

探索与发现

地球上**有**海啸,太阳上**也**会有吗?太阳上**没有**液态水,也**没有**海洋,但有类似于地震的剧烈爆发现象,如耀斑和日冕物质抛射。天体物理学家们认为,太阳大气中的剧烈爆发,即耀斑或日冕物质抛射,必定会扰动太阳大气,从而产生类似于地球海啸的太阳大气波动,并将其称为“太阳海啸”。近期,山东大学空间科学研究院教授郑瑞生与国内外合作者在国际学术期刊《天体物理学研究快报》上发表论文,研究了“太阳海啸”的观测特征,并为解决“太阳海啸”的一个未解之谜提供了关键线索。

# “太阳海啸”,更多谜题尚待解开

●郑瑞生

## 从“脚印”发现“太阳海啸”

太阳源源不断地为地球提供光和热,是万物生长的能量源泉。太阳看起来是平静温和的,而且亿万年如一日。然而实际上,我们肉眼所见的只是太阳外部大气的最底层,称为光球层,厚度约500千米。光球层上方,是2000千米厚的色球层;色球层再往上,是一个厚度随时间和空间迅速变化的薄层,即“过渡区”;过渡区之上,就是太阳大气的最外层,称为日冕,厚度可达数百万公里。从光球到日冕,大气密度和磁场强度随高度增加迅速降低,而温度则随高度增加迅速升高。

按照波动理论,任何扰动都会在介质中产生波动,例如我们所熟悉的声波和水面波。太阳大气是由磁场主导的等离子体(固体、液体、气体之外的物质第四态)组成,因此,太阳大气中的波动是在等离子体环境下声波与磁场耦合而成的磁声波。那么,太阳大气中的剧烈爆发(耀斑或日冕物质抛射)必定会扰动太阳大气,从而产生类似于地球海啸的太阳大气波动。天体物理学家们将其形象地称为“太阳海啸”。

有意思的是,“太阳海啸”的发现还要归功于其“脚印”的发现。这是怎么回事呢?20世纪60年代初,美国天文学家盖尔·莫尔顿发现,在一次太阳爆发之后,色球层上出现了从爆发中心向外传播的圆弧形波动,速度高

达1000千米每秒,传播距离可达数十万公里。这种“色球海啸”现象被命名为莫尔顿波。

莫尔顿波是色球中产生的波吗?如果是,色球等离子体环境(高密度、低声速等特征)要求速度高达1000千米每秒的莫尔顿波必须是强激波。但是,这种强激波会迅速衰减,无法传播很远的距离,与观测结果相互矛盾。所以,莫尔顿波不可能是源自色球的波动。

针对这个问题,1968年日本天文学家内田裕中提出色球莫尔顿波是日冕中的磁声波在传播过程中向下压缩色球表面而留下的印迹,好比地球大气中爆发引起的冲击波扫过地面或水面而形成的波。他的模型成功预言了“太阳海啸”起源于日冕,并明确指出莫尔顿波只是“太阳海啸”的“脚印”。

## 证实“太阳海啸”的存在

然而,“太阳海啸”“脚印”发现后的20多年里,一直没有探测到理论预言的日冕中的“太阳海啸”。这主要是因为日冕辐射集中在极紫外(EUV)和软X射线波段,而这些辐射会被地球大气强烈吸收。另外,日冕的可见光辐射是日冕可见光辐射的百万分之一,所以人类对日冕的早期观测主要靠日全食或人造日食仪器——日冕仪。这给发现“太阳海啸”带来困难。

观测仪器的进步给研究带来曙光。1995年底,太阳和日球层天文台(SOHO)卫星成功发射后,其上搭载的极紫外成像望远镜(EIT)开始了

日冕极紫外波段的高精度观测。随后的1997年5月,第一个真正的“太阳海啸”就被EIT发现了,其表现为从爆发中心向四面八方传播的圆形波前。由于发现所采用的望远镜是EIT,所以“太阳海啸”最初被称为日冕EIT波。另外,因为“太阳海啸”主要表现在EUV波段,就出现了新的名字日冕EUV波。

日冕EIT/EUV波的发现引起了太阳物理界的极大兴趣,同时带来了“太阳海啸”的研究热潮。

科学家们的研究热点集中在“太阳海啸”的物理本质——是否是物理上真正的波动,和触发机制——由什么爆发活动引起的。经过20多年的研究,太阳物理学家们基本一致认为,这些“太阳海啸”与日冕物质抛射等爆发现象有着密切关联,主要由爆发结构外围冕环的横向快速膨胀所激发。

## 解开“脚印”的罕见之谜

得益于21世纪先后发射的日地关系天文台(STEREO)和太阳动力学天文台(SDO)卫星,截至目前,“太阳海啸”观测事例已有成百上千。然而,自发现以来,色球莫尔顿波事件却只发现数十个,与大量存在的日冕“太阳海啸”在数量上形成鲜明对比。为什么大部分“太阳海啸”在色球上都没留下“脚印”?色球莫尔顿波如此罕见的原因是什么?这是太阳物理学领域的一个未解之谜。

