

水平真空带式过滤机的进展

江西省科学院

曾令坚

• 提要 • 本文简单介绍了水平真空带式过滤机发展状况, 主要结构、工作原理, 性能特点及应用情况。

• 关键词 • 过滤机 固液分离 浸取

一、概 况

水平真空带式过滤机是一种先进、新颖的高效固液分离设备。在国外, 由于在投资、产率、洗涤效率和生产费用等方面有其突出的优点, 已得到广泛应用, 至少有30年的使用历史。欧、美、日和苏联等国的产品, 已从 0.25m^2 的试验机发展到 185m^2 的大型工业生产用的带滤机。从目前发展趋势看, 带滤机将取代传统的鼓式过滤机和圆盘式过滤机, 并向大型化发展。

目前在国外生产和使用的带滤机种类繁多, 已形成多种不同规格的几十个品种。在结构上还可根据用户需要增加相应设施, 如适用于高温操作带有密封仓的过滤机, 也可在机尾加红外线干燥滤饼装置等。简单地可分为三种类型: 胶带式带滤机、真空室往复移动式带滤机和滤布间断移动式带滤机。

胶带式带滤机是国外最早使用的一种带滤机。其带分两层, 内层是传动用的胶带, 外层是过滤用的滤布带。胶带起着双重作用, 在它的上部开有导水槽和中心孔, 滤液经过这些中心孔进入真空室, 起着过滤筛板的作用, 另一方面承受运送带的张力和抵抗以及固定式真空室的摩擦力。滤布则由于真空的吸力紧贴在胶带上与之一同移动。浸出料浆经加料管在滤布上被真空吸滤成滤饼, 随后进入洗涤区加水洗涤。滤布继续向前移

动, 经卸料辊将滤饼排出。当转至空段行程时用冲水管进行冲洗, 然后返回上部工作区。

真空室往复移动式带滤机取消了胶带, 可克服胶带式带滤机的某些缺陷。操作时, 滤布连续不断地与真空室同步向前移动。移到一定位置便泄掉真空, 真空室迅速返回到原处, 重新恢复真空吸上滤布再继续前进, 如此往复循环。荷兰Pannevis型机和我国目前生产的定型产品均属于这一类型。

滤布间断移动式带滤机, 是试图综合上述两种带滤机的优点而设计的。它既取消了胶带, 真空室也是固定的, 只是滤布带做间断式移动。

1977年以来, 我国山西路城化肥厂、湖南长岭炼油厂、青海钾盐厂分别从国外引进 58.8 、 11.2 、 40m^2 的几种不同规格的带滤机, 这些设备在不同的固液分离作业中都已发挥了高效、节能的作用。但是, 至今国外的胶带式带滤机在国内尚未大量采用。其主要原因: 一是引进设备价格太贵, 青海钾盐厂引进美国EMICO公司 40m^2 二台带滤机, 共耗资110万美元; 二是备件需国外长期供应, 幅宽大于 1.5m 的胶带国内不能生产, 且运输带冷接技术为西德专利。因此, 我国于70年代末开始由小到大研制适合我国国情的带滤机。

由荷兰Pannevis机械制造有限公司60年代

末创制的带滤机,是具有独特过滤结构的高效新颖过滤装置。由于高强度的聚脂纤维滤布在该机上的应用,既作过滤布,又作传送带,使用寿命更长。该机于70年代末定型化、系列化、大型化,过滤面积 $0.25-100\text{m}^2$ 。

我国最早进行带滤机研制的单位是上海化工研究院,该院吸取荷兰Pannevis带滤机的特点,更新设计,改型为GSD型带滤机,于1978年开始研制,经过对二十多种物料的试验,设备性能良好,于1980年底通过了技术鉴定,由江苏省昆山化工设备厂生产,已有4个系列:GSD0.5型,过滤面积 $0.6-1.2\text{m}^2$;GSD₁型 $2.5-5\text{m}^2$;GSD1.5型为 $7.8-10\text{m}^2$;GSD₃型 $10.4-25\text{m}^2$;另加实验型GSD0.3,过滤面积仅 0.18m^2 。核工业华东262厂和南昌720厂均生产带滤机。

二、带滤机结构及工作原理

(一) 主要结构由下列部件组成

1. 加料装置。有多种形式:

