

天气舞台频演“反转剧”，各种影响因素变幻莫测—— 气象预报如何提升准确率？

“一天有四季，十里不同天”。天气变化是影响人们正常生活的主要自然因素，气象预报的准确率更是备受关注的话题。

岁末年初，甬城天气舞台相当精彩，两次强冷空气先后来袭，1月12日以后暖湿气流大举北上，气温火箭式地冲高。然后，“反转剧”再次上演，本周末气温将俯冲式地下滑，直至冰点。如此复杂的天气情况，气象部门该如何作出精准预报？对此，记者进行了深入探访。



气象台高清会商平台。

(傅华英 厉晓杭 摄)



预报员正在分析气象数据。

(傅华英 厉晓杭 摄)

记者 厉晓杭 通讯员 傅华英 虞南

天气变幻莫测 充分研判会商

气象专家开展“头脑风暴”精准预报寒潮影响

影响宁波的气象灾害种类多，主要有台风、暴雨、雷电、冰雹、寒潮、暴雪、干旱、热浪、连阴雨、低温冰冻、浓雾等，其中干旱、台风、寒潮对农业生产的影响范围最广、灾情最重。

2020年年末，一场强寒潮席卷甬城，日平均气温从10.1℃暴跌至-2.5℃，鄞州国家气象站最低气温跌至-6.4℃，并伴有沿海海面11级、内陆地区9级大风。市气象台提前10天开始关注这次寒潮过程，经过对天气形势的充分研判和会商，精准预报了此次强降温、大风、雨雪低温冰冻过程。

涂小萍是市气象台资深预报员、正研级高工。自1993年参加工作以来，她一直从事与气象预报预测和服务相关的工作，参加过2008年北京奥运会气象保障服务和青岛奥帆赛演练气象保障服务。2014年入选中国气象局首席预报员，2020年入选中国气象局首席气象专家。

2020年12月25日8时，寒潮影响倒计时105小时。涂小萍与往常一样，8时前已经到岗，一边听取中央气象台组织的全国天气视频会商，一边查阅天气实况，结合多家数值预报模式结果，对未来天气作出预报。

与往日不同的是，面对4天后即将到来的灾害性寒潮天气，市气

象台所有预报员聚集到预报大厅。在全国天气视频会商结束后，各位预报员开展内部会商，充分表达自己的预报理由和结论。最后，涂小萍结合大家的意见，起草了关于本次寒潮的第一期《重要天气报告》。

这份报告中特别指出了“受寒潮影响，31日至1月1日全市最低气温-5℃至-6℃，山区-7℃至-10℃，有严重冰冻，电力、燃气负荷将增大，水管冻裂风险加大，需加强用电、用气、供水安全防范措施。另外，注意防范大风对农业设施、海上交通作业、渔业生产等的不利影响，渔船注意回港避风。”

2020年12月28日11时，寒潮影响倒计时30小时。“市气象台准备发布寒潮警报，联系区县气象台发布寒潮蓝色预警信号。”市气象台副台长张程明告诉值班预报员，对于这次天气变化过程，他已了然于胸，每一个预报预警服务节点也都已根据业务规范和服务需求安排妥当。

“寒潮明天傍晚将开始影响我市，冷空气刚下来的时候阵风最大，沿海海面风力可达11级，所以明天中午需升级寒潮橙色预警、发布大风黄色预警，傍晚发布降温报告。明天夜里到后天早晨平原有雨夹雪，山区有雪，气温在0℃以下，雪一落地就会被冻住，将会出现道路结冰，所以明天夜里需要发布道路结冰橙色预警。另外，30

日夜里气温将降至-5℃以下，高海拔山区可能低于-10℃，需要提前发布严寒警报和低温橙色预警。”当寒潮带着大风、雨雪、强降温和低温冰冻到来时，市气象台早已准备就绪，预报预警工作有条不紊地进行着。

天气变幻莫测，要准确预报并不容易。郑梅迪是市气象台的一名青年预报员，2016年毕业于浙江大学。从业4年多，她已经从稚嫩的新手逐渐成长为可以独当一面的主班预报员。

2020年12月30日，寒潮正在南下。电脑前，郑梅迪不断刷新着雷达和自动站监测软件，密切关注实时风力、气温和降雪情况。根据之前的短期预报，冷空气下来速度很快，30日上午应该雪止，但具体是8时止还是11

