



## 工业 互联网

物理世界的数字化

## 水处理工业化4.0

将水质、人员工作、设备运行和管理流程数字化，使用工业水系统数学模型和管理模型，将系统运行管理从传统状态检测和自动化控制升级为智能诊断控制、综合调度和智能化决策。

## 工业水系统 工业互联网



# 1.冷却水系统数字化

冷却水系统

数字化

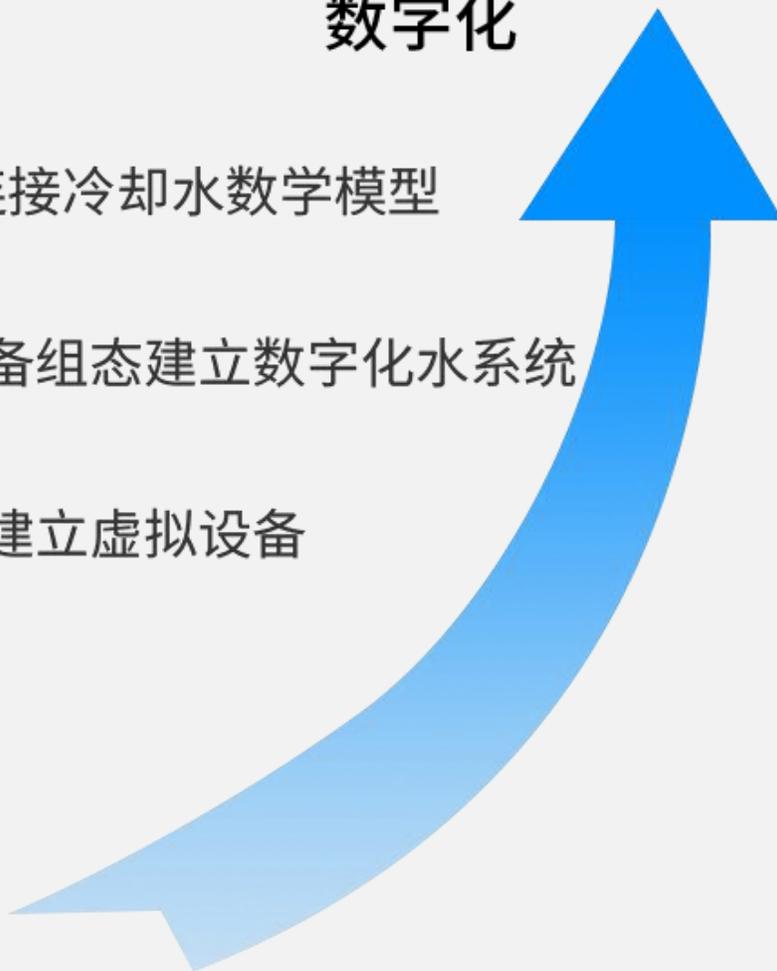
4.连接冷却水数学模型

3.虚拟设备组态建立数字化水系统

2.通过物模型建立虚拟设备

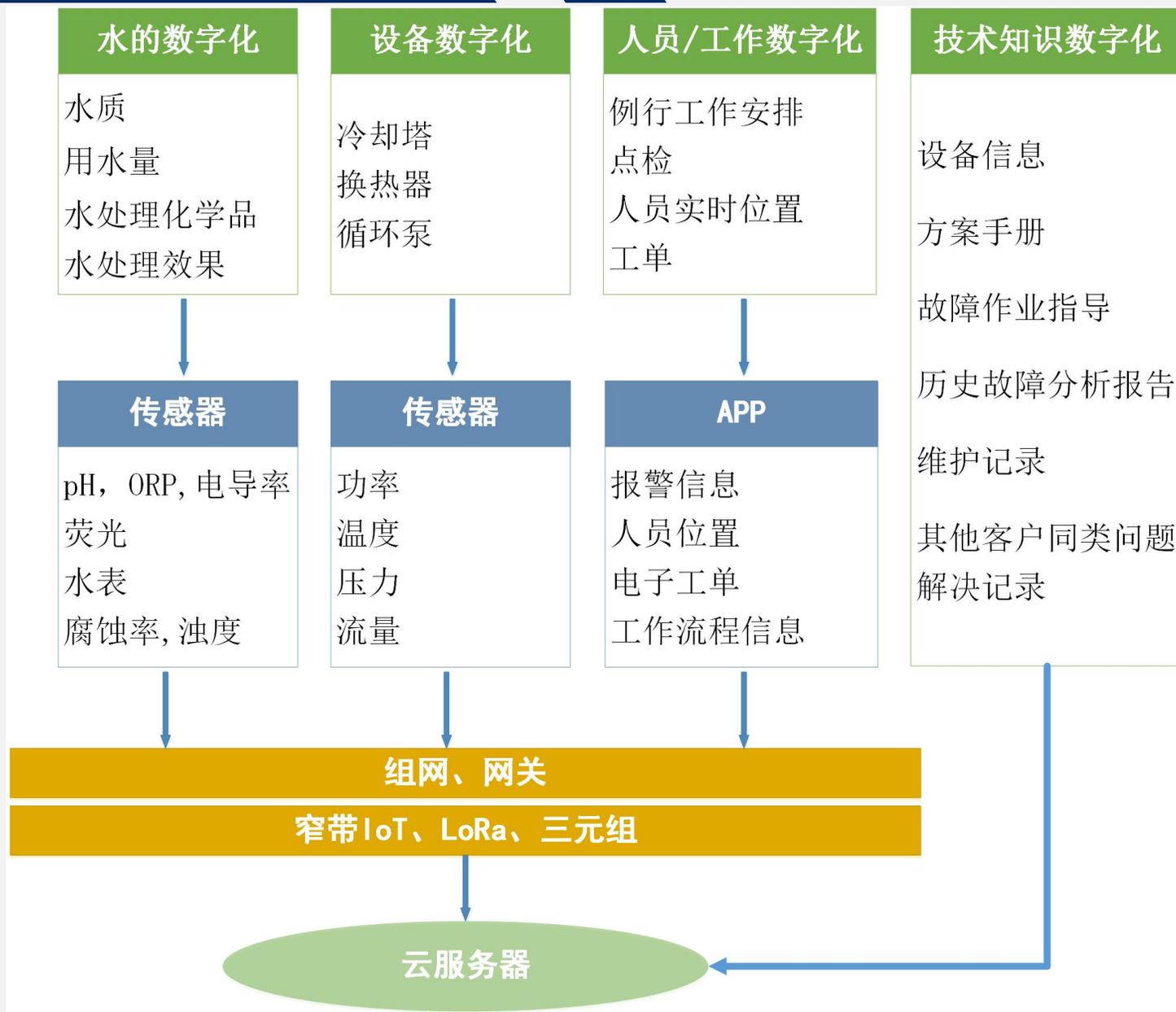
1.数字化采集

物理设备



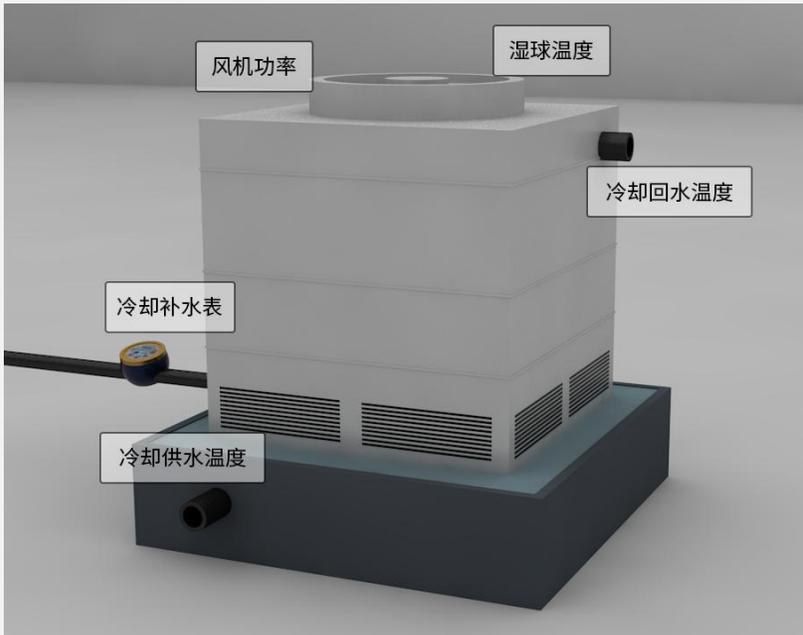


# 1.1 实现数字化采集





# 1.2 建立虚拟设备



通过IoT物模型，将采集数据在工业互联网上建立虚拟数学模型

### 设备信息

名称 \*

产品

设备类型

设备组态图 

品牌

型号

### 参数信息

属性 +		服务 +		事件 +		报警 +	
名称	属性类型	数据类型	单位	公式类型	点检项	操作	
湿球温度	自定义属性	未定义	未定义	非公式型	是		
冷却回水温度	自定义属性	未定义	未定义	非公式型	是		
冷却供水温度	自定义属性	未定义	未定义	非公式型	是		
冷却补水表	自定义属性	未定义	未定义	非公式型	是		
风机功率	自定义属性	未定义	未定义	非公式型	是		



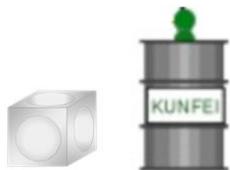
# 1.3 组态建立水系统

视图: 普通视图 粗细: 6 px 样式: 实线 字号: 24 px

## 组件

设备信息 运行状态 参数桶

## 设备



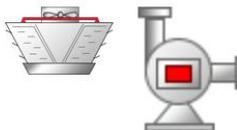
采暖水-例 闭路缓蚀剂

## 基础图形

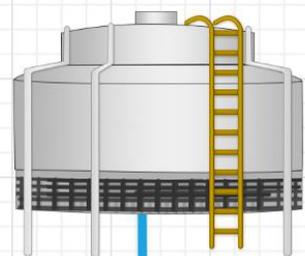


## 默认分类

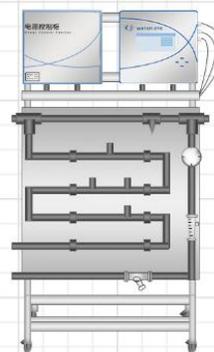
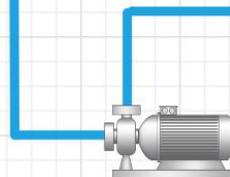
压力变送器



