

工业通风

同济大学供热通风教研室编

一九七七年一月

毛主席语录

教育必须为无产阶级政治服务，必须同生产劳动相结合。

无产阶级必须在上层建筑其中包括各个文化领域中对资产阶级实行全面的专政。

抓革命，促生产，促工作，促战备。

在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

目 录

前言	1
绪论	2
第一节 局部通风	2
第二节 全面通风	3
第三节 事故通风	11
第四节 工业通风的综合措施	12
第一章 通风除尘系统的调查研究与测定	13
第一节 通风除尘系统的调查研究	13
第二节 通风除尘系统的测定	14
第二章 吸气罩	37
第一节 吸气罩口的气流流动规律	37
第二节 吸气罩口的布置	38
第三节 吸气罩抽风量的计算	43
第四节 热态吸气罩抽风量的计算	46
第五节 吹吸式吸气罩	58
第六节 槽边吸气	66
第七节 排气柜	71
第三章 除尘器	75
第一节 通风工程中对含尘气体的净化要求及其分类	75
第二节 含尘气体的性质	75
第三节 除尘器性能	79
第四节 除尘方法的基本原理及其分类	81
第五节 沉降室	82
第六节 惯性除尘器	87
第七节 离心式除尘器	88
第八节 过滤式除尘器	106
第九节 静电除尘器	116
第十节 湿式除尘器	128
第十一节 超声波除尘器	132
第十二节 除尘器的选择和设置	132
第十三节 烟气的冷却	134

第四章 通风管道	140
第一节 管内流动的基本原理	140
第二节 管内流动的状态和阻力	144
第三节 通风管道中的压强分布	156
第四节 通风管道计算	158
第五节 通风管道的设计与运转管理	165
第五章 通风机	169
第一节 离心式通风机的构造和工作原理	169
第二节 离心式通风机的性能参数	170
第三节 离心式通风机在管网中的运行	174
第四节 离心式通风机的选择	177
第五节 离心式通风机的性能实验	182
第六节 离心式通风机的安装与使用	186
第七节 轴流式通风机	187
第六章 气力输送	189
第一节 概述	189
第二节 气力输送系统的类型和特点	190
第三节 物料在管内的运动	195
第四节 气力输送系统的设计计算	209
第五节 气力输送系统的运转管理	221
第七章 废气净化	223
第一节 大气污染及其防治	223
第二节 用吸收法净化废气	231
第三节 用吸附法净化废气	248
第四节 废气净化的几种具体方案	254
第五节 二氧化硫的测定方法	268
第六节 烟气高空排放	282
第八章 工业厂房的防暑降温	293
第一节 概述	293
第二节 高温车间的气象条件	294
第三节 自然通风	297
第四节 降温隔热措施	310
第五节 局部机械送风	317
附 录	1—25

前 言

教材改革是无产阶级教育革命的重要组成部份，它关系到培养无产阶级革命事业接班人这样一件大事。在教材改革中，我们应当努力做到用马列主义、毛泽东思想统帅教材，以彻底改变在无产阶级文化大革命前资产阶级通过教材专我们无产阶级政的严重现象。

毛主席教导我们：“为什么人的问题，是一个根本的问题，原则的问题。”通风工程事业是广大工农兵和革命知识分子创造的，毫无疑问，它也应该为工农兵服务。

但是，在解放前的旧中国，工人劳动条件极差，资本家为了贪得无厌地榨取工人的血汗，哪里还管工人的死活！在旧社会耐火材料工人就流传着这样一句辛酸话，“想吃耐火饭，得把命来换”。我们工人正是在这种恶劣的劳动条件下，对三大敌人进行顽强的战斗，和资本家进行英勇的斗争。仅有的简陋通风设备，则被资产阶级用来加剧对无产阶级的残酷剥削。

解放以后，在毛主席的革命路线指引下，党和政府一直无微不至地关怀着广大劳动人民。伟大领袖毛主席在一九五二年对工矿企业发出了专门指示，“**在实施增产节约的同时，必须注意职工的安全，健康和必不可少的福利事业。**”一九五六年国务院作出了《关于防止厂矿企业中的矽尘危害的决定》。广大工人沿着毛主席指引的光辉道路，坚持党的基本路线，鼓足干劲，力争上游，自力更生，艰苦奋斗，大搞群众运动，大破洋框框、洋教条，走我国自己工业发展的道路，多快好省地发展了通风事业。

“一定的文化是一定社会的政治和经济在观念形态上的反映”。文化大革命前的通风教材正是刘少奇修正主义路线的产物。刘少奇狂热地鼓吹“洋奴哲学”、“爬行主义”，反映到旧教材中，是对洋人的东西生吞活剥，顶礼膜拜；在旧教材中鼓吹“先验论”，宣扬“理论至上”，故弄玄虚，为资产阶级知识分子统治学校服务；旧教材还公然颠倒人类历史，抹煞劳动人民的发明创造；百般宣扬“物质技术条件决定论”，否定人的因素决定作用。旧教材就是这样，竭力宣扬唯心论和形而上学，反对唯物论和辩证法。应该指出，旧的通风教材是为培养“缔造人类春天的工程师”这一目标服务的，引导学生脱离工农，脱离三大革命实际，脱离无产阶级政治。培养什么人，为什么人服务，这是一个路线问题。“**思想上政治上的路线正确与否，是决定一切的。**”我们要牢记路线这个纲，不断提高执行毛主席革命路线的自觉性。

