

UDC

中华人民共和国行业标准



JGJ/T 309 – 2013

备案号 J 1638 – 2013

P

# 建筑通风效果测试与评价标准

The standard of the measurement and evaluation for  
efficiency of building ventilation

2013 – 07 – 26 发布

2014 – 02 – 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部 发布

中华人民共和国行业标准

建筑通风效果测试与评价标准

The standard of the measurement and evaluation for  
efficiency of building ventilation

**JGJ/T 309 - 2013**

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部  
施行日期：2 0 1 4 年 2 月 1 日

中国建筑工业出版社

**2013 北 京**

中华人民共和国行业标准  
**建筑通风效果测试与评价标准**

The standard of the measurement and evaluation for  
efficiency of building ventilation

**JGJ/T 309 - 2013**

\*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京西郊百万庄）  
各地新华书店、建筑书店经销  
北京红光制版公司制版  
环球印刷（北京）有限公司印刷

\*

开本：850×1168 毫米 1/32 印张：1 $\frac{3}{4}$  字数：45 千字

2014 年 1 月第一版 2014 年 1 月第一次印刷

定价：**10.00** 元

统一书号：15112·23781

**版权所有 翻印必究**

如有印装质量问题，可寄本社退换

（邮政编码 100037）

本社网址：<http://www.cabp.com.cn>

网上书店：<http://www.china-building.com.cn>

# 中华人民共和国住房和城乡建设部 公 告

第 89 号

---

## 住房城乡建设部关于发布行业标准 《建筑通风效果测试与评价标准》的公告

现批准《建筑通风效果测试与评价标准》为行业标准，编号为 JGJ/T 309-2013，自 2014 年 2 月 1 日起实施。

本标准由我部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2013 年 7 月 26 日

# 前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2009 年工程建设标准规范制订、修订计划（第一批）〉的通知》（建标〔2009〕88 号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，编制本标准。

本标准的主要技术内容是：总则、术语、基本规定、实测评价和模拟评价。

本标准由住房和城乡建设部负责管理，由中国建筑科学研究院负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送中国建筑科学研究院（地址：北京市北三环东路 30 号，邮政编码：100013）。

本 标 准 主 编 单 位：中国建筑科学研究院

天津三建建筑工程有限公司

本 标 准 参 编 单 位：广东省建筑科学研究院

湖南大学

西安建筑科技大学

爱迪士（上海）室内空气技术有限公司

上海兰舍空气技术有限公司

无锡天圣达环保科技有限公司

广东松下环境系统有限公司

杭州小米环境科技有限公司

江西龙仁高新技术有限公司

安世亚太科技（北京）有限公司

重庆海润节能技术股份有限公司

美国奥美尔换气设备有限公司

本标准主要起草人员：王智超 朱式强 尚静媛 杨仕超  
张国强 李安桂 白晓清 朱 伟  
陈妙生 王启定 徐仁春 封勤雄  
杨振亚 童学江 李效禹 陆俊俊  
本标准主要审查人员：徐文华 张子平 付小平 谢友宝  
魏立志 李传成 马向贤 王建民  
魏艳萍 袁艳平 马广兴 田松伟  
刘元光

# 目 次

|     |                     |    |
|-----|---------------------|----|
| 1   | 总则 .....            | 1  |
| 2   | 术语 .....            | 2  |
| 3   | 基本规定 .....          | 4  |
| 3.1 | 一般规定 .....          | 4  |
| 3.2 | 效果要求 .....          | 5  |
| 4   | 实测评价 .....          | 11 |
| 4.1 | 评价内容 .....          | 11 |
| 4.2 | 换气次数 .....          | 11 |
| 4.3 | 新风量 .....           | 12 |
| 4.4 | 室内空气污染物浓度 .....     | 15 |
| 4.5 | 可吸入颗粒物 .....        | 16 |
| 4.6 | 住宅厨卫排气道系统通风性能 ..... | 17 |
| 4.7 | 室内空气流速 .....        | 19 |
| 4.8 | 室内气流组织 .....        | 19 |
| 5   | 模拟评价 .....          | 21 |
| 5.1 | 评价内容 .....          | 21 |
| 5.2 | 风洞试验 .....          | 21 |
| 5.3 | 模型试验 .....          | 22 |
| 5.4 | 数值模拟 .....          | 23 |
|     | 本标准用词说明 .....       | 25 |
|     | 引用标准名录 .....        | 26 |
|     | 附：条文说明 .....        | 27 |

# Contents

|     |                                                                                |    |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1   | General Provisions .....                                                       | 1  |
| 2   | Terms .....                                                                    | 2  |
| 3   | Basic Requirements .....                                                       | 4  |
| 3.1 | General Requirements .....                                                     | 4  |
| 3.2 | Effect Requirements .....                                                      | 5  |
| 4   | The Measurement and Evaluation for Efficiency of<br>Building Ventilation ..... | 11 |
| 4.1 | Measurement and Evaluation Contents .....                                      | 11 |
| 4.2 | Air Changes .....                                                              | 11 |
| 4.3 | Volume of Fresh Air .....                                                      | 12 |
| 4.4 | Concentration of Indoor Pollutants .....                                       | 15 |
| 4.5 | Concentration of Inhalable Particles .....                                     | 16 |
| 4.6 | Performance of Ventilating Ducts for Dwelling's Kitchen<br>and Bathroom .....  | 17 |
| 4.7 | Indoor Air Velocity .....                                                      | 19 |
| 4.8 | Airflow Field .....                                                            | 19 |
| 5   | The Simulation and Evaluation for Efficiency of<br>Building Ventilation .....  | 21 |
| 5.1 | Simulation and Evaluation Contents .....                                       | 21 |
| 5.2 | Wind Tunnel Experiment .....                                                   | 21 |
| 5.3 | Modeling Experiment .....                                                      | 22 |
| 5.4 | CFD Simulation .....                                                           | 23 |
|     | Explanation of Wording in This Standard .....                                  | 25 |
|     | List of Quoted Standards .....                                                 | 26 |
|     | Addition; Explanation of Provisions .....                                      | 27 |

# 1 总 则

**1.0.1** 为贯彻国家建筑节能的法律法规和方针政策，改善建筑室内卫生条件和通风舒适性，提高民用建筑的能源利用效率，制定本标准。

**1.0.2** 本标准适用于民用建筑通风效果的测试与评价。

**1.0.3** 评价建筑通风效果时，应结合建筑所需室内环境的要求和建筑所在地域的气候、资源、自然环境等特点进行评价。

**1.0.4** 建筑通风效果的测试与评价，除应符合本标准的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 术 语

### 2.0.1 风洞试验 wind tunnel experiment

采用相似性原理，在风洞实验室中对建筑实体模型进行空气动力学模拟测试的实验。

### 2.0.2 模型试验 modeling experiment

采用相似性原理，建立实体模型研究建筑通风效果的实验。

### 2.0.3 计算流体动力学 computational fluid dynamics

运用计算机对流体动力学问题进行数值模拟和分析的方法，以下简称为 CFD。

### 2.0.4 换气次数 air changes

每小时的通风量与房间容积之比。

### 2.0.5 最小新风量 minimum fresh air requirement

建筑物内满足人体健康和环境舒适所必需的新鲜空气量。

### 2.0.6 室内空气污染物 air pollutants

本标准特指甲醛、氨、苯、氡、总挥发性有机化合物 (TVOC) 及可吸入颗粒物。

### 2.0.7 可吸入颗粒物 (PM<sub>2.5</sub> 或 PM<sub>10</sub>) inhalable particles

PM<sub>2.5</sub>，悬浮在空气中，空气动力学当量直径小于或等于 2.5 $\mu$ m 的颗粒物；PM<sub>10</sub>，悬浮在空气中，空气动力学当量直径小于或等于 10.0 $\mu$ m 的颗粒物。

### 2.0.8 住宅厨房卫生间排气道 ventilating ducts for kitchen and bathroom

用于排除住宅内厨房灶具产生的烟气、卫生间产生的污浊气体的通道。

### 2.0.9 局部换气次数 local air changes

房间中某一局部区域的换气次数。

**2.0.10 示踪气体** tracer gas

在研究空气运动中，能与空气混合，且本身不发生任何改变，并在很低的浓度时就能被测出的气体总称。

**2.0.11 流迹显示试验** trail shows experiment

采用烟雾发生装置显示室内空气流动状况的实验。

**2.0.12 风洞阻塞率** wind tunnel block ratio

建筑模型迎风截面积与风洞迎风截面积之比。

**2.0.13 缩尺比** scale ratio

建筑模型尺寸与实际尺寸的比例。

**2.0.14 住宅厨卫排气道系统** ventilating duct system for kitchen and bathroom

用于排除厨房灶具产生的烟气、卫生间污浊气体的排气道系统。

### 3 基本规定

#### 3.1 一般规定

**3.1.1** 建筑设计阶段及建成后应进行通风效果的模拟评价或实测评价，并应符合下列规定：

1 建筑设计阶段应采用风洞试验、模型试验或数值模拟等方法进行通风效果的模拟评价。

2 对已建成建筑宜通过实测的方法进行通风效果评价，体型复杂时可采用风洞试验、模型试验或数值模拟的方法进行评价。

**3.1.2** 建筑通风效果参数检测的主要检测仪器仪表类型及要求应符合表 3.1.2 的规定。

表 3.1.2 主要检测仪器仪表类型及要求

| 编号 | 测量项目    | 检测仪器仪表          | 单位                     | 仪表要求                                 |
|----|---------|-----------------|------------------------|--------------------------------------|
| 1  | 换气次数    | 换气次数测试装置        | $\text{h}^{-1}$        | 准确度不大于 5% 读数                         |
| 2  | 风量      | 毕托管和微压计/风速仪/风量罩 | $\text{m}^3/\text{h}$  | 准确度不大于 5%                            |
| 3  | 风速      | 风速仪/毕托管和微压计     | $\text{m}/\text{s}$    | 最大允许偏差 0.5m/s                        |
| 4  | 压力      | 毕托管和微压计         | Pa                     | 准确度不大于 1%                            |
| 5  | 建筑物前后压差 | 电子压力扫描阀         | Pa                     | 最大允许偏差 0.1Pa                         |
| 6  | 甲醛、氨    | 玻璃量具            | —                      | 不确定度不大于 1%                           |
|    |         | 大气采样仪           | $\text{L}/\text{min}$  | 不确定度不大于 1.5%，流量计精度 2.5 级             |
|    |         | 分光光度计           | $\text{mg}/\text{m}^3$ | 满足现行国家标准《室内空气质量标准》GB/T 18883 中有关检测要求 |

