

天王星成“怪咖” “推手”竟是冰天体

实习记者 于紫月

在操场锻炼时,如果有人头脚同时触地、往前“躺着蹭”,你肯定觉得十分奇怪。在太阳系这个大“操场”上就有一位这样的“怪咖”——天王星。

在太阳系八大行星中,七个“兄弟”的公转平面相近,公转方向一致。它们中大部分也以相似的方向自转,其南北极方向基本垂直于公转平面。然而,天王星的自转轴却倾斜了98度,在公转平面上“躺着”转圈圈。因此,在公转周期84年的天王星

上,南北半球经历着连续42年的漫长极昼或极夜。

是什么造就了天王星如此奇特的运行状态?近日,日本工业大学井田茂教授领衔的一项研究或将揭示原因。研究通过模拟指出,在太阳系早期,一颗巨型“冰块”撞上天王星,将天王星“掀翻”致其倾斜。该“冰块”质量相当于地球的1—3倍。

该研究成果已发表于《自然·天文学》期刊。

冰天体撞击理论完善原有模型

尽管天王星距离地球很远,对它的探测历史不过数十载,但其“怪异行径”深深地吸引着无数学者的目光。

“关于天王星‘怪异行径’的成因,撞击学说拥趸众多。”南京大学天文与空间科学学院教授周礼勇在接受科技日报记者采访时表示,太阳系早期各大行星的公转、自转方向应当大致相同。如今天王星自转轴偏转程度如此之大,且其卫星也以同样的角度偏离,很容易让人联想到这是由天体碰撞导致的,天王星的卫星也是在撞击事件中产生,而且碰撞体的质量应该比较大。

天王星的体积和质量在太阳系八大行星中分列第三和第四,能将这个“大块头”撞翻的对象必然也不会是个“小个子”。更何况,天王星时刻都在自转,这就好像要把一个高速转动的陀螺撞翻,难度更大。

此前有学者估算过,撞击体可能与地球差不多大小。因此,学界便有了以地球为推演原型的岩质撞击体撞击学说。然而,很多现象仍然无法得到令人满意的解释。

井田茂表示,以前的碰撞模型大多会产生一个过于紧凑的盘状结构——尺寸比现有的天王星卫星系统小一个量级,而质量却大两个量级。

周礼勇进一步解释,当岩质撞击体与天王星发生碰撞后,会有一部分物质嵌合到天王星的岩质内核中,导致天王星质量增加。再者,激烈的撞击过程也可能使撞击体“散掉”,从而抛出大量碎块,在天王星周围形成“碎屑盘”,久而久之孕育成岩质卫星。

但现实中的天王星卫星却大多由冰物质组成,相比岩质撞击体理论所估计的结构相去甚远。

为填补以往模型的种种不完美之处,井田茂团队提出了冰质撞击体撞击的理论。由于撞击时温度升高,冰物质便挥发出来。距离天王星比较近的气体被束缚,很可能从此成为天王星大气中的一部分。碰撞的一瞬间,“逃逸”到远方的气体不会立刻被束缚住,而是扩散到当前我们观测到卫星的位置,温

度随之冷却,从而形成冰质卫星。
“这一模型就很好地契合了天王星及其卫星系统的现状。”周礼勇总结。
“该模型是第一个解释天王星卫星系统

“歪”轴或为怪异磁场“帮凶”

撞击事件会给天王星带来哪些影响?周礼勇表示,天王星的怪异磁场可能就是撞击事件遗留下的“后遗症”。

太阳系中,大部分大行星都有磁场,虽有强有弱,但几乎都是围绕自转轴形成的。因此,行星上的磁极与地理极虽不重合,存在磁偏角,但通常也不会差太多。例如,我国各地磁偏角略有不同,最大约为6度,一般为2—3度。

然而,天王星的磁场与自转轴方向却并不相近。天王星的磁场并不在几何中心,而是呈现出极不对称的“歪”状态。在南半球的表面,磁场的强度低于0.1高斯,而在北半球的强度却可高达1.1高斯。上世纪80年代,“旅行者2号”还发现天王星的磁场拥有多个极,而且磁偏角很大,有50度左右。对比类地行星的一些常见规律来看,天王星简直是“特立独行”。

