新闻热线：010—58884108
E-mail：liangyx@stdaily.com
■责编 梁彦晓
科技日报 2020年9月8日 星期二

海冰曾是北冰洋的“甲胄”，如今“甲胄”越来越薄、越来越软，有些已变成“轻纱”。海冰变化不是孤立事件，而是一个能引发海洋和大气一系列变化的导火索。

图为站在挪威斯瓦尔巴特群岛融化海冰上的北极熊 视觉中国供图

北极海冰减少 影响的不仅仅是北极熊的家

本报记者 **陆成宽**

中国科学院青藏高原研究所高寒环境质量与安全团队丛志远研究员与合作者研究发现，北极海冰减少加剧气溶胶等污染物向青藏高原输送，相关研究成果于8月31日在线发表于《自然-气候变化》。近期，有关北极海冰减少的坏消息接二连三：加拿大现存最大、最完整的米尔恩冰架坍塌，格陵兰岛冰盖加速融化且将不复存在，甚至有科学家预测15年内北极海冰将消失。

北极海冰真的会越来越少甚至消失吗？北极海冰减少究竟会带来哪些影响？为此，记者采访了相关专家。

本世纪中叶北极或将无冰

气候变化最明显的迹象之一，就是北极海冰覆盖范围——海冰密集度超过15%的区域正在急剧缩小。9月是北极海冰覆盖范围最少的月份，自1979年有卫星观测记录以来，北极9月份海冰在以每10年12.9%的速度减少。事实上，其他月份北极海冰覆盖范围也都呈现减少趋势。

“对未来北极海冰的预测，国际上主流观点认为本世纪中叶前，北极可能会出现无冰状态，即海冰覆盖范围小于100万平方公里，但是如果不限制温室气体排放，北极无冰状态出现的时间将会提前。”中国科学院大气物理研究所宋米荣博士告诉科技日报记者。

北极的变暖速度是全球变暖速度的2—3倍，北极的海冰正在不断减少。冰龄超过4年的海冰被科学家称为“多年冰”，研究表明，20世纪80年代，北极地区约有三分之一的海冰为多年冰，如今北冰洋的多年冰已经近乎完全消失，取而代之的是每年会形成并完全融化的一年冰，它们将更容易在夏天融化，加剧海平面上升与温室效应。

与此同时，北极海冰的厚度也发生了明显变化，以往北极夏天的平均冰层厚度为4.88米，到20世纪末只有2.75米左右，减少了43%。进入21世纪以来，北极海冰的退缩速度大大超出人们的预期。

“照此下去，北极海冰在未来几十年内将完全消失。”宋米荣强调。

不久前，全球33家主要研究机构提交了对今年9月北极海冰覆盖面积的展望。其中，中科院大气物理研究所大气科学和地球流体力学数值模拟国家重点实验室（LASG）提交的数值显示，今年9月海冰面积将减少到380万平方公里，这将是有观测记录以来海冰面积第二小值，仅大于2012年创纪录的357万平方公里。

精准预测还有很高难度

海冰面积是对海洋上海冰覆盖区域的一种度量，海冰存在较高的反射率，能够将大部分的太阳辐射反射出去，使极地维持一个冷源的状态，而海冰面积的大小则能反映出进入地球系统的太阳辐射的多少。

科学家之所以高度关注北极海冰，是因为它的变化不仅对局地气候有显著影响，而且对全球的大气、海洋系统都有持续影响。更重要的是，极地海冰和气候变化对中高纬度地区的气候，特别是我国气候产生的影响十分显著。

为了精准预测北极海冰的覆盖面积，科学家操碎了心。

中国科学院大气物理研究所研究员刘骥平表示，目前北极海冰预测变得越来越重要，基于现有的预测手段和技术来看，准确预测海冰的难度非常高。

刘骥平说，一个重要的手段是通过建立数值模式来进行预测，这需要利用历史海冰、大气和海洋数据建立统计模型，用来预测海冰密集度、海冰厚度等的空间分布。刘骥平课题组就研发了一个北极海冰数值预测系统，这个系统可以利用大气—海冰—海洋的全耦合的北极区域数值预报模型进行海冰预测，最新预测的结果是今年9月北极海冰范围最小值是436万平方公里。

