

住房和城乡建设部备案号：Jxxxxx-20xx

DB

重庆市工程建设标准

DBJ50/T-xxx-20xx

大型公共建筑自然通风应用技术规范

Technical code for natural ventilation application in large public
buildings

(征求意见稿)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

重庆市住房和城乡建设委员会发布

重庆市工程建设标准

大型公共建筑自然通风应用技术规范

Technical code for natural ventilation application in large public
buildings

DBJ50/T-xxx-20XX

主编单位：重庆大学

批准部门：重庆市住房和城乡建设委员会

施行日期：20XX年XX月XX日

前言

根据重庆市住房和城乡建设委员会《关于下达 2020 年度勘察设计行业创新研究与能力建设项目计划的通知》（渝建勘设[2020]36 号）的要求，为促进自然通风技术的合理实施，改善公共建筑室内空气质量，保证公共建筑通风作用下的健康舒适，重庆大学会同本标准各参编单位，依据国家、行业和地方标准，立足于重庆市公共建筑通风现状，充分结合本地实际，在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准的主要内容是：1.总则；2.术语；3.基本规定；4.室外环境；5.通风计算；6.通风设计；7.运行管理。

本标准由重庆市住房和城乡建设委员会负责管理，重庆大学负责具体技术内容的解释。在本标准执行过程中，请各单位注意收集资料，总结经验，并将有关意见和建议反馈至重庆大学（地址：重庆市沙坪坝区沙正街 174 号，邮编：400045，电话：023- 65126193；传真：023-65128081）。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人和审查专家：

本标准主编单位：

本标准参编单位：

本标准主要起草人：

本标准审查专家：

目录

1	总则.....	1
2	术语.....	2
3	基本规定.....	4
4	室外环境.....	5
4.1	一般规定.....	5
4.2	规划布局.....	5
4.3	风环境分析.....	6
4.4	室外环境设计参数.....	8
5	通风计算.....	10
5.1	一般规定.....	10
5.2	室内环境设计参数.....	10
5.3	通风量计算.....	12
6	通风设计.....	15
6.1	一般规定.....	15
6.2	自然通风.....	16
	I 路径.....	16
	II 进、排风口.....	21
	III 地道风.....	23
6.3	复合通风.....	24
6.4	系统监控.....	25
7	运行管理.....	27
7.1	一般规定.....	27
7.2	运行管理.....	27
	本标准用词说明.....	30
	引用标准名录.....	31

Contents

1	General Provisions.....	1
2	Terms.....	2
3	Basic Requirements.....	4
4	Outdoor environment.....	5
4.1	General requirements.....	5
4.2	Layout.....	5
4.3	Wind environment analysis.....	6
4.4	Outdoor environment design parameters.....	8
5	Ventilation calculation.....	10
5.1	General requirements.....	10
5.2	Ventilation calculation.....	10
5.3	Indoor environment design parameters.....	12
6	Ventilation design.....	15
6.1	General requirements.....	15
6.2	Natural ventilation.....	16
	I path.....	16
	II Inlet and exhaust.....	21
	III air through tunnel.....	23
6.3	Compound ventilation.....	24
6.4	System monitoring.....	25
7	Operation Management.....	27
7.1	General requirements.....	27
7.2	Operation Management.....	27
	Explanation of terms used in this standard.....	30
	List of Reference Standards.....	31

1 总则

1.0.1 为促进自然通风技术的合理应用，改善重庆市大型公共建筑室内空气质量，提升公共建筑在通风作用下的健康舒适，制定本规范。

【条文说明】自然通风是直接利用室外新鲜空气改善建筑室内空气质量、排除室内余热、去除室内污染物的有效手段，是改善室内环境、推动建筑节能的有效措施，但其也存在不确定、不稳定、可控性低、受建筑形式影响大等特点，尤其是对于体量大、进深大、功能复杂的大型公共建筑，利用自然通风实现室内空气环境的改善，需要综合气候特点、环境需求、建筑功能、建筑设计等多方面因素进行综合设计。制定本规范的目的是针对重庆市的气候特点、典型公共建筑的功能需求，提出行之有效的通风措施，促进自然通风在大型公共建筑中的应用。

1.0.2 本规范适用于大型公共建筑通风系统的新建、改建、扩建的设计和运行。

【条文说明】本规范通风系统主要针对过渡季以及夏季室外干球温度在 12-28℃情况下使用的通风系统。

1.0.3 本规范中大型公共建筑主要指人员密集型建筑和大空间建筑。

【条文说明】本规范中的人员密集型建筑主要指公共场所中出入大厅、候机（车、船）厅及医院的门诊大厅、会议中心、会展中心、商业建筑中庭、体育场馆等面积较大、同一时间聚集人数较多的场所；大空间建筑是指建筑中存在净高大于 6m 且地面面积大于 500m² 空间的建筑。

1.0.4 大型公共建筑自然通风的技术要求，除应符合本规范的规定外，尚应符合国家、行业和地方现行有关标准的规定。

【条文说明】国家、行业和地方现行有关标准包括但不限于《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736、《民用建筑统一设计标准》GB50352、《民用建筑热工设计规范》GB50176、《公共建筑节能设计标准》GB50189、《民用建筑绿色设计规范》JGJ/T229、《地道风建筑降温技术规程》CECS340、重庆市《绿色建筑评价标准》DBJ50/T-066、《公共建筑节能（绿色建筑）设计标准》DBJ50-052、《居住建筑节能 65%（绿色建筑）设计标准》DBJ50-071 等。

2 术语

2.0.1 自然通风 natural ventilation

不用通风机械，由热压、风压作用实现室内换气的通风方式。

2.0.2 机械通风 mechanical ventilation

采用通风机械实现换气，以获得安全、健康等适宜的空气环境的技术。

2.0.3 复合通风 compound ventilation

自然通风和机械通风在一天内的不同时间、不同季节的有机组合，达到最大程度地利用室外气候环境条件、减少能耗，创造可以接受的热舒适条件以及稀释有害物浓度的通风方式，也称多元通风。

2.0.4 穿堂风 draught

在风压作用下，室外空气从建筑物一侧进入，贯穿房间内部，从另一侧流出的自然通风。

2.0.5 单侧通风 one-sided ventilation

依靠同一面墙上开启的外门窗进行室内外空气交换的通风方式。

2.0.6 热压 hot press

由于温差引起的室内外或管内外空气的压力差。

2.0.7 风压 wind pressure

风流经建筑物时，在其周围形成的静压与未受干扰的稳定气流静压的差值。

2.0.8 通风量 ventilation

单位时间内进入室内或从室内排出的空气量。

2.0.9 换气次数 air changes

单位时间内室内空气的更换次数，即通风量与房间容积的比值。

2.0.10 室内空气质量 indoor air quality

对与室内空气环境相关的物理、化学及生物等因素给人员身体健康和心理感受造成的影响程度的综合性描述。空气质量的评价通常依据空气中某污染物浓度的高低来判断空气质量的好坏。

2.0.11 风速放大系数 wind speed amplification factor

建筑物周围离地面 1.5m 处的风速与开阔地面同高度风速之比。

2.0.12 自然通风路径 natural ventilation path

经进风口进入室内的自然风气流通过房间由排风口流到室外所经过的路线。

2.0.13 地道风 air through tunnel

经过地道利用土壤蓄热特性进行预冷预热的空气。

2.0.14 中和界 neutral pressure level

建筑物内余压为零的水平面，也称中和面。

2.0.15 平面单元分区模式 plane unit partition mode

在建筑平面上均匀设置通风竖井，使得建筑一个平面内的各部分空间的通风围绕各自竖井而形成的通风区域划分模式。

2.0.16 竖向单元式组合通风模式 vertical unit type combined ventilation mode

通过设置双层玻璃幕墙或通风中庭等竖向联通措施，将建筑的若干楼层整合成一个通风单元，使得这些楼层的通风围绕竖向联通措施而形成的通风区域划分模式。

3 基本规定

3.0.1 建筑通风应满足室内人员对新鲜空气的需要，保证排除室内余热以及室内空气污染物。

【条文说明】建筑通风的目的，是为了保证人员对新鲜空气的需求，同时保证室内热舒适要求，改善室内空气环境。当采用通风处理余热余湿可以满足要求时，应优先使用通风措施，可以极大降低建筑能耗。

