

郑凤琴, 卢小凤, 钟利华, 等. 广西专业气象服务技术的发展现状与展望[J]. 气象研究与应用, 2020, 41(4): 107–113.

Zheng Fengqin, Lu Xiaofeng, Zhong Lihua, et al. Development status and prospect of professional meteorological service technology in Guangxi[J]. Journal of Meteorological Research and Application, 2020, 41(4): 107–113.

广西专业气象服务技术的发展现状与展望

郑凤琴¹, 卢小凤², 钟利华², 伍丽泉¹, 陈伟斌³, 曾 鹏²

(1. 广西壮族自治区气候中心, 南宁 530022; 2. 广西壮族自治区气象灾害防御技术中心, 南宁 530022;

3. 广西壮族自治区气象台, 南宁 530022)

摘要: 专业气象服务是中国特色现代气象服务体系的重要组成部分。广西数十年来在专业气象技术研究及业务服务方面, 尤其是在电力气象、交通气象、海洋气象服务等, 取得了丰富的成果。文中从专业气象的观测与分析技术、专业气象预报预测方法、预警产品发布及服务等多个方面, 综述了广西专业气象服务技术的发展现状, 最后指出: 未来需要重点加快专业气象服务的观测站网建设、研发基于影响的专业气象预报技术、建设智能化专业气象服务平台, 不断提升广西专业气象监测精密、预报精准、服务精细化的能力。

关键词: 广西; 专业气象; 服务技术; 现状; 展望

中图分类号: P49

文献标识码: A

doi: 10.19849/j.cnki.CN45-1356/P.2020.4.16

OSID:



引言

专业气象服务是为满足人民美好生活需要, 适应国民经济和社会发展各领域特定和个性化需求、有专门用途的气象服务。专业气象服务是中国特色现代气象服务体系的重要组成部分。随着国民经济的快速发展和人民生活水平的提高, 各行各业对气象趋利避害的服务需求不断增强, 气象要素天气预报等常规气象服务已难以满足社会各领域发展的需求。以行业服务需求为导向、以增强用户气象灾害防御能力和提质增效为宗旨的专业气象服务快速发展起来。广西专业气象服务大致起步于 20 世纪 80 年代^[1-3], 广西气象局按照中国气象局在专业气象服务工作的相关部署, 结合广西降水丰沛、水能资源丰富、地形落差大的特点, 以及广西南濒北部湾、海域面积大、海岸线长的地域优势, 围绕“一条江、一片海”大力发展专业气象服务, 在专业气象预报技术、业务服务、科学研究等方面做了大量的工作, 取得了一定的成效。建立了电力气象、交通气象、海洋气象

的专业气象服务体系; 建立了专业气象预报服务综合工作平台, 该平台集行业资料收集、产品制作、跟踪服务及服务效果评估于一体; 在面雨量精细化预报、海上大风和海雾预报研究等方面取得了丰富的成果。本文从专业气象的观测与分析技术、专业气象预报预测方法、预警产品发布及服务等多个方面, 较为系统地总结了近年来广西专业气象服务的研究和业务应用成果。

1 广西专业气象观测网建设概况

广西地处低纬地区、濒临海洋, 天气多变灾害频繁, 为了更好地监测各类气象灾害的发生发展, 自 2005 年开始, 广西气象部门逐步加密布设 2000 多个区域自动气象站, 对气温、气压、相对湿度、风向、风速、降水等要素进行观测; 2011 年, 所有电线积冰观测台站对观测导线进行了更换, 采用直径 26.8mm 的电缆正式观测、发报和存档。目前广西电线积冰观测站共 20 个, 主要集中在桂北, 其中桂林 10 站, 河池 3 站, 贺州、柳州、百色各 2 站, 来宾 1 站。2012

