

国外气力输送进展

上海科学技术情报研究所

毛主席语录

我们一定要有无产阶级的雄心壮志，敢于走前人没有走过的道路，敢于攀登前人没有攀登过的高峰。

自力更生，艰苦奋斗，破除迷信，解放思想。

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

打破洋框框，走自己工业发展道路。

前 言

随着生产过程的综合机械化和自动化的发展，对于生产过程中输送形式的现代化提出了更高的要求。

由于货物的大量输送，包括各种粉末状、颗粒状、纤维状和叶片状物料的输送，在装卸和输送方面存在着一系列的问题，也需要寻找更合宜的输送形式。

特别是将输送过程与工艺要求相结合，以便进一步简化工艺过程和设备，因而，对生产过程中输送形式又提出了工艺和设备上的要求。

所以，近些年来，在许多工厂企业车间内部、在建筑、铁路及水路的运输业中，对于那些粉末状、颗粒状、纤维状和叶片状的物料，如谷物、面粉、水泥、煤粉、化肥、石灰、金属粉末、型砂、棉花、羊毛、烟叶、烟丝及矿石等，越来越广泛地采用气力输送的形式。

所谓气力输送是指：散装物料在管道中，利用一定速度的空气能量，使之沿着指定的路线输送的方式。

气力输送始于1870年左右，车间内部的使用，从本世纪初开始，直到三十年代才较为广泛地被采用。近十多年来，气力输送作为生产工艺过程自动化输送一种重要的方法，又有了许多新的进展，并且已经越来越广泛地被采用，甚至邮政部门的信件、图书馆的书籍也在采用气力输送。

目 录

前 言	
第一章 气力输送的特点及其在生产中的应用	(1)
第二章 气力输送装置几种主要形式	(3)
1. 吸气式气力输送装置系统	(3)
2. 压气式气力输送装置系统	(3)
3. 混合式气力输送装置系统	(3)
第三章 气力输送在车间内部的应用	(7)
1. 气力输送在化学工业中的应用	(7)
2. 气力输送在粮食加工企业中的应用	(13)
3. 气力输送在卷烟工业中的应用	(15)
4. 气力输送在纺织工业中的应用	(18)
第四章 国外气力输送装置几个新的进展	(21)
1. 气力输送槽	(21)
2. 密集流气力输送装置	(24)
3. 充气容器式气力输送装置	(26)
4. 葛泰式气力输送装置	(29)
5. 脉冲式气力输送装置	(32)
结束语	(35)

第一章 气力输送的特点及其 在生产中的应用

气力输送的理论分析和使用证明,气力输送装置较其他形式的机械输送具有一系列的优点,如生产率高,设备构造简单,管理方便,机械化和连续化程度高,劳动力省,易于装卸等等。所以,采用气力输送装置可以大大提高劳动生产率,降低成本。如用于卸船,可以比船仓斗式提升机快两倍多;在矿井中用于运煤,提升成本可降低一半。据统计,在压力为8.5大气压、管径为250毫米、输送距离为160~200公里的管道内,输送直径为5~10微米的煤粉,当输送量为225吨/时时,气力输送的费用仅为铁道运输的40~50%。

至于在工厂车间内部,气力输送装置可将输送过程与工艺要求结合起来,籍以达到分选、混和、加湿、干燥、冷却等加工目的,逐渐成为“流态化”新工艺一个重要的分支。因而,它在化学工业、谷物加工企业、食品工业和农业等部门得到了更为迅速的发展和应用。

现有的气力输送装置的生产率及其主要参数的变化范围是很广的,一般的生产率为150~250吨/时,最大可达800吨/时,而无转载的运输长度可达2公里,垂直提升高度可达300~400米,被运物料的粒度可达50~80毫米,其比重则是不受限制的。甚至用来输送直径5毫米的铁砂和250毫米的块煤。

概括起来,采用气力输送装置具有下列特点:

1. 输送的物料是散装的,因而不需要包装和卸袋,操作效率高,费用低;

2. 设备简单,占地面积小,甚至可以充分利用空间,设备的投资和维修费用少;

3. 输送量不拘大小,需要的操作人员都较少,还可实现无人管理的全自动化,因此需要的人工费用少;

4. 输送管路能够灵活地布置,从而使工厂设备的配置合理化。

5. 输送物料不受气候和管道布置周围条件的影 响,生产车间的布置也比较容易;

6. 能够避免物料返潮、污损或混入其他杂物,可以保证输送物料的质量;

7. 在输送过程中可以实现多种工艺操作,如混和、粉碎、分级、干燥、冷却、除尘和某些化学反应;

8. 可以进行由数点集中送往一处,或由一处分散送往数点的远距操纵;

9. 即使是化学性能不稳定的粉粒物料,使用特殊气体也能安全输送;