另外，卫星观测目前是北极海冰监测的最重要的手段。“在卫星每天几次越过极地地区的时候，卫星上的高级微波扫描辐射计、特殊传感器微波成像仪收集数据，通过对数据形成的图像进行分析反演，可以得到极地海冰密集度的分布，进而计算得到海冰面积。”宋米荣说。

刘骥平介绍说，卫星遥感具有大尺度、实时与连续观测的特点，高分辨率的卫星，其分辨率能够达到几百米，这样能够帮助研究人员看到海冰的形态演变状况，可以为数值模型提供更准确、更合理的海冰初始条件，进而减小数值模型的模拟偏差，提高北极海冰的预测能力。

但同时，高分辨率卫星遥感在极地只能比较好地观测到海冰覆盖情况，云层覆盖使得高分辨率可见光和近红外卫星遥感大打折扣，对海冰厚度和其他状态的估算有比较大的误差。

海冰减少将引发一系列变化

全球变暖无疑在北极海冰的减少中扮演着至关重要的角色。然而据研究，引起北极海冰变化的原因除了全球变暖以外，还有以下因素：北极陆地冰川融化导致径流加大，使北极结冰量受到显著影响；来自大西洋的暖水温度和流量变化对北极海冰影响很大；来自太平洋的海水温度较高，影响北极夏季海冰融化；北极某些区域的风力趋于减弱，显著影响海冰输出，对北冰洋总体冰量产生影响。

海冰曾是北冰洋的“甲胄”，如今“甲胄”越来越薄、越来越软，有些已变成“轻纱”。海冰变化不是孤立事件，而是一个导火索，能引发海洋和大气的一系列变化，进而会深远地影响高寒地区的生态系统、海岸线稳定与人居环境，与此同时，也将进一步作用于全球气候系统，影响极端事件的强度和频次。

在宋米荣看来，北极海冰的减少，将直接影响极地的生态环境。在海冰的底部有特定的藻类和细菌生长，为浮游生物提供食物，浮游生物又喂养了较大的动物。海冰的减少特别是夏季出现更多的开阔水域，将造成浮游生物大幅减少，进而影响以浮游生物为食的动物。此外，北极熊、海豹、海象等正在丧失栖息地，被迫向北移动，而一些新的物种如北大西洋鳕鱼和顶级捕食者鲸鱼等则因为没有海冰覆盖而迁入，使极地的生态环境发生变化。

如果北极海冰完全消失，除了极地的生态环境被改变外，也会破坏全球海洋环流，对极地和全球天气气候系统产生影响，北极永久冻土里冻结的温室气体可能被释放，加剧北极的变暖。研究表明，北极变化与中国极端高温、极端低温、强降水、暴雪、霾日数，以及欧洲的高温热浪，欧亚大陆北部冬季变冷趋势，美国东北部暴风雪等密切相关。比如，在北极加速变暖的阶段，美国东北部发生强暴风雪的城市数量明显增加。

此外，北极加速变暖还会导致格陵兰冰盖进一步融化，引起海平面上升，海水会向内陆倒灌使得盐土向内陆扩展，从而导致土地盐渍化和沼泽化，靠近沿海地区的种植面积会因此急剧减少，造成粮食产量下降。

因此，在人口密集的北半球中低纬度地区，越来越频繁的极端天气气候事件，将对人类生命和财产安全构成直接挑战。

可能的利好是，太平洋与大西洋之间通过北冰洋的航线将变得频繁。随着全球气候变暖，北极海冰不断融化，让北极航道逐渐具备通航可能性。北极航道主要包括俄罗斯沿岸的东北航道、穿越北冰洋中央公海海域的中央航道和途经加拿大北部北极群岛的西北航道。东北航道是目前主要通航的路线，近年来，我国已试航成功的集装箱船走的就是东北航道。

刷屏的“双彩虹”究竟是怎么形成的？

本报记者 **刘志伟**

9月3日，北京喜现双彩虹美景在朋友圈刷屏。虽然彩虹是一种很常见的自然景象，但即便如此，每当雨后天空中升起美丽的彩虹时，仍能吸引大家的目光，而极为少见的双彩虹更是足够“吸睛”。

