

- containing plant or other proteins
FSTA 1981 13(11) 分析化学文摘 1983 2
(3)
- [33] 叶诗铃: 利用稳定性碳 同位素测定掺假食物之新方法 食品工业(合) 民国 71 年(1982) 14(4)
- [34] Aaderson, P.J. Actin Determination as a means of calculating the meat content of meat products J. Fd. sci 1981 46(4)
- [35] Wollen, A. Meat content fakeol by manufactures FSTA 1982 14(6)
- [36] Aayaen, A.R. Use of antisera to heat-stable antigens of adrenals for species identification in thoroughly cooked keef sausages J. Fd. Sci 1981, 46(6)
- [37] Hayden, A. R. Detection of chicken blesh in beef sausages J. Fd. sci 1977, 42(4)
- [38] Hayden, A.R. Immunochemical detection of ovine, porcine and equine glesh in beef products with antcsera to species myaglobtis. J. Fd. sci 1979 44(2)
- [39] Hayden, A.R. Immunochemical determination of epecies of origin of meat paoducts FSTA 1981 13(1)
- [40] Warneck and saqfle Serological identification of animal pro teirs, I Mode of injection and proteis extracts gor antibody products J. Fd. sci. 1968 33(1)
- [41] 曾大远 项友谊 徐彦 谢世华: 免疫琼脂扩散法检测肉制品中的掺假蛋白 杭州商学院食品系肉食品卫生检验专业八三届学生毕业论文
- [42] Koh, T.Y. Lnimunochemcial method for the identification and puantitation of cooked or uncooked beeb and soya prolein in mixtures Can. Inst. Fd. Technol. 1978 11(1)
- [43] 吴信法: 东鳞西瓜——国外有关肉品卫生检验资料, 肉禽蛋 1982(2)
- [44] Slaman, K.G. etal. Food Anal chem 1981 53(5)
- [45] Dausant, J. Immu no chemci stry in protein analysis FSTA 14(5) 1982
- [46] 张颖悟、岑阳达: 我国葡萄球菌A蛋白研究现状和展望, 载于《正常菌群与葡萄球菌A蛋白专辑》1982, 大连
- [47] Menzel, J.E. anol Hagemeister H. solicl-phase radi oimmurs o assay for native and formalole phyde treated soya proteins Lebens. Unters. Forsch. 1982 175(3)
- [48] Anonymous, New system for identifying meat tipes Food in Canada 1982 September
- [49] Hitchcock, C.H.S. etal. Determination of soy proteins in food using an engyme-linked immurcosorben tassay procedures J. sci. Fooe Agrio 1981 32
- [50] 岸真之輔: 乳、肉制品の未来技術, 東京食品と科学社 1978
- [51] Waslien, C. I. Unccsual sources of protein for man 1979 Food Technol 6(77)
- [52] 顾复昌、沈良其: 开拓蛋白质食品新资源食品周报 1983年5月27日第二版

风 送 系 统 的 设 计

程 志 奇

风送又称气力输送,它是借助于气体的流动带走物料并将物料输送到指定地点的一种较为先进的送料方式。

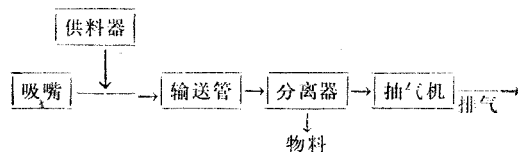


图 1 吸送式风送系统的组成

风送系统可分为吸送式风送系统(图1)和压送式风送系统(图2)二类。由于物料的性质和工艺要求的不同亦可组成组合式的风送系统。

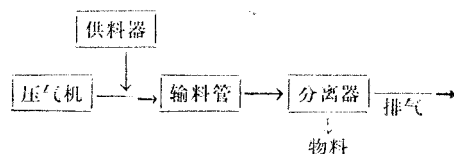


图 2 压送式风送系统的组成

风送系统具有下列特点:

1. 所用设备简单, 容易购置和制造, 设备费及维护费用低;

2. 风送系统的管线可以因地制宜灵活布置, 其大部分的输料管可以架空安装, 能够合理地利用空间, 设备占地面积小;

3. 所输送的物料在输料管路内移动无外漏, 所以在送料过程中无粉尘危及操作工人的健康, 有利于文明生产;

4. 在使用风送系统的输料过程中, 减少了拆装、装袋、搬运等操作, 降低了工人的劳动强度;

5. 输送量大, 一般说来, 用风送系统输送物料, 每小时可输送几十吨, 甚至上百吨, 只需要少数操作工人, 显著地提高了劳动生产率;

