

氧化铝生产
工人教材

泵浦与管道

国营氧化铝厂 編

 冶金工业出版社 

职业技能培训
工人教材

泵浦与管道

—— 第二版 ——

中国石化出版社

泵浦与管道

国营氧化铝厂 編

編輯：王冠彬 設計：周广珍、朱駿英 校對：刘藹芸

冶金工业出版社出版 (北京市灯市口里45号)

北京市書刊出版業營業許可證出字第093号

冶金工业出版社印刷厂印 新华書店发行

1959年4月第一版

1959年4月 北京第一次印刷

印数 5,000 册

開本 850×1168·1/32·40,000字·印張1 14/8

統一書号15062·1558定价0.19元

出版者的話

自从党中央提出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。全国各地在大量兴办中、小型鋁厂，为此，須要培訓大量的技术工人，而且这些企业的领导干部和业务人員，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，我們特請国营氧化鋁厂組織編寫了这套氧化鋁生产工人教材。

书中簡明地叙述了氧化鋁生产中所用各种泵浦的特性、构造、基本原理、优缺点及常用的管道与管件等，书中並介紹了泵浦与管道的技术操作方法与維護檢修等。

本书可作为氧化鋁厂工人技术学校或訓練班的教材，並可供氧化鋁厂一般干部及工作人員自学之用。

这本“泵浦与管道”是由国营氧化鋁厂王澤孔同志整理，由張玉椿同志負責审訂的。

本书由于編寫与出版时间仓促，一定会有不少的缺点和錯誤，希讀者指正。

目 录

第一章 泵浦与管道在氧化铝生产中的应用	1
第一节 氧化铝生产过程中所用泵浦的种类	2
第二节 液体在泵浦中的运动过程	2
第三节 泵浦的水量、水压、功率和转速的关系	7
第四节 离心式水泵的主要结构和它们的作用	10
第二章 离心泵的优缺点及其应用	12
第一节 离心泵的优缺点	12
第二节 离心泵的应用	13
第三节 离心泵的并联和串联	13
第三章 氧化铝生产过程中所用泵的种类及其性能	19
第一节 溶液泵	19
第二节 泥浆泵	30
第四章 泵浦的操作	34
第一节 泵浦开停車	35
第二节 泵浦正常运转中应注意的事项	37
第三节 泵浦在运行中的故障原因和处理方法	39
第五章 管道	44
第一节 管道的种类和规格	44
第二节 管道的选择	44
第三节 管件	45
第四节 管道的清理周期	47

第一章 泵浦与管道在氧化铝生产中的应用

在氧化铝生产过程中泵浦及管道占有相当重要的地位，它担负着供排水与整个流程中的溶液及料浆的输送。现代工业要求：简化操作工序及改善工厂区域的卫生环境；减少物料因粉尘飞扬而造成的损失，因而在生产过程中原有的干法输送能够改为湿法输送的，都已改进。这样泵浦的利用则更为广泛，尤其是在氧化铝生产过程中的提炼部份更为重要，因为在提炼部份流程中所有物料都呈溶液及泥浆状态存在，因而生产过程中每一个段落，每一个工序以至每一操作岗位输送任务，几乎完全是由泵浦与管道来担任。它在内所起的作用恰似人体内的心脏与血管。心脏与血管在人体的作用是众所周知，心脏不跳动，血液就不循环，人则遭到死亡，血管故障，血液亦同样不能循环以致局部或全部人体遭到损失或破坏。

泵浦与管道在生产过程中与心脏及血管的作用是一样的，在提炼部份若那一段落或那一岗位的泵浦发生了故障，则这一工段、这一岗位的物料输送不出去，使后面岗位待料停车，而前面岗位所产物料到这一操作岗位就被阻挡积压起来。因为在生产过程中，全部是连续性的，而且连续性特别密切，物料贮存设备并不会那么多，因此在其中某一部份的泵浦或管道不好用或发生故障时，则使前、后岗位的生产都会受到影响，或被迫停产。因此泵浦与管道在生产过程中，占着极重要的地位。另外由于每一台主机的开停都与泵浦有

密切关系，因此，操作泵浦的人员必须密切配合主机的工作并加强保养及随时检查，防止发生故障。

第一節 氧化铝生产过程中所用泵浦的种类

在生产中所用的泵浦，除个别油泵以外，通常是采用离心泵。根据生产过程中所送物料不同，所采用的型式及规格亦随之而异。一般可分为水泵、高压水泵、溶液泵、料浆泵、油泵等。此外根据物料的性质、温度、液固体量，扬程高度，管路长短等，又采用同一类型的不同泵浦，兹分别加以说明。

