|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **上海市地方标准** DB  **编号：**  **备案号：** | |
| **防雾霾建筑改造技术规程**  **（住宅类 讨论稿）** |
| Building reconstruction specification for haze defense |
| (Residential buildings discussion papers) |

|  |
| --- |
| **2015年12月发布**  **2016年12月实施** |

**同济大学**

**上海建筑科学研究院 联合发布**

**上 海 市 地 方 标 准**

**防雾霾建筑改造技术规程**

**（住宅类 讨论稿）**

Building reconstruction specification for haze defense

(Residential buildings discussion papers)

编号：

备案号：

主编单位：同济大学

上海建筑科学研究院

批准部门：

施行日期：

2015 上海

前 言

本规程编制组按照国家标准相关规定所确定的指导原则，密切结合上海市住宅类建筑的状况和上海市建筑相关设计标准和验收标准的具体要求进行编制。编制组在认真分析研究，参考已有住宅类建筑改造工程实践的基础上，结合上海地区既有多层及高层住宅建筑较多的特点，力求使防雾霾建筑改造满足使室内PM2.5浓度降低到室外PM2.5浓度的20%左右的要求。《规程》涵盖了建筑气密性改造、新风系统改造以及空气净化器的改造，内容全面，层次清楚，可操作性强。

编制本规程的目的主要是为贯彻上海地区住宅类建筑室内PM2.5浓度降低到室外的20%的要求，改变大量住宅类建筑无防霾措施，以至室内PM2.5浓度达到室外PM2.5浓度的80%~90%，室内空气质量差的现状，加强住宅类建筑防霾技术改造的管理，统一技术改造要求，保证技术改造质量。

本规程共分9章。前两章分别为总则和术语；第3章规定了住宅类建筑改造技术的基本要求，主要保证改造工程的有效性、安全性和可操作性；第4章是对查勘方法、判定原则做了规定；第5章对防霾技术改造的设计要点做了一般规定；第6章对建筑气密性的改造做了规定，主要规定了门窗的改造施工要点；第7章对新风系统的改造技术做了规定；第8章对空气净化系统做了规定；第9章对PM2.5的监测技术做了规定；第10章对防霾建筑改造工程的验收做了规定。

为了提高规程质量，请各单位在执行本规程的过程中，注意积累资料、总结经验，随时将有关意见反馈给上海市建筑工程研究院（），以供今后修订时参考。

本规程由同济大学和上海市建筑科学研究院共同负责管理，授权由主编单位复杂具体解释。

本规程主编单位：同济大学

上海市建筑科学研究院

本规程主要起草人员：许鹏、林忠平、潘毅群、李峥伟、周燕、

史建国、郭海新、杨建荣、褚祎祎

目录

[1 总则 5](#_Toc439875384)

[2 术语 6](#_Toc439875385)

[3 基本规定 9](#_Toc439875386)

[4 查勘、判定及评价 10](#_Toc439875387)

[4.1 防霾改造项目查勘 10](#_Toc439875388)

[4.2 判定改造原则 12](#_Toc439875389)

[4.3 评价方法 12](#_Toc439875390)

[5 设计要点 12](#_Toc439875391)

[6 气密性改造 13](#_Toc439875392)

[6.1 一般规定 13](#_Toc439875393)

[6.2 气密性能检测 15](#_Toc439875394)

[6.3 门窗气密性改造措施 18](#_Toc439875395)

[7 新风系统改造 18](#_Toc439875396)

[7.1 一般规定 18](#_Toc439875397)

[7.2 独立新风系统设计 19](#_Toc439875398)

[7.3 新风量测定方法 25](#_Toc439875399)

[8 空气净化器 28](#_Toc439875400)

[8.1 一般规定 28](#_Toc439875401)

[8.2工作原理 30](#_Toc439875402)

[9 PM2.5监测系统 32](#_Toc439875403)

[9.1一般规定 32](#_Toc439875404)

# 1 总则

1.0.1 为贯彻落实上海地区住宅建筑室内PM2.5浓度降低到室外PM2.5浓度的20%左右的要求，改变大量住宅建筑无防霾措施，以至室内PM2.5浓度达到室外PM2.5浓度的80%~90%，室内空气质量差的现状，加强住宅类建筑防霾技术改造的管理，统一技术改造要求，保证技术改造质量。制定本规程。

1.0.2 本规程适用于上海地区多层和高层住宅类建筑防霾技术改造工程。学校、幼儿园类、办公建筑类、医院类以及酒店类建筑防霾技术改造工程可参考使用。

1.0.3 防霾技术改造工程的设计、施工及验收除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关强制性标准的制定。

