

上海市工程建设规范

建筑防排烟系统设计标准

Design standard for smoke management system in buildings

DG/TJ 08—88—2021

J 10035—2021

主编单位：上海建筑设计研究院有限公司

上海市消防救援总队

应急管理部门上海消防研究所

批准部门：上海市住房和城乡建设管理委员会

施行日期：2021年9月1日

同济大学出版社

2021 上海

上海市住房和城乡建设管理委员会文件

沪建标定[2021]228号

上海市住房和城乡建设管理委员会 关于批准《建筑防排烟系统设计标准》 为上海市工程建设规范的通知

各有关单位：

由上海建筑设计研究院有限公司、上海市消防救援总队和应急管理部上海消防研究所主编的《建筑防排烟系统设计标准》，经我委审核，现批准为上海市工程建设规范，统一编号为DG/TJ08-88-2021，自2021年9月1日起实施。原《建筑防排烟技术规程》DGJ 08-88-2006同时废止。

本规范由上海市住房和城乡建设管理委员会负责管理，上海建筑设计研究院有限公司负责解释。

特此通知。

上海市住房和城乡建设管理委员会
二〇二一年四月九日

前言

根据上海市城乡建设和交通委员会《关于印发〈2013 年上海市工程建设规范和标准设计编制计划〉的通知》(沪建交〔2012〕1236 号)的要求,对上海市工程建设规范《建筑防排烟技术规程》DGJ 08—88—2006 进行修编。修编过程中,编制组遵循国家有关法律法规和技术标准,深入调研建筑防排烟系统的设计和工程应用情况,认真总结经验,参考了国内外相关标准规范和先进的科研成果并广泛征求意见,完成本标准。

本次修订主要针对防排烟设计、控制与控制内容进行,施工、调试与验收内容按照现行国家标准《建筑防烟排烟系统技术标准》GB 51251 执行,修编后的名称为《建筑防排烟系统设计标准》。

修编的主要内容包括以下几个方面:

1. 调整了防、排烟系统的设计计算方法。
2. 明确了建筑地下部分的防烟系统设计要求。
3. 增加了首层扩大前室防烟系统的设置要求。
4. 明确了地下室疏散楼梯间或前室具有自然通风功能的条件。
5. 明确了走廊机械排烟系统的设置要求。

调整了防、排烟风管的耐火极限设置要求。

各单位及相关人员在执行本标准过程中,如有意见或建议,请反馈至上海市住房和城乡建设管理委员会(地址:上海市大沽路 100 号;邮编:200003;E-mail:shjsgl@163.com)、上海建筑设计研究院有限公司(地址:上海市石门二路 258 号;邮编:200041;E-mail:DGJ_08_88@126.com)、上海市建筑建材业市场管理总站(地址:上海市小木桥路 683 号;邮编:200032;E-mail:shgche@163.com),以便今后修订时参考。

主 编 单 位:上海建筑设计研究院有限公司

上海市消防救援总队

应急管理部上海消防研究所

参 编 单 位:奥雅纳工程咨询(上海)有限公司

应急管理部四川消防研究所

迈莱孚建筑安全科技(上海)有限公司

主要起草人:寿炜炜 杨波 施 楼 朱学锦 王 萍

唐 军 朱 嵘 孙晓乾 张泽江 钱海青

主要审查人:马伟骏 朱伟民 郑晋丽 洪彩霞 顾 勇

项志斌 朱中樺

上海市建筑行业市场管理总站

目 次

1 总 则	2
2 术语和符号	2
2.1 术 语	2
2.2 符 号	3
3 防烟设计	6
3.1 一般规定	6
3.2 自然通风防烟设施	8
3.3 机械加压送风防烟设施	9
4 排烟设计	12
4.1 一般规定	12
4.2 自然排烟设施	13
4.3 机械排烟设施	15
4.4 补风系统	18
5 防排烟系统设计计算	20
5.1 防烟系统设计计算	20
5.2 排烟系统设计计算	25
6 防排烟系统控制	32
6.1 防烟系统	32
6.2 排烟及补风系统	33
附录 A 顶排烟口最大允许排烟量	35
本标准用词说明	37
引用标准名录	38
条文说明	39

Contents

1	General provisions	2
2	Terms and symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	3
3	Smoke protection system design	6
3.1	General requirements	6
3.2	Natural ventilation facilities	8
3.3	Mechanical pressurization facilities	9
4	Smoke exhaust system design	12
4.1	General requirements	12
4.2	Natural smoke exhaust facilities	13
4.3	Mechanical smoke exhaust facilities	15
4.4	Makeup air system	18
5	Calculation of mechanical pressurization system and smoke exhaust system	20
5.1	Calculation of mechanical pressurization system	20
5.2	Calculation of smoke exhaust system	25
6	System control	32
6.1	Smoke protection system	32
6.2	Smoke exhaust system and makeup air system	33
Appendix A	Maximum volumetric flow rate for single top exhaust inlet	35
	Explanation of wording in this standard	37
	List of quoted standards	38
	Explanation of provisions	39

1 总 则

- 1.0.1** 为了保证建筑火灾烟气的合理流动,有利于人员的安全疏散和消防救援的开展,减少建筑火灾的危害,保障社会的公共安全,制定本标准。
- 1.0.2** 本标准适用于新建、扩建和改建的民用建筑与工业建筑防排烟设计。对于有特殊用途或特殊要求的工业与民用建筑,当专业标准有特别规定的,可从其规定。
- 1.0.3** 建筑的防烟、排烟设计,应结合建筑特性和火灾时烟气发展规律等因素,采取可靠的防烟、排烟措施,做到安全适用、技术先进、经济合理。
- 1.0.4** 防排烟系统的设计采用新技术、新设备、新材料时,应提出合理的技术依据。
- 1.0.5** 防排烟系统的设计,除执行本标准外,尚应符合国家、行业和本市现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 中庭 atrium

贯通三层或三层以上、对边最小净距离不小于5m，贯通空间的最小投影面积大于 100 m^2 的室内空间，且二层或二层以上周边设有与其连通的使用场所或回廊。

2.1.2 中庭回廊 the atrium cloister

二层或二层以上与中庭相通的走廊。

2.1.3 烟缕 smoke plume

火灾烟气卷吸四周空气所产生的混合烟气流。

2.1.4 排烟窗 exhaust smoke window

能有效排除烟气，设置在建筑物的外墙、顶部的可开启外窗或百叶窗。排烟窗可分为自动排烟窗和手动排烟窗。

2.1.5 自动排烟窗 auto exhaust smoke window

由火灾自动报警系统联动或温度感应自动开启的排烟窗。

2.1.6 手动排烟窗 manual exhaust smoke window

采用手动方式通过机械或电动、气动等装置开启的排烟窗。

2.1.7 可开启外窗面积 openable exterior window area

外窗的可开启部分的面积，不含周边固定窗框的面积。

2.1.8 可开启外窗的有效面积 the effective open area of an exterior window

外窗开启时，能起到有效通风或排烟的开启面积。

2.1.9 独立前室 independent anteroom

只与一部疏散楼梯相连的前室。

2.1.10 共用前室 shared anteroom

剪刀楼梯间的两个楼梯间共用同一前室时的前室。

2.1.11 合用前室 combined anteroom

防烟楼梯间前室与消防电梯前室合用时的前室。

2.1.12 服务高度 service height

防烟或排烟系统服务对象的高度，指从服务对象的最下层地面至最上层楼板的高度。

2.1.13 直灌式送风 direct feed air supply

直接向楼梯间进行机械加压送风的方式。

2.2 特殊

2.2.1 计算几何参数

a_1, b_1 ——排烟口的长和宽；

A ——每个疏散门的有效排风面积；

A_1 ——每扇供启门的总面积；

A_2 ——所有进气口总面积；

A_3 ——门的面积；

A_4 ——单个送风阀门的面积；

A_5 ——一层前室疏散门的总面积；

A_6 ——一层楼梯间疏散门的总面积；

A_7 ——排烟口截面积；

A_8 ——窗口开口面积；

B ——风管直径或长边尺寸；

b ——从开口至阳台边缘的距离；

d_1 ——门的把手到门扇的距离；

d_2 ——排烟窗(口)下烟气的厚度；

D——排烟口的当量直径；
 H ——排烟空间的室内净高度；
 H_1 ——燃烧物至阳台的高度；
 H_w ——窗口开口的高度；
 H_z ——最小清晰高度；
 w ——火源区域的开口宽度；
 W ——烟羽流扩散宽度；
 W_w ——单扇门的宽度；
 Z ——燃料面到设计烟层底部的高度；
 Z_1 ——火焰极限高度；
 Z_b ——从阳台下缘至烟层底部的高度；
 Z_w ——开口的顶部到烟层之间的高度。

