

文件编号		文件密级	
项目名称		项目编号	

基于人工智能的设备巡视及远程状态检修
平台开发
产品需求规格说明书

共 45 页

编制

审核

会签

批准

发布日期：2024年 09月24日

目 录

文档修改记录	0
1. 总体要求.....	1
1.1. 系统框架及架构.....	1
1.1.1. 建设目标.....	1
1.1.2. 系统定位.....	1
1.1.3. 总体架构.....	1
1.1.4. 功能架构.....	3
1.2. 功能配置.....	4
1.3. 建设要求.....	7
1.3.1. 建设原则.....	7
1.3.2. 基本要求.....	7
1.3.3. 用户界面要求.....	8
2. 数字巡视平台功能.....	8
2.1. 首页展示.....	8
2.2. 设备画像可视化.....	9
2.2.1. 设备画像一张图.....	9
2.2.2. 自动化设备档案.....	11
2.3. 数据 AI 监测.....	13
2.3.1. 数据清洗.....	13
2.3.2. 数据智能监测.....	14
2.3.3. 数据预测.....	15
2.3.4. 异常规则管理.....	17
2.4. 自愈动作评价	24
2.4.1. 自愈模拟校验.....	24

2.4.2. 自愈复盘分析.....	25
2.5. 数字巡视.....	26
2.5.1. 巡视策略.....	26
2.5.2. 巡视分析报告.....	33
2.5.3. 问题库管理.....	35
2.5.4. 远程AI 检修.....	36
2.6. 基础功能.....	39
2.6.1. 权限管理.....	39
2.6.2. 用户管理.....	40
2.6.3. 个人中心.....	41
2.6.4. 日志管理.....	42
3. 与现有系统接口要求.....	42
3.1. OCS 系统.....	42
3.2. 电网管理平台系统.....	43
3.3. 生产运行支持系统.....	43
3.4. 物联网.....	43
4. 实用化指标.....	43
4.1. 性能配置.....	43
4.2. 验收标准.....	44

1.总体要求

1.1.系统框架及架构

1.1.1.建设目标

针对传统配网人工巡视的“事后被动式巡检”，未能及时发现及处理设备故障隐患等问题，本项目开发配电设备远程数字巡视平台，可按主动巡视策略远程巡视全区域配电设备，主动发现设备渐变性隐患，同时研制配网现场状态检修及测试装置，拓展影响设备运行的其他数据，辅助排查及处置现场设备故障，实现“数字巡检为主，现场巡检为辅”的主动运维模式。

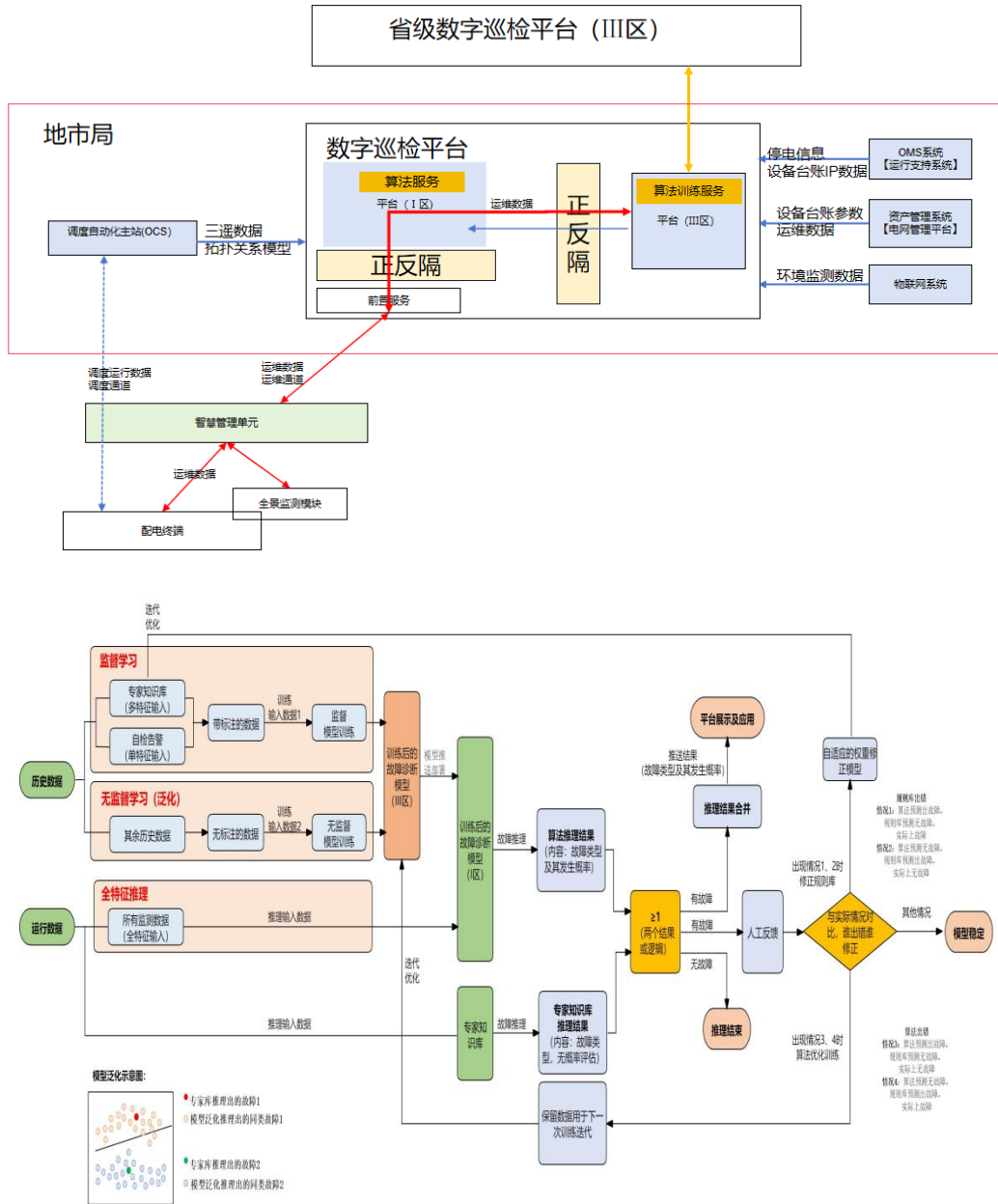
1.1.2.系统定位

数字巡视平台是支撑生产指挥中心的配网自动化设备业务运转的专业平台。

1.1.3.总体架构

总体技术架构分为三部分，一个是省级平台，一个是地市级平台，一个是现场设备。省级平台作为全省数字巡检算法的模型训练及全省设备状态监测平台，地级平台作为算法模型实际效果运行及设备巡检平台。

省级数字巡检平台推送新模型参数给地市数字巡检平台，模型有新增或者变化时实时推送。地市数字巡检平台每天定时推送设备台账信息、故障信息、告警信息、算法运行结果、设备状态等相关信息给省级平台。

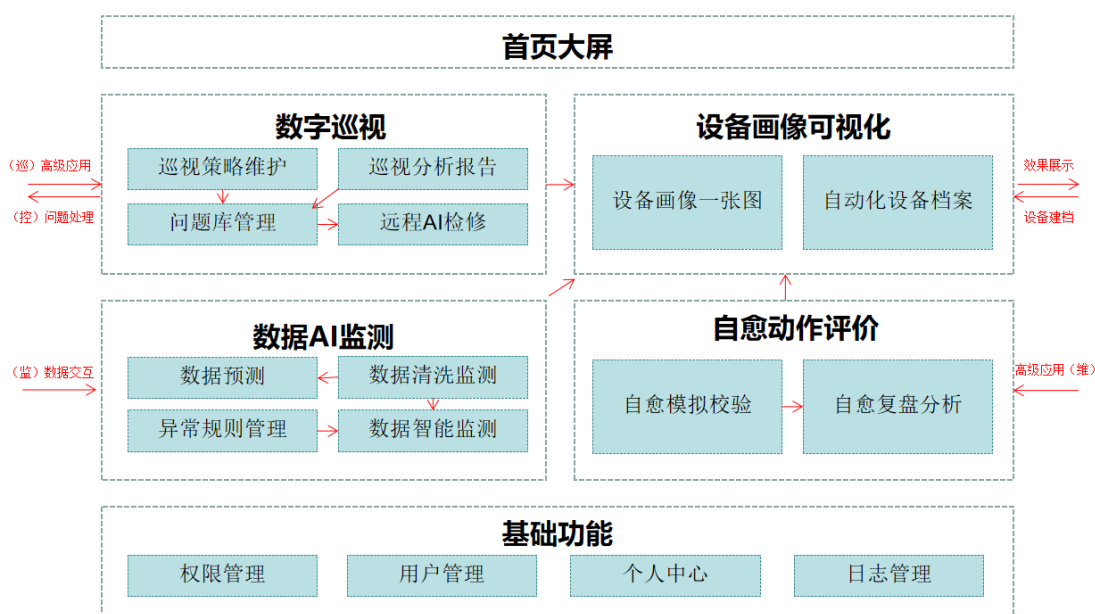


其中的 AI 算法及数据处理架构如上图。通过接口对接、文件交互等方式，严格控制数据流转，确保数据可信、可用，并不断完善算法可靠性。

将交互数据接入到数字巡检平台，平台将可用的数据推送给算法做训练使用并将新算法模型推送到平台算法运行区，运行的算法结合人工反馈将结果进行不断迭代算法优化。

1.1.4.功能架构

遵循数字生产总体规划，通过整合电网管理平台、配网生产运行支持系统、OCS 系统等各类数据，并按需集成已有界面成果，结合数字巡检平台的定位，按照数据结合实际业务“监”、“巡”、“控”、“维”的应用原则，构建全场景分析管控应用，包括设备画像、数据监测、自愈动作评价、数字巡视、综合管理等6个一级应用、16个功能模块，为生产指挥中心提供自动化设备“一站式服务应用平台”。