1.0.4 本规程引用标准

GB-3095-2012 《环境空气质量标准》

HJ633-2012 《环境空气质量指数（AQI）技术规定（试行）》

GB/T 7106-2008 《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》

DGJ08-20-2007 《上海市工程建设规范——住宅设计标准》

GB/T 18204.18-2000 《公共场所室内新风量测定方法》

GB/T 21551.2-2010 《家用和类似用途电器的抗菌、除菌、净化功能 抗菌材料的特殊要求》

GB/T 21551.3-2010 《家用和类似用途电器的抗菌、除菌、净化功能 空气净化器的特殊要求》

GB/T 18801-2015 《空气净化器》

GB/T 18883-2002 《室内空气质量标准》

《环境空气颗粒物（PM10和PM2.5）连续监测系统安装和验收技术规范（试行）》

《PM2.5自动监测仪器技术指标与要求（试行）（2013年版）》

# 2 术语

2.0.1 总悬浮颗粒物 total suspended particle（TSP）

环境空气中空气动力学当量直径小于等于100μm的颗粒物

2.0.2 颗粒物（粒径小于等于10μm） particulate matter（PM10）

环境空气中空气动力学当量直径小于等于10μm的颗粒物，也称可吸入颗粒物

2.0.3 颗粒物（粒径小于等于2.5μm） particulate matter（PM2.5）

环境空气中空气动力学当量直径小于等于2.5μm的颗粒物，也称细颗粒物

2.0.4 24小时平均 24-hour average

一个自然日24小时平均浓度的算数平均值，也称日平均

2.0.5 年平均 annual average

指一个日历年内各日平均浓度的算数平均值

2.0.1 气密性能 air permeability performance

外门窗在正常关闭状态时，阻止空气渗透的能力

2.0.2 标准状态 standard condition

温度为293K（20℃）、压力为101.3KPa（760mmHg）、空气密度为1.202Kg/m3

2.0.3 试件空气渗透量 volume of air flow through specimen

在标准状态下，单位时间通过整窗（门）试件的空气量

2.0.4 附加空气渗透量 volume of extraneous air leakage

除试件本身的空气渗透量以外，通过设备和试件与测试箱连接部分的空气渗透量

2.0.5 单位开启缝长空气渗透量 volume of air flow through the unit joint length of the opening part

在标准状态下，单位时间通过单位开启缝长的空气量

2.0.6 单位面积空气渗透量 volume of air flow through a unit area

在标准状态下，单位时间通过外门窗试件单位面积的空气量

2.0.7 新风系统 dedicated outdoor air system

由新风换气机及管道附件组成的一套独立空气处理系统，新风换气机将室外新鲜气体经过过滤、净化，通过管道输送到室内

2.0.8 新风量 air change flow

在门窗关闭的状态下，单位时间内由空调系统通道、房间的缝隙进入室内的空气总量，单位：

2.0.9 空气交换率 air change rate

单位时间内由室外进入到室内空气的总量与该室内空气总量之比，单位：

2.0.10 示踪气体 tracer gas

在研究空气运动中，一种气体能与空气混合，而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。

2.0.8 空气净化器 air cleaner

对空气中的颗粒物、气态污染物、微生物等一种或多种污染物具有一定去除能力的家用和类似用途电器

2.0.9 目标污染物 target pollutant

成分构成明确的特定空气污染物，主要分为颗粒物、气态污染物、微生物三大类

2.0.10 试验舱 test chamber

用于测定空气净化器对空气中目标污染物去除能力的限定空间装置，规定了形状、尺寸和换气次数等基本条件

2.0.11 额定状态 rated condition

空气净化器标称的净化能力对应的工作状态

2.0.12 洁净空气量 clean air delivery rate；CADR

空气净化器在额定状态和规定的试验条件下，针对目标污染物（颗粒物和气态污染物）净化能力的参数；表示空气净化器提供洁净空气的速率。单位为m3/h

2.0.13 自然衰减 natural decay

在规定空间及条件下，由于沉降、附聚、表面沉积、化学反应和空气交换等非人为因素，导致空气中的目标污染物浓度的降低

2.0.14 总衰减 total decay

在规定空间及条件下，由于自然衰减和空气净化器净化运行的共同作用，导致空气中的目标污染物浓度的降低

2.0.15 累积净化量 cumulate clean mass;CCM

空气净化器在额定状态和规定的试验条件下，针对目标污染物（颗粒物和气态污染物）累积净化能力的参数；表示空气净化器的洁净空气量衰减至初始值50%时，累积净化处理的目标污染物总质量。单位为mg

2.0.16 净化能效 cleaning energy efficiency

空气净化器在额定状态下单位功耗所产生的洁净空气量。单位m3/（W.h）

2.0.17 适用面积 effective room size

空气净化器在规定条件下，以净化器明示的CADR值为依据，经附录F规定的算法推导出的，能过满足对颗粒物净化要求所适用的（最大）居室面积。单位为m2

2.0.17 净化寿命 cleaning life span

以空气净化器标注的、针对目标污染物的累积净化量与空气净化器对应的日均处理计算量的比值作为参考，用d表示

# 3 基本规定

3.0.1 住宅类防霾技术改造工程应根据《环境空气质量标准》（GB-3095-2012）编制相应设计文件。改造前，应对住宅类建筑气密性及建筑结构状况、通风性能、空气净化性能以及居住环境进行判定后，方可进行防霾技术改造工程设计和施工。气密性、通风性能、空气净化性能以及防霾技术改造设计和施工，应由具有相应资质的单位和有经验的专业技术人员承担。

3.0.2 防霾技术改造工程应优先选用对居民干扰小、工期短、对环境污染小、安装工艺便捷的改造技术。未通过省部级以上技术鉴定的改造技术不得在防霾改造工程中使用。

3.0.3 防霾改造工程应进行合理的设计和正确选择防霾体系，充分考虑建筑外立面的建筑装饰效果，并尽量满足气密性良好、通风及空气净化等各方面的功能。

3.0.4 新风系统与空气净化系统应有可靠的结合：空气净化器是内部循环系统，国家标准规定是每小时至少过滤5次，并可以通过多种不同的技术解决有害颗粒、有害气体、细菌等问题。新风系统主要是给室内送入新风，排出室内的污浊气体，解决了氧含量和二氧化碳浓度的问题。两者的可靠结合可以使室内空气质量改善效果明显。

