

# 推进智能运维 筑牢5G数字底座

——中国铁塔智能运维应用探索



# 目 录

CONTENTS

## 1 背景及认识

## 2 应用及成效

## 1.1 中国铁塔资源规模



■ 中国铁塔作为一家重资产运营的通信基础设施服务商，拥有超过210万站址以及超过2500万各类设备设施。



210万站址



2500万设备

## 1.2 运维模式面临的挑战

■ 当前运维模式下，存在着手段落后、人海作业、效率低下等问题，如何改变这种现状，如何采用诸如5G、AI及边缘计算等技术手段，培育并形成“**制管、技管、人管**”三位一体的专业化数智化运维能力，已成为保证高质量运维的重要举措。

- A 各站点距离较远，巡查的内容较多、工作量大
- B 应急保障缺乏科学合理的调度
- C 安全隐患发现手段滞后
- D 资产管理困难，被盗破坏现象频发
- E 基站周边环境难以及时掌控
- F 故障仍旧采用事后派单，预防性维护不足

## 1.3 运维数智化转型是新形势下的必然选择



■ 面对客户**低成本、优服务**的诉求，必须以创新和互联网思维，促使运维“**更有效率、更加精准、更加智能**”，推动运维模式的变革，实现客户、公司、合作方的协同发展，提升整个行业价值。