收稿日期: 2020-11-06

基金项目: 广西重点研发计划项目(桂科 AB20159013)、广西台风与海洋预报服务创新团队。

作者简介: 郑凤琴(1978—), 女, 广东潮州人, 正研级高工, 主要从事气候监测与评价工作。E-mail: zhengfengq@sohu.com

年,启动高速公路交通气象示范站点建设项目,在部分高速公路路段建设 8 个交通气象观测站,观测要素包括气温、相对湿度、风向、风速、降水、路面温度、路基温度、能见度。2017 年,在广西沿海建成 17 个海岛自动气象站、3 个船载自动气象站、1 个海洋气象浮标站、5 个石油平台站。2018 年,建成 30 个大气负离子自动观测站点,主要分布在各大旅游景区。结合气象卫星、天气雷达、探空雷达、全球卫星导航定位水汽观测(GNSS/MET)等组成广西专业气象观测系统,为广西专业气象监测和预报提供基础的信息依据。

钟利华等^[4]根据广西电网统调水电站流域的地形地貌特征、植被分布、流域面积、站点实时降水量等多元信息资料,基于 GIS 技术,开展水电站流域精细化分区研究,结合气象、水电站点信息拓扑分析,将西江流域分为 76 个汇水小流域分区和 22 个子流域区间,为实现流域面雨量精细化预报提供支撑^[5-6]。2004—2005 年,广西气象部门完成风能资源普查并撰写《广西风能资源评价报告》。通过分析威胁风电场安全运行的雷暴、积冰、大风等因素,对影响广西风电运行开发的主要气象灾害进行评估^[7-9]。

2 广西专业气象预报预测技术研究

2.1 电力气象

2.1.1 西江流域面雨量精细化预报

随着广西高分辨率中尺度数值预报产品和国外精细化数值预报产品发展,广西灾害性天气短时临近系统(SWAN 系统)的业务化运行以及云南、贵州省观测资料实时共享,钟利华等^[10]研发了基于广西 SWAN 系统的面雨量预报、基于中尺度数值模式的面雨量短时预报、基于卫星云图的中尺度强降水短时临近预报技术。逐小时矢量化处理 SWAN 系统生成的降水临近预报格点资料,据经纬度投影变换后形成 GIS 文件,与对应的流域进行挂接,计算流域内格点算术平均值得到流域面雨量,并且采用绝对误差方法进行修正,从而建立基于 SWAN 预报产品的流域面雨量临近预报模型。选用中尺度 WRF 模式、中尺度 GRAPS 模式、欧洲 ECMWF 细网格模式、日本细网格模式、T639 细网格模式的格点雨量、MOS 模式流域面雨量预报以及面雨量实况资料,根据预报前 7-10d 的历史 TS 评分设定动态权重系数,利用多元决策加权集成法,建立了面雨量集成预报模型^[11]。利用雷达资料、自动气象站、灰度变换处理后

的卫星云图等资料建立了中尺度暴雨模型,根据中尺度对流系统演变情况,结合流域分区,预报流域中尺度暴雨落区。在此基础上,发布了未来 1h、3h 和 6h 的面雨量预报产品,实现西江流域短时临近精细化预报。

中短期预报方面,西江流域面雨量预报技术路线是以数值预报为基础,采用人工神经网络、动力诊断、相似离度、集成预报等多种技术和方法相结合。BP 遗传算法的学习过程是将输入信息沿网络正向传播而误差信号反向传播来修改网络权值,进而利用遗传算法优化神经网络,解码遗传种群得到 50 个神经网络预报个体,赋以相同的权重,建立了西江流域分区的基于 BP 遗传-神经网络预报模型。基于流域降水的动力诊断分析,构造水汽因子、大气层结因子等综合预报因子,应用多元逐步回归方法,确定面雨量与多个因子之间的定量统计关系,建立 MOS 预报模型。以多种数值模式预报产品为基础,根据动态调整各集成成员的权重系数,建立面雨量多模式集成预报模型。应用相似离度方法,过滤找出环流形势和影响系统相似个例,根据相似程度动态设置权重,建立相似预报模型,研发了未来 5d 的流域面雨量滚动预报产品^[11]。