2.2.2 计算风量、风速

g ——重力加速度；
 L_f ——楼梯间的加压送风系统所需的总送风量；
 L_a ——前室的加压送风系统所需的总送风量；
 L_1 ——门开启时，达到规定风速值所需的送风量；
 L_2 ——门关闭时，规定风速值下的其他门漏风总量；
 L_3 ——能开启常闭送风阀门漏风总量；
 M ——烟羽流质量流量；
——门洞断面风速；
 V ——排烟量；
 V_m ——最大允许排烟量。

2.2.3 计算压力、热量、时间

C_p ——空气的定压比热；
 F' ——门的总推力；
 F_d ——门把手处克服闭门器所需的压力；
 M ——闭门器的开启力矩；
 ρ ——环境温度下的气体密度；

P ——疏散门的最大允许压力差；
 ΔP ——计算漏风量的平均压力差；
 Q ——火灾达到稳态时的热释放速率；
 Q_c ——火灾热释放速率中的对流部分；
 t ——火灾增长时间；
 T ——烟层的平均绝对温度；
 T_0 ——环境的绝对温度；
 ΔT ——烟层温度与环境温度之差。

2.2.4 计算系数

a ——火灾增长系数；
 a_w ——窗口型烟羽流的修正系数；
 β ——排烟位置系数；
 C_i ——进气口流量系数；
 C_o ——排烟口流量系数；
 k ——烟气中对流放热系数；
 n ——指数。

2.2.5 计算其他符号

N_1 ——设计疏散门开启的楼层数；
 N_2 ——漏风疏散门的数量；
 N_3 ——漏风阀门的数量。

3 防烟设计

3.1 一般规定

3.1.1 建筑防烟系统的设计应根据建筑高度、使用性质等因素，采用自然通风防烟方式或机械加压送风防烟方式。

3.1.2 建筑高度大于 50 m 的公共建筑、工业建筑和建筑高度大于 100 m 的住宅建筑，其防烟楼梯间、独立前室、合用前室及消防电梯前室应采用机械加压送风防烟方式。

3.1.3 建筑高度小于等于 50 m 的公共建筑、工业建筑和建筑高度小于等于 100 m 的住宅建筑，其防烟楼梯间、独立前室、共用前室、合用前室及消防电梯前室应采用自然通风防烟方式；当不能采用时，应采用机械加压送风防烟方式。

3.1.4 共用前室与消防电梯前室的合用前室应采用机械加压送风防烟方式。

3.1.5 建筑高度小于等于 50 m 的公共建筑、工业建筑和建筑高度小于等于 100 m 的住宅建筑，其防烟系统的选型应符合下列要求：

1 当独立前室或合用前室满足下列条件之一时，楼梯间可不设置防烟系统：

- 1) 采用全敞开的阳台或凹廊；
- 2) 设有两个及以上不同朝向的可开启外窗，且独立前室两个可开启外窗面积分别不小于 2.0 m^2 ，合用前室两个可开启外窗面积分别不小于 3.0 m^2 。

2 当独立前室、合用前室及共用前室的机械加压送风的气

流不被阻挡且不朝向楼梯间入口时，楼梯间可采用自然通风系统；不能满足时，楼梯间应采用机械加压送风系统。

3 当防烟楼梯间在裙房高度以上部分采用自然通风系统时，其不具备自然通风防烟条件的裙房高度内的独立前室、合用前室及共用前室应采用机械加压送风系统，且独立前室、合用前室及共用前室送风口的设置方式符合本条第2款的要求时，该防烟楼梯间的裙房部分可不设置机械加压送风系统。

3.1.6 当防烟楼梯间及其前室采用机械加压送风系统时，应符合下列要求：

1 当采用合用前室时，楼梯间、合用前室应分别设置机械加压送风系统。

2 剪刀楼梯的两个楼梯间及其前室的机械加压送风系统应分别独立设置。

3 当采用独立前室且仅有1个门与走道或房间相通时，可仅在楼梯间设置机械加压送风系统；当独立前室有多个门时，楼梯间、独立前室应分别独立设置机械加压送风系统。

3.1.7 封闭楼梯间应采用自然通风系统；当不能采用时，应采用机械加压送风系统。

3.1.8 地下、半地下室疏散楼梯间的防烟系统应符合下列要求：

1 公共建筑的封闭楼梯间不与地上楼梯间共用，且仅为一层，首层有直接开向室外的门或有不小于 1.2 m^2 的可开启外窗时，该封闭楼梯间可不设机械加压送风系统。

2 住宅建筑地下为一、二层，其使用功能仅为汽车库、非机动车库和设备用房，地下最底层地坪与室外出入口地面高差不大于 10 m ，且地下楼梯间不与地上楼梯间共用时，楼梯间防烟系统可按以下要求设置：

1) 地下为一层，且首层设有直接开向室外的门或设有不小于 1.2 m^2 的可开启外窗或开口时，其防烟楼梯间或封闭楼梯间可不设机械加压送风系统；

2) 地下为二层,且首层设有直接开向室外的门或设有不小于 2.0 m^2 的可开启外窗或开口时,其防烟楼梯间或封闭楼梯间可不设机械加压送风系统;

3) 防烟楼梯间地下部分的前室不具有自然通风防烟条件时,应设机械加压送风系统。

3 除地下疏散楼梯间满足本条第1、2款,或贴邻下沉式户场等能满足自然通风防烟方式要求的情况下,疏散楼梯间应采用机械加压送风防烟方式。

3.1.9 首层疏散楼梯扩大前室的防烟或排烟系统宜单独设置,实施方式可根据建筑构造及设备布置条件等因素确定;有条件时,应优先采用自然通风防烟方式。

3.1.10 采用机械加压送风的场所,不应设置百叶窗;除避难层(间)外,尚不宜设置可开启外窗。

3.1.11 避难层(间)的防烟系统可根据建筑构造、设备布置等因素选择自然通风防烟方式或机械加压送风防烟方式。

3.1.12 避难走道及其前室应分别设置机械加压送风系统,但下列情况可仅在前室设置机械加压送风系统:

1 避难走道一端设置安全出口,且总长度不大于30m;

2 避难走道两端设置安全出口,且总长度不大于60m。

3.2 自然通风防烟设施

3.2.1 采用自然通风防烟方式的封闭楼梯间、防烟楼梯间,应在顶层的高位设置面积不小于 1.0 m^2 的可开启外窗或开口;当楼梯间高度大于10m时,尚应在楼梯间的外墙面上每5层内设置总面积不小于 2.0 m^2 可开启外窗或开口,且布置间隔应小于3层。

3.2.2 前室采用自然通风防烟方式时,独立前室、消防电梯前室可开启外窗或开口的面积不应小于 2.0 m^2 ;合用前室、共用前室不应小于 3.0 m^2 ,且有效开启面积不应小于可开启外窗面积的40%。

3.2.3 首层疏散楼梯间的扩大前室采用自然通风防烟方式时,该防烟方式不受建筑高度的限制,其可开启外窗的有效面积不应小于扩大前室地面面积的3%,且不应小于 3 m^2 。

