

气象学与人类文明

南京大学大气科学学院

陈 星

Email: xchen@nju.edu.cn

QQ: [2207189425](https://www.qq.com/number/2207189425)

气象学起源与发展

- ◆ 人类早期的认知；
- ◆ 从迷信到科学；
- ◆ 自然科学各学科的贡献；
- ◆ 现代科学技术的发展

远古：起源

- ◆ 甲骨文：占卜、周易
- ◆ 观天象：天文与大气
- ◆ 日地关系的发现：四季与洪水，“气候”一词源自古希腊文，意为倾斜，*klima*，英文为*climate*，指各地气候的冷暖同太阳光线的倾斜程度有关
- ◆ 期盼：上知天文下知地理的奇才

318 𠄎 𠄎 𠄎 𠄎 𠄎 𠄎 𠄎 𠄎 𠄎 𠄎

- 1期 释文：癸巳卜，亘，贞：自今五日雨。（318-《甲骨文合集》12314）
语译：癸巳日占卜，贞人亘贞问：从今天起，五天都下雨吗？

274 𠄎 𠄎 𠄎 𠄎 𠄎 𠄎 𠄎

- 3期 释文：乙亥卜，今秋多雨。（274-《甲骨文合集》29908）
语译：乙亥日占卜，今年秋季会多雨吗？

275 𠄎 𠄎 𠄎 𠄎 𠄎 𠄎 𠄎 𠄎

- 4期 释文：贞：今秋禾不遭大水。（178, 275-《甲骨文合集》33351）
语译：贞问：今年秋天庄稼不会遇到大水吗？

276 𠄎 𠄎 𠄎 𠄎 𠄎 𠄎 𠄎

- 4期 释文：壬子贞：𠄎米禘秋。（276-《甲骨文合集》33230）
语译：壬子日贞问：用收获的稻米举行秋天的禘祭好吗？

245 𠄎 𠄎 𠄎 𠄎 𠄎 𠄎 𠄎 𠄎 𠄎 𠄎 𠄎 𠄎 𠄎 𠄎

- 1期 释文：辛丑卜，自，自今至于乙巳日雨。乙雾。不雨。（245-《甲骨文合集》20923）
语译：辛丑日占卜，贞人自问：从今天到乙巳日会下雨吗？（验辞是：）乙日有雾，不下雨。

330 𠄎 𠄎 𠄎 𠄎 𠄎 𠄎 𠄎 𠄎 𠄎 𠄎 𠄎 𠄎 𠄎 𠄎

- 1期 释文：丁酉雨，至于甲寅，旬又八日。九月。（089, 330-《甲骨文合集》10976 正）
语译：九月丁酉日开始下雨一直下到甲寅日共下了十八天。（验辞）

192 𠄎 𠄎 𠄎 𠄎 𠄎 𠄎 𠄎

- 2期 释文：贞：今夕不其启。（192-《甲骨文合集》24922）
语译：贞问：今天晚上不会云散见天吧。

193 𠄎 𠄎 𠄎 𠄎 𠄎 𠄎 𠄎

- 4期 释文：不启？允不启，夕雨。（193-《小屯南地甲骨》744）
语译：不会云散见天吧。（验辞是：）果然云没消散，晚上下雨了。

194 𠄎 𠄎 𠄎 𠄎 𠄎 𠄎

- 3期 释文：中日大启。（194, 306-《甲骨文合集》30197）
语译：中午云散天大开。

184 巳 日 十 羽 金 日 羽 十 羽 三 日

1期 释文：乙酉卜，雪。今夕雨不雪。四月。（184-《甲骨文合集》20914）1期
语译：四月乙酉日占卜，问：有雪吗？（验辞）今晚下雨，不会有雪。

058 月 J

1 期 释文：贞云。(058-《甲骨文合集》21324)
语译：贞问：云的情况如何？

059 𐑖 𐑦 𐑦 𐑦 𐑦

1期 释文：云其雨，不雨。（059,066-《甲骨文合集》21022）
语译：云会带来雨吗？还是没有雨？

066 

1期 释文：各云不其雨？允不启。（059,066 -《甲骨文合集》21022）
语译：云上来了，不会下雨吧？（验辞是：）果然没天晴。
按：各云即客云，指他处来到本地上空之云。

119 S 卩 卩 卩 卩 卩 卩 卩 卩

4 期 释文：己未卜，宁雨于土。（119-《甲骨文合集》34088）
语译：己未日占卜，举行宁祭向土神祈求停止下雨好吗？

049      

¹期 释文：贞：今日其延风。（049-《甲骨文合集》13337）
语译：贞问：今天还会继续刮风吗。

150 Y 𠂇 𠂈 𠂉 𠂊 𠂋 𠂌

1期 释文：卜黍年有足雨。（150-《英国所藏甲骨集》818）
语译：某日卜，会有足够的雨水使黍子有好收成吗？

151 乙 卩 丩 𠂔 𠂕 𠂖 𠂗 𠂘

1期 释文：己酉卜，黍年有足雨。（151-《甲骨文合集》10138）
语译：己酉日占卜，将会有足够的雨水使黍子有好收成吗？

258 X 2 y H A 戌 匕 大 卅

1期 释文：癸丑卜，贞：今岁无大水。（258-《甲骨文合集》41867）
语译：癸丑日占卜，贞问：今岁不会发大水吧。

071         

1 期 释文：庚子卜，贞：兹雷其雨。（071-《甲骨文合集》13408 正）
语译：庚子日占卜，贞问：这阵雷会下雨吗？

第一部气象学著作：Meteorologica

◆ 古希腊哲学家亚里士多德（Aristotle），340B.C.