10. 不论是向低压容器或者是高压容器都可以输送物料。

然而,它与其他输送形式相比,也存在着动力损耗大的缺点。现将各种输送机的性能列于表1^[1]。

从表中可以看出,动力消耗率为链斗式提升机的2~4倍,为皮带输送机的15~40倍。并且,这种现象输送距离愈近愈明显。

为了便于选择,兹将气力输送与其他机械输送装置的比较列于表2。

表 1 各种输送机的性能比较

性能 型式	输送量 (吨/时)	输送距离 (米)	所需动力 (马力)	动力消耗率 (马力/ 吨/小时·米)	输送速度 (米/秒)
吸气式气力输送装置	150	50	280	0.037	15~25
压气式气力输送装置	50	180	300	0.033	15~25
皮带输送机	300	65	41	0.002	1~2
链板输送机	300	18	79	0.015	0.17~0.85
循环输送机	100	33	7.5	0.023	0.5~0.7
斗式升降机	30	12.5	7.5	0.020	0.5~0.8

表 2 气力输送装置与其他机械输送装置比较

项 目	气力输送	带式输送	链式输送	螺旋输送	斗式输送
物料飞散	无	可能有	可能有	可能有	可能有
混入其他杂质和 污损情况	无	可能有	无	可能有	可能有
积存物料	无	无	有	有	有
输送线路布置	灵活	直线型	直线型	直线型	直线型
输送线路中间分支	灵活	困难	困难	困难	不可能
倾斜和垂直输送	灵活	倾斜度有限制	制造复杂	可能	可能
输送管断面积	小	大	大	大	大
维 修	容易 (主要是弯头)	维修量较小	维修量大	维修量大	仅维修提 斗及链条
输送物料最高允许 温度(℃)	600	50	150	150	150
输送物料最大允许 粒径(毫米)	50以下	无特殊要求	50	50	50
最大输送距离(米)	2,000	800	150	50	30
动力消耗*	22~150	25	45	—	—

* 以输送10吨/时氧化铝,输送距离为50米时的工程概算值为例。

第二章 气力输送装置几种主要形式

根据气力输送所提出的要求，对于现有的气力输送装置，依其物料和气体在管道中两相流动的特征来分类；也可按气力输送装置的原理、输送方向、被输送物料与空气单位时间的重量比(又称混合比、浓度、输送比、物气比)、被输送物料的形状和大小等加以分类。

如果按照物料和气体在管道中两相流动的特征来分，可以分为稀释流输送(即普通气力输送装置)、密集流输送和间断流输送三类。

如果按照气力输送装置的形式来进行分类，可以将现有的大多数稀释流(普通)气力输送装置归纳为以下三类：

1. 吸气式气力输送装置系统

吸气式气力输送装置系统如图1所示。它由吸料口1、管道2、分料器3和5、气密转门出料器4和8、除尘器6和鼓风机7所组成。

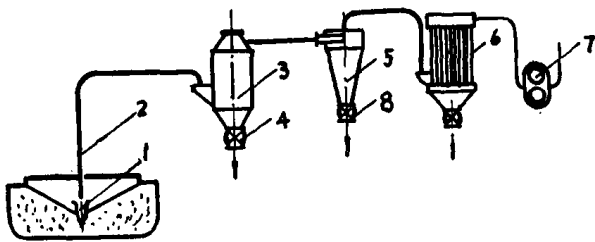


图1 吸气式气力输送装置系统

1.料口 2.管道 3、5分料器 4、8气密转门出料器 6.除尘器 7.鼓风机

由图中看出，鼓风机装置在系统的末端。当鼓风机7开动以后，在鼓风机吸气一侧的系统中，便造成某一真空度或负压，这时，在管道内外存在压差，空气被大气压入管道；

与此同时，物料也被空气带入管道，并被输送至分料器3和5中。在分料器中，物料和空气分离。被分离的物料，由分料器底部的气密转门出料器4和8卸出。空气则被送入除尘器6净化，净化后的空气经鼓风机7排入大气，或循环使用。

2. 压气式气力输送装置系统

压气式气力输送装置系统如图2所示。系统的部件组成与吸气式无多大差异。在这种装置系统中，通风机装置在系统的前端，用来形成压缩空气。当通风机1开动以后，管道内的压力便高于大气压力，这时，从料斗3经气密转门加料器4加入管道的物料，随即被压缩空气输送至分料器5中。于是，物料与空气分离，并由气密转门出料器6卸出。空气则经除尘器7净化后排入大气。