3.2.4 采用自然通风防烟方式的避难层(间)应设有不同朝向的可开启外窗,其有效开启面积不应小于该避难层(间)地面面积的2%,且每个朝向的有效开启面积不应小于 2.0 m^2 。

3.2.5 可开启外窗应方便直接开启;设置在高处不便于直接开启的可开启外窗应在距地面高度为 $1.3\text{ m}\sim 1.5\text{ m}$ 的位置设置手动开启装置。

3.2.6 除本标准另有规定外,采用自然通风防烟方式的地下室疏散楼梯间或前室应贴邻下沉式广场或对边净距不小于 $6\text{ m}\times 6\text{ m}$ 的无盖采光井设置。

3.3 机械加压送风防烟设施

3.3.1 建筑高度大于 100 m 时,机械加压送风系统应竖向分段独立设置,且每段服务高度不应超过 50 m 。

3.3.2 除本标准另有规定外,采用机械加压送风系统的防烟楼梯间及其前室应分别设置送风管道、送风口(阀)和送风机。

3.3.3 设置机械加压送风系统的楼梯间的地上部分与地下部分,其机械加压送风系统应分别独立设置。当受建筑条件限制且地下部分为汽车库、非机动车库或设备用房时,可共用机械加压送风系统,并应符合下列要求:

1 应按本标准第5.1.5条的要求分别计算地上、地下部分的加压送风量,相加后作为共用加压送风系统风量。

2 应采取有效措施分别满足地上、地下部分的送风量的要求。

3.3.4 当楼梯间设置加压送风井(管)道确有困难且楼梯间自身高度不大于 50 m 时,该楼梯间可采用直灌式加压送风系统,并应

符合下列规定：

1 楼梯间高度大于 32 m 时，应采用楼梯间两点部位送风的方式，送风口之间距离不宜小于楼梯间高度的 1/2。

2 送风量应按计算值或本标准第 5.1.1 条规定的送风量增加 20%。

3 加压送风口应设置在远离直通室外的门，且不影响人员疏散的部位。

3.3.5 机械加压送风机可采用轴流风机、混流风机或中型离心风机等，其设置应符合下列要求：

1 送风机的进风口应直通室外。

2 送风机的进风口宜设在机械加压送风系统的下部。

3 送风机的进风口不宜与排烟风机的出风口设在同一建筑物立面或平面上。如确有困难，送风机的进风口应在排烟风机的出风口下部，两风口最小垂直边缘距离不应小于 6 m，或两者边缘最小水平距离不应小于 20 mm；当设置在内夹角不大于 135° 的相邻立面上时，两风口边缘沿墙面的最小水平距离不应小于 12 m，或垂直距离不应小于 4.5 m。

4 送风机应设置在专用机房内，风机两侧应留有 600 mm 以上的检修空间。机房应采用耐火极限不低于 2.0 h 的隔墙和 1.5 h 的楼板及甲级防火门与其他部位隔开。当风机置于具有耐火极限不小于 1.0 h、通风及耐候性能良好的保护箱体内时，可室外设置。

5 当加压送风机独立布置确有困难时，可以与排烟补风机合用机房。当受条件限制，需与其他通风机、空调箱合用机房时，除应符合上述专用机房的要求外，还应符合下列条件：

1) 机房内应设有自动喷水灭火系统；

2) 机房内不得设有用于排烟和事故通风的风机与管道。

6 设常开加压送风口的系统，其送风机的出风管或进风管上应加装电动风阀或止回风阀，电动风阀平时关闭，火灾时应与

加压风机联动开启。

3.3.6 加压送风口设置应符合下列要求：

1 除直灌式加压送风方式外，楼梯间宜每2层—3层设一个常开式百叶送风口。

2 前室应每层设一个常闭式加压送风口，并应设带有开启信号反馈的手动开启装置；火灾时，其联动开启方式应符合本标准第6.1.3条的规定。

3 送风口的风速不宜大于7m/s。

4 前室加压送风口的位置应保证送风的有效性。

3.3.7 除用于建筑物地下部分的室外进风竖井外，机械加压送风系统应采用管道送风，不应采用土建风道。送风管道应采用不燃材料制作且内壁应光滑。当送风管道内壁为多金属材料时，设计风速不应大于20m/s；当送风管道内壁为单金属材料时，设计风速不应大于15m/s；送风管道的厚度及制作要求应符合现行国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243中中压系统风管的规定。

3.3.8 机械加压送风管道的设置和耐火极限应符合下列要求：

1 竖向设置的加压送风管道，应设置在独立的管道井内；当确有困难，未设置在管道井内或需与其他类型管道合用管道井时，加压送风管道的耐火极限不应低于1.0h。

2 水平设置的送风管道，其耐火极限不应低于1.0h；但需要穿越机房服务的疏散楼梯间配套的前室时，其耐火极限不应低于2.0h。

3.3.9 风管管道井应采用耐火极限不小于1.0h的隔墙与相邻部位分隔；当墙上必须设置检修门时，应采用乙级防火门。

3.3.10 加压送风管道上应设置公称动作温度为70℃的防火阀，其设置部位应按现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016的要求执行。

4 排烟设计

4.1 一般规定

4.1.1 建筑排烟系统的设计应根据建筑的使用性质、平面布局等因素，采用自然排烟方式或机械排烟方式，优先采用自然排烟方式。

4.1.2 设置排烟系统的场所或部位应采用挡烟垂壁及隔墙等划分防烟分区。防烟分区不应跨越防火分区。

4.1.3 防烟分区分隔设施的深度应满足下列储烟仓厚度的要求：

1 当采用自然排烟方式时，储烟仓厚度不应小于空间净高的20%，且不应小于500mm。

2 当采用机械排烟方式时，储烟仓厚度不应小于空间净高的10%，且不应小于500mm。

3 对于有吊顶的空间，当吊顶开孔不均匀或开孔率小于25%时，吊顶内空间高度不得计入储烟仓厚度。

4.1.4 建筑防烟分区的最大允许面积及其长边最大允许长度应符合表4.1.4的规定；当工业建筑采用自然排烟系统时，其防烟分区的长边长度不应大于建筑内空间净高的8倍。

表 4.1.4 公共建筑、工业建筑防烟分区的最大允许面积及其长边最大允许长度

空间净高 H (m)	最大允许面积(m^2)	长边最大允许长度(m)
$H \leq 3.0$	500	24
$3.0 < H \leq 6.0$	1 000	36

表集A.1.4

空间净高 H (m)	最大允许面积(m^2)	长边最大允许长度(m)
$H > 6.0$	2 000	60 mm 具有自然对流条件时， 不限大于 25 m

注：1. 建筑中的走道宽度不大于2.5 m时，其防烟分区的长边长度不应大于60 m；走道宽度大于2.5 m且不大于4 m时，其防烟分区的长边长度应按走道面积不大于350 m^2 确定。当走道包括局部加宽的电梯厅等区域，其加宽处的走道总面积不大于180 m^2 ，且防烟分区长边长度应按上述方法确定；
 2. 当空间净高大于9 m时，防烟分区之间可不设置挡烟设施。
 3. 汽车库防烟分区的划分及其排烟量应符合现行国家标准《汽车库、修车库、停车场防火规范》(GB 50067)的规定。

4.1.5 同一个防烟分区应采用同一种排烟方式。

4.1.6 设置排烟设施的建筑内，敞开楼梯和自动扶梯穿越楼板的开口部位应设置挡烟垂壁等设施。

4.1.7 建筑的中庭、与中庭相连通的回廊及周围场所的排烟系统的设计应符合下列要求：

1 回廊排烟设施的设计应符合下列要求：

- 1) 当周围场所每房间均设置排烟设施时，回廊可不设，但商店建筑的回廊应设置排烟设施；
 - 2) 当周围场所任一房间未设置排烟设施时，回廊应设置排烟设施。
 - 3) 中庭与周围场所未采用防火分隔(防火隔墙、防火玻璃隔墙、防火卷帘)时，中庭与周围场所之间应设置挡烟设施。
 - 4) 与无回廊中庭相连的使用房间宜采用机械排烟方式。
- 4 中庭及其周围场所和回廊的排烟设计计算应符合本标准第5.2.4条的规定。

