

院士讲科普

防汛减灾,用上这些新科技

当前,正处于防汛关键期。习近平总书记强调,各地区各有关部门要进一步落实安全工作责任,加强监测预警和巡查排险,抓实抓细各项工作,切实保障人民群众生命财产安全。

守护人民群众生命财产安全,要向科技创新要答案。目前,一系列新科技正从实验室走

气象预警如何做到更快一步 气象“芯片”持续优化,提升准确性

本报记者 蒋雪鸿

当前,我国进入“七下八上”防汛关键期。灾害的防、抗、救均与气象条件密切相关,气象也因此被赋予了“第一道防线”的定位。

“现代防灾减灾救灾高度依赖预警联动机制。”中国工程院院士、中国气象局地球系统数值预报中心研究员沈学顺说,防汛时,气象部门看清风云的走势、算准暴雨的量级,提早发出警报,才能让后续的水利调度、群众安全转移、应急资源部署等工作有条不紊地运转。

风云变幻,气象预警如何做到更快一步?这就必须提到被誉为气象“芯片”的数值预报模式。数值预报模式是基于数学物理学方法,将大气的运动规律化为“方程组”,把大气状况的“初始值”代入“方程组”,利用超级计算机演算未来的各种气象情况。预报员在计算结果的基础上,作出最终决断,形成天气预报。“数值预报模式就是天气预报的‘上游’,是产生天气预报的重要数据源。”沈学顺说。

数值预报模式如何发挥防汛减灾作用?“江河定期的涨水叫汛,汛与降水是密切相关的。”沈学顺解释,造成江河流域水位上涨、引发汛情的降水,既可能来自台风、冷涡等大尺度的天气系统,也可能来自催生局地暴雨、强对流天气等的中小尺度天气系统。

“对于大尺度的天气系统,数值预报模式已发挥作用。”沈学顺说,比如预报体量庞大的台风,通过全球数值预报模式预报受高空引导气流影响的台风路径,而区域高分辨率模式则进一步预报台风的强度及其带来的风雨影响,两者配合,为后续的防灾减灾

怎么预判大江大河洪水 防汛“耳目”和“参谋”更智慧

本报记者 王浩

“雨下了多大”“水位涨多高”,雨水情信息的监测预报预警是防汛救灾的“耳目”和“参谋”,是科学调度决策、加固堤坝、转移避险救灾的重要基础支撑。近年来,一系列新技术、新设备不断应用,雨水情监测预报“三道防线”建设不断推进,“耳目”和“参谋”更智慧。

什么是雨水情监测预报“三道防线”?中国工程院院士、水利部科技委副主任张建云介绍,这是由气象卫星、天气雷达和水利测雨雷达网、雨量站网、水文站网加上“降雨—产汇流—洪水演进”预报模型共同组成的“防线”。目前,全国大江大河洪水预见期已从3天延长到10天。

“第一道防线”紧盯“云中雨”。张建云说,卫星遥感、天气雷达、水利测雨雷达等实时监测云团演变、水汽条件和降雨发展趋势,提前预测暴雨落区、时间和强度,并以降水预报驱动水文模型。截至2026年6月,水利系统已建成240部水利测雨雷达。

“第二道防线”紧盯“落地雨”。张建云介绍,一方面,过去难以精准掌握雨下到哪里、特定区域下了多少等情况,如今测雨雷达和多源降水信息的监测融合应用,提高了计算精度。另一方面,分布式水文模型、“物理机理模型+数字模型”双驱动洪水预报方法等,能准确反映面雨量分布,有效提升洪水预报精度和可靠性。

“第三道防线”紧盯“河中水”。张建云介绍,通过准确的水文站水位、流量等洪水实时监测数据,水文模型与水动力学模型的耦合应用,可以推演洪水的演进路径,分析洪水淹没范围和退水过程,持续开展滚动传导预报。

让数据“跑”在洪水前,能为防汛救灾赢得主动权。张建云介绍,目前,近2000条河流、4300余个断面实现洪水作业预报常态化。

向防汛一线,推动防汛减灾从“被动应对”向“主动预判”转变。

本期“院士讲科普”栏目邀请中国工程院院士沈学顺、张建云、殷跃平,聚焦防汛减灾的前沿领域,从空、水、地等3个维度系统解读其中的“含新量”,让我们看到防汛中的“科技密码”。

——编者

拉网布局提供一张“防汛地图”。面对今年影响我国的台风“巴威”,数值预报模式全天候高速运转,协助相关部门动态更新台风防御的“时间表”和“路线图”。

然而,预报中小尺度天气系统仍是数值预报界的世界级难题。暴雨、强对流天气等持续时间相对较短,空间尺度往往只有几公里到几十公里,其发生过程在数值预报模式中很难被完全模拟。

为了把天气系统算得更准,我国气象“芯片”跨越了哪些科技关卡,未来又将如何继续发展?

