

工业通风

(试用教材)

清华大学建工系暖通专业

1976. 2.

前 言

无产阶级文化大革命以来，在工人阶级领导下，无产阶级教育革命在两个阶级、两条道路、两条路线的激烈斗争中，日益深入，学校正在逐步改造成为无产阶级专政的工具。

毛主席指出：“教材要彻底改革，有的首先删繁就简。”实践证明：教材改革是一场严重的政治斗争，是一场深刻的思想革命，是教育革命的重要组成部分。在教材改革中，必须坚持以阶级斗争为纲，以马列主义、毛泽东思想为武器，批判修正主义，从我国的社会主义建设需要出发，反映几年来教育革命实践的成果，逐步建立我国自己的教材体系。

在教育革命实践的基础上，我校暖通专业 72 届工农兵学员，在广大工农兵、革命技术人员的支持下，在教师的帮助下，于一九七五年八月开始编写这本《工业通风》新教材。旧的《工业通风》，大量照搬苏修的一套，理论脱离实际，内容上重排放、轻处理，早已不能适应我们教育革命和学员自学的需要。在这次编写中，力求用辩证唯物主义观点为指导，贯彻理论联系实际的原则，并考虑自学的需要。

工农兵学员以“可上九天揽月，可下五洋捉鳖，”的革命精神，为了解决教育革命的急需，在进行了专业工程实践的基础上，又进行了调查、参观和学习，在反击右倾翻案风的斗争推动下，连续奋战，编写完成这本试用教材。工农兵学员的这一成果，对于那些攻击教育革命的谬论，是有力的批判。

这本试用教材还要在今后的教育革命实践中不断完善、不断修改和充实。这次编写时间紧迫，尤其是由于政治思想水平不高、专业实践还很不够，有些内容仍很繁琐，不免有许多错误，切望广大工农兵学员和教师，在使用中给以审阅批评。

在编写中，同济大学暖通教研组、北京耐火材料厂、北京劳动保护研究所、中国医学科学院劳动卫生研究所、冶金部建研院和交通部研究院等单位，给了大力支持、热情鼓励和具体帮助指导，使我们深受教育，我们应以实际行动向他们学习，把教育革命搞好。

暖通系暖通专业

一九七六年三月

目 录

前言:

第一章: 緒论	1
第一节: 工业通风在工业生产中的意义	1
第二节: 工业通风的内容及任务	2
第三节: 防止工业有害物的综合措施	3
第二章: 通风方式	6
第一节: 自然通风和机械通风	6
第二节: 局部通风和全面通风	7
第三节: 全面通风的一些细节	11
第三章: 通风系统的测定	17
第一节: 通风装置的测定	17
第二节: 含尘空气的检测	26
第三节: 有毒物质的测定	38
第四节: 辐射强度的测定	43
第四章: 局部排风罩	46
第一节: 局部排风罩的基本形式	46
第二节: 罩口气流流动规律	48
第三节: 排风罩的设计计算	52
第五章: 通风管道的设计	68
第一节: 风道阻力	68
第二节: 通风管道的计算	77
第三节: 通风管道设计中的几个问题	93
第四节: 管道系列化的简介	96
第六章: 离心式通风机	102
第一节: 离心式通风机的构造及工作原理	102
第二节: 离心式通风机的型号和基本参数	104
第三节: 离心风机的理论压头	106
第四节: 离心风机的性能曲线	110
第五节: 通风机在管网中的运行和调节	114
第六节: 通风机的联合运行	118
第七节: 通风机的选择	121
第七章: 含尘气体的处理	123

第一节：粉尘的分散度及其特性	123
第二节：除尘方法的分类和除尘效率	129
第三节：降尘室	132
第四节：离心式除尘器	134
第五节：湿式除尘器	143
第六节：袋式除尘器	147
第七节：电除尘器	154
第八章：有毒气体的净化	165
概述	165
第一节：有毒气体的产生，危害及其性质	166
第二节：净化的原理及方法	169
第三节：净化的流程及设备	181
第九章：隔热与降温	197
第一节：隔热原理及主要方法	197
第二节：岗位吹风	203
第三节：地道冷风的利用	209
第十章：气力输送	215
第一节：概论	215
第二节：主要设备和构件	220
第三节：气力输送系统的设计计算	230
第四节：气力输送系统的运行管理	242
第十一章：有害气体的高空排放	245
第一节：一般的高空排放	245
第二节：喷射（加压）烟囱的介绍	254
第十二章：通风系统的运行管理	257
附录 I：车间空气中有害物质的最高允许浓度	259
附录 II：居住区大气中有害物质最高允许浓度	262
附录 III：工业“三废”排放试行标准	263
附录 IV：汽体和蒸汽的爆炸极限浓度	266
附录 V：各种粉尘的爆炸浓度下限	267
附录 VI：各种粉尘的分散度	268
附录 VII：大气压力为 760 毫米汞柱的空气参数表	269
附录 VIII：各种粉尘的容重	269
附录 IX：管道部件的局部阻力系数	270

