

# 智能运行关键技术支撑水网发展

---

南京南瑞水利水电科技有限公司

2023年9月

# 目录

1

第一部分

行业背景

2

第二部分

关键技术

3

第三部分

总结展望

1

第一部分

# 行业背景

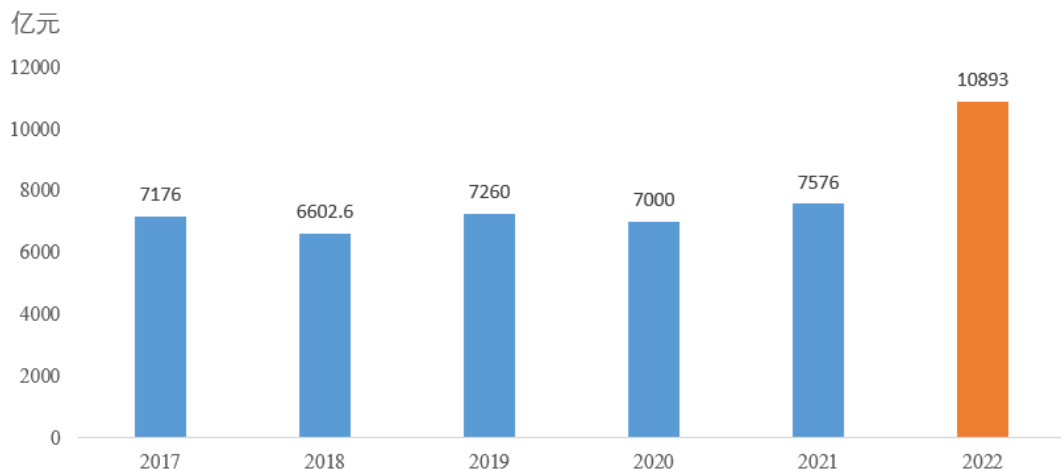


# 一、行业背景—宏观政策

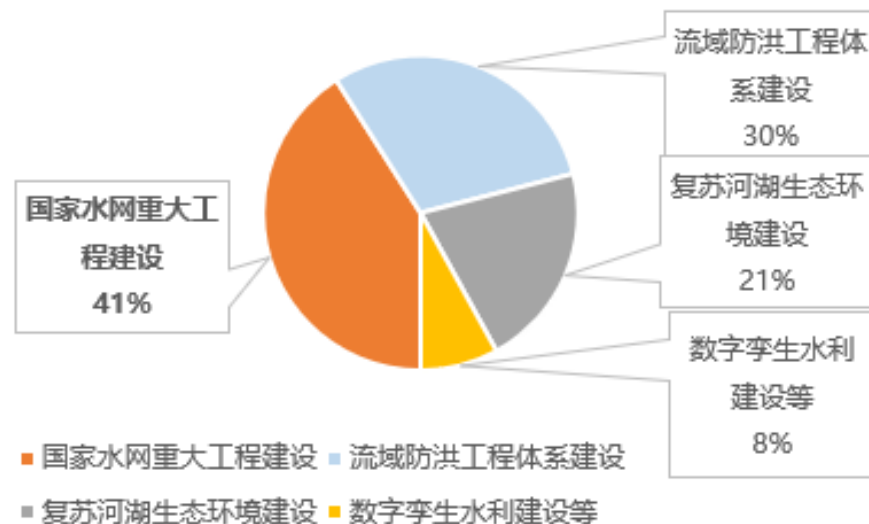
2022年全国完成水利建设投资**10893亿元**，首次突破**1万亿元**关口，比2021年增加了**43.8%**。其中**国家水网重大工程建设**占比约**41%**，**数字孪生水利建设等**占比约**8%**。（摘自《2023年中国水利发展报告》）

2023年5月，中共中央、国务院印发《**国家水网建设规划纲要**》，明确国家水网建设目标“**系统完备、安全可靠，集约高效、绿色智能，循环通畅、调控有序**”。

### 2017-2022年全国完成水利建设投资额



### 2022年水利建设投资完成情况



# 一、行业背景—水网智能化发展的难点

**水网的智能化是水网建设的重要组成部分**，从事与之相关的技术研究、产品研发、系统集成等都是水网产业链重要的一环。围绕水网“安全、高效、经济”的智能化建设目标，需要从监测感知、平台软件、智能控制、调度运行、运维检修、工程管理、网络安全等几个方面统筹考虑。

## 监测感知

- 需要适用性强、可靠性高、耐用性久、维护方便的监测感知设备
- 需要前置性强、定制化的气象预报支撑防汛决策
- ...

## 平台软件

- 需解决子系统分批、分期建设，信息数据孤岛运行、业务系统融合度不高的问题
- 需要加强数据治理和质量管理，挖掘数据价值，解决数据利用程度低的问题
- ...

## 智能控制

- 已实现远程控制，需要与水网调度运行规则加强智能化关联
- ...

# 一、行业背景—水网智能化发展的难点

## 调度运行

- 围绕保质保量的供水要求
- 需支撑工程串并联运行的多目标调度决策
- ...

## 工程管理

- 需结合工程管理要求,支撑水网工程促进数字化转型和智慧化生产...

## 运维检修

- 需要统一的运维平台
- 需快速定位故障问题
- 应急事故需及时响应
- ...

## 网络安全

- 需加强数据安全保护,全面保障水网工程安全和数据安全
- ...

# 2 第二部分 关键技术



## 二、关键技术-传感器

### 监测感知要设备适用性强、可靠性高、耐用性久

开展涉水领域水雨情、工程安全、水质、设备状态监测等关键传感技术攻关及产品研制，具备自报警、自诊断、自适应等功能，确保水网工程监测感知设备适用性强、可靠性高、耐用性久。

#### 水雨情监测

	NCZ-3150 一体化磁致伸缩水位计
	ACS400-GW 压阻水位计
	IWA-3000 一体化水位计
	UL-12 超声波水位计
	UF-911 超声波流量计
	N-ADCP 超声波流量计
...	

