Introduction to Atmospheric Science

大气科学导论

Jintai Lin 林金泰

Dept. of Atmospheric & Oceanic Sciences, School of Physics

linjt@pku.edu.cn

http://www.pku-atmos-acm.org/

课件改编自俞妍老师课件

北京大学 PEKING UNIVERSITY

课程信息

上课时间：1-16周 每周一 5-6节

上课地点：理教211

考试时间：2024年6月16日

助教：王思杰（wangsijie@stu.pku.edu.cn）

办公室：物理大楼中502

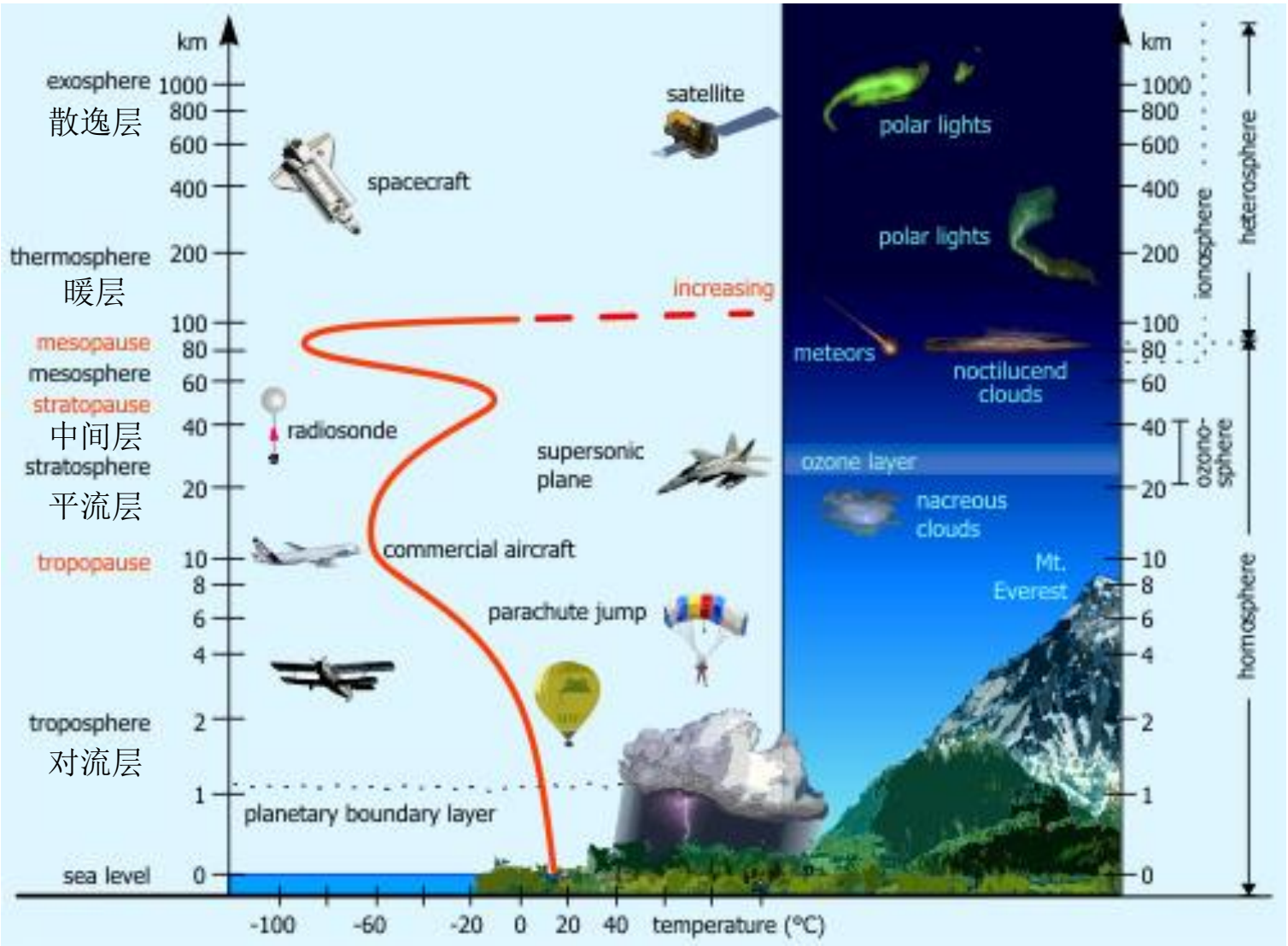
答疑：预约（微信、邮件）

建立微信群

上课请关闭手机、计算机！

地球上的大气层

Source: NASA



地球半径	**6400 km**
大气层厚度	**~150 km**
对流层厚度	**~12 km**
边界层厚度	**1-2 km**

大气成分

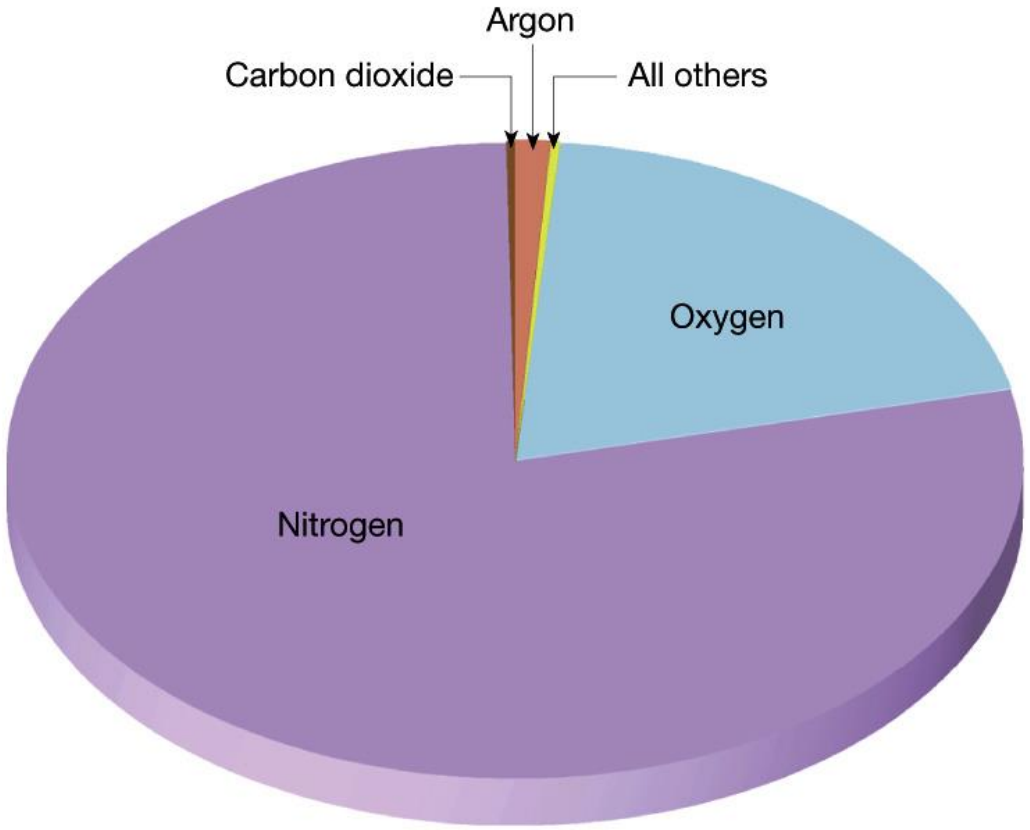
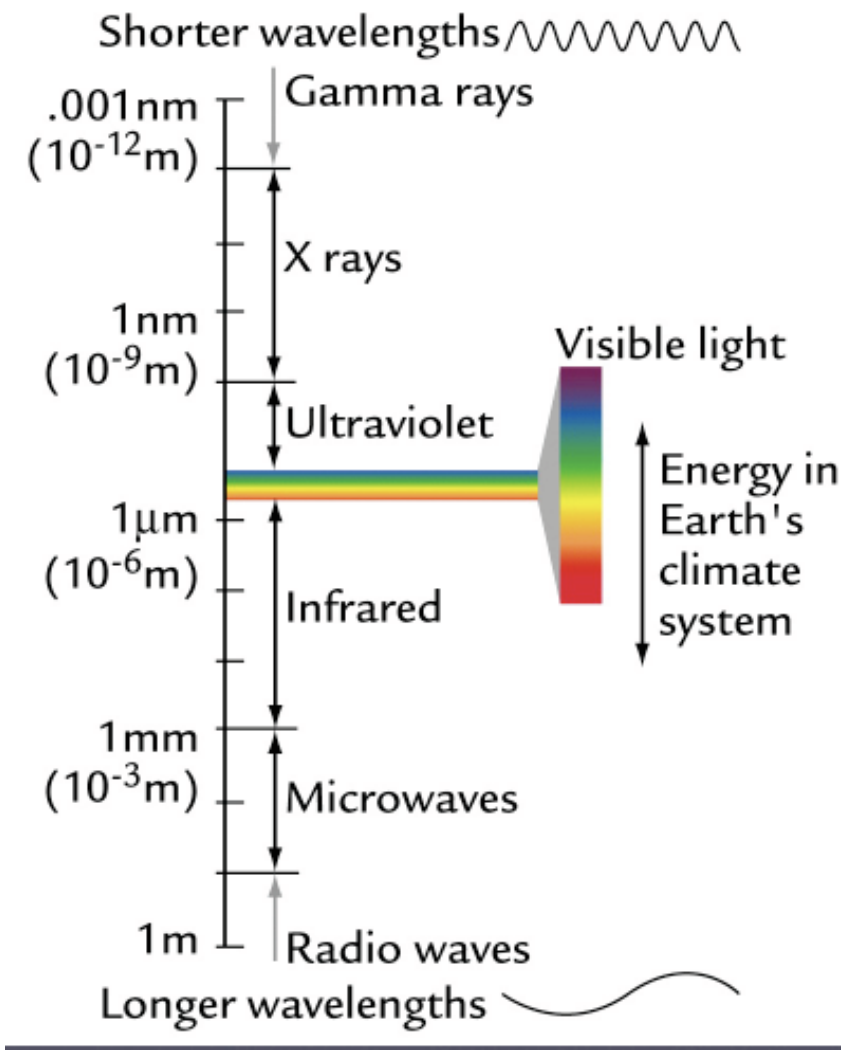


