



跨学科的可持续建筑课程与教育体系

可持续建筑技术

——气候与建筑

湖南大学建筑学院
徐峰 教授 xufeng@188.com



气候与建筑

第一节 建筑与气候的关系

第二节 气候分区与建筑的适应性

第三节 建筑对微气候的影响

第四节 建筑类型及特点

一、建筑与气候的关系

- ◇ 人类对建筑与气候的关系的理解可以归纳为“防”与“用”；
- ◇ 如何正确的**利用自然气候条件**，并保证建筑设计既**安全、经济和实用**，又有**合理的布局**，是研究建筑与气候关系的主要目的；
- ◇ 建筑对不利气候的“防”是建筑的基本功能；
- ◇ 建筑对自然气候资源的充分利用则体现了建筑的进化。

建筑的起源、目的、设计的过程

◇ 建筑的起源

建筑的产生是从对不利气候的“防”开始的
洞穴——树屋——建筑

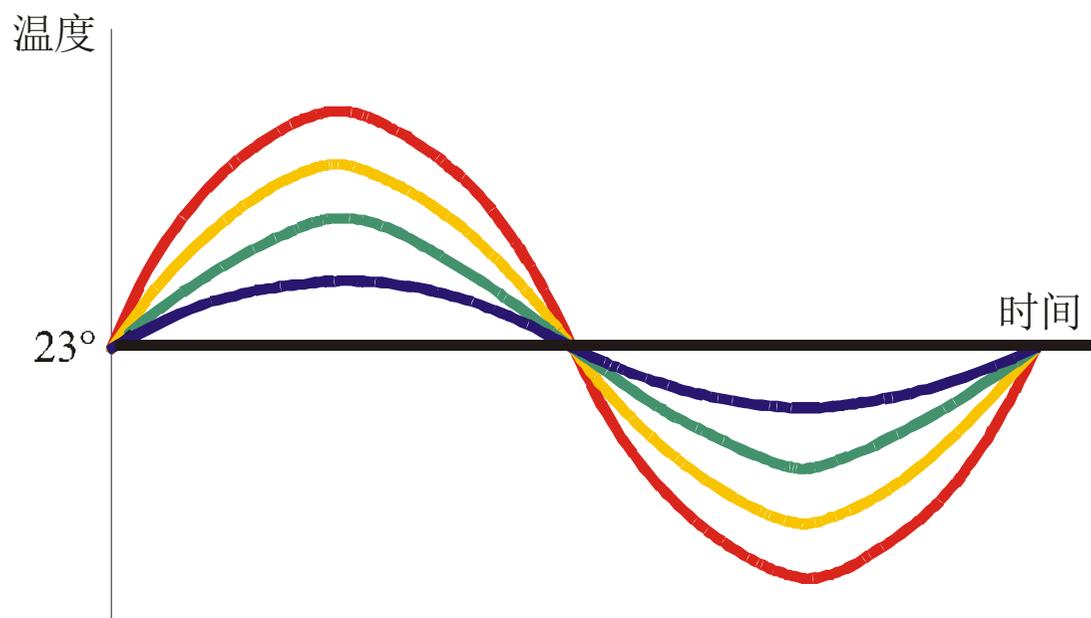
◇ 建筑的目的（G·勃罗德彭特）

提供舒适的环境，可以根据需要来调节其温度、湿度、照明和其他条件；
避免有害的外在干扰及保护一些特殊活动；
提供以激发人们情感、想象、宗教等方面的象征符号。

◇ 建筑设计的过程（V·奥戈雅）

气候→生物（舒适）→技术→建筑的过程

气候、建筑、设备的关系



室外气候条件

建筑设计与微气候

自然通风、自然采光、
被动式制热制冷

辐射加热、机械通风、
机械制冷

不同气候类型下建筑技术的可用性

		冰层	冻土	丘陵	大陆性	温带	地中海式	亚热带	热带	热带草原	温带草原	沙漠
被动式设计策略	主动式设计策略											
自然通风		0	0	1	4	6	6	7	7	7	7	7
	机械通风	5	5	3	3	3	4	5	6	6	6	6
夜间通风		0	1	2	3	5	6	7	7	7	7	7
	空调制冷	0	0	0	1	1	3	5	5	5	5	6
蒸发冷却		0	0	0	1	2	3	2	2	5	6	7
	水源热泵	0	0	0	4	3	5	6	6	7	7	7
大型建筑蓄热		3	4	4	6	5	6	2	2	3	5	6
小型建筑蓄热		3	3	2	2	3	3	5	5	6	4	4
	机械供暖	7	7	7	7	6	4	0	0	2	4	1
太阳能采暖		2	3	6	6	7	6	0	0	2	3	0
	地热采暖	7	7	7	6	6	5	0	0	0	3	0
太阳能光伏 / 热水		6	6	6	5	5	4	0	0	1	2	0
绝热/气密性		7	7	7	7	6	5	0	0	1	3	4
遮阳		0	1	3	4	5	6	6	6	6	7	7
	人工照明	6	6	4	4	4	3	3	3	2	2	2
自然采光		6	6	6	6	6	6	5	5	5	4	4

