷轧板柜体；P2、柜体采用型材及钢板制作，钢板厚度不低于2mm，防护等级IP40；P3、含柜体、开关电源、防雷、电源、中间继电器、输出继电器开关、端子、柜内电缆等及全部配件，带照明及排风；带温湿度控制器、	面	1

	系统	加热器; P4、带屏柜电涌保护器, I/O 模块电涌保护器、隔离继电器、485 信号隔离器等配套附件		
	PLC	1、大型 PLC。P2、配置 IO 点数要求: 详见 PLC06 I/O 点表, 且各类型 I/O 备用数量不少于 20%。P3、成套 PLC 包括但不限于以下模块: 主机架、电源模块、CPU 模块、DI 模块、DO 模块、AI 模块、AO 模块、串口通讯模块、接线端子等, 支持以太网通讯。	套	1
	监控交换机	二层网管型工业以太网交换机, 2 个千兆 SFP 光口+2 个 10/100/1000M 自适应电口+6 个 10/100M 自适应电口, 配光模块	台	1
	UPS 电源柜	安装 UPS 主机及电池, 含风扇、开关等 2200X600X800,2MM 冷轧板 IP54	套	1
	UPS	在线式,3KVA,30 分钟备电	套	1
	阀岛箱	含不锈钢箱体、通信模块 1 块、8 阀位, 两位四通单电控阀 (含底座) 8 个; 配供不锈钢气管快接头、精密过滤器、阀岛箱体内外连接气动接头等元器件	套	8
7	絮凝沉淀池就地仪表	分体式电磁流量计 传感器: DN1800 PN10 凸面法兰连接, IP68, 精度 $\pm 0.5\%FS$, 316L 电极, PTFE 衬里, 配 15m 电缆; 变送器: 盘装, 精度 0.2%, 4~20mA 输出, 带 RS485 接口	套	2
		分体式超声波液位差计 传感器: 分体式, 0.3~8m, IP68, 波束角不大于 6°, 螺纹连接, 塑料外壳, 配 15m 电缆; 前后各 2 只。 变送器: 盘装, 精度 $\pm 0.25\%FS$, IP65, 220VAC 供电, LCD 显示, 4~20mA 输出, 带 RS485 接口和报警输出	套	4
		pH 分析仪 0~14, 4~20mA 输出,带现场总线接口, 220VAC 供电,带安装配件,防护等级: IP68, 带温度检测	套	1

		pH/温度变送器: IP65, 220VAC 供电, LCD 显示, 4~20mA 输出, 带 RS485 接口和报警输出		
	低量程浊度分析仪	浊度传感器测量范围: 0.1~10NTU 防护等级: IP68 浊度变送器: IP65,220VAC 供电, LCD 显示, 4~20mA 输出, 带 RS485 接口和报警输出	套	1
	余氯分析仪	传感器: 测量范围:0-5mg/L 防护等级: IP68; 变送器: 220AC 供电四线制 4-20mA 输出, modbus485 接口, 带安装配件防护等级: IP65, 配 15 米电缆	套	1
	pH 分析仪	0~14, 4~20mA 输出,带现场总线接口, 220VAC 供电,带安装配件,防护等级: IP68, 带温度检测 pH/温度变送器: IP65, 220VAC 供电, LCD 显示, 4~20mA 输出, 带 RS485 接口和报警输出	套	1
	低量程浊度分析仪	浊度传感器测量范围: 0.1~100NTU 防护等级: IP68 浊度变送器: IP65,220VAC 供电, LCD 显示, 4~20mA 输出, 带 RS485 接口和报警输出	套	1
	溶解氧测定仪	荧光法传感器, 0~20.00ppm, 带 15 米电缆; 控制器: IP65, 220VAC 供电, LCD 显示, 4~20mA 输出, 带 RS485 接口和报警输出	套	1
	电导率分析仪	-1500~1500mV, 复合电极, 内置前置放大器和测温元件, 精度±20mV, IP68, 不锈钢, 带安装附件和 15m 电缆; 壁挂式分析仪, IP65,220VAC 供电, LCD 显示, 4~20mA 输出, 带 RS485 接口和报警输出	套	1

