

粤港澳气候与健康专题交流会

21世纪香港极端温暖及潮湿日数的估算

唐恒伟 黄秋平 李细明

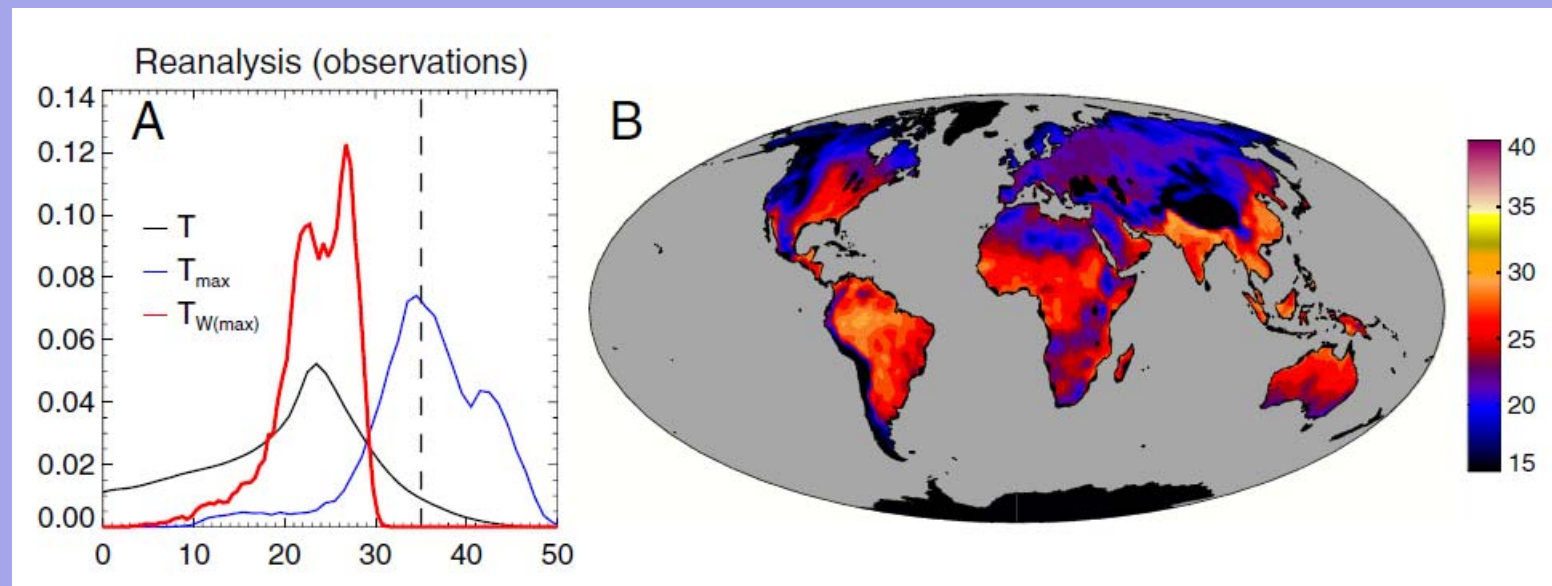
香港天文台

引言

- 在全球暖化的背景下，一般预料暑热压力会升高，人体舒适度会下降，引起公众关注气候暖化对人类健康的影响。
- 湿球温度与湿润表面的散热程度有关，是一个暑热压力的基本指标。高湿球温度表示环境既暖又湿，散热较困难。
- 人体皮肤温度为 35°C ，当环境湿球温度超过 35°C ，汗水很难挥发，最终会导致体温过高，所以 35°C 的湿球温度被视为衡量人体适应能力的阈值。

引言

- Sherwood et al利用NCEP再分析资料，发现在1999-2008年期间，地球陆地上的年最高湿球温度都没有超过 31°C 。
- 年最高湿球温度 $\geq 30^{\circ}\text{C}$ \rightarrow 面临极端暑热压力



(引自图1, “Sherwood, S. C. and M. Huber, 2010: An adaptability limit to climate change due to heat stress. *Proc. Natl Acad. Sci.*, **107**, 9552-9555”)

我们的研究

- 利用政府间气候变化专门委员会第五份评估报告中的CMIP5模式逐日数据进行降尺度统计分析，以推算21世纪香港每年最高湿球温度的趋势和每年极端「暖湿」日数的变化，并探讨在不同温室气体浓度情景下香港「暖湿」季节长度的变化。

