



追逐雷暴，捕捉瞬息即逝的红色闪电

本报记者 唐婷

夏季是雷雨多发时节。在电闪雷鸣之际，你可曾想过它们是从哪来的吗？高空中的闪电长着什么模样、脾性如何？它们又是如何影响人们的日常生活？

这也正是中国科学院大气物理研究所“百人计划”项目研究员陆高鹏博士的研究团队所长期关注的问题。为了更好地厘清闪电发生和发展的物理机制，他的团队在全国架设了多个观测站点，初步建立了闪电临近空间效应研究平台。

通过织就的这张精密“地网”，利用中国科学技术大学祝友副教授团队开发的定位算法，他们记录了2015年夏季山东省一次中尺度对流系统上空的30多次红色精灵事件母体闪电及相关天电信号的定位结果。这项研究成果发表在学术期刊《大气科学进展》上。

利用天电信号 实现闪电定位

闪电是云与云之间、云与地之间或者云体内各部分之间的强烈放电现象。通常来说，任何来自于闪电的可测电磁信号，都能用来定位和探测闪电发生的过程。

目前，用来定位和探测闪电发生过程的信号主要有声、光、电场和磁场四类。“我们研究中所指的天电信号，就是闪电产生的电磁辐射信号。”陆高鹏博士介绍说。

闪电放电会辐射出很宽频的电磁脉冲，其频率范围从极低频一直到超高频，其中甚低频到极低频波段辐射信号最强。它所产生的有效电磁能量从几赫兹到几百兆赫兹，甚至更高。

很多时候，尽管在地面上的某一地点并没有

直接看到闪电现象，但却收到闪电产生的电磁辐射信号。这意味着信号来自远处发生的闪电。如何根据电磁辐射信号来判断闪电发生的位置呢？

陆高鹏博士介绍，主要有磁定向法、时差法，以及这两者相结合的方法等。磁定向法采用一对南北方向和东西方向垂直放置的正交环状天线来测定闪电发生的方位角，并与水平放置的电场天线组合进行波形鉴别。时差法则采用电磁信号到达不同测站的时间差进行闪电定位。

事实上，仅凭单一站点的信号，很难确切知道闪电到底来自哪里。因此，通常需要架设3个或更多的站点，将多个站点收到的信号进行测量和计算，从而确定闪电的位置。

高空中 闪电为何多姿多彩

在中高层大气中，由于空气非常稀薄，电击穿介质所需要的电场强度比地表小得多。因此，强度较大的闪电放电产生的电磁场可以导致中高层大气中的介质被击穿，产生了多种形式的瞬态发光现象，如红色精灵、巨型喷流和蓝色射流等。

在闪电研究学者看来，尽管在空中的高度不一样，能量强度也不一样，但红色精灵、巨型喷流和蓝色射流本质上都是一样的，都是雷暴云上空空气介质击穿所产生的发光现象。“这三者好比是一棵树从树杆到树冠的不同部位。”

蓝色射流是雷暴云顶发生的，不受云顶束缚向上发展的闪电。相对而言，它能到达的高度较

低，出现在离地面约30—40公里左右的空中。其外形是蓝色的、细细的直杆物，如同小树苗一般。

比蓝色射流发展更为壮观的是一大团如树冠状的巨型喷流。巨型喷流是雷暴云内的闪电通道从雷暴云顶逃逸并一直发展到离地面约50到90公里高度的一种非常罕见的放电现象，其持续时间一般可达数百毫秒。

同巨型喷流外观类似，但出现的更为频繁的是红色精灵，它出现在离地面约50到90公里左右的高度上。它的上半部是红色，底部则渐渐转变为蓝色，宽度约在5—10公里内。同巨型喷流相比，它持续的时间较短，通常只有几毫秒，有如精

灵一般难以捕捉到，所以科学家给它取名为“红色精灵”。

“红色精灵出现在较低高度上的部分之所以略

显蓝色，并从高到低呈现从红到蓝的颜色变化，实质上反映的是不同高度上的大气密度对产生红光的氮气分子激发态的抑制程度。”陆高鹏博士解释道。

追踪红色精灵 提升雷暴预警能力

不管是巨型喷流，还是红色精灵，这两种现象都表明，对流层中的雷暴和闪电活动能够通过引发电介质击穿影响雷暴上空的中高层大气，即使是50公里之上的中高层大气空间。

在闪电物理学家看来，通过研究和这两种现象相关的雷暴和闪电发展特征，能够在一定程度上对这些现象的发生进行预测。进而，有效提高对雷暴上空环境安全性的临近预报水平，为中高层空间资源开发活动的安全实施提供保障。