2.1.2 流域强降水过程预测

曾鹏等^[12]对影响西江流域形成大雨的高原槽型、台风槽型和高后槽前型等三类天气系统从数值预报中筛选预报因子,建立初步判据,初步分型预报场,为流域强降雨预报提供依据。郑凤琴等^[13]在西江流域 6 月多雨年 500hPa 大气环流合成分析的基础上,确定强降水过程的天气关键区,采用相似集成方法对强降水过程出现时段进行预测。此外,还采用自身序列的挖掘、模式解释应用、传统前期因子的物理统计等开展流域强降水预测^[11]。

2.1.3 电线积冰和径流量预报

覃武等^[14]、周绍毅等^[15]利用多源数据,采用模糊信息分配法划分气象要素等级,基于概率划定了广西输电线路覆冰临界气象条件阈值。分析地形因子与标准冰厚的关系,构建了量化的广西覆冰灾害风险区划评估模型。郭晓薇等^[16]利用 GIS/GPS 技术,重建覆冰发生时的气象及地形条件特征来订正模型。结合覆冰区划模型,对精细化数值模式预报产品进行集成处理,根据近期模式预报准确率动态制定权重系数,构建覆冰厚度短期预报模型。采用欧氏距离计算方法,建立了覆冰多指标综合指数实时

评估模型。

此外, 基于陆面水文模式 CSSPv2 及 NARX 神经网络模型, 采用可变入渗容量产流方案, 建立了考虑降雨-径流非线性关系、植被-水文相互作用和地表地下水文过程耦合的岩滩水电站流域分布式高分辨率陆面生态水文模型, 通过求解河道洪水演进方程, 研发了岩滩水电站水文集合径流模拟和预报模型。

2.2 交通气象

陈而廉等^[17]利用 1971—2000 年广西降水资料, 结合高速公路路网分布, 分析了广西暴雨分布特征及其对高速公路交通安全的影响。还通过问卷调查、实地勘察、专家评估等方法, 掌握了广西境内高速公路交通气象灾害风险基本情况, 交通气象灾害隐患点(段)信息以及灾害隐患点(段)发生的典型事例^[18]。史彩霞等^[19]建立智能网格预报格点与“环广西”赛道路段节点编号的逻辑转化关系, 率先实现智能网格预报产品在交通气象服务的应用。

2.3 海洋气象

2.3.1 海面强风预报

众多专家对北部湾海面偏北强风的特点、预报指标进行了分析, 结果表明: 北部湾海面偏北强风集中出现在 11 月至次年 4 月, 主要受北方冷空气南下影响, 冷空气路径主要有西路、中路和东路共 3 条, 影响的天气分型以西路冷空气最多, 影响程度也最重, 冷空气加台风影响往往有风速增幅作用^[20-21]。高安宁等^[22]、黄海洪等^[23]研究指出, 地面气压梯度、850hPa 锋区强度和 500hPa 引导气流是海面偏北强风的 3 个预报着眼点(判别因子)。随着计算机技术和数值预报模式的发展, 完全预报方法(PP 法)和模式输出统计方法(MOS 法)等数值产品释用方法快速发展起来^[24-26]。黄燕波^[26]以涠洲岛为指标站, 将上述 3 个强风判别因子进行组合, 再将欧洲数值模式的地面气压、风和 850hpa 温度代入组合得到北部湾未来 5d 强风预报结果, 对 24h 和 48h 强风具有较好的参考意义。人工神经网络预报模型以其结构的灵活性和有模拟非线性关系的能力, 在北部湾强风预报中得到应用^[27-28], 黄海洪和孙崇智^[27]在强风机理研究基础上, 挑选出与强风相关性较好的因子, 利用人工神经网络与主分量分析(PCA)相结合的方法建立了北部湾冬季强风的预报模型, 预报效果较好。

海面西南大风、强对流大风的研究相对较少, 宋洁慧等^[29]分析了 2015 年 7 月下旬北部湾海面持续

性西南大风, 结果表明: 中南半岛-南海西南季风持续增强是造成该过程的主要原因。邓朝亮等^[30]研究指出, 造成北部湾海面短时雷雨大风的因素是多方面的, 多数受锋面低槽、锋面切变、南支西风槽、季风低槽等天气系统影响。热带气旋大风在另一文章分析, 这里不再赘述。

