

# 基于预报精准的研究型业务技术培训需求分析和思考

■ 郑晓辉 赵娟 薛童 钟琦 袁薇

加强客观预报方法和预报检验评估方面的培训，完善针对数值模式产品、网格预报产品的精细化检验评估和订正，以及多尺度天气气候模式的不确定性分析、评估和改进等方面的培训。助力解决业务人员的科技创新能力不够、科研人员相对薄弱的现状。

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1973.2022.03.013

气象核心业务是一种研究型业务，随着气象通讯计算机化、气象预报数值化和网格化、气象观测自动化，更多的业务人员从事本地预报技术和气象产品的研发。发展研究型业务，能加快解决好气象预报中“卡脖子”难题，实现核心技术自立自强。

研究型业务的发展和推进需要强大的气象业务科技人才队伍，这就要求气象业务科技人才的培训应与时俱进。在气象科技创新发展迅猛，人工智能等新技术对传统天气业务的影响不断加深的背景下，学习和领会研究型业务建设意义和内涵，掌握智能网格预报业务等关键技术，了解新时代气象业务体系和发展机制对业务人员带来的新挑战。

## 1 调研方法

对研究型业务技术发展的培训需求调研主要通过三种方式开展。

第一种为向省级单位的气象台、信息中心、服务中心、气候中心、科研所等业务和科研部门，以及预报处、人事处等管理部门发放调查问卷。最后共回收有效问卷1295份。问卷来自24个省级气象局，其中有22个省份的管理部门参与了调研，近70%为预报处（科技处），其余为观测处和人事处的其他管理部门；业务和科研部门中，共20个省份的气象台和13个省份的科研所反馈了问卷结果，省气候中心和信息中心的也有一定程度的参与（小于10个省份）。

第二种为收集参训学员带来的本单位预报业务的进展情况和亟待解决的问题，具体包括“数值预报

模式对本地气温、降水、风等预报偏差分析及检验应用情况”和“本单位在智能网格预报业务方面的成功经验和亟待解决的问题”。调研对象为参加技术班的44位正式学员，总体较为年轻，近一半学员年龄在30~35岁；职称方面，工程师占46%，高工占36%，正高占9%；学历方面，博士研究生7人，硕士研究生26人，占学员总数的四分之三；岗位方面，52%为预报岗，其余为智能预报研发岗。学员中25人参加过智能预报技术方法交流大赛。因此参训学员对本单位预报业务的进展情况非常熟悉，对亟待解决的问题也有最切身的感受。

第三种为总结培训过程中学员通过研讨、汇报和技术交流等方式反馈的培训需求信息。这些学员正是面临向“现代型”预报员转型的队伍，因此他们反馈的培训需求结果具有较好的代表性。调研的具体做法如下：（1）按区域分类分组预研讨；（2）分组汇报业务中的关键技术应用，包括“智能化预报业务中的预报员转型”“中国东南部地区强降水检验及订正技术”“青藏高原及其东部地区预报偏差分析及检验”和“大北方地区预报偏差分析和客观订正方法”；（3）学员与点评专家之间针对研究型业务关键技术问题进行深入探讨。通过研讨、汇报和交流等方式的梳理，能够了解到研究型业务中关键技术的发展和应用情况，掌握其重点和难点，把握研究型业务技术的培训方向。

最终通过汇总多渠道调研结果，分析研究型业务技术培训需求，为进一步加强研究型业务培训开展提供参考。

收稿日期：2021年1月27日；修回日期：2021年7月23日

第一作者：郑晓辉（1987—），Email: zhengxh@cma.gov.cn

通信作者：赵娟（1984—），Email: zhaojuan@cma.gov.cn

资助信息：中国气象局气象干部培训学院项目（内2020-012）

## 2 问题分析

### 2.1 智能网格预报产品应用

共7个单位在该方面反馈了具体问题。主要表现在智能网格预报产品应用程度不高，包括如何将不同来源、不同尺度预报结果融合统一；本地客观化预报技术发展缓慢，与智能网格预报业务融合不足，采用的方法较少；智能网格预报系统的功能性和易用性需要继续改进，系统本身架构和数据流程有待优化；智能网格预报与研究性业务间关系认识有待进一步提升。