气候与建筑

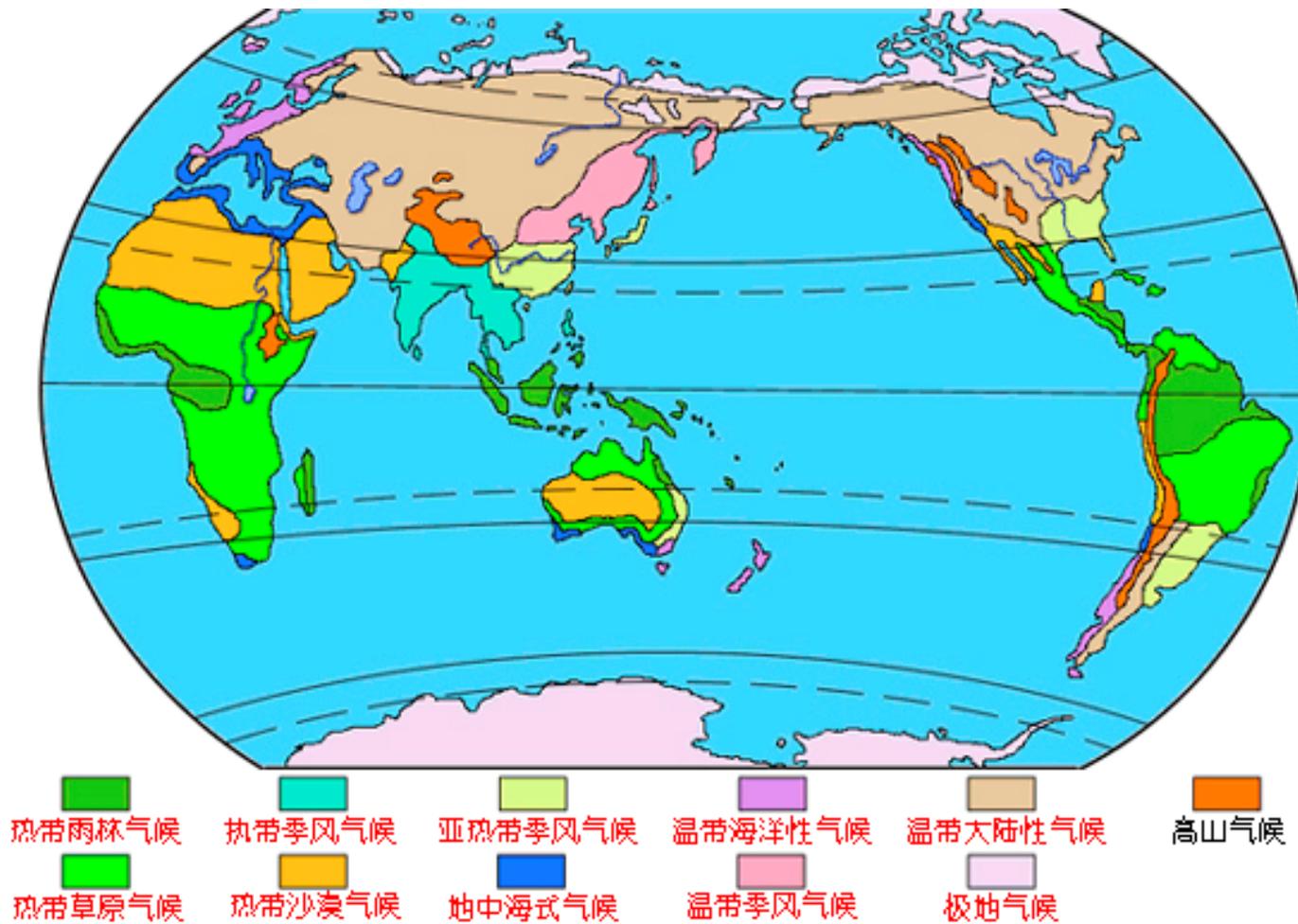
第一节 建筑与气候的关系

第二节 气候分区与建筑的适应性

第三节 建筑对微气候的影响

第四节 建筑类型及特点

一、世界气候类型分布图



世界气候类型气温、降水

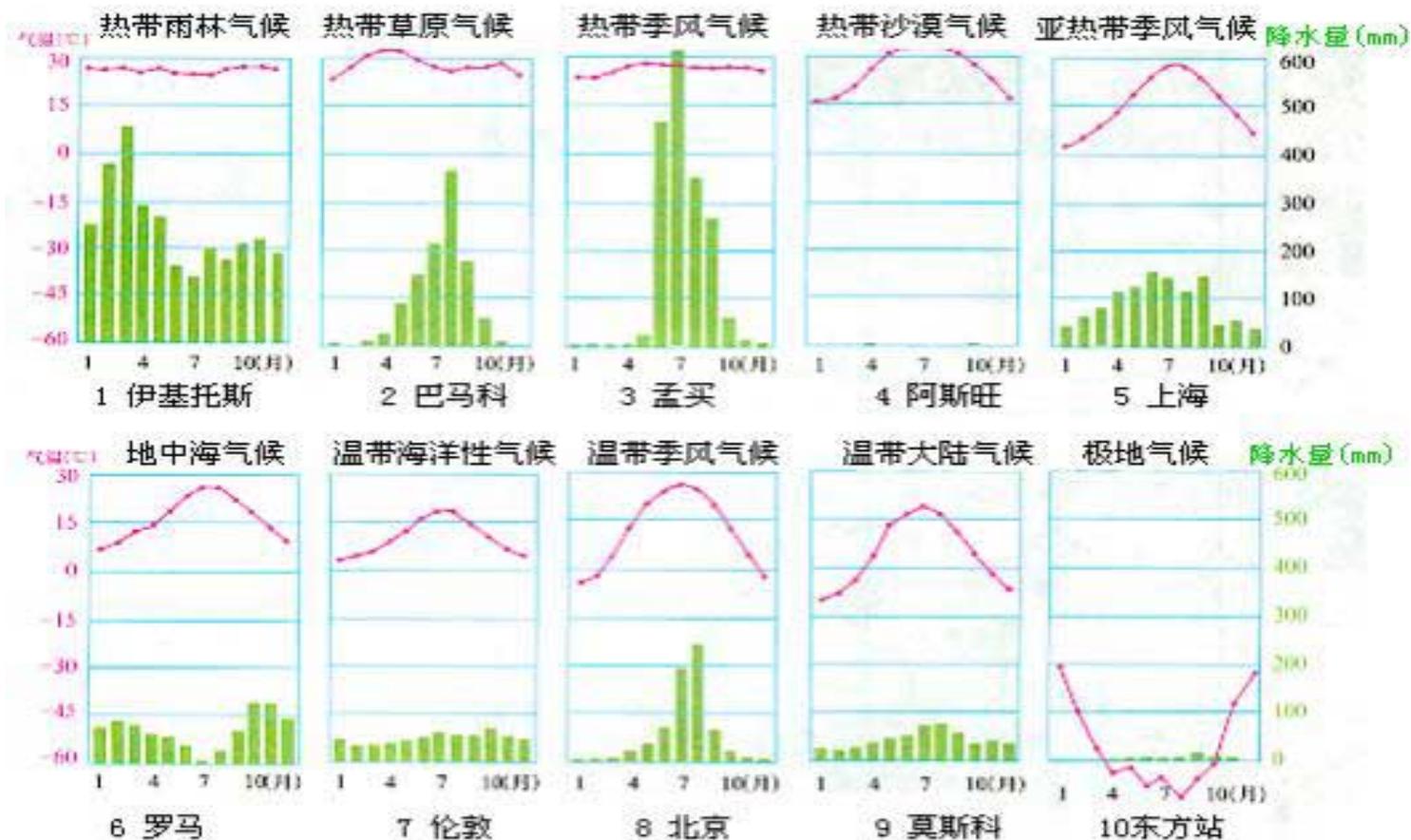
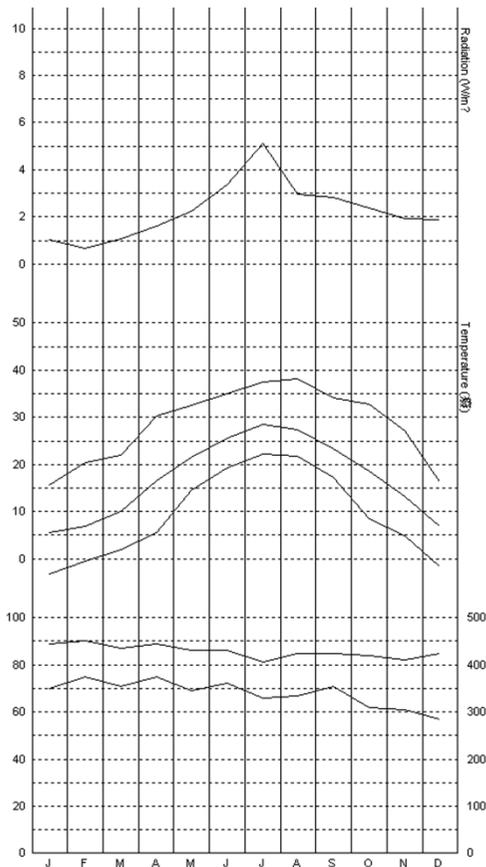


图2.29 世界各种气候类型的降水量和气温月份分配

太阳辐射
总辐射

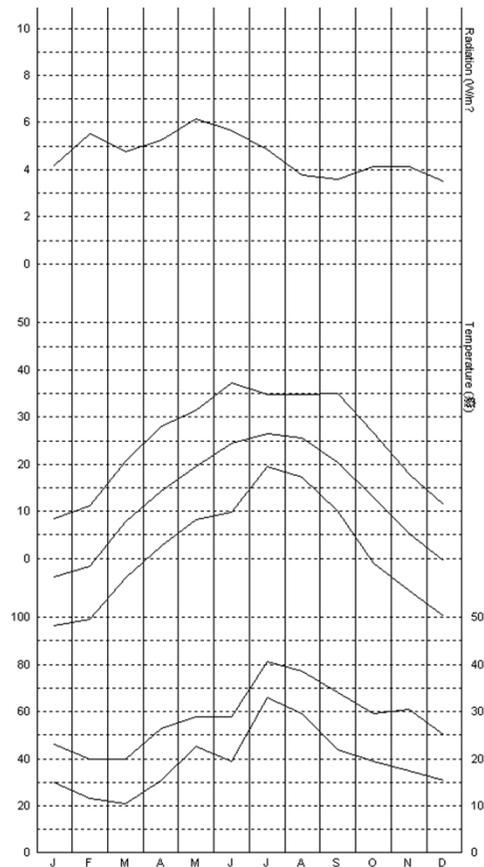
空气温度
最高
平均
最低

相对湿度
上午9点
下午3点



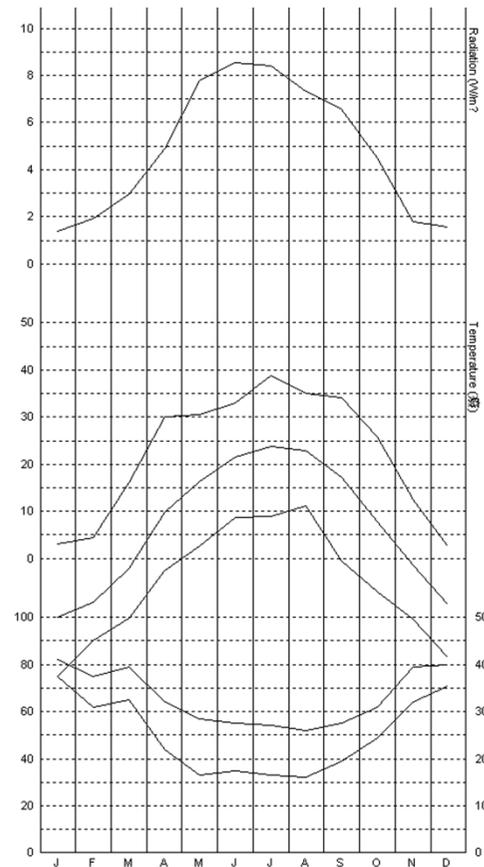
长沙

亚热带季风性气候



北京

温带季风性气候



乌鲁木齐

温带大陆性气候

1. 温带季风气候

- ◆ 季风是一种盛行风向随季节发生明显变化的风。
- ◆ 出现在北纬 35° ~ 55° 左右的亚欧大陆东岸，包括我国华北和东北、朝鲜的大部、日本的北部以及俄罗斯远东地区的一部分。
- ◆ 冬季这里受来自高纬内陆偏北风的影响，盛行极地大陆气团，寒冷干燥；
- ◆ 夏季受极地海洋气团或热带海洋气团影响，盛行东和东南风，暖热多雨，雨热同季；
- ◆ 年降水量1,000毫米左右，约有三分之二集中于夏季（夏季炎热多雨，冬季寒冷干燥）；
- ◆ 全年四季分明，天气多变，随着纬度的增高，冬、夏气温变幅相应增大，而降水逐渐减少。

2. 亚热带季风气候

- ◇ 分布在北纬 25° ~ 35° 亚热带大陆东岸，它是**热带海洋气团和极地大陆气团交替控制和互相角逐**的地带。主要分布在中国东部秦岭淮河以南、热带季风气候型以北的地带，以及日本南部和朝鲜半岛南部等地。
- ◇ **冬季不冷**，1月平均温普遍在 0°C 以上；
- ◇ **夏季较热**，7月平均温一般为 25°C 左右；
- ◇ 冬夏风向有明显变化，年降水量一般在**1000毫米**以上，主要集中在春、夏季，冬季较少。

3. 温带大陆性气候

- ◇ 主要分布在南、北纬 40° ~ 60° 亚欧大陆和北美大陆内陆地区和南美南部。
- ◇ 由于**远离海洋，湿润气候难以到达，因而干燥少雨**，气候呈极端大陆性，气温年、月较差为各气候类型之最。而且，越趋向大陆中心，就越干旱，气温的年、日较差也越大，植被也由森林过渡到草原、荒漠；
- ◇ 终年受大陆气团控制，干旱少雨。**冬季严寒，夏季炎热**，气候变化大。年降雨 $<300\text{mm}$ 。

二、全球气候分区

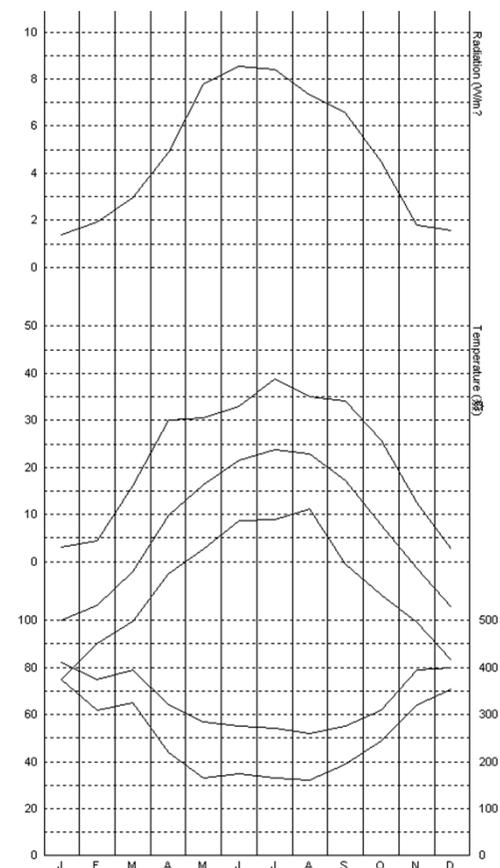
- ◆ 英国学者斯欧克莱在《建筑环境科学手册》中根据空气温度、湿度和太阳辐射等因素，将地球上的地域大致分为四种不同的气候类型区：**干热气候区、湿热气候区、温和气候区和寒冷气候区**。
- ◆ 尽管这种分法比较粗略，但在研究**城市、建筑与气候关系**通常采用这种分类法。

