

第6章 建筑通风工程

学习目标:

通过本章的学习，了解建筑通风的意义；熟悉建筑空间空气的卫生条件；掌握通风系统的分类；掌握全面通风量的确定方法；掌握自然通风的作用原理；熟悉建筑设计与自然通风的配合原则；了解进风窗、避风天窗与避风风帽的布置与选择；掌握机械通风系统的主要设备及构件。

风道

通风量

建筑通风系统

通风方式

进、排风装置

通风机

6.1 建筑通风概述

6.1.1 建筑通风的意义

建筑通风就是把建筑物室内污浊的空气直接或净化后排至室外，再把新鲜空气补充进来，从而保持室内的空气环境符合卫生标准的需要。

通风是改善室内空气环境的一种重要手段。通风包括**从室内排除污浊的空气和向室内补充新鲜的空气**两个方面。前者称为“排风”，后者称为“送风”或“进风”。为实现排风或送风而采用的一系列设备、管道和装置的总体，称为“通风设施”或“通风系统”。

6.1 建筑通风概述

6.1.2 建筑空间空气的卫生条件

1、空气与人体生理相关的参数

供氧量、温度、相对湿度、空气流动速度

2、空气中有害物浓度、卫生标准和排放标准

空气中有害物对人体的危害取决于这些有害物的物理化学性质和它们在空气中的含量。衡量有害物在空气中含量的多少一般以质量浓度或体积分数来表示。**有害物的质量浓度是指单位体积空气中所含有害物质的质量 (kg / m^3) ; 体积分数是指单位体积空气中所含有害物质的体积 (mL / m^3) 。**