1.2.功能配置

序号	一级应用	二级应用	功能项	I区/III区	配置 (必选/ 可选)	备注 (AI配合)
1	首页 大屏			III区	必选	
2	数字 巡视	巡视 策略	定期巡视	I区、III区	必选	
3			特殊巡视	I区、III区	必选	
4			故障巡视	I区、III区	必选	
5			手动巡视	I区、III区	必选	
6		巡视 分析 报告	全局巡视分析报告	I区、III区	必选	
7			区域巡视分析报告	I区、III区	必选	
8			线路巡视分析报告	I区、III区	必选	
9			设备巡视分析报告	I区、III区	必选	
10		问题 库管 理	当前问题库	I区、III区	必选	
11			历史问题查询	I区、III区	必选	
12		远程 AI检 修	AI处理建议	I区、III区	必选	1. AI处理建 议基本措施建 议库
13			远程检修	I区、III区	必选	

14			AI 效果检验	I 区、III区	必选	1. AI 效果检验
15	设备 画像 可 视 化	设备 画像 一 张 图	单点设备画像	I 区、III区	必选	
16			单线图查看	I 区、III区	必选	
17			自动化设备故障打点	I 区、III区	必选	
18		自动 化 设 备 档 案	台账管理	I 区、III区	必选	
19			定值单查询	I 区、III区	必选	
20			自动化设备故障查询	I 区、III区	必选	
21			缺陷单查询	I 区、III区	必选	
22			标签管理	I 区、III区	必选	
23	数据 清 洗	清洗规则库	I 区、III区	必选	1. 清洗规则库	
24		清洗结果验证	I 区、III区	必选		
25		识别和记录问题	I 区、III区	必选		
26	数据 智 能 监 测	遥测智能监测	I 区、III区	必选		
27		遥信智能监测	I 区、III区	必选		
28		遥控智能监测	I 区、III区	必选		
29		录波智能监测	I 区、III区	必选		
30		运维智能监测	I 区、III区	必选		
31		数据 预 测	数据值预测	I 区、III区	自选	1. 数据值预测 规则库
32	故障事件预测		I 区、III区	自选	1. 故障事件预 测规则库	
33	异常 规 则 管 理	遥测异常专家库	I 区、III区	必选	1. 遥测异常专 家库	
34		遥信异常专家库	I 区、III区	必选	2. 遥信异常专 家库	

35			遥控异常专家库	I 区、III区	必选	3. 遥控异常专家库
36			录波异常专家库	I 区、III区	必选	4. 录波异常专家库
37			运维异常专家库	I 区、III区	必选	5. 运维异常专家库
38	自愈动作评价	自愈模拟	自愈模拟校验规则库	I 区、III区	必选	1. 自愈模拟校验规则库
39		校验	自愈模拟校验（静态）	I 区、III区	必选	
40		自愈复盘	自愈动作信息监控	I 区、III区	必选	1. 自愈动作信息提取规则库
41		分析	自愈动作故障原因 AI 查找（动态）	I 区、III区	必选	
42	基础功能	权限管理	角色管理	I 区、III区	必选	
43			接口管理	I 区、III区	必选	
44			菜单管理	I 区、III区	必选	
45		用户管理	用户列表	I 区、III区	必选	
46			在线用户	I 区、III区	自选	
47		个人中心	个人中心	I 区、III区	必选	
48		日志管理	操作日志	I 区、III区	必选	
49	后台运行功能	网关服务	访问后台接口流量控制和转发服务	I 区、III区	必选	
50		数据队列服务	推送数据到 RocketMQ	I 区、III区	必选	

51	文件服务	提供文件生成，移动文件，解析文件，文件入库	I区、III区	必选	
52	通信采集服务	提供不同规约（101/104/配网运维）的设备接入，设备通信，数据处理	安全接入区	必选	

1.3.建设要求

1.3.1.建设原则

（1）本质安全，自主可控

始终贯彻公司“安全第一”的管理理念，全面应用系统超前、溯源始本、科技创新的本质安全方法，实现人、物、环境、管理各要素安全可靠、和谐统一，强化信息安全管控与审查，确保安全可靠。稳步推进基础设施、基础软件等国产化进程，加强自主可控应用推广。

（2）专业落实，融合支撑

聚焦生产指挥中心多源数据融合支撑工作要求，加强各专业数据协同，发挥生产指挥中心“业务中台”作用，统一口径，促进自动化设备数据融合管理。

（3）继承发展，实用实效

借鉴各单位已有数字化建设成果，加强功能融合与推广，统筹管理应用紧迫性、适应性，试点先行，有序演进，注重解决地市级、县区级单位应用实际问题，聚焦用户体验，确保实用实效。

1.3.2.基本要求

（1）开放性要求

数字巡视平台及应用功能模块均应基于相关国际、国家、行业及企业标准开发，并支持模块或子系统间的数据和功能交互，系统规模和功能可按需扩展。

（2）可靠性要求

数字巡视平台建设时应充分考虑可靠性要求，关键硬件设备及软件采用冗余配置、集群、虚拟化、容灾备用等技术手段，对系统的架构、代码进行管控，消除应用、中间件、数据库等单点故障，确保不因部分软硬件故障而影响系统功能的正常运行。

（3）安全性要求

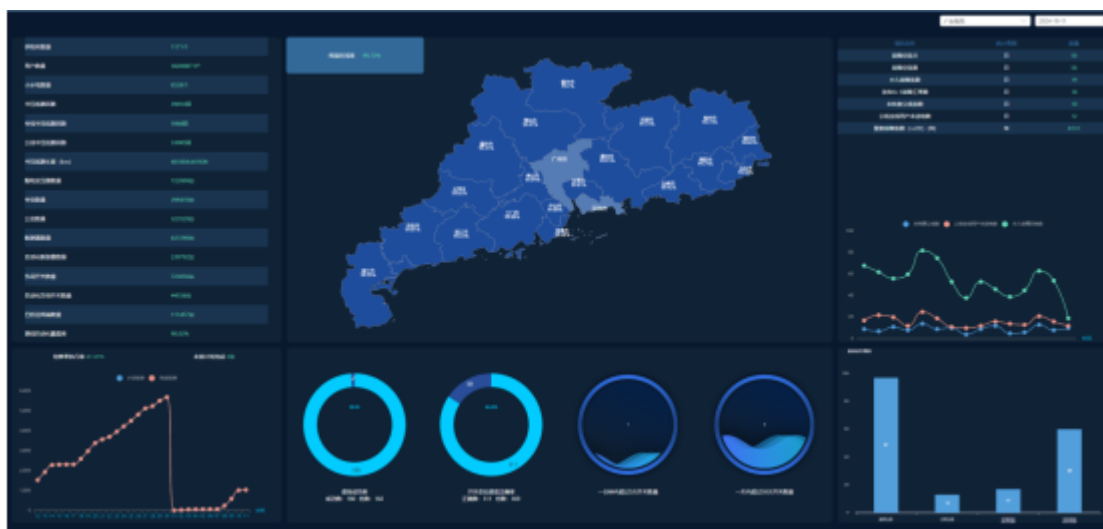
数字巡视平台满足信息系统安全等级保护相关标准、规范的要求。核心组件宜采用国产化自主可控技术，支持国产关系数据库、时序数据库、中间件等基础软件。数字巡视平台在运行过程中，不因系统、数据等问题影响电网安全生产工作。

1.3.3.用户界面要求

数字巡视平台按照统一界面规范进行建设，保持系统功能整体风格统一、人机交互逻辑统一。根据用户岗位职责，提供统一首页、统一告警界面等。

2.数字巡视平台功能

2.1.首页展示



2.2.设备画像可视化

2.2.1.设备画像一张图

2.2.1.1.功能说明

可实时、全面、动态地在地图上展示辖区范围内自动化设备的健康度评价、运行状态，使工作人员能够直观快速地管控辖区范围内的自动化设备，帮助工作人员科学决策。支持自动生成超期预警及逾期告警信息，发送给相关人员，促进快速消缺水平进一步提升。

