

氧化铝生产
工人教材

压缩空气输送机

国营氧化铝厂 編

冶金工业出版社

壓縮空气輸送机

国营氧化铝厂

編輯：王迺彬 設計：朱英 校對：吳研璞

— * —

冶金工業出版社出版(北京市灯市口甲45号)

北京市書刊出版業登記證出字第093号

冶金印刷厂印 新华書店發行

— * —

1959年6月第一版

1959年6月北京第一次印刷

淨數 3,920 册

开本 787×1092 · 1/32 · 15,000字 · 印張 10

— * —

統一書号 15062 · 1619 定价 0.10 元

出版者的話

自从党中央和毛主席向全党和全国人民提出了技术革命与文化革命的偉大号召后，在广大工人、农民、机关干部、学生中間很快就掀起了学习技术的高潮。全国各地大量兴办中小型铝厂，因此，須要培训大量的技术工人，这些企业的领导干部和管理人員，也迫切要求学习和掌握技术知識，以便在工作中做出更大的贡献。为了适应这方面的迫切需要，我們特請国营氧化铝厂在百忙中組織編写了这套氧化铝生产工人教材。这套教材可作为氧化铝厂工人技术学校或訓練班的教材，也可供有关企业的一般工作人員自学参考之用。

这本“压缩空气输送机”是由国营氧化铝厂王明河同志整理，由邱頤昌同志审訂。書中簡短地介紹了输送氧化铝所用之压缩空气输送机的構造、工作原理、操作方法、故障处理法以及安全規則等。

本書由于編写与出版時間倉促，一定有不少缺点和錯誤，希讀者指正。

目 录

概說	1
第一章 压缩空气输送的基本原理	3
§ 1 管道内的流体力学原理	3
§ 2 气体沿管道流动时的特性	4
§ 3 固体在空气流中的运动	4
第二章 倉式空气输送机的構造	8
§ 1 压缩空气输送机的种类	8
§ 2 倉式空气输送机的構造及各部零件之作用	9
第三章 操作方法和维护检修	17
§ 1 倉式空气输送机操作人员的基本职责	17
§ 2 倉式空气输送机操作规程	18
§ 3 不正常情况的分析及处理方法	20
§ 4 值班与交接班工作	22
§ 5 安全規則	23
§ 6 材料消耗和机件的检修	24

概 說

近年来在水泥工業和冶金工業及食品工業上，关于生产粉狀、小塊及小整体物料的輸送工作，都采用壓縮空气輸送。

壓縮空气之輸送原理，主要是沿管子用強力的壓縮空气能使粉狀小塊及小整体物料悬浮在空气流中和空气流均匀混合被輸送到終点。

采用空气流輸送与不同机械輸送相比时，虽然空气流輸送 1 吨/公尺物料較机械輸送价值高些，在特殊情况下，因空气設備及配管的昂貴及机械动力的消耗大，也是值得的。

壓縮空气輸送裝置較机械輸送裝置具有下列优点：

1. 壓縮空气輸送裝置佔据地方小，并适合任何地方条件（不受任何地形凸起的影响，輸送斜度也不受限制）；
2. 采用壓縮空气輸送裝置，其生产設備的佈置形式可以占到最理想的程度；
3. 輸送距离超过 100 公尺时，壓縮空气輸送裝置較机械輸送裝置經濟得多；
4. 壓縮空气輸送裝置可以减少因物料輸送的磨擦作用所引起的损坏，同时仅需要少数的管理人員；
5. 采用壓縮空气运输时，輸送量大；
6. 采用壓縮空气輸送时，既簡單又方便；
7. 壓縮空气輸送裝置很衛生（特別是有毒性生产上更为重要）；
8. 采用壓縮空气輸送裝置可以做到高度的自动化，同样空气輸送裝置的配管在大多数的情况下，是在空中