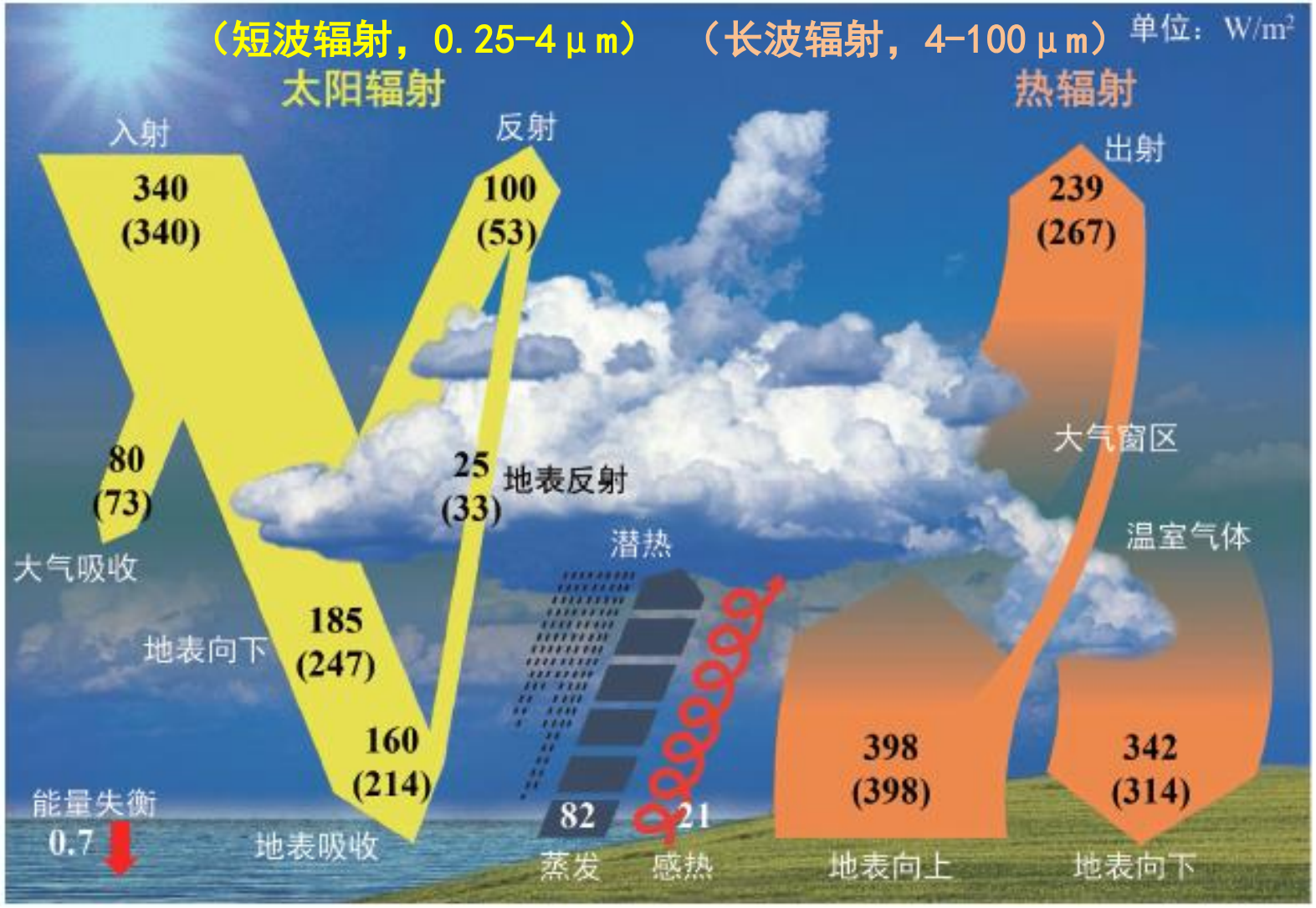
Table 1–2 Principal gases of dry air

Constituent	Percent by Volume	Concentration in Parts Per Million (PPM)
Nitrogen (N_2)	78.084	780,840.0
Oxygen (O_2)	20.946	209,460.0
Argon (Ar)	0.934	9,340.0
Carbon dioxide (CO_2)	0.036	360.0
Neon (Ne)	0.00182	18.2
Helium (He)	0.000524	5.24
Methane (CH_4)	0.00015	1.5
Krypton (Kr)	0.000114	1.14
Hydrogen (H_2)	0.00005	0.5

