

## 青藏高原隆升使得中亚干旱区北移、干旱增强

张冉, 姜大膀, 张仲石

E-mail: zhangran@mail.iap.ac.cn

### 摘要

新生代亚洲内陆干旱气候演化是过去气候变化研究中的热点, 以往研究主要聚焦单一时期和单一因子, 亚洲内陆干旱气候演化机制仍不清楚。我们利用地球系统模式NorESM-L和通用大气模式CAM4, 聚焦新生代多个时期, 模拟研究了新生代亚洲地形、海陆分布、大气CO<sub>2</sub>含量以及南极冰盖的变化对亚洲内陆干旱气候演化的影响。模拟结果显示, 在早始新世, 亚洲内陆干旱区就已存在, 但位置偏南, 之后干旱区不断北移、变窄。通过对比发现, 海陆分布变化和全球变冷可以加强亚洲内陆干旱, 但对干旱区的经向分布影响较小, 且南极冰盖扩展对干旱区的经向分布影响较弱, 而青藏高原隆升可以使得亚洲内陆干旱区北移、变窄, 且干旱程度加强。

模拟结果与地质记录定性一致, 共同显示出, 亚洲内陆南北区域气候可能存在不同的演化过程。40°N以南区域在新生代早期已是干旱气候, 之后不断加强, 而40°N以北区域新生代早期湿润, 早中新世之后逐渐变为干旱气候, 此时干旱气候的形成很可能是由青藏高原中部和北部隆升导致的。