资料

- 观测资料：1966-2005香港天文台日最高湿球温度
- 预报因子：1966-2005 NCEP 20世纪再分析(20CR)资料
华南平均(108-120E,16-30N)
- 未来推算：2006-2100 CMIP5模式逐日数据

CMIP5模式

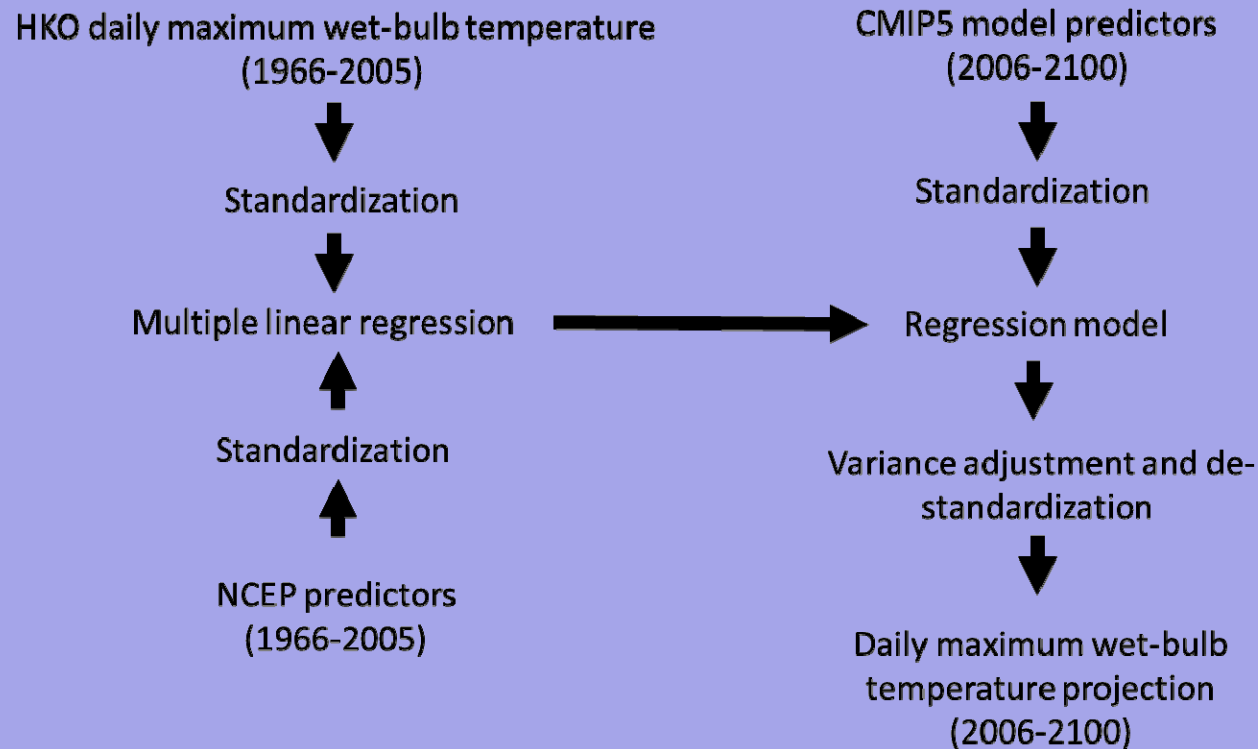
| 模式 | 模式中心 | RCP4.5 | RCP8.5 | RCP2.6 | RCP6.0 |
|----------------|-----------|--------|--------|--------|--------|
| ACCESS1-0 | CSIRO | ✓ | ✓ | | |
| BCC-CSM1-1 | BCC | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| BNU-ESM | BNU | ✓ | ✓ | ✓ | |
| CanESM2 | CCCma | ✓ | ✓ | ✓ | |
| CNRM-CM5 | CNRM | ✓ | ✓ | ✓ | |
| CSIRO-Mk3-6-0 | CSIRO | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| GFDL-ESM2G | NOAA GFDL | ✓ | ✓ | | ✓ |
| GFDL-ESM2M | NOAA GFDL | ✓ | ✓ | | ✓ |
| HadGEM2-CC | UKMO Had | ✓ | ✓ | | |
| IPSL-CM5A-LR | IPSL | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| IPSL-CM5A-MR | IPSL | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| IPSL-CM5B-LR | IPSL | ✓ | ✓ | | |
| MIROC5 | MIROC | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| MIROC-ESM | MIROC | ✓ | ✓ | | |
| MIROC-ESM-CHEM | MIROC | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| MPI-ESM-LR | MPI | ✓ | ✓ | ✓ | |
| MRI-CGCM | MRI | ✓ | ✓ | | ✓ |
| Nor-ESM1-M | NCC | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| MPI-ESM-MR | MPI | ✓ | ✓ | ✓ | |
| ACCESS1-3 | CSIRO | ✓ | ✓ | | |
| BCC-CSM1-1-m | BCC | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| CMCC-CMS | CMCC | ✓ | ✓ | | |
| CMCC-CM | CMCC | ✓ | ✓ | | |

