

自然通风节能探索

巫衡竹

(盐城工专建材工程系, 盐城, 224003)

摘 要 本文简要介绍自然通风的基本原理和应用自然通风应注意的一些问题, 通过实例计算来说明自然通风在节能上的巨大经济效益, 对乡镇企业的厂房建设具有参考价值。

关键词 自然通风 热压 风压

当今世界, 工业的迅猛发展形成了能源的巨大消耗。千方百计地节约能源已成为各国的重点研究课题。充分地合理利用自然通风是一种既经济又有效的节能措施, 它不消耗动力, 可以获得满意的通风换气效果, 可应用于工业建筑的全面通风及某些热设备的局部排气系统。

1 自然通风的基本原理

自然通风是指利用厂房内外空气的密度差引起的热压或风力造成的风压来促使空气流动而进行的通风换气。在厂房屋墙上开设高度差为 h 的两个窗孔, 如果厂房内外空气的密度和温度分别为 $\rho_{\text{内}}, t_{\text{内}}$ 和 $\rho_{\text{外}}, t_{\text{外}}$, 由于 $t_{\text{内}} > t_{\text{外}}$, 所以 $\rho_{\text{内}} < \rho_{\text{外}}$ 。我们把进风窗孔和排风窗孔内外压差之和: $gh(\rho_{\text{外}} - \rho_{\text{内}})$ (N/m^2) 称为热压。如果厂房内外没有空气温度差或者窗孔之间没有高度差就不会产生热压作用下的自然通风。

室外气流流过厂房时, 迎风面气流受阻, 动压降低, 静压增高, 风压为正; 侧面和背风面由于产生局部涡流, 静压降低, 风压为负。厂房外围结构上任意一点的风压值可用下式表示:

$$P = K(V_{\text{外}}^2/2)\rho_{\text{外}} \quad \text{N/m}^2$$

式中 $V_{\text{外}}$ 为室外空气流速; K 为空气动力系数。迎风面风压为正值, K 值为正; 背风面风压为负值, K 值为负。在风压作用下, 迎风面的窗孔将会进风, 背风面的窗孔将会排风。

热压与风压同时作用下的自然通风如图 1 所示。

2 自然通风经济效益分析

假设有厂房如图 2 所示, 窗孔 1 与 2 的面积均为 15m^2 , 两窗孔中心高程差为 7m , 室内空气温度为 30°C , 厂房外年平均气温为 20°C , 室外风速为 3m/s 。

热压作用下的通风换气量: 设窗孔 1 与 2 两侧的压差分别为 ΔP_1 和 ΔP_2 , 进风量和排风量分别为 G_1 和 G_2 , 则应有

$$u_1 F_1 \sqrt{2\Delta P_1 \rho_1} = u_2 F_2 \sqrt{2\Delta P_2 \rho_2}$$

式中, 室外空气密度 $\rho_1 = 1.21\text{kg/m}^3$; 室内空气密度 $\rho_2 = 1.17\text{kg/m}^3$ 。取流量系数 $u_1 = u_2 = 0.64$, 求得 $\Delta P_1 = 0.967\Delta P_2$; 热压 $\Delta P_1 + \Delta P_2 = gh(\rho_1 - \rho_2) = 2.75$