### 结果

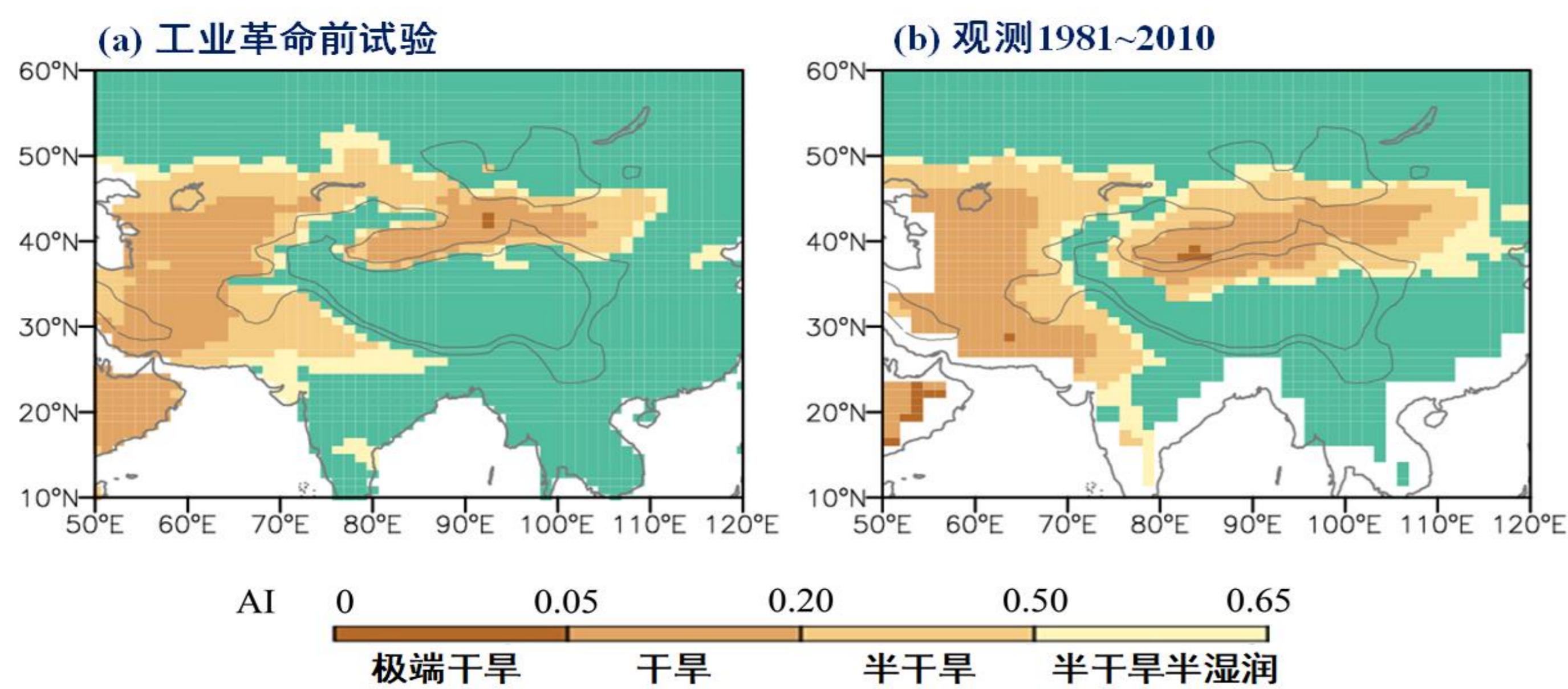


图1. 工业革命前试验和观测利用干湿指数 (AI) 得到的气候类型分布。虽然在细节上存在差异, 但整体上模拟可以合理再现观测中干旱区的空间分布

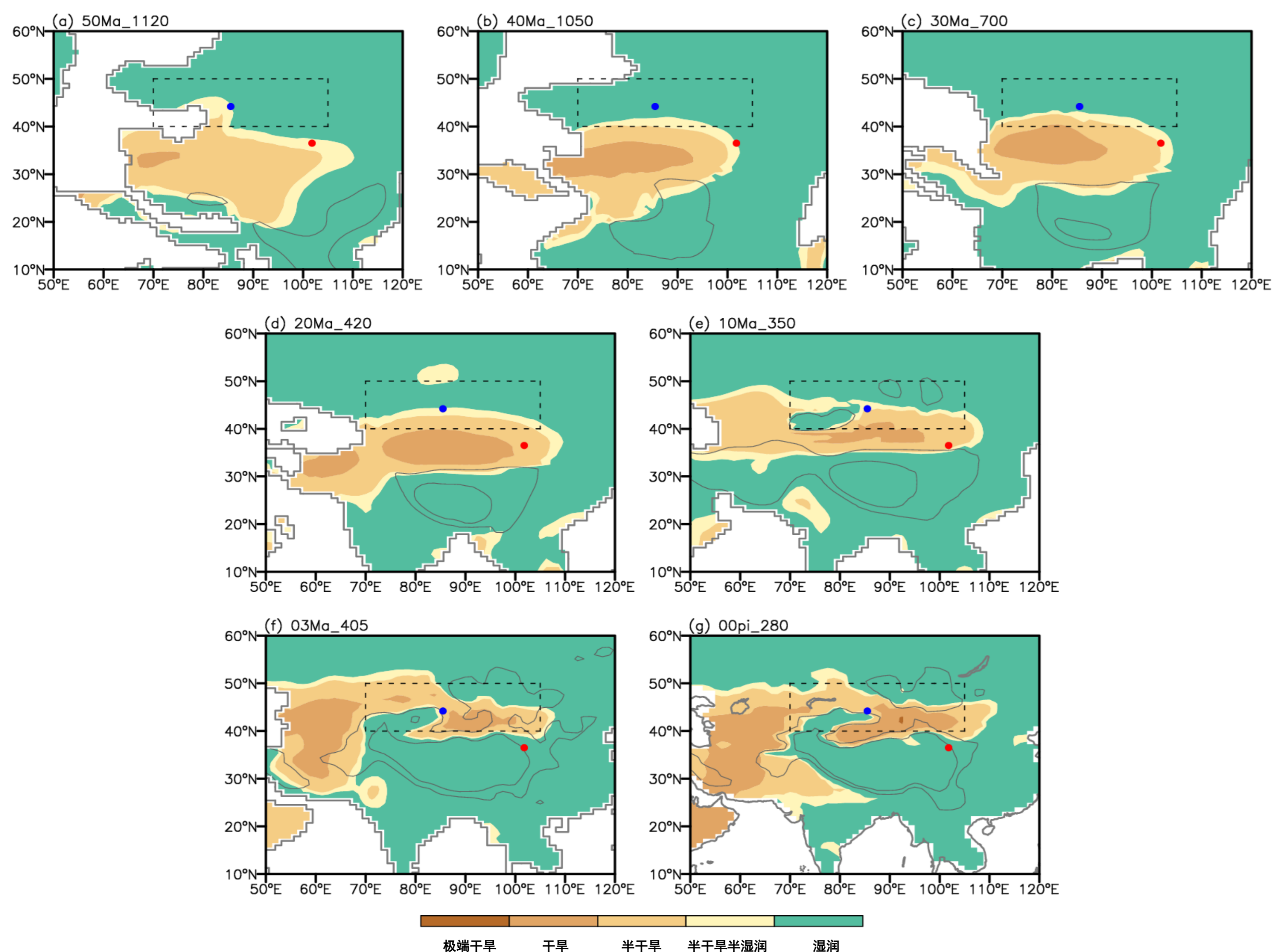


图2. 新生代不同地质时期利用干湿指数 (AI) 得到的气候类型的模拟分布。早新生代就存在干旱区, 且干旱区主要分布于20°-40°N之间, 且从中新世以来, 干旱区位置发生了明显的向北移动  
虚线黑框代表中亚区; 蓝色和红色圆点分别代表北天山和西宁盆地的现代位置

