



国家电网
STATE GRID

以提质增效为目标的 人机协同山区立体巡检模式创新与示范

国网丽水供电公司

CPDM全国电力设备管理网
微信公众号：电巡网



目 录

1

摘 要

2

企业概况

3

背 景

4

主要做法

5

实施效果

CPEM全国电力设备管理网
微信公众号：金巡浆



摘要

一个智能巡检中心、五个运维站和N种附属智能设备的 “1+5+N” 的管控模式

精益立体巡检模式

无人机自主巡检
+
通道可视化

移动巡检

直升机航巡

卫星遥感

人工智能图像识别技术

国家电网设备管理网
OPM全国电力设备巡检
微信公众号

一个智能巡检中心、五个运维站和N种附属智能设备的“1+5+N”的管控模式

- 极大缓解因总量缺员和结构化缺员导致的人力矛盾
- 进一步提高质量效益
实现巡检质量和线路安全运行能力
- 进一步提升经济效益
降低运维成本投入
- 全面促进输电线路本质安全、精益管理、智能运检、减负增效

CPEM全国电力设备管理网
微信公众号：金巡奖



管理规范化

作业标准化

技术差异化

管控信息化

监测立体化

运维智能化



企业概况

国网丽水供电公司

成立于1981年4月

国家电网公司下属的供电企业，隶属于国网浙江省电力有限公司

以建设和运营电网为核心业务

承担着保障更安全、更经济、更清洁、可持续电力供应的基本使命

为地方经济发展和人民生活提供可靠优质电力保障的重要责任



国家电网公司
STATE GRID
CORPORATION OF CHINA

丽 水 电 网

丽水地处浙西南山区，输电线路90%分布在高山丘陵中

巡检作业强度高、作业环境恶劣，境内山区面积大，许多输电线路沿途人迹罕至

- 1000千伏变电站 1座
- 500千伏变电站 1座
- 220千伏变电站 13座
- 110千伏变电站 43座
- 110千伏及以上变电容量 1878.25万千瓦安
- 输电线路长度 3947.884千米
- 丽水地区并网电站 885座
- 总装机 347.10万千瓦



国家电网公司
STATE GRID
CORPORATION OF CHINA



国家电网公司
STATE GRID
CORPORATION OF CHINA

多元融合高弹性电网

国网丽水电力积极贯彻国家能源安全新战略、承接国家电网战略部署，把建设能源互联网形态下新型电力系统作为国家电网战略落地的主阵地，开展体系化设计和实践探索，充分发挥电网作为能源供应枢纽和能源服务平台的能动性，构建能源互联网生态圈，推动电网向能源互联网演进发展，打造具有山区特色的输电运维新模式。

CPM全国电力设备管理网
微信公众账号



背

景

(一)

建设新型电力系统、保障设备本质安全的需要



国家电网公司
STATE GRID
CORPORATION OF CHINA

国网公司

“一体四翼”总体布局

助力电网数字化转型、智能化升级，构建新型电力系统

当前新型电力系统建设全面启动，能源是主战场，电力是生力军，输电线路是能源传输的重要载体，是推动清洁能源消纳、提升电网安全运行水平的关键环节。安全应急、基建施工输电线路运维输电线路的智能运维是新型电力系统建设实践能够转型升级发挥智能化升级的需要的输电线路运维运维数字化是智能运维的探索体现翼先布技术保障健康稳定运维的升级和运维的需要新型电力系统建设意义重大。



- 随着我国经济社会进入高质量发展新阶段，传统运检模式在管理理念、方法、手段、能力等方面已难以适应当前面临的新形势、新任务、新要求，构建现代设备管理体系，是实现公司可持续发展的迫切需要。
- 输电管理作为现代设备管理体系的重要组成部分，关键在于落地“立体巡检+集中监控”的输电运维管理新模式，推动设备管理业务模式转型。
- 无人机自主巡检规模化应用，切实将设备“大数据”转化为运维“生产力”，显著改进输电运维质量，有效提升专业管理水平，成功探索出一条由“传统人工巡检”向“人机协同巡检”转变的输电运维模式转型之路，为现代设备管理体系建设之业务模式转型行动做出重要贡献。

(二)

打造“立体巡检+集中监控”输电专业运维新模式的需要



国家电网公司
STATE GRID
CORPORATION OF CHINA

省公司 设备部

《国网浙江省电力有限公司关于印发架空输电线路立体巡检作业指导意见的通知》
明确提出全面建设“立体巡检+集中监控”输电专业运维新模式

- 当前无人机电力作业技术成熟，能解决常规人工作业难以解决的工作问题，极大地提高输电线路运行维护的效率和质量，在高原、山地、丘陵等地形复杂地区输电线路的运维作业中具有经济性和可行性。
- 探索并应用利用无人机自主巡检和通道可视化开展输电线路整体运维模式，明确利用无人机自主巡检和通道可视化开展输电线路整体运维模式的应用场景，有利于发挥无人机在运维检修作业中的平台作用，促进输电线路运维模式从以人工作业为主转变为“无人机自主巡检+通道可视化”为主，移动巡检、直升机航巡、卫星遥感为辅，人工智能图像识别技术为支撑的精益立体巡检模式的需要。

2022年

丽水公司共管辖110kV及以上线路175回，杆塔10038基，长度3677.534公里（含电缆）。

2025年

新增500kV线路640公里，增幅143.8%；220kV线路798公里，增幅67.5%；110kV线路555公里，增幅39.5%；110kV及以上线路共增加1993公里，增幅60%。