#### 安全监测

<b>变形监测系列:</b>			
			
垂线坐标仪	沉降仪	静力水准仪	
			...
引张线仪	位移计	测缝仪	...
<b>应力应变及温度监测系列:</b>			
			
钢筋计	应变计	土压力计	
			...
锚索测力计	温度计	钢板计	...
<b>渗流监测系列:</b>			
			
渗压计	量水堰仪	流量计	...

#### 水质监测

<b>水质常规五参数系列:</b>	
	
PH/温度	溶解氧
	
电导率	浊度
<b>大型水质在线监测系列:</b>	
	NCM-6000 高锰酸盐指数分析仪
	NTPN-6000 总磷总氮分析仪
	NAM-6000 氨氮分析仪
	N9000系列 小型水质分析仪

#### 设备状态监测

	SJ-90B 模块化状态监测
	SJ-90B 模块化状态监测
	振动摆度系列
	SJ-22 转速测控装置
...	
...	



## 二、关键技术-测控技术

### → 测控装置要即插即用、边缘计算、低功耗、维护方便

开展测控技术攻关及系列装置研制，推动测控装置向测控多元化、协议标准化、功能模块化、硬件平台化等方向发展，实现测控装置即插即用、边缘计算、低功耗、维护方便的性能要求。

#### PLC系列



MB-40  
智能可编程控制器



MB-90  
智能可编程控制器



N300  
智能测控装置



N310  
国产化智能测控装置



N500  
智能测控装置



N510  
国产化智能测控装置

...

#### 低功耗系列



ACS-600/600 Pro  
低功耗数据采集器



NDA-2003/2004  
数据采集智能模块

...

#### 一体化测控系列



IAC-2000  
一体化测控装置



NSLD-2400  
一体化闸门



NCZ3150  
一体化磁致伸缩水位计



IAC-2200  
刷卡控制器

...

#### 智能装置系列

##### 支持IEC61850标准



NS-3580  
测控保一体化装置



NSR-386  
合并单元装置



NSR-385  
智能网关装置



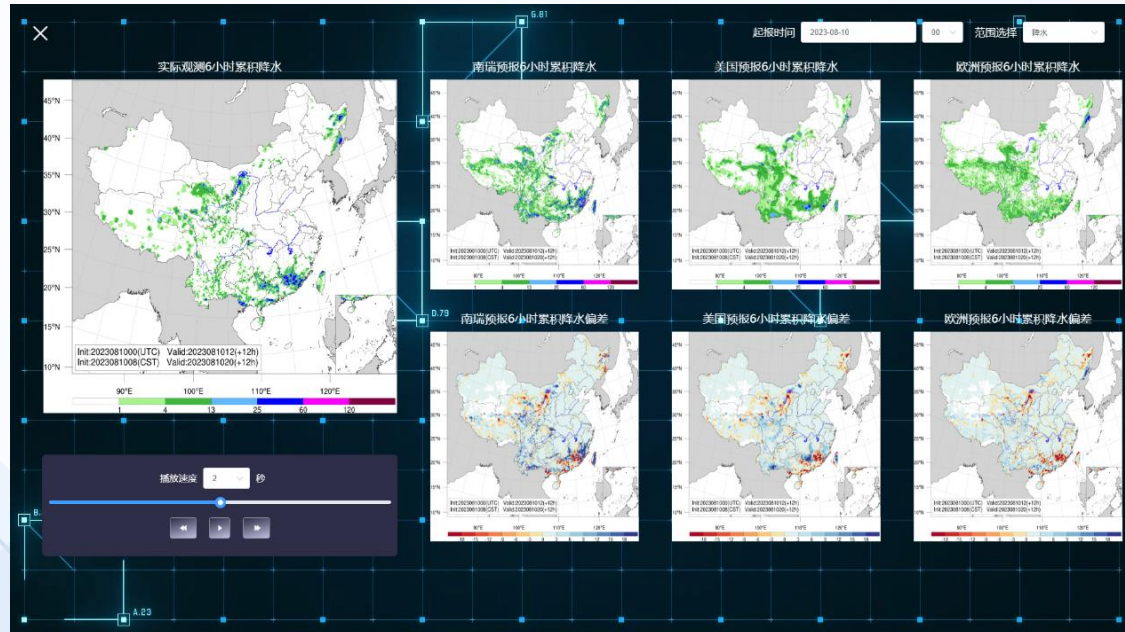
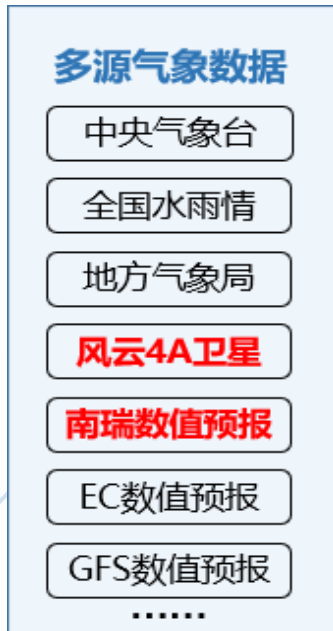
支持IEC61850  
标准的测控系统

...