3.0.2 大型公共建筑应进行自然通风路径设计，当自然通风不能满足需求时，应进行自然通风和机械通风结合的复合通风设计。

【条文说明】自然通风是依靠空气自身动力流动形成的气流流场分布，其与建筑的布局、进出口位置及尺寸、气流通道顺畅程度及尺寸等关系密切，良好的通风路径设计，有利于气流流场的形成，保证通风效果。由于自然通风受自然资源的影响，当自然通风的通风效果不能满足热舒适要求，室内污染物不能有效排出时，应采用复合通风方式促进建筑通风。

3.0.3 自然通风宜优先采用热压通风；并在满足消防规定的前提下，与防排烟设施结合。

【条文说明】自然通风主要是利用热压和风压作用形成有组织气流，热压相对风压更稳定，因此在建筑通风时宜优先采用热压通风。同时也应结合建筑设计，设置合理的风压诱导通风装置，促进风压下的自然通风。大型公共建筑的防火排烟系统设计通常会考虑自然排烟需求，在满足《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定的条件下，可与自然通风系统相结合进行一体化设计。

3.0.4 当室外空气污染和噪声污染严重时，宜采用具备相应处理措施的复合通风。

【条文说明】由于通风是直接利用室外空气对室内空气进行置换的过程，因此，室外环境质量会对室内环境形成直接关联，为了保证室内环境质量，当室外空气污染超过《环境空气质量》GB3095 的二级浓度限值，即项目所在地前一年 $PM_{2.5}$ 年平均浓度大于 $35\mu g/m^3$ ，需对通风系统采用室内空气净化措施；噪声污染比较严重的地区，即未达到《社会生活环境噪声排放标准》GB22337 的 2 类要求的地区，直接的自然通风会将室外噪声带入室内，不利于人体健康，宜采用自然通风和机械通风结合的复合通风或具有隔声性能的通风器。

3.0.5 对室内有污染物排放的建筑，应采用有组织通风，并对排风进行净化处理。

【条文说明】对于室内有污染物产生的建筑，为了不对室外环境产生污染，应对室内空气进行净化处理后集中排放。其排放应满足相关标准要求。

4 室外环境

4.1 一般规定

4.1.1 建筑的总体规划和总平面设计应有利于组织室内自然通风。

【条文说明】建筑总体规划和总平面设计是影响室内自然通风的重要因素之一。建筑平面设计的原则是夏季能利用自然通风同时兼顾冬季能够避开主导风向，权衡各因素之间的得失，通过多方面分析、优化建筑的总体规划。

4.1.2 室外环境应结合室外气象参数设计，并合理组织引导空间的空气流动。

【条文说明】室外环境的设计包括墙（导风墙、挡风墙）、树等的设计。结合室外气象条件，冬季可以考虑以挡风墙的做法控制冬季主导风对室外风环境的影响；夏季可考虑利用景观挡墙等做法为局部活动场所导风。

4.2 规划布局

4.2.1 场地规划应考虑建筑布局对建筑室外风、光、热、声、水环境和场地内外动植物等环境因素的影响，考虑建筑周围及建筑之间的自然环境、人工环境的综合设计布局。

【条文说明】场地规划应考虑室外环境的质量。实验表明，当风向与建筑物表面垂直时，建筑物的背面会产生很大的湍流漩涡，造成气流堆积；当来流风与建筑表面成 60° 时，气流能够比较顺畅的通过各个建筑物的迎风面进入建筑群，形成通畅的风环境。建筑布局不合理可能会造成建筑间的相互遮挡，从而导致某些建筑自然采光效果不佳，其次，建筑的排列密度越大，建筑的散热越困难，不利于建筑室外热环境。

4.2.2 建筑总平面布局应营造良好的风环境，保证舒适的室外活动空间和室内良好的自然通风条件，减少气流对区域微环境和建筑本身的不利影响。

【条文说明】建筑平面布局可能会产生二次风，严重阻碍风的流动，在某些区域形成无风区或涡旋区，这对于室外散热和污染物排放是非常不利的，应尽量避免。

建筑平面布局对建筑风环境影响效果主要体现在风影区的大小。风影指风吹向建筑后在建筑背面产生的涡旋区在地面上的投影。风影区内由于空气流呈现漩涡状态，风力变弱，风向不稳定，不利于下风向建筑周围的空气流动。为加强自然通风，建筑布局的基本原则是使下风向建筑尽量少的受到上风向建筑风影区的遮挡。一般来说，风影区的大小与建筑物高度、迎风长度成正比例关系，与建筑深度呈反比例关系。风影区越大，对下风向建筑通风越不利。当风向投射角度（主导风向与迎风建筑的相对夹角）为 45° 时，平行排列的多排建筑后区

会形成较大的风影区。如果该角度呈 90° ，风影区达到最大值，此时最不利于下风向建筑通风。因此在建筑群布局时，应当避免建筑长轴垂直于主导风向，一般认为入射角 30° 或 60° 为好。

4.2.3 建筑总平面布局应满足自然通风的需求，并宜结合项目情况进行风环境分析。当出现下列情况时，应进行建筑场地内风环境数值分析：

- 1 当建筑群体组合为封闭的围合式布局时，为确保建筑自然通风的效果，应进行建筑自然通风效果的数值分析；
- 2 当建筑所在地地势平坦，且采用斜列式布局，应进行建筑场地内风环境数值分析，以确保建筑周边无气流涡旋；
- 3 当建筑物对场地内风环境和通风效果具有较精确的要求时，应进行单独的建筑场地内风环境数值分析。

【条文说明】通过对典型建筑布局（错列式、斜列式、行列式和围合式）分别进行的模拟分析发现，错列式和斜列式布局自然通风效果最好，在这两种布局形式下，风可以斜向地导入建筑群体内部；围合式不利于重庆地区夏季和过渡季自然通风，重庆地区风力资源本就匮乏，围合式的布局使建筑形成了一个围合空间，风难以进入；针对山地建筑和平原建筑，山地建筑室外风环境通风效果更好，更有利于重庆地区的自然通风。

4.2.4 宜结合项目所在地风向进行廊道规划，在项目所在地主导风向上设置有利于改善空气温度的措施。

【条文说明】在项目所在地主导风向上设置绿化带、水体等。绿化带、水体等一方面能够调节来流温度、湿度，另一方面能够调节气流。如在夏季，通过带状绿化能够引导气流和季风，对城市有明显的通风降温效果，有研究对 4 种不同类型的带状绿地与不受绿地影响的水泥地面进行对比测试，发现带状绿地的降温能力最大可达 2.8°C 。

4.2.5 建筑平面布局宜避开冬季不利风向，并宜通过设置防风墙、板、防风林带、微地形等挡风措施阻隔冬季冷风。

【条文说明】为了防止冷风直接吹入建筑，建筑平面布局宜避开冬季主导风的方向，同时可以采用挡风措施减少冬季冷风造成室内热量的流失。

4.3 风环境分析

4.3.1 室外风环境分析宜采用计算流体力学（CFD）方法，合理确定边界条件，基于典型风向、风速进行风环境数值分析，且应满足如下要求：

1 计算区域：建筑迎风截面堵塞比（模型面积/迎风面计算区域截面积）小于 4%；以目标建筑（高度 H）为中心，半径 5H 范围内为水平计算域。在来流方向，建筑前方距离计算区域边界要大于 2H，建筑后方到计算区域边界要大于 6H。

2 模型再现区域：目标建筑边界 H 范围内应以最大的细节要求再现。

3 网格划分：建筑的每一边人行高度区 1.5m 高度应划分 10 个网格及以上；重点观测区域要在地面以上第三个网格或者更高网格内。

4 入口边界条件：入口速度的分布应符合梯度风规律。不同地貌情况下入口梯度风的指数 α 取值如下表：

表 1 大气边界层不同地貌的 α 值

类别	空旷平坦地面	城市郊区	大城市中心
α	0.14	0.22	0.28

5 地面边界条件：对于未考虑粗糙度的情况，采用指数关系式修正粗糙度带来的影响；对于实际建筑的几何再现应采用适应实际地面条件的边界条件；对于光滑壁面应采用对数定律。