1. 溶液泵 在生产中由于溶液的种类很多，各种溶液有它不同的粘度、温度，再根据所送物料的路程远近、位置高低、量的大小等，分别采用， $\phi 3'' \times 4''$ 泵， $4''$ 泵， $6''$ 泵（注*）8K—12、6K—12、4K—8A（注**）等，根据生产需要，部份工序还可以采用Ⅱ型泵，其所用的规格是10Ⅱ—6A，与6Ⅱ—6的泵浦。

2. 泥浆泵 亦是根据料浆的性质，液固比的大小，管路的长短，工作压力的高低而分别采用 ZS—150， $\phi 6'' \times 4''$ 与 $\phi 4''$ 及 SP 型的泥浆泵等。

第二節 液体在泵浦中的运动过程

在泵运转之前，泵壳内部充满了液体将叶轮全部浸没，

注*： $\phi 3''$ ， $\phi 4''$ ， $\phi 6''$ 是泵进口及排出口分别为 $3''4''6''3'' \times 4''$ 是进口 $4''$ 出口 $3''$ 之意。

注**：8K—12，6K—12，4K—8A，是根据国家企业制造泵浦的标准所制造的泵浦，统称为 K 型。

当泵运转后，叶輪順它规定的方向运动，叶輪中的液体被叶片扰动发生迴轉运动，因而产生离心方向的压力，即离心力*使液体从叶輪內飞濺出来流到泵壳的螺絲形的槽道內再順輸送管送出，当液体从叶片中飞濺出来时，在叶輪的中心就造成低压作用，液池面上的压力（或液体位置高于泵浦中心綫时本身所具有的压力）就迫使液体进入泵浦的叶輪中心的吸入口，这样液体从液池被液面的压力压送入泵的叶輪中心然后被离心力从叶輪压出泵室而順輸送管压送到需用处。

一物体沿着一中心旋轉时，所产生的离心力，是从旋轉中心向旋轉边缘方向作用的。液体亦是这样的，如有一滴液体由叶輪带着它迴轉时，就产生从叶輪中心向叶輪周边的离心力，如图1所示。

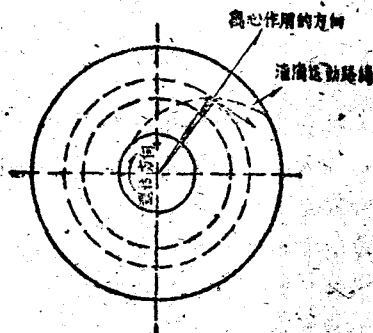


图1 离心力作用示意图

和液滴在同一圓周上的所有其他液滴也都以同样速度迴轉着，这些液体都和它一样产生离心力，使他們本身有向外抛出的趨勢。处于这一圓液滴以內的液体也是同样地在迴轉着并且产生离心力，

*离心力是一物体围绕一中心旋轉的时候所发生的一种使物体极力想脱离开这一中心的力。如用一段綫拴着一个石块，使石块绕着手作圓周运动，那么只要一松手时，石块便会脱离圓周运动而向外抛去，这种使石块向外抛去的力就叫离心力。

只是因为半径較小，所产生的离心力亦較小。在这圈液滴以外的情况也和上述一样，由于它們距离中心較远就产生更大的离心力而要从叶輪內向外方冲出，而且越靠近叶輪邊緣的液滴离心越大。因此单位体积水滴的离心力越大，那么它的压力在物理学上把作用在单位面积上的力称压力也越大。液体从中心移动到叶輪邊緣时，离心力逐漸增大，也就是压力逐漸升高*，压力的升高值，可按式求出。

$$\text{压力升高值} = \frac{\text{液体重度}}{9.8} \times (\text{叶輪廻轉的角速度})^2 \times \frac{(\text{叶輪外半径})^2 - (\text{叶輪內半径})^2}{2}$$

按上式計算的压力升高值还是理論上的，实际上是达不到这样大的，因为实际上，这是种理想的具有很多极薄叶片的叶輪是不可能制造出来的，因此叶輪的功能不可能全部传给每一滴液体而使它发生均匀的速度。水的速度既不均匀，流动液体相互間就会发生摩擦，同时在实际制造上，叶片表面总达不到绝对光滑，因之叶片和叶輪內面和液流之間也会发生摩擦，而会造成很大損失。其次叶片曲面的形状对于压力也有很大关系，如果叶片的弯曲形状制造得不合适，也能使液体通过时发生阻力而損耗功能。所以在制造上总要求叶片和液道（叶輪內之通道）的表面很光滑；而且叶片的两端要很尖锐，以減少摩擦損失。

