

No.91737204 , 2018.01-2021.12

# 探究青藏高原在全球海洋经圈环流形成中的角色

杨海军

北京大学大气与海洋科学系



国家自然科学基金委员会

National Natural Science Foundation of China

# 青藏高原重大计划

## 核心科学问题

- 青藏高原大地形如何调控全球大气环流？
- 青藏高原地-气耦合系统变化如何影响全球能量水分循环？
- 青藏高原地-气耦合系统如何影响我国灾害性天气气候？

## 科学目标

- 揭示青藏高原对全球气候及其变化的影响及机制
- 把我国青藏高原研究进一步推向世界舞台，处于国际的领军地位，为我国可持续发展做出贡献

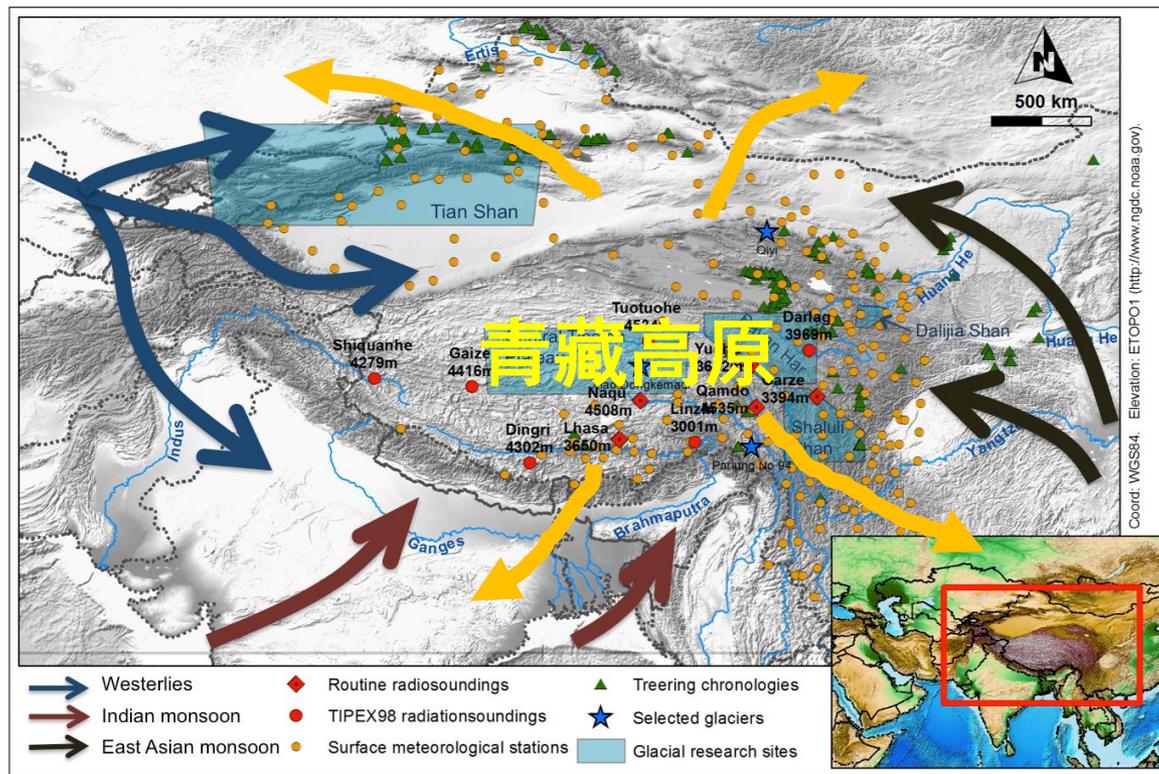
# 青藏高原：世界第三极

总面积250万km<sup>2</sup>，平均海拔4000m



# 中国科学家的卓越贡献

## 青藏高原地-气耦合及其区域环境相互作用



# 中国科学家的卓越贡献

1950'

Flohn等(1957)  
热力动力: 抬升加热与东亚大气环流和印度季风爆发的关系

季节

1980'

Ye(1981, 1982), 陈隆勋(1985), 黄荣辉(1985): 热力动力更深入, 夏季热源与夏季风; 李崇银等(1988): 高原与ENSO

季节  
年际

1990'

吴国雄等(1997, 1998, 1999): 热力季节变化, 对季风爆发时间地点的影响; Li和Yanai(1996), 赵平(1999): 热源年际变率对亚洲环流影响

季节  
年际

2000'~

段安民等(2005) 北半球年际变率; 吴国雄等(2004), 杨修群等(2004): 与ENSO和PDO相互作用; 赵平等(2007), 周秀骥(2009): 高原遥相关, 亚洲-太平洋涛动(APO)