时止，谁也没有十足的把握，这就要靠监测预警岗的预报员，根据雷达探测和上游自动站实况外推，作出短时临近预报。

上午8时，浙中北地区的降雪基本停止。就当大家以为降雪过程已经结束时，郑梅迪发现余姚西部出现了一条只有10-15dBZ的弱强度雷达回波，这很容易被当成非降水杂波而被忽略。根据短临监测经验和实况气温，郑梅迪判断，这很有可能是四明山区的降雪回波。她立即向正在四明山区进行直播的同事询问那边的天气情况，确认当地已经出现明显飘雪后，她将这一监测信息上报，并作出判断：“降雪回波将向东南方向缓慢移动，奉化西部山区乃至城区将逐渐出现飘雪，但水汽条件差，雪量小，山区飘雪可能会持续到11时。”

天气预报 是个系统工程

影响天气预报准确性的因素较多

天气预报属于预测科学。从科学规律来讲，预测科学不可能完全准确或者永远准确，天气预报也是如此。“天气预报实际上是一个浩大的系统工程，受客观因素及主观因素影响，每个环节都存在某些不确定性，每一次预报结果不可能都与实际一致，提高天气预报的准确率需要艰苦而持续的努力。”市气象台副台长郭建民说。

大气运动是混沌的。正如气象学家洛伦兹1963年提出的“蝴蝶效应”所描述的：大气运动发展对初始条件具有极为敏感的依赖性，初始条件极小的偏差，随着时间的变化，可能会演变出大相径庭的状态。

现代天气预报是基于观测数据和求解大气基本方程组得到的，而这两点都存在误差。其一，目前的探测能力不可能完全精准地获取大气状态的真实值，探测仪器0.001的误差，随时间迭代变化会被放大到10。其二，目前的数学物理理论发展，不足以支持大气基本方程组的求解，只能通过尺度分析、微积分等方法进行简化计算，这里必然产生细小误差。随着预报时长的推移，这些误差被不断放大，进而影响预报的准确性。

气象专家认为，目前对于这一困境的解决办法，一是增加观测并快速同化进数值预报模式，二是人为地将多个细微差别的初始场进行计算，在一系列预测结果“集合”中寻找发生概率最大的情况，即“最佳结果”。然

而，“发生概率最大”并不意味着“一定发生”。

除了大气运动自身随机性的限制，科学家对大气运动的认识水平也有限。大气运动中包含着各种尺度的运动，各种运动间也存在相互作用。郭建民解释：“我们熟知的副热带高压、冬季产生冷空气的冷高压、台风等，都是大尺度的天气系统，而产生强对流的飑线、龙卷风等，是中小尺度的天气系统。受探测能力和科研水平的限制，目前对中小尺度天气系统自身结构特性的认知，以及对不同尺度天气系统之间相互作用的认知，仍有不足的地方。”

此外，地形地貌等因素也导致了天气现象演变过程的不确定性。2013年，“菲特”台风带来的特大暴雨，给人们留下了深刻印象。为何此次暴雨如此凶猛？除了“菲特”倒槽、“丹娜丝”水汽输送、冷暖空气在浙北一带交汇等因素，四明山区特殊地形导致的持续抬升效应，也对这次天气过程起到了“推波助澜”的作用。由于特殊地形地貌环境下气象观测资料的缺乏，模式对地形地貌的描述不够精准，导致数值预报模式很难准确量化地形地貌对大气活动的影响。

作为奋斗在一线长达28年的天气预报员，涂小萍说：“我的职业生涯赶上了气象科技飞速发展的时期，天气预报技术已经发展到了前所未有的高度。未来天气预报服务将由传统的气象要素预报向影响预报转变，预报员的作用将逐渐向高精细化的监测资料应用分析、数值预报产品释用、高影响天气预报技术研究等方向转变。”

预报时效延长到10天 预报精度细化到5公里

气象大数据为政府决策、部门联防提供科学支撑

天气预报主要依赖大数据，并涉及不同时间和空间的海量数据，正是人工智能非常好的应用场景。

宁波市水蜜桃气象指数、鄞州咸祥蓝海气象指数、奉化全域气候舒适度、梅山湾旅游度假区气候环境分析……近年来，我市各地气象大数据的深度挖掘和融合分析产品陆续推出，持续释放红利，为公众提供了极大的参考价值。

