



许鹏 教授 博士 博导

机械工程学院

钱颖初 绿色建筑咨顾问

**Head of Sustainability Business, Asia  
Faithful+Gould**

# 能源规划中的建筑需求侧规划实例分析

基准能耗分析·被动节能规划控制·负荷叠加消峰

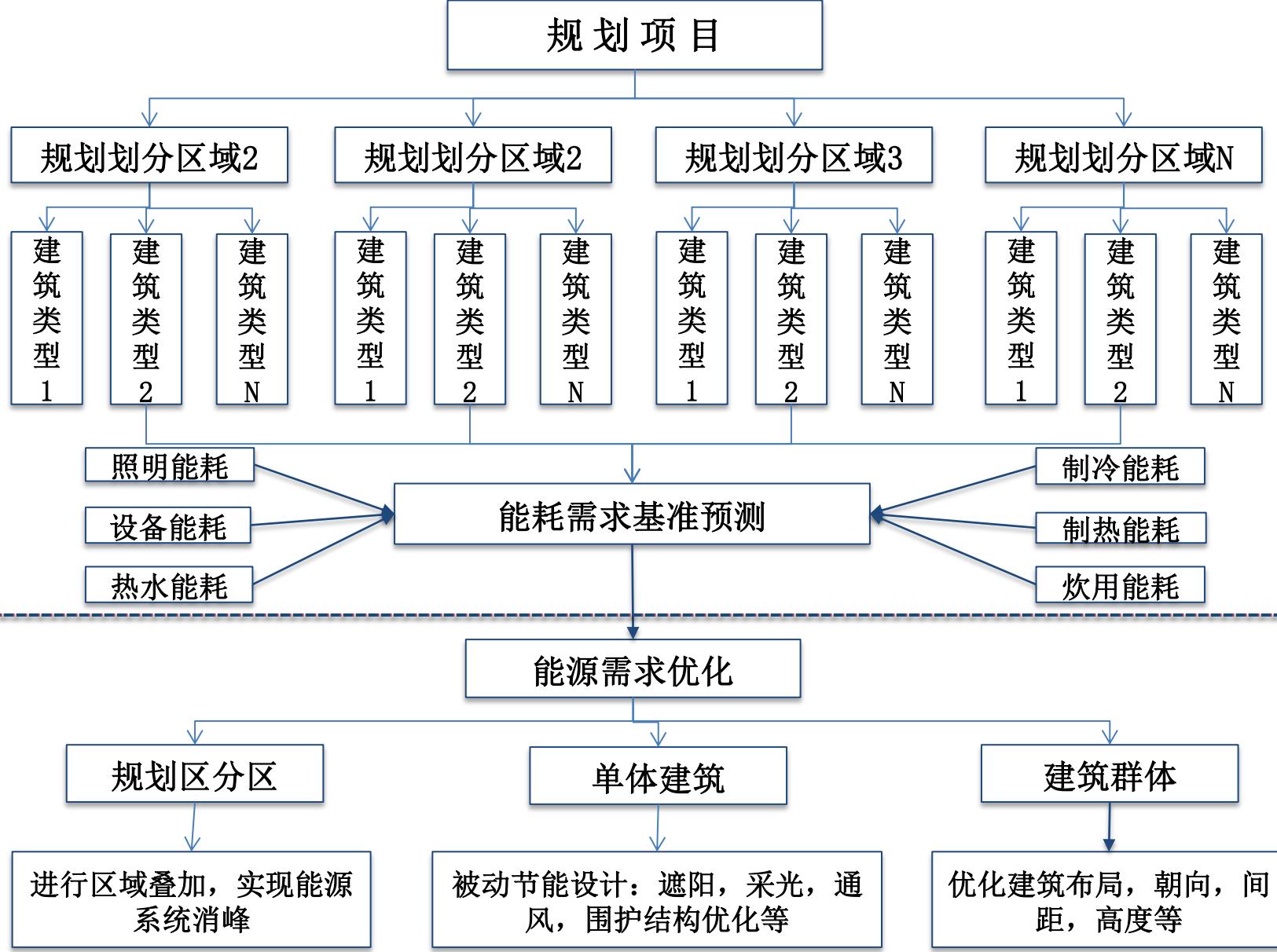
# 目 录

- 案例一、需求侧能源规划
  - 基准能耗的计算和频谱分析
- 案例二、规划尺度被动式设计
  - 整体区域优化设计（风与光）
  - 单体被动式设计落实
- 案例三、错峰方式能源需求侧规划

# 能源规划方案介绍

能源需求分析

能源需求优化



# 能源规划方案介绍

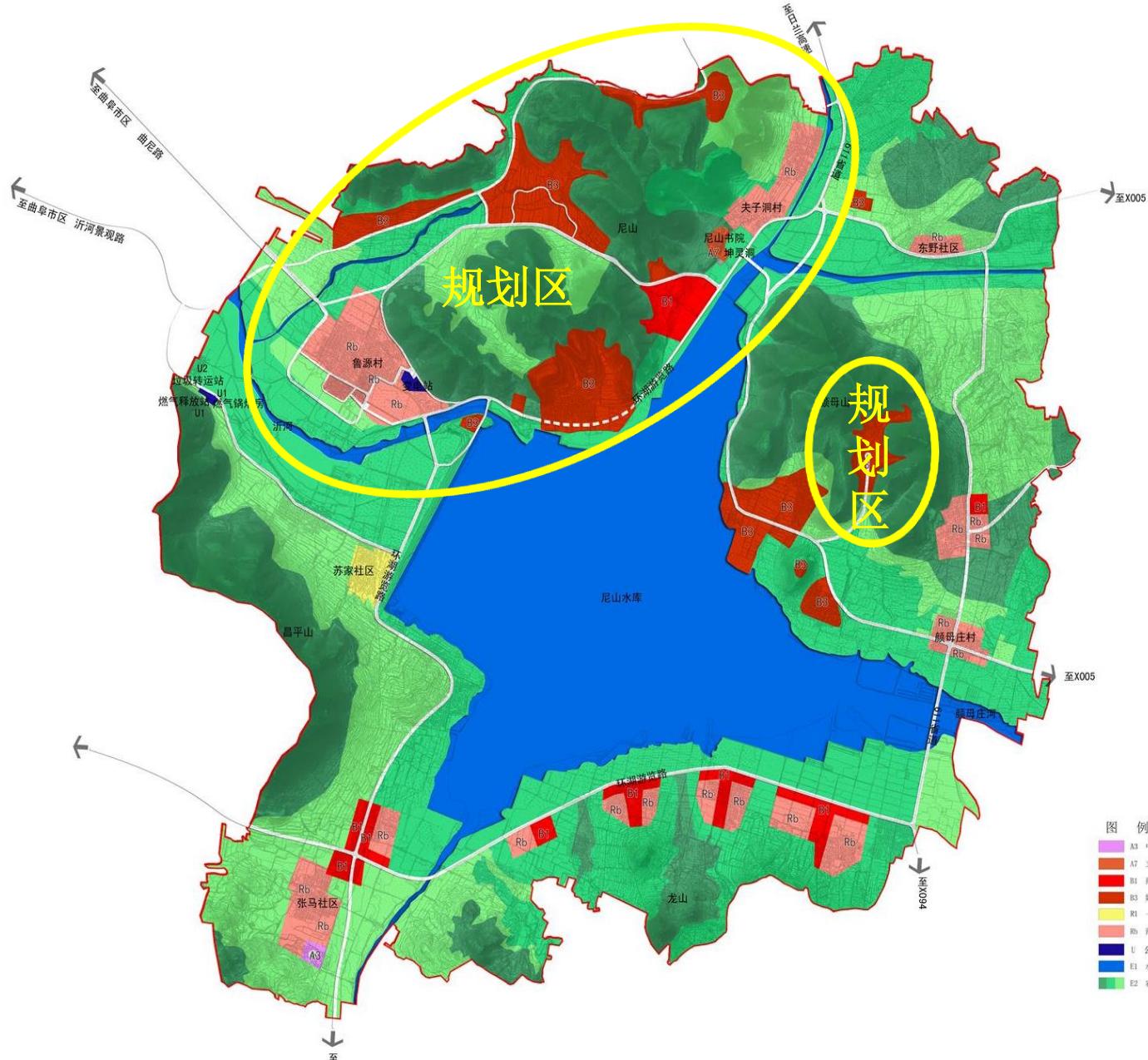
需求侧规划	方法	意义	注意事项
基准能耗预测	运用模拟软件，建立模型，进行冷热负荷和建筑能耗模拟计算。	整个规划的进行基础，只有在这个基础上才能进行需求侧优化和供应侧方案。	注意模型建立的准确性。
被动式设计	遮阳，自然采光，自然通风，围护结构保温，增强热惰性、气密性等。	给出控制指标，优化建筑性能，从被动方式上落实节能手段。	不影响建筑的内外立面，保持建筑原有的风格。
负荷叠加消峰	一个区域或者相邻几个区域的不同类型建筑使用同一套能源系统。	降低负荷峰值，保持系统运行高效平稳。	注意叠加范围大小与投资回收的平衡，并非范围越大越好。

# 基准能耗测算与规划案例

# 规划案例简介

该项目规划范围如右图黄色圈出范围所示。

总项目建设面积约58万平米，旅游地产。含酒店、住宅、旅游景区、会场等。



# 规划简介



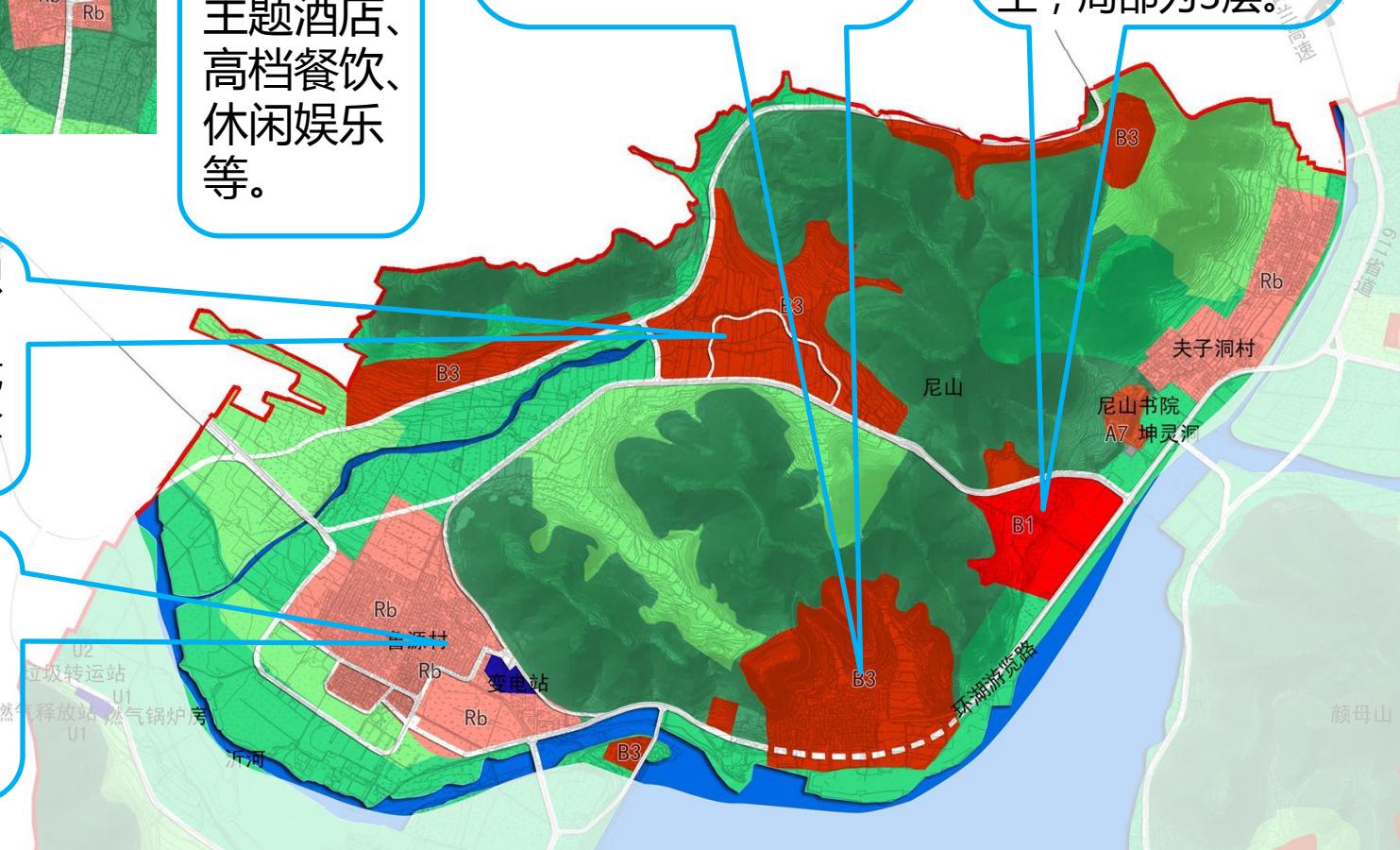
**区域一：**建筑面积约5万 $m^2$ 。为旅游区样板示范区，包括主题酒店、高档餐饮、休闲娱乐等。

**会议中心：**建筑面积6万平方米，包含厅堂、宴会厅、大学堂、剧场等；**堂**建筑面积2万平方米，主要包含会议室和宴会厅等。

**配套服务区：**建筑面积约8万 $m^2$ ，主要包括景区次入口、服务配套设施、后勤管理用房等，建筑层数以1-2层为主，局部为3层。

**办公区域：**建筑面积15万 $m^2$ ，主要为1-2层，局部三层。承载各种教育和文化体验等功能。

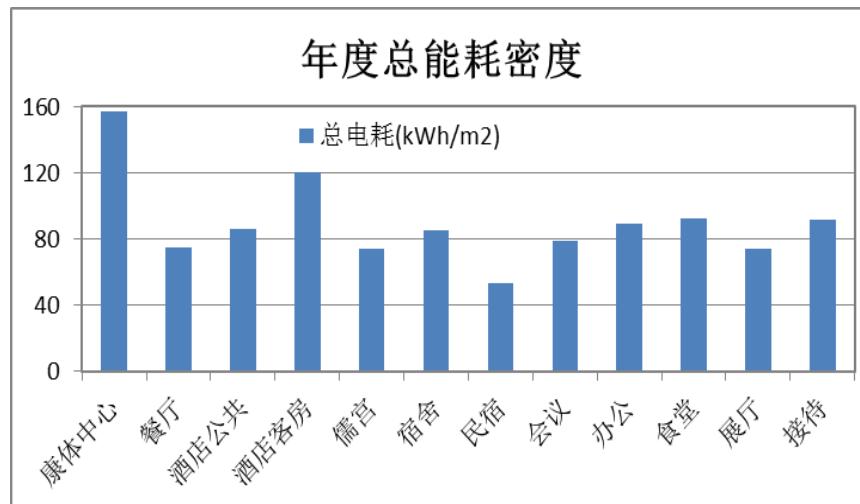
**住宅和小商铺：**建筑面积约21万 $m^2$ ，主要包括酒店、民宿、餐饮、休闲娱乐、接待、会议、办公等业态。



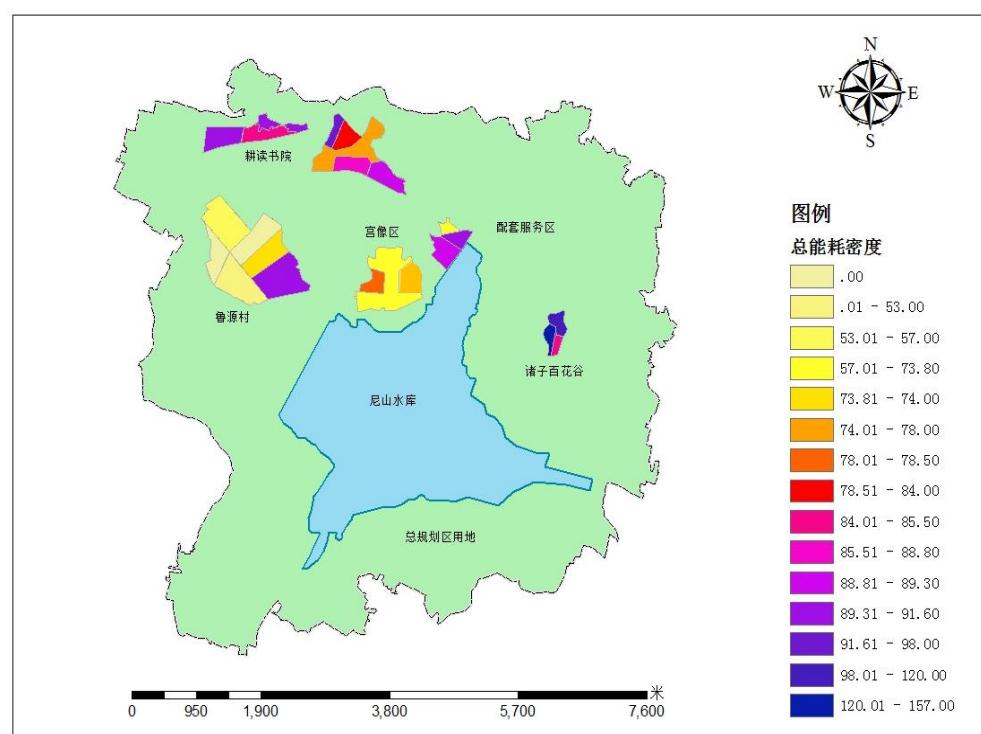
# 基准能耗预测分析

# 基准能耗预测

该案例使用EnergyPlus对不同功能的建筑进行能耗模拟计算。模型建筑形状和建筑尺寸完全依照建筑设计施工图建立，屋顶、墙体和门窗的材料也是按照实际建筑材料选取，并且我们对屋顶、墙体和门窗的传热系数、外窗的透光率、外门的气密性等进行了现场样板房实测。所有模型尽量做到真实可靠地反应真实建筑的冷热负荷和能耗水平。