3.0.5 防霾改造工程施工前，施工单位应编制施工技术方案，对施工人员应进行技术交底和专业技术培训。并应按相关的施工技术标准对施工过程及结果实行质量控制。

3.0.6 建筑防霾改造施工前应做好安全防护措施。施工中安全应执行《建筑施工安全检查标准》（JGJ59-2011）。

3.0.7 建筑防霾技术改造工程的验收项目划分为门窗气密性，新风系统以及空气净化器系统等分项工程。

3.0.8 建筑防霾技术改造工程验收应符合《上海市工程建设规范——住宅设计标准》（DGJ08-20-2007）的要求。

# 4 查勘、判定及评价

## 4.1 防霾改造项目查勘

4.1.1 防霾改造项目查勘资料：

1 房屋地形图及竣工图纸；

2 房屋装修改造资料；

3 历年修缮资料；

4 城市建设规划和市容要求；

5 其他必要的资料。

4.1.2 气密性改造重点查勘下列内容：

1 设备检测范围的状况；

2 试件各方面性能状况；

3 安装试件墙壁的平整、光滑状况；

4 检测设备安装的安全状况。

4.1.3 新风系统改造重点查勘下列内容：

1 新风系统型式的确定；

2 主机、开关、风管安装位置及走向的状况；

3 新风来源的确定；

4 新风量的确定；

4.1.4 空气净化系统改造重点查勘下列内容：

1 空气净化器试验环境的状况；

2 试验设备的性能及使用状况；

3 空气净化器型号的确定；

4 空气净化器特点及主要使用性能指标状况；

5 空气净化器滤网更换及清洗状况。

## 4.2 判定改造原则

4.2.1 住宅类建筑内PM2.5浓度达不到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中PM2.5浓度24小时平均浓度限值为35的规定指标或年平均浓度限值为15的规定指标和室内总悬浮颗粒物浓度达不到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中总悬浮颗粒物24小时平均浓度限值为120的规定指标或年平均浓度限值为80的规定指标。

4.2.2 现有住宅类建筑气密性差，且未使用空气净化器或新风系统，室内空气质量较差。

## 4.3 评价方法

4.3.1 对原住宅类建筑应通过查勘、设计验算及实地考察了解室内空气质量状况，实时监测室内PM2.5浓度，并经设计验算或仪器检测后，作出评价。

4.3.2 对原有的门窗气密性、新风系统及空气净化器效能检查并抽样检测，作出评价。

4.3.3 复核新风系统的新风量指标以及空气净化器洁净空气量及净化效能指标，作出评价。

4.3.4 新风系统和空气净化器结合使用后，对其综合效能作出评价。

# 5 设计要点

5.0.1 防霾建筑改造工程应根据改造的判定的结论进行设计，设计内容应包括：门窗的气密性，新风系统及空气净化系统等。

5.0.2 防霾建筑改造工程设计应满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中PM2.5浓度24小时平均浓度限值为35的规定指标或年平均浓度限值为15的规定指标。

5.0.3 设计人员应根据住宅类建筑的结构型式、建筑层数、窗墙比和门窗形式等因素采用合理的方法提高门窗气密性。

5.0.4 设计人员应根据住宅类建筑不同房间的功能、人数、人均新风量确定每个房间新风量以及系统新风量，从而选取合适的新风系统型式。

5.0.5 设计人员应根据住宅类建筑不同房间的功能、适用面积，从而选取合适的空气净化器。

# 6 气密性改造

## 6.1 一般规定

6.1.1 所改造的住宅类建筑气密性能应满足《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》（GB/T 7106-2008）相关条文规定的要求。施工质量应符合《上海市工程建设规范——住宅设计标准》（DGJ08-20-2007）所规定的要求。

6.1.2 气密性分级指标

采用在标准状态下，压力差为10Pa时的单位开启缝长空气渗透量q1和单位面积空气渗透量q2为分级指标。气密性等级越高，说明门窗的气密性越好，如表6.1.1所示：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 分级 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 单位缝长分级指标值q1/[m3/(m·h)] | 4.0≧q1>3.5 | 3.5≧q1>3.0 | 3.0≧q1>2.5 | 2.5≧q1>2.0 | 2.0≧q1>1.5 | 1.5≧q1>1.0 | 1.0≧q1>0.5 | q1≦0.5 |
| 单位面积分级指标值q1/[m3/(m·h)] | 12≧q2>10.5 | 10.5≧q2>9.0 | 9.0≧q2>7.5 | 7.5≧q2>6.0 | 6.0≧q2>4.5 | 4.5≧q2>3.0 | 3.0≧q2>1.5 | q2≦1.5 |

表6.1.1 建筑外门窗气密分级性能表

6.1.3 检测装置由压力箱、试件安装系统、供压系统及测量系统（包括空气流量、压力差及位移测量装置）组成。

6.1.4 压力箱的开口尺寸应能满足试件安装的要求，箱体开口部位的构件在承受检测过程中可能出现的最大压力差作用下开口部位的最大挠度值不应超过5mm或l/1000，同时应具有良好的密封性能。

6.1.4 试件安装系统包括试件安装框及夹紧装置。应保证试件安装牢固，不应产生倾斜及变形，同时保证试件可开启部分的正常开启。

6.1.5 供压系统应具备施加正负双向的压力差的能力，静态压力控制装置应能调节出稳定的气流，动态压力控制装置应能稳定的提供3s~5s周期的波动风压，波动风压的波峰值、波谷值应满足检测要求。