### 智能运维： 能远程不现场，能自动不人工

#### 基础运维阶段

初步具备数字化监控运维能力

2015年-2017年

- 快速实现150万站的动环监控能力。
- 延续运营商的动环监控体系，面向配套设备运行的监控。

#### 精准运维阶段

更加完善的数字化监控运维能力

2018年-2020年

- 更加注重精细化管理能力及运营管控能力。
- 完善空调控制器、分路计量、远程抄表等数字化能力。
- 开展资产运营监控，实现运维数据的深入挖掘应用。

#### 智能运维阶段

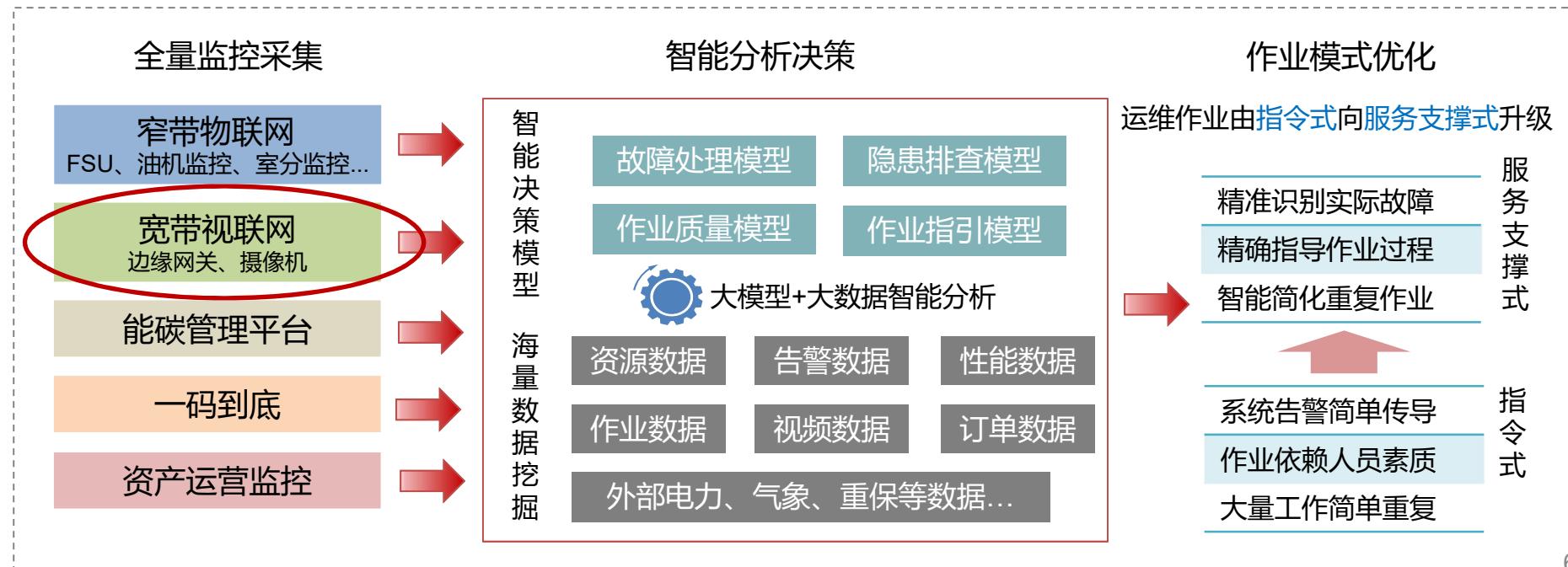
由数字化向智能化迈进

2021年—至今

- 向智能化作业方向发展，“能远程不现场、能自动不人工”。
- 引入5G视联网、AI、边缘计算等技术，进一步实现传统人工作业的智能化升级。

## 1.4 不断完善运维智能化体系

■ 中国铁塔智能运维整体规划是：通过不断的智能化技术应用，尽可能准确的采集各类设备设施的信息以及运营过程中的资源投入，辅以大数据+大模型的决策，实现维护管理、生产工单化，推动运维合作模式的变革，最终实现客户、公司及合作方共赢。



