

# 建筑设计与室内PM2.5控制探讨



# 目录

- 室内PM2.5污染源种类
- 案例1 - 北京某住宅
- 案例2 - 北京某办公写字楼
- 案例3 - 北京某典型幼儿园
- 设计指导

# 颗粒物范围

表 2-1 室内颗粒物粒径范围及来源（单位： $\mu\text{m}$ ）

污染源	粒径范围	主要粒径范围	污染物质	主要污染途径
植物	0.1-750	10-100	花粉、孢子、霉、植物加工粉末等	随空气、人体带入或 滋生于空调系统中
动物	0-300	10 左右	螨类、头发、皮屑等	
微生物	0-100	2.0-8.2	细菌、真菌、病毒等	
矿物质	0-2000	10-100	石棉、矿尘、泥土、飞灰、化纤、碳粉、金属粉尘、滑石粉、爽身粉、化妆扑粉等	拆修建筑、生产操作、个人活动
燃料	0-1000	0.1-10	煤、木材、石油、天然气、烟草、垃圾、香、烹调等燃烧产物	烹调、取暖、焚烧
香烟	0.25-5.0	0.25-1.0	烟碱（尼古丁）、苯并（a）芘（Bap）、PAHs 等	吸烟
辐射	0-0.1	0-0.1	放射性金属尘、粘附在颗粒物上的放射性气体及家用电器的电磁辐射等	使用电器和放射性建材

# 室内PM2.5污染源种类

易控因素  
不可控因素

## ▶ 室外空气PM2.5

### ▶ 空调系统/气流组织

## ▶ 室内人员活动

### ▶ 吸烟

室内空气污染的重要源头。研究表明，在有人吸烟的室内，来源于二手烟中的微颗粒物约占室内PM2.5总量90%左右

### ▶ 厨房油烟

包括做饭炒菜所用燃料的不完全燃烧及油烟。

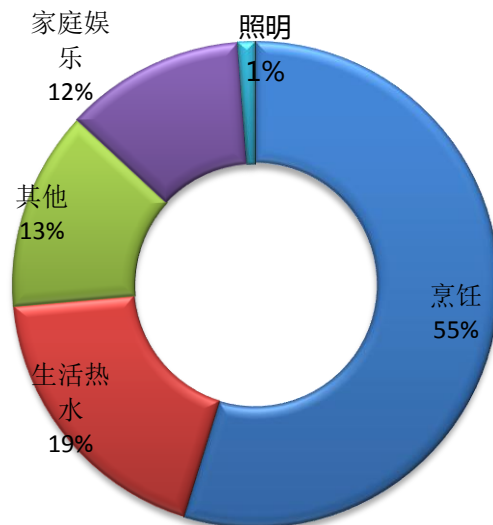
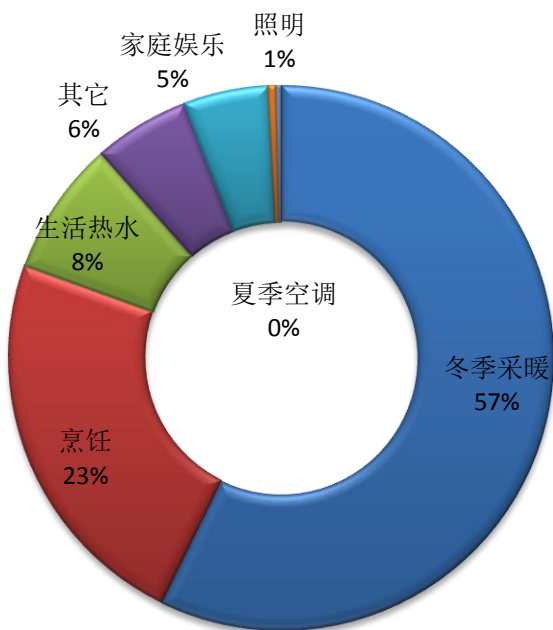
### ▶ 装修材料

油漆、大理石、胶合板、刨花板、泡沫填料、内墙涂料、塑料贴面、黏合剂等材料均含有甲醛、苯、氨、甲苯等有机挥发物，会释放出大量有害气体，而且是持续性释放，这些都有可能导致PM2.5颗粒物产生

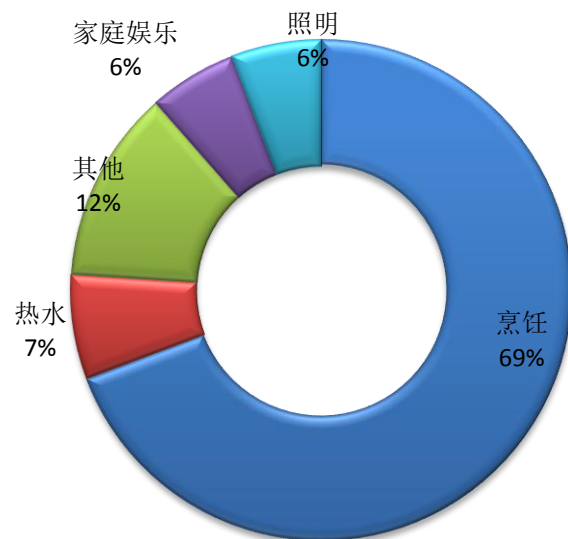
## 来源分析

### 北方家庭能耗分配测量

- 采暖负荷最大;
- 烹饪负荷, 热水负荷次之;



