

14
0047

化工与通用机械参考资料

国外离心机

技术发展概况

第一机械工业部
通用机械研究所

1978年9月

72051.81

出 版 说 明

一九七七年，全国分离机械技术情报网决定组织编写《国外离心机技术发展概况》以下简称《国外概况》，其目的是为了及时了解国外离心机技术发展动态，同时亦为行业编制规划提供有关背景材料。主要包括过滤式离心机、卧式螺旋卸料沉降离心机和碟式分离机的技术发展动态和趋势。《国外概况》与一九七五年一机部情报所出版的《国外机械工业基本情况》参考资料中的《离心机和分离机》，在技术上有一定的衔接性和连续性。《国外概况》是在《离心机和分离机》的基础上收集了从1973年到1976年的有关期刊、文献、专利近200余篇资料编写的。参加编写工作的单位有太原工学院、天津大学、成都工学院、抚顺化工学院、北京化工学院、浙江化工学院、天津轻工业学院和一机部通用机械研究所。

《国外概况》第一章由太原工学院陈森同志执笔；第二章由浙江化工学院黄素行同志、天津轻工业学院魏钟同志、天津大学朱企新同志和北京化工学院高淑芝同志执笔；第三章由成都工学院孙启才同志和梅文志同志执笔；第四章由抚顺化工学院唐立夫同志和太原工学院陈森同志执笔；第五章由天津大学金鼎五同志执笔；附录由太原工学院陈森同志和通用所刘宝善同志执笔。最后由陈森、刘宝善两同志对全稿进行了编校。

《国外概况》今后拟每隔几年编写一次。为此希望情报网各成员单位注意收集与推荐有关国外技术文献，积极配合与协助我们共同搞好《国外概况》的编写工作为盼。

由于我们编写小组收集资料范围所限和工作水平所限，编写工作中定有不少缺点和错误，诚恳欢迎读者批评指正。

全国分离机械技术情报网
《国外离心机技术发展概况》编写小组

1977年10月

目 录

第一章 综 述

- 第一节 七十年代以来国外离心机发展水平概况..... (1)
- 第二节 七十年代以来国外离心机发展趋势分析..... (7)
- 第三节 国际上分离机械行业的主要学术与行业活动..... (8)

第二章 过滤式离心机

- 第一节 三足式离心机..... (9)
- 第二节 上悬式离心机..... (17)
- 第三节 卧式活塞推料离心机..... (20)
- 第四节 卧式刮刀卸料离心机..... (23)
- 第五节 离心力卸料离心机..... (25)
- 第六节 卧式虹吸刮刀卸料离心机..... (29)

第三章 卧式螺旋卸料沉降离心机

- 第一节 特殊用途的卧式螺旋卸料沉降离心机..... (33)
- 第二节 卧式螺旋卸料沉降离心机的传动装置..... (41)
- 第三节 卧式螺旋卸料沉降离心机在污泥脱水中的应用..... (44)
- 第四节 卧式螺旋卸料沉降离心机生产能力的计算..... (49)

第四章 碟式分离机

- 第一节 碟片间流体流动的动力学分析研究..... (54)
- 第二节 碟式分离机强度计算..... (59)
- 第三节 转鼓及密封垫的材料..... (63)
- 第四节 碟式分离机的控制问题..... (64)
- 第五节 碟式分离机的新结构..... (68)

第五章 离心机的选型

- 第一节 离心机在固-液分离系统中所处的地位..... (73)
- 第二节 颗粒特性..... (74)
- 第三节 悬浮液的预处理..... (77)
- 第四节 离心机的选型..... (80)

附 录

- 一、西德化工机械展览会 (Achema) 情况简介..... (86)
- 二、国外几个重要企业发展动态..... (87)
 - (一) Alfa-Laval 公司
 - (二) Westfalia 公司制造船用油分离机五十年
 - (三) 苏 Сумск Фрунзе 机器制造厂发展离心机与提高质量的主要方向

第一章 综 述

第一节 七十年代以来国外离心机发展水平概况

一、过滤式离心机

各种间歇和连续操作的过滤式离心机，在操作、结构、性能上具有不同的特点和不同的应用范围。因此，现代工业用的各种过滤式离心机，从最早的三足离心机，至六十年代末，七十年代初出现的一些新型过滤式离心机如 GTL 型、FO 型、卧式虹吸刮刀卸料离心机（以下简称虹吸刮刀离心机）等，各个机种的规格、品种、技术性能和自动化程度均在不断发展、提高和完善。

1. 三足式离心机

三足离心机有沉降式和过滤式两种类型。

（1）沉降式：沉降式转鼓先是用在电化学机械制造中，用来从电解液中分离不溶性的金属氢氧化钠，近年来又成功地用在污泥脱水处理中。实践证明，这类离心机结构简单、操作灵活、分离效果好。Rousselet 公司给出与过滤式三足离心机比较：当转鼓直径在 1000~2000 毫米，沉降式转鼓转速提高 60%，分离因数提高 2.5 倍，循环数由 3~4 次/时，降至 2~3 次/时，能耗提高约 30~50%〔1〕。

（2）过滤式：现在三足离心机大部分仍为过滤式转鼓。这种三足离心机的近代发展表现为全自动刮刀卸料，为易于调节转速及防爆，采用液压传动。

Ferrum 公司的三足下卸料离心机转鼓直径 1600 毫米，转鼓高 800 毫米，过滤面积 4 米²，加料量 800 升，转速 750 转/分，分离因数 500，功率 45 千瓦。用一种 Danfoss 频率变换器，可连续调节转速及实现电制动，用一个气动继电器实现不平衡控制〔1〕。

Rousselet 公司的大型机，转鼓直径 2000 毫米，高度 800 至 900 毫米，过滤面积 5.6 米²，加料量 1400 升，转速 500 转/分，循环数 2~3 次/时，功率 30~40 千瓦〔1〕。

美国 Sharples 公司，日本巴工业（株）分公司生产 T 型宽刮刀三足下卸料离心机，其参数见表 1-1〔2〕。

表 1-1 T 型宽刮刀三足下卸料离心机技术特性

型 号	转 鼓 转 速	转 鼓 尺 寸	电 机 功 率	外 廓 尺 寸	机 重
	rpm	内径×高度 mm	KW	高×宽 mm	kg
T-1000	1150	1220×510	19~30	1780×1950	3000
T-1300	1150	1220×610	19~55	1830×1950	3400
T-1600	1150	1226×760	30~75	2040×1950	3900

日本 ATM MARK III 型上部液压驱动式全自动刮刀下卸料，其参数见表 1-2〔3〕。

Ellerwerk 公司制造了一种特殊的人工卸料三足离心机，转鼓直径为 3000 毫米，高度为 1000 毫米，过滤面积为 9.4 米²，用于造纸毛毡脱水〔1〕。