6.1.6 测量系统包括空气流量、压力差及位移测量装置，并应满足以下要求;

a) 差压计的两个探测点应在试件两侧就近布置，差压计的误差应小于示值的2%；

b) 空气流量测量系统的测量误差应小于示值的5%，响应速度应满足波动风压测量的要求。

c) 位移计的精度应达到满量程的0.25%，位移测量仪的安装支架在测试过程中应牢固，并保证位移的测量不受试件及其支承设施的变形、移动所影响。

6.1.7 试件应为按所提供图样生产的合格产品或研制的试件，不得附有任何多余的零配件或采用特殊的组装工艺或改善措施。

6.1.8 试件必须按照设计要求组合、装配完好，并保证清洁、干燥。

6.1.9 试件安装要求

a) 试件应安装在安装框架上；

b) 试件与安装框架之间的连接应牢固并密封。安装好的试件要求垂直，下框要求水平，下部安装框不应高于试件室外侧排水孔，不应因安装而出现变形。

c) 试件安装后，表面不可沾有油污等不洁物。

d) 试件安装完毕后，应将试件可开启部分开关5次，最后关紧。

## 6.2 气密性能检测

6.2.1 检测步骤

检测加压顺序见图6.2.1。

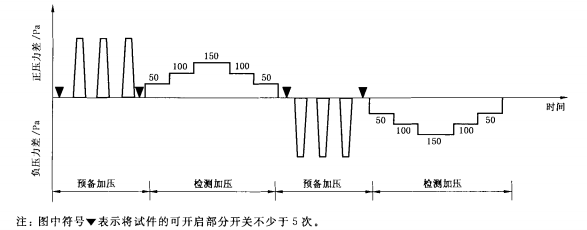


图6.2.1 气密检测加压顺序示意图

6.2.2 预备加压

在正、负压检测前分别施加三个压力脉冲。压力差绝对值为500Pa，加载速度约为100Pa/s。压力稳定作用时间为3s，泄压时间不少于1s。待压力差回零后，将试件上所有可开启部分开关5次，最后关紧。

6.2.3 渗透量检测

6.2.3.1 附加空气渗透量检测

检测前应采取密封措施，充分密封试件上的可开启部分缝隙和镶嵌缝隙，或用不透气的盖板将箱体开口部盖严，然后按照图6.2.1检测加压部分逐级加压，每级压力作用时间约为10s，先逐级正压，后逐级负压。记录各级测量值。

6.2.3.2 总渗透量检测

去除试件上所加密封措施或打开密封盖板后进行检测，检测程序同6.2.3.1。

6.2.4 检测值的处理

6.2.4.1 计算

分别计算出升压和降压过程中在100Pa压差下的两个附加空气渗透量测定值的平均值和两个总渗透量测定值的平均值，则窗试件本身100Pa压力差下的空气渗透量即可按式（6.2.4.1）计算：

 （6.2.4.1）

然后，再利用式（6.2.4.2）将换算成标准状态下的渗透量值。

 （6.2.4.2）

式中：

——标准状态下通过试件空气渗透量值，；

P——试验室气压值，k Pa；

T——试验室空气温度值，K；

——试件渗透量测定值，。

将值除以试件开启缝长度l，即可得出在100Pa下，单位开启缝长空气渗透量值，即：

 （6.2.4.3）

或将值除以试件面积A，得到在100Pa下，单位面积的空气渗透量值，即：

 （6.2.4.4）

正压、负压分别按（6.2.4.1~6.2.4.4）式进行计算。

6.2.4.2 分级指标值的确定

为了保证分级指标值的准确度，采用由100Pa检测压力差下的测定值值或值，按式（6.2.4.5）或（6.2.4.6）换算为10Pa检测压力差下的相应值，或值。

 （6.2.4.5）

 （6.2.4.6）

式中：

——100Pa作用压力差下单位缝长空气渗透量值，；

——10Pa作用压力差下单位缝长空气渗透量值，；

 ——100Pa作用压力差下单位缝长空气渗透量值，；

——10Pa作用压力差下单位缝长空气渗透量值，。

将三樘试件的值或值分别平均后对照表6.1.1确定按照缝长和面积各自所属等级。最后取两者中的不利级别为该组试件所属等级。正、负压测值分别定级。

## 6.3 门窗气密性改造措施

6.3.1 提高门窗的装配质量。首先，门窗框、扇的相邻构件存有装配间隙，生产和加工过程中尽可能减小框和扇之间的配合间隙，框和扇之间搭接量要适中。其次，密封条、毛条等要装配均匀、牢固，接口能严密，无脱槽、收缩、虚压等现象。

6.3.2 密封材料的选择。目前，门窗框的四边和墙体之间的空隙，通常使用聚氨酯发泡体进行填充，另外，应用较多的密封材料还有硅胶、三元乙丙胶条等，除了要有足够的拉伸强度和韧性，还应具有良好的耐热性能和耐老化性能。毛条规格是影响推拉门窗的气密性能的重要因素，也是影响门窗开关的重要因素，选择适合的毛条材料能够提高门窗的密封性能。