6 湍流模型：标准 k- ϵ 模型。高精度要求时采用 Durbin 模型或 MMK 模型。

7 差分格式：避免采用一阶差分格式。

【条文说明】依据重庆市《绿色建筑标准》DBJ50/T214-2015，本条介绍了室外风环境的计算方法

1 确定合理的计算区域。计算区域过小，不能真实反映建筑物的流场情况，计算区域过大，网格过多，计算时间较长。H 为对象建筑或建筑群特征高度。

2 在实际较大尺寸的风环境模拟中，建筑数量往往较多，形状和分布不规则，若在建模时完全再现实际情况，则会造成工作量太大及计算不稳定。因此，对于实际工程问题，可对计算物进行大胆的简化处理。

3 综合不同高度人行区所在位置，将考察平面确定为距地面 1.5m 高度处。

4 对建筑布局相对规整、计算精度要求不是很高的模拟来说，标准 k- ϵ 模型时首选的湍流计算模型。

4.3.2 室外风环境应有利于室外行走、活动舒适和建筑的自然通风：

1 在建筑物周围行人区 1.5m 处风速不大于 5m/s 且冬季风速放大系数不大于 2；

2 过渡季、夏季建筑物室外风压均匀，典型风速、风向条件下的建筑前后（或主要开窗）表面压差大于 0.5Pa；

3 避免出现涡旋或无风区。

【条文说明】建筑物周围行人区 1.5m 处风速不大于 5s/m 是不影响人们正常室外活动

的基本要求。夏季、过渡季通风不畅在某些区域形成无风区或涡旋区，不利于建筑散热和污染物消散，应尽量避免。外窗室内外表面的风压差达到 0.5Pa 有利于建筑的自然通风。通过应用计算流体力学方法的分析方法，可根据分析结果对建筑的朝向、布局、形式等予以调整，从而在建筑设计时保证形成有利于自然通风的条件。例如通过流场分析，可对建筑采用架空结构等方式，从而避免室外涡旋区的产生。

4.4 室外环境设计参数

4.4.1 夏季通风室外计算温度，应采用历年最热月 14 时的月平均温度的平均值；夏季通风室外计算相对湿度，应采用历年最热月 14 时的月平均相对湿度的平均值。

【条文说明】我国气象台站在观测时统一采用北京时间进行记录，14 时是一日四次定时记录中气温最高的一次。

4.4.2 冬季室外平均风速，应采用累年最冷 3 个月各月平均风速的平均值；冬季室外最多风向的平均风速，应采用累年最冷 3 个月最多风向（静风除外）的各月平均风速的平均值；夏季室外平均风速，应采用累年最热 3 个月各月平均风速的平均值。

【条文说明】“累年最冷 3 个月”指累年逐月平均气温最低的 3 个月，“累年最热 3 个月”指累年逐月平均气温最高的 3 个月。为保证计算参数的科学合理，根据气象部门整编数据的规定，通常选取 1971-2000 年作为统计期。重庆地区因为数据缺失，选取 1971-1986 年作为统计期。

4.4.3 冬季最多风向及其频率，应采用累年最冷 3 个月的最多风向及其平均频率；夏季最多风向及其频率，应采用累年最热 3 个月的最多风向及其平均频率；年最多风向及其频率，应采用累年最多风向及其平均频率。

【条文说明】本条规定了最多风向及频率，“最多风向”即为主导风向。根据《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736，重庆地区室外气象计算参数应按表 2 选取。

表 2 重庆地区室外气象计算参数

地点		重庆
台站名称及编号		重庆 57515
台站信息	北纬	29° 31′
	东经	106° 29′
	海拔/m	351.1
	统计年份	1971-1986
年平均温度/℃		17.7
室外计算温、湿度	供暖室外计算温度/℃	4.1
	冬季通风室外计算温度/℃	7.2

	冬季空调室外计算温度/°C	2.2
	冬季空调室外计算相对湿度/%	83
	夏季空调室外计算干球温度/°C	35.5
	夏季空调室外计算湿球温度/°C	26.5
	夏季通风室外计算温度/°C	31.7
	夏季通风室外计算相对湿度/%	59
	夏季空调室外计算日平均温度/°C	32.3
风向、风速及频率	夏季室外平均风速/m/s	1.5
	夏季最多风向	C ENE
	夏季最多风向的频率/%	33 8
	夏季室外最多风向的平均风速 m/s	1.1
	冬季室外平均风速/m/s	1.1

4.4.4 进行自然通风设计时，宜根据通风计算时段合理选取与之对应的气象参数。

【条文说明】自然通风往往是在过渡季节或非空调时段，因此，完全按照 4.4.3 条的参数选取可能并不能完全适合自然通风的计算实际条件。但当前针对非空调时段，并没有规定的计算参数，本标准依据《中国热环境分析专用气象数据集》，整理得到重庆地区全年月平均气象数据如表 3，可供实际分析中参考采用。

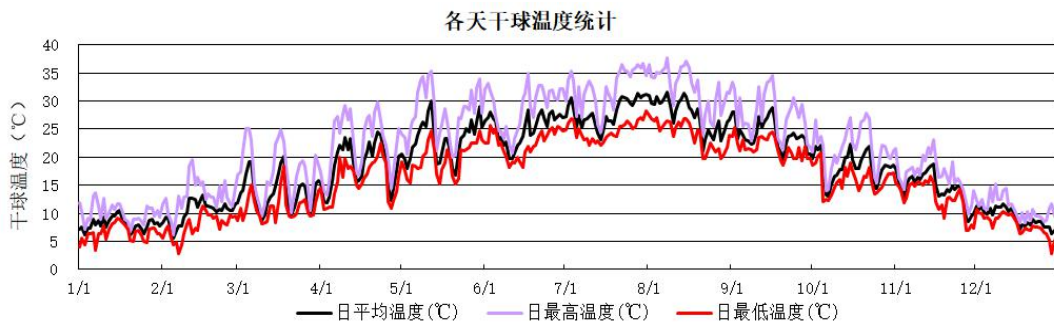


图 1 重庆地区全年日干球温度

表 3 全年月平均温度

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
月平均温度	8.1	10.3	13.7	18.7	23.0	25.1	28.1	27.8	24.2	18.4	14.6	9.2

5 通风计算

5.1 一般规定

5.1.1 自然通风、气流组织计算的气象参数应按 4.3 节进行选取。

【条文说明】自然通风、气流组织计算的气象参数包括室外空气温度、相对湿度、风速等。

5.1.2 室内自然通风、气流组织和热环境的计算应以计算域内人员活动区的热环境参数作为主要评价指标，可将空气龄作为补充评价指标。

【条文说明】热环境参数包括空气温度、湿度、风速等，是影响人体热舒适的主要因素。空气龄是反映室内整体或局部气流新鲜度分布的重要指标，它可以综合衡量房间的通风换气效果，用于评价室内空气品质。

5.1.3 室内空气质量计算应以室内空气中典型污染物浓度水平、建筑各区域污染物扩散水平作为评价指标，计算内容应包括计算域或单室内距地面 1.0m 高处平面的典型污染物浓度分布，以及建筑各区域内典型污染物浓度逐时值。

【条文说明】典型污染物包括 CO₂、可挥发性有机化合物及颗粒物等。由人体释放的 CO₂ 是室内新风需求量的重要衡量标准，可挥发性有机化合物（主要包括甲醛、苯、甲苯等）主要用于新建建筑装修污染的预测和控制，颗粒物（主要包括 PM_{2.5}、PM₁₀ 等）主要用于评估室内外颗粒物污染源影响及选择配置。

5.2 室内环境设计参数

5.2.1 室内空气温度应满足《民用建筑室内热湿环境评价标准》GB/T 50785 中夏热冬冷地区非人工冷热源热湿环境 II 级指标。

【条文说明】《民用建筑室内热湿环境评价标准》中规定了我国严寒及寒冷地区、夏热冬冷地区、夏热冬暖地区以及温和地区的热舒适评价标准。其中 I 级热湿环境是指人群中 90% 感觉满意的热湿环境；II 级热湿环境是指人群中 75% 感觉满意的热湿环境；III 级热湿环境是指人群中低于 75% 感觉满意的热湿环境。从节能的角度出发，室内空气应满足 II 级热湿环境。