6.1 建筑通风概述

6.1.3 通风系统的分类

1、按通风系统的动力不同划分

根据通风系统的动力不同，通风系统可分为**自然通风**和**机械通风**两种。

自然通风是借助于**风压**和**热压**作用促使室内外空气通过建筑物围护结构的孔口流动的。

机械通风是依靠风机所产生的压力强制室内外空气流动。机械通风包括**机械送风**和**机械排风**。

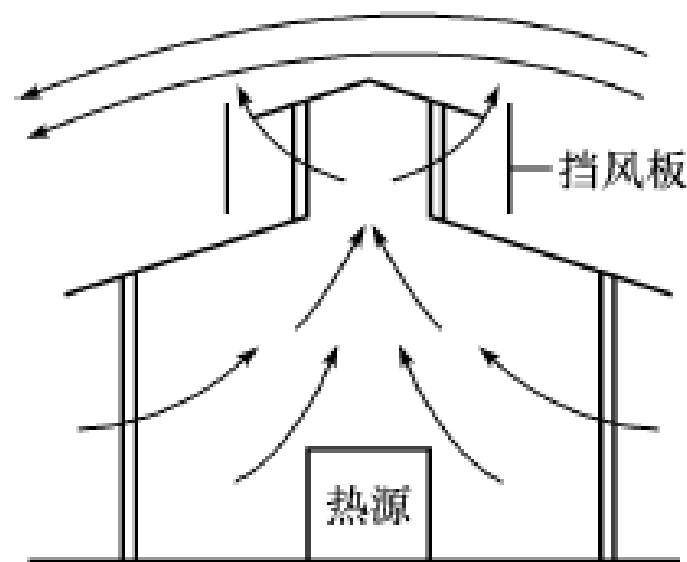


图 6-1 利用风压和热压的自然通风

6.1 建筑通风概述

6.1.3 通风系统的分类

2、按通风系统的作用范围不同划分

根据通风系统的作用范围不同，通风系统可分为局部通风和全面通风两种。

局部通风系统的作用范围只限于个别地点或局部区域，可分为局部排风系统、局部送风系统和局部送排风系统。

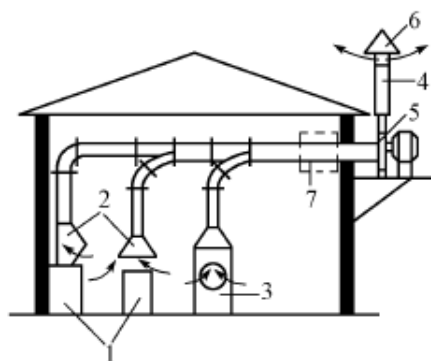


图 5-2 局部排风系统

1—工艺设备;2—局部排风罩;3—排风柜;4—风道;
5—风机;6—排风帽;7—排风处理装置

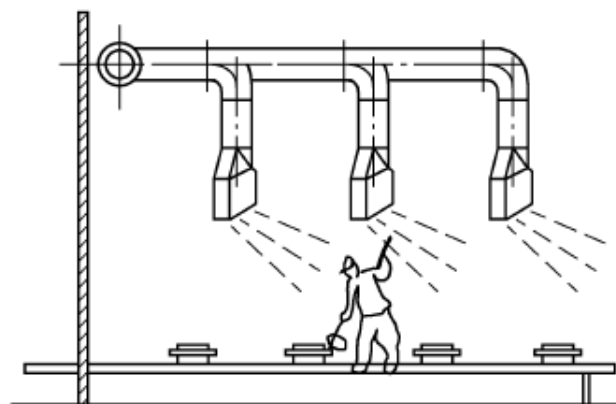


图 5-3 局部送风系统

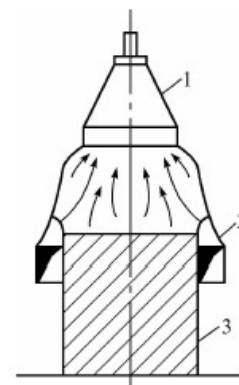


图 5-4 局部送排风装置

1—排气罩;2—送风嘴;
3—有害物来源

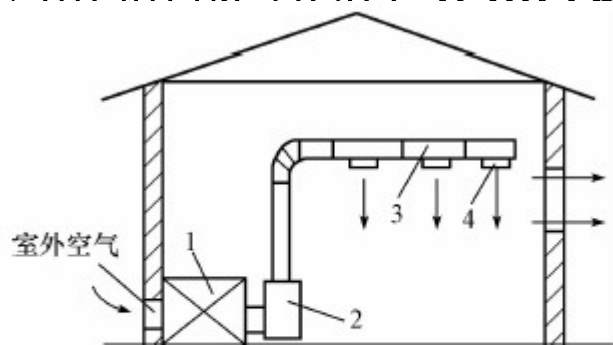
6.1 建筑通风概述

6.1.3 通风系统的分类

2、按通风系统的作用范围不同划分

全面通风有自然通风、机械通风、自然和机械联合通风等多种方式。

全面通风包括全面送风、全面排风和全面送排风等。



1—空气处理室；2—风机；3—风管；4—送风口

图 6-5 全面通风系统示意图

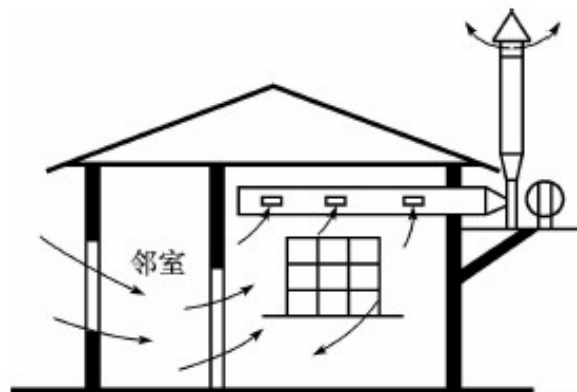


图 5-6 全面排风系统示意图

图 6-6 全面排风系统示意图

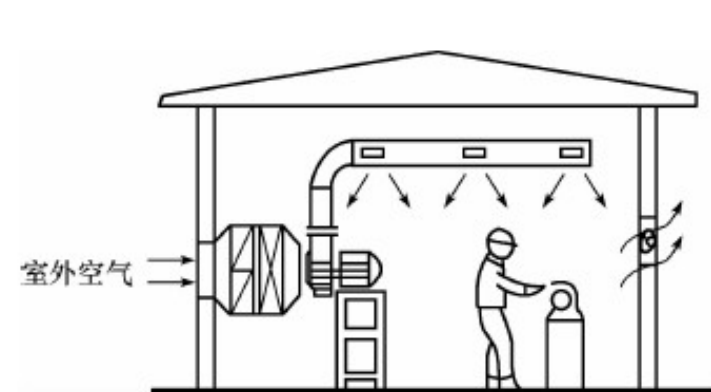


图 5-7 全面送排风系统示意图

图 6-7 全面送排风系统示意图

6.2 通风量的确定

6.2.1 全面通风量的确定

在民用和公共建筑物中一般不存在有害物生产源，全面通风多用于冬季热风供暖和夏季冷风降温。

- 1、为消除余热所需的通风量
- 2、为消除余湿所需的通风量
- 3、为排除有害气体所需的通风量

6.2 通风量的确定

6.2.2 全面通风的气流组织

全面通风的效果不仅与通风量有关，而且与**气流组织**也有很大关系。室内送、排风口的布置形式是决定室内空气流向的重要因素之一。通风房间气流组织的常用形式有**上送下排**、**下送上排**、**中间送上下排**等，选用时应按照房间功能、污染物类型、有害源位置、有害物分布情况、工作地点的位置等因素来确定。

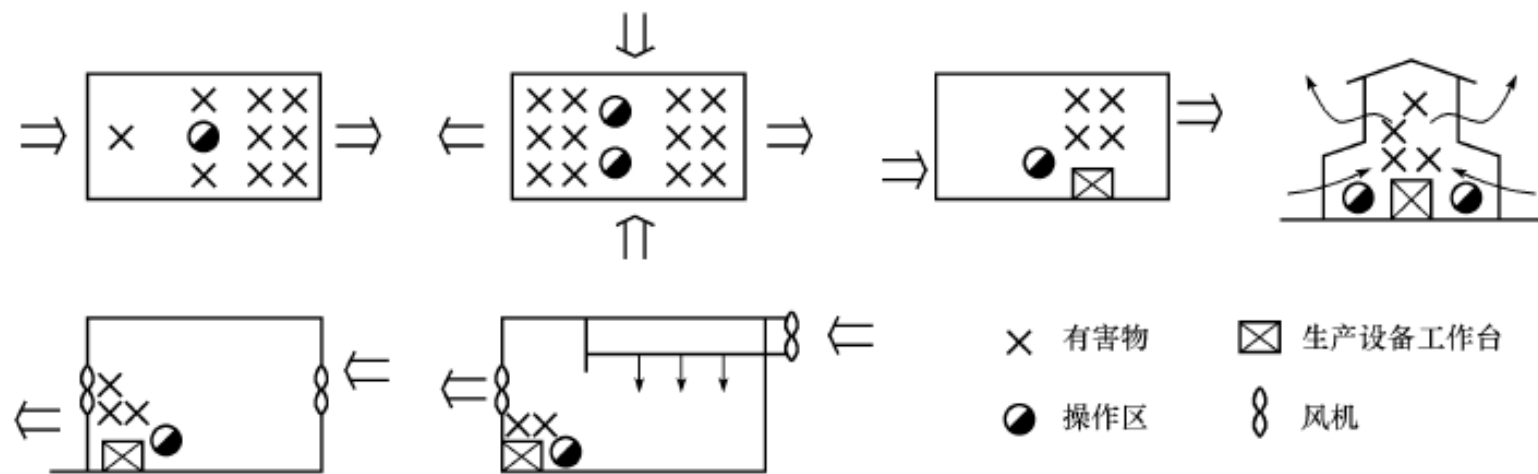


图 6-8 全面通风气流组织示意图

6.2 通风量的确定

6.2.3 空气质量平衡与热量平衡

空气质量平衡可以用下面的表达式来表示：

$$G_{zs} + G_{js} = G_{zp} + G_{jp}$$

保持通风房间的空气热量平衡是指为了保持室内温度恒定不变而使通风房间总的得热量等于总的失热量。

$$\sum Q_h + cL_p \rho_n t_n = \sum Q_f + cL_{js} \rho_{js} t_{js} + cL_{zs} \rho_w t_w + cL_{hx} \rho_n (t_s - t_n)$$

6.3 自然通风

6.3.1 自然通风作用原理

1、热压作用下的自然通风

$$\Delta p_b + (-\Delta p_a) = \Delta p_b + |\Delta p_a| = gh(\rho_w - \rho_n)$$

把 $gh(\rho_w - \rho_n)$ 称为热压。热压的大小与室内外空气的温度差（密度差）、进排风和窗孔之间的高差有关。在室内外温差一定的情况下，提高热压作用动力的唯一途径是增大进、排风窗孔之间的垂直高度。

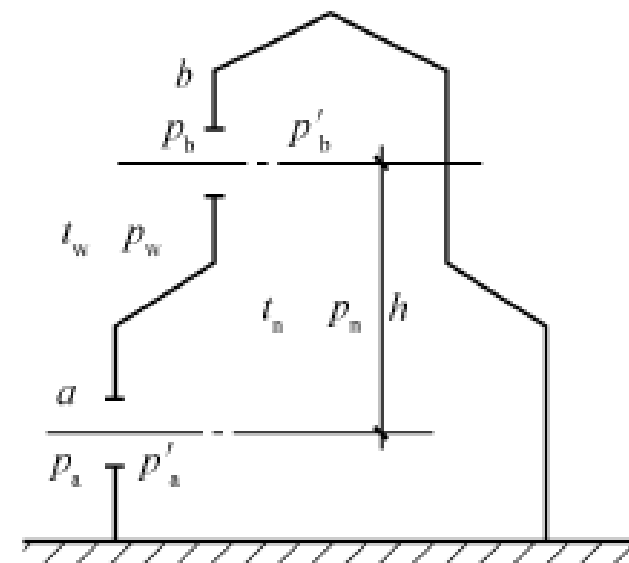
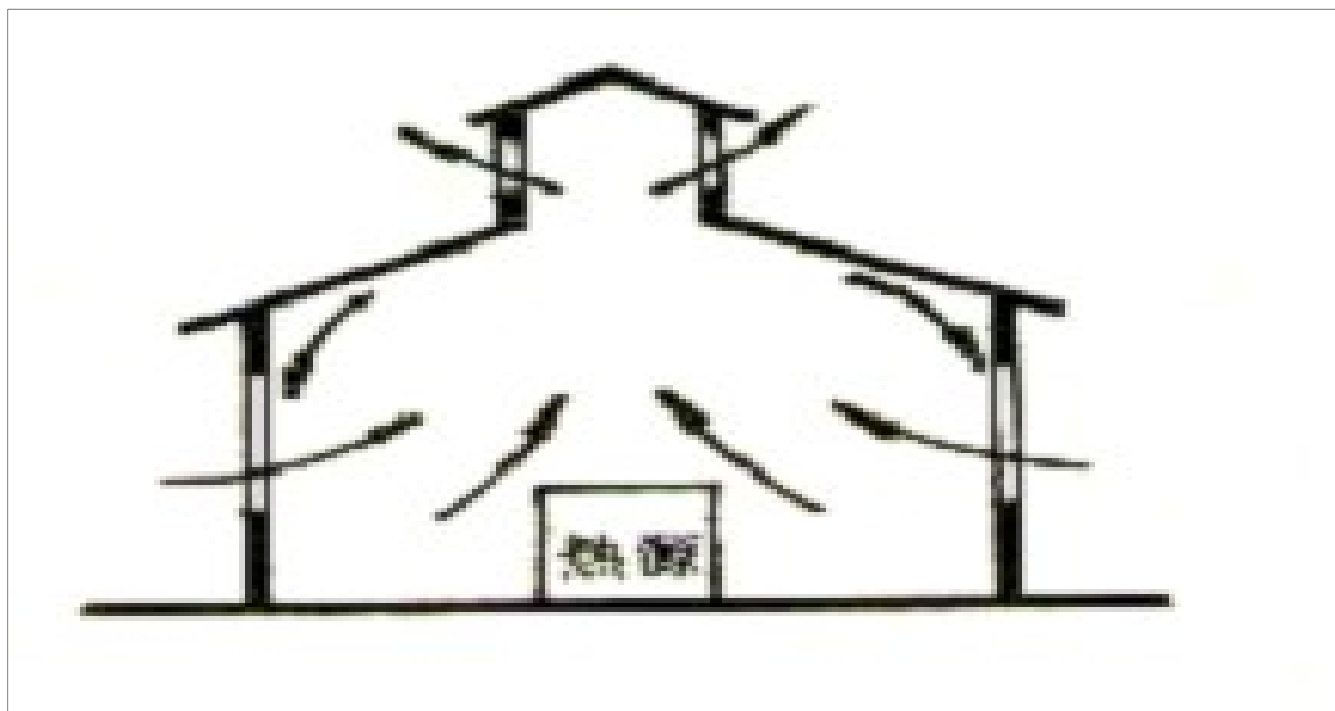