退休家庭 (不含采暖)



中年夫妇家庭 (不含采暖)

- 对于普遍采用集中采暖的北方地区, 由烹饪油烟产生的PM2.5占比高, 燃气热水次之。
- 烹饪与热水使用与人的行为模式, 和家庭生命周期密切相关。为通过科技手段及生态文明建设引导人们的行为来降低住宅室内PM2.5污染源提供了重要空间。

## 烹饪能耗构成

1, 2, 3  
日常主食

4, 6, 7  
肉汤

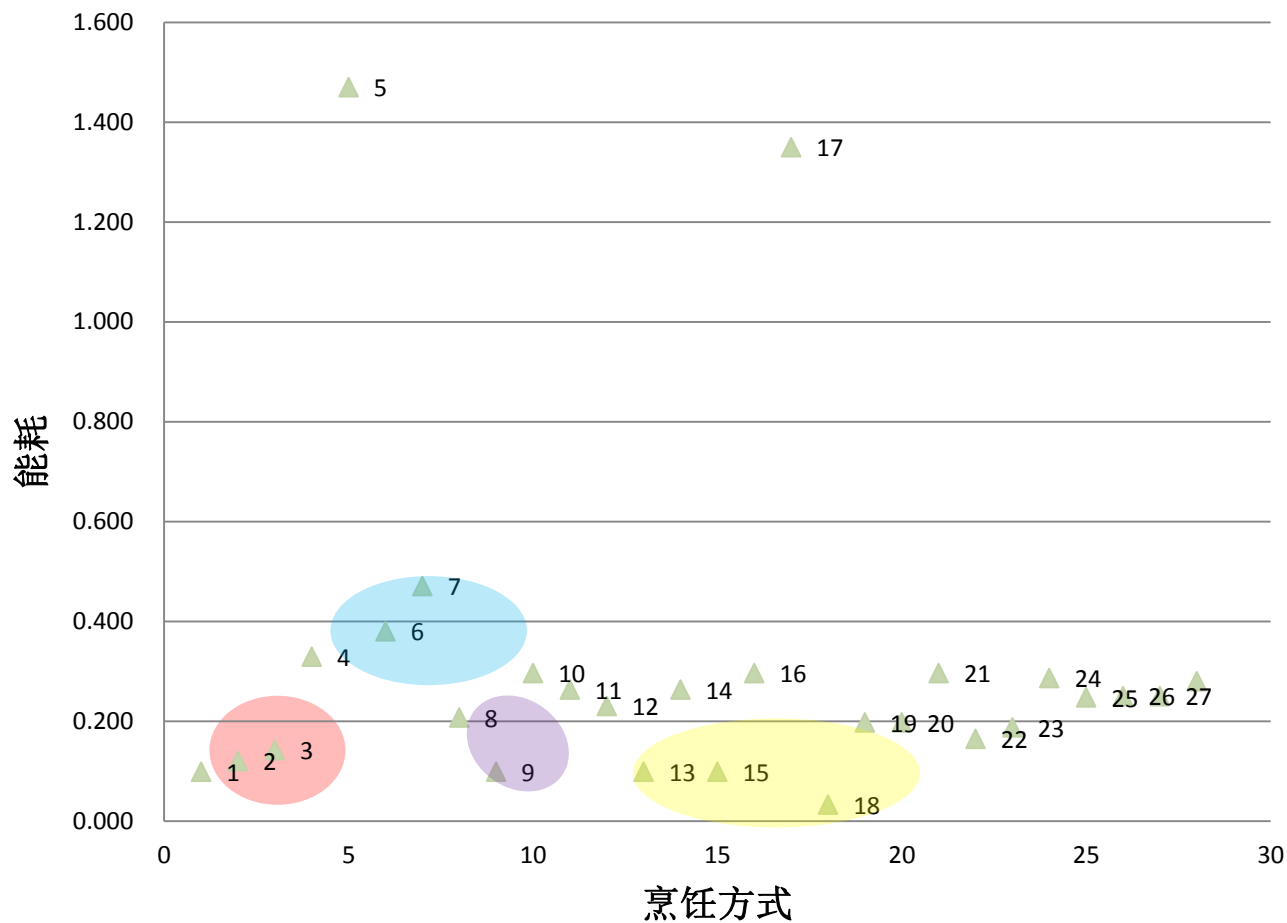
8, 9  
清汤

13, 15, 18  
炒菜

5  
骨头汤

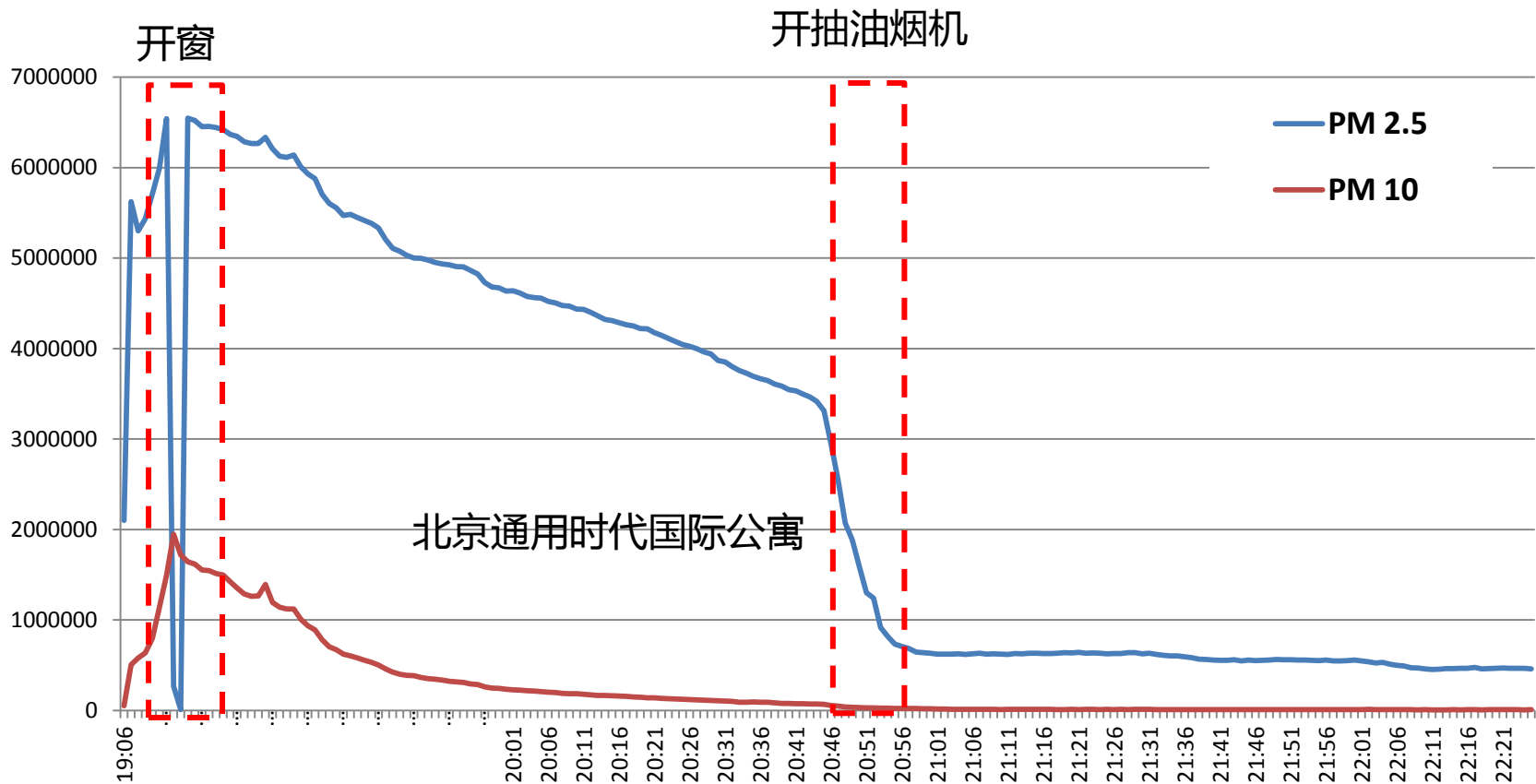
17  
红烧肉

18  
西红柿炒鸡蛋



