

面粉厂风动运送

设计计标参考资料

河南农学院粮油工业系

毛主席语录

领导我们事业的核心力量是中国共产党。

指导我们思想的理论基础是马克思列宁主义。

教育必须为无产阶级政治服务，必须同生产劳动相结合。

自力更生，艰苦奋斗，破除迷信，解放思想。

用心寻找当地群众中的先进经验，加以总结，使之推广。

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。

前 言

风动运送是一门新发展的输送技术。

在伟大领袖毛主席提出的“**鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义**”总路线的指引下，战斗在粮食工业战线的广大革命群众发扬了敢想、敢干的大无畏革命精神，很早就开始了对风运技术的试验研究和运用，并在1958年在浙江金华建立了我国第一座风运面粉厂，此外，各地厂、仓还创造了多种形式的风运装置，取得了显著的成绩。但是，在叛徒、内奸、工贼刘少奇及其代理人所推行的反革命修正主义路线的干扰下，这些经验和创造未能获得及时的总结和推广。

波澜壮阔的无产阶级文化大革命，打倒了叛徒、内奸、工贼刘少奇，狠批了他们一伙所推行的“洋奴哲学”“爬行主义”等反革命修正主义黑货，广大工人群众响应毛主席提出的“**我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内，把我国建设成为一个社会主义的现代化的强国**”的伟大号召，破除迷信，解放思想，在缺少资料和技术设备的情况下，通过不断地实践和试验，在短短地2~3年内就新建和改建了一大批风运厂、仓，很快地掌握了风运的设计、施工和管理技术，而且还创造了许多适合当地实际情况的新经验、新方法和新设备，充分说明了“**最聪明，最有才能的是最有实践经验的战士**”。

在深入开展革命大批判的过程中，我们遵照毛主席“**教育必须为无产阶级政治服务**”“**教材要彻底改革，有的首先删繁就简**”的教导，在批判旧教材脱离无产阶级政治，脱离生产实际的基础上，于1971年

11月份，配合河南省新乡地区粮棉油公司举办了面粉厂风运学习班，编写了《粮食加工厂风动运送》试用讲稿。1972年5月，在讲稿的基础上，我们又进一步地做了修改和补充，整理成这本《面粉厂风动运送设计、计算参考资料》，以供中小型风运面粉厂的广大工人、工程技术人员在设计、计算和管理面粉厂过程中作为参考资料。由于水平所限，加上到生产第一线进行广泛深入地学习和调查还很不够，对广大工人群众的创造经验没有能认真地进行总结，对风运过程中一些规律性的东西认识也极不深刻，错误一定很多，希望同志们批评指正。

河南农学院粮油工业系

（原郑州粮食学院）

一九七二年九月

目 录

第一章 风动运送设备	(1)
一、风运装置的组成形式.....	(1)
二、接料器.....	(3)
1. 环吸式套筒接料器.....	(3)
2. 卧式三通接料器.....	(4)
3. 直立式三通接料器.....	(5)
4. 诱导式三通接料器.....	(5)
5. 设计接料器的基本要求.....	(6)
三、管道和异形管件.....	(6)
1. 输料管.....	(6)
2. 弯头.....	(7)
3. 汇集管.....	(7)
四、卸料器.....	(8)
1. 重力式卸料器.....	(8)
2. 离心式卸料器.....	(9)
3. 风动分离器.....	(9)
4. 刹克龙卸料器.....	(10)
5. 蜗壳转向器.....	(10)
五、闭风器.....	(15)
1. 叶轮式闭风器.....	(16)
2. 压力门闭风器.....	(16)
六、除尘器.....	(17)
七、通风机.....	(20)
第二章 风运系统的计算	(24)
一、风运物料的基本原理.....	(24)