在毛主席关于“工人阶级必须领导一切”的伟大号令下，工人阶级浩浩荡荡开进了我们学校，领导斗、批、改的全部工作。这是一个伟大的革命行动。在工军宣队带领下，我们深入工厂、现场，以工人为师，学习马、列和毛主席著作，编写了“工业通风”新教材。通过几年来的实践，我们认为这本教材基本上能满足结合典型工程进行通风教学的要求。这次再版，我们又作了一些修改，并充实了若干新的内容。应当指出，工农兵学员积极发挥教育革命生力军的作用，对所用教材提了许多改进意见，为教材改革贡献了力量。

这几年，我们遵照毛主席关于“**教材要彻底改革，有的首先删繁就简**”的教导，对教材作了一定改革。但是由于我们学习毛泽东思想不够，实践也有限，教材中一定有不少缺点，还会有错误，请工农兵学员和其他同志批评指正。

绪 论

工业通风在三大革命实践中，起着改善生产环境，保护工人健康和提高生产力，落实战备的重要作用。用通风方法改善生产劳动环境，简单地说，就是把污浊的或不符合卫生标准的室内空气排至室外，把新鲜空气或经过处理的空气送入室内。我们把前者称为排风，把后者称为进风。

防止工业有害物在室内扩散的最有效方法，是在有害物产生的地点直接把他们收集起来，并尽可能加以处理，再排至室外。这种通风方法称为局部排风。局部排风系统需要的风量小，效果好，因此设计时应首先采用。

有时因生产条件的限制，不能采用局部排风，或者采用局部通风后，室内有害物浓度仍超过卫生标准，在这种情况下，可采用全面通风。全面通风是在整个房间内通风，使整个房间内有有害物浓度冲淡到最高允许浓度以下。这种通风方法需要的风量大，设备庞大。

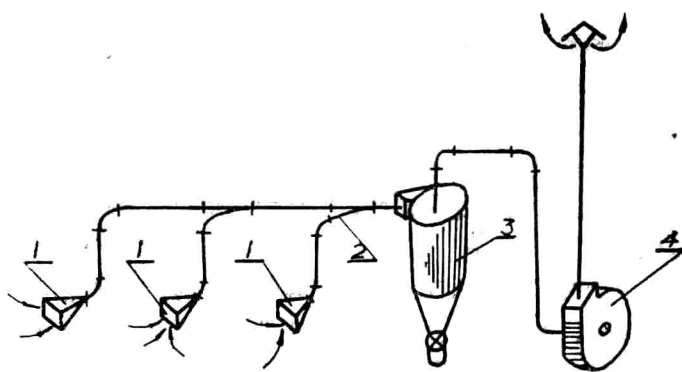
按照工作动力的不同，通风系统又可分为机械通风和自然通风。自然通风是依靠风压或热压造成空气流动的，它不需要消耗动力。在热车间都是利用自然通风消除余热的。

第一节 局部通风

一、局部排风系统

局部排风系统的结构如图 0—1 所示。它有以下几部分组成：

1. 吸气罩：吸气罩安装在产生粉尘或有害气体的地方，借助通风机在罩口造成的吸气速度，有效地将生产过程中散发出来的粉尘或有害气体吸走，不使其在车间内扩散。吸气罩的设计，安装合理与否，直接影响局部排风系统的效果。性能良好的吸气罩如密闭罩，只需较小的风量，就可以获得良好的效果。由于生产设备结构和操作的不同，吸气罩的形式是多种多样的。



1—吸气罩；2—风管；3—废气净化设备；4—风机

图 0—1 局部排风系统示意图

2. 风管：是用来输送气体的管道。通常用薄钢板（一般有镀锌钢板与普通钢板两种，通称白铁皮和黑铁皮），混凝土、钢筋混凝土和其他材料制作。当输送有腐蚀性气体时，常用聚氯乙烯塑料板制作。

3. 废气净化设备：为了防止大气污染，含有粉尘或其他有害物质的气体不能直接排入大气，必需经过除尘器或有害气体的净化处理，达到排放标准的要求后，才能排入大气。

4. 风机：使气体在风管中流动的机械设备，它是由电动机带动的。

二、局部进风系统

对于人数很少，车间面积很大的工业厂房，要改善整个车间的空气环境是很困难的，同时也是不经济的。例如高温车间，在这种情况下，可以向局部工作地点送风，在局部的区域内造成较良好的空气环境。这种通风方法称为局部进风，直接向人体送风的这种装置称为岗位吹风。

岗位吹风可分为集中式和分散式二种。图 0—2 是铸工车间浇注工段集中式岗位吹风系统的示意图。集中式系统送出的空气一般需经过冷却处理。分散的岗位吹风一般采用轴流风扇或喷雾风扇。在产尘产毒的车间，不宜采用岗位吹风，因为高速气流会使得这些有害物在整个车间内扩散飞扬。