8	V型滤池就地仪表	一体式超声波液位计	量程范围：0~6m 两线制 4-20mA 24Vdc 供电带安装配件防护等级：IP68	套	2 2
		差压变送器	0~1KPa, 精度: ±0.1%, 两线制 4~20mADC 输出, 带指示表, 接液材质: 不锈钢, 带过程转换接头, 接管 14×2, 带 L 型安装支架, 带电气接口 M20 内螺纹	套	2 2
9	反冲洗泵房就地仪表	pH 分析仪	0~14, 4~20mA 输出,带现场总线接口, 220VAC 供电,带安装配件,防护等级: IP68, 带温度检测 pH/温度变送器: IP65, 220VAC 供电, LCD 显示, 4~20mA 输出, 带 RS485 接口和报警输出	套	1
		低量程浊度分析仪	浊度传感器测量范围: 0.01~5NTU 防护等级: IP68 浊度变送器: 220AC 供电四线制 4-20mA 输出, modbus485 接口, 带安装配件防护等级: IP65	套	1
		余氯分析仪	传感器: 测量范围:0-5mg/L 防护等级: IP68; 变送器: 220AC 供电四线制 4-20mA 输出, modbus485 接口, 带安装配件防护等级: IP65, 配 15 米电缆	套	1
		投入式液位计	量程 0~10 米,分辨率 1mm;两线制 4~20mA 输出; 防护等级 IP68; 测量精度 0.2%; 环境温度-20℃-+60℃;	套	1
		压力变送器	0~1.0MPa, 精度: ±0.1%, 两线制 4~20mADC 输出, LCD 显示, 接液材质: 不锈钢, 带过程转换接头, 接管 14×2, 带 L 型安装支架, 带电气接口 M20 内螺纹	套	3
		压力变送器	0~1.0MPa, 精度: ±0.1%, 两线制 4~20mADC 输出, LCD 显示, 接液材质: 不锈钢, 带过程转换接头, 接管 14×2, 带 L 型安装支架, 带电气接口 M20 内螺纹	套	1

		分体式电磁流量计	传感器: DN700 PN10 凸面法兰连接, IP68, 精度±0.5%FS, 316L 电极, PTFE 衬里, 配 15m 电缆; 变送器: 盘装, 精度 0.2%, 4~20mA 输出, 带 RS485 接口	套	1
		压力变送器	0~1.0MPa, 精度: ±0.1%, 两线制 4~20mADC 输出, LCD 显示, 接液材质: 不锈钢, 带过程转换接头, 接管 14×2, 带 L 型安装支架, 带电气接口 M20 内螺纹	套	3
		压力变送器	0~1.0MPa, 精度: ±0.1%, 两线制 4~20mADC 输出, LCD 显示, 接液材质: 不锈钢, 带过程转换接头, 接管 14×2, 带 L 型安装支架, 带电气接口 M20 内螺纹	套	1
		德尔塔巴流量计	DN500, 精度: 1%, 量程比 30:1, 配供全套安装附件及差压变送器	套	1
10	清水池就地仪表	分体式超声波液位计	传感器: 分体式, 0.3~8m, IP68, 波束角不大于 6°, 螺纹连接, 塑料外壳, 4~20mA 输出, 配 15m 电缆。 变送器: 壁装, 精度±0.25%FS, IP65, 220VAC 供电, LCD 显示, 4~20mA 输出, 带 RS485 接口和报警输出	套	1
11	二级泵房泵房就地仪表	余氯分析仪	传感器: 测量范围:0-5mg/L 防护等级: IP68; 变送器: 220AC 供电四线制 4-20mA 输出, modbus485 接口, 带安装配件防护等级: IP65, 配 15 米电缆	套	1
		分体式超声波液位计	传感器: 分体式, 0.3~8m, IP68, 波束角不大于 6°, 螺纹连接, 塑料外壳, 4~20mA 输出, 配 15m 电缆。 变送器: 壁装, 精度±0.25%FS, IP65, 220VAC 供电, LCD 显示, 4~20mA 输出, 带 RS485 接口和报警输出	套	2
		压力变送器	-0.1~0.1MPa, 精度: ±0.1%, 两线制 4~20mADC 输出, LCD 显示, 接液材质:	套	4