### 2.2 人工智能等高新技术的应用

共10个单位在该方面反馈了具体问题，主要表现为人工智能等高新技术在精细化预报方面的应用不足，从事相关研究的人员偏少。包括在预报产品统计时空降尺度技术方面，需要机器学习提升滚动更新预报精细化水平。在历史天气数据库搜索、预报形势智能分型以及模式数据智能算法订正方面人工智能等新技术应用偏少。预报员对新技术、新方法的掌握和应用能力不足，缺少有经验的从事人工智能技术人才，人工智能预报技术的培训和学习方面还需要更多的投入。

### 2.3 基于复杂下垫面的预报技术

共8个单位在该方面反馈了具体问题。包括复杂地形下要素的精细化预报质量偏低，基于复杂地形下降降水的影响机制需要进一步研究，客观订正方法需要进一步改进；数值预报模式在山地地形下气温、降水等要素预报上预报质量不高，要素预报订正结果质量仍然偏低。如何有效地降低模式背景场在复杂地形下的系统误差，发展基于复杂下垫面的客观预报新技术，是亟待解决的问题。

### 2.4 预报员转型困难

共5个单位在该方面反馈了具体问题，包括目前预报员要求兼具业务值班、科研开发双重属性，但缺乏知识更新时间和途径，如何向“全能型”“精专型”方向发展；预报员考核办法如何适应业务变革需求；智能网格预报建设成型后，预报员如何发展。

### 2.5 计算资源和存储资源

共6个单位在该方面反馈了具体问题，主要表现为计算和存储资源不足。反映在部分省份受存储资源的限制，集合预报资料的获取不完整不及时，对集合预报的检验分析所做工作较少；在模式研发时所需的资料存储能力不足，影响模式的稳定运行；数据从文件夹到CIMISS再到分布式到FTP，未来转向云平台，

数据访问、存储和格式多变影响了业务的有效进展。

## 3 培训需求

研究型业务建设工作方案中坚持把科技创新和人才队伍建设摆在核心位置，将强化人才队伍建设作为研究型业务建设重要目标之一。在人才队伍建设方面，培养稳定的业务人员梯队目前是各业务单位的主要做法（87%），加大研究型业务人才培养力度也是各单位非常重视的人才队伍建设举措（82%）（图1）。因此加强研究型业务的培训，从而提高人才队伍的科技创新素质，在研究型业务体系建设中有重要的作用。

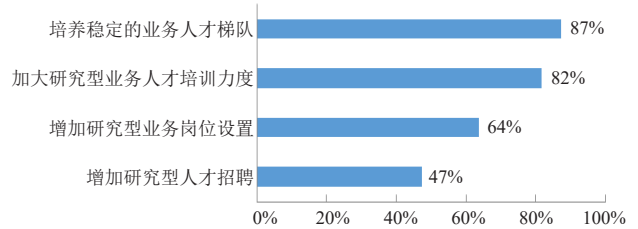


图1 研究型业务人才队伍建设方法

在研究型业务培训重点方面，研究型业务关键技术是大家普遍关注的培训内容（87.6%），研究型业务建设成功经验分享也是培训中普遍想学习和了解的内容（82%），国家级研究型业务建设进展（56.7%）和研究型业务布局与规划（55.7%）也有一定的培训需求（图2）。

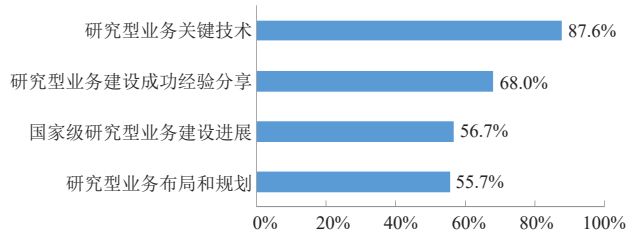


图2 研究型业务培训重点内容

在研究型业务关键技术培训需求方面，为适应气象业务发展的新形势和新要求，预报员普遍关注人工智能技术、大数据等新技术应用，分别有70.8%、66.7%的预报员关注大数据挖掘和多源资料融合分析、人工智能等信息技术在气象中的应用，半数以上的预报员对精细化预报检验评估（66.7%）、智能网格预报（61.1%）有培训需求，44.4%的预报员希望学习智慧气象服务相关知识，另有27.8%预报员想要了解自动气象观测技术（图3）。

预报员在智能网格预报关键技术方面的需求情况，超过半数预报员希望学习预报检验评估技术（55.6%），其次是基于智能网格预报的气象服务应用（45.8%）、快速更新的短临预报技术（44.4%），同时