年际  
年代际

# 科学目标之一

- 把青藏高原研究**进一步**推向世界舞台，达到国际的**领军**地位，为我国可持续发展做出贡献



# 全球海洋经圈环流

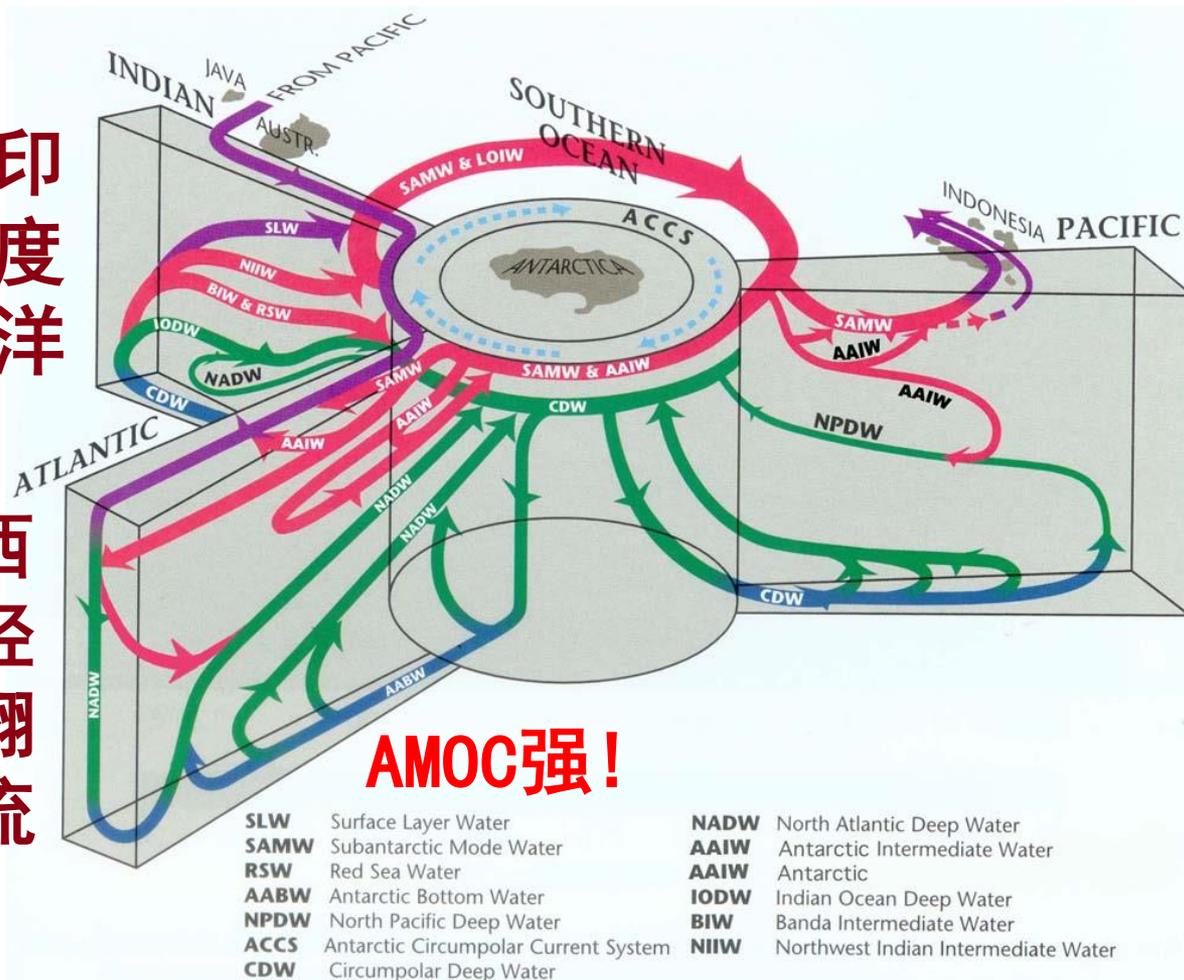
维系着整个星球的能量与淡水平衡

弱! 印度洋

大西洋经圈翻转流

AMOC强!

太平洋经圈翻转流  
PMOC非常弱!

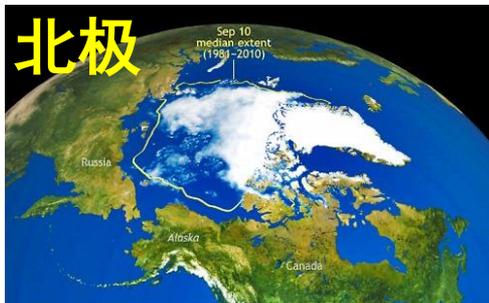


Schmitz (1997) Overturning circulation: Southern Ocean View

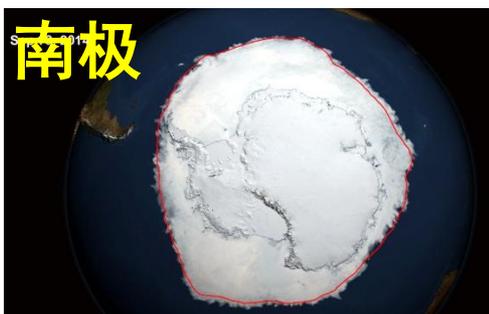
# 科学问题

1. “有/无”青藏高原，地球气候态有什么不同？
2. 如果没有青藏高原，现代全球海洋大输送带还会存在吗？
3. “有/无”青藏高原，气候态的北大西洋深水形成、AMOC有什么不同？
4. 青藏高原、落基山脉、安第斯山脉在全球海洋经圈环流气候态塑造中的相对贡献如何？分别对全球能量-水汽循环有何影响？