表1-2 ATM MARK II 型离心机技术特性

转鼓尺寸 mm		容 量	电机功率 KW		转鼓转速 rpm		分 离 因 数		重 量	外形尺寸 mm
内 径	高 度	<i>l</i>	过滤型	沉降型	过滤型	沉降型	过滤型	沉降型	kg	高×宽×长
560	406	47	3.7	7.5	1600	2030	800	1300	1400	1460×1015×950
660	355	64	7.5	11	1470	1870	800	1300	2000	1485×1020×1150
812	508	127	11	15	1330	1690	800	1300	2400	1525×1370×1320
914	508	173	15	22	1250	1600	800	1300	2600	1525×1435×1420
1016	610	260	15	30	1180	1510	800	1300	2800	1640×1585×1620
1220	762	458	22	45	1080	1380	800	1300	3100	2185×1700×1750
1220	965	580	37	55	1080	1380	800	1300	3500	2385×1700×1750

Ellerwerk 公司制的搪瓷三足离心机, 在转鼓及机壳内壁涂搪瓷, 除了有良好的防 腐 蚀 性外, 还有很光滑的表面, 使滤渣不易结疤, 可保持鼓壁清洁。其技术参数为: 转 鼓 直 径 1250毫米, 高500毫米, 加料量315升, 最高转速950转/分, 过滤面积1.9米²。〔1〕〔6〕

Titus 公司制造有气流刮刀上部卸料三足离心机, 用于需要干燥分离至粉末状物料。该 公司在键式气流喷嘴基础上发展有自动加料, 以限制鼓内料层〔4〕。

2. 上悬离心机

上悬离心机有沉降与过滤两种。绝大部分上悬离心机是过滤式, 主要用于 制 糖 工 业。 沉降式仅用于含固量少 (1 %左右)、分散度高的悬浮液分离, 如用于马达油中 杂 质 的 清 除。

西德 BMA 公司生产的用于制糖的大型上悬离心机, 直径为1340毫米, 转鼓高度1040 毫 米, 过滤面积4.4米², 加料重量1300公斤, 每小时循环数17—24次, 在950—1400转/分 (分 离 因 数 650—1450) 转速下分离, 在50—90转/分 (分离因数 2—4) 转速下卸料〔1〕。

3. 卧式刮刀卸料离心机

刮刀离心机是大生产量的离心机。大型刮刀离心机转鼓直径达 2500 毫米, 甚至 3000 毫 米。转鼓直径在2000毫米以上的, 有以双转鼓形式出现的刮刀离心机, 即两个具有同一后侧 壁 的 半 转 鼓, 两边都有加料及刮刀装置。一台直径2500毫米的双转鼓刮刀离心机, 过滤面积 达 12米², 可利用的转鼓容积 3.3米³〔4〕。

近年来出现的虹吸刮刀离心机 (详见第二章第六节) 继续在发展。该机新近的技术参数 为: 转鼓直径2000毫米, 过滤面积6.3米², 在拦液板宽度 400 毫米时有效加料容积 2.5米³, 滤渣容积0.7米³。

4. 卧式活塞推料离心机

六十年代曾风行一时的多级活塞离心机, 在七十年代没有进一步获得发展, 原因是结构 复杂, 成本高, 细粒固相随母液漏走多, 分离效果不理想。普遍认为二级最合适, 各国生产 活塞离心机的公司厂商基本上都是制造二级的。对于易过滤粗晶可用单级。

Escher Wyss 公司制造的活塞离心机转鼓直径 1200 毫米, Krauss-Maffei 公司的转鼓直 径1400毫米, 圆周速度约42米/秒, 分离因数500~600。对于中型 (500—800毫米鼓径), 圆 周速度42米/秒时分离因数为1600—1000〔1〕。

5. 振动卸料离心机

目前 Humboldt 公司所制造的 AG 型卧式振动离心机尺寸最大, 转鼓最大直径为 1300毫 米, 转速 500 转/分, 分离因数180〔4〕。

Humboldt 公司振动卸料离心机的产量数据：烟煤粒度为 0—6 毫米，产量为 250 吨/时，粒度为 0—2 毫米，产量为 120 吨/时；钾硷粒度为 0—3 毫米，产量为 160 吨/时，粒度为 0—0.8 毫米（浮选精矿），产量为 120 吨/时；海盐粒度为 0—10 毫米，产量为 150 吨/时；砂粒度为 0—10 毫米，产量为 150 吨/时，粒度为 0—3 毫米，产量为 60 吨/时。回收率 92—99%，能量比耗 0.2—0.3 千瓦·时/吨^[1]。

6. 进动式离心机

Krauss-Maffei 公司制造立式的 KTZ 型转鼓倾角可调，有直径为 540、800 和 1200 毫米三种结构参数。直径 1200 毫米者，生产能力为 150 吨/时^[1]。

7. 反跳环式过滤离心机

反跳环式过滤离心机是一种新型离心机。在该机的每个阶梯环级处，有半盖住的环形流通缝，液体经该缝流出。大量水分已在轴向加料区通过一起旋转的过滤转鼓排出。欲进一步增加脱水度的颗粒进入大的转鼓直径处，在阶梯环缝级进行脱水。这种结构的离心机所分离的水分，仅有一小部分加速到较高的圆周速度，因而节省能量。

Krauss-Maffei 公司制造的这种离心机有两个型号：ARZ54 和 ARZ75，转鼓最大直径分别为 540 和 750 毫米。ARZ75 型的其它主要参数有：最大转速为 3000 转/分，分离因数 900，物料颗粒最大脱水量 10 吨/时，物料表面残余含湿量为 0.01—0.03%（重量百分数）^[4]。

另一种反跳环式过滤离心机转鼓壁具有锯齿形结构，物料在直径方向曲折运动。与液流流动方向相反的反跳面（Prallfläche）上，有缝隙宽度小的条形筛。西德 BVT 公司制的这种离心机已有两种型号：PSZ675 和 PSZ10100。PSZ675 型的转鼓直径 790 毫米，转速 1030 转/分，分离因数 360，有六段锯齿形折壁，每段高度为 75 毫米，生产能力为 60~80 米³/时，平均停留时间 0.5 秒时，残余含湿量为 0.05%。惰性气体作为输送介质和干燥介质，从上部引入分离室。PSZ10100 是较大型者，有高度为 100 毫米的折壁 10 段，生产能力为 200 米³/时，或 8 吨干料/时^[4]。

Siebtechnik 公司制造卧式离心状阶梯，锥形转鼓的四级台阶（锥角 30°）做成过滤表面，最大结构型式 700 毫米直径，过滤能力 480 米³/时，固体产量 12 吨/时，传动功率 22 千瓦^[1]。

8. 螺旋卸料过滤离心机

螺旋卸料过滤离心机有卧式和立式两类。

目前最大的卧式螺旋卸料过滤离心机是西德 Siebtechnik 公司制造的 Konturbex H1000 型，转鼓直径 1000 毫米，转速 900 转/分，分离因数 450，电机功率 75 千瓦，固料生产能力 60 吨/时（食盐），滤液通过能力 100 米³/时^[1]。