第一章 绪 论

第一节 工业通风在工业生产中的意义

在工业生产过程中，伴随着某些产品的生产，将会有大量的热、湿（水蒸汽）、粉尘和有害气体产生，对它们如果不采取防护措施，将会污染和恶化车间的空气和大气的的环境，对人民的身体健康造成危害，也会妨碍机器设备的正常运转，甚至造成损坏。例如，在铸造和石棉行业里出现的矽尘和石棉粉尘，可以使人患矽肺和石棉肺等职业病，而二氧化硫不但危害人民的健康，而且还可以使机器设备受到腐蚀，减少使用寿命。工业通风的任务主要是借助于空气的流通消除生产中产生的热、湿、有害气体及粉尘等有害物*的危害，以保证生产和生活的需要。

据统计，各国在冶金、化工、石油化工以及其它企业所产生的各种粉尘和有害气体，平均每年的排放量竟高达上百亿吨，其中有 80% 以上排放到大气中，造成了严重的环境污染和大气污染，使许多种类的生物濒于死亡、绝迹的边缘，并且还严重的影响到人民的身体健康。举世闻名的“八大公害事件”就是资本主义制度所造成的严重恶果。

在资本主义社会里，反动的统治阶级只顾追求利润，使劳动人民不但直接受着资本家的剥削压迫，而且还面临着各种粉尘和有毒气体的危害。日本的水俣病（汞中毒）就完全是资本家一手造成的。一个十五岁的女孩，在三岁时患了这种病，十多年来不能走一步，病情严重、惨不忍睹。而制造水俣病的资本家则逍遥法外，并且至今还在危害着日本人民。

在我国解放以后，我们的党和政府无微不至的关怀劳动人民，“一切从人民的利益出发”，早在一九五二年，伟大领袖毛主席就对工矿企业作了专门指示，“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。”一九五六年国务院做出了“关于防止厂矿企业中矽尘危害的决定，”要求注意改善劳动环境，加强劳动保护，制定卫生防护标准。但是由于刘少奇一伙疯狂推行修正主义路线、大肆贩卖“爬行主义”“洋奴哲学”的黑货，极大的妨碍了国务院决定的贯彻执行。

经过无产阶级文化大革命，广大工人、技术人员狠批了刘少奇、林彪的修正主义路线，贯彻《鞍钢宪法》大搞技术革新和技术革命、许多适合我国特点具有先进水平的工业通风设施大量涌现出来，并得到推广应用，如北京一个工厂原先采用苏修大布袋除尘器，近年来，以工人为主体的在设计单位协助下，组成三结合除尘组，经过多次试验、制成了脉冲式布袋除尘器，不但体积小、操作维修方便，而且除尘效率也很高，大大改善操作条件和环境卫生。深受广大工人师傅的欢迎。另外，向三废要宝，变害为利，对原

* 严格来说，“热”不是物质，为了方便，统称之为有害物。

材料综合利用，这也是我国工业生产中必须贯彻的一个原则问题。

周恩来总理在四届人大报告中指出，“在本世纪内，全面实现农业、工业、国防和科学技术的现代化，使我国的国民经济走在世界的前列。”我国国民经济的高速度发展，将对工业通风提出更多和更高的要求，这将推动工业通风在广度和深度上有更大的进展。

第二节 工业通风的内容及任务

由于超过一定浓度的有害物会对人体和机器设备有危害，所以就要想方设法消除它。如何借助于空气的流通来降低这些有害物的浓度，就是本书所要求解决的问题。

最初人们采用打开窗子的办法，造成空气的对流，让室外空气“冲淡”热、湿、粉尘和有害气体的浓度。这种方法就是自然通风。但是在实际中，靠自然通风往往不能满足要求，这样就又出现了借助于风机的作用，靠强制空气对流的机械通风（或强制通风）方法，以便使人们得以进行正常的工作和劳动。以上这些用通风来保证车间内合适的空气环境的简单方法就是工业通风的内容。

但是随着大工业的迅速发展，各种各样的粉尘和有害气体也必然大量的产生出来，靠这些简单的通风方法，不但越来越不解决实际问题，反而还带来了新的矛盾。例如：大量的向窗外排尘排毒会使大气污染而扩大了污染范围，并且依然会影响周围人民的身体健康，也会妨碍各种动物及农作物的生长，而大量排出的粉尘和毒气，常常是可贵的化工或其他原料。在这种情况下，这就要求我们尽可能先将空气中的粉尘和有害物质分离或分解出来，然后再排入大气。这些方法、措施和设备的选用，也是现代工业通风的主要内容。我们把它分别叙述如下：

1. 了解工业有害物的性质：由于工业有害物的种类繁多，就它们的特性来讲，各不相同。以粉尘为例，不同的粉尘不但颗粒大小不同，而且分散度也不相同，就拿它们的形状来说，也有颗粒状（如矽尘）等和纤维状（如石棉等）之分，这一切都决定了他们必然有着不同的物理化学特性。对于有害气体由于它们的化学性质不同，因而也有很大的差异。所以在安全卫生方面对它们的要求也不一样。例如，在国家标准中，二氧化硫在车间空气中的最高允许浓度为 15 毫克/米³，而甲苯则为 100 毫克/米³，金属汞只为 0.01 毫克/米³。

