

第三批“数据要素×”典型案例 ——气象服务领域

多跨协同 打造城市数字防汛“沙坪坝实践”范例

沙坪坝地处重庆主城核心腹地，区内嘉陵江岸线 18 公里，长期面临汛期洪涝挑战。为解决防汛工作中存在的数据融合应用效益低、风险预判预警不精准、指挥协同不高效等问题，沙坪坝区气象局会同区应急局、区水利局，构建综合数字防汛决策指挥系统——知天·沙坪坝区防汛决策指挥系统，通过接入“数字重庆”三级城市运行和治理中心，构建了多跨协同的数字化、扁平化、闭环式防汛救灾指挥调度新模式，打造数字防汛“沙坪坝实践”。

一是推动跨区域、跨行业、跨层级防汛数据归集共享，实现实时汛情“一屏掌控”

依托“数字重庆”一体化智能化公共数据资源系统（IRS），汇集嘉陵江“陕甘川渝”全流域 2800 余个气象站、32 个水文站实况信息，区内 12 个部门的积水监测、实景监控、防汛救灾责任人、应急资源信息，以及流域气象水文实时预警等 41 类 10 万余条数据，并构建防汛人工智能大模型，实现动态全面掌握防汛救灾态势。

二是通过数据融合、技术融合、业务融合建立数字孪生系统，实现转移避险“一图通览”

基于气象、水文、地理空间、自然灾害风险普查成果、公安“一标三实”、9700 余个构建筑物等数据，建立三维洪水淹没分析模型，结合实时气象水文预警，提前精准预估淹没区域和受影响

人群，明确避险路线，并智能生成防汛应急处置方案，提升数字化应急实战能力。建立城市内涝点监测预警与交通信号灯、智能水篦实时联动机制，通过设置致灾阈值，实现超阈值时自动联动交通信号灯亮红灯，熔断交通。

三是构建“一件事”贯通数字化城市运行和治理中心，实现预警信息“一键智达”

建立 12 个部门和 22 个镇街 4000 余条预警响应工作指令库，实现预警与水利、住建、城市管理、交通等 12 个行业部门的行政指令智能耦合，打造防汛决策“一件事”，通过三级城市运行和治理中心流转至基层责任人，明确“该谁干、干什么、怎么干”，提升了预警的精准性和时效性。

四是聚焦流域洪涝和城市内涝两大场景，实现应急处置“一体调度”

聚焦沙坪坝外洪内涝防汛重点难点，构建流域洪水、城市内涝两大应用场景，能够动态提取雨量、水位、涝情、视频、路况、气象水文预报预警、应急力量以及嘉陵江岸线建筑物、人员等信息，支撑区数字化城市运行和治理中心、应急指挥中心、政务值班中心对部门和基层的一体指挥调度。

沙坪坝依托这一“数字防汛”模式，防汛决策指挥效能提升了 50%，应急指令传达时间由原来 5 小时缩短至 2 分钟，成功应对近两年暴雨天气和嘉陵江洪水过境，全区未再发生因过境洪水、城市积涝导致人员淹溺事件。



图 1 知天·沙坪坝区防汛决策指挥系统



图 2 知天·沙坪坝区防汛决策指挥指挥舱

“数智”航空气象服务提升飞行安全和效率

在面对强对流、暴雨、强垂直风切变、低能见度、雨雪冰冻等航空高影响天气时，中小机场气象台往往缺乏有效的精细客观化数据产品支撑，导致航班绕飞、准点率下降等问题。江苏省气象台与扬泰国际机场成立航空气象联合实验室，通过整合省、市气象部门和机场三级资源，构建标准化航空气象数据产品加工流水线，研发以三维天气雷达深度视图工具为代表的 13 项监测预警关键技术，建成一体化航空气象服务平台“爱美翼”，提升飞行安全和效率。

一是构建标准化航空气象数据处理流水线，有效整合气象数据资源

汇聚天气雷达、风云气象卫星、风廓线雷达、微波辐射计、气象自动站、毫米波云雷达、高分辨率数值预报等多种气象观测预报资料，建立面向多源气象和航空资料的标准化数据预处理流程，有效整合省市气象部门和扬泰国际机场等民航系统的资源；搭建 AI+气象大数据深度加工中台，实现多源数据融合分析和深度加工。