“发电理论是行星磁场形成机制的主流学说之一。”周礼勇解释,电磁之间存在感应,磁现象往往来源于电荷的定向运动。行星内部存在能够导电的流体,并因自转导致

结构的模型,它可能有助于解释太阳系中其他冰冷行星的结构,例如海王星。”井田茂表示,除此之外,天文学家还发现了成千上万个冰质系外行星,该模型也可能同样适用。

流体沿着同一方向流动,从而形成磁场。

以地球为例,地球深处高温高压的物理环境迫使地核中的铁、镍等原子被电离出具有足够动能的电子。地球自转导致内部导电流体的循环流动,发生电荷定向运动,从而产生了地磁场。因此,自转很慢的行星磁场往往较弱甚至没有磁场,例如水星、金星等。

“因此,行星磁场的方向通常会沿着自转轴方向,而天王星的怪异磁场,很可能与其被‘撞歪’的自转轴有关。”周礼勇说。

也有学者认为,围绕太阳运行的各行星磁偏角的大小跟行星自转轴倾斜的角度大小基本上成正比,即自转轴倾角越大的行星,其磁偏角的度数就越大。天王星自转轴倾角高达98度,其磁偏角自然也会大很多。

“我们从上世纪80年代开始才对天王星进行较为细致的观测和研究,至今也不过40余载。天王星的磁场或其他特性是否处于一个长期变化的过程?当前的观测是否只是天王星漫长生命中的瞬态?这些问题尚不得而知,需要时间去解答。”周礼勇说。

旧数据中发现大气逃逸现象

谁也没想到,在天王星形成初期发生的撞击事件,就像第一块倒下的多米诺骨牌,引发了后续一系列的奇特现象,将这颗冰巨星打造成了名副其实的“怪咖”。

2019年的一项发表在《地球物理研究快报》上的研究成果显示,研究人员找到了天王星表面大气正在逸散的证据。而磁场或为导致该现象的原因之一。

美国国家航空航天局(NASA)研究人员吉娜·迪布拉西奥等人重新检查了“旅行者2号”在1986年1月收集的数据,发现数据出现波动,即磁场爆发。他们在进一步处理数据后得出结论:天王星上方存在一个宽约40万公里、长约20万公里的等离子体团。这是由天王星表面被剥离的大气构成的。

研究人员发现,“旅行者2号”飞越天王星时,穿越了一个平滑、闭合的等离子体团。这样的等离子体团是由等离子体和磁场形成的合成结构,主要由天王星的部分电离大气和其磁场耦合形成,受太阳风等因素影响,从天王

星磁场的尾端脱离,就仿佛是太阳从天王星吸取出大气一样。据估算,以这样的方式脱离天王星的大气占其大气质量损失的15%—55%。该比例要比木星或土星更高,因此这很可能是天王星将大气释放到太空的主要方式。

逃逸的大气对于天王星会有怎样的影响?凭人类目前对天王星的观测历史很难断言,因为逃逸大气对于天体的影响是一个长期的过程,如火星在40亿年的时间里,逐渐失去其大气保护,才从一个“湿星”变成了一个“干星”。所以,研究大气逃逸对天王星的影响需要一个长期的观测过程。

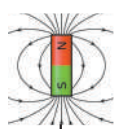
在研究人员看来,行星磁场既可以保护其大气层免受太阳风的侵害,也可以加速表面气体逃逸。显然,该研究显示天王星的磁场在这一过程中起到了推波助澜的作用。

总之,天王星这个“怪咖”身上还有太多未解的谜题,这背后隐藏的真正机制是什么?未来它还会带来哪些奇迹?还需要众多学者在一个较长的时间尺度上继续探索。

“怪咖”档案



特殊的自转轴 在太阳系形成之初,行星形成时自转角动量方向,基本与太阳系整体角动量方向一致,也就是说自转轴和公转轨道趋向于垂直。但是天王星的自转轴和公转轨道夹角高达97.7度,天王星几乎是横躺着自转,显得非常特殊。