- 所辖线路通道环境极其复杂
- 线路、光缆多在山区地段，车辆无法到达，需人工爬山巡视，巡检效率较低，目前巡视人员配置有限
- 人均运维量达100km-120km，已严重超出国网公司平均运维水平
- 传统人力密集型运检模式巡视效率低、质量不可控，运维班组普遍存在感知终端覆盖不足、智能装备配置不够、信息系统易用性差等问题



主要做法

(一)

提前规划，梳理辖区条件要素，为无人机巡检应用奠定基础



国家电网公司
STATE GRID
CORPORATION OF CHINA

无人机巡检线路梳理规划

划定丽水地区能飞、禁飞区的分布

为无人机安全巡视提供保障

完成线路经纬度校核

为无人机自主巡视做准备

丽水电网所辖110kV及以上线路

- 175回
- 3677.534公里（含电缆）
- 10038基杆塔

适航区

- 3608.165公里，占比98.11%
- 杆塔9876基，占比98.39%

禁飞区

- 69.369公里，占比1.89%
- 杆塔162基，占比1.61%

相关制度和规程，确保山区地理环境人机协同各项管理工作更加规范，有章可循

01

制定《国网丽水供电公司无人机巡检管理办法》《国网丽水供电公司无人机巡检作业管理规定》等七份无人机巡检管理要求

02

编制《国网丽水供电公司无人机精飞巡检标准化作业指导书》、《国网丽水供电公司无人机树障巡检标准化作业指导书》等五份无人机巡检标准

03

主导参与《无人机智能一键巡检技术》、《架空输电线路无人机编队自主智能巡检技术研究与应用》、《基于GE的线路信息导航研究》等三个无人机巡检技术项目研究

(三)

搭建“架空输电全景智慧管控应用群”，打通前后端数据



国家电网公司
STATE GRID
CORPORATION OF CHINA

搭建基于省公司智能管控平台下的“架空输电全景智慧管控应用群”

设备侧输电物联网体系

“源端唯一、资源共享、基层易用、管理精益”



推动输电运检业务模式“三个转变”，达到提升输电运检质效，强化电网运行安全的目标，架构采用管理信息大区 and 互联网大区设计，按照“实用高效、开放共享”的原则，加强输电各类专业数据的集约化、规范化管理和互联互通应用，并结合实际应用深度挖掘数据价值，提升状态信息实时感知、电网自主预警及智慧决策能力，实现与各专业、各部门、各行业间资源和数据有效共享

(三)

搭建“架空输电全景智慧管控应用群”，打通前后端数据



国家电网公司
STATE GRID
CORPORATION OF CHINA

搭建基于省公司智能管控平台下的“架空输电全景智慧管控应用群”

以该应用群为依托，接入互联网大区

- ✓ 实现了前后端巡检数据互联互通
- ✓ 打通了野外巡视-数据处理-数据管理-消缺管理的整个链条
- ✓ 形成了人机结合、内外兼顾的输电巡检全流程闭环体系
- ✓ 破解了输电运检人员短缺、工作强度高、人工巡检效率低和巡检精度不高的难题

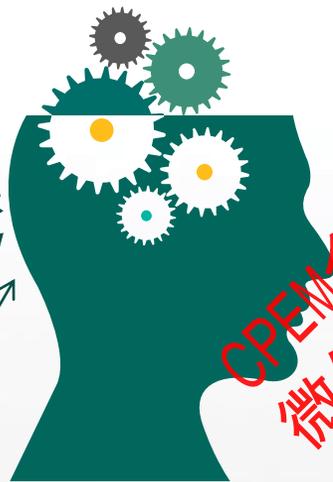
智能巡检中心从2020年11月建成以来一直发挥“中枢大脑”作用

智能展示中心

智能监控中心

智能机库

数据分析室



智能巡检中心

具体实践成果包括打造“无人机自主巡检+通道可视化”为主，移动巡检、直升机航巡、卫星遥感为辅，人工智能图像识别技术为支撑的精益立体巡检模式，积极谋划市本级输变配智能巡检工作

- 通过999套通道可视化装置第一时间发现山火8次
- 无人机自主巡检杆塔10082基
- 通过人工智能图像识别技术发现缺陷429处

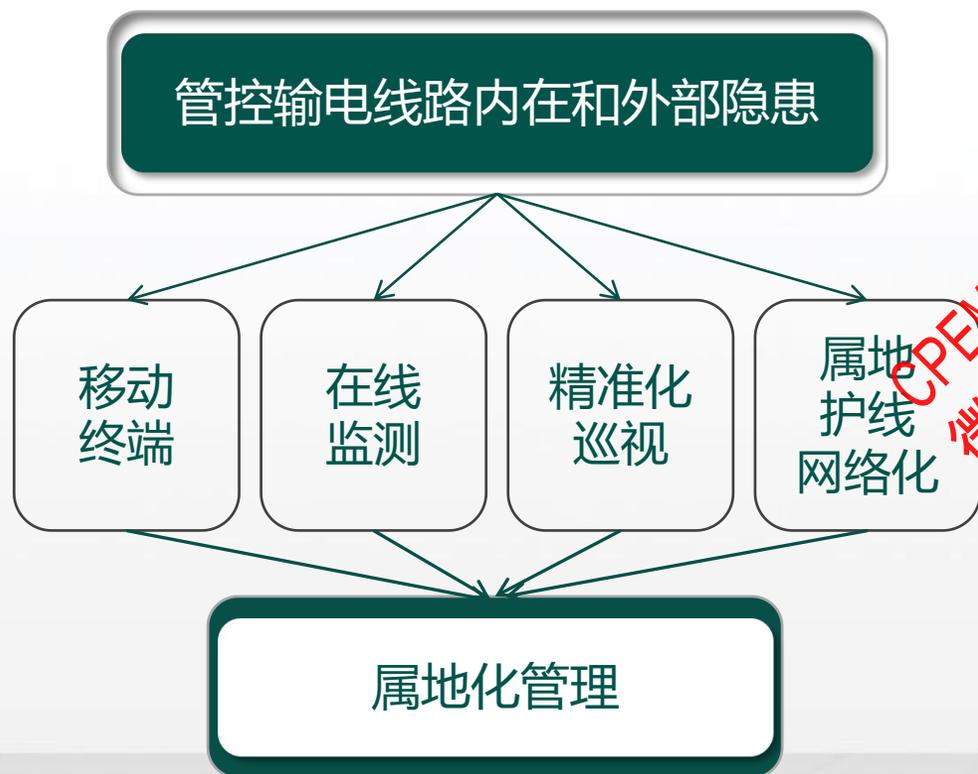
(五)