二是构建气象预报预警核心技术，打造系列气象数据产品

构建以分灾种航空高影响天气网格预报为代表的气象监测预报预警核心技术体系；研发三维天气雷达深度视图工具，利用该工具对气象数据三维体建模，解构航危天气立体特征，将气象信

息高效、直观地传导给行业用户；打造集实况监测、识别预警、短临预报、短期预报及客观预警等于一体的系列气象数据产品。

三是搭建集成数据产品的航空气象服务平台，赋能航空气象服务

构建一体化的中小机场航空气象服务保障平台“爱美翼”，面向航空保障服务场景发布数据接口 421 个，为机场、航司、通航等不同终端用户提供起降精密保障、航危事件复盘等 15 类场景服务，不间断累积服务时间超 43800 小时。扬泰机场的气象预报准确率从 2018 年的 85.2% 提升至 2024 年的 92.3%，预警提前时间从 40 分钟延长至 70 分钟，航班准点率相较于 2020 年提高了 5%。

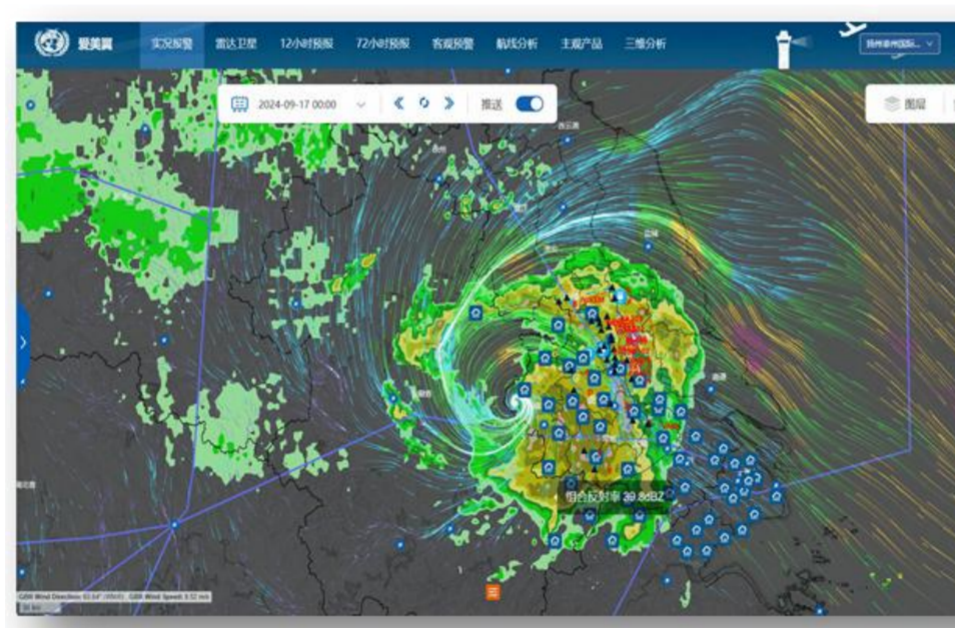


图 中小机场航空气象服务保障平台“爱美翼”

“温度指数（保险）+天气衍生品”模式 赋能天气风险管理

气候变化正成为影响经济发展的重要不确定因素，天气敏感型行业不断增加，实体产业对天气风险管理的需求日益增加，我国目前对天气风险的管理工具比较单一，主要是通过天气灾害保险和天气指数保险进行风险补偿。但由于气象协变风险使农业天气指数保险赔付率高，再保险渠道少，保险公司承保压力大且难以大范围推广，我国天气指数保险市场保费占农业保险保费总额不足 1%，亟需市场化的风险对冲工具。国家气象中心联合大连商品交易所，构建温度指数，提出“温度指数保险+天气衍生品”服务模式，开展“气象+期货”研究探索，实现气象数据从“摄氏度”到“指数化”再到“价值化”的转化，不断推动气象和金融融合互促，提升广大实体风险预警和风险管理能力。

一是推动多源数据融合

整合气象观测数据，融合 30 年人口密度、用电量、天然气供应量、农作物产量等经济数据，运用机器学习进行挖掘分析。采用“一主双备”系统架构，应用防火墙、入侵检测、校验机制等技术手段，严格遵循“原始数据不出域、数据可用不可见”原则，提升数据安全防护水平。