◆ Meteors：流星（大气现象）

冰雹、降雨、降雪等，凡是悬浮在天空的或降落的，
在那时都叫做“meteors”

◆ 这就是“Meteorology”-气象学一词的由来

Aristotle 的观点

- ◆ 太阳从两个方面影响地球：（1）产生湿的物质-雨的来源；
（2）干、热物质-风的来源。这两种物质形成空气，形成云和温度变化；
- ◆ 云形成后，大量雨的喷发形成雷暴；他认为，云的燃烧产生的风的喷发引起了闪电，而雷的产生则是因为风从一朵云喷向周围的云所致；
- ◆ Aristotle的一个学生，Theophrastus（泰奥弗拉斯托斯）则在“Book of Signs”一书中列出了80种雨、45种风和50种雷暴的符号。
- ◆ 他们这些观点直到17世纪观测仪器出现之前都未能得到验证。

近代：发现

- ◆ 近代自然科学的发现促进了人们对大气及其现象的认知；
- ◆ 温度计的发明（1600）；
- ◆ 气压计的发明（1644、1646）；
- ◆ 观测确认大气压随高度变化（1648）；
- ◆ 风速计（1667）；
- ◆ 气体定律-气压、温度和体积的变化关系（1662、1787）；
- ◆ 温标：华氏（1714）、摄氏（1736）
- ◆ 闪电研究和北半球中纬度风暴移动（Benjamin Franklin, 1743）
- ◆ Coriolis 发现了地转效应（Coriolis effect）：1835

现代：发展

- ◆ 1902：提出大气分层-对流层和平流层；
- ◆ 1918：挪威学派（Bjerkness父子等）发现了中纬度地区天气是由于冷暖气团的相互作用形成的，此后提出了气旋和锋面形成理论；
- ◆ 1939：Rossby（罗斯贝）高空风长波动力学理论、地转效应、罗斯贝波，发现了12km高处的急流；
- ◆ 1948：发现在过冷大气中干冰的催化作用可增加降水；
- ◆ 1935：天气雷达出现；
- ◆ 1946：探空火箭出现；

- ◆ 1922: 第一次通过数学方程成功实现了数值天气预报;
- ◆ 1948: 美国进行了第一次龙卷风预报;
- ◆ 卫星: 1957 (苏联)、1958 (美国Explorer I)、1960 (美国第一颗气象卫星TIROS I)
- ◆ 1960: 开始利用气象卫星TIROS成功观测和记录所有飓风的发生和路径;
- ◆ 1974: 明确提出气候系统的概念;
- ◆ 1980s: 复杂数值模式和气候系统模式的建立;
- ◆ 现代计算机和探测技术加速了大气科学的发展

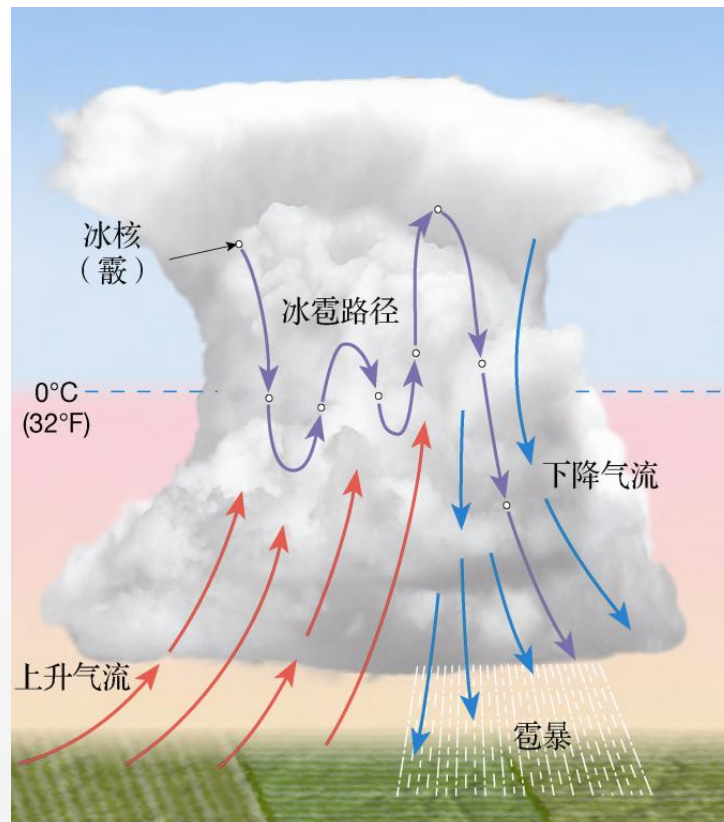
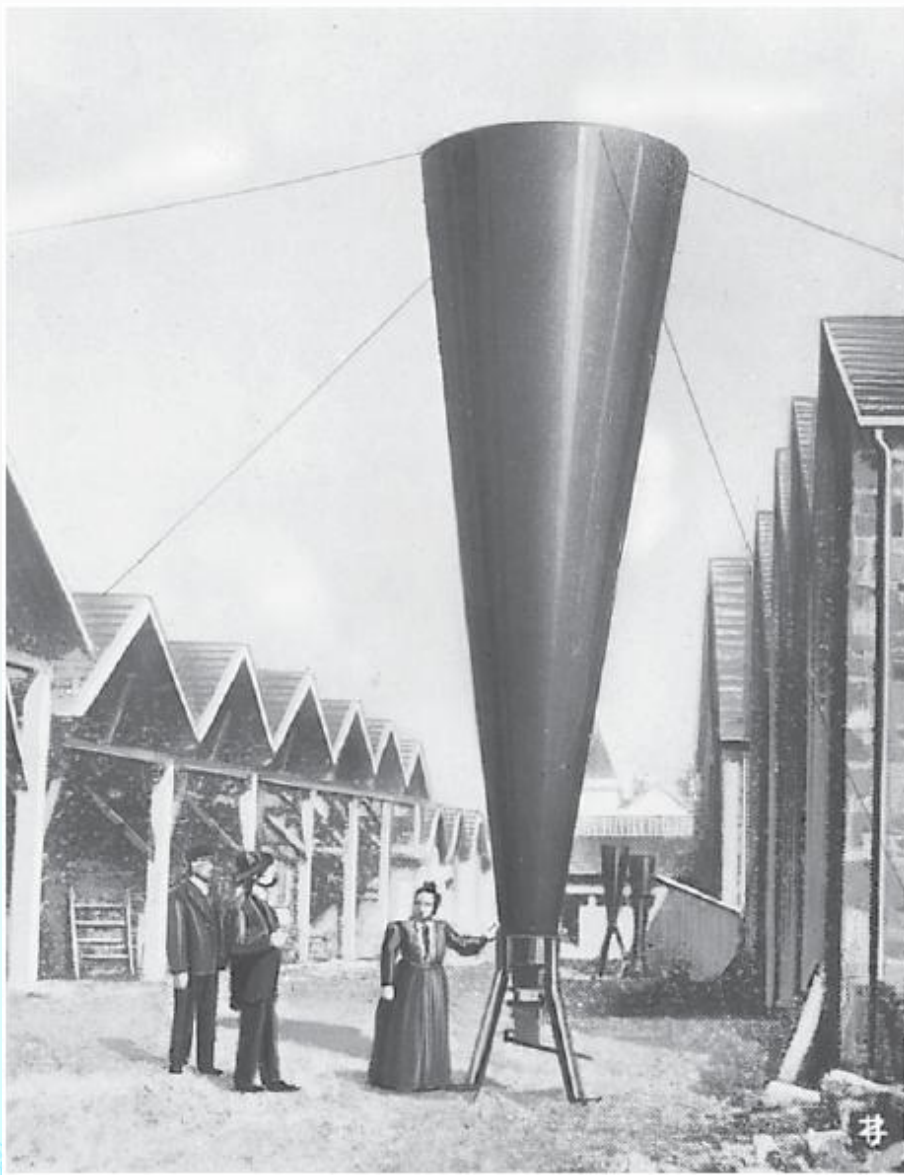
云的分类体系起源