长“歪”了的磁场 科学家曾经计划通过太阳风来测定天王星的磁场,结果却得到了个奇怪的现象——天王星的磁场并不在几何中心,这是一个不对称的状态。天王星南北极磁场的强度相差很多,与其他行星相比“风格迥异”。在同为冰巨星的海王星上也发现了类似的规律,科学家推测这可能是冰巨星的特征之一。



逃逸的大气 “旅行者2号”飞越天王星时,穿越了其上方一个宽约40万公里、长约20万公里的等离子体团,这也是科学家首次发现与冰巨星有关的等离子体团。研究人员推断这是由天王星表面被剥离的大气构成的。天王星未来或与火星一样,失去大气层的保护。

太阳系“老九”备受关注,最近却被“算计”没了

天闻频道

本报记者 赵汉斌

2006年,冥王星被踢出了九大行星之列,但太阳系“老九”的传闻却一直不断。

有不少观测结果显示,太阳系外一些小天体轨道很不规则,但又没有自洽的解释,于是人们猜测有一颗巨大而隐秘的行星,在发挥引力作用,并将其称为“第九行星”。

可是,海王星之外是否真的存在一个巨大的行星?最近有天文学家提出,或许它并不存在环太阳的轨道上。

走得慢,难得一见

2012年,巴西国家天文台罗德里·葛姆斯教授在美国天文学会议上报道了关于未知行星的研究结果。他发现,在海王星轨道外天体密集的柯伊伯带,约有6—7颗天体的轨道都显得非常奇怪,其中包括非常有名的小行星赛德娜,它们的轨道与现有太阳系模型预测的正常轨道情况不同。虽然导致这些天体运行轨道异常可以有许多不同的原因,但最简单、最直接的解释就是太阳系中还有一颗尚未被发

现的行星。

2016年1月20日,美国加州理工学院的迈克·布朗和康斯坦丁·巴特金在《天体物理学报》上发表文章,宣布他们发现太阳系柯伊伯带中6颗天体的运行轨道异常。在排除其他可能性后,这两位天文学家认为,造成这种现象的原因可能是一颗未知行星在背后默默地发挥引力作用。据推测,这颗可能的太阳系第九大行星,其质量约为冥王星质量的4500倍,地球质量的10倍。

如今,随着观测技术的发展,人们看到了越来越多的宇宙景色,但对太阳系内到底是否存在第九大行星,却仍是“两眼一抹黑”。

为什么我们不能通过直接观测证实这颗“自家院内”的行星真的存在?

假设第九行星真的存在,这颗神秘的未知行星与太阳之间的平均距离约为320亿千米,远地点约为1600亿千米,远甚于冥王星和太阳之间约59亿千米的平均距离,它环绕太阳一周需要1至2万年。“由于距离太遥远,并且在远日点时运动极为缓慢。而人的一生至多也只有百年之久,可见观测之难。”中国科学院云南天文台研究员王晓彬说。

“太阳系外层的原行星盘物质密度非常小,

很难聚积形成大的行星。但确实在外太阳系存在一类特殊的独立天体,它们的轨道无法用现有的太阳系结构理论来解释。”王晓彬告诉记者,目前,所有关于“第九行星”的讨论都还是假说,研究的关键是要找到它,而不是推测。

迈克·布朗和康斯坦丁·巴特金也承认,目前还无法通过望远镜观测到这颗未知行星,因为这颗未知行星距离太阳十分遥远,行星表面反射的太阳光极其微弱,“所以看起来就像黑屋子中的一颗煤球,极难发现”。

看得越清楚,可能性越低

随着研究的深入,科学家提出了各种不同的假想。有人认为,一个由更小天体组成的巨大圆盘可能也会产生类似第九行星同样的效果;也有人认为这个神秘天体可能是一个全球大小的黑洞。