4.2 自然排烟设施

4.2.1 采用自然排烟系统的场所应设置自然排烟窗(口)。

4.2.2 防烟分区内自然排烟窗(口)的面积、数量和位置应按本标准第5.2.2条的规定经计算确定。且防烟分区内任一点与最近的自然排烟窗(口)之间的水平距离不应大于30m。净高大于10.7m的工业建筑采用自然排烟方式时,该水平距离不应大于建筑内空间净高的2.8倍;当公共建筑空间净高大于等于6m且具有自然对流条件时,该水平距离不应大于37.5m。

4.2.3 自然排烟窗(口)应设置在排烟区域的顶部或外墙上,并应符合下列要求:

1 自然排烟窗(口)应在储烟仓以内,但净高不大于3m的区域(走道、室内空间),其自然排烟窗(口)可设置在室内净高的1/2以上。

2 自然排烟窗(口)的开启形式应有利于火灾烟气的排出。

3 当房间面积不大于200m²时,自然排烟窗(口)的开启方向可不限。

4 自然排烟窗(口)宜分散均匀布置,且每组的长度不宜大于3.0m。

5 设置在防火墙两侧的自然排烟窗(口)之间最近边缘的水平距离不应小于2.0m。

4.2.4 厂房、仓库的自然排烟窗(口)设置应符合下列要求:

1 当设置在外墙时,自然排烟窗(口)应沿建筑物的两条对边均匀设置。

2 当设置在屋顶时,自然排烟窗(口)应在屋面均匀设置且宜采用自动控制方式开启。当屋面斜度小于等于12°时,每200m²的建筑面积应设置相应的自然排烟窗(口);当屋面斜度大于12°时,每400m²的建筑面积应设置相应的自然排烟窗(口)。

4.2.5 除本标准另有规定外,自然排烟窗(口)开启的有效面积尚应符合下列要求:

1 当采用开窗角大于70°的悬窗时,其面积应按窗扇的面积计算;当开窗角小于70°时,其面积应按窗扇最大开启时的水平投影面积计算。

影面积计算。

2 当采用开窗角大于 70°的平开窗时，其面积应按窗扇的面积计算；当开窗角小于 70°时，其面积应按窗扇最大开启时的竖向投影面积计算。

3 当采用推拉窗时，其面积应按窗开启的最大开口面积计算。

4 当采用百叶窗时，其面积应按窗的有效开口面积计算。

5 当平推窗设置在顶部时，其面积可按窗的 1/2 周长与平推距离乘积计算，且不应大于窗面积。

6 当平推窗设置在外墙时，其面积可按窗的 1/4 周长与平推距离乘积计算，且不应大于窗面积。

4.2.6 自然排烟窗（口）应设置手动开启装置。设置在高位不便于直接开启的自然排烟窗（口），应设置距地面高度 1.3 m—1.5 m 的手动开启装置。净空高度大于 9 m 的中庭、建筑面积大于 2 000 m² 的营业厅、展览厅、多功能厅等场所，尚应设置集中手动开启装置和自动开启设施，且宜设置在该场所的人员疏散口附近。

4.3 机械排烟设施

4.3.1 建筑高度超过 50 m 的公共建筑和建筑高度超过 100 m 的住宅建筑，其排烟系统应竖向分段独立设置，且公共建筑每段服务高度不应超过 50 m，住宅建筑每段服务高度不应超过 100 m。

4.3.2 当建筑的机械排烟系统沿水平方向布置时，每个防火分区的机械排烟系统应独立设置。同一防火分区中的不同防烟分区共用一个排烟系统时，各防烟分区的排烟风管应分别设置；同一防火分区中的不同防火单元共用一个排烟系统时，该系统负担的防火单元不应超过 2 个。

4.3.3 建筑走道排烟设计应满足下列要求：

1 建筑高度小于等于 50 m 的公共建筑，其走道排烟系统可

以与同一防火分区中的其他防烟分区合用一个排烟系统。

2 建筑高度大于 50 m、小于等于 100 m 的公共建筑，其走道机械排烟系统宜独立设置。

3 建筑高度大于 100 m 的公共建筑，其走道机械排烟系统应独立设置。

4.3.4 排烟系统与通风、空气调节系统应分开设置；当确有困难时，可以合用，但应符合排烟系统的要求，且当排烟口打开时，每个排烟合用系统的管道上需联动关闭的通风和空气调节系统的控制阀门不应超过 10 个。

4.3.5 排烟风机宜设置在排烟系统的最高处，排烟出口应高于加压送风机和补风机的进风口以及自然通风防烟式楼梯间、前室的外窗或开口，二者垂直距离或水平距离应符合本标准第 3.3.5 条第 3 款的规定。

4.3.6 排烟风机应设置在专用机房内，除应符合本标准第 3.3.5 条第 4 款的规定外，还应符合下列规定：

1 机房内不得设置用于机械加压送风和排烟补风系统的风机与管道。

2 排烟风机与排烟管道的连接部件应满足 280℃ 时连续工作 30 min 的要求。

3 当排烟系统风机与通风风机、空调机组合用机房时，机房内应设置自动喷水灭火系统，排烟管道耐火极限应不小于 1.0 h。

4.3.7 排烟风机入口处应设置排烟防火阀。当该阀关闭时，应联动关闭排烟风机。

4.3.8 除用于建筑物地下部分的室外排风竖井外，机械排烟系统应采用管道排烟，且不应采用土建风道。排烟管道应采用不燃材料制作且内壁应光滑。当排烟管道内壁为金属材料时，管道设计风速不应大于 20 m/s；当排烟管道内壁为非金属材料时，管道设计风速不应大于 15 m/s；排烟管道的厚度及制作应符合现行国家标
— 16 —

列的规定。

4.3.9 排烟管道的设置和耐火极限应符合下列要求：

1 排烟管道及连接部件应采用不燃材料制作，并应能在 280°C 时连续运行 30 min，且保证其结构完整性。

2 竖向设置的排烟管道应设置在独立的管道井内；当多个排烟管道共井时，这些排烟管道耐火极限不应低于 0.5 h。

3 排烟管道不应与其他类型风管道设置在同一管道井内。

4 水平设置的排烟管道不得穿越避难间、疏散楼梯间及前室；当穿越其他防烟分区和其他防火分区时，其耐火极限不应低于 1.0 h。服务于本防烟分区或设置在设备用房、汽车库的排烟管道，其耐火极限不应低于 0.5 h。

4.3.10 当吊顶内有可燃物时，吊顶内的排烟管道的绝热层厚度应不小于 35 mm，并应与可燃物保持不小于 150 mm 的距离。

4.3.11 排烟管道的下列部位应设置排烟防火阀：

1 垂直管道与每层水平管道交接处的水平管段上。

2 一个排烟系统负担多个防烟分区时，每个防烟分区的排烟支管上。

3 排烟风机入口处。

4 穿越防火分区处。

4.3.12 设置排烟管道的管道井应采用耐火极限不小于 1.0 h 的隔墙与相邻区域分隔；当墙上必须设置检修门时，应采用乙级防火门。

4.3.13 防烟分区内任一点与最近的排烟口之间的水平距离不应大于 30 m。除本标准第 4.3.14 条规定的情况外，排烟口的设置尚应符合下列要求：

1 排烟口应设在储烟仓内，且应设置在储烟仓的高位。

2 净高不大于 3 m 的区域（走道、室内空间），其排烟口可设置在其净空高度的 1/2 以上；当设置在侧墙时，顶棚与排烟口上边缘的距离不应大于 0.2 m。

3 对于需要设置机械排烟系统的房间,当其建筑面积小于 50 m^2 时,可通过走道排烟,排烟口可设置在疏散走道上,排烟量应按本标准第5.2.2条第3款计算。

4 需由火灾自动报警系统联动开启排烟区域的排烟阀或排烟口,应在现场设置手动开启装置。

5 排烟口的设置宜使烟流方向与人员疏散方向相反,排烟口与本区域疏散出口相邻边缘之间的水平距离不应小于1.5m。

6 汽车库空间净高大于 3.8 m ,办公空间净高大于 3.9 m 和其他需排烟的空间净高大于 3 m 时,每个排烟口的排烟量不应大于最大允许排烟量。最大允许排烟量应按本标准第5.2.14条计算确定。