为配合NCEP 20CR解析度，CMIP5资料利用双线插值法重新网格化到2x2度

预报因子

| 預報因子組 | 預報因子 |
|-------|-------------------------|
| 組1 | 1000hPa日最高温度、850hPa比湿 |
| 組2 | 1000hPa日最高温度、850hPa相对湿度 |

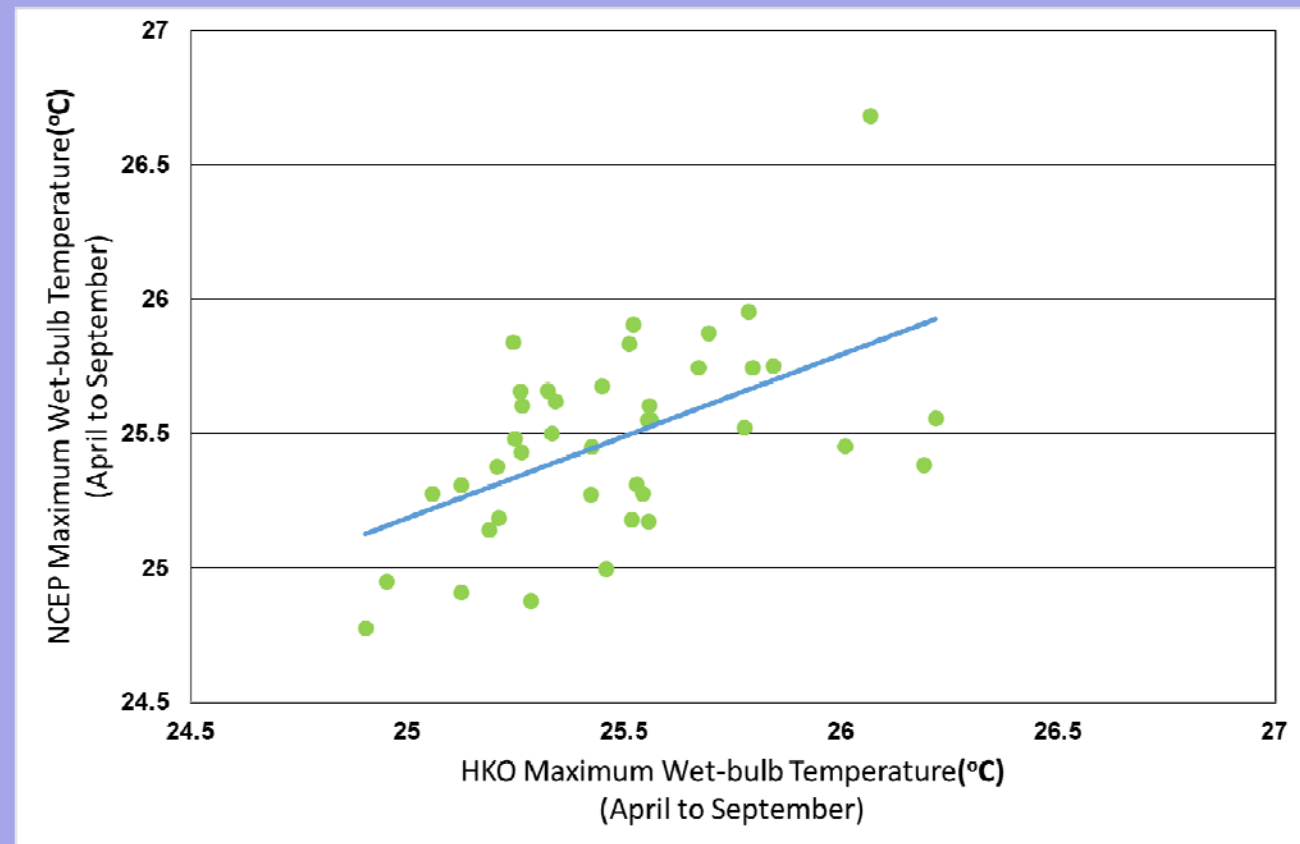
降尺度统计分析流程



交叉验证

先排除5年资料(1966-1970)，然后利用余下资料(1971-2005)建立统计模型，再预测1966-1970这5年的数据并进行验证
再排除1971-1975的资料，然后利用余下资料(1966-1970, 1976-2005)建立统计模型，再预测1971-1975这5年的数据并进行验证
如此类推...