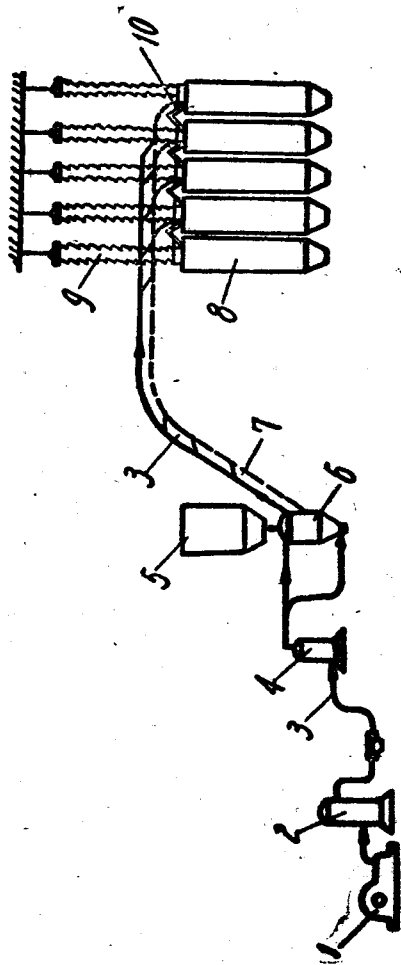


图 1 压缩空气输送流程图

1—空气压缩机；2—贮气罐；3—空气管道；4—过滤器；5—物料料斗；6—空气输送管；7—输送机；8—物料管；9—料容器；10—过滤器

架子上或棚下及地板下通过工作场所，并和大输送量的机械输送机及搬运机相比尺寸小，所以在工作场所中占地不大，这也是压缩空气输送装置的重要优点。

压缩空气输送装置的主要部分包括空气压缩机、仓式空气输送机、输送管道及其他零件等（圖 1）。

采用空气压缩输送，应避免物料中含有水分，因此在压缩空气输送时，由压缩机出来的压缩空气在进入空气输送机以前，必须在空气输送机附近经过特制过滤器过滤，清除空气中的油和水份。

第一章 压缩空气输送的基本原理

§ 1 管道内的流体力学原理

压缩空气输送装置的作用，主要是利用空气流的力量将物料粒子输送至相当远的距离，因此在压缩空气输送装置的管道中要造成人工的空气流以输送物料粒子，其造成空气流的条件之一是在管道各端造成有若干差别的压力。

我們知道，空气中分子彼此之間处于静止状态时所显示出的压力在流体力学中称为静压力。这种压力造成空气中的位能。空气中分子彼此之間处于运动状态时所显示出的压力称为流体压力。这就是空气流在管道里对于管壁作用的可变压力。

測量流体压力的地方，就可以决定空气流的位态。

在不同的直綫气流中流体压力与空气速度之間的关系可用下列方程式表示：

$$P + d \frac{v^2}{2} = \text{常数}$$

式中： P ——空气的流体压力；

d ——空气的密度；

v ——空气的速度。

§ 2 气体沿管道流动时的特性

前节所述关于流体压力与空气速度的关系所总结出的方程式，是假定运动流体为非粘性的，并且空气分子彼此之间没有摩擦力，但实际上，所遇到的气体均是有粘性的，因此必须考虑此情况。

我们知道，粘度就是当气体两邻层相对运动时所呈现出的内部摩擦，该摩擦决定于各分子之间的内聚力。

根据牛顿定律，内部摩擦力，即液体或气体的一层和另一层相对运动时所呈现的力量，与运动的相对速度及各层的表面积的大小成正比，并决定于液体或气体的性质。

§ 3 固体在气流中的运动

这里，我们讨论一下任意一物体在水平管道里气流中流动时的现象。

当输送粉状物料时，由于物体微粒的大小较管道要小得多，则假定该微粒位于气流的中心部分而不考虑管道壁对它在气流中流动时所发生的影响。空气的分子与物体表面相遇于 A 点，然后沿着物体表面运动，遂改变其原来的运动方向，因而也不影响与物体直接接触的邻近空气分子的运动（图 2）。

空气分子的运动速度在 AB 部分增加，并且在 B 点变为最大。

由于物体 B 点处形状变曲，空气分子在横性作用影响之下，即离开物体的表面，因此结果在 B 点之后即形成

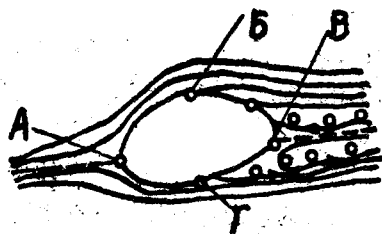


图 2 因气流破坏所形成的物料微粒对称流动情况

真空。在此真空部分，开始吸入物体后面的空气，该空气之分子即遭遇到一股气流，遂被携走，并在此破裂点之后形成涡流。

由于涡流运动使大量空气分子逐渐地被吸入涡流中，以致于涡流不可能保持在物体表面上了，而脱离开物体顺着气流的方向前进；此时该处又成为真空代替了离开的涡流，重新再吸入空气，再形成涡流，这种过程重新开始。由于全部气流动量的改变（减少）使形成涡流的过程反复进行。