由此看来如果不了解各种工业有害物的性质，一概而论的去对待，就不可能正确解决除尘和排毒的问题，以达到工艺措施所要求的目的。

2. 工业通风的设计，必须要比较详细的考虑到以下几个方面的问题：

(1) 通风方式的确定：采用那种通风方式，这关系到除尘和排毒的效果与经济问题，所以只有经过周密的调查分析加以确定，否则更不能满足预期的要求（参看本书第二章）。

(2) 有害物量和通风量的确定：通常采用现场测定方法（在缺乏现场测定条件的情

况下，也可利用与实际情况相类似的现场或模拟实验进行测定），在测定中选取能够满足除尘和排毒效果的通风量。另外也可用查图表先确定有害物量，然后根据有害物量再通过公式确定通风量的办法（详见第三章有关部分）。

(3) 通风设备的选择和确定：选择通风设备主要是根据所确定的通风量以下面两个方面进行考虑，一方面是除尘和排毒的效果，另一方面是施工和运行的经济费用。在选择中这两方面都要兼顾到，这是通风设备选择和确定的一个原则。

3. 施工和运行：作为工业通风的内容来讲是必不可少的一个组成部分。

在施工中要尽量体现设计要求，保证施工质量，并对设计中所存在的问题，进行现场检查改正。

在运行中，主要是检查实际工况和设计工况是否相符，能否满足要求，并且对设计存在的问题进一步进行分析，以便采取适当的措施给予解决（详见第十一章）。

4. 高温辐射热对人体的危害：高温辐射热主要产生在冶金、机械制造工业的炼钢、轧钢、铸造及锻造等工艺过程中，它是在粉尘、有害气体以外的一种有害源。

由于人体的特性，在常温下，人体的对流辐射散热一般约占总散热量的 75%，汗液蒸发为 25%，但是当气温高于体温，或者有辐射热源时，人体就不能靠对流和辐射散热，几乎全部靠汗液蒸发散热，以维持人体热平衡，如果周围空气环境阻碍了人体向周围空气散热，结果将加剧体温调节机能的紧张活动，而使人感到不舒服，甚至破坏人体正常的热平衡，随着大量出汗会使体内盐分大量排出，引起疾病。

对此，为保障劳动人民的身体健康，从工业通风方面采取了一系列措施（详见第九章）以及其它的综合性措施（详见下一节）。

由上可见，只有从各个角度来看待在工业通风中存在的各种矛盾，才能够正确的了解它，解决它。归纳起来，工业通风的任务就在于：分析产生工业有害物的各个因素，抓住主要矛盾，确定处理和净化方案，并且还须相应地建立与工业通风相配合的其它措施，来达到保障劳动人民身体健康，不受工业有害物侵蚀的目的。

第三节 防止工业有害物的综合措施

我国的工人阶级和广大的工程技术人员，在生产实践中，大胆革新，创造了防止工业有害物的丰富经验，并总结出一整套行之有效的防止工业有害物的综合措施。

1. 防止粉尘和有害物的综合措施：

首先，要提高对防尘防毒工作重要性的认识，充分发动群众，积极开展防尘防毒的群众运动。

其次，革新工艺设备，改革工艺流程，把产生作业变无尘作业，有毒作业变无毒作业，把手工作业变成机械化，自动化操作，使工人尽量脱离尘源和毒源工作。

例如：铸造车间采用风力送砂，代替容易产生粉尘的皮带运输。

再如：在印刷行业里，用无毒溶剂水墨代替有毒溶剂来溶化颜料，使工人脱离有毒

气体的危害。

实践证明：仅仅依靠通风方法来解决防尘防毒的问题，不是一种积极有效的方法，许多工厂的经验说明了，改进工艺设备、改革工艺流程和操作方法，是从根本上解决尘源毒源的有效手段。

在不影响工艺以及质量的情况下，以湿法操作代替干法操作，在干物料里加水喷湿，可大大减少粉尘的产生和飞扬。

1964 年以来，沈阳、大连等地的工人在机械制造等工业中，创造了水爆清砂的先进工艺，得到了全国各地的广泛采用。

此外，在产尘车间采用间歇的蒸汽喷雾，也是一种较好的方法。

密闭尘源和毒源，在防止有害物的产生中，也是一项值得重视的措施。如在一些石棉厂矿的原棉处理车间，石棉在破碎及运送的过程中，往往会大量产生粉尘。再如在化工生产中，也将产生有毒气体。如果能将这此设备相对的密闭起来，或者尽力地遮盖一些开口表面，尽量使有害物与车间空气隔绝，减少接触，这都是控制尘、毒源的一种手段。采用密闭的目的，是将尘、毒源限制在一个局部的范围之内，应当指出，在采取密闭措施时，应该从生产实际出发，避免影响工人操作。

在进行改革工艺，采用湿式操作、密闭尘、毒源的同时，通风措施也应不断加强。虽然通风工作在整个防止有害物产生的过程中仅仅是一种辅助设施，但它所起的作用是很重要的，必须引起我们的重视，它可用局部排风装置有效的控制尘源毒源，也可通过全面通风来冲淡车间内有害物的浓度。在设置局部排风装置的时候，应考虑将排出的空气加以净化处理，以免影响大气环境。