# “有”或“没有”是个根本问题！



- 格陵兰岛陆冰全部融化将导致海平面升高**7**米



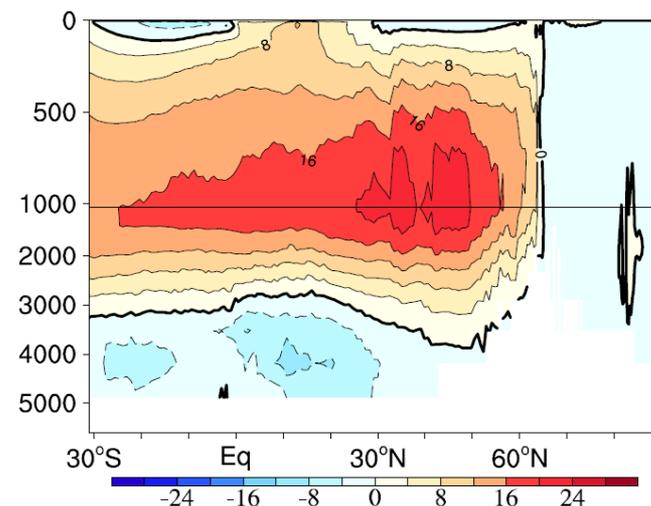
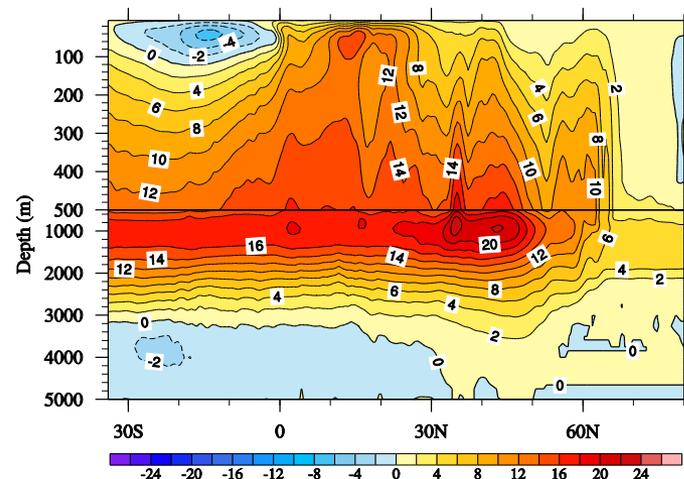
- 70%的淡水，90%的冰，全部融化将导致海平面升高**61**米



- “**没有**”青藏高原，冰川融化将导致海平面升高？地球基本气候态？

# 耦合气候系统模式

- 美国国家大气研究中心**CESM1.0**
  - 大气CAM5；海洋POP2
  - 陆面CLM4；海冰CICE4
  - 陆冰Glimmer-CISM
  
- 中国科学院大气所**FGOALS-s2**
  - 大气SAMIL2；海洋LICOM2
  - 陆面CLM3；海冰CSIM5



# 技术路线和试验手段

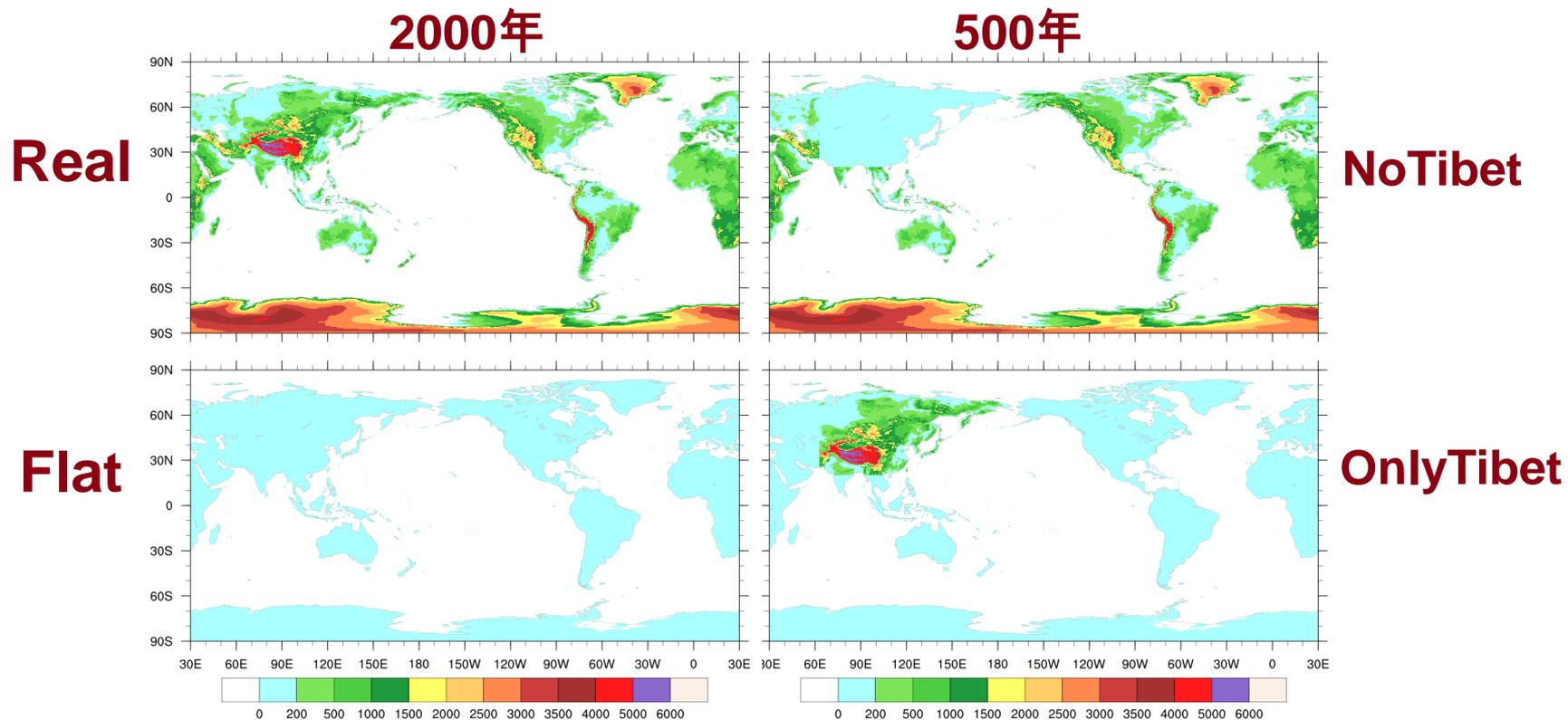
## □ CESM1.0

- 真实地形基准试验CTRL; 全球平板G-Flat; 2000年
- 无青藏No-Tibet; 仅青藏Only-Tibet;

