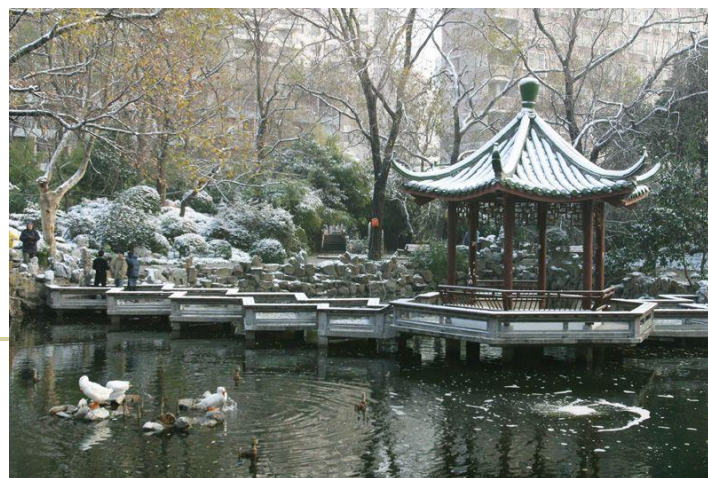


# 长江流域住宅冬季供暖技术方案分析

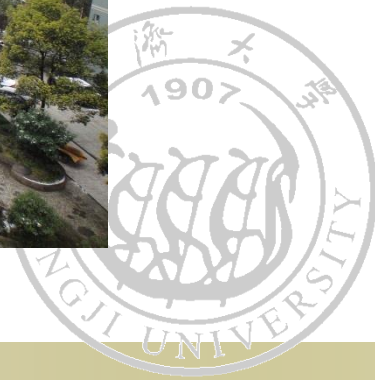


同济大学暖通空调研究所

张旭 博士/教授/所长

# 主要内容

- \* 长江流域供暖的热点话题
- \* 上海地区住宅冬季热环境与能耗
- \* 分散式供暖相关理论基础
- \* 行业机遇与新型产业链
- \* 结论和探讨



# 长江流域供暖的热点话题



■ 已进行集中采暖区域

■ 未进行集中采暖区域





## 计划经济时代造成是否应设置集中供暖的结果

过渡地区典型城市	累年日平均温度低于或等于5℃的日数	邻近过渡地区的集中供暖地区城市	累年日平均温度低于或等于5℃的日数
重庆	48	济南	106
成都	32	郑州	102
武汉	67	徐州	97
长沙	45	亳州	95
南京	83	洛阳	95
上海	62	连云港	105
杭州	61	西安	101
合肥	75	兖州	103
南昌	38	潍坊	118