			不锈钢，带过程转换接头，接管 14×2，带 L 型安装支架，带电气接口 M20 内螺纹		
		压力变送器	0~1.0MPa，精度：±0.1%，两线制 4~20mADC 输出，LCD 显示，接液材质： 不锈钢，带过程转换接头，接管 14×2，带 L 型安装支架，带电气接口 M20 内螺纹	套	4
		分体式电磁 流量计	传感器：DN1400 PN10 凸面法兰连接， IP68，精度±0.5%FS，316L 电极，PTFE 衬 里，配 15m 电缆； 变送器：盘装，精度 0.2%，4~20mA 输出， 带 RS485 接口	套	1
		分体式电磁 流量计	传感器：DN1000 PN10 凸面法兰连接， IP68，精度±0.5%FS，316L 电极，PTFE 衬 里，配 15m 电缆； 变送器：盘装，精度 0.2%，4~20mA 输出， 带 RS485 接口	套	1
		分体式电磁 流量计	传感器：DN1400 PN10 凸面法兰连接， IP68，精度±0.5%FS，316L 电极，PTFE 衬 里，配 15m 电缆； 变送器：盘装，精度 0.2%，4~20mA 输出， 带 RS485 接口	套	1
		分体式电磁 流量计	传感器：DN1000 PN10 凸面法兰连接， IP68，精度±0.5%FS，316L 电极，PTFE 衬 里，配 15m 电缆； 变送器：盘装，精度 0.2%，4~20mA 输出， 带 RS485 接口	套	1
		压力变送器	0~1.0MPa，精度：±0.1%，两线制 4~20mADC 输出，LCD 显示，接液材质： 不锈钢，带过程转换接头，接管 14×2，带 L 型安装支架，带电气接口 M20 内螺纹	套	2
		水泵振动检 测系统	每套包括 SDC800 数据采集器 1 台，8 只振 动传感器、1 只转速传感器、eM3000 系统 软件及安装附件	套	4
12	出	pH 分析仪	0~14，4~20mA 输出,带现场总线接口，	套	2

	水水质监测仪		220VAC 供电,带安装配件,防护等级: IP68, 带温度检测 pH/温度变送器: IP65, 220VAC 供电, LCD 显示, 4~20mA 输出, 带 RS485 接口和报警输出		
		低量程浊度分析仪	浊度传感器测量范围: 0.01~5NTU 防护等级: IP68 浊度变送器: 220AC 供电四线制 4-20mA 输出, modbus485 接口, 带安装配件防护等级: IP65	套	2
		余氯分析仪	传感器: 测量范围:0-5mg/L 防护等级: IP68; 变送器: 220AC 供电四线制 4-20mA 输出, modbus485 接口, 带安装配件防护等级: IP65, 配 15 米电缆	套	2
13	泥水调节池就地仪表	分体式超声波液位计	传感器: 分体式, 0.3~8m, IP68, 波束角不大于 6°, 螺纹连接, 塑料外壳, 4~20mA 输出, 配 15m 电缆。 变送器: 壁装, 精度±0.25%FS,IP65,220VAC 供电, LCD 显示, 4~20mA 输出, 带 RS485 接口和报警输出	套	2
		分体式超声波液位计	传感器: 分体式, 0.3~8m, IP68, 波束角不大于 6°, 螺纹连接, 塑料外壳, 4~20mA 输出, 配 15m 电缆。 变送器: 壁装, 精度±0.25%FS,IP65,220VAC 供电, LCD 显示, 4~20mA 输出, 带 RS485 接口和报警输出	套	2
		分体式超声波液位计	传感器: 分体式, 0.3~8m, IP68, 波束角不大于 6°, 螺纹连接, 塑料外壳, 4~20mA 输出, 配 15m 电缆。 变送器: 壁装, 精度±0.25%FS,IP65,220VAC 供电, LCD 显示, 4~20mA 输出, 带 RS485 接口和报警输出	套	2