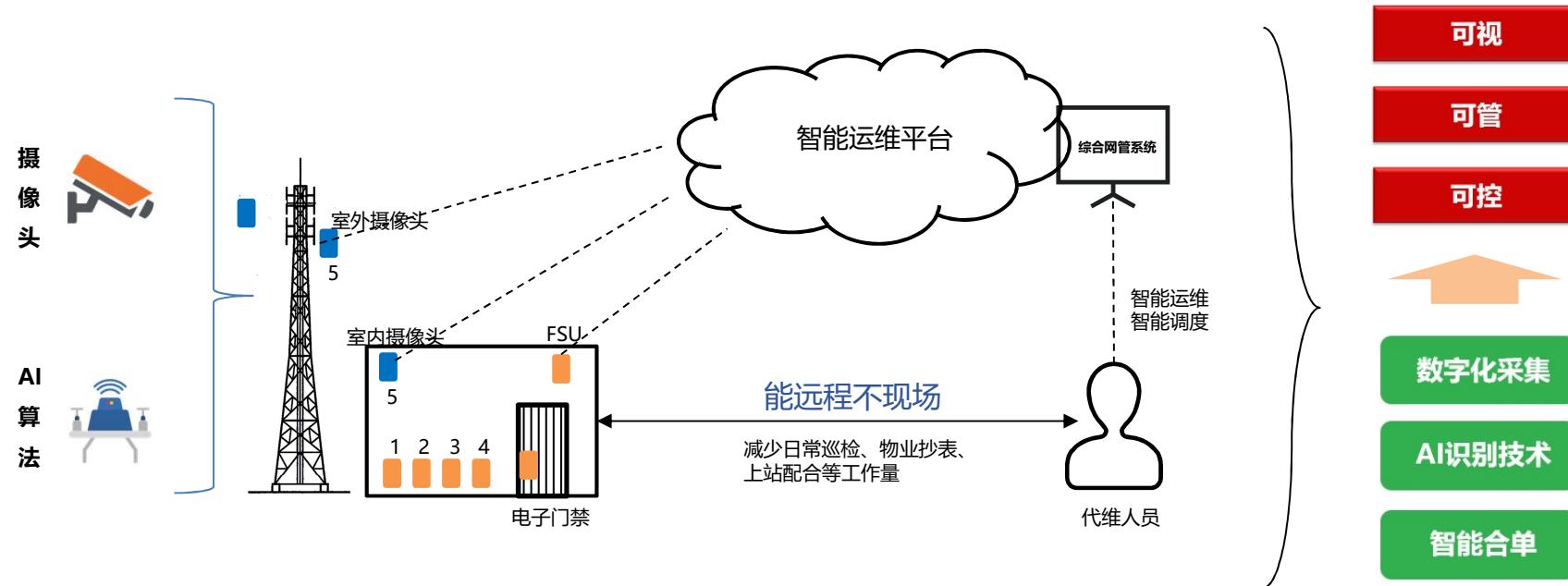
# 目 录

CONTENTS

- 1 背景及认识**
- 2 应用及成效**

## 2.1 基于视联网的智能运维总体思路

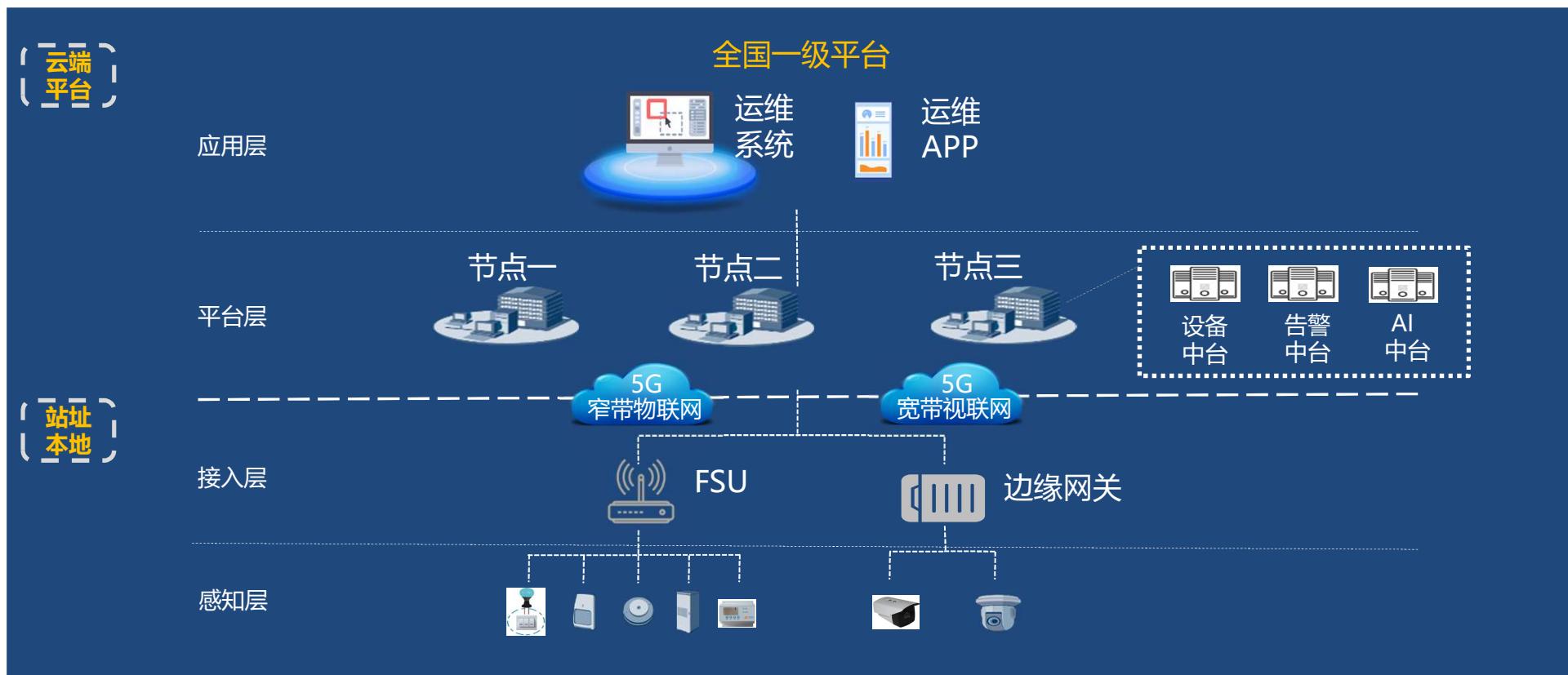
- 通过现场摄像头采集、边缘及云端AI算法加载，增强基站数字化管控能力，减少日常巡检、上站配合等工作量，提升生产管理效率和效益。