叶片的形状可分成前弯形、輻射形和后弯形三种（如图2）。

* 实际上叶輪中的水是产生着很高速度的，这个速度在导輪中慢慢降低，再轉变成压力，现为了简单起见，不談速度和压力間的轉換关系。

根据理論和实际經驗証明，采用后弯形的叶片时，功能損失最小。所以現在的水泵叶片总是作成后弯形的。

水从叶輪出来时得到叶輪所傳給它的功能，虽然其中有一部份已轉变成了压力，但是仍有着很高的速度（它的絕對速度可达每秒 50 公尺）速度越高，流动时，所受的損失越大。所以为了提高效率，就装置一种导水的設備称为导輪（或固定叶輪）。使液体速度降低到每秒 1~5 公尺以內，同时使速度的动能轉变成相当高压力的位能。

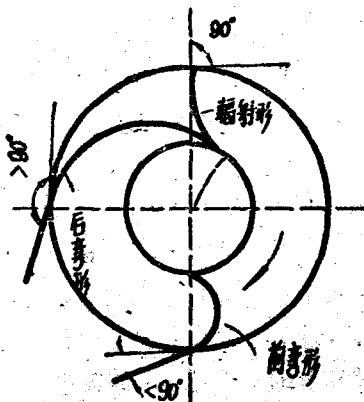


图 2 叶片形状

液体离开叶輪时，有着一定的运动方向，为了使它进入导輪时不受很大阻力。导叶的入口角必須制得和水流运动的方向相符合，导叶的形状必須和液流的路綫相对应，导叶出口部份的形状必須和螺旋形泵壳內設計的水流速度和方向相对应。

根据計算，液滴在导輪中的运动路径是一条螺旋綫（如

图3中虚线所示)。所以导叶也必须按着这种形状制造，使它的通道断面积平缓，均匀地扩大，才能使液体在流动时速度能变成压力，不致发生撞击或涡流等损失。在制造上对导叶的要求也和叶轮一样要求叶片的形状正确、表面光滑，以减少摩擦损失。

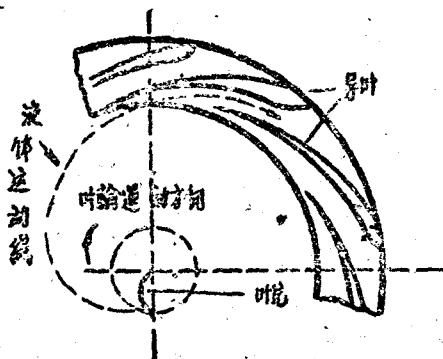


图3 液滴在叶轮中的运动路径和导叶的形状

水泵的泵壳内的通道都是作成逐渐扩大的螺旋线形状，所以通常把它称作螺旋形泵壳。

泵壳作成螺旋形的原因是：1) 液流进入泵壳内的运动路线也是呈螺旋线状的，泵壳作成这样形状就可以减少撞击损失和避免发生涡流；2) 因为叶轮的四周都在出水，由某一点出来的水沿着泵壳运动到另一位置时，叶轮（或导叶）又送出来一部份水，因此泵壳内的通道必须适当扩大才能容纳这部份新来的水。而在此叶轮运动方向上的另外一点处又必须接纳叶轮（或导叶）在该点处所溢出的水量。为了使叶轮在各处所输出的液流不致受到很大的阻力，所以泵壳内的通

道必須作成逐漸擴大的形式，因而它的外形就要成為螺旋形。

液流經過螺旋形泵壳后；就達到出口管，這時它已具有很高的壓力。

第三節 泵浦的水量、水压、

功率和轉速的關係

上述水泵所以能夠輸送液體是因為葉輪在旋轉時帶動液體一同旋轉，而使液體產生了速度和壓力的緣故。葉輪的轉速越高，其中液體的運動也越高，水流動得越快，在一定時間內通過泵浦的液量也越多，也就是泵浦排液量越多。由此可知水泵的排液量是和轉速成比例的，通常用文字符號 Q 表示液量， N 表示轉速，公式如下：

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{N_1}{N_2} \text{ 或 } Q_2 = \frac{N_2 Q_1}{N_1}$$