Lutgens and Tarbuck, *The Atmosphere*, 8th edition

现代地球气候的能量收支：两箱模型（大气+地表）

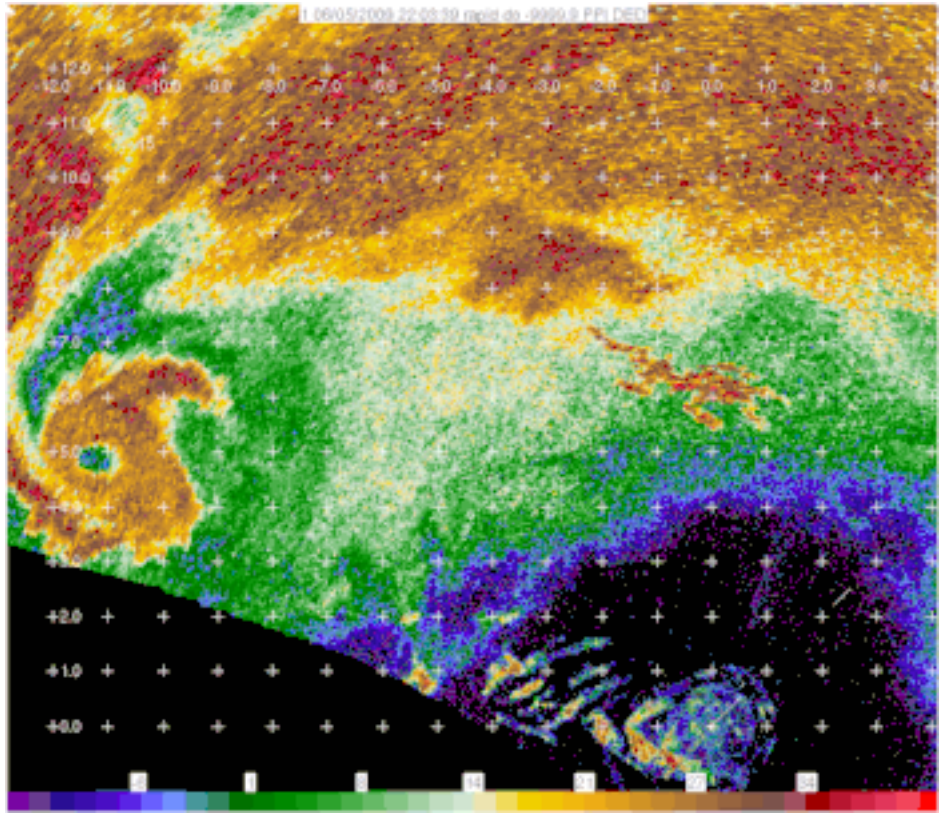




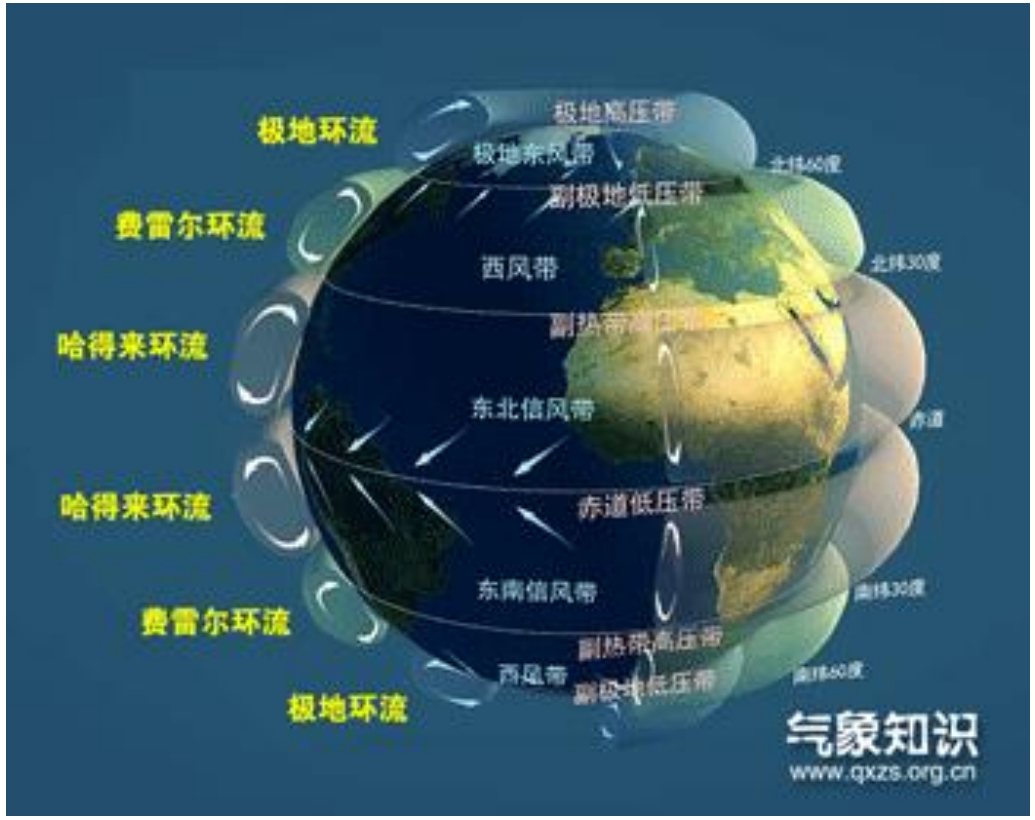
括号内为晴空（无云）条件

地球大气是旋转球体上的复杂流体

雷达观测到美国怀俄明州2009年6月5日龙卷风

