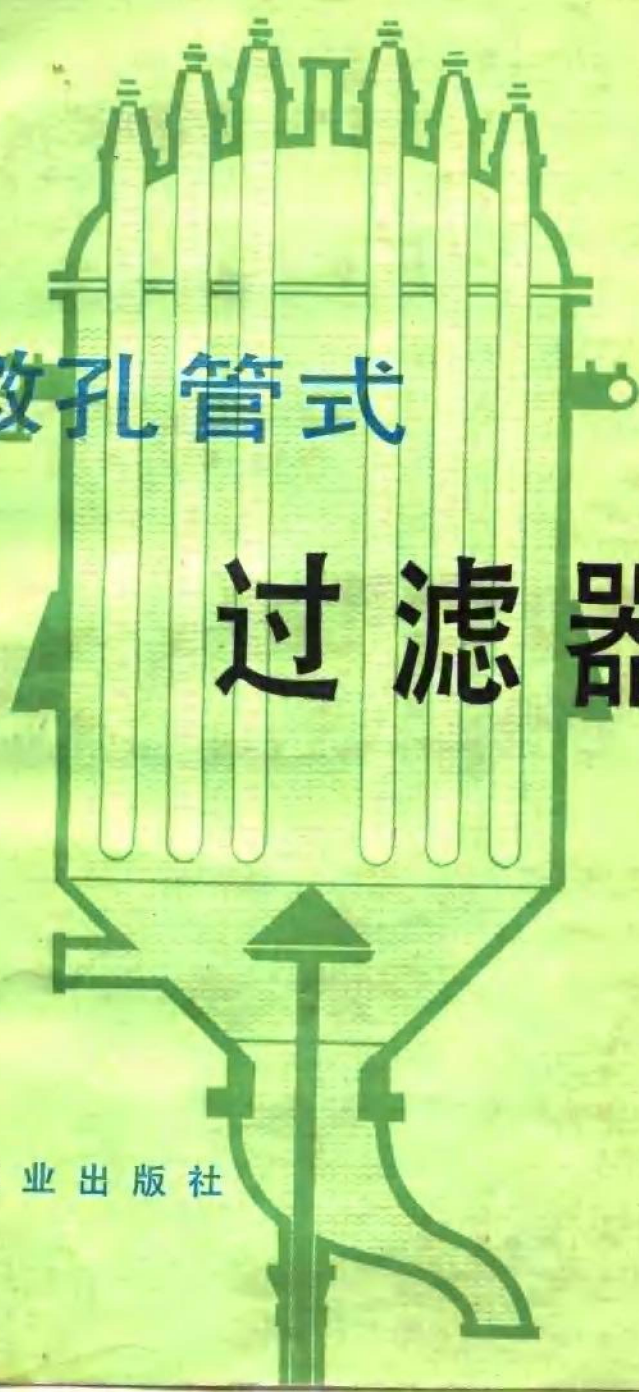


WEIKONG GUANSHI GUOLUQI

微孔管式

过滤器



冶金工业出版社

微孔管式过滤器

冶金工业部重有色冶炼科技情报网 编

冶金工业出版社

本书介绍了微孔管式过滤器的各种新型结构、工作原理、材料选择、参数确定和各种过滤介质的性能规格，论述了微孔管式过滤器的安装、生产操作和维护及电-气程序控制的原理。书的后半部分介绍了微孔管式过滤器在国内外冶金、化工、石油、轻工、食品、医药、军工及环保等部门应用的实例，并附有生产操作数据。此外，还就微孔管式过滤器的过滤理论、顶盖开孔的受力分析、标准化和系列化以及今后的发展作了一些探讨。本书可供研究、设计和生产单位的技术人员和工人参考。

微孔管式过滤器

冶金工业部重有色冶炼科技情报网 编

冶金工业出版社出版

(北京灯市口74号)