## 2.2 基于视联网的智能运维总体架构



统一标准，一级架构，分布部署，集中监控



## 2.3 接入层关键设备-边缘网关

■ 中国铁塔完全自研，采用模块化设计，支持软件定义。

### 算力板

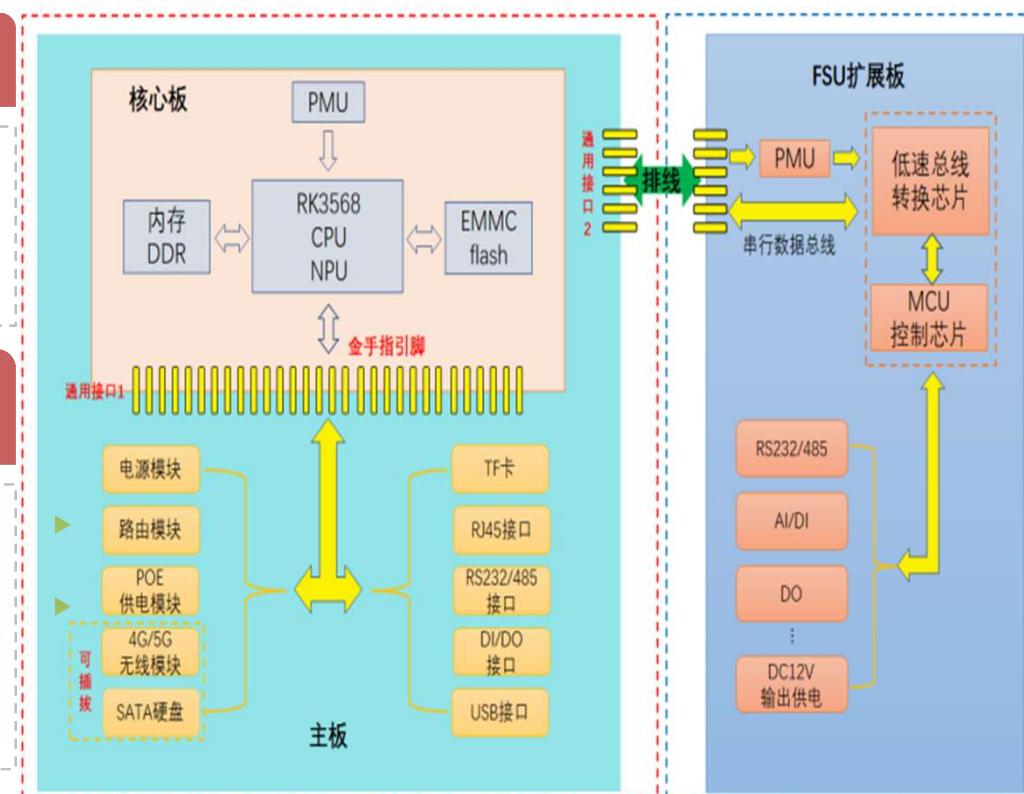
核心计算单元，AI分析中枢，有1T算力，6T算力两个版本，根据实际需要选配不同算力板。采用金手指接口，尺寸小，算力灵活配置。同时兼容英伟达算力板接口，标准化后，除可以中国铁塔使用以外，可以通过中国铁塔的量产、验证后，推广到其他场景使用。