机械工艺的合理布局，设备的密闭，加上通风净化，这几项作为控制有害物较有效的措施，已经引起人们的极大重视，有人曾经对这几项所能达到的控制效率进行过分析。这里我们不妨也对它们进行一个比较，从中得出它们的相对意义。

1. 机械化、合理化；
2. 密闭设备、不起灰打扫；
3. 吸尘、送风；
4. 剩余粉尘。

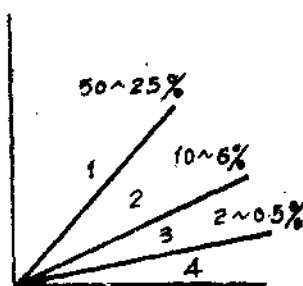


图 1-1 综合措施减少粉尘效果

从图 1-1 中我们可以看出，由于进行了工艺改革，生产设备机械化的合理布局和湿式操作，可使灰尘减少到 50~25%，而采用了密闭设备、湿法清除，可将继续减少到 10~6%，局部通风的效果只能使粉尘由 10~6% 降至 2~0.5%，由此可见，单纯依靠通风设备而不采用其它措施，是不能达到满意的效果。因此，在控制有害物污染

时，应考虑多种方法，采用综合防治的措施。

另外，如劳动安全设施，个人防护措施，通风系统的维护管理（包括设备的检修，除尘器集尘装置的定期清理），也必须相应的建立起来，专人负责，大家管理。对于生产环境和大气中的粉尘及有害气体的定期测定，也是整个防尘、防毒工作中不可忽视的一个方面。

2. 防暑降温的综合措施：

和防尘、防毒的综合措施一样，在高温车间里，防止高温对人危害的最根本方法也是要采用综合性措施，而不是单纯的靠通风。

首先最根本的途径是改革生产工艺，尽量采用机械化和自动化操作，消除和减少笨重的体力劳动，避免工人与高温接触。

另外要合理的布置热源，在不影响生产操作的情况下，尽可能将各种炉子放在车间外部，夏季主导风向的下游。加工完后的灼热部件应尽快运到室外而不堆放在车间内部。这样可大大减少室内散热量。当热源必须设在车间内部时，尽可能布置在主导风向的下风侧，使由室外进入车间的空气先通过工人操作区，后通过热源。

再有采用隔热措施，这是一种简单易行、经济有效的防护措施。方法是用某些隔热材料将热源遮挡起来，这样不仅减少了热源的辐射散热，而且还能相应地减少对流散热。隔热措施搞得越好，可大大减少热源对工作点的影响。

在上述措施的基础上配合必要的通风。热车间常用的通风方式有：全面通风，解决车间总体的排热问题；岗位吹风，解决局部工作点高温和辐射热影响的问题。

第二章 通风方式

通风就是换气，它在人们的日常生活和生产劳动过程中是消除有害物改善空气环境的重要措施。本章主要介绍工业上用的各种通风方式，包括自然通风和机械通风，局部通风和全面通风，并着重介绍了全面通风的一些细节。

第一节 自然通风和机械通风

按照通风所用的动力不同，可分成自然通风和机械通风两类。

一、自然通风

自然通风主要是依靠自然界的动力来使室内外的空气进行交换，从而改变室内空气环境。

风力是人们常利用的一种经济动力。图 2-1 是利用穿堂风使房间通风换气的示意图。在这里风在迎风面形成正压（大于室内压力），从而可以从门窗吹入，同时却在背风面形成负压，室内脏空气又可以从背风面的门窗压出。我们把风自然造成的这种压力叫做风压。

屋顶上的风帽、带挡板的天窗，（见图 2-1，2-2），则是利用风从它们的上部开口吹过时造成的负压来使室内空气在室内外压差下排出，这也是一种用风力的自然通风。

显然这种自然通风的效果取决于风力的大小。

另一种自然产生的力叫“热压”。热压是当室内空气温度比室外空气温度高时，室内热空气比较轻，就会上升从建筑的上部开口（如天窗）跑出去，较重的室外冷空气就会经下部门窗补充进来（见图 2-2），热压的大小除了跟室内外温差大小有关外还跟建筑高度有关。这跟烟囱的道理一样，温差愈大，高度愈高，抽力就（即自然通风效果）愈好。

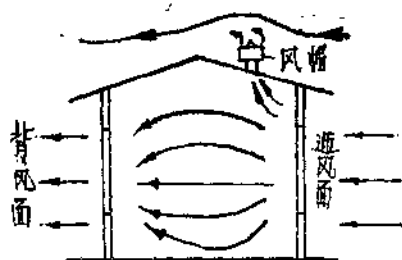


图 2-1

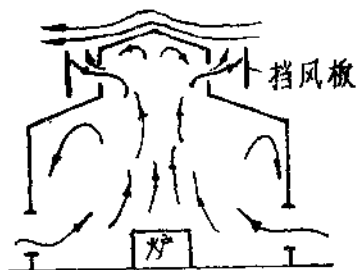


图 2-2

利用热压和风压来进行换气的自然通风对于产生大量余热的生产车间是一种经济而有效的通风降温方法。如机械制造厂的铸造、锻工、热处理车间，冶金工厂的轧压、各种加热炉、冶炼炉车间，化学工厂的烘干车间以及锅炉房等均可利用自然通风。但是事物都是一分为二的，自然通风也有其缺点。这些缺点是 1) 自然进入的室外空气一般不能预先进行处理，因此对空气的温度、湿度、清洁度要求高的车间来说就不能满足要求；2) 从车间排出来的脏空气也不能进行除尘和净化，会污染周围的环境；3) 受自然条件的影响，风力不大，温差较小时，通风量较少，因而效果就较差。