二是构建温度指数

研发包含日平均温度指数、月度累积平均温度指数、月度制

热/制冷指数的温度指数体系，科学遴选哈尔滨、北京、上海、广州等基准城市，反映主要城市的温度变化，为相关温度敏感行业提供直观、全面的信息，为产业打造气象风险“标尺”。开展“保险+期货”气象实践，构建农户购买保险、保险公司与期货公司签订场外期权、实体企业参与对冲的完整链条。

三是落地产业应用

在水产养殖、茶叶种植、电力销售、特色农业等场景落地产业应用，开展“水产养殖温度指数保险+天气衍生品”、“茶叶寒潮指数农业保险+天气衍生品”、“售电企业寒潮指数衍生品”、“果树寒潮指数保险+衍生品”等应用探索，为生产经营主体提供更为丰富的天气风险管理模式。

为 7000 余亩农作物提供风险保障 430 余万元，赔付率从 31% 到 264% 不等。以广州、哈尔滨、杭州、济南四个基准城市测算，可覆盖我国 52% 粮食、69% 小麦等大宗作物和 41% 油料、77% 糖料、61% 海水养殖等特色作物的风险管理需求。该模式降低了天气指数保险运营成本，扩大了农业保险覆盖面，有利于扩大天气指数保险和农业保险的应用规模，保障支农惠农保险可持续。

气象数据护航 助力港口运营提质增效

宁波舟山港作为“一带一路”重要节点，极易受极端天气影响，每年因大风、海雾、强对流等天气影响造成的停工时间达到800至1000小时。宁波市气象服务中心构建气象护航数字化解决方案，打通气象、海事、港口、海洋等多部门数据流，提供精细化气象服务保障，提升港口应对天气变化效能，增加有效作业时间。通过数据治理、技术研发和合作机制优化，有效支撑海事、港口部门实施分港区精细化管理。

一是融合汇集跨部门数据

整合多维气象监测数据，覆盖港区的平面空间维度、从近地面到高空的立体空间维度，从分钟到年的时间维度。打通内网环境，建立数据专线，实现港口、气象、海洋、海事等部门数据归集融合，包括气象监测、预报、预警、港口地理信息、港口实时视频、船体基础信息、船舶运行信息、海事预警、海事预控、管理分区、潮汐潮流、海洋模式预报等12类数据，覆盖观测、预报、调度、管理各个业务流程环节，为气象服务产品开发、一体化平台建设等提供数据基础。

二是夯实气象数字底座

依托浙江省气象大数据云平台、宁波人工智能超算中心、宁波舟山港业务大数据平台等，搭建宁波气象数字“底座”。利用数据质量控制、多源数据融合技术以及深度学习开展数据治理，形

成高质量监测产品数据集和服务产品数据集。

三是构建算法模型

以港区能见度站点观测、激光能见度雷达数据为基础，利用机器学习优化能见度预报，构建海雾模型服务港口生产调度，雾季“分段引航”成功率由 40%提升至 70%。针对港区大风特点，构建基于深度学习的码头风要素订正模型辅助海事安全管理，精准刻画每个港区的风力特征，大风临近预报精准率提升至 86.7%。整合雷电监测数据，建立基于位置的雷电预警模型，发布靶向雷电预警，协助企业精准防雷，平均提前量 29.6 分钟。



