



闪电划过夜空。新华社发

# 人工引雷，踏上雷电“探秘之旅”

河北日报记者 王璐丹

近日,中科院大气所开展了人工引雷试验活动。从网上公布的视频中来看,一枚尾部拖带有金属导线的迷你小火箭发射升空,飞行到数百米的高度时,突然一道闪电划破长空,直击地面,发出耀眼光芒,场面颇为震撼。

这是一种叫作火箭-导线人工引雷(Rocket-and-wire-triggered-lightning)的技术。相较于自然雷电,该技术对雷电的发生时间和地点具有一定的可控性,为雷电机理研究、雷电探测以及雷电防护技术的研发与测试等提供了重要的手段。

## 人工引雷的“神秘面纱”

自然界中的雷电蕴含着较多的能量。“自然雷电的温度约为27000℃,这是太阳表面温度的6倍左右。”河北师范大学资源与环境科学学院教师张曼说,其储存的能量大约有50亿焦耳,相当于燃烧145升汽油所产生的能量。并且由于雷电的产生和消失几乎是瞬间完成的,其电功率可以说是非常之大。

强大的能量往往是把双刃剑。“地球上生命的诞生及其存在都与雷电有关。”张曼说,在洪荒时代,强烈的电击使原始大气中的四种气体——甲烷、氨、氢和水蒸气分解,产生了氨基酸,经过无数字的演变,氨基酸成为具有新陈代谢机能的蓝藻。由于雷电的高压高热,臭氧层在大气中形成。臭氧层吸收掉了大部分危害生物的紫外线,蓝藻才得以继续演变和进化。经历了7亿年,地球上出现了今天的人类。

张曼介绍,闪电雷鸣实际上是云中正电荷区与负电荷区之间,或云中电荷区与云外物体或地面的相反电荷区之间发生的放电现象。大自然里发生的这种放电,所产生的巨大火花,把空气中的氧气激发成臭氧,使空气中的负氧离子增多,雷阵雨过后,空气中弥漫的臭氧能净化空气,使空气格外清新。

但雷电所拥有的巨大能量也带来了不少自然灾害。

例如,2010年,安徽广德化工厂因雷电直击氧化车间而发生爆炸,并引起了大火,随后不断的连锁反应使灾难恶化。此外,森林火灾的罪魁祸首之一是雷电,我国东北部黑龙江地区就是雷电引发森林火灾的多发区。2002年至2019年9月,黑龙江共发生雷击引发的森林火灾505起,其中大兴安岭为重灾区,火灾次数占全省的95%。

由于雷电发生的具体位置凭借目前的科学技术很难预测到,雷电所带来的灾害也几乎没有针对性的防范措施,只能进行大范围的保护,这便有了人工引雷。

“人工引雷指的是在雷暴环境下利用一定的装置和设施,人为在某一指定点触发闪电,并把闪电引到预知位置进行科学试验。”张曼说。

目前,通常是在雷暴条件比较成熟的情况下,通过带钢丝的小型火箭将雷电人为地引发到地面,使本来随机发生的自然

雷电在可控状态下进行。钢丝在向上发展过程中,会诱导形成一个雷电,雷电就会沿着这个导线打到地面上。

雷电发生前,云层中的电场会影响地面上的电场。根据地面上的电场强度,可以大概推断云层中的电场强度,以确定触雷时间。当火箭飞到200米至400米高度时,就在雷暴云和大地之间建立了一条放电“通道”。

那么,开展人工引雷有什么意义呢?专家解释说:“人工引雷是研究雷电放电物理过程、雷击效应及测试雷电探测设备、雷电防护技术和器件的重要手段。通过将闪电直接引到或间接作用到特定设备和器件上,研究人员可以研究雷电对这些设备和器件的破坏效应。”

