

# 太阳黑子周期长度—与气候密切 相关的太阳活动指标

杨瑞霞\* 詹志明 译

**【提要】** 有人提出太阳辐射具有一种由 11 年太阳黑子周期包络线构成的 80~90 年周期的变化,并认为全球温度的显著变化是由此引起的。这一观点受到了批评,因为统计分析表明,并没有观测到太阳辐射有明显的变化。然而,有相当充分的资料支持另一种看法,即:太阳活动对全球气候有直接影响的是太阳黑子周期的长度。根据过去 130 年的记录,它与北半球陆地气温的长期变化吻合得很好。

为阐明大气中  $\text{CO}_2$  浓度的升高对气候的影响,已往有过大量的研究。由于不可能进行全球规模的实际试验,物理理论的证明只能依靠模拟和观测。可是,模型模拟需要有种种假定,而观测到的基本参数又缺少足够长的序列,都存在局限性。

关系到气候变化最根本的一个因子是太阳辐射。这是我们可以确认的。Eddy 曾指出,太阳活动与某些气候要素之间存在长期的相关是由太阳辐射变化引起的。然而,只有在当今卫星时代,才有可能对太阳辐射的变化进行可靠的测量,这些测量比太阳周期还是较短的。

以 Zürich 太阳黑子数 11 年滑动平均值作为太阳活动的长期记录,Reid 发现它与全球海面平均温度(SST)之间存在显著的相似。Reid 指出虽然两个时间序列并不完全吻合,却有某些共同的特征。最值得注意的是:本世纪初几十年里显著偏低,50 年代突然升高到一个极大值,60 年代短暂下降,70 年代以来又不停地上升。

Reid 以这些观测结果来说明,由 11 年太阳活动周期所包络的 80~90 年周期(Gleissberg 周期)在 1910~1960 年间太阳辐射的变化约为 0.6%。为计算海洋上层对太阳常数变化的响应,Reid 采用了由 Hoffert 等提出的简单的一维海洋热力模型。他发现,在 130 年中导致温度升高,太阳常数的变化所需的幅度小于 1%。这与所确定的太阳辐射长期变化趋势是一致的。

对太阳——大气之间存在相关性的看法一直受到两个方面的抨击:第一,这可能是最重要的,就是对所认定的关系说不出相应的物理机制;第二,所提出的相关性在统计上显著性很低。

Kelly 和 Wigley 持不同意见,他们认为,太阳能输出所需的变化大大超过了直接测量所得出的变化。根据短时间卫星直接测量,Foukal 和 Lean 建立了 1974~1988 年间太阳总辐射变化的模式,所估计的变化小于  $1.1 \text{ W/m}^2$ ,即小于总输出的 1%。然而他们同时注意到,可能存在附加的低频变化,无法从有限的辐射数据中推断出来。

由 Kelly 和 Wigley 模式计算可见,即使太阳能输出的变化与 Reid 计算相符,也难以说明所观测到的温度变化。之所以如此,其重要原因是 Reid 所用的两个时间序列之间的统计相关很差。

其实,认为太阳黑子数可以完全代表太阳辐射的长期变化并没有充分的理由。从本文所提

供的数据来看,太阳活动与全球温度是存在着关系的。

太阳活动和温度记录都很不足。陆地与海面温度记录呈相似性,但 SST 记录与洋面上气温比陆地温度有几年的滞后。

Reid 推测,两种曲线不能长期相吻合,意味着这一种或另一种、或两种时间序列存在着缓慢变化的系统误差。SST 的后滞,可以用海洋对太阳辐射强迫可能变化的响应要有一个较长的时间来解释。Hensen 和 Lebedeff,还有 Jones 等采用了大量的温度实测序列,所提供的全球温度变化可能是最可靠的。因此,我们采用了经 Jones 平滑的北半球陆面气温距平值(对 1951~1981 年)。

由时间序列(图 1)可见,北半球陆面气温与 11 年平滑的太阳黑子数有一定的相似,这也同 Reid 采用 SST 记录类同。但是,资料显示,陆地气温变化先于太阳黑子变化。因此,即使在太阳活动变化与地面温度之间存在关联,平滑的太阳黑子数也不能作为太阳辐射强迫的指标。

从太阳活动单独观测来看,其长期变化可能没有必要用太阳黑子数来表示。作为例子,地磁活动就是由太阳风与地磁场相互作用引起的。太阳黑子数与地磁活动的长期状况有着根本的不同。太阳黑子数每个 11 年的极小值接近于 0,而 11 年地磁活动变化,在 1900 到 1950 年间,叠加在一个长期近似振幅之上的几乎是单调地增大。根据地磁活动与卫星测量的太阳风速之间的统计关系,Feynman 和 Grooker 估算在本世纪初太阳风速是较低的。然而,还未能提出一种合理的机制来说明太阳风变化对气候有直接影响。还根据观测,由太阳风可引起太阳能量输出的长期变化,这意味着,太阳能量输出还可能存在其它的形式。