二、风运系统的压力平衡原理·····	(25)
三、风运系统计算的目的·····	(25)
四、主要参数的确定·····	(26)
五、压力损失的计算·····	(27)
六、计算实例·····	(32)
第三章 操作管理 ·····	(40)
一、开车、停车须知·····	(40)
二、日常管理须知·····	(40)
三、故障分析·····	(41)
附 录	
附录 1—1 8-23-11型离心通风机性能表·····	(43)
附录 1—2 8-18-101 8-18-1 型离心通风机性能表·····	(47)
附录 1—3 9-27-1型离心通风机性能表·····	(51)
附录 2—1 垂直风运管计算用表·····	(56)
附录 2—2 水平风运管计算用表·····	(62)
附录 2—3 制粉车间垂直风运管道线算图·····	(62)

第一章 风动运送设备

一、风运装置的组成形式

风动运送是利用高速气流在管道中运送物料的一种装置。整个装置是由接料器，输料管，卸料器，除尘器和通风机组成的。图 1-1 是日产量为30吨，采用风运的面粉厂的工艺流程图，图中垂直的实线即表示自下向上运送物料的输料管，点划线表示风管，它与卸料器，通风机和除尘器连接。

从图中可以看出，小麦及其磨碎物料的提升是借两个独立的风运装置来完成的，它们由小麦的五条输料管和磨碎物料的四条输料管组成。需要提升的各道物料，分别送入设于车间底层的各个接料器 1 中，在其中与用来输送物料的空气充分混和并在气流的推动下，沿输料管 2 经弯头 3 进入设于车间最高层的卸料器 4，物料在其中借重力或惯性力的作用而与空气分离，并经闭风器 5 排出，由自溜管送入下一道工序进行加工。完成提升作业的空气，则从卸料器顶端排出，进入汇集风管 6，在此与各道卸料器来的空气汇合后，通过四联刹克龙分离混合在汇集空气中的一部分物料，经通风机 7 送入布筒过滤器 8，再次滤去残留在空气中的物料后回入大气。

从上述风运过程可见，物料的提升是在通风机吸气口一侧完成的，用来提升物料的空气借通风机在风运管路中造成的负压（即真空）从作业机或直接从大气吸入，我们把这样的风运装置称为吸气式风运装置，它是目前粮食加工厂车间内部采取的最普遍的风运方式。

必须指出：在上述风运装置中，对于完成提升作业的空气利用布筒过滤器进行净化并不是唯一的方式，有些工厂根据不同情况和条件也可用刹克龙或其它形式的滤尘器代替布筒对空气进行净化。

实践表明：采用风运除了完成提升任务外，输送物料的空气还可以使机器和物料获得良好的冷却，防止物料的过度蒸发，并可吸除由于辗磨而产生的水汽，防止钢磨内壁水汽凝结和粘糊筛绢，从而极大地改善了平筛的筛理效率。

另外用风运代替斗式提升还可以缩小车间的建筑面积，改善卫生条件，减少虫害。

正是由于它具有上述许多优点，所以风运才能逐渐代替机械输送而获得广泛的应用。但是根据毛主席“事物总是一分为二”的教导，应该看到目前风运技术还存在着一些缺点，主要是：

1. 由于利用空气来传送物料，从而增加了大量为克服阻力而发生的沿程压力损失，使动力消耗增加。

2. 每个风运装置总是由若干条输料管组合而成，各输料管必然会相互影响，因此操作管理比较复杂。

3. 理论还不成熟，目前还只能依靠一些实验数据进行设计，与实际还有差距。

4. 设备磨损较大，尤其在输送谷物时对弯头更为显著。

环吸式套筒接料器的结构尺寸 单位: 毫米

表 1-1

输料管直径 D	D_1	D_2	D_3	H	H_1	H_2	h_1	h_2	h_3	h_4	l
56, 60	75	114	75	262	242	200	50	20	25	50	100
66, 69	84	134	84	262	242	200	50	20	25	50	100
72, 76, 79	95	150	95	267	247	200	55	25	30	50	100
85, 87	100	180	100	290	270	210	55	25	30	60	150
91, 98	110	190	110	310	290	225	60	30	35	60	150
103	126	210	126	330	310	245	60	30	35	60	150
115, 119	140	230	140	350	330	260	70	35	45	70	200
125	150	250	150	370	350	280	70	35	45	70	200
137	160	260	160	390	370	300	80	35	55	70	200
150	180	280	180	420	390	320	80	35	55	70	240