### POE电源与接口板

接入POE摄像头，整体设备供电以及摄像头供电。通过POE技术，摄像头接入只需接入网线，不需要接入电源线，极大降低了施工难度与施工成本。

### 物联网扩展板

接入各类物联网设备，支持DO/485/232等各种物联网接口，提供各类物联网设备接入与控制的能力。



## 2.4 平台层-AI中台

■ 铁塔AI原生应用中台，在边缘侧部署4个AI算法，平台侧集成27个AI算法以及“塔娃”智能体大模型，赋能智能化应用场景。

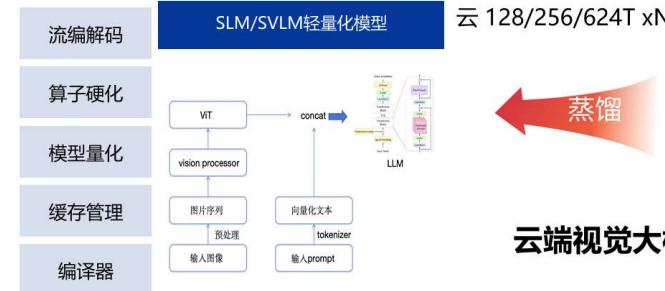


边端Qwen-VL(蒸馏版)+4个小模型



云端Qwen-VL+27个小模型

### 边缘视觉大模型智能体群



告警初筛

边 1T/6T/30T xN

### 云端视觉大模型智能体群



## 2.5 应用概览

■ 中国铁塔智能运维采用“边安装、边应用、边优化”的策略，持续推进智能运维应用深入开展。已初步形成出入站管理、故障预处理、隐患排查、作业监管、排障指引等五个标准化应用场景，同时持续探索智能运维潜在应用场景。

出入站管理	故障预处理	隐患排查	作业监管	排障指引
<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 通过应用人形检测、人脸识别技术，结合出入站报备审批流程优化，完善系统支撑手段，实现人员上站效率提升以及上站人员全口径、人名化管理。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 在烟雾、水浸、红外、门磁门禁等环境类故障工单派发后，一线人员优先通过智能运维远程核实现场情况，初步判断故障情况，减少无效上站。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 定期对机房内部进行巡查，通过AI或人工识别问题，派发工单进行处理，提升机房设备设施的运行质量。</li> <li>□ AI可识别问题类型包括馈线窗漏光、机房门开、设备变动三类；人工可核实机房卫生、走线不规范等问题。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 通过比对作业工单上站签到信息和智能运维人员活动AI识别结果，稽核上站真实性问题。</li> <li>□ 通过人工抽检作业期间视频记录，检查作业规范性，督导一线提高作业质量。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 排障指引模型并嵌入作业工单，以智能对话形式解答作业中遇到的问题，便于一线人员随时获取作业指导，帮助一线人员提升作业效率和质量。</li> </ul>