续表 3.1.2

| 编号 | 测量项目                                           | 检测仪器仪表  | 单位                | 仪表要求                                 |
|----|------------------------------------------------|---------|-------------------|--------------------------------------|
| 7  | 苯、TVOC                                         | 大气采样仪   | L/min             | 不确定度不大于 1.5%，流量计精度 2.5 级             |
|    |                                                | 气相色谱仪   | mg/m <sup>3</sup> | 满足现行国家标准《室内空气质量标准》GB T 18883 中有关检测要求 |
| 8  | 氡                                              | 测氡仪     | Bq/m <sup>3</sup> | 不确定度不大于 25%                          |
| 9  | 可吸入颗粒物 (PM <sub>2.5</sub> 或 PM <sub>10</sub> ) | 个体粉尘测试仪 | mg/m <sup>3</sup> | 准确度不大于 5%                            |

### 3.2 效果要求

#### 3.2.1 换气次数（或通风量）应符合下列规定：

1 建筑中厨房和卫生间的最小通风换气次数应符合表 3.2.1-1 的规定。

表 3.2.1-1 厨房和卫生间最小通风换气次数

| 房间名称     |        | 换气次数 (次/h)     | 备 注                                                                      |
|----------|--------|----------------|--------------------------------------------------------------------------|
| 住宅厨房     |        | 3              | 住宅厨房换气次数系指采用燃气灶具的地下室、半地下室（液化石油气除外）或地上密闭厨房不工作时的换气次数，正常工作时，其换气次数不应小于 6 次/h |
| 住宅卫生间    |        | 5              | —                                                                        |
| 公共厨房     | 中餐厨房   | 40~50          | 公共厨房系指有炉灶的房间，当按吊顶下的房间体积计算风量时，换气次数取上限值；当按楼板下的房间体积计算风量时，换气次数取下限值           |
|          | 西餐厨房   | 30~40          |                                                                          |
|          | 职工餐厅厨房 | 25~35          |                                                                          |
| 公共卫生间    |        | 10             | —                                                                        |
| 公共浴室（无窗） |        | 10             | —                                                                        |
| 宾馆卫生间    |        | 房间新风量的 80%~90% | —                                                                        |

2 建筑中设备机房应保持良好的通风，无自然通风条件时，应设置机械通风系统。设备有特殊要求时，通风应满足设备工艺要求。主要设备机房最小换气次数应符合表 3.2.1-2 的规定。

表 3.2.1-2 主要设备机房最小换气次数

| 机房名称                      |              | 换气次数<br>(次/h) | 备 注                                                                           |
|---------------------------|--------------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 制冷<br>机房                  | 氟制冷机房        | 1             | —                                                                             |
|                           | 氨制冷机房        | 3             | —                                                                             |
|                           | 燃气直燃溴化锂制冷机房  | 6             | —                                                                             |
|                           | 燃油直燃溴化锂制冷机房  | 3             | —                                                                             |
| 锅炉房/<br>直燃机<br>房及配<br>套用房 | 首层燃油锅炉房/直燃机房 | 3             | —                                                                             |
|                           | 首层燃气锅炉房/直燃机房 | 6             | —                                                                             |
|                           | 半地下锅炉房/直燃机房  | 6             | —                                                                             |
|                           | 地下锅炉房/直燃机房   | 12            | —                                                                             |
|                           | 油库           | 6             | 房间高度取 4m                                                                      |
|                           | 油泵间          | 12            |                                                                               |
|                           | 地下日用油箱间      | 3             |                                                                               |
|                           | 燃气调压和计量间     | 3             | —                                                                             |
| 柴油发电机房储油间                 |              | 5             | 柴油发电机房的通风量和燃烧空气量一般可在其样本中查得。柴油发电机燃烧空气量，可按柴油发电机额定功率 $7\text{m}^3/\text{kWh}$ 计算 |
| 变电室                       |              | 5             | 变配电室通风量可按照设备厂商提供的发热量，保证排风温度不高于 $40^\circ\text{C}$ 。在资料不全时应满足此最小换气次数要求         |
| 配电室                       |              | 3             |                                                                               |
| 清水机房                      |              | 4             | —                                                                             |
| 软化水间                      |              | 4             | —                                                                             |
| 污水泵房                      |              | 8             | —                                                                             |
| 中水机房                      |              | 8             | —                                                                             |

续表 3.2.1-2

| 机房名称 | 换气次数<br>(次/h) | 备 注                                                                                                                     |
|------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 蓄电池室 | 10            | 蓄电池室系指半封闭的蓄电池室, 采用全封闭蓄电池时最小换气次数应为 3 次/h                                                                                 |
| 电梯机房 | 10            | 电梯机房夏季采用机械通风或制冷进行降温, 采用通风降温的风量应根据设备发热量确定, 满足设备工艺要求。在资料不全时应满足此最小换气次数要求                                                   |
| 开水间  | 6             | —                                                                                                                       |
| 洗衣房  | 20            | 洗衣房的通风量应按照设备的散热和散湿量确定, 满足冬季 12℃~16℃, 夏季不高于 33℃。洗衣房的生产用房在资料不全时应满足此最小换气次数要求。当有局部通风设施时, 全面排风不应小于 5 次/h。辅助用房换气次数不应小于 15 次/h |
| 吸烟室  | 10            | —                                                                                                                       |

3 汽车库的机械排风量应符合表 3.2.1-3 的规定。当汽车库设置机械送风系统时, 送风量宜为排风量的 80%~85%。

表 3.2.1-3 汽车库的机械排风量

| 车库类型                 |          | 换气次数/<br>排风量            | 备 注                   |
|----------------------|----------|-------------------------|-----------------------|
| 单层停放<br>汽车库          | 汽车出入频繁   | 6 次/h                   | 此处系指商业类建筑的汽车库         |
|                      | 汽车出入一般   | 5 次/h                   | 此处系指商业及住宅类除外的民用建筑的汽车库 |
|                      | 汽车出入频率较低 | 4 次/h                   | 此处系指住宅类建筑的汽车库         |
| 全部或部分<br>双层停<br>放汽车库 | 汽车出入频繁   | 500 m <sup>3</sup> /h 辆 | 此处系指商业类建筑的汽车库         |
|                      | 汽车出入一般   | 400m <sup>3</sup> /h 辆  | 此处系指商业及住宅类除外的民用建筑的汽车库 |
|                      | 汽车出入频率较低 | 300m <sup>3</sup> /h 辆  | 此处系指住宅类建筑的汽车库         |

4 事故通风的换气次数应根据放散物的种类、安全及卫生浓度要求，按全面排风计算确定，且不应小于 12 次/h。

### 3.2.2 新风量应符合下列规定：

1 住宅建筑和医院建筑所需最小新风量应按换气次数法计算评价。住宅建筑的最小换气次数应符合表 3.2.2-1 的规定，医院建筑主要功能房间最小换气次数应符合表 3.2.2-2 的规定。

表 3.2.2-1 住宅建筑最小换气次数

| 人均居住面积 (FP)                           | 换气次数 (次/h) |
|---------------------------------------|------------|
| $FP \leq 10\text{m}^2$                | 0.70       |
| $10\text{m}^2 < FP \leq 20\text{m}^2$ | 0.60       |
| $20\text{m}^2 < FP \leq 50\text{m}^2$ | 0.50       |
| $FP > 50\text{m}^2$                   | 0.45       |

表 3.2.2-2 医院建筑主要功能房间最小换气次数

| 主要功能房间 | 换气次数 (次/h) |
|--------|------------|
| 门诊室    | 2          |
| 急诊室    | 2          |
| 配药室    | 5          |
| 放射室    | 2          |
| 病 房    | 2          |

2 非高密人群的公共建筑主要房间每人所需最小新风量应符合表 3.2.2-3 的规定。

表 3.2.2-3 公共建筑主要房间每人所需最小新风量

| 房间功能类型 | 最小新风量 [ $\text{m}^3 / (\text{h} \cdot \text{人})$ ] |
|--------|----------------------------------------------------|
| 办公室    | 30                                                 |
| 客房     | 30                                                 |
| 大堂、四季厅 | 10                                                 |