## 人工引雷成功实现不容易

其实,人工引雷实验已不是新鲜事物了。

从20世纪60年代开始,美、法、中、日等都先后成功开展了人工引发雷电实验。中国科学院兰州高原大气物理研究所(中科院原寒区旱区环境与工程研究所的前身)曾于1977年利用土火箭首次人工引雷成功,1989年利用专用引雷火箭引雷成功。

中科院在山东滨州的人工引雷实验开始于2005年,并首次在国内测量到了峰值达数万安培的回击电流波形。2006年开始,中国气象局也在广东从化持续开展人工引雷实验。

为进一步改进火箭的性能,大气物理所与中国航天总公司陕西中天火箭技术有限公司合作,2008年联合研发了新型人工引雷专用火箭,并在2009年的人工引雷实验中首次使用并取得成功。目前国内的人工引雷实验都使用了中科院研制的引雷火箭,成本比进口的引雷火箭低很多。

截至目前,国内成功引发雷电总和估计超过300次,不仅在雷电科学研究方面取得了很重要的发现,在国际学术界占有重要地位,也在防雷技术测试方面发挥了重要作用。

从旁观者的角度看,人工引雷看着简单,只要“放一支箭”就可以。

然而,在科学家眼里,人工引雷是复杂而困难的,需要特殊的场地,需要技术精湛的科研团队且能严格按照防护规程操作,需要找准时机。

“人工引雷试验场地要在雷电多发地带,这种‘先天优势’能够为开展人工引雷试验提供非常好的自然条件。此外,雷电外场试验是与电压非常高、电流非常大、电磁辐射非常强的观测对象打交道,试验人员的安全始终要被放在首位。”专家表示,因此,人工引雷试验必须采取多方位的安全措施。

首先,在发射火箭引雷时,所有试验人员都必须待在一个牢固可靠、接地良好的金属方舱内,这个金属方舱即使被雷击中,里面的人也是安全的。

其次,闪电通道直接和近距离的测量设备采用完全电隔离的方式,方舱内的所有设备也都采用了独立的供电方式。并且,在整个野外雷电试验期间,所有试验人员都必须严格遵守相关的规章制度和操作规范。

人工引雷火箭拖着一条细细的钢丝,钢丝需要有足够的抗拉强度,要细、要轻,以减轻火箭的负荷。火箭发射后上升的速度也是决定能否成功引雷的关键。火箭的发射速度太快,容易将钢丝拉断而导致引雷失败;火箭太慢,不利于火箭冲破其尖端电晕放电产生的屏蔽层,同样难以引发雷电。

人们也曾提出过其他几种方案,例如高压水柱引雷法、激光束引雷法、气球引雷法等。但是,目前尚没有使用这些方法引雷成功的记录或报道。

“成功引雷的关键是准确估测空中电场强度。”专家说,可发生放电的电场强度一般为每米百千伏量级。现有观测手段不能直接探测空中电荷和空中电场分布情况,试验人员只能通过测量地面大气电场推测空中电场强度及其变化趋势。

然而,地面电场受设备架设条件、周围雷暴环境、地形、降水等多种因素影响,试验人员据此无法准确估测空中电场强度。引雷试验会综合考虑气象探测资料(如雷达回波)和地面电场变化,结合理论知识以及经验进行推测,其中存在较大不确定性。

此外,人工触发闪电的成功率与试验期间雷暴条件、触发方式、火箭质量、导线拖放情况也有关系。整体而言,引雷能否成功是多个因素综合的结果。

“并非每次人工引雷都能成功。”专家表示,世界上有多个国家曾开展或仍在开展人工引雷试验。国内外人工引雷试验成功率大多在30%-40%,随着探测手段的丰

富完善和科学家经验的不断积累,人工引雷的成功率会有所提升。

## 不可忽视的“防灾功臣”

不少人都很好奇,能不能把雷电释放的能量收集起来呢?