新华书店北京发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

850×1168 1/32 印张 4 7/8 字数 123 千字

1981年2月第一版 1981年2月第一次印刷

印数00,001~2,700册

统一书号：15062·3591 定价 0.50 元

前 言

微孔管式过滤器是我国六十年代通过试验研究发展完善起来的一种新型过滤设备。它具有过滤速度快，质量高，消耗低，污染小，便于自动化，节省大量木材和棉布等特点，优于传统使用的木制板框压滤机。七十年代初首先用于湿法冶金过滤工艺，取代了木制板框压滤机，收到良好效果。随后，在全国各工业部门推广使用，深受欢迎。

一九七四年冶金工业部重有色冶炼科技情报网在天津召开了全国有关工业部门四十一个单位参加的“微孔管式过滤器经验交流会”。会议认为微孔管式过滤器经几年来的使用已积累了不少经验，并出现了许多新型的结构。为进一步推广使用和促进它的发展，建议将这方面的经验加以总结并编写成书。此后，情报网便组织有关工厂和设计院分头收集了大量国内外资料，经反复讨论研究后分工编写，草稿于年初完成，并提交“管式过滤器第二次经验交流会”（一九七九年四月在株洲市召开，有六十一个单位参加）审议。然后，根据与会代表的意见作了必要的修改编成本书。顺此，向提供资料和提出宝贵建议的单位和同志表示感谢。

书稿由金川有色金属公司孟宪宣同志、天津电解铜厂王德庆、胡家骥同志、北京有色冶金设计研究总院徐智、陈子皋、毛昌沛、姚绍容、郑壁涛等同志编写，最后由陈子皋、郑壁涛同志修改定稿。

由于我们收集的资料有限，经验不足，书中难免有片面之处和缺点错误，欢迎批评指正。

冶金工业部重有色冶炼科技情报网

一九七九年六月

35755

目 录

前言

第一章 过滤概述.....	1
第一节 过滤的基本概念.....	1
一、过滤的基本原理	1
二、过滤速度	2
三、过滤过程	3
第二节 过滤设备的生产能力.....	4
第三节 影响过滤设备生产能力及结构的一些因素.....	5
一、滤浆的性质	5
二、过滤介质及滤饼的性质.....	6
三、过滤推动力	7
四、生产工艺的要求	7
第四节 微孔管式过滤器工作原理概述.....	7
第二章 微孔管式过滤器的结构.....	11
第一节 过滤装置.....	11
一、管式过滤装置	11
二、管板式过滤装置	21
三、管袋式过滤装置	22
第二节 聚流装置.....	26
一、明流上出液聚流装置	26
二、暗流下出液聚流装置	28
三、暗流上出液聚流装置	30
第三节 卸渣装置.....	30
一、干渣型卸渣装置	30
二、湿渣型卸渣装置	40
第四节 壳体结构.....	45
一、筒身	45
二、顶盖与底.....	46

三、支座	48
四、壳体上管口配置	49
五、壳体材料与器壁结构	50
六、防腐处理.....	51
第三章 过滤介质.....	53
第一节 刚玉微孔管.....	53
一、陕西省工业陶磁厂生产的刚玉微孔管	53
二、山东省淄博市博山建筑材料厂生产的刚玉微孔管	56
三、刚玉微孔管过滤介质的优缺点	56
第二节 塑料微孔管.....	56
一、上海冶炼厂烧结聚氯乙烯微孔管工艺过程及性能	56
二、上海医药工业研究院研制的聚氯乙烯微孔管过滤介质的主要性能.....	58
三、聚氯乙烯微孔管过滤介质的特点	60
第三节 钛微孔管.....	61
一、钛微孔管的成分、规格、性能	61
二、钛微孔管的优点及存在的问题	61
第四节 合成纤维布.....	63
第五节 助滤剂.....	65
第四章 管式过滤器的操作.....	70
第一节 安装.....	70
一、微孔管的准备工作	70
二、过滤装置的组装与试压检验	71
三、安装及注意事项	72
第二节 卸湿渣过滤工艺.....	73
一、进液	73
二、过滤	73
三、放空	73
四、卸渣	75
第三节 卸干渣过滤工艺.....	76