# 7 新风系统改造

## 7.1 一般规定

7.1.1 所谓独立新风系统系指新风系统独立，它具备以下特点：

1. 新风机组采用低温送风机组，机组出风温度低于7℃，新风机组除了承担新风负荷外，还承担室内全部潜热负荷和部分显热负荷（或全部空调负荷）；
2. 室内剩余显热负荷由其他显冷设备承担，这些显冷设备可以是辐射冷吊顶、风机盘管机组、水源热泵等，显冷设备均无回风系统；
3. 由于采用独立新风系统时，室内温度和湿度明显低于室外，因此新风和排风之间采用全热交换器，进一步降低能耗；
4. 由于送入的新风温度等于或低于7℃，因此为了防止送风口表面凝露，同时保证室内合理的换气次数，需要采用诱导比较大的诱导风口。

7.1.2 独立新风系统的组成：

1. 冷源。由于独立新风系统要求新风机组的送风温度等于或低于7℃，因此要求新风机组的冷水初温不能高于4℃，采用常规冷水机组，虽然也可以组成独立新风系统，但是冷水机组的出水温度不得高于5℃，且设计上需要采取特殊措施。为了获得7℃以下的出风温度，冷源的最佳选择是采用冰蓄冷系统，为了获得稳定的低温水（水温不宜高于3℃），动态制冰则优于静态制冰。在无法采用冰蓄冷的建筑中，尤其是旧建筑改造时，也可以采用直接蒸发式新风机组，获得足够低的送风温度。
2. 板式换热器。由于动态制冰的蓄冰槽均为开式系统，为了保护空调末端系统，采用板式换热器隔断机房侧和空调负荷侧水系统。
3. 低温送风新风机组。为了确保室内空调末端设备干工况运行，新风负荷、室内全部潜热和部分显热均由新风机组承担，新风机组的出风温度不得高于7℃，新风机组的出水温度取决于辐射冷板所需进水温度，因此必须采用低温送风专用新风机组。
4. 室内显冷设备。各种空调末端设备，如辐射吊顶、风机盘管机组、水源热泵、单元式空调机都可使用。最佳的选择为辐射冷吊顶。
5. 全热交换器。由于采用独立新风系统的建筑，夏季室内温度和湿度一般都低于常规空调系统，因此在新风和排风之间安装全热交换器，可以进一步节能。室外新风先经过去湿转轮，由其中的固体去湿剂进行去湿处理，然后经过第二个转轮（热回收转轮），与室内排风进行全热或显热交换，回收排风能量。经过去湿降温的新风再与回风混合，进入新风机组。
6. 诱导风口。诱导风口应具有合适的诱导比，一般可以取2.5左右。诱导风口的作用有两个方面：其一是提高空调舒适性，通过提高风口出口的温度，防止低温送风直接吹拂人体；同时增加空调区域的扰动，使空调区域的温度更均匀；其二是有利于强化辐射吊顶天花的换热作用，增加辐射冷吊顶天花的制冷能力。
7. 自动控制系统。独立新风系统必须配置自动控制系统，控制的对象有：新风机组出水温度、新风机组冷水水量、显冷设备冷水量、显冷设备进水温度、室内干球温度、室内露点温度等。

## 7.2 独立新风系统设计

7.2.1 基本参数

7.2.1.1 室外设计参数

根据设计规范和焓湿图确定设计工程所在地区的夏季干球温度、湿球温度、大气压力、焓、含湿量以及露点温度。

7.2.1.2 室内设计参数

根据设计规范和业主要求确定空调房间的夏季干球温度，室内实际可以保持的湿度由计算结果确定。独立新风系统设计一般均采用定机器露点发，当机器露点、风机和风道温升一定时，给定室内干球温度（即给定送风温差）后，室内的相对湿度（实际上是一个变化的参数）取决于房间的热湿比，在设计工况下则由计算确定。

7.2.1.3 根据设计规范确定空调系统的新风量

7.2.1.4 按不同朝向确定各空调房间的外区及内区面积

7.2.1.5 确定各房间的人数

7.2.2 负荷计算。独立新风系统的空调负荷计算与传统的空调系统负荷计算在内容上略有区别，需要分别计算新风负荷、室内空调的显热负荷和潜热负荷，具体的计算方法与传统的空调负荷计算方法相同。

7.2.3 全热交换器和新风机组的设计计算

全热交换器的设计计算方法可参见《实用供热空调设计手册》。

在独立新风系统中，新风机组是最主要的空气处理设备，室内潜热能否全部由新风机组承担，室内显热负荷能够减少多少，也就是说，能否真正实现“独立新风”运行，关键在于新风机组的处理能力。空调系统的一次投资和运转费用也与新风机组的处理能力休戚相关，因此不但需要对独立新风系统进行正确的表冷器设计计算，而且需要确保设备的性能和质量以达到设计所需要的参数。在独立新风系统中，由于新风机组的露点温度明显低于常规空调系统的露点温度，室内相对湿度也低于常规空调系统的相对湿度，新风负荷要比常规空调系统的大。因此全热交换器是独立新风系统的重要组成部分，如果全热交换器的全热交换效率（焓效率）能达到50%，新风负荷就能减少一半。