法国 Guinard 公司制造的 FH65 型卧式螺旋卸料过滤离心机，其特点是螺旋输送机分解为 4~6 片百叶窗似的桨，差转速小，缓慢地输送滤渣。在六个桨之间具有三条洗涤管，每条管上有六个洗涤喷嘴，对难过滤物料有很好的洗涤效果。转鼓直径 650 毫米，机器重 2.5 吨，处理聚乙烯时，生产能力为 4 吨/时^[4]。

美国 Sharples 公司的立式螺旋卸料过滤离心机从下部传动，顶部加料，最大直径 800 毫米，生产能力按固相计为 40 吨/时，按滤液计为 70 米³/时，能耗 45 千瓦^[1]。

9. GTL 型离心机

Heinkel 公司造的 GTL 型离心机，无螺旋输送机，有起阻滞作用的导沟，导沟由扭转的台阶形侧面形成，固定在由五节锥段组成的锥面上，锥角 30°。

GTL 型离心机由于不要差速传动机构, 结构简单, 经济, 现已成功地用于包括纤维状物料、细粒物料在内的许多物料的分选。目前最大型者直径610毫米, 在2370转/分时分选因数1900, 生产能力36米³/时, 有洗涤装置〔1〕。

10. 翻袋卸料离心机

翻袋卸料离心机简称 FO 型离心机。具有滤渣不堵塞过滤介质, 能长时间保持初始生产能力的优点。适于触变性物料、细粒矿泥等难过滤物料 (如氢氧化铁) 的脱水, 滤渣的晶粒结构不受破坏。目前 FO 型离心机已有 500~1600 毫米四种转鼓直径尺寸, 其技术参数见表 1—3〔4〕。

表1-3 FO 型离心机技术特性

技术参数 \ 型号	FO-500	FO-800	FO-1200	FO-1600
转鼓直径 mm	500	800	1200	1600
转鼓长度 mm	150	200	320	400
过滤面积 m ²	0.25	0.6	1.2	2.0
转鼓容积 dm ³	20	45	120	200
分离因数	1500	1000	1000	800

二、卧式螺旋卸料沉降离心机

螺旋卸料沉降离心机绝大部分是卧式的。卧式螺旋卸料沉降离心机 (以下简称卧螺或卧螺离心机) 是连续式离心机中适应性能最好和应用范围最广的机型。自 1954 年美国 Bird 公司制造出由齿轮差速器传动的第一台卧螺以来, 它一直在离心机领域内占有特殊的地位。在历届 Achema* 上, 各种各样的卧螺总是最多, 而且最引人注目。近年来, 卧螺无论在结构上、性能上和技术参数上都有很大的改进与提高。

1. 加大转鼓尺寸

目前卧螺转鼓的尺寸, 主要朝着增加转鼓长度方向发展, 出现了所谓长管卧螺。转鼓长度和直径的比值, 即长径比 λ 值, 是在逐步增加。如 Sharples 公司的 P 型卧螺, 在五十年代 $\lambda > 2$, 六十年代 $\lambda > 3$, 到七十年代 $\lambda > 4$ 。在 Achema—73 上展出的 P8100 型, $\lambda = 4.6$, 是现有卧螺中的 λ 值最大者, 转鼓直径640毫米, 长2900毫米, 转速 3000 转/分, 分离因数 3200〔4〕。在 Achema—76 上 Humboldt 公司提供有转鼓直径600毫米, 长 2500 毫米, $\lambda = 4.2$ 的大型卧螺〔1〕。

在卧螺内, 沉降能力主要地由转鼓圆柱段的长度确定, 圆锥段长度则决定着固体残余含湿量数值。在转鼓加长时, 许多公司一般是同时加大两段长度, 而且使两段长度相等, 如 Alfa-Laval, Sharples, Siebtechnik 等公司都如此处理。也有的圆柱段为2/3, 圆锥段为1/3, 如 Flottweg 公司的 Z5L 型卧螺; 也有圆柱段长度小于圆锥段的结构, 如 Westfalia 公司的 SDB 360型卧螺〔4〕。

在转鼓直径方面, Humboldt 制的 Bird 型卧螺最大直径已达 1 米〔1〕。

Achema——西德化工机械展览会简称。

2. 提高转速

最初出现的小型卧螺转速一般在3000转/分左右,现已提高到6000转/分以上,如Flottweg公司的ZIL型,Escher Wyss公司的ZDS I型,最高转速均为6500转/分。随着转速和直径的加大,分离因数,圆周速度、电机驱动功率也显著提高,如Flottweg公司的高速卧螺分离因数最高为5200,Escher Wyss公司的ZDS IV型最高圆周速度达127米/秒,Krauss-Maffei公司的KVZ型最高驱动功率为130千瓦^[4]。

3. 改善转鼓内物料运动的条件

为了减少和避免料液加入时涡流对沉降分离的影响,已有各种方法:

(1) 在Krupp公司的VS型卧螺中,料液进入转鼓是沿整个转鼓长度,螺旋是浸入式的,避免了涡流,但转鼓内液面无法调节;

(2) Flottweg公司在具有良好液流通道的卧螺中,圆柱段用双通道螺旋。其中一条通道在溢流堰区内用密封片隔开,所加物料在溢流处进入该通道,沿着沉渣输送方向运动,在此两条螺旋通道逐渐相连。澄清了的水返入第二条螺旋通道,加入物料对分离不产生干扰,第二条通道直接连着溢流堰,澄清液可流出,两条螺旋通道上的沉渣,通过锥形段单程螺旋输送机共同排出。

(3) 并流式 Guinard公司等制造。固相和液相在卧螺内沿轴线同向流动,操作转速低,固相沉降干扰小^[1]。

4. 液压驱动的应用

Flottweg公司等采用径向柱塞油马达来驱动转鼓,并产生转鼓与螺旋间的差转速,不用行星或其它型式的减速箱,这样易于实现密闭防爆,转速及差速可实现无级调速^[1]。Alfa-Laval公司的NX225型采用差速可变的传动调节装置,根据处理物料的性质不同,用可调的容积式液压传动装置来转动太阳轮轴,以改变转鼓与螺旋的速比^[4]。

5. 用于污水处理

现代卧螺的发展,很大程度与卧螺用于污水处理及石油化工有关。由于在结构上、参数上有了很大的改进,目前卧螺已成功地用于污水处理技术中。如Humboldt-Wedag公司所制造的S系列卧螺,在处理含固量4~6%的新鲜淤渣和活性淤渣时,滤液中含固量可为0.1%或更小,排出淤渣中含固量达25—30%,分离度在98%以上;在处理含固量7—10%的腐烂淤渣时,滤液中含固量可为0.1%,排出淤渣中含固量为25~35%,分离度在99%以上。表1-4是Humboldt-Wedag所制造的Bird型污水处理用S系列卧螺的技术参数^[4]。