以运维站为基础建立专业化巡检模式，协同开展人机巡检



国家电网公司
STATE GRID
CORPORATION OF CHINA

丽水供电公司以方便线路巡视、满足应急及时性为目的划分5个片区，建立覆盖110kV-1000kV线路的运维站，创新实施协同属地公司共同管理辖区区域线路风险预警、保电、应急处置等工作 and 负责辖区区域线路电力设施保护现场勘查及协助审批工作。



已建成投入使用

- 青田运维站
- 遂松运维站
- 云景运维站

正在建设中

- 缙云运维站
- 龙庆运维站

- 已协助快速处理山火15次
- 处理树障隐患246处

- 补充巡视杆塔3462基
- 杆塔红外测温486基

CPDM全国电力设备管理网
微信公众账号：设备管理网



- 无人机在输电线路主要应用于树障飞行、精细化飞行、通道巡视、红外测温、验收、故障巡视等方面，通过无人机在巡检工作中的应用，大幅提高巡视质量，代替大量的人工巡视工作，减少人员的巡视频率。
- 同时对输电线路进行三维激光扫描和倾斜摄影，建立输电线路通道、塔线的三维点云模型和可视化三维通道模型，完善输电线路运维基础资料。

树障飞行

精细化飞行

红外测温

三维建模

验收工作

故障巡视

(六)

多目标、多手段立体巡检，助力电网长期稳定运行



国家电网公司
STATE GRID
CORPORATION OF CHINA

2021年

多悬翼无人机

图像拍照、激光扫描

固定翼无人机

激光扫描

采集数据
电脑三维建模分析

树障飞行

精细化飞行

红外测温

三维建模

验收工作

故障巡视

线树故障目前是丽水山区线路最难控制的方面

- 4月和9月对220kV及以上电压等级的线路开展了2轮树障飞行
- 发现树障隐患246处

将隐患细化落实，责任到设备主人执行隐患消除

(六)

多目标、多手段立体巡检，助力电网长期稳定运行



国家电网公司
STATE GRID
CORPORATION OF CHINA

2021年

高精度RTK
多悬翼无人机

金具
瓷瓶
线夹
引流等

拍照分析判断

发现杆塔上销钉
级的缺陷

树障飞行

精细化飞行

红外测温

三维建模

验收工作

故障巡视

丽水供电公司结合电压等级、巡视难度等方面在省内率先实现对500kV及以上线路的4轮无人机精细化自主飞行并发现缺陷415处，对110kV及以上线路三跨段的4轮无人机精细化自主飞行并发现缺陷14处，并结合停电将上述缺陷进行消除。

(六)

多目标、多手段立体巡检，助力电网长期稳定运行



国家电网公司
STATE GRID
CORPORATION OF CHINA

2021年

多悬翼无人机

+

红外镜头



线路部件测温

树障飞行

精细化飞行

红外测温

三维建模

验收工作

故障巡视

丽水供电公司针对红外测温管理薄弱、线路发热不能及时发现、人工测温误差较大等设备管理弱项，2021年选取两条省际超高压重要跨区域通道线路宁金5906线和宁华5916线开展了无人机红外测温工作，并发现缺陷16处，借此经验建立公司无人机红外测温相关检测要求。



2021年

杆塔导线和线路通道三维建模

塔线三维建模采用三维激光扫描技术。

线路通道三维建模采用三维激光扫描或倾斜摄影技术。

丽水供电公司针对线路纸质档案查找效率低、不便捷等台账管理弱项，2021年对220kV、500kV和1000kV线路（共1095公里）开展了三维激光点云建模工作，建立输电线路数字化台账，为后期孪生输电线路建设奠定了基础。

树障飞行

精细化飞行

红外测温

三维建模

验收工作

故障巡视

(六)

多目标、多手段立体巡检，助力电网长期稳定运行



国家电网公司
STATE GRID
CORPORATION OF CHINA

2021年

树障飞行

精细化飞行

红外测温

三维建模

验收工作

故障巡视

通过线路树障飞行和通道飞行对线路通道进行验收，消除新建线路线树隐患、摸清交跨物、构筑物等情况。

丽水公司针对人员验收技能水平层次不齐、验收效率较低、肉眼发现缺陷能力有限等弱项，

2021年利用无人机开展**6条线路（共182公里）**验收工作，确保新线路零缺陷投运。

CPEM全国电力设备管理网
微信公众账号：金巡奖

(六)