由于雷电放电具有很强的瞬时性,其能量往往在非常短的时间内被释放。因此,雷电瞬时功率非常强,目前还没有合适的能量储存器能经得起雷击的考验。

“雷电出现时间和地点存在很大随机性,在一个固定地点发生的雷击很有限,即使对于几百米的高层建筑,每年被雷击中的概率也就几十次,因此收集雷电的能量并没那么容易。”张曼说。

人工引下的雷电能量不易储存和应用。但是,专家表示,这种技术除了研究之外,实际上用途很多,对雷电防护设备的检验就是其中之一。

众所周知,随着高新技术的广泛应用,雷电防护的要求也越来越高,而且对于雷电这种特殊的自然灾害而言,室内条件与室外相差很大,所以对各种各样的避雷针、消雷器以及雷电防护器件等防雷设施进行直接的雷电试验是十分必要的。

“人工引雷技术为这样的试验提供了良好的条件,特别是空中人工引雷试验的成功,为我们提供了更类似于自然闪电的可控雷电源,使各种雷电设施的检验和测试试验成为可能。”专家举例,比如在人工引雷点附近放置避雷针,观测人工引发闪电是首先移向避雷针还是其他物体,以检测避雷针的吸引能力和保护范围,以及对不同结构的避雷针进行相互比较;对各种消雷器产生的电晕电流进行观测,检验其消雷能力以及各种防雷器件的可靠性等。

关于这方面的应用研究,法国和日本进行了大量的试验研究并取得了多项成果,中国科学院兰州高原大气物理研究所和中国电力总公司也曾就此方面进行过合作。此外,中国科学院和中国气象局也正在将这项工作进一步推进。

另外,我国地形地貌千差万别,不同地区的雷电强弱差别很大。因此,如何因地制宜进行科学的雷电防护,制订出具有我国自主知识产权的防雷标准,不断积累不同地区雷电及其电磁场数据是十分重要的。张曼表示,这项工作也需要进一步开展并将长期坚持。

## 奇妙科技

# 我国科学家找到恒星突然变暗新证据

位于猎户座的红超巨星参宿四,在夜空中非常明亮,但在2019年10月到2020年2月期间,亮度突然变暗了约1个星等(每差1个星等,亮度相差约2.5倍),引发天文学家的好奇和研究。我国一支科研团队通过高分辨率近红外光谱分析后认为,这颗恒星变暗很可能是因为表面出现了巨型黑子。

该研究成果8月5日由国际科学期刊《自然·通讯》在线发表。参宿四又称猎户座α星,是全天最亮星之一,夜间肉眼清晰可见。作为一颗亮度会发生变化的恒星,这是参宿四近50年来被观测到最显著的一次变暗现象。对此,天文学家提出几种可能的解释,如超新星爆发前演化阶段、尘埃云遮挡或恒星光球亮度变化等。

中国科学院国家天文台研究员赵刚团队,通过分析从山东大学威海天文台获得的高分辨率近红外光谱,发现参宿四在变暗期间,其有效温度最低下降了170摄氏度。

“我们对观测数据的定量计算显示,温度降低是由参宿四表面的巨型黑子引起。”赵刚说,红超巨星表面存在黑子是一个众所周知的现象,这些黑子由对流运动或冷对流元形成,并广泛存在于这类恒星中。赵刚表示,上述发现有助于更好地理解红超巨星的性质。红超巨星是宇宙中重元素丰丰的主要贡献者。

# “透视眼”揭示节肢动物演化复杂性

从云南大学获悉,由中外科学家组成的研究团队借助显微CT扫描等技术,发现距今5.18亿年的云南澄江生物群中若干节肢动物双支型腿肢基部的新结构,进而揭示了节肢动物演化的复杂性。

主导此项研究的云南大学古生物研究院研究员刘煜介绍,自1909年加拿大布尔吉斯页岩化石群发现以来,国际古生物学界及演化生物学界就一直认为,早寒武纪的节肢动物腿肢类型是较为简单的双支型。相关研究显示,上肢很有可能是由一个简单存在被当作甲壳动物(如虾、蟹)及其祖先类群独有的特征被区别对待,甚至有研究曾提出,只要是具有上肢结构的节肢动物就都是甲壳动物演化支系里的一员。