6. 可作长距离输送, 一般可输送几百米, 甚至上千米。

由于风送系统具有上述许多特点, 现在已在食品、化工、冶金、矿山、粮食、建材、轻工业等部门得到了越来越广泛地应用。

笔者81年应长春市春城酿酒厂请求, 为该厂作了酒料(玉米面、稻壳等)的风送设计, 由于目前有关风送系统设计方面的资料较少, 曾参阅了国内外一些有关资料、科研成果、实验数据进行了设计并付诸工程, 现已运行一年。愿将这次设计中的一些体会整理写出供有关同志参考并望指正。

一、风送系统的设计程序

一般说来, 风送系统的设计程序应是:

1. 作好调查研究、明确工艺要求、设计依据及施工条件。

设计风送系统, 首先要了解所送物料的性质和形状(颗粒、流动性、重度、容重、吸湿性、粘附性等)。例如, 物料的重度和硬度关系到设备的磨损和选材; 物料的粒度和吸湿性、粘附性等关系到设备的结构、尺寸等; 物料有静电时应注意接地、防爆等; 物料为粉尘、有毒时应注意气密等。

输送量是设计风送系统的基本依据之一, 通常是按着单位时间的最大输送量来确定装置的容量和尺寸的。

供料点及卸料点的情况、输送的距离、最大提升高度, 管线的布置是决定采用什么样的方案及设备选型的依据之一。例如, 要求从一点向多点供料一般采用压送式风送系统, 而从多点向一点供料一般采用吸送式风送系统, 如有特殊要求可以考虑组

合式风送系统等。整个系统的阻力是选择压气机(或抽气机)的基本依据。

此外, 现场的施工条件等也是设计的依据之一, 这些都必须作好调查研究才能着手进行设计, 才能在调查研究中明确设计的依据。

2. 风送方案的选择

风送方案的选择是根据工艺要求、输送量输送距离, 物料的性质、供料点及卸料点的情况综合考虑的, 为便于确定方案及设备选型可参考表1。

在参阅表1选择风送方案时, 还要考虑到设备的造价、加工的难易及使用中的维修等情况。

3. 风送系统的计算

风送系统的计算是设备选型与设计的基础。它应包括气流速度 V_a 、压气机或抽气机的风量 Q_a 与压力 P 的选择、计算等项。

(1) 输送气流速度 V_a 的选择

当被风送物料的颗粒受到输送气流的作用时, 若输送气流的速度 V_a 大于粒子的沉降速度 V_s 时, 就能吹动(或吸动)物料, 但是由于在风送的过程中存在着物料粒子之间, 粒子与管壁之间的摩擦、碰撞或粘附作用, 以及在输料管中气流速度的分布不均匀和边界层的存在, 因此在选择气流的速度 V_a 时, 要大于其沉降速度 V_s 的几倍, 甚至几十倍。

输送气流速度的选择是计算风送系统的关键, 它关系到整个风送系统的设计好坏及设备的合理性与经济性, 因此应慎重选取。

一般说来, 确定输送气流速度 V_a 的方法是先根据理论计算或实测出粒子的沉降速度 V_s , 再根据管路的配置情况及混和比 μ_s 的大小选取经验系数并参考已有的设计实例确定合适的气流速度 V_a 。

气流速度的经验系数和表2所示、各种物料的实际沉降速度和一般采用的输送气流速度如表3所示。可供选取气流速度时的参考。

应该注意的是最佳输送气流速度的选择, 不能只根据物料的种类来选, 而是要综合考虑具体条件如管路长度、配置情况、混合比的大小等来选取。表2及表3的数据都是在一定条件下得出的。只供参考。最好是实测找出理想的输送气流速度来。

2. 输送空气量 Q_a 的计算:

若空气的重度 r_a [公斤/米³], 输送物料所需的空气量 Q_a [米³/分], 则为:

$$Q_a = \frac{W_a}{r_a} = \frac{W_s}{\mu_s \cdot r_a} \quad (1)$$

风送系统的主要类型及适用范围

表 1

类 型	供 料 器	最 大 性 能			主 要 用 途	特 点	
		输 送 量 (吨/时)	输 送 距 离 (米)	气 流 压 力			
吸 送 式	低真空 管端吸引	—	50	-1000 毫米水柱	集尘、清扫小容量、 近距离	①多点向一点集中送料 ②供料器简单无灰尘 ③可从低处、狭窄处吸料 ④输送量小距离受限制	
	高真空 挡板伐 回转供料器 吸 嘴	50~200	50~100	-5000	灰 处 理 吸引卸料		
压 送 式	低 压	回 转 供 料 器	20	100	+5000	工厂内中、小容量	①一般生产部门应用范围 ②可从一点向多点送料
		流 态 罐	40	60	+5000	粉末近距离	适于粉末近距离高效输送
	高 压	螺 旋 泵	100	150	2公斤/厘米 ²	粉末近距离	①安装高度低 ②可以连续输送 ③螺旋磨损大, 须经常维修
		回 转 供 料 器 螺 旋 供 料 器	100	1000	4~7	中、长距离	①适宜输送难送的物料 ②可定量输送
		充 气 罐	200	1000	4~7	小于1~2毫米粒子、 中、大容量、长距离	①对粉末作高效输送 ②寿命长能承受过载
		流 态 化 充 气 罐	100	100	4	粉末近距离	①对粉末作高效输送 ②输送距离短能发挥其优点