表 4 夏热冬冷地区非人工冷热源热湿环境评价等级

等级	评价指标	限定范围
I 级	$t_{op1,b} \leq t_{op} \leq t_{op1,a}$	$18^{\circ}\text{C} \leq t_{op} \leq 28^{\circ}\text{C}$

	$t_{op\,I,\,a}=0.77t_{r_m}+9.34$ $t_{op\,I,\,b}=0.87t_{r_m}-0.31$	
II级	$t_{op\,II,\,b}\leq t_{op}\leq t_{op\,II,\,a}$ $t_{op\,II,\,a}=0.73t_{r_m}+12.72$ $t_{op\,II,\,b}=0.91t_{r_m}-3.69$	$18^{\circ}\text{C}\leq t_{op\,II,\,a}\leq 30^{\circ}\text{C}$ $16^{\circ}\text{C}\leq t_{op\,II,\,b}\leq 28^{\circ}\text{C}$ $16^{\circ}\text{C}\leq t_{op}\leq 30^{\circ}\text{C}$
III级	$t_{op}<t_{op\,II,\,b}$ 或 $t_{op\,II,\,a}<t_{op}$	$18^{\circ}\text{C}\leq t_{op\,II,\,a}\leq 30^{\circ}\text{C}$ $16^{\circ}\text{C}\leq t_{op\,II,\,b}\leq 28^{\circ}\text{C}$

其中 t_{r_m} 为室外平滑周平均温度（℃），指连续七天室外日平均温度的指数加权值。室外平滑周平均温度按下式进行计算：

$$t_{r_m} = (1-\alpha)(t_{od-1} + \alpha t_{od-2} + \alpha^2 t_{od-3} + \alpha^3 t_{od-4} + \alpha^4 t_{od-5} + \alpha^5 t_{od-6} + \alpha^6 t_{od-7})$$

α ——系数，取值 0-1，推荐取 0.8；

t_{od-n} ——评价日前 7 天室外日平均温度，本规范中近似取值月平均温度。

则 $t_{r_m}\approx 0.79t_a$,

t_a ——月平均温度

t_{op} ——体感温度（℃）；在大多数情况下，当室内没有辐射加热或冷却系统，外墙和外窗的平均传热系数都满足节能标准的要求时，体感温度可近似等于空气温度。

5.2.2 室内 CO₂ 浓度不超过 0.1%。

【条文说明】根据国家标准《室内空气质量标准》GB/T 18883-2002 中的要求，室内 CO₂ 浓度不应超过 0.1%。当室内 CO₂ 浓度超过 0.1%（即 1000ppm）时，人们会感觉空气混浊，长期在这样的环境中，就会感到难受，精神不振，不利于人体健康。

5.2.3 室内污染物浓度限值按照《室内空气质量标准》GB/T 18883 有关要求计算。

【条文说明】室内空气污染物可能造成不同程度的健康问题，因此，应严格控制室内的污染物浓度，从而保证人们的身体健康。

表 5 典型污染物浓度限值

序号	参数	单位	标准值	备注
1	甲醛 HCHO	mg/m ³	0.10	1h 均值
2	苯 C ₆ H ₆	mg/m ³	0.11	1h 均值
3	PM10	mg/m ³	0.15	日平均值
4	PM2.5	μg/m ³	75	日平均值
5	TVOC	mg/m ³	0.60	8h 均值

5.3 通风量计算

5.3.1 建筑通风量应取下列三项中的最大值：

- 1 为维持室内 CO₂ 浓度限值所需通风量；
- 2 为消除室内污染物所需通风量；
- 3 消除室内余热所需通风量。

【条文说明】本条规定了建筑的通风量。建筑的通风量应该同时满足人体呼吸需求、热舒适要求以及保证室内空气品质要求。

5.3.2 为了维持室内 CO₂ 浓度在一定限值以下的通风量取两者中较大值：

$$1 \quad c_i = c_o + \frac{s}{q}$$

q——稀释 CO₂ 所需通风量；

C_i——室内 CO₂ 浓度；

C_o——新风中 CO₂ 浓度；

s——人体 CO₂ 生成量。

2 室内 CO₂ 浓度满足卫生标准要求的换气次数指标不小于 2 次/h。

【条文说明】建筑的通风量应稀释人体释放以及室外进入室内的 CO₂ 浓度，同时满足卫生标准的要求。

根据稀释方程

$$c_i = (c_o + \frac{s}{q}) [1 - \exp(-\frac{q}{v} \tau)]$$

当 $-\frac{q}{v} \tau \geq 4$ 时，可认为室内 CO₂ 浓度趋于稳定 即 $c_i = c_o + \frac{s}{q}$

有关研究表明，室内 CO₂ 浓度满足卫生标准要求的换气次数指标不小于 2 次/h，因此当通风量小于 2 次/h 时，按 2 次/h 设计；当通风量超过 2 次/h 时，按实际通风量进行设计。

人体 CO₂ 生成量与人体表面积和代谢情况有关，不同活动强度下人体 CO₂ 的发生量可按表 6 进行选取。

表 6 人体 CO₂ 生成量

活动强度	CO ₂ 生成量[m ³ / (h·人)]
------	--

静坐	0.0144
极轻	0.0173
轻	0.023
中等	0.041
重	0.0748

5.3.3 消除室内污染物所需通风量按下式计算：

$$Q = \frac{Q_s}{Q_b - Q_0}$$

Q_s ——室内污染物散发浓度；

Q_b ——国家卫生标准中要求的污染物浓度，按 5.2.3 中表 5 进行选取；

Q_0 ——送风空气中污染物浓度。

【条文说明】本条计算方法参照《供暖通风与空气调节》（第 3 版）。现行国家卫生标准包括《室内空气质量标准》GB/T 18883、《室内空气中二氧化碳卫生标准》GB/T 17094 以及其他单项职业卫生标准中均对各污染物浓度设置了相关的限定值，计算中应参照取值。

5.3.4 消除余热所需通风量取两者中较大值：

$$L = \frac{Q}{c\rho_j(t_p - t_j)} \times 3600$$

L ——消除余热所需通风量（ m^3/h ）；

Q ——室内余热量（ kW ）；

c ——空气的比热容[$kJ/(kg.k)$]，其值为 $1.01kJ/(kg.K)$ ；

ρ_j ——进入室内的空气密度(kg/m^3)；

t_p ——排出空气温度（ $^{\circ}C$ ）；

t_j ——进入空气温度（ $^{\circ}C$ ）；

2 重庆地区满足热舒适性通风要求的换气次数指标不低于 7 次/h。

【条文说明】通过前期对重庆市抽取的 18 个单位余热量在 $20-60W/m^2$ 之间的样本房间过渡季需求风量的计算，发现过渡季用于消除室内余热的通风换气次数在 7-22 次/h，因此要求重庆地区满足消除余热的通风换气次数不低于 7 次/h。当消除室内余热所需通风量不足 7 次/h 时，按 7 次/h 进行设计；消除室内余热所需通风量大于 7 次/h 时，按实际所需通风量进行设计。此处换气次数为自然通风和机械通风换气次数的总和。

5.3.5 与空调新风系统合并使用的建筑通风，应满足空调季最小新风量调节的要求，空调系统设计最小新风量应符合《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736 规定。

【条文说明】对于空调系统，大量的新风不仅会增加空调能耗，而且会影响室内温湿度的稳定，增加过滤器的负担，且对于室内人员较少的时间段，室内 CO₂ 浓度也较小，可以适当减小新风量。因此，可以在满足室内人员需求的前提下，考虑室内最小新风量。最小新风量综合考虑了人员污染和建筑污染对人体健康的影响。《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736 中未作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，并满足国家现行相关标准的要求。

6 通风设计

6.1 一般规定

6.1.1 在进行建筑自然通风设计时，宜结合功能布局、室外气象参数对建筑进行周边风环境分析和室内自然通风潜力分析。

【条文说明】室外气象条件是影响一个地区的自然通风潜力的重要因素之一，建筑室内自然通风随着气候变化而变化，此外，建筑的布局可能会产生无风区或涡旋区，因此在确定自然通风方案之前，必须收集目标地区的气象参数，结合目标建筑的功能布局，进行风环境和自然通风潜力分析，指导通风设计。