式中 Q_1 是當轉速為 N_1 時的排液量， Q_2 是當轉速為 N_2 時的排液量。利用這個公式可以大致地計算出水泵在降低或升高轉速後的排液量。例如，假定某一泵浦在 1450 轉/分鐘時的排液為 29 噸/小時，現轉速降低至 1200 轉/分鐘，那麼此時的排液量是多少？按上公式求得：

$$Q_1 = 29 \text{ 噸/小時}; N_1 = 1450 \text{ 轉/分鐘}; N_2 = 1200 \text{ 轉/分鐘};$$

$$\text{則 } Q_2 = \frac{N_2 Q_1}{N_1} = \frac{1200 \times 29}{1450} = 24 \text{ 噸/小時}$$

欲由每小時排液量求體積（立方公尺）時，可用液體的比重去除噸數。例如，液體的比重 $d = 1.2$ ，求每小時輸送多

少立方公尺？則變速後，每小時所輸送 $\frac{24}{1.2} = 20$ (立方公尺)。

葉輪轉速變更的時候，除了排液量，隨着變更外，排液的壓力也同時發生變化。壓力是由液體流速轉化而成的，根據水力學的理論，這時所得的壓力和液體流速的平方成正比。液體流速又是隨轉速而變更的，所以可以得到下述的關係，即泵的排液壓力和轉速的平方成正比。通常水压用符號 H 表示，其壓力的變化可用下列公式表示：

$$\frac{H_1}{H_2} = \frac{N_1^2}{N_2^2} \text{ 或 } H_1 = \frac{N_1^2 \cdot H_2}{N_2^2}$$

式中 H_1 是轉速為 N_1 時的水壓， H_2 是當轉速變更為 N_2 時的水壓。

從上面公式可以知道：轉速變更時，泵浦的排液量和壓力同時變化。如果轉速變化時，水泵的輸水高度不變，也就是出水壓力不變，那麼液量的變化就不再是和轉速成單純的比例關係，而是比轉速的變化大得多。這種現象實際上也能覺察到，如：有時因馬達的電力系統周波降低，泵浦轉速減少。但輸送系統所要的工作壓力是不變的，而泵浦的排液量就降低。譬如：在連續壓煮器進料所用的泵浦，在正常時進蒸汽的壓力與泵浦的壓力是相等的，若泵浦的轉速降低，則由於蒸汽壓力不變，泵浦所要求的排液壓力亦是不變的，但此時排液量則減少。

泵浦所需的功率是和排液量與壓力的乘積成正比的；液量大，壓力高，所需的功率就大；液量小，壓力低，所需的功率也少。上面已經說過，液量是和轉速成正比的 $\left(\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{N_1}{N_2} \right)$ ，

水压是和轉速的平方成正比的 $\left(\frac{H_1}{H_2} = \frac{N_1^2}{N_2^2}\right)$, 所以液量和水压力的

的乘积就和轉速的立方成正比 $\left(\frac{Q_1}{Q_2} \cdot \frac{H_1}{H_2} = \frac{N_1}{N_2} \cdot \frac{N_1^2}{N_2^2} = \frac{N_1^3}{N_2^3}\right)$,

$$\text{即 } \frac{Q_1 \cdot H_1}{Q_2 \cdot H_2} = \frac{N_1^3}{N_2^3}$$

但是泵浦的功率又是和水量与水压的乘积成正比, 所以功率也就和轉速的立方成正比例。如果以 W 表示水量 Q_1 和

压力 H_1 时的功率那么: $\frac{W_1}{W_2} = \frac{Q_1}{Q_2} \cdot \frac{H_1}{H_2} = \frac{N_1^3}{N_2^3}$, 或 $W_1 =$

$$\frac{N_1^3 W_2}{N_2^3}$$

从公式中可以看出, 水泵轉速的改变对功率的影响是很大的, 轉速稍微变化, 所需的功率就变化很多, 也就是说, 带动泵的马达的負荷就要变很多。

以上所述泵浦的排液量、压力、功率和轉速之間的关系是根据基本理論推演出来的, 实际上由于制造上和其它种种原因, 这些关系是稍有出入的, 可作为近似計算。

泵浦所需的功率, 通常用下式計算,

$$\text{即: } W = \frac{Q(H_N - H_B)}{86.76\eta} \text{ 瓩}$$

式中 Q ——水泵的排液量, 吨/小时

H_N ——水泵的出口压力, 公斤/平方公分

H_B ——水泵的入口压力, 公斤/平方公分

η ——水泵的效率, 即泵浦的性能所具有的效率。通常等于65~85%

若排液量以每小时若干体积立方公尺/时表示, 可用液体的

比重去乘，則得每小时所排液流的重量 吨/小时。

第四節 离心式水泵的

主要結構和它們的作用

一般常见的离心式水泵有单面吸入式和双面吸入式两种，液体是延着进口进入叶輪，电动机的軸借靠背輪与水泵的軸相連接，开动电动机后，水泵的叶輪旋轉，从而叶輪的动能就传给进入的液体，使液体流的速度逐渐增加，到叶輪出口处速度达到最大。当液体进入泵壳的螺旋形槽道后，速度逐渐降低，但压力逐渐升高，最后从出口排走。