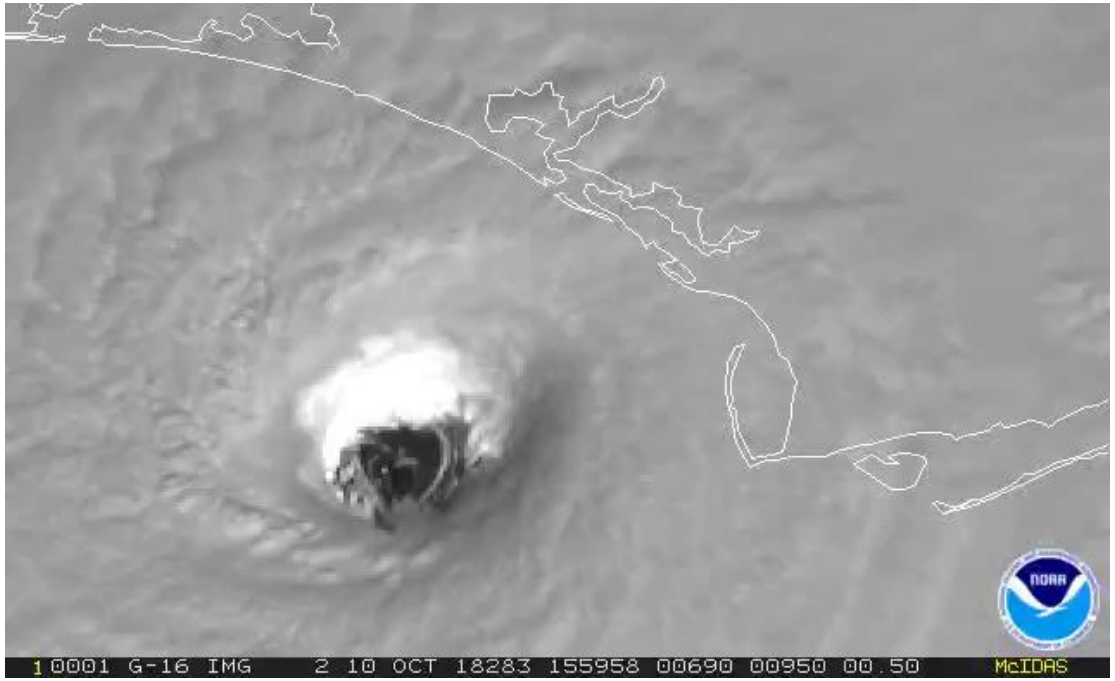


三圈环流

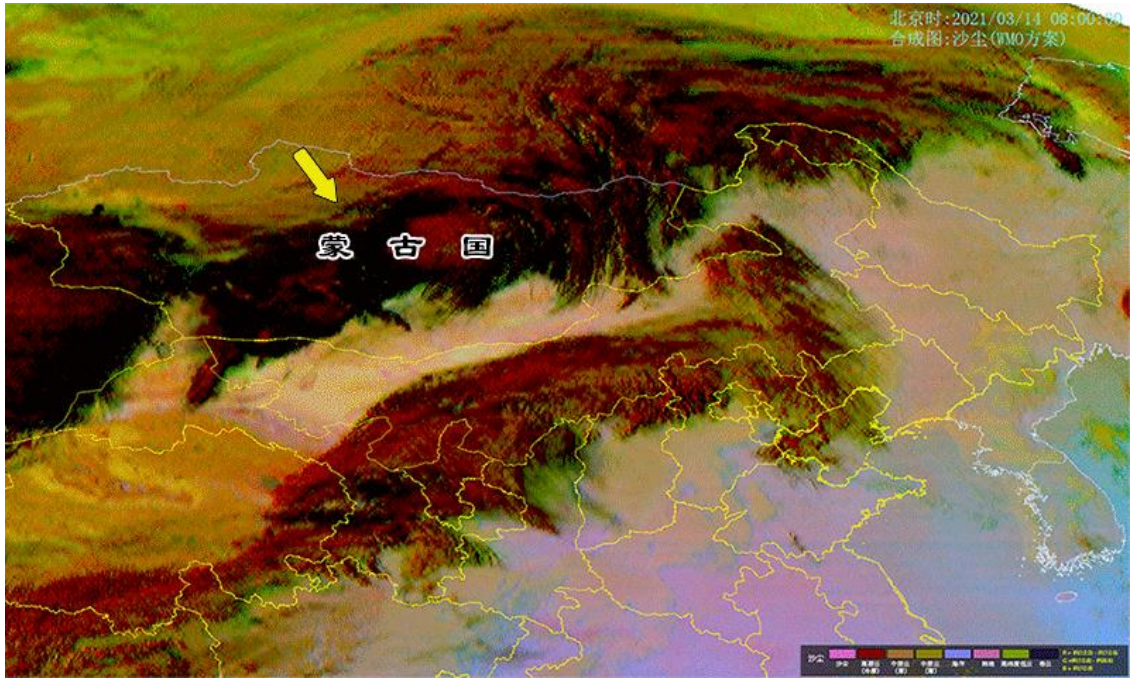


地球大气的运动

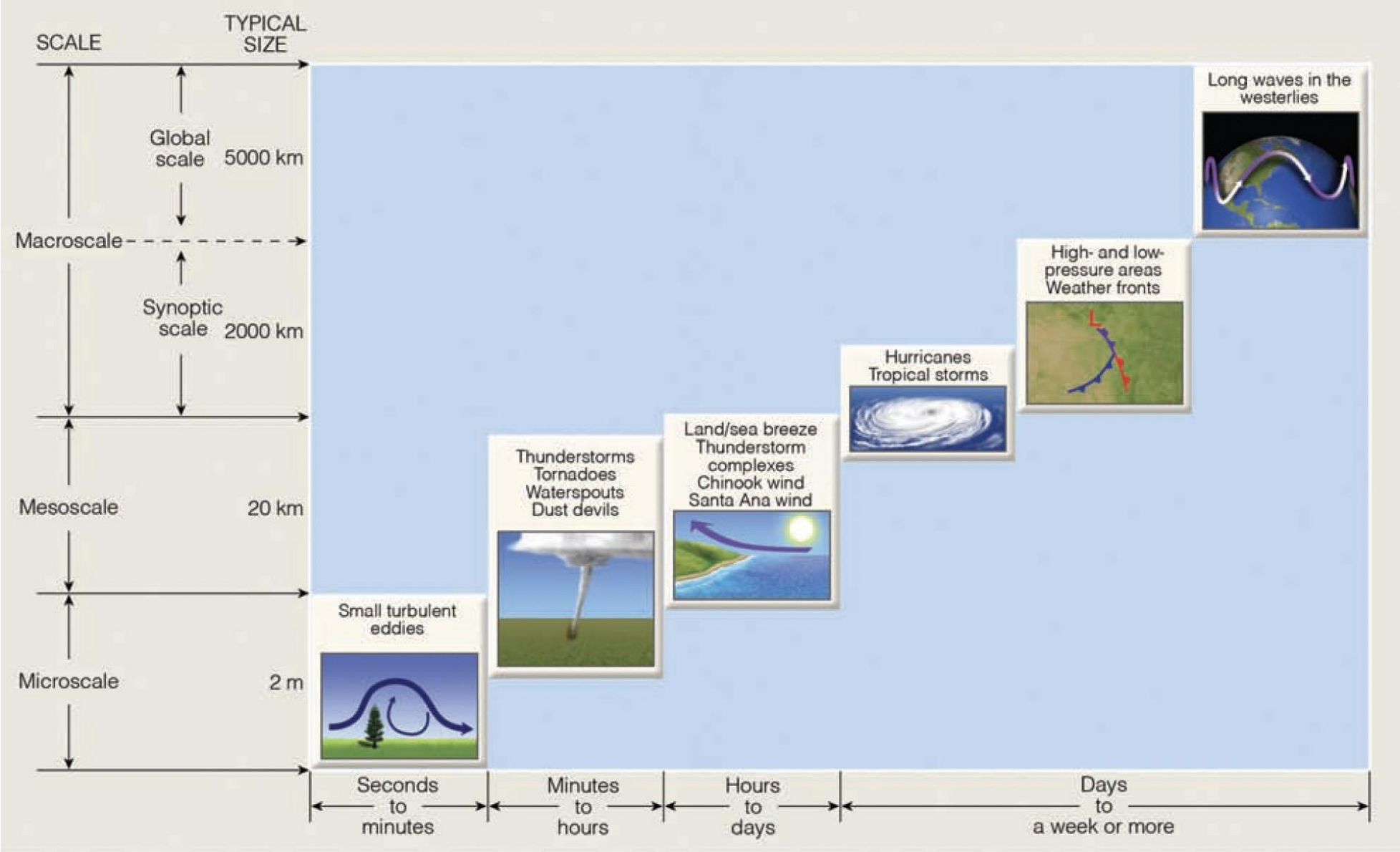
美国GOES卫星
对某飓风的高分辨持续观测



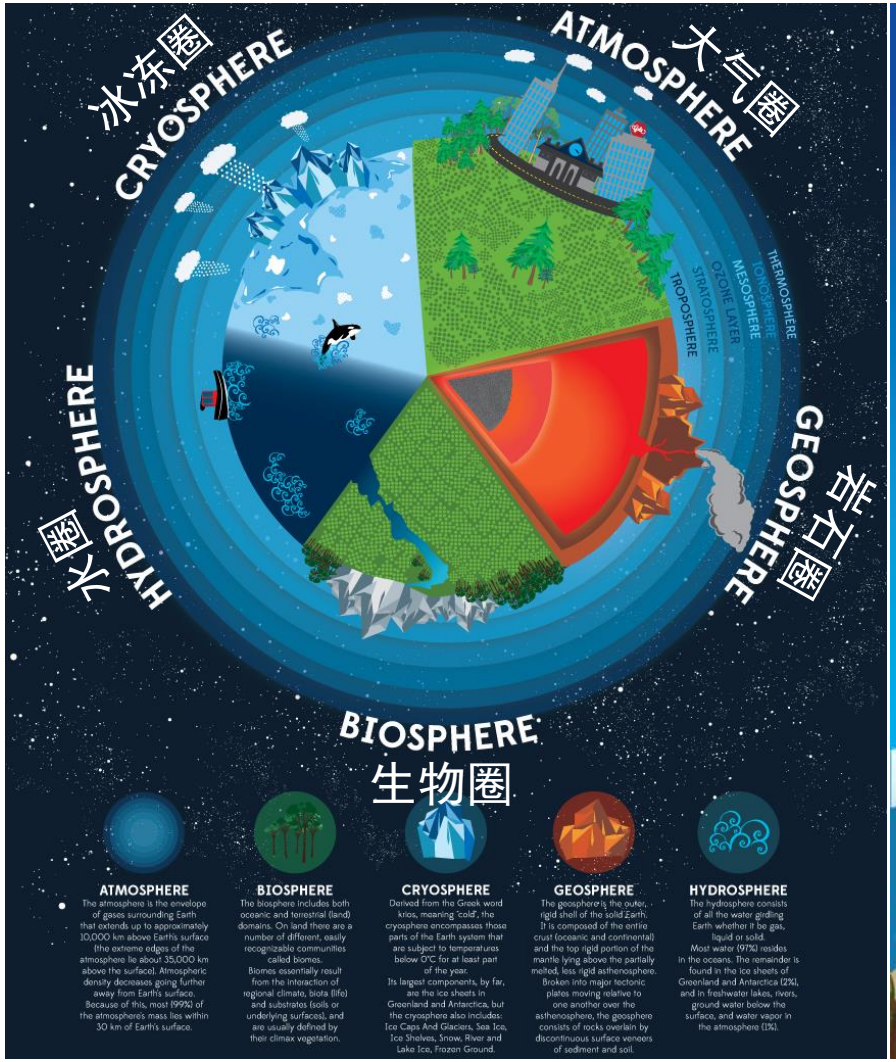
风云4A
对2021年3月沙尘暴持续监测