3. 混合式气力输送装置系统

混合式气力输送装置系统如图3甲、乙

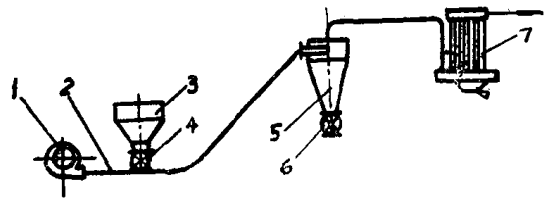


图2 压气式气力输送装置系统

1.通风机 2.管道 3.料斗 4.气密转门加料器 5.分料器 6.气密转门出料器 7.除尘器

所示。它是吸气式和压气式两种形式的联合装置。在这种装置系统中，通风机装置在输送管的中间，就是在通风机前的管道内，物料靠管道内的负压来输送，即吸送段；而在通风机后的管道内，物料依靠空气的正压来

输送，即压送段。图3甲所示为物料经过通风机的装置。图3乙所示为物料不经过通风机的装置。在这种装置系统中，需要增加中间分料器设备。

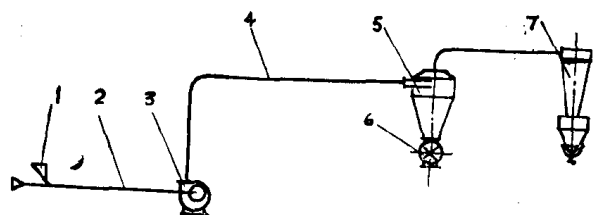


图3甲 混合式气力输送装置系统

- 1.料口 2.吸气管道 3.通风机 4.压气管道 5.分料器 6.气密转门出料器 7.除尘器

综上所述，不管装置的形式如何不同，通风机以何种形式供应能量，它们总是由物料输送部份、能量供应部份和空气净化部份所组成，仅仅在不同的场合，采用不同形式的装置罢了。

兹将这三种形式的选型比较与主要技术经济特征列于表3、表4和表5，以供选型时参考。

表3 气力输送装置分类及其选型^[1]

机 型	加 料 器	最 大 性 能			主 要 用 途	
		输 送 量 (吨/小时)	距 离 (米)	所 需 压 力 (毫米汞柱)		
吸 气 式	高真空 固定吸入式	50	200	-400	厂内输送(主要于集料工程) 车船装卸、集料入仓	
	移动吸入式	150	50	-400		
	低真空 管端直接吸入		(500)	-100	少量输送、小输送比、 集料、配料	
压 气 式	低 压 回转加料器	20	100	0.8公斤/厘米 ²	在固定位置之间少量输送， 由一处将物料送至数处 短距离输送(少量输送)	
	喷射加料器	30	30	2.0公斤/厘米 ²		
	高 压	变节距螺旋加料	100	500	2公斤/厘米 ²	固定位置间少量输送或配料 输送(一处向数处配料)
		单容器式加料	150	1,000	2~4公斤/厘米 ²	远距离大量输送、分配输送
充气容器式加料 重型容器		150	1,000 500	2~7公斤/厘米 ² (2~3)公斤/厘米 ²	远距离大量输送、分配输送 在固定位置间少量输送，或 由一处向数处分配输送	
混 合 式	吸气式—分离 供料—压气式	100	(500)		远距离大量输送 (集料、配料)	
	低 压 输送管—鼓风机 —输送管	30	50	100毫米汞柱	小输送比少量输送，主要用 于纺织厂棉花开松配料，综 合木材厂的刨花等。	

表 4 吸气式与压气式特性比较

项 目	吸 气 式	压 气 式
产 量	较 小	大小均可
输送距离	适宜于短距离	适宜于长距离
加料特点	<ol style="list-style-type: none"> 1. 适宜于在宽广场地上的大堆物料、或存放于低处、深处的物料的输送 2. 适宜于由于地位限制，不能安装压气式加料装置的情况 3. 加料点可以防止物料的散失和灰尘的飞扬 4. 自料仓加料时，输送气体不会进入料仓 5. 加料口可以经常敞开，进行连续加料输送 6. 对料仓或料斗中的物料有吸引力，比压气式易于加料，并能连续输送 7. 加料器结构简单，无需气密装置 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 加料器的结构复杂 2. 加料装置要有一定高度
管道布置特点	<ol style="list-style-type: none"> 1. 适宜于分散点将物料集中输送 2. 风机的油质或排水，不会混入物料中 3. 由于是在低于大气压的气流中输送物料，所以被输送的物料水份容易挥发。因而，即使是水份较高的物料也比压气式容易输送 4. 由于是在低于大气压的管道中输送物料，即使装置上有些缝隙，也不易漏料 5. 使用的管子直径较大 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 适宜于将集中点的物料进行分散配料 2. 有可能混入风机的油质或排水 3. 输送系统的阻力允许到达风机的最大排气压力，因而，输送条件(如由于加料的不均匀，而引起瞬时输送量增高，或产量的变化等)的改变，也能保持一定程度的适应性。 4. 可以对高于大气压的压力容器输送物料 5. 由于设备和输送管内的压力高于大气压，所以设备的连接处即使有缝隙，也不会侵入空气和雨水 6. 使用较小直径的管道
分料器	<ol style="list-style-type: none"> 1. 用较大型的 2. 结构较复杂，要有气密装置 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 用小型的 2. 结构简单，不需要气密装置

