

www.cn

C

比和模拟研究来理解高原抬升的气候效应,一直是近30年来古气候学家们努力的目标。

运用 GCMs 模拟地形变化(如有山、无山试验)对全球气候影响滥觞于20世纪70年代^[57],模拟结果已显示青藏高原等山地高原的存在对行星尺度的流场影响显著,同时青藏高原对西伯利亚高压的维持有非常重要的作用。在古气候模拟中加入地形的影响则始于上世纪80年代中期^[58,59],其后由古气候学家 Wl Ruddiman 和 J1 Kutzbach 等人合作,系统模拟了(青藏)高原抬升对区域和全球气候影响,并与地质记录进行了对比。Ruddiman 等^[60]首先为模拟试验设计了3套方案,即无山(NM)试验、半山(HM)试验和全山(M)试验,以观察气候变化对高原不同高度的响应特征。最早采用的模式是美国国家大气研究中心(NCAR)的 Community Climate Model (CCM)。结果显示,高原抬升能够引发高原内部、周边甚至远离高原地区气候的显著变化^[11],模拟也证实了高原抬升能够大大增强亚洲冬夏季风的强度,导致高原东南部高降水和高原西北缘干旱的气候^[25]。模拟结果还显示,要形成当今强度的季风,除了要求高夏季太阳辐射外,青藏高原至少要达现今高度的一半^[61]。同时期,Manabe 和 Brocco2 li^[62]也模拟了山地、高原对北半球中纬内陆干旱化的影响,他们的模拟结果表明北半球中纬山地、高原的分布格局破坏了带状分布的大气环流和降水模式,形成气流下沉区域,导致包括中亚在内的地区气候干旱化。

稍近的模拟开始注意研究抬升模式对气候变化的影响。Prell 和 Kutzbach^[63]研究了季风响应轨道参数变化驱动的敏感性与青藏高原高度和抬升模式的关联。结果显示,抬升模式对季风响应(轨道驱动)敏感性影响显著。过去15 Ma间,在高原稳定抬升模式下(gradual uplift experiment),季风强度和变率指标变化非常小,在大幅抬升模式下(Mol2 nar uplift simulation),季风强度和变率指标在11~8 Ma期间突增,表明季风响应(轨道驱动)敏感性显著增强,第四纪抬升模式下(recent uplift simulation),季风强度和变率指标在2~3 Ma期间出现突变。由此可见,不仅仅是高原抬升高度,高原抬升过程和模式也对气候变化具有重要影响。