2. 卧式三通接料器

这种接料器的结构如图 1-3 所示, 它是由弯管 2, 短管 1 和隔板 3 所组成, 弯管 2 顺着空气流动方向将物料引入短管, 在此与从短管右端引入的空气混和, 再进入输料管。

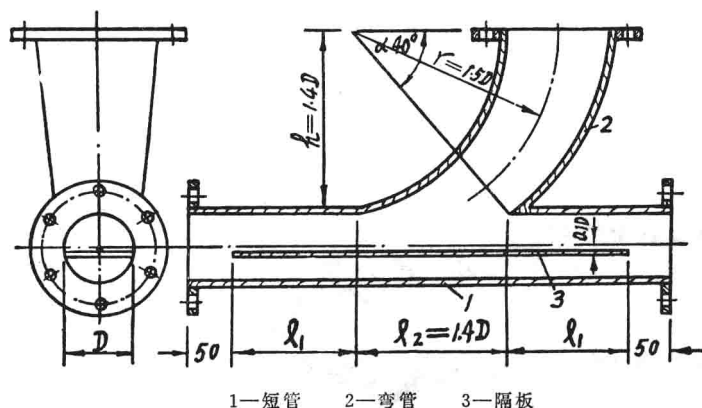


图 1-3 卧式三通接料器

为了避免因进料过多, 在短管中引起堵塞, 用隔板 3 将短管分割为上下两部分, 使短管始终保持畅通。

卧式三通接料器用于水平方向输料的风运装置。有些中、小工厂, 供应物料的机器 (通常为钢磨) 安装在底层, 由于受地位的限制, 也可采用卧式三通接料器垂直提升物料, 这时三通的进料弯管可直接连接在机器下面的出料口上。

卧式三通接料器的另一个优点是能把几个机器的物料引入同一条输料管, 减少输料管的数量。

利用卧式三通接料器垂直提升物料, 为了改变输料方向从水平到垂直, 必须在接料器后续的管道上加装一个弯头, 这样不仅增加了运送物料的能量消耗, 而且容易在弯头处引起堵塞, 这是它的缺点。

在图 1-3 中, l_1 的数值在 $(0.8 \sim 1.7) D$ 之间。 l_1 值的大小与物料的自流角有关, 物料的自流角大, 取 l_1 值应小些, 反之, 物料自流角小, 取 l_1 值可大些。

各种物料的自流角见表 1-2。

各种物料的自流角 表 1-2

稻 谷	小 麦	前路皮磨	后路皮磨	麦 心	夫 皮	心 磨	面 粉
38°~40°	30°~34°	38°~43°	40°~44°	34°~41°	41°~45°	43°~46°	41°~44°

3. 直立式三通接料器

这种接料器用在垂直提升物料的风运装置中, 图 1-4 示出了它的结构, 这是由矩形断面的自流管 1 和风管 2 接合而成的, 接合角 $\alpha = 30^\circ \sim 40^\circ$ 。

工作时, 物料从自流管落入到由引风管下端的喇叭口 3 吸入的气流中, 借气流推送入输料管 4, 为了使物料能顺着气流的流动方向落入和更好地与上升气流混和, 沿自流管和引风管接合处的整个宽度上装有一块如图 1-4 所示的齿板 6, 齿板折成与水平呈 45° 角, 当物料落入引风管时, 由于与齿板撞击而冲散, 并折向上方。

显然, 这种接料器是不允许空气随物料从自流管引入的, 否则将使物料与空气的混和情况恶化。为此, 在自流管中设有闸板 5 用以防止空气流入。

实践表明: 这种接料器只能用来吸运完整的麦粒和松散性较好的粗物料, 对于容易成团的细软物料如面粉, 麸皮等, 齿板就会失去作用, 物料和空气不能充分混和, 容易发生掉料。

