

太阳活动跌入谷底，人类会否遭遇又一个“小冰期”？

■季海生

最近几年，“地球将迎来小冰期”的传言经常出现，其根据是太阳上的黑子越来越少，甚至有说法认为，未来几十年即将出现一个看不到太阳黑子的“极小期”。刚刚过去的2019年，太阳上的无黑子天数创下百年来最长纪录，由此也让太阳休眠成为公众最近关注的

焦点之一。

最近二三十年，太阳会否再出现一个活动极小期，从而让地球进入新一轮小冰期？要回答这个问题，我们不妨来追寻一下人类记录下的千年太阳黑子活动历史和有关的科学研究，追根溯源分析一下传言是否可信。

从史书与年轮中读出两千年太阳活动规律

斗转星移，昼夜交替，自然界存在着各种周期性活动。作为太阳系的主宰，太阳的周期性活动必然会给周围的行星带来周期性影响。最重要的周期也许就是太阳活动的11年周期了。每隔10至12年左右，太阳就会出现一波爆发性活动，给地球上的电力、通讯和人造卫星造成灾害性影响。

除了11年周期之外，太阳活动似乎存在着额外的长周期。这一问题在学界由来已久，如今已有了一些初步结论：历史上，曾经每隔两三百年的太阳就会出现一个为期几十年的活动极小期。在此期间，太阳几乎进入了休眠状态，黑子极少。

这一规律的发现，是近年来地球物理和气候科学家利用多种手段得到的，其中包括了世界各国古代对太阳黑子活动和极光的记录，这其中大部分的观测记录来自中国。在这方面，中国科学院紫金山天文台已故研究员徐振涛和国家天文台研究员林元璋均做了大量的研究。

我国古代有着世界公认最早的黑子记录和极光记录。从西汉河平元年到明末为止，我国各类典籍史书中共有一百多次太阳黑子记录。这些记录既有准确的日期，又有黑子形状、大小、位置，甚至还有其变化的情况。

现在公认的世界上第一次明确的黑子记录是公元前28年在中国所观测到的。在《汉书·五行志》里是这样记载的：“成帝河平元年三月乙未，日有黄，有黑气，大如钱，居日中央。”这些记录为太阳活动的长期演化及其对地球影响的研究提供了珍贵资料。

树木年轮中碳-14的含量可以作为

判断对应年份太阳活动强弱的标志。这里，我们将树木年轮中碳-14记录和中国古代165次黑子记录和192次极光记录（见图一）进行比对，不难发现，两个记录基本可相互印证。

图中不难看出，从碳-14含量所得到的奥斯特极小期、沃夫极小期、史波极小期和蒙德极小期，均在古代黑子记录中得到体现。我们还可以发现，太阳上发生的最近一个极小期是道尔顿极小期（约1790-1830年），此外还存在唐朝极小期及南北朝极小期。在唐朝极小期，太阳黑子有着长达228年的无目击纪录。

在1550年至1770年间，地球处于小冰河期，全球气温皆有下降，各地出现严寒的冬季，英国伦敦泰晤士河也结冰了，甚至还形成了在冻结的河面上举办博览交易会的传统。而当时中国正处于明末清初，气候突变令农作物歉收。史学家认为，这可能是造成明朝灭亡的幕后“元凶”之一。

而近年来公众最关心的，也是最有名的蒙德极小期，就发生在1645年到1715年间，持续时间长达70年。但从图一可以看出，蒙德极小期其实不算什么，这期间我国还有几次黑子记录，只是恰好与小冰河期在时间上吻合。

从图一中我们还可以看出，中国古代的朝代似乎都始于太阳活动的极小期，不过仅仅通过这一点并不能得出什么科学结论。值得一提的是，从我国古代的黑子与极光记录中，可以发现两者彼此相关，如果这一发现被古人注意到，有可能成为我国现代科学诞生的萌芽，可惜它没有发生。

“小冰河期将至”的谣言源于对论文的误读

最近几年，真正激起公众对太阳活动兴趣的，是美国诺森比亚大学瓦伦蒂娜·扎尔科娃教授的研究团队于2015年发表的一篇审稿论文，以及她随后在一系列国际会议上的演讲。

在这篇论文中，扎尔科娃警告称，经严密的数学演算及资料收集，2020年至2050年间，太阳会进入类似17世纪的蒙德极小期。届时，太阳活动将大大降低，尤其在2030年至2040年间，太阳的表面活动将会减少六成，此种情形跟蒙德极小期类似。