表 5 输送方式的技术经济比较^[2]

项 目	压 气 式						吸 气 式		
	高 压			低 压					
输送量(吨/小时)	10	10	10	10	10	10	10	10	10
输送距离(米)	30	150	300	30	150	300	30	150	300
管 径(吋)	2	2½	3	4	7	10	4	8	10
风 机	往复式压缩机			罗茨鼓风机			罗茨鼓风机		
动 力(瓩)	19	30	27	11	30	45	15	37	60
动力比较(%)	146	100	100	100	107	127	131	130	167

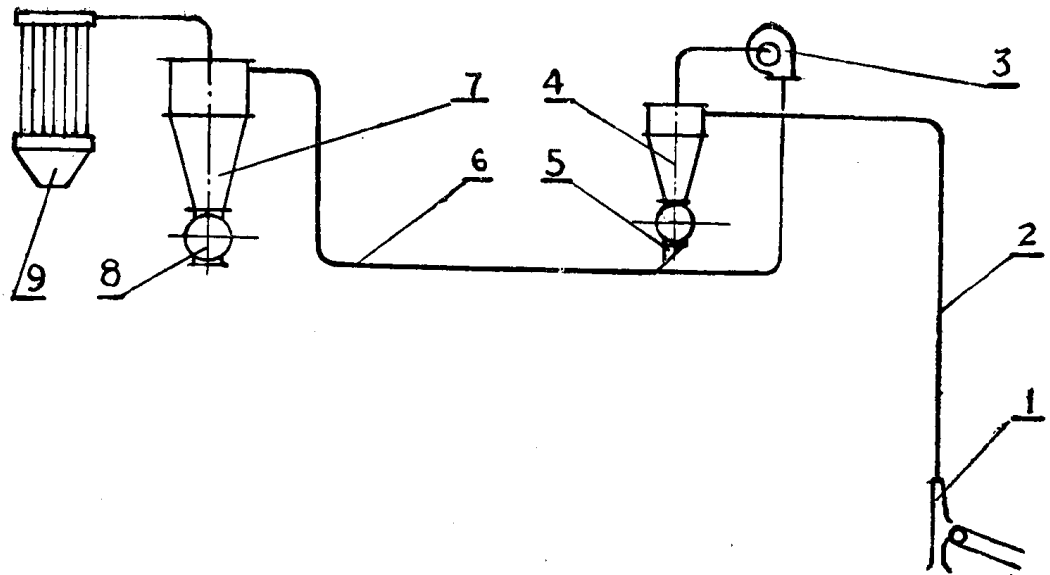


图 3乙 混合式气力输送装置系统

- 1.料口 2.吸气管道 3.通风机 4.中间分料器 5.加料口
6.压气管道 7.分料器 8.气密转门出料器 9.除尘器

第三章 气力输送在车间内部的应用

在国外，气力输送装置在车间内部的应用，差不多遍及各个工业部门。现选择若干工业部门气力输送装置的某些典型应用，加以介绍，来说明气力输送装置应用的进展，不同特性物料气力输送特点与工艺价值，为进一步采用和发展气力输送装置提供一些例证。

虽然，这些部门中的气力输送装置都是为着特定的输送对象而设计的，在若干方面或各有不同之处，然而，从气力输送的基本原理及其主要组成来说，却有许多共同之点。

衡量气力输送装置的效能有以下几个主要参数：

1. 输送能力或输送量，即每小时输送物料的数量；

2. 输送比，即输送物料与空气在单位时间内的重量比；

这两个参数便是决定气力输送装置系统空气消耗量的依据。

3. 输送速度，是指用空气的速度能量来输送物料时，空气在管道中的流动速度；

4. 输送距离，即高度和长度；

根据这些参数，便可求得输送时的空气

流动阻力或压力损失。

5. 功率损耗。这是最终体现的指标。

下面仅就气力输送装置在化工、谷物加工、卷烟、纺织等工业部门的典型装置加以介绍。从中可看到气力输送装置的发展趋势，以及进一步完善和发展气力输送装置的途径。

1. 气力输送在化学工业中的应用

化学工业中气力输送装置的应用是十分广泛的，各种类型的原料、半成品、催化剂、成品的输送，其中有许多是需要采用气力输送来实现的。而且，往往将气力输送与化学工艺过程结合起来，成为化学工业自动化过程必不可少的装置。对某些不稳定的化学制品，可以用特殊气体输送，这样既安全又可靠。