## 二、关键技术-气象预报

### → 嵌套式预报模式，提高预报精度及预见期

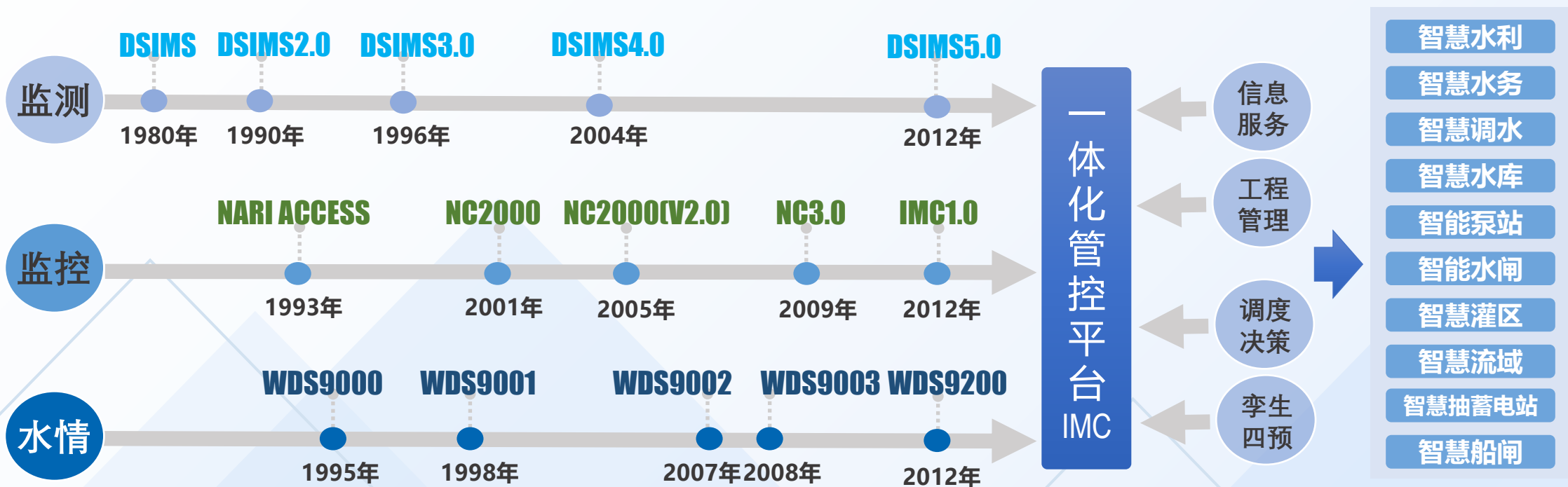
针对水利行业气象应用要求与特点，融合自建及国内外气象数据产品，采用**嵌套式预报模式，实现9km-3km-1km三重单项嵌套**。并开展数值气象预报和水文预报模型耦合，提升水网中洪水预报的预见期和预报精度。



## 二、关键技术—软件平台

### → 多源异构多专业整合

针对传统模式下自动化子系统烟囱式建设，信息孤岛多、业务协同难等现状，率先提出“水利工程一体化管控”的理念，并攻关基于统一信息建模、和跨安全区信息共享的一体化管控技术，构建水利工程“调-控-管”一体化应用体系。

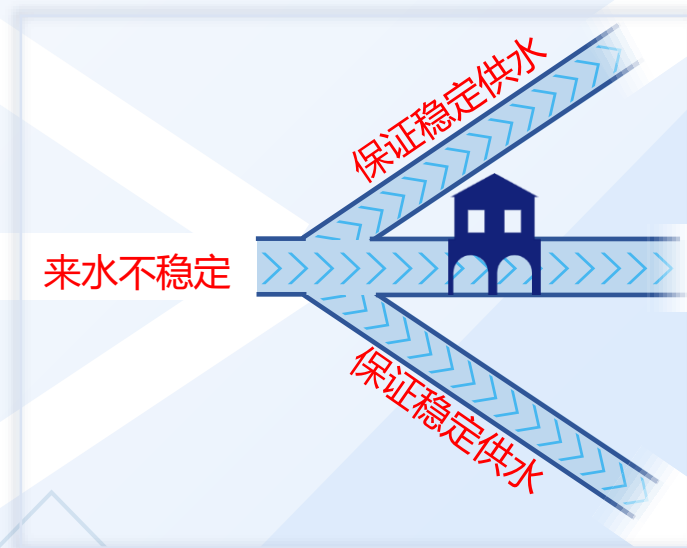
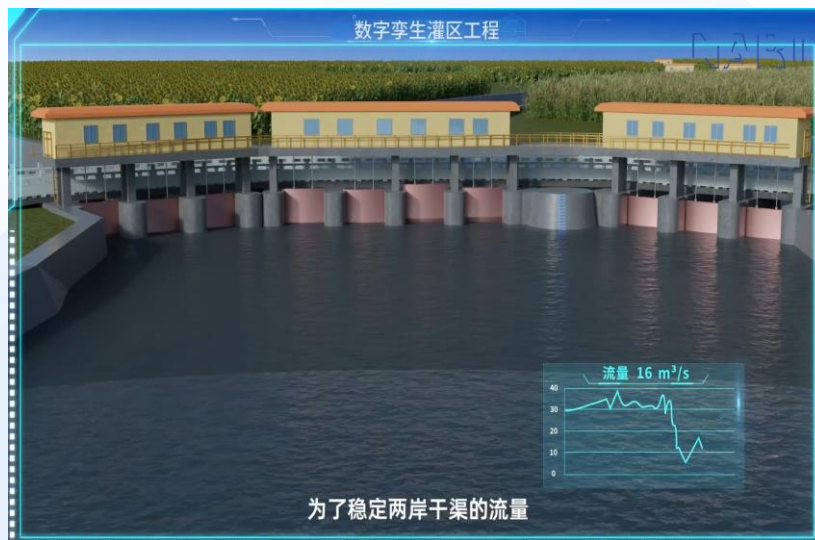
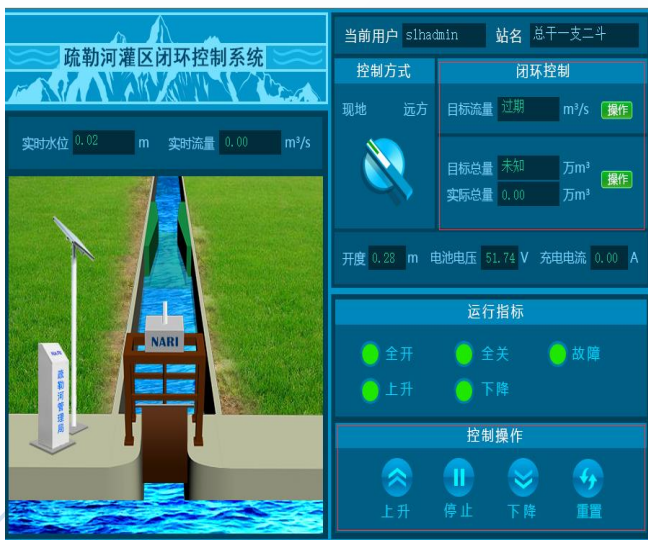