多目标、多手段立体巡检，助力电网长期稳定运行



国家电网公司
STATE GRID
CORPORATION OF CHINA

2021年

树障飞行

精细化飞行

红外测温

三维建模

验收工作

故障巡视

通过无人机的检查，可以快速有效发现线路故障点。

丽水供电公司针对人工登塔查找效率较低、安全风险较高等弱项，

2021年利用无人机开展线路故障巡视工作 **26次，百分百** 查到线路故障点。

CPD全国电网设备管理网
微博公众号·每巡奖

(七)

加快附属设备安装 -- 1.线路状态感知与智能诊断



国家电网公司
STATE GRID
CORPORATION OF CHINA

● 线路温度监测及动态增容装置

线路温度监测及动态增容装置可以通过边缘计算对温度越限、易覆冰气象智能分析出预警信息，为运行调度人员控制线路载流量、运检人员及时采取应对措施提供依据，提高输电线路的输送容量。

丽水供电公司针对难以有效掌握动态增容线路的温度、弧垂、覆冰气象信息等设备管理弱项，2021年通过安装导线精灵69套，温度监测设备34套，弧垂监测设备35套，为12条线路增容运行风险提供依据。

69套

34套

35套

导线精灵

温度监测设备

弧垂监测设备

(七)

加快附属设备安装 -- 1.线路状态感知与智能诊断



国家电网公司
STATE GRID
CORPORATION OF CHINA

● 分布式故障监测装置

分布式故障诊断装置通过边缘计算监控线路故障电流及波形，对线路本体和走廊雷击进行波形分析，实现故障定位和原因精准分析，大幅缩短故障原因诊断时间。

丽水供电公司针对故录保护和雷电系统故障定位误差较大等弱项，共安装分布式故障定位设备124套，覆盖线路58条，辅助故障点查找范围缩小至3基杆塔以内，实现线路故障点快速精准查找。

124套

58条

3基杆塔

分布式
故障定位设备

覆盖线路

辅助故障点
查找范围缩小

(七)

加快附属设备安装 -- 1.线路状态感知与智能诊断



国家电网公司
STATE GRID
CORPORATION OF CHINA

● 覆冰分布式装置

采用光纤传感技术，以线路已架设的OPGW光缆内部一芯光纤作为传感器，实现输电线路全线覆冰状态实时监测。

丽水供电公司针对不能及时掌握线路覆冰状态、人工观冰效率较低、安全风险较高等弱项，共安装覆冰在线监测装置70套，覆盖79条线路，精准掌握线路覆冰实时信息。

70套

79条

覆冰在线
监测装置

覆盖线路

(七)

加快附属设备安装 -- 1.线路状态感知与智能诊断



国家电网公司
STATE GRID
CORPORATION OF CHINA

● 视频及微拍装置

丽水供电公司针对输电线路三跨区域和特高压等重要线路，采取图像和视频实现可视化监控，定时自动和人工后台抓拍，对线路设备、通道状况、隐患区域进行实时监护，及时获取线路状态，保障线路安全运行。

共安装视频及微拍装置582套，辅助第一时间发现山火7次，第一时间发现线路外破风险隐患11次，第一时间发现现场覆冰情况7次。

582套

7次

11次

7次

微拍装置

发现山火

线路外破风险隐患

现场覆冰情况

(七)

加快附属设备安装 -- 1.线路状态感知与智能诊断



国家电网公司
STATE GRID
CORPORATION OF CHINA

● 激光除异物装置

丽水供电公司针对线路异物处理高空作业安全风险较大、处理效率较低、影响设备非计划停运率等设备管理弱项，

2021年配置激光除异物装置4套，开展线路除异物工作8次，处理效率大幅提高。

4套

8次

激光除异物装置

线路除异物

CPEM全国电力设备管理网
微信公众号：每巡奖

(七)

加快附属设备安装 -- 1.线路状态感知与智能诊断



国家电网公司
STATE GRID
CORPORATION OF CHINA

● 弧垂测量装置

在三跨区域和特高压等重要线路，操作RTK无人机使用弧垂测量飞控装置对杆塔进行弧垂测量，只需控制无人机对杆塔位置和导线悬挂点及弧垂点进行数据采集，采集完毕后即可完成导线弧垂测量，自动输出弧垂任意点的测量结果。

丽水供电公司针对人工携带弧垂测量仪器，攀登山路至杆塔下方进行弧垂测量的方式进行创新，配备5台弧垂测量装置，大幅提高弧垂测量效率。

5套

弧垂测量装置

(七)

加快附属设备安装 -- 1.线路状态感知与智能诊断



国家电网公司
STATE GRID
CORPORATION OF CHINA

● 山区地形无人机自主巡检通讯优化装置

以“机器人”为工作思路，强化基层班组在新形势下“运用新思维、探索新方法、应用新技术”理念，以网格化部署、集中管控的方式构建智能生产运维体系、形成闭环的山区地形全链路智能生态运维体系。

解决无人机自主巡检时受山区地形信号情况的限制，采用在山区海拔较高的地形部署信号优化装置，从而解决无人机因通讯信号影响自主巡视的问题，为山区或信号较差地区部署无人机进行自主巡检作业提供了信号保障，从而扩大无人机自主巡视的区域，优化网络信号，提高无人机飞行安全。

(七)