## 循环冷却水系统



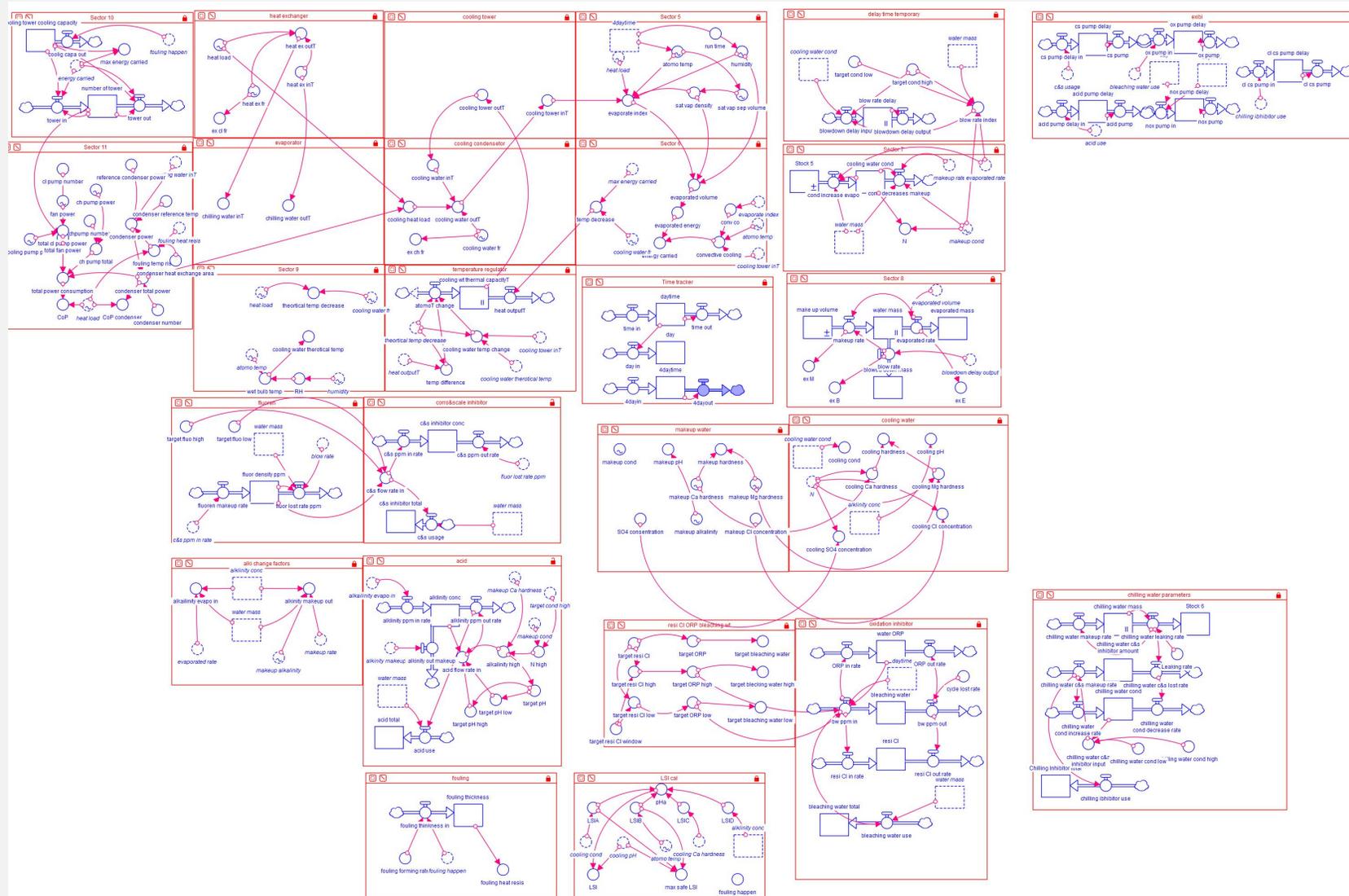
冷却塔



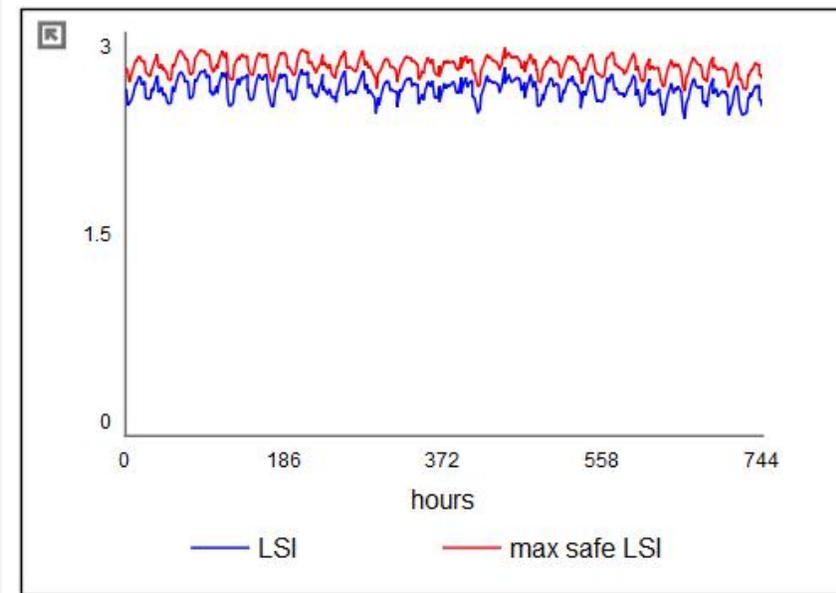
通过组态  
设计工具  
1对1建立  
水系统



# 1.4 连接冷却水数学模型



连接冷却水系统数学模型，建立各设备之间相互关系





## 2. 智慧管理模型





# 2.1 水处理智能控制



## 自控日志

时间	原因	控制内容
2019-10-18 01:35:30	电导率为2037.0,超过阈值	开始排污, 排污量为: 2.37458吨, 预计排污时间: 949秒
2019-10-18 01:51:30	排污2.37458吨	开始加入阻垢剂, 加药量为: 0.35619升, 预计加药时间: 21秒
2019-10-18 02:27:30	电导率为2041.33333,超过阈值	开始排污, 排污量为: 2.46357吨, 预计排污时间: 985秒
2019-10-18 02:44:30	排污2.46357吨	开始加入阻垢剂, 加药量为: 0.36954升, 预计加药时间: 22秒
2019-10-18 02:56:30	电导率为2037.33333,超过阈值	开始排污, 排污量为: 2.38144吨, 预计排污时间: 952秒
2019-10-18 03:13:00	排污2.38144吨	开始加入阻垢剂, 加药量为: 0.35722升, 预计加药时间: 21秒
2019-10-18 07:21:30	电导率为2031.0,超过阈值	开始排污, 排污量为: 2.25051吨, 预计排污时间: 900秒
2019-10-18 07:37:00	排污2.25051吨	开始加入阻垢剂, 加药量为: 0.33758升, 预计加药时间: 20秒
2019-10-18 07:54:30	电导率为2045.33333,超过阈值	开始排污, 排污量为: 2.54525吨, 预计排污时间: 1018秒
2019-10-18 08:12:00	排污2.54525吨	开始加入阻垢剂, 加药量为: 0.38179升, 预计加药时间: 22秒

智能控制：  
依据数学模型，使用数字孪生技术，智能按需精确控制化学品投加与排污，与实际产生偏离，及时报警



## 2.2 水处理智能诊断

冷却水设备诊断报告



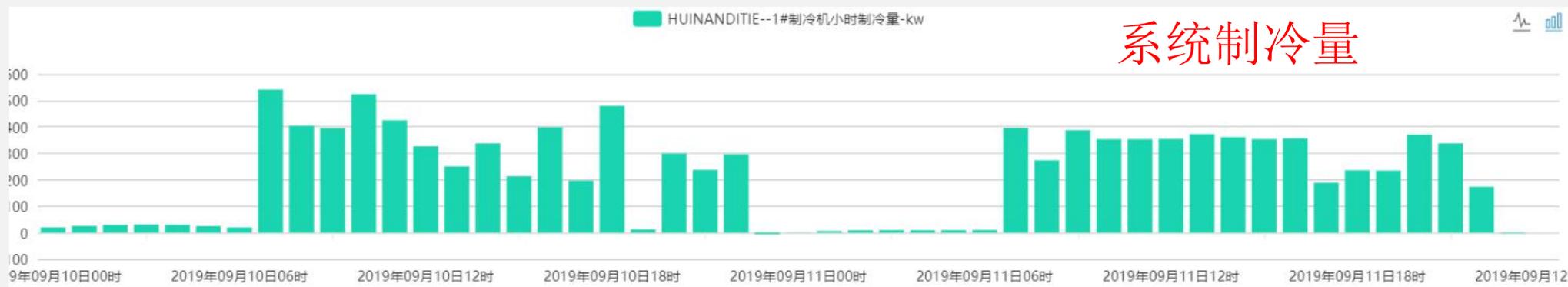
诊断项	判定项	判定值	判定依据	判定状态	状态异常描述	判定结果
结垢	钙加碱 (ppm)	393.04	$\leq 1100.0$	正常		合格
	电导率 (us/cm)	1481	1300.0 ~ 1750.0	正常		合格
	钙流失率	0	$\leq 0.8$	正常		合格
	缓蚀阻垢剂浓度 (ppm)	93.2	80.0 ~ 150.0	正常		合格
腐蚀	铜离子 (ppm)	0.08	$\leq 0.1$	正常		合格
	铁离子 (ppm)	0.44	$\leq 1.0$	正常		合格
	缓蚀剂浓度 (ppm)	1.5	0.8-2.0	正常		合格
	腐蚀速率 (mm/a)	0.05	$< 0.075$	正常		合格
沉积	浊度 (NTU)	11	$\leq 20.0$	正常		合格
微生物	微生物 (个/ml)	35000	$\leq 100000.0$	正常		合格
	游离氯 (ppm)	0.6	0.2 ~ 1.0	正常		合格