观测数据和预测值的相关系数为**0.54**且统计显著



验证

利用CMIP5模式资料，输入已经训练的统计模式，评估CMIP5模式和统计模式模拟现在气候的能力

| | TWX (°C) | TWX99 (日数) |
|------------|-------------|---------------|
| 降尺度结果 | 25.5 | 6.2 |
| 观测 | 25.5 | 3.9 |
| 观测的 标准差 | 0.3 | 3.8 |

TWX：平均日最高湿球温度(4月至9月, 1966 - 2005)

TWX99：每年日最高湿球温度 \geq 第99百分位数(P_{99}) 日数 (4月至9月, 1966 - 2005)

「暖湿」日子定义

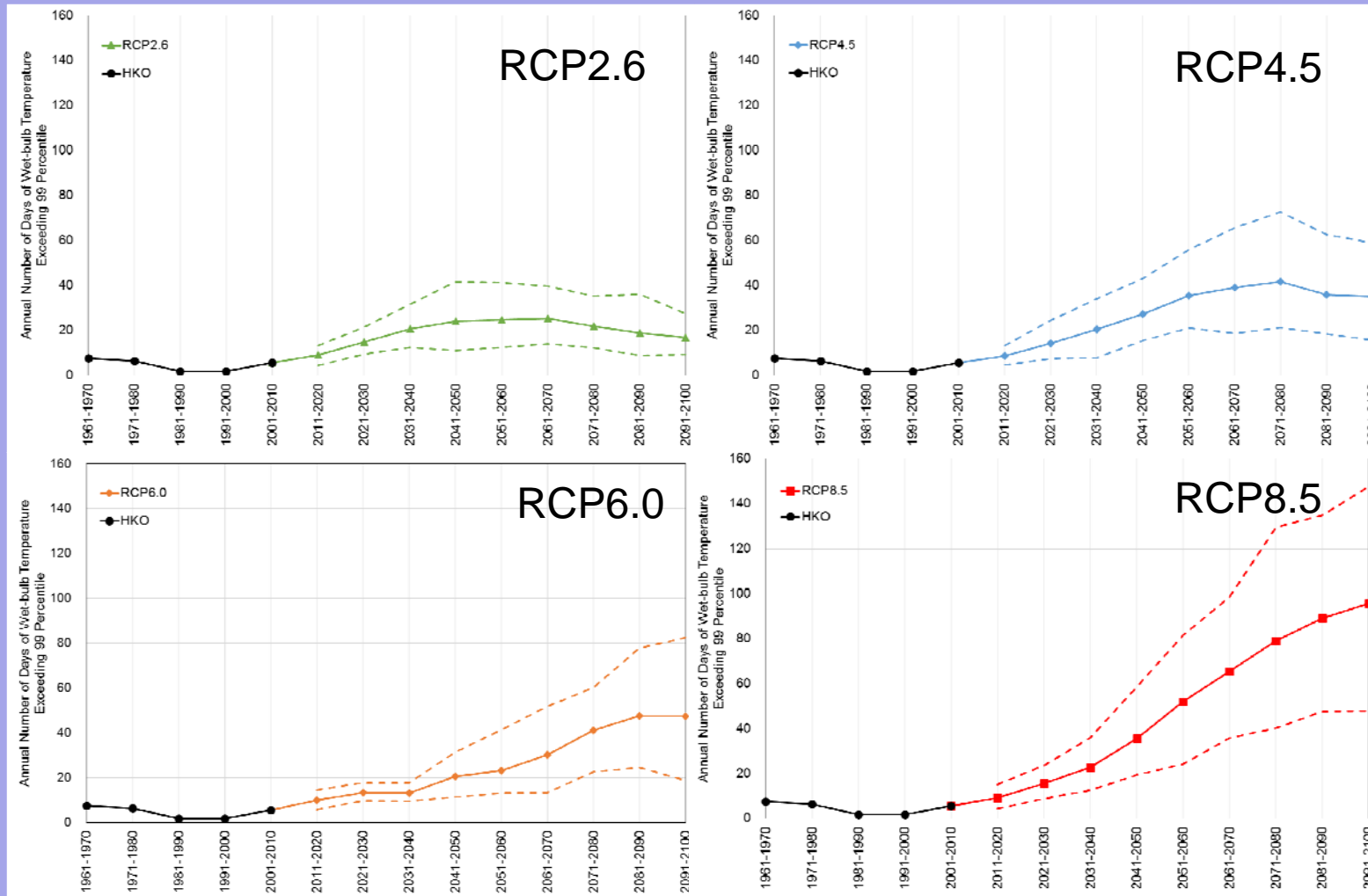
「暖湿」日子：日最高湿球温度 \geq 第75百分位数(P_{75})