加快附属设备安装 -- 2.自然灾害全景感知与预警决策



国家电网公司
STATE GRID
CORPORATION OF CHINA

➤ 雷电监测预警

基于规模化布置的多位一体的雷电监测、线路异常状态诊断装置，实现覆盖区域内的高精度的雷电监测和预警服务；基于国网雷电监测预警系统实现雷电数据的融合分析，建立输电通道雷电预警机制；利用大数据开展雷击敏感因子的多源数据联合分析，实现杆塔级的雷击风险评估与预警，**提升预警精度30%。**

以国网雷电监测预警系统为基础，实现智慧线路的雷电预警、雷电监测等功能；根据雷电监测预警系统数据，全面掌握全省的雷电分布图变化情况，及时对雷电活跃区域的输电线路进行预警，查询防雷装置安装信息，为防范输电线路在强对流天气下遭受雷击事故、制订抢修方案提供依据。**丽水公司通过雷电定位系统辅助查找雷击故障点126次。**

➤ 覆冰监测预警

依托高精度拉力传感、微气象监测和图像视频监控的综合覆冰监测装置，结合附近自动气象站、观冰站（点）的环境气象参量监测数据，建立易覆冰区（海拔较高区域和迎风山坡、垭口、风道、大型水面附近等微地形区）网格化覆冰监测体系，实时监测导线拉力、导地线覆冰荷载、覆冰图片和气象参量并进行边缘计算，准确获得导地线覆冰厚度、导线拉力、微气象六要素以及现场图片并自动上传。

全景覆冰监测应用通过综合覆冰监测装置当前覆冰情况以及单点覆冰数据，结合历年冰区图，实现对导线覆冰监测预测与预警，及时发布覆冰24小时、48小时和72小时的预警信息。

覆冰监测预警4次。

(七)

加快附属设备安装 -- 2.自然灾害全景感知与预警决策



国家电网公司
STATE GRID
CORPORATION OF CHINA

➤ 山火监测预警

依据国网山火监测中心信息，结合山火监测装置、微气象、卫星遥感数据信息，实现对火点准确和实效的监测，全面掌握线路火点发生、变化情况以及山火发生规律，及时对山火区域的输电线路进行预警，为防范线路山火事故、及时指导山火扑灭提供依据。

辅助发送山火预警信息138条。

CPEN全国电力设备管理网
微信公众号: 电力设备

(七)

加快附属设备安装 -- 2.自然灾害全景感知与预警决策



国家电网公司
STATE GRID
CORPORATION OF CHINA

➤ 台风监测预警

以国网台风监测预警系统为基础，在GIS地图上展示相关重要信息，实现输电线路的台风预警、台风监测等功能。

基于对台风影响的预警和预测，辅助应急指挥人员提早采取预防和应对措施，在灾害易发区，提高输电设备防御标准，加强技术改造，增强电网抵御灾害的能力。

发送台风预警信息5条。

CPEN全国电力设备管理网
微信公众号：金巡鸟



5

实施效果

CPEN全国电网·运维管理网
微信公众号：金巡奖

(一)

助推新型电力系统建设，提高运维精度，提升设备本质安全



国家电网公司
STATE GRID
CORPORATION OF CHINA

对内业务高效贯通，对外业务增值共享



以架空输电全景智慧管控应用群为中枢，实现感知类数据、资源类数据、运检类数据等各类数据统一存储、共享提炼和统计分析



融合前端感知数据，实现导线限额电流计算，智能分析线路动态载流量，为实施动态增容提供数据依据



依托微气象全域监测及雷电、覆冰、污秽等环境监测预警等数据，通过大数据分析动态修正各专题图，提供路径决策及设备选型设计依据。

CPG全国电力设备管理网
微信公众号

(一)

助推新型电力系统建设，提高运维精度，提升设备本质安全



国家电网公司
STATE GRID
CORPORATION OF CHINA

巡检管理模式从“传统人工驱动”向“智能数据驱动”转变



人机协同有效覆盖了高海拔、大跨越、跨湖跨江杆塔的档距中央，和地形险峻地势复杂的线路区段等以往的人工巡视死角，发现以往依靠常规手段难以发现的导地线磨损断股、间隔棒握爪损伤等重要缺陷，能够完成冰雪天等线路特巡工作。



树障区段巡视范围得以扩大，同时通过分析软件处理，树线距离得以精确判断，为修剪力量的合理安排和树障隐患的分级管控提供了简洁明了的指导，为清障工作的分析统计精准施策提供了数据支撑。

(二)

提升输电智能巡检水平，初步建成“立体巡检+集中监控”运维新模式



国家电网公司
STATE GRID
CORPORATION OF CHINA

“立体巡检+集中监控”运维新模式

- ◆ 今年公司输电专业依托无人机、可视化技术优势，打破传统人工密集巡检桎梏，推动机巡替代人巡，初步构建“立体巡检+集中监控”运维新模式，形成了可复制、可推广的实践模式
- ◆ 实现了500千伏及以上线路通道可视化全覆盖
- ◆ “架空输电全景智慧管控应用群”接入了输电全景监控平台，输电专业运维模式转型效果凸显，展现了现代设备管理体系建设的初步成果



真正实现立体化巡检目标

- ◆ 综合考虑线路感知预警和预测信息、设备状态评价结果、区段重要程度、通道风险等因素对线路杆塔区段进行差异化定级
- ◆ 针对不同区段、不同时段、不同风险等级制定以无人机为主的人机协同精准运维策略

提升输电巡视工作水平

- ◆ 应用移动巡检APP，优化关键业务流程，实现输电线路运行巡视从区域划分到任务派发、执行、归档管理
- ◆ 通过缺陷、隐患等问题的巡视状态全过程数据采集追踪，提升输电巡视工作的移动化、信息化和智能化水平