一、操作流程	76
二、正吹风与过滤干渣的效果	76
三、卸渣	77
第四节 故障处理	78
一、跑浑的处理	78
二、过滤管的微孔堵塞及处理	79
三、其他故障处理	80
第五节 过滤管的再生	80
一、再生的过程	81
二、稀酸热水再生	81
三、再生的效果与过滤速度	81
第五章 管式过滤器的电-气程序控制	82
第一节 气动控制概述	82
一、程序气动控制原理	82
二、气动装置和元件	83
第二节 电气控制线路说明	83
第三节 操作	89
第六章 微孔管式过滤器国内使用情况	91
第一节 湿法冶金、化工企业的使用概况	91
一、金川有色金属公司	91
二、天津电解铜厂	95
三、上海冶炼厂	97
四、株洲冶炼厂	99
五、天津碱厂	102
六、天津染料厂	103
第二节 其他冶金、化工、染料、食品等 工业部门使用情况	108
一、刚玉管式过滤器	108
二、管袋式过滤器	109
三、钛管、塑料管过滤器	110

第三节	微孔管式过滤器与板框压滤机的技术	
	经济指标比较	110
一、	板框压滤机概述	110
二、	微孔管式过滤器与板框压滤机比较	113
第七章	国外微孔管式过滤器	117
第一节	微孔管式过滤器的过滤装置及其他有关问题	117
一、	金属线缠绕式附有预涂助滤剂的过滤装置	117
二、	环状叠片式附有预涂助滤剂的过滤装置	118
三、	骨架上套布袋的过滤装置	120
四、	陶瓷质过滤装置	122
第二节	过滤器结构	122
第三节	过滤操作	123
第四节	过滤器材料及规格性能	125
一、	过滤器所用材料	125
二、	规格和性能	126
第五节	自动化	129
第六节	过滤器应用举例	129
第七节	几点看法	130
第八章	有关微孔管式过滤器的几个问题	133
第一节	开孔顶盖的强度问题	133
一、	开孔椭圆顶盖的应力分析	133
二、	测试结论	134
第二节	过滤的理论计算	135
一、	平板过滤面的过滤计算	135
二、	管式过滤面的过滤计算	139
第三节	单管的测试	143
一、	试验目的	143
二、	测试装置	143
三、	测试过程	144
第四节	微孔管式过滤器的标准化和系列化	144

第一章 过 滤 概 述

第一节 过滤的基本概念

一、过滤的基本原理

过滤的基本原理系利用一种具有很多毛细孔的物体作为介质，使被过滤的液体由此介质的小孔通过，而将悬浮微粒截留。此种介质称为“过滤介质”。化学实验室中常用的滤纸即为一例。在工业上则常用多孔的过滤介质如细砂、滤布及微孔管等进行过滤（图1）。

