

中等粮食学校试用教材

粮食加工厂 通风和气力输送



中国财政经济出版社

中等粮食学校试用教材

粮食加工厂通风 和气力输送

粮食加工厂通风和气力输送编写组 编

中国财政经济出版社

中等粮食学校试用教材
粮食加工厂通风和气力输送
粮食加工厂通风和气力输送编写组 编

*

中国财经出版社出版
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
北京印刷二厂印刷

*

787×1092毫米 32开本 10.375印张 213,000字

1979年9月第1版 1979年9月北京第1次印刷

印数：1—14,500

统一书号，K15166·059 定价，0.83元

编 审 说 明

本书是根据中等粮食学校粮食加工专业《粮食加工厂通风和气力输送》课程的教学要求而编写的。也可供粮食加工厂工人、技术人员学习参考。

参加本书编写的有：武汉粮食工业学校孙武亮，吉林省财贸学院刘宝琪，辽宁省粮食学校严滇，江苏省粮食学校潘莉文，安徽省粮食学校陈石虎，四川省粮食学校龙沛，上海市粮食学校蔡复生等。

本书经我们审定，可作为中等粮食学校试用教材。

中华人民共和国粮食部教材编审小组

一九七九年五月

目 录

第一章 绪论	(1)
第二章 空气流动的规律	(7)
第一节 空气的基本参数和状态变化	(7)
第二节 空气流动的基本概念	(13)
第三节 空气流动时的阻力	(46)
第四节 压力的测量	(72)
第三章 风机	(80)
第一节 风机的分类	(80)
第二节 离心通风机的构造和工作原理	(81)
第三节 离心通风机的性能参数和性能曲线	(93)
第四节 离心通风机比例定律	(104)
第五节 粮食加工厂常用的离心通风机及其选择	(109)
第六节 通风机的联合工作	(119)
第七节 罗茨鼓风机	(123)
第八节 空气压缩机	(129)
第四章 通风除尘装置	(134)
第一节 灰尘的基本特性	(134)
第二节 粮食加工厂灰尘的产生和性质	(137)
第三节 粉尘爆炸和预防	(138)
第四节 吸尘装置的设计	(141)
第五节 空气除尘的方法	(147)
第六节 降尘室	(149)
第七节 离心集尘器	(150)
第八节 布筒过滤器	(164)

第五章 通风网路的设计与计算	(176)
第一节 通风网路的设计原则	(176)
第二节 机器的吸风量和阻力	(178)
第三节 通风网路的计算	(181)
第六章 气力输送装置	(195)
第一节 气力输送的基本原理	(195)
第二节 气力输送装置的形式和特点	(199)
第三节 接料器和供料器	(208)
第四节 输料管	(221)
第五节 卸料器	(224)
第六节 关风器	(235)
第七章 气力输送网路的设计与计算	(237)
第一节 气力输送对工艺设计的要求	(237)
第二节 主要参数的确定	(238)
第三节 压力损失的计算	(242)
第四节 计算举例	(251)
第八章 通风和气力输送装置的调整和操作	(264)
第一节 试车前的准备工作	(265)
第二节 试车和调整	(268)
第三节 风网的测定和检查	(271)
第四节 操作管理和故障分析	(277)
附录	(289)
附录一 在标准大气压力下空气的比重 γ 值.....	(289)
附录二 通风机性能选择曲线和性能表	(290)
附录三 通风机空气动力学略图和无因次特性曲线	(299)
附录四 垂直输料管计算用表	(306)
附录五 弯头后水平输料管的 K 值	(317)
附录六 通风机性能试验	(317)

第一章 绪 论

通风的目的，从一般意义上讲，就是使空气流通，使被烟尘或其他有害物质污染了的空气不断得到更新，从而保证人体不受侵害，满足人们正常生活的需要。但是在工业上，通风的目的还不止于此。它除了要创造清洁卫生的劳动环境外，还要保证空气条件符合生产工艺的需要，以利于正常进行生产和充分提高效率。

粮食加工厂在生产过程中经常产生灰尘。这种灰尘，有些是夹杂在原粮中的泥灰砂土，有些则是粮粒的表皮或外壳，甚至就是粮粒自身的粉末颗粒。它们都是随着生产的进行而不断形成和散发出来的。一个粮食加工厂每天散布的这种灰尘，如果不加控制而任其飞扬，其数量可达几百公斤、甚至更多。这不仅污染车间空气和周围环境，影响工人的身体健康，同时在经济上也是很大的损失。因为这些灰尘本身大都是有价值的，有的本身就是成品，有的是良好的饲料。

另外，粮食加工厂在生产过程中往往有大量热量产生，使物料温度不断升高而影响成品的质量。并且由于物料温度增高，还会造成水汽大量蒸发，使机器设备内部发生水汽凝结而影响正常生产。

