

# 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](mailto:xchen@nju.edu.cn)

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

QQ群: [387534502](https://www.qq.com/group/387534502)

# 气候如何影响人类文明进程

- ◆ 气候对人类生存资源和生存方式的影响
- ◆ 气候对人口和社会的影响
- ◆ 气候与人类健康
- ◆ 现代科技发展与气候

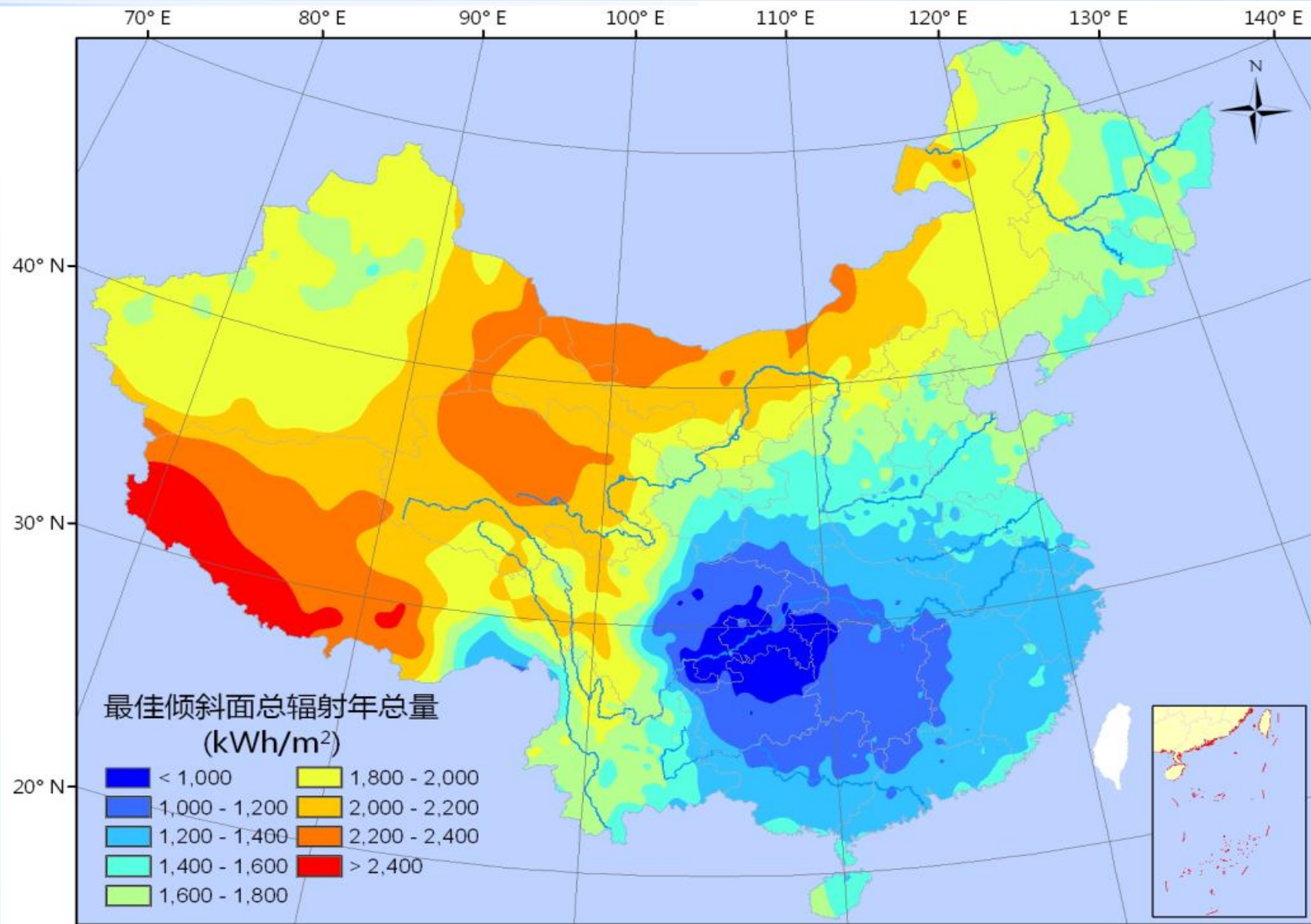
## 气候对能源和水资源的影响

- ◆ 人类早期的能源利用比较简单，直接与气候条件有关，如太阳能、风能的原始利用等；
- ◆ 现代能源的开采、输送及利用受气候条件影响，如太阳能采集、石油和天然气管道、输电线路、海上运输、风能发电等；如2008年冰冻造成输电线路结冰毁坏等；
- ◆ 气候变化对能源消耗的影响：极端气候条件对能源需求的影响，如寒冬、酷暑发生时的用电高峰等；
- ◆ 气候能源作为自然清洁能源的一部分：太阳能、风能等。