看上去很美的红色精灵或巨型喷流，实质上可能会对飞行器的安全。当飞行器在雷暴上空环境中执行任务时，有可能受到雷暴中闪电活动带来的直接伤害或电磁辐射影响。

陆高鹏博士举例说，当临近空间飞行器完全处在“红色精灵”发光体内部时，飞行器内部的电子器件很有可能被击穿，从而导致飞行器损毁或发生故障，其后果难以想象。

如何能让飞行器精准地躲避雷暴影响的区域呢？首先要实现对雷暴天气系统的动态监测和精准定位。中科院大气物理研究所的研究团队在全

国架设了多个探测闪电的低频磁场记录系统和低光度光学观测设备，建立了闪电临近空间效应研究平台。

该平台目前已记录到多个地源伽马辐射脉冲相关的低频闪电电磁场信号，并在华北和东北地区记录到近百例红色精灵事件及其同步的低频磁场数据。“目前，我们已经实现了对红色精灵母体闪电的精准定位，为未来开展基于闪电探测的中高层空间天气预报奠定了基础。”陆高鹏博士介绍说。

在为预警雷暴的临近空间影响提供科学支撑的同时，研究闪电还有着更深层的科学意义。作为全球大气电路平衡中至关重要的一个环节，闪电维持电路平衡的机制是大气电学研究中的重要内容。

随着科学研究的不断进展，科学家们在地球和电离层构成的波导空间中发现了更多的闪电电磁效应，超出了人们以往的认识。陆高鹏博士认为，这意味着需要重新审视全球大气电路中的各个环节，对已有的模型进行修改，更为科学地评估闪电在维持全球电路平衡中发挥的作用。



各类闪电高空分布图

新知

“热喀斯特”湖加速全球变暖



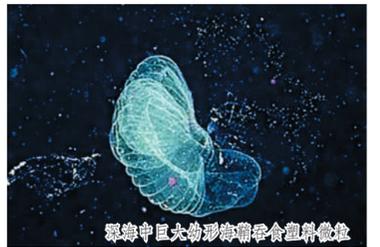
湖面释放的甲烷气泡

美、德两国研究人员发现，一种被称为“热喀斯特”湖的形成会导致北极永久冻土突然融化，从而增加温室气体排放，加速全球变暖。研究显示，冻土层中大量冰融化成水后体积会变小，导致地表发生凹陷，之后雨水和融水将其填充为“热喀斯特”湖，湖水又会导致岸边和湖底冻土层突然融化。

由于北极冻土层中储存着大量有机碳，冻土融化后，土壤中的微生物会将有机碳降解转化为甲烷和二氧化碳等温室气体，释放入大气加剧气候变暖。这项新研究发现，“热喀斯特”湖面积和深度的扩张速度比冻土逐渐融化的速度快很多，使冻土融化导致的全球变暖速度比此前预计的水平快一倍还多。

研究人员捕获了阿拉斯加和西伯利亚地区11个“热喀斯特”湖72个地点的甲烷气泡，测定了湖底冻土层释放的甲烷气体，并与5个冻土逐渐融化发生点进行对比。此前研究认为，冻土逐渐融化时可促进植物生长，并通过光合作用抵消掉部分温室气体，但“热喀斯特”湖会形成数米甚至数十米深的融洞，让湖底和岸边的冻土更加快速融化。论文已发表在《自然·通讯》杂志上。

隐形眼镜造成塑料微粒污染



释放大量的海洋塑料微粒

近日在美国化学学会年会暨发布会上发布的一项新研究提醒人们，用完的“美瞳”等隐形眼镜不要乱扔，以免造成对河流的塑料微粒污染。

隐形眼镜通常由硅水凝胶等材料制成，属于塑料。研究人员选取5种市面常见的隐形眼镜材料，把它们暴露在污水处理厂使用的厌氧微生物和嗜氧微生物环境中，再用拉曼光谱仪检测。他们发现，经污水处理厂使用的微生物长期处理后，隐形眼镜发生物理降解，最终形成塑料微粒。这些塑料微粒会随着处理过的污水排入自然环境中，对水生生物造成威胁。

参与研究的亚利桑那州立大学的查理·罗尔斯凯说，水生生物会把塑料微粒误当成食物，然而塑料不能被消化，所以这势必影响其消化系统。一些水生生物最终会进入人类的食物供应链，这意味着人类有可能接触到这些塑料微粒及微粒表面附着的污染物。

拖延症与大脑中两个特定区域相关



为什么有人做事喜欢拖延？德国研究人员发现，这可能与大脑中两个特定区域相关。

德国波鸿鲁尔大学研究人员近日在美国心理学学会旗下杂志《心理学》上发表论文说，他们借助磁共振成像技术，对264名研究对象的脑部进行扫描，又以问卷形式调查了他们对自身行动的控制能力。