以往人们找不到它的原因在于观测能力有限。但是随着观测技术的提升,第九行星存在的可能性也在不断降低。

为了研究海王星外空间的奥秘,2013年2月起,来自8个国家的40名天文学家展开了外太阳系起源调查,即OSSOS项目。他们利用位于美国夏威夷的加拿大—法国—夏威夷望

远镜(CFHT),对柯伊伯带进行着持续深入的观测。在5年间,他们发现并跟踪了超过800颗新的柯伊伯带天体。

研究人员还利用计算机模型弥补可能存在的偏差,在最大程度上构建了柯伊伯带的真实形状和结构,发现了一些在“密集区”以外的柯伊伯带天体,这意味着,柯伊伯带天体并不是真的只密集存在于某一个方向,而是在其他位置也有分布,只不过以往人们没有发现,也没有考虑到观测难度带来的偏差而已。

所以,所谓的第九行星通过引力将柯伊伯带天体束缚在同一个区域的说法可能也将不攻自破——人们再也不能以此作为证据,证明第九行星的存在了。

他们还发现,几乎所有柯伊伯带天体轨道的巨大偏心率,都可以用现有的观测结果和物理理论来解释,完全不需要借助所谓的第九行星。冥王星的轨道虽然和八大行星相比非常诡异,但在柯伊伯带内却十分常见。因此,从反证的方法上来说,第九行星的说法也很可能并不成立。

据悉,下一代薇拉·鲁宾天文台有望在今年拍摄到第九行星可能所在区域的第一批图像,这就意味着未来5年内或许就能得到决定性的结论。

身边的天文学

时而温柔时而暴躁

太阳活动周期“画风”迥异

杨凯

太阳活动经过一段长时间的沉寂,从2019年11月浮现的太阳黑子(AR2750)开始,便偶有一些爆发现象,这些现象可能意味着太阳正进入一个新的活动周期——第二十五太阳周。

威力惊人 对地球“软硬兼施”

太阳活动周期是除地球自转和公转所带来的日夜交替与四季变化外,对人类社会产生重大影响的另一个天文周期。随着信息时代的到来,太阳活动对于人们生活的影响越来越广泛,也越来越重要。其中最显著的,莫过于太阳耀斑与日冕物质抛射等现象的影响,例如干扰卫星通信、影响洲际航班,更有甚者会破坏电力网络与石油运输管道。

1989年3月,太阳爆发事件导致加拿大魁北克省的水电传输网络瘫痪。这种剧烈的能量释放现象往往大量集中出现,集中出现的时段就被称为该太阳周的极大期。例如,在刚刚过去的第二十四太阳周,太阳于2014年爆发了约四十多个左右的M级以上的大耀斑,一个M级耀斑释放的能量相当于一亿颗“小男孩”原子弹爆炸所释放的能量。而在该太阳周末尾,2019年中最大的一次耀斑活动也只有C级,释放的能量仅是M级耀斑的十分之一左右。

而太阳活动带来的另一种“产品”——高能粒子,或许“激活”了早期地球大气中稳定的氮气并参与一系列化学反应,从而促进一些重要有机分子的合成,推动了早期生命的形成。

周期长短不一 黑子数也不尽相同

人们将1755年开始的太阳周作为第一周期进行计数。十九世纪人们开始对太阳黑子进行统计研究,发现太阳黑子数有着平均11年左右的准周期。不同的太阳周也会在时间和活动性上表现出差异。从时间来看,较短的太阳周只有9年,长的可达14年之久;从活动性来看,有的太阳周中的黑子数会明显少于其他时期。例如刚刚过去的第二十四太阳周就呈现出相对较少的黑子数与太阳爆发事件等特征,有学者认为接下来的第二十五太阳周的黑子数或许会比第二十四太阳周更少。

历史上曾出现过更加极端的情况。在1645至1715年之间,太阳表面只能偶尔观测到极少数的黑子,这段时间被称为蒙德极小期。值得注意的是,蒙德极小期似乎与明末清初时的小冰期具有关联性。利用南极和格陵兰岛冰核中的钨10浓度,学者们可以重构出更加远古时期的太阳黑子数。历史上太阳活动曾经历过很多次极小期,太阳活动性的长时间变化是否真的对地球气候产生影响,仍然是一个有待深入研究的复杂课题。