# 自动驾驶如何实现一路平安

●陈曦



和推断,因此数据的安全性是非常重要的,需要考虑数据来源、传输、存储等环节是否存在漏洞。”天津大学机械学院博士郭帆介绍,针对感知算法存在的漏洞和缺陷,可以采用监测和检测技术来识别,或者采用修复和升级技术改进算法和模型。

郭帆表示,要考虑决策、规划算法在各种交通场景和复杂环境中的应对能力,通过对决策、规划算法进行干预和迭代改进,可以减少潜在的安全风险,提高系统的安全性。

控制算法则是自动驾驶的“手脚”,其性能直接影响着车辆行驶的安全。为此要进行控制算法安全度评估,包括在极端的传感器故障、通信故障等情况下,算法是否能够正确处理并确保车辆的安全等,并根据安全度评估结果对算法进行优化和调整,增加安全约束等干预。

此外,软硬件冗余技术也是一种用于提高自动驾驶系统可靠性和容错性的技术手段。它包括在系统设计中引入额外的软件或硬件组件,备份主要组件的功能,以便在主要组件出现故障时,备用组件可以接管并保持系统的正常运行。

## 混合系统与平行驾驶技术类似

“此次美国麻省理工学院工程师提出的混合系统,实质上类似于平行驾驶技术。”谢辉介绍。

平行驾驶技术是新一代的云端化网联自动驾驶技术,通过充分利用数字化及信息化资源,将云端、道路及车辆上的信息无缝衔接,利用平行视觉与感知、平行学习、平行规划和平行控制等关键技术,把智能车、管控平台及驾驶模拟器实时连接起来,使智能车的自动驾驶行为变得可测、可控,提高了车辆系统对环境的快速反应能力,提升自动驾驶行车安全性。

当然,为了保证平行驾驶技术的安全性,还需要为车辆配备高精度传感器和设置感知算法,实现全方位精确感知;车辆内部的计算机系统要能够准确做出驾驶决策,相应算法必须经过大量数据的训练和优化,以高效判断车辆行驶路径、速度和操控方式。

此外,当车辆遇到复杂场景或紧急情况时,远程操作员可以接管车辆控制权,利用实时视频和数据传输与车辆进行通信,并提供合理的驾驶干预,确保车辆安全应对各种复杂驾驶情况。这种远程监控和操作机制可以弥补自动驾驶系统在处理复杂情况方面的局限性,进一步提高驾驶的安全性。

“但这种方法并不能从根本上消除自动驾驶的安全问题。”谢辉认为,比如远程操作过程中的通信风险,特别是通信时延和外力入侵,都

为了揭开色球莫尔顿波罕见之谜,笔者及其合作者查阅了2010年以来的所有日冕EUV波及相应的色球莫尔顿波事件,从中挑选出可被SDO和STEREO两颗卫星双视角同时观测到的事例,寻找可能解决该谜题的蛛丝马迹。

我们对比分析径向和倾斜两类爆发事件中“太阳海啸”的低层大气响应,提出“太阳海啸”成功激发色球莫尔顿波的关键因素很有可能是爆发的高度倾斜位形(倾斜角度应高达约70度)。这个很好理解:径向爆发产生的日冕波前向下压缩太阳表面能力弱,而高度倾斜的爆发能帮助日冕波前更强烈压缩太阳低层大气从而激发色球莫尔顿波。有评论认为,我们的研究为回答色球莫尔顿波罕见之谜提供了关键线索,对全面理解“太阳海啸”的激发机制和立体传播有着重要意义。

虽然,“太阳海啸”不像太阳风暴那样直接影响近地空间环境,但对其研究也有着重大意义。比如,通过分析“太阳海啸”与日冕结构(日珥、冕环等)的相互作用,可以诊断日冕等离子体参数和磁场强度,方法类似于利用地震波来获取地球内部结构。此外,“太阳海啸”可以反映出太阳爆发的触发机制,并能预测随后的太阳风暴如何影响地球。笔者致力于研究有趣又有价值的“太阳海啸”现象,希望有更多的科研人员参与进来,共同揭示更多的“太阳海啸”之谜!

(据《光明日报》作者系山东大学空间科学研究院教授)

是难以克服的安全隐患。

## 自动驾驶还需消除技术隐患

“自动驾驶汽车正常行驶时能够有效避免人类驾驶中80%的交通事故。”近日,中国汽车技术研究中心有限公司、同济大学、百度三方联合发布《自动驾驶汽车交通安全白皮书》,通过权威的技术论证与真实的自动驾驶事故进行对比分析,给出了上述结论。

这增强了驾驶员把驾驶权交给汽车的信心。不过目前感知与规控算法的不完备性,以及复杂硬件系统的不可靠性,仍是自动驾驶汽车安全性行驶的主要隐患。

“毕竟,当前的自动驾驶系统跟人脑相比还有很大差距。尤其是学习能力以及安全风险下的经验直觉,极端情况下高水平驾驶员的经验和下意识操作,都是计算机算法所不具备的。”谢辉说。