所以，在粮食加工厂中，利用通风来进行除尘、冷却已是生产中必不可少的重要措施。并且，利用空气的力学特

性，还可以对粮粒进行风选分级，清除其中的砂石和体轻杂质。因此，通风的作用不仅在改善劳动条件方面，而且在生产工艺上也占有极为重要的地位。

归纳起来，粮食加工厂通风的作用，主要有下列几方面：

一、控制和吸除生产中的灰尘，改善劳动条件，防止职业病，提高劳动生产率。

二、冷却碾磨物料，保证面粉和大米的品质。

三、吸除水汽，防止水汽凝结，提高筛理设备的效率。

四、对粮粒进行气流清洗，分离轻重杂质，提高成品纯度。

五、减少粮食在加工过程中的飞散损耗，节约粮食。

六、改善机器设备的清洁状况，减少磨损，延长使用寿命，防止微生物和害虫的孳生。

七、防止粉尘爆炸和火灾事故。

通风作用的进一步转化应用，又发展成为输送粉状和粒状物料的一种手段，即所谓“气力输送”（在粮食加工厂中常简称为“风运”）。气力输送的发展和应用，使工厂面貌发生深刻的变化。一系列笨重复杂的机械输送设备（斗式提升机、螺旋输送机等），被体积很小、结构简单的风管、通风机等所代替，从而缩减了厂房面积，节约了设备投资。另外，正由于风运脱胎于通风，它们有着共同的基本性质。在一定程度上，风运仍然保持着通风的固有作用和特点，它除了担负物料的输送任务外，仍然有除尘、冷却和风选等作用。并且，由于风运把输送和通风结合了起来，上述这些作用，有

时甚至发挥得更好，更彻底。过去采用机械输送，这些设备本身就是灰尘产生的根源，需要专门的通风设备为它服务。而采用风运以后，输料管本身处于负压状态，灰尘不但不会外扬，相反地还能对它所连接的其他设备发挥通风的作用。

风运的主要缺点是，它的动力消耗要比机械输送高。输送颗粒状物料，如果处理不当，容易引起破碎，并对设备有较大的磨损。但是，随着风运和通风更好地结合，风运工艺作用的进一步发挥，设备结构不断改进，以及设计操作的研究提高，这些缺点是可以逐步改进和克服的。

粮食加工厂的通风装置，通常是以局部吸风形式来进行工作的。它主要由通风机、风管和除尘器等三部分组成。如图1-1所示，当通风机1工作时，通过风管2从作业机的罩壳或风道中吸出空气，使作业机内部形成负压，阻止灰尘外

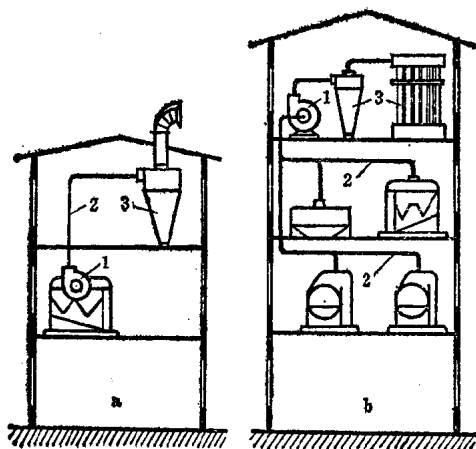


图1-1 通风装置示意图

扬，并根据需要把其中的灰尘、轻杂质或热量和水汽带走。带有灰尘的空气，必须经过除尘器3净化，然后排入大气。图中a为一台作业机由一台通风机进行吸风，这台通风机直接装在作业机上。图中b为多台作业机由一台通风机进行吸风，风机通常装在厂房的最高层。

粮食加工厂气力输送装置的基本形式，同通风装置大致

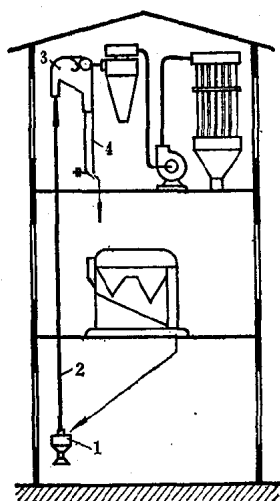


图1-2 风运装置示意图

相似，它也是以负压吸风的方式把物料带走。它的主要部件除风管、除尘器和通风机外，还有一些专门设备如接料器、输料管、卸料器和关风器等。如图1-2，当物料从作业机流出后，先经接料器1与空气混合，然后在输料管2中提升，再经卸料器3和料封压力门4排出。卸掉物料以后的空气则送除尘器净化。

粮食加工厂的通风和气力输送采用这种局部吸风和负压吸运的形式，已成为改善工人劳动条件和改进生产的极为重要的技术措施。

新中国成立以后，在共产党领导下，劳动人民成了国家的主人，他们的健康与安全受到党和政府的极大重视和关怀。还在建国初期，毛泽东同志就曾明确指示：“……在实施增产节约运动的同时，必须注意职工的安全、健康和必不