P_{75} \rightarrow 26.3°C (1966-2005)

极端「暖湿」日子：日最高湿球温度 $\geq P_{99}$

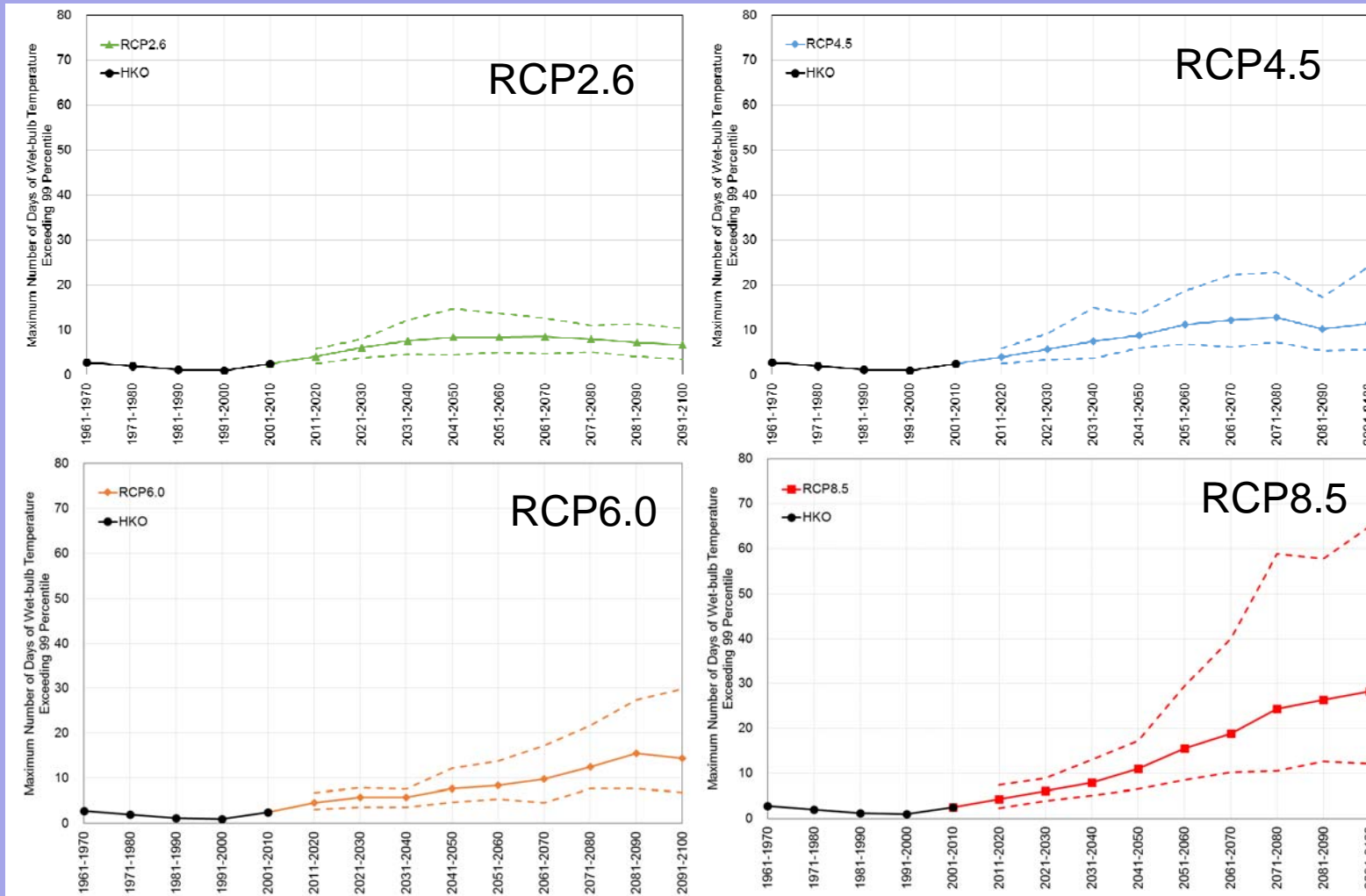
P_{99} \rightarrow 28.2°C (1966-2005)