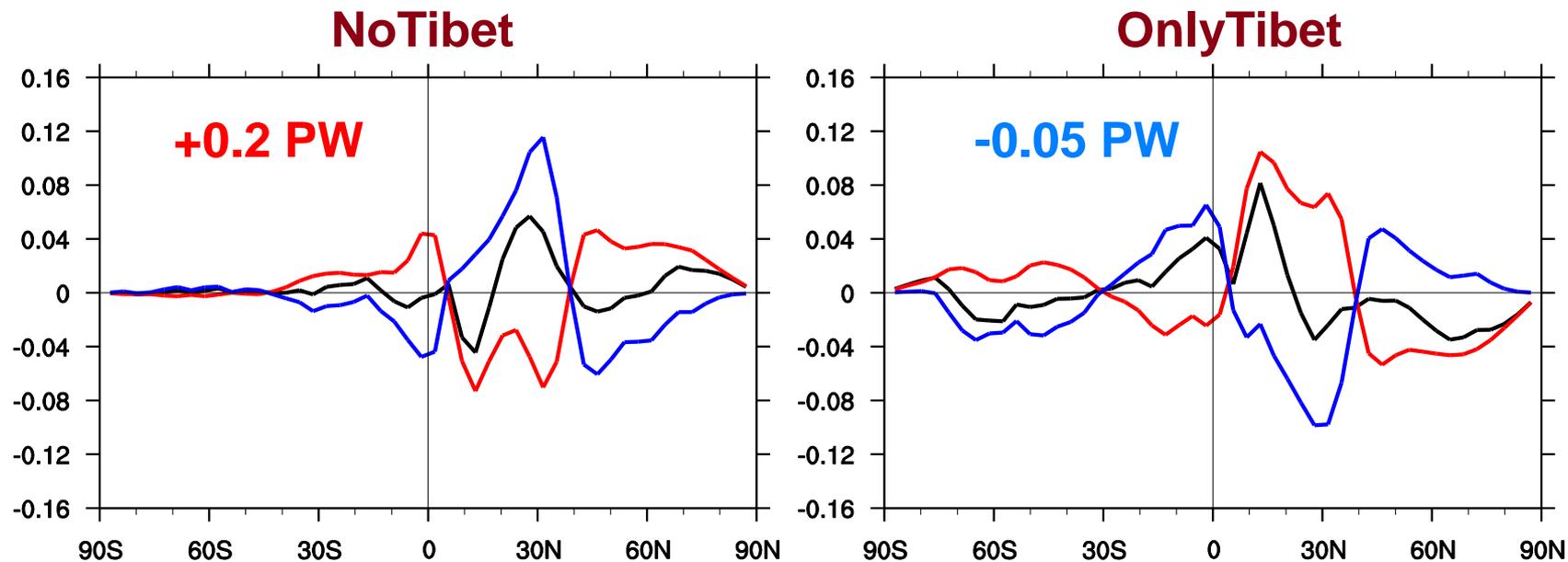
## □ FGOALS-s2

- CTRL; G-Flat
- No-Tibet; No-Rocky; No-Andes

# 模式地形

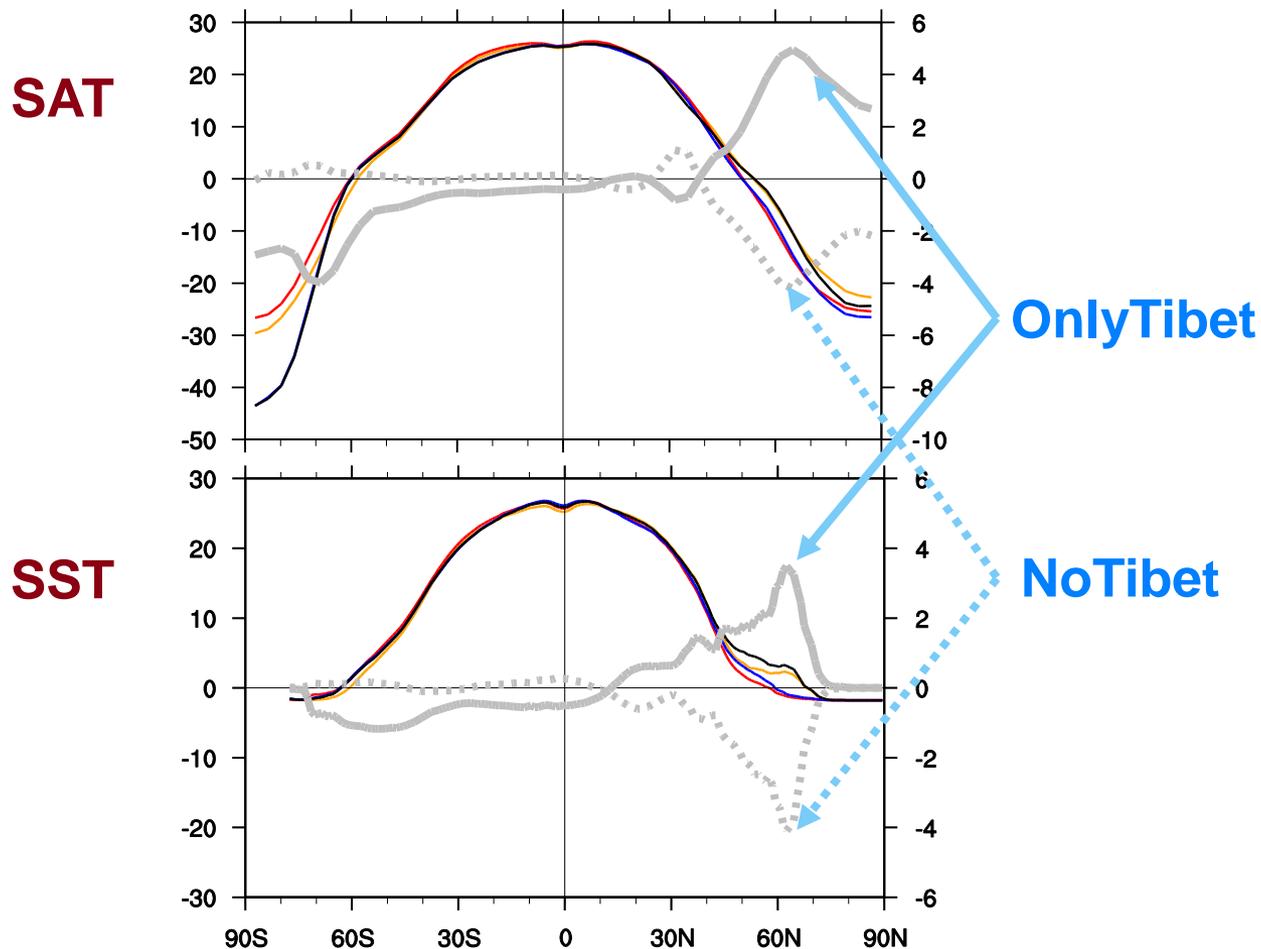