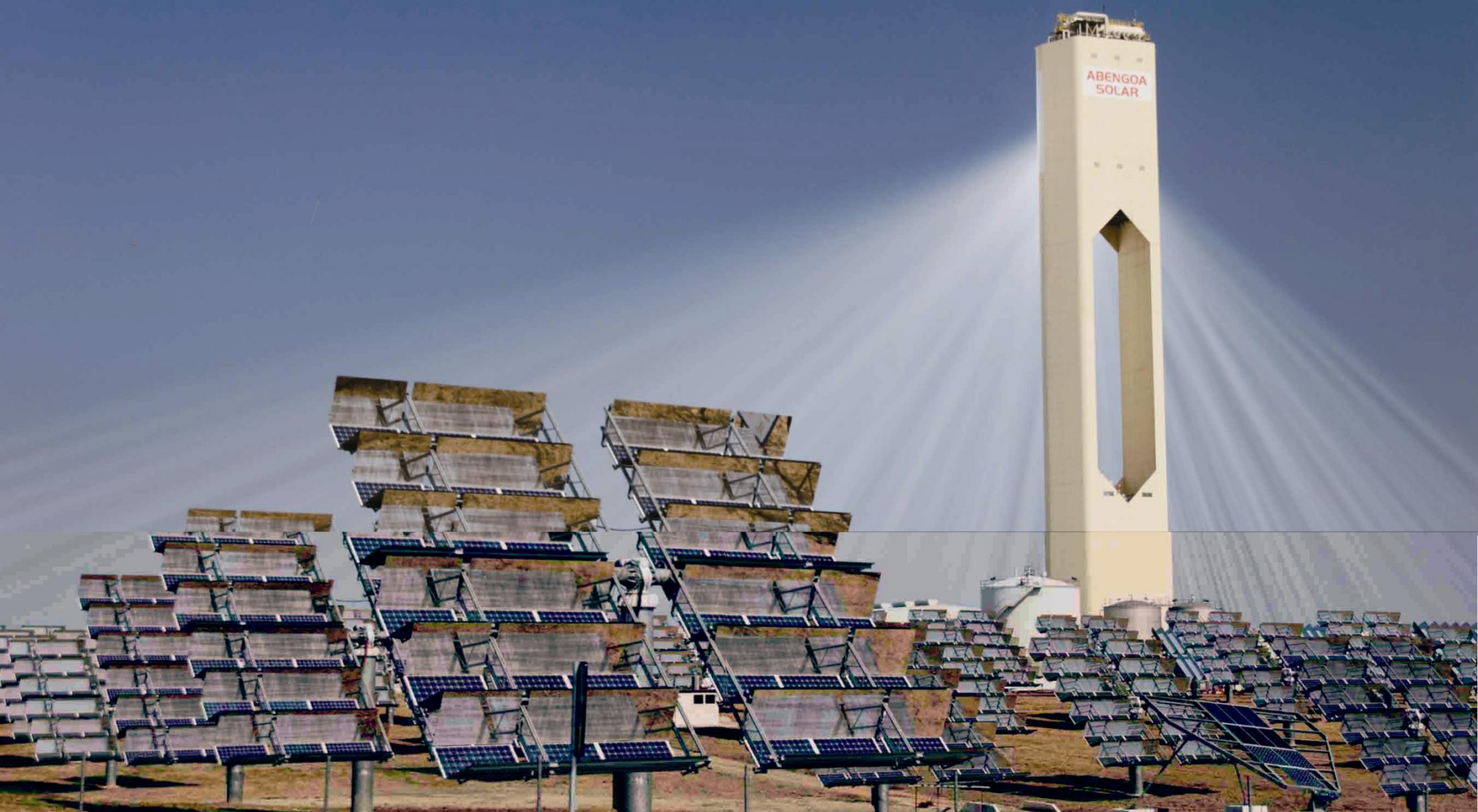
# 太阳能的采集与利用







## 中国光伏发电可利用太阳能资源估计



位于西班牙安达卢西亚的太阳能发电厂



# 风能资源与利用

## 老式风车与现代风车田



## 美国加州风车田

# 风能利用潜力巨大

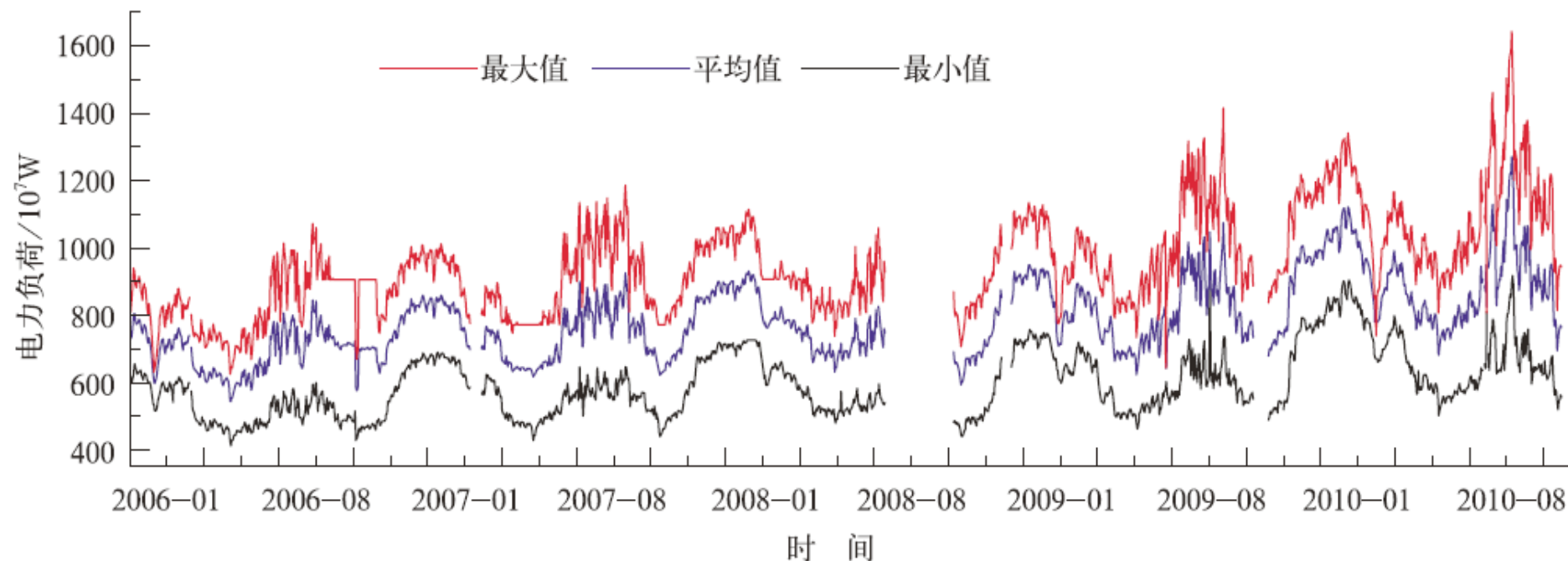
- ◆ 现代风力发电机的建造速度惊人。2010年，全球范围的风能装机容量超过203 000兆瓦，比2009年提高28%（1兆瓦的电力足够供应250~300户一般美国家庭），相当于整个意大利的电能需求——全球供电的2%。
- ◆ 自2000年以来，全球范围内的风能设备数量每三年就会翻一番。美国拥有全球最大的风力发电量（22.3%），其后是中国（16.2%）和西班牙（11.5%）。不久的将来，中国预计将成为风能产出最多的国家。



# 中国风能资源概况

- ◆ 根据有关估算，全国风能密度为 $100\text{W}/\text{m}^2$ ，风能资源总储量约 $1.6 \times 10^5\text{MW}$ ，特别是东南沿海及附近岛屿、内蒙古和甘肃走廊、东北、西北、华北和青藏高原等部分地区，每年风速在 $3\text{m}/\text{s}$ 以上的时间近 $4000\text{h}$ 左右，一些地区年平均风速可达 $6\sim 7\text{m}/\text{s}$ 以上，具有很大的开发利用价值。