刘煜介绍,借助显微CT扫描技术和计算机三维复原技术,以云南大学古生物研究院为核心的国际科研团队,对距今5.18亿年的云南澄江生物群中的迷人林乔利虫、肥胖林乔利虫、刺状纳罗虫及异形网面虫4个非甲壳动物支系的节肢动物的腿肢三维结构进行了深入研究。相关研究显示,上肢很有可能是由一个简单存在被当作甲壳动物及其祖先类群独有的特征。

“这与国际古生物学界此前的共识是相悖的。”刘煜表示,节肢动物是目前地球上物种数量最多、多样性最高的动物门类,此项研究的新发现是节肢动物演化研究中的一个重要突破,先基于早期节肢动物腿肢形态的谱系演化工作都有必要重新进行编码和分析。

“显微CT扫描技术是完成此项研究的关键,也是帮助我们看清早期节肢动物身体结构的‘透视眼’。”刘煜说,研究表明,早在5亿多年前,节肢动物的身体结构就已十分复杂,这也为相关研究带来了新的问题和方向。

# 人工智能程序预测出98.5%的人类蛋白质结构

英国“深度思维”公司研究人员领衔的团队7月22日在英国《自然》杂志发表报告说,该公司的人工智能程序“阿尔法折叠”(AlphaFold)预测出98.5%的人类蛋白质结构,有助于深入理解一些关键生物学信息,从而更好开展药物研发。

人类蛋白质是指人类基因组编码所有蛋白质的集合,考虑到理解人类蛋白质组对健康和医药的重要性,研究人员一直以来付出大量努力来确定其中的蛋白质结构,但用普通实验方法预测蛋白质结构十分耗时。人类基因组中目前只有三分之一的蛋白质3D结构已通过实验确定。

“阿尔法折叠”是“深度思维”公司开发的一款人工智能程序,可用于预测蛋白质结构。该公司研究人员利用“阿尔法折叠”确定了覆盖几乎整个人类蛋白质组(98.5%的所有人类蛋白质)的蛋白质结构,并将这些结构放入公开的数据库免费供全球科研人员使用。

氨基酸是连接起来形成蛋白质的亚单位。研究人员还让“阿尔法折叠”对人类蛋白质组58%的氨基酸结构位置给出可信预测;其中对35.7%的结构位置预测达到很高可信度。

报告作者之一、“深度思维”联合创始人德米斯·哈萨比斯在一篇文章中说,了解一部机器的结构之后才能清楚知道它能做什么,因此深入分析蛋白质结构有助我们理解它的功能。研究人员在寻找疾病治疗方案以及应对包括抗生素耐药性、微塑料污染和气候变化等人类社会面临的重大挑战过程中,也能从中受益。

# 新研究揭示青藏高原李属植物高海拔适应性

一项基于光核桃的最新研究揭示了青藏高原李属物种适应高海拔地区的遗传基础,为研究喜马拉雅地区植物起源和高海拔适应性提供了新视角。

西藏自治区农牧科学院和华中农业大学的研究团队,在海拔2067米至4498米的喜马拉雅地区搜集了377份光核桃及西藏李属资源材料后,揭示了SINE(短分散重复序列)型转座子在促进积累适应逆境的黄酮代谢物的重要作用,为理解多年生木本果树适应高海拔的遗传基础提供了新认识。

据了解,该研究团队在喜马拉雅地区连续进行了十余年的野外资源考察,系统收集了西藏分布的桃、梅、杏和李等李属植物。

西藏自治区农牧科学院研究员曾秀丽介绍,青藏高原蕴藏着大量特色鲜明的种质资源,但是受限于交通条件和极端的高原环境等影响,科研人员对大规模自然分布于青藏高原的多年生木本果树适应高海拔遗传基础知之甚少。