图 6- 9 热压作用下的自然通风工作原理

热压

热压：当因室内热源加热或其他因素造成室内空气温度升高时，室内空气密度减少，就会从建筑物的上部跑出去。同时较重的室外空气会从下部门窗补充进来，形成空气流通和交换。



6.3 自然通风

6.3.1 自然通风作用原理

2、风压作用下的自然通风

建筑物周围的风压分布与建筑物本身的几何造型和室外风向有关。当风向一定时，建筑物外围护结构上各点的风压值可用下式表示：

$$p_f = K \frac{v_w^2}{2} \rho_w$$

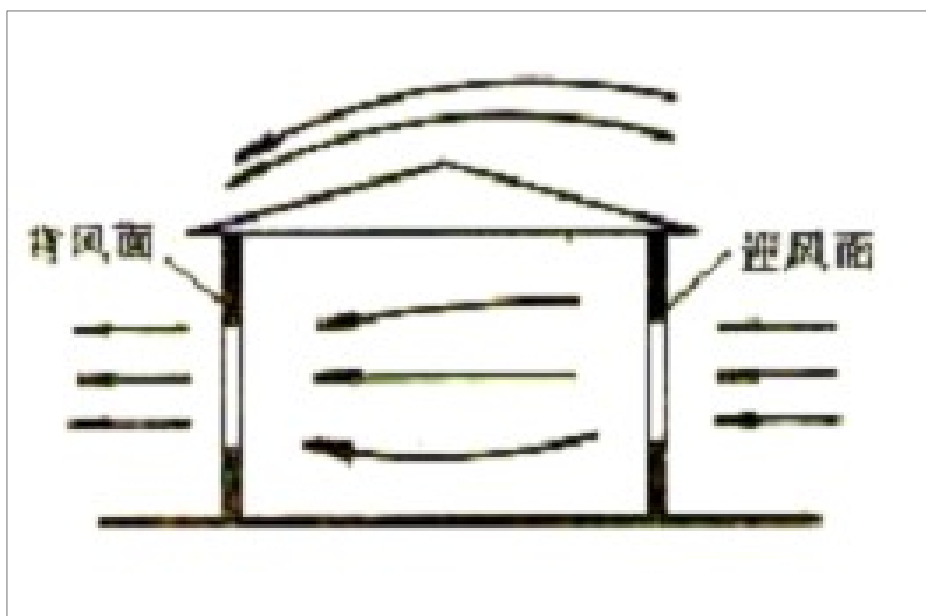
式中 p_f ——风压(Pa)；

K ——空气动力系数；

v_w ——室外空气流速(m/s)；

ρ_w ——室外空气密度(kg/m³)。

风压：由空气流动所造成的压力，也称风力。



对于一幢建筑或者一间房间，如果它有两个开口（门或窗等），而且空气在每个开口的两侧压力不相同，那么在压差的作用下，空气在每个开口处形成流动。

这种自然通风的效果取决于风力的大小和建筑物门窗的形式。

6.3 自然通风

6.3.1 自然通风作用原理

3、风压和热压同时作用下的自然通风

在风压和热压的同时作用下，建筑物外围结构上各窗孔的内外空气压力值 Δp ，应该是各窗孔的余压与室外风压之差，可用下式表示：

$$\Delta p = p_x - K \frac{v_w^2}{2} \rho_w$$

式中 Δp ——窗孔内外侧空气压力差(Pa)；

p_x ——该窗孔的余压(Pa)；

K ——窗孔的空气动力系数；

v_w ——室外风速(m/s)；

ρ_w ——室外空气密度(kg/m³)。

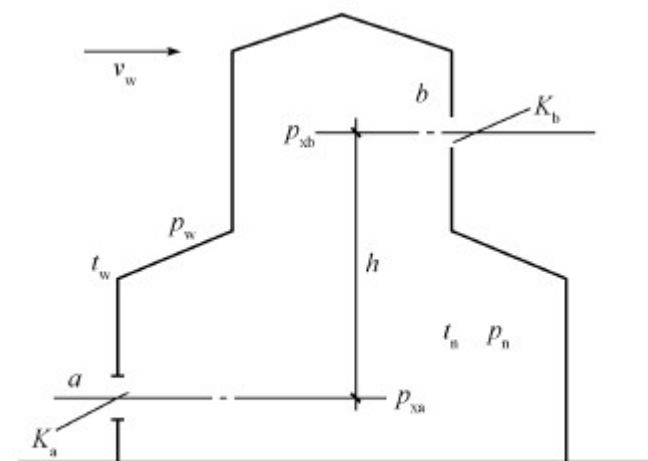
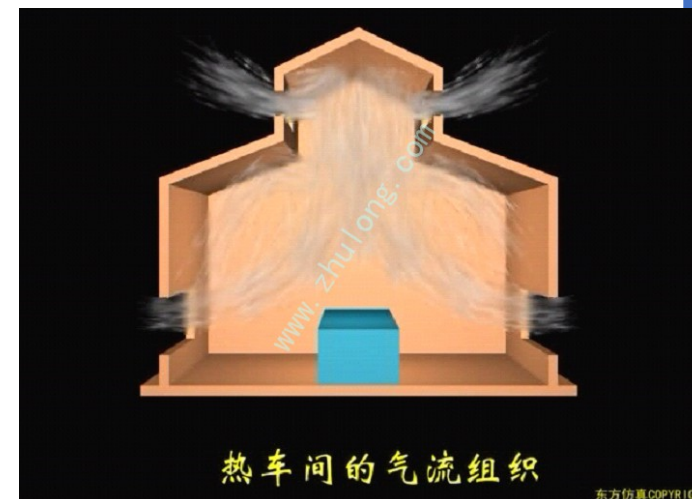