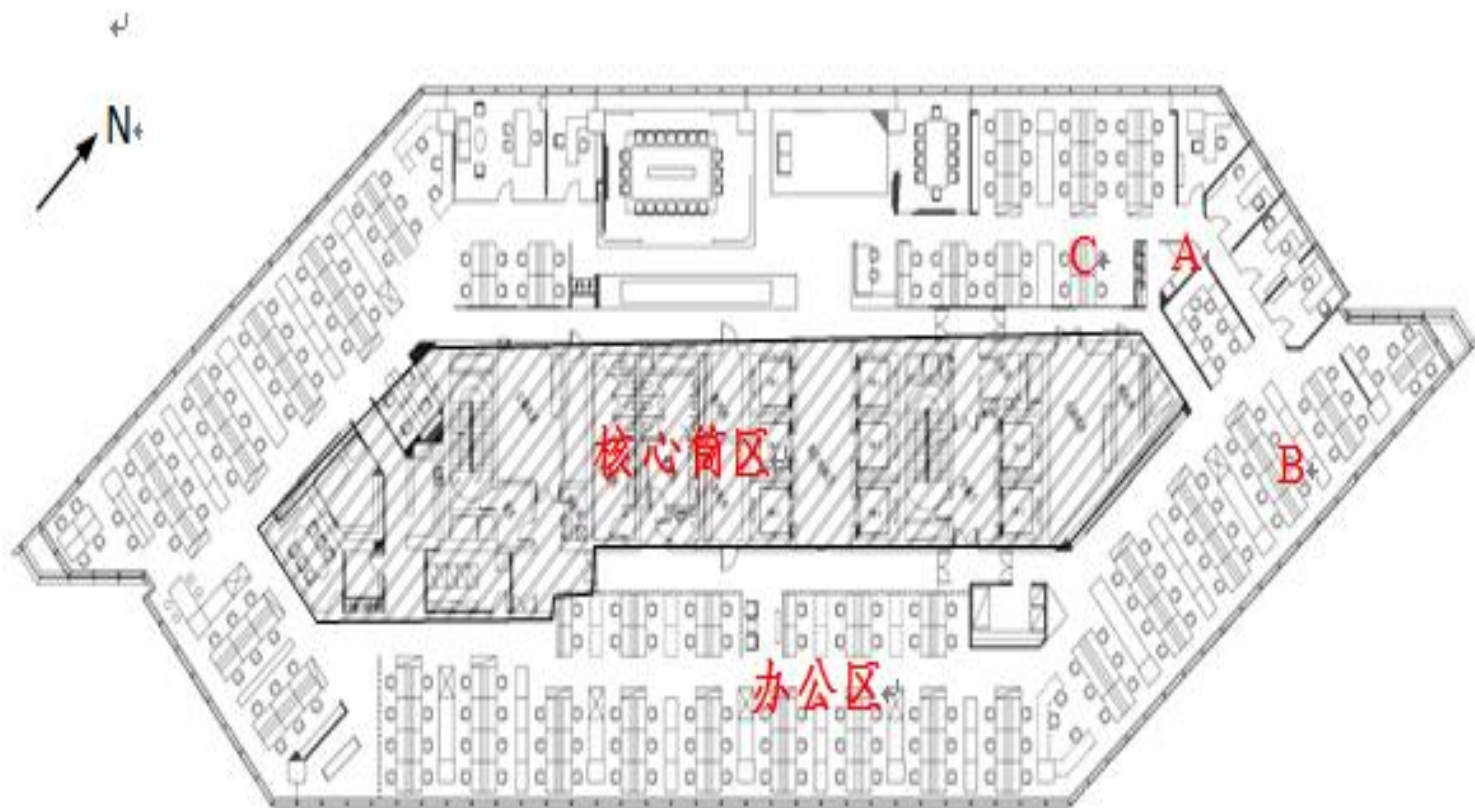
- 烹饪习惯影响烹饪能耗
- 一般汤类等需要熬的耗能较高

## 住宅室内PM2.5控制



- 住宅室内污染源，以吸烟和烹饪为主。烹饪中PM2.5 可吸入颗粒物的散发在炒菜初期，对人的影响极大。但也受通风和净化设备的运行影响
- 室外污染源来自室外空间质量