## 北京电力负荷变化



电力负荷表现为整体呈逐渐增加的趋势，主要归因于社会经济的发展。在年际尺度以下，电力负荷曲线具有明显的“双峰”结构特征。



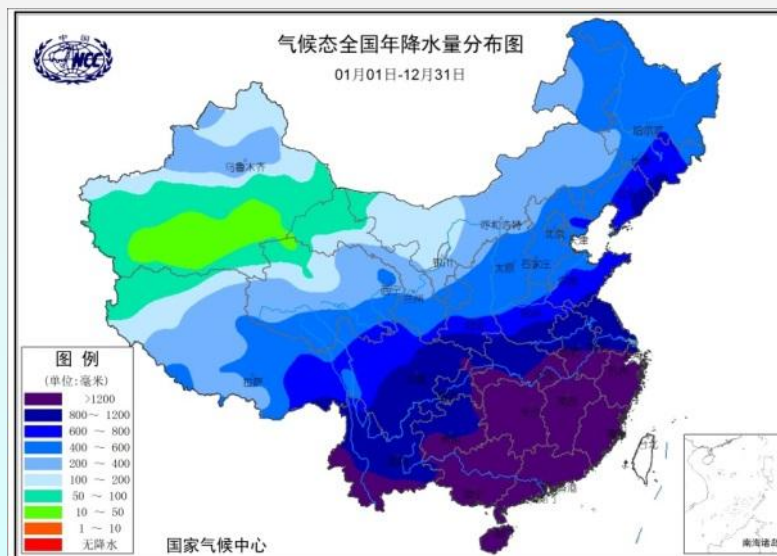
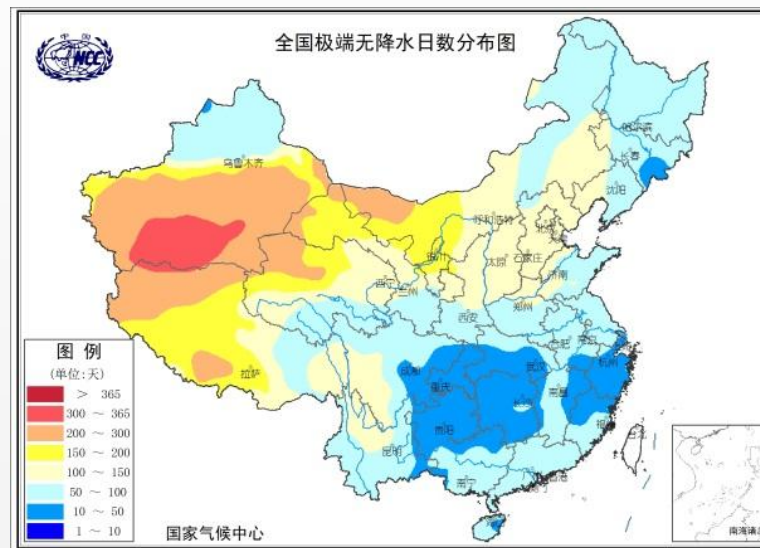
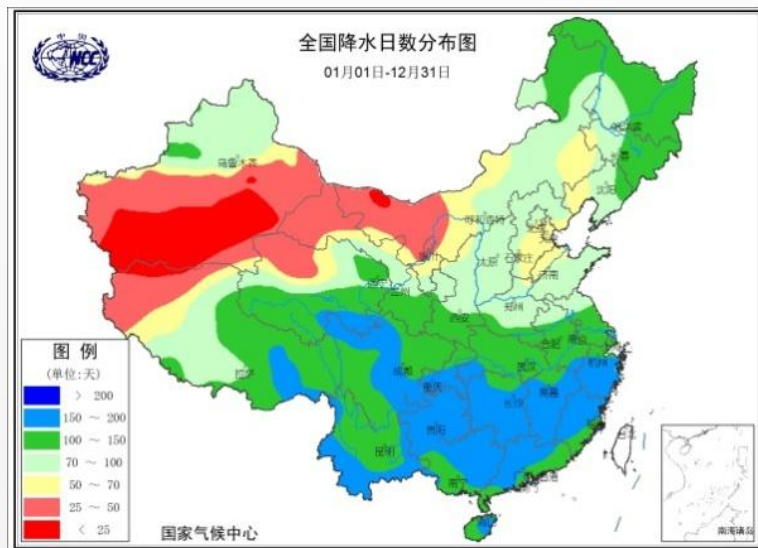