可少的福利事业，如果只注意前一方面，忘记或稍加忽视后一方面，那是错误的”。*此后在国家机关颁布的一些法令中，也一再强调改善劳动条件、保障工人在生产中的健康和安全，并设立专门机构来加强对工业卫生工作的监督和领导，解决工作中存在的问题。1956年，国家建设委员会和卫生部联合颁布了“工业企业设计卫生标准”，明确规定了象粮食加工厂这样性质的企业，在生产作业地带的空气中灰尘的最高容许量不得超过10毫克/米³。这体现了党和政府对劳动人民的深切关怀，体现了我国社会主义制度的无比优越性。

历年来，粮食部门的各级领导机关，每年都拨出大量资金和材料，用来改进粮食加工厂的通风和风运设备。广大职工树雄心，立壮志，自力更生，奋发图强，创造了一系列经济有效的通风除尘方法。在“密闭为主，通风为辅，结合清扫制度”的除尘方针的指导下，全国的无尘粮食加工厂大批涌现，粮食工业的生产面貌发生了根本的变化。

在气力输送技术的应用方面，自从1958年在浙江金华建成我国第一座气力输送面粉厂以后，改建和新建的风运粉厂一个接着一个投入生产。气力输送的使用范围越来越广泛，由面粉厂的制粉车间发展到清麦车间、仓库和码头。近几年来，大米厂的气力输送也得到了很快的发展。现在，全国大约已经有二千多个粮食加工厂采用气力输送。有些省市风运粉厂所占的比重已达到百分之九十以上。

* 转引自1953年《劳动》杂志第一期“三年来劳动保护工作的总结和今后的方针任务”

在风运设备的研究和改进上也获得显著成绩，研制成功了一些效率较高的通风机以及适用于不同条件下的各种型式的卸料器、接料器。通风机的效率达到80%以上。卸料器分离轻杂质的效率达到60~80%。“一风多用”的措施有了进一步的发展和应用。测试技术和操作管理水平也有很大的提高。通过实践，培养了一大批操作人员和设计人员。所有这些，使风运的经济效果有了显著的提高。

我国粮食工业的风运技术虽然已经取得巨大成就，但发展是不平衡的。不少的厂只讲形式，不求实效，存在着风运效能未能很好发挥、电耗偏高、成品质量下降的情况。当前的紧迫任务就是要大力改进操作技术，提高管理水平，在保证产品质量和出品率的前提下，密切结合工艺，充分发挥风运的效能，为进一步提高通风和风运技术水平，为实现粮食工业的现代化作出贡献！

第二章 空气流动的规律

通风和气力输送，都要利用空气作为介质来进行工作，为此需要了解一些空气的主要性质及其在管道中流动的基本规律。

第一节 空气的基本参数和状态变化

一、空气的组成

在我们地球的周围，包围着一层很厚的空气，即我们通常所说的大气。在接近地面处，空气的主要成分和含量如表2-1。

表2-1 空气的主要成分

成 分	化 学 符 号	按重量计(%)	按体积计(%)
氧	O ₂	23.10	20.90
氮	N ₂	75.55	78.13
氩	Ar	1.30	0.94
二氧化碳	CO ₂	0.05	0.03

除表中所列成分外，空气中还有微量的臭氧、氖、氦、氮、氩等稀有气体，以及随着温度的高低而含有不定数量的水蒸气。另外还混杂有一些尘粒、烟雾和细菌等杂物。所以，空气是一种由多种气体和杂物所组成的混合物。

大气受地球引力的作用，能永远保持在地面周围而不致向空间无限扩散。通常愈接近地面，空气愈稠密。空气总量的95%集中在距地球10多公里的范围内。随着高度的增加，空气逐渐稀薄。距地面400公里以上，空气逐渐消失。

二、空气的基本参数

1. 压力。压力是单位面积上沿垂直方向所受的力，即物理学上所说的压强。压力单位是公斤/米²或公斤/厘米²。

地球表面既然被厚厚的大气层所包围，那么地面上的一切物体就可以看做是沉浸在深深的大气海洋里。大气是有重量的，地面上的一切物体都要受到一个由于大气重量所引起的压力，即大气压力。这好象物体沉浸在海洋深处要受到海水重量引起的压力是一样的道理。这种由于重量产生的压力，显然将随着深度的不同而变化。在高空的地方，例如高山上，距离大气表层较近，也就是深度较浅，所以大气压力也较小；反之，离地面越近，大气压力就越大。