依据水质  
诊断：  
• 腐蚀  
• 结垢  
• 微生物  
• 沉积  
分析趋势  
及原因

诊断结论：所有判定值都在合理范围内，水质情况良好。



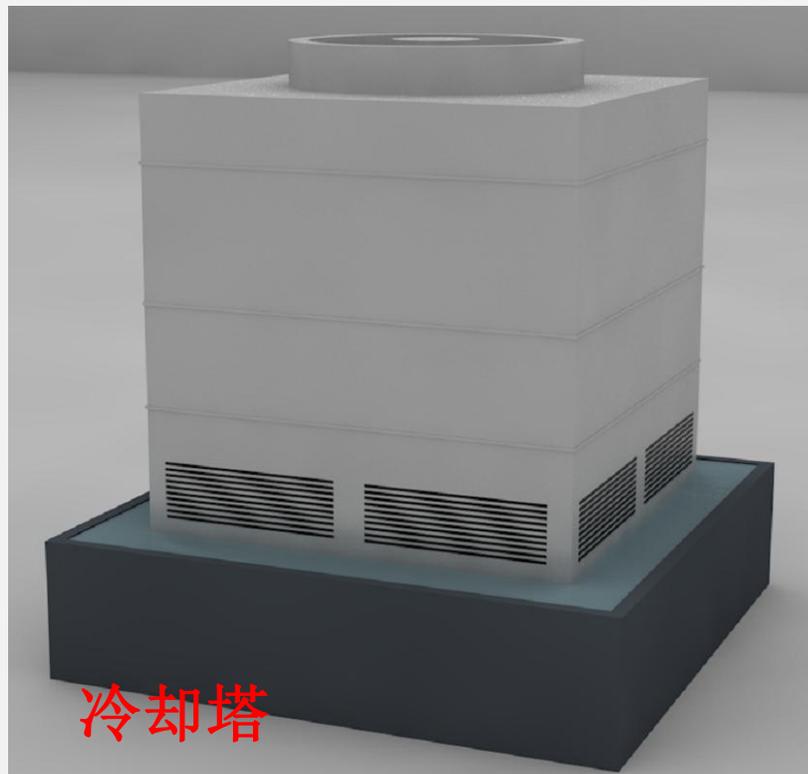
## 2.3 系统运行智慧管理



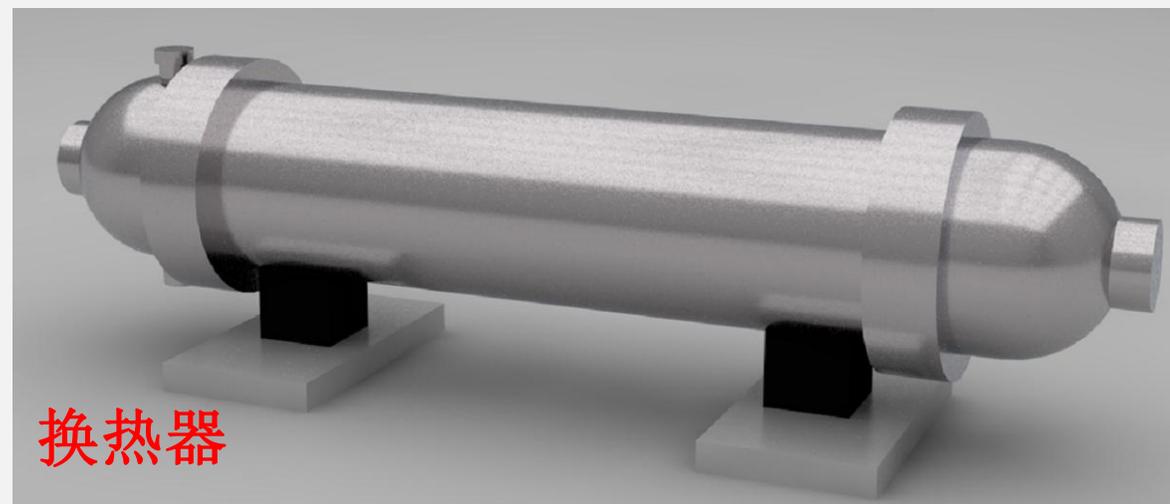
设备运行  
诊断：  
通过数学  
模型对原  
始数据进  
行标准化  
分析，判  
断系统运  
行状态



## 2.4 系统运行智慧诊断



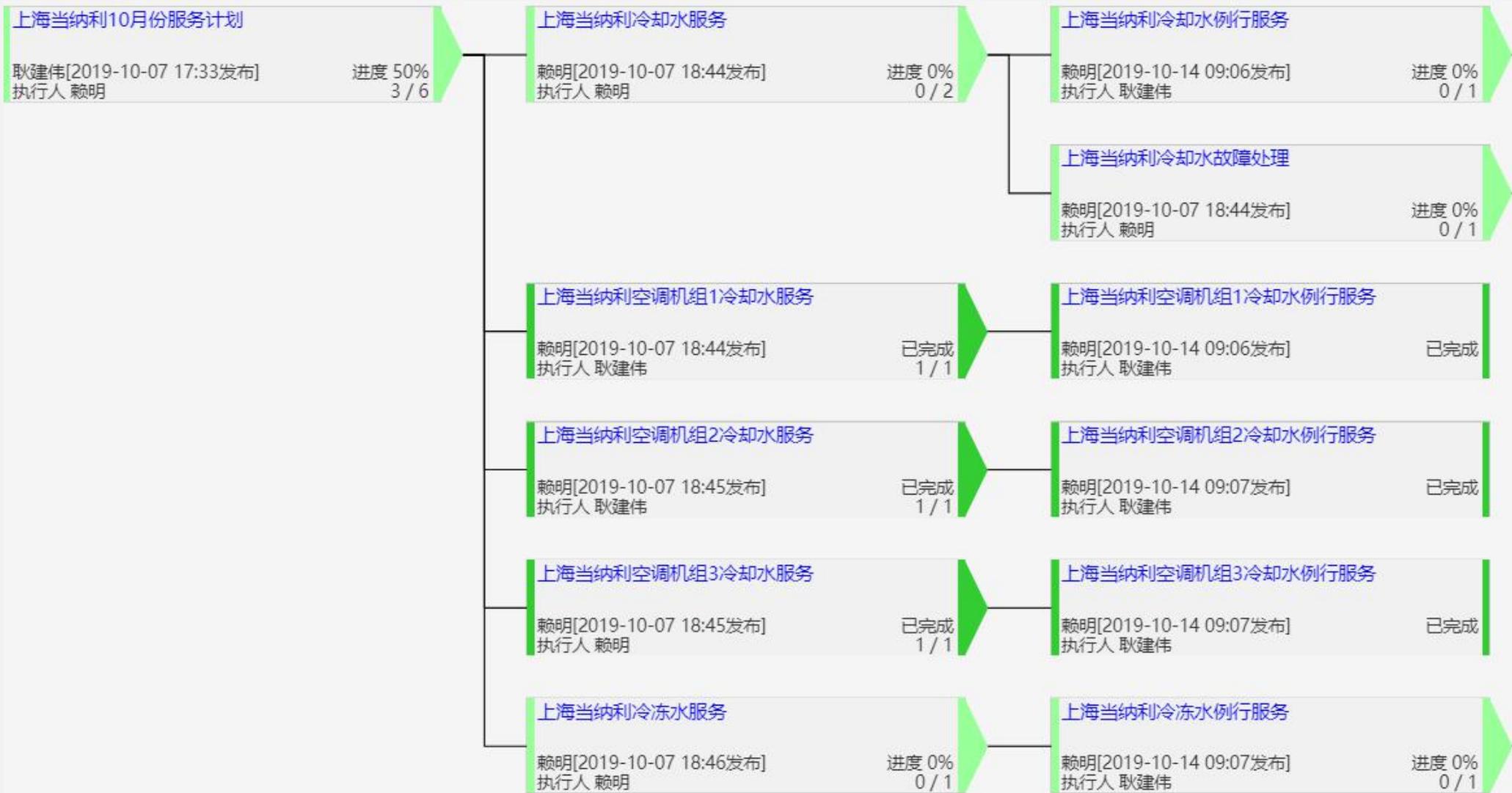
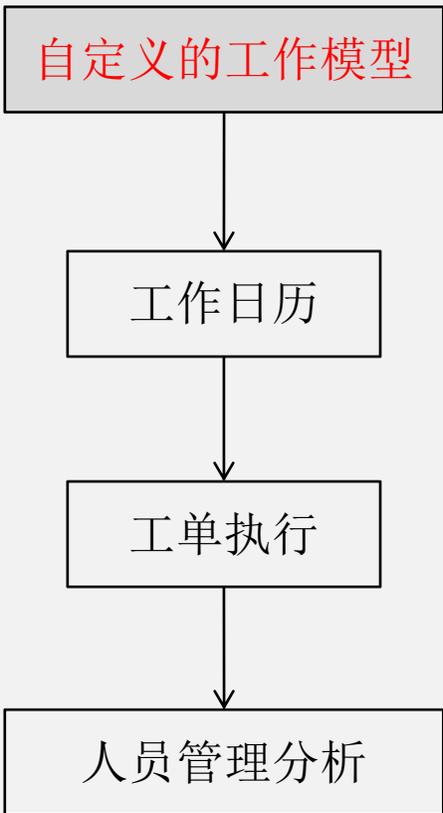
诊断冷却塔出水温度与湿球温度差值的变化趋势，判断冷却塔的换热效率