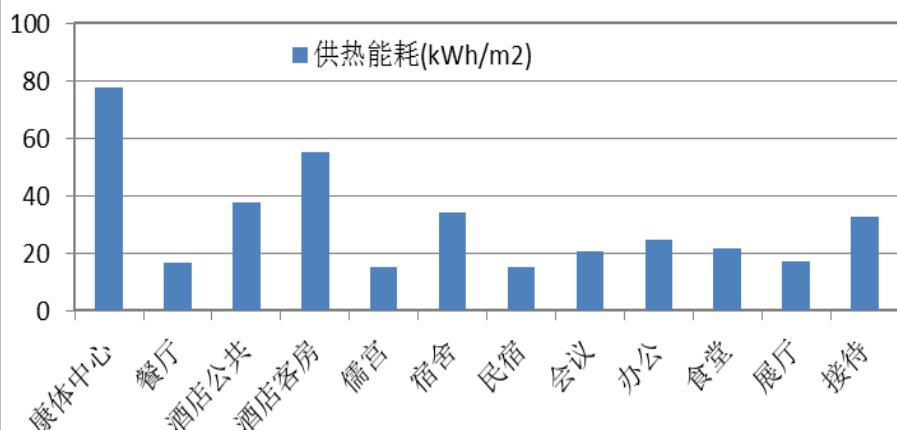


根据上图，可以看出，休闲娱乐场所能耗密度最大，约160kWh/m<sup>2</sup> · 年，其次为酒店客房区，能耗密度最小的为民宿建筑，仅为55Wh/m<sup>2</sup> · 年。

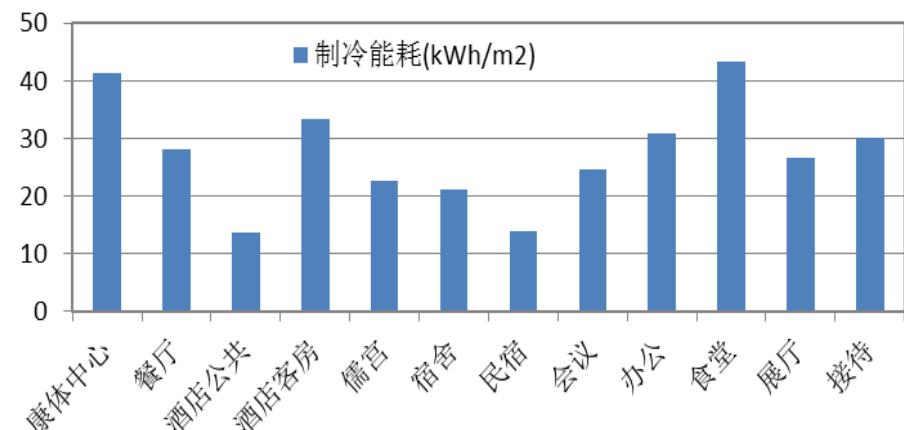


# 基准能耗预测

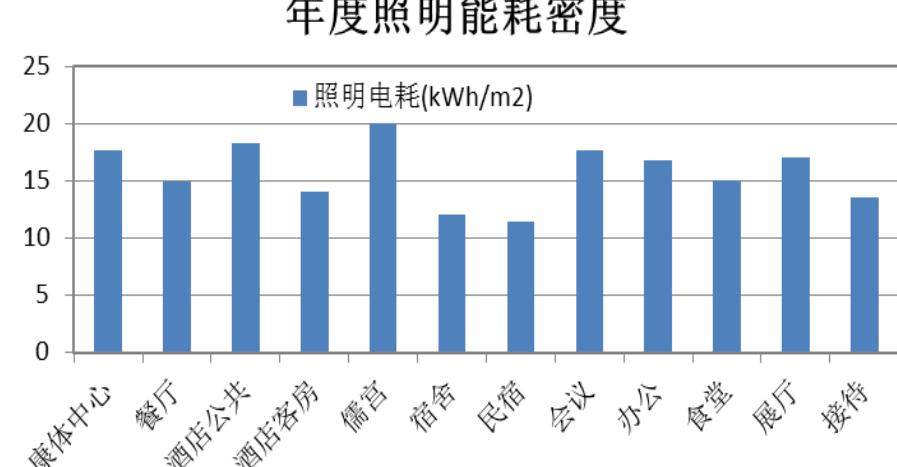
## 年度供热能耗密度



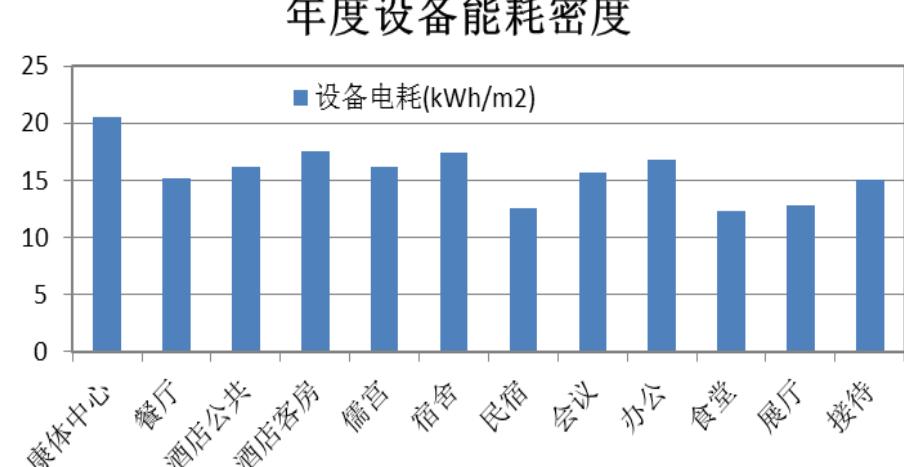
## 年度制冷能耗密度



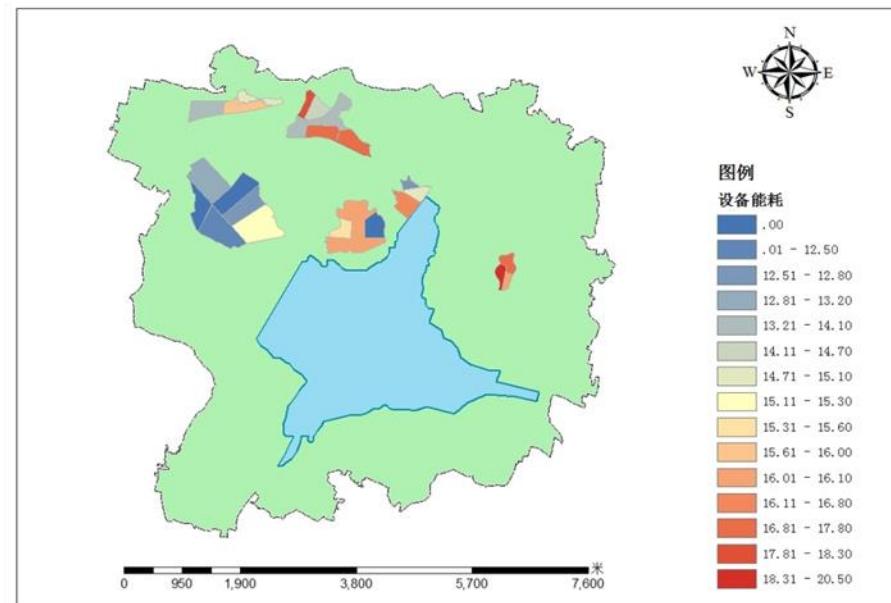
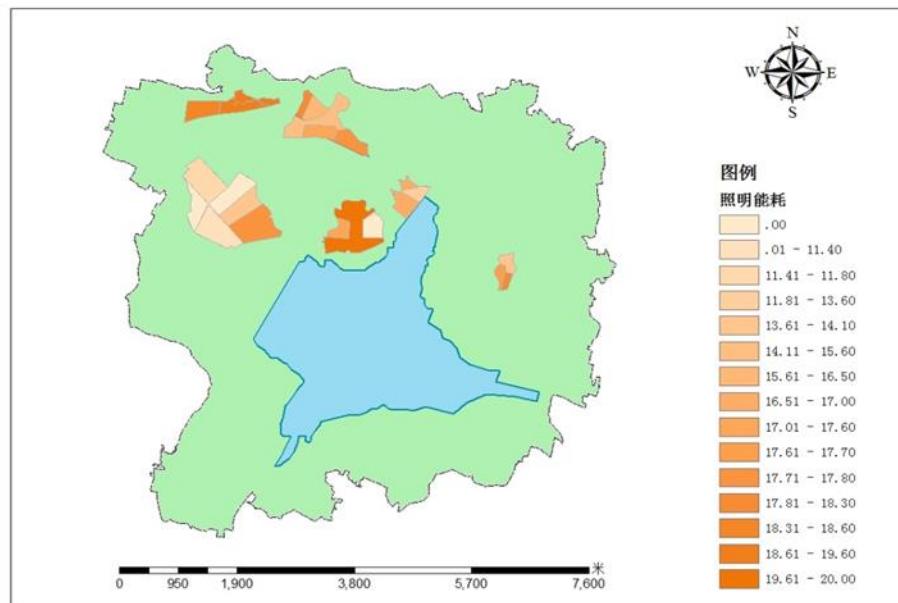
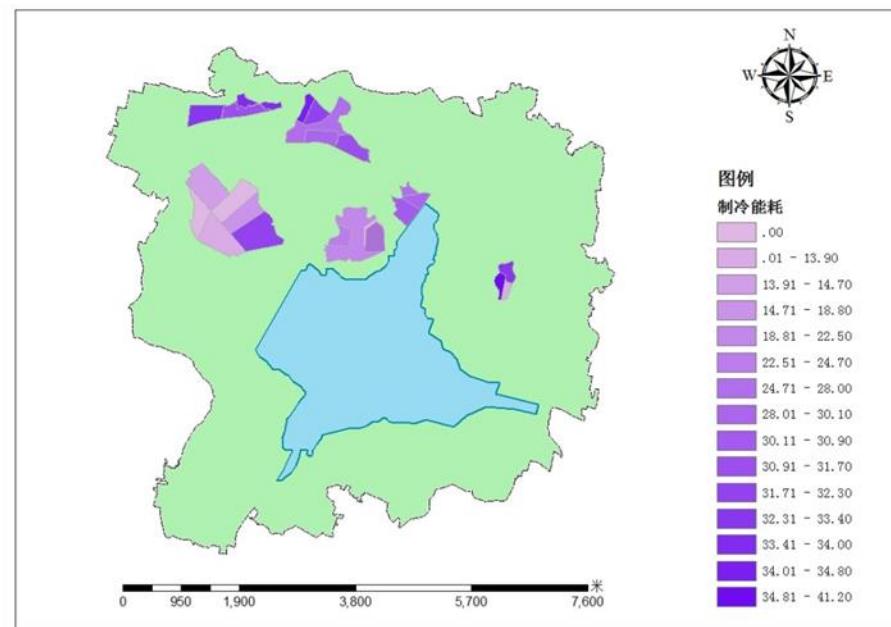
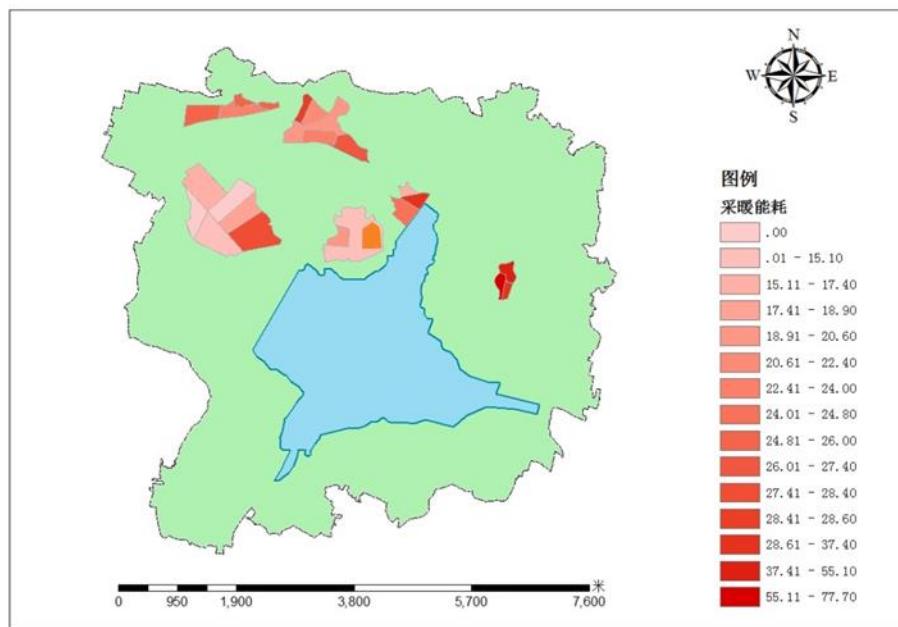
## 年度照明能耗密度



## 年度设备能耗密度



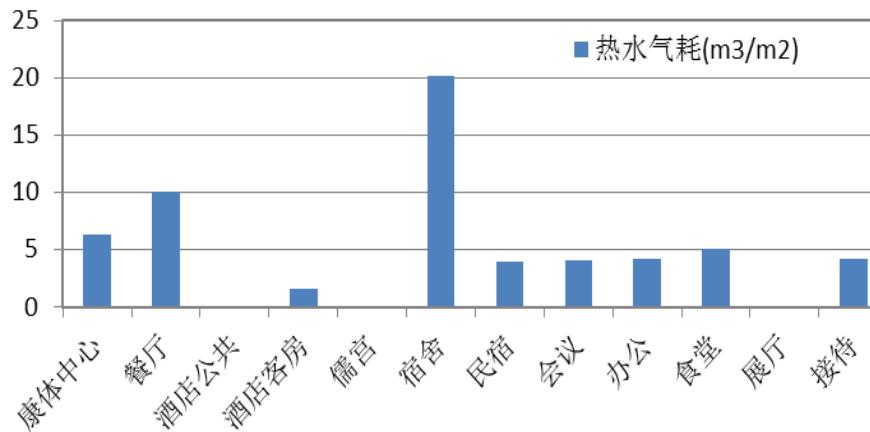
# 基准能耗预测



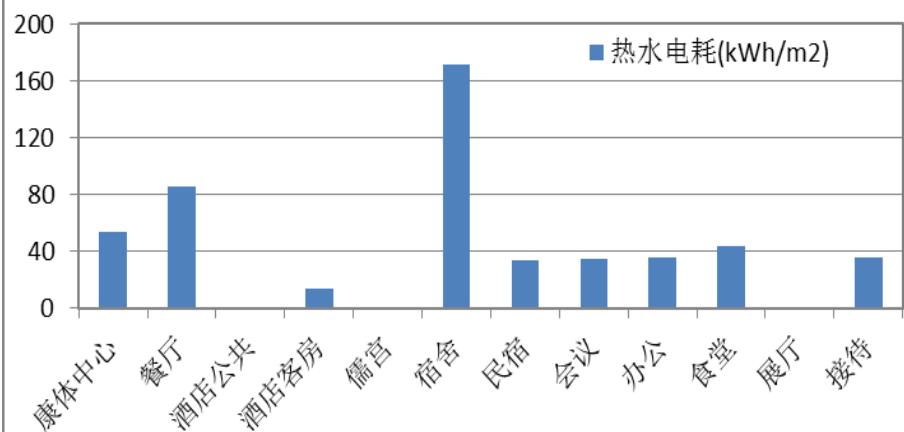
# 基准能耗预测

- **供暖能耗:** 康体中心采暖能耗很高, 约 $78\text{kWh}/\text{m}^2\cdot\text{年}$ , 因为康体中心中有游泳馆, 需要常年保持水温。
- **制冷能耗:** 食堂和康体中心制冷能耗最高, 超过 $40\text{kWh}/\text{m}^2\cdot\text{年}$ 。
- **照明能耗:** 会议中心照明能耗最高, 约 $20\text{kWh}/\text{m}^2\cdot\text{年}$ , 其次为酒店公共区、会议室、展厅等, 民宿照明能耗最低, 仅为 $12\text{kWh}/\text{m}^2\cdot\text{年}$ 。
- **设备能耗:** 康体中心的设备能耗最高, 超过 $20\text{kWh}/\text{m}^2\cdot\text{年}$ , 食堂的设备能耗最低, 约为 $12\text{kWh}/\text{m}^2\cdot\text{年}$ 。