4. 诱导式三通接料器

诱导式三通接料器是无锡第一面粉厂的工人和原粮食部无锡粮科所的技术人员共同合作首先设计制成的, 以后在生产中, 又经过各厂不断改进, 是目前所应用的接料器中效果较好的一种。

这种接料器的结构如图 1-5 所示, 整个接料器可用镀锌薄钢板制成, 沿矩形断面的自流管 1 下落的物料经过圆弧形淌板减速, 并落入从进风口 2 引入的气流中。在物料落入气流的地方应做成具有最小的风道截面, 使气流能以较高的流速吹动物料, 更加有效地把物料带入输料管。为了便于观察物料的运送情况, 在提升物料的变形管上装有玻璃观察窗 3。同时, 为便于清除当接料器堵塞时堆积的物料, 在进料管的下端装有插板活门 4。

显然, 这种接料器既防止了直立式三通接料器逆向喂料的缺点, 又避免了卧式三通接料

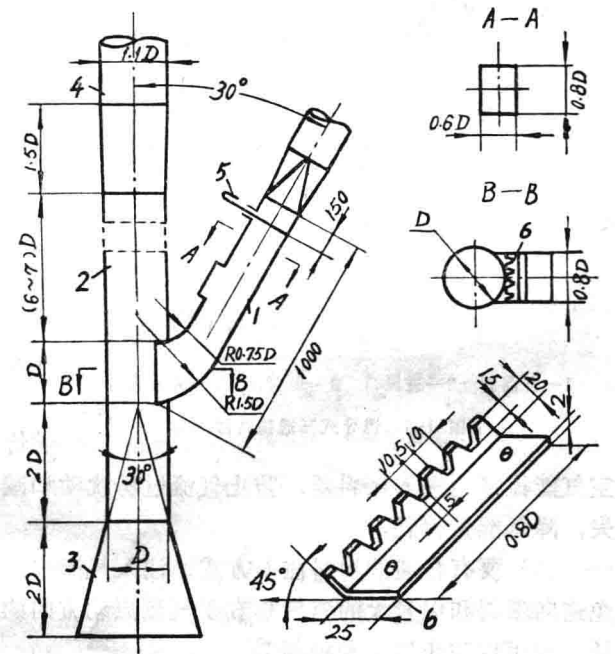
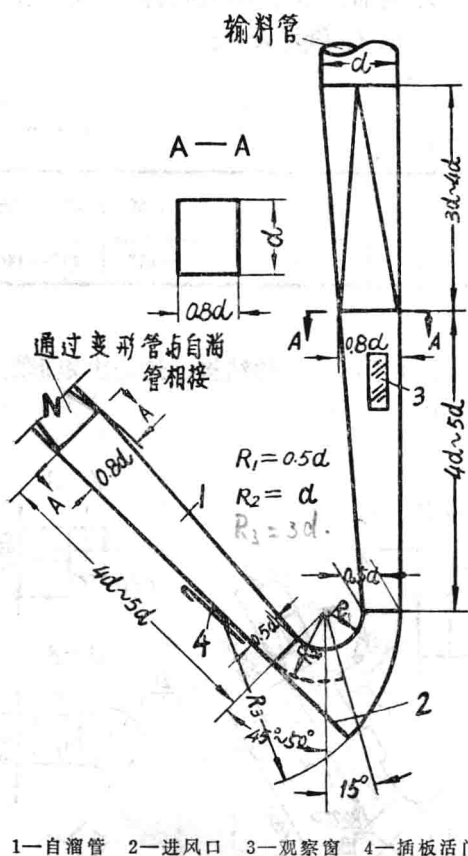


图 1-4 直立式三通接料器



空气能流畅地进入接料器，防止气流过份扰动和减少涡流，这样能大大地减小空气的流动损失，降低能量消耗。

(3) 要有合理的物料注入方式, 注入气流的物料应尽可能与气流的流动方向相一致, 避免逆向喂料和以较大的速度垂直于气流流动方向的喂料, 可以降低空气推动物料的能量消耗, 也可以防止堵塞和掉料。