图 1 港口数字化平台

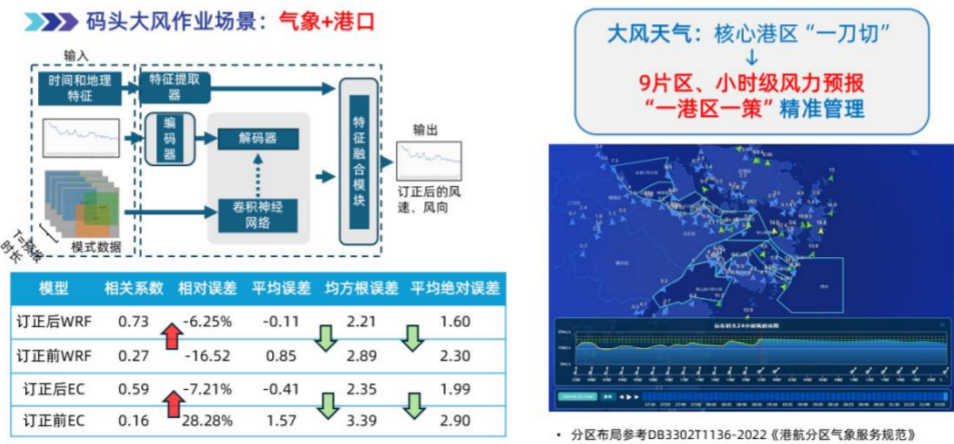


图 2 应用成效图

跨部门数据融合 提升高速公路恶劣天气预警处置能力

高速公路是支撑国民经济发展的基础性配套设施，其安全运行受恶劣天气影响显著，但当前高速公路恶劣天气监测密度严重不足，“大网捕小鱼”现象普遍存在，而持续地加密监测设施又会带来投入成本的节节攀升。安徽省气象局融合应用交通气象监测、道路视频监控、交通管控以及道路地理信息等跨部门数据，基于人工智能等技术创新恶劣天气感知手段，构建以气象监测预警为先导的数字化交通应急处置闭环，持续提升高速公路恶劣天气应对能力。

一是构建多源数据融合的恶劣天气感知网

2010 年以来，在全省 6100 余公里的高速公路建成交通气象站 1400 余座，融合卫星、雷达等数据，形成空、天、地一体化高速公路气象监测网。共享 7000 余路道路视频监控数据，研发基于视频图像的能见度、车道级路面积雪、积水等智能识别技术，每 10 分钟输出全路网能见度和路面积雪、积水等 4 种路面状态识别产品，将高速公路恶劣气象条件监测密度提升至“公里级”、“分钟级”。

二是构建基于影响的交通气象风险预警服务体系

在高密度、高频次恶劣天气融合监测数据支撑下，结合高速公路 GIS 数据及管控、流量等数据，研发基于影响的交通气象风

险预警产品，实现从单一的高速公路天气信息服务向恶劣天气风险预警服务转变。在高速公路里程、交通量不断增长的背景下，安徽因恶劣天气导致的交通事故数、伤亡人数以及大范围交通阻断次数均显著下降。

三是形成数据驱动的高速公路恶劣天气跨部门协同处置闭环

打通跨部门数据流、业务流，提供全流程、数字化交通气象服务。数字化交通气象服务平台在 265 个单位部署应用，定制化服务 APP 覆盖 2356 位责任人。开发的交通气象数据接口、API 插件接入了省公安交警道路交通安全管理指挥调度平台、省交通厅交通态势管理平台、省交控集团高速智脑平台，实现跨部门数据赋能。



图 交通气象服务平台

气象数据助力蔗糖产业高质量发展

甘蔗生长期易受暴雨洪涝、低温冷害、高温干旱等灾害影响。近年来，广西壮族自治区气象科学研究所以气象数据为核心引擎，构建起覆盖全产业链的智慧气象服务体系，让蔗糖产业逐步摆脱“看天吃饭”的被动局面，迈向“知天而作”的高质量发展新阶段；同时，建立了“公益+市场”新型服务体系，打通“数据采集-技术研发-产业应用”服务链，助力企业增效、蔗农增收。

一是建立甘蔗全产业链气象服务客观数据采集系统，实现多源基础数据“一张网”

在糖料蔗基地和国家现代产业园，搭建“天基-空基-地基”立体观测网络，集聚甘蔗各生产链条的地面观测、卫星遥感、无人机观测、蔗田小气候观测、甘蔗生产农务、社会经济、国际气象数据交换（巴西、澳大利亚、印度、泰国等）、气象社会化观测等共计 50 多类数据，形成甘蔗全产业链基础数据库，为气象服务融入甘蔗生产全链条储备“数据原料集”。

二是构建智能模型，破解生产难题

研发关键节点甘蔗农业气象适宜指标与灾害定量化指标模型、蔗糖产量预报模型，建立甘蔗水肥一体化灌溉预报模型和甘蔗砍收收入榨指数模型，显著提升甘蔗区域识别和面积估算的精准度。实施分地块、分生育期智能精准灌溉，每亩可节本约 270 元、增效约 2020 元，助力甘蔗生产降本增效；提供科学砍收决策服务，

精准预报最佳砍收期，企业增收高达 280 元/亩。基于模型优化系列服务，科学支撑甘蔗生产管理决策，有效减少天气因素对甘蔗产量和收益的影响，助力甘蔗生产由“看天吃饭”转变为“知天而作”。

三是优化完善气象数据共享服务机制，实现产品直通终端用户

开发面向蔗农、企业用户的甘蔗智慧气象服务平台，开发产品供给接口、APP、微信小程序，建成甘蔗智慧气象服务数字化示范应用场景，为蔗企糖企农务系统等终端提供服务，实现服务直通种植大户，满足甘蔗生产多场景交替服务生产需求。



