

# 模拟古代事件能验证将来的气候预报吗？

库茨巴赫

气候学家在用气候模式预报一些有争议的问题，如CO<sub>2</sub>或其它微量气体的增加对气体的影响时，最棘手的困难之一就是如何验证气候模式。由于直接的验证只能是在我们的星球上做实验——考虑到所有正在运转中的生命，所以大多数验证气候模式敏感性的合理想法都建立在先寻找一个替代的强迫函数，再找出象季节周期这样的模拟响应的基础之上。某个模式在季节性辐射强迫函数的作用下，如果能够产生北半球15℃或南半球5℃表面温度的季节性周期，这确实是对模式合理性的一个有力证明。然而，季节性的检验对于检验模式在所有辐射状况下的敏感性当然是不够的，这也包括温室气体增加的情况。很清楚，我们还需要其它独立的替代验证的试验。由于很多文献资料证明古气候与现代的条件很不同，所以寻找这种试验的最好领域是古气候学。这里举一个例子，库茨巴赫（Kutzbach）和格特尔（Guetter）（1984）曾做过一个被认为迄今最成功的模拟之一的数值试验。这个试验主要是想解释近代气候史中的最温暖时期，也就是5000——9000年之前的“气候适宜”期的气候状态。那时夏季北半球的大陆温度大概比现在要高几度，整个亚洲和非洲的季风雨也要比现在强盛。库茨巴赫（Kutzbach）和他的同事发现那时的“气候适宜”可以仅仅用地轴（倾度）和近日点的变化来解释。那时的地轴稍比现在倾斜，地球离太阳较近的时间是6月而不是现在的1月。这些变化不会使地球接收的太阳辐射率总量改变很多，但却会在很大程度上改变冬季和夏季加热期间的差别。与现在的状况相比，9000年前北半球夏季的太阳辐射加热大约要多5—10%，而冬季的太阳辐射加热却有相当幅度的减少。在库茨巴赫（Kutzbach）的模拟中这足以使大陆中部的夏季增温发生重大变化，而这个变化又导致了模式中季风雨和河川迳流的增加。在库茨巴赫（Kutzbach）所作的试验中，欧亚中部的大部分地区和北美中西部的大部分地区都出现了2.5℃左右的增暖。这个结果在很大程度上与古气候的证据吻合得很好，同时，此结论还可以有助于解释古气候记录中的重大疑点。

另外一个可用作气候模式的替代验证的例子是所谓的晚仙女木期。12000年前，在地球从上次冰期中显现之后，全球的状况很快就接近我们已经经历10000年之久的较温暖的间冰期的情形。虽然加拿大东北部的冰川和部分斯堪的纳维亚的冰原还没有完全融化，但一般说来，大约在11000年以前，许多适宜温暖气候的动植物已经开始向高纬度移动，特别是向西欧移动。然后，大约在11000年之前，突然发生了一次近于冰期强度的明显的冷却并持续了近1000年之久，这以后才是如今没有间断的间冰期占了上风。这种巨大的气候振动，即晚仙女木期在欧洲、特别是在其西北部和英国的强度最大。虽然世界各地到处可以从地质记录中观测到晚仙女木期的痕迹，但大西洋地区和欧洲西海岸似乎最为严重。长期以来人们一直怀疑这是由下列一系列过程所造成的：首先是更新世冰厚的一次迅速退缩导致大量淡水涌入北大西洋，这又造成海冰增加，从而在一般情况下阻碍了湾流的向北渗入，最终使得西北欧不能成为一个大范围的热源。与此同时，我们注意到11000年前的地球轨道参数很接近于9层模式的数值，这说明夏季是增暖而不是变冷。为了检验不同机制的相对重要性，戈达德（Goddard）空间研究中心的一个小组（Hansen等，1986）用他们的三维大气环流模式做了几项实验。在这个模式中，地球轨道参数、北大西洋表面温度和其它冰川特征的变化均接近于11000年前的数值。他们的结果是在西欧要降温10℃左右。这可能是他们的模式中规定了冷的北大西洋的结果。但是在欧亚中部，他们同时得到一个具有相当规模的增暖，这大概是地球轨道参数的作用。正是这种作用使得北半球的中纬度地区在夏季多得到