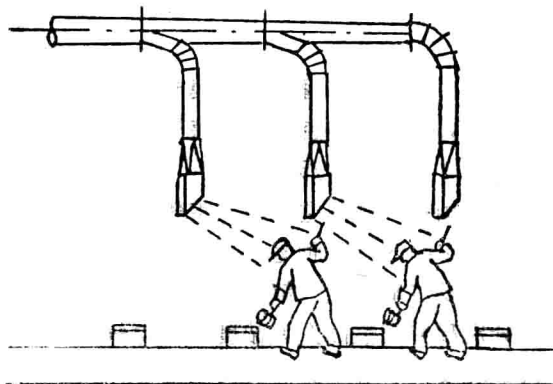


图 0—2

第二节 全面通风

一、全面通风的意义及全面通风换气量的确定

控制工业有害物最有效的方法是局部排风，但由于工艺操作或其他原因，有的生产过程不能采用局部排风，或者采用局部排风后仍有一部分有害物散入室内，例如铸工车间标准件的就地造型浇铸。这就需要采用全面通风，或者在局部排风的基础上辅以全面通风。向室内送入一定量的新鲜空气，同时从室内排出被污染的空气，使室内空气中有害物浓度冲淡到卫生标准允许的范围以内。为了不使室内空气中有害物浓度不断升高，在通风过程中排出的有害物量应当和产生的有害物量达到平衡。以消除余热为例，根据热平衡原理，其所需的换气量可按式确定：

$$L = \frac{Q}{C\gamma(t_p - t_j)} \text{米}^3/\text{小时} \quad (0-1)$$

式中：L——全面换气量，米³/小时；

Q——室内余热量，千卡/时；

γ ——进入空气的容重，公斤/米³；

C——空气热容量，一般取 $C = 0.24$ 千卡/公斤℃；

t_p ——排出空气的温度，℃；

t_j ——进入空气的温度，℃。

根据同样理由，消除室内余湿所需要的换气量 G 可按下式确定：

$$G = \frac{G_{sh}}{d_p - d_j} \text{ 公斤/时} \quad (0-2)$$

式中： G_{sh} ——散湿量，克/时；

d_p ——排出空气的含湿量，克/公斤干空气；

d_j ——进入空气的含湿量，克/公斤干空气。

消除室内有害气体所需要的换气量 L 为：

$$L = \frac{z}{y_p - y_j} \text{ 米}^3/\text{时} \quad (0-3)$$

式中： z ——散入室内的有害气体量，毫克/时；

y_p ——排出空气中有害气体的浓度，一般取车间空气中有害气体的最高允许浓度，毫克/米³；

y_j ——进入空气中有害气体的浓度，毫克/米³。

当车间内有数种溶剂（苯及其同系物，醇、醋酸酯类）的蒸汽，或数种刺激性气体（三氧化硫及二氧化硫、氟化氢及其盐类等）同时散发于空气中时，全面通风换气量应按各种气体分别稀释至最高允许浓度所需空气量的总和计算。其他的有害物同时放散于空气中时，通风量仅按其中所需最大的换气量计算。

当散入室内的有害物无法具体计算时，全面通风所需要的换气量，可根据类似房间的调查测定或根据经验数据按房间的换气次数确定。

所谓换气次数，就是通风量 L （米³/时）与通风房间的体积 L_f （米³）的比值，即换气次数 n 为：

$$n = \frac{L}{L_f}$$

通风量 L 则为：

$$L = n L_f \text{ 米}^3/\text{时}$$

各种房间的换气次数，可从设计手册中查得。

【例 0—1】 某车间内同时散发两种有机溶剂的蒸汽，它们的散发量为：苯 200 克/时，醋酸乙酯 180 克/时。求必须的全面通风量。

【解】 由附录(0—2)中查得上述两种溶剂的蒸汽在作业地带空气中的最高允许浓度：

苯为 40 毫克/米³；醋酸乙酯为 300 毫克/米³。

进风为清洁空气，故 $y_j = 0$ ，按公式 (0—3) 分别算出将每种溶剂蒸汽冲淡到最高允许浓度时所需要的通风量：

$$L_1 = \frac{z}{y_p - y_j} = \frac{200 \times 1000}{40 - 0} = 5000 \text{ 米}^3/\text{时}$$

$$L_2 = \frac{180 \times 1000}{300 - 0} = 600 \text{ 米}^3/\text{时}$$

根据规定，全面通风量应取二者之和，即

$$L = L_1 + L_2 = 5000 + 600 = 5600 \text{ 米}^3/\text{时}$$

二、车间进排风方式

车间全面通风的效果，不仅与换气量有关，而且与通风的气流组织有关。在图 0—3 中，

“x”表示污染源，“○”表示人的工作位置，箭头表示进排风方向。方案A，进风先送到人的工作位置，经过污染源排至室外，这样人的工作位置保持空气新鲜。方案B，进风先经过污染源，再送到人的工作位置，这样人的工作位置空气污浊。由此可见，要满足全面通风的要求，不仅需要有足够的通风换气量，而且要有合理的气流组织。

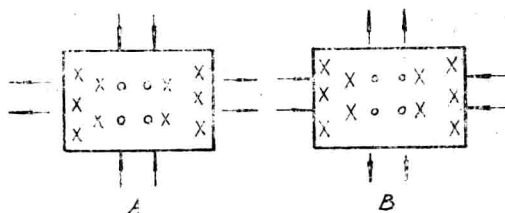


图 0-3

虽然，为了把新鲜空气直接送到工作地点，使工人直接接触新鲜空气，通风口应设在有害物浓度较小的区域。排风口则应设在有害物发生源内，或有害物浓度最高的区域。在整个车间内应使进风气流均匀分布，尽量减少涡流区。在涡流区内空气不断循环，会使有害物不断积聚，对于某些有爆炸危险的有害气体，当其浓度达到某一定值时，将会引起爆炸。