## 二、关键技术—智能控制

### ➔ 水闸恒水位、恒流量闭环安全控制运行

**场景1：**分水闸根据实测下游水位/下游流量实时反馈，研发了水闸开度PID调节，实现恒流量控制。

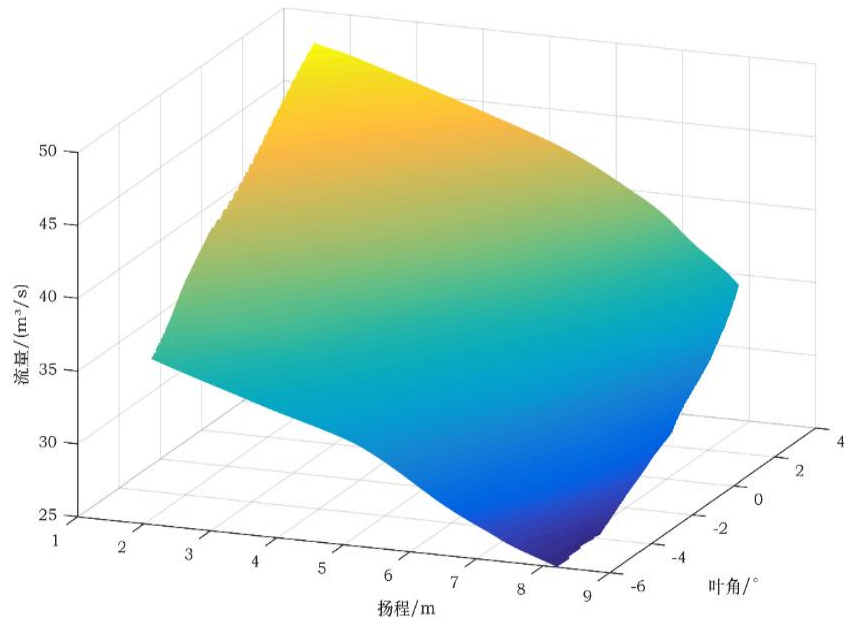
**场景2：**上游来水不稳定导致闸前水位变化大，为保持两侧分水流量稳定，需控制闸前水位，对节制闸进行匹配性调节，研发了恒水位水闸自动运行技术。



## 二、关键技术—智能控制

### ➔ 泵站优化与经济运行智能调控

以效率最高或运行费用最低为目标，在泵组实际特性曲线校正基础上建立泵站经济运行智能调节模型，提供开机台数、开机时段、叶片角度的最优组合决策，在调度、开机策略等问题上进行实时优化调整。