在过滤中，通常称悬浮液为滤浆。滤浆中的固体微粒为滤渣，积聚在过滤介质上的滤渣层为滤饼。其透过滤饼与过滤介质的澄清液体为滤液。

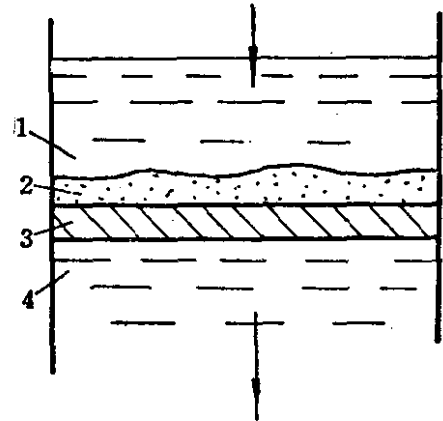


图1 过滤示意图
1—滤浆；2—滤饼；3—过滤介质；
4—滤液

过滤开始时，滤液要通过过滤介质，必须克服过滤介质对流体流动的阻力，此项阻力由图1可见，它为滤饼和过滤介质的阻力之和。当用粒状介质（如砂）时，若滤浆内含有滤渣很少，则滤饼的阻力可以略而不计。用织状介质（如滤布）时，介质的阻力仅在过滤开始时较为显著，经一段时期后，当滤饼积聚到相当厚度时，介质阻力即可略而不计。事实上，此时逐渐增厚的滤饼乃变为真正的过滤介质。因为滤浆中所含滤渣粒子大小不一，在大多数情况下，过滤介质并不能完全阻止细小微粒的通过，故在过滤开始时，滤液往往呈现浑浊，但介质表面上积有滤饼后，即显澄清，此表示滤饼中的毛细孔道较过滤介质的为小或者过滤介质的孔道中有了广泛的架桥现象。

由上所述，可见在大多数的情况下过滤的阻力主要决定于滤饼的厚度及其特性。滤饼厚度随过滤的进行逐渐增加。然而滤饼的特性则颇为复杂。通常滤渣可分为不可压缩的和可压缩的两种：前者为不变形的颗粒所组成，如晶体、碳酸钙及硅藻土等；后者为无定形的颗粒所组成，如胶状的氢氧化铝、氢氧化铬等。

不可压缩的滤渣，当其沉淀于过滤介质上时，各个颗粒间相互排列的位置以及粒子与粒子之间的孔道均不因受压强的增加而有所改变。反之，在过滤可压缩的滤渣时，粒子与粒子间的孔道随压强的增加而变小，因此对滤渣液中渣粒的畅流发生阻碍作用。

过滤的推动力为滤饼与过滤介质两侧的压强差，而不是所受压强的绝对值。压强总的来源有四种：（1）悬浮液体的液柱压强，一般不超过0.5公斤/厘米²；（2）在悬浮液上面加压，一般可达5公斤/厘米²以上；（3）在过滤介质下面抽真空，通常不超过0.85公斤/厘米²；（4）利用离心力。

滤液通过过滤介质的速度（过滤速度）决定于推动力和阻力，当推动力为一定时，此速度随过程的进行而逐渐降低，如果在过程进行中维持不变，则必须加大过程的推动力。

二、过滤速度

过滤速度为单位时间内每单位过滤面积上通过的滤液体积。若以V为滤液的体积（米³）， τ 为过滤的时间（小时），F为过滤的面积（米²），则过滤速度U为：

$$U = \frac{dV}{d\tau} \cdot \frac{1}{F} \text{ 米/小时}$$

过滤速度的单位与液体通过导管截面积的流速的因次相同。由上述可见U系随时间而变化。过滤速率通常表示为：

$$Q = \frac{dV}{F \cdot d\tau} \cdot F = \frac{dV}{d\tau} \text{ 米}^3/\text{小时}$$

若时间的单位以“秒”计量，则过滤速度与速率的单位相应的为“米/秒”和“米³/秒”。

三、过滤过程

过滤过程由过滤、洗涤、干燥及卸渣四个阶段组成。

1. 过滤

滤浆进入过滤装置进行液固分离为过滤阶段开始。当过滤操作进行到一定时间以后，由于滤饼的增厚使过滤速度变得很低，再继续进行下去就不经济了，只有将滤饼移走重新开始过滤才为合理，此时停止进入滤浆为过滤阶段结束。

2. 滤饼的洗涤

在停止进入滤浆以后，滤饼的小孔中间存在很多的滤液。如果滤饼是有价值的产品，不允许为滤液所沾污，则必须将此部分滤液除去。因此，常将滤饼进行洗涤，洗涤所得溶液称为洗涤液。

滤饼中的微孔错综复杂，滤液即充满在这无数的毛细孔中，由于表面张力与粘着力而不能自动的流走。

洗涤时将清水（或其他溶液）均匀而平稳地倾于滤饼面上，在推动力的作用下，清水开始流过毛细管，由于毛细管过细，所以开始时清水并不与滤液混合，而仅是将滤液“排代”出来，在毛细管中间的滤液被排代完以后，粘着微粒表面（毛细管壁）的极薄一层，滤液再逐渐被洗液所冲稀而带出。由此可见，要大致洗涤干净，只需消耗少量的水，而要求完全洗涤干净必须消耗大量的水。