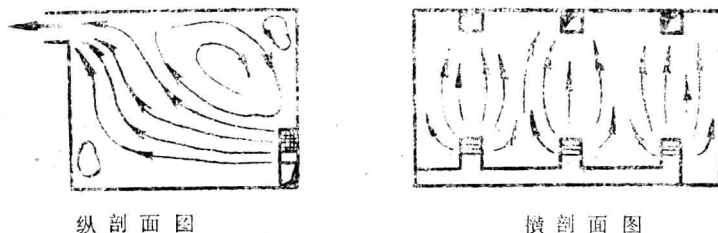


图 0-4

根据以上的考虑，在排除有害气体或余热的车间，一般采用下送上排的方式。图0-4、图0-5是下送上排的气流组织示意图，新鲜空气从车间下部进入，在工作区散开，稀释有害气体（包括热量）后，由设在上方的排气口排走。这种气流组织的特点是：

1. 新鲜空气沿最短的线路迅速到达作业地带，途中受污染的可能较少；
2. 工人（绝大部分在车间下方作业地带操作）直接接触到新鲜空气；
3. 符合车间内有害气体和热量的分布规律，一般在上部有害物的浓度较高。

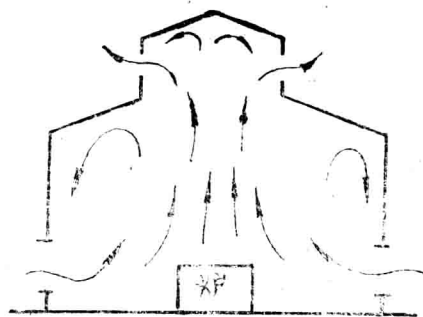


图 0-5 热车间的气流组织示意图

有害气体在车间内的浓度分布，是设计全面通风时必须注意的一个问题。过去有人认为，当车间内散发的有害气体容重较大时，有害气体会积聚在车间的下部，因此排风应设在下面。这种看法是不全面的，实际上，车间内的有害气体并不是单独存在，而是和空气混合在一起的。在室内空气，有害气体的含量是很少的，一般的在 0.5 克/米^3 以下。但是当温度变化 1°C 时，空气的容重会发生 $3\sim 4 \text{ 克/米}^3$ 的变化。因此，车间内有害气体浓度的分布

不是取决于有害气体的容重，而是取决于室内气流的运动。只有室内没有对流气流的情况下，才会使容重较大的有害气体集中在车间下部，而一些比较轻的，如汽油、醚等挥发物，由于蒸发而冷却周围空气也有下降的趋势。如果不问具体情况，不作调查研究，只看到有害气体容重大于空气这一个方面，会得出浓度分布的错误结论。

在工程设计中，通常采用以下做法：

1. 如果放散的有害气体温度较高或受车间发热设备影响产生上升气流(对流气流)时，不论放散的有害气体容重大小，均应从上部排出。
2. 如果没有热气流的的影响(即无对流气流时)，放散的有害气体容重较空气小时，应从上部排出；容重较空气大时，应从上下两个部位排出。

三、空气平衡和热平衡

在任一通风房间中，无论采用何种进排风方式(局部的或全面的、机械的或自然的)，单位时间内进风量(指重量)和排风量应该相等。即：

$$G_{zj} + G_{jj} = G_{zp} + G_{jp} \quad (0-5)$$

式中： G_{zj} ——自然进风量，公斤/小时；

G_{jj} ——机械进风量，公斤/小时；

G_{zp} ——自然排风量，公斤/小时；

G_{jp} ——机械排风量，公斤/小时。

这就是空气量平衡。如果进风量多于排风量，室内空气压强将不断上升，最后导致无法进风。反之，如果排风量多于进风量，室内气压会不断下降，最后无法排风。进和排二者是对立的统一，因此，进行车间的通风设计时，必须综合考虑车间的进风和排风，使其保持平衡。

要使室内空气温度保持不变、必须使室内的总得热量和总失热量保持相等，即：

$$\Sigma Q_d = \Sigma Q_{sh} \quad (0-6)$$

式中： ΣQ_d ——车间的总得热量，千卡/小时；

ΣQ_{sh} ——车间的总失热量，千卡/小时。

这就是车间的热平衡。要保持室内温度、有害物浓度不变，则必须满足湿平衡和某种有害物质的平衡。前面介绍的通风换气量的计算公式就是建立在空气量平衡和热、湿、有害物质平衡的基础之上的，不过它们只适用于最简单的情况，即进风和排风都只有一种状态浓度的情况。实际的通风问题常常是比较复杂的，进风和排风往往同时有几种状态，有时进风量是根据补偿局部排风量确定的，还要根据热平衡条件求出必需的送风参数。对于这类问题都要直接利用空气量平衡和热平衡条件进行计算。

【例 0—6】 如图 0—6 所示，某车间余热 $Q = 100000$ 千卡/时，局部排风 $G_{p.ji} = 3000$ 公斤/时，岗位吹风(机械送风) $G_{j.ji} = 2000$ 公斤/时，机械送风温度 $t_j = 28^\circ\text{C}$ ，室外空气