图 6-10 风压和热压同时作用下的自然通风

6.3 自然通风

6.3.2 建筑设计与自然通风的配合

1、厂房的总平面布置

(1) 在确定厂房总图的方位时，应尽量布置成东西向，避免有大面积的围护结构受日晒的影响。

(2) 以自然通风为主的厂房进风面，应与夏季主导风向成 $60^{\circ} \sim 90^{\circ}$ ，一般不宜小于 45° ，并应与避免日晒问题一并考虑。为了保证自然通风的效果，厂房周围特别是在迎风面一侧不宜布置过多的高大附属建筑物、构筑物。

(3) 当采用自然通风的低矮建筑物与较高建筑物相邻接时，为了避免风压作用在高大建筑物周围形成的正、负压对低矮建筑正常通风的影响，各建筑物之间应保持适当的比例关系。

6.3 自然通风

6.3.2 建筑设计与自然通风的配合

2、建筑形式的选择

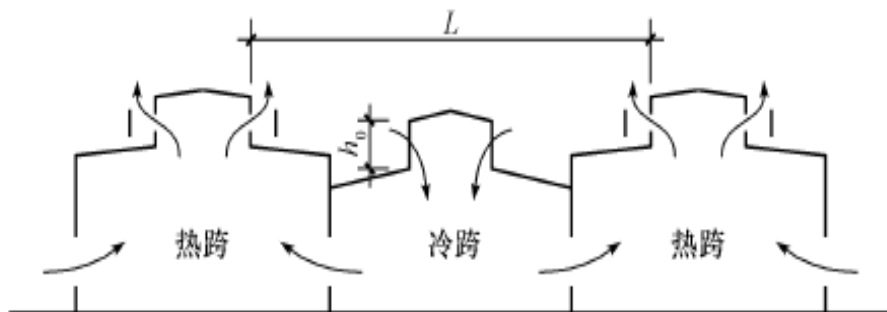


图 6-13 多跨车间的自然通风

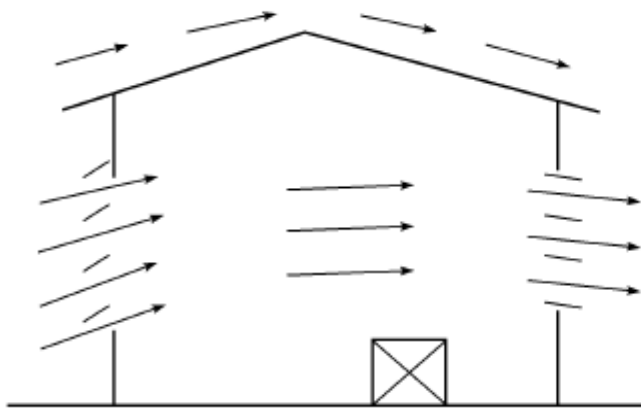


图 6-14 穿堂风通风原理图

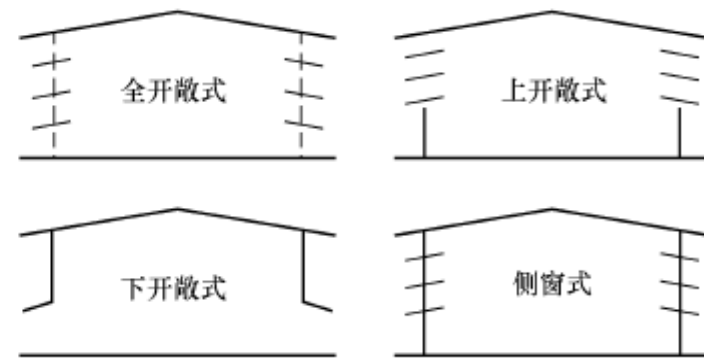


图 6-15 穿堂风通风形式

6.3 自然通风

6.3.2 建筑设计与自然通风的配合

3、建筑形式的选择

对于依靠热压作用的自然通风，当厂房设有天窗时，应将散热设备布置在天窗的下部。在多层建筑厂房中，应将散热设备尽量放置在最高层。高温热源在室外布置时，应布置在夏季主导风向的下风侧；在室内设置时，应采取隔热措施，并应靠近厂房的某外墙侧，布置在进风孔口的两边。

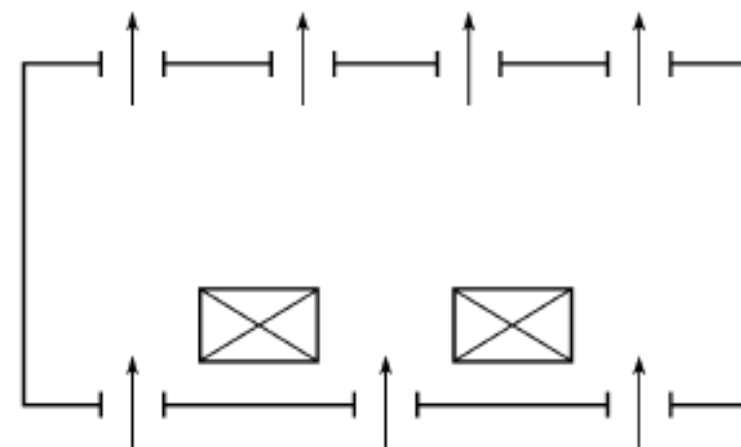


图 6-16 热源在车间内的布置

6.3 自然通风

6.3.3 进风窗、避风天窗与避风风帽

1、进风窗

- (1) 对于单跨厂房进风窗应设在外墙上，在集中供暖地区最好设上、下两排。
- (2) 自然通风进风窗的标高应根据其使用的季节来确定
- (3) 夏季车间余热量大，因此下部进风窗面积应开设大一些，宜用门、洞、平开窗或垂直转动窗板等；冬季使用的上部进风窗面积应小一些，宜采用下悬窗扇，向室内开启。

6.3 自然通风

6.3.3 进风窗、避风天窗与避风风帽

2、避风天窗

利用天窗排风的车间，当符合下列情况之一时，应采用避风天窗：

- (1) 不允许倒灌。
- (2) 夏季室外平均风速大于 1 m / s 。
- (3) 历年最热月平均温度 $\geq 28^{\circ}\text{C}$ 的地区，室内余热量大于 23 W / m^2 时；其他地区，室内余热量大于 35 W / m^2 时。