7 排烟口的风速不宜大于 10 m/s 。

8 同一防烟分区中两个排烟口迎风面的最小距离 S_{min} 应满足本标准第5.2.15条的要求。

4.3.14 当排烟口设在吊顶内并通过吊顶内部空间进行排烟时,应符合下列规定:

1 吊顶应采用不燃材料,且吊顶内不应有可燃物。

2 封闭式吊顶内设置的排烟入口的颈部烟气速度不宜大于 1.5 m/s 。

3 非封闭式吊顶的开孔率不应小于吊顶净面积的25%,且吊顶开孔应均匀布置。

4.4 补风系统

4.4.1 除地上建筑的走道或地上建筑面积小于 500 m^2 的房间外,设置排烟系统的场所应设置补风系统。

4.4.2 补风系统应直接从室外引入空气,且补风量不应小于排烟量的50%。

4.4.3 补风系统的室外取风口的设置应满足本标准第3.3.5条

第1、3款的规定。

4.4.4 补风系统可采用疏散外门、手动或自动可开启外窗等自然进风方式以及机械送风方式。防火门、防火窗不得用作补风设施。补风机的设置应满足本标准第3.3.5条第3—5款的要求。

4.4.5 自然排烟系统应采用自然通风方式补风。

4.4.6 补风口与排烟口设置在同一空间内相邻的防烟分区时，补风口位置不限；当补风口与排烟口设置在同一防烟分区时，补风口应设在储烟仓下沿以下，且补风口与排烟口水平距离不小于5m；当补风口低于排烟口垂直距离大于5m时，水平距离不作限制。

4.4.7 机械补风系统应与机械排烟系统对应设置，并应联动开启或关闭。

4.4.8 机械补风口的风速不宜大于10 m/s，人员密集场所补风口的风速不宜大于5 m/s，自然补风的风速不宜大于3 m/s。

4.4.9 补风管道耐火极限要求应符合本标准第3.3.8条的规定。

4.4.10 补风管道上应设置动作温度为70℃的防火阀，其设置部位应按现行国家标淮《建筑设计防火规范》GB 50016的要求执行。

5 防排烟系统设计计算

5.1 防烟系统设计计算

5.1.1 防烟楼梯间、独立前室、合用前室和消防电梯前室的机械加压送风的计算风量应按本标准第 5.1.5—5.1.8 条的规定计算确定。当符合下表条件时，可按下列规定方法确定。

1 公共建筑中，当系统负担建筑高度大于 24 m 时，加压送风量可按计算值与表 5.1.1-1—表 5.1.1-3 中的较大值确定。

表 5.1.1-1 消防电梯前室加压送风的计算风量

系统负担高度 λ (m)	加压送风量 (m^3/h)
$24 < \lambda \leq 50$	35 400—37 100
$50 < \lambda \leq 300$	37 300—40 200

表 5.1.1-2 楼梯间自然通风、独立前室、合用前室加压送风的计算风量

系统负担高度 λ (m)	加压送风量 (m^3/h)
$24 < \lambda \leq 50$	62 400—64 900
$50 < \lambda \leq 300$	65 200—68 600

表 5.1.1-3 前室不送风，封闭楼梯间、防烟楼梯间加压送风的计算风量

系统负担高度 λ (m)	加压送风量 (m^3/h)
$24 < \lambda \leq 50$	35 100—39 600
$50 < \lambda \leq 300$	40 000—45 800

表 5.1.1-4 防烟楼梯间及合用前室分别加压送风的计算风量

系统负担高度 h (m)	送风部位	加压送风量 (m^3/h)
$24 \leq h \leq 50$	楼梯间	25 300~27 800
	合用前室	24 800~26 000
$50 \leq h \leq 100$	楼梯间	28 100~32 200
	合用前室	26 100~28 300

注: 1. 表 5.1.1-1~表 5.1.1-4 的风量按每层开启 1 个 $2.00 m \times 1.80 m$ 的单扇门确定。当采用单扇门时, 其风量可乘以系数 0.75 不符合时, 应重新计算确定。

2. 表中风量按开启着火层及其上下两层, 共开启三层的风量计算。

3. 表中风量的选取应按建筑高度或层高、风道材料、防火门漏风量等因素综合确定。

2 住宅建筑中, 加压送风量可按计算值与表 5.1.1-5 中的较大值确定。

表 5.1.1-5 住宅建筑的压送风的计算风量

工况	加压送风条件	系统负担高度 h (m)	加压送风量 (m^3/h)
1	消防电梯前室送风(合用前室送风)	$24 \leq h \leq 50$	8 300~9 300
		$50 \leq h \leq 100$	9 400~11 300
2	独立前室、合用前室送风 (楼梯间自然通风)	$24 \leq h \leq 50$	9 700~11 100
		$50 \leq h \leq 100$	11 300~13 400
3	楼梯间送风 (前室不送风)	$24 \leq h \leq 50$	16 800~20 400
		$50 \leq h \leq 100$	27 800~31 000
4	防烟楼梯间送风	$24 \leq h \leq 50$	15 900~16 700
		$50 \leq h \leq 100$	23 900~26 200
	独立前室、合用前室送风	$24 \leq h \leq 50$	5 200~6 500
		$50 \leq h \leq 100$	6 600~7 900

注: 1. 表 5.1.1-5 的风量按每层开启 1 个 $2.00 m \times 1.00 m$ 单扇门确定, 不符合时, 应重新计算确定。

2. 表中风量, 楼梯间高度在 50 m 及以下开启 2 层, 50 m 以上开启 3 层, 前室门的按开启 1 层的风量计算。

3. 当住宅建筑高度与列表中不相符时, 可按线性插入法取值。

5.1.2 采用机械加压送风的扩大前室、封闭避难层(间)和避难走道的加压送风量应满足下列要求：

1 封闭避难层(间)、避难走道的机械加压送风量应按避难层(间)、避难走道的净面积每平方米不小于 $30 \text{ m}^3/\text{h}$ 计算。避难走道前室的送风量应按直接开向前室的疏散门的总断面面积乘以 $1.0 \text{ m}/\text{s}$ 门洞断面风速计算。

2 首层扩大前室加压送风量应按前室疏散门的总断面面积乘以 $0.6 \text{ m}/\text{s}$ 门洞断面风速计算，但直接开向扩大前室的疏散门的总开启面积不应超过 13 m^2 。