(1) 倒锥漏斗。利用胶带给矿机原理,通过闸板控制物料厚度,在带面上布一层均匀的料层。该装置在南方稀土矿得到应用。

(2) 鱼尾形加料斗。内有若干导向筋条,使料浆均匀布于滤布上。加入料浆的方向向后,加料点应在真空滤盘起点位置之前。这样物料到达滤布上不会立刻受到真空作用,形成一个自由沉降区。粗粒级可优先沉到滤布上,即使滤饼中粒子正确分级,还可以消除由于波动引起的溢流,以提高过滤的速率和质量。

(3) 摆动布料器或旋转布料器。用于处理进料量小且料浆浓度高的物料。

2. 洗涤装置

用于加洗涤液或浸矿剂

(1) 淋洗装置。用于采用液柱置换法进行洗涤的场合,为具有溢流堰的锯齿栅式淋液装置,可以沿液流方向自由调整其位置。

(2) 喷淋装置。用于采用喷射翻动法进行洗涤的场合,洗涤液需有一定的压力,喷射出来的洗涤液呈平面扇形。要求洗涤液较为澄清,否则喷嘴孔容易堵塞。

3. 头轮。钢质头轮外包耐酸橡胶,通过无级调速电动机——皮带轮——蜗轮减速器——链轮带动头轮作低速转动。头轮带动滤布作环行运动。

4. 刮刀装置与滤布清洗装置 当滤布连同上面已经吸干的滤饼,脱离滤室继续向前运行至头轮处,因其曲率变大(曲率半径变小),使滤饼较易剥离滤带,再用薄板型刮刀将滤饼剥离排卸。刮刀用聚胺脂压制成型,具有耐磨、富有弹性的优点。刮刀装在刀架上,可调整刀口与滤布的间隙。

滤布在排料后离开头轮,进入清洗槽,配有喷水装置,两面进行冲洗。也可配备滚刷刷洗。使滤布每经过一次过滤——卸渣后都得到再生性的清洗,从而保证获得较高的过滤速率和滤布使用周期。

5. 滤盘与滤布。滤盘断面为槽形,用普通或耐酸钢板制成,抽滤时有良好的气密性。内置滤板,滤板上开有孔,槽保持最适宜的开孔率和空隙度,气液两相得以充分流通。出液口在槽形滤盘底部,由弯管及软管与真空总管相连接。滤盘可分隔成若干个滤室,设置初滤、过滤、逆流或并流洗涤和吸干甚至干燥等区段。通过真空切换阀及自动排液箱获得不同浓度的滤洗液。滤盘下装有滚轮,可在导轨上往复运动。

作为过滤介质的滤布兼做传送带,由聚脂纤维或丙纶制成,并联接成环行带。

6. 滤布张紧与滤盘传动。环状滤布需在

张紧的状态下,才能正常运行。它的张紧是由张紧气缸来实现的。

由返回气缸、限位开关和真空切换阀等构成控制系统,控制滤盘慢速前进和快速返回。通过调节返回气缸活塞杆的伸出速度控制滤盘与滤布同步。对于需要带速很慢的情况,返回气缸可增设油阻尼装置,也就是增设一个储油罐,实行气——液联合控制。

7. 滤布导向与纠偏装置。滤布导向装置俗称夹布器。上下二根滚筒,皮膜式单作用气缸,在压气作用下,阀杆伸出,将下面的一根滚筒顶起,使上、下二只滚筒夹住滤布。当滤布在中间位置时,滤布的二边正好碰到夹布器的拨杆,此时气门芯接通皮膜气缸阀杆顶起滚筒将滤带夹住,滤布前移带动滚筒转动,产生横向拉力,把滤布拉平,起到防止滤布打折起皱的作用。当滤布向某一侧跑偏时,滤布的边推动拨杆,使气门芯位移,切断皮膜气缸气源,一侧的夹布器下滚筒依靠自重和弹簧拉力作用落下,松开滤布,横向拉力消失,另一侧的夹布器依然夹住滤布,在横向拉力作用下将滤布拉过去。至正常位置时,松开的夹布器只将滤布夹住,防止滤布跑偏。

8. 自动排液箱。真空抽滤料浆抽出来的往往是气、液二相,这就要进行气——液分离。气体由真空泵抽去,滤液需在真空条件下进行输送或排放,自动排液箱就是一种能满足上述要求的设备。自动排液箱用聚氯乙烯、聚丙烯,不锈钢或碳钢制成,由杠杆连杆机构联锁动作,实现真空或大气平衡,由液位控制及时地向大气排液。

(二) 带滤机的工作原理 过滤过程开始,料浆由加料器被均布在滤布上。调速电机带动头轮,滤布随头轮前进。滤盘在返回气缸和真空切换阀作用下,由行程开关控制前进或返回。在真空行程时,真空切换阀切断大气,开启真空,滤盘内形成真空腔。