目前我国北方集中供暖以时间段为启停依据的做法并不科学，应逐步改进到以室内温度为依据的个性化调节系统



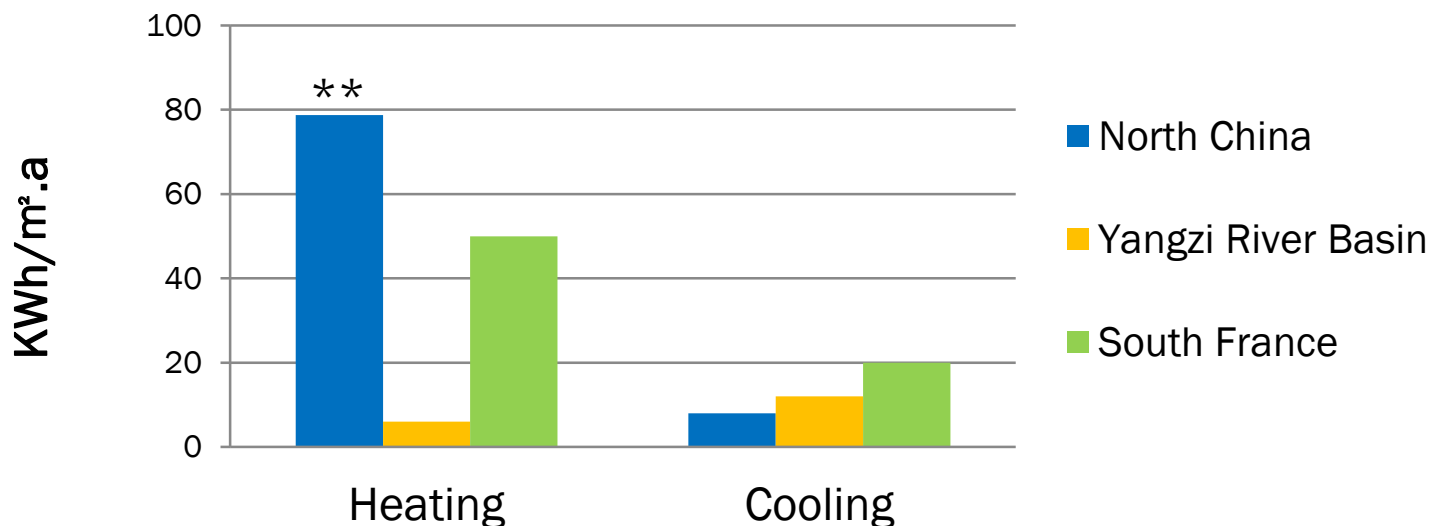
# 长江流域冬季供暖热点话题

- \* 大众：为什么要讨论住宅是否应该供暖？（基本需求、政策、标准、金融）
- \* 学术界：
  1. 长江流域冬季供暖主要指住宅建筑
  2. 供暖的模式应采用分散式系统
  3. 间歇式分散供暖的设计计算理论（适应性舒适理论、负荷、设备容量、能耗统计方法等）
  4. 长江流域节能墙体技术体系（墙体保温、窗、气密性）
- \* 产业界：如何构建针对该气候区供暖产业链
- \* 用户：
  1. 用电、燃气或煤油那种能源更合理
  2. 合理的末端形式（对流、辐射）



# 长江流域住宅供暖能耗

- \* 同济大学、清华大学、上海建科院、重庆大学等机构在长江流域的调研结果表明，长江流域城镇住宅供暖年平均单位面积年耗电量约为5~6kWh/m<sup>2</sup>；而在气候相近的法国中南部地区，其年供暖耗电量达到20~60kWh/m<sup>2</sup>



\* 清华大学建筑节能研究中心. 中国建筑节能2008年度发展研究报告

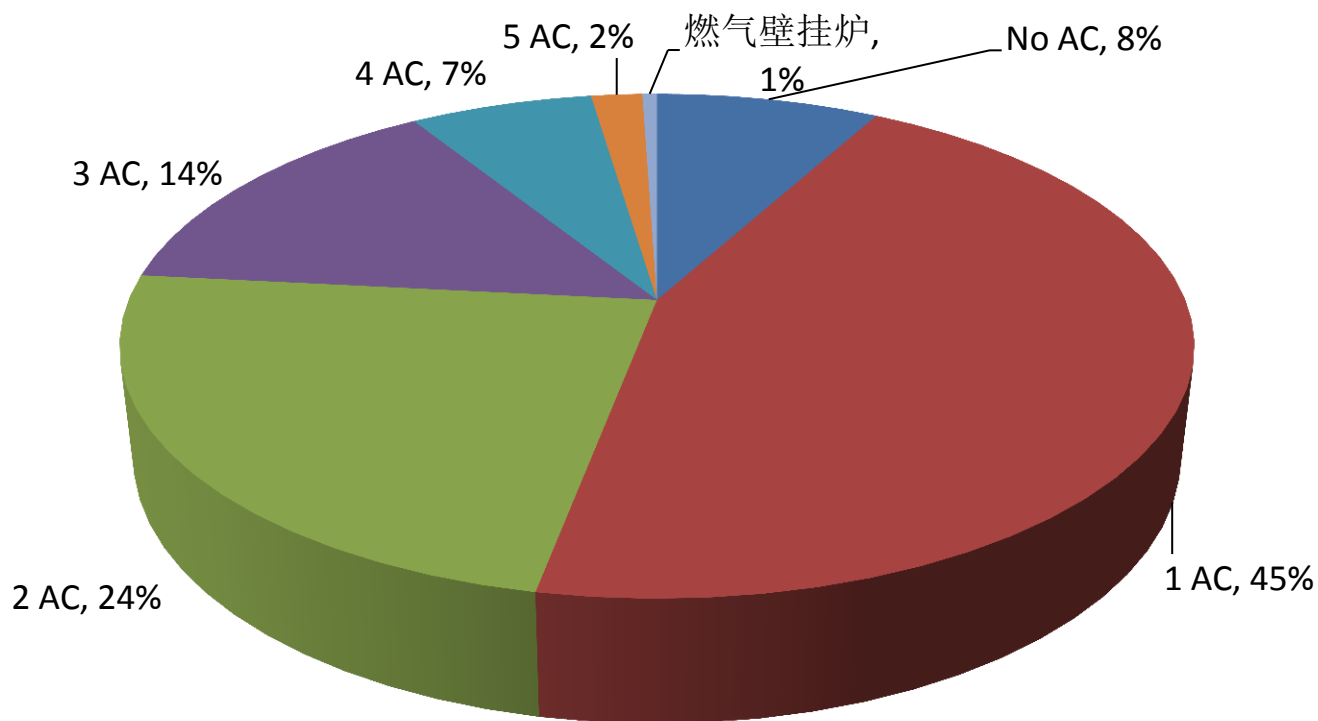
\*\* 北方住宅采暖能耗（标煤）按冬季运行性能系数1.8折算耗电量，依据GB50189-2005 5.4.10