# 年平均TOA能量平衡



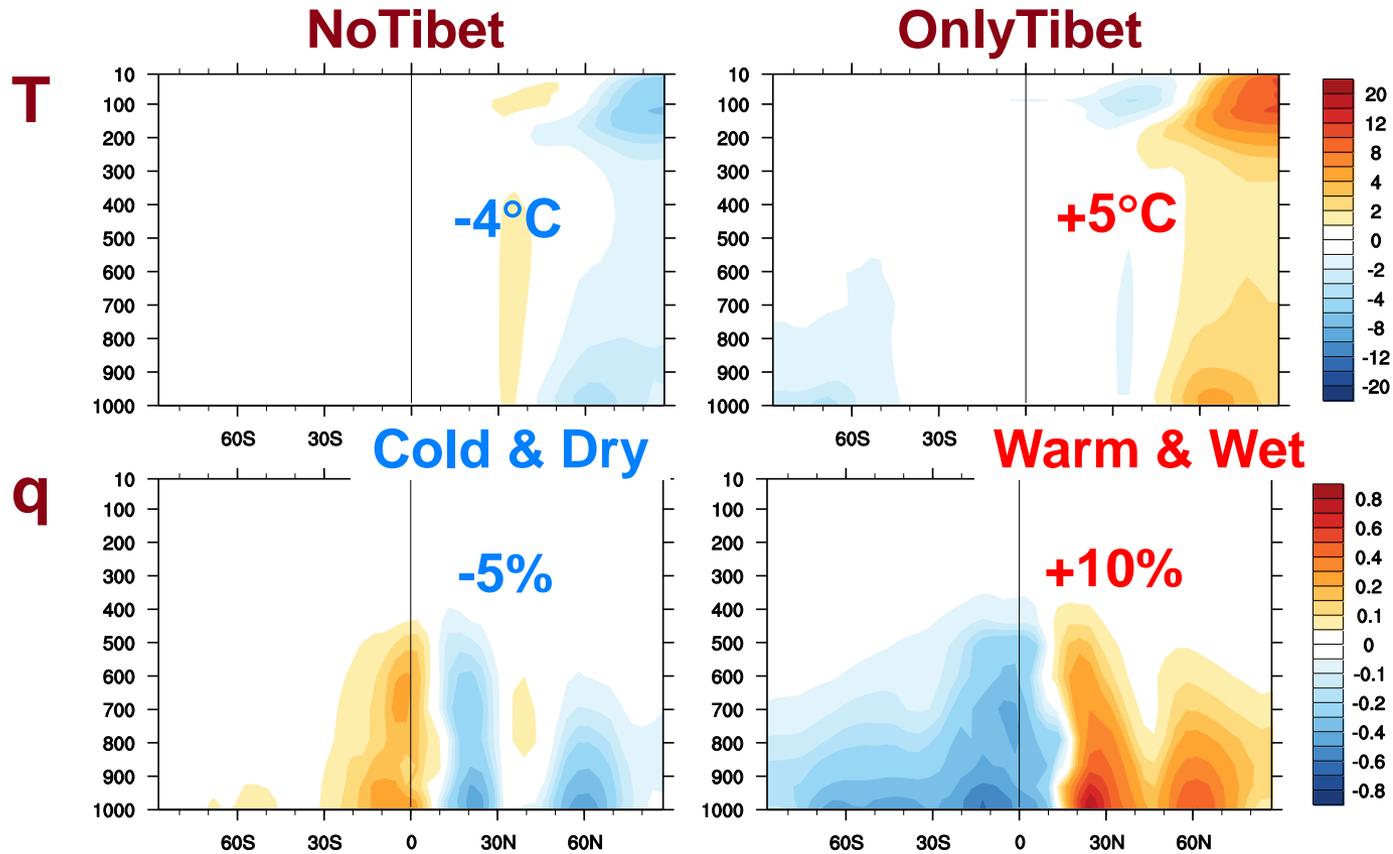
- 大气层顶SW，LW互为反相变化
- 青藏高原能够影响到南半球高纬度

# 年平均SAT和SST

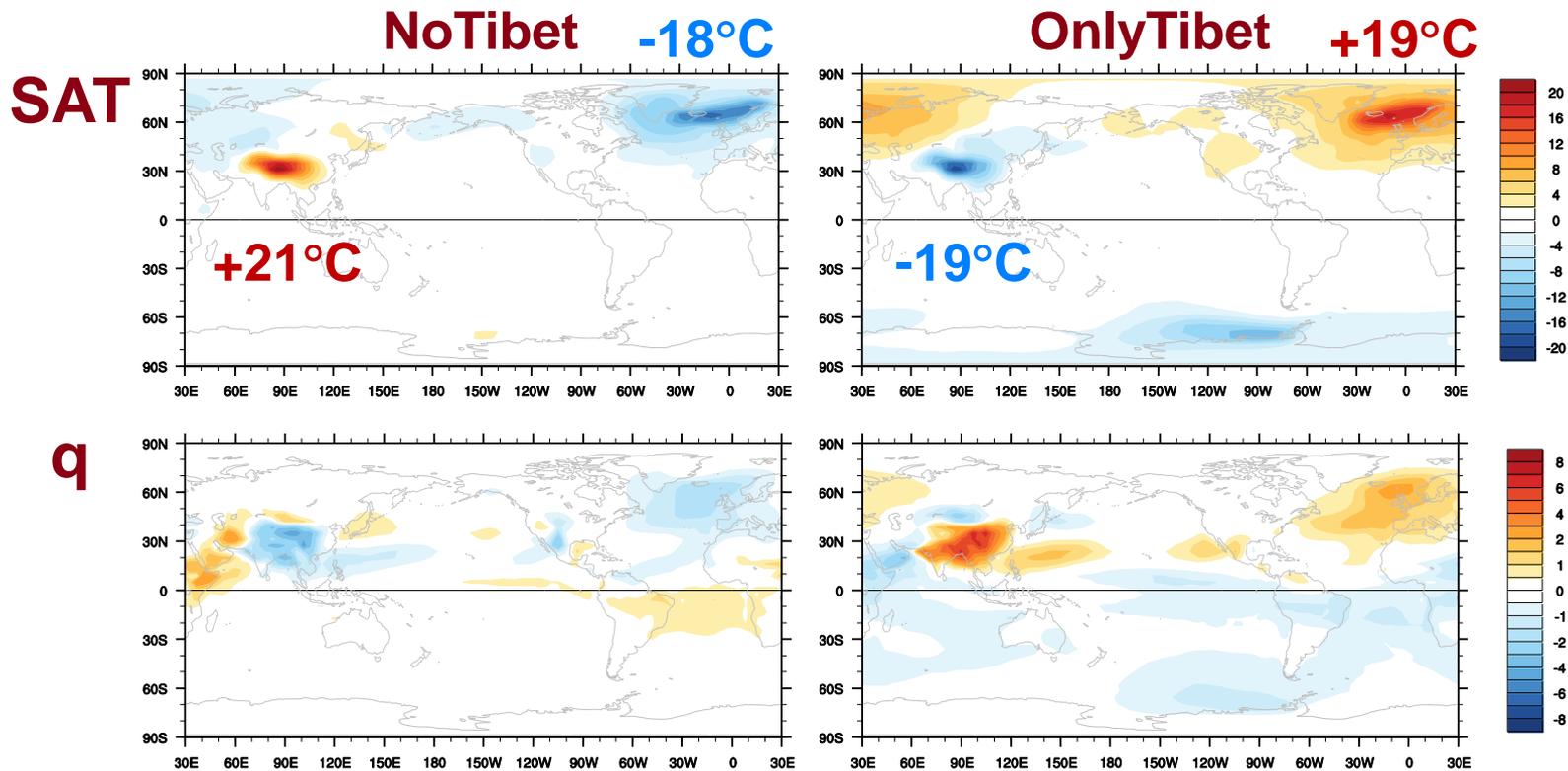


NoTibet:  $-0.4^{\circ}\text{C}$  / OnlyTibet:  $+0.1^{\circ}\text{C}$