2.2.1.2.功能要求

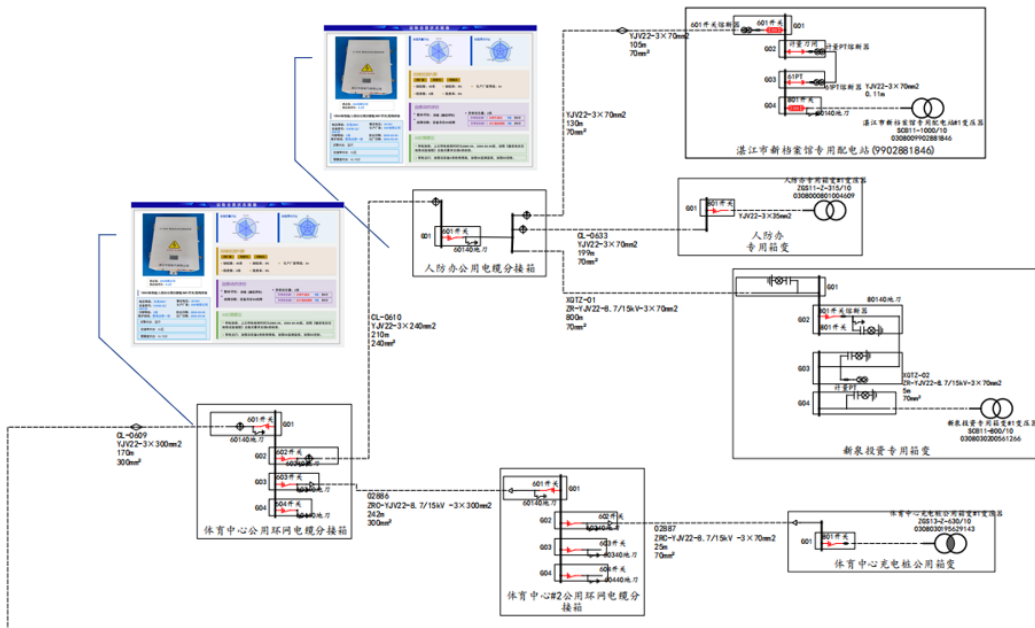
主要展示基于单线图的自动化设备故障事件打点，单线图上方展示自动化设备运行状态信息统计。

1) 单点设备画像：按照自动化设备的数据质量、运行故障、供健康指数、措施建议划分，明确信息展示内容，包括：遥测遥信异常、自检异常、环境异常、其他扩展等。



2) 单线图查看：应支持距离、区域等测量功能；应支持查看线路单线图功能。单线图集成生产运行支持系统（配电域）边侧系统智能监测模块功能。

3) 自动化设备故障事件打点：应支持基于单线图拓扑对自动化设备故障进行地图打点标记，支持地图缩放自动聚合故障事件。不同类型的故障采用不同符号展示，支持不同线路类型（架空线、电缆）、不同供电所的设备故障事件的筛选、显示与隐藏等功能。应支持设备故障事件的单线图搜索定位功能。



2.2.1.3. 界面要求

- 1) 设备画像一张图界面风格应遵循设计规范要求。
- 2) 设备故障停电明细页面应集成生产运行支持系统相关明细页面或明细数据，故障停电详情应集成生产运行支持系统相关详情页面。
- 3) 应提供设备故障事件告警界面，监测到故障信号后，及时通过

声光效果告警提醒值班人员。此告警应为强告警，区别于一般工单的提示音，且中低压告警分开，可选择开启/关闭告警。

2.2.1.4.数据要求

1.数据输入

1) 设备画像一张图的设备故障停电指标数据和明细数据来源于生产运行支持系统，要求与生产运行支持系统数据要求保持一致。

2) 需要从设备中心获取线路台账、配变台账数据，数据频率要求分钟级。

2.数据输出

1) 输出故障预警消息。

2) 输出故障统计数据。

3) 输出故障处置报告。

2.2.2.自动化设备档案

2.2.2.1.功能说明

以单线图为基础，可实时、全面的在地图上展示自动化设备运维工单信息总览，根据日、月、季度、年度时限，统计自动化设备运维工单数量。可记录全流程处理时限、平均工单处置时长，且能够显示考核时限，显示关键节点的时限考核指标。提供台账管理、定值单管理、自动化设备故障查询、缺陷单查询、标签管理等环节实时监控和量化管理功能。

2.2.2.2.功能要求

1.台账管理

能够按照属地供电局、电源类型、电压等级、自动化设备接入时

限、设备型号、图纸资料等进行查阅。

2. 定值单查询

能够按照属地供电局、定值单编号、电压等级、定值单时间、设备型号等进行查阅，增加 AI 自动校核功能。

3. 自动化设备故障查询

能够显示属地供电局、停电时间、复电时间、停电范围、停电原因等进行查阅。

4. 缺陷单查询

能够显示属地供电局、停电时间、复电时间、停电范围、停电原因等进行查阅。

5. 标签管理

能够显示属地供电局、设备健康度、设备状态等进行查阅。

2.2.2.3. 界面要求

1) 支持指标与地图结合展示：首页按照指标加地图的方式进行展示，支持按照对应不同供电所的分布进行展示。

2) 档案展示：自动化设备档案应支持按照台账、定值单、自动化设备故障信号、缺陷单、标签等不同的要素要求进行展示分析。

2.2.2.4. 数据要求

1. 数据输入

打通与生产、调度等数据共享，包括：

- 1) 生产侧：台账、缺陷单数据。
- 2) 调度侧：定值单、自动化设备故障信号数据。

2. 数据输出

- 1) 输出自动化设备运维信息。
- 2) 输出自动化设备健康度评价。

2.3.数据 AI 监测

2.3.1.数据清洗

2.3.1.1.功能说明

对遥测、遥信、遥控、录波、运维数据开展数据清洗监测，涉及识别和纠正数据集中的错误、不一致和重复信息，分析数据变化趋势及对应业务运作发展模式，根据变化规律研判定位异动及问题，针对性提升业务管理水平。

2.3.1.2.功能要求

1. 清洗规则库：确定数据清洗的目标和预期结果，明确哪些数据字段需要清洗，以及清洗的标准。根据数据质量标准制定清洗规则，规则包括如何如理缺失值、如何纠正错误格式、如何识别和合并重复记录等。

2. 清洗结果验证：在数据清洗过程中进行实时或定期监测，确保清洗规则得到正确执行，并且没有引入新的错误。对清洗后的数据进行验证，确保数据质量得到提升，与原始数据进行对比，检查清洗是否达到预期效果。

3. 识别和记录问题：记录监测过程中发现的所有数据清洗问题，对问题进行分类和优先级排序。

2.3.1.3.界面要求

提供信息列表、人工数据校正入口、AI 分析结果展示界面。

2.3.1.4.数据要求

1. 数据输入

1) 获取调度系统遥测数据，包括三相电压、三相电流、零序电压、零序电流、有功、无功、功率因素、相角等。

2) 获取调度系统遥信数据，包括开关位置、设备告警信息、事件记录等。

3) 获取调度系统遥控数据，包括遥控事件记录等。

4) 获取智慧管理单元录波数据（新增），包括录波事件记录等。

5) 获取智慧管理单元数据（新增），包括终端的日志、保护定值、功能逻辑投退、自动化参数、软件版本号等，以及环境的温湿度感应、电源回路监测数据、接地回路监测数据等。

2. 数据输出

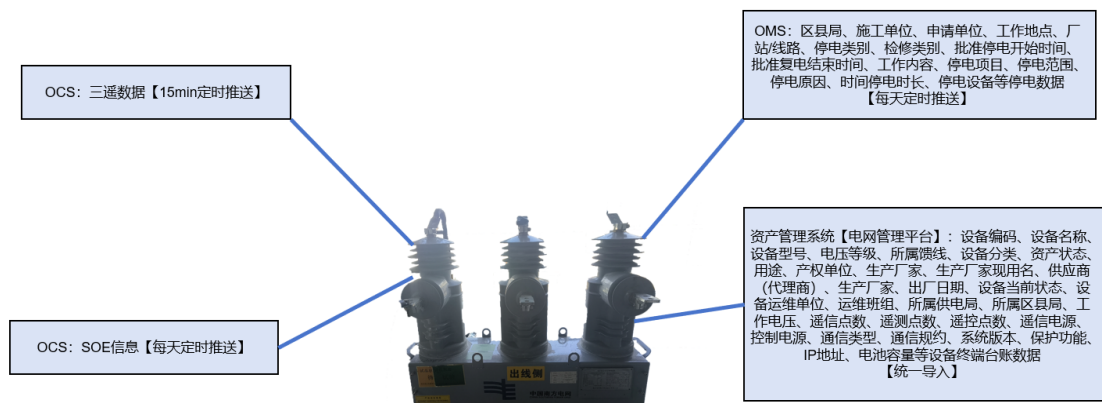
1) 输出数据监测 AI 分析结果。

2) 输出数据问题记录。

2.3.2.数据智能监测

2.3.2.1.功能说明

对遥测、遥信、遥控、录波、运维数据开展数据智能监测，执行数据异常规则管理要求，分析数据变化趋势及对应业务运作发展模式，根据变化规律显示及记录异动问题数据，针对性提升业务管理水平。