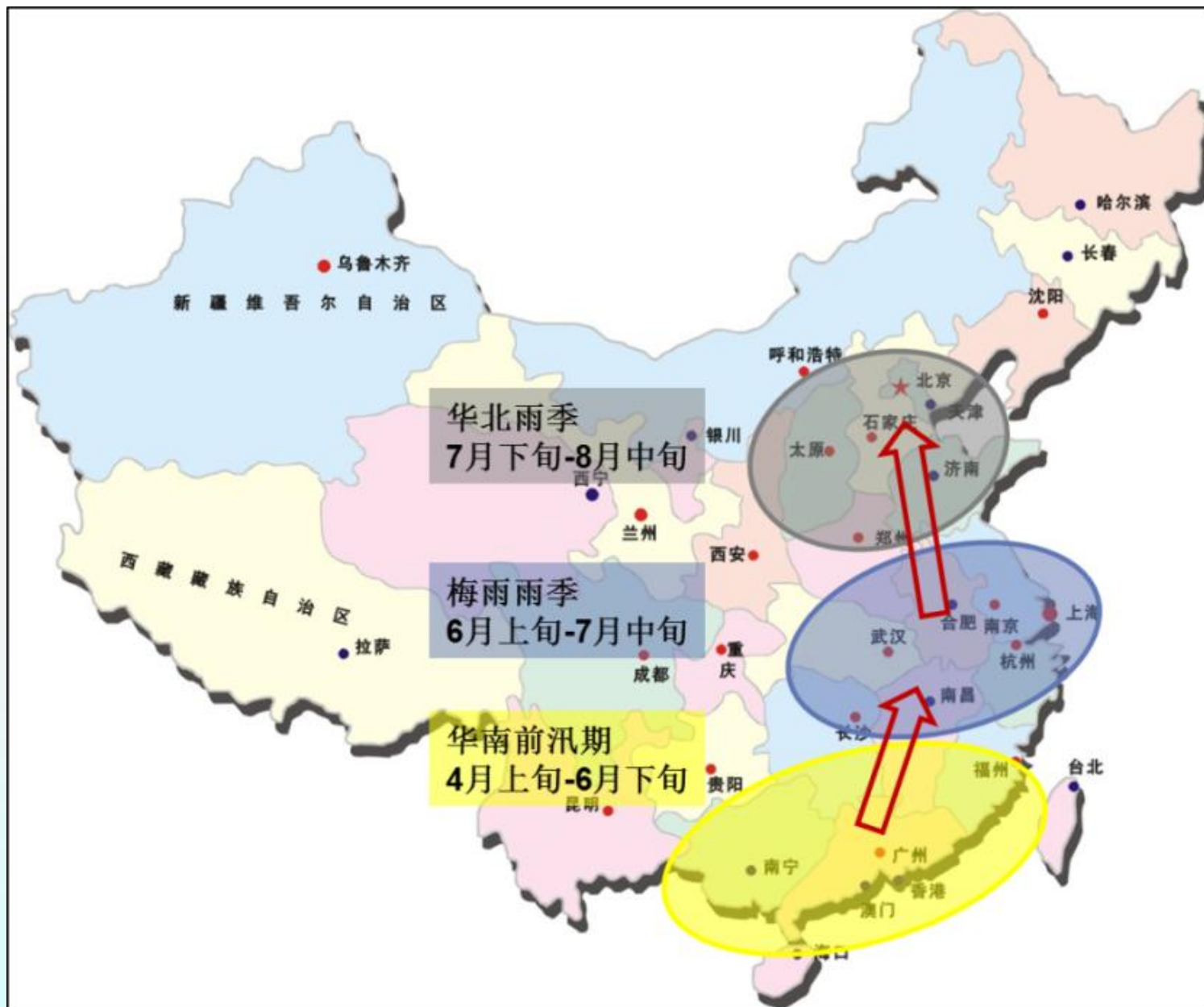




# 水资源 (降水)







# 热量资源：度日与积温

- ◆ **生长度日**数就是特定的作物在任何一天，其日平均温度和作物基础温度之间的差，基础温度就是作物生长所需要的最低温度。比如，甜玉米的基础温度是 $10^{\circ}\text{C}$ ，而豌豆的是 $4^{\circ}\text{C}$ 。当某天的平均温度是 $24^{\circ}\text{C}$ 时，甜玉米的度日数是14，而豌豆则是20。
- ◆ 从作物生长季节开始，逐日的生长度日就累加起来。如果某作物需要2000生长度日才能成熟，那么其收获的时间就是生长度日累积达到2000的时间。虽然植物生长的许多重要因子，如降水和阳光等，但这一指标体系仍然作为确定作物大致成熟期的一个简单的、应用广泛的工具。

# 供暖度日和制冷度日

## ◆ 供暖度日

是用来估计能源需求和消耗的一个实用方法。这一指标先假定室内的温度高于 $18^{\circ}\text{C}$ 时就不需要供暖，就是当温度低于 $18^{\circ}\text{C}$ 时每下降一度就计为一个供暖度日。供暖度日的确定是从 $18^{\circ}\text{C}$ 中减去每天低于 $18^{\circ}\text{C}$ 的日平均温度。若某天的平均温度为 $10^{\circ}\text{C}$ ，则该日的供暖度日就是8 ( $18-10=8$ )，平均温度高于 $18^{\circ}\text{C}$ 就没有供暖度日。供暖季节定义的时段从7月1日到6月30日。要保持一定温度所需要的供热量与总供暖度日成正比。如果将不同地方的季节总量进行比较，就可以估算出燃料消耗的季节差异。

## ◆ 制冷度日

正如供暖需要燃料消耗一样，建筑的制冷能源消耗也可以用制冷度日来估算。因为同样使用 $18^{\circ}\text{C}$ 作为基础温度，那么只要从每天日平均温度减去 $18^{\circ}\text{C}$ 就可以确定制冷度日了。因此，如果日平均温度是 $29^{\circ}\text{C}$ ，那么制冷度日就是11。因而，记录的制冷总度日数就代表了从该年1月1日以来的累积度日数。



# 气候对城市交通的影响

- ◆ 气候变化对城市热岛、城市干岛、城市雨岛强度的影响；
- ◆ 不同纬度带和气候带的城市气候；
- ◆ 城市化的气候效应；
- ◆ 城市气候图：如何根据实际气候环境来改善和优化城市气候；
- ◆ 城市布局与局地气候的关系、城市规划的气候考虑

# 暴雨、洪涝、高温、大雾灾害的风险区划

灾害分类 因子	暴雨灾害	高温灾害	大雾灾害
危险性	暴雨强度	日最高温度超过 35℃ 的高温过程的持续时间、过程最高温度和平均温度	雾日数、雾日对应的能见度
敏感性	地形、水系、不透水地面面积	地形、地表覆盖、水系	
易损性	地均 GDP、人口密度、耕地比重	人口密度、地均 GDP、耕地比重、人均占有能源	人口密度、公路里程、机场及港口的吞吐量
抗灾能力	人均 GDP	医疗卫生设施、人均能源支配情况、社会发展水平	大雾预警能力、人均 GDP