联立求解得

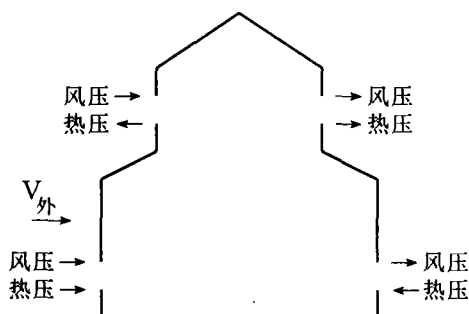


图 1

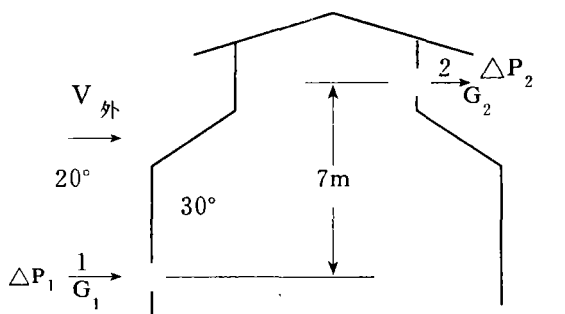


图 2

$$\Delta P_1 = 1.35 \text{ N/m}^2$$

$$\Delta P_2 = 1.40 \text{ N/m}^2$$

得热压作用下通风换气量 G 为 17.35 (kg/s) ; 相应于 20°C 空气体积流量 Q 为 $51625 \text{ (m}^3/\text{h)}$ 。

风压所产生的通风换气量: 设窗孔 1 两侧因风压产生的附加压差为:

$$\Delta P_1' = K_1 (V_{\text{外}}^2 / 2) \rho_1$$

取 $K_1 = 0.6$, 则 $\Delta P_1' = 3.267 \text{ (N/m}^2)$ 。风压引起的进风量 G_1' 为 27 kg/s , 对应 20°C 空气的体积流量为 $80000 \text{ m}^3/\text{h}$ 。可见, 风压作用引起的通风换气量是非常大的。由于室外的风向和风速是经常变化的, 为保证自然通风的效果, 风压作用在设计中一般均不予考虑, 仅考虑热压作用。

如果采用机械通风, 要达到 $51625 \text{ m}^3/\text{h}$ 的换气量, 则需装设两台 4-72-11N08D 型离心式通风机, 配用电动机总功率为 34 KW 。或者装设 10 台 30K4-11N04A 型轴流风机, 配用电机功率为 8 KW 。以装设耗用功率较少的轴流风机为例, 厂房使用寿命为 30 年, 按每天两班制工作 16h, 每月 25 个工作日计算, 总的电能消耗为 115 万度。每度电按 0.15 元计算, 则需上交电费 17.28 万元。再考虑轴流风机的购置、安装及运行管理费用, 总的化费在 20 万元以上。可见自然通风带来的经济效益是巨大的。

3 充分、合理地利用自然通风

为了充分而合理地利用自然通风, 应该注意下面一些问题。(1) 厂房纵轴应尽量布置成东西面向, 热加工车间尽量采用单跨厂房。(2) 厂房主要进风面应与夏季主导风向成 $60^\circ \sim 90^\circ$ 角, 不宜小于 45° 角, 但应避免大面积的窗和墙受到西晒。(3) 布置进风窗孔时, 虽然一侧外墙能满足进风面积要求, 另一侧外墙也应布置适

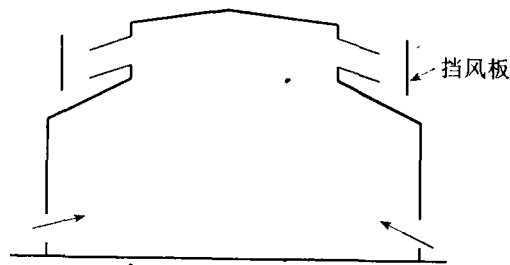


图 3

当数量的进风窗孔。(4) 为提高降温效果, 应尽量降低进风侧窗离地的高度, 南方炎热地区可取 $0.6 \sim 0.8 \text{ m}$ 。进风窗宜采用立式中轴窗和对开窗。(5) 如果迎风面和背风面外墙开孔面积占总面积的 $1/4$ 以上, 而且车间内部阻挡较少, 室外气流能横贯整个车间形成穿堂风。南方炎热地区厂房, 当不放散大量粉尘和有害气体时, 可以考虑以穿堂风为主的自然通风方式。(6) 热加工车间常采用上部天窗代替侧窗进行排风。为防止迎风面排风窗孔发生倒灌现象, 可以在天窗上设置如图 3 所示的挡风板或采用下沉式避风天窗。