对于一般工厂来说，自然通风效果好坏还和门窗的大小、形式、位置有关，因此多数是在厂房的建筑设计里考虑（用风帽时除外），在这里我们仅做一般的介绍，而不详细研究它的设计原理，值得注意的是在某些情况下自然通风与机械通风混合使用可以达到很好的效果。

二、机械通风

依靠通风机所造成的压力来使空气流通的方法叫做机械通风。跟自然通风相比较，由于靠风机保证压力能克服较大的阻力，因此往往可以和一些阻力较大、能对空气进行加热、冷却、加湿、干燥、净化等处理过程的设备用风道联接起来，组成一机械通风系统，把经过处理达到一定质量和数量的空气送到一定地点。所以自然通风的不足之处正好是机械通风的优点。但是通风机需用电动机带动，因此从耗电、维修角度来看运行费用显然较大。

第二节 局部通风和全面通风

按照通风的范围的不同，又可分为局部通风和全面通风两种。

一、局部通风

通风的范围限止在有害物比较集中，或是工作人员经常活动的局部地区的自然或机械通风，称为局部通风，这种通风又可分为下列三种。

1. 局部排风

图 2—3 所示是一机械的局部排气系统，它是为了尽量减少工艺设备产生的有害物对室内空气环境的直接影响，用各种局部排气罩（或柜），在有害物产生时就立即随空气一起吸入罩内，最后经排风帽排至室外，是比较有效积极的一种通风方式。有时为了不让有害物污染周围大气或损坏风机，以及有害物有经济价值应该回收时，还应装有排气处理（净化、除尘或回收）装置。局部排风也可以是用热压及风压作为动力的自然排风。

2. 局部送风

对于车间面积很大工作地点比较固定的厂房，要改善整个车间的空气环境是比较困

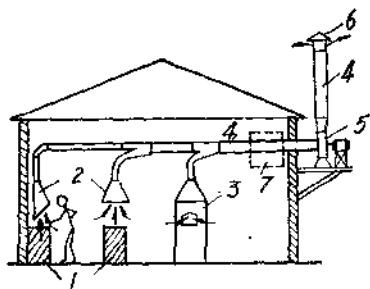


图 2-3

1—工艺设备 2—局部排气罩 3—局部排气柜
4—风道 5—通风机 6—排风帽 7—排气处理装置

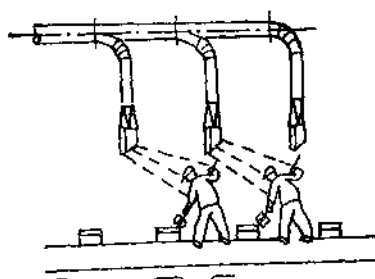


图 2-4

难的。在这种情况下，可以向局部工作地点送风，造成对工作人员温度、湿度、清洁度合适的局部空气环境。这种通风方式叫做局部送风；直接向人体送风的方法又叫岗位吹风或空气淋浴。

岗位吹风可分集中式和分散式两种。图 2-4 是铸工车间浇注工段集中式岗位吹风示意图。风是从集中式送风系统的特殊送风口送出的，系统应包括从室外取气的采气口，风道系统和通风机，送风希望处理时还应有空气处理小室（图中只示出了部分风道和送风口）。分散的岗位吹风装置一般采用轴流风扇（带或不带喷雾），适用于空气处理要求不高，工作地点不很固定的地方。

3. 局部送、排风

有时采用既有送风又有排风的局部通风装置，可以在局部地点形成一片“风幕”，利用这种风幕来防止有害气体进入室内是一种既不影响工艺操作又比单纯排风更为有效的通风方式，图 2-5 所示就是这样一种通风装置。图 2-4 所示的浇注工段面积较大时，也可以在工段的一边装一排送风口（或风扇）送风，而在相对的另一边装一排排风口吸风，就可以在整个面上形成一水平风幕，防止浇注时产生的有害气体上升进入车间大气。

二、全面通风

由于生产条件的限制不能采用局部通风（例如有害物源不固定、其面积较大或局部通风装置影响操作）或采用局部通风后室内空气环境仍然不符合卫生和生产要求，在这种情况下可以采用全面通风，这