### 参考文献

Zhang, R., Zhang, Z., Jiang, D., Ramstein, G., Dupont-Nivet, G., Li, X. (2022). Tibetan Plateau made central Asian drylands move northward, concentrate in narrow latitudinal bands, and increase in intensity during the Cenozoic. *Geophysical Research Letters*, 49, e2021GL093718.

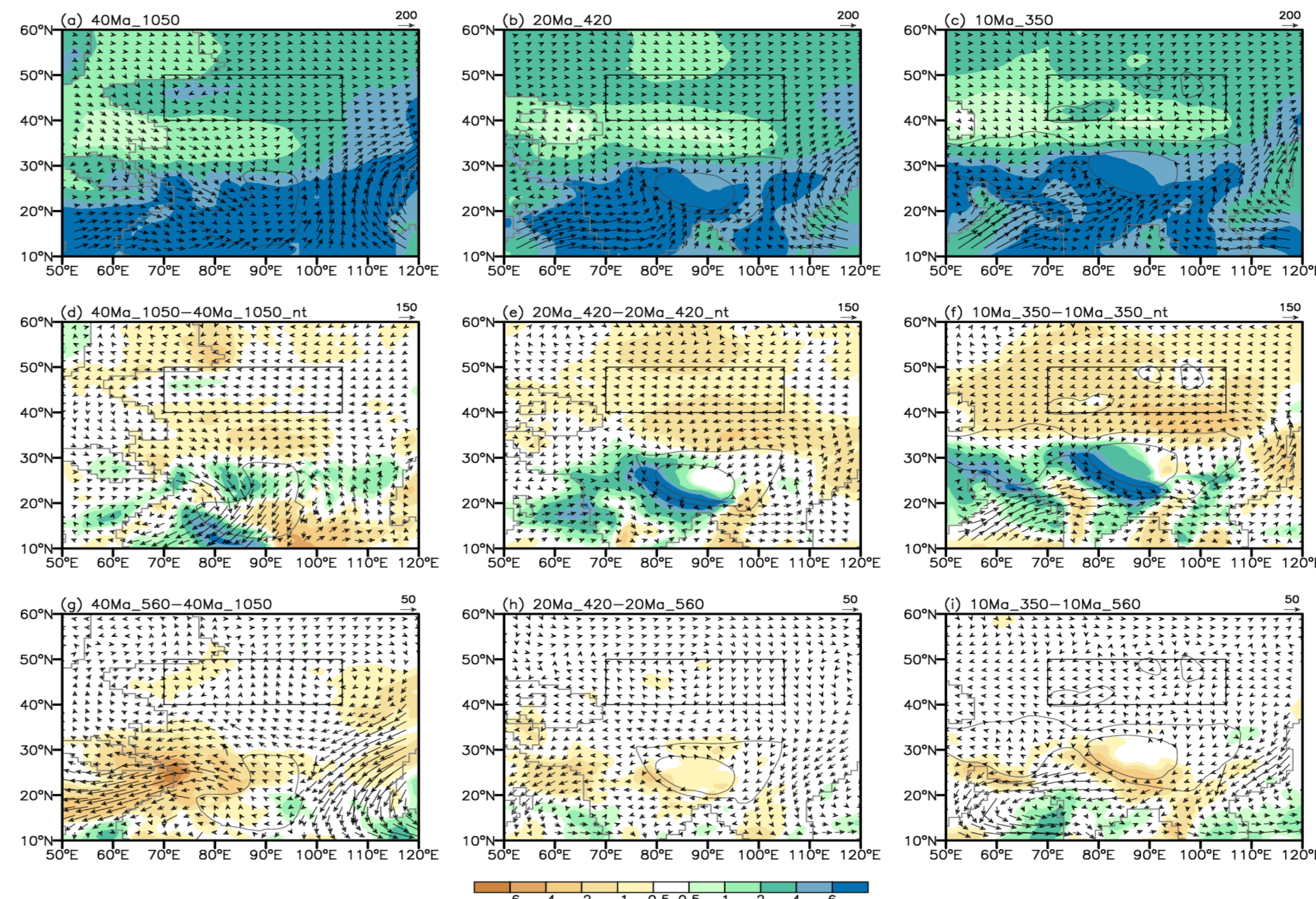


图3. 三种边界条件下模拟的夏季 (5-9月) 降水 (mm day<sup>-1</sup>) 和水汽输送 (kg m<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>) (a-c) 以及地形隆升 (d-f) 和大气CO<sub>2</sub>含量降低 (g-i) 所导致的变化。大气CO<sub>2</sub>含量降低使得水汽循环减弱, 而地形隆升造成来自海洋的水汽输送减弱以及大范围降水减少