## 2.6 出入站管理 (1/3)

■ 结合智能运维对出入站管理机制进行重构，通过应用出入站管理微信小程序+智能运维，机房出入站实现“**全量人员、全量监管**”。



**作业APP**

- 在作业APP任务工单中嵌入开门环节，提升正常上站工作效率。

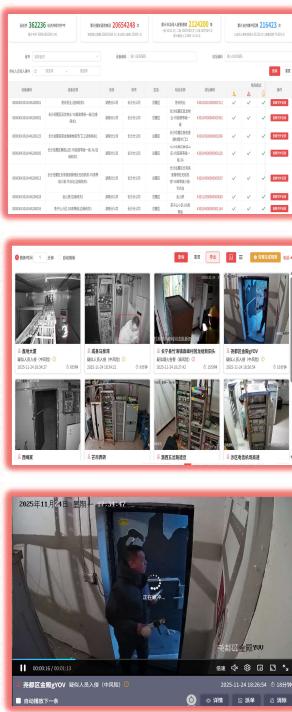


**微信小程序**

- 通过通用的微信小程序，简化上站申请流程，引导所上站人员实现线上留痕。

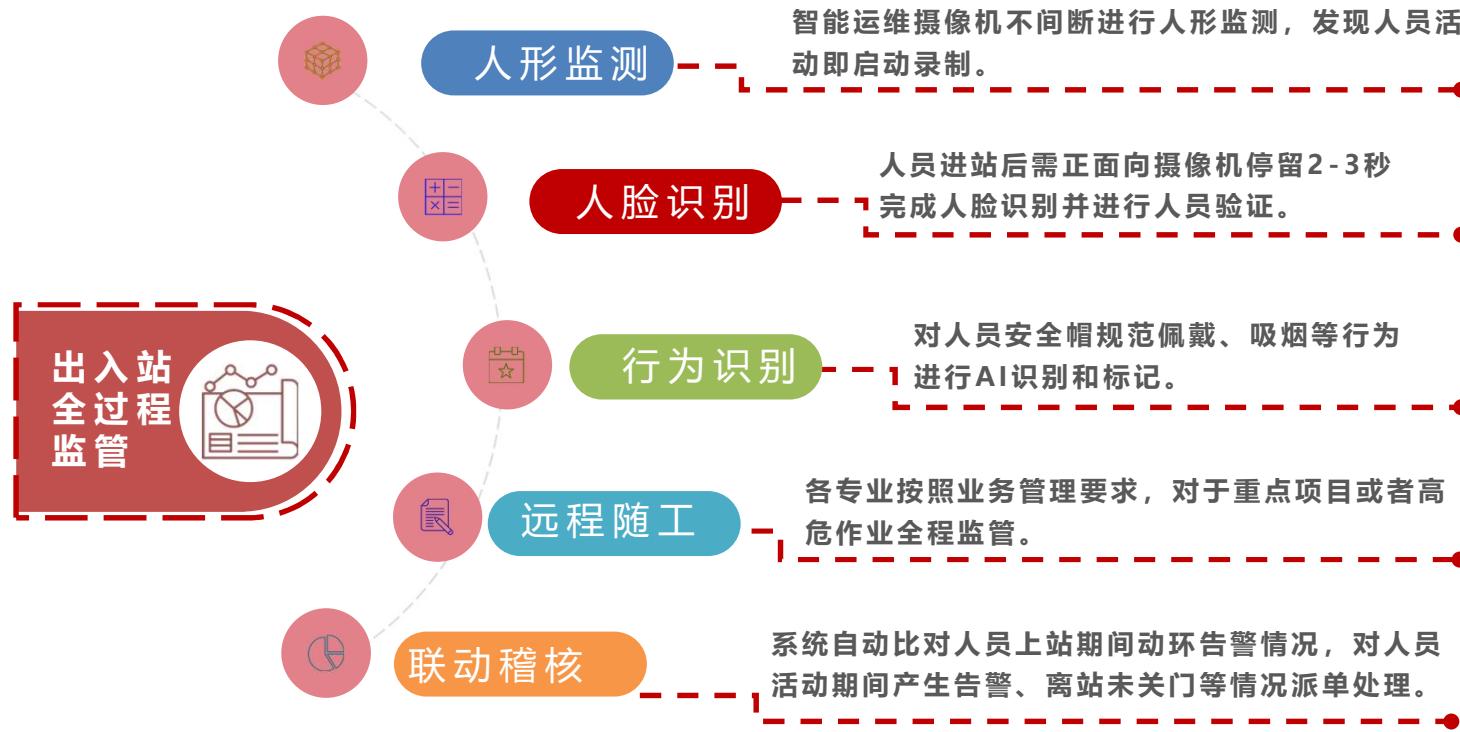
**智能运维**

- 上站过程监管
  - 采用智能运维、作业APP结合的形式对人员信息进行采集和智能识别，核实人员匹配情况；
  - 根据作业类型，必要时公司内部对口管理部门应安排现场或远程随工；
  - 人员离站时动环监控无告警，智能巡检AI识别无异常，上站过程全程视频记录留档备查。
- 异常上站管控
  - 自动发现未报备人员上站，派发工单，自动喊话驱离，视频记录留档备查。



## 2.6 出入站管理 (2/3)

- 上站全过程监管：从人员开门进站到关门离站，采用人形监测、人脸识别、行为识别、远程随工等对等多种手段，按照业务规则对上站全过程进行监管。



## 2.7 故障预处理

■ 将调用智能运维摄像机功能嵌入故障处理流程中，在告警自动派发故障工单后，监控人员、代维人员均可先通过智能运维远程核实施现场情况，如现场无问题可直接回单，减少无效上站。