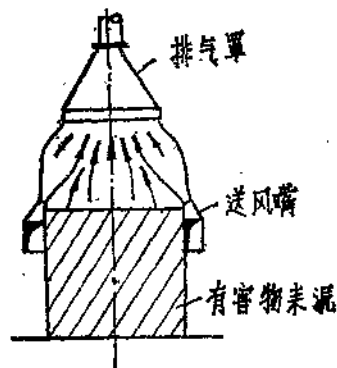


图 2-5

就是允许有害物散入车间，同时却用不含或少含有害物的空气在车间整个面上来冲淡有害物的浓度，使之达到卫生或生产的要求。

全面通风可以是自然的或机械的，图 2-2 所示的自然通风就是全面通风。机械的全面通风又可分为下列几种：

1. 全面排风

为了使室内产生的有害物尽可能不扩散到其他区域或邻室去，可以在有害物比较集中产生的区域或房间如图 2-6 所示的全面机械排风，这时在风机作用下，较脏的空气排出，而较干净的一般不需要进行处理的空气从其他区域、房间或室外补入来“冲淡”有害物。（也可以看成是靠风机吸入，即有害物较多的区域或房间处在风机吸气的负压区）。图 2-6, a 所示是在墙上装有轴流风机的最简单全面排风，图 2-6, b，则表示室内有排风口、脏空气在高空排入大气的全面机械排风系统。

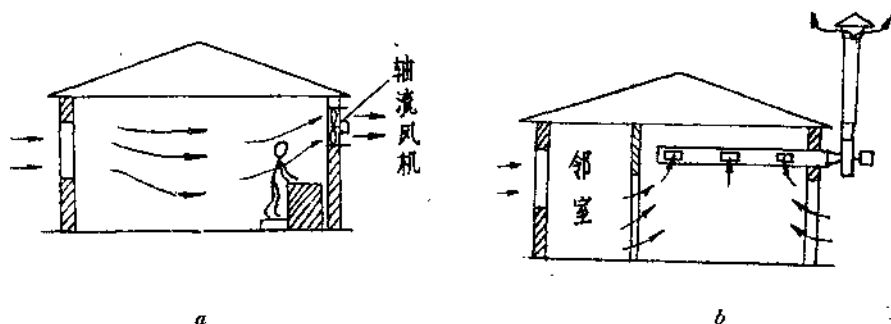


图 2-6

2. 全面送风

在不希望邻室或室外空气渗入室内，而又希望送入的空气是经过简单处理过滤，加热时多用如图 2-7 所示的全面机械送风系统来冲淡室内有害物，这时室内处在正压情况下，室内空气通过门窗压出室外。

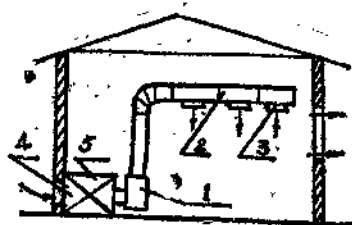


图 2-7

1—通风机， 2—风道， 3—送风口，
4—采气口， 5—处理小室

3. 全面送、排风

在不少情况下一个车间同时采用图 2-7 的全面送风系统和图 2-6, b 的全面排风系统相结合的全面送、排风系统，这往往用在门窗密闭，自行排风或进风比较困难的地方。根据送风量和排风量的不同，可以使房间保持正压或负压，不足的风量则是经过围护结构的缝隙渗入或挤出。凡是具有一定的风量调节能力的通风（通风系统中利用调

节阀门，自然通风利用窗戶的开启程度）称为有组织的通风，而经过縫隙渗入或挤出的不能进行风量调节的通风則称为无组织的通风。

空气调节系统是一种全面通风系统不仅可以保证卫生要求的新鲜空气（一般指室外空气）还可以把车间的空气环境维持在一定温度和湿度，因此要求送入的空气也具有一定的温度和湿度，在这种情况下，简单处理一下室外空气就不够了，往往要求对室外空气进行冷却或加热，干燥或加湿等比较复杂的处理。此外，除了用室外空气满足卫生要求以外，往往大部分送风可以利用由房間排出经过适当处理的空气。这种再度利用的排出空气称为回风，由此可见空气调节系统也是一种既有全面送风，又有全面排风（或回风）的系统，一般来说空气调节的房間希望保持正压以防室外未处理过的空气渗入。

三、混合通风

局部通风往往是和全面通风同时使用的，图 2—3 所示的局部排风系统实际上也靠門窗补入的室外空气起着冲淡室内（局部排风系统未排掉的）有害物浓度的全面通风作用。但是在冬季这样大量补入室外冷空气会使房間过冷，因此往往需要同时采用一套如图 2—7 所示，可以把室外空气加热后送入室内的全面送风系统。这样既有局部又有全面的通风方式一般叫做混合通风。