- ◆ 英国科学家卢克·霍华德 (Luke Howard, 1772-1864)
- ◆ English pharmacist with an avid interest in meteorology
- ◆ 11岁时就开始一直坚持做天气记录，他还写了第一本研究城市气候的书和关于气象学的书；
- ◆ 他之所以提出云的分类，是因为极大地受到生物学分类命名的影响：依据云的高度和形态进行分类（1803年）



1900年前后使用的消電大炮

(第一台建造于19世纪90年代, 9米高, 重9吨)

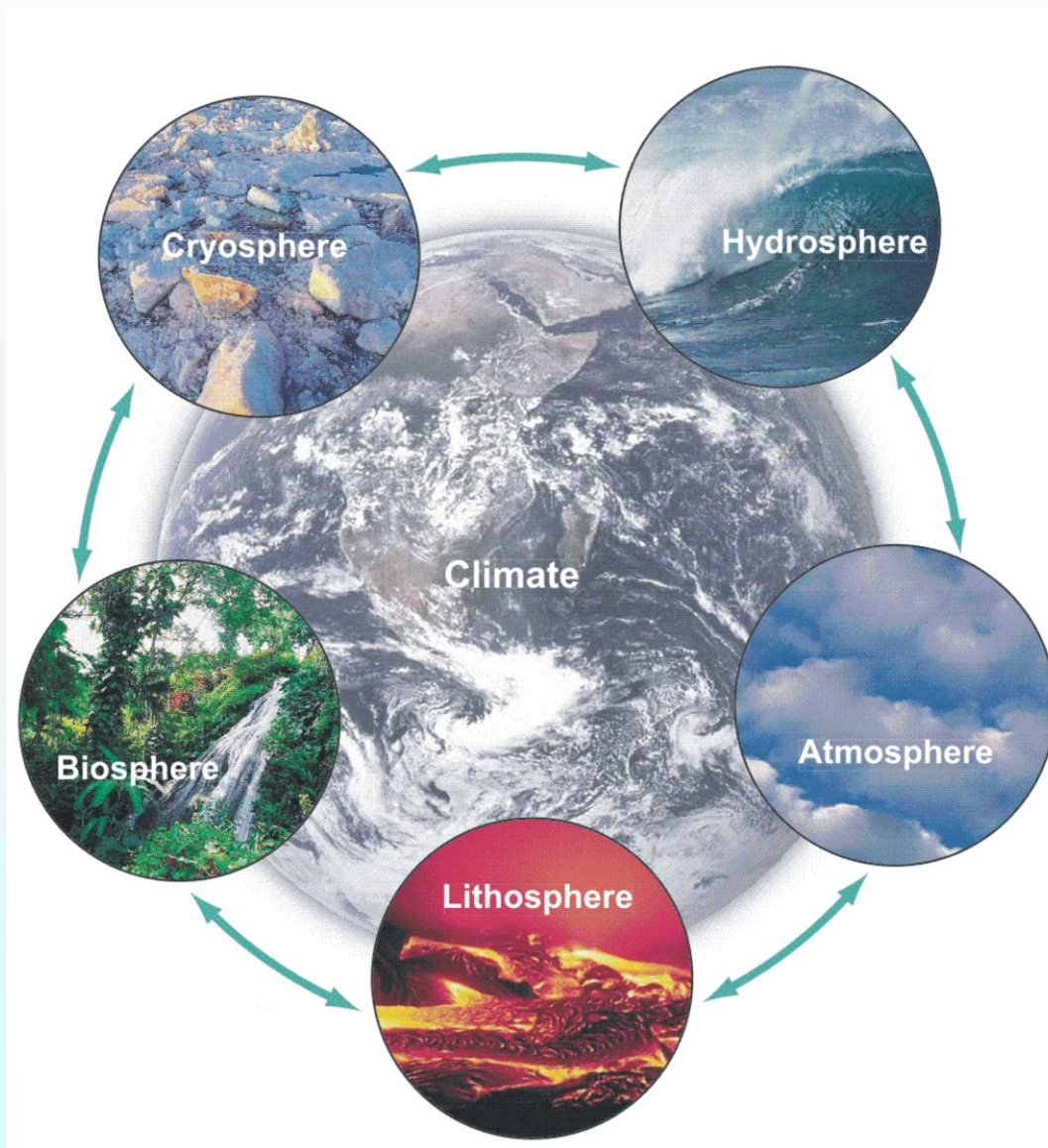


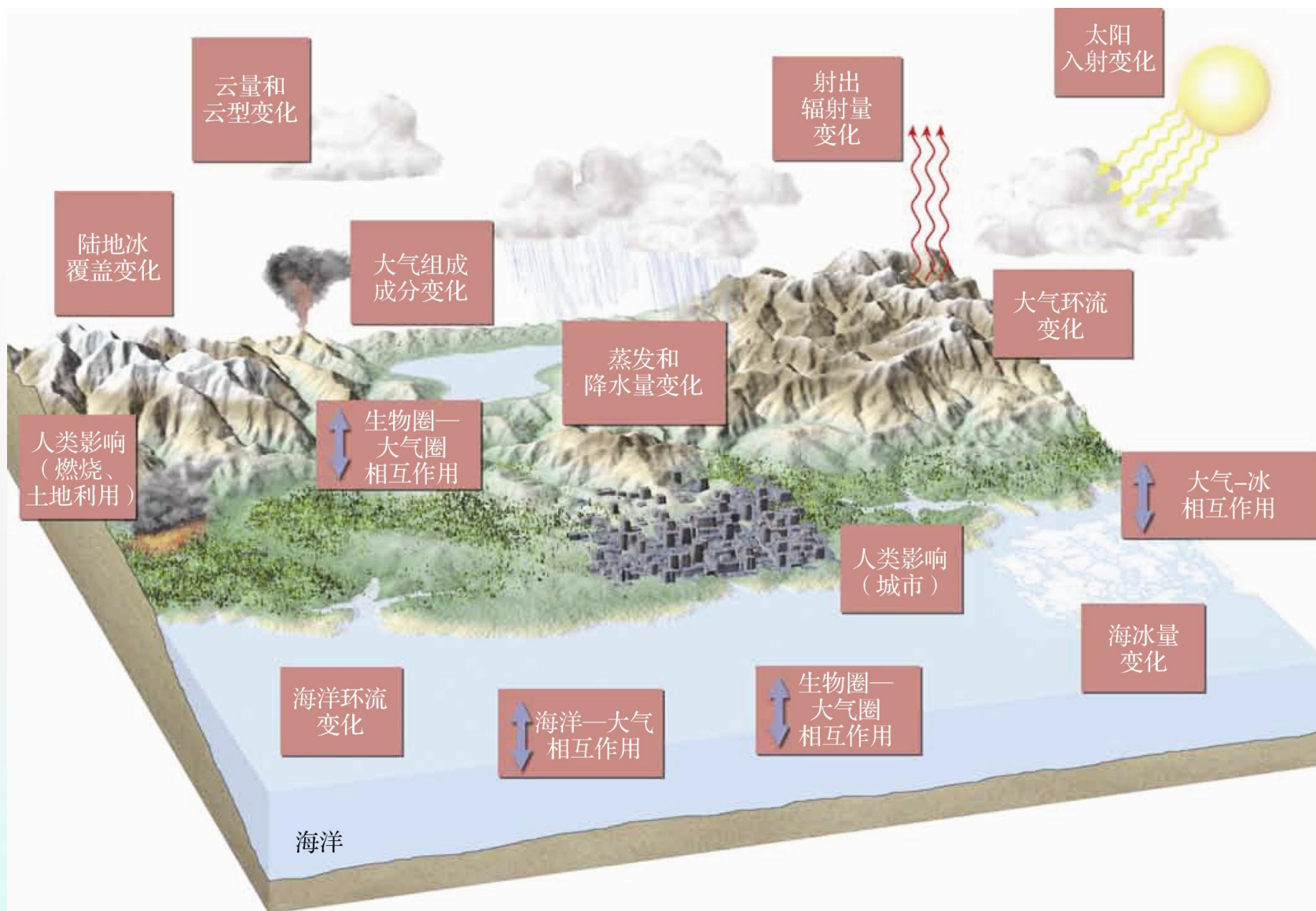
(a)



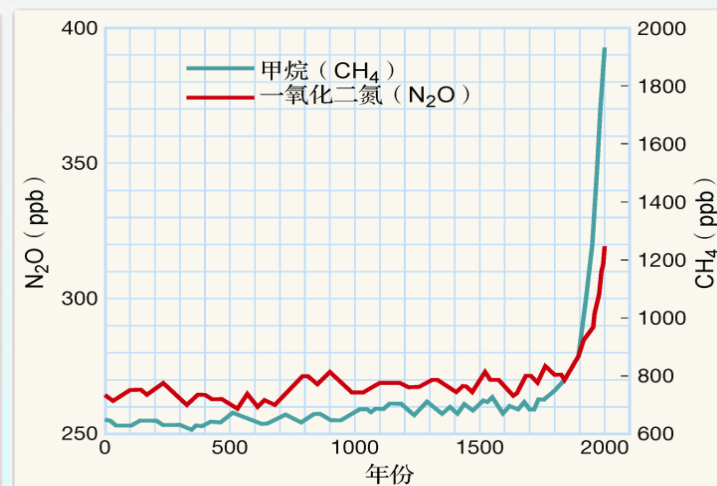
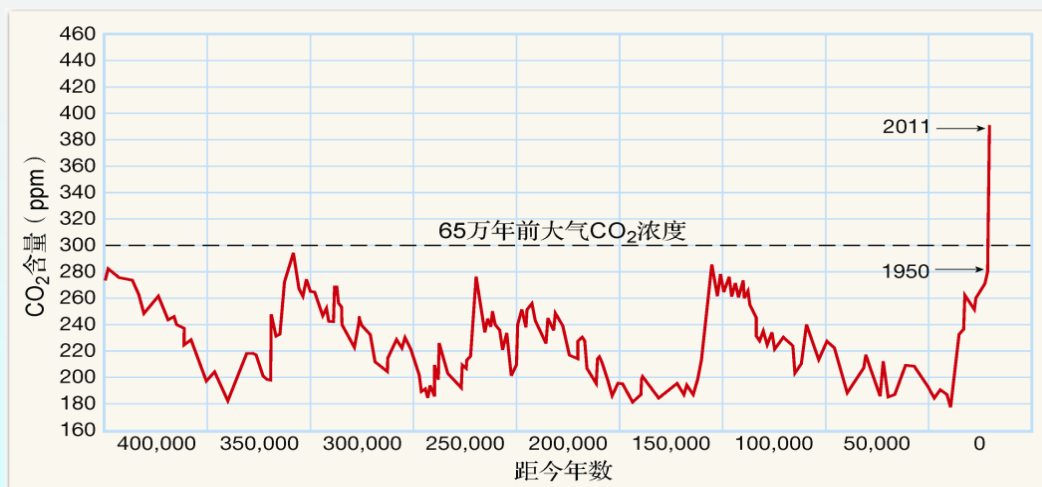
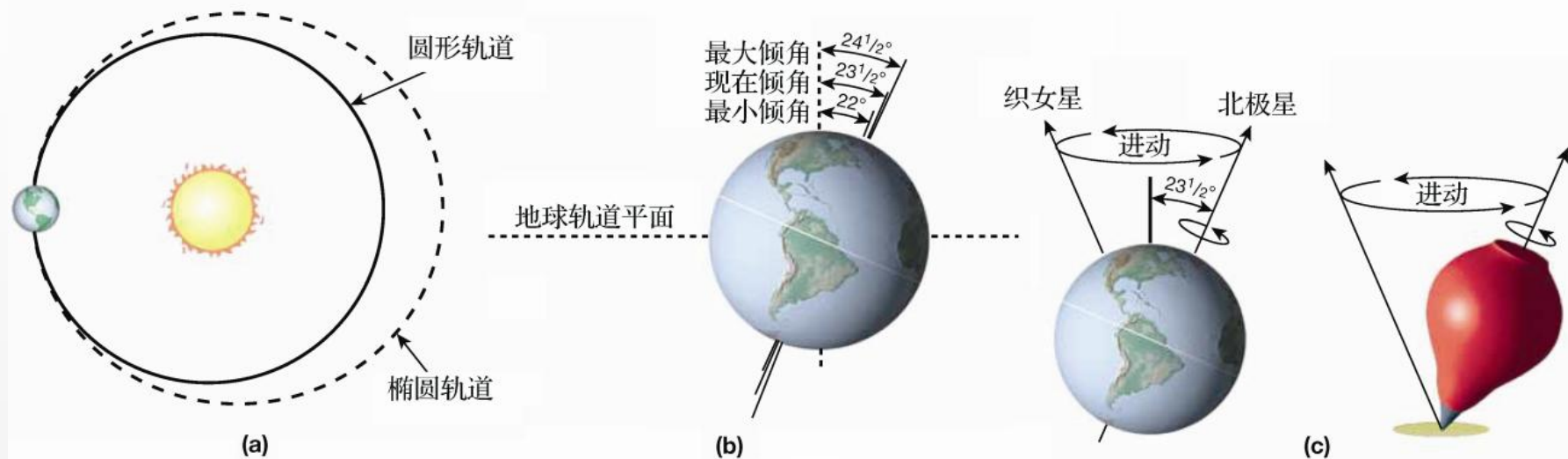
(b)