调节返回气缸活塞杆伸出速度,推动滤盘与滤布同向同速前进。由于真空作用,滤布紧贴在滤盘上。滤盘上的料浆在真空吸力作用下,进行抽滤和洗涤。通过一定距离后,当滤盘碰到前进限位行程开关时,真空切换阀换向,瞬时关闭真空,并接通大气,滤盘真空破坏,滤布不再紧贴在滤盘上,由返回气缸将滤盘迅速拉回到起始位置,而滤布照常前进。当滤盘碰到返回限位行程开关时,真空切换阀换向,切断大气,开启真空,返回气缸同时换向,推动滤盘与滤布一起同速前进,开始下一真空行程。如此周而复始,实现连续操作。

三、带滤机特点及其应用实例

1. 灵活性大。各种物料过滤性能差异很大,且分离的要求也不相同,故对吸滤、洗涤、干燥等过程的时间分配,都有不同的要求。带滤机将集液系统分成若干可调区段,可视各过程不同的要求,调整过滤、洗涤、干燥等区段的长度。滤布为无级调速运转,可随物料的变化而确定不同的滤布速度。带滤机不但可进行并流洗涤,也可进行逆流洗涤,以满足不同工艺的要求。

2. 过滤效果好。为了有利于过滤,滤饼在整个过滤阶段,处于水平状态。采用多次洗涤或多次逆流洗涤,可得到最佳的洗涤效果。即使有某些溶剂包在颗粒外表,也可以用喷射搅动洗净。在处理极细物料时添加絮凝剂可加快过滤速度和获得较清滤液。也可将初滤所得浑浊液再返浇于过滤区滤饼上,用滤饼作过滤介质,拦截微细颗粒而获得清滤液。

3. 生产效率高。因带滤机有连续加料、过滤、洗涤、干燥和卸饼的特性,故生产效率高。当进行薄层快速过滤排卸薄滤饼时,其效率尤为显著。

表1 GSD型带滤机的主要参数

	过滤面积 m ²	滤机总长 m	滤带速度 m/min	滤带宽 m	主机功率 kW	滤室行程 m	返回速度 m/sec	气控压力 Pa	压风消耗 m ³ /min	真空耗量 m ³ /min
0.5	0.6	4.0	0.2—3.5	0.43	0.6	0.5	0.25	49×10 ⁴	0.2—0.3	0.8—1.2
	0.9	5.0	0.2—3.5	0.46	0.6	0.5	0.25		0.2—0.3	1—1.15
	1.2	6.0	0.2—3.5	0.46	0.6	0.5	0.25		0.2—0.3	1.5—2
1	2.5	7.1	0.6—6	0.92	2.2	0.61	0.3		0.3—0.6	4—5
	3.75	9.0	0.6—6	0.92	2.2	0.61	0.3		0.3—0.6	6—8
	5.0	10.9	0.6—6	0.92	2.2	0.61	0.3		0.3—0.6	7.5—10
1.5	7.8	9.25	0.6—6	1.5	2.2	0.8	0.3		1.0—1.5	15—20
	10	11.6	0.6—6	1.5	2.2	0.8	0.3		1.0—1.5	15—20
3	10.4	8.33	0.4—4	2.6	4	0.9	0.2—0.3		1.5—3.0	16—26
	14	9.73	0.4—4	2.6	4	0.9	0.2—0.3		1.5—3.0	24—30
	17.7	11.33	0.4—4	2.6	4	0.9	0.2—0.3		1.5—3.0	28—35
	25	13.93	0.4—4	2.6	4	0.9	0.2—0.3		1.5—3.0	35—50
0.3	0.8	2.56	0.2—2	0.33		0.3	0.25		0.1	0.2

4. 滤布寿命长和真空推力大。过滤时滤布与滤盘无相对运动, 在真空释放后虽有短时间的滑动; 但摩擦力较小, 故滤布使用寿命较长。滤盘为槽形断面。滤布经压布辊后, 其形状与滤盘形状相同, 在物料重力和真空抽吸双重作用下, 紧贴滤盘, 真空泄漏损失小, 真空推力达真空泵出力之90%。

5. 结构简单容易维护保养。采用框架式分节组合结构, 刚性大, 易装易运输, 低速运转振动小, 气控动作平衡, 零部件尽量采用标准件, 全部配套件均由国内生产, 维护、保养都较方便。

6. 改善劳动条件。连续自动气控操作, 配以气缸, 真空切换阀和行程开关控制滤盘进退, 连续完成过滤、洗涤、脱水等过程, 使劳动条件大为改善, 且易实现遥控隔离操作, 对放射性物料更有意义。