2.3.2.2.功能要求

1. 遥测智能监测：记录监测过程中发现的所有遥测数据问题，对问题进行分类和优先级排序。

2. 遥信智能监测：记录监测过程中发现的所有遥信数据问题，对问题进行分类和优先级排序。

3. 遥控智能监测：记录监测过程中发现的所有遥控数据问题，对问题进行分类和优先级排序。

4. 录波智能监测：记录监测过程中发现的所有录波数据问题，对问题进行分类和优先级排序。

5. 运维智能监测：记录监测过程中发现的所有运维数据问题，对问题进行分类和优先级排序。

2.3.2.3.界面要求

提供人工数据校正入口、智能监测结果展示界面。

2.3.2.4.数据要求

3. 数据输入

1) 获取调度系统遥测数据，包括三相电压、三相电流、零序电压、零序电流、有功、无功、功率因素、相角等。

2) 获取调度系统遥信数据，包括开关位置、设备告警信息、事件记录等。

3) 获取调度系统遥控数据，包括遥控事件记录等。

4) 获取智慧管理单元录波数据（新增），包括录波事件记录等。

5) 获取智慧管理单元数据（新增），包括终端的日志、保护定值、功能逻辑投退、自动化参数、软件版本号等，以及环境的温湿度感应、电源回路监测数据、接地回路监测数据等。

4. 数据输出

1) 输出数据智能监测分析结果。

2) 输出数据问题记录。

2.3.3.数据预测

2.3.3.1.功能说明

对遥测、遥信、遥控、录波、运维数据开展数据预测，使用历史

数据和统计模型来预测未来的数据趋势、事件发生概率或潜在的结果，分析数据变化趋势及对应业务运作发展模式，根据变化规律研判定位异动及问题，针对性提升业务管理水平。

2.3.3.2.功能要求

1. 数据值预测：使用 AI 模型进行实际预测，定期监控模型的预测性能，必要时进行模型更新或重新训练。理解预测模型输出的含义，包括预测值、置信区间、预测概率等，评估预测结果的可靠性和适用性。

2. 故障事件预测：将预测数据转化为可操作的见解，使用预测结果来支持业务决策。预测自动化设备故障风险发生的概率，以安排预防性维护，AI 智能建议维护时间表，推动订购替换元器件流程，减少停机时间。

2.3.3.3.界面要求

提供信息列表、人工数据校正入口、AI 分析结果展示界面。

2.3.3.4.数据要求

1. 数据输入

1) 获取调度系统遥测数据，包括三相电压、三相电流、零序电压、零序电流、有功、无功、功率因素、相角等。

2) 获取调度系统遥信数据，包括开关位置、设备告警信息、事件记录等。

3) 获取调度系统遥控数据，包括遥控事件记录等。

4) 获取智慧管理单元录波数据（新增），包括录波事件记录等。

5) 获取智慧管理单元数据（新增），包括终端的日志、保护定值、功能逻辑投退、自动化参数、软件版本号等，以及环境的温湿度感应、电源回路监测数据、接地回路监测数据等。

2. 数据输出

- 1) 输出数据监测 AI 分析结果。
- 2) 输出数据问题记录。

2.3.4. 异常规则管理

2.3.4.1. 功能说明

对遥测、遥信、遥控、录波、运维数据开展数据 AI 监测，明确异常规则管理，分析数据变化趋势及对应业务运作发展模式，根据变化规律研判定位异动及问题，针对性提升业务管理水平。

基于配网主站 OCS 系统采集的遥测、遥信、遥控数据，结合调度日常业务及数据构建设备异常预警模型，本次目标变量是多元分类变量，可采用的数据模型有：聚类与 K 评分、关联规则、神经网络、多元回归、时序分析，对时间范围内的信号数据进行分析处理，以终端为单位分析出预警结论，供现场人员巡检、维护做参考。

遥测信号的预警结论包括 PT 断线、CT 断线、零序 CT 接线异常、相 CT 分流等；遥信信号的预警结论包括开关储能回路异常、开关 SF6 气体压力低、开关保护装置异常、终端装置异常、远方就地把手错误、终端电池异常、终端工作电源异常、开关线路重过载、开关零序过压异常、线路电压越限等；遥控信号预警结论包括遥控预置失败；综合预警结论包括终端死机、终端接线异常、分布式能源异常等。

2.6.1. 遥测信号异常模型

（1）PT 断线：终端通信正常且 $CT > 0A$ 正常刷新的前提下，三相 PT 连续 5 个采样点数值均为 0 且在当日发生 80%以上突变，预警 PT 三相断线；三相 PT 连续 5 个采样点任意一相均超过 9kV 至 11kV，预警该相 PT 断线。

（2）零序 CT 接线异常：终端通信正常且 $3I_0 > 10A$ 。

（3）相 CT 分流：终端通信正常且 $PT > 0V$ 正常刷新的前提下， $I_a > 1A$ 、 $I_c > 1A$ 、 $I_b = 0$ 且 $I_a / (I_a + I_c) > 0.6$ 或 $I_a / (I_a + I_c) < 0.4$ ，预警 A 相 CT 分流； $I_a > 1A$ 、 $I_c > 1A$ 、 $I_b = 0$ 且 $I_c / (I_a + I_c) > 0.6$ 或 $I_c / (I_a + I_c) < 0.4$ ，预警 C 相 CT 分流； $I_a > 1A$ 、 $I_c > 1A$ 、 $I_b > 1A$ 且 $I_a / (I_a + I_b + I_c) > 0.4$ 或 $I_a / (I_a + I_b + I_c) < 0.266$ ，预警 A 相 CT 分流； $I_a > 1A$ 、 $I_c > 1A$ 、 $I_b > 1A$ 且 $I_b / (I_a + I_b + I_c) > 0.4$ 或 $I_b / (I_a + I_b + I_c) < 0.266$ ，预警 B 相 CT 分流； $I_a > 1A$ 、 $I_c > 1A$ 、 $I_b > 1A$ 且 $I_c / (I_a + I_b + I_c) > 0.4$ 或 $I_c / (I_a + I_b + I_c) < 0.266$ ，预警 C 相 CT 分流。

2.6.2.遥信信号异常模型

（1）开关储能回路异常：“开关储能”且前后 5 秒内有开关合闸变位；开关合闸变位且前后 5 秒内没有“开关储能”复归信号。

（2）开关 SF6 气体压力低：“SF6 气体压力低告警”。

（3）开关保护装置异常：“开关保护装置异常告警”。

（4）终端装置异常：“分接箱通讯管理机装置异常告警”或“装

置（总）告警”。

（5）远方就地把手错误：“开关远方/就地”且遥控预置不成功或“开关远方/就地”且15分钟内没有“开关位置（合）”、“开关位置（分）”、“开关合位”、“开关分位”。

（6）终端电池异常：开关在合位且 $PT > 0V$ ，“FTU 电池(总)告警”、“DTU 电池欠压告警”；开关在分位或 $PT = 0V$ ，“FTU 电池(总)告警”、“DTU 电池欠压告警”且8小时内未复归。

（7）终端工作电源异常：开关在合位且 $PT > 0V$ ，“FTU 工作电源异常”、“DTU 工作电源异常(交流电未供给蓄电池)”；开关在分位或 $PT = 0V$ ，“FTU 工作电源异常”、“DTU 工作电源异常(交流电未供给蓄电池)”且8小时内未复归。

（8）开关线路重过载：“开关线路重载告警”。

（9）开关零序过压异常：“开关零序过压告警”、“开关线路零序过压告警”。

（10）开关线路电压越限：“开关线路电压越限告警”。

2.6.3. 遥控信号异常模型

（1）开关遥控异常：开关遥控预置失败无一成功。

（2）终端遥控异常：同一IP的自动化终端，2个及以上开关遥控预置均失败。

2.6.4.综合信号异常模型

（1）终端死机：终端遥控异常且电流值 $>20A$ 连续 10 个采样点无数据变化；或终端装置异常且终端遥控异常。

（2）终端接线异常：同一 IP 的自动化终端，所有开关均出现相同遥信异常信号。

（3）分布式能源异常：通过图模检索台账属性为电源的变压器，根据电气拓扑关系追溯上级自动化开关台账，单独监控该开关电压、电流峰值及“开关线路电压越限”、“开关线路重过载”、“开关零序过压异常”等异常遥测遥信。

2.3.4.2.功能要求

1.遥测异常专家库

（1）PT 断线：终端通信正常且 $CT > 0A$ 正常刷新的前提下，三相 PT 连续 5 个采样点数值均为 0 且在当日发生 80%以上突变，预警 PT 三相断线；三相 PT 连续 5 个采样点任意一相均超过 9kV 至 11kV，预警该相 PT 断线。

（2）零序 CT 接线异常：终端通信正常且 $3I_0 > 10A$ 。

（3）相 CT 分流：终端通信正常且 $PT > 0V$ 正常刷新的前提下， $I_a > 1A$ 、 $I_c > 1A$ 、 $I_b = 0$ 且 $I_a / (I_a + I_c) > 0.6$ 或 $I_a / (I_a + I_c) < 0.4$ ，预警 A 相 CT 分流； $I_a > 1A$ 、 $I_c > 1A$ 、 $I_b = 0$ 且 $I_c / (I_a + I_c) > 0.6$ 或