3 高密人群的公共建筑主要房间每人所需最小新风量应按

照人员密度计算，且应符合表 3.2.2-4 规定。

**表 3.2.2-4 高密人群的公共建筑主要房间每人所需最小新风量**

| 房间功能类型                   | 最小新风量[m <sup>3</sup> /(h·人)] |                     |            | 备 注                                                                       |
|--------------------------|------------------------------|---------------------|------------|---------------------------------------------------------------------------|
|                          | $PF \leq 0.4$                | $0.4 < PF \leq 1.0$ | $PF > 1.0$ |                                                                           |
| 影剧院、音乐厅、<br>大会厅、多功能厅、会议室 | 14                           | 12                  | 11         |                                                                           |
| 商场、超市                    | 19                           | 16                  | 15         |                                                                           |
| 博物馆、展览厅                  | 19                           | 16                  | 15         |                                                                           |
| 公共交通等候室                  | 19                           | 16                  | 15         | 此处公共交通等候室系指人员等候时间较长、一般超过半小时以上的公共交通建筑如火车站、长途汽车站等，不包括人员等候停留时间很短的公共交通建筑如地铁站等 |
| 歌厅                       | 23                           | 20                  | 19         |                                                                           |
| 酒吧、咖啡厅、宴会厅、<br>餐厅        | 30                           | 25                  | 23         |                                                                           |
| 游艺厅、保龄球房                 | 30                           | 25                  | 23         |                                                                           |
| 体育馆                      | 19                           | 16                  | 15         |                                                                           |
| 健身房                      | 40                           | 38                  | 37         |                                                                           |
| 教室                       | 28                           | 24                  | 22         |                                                                           |
| 图书馆                      | 20                           | 17                  | 16         |                                                                           |
| 幼儿园                      | 30                           | 25                  | 23         |                                                                           |

**3.2.3** 建筑中人员主要停留房间的室内空气污染物浓度应符合现行国家标准《室内空气质量标准》GB/T 18883 的有关规定。

**3.2.4** 建筑中人员主要停留房间的室内空气可吸入颗粒物应符合下列规定：

1 室内空气可吸入颗粒物 PM<sub>10</sub> 的浓度应符合现行国家标准《室内空气质量标准》GB/T 18883 的有关规定。

2 室内空气可吸入颗粒物  $\text{PM}_{2.5}$  的日平均浓度宜小于  $75\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

**3.2.5** 住宅厨卫排气道系统排气效果应符合下列规定：

1 住宅厨房排气道每户排风量不应小于  $300\text{ m}^3/\text{h}$ 、不大于  $500\text{m}^3/\text{h}$ ，且应防火、无倒灌。

2 住宅卫生间排气道每户排风量不应小于  $80\text{m}^3/\text{h}$ 、不大于  $100\text{m}^3/\text{h}$ ，且应防火、无倒灌。

**3.2.6** 建筑中人员主要停留房间的人员活动区空气流速应符合下列规定：

1 机械通风夏季空调室内人员活动区空气流速不应大于  $0.3\text{m}/\text{s}$ ，冬季采暖室内人员活动区空气流速不应大于  $0.2\text{m}/\text{s}$ 。

2 自然通风室内人员活动区空气流速应在  $0.3\text{ m}/\text{s} \sim 0.8\text{m}/\text{s}$  之间。

**3.2.7** 建筑中人员主要停留房间的气流组织应符合下列规定：

1 人员活动区气流组织应分布均匀，避免漩涡。

2 住宅室内通风应从客厅、卧室和书房等主要房间流向厨房和卫生间等功能性房间。

3 公共建筑应根据不同功能区域合理组织气流，保证人员活动区位于空气较新鲜的位置。

4 室内污染的空气应及时排出。

## 4 实测评价

### 4.1 评价内容

**4.1.1** 实测评价内容应包括换气次数、新风量、室内空气污染物浓度、可吸入颗粒物 ( $PM_{2.5}$  或  $PM_{10}$ )、住宅厨卫排气道系统通风性能、室内空气流速、室内气流组织等。

**4.1.2** 当全部评价指标均满足本标准第 3.2 节的规定时,判定该建筑通风效果合格。

### 4.2 换气次数

**4.2.1** 换气次数的检测方法和测点布置应符合下列规定:

1 检测方法: 换气次数宜采用示踪气体衰减法, 示踪气体宜采用  $CO_2$ 。

2 测点布置: 测点布置时应根据被测空间尺寸和结构, 在垂直方向上将被测空间划分成三层或以上。在 1.2m~1.5m 应至少设置一个检测层。在同一检测层上, 应按照梅花状 (5 点) 布点测试。

**4.2.2** 换气次数的检测应按照下列步骤进行:

1 设定门窗或通风设备开启方案。应按照测试要求设计必要的门窗或通风设备开启方案, 设定工况。

2 测点布置。应按照本节中规定的测点布置方法布置测试点。

3 本底浓度测试。在充入示踪气体前, 应在被测空间稳定 2h~3h 后测试  $CO_2$  本底浓度。

4 密闭待测空间。测试开始之前, 应将示踪气体管道接入被测空间, 并放置一台摇摆扇, 然后关闭门窗。摇摆扇应能在室外操控其启闭。

5 示踪气体释放。开启摇摆扇，通过示踪气体管道向被测空间持续释放 CO<sub>2</sub> 气体，同时通过换气次数测试仪读取 CO<sub>2</sub> 各点浓度值。当各测试点的 CO<sub>2</sub> 浓度达到 4000mg/m<sup>3</sup>~6000mg/m<sup>3</sup> 时，应停止释放 CO<sub>2</sub> 气体，并将换气次数测试装置开启至换气次数测试模式。

6 换气次数测试。设置 CO<sub>2</sub> 浓度采集周期和时长，采集周期宜为 1min~5min，采集时长不应少于 30min。按照工况 1 要求，开启门窗或通风设备，开始测试。

7 其他工况测试。工况 1 测试完成后，更换工况，继续按照工况 1 的操作方法测试其他工况下的换气次数。

4.2.3 房间整体换气次数应按下式进行计算：

$$A = \frac{\sum_{i=1}^n A_i}{n} \quad (4.2.3)$$

式中：A——房间整体换气次数（次/h）；

$A_i$ ——第  $i$  个测试点的局部换气次数（次/h）；

$n$ ——测试点个数。

4.2.4 当房间整体换气次数满足本标准第 3.2.1 条所规定的值的要求时，则判定该房间换气次数指标合格。

### 4.3 新风量

4.3.1 未设置集中新风系统的房间，室内新风量宜通过换气次数与室内容积的乘积计算得到。

4.3.2 未设置集中新风系统的房间室内新风量的检测应按照下列步骤进行：

1 按照本标准第 4.2 节的方法检测得到室内换气次数。

2 用尺测量并计算出室内容积  $V_1$ 。

3 用尺测量并计算出室内物品（桌、沙发、柜、床、箱等）总体积  $V_2$ 。

4.3.3 未设置集中新风系统的房间室内新风量的计算应按下列

公式进行计算：

$$Q=V \cdot A \quad (4.3.3-1)$$

$$V=V_1-V_2 \quad (4.3.3-2)$$

式中：Q——室内新风量（ $\text{m}^3/\text{h}$ ）；

V——室内空气容积（ $\text{m}^3$ ）；

$V_1$ ——室内容积（ $\text{m}^3$ ）；

$V_2$ ——室内物品总体积（ $\text{m}^3$ ）。

**4.3.4** 设置集中新风系统的房间，室内新风量宜通过测量风管风速计算风量的方法或采用风量罩的方法得到。

**4.3.5** 采用测量风管风速计算新风量的方法时应符合下列规定：

1 风速测量截面应选择在气流较均匀的直管段上，并距上游局部阻力管件 4 倍~5 倍管径（或矩形风管长边尺寸）以上，距下游局部阻力管件 2 倍管径（或矩形风管长边尺寸）以上的位置（图 4.3.5）。

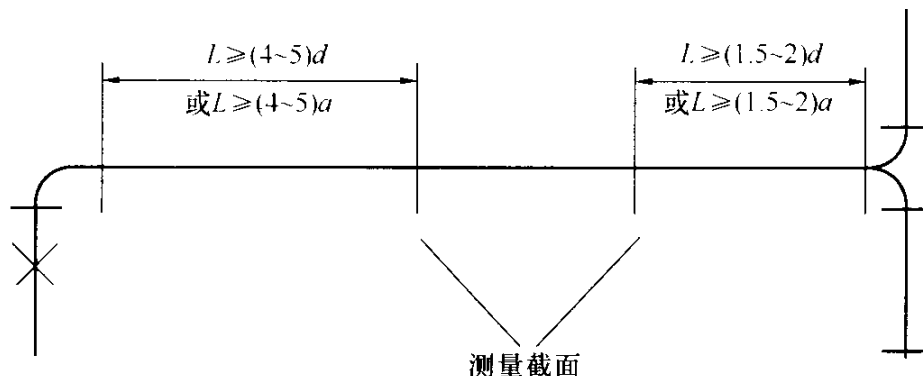


图 4.3.5 风管测量截面选择

$d$ —圆形风管直径； $a$ —矩形风管长边边长

2 风速测点布置应符合现行行业标准《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177 的有关规定。

3 检测步骤应符合下列规定：

- 1) 选择测量截面。应按照本节要求选择测量截面。
- 2) 测定风管检测断面面积。
- 3) 布置测点。

4) 调整仪表。应根据仪表的操作规程, 调整测试仪表到测量状态。

5) 测量。测量应逐点进行, 每点宜进行 2 次以上。当采用毕托管测量时, 毕托管的直管应垂直管壁, 测头应正对气流方向且与风管的轴线平行, 测量过程中, 应保证毕托管与微压差计的连接软管通畅无漏气。