谢辉认为,目前提高自动驾驶安全性最现实的方法,主要是依靠对软硬件系统进行全面、深入、科学的测试与完善;采取完备的多级运行监控、安全评估、预警和及时干预措施;有效实现车路协同,扩大车辆的感知范围、提升运算能力以及优化软硬件的冗余设计。

在硬件方面,应采用更为先进的传感器、处理器、通信和电源等硬件组件,以便使无人驾驶汽车更全面、精确、可靠地感知、决策、控制和通信。同时,还应加强硬件系统的可靠性和安全性设计,以便更好地应对各种故障和异常情况。

在软件方面,应采用更为智能、高效、稳定的决策和控制算法,例如深度学习、强化学习、模型预测控制等技术,以便使无人驾驶汽车更准确、安全地预测、规划和执行行驶任务。同时,还应加强软件系统的安全性和稳定性设计,采用形式化验证、安全测试、漏洞修复等技术,保障无人驾驶行车安全。

在自动驾驶领域,完备的多级监控系统通常包含传感器层级、感知层级、规划层级、控制层级、安全监控层级。完备的多级监控系统可以有效地提高自动驾驶车辆的安全性和可靠性,防止意外事故的发生。

此外,还可以采用车路协同技术,通过车辆和路侧设施之间的通信和信息交换,实现车辆和道路环境的协同,从而提升车辆的感知范围和运算决策能力。

(据《科技日报》)

# 鲜事

## 全球最大冰山分裂破碎可能影响海洋生态系统

●叶倾城

最新人造卫星图像显示,全球最大冰山A-76A的碎片散布在南乔治亚岛附近,这意味着它将不复存在。

2021年,A-76冰山从南极洲龙尼冰架上断裂“脱落”,其面积相当于4320平方公里,几乎与一座城市差不多。A-76冰山漂浮了148天后分裂成三座冰山,分别是A-76A、A-76B和A-76C,其中A-76A是最大的块,占据A-76绝大部分体积。2022年10月,人造卫星显示A-76A冰山长135千米、宽26千米,其已进入德雷克海峡水域,这里经常出现在南极洲强大洋流作用下分裂的冰山。

今年5月24日,美国宇航局Terra人造卫星在南乔治亚岛附近拍摄到A-76A冰山的6块大型碎片,这表明在拍摄该图像前A-76A冰山已经开始分裂。在2021年时,科学家曾估计该冰山已向海洋注入大约9亿吨淡水,其中大部分在南乔治亚岛附近,此后还将继续向附近海洋注入大量淡水。

科学家认为,A-76A冰山最终可能影响附近的海洋生态系统,破坏海洋食物链。

## “大脑芯片”人体首测试或可使瘫痪者恢复行走

●杨艳

由埃隆·马斯克创立的Neuralink公司最新开发的大脑植入物,现已获得美国食品和药物管理局批准用于人体测试。

Neuralink公司的目标是利用脑机接口(BCI)技术让四肢瘫痪的患者恢复行走能力。四肢瘫痪通常是指手臂、腿部和躯体完全或者部分瘫痪。

神经元或者神经细胞通过电信号进行交流,用于协调思维、感官和行为。Neuralink公司最新开发的大脑植入物目前仅对动物进行了实验,理论上可以通过解读这些信号,并通过蓝牙解码信息,再传输给电脑系统。举个例子,如果科学家尝试恢复瘫痪患者的行动能力,计算机将分析导入的信息数据,并通过向身体发送信号来做出反应,刺激神经和肌肉来控制运动。

该大脑植入物仅有几毫米大小,通过插入手术机器人在患者头部制造的一个小孔,植入物的电极得以嵌入大脑皮层。马斯克表示,这个过程可以在30分钟内完成,且不需要全身麻醉。

## 百岁老人长寿秘密肠道细菌和病毒“组合”

●悠悠

丹麦哥本哈根大学科学家对176名健康的日本百岁老人进行了研究,发现他们的长寿秘密源于胃肠道中的细菌和病毒混合物。

研究表明,肠道中特定病毒有益于肠道中的微生物群,从而有益于人体健康。虽然不可能改变人们的遗传基因,但研究人员推测这些微生物群能够改变人们的肠道生物群落,从而实现健康长寿。

此前研究表明,日本老年人群的肠道细菌生成了全新的分子,它们对致病微生物具有抵抗力。哥本哈根大学科学家约阿希姆·约翰森和同事开发了一种算法,具体描述百岁老人的肠道细菌和病毒微生物结构。之后,他们将该研究结果与18-60岁之间的成年人进行比较,结果在百岁老人体内发现了多样性的肠道细菌和病毒微生物,而高微生物多样性通常与健康肠道微生物群有关。

约翰森表示,这些研究结果可用于通过培育微生物群来达到病毒和细菌的最佳平衡,从而防止疾病发生,延长人的预期寿命。

(本组稿件均据《北京日报》)

本版图片均来源:IC photo

编辑:高翠清 蒋建波 张静雯  
美编:张静雯