6.3 自然通风

6.3.3 进风窗、避风天窗与避风风帽

3、避风风帽

避风风帽就是在普通风帽的外围增设一周挡风圈。挡风圈的功能同挡风板，即当室外气流通过风帽时，在排风口四周形成负压区。

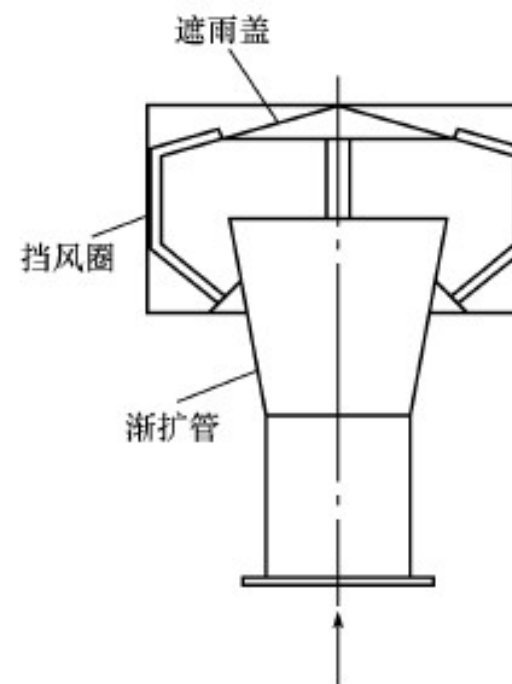


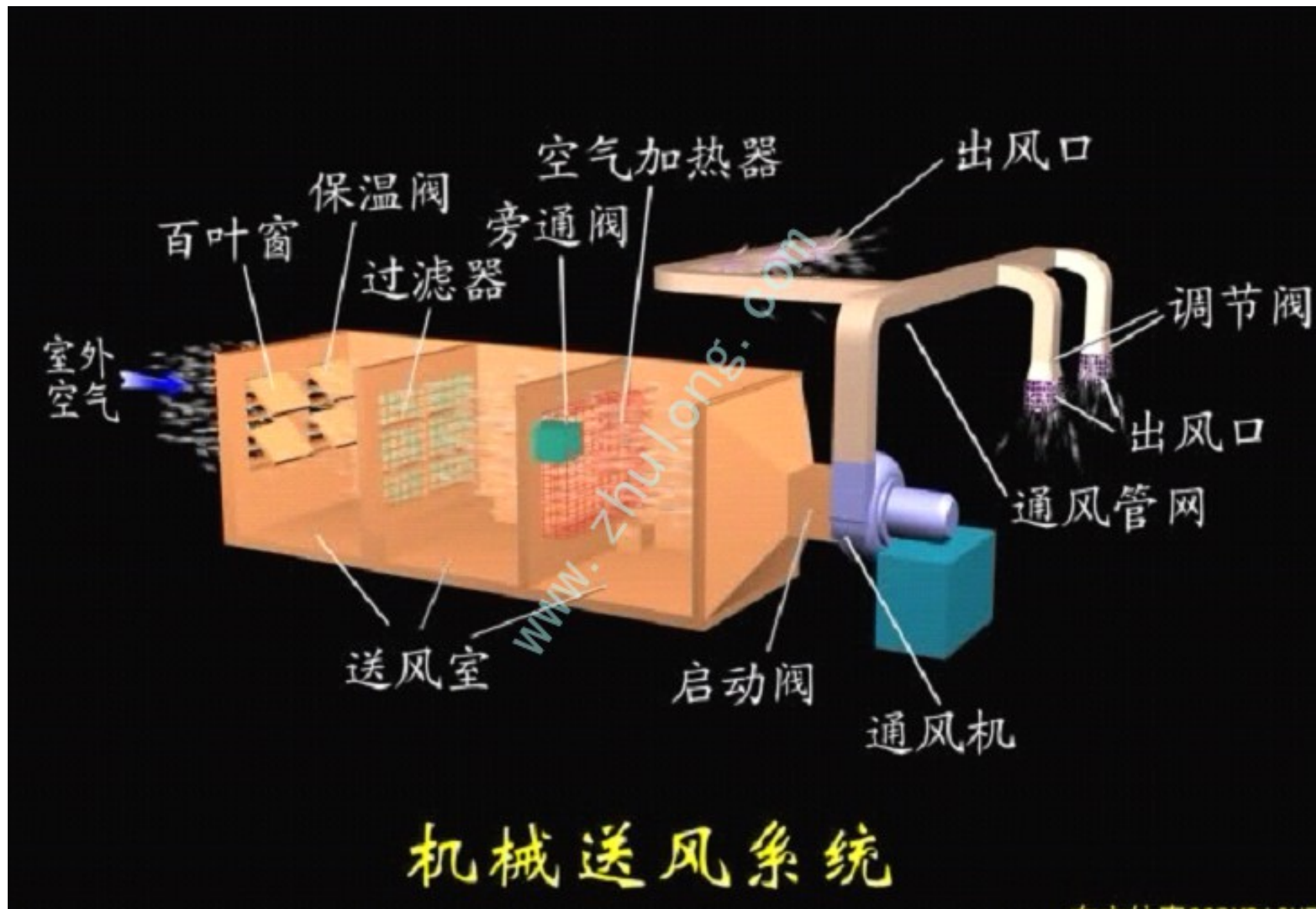
图 6-17 避风风帽的构造

6.4 机械通风系统的主要设备及构件

6.4.1 进、排风装置

自然通风系统的设备装置比较简单，仅包括进、排风窗以及附属的开关装置。其他各种通风方式，包括**机械通风系统**和**管道式自然通风系统**，则由较多的构件和设备组成。

进、排风装置按其所在位置的不同有**室外进、排风装置**和**室内进、排风装置**之分。



6.4 机械通风系统的主要设备及构件

6.4.1 进、排风装置

1、室外进、排风装置

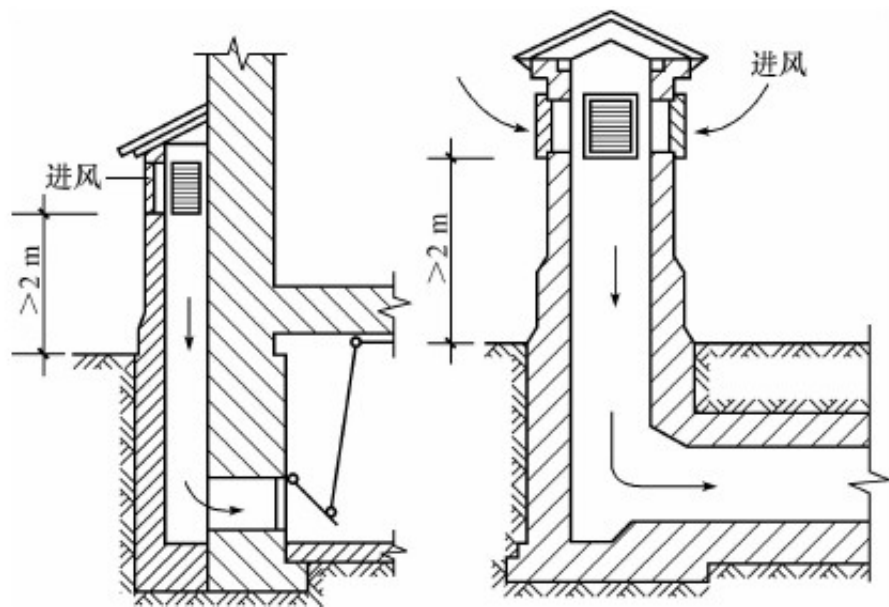
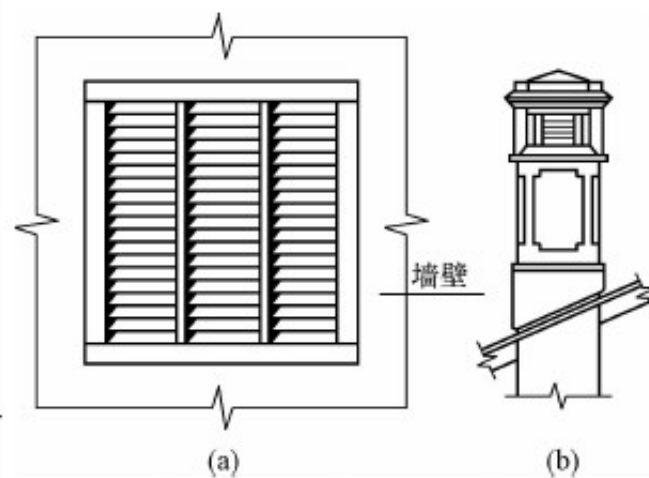