一个与上述不同的能显示太阳长期变化的参数便是太阳黑子周期长度。已知这个参数随太阳活动而变化,即当活动水平强时,对应短的太阳周期;反之,当活动水平弱时,对应长的太阳周期。Gleissberg 证明存在一种 80~90 年为特征的长期变化,即所谓 Gleissberg 周期。

我们据 Gleissberg 所采用的常用平滑方法,以极大值和极小值出现时间来确定太阳黑子周期长度(图 2)。这个方法相当于采用一个具有系数为 1,2,2,2,1 的低通滤波器,分别对极大值和极小值出现时间的序列进行处理。在确定太阳活动长期趋势时,通常都采用这种特殊的滤波器,但是采用不同的滤波器,对结果不会有重大的影响,因为 11 年周期或更短周期的变化已被消除。对于最后两个极值不能完全进行同样的平滑,因此处理到倒数第二个值时所采用的下

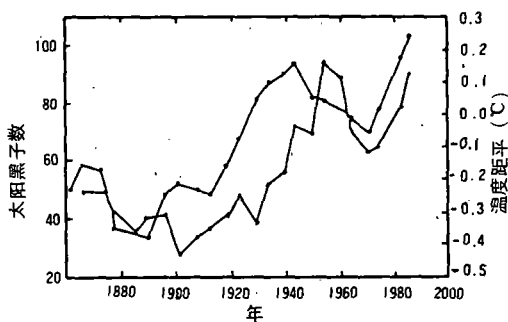


图 1 1861~1989 年北半球温度(右端标尺)。符号 \* 表示为分别对应于从太阳黑子极大到极大之间和极小到极小之间的温度平均值。第二条曲线(+)为 Zürich 黑子数的 11 年滑动平均值(左端标尺)。两条曲线横坐标每个点标绘于各个太阳周期的时间中点

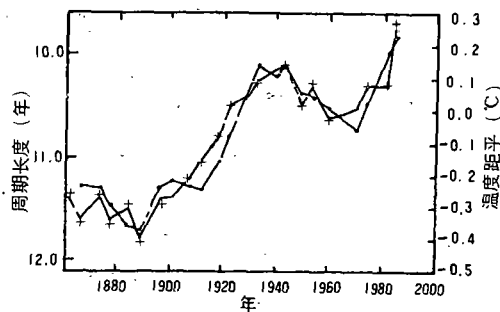


图 2 由实际平滑太阳黑子极值之间的差值所确定的太阳黑子周期长度(左端标尺)以及温度距平值。周期长度值标绘于实际周期的中点(+),用不同的符号\*(如图 1)表示未平滑的北半球温度距平时间序列

一个值是估算的(在滤波器中其权重仅为1/8),最后一个值则以未过滤的出现时间来表示。分别以太阳黑子数极大值和极小值出现时间所确定的周期长度是一致的,这说明太阳黑子周期长度可能是一个有物理意义的太阳活动指标。

采用这样一个太阳活动参数来代替平滑的太阳黑子数,消除了太阳活动曲线对地面温度曲线的后滞现象(图2)。而且,二者之间吻合得更好。特别是1900~1940年和1970年以后的上升趋势,1945~1970年间的下降趋势,两条曲线很一致。总的来看,温度数据与太阳黑子周期长度变化之间的吻合程度要比与Reid平滑的太阳黑子数吻合程度好得多。这进一步支持太阳活动会直接影响全球温度的观点。

温度只有最近130年的记录,大约相当于可能存在的80~90年波动的1.5个周期。正式的Zürich太阳黑子数记录可上溯到1715年,能够从1740年开始计算太阳黑子周期长度。原则上可以用太阳黑子周期长度同一个与全球温度变化有关的参数进行比较。北大西洋海冰是一个时间相当长的指标,并与温度变化相类似。虽然各地观测到的海冰会受到各种不同的影响,不能直接作为温度指标,但是冰量的显著减少应与高纬度以至半球的平均温度有关。为此,我们比较了平滑过的太阳黑子周期长度值和冰岛附近海冰范围22年滑动平均值(图3)。从中可清楚地看出,在1770,1850,和1940年前后出现长期太阳活动极大值时,冰岛附近海冰范围22年滑动平均值都出现相应的极小值。

我们提出的观测资料支持Eddy和Reid有关太阳活动长期变化会影响地球气候的观点。比之Reid,我们用北半球陆地气温作为地球气候参数可能更为合适,而采用太阳黑子周期长度则是长期太阳活动更直接的指标。这样一来,我们所得的结果比Reid有了改进。