# (I)上海地区居民供暖行为调查

2009年冬，785 户居民

- \* 超过90%居民使用空气源热泵供暖，使用燃气壁挂炉用户1%



\*数据来源：清华大学、同济大学、上海大学  
——城镇居民生活方式与节能状况调查



# ( I ) 上海地区住宅室内热环境调查

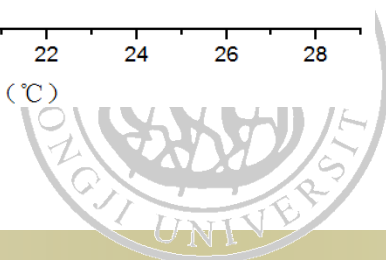
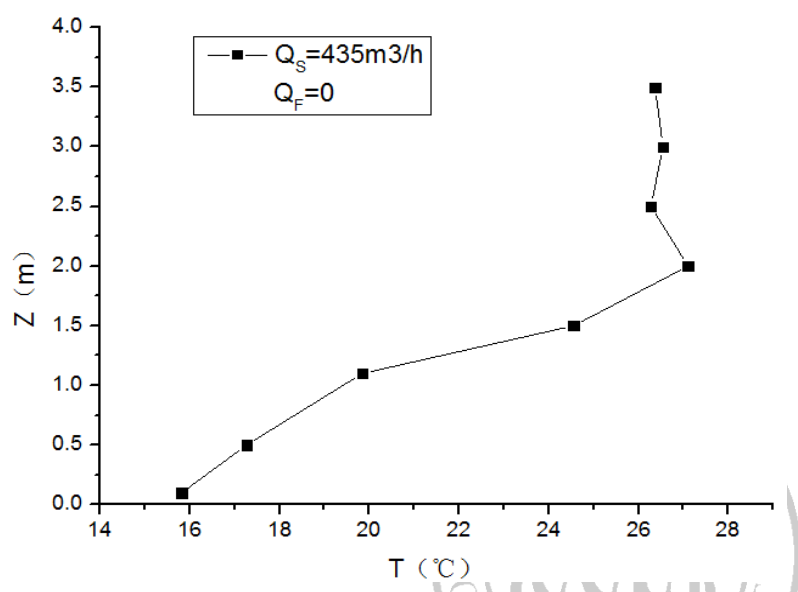
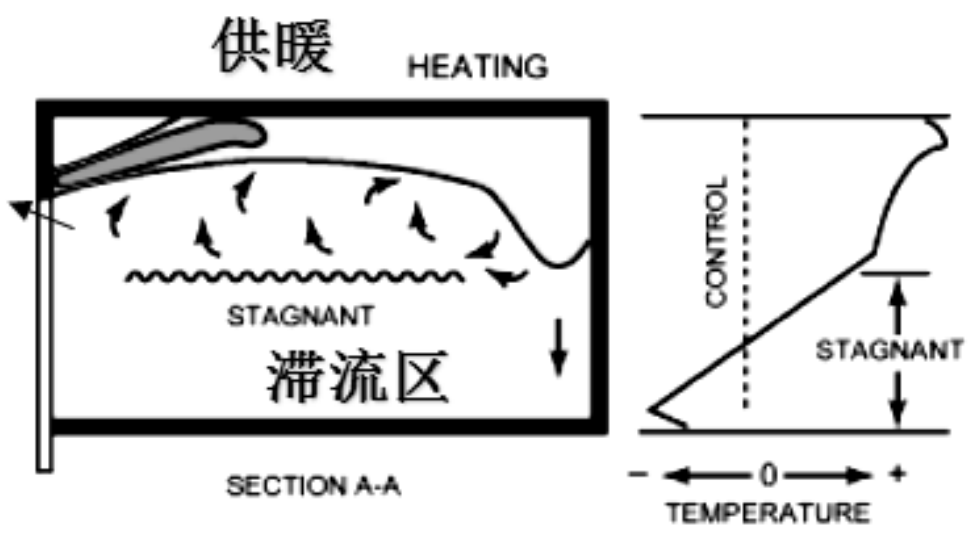
使用热泵型空调器供暖住宅