图 1 甘蔗智慧气象服务技术



图 2 广西来宾东糖蔗区甘蔗智慧气象服务终端

跨域数据融合 助力本质安全型企业建设

贵州省内山区居多，地理条件复杂，地表通信状况差异大，输电线路的通道往往面临不同的运行环境，基础单一的气象数据已不能满足电力防灾要求。贵州电网有限责任公司突破电力数据收集、整合、分析、挖掘、应用、决策等技术难题，以行业运行数据及电网遇灾历史数据为基础，融合气象、北斗卫星、卫星遥感等企业外部数据，构建具备监测、评价、指挥三大功能的防灾数据应用体系，打造电网数据中心。

一是汇聚多源数据

开展多源数据的采集、融合、应用，构建贵州电网数据中台，对电网采集到的全量数据进行归集管理。构建高效的政企联动机制，实现与贵州省应急厅、贵州省气象台等单位的数据共享互联互通，接入 17 万家南网供应商服务数据，融入地震、洪水、北斗等企业外部数据，接入电网输电线路可视化监测数据等内部数据。

二是开发一系列模型算法

针对冰冻灾害，构建了覆冰时空预测模型，实现对未来 72 小时内任意线路任意杆塔的覆冰厚度预测。针对山火、雷电灾害，设计了多参数、综合集成的雷电监测预警算法、建立了雷电预警模型和山火预警模型，实现对贵州省雷暴天气和山火的识别和预测，为贵州电网雷电和山火预警服务建设提供支撑。

三是打造多场景的智慧防灾产品

面向贵州电网输电线路覆冰监测、雷电监测、山火监测、无人机智能巡线、煤矿瓦斯监测等典型场景，充分挖掘监测历史数据、在运数据、预测数据，打造贵州电网监测终端、数字化监测平台、覆冰监测终端、融冰装置等系列产品，目前相关产品已在云南、四川等 15 省（市）得到大规模推广应用，产品应用覆盖了 2100 余条 110kV 及以上易覆冰线路、200 多座变电站/换流站，全国市场占有率超 80%。

通过构建“智能监测+智能预测+智能决策+智能操作+智能装置”的高效智慧防灾体系，推进电网防冰、防雷、防山火工作方式的变革以及涉煤线路的精准管控，每年为电网减少了因非计划停电造成的经济损失超过 3000 万元、降低改造投资以及人力成本超过 5000 万元，支撑了“西电东送”国家重点工程，为区域经济发展提供了坚实的电力能源保障。

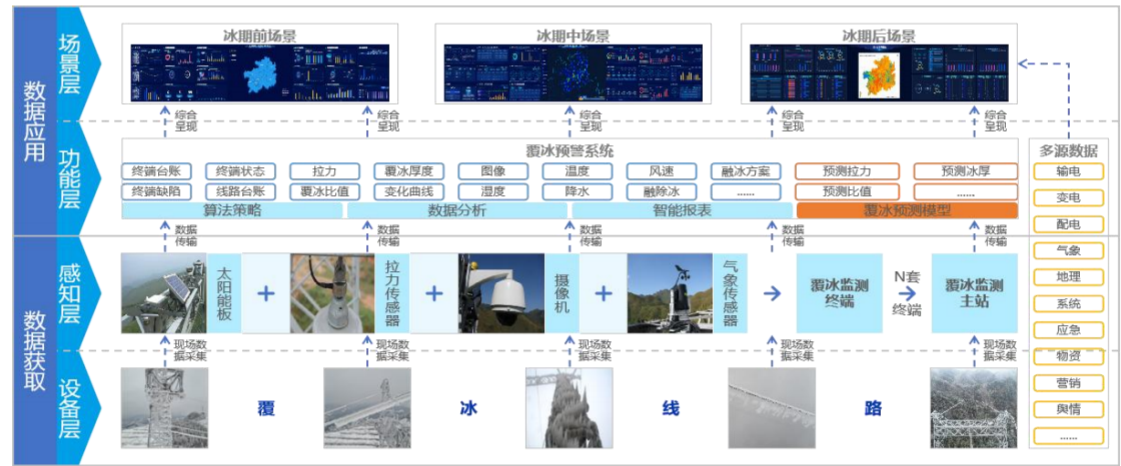


图 总体视图