# 年平均大气温度与湿度

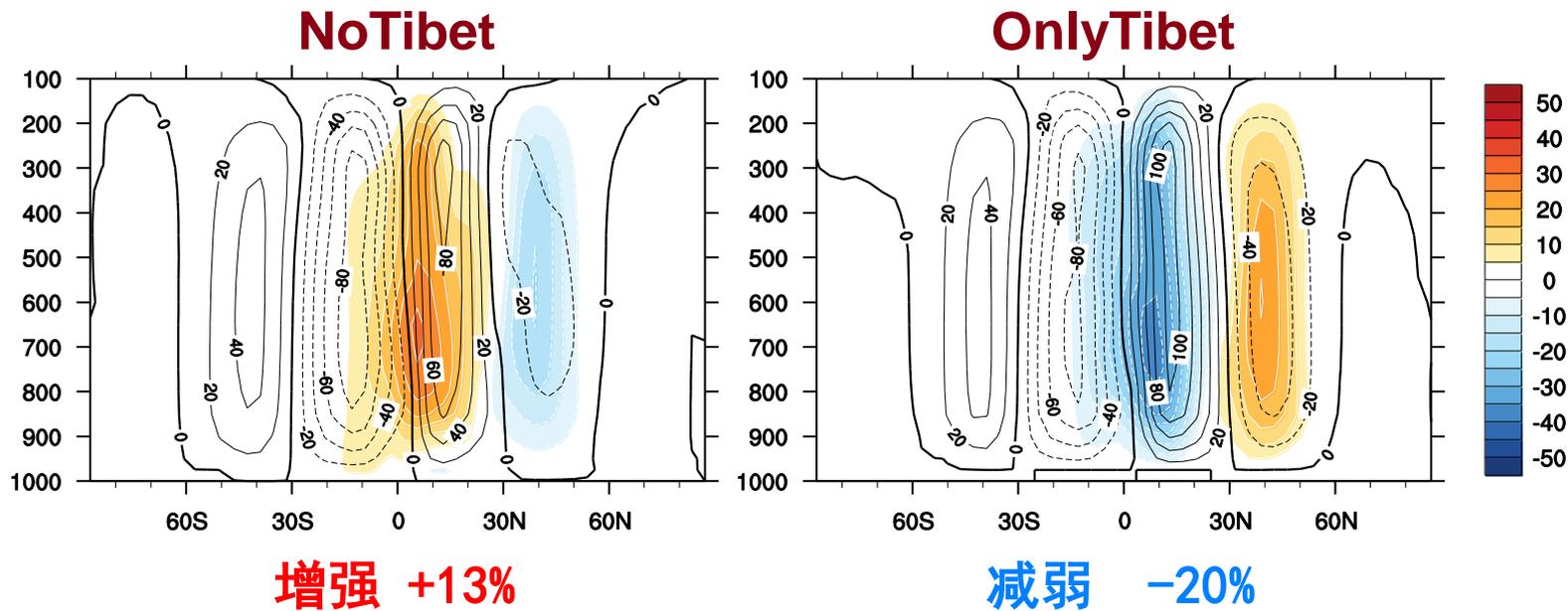


# 年平均SAT和湿度

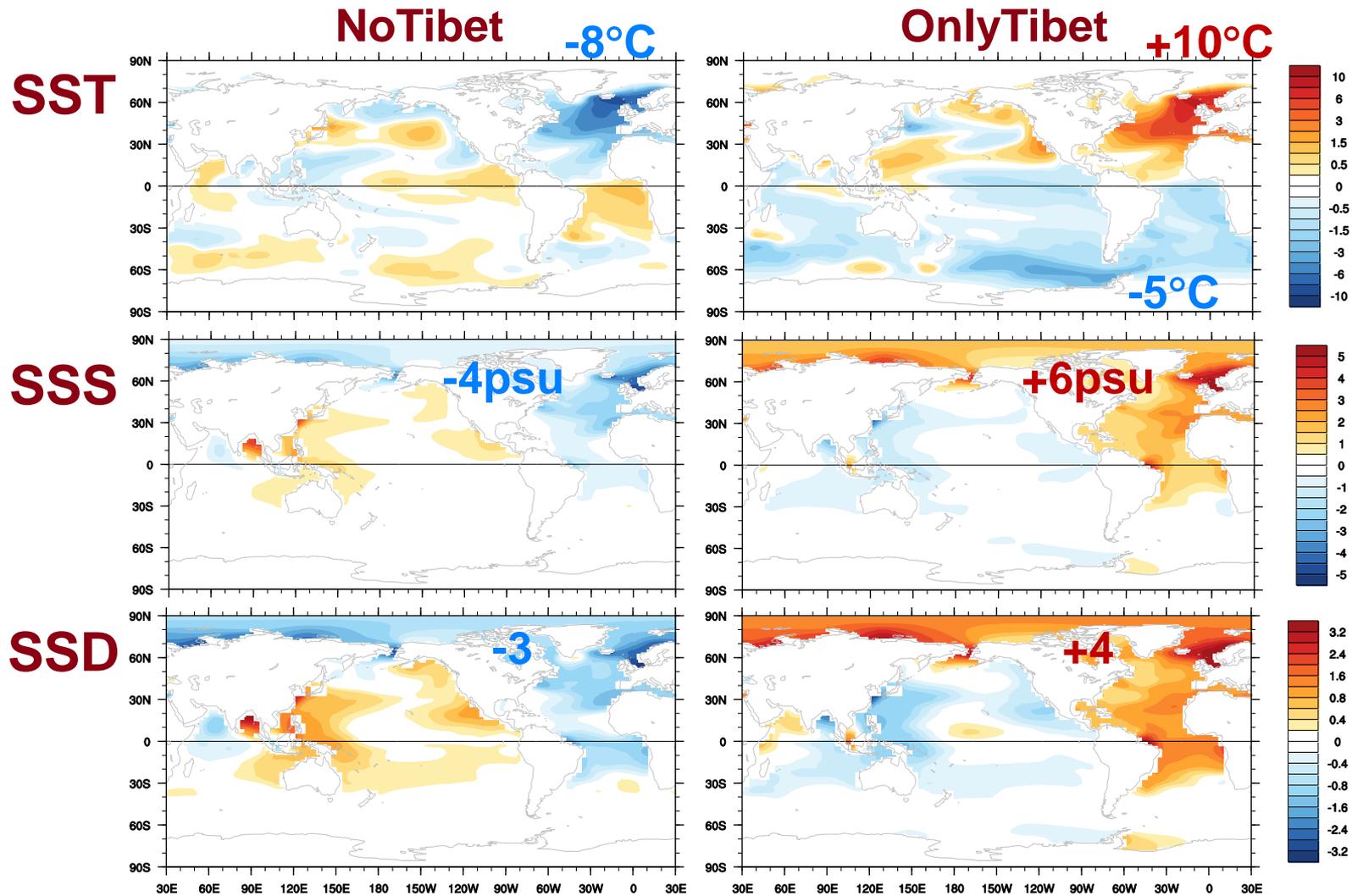


- 局地：青藏高原
- 远方：北大西洋；南方海洋