5.1.3 机械加压送风系统的设计风量不应小于计算风量的 1.2 倍。

5.1.4 机械防烟系统的加压送风量应满足下列要求：

1 当疏散门未开启时，应满足走廊、前室、楼梯间的压力呈递增分布，余压值应符合下列要求：

1) 疏散层前室、封闭避难层(间)、封闭楼梯间与走道之间的压差应为 25 Pa — 30 Pa ；

2) 防烟楼梯间与走道之间的压差应为 40 Pa — 50 Pa 。

2 疏散门开启时，应保证抵御烟气进入的门洞断面风速。

5.1.5 楼梯间或前室的机械加压送风量应按下列公式计算：

$$L_1 = L_3 + L_2 \quad (5.1.5-1)$$

$$L_2 = L_3 + L_4 \quad (5.1.5-2)$$

式中： L_1 ——楼梯间的机械加压送风量(m^3/s)；

L_3 ——前室的机械加压送风量(m^3/s)；

L_4 ——门开启时，达到规定风速值所需的送风量(m^3/s)；

L_2 ——门开启时，规定门洞风速值下其他门缝漏风总量(m^3/s)；

L_5 ——未开启的常闭送风阀的漏风总量(m^3/s)。

5.1.6 门开启时，达到规定门洞断面风速值所需的风量应按下

式计算：

$$L_1 = A_1 v N_1 \quad (5.1.6)$$

式中： A_1 ——层内开启门的截面面积(m^2)，对于住宅楼梯的前室，按一个门的面积取值；

v ——门洞断面风速(m/s)；

- 1) 当楼梯间和独立前室、合用前室、共用前室均采用机械加压送风时，通向楼梯间和上述前室疏散门的门洞计算断面风速均不应小于 $0.7 m/s$ ；
- 2) 当楼梯间采用机械加压送风、只有一个开启门的独立前室不送风，或封闭楼梯间机械加压送风时，通向楼梯间疏散门的门洞计算断面风速不应小于 $1.0 m/s$ ；
- 3) 当消防电梯前室采用机械加压送风时，通向消防电梯前室的门洞计算断面风速不应小于 $1.0 m/s$ ；
- 4) 当独立前室、合用前室或共用前室机械加压送风且楼梯间采用可开启外窗的自然通风系统时，通向独立前室、合用前室或共用前室疏散门的门洞风速不应小于 $0.6(A_1/N_1+1)m/s$ ， A_1 为一层楼梯间疏散门的总面积(m^2)， N_1 为一层前室疏散门的总面积(m^2)，住宅前室按一个门的面积取值。

2. 设计疏散门开启的楼层数：

- 1) 公共建筑：当地上楼梯间(包括前室)为 $24 m$ 及以下时，设计 2 层内的疏散门开启，取 $N_1=2$ ；当地上楼梯间(包括前室)为 $24 m$ 以上时，设计 3 层内的疏散门开启，取 $N_1=3$ 。地下楼梯间(包括前室)时，设计 3 层内的疏散门开启，取 $N_1=3$ ；不足 3 层时取实际楼层数。当地下仅为汽车库、非机动车库和设备用房时，取 $N_1=1$ 。
- 2) 住宅建筑：楼梯间，高度在 $50 m$ 及以下 $N_1=2$ ； $50 m$ 以上 $N_1=3$ ；前室， $N_1=1$ 。

5.1.7 门开启时,规定风速值下的其他门漏风总量应按下式计算:

$$L_2 = 0.827 \times A \times \Delta P^{\frac{1}{n}} \times 1.25 \times N_2 \quad (5.1.7)$$

式中:
A——每个疏散门的有效漏风面积(m^2)；疏散门的门缝宽度取 $0.002\text{ m} - 0.004\text{ m}$ 。

ΔP ——计算漏风量的平均压力差(Pa)；当开启门洞处风速为 0.7 m/s 时,取 $\Delta P = 6.0\text{ Pa}$ ；当开启门洞处风速为 1.0 m/s 时,取 $\Delta P = 12.0\text{ Pa}$ 。

n——指数,一般取 $n = 2$ 。

1.25——不严密处附加系数。

N_2 ——漏风疏散门的数量;楼梯间采用常开风口,取 $N_2 =$ 加压楼梯间的总门数 $- N_1$;楼层数上的总门数。

5.1.8 未开启的常闭送风阀的漏风总量应按下式计算:

$$J_3 = 0.083 \times A_3 / N_3 \quad (5.1.8)$$

式中:
 A_3 ——单个送风阀门的面积(m^2)；
0.083——阀门单位面积的漏风量($kg/(s \cdot m^2)$)；
 N_3 ——漏风阀门的数量;若要采用常闭风口取 $N_3 =$ 楼层数,并取风阀的额定数。

5.1.9 疏散门的最大允许压力差应按下列公式计算:

$$P = 2(F' - F_{ik})(W_m - d_m) / (W_m \times A_m) \quad (5.1.9-1)$$

$$F_{ik} = M / (W_m - d_m) \quad (5.1.9-2)$$

式中:
 P ——疏散门的最大允许压力差(Pa)；

A_m ——门的面积(m^2)；

d_m ——门的手把到门扇的距离(m)；

M ——闭门器的开启力矩($N \cdot m$)；

F' ——门的总推力(N),一般取 110 N ；

F_{ik} ——门把手处克服闭门器所需的力(N)；

W_m ——单扇门的宽度(m)。

5.2 排烟系统设计计算

5.2.1 净高大于3 m的走道或室内空间，储烟仓底部距地面的高度应不低于安全疏散所需的最小清晰高度。设计烟层底部高度不应低于储烟仓底部高度。

5.2.2 一个防烟分区的计算排烟量应根据场所内的热释放速率，设计烟层底部高度，按以下规定确定：

1 公共建筑、工业建筑中面积小于等于300 m²的场所，其排烟量不应小于60 m³/(h·m²)，最小排烟量不应小于600 m³/h或设置有效面积不小于该房间地面面积2%的排烟窗；地下自然排烟房间须设置不小于排烟窗面积50%的自然补风口。

2 公共建筑、工业建筑中面积大于300 m²的场所，其计算机械排烟量可按本标准第5.2.6—5.2.13条的规定计算确定，最小排烟量不应小于30 000 m³/h，或按表5.2.2中的数值选取；当采用自然排烟窗时，其所需排烟量及有效补风面积、排烟面积等应根据本标准第5.2.6—5.2.13条计算。

表5.2.2 公共建筑、工业建筑中不同场所计算机械排烟量

空间净高 (m)	办公、医疗 ($\leq 1000 \times 600$ m ²)		商店、展览 ($\times 10^3$ m ² /h)		厂房、其他公共建筑 ($\times 10^3$ m ³ /h)		仓库 ($\times 10^3$ m ³ /h)	
	无喷淋	有喷淋	无喷淋	有喷淋	无喷淋	有喷淋	无喷淋	有喷淋
3.0	7.8	2.7	12.0	4.5	9.9	3.9	21.6	5.6
4.0	9.3	3.4	13.8	5.4	11.8	4.8	24.5	6.8
5.0	10.7	4.3	15.8	6.6	13.3	5.9	27.6	8.0
6.0	12.2	5.2	17.6	7.8	15.0	7.0	30.1	9.3
7.0	13.9	6.3	19.6	9.1	16.8	8.2	32.8	10.8
8.0	15.6	7.4	21.8	10.6	18.8	9.6	35.4	12.4
9.0	17.8	8.7	24.2	12.2	21.1	11.1	38.5	14.2

注：1. 建筑空间净高低于3.0 m的，按3.0 m取值；建筑空间净高高于9.0 m的，按9.0 m取值；建筑空间净高位于表中两个高度之间的，按线性插值法取值。

2. 表中储烟仓高度按0.117选用，且不小于300 mm。

3 当公共建筑具有未设置排烟的房间，其走道或回廊设置排烟时，该机械排烟量不应小于 $13\ 000\ m^3/h$ ，或在走道两端（侧）均设置面积不小于 $2\ m^2$ 的可开启外窗，且两侧排烟窗的距离不应小于走道长度的 $2/3$ 。

4 当公共建筑房间内与走道或回廊均设置排烟时，走道或回廊的机械排烟量可按 $60\ m^3/(m^2 \cdot h)$ 计算且不应小于 $13\ 000\ m^3/h$ ，或设置有效面积不小于走道、回廊地面面积 $2/3$ 的自然排烟窗（口）。