01

全面推动无人机巡检作业标准化、规范化

- 组织编制无人机智能巡检作业体系建设三年工作方案，确定完善制度标准15项

02

加快无人机装备及人才队伍建设

- 配置无人机92架，培训取证60余人
- 建立无人机自主巡检航线库，500千伏及以上线路自主巡检航线规划覆盖率达到100%

03

深入推广无人机自主巡检作业

- 年平均巡检杆塔达一万基，发现严重及以上缺陷近千处



04

发现杆塔瓶口以上隐蔽性缺陷占比 **80%** 以上

- 无人机自主巡检应用深化，无人机作业优势得到充分发挥，有效弥补了人工巡视短板

05

发现通道树竹超高隐患**381**处

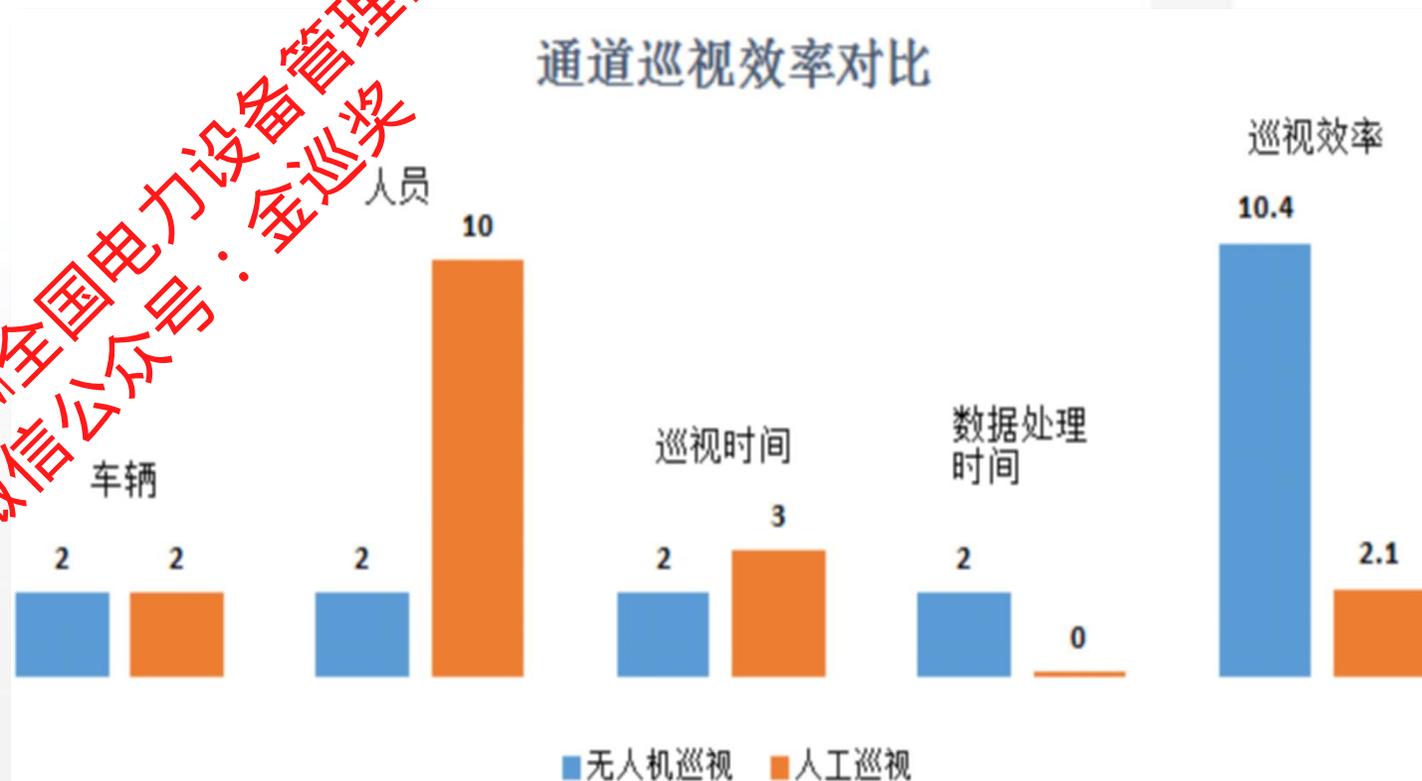
- 无人机作业领域不断丰富，激光点云和红外检测得到有效应用

06

- 持续拓展无人机在非紧固类工程验收、高空异物清理、带电作业辅助检修等复杂作业场景应用，大幅减少了基层人员高空作业次数，有效降低了安全风险

通道机巡较通道人巡效率提升约 5 倍

巡视方式	无人机巡视	人工巡视
车辆设备	2辆皮卡车	2辆工程车
人员	2人	10人
巡视时间	2天	3天
数据处理时间	2天	0天
巡视效率	10.4公里/人次*天	2.1公里/人次*天