表6所示为苏联化学工业中实际使用的气力输送装置的主要技术特性和参数。

由表中可以看出，气力输送装置的形式、被输送物料的种类和主要参数的变化范围，都是十分广泛的。

表 6 苏联化学工业中气力输送装置的主要技术特性 [3]

装置台数	装置型式	输送物料名称	生产率(吨/时)	空气速度(米/秒)	空气消耗量(米 ³ /时)	输送比(公斤/公斤)	管道直径(毫米)	输送距离		鼓风机	
								垂直(米)	水平(米)	风压毫米汞柱	功率(瓩)
12	假流化压气式	灰渣	45	6~7	600	65	76	—	50		75
3	压气式	灰渣	2.0	25.3	—	2	133	12	100		330
1	吸气式	灼热苏打	5	16~20	900~1000	5.0	150	—	120		
1	吸气式	苏打	1.15	25	—	3.26	65	—	60	400	
1	吸气式	苏打	1.0	—	—	3.9	76	—	75	500	

续 表

装置台数	装置型式	输送物料名称	生产率(吨/时)	空气速度(米/秒)	空气消耗量(米 ³ /时)	输送比(公斤/公斤)	管道直径(毫米)	输送距离		鼓风机	
								垂直(米)	水平(米)	风压(毫米汞柱)	功率(瓩)
1	吸气式	锌矿尘	1.50	26	—	1.65	32	—	50		10
2	吸气式	亚砷酐	1.20	27	—	2.7	76	—	180	400~450	
1	吸气式	砷酸钙	1.00	26	—	1.85	—	—	70	400~450	
1	吸气式	巴黎绿(砒杀虫剂)	1.00	27	—	2.2	76	—	50	400~450	
1	吸气式	亚硫酸钠	1.5	30	—	5.9	50	—	40	500	
1	吸气式	食盐	1.5	27	—	3.3	70	—	70	400~450	
1	吸气式	亚硫酸钠	2.2	22	—	6	76	—	90	400~450	
1	吸气式	硅藻土	8	20~22	870	8	~100	20	150		28
1	吸气式	纯青(矿物颜料)	0.7	—	816	0.7	~100	15	120		28
1	吸气式	群青(矿物颜料)	10	—	870	10	~100	15	150		75
1	假流化压气式	磷肥粉	48	5~7	180	200	108	—	21	255,000 牛顿/米 ²	
1	压气式	磷肥粉	40	26	—	20	150	26	80	686,000 牛顿/米 ²	
1	假流化压气式		15	5~7	—	150	71	20	7	539,000 牛顿/米 ²	
1	压气式	磷石灰精矿	25	27	1560	25	125	—	161	490,500 牛顿/米 ²	
1	压气式	磷石灰精矿	25	25	1320~ 1500	14	100	18	2~3		
1	吸气式	菱镁矿	25~30	19	860	27	100	—	15	400	
1	压气式	霞石精矿	25~30	—	—	—	125	—	70		
1	压气式	霞石精矿	65	—	—	—	194	40	100		
2	吸气式	硫酸铜(胆矾)	0.84	41	294	2.4	50	5	—	400	
1	吸气式	颜料	2.4	18	—	6.9	76	—	40		
2	混合式	颗粒状活性和半活性炭黑	1.6	24.6	3000	0.45	219	—	280	850 毫米水柱	20
1	混合式	颗粒状烟道炭黑	0.5	22.5	1650	0.42	125	—	60	480 毫米水柱	
2	压气式	橡皮碎屑	2.5	22	—	0.37	300	—	80		60
2	压气式	碎块聚苯乙烯颗粒	0.6	37.5	356	1.7	51	26.3	60		5.5
5	吸气式	悬浮聚苯乙烯颗粒	0.14	10	45	2.5	40	3.5	4		
2	压气式	无色块状聚苯乙烯	0.36	23	—	0.46	100	18.5	17		10
2	压气式	无色块状聚苯乙烯	0.15	23	—	0.19	100	—	70		
1	吸气式	无色块状聚苯乙烯	0.2	12	—	0.103	70	—	13		10
1	压气式	颗粒状聚苯乙烯	0.13	—	—	0.039	110	—	15		16