注: 1.表中的输送量和输送距离的数值是指单独采用的数值。如同时输送也能同时达到;
2.表中的数值只是大致的范围, 因条件不同允许有些变化;
3.特殊设计的情况除外。

气流速度的经验系数 表 2

输 送 物 料 情 况	气 流 速 度 V_a
松散物料在垂直管中	$V_a \geq (1.3 \sim 1.7)V_f$
松散物料在倾斜管中	$V_a \geq (1.5 \sim 1.9)V_f$
松散物料在水平管中	$V_a \geq (1.8 \sim 2.0)V_f$
有一个弯头的上升管	$V_a \geq 2.2V_f$
有二个弯头的垂直或倾斜管	$V_a \geq (2.4 \sim 4.0)V_f$
管路布置较复杂时	$V_a \geq (2.6 \sim 5.0)V_f$
大比重、成团的粘结性物料	$V_a \geq (5.0 \sim 10.0)V_f$
细粉状物料	$V_a \geq (50 \sim 100)V_f$

式中 W_s [公斤/分]——输送物料的最大重量;
 W_a [公斤/分]——输送物料所需的空气量;
 $\mu_s = \frac{W_s}{W_a}$ ——混合比, 是一个无量纲的量

从(1)式看输送空气量的计算很简单, 但是要注意混合比 μ_s 的选取。 μ_s 和物料的性质、输送的方式、输料管的内径、长度和弯头的数目等有关。

故在选用混合比 μ_s 的数值时, 建议参考表4选取。

3. 输料管内径D的计算与选定

在低真空及低压的条件下输送物料, 可不考虑气体的压缩, 当确定了输送气流的速度 V_a [米/秒]之后, 则输料管的内径D[米]可按下式计算:

$$D = \sqrt{\frac{4Q_a}{60\pi V_a}} = \sqrt{\frac{W_s}{15\pi\mu_s V_a}} \quad (2)$$

输送管的材料一般可选用水煤气管, 当输送矿粉、型砂、炉灰等磨损性大的物料时, 可考虑采用厚壁钢管或铸铁管。同时要根据管径来设计联结法兰并考虑气密措施。在弯头和易发生堵塞的地方要考虑拆装和检修的方便而加手孔等。

4. 系统压力损失 ΔP 的计算与估算

风送系统的全部压力损失 ΔP 是选用压气机(或抽气机)压力的基础, 这部分的计算最为烦杂, 出入也很大, 故应慎重、仔细。

一个风送系统的全部压力损失应包括: 空气管的压力损失 ΔP_a 、加速物料的压力损失 ΔP_{ac} 、输送

各种物料的沉降速度与常用输送气流速度

表 3

物料名称	重 度 τ_s (吨/米 ³)	沉降速度 V_f (米/秒)	输送气流速度 V_a (米/秒)
小 麦	1.24~1.38	6.2~9.8	15~24
大 麦	1.30~1.35	8.7	15~25
大 豆	1.18~1.22	10.0	18~30
糙 米	1.12~1.22	7.7	15~25
玉 米	—	8.9~9.5	25~30
棉 籽	1.02~1.06	9.5	23
亚 麻 籽	1.16	5.2	—
菜 籽	1.22	8.2	—
花 生	—	11.0~12.5	15
高 粱	—	8.9~9.5	—
麦 芽	—	8.1	20
面 粉	1.4	8.1	10~17
砂 糖	1.58~1.63	—	25
盐	2.01~2.17	—	27~30
木 粉	—	—	16~18
锯 屑	0.8	6.8	15~25
木 片	0.76	12~23	30~40
刨 花	0.75	14.5~15	18~23
药 粒	—	—	12~20
煤 粉	1.20~1.50	8.7	20~30
砂	2.30~2.80	6.8	25~35
水 泥	2.75~3.10	0.223	10~25
飞 灰	2.15~2.22	0.231	15~25
矾 土	3.20~4.09	0.268	20~40
粘 土 粉	2.67~2.69	0.8	—
铸 铁 屑	7.2~7.48	10.1	19~23
褐 煤 粉	—	8.7	20~30
褐 煤 块	1.16	10.6~11	18~40
磷 肥	2.65	11.2	—
硫 铵	1.77	—	25
氯化乙烯	1.3~2.5	0.48	—
滑 石 粉	—	0.81	—
石 灰	2.0	—	26~30