液体在叶輪的吸入口一側所形成的压力是很低的，（在大部份情况下是真空）而到叶輪出口后，水的压力增加，这部份高压的液体流到叶輪的背面，就能把叶輪推向吸入側，这种力量就是通常所称的推力。如果叶輪被排向吸入側而和泵壳相接触时，就要发生摩擦而逐渐损坏，所以必須有平衡的推力装置来消除軸向推力。因此有的叶輪上有几个穿孔，这些穿孔使叶輪前后兩側串通，因而兩边的压力相等，就不致使叶輪向吸入側移动。有的还可以在軸上多装一个推力盘（或平衡盘）推力盘和泵壳上的隔板之間隙很小，所在叶輪后側的液体具有相当的压力，这个压力加在推力盘上，就平衡了将叶輪移向吸入側的推力而使之消失，从而使叶輪保持在中間位置。有的水泵除了有平衡推力的装置外，还装設有推力軸承，使水泵工作更为安全可靠。

另外有盘根盒，它是用棉紗和石棉制成的盘根（高压的有用鉛、銅、鋁等金屬作盘根者），外面用盘根环（或称隔

藍) 压紧。盘根盒的作用是为了防止空气由外面漏入泵内而影响泵的效率,也可以防止高压的液体由泵内向外漏出而造成损失。同时还由别处经水管向盘根盒通以少量的水,这一方面是为了增加盘根和轴间的滑润性和冷却作用,使其不致过热,并且也起着密封的作用。

双面吸入式的泵浦是一种大容量的泵浦,大容量的泵浦通常都制成双侧吸入式,这是因为两面对称发生的推力恰好互相抵消,就不需要再有平衡推力的特殊装置。双侧吸入泵的叶轮及泵壳制造都较复杂,在叶轮的两侧装有卡圈,它和叶轮间保持着很小的间隙,可以减少叶轮出口的高压水通过此处流回到吸入口。如卡圈的间隙过大,大量的水流回吸入口,不但要降低泵浦的效率,而且会多消耗动力。

泵浦的出水压力和叶轮的圆周速度 * 成正比的,即叶轮的圆周速度越快出水压力越大,反之则小,但由于叶轮材料强度的限制不能过分地提高转速来增加出口压力,所以单级叶轮的水泵所能发生的水压最多也不超过7公斤/平方公分,在这种情况下要想提高压力,就只有把水泵串联起来。把两个或多个叶轮串联起来,这种泵浦就称为双级或多级水泵,每一级叶轮转动时,能使通过的液流增加一定的水压,因此多级水泵就能产生很高的压力。

* 圆周速度就是一个水滴在沿叶轮作圆周运动时,每秒所走过的距离。

第二章 离心泵的优缺点及其应用

第一節 离心泵的優點和缺點

1. 离心泵的優點

(一) 轉速高，一般离心泵轉速在每分鐘 700 到 3500 轉之間，近來多用高轉速离心泵，它可以直接和电动机相連接。由于轉速高，故同一能率及水压的离心泵与往復泵相比較時，离心泵所占地位及其本身的重量，都比往復泵小*。

(二) 离心泵沒有吸入閥和排出閥，因而它工作時的可靠性大，修理費用降低。

(三) 离心泵在運轉時可以將調節閥（即考克或閘門）全部關閉，並且應用調節閥可以很方便地在很廣泛的範圍內調節泵的能率，使泵的管理很簡便。

(四) 离心泵排液量均勻，運轉時無噪聲。

(五) 可以輸送帶有雜質的液體。

2. 离心泵的缺點

(一) 离心泵無干吸作用，就是在啟動前，其進口高于液體的表面時，一定要在吸入管及葉輪中充水。運轉時才能正常排料，不然則吸不上料；

(二) 由于它無干吸作用，所以有少量氣體進入吸入管

* 往復泵是泵浦種類中的一種，它利用活塞的移動將液體壓出。若處不細講需要時可參看“水泵的運行及泵浦問答”等書。离心泵運轉穩定，不需特別耐振的基座，因此离心泵的設備費用較便宜。