续 表

装置台数	装置型式	输送物料名称	生产率(吨/时)	空气速度(米/秒)	空气消耗量(米 ³ /时)	输送比(公斤/公斤)	管道直径(毫米)	输送距离		鼓风机	
								垂直(米)	水平(米)	风压(毫米汞柱)	功率(瓩)
1	压气式	透明块状聚苯乙烯	0.2	—	—	0.06	100	—	7.0		
1	吸气式	透明块状聚苯乙烯	0.5	—	—	0.258	76	—	130	400	
1	吸气式	邻苯酸酐	1.2	22	—	2.5	76	—	60	350	
1	压气式	木 屑	6.5	21	—	1.23	270	—	200	1050水柱	
1	压气式 (氮气 介质)	酸二甲酯	1.0	15~20 氮气	30.6 氮气	1.0	100	20	80		35
2	压气式 (氮气 介质)	颗粒状树脂	1.0	30和 16~20 氮气	500~ 900 氮气	1.0	100	—	265		36
5	压气式	合成纤维棉	0.55	17~20	600	0.25	250	6	9		4
2	吸气式	棉絮状碱性纤维素	4.5	21	1296	2.8	150	2	230		75
4	吸气式	棉絮状碱性纤维素	4.5	17	1080	3.2	150	5	18~36		150
1	压气式	干燥纤维素瓣	1.0	—	8000	0.2	335	26	35		20
2	压气式	铝硅酸盐耐火材料 催 化 剂	10.5	8.2	970	31	200	57	—		
2	吸入式	聚氯乙烯颗粒	0.15	20	1000和 2900	0.15	120~ 200	6	101		
1	混合式 (法国 制造)	电缆用软质 聚氯乙烯	0.3	20	2900 吸入段	0.1	200	4	56		
4	吸气式	木质纤维和尿素 甲醛树脂	4~7.5	20~25	总共 2640	3.0	100	16	25		
2	压气式	棉花细毛	1.3	13.5~ 15	3800	0.3	300	20	100		
1	压气式	漂白棉花	0.7	15	—	—	400	8	40		
5	吸气式	湿醋酸纤维	0.25	15.7	2220	0.1	235	10	—		
1	压气式	干醋酸纤维	1.25	21	3260	—	235	—	—		
1	吸气式	醋酸纤维	1.04	19	3000	0.33	210	20	60		
1	吸气式	皮 棉	0.8	16	5200	0.125	300	20	50		
1	压气式	硫 酸 钠	1.0	—	800	1.0	102	6	230		
1	压气式 (在空 气介质 中)	聚己内酰胺小片	3.0	25	600	4.1	90	19	156		
1	压气式 (在氮 气介质 中)	聚己内酰胺小片	2.4	21	414	4.7	89	11	280		

续 表

装置台数	装置型式	输送物料名称	生产率(吨/时)	空气速度(米/秒)	空气消耗量(米 ³ /时)	输送比(公斤/公斤)	管道直径(毫米)	输送距离		鼓风机	
								垂直(米)	水平(米)	风压(毫米汞柱)	功率(瓩)
6	压气式(在氮气介质中)	聚己内酰胺小片	3.0	30	—	2.7	90	18	590		
2	压气式(在氮气介质中)	聚己内酰胺小片	2.4	21	414	4.7	89	27 20	226 286		
6	压气式(在氮气介质中)	聚己内酰胺小片	3.0	21	414	0.49	89×8 108×5 127×5 140×6	15	582		
1	压气式(在空气介质中)	聚己内酰胺小片	1.5	31	3000	0.61	150×2	11	85		
6	压气式(在氮气介质中)	聚己内酰胺小片	3.0	30	414	5.9	90	15	590		
1	压气式(在空气介质中)	聚己内酰胺小片	3.0	30	600	4.1	90	22	66		
1	压气式(在空气介质中)	聚己内酰胺小片	1.8	31	3000	0.73	105	25	62		

表7所列日本气体输送会社设计的聚乙烯制品混和输送系统的主要技术特性。图4即为这几个系统的具体布置。

根据上列气力输送与聚乙烯制品生产工艺,可作下列进一步说明。

经K401A或K401B系统输送的聚乙烯颗粒,由一次挤压机出来,通过筛选、贮存、计量而后加入K401A系统管道,或K401B输送管道,并输送至抽气贮槽中的一个。当一个抽气贮槽装满以后,再换装另一个抽气贮槽。同时也可以在抽气贮槽或输送到临时贮槽进行暂时的贮存,待抽气贮槽用空后,临

时贮槽中的颗粒,可经K405系统回输到抽气贮槽。在这过程中,为了防止有害气体的积存,在挤压机挤压时由K411A或K411B系统排气。每个贮槽均有气体排除装置。在计量贮槽中还采用氮气冲洗。为防止在输送过程中产生静电,在进入贮槽前先经静电消除装置(图中DE所示)。