通过采集换热器运行参数计算污垢热阻，判断换热器结垢、沉积的趋势

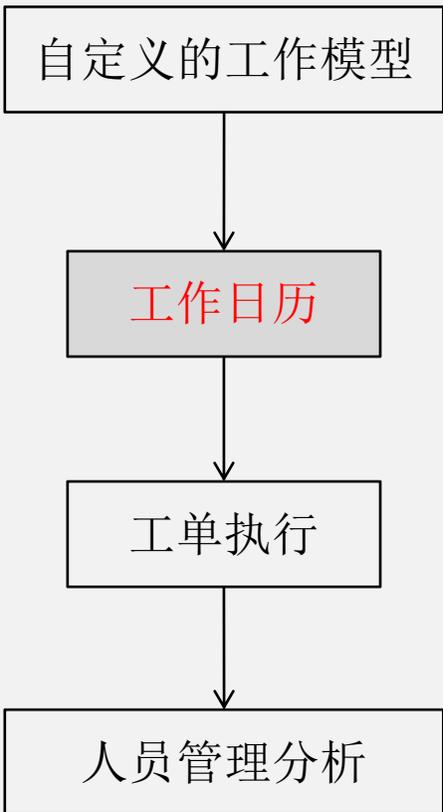


## 2.5 人员工作智慧化管理





# 2.5 人员工作智慧化管理



年度 月份 周 日

客户: 全部 人员: 全部

2019年10月 共479个工单

进程:  发布  执行  提交

类型:  专项工单  故障工单  点检工单

周日	周一	周二	周三	周四	周五	周六
		1	2	3	4	5
6	7 329 专322 点7 1 专1 16 3 专13 故1 点2	8 7 专3 点4 3 1 专2 故1	9 8 专8 12 专12	10 5 点5 7 专1 故6	11 9 点9 1 专1	12 6 点6
13	14 11 专2 故3 点6 6 专6	15 2 专2	16 8 专2 点6 12 3 专4 故8	17 13 专1 点12	18 10 点10 13 专5 点8	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

