

「空天地」锁「恶龙」

我国地质灾害预警能力实现突破

本报记者吴晓颖、谢佼

“知道走龙吗？”坐在对面的巨能攀问道。

午后的阳光透过玻璃，把这间弥漫着咖啡香气的实验室，照得温暖而舒适。然而这位地质专家的话，字字不离山崩地裂，“过去农村有句老话，叫走龙垮山，龙一过，山就垮！很多老乡修房子之前都要找先生定风水找龙，实际上是看建房选址会不会有地质隐患。所谓走龙，就是大型泥石流等地质灾害”。

巨能攀教授所在的成都理工大学地质灾害防治与地质环境保护国家重点实验室，就是要找出

这些地质“恶龙”，“锁”住它们的孕育变化，尽量不让它们造成人员和财产伤害。

2019年2月17日，贵州兴义市龙井村9组发生滑坡，这个实验室部署的自动化监测系统，提前53分钟发出红色预警，最终实现现场人员“零伤亡”财产“零损失”。

2017年，他们还两次提前数小时成功预警甘肃黑台黄土滑坡。

那些曾潜行地底、暴起肆虐的地质“恶龙”，在我国日益提升的科技水平面前，逐步显出身形，并被加以监视。

山间潜“恶龙”奈何难寻踪

我国是世界上地质灾害最严重、受威胁人口最多的国家之一，已查明共有地质灾害隐患点近30万处。

2017年6月24日6时，四川省阿坝藏族羌族自治州茂县叠溪镇新磨村。天还没亮，村子背后的山岩崩塌而下，整个村庄瞬间被覆盖，造成10人遇难、73人失联。

成都理工大学教授裴向军主持调查该事故原因。他向记者确认，新磨村紧靠的大山，是上世纪30年代叠溪7.5级地震的震中，这次山崩是地震“后遗症”。经过80多年的发育，在一场并不成灾的小雨之后，由量变到质变，导致整体山崩。

据记载，叠溪地震是一场异常可怕的灾难。在那次地震中，叠溪古城垂直掉进岷江。地震还造成附近山川严重“内伤”，新磨村山崩说明，地质灾害发育的时间超过认知，异常缓慢但从未停止。

为何多次排查却没能发现这一隐患？裴向军分析，该处山崖陡峭，山崩处高出受灾村庄1250米，人类无路上去钻探；植被茂密遮挡地表，传统地质勘探手段很难发现灾害发育痕迹。

“地质灾害就像藏在山里的野兽，你很难看见它，或者扎到它。”裴向军说。

2019年8月14日，成昆铁路凉红至埃岱站间，突发数万方高位岩体崩塌，致17人失联，事前也没有发现地质灾害发育痕迹。类似情况几乎每年都会导致成昆铁路中断。

“我国近期发生的多起灾难性地质灾害事件，具有高位、高隐蔽性特点，传统排查手段已很难提前发现隐患。”前述国家重点实验室常务副主任许强说，这也是目前地质灾害防治痛点难点所在。

地质勘测技术求新求变

“须弥山是天地骨，中镇天地为巨物。如人背脊与项梁。生出四肢龙突兀……莫道高山方有龙，却来平地失真踪。平地龙从高脉发，高起星峰低落穴。”

这些不是盗墓小说里的想象语言，而是出自唐代堪輿书籍《撼龙经》。用今天的眼光来看，前人总结的正是地质构造与褶皱特征。

长江上游江源文明从远古走来，在四川留下多处痕迹。距今5000余年的营盘山史前遗址，位于茂县县城附近。这个黄河文明与长江文明交汇

的大型中心聚落遗址，巧妙避开了附近的三条地震断裂带。

成都文物考古研究院考古专家陈剑认为，历经五千年来若干次强烈地震和地质灾害，营盘山遗址基本完好，仅在北端边坡上有轻微滑坡现象。这说明古人工程选址有清晰的避灾理论和丰富的避灾实践。

如今，随着地质科学的发展，人们对地质灾害的发育有了专业辨识和描述，即通过工程方法探究地质结构发育程度，也就是钻探取样分析。

折多山顶，一台钻机不停地轰鸣，设计钻探深度1090米，用于探测折多塘断裂。据探测方中铁二院专家刘志军介绍，折多塘断裂是活动断裂，对施工影响极大，需要用深孔钻机来揭示它的物质组成和性状。100公里目标的勘测，需要上千个深浅不同的钻开。

钻探探测能获取丰富的数据，但对大范围地质变动情况掌握并不全面。特别在变化极大的横断山区、青藏高原，有时一个洞往前多打1米，获得的数据就截然不同。

我国地质勘测技术，走到了求新求变的路口。

从地面到太空科技锁“恶龙”

单个样本看不清，就多样本采样；单地样本看不清，就放大范围看。随着高新技术的普及，人类迎来了航空航天探测的新时代。

成都理工大学提出“卫星遥感+无人机测绘+钻探分析”的“空天地”一体手段，先对人无法抵达的区域进行风险划分；再通过卫星遥感探测和无人机测绘，自动在三维地形上“剥掉”植被，对地表变形幅度进行监测，识别出风险再投入传统工程地质勘探手段详查。

从贵州兴义和甘肃黑台台的预警实践可以看到，这套技术已经能将地质灾害预警做到53分钟倒计时。

在贵州兴义滑坡监控视频中，远处黑乎乎的一片山壁彻底崩塌，而在此之前53分钟，预警警报已经响起，通知附近人员撤离，无人员伤亡，过程完全在掌握之中。

这一技术也引入铁路建设领域。中铁二院员工刘晓辉，亲身经历了测绘装备的迭代升级：“以前测绘上山顶下深沟，靠一步一步地走。有时候为了测一个基准点，大早上出发，到指定地点砍一根大竹子竖起测量杆就往回赶，到山下已经是晚上……现在实现‘空天地’一体测量，GPS、北斗、航测、无人机，都参与到测量中来。”