1. 干热气候区

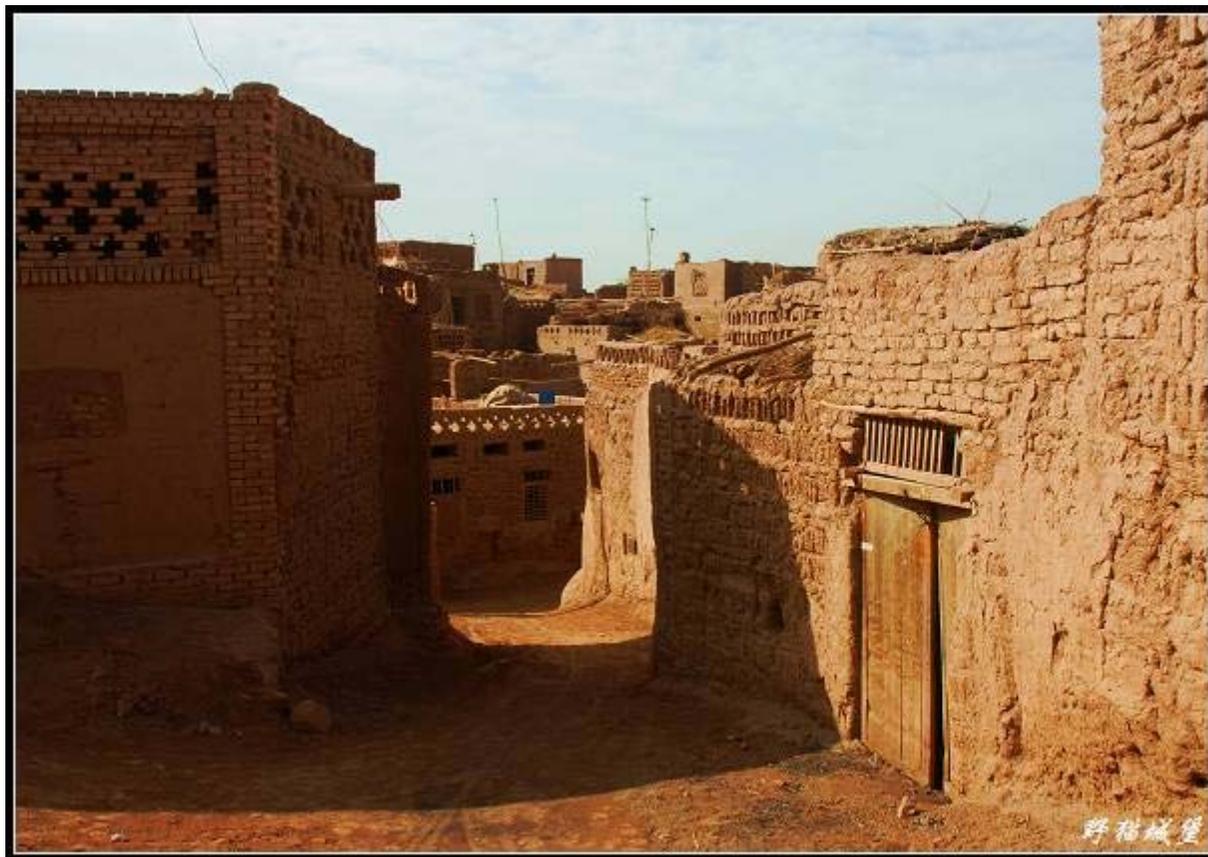
◆ 干热地区大约在赤道南北 $15-30^{\circ}$ 之间的亚热带纬度范围内，包括亚洲的中部和西部地区、中东、非洲、美洲北部和南部以及澳大利亚中部和西北部地区。我国新疆吐鲁番盆地一带，以及川西攀枝花地区、川东长江谷地、云南元江谷地以及海南岛西部的部分地区也属于这一气候区。

◆ 气候特点：

- ◆ 干旱、高盐碱化
- ◆ 夏季大面积高温和强烈的太阳辐射，昼夜温差大



1. 干热气候区



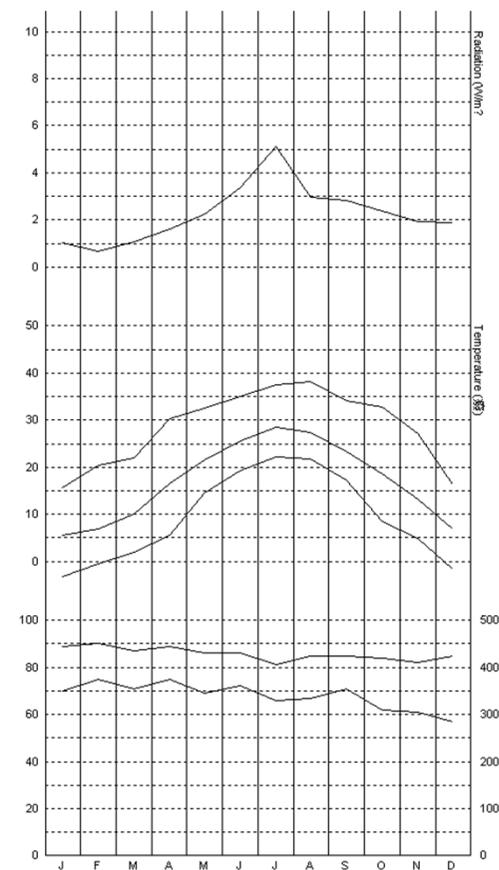
◇ 特点:

- ◇ 厚重墙体
- ◇ 开小窗
- ◇ 减小通风
- ◇ 平屋顶
- ◇ 联排成片、互相遮阳

吐鲁番民居

2. 湿热气候区

- ◆ 主要包括两种气候类型：一类是夏季湿热，但有短暂寒冬的次湿热气候区（包括我国南方地区、长江流域局部地区）；另一类是典型的赤道气候类型区（沿赤道两侧的狭长区域，纬度 $0\sim 15^\circ$ 之间）和热带海洋气候区（南非、澳大利亚的东北部）。
- ◆ 气候特点：
 - ◆ 年平均温度较高，湿度较高且相对稳定
 - ◆ 夏季高温，潮湿，昼夜温差小