图 6-18 竖直风道塔式室外进风装置



(a)墙壁式; (b)屋顶式

图 6-19 墙壁式和屋顶式进风口

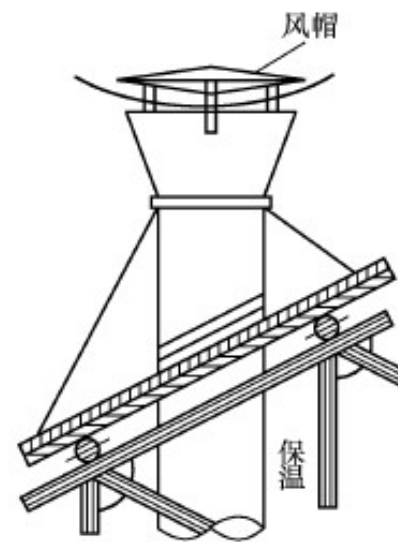


图 6-20 室外排风口

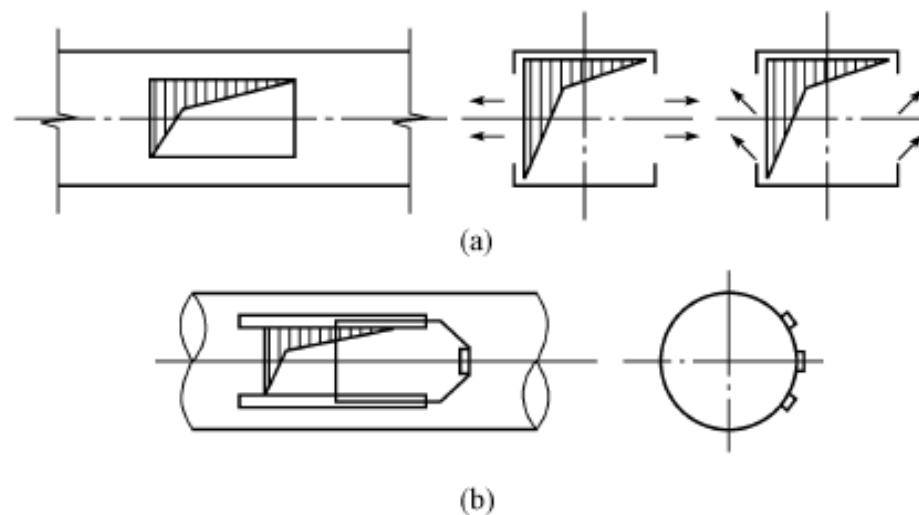
6.4 机械通风系统的主要设备及构件

6.4.1 进、排风装置

2、室内送、排风装置

室内送风口是送风系统中的风道末端装置，由风道送来的空气，通过送风口以适当的速度分配到各个指定的送风地点。

室内排风口是全面排风系统的一个组成部分，室内部分被污染的空气经由排风口进入排风管道。排风口的种类较少，通常做成百叶式。



(a)风管侧送风口;(b)插板式送、吸风口

图 6-21 两种最简单的送风口

6.4 机械通风系统的主要设备及构件

6.4.2 风道

1、风道材料和风道截面面积的确定

制作风道的材料很多，常用材料有薄钢板、塑料、胶合板、纤维板、混凝土、钢筋混凝土、砖、石棉水泥、矿渣石膏板等。风道选材由系统所输送的空气性质以及按就地取材的原则来确定。

风道截面面积，可按下式计算：

$$f = \frac{L}{3\,600\,v}$$

式中 f ——风道截面面积(m^2)；

L ——通过风道的风量(m^3/h)；

v ——风道中的风速(m/s)。

6.4 机械通风系统的主要设备及构件

6.4.2 风道

2、风道的布置

风道的布置应在进风口、送风口、排风口、空气处理设备、风机的位置确定之后进行。风道布置原则应该服从整个通风系统的总体布局，并与土建、生产工艺和给水排水等各专业互相协调、配合。

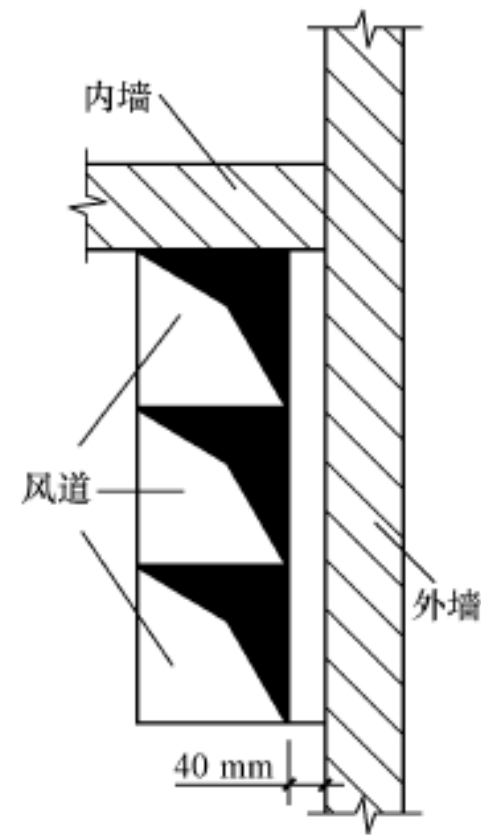


图 6-22 贴附风道

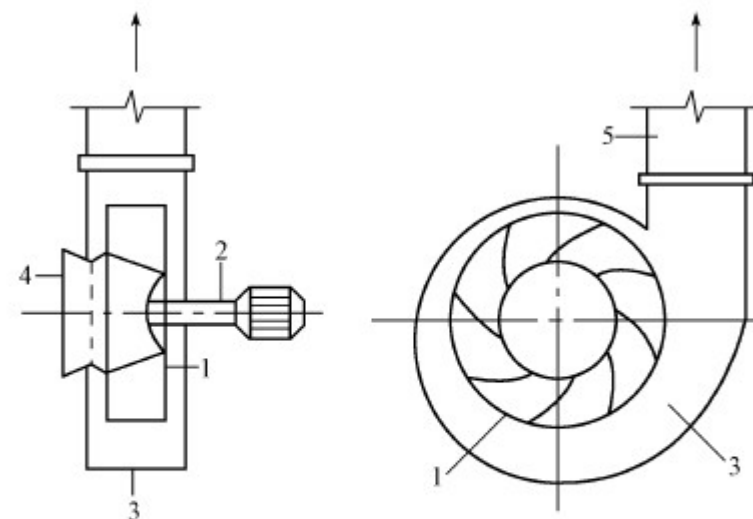
6.4 机械通风系统的主要设备及构件

6.4.3 通风机

通风机是输送气体的设备。在通风系统中，常用的通风机有离心式通风机和轴流式通风机。

1、离心式通风机

离心式通风机由叶轮、风机轴、机壳、吸风口、电动机等部分组成。



1—叶轮；2—风机轴；3—机壳；4—导流器；5—排风口

图 6-23 离心式通风机构造示意图

6.4 机械通风系统的主要设备及构件

6.4.3 通风机

1、离心式通风机

离心式通风机的种类如按风机产生的压力高低来划分有：

(1) 高压通风机：压力 $p > 3000 \text{ Pa}$ ，一般用于气力输送系统；

(2) 中压通风机： $3000 \text{ Pa} > p > 1000 \text{ Pa}$ ，一般用于除尘排风系统；

(3) 低压通风机： $p < 1000 \text{ Pa}$ ，多用于空气调节系统。

6.4 机械通风系统的主要设备及构件

6.4.3 通风机

1、离心式通风机

表示离心式通风机性能的主要参数有：

- (1) 风量 (𨾏) : 指风机在工作状态下, 单位时间内输送的空气量 (m^3 / s 或 m^3 / h) ;
- (2) 全压 (或风压狝) : 指每立方米空气通过风机所获得的动压和静压之和 (Pa) ;
- (3) 轴功率 (𨾏) : 指电动机施加在风机轴上的功率 (kW) ;
- (4) 有效功率 (𨾏 $\times$) : 指空气通过风机后实际获得的功率 (kW) ;
- (5) 功率比 (η) : 风机的有效功率与轴功率的比值, $\eta = \text{𨾏}\times / \text{𨾏} \times 100\%$;
- (6) 转速 (𨾏) : 风机叶轮每分钟的旋转数 (r / min) 。