2.3.2 海雾预报

海雾是悬浮在海洋大气边界层中的大量水滴使得水平能见度小于 1km 的天气现象^[31]。由于海洋探测资料匮乏, 众多专家学者利用广西沿海或近海观测资料对雾进行研究, 分析北部湾海雾的季节变化、生消特征、持续时段及气象要素变化等^[32-38], 结果表明: 广西沿海雾集中在冬春季, 尤以春季最多; 雾的生消时间多集中在下半夜至上午, 尤以早晨雾频繁; 雾的持续时间以 1~3h 居多。郑凤琴等^[39]利用海上、海岛和陆地的雾观测数据, 研究海上和陆地大雾的差异性, 结果表明: 受偏南气流影响, 海上雾的出现时间较海岛雾、沿岸陆地雾约提前 3h 左右, 消散时间推迟约 3h 左右。陈燕丽等^[40]基于 FY2-E 静止卫星数据对北部湾海雾进行监测分析, 指出 FY2-E 卫星影像对海雾监测效果较好, 但也存在大雾与低云区混杂的现象, 通过纹理算法改进可满足业务需求。

天气系统的变化是影响海雾发生、发展和消散的重要因素^[41]。卢峰本等^[42]研究指出, 北部湾海雾天气过程的主要天气形势包括冷锋前、地面高后和弱冷空气影响等; 郑凤琴等^[43]利用大样本资料, 研究北部湾海雾过程的地面天气形势特征, 归纳总结并建立了海雾过程 6 类天气学概念模型, 分析了各类型海雾的出现时段、持续时长、大气能见度和稳定度特点。利用统计方法开展了海雾预报研究^[44-46], 陈燕丽等^[44]选取相对湿度和风速两个气象因子, 采用逻辑回归方法建立了大雾天气预测模型, 该模型对大雾定性预报准确率超过 70%。

2.3.3 基于影响的海洋专业服务

陈峥蓉等^[47]分析了港口作业的气象服务需求, 根据不同作业项目分别制订了大风风速影响阈值指标和气象服务方式, 利用 EC 模式风场预报探索开展专业服务。农成万等^[48]总结了防城港港口专业气象服务重点关注大风、大雾和雷电, 并给出了适宜作业的相应气象指标。农成万等^[49]分析了不同气象因子和灾害对钦州对虾养殖的影响, 结果表明: 最适宜对虾生长的气温是 19℃~31℃, 低温阴雨、连续暴雨和台风等灾害性天气对养殖影响较大。

3 广西专业气象服务发展回顾

20 世纪 80 年代,广西部分气象台站与水电站签订服务合同,为用户提供天气预报、气象资料等服务项目。90 年代,主要为南宁市供电局、广西电网公司中调所、西津水电厂、左江水电厂等单位,提供未来两天气温、降水等短期预报产品,旬报、月报和年度天气趋势预测,遇重大天气过程,通过电话提供雷暴预报预警服务。21 世纪以来,研发了气象服务产品共享平台,供电局人员可通过办公内网登陆平台浏览相关信息^[50]。此后,随着科技不断进步与广西气象事业快速发展,专业气象业务系统进行了升级改造^[51-53]。先后建立了广西电网流域雨量实时监控和预报制作平台、广西电网灾害性天气短信预警自动发布系统、基于 WEBGIS 的“广西电力气象综合信息系统”及广西电力气象综合信息系统手机 APP。2018 年试点建立了广西水电站流域流量预报系统,研发了广西覆冰预报与评估系统^[16]。电力气象服务范围覆盖广西绝大部分大中型水电厂。

广西陆上交通气象服务主要分为铁路和高速公路气象服务。铁路方面,从 90 年代起,广西气象部门向铁路局提供铁路沿线常规气象要素预报产品,不定时发布重大天气专报;旬预报、月趋势预报、汛期以及年度天气趋势预报;不定时通过电话发布暴雨、雷雨大风等短时临近预报。21 世纪以来,通过共享网站等方式发布常规的长、中、短期天气预报,重大天气专报及临近预报预警信息。