独立新风系统用新风机组的表冷器设计计算属于设计型计算。

已知条件：空气量G，空气初参数、，空气终参数，冷水初终温、。

计算内容：表冷器结构参数（排数、台数、迎风面积、表面管数、管程数和表面管长），表冷器性能参数（冷量Q、冷水量W、水阻力、空气阻力），空气参数。

独立新风系统用新风机组的表冷器设计计算与传统空调系统的表冷器设计计算有所区别，其主要不同点是：

1. 给定冷水初、终温，冷水初温取决于冰蓄冷系统所能提供的冷水温度（板式换热器负荷侧出水温度），冷水终温则取决于空调负荷和显冷设备所需运行温度（干工况运行所需要的水温）；
2. 空气初参数和空气终参数是先赋值，然后通过迭代计算确定最终值（房间的干球温度预先给定，而湿球温度则取决于表冷器的机器露点和室内热湿比）；
3. 当表冷器的排数、台数、迎风面积、表面管数、表面管长确定后，有多种管程数可以满足要求，需通过计算确定其中的最佳值。

7.2.4 热湿平衡分析

与低温送风系统相似，由于室内最终的空气状态参数取决于空调机组的机器露点和室内的热湿比，所以必须进行热湿平衡分析，以便确定室内最终的干球温度和相对湿度。

对于一个采用独立新风系统的空调房间，室内的冷热源有：

1. 室内显热负荷

 （7.2.4.1）

式中：

——建筑围护结构负荷，KW；

——照明负荷，KW；

——人体显热负荷，KW；

——设备显热负荷，KW；

——菜肴显热负荷，KW。

b) 室内潜热负荷 

 （7.2.4.2）

式中：

——人体潜热负荷，KW；

——设备潜热负荷，KW；

——菜肴潜热负荷，KW。

c) 新风机组显冷量

 （7.2.4.3）

式中：

0.28——单位换算系数，；

——新风量kg/s；

——室内干球温度，℃；

——新风机组的送风干球温度，℃。

d) 新风机组潜冷量

 （7.2.4.4）

式中：

694.4——单位换算系数，KJ/Kg；

——室内含湿量，kg/kg；

——新风机组的送风含湿量，kg/kg。

e) 室内显冷设备的显冷量

设计计算时，室内显冷设备的显冷量应换算成实际工程下的显冷量。利用式（7.2.4.3~7.2.4.4），可以确定房间最终的干球温度和含湿量，进而确定房间的相对湿度或湿球温度。当按照设计规范或设计标准规定的最小新风量计算的总新风量大于设计所需总送风量时，室内干球温度和相对湿度将低于设计所要求的室内空气状态参数，这时可以调节新风机组的冷水初温，使室内参数回到设计要求的参数范围内。

独立新风系统的热湿平衡分析，宜采用Excel电子表格进行，以便减少计算工作量。

7.2.5 末端设备选择计算

如前所述，独立新风系统的室内显冷设备，可以是辐射冷吊顶、风机盘管机组、水源热泵等。由于水源热泵噪声大、价格昂贵，有关的主要研究课题也集中在辐射冷吊顶。辐射冷吊顶虽然具有诸多的优点，但要在国内应用主要存在以下几个方面的问题：

1. 国内目前尚无正式产品，进口辐射板的价格昂贵，一般工程无法接受；
2. 辐射冷吊顶虽然设计简单，设备可靠，但是设计计算必须正确；
3. 采用辐射冷吊顶能否成功，凝露的防止仍是问题。

因此风机盘管机组仍然是国内现阶段独立新风系统的首选室内显冷设备。

由于在独立新风系统中风机盘管机组的作用是消除新风机组无法消除的室内显热负荷，当新风机组带入室内的显冷量大于室内空调显热负荷时，室内无需再安装风机盘管机组，反之，应根据风机盘管机组所需承担的显热负荷和单台风机盘管机组的冷量确定风机盘管机组的台数。计算步骤如下。

由式（7.2.4.3）计算新风机组可承担的室内显热负荷，由下式确定风机盘管机组需要承担的显热负荷：

 （7.2.5.1）

式中：

——风机盘管机组需要承担的室内显热负荷，kw。

根据风机盘管机组需要承担的显热负荷和单台风机盘管机组的冷量，确定风机盘管机组的台数n：

 （7.2.5.2）

7.2.6 风道计算

独立新风系统风道系统的特点是：

1. 通过风道送入每间房间的只有处理过的室外新风，风量明显小于常规集中式空调系统的送风量；
2. 新风不但用于室内通风换气，而且用于消除室内全部潜热和部分（或全部）显热，因此必须确保每间房间所需的风量；
3. 由于采用全热交换器，因此不能采用无组织排风，需要通过排风道系统排风。

因此对于独立送风系统的送风系统和排风系统必须进行计算，不能凭经验采用估算法或假设速度法，可采用改进后的静压复得计算法。

## 7.3 新风量测定方法

7.3.1 测定原理。采用示踪气体浓度衰减法。在待测室内通入适量示踪气体，由于室内、外空气交换，示踪气体的浓度呈指数衰减，根据浓度随着时间的变化的值，计算出室内的新风量。

7.3.2 仪器和材料

7.3.2.1 袖珍或轻便型气体浓度测定仪。

7.3.2.2 尺、摇摆电扇。

7.3.2.3 示踪气体：无色、无味、使用浓度无毒、安全、环境本底低、易采样、易分析的气体。示踪气体环境本底水平及安全性资料见图7.3.2.1。

图7.3.2.1 示踪气体环境本底水平及安全性资料

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 气体名称 | 毒性水平 | 环境本底水平mg/m3 |
| 一氧化碳 | 人吸入50mg/m3 1h无异常 | 0.125~1.25 |
| 二氧化碳 | 车间最高容许浓度9000mg/m3 | 600 |
| 六氟化硫 | 小鼠吸入48000mg/m3 4h无异常 | 低于检出限 |
| 一氧化氮 | 小鼠LC501090mg/m3 | 0.4 |
| 八氟环丁烷 | 大鼠吸入80%（20%氧）无异常 | 低于检出限 |
| 三氟溴甲烷 | 车间标准6100mg/m3 | 低于检出限 |