目前生产中对接料器形状和结构尺寸的探讨基本上都是围绕着解决上述问题而进行的。只要我们抓住这些矛盾，不断实践，不断总结，就一定会设计出更多更加有效地接料器为生产服务。

三、管道和异形管件

1. 输料管

这是用来输送物料的管道，连接在接料器和卸料器之间。输料管都采用圆形截面管，它可以保证空气在整个截面上均匀分布，这对于物料的稳定输送是一个重要条件，另外，圆形截面管的阻力也比其它形状的管子为小，制作和安装都比较方便。

国外面粉厂的输料管都采用无缝钢管，防止磨损。我国金华面粉厂的工人和革命技术人员，遵照毛主席“自力更生”的方针，本着“节约闹革命”的精神，敢于“打破洋框框，走

器需要加装弯头和易于堵塞的缺点，它使物料以最自然的方式落入气流中，保证了空气和物料的充分混和。实践表明，这种接料器无论用来吸运麦粒、面粉和中间制品都具有良好的工作性能。

诱导式三通接料器的缺点是跟所有别的三通接料器一样，用来输送物料的空气主要是从大气吸入而不是通过机器吸入的，从而降低了机器的吸气效果。

5. 设计接料器的基本要求

毛主席教导我们：“一切矛盾都是客观存在的，我们的任务在于尽可能正确地反映它和解决它”。从上面讨论可见，接料器在接料过程中，同样也包含着很多矛盾，存在许多问题。在生产实践中经常遇到的就有：掉料、堵塞、能量消耗大等等问题，要解决这些问题，在设计接料器时尽量满足下列要求：

(1) 物料和空气在接料器中必须完全而充分地混合, 即要求输送的物料均匀地分散在气流中, 因为这样才能最有效地发挥气流的推动作用, 避免掉料和堵塞。

(2) 接料器的结构必须具有良好的气体力学特性, 即要求接料器有良好的空气引导, 使

自己工业发展的道路。”首先在制粉车间中用白铁皮制作输料管来输送小麦的磨制物料，经过使用，效果良好，有力地批判了那些不问输送对象的性质，认为用白铁皮不能做输料管的形而上学观点。在我国，现在除少数面粉厂清理车间输送小麦用无缝钢管外，多数采用薄钢板制成，制粉车间的输料管已普遍采用白铁皮管。

考虑到中、小加工厂的输料管直径都不超过 150 毫米，用白铁皮做输料管整个料管可用直长的管节套接而成。各管节以规定的直径为基准做成大、小端，然后按气流的方向顺次将小端插入另一管节的大端，为了防止漏气，套接处的缝隙可以焊封。

为了便于安装，输料管可按穿过楼层的数目相应地分为若干管段，每个管段的长度与所在的楼层高度相等，在安装时，各管段借固定在其上端的角钢法兰，支持在上层的楼板上，待将整个输料管校正垂直度以后，用灰浆将法兰浇固在楼板上或固定在木楼板上（见图 1-6）。

为了便于观察管道的输料情况，在安装钢磨，平筛的楼层的输料管中，距离楼板地面约 1.5 米高度处，可镶接长约 150 毫米的一段玻璃管。

2. 弯头

这是用来改变输料方向的管件，为了缓和高速运动的物料与弯头壁面的撞击，制作弯头时应取曲率半径 R 等于： $R = (6 \sim 12) D$ 或 $R \geq 1$ 米。其中 D 为弯头的直径。为求外观上的整齐，组合在同一风运装置中的各条输料管的弯头，应取相同的曲率半径，通常这个曲率半径都是根据直径最大的一条输料管上的弯头来确定的。

用白铁皮制作弯头时，一个 90 度的弯头可如图 1-7 分成十个（或十个以上）环节咬合而成，中间 8 个环节各占 10 度转弯角，两端两个环节各占 5 度转弯角。