年度热水能耗密度（燃气）

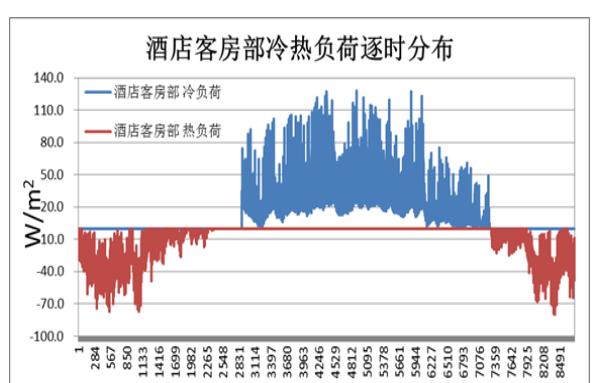
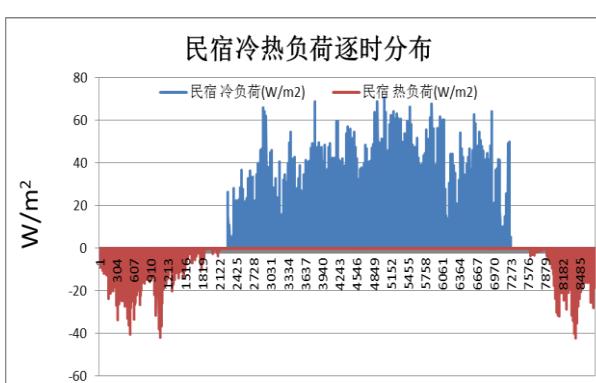
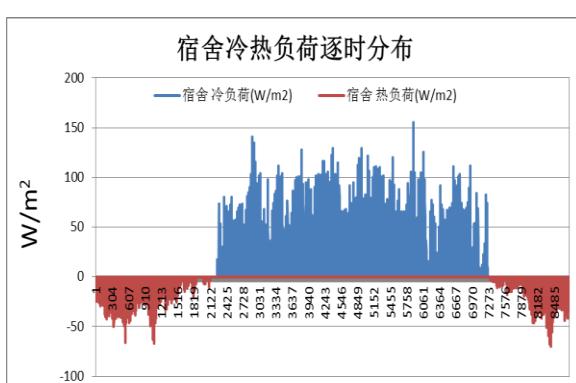
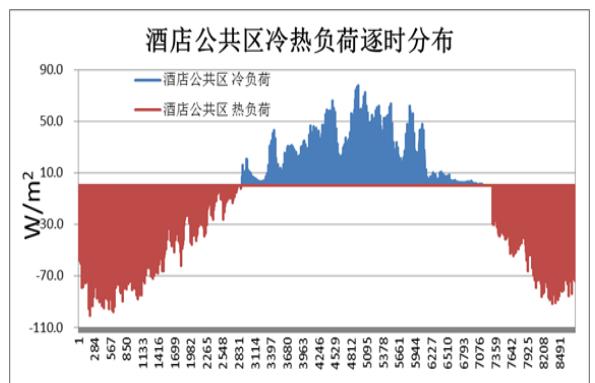
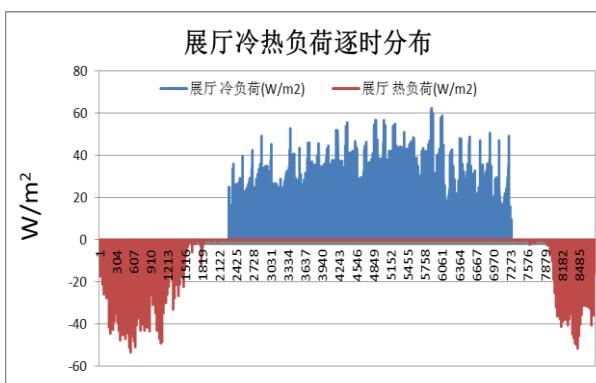
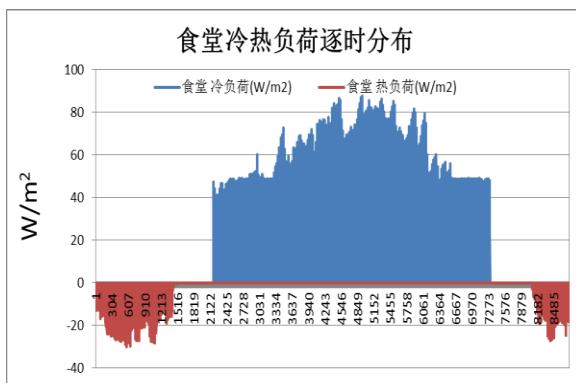
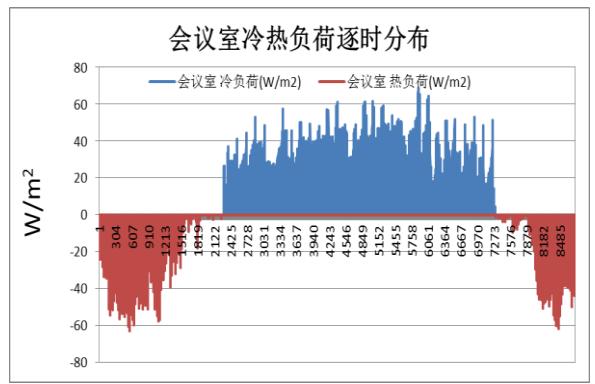
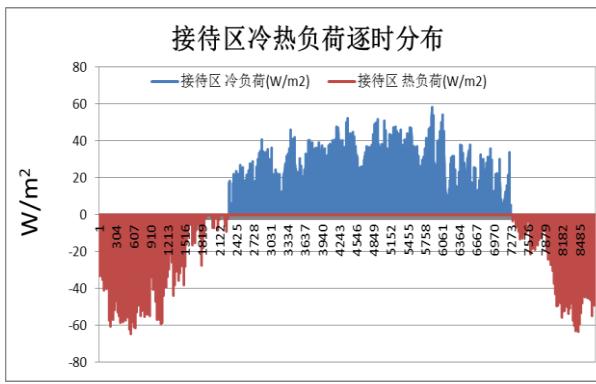
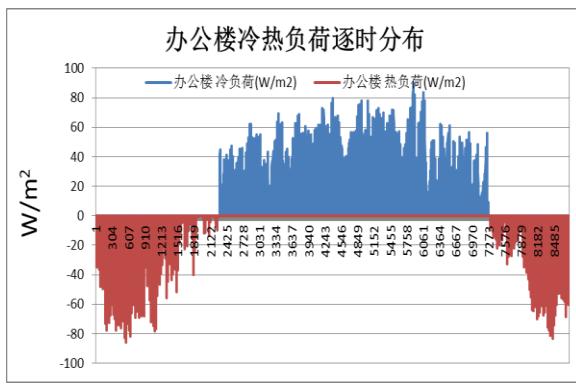


年度热水能耗密度（电）

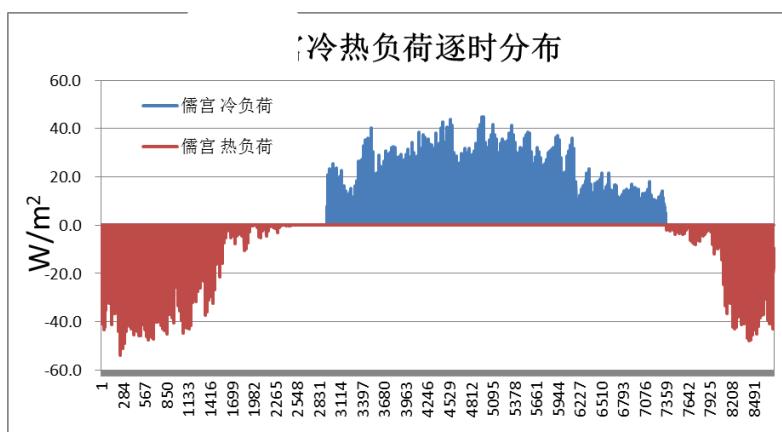
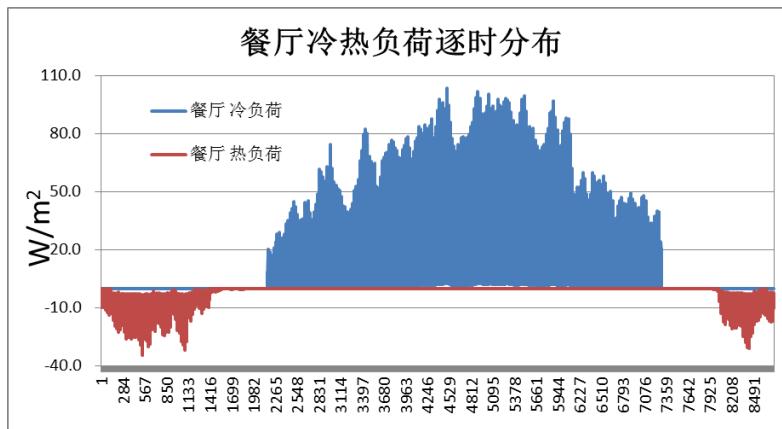
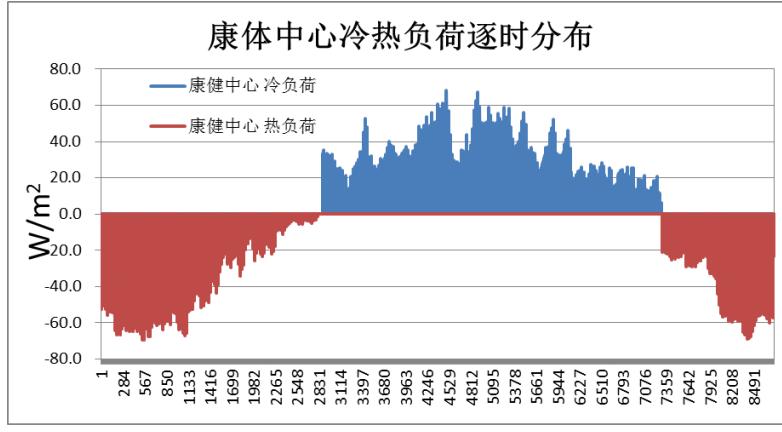


- **热水能耗:** 以电能为供应能源, 效率按照100%计算; 以燃气为供应能源, 效率按照85%计算, 宿舍的热水能耗密度最大, 其次为餐厅和康体中心。酒店公共区、儒宫和展厅没有热水需求。

# 基准能耗预测——逐时负荷分布



# 基准能耗预测——逐时负荷分布

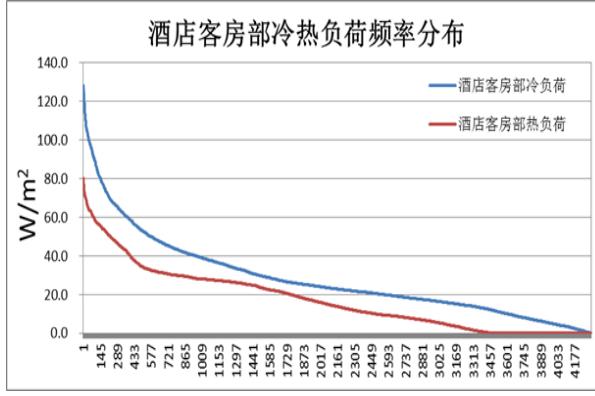
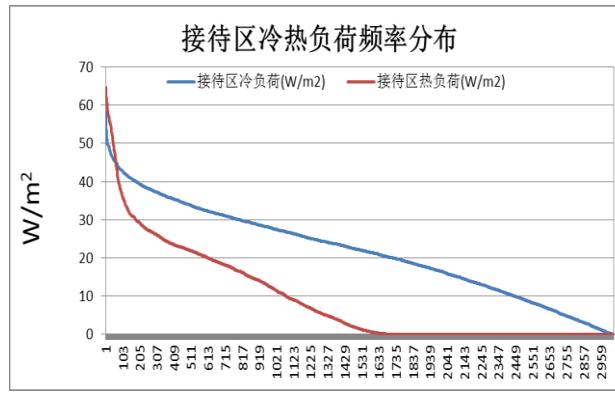
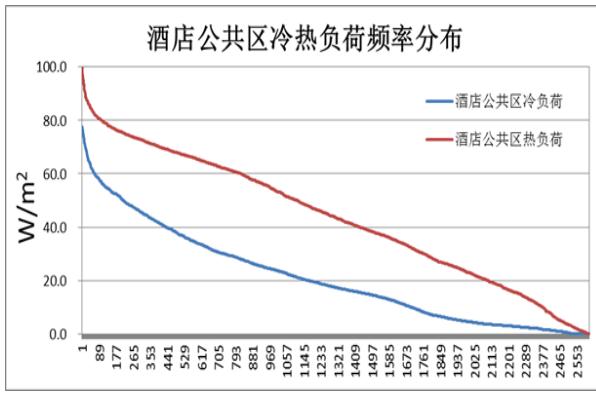
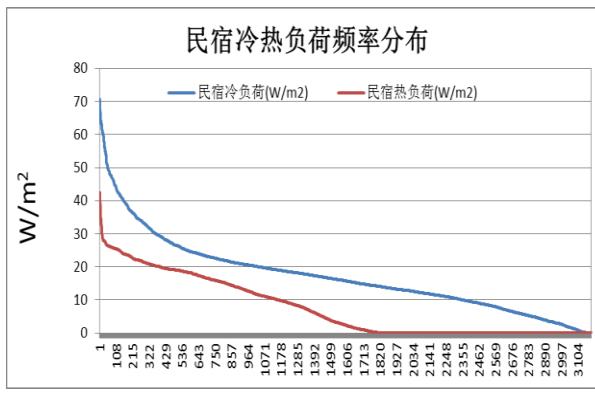
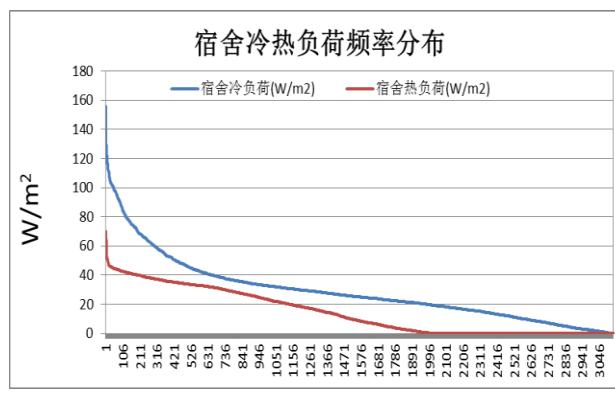
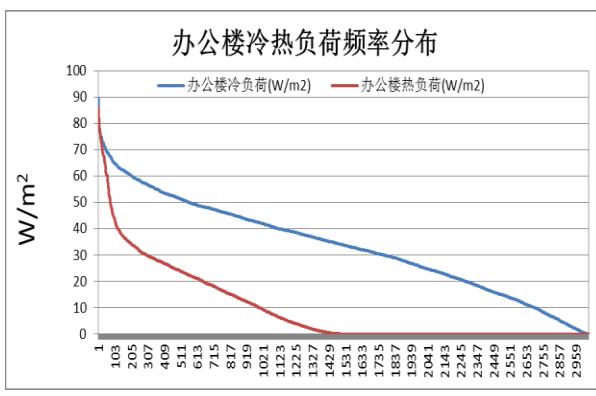
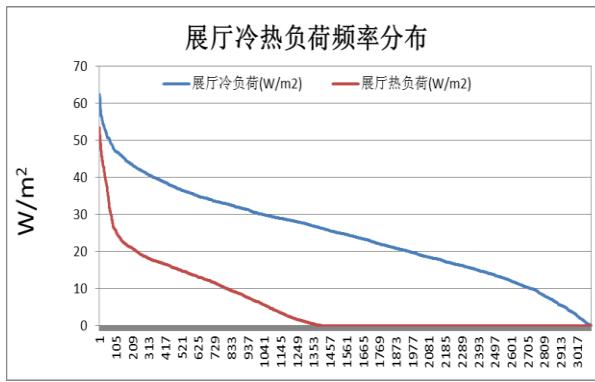
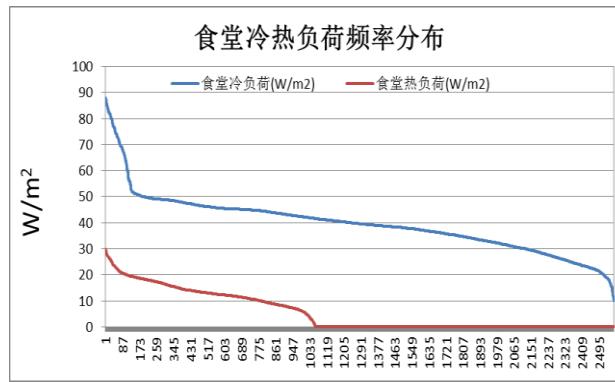
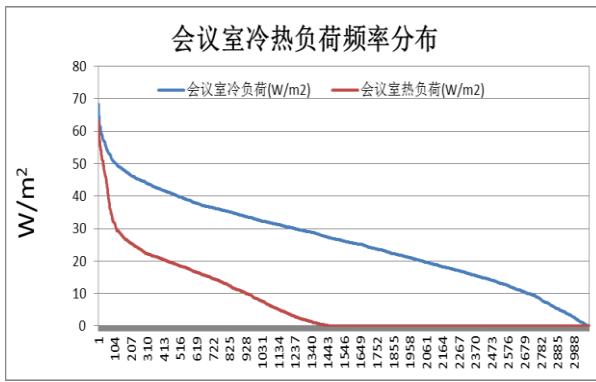


根据这组冷热负荷逐时分布图片，我们可以看出：

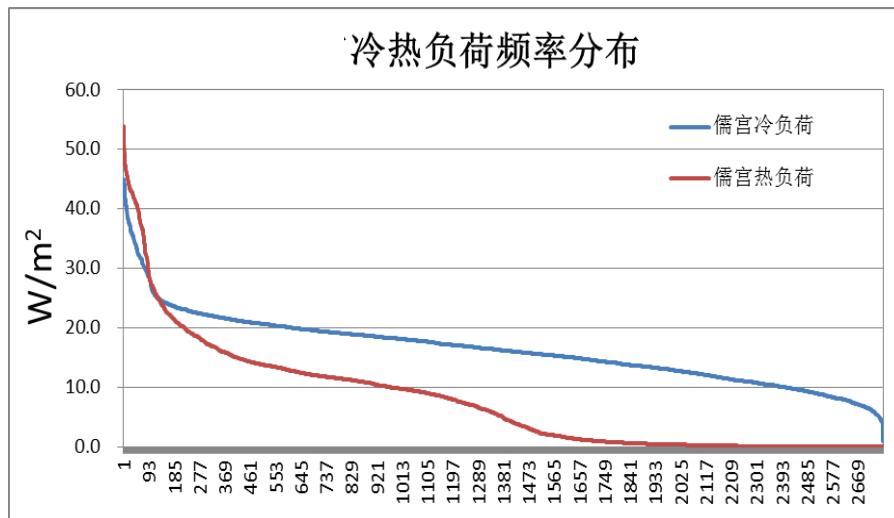
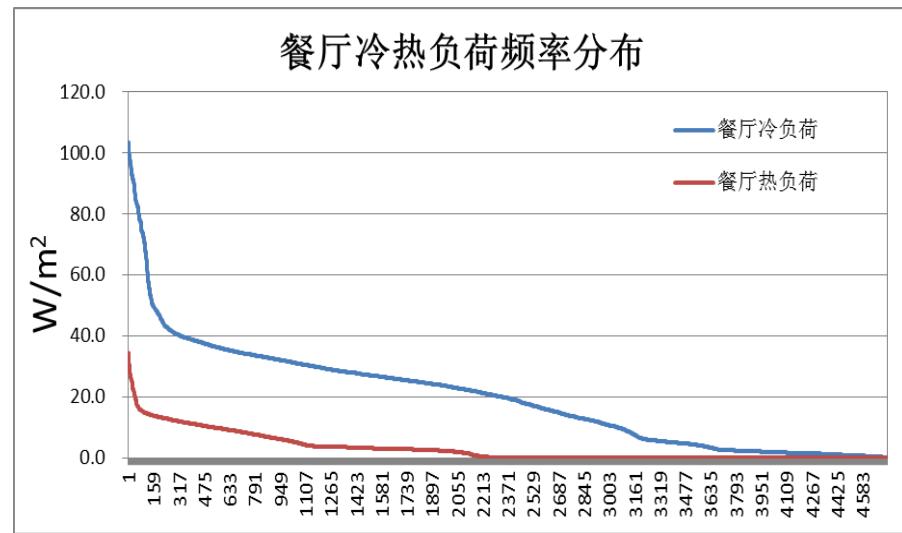
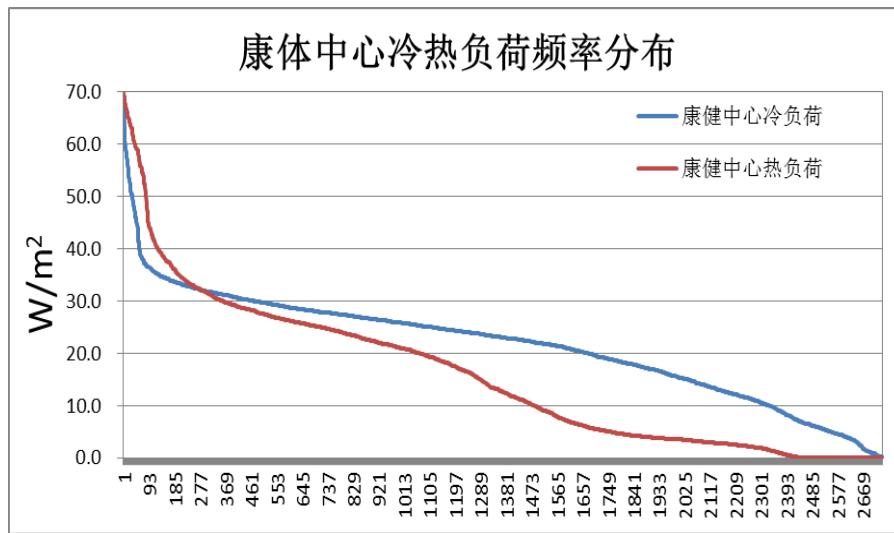
1、全年冷热负荷分布起伏趋势明显，冷负荷峰值基本上出现在五一、十一等节假日和夏季的周末，热负荷分布也受节假日和周末的影响，但是没有冷负荷明显，说明热负荷更大程度上来自于围护结构传热。