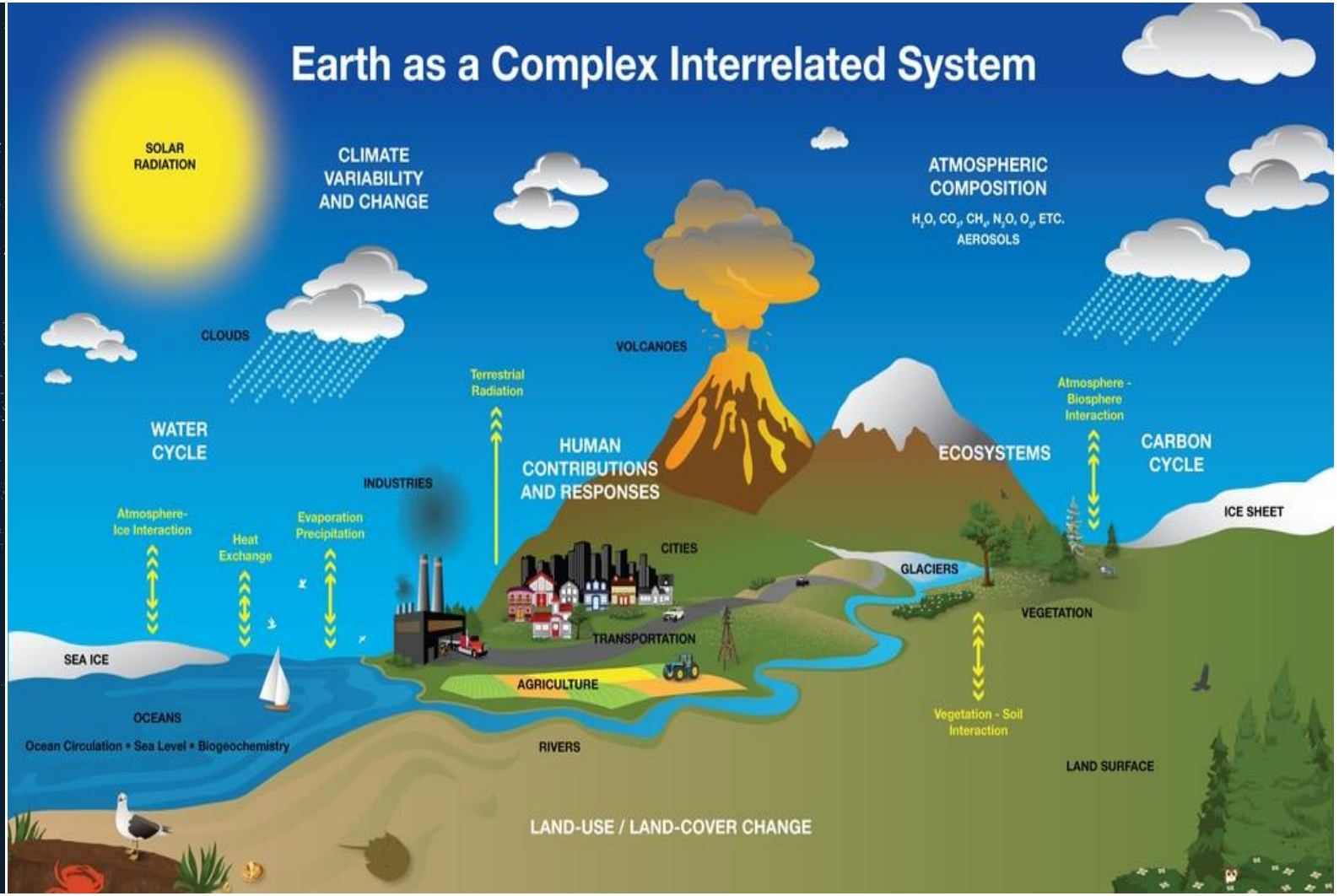


地球大气运动：时间和空间尺度跨越数个量级



大气是地球气候系统多圈层相互作用的关键环节

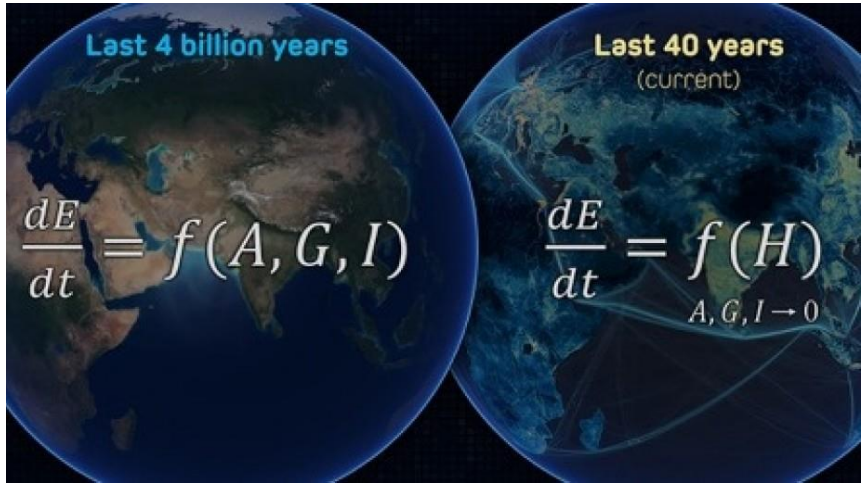




Source: NASA Goddard Space Flight Center

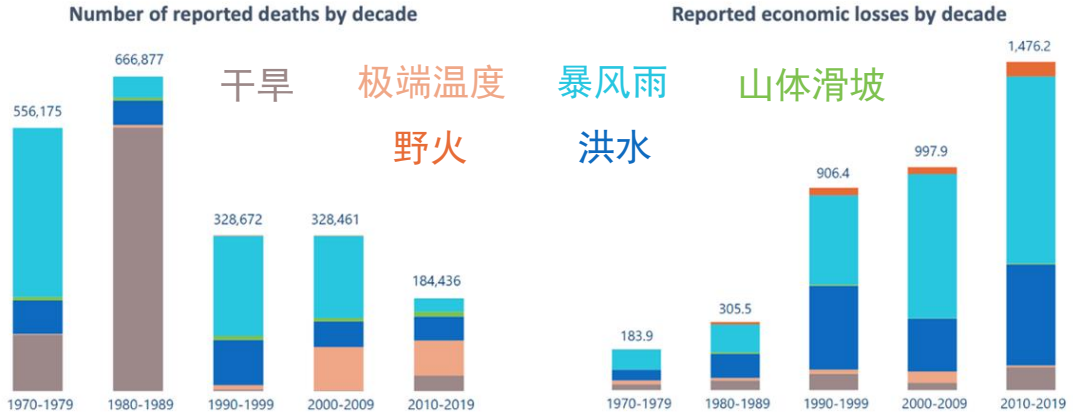