	分体式超声波液位计	<p>传感器：分体式，0.3~8m，IP68，波束角不大于 6°，螺纹连接，塑料外壳，4~20mA 输出，配 15m 电缆。</p> <p>变送器：壁装，精度±0.25%FS,IP65,220VAC 供电，LCD 显示，4~20mA 输出，带 RS485 接口和报警输出</p>	套	2
	分体式超声波液位计	<p>传感器：分体式，0.3~8m，IP68，波束角不大于 6°，螺纹连接，塑料外壳，4~20mA 输出，配 15m 电缆。</p> <p>变送器：壁装，精度±0.25%FS,IP65,220VAC 供电，LCD 显示，4~20mA 输出，带 RS485 接口和报警输出</p>	套	1
	分体式超声波液位计	<p>传感器：分体式，0.3~8m，IP68，波束角不大于 6°，螺纹连接，塑料外壳，4~20mA 输出，配 15m 电缆。</p> <p>变送器：壁装，精度±0.25%FS,IP65,220VAC 供电，LCD 显示，4~20mA 输出，带 RS485 接口和报警输出</p>	套	1
	压力变送器	<p>0~1.0MPa，精度：±0.1%，两线制 4~20mADC 输出，LCD 显示，接液材质： 不锈钢，带过程转换接头，接管 14×2，带 L 型安装支架，带电气接口 M20 内螺纹</p>	套	6
	远传压力变送器	<p>智能式；HART 协议，LCD 表头；量程： 0~0.4MPa；输出：4~20mA；配远传膜片， 接液材质 316L，3 米低密度硅油毛细管， 带 DN50 PN10 双法兰</p>	套	4
	分体式电磁流量计	<p>传感器：DN600 PN10 凸面法兰连接，IP68， 精度±0.5%FS，316L 电极，PTFE 衬里，配 15m 电缆；</p> <p>变送器：盘装，精度 0.2%，4~20mA 输出， 带 RS485 接口</p>	套	1
	分体式电磁流量计	<p>传感器：DN600 PN10 凸面法兰连接，IP68， 精度±0.5%FS，316L 电极，PTFE 衬里，配 15m 电缆；</p> <p>变送器：盘装，精度 0.2%，4~20mA 输出，</p>	套	1

			带 RS485 接口		
14	污泥浓缩池	分体式超声波液位计	<p>传感器：分体式，0.3~8m，IP68，波束角不大于 6°，螺纹连接，塑料外壳，4~20mA 输出，配 15m 电缆。</p> <p>变送器：壁装，精度±0.25%FS,IP65,220VAC 供电，LCD 显示，4~20mA 输出，带 RS485 接口和报警输出</p>	套	2
		分体式超声波液位计	<p>传感器：分体式，0.3~8m，IP68，波束角不大于 6°，螺纹连接，塑料外壳，4~20mA 输出，配 15m 电缆。</p> <p>变送器：壁装，精度±0.25%FS,IP65,220VAC 供电，LCD 显示，4~20mA 输出，带 RS485 接口和报警输出</p>	套	2
		微波浓度计	<p>传感器：DN150 管道式，微波相位差法，0~50%，精度±3%，IP67，免维护，免清洗</p> <p>变送器：IP65，220VAC 供电，LCD 显示，4~20mA 输出，带 RS485 接口和报警输出</p>	套	2
15	污泥平衡池	分体式超声波液位计	<p>传感器：分体式，0.3~8m，IP68，波束角不大于 6°，螺纹连接，塑料外壳，4~20mA 输出，配 15m 电缆。</p> <p>变送器：壁装，精度±0.25%FS,IP65,220VAC 供电，LCD 显示，4~20mA 输出，带 RS485 接口和报警输出</p>	套	2
		分体式超声波液位计	<p>传感器：分体式，0.3~8m，IP68，波束角不大于 6°，螺纹连接，塑料外壳，4~20mA 输出，配 15m 电缆。</p> <p>变送器：壁装，精度±0.25%FS,IP65,220VAC 供电，LCD 显示，4~20mA 输出，带 RS485 接口和报警输出</p>	套	2
		分体式超声波液位计	<p>传感器：分体式，0.3~8m，IP68，波束角不大于 6°，螺纹连接，塑料外壳，4~20mA 输出，配 15m 电缆。</p> <p>变送器：壁装，精度±0.25%FS,IP65,220VAC 供电，LCD 显示，4~20mA 输出，带 RS485</p>	套	1

			接口和报警输出		
16	污泥脱水机房	雷达液位计	一体式，4"喇叭，螺纹连接，二线制，4~20mA 输出，LCD 显示，配安装附件	套	2
		污泥浓度分析仪		套	2

1.10. 自控专业扩增仪表清单

基于智能控制系统的参控因子要求，花都水厂自控专业已增加以下设备、仪表（由建设单位实施，不在本项目实施范围内）：

编号	系统	设备、仪表	安装位置	数量
1	絮凝剂投加智能控制系统	氨氮在线监测仪	原水管	1
2	絮凝剂投加智能控制系统	浊度仪	回用水管	1
3	智能反冲洗控制系统	进水电动/气动闸门	滤池进水闸	22
4	智能反冲洗控制系统	浊度仪	滤池	22
5	消毒剂投加智能控制系统	颗粒计数器	滤池出水	1