通道巡视效率对比（巡视500kV宁金5906线）

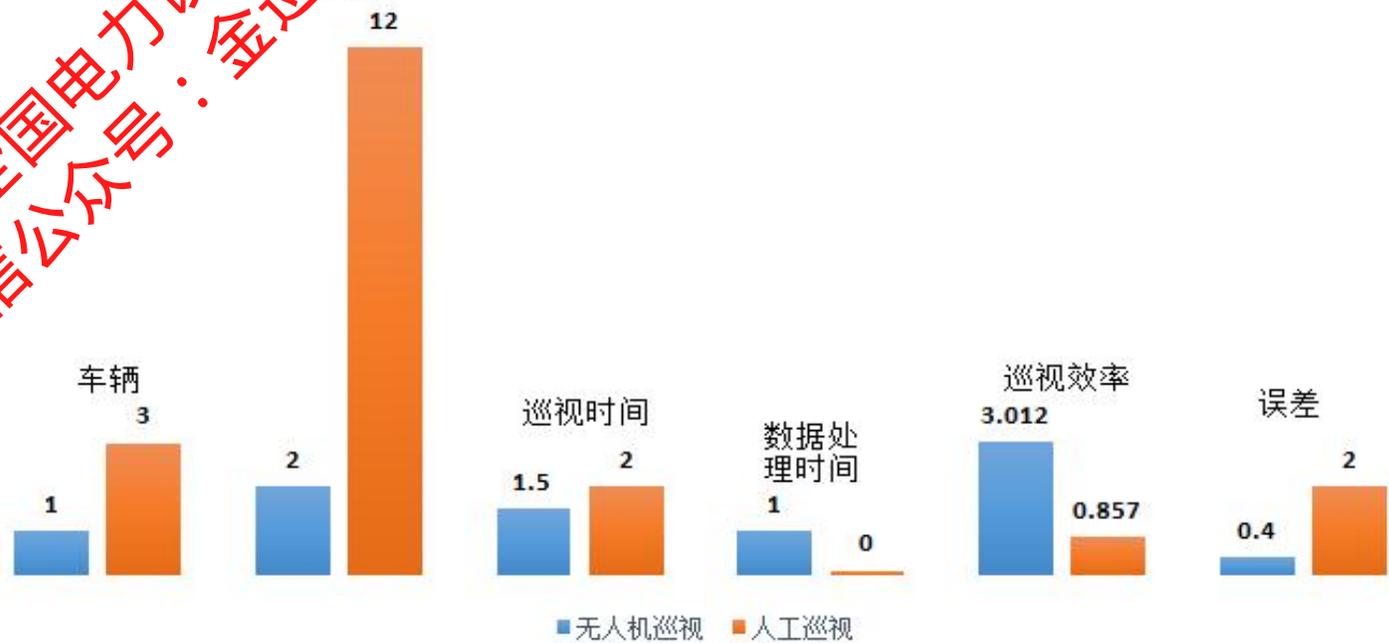


树障机巡效率较人巡提升约 3.5 倍

	无人机巡视	人工巡视
车辆设备	1辆皮卡车	3辆工程车
人员	2人	12人
巡视时间	1.5天	2天
数据处理时间	1天	0
巡视 (处理效率)	3.012公里/人次*天	0.857公里/人次*天
数据分析误差	±0.5m	目测