7.3.3 测定步骤

7.3.3.1 室内空气总量的测定

1. 用尺测量并计算出室内容积V1。
2. 用尺测量并计算出室内物品（桌、沙发、柜、床、箱等）总体积V2。
3. 计算室内空气容积，见式7.3.3.1。

 （7.3.3.1）

式中：

——室内空气容积，；

——室内容积，；

——室内物品总体积，。

7.3.3.2 测定的准备工作

1. 按仪器使用说明校正仪器，矫正后待用。
2. 打开电源，确认电池电压正常。
3. 归零调整及感应确认，归零工作需要在清静的环境中调整，调整后即可进行采样测定。

7.3.3.3 采样与测定

1. 关闭门窗，在室内通入适量的示踪气体后，将气源移至室外，同时用摇摆扇搅动空气3~5min，使示踪气体分布均匀，再按对角线或梅花状布点采集空气样品，同时在现场测定并记录。
2. 计算空气交换率：用平均法或回归方程法。

平均法：当浓度均匀时采样，测定开始时示踪气体的浓度c0，15min或30min时再采样，测定最终示踪气体浓度ct（t时间的浓度），前后浓度自然对数差除以测定时间，即为平均空气交换率。

回归方程法：当浓度均匀时，在30min内按一定的时间间隔测量示踪气体浓度，测量频次不少于5次。以浓度的自然对数对应的时间作图。用最小二乘法进行回归计算。回归方程式中的斜率即为空气交换率。

7.3.4 结果计算

7.3.4.1 平均法计算平均空气交换率，见式（7.3.4.1）。

 （7.3.4.1）

式中：

——平均空气交换率，；

——测量开始时示踪气体浓度，；

——时间为t时示踪气体浓度，；

——测定时间，h。

7.3.4.2 回归方程法计算空气交换率，见式（7.3.4.2）。

 （7.3.4.2）

式中：

——时间为t时示踪气体浓度，；

——空气交换率，，（相当于-b，即斜率）；

——测量开始时示踪气体浓度，；

——测定时间，h。

7.3.4.3 新风量的计算公式，见式（7.3.4.3）。

 （7.3.4.3）

式中：

——新风量，；

——空气交换率，；

——室内空气容积，。

注：若示踪气体环境本底浓度不为0时，则公式中的c1、c0需减本底浓度后再取自然对数进行计算。

压力控制

# 8 空气净化器

## 8.1 一般规定

8.1.1 有害物质释放量应满足GB21551.3-2010中第4章规定的要求，如表8.1.1所示：

表8.1.1 空气净化器产生有害物质要求

|  |  |
| --- | --- |
| 有害因素 | 控制指标 |
| 臭氧浓度（出风口5cm处） | ≦0.10mg/m3 |
| 紫外线强度（装置周边30cm处） | ≦5μW/cm3 |
| TVOC浓度（出风口20cm处） | ≦0.15mg/m3 |
| PM10浓度（出风口20cm处） | ≦0.07mg/m3 |

8.1.2 洁净空气量。净化器针对颗粒物和气态污染物的洁净空气量实测值不应小于标称值的90%。

8.1.3 累积净化量。净化器针对特定目标污染物的累积净化量实测值应在净化器标注的区间分档内，如表8.1.2和表8.1.3所示：

表8.1.2 甲醛累积净化量（CCM）分级指标

|  |  |
| --- | --- |
| 区间分档 | 累积净化量M甲醛/mg |
| F1 | 300≦M甲醛<600 |
| F2 | 600≦M甲醛<1000 |
| F3 | 1000≦M甲醛<1500 |
| F4 | 1500≦M甲醛 |
| 注：实测M甲醛小于300mg，不对其进行“积累净化量”评价。 | |

表8.1.3 颗粒物累积净化量（CCM）分级指标

|  |  |
| --- | --- |
| 区间分档 | 累积净化量M颗粒物/mg |
| P1 | 3000≦M颗粒物<5000 |
| P2 | 5000≦M颗粒物<8000 |
| P3 | 8000≦M颗粒物<12000 |
| P4 | 12000≦M颗粒物 |
| 注：实测M颗粒物小于3000mg，不对其进行“累积净化量”评价。 | |

8.1.4 净化能效。净化器对颗粒物和气态污染物净化能效的试验值均不应小于其标称值的90%。净化器对不同目标污染物的净化能效分级如表8.1.4和表8.1.5所示：

表8.1.4 净化器对颗粒物的净化能效分级

|  |  |
| --- | --- |
| 净化能效等级 | 净化能效η颗粒物/[m3/(W·h)] |
| 高效级 | η颗粒物≧5.00 |
| 合格级 | 2.00≦η颗粒物<5.00 |

表8.1.5 净化器对气态污染物的净化能效分级

|  |  |
| --- | --- |
| 净化能效等级 | 净化能效η气态污染物/[m3/(W·h)] |
| 高效级 | η气态污染物≧1.00 |
| 合格级 | 0.50≦η气态污染物<1.00 |