极端「暖湿」日数推算



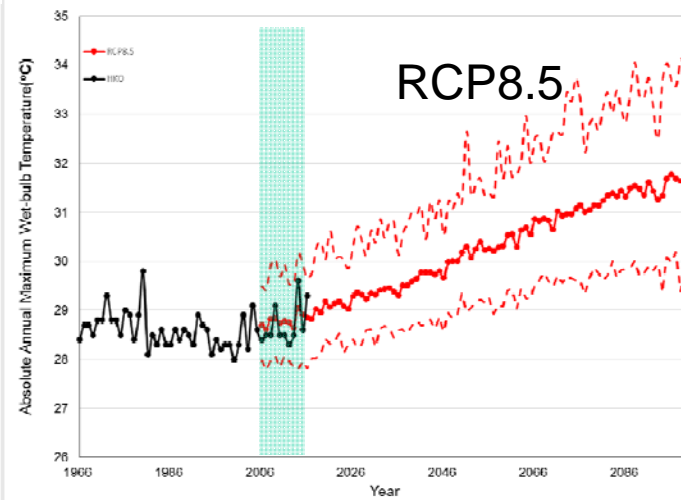
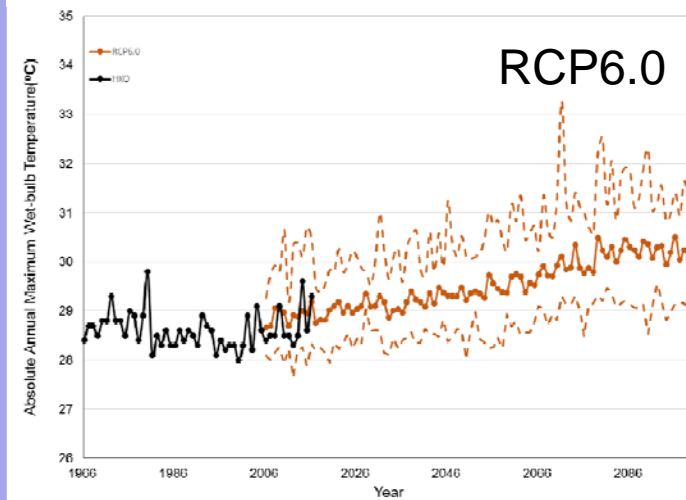
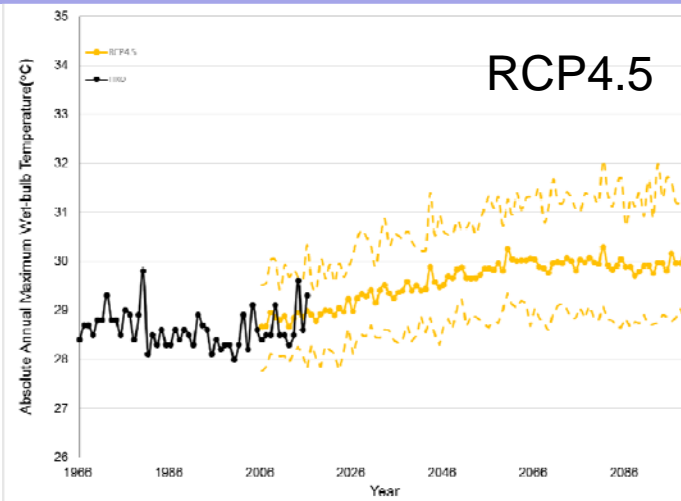
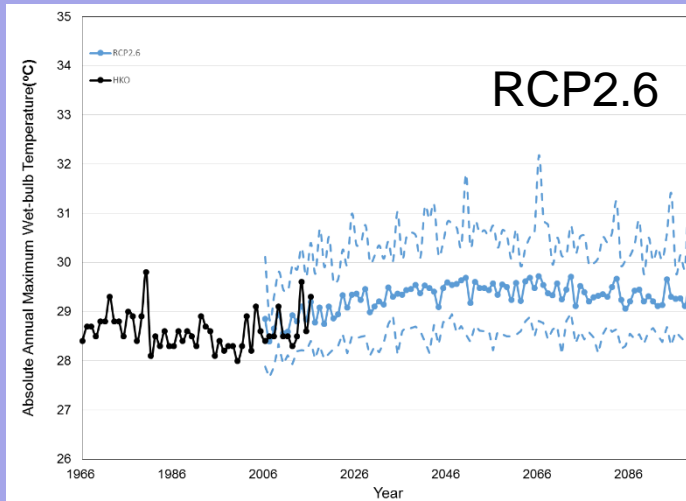
任何一种温室气体浓度情景下，极端「暖湿」日数都有上升趋势