由于这种气流量的改变，物体对气流产生外力，因而对气流引起恒量，也就是物体对气流的作用。这种作用的方向与气流的方向相反。气流对

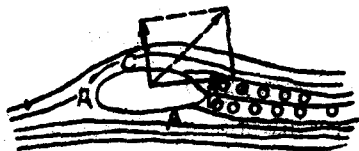


图 3 气流对物体的动压力

物体的作用也是如此，即是气流对物体所有动压力的合力，其大小与物体对气流的作用力相等，其方向则与物体对气流作用的方向相反。

已知物体表面 AB 上压力差，即可确定所有压力的合

力。同时必須記住，表面上 AB 压力大于 BC 上的压力，此压力之差將由于渦流的破坏而成为週期性的变化。气流对物体表面的压力——合力綫称为气流对物体的动压力（圖 3）。

除气流对物体的动压力之外，气流分子与物体表面之間的摩擦力的合力綫对物体也有作用。当物体表面不光滑，气流流动也很对称时（沒有股流破坏），則只能引起摩擦力；但假若物体表面光滑，气流流动也不对称，这时就帶有股流破坏的流动时，有一定数值的动压力。因此物体的形狀与其在气流中的位置有很重要意义。假若物体分佈在气流中比較均齐，則其压力將接近于气流的中心方向，假若物体或速度的分佈在气流（即碰到物体之前的气流）中不均齐，則其压力的方向將与空气流的中心形成一角度，同时此压力成为兩分力：一为正压力（与气流方向一致），一为上昇力，垂直于气流的方向（上昇力向着流速大的方向）。

正面压力 当物体随气流作对称运动时，气流中心綫与 X 軸的方向一致，正面压力与物体对称軸的最大断面面积（物体的投影面积，該投影面积垂直于空气气流速度的方向）及气流对物体的动压力成正比。也就是正面压力与空气的比重，物体断面面积和空气的速度成正比。

上昇力 如上所述，当物体不对称或气流对其中物体的位置相对地不对称时，即产生上昇力。当压缩空气輸送时，物体不对称的情况不是主要的，因此所确定的主要的上昇力是由于气流的不对称而引起的。

当物体接近于管道的內表面或位于管道的內表面之上时，就發生这种不对称的气流，由于物体表面与管壁間的渦

流的破坏而形成真空，因此上昇力的作用是从下向上的。

浮送速度 假若取任意一固体放于沿着垂直向上流动的空气流中，則該固体处于两种力的作用之下，一种是物体本身的重力，迫使物下降，另一种是气流的压力，携帶物体上昇，即气流的上昇力。

假若以一定速度运动的气流的力量大于物体本身重力时，則物体將以相当的速度向上移动；在管道中的物料如遇此种流速的气流时，便將像蒸汽一样，处于悬浮状态，此即称为浮送速度。

混合物的濃度 在單位時間內通过管道断面的物料数量与空气数量的比值称为混合物的濃度。

重量濃度 如以重量比值表示混合物的濃度，則称为重量濃度。

容量濃度 如以容量比值表示則称为容量濃度。

輸送速度 如上所述，輸送物料的气流速度（一般大于浮送速度）决定于物料顆粒的大小，因为顆粒愈大，則与物料比重有关系的浮送速度也应愈大。

粉狀物料的流动速度可以使物料微粒具有动能的空气速度确定之。当輸送空气与物料的混合物时，任何压缩空气輸送裝置的空气速度將有所改变，因为空气能量的損失引起了压力的变化，所以空气速度沿管道的長度而变化。

同时，在压送裝置中，其在装料处的空气速度为最小，而在卸料处的空气速度为最大。

各种不同的微粒以不同的速度流动，因而不論在气流中或其对于管道壁均將增加內部摩擦，其結果也就引起相当大的压头損失，因此必須增加空气的压力补偿此种損失。

在输送管道内，输送的初速度的变化决定于下列各项因素：

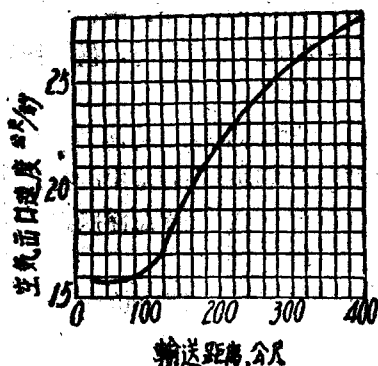


圖 4 出口速度与输送距离的关系

空气的混合物从输送管道中排出的速度。

圖 4 中的曲綫表示气流的出口速度，随输送距离增大而增加的摩擦阻力之間的关系，应以增加气流的速度来弥补之。

1) 因物体的表面形状与物料比重所引起的摩擦阻力；

2) 由于输送距离的关系而引起的压力降低；

3) 空气的压力。

初速应大于浮送速度，应根据所必需的出口速度来确定初速，其出口速度也就是物料与

第二章 倉式空气输送机的構造

§ 1 压缩空气输送机的种类

压缩空气输送机又叫做吹灰机，从結構上来分，可分为两种形式。

第一种是螺旋空气输送机，螺旋空气输送机从安裝形式上又可分为三种：

1) 固定式螺旋空气输送机；

2) 移动式螺旋空气输送机;