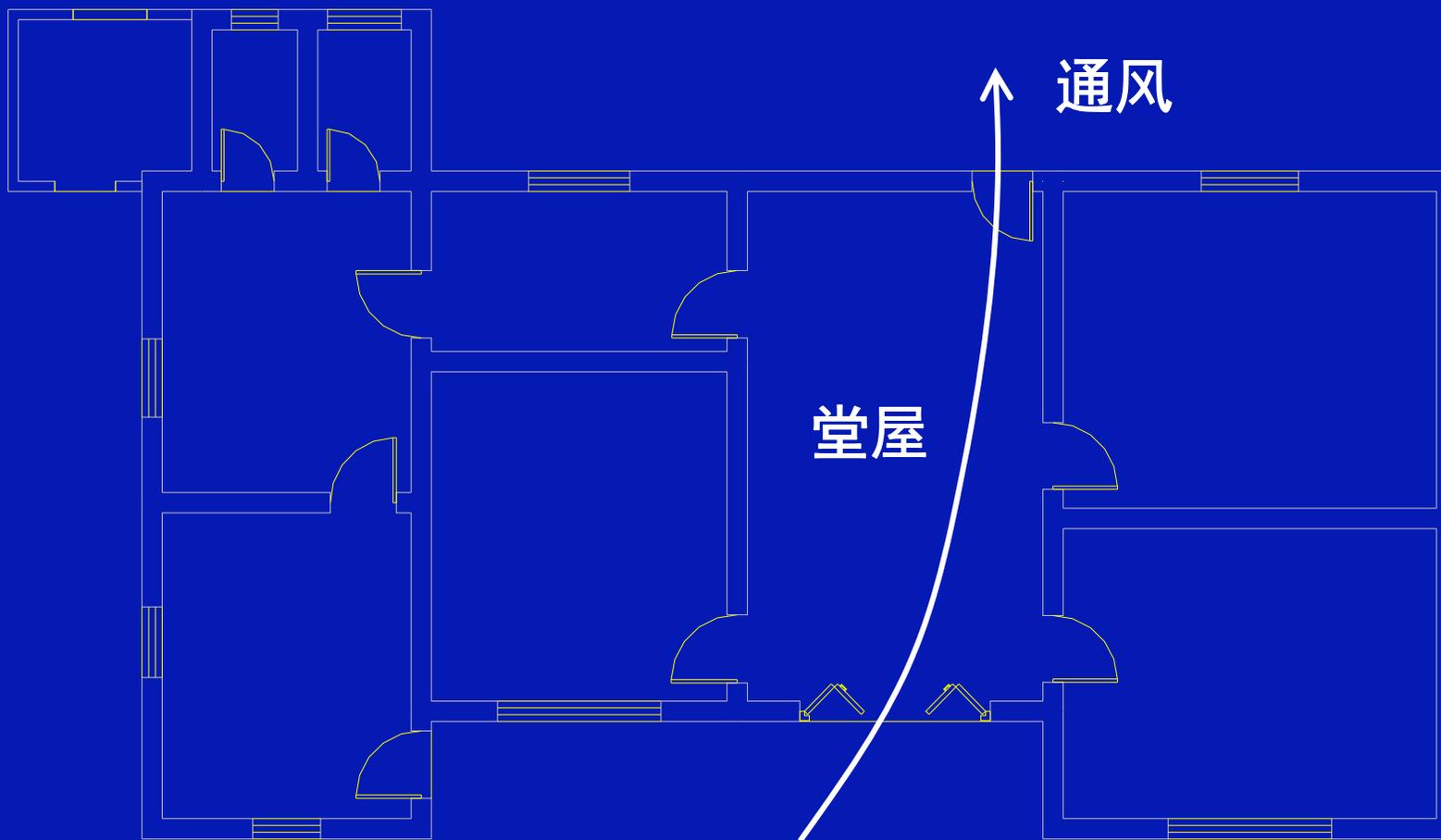


2. 湿热气候区



- ◇ 特点：
- ◇ 轻型木结构
- ◇ 开大窗
- ◇ 加强通风
- ◇ 挑檐遮阳遮雨
- ◇ 坡屋面
- ◇ 建筑间距尽量大

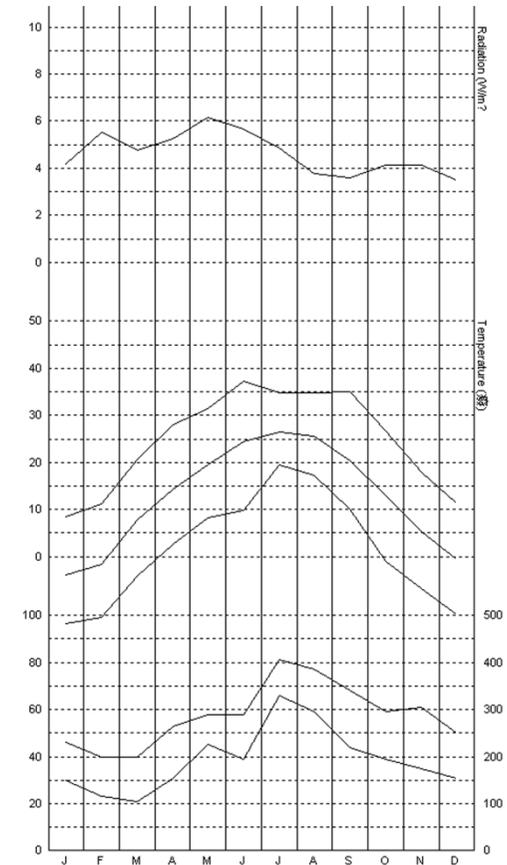
湘西土家族吊脚楼



湖南民居堂屋前后开门

3. 寒冷气候区

- ◇ 夏天凉爽舒适，冬天（11月~3月）平均温度低于 0°C 的地区，主要分布在高纬度区域（纬度 40° 以上）。分布在冰岛、格陵兰岛、瑞士、俄罗斯、加拿大、美国、中国以及阿富汗、伊朗等北半球高纬度区域。
- ◇ 气候特点：
 - ◇ 夏季凉爽舒适
 - ◇ 冬季（11月~3月）平均温度低于 0°C



3. 寒冷气候区



- ◇ 特点：
- ◇ 墙体热阻大
- ◇ 开小窗
- ◇ 紧凑
- ◇ 连片

陕北民居

建筑同时也因资源与生活习惯的不同而各具特色

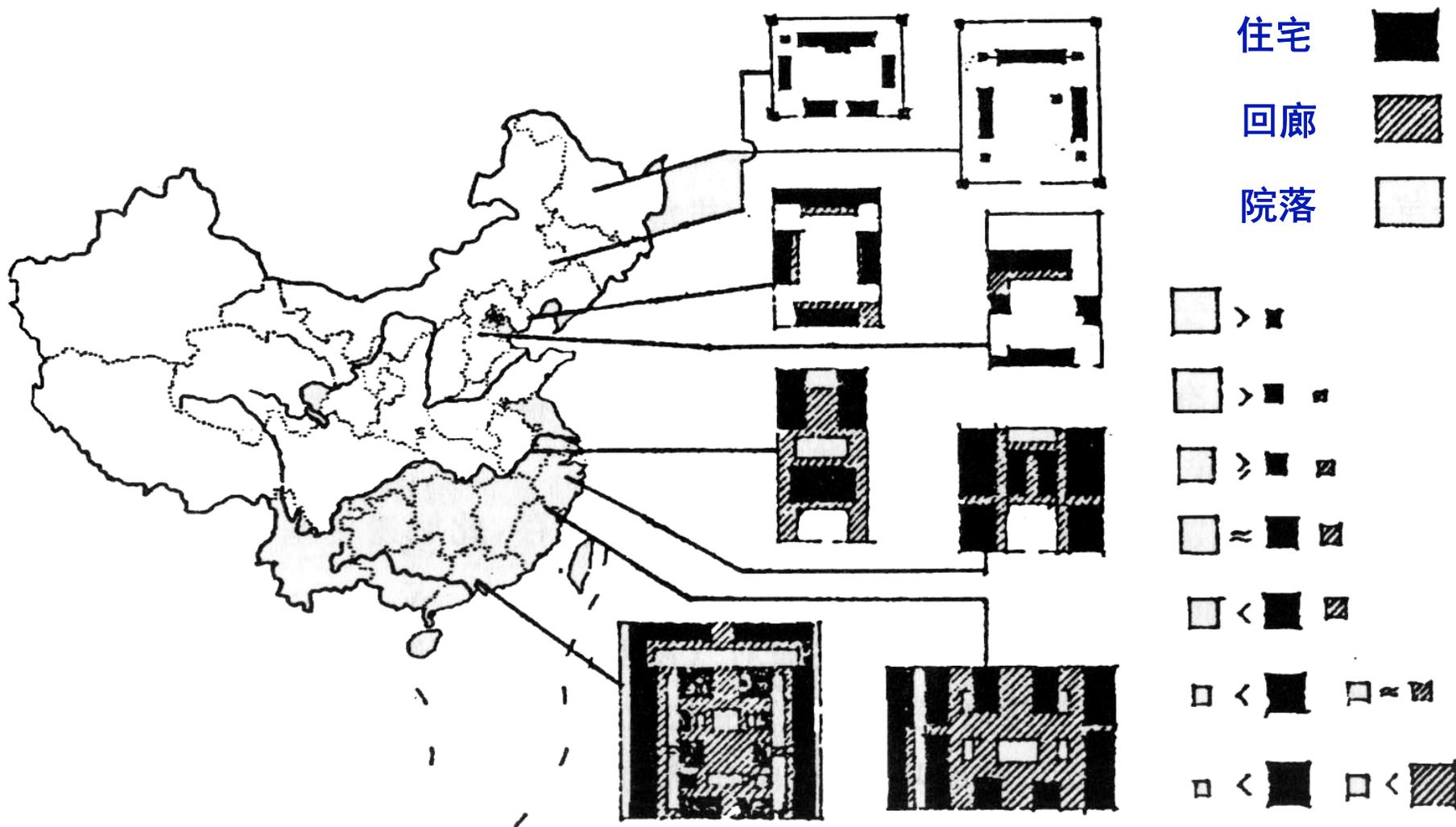


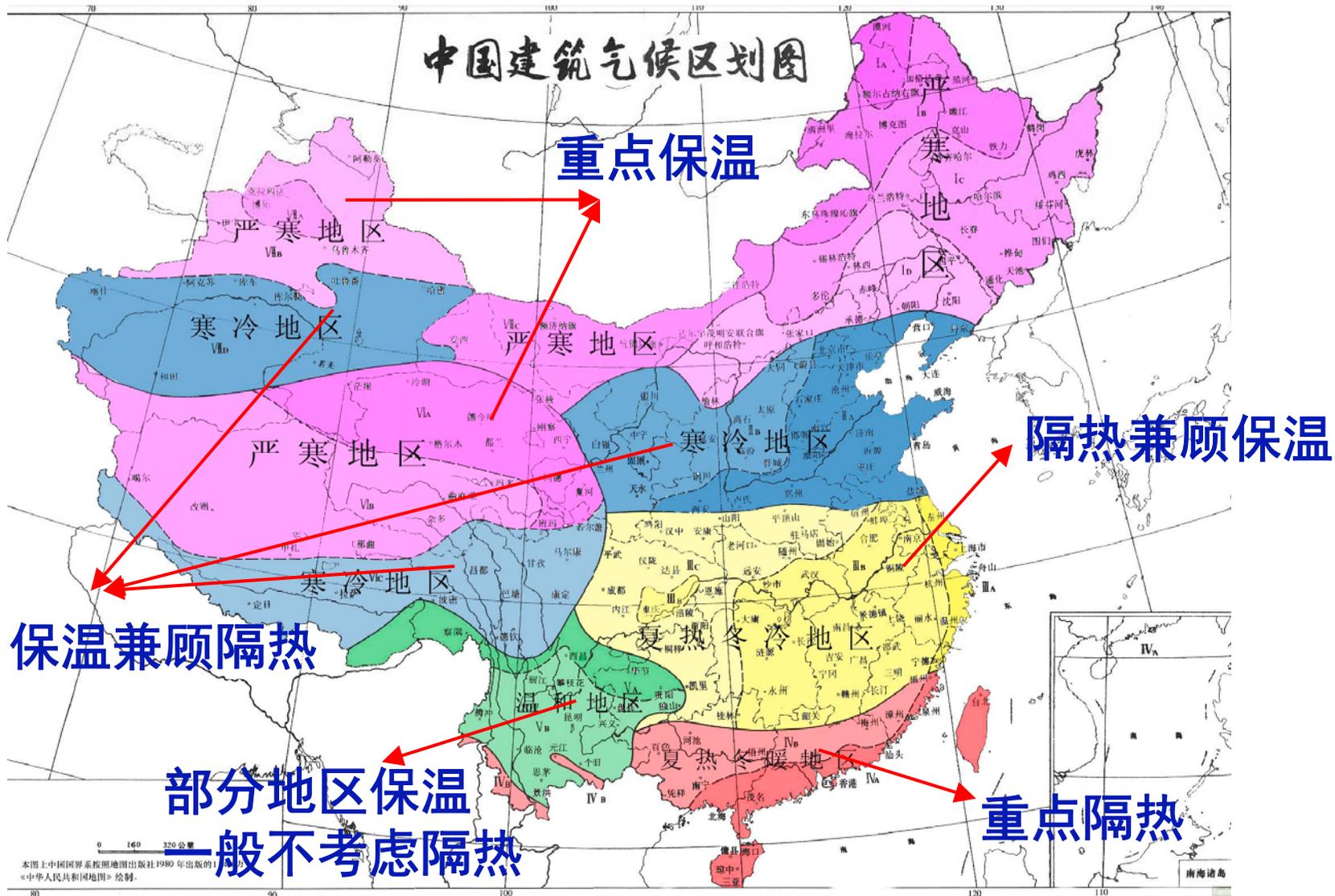


湖南省岳阳市张古英村传统民居

三、传统民居建筑的适应性

- ◇ 传统民居建筑总是在**当地气候、资源、生活习惯**等条件下经历数万年演变发展而来的；
- ◇ 热湿环境、光环境、卫生舒适要求中，传统民居**一般重视热湿环境**的改善，光环境、卫生舒适等放在第二位；
- ◇ 传统民居中有很多可以**借鉴**的建筑技术，可供现代建筑设计进行参考。