连续极端「暖湿」日数推算



任何一种温室气体浓度情景下，连续极端「暖湿」日数都有上升趋势

年最高湿球温度推算

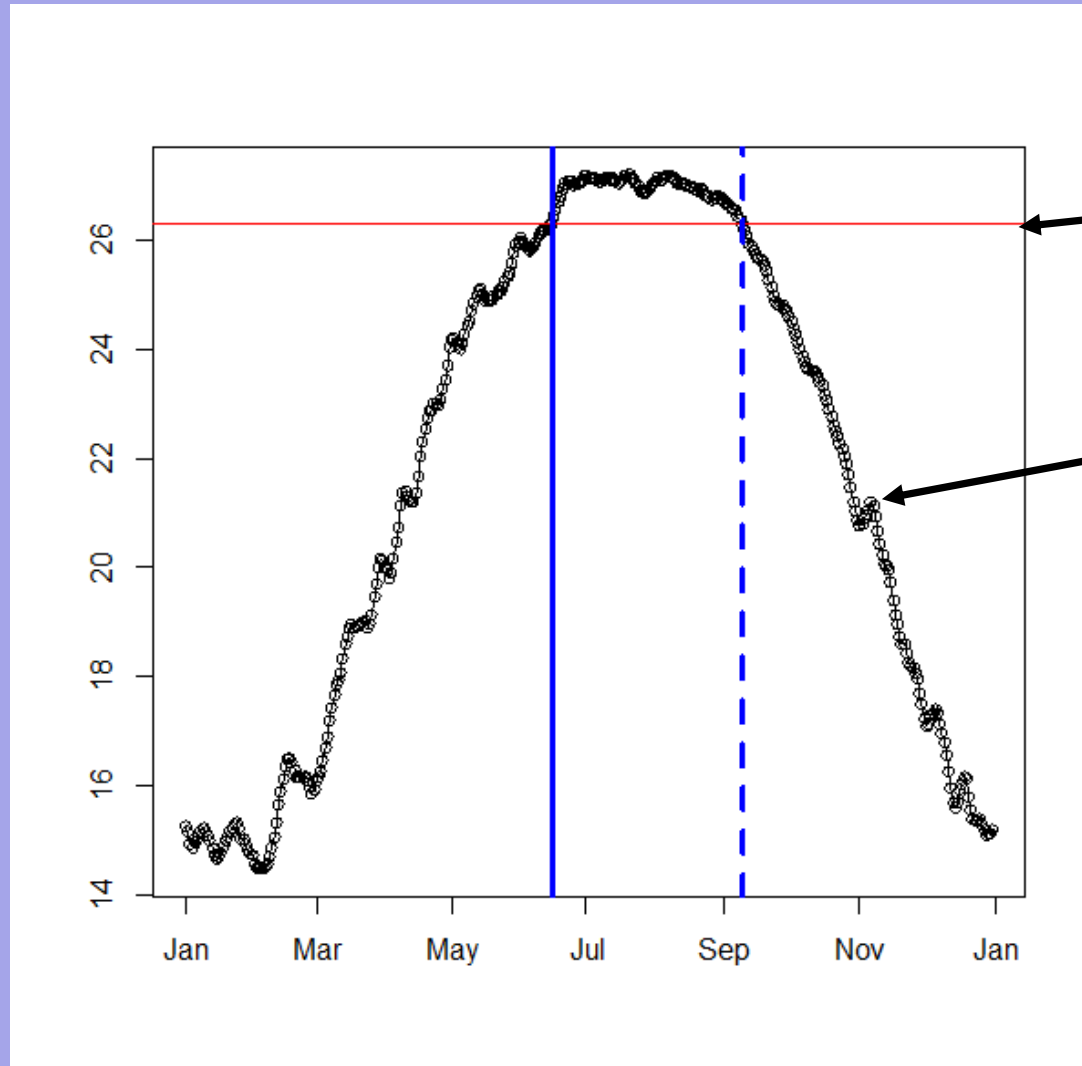


RCP4.5、RCP6.0：年最高湿球温度 $\geq 30^{\circ}\text{C}$

RCP8.5：年最高湿球温度 $\geq 31^{\circ}\text{C}$

「暖湿」季节长度推算

1966-2005 「暖湿」季节

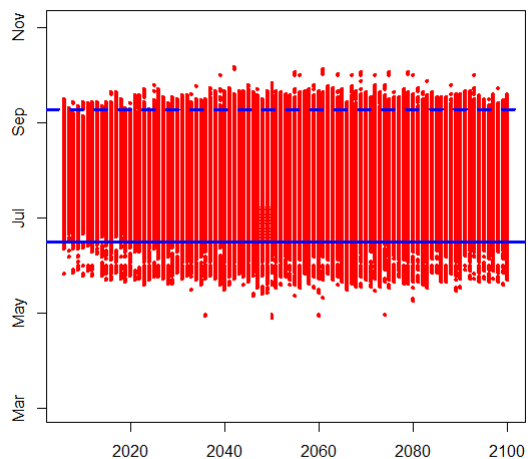


$P_{75}(26.3^{\circ}\text{C})$

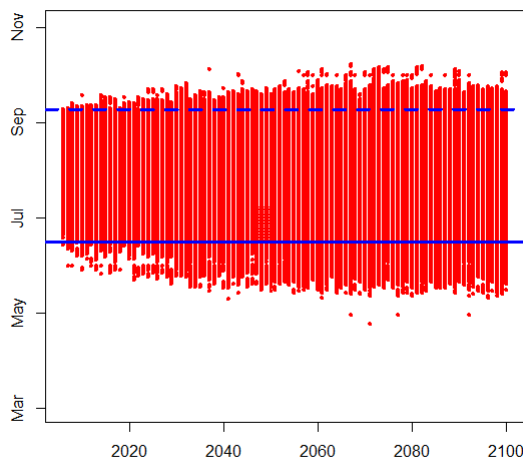