广西气象部门还开展了能源气象、森林火险气象服务等。能源气象服务方面,2004 年开始为防城港核电厂建设期提供气象保障服务,包括港区短期天气预报、旬预报、月趋势预报、汛期以及年度趋势预报。随着新型能源产业在广西快速发展,新增了天

然气管道、LNG 接站气象保障服务业务以及研发了基于 Makkonen 结冰增长模型的桂北风力机覆冰预报产品^[54]。森林火险气象服务方面,主要是在防火期内(9 月—次年 4 月),为广西林业局森林防火办提供季度、月天气趋势预报和森林火险气象等级预报,以及专项气象服务信息。2015 年,两部门合作研发了基于卫星遥感的广西森林火险等级精细化监测与预报模型,产品针对性和精细化水平得到提升^[55]。重大建设项目气象保障服务方面,主要为南宁市青川大桥、南宁市快速环道、大藤峡水利枢纽等工程的施工建设期提供短期天气预报,定点的暴雨、雷雨大风等短时临近预警产品,并逐步实现灾害自动化预警识别和实时推送。

近年来,随着时间分辨率 3h、空间分辨率 5km 的广西智能网格预报“一张网”投入业务使用,专业气象服务产品由传统主观预报为主向基于智能网格产品的自动转化生成为主。基于智能网格预报产品,开展多格点到专业气象服务产品的逻辑转化技术研究,逐步研发了涵盖高速公路^[56]、铁路沿线、江河流域、旅游景点、海洋港口、北海—涠洲岛航线等的广西精细化专业气象服务产品。2013 年开展了中国气象局交通气象信息服务系统(TMISS1.0)的本地化应用工作,实现基于 GIS 地理信息的交通气象服务产品的编辑订正,目前逐步将常规的气象要素预报提升为路段风险等级预报预警,从而提高交通气象服务能力。海洋气象服务方面,2016 年建成广西海洋气象预报预警服务平台,实现了海上大风、海雾、近海强对流及港口、北海—涠洲岛航线等关键海区灾害性天气的实时监测分析及预报预警^[57]。2019 年基于智能网格的广西专业气象服务集约化系统投入业务(见图 1),该平台集行业资料收集、产品制作、跟踪服务及服务效果评估于一体^[58]。基于新平台的应

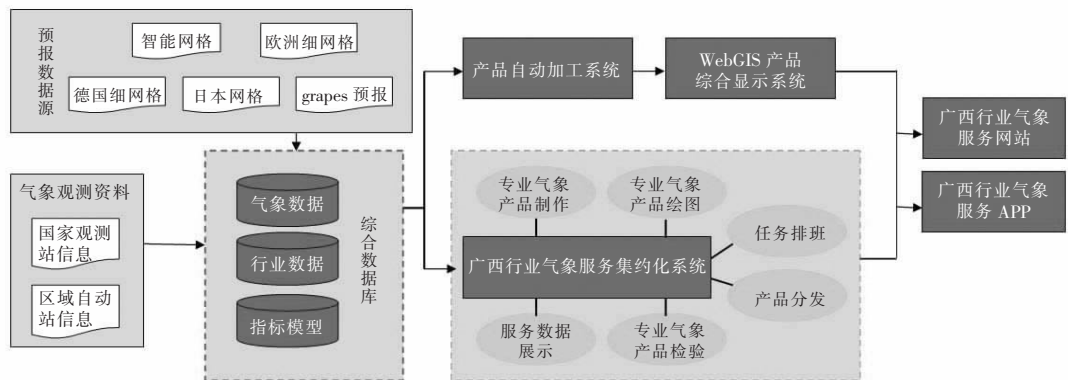


图 1 广西专业气象服务集约化系统

用, 各级气象部门对广西各行业高影响天气进行精密监测和精细预警, 专业气象服务能力得到明显提升。

4 结论与展望

随着现代天气预报业务发展和科技手段变革, 广西专业气象科研与业务服务快速发展。但是, 目前专业气象服务产品的精准程度与一些行业用户的高需求仍存在较大差距, 展望未来, 希望从以下三个方面进行加强。