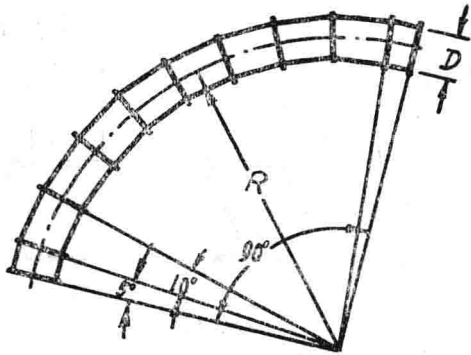


图 1-7 90°弯头

弯头较之直长的管段容易磨损，为了便于更换，它与直长管段应取法兰连接。

3. 汇集管

这是用来汇集从各个卸料器排出的空气，并将它引入除尘器的管道。汇集管可由三通和直管连接成直长汇集管（见图 1-8），或做成圆锥形汇集管（见图 1-9）。

从卸料器排出的空气可以直接借风管引入汇集风管，这时，汇集风管可直接敷设在卸料器的顶上。如因受楼层高度限制，也可把汇集风管敷设在卸料器的一侧，这时，空气借附加在卸料器排气管上的

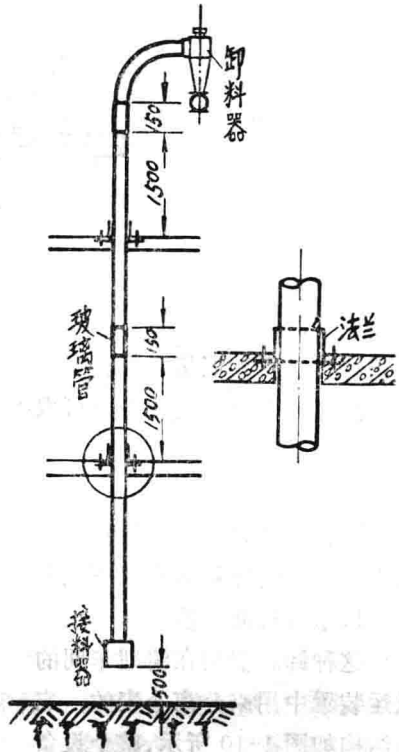
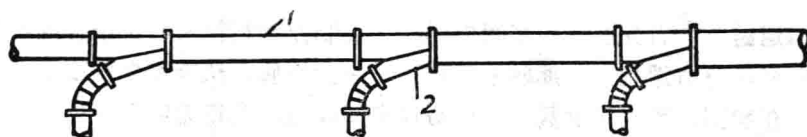
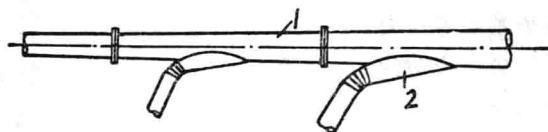