- \* Date: 2011.12 - 2013.3
- \* 10户住宅
- \* 测量数据
  - \* 逐时房间的温湿度 ( 0.8-1m高度附近 )
  - \* 空调器电耗
  - \* 热感觉、热舒适问卷 ( 一周一次 )



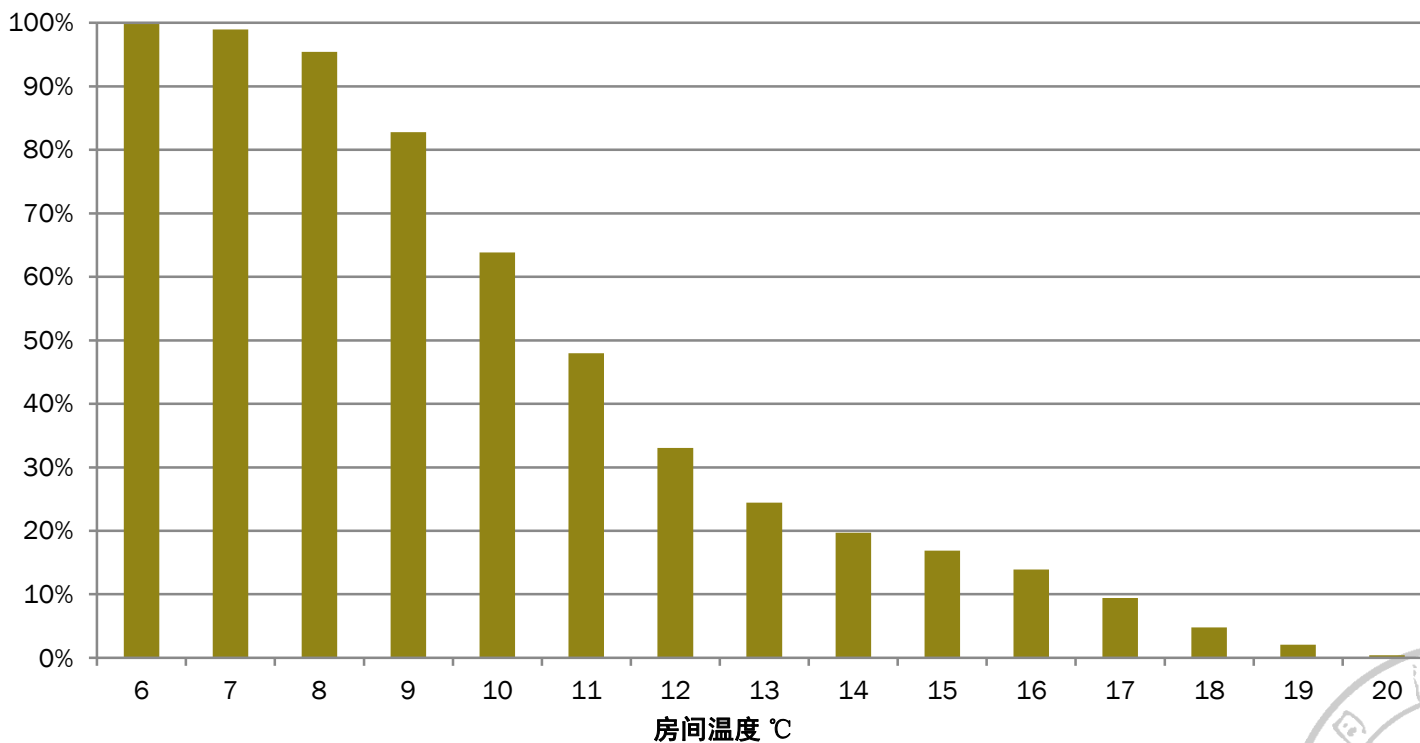
# ( I ) 上海地区住宅室内热环境调查

- \* 对流供暖方式，室内温度梯度偏大，热气在房间上部，下部人员活动区温度低，舒适度较差