4 数据换算应符合下列规定:

1) 采用毕托管测量时, 新风量应按下列公式进行计算:

$$Q = 3600 \bar{V} \cdot F \quad (4.3.5-1)$$

$$\bar{V} = \sqrt{\frac{2 \bar{P}_v}{\rho}} \quad (4.3.5-2)$$

$$\bar{P}_v = \left( \frac{\sqrt{P_{v1}} + \sqrt{P_{v2}} + \cdots + \sqrt{P_{vn}}}{n} \right)^2 \quad (4.3.5-3)$$

式中:

$Q$  —— 新风量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ );

$F$  —— 风管截面面积 ( $\text{m}^2$ );

$\bar{V}$  —— 断面平均风速 ( $\text{m/s}$ );

$\rho$  —— 空气密度 ( $\text{kg/m}^3$ );

$\bar{P}_v$  —— 平均动压 ( $\text{Pa}$ );

$P_{v1}$ 、 $P_{v2}$ …… $P_{vn}$  —— 各测点的动压 ( $\text{Pa}$ )。

2) 采用热电风速仪或数字式风速计测量风量时, 新风量的计算方法与毕托管测量计算方法相同。断面平均风速应为各测点风速测量值的平均值。

**4.3.6** 采用风量罩法检测新风量的方法时应符合下列规定:

1 应根据待测风口的尺寸、面积, 选择与风口的面积较接近的风量罩罩体。罩体的长边长度不应超过风口的长边长度的 3 倍, 风口的面积不应小于罩体边界面积的 15%。

2 检测应按下列步骤进行:

1) 选择合适的罩体。

- 2) 打开测量仪表, 检查仪表, 调整仪表的各项设定以满足使用要求。
- 3) 确定罩体的摆放位置来罩住风口, 风口宜位于罩体的中间位置, 保证无漏风。
- 4) 观察仪表的显示值, 待显示值趋于稳定后, 读取风量值。
- 5) 应依据读取的风量值, 考虑是否需要背压补偿。当风量值小于或等于  $1500\text{m}^3/\text{h}$  时, 无需进行背压补偿, 所读风量值即为所测风口的风量值; 当风量值大于  $1500\text{m}^3/\text{h}$  时, 应使用背压补偿挡板进行背压补偿, 读取仪表显示值为所测的风口补偿后风量值。

**4.3.7** 当房间新风量满足本标准第 3.2.2 条的要求时, 则评定该房间新风量指标合格。

## **4.4 室内空气污染物浓度**

**4.4.1** 人员主要停留房间的室内空气污染物浓度检测评价参数包括甲醛、氨、苯、氬及总挥发性有机化合物 (TVOC)。非人员主要停留房间的室内空气污染物浓度应采用本标准第 3.2.1 条的换气次数进行评价。

**4.4.2** 室内空气中甲醛、氨、苯及总挥发性的检测应按照现行国家标准《室内空气质量标准》GB/T 18883 的有关规定执行。

**4.4.3** 室内空气中氬浓度的检测应符合下列规定:

1 氬浓度检测应符合现行国家标准《民用建筑工程室内环境污染控制规范》GB 50325 或《室内空气质量标准》GB/T 18883 中的有关规定。

2 测点布置应按照现行国家标准《室内空气质量标准》GB/T 18883 的有关规定执行, 低楼层和地下室的采样点数应增加。

3 检测应按下列步骤进行:

1) 采样前准备。

- 2) 开启仪器，选择测试模式、单位等参数，开始测试。
  - 3) 同一房间内各检测点逐点进行测量。根据仪器的测试原理、灵敏度等，合理选择测试时间。
  - 4 同一房间内氡浓度为各检测点测试浓度的平均值。
- 4.4.4 当室内各项污染物的浓度均满足本标准第 3.2.3 条的要求时，评定室内空气污染物浓度指标合格。

## 4.5 可吸入颗粒物

4.5.1 可吸入颗粒物 (PM<sub>10</sub>) 浓度的检测应按照现行国家标准《室内空气质量标准》GB/T 18883 的有关规定进行。

4.5.2 可吸入颗粒物 (PM<sub>2.5</sub>) 浓度的检测应按照下列步骤进行：

1 开启光散射式粉尘测试仪，等仪器稳定后，开始采样。

2 将光散射式粉尘测定仪和滤纸（膜）颗粒物采样器置于现场同一测点和同一高度，平行采样。两仪器的吸气口中心距应在 10cm 之内。

3 质量浓度转换系数应按下式进行计算：

$$K = C / (R - B) \quad (4.5.2)$$

式中：K——质量浓度转换系数 [mg/ (m<sup>3</sup> · CPM)]；

C——通过滤纸（膜）采样称重法测得的质量浓度值 (mg/m<sup>3</sup>)；

R——光散射式粉尘测定仪测量值 (CPM)；

B——光散射式粉尘测定仪基底值 (CPM)。

4 同一房间内各检测点逐点进行测量。测试时间应根据 PM<sub>2.5</sub> 浓度、仪器灵敏度、仪器测定范围确定。

4.5.3 房间内可吸入颗粒物 PM<sub>2.5</sub> 浓度值应按下式进行计算：

$$C = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_i \quad (4.5.3)$$

式中：C——房间 PM<sub>2.5</sub> 浓度 (mg/m<sup>3</sup>)；

n——房间的测量点数；

$C_i$ ——房间  $i$  点的  $PM_{2.5}$  浓度 ( $mg/m^3$ )。

**4.5.4** 可吸入颗粒物 ( $PM_{2.5}$  或  $PM_{10}$ ) 的评价宜符合下列规定：  
当房间可吸入颗粒物的浓度满足本标准第 3.2.4 条所对应的值要求时，评定该房间可吸入颗粒物指标合格。

## 4.6 住宅厨卫排气道系统通风性能

**4.6.1** 住宅厨卫排气道系统通风性能检测应符合下列规定：

- 1 新建建筑的厨卫排气道系统应通过模型试验进行排风性能的测评，每种规格型号应分别检测。
- 2 工程上完成安装的厨卫排气道系统应进行现场检测。
- 3 住宅厨卫排气道系统通风性能检测测试工况应按表 4.6.1 的规定执行。

**表 4.6.1 住宅厨卫排气道系统通风性能检测测试工况**

| 建筑层数  | 开机率 (%)     | 备 注              |
|-------|-------------|------------------|
| 1~7   | 60、100      | 开启的排油烟机应在高度上均匀分布 |
| 8~14  | 60、80       |                  |
| 15~21 | 50、60、80    |                  |
| 22~28 | 30、60、80    |                  |
| 28 以上 | 30、50、60、80 |                  |

**4** 住宅厨卫排气道上各测点（图 4.6.1）应按下列规定进行布置：

- 1) 各层排气支管上均应设置风速和静压测点，风速测点与静压测点应在同一断面处。
- 2) 风速测点的布置和数量应符合现行行业标准《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177 的有关规定。
- 3) 静压测点应设在排气支管中间断面的正中央处。

**4.6.2** 住宅厨卫排气道系统通风性能的检测应按照下列步骤

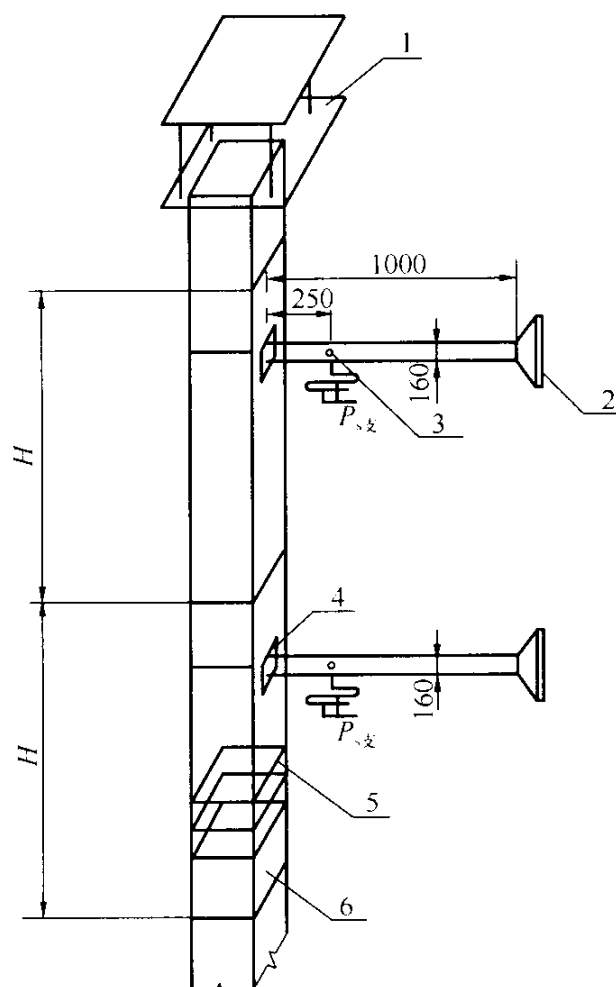


图 4.6.1 住宅厨卫排气道系统测点布置

1—屋顶风帽；2—吸油烟机；3—风速测试点；  
4—防火止回阀；5—烟道内部辅助结构；6—主排  
气道； $H$ —建筑层高

进行：

- 1 根据开机率，开启相应楼层的机器。
- 2 按本标准第 4.6.1 条的要求布置静压和风速测点。
- 3 检测不同楼层排气支管风速及静压。

**4.6.3** 以各测点风速测量值的平均值作为断面平均风速，排风量应按下式进行计算：

$$Q = 3600 \bar{V} \cdot F \quad (4.6.3)$$

式中： $Q$ ——排风量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )；

$\bar{V}$ ——排烟气支管的平均风速 (m/s);