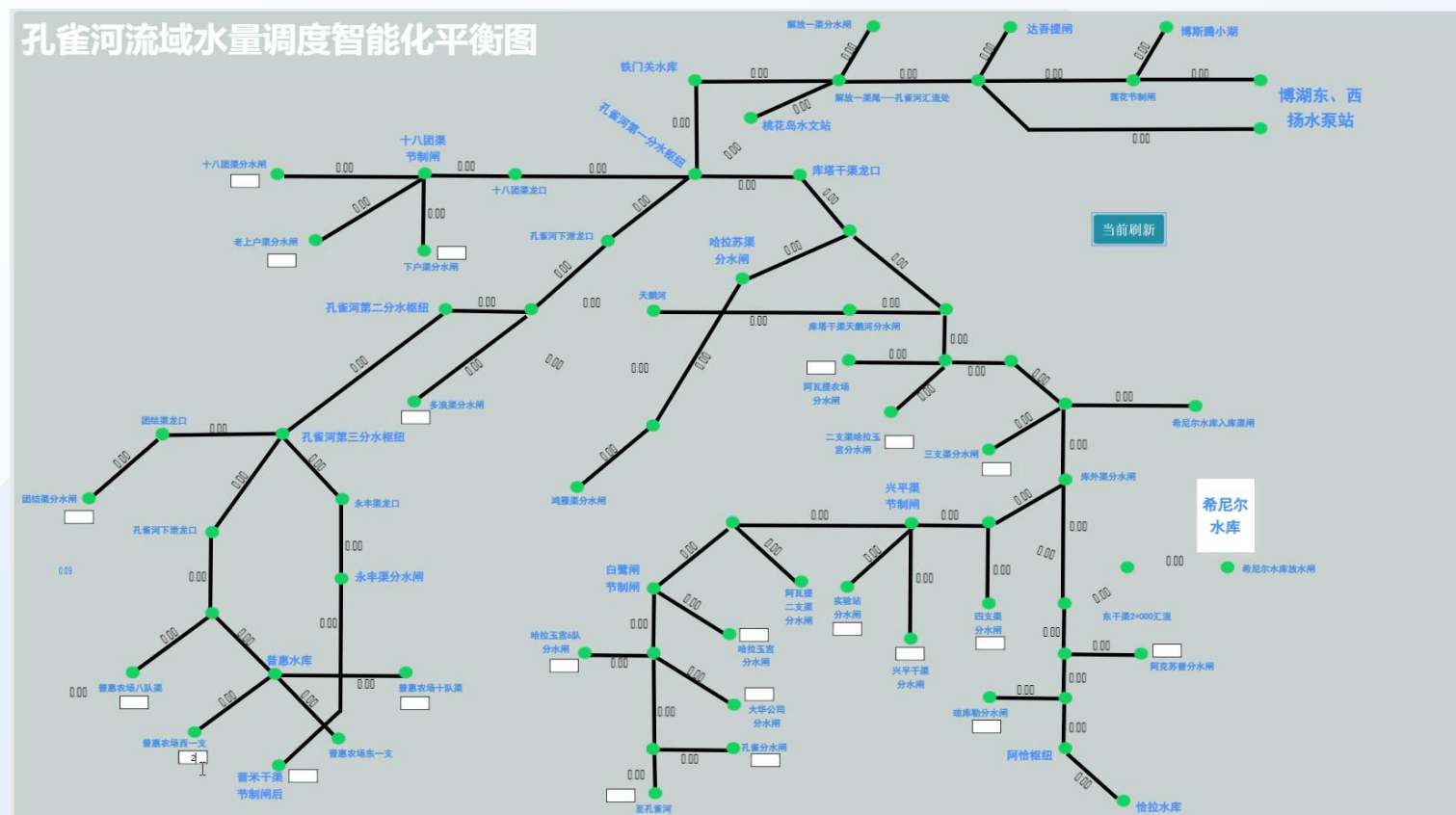


## 二、关键技术—调度决策

### 多分水口、水闸水量平衡

针对“以需定供”调水目标，基于“图论”技术开发水量平衡拓扑图，开展全线关联水闸调节方案自动生成。

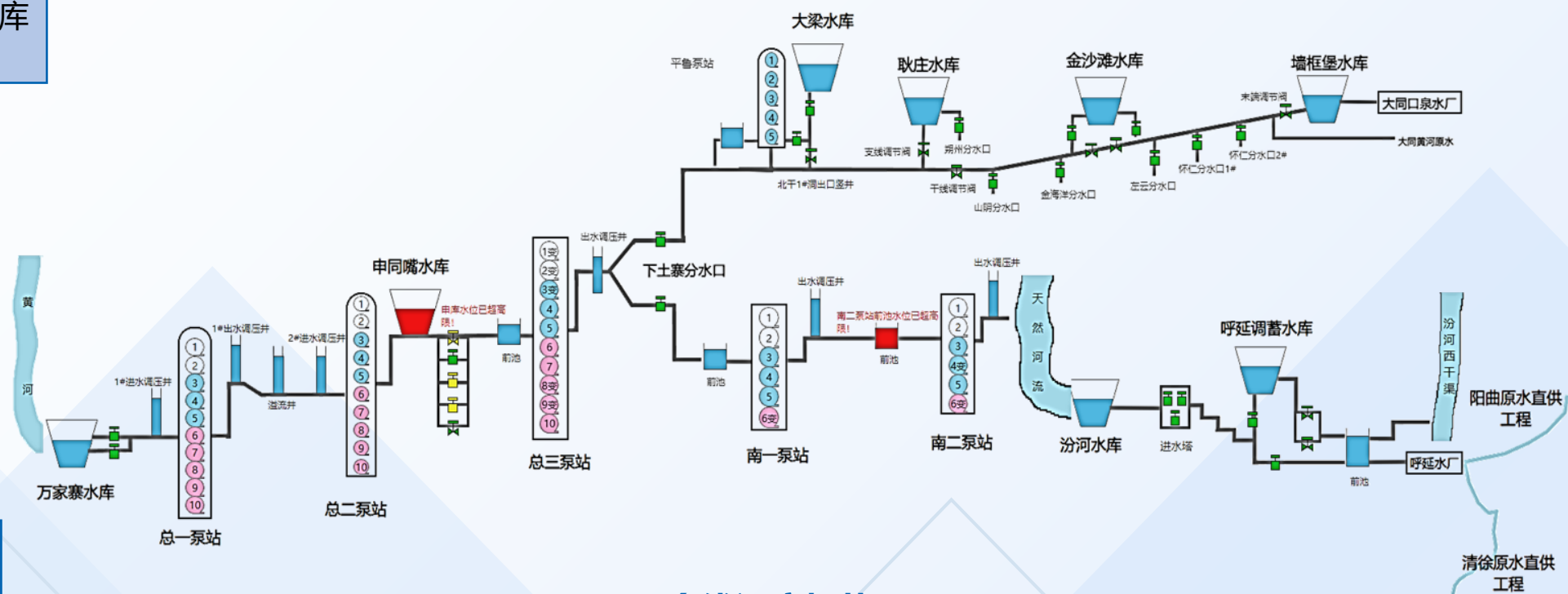
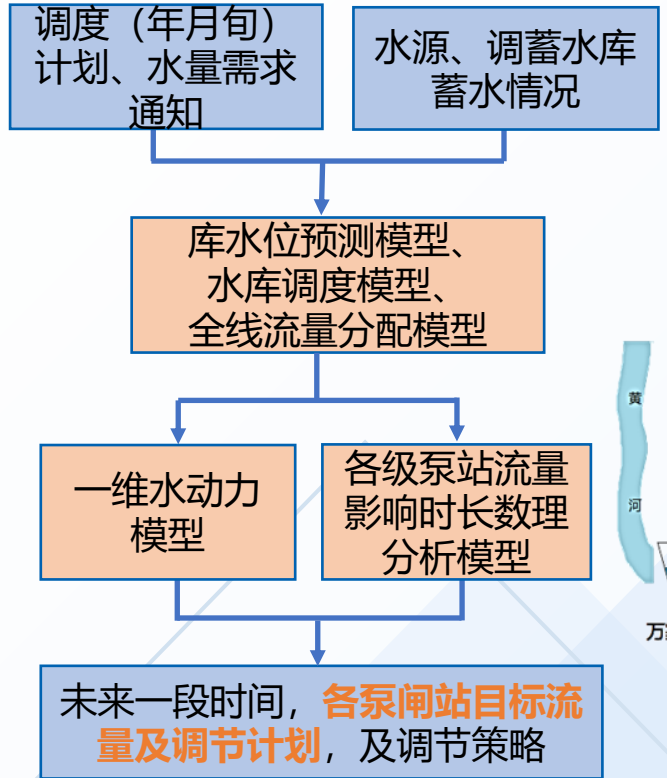
- ①流域分水口流量调整时要同步调节上游节制闸；
- ②多个分水口连续调流时，计算工作量庞大且易出错；
- ③多水源取水时，要按照调度原则分配水源取水量。