表1-4 S系列卧螺技术特性

技术参数 型号	转鼓直径 mm	转鼓长度 mm	长径比 λ	转数 rpm	分离因数	电机功率 KW	流量 m^3/h
S1-1	350	950	2.7	1750	600	7.5	3~4
S2-1	450	1350	3.0	1500	560	12.5	5~8
S3-1	600	1400	2.3	1200	480	22	12~20
S3-2	600	1800	3.0	1200	480	37	17~30
S3-3	600	2500	4.2	1200	480	45	22~40
S4-0	900	1800	2.0	1000	500	55	22~40
S4-1	900	2500	2.8	1000	500	75	30~50

螺旋卸料沉降离心机也有少数立式的。Sharples公司的立式螺旋卸料沉降离心机具有代

表性,其比较先进的 P6000型,转鼓直径640毫米,长1600毫米($\lambda=2.5$),转速3000转/分,分离因数3200,功率185千瓦。止推轴承在机壳内,易于实现机壳气封,密封压力可达10巴,且温度可超过300°C^[1]。

三、分离机

在离心分离机械领域内数量上最多的各种分离机,近代虽没有出现操作原理崭新的结构,但在结构、技术参数、自动化等方面均有很多进步。

1. 管式高速分离机

Sharples 等公司制造的管式高速分离机 $\lambda=6\sim 8$,最大贮存容积10升,转速14000~20000,转/分(实验型为50000转/分),转鼓直径45—150毫米,流量500~3000升/时,用于分离乳浊液,悬浮液(仅在含固量1克/升是经济的)^[1]。

2. 碟式分离机

碟式分离机按排渣方式可分为三类,即碟式人工排渣分离机(以下简称人工排渣分离机)、碟式喷嘴排渣分离机(以下简称喷嘴排渣分离机)、和碟式活塞排渣分离机(以下简称活塞排渣分离机),它们在原有基础上不断改进和逐步完善。从历届 Achema 展出来看,其发展特点大致有以下四方面:

(1) 增加密闭耐压结构

密闭耐压结构可防止分离后的高速液体在集液室内分散成雾沫以至汽化,同时对能量回收有利。许多型号的分离机已发展有密闭耐压结构,如 Dorr-Oliver 公司的 Merco 型喷嘴排渣 PC 系列,可耐表压12,温度160°C,用于从石油化工的聚合物溶液中回收催化剂;其它如 Sharples 公司的 DH-5 喷嘴型耐表压10; De-Laval 公司的 QX-312 型耐表压10—12,温度150°C以上^[4]。

(2) 提高技术参数

加大转鼓直径是碟式分离机提高生产能力的主要途径。Westfalia 公司的 ON 型转鼓直径已由240毫米增加到440毫米。SAMR 型由393毫米增加到720毫米^[4]。Alfa-Laval 公司的 BRPX-217 型转鼓内径为700毫米,最大处理量达100吨/时^[5]。

在材料强度许可范围内提高转速是强化生产能力的另一途径。现在碟式分离机转鼓直径较小的转速在8000~10000转/分,直径较大者转速在4000~5000转/分。如 Westfalia 公司的 ON616型分离机,转鼓直径240毫米时,转速达10000转/分;而活塞排渣 SAMR 型转鼓直径为720毫米时,转速为5000转/分。人工排渣 TA-200型,转鼓直径840毫米,转速为4400转/分^[5]。

(3) 提高自动化水平

现代工业碟式分离机用喷嘴或活塞机构来自动排渣,但在操作中还存在着一一些问题,如喷嘴小易堵,操作不稳定,受加料波动影响大,以及活塞排渣时间如何实现自动控制来保证分离质量等。目前这些问题都有了不同程度的解决。

在喷嘴排渣分离机中用部分沉渣再循环的方法,使喷嘴处的排渣能保持比较高的流量,这样喷嘴直径既可大,同时料液浓度的波动对操作影响也小,如 Merco 型碟式分离机具有沉渣内部循环的结构。^[4]

活塞排渣分离机排渣时间自动控制现有以下几种方法:

① 用时间继电器控制分离机定时排渣及原料液的注入。BRPX 型即采用此法,缺点是受料液浓度及处理量影响大。

② 以沉渣填充程度来控制排渣。Alfa-Laval 公司已采用此法。

③ 按分离液质量指标进行自动控制。Westfalia 公司采用过此法。此法系用光电管或放射性同位素来控制分离液质量〔5〕。

(4) 改进转鼓结构

活塞排渣分离机的转鼓发展有外环阀上下启闭式和既能部分排渣又能全部排渣等多种形式的转鼓〔5〕。

Westfalia 公司最新的 DA200 型, 转鼓悬挂结构, 顶部传动, 用作浓缩器, 具有沉渣内循环和洗涤装置, 20个喷嘴可从外部更换, 转鼓内径约900毫米, 在3100转/分时最大分离因数不到5000, 生产能力 200—300米³/时〔1〕。

Alfa-Laval 的 LX 型转鼓不是双锥形, 在最大直径处有一圆柱段, 和螺旋沉降离心机一样, 沉降下来的沉渣通过螺旋输送机向喷嘴处移动。

第二节 七十年代以来国外离心机发展趋势分析

从前面所介绍的情况来看, 七十年代以来除了过滤虹吸刮刀卸料离心机外, 大多数的离心机和分离机在操作原理上没有获得突破性的进展, 但是充分发挥每种离心机固有的特点, 各种机器在原有基础上的发展却是显著的。归纳各种机器现有的水平, 可以看出离心机总的发展趋势具有下列特点:

1. 自动化, 连续操作占主导地位

为了保证分离后产品质量稳定, 节省劳力, 提高产量, 需要自动化, 连续操作的机器。现在间歇式人工操作离心机仅在极个别场合下应用。由于机械制造技术、液压技术及电气控制技术的进步, 各类离心机基本上都实现了自动化。对一些难以调节、难以控制的参数, 也都实现了自动控制, 如用液压装置调节卧螺的差转速, 活塞排渣分离机用光电管来控制澄清液的分离质量等。

2. 专用离心机越来越多

为了提高机器分离性能, 加大单机处理量, 寻求最佳操作工况, 针对某些物料而有各种专用结构、专用控制系统、专用附加装置。如并流结构卧螺用于污水处理、FO 型离心机用于细粘物料、卧螺中差速同步自控系统、离心力卸料离心机中蒸汽加热装置、气流刮刀上部卸料三足离心机等; 显然结合生产工艺、物料性质研制离心机新结构、新装置是使离心机水平迅速提高的一个重要因素。

3. 提高技术参数

各类离心机和分离机都出现了大型化机器。如转鼓直径3000毫米的三足离心机, 2500毫米的刮刀离心机, 1340毫米的上悬离心机, 1400毫米的卧螺, 840毫米的碟式分离机。