$I_c / (I_a + I_c) < 0.4$ ，预警 C 相 CT 分流； $I_a > 1A$ 、 $I_c > 1A$ 、 $I_b > 1A$ 且 $I_a / (I_a + I_b + I_c) > 0.4$ 或 $I_a / (I_a + I_c) < 0.266$ ，预警 A 相 CT 分流； $I_a > 1A$ 、 $I_c > 1A$ 、 $I_b > 1A$ 且 $I_b / (I_a + I_b + I_c) > 0.4$ 或 $I_a / (I_a + I_c) < 0.266$ ，预警 B 相 CT 分流； $I_a > 1A$ 、 $I_c > 1A$ 、 $I_b > 1A$ 且 $I_c / (I_a + I_b + I_c) > 0.4$ 或 $I_a / (I_a + I_c) < 0.266$ ，预警 C 相 CT 分流。

（4）越限异常：通过图模检索台账属性为电源的变压器，根据电气拓扑关系追溯上级自动化开关台账，单独监控该开关电压、电流峰值及“开关线路电压越限”、“开关线路重过载”、“开关零序过压异常”等异常遥测遥信。

2.遥信异常专家库

（1）开关储能回路异常：“开关储能”且前后 5 秒内有开关合闸变位；开关合闸变位且前后 5 秒内没有“开关储能”复归信号。

（2）开关 SF6 气体压力低：“SF6 气体压力低告警”。

（3）开关保护装置异常：“开关保护装置异常告警”。

（4）终端装置异常：“分接箱通讯管理机装置异常告警”或“装置（总）告警”。

（5）远方就地把手错误：“开关远方/就地”且遥控预置不成功或“开关远方/就地”且 15 分钟内没有“开关位置（合）”、“开关位置（分）”、“开关合位”、“开关分位”。

（6）终端电池异常：开关在合位且 $PT > 0V$ ，“FTU 电池(总)告警”、“DTU 电池欠压告警”；开关在分位或 $PT = 0V$ ，“FTU 电池(总)告警”、“DTU 电池欠压告警”且 8 小时内未复归。

（7）终端工作电源异常：开关在合位且 $PT > 0V$ ，“FTU 工作电源异常”、“DTU 工作电源异常(交流电未供给蓄电池)”；开关在分位或 $PT = 0V$ ，“FTU 工作电源异常”、“DTU 工作电源异常(交流电未供给蓄电池)”且 8 小时内未复归。

（8）开关线路重过载：“开关线路重载告警”。

（9）开关零序过压异常：“开关零序过压告警”、“开关线路零序过压告警”。

（10）开关线路电压越限：“开关线路电压越限告警”。

3.遥控异常专家库

（1）开关遥控异常：开关遥控预置失败无一成功。

（2）终端遥控异常：同一 IP 的自动化终端，2 个及以上开关遥控预置均失败。

4.录波异常专家库

（1）波形突变异常：波形突变超过阈值。

（2）谐波异常：谐波含量超过阈值。

5.运维信号异常模型

（1）终端死机：终端遥控异常且电流值 $>20A$ 连续 10 个采样点无数据变化；或终端装置异常且终端遥控异常。

（2）终端接线异常：同一 IP 的自动化终端，所有开关均出现相同遥信异常信号。

（3）环境异常：通过新增采集的环境的温湿度感应、电源回路监测数据、接地回路监测数据等判断环境异常缺陷。

（4）定值单异常：通过采集的定值数据与定值单进行校验对比。

2.3.4.3.界面要求

提供信息列表、人工数据校正入口、AI 分析结果展示界面。

2.3.4.4.数据要求

1. 数据输入

1) 获取调度系统遥测数据，包括三相电压、三相电流、零序电压、零序电流、有功、无功、功率因素、相角等。

2) 获取调度系统遥信数据，包括开关位置、设备告警信息、事件记录等。

3) 获取调度系统遥控数据，包括遥控事件记录等。

4) 获取智慧管理单元录波数据（新增），包括录波事件记录等。

5) 获取智慧管理单元数据（新增），包括终端的日志、保护定值、功能逻辑投退、自动化参数、软件版本号等，以及环境的温湿度感应、电源回路监测数据、接地回路监测数据等。

2. 数据输出

1) AI 迭代异常规则管理。

2.4.自愈动作评价

为发挥数字巡视平台集约化、专业化管控穿透能力，构建电网自愈动作评价机制，以解决线路自愈动作不可靠的问题，确保线路自愈动作可知、可控。

2.4.1.自愈模拟校验

2.4.1.1.功能说明

在自愈动作前，基于设备拓扑、定值、主站配置、自愈策略等数据进行自愈模拟校验，如果不能成功进行原因分析。

2.4.1.2.功能要求

1. 自愈模拟校验规则库

保护配置信息可视化展示，支持监控保护定值发布动态，关联装置自检信息、操作预置信息、通信信息，形成自愈模拟校验规则库。

2. 自愈模拟校验（静态）

应支持主动自愈模拟校验，及时提示运行风险。通过静态的自愈模拟校验可以在自愈动作发生前，对自愈行为有一个初步的判断。

2.4.1.3.界面要求

应展示自愈动作评价结果，能在地图上选择线路类型的图层，可自由选择图层叠加。

2.4.1.4.数据要求

1.数据输入

- 1) 应接入 OCS 系统数据。
- 2) 应接入运支系统数据。

2.数据输出

- 1) 输出自愈模拟校验分析结果。

2.4.2.自愈复盘分析

2.4.2.1.功能说明

对自愈失败的原因进行复盘分析，判断是否为设备原因引起，定位问题范围。

2.4.2.2.功能要求

1. 自愈动作信息监控

根据保护动作管理要求，通过动作报文、四遥信息变位等统计分析，结合自动化设备状态、录波动作情况，实现自愈动作信息汇集。

2. 自愈动作故障原因 AI 查找

应支持基于单线图，对专业类别、隐患类型、隐患等级、电压等级、设备类型等不同维度支持数据过滤、查询定位、联动分析等功能

2.4.2.3.界面要求

应展示自愈动作评价结果，能在地图上选择线路类型的图层，可自由选择图层叠加。

2.4.2.4.数据要求

1. 数据输入

1) 应接入 OCS 系统监控分析、录波数据监控分析等统计结果数据。

2. 数据输出

- 1) 输出自愈动作信息监控结果。
- 2) 输出自愈动作评价结果。

2.5.数字巡视

2.5.1.巡视策略

2.5.1.1.功能说明

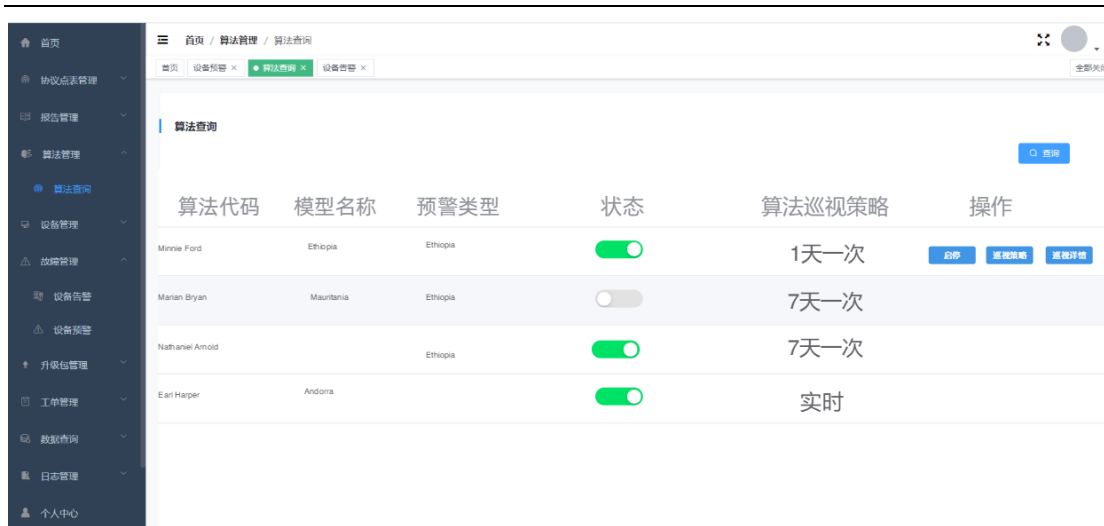
基于数字化巡检运行数据，结合配电自动化设备的厂家、型号、历史工单、役龄、在运状态、工作环境等影响因素（设置权重）建立故障率修正模型；计算健康指数与故障率之间的函数关系，构建考虑多因素的配电自动化设备健康指数评估模型，并应用于实际配电网自动化设备的健康状况分析，给出了设备的健康指数。支撑工作人员制定检修、巡视策略参考。

2.5.1.2.功能要求

结合配网设备设施运行状况、气候环境变化情况以及上级运维管理部门的要求，开展针对不同典型巡视场景的差异化巡检工作，巡视主要分为定期巡视、特殊巡视、故障巡视、手动巡视等类型，通过及时发现和消除设备缺陷，确保设备安全运行。这些巡视形式各有侧重，共同构成了保障电力设备安全运行的重要环节。

1) 定期巡视

定期巡视即正常周期性巡视，根据传统人工巡检模式下专责巡线员的巡视计划进行设计，固定周期自动对线路、片区、全局进行数字巡视，并自动生抽巡视分析报告，巡视周期按一年一次、一季度一次、一月一次、半月一次、一周一次、一天一次的巡视策略执行，每次巡视时要完成的是跨度周期内所有运行情况的汇总，而非简单的周期时刻的断面巡视。主要目的是掌握管辖区域设备缺陷和周围环境的安全隐患，有助于确保线路和设备的正常运行。



The screenshot shows a web interface for 'Algorithm Management / Algorithm Query'. It features a sidebar with navigation options like 'Home', 'Algorithm Management', 'Device Management', etc. The main content area displays a table with columns for 'Algorithm Code', 'Model Name', 'Warning Type', 'Status', 'Algorithm Patrol Strategy', and 'Operations'. The table lists four entries with their respective configurations and status indicators (on/off toggles).