发布: 393 执行(延误): 2(0) 提交(延误): 84(7) 专项工单: 385 故障工单: 19 点检工单: 75



# 2.5 人员工作智慧化管理

二车间冷却水系统

自定义的工作模型

工作日历

工单执行

人员管理分析

## 工作集及设备列表

### 现场测试

二车间冷却水-例行

### 化学品操作

缓蚀阻垢剂TN-2201药桶

杀菌剂N-8701药桶

### 水处理效果检查

水处理效果

## 设备及参数详情

设备名称 二车间冷却水-例行

### 参数详情

参数名称 电导率

数据输入 540

参数名称 缓蚀阻垢剂值

数据输入 130

参数名称 游离氯

数据输入 0.7

参数名称 微生物

照片

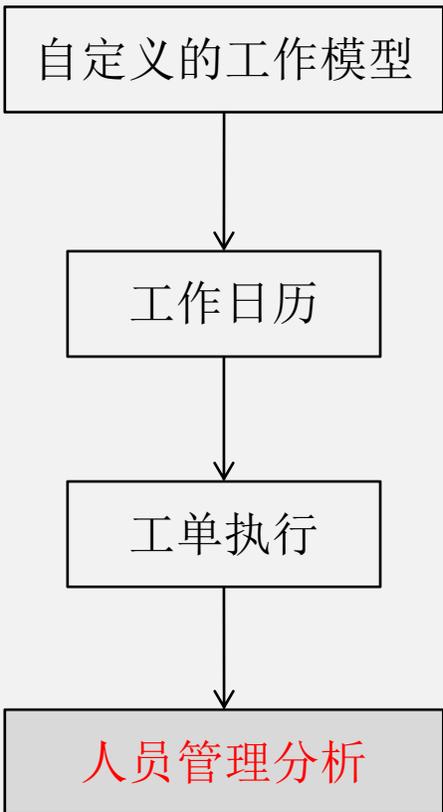




## 2.5 人员工作智慧化管理

阿里云

飞腾工业互联网



荧踪迅采

我的面板 在线办公 客户系统 系统设置

- 报警
- 我的工单
- 工单管理
- 服务日历
- 签到打卡管理
- 业务管理
- 库存管理
- 报表管理
- Excel导出

Hi 欢迎页 X Excel导出 X

### 化学品消耗量

开始时间 结束时间 中芯国际集成电路北京 导出

### 考勤导出

开始时间 结束时间 请选择 导出

### 人员客户服务统计表——人员导出

开始时间 结束时间 请选择 导出

### 人员客户服务统计表——客户导出

开始时间 结束时间  全选机构 导出

### 人员客户服务统计表——车辆费用报表

开始时间 结束时间 请选择  全选车辆 导出





## 2.6 报警与故障处理

故障管理：故障原因分析和解决流程记录。

当其他设备发生类似问题，系统自动分析原因并推送解决建议。

名称：昆山当纳利冷却水杀菌剂加药...		类型：故障工单		发布人：赖明		执行人：耿建伟	
执行状态：	<b>正常</b>	延误类型：					
发布人：	赖明	发布时间：	2019-10-15 15:18:26				
执行人：	耿建伟	接受时间：	2019-10-16 10:02:05				
限定执行日期：	2019-10-16	执行开始时间：	2019-10-16 10:02:13				
限定提交日期：		提交时间：	2019-10-16 10:48:22				