2、五一、十一两个旅游高峰期负荷并没有形成明显峰值，故我们可以消除旅游高峰期负荷峰值飞升的疑虑。

# 基准能耗预测——负荷频率分布



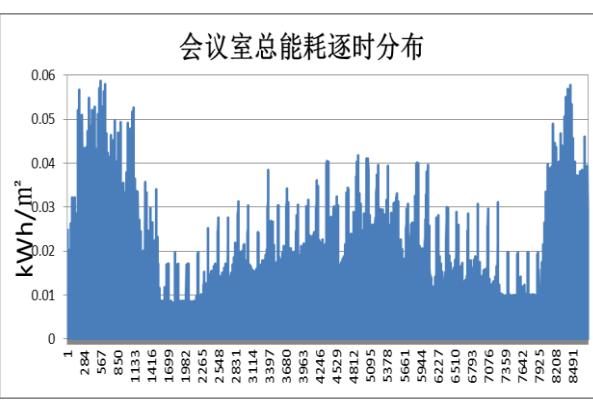
# 基准能耗预测——负荷频率分布



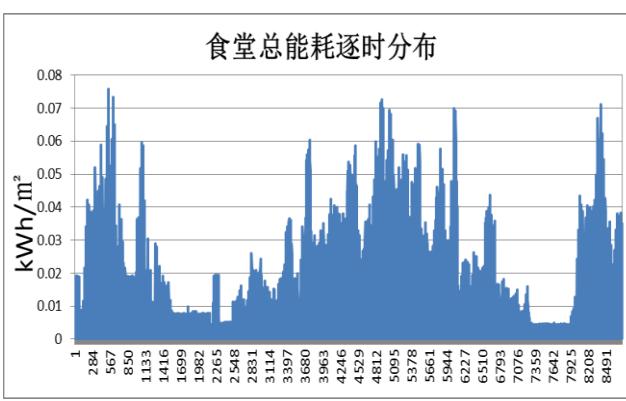
从该组负荷频率分布图片可以看出，除酒店公共区、办公建筑和展厅外，全年至少有90% 的时间负荷值小于峰值负荷的一半，所以按照峰值负荷配置机组，机组长时间不在最佳工况范围内运行。

# 基准能耗预测——逐时能耗分布

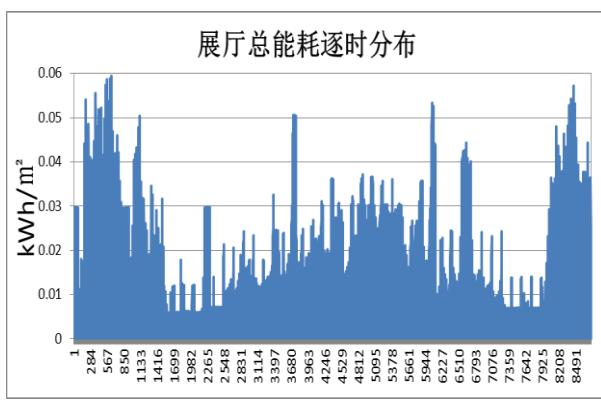
会议室总能耗逐时分布



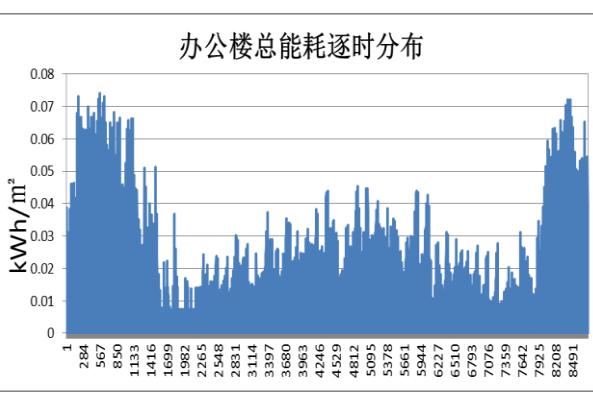
食堂总能耗逐时分布



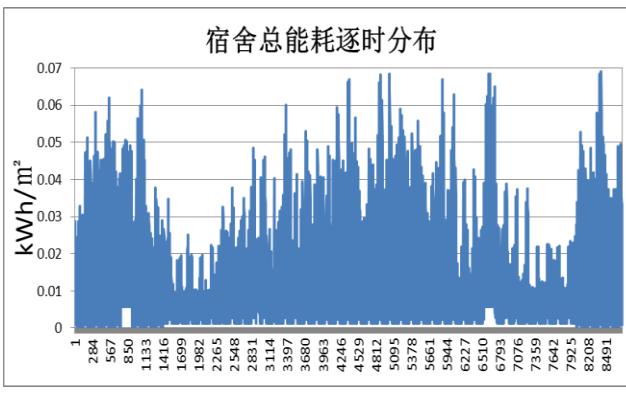
展厅总能耗逐时分布



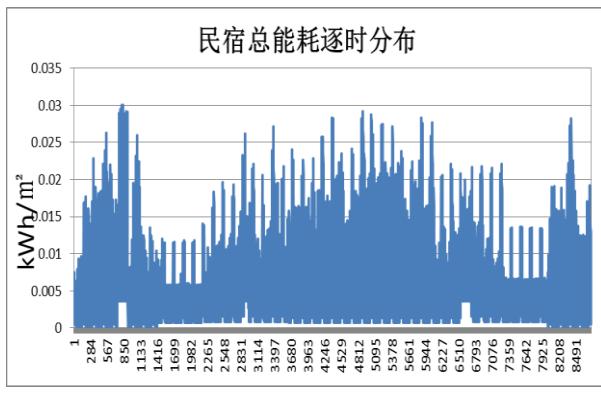
办公楼总能耗逐时分布



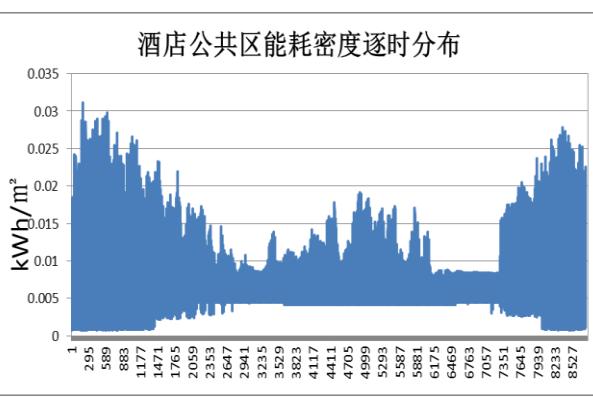
宿舍总能耗逐时分布



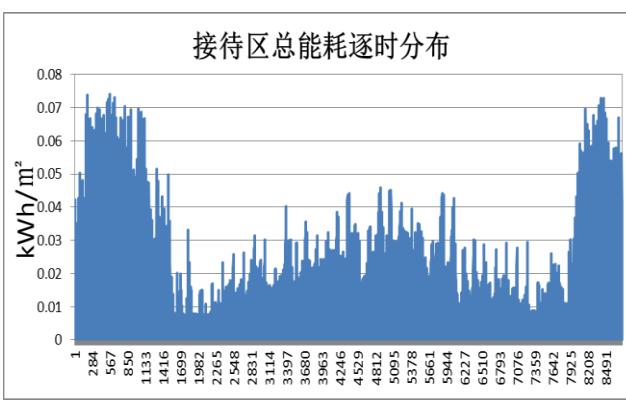
民宿总能耗逐时分布



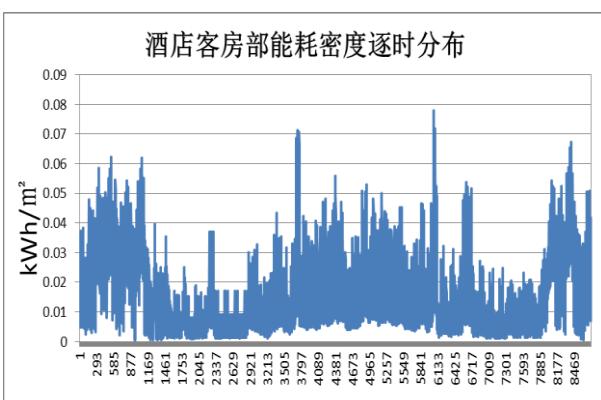
酒店公共区能耗密度逐时分布



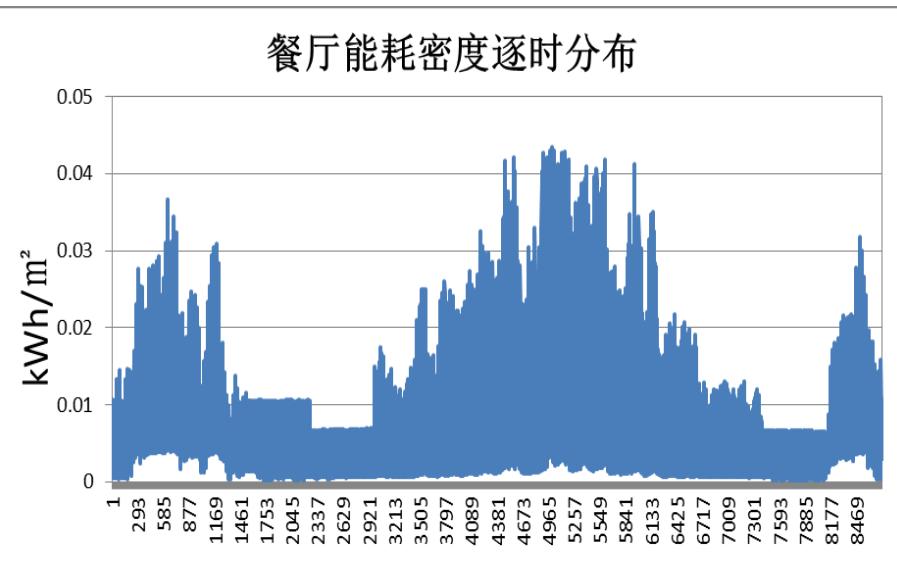
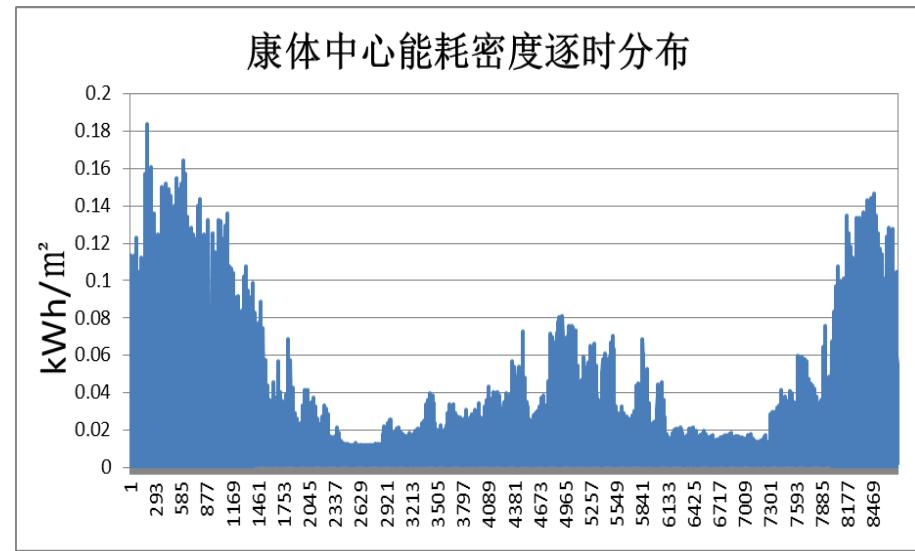
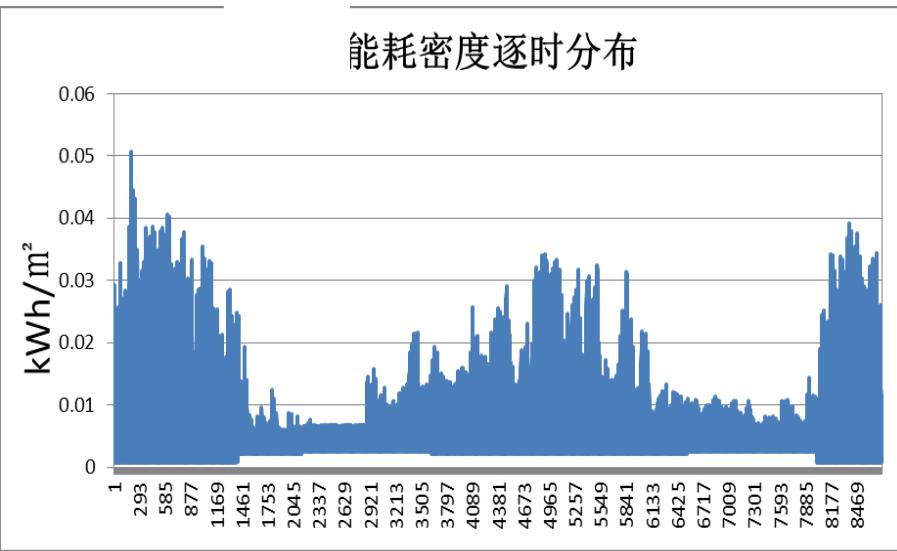
接待区总能耗逐时分布



酒店客房部能耗密度逐时分布



# 基准能耗预测——逐时能耗分布



从该组图片可以看出，冬季能耗明显高于夏季，造成这种现象的根本原因就是空调系统能耗（餐厅、食堂和宿舍建筑除外，因为餐厅、食堂和宿舍内热大，故制冷能耗较高，采暖能耗低），可见故冬季采暖是规划的重点。

# 基准能耗预测——总结

基准能耗分析三部分：全年总能耗、峰值分析、频谱分析

通过上述的几组图片和数据，我们可以得到以下结论：

- 1、周末和节假日负荷高于工作日负荷，这是由人员因素造成的，这是旅游休闲度假区的显著特点；
- 2、建筑的夏季制冷和冬季采暖能耗高，占据建筑总能耗的60%~85%，是挖掘节能潜力的关键。
- 3、结合能耗频率分布图和负荷频率分布图，可以看出全年至少有90% 的时间负荷值小于峰值负荷的一半，所以“削峰”，可以大幅度降低初投资。

**指导意义：**

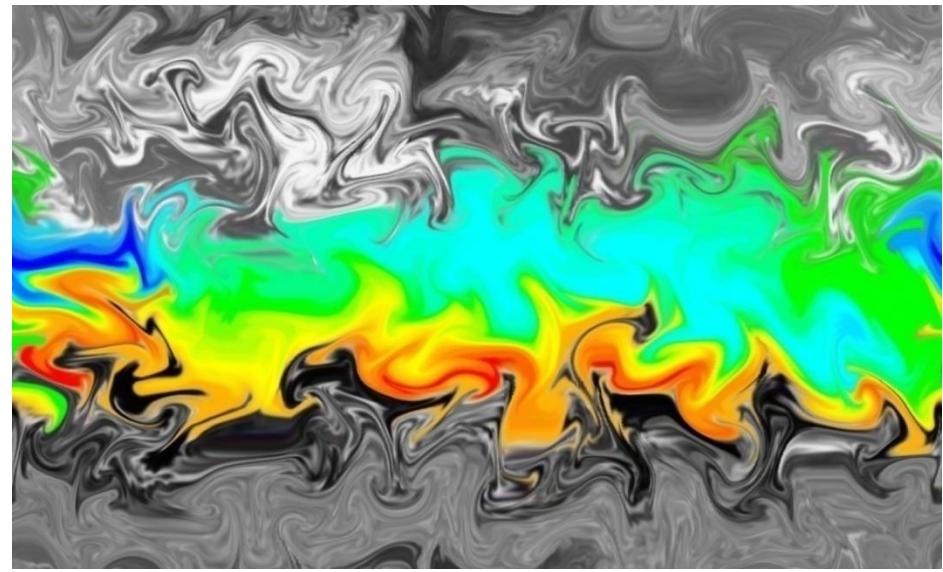
- 1、对建筑进行被动式设计，通过采用遮阳、自然采光、自然通风和改善围护结构等手段，降低建筑的制冷和采暖能耗。

规划尺度被动节能控制（风与光）

风水-经验

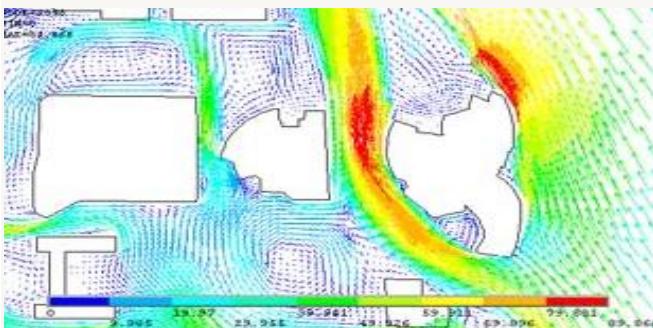


风水-科学



# 城市风环境评价方法

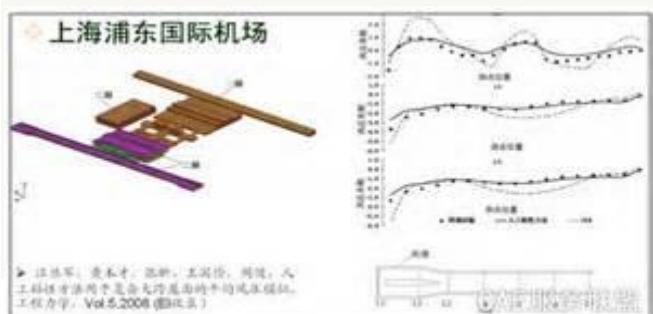
## 模拟试验



## 现场检测



## 数值模拟



## 三种风环境分析的方法与优缺点

方法	优点	缺点
模拟试验	相对准确、重复性好、可认为设定边界条件	费用高、周期长、试验要求满足相对性原理
现场实测	准确、可靠	费用高、周期长、费力
数值模拟	成本低、周期短、可控	准确性相对较差、需要验证