3) 立式螺旋空气输送机。

第二种是仓式空气输送机，仓式空气输送机从结构上看，也可分为二种：

1) 单仓式空气输送机，又可分为固定和移动的二种安装形式；

2) 双仓式空气输送机，也可分为固定和移动的二种安装形式。

这里我们只就仓式空气输送机的构造和各部零件的作用及操作程序等加以介绍。

§.2 仓式空气输送机的构造及各部零件之作用

上述仓式空气输送机虽然分为二种，可是它们的构造上大体相同。单仓式是由一个仓体所组成的吹灰机。而双仓式则是由两个仓体所组成吹灰机。

固定式的是把单仓或双仓空气输送机安装在一定的位置上而不能移动。

移动式的则是把单仓或双仓空气输送机安装在有一定活动范围的铁轨上，可以移动地使用。

仓式吹灰机的性能大致如下：

如果输送管为4吋或5吋的，输送距离是60米左右，输送高度15米左右，总风压为4至5公斤时，每输送一仓只需5分钟左右的时间，每输送一吨物料需风量20立方米左右。单仓式吹灰机的效率每小时约50吨左右。

如果输送管为4吋或5吋的，输送距离是250米左右，输送高度约25米，风压为4至5公斤时，每输送一仓物料

需要 6 至 7 分鐘的時間，每輸送一噸物料需風量約 80 立方米左右，單倉式吹灰機的效率每小時約 40 噸左右。

操作中分兩步驟即裝料與吹送。裝料與吹送均人工操作。

倉式吹灰機的構造如下：

1. 倉體 倉體本身是由 19 毫米厚的鐵板焊接而成，倉體分為兩部分：上部分是圓柱體，內徑是 1975 毫米，高是 1395 毫米；下部分是圓錐，圓錐角為 60 度，高為 1000 毫米。總高是 2395 毫米，倉體的容積是 4.516 立方米。裝氧化鋁時，可裝 4—4.5 噸，裝水泥時，可裝 5.5—6 噸。

2. 出灰管 出灰管分為兩部分：第一部分是 6 吋的管道伸在倉內與倉底有 160 毫米距離，管道的倉底部分為喇叭形，當倉內物料和空氣混合後，由於空氣之壓力將混合之物料從喇叭口處進入出灰管道內，被送到吹送管中。第二部分是吹送管，吹送管道為 4 吋或 5 吋的，接在倉體的外面通向輸送終點。混合物料進出灰管道再經過吹送管道到輸送的終點。

3. 吹灰閥 在倉內底部的出灰管道喇叭口下面，閥內有六根彈簧向下頂住，當吹送時打進風傘形閥時，由於空氣之壓力將閥頂起，而進行吹送。停吹彈簧復原把傘形閥關閉，彈簧立即伸張而將吹灰閥關閉，以防止物料返入風管內。

4. 吹松管 安裝在倉內圓柱與圓錐接頭處，圍繞倉壁一週，吹松管是 1 吋的，下面有 $1/2$ " 的小孔，小孔與小孔之間間隔是 20 公分，其作用是將倉內物料吹鬆動，使物料與空氣

均匀混合并压向下面。吹送时，压缩空气从吹灰阀和吹松管同时进入仓内，进行吹送。

5. 进风伞形阀 进风伞形阀装在仓体的后面进风管道上；其形状如伞。伞形阀上面是压盖，压盖中间有一小孔通控制伞形阀的空气管，压盖下襯有橡皮膜，两者以螺丝联结在铁架上。橡皮膜下有較小的托盤，托盤頂在軸上，軸之中部套有彈簧，軸之下端（管内）有一銅盤，銅盤上箍有橡皮圈，橡皮圈上面有銅的压板用螺丝压住；在这上面之軸上套有鋼管，它可使此阀关闭时不致过紧而將橡皮圈压坏。当打开减压空气控制开关时，空气將橡皮膜連托盤压向下面而打开阀心使高压空气进入仓内，进行吹送。当控制开关关闭时，由于彈簧之伸漲恢复原状，关闭阀心。