模拟结果也表明,高原抬升的热力与动力效应并不能完全解释晚新生代的气候变化,其他机制,比如大气CO₂降低等,也需要在模式中体现^[25, 64]。同

时,对于亚洲季风增强、亚洲内陆干旱化的原因,除了青藏高原抬升,其他过程(比如特提斯海的逐步退却)的作用也开始通过模拟加以揭示^[13]。

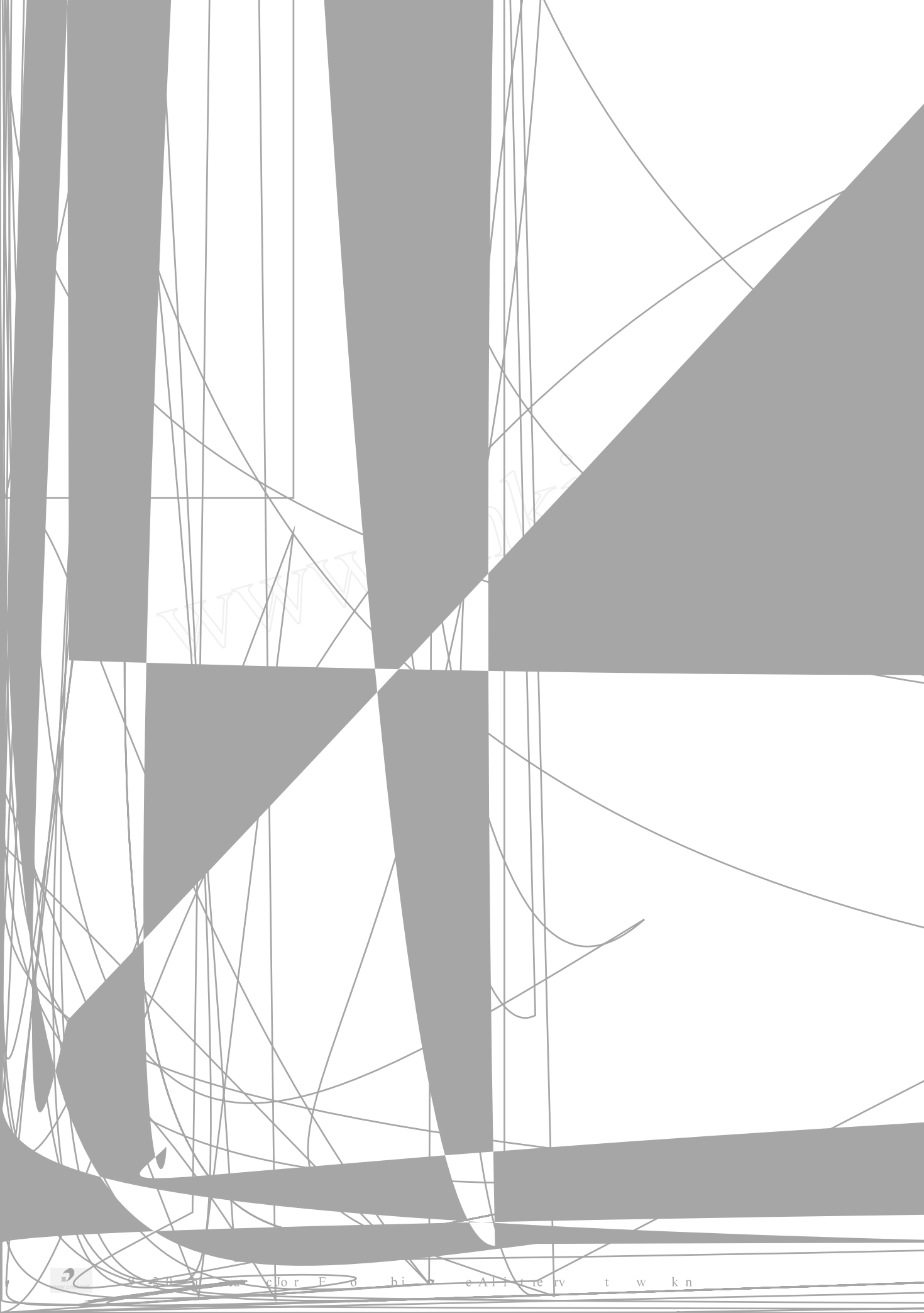
应该指出,多数模式的空间分辨率较粗(比如,早期模拟的格网分辨率为41.4°×71.5°),对高原地形的描述非常概括,对模拟结果会产生一定的影响。目前的模拟基本上假定高原是作为整体抬升的,但是地质证据表明,高原抬升可能是阶段性、非整体的行为。因此,如何在模拟中体现高原抬升的时空模式是需要探讨的问题。高原抬升引发的地球化学效应,尤其是通过加强新鲜暴露的硅酸盐岩石风化而导致的大气CO₂降低,从而引发晚新生代全球气候变冷,是Raymo2Ruddiman 抬升2气候变化假说的关键内容^[65],而如何将抬升的动力、热力效应和地球化学效应在模式中耦合起来,将会是今后高原抬升2气候变化模拟研究面临的重要课题。

2.1.1.2 海道开合效应模拟

海洋通道(Oceanic Gateway)的开合被认为对于新生代构造尺度气候变化起了相当大的作用,但是从模拟角度证明这一点也非常不易。对新生代全球气候变化意义最大的海道开合变化是始新世/渐新世时期发生的Drake 海峡开启^[66,67]和上新世巴拿马地峡的关闭^[68,69]。模拟工作也集中在探讨这两个事件的气候效应上。