# 城市气候图

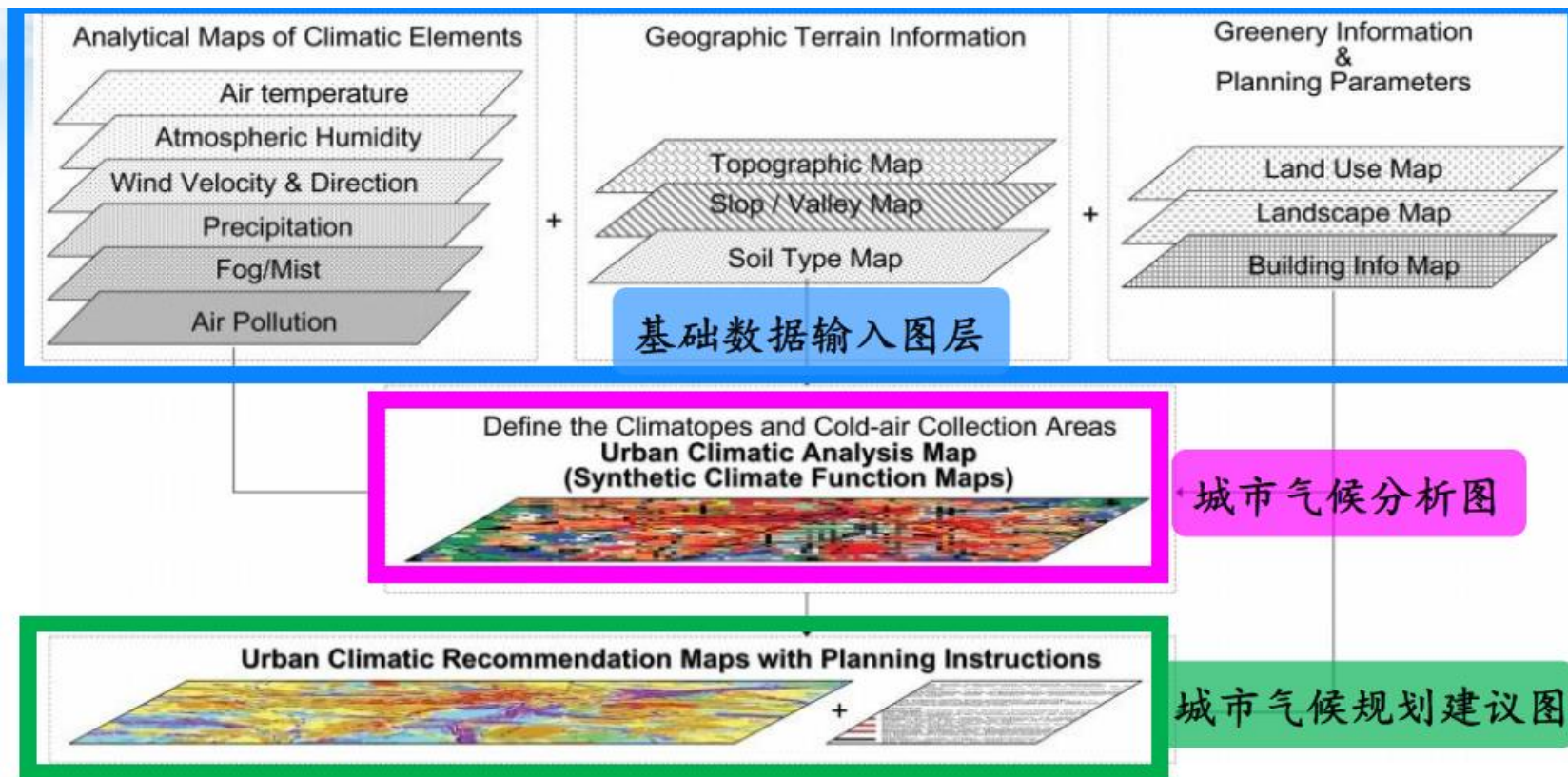


➤城市气候图从城市可持续发展和生态城市需求的角度出发，阐述**气象、环境与城市规划的相互关系**，提出了全新的城市规划理念和规划策略。

➤目前，世界上已有**15个国家超过50个城市**开展了城市气候图研究及应用，利用城市气候相关信息辅助当地城市规划、可持续发展以及生态城市建设。

➤然而，目前大部分研究与应用仍限于发达国家或地区的低密度城市。城市气候于可持续城市建设中的应用在**发展中国家和地区的高密度城市**迫切需要展开。

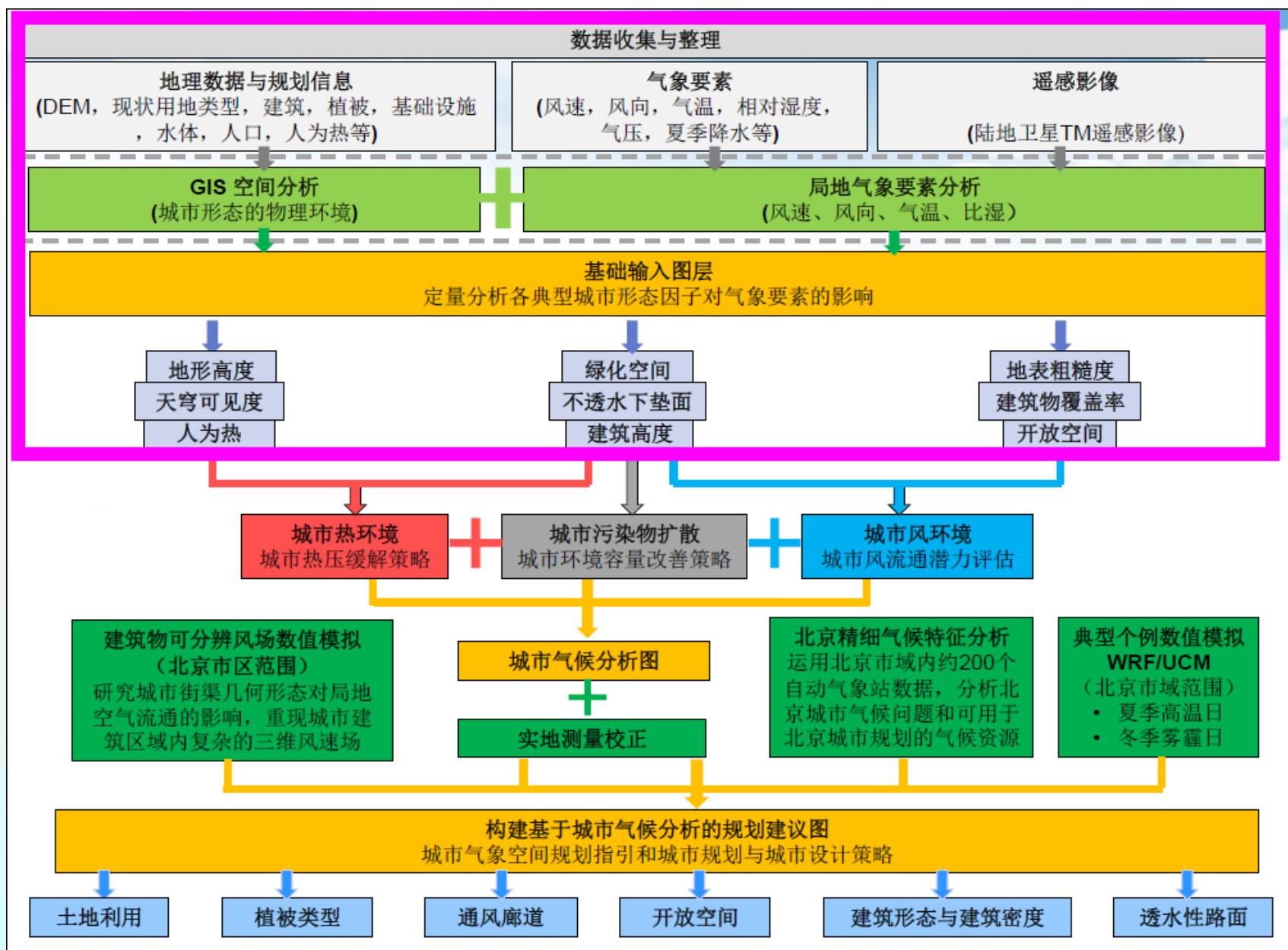




➤ **基本输入图层:** 气候气象要素分析图（气温、相对湿度、风速风向、降水、空气污染）；地形地貌信息图（地理地形信息、斜坡/峡谷分布、土壤类型）；植被数据和规划信息图（用地类型、景观植被、建筑信息）。

➤ **城市气候分析图**（Urban Climate Analysis Map）：利用不同的城市气候空间单位，归纳、总结、可视化城市气候状况分布，明确城市气候问题。