图 1-6 输料管安装示意图



1—直管 2—三通

图 1-8 直长汇集风管



1. 锥形圆管 2. 连接短管

图 1-9 圆锥形汇集风管

蜗壳转向器引入汇集风管。

汇集风管中空气的流速可取 10~14 米/秒。

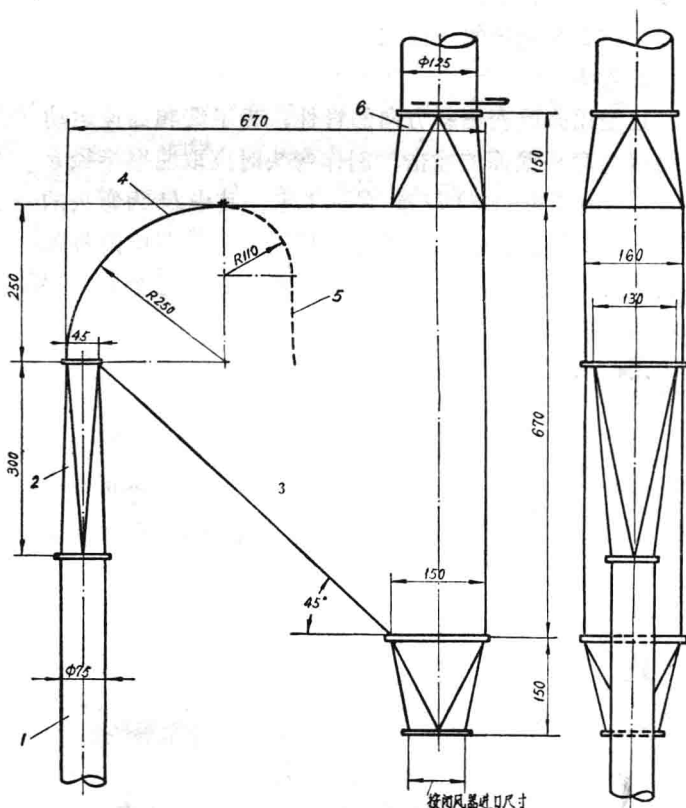
四、卸料器

物料经输料管运送到指定地点后，即利用卸料器将它从空气中分离出来。目前，国内应用比较普遍的卸料器有以下几种：

1. 重力式卸料器

这种卸料器用在清理车间的风运装置中用来分离小麦的，它的结构如图 1-10 所示，整个设备用薄钢板铆接而成，垂直提升的物料经过变形管 2 折向进入沉降室 3 中，在这里物料由于受重力的作用落入底部，而与空气分离，并经闭风器排出，空气则通过设在上部的吸口 6 进入汇集管。为了防止进入沉降室的物料还没有来得及沉降就被空气经吸口带出，在沉降室的左上端，沿整个宽度装有一块弧形挡板 5，促使物料更加有效地分离。顶盖 4 做成活动盖板，以便磨损后便于更换。

这种卸料器的优点是结构简单，容易制造，阻力小，实际使用表明，只要管理恰当，不仅可以完成卸料任务，而且可以吸去



生产量 1 吨/时（小麦）

1—输料管 2—变形管 3—沉降室 4—活动顶盖 5—弧形挡板 6—吸口

图 1-10 重力式卸料器

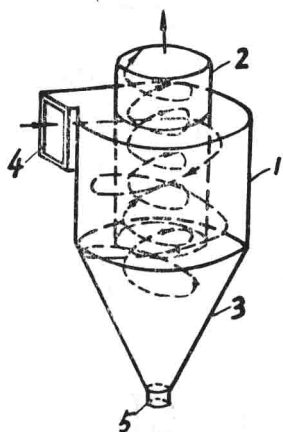
一部分空气。

目前,国内应用的分离器的结构,基本上都与此相仿,它们的共同缺点是容易堵塞,阻力大。根据资料介绍,如图 1-12 所示的分离器的阻力可根据下式计算确定:

$$H_{\text{风离}} = 1050 Q^2 \text{秒} \quad \text{公斤/米}^2,$$

其中: $Q_{\text{秒}}$ 是每秒吸入分离器的空气量 (米³/秒)。

4. 刹克龙卸料器



1—外圆筒 2—内圆筒 3—圆锥筒
4—进气口 5—排料口

图 1-13 刹克龙卸料器

在制粉车间的风运装置中,国内外都采用刹克龙作为卸料器,用来分离小麦的磨碎物料。图 1-13 表示 刹克龙的一般结构及其作用原理,它是由薄铁皮制的外圆筒 1、内圆筒 2、和圆锥筒 3 所组成。物料和空气的混合物经由外圆筒上部的进气口 4 切向送入刹克龙后,即绕中心形成一回转运动,此时物料因受离心力的作用而被撒向外圆筒的内壁,并与壁面撞击而失去速度,然后在重力作用下,滑落到圆锥筒顶端的排料口 5 排出。分离掉物料后的空气则继续旋转并上升至内圆筒的上端排出。

从以上分离物料的过程来看,物料主要是因离心力的作用而与空气分离的,物料所受离心力越大,分离物料的效率越高,因此,要提高刹克龙的分离效率,就必须从增大离心力入手。我们从日常经验可知,物料所受离心力的大小除与物料本身的质量有关外,还与气流进入刹克龙时的速度以及刹克龙外圆筒的直径大小有关,物料重,进气速度高,刹克龙外筒直径小,离心力就