# ( I ) 上海地区住宅室内热环境调查

## \* 住户开空调时温度的累积百分比



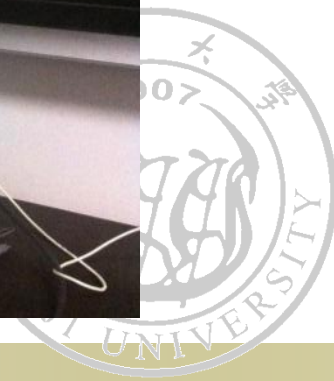
房间温度低于9°C时，83%住户选择开启空调



# ( II ) 上海地区住宅室内热环境调查

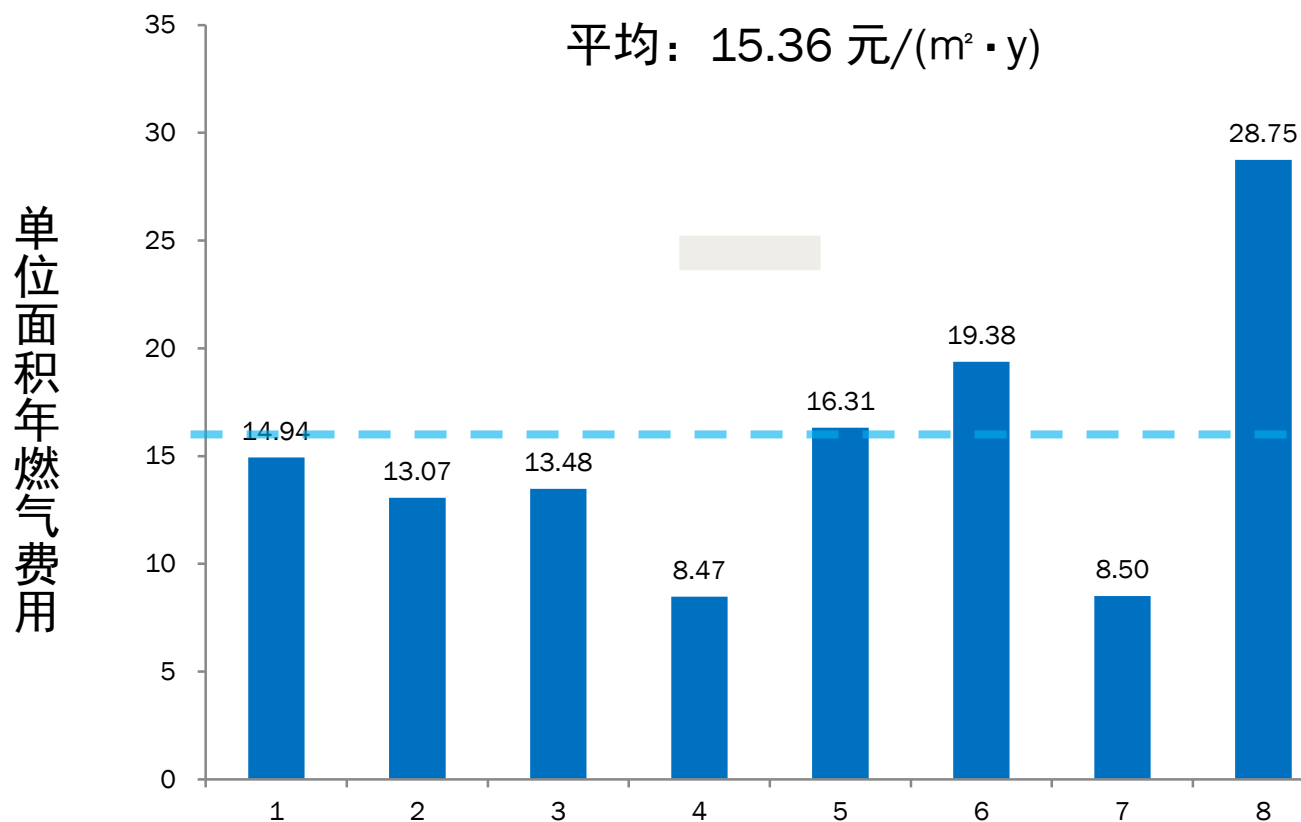
使用壁挂炉+地暖住宅

- \* Date: 2012.12 - 2013.3
- \* 10户住宅
- \* 测量数据
  - \* 逐时房间的温度
  - \* 热感觉、热舒适问卷 ( 一周一次 )
  - \* 全年燃气费用