➤ **城市气候规划建议图**（Urban Climate Planning Recommendation Map）：包括基于城市气候分析的规划建议图，和与之对应的城市规划实施策略。



# 气候与交通运输

## ◆ 空中与海上交通：

(1) 飞行航线上主要关注雷暴、龙卷风、切变线、对流层顶波动、晴天湍流、下击暴流、低云等；航线气候图；

(2) 海上运输：盛行风向、风暴（台风等）路径、海冰、浓雾大雾等；

## ◆ 陆地交通：暴雨、大雪、冰凌、陆面结冰、冻雨、大雾和团雾、大风等



# 气候对社会的影响

- ◆ 气候与人类起源：适宜的温度和湿度条件使人类得以发展，经历了不同的社会发展阶段；
- ◆ 人类文化中心（文明中心）的移动和气候有关。如3000多年前的古代文明发源地带主要位于热带和副热带地区，如印度、埃及和玛雅文化都产生于30N以南的热带地区；中国黄河流域（4000年前较热）及古巴比伦文化均位于35N附近的副热带地区；
- ◆ 现代文明的发展体现出热带与温带不同的气候优势；
- ◆ 人类发展以逐渐突破气候带和区域性气候差异的限制：起源于热带副热带、近代工业兴起于温带、最终将利用全球。

