◎揭秘

历史上真的有冰雪地球吗?

太阳系中有很多“雪球”

在电影《流浪地球》中,地球在行星发动机的推动下逐渐远离了太阳,向着木星飞去,企图借助木星的引力加速,助地球更快地飞向新家园。电影中地球冰天雪地的场景,完全不是我们熟悉的模样。其实,这样的星球在太阳系中才是最为普遍的,我们现在的地球反而是个异类。

太阳占太阳系总质量的99.86%,也是太阳系最大的产热器,离太阳越近,温度越高。如离太阳最近的水星,其地表平均温度可达427摄氏度。而在远离太阳的地方,则温度很低,连氮气都会变成固体(零下209摄氏度以下)。

地球在太阳系中非常特殊,比如有大气,有水,是一个岩质星球(主要成分是固态的岩石)。但是,这些都不是只有地球才有的特征,金星也有浓密的大气,水在太阳系更是到处都是,水星、火星同样是岩质星球。地球最特殊的地方在于它的位置,距离太阳不近不远,很适中,恰好位于生命的宜居带。在宜居带内,温度适中,有着浓密大气的地球可以存在大量的地表液态水,为生命的孕育提供了良好的场所。但是这个宜居带非常窄,据科学家估计,其内外边界大约距离太阳0.9和1.5个天文单位(一个天文单位是地球和太阳的距离),最外靠近火星的轨道。一旦出了这个范围,地球上的液态水要么会蒸发,要么会凝固成冰,不再适合复杂生物的生存。在《流浪地球》中,当地球接近木星的时候,距离太阳已经5.2个天文单位了,所以地表的液态水将会完全凝固成冰,地球也将成为一个“雪球”。

如果我们随着流浪的地球往太阳系外面飞,就会发现越来越多的冰雪世界。比如天王星和海王星,就被称为冰巨星,因为在它们的大气层下面有大量的水冰。同样,2006年被踢出行星之列的冥王星,表面也可能是一层厚厚的冰。飞过冥王星,地球就进入了黑暗的世界。这里离太阳非常遥远,已经完全感受不到它的光辉了,被称为柯伊伯带,冥王星降级后就被归为柯伊伯带天体。这里的天体几乎都是冰封的世界了,如与冥王星相似大小的阋神星、鸟神星等,除了水冰之外,还有甲烷冰,甚至氮冰。一些短周期彗星(如著名的哈雷彗星)就发源于此。冰也是彗星的主要成分之一。

新闻背景

热播电影《流浪地球》中,地表的画面都是冰天雪地,就连海洋都变成了坦途,运送火石的车辆畅行无阻。为什么电影里面会有这种设定?地球上曾出现过这种场景吗?

地球多次变成“雪球”

当然,电影中的“雪球”是编剧们的想象,但在实际的地球历史上,地球确实多次变成雪球。

地球上的气候变化主要受到太阳光照和地球大气的控制。一般而言,光照越强,温度越高。而大气的作用,则是让地球维持较为稳定的温度。大气中的云雾等,在受到太阳照射的时候,能够反射太阳光,给地球降温。而在太阳落山以后,大气中的二氧化碳、水汽等温室气体,能够防止地球散热太快,给地球保温。如果没有大气,地球就会像月球一样,太阳照射到的时候,气温可以升到100多摄氏度,而夜晚就降到将近零下200摄氏度。地球历史上的雪球事件,也主要是受到了太阳光照和大气成分的影响。

大约在30亿年前,幼年太阳的光照比现在要弱大约20%~30%,地球接收的太阳能量也要少很多;但地球大气的成分和现在也很不一样,可能主要是甲烷、二氧化碳和水蒸气等温室气体,尤其是甲烷,其温室效应比二氧化碳高出20多倍。所以,虽然那时候太阳光照弱,但由于大量温室气体的存在,地球表面的温度可能比现在还要高一些,足以保证液态水的存在,让早期生命得以形成和发展。但是,随着生命的演化,出现了光合作用,氧气作为代谢物被排放到大气中。氧气的出现,使得大气中的温室气体含量下降了(主要是甲烷的氧化),地表温度降低,就会出现雪球事件。地球上第一次雪球事件可能发生在29亿年前的时候,但这次雪球事件的证据不多,是否真实发生过还有很大疑问。第二次可能是在距今21~24亿年间。这之前,发生了一次更大规模的大气充氧事件,大气中的甲烷几乎被消耗殆尽,并最终使大气中的氧气含量达到现今水平的1%~2%。据科学家估计,当时地球冰封长达3亿年之久,且造成了一次生物大灭绝。

而第三次,也是最著名的一次雪球事件,发生在距今6~7.5亿年间,其起因是大气中二氧化碳含量的降低。在此之前,地球上的陆地经过长期的漂移,连成了一片,组成了一个超大陆。在超大陆的内部,大洋水汽很难达到,常年干旱,就像现在亚欧大陆的中部,如蒙古、中亚地区。但不久超大陆就发生了裂解,海洋入侵,内陆地区降水增多,风化作用增强。岩石的风化大量消耗了空气中的二氧化碳,以碳酸盐的形式被固定到地层中,不能再参与调节气温。