光核桃又名西藏桃,是在高海拔地区开花结果的经济作物之一,寿命长达100至1000年。“研究青藏高原光核桃的基因组,可以帮助科研人员研究西藏李属植物对喜马拉雅高原恶劣环境的适应性。”华中农业大学教授徐强说。

据介绍,这项研究得到了第二次青藏高原综合科学考察研究项目等资金支持,相关成果近日发表在国际期刊《当代生物学》上。(本组稿件/河北日报记者王璐丹综合新华社电)

# “抖动”的建筑物就是危楼吗?

河北日报记者 王璐丹

## 热点释疑

不久前的深圳赛格广场大厦“颤抖事件”,引发了人们对高层建筑安全性的关注。一些高层建筑物的楼体已经出现裂痕或是肉眼可见的倾斜,这样的建筑结构是否存在安全隐患呢?这样的高层建筑,会不会变成危楼呢?记者就此走访了有关专家。

## 大楼建造有标准规范

“按照建筑结构设计规范进行设计的摩天大楼,都是安全的。”河北省建筑科学研究院高级工程师刘少亮表示。

首先,国家标准规范中对摩天大楼的“身高等”有一定的规范。刘少亮介绍,我国幅员辽阔,根据与地壳断裂带的距离及可能的震后伤亡损失程度,将各个地区划分为不同等级的设防区域。不同设防等级区域内,建筑应采用不同结构形式。同时,规范也建议了最大适用高度,对建筑的最大高宽比进行了限制。

虽然从标准规范角度来说,不同区域、

不同的抗震设防烈度标准下,建筑的高度及高宽比都有明确限制,但刘少亮也表示,从科研理论上讲,随着建筑材料及设计方法的不断发展,建筑高度的技术限制是可以不断被突破的。

那么,如果一些高层建筑物的楼体已经出现裂痕或倾斜,是否存在安全隐患呢?

建筑结构出现裂缝损伤等现象,存在很多的可能性。“这些可能性之间也存在互相耦合的关系,只能具体情况具体分析,具体结构型式具体分析。”专家表示,一般情况下,结构设计按照50年的使用周期进行设计,部分楼体出现细微的混凝土裂缝,是可以接受的。至于整体结构微小的倾斜,只要严格控制在规范的允许范围之内,也是可以允许的。但是如果混凝土裂缝宽度、结构倾角超过规范允许范围,那就必须进行结构检测鉴定。通过鉴定分析,来判断建筑物是否可以继续安全使用。

目前,很多“居于高楼心不安”的人,最担心的一个问题就是:在几十层的楼里工作生活,一旦发生地震灾害怎么办?

“建筑抗震设计规范中对建设选址的危险地段有明确规定,危险地段是指地震时可

能发生滑坡、崩塌、地陷、地裂、泥石流等及发震断裂带上可能发生地表位错的部位。”专家介绍,比如在汶川地震中,危险地段发生次生地质灾害导致了建筑破坏甚至被掩埋的严重后果,未来在这些地区就不大可能盖特别高的建筑。

此外,建筑抗震设计规范还特别强调,建筑要避开发震断裂带附近及可能引发滑坡、崩塌等具有双重危险性的地段,严禁在危险地段建造甲、乙类设防的建筑。所以从规范设计的角度考虑,并不是所有地方都满足建筑的选址条件。

## 了解高层建筑逃生路线做到有备无患

赛格广场大厦最初发生楼体晃动的时候,其中的商户第一反应都是——地震了。但有专业机构对其房屋沉降、倾斜率、加速度等情况持续进行了实时监测,从监测数据来看,大厦结构震动的幅值比较小,未超出相应国家标准要求;结构振动频率比较高,属于较高频率低幅值振动,并不会影响大楼的整体安全。

据公开报道介绍,从结构体系上分析,赛格广场大厦的顶层天台设计安装了