# 陈家镇实验生态社区案例简介

项目简介：陈家镇位于上海的崇明岛，紧临东海海域，社区规划面积406.43公顷，规划人口为3万人，预计将于2020年完成新城的建设目标。

图1陈家镇实验生态社区区位图



图2陈家镇实验生态社区控制性详细规划用地地图



# 陈家镇实验生态社区风环境模拟结果

## 冬季-主要问题：

**A区**: 无外围建筑物遮挡，造成社区A地区的进风口冬季风速较大，超过3 m/s。

**B区**: 是社区公园，出现较大风速不适于居民休憩，其原因是冬季风吹至四周建筑后返回在此处形成涡流和湍流。

**C区**: 与A区问题相似，都是属于无遮挡开敞空间为冬季风进风口，形成较大风速。

如何将风速控制在3m/S以内？

图4 社区冬季东北季风主导下的风速（高度为2米）分布情况

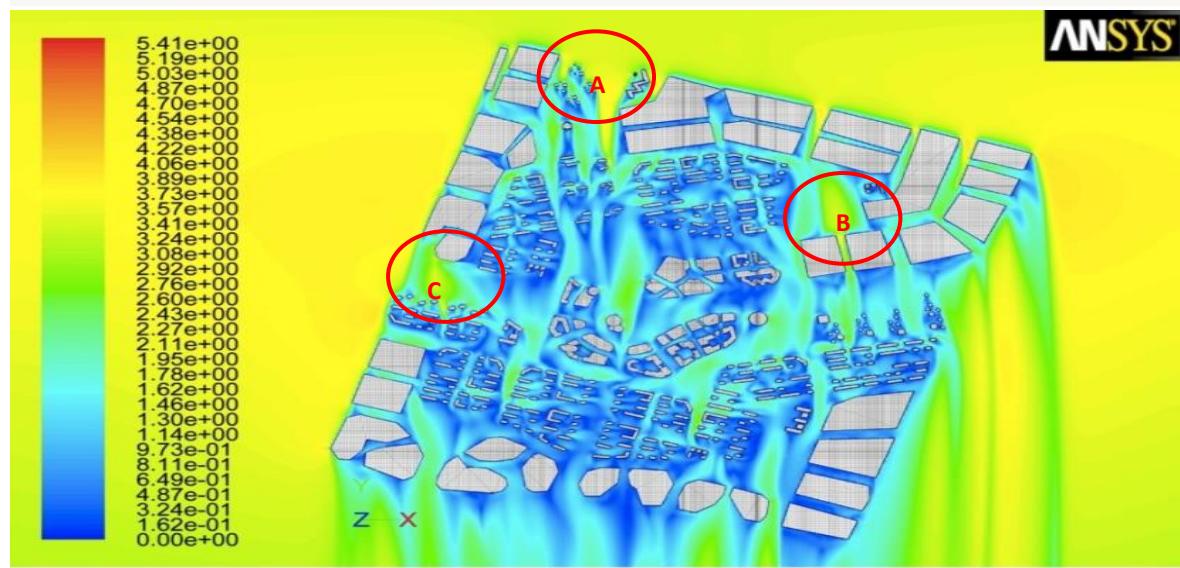
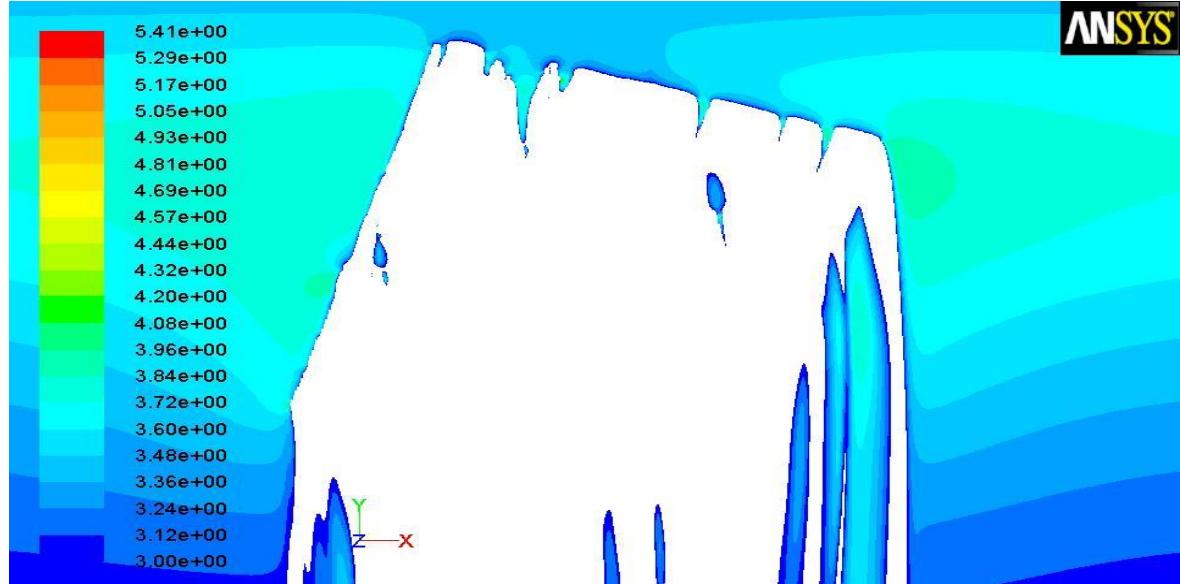


图5 冬季东北季风主导下风速大于3 m/s（高2米）分布情况



# 陈家镇实验生态社区风环境模拟结果

## 夏季-主要问题：

D区：公共建筑由于被东侧和南侧建筑群遮挡，夏季通风条件也不理想

E区： E区住宅几乎处于静风区，居民夏季风感较差。

F区： 由于缺少东南夏季风风廊和住宅间距过于密集而且造成住宅用地区通风条件较差，

如何将风速控制在3M/S以上？

图6 社区夏季东南季风主导下的风速（高度为2米）分布情况

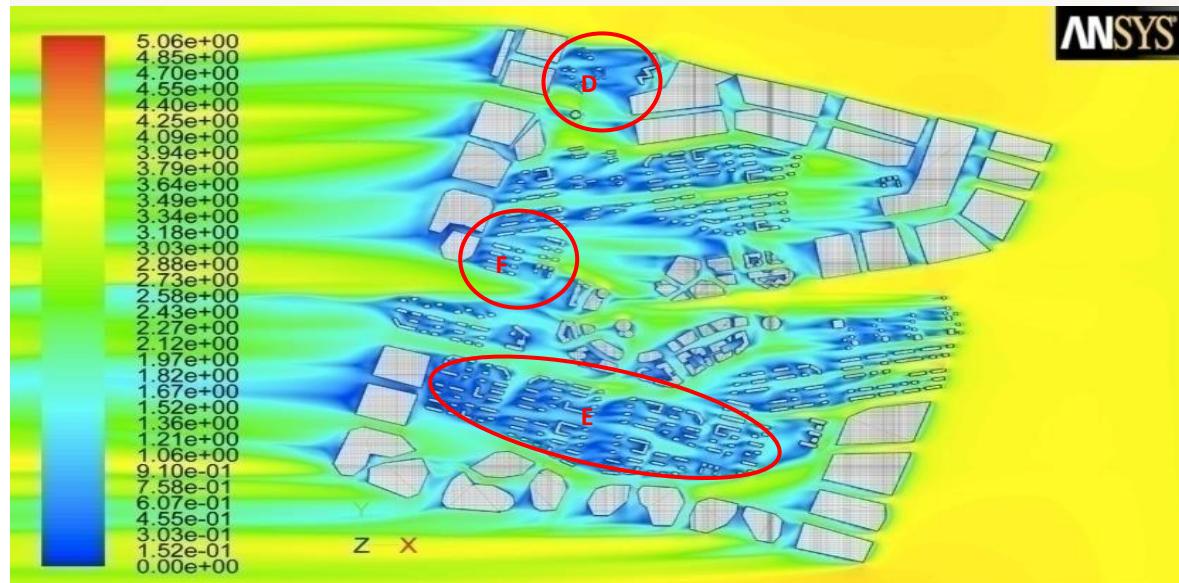
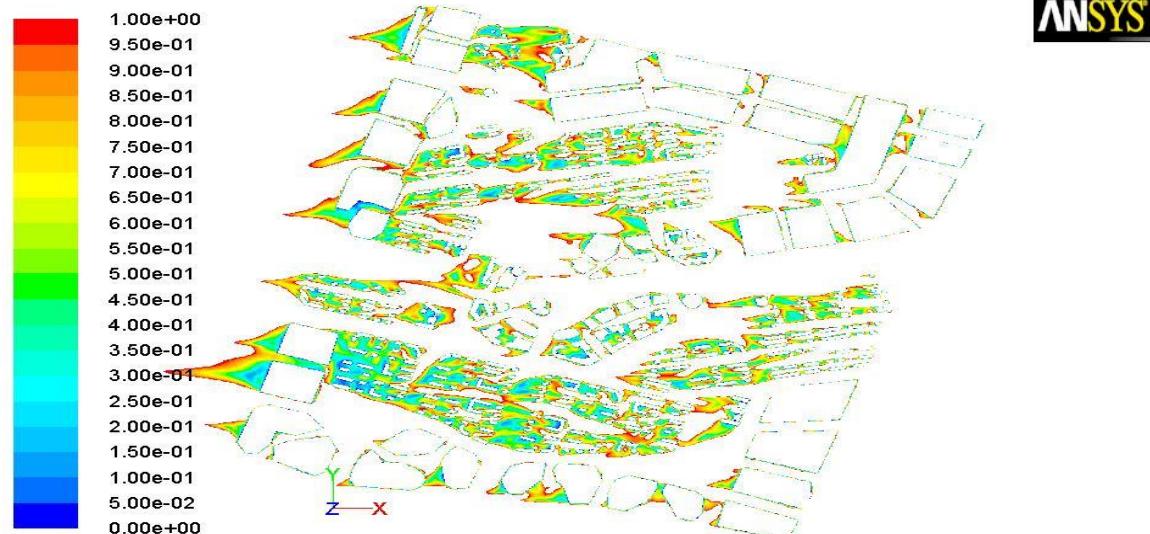


图7 社区夏季东南季风主导下风速小于2m/s（高度为2米）分布情况



# 基于风环境分析的社区形态优化

## 优化原则

- 社区的主要通道走向尽量与夏季主导风向一致
- 冬季主导迎风边界注意阻挡
- 在建筑的高度设置上注意不要互相遮挡

图8社区原形态平面图



图9社区形态优化后平面图



# 基于风环境分析的社区形态优化

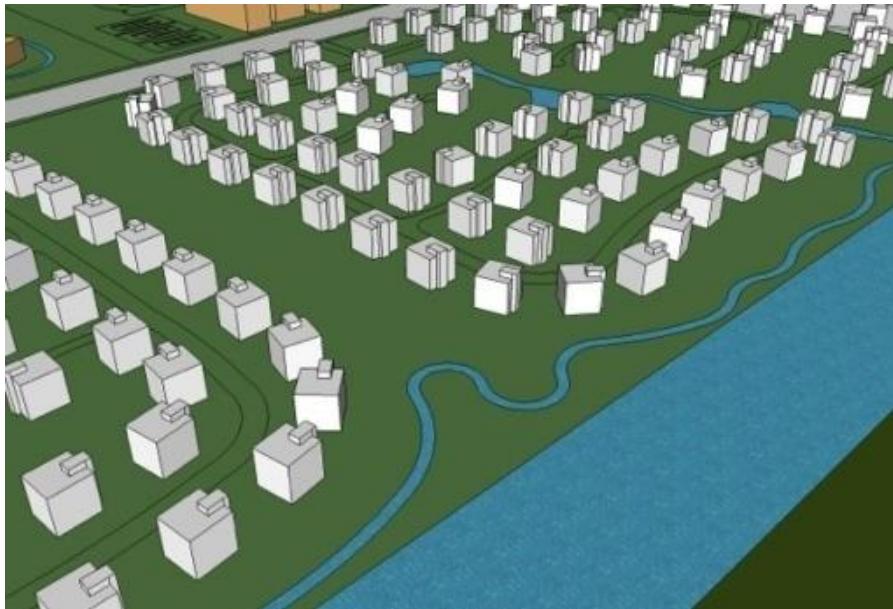
为了更直观地展示上图中优化的地区和对方的方法，下图是社区空间形态优化的细部效果示意图。

社区北部开发空间种植乔木林



# 基于风环境分析的社区形态优化

社区东南部别墅群间距扩大



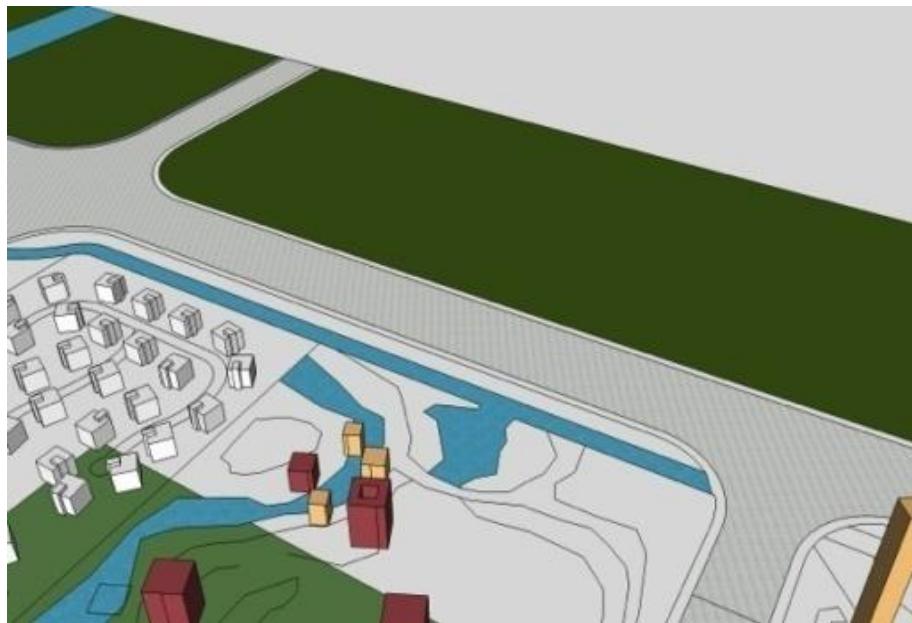
# 基于风环境分析的社区形态优化

社区南部多城住宅间距扩大



# 基于风环境分析的社区形态优化

社区西北方向外围种植防风林



# 基于风环境分析的社区形态优化

社区西入口处公园与内部住宅位置对换，并增加楼间距



鸟瞰-优化后



# 形态优化节能量分析

节能量基准考虑为小区建筑完全利用电制冷进行夏季降温,对于优化模型而言,从CFD模拟结果可看出优化后在夏季主导风向和风速下建筑周围风速均能达到要求(大于2m/s),

由此可得自然通风节能率计算公式如下所示:

$$\Delta = \frac{T_2}{T_1}$$

其中,为供冷季小时数,为供冷季中满足自然通风速,温湿度的小时数。

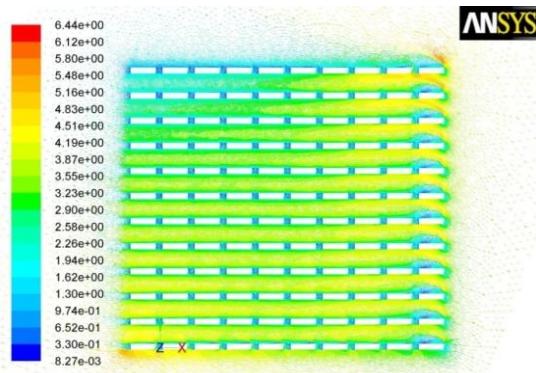
这里根据上海天气文件(CSWD)来完成对和的统计,最终的结果为,则**最终的节能率为5%,**节能性并不可观的主要原因是上海地区夏季室外湿度过大。

社区冬夏季两米处切面速度优化前后比较

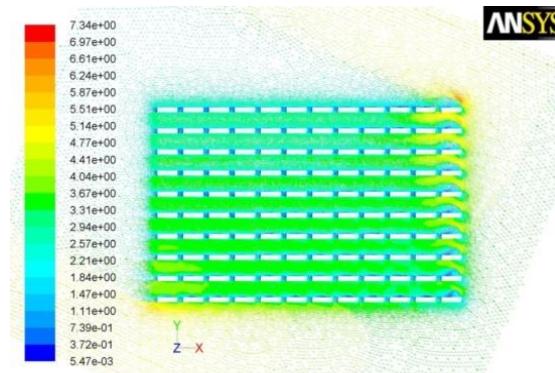
两米处切平面	面积加权平均速度(m/s)	最大速度(m/s)	最小速度(m/s)
冬季优化前	1.786	5.622	0.005
冬季优化后	1.606	4.701	0.011
夏季优化前	2.057	7.235	0.011
夏季优化后	2.094	11.244	0.014
比较结果	冬季优化后,平均风速降低,最大风速降低		
	夏季优化后,平均风速升高,最大速度升高,最小速度升高		

# 基于微环境模拟的理想社区范式

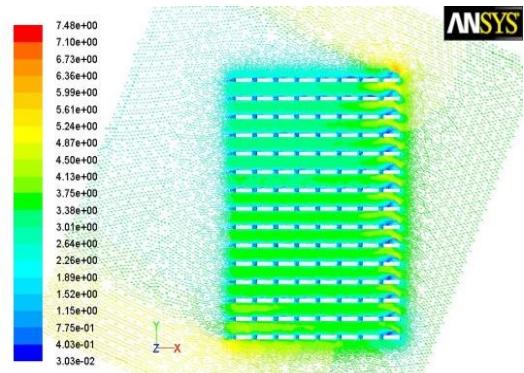
理想社区形态模型1、2、3对比：建筑尺寸、间隔相同，所处小区的面积相同，小区的长宽比发生变化。长宽比分别为1: 1;