地球（气候）系统

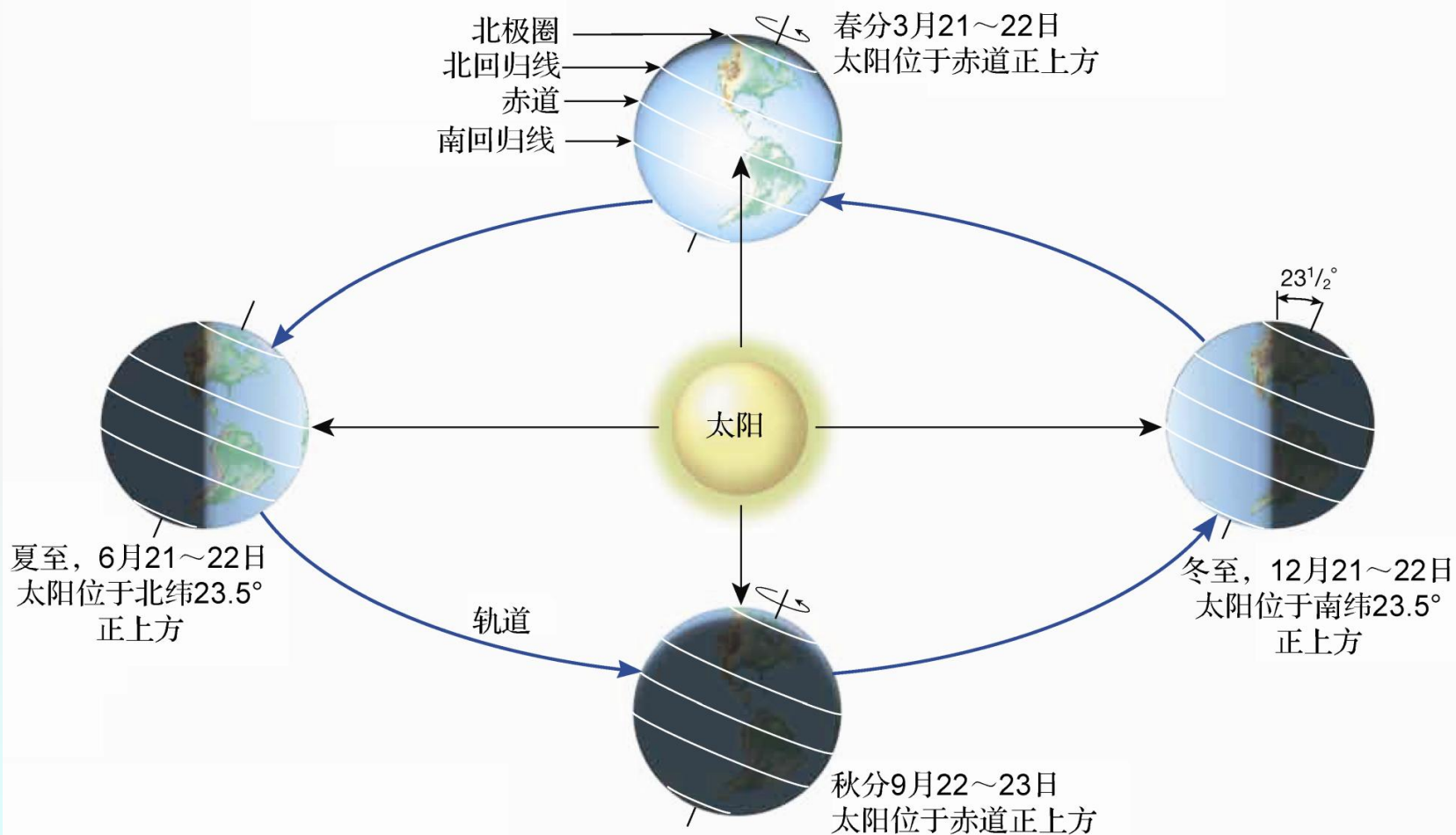




复杂的地球气候系统

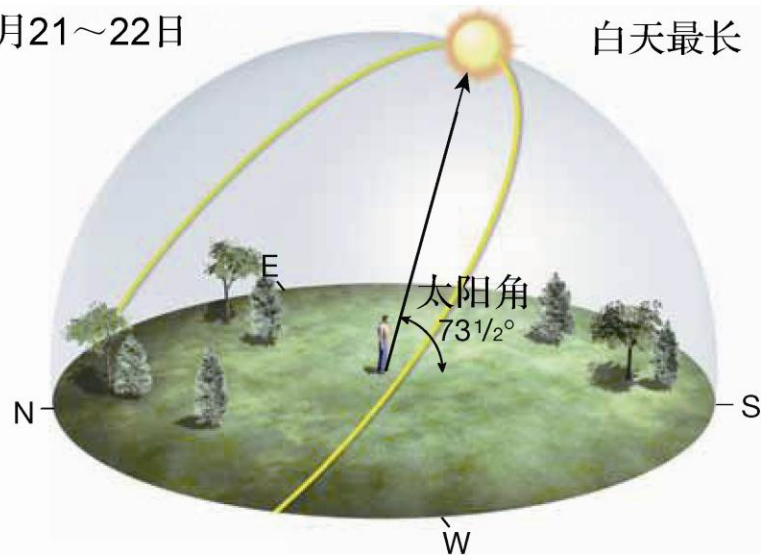


天文气候的四季



6月21~22日

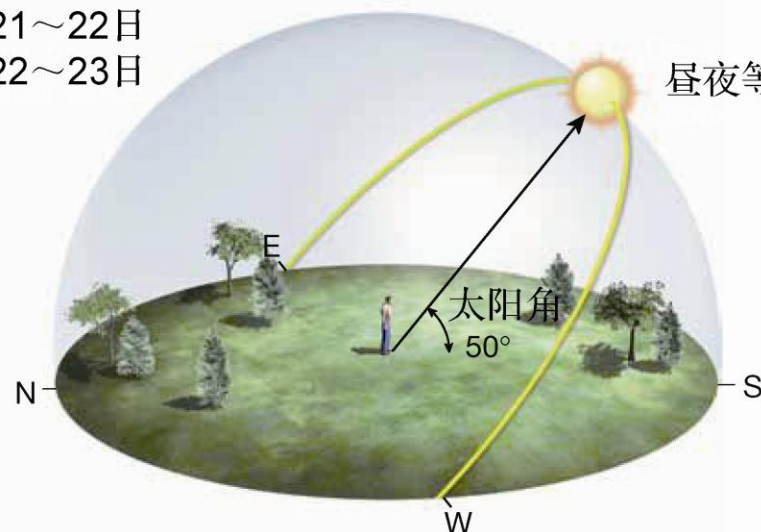
白天最长



(a) 北纬40°夏至

3月21~22日
9月22~23日

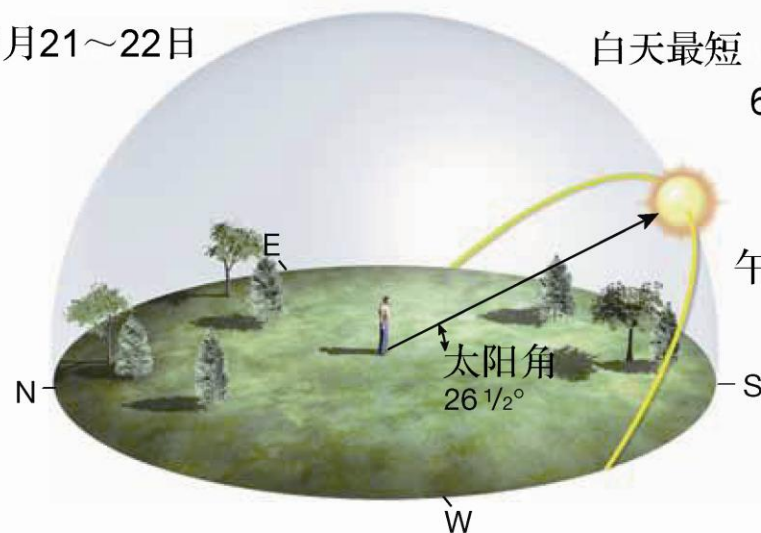