K402A-1和K402A-2两气力输送系统,是将经抽气贮槽加工后的聚乙烯颗粒输送到混合贮槽。

K402B-1和K402B-2两个气力输送系统,是在混合贮槽中进行循环混和,或将混

表 7 聚乙烯制品混和输送系统主要技术特性

内 容	系统序号						
	K401-A K401-B	K402A-1 K402A-2	K402B-1 K402B-2	K403A K403B	K404	K405	K406
产 量(吨/时)	8	50	50	7 28	7	28	28
输送速度(米/秒)	21	27	27	21 27	21	27	27
输送比(公斤/公斤)	6.3	8.3	8.3	5.5 4.64	5.5	6.64	4.64
料管直径(吋)	φ5"	φ10"	φ10"	φ5" φ10"	φ5"	φ10"	φ10"
主要部件	1.输送空气用装置: 过滤器, 消声器, 安全阀; 2.料管, 切换阀; 3.分料装置: 旋风分料器, 静电除尘器, 4.φ300气密转门出料口						
料管长度(米)	115	92	132	89	100	110	100
每米管道压损 (毫米水柱/米)	17~21	11~14	11~14	11~14	17~21	11~14	11~14
鼓风机	罗茨型	罗茨型	罗茨型	罗茨型	罗茨型	罗茨型	罗茨型
风量(米 ³ /分)	23	97	90	28 103	23	94	94
风压(毫米水柱)							
吸入	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100
吐出	+4900	+4900	+4400	+4400	+4900	+4400	+4400
功率(瓩)	37	110	110	37/110	37	110	110
配料点数	7	2	8	1	7	5	1

和完了的颗粒输送到粗制品贮槽。

由粗制品贮槽排出的粒状聚乙烯, 用 K403B 输送系统输送至包装处包装。如欲加工成精制品, 则经 K403A 输送进行二次挤压。粒状聚乙烯经挤压、筛选、贮存、计量, 加入 K404 气力输送系统管道, 输送到精制品贮槽, 或输送到临时贮槽, 或将不合格品输送到不合格品贮槽, 精制品则经 K406 输送到包装处包装。

由此可见, 整个生产过程是由七个气力输送系统联结起来的, 一旦气力输送系统出现故障, 生产就有可能受到影响。

从表 7 可以看出, 这些系统的主要参数, 特别是输送比的选取是较高的。由于输送比选择得较高, 因而设备的尺寸就显得较小。

另外, 设备的选配也较为齐全, 如输送空气均采取过滤、消声装置, 同时还设有安全阀。绝大多数切换阀都采取自动控制, 而尾气的处理也全部采用过滤器过滤。

气力输送在橡胶加工过程中也同样得到很广泛的应用。表 8 所示为英国萨依诺公司设计的吸气式气力输送装置, 用来输送合成橡胶和天然橡胶的颗粒, 其主要技术参数如表 8 所示。

表 8 中共列 15 个系统的数据, 其中 №1~4 是将输送颗粒从 4 个发料点吸送到 13 个中间贮存的贮槽。而系统 №5~12 是输送合成橡胶和天然橡胶的颗粒, 在计量贮槽中实现橡胶的混和。其余的系统 №13~15, 用于在第二阶段橡胶混合计量贮槽中输送轮胎混

表 8 英国萨依诺公司设计的气力输送装置主要参数

序号	输送距离 (米)		管道直径 (毫米)	空气速度 (米/秒)	空气消耗量 (米 ³ /小时)	输送比 (公斤/公斤)	功率 (瓩)	生产能力 (吨/时)
	高度	水平距						
1	18	405	176	51.5	4530	0.55	85	4.0
2	18	391	176	52	4530	0.55	85	4.0
3	18	440	176	52	4530	0.55	85	3.0
4	18	500	176	57	5040	0.89	92	3.0
5	15	95	125	53	2340	0.50	33	1.6
6	15	88	125	53	2340	0.71	33	2.0
7	15	216	252	42.5	8040	1.92	147	16.3
8	15	200	252	42.5	8040	1.92	147	18.0
9	15	228	125	61.5	2700	0.71	52	3.8
10	15	198	176	59.0	5190	1.83	100	11.4
11	15	162	125	57.5	2520	0.60	40	1.83
12	15	91	125	53.5	2340	1.04	33	2.93
13	18	208	176	42.5	3630	1.87	74	8.3
14	18	147	176	42.5	3630	2.42	74	10.7
15	18	120	176	40	3540	2.5	62	10.7

合物颗粒。

15个系统的任何一个系统，均由下列主要装置所组成：加料装置，贮槽切换阀，旋风分离器，袋式除尘器，三通管和真空泵。装置的主要操作是自动的，辅助操作则是手动控制的。

下面所示为英国设计的两个压气式气力输送装置，用以输送和混和聚苯乙烯半成品颗粒。聚苯乙烯颗粒的直径为3~6毫米。用以输送颗粒的压缩空气压力为294,300牛顿/米²，由旋转式压缩机供给。扇形加料器把加料器中的颗粒沿管道输送给一个计量贮槽。按贮槽分配物料，采用遥控操纵的二通切换，其主要技术参数如下：