7. 投资省。对于处理量大, 具有腐蚀性的物料需严格洗涤时, 采用多级逆流洗涤, 一台带滤机能代替2—3台其它类型过滤

机, 还能节省一批搅拌槽、泵等设备。

带滤机适用范围较广。国产带滤机目前已在制药、食品、化肥、冶金、化工及废水处理等方面得到应用。南京无机化工厂用7 m²带滤机末端加远红外干燥; 江苏漂水化工厂用5 m²带滤机于氯化锶生产系统。重庆天原化工厂在人造金红石系统用4.3 m²带滤机; 招远黄金冶炼厂在酸浸、盐浸、氰化三个工序采用了三台GSD₃—25型带滤机(过滤面积25 m²)。实践证明, 国产带滤机的性能、效果可与国外带滤机相媲美(见表2)。GSD₁型机曾对一些物料作过滤试验, 结果列于表3。

四、结语

带滤机由于克服了鼓式和盘式真空过滤机在设备结构和脱水工艺特性方面的主要缺点, 标志着过滤技术的显著进步。不仅在重而粗的物料的脱水方面, 而且在微细粒物料的脱水和洗涤方面显示出极大的优越性。国

表2 国产带滤机与国外带滤机测试对比

项 目	加拿大莱特公司三山岛工程	招远黄金冶炼厂实践
日处理金精矿量 (吨)	160	60
需过滤面积 米 ²	70	25
折合每吨矿过滤 面积(米 ² 吨)	0.4375	0.5
洗涤段占过滤 面积	2/3	3/4
氰化金浸出率: %	97	99

外有“现代的过滤技术”之称。

我国带滤机的研制和生产起步较晚,和国外带滤机相比,在某些方面还存在差距。今后,要在现有的基础上,对带滤机作进一步的改进,使其更加完善,向系列化、大型化发展。同时还应进行其它类型带滤机的研制和生产。可以预见,随着我国经济建设的发展,国产带滤机也将得到更加迅速的发展。

参考文献(略)

表3 GSD₁型带滤机对某些物料分离数据

物料名称	形 状	粘 度 (厘泊/℃)	液 固 比	过滤滤饼量 (公斤/米 ² ·小时)	滤饼含湿 (%)	备 注
有色金属含锌废浆	絮片状	3.8/29	22.8:1	74~135	88.18~90.52	
氢氧化铝	小球状		4.15:1	94.8	39.98	包括洗涤
硝酸磷酸肥酸不溶物	不规则粒子		1.55:1	715.5	7.8	
A、B、S树脂	晶粒	4.4/27.2	10:1	70~232	36.3~66.6	包括洗涤
燃烧飞尘灰浆	不规则粒子		6:1	786~965	31.3~37.6	
季戊酉醇	晶粒		3:1~4:1	118~216	23~39	包括洗涤
硫酸盐残渣	细粒		1.5:1	95.6~204	37~46	
硫酸污泥	细粒	11/26	1.5:1	665~781	37~52	
氨I泥	细胶粒	1.169/60	2.13:1~2.82:1	80~256	62~65	
泥二层碱碱泥	片状		4:1~5:1	51~105	35~41.5	加助滤剂
苛化泥	粗粒	11/21	~4:1	266~613	47~51	
含氟石灰	细粒	6/24	9:1~20:1	50~560	42~51	
四硝基间甲酚	晶粒		~12:1	150~213	/	不能烘, 包括洗涤
色酚A、S、	晶粒	2.1/64.5	~12:1	97.2	32~33	包括洗涤
柠檬酸硫酸钙	晶粒	1.15~1.2	4:1	550	55~65	包括洗涤

(上接第3页)

6. 钨丝做阴极材料, 其结构与电子发射强度有关, 且电子粉对灯管端发黑和管寿命密切相关, 应通过电子粉涂量与管亮度、发黑的关系研究, 找出最佳管亮度及不发黑电子粉的涂量及附着方式。

7. 常用涂层为硝化棉, 最好用水涂层, 并找出最佳粒度比、层厚、致密度和流动方式。

8. 研究真空排气车微机顺序控制, 寻求最佳的真空度和排气速度, 排除手工造成的误差。

9. 实现测试方法和技术规范化。对三种粉的主要技术参数和相对亮度、色座标、激发光谱、比重、粒径、形貌、光衰变化等, 建立统一的测试方法并使之规范化, 在各自的基础上, 向国标过渡, 向国际标准靠拢。