大。因此,要提高刹克龙的分离效率,可以通过提高进气速度和缩小刹克龙直径来达到。

提高进气速度将会使空气通过刹克龙的压力损耗增加,耗费动力,而且根据实验表明,当进气速度提高到一定程度后,分离效率就不再增加或者增加很少,这是因为空气在刹克龙内壁形成很多漩涡,妨碍物料到达刹克龙外圆筒内壁的原故,因此,为了追求分离效果,盲目地提高进气速度是不允许的。对于各种典型的刹克龙都有它规定的最佳进气速度,在选用时,不应任意变动。

缩小刹克龙直径不仅可以增加物料所受的离心力,同时也就缩短了物料与刹克龙外筒之间的距离,而使物料容易达到壁面,这也就是很多工厂为什么要采用小刹克龙的道理。当然过分地缩小刹克龙会使处理一定风量时的刹克龙阻力增加,并且容易使物料在落料口处造成堆积。

目前我国用作卸料器的刹克龙主要是 B-H 型, 38 型, 45 型三种。表 1-3、1-4、1-5 中列有这些卸料器的规格,根据进风量查表即可确定刹克龙的大小和阻力。

空气经刹克龙卸去物料后,可通过排气管直接流入汇集风管,或通过蜗壳转向器引入汇集风管。

5. 蜗壳转向器

图 1-14 是这种转向器的结构,它的外形很象离心通风机的机壳。转向器下面的短管 7 做成与对应的刹克龙排气管直径相同,并利用法兰与排气管相连接。进入蜗壳 1 的空气经由出口 2 引出。为了便于调整进入刹克龙的风量,可在转向器中附加一个如图所示的圆锥形阀盖 3,阀盖与螺母 4 相焊接,当转动阀杆 5 时,阀盖受装在蜗壳壁上的固定销 6 的限制即可

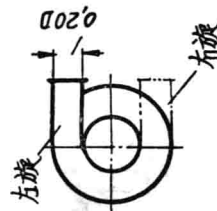
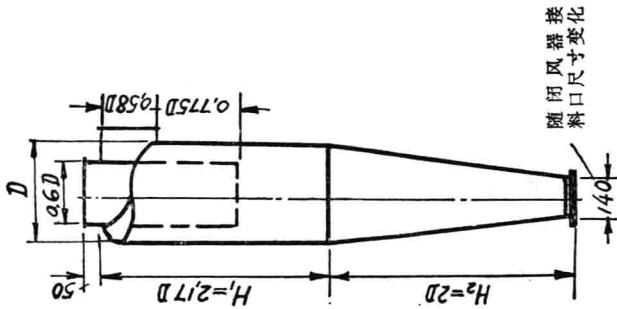


表 1-3 附图 B-H 型刹克龙

B-H 型卸料器 (刹克龙) 容量和阻力表 表 1-3 (米³/时)

D	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500
H	41	380	450	529	614	710	802	906	1020	1130	1252
$F_{进}$	0.00725	0.0068	0.0104	0.01225	0.0142	0.0164	0.01855	0.0210	0.0236	0.0262	0.0290
$V_{进}$	12	13	14	15	16	17	18				
	314	340	365	391	417	444	470	495	520	545	570
	412	443	475	507	539	571	603	635	667	699	731
	487	525	561	597	633	669	705	741	777	813	849
	574	615	655	695	735	775	815	855	895	935	975
	665	715	765	815	865	915	965	1015	1065	1115	1165
	768	827	886	945	1004	1063	1122	1181	1240	1299	1358
	870	935	1000	1065	1130	1195	1260	1325	1390	1455	1520
	982	1057	1132	1207	1282	1357	1432	1507	1582	1657	1732
	1105	1190	1275	1360	1445	1530	1615	1700	1785	1870	1955

D ——刹克龙外筒直径 (毫米);
 H ——刹克龙阻力 (公斤/米²);
 $F_{进}$ ——进气口面积 (米²);
 $V_{进}$ ——进气速度 (米/秒)。