而在这个时候,太阳光照仍然比现在要弱6%,温室气体含量的降低必然导致了温度的降低,冰雪逐渐从两极向赤道扩散,最终覆盖全球。

危机也意味着新生

地球变成了雪球,雪上加霜的是,白色的冰雪能够更有效地反射太阳光,使得地球吸收的能量更少,进一步加剧了严寒。那个时候,地球的平均温度可能只有零下50摄氏度,赤道地区也仅有零下20摄氏度,全球就是一个大号的南极。随着冰层厚度的增加,冰川也开始流动,移山填谷,威力巨大。

严峻的气候必然给生命带来巨大的损害,生物圈几乎被完全破坏,生命只能在某些黑暗的角落里苟延残喘。在巨厚的冰层下面,温度可能并不那么低,尤其是在某些火山附近,会不间断地向外喷发热液,就像现代海洋中的“黑烟囱”。在这些热液温泉附近,会有液态水的存在,喷发出的矿物质、硫化物等也足以支撑一个小型的生物圈。这种现象在现代大洋的深处仍旧普遍存在。可能就是靠着这点能量,生命熬过了寒冬。但近年来的几个新发现可能为我们深刻认识极端环境下的生命提供了新思路。2015年,美国在南极的冰下湖泊或冰架上打了几个钻,在800米的冰盖下的极端贫瘠的湖泊或海水中发现了种类繁多的细菌,甚至有鱼、虾等复杂生物。现在科学家还不清楚它们是靠什么生活,但更加深入的研究将会对我们解释生命如何度过严酷的大冰期提供参考。不管怎么样,生命在寒冰之下某些相对温暖的角落里顽强地延续着,为未来的生物演化提供了无限可能。

另一方面,冰雪到来前,地球上几乎是蓝藻和细菌的天下,其他类型的生物鲜有发展的机会。严寒几乎完全破坏了这一切,造成了大量生态位的空出,为真核生物的发展提供了空间。

在雪球事件的后期,伴随着强烈的地质运动,火山大量活动,喷出了大量的二氧化碳等温室气体。当这些温室气体达到一定浓度后,气温慢慢回升,冰雪融化,大约在几千年内就消失殆尽了。冰雪融化形成的洪水,把大量的陆上矿物质带入海洋,为生物的繁盛提供了充足的营养保证。

冰雪过后,新旧交替,万物更新,新的生命形式大爆发、大辐射,逐步演化成了今天的样子。

■延伸阅读

为什么木星有那么多氢气?

木星大气的主要成分是氢气。在电影《流浪地球》中,地球即将撞上木星前,大气被木星的重力吸过去,氧气与氢气混合到一块。因此,主人公才想到点燃木星,利用爆炸的冲击波把地球推出去,防止地、木相撞。那么地球的大气为什么和木星的大气有如此大的差异?这个要从太阳系的成分和行星的形成说起。

其实在整个宇宙中,氢是最常见的元素,现今太阳中也有大约75%是氢。据此可以推测,在太阳系形成的时候,主要成分也应该是氢元素。随着太阳的形成,太阳系绝大部分物质都集中到了太阳,而在太阳外,元素发生了分层。靠近太阳的地方,温度很高,只留下了重元素,比如硅、铁、氧和硫等元素,氢很少,这些元素聚集在一起,就形成了水星、金星、地球和火星这些岩质行星,且仅有金星和地球的质量足够维持浓密的大气,但质量又不特别大,氢气可能已经逸散掉了。在远离太阳的地方,温度降低,重元素的比例也逐渐降低,行星的大气成分就以氢为主了,还有一些氦,如木星、土星、天王星和海王星等。而在柯伊伯带,星体中的重元素已经很少,大多以水冰、甲烷等为主。要说明的是,地球上原生的大气也是甲烷、二氧化碳等居多,现在的大气是经过地球生物多年改造的结果。

(据《北京日报》)

银河系到底有多“重”?

◎科普

银河系到底有多“重”?一个国际团队日前报告说,他们利用美国航天局哈勃太空望远镜和欧洲航天局“盖亚”探测器对银河系进行了迄今最精确的“称重”,认为银河系质量大约相当于1.5万亿个太阳质量。

美国太空望远镜科学研究所、欧洲南方天文台等机构研究人员在新一期美国《天体物理学杂志》上报告说,在银河系总质量中,约2000亿颗恒星以及银河系中心一个超大质量的黑洞仅占很小的比例,其余大部分质量来自暗物质,后者是一种看不见的神秘物质,它就像宇宙的“脚手架”,把恒星固定在星系的某个位置。

过去几十年,研究人员已尝试使用多种观测技术为银河系“估重”,认为银河系的质量应该在5000亿到3万亿个太阳质量之间,最新测量结果处于这一范围的中间。宇宙中最轻的星系质量仅相当于10亿个太阳质量,最重的星系质量达到30万亿个太阳质量。因此银河系属于宇宙中比较重的星系,这对于一个明亮的星系来说十分正常。

基于哈勃望远镜和“盖亚”探测器对银河系内球状星团的三维运动的测量,研究团队得出银河系的质量。球状星团是紧密的恒星集团,包含恒星数量可达千万颗,它们是银河系中较古老的恒星系统。一个星系的质量越大,它内部的球状星团在引力作用下运动得越快。

“我们希望更精确地了解银河系的质量,以便将其置于宇宙学‘语境’中,并在不断演变的宇宙中进行星系模拟时与之相比较。”参与研究的太空望远镜科学研究所的鲁兰德·马雷尔说。

(据新华社报道)