Relly和Wigley认为太阳常数的变化完全不能说明19世纪中叶以来观测到的全球地面温度上升。他们使用与Reid相类似的数据,通过气候系统模型模拟来研究温度的变化,并扩展到对不同气候敏感性和太阳强迫因子的分析。他们对观测到的温度与模式中受各种过程影响的温度进行了检验。他们的结果是,19世纪中叶以来,增强的温室效应对全球平均温度的影响几乎肯定远超过太阳变化的影响。

增强的温室效应主要是由大气中CO<sub>2</sub>浓度呈指数增加而造成的。在过去的130年中,以北半球温度记录来看,呈现显著的上升趋势,这可能部分地是由温室效应增强引起的,但在1940~1970年间却有明显不符。在温度下降期间,以太阳黑子周期长度变化所指示的太阳活动也有相应的降低(图2)。

用太阳黑子周期长度来代替太阳黑子数11年滑动平均来度量太阳活动,可对Kelly和Wiggly分析作有意义的订正,根据温度升降的间隔,两个序列之间高度相关,看来,比之太阳变化的直接影响,所观测到的温室气体浓度变化的重要性是较小的。这个结论并不是说不存在

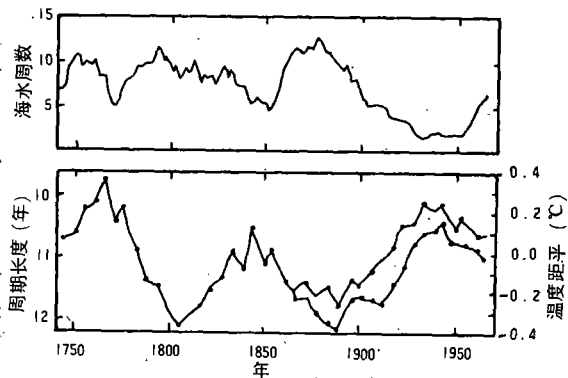


图3 (上)1740~1970年冰岛附近海冰数量(观测到海冰的周数)的22年滑动平均值  
(下)1740~1970年平滑过的太阳黑子周期长度(左端标尺)及北半球平均温度(右端标尺)

# 发达生产地区高技术公司中的集聚经济： 以丹佛(波尔德)为例

陈淑兰\* 马晓丽 译

【摘要】 莱昂斯·D(1995)《发达生产地区高技术公司中的集聚经济：以丹佛(波尔德)为例》，《区域研究》第29期，265—278页。研究关于由高技术产业所导致的集聚经济趋向集中在高技术核心区域还是加工制造业带。通过由丹佛—波尔德地区高技术公司产生集聚利益的调查研究，本文直接关注于中间或发达生产地区。结果暗示发达生产地区以相对兴旺的、创新性、具有巨大集聚效益的高技术部门为特征，其巨大的集聚效益产生于劳动分工、新公司的形成及较小程度上的局部前后向联系。尽管小公司在丹佛(波尔德)地区占公司中的大多数，但少数大公司对区域将来经济发展起着决定性的作用。

## 1 介绍

从80年代初以来，高技术产业已成为应用与理论研究的一个主焦点。实际上对许多研究者来说，高技术产品和工艺的兴起预示着在西方资本主义国家区域开发新形式的出现。对规划者及其他政策制定者来说，它似乎保证快速、清洁、稳定的高薪职业的产业发

展。温室效应的增加。而是说可能存在其它的效应与温室效应相抵消。由于全球污染加重而使云雾增加，有可能对气候有降温的作用。这与Lamb曾讨论过的火山喷发对气候的影响是很相似的。

对太阳辐射可引起气候变化的看法有着反对意见，问题在于所获得的太阳辐射卫星观测资料能否反映太阳的长期变化。有迹象表明，太阳常数存在低频变化，而在卫星观测数据中尚不能分离出来。Reid参考Frohlich所出版的根据卫星时代以前由火箭和气球观测资料，计算出1968~1978年太阳输出的实际变化为 $4\text{W}/\text{m}^2$ ，即占总输出量的0.3%。这个值与图2所示的数据相比较，可见，相当于在1968~1978年太阳黑子周期长度变化了约半年。由此推测，1890~1984年太阳常数相应的变化约为1%，这与Reid所估计相一致。

我们拥有的观测资料表明，地球温度的长期变化与太阳黑子周期长度的变化有密切的关系，因而它可能是太阳总能量输出的一个指标。如果这一结论能从物理机制上得到解释，则可以通过一定的太阳动态模式确认温室效应变暖的信号，并对长期气候变化做出预测，要确定地球气候的人为变化，先应当搞清地球气候的自然变化及其原因。

(参考文献略)

译自 E. Friss—Christensen, K. Lassen, Length of the solar cycle: An indicator of solar activity closely associated with climate, Science, 1991, 254, 698—700 周克前校