Velocity Vectors Colored By Velocity Magnitude (m/s)  
Oct 31, 2012  
ANSYS FLUENT 12.1 (3d, pbns, ske)



Velocity Vectors Colored By Velocity Magnitude (m/s)  
Nov 05, 2012  
ANSYS FLUENT 12.1 (3d, pbns, rke)



Velocity Vectors Colored By Velocity Magnitude (m/s)  
Nov 05, 2012  
ANSYS FLUENT 12.1 (3d, pbns, ske)

模型序号	季节	2米速度矢量	2米压力	南北中心面的速度矢量	比较结果	综合结果	
模型1	夏季	2	1	1	模型1夏季风环境较好，但是冬季不理想	综合冬夏季的情况，模型3得分最高，风环境最优，模型2第二，模型1风环境相对较差	
	冬季	0	0	0			
模型2	夏季	0	1	1	模型2冬季风环境较好，但是夏季不理想		
	冬季	1	2	1			
模型3	夏季	0	1	1	模型3在冬季环境非常理想，夏季一般		
	冬季	2	2	2			

规划尺度被动节能控制（单体建筑）

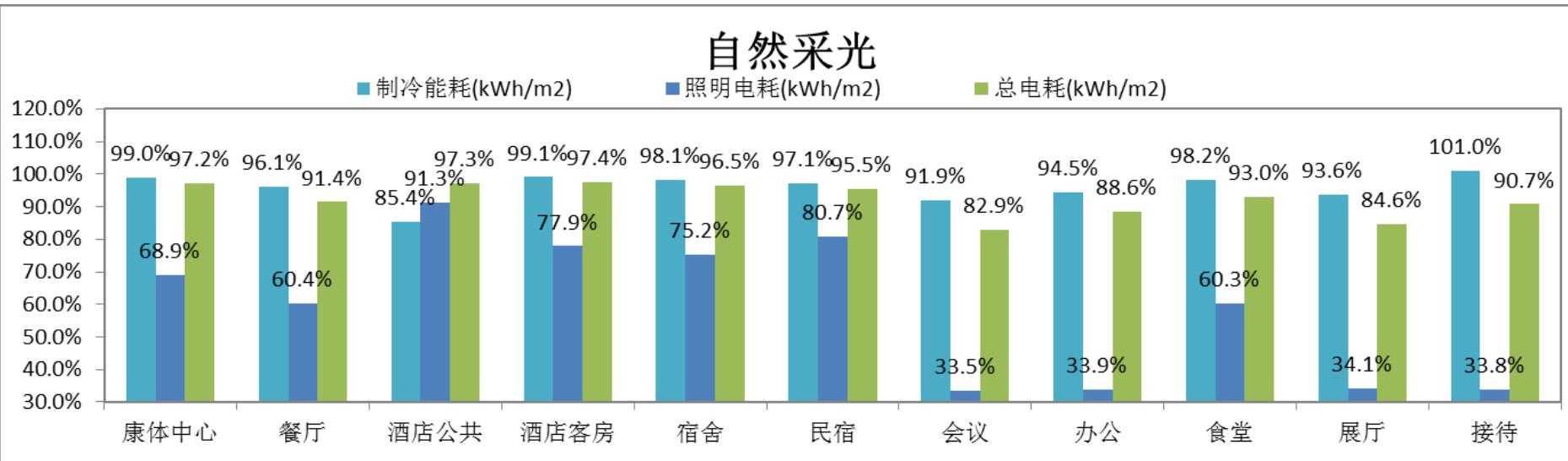
技术本身往往不是难题

- 规划师如何给出建筑单体设计目标？

常见目标

- 绿色建筑评价（涉及面太广）
- 80%节能（基线太低）
- 总体节能目标会让建筑师无从下手
- 建筑师需要具体可操作的指标

# 被动式节能设计——采用被动设计后能耗占基准能耗的百分比



采用自然采光手段，可以显著降低照明能耗，夏季制冷能耗也有轻微的降低，冬季采暖能耗和设备能耗不变。如上图所示不同建筑采用自然采光后照明能耗降低程度不同，降低比例为15%~67%不等，制冷能耗降低范围为0~15%，总能耗降低2.6%~17.1%。

自然采光要求	只对建筑外区（进深2.5m）考虑采用自然采光，照度感应器，照度临界值为300lux，人工照明采用开关模式，当感应器探测到照度高于300lux时，照明关闭，当低于300lux时，照明打开。
	天窗的有效开孔率不低于1%，或者天窗占屋顶面积的3%-4%，可见光穿透率不低于0.4。
	VT（可见光透射率）/SHGC（太阳得热系数） $\geq 1.10$
	室内表面平均反射率 屋顶：0.8；墙壁：0.7

# 被动式节能设计

## ● 自然采光



地下车库自然采光



大面积组合采光方案  
通透明亮、视野开阔



带形采光方案  
“格式化”的阳光



地下室采光方案  
最大限度利用别墅建筑用地



斜+立组合采光方案  
开阔视野塑造空间感



平顶采光方案  
带来更好的采光均匀度



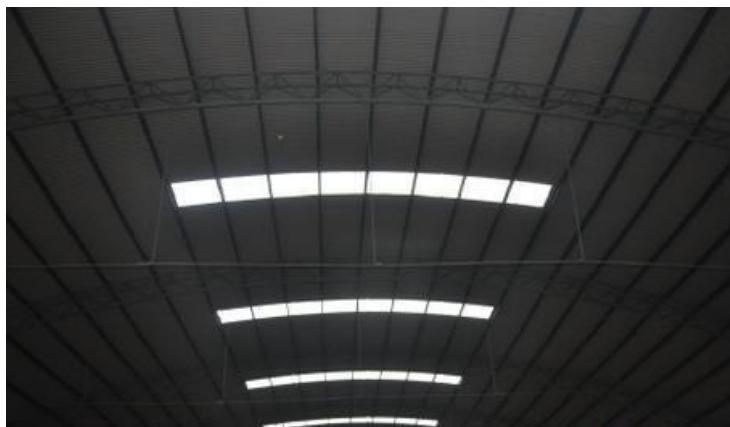
屋脊天窗采光方案  
使建筑更生动温暖



电控窗采光方案  
简单方式实现智能舒适生活



阳台采光方案  
现代时尚生活的选择



公共区走廊自然采光



露台窗采光方案  
演绎屋顶花园生活



竖窗采光方案  
打造绿色节能建筑



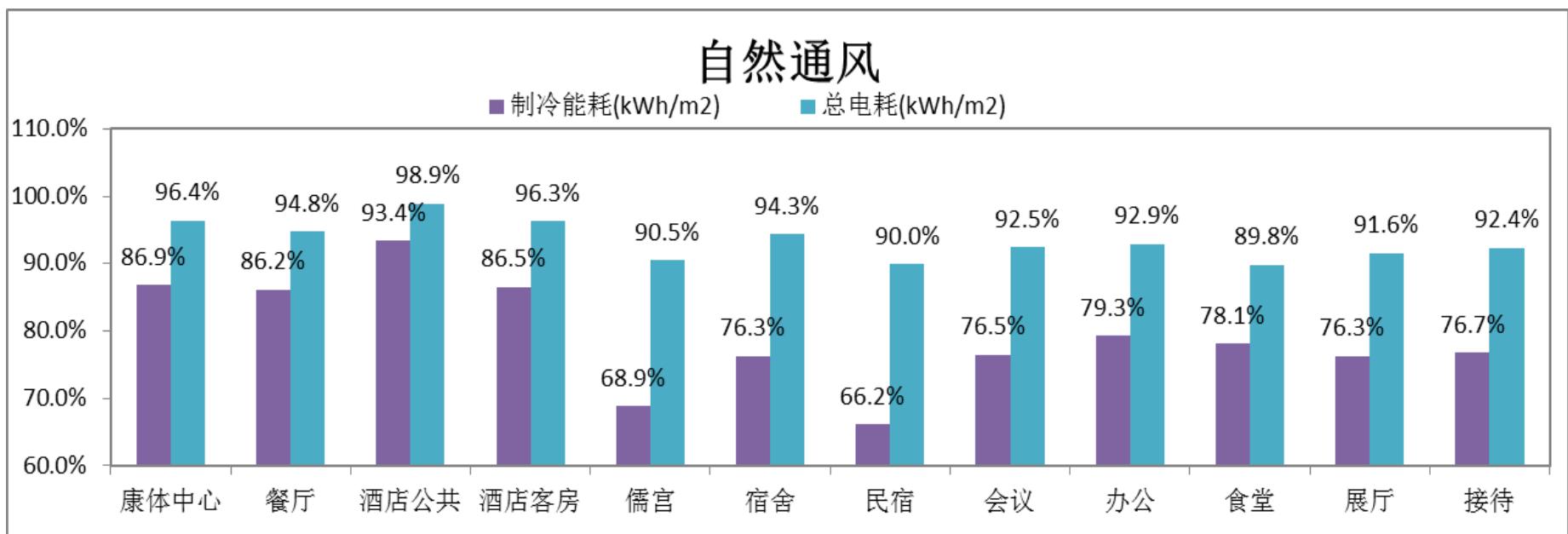
特殊立面采光方案



特殊立面采光方案

室内自然采光

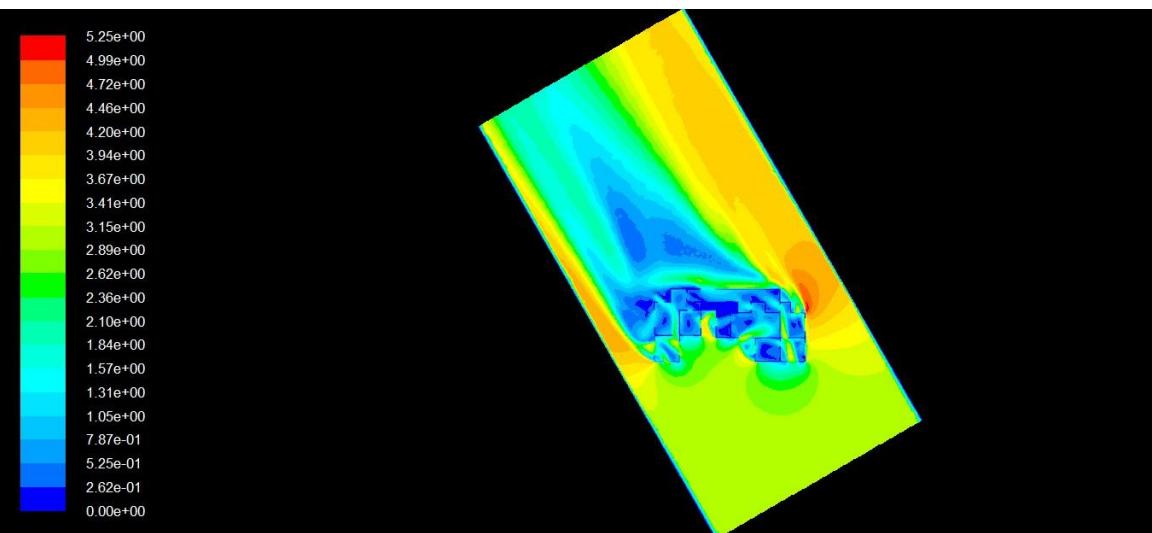
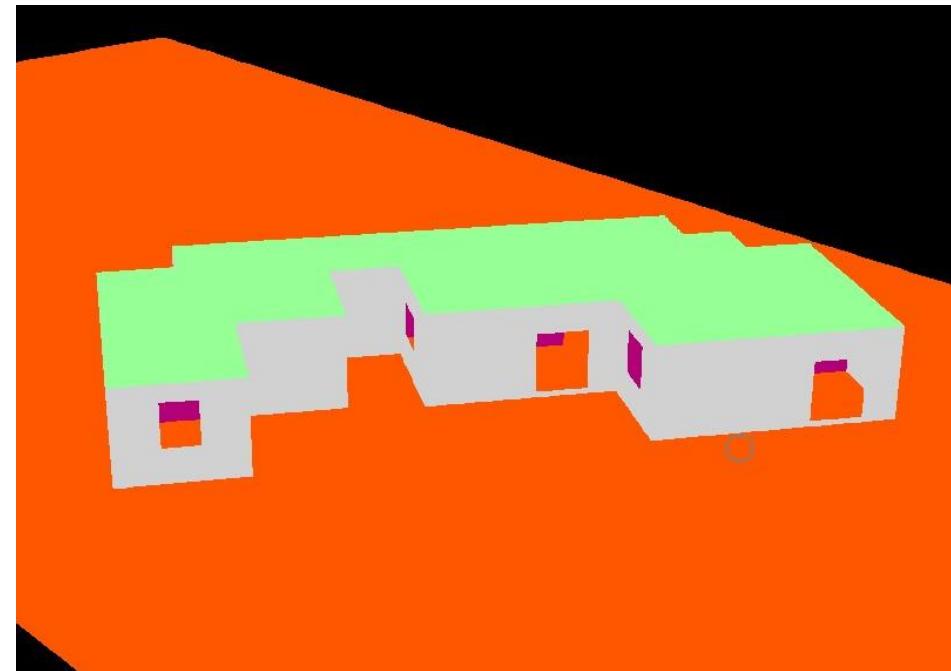
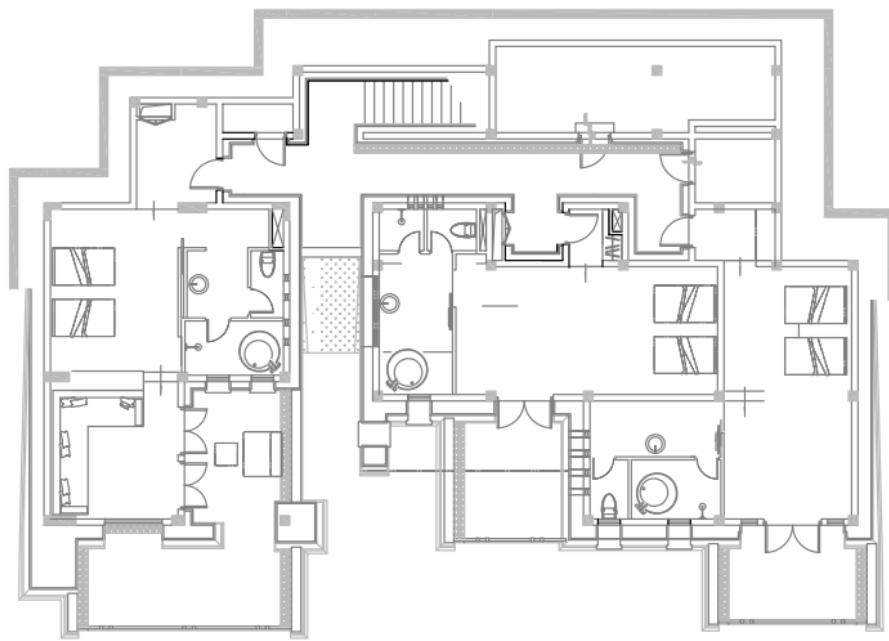
# 被动式节能设计——采用被动设计后能耗占基准能耗的百分比