如果滤液为成品，则因洗涤液的浓度总较滤液为稀，在以后的处理中，须将洗液蒸发，要消耗大量的热量，因此常力求提高洗液的浓度，为此可采用多次逆流洗涤法。例如滤饼的洗涤分作三次：第一次用稀溶液洗，第二次用更稀的溶液洗，最后用清水洗。由清水洗得的溶液，保留作为下一循环第二次洗涤用的稀溶液，第一次所得的浓溶液则送去蒸发器浓缩。

由此可见，过滤设备常须考虑到洗涤的方便及洗涤液与滤液很好分开而引出的问题。

3. 滤饼干燥

在洗涤完毕后有时还须将滤饼进行“干燥”。所谓“干燥”并非将滤饼中的液体全部汽化，而仅是以空气在压力（正压或负压）下通过滤饼，将毛细管中存留的洗液排代出来，以使滤饼中存留的液体尽可能的减少。为使干燥作业所消耗热能最小，少数过滤设备中有以热空气通过滤饼，此时排代与汽化二作用兼而有之。有的过滤机中则用机械挤压的办法减少滤饼中的液体含量。

4. 滤饼的卸除

最后要将滤饼从过滤介质上卸下来。卸料要求尽可能彻底干净，这是为了最大限度地回收滤饼（滤饼是成品时），同时也是为了便于清洗过滤介质减少下一次过滤时的阻力。采用压缩空气从过滤隔层后面反吹以卸除滤饼是很好的办法，这可以同时达到上述两个目的。如滤饼是无用的，则可以简单的用水冲洗。当过滤介质使用一定时期后，由于孔隙堵塞应进行清洗，这叫做再生。

第二节 过滤设备的生产能力

过滤设备的生产能力通常可以两种方式表示，其一以每单位过滤面积、每单位时间所能滤过的滤液量（ $\text{米}^3/\text{米}^2 \cdot \text{时}$ ）表示，其二以每单位过滤面积每单位时间所能积聚的滤饼量（ $\text{米}^3/\text{米}^2 \cdot \text{时}$ ）表示。

由此可见，过滤设备的生产能力，可用过滤速率表示。

通常以加压为推动力操作的过滤设备，多用于含固体物较少的滤浆，所以其生产能力常以过滤速率（ $\text{米}^3/\text{小时}$ ）表示；对含有固体物较多的滤浆的过滤设备，如连续回转真空过滤机，其生产能力则以收回的滤饼量或滤液量来表示。

在过滤过程中仅有一部分时间（即实际过滤时间）用于生产，另一部分时间则须消耗于滤饼的洗涤和卸除以及过滤设备整理准备等项工作，所以过滤设备的生产能力，又可以用下式表示：

$$V_{\text{小时}} = \frac{V}{\tau + \tau_{\text{洗}} + \tau_{\text{装}}} = \frac{V}{\Sigma \tau}$$

式中： $V_{\text{小时}}$ ——生产能力，以每小时平均所得滤液量表示，米³/小时；

V ——循环操作（即四个阶段）周期中所得的液量，米³；

$\Sigma \tau$ ——整个循环周期的总时间，小时。

不管采用何种方法表示过滤设备的生产能力，均主要为过滤速度所控制。因此，欲提高生产能力必须由此着眼。

使过滤设备生产能力提高，须合理安排各阶段的时间。若过滤阶段的时间（生产时间）过长，则一方面由于过滤速率是在下降的，同时由于滤渣很厚也大大延长洗涤时间，因此总的生产能力不高。但是，若过滤阶段的时间太短则会使得在整个操作周期中洗涤和辅助时间（非生产时间）所占的比例较大，这样对生产能力也同样是不利的。

第三节 影响过滤设备生产能力及结构的一些因素

影响过滤速度的一切因素，均能影响过滤设备的生产能力，而且其中某些因素还将影响到过滤设备的结构。总的说来，重要因素有滤浆的性质、过滤的推动力、过滤介质的性质和工艺上的要求等。