由于高转速、大型机器增多及要处理易腐蚀、易磨损物料, 因此广泛采用高强度、耐腐、耐磨材料。如含钼合金钢、钛、非铁合金和非金属材料等在转鼓制造中均已被采用。

4. 组合转鼓结构增多

近年来出现了许多组合结构的离心机, 如 Sharples 公司的350H 型, Bird 公司的 SVS1400 型, Alfa-Laval 公司的 VS500型是螺旋卸料沉降过滤组合离心机; 苏制 BIIH 型碟片与螺旋组合离心机 (在沉降卧螺圆柱段上加碟片), Alfa-Laval 公司的 LX 型在碟式分离机上组合有螺旋输送器等。

第三节 国际上分离机械行业的主要学术与行业活动

一、第一届世界过滤会议

1974年5月14—17日在巴黎举行。会上有美、日、法、苏等18个国家的科学工作者提出53篇学术报告。

二、国际过滤协会学术讨论会

总会设在英国伦敦的国际过滤协会仍在继续发展,会员由1972年的800余名至1976年已增达1000多名。

1975年9月,按期举办了二年一度的国际过滤与分离工程技术展览会(简称 Filtech),在展览会期间,举行了“灰尘控制和空气净化——许多工业的技术”专题学术讨论会,提出了12篇论文。

获1976年过滤协会金奖论文的是 A·Rushton 的《固液分离——近年研究进展》一文。该文以综述形式精炼扼要,有理论、有分析地介绍了在固液分离中理论上所取得的进展。全文共分四个部分。在第二部分——理论应用中,谈了离心分离的研究进展,主要是沉降式离心机方面。作者介绍,学术界对 Σ 理论有异议,而 H·Reuter 等的表面流动模型表现出对确定沉降粒度临界值有较好的价值。

三、第五次化工过程技术的设计、装置及自控国际会议(简称 CHISA)

1975年8月25—29日在布拉格举行,由捷克斯洛伐克化工、化学协会主办。此次会议同时作为欧洲化学工程师联盟第153次会议。有来自33个国家的800名科技人员参加这次会议。会议分十三个部分举行,第一部分是液体流动,液体机械分离专题。

四、机械分离过程及设备年会

东德化工协会主办,苏联及东欧国家参加。

1974年10月16—17日在美格得堡市举行第十二次年会,有离心机方面的论文四篇;

1975年9月18—19日在德累斯登市举行第十三次年会,有离心机方面的论文四篇;

1976年10月13—14日在美格得堡市举行第十四次年会,有离心机方面的论文二篇。

参 考 文 献

- [1] Chemie-Ing-Techn, 1976, V.48, No. 12, P1112—1121.
- [2] 别册化学工业, 1974, V.18, No. 3, P57.
- [3] 产业机械, 1975, 9, No. 300, P52—53.
- [4] 化工与通用机械, 1975, No. 4, P40—47.
- [5] 化工与通用机械, 1976, No. 5, P42—48.
- [6] Processing, 1976, 9, V.22, No. 9, P39.

第二章 过滤式离心机

第一节 三足式离心机

一、三足式离心机的新颖机型及其发展特点

1. Sludge Pak 离心机〔1〕

Sludge Pak 离心机是一种沉降式宽刮刀下卸料的三足离心机,由底部液压马达驱动,操作均由自动控制电路来完成。原理结构参见图2-1。

料液从转鼓顶部加入,澄清液越过拦液板从上部排出,沉渣沉积在鼓壁,由安装在鼓壁处的沉渣厚度探测装置来监测沉渣沉积情况。沉渣层达到一定厚度时,就能自动停止加料。鼓内物料分为三层:澄清液;软的塑性沉渣;硬的剩余沉渣。前二层在全速下由气动机构带动的撇液管排出。撇液管通过一根挠性导管与换向阀相连,首先把澄清液排送到料液贮槽,然后换向阀由装在撇液促动器上的限位开关自动切换,将软的塑性沉渣从机器中输送出来。撇液管管端装有可更换的钨钴铬合金的喷嘴以便尽量地减少磨损。剩余的粗大纤维状的硬性沉渣,被旋转宽刮刀以低速

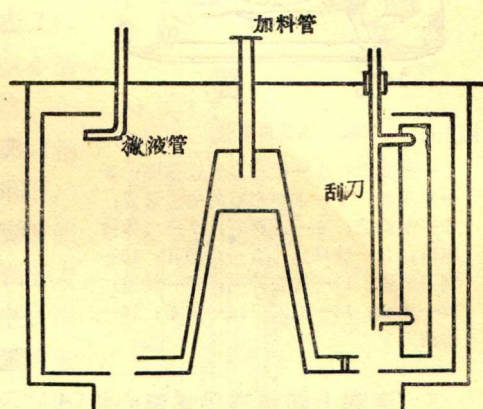


图2-1 Sludge Pak 离心机

刮下,然后再将操作周而复始地循环。在10—30分钟的操作周期中停止加料只占1—2分钟。旋转宽刮刀的运动由装有用来调整进刀速度的《压力校正装置》(Hydrocheck)的气动促动器来完成。刮刀上装有可更换的钨钴铬合金的刀刃。该机并配备一套安全装置:振动的安全开关,检查顶盖的安全开关以及当转鼓降至安全速度之前保护刮刀操作的安全开关〔8〕。

Sludge Pak 离心机特别适合用来处理各种粘性污泥。目前,已广泛用于污水、污泥及牛奶场、制革厂、腌制食品和食品流汁的分离。处理水厂内产生的明矾污泥时,在该机内无需添加聚合电解质(絮凝剂)便能获得90—95%的回收量,而对其它各种类型的污泥不用絮凝剂几乎回收量都超过90%。

最近在工业应用上的鉴定表明:一台 SDC 离心机的总费用为0.152英磅/米³,而一台 SludgePak 离心机则为0.092英磅/米³。虽 SludgePak 离心机的制造价格较之高一些,但可省下絮凝剂的费用以及撇液管和刮刀等易损零件都镶有可以更换的钨钴铬合金,所以维修保养费用低廉。

最近已制造的 Sludge Pak 离心机为 SP6500型,它的工作容量为6—10米³/小时。

2. ATM MARK III型离心机〔2〕〔3〕

ATM MARK III型离心机是上部油压驱动式全自动宽刮刀下卸料的三足离心机,在废液污泥处理中被广泛应用,并用于重化学工业、制药工业、食品工业、工业污水处理、卫生工

程、化学药品和排烟脱硫，废酸处理中的石膏的分离等工业部门。

ATM MARK III型离心机的结构见图2-2。

ATM MARK III 型离心机的主要特点是：

(1) 油马达等所有装置都集中在上部，维修保养方便；

(2) 油马达直接联接，传动力矩大，可以无级变速并能强力地刮料；

(3) 没有启动装置和制动器；

(4) 转鼓深度深，过滤面积大，工作容量大，离心力强（如48型转鼓深度为500毫米，容量为290升，离心力为616G*；而本机转鼓深度为750毫米，容量为458升，离心力为800G，无孔沉降型转鼓可达1300G）；