5天移动平均值

「暖湿」季节长度推算

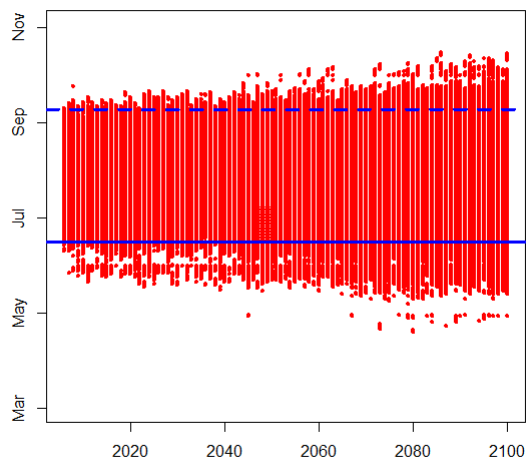
RCP2.6



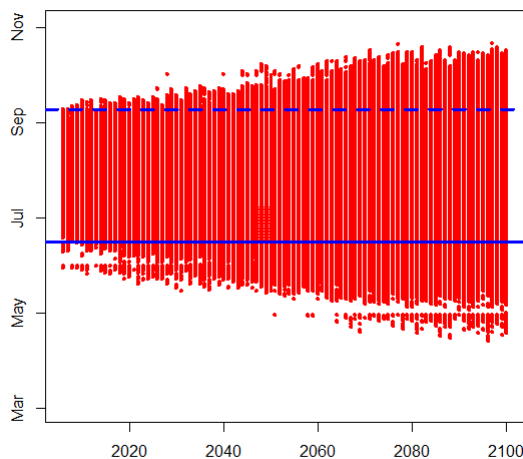
RCP4.5



RCP6.0



RCP8.5



红色点代表
「暖湿」日子

RCP8.5：「暖湿」季节提早开始并延伸到10月

总结

- 推算结果显示即使在RCP4.5和RCP6.0温室气体浓度情景下，连续极端「暖湿」日数和年最高湿球温度都有上升趋势。
- 「暖湿」季节长度变长。
- 未来人类健康会承受更高的风险。户外工作人士、已经患有疾病的人、健康状况已经衰弱的长者将面临较高风险，需要识别受到最大风险的人群，并考虑如何给予支援。

谢谢！