一、滤浆的性质

滤浆中液相的粘度会影响过滤速度。提高温度可以降低液体的粘度，从而可提高生产能力，故热料不应冷却后再过滤，但特意加热也是不经济的。在真空过滤时，还必须注意料液温度受真空下沸点的限制。

滤浆中固体含量有的在1%以下，有的达50%以上。如果固相含量少时，则过滤阶段可长些，采用间歇过滤设备较适合；固体含量大时，则过滤阶段要短些，宜采用连续过滤设备。滤浆的化学性也有很大影响，如果液体有强腐蚀性，则过滤介质与设备的

部件要选择合适的耐腐蚀材料来制造。如果滤液的挥发性很强或其蒸汽有毒性,则整个过滤系统必须密闭,宜选用管式过滤器。对于非常稀的滤浆,则最好增浓后再过滤。

二、过滤介质及滤饼的性质

过滤介质的性质对过滤速度影响很大,并影响生产能力,而且影响到滤液的澄清程度和设备结构等。

滤饼的结构特性,如毛细管数目,直径大小,弯曲程度等决定于滤浆中粒子的大小及其可压缩性。因固体颗粒愈大愈坚硬,则所形成的滤饼的阻力越小,反之愈大。为了减少滤饼结构特性的影响,提高过滤速度,就必须设法控制固体粒子的尺寸。如果固体粒子是由磨碎而得的,则应控制避免过度粉碎;如果固体粒子是由结晶而得的,则应控制结晶过程,使产生均匀的、合格的结晶,而不能使溶液过冷或过分剧烈的搅拌而产生细晶体。

在输送过程中亦要避免固体粒子被破碎。例如,苛化法烧碱生产中的碳酸钙沉淀,用往复泵输送就比离心泵为好。对胶体溶液最好加一些凝结剂,使微粒凝聚成大粒子。

如果滤饼是可压缩性的,则应注意压力差(推动力)增加时,粒子与粒子间的孔隙随压强差的增加而减少,故增加压强差来提高过滤速度反而不利。

有时滤浆中粒子很细,呈胶体状,很难过滤或很容易穿过过滤介质,或者很易将过滤介质的孔道堵塞,此时可采用加助滤剂的办法得到澄清的滤液。

滤浆中粒子大小的均匀性,也影响过滤设备的加料方式。对于颗粒大小不均一的滤浆,采用上加料法为宜,即料液倾于过滤介质的上方,因为大粒子会先沉降于过滤介质上,构成一层疏松的滤饼,成为良好的过滤介质。如果颗粒较为均匀,则从结构上考虑,有时采用下加料法,即过滤介质在料液的上面,而从上面将滤液吸去。

过滤介质的性质对过滤速度影响很大,因此影响生产能力,同时过滤介质的选择也影响到滤液的澄清程度、设备的结构和安

装检修，故过滤介质选择得当，胶体溶液也可以过滤分离。

三、过滤推动力

过滤推动力有重力、真空、加压及离心力等。过滤以重力作推动力时，过滤速度不快，一般仅用于处理固体含量少而易于过滤的滤浆。利用真空作推动力则比重力强，能适应很多过滤过程的要求，因而用得很广泛，但它受到大气压强及溶液沸点的限制，而且要求设置一套抽真空的设备。加压过滤可以产生很高的压强差，不但提高过滤速度，而且对某些较难过滤的滤浆唯有加压过滤才能作有效的处理。加压过滤对设备的强度及紧密性要求较高，此外还受到过滤介质强度和堵塞问题、滤饼的可压缩性、对滤液的清洁程度的要求等的限制。可见，推动力的选择对过滤设备的结构有决定性的影响。