沈学顺介绍,首先是分辨率不断提升。分辨率如同相机的像素,像素越高,画面越清晰,会直接影响数值预报模式的准确性。目前我国全球模式的分辨率已达12.5公里,与国际水平接轨。同时,在利用国产风云卫星、海洋卫星等方面取得了长足的进步。通过先进的资料同化技术,相关信息被实时整理并代入“方程组”,提升预报能力。

谈及未来,沈学顺的目光投向了更广阔的科学前沿,“数值预报模式的分辨率将继续提升。同时,科学家正在借助人工智能进一步优化‘方程组’,提高准确性。”大气运动本身存在极强的混沌性与不确定性,叠加当下全球气候变化带来的气候环境复杂化、极端天气气候事件频发多发等新形势,大大增加了气象预报的难度,也对数值预报模式的精度、适配性和应变能力提出了新挑战。“数值预报模式迭代,是一个持续探索、完善的过程,只能不断缩小误差、提升预警效能,尽最大可能降低灾害损失。”沈学顺说。

一些水文测站降雨量超过历史极值,部分传统干旱地区多次发生破纪录暴雨洪水……如今,部分水文气象规律的变化,打破了传统认知。这对防灾减灾救灾工作提出更高要求。“我们必须坚持科技创新,推动信息技术、人工智能等在防汛减灾领域的运用,让监测预报预警更精准、更及时,不断提升抵御水旱灾害能力。”张建云说。

数字孪生水利就是一项重要的创新成果。“面对极端天气频发、复合灾害链放大、下垫面不断变化等挑战,传统依赖单一信息、单一模型、经验判断和临场处置的防汛减灾模式,已难以满足复杂多变的防洪需求。”张建云介绍,数字孪生技术把江河湖库“搬”进互联网,能开展预报、制定预案。

“虚拟世界”预演,可以通过高保真数字底板开展洪水预报预演与情景分析,模拟不同暴雨洪水过程,预测洪峰抵达时间、最高水位、淹没范围等关键指标……在数字空间反复模拟分析水库群调度等方案,防汛人员能提前识别风险点和薄弱环节,将数字世界的算力转化为防汛一线的能力。

“防灾减灾救灾是一项长期任务。”张建云表示,抵御水旱灾害必须把人防和技防紧密结合起来。一方面,防汛救灾的新情况、新特点对技术创新提出更高要求,要紧盯短板弱项,在仪器设备等关键技术领域持续发力;另一方面,要始终筑牢责任的“堤坝”,让好技术真正发挥作用。



► 泥石流雷视融合监测仪。
自然资源部地质灾害技术
害技术指导中心供图

地质灾害防治手段有哪些升级 防控范围由“点”向“面”拓展

本报记者 常钦

“极端气候正在重塑我国地质灾害的发生规律与风险格局。”中国工程院院士、自然资源部地质灾害技术指导意见首席科学家殷跃平说,传统“南涝北旱”格局正在发生变化。北方暴雨频次、强度大幅抬升,南方暴雨呈现旱涝极端分化、极端降雨表现出短时雨强激增、旱涝急转……这不仅提升了传统高风险区的灾害活动性,也使以往相对不易成灾的区域相继出现群发性地质灾害。

极端气候条件下,地质灾害防治面临哪些新挑战?

一个突出变化,是灾害分布从单点隐患向全域风险面延伸。殷跃平说,大量中低易发区受极端降雨影响,可能转变为中高易发区,防控范围须由“点”向“面”拓展。

隐患还变得更小、更隐蔽。过去防控重点是规模数十万立方米甚至更大的大中型滑坡崩塌,当前全国山区超95%的地质灾害却是几万乃至几立方米的中小型致灾体。更棘手的是成灾机制转变:极端降雨引发的灾害多发展为高位启动、远程运移、连锁转化的动力灾变链。

殷跃平表示,这意味着,风险评估不能只判断坡体“会不会滑”,还要计算失稳后“能滑多远、影响哪里”。

风险在变,防治手段也在升级。“经过数十年实践,我国逐步建立起调查评价、监测预警、应急处置和综合治理相结合的防灾减灾救灾体系。”殷跃平说。

自然资源部自2022年起研制发射多颗陆地探测卫星,构建“空—天—地”一体化立体观测体系,增强高易发区隐患识别能力。

发现隐患后,怎样持续“盯住”?北斗位移监测、雨量、裂缝传感和人工智能视频监控等



▲在浙江新昌县长诏水库,无人机开展巡查。 浙江省水利厅供图
▲无人船在开展水文应急监测(资料图片)。
江苏省水文水资源勘测局供图

唠「科」

随着全球变暖,冰川退缩、积雪融化,或许一些人会认为,一个更热的地球,应该意味着“冰越来越少”。

但天空中却存在例外。在盛夏的雷暴云里,有一种冰正在快速生长——冰雹。冰雹往往给城市运行、农业生产、交通运输等带来不利影响。

有不少人好奇:为什么全球变暖的同时,冰雹却好像越来越大?