$F$ ——排烟气支管的截面面积 (m<sup>2</sup>)。

**4.6.4** 当各种开机率下, 开机层排气道支管通风量均应满足本标准第 3.2.5 条的要求, 且非开机层支管静压等于 0Pa 时, 则评定住宅厨卫排气道系统的通风性能为合格。

## **4.7 室内空气流速**

**4.7.1** 室内空气流速的检测方法和测点布置应符合下列规定:

1 检测方法: 室内空气流速宜采用风速自动记录仪器测量并记录。

2 测点布置: 测点布置应符合本标准第 4.2.1 条的规定。有特殊工艺要求的区域, 布点数量应加密。

**4.7.2** 室内空气流速的检测应按照下列步骤进行:

1 调整仪器。测试前, 应对所有测点的风速自动记录仪校对时间并设置启动自动记录的时间和测试的时间间隔, 测试的时间间隔不宜大于 30s。

2 确定设定工况下的门窗和通风设备状态。测试前, 人员应离开被试空间。

3 待测试空间稳定后, 应开启风速自动记录仪, 按照预先设定进行测量和存储。测量持续时间不应少于 1h。

**4.7.3** 室内风场在空间和时间范围内的分布图应依据风速自动记录仪采集的数据得出。

**4.7.4** 当人员活动区内各测点 1h 的平均风速均满足本标准第 3.2.6 条的要求时, 评定该房间室内空气流速合格。

## **4.8 室内气流组织**

**4.8.1** 室内气流组织宜通过流迹显示试验进行测试。

**4.8.2** 流迹显示试验时宜采用烟雾发生装置, 烟气应不燃、无毒、无刺激和无污染, 密度应接近空气密度。

**4.8.3** 检测宜按照以下步骤进行:

- 1 根据仪器的使用方法，启动烟雾发生装置。
  - 2 从上风口向被测房间内注入烟气。
  - 3 拍摄烟气的典型运动过程。
- 4.8.4** 根据拍摄结果定性判断气流组织形式是否满足本标准第3.2.7条的有关要求，满足则评定为合格。

## 5 模拟评价

### 5.1 评价内容

**5.1.1** 模拟评价内容宜包括换气次数、新风量、住宅厨卫排气道系统通风性能、室内空气流速、气流组织等。

**5.1.2** 模拟评价方法应按表 5.1.2 执行。模型试验或数值模拟的边界条件宜在环境风洞或大气边界层风洞实验室中获取。

**表 5.1.2 新建建筑通风效果测试评价指标**

| 评价指标              | 获取参数              | 方 法       |
|-------------------|-------------------|-----------|
| 换气次数              | 室内局部和整体换气次数       | 模型试验或数值模拟 |
| 新风量               | 室内新风量             | 模型试验或数值模拟 |
| 住宅厨卫排气道系统<br>通风性能 | 支管风量、静压           | 模型试验      |
| 室内空气流速            | 室内人员活动区空气流速       | 模型试验或数值模拟 |
| 气流组织              | 室内通风气流组织的<br>流迹显示 | 模型试验或数值模拟 |

**5.1.3** 模拟评价应按照以下原则进行：

1 将风洞试验、模型试验或数值模拟得出的结果与本标准第 3.2 节中的要求进行比较，当所有项都满足时，判定该建筑通风效果合格。

2 新建建筑当有不满足项时，应进行设计调整，调整后重新进行模拟评价。

### 5.2 风洞试验

**5.2.1** 风洞试验应符合下列规定：

1 建筑通风测试宜在环境风洞或大气边界层风洞实验室等空气动力学模拟试验设施中进行。

2 在试验和模型设计时,应根据相似准则进行。试验模型的缩尺比应满足风洞阻塞率小于或等于 5%的要求。

3 风洞试验中选取的试验风速,应结合测试仪器的灵敏度和精度,以及试验要求和相似准则等限制性条件适当确定。

4 测试风向应结合当地风向/风频等气象统计数据,按照不同季节主导风向进行。风向间隔角度宜取  $10^{\circ}\sim 22.5^{\circ}$ 。

#### 5.2.2 风洞试验应按照下列步骤进行:

1 应根据相似性原理建立建筑模型,建筑模型的内部空间应设计为封闭结构。

2 应根据当地气候条件设置合理的风速边界。

3 测点布置。

4 风洞试验。

5.2.3 应依据相似性原理,将风洞试验结果换算到实际值。

### 5.3 模型试验

#### 5.3.1 模型试验应符合下列规定:

1 模型试验中,应根据相似性原理建立建筑模型及内部热源条件,建筑模型应为适宜缩尺比的非封闭结构。

2 模型试验的边界条件应按风洞试验或设计参数根据相似性换算结果进行设置。

3 模型试验具体测试方法应按照本标准第 4 章的规定进行。

#### 5.3.2 模型试验应按下列步骤进行:

1 根据相似性原理建立建筑模型及内部热源条件。

2 设置边界条件。

3 测点布置。

4 模型测试。

5.3.3 应依据相似性原理,将模型试验的结果换算到实际值。

#### 5.3.4 住宅厨卫排气道系统通风性能模型试验应符合下列规定:

1 应采用模型试验的方法搭建测试系统。

2 应将排气道按住宅层数、连接情况、防火止回阀装置、

防火隔断报警装置、风帽安装方式水平安装于测试系统中。各层抽油烟机排气支管直径宜为 160mm，长度宜为 1000mm。各层卫生间排气支管直径宜为 100mm，长度宜为 400mm。排气主管尺寸、建筑层高应按照实际情况确定。

3 应在模型中每层对应的厨卫排风支管上安装与实际相同的抽油烟机或卫生间通风换气设备或同一型号的小型风机。

4 开机率、静压和风速测点的设置应符合本标准第 4.6 节的规定。

5 测试步骤应按本标准第 4.6 节的规定进行。

6 住宅厨卫排气道系统通风性能的评价应符合本标准第 4.6 节的规定。

## 5.4 数值模拟

5.4.1 数值模拟应符合下列规定：

1 用于数值模拟的软件宜为经有关部门评定认可的软件。

2 数值模拟应基于既有建筑实际情况或新建建筑的设计图。

3 数值模拟应包括室外和室内通风两部分内容。室外通风模拟得到的结果宜作为室内通风模拟的边界条件。

4 通风口的风速、风压等参数宜通过测试获得。

5 模拟过程中应控制残差收敛性。能量方程的收敛残差宜小于  $1 \times 10^{-6}$ ，流动方程的收敛残差宜小于  $1 \times 10^{-3}$ 。

5.4.2 几何建模应符合下列规定：

1 室外建模时，模型迎风截面建筑堵截度宜小于或等于 5%，建筑到计算区域上边界距离宜大于 2 倍建筑高度，到出口距离宜至少为 6 倍的回流区长度，到进口距离宜为到出口距离的 2/3。

2 室内建模时，应根据工程实际确定计算区域的形状，大小和空间的相对位置以及空间内各部件的相对位置建立模型。

5.4.3 初始条件和边界条件的设置应符合下列规定：

1 室外风环境模拟时，边界风速取值应按本标准第 5.2.1

条，还应考虑周边建筑环境的影响。当可获得建筑周围区域的风环境统计资料时，宜以该气象资料作为模拟边界输入条件。

2 对于固定壁面，应根据实际情况定义温度、热流、对流换热系数以及辐射等参数。

3 通风进风口宜给出速度、温度、湍流强度等参数，出流边界条件宜给出出口断面平均流速或回风口阻力系数等。

4 近壁区宜采用壁面函数法进行处理。

5 若采用对称面简化计算区域，应保证物理和几何条件对称。

#### 5.4.4 网格划分应符合下列规定：

1 网格类型宜根据真实的流动情况而选择。

2 网格间距应根据计算对象的模型尺寸大小选取，网格间隔应小于模型尺寸的  $1/20$ 。

3 计算对象宜采用均匀网格和不均匀网格相结合的划分方法，在温度、速度和浓度等梯度大的地方，应加大网格数，在梯度小的地方，可采用较少的网格数。

4 模拟前应进行网格质量的判定，由一个网格单元到另一个网格单元的尺寸扩大比应在  $1\sim 2$  之间。

5 模拟时应进行网格无关性验证。

#### 5.4.5 模型计算方法应符合下列规定：

1 室内外空气流动模拟宜采用重整化两方程（RNG  $k-\epsilon$ ）模型。

2 控制方程离散格式宜采用有限体积法中的对流项的二次迎风插值格式（QUICK）、迎风格式或二阶迎风格式。

#### 5.4.6 数值模拟提交的文件应符合下列规定：

1 输入文件应包括计算模型、计算域的网格说明、边界条件设置说明、湍流模型、差分格式、算法说明。

2 输出文件宜包括换气次数、室内空气流速、气流组织等有关物理变量的计算结果、图表和评价结果。

## 本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示允许有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为“应符合……规定”或“应按……执行”。

## 引用标准名录

- 1 《民用建筑工程室内环境污染控制规范》GB 50325
- 2 《室内空气质量标准》GB/T 18883
- 3 《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177