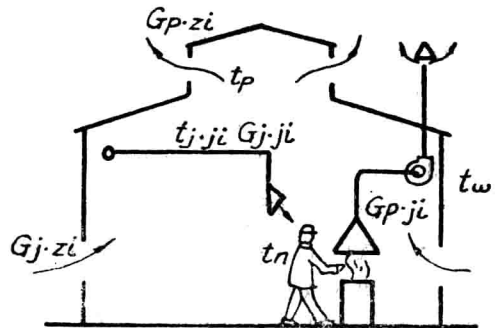


图 0—6

温度 $t_w = 34^\circ\text{C}$ ，室内工作区温度 $t_n = 36^\circ\text{C}$ ，天窗排气温度 $t_p = 44^\circ\text{C}$ 。试求用自然通风排除余热时，所需的自然进风量 $G_{j,zi}$ 和自然排风量 $G_{p,zi}$ 。

【解】 列空气量平衡方程式：

$$\begin{aligned} G_{j,zi} + G_{j,ji} &= G_{p,z} + G_{p,ji} \\ G_{j,zi} + 2000 &= G_{p,zi} + 3000 \\ G_{p,zi} &= G_{j,zi} - 1000 \end{aligned} \quad (1)$$

列热平衡方程式：

$$\begin{aligned} 100000 + G_{j,zi} \times 0.24 \times 34 + 2000 \times 0.24 \times 28 \\ = G_{p,zi} \times 0.24 \times 44 + 3000 \times 0.24 \times 36 \end{aligned} \quad (2)$$

解方程式 (1)、(2) 得：

$$\begin{aligned} G_{j,zi} &= 42800 \text{ 公斤/时} \\ G_{p,zi} &= 41800 \text{ 公斤/时} \end{aligned}$$

四、有害物发生量的计算

1. 余热量的计算

房间得热量和失热量的差值，即为房间的余热量。在计算余热量时，必须考虑到各种散热和吸热的来源。它们大致可以分为两类，一类是通过围护结构的传热，它与太阳辐射强度和室外气象条件有关。在我国中、南部炎热地区考虑冷冻车间的防暑降温措施时，必须考虑太阳辐射热的影响，但对热车间可略而不计。另一类是生产设备的散热量。进行热车间夏季自然通风计算时，其失热量一般是略而不计的，因此这一节仅介绍计算生产设备散热量的一般方法，失热量计算和太阳辐射热计算在空气调节内讲述。随着我国社会主义建设事业的飞速发展，工业企业各部门的工艺设备不断增加，散热设备十分复杂，用理论计算的方法确定设备的散热量是困难的。为了能够恰当确定设备散热量，必须按照毛主席关于：“调查研究就是解决问题”的教导，深入车间调查研究和实地测定。下面介绍几种生产设备散热量的计算方法。

(1) 加热炉的散热量

加热炉的散热量主要包括炉壁散热量及炉口敞开时的散热量。

i) 炉壁散热量

如已知炉壁外表面积 A 和表面温度 t_b 即可按传热基本公式计算。

每平方米炉壁的对流散热量为：

$$q_d = \alpha_f (t_b - t_n) \text{ 千卡/米}^2 \text{ 时} \quad (0-7)$$

每平方米炉壁的辐射散热量为：

$$q_f = C \left[\left(\frac{T_b}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_n}{100} \right)^4 \right] \text{ 千卡/米}^2 \text{ 时} \quad (0-8)$$

式中： α_f ——对流放热系数，对垂直的平壁面 $\alpha_f = 2.2(t_b - t_n)^{1/4}$ ，对水平的平壁面 $\alpha_f = 2.8(t_b - t_n)^{1/4}$ ；

t_b ——炉壁的表面温度， $^\circ\text{C}$ ；

T_b ——炉壁的表面绝对温度， $^\circ\text{K}$ ； $T_b = 273 + t_b$ 。

t_n ——室内空气温度， $^\circ\text{C}$ ；

T_n ——室内空气绝对温度, °K; $T_n = 273 + t_n$ 。

C ——辐射系数, 对一般的工业炉 $C = 4.6$ 。

为了简化计算, 根据公式(0-7)和公式(0-8)作出了图表, 见图0-7。已知炉壁表面温度后, 可利用图0-7求得每平方米炉壁的总散热量。作图时, 取车间内的空气温度 $t_n = 30^\circ\text{C}$ 。

ii) 敞开炉口的散热量

当炉门打开时, 散入室內的辐射热量为:

$$Q_f = C \left[\left(\frac{T_r}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_n}{100} \right)^4 \right] A_k \quad (0-9)$$

千卡/小时

式中: C ——辐射系数, 为简化计算, 可近似认为等于绝对黑体的辐射系数, 即

$C = 4.96$;

T_r ——炉膛内烟气的绝对温度, °K;

T_n ——炉门对面物体的绝对温度, °K;

A_k ——炉口的面积, 米²。

由于 $\left(\frac{T_n}{100}\right)^4$ 较 $\left(\frac{T_r}{100}\right)^4$ 小得很多, 前者可忽略不计, 公式0-9可改写为:

$$Q_f = C \left(\frac{T_r}{100} \right)^4 A_k \quad \text{千卡/时}$$

或: $q_f = C \left(\frac{T_r}{100} \right)^4 \quad \text{千卡/米}^2\text{时} \quad (0-10)$