(5) 主轴承采用强制循环润滑；

(6) 自动化程度很高。ATM MARK III 型离心机的油马达由独特的控制系统进行力矩式控制。刮刀卸料时，当超过安全速度就自动停止刮料。进料口在液中触及固体物料即自动停止进料。当鼓内料液或滤渣充满时，电气控制和空气压力把加料阀自动关闭，并装有防止进料超载的安全装置及机盖的安全连锁装置。

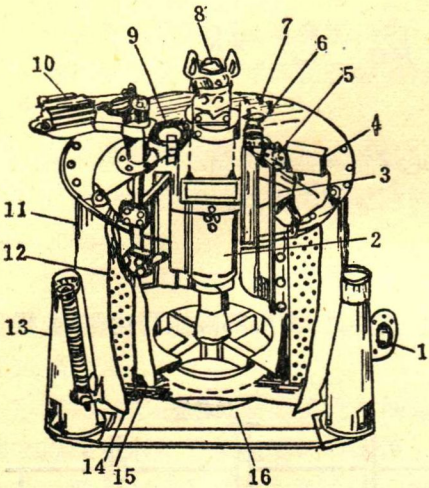


图2-2 ATM MARK III 离心机结构图

1—排液口；2—微动弹簧连接箱；3—启闭阀；4—进料超载的安全装置；5—洗涤管；6—进料管；7—气体排出口；8—油马达；9—监视孔；10—刮刀装置；11—转鼓外壳；12—转鼓；13—支脚；14—滤网；15—滤布；16—排渣口

3. 活塞上卸料三足式离心机〔4〕

这种离心机如图2-3所示。该机是美国专利。J. Rousselet 所发明。

J. Rousselet 认为，连续作用的离心机在操作时如果没有充分利用切向动能而使其消耗掉，会导致干燥物料在出口处沉积，因而转鼓过早磨损，容纳在里面的物料产生过热，当机器是用来干燥结晶化学产品或其它产品时，晶体会发生爆炸。为了避免这些麻烦和利用切向动能使得或促进干燥的产品能顺利地排出，是该发明的主要目的。

如图2-3所示：圆柱形外壳2同心地紧固在底盘2a和柱状体3上。在离心机内装有与壳体同心的加料斗4和布料锥5。开孔转鼓6通过转鼓底7支撑在转轴8上，推料盘9是装在与零件8同心的另一中心轴10上。布料锥5，转鼓6和推料盘9由电动机12带动高速运转。根据发明，在外壳2上有一切向出料口13(图中未表示出)，它装在转鼓6的顶端平面上。在转鼓6的顶部外周有很多径向叶片14。推料盘9不仅旋转，而且轴向往复脉

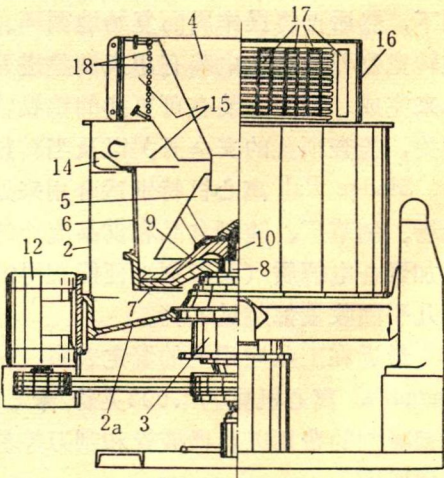


图2-3 活塞上卸料三足离心机结构图

* G 是指的回转物料的重量，离心力为616G，也可理解分离因素是616，其余类同。

动推送, 推送频率可以调整。当推料盘 9 向上推送时, 将干燥的物料送到转鼓 6 的敞口处, 物料到达边缘时, 或是被叶片 14 所送出, 或是依靠 15 所产生的气流而吹出。由于这些力的作用, 物料被抛向切向出料管 13。空气或气体通过设计安装在外壳上部的扇状加热器 16 后引进壳体。扇状加热器有为调整空气或气体进入壳体入口的百叶窗 17, 并用来加热空气或气体。安置在气体通道上的加热管 18 内的热流体可以是水或蒸汽。这种热气流排送方式还可进一步将干燥产品中的残余含湿量排出。风力输送的介质可以使用惰性气体, 这时要设计好相应的回路系统。

4. 液压控制卸料装置的新结构〔5〕

它是 1973 年公布的一个西德专利, 对刮刀的液压控制部分作了改进。具有结构紧凑, 制造费用小, 操作可靠的优点。

如图 2-4 所示: 油缸体用法兰 7 连接在离心机顶盖上, 油缸体嵌入一块横隔板 8 将油缸分成上油缸 9 和下油缸 10。在上油缸 9 内, 活塞 11 的活塞杆 12 上有带螺纹的中间块 13, 横隔板 8 上的孔是螺纹孔, 因此活塞 11 既上下轴向移动又作旋转运动。在下油缸 10 内, 活塞 14 带着刮刀轴 3 及空心活塞杆 15 往复运动。活塞 14 和上活塞杆 12 之间用键连接。

当换向阀 23 在图示位置时, 上接管孔 17 和压力管 24 相连, 下接孔 18 和油箱 26 的回油管 25 相连。在油压作用下, 活塞 11 和上活塞杆 12 向下螺旋形移动, 同时通过连接键使活塞杆 15 和刀轴 3 向鼓壁方向旋转。这时单向阀 21 使压力油不进入油缸 10。而当活塞 11 到达下极限位置时, 控制缝 19 被打开, 压力油由接管孔 17 通过长孔 20 流到下油缸的上腔, 活塞 14 就带动活塞杆 15 及刀轴 3 向下运动。由活塞 11 和活塞 14 下腔排出的油通过长孔 22 和接管孔 18 流回油箱。

当换向阀 23 向左移动, 接管孔 18 进油, 17 回油, 压力油同时通过长孔 22 进入油缸 9 和 10, 活塞 11 和 14 同时运动使刮刀返回初始位置。在上下油缸的上腔内的油经长孔 20 及单向阀 21 再经接管 17 流回油箱。

调节螺钉 27 使活塞 11 的上端位置及刀架的初始角度位置在一定范围内可调。

综上所述, 三足离心机近年来的发展特点概括如下几个方面:

(1) 广泛普遍地使用液压马达, 是今后在传动装置方面的明显趋向。传动装置的布置方式, 有上部油压马达直接驱动, 下部液压马达直接驱动和液压马达置放在机旁, 经三角皮带从下部传动〔3〕〔6〕这三种型式, 以下部传动居多。