5 采用机械排烟方式首层公共建筑疏散楼梯间扩大前室，净高大于 $3.6\ m$ 时，其设计烟层底部高度 Z 应满足下式要求：

$$Z \geq 2.0 + 0.2H \quad (5.2.2)$$

式中： H ——排烟空间的室内净高（m）。

5.2.3 排烟系统排烟量的计算应符合下列规定：

1 同一防火分区中，应将面积均小于等于 $300\ m^2$ 的两相邻防烟分区排烟量之和的最大值作为一步独立防烟分区的排烟量。

2 除中庭外，当一个排烟系统担负多个防烟分区排烟时，其系统计算排烟量应采用该系统中最大独立防烟分区的排烟量。

3 一个排烟系统负担多个防火分区排烟时，应按排烟量最大的一个防烟分区的排烟量计算。

4 当走道与同一防火分区的其他防烟分区合用排烟系统时，该系统的排烟量应将走道排烟量叠加。

5.2.4 中庭排烟量的设计计算应符合下列规定：

1 中庭周围场所设有排烟系统时，中庭排烟量不应小于 $107\ 000\ m^3/h$ 且不小于周围场所防烟分区中最大排烟量的 2 倍。

2 除商业建筑外，中庭周围场所不需要设置排烟系统，仅在回廊设置排烟系统时，回廊的排烟量不应小于 $13\ 000\ m^3/h$ ，中庭的排烟量不应小于 $40\ 000\ m^3/h$ 。

3 中庭排烟量应按本标准第 5.2.6—5.2.12 条进行计算，并

应满足本条第1款或第2款的最小排烟量要求。中庭采用自然排烟方式时，应按本标准第5.2.13条计算有效开窗面积。

5.2.5 机械排烟系统的设计风量不应小于该系统计算风量的1.2倍。

5.2.6 各类场所的火灾热释放速率可按本标准第5.2.9条的规定计算，且不应小于表5.2.6规定的值。室内设置自动喷水灭火系统（简称喷淋）的场所，当室内净高过高，无法实施有效喷淋时，应按无喷淋场所对待。

表5.2.6 火灾达到稳态时的热释放速率

建筑类别或场所	喷淋设置情况	热释放速率Q(MW)
办公室、教室、客房、走道	无喷淋	6.0
	有喷淋	1.5
商店、展览	无喷淋	10.0
	有喷淋	3.0
其他公共场所以及公共交通工具	无喷淋	8.0
	有喷淋	2.5
中庭	无喷淋	4.0
	有喷淋	1.0
汽车库、修车库、厂房	无喷淋	3.0
	有喷淋	1.5
仓库	无喷淋	8.0
	有喷淋	4.0

5.2.7 当储烟仓的烟层与周围空气温差小于8℃时，应通过降低烟层底部高度等措施重新调整排烟设计。

5.2.8 走道、室内空间的最小清晰高度应按下式计算：

$$H_a = 1.6 + 0.11l \quad (5.2.8)$$

式中： H_0 ——最小清晰高度(m)；

H ——对于单层空间，取排烟空间的建筑净高度(m)；对于多层空间，取最高疏散楼层的层高(m)。

5.2.9 火灾热释放速率应按下式计算：

$$Q = a \cdot t^2 \quad (5.2.9)$$

式中： Q ——热释放速率(kW)；

t ——火灾增长时间(s)；

a ——火灾增长系数(按表 5.2.9 取值) (kW/s²)

表 5.2.9 火灾增长系数

火灾类别	典型的可燃材料	火灾增长系数(kW/s ²)
慢速火	硬木家具	0.00178
中速火	粗质、聚酯垫子	0.011
快速火	装满的邮件袋、木制货架托盘、泡沫塑料	0.044
超快速火	池火、快速燃烧的泡沫家具、轻质塑料	0.178

5.2.10 烟羽流质量流量计算宜符合下列规定：

1 轴对称烟羽流

$$\text{当 } Z < Z_1 \quad M_p = 0.071 Q_0^{1/4} Z^{1/4} + 0.0018 Q_0 \quad (5.2.10-1)$$

$$Z > Z_1 \quad M_p = 0.032 Q_0^{1/4} Z \quad (5.2.10-2)$$

$$Z_1 = 0.166 Q_0^{1/4} \quad (5.2.10-3)$$

式中： Q_0 ——热释放速率的对流部分，一般取值为 $0.7Q$ (kW)；

Z ——燃料面到设计烟层底部的高度(高度应不低于最小清晰高度)(m)；

Z_1 ——火焰极限高度(m)；

M_p ——烟羽流质量流量(kg/s)。

2 阳台溢出型烟羽流

$$M_p = 0.36(QW^2)^{\frac{1}{3}}(Z_b + 0.25H_1) \quad (5.2.10-4)$$

$$W = w + b \quad (5.2.10-5)$$

式中: H_1 ——燃料面至阳台的高度(m);

Z_b ——从阳台下缘至烟层底部的高度(m);

W ——烟羽流扩散宽度(m);

w ——火源区域的开口宽度(m);

b ——从开口至阳台边缘的距离(m), $b \neq 0$ 。

3 窗口型烟羽流

$$M_p = 0.68(A_w H_w^{\frac{1}{3}})^{\frac{2}{3}}(Z_w + \alpha_w)^{\frac{2}{3}} + 1.58\Delta_T H_w^{\frac{2}{3}} \quad (5.2.10-6)$$

$$\alpha_w = 2.4 A_w^{\frac{1}{3}} H_w^{\frac{1}{3}} - 2(H_w) \quad (5.2.10-7)$$

式中: A_w ——窗口开口的面积(m^2);

H_w ——窗口开口的高度(m);

Z_w ——窗口开口的指標到烟层底部的高度(m);

α_w ——窗口型烟羽流的修正系数(m)。

5.2.11 烟层平均温度与环境温度的差应按下式计算:

$$\Delta T = KQ_e/M_p C_p \quad (5.2.11)$$

式中: ΔT ——烟层平均温度与环境温度的差(K);

C_p ——空气的定压比热,一般取 1.01 [kJ/(kg · K)];

K ——烟气中对流放热量因子。在计算排烟的体积流量时,取 1.0。

5.2.12 单个排烟分区的排烟量应按下列公式计算:

$$V = M_p T / \rho_0 T_0 \quad (5.2.12-1)$$

$$T = T_0 + \Delta T \quad (5.2.12-2)$$

式中: V ——排烟量(m^3/s);

ρ_0 ——环境温度下的气体密度(kg/m^3)，通常 $T_0=293.15 \text{ K}$ ，
 $\rho_0=1.2 \text{ kg}/\text{m}^3$ ；

T_0 ——环境的绝对温度(K)；

T ——烟层的平均绝对温度(K)。

5.2.13 采用自然排烟方式所需自然排烟窗(口)截面积宜按下列式计算：

$$A_n C_v = \frac{M_0}{\rho_0} \left[\frac{l^2 + (A_n C_v / A_0 C_0)^2 T T_0}{2 g f_b \Delta T T_0} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (5.2.13)$$

式中： A_n ——自然排烟窗(口)截面积(m^2)；

A_0 ——所有进气口总面积(m^2)；

C_v ——自然排烟窗(口)流量系数(通常选定在 0.5—0.7 之间)；

C_0 ——进气口流量系数(通常选为 0.6)；

g ——重力加速度(m/s^2)；

注：公式中 $A_n C_v$ 在计算时应采用近似值。

5.2.14 机械排烟系统中，单个排烟口的最大允许排烟量 V_{max} 宜按式(5.2.14)计算。当正顶排烟口时，可按本标准附录 A 选取：

$$V_{max} = 4.16 \gamma \cdot d_b^2 \left(\frac{T - T_0}{T_0} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (5.2.14)$$

式中： V_{max} ——排烟口最大允许排烟量(m^3/s)；

γ ——排烟位置系数。当风口中心点到最近墙体的距离大于等于 2 倍的排烟口当量直径时， γ 取 1.0；当风口中心点到最近墙体的距离小于 2 倍的排烟口当量直径时， γ 取 0.5；当风口位于墙体上时， γ 取 0.5。

d_b ——排烟系统吸入口最低点之下烟气层厚度(m)；

T ——烟层的平均绝对温度(K)；

T_0 ——环境的绝对温度(K)。

5.2.15 同一防烟分区中两排烟口边缘间的最小距离应按下式计算：

$$S_{\min} = 0.9V_e^{0.5} \quad (5.2.15)$$

式中： S_{\min} ——两排烟口边缘间的最小距离(m)；

V_e ——单个排烟口的排烟量(m^3/s)。

6 防排烟系统控制

6.1 防烟系统

6.1.1 机械加压送风系统应与火灾自动报警系统联动。其联动控制应符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116的有关规定。