6.4 机械通风系统的主要设备及构件

6.4.3 通风机

2、轴流式通风机

轴流式通风机的参数与离心式通风机相同

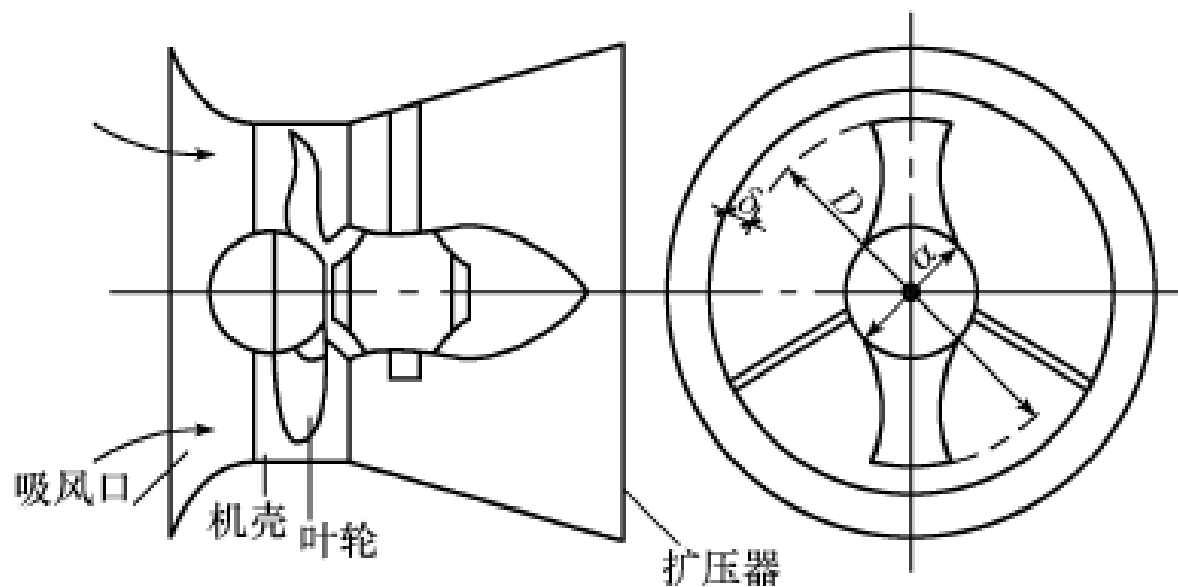
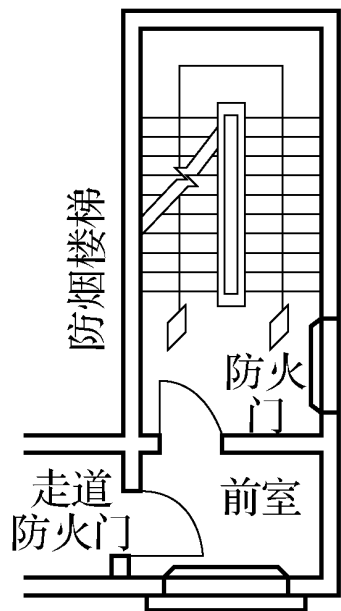


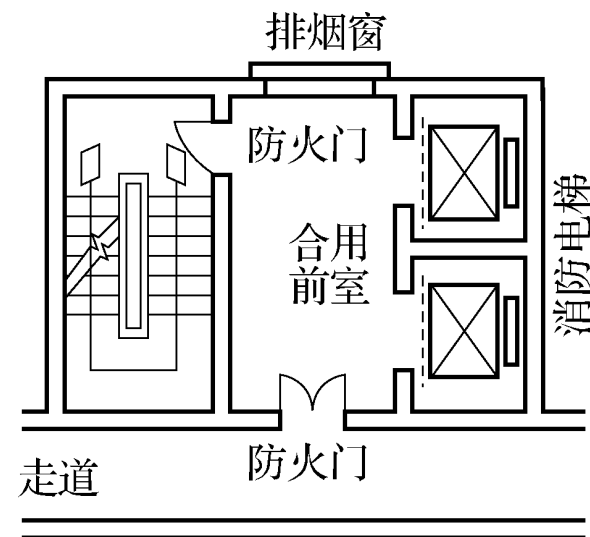
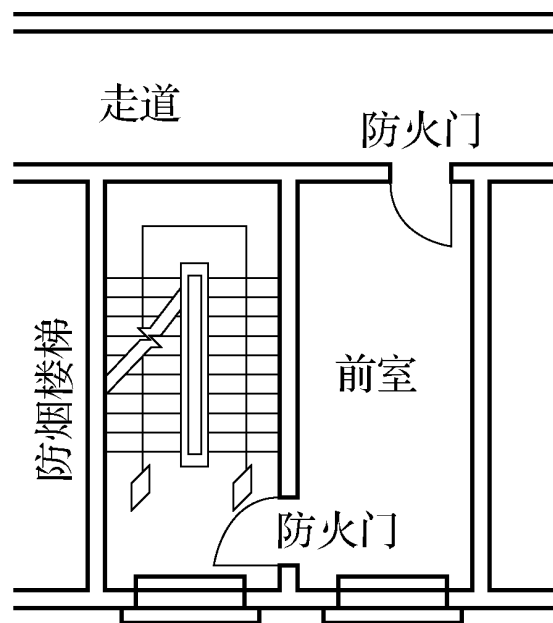
图 6-24 轴流式通风机筒图

建筑通风与防排烟

6

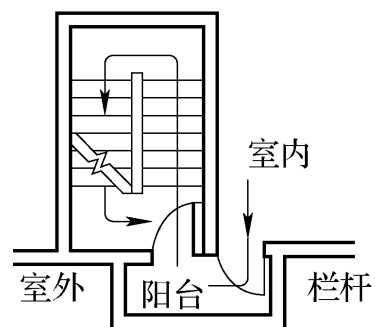


(a)