# 二、关键技术—调度决策

## 日常调度决策

根据需水情况及可供水量情况，通过流量分配决策模型、泵闸操作决策算法，实现调度指令自动生成，并在监控系统中安全、有序、自动、可靠、可控的自动执行。



全线调度拓扑图

## 二、关键技术-调度决策

### 城市防汛调度“四预”

为解决暴雨季城市内涝预排预降不及时的问题，通过气象预报与水文预报耦合应用，预测未来时段河网水位、流量变化情况，对超警戒信息及时预警，推演河网未来流动情况，给出排涝最优的闸泵调度预案，支撑城市河网防汛调度决策。

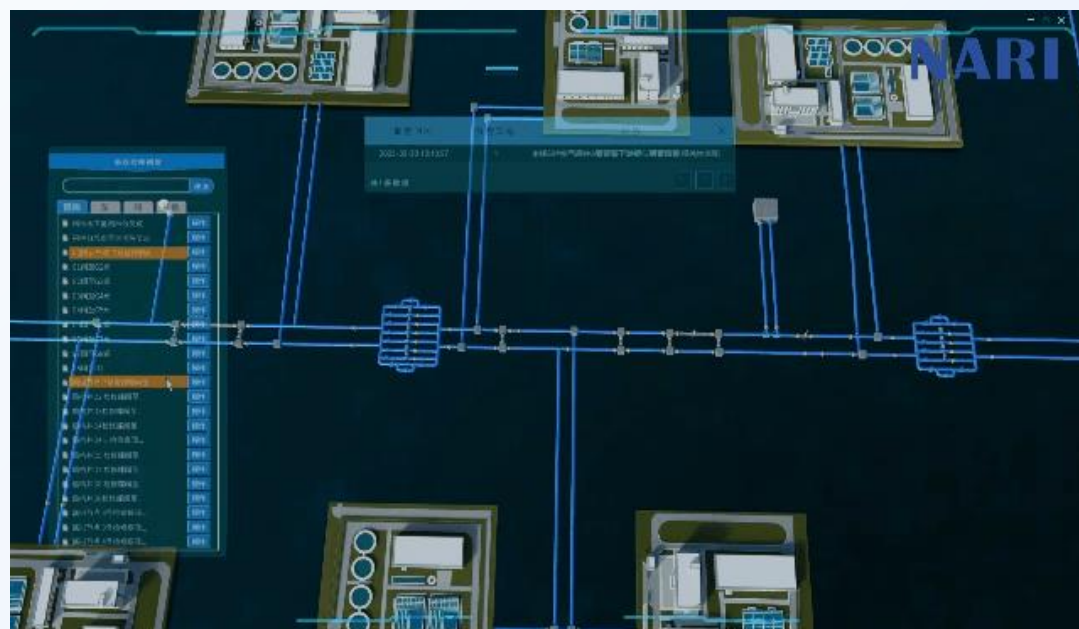




## 二、关键技术-调度决策

### 管道、渠道事故应急调度

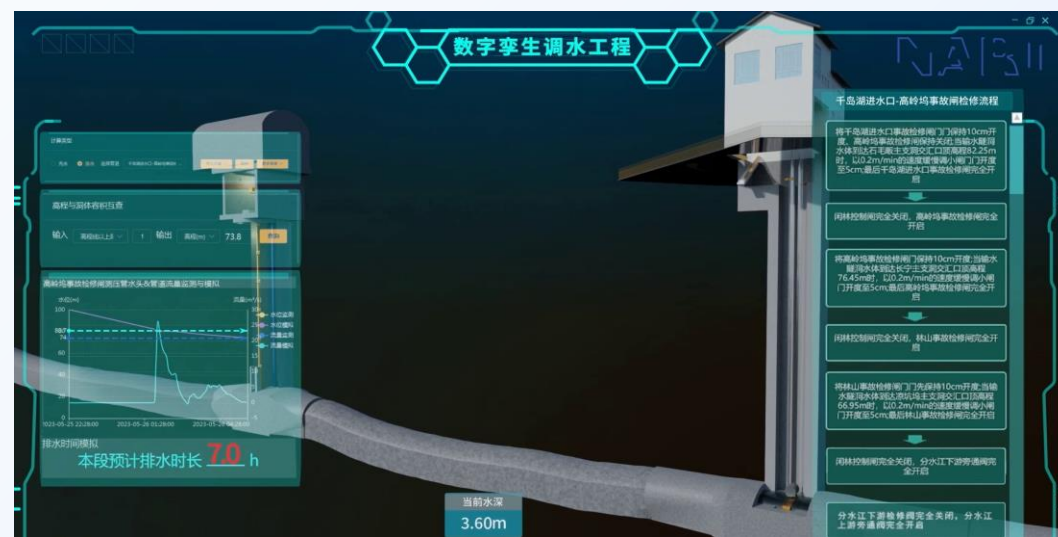
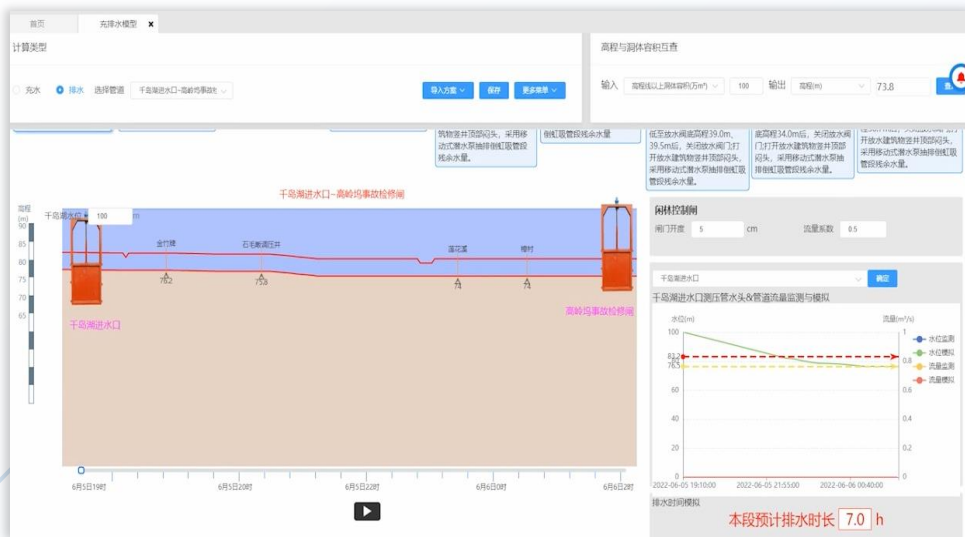
针对管网、渠系复杂的引调水工程应对漏水、爆管等应急事件，通过实时仿真及预案库匹配，提供最优应急预案，在安全保障下实现控制联动，将应急事件决策及执行缩短至分钟级，保障应急情况下处置有序。