根据《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736，28℃以上的空气难以降温至舒适范围，室外风速 3.0m/s 会引起纸张飞扬，因此“风压通风”的通风利用条件宜采取气温 20℃-28℃，风速 0.1-3.0m/s，湿度 40%-90%的范围；“热压通风”的通风条件宜设定为气温 12℃-20℃，风速在 0-3m/s，湿度不设限。

6.1.2 通风时应优先考虑采用自然通风消除室内余热余湿和降低污染物浓度。自然通风不能满足时，应采用复合通风。

【条文说明】利用热压和风压作用形成的自然通风消除室内余热余湿和污染物浓度，可在自然情况下改善室内环境，给人以最舒适健康的状态，并可有效减少建筑能耗。在设计时应充分考虑自然通风的利用，当自然通风的通风量不足以满足室内热舒适以及空气质量要求，或室外空气、噪声污染严重时，则应采用复合通风。

6.1.3 建筑物应根据使用功能、室内环境和自然通风路径要求设置室外空气直接流通的外窗或洞口；当不能设置外窗或洞口时，应另设通风设施。

【条文说明】建筑通风除了满足室内人员的健康需求，同时带走室内余热余湿，因此建筑物各类用房均应有建筑通风。为了保证通风的形成，要有流畅的路径、通畅的进出口、必要的压差，因此设计时，首先考虑设置与室外空气直接流通的窗口或洞口来满足建筑的通风需求。当受建筑或使用原因限制无法采用直接通风时，应设置自然通风道或机械通风等通风设施。通风设施包括通风装置和通风系统。

6.1.4 气流组织和自然通风路径设计应保证重要房间或重要场所具备防止以空气传播为途径的疾病通过通风系统交叉传染的功能。

【条文说明】气流组织、通风会造成空气流动，气流的流动可能会导致不同房间空气相互混合、交叉。为避免以空气传播为途径的疾病（如 H1N1 流感、COVID-19 等）通过通风系

统传播，在设计通风系统时，应使通风系统具备在疾病流行期间避免不同房间的空气掺混的功能，避免疾病通过通风系统从一个房间传播到其他房间。

6.1.5 建筑物的通风系统设计应符合国家现行防火规范的要求。

【条文说明】建筑的通风设计应满足国家现行《建筑设计防火规范》GB 50016、《建筑防烟排烟系统技术标准》GB51251 等有关防火规范的规定。

6.2 自然通风

I 路径

6.2.1 建筑朝向和夏季主导风向宜控制在 30° - 60° 之间，应可迎纳有利的局部地形风。

表 7 重庆地区建议建筑朝向

地区	最佳朝向	适宜朝向	不利朝向
重庆地区	南偏东 30° 至南偏西 30° 范围内	南偏东 45° 至南偏西 45° 范围内	西、西北

【条文说明】建筑朝向应结合各种设计条件，与项目所在地的主导风向相配合，促进自然通风的形成，满足生产和生活的需求。目前重庆市的公共建筑朝向通常在南偏东 45° 至南偏西 45° 范围内。一般情况下，应按照主导风向进行建筑的设计，同时结合规划布局等局地风向的分布，以调整建筑朝向与之一致。

6.2.2 公共建筑应进行合理的自然通风模式划分。大体量多层建筑，宜采用平面单元分区模式或采用热压式自然通风的通风模式；高层建筑，宜采用竖向单元式组合通风模式。

【条文说明】平面单元分区模式指的是在建筑内部均匀设置通风竖井，使得各部分功能空间围绕这些竖井，英国考文垂大学图书馆即是利用通风竖井实现均匀自然通风的典型例子；热压式自然通风就是利用屋顶形状和内部热源来加强热压通风效果；竖向单元式组合通风时将若干层整合成一个通风单元，分别设置双层玻璃幕墙或通风中庭。对于高层建筑，其迎风面和背风面压差过大，贯穿通风会导致风速过高，双层玻璃幕墙以及通风中庭可以作为缓冲层，因此宜采用竖向单元式组合通风模式。

6.2.3 采用自然通风的建筑，自然通风量的计算应以热压作用的通风量为主。

【条文说明】风压和热压实现形成自然通风的两种动力方式。重庆地区常年风速较小，静风率高，风压作用较热压作用不明显，因此在进行自然通风的通风量计算时，以热压作用的通风量为主，风压作用通风量为辅，用以修正自然通风量。

6.2.4 热压通风进、排风口面积采用“中和界法”，按下式进行确定：

$$F = \frac{G}{3600 \sqrt{\frac{19.62 \rho \Delta H}{\zeta}}}$$

F——进风或排风所需面积（m²）；

G——进风或排风的风量（kg/h），通风量按 5.3 节进行计算；

ρ——进风或排风的空气密度（kg/m³）；

ΔH——进风或排风所需热压（毫米水柱），ΔH=h（ρ_进-ρ_排）；

h——进风或排风口中心至中和面的高度（m）；

ζ——进风口或排风口的局部阻力系数；

【条文说明】此条文参考《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019。“中和面”是指室内外压力差等于 0 的水平面，是评价热压通风的重要指标之一。当室内有热源存在时，室内温度高于室外温度，此时中和面以上为正压区，中和面以下为负压区，室外空气会由处于负压区的下部孔口流入室内，并从上部孔口流出，热压作用下余压变化如图 2 所示。进排风窗孔面积之比是随中和面位置的变化而变化的：中和面上移，排风口面积增大，进风口面积减小；中和面下降，则相反。

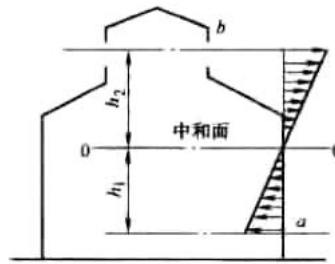


图 2 余压沿建筑高度的变化

根据“中和界法”，表 8 列举了部分情况下，测算得到的大型公共建筑中有热压形成的通风进、排风口所需面积，可供工程应用参考。

表 8 典型情况下进、排风口面积

热源密度 (W/m ²)	建筑高度 (m)	建筑面积 (m ²)	通风量 (kg/h)	温度梯度	排风口距地高度	进(排)风口面积 (m ²)
30	6	500	27000	0.9	5	17.9
					6	14.4
		800	5		28.7	
			6		23	
	1000	5	35.8			
		6	28.9			
	7	500	27000	0.8	5	18.4
					6	14.8

		800	43200		7	12.4
					5	29.4
					6	23.6
		7	19.8			
		5	36.8			
		6	29.5			
	1000	500	27000	0.7	7	24.7
					5	19.5
					6	15.9
		7	12.9			
		8	11			
		5	31.1			
8	800	43200	0.7	6	25.5	
				7	20.7	
				8	17.7	
	5	39				
	6	31.9				
	7	25.8				
1000	500	45000	0.9	8	22.1	
				5	29.8	
				6	24.0	
	800	72000		0.9	5	47.7
	6	37.5				
	1000	90000			5	59.7
6	48.1					
500	500	45000	0.8		5	30.7
					6	24.6
				7	20.6	
	800	72000		5	49	
	6	39.4				
	7	33				
1000	500	45000	0.7	5	61.3	
				6	49.2	
				7	41.2	
	800	72000		5	32.5	
	6	26.5				
	7	21.5				
1000	800	72000	0.7	8	18.4	
				5	52.0	
				6	42.5	
	7	34.4				
	8	29.5				
	5	65.0				
90000	500	45000	0.7	6	53.0	
				7	43.0	
				8	36.9	

备注：

1.为保证自然通风效果，进、排风口面积应尽量相等。

2.热源密度 $30\text{W}/\text{m}^2$ 相当于人员密度为 $4\text{m}^2/\text{人}$ 产生的热量；热源密度 $50\text{W}/\text{m}^2$ 相当于人员密度为 $2\text{m}^2/\text{人}$ 产生的热量。

3.表中所列数据选取热压通风最不利情况进行计算，室外计算温度为 24°C ，室内设计温度为 26°C 。

4.进风口中心距地面高度设为 2m ，进、排风口局部阻力系数取单层窗上悬，开启角度为 90° 时的局部阻力系数 2.59 。

6.2.5 风压通风宜按下列原则进行设计：

- 1 分别计算过渡季和夏季的自然通风量，并按其最小值确定；
- 2 室外风向按计算季节中的当地室外最多风向确定；
- 3 室外风速按基准高度室外最多风向的平均风速确定。当采用计算流体力学数值模拟时，应考虑当地地形条件及其梯度风、遮挡物的影响；
- 4 仅当建筑迎风面与计算季节最多风向成 $45^\circ - 90^\circ$ 角时，该面上的外窗或有效开口利用面积可作为进风口进行计算。