式中: q_f ——单位面积炉口的辐射散热量, 千卡/米²时。

根据公式(0-10)作出了图0-8, 这样, 已知炉内温度就可查出单位面积炉口的辐射散热量。

在计算炉口的辐射散热量时, 还应考虑每小时炉门的开启时间。

在一般情况下, 炉口尺寸较小而炉壁较厚, 部分辐射热会被炉门壁遮隔掉。因此, 按公式(0-10)或图0-8所求得的辐射散热量应乘以折减系数 K 。折减系数 K 可按图0-9决定。图中横座标为炉口尺寸(边长或直径)与炉口壁厚之比。对于长方形炉口, 应首先按炉口的长和宽(a 及 b)求折减系数 K_a 及 K_b , 再取其平均值, 即

$$K_p = \frac{1}{2} (K_a + K_b)$$

(2) 金属冷却时的散热量

已被加热的材料或成品, 放在车间冷却或送入

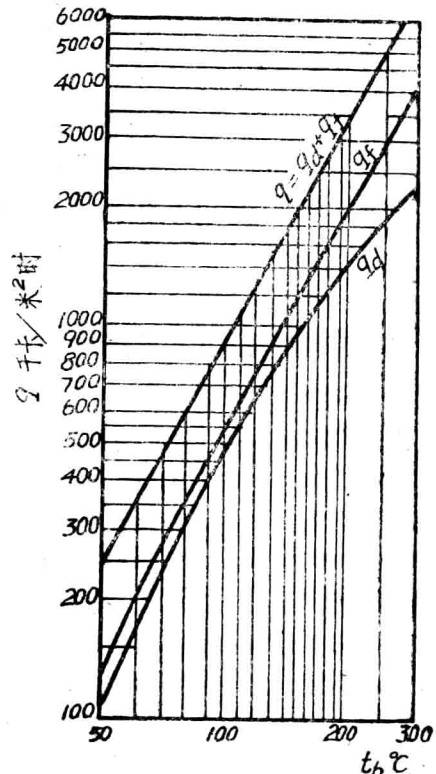


图 0-7

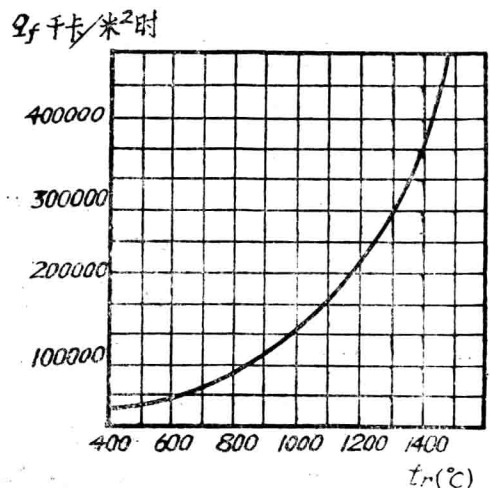


图 0-8

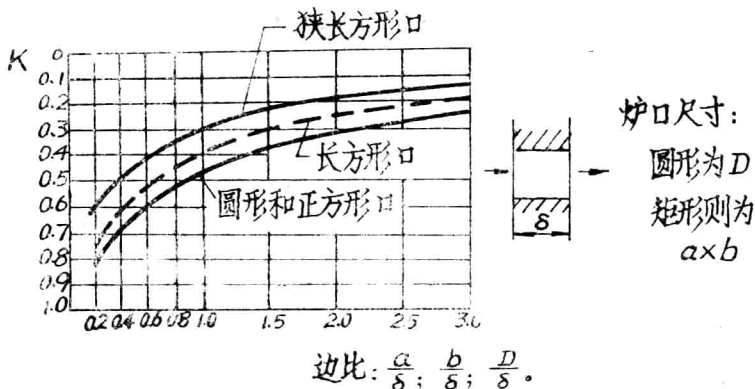


图 0-9

其他的车间继续加工时（如铸造、锻造车间的铸件或锻件）这些热的金属材料的散热量需单独计算。

i) 固态金属材料的冷却散热量

$$Q = GC_0(t_1 - t_2) \text{ 千卡} \quad (0-11)$$

式中：Q——固态金属材料，由温度 t_1 冷却到 t_2 时所散出的热量，千卡；

G——金属材料的重量，公斤；

t_1 ——金属开始冷却时的温度，℃；

t_2 ——金属冷却终了时的温度，℃；一般可取室温；

C_0 ——固体金属的比热，千卡/公斤·℃。

ii) 液态金属冷却时的散热量

液态金属首先由液态冷却到熔点，放出熔解热，并从熔点开始在固态下放热，冷却到室温，其总散热量为：

$$Q = G[C_v(t_1 - t_r) + i + C_0(t_r - t_2)] \text{ 千卡} \quad (0-12)$$

式中： C_v ——液态金属的比热，千卡/公斤·℃；

t_1 ——液态金属冷却时的初温，℃；

t_r ——金属的熔点温度，℃；

i ——金属的熔解热，千卡/公斤；

t_2 ——金属的冷却终温（即室温），℃。

以上式中的 C_v 、 C_0 、 t_1 、 t_r 及 i 见表 0-1。

在计算中应当注意，物体冷却时的散热量在时间上是不均匀的。由于物体温度的变化，开始时的散热量较后期的散热量要大得多。每小时的散热比例与材料的性质、形状、重量以及周围的气象条件有关。G = 100~200 公斤的铸铁件，第一小时的散热量约为 82%，第二小时约为 12%，第三小时约为 6%。物体进入车间的数量是否均匀，要认真调查分析，以便合理的确定散热量。