## 测量点选取

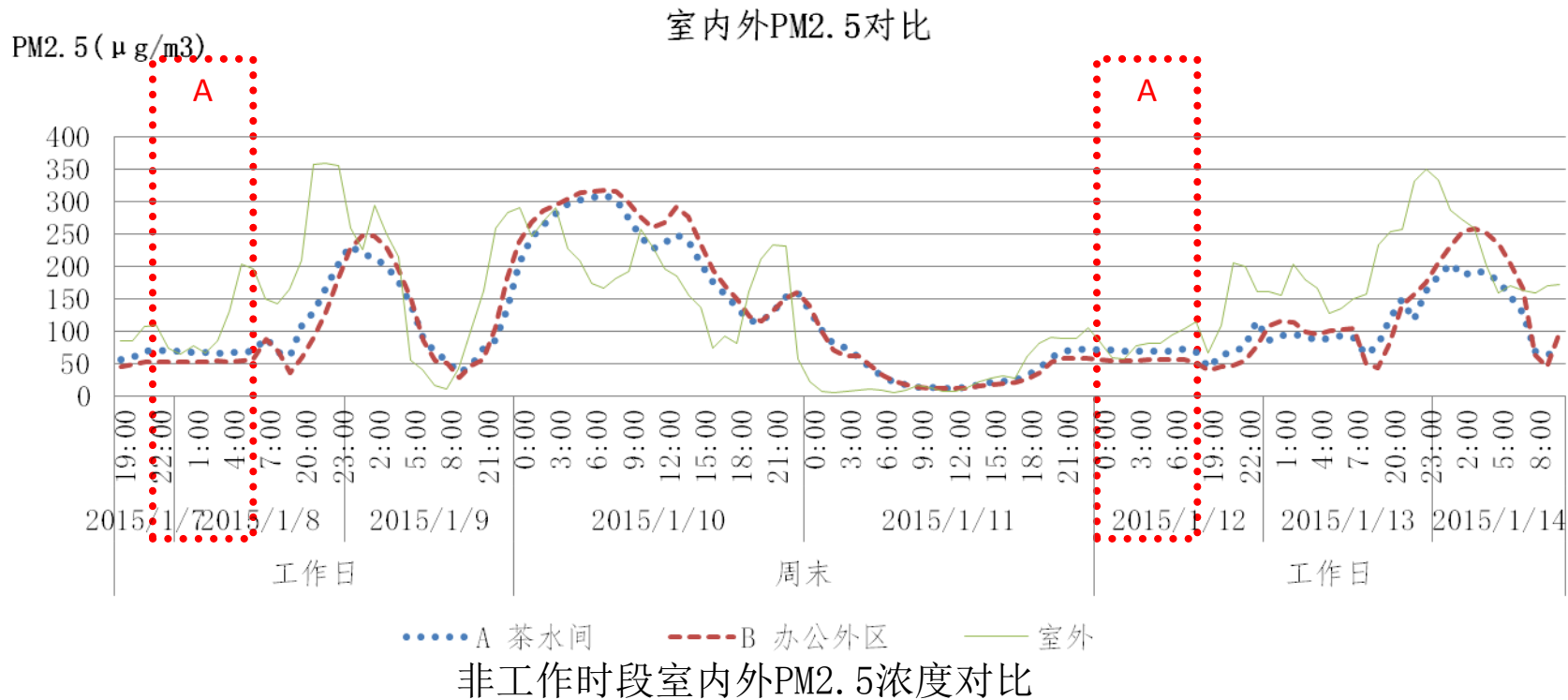


办公楼室内平面图和测试点位置图  
A-茶水间；B-办公外区；C-办公内区



## 非工作时段

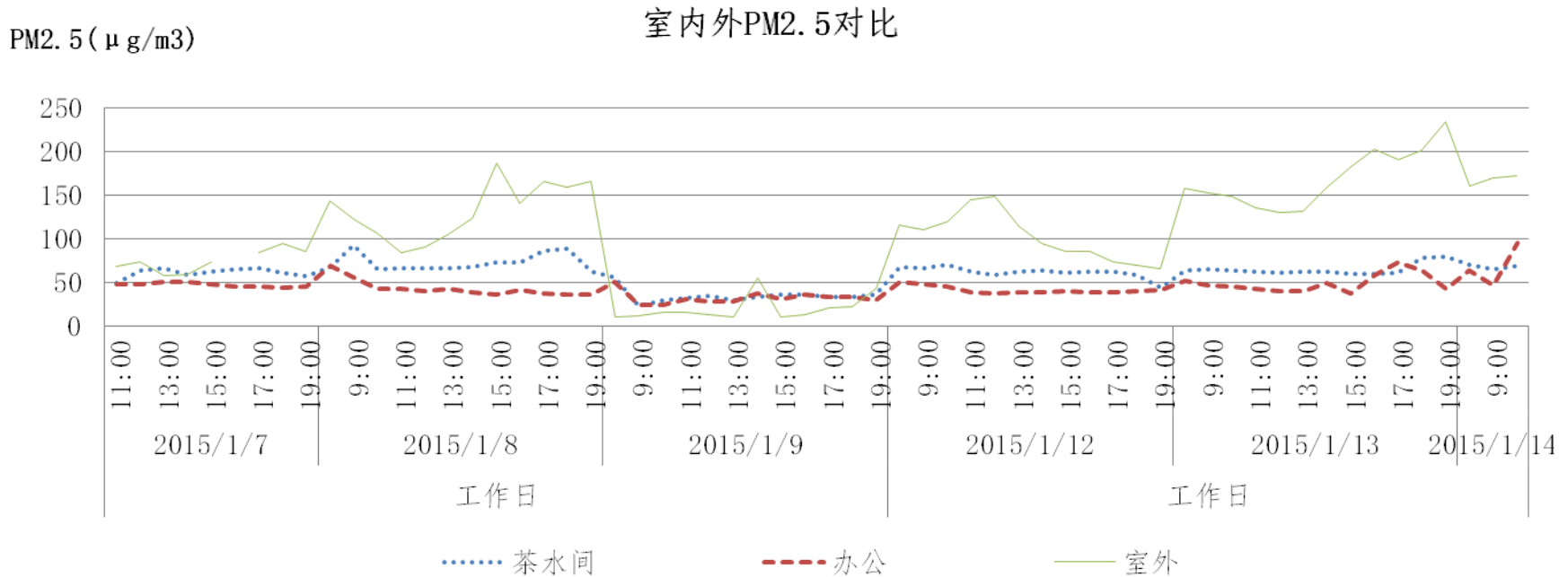
周一~周五，晚19:00~凌晨08:00，周末全天。此时段办公楼人员活动少，空调系统关闭，可以排除其他因素干扰单从**建筑气密性**角度分析对PM2.5浓度的影响



- 封闭的办公空间内，室内PM2.5浓度的变化趋势跟随室外空气质量变动；但室内受风速等天气变化因素影响小，因此其变化曲线较平滑，不会像室外那样有突变；
- 当室外PM2.5浓度处于较低位不大于 $200\mu\text{g}/\text{m}^3$ 时，室内不同功能区的PM2.5浓度差异较小(如图中区域A)，多为茶水间大于外区；随着室外PM2.5浓度的增加，两者差异有变大趋势，且多为外区略大于内区。