气候与建筑

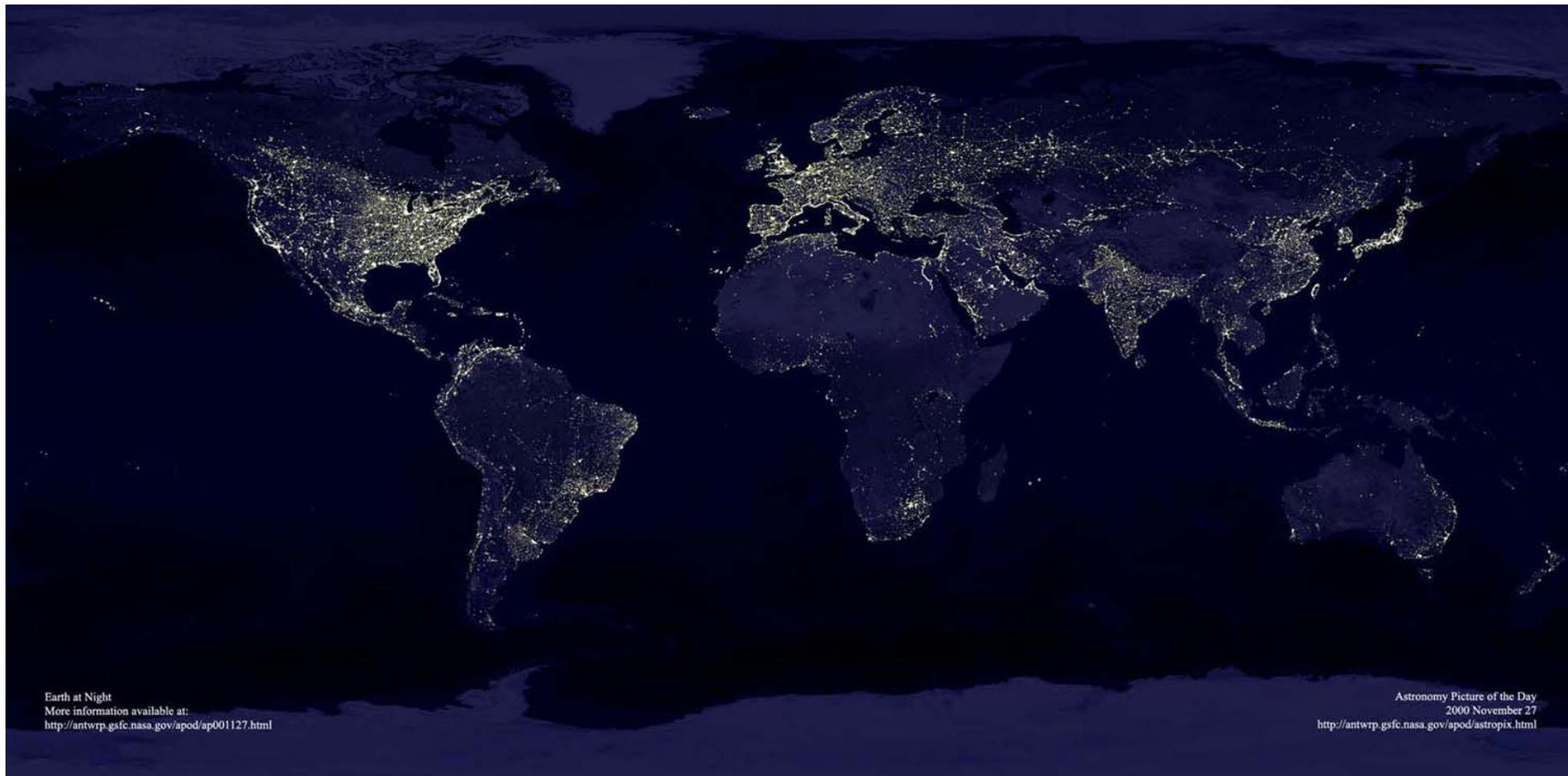
第一节 建筑与气候的关系

第二节 气候分区与建筑的适应性

第三节 建筑对微气候的影响

第四节 建筑类型及特点

建筑为什么会影响到微气候？ 城市？ 密集？ 人口？



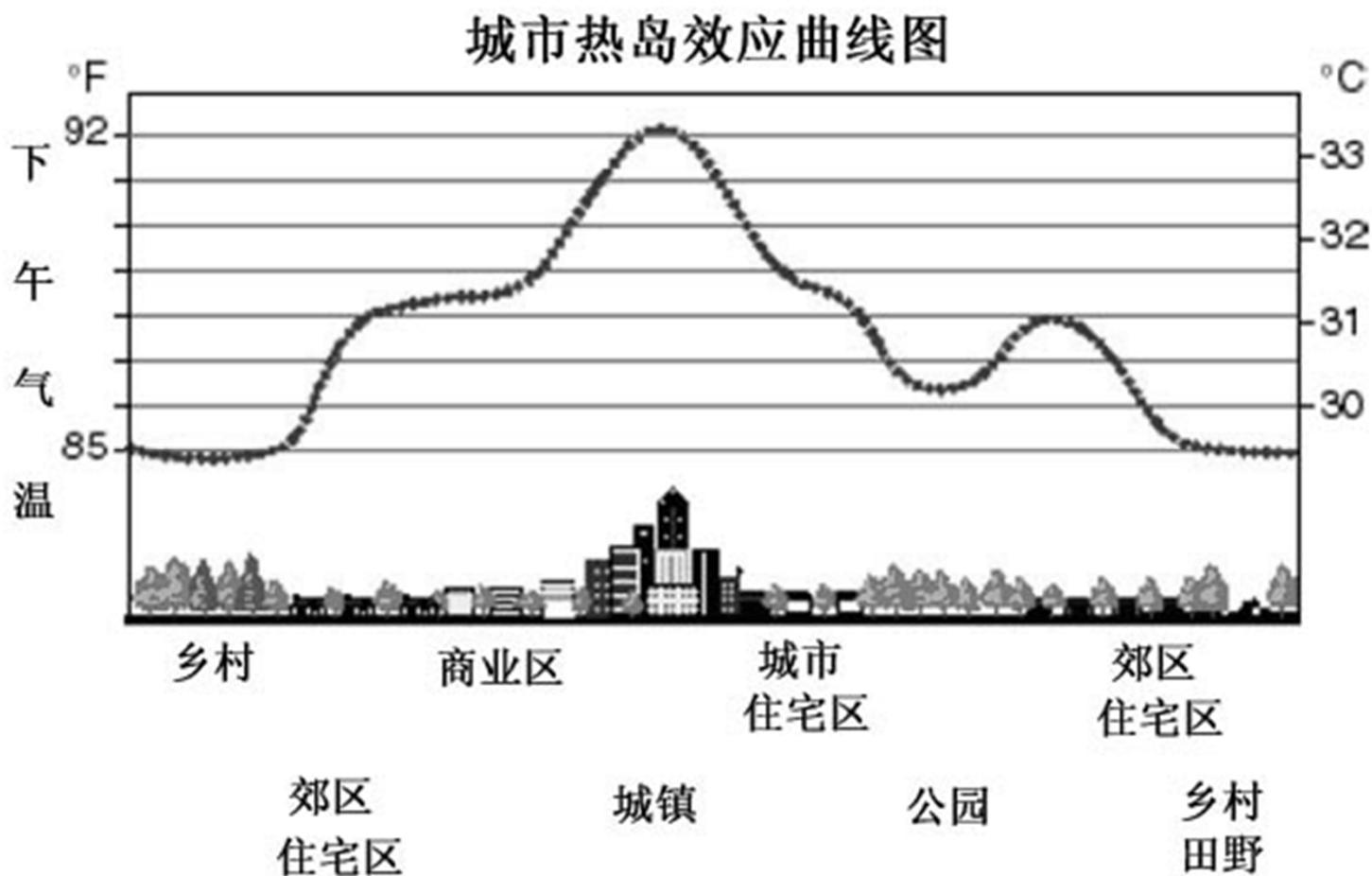
一、城市与郊区气候特征比较

要素	与郊区比较	要素	与郊区比较
大气中污染物质	多10 倍	温度	
凝结核	多10 倍	年平均	高0.5-3 °C
微粒	多5-25 倍	冬季最低温	高1-2 °C
气体混合物		夏季最高温	高1-3 °C
辐射	少0-20 %	相对湿度	小 6 %
水平面上总辐射	少30 %	年平均	小 2 %
紫外辐射	少5 %	冬季	小 8 %
冬季	少5-15 %	夏季	
夏季			
日照时数			

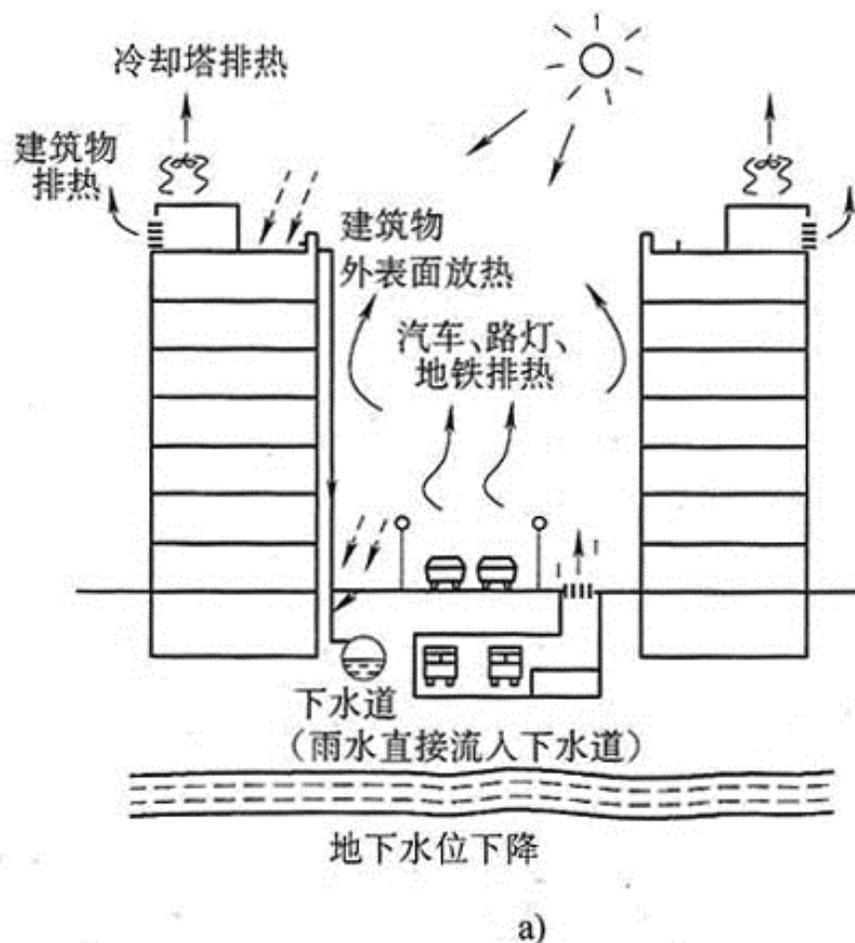
一、城市与郊区气候特征比较

要素	与郊区比较	要素	与郊区比较
云量	多5-10 %	风速	
云量	多100 %	年平均	高0.5-3 °C
雾：冬季	多30 %	极大阵风	高1-2 °C
夏季		无风日数	高1-3 °C
降水			
降水总量	多5-15%		
<5mm 雨量日数	多10%		
降雪量：市中心区	少5-10%		
市下风方向	多10-15%		
雷暴	多10-15%		