(1) 加强顶层设计, 依托工程建设或多部门共建共享, 加快广西专业气象服务的观测站网建设, 强化行业数据的有效共享和使用, 使广西专业气象观测更加精密智能。

(2) 加强基于影响的专业气象服务技术和模式的研发, 对接行业的生产调度、安全运营的服务需求, 研究不同行业的气象风险预报预警服务指标、算法模型, 建立精细化的基于影响的预报和基于风险的预警服务产品, 提升行业综合风险预警服务能力, 使广西专业气象预报预警更加精准可靠。

(3) 强化大数据、云计算、人工智能在专业气象服务的应用, 建设多元数据融合、多种技术集成、适应多种传播介质的智能化专业气象服务平台, 实现行业气象服务的定制化、融入式、全场景服务支撑, 使广西专业气象服务更加精细普惠。

参考文献:

- [1] 广西壮族自治区地方志编纂委员会. 广西通志气象志[M]. 南宁: 广西人民出版社, 1996.
- [2] 吴晖. 努力开创气象服务工作的新局面[J]. 广西气象, 1983(5): 15-17.
- [3] 黄树燕. 拓宽专业服务领域, 提高专业服务质量[J]. 广西气象, 1997, 18(4): 59-60.
- [4] 钟利华, 钟仕全, 李勇, 等. 广西电网流域面雨量监测、预报、报警系统[J]. 气象研究与应用, 2013, 34(3): 111-112.
- [5] 钟利华, 曾鹏, 史彩霞, 等. 西江流域面雨量与区域大气环流型关系[J]. 应用气象学报, 2017, 28(4): 470-480.
- [6] 钟利华, 栗华林, 陈剑飞, 等. 西江流域梯级水电站集雨区降水预报预测技术与方法[M]. 北京: 气象出版社, 2020.
- [7] 何如, 苏志, 罗红磊, 等. 气候变化背景下气象灾害对广西风电场的影响及对策分析[J]. 红水河, 2015, 34(6): 78-81.
- [8] 卢小凤, 凌俪嘉, 周绍毅, 等. 广西风电场主要气象灾害

特征分析及评估[J]. 气象研究与应用, 2017, 38(2): 52-56.