6.1.2 加压送风机的启动应满足下列要求：

- 1 现场手动启动。
- 2 通过火灾自动报警系统自动启动。
- 3 消防控制室手动启动。
- 4 系统中任一常闭加压送风口开启时，加压风机应能自动启动。

6.1.3 当防火分区火灾确认后，应在 15 s 内联动开启常闭加压送风口和加压送风机，并应满足下列要求：

1 应开启该防火分区楼梯间的全部加压送风机和相应避难层的加压送风机。

2 公共建筑、工业建筑应开启该防火分区内着火层及其设置要求相邻层的前室或合用前室的常闭送风口，同时开启加压送风机。住宅建筑应开启着火层前室或合用前室的常闭送风口，同时开启加压送风机。

3 应开启该防火分区疏散楼梯间对应的独立设置的首层扩大前室防烟系统设施（加压送风机及送风口、自然通风窗）；当扩大前室采用机械排烟方式时，应根据烟感信号开启排烟系统设施（排烟风机及排烟口）。

4 应开启该防火分区的避难间或避难走道及其前室的加压送风系统。

6.1.4 机械加压送风系统宜设有测压装置及风压调节措施。

6.1.5 消防控制设备应显示防烟系统的送风机、阀门等设施启闭状态。

6.2 排烟及补风系统

6.2.1 机械排烟系统应与火灾自动报警系统联动，其联动控制应符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 的有关规定。

6.2.2 排烟风机、补风机的控制方式，应满足下列要求：

1 现场手动启动。

2 火灾自动报警系统自动启动。

3 消防控制室手动启动。

4 系统中任一排烟阀或排烟口开启时，排烟风机、补风机自动启动，相对应的补风口自动开启。

5 排烟风机入口前的排烟防火阀在 280℃时应自行关闭，并应连锁关闭该排烟风机和补风机。

6.2.3 机械排烟系统中的常闭排烟阀或排烟口应具有火灾自动报警系统自动开启、消防控制室手动开启和现场手动开启功能，其开启信号应与排烟风机联动。当火灾确认后，火灾自动报警系统应在 15 s 内联动开启相应防烟分区的全部排烟阀、排烟口、排烟风机和补风设施，并应在 30 s 内自动关闭与排烟无关的通风、空调系统。

6.2.4 当火灾确认后，担负两个及以上防烟分区的排烟系统，应仅打开着火防烟分区的排烟阀或排烟口，其他防烟分区的排烟阀或排烟口应呈关闭状态。

6.2.5 活动挡烟垂壁应具有火灾自动报警系统自动启动和现场

手动启动功能。当火灾确认后，火灾自动报警系统应在 15 s 内联动相应防烟分区的全部活动挡烟垂壁，60 s 内挡烟垂壁应开启到位。

6.2.6 自动排烟窗可采用与火灾自动报警系统联动或温度释放装置联动的控制方式。当采用与火灾自动报警系统联动控制时，自动排烟窗应在 60 s 内或小于烟气充满储烟仓时间内开启完毕，带有温控功能自动排烟窗，其温控释放温度应大于环境温度 20℃ 且小于 100℃。

6.2.7 消防控制设备应显示排烟系统的排烟风机、补风机、阀门等设施启闭状态。

附录 A 顶排烟口最大允许排烟量

表 A 顶排烟口最大允许排烟量

$\times 10^3 \text{ m}^3/\text{h}$

供排 速率 (MW)	房间净高(m) [距烟口下 限距离(m)]	$\times 10^3 \text{ m}^3/\text{h}$								
		3	3.5	4	4.5	5	6	7	8	9
1.5	0.5	0.22	0.29	0.38	0.47	0.55	—	—	—	—
	0.7	0.38	0.48	0.63	0.80	0.96	1.01	1.08	—	—
	1.0	1.38	1.24	1.12	1.02	0.93	0.80	0.70	0.63	0.56
	1.5	—	3.81	3.41	3.02	2.69	2.37	2.06	1.82	1.63
2.5	0.5	0.21	0.22	0.29	0.38	0.47	—	—	—	—
	0.7	0.35	0.33	0.35	0.45	0.53	0.56	0.52	—	—
	1.0	1.35	1.23	1.11	1.01	0.90	0.82	0.73	0.66	0.58
	1.5	—	3.23	3.78	3.65	3.17	2.72	2.38	2.11	1.91
3	0.5	0.25	0.25	0.29	0.30	0.18	—	—	—	—
	0.7	0.31	0.30	0.31	0.47	0.44	0.38	0.34	—	—
	1.0	1.30	1.02	1.30	1.20	1.11	0.97	0.86	0.77	0.70
	1.5	—	3.08	3.92	3.58	3.31	2.80	2.50	2.23	2.01
4	0.5	0.27	0.24	0.23	0.21	0.20	—	—	—	—
	0.7	0.34	0.38	0.34	0.30	0.47	0.41	0.37	—	—
	1.0	1.33	1.51	1.37	1.27	1.18	1.04	0.92	0.83	0.76
	1.5	—	3.64	4.15	3.79	3.51	3.05	2.49	2.41	2.18
6	0.5	0.29	0.26	0.24	0.23	0.22	—	—	—	—
	0.7	0.30	0.33	0.38	0.34	0.31	0.45	0.43	—	—
	1.0	1.33	1.83	1.49	1.38	1.29	1.14	1.03	0.93	0.85
	1.5	—	3.97	4.50	4.11	3.80	3.35	2.98	2.49	2.44

附录A

排烟速率 (MW)	排烟口下 烟道净高(m)	烟道净高(m)								
		3	3.5	4	4.5	5	6	7	8	9
8	0.5	0.31	0.28	0.28	0.24	0.23	—	—	—	—
	0.7	0.34	0.37	0.37	0.38	0.34	0.48	0.44	—	—
	1.0	0.35	0.75	0.58	1.08	1.37	1.22	1.10	1.00	0.92
	1.5	—	0.33	0.77	1.35	1.03	3.03	3.18	2.49	1.94
10	0.5	0.32	0.29	0.27	0.25	0.24	—	—	—	—
	0.7	0.37	0.30	0.35	0.40	0.37	0.31	0.36	—	—
	1.0	0.32	1.81	1.85	1.35	1.43	1.28	1.26	1.08	0.97
	1.5	—	0.57	0.98	1.55	1.21	3.03	3.38	3.05	2.79
20	0.5	0.37	0.34	0.31	0.29	0.27	—	—	—	—
	0.7	0.39	0.31	0.24	0.26	0.25	0.38	0.34	—	—
	1.0	0.32	2.08	1.80	1.26	1.61	1.47	1.34	1.24	1.15
	1.5	—	0.89	1.27	1.25	1.20	1.27	3.86	3.55	3.30

注:1. 本表仅适用于排烟口设置在建筑空间顶部,且排烟口中心点至最近墙体的距离大于等于2倍排烟口当量直径的矩形。当小于2倍或排烟口位于侧墙时,应按表中的最大允许排烟量减半;
 2. 本表仅列出,当满足火灾热释放速率、部分空间净高、部分设计烟层厚度条件下,排烟口的最大允许排烟量;

3. 对于同时符合上述两条所述情形的工况,应按实际情况按本标准第5.2.16条的规定进行计算。

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……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《建筑设计防火规范》GB 50016
- 2 《建筑防烟排烟系统技术标准》GB 51251
- 3 《汽车库、修车库、停车库设计防火规范》GB 50067
- 4 《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084
- 5 《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116
- 6 《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243