混合比 μ_s 的数值

表 4

输 送 方 式		μ_s
吸 送 式	低 真 空	1~8
	高 真 空	8~20
压 送 式	低 压	1~10
	高 压	10~40
	流态化压送	40~80

管中的压力损失 ΔP_m ，分离器中的压力损失 ΔP_{sep} 、排气管的压力损失 ΔP_{ex} 、排气的压力损失 ΔP_d 、切换阀的压力损失 ΔP_f 等，如果有空气滤清器、节流阀等装置，它们的压力损失都应计在 ΔP 之内。就整个风送系统来说，主要的压力损失为 ΔP_{ac} 、 ΔP_m 及 ΔP_{sep} 。

(1) ΔP_s

ΔP_a 为空气管内的压力损失，它是指压气机出口至供料器（对吸送式来说是指分离器至抽气机）的压力损失，如有空气滤清器和入口节流阀等其损失也应计入 ΔP_a 之内。 ΔP_a 可按下式计算：

$$\Delta P_{at} = \lambda_{at} \frac{L_{at}}{D_{at}} \cdot \frac{\tau_{at} V_{at}^2}{2g} \quad (3)$$

式中 ΔP_{at} ——空气管的压力损失[毫米水柱]；

L_{at} ——空气管的长度[米]；

D_{at} ——空气管的直径[米]；

τ_{at} ——空气的重度[公斤/米³]；

V_{at} ——空气管中气流的速度[米/秒]；

λ_{at} ——空气的摩擦阻力系数；

g ——重力加速度[米/秒²]；

阻力系数 λ 的数值与雷诺数 Re 和管壁的粗糙度有关，在风送系统中，摩擦阻力系数可按下式计算：

$$\lambda = k \left(0.0125 + \frac{0.0011}{D} \right) \quad (4)$$

式中 k ——取决于输送管内壁粗糙度的系数，

内壁光滑管 $k=1.0$

新焊接管 $k=1.3$

旧焊接管 $k=1.6$

在工程计算中，空气管路的摩擦阻力系数一般在0.02~0.04的范围之内。值得注意的是在工程上，往往选用的压气机（或抽气机）的出口（或入口）的口径和面积（矩形的更是这样）不能直接与输料管相接，需要变径相接，这时 D_{at} 严格说应选用平均当量直径，不过用平均直径来计算在工程计算上是允许的，而且较为便捷。

(2) ΔP_{ac}

ΔP_{ac} 是加速物料的压力损失。由于进入输料管中的物料，一般在输送方向上的速度为零要靠空气的流动将它加速到输送气流的速度 V_a 所以产生压力损失，其大小可按下式计算：

$$\Delta P_{ac} = (c + \mu_s) \frac{\tau_a V_a^2}{2g} \quad (5)$$

式中 ΔP_{ac} ——加速物料的压力损失[毫米水柱]

- c ——取决于供料方式的系数，其值约在1~10m范围之内，若采用回转供料器定量供料时，可取其小值，如不连续供料或用吸嘴吸料时，则应取其大值；
- μ_s ——混合比；
- r_a ——空气的重度[公斤/米³]；
- g ——重力加速度[米/秒²]；
- V_s ——输送气流速度[米/秒]。

3. ΔP_m

ΔP_m 是指输料管的压力损失。它包括水平直管的压力损失 ΔP_{mH} 、垂直管中的压力损失 ΔP_{mV} 、倾斜管的压力损失 $\Delta P_{m\theta}$ 、弯头的压力损失 $\Delta P_{m\epsilon}$ ， N 个弯头之总和为 $\sum_{i=1}^N \Delta P_{m\epsilon}$ 。所以

$$\Delta P_m = \Delta P_{mH} + \Delta P_{mV} + \Delta P_{m\theta} + \sum_{i=1}^N \Delta P_{m\epsilon}$$

其中，单位长垂直管的压力损失 ΔP_{mV} 比单位长水平管的压力损失 ΔP_{mH} 为大，单位长的倾斜管之压力损失 $\Delta P_{m\theta}$ 则介于两者之间。弯头的压力损失显著，它与物料的性状、混合比、输送气流的速度、曲率半径有关，其中又以水平转垂直上升的弯管之压力损失为最大，故设计时，应尽量减少弯头的数目，一般风送系统的弯头以4~5个为宜，太多时应注意。

输送物料时，在直管段的压力损失 ΔP_{mI} 一般可根据纯气流的压力损失[可按式(3)求出]再乘以由实验确定的系数 α （称为压损比）来计算，即

$$\Delta P_m = \alpha \cdot \Delta P_{mI} \quad (5)$$

这部分计算的关键是压损比 α 数值的确定。许多研究人员发表了不少的曲线、图表，并总结出来的一些简化计算公式，请查阅有关资料选取，本文只介绍一种简单的计算公式(日本刀根英明提出的)：