## 工作时段

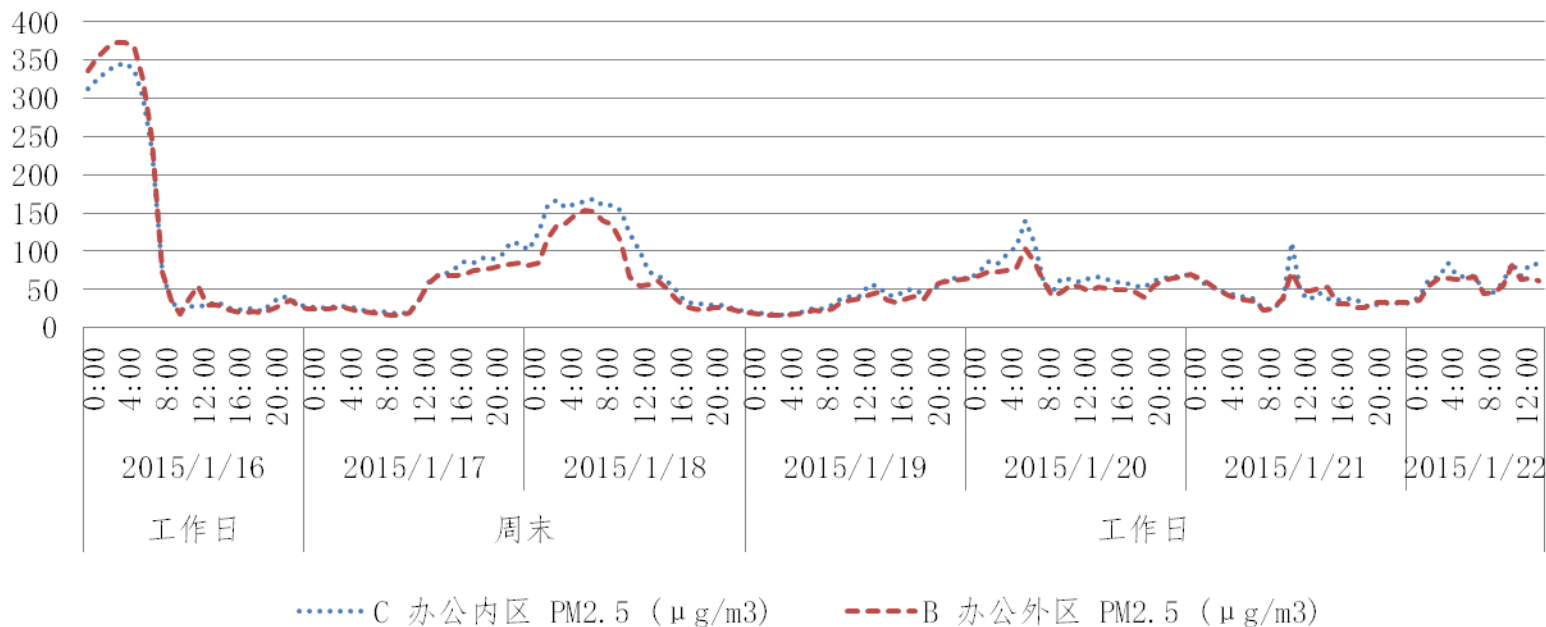
周一~周五，早8:00~傍晚19:00。此时段办公楼人员活动多，空调系统开启，可调查人员活动和空调系统对PM2.5浓度的影响



工作时段室内外PM2.5浓度对比

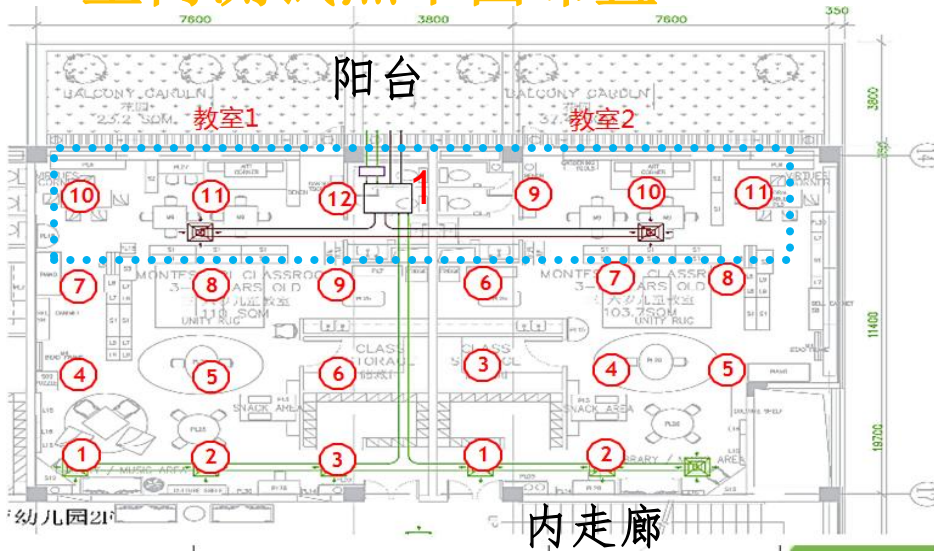
- 工作时段，咖啡机，热水壶等电器的频繁使用，使茶水间PM2.5浓度由于电器辐射增加；
- 与非工作时段比，室内PM2.5浓度在工作时段受室外干扰程度降低，变化曲线较平缓。室内的通风系统的空气净化装置对PM2.5的控制有一定的控制作用。