算法代码	模型名称	预警类型	状态	算法巡视策略	操作
Mirre Ford	Ethiopia	Ethiopia	<input checked="" type="checkbox"/>	1天一次	保存 删除策略 查看详情
Marian Bryan	Mauritania	Ethiopia	<input type="checkbox"/>	7天一次	
Nathaniel Arnold		Ethiopia	<input checked="" type="checkbox"/>	7天一次	
Eeri Harper	Andonia		<input checked="" type="checkbox"/>	实时	

2) 特殊巡视

特殊巡视是在遇到气候恶劣（如台风、暴雨、覆冰等）、河水泛滥、火灾和其他特殊情况下，平台根据气候环境的变化自动发起特殊巡检任务，对受影响线路的全部或部分进行巡视或检查，并生成巡检分析报告。这种巡视方式旨在查明设备在异常运行和过负荷等特殊情况下的异常现象。

3) 故障巡视

故障巡视是在定期巡视中发现发生重大故障时平台立即自动发起的巡视，如装置死机、线路断线等重大故障发生时，巡视范围只针对发生重大故障的对象进行，持续时间 24 小时，每 15 分钟出一次巡视结果（根据配电终端数据上送周期为 15 分钟设计）。目的是查明故障情况，找出故障点和原因，给出相应的处理建议。故障巡视特别需要注意安全，如发生导线断落地面时，重复发出重大告警时间，并及时巡检结果给有关领导，尽快组织抢修，并采取安全措施，防止人员经过触电。

4) 手动巡视

手动巡视是根据当前临时的巡视计划和需求进行的巡视，平台可手动立即开展巡视任务，并可设置巡视范围、持续时间。其中持续时

间可向前设置，完成对历史某段时间巡视情况汇总；也可以向后设置，完成对未来某段时间的持续监视，直至到达结束时刻，生成巡视分析报告。

2.5.1.3.界面要求

巡视策略维护页面应包含巡视执行策略配置、巡视结果展示界面，支持对不同区域、不同线路、不同设备、持续时间（包括向前持续和向后持续）等参数进行选择。

2.5.1.4.数据要求

1) 数据输入

数字巡视通过对配网设备运行、运维等数据，按照巡视策略进行识别、分析、统计，从而诊断配网设备的健康情况，存在的缺陷、隐患等，所需要的输入数据、要求至少包括下表所列内容。

序号	数据来源	数据类别	范围	输入频次	数据用途	备注
1	OCS系统	三遥(遥测、遥信、遥控)	被巡视全局(如全市)	首次算法训练需提供至少一年全局三遥数据，平台上线后按每15分钟一次频次主动推送给算法。	1) 用于算法模型训练； 2) 用于数据质量评估、运行故障诊断、健康指数评估等。	前期的判断机理库希望各专家能协助
2	OCS系统	配电终端定值单/参数	被巡视全局(如全市)	平台上线前全部同步，上线后有变化时推送	用于定值校核巡视	如果定值需要算法完成则需要用到
3	OCS系统	自愈规则	被巡视全局(如全市)	平台上线前全部同步，上线后有变化时推送	自愈规则静态校验	如果自愈规则静态校验由算法完成则需要用到
4	单线图系统	配网线路拓扑信息、地理位置信息	被巡视全局(如全市)	平台上线前全部同步，上线后有变化时推	自愈规则静态校验	如果自愈规则静态校验由算法完成

				送		则需要用到
5	XTU 采样 数据	配电终端运 维数据（装 置信息、软 件版本号、 日志、CPU 负荷率、定 值单/参数）	需 要 被 巡 视 配 电 设备	首次算法训练 需提供已有数 据，平台上线 后按每15分 钟一次频次主 动推送给算 法。	1) 用于算法 模型训练； 2) 用于数据 质量评估、 运行故障诊 断、健康指 数评估等。	CPU 负荷率 是否能采集 到
6	XTU 采样 数据	环境温湿度 （XTU 增加 温湿度采集 传感器）	需 要 被 巡 视 配 电 设备	首次算法训练 需提供已有数 据，平台上线 后按每15分 钟一次频次主 动推送给算 法。	1) 用于算法 模型训练； 2) 用于数据 质量评估、 运行故障诊 断、健康指 数评估等。	如果需要算 法对环境温 湿度进行分 析（温湿度 异常及持续 时间）则需 要用到
7	巡检 平台	处理措施意 见反馈	每 次 平 台 发 现 运 行 故 障 后，班 组 人 员 实 际 消 缺 措 施 的 反 馈	每次消缺时	用于 AI 处理 建议优化迭 代	
8	其他					平台用到的 其他数据输 入，由南网 科技补充

2) 数据输出

数字巡视结果的数据输出通过巡视报告、设备画像、巡视结果查询窗口等方式展示，输出数据包括算法通过人工智能机理返回数据，以及巡检平台通过逻辑机理分析返回的数据。

其中通过人工智能机理返回数据主要内容如下（后续算法迭代训练后扩充返回项）：

类别	一级标签	二级标签	判断机理	说明
----	------	------	------	----

数据质量评估	遥测数据异常次数	遥测突变：XX次	AI 识别不符合逻辑的遥测数据突变，并统计次数。电压短时内突变升高，又短时内突变下降。	数据是否能准确正常的采集，反映了配电设备采集功能的健康情况，通过对输入的遥测、遥信等数据质量进行识别和清洗，找出异常数据并进行统计分析。
		遥测错误：XX次	AI 识别遥测数据错误异常，并统计次数。如相电压与线电压明显不满足计算关系、线路断路器闭合但采集到电压为零、电压电流数据正常但有功无功数据异常等。	
	遥信数据异常次数	信号漏发：XX次	全站事故总信号未自动复归，再次触发事故总信号时导致漏发事故总，未能引起值班员注意，影响对事故的分析判断。	
		信号频发：XX次	遥信硬接点输入信号，以ms级的频率不断发送。	
运行故障诊断	设备故障诊断	装置异常次数：XX次 异常持续时间：XX秒	装置异常告警，未收到复归信号表征持续异常	通过对配电设备本体自检信号进行持续巡视，统计分析重要运维告警信号，诊断设备故障情况，解决配调值班人员漏监信号，对人身、设备造成重大安全隐患问题。
		通信中断次数：XX次 中断持续时间：XX秒	装置通信中断告警，未收到复归信号表征持续中断	
		电池电压低/欠压次数：XX次 持续时间：XX秒	电池电压低告警或电池欠压告警，未收到复归信号表征告警持续	
		CPU 平均负荷率：XX% CPU 重载（超40%）负荷率：XX次 CPU 重载（超40%）持续时间：XX秒 结合CPU负荷率曲线图	CPU 负荷率>40%判为重载，重载次数及持续时间反映CPU运行健康状态	
		环境温度平均值：XX℃ 异常次数：XX次 异常持续时间：XX秒	环境温度>50℃时判为环境温度异常	
		环境湿度平均值：XX% 异常次数：XX次 异常持续时间：XX秒	环境温度>50℃时判为环境温度异常	