# 景观生态学与生物地理群落学

## ——术语研究

特罗勒 (Carl Troll)

“苏联和西方的科学家都独立地得到了这样的结论：有必要根据有关生物地理群落，生态环境等概念对地球表面的自然地理现象进行研究。在这一领域里根据正确的理论基础统一思想是非常重要的。”苏卡切夫 (V. N. Sukachev) (1953)

过去十年来地理学已经从各自然现象 (气候、地貌、水文、土壤、植被和动物界) 的研究。如在苏潘 (A. Supan)、马东 (E. de Martonne)、芬奇 (V. C. Finch) 和特雷瓦他 (G. T. Trewartha) 的经典著作出现的那些，在综合地考虑自然现象并对自然界中各要素间主要的相互关系进行功能上的观察这个过程中取得了进步。这些相互关系关联到所有的景观要素。地形分化了气候要素：气压、湿度和降水。它们是改变大气候和中气候的原因。然而地貌不仅受岩性和构造的影响，也受气候特性的影响。气候、岩石、水分平衡是植物生命的基础。同时植被已影响水分平衡、成土作用和小气候的分异。另一方面，植物、动物、微生物的生命群落都受控于环境因素。

5—10% 的太阳辐射。

独立于上面这个数值试验，汤普森 (Thompson) 和我在 NCAR (美国全国大气科学研究中心) 也作了一个关于晚仙女木期的大气环流模式的试验，所不同的只是把北大西洋的海冰延伸到 45°N。我们用了现在地球轨道参数的数值，也同样得到了西欧夏季的剧烈降温 (甚至冬季也一直伸展到亚洲的更大强度的降温)。不过我们没有得到欧亚中部夏季月份的明显增暖 (请回忆一下，库茨巴赫 (Kutzbach) 在他的 9 层模式的实验中也仅仅得到欧亚 2.5°C 的增暖)。所有这些数值试验的结果都说明 NCAR 的大气环流模式没有 GISS 模式对辐射加热来得敏感。此外，墨西哥城大学的阿登 (Aden, 1984) 用一个具有能量平衡地区解的模式做了一个试验，他在模拟中使用了 10000 年前太阳辐射的数值。得到了欧亚大陆增温 4°C 的结果。

综上所述，几种模式的计算都说明这些夏季温度在 11000 年之前应该比现在高出 2—10°C。可能由于不同模式对地表辐射加热的敏感性不同，它们在温度数值的预报上有些差别。这样，我们可以设想开始用古气候数据去辨别这些不同敏感性的模式。包括欧亚和北美中部的年平均和季节变化的一套数据，对于搞清楚一个模式是过度敏感还是过分不敏感则是始终有用的。而且，因为温度响应的季节分配在所有的模式中是不一样的，这些具有区域和季节分辨率的数据还可以帮助解释晚仙女木期和增强我们对模式敏感性的信心。

看起来这是将来气候模拟和古气候资料分析结合领域内最有前途的方向之一。的确，最近在法国格洛诺斯 (1985, 10) 召开的一次非常激动人心的会上，一些气候模拟和数据分析小组在一起得出这样的结论：现在气候模拟和资料分析专家的进一步交流和合作的时机已经成熟，通过与其它小组的高层次交流，每个学科都会有所收获。我希望这个例子能够有助于鼓励各种必要的学科间的合作。这种合作不仅能解决各学科所关心的共同问题，而且还可以通过提供对将来气候预报的替代验证，帮助社会根据现在的预报制定出相应的政策。

张诤译自《Climatic change》8, 1986, 117—119 张丕远、陈德亮校