鄞州区咸祥镇地处象山港西岸，拥有近16公里长的海岸线，是宁波市区离“蓝海”最近的地方。在温度、风向、潮汐及生态环境等有利条件影响下，其海域内的海水非常清澈，呈现碧海蓝天的怡人景致。鄞州区气象局与咸祥镇政府合作，以国家海洋局潮汐数据及市海洋与渔业信息监测中心现场海水透明度、浊度观测数据为基础，结合温度、风向、能见度、降水等气象因素，推出咸祥蓝海气象指数，为游客提供科学观赏指南。

近年来，基于气象大数据开发的智能网格预报技术，可以将预报时效延长到10天，预报精度细化到5公里，预报准确率与服务满意

度稳步提高。气象大数据可对气象灾害多发区、地质灾害高易发区、气候变化敏感区、重点生态功能区、生态环境敏感和脆弱区等进行实时动态综合监测，对社会经济发展有着重要参考价值。

市气象台通过开发短临预报宁波本地化应用、雷达三维显示等平台，着力提升短临预报预警水平。如今，我市暴雨预警命中率达76%，突发强天气预警时间提前33分钟。同时，建设了气象灾害综合风险评估系统，探索建立不确定性预报和气象灾害发生风险的联合智能识别技术等。“人工智能在气象行业中的应用刚起步，应用场景还有很多。在未来，将会给天气预报带来新的机会，提供更有价值的信息。”郭建民说。

目前应用大数据和人工智能的气象技术主要有：基于机器学习的短时临近天气预报技术与应用、国家级智能网格气象预报、基于大数据与机器学习技术研发的降水相态识别技术等。“人工智能在气象行业中的应用刚起步，应用场景还有很多。在未来，将会给天气预报带来新的机会，提供更有价值的信息。”郭建民说。

图 示

影响宁波的气象灾害主要有

台风、暴雨、雷电、冰雹、寒潮、暴雪、干旱、热浪、连阴雨、低温冰冻、浓雾等

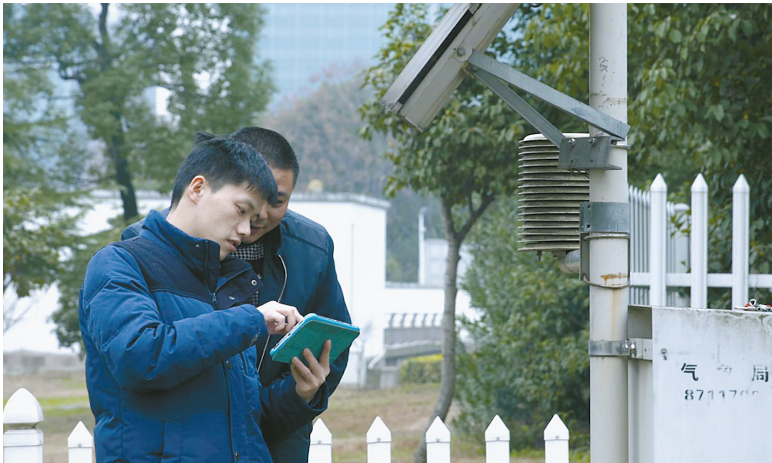
其中，干旱、台风、寒潮对农业生产的影响范围最广、灾情最重。

2020年年末，一场强寒潮席卷甬城，日平均气温从**10.1℃**暴跌至**-2.5℃**，鄞州国家气象站最低气温跌至**-6.4℃**，并伴有沿海海面11级、内陆地区9级大风。

市气象台提前10天开始关注这次寒潮过程并进行了精准预报。

基于气象大数据开展的智能网格预报技术，可以将预报时效延长到**10天**，预报精度细化到**5公里**。气象大数据可对**气象灾害多发区、地质灾害高易发区、气候变化敏感区、重点生态功能区、生态环境敏感和脆弱区**等进行实时动态综合监测，对社会经济发展有着重要参考价值。

市气象台通过开发短临预报宁波本地化应用、雷达三维显示等平台，着力提升短临预报预警水平。如今，我市暴雨预警命中率达**76%**，突发强天气预警时间提前**33分钟**。



气象装备保障技术人员正在对自动站进行巡检，以确保上传数据的准确性。(傅华英 厉晓杭 摄)



气象装备保障技术人员正在安装毫米波雷达。(资料图片 傅华英 摄)