(3) 蒸汽锻锤的散热量

蒸汽锻锤打压金属时，蒸汽的热能部分地转变为机械能，锻打后又转化成热能散入车间。计算时可以认为蒸汽锤的散热量等于开始时蒸汽的含热量与排出废气的含热量之差。因

而蒸汽锻锤的散热量为:

$$Q = G(i_j - i_p) \text{ 千卡/时} \quad (0-13)$$

式中: G ——锻锤蒸汽消耗量, 公斤/时;

i_j ——进入锻锤时蒸汽的含热量, 千卡/公斤;

i_p ——排出废汽的含热量, 千卡/公斤。

常用金属物理性能 表 0—1

名称	t_r	t_1	i	C_H	C_G
钢	1500	1570	65.6	0.194	0.15
生铁	1250	1400	47.0	0.215	0.165
铜	1083	1150~1250	50.0	0.122	0.114
铝	657	750	79.6	0.231	0.233
锌	418	440~460	23.6	0.124	0.1
铅	327	—	5.5	0.031	0.037
锡	238	—	14.2	0.052	0.068

蒸汽的含热量与蒸汽压力有关, 不同压力下饱和蒸汽含热量在表 0—2 列出。

饱和水蒸汽的含热量 表 0—2

绝对压强 (公斤/厘米 ²)	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
含热量 (千卡/公斤)	631.6	638.8	646.3	650.7	653.9	656.3	658.3	659.9	661.2

(4) 燃料燃烧的散热量

在某些生产过程如气焊、玻璃吹制等操作过程, 燃料燃烧所产生的热量, 直接散入车间, 这些热量也是车间得热量的一部分。燃料燃烧所产生出的热量可按下式计算:

$$Q = GB\eta \text{ 千卡/时} \quad (0-14)$$

式中: G ——燃料的消耗量, 公斤/时或米³/时;

B ——烧料的理论发热量, 千卡/公斤或千卡/米³, 常用燃料的 B 值见表 0—3;

η ——燃料的燃烧效率;

固体燃料 $\eta = 0.9 \sim 0.97$;

液体燃料 $\eta = 0.95 \sim 1.0$;

气体燃料 $\eta = 1.0$ 。

(5) 电动机的散热量

当车间有电动机工作时, 电动机所消耗的电能最终将转变成热能转入车间。其散热量可按按下式确定:

$$Q = 860 N_e \eta \text{ 千卡/时} \quad (0-15)$$

式中: 860——热功当量, 千卡/瓦时;

N_e ——电动机的额定容量, 瓦;

η ——电动机的总利用系数, 对于一般机械加工车间 $\eta = 0.25$ 。

2. 有害气体散发量的计算

在生产车间内, 有害气体的来源主要有以下几个方面:

- (1) 燃料燃烧产生的有害气体。
- (2) 通过炉子的缝隙漏入室内的烟气。
- (3) 经过生产设备或管道的不严密处，漏入室内的有害气体。
- (4) 盛有化学品的容器的蒸发。
- (5) 物体表面涂漆时，散入室内的溶剂蒸汽。
- (6) 生产过程中的化学反应。例如电解铝时产生的氟化氢，铸件浇注时产生的一氧化碳。

由于生产过程的复杂性，有害气体散发量无法应用理论公式进行计算，一般都是通过现场测定和调查研究，按经验数据确定。在缺乏现场实测资料时，可参考有关的设计手册。

燃料的理论发热量 表 0—3

燃料种类	燃料名称	理论发热量(千卡/公斤或千卡/米 ³)
固体燃料	烟煤和无烟煤	6000~8000
	高温焦煤	6000~7500
	半焦煤	5000~7000
液体燃料	汽油	11000~13000
	轻油	10700
	重油	10000
	酒精	7000
气体燃料	甲烷	9527
	乙烷	13800
	水煤气	2700~2900
	天然气	7000~16000

第三节 事故通风

生产设备发生偶然事故或故障时，可能有大量的有害气体或有爆炸危险的气体突然进入车间，在这种车间里应设置事故通风，以便急需时使用。

事故通风所必须的换气量应由事故排风系统和经常使用的排风系统共同保证。

当有害气体的最高允许浓度大于 5 毫克/米³时，换气次数不小于：

一、车间高度在 6 米及 6 米以下者，8 次/时；

二、车间高度在 6 米以上者，5 次/时。

当最高允许浓度等于或低于 5 毫克/米³时，上述的换气次数应乘以 1.5。

事故排风装置所排出的空气可不设专门的送风系统来补偿，而且排除空气一般都不予净化或其他处理，仅在排出有剧毒的有害物时，才将它排放到 10 米高的大气中，在非常必要时才加以化学中和。

事故排风必须设在有害物质可以大量放散的地点，事故排风的开关，应同时装在室内和室外便于开启的地点。

第四节 工业通风的综合措施

前面介绍了局部排风、局部送风、全面通风和事故通风等通风方式，分析了它们的作用特点及应用条件。在考虑一个车间的通风设计时，针对有害物性质、生产工艺等具体条件，总是首先考虑局部排风。在局部排风不能满足卫生要求或不能设置局部排风时，才考虑局部送风或全面通风。有不少生产车间往往同时采用几种通风方式。