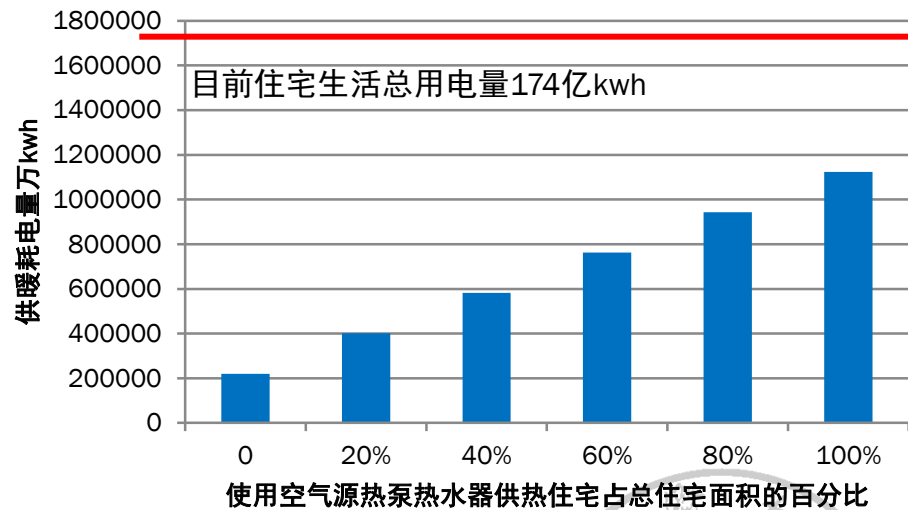
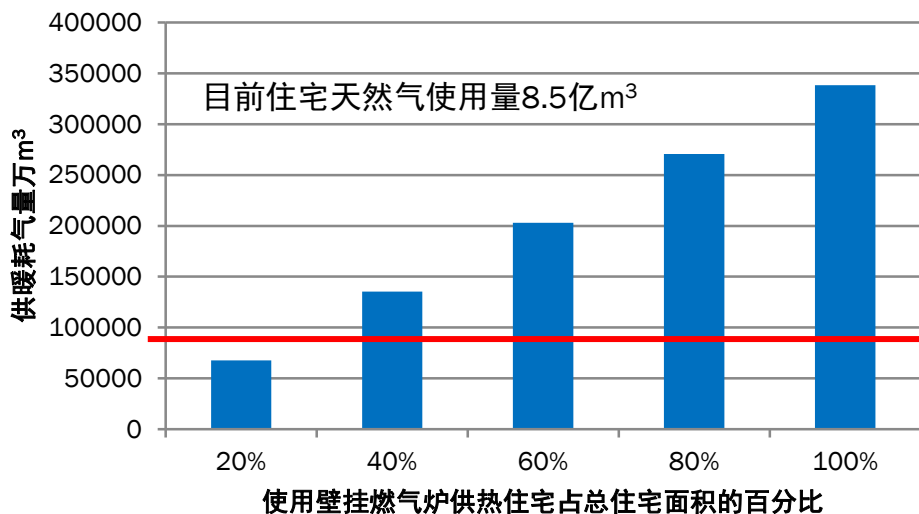
# ( II ) 上海地区住宅室内热环境调查

## \* 燃气用量



# ( III ) 上海地区住宅供暖能耗分析

按2011年上海住宅面积5.5亿平方米计，上海居民若采用壁挂炉连续供暖，仅供暖用天然气将需要增加5-35亿立方米，若采用空气源热泵热水器连续供暖，电力将增加20-90亿kwh



若计及整个长江流域的城市群冬季供暖的增长，可能对国家能源储备与安全形成新挑战



# 分散式供暖模式理论基础

- \* 长江流域宜采用部分时间&部分空间供暖模式已成为行业共识，但分散式供暖有许多理论基础需要进一步探索，构建新的理论体系；
- \* 以全室空气为控制对象的供暖模式的供热量计算方法；
- \* 提高地板辐射供暖的热源设备能效；
- \* 控制人体局部温度的辐射供暖模式的安全控制；
- \* 供暖用能量计算方法（用能定额与限值）
- \* ○ ○ ○