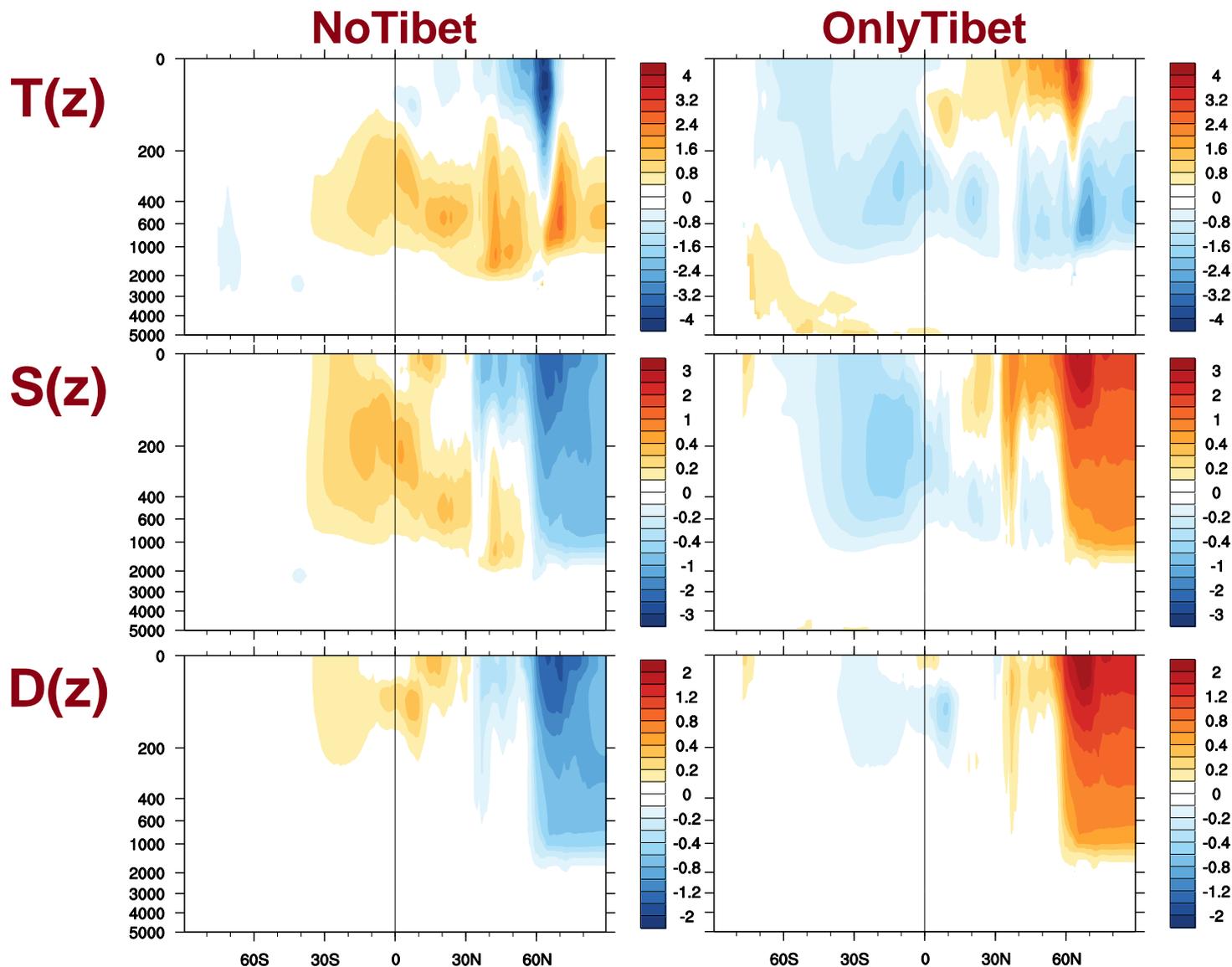
# 年平均Hadley环流



# 年平均海洋海面温度、盐度和密度变化



# 全球海洋温度、盐度和密度变化



# 初步结论

		NoTibet	OnlyTibet
Atmos	TOA (PW)	+0.2	-0.04
	Air T (°C)	-4.0	+6.0
	SAT (°C)	-18.0	+19.0
	Air q (%)	-5.0	+10.0
	HC (%)	+13	-20
Ocean	SST (°C)	-8.0	+10.0
	SSS (psu)	-4.0	+6.0
	SSD (kg/m <sup>3</sup> )	-3.0	+4.0



LaCOAS  
北京大学气候与海-气实验室

谢谢

对全球大气环流及海洋环流有重大影响