【条文说明】建筑物周围的风压分布与该建筑的几何形状和室外风向有关。通常室外风速按基准高度室外最多风向的平均风速确定，所谓基准高度是指气象学中观测地面风向和风速的标准高度。该高度的确定，既要能反映本地区较大范围内的气象特点，避免局部地形环境的影响，又要考虑到观测的可操作性。由于大气边界层及梯度风作用对室外空气流场的影响非常显著，因而在进行计算流体动力学数值模拟时，应充分考虑当地风环境的影响，以建立更合理的边界条件。热压和风压同时作用于建筑物时，风压由于风速和风向经常变化，具有不稳定性，而热压作用相对稳定，能够在无风天气中实现通风，为了保证自然通风的设计效果，在实际计算时，一般仅考虑热压的作用。室外气流在遇到建筑物时，会在建筑物周围形成正压区和负压区，当气流方向与迎风面夹角不小于 30° 时，会形成明显的正压区，此时风压作用明显，因此只有在建筑迎风面与计算季节最多方向成 $45-90^\circ$ 时，该面上的有效开口利用面积才可以作为进风口进行计算。

6.2.6 单侧自然通风房间的进深不应超过房间净高的 3 倍，利用穿堂风进行自然通风的房间进深不应超过房间净高的 5 倍，当进深不满足时应设置中庭、天井、拔风井等自然通风辅助措施。

【条文说明】建筑进深对自然通风效果影响显著，建筑进深越小越有利于自然通风。根据《绿色博览建筑评价标准》GB/T 51148，当单侧自然通风房间进深超过房间净高 3 倍，利用穿堂风进行自然通风房间超过进深的 5 倍时，室外气流无法贯穿整个房间，建筑内区自然

通风效果较差。由于平面功能的需要，大型商场、车站等大型公共建筑进深往往较大，仅依靠风压是难以取得较好的自然通风效果的。因此，对于单侧自然通风的房间，进深超过房间净高 3 倍的区域以及利用穿堂风进行自然通风的房间，进深超过房间净高 5 倍的区域，应设置通风辅助措施。根据编制组开展的重庆市《公共建筑通风设计情况调研》，目前，在重庆市的公共建筑中，利用通风中庭、天井等形式促进自然通风设计比例仅为 24%，未能充分利用建筑设计促进通风，因此，本条规定建筑进深不满足要求时设置中庭、天井、拔风井等自然通风辅助措施，其目的是利用辅助措施促进大进深公共建筑的自然通风。

6.2.7 通风中庭或天井宜设置在发热量大、人流量大的部位，在空间上应与外窗、外门及主要功能房间相连通。通风中庭或天井的上部应设置启闭方便的通风窗。

【条文说明】通风中庭或天井主要是利用热压作用促进自然通风，设置在发热量大、人流量大的地方，有利于改善自然通风效果。中庭和天井的设置应考虑自然环境有利时方便开启，自然环境不利时方便关闭的措施。

6.2.8 宜结合建筑设计，合理利用被动式通风技术强化自然通风。被动通风可采用下列方式：

- 1 当常规自然通风系统不能提供足够风量时，可采用捕风装置加强自然通风；
- 2 当常规自然通风难以排除建筑内的余热、余湿或污染物时，可采用屋顶无动力风帽装置，无动力风帽的接口直径宜与其连接的风管管径相同；
- 3 当建筑物利用风压有局限或热压不足时，可采用太阳能诱导等通风方式；
- 4 设有中庭的建筑宜在适宜季节利用烟囱效应引导热压通风。

【条文说明】本条主要阐述了自然通风的强化措施。

1 捕风装置：是一种自然风捕集装置。利用对自然风的阻挡在捕风装置迎风面形成正压、背风面形成负压，与室内的压力形成一定的压力梯度，将新鲜空气引入室内，并将室内的浑浊空气抽吸出来，从而加强自然通风换气的能力。

2 无动力风帽是通过自身叶轮的旋转，将任何平行方向的空气流动，加速并转变为由下而上垂直的空气流动，从而将下方建筑物内污浊气体吸上来并排出，以提高室内通风换气效果的装置。

3 太阳能诱导是依靠太阳辐射给建筑结构的一部分加热，产生较大温差，从而更有效地实现自然通风。

4 中庭的烟囱效应可以增强自然风的对流换热。在冬季时中庭宜封闭，以便白天充分利用温室效应提高室温。

6.2.9 自然通风的风道尺寸宜按风道推荐流速进行计算。

【条文说明】风道内的风速主要是基于气流噪声进行考虑，气流速度过大，可能会导致风道内阻力、噪声过大。根据工程经验，风道内流速不应大于 3m/s，风口处流速不应大于 2m/s。根据流量、流速和截面积的关系， $Q=vF$ ，表 9 列出了通常风量下得推荐风道尺寸。

表 9 风道推荐截面积

风道流量 (m ³ /h)	风道截面积(m ²)
10000	>0.92
15000	>1.39
20000	>1.85
25000	>2.31
30000	>2.78
35000	>3.24
40000	>3.70
45000	>4.17
50000	>4.63
55000	>5.09
60000	>5.56
65000	>6.02
70000	>6.48
75000	>6.94
80000	>7.41
85000	>7.87
90000	>8.33
95000	>8.80
100000	>9.26

6.2.10 拔风井、通风器等的设置应考虑在自然环境不利时可控制、可关闭的措施。

【条文说明】当夏季暴雨、冬季采暖等室外环境不利时，应关闭拔风井、通风器等设施，并应具备良好的防雨、防渗、防漏等措施。

6.2.11 当条件许可时，宜采用计算流体力学的方法分析室内自然通风效果。室内自然通风、气流组织和热湿环境的计算内容应包括计算域内距地面 1.0m、1.5m 高处平面的速度和温度分布，及计算域内主送风口剖面的速度和温度分布。

【条文说明】自然通风效果受气象参数、建筑布局等多种因素影响，而气象参数往往多变，自然通风效果难以用常规方法进行分析，因此最好采用计算流体力学的方法进行分析。距地面 1.0m 和 1.5m 是考虑人在室内静坐和站立状态下所对应的呼吸高度。

II 进、排风口

6.2.12 自然通风应采用阻力系数小、易于开关和维修的进、排风口或窗扇。不便于人员开关或需要经常调节的进、排风口或窗扇应设置机械开关或调节装置。

【条文说明】为提高自然通风的效果，应采用流量系数较大的进、排风口活窗扇。供自然通风用的进、排风口或窗扇，一般随季节的变化要进行调节。当进排风口或窗扇不便于人员操作时，应考虑设置机械开关装置来调节或开关进排风口及窗扇，以达到自然通风效果。

6.2.13 采用直接自然通风方式的房间通风开口有效面积不应小于该房间地面面积的 1/20。且应满足通风进排风口风速的要求。

【条文说明】建筑能否获得足够的自然通风，与通风开口面积的大小密切相关。目前国内标准中对通风开口的要求大体一致，此条文参照国家标准《民用建筑设计统一标准》GB 50352。进出风开口的有效面积应进行计算，计算时将开启扇开到最大通风位置，然后计算有效通风面积。