昼夜等长



(b) 北纬40°春分和秋分

12月21~22日

白天最短

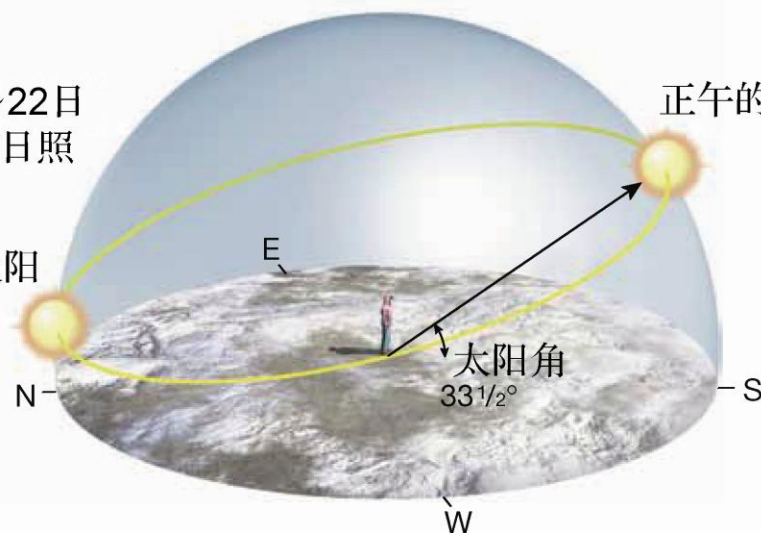


(c) 北纬40°冬至

6月21~22日
24小时日照

午夜的太阳

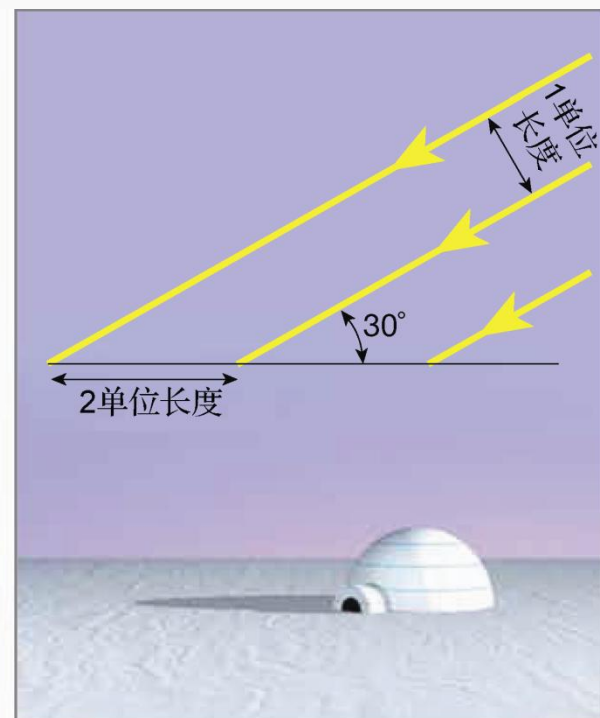
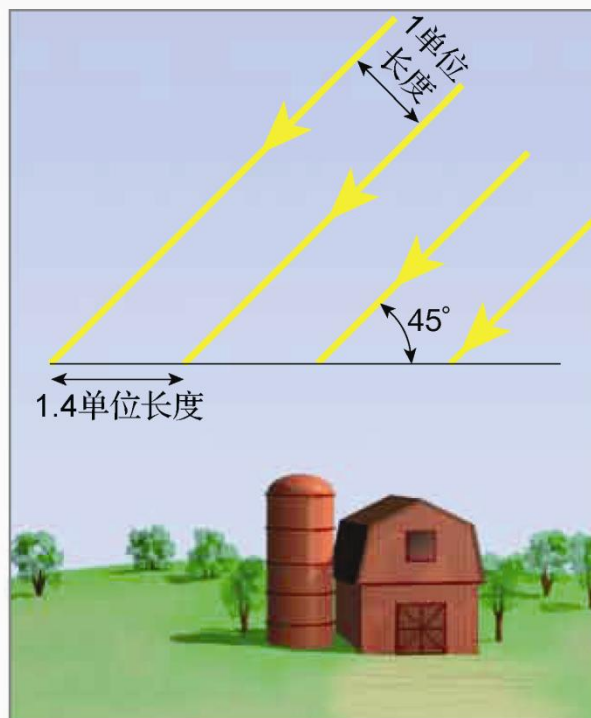