(2) 刮刀机构, 以单动式宽刮刀下卸料居多, 双缸窄刮刀较笨重庞大。

(3) 安全保护和自动化控制日趋完善。自动控制系统早先最常见的是继电控制和油压伺动机构, 目前国外已开始应用计算机顺序控制系统, 是目前最先进的技术。

(4) 应用范围日益广泛〔7〕。尤其近几年, 大量用在电化学机械制造工业中用以除去电解液中不溶性的金属氧化物; 在民用或工业污泥(污水工程的二次污泥, 工业上的气性泥渣, 给水处理后的明矾污泥) 的脱水; 及广泛用来加工有燃烧或爆炸危险的产品。

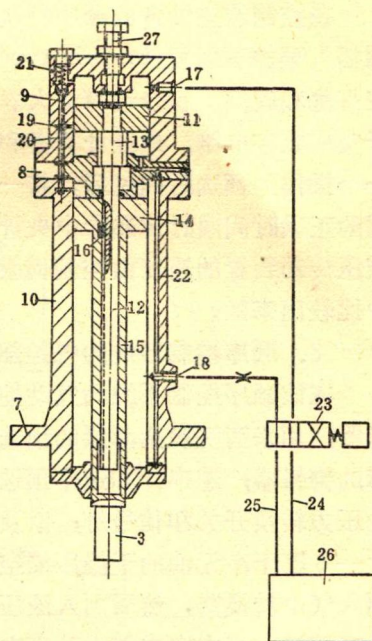


图2-4 控制刮刀运动液压油缸结构原理图

二、三足离心机的自动控制系统

1. 顺序控制系统的发展

用时间继电控制和液压（或气动）伺动机构进行自动控制时，讯号是由按各工序所需的时间预先调节好的时间继电器，按先后次序发出讯号至分配机构（一般是电磁滑阀）来控制加料、洗涤、卸料等等液动（或气动）管路的开通或关闭。这种继电控制系统的缺点是因为每一工序所需时间的要求是预先固定的，因而不能适应操作循环中的工况的变化。

近年，由 L.Spiewok 阐述了选择正确控制的原理。瑞士 Escher Wyss 公司在气动学和电子学的基础上发展了顺序控制系统^[9]。在三足下卸料离心机中，加料、分离、洗涤、刮料各工序都在不同转速下进行，完成这些工序的全部设备包括：有进出口阀门的离心机；一个电动机或液压传动装置；一个带有液电阀或液气阀的液压操作装置，用来控制工作部件；一个气动或电动的控制板和接触器箱；一个有气控接触器的气电转换器箱；一个惰性气体控制装置。

2. 顺序控制系统的电控部分

在控制这些设备的顺序控制系统中，电子控制系统的内部布线是从一中央印刷电路板通到插入型控制装置(Plug-in type controls。)固态输出级 (Solid state output stages) 用于一些灯泡和阀门。积分运算放大器用于速度控制。而互补的金属氧化物半导体 (CMOS) 则用于集成数字电路。地址计算器和译码器开始运转，经由控制逻辑来操纵适当的阀门。在经过一个操作的预选时间过后，将一个脉冲输入地址计算器，使得开始下一个操作。新的操作所需的正确时间同时传递给中央计算器。从属于这个程序，用一个计算机监控若干个运转程序。液压传动装置的速度由控制伺服电机的脉冲来控制，而实际的速度是从四个预选的参考速度中比较出来的。

3. 顺序控制系统的气控部分

在该顺序控制系统的气动控制系统中，所有气动控制器均与以下器件联合使用：模型选择器；用来清洗残余薄层的预选器和程序计算器；通常的开关按钮；紧急停车，传动装置故障的警报器；速率计和速率预选器；指示操作时间的脉冲计算机；用来触发和监控操作程序的压力转换开关和信号灯；以及程序累加器 (batch totaliser) 等等。气动控制系统中供给 5—6 巴干净无油的干燥压缩空气。速率预选器作用于气动调节器上，它的输出信号首先被引入气电转换器，然后引入液压传动装置的伺服马达。每一操作程序的持续时间由脉冲计算机来控制。当它完成每一工序之后，就返回到预选的状态，准备下一个操作工序。从属于运转顺序的程序计算器可以保证程序按预选的时间间隔来循环。

4. 顺序控制系统的自动操作

图2-5，图2-6是液压传动三足刮刀卸料离心机的典型操作程序的流程图。在启动该离心机之前，适当调整校核用于确定时间和速度的预选器，启动液压驱动装置。当按上启动按钮和将模型选择器的开关转向自动时，离心机的循环就开始。如果一切情况良好，离心机就开始转动并加速到预选的加料速率，同时将加料水准监控器的探针放在预定的位置上。当达到加料速率时，给料阀就被打开，料液进入离心机（加料速率指的是可以将料液加入离心机所需的离心机转速）。如果料液脱水较容易，那么就可连续进料，一直到转鼓内形成的滤渣层与加料监控器的探针相接触，于是发出信号关闭进料阀。如果料液脱水不易，阀门就断续地短时间地打开，直到预定的总进料时间结束为止，然后加料监控器才发出信号，关闭给料阀，自动地开始下一个操作程序。离心机加速到《第一分离》速率，此速率是设计为料液初步离

心分离的速率。预定的时间过去之后，下一个工序洗涤就开始，机器减速到洗涤速率，关闭滤液出口阀门和打开洗涤液出口阀门。洗涤液出口阀只有达到所需要的速率时才打开，并保持一定时间，让流入离心机的洗涤液达到所需要的量。下一步就是把离心机再加速到《第二分离》速率，在预定的时间内进行干燥操作。然后，机器减速到刮料速率，刮刀开始运动，固体滤渣被刮出离心机。这样，除非还要有清洗残余薄层的工序，否则整个离心分离的循环就算完成了。