附件 2 花都水厂智能化建设概述

1.1. 概述

利用先进的工业技术和信息化手段，实现信息化和工业化的深度融合，使得水厂的运营更加科学高效化、生产更加智能化、运营作业过程更加移动简单化、服务更加个性化，从而实现智慧化。

1)减少人力:结合水厂生产工艺要求,设置适配的PLC和SCADA,并制定优化方案,实现工艺控制过程自动化、智慧化。

2)提高能效:在保障水质、供水量的前提下,配置数据分析和辅助决策应用,实现生产精细化,提高能效减少药耗。

3)保障厂区安全:设置完善的安全防范系统。

4)保障支撑能力:设置完善的信息设施。

5)实现水厂智慧化运行:生产、安防与运营管理融合交互,通过可视化监控、预警报警、分析决策、协同管理等综合应用。

6)预警联动,调度可视化,应急预案执行。

7)预留接口:在开发和建设中,对其它以后预测到想要的东西,现阶段必要性不强,或者尚未成熟的,给其留有端口。

1.2. 智能化专业建设范围

综合管理平台(含数据集成与应用)、生产管理系统(水厂生产监控与数据采集系统由自控专业设计,高级控制系统等配合工艺自控设计)、厂区安全防范系统、厂区建筑设备管理系统、基础系统(信息设施系统以及配套工程)。

机房及总控室设计:弱电机房(集中存放水厂网络布线设备、存

储设备、各类服务器)，厂级集控室作为厂区生产兼安防总控室。

1.3. 智能化建设总体架构

总体采用设备层、控制层、数据传输层、运营管理层、决策支持层从下自上的逻辑架构。

(1) 设备层

设备层（感知层）是提供各种信息数据来源的主要入口，数据感知包含自来水厂内各种在线仪表、生产设备、传感器、RFID、设备二维码标牌、安防设备等数据。

(2) 控制层

控制层是通过 PLC 硬件和工控软件进行设备的集中控制，主要分为：传统的自控系统以及各个安防系统的集中控制；在自动化控制系统基础上部署高级控制平台实现全厂工艺智能化运行等。

(3) 数据传输层

数据传输层利用智能通讯网关将厂站内设备数据、生产运行数据按照工业物联网接入标准进行接入，按需将安防系统、基础信息设施系统数据入网。采集后数据统一存放在数据中心，通过数据中心可以对外提供各种数据应用及服务支持。

(4) 运营管理层

运营管理层根据不同角色用户群体按不同场景划分提供多种应用及服务，提供生产运行监控、数据趋势分析、统计报表生成、设备资产管理、巡检、维修养护、办公流程审批等功能，提升企业运营管理能力。同时通过视频监控、电子门禁、人员定位等系统资源整合，提升整厂安防能力。

（5）决策支持层

在通过的生产运行、业务数据的大量累积基数上，深入挖掘各类数据间的关系，合理利用数据，发掘数据潜在的价值。决策支持层将为管理层运营提供科学的辅助决策支持。为各级管理者提供丰富的 KPI 统计分析手段及提供科学化的运行决策支持，针对生产运行过程中各种潜在风险提供完备的应急响应预案。

1.4. 总体网络规划

本工程信息网络系统分为生产、办公、智能网三套相互独立的网络。

项目在综合楼中控室集中管理生产网、办公网、智能网。实现对全厂安全防范、基础信息设施、工艺运行的全过程监控调度，同时在厂站中控室部署高级控制软件平台，实现对工艺段数据采集与分析 and 智能化控制。

1.5. 网络安全

考虑到本项目信息系统受到破坏后，对社会秩序和公共利益造成损害。根据《信息安全技术信息系统安全等级保护定级指南》的有关要求，本项目生产网定级为三级，其他办公网、智能网两个信息系统定级为二级，并预留三级等保护扩展条件。

1.6. 基础设施建设

基础设施建设是为了实现水厂智能化管理的基础硬件布置，包括综合布线系统、信息网络系统、电话交换系统、移动通信覆盖系统、统一时钟系统、大屏幕显示系统、信息发布系统、公共广播系统、会议系统、机房工程、弱电配电防雷与接地、电梯多方通话系统等内容。