对水平管：

$$\alpha = \sqrt{\frac{30}{V_a}} + 0.2\mu_s \quad (7)$$

对垂直管：

$$\alpha = \frac{250}{V_a^{3/2}} + 0.15\mu_s \quad (8)$$

弯头的压力损失可按下式近似求出：

$$\Delta P_{m\epsilon} = \zeta_b \mu_s \frac{r_a}{2g} V_s^2 \quad (9)$$

式中，弯管的阻力系数 ζ_b 可按表5选取。

至于倾斜管中的压力损失，无准确的计算公式，可介于垂直和水平管中的压力损失之间，或按

弯管的阻力系数 ζ_b 表 5

曲率半径比 r/D	ζ_b
2	1.5
4	0.75
6	0.50
7	0.38

垂直管中的压力损失乘以倾斜角的余弦值来估算。

$$(4) \Delta P_{s.e.p.}$$

$\Delta P_{s.e.p.}$ 是分离器的压力损失，由于分离器的结构、类型及使用条件的不同而不同。一般可由下式计算：

$$\Delta P_{s.e.p.} = \xi \frac{r_a}{2g} V_{a.s.e.p.}^2 \quad (10)$$

式中， $V_{a.s.e.p.}$ ——分离器入口的气流速度[米/秒]；

ξ ——分离器的阻力系数。

分离器的阻力系数 ξ 的数值可参考表6选取

分离器的阻力系数 表 6

分离器的型式	阻力系数 ξ
沉降式	1.0~2.0
CLT旋风分离器、蜗壳分离器	4.6~5.0
CLP/A-X型旋风分离器	8.0
CLP/B-X型旋风分离器	5.8
$\phi 1400 \sim 1600$ 旋风分离器	2.5~3.0

在工程计算时， $\Delta P_{s.e.p.}$ 也可按下列范围估算：

对旋风分离器 $\Delta P_{s.e.p.}$ 约在100~150 毫米水柱之间

对袋式过滤器 $\Delta P_{s.e.p.}$ 约在100~400 毫米水柱之间

对文脱里洗涤器 $\Delta P_{s.e.p.}$ 约在200~500 毫米水柱之间

$$(5) \Delta P_{e.x.}$$

$\Delta P_{e.x.}$ 是指从分离器出口（吸送式为抽气机出口）至排气口的压力损失，这部分的压力损失可参照式(3)算出。

$$(6) \Delta P_a$$

ΔP_a 是指排气的压力，它排空，全都成为压力损失

如有切换阀也应将其压力损失 ΔP_f 计算出来加在总损失之中，一般来说，这部分的压力损失不大也

可不必考虑，在总的压力损失中留有一定的裕量就可以了。

5. 设备选型与设计

风送系统的设备选型主要包括：压气机械、分离器、输送管的选型，其它如加料器、切换阀等一般多为自行设计。

(1) 压气机或抽气机的选型

在风送系统中压气机或抽气机的选型通常就是风机或真空泵的选型。主要是以通过上述的计算风量 Q_0 、压力损失 ΔP 为基础 X 来选型的。从理论上讲，只要风机的压力或泵的真空度和风送系统的总压力损失 ΔP 相等，风量 Q 和计算的理论风量 Q_0 相等，即 $P=\Delta P$ ； $Q=Q_0$ 时即可。但是，在实际选用压气机械或抽气机时，应考虑到运行的可靠性、整个风送系统（加料器、切换阀、管道联结处等地方）的泄漏，一般取：

$$P=(1.1\sim 1.2)\Delta P \quad (11)$$

$$Q=(1.1\sim 1.2)Q_0 \quad (12)$$

至于风机和泵的功率，一般不必重新算了，可从手册中查到。

(2) 分离器的选型

对分离器的要求应是：分离器的性能稳定，分离效率高。可连续运行、经久耐用、设备费及维修费用低等。

分离器的种类很多，选型的主要依据应是分离

效率和进风口的风速并要兼顾其它要求综合选型。选型时可参阅表7及有关手册。如自己设计时可参阅有关样本。

(3) 管线选型或设计的主要依据是管的内径 D 。见本文输送管内径 D 的计算与设计一段。

(4) 加料器和切换阀等未见定型产品，只能参阅有关资料及现行图纸自行设计。

(5) 附属设备、自控系统及操作规范的设计与确定都得按工艺要求、现场条件而定。本文不再赘述。

二、长春市春城酿酒厂风送系统设计实例

1. 设计计算依据：

输送物料：玉米面、稻壳、糠等；

最大输送量：10吨/小时， $W_0=10000/60$ [公斤/分]