预计用时：	1小时	实际用时：	46分钟9秒				
任务说明：	杀菌剂加药ORP停留时间超过6小时，并且，设定值为400，最高到475；目前加药模式是隔天加药，加药间隔是加60s停300s						
浏览图片		迭代		流转信息			





## 2.7 成本智慧管理

冷却水系统

### 系统信息

公司名称: 惠南      系统名称: 冷却水系统      所在区域:      负责人: 曹秉凯

联系人姓名:      联系人电话:      公司地址:

### 统计查询

统计时间: 2019-09-11

查询

### 统计数据

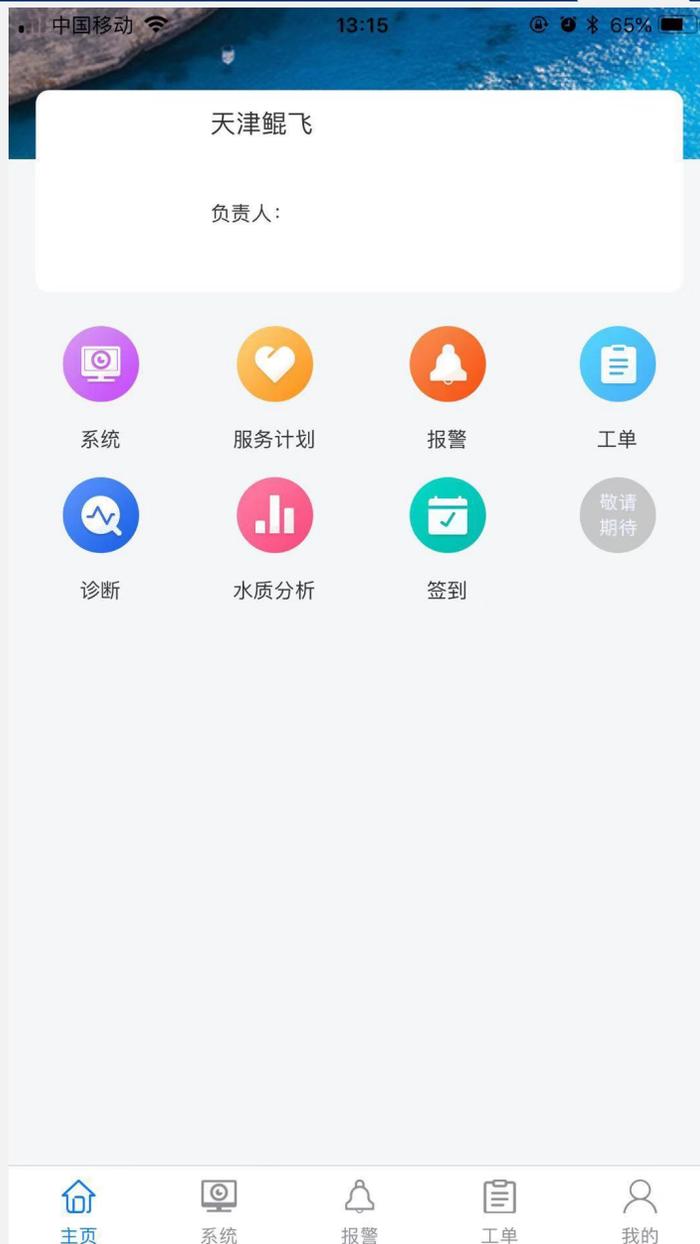
日补水量	30.0	日排污量	1.5486
阻垢剂用量	0.87324	杀菌剂用量	12.09765
日用电量	4717.28049	污垢热阻	-0.00414
制冷量	3894.43496	制冷单位用水量	0.0077
制冷单位用电量	1.21129		

成本智能管理:

- 实时掌握系统运行成本, 包括水、电、化学品
- 系统运行趋势分析: 单位产品的水、电、化学品分析, 成本趋势对比
- 不同厂区横向比较成本分析



# 3.APP 应用：运维人员的一天



早晨8:00:  
签到打卡上班



# 3.APP 应用：运维人员的一天



中国移动 13:26 62%

服务计划

共有53个工单

日	一	二	三	四	五	六
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	今天	19 <sup>3</sup>
20 <sup>1</sup>	21	22	23	24	25 <sup>2</sup>	26
27	28	29	30	31 <sup>47</sup>		

● 计划执行 ● 计划提交

住化10月份化学品发货计划  
计划执行：2019-10-31 | 专项工单 | 计划提交：2019-10-31

改造好丽友10月份化学品发货计划  
计划执行： | 专项工单 | 计划提交：2019-10-31

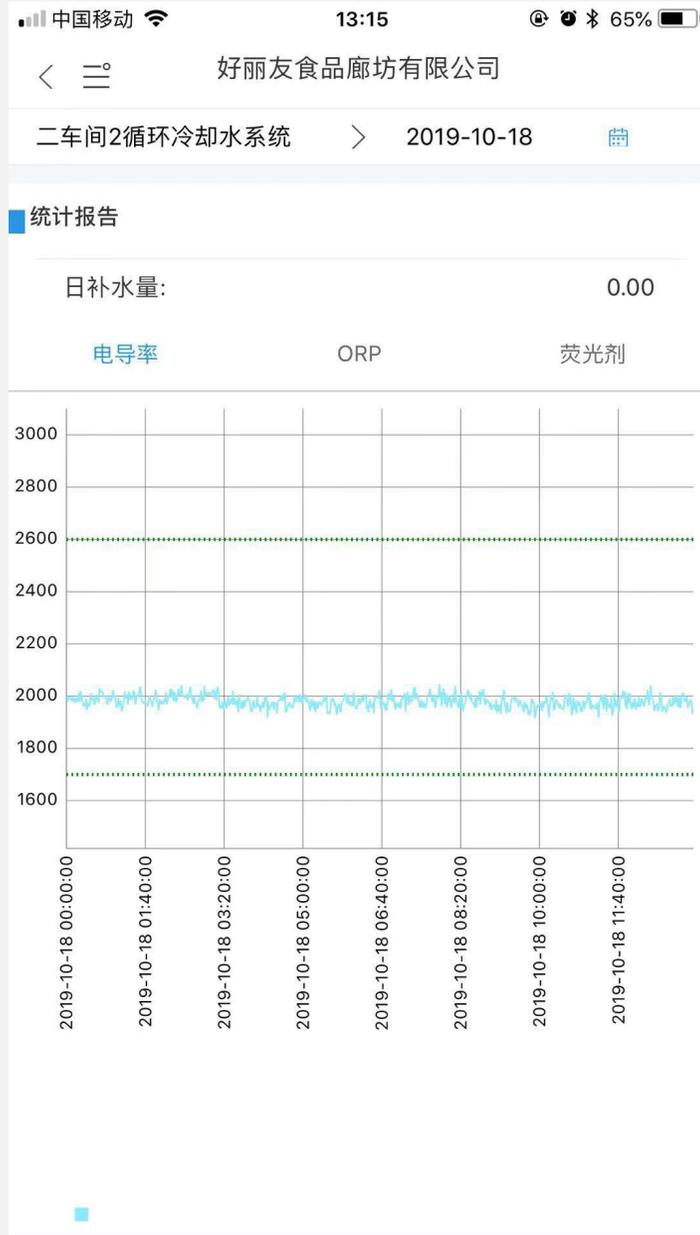
京东方10月份服务计划  
计划执行： | 专项工单 | 计划提交：2019-10-31