那么，双彩虹究竟是怎样形成的？为什么很多时候，我们只能看到一道彩虹？科技日报记者采访了湖北省农业气象专家黄智敏，就这些问题一一作了解答。

2020年9月3日，北京上空出现双彩虹。 视觉中国供图

双彩虹其实是霓和虹

黄智敏说，空气湿度较大时，空气中的水汽可以看做是无数个小水滴。当太阳光射入小水滴时，会发生两次折射和一次反射，即“折射—反射—折射”现象。

太阳光是由红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫7种颜色组成的，当照射到水滴上时会出现第一次折射，由于这7种颜色光的波长不同，它们的偏向角度也会不同，这时太阳光就会分解为7种单色光；折射后的单色光到达水滴的背面后，会按照反射规律发生反射；反射后的单色光将回到入射水滴的这一面，这时将发生第二次折射，并仍然以单色光的形式射出水滴。

波长最短的红光，在水珠中的折射率最小，使得其出射光线与入射光线构成最大夹角，而波长最短的紫光，在水珠中的折射率最大，使其折射光线与入射光线构成最小夹角，其他光依序在其中分布，人们肉眼见到的就是外红内紫的“虹”。

当我们在天空中看到“虹”时，就说明太阳光在水滴内进行折射和反射，也就意味着“霓”的存在。霓的形成与虹相似，只是太阳光在水滴内经历了两次折射和两次反射，即“折射—反射—反射—折射”，由于相比虹的形成多了一次反射过程，其折射率最小的红光出射光线方向与入射方向成最小夹角，折射率最大的紫光出射方向与入射方向成最大夹角，最终我们看到的色彩排序就会恰好相反，呈现红色在内、紫色在外的形式。

但是太阳光经过水滴后发生两次反射的情况较发生一次反射的情况光能量损失很多，因而霓的亮度比虹的亮度暗得多，一般不容易被人们观察到。

所以，只有当光的能量足够大或者能量损失足够小的时候，我们才能看到霓。若均可见，由于虹的角半径为42度左右，霓的角半径为52度左右，故霓在虹之上并与之平行。当虹和霓共同被我们看到时，就呈现出了美丽的双彩虹景象。

理论上来讲，太阳光是可以在小水滴里进行多重反射的。但是由于每一次反射都会导致光的吸收和光的减弱。所以通常我们最多只能看到两条彩虹。

水汽足水滴大才能彩虹成双

彩虹形成的基本条件是水汽和太阳光，水汽的充足与否和季节、地域相关。

从季节上讲，一般冬天的气温较低，空中不容易存在小水滴，下雨的机会也少，所以冬天一般不会有彩虹出现。夏季热对流天气较多，雷雨、阵雨天气频繁，又常常是急匆匆地下完雨就放晴，因此更容易看到彩虹。

从地域上来说，彩虹的出现需要满足一定的水汽条件，因此在我国南方，雨水充沛、空气湿润的地方比较易见，出现双彩虹美景的几率也更大。比如，广西空气湿度较高，甚至有时候不下雨也会出现彩虹美景。

具备了彩虹的形成条件后，想要看到双彩虹，空气里的水滴大小是关键。空气里水滴的大小，决定了彩虹的色彩鲜艳程度。空气中的水滴大，彩虹就鲜艳；水滴小，彩虹颜色就黯淡。

因此，想要看见双彩虹，空气中的雨滴需要较大，保证霓的颜色足够鲜艳，才可以被肉眼看到。

另外，我们从地面上看彩虹是一个拱形，但实际上它是一个完整的圆环。

地球的表面是一个曲面，雨后空气中的水汽也会按照地球的曲面分布，因此，身处地球之外看到的彩虹，应当是完整的圆环形状。这也是为什么从飞机上看到的彩虹是完整的圆环形。

一旦站在地球上，本来完整的彩虹便不再完整，这是因为另一半彩虹被地面挡住了。

万物有科学

让电子设备瞬间失控 大自然做的比电影里演的还出色

王 铮

科幻影视、游戏场景中，常会出现这样的画面：一名士兵扔出一颗手雷，但是想象中的爆炸、烟火和碎片并没有出现，而是会闪过一道脉冲式的光芒，一定范围内的武器、电子设备随之失控。这时有其中一人幡然醒悟，急忙给队友报信，是“EMP”攻击！