我在国际会议上与扎尔科娃有过几次谋面，她早期的研究兴趣在于研究太阳活动过程中的粒子加速，我们基于共同的研究兴趣都加入了美国宇航局组织的一个大型国际研究小组。她是一位非常活跃的科学家，每次会议上都会踊跃提问。后来，她显然拓展了研究方向，对利用历史资料理解和预报太阳活动产生了浓厚的兴趣。

扎尔科娃和她的同事用的一种名为“主要成分分析”的技术。这一方法类似于机器学习。按照我的理解，他们利用人工智能算法，让机器学习了1976到2008年间的太阳磁场演化数据，并将预测结果与平均太阳黑子数进行了比较。扎尔科娃相信她的预报模型是正确的，她对自己的研究充满自信，表示这一方法的预测显示出了97%的准确度。

遗憾的是，当时关于这一发现的报道严重误导了公众。最早的失误出现在

即使太阳“休眠”，冰河世纪也未必会到来

必须指出的是，扎尔科娃及其团队的工作可能存在不少值得商榷的问题。

自科学家首次发现太阳活动以来，已有172年的历史了，已发现太阳基本活动周期持续在10到12年左右，但是每个周期都有一点不同，还存在着各种各样的长周期。迄今为止，没有一个模型能够完全解释太阳黑子的各种周期。

太阳物理学家已经将太阳周期的原因归结为太阳内部深处的发电机现象（这是一个将流体动能转化为磁能，从而产生磁场的过程，不同于生活中的发电机）。很多太阳物理学家质疑扎尔科娃的模型过于简单；这一模型仅基于35年的数据创建，且未能再现过去的太阳活动。

芬兰奥卢宇宙射线站负责人伊利亚·乌索斯金认为，扎尔科娃的团队将太阳视为像钟表一样简单、可预测的系统，而实际上，由于磁场和流体的相互作用是一个非线性过程，太阳上的磁场产生具有更多的随机性和不可预测性。打个比方，当我们泼出去一盆水，即使严格控制好泼水的过程，每次水流的形状也不可能是完全一样的。

目前，主流学派依据太阳极区的磁场来预测下一个峰年的大小。在太阳极小年，太阳磁场基本变成了偶极磁场，太阳极区磁场得到了加强。太阳的较差自转将太阳极区的磁场变成了环向场，环向场再形成黑子（图二）。通过这一方法，我们只能预测未来10到15年太

阳活动的发展趋势。

即将到来的太阳周期第25周的活动水手，由美国国家海洋和大气管理局（NOAA）与美国宇航局（NASA）共同主持的国际小组负责预测。2019年4月5日，他们发布了初步预测：周期25的规模将与24周当前周期的水平相似，可能再次很弱。

他们预测，太阳最低活动期（即太阳最不活跃的时间段）不早于2019年7月且不迟于2020年9月；太阳黑子最大值将不早于2023年且不迟于2026年，最小峰值黑子数为95，最大峰值为130。

值得一提的是，平均黑子数通常为每个太阳周期140至220个。由此，该小组在声明中表示：“（我们）高度相信即将到来的周期，将打破过去四个周期中太阳活动不断减弱的趋势。这意味着从第21-24周期开始的太阳周期振幅稳步下降的趋势已经结束，并且没有迹象表明我们目前正在接近蒙德极小期。”

但是，正如一句英文谚语所说的那样，“预测是很难的，尤其是预测未来”。我个人的观点是，正如我们所看到的，由于太阳存在200至300年的长周期，我们不能排除蒙德极小期的随时到来。当然，对此也不必过于担心，即使它来了，也不会意味着“深度冻结”的小冰期会随之而来。

（作者系中国科学院紫金山天文台研究员、中国天文学会太阳和日球专业委员会主任）



延伸阅读

碳-14：太阳活动的天然“区块链账本”

研究人员用来了解历史上太阳活动变化的主要研究手段是测量树木年轮中的碳-14含量。当宇宙射线轰击大气层时，大气中的氮原子受到轰击会发生衰变，从而产生原子量为14的碳同位素，即碳-14。

当太阳处于黑子极小期时，太阳活动减弱会导致行星际空间的磁场和太阳风也相应减弱。这时，它们对宇宙射线的阻挡会同步减弱，地球大气因此会受到更多宇宙射线轰击，在地球大气层中产生更多的碳-14。因此，大气中的碳-14含量波动，也就及时反映出了宇宙射线的流量水平。