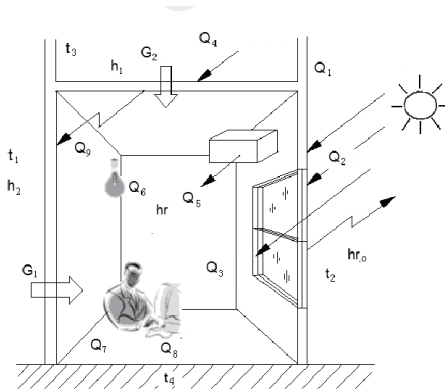


# 分散式间歇供暖系统的负荷计算方法

采用间歇供暖时，建筑物经历的是一个十分复杂的动态的热工变化过程，其影响因素繁多，包括建筑物的形状、围护结构各部分的尺寸、保温形式、房间位置、材料热工性质、室外气象参数在整个供暖季的变化情况、太阳辐射、冷风渗透、通风和间歇时间等。

现有的采暖空调设计手册中涉及间歇采暖负荷计算的内容相当少，且仅有的也是一些估算指标，没有系统的阐述负荷的特点和计算方法，分散式间歇供暖系统的负荷确定方法尚待进一步研究。

已有研究表明，预热时间的长短决定着间歇供暖系统的设备选型。目前虽然国内很多学者对这一内容进行了研究，但并没有取得比较好的进展，依然没有准确的房间蓄热特性和室温波动的耦合模型，理论计算工作量大，可操作性差。在工程设计中，往往只能根据经验估算预热负荷。





# 长江流域节能墙体技术体系

- \* 目前研究大部分都是针对室内参数稳定，对间歇运行系统的保温技术体系缺少研究；
- \* 间歇运行条件下，墙体结露的控制参数；
- \* 间歇供暖条件下，新风量计算方法；
- \* 合理的门窗参数限制；
- \* 过度保温对夏季空调能耗的影响



# 适用于分散供暖的高效设备

GB/T 23137-2008要求出水温度必须达到 $55^{\circ}\text{C}$ 以上（制造商方面一般宣称出水温度为 $60^{\circ}\text{C}$ ），空气侧运行温度范围为 $-7\sim 43^{\circ}\text{C}$ （制造商方面可以达到最低 $-15^{\circ}\text{C}$ ）。

1) 最高只能达到 $60^{\circ}\text{C}$ ：

普通压缩机一般最高承受的压力对应为制冷剂饱和温度 $65^{\circ}\text{C}$ 左右。因此当冷水经过换热器被加热时不会高于 $65^{\circ}\text{C}$ 摄氏度，一般为 $55\sim 60^{\circ}\text{C}$ 。

2) 环境温度过低时，普通压缩机此时吸气压力很低，相应吸气流量过低，无法有效制取热水，一般认为 $-20^{\circ}\text{C}$ 时即无法工作。

3) 高低压差较大，导致压缩机磨损加快，电机工作在高温区，压缩机寿命缩短。

# 结论

- \* 直接电供暖不经济，效率低，局部区域加热，热舒适效果因人而异，热分布不均匀
- \* 分体式空调器供暖间歇调节方便，供暖价格便宜，效率高，房间热分层明显，人在不同房间活动，温差比较大，热舒适性较差
- \* 辐射地暖，舒适性好，温度分布好，辐射末端能利用低品位能源，由于末端特性，刚开机时热效果较差，不能间歇供暖需变间歇供暖为连续供暖，能耗显著增加，同时需要设置热水锅炉，燃气壁挂炉供地板供暖，费用较高，且有小区局部排放的问题
- \* 空气能热水器+地板供暖，效率较高，供暖费用较省，但热水温度受限制，可能有厌氧菌繁殖的问题，技术还有待进一步改善
- \* 该地区住宅的供暖仍然将推荐用户分散式供暖的形式，部分空间部分时间的供暖行为模式和较低的供暖能耗仍然是该地区的特点，加强分散供暖基础研究，研发高效率低能耗的分散式热源，是解决该地区供暖的技术关键。



谢 谢