2016年起,我们课题组发起了一场“冰雹换玛瑙”的活动:邀请各地的朋友们收集冰雹样本,我们携带冷藏设备上门取样,并回赠玛瑙钥匙扣。

这些收集到的“小冰球”,成为我们做科学研究的关键素材。我们逐步摸清了升温环境下冰雹强对流的变化规律,证实气候变暖会显著提升特大冰雹的发生概率,相关成果近期在国际学术期刊《自然》发表。

冰雹的秘密,藏在高空的云层中,那里犹如一个天然悬浮的冷冻库。

随着逐渐远离地面的大热源,大气温度会逐渐下降,在达到一定高度、气温低于0摄氏度后,“大冰库”的冷冻条件就达成了,但还差一个关键因素——水源。

而水源,恰恰来自地面的输送。

冰雹通常在炎热的午后出现,这是因为地面经过较高温度的“烘烤”,近地面大气逐渐膨胀、密度变低,达到某个阈值后,会带着地面蒸发的水汽一同向上爬升,形成一条连接地面与高空的“输送通道”。

随着暖湿气流不断上升,水汽开始凝结甚至冻结,形成大量云滴和冰粒,这为冰雹的形成提供了水源。而强烈的上升气流,则像一台巨大的“升降机”,将这些云滴和冰粒不断托举到高空,让它们在冰冻区中反复碰撞、生长,冰雹“胚胎”像滚雪球一样变大,最终形成一颗颗从天而降的冰雹。

冰雹的大小跟全球变暖有什么关系?

这台天空中的“升降机”,所用的“燃料”是水汽。水汽从气态变成液态或固态时,会释放隐藏在其中的能量——潜热。这些能量不断加热上升气流,使雷暴云像一座持续运转的巨大发动机。

而更高的温度,意味着大气能够容纳更多水汽。水汽被输送到高空之后,会释放更多潜热,“升降机”就有了更强的动力。同时,更多水汽也意味着更丰富的云水供应。简单来说,变暖的大气就像同时给雷暴云装上更强的发动机、提供更多的原材料,冰雹因此有机会在云中停留更久、积累更多冰层,最终变得更大。

当然,冰雹的旅程并不会止步于云中。它从高空降落的那一刻,就开始融化。体积较小的冰雹,融化速度更快,往往会在到达地面前变成雨滴,而体积较大的冰雹由于自身储存的冰量更多,融化速度更慢,最终较完整地落地。

全球变暖改变了自然灾害的规律,这项研究为未来的冰雹防灾减灾策略提供了理论依据,让我们不仅能更好地认识现在的冰雹,也能找到更有效的方式去应对它。

(作者为北京大学物理学院大气与海洋科学系教授,本报记者吴丹采访整理,张诗怡对本文亦有贡献)

延伸阅读

洪涝雷暴高发季,健康防护要做好

新华社记者 李恒

近期,受台风影响,多地出现强降雨,暴雨灾害风险高,公众应关注哪些健康问题?雷暴天气要注意什么?如何预防夏季溺水?7月15日,国家卫生健康委举行新闻发布会回应关切。

中国疾控中心研究员郑灿军表示,洪涝灾害发生后,含有微生物的垃圾、粪便甚至一些动物的尸体会进入洪水中,此时人接触洪水或被洪水浸泡过的环境后,感染疾病的风险会增加。

郑灿军提醒,不饮用生水,不吃腐败变质或霉变和受污染的食物,尤其不要吃被洪水浸泡过的食物。要及时清理家中淤泥、积水、垃圾、动物尸体等,对环境、餐具进行消毒,防止病菌滋生。在血吸虫病流行地区,如直接接触洪水后出现不明原因发热、腹泻等相关症状,要及时就医。

针对夏季频发的雷暴,中日友好医院主任医师闫圣涛表示,许多人因担心触电不敢靠近雷击者,实际上,雷电击中人体后,电流会迅速经身体导入大地,不会在人体内“留存”。

闫圣涛表示,施救前需确保现场环境安全,尽量将伤者转移至安全的室内或车内再进行施救;若地面潮湿,可垫上干燥木板或绝缘物品后再跪地按压。

专家提醒,雷暴发生时,在室外的人应尽可能降低身体高度,远离高大树木、电线杆等易引雷物体,扔掉金属雨伞。如果没有躲藏的地方,尽量压低身体,双脚并拢,抱头蹲下。

眼下正值溺水高发季,闫圣涛提示,家长要叮嘱儿童青少年注意安全,不到高危场所,尤其是不到水库、池塘等没有安全措施和救援人员的野外水域游泳。

专家特别提醒,如果发现他人溺水,不要采用手拉手的方式救人或盲目自行下水,特别是未成年人,应立即大声呼救,抛掷救生圈等开展救援,并及时报警或拨打救援电话寻求帮助。

(据新华社电)

本版责编:曹怡晴 陈圆圆 董映雪
版式设计:张芳曼