中华人民共和国行业标准

建筑通风效果测试与评价标准

**JGJ/T 309 - 2013**

条 文 说 明

## 制 订 说 明

《建筑通风效果测试与评价标准》JGJ/T 309 - 2013，经住房和城乡建设部 2013 年 7 月 26 日以第 89 号公告批准、发布。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位的有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《建筑通风效果测试与评价标准》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

# 目 次

|     |               |    |
|-----|---------------|----|
| 1   | 总则            | 30 |
| 2   | 术语            | 31 |
| 3   | 基本规定          | 33 |
| 3.1 | 一般规定          | 33 |
| 3.2 | 效果要求          | 33 |
| 4   | 实测评价          | 37 |
| 4.1 | 评价内容          | 37 |
| 4.2 | 换气次数          | 37 |
| 4.3 | 新风量           | 39 |
| 4.4 | 室内空气污染物浓度     | 39 |
| 4.5 | 可吸入颗粒物        | 39 |
| 4.6 | 住宅厨卫排气道系统通风性能 | 39 |
| 4.7 | 室内空气流速        | 39 |
| 4.8 | 室内气流组织        | 40 |
| 5   | 模拟评价          | 41 |
| 5.1 | 评价内容          | 41 |
| 5.2 | 风洞试验          | 41 |
| 5.3 | 模型试验          | 43 |
| 5.4 | 数值模拟          | 43 |

# 1 总 则

**1.0.1** 建筑通风主要目的是稀释或排除室内空气污染物，提供室内人员呼吸所需的新鲜空气以及改善室内温度、湿度和气流速度，为室内提供舒适的环境。同时，建筑通风对建筑的性能和能源使用有较大的影响，通风尤其是自然通风利用时，与建筑所在的气候、资源、自然环境等紧密相关，因此需要因地制宜地进行设计和评价。因此有必要制定本标准。

**1.0.2~1.0.4** 本标准适用于民用建筑通风效果的测试与评价，包括住宅和公共建筑，并涵盖既有建筑和新建建筑。既有建筑是指已建成的建筑，新建建筑是指已做完设计但还未开始建设的建筑。新建建筑应在设计方案的基础上进行模拟评价，并指导设计修改，以实现更好的通风和节能效果。

## 2 术 语

**2.0.6** 甲醛、氨、苯、氡和总挥发性有机化合物 (TVOC) 是建筑物内常见的污染物, 一般情况下是由建筑和装修材料、家具、家电、办公用品等释放的。可吸入颗粒物大多是通风过程中由室外引入的。

**2.0.7** 可吸入颗粒物 ( $PM_{2.5}$ ) 是指大气中直径小于或等于  $2.5\mu m$  的颗粒物, 也称为可入肺颗粒物, 它的直径还不到人的头发丝粗细的  $1/20$ 。虽然  $PM_{2.5}$  只是地球大气成分中含量很少的组分, 但它对空气质量和能见度等有重要的影响。与较粗的大气颗粒物相比,  $PM_{2.5}$  粒径小, 含有大量的有毒、有害物质且在大气中的停留时间长、输送距离远, 因而对人体健康和大气环境质量的影响更大。本标准首次将  $PM_{2.5}$  作为室内通风效果评价指标纳入进来。

**2.0.8** 在房间气密性越来越好的现在, 厨房、卫生间排气道是目前民用建筑中排除煤烟、卫生间污浊气体的唯一通道, 然而关于它通风性能的标准却一直缺失, 因此本标准中结合我们的检测经验和各大学的研究结果引入厨卫排烟气道。

**2.0.9** 经试验验证, 采用示踪气体测试房间空气龄, 从而计算房间的局部换气次数和总换气次数的方法来评价室内通风效果, 是一种比较好的评价室内通风效果的方法。房间中 A 点局部区域的换气次数与该点的局部空气龄换算关系为:

$$N_A = \frac{1}{\tau_A} \quad (1)$$

式中:  $N_A$  —— A 点以秒计的换气次数 ( $1/s$ );

$\tau_A$  —— 质点自进入房间至到达 A 点所经历的时间, 即空气质点的空气龄 (s)。

**2.0.10** 示踪气体分析方法是在建筑物内空气中有控制地释放一定量的示踪气体，测量室内空气中示踪气体浓度随时间的变化，从而定量分析室内空气流动情况的一种方法。运用示踪气体测量建筑物的空气流动以及渗透特性已经有大约 40 年的历史，并且发展了好几种测量方法：浓度衰减法、恒定浓度法和恒定释放法等。这三种方法中，浓度衰减法是最简单、最易操作的一种测量方法，在实际中应用最为广泛。本规范测试推荐采用示踪气体浓度衰减法。

## 3 基本规定

### 3.1 一般规定

**3.1.1** 我国一直没有关于建筑通风方面的强制性要求，也缺乏详细的测试和评价方法，因此导致部分建筑存在过低通风或过度通风现象，从而影响使用者的身体健康，有的甚至因为通风不畅通，使得居住者付出了生命的代价，比如煤气中毒、烟道串烟、建筑及部品散发出来的致癌物质都需要通风来稀释，保护人的生命安全。还有一些不合理通风降低了工作效率，或者造成大量的能源浪费。因此，本条要求在建筑设计阶段及建成后应进行通风效果的测试评价，为建筑通风的设计及运行实施提供更有力的指导，提高通风的效率，降低能耗。

根据建筑通风设计和运行的特点，本条明确了实施建筑通风效果评价的阶段及相应的评价方法。

**3.1.2** 本条为检测仪器的基本要求，检测仪器的选择须根据检测量程范围和检测精度的要求进行确定。

### 3.2 效果要求

**3.2.1** 对本条文说明如下：

1 建筑中厨房及卫生间的污染源较集中，对其最小换气次数做了要求。

2 根据工程经验，上述所列设备用房的通风换气量可基本满足要求。当设备有特殊要求时，通风应首先满足设备工艺要求。

3 车库通风主要是为了稀释有害物以满足卫生要求的允许浓度。也就是说，通风风量的计算与有害物的散发量及散发时的浓度有关，而与房间容积（亦即房间换气次数）并无确定的数量

关系。单层停车库按照汽车出入的频率以换气次数计算基本能满足稀释有害物的要求。全部或部分双层停放汽车库，不能简单地按照换气次数计算。为方便起见，按中国目前单辆车的 CO 尾气排放量水平、汽车在车库内的平均运行时间及车库内 CO 的允许浓度，换算出单辆车所需要的排气量。

4 事故通风的通风量，应保证事故发生时，控制不同种类的放散物浓度低于国家安全及卫生标准所规定的最高容许浓度且换气次数不低于每小时 12 次。有特定要求的建筑可不受此条件限制，允许适当取大。

### 3.2.2 对本条文说明如下：

1 由于居住建筑和医院建筑的建筑污染部分比重一般要高于人员污染部分，按照现有人员新风量指标所确定的新风量没有考虑建筑污染部分，往往不能保证始终完全满足室内卫生要求；因此，对于居住建筑和医院建筑应将建筑的污染构成按建筑污染与人员污染同时考虑，并以换气次数的形式给出所需最小新风量。

2 本条按照人员卫生需求对非高密人群公共建筑的主要房间的新风量做出了规定。未做出规定的其他公共建筑人员所需最小新风量，可按照国家现行卫生标准中的容许浓度进行计算确定，并应满足国家现行有关标准的要求。

3 高密人群公共建筑即人员污染所需新风量比重高于建筑污染所需新风量比重的公共建筑类型。按照目前我国现有新风量指标，计算得到的高密人群建筑新风量所形成的新风负荷在空调负荷中的比重一般高达 20%~40%，对于人员密度超高建筑，新风能耗通常更高。一方面，人员污染和建筑污染的比例随人员密度的改变而变化；另一方面，高密人群建筑的人流量变化幅度大，出现高峰人流的持续时间短，受作息、节假日、季节、气候等因素影响明显。因此，该类建筑应该考虑不同人员密度条件下对新风量指标的具体要求；并且应重视室内人员的适应性等因素对新风量指标的影响。为了反映以上因素对新风量指标的具体要

求，该类建筑新风量大小参考《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736-2012 的规定，对不同人员密度条件下的人均最小新风量做出规定。

### 3.2.3 对本条文说明如下：

《室内空气质量标准》GB/T 18883 中，对室内空气污染物浓度作了详细的规定，本标准中，对于通风良好的民用建筑，室内空气污染物浓度应该符合其规定。

### 3.2.4 对本条文说明如下：

自 20 世纪 80 年代后期以来，人们逐渐重视对大气颗粒物的健康影响研究。所有的研究结果均确认吸入体内的颗粒物会导致肺炎、气喘、肺功能下降等呼吸系统疾病，生活在颗粒物污染水平较高地区人群死亡率明显增加。而大部分的健康影响被认为是小粒径部分  $PM_{2.5}$  而不是大粒径部分所造成的。基于对大气颗粒物危害认识的深入，各个国家对其制定的标准也越来越严格，譬如美国环保局所制定的环境空气质量标准对大气颗粒物的控制就经历了从 TSP— $PM_{10}$ — $PM_{2.5}$  的过程。迄今为止，仅有美国在 1997 年的提案中对  $PM_{2.5}$  的质量浓度限值做了规定，并在该标准获得通过后在全国建立  $PM_{2.5}$  的常规监测网。与 TSP 和  $PM_{10}$  的标准一样，主要是由于技术上的限制， $PM_{2.5}$  的标准也是基于质量浓度而制定的。该标准规定  $PM_{2.5}$  的日均浓度和年均浓度的限值分别为  $65\mu g/m^3$  和  $15\mu g/m^3$ 。日均浓度  $75\mu g/m^3$  为世界卫生组织空气质量准则过渡时期目标—1 (IT-1)，该值的制定以已发表的多中心研究和 Meta 分析中得出的危险度系数为基础，超过此值的短期暴露会增加 5% 的死亡率。本标准将  $PM_{2.5}$  列为推荐性指标，并不强制执行。