	浪涌（雷击）入侵次数：XX次 二次协调防雷器是否翻牌：是/否	环境湿度>70%时判为环境温度异常	
	接地平均电流：XXmA 接线地是否可靠：是/否	接地电流值反映地接靠可靠性，地线松动、断线、连接不可靠均会造成接地电流变化。	
	终端死机：概率XX%	终端遥控异常且电流值>20A连续10个采样点无数据变化；或终端装置异常且终端遥控异常。	
	终端接线异常：概率XX%	同一IP的自动化终端，所有开关均出现相同遥信异常信号。	
	分布式能源异常：概率XX%	通过图模检索台账属性为电源的变压器，根据电气拓扑关系追溯上级自动化开关台账，单独监控该开关电压、电流峰值及“开关线路电压越限”、“开关线路重过载”、“开关零序过压异常”等异常遥测遥信。	
遥测故障诊断	PT断线：概率XX%	终端通信正常且CT>0A正常刷新的前提下，三相PT连续5个采样点数值均为0且在当日发生80%以上突变，预警PT三相断线；三相PT连续5个采样点任意一相均超过9kV至11kV，预警该相PT断线。	基于训练后的AI算法模型，以采集到的遥测信号作为信号源对配电设备进行故障诊断。
	CT断线：概率XX%	终端通信正常、PT>0V正常刷新、开关状态为合闸的前提下。连续5个采样点均Ib>1A且Ia、Ic均为零或A、C其中一相为零，预警A、C相CT断线或A、C其中一相断线；连续5个采样点均Ia>1A且Ic为零，预警C相CT断线；连续5个采样点均Ic>1A且Ia为零，预警A相CT断线；连续5个采样点Ia、Ib、Ic均为零，预警A、B、C三相CT断线。	
	零序CT接线异常：概率XX%	终端通信正常且3I0>10A。	
	相CT分流：概率XX%	终端通信正常且PT>0V正常刷新的前提下，Ia>1A、Ic>1A、Ib=0且Ia/(Ia+Ic)>0.6或Ia/(Ia+Ic)<0.4，预警A相CT分流；Ia>1A、Ic>1A、Ib=0且Ic/(Ia+Ic)>0.6或Ic/(Ia+Ic)<0.4，预警C相CT分流；Ia>1A、Ic>1A、Ib>1A且Ia/(Ia+Ib+Ic)>0.4或Ia/(Ia+Ic)<0.266，预警A相CT分流；	

			Ia>1A、Ic>1A、Ib>1A 且 Ib/(Ia+Ib+Ic)>0.4 或 Ia/(Ia+Ic)<0.266, 预警 B 相 CT 分流; Ia>1A、Ic>1A、Ib>1A 且 Ic/(Ia+Ib+Ic)>0.4 或 Ia/(Ia+Ic)<0.266, 预警 C 相 CT 分流。	
遥信故障 诊断	开关储能回路异常: 概率 XX%	“开关储能”且前后 5 秒内有开关合闸变位; 开关合闸变位且前后 5 秒内没有“开关储能”复归信号。		基于训练后的 AI 算法模型, 以采集到的遥信信号作为信号源对配电设备进行故障诊断。
	开关 SF6 气体压力低: 概率 XX%	“SF6 气体压力低告警”		
	开关保护装置异常: 概率 XX%	“开关保护装置异常告警”		
	终端装置异常: 概率 XX%	“分接箱通讯管理机装置异常告警”或“装置(总)告警”。		
	远方就地把手错误: 概率 XX%	“开关远方/就地”且遥控预置不成功或“开关远方/就地”且 15 分钟内没有“开关位置(合)”、“开关位置(分)”、“开关合位”、“开关分位”。		
	终端电池异常: 概率 XX%	开关在合位且 PT>0V, “FTU 电池(总)告警”、“DTU 电池欠压告警”; 开关在分位或 PT=0V, “FTU 电池(总)告警”、“DTU 电池欠压告警”且 8 小时内未复归。		
	终端工作电源异常: 概率 XX%	开关在合位且 PT>0V, “FTU 工作电源异常”、“DTU 工作电源异常(交流电未供给蓄电池)” ; 开关在分位或 PT=0V, “FTU 工作电源异常”、“DTU 工作电源异常(交流电未供给蓄电池)” 且 8 小时内未复归。		
	开关线路重过载: 概率 XX%	“开关线路重载告警”		
	开关零序过压异常: 概率 XX%	“开关零序过压告警”、“开关线路零序过压告警”。		
	开关线路电压越限: 概率 XX%	“开关线路电压越限告警”。		
遥控故障 诊断	开关遥控异常: 概率 XX%	开关遥控预置失败。		基于训练后的 AI 算法模型, 以采集到的遥控信号作为信号源对配电设备进行故障诊断。
	终端遥控异常: 概率 XX%	同一 IP 的自动化终端, 2 个及以上开关遥控预置均失败。		

健康指数综合评估	健康指数	建立多特征参数的配电网设备健康状态评估模型，优化特征参数的权重，采用异常扣分模式对设备健康指数进行综合评估	<p>以自动化终端作为评价对象，统计周期内发生的异常遥测、遥信、遥控次数频率，根据影响程度、缺陷等级，对设备健康进行评价。</p> <p>优秀（91-100）： 设备运行性能优越，故障历史记录少，维护及时，环境条件良好。</p> <p>良好（76-90）： 设备性能正常，偶尔出现小故障，维护得当，环境条件适宜。</p> <p>一般（51-75）： 设备性能略有下降，故障发生频率增加，维护稍有滞后，环境条件存在一些问题。</p> <p>较差（26-50）： 设备性能明显下降，故障频繁，维护不及时，环境条件不佳。</p> <p>差（0-25）： 设备性能严重不足，故障频繁且严重，维护缺失，环境条件极差。</p>	综合设备数据的质量评估和运行故障诊断结果等特征参数，对设备健康指数进行打分。
措施建议	措施建议	建立基本措施建议库，并在后期运行过程中通过人工反馈措施不断迭代优化措施建议。	建立基本措施建议库，详见“措施建议库”分页，后期通过人工反馈措施不断迭代优化。	针对不同的故障类型，梳理初版措施建议库，后期通过人工反馈迭代措施建议库。

2.5.2. 巡视分析报告

2.5.2.1. 功能说明

基于不同层级需求生成全局、区域和线路分析巡视分析报告，其中全局及区域报告可作为在向上级汇报设备运行情况时提供数据依据，帮助省地县生产指挥中心全面掌握管辖区域设备缺陷、隐患、正常运行情况，为后续的设备管控策略、家族性缺陷分析、设备技术标准、采购标准优化等提供数据支撑。

2.5.2.2. 功能要求

1) 全局巡视分析报告

基于定期巡视策略自动生成年度、季度、月度的省、地全局巡视分析报告，也可基于手动巡视的向前巡视功能生成历史某段时间的全局巡视分析报告，满足全局监测设备健康情况、统计汇报等业务需求。

基于全局年度巡视数据，分设备型号、软件版本进行家族性缺陷分析，挖掘配电设备家族性缺陷，为开展全网家族性缺陷排查提供数据支撑，满足设备采购标准优化需求。

2) 区域巡视分析报告

基于定期巡视策略，针对对管辖区域自动生成月、半月、一周县级巡视分析报告，也可基于手动巡视的向前巡视功能生成历史某段时间的县级巡视分析报告，满足县局监测管辖区域设备健康情况、统计汇报等业务需求。

3) 线路巡视分析报告

基于定期巡视策略，结合专责巡线人员的需求，自动生成6小时、12小时、24小时线路巡视分析报告，也可基于手动巡视的向前巡视功能生成历史某段时间某条线路的巡视分析报告，满足配电网巡视、检修专责人员日常对线路巡视的需求。以机代人，自动开展数字巡检，能为基层巡视人员减负，并实现更高频次的巡视，更全面的掌控设备的运行健康情况，而不再是传统人工巡视模式下只记录巡视时刻的断面数据。

4) 设备巡视分析报告

针对发生重大故障时单设备的持续巡视，满足设备故障分析场景的业务需求。

2.5.2.3. 界面要求

展示巡视分析结果信息，包括线路名称、设备画像、数据监测异常情况、自愈动作评价结果等内容。

2.5.2.4.数据要求

1.数据输入

1) 巡视分析报告生成指令。

2.数据输出

1) 输出全局巡视分析报告。

2) 输出区域巡视分析报告。

3) 输出线路巡视分析报告。

4) 输出设备巡视分析报告。

2.5.3.问题库管理

2.5.3.1.功能说明

执行数字巡视后，针对设备画像、数据监测异常、自愈动作评价等内容形成系统问题工单，可推送至配电运行支持系统督促现场闭环，或执行远程检修进行消缺。

2.5.3.2.功能要求

1、当前问题库

已形成系统问题库，可推送至配电运行支持系统督促现场闭环，或执行远程检修进行消缺，或报错取消。报错信息会返回人工智能模型形成优化。

2、历史问题查询

支持查看历史问题的工作完成情况。

2.5.3.3.界面要求

展示系统问题的信息，包括描述，定位，时间、等级等内容。

2.5.3.4.数据要求

1.数据输入

无。

2. 数据输出

- 1) 输出系统问题的信息。
- 2) 输出系统问题的推送流程。

2.5.4.远程 AI 检修

2.5.4.1.功能说明

构建 AI 消缺措施建议库，按照故障类型对应推送相应的处理建议，并借助巡检平台和 XTU 联动的设备远程维护功能，能远程运维则远程运维，无法远程运维的第一时间给出处理措施，形成快速响应处理机制，提升设备运维效率，减少人员现场运维次数。