6. 逆止阀 逆止阀装在进风管道上，上面有一活門，打开伞形阀时，由于空气之压力將活門頂开，空气进入仓内。如果因其它原因在吹送时，压缩空气突然降低，此时仓内压力高于風管内压力，立即將活門关闭，防止物料返回到風管内。

7. 人孔門 人孔門在仓体的側面，人孔盖須用螺丝把它盖严，裝物料即可吹送。但当檢修时則可經此人孔盖进入仓内进行檢修。

8. 活塞开关 活塞开关装在仓的側面，为一鉄的圓筒，中間有活塞，活塞杆上套有彈簧，上端联着联杆，联杆通入仓内的一端裝有裝灰阀。圓筒的下端裝进風管，另有一小考克（放水用）。当打开裝灰控制开关时，空气即进入圓筒内，迫使活塞向上移，此时帶动联杆將裝灰阀打开，进行裝料。当裝滿倉时，关闭裝灰控制开关空气排出，此时由于彈

簧之漲力使活塞回到原來位置而將裝灰閥關閉。

9. 吹灰控制開關（為三通考克）用以打開進風傘形閥，使空氣進入倉內，進行吹送。控制開關閉後，由於傘形閥閥杆上的彈簧漲力而將閥心關閉，即停止吹送。

10. 裝灰控制開關（為三通考克）用以打開活塞開關的同時，也就打開裝灰閥及透氣傘形閥，進行裝料。當關閉裝灰控制開關時，即將裝灰閥和透氣傘形閥關閉，停止裝料，即可吹送。

11. 濾灰器 安在總風管道和控制風管的聯接處，外殼是銅的圓筒，圓筒內中間裝有銅的圓筒，在銅圓筒上有很多小孔，在銅圓筒內襯有濾灰毡，用它來保護控制管之壓力表，防止空氣中的油、水進入壓力表內，使壓力表失靈。

12. 裝灰吹松管 裝在貯倉下料口的球形閥上部，其用途是吹松料子，以免料子卡住而下不來，同時可以增加料內壓力加快裝料速度。

13. 總壓力表 裝在總風管道上，其用途是看來風壓力高低與變化，能否適應吹送的要求，防止在吹送時發生問題。

14. 減壓閥 用來控制傘形閥及活塞開關的，即是將高壓空氣減到 1.5 公斤/平方厘米，以免因壓力過高，將傘形閥的橡皮膜吹破，影響生產。

15. 小安全閥 它是配合減壓閥使用的，當減壓後的空氣超過 1.5 公斤/平方厘米時，這時空氣將小安全閥自動頂開放出，使減壓空氣仍能保持 1.5 公斤/平方厘米的壓力。

16. 控制壓力表（減壓表）用來觀察減壓後的空氣是否保持在 1.5 公斤/平方厘米，因壓力過低，則活塞開關及傘形閥就不易打開，壓力過高時，就容易將傘形閥的橡皮膜吹破，

影响輸送。

17. 透气傘形閥 它的構造与进風傘形閥相同，比进風傘形閥較小些，裝于倉頂与出料管道的連接管上，其作用因裝料时有部份空气同时进入倉內，由于透气傘形閥与裝灰閥同时打开，此时进入倉內的空气，由透气傘形閥中跑出。

18. 裝灰閥 裝在倉內頂部的中央，是个鉄的圓錐体，裝于活塞开关的联杆上，有三角架支住，裝灰閥上面进料口的四週嵌有橡皮圈，以便在关闭时能关得严。

19. 安全閥 在倉上面以槓杆式的一端支于倉上，在倉內压力超过 5 公斤/平方厘米时，閥自动頂开，使倉体不致爆破。

20. 手攪探料器 在倉上面，探料器的軸承通入倉內，軸之下端（倉內部分）裝有長方形的鉄板，上端（倉外部分）有凡而盤，其用途在于裝灰时用手攪轉凡而盤，測探倉內料子裝滿与否。

21. 倉上压力表 其用途是观察倉內压力升降变化，观察吹送情况是否正常，倉內料子是否吹空，压力表裝在濾灰器上。

22. 飼料机 安在倉的上面与貯料倉的下面的接头处，是个圓筒，圓筒的兩端有軸承，軸裝入筒的中央支于兩端的軸承上，軸上焊有与軸平行的鉄棍，飼料机由三匹馬力的馬达帶动，馬达接有减速齿箱，飼料机的轉数为每分鐘 50 轉，其用途在于使料子活动、防止料子停滯不流而影响裝料。

23. 補助風管 補助風管裝在貯倉附近与出料管平行，用一时管道分节与出料管連通，每节都有考克来控制將出料管一节一节地吹通。

24. 球形閥 裝在貯倉的下料口处，形狀像一个球体，兩