在过往的太阳周中,曾经发生过很多次十分剧烈的太阳爆发现象。在第十太阳周,1859年,理查德·克里斯托弗·卡灵顿观测到了人类历史上第一个,也是目前为止最具威力的太阳耀斑事件,即著名的卡灵顿耀斑事件。他还注意到在18个小时之后发生了地磁暴,并指出二者之间可能存在的关联性。

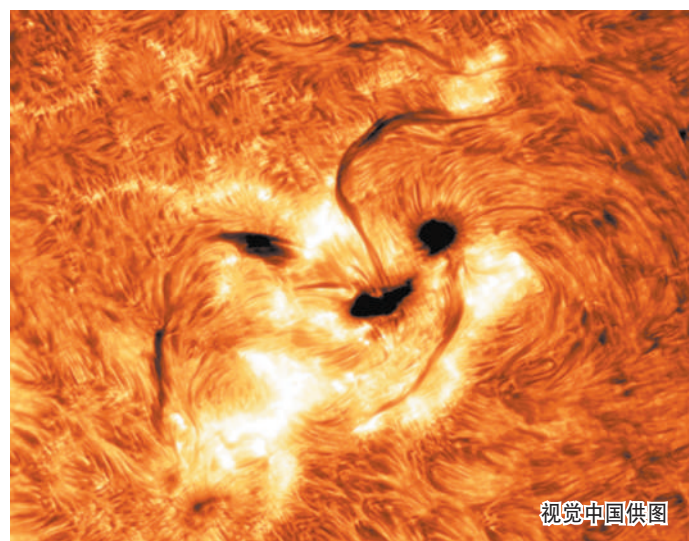
认清本质 探寻更多太阳奥秘

自从1908年乔治·海尔发现太阳黑子中的强磁场后,人们才逐渐意识到太阳活动周期的本质是其磁场的周期,每两个太阳周之间会发生一次太阳南北半球的磁极反转,所以为期11年的黑子数周期实际上是对应了为期22年的磁场周期。这样的周期源于太阳发电机机制,该机制基于太阳对流层不同深度和不同纬度的差速自转,将对流层的动能转换为电磁场的能量,并令太阳磁场的轴向通量与环向通量相互转换,从而形成了太阳周期。尽管这样的理论模型可以解释很多观测现象,但是对于太阳周的预测还需要更加复杂的模型和定量的计算,无论是理论还是实践都十分具有挑战性。

伴随着从上世纪开始的大量空间探测任务,太阳爆发现象与地球空间环境之间的关联性被逐渐揭开。太阳风所携带的磁场与地球磁场之间的相互作用(磁场重联)将能量注入地磁层造成磁暴,而进入地球磁场的高能粒子沿着磁场传播到南北两极的高层大气,与大气中的原子分子碰撞激发释放能量并产生了光芒,这便是我们看到的极光。旧唐书中曾有记载,唐大历九年(公元774年)“十二月丙子夜……东方约上有白起十余道,如匹帛,贯五年、东井、舆鬼、参、毕、柳、轸,三更后方散”。平时的极光往往只发生在地球南北两极的高纬地区,而史书上的这次记录却显示极光出现在了低纬地区,间接反映了那次太阳爆发事件的巨大威力,使得低纬地区的地球磁场也受到了影响。该史料也与南极冰层中的钨10激增和古树中提取到的碳14增幅相互印证。值得庆幸的是,这样剧烈的爆发性事件并未发生在当今的信息化社会,否则,现代通信、交通等都会受到严重影响。

太阳周期自身的物理本质及其对行星环境与生命的影响还有待学者们的进一步研究。近年来发射的多颗科学观测卫星可以帮助人类进一步理解这颗既熟悉又陌生的恒星。

(作者系澳大利亚悉尼大学物理系博士后)



视觉中国供图