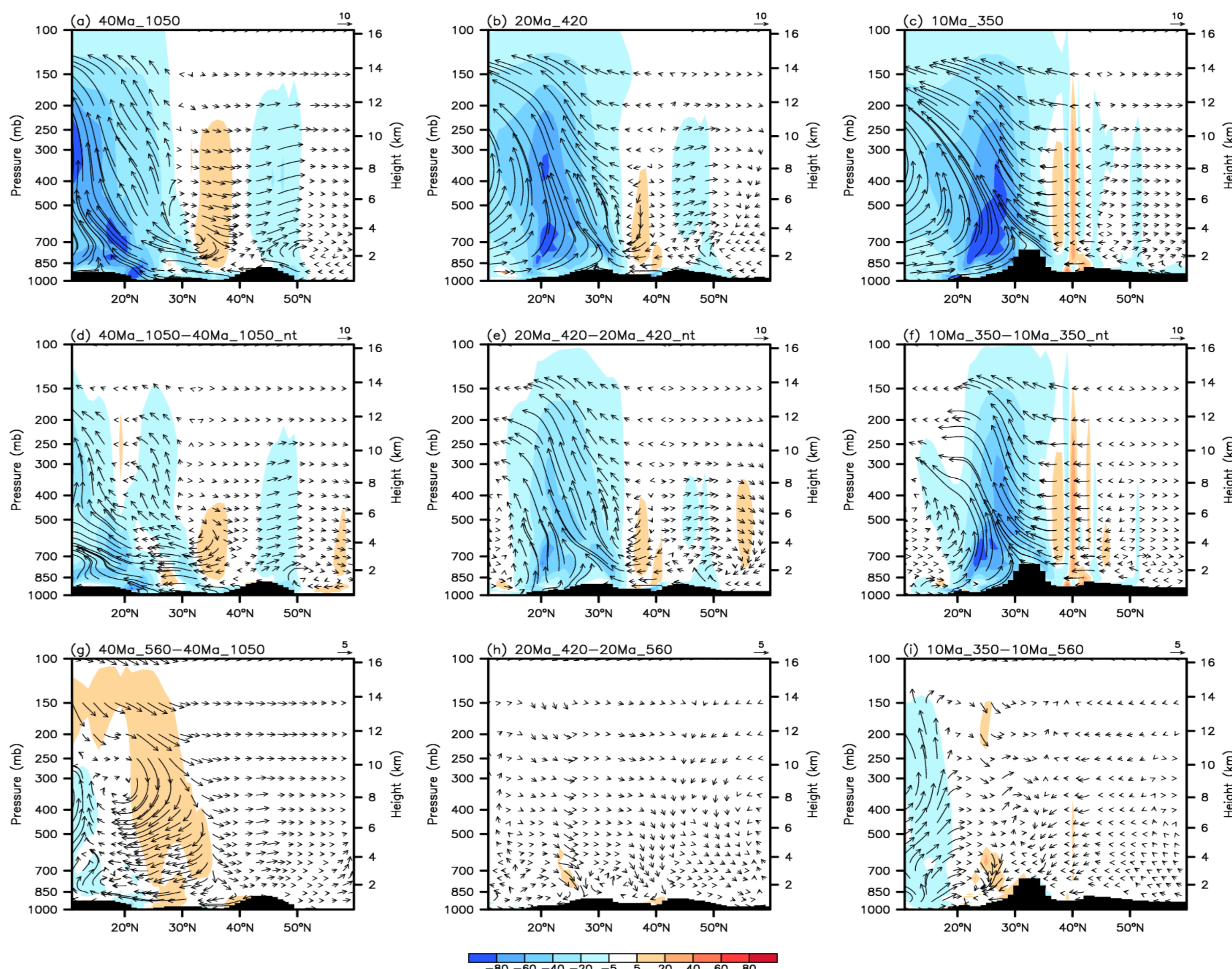


图4. 三种边界条件下模拟的夏季 (5-9月) 经向 (70°-90°E平均) 垂直速度 (hPa day<sup>-1</sup>) 和环流 (m s<sup>-1</sup>) (a-c) 以及地形隆升 (d-f) 和大气CO<sub>2</sub>含量降低 (g-i) 所导致的变化。地形隆升加强了干旱区的下沉运动从而有助于区域降水减少