中银海鹰大厦10月份销售计划  
计划执行： | 专项工单 | 计划提交：2019-10-31

- 打开工作计划，看看当天工作：
1. 例行工作
  2. 故障处理工作
  3. 支持他人的工作



# 3.APP 应用：运维人员的一天



- 打开系统运行管理界面：
- 看看设备运行正常吗？
  - 曲线
  - 状态和趋势



# 3.APP 应用：运维人员的一天

阿里云

飞腾工业互联网



中国移动 21:23 43%

好丽友食品廊坊有限公司

二车间2循环冷却水系统

日期选择: 2019-10-03 — 2019-10-18

水处理 化学品

**2-2冷却水设备诊断报告** 2019-10-09

诊断项	判定值	判定依据
结垢	705.61	≤ 900.0
结垢	2248	≤ 2700.0
结垢	-0.51	≤ 0.8
结垢	158.5	80.0 ~ 150.0
腐蚀		
腐蚀	0.07	≤ 1.0
腐蚀		≤ 10.0
沉积	4	≤ 20.0
微生物	6900	≤ 100000.0
微生物	0.8	0.2 ~ 1.0

**2-2冷却水设备诊断报告** 2019-10-16

打开系统运行管理界面：

- 看看系统智能诊断报告和日志



# 3.APP 应用：运维人员的一天

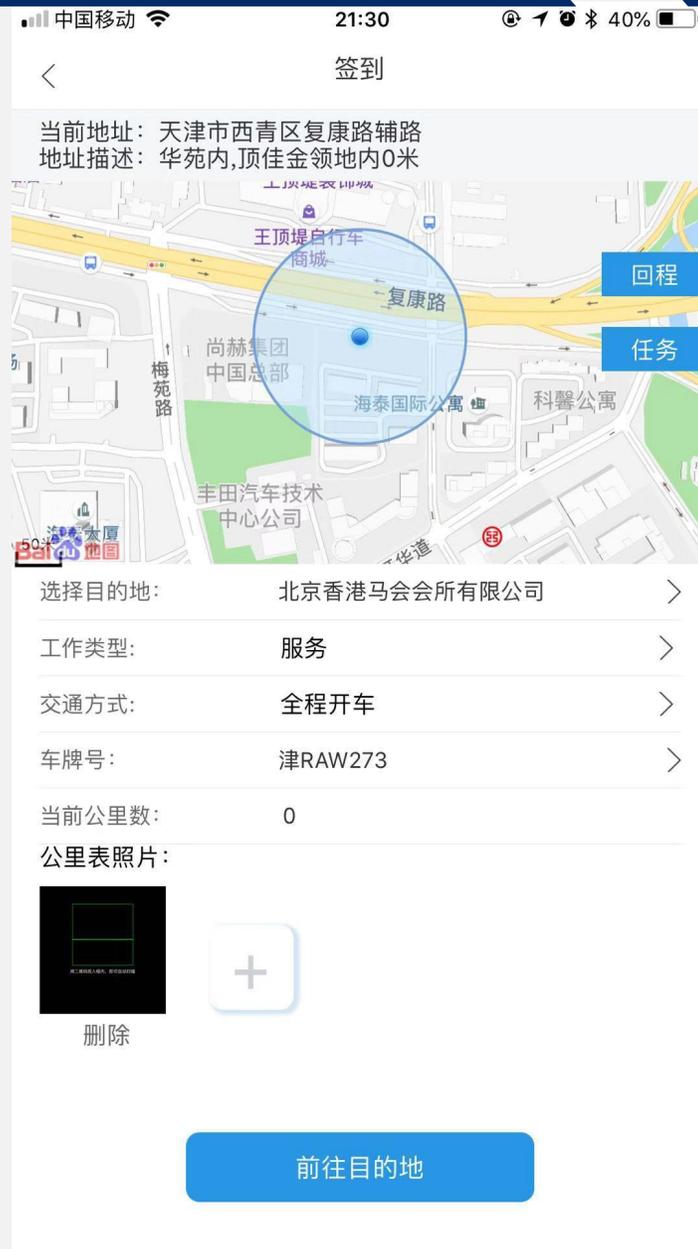


打开系统运行管理界面，

- 看看设备有没有故障与报警



# 3.APP 应用：运维人员的一天



了解了现场情况，准备好工具和配件，打有准备的仗。前往工业水系统现场做检查和维护工作。



# 3.APP 应用：运维人员的一天



到达现场：

- 记录一下路途时间
- 记录一下路途费用



# 3.APP 应用：运维人员的一天



中国移动 21:41 40%

区域：

客户：北京香港马会会所有限公司

完成时间：

预计完成小时数：2小时

任务状态：已接受

任务说明：

添加意见

循环冷却水系统 6

泵、阀检查

数据抄录

水表	设备信息
1#制冷机	设备信息
2#制冷机	设备信息
3#制冷机	设备信息

化学品操作

氧化杀菌剂加药桶	设备信息
缓蚀阻垢剂加药桶	设备信息
非氧化杀菌剂加药桶	设备信息

水处理效果检查

打开工作管理界面，

- 按标准作业流程一步一步完成点检工作
- 按故障解决流程完成故障处理



# 3.APP 应用：运维人员的一天



## 报警历史

[查看全部](#)

### 锅炉报警

已处理

区域：北京 报警类型：水质问题  
客户：北京中芯国际二期

周二 12:06  
2018-12-12

### 在线监控报警

已处理

区域：北京 报警类型：远传问题  
客户：北京中芯国际二期

周二 10:06  
2018-12-12

### 在线监控报警

已处理

区域：北京 报警类型：远传问题  
客户：北京中芯国际二期

周二 09:06  
2018-12-12

## 维护

### 一、例行维护

#### 1、每天的工作

- (1) 水位调节器功能的检查：是否能自动上水、停泵。
- (2) 火焰监测的检查。
- (3) 转动、滑动、凸轮部位加润滑油，并进行擦拭。
- (4) 冲洗水位计 1-2 次(每班)，要按正确方法操作，直至使水位计冲洗干净。