采用自然通风手段，可以显著降低夏季制冷能耗，其他能耗无变化。如上图所示，采用自然通风手段后各种建筑的制冷能耗降低了7%~34%，总能耗降低1.1%~10.2%。

**自然通风要求：**夏季，室外温度比室内设定温度低2-3℃，风速2m/s, 换气次数≥5次/h。当然冬季为了保持室内温暖，应该减少通风，换气次数≤0.054次/h。

# 单体建筑风模拟二

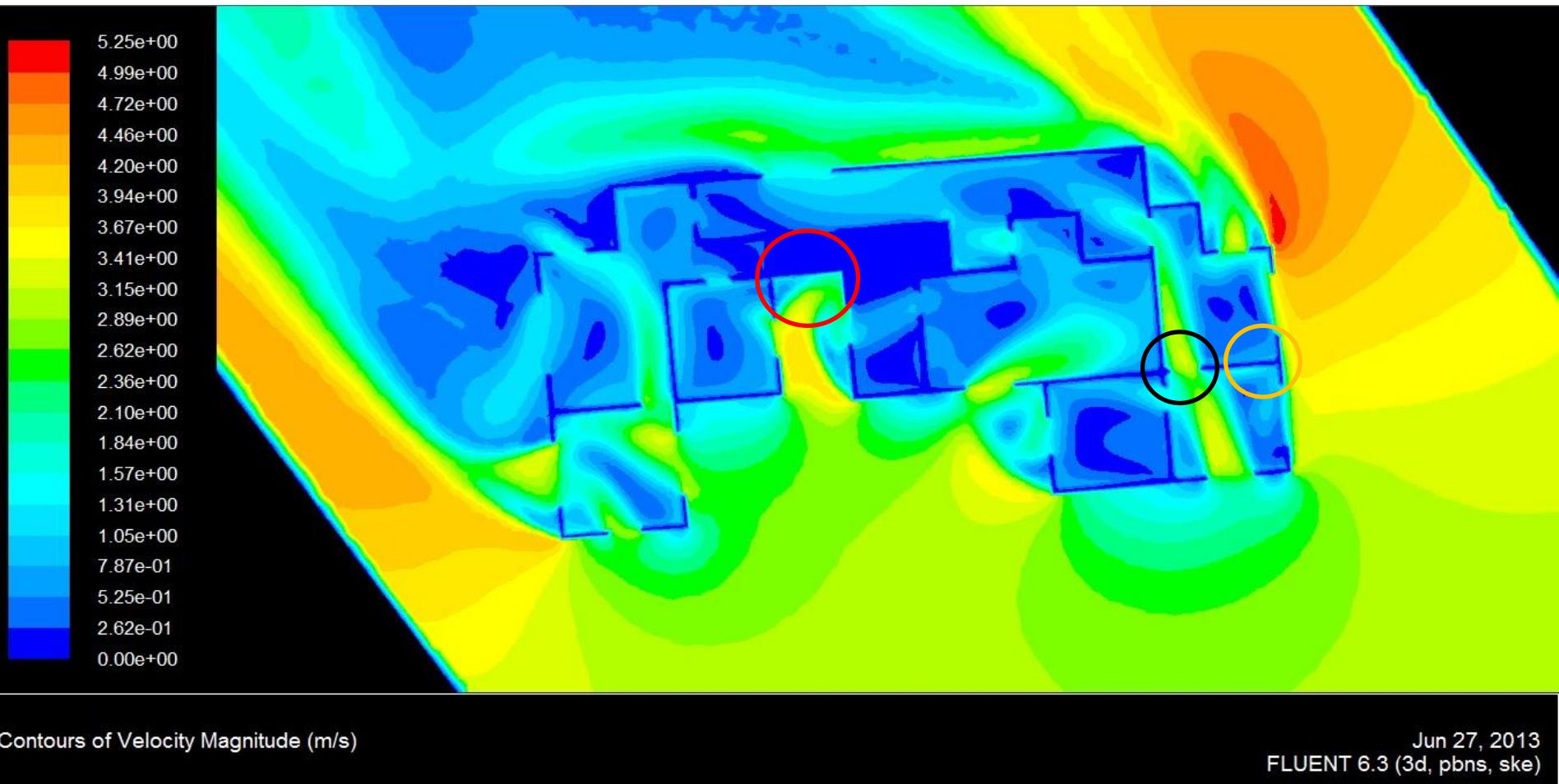


左上图：水景房样板房

右上图：水景房模型

左下图：水景房风模拟全图

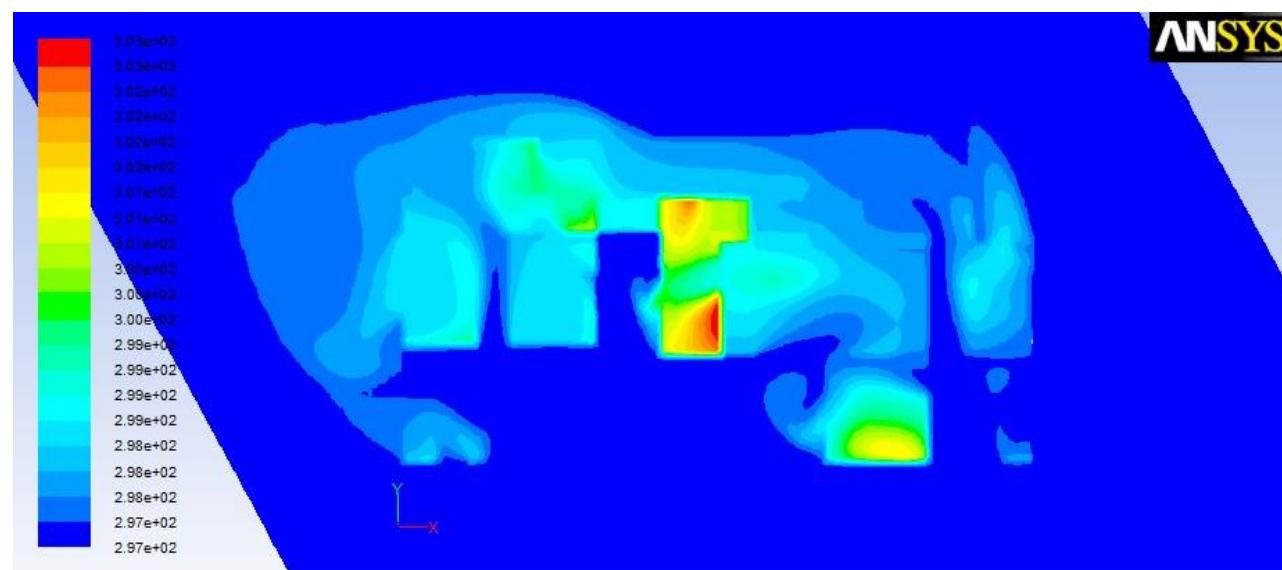
# 单体建筑风模拟



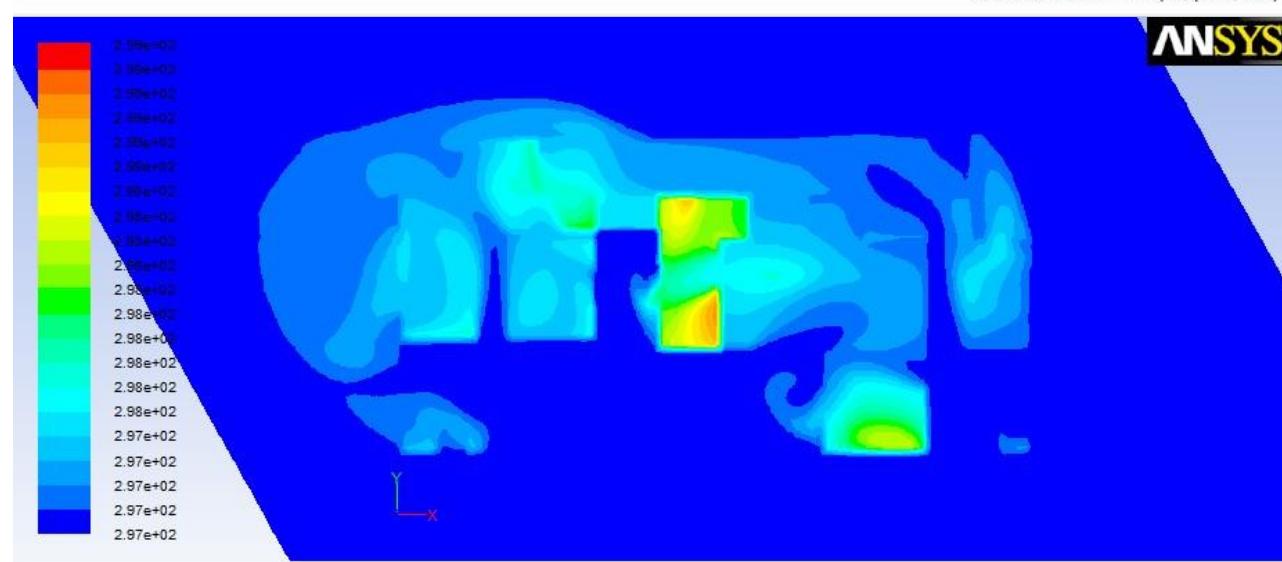
上图为水景房风模拟放大图，在迎面风速为2m/s的情况下，样板房的通风效果如上图所示，室内风速保持在0.5m/s~3m/s之间，效果良好。

建议：图中红色圈区域增加一扇外窗；黑色圈处门移至黄色圈位置。

# 单体建筑温度场模拟

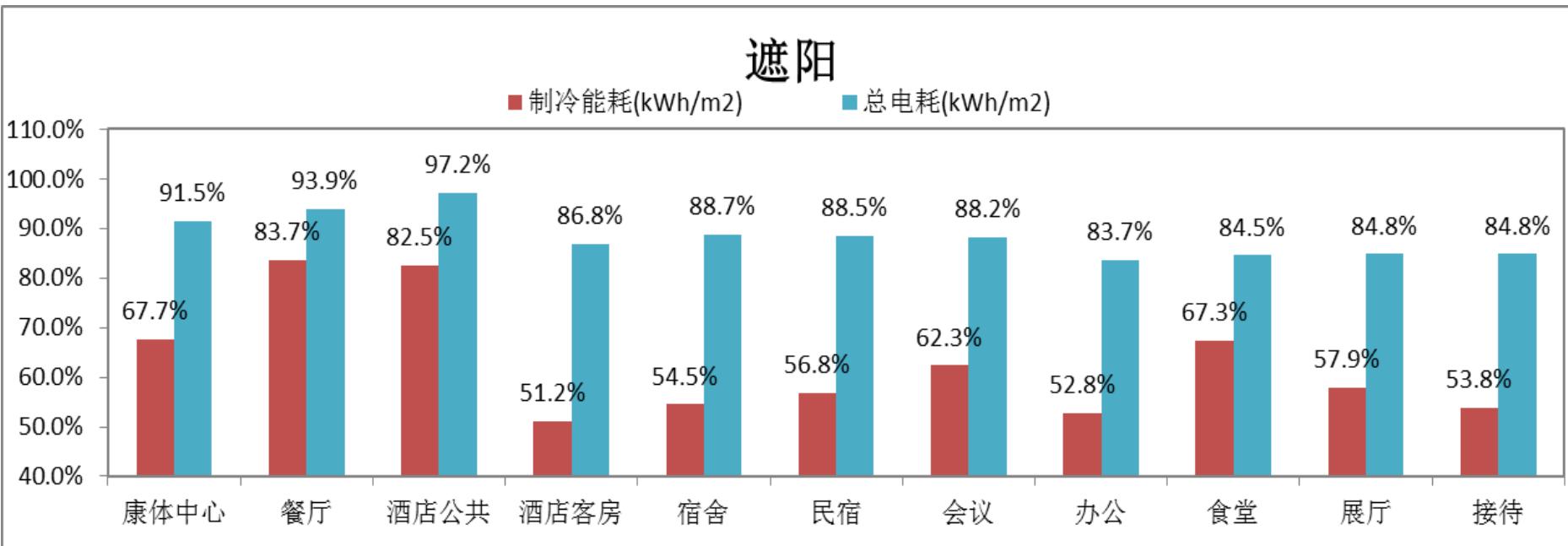


左图为样板房温度模拟，在迎面风速为0.5m/s，风温为24℃的情况下，样板房的温度分布如上图所示，室内平均温度比室外高2–3℃，最高温差达到6℃。



左图为样板房温度模拟图，在迎面风速为2.5m/s，风温为24℃的情况下，样板房的温度分布如上图所示，室内温度比室外高0~1℃，最大温差w为2℃。

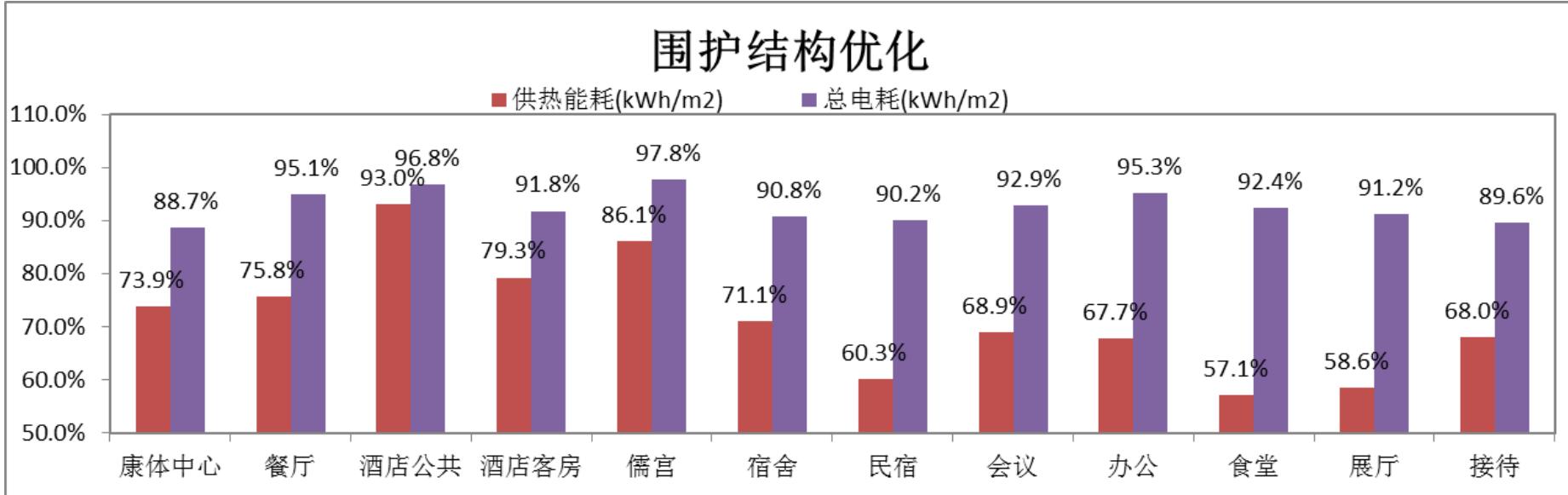
# 被动式节能设计——采用被动设计后能耗占基准能耗的百分比



采用遮阳手段，可以显著降低夏季制冷能耗，其他分项能耗不变。如上图所示不同建筑采用遮阳后制冷能耗降低程度不同，降低比例为16%~49%不等，总能耗降低2.8%~17.3%。

遮阳要求	活动遮阳	遮阳系数	0.25-0.3(制冷季开启，采暖季关闭)
	固定遮阳	挑檐系数	南向为0.5，北向不要求
	太阳得热系数	金属框架外窗	≤0.38
		非金属框架外窗	≤0.26

# 被动式节能设计——采用被动设计后能耗占基准能耗的百分比

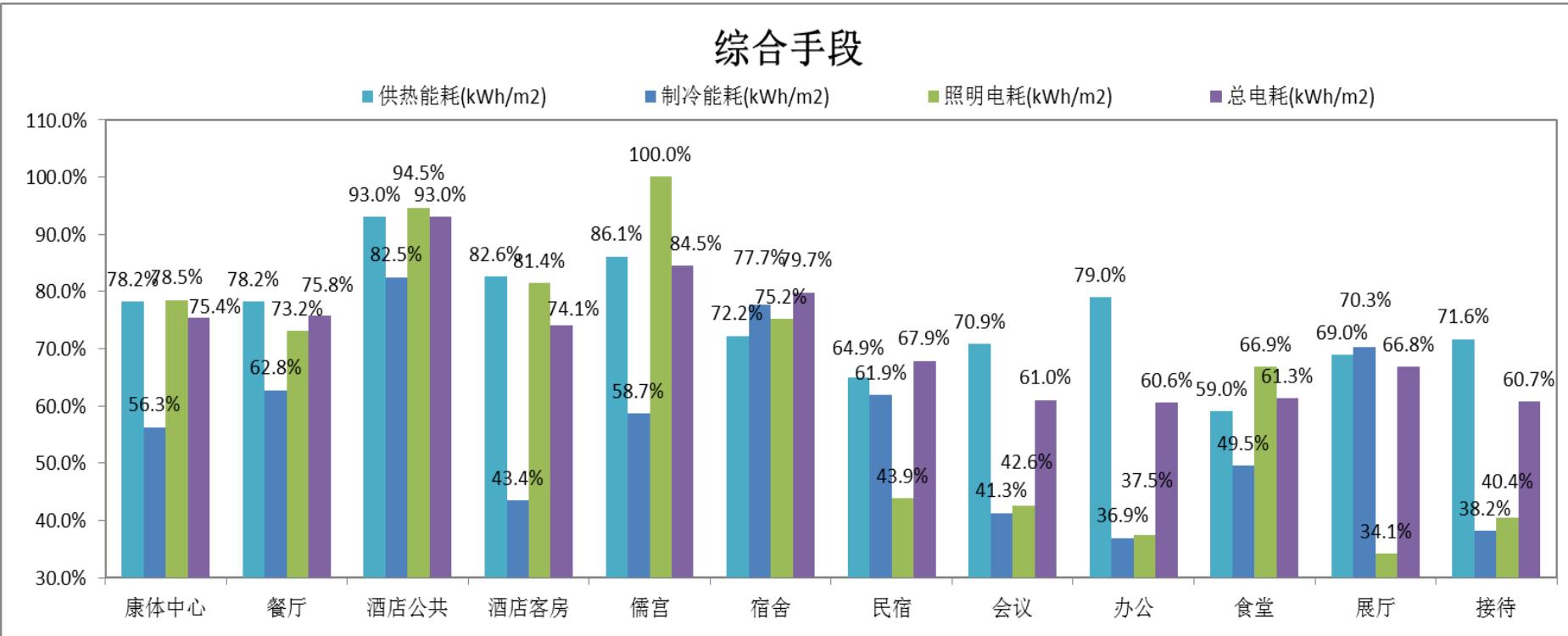


采用围护结构优化手段，可以显著降低冬季采暖能耗，其他能耗无变化，采暖能耗降低比例为7%~43%，总能耗降低比例为22.%~11.3%。

围 护 结 构 要 求	保 温 性 能 ( 控 制 传 热 系 数)	屋 顶	$\leq 0.19 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	外 门	$\leq 2.84 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
	外 墙	$\leq 0.42 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	外 窗	$\leq 2.50 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	
	地 面	$\leq 0.39 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	楼 板 (不带加热)	$\leq 0.38 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	
	楼 板 (带加热)	$\leq 0.28 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$			
	窗 墙 比	0.20-0.40	热 惰 性	$\geq 11351 \text{ J/m}^2$	
	窗 户 朝 向	东西向窗户面积要小于南向			
	热 惰 性	$\text{热惰性(HC)} \geq 11351 \text{ J/m}^2$			

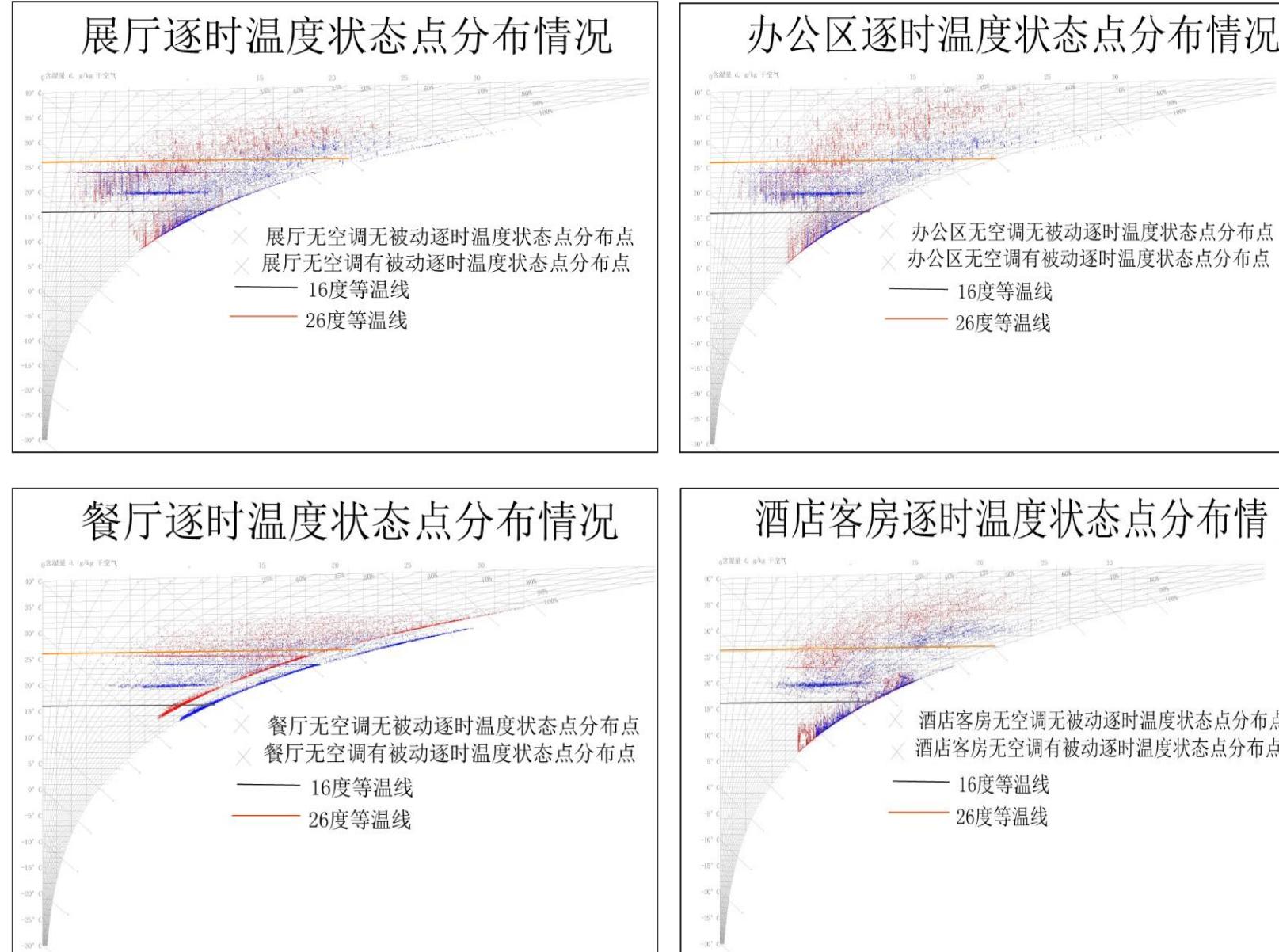
# 被动式节能设计——采用被动设计后能耗占基准能耗的百分比

## ● 综合设计



综合以上各种被动节能方式，可以明显降低采暖能耗、制冷能耗和照明能耗，设备能耗保持不变。采暖能耗可以降低7%~41%，制冷能耗可以降低17%~62%，照明能耗可以降低5.5%~66%，总能耗可以降低7%~40%。