## 同类空间不同进深对比

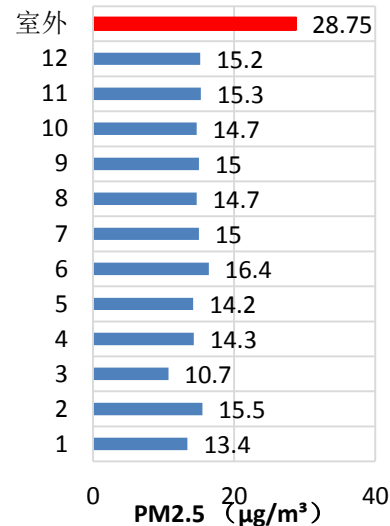


- 当室外PM2.5浓度处于较低位时，不同进深的PM2.5浓度差异较小，室内办公内区C距A处较近的PM2.5浓度偏大，主要受室内污染源影响；随着室外PM2.5浓度的增加，外区略大于内区

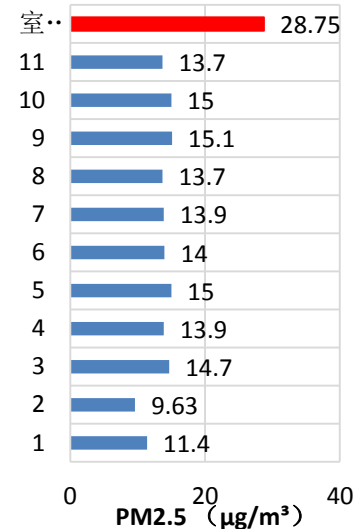
## 室内测试点平面布置



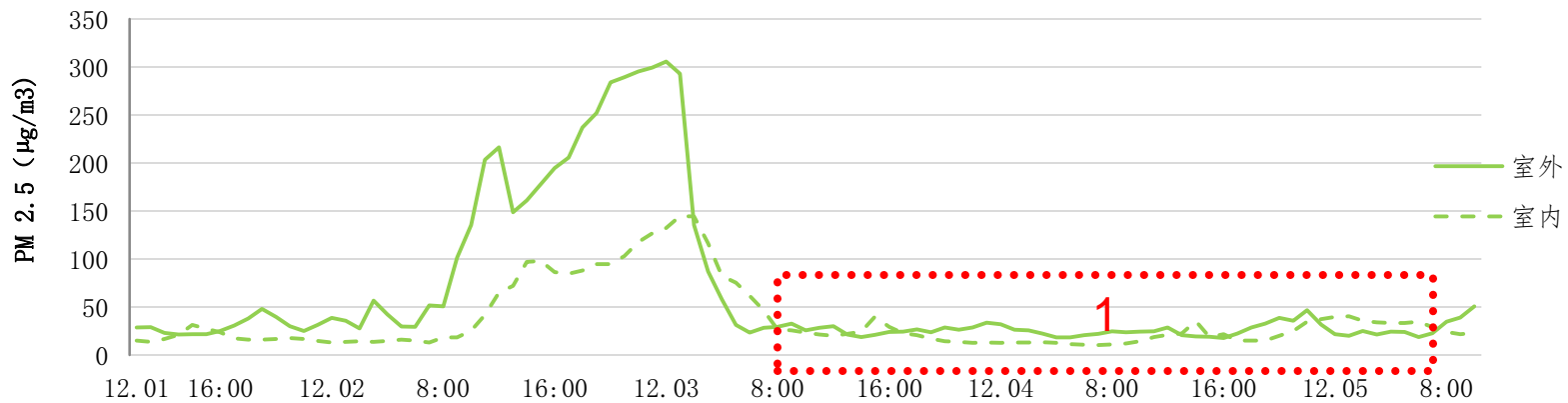
教室1 PM2.5 浓度分布



教室2 PM2.5 浓度分布

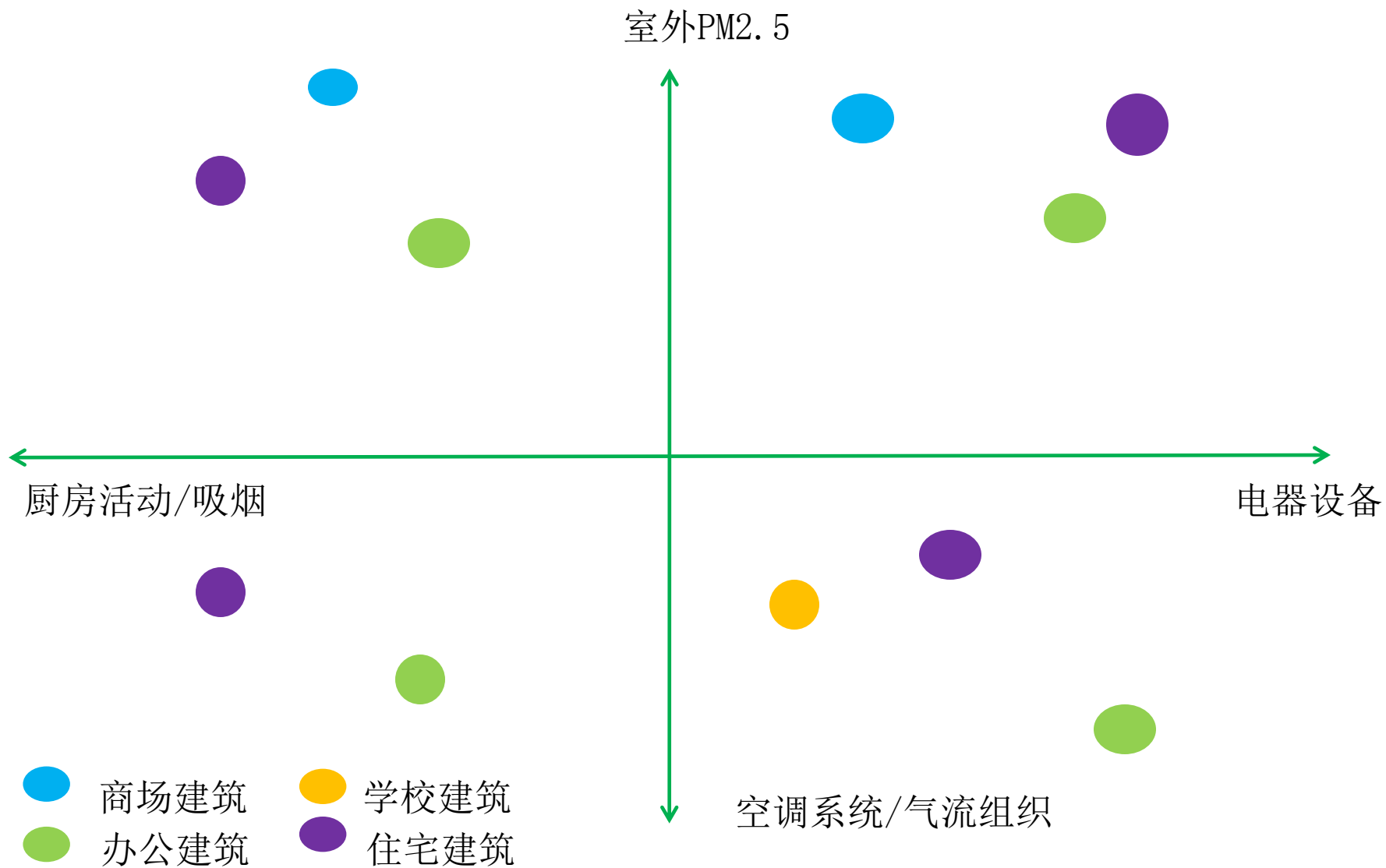


- 教室2与教室1相比，同一位置测试点的PM2.5值稍低。推测原因是教室2在教室1之后测试，通风过滤时间较长。因此换气次数对室内PM2.5浓度值有潜在影响，换气次数越大，室内PM2.5浓度越低。为保证人员到室时PM2.5值已符合要求，同时为了节省能耗，可考虑为新风系统设置合理的开启时间。
- 室内PM2.5值在近外窗及外门区域明显较高，可比内区样本高出40%。在室内无明显PM2.5发生源的时候，房间气密性会显著影响室内PM2.5值。对于学校等此类建筑