近期地球系统（特别是大气）的变化与人类活动息息相关

人类活动在近几十年显著影响地球系统

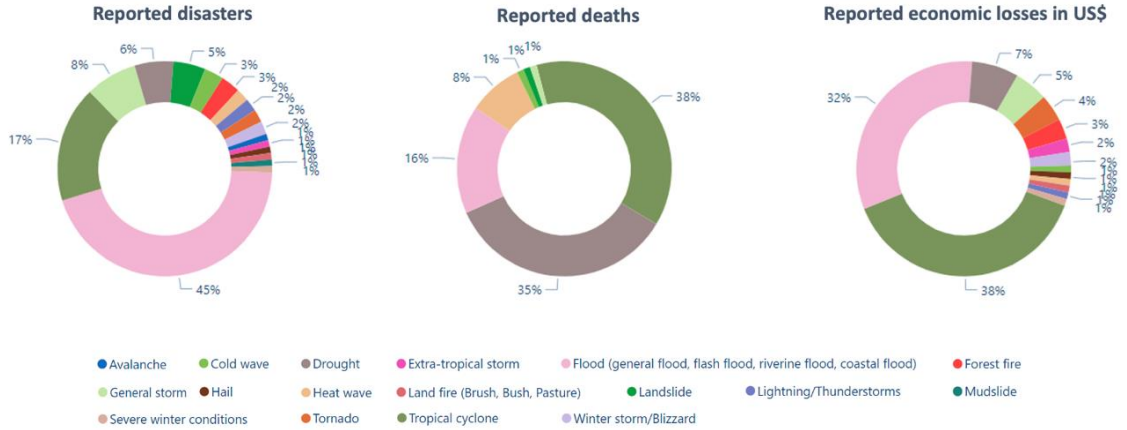


E: 地球系统 (Earth system)
A: 太空强迫 (Astronomical forces)
G: 地球强迫 (Geophysical forces)
I: 自身变率（Internal dynamics)
H: 人类影响 (Industrialized societies)