# 零空调前提下，采用被动设计前后室内舒适度分析

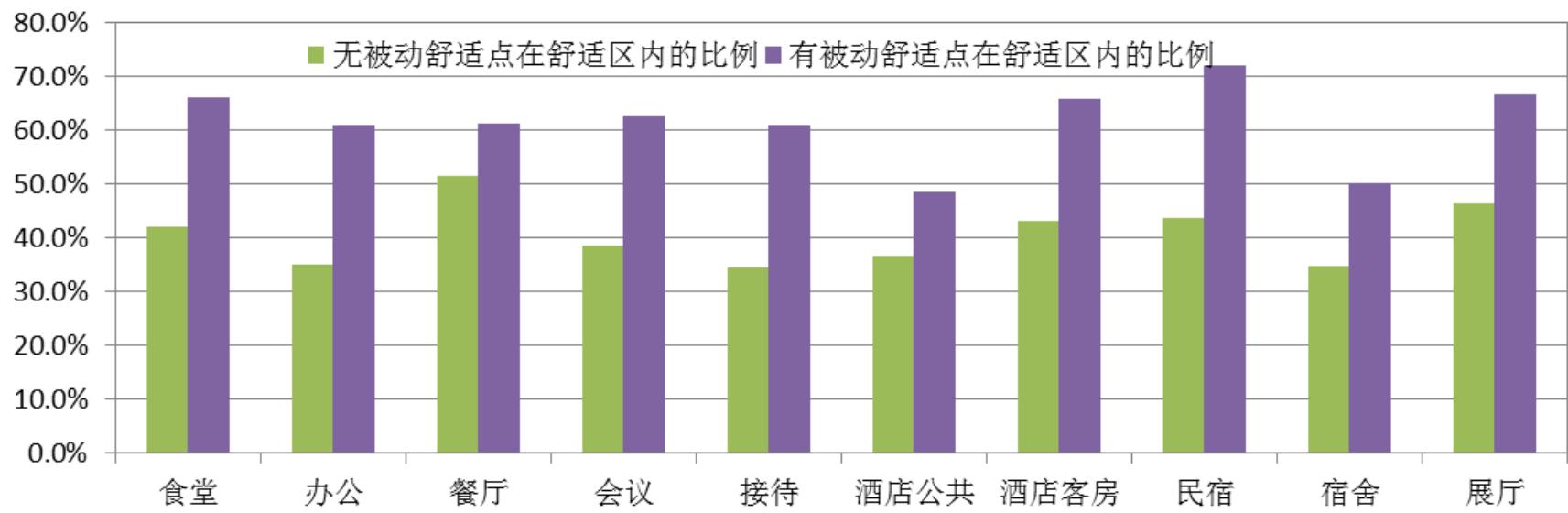


根据图片可以看出，增加被动设计后，全年的逐时温度分布改善很多，更多的点落入舒适区内，没有落入舒适区的点也更加集中在舒适区附近。

# 零空调前提下，采用被动设计前后室内舒适度分析

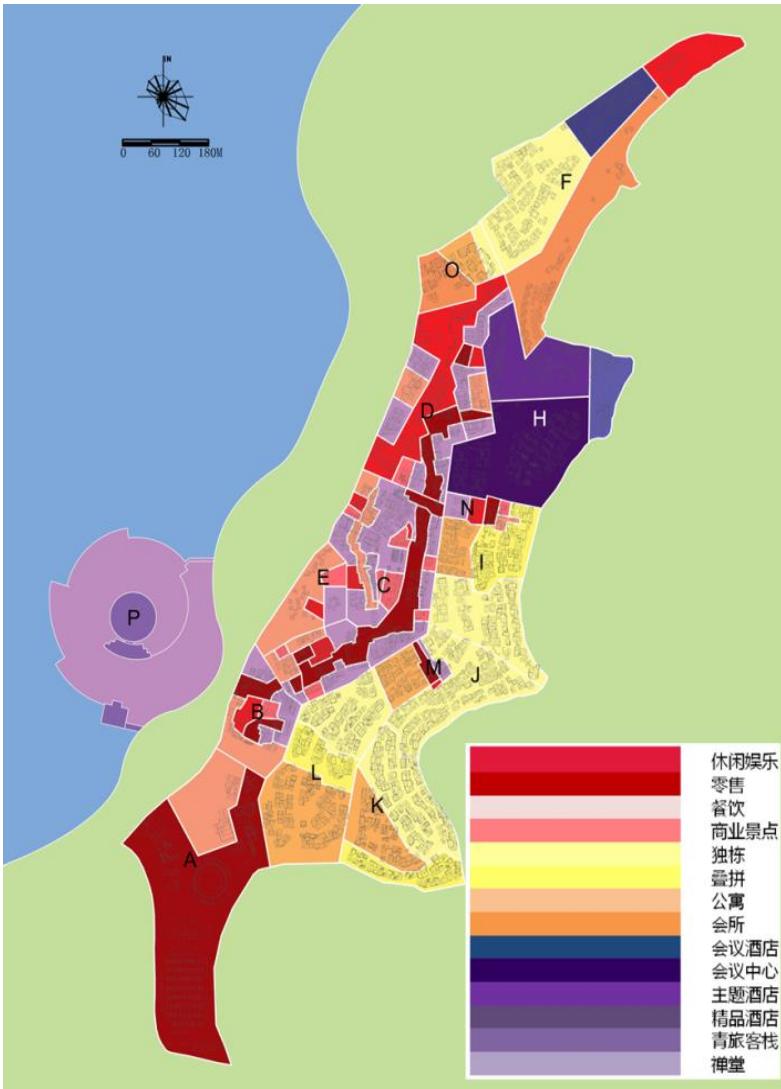
建筑类型	无被动舒适点在舒适区内的点数	有被动舒适点在舒适区内的点数	无被动舒适点在舒适区内的比例	有被动舒适点在舒适区内的比例
食堂	3689	5781	42.1%	66.0%
办公	3062	5347	35.0%	61.0%
餐厅	4511	5356	51.5%	61.1%
会议	3382	5495	38.6%	62.7%
接待	3010	5339	34.4%	60.9%
酒店公共	3199	4256	36.5%	48.6%
酒店客房	3781	5774	43.2%	65.9%
民宿	3821	6303	43.6%	72.0%
宿舍	3053	4401	34.9%	50.2%
展厅	4072	5841	46.5%	66.7%

## 有无被动设计情况下室内舒适点分布比例



# 规划尺度负荷叠加消峰案例

# 规划案例简介



业态分区图

业态	分区面积 (m <sup>2</sup> )							业态建筑面积总计 (m <sup>2</sup> )
	A	B	C	D	E	M	N	
休闲娱乐		720	4067	6730	210		1906	13633
零售	4900	1376	5251	3920			520	15967
餐饮	1760	2070	9066	4470	1308		370	19044
商业景点		638	2308		108		960	4014
青旅客栈		5563	24918	17330	587		2710	51108
该区建筑面积总计 (m <sup>2</sup> )	6660	10367	45610	32450	2213		6466	
业态	分区面积 (m <sup>2</sup> )							业态建筑面积总计 (m <sup>2</sup> )
	F	H	I	J	K	L	O	
独栋	10310		9850	19730	13210	20260	1700	75060
叠拼			2160	2520	19800	3190	4169	31839
公寓			2300	7110	1950	2280		13640
会所	3000						5610	8610
会议酒店		20000						20000
会议中心		8000						8000
主题酒店		10000						10000
精品酒店	3600							3600
禅堂								22612
该区建筑面积总计 (m <sup>2</sup> )	16910	38000	14310	29360	34960	25730	11479	

# 冷热负荷指标

业态建筑模型	冷负荷指标 (W/m <sup>2</sup> )	热负荷指标 (W/m <sup>2</sup> )	模拟冷负荷峰值 (W/m <sup>2</sup> )	模拟热负荷峰值 (W/m <sup>2</sup> )
休闲娱乐	180	80	122	38
零售	150	70	84	33
餐饮	180	60	97	35
商业景点	120	70	67	54
独栋	90	60	78	43
叠拼	90	60	75	38
公寓	90	60	63	35
会所	200	100	123	56
会议酒店	110	70	78	35
会议中心	120	90	69	59
主题酒店	110	70	92	44
精品酒店	120	80	101	67
青年旅社	80	60	52	33
禅堂	180	120	143	75

冷热负荷指标值相比于模拟峰值的放大倍数在1.2~2.1倍范围，如果以指标值进行能源系统选型，必然造成初投资大，设备处于最优工况运行时间短。

# 不同业态建筑峰值电负荷

业态建筑模型	实际业态面积 (m <sup>2</sup> )	峰值电负荷 (kW/m <sup>2</sup> )	峰值电负荷 (MW)
Spa	13633	0.0854	1.2242
KTV		0.0942	
零售	15967	0.0409	0.6525
餐饮	19044	0.0532	1.0139
商业景点	4014	0.0572	0.2297
独栋	75060	0.0584	4.3833
叠拼	31839	0.0373	1.1872
公寓	13640	0.0381	0.5197
会所	8610	0.1089	0.9379
会议酒店	20000	0.0666	1.3320
会议中心	8000	0.0570	0.4559
主题酒店	10000	0.0555	0.5546
精品酒店	3600	0.0773	0.2784
青年旅社	51108	0.0413	2.1110
禅堂	22612	0.0852	1.9257
总计	297127		16.8060

峰值电负荷由模型模拟的逐时电负荷筛选最大值得到。

# 能源系统总负荷

业态建筑模型	模拟冷负荷峰值 (W/m <sup>2</sup> )	模拟热负荷峰值 (W/m <sup>2</sup> )	业态面积 (m <sup>2</sup> )	总冷负荷峰值 (W)	总热负荷峰值 (W)
休闲娱乐	122	38	13633	1352997	520140
零售	84	33	15967	1341228	520543
餐饮	97	35	19044	1847268	666540
商业景点	67	54	4014	268908	218592
独栋	88	63	75060	6641786	4741683
叠拼	75	31	31839	2378545	985318
公寓	63	35	13640	853210	477465
会所	123	56	8610	1062875	485209
会议酒店	78	35	20000	1563405	691896
会议中心	69	59	8000	551176	468625
主题酒店	92	44	10000	923262	442936
精品酒店	101	67	3600	365094	242681
青年旅社	52	23	51108	2647473	1165416
禅堂	143	75	22612	3238469	1706600
总计				<b>25035696</b>	<b>13333644</b>

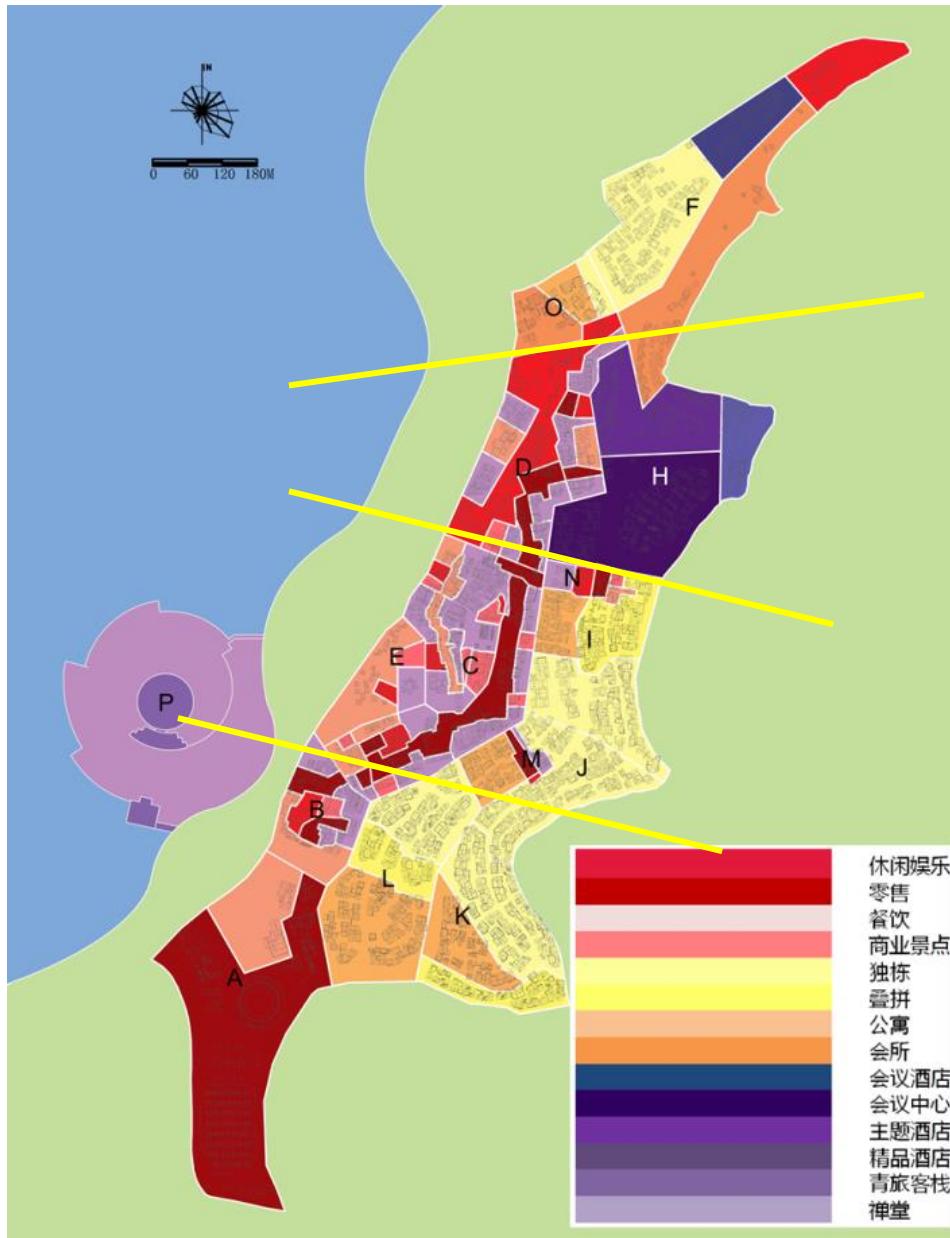
该规划区域的总冷热负荷分别为25000kW和13300kW。

# 单个区域叠加效果

区域	叠加冷负荷峰值 (W/m <sup>2</sup> )	叠加热负荷峰值 (W/m <sup>2</sup> )	区域面积 (m <sup>2</sup> )	总峰值冷负荷 (W)	总峰值热负荷 (W)
A	83	33	6660	554455	221370
B	60	29	10367	618489	302600
C	60	29	45610	2739961	1316192
D	63	28	32450	2032218	900696
E	75	33	2213	165560	71966
F	68	43	16910	1154787	726094
H	72	30	38000	2727542	1132732
I	56	36	14310	808251	515328
J	56	36	29360	1635160	1056524
K	63	34	34960	2204984	1176633
L	56	37	25730	1434611	942883
MN	66	32	6466	429051	206633
O	87	43	11479	997265	494612
P	143	75	22612	3238469	1706600
总计				20740803	10770863

该规划区的总冷热负荷分别为20700kW和10800kW，与分区叠加前相比，总冷热负荷分别降低了17.1%和19.2%。

# 多个区域叠加效果



该规划区的总冷热负荷分别为  
17400kW和9700kW，与表3结果相比，  
总冷热负荷分别降低了30.5%和27.2%。

## 不同区域叠加峰值电负荷

业态分区	实际业态面积 (m <sup>2</sup> )	叠加前峰值电负荷 (MW)	叠加峰值电负荷 (MW)	降低比例
A	6660	0.2939	0.2848	0.0311
B	10367	0.4974	0.3936	0.2087
C	45610	2.2237	1.7829	0.1982
D	32450	1.7183	1.4512	0.1554
E	2213	0.1189	0.0948	0.2027
F	16910	1.2073	0.8246	0.3170
H	38000	2.3425	2.2891	0.0228
I	14310	0.7434	0.5101	0.3138
J	29360	1.5170	1.0538	0.3054
K	34960	1.5840	1.2337	0.2212
L	25730	1.3890	0.9119	0.3435
MN	6466	0.3790	0.3222	0.1497
O	11479	0.8658	0.8004	0.0756
P	22612	1.9257	1.9257	0.0000
总计	297127	16.8060	13.8790	0.1742

区域叠加后峰值电负荷下降17.42 %。

# 需求侧能源规划设计总结

- 三个方面分析四类基准能耗
  - 热、冷、电、燃气
  - 全年、峰值、频谱
- 规划尺度需求侧控制
  - 大环境控制（风、光）
  - 单体建筑主要建筑指标控制
- 错峰和负荷叠加



谢 谢 !