- [9] 罗红磊, 凌俪嘉, 苏志, 等. 影响广西沿海风电场的热带气旋特征分析[J]. 气象研究与应用, 2017, 38(3): 41-44.
- [10] 钟利华, 钟仕全, 曾鹏, 等. 基于 GIS 的广西电网流域面雨量计算方法与监测预警[J]. 气象研究与应用, 2014, 35(3): 58-60, 74.
- [11] 钟利华, 栗华林, 陈剑飞, 等. 西江流域梯级水电站集雨区降水预报预测技术与方法[M]. 北京: 气象出版社, 2020.
- [12] 曾鹏, 钟利华, 李勇. 广西电网流域大雨环流特征与天气分型[J]. 气象研究与应用, 2016, 37(1): 31-33.
- [13] 郑凤琴, 钟利华, 罗小莉, 等. 利用天气关键区相似法预测西江流域 6 月延伸期强降水天气过程[J]. 干旱气象, 2020, 38(3): 490-496.
- [14] 覃武, 罗小莉, 郑凤琴, 等. 广西输电线路覆冰典型年份的环流特征分析[J]. 沙漠与绿洲气象, 2019, 13(1): 110-116.
- [15] 周绍毅, 苏志, 李强. 广西导线覆冰的特征及其气候成因研究[J]. 安徽农业科学, 2010(21): 307-309.
- [16] 郭晓薇, 钟利华, 郑凤琴, 等. 广西覆冰预报与评估系统设计与应用[J]. 计算机测量与控制, 2020, 28(1): 232-235, 240.
- [17] 陈而廉, 吕平, 林开平, 等. 广西暴雨分布特征及其对高速公路交通安全的影响[J]. 气象研究与应用, 2012, 33(2): 63-71.
- [18] 黄树燕, 史彩霞, 覃天信, 等. 广西主要高速公路气象灾害风险调查分析[J]. 气象研究与应用, 2017, 38(3): 99-104.
- [19] 史彩霞, 郑凤琴, 曾鹏, 等. 智能网格预报在重大活动气象服务保障中的应用——以环广西公路自行车世界巡回赛为例[J]. 气象研究与应用, 2020, 41(1): 61-64.
- [20] 黄香杏, 曾心, 吴燊先, 等. 北部湾北部海面强风成因分析及预报[J]. 广西气象, 1993, 17(3): 39-43.
- [21] 杨澄梅. 北部湾海面冬季(11~1 月)偏北大风的气候分析和预报[J]. 广西气象, 1996, 17(4): 32, 33.
- [22] 高安宁, 黄香杏, 林开平. 北部湾北部海面强风成因及其中期预报探讨[J]. 广西气象, 1997, 18(2): 26-29.
- [23] 黄海洪, 林开平, 高安宁, 等. 广西天气预报技术与方法[M]. 北京: 气象出版社, 2012: 320-329.
- [24] 黄嘉佑. 气象统计分析与预报方法(第三版)[M]. 北京: 气象出版社, 2004.
- [25] 卢峰本, 黄滢, 覃庆第. 北部湾海面冬春季偏北强风客观预报方法研究[J]. 海洋预报, 2006, 23(3): 78-82.
- [26] 黄燕波. 北部湾偏北强风分析及经验预报[J]. 海洋预报, 2008, 25(3): 60-65.
- [27] 黄海洪, 孙崇智. 北部湾冬季强风的主分量神经网络预