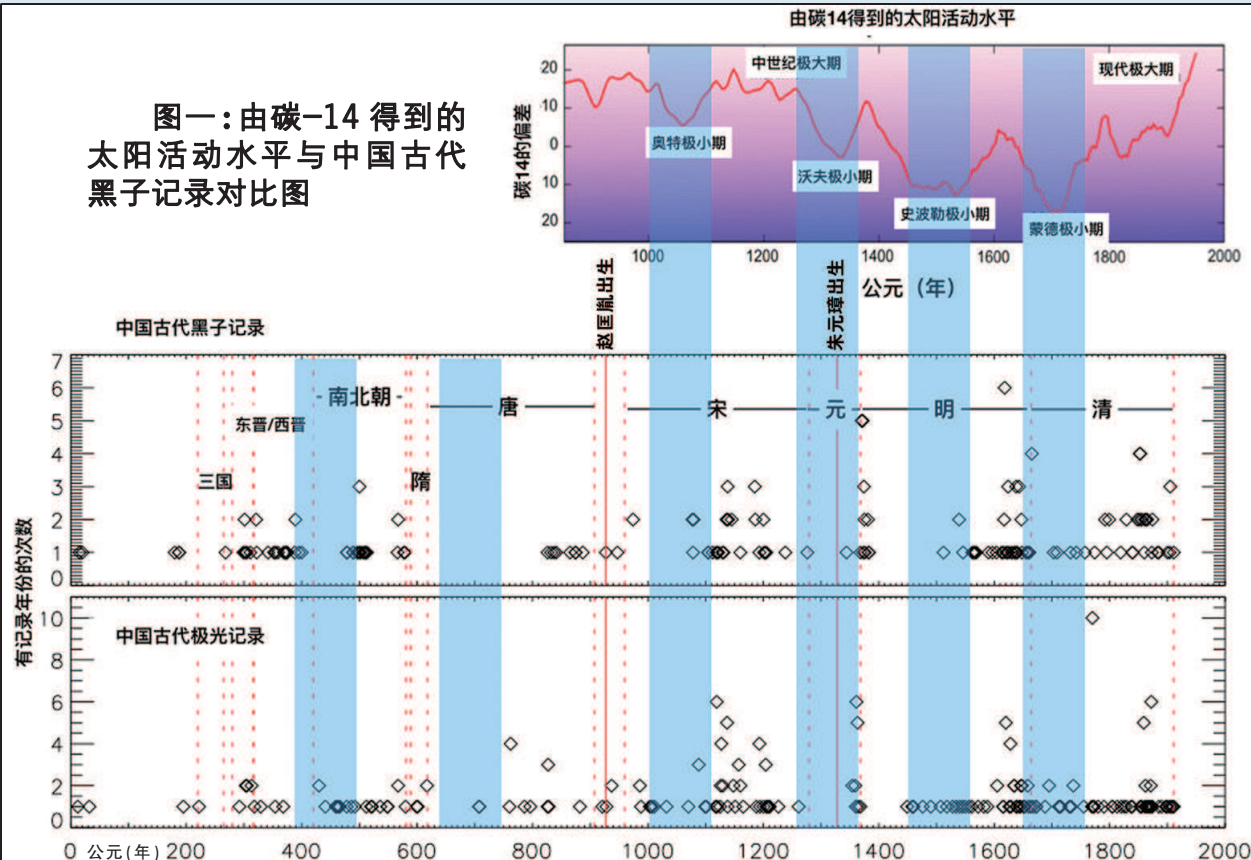
由于空气中的碳-14会通过光合作用被树木所吸收，并在茎干中长期留存，这就相当于被“入库记账”，及时将每一年的碳-14含量记录下来。所有的树木同时记账，这就类同于一个“天然的区块链”。积年累月，树干上那一层一层年轮中的碳-14含量，就成了历史上太阳活动水平的忠实记录者：黑子极小期所对应的年轮中，碳-14含量会增加，反之含量就会减少。