四、生产工艺的要求

例如，生产工艺是否要最大限度地收回滤饼或滤液，对滤饼中含液量是否尽量低等，均将影响到过滤设备的结构。

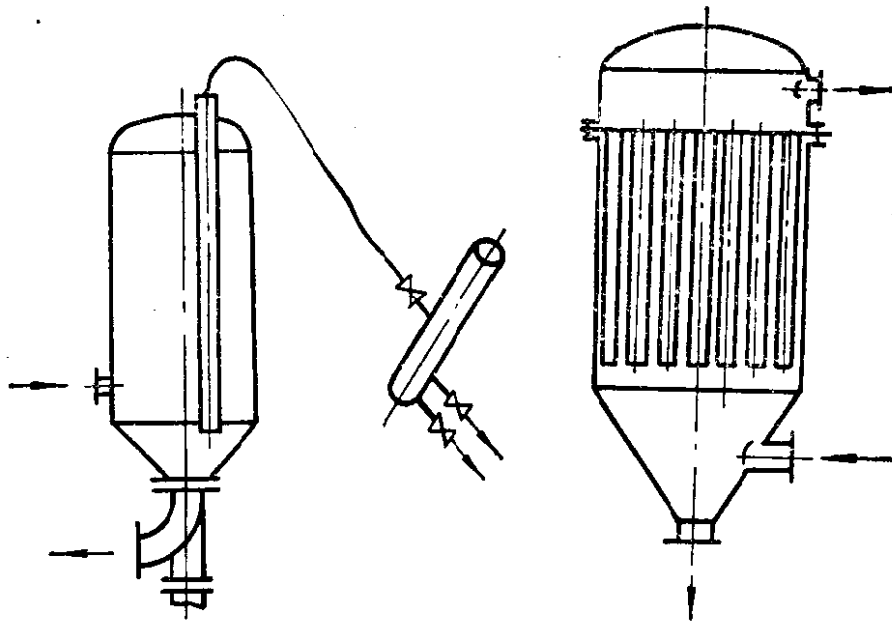
第四节 微孔管式过滤器工作原理概述

微孔管式过滤器是借多孔物质，如烧结刚玉、烧结塑料或烧结金属钛等材料作为管式过滤介质进行过滤操作的一种装置。这种小型单管的微孔过滤器在工业或医药上早有使用，而大型的自动化连续作业的微孔管式过滤器还是近十年来才逐渐发展和完善起来的，并在冶金、化工、染料、食品等工业部门得到了应用。