图 2—8 所示是一石棉加工车间的混合通风系统示意图。图中车间內的粗实线表示带有送风口的送风道，虚线则表示和工艺设备的排风罩（或柜）相接的排风道。在这个

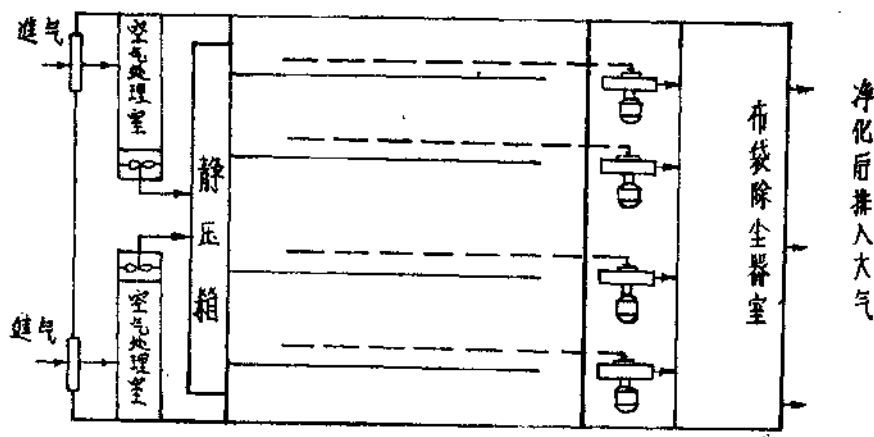


图 2—8 某厂原棉车间排尘通风导流示意图

车间里虽然局排系统已经尽可能多地排走工艺设备产生的石棉粉尘，但是由于 1) 车间较热，夏季需要降温、2) 門窗又较密闭不易补风而影响排风效果；3) 仍有一部分石棉粉尘扩散到整个车间危害工人健康等原因，就需要采用能够把室外空气经过净化，冷却（冬季加热）处理送入车间起冲淡石棉粉尘浓度和降温作用的全面送风系统。

有关局部通风的一些细节将专章论述，下面着重介绍全面通风的一些细节。

第三节 全面通风的一些细节

全面通风效果的好坏取决于送、排风口的相对位置所形成的室内气流情况或称气流组织。送风口的形状以及全面通风量的大小，在不少情况下，由于气流组织和送风口形式不当，通风量尽管很大，却不能全面冲淡有害物；反之气流组织和送风口形式合适，通风量不够，也达不到有效地冲淡有害物的目的。全面通风量的大小又取决于有害物发生量的大小，和用来冲淡有害物的送风空气中有害物的浓度。全面通风量的大小对于全面通风系统的空气处理设备，风机和风道等的选择计算是很重要的。这里着重说明这些影响全面通风效果的因素。

一、全面通风的合理气流组织

全面通风的冲淡效果跟送、排风口的位置关系密切。不同的送、排风口的相对位置在室内形成不同的气流组织。合理的气流组织应注意下列几个方面：

1. 气流组织和有害物来源的关系

图 2-9 中示出了一个房间的平面示意图，其中用 × 表示有害物的来源，用 ○ 表示工作人员所在位置。对于这种情况全面通风的气流组织应遵守下列原则：尽可能把较干净的送风在有害物较少的地方送入，而在有害物比较集中或最多的地方排出。显然符合这个原则的图 2-9a 的气流组织效果会比不符合原则的图 2-9b, c 要好。

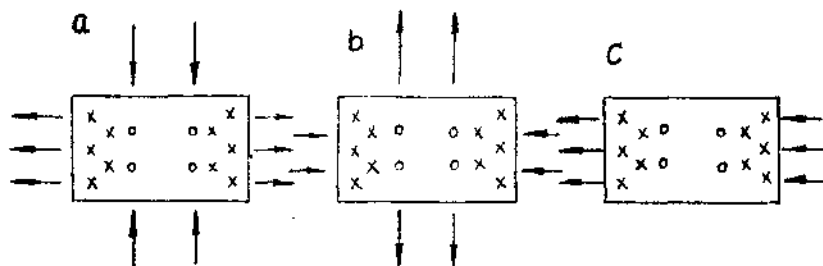


图 2-9

2. 气流组织和涡流区大小的关系

图 2-10 示出了有人根据扁的房间模型在不同的送、排风口位置，送风温度与室内温度相同时得出的气流组织图。

由图 2-10a，可见由房间一端沿高度方向均匀分布送风口时，尽管排风口集中在另一端的一个点，气流却十分均匀地通过整个房间，在两个角部形成的涡流区是很小的。在这种情况下通风效果可以说基本上真正达到了全面。设想送风口均匀地布置在天花板或地板上，排风口布置在相对的另一面，可以达到同样的效果。这种气流组织

往往用在一些需要“超级干净”（空气含尘浓度是直径约 0.5μ 以下的尘粒不得超过 3.5 颗/公升）的房间，以防尘粒在局部地区超过允许浓度。图 2—10b 可见在降低均匀送风口高度时，有害物较少的送风口不能遍及整个房间，送风气流吹不到的上部区域形成了涡流区。涡流区中由于气流老在打转就会形成有害物冲淡较差的局部高浓度区域，因此效果不如前者，但是只要在入进行工作的区域（简称工作区）不形成涡流区，就可以认为气流组织是良好的。（当然从防爆，防腐角度来看在非工作区也不希望形成