8.1.5 噪声

净化器工作时洁净空气量实测值对应的噪声值应符合表8.1.6的规定：

表8.1.6 净化器正常运行声功率级噪声要求

|  |  |
| --- | --- |
| 洁净空气量/(m3/h) | 声功率级/dB(A) |
| Q≦150 | 55 |
| 150<Q≦300 | 61 |
| 300<Q≦450 | 66 |
| Q>450 | 70 |
| 注：如果净化器可去除一种以上目标污染物，则按最大洁净空气量值确定表中对应的噪声限值。 | |

## 8.2工作原理

8.2.1 空气净化器主要由马达、风扇、空气过滤网等系统组成。机器内的马达和风扇使室内空气循环流动，污染的空气通过机内的空气过滤网后将各种污染物清除或吸附，某些型号的空气净化器还会在出风口加装负离子发生器（工作时负离子发生器中的高压产生直流负高压），将空气不断电离，产生大量负离子，被微风扇送出，形成负离子气流，达到清洁、净化空气的目的。

8.2.2 被动吸附过滤式的净化原理（滤网净化类）。用风机将空气抽入机器，通过内置的滤网过滤空气，主要起到过滤粉尘、异味、有毒气体和杀灭部分细菌的作用。而滤网主要为：颗粒物滤网和有机物滤网。颗粒物滤网又分为粗效滤网和细颗粒物滤网。

这类产品的风机以及滤网的质量决定了空气净化的效果，机器放置的位置以及室内的布局也会影响净化效果。

8.2.3 主动式净化原理（无滤网型）。摆脱了风机和滤网的限制，不是被动地等待室内空气被抽入净化器内进行过滤净化，而是有效、主动地向空气中释放净化灭菌因子，通过空气扩散，到达室内的各个角落对空气进行无死角净化。

市场上净化灭菌因子的技术主要有银离子技术、负离子技术、低温等离子技术、光触媒技术和净离子群离子技术等，该类产品最大的缺陷就是臭氧释放量超标的问题。

8.2.4 双重净化类（主动净化+被动净化）

8.2.5 净化效果对比

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 被动式 | 主动式 | 优越性 |
| 空气净化效率 | 采用风机+滤网模式，风利用空气的流动难免出现死角，很难对整个室内环境的净化产生效果 | 利用空气弥散将净化因子到达各个角落进行空气净化 | 主动式>被动式 |
| 对小颗粒空气污染物的清除效果 | 实验研究发现，PM2.5等小微粒能轻易透过滤网、活性炭等物质，净化显得无能为力 | 空气中小粒径的负离子不仅能轻易去除空气中的大粒径颗粒物，而且对于直径小于0.01微米、在工业上很难出去的微粒，有百分百的沉降去除效果 | 主动式>被动式 |
| 对空气处理的质量 | 滤网孔径能足够小对于空气处理的结果只能达到净化的目的，即只能得到“干净”的空气 | 不仅能够向室内环境提供干净的空气，还可提供对人体疗养保健有着高效作用的空气负离子，是室内空气质量达到“健康空气”标准 | 主动式>被动式 |

# 9 PM2.5监测系统

## 9.1一般规定

9.1.1 《环境空气颗粒物（PM10和PM2.5）连续监测系统安装和验收技术规范（试行）》中规定了环境空气颗粒物（PM10和PM2.5）连续监测系统的安装、调试、试运行和验收的技术要求。

9.1.2 PM2.5浓度标准

《环境空气质量标准》中规定了环境空气污染物基本项目浓度限值，如表9.1.1所示。

表9.1.1 环境空气污染物基本项目浓度限值

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 污染物项目 | 平均时间 | 浓度限值 | | 单位 |
| 一级 | 二级 |
| 颗粒物（粒径小于等于10μm） | 年平均 | 40 | 70 |  |
| 24小时平均 | 50 | 150 |
| 颗粒物（粒径小于等于2.5μm） | 年平均 | 15 | 35 |
| 24小时平均 | 35 | 75 |

## 9.2 PM2.5自动监测仪

9.2.1 PM2.5自动监测仪器的方法可选以下三种：

1、β射线加动态加热系统方法；

2、β射线加动态加热系统联用光散射方法；

3、微量振荡天平加膜动态测量系统方法。

9.2.2 PM2.5自动监测仪技术指标

1. 量程：软件可调量程（0~1、0~10）。
2. 最低检测限：≤2（24小时平均值）。
3. 显示分辨率：≤1。
4. 精度：±5（24小时）以内。
5. 平行性：≤7%。
6. 仪器发生故障时，仪器的数字输出量不得误导使用者的判断（如不得以量程内特定浓度数值来表征仪器异常状态）。
7. 测量时间：连续在线。
8. 测量周期：30min~1h（可设）。
9. 长时间平均：1小时，24小时。
10. 采样系统：旋风式采样头；对于β射线加动态加热系统方法和β射线加动态加热系统联用光散射方法的仪器，采样管具备温度动态调整装置，能够保持受测量气流的湿度相对稳定在合适测量水平，减少环境湿度对颗粒物检测结果的影响；对于微量振荡天平联用膜动态测量系统方法的仪器，系统具备膜动态测量装置，能够最大限度减少采样管加热对颗粒物测量的影响。
11. 采样流量：16.67L/min，流量稳定性优于2.5%。
12. 安全性：对于β射线加动态加热系统方法和β射线加动态加热系统联用光散射方法的仪器，需符合我国环境保护部门对含放射源设备使用的相关管理要求。