CPEN全国电力设备管理网
微信公众号：金巡浆

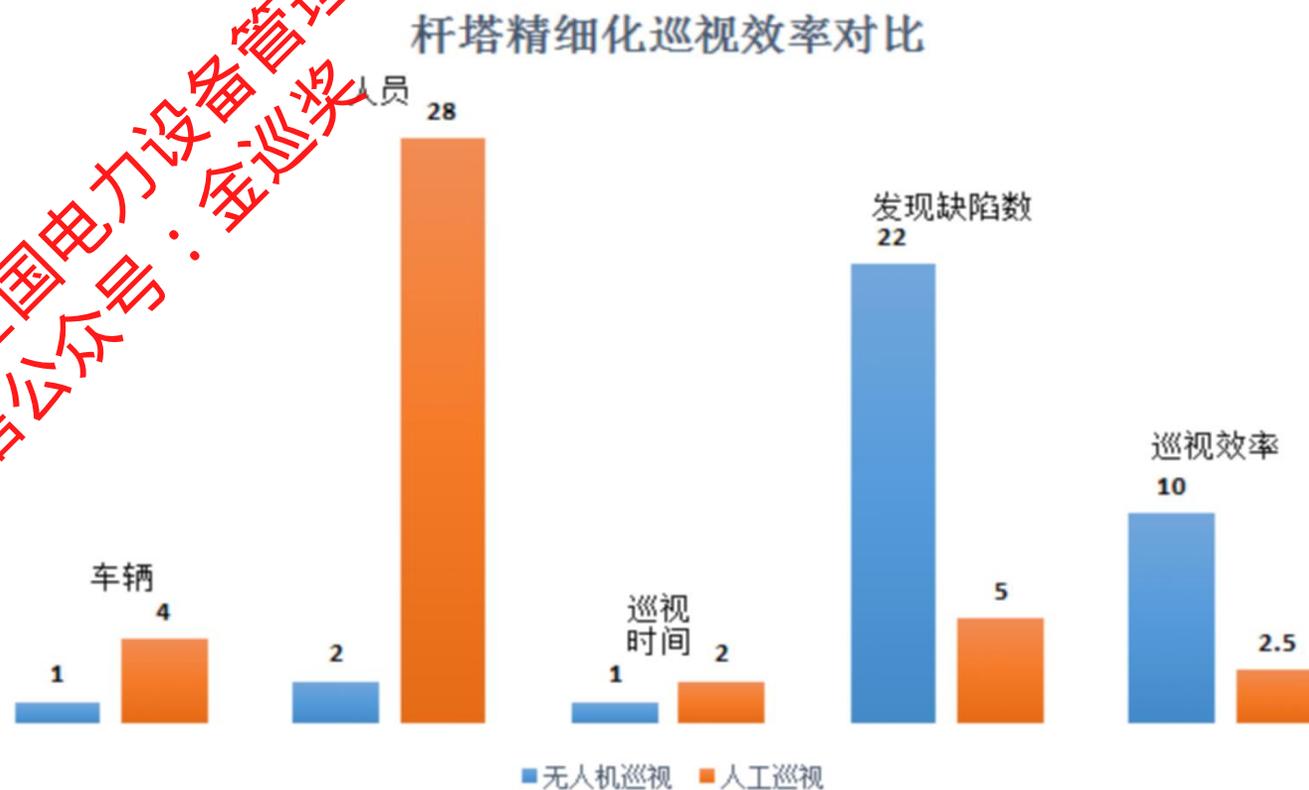
树障巡视效率对比



树障巡视效率对比 (巡视220kV丽青2333线)

杆塔精细化机巡效率较人巡提升了约 4 倍

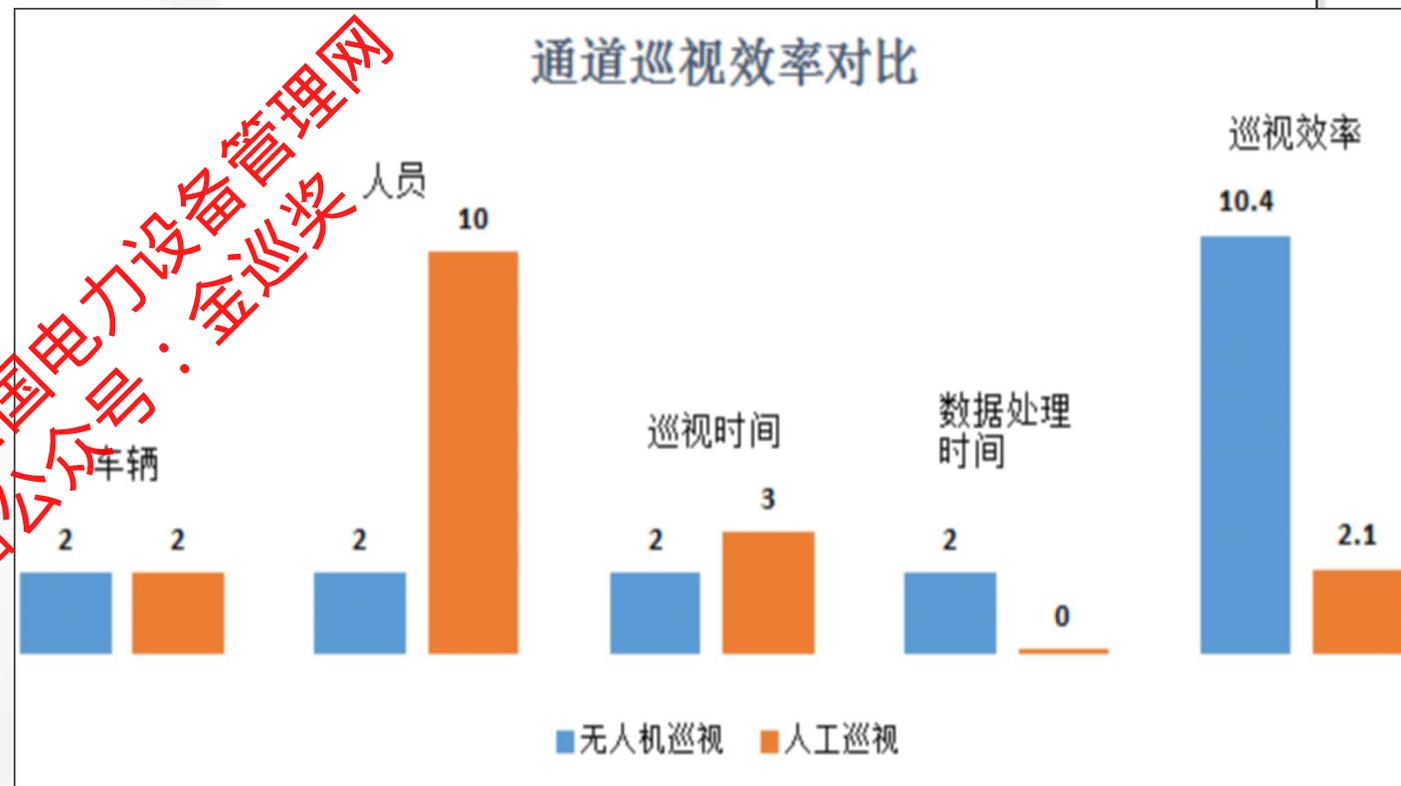
	无人机巡视	人工巡视
车辆设备	1辆皮卡车	4辆工程车
人员	2人	28人
巡视时间	1天	2天
发现缺陷处	22处	5处
巡视 (处理效率)	20-30分钟/基* 人	80-120分钟/基* 人



杆塔精细化巡视效率对比 (巡视110kV宏庆1074线)

人机协同巡检

- 精准发现细微缺陷
- 有效避免人工巡视漏检
- 解决人工巡视效率低和跋山涉水的艰辛和险阻
- 缓解输电运检缺员问题
- 得到全体运行人员，特别是高龄职工的一致认可



实践证明，人机协同巡检大幅度提升了输电运检效率效益



国家电网
STATE GRID

感谢您的聆听

国网信通公司
CPERM全国电力设备管理网
浙江分公司

国网丽水供电公司