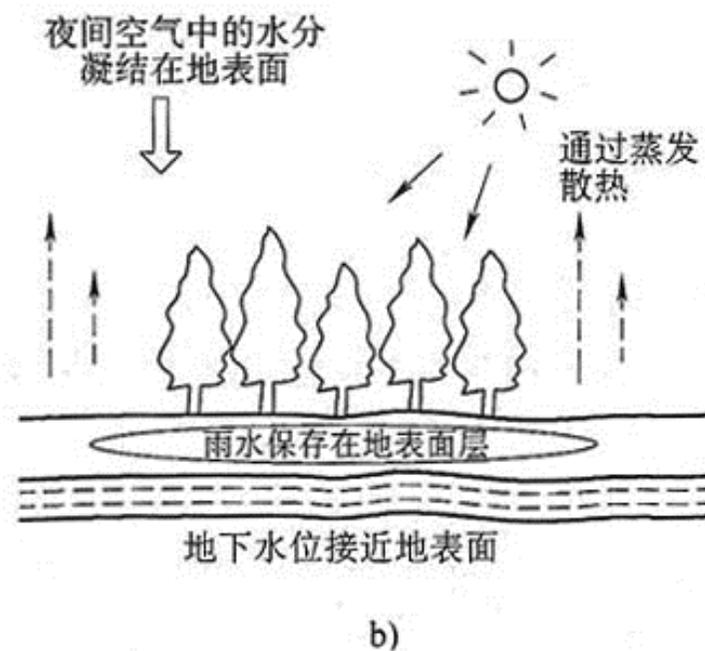
二、城市热岛效应



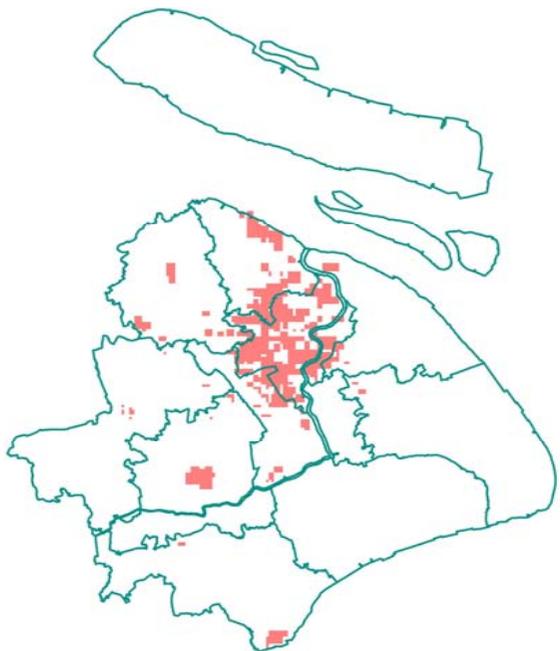
城市热岛效应的成因



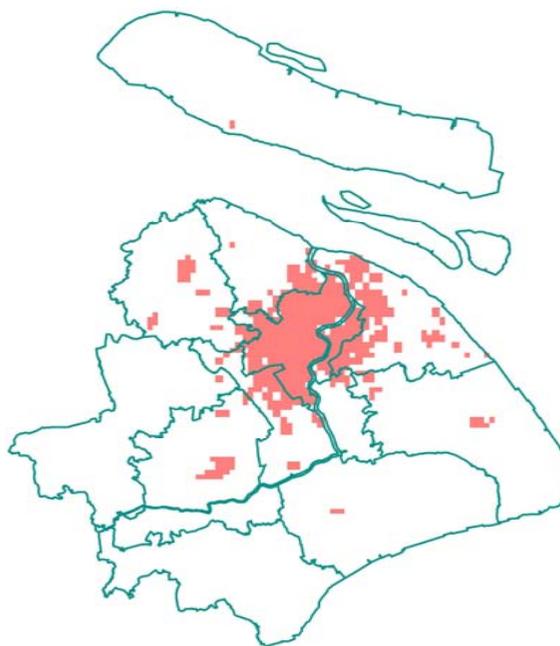
- ◇ 城市下垫面（大气底部与地表的接触面）特性的影响
- ◇ 城市里的自然下垫面减少
- ◇ 人工热源的影响
- ◇ 城市大气污染