物料提升高度：10米， $L_0=10$ [米]；

水斗输送距离：50米 $L_H=50$ [米]；

弯曲：三个 90° （慢弯） $N=3$

空气重度： $r_a=1.293$ [公斤/米³]；

供料、卸料点情况：一点供料，三点卸料。

2. 风送方案的选择

根据厂方所提要求并参考表1选用压送式风送系统。总的方案如图3所示。

3. 风送系统的计算

(1) 输送气流速度 V_0 的选择

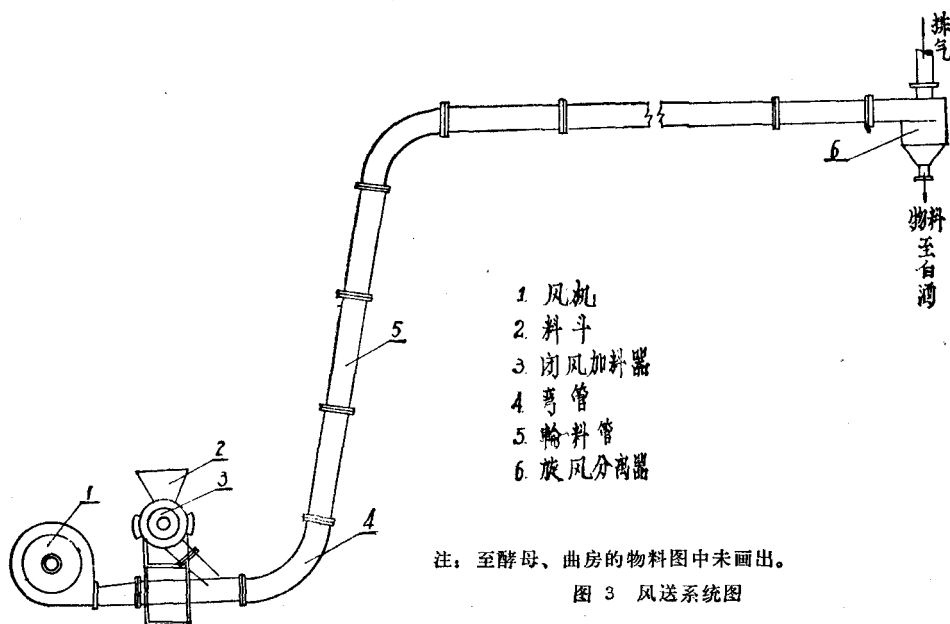


图3 风送系统图

表 7

型 式	分离力	容 量 [米 ³ /分]	风 速 [米/秒]	压力损失 [毫米水柱]	最佳灰尘 负 荷 [克/米 ³]	近似效率[重量%]			备 注	
						< 1 μ	1~5 μ	5~10 μ		
干 式	沉 降 箱	重 力	10~300	0.1~0.4	5~15	20	<10	<10	<10	尺寸大
	折 板 式	惯 性 力	10~300	5~10	10~30	20	<10	<10	10~40	
	大 旋 风	离 心 力	30~300	10~20	15~100	2	<10	<10	40~98	多管式气流难以均布
	小 旋 风	离 心 力	1~5	10~20	50~150	1~20	<10	<10~40	75~99	
湿 式	喷 雾 洗 涤	碰 撞	10~300	1~3	2~5	<2	<10	10~20	20~60	须处理污水
	折 流 板 式	惯 性	10~150	1~3	5~20	0.3~5	<10	10~20	20~60	须处理污水
	充 填 塔	惯 性	10~150	1~3	30~250	<2	<10	20~60	60~90	须处理污水
	旋 风 器	碰 撞 离 心 力	10~150	10~20	30~150	20~20	<20~10	10~60	60~90	须处理污水
	文 脱 里 管	扩 散 碰 撞	10~150	60~100	200~400	<2	80~90	99	99	须处理污水
过 滤 器	织 物	扩 散	1~600	0.01~0.03	50~100	0.2~20	90~99	95~99	95~99	不适于粘附性粉状物料
	袋 式	惯 性	20~150	0.02~0.2	50~200	0.2~70	90~99	95~99	95~99	
	厚 过 滤 纸	筛 分	1~2	0.01~0.3	13~15	<10 ⁻⁴	10~70	30~90	50~99	作吸气过滤器等用
	纯 玻 璃 纸		1~30	0.02	30	<10 ⁻⁵	99	99	99	

被输送的物料多是粉状和具有灰尘的物料，参考表 2 及表 3 可见这种物料的 V_a 应在 10~25 米/秒之间，根据合肥酒厂与合肥工大实测的结论（见食品与发酵工业 No2 1978 年 P66）选取 $V_a=20$ 米/秒。

2. 输送空气量 Q_a 的计算:

混合比的选取是参阅了表 4，并考虑到所输送的物料多为粉状物料，为防止管路堵塞，按表中给出的 μ_s 值范围取偏小值，取 $\mu_s=2.5$ 。输送空气量可按 (1) 式算出:

$$Q_a = \frac{10000/60}{2.5 \times 1.293} = 51.6 [\text{米}^3/\text{分}] = 3094$$

[米³/小时]

考虑到漏泄及留有裕量，按式 (12) 求得。

$$Q = 1.2 Q_a = 61.9 [\text{米}^3/\text{分}] = 3712 [\text{米}^3/\text{小时}]$$

3. 输送管内径 D 的计算:

按 (2) 式求得 D 为:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{60\pi V_a}} = \sqrt{\frac{4 \times 61.9}{60\pi \times 20}} = 0.256 [\text{米}]$$

输送管选用 $\delta = 1$ mm 的 A_3 钢板制造，按规格有 800 × 2000 一种，用它制造输料管，二米一节又不用剪板下料、省时、省料故取 D 为

$$D = \frac{l}{\pi} - 0.002 = \frac{0.8}{\pi} - 0.002 = 0.253$$

[米]

4. 系统压力损失的计算与估算:

(1) ΔP_a : 按式 (3) 计算

取 $\lambda_{at} = 0.02$ [米]; $L_{at} = 2$ [米]; $D_{at} = 0.2$ [米]

$$\Delta P_a = 0.02 \times \frac{2}{0.2} \times \frac{1.293}{2 \times 9.8} \times 20^2 = 5 [\text{毫米水柱}]$$

[米]

(2) ΔP_{ac} : 按式 (5) 计算

取 $C = 3$ (考虑用回转式供料器)

$$\Delta P_{ac} = (3 + 2.5) \frac{1.293}{2 \times 9.8} \times 20^2 = 145 [\text{毫米水柱}]$$

(3) ΔP_m :

对水平管,

按式 (1) 求出

$$\Delta P_{mLH} = 0.02 \times \frac{50}{0.253} \times \frac{1.293}{2 \times 9.8} \times 20^2 = 104$$

[毫米水柱]

按式 (7) 求出

$$\alpha_H = \sqrt{\frac{30}{20}} + 0.2 \times 2.5 = 1.73$$

所以按式 (6) 求得:

$$\Delta P_{mH} = 1.73 \times 104 = 180 [\text{毫米水柱}]$$

对垂直管:

按式 (1) 求出:

$$\Delta P_{mLV} = 0.02 \times \frac{10}{0.253} \times \frac{1.293}{2 \times 9.8} \times 20^2 = 21$$

[毫米水柱]

按式 (8) 求出:

$$\alpha_v = \frac{250}{20^{3/2}} + 0.5 \times 2.5 = 3.17$$

所以按式(6)求得:

$$\Delta P_{mv} = 3.17 \times 21 = 67 \text{ [毫米水柱]}$$

对三个弯管:

按表5取 $\xi_b = 0.6 (R = 1.2 \text{米})$, 并按式(9)算得:

$$\Delta P_{mb} = 3 \times 0.6 \times 2.5 \times \frac{1.293}{2 \times 9.8} \times 20^2 = 119$$

[毫米水柱]

所以

$$\Delta P_m = \Delta P_{mH} + \Delta P_{mv} + \Delta P_{mb} = 180 + 67 + 119 = 366 \text{ [毫米水柱]}$$

(4) $\Delta P_{s,0}$

本风送系统卸料用旋风分离器, 其阻力损失按150[毫米水柱]估算。

(5) $\Delta P_{s,x}$

旋风分离器的出口直径 $d = 0.36$ $L = 5$ 米按式(3)求得

$$\Delta P_{s,x} = 0.02 \times \frac{5}{0.36} \times \frac{1.293}{2 \times 9.8} \times 20^2 = 7 \text{ [毫米水柱]}$$

水柱]

(6) ΔP_d

排气压力损失按10[毫米水柱]估算,

本系统的压力损失为

$$\Delta P = \Delta P_o + \Delta P_{ac} + \Delta P_m + \Delta P_{s,0} + \Delta P_{s,x} + \Delta P_d = 5 + 145 + 366 + 150 + 7 + 10 = 683 \text{ [毫米水柱]}$$

水柱]

考虑到裕量及泄漏按式(11)求得风机风压:

$$P = 1.2 \Delta P = 1.2 \times 683 = 820 \text{ [毫米水柱]}$$

4. 设备选型及设计

(1) 风机

风机选型以风送系统的计算结果: $Q = 3712$ [米³/小时]; $P = 820$ [毫米水柱]为依据, 查风机手册选用8-18-101N06A高压离心通风机, 其风压 $P = 825$ [毫米水柱]; 风量 $Q = 4320$ [米³/小时], 设计时考虑在风机的进风口处加可调节进风量的挡板, 调节风量以满足工艺要求。

(2) 加料器的设计

为了连续供料并考虑到计量与进料量的调节采用闭风回转供料器并用直流调速系统调节供料器的转速以控制加料量, 其设计计算如下:

最大供料速度应满足10000[公斤/小时]=2.78 [公斤/秒]

参考已有的图纸, 计算出供料器的诸尺寸如下:

供料器的内径 $D_1 = 350$ [毫米]=0.35 [米]

供料器的长度 $l_1 = 355$ [毫米]=0.355 [米]

供料器的轴径 $d_1 = 50$ [毫米]=0.05 [米]

供料器的闭风加料板厚 $\delta = 5$ [毫米]=0.005 [米]