蒙德极小期：恰巧与小冰河期重合

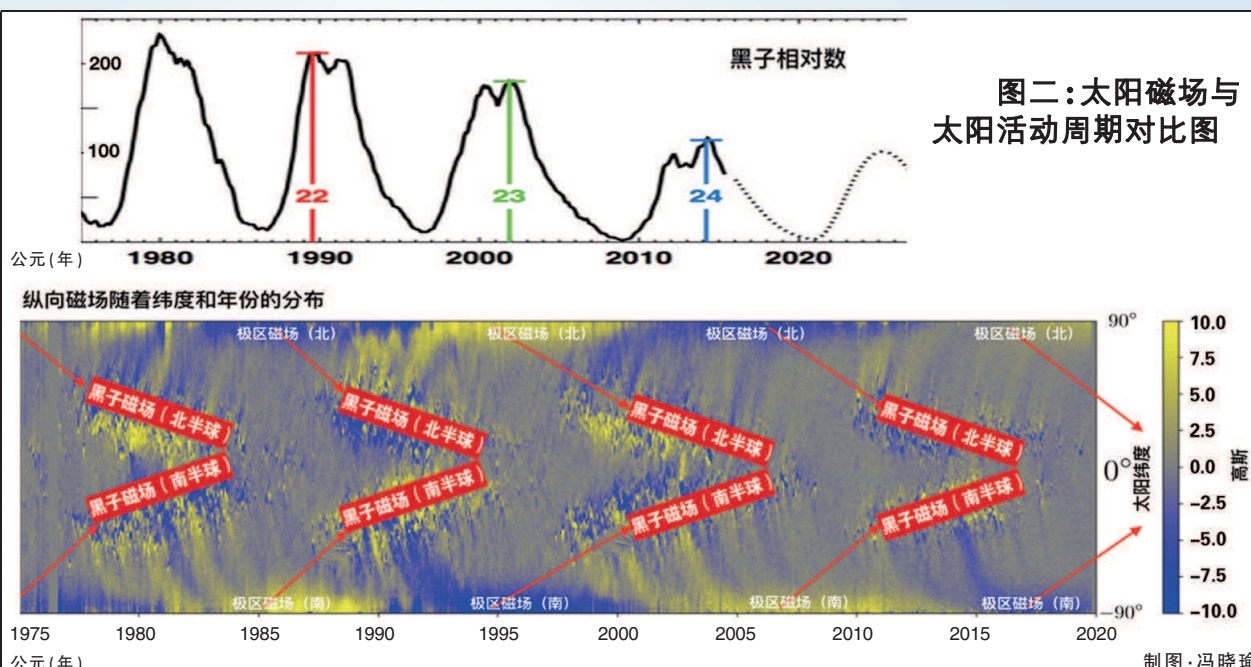
蒙德极小期指的是1645年至1715年之间，太阳黑子活动大大减少的时期。它与北半球通常称为小冰河期（约1500-1850年）的最冷部分相吻合。根据历史学家的记载与描述，那段时期，“冬季，英格兰泰晤士河结冰，维京人定居者放弃了格陵兰岛，挪威农民要求丹麦国王赔偿他们因冰川前进而占领的土地”。

有些学者从根本上否定小冰期的存在，认为所谓的小冰期（从1300年至1850年）只是一次短暂且不大的气候振荡。

图一：由碳-14得到的太阳活动水平与中国古代黑子记录对比图



图二：太阳磁场与太阳活动周期对比图



“天降祥瑞”疑是太阳“打喷嚏”



极光和太阳活动具有高度相关性，极光被形象地比喻成太阳打喷嚏，让地球一片五颜六色。在太阳活动剧烈时，我国部分地区、尤其是北方，会看到极光。当极光发生时，有时天空会呈现一片红色。中国文化中的“开门红”也许来自极光的灵感，史书中常有天降祥瑞的场景描述。

传说宋太祖赵匡胤和明太祖朱元璋出生的时候，天降祥瑞，满堂红光。封建王朝经常利用这类传说来证明开国皇帝受命于天，以让百姓臣服。从科学上来讲，这一现象很可能是极光。

从图一中，我们可以看出谁的故事更加靠谱。当时的太阳活动水平之高可见一斑，宋太祖赵匡胤出生时的天象是否可以作为一次极光记录呢？

而赵匡胤的生日在927年3月21日，这一时期的太阳活动总体水平是偏高的。《文献通考》中有这样一条记录：唐明宗天成二年二月乙酉（927年3月9日）日中有黑气，状如鸡卵。除了极光的灵感，史书中常有天降祥瑞的场景描述。

传说宋太祖赵匡胤和明太祖朱元璋出生的时候，天降祥瑞，满堂红光。封建王朝经常利用这类传说来证明开国皇帝受命于天，以让百姓臣服。从科学上来讲，这一现象很可能是极光。

从图一中，我们可以看出谁的故事更加靠谱。当时的太阳活动水平之高可见一斑，宋太祖赵匡胤出生时的天象是否可以作为一次极光记录呢？