灾害性天气给人类造成巨大损失

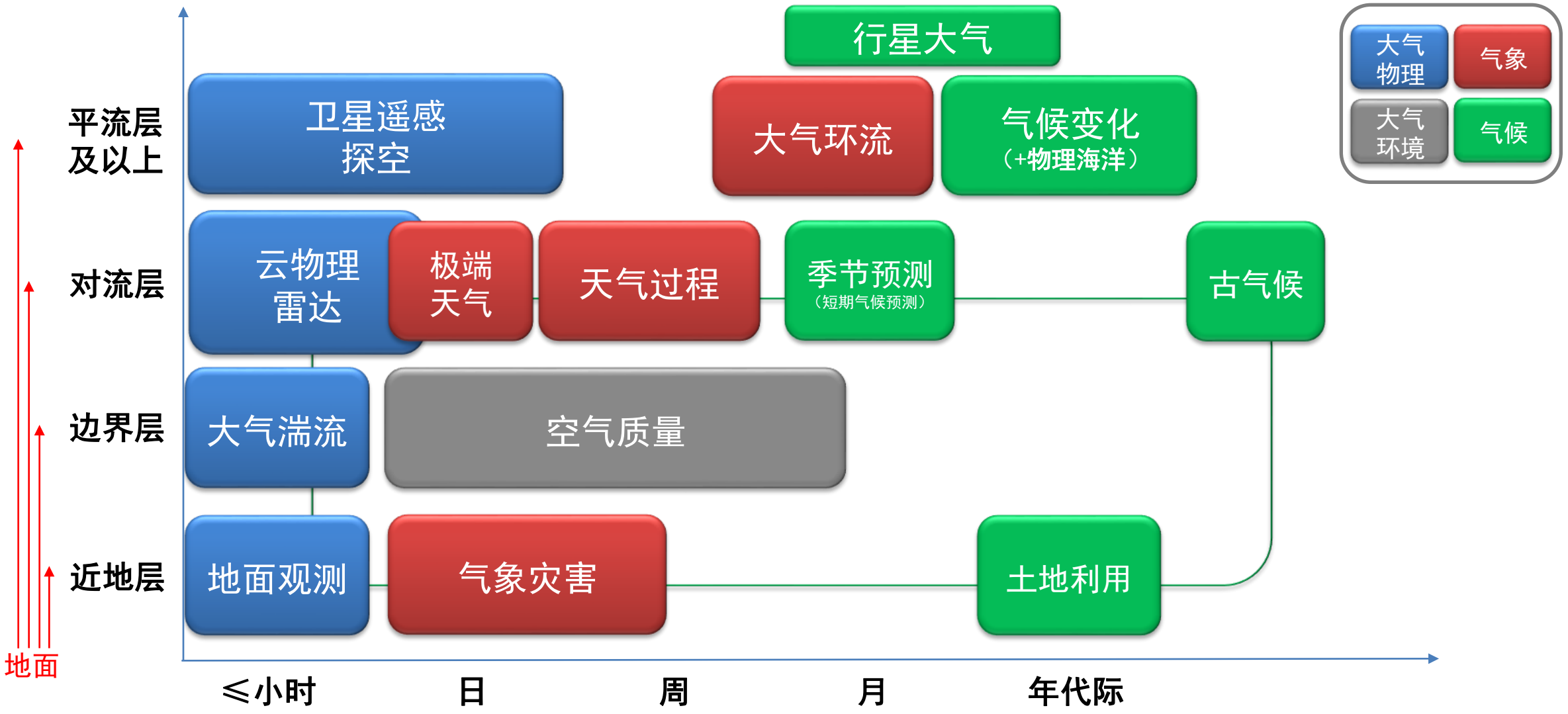


Q：为什么灾害性天气导致的死亡人数和经济损失不同步？



https://reliefweb.int/report/world/economic-cost-weather-related-disasters-soars-early-warnings-save-lives-enarruzh

大气科学图谱


行星大气
大气物理
气象
大气环境
气候
平流层及以上
卫星遥感探空
大气环流
气候变化（+物理海洋）
对流层
云物理雷达
极端天气
天气过程
季节预测（短期气候预测）
古气候
边界层
大气湍流
空气质量
近地层
地面观测
气象灾害
土地利用
地面
≤小时
日
周
月
年代际

课程内容

1. 引言：气候变化—全人类面临的挑战
2. 地球系统及其演化
3. 辐射：从气候冷暖到遥感探测
4. 大气热力学与云物理
5. 大气化学：从大气成分到空气质量
6. 大气运动的基本原理
7. 各种各样的天气现象
8. 海洋环流与海—气相互作用
9. 边界层过程与陆—气相互作用
10. 计算机技术助力大气科学发展

课程考核

1. 课堂参与（10%）：课堂学习（出勤+提问/发言）、参观考察。
2. 作业（20%）：布置作业8次，每次2-3个问题，作业提交期限为1-2周后。只需提交5次作业，只取得分最高的5次作业。
3. 课程任务（20%）：自选一个大气科学话题，进行拓展学习（形式包括但不限于阅读书籍文献、观看影视资料、收集数据进行初步分析、与相关学长/老师交流等），在期末课堂上（日期待定）进行5分钟左右的过程/成果分享，也欢迎(不是必须)提交补充书面报告。
4. 期末考试（50%）：带一张A4纸，双面cheat sheet。