## 二、关键技术-运维检修

### 隧洞、渠道检修充排水过程在线仿真

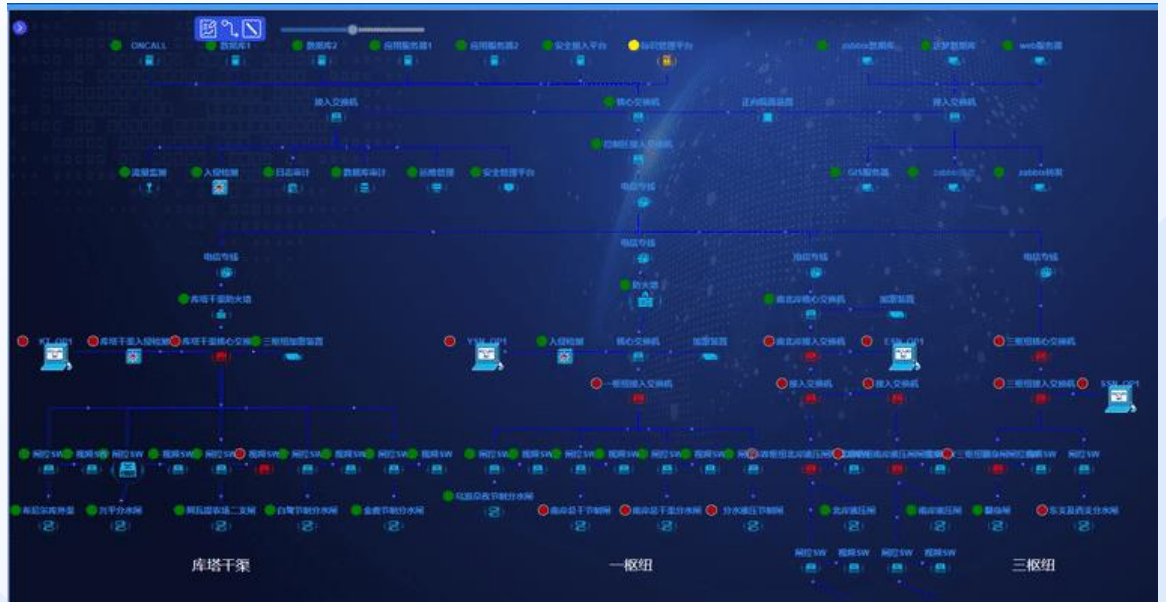
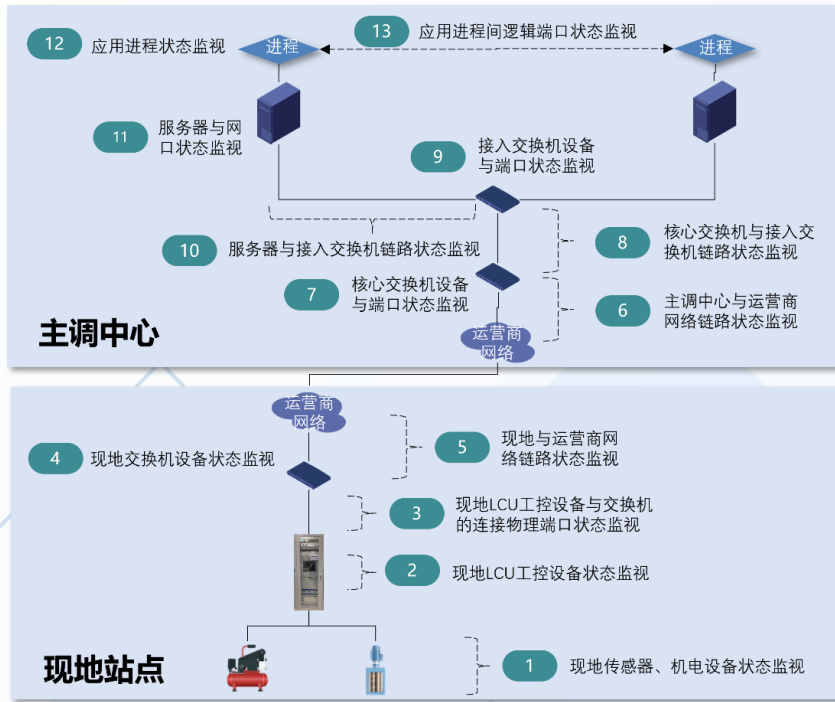
引调水工程供水保证率要求高，针对隧洞/管线分段应急检修需求，开展充/排水过程实时仿真，计算充/排水相关设备操作预案、充/排水预计时长等，指导运行人员制定停水及恢复供水的水量调度计划。



## 二、关键技术-运维检修

### 水网工程自动化、信息化系统全链条故障定位及智能运维

针对水网工程系统预警预控层级多、故障定位不精准不及时的问题，构建了“现地-站（所）-中心、硬件-软件-数据-网络-安全”全链路智能监控运维技术架构，攻关了故障快速定位算法及业务逻辑拓扑驱动的成因分析方法，运维故障定位及排查时间由小时级提升至分钟级。