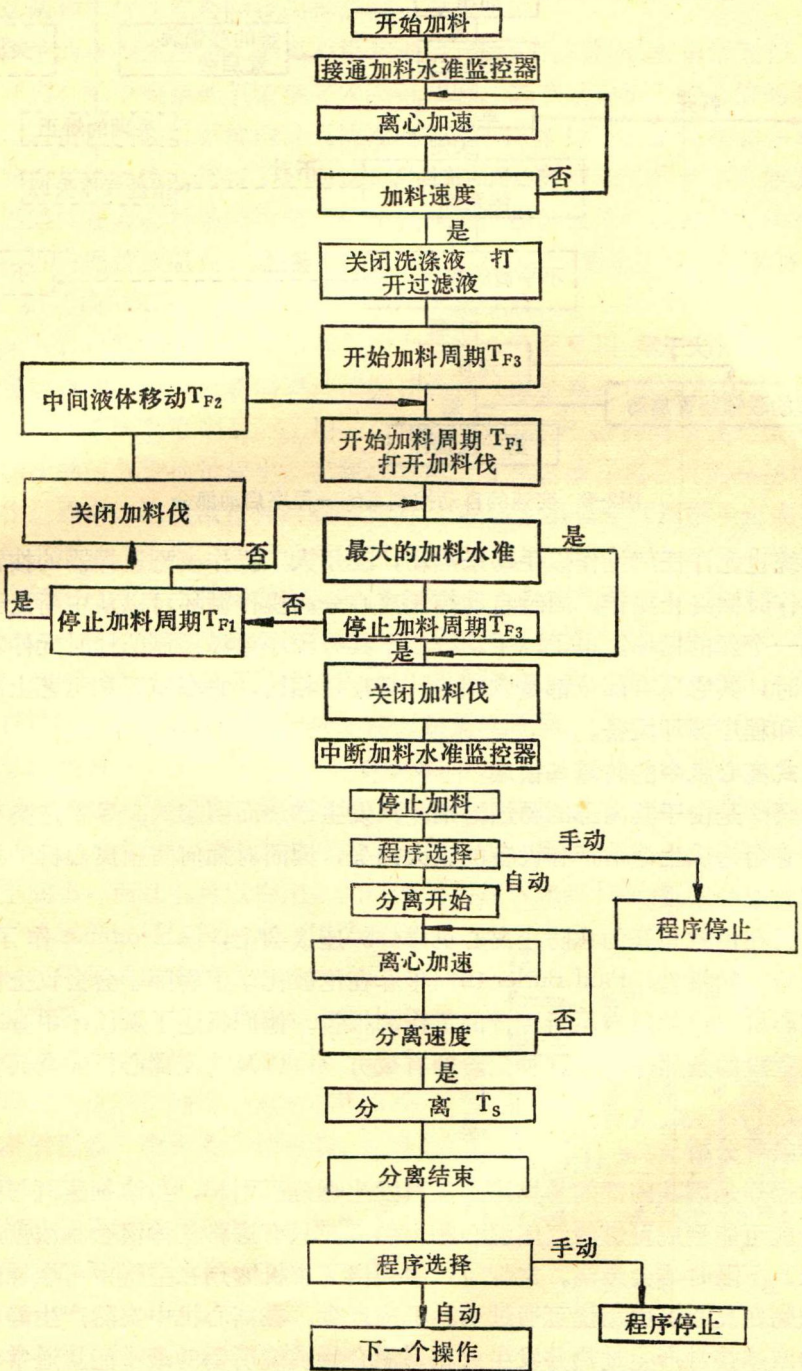


图2-5 变速自动控制流程图一周期性加料和分离

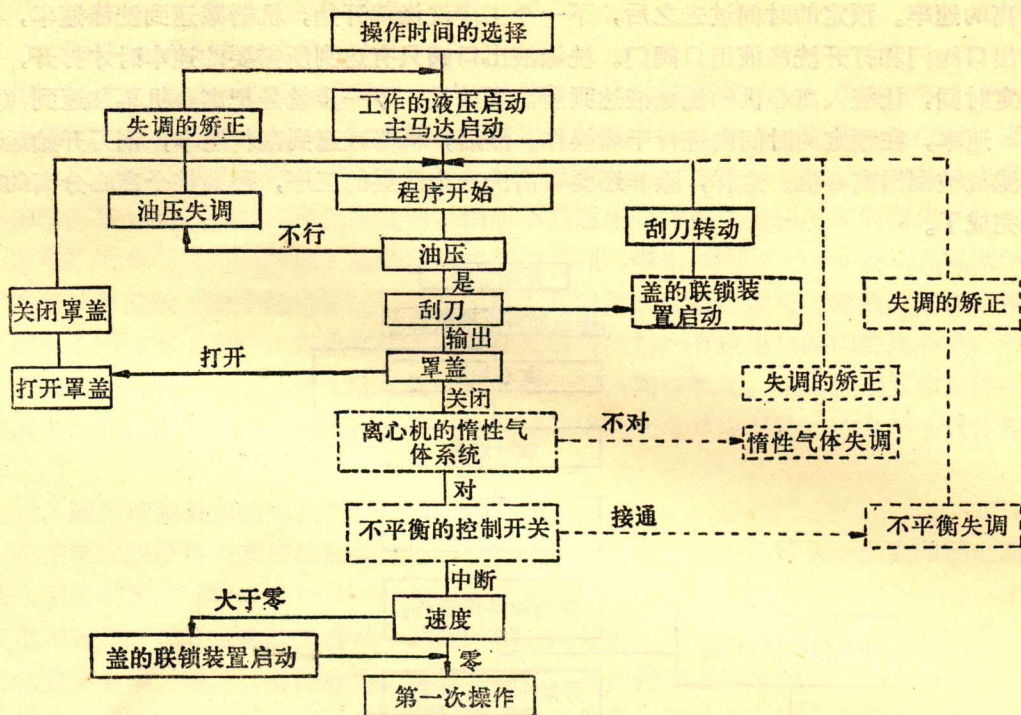


图2-6 变速的自动控制系统—程序启动部分

该自控系统也允许任何操作以手动来启动，改用人工操作模型选择器的按钮，就可以不按所规定的操作时间终止操作。同时自动控制离心分离操作循环可以从中断处开始恢复，或者也可以开始一个新的循环。电子的手动控制不具有程序循环控制的计时元件和警报器。当一个工序进行时，其它所有部分都是联锁的。与自控相比，它在布置和工艺上的主要区别是缺少计时系统和程序循环设备。

三、三足式离心机中的防爆与镇爆〔9〕〔10〕〔11〕

离心机的爆炸是由于其内部的易燃溶剂蒸汽发生燃烧而引起的。尽管这类事故不是经常发生，但由于它会造成生命财产和设备的重大损失，因而对如何防止离心机的爆炸，近几年来国外已引起普遍的重视。

1974年5月在伦敦召开的《防止离心机爆炸》座谈会上，G.Kronman作了《在离心机中减少爆炸危险》的报告。Paul Butler 1974年春在伦敦化学工程师学会会议上作了关于制药行业在消除离心机爆炸危险方面所进行的工作的报告。他们阐述了从固体中分离可燃液体的离心机中构成危险的条件；防止这种危险的有效方法；以及为使离心机安全而需设置的特殊结构。

1. 爆炸条件分析

离心机的爆炸是因其内部的易燃溶剂蒸汽发生燃烧而引起，当溶剂蒸汽与空气或其它含氧气体相混合就可能形成可燃的气体混合物。然而，只有这种气体混合物浓度超过了已规定的可燃性的上、下限时才会燃烧。文献〔11〕中列出了有机溶剂在空气中可燃性的有关数据。

气体混合物在离心机中燃烧可通过两种机理产生：在离心机中突然产生静电放电作用或是金属之间的摩擦接触产生过热并发生火花。混合物燃烧所需的最小能量通常叫《有效潜能》(Potentially available)。每当气体空气绝缘体中的潜能达到极限值时，储存着的静电就会放