渝昆高铁等工程勘探，也开始应用该新技术。中铁二院除了引进、创新了高分辨率航天遥感、无人机勘测、多孔对井间电磁波层析成像等新技术外，还创新适用于高铁工程建设的岩溶地质相关理论，构建了风险评估方法。多位院士鉴定该成套技术居于世界领先水平。

地底“寻龙”，空中“窥龙”，科技“锁龙”。我国地质灾害预警能力，已经开了大招。

为海岛“解渴”

我科学家首提新方法增加海岛地下淡水储量

本报记者陈席元

对居住在海上的人们，淡水是稀缺资源。在开山岛上坚守32年的“时代楷模”王继才，起初有岸上定期送淡水，但他听说每次送水的登陆艇，光是油钱就得花5000元时，就坚决不让人送了。

王继才把雨水导到水窖里，又听从别人的建议，放泥鳅来净化水质。为了节约本就不多的雨水，即便是夏天洗澡，他和妻子王仕花也只用一脸盆的水。

我国是海洋大国，据不完全统计，面积达500平方米以上的岛屿6500多个，有人居住的海岛约450个。

随着社会经济的发展，船运淡水、海水淡化、收集雨水等方法，越来越难以满足日益增长的淡水需求。

然而，淡化1吨海水需要耗费近1吨柴油。如何提高淡水资源安全保障能力，是海岛开发亟待解决的世界性难题。

在河海大学，水文水资源与水利工程科学国家重点实验室副主任鲁春辉教授，已经带领团队研究了2年。

2年前，鲁春辉回到他的家乡江苏南通，拜访了洋口港先期开发的重点区域阳光岛。

“这座岛在南通如东东海13公里外，由人工吹填而成，岛上的淡水是用管道送上去的。”鲁春辉说，“当地担忧，万一水源断了，岛上的生产生活怎么办？”

在鲁春辉看来，“骨质疏松”的海，是天然的蓄水池。

“雨水落到海岛上，小部分从地表流进海里，还有很大一部分渗透到地下，汇集到海岛地下的沙土或珊瑚礁的孔隙中。”鲁春辉解释，“因此海岛下的淡水资源，就像‘灯下黑’，以往没能得到太多重视。”

他介绍说，国内外学者对海岛地下淡水的研究，多集中在其形成与演变机理、开采方式、影响因素等方面。“现在的问题是，怎么把不多的淡水储量变大？”

“因为淡水密度比海水小，所以在大部分海岛的地下，淡水就像‘漂浮’在海水上，形成类似透镜的状态。”鲁春辉告诉记者。

“我们叫它‘淡水透镜体’。”鲁春辉说，淡水透镜体的厚度因岛而异，有的只有几米，有的可达十几米，是可再生的、有限的淡水资源。

“如果能将这些淡水储存起来，海岛就可以

实现一部分自给自足，极大地降低经济和生态成本。”鲁春辉说，具体方案就是给海岛“套围脖”，用一层低渗透性介质材料把海岛圈起来。

在国家重点研发计划和国家自然科学基金的资助下，鲁春辉团队在实验室搭建起一座座砂槽，用不同粒径的砂子充当海岛地下的介质，模拟各种条件下淡水透镜体的变化。

他们在一个玻璃槽里填进大量砂子，模拟海岛；顶部用滴管向砂槽输水，模拟降雨带来的淡水。然后，研究人员在砂子的外侧填充更细的砂子，形成低渗透层；再从低渗透层的外侧输入海水，观察在不同的“降雨”强度下，低渗透层能在多大程度上增加淡水的体积。

每隔1分钟，研究人员就用相机记录一次咸淡水交界面位置的变化。

研究发现，当低渗透层的渗透性，达到“海岛”原始砂子渗透性的十分之一时，就能够显著观察到“淡水储量”的增加。这说明低渗透层有效地阻止了“海水”入侵。

“当然了，实际上能增加多少淡水储量，还受制于海岛几何尺寸、地质条件、降雨强度、潮汐等因素。”鲁春辉说。

之后，鲁春辉团队又以美国佛罗里达的圣乔治岛为假想对象，进行案例研究。

“圣乔治岛有个特点，它可以抽象为一个长方形。”鲁春辉介绍，基于外国文献对圣乔治岛水文气象方面的研究数据，河海大学的科研人员在计算机上进行了模拟。

数学推导结果显示，当外围低渗透层的厚度达20米、渗透性减小到海岛自身渗透性的1%时，海岛地下淡水体积就可以增加4倍。

那么，是不是渗透性越低越好，最好完全不渗透呢？鲁春辉告诉记者，在实际工程应用中，还不能彻底阻断海岛地下咸淡水间的交互。

“一旦发生海啸、风暴潮等意外状况，地下水将被长期污染，无法实现自我净化。”鲁春辉说。

香港大学地球科学系的焦起超教授是国际知名水文地质专家，近20年来，他一直在研究海岸带填海工程对地下水造成的影响。

“在建设人工岛之前就要考虑设置围挡介质，在填海造陆的同时建设‘地下水库’，相比建成之后再行改造，可以大幅节约成本。”焦起超建议。

目前，鲁春辉团队正在申请5项发明专利，相关成果已发表在水文水资源领域的国际顶级期刊《水资源研究》上。据了解，这是国际上首次提出能够增加海岛地下淡水储量的方法。

中国网事·感动2019

10周年

年度颁奖典礼

2010 - 2019

2020年1月16日

北京·中国电影导演中心

主办单位：新华社

承办单位：新华网

协办单位：中国互联网发展基金会

特别鸣谢：CHERY

公益支持：中国网事