设置在外墙上的悬开窗，其通风开口有效面积按下列要求确定：

- 1 当开启扇开启角度大于 70° 时，其面积可按窗的面积计算；
- 2 当开启角度小于 70° 时，其面积可以按照下式计算：

$$F_p = d(h+B)$$

F_p ——通风开口有效面积（ m^2 ）

d ——开启扇顶（或底边）到其关闭位置的距离（ m ）；

h ——开启洞口净高（ m ）；

B ——开启洞口净宽（ m ）。

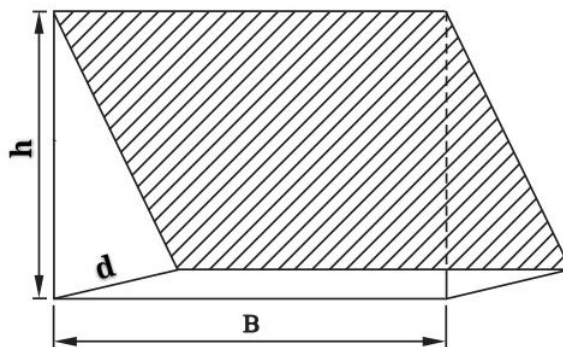


图 3 悬开窗通风开口有效面积计算示意图

- 3 当采用推拉窗时，取开启后的最大通风洞口尺寸。

4 当采用百叶窗时，其面积按窗的有效面积计算。窗的有效面积为窗的净面积乘以有效面积系数。根据工程经验，当采用防雨百叶窗时，有效面积系数取 0.6；当采用一般百叶时，有效面积系数取 0.8。

6.2.14 为保证自然通风效果，进风口面积与排风口面积应尽量相等。当进风面积受限时，可采用复合通风。

【条文说明】良好的自然通风需要进风口与排风口面积尽量相等，但在实际工程中，进风口面积可能受到房间功能等条件的限制，从而得不到保证。因此，当进风口面积受限时，可以采用复合通风的方式进行补充。

6.2.15 为保证送入室内空气的清洁，进风口宜布置在室外空气较清洁的地点，并设置必要的过滤措施，且进出风口不宜相距太近。

【条文说明】为保证送入室内空气的清洁，应把进风口布置在室外空气较清洁的地点，设置防蚊虫等措施，同时，为了防止排风对进风的污染，进排风口的相对位置应遵循避免短路的原则，不宜相距太近。此外，研究表明，进出风口的高度差越大，垂直温差越大，热压效果越明显，通风效果越好，风压和热压可以同时起作用，使空气流通更为顺畅。

6.2.16 夏季自然通风用的进风口，其下缘距室内地面的高度不宜大于 1.2m；冬季自然通风用的进风口，当其下缘距室内地面的高度小于 4m 时，宜采用防止冷风吹向人员活动区的措施。

【条文说明】夏季室内外形成的热压较小，为保证足够的进风量，消除余热，应使室外新风直接进入人员活动区，因此自然进风口的位置应尽可能低；冬季为防止室外冷空气直接吹向人员活动区，进风口下缘距室内地面高度不宜小于 4m，当小于 4m 时，应采取防止冷风吹向人员活动区的措施。

6.2.17 自然通风的进排风口风速宜按表 10 采用。

表 10 自然通风系统的进排风口空气流速 (m/s)

部位	进风百叶	排风口	地面出风口	顶棚出风口
风速	0.5-1.0	0.5-1.0	0.2-0.5	0.5-1.0

【条文说明】自然通风进排风口风速不宜过小，风速过小，通风量较小，不能满足室内人员的生活、工作需求；风速过大，会产生明显吹风感，影响室内人员的生活、工作。

III 地道风

6.2.18 对夏季有降温需求的大型公共建筑可采用地道风设计。

【条文说明】地下浅层土壤由于其常年土壤温度恒定，土壤温度在夏季相对较低，采用地道土壤对空气降温后送入室内，可以实现建筑的降温需求。

6.2.19 地道风工程严禁选取在地下土壤有害物超标或地下水受到污染的地区。地道走向宜采用 U 型布置。土建地道轴心深度宜为 2-6m，且不宜低于当地地下水水位。

【条文说明】对于地道风工程，如果地道周围的地下水受危险的化学物质、物理物质和放射性物质污染，产生的地道风对人体健康是有害的。地道轴心深度是根据地下土壤的温度来确定的，地道越深，地下土壤的温度波动越小，夏季土壤相对温度越低，有利于地道风换热能力的提高。但地道轴心深度超过 6m 后，土壤温度的全年波动值小于 3℃，此时会增加施工量和成本，因此不推荐地道轴心深度过深。

6.2.20 地道风的进风口距离地面的高度不宜小于 1m。当设在绿化带时，不宜小于 0.5m。进风口宜选取在不易被污染的阴凉区域。地道风出口设计温度应按表 11 选取。土壤计算温度宜按当地的实际数据采用。

表 11 地道风出口设计温度

地道内空气流速 (m/s)	地道风出口设计温度 (℃)
2	土壤温度+2.2℃
3	土壤温度+3.1℃
4	土壤温度+4.0℃

【条文说明】地道风的进风口不宜设置在地面，以避免吸入地面尘土及落叶。在有条件的情况下，若有树荫遮蔽采风口，一方面可以提高空气品质，一方面地道风的进风温度也会有所降低。

6.2.21 地道风应做好净化、杀菌措施，并应满足公共建筑室内卫生要求。

【条文说明】地道风可能含有灰尘、细菌等，为保证室内卫生条件，应考虑采用净化、杀菌等措施。

6.2.22 除满足上述要求外，具体实施要求可参照《地道风建筑降温技术规程》CECS340 有关要求。

【条文说明】地道风工程具体设计参数、施工与验收、运行管理等具体要求应符合《地道风建筑降温技术规程》CECS340 有关规定。

6.3 复合通风

6.3.1 采用复合通风时，复合通风中的机械通风路径不应破坏自然通风路径。

【条文说明】当采用复合通风时，仍应保证自然通风路径的流畅。

6.3.2 复合通风中的自然通风量不宜低于联合运行风量的 30%。复合通风系统设计参数及运行控制方案应经技术经济和节能综合分析后确定。

【条文说明】复合通风系统在机械通风和自然通风联合运行下的通风量用常规方法难以计算，需要采用计算流体力学或多区域网络法进行数值模拟确定。为充分利用自然资源，在

进行复合通风时，自然通风量不宜低于复合通风联合运行时风量的 30%。

6.3.3 复合通风设计应考虑极端情况下建筑通风需求，通风量应满足 5.2.1 要求。

【条文说明】当复合通风中机械通风占主导时，最小通风量应满足 5.2.1 要求。

6.3.4 高度大于 15m 的大空间采用复合通风系统时，宜考虑温度分层等问题，在分析气流组织时可采用计算流体力学技术。

【条文说明】根据研究结果，对于屋顶保温良好、高度在 15m 以内的大空间建筑，可不考虑温度分层温度；对于建筑高度大于 15m 的大空间建筑，在进行复合通风的过程中，当热压作用占主导时，气流会产生明显的热分层现象。研究表明，热分层高度是影响复合通风量的主要参数，因此需要采用计算流体力学的方法进行详细分析。

6.3.5 复合通风中机械通风设计应满足下列条件：

- 1 机械通风系统应采用管道送风，且不应采用土建风道。送风管道应采用不燃材料制作且内壁应光滑。
- 2 当通风系统使用时间较长且运行工况有较大的变化时，通风机宜采用双速或者变速风机，且通风机房不宜与要求安静的房间贴邻布置。如必须贴邻布置时，应采取可靠的消声隔振措施。
- 3 通风系统设计宜综合利用不同功能的设备和管道。在技术合理、措施可靠的前提下，通风系统宜综合利用消防排烟系统和人防通风系统的设备和管道。
- 4 通风设备宜与建筑物的火灾报警系统联锁，并满足消防控制要求。

【条文说明】本条是对复合通风中机械通风设计提出的要求。

- 1 根据工程经验，由混凝土制成的风道，风量延程损耗较大，且易导致机械防烟系统失效，因此不应采用土建风道。
- 2 此条是从节能降噪的角度考虑。随着气候、功能需求的变化，建筑通风量的要求也在变化。采用双速或变速风机，可以节省系统的能耗和运行费用。
- 3 不同的通风系统利用同一套通风管道，通过阀门、设备的切换，风口的启闭等措施，可以实现不同的功能，节约成本和室内空间。

6.4 系统监控

6.4.1 人员密集区域应设置通风监控系统，并应符合下列规定：

- 1 应对 CO₂、TVOC、PM_{2.5} 浓度、室内温度、湿度进行监测；
- 2 对有其他要求的项目，应设置专门的室内空气质量监测系统；

3 监测系统应与通风系统联动，根据使用情况对通风设备、进排风口进行启停控制或根据监测数据自动控制运行。

【条文说明】人员密集可能会导致 CO₂、TVOC、PM_{2.5} 浓度、室内温度、湿度超标，为了保障室内良好的空气质量，需要对其进行监测。对于普通人员密集区域，应从消除室内余热余湿、保证室内空气品质方面对室内空气进行监测；对于有特殊要求的区域，如防疫等，除对上述参数进行监测外，还应对细菌、病菌等进行监测。当室外热环境优于室内热环境时，宜采用自然通风使室内满足热舒适及空气质量要求；自然通风不能满足时，可以辅以机械通风。监测系统还应能自动控制通风系统，尤其针对人员无法触及的位置。