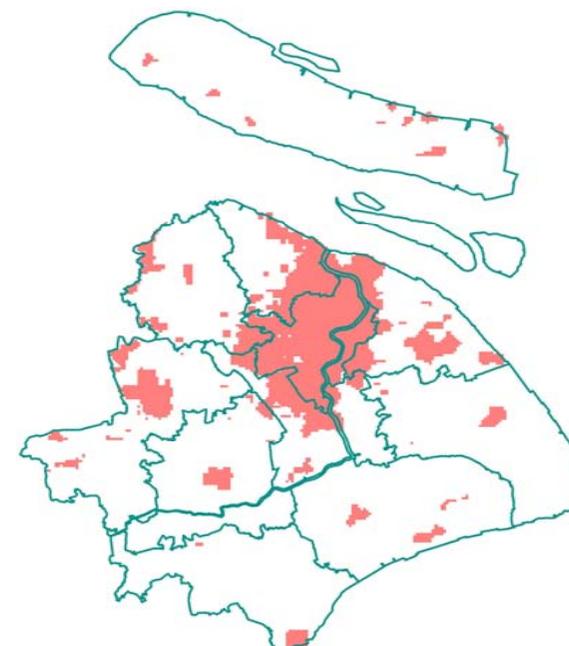
上海市卫星遥测热场分析



2000年热场分布

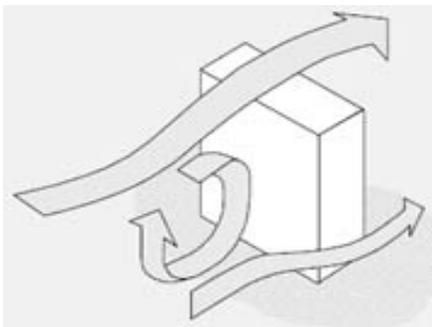


2001年热场分布

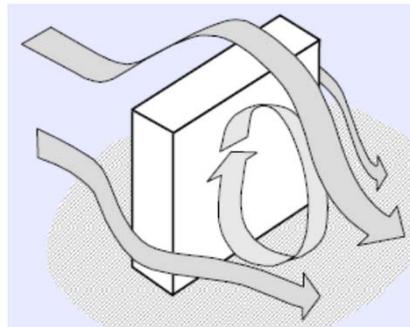


2003年热场分布

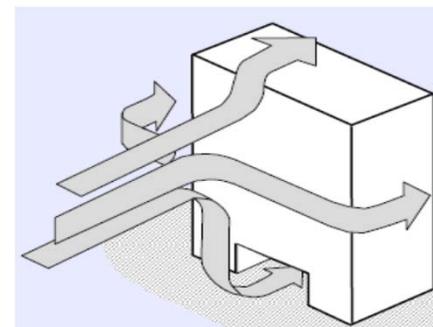
三、城市风环境



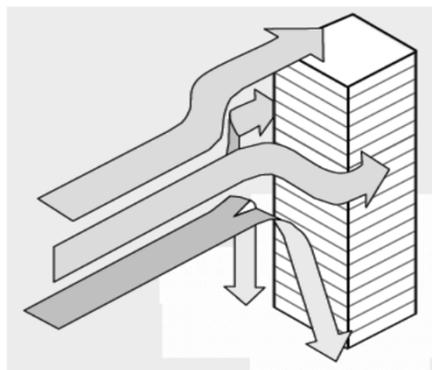
迎风面漩涡



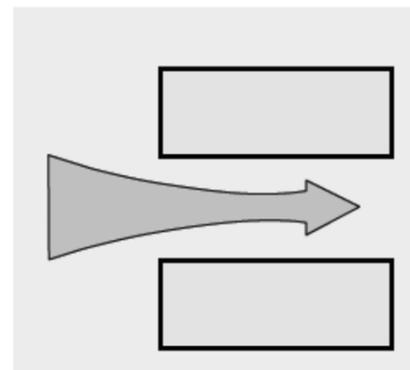
建筑物尾流



穿堂风

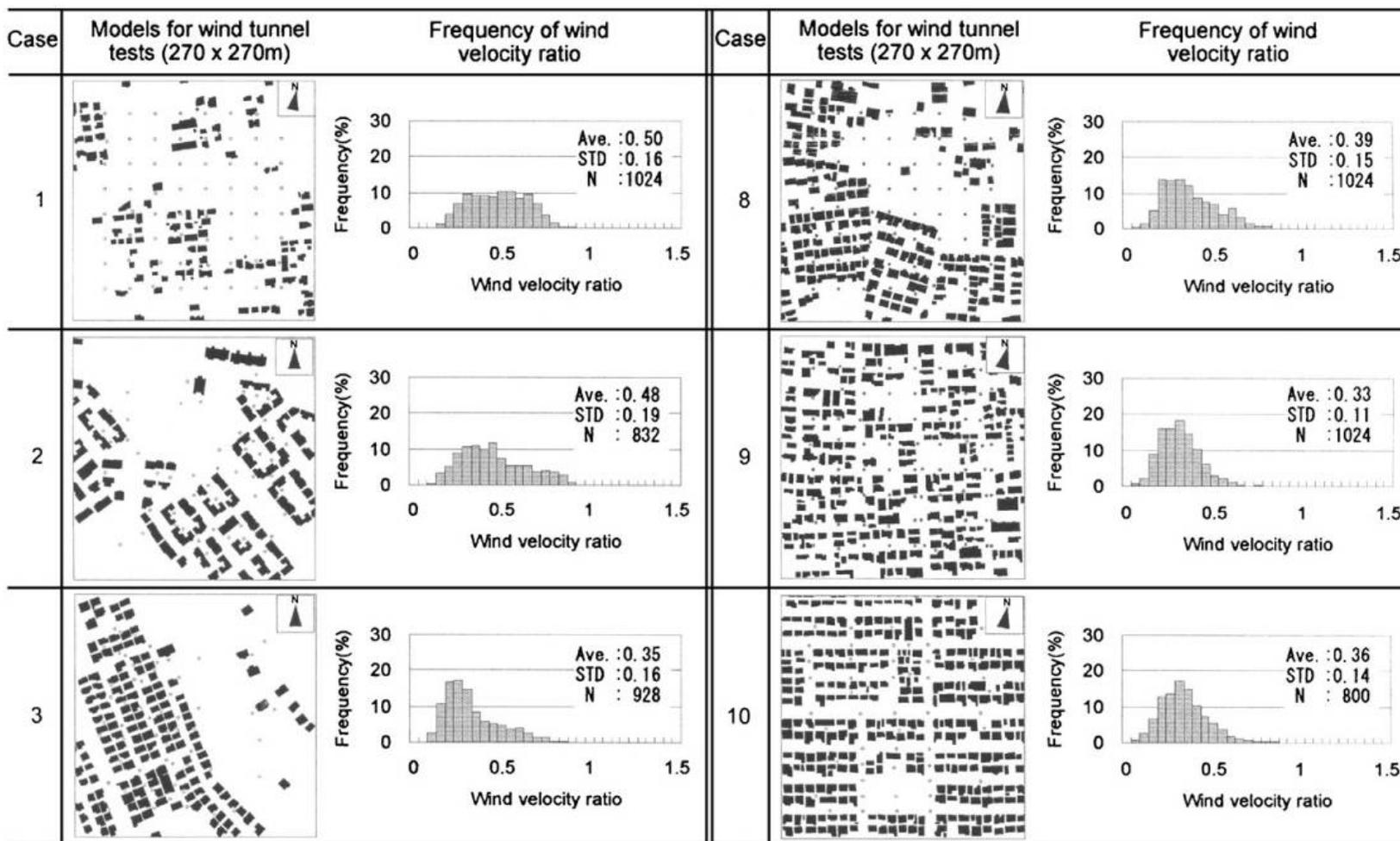


边角强风

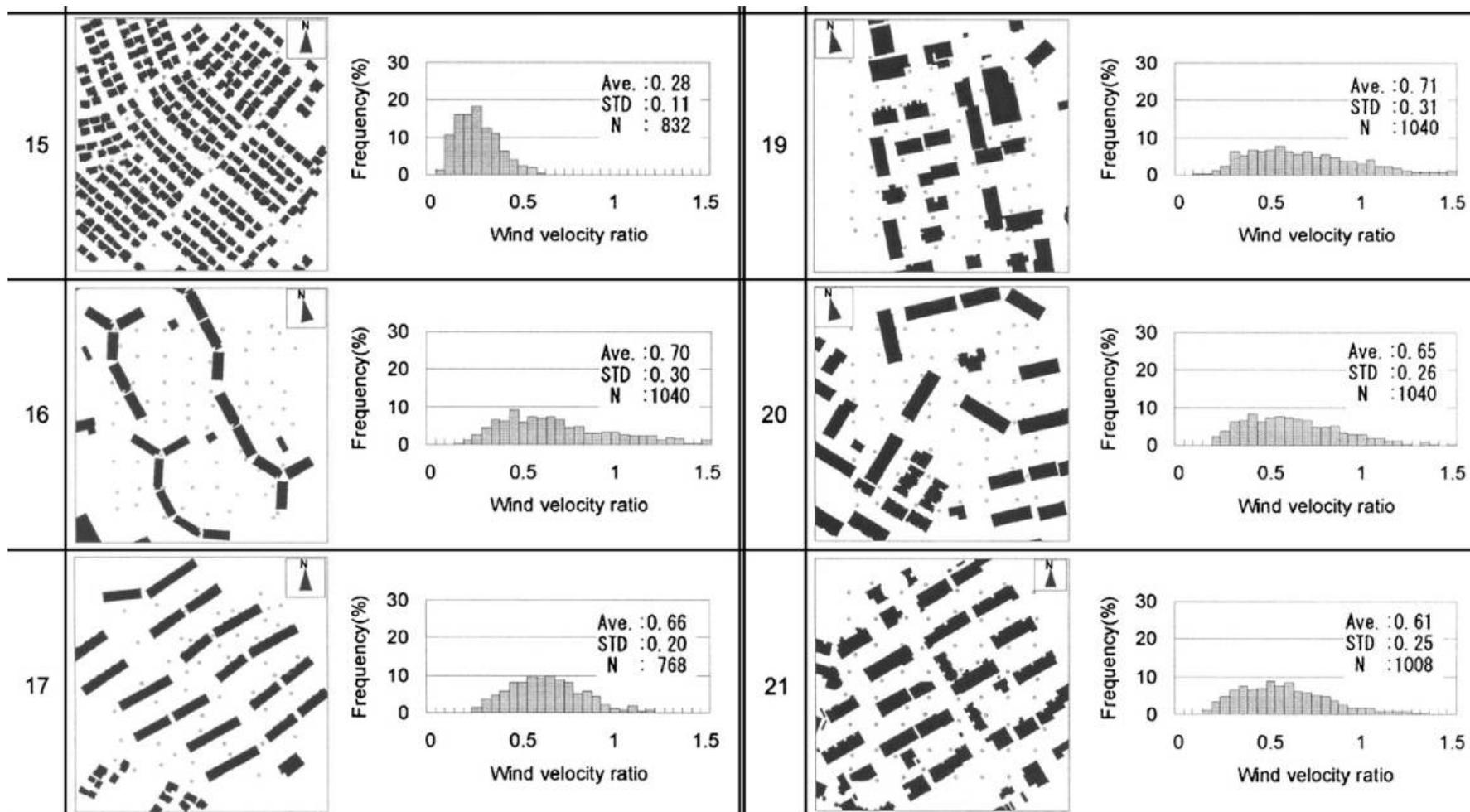


增速效应

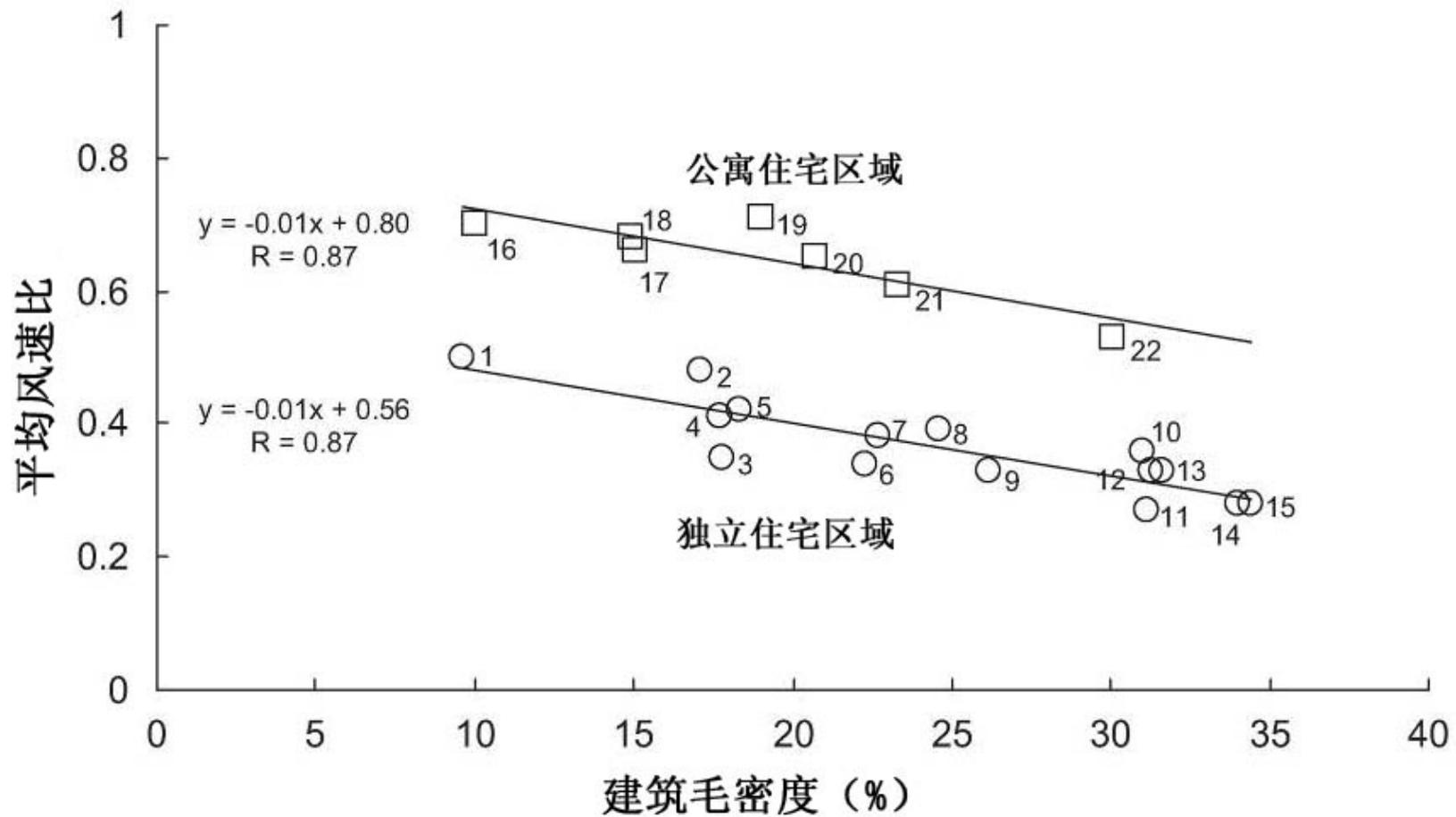
区域规划及建筑设计中风环境问题



区域规划及建筑设计中风环境问题



建筑密度与平均风速比的关系



城市风环境策略

- ◇ 风力过弱夏季就感到闷热，相反风力过强则身体就感觉到不适或者感到有危险；
- ◇ 因此对于建筑风环境来说重要的是要保证既不强也不弱的**适度的清风**；
- ◇ 在**小区规划**时，重要的是把**夏季风力弱的地区的低层住宅区用地**控制在**较低的总建筑占地率上**；
- ◇ **中高层集合住宅区用地**虽然对整个地区的通风有利，但对于**冬季风力强的地区**需要采取**提高总建筑占地率或者防风对策**等。