EMP其实并不是武器的名字，而是物理现象“电磁脉冲”（ElectroMagnetic Pulse）的英文简称。

不伤人只毁电子设备 EMP是如何做到的

电磁脉冲指的是突发的、宽带电磁辐射的高强度脉冲。空间中的电磁场无色无形，但是电磁场发生变化可以在电路中产生电流。

对于用电设备或电子设备来说，电磁脉冲剧烈变化的交变电磁场与设备中的电子线路发生耦合，会在瞬时产生很强的电流和浪涌，甚至能直接破坏元件。

我们熟知的核武器也属于EMP武器。核爆过程中所产生的γ射线在向四周辐射的过程中，能够和空气中的氧、氮原子撞击，产生带负电的电子以及极强的电磁场。一些国家曾尝试过“高空核爆”，也就是在地面几十至上百公里以上引爆核弹，这样会在地球空间环境中产生效应，在地球电离层中造成非常大范围的影响。

电离层是我们头顶上空几十到上千公里范围内的、部分电离的大气。“部分电离”指的是大气中性分子在太阳辐射下电离成带电的电子和离子，虽然被电离的只是少部分中性分子，但已经多到足够对电磁波传播产生影响。

1901年12月12日，商人马可尼让公司职员在英国发射摩尔斯码，自己则来到加拿大的圣约翰市，指挥助手用风筝把无线电接收天线送到约150米高空，成功接收到了从英国发来的摩尔斯码信号，从而证明了高空中存在能够反射无线电波的电离层。

电离层中的空气密度非常低——气压大概是地面的百万分之一，但却有着一定数量的带电粒子，它们毫无疑问会受到地球磁场的作用。电离层中的电子和离子会根据地球磁场在不同地区的不同形态，出现反射、漂移等微观层面的运动。一些区域的电子和离子可能产生堆积，形成电势差，并作用于地球磁场。

这时候，如果高空核爆突然带来许多新的电子和离子，它们也同样会被地球磁场捕捉，造成一定范围内电磁场强烈的变化，产生极大范围的扩散电子脉冲。

根据报道，1962年6月9日，美国在太平洋约翰斯顿岛上空500千米爆炸了一颗140万吨当量核弹头，造成1280千米之外的夏威夷瓦胡岛上出现大面积停电、电话中断、收音机不响、各种电子仪器故障，这让专家们都震惊于在电离层中孵化出的EMP的强大威力。后来根据计算，当量1000吨的氢弹如在40千米高空爆炸，可能影响整个欧洲。

论EMP攻击 自然界才是个中高手

事实上，并非只有人类有能力操控这种物理现象，大自然也能进行EMP攻击。

如果说高空核爆只是人类扣动扳机后，由地球电离层进行放大的EMP武器，那么太阳风暴则毫无疑问是更具规模和破坏力的自然界EMP武器的扳机。太阳风暴包含许多电磁活动过程，会对人类在地球修建的电网、电子设备产生致命的攻击。

著名电影《2012》创作的灵感，就来自科学家对强大太阳风暴影响地球空间环境这一风险的担忧。

那么，这种“纯天然”的“EMP武器”是怎么运作的呢？

太阳风暴爆发期间，它的大量物质喷发进入宇宙中，也就是“日冕物质抛射”。来自太阳的高速等离子体对地球磁层（地球磁场在宇宙空间中控制的区域）造成冲击，会使磁层压缩变形。太阳等离子通常携带着南北方向转动的磁场，当磁场转为南向时，和地磁场发生强的相互作用，会将巨大的能量带入到地球磁层，进而产生变化的磁场，从而引起全球范围剧烈的地磁扰动。

这些过程也会引起电离层以及其中磁场的剧烈变化，因此被称为“电离层暴”。研究人员通常用Dst指数衡量地磁场扰动的强烈程度，Dst指数平时往往是负几或者负几十，也有正值，数值都不大，但是在强扰动下，该指数会变成负50以下，乃至负几百。

当地磁场出现剧烈扰动时，会在地球电离层中产生快速变化的强电流，这些强电流又会引发变化的感应磁场，就会形成对地面的“EMP攻击”。这些变化的空间磁场在地面、长距离高压输电线、变压器接地点组成的回路中产生电流，这便是地磁感应电流。当地磁场扰动达到一定程度时，输电网络中产生的地磁感应电流可以达到几十到几百安培，这种电流过程足以对电路元件产生剧烈伤害。

这种现象当然并非只是科学家的凭空想象。1989年3月13日，一次太阳风暴引发了地球一系列的连锁反应，最终极大地损害了加拿大魁北克地区的电网，导致该地区出现大范围断电事故，受直接影响的居民人数达到600万人，停电时长达到9个小时，造成了高达数千万美元的经济损失。

（来源：科普中国）