2.5.4.2.功能要求

1、AI 处理建议基本措施建议库

通过人工智能 AI 提供消缺说明，针对所有被巡检对象存在的不同的运行故障或隐患，建议问题的下一步处理流程及实施内容，基础措施建议库如下：

故障/隐患类型	基本措施建议	人工反馈措施建议
遥测突变	检查遥测采样板卡异常接线是否牢固，接线处是否有锈蚀老化现象。	
遥测错误	检查电流、电压三相接线顺序是否错误、变比是否设置错误、	
信号漏发	检查组态配置是否存在错误	
信号频发	检查遥信接线是否牢固，接线处是否有锈蚀老化现象。	
装置异常	远程重启装置并观察是否异常复归，查看历史数据分析装置异常持续时间和频次，对于频繁发生的需进行现场故障排查，包括装置电源板卡检查、CPU 板卡检测、通信板卡检查	
通信中断	远程重启装置并观察通信是否恢复，无法通过重启消缺的进行现场问题排查，检查	

	网口数据交换指数灯是否正常闪烁，通信板卡是否正常，装置是否异常告警。	
电池电压低/欠压	检查电池是否存在老化、鼓包等损坏现象，充电回路是否接线牢固。	
CPU 负荷率重载（超 40%）	CPU 可能存在老化问题，检查 CPU 板卡是否运行正常，通过按键检查设备反应延时，观察遥测、遥信是否能正常上送，对于延时严重的进行 CPU 板卡更换	
环境温度异常	查明温度异常原因，必要的加装温湿度控制器	
环境湿度异常	查明湿度异常原因，必要的加装温湿度控制器	
浪涌（雷击）入侵	检查装置供电是否正常，二次防雷器是否翻牌，对于翻牌的应及时进行更换	
接线地电流异常	检测地线松动、断线、连接不可靠	
终端死机	重启终端设备，确认电流值和数据采集状态，必要时进行系统恢复或更新。	
终端接线异常	检查接线情况，确认同一 IP 下所有开关的连接是否正常，修复接线问题。	
分布式能源异常	监测变压器及其上级开关状态，检查电压、电流峰值，必要时进行现场检修和调整。	
PT 断线	检查 PT 回路接线是否牢固，装置电压采样是否正常，用钳表核对电压采样值。	
CT 断线	检查 CT 回路接线是否牢固，装置电流采样是否正常，用钳表核对电流采样值。	
零序 CT 接线异常	检查零序 CT 回路接线是否牢固，装置零序电流采样是否正常，用钳表核对零序电流采样值。	
相 CT 分流	检查相 CT 的连接及分流情况，确保其正常工作，必要时进行重新连接或更换。	
开关储能回路异常	检查开关储能回路，确认是否存在损坏或故障。确保开关合闸和分位信号的及时反馈，排查信号传输问题。	
开关 SF6 气体压力低	立即检查 SF6 气体压力，必要时补充气体。确保气体密封系统完好，排查泄漏。	
开关保护装置异常	检查保护装置配置，确保其正常工作。验证保护装置的测试与校准，及时修复异常。	
终端装置异常	检查分接箱通讯管理机的连接与状态，确保正常通信。评估系统日志，查找异常原因并修复。	

远方就地把手错误	检查开关远方与就地操作的状态，确保控制信号正常。验证遥控预置功能，排查操作流程是否正确。	
终端电池异常	检查电池状态，确保充电与放电功能正常。对未复归的电池进行更换或维修，确保供电可靠。	
终端工作电源异常	检查交流电源供给，确保正常供电。对于未复归的电源问题，进行设备检查与维护。	
开关线路重过载	检查负载情况，评估线路的负荷能力。如有必要，调整负载或扩容电缆，确保安全运行。	
开关零序过压异常	检查电压监测系统，确认是否存在电气故障。分析零序电流，寻找异常来源并进行修复。	
开关线路电压越限	检查电源供电质量，确保电压稳定。评估系统配置，必要时进行调整或更换设备。	
开关遥控异常	检查遥控设备及信号传输链路，确认预置失败原因并修复。	
终端遥控异常	对同一 IP 的自动化终端进行系统检查，确认是否存在网络故障或设备故障。	

2、远程检修

1) 远程操作

通过远程运维协议执行通信参数修改、保护定值、自动化参数、装置参数修改、远方定值切区、远方软压板投退、装置活化、装置远方复位等功能。

2) 远程查询

通过远程运维协议读取装置信息及软件版本号记录、装置日志查看、保护录波拷贝等功能。

3) 远程升级

通过远程运维协议实现软件版本升级。

3、AI 效果检验

检查策略是否正确、消缺效果是否符合目标。通过人工反馈实

实际的故障处理方法给平台，与 AI 处理建议进行比较，并对 AI 处理建议库进行迭代优化。

构建故障率修正模型，根据更新数据，利用对比学习构建正负样本数据，利用正负样本数据迭代优化模型，模型利用自适应权重修正机制，自动修正相应权重，使得模型故障率预测更加准确。

2.5.4.3.界面要求

展示问题工单的推送及远程操作、远程查询、远程升级等内容。

2.5.4.4.数据要求

1.数据输入

无。

2.数据输出

- 1) 输出远程操作。
- 2) 输出远程查询。
- 3) 输出远程升级。
- 4) 远程 AI 检修处理结果。

2.6.基础功能

2.6.1.权限管理

2.6.1.1.功能说明

对用户和用户组访问系统资源（如文件、文件夹、网络设备等）的能力进行控制。

2.6.1.2.功能要求

1.角色管理

实现角色新建，查询，删除，菜单权限授权，资源接口权限授权等功能。预设权限集，简化用户权限分配流程。

2. 接口管理

实现新建接口模块，新增接口资源，修改，查询接口模块及接口资源等功能。监控 API 接口使用，保障数据传输安全。

3. 菜单管理

实现查询、新增、修改菜单模块及菜单等功能。根据用户权限定制界面，提升操作效率。

2.6.1.3. 界面要求

展示角色管理、接口管理、菜单管理相应界面功能。

2.6.1.4. 数据要求

1. 数据输入

1) 输入账号、权限、密码明细表等。

2. 数据输出

无。

2.6.2. 用户管理

2.6.2.1. 功能说明

涉及到在服务功能中对用户账户的创建、维护、监控和删除等操作。

2.6.2.2. 功能要求

1. 用户列表

实现新增，查询，修改用户信息，重置用户密码等功能。管理用户账户，维护系统用户信息。

2. 在线用户

实现查询在线用户登录信息，并可强制实现远程下线等功能。

2.6.2.3.界面要求

展示用户列表、在线用户相应界面功能。

2.6.2.4.数据要求

1.数据输入

1) 输入账号、权限、密码明细表等。

2.数据输出

无。

2.6.3.个人中心

2.6.3.1.功能说明

在线服务或应用程序中，用户可以查看和管理工作与自己账户相关信息的界面。

2.6.3.2.功能要求

1.用户列表

实现查询用户个人信息，修改用户密码等功能。用户自助服务，管理个人信息。

2.6.3.3.界面要求

展示个人中心相应界面功能。

2.6.3.4.数据要求

1.数据输入

1) 输入账号、权限、密码明细表等。

2.数据输出

无。

2.6.4.日志管理

2.6.4.1.功能说明

对系统、应用程序或服务的日志进行记录、存储、监控、分析和报告的过程，确保系统稳定运行、及时发现问题并进行系统错误排查。

2.6.4.2.功能要求

1. 操作日志

实现查询用户修改数据的操作记录等功能。记录系统操作，便于问题追踪和审计。

2.6.4.3.界面要求

展示日志管理相应界面功能。

2.6.4.4.数据要求

1. 数据输入

无。

2. 数据输出

1) 用户修改数据的操作记录。

3.与现有系统接口要求

3.1.OCS 系统

与 OCS 系统交互四遥信息、SOE/COS 信息等数据，以支撑数字巡视平台业务应用。

3.2. 电网管理平台系统

与电网管理平台系统交互缺陷隐患、特殊区段台账等数据，以支撑数字巡视平台业务应用。

3.3. 生产运行支持系统

与生产运行支持系统交互设备故障、设备运行异常等实时/准实时分析告警数据，以支撑数字巡视平台业务应用。

3.4. 物联网

与物联网系统交互环境、视频监控等数据，以支撑数字巡视平台业务应用。

4. 实用化指标

4.1. 性能配置

1. 省级配置：

CPU配置基础要求：32核心 / 64线程，3.5 GHz基础频率，4.2 GHz最大加速频率，L3缓存128 MB

内存配置基础要求：512GB，DDR4，3200MHz，8通道

存储硬盘基础要求：10TB，支持PCIe 4.0

2. 地市级配置：

CPU配置基础要求：32核心 / 64线程，3.5 GHz基础频率，4.2 GHz最大加速频率

内存配置基础要求：128GB，DDR4，3200MHz，4通道

存储硬盘基础要求：5TB，支持PCIe 4.0

3. 数据量承载评估：初步按照一个配电终端存储容量：1024k字

节，可实现连续84日用电数据记录（每15分钟记录一次），一年的数据量约为90GB。

4.2.验收标准

考核指标名称	考核指标定义	立项时已有指标值/状态	中期指标值/状态	完成时指标值/状态	考核方式（方法）及评价手段
基于人工智能的配电自动化设备数字巡视平台	决策响应时间	≥30min	/	≤5min	现场测试
	设备异常自动识别准确率	≤20%	/	≥70%	第三方测试
	支持数据模型种类	0	/	≥2（DTU/FTU）	第三方测试或现场测试