“云-网-端”全链路监管与故障定位

## 二、关键技术-工程管理

### 支撑水利工程标准化管理

对标《关于推进水利工程标准化管理的指导意见》及其评价标准要求，通过“动态阈值预警”等技术手段，开展工程运行预测预警、设备全生命周期管理、日常工作任务闭环管理等应用，提升水利工程运行管理效能。

工程状况		安全管理			运行管护			监测预警		管理保障	
设备设施	安全管理	控制运用	检查观测	智能运维	项目管理	水政管理	运行监控	监测预警	综合事务	移动应用	
设备编码	目标职责	调度管理	日常检查	全网监视	项目查询	组织机构	全站监视	运行监视	任务管理	消息通知	
设备信息	现场管理	值班排班	专项检查	拓扑视图	项目下达	执法装备	设备监控	统计分析	效能考核	信息查询	
设备评级	风险管控	操作票管理	定期检查	运维监视	实施方案	执法巡查	一键启停	智能告警	制度标准	移动巡检	
设备台账	应急管理	工作票管理	点检检查	维保任务	实施准备	涉水项目监管	报表监视				
标识标牌	事故管理		试验检测	统计分析	项目实施	违法行为处理	报警一览				
特种设备	持续改进		工程观测	运维工单	验收准备	划界确权	历史查询				
消防设施	教育培训			运维知识库	项目验收	普法宣传					
建筑物管理	制度化管理										
物资管理											



水库



堤防



水闸



泵站



灌区



引供水



水电厂



山塘



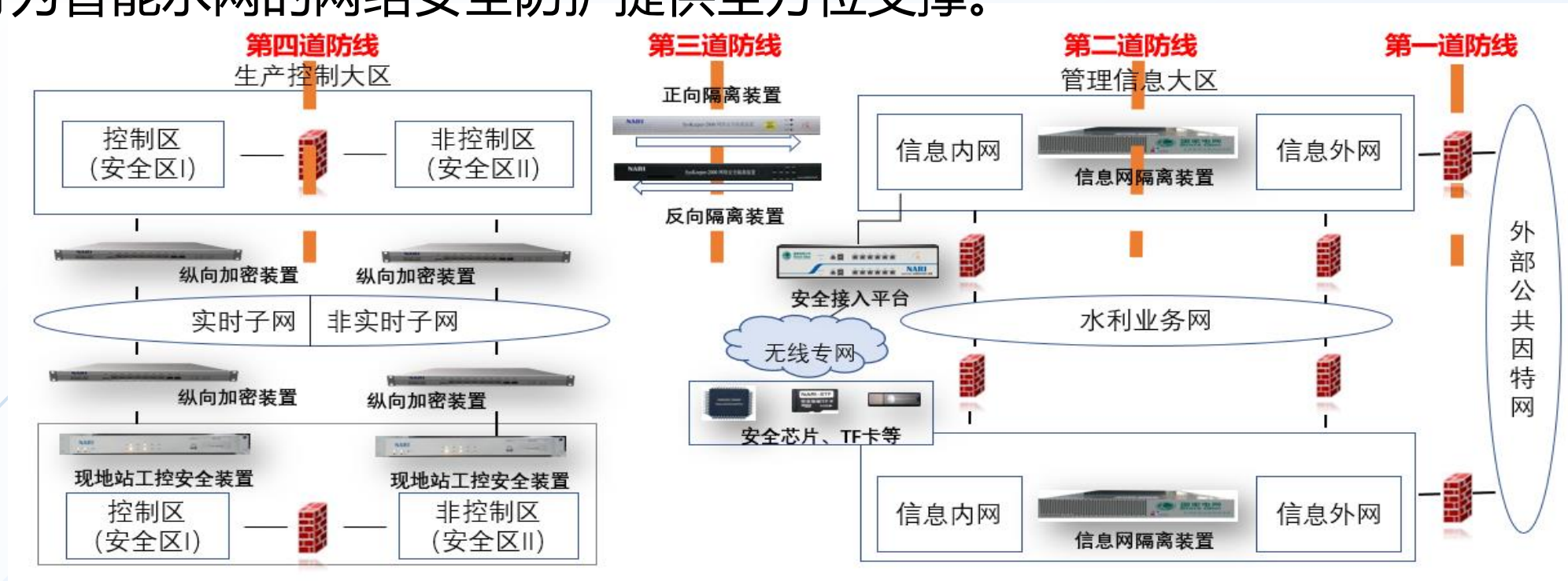
海塘

不同类型、不同规模

## 二、关键技术-信息安全

### 网络安全关键技术

网络安全体系建设是数字孪生水网重要组成。攻关安全区物理隔离、国产商用密码、安全操作系统等关键技术，自主研发了“横向隔离、纵向加密、信息网隔离、网络安全监测、安全接入平台”等安全防护关键装备，可为智能水网的网络安全防护提供全方位支撑。



# 3 第三部分 总结展望



### 三、总结展望

《国家水网建设规划纲要》提出，**到2025年**，要建设一批国家水网骨干工程，省市县水网有序实施，补齐水资源配置、防洪排涝、水网智能化等短板和薄弱环节，**水网工程智能化水平得到提升**，国家水安全保障能力明显增强；**到2035年**，基本形成国家水网总体格局，国家水网工程**数字化、网络化、智能化调度运用基本实现**。

国家水网建设是复杂的系统性工程，时间紧任务重。智能化运行需要多学科交叉和众多新兴信息技术的融合，更需要政府、社会资本、建管单位、科研院所、设计院、设备制造商、系统集成商等各行各业的戮力合作！

### 三、总结展望

NARI



7月6日下午，习近平总书记考察南瑞集团时指出，要**加快推动关键技术、核心产品迭代升级和新技术智慧赋能。**





**谢谢!**