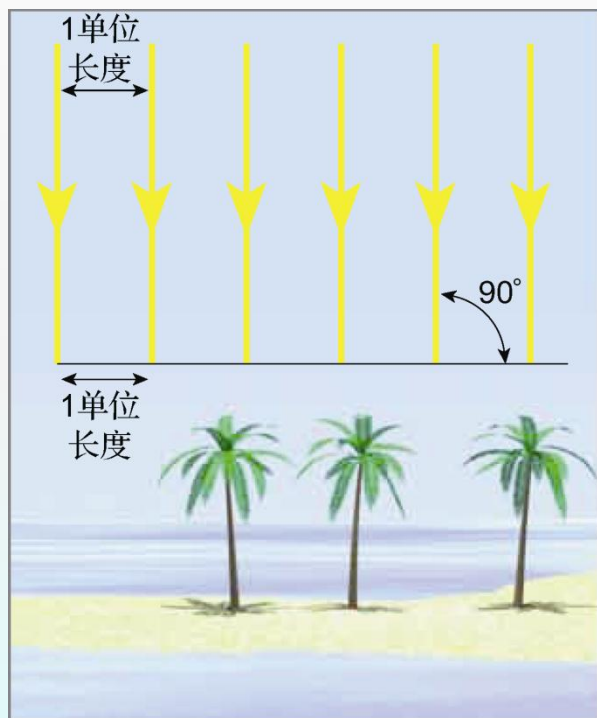
正午的太阳



(d) 北纬80°夏至

太阳高度角变化引起的到达地球表面太阳能量的变化

高度角越大太阳辐射就越强



中午太阳高度角的计算

数据:

地点: 北纬 40°

日期: 12月22日

太阳高度 90° 的位置: 南纬 23.5°

计算步骤:

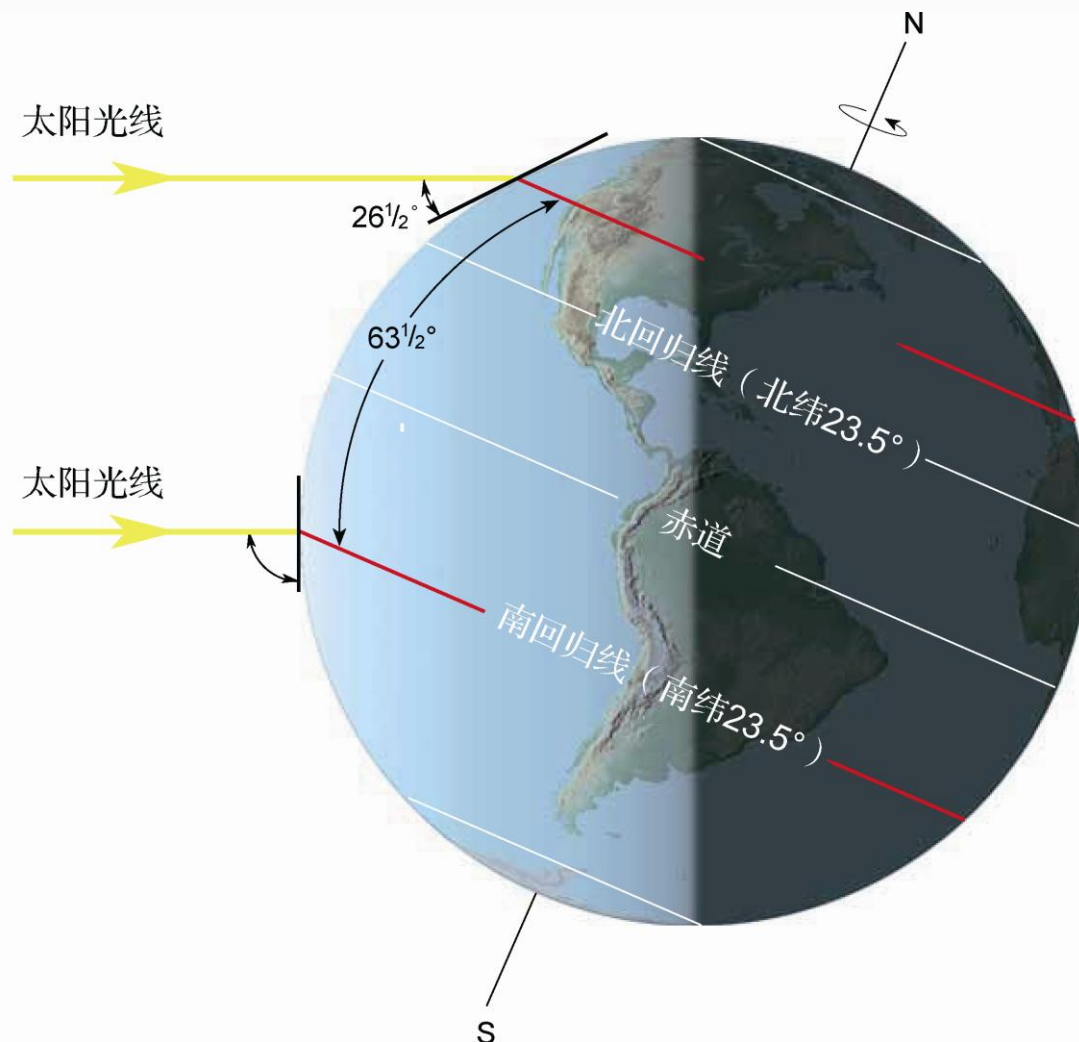
(1) 计算南纬 23.5° 和
北纬 40° 之间的距离:

$$40^{\circ} + 23.5^{\circ} = 63.5^{\circ}$$

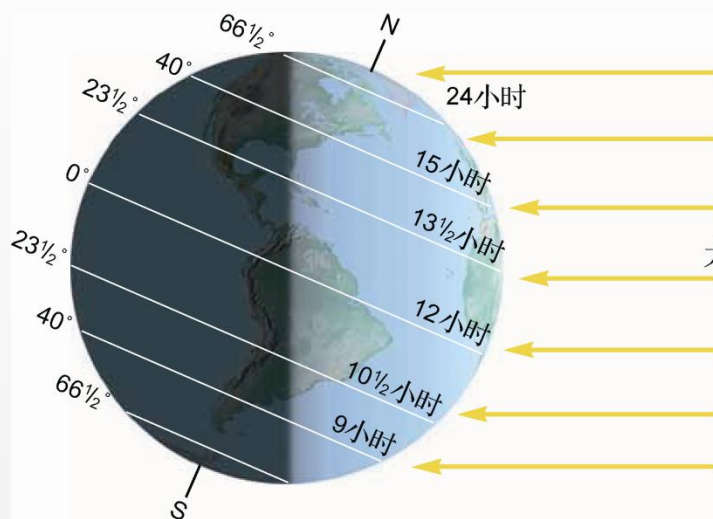
(2) $90^{\circ} - 63.5^{\circ} = 26.5^{\circ}$,

即, 12月22日北纬 40°

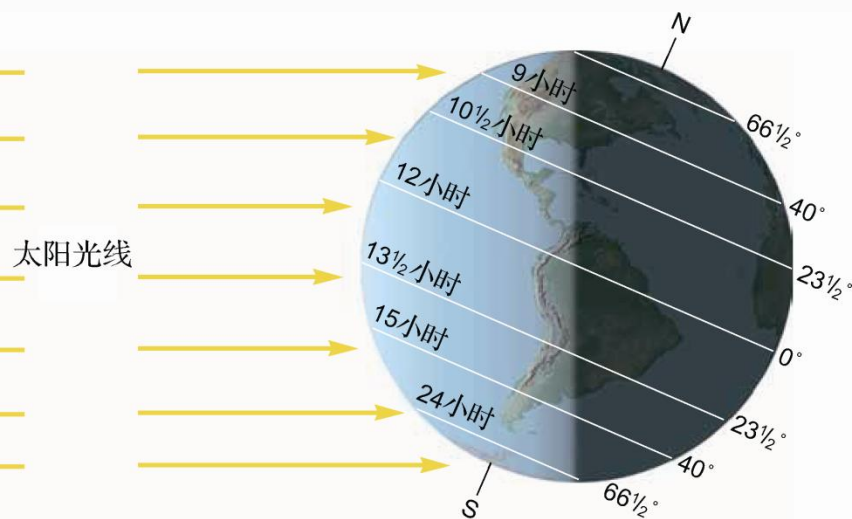
中午时的太阳高度角



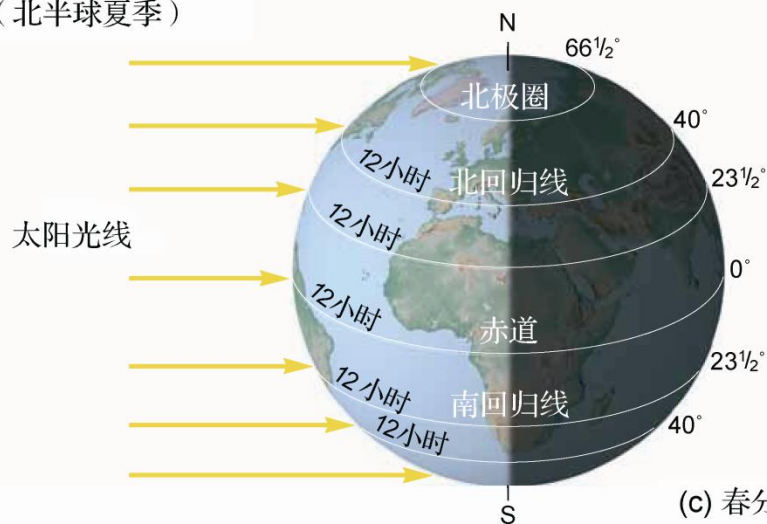
两分两至点的意义



(a) 6月至点 (北半球夏季)



(b) 12月至点 (北半球冬季)



(c) 春分、秋分点



这张照片怎么拍的？在哪儿拍的？