参观考察

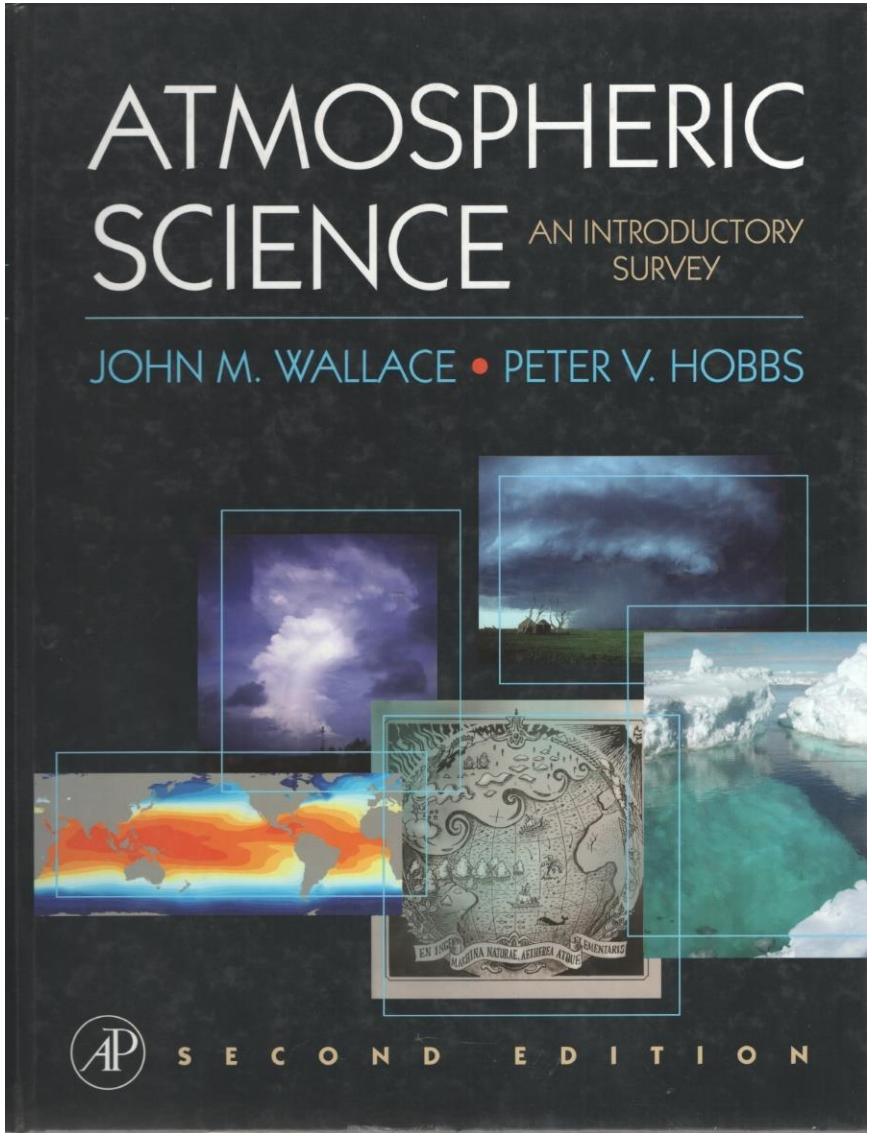
本学期考察时间待定

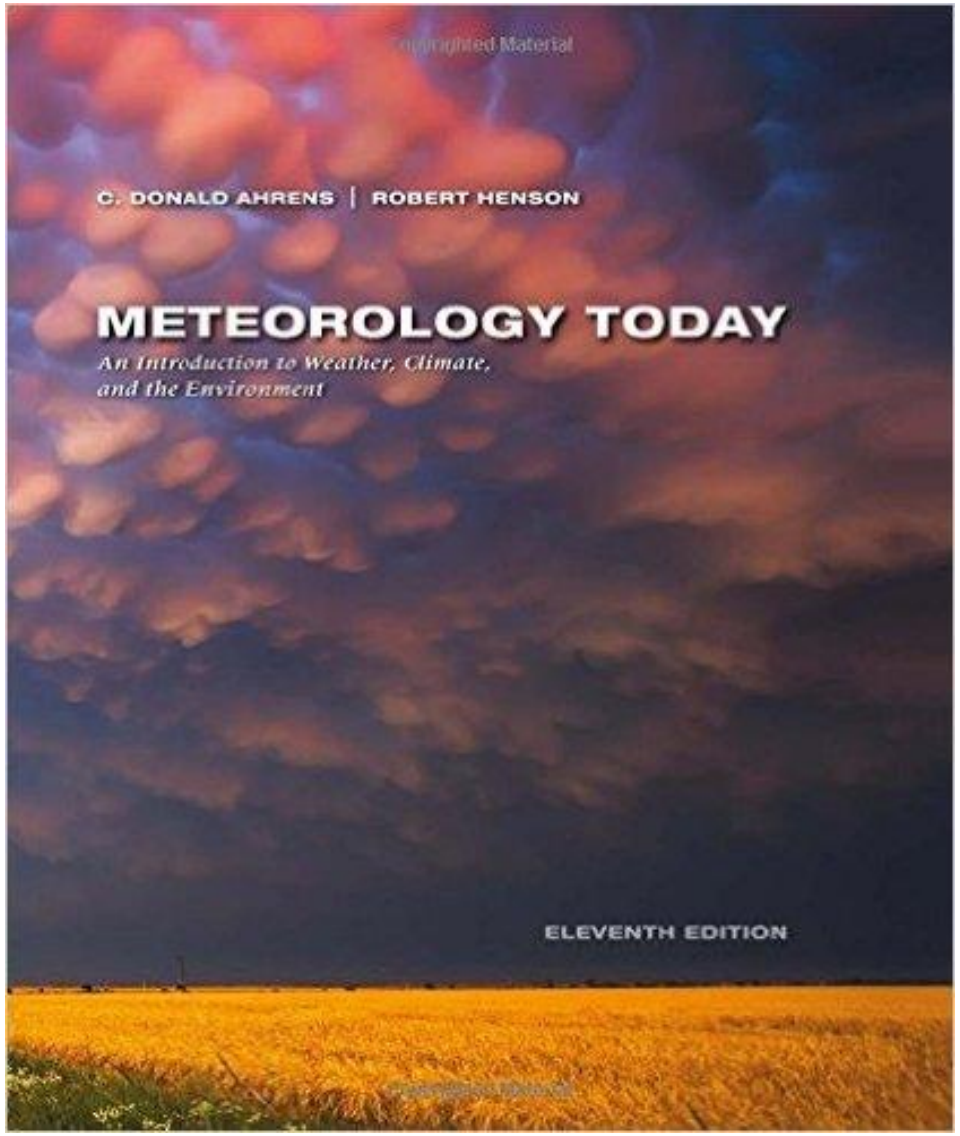
参观密云上甸子华北本底观测站（2009-10-17）

顺便攀登金山岭长城

图片来自胡永云老师

主要参考书


ATMOSPHERIC SCIENCE
AN INTRODUCTORY SURVEY
JOHN M. WALLACE • PETER V. HOBBS
SECOND EDITION


C. DONALD AHRENS | ROBERT HENSON
METEOROLOGY TODAY
An Introduction to Weather, Climate, and the Environment
ELEVENTH EDITION