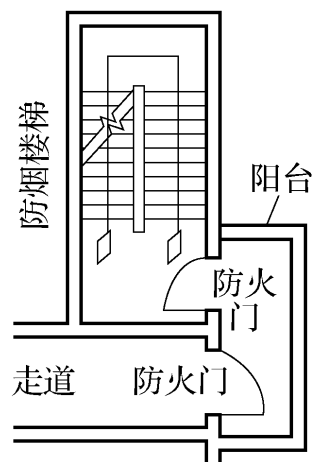


开启外窗排烟

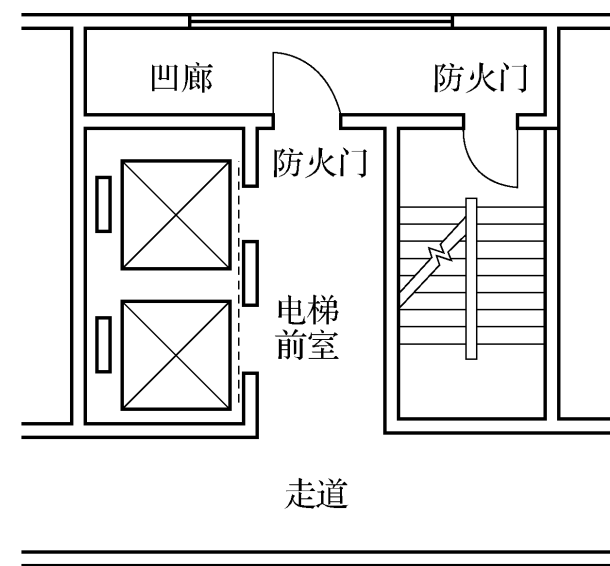
利用室外阳台或凹廊排烟



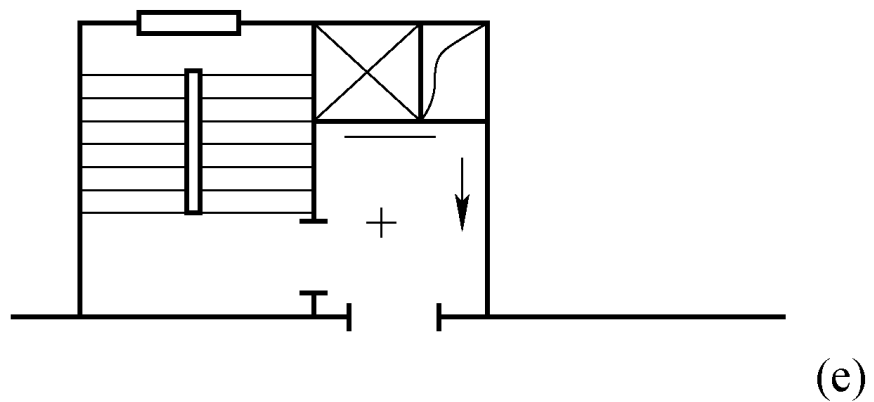
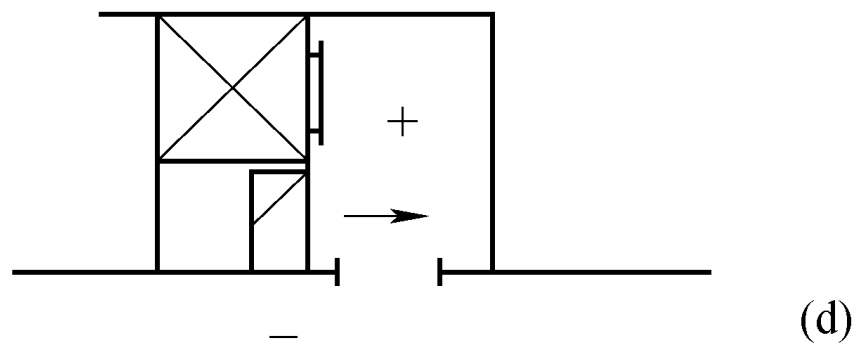
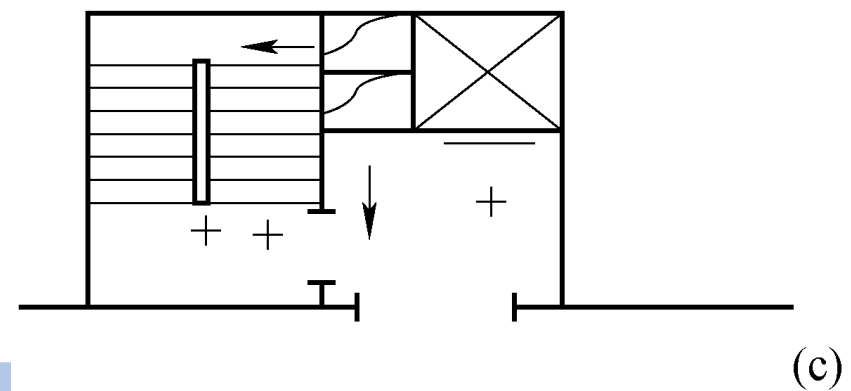
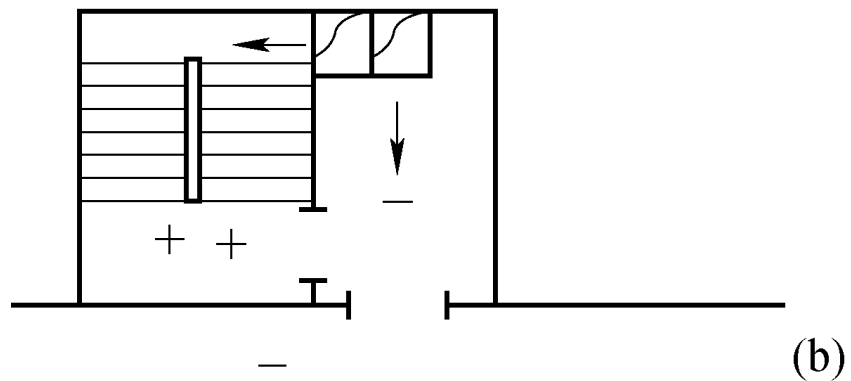
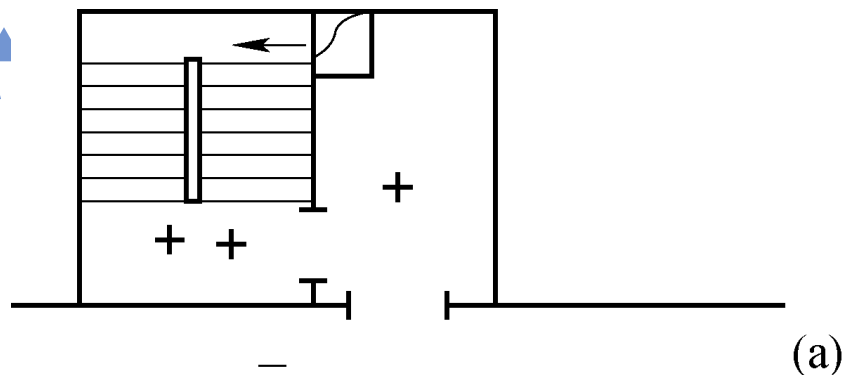
(a)



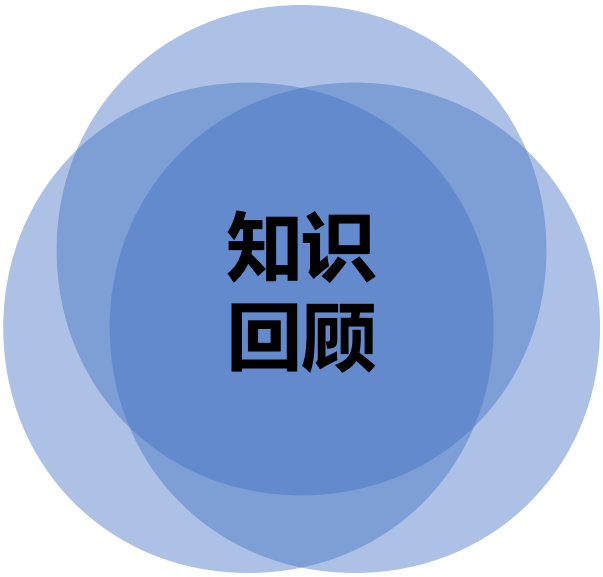
(b)



(c)



机械加压送风防烟系统的方式



知识回顾

思考与练习答案



识记

1. 建筑通风是指把建筑物室内污浊的空气直接或净化后排至室外，再把新鲜空气补充进来，从而保持室内空气环境符合卫生标准的需要。通风是改善室内空气环境的一种重要手段。
2. 建筑空间空气的卫生条件主要有空气与人体生理相关的参数、空气中有害物浓度、卫生标准和排放标准。
3. 根据空气流动的动力不同，通风方式可分为自然通风和机械通风两种。
4. 通风房间的建筑形式、总平面布置及车间内的工艺布置等对自然通风有着直接影响。
5. 进风窗的布置与选择以及避风天窗与避风风帽的布置。
6. 进、排风装置按其所在位置的不同有室外进、排风装置和室内进、排风装置。
7. 通风机是输送气体的设备，在通风系统中，常用的有离心式和轴流式两种通风机。