## 故障

### 锅炉常见故障维修内容：

- 1、锅炉缺水：锅炉严重缺水，会造成受压元件变形和损坏，发生炉管爆炸，如果处理不当可能会发生锅炉爆炸事故。发现锅炉缺水时，应严禁进水，并采取紧急停炉措施。造成锅炉缺水事故的原因大多与运行人员松懈麻痹和误操作有关，或是与水位表因无冲洗措施而发生堵塞故障有关

在现场突然发现设备故障怎么办？

- 打开技术支持系统
- 查看设备历史报警
- 查看设备历史故障解决记录
- 查看设备维护说明
- 查看设备维护保养周期
- 查看故障解决建议



# 3.APP 应用：运维人员的一天



检查设备是不是正常：

- 看下历史记录
- 描述下设备状态
- 拍个照片
- 按流程做个维护



# 3.APP 应用：运维人员的一天



工作人员

中国移动 21:50 38%

工单： 冷却水例行服务

区域：

客户： 北京香港马会会所有限公司

完成时间：

预计完成小时数： 2小时

任务状态： 进行中

任务说明：

添加意见

循环冷却水系统 6

泵、阀检查

数据抄录

化学品操作

水处理效果检查

冷却水测试

仪表检查

任务提交



用户



水处理服务商

工作完成了：

- 点提交所有人就都收到了
- 用户给个好评，不满意提下意见
- 领导给个指导
- 问题没解决，迭代下一步工作， workflow 看得见。
- 运维人员好评多了，升职、发奖金



# 4. 实施方案

市场占比

工业4.0  
智能化

**荧踪迅采工业水系统智慧管理平台**  
将水质、人员工作、设备运行和管理流程数字化，使用工业水系统数学模型和管理模型，将系统运行管理从传统状态检测和自动化控制升级为智能诊断控制、综合调度和智能化决策。



API接口

工业3.0升级方案：  
· 使用API接口从MES系统读取数据。

<1%

工业3.0  
信息化



MES系统

有自动化水处理设备和系统运行数据采集并传输到MES系统。数据可通过云端实现可视化和参数调整。

上传数据至工业水系统智能管理平台

<5%

工业2.0  
自动化



有在线pH、ORP、电导率和荧光等控制水处理自动加药和排污。



有DCS系统采集系统设备运行数据。

工业2.0升级方案：  
· 使用PLC从自动水处理设备和DCS系统读取数据。



或

全自动智能加药设备

plc

温度

压力

流量

电流

电压

水表

工业1.0升级方案：  
· 安装WaterEye全自动水处理加药设备，实现水质数据采集和智能控制。  
· 使用PLC升级已有加药设备，实现水质数据采集和智能控制。  
· 安装各种传感器，采集设备运行数据。

通过APP即可实现运维人员现场工作管理

>90%

工业1.0  
机械化

有定时控制的水处理加药设备，电导率控制排污

无数据上传系统设备



全自动智能加药设备

温度

压力

流量

电流

电压

水表

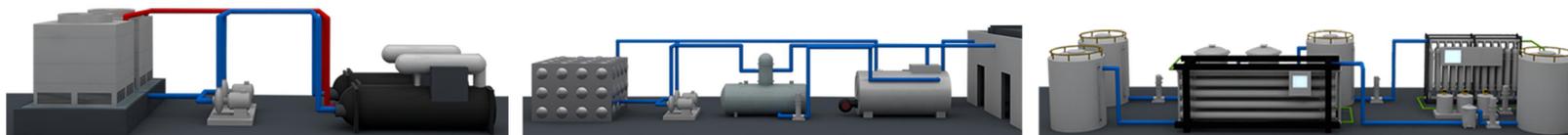
无自动水处理设备，不进行水处理或人工加药，设备运行数据无法采集



APP



人员管理





# 5. 实施成本（硬件）

中型冷却水系统

电导率仪+PLC+网关

+

补水表+排污表

+

冷却塔进、出、湿球温度

+

设备电流、电压、功率

+

换热器温度压力表

+

荧光、ORP、pH

+

腐蚀率仪、污垢热阻

荧踪迅采智慧平台

缓蚀阻垢剂与排污智能自动控制

10,000 +

系统用水量、蒸发量、浓缩倍数、风吹损失  
缓蚀阻垢剂精确用量

5,000-10,000 +

制冷量、循环量、冷却塔效率，  
氧化杀菌剂加药量

5,000 +

系统能耗，制冷效率，判断结垢沉积趋势

10,000+

传热系数、污垢热阻

10,000+

测量并验证缓蚀阻垢剂、氧化杀菌剂浓度

50,000+

水处理效果监测与趋势的判断

100,000+

# 数据安全性

## ❑ 云服务器ECS：

阿里云通过了多种国际安全标准认证，包括ISO27001、MTCS等。安全合规性对于用户数据的私密性、用户信息的私密性以及用户隐私的保护力度都有非常严格的要求。

## ❑ 云数据库RDS：

- 防DDoS攻击。
- 检测SQL注入威胁。
- 访问控制策略。
- 阿里云提供各类加密功能，保障您的数据安全。
- 阿里云安全团队负责RDS的安全技术支持。

## ❑ 租户分库设计：

平台数据库采用按照租户进行数据分库的设计。将用户的数据进行物理隔离，存到单独的数据库中，避免了不同用户数据之间产生影响。

## ❑ 对象存储OSS：

- 提供企业级多层次安全防护。
- 多用户资源隔离机制，支持异地容灾机制。
- 提供多种鉴权和授权机制及白名单、防盗链、主子账号功能。

## ❑ 时空时序数据库TSDB：

- 提供 VPC 的实例访问方式，充分保证实例访问的安全性。
- 提供网络白名单功能；
- TSDB 的数据存储默认采取三副本策略，充分保证数据的可用性。

## ❑ 数据备份机制：

由于平台数据较多，采用主从数据库备份的策略，当发现主数据库异常时会直接切到从库，保障了数据的安全性。另外基于此机制可进行读写分离，降低了数据库压力，增加稳定性。

# 平台版本优势

## □ 共享版：

- 投入成本低
- 免费提供版本升级
- 提供整套平台使用培训

## □ 水处理专用版：

- 完备系统监控功能
- 智能加药控制
- 服务计划
- 工单管理
- 故障处理流程
- 人员反馈系统
- 服务版APP
- 客户版APP

## □ 独享租用版：

- 包含共享版全部特权
- 数据更加安全
- 平台稳定快速
- 支持定制开发

## □ 独享购买版：

- 包含独享租用版全部特权
- 系统限制数量达到1000个
- 购买后可以永久使用
- 提供专属团队提供支持和维护