### 3.2.5 对本条文说明如下：

在 2005 年版国家标准《高层民用建筑设计防火规范》GB 50045-95 中，没有对厨房卫生间排烟气管道作出规定，我国第一部关于住宅厨卫排气道系统的行业标准《住宅厨房、卫生间排气道》JG/T 194-2006 只规定了住宅厨卫排烟气道板材的耐火

性能、强度等，完全没有提到通风性能。在《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 - 2002 中没有对住宅厨卫排气道系统的验收，经过这几年的检测研究，引入通风性能是必要的。

**3.2.6 对本条文说明如下：**

1 空调通风环境下，室内空气流速值在其他有关标准中已经规定，本标准作为通风效果的内容之一引用。

2 自然通风时室温较高，过小的风速对散热不利，舒适度降低。因此自然通风的风速不宜过小。

**3.2.7 对本条文说明如下：**

不同的气流组织将涉及整个房间的通风有效性。它主要取决于气流分布特性、污染源散发特性以及两者之间的相互关系。本条对室内气流流动作了最基本的要求。

住宅建筑中应使气流从较清洁的房间流向污染较严重的房间，因此使室外新鲜空气首先进入起居室、卧室等人员主要活动、休息场所，然后从厨房、卫生间排出到室外，是较为理想的通风路径。起居室、卧室等也可独立装设双向通风换气装置，完成室内污浊空气的稀释和排放。

## 4 实测评价

### 4.1 评价内容

**4.1.1** 既有建筑的新风量、换气次数、室内空气污染物浓度、室内可吸入颗粒物 ( $\text{PM}_{2.5}$  或  $\text{PM}_{10}$ )、住宅厨卫排气道系统通风性能、室内外空气流速、气流组织等参数均可测，这些参数对于描述建筑通风来说必不可少并基本上代表了建筑通风效果的各个方面，因此这些参数作为实测评价既有建筑通风效果的指标。

**4.1.2** 本条规定评价指标的评价参考及建筑通风效果合格与否的判定原则。

### 4.2 换气次数

**4.2.1** 对本条文说明如下：

1 示踪气体分析方法是在建筑物内空气中有控制地释放一定量的示踪气体，测量室内空气中示踪气体浓度随时间的变化，从而定量分析室内空气的流动情况的一种方法。运用示踪气体测量建筑物的空气流动以及渗透特性已有大约 40 年的历史，并且发展了好几种测量方法：浓度衰减法、恒定浓度法和恒定释放法等。这三种方法都是利用示踪气体质量守恒作为测试原理的。其中，浓度衰减法可以在线测量，也可以现场采样离线分析，是最简单、最易操作的一种测量方法，实际中应用最为广泛。因此本标准建议采用示踪气体浓度衰减法测量换气次数。

在示踪气体测量实验中，因示踪气体直接决定气体分析仪的种类及实验中释放气体所需费用，示踪气体的选择非常重要。根据示踪气体测量技术的使用场所和特点，对示踪气体物性的要求有：(1) 无毒无腐蚀性，不易燃易爆；(2) 不与周围气体和物质发生化学反应，不易凝聚，不溶于水，即具有稳定性；(3) 能够

方便地被检测出来，检测手段简单，费用低而且具有较高的精度，即具有可测性；（4）要求示踪气体密度与空气接近，密度差比较小，不会出现示踪气体与空气分层现象；（5）示踪气体在大气中的背景浓度比较低，对实验数据的干扰小。 $\text{CO}_2$  对人体无害，并且分子量与空气接近，易于与空气充分混合，而且价格低，可以大量使用。 $\text{CO}_2$  的在线测量设备国内目前可以生产。虽然空气中有一定的  $\text{CO}_2$ ，但只要含量相对稳定，浓度变化范围不大于示踪气体释放浓度体积百分比浓度的 1% 就不影响  $\text{CO}_2$  作为示踪气体。因此本标准建议选择  $\text{CO}_2$  作为示踪气体。

2 室内换气次数测试中，为了得到整个被测空间的换气次数，需要对空间内各层的换气次数进行测试。梅花状布点法是环境监测和检测中常用的布点法，在其他标准中多次被使用。

4.2.2 在住宅建筑室内通风设计标准中，部分空间换气次数小于 0.5 次/h，因此为了准确地获得换气次数，建议采用专用的换气次数测试设备。

通常的建筑通风分为自然通风和机械通风，因此需要在进行换气次数测试之前，对被测空间的通风方式进行分类。然后按照通风方式设定工况。在示踪气体释放过程中，为了使得被测空间内  $\text{CO}_2$  浓度更加均匀，需要使用摇摆扇搅拌。 $\text{CO}_2$  是比较常见的气体，在试验前的准备工作中，可能会影响被测空间的  $\text{CO}_2$  浓度，因此需要使得被测空间的  $\text{CO}_2$  浓度稳定后，方能测试本底浓度。在释放  $\text{CO}_2$  的时候，为了使得被测空间的  $\text{CO}_2$  浓度快速稳定，减少室外因素影响，需要将门窗关闭。一般情况下， $\text{CO}_2$  的环境本底浓度约为  $700\text{mg}/\text{m}^3 \sim 900\text{mg}/\text{m}^3$ ，在采用  $\text{CO}_2$  作为示踪气体的时候，应该消除本底浓度对测试的影响，因此需要比较大的  $\text{CO}_2$  释放浓度，在这里定为  $4000\text{mg}/\text{m}^3 \sim 6000\text{mg}/\text{m}^3$ 。在用浓度衰减法测试换气次数的时候， $\text{CO}_2$  采集频率越高，换气次数计算值越准确。因此在本标准中规定，在 30min 采集时间内，至少可以采集 6 次  $\text{CO}_2$  浓度，使得换气次数计算更准确。

### **4.3 新 风 量**

**4.3.1~4.3.3** 对于未设置新风管道系统的房间，采用室内整体换气次数乘以室内空气容积，就能得出室内新风量，这是一种比较简单易操作的方法。

**4.3.4~4.3.6** 设置新风管道的系统，也可以通过测量新风管内的风速换算得到新风量。通过风量罩测量新风口风量的方法也是一种比较简单易操作的方法。

### **4.4 室内空气污染物浓度**

**4.4.2** 《室内空气质量标准》GB/T 18883 对这些项的室内空气污染物浓度的检测做了详细的规定，本标准参考其执行。

**4.4.3** 随着测试手段和仪器的发展，空气中氡浓度的检测也有较大的发展。本规范提出了用各类原理的仪器测试室内空气中氡浓度的方法和步骤。

### **4.5 可吸入颗粒物**

**4.5.1~4.5.4** 《室内空气质量标准》GB/T 18883 对  $PM_{10}$  的检测做了规定，本标准提出了  $PM_{2.5}$  的检测方法和步骤。

### **4.6 住宅厨卫排气道系统通风性能**

**4.6.1~4.6.4** 住宅厨卫排气道系统的通风性能测试的方法在《住宅厨房、卫生间排气道》JG/T 194 - 2006 中是没有的，经过近 3 年对全国十七个省、市、自治区的排烟道的测试，中国建筑科学研究院通风实验室逐渐地摸索出了一套科学有效的住宅排烟气道通风性能的测试方法，而且已经被行业所接受。

### **4.7 室内空气流速**

**4.7.1** 风场测试，特别是微风速场测试，测试器具和测试人员本身就是破坏局部风速场的主要因素，因此，在测试的时候，应

尽量选用自动记录设备，以消除人对风场的影响。对于不同的点，需要得到同一时间下的风速大小，并且需要连续地测试若干时长，这样得到的风速场才能够真实地反映实际情况。对于只有气流最大风速限定的测试场合，可采用无指向风速探头。

在某些特殊空间，例如手术室的手术台周围，对风速场的要求更高，因此在布点的时候，需要局部加密，但是依旧要遵循均匀布点，以消除布点布置不合理带来的误差。

**4.7.3** 现在有很多软件例如 SURFER 8、TECPOLT 等，都可以对实际测得的场的数据进行平面或者三维处理，因此借助软件描绘风速场，是非常简单而且直观的工作。

## **4.8 室内气流组织**

**4.8.1~4.8.4** 气流组织试验，是一种定性地判断气流组织质量好坏的方法，这种方法在室外环境风场的模拟和室内环境风场的模拟中都大量地被使用，是一种成熟科学的定性判断方法。

## 5 模拟评价

### 5.1 评价内容

**5.1.1** 新建建筑的换气次数、新风量、住宅厨卫排气道系统通风性能、室内外空气流速、气流组织等参数均可根据设计和实施情况进行模拟测试，并基本上代表了新建建筑通风效果的各个方面，因此这些参数作为评价新建建筑通风效果的指标。由于新建建筑还停留于设计和实施阶段，不能准确判断其室内外污染物的位置、散发强度等信息，因此未将室内空气污染物浓度、室内可吸入颗粒物（ $PM_{2.5}$ 或 $PM_{10}$ ）等纳入新建建筑通风效果评价指标体系内。