- 室内狭小封闭区域（3, 6点:储藏间）PM2.5值较高，空气不流通会造成局部空间PM2.5浓度较高，应避免在狭小空间中长期停留。
- 本项目中散流器集中布置在房间内侧，散流器辐射区域有限,造成室内PM2.5浓度分布不均匀。当室外PM2.5值较高时，室内PM2.5水平方向分布差别会更加明显。布置散流器时，应根据散流器能辐射的范围，合理布置散流器的个数及距离，保证室内整体空气质量都能达到要求。



- 方框1，对于学校建筑，室内基本无PM2.5发生源。
- 人员自身不会产生PM2.5。人员活动会对颗粒物的悬浮、沉降造成影响，进而影响室内PM2.5的分布。

# 各种污染源对不同功能建筑PM2.5的影响



# 建筑与室内PM2.5控制探讨

## PM2.5控制策略探讨

### 建筑设计

1. 建筑功能区的布置  
(人员活动与设备房的布置)
2. 建筑密闭性
3. 建筑通风  
(如新风系统, 茶水间, 打印时设置排风)
4. 建筑材料 (环保材料)

### 用户

1. 烹饪习惯 (电, 燃气?)
2. 吸烟
3. 电器的使用控制  
(不使用时关闭?)

### 建筑运营

1. 空调的定期维护, 清洗
2. 根据室外PM2.5浓度调整对室内新风的控制
- 
- 
-



汇集 更多专家智慧  
激发 更多创意思维  
成就 更多智能设计  
实践 更多高效管理  
铸就 更多坚实合作