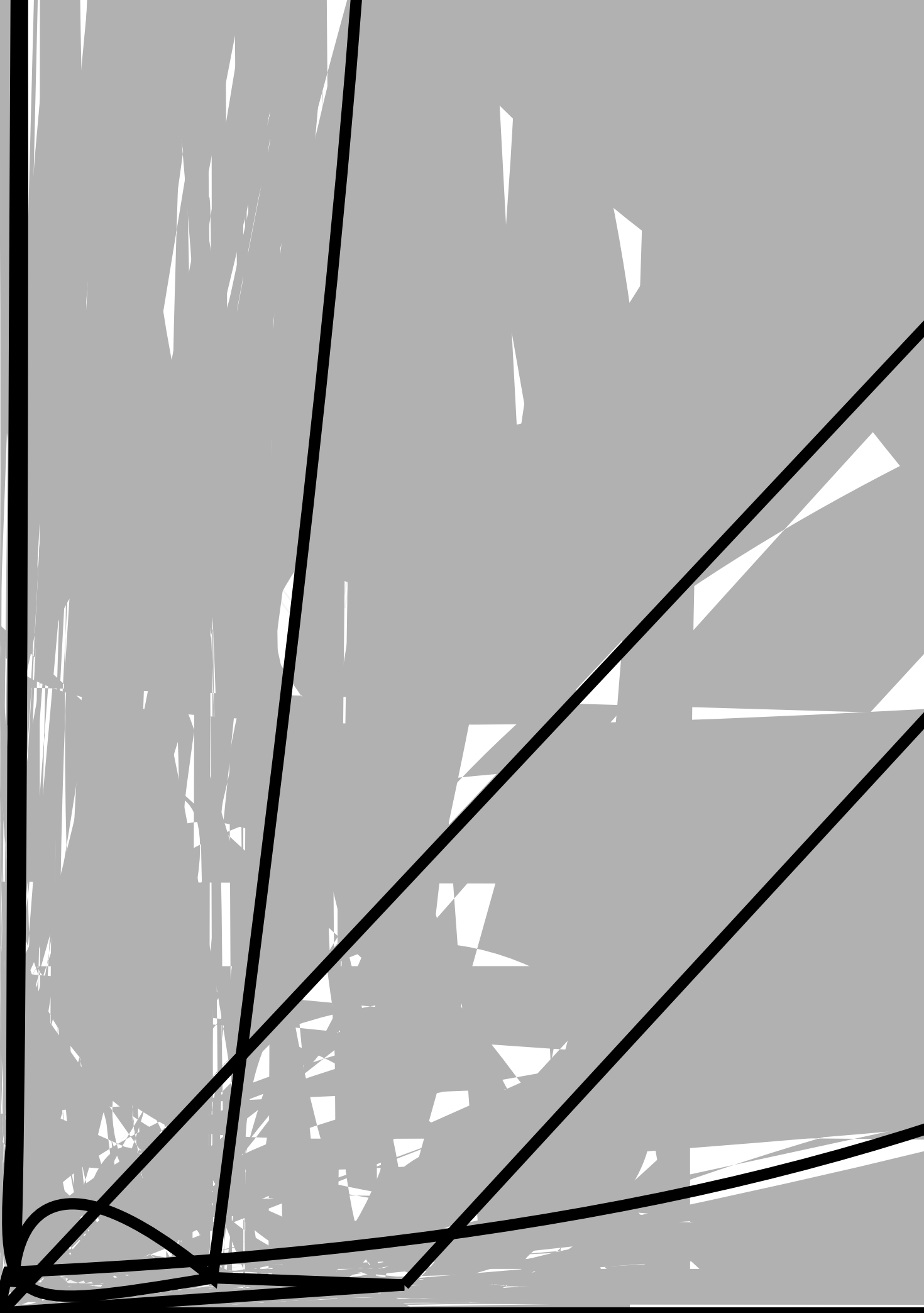
从海洋环流模式(OGCM)模拟Drake 海峡开启效应得到不尽相同的结论。Cox^[70]和England^[71]的研究认为,Drake 海峡的开启可以导致

ck. t



www.kn





www.cnki.net