6.4.2 宜对室外温湿度、风速、风向等气候条件进行监测。

【条文说明】室外气象条件是影响自然通风的主要因素之一。对室外气象参数进行监测，因地制宜，以最大化的利用室外气象条件，调节通风措施，如当室外热环境有利于去除室内余热余湿时，可最大限度开启门窗；当室外热环境较恶劣时，可关闭门窗，开启机械通风或空调系统。

6.4.3 宜对自然通风路径的通风状态进行监测，并对通风设施进行调控。

【条文说明】可对自然通风路径中的温度、风速、CO₂ 浓度等通风状态进行监测，当其不满足要求时，可采用启停机械通风或调整门窗开启程度等方式改变室内的通风状态。

7 运行管理

7.1 一般规定

7.1.1 宜定期检测并记录室内环境参数，室内环境应符合国家现行有关标准的规定。

【条文说明】定期检测并记录室内空气环境参数能够及时了解室内的空气状况，并根据检测结果及时调整通风措施。

7.1.2 应定期检查、维护自然通风风口，确保其不被封堵、遮挡。

【条文说明】为保证室内通风效果，应定期检查、维护自然通风风口，保证足够的开口面积。

7.1.3 应定期检查、维护和检修通风系统，定期校验、维护传感器和控制设备，并按工况变化调整控制模式和设定参数。

【条文说明】本条规定的目的是为了在保障控制系统正常运行，满足室内舒适要求的同时，达到节能要求。

7.1.4 通风系统在运行期间，应合理控制通风量，保证室内二氧化碳浓度小于 0.1%。

【条文说明】二氧化碳是室内空气品质的一个重要指标值。根据二氧化碳浓度控制通风量不但能够满足卫生需求，同时具备可操作性。

7.2 运行管理

7.2.1 通风系统的控制应符合下列规定：

- 1 应保证房间温度、CO₂浓度、污染物浓度等满足要求；
- 2 宜根据房间内设备使用状况进行通风量的调节。

【条文说明】通风系统应根据室内热舒适要求、空气质量要求以及房间设备使用情况进行控制，当室内空气质量较差或房间设备使用量增多，导致房间余热量增大时，应增大通风量。

7.2.2 过渡季节应最大限度开启建筑通风口，保持通风路径的畅通，启用通风装置促进建筑通风。

【条文说明】过渡季应考虑使用自然通风来消除室内余热余湿，因此应最大程度地开启建筑通风口，保证室内通风量。当自然通风动力不足，通风量不足以满足室内人员需求时，应开启通风装置促进通风。

7.2.3 复合通风应具备工况转换功能，并应符合下列规定：

- 1 应优先使用自然通风；
- 2 当控制参数不能满足要求时，启用机械通风；
- 3 对设置空调系统的房间，当复合通风系统不能满足要求时，关闭复合通风系统，启动空调系统。

【条文说明】复合通风系统应根据控制目标设置控制必要的监测传感器和相应的系统切换启闭执行机构。复合通风的控制目标参数通常包括温湿度、CO₂浓度等。当室外温湿度适宜（室外气温在 12-28℃）时，优先开启自然通风口，利用自然通风消除室内余热余湿；当室内 CO₂浓度超过 1000ppm 或者室内温湿度不满足热舒适要求时，开启机械通风；当室外参数进一步恶化，室内温湿度持续上升导致复合通风系统不能满足消除室内余热余湿时，启动空调系统。

7.2.4 当室外污染物浓度较高时，宜开启相应的净化技术措施进行处理，或临时关闭新风系统及排风系统。

【条文说明】当室外空气污染物浓度较高时（如雾霾天气），宜开启相应的净化技术措施，必要时可关闭新风系统及排风系统，避免室外空气污染物进入室内。

7.2.5 对人流密度相对较大且变化较大的场所，宜采用通风量需求控制，应根据室内二氧化碳浓度值控制通风量。

【条文说明】二氧化碳是室内空气品质的一个重要指标值。当房间内人员密度变化较大时，如果一直按照设计的较大的人员密度进行通风，将会浪费较多的新风处理用能。因此，采用 CO₂浓度作为控制指标，既可以保证室内通风需求量和室内空气质量，又可以实现建筑节能。

7.2.6 通风系统中的风管、风道、过滤装置应定期检查、清洗和检验，应去除积尘、污物、铁锈和菌斑等，并应符合下列规定：

- 1 普通风管检查周期每 2 年不应小于 1 次；
- 2 地道宜每隔一个月吹扫一次，并排除储水坑的冷凝水积水；
- 3 进风口附近应定期打扫，过滤装置应定期检测更换；
- 4 当通风系统中存在明显碎屑或污染物时，应对通风系统实施清洗；在通风系统清洗后，系统各部件投入使用之前，应对清洗效果进行检验。

【条文说明】根据《空调通风系统运行管理标准》GB 50365 和《地道风建筑降温技术规程》CECS340：风管、风道应定期检查，以保证通风系统的正常运行。地道风工程如果长期不使用，可能会滋生细菌或有小昆虫存在，定期吹扫可以改善地道环境，从而保证送风质

量。通风系统的风口一般设有过滤装置，对送入室内的空气进行过滤，系统长时间的运行，过滤装置会沉积大量的灰尘，造成阻力增大，通风量减少，因此需要定期检测更换。通风系统的清洗应符合《空调通风系统清洗规范》GB 19219 有关规定。

7.2.7 当室外干球温度处于 12-28℃时，应根据室内需求通风量自动或手动开启自然通风或复合通风。

【条文说明】根据《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736，12℃以下的空气很难被直接利用，而 28℃以上的空气很难降温至舒适范围，故将 12℃作为自然通风的下限值，28℃以上的温度很难降温至舒适范围，所以 12℃-28℃作为自然通风可以直接利用的温度区间。当室外温度在 12-28℃时，室内良好的自然通风，能保证室内人员的热舒适性，改善室内空气质量，有助于健康，同时减少房间空调设备的运行时间，节约能源，此时应手动或自动开启自然通风或复合通风。

7.2.8 对于不常使用的房间，应在使用前提前开启通风系统。

【条文说明】对于长时间不使用的房间，室内空气质量可能较差，在使用前提前开启通风系统对房间进行通风换气，有助于改善室内的空气质量。

7.2.9 宜根据室内外环境状态，实时采用夜间通风调控。

【条文说明】夜间通风在长期的研究中证明其是一个科学有效的降温方式，尤其对商业和办公建筑。科学地应用室外的气候，引入夜间通风降温技术，将会明显地减少空调能耗，同时提高室内舒适度。

本标准用词说明

1 为了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：

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：

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：

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：采用“可”。

2 标准中指明应按其他有关标准执行时，写法为：“应符合……的规定（或要求）”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736
《民用建筑统一设计标准》GB 50352
《民用建筑热工设计规范》GB 50176
《民用建筑室内热湿环境评价标准》GB/T 50785
《公共建筑节能设计标准》GB 50189
《室内空气质量标准》GB/T 18883
《环境空气质量》GB 3095
《社会生活环境噪声排放标准》GB 22337
《建筑设计防火规范》GB 50016
《建筑防烟排烟系统技术标准》GB51251
《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019
《绿色博览建筑评价标准》GB/T 51148
《空调通风系统运行管理标准》GB 50365
《空调通风系统清洗规范》GB 19219
《民用建筑绿色性能计算标准》JGJ/T 449
《民用建筑绿色设计规范》JGJ/T 229
《地道风建筑降温技术规程》CECS340
《绿色建筑评价标准》DBJ50/T-066
《公共建筑节能（绿色建筑）设计标准》DBJ50-052
《居住建筑节能 65%（绿色建筑）设计标准》DBJ50-071
《绿色建筑设计标准》DBJ50/T 214