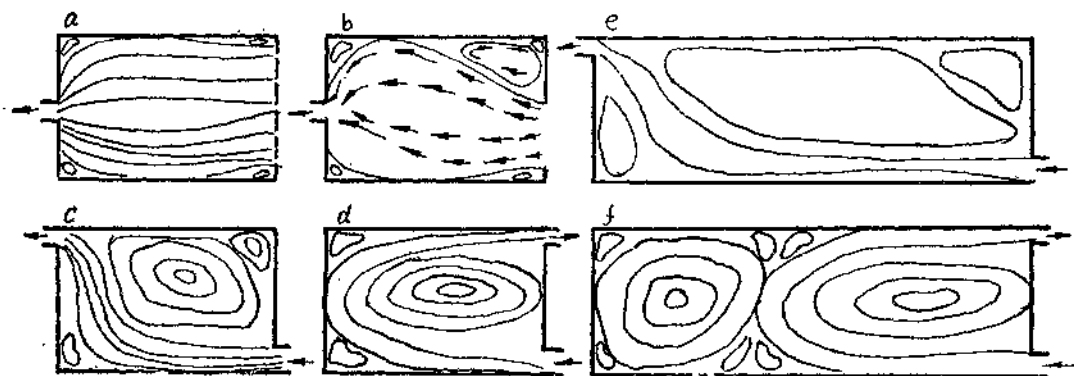


图 2—10

涡流)。在实际情况中，较高大的车间采用图 2—10a 的气流组织无论在技术上和经济上都是不利的，因此多数采用图 2—10c 和 d 的气流组织形式。这两种形式对下部工作区来说效果似乎一样，但是应该看到，实际上在涡流区跟周围气流的交界面上两部分的空气还是有一定量的交换的。交界面愈大，交换量也愈大，这对于降低涡流区中有害物的浓度是有好处的。因此后一形式交界面较大，效果要比前一形式好。如果把送、排风口位置对调一下（上送下排）后一气流组织不像前一气流组织会在工作区内形成涡流，因此效果就更突出了。由此可见设置在不同高度的送风口与排风口，布置在房间的同一端效果要比布置在两端好。但是这一结论对于较长的房间来说恰好相反。图 2—10f 表明当风口布置在同一段时，房间长度大于图中的 e（经验表明 e 约为送、排风口之间高差 h_0 的两倍），送风气流只达到 e 就开始向排风口回流，超过 e 离风口最远的房间部分就会形成涡流区。显然这时效果就不如风口布置在两端，如图 2—10e 的气流组织好。

送风气流的速度与室内温度不同时，要注意到较冷的送风气流有下垂的趋势，反之较热的送风气流有上翘的趋势。

3. 气流组织与有害物的运动趋向的关系。

1) 有害物是热和湿（水蒸汽）时，由于热空气和水蒸汽都比较轻，会上升聚集在上部区域，在那里集中排气是最合适的，因此“由下而上”的气流组织比较合理。

2) 有害物是有害气体时, 应该严格遵守前面提到的气流组织和有害物来源的相互关系的原則。

如果有有害气体由于其容重小或是温度高而比空气轻时, 显然最合理的是“自下而上”的通风方式。有害气体较重时, 则正好相反。不过, 由于人的移动, 机器的运转, 加热设备形成上升热气流等的影响, 会产生“搅拌”的作用加强有害气体的扰动扩散现象。使有害气体比较均匀地分布在房间高度上, 这时如何布置风口就没有多大关系。

3) 有害物是粉尘时, 较大的尘粒受重力作用而沉降, 同时会带下部分的小颗粒。因此沉降过程不受阻碍时, 大部分粉尘会沉降落地, 含尘空气因此而自行净化。在这种情况下用自上而下的类似图 2-10a 的气流组织应该会加强尘粒的向下自由流动, 因而加速空气的净化。但是如果不能采用全面均匀的送风方式, 则会产生涡流区, 阻碍尘粒的下沉, 甚至扬起已落地的粉尘, 因此除“超净”外一般的防尘很少采用全面通风。

二、全面通风的风口形式

全面通风气流是否均匀主要跟送风口的形式及数量有关, 而形式不同对数量的要求也有不同, 因此有必要着重介绍一下各种类型的送风口。

一般对送风口的要求是

1. 气流分布均匀, 没有吹风感觉 (车间有辐射热, 希望局部送风时要求有吹风感的情况除外);

2. 空气通过时阻力小;

3. 能够调节送风量, 有时要求能够调节送风的方向;

4. 在经济、适用的前提下适当地照顾美观; 风口尺寸应尽可能小;

5. 风口气流速度不得过大, 以至形成超过允许的噪声。

最常用的较简单的送风口是带百叶的矩形风口, 往往装在支风道的末端, 或直接开在长风道的壁面上。百叶可以是固定的或活动的, 后者可以调节风量和风向。较复杂的除了固定百叶外, 还有可以调上下、左右方向的活动百叶。百叶风口一般用于侧面或顶面送风。

图 2-11 所示是各种从较高的上部风道向车间中部或工作区送风的各种风口及空气分布器。图 2-12 是可以在相当长的范围内均匀地送风的条缝式均匀送风口。

也可以就用布做的风道来均匀送风, 沿风道长度空气透过布均匀漏出, 达到均匀送风的效果。

排风口一般没有什么特殊, 除第 1 条外, 要求和送风口相同, 一般采用百叶式风口较多。

三、全面通风量的计算

1. 有害物来源及发生量的计算。

为了计算全面通风量首先必须知道车间里有那些有害物的来源及其发生量的大小。