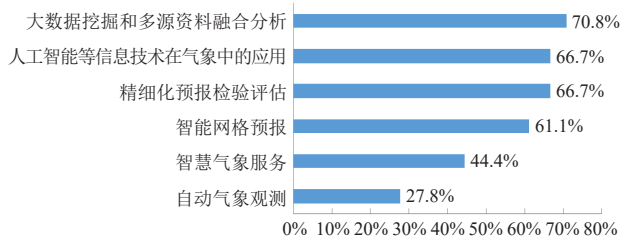


图3 研究型业务关键技术的培训需求

也希望了解短中期网格预报(37.5%)、实况分析技术(33.3%)和预报业务平台开发(29.2%)。此调研结果也为未来的研究型业务培训策划和课程设置提供了重要依据(图4)。

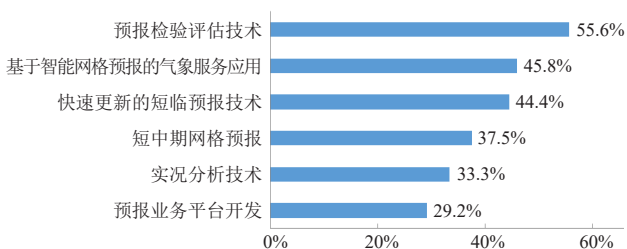


图4 预报员对智能网格预报关键技术的培训需求

## 4 思考和建议

依据研究型业务建设的需求,结合干部学院培训资源,基于上述研究型预报业务发展背景下预报员能力素养面临的新挑战和培训需求调研分析,在分层分类研究型业务培训班型、新技术与新方法培训、培训能力建设、培训效果评估等方面进行了一些初步思考。

### 4.1 构建分层分类的研究型业务培训班型,全方位提升业务能力

在组织培训时立足研究型业务发展的要求和建立研究业务人才队伍的特点,开发科学分层分类的培训方式方法。培训班的开设应兼顾考虑预报员转型后的业务方向,开展以数据为基础,以数值模式发展和应用为核心,以实况业务和靶向评估为抓手,以完善客观方法为目标。可根据预报员和技术开发人员的不同

需求开设班型,也可以根据省市两级研究型业务发展要求和侧重点的不同,开设不同层次的培训班型等。

### 4.2 聚焦关键技术问题,加强新技术与新方法培训

随着气象现代化建设的发展,以大数据挖掘、人工智能等信息技术为代表的气象高科技成果,已在气象行业实现共享共用。为了让业务科研人员进一步提高解决实际问题的能力,需聚焦制约业务发展关键问题,推进以现代信息技术、人工智能技术应用为代表的客观智能预报技术体系的培训,促进客观预报预警技术的业务应用。加强客观预报方法和预报检验评估方面的培训,完善针对数值模式产品、网格预报产品的精细化检验评估和订正,以及多尺度天气气候模式的不确定性分析、评估和改进等方面的培训。助力解决业务人员的科技创新能力不够、科研人员相对薄弱的现状。

### 4.3 建平台增个例,强化研究型业务培训能力建设

结合学员反馈的培训需求,应进一步搭建精细化检验和订正培训平台,开发针对区域高分辨率模式预报、网格预报产品的精细化检验评估培训个例,编写研究型业务关键技术系列教材。逐步开展课堂个例实操,实现机器学习等新技术在气象领域的算法的快速入门和实际运用。同时,也要进一步加强研究型业务培训师资队伍建设,加强科学研究和教学研究,形成教、学、研互相促进的良性机制。增加教师实习的机会,去一线业务单位学习最新业务技术方法,促进研究型业务成果在培训中及时应用。

#### 深入阅读

- 姜如海,林霖,2019.发展研究型业务的几点思考.气象软科学,122(2):1-11.
- 邢亚争,孙天蕊,周倩,2020.气象部门人事管理岗位培训需求研究.气象科技进展,10(2):108-111.
- 钟琦,薛童,朱禾,等,2020.面向预报员的精细化数值预报产品应用培训需求研究.气象科技进展,10(2):92-99.
- Yu R C, Li J, Jia P Q, 2019. Development of operational weather forecasting shaped by the "Triple-In" properties of numerical models. WMO Bulletin, 68(2): 56-62.

(作者单位:中国气象局气象干部培训学院)