**案例1：某基站触发水浸告警并派发故障工单，一线人员核实该基站运行正常，直接回单。**

告警名称: 水浸告警 告警详情: 现场照片 AI识别结果 站址细分类型 国家行政区县 移动 联通 电信 站址保障等级 站址名: 马山县

操作: 指挥 水浸告警 故障单编号: 机房站 2025-09-13 22:45:55 2025-09-13 22:45:55

主视流 Camera 01 95.67KB/s 拉伸 X II □ □ □

20.06KB/s 拉伸 X II □ □ □

**案例2：某基站触发水浸告警并派发故障工单，一线人员远程核实发现机房进水并及时处置。**

15:36 工单详情 < >

工单信息

- 工单编号: FS-11-001-20250924-342568
- 站址名: 门头沟天桥浮
- 工单状态: 是否上站
- 工单类型: 设备告警工单
- 故障来源: 铁塔集团动环网管
- 工单内容: 水浸告警
- 派单时间: 2025-09-24 10:09:14
- 站址摄像头: 在线
- 远程核实无故障工单: 远程关单
- 备注: 门头沟天桥浮
- 距上次反馈历: 0小时 26分钟17秒
- 告警是否: 未恢复

工单详情 站址信息 故障信息 告警信息 处理流程



## 2.8 基站隐患排查 (1/3)

■ 通过对机房内部进行拍照识别+人工复核排查现场问题隐患，做到隐患及时发现、及时处置，提升站址运行质量。



## 2.8 基站隐患排查 (2/3)

■ AI识别馈线窗漏光、机房门开、设备变动三类隐患，针对AI无法识别的问题可进行人工远程巡查，提高隐患问题识别和处理效率，提升机房运行质量。



AI识别馈线窗漏光



AI圈选识别图片  
2025-09-08 12:37:43

隐患人工排查功能集成摄像机实时画面和排查项目

录入/查看巡检结果: 同步上次巡检结果	单选	保存巡检结果	全屏
4 机房安全 安全文底资料、对应的风向提示卡资料上传	是	-请选择-	实时拍照
5 交流配电 交流设备上塔	是	-请选择-	实时拍照
6 交流配电 安全检查	是	-请选择-	实时拍照
7 开关电源 风扇检查, 设备异常检查	是	-请选择-	实时拍照
8 开关电源 司接端子检查	是	-请选择-	实时拍照

## 2.9 作业质量监管

■ 通过比对作业工单上站签到信息和智能运维人员活动及关键装备的AI识别，稽核日常维护作业规范性，督导一线提高作业质量。

### 上站真实性自动稽核

- 通过比对工单签到时间和同时段的人员活动视频记录自动稽核上站真实性。
  - 如工单签到至回单期间未发现人员活动和开门记录，判定为疑似虚假上站。上站人员对系统稽核结果有疑议可申诉举证。

### 作业规范性人工稽核

- 通过人工抽查作业期间视频，对作业规范性进行质检。
  - 核查人员安全帽、绝缘手套、反光衣等工器具佩戴规范性。
  - 核查作业操作规范性。

## 2.10 辅助一线人员开展工作

- 开发“塔娃”排障指引大模型并嵌入作业APP，便于一线人员随时获取作业指导，帮助一线维护人员提升作业效率和质量。

**更新闭环**

用户提问 ···

知识沉淀 ···

业务知识补充

定期总结 ···

专家评审 ···

嗨，我是“智能排障小助手”  
为您提供高效、便捷的故障排查服务！

负载熔丝故障处理

根据知识库内容，负载熔丝故障处理流程如下：

**一、系统查询方法**  
登录网管系统：网络监控 → 动环监控 → FSU监控  
勾选目标站址，点击查询实时性能  
在弹出页面中：  
设备选择开关电源  
点击获取实时性能  
检查负载熔丝XX故障告警状态：  
正常状态：实测值为0  
故障状态：实测值为1

**二、现场处理步骤**  
检查熔丝/空开状态  
打开开关电源直流配电柜，确认熔丝是否熔断或空开是否跳闸。  
若熔丝故障，直接更换同规格熔丝。  
排查设备告警  
若熔丝物理状态正常，但系统仍显示告警。  
检查FSU与开关电源的通信连接是否正常。  
联系开关电源厂家或FSU设备厂家排查协议解析或采集板故障。