**5.1.2** 本条规定了新建建筑通风效果各测试评价指标的获取方法。

**5.1.3** 新建建筑更多的是希望通过通风效果的评价来改善通风系统的设计和实施，因此当通风效果在风洞试验、模型试验或数值模拟中不合格时，应通过设计调整等手段，修改通风系统，并重新进行模拟评价。

### 5.2 风洞试验

**5.2.1** 本条对风洞试验做了基本规定。

在国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 - 2001 中，将地面粗糙度可分为 A、B、C、D 四类：

A 类——指近海海面 and 海岛海岸湖岸及沙漠地区；

B 类——指田野乡村丛林丘陵以及房屋比较稀疏的乡镇和城市郊区；

C 类——指有密集建筑群的城市市区；

D 类——指有密集建筑群且房屋较高的城市市区。

四类地貌中平均风速沿高度变化的规律可用指数函数来描述：

$$v=v_R\left(\frac{z}{z_R}\right)^{\alpha} \quad (2)$$

式中： $v$ 、 $z$ ——分别为任一点的平均风速和高度；

$v_R$ 、 $z_R$ ——分别为标准高度处的平均风速和高度。按照我国国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009-2001 的规定，对于自然风场，标准高度取为 10m；

$\alpha$ ——地面粗糙度指数，对 A、B、C 和 D 四类分别取 0.12，0.16，0.22 和 0.30。

四类地貌对应的梯度风高度  $H_T$ （在此高度，平均风速不受地表影响）分别为 300m、350m、400m 和 450m。

对于建筑室内外通风模拟试验，一般可采用雷诺数相似条件。

定义雷诺数  $Re$  为：

$$Re=\frac{v \cdot l}{\nu} \quad (3)$$

式中： $v$ ——特征流动速度；

$l$ ——特征长度；

$\nu$ ——流体介质（空气）的运动黏性系数。

建筑室内外通风风洞试验模拟中，一般较难满足雷诺数  $Re$  相似条件。由于原型流动的雷诺数通常较高，根据“自动模型区”原理，可放宽对雷诺数  $Re$  相似性要求。当雷诺数  $Re$  和（或）局部雷诺数  $Re_i$  足够高（ $>10^5$ ），尽管模型流动的雷诺数和原型流动的雷诺数不一定相同，只要边界条件相似，两流动体系也保持相似。

在几何相似的前提下，满足动力相似，即可满足运动相似。

**5.2.3** 风洞试验结果需根据相似性原理进行换算后才能得到实际值。

## 5.3 模型试验

**5.3.1~5.3.3** 模型试验是一种很好的用于预测室内气流组织、通风效果的方法，本节对模型试验用于建筑通风效果模拟和评价的方法和步骤做了原则性规定。特别是对于建筑物内部气流组织、通风有效性、厨卫排烟气管道预制品的通风性能评价是非常有效的。

**5.3.4** 采用模型试验的方法可以更好地模拟住宅厨房卫生间排风扇开机率，且易于实现。同时采用小型轴流或者离心风机（风量、风压与实际的抽油烟机大致相等）可以完全代替抽油烟机在实验过程中的作用，因此本标准中建议检测过程中，采用轴流风机或离心风机代替抽油烟机。

## 5.4 数值模拟

**5.4.1** 数值模拟是一种很好的预测室内通风效果的方法，在其他一些标准中也已经被使用，但仅仅是建议使用，具体的操作并未提及。目前有较多的通用 CFD 软件（如 Fluent、AIRPAK、CFX 等）用于室内外空气流动的模拟。各通用软件的数学模型都是以纳维-斯托克斯方程组与各种湍流模型为主体，再补充一些附加源项、附加输运方程与关系式。不排除有关项目采用专门开发的专用 CFD 软件。

**5.4.3** 对数值模拟初始条件和边界条件的设置作了规定。固定壁面主要是室内的墙壁、天花板、地板等，其边界条件一般有如下几类：

1 给出变量  $\phi$  的值：如给定壁面的温度，非滑动壁面的速度分量为零等。

2 给出  $\phi$  沿某方向的导数值  $\frac{\partial \phi}{\partial n}$ ；如已知壁面的热流量，对绝热壁面则  $\frac{\partial \phi}{\partial n} = 0$ ，对给定壁面热流或绝热壁面采用此种处理

方法。

3 给出  $\frac{\partial \phi}{\partial n}$  和  $\phi$  的关系式，如通过对流换热系数以及周围流体温度而限定壁面的换热量等，对给定壁面温度和对流换热系数的换热边界条件采用这种处理方法。

实验研究表明，近壁区可以分为三层，最近壁面的地方被称为黏性底层，流动为层流状态，分子黏性对于动量、热量和质量输运起到决定作用。外区域为完全湍流层，湍流起决定作用，在完全湍流和层流底层之间的区域为混合区域，在该区域内分子黏性与湍流都起着相当的作用。对近壁处理对数值模拟的结果有很重要的影响。

近壁处理方法通常有两类：第一类是不求解层流底层和混合区，采用半经验公式（壁面函数）来求解层流底层与完全湍流之间的区域。第二类是改进湍流模型（如低雷诺数的  $k-\epsilon$  模型），求解黏性影响的近壁区域，包括层流底层。

采用改进模型对近壁区求解的方法计算量大。而壁面函数利用实验结果，通过一定的理论分析，得出近壁区各参数的变化规律，可极大节省内存和计算时间，并且有足够的准确度。

对称面是根据实际物理问题具有对称特征而取的虚拟面，求解域内的各物理量关于对称面对称，该面上没有物理量穿过，于是对称面边界条件为， $\frac{\partial \phi}{\partial n}=0$ 。实际应用中借助对称面可以减小

计算区域，节约计算时间。

**5.4.4** 在流场数值计算中，经常通过优化加密网格以保证获得压力、速度、雷诺数、 $Y+$  等的合理值，而确信特定网格下这些值是可靠的或者接近实验值，需选择一定数量差异的网格分别进行计算。根据常规的经验是选取 15%~25% 的网格差异进行计算，与初始网格所得结果进行对比，两者之间的差别小于 2%，则可认为结果是与网格无关的。但根据模型具体状况和仿真结果，需要改善网格也可能达到 3 倍以上网格密度。如果使用六面

体网格，可以在一个方向上加密网格以保证网格无影响。如果使用四面体网格，加密总体单元数也是适用的。另外，如果使用四面体网格，一个更好的判断方法就是创建尺度接近的六面体网格，以判断网格类型是否对结果有影响。

**5.4.5** 1974 年 P. V. Nielsen 首先将计算流体力学 CFD 技术应用于暖通空调工程领域，如今，可以利用 CFD 技术模拟预测空调房间内的空气流动，进行气流组织设计与分析。但是，在应用中也存在一些问题，如何快速、准确地在模拟预测工程中需要优化比较的大量工况是其中最为迫切的一个问题，这主要取决于湍流模型的选择。

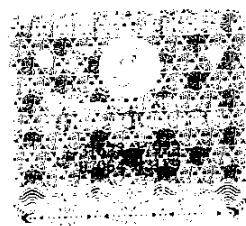
湍流模型以雷诺平均运动方程与脉动运动方程为基础，依靠理论与经验的结合，引进一系列模型假设，而建立起的一组描写湍流平均量的封闭方程组。限于目前的计算机能力，工程中最常采用的是涡黏系数模型 EVM (eddy viscosity models) 中的  $k-\epsilon$  两方程模型或其变形。RNG  $k-\epsilon$  模型来源于严格的统计技术，比起标准的  $k-\epsilon$  模型，RNG  $k-\epsilon$  模型在  $\epsilon$  方程中多出一项，显著改进快应变流动的计算精度，也考虑了漩涡对湍流的影响，提高了漩涡流动的计算精度。同时，RNG 理论提供了一个考虑低雷诺数流动黏性的解析公式。这使得 RNG  $k-\epsilon$  模型比标准  $k-\epsilon$  模型在更广泛的流动中有更高的可信度和精度。

有限体积法是近年发展非常迅速的一种离散化方法，其特点是计算效率高。目前在 CFD 领域得到了广泛应用，大多数商用 CFD 软件都采用此方法。

在使用有限体积法建立离散方程时，很重要的一步是将控制体积界面上的物理量及其导数通过节点物理量插值求出。引入插值方式的目的是为了建立离散方程，不同的插值方式对应于不同的离散结果，因此插值方式常称为离散格式。常用的空间离散格式有：中心差分格式、一阶迎风格式、二阶迎风格式和 QUICK 格式。QUICK 格式是一种改进离散方程截差的方法。对流项的 QUICK 格式具有三阶精度的截差，但扩散项一般采用

二阶截差的中心差分格式，QUICK 格式具有守恒性，这是其优于二阶迎风的性质（通常希望采用守恒的差分格式，因为它不仅使计算结果与原问题在物理上保持一致，而且还可以使其对任意体积的计算结果具有原差分格式的误差）。对于对流换热问题，在满足稳定性条件的范围内，截差较高格式的解具有较高的准确性，也可以有效地减少假扩散现象的发生，因此建议采用 QUICK 格式或二阶迎风格式。

**5.4.6** CFD 模拟的准确性很大程度上依赖于模型建立、边界条件设置、网格划分、湍流模型的选择等，因此在这里规定了数值模拟完成后应提交的文件。



统一书号：15112 · 23781  
定 价： 10.60 元