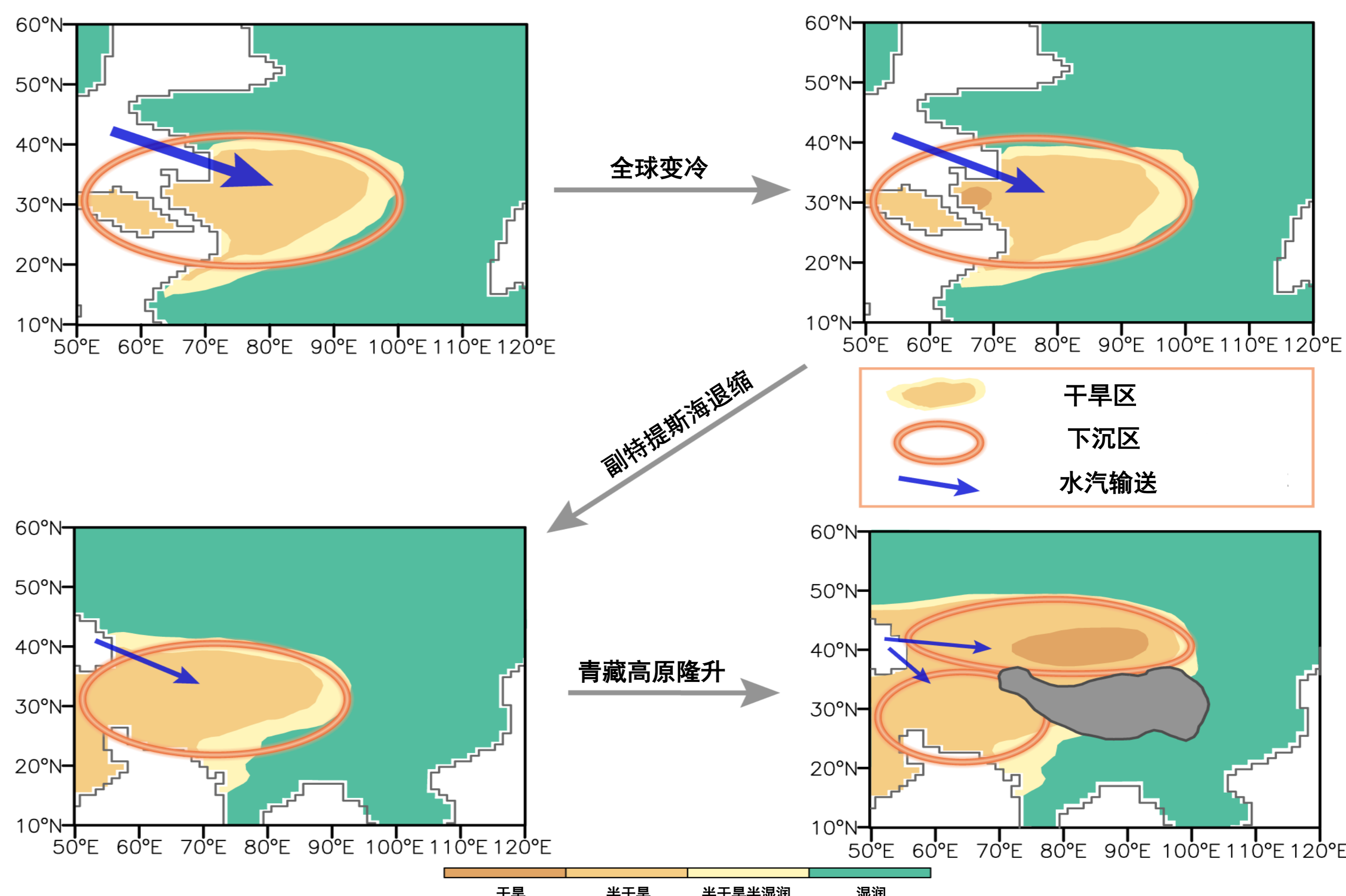


图5. 新生代全球变冷、副特提斯海退缩和青藏高原隆升对亚洲干旱区影响的示意图。海陆分布变化和全球变冷可以加强亚洲内陆干旱, 但对干旱区的经向分布影响较小, 而青藏高原隆升可以使得亚洲内陆干旱区北移、变窄, 且干旱程度加强