**三、注意事项**  
安全操作：更换熔丝前需断开负载，防止短路风险。

撰写您的问题

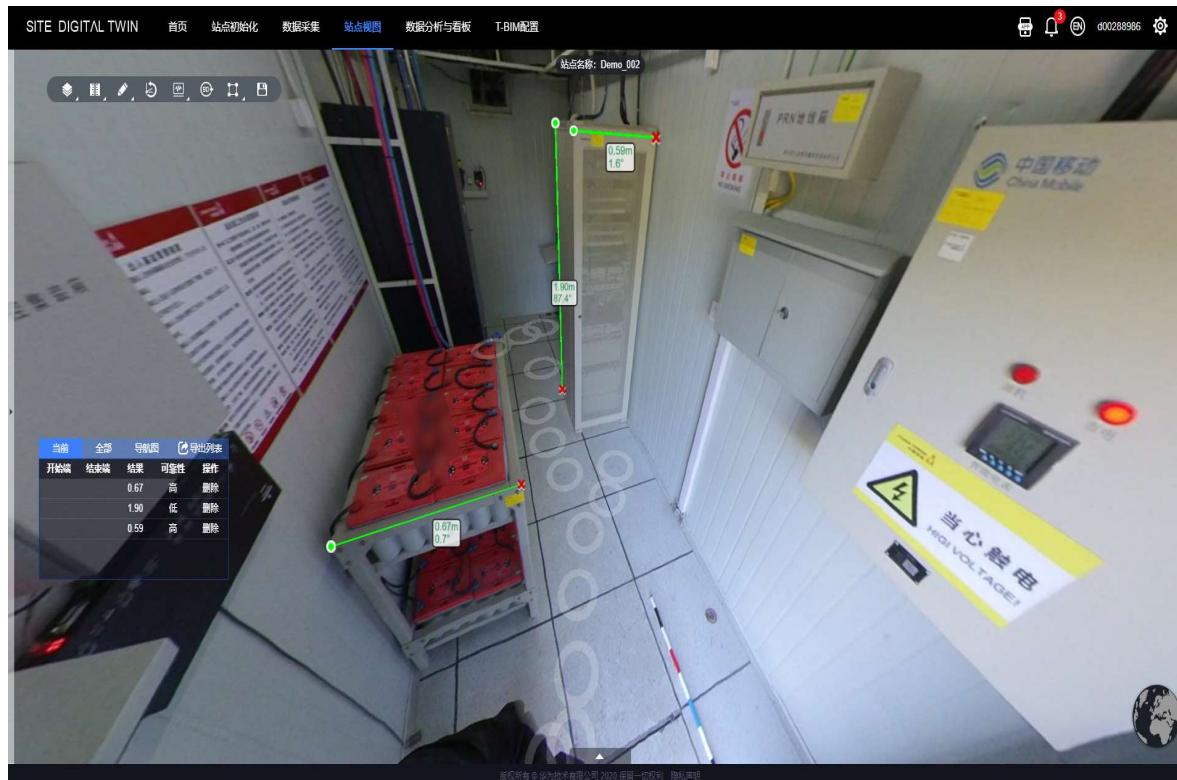
1. 概要结论  
站址LTQ雨清商量 (FSU运维ID: 11010843802275) 在2025年8月21日共执行17次远程控制操作，其中15次成功，2次失败。主要操作为门禁控制（设备类型499）的遥控操作，信号量0499201001 (门禁控制信号)。

2. 关键时间轴 (升序排列)

- 2025-08-21 11:32:47 - 遥控成功 (门禁控制)
- 2025-08-21 11:33:04 - 遥控成功 (门禁控制)
- 2025-08-21 11:33:32 - 遥控成功 (门禁控制)
- 2025-08-21 11:34:32 - 遥控成功 (门禁控制)
- 2025-08-21 11:36:23 - 遥控成功 (门禁控制)

## 2.11 提升资产管理能力

■ 通过VR和3D可视化技术手段，加强设备设施实物管理，保证数据的真实性和准确性。



# THANKS

铁塔公司将以合作开放的态度持续推进基站智能维护，

不断向行业内的先进公司学习，也期望与行业内的公司开展深度合作，共同提升运维效率，筑牢5G数字底座。