这种过滤装置按其结构可分为明流上出液、暗流上出液、蓄能式和横插式等型式，见图 2。

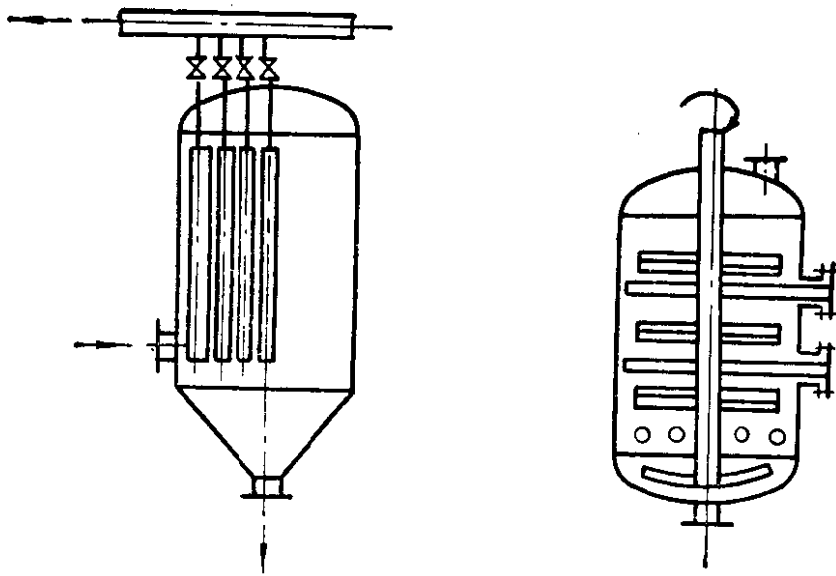
暗流上出液、蓄能式和横插式等三种型式现使用得较少。

目前使用最多的是明流上出液微孔管式过滤器。它的特点是构造紧凑严密，具有良好的澄清作用，滤渣的洗涤和干燥简单，卸除方便，操作可以自动化。



(a) 明流上出液

(b) 暗流上出液



(c) 蓄能式

(d) 横插式

图 2 各种结构形式的微孔管式过滤装置

明流上出液微孔管式过滤器如图3所示。过滤时，先将滤

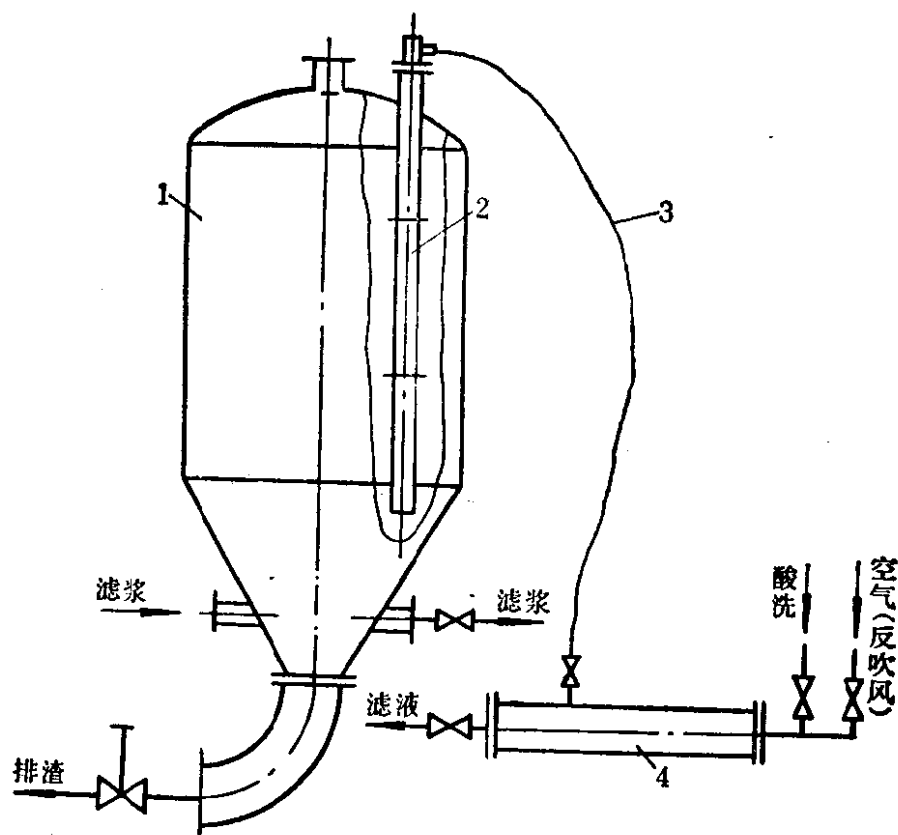


图3 明流上出液微孔管式过滤器

1—壳体；2—过滤装置；3—软管；4—聚流装置

浆泵入过滤器，使壳体内充满滤浆，滤液透过微孔过滤装置，其管壁的微孔起过滤作用，滤液经微孔进入过滤管内，靠压力再经透明塑料软管被压出，导入聚流装置并从此排出。滤渣则被截留在微孔过滤装置的外壁逐渐堆积成滤饼，达到一定厚度时，过滤速率下降，这时，过滤阶段结束。然后向过滤器中鼓入空气（即吹风），将过滤器壳体内残留滤浆压回到滤浆搅拌槽中。再由反吹风管鼓入压缩空气，从微孔管内部向外反吹，靠空气的反吹压力，使附着在微孔过滤管外壁的滤饼剥落，由排渣口排出。这样，一个过滤周期便完成了，接着如此一个周期一个周期地循环进行。

在整个操作过程中，所有阀门的启闭，时间的控制，程序的