1.7. 数据集成与应用

数据集成与应用系统包括基础数据云平台、安防集成应用、综合

管理平台应用。

(1) 基础云平台。整个厂区搭建一套统一的私有云服务器平台资源供综合管理平台及各应用系统共享使用。基础数据云平台实现对花都水厂的人、事、物统一集中化智慧化的运营管理，基础数据云平台的部署设计上采用云计算超融合架构的模式，提供灵活的可扩展性，满足日后用户规模及架构的扩充需求。

(2) 安防集成应用。安防集成应用作为综合管理平台应用的一部分，整合厂区内各个安防系统资源，实现厂区的视频监控全面覆盖、人员管控、车辆管控、事件预防及预案处理等内容的统筹管理。

(3) 综合管理平台。包括智慧运行管理门户、综合大屏展示、全厂三维建模与展示、移动化监控、设备全生命周期管理、生产调度管理、智能应用、移动应用等。

1.8. 厂区安全防范

根据《公共供水安全防范设施技术规范》(DBJ440100/T123-2012)，本次设计水厂属于高风险保护对象，风险等级与防护级别为一级。厂区安全防范包括：

(1) 视频安防监控系统：视频安防监控系统采用全数字 IP 摄像系统，对室外、厂区主要通道、周界、厂区制高点、各厂区用房、各主要出入口及重要的设备机房等场所进行监控，并长时间录像，及时发现不正常行为、非法侵入，并报警和采取相应的安保人员的联动；以便保安人员及时了解和监控一切不正常行为和入侵活动、记录并查询事件发生前后的信息。同时，将水厂重要生产管理设备进行监控，为监控中心提供可视化巡检，减少厂区排班人员。监控中心设在综合楼二层总控中心（厂级集控室）。

(2) 周界防范及入侵报警系统：本工程采用脉冲式电子围栏的方式，对非法入侵进行实时的探测和报警，并可联动周界视频监控系统进行报警复核。厂区总围墙（含远期）按永久围墙设计，本次设计电子围栏按总围墙敷设到位。在水厂内部设置入侵报警系统，利用探测器对建筑物主要出入口及重点部位进行布防，及时探测人员非法入侵，并且在探测到有非法入侵行为时，及时向监控中心值班人员示警。

(3) 出入口控制系统：工程出入口控制系统的主要作用是甄别内部和外部人员，防止非授权人员随意进入受控区域。系统通过在受控区域的出入口设置通道闸、电磁锁、读卡器等装置，授权人员持可刷卡或刷脸等方式通过。

(4) 车辆管理系统：在水厂大门出入口设置停车场管理系统（栅栏式道闸），对进出机动车辆实施自动管理。系统具备出入口管理、视频车牌识别及车辆图像对比等功能。系统采用视频识别记录作为车辆身份记录介质。

(5) 无线调度及巡查系统：本工程采用 400MHz 低频段的数字无线对讲系统，作为水厂管理人员指挥调度、相互通话、设备检修、维护时使用，同时通过手持式对讲机本身自带 RFID 巡查功能，采用离线式巡查点，利用对讲机的无线数据传输功能，将巡查点信息实时上传至监控中心，追踪巡逻人员的位置。管理人员持无线对讲机与中心电台双向通信。对讲信号有效覆盖区域：根据现场情况设置天馈，保证信号在厂区公共区域、生产厂房及办公区域有效、均匀、稳定地覆盖。

(6) 无人机监控系统：通过雷达、无线电等监测设备发现“黑飞”无人机后，无人机监控系统发出告警并显示入侵位置等信息，然

后自动或手动引导光电设备跟踪目标，实现无人机的视频录制与复核；经工作人员确认是无人机后，手动开启反制设备进行无线电压制，迫使无人机驱离返航至起飞点。地面查控人员在也可通过手持式反制设备对核心区内外的无人机进行反制。

(7) 反恐防护措施：水厂按照水务系统的物防配置要求，配置反恐防护措施。其中包括防冲撞翻板路障机、车底扫描装置。

(8) 安全检查系统：参照水务系统的技防配置要求，配置安全检查系统。其中包括手持式金属探测器、爆炸物探测仪。

1.9. 厂区设备监控管理

(1) 电力监控系统。本工程通过电力自动监控系统对大楼、水厂生产区的高低电压配电系统、变压器、直流屏等实施自动监测（高压系统含保护及控制），实现智慧供电管理。

(2) 能耗计量系统。本系统对项目内的冷源、水等能耗数据进行采集、聚合及管