那么大气压力究竟有多大呢？在不同的高度上大气的比重不同，不能象液体那样可以用公式来计算。为了确定大气压力的大小，^①可以做这样的实验：取一根一端封闭的长1米左右的细玻璃管，先将管口向上，向管内灌满水银，然后用手指堵住管口，将玻璃管倒置过来，如图2-1a所示，再把管

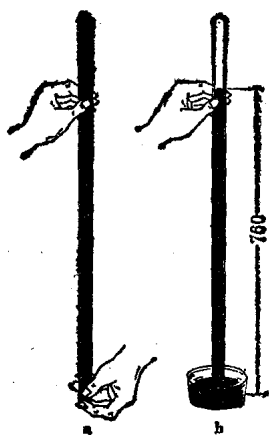


图2-1 大气压力的测量

口移到另一盛有水银的槽内，使管口低于水银面，然后松开手指，此时管内的水银就要下降而注入槽内，但等管内水银下降到一定程度，就不再下降，如图2-1b所示；如果使玻璃管保持垂直位置，用尺测量一下水银柱超出槽内水银面的高度，一般总在750~760毫米。这时我们就说大气压力相当于玻璃管内水银柱底部的压力，因为玻璃管和水银槽可以看成是一个连通器，槽内水银面上的压力与玻璃管内同一水平面上的压力应该相等，管外承受的是大气压，管内承受的是水银柱的压力（管内顶部是真空，不存在空气），所以管内水银柱的压力就表示此时的大气压力。

大气压力的大小，不仅随着各地区海拔高度的增高而略为减小，而且还与当时当地的气候条件如温度和水汽含量等有关。通常把纬度在45°、温度为0℃的海平面上的大气压

力叫做标准大气压，它相当于760毫米水银柱的压力，即：

$$1 \text{ 个标准大气压} = 760 \text{ 毫米水银柱}$$

如果用水柱表示，则因水银的比重是水的13.6倍，所以：

$$\begin{aligned} 1 \text{ 个标准大气压} &= 760 \times 13.6 = 10336 \text{ 毫米水柱} \\ &= 1.0336 \text{ 公斤/厘米}^2 \end{aligned}$$

在工业上，为了计算方便，通常以每平方厘米面积上受1公斤的力叫做1个工业大气压。

$$\begin{aligned} 1 \text{ 个工业大气压} &= 1 \text{ 公斤/厘米}^2 = 10000 \text{ 公斤/米}^2 \\ &= 10000 \text{ 毫米水柱} \end{aligned}$$

在通风和气力输送中，需用空气的压力不大，通常以毫米水柱或公斤/米²作为压力的单位。

$$1 \text{ 毫米水柱} = 1 \text{ 公斤/米}^2$$



图2-2 槽式水银气压表

在实际应用中用来测量大气压力的仪器叫大气压力计，也叫气压表，其构造如图2-2所示。图中E是盛水银的皮囊。转动旋纽D，可以调节囊中水银面的高低，使它恰好与尖端B接触。C是密封玻璃管内的水银柱。玻璃管外有金属壳保护。金属壳上附有从E和B接触处开始算起的刻度尺，因此可以直接从A处刻度上读出管内水银柱的高度。

封闭容器里或管道里的空气的压力，通常用压力计来测量。最简

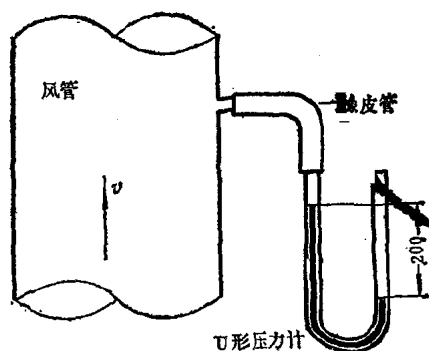


图2-3 管道内压力的测量

单的压力计为一弯折成“U”形的玻璃管或其它透明管子，如图2-3所示。U形玻璃管内装有液体（水或水银），它的一端用橡皮管与风管壁上的小孔接通，另一端则敞开与大气相通。这时玻璃管中的液柱就向一侧上升，另一侧则下降，两液柱高度之差，即为风管中的压力。显然，这种压力计上所示的压力，实际上就是风管中压力与大气压力相比较的数值，所以是一种相对压力（或称表压力）。当液柱向风管一侧升高（如图2-3所示），则表示风管中的压力小于大气压力，就叫做负压力或真空压力；反之，若液柱向另一侧上升，则表示风管中的压力大于大气压力，就叫做正压力或剩余压力。风管中的实有压力，或称绝对压力，应该是大气压力加上或减去相对压力的数值。即绝对压力是从绝对真空算起的压力，相对压力是与大气压力相比较的压力。用公式表示为：

$$P_{\text{正}} = P_{\text{绝}} - P_{\text{大气}} \quad P_{\text{负}} = P_{\text{大气}} - P_{\text{绝}}$$

式中： $P_{\text{正}}$ ——正压力（剩余压力）