气候与建筑

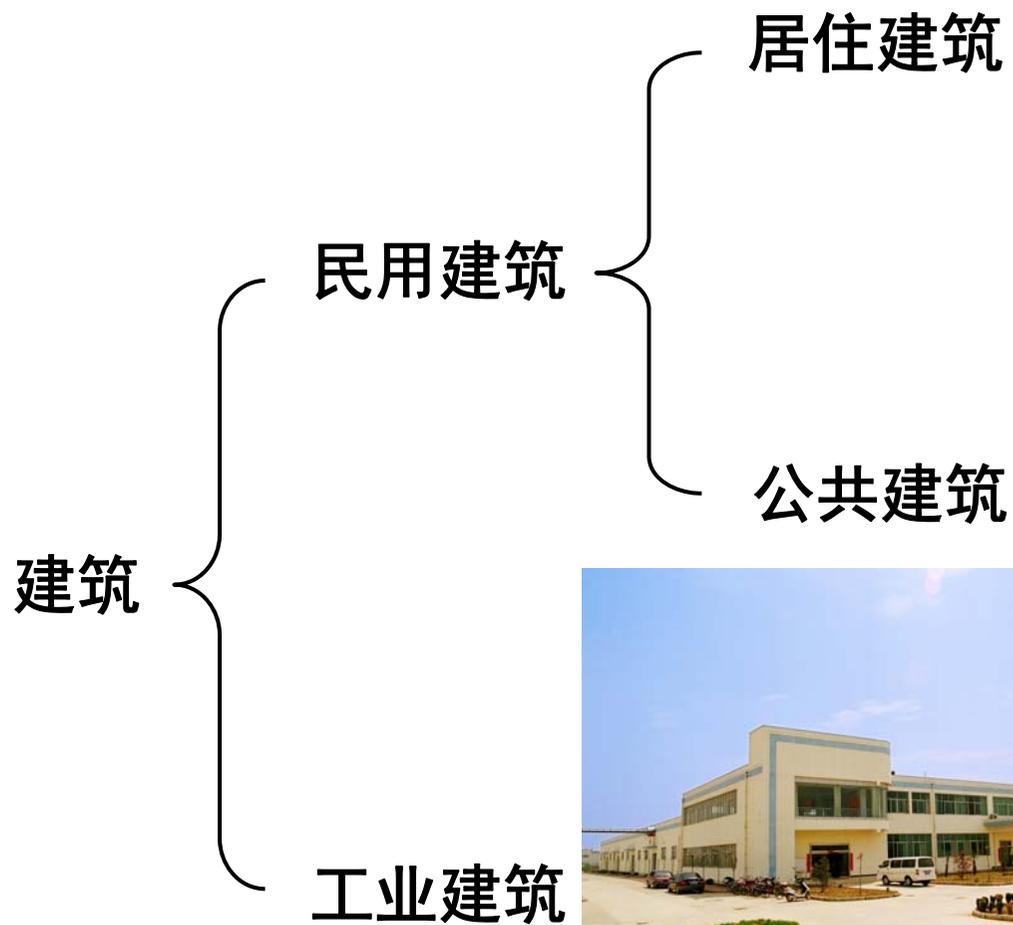
第一节 建筑与气候的关系

第二节 气候分区与建筑的适应性

第三节 建筑对微气候的影响

第四节 建筑类型及特点

一、建筑的分类



一、建筑的分类

◇ 居住建筑

住宅类建筑：住宅、公寓、老年人住宅、底商住宅等

宿舍类建筑：单身宿舍或公寓、学生宿舍或公寓等

◇ 公共建筑

教育建筑	办公建筑	科研建筑	文化建筑
商业建筑	体育建筑	医疗建筑	交通建筑
司法建筑	纪念建筑	园林建筑	综合建筑

不同建筑类型的内部得热

- ◇ 两种类型建筑内部发热量有很大不同
- ◇ 居住建筑：人员、设备密度低，内部发热量小
- ◇ 公共建筑：人员、设备密度高，内部发热量大



- ◇ 居住建筑和公共建筑因其内部发热量的不同，在应用保温、隔热、遮阳、采光、通风等技术时应有不同的侧重点。

- ◇ 例：
人员设备密度较高的公共建筑是否应注重保温？
冬季？夏季？过渡季？
夏季夜间？

◇ 例：

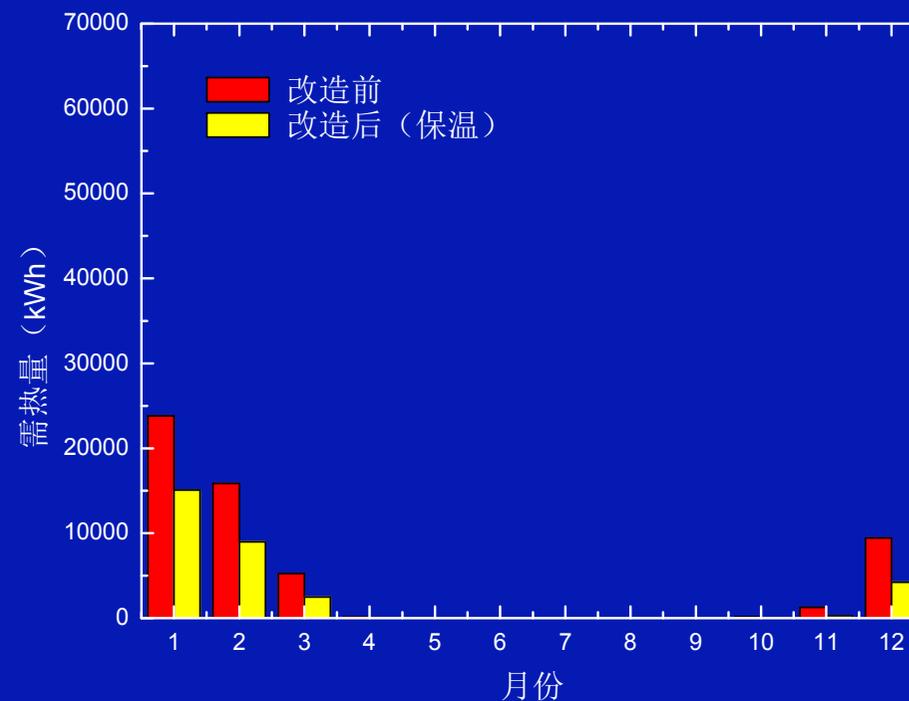
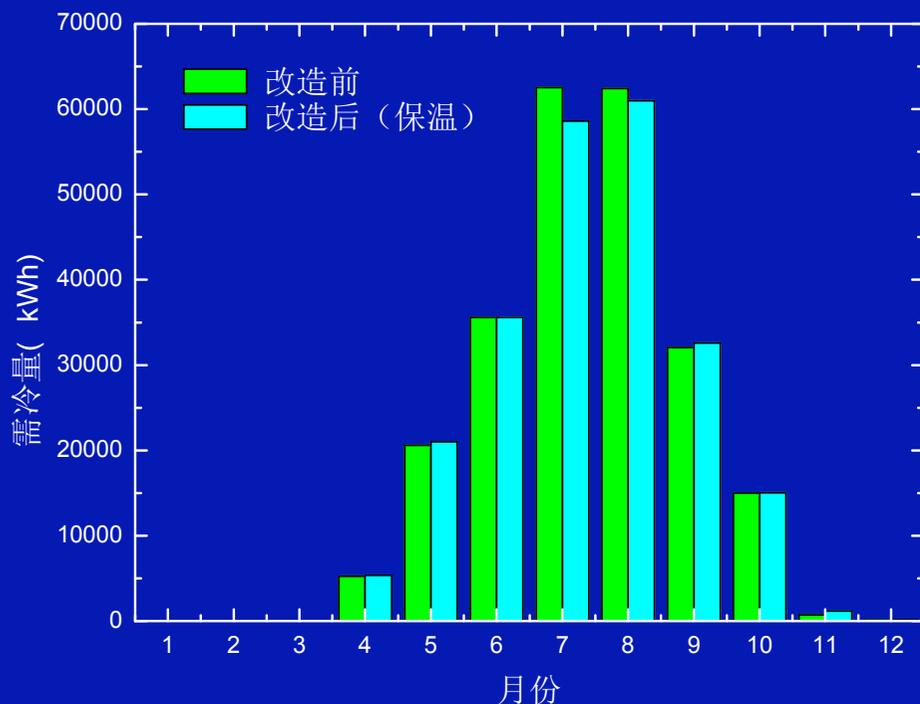
某办公楼进行节能改造，经调查其内部发热量较大，达到 $36\text{W}/\text{m}^2$ ，拟采用外保温节能改造。

拟用措施：
外墙增加100mmEPS保温
屋面增加100mmXPS保温
外窗增加双层中空窗

模拟改造结果并分析

项目	措施	热负荷		冷负荷		年空调能耗		年总能耗	
		kW	降低%	kW	降低%	kWh	降低%	kWh	降低%
改造前	无保温	239	-	543	-	2167 22	-	4356 34	-
改造后	外墙 100mmEPS 屋面 100mmXPS	199	17.0	460	15.17	1972 86	8.97	4156 78	4.58

- 1) 为什么冷热负荷降低较多，年空调能耗降低不多？
- 2) 如果内部发热量更大将会如何？



负荷只是一年中选出的典型一天，计算需要的冷量或者热量，用来选冷热源机组，其数值并不能说明能耗情况；

冷热负荷降低较多，说明冷热源机组容量可减小，但其年运行时间有所增加，导致年空调能耗降低较少。

总结

- ◇ 任何一种技术都有适用性的问题
气候、资源、建筑功能
- ◇ 没有一种包医百病的“先进”技术
灵活组合、深入分析
- ◇ 建筑千变万化，与批量化的产品不同
对症下药、量身定做