- 报方法研究[J].台湾海峡,2005,24(1):1-6.
- [28] 黄海平,陈伟斌,黄海洪.基于主成分分析的北部湾冬季大风预报方法研究[J].海洋预报,2013,30(6):28-31.
- [29] 宋洁慧,彭定宇,陈昌宏,等.北部湾海面夏季一次持续性西南大风的成因分析[J].海洋预报,2006,36(1):20-26.
- [30] 邓朝亮,孔宁谦,余志峰.涠洲岛附近海面 3-6 月强对流大风天气气候特征分析[J].广西气象,1999,20(2):31-33.
- [31] 王彬华.海雾[M].北京:海洋出版社,1983.
- [32] 孔宁谦.广西沿海雾的特征分析[J].广西气象,1997,18(2):41-45.
- [33] 邓英姿,李勇,许文龙.广西沿海地区大范围雾气候特征与天气形势分析[J].气象研究与应用,2008,29(4):20-22.
- [34] 蒋静,凌宗良,徐文龙.防城港市大雾气候特征分析[J].气象研究与应用,2009,30(4):18-21.
- [35] 蒋静,凌宗良,李新华,等.广西防城港市一次连续大雾天气的特点[J].广东气象,2010,32(2):39-41.
- [36] 陈燕丽,黄永麟,何立,等.北部湾海雾气候特征及变化初步解释[J].科学技术与工程,2016,16(36):127-132.
- [37] 古明悦,韦晶晶,郑凤琴,等.北部湾典型大雾过程环流特征及气象要素对比分析[J].气象研究与应用,2019,40(3):47-51,67.
- [38] 叶庚姣,郑凤琴,钟利华.一次北部湾海雾天气过程的大气边界层特征分析[J].气象研究与应用,2019,40(2):21-24,41.
- [39] 郑凤琴,周绍毅,韦晶晶,等.北部湾海雾特点及海陆大雾差异分析[J].气象科技,2020,48(5):21-24,41.
- [40] 陈燕丽,郭晓薇,黄永麟,等.基于 FY2-E 可见光波段的北部湾白天海雾检测[J].科学技术与工程,2017,19(17):8-10.
- [41] 岳岩裕,牛生杰,赵丽娟,等.湛江地区近海岸雾产生的天气条件及宏观观特征分析[J].大气科学,2013,37(3):609-622.
- [42] 卢峰本,黄滢,覃庆第.北部湾海雾气候特征分析及预报[J].海洋预报,2006(S1):68-72.
- [43] 郑凤琴,李生艳,苏志,等.北部湾海雾过程的天气系统分型研究[J].海洋预报,2019,36(4):44-51.
- [44] 陈燕丽,郭晓薇,黄永麟,等.广西北部湾海雾天气形成预测研究[J].科学技术与工程,2017,17(27):133-137.
- [45] 冯厚文.东兴市大雾特征及其预报[J].气象研究与应用,2007,28(S1):78-80.
- [46] 马凤兰,王良昭.北部湾北部海雾短期预报方法[J].海洋预报,1989,6(1):64-66.
- [47] 陈峥蓉,黄燕波,农成万,等.北部湾沿海港口大风要素服务指标制定与应用[J].气象研究与应用,2018,39(3):80-82.
- [48] 农成万,李斌喜,陆晓丽,等.北部湾港口气象预报服务的方法和要领[J].气象研究与应用,2013,34(S1):110-114.
- [49] 农成万,张幸,李斌喜,等.钦州对虾养殖灾害性天气分析和气象服务要领[J].气象研究与应用,2013,34(1):60-63.
- [50] 史彩霞.基于网络的专业气象服务在客户端办公网上的应用[J].广西气象,2002,23(S1):59-60.
- [51] 史彩霞,刘世学,余纬东,等.浅谈网络气象科技服务系统的设计与开发[J].气象研究与应用,2008,29(S1):100-102.
- [52] 李勇,钟利华.广西强降水强对流天气专业预报服务系统[J].气象研究与应用,2007,28(4):100-102.
- [53] 刘世学,黎颖智,刘松,等.分布式专业气象服务产品制作平台的研究与应用[J].气象研究与应用,2010,31(3):102-103.
- [54] 李仲怡,叶庚姣,卢小凤,等.基于 Makkonen 结冰增长模型的风力机覆冰预报[J].广东电力,2020,3(10):1-7.
- [55] 熊文兵,罗永明,曾鹏,等.广西森林火险等级精细化监测与预报系统研究[C].2016 年中国—东盟防灾减灾与可持续发展专家论坛,2016.
- [56] 卢小凤,李仲怡,陈剑飞,等.智能网格产品在西江流域面雨量预报中的应用检验[J].气象灾害研究与应用,2020,42(2):45-49.
- [57] 黄荣成,赵金彪,曾小团,等.广西海洋气象预报预警服务系统的设计研发[J].气象研究与应用,2016,37(2):12-15.
- [58] 李有华,卢小凤,陈剑飞,等.基于智能网格产品的广西行业气象服务集约化系统的设计与实现[J].气象研究与应用,2019,40(4):59-62.

Development status and prospect of professional meteorological service technology in Guangxi

Zheng Fengqin¹, Lu Xiaofeng², Zhong Lihua², Wu Liquan¹, Chen Weibin³, Zeng Peng²

(1. Guangxi Climate Center, Nanning Guangxi 530022;

2. Guangxi Meteorological Disaster Prevention Technology Center, Nanning Guangxi 530022;

3. Guangxi Meteorological Observatory, Nanning Guangxi 530022)

Abstract: Professional meteorological service is an important part of modern Chinese meteorological service system. In recent decades, Guangxi has made rich achievements in professional meteorological technology research and business services, especially in power meteorology, transportation meteorology, and marine meteorology services. The paper summarized the development status of professional meteorological service technology in Guangxi from the aspects of professional meteorological observation and analysis technology, professional meteorological forecast method, and early warning product release and service. In the future, meteorological department need to focus on accelerating the construction of professional meteorological service observation network, developing impact based professional meteorological forecasting technology, and building intelligent professional meteorological service platform, so as to continuously improve Guangxi professional meteorological monitoring, forecasting, and service refinement.

Key words: Guangxi; professional meteorology; service technology; present situation; prospect