生产能力(吨/时)	0.6
空气速度(米/秒)	37.5
空气耗量(米 ³ /时)	356
输送比(公斤/公斤)	1.7
管道直径(毫米)	51

输送距离(米)

水平	60
高度	26.3
一个发动机的功率(瓩)	5.5
输送物料单位能量损耗(度/吨)	9
装置时间利用率	0.99
两个装置的重量(公斤)	950

对于输送泡沫聚苯乙烯的装置，由压缩机、扇形加料器和两向切换阀组成。在泡沫聚苯乙烯车间中，利用五个吸气式装置(图5)来混和不同牌号的泡沫聚苯乙烯，并由振动筛送至联合包装机的贮槽。

直径3~4毫米的泡沫聚苯乙烯(比重1.05克/厘米³)，由振动筛1通过喷嘴加料器2，由管道运到包装贮槽4，在系统中用喷射器3造成必要的真空。由于没有细小的灰尘，因而也无需尾气处理装置。

装置的主要技术特性如下：

生产能力(公斤/小时)	140
-------------	-----

空气速度(米/秒)	10
空气耗量(米 ³ /时)	45
输送比(公斤/公斤)	2.5
管道直径(毫米)	40
运送距离(米)	
水平	4
高度	3.5

在化学工业中,把气力输送与化学工艺相结合,除了实现干燥、冷却、分级、混和等以外,还有其他特殊的用途,如在催化裂化作业条件下,应用过热蒸汽的输送流循环输送催化剂。近来,为实现多相的传热、传质以及松散物料的混和,开始采用逆向喷射方法等,将输送过程和工艺要求适当地结合起来。

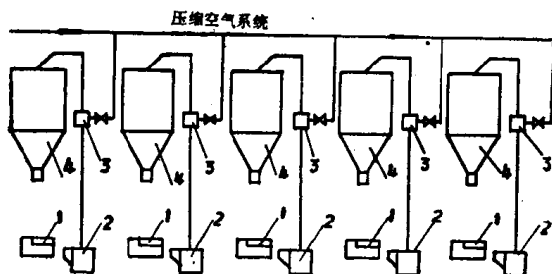


图 5 颗粒状聚苯乙烯自集料处气力输送至自动分量包装贮槽
1. 振动筛 2. 供料装置 3. 喷射器 4. 自动分量包装贮槽

2. 气力输送在粮食加工企业中的应用

远在1893年,英国第一次采用气力输送粮食制成了空气卸粮船。由于这种气力设备(吸粮机)有着不受船形和水位限制,可进行风雨作业,节约劳动力,改善劳动条件,在输送过程中可进行谷物的清理和杀虫等显著优越性,本世纪初以来,这项技术在西欧、北美、苏联和日本等得到了广泛应用,差不多已代替了其他型式的卸粮设备。

在粮食加工厂内部,瑞士于1943年建立

了第一个气力输送的面粉厂,简称气动粉厂。三十年来,在国外粮食加工厂中,气力输送发展极为迅速,在面粉厂、杂粮加工厂、混合饲料厂和大米厂都得到了应用。在面粉厂应用和发展尤为突出。瑞士、英、西德、苏、美等国,六十年代起兴建的面粉厂均采用气力输送,并有大批老厂由升运机改建为气力输送。采用气力输送的粮食加工厂的比例每年都有增加。据美国杂志报导,从1943年到1961年,全世界新建和改建了两千多个气动粉厂,其中最突出的是瑞士的布勒厂。该厂创建于1861年,1943年在本国建成第一个气动粉厂后,便开始向国外扩张,在别国兴建和改建了大量气动粉厂,到1951年已建成气动粉厂两百多个。1951年以后,发展更为迅速,在1951~1961年的十年间,它又建成了600个气动粉厂。英国的西蒙厂和西德的米阿格厂,也兴建了很多气动粉厂。

苏联第一个气动粉厂(粉间)改建于1950年,第一个气力输送麦间改建于1954年。气动粉厂开始是从农村粉厂逐渐发展到中型厂(200吨/日)的,近年来大型厂(500吨/日)也有开始采用。从1950年到1960年的十年中,苏联共兴建了70个气力输送粮食加工厂,其产量占总产量的10%,此外又兴建了100多个农村气动粉厂(日产量50吨以内,有两、三台磨粉机)。1961年投产的日产1,500吨的莫斯科第四面粉厂,是苏联最大的气动粉厂。

美国在1951年才只有一个日产180吨的气动粉厂和一个玉米气动粉厂,而十年后加工小麦的气动粉厂增加至50个,加工玉米的气动粉厂增加了7个。直至1971年,美国已有225个气动粉厂。

图6所示为苏联日产200吨/日的气动粉厂的布置图^[5]。图中可以看出,均为单支垂直管输送系统。

图7为日本大阪粗米仓库气力输送装置实例^[6]。