许多生产车间（如铸造、烧结、冶炼等），通常不是散发一种有害物，而是同时散发粉尘，有害气体或热、湿等多种有害物，甚至一个工艺设备或一个工艺过程中就同时散发多种有害物。另外在考虑通风方案时，还必须优先考虑化废为宝，综合利用的问题。因此，情况常常是比较复杂的，我们必须遵照毛主席关于“研究任何过程，如果是存在着两个以上矛盾的复杂过程的话，就要用全力找出它的主要矛盾。捉住了这个主要矛盾，一切问题就迎刃而解了”的教导，深入现场调查研究，与工人相结合，找出其中主要的有害物，综合考虑各种有害物的散发情况，确定整个车间通风方式与通风系统的设计方案及其他有关措施。例如铸造车间，一般采用局部排风捕集粉尘和毒气，用自然通风清除散发到整个车间的余热，同时在个别高温地点设立局部送风降温装置。在耐火材料制造工厂和石粉厂，除尘问题比较突出，我国广大工人群众和革命技术人员，按照毛主席关于“看问题要从各方面去看，不能只从单方面看”的教导，对防尘除尘问题，通过自己的生产实践，通观防尘工作的各个侧面，总结了一整套防尘综合措施，概括起来就是八个字：“宣”、“革”、“水”、“密”、“风”、“护”、“管”、“查”。

“宣”，就是宣传教育。要用毛泽东思想统帅防尘工作。要开展革命大批判。要加强劳动保护方面的思想政治工作。要大搞群众运动。要总结和交换经验。还要普及防尘工作的基本知识。

“革”，就是革新工艺。防尘工作首先要解决的是粉尘对人体的危害。而粉尘又是和工艺联系着的。因此在考虑通风防尘时，必须考虑到如何革新工艺。例如水爆清砂法就是有效地解决了长期来清砂过程中粉尘的危害。无毒电镀则是较彻底地解决了电镀行业的有毒气体的危害。气力送砂则是当前解决粉粒状物料输送过程中粉尘危害的一项根本措施。

“水”，就是湿法作用。在工艺要求许可条件下，尽量要采用湿法作业。“洒水扫地”是人们的常识，可见粉尘在外来条件“水”作用下，本身性能就发生一定的变化，由易于飞扬到不易飞扬。这是一个简便而有效的措施。

“密”，即密闭尘源。对扬尘点采取密闭措施，尽可能隔离人和粉尘的接触。

“风”，就是抽风。它与上述密闭等措施互为补充，利用抽风的办法，使吸尘罩内产生一定的负压，不使粉尘外逸。然后经由管道、除尘器、通风机等，在尽可能回收的前提下，将含尘空气排出室外。这是必要的积极的防御措施。也是本课程研究的一个重点。

“护”，就是个人防护。

“管”，就是维护管理。除尘系统在施工调整后，要有防尘小组或专人负责管理和维护。如经常检查除尘器是否漏风，除尘器要定时清理等。

“查”，就是要加强检查。测定生产环境的粉尘浓度，经常注意检查接触粉尘的工人体格。还要检查其他防尘措施的落实。

总之，工业通风的内容很多，牵涉面也很广，要做好这项工作，如同搞好其他工作一样，必须注意调查研究和充分发动群众。

第一章 通风除尘系统的调查研究与测定

第一节 通风除尘系统的调查研究

伟大领袖毛主席教导我们：“如果要直接地认识某种或某些事物，便只有亲身参加于变革现实，变革某种或某些事物的实践的斗争，才能触到那种或那些事物的本质而理解他们”。我们学习《工业通风》这门课，也要按照毛主席的教导，首先调查了解工业通风的过去和现在，例如通风除尘系统的过去和现在，以及发展趋势，以便从中找出规律性的东西，用来指导我们的学习和工作；做好设计，施工和管理工作的。

要做好调查研究工作，必须到产生有害物的车间，工段去劳动，即生活于那种环境中与工人实行“三同”——同劳动，同学习，同大批判，才能深刻了解到粉尘产生和扩散的条件，对工人健康和生产的危害程度，以及对它回收的价值。进一步了解在通风除尘工作中两条路线斗争，使我们更加自觉地投入到通风除尘工作中去，努力学习有关知识。也只有通过实践才能更好地了解通风除尘系统中各个组成部件的作用，找到提高除尘效果的正确途径。

调查研究还必须通过对操作、维修工人，设计人员的访问和开调查会。其调查提纲可参照下列内容制定。

一、工艺生产过程中，主要产生什么性质的粉尘？这种粉尘对人体的危害情况如何？其回收价值如何？

二、在国家卫生标准《国标建(GBJ 1-62)》见附录 0—2 中规定工作地带空气中这种粉尘允许浓度是多少？

三、收集粉尘的吸气罩是什么型式？安装在什么地方？它是如何适应生产操作及设备维修的？现有吸气罩有什么优缺点？

四、采用了什么型式的通风机？铭牌上标定的功率，风量、风压是多少？配用了什么型式的电动机？电动机功率是多少？这种通风机在运行中有什么优缺点？

五、了解粉尘和有害气体对通风系统设备的腐蚀，磨损情况、粉尘在管道中沉积情况。管道及通风设备上采用什么防腐、防磨损的措施？效果如何？

六、采用了什么型式的除尘器？效果如何？工人师傅在使用维修方面有那些经验？

七、风管用什么材料制作？厚度多少？清除管道积灰有什么措施？清灰装置和清扫孔安装在什么位置？使用是否方便？

八、系统上有无安装测量风量，风压的仪表？它们安装在什么位置？测量孔是如何开的？仪表是如何安装的？

九、与同类型通风系统比较，技术上是否合理？初次建造费（初投资）与经常运转费是高还是低？

十、通风系统操作管理是否方便？除尘设备、部件运转是否灵活？管道布置是否合理？

十一、输送高温高湿含尘空气时，进入除尘器前的风管有无冷却或保温措施？有无防止