由于采用压送式输料方案, 故设计时应注意闭风, 一般要求闭风加料板与供料器内径间的间隙尽可能的小, 或用橡胶板来密封, 不管怎样作总有磨损, 最好的办法是把闭风供料器的出料口管插入输料管中, 造成节流使局部的气流速度加大造成局部负压而有利于物料进入输料管中。

闭风供料器的减速器选用蜗轮减速器P4H80 A型, $i = 41$, 拖动电机1千瓦

(3) 旋风分离器

本系统的旋风分离器系采用自行设计的旋风分离器。其进风口直径 $\phi 246$, 排风口直径 $\phi 360$, 出料口直径 $\phi 200$, 总高2738毫米, 外径 $\phi 600$ 。经使用证明分离效率很高, 用肉眼几乎看不见粉尘。

(4) 管线设计见系统输料管内径计算一节, 但要配以联结法兰;

(5) 切换阀也是自行设计的, 采用翻板式结构。

(6) 另外在第一个水平转上升弯管处应考虑开一手孔, 好定时清理提不上去的碎石。杂物等以防管理堵塞。

本风送系统的主要设备见表8。

5. 操作规范

(1) 使用前须确认切换阀的位置是否满足送料的要求, 保证把物料送到指定地点;

(2) 使用时可同时启动风机与加料器, 经1~2分钟后, 待达到稳定的气流速度后再加料;

(3) 停止送料时, 应先停加料器, 让风机继续运风1~2分钟后再停风机。这样能把输料管中的物料全部吹净, 以防物料残留管中, 附着管壁甚至堵管;

(4) 停机后应立即把切换阀置于下次应送料的位置。

本系统经一年的运行, 发现尚有几处值得再行设计时注意:

1. 闭风加料器, 加工制造较难, 如对进料量要求不十分严格, 可取消闭风加料器, 而改用文丘里加料器, 这样即能降低造价, 又能节省设备造价,

表 8

设备名称	规格型号	数量	单位	备注
高压离心通风机	8—18—101N06A $Q=4320\text{米}^3/\text{时}$ $P=825\text{毫米水柱}$	1	台	电机22千瓦
旋风分离器	$\phi 600 \times 2378$	3	个	$\delta = 3\text{ mm}$ 外筒
闭风加料器	$\phi 350 \times 355$ 37转/分	1	台	直流电机1千瓦
减速器	P4H80A $i = 41$	1	台	
输料管	$\phi 253 \times 2000$	76	米	$\delta = 1\text{ mm}$ 自制包括空气管,
切换阀	$\phi 253$ 翻板式	4	个	自制

这样作可省去一个减速机，一台电机，可节约投资千余元；

2.经实际应用证明，本设计的风压、风量偏大，故在风机进风口加挡板进行调节已满足工艺要求。建议选用风机时不选A型而选C型这样通过调整风机或电机的槽轮极易满足工艺要求

3.经一年多的运行证明，物料对输料管的管壁，特别的弯曲处的磨损较大，如条件允许可增加

管壁的厚度建议可2~3毫米的A₃钢板制造；

4.旋风分离器的外筒，特别是切线进口处的磨损更大，故建议外筒用4 mm以上的钢板作外筒，甚至在切线进口处的外壁用厚钢板补强。

本设计付诸工程全部费用约一万四千元，使用后，深受厂方特别是操作工人的欢迎，其优点是，省力、省人、无泄漏、明显的改变了车间的环境。



改革旧工艺，提高腐乳的质量

黄继忠 鲍大中

我厂的腐乳生产已有二十三年的历史了，老工人都有丰富的生产经验和操作技术。但旧的生产工艺给每年的产品质量都带来一些问题。经过一些教训后，去年底对旧的工艺作了改进，报告如下：

一、高咸度是腐乳实、硬的根本原因

腐乳坯的腌制工作是腐乳生产的重要一环。但由于我厂的旧工艺，不重视腐乳的腌制咸度，只相信于自己的长期腌制经验，成品质量上与出口产品对比，乳坯明显的实和粗，检验之，咸度竟高出55.5%。所以，我们认为：高盐腌制是造成腐乳实、硬的根本原因。

腐乳毛坯经盐腌制的作用，主要是使其渗透盐分，析出水分、给腐乳以必要的咸味，并利用食盐的防腐能力，防止腐乳腐败。腌制时用盐过少，固然会使毛坯不能充分析出水分，达不到抑制杂菌、使至变质的结果。盐分过高，析出水分过多，使腐乳收缩、过硬。我们做了一个试验，结果见表1。

从上粗糙试验说明，盐度越高、硬度越大，密度也随之增大，反之减小。

参以后期发酵的微生物，除乳坯上培养的毛霉及附着的细菌外，还有配料中的野生酵母，酒酵母、米曲霉等，就利用它们所分泌的蛋白酶去水解蛋白质，把淀粉糖化，生成特有的色、香、味。但由于盐分过高，不