结果发现，对于做事爱拖延这种行动控制能力较差的人，他们的大脑杏仁核体积较大，且杏仁核和另一个叫背侧前扣带皮层的大脑区域的功能连接较弱。

研究人员介绍，杏仁核主要功能是对形势以及可能产生的结果作出判断，提醒人们某一行动可能产生的负面影响；而背侧前扣带皮层会根据行动可能产生的结果，选择采取何种行动。研究人员分析认为，大脑杏仁核体积较大的人，可能会更担心行动的负面影响，因此表现出犹豫和拖延；而杏仁核和背侧前扣带皮层间功能连接较弱则会加剧这种影响，因为大脑可能无法很好地协调负面情绪与行动。

(以上均据新华社)

(本版图片来源于网络)

“电子”号运载火箭：小块头有大用途

第二看台

实习记者 于紫月

近日，美国火箭实验室宣称，预计11月份再次发射“电子”号运载火箭。根据资料显示，该火箭十分“迷你”，全长只有17米，直径1.2米，起飞质量仅



为10.5吨，500km太阳同步轨道运载能力为150kg。

“电子”号小型运载火箭可谓用途多。2017年5月25日，“电子”号在新西兰北岛的马希亚私人航天发射中心进行首次试射，代号“it's a test”（这是一次试验），火箭完成了第一级点火工作、级间分离、第二级点火和整流罩分离程序，但未能成功入轨。2017年12月份原计划的第二次试射，也由于

“天气不佳”“技术问题”推迟。2018年1月21日，终于成功进行第二次试射，为行星公司和顶尖公司发射了3颗立方体卫星。2018年4月份的第三次发射尝试因火箭第一级一台发动机电机控制器出问题而推迟，6月底的试射又在即将点火起飞之时因问题复现而推迟到11月份。

尽管“电子”号运载火箭历程坎坷，但在小型运载火箭商业化方面发挥的引领性作用有目共睹。

太空探索是当下尖端的商业领域，发展前景广阔、回报价值巨大，很多企业都在争抢这块巨大的“蛋糕”。“目前国际上正在对运载能力500kg以下的小型运载火箭进行研发的企业就有20余家之多，‘电子’号的成功发射，证明了民营企业制造小型火箭的新理念、新技术是可行的。”北京千城空间咨询有限公司创始人蓝天翼在接受科技日报记者采访时表示，美国火箭实验室具有多方面优势，使“电子”号能够在众多竞争者中异军突起。

“电子”号采用了三大先进技术。“首先，正如其名，它是世界上首次采用电驱动涡轮泵代替传统燃气驱动的火箭，电驱动方式的效率较传统的燃气驱动方式显著提升。”小火箭联合创始人邢强博士表示，其次，“电子”号整流罩、液氧储箱等部位大量采用碳纤维复合材料，将自重降低到近乎极限，以提高运载能力；最后，“电子”号的卢瑟福发动机很多零部件制造均采用3D打印技术，最快24小时，就可以打印出一台发动机，制造效率显著提升。

技术上的创新固然可贵，但火箭实验室能够在商业航天领域掀起一场巨变还有别的原因。蓝天翼指出，具有丰富大型火箭制造经验的洛克希德·马丁空间系统公司实际上是火箭实验室的“金主”

之一，除了资金投入，洛克希德·马丁也很可能提供技术上的帮助。此外，新西兰的支持也是火箭实验室的巨大优势，此前“电子”号的两次发射均在新西兰发射场举行。农业大国新西兰在航天技术领域尚有很大发展空间，也需要高科技推动其经济发展。通过努力，火箭实验室顺利在南半球拥有了属于自己的发射场。该发射场处于新西兰临海位置，发射时一级火箭的掉落基本上不会影响当地居民。现阶段发射项目已经通过新西兰的危害评估，此后将大大节省行政审批时间。此外，火箭实验室将来也可能在英国发展备用发射场。届时，火箭实验室发射安排将更加灵活，无需等待。

“以前微小卫星发射需寻求大型火箭搭载服务，受制于主星的运行参数和发射安排，微小卫星轨道高度、发射时间等均无法选择。”蓝天翼表示，小型运载火箭为微小卫星发射提供了极大的自主性。“电子”号在新型材料、制备技术以及减重设计等方面的技术引领值得学习，但火箭产业配套、政策开放程度、安全评估等因素因地而异，商业航天企业也不能生搬硬套火箭实验室的发展模式。此外，“电子”号一再推迟发射也显示出，采用先进技术的新型小型运载火箭可靠性仍需验证。

扫一扫
欢迎关注
共享科学之美
微信公众号