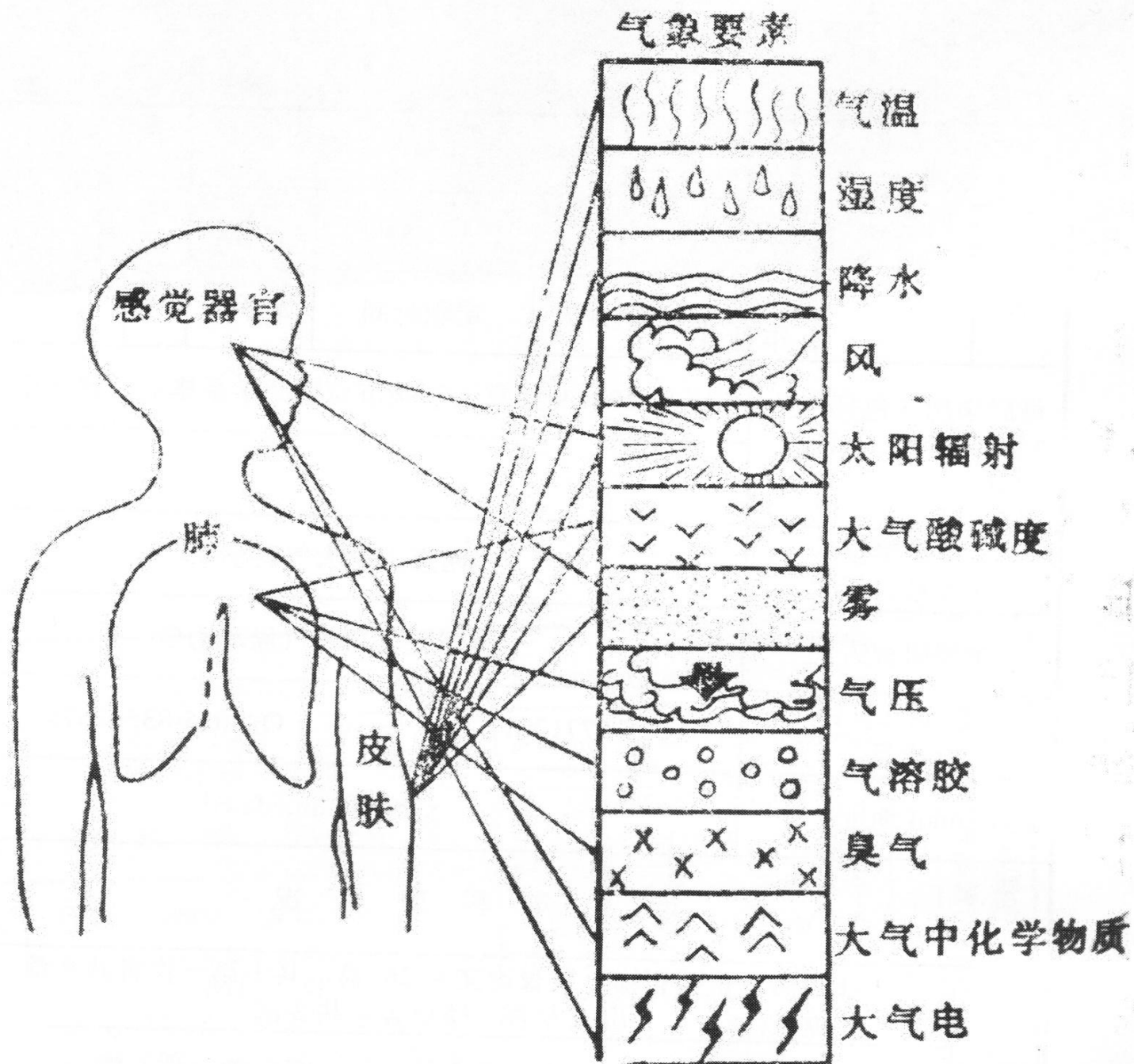
# 气候与人口的关系

- ◆ 气候资源+土壤资源
- ◆ 人类利用气候资源的不同方式与阶段
- ◆ 在控制阶段：66.6m<sup>2</sup>养活一个人
- ◆ 历史时期人口与朝代兴衰有关，而朝代兴衰间接受气候因素影响
- ◆ 以历史上黄河流域为例：气候影响农业、黄河、人口、政治，同时又水利工程和技术的影响

# 气候与人类健康

- 气候是人类生存的必需环境，没有地球气候就没有人类生命和人类文明的发展
- 地球上的土壤类型、植物、动物的分布都是由气候决定的
- 气候在许多方面影响人类的生活及其生存方式
  - 适宜的温度和湿度
  - 充足的降水和日照
  - 空气的流动
  - 舒适度指数





# 专业气象保障服务

- ◆ 涉及范围：农业、工业、交通、电力、水资源、健康、旅游、工程、金融、商业、保险、城市系统、港口、重大活动等；
- ◆ 服务类型：免费服务（公益性）、收费服务（专项定点）、指定任务；
- ◆ 服务产品：气候要素预测、气象灾害展望、高影响天气过程、农作物生长关键期、重大社会活动和面向行业的专项气候预测、灾害性气候事件的滚动预测。