第 5 章 钛白粉

5.1 钛白粉的性质、种类和用途

5.1.1 钛白粉简介

钛白粉学名为二氧化钛，分子式为TiO_2，相对分子质量 79.90，属于惰性颜料，被认为是目前世界上性能最好的一种白色颜料，因同分异构体的不同决定了产品的晶型不同，二氧化钛有锐钛型、板钛型和金红石型三种晶型，不同的晶型有着不同的物理和化学性能。其中有工业利用价值的是锐钛型和金红石型。

板钛型是不稳定的晶型，无工业利用价值，锐钛型(Anatase)简称 A 型，和金红石型(Rutile)简称 R 型，都具有稳定的晶格，是重要的白色颜料和瓷器釉料，与其他白色颜料比较有优越的白度、着色力、遮盖力、耐候性、耐热性和化学稳定性，特别是没有毒性。

5.1.2 二氧化钛的物理性质

自然界存在三种结晶形态：金红石型、锐钛型和板钛型。板钛型不稳定，尚没有工业用途。金红石型和锐钛型都属于四方晶系，但因晶型不同，所以有不同的晶体习性。金红石型是细长的成对的孪生晶体，每个金红石晶胞含有两个二氧化钛分子，以两个棱边相连。而锐钛型则以八面体的形式出现，氧位于八面体的顶角，每个锐钛晶胞含有四个二氧化钛分子，以八个棱边相接。

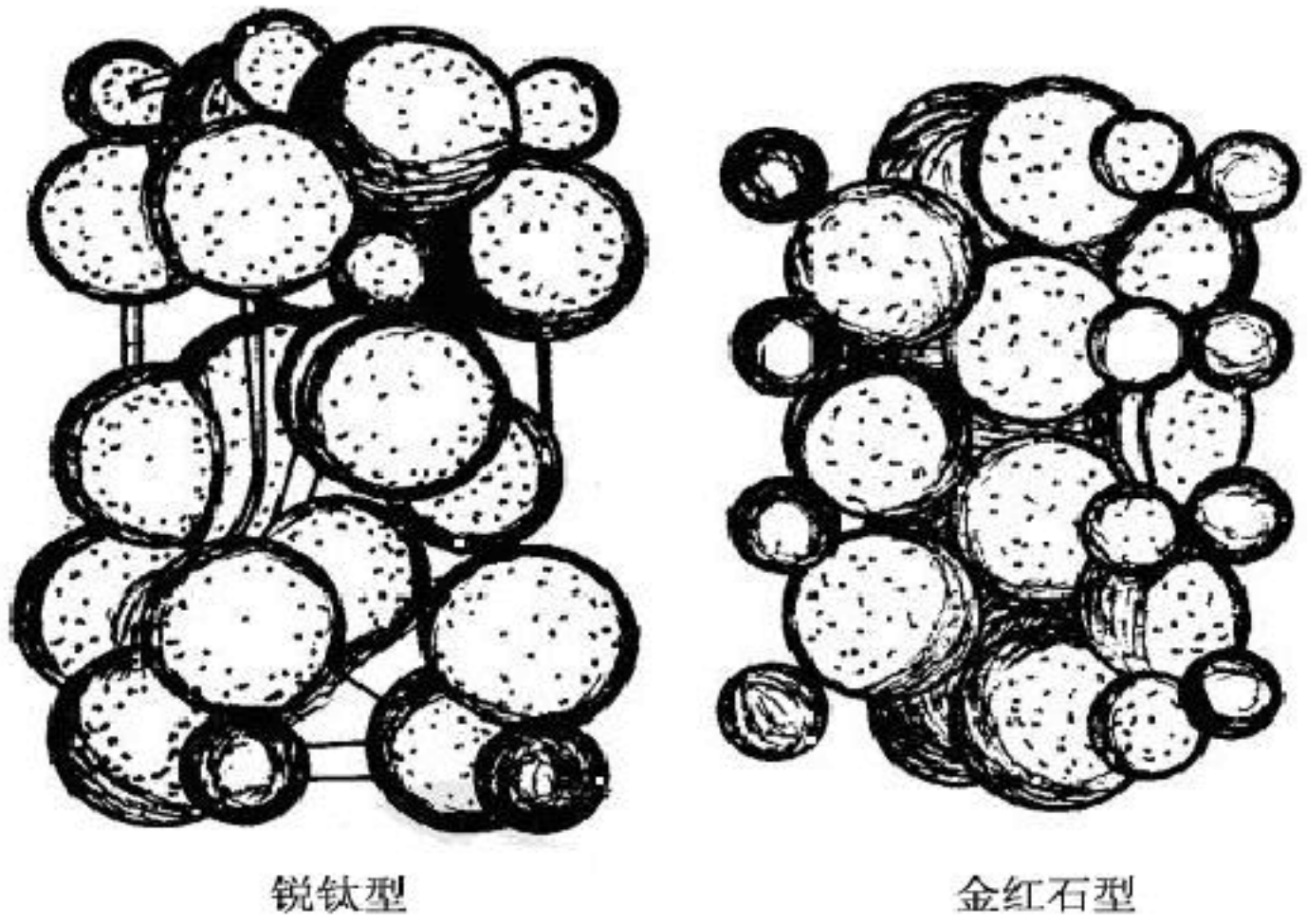


图 5-1　不同钛白晶型的晶胞图

表 5-1 二氧化钛的物理性质

物 性	金红石型	锐钛型
结 晶 系	四方晶系	四方晶系
相对密度	3.9~4.2	3.8~4.1
折 射 率	2.76	2.55
莫氏硬度	6-7	5.5-6
熔点(℃)	1858	高温时转变为金红石型
晶格常数	A 轴 0.458，c 轴 0.795	A 轴 0.378，c 轴 0.949
电导率（S/m）	10^{-11}~10^{-12}	10^{-11}~10^{-12}
吸油度	16～48	18～30
着色强度	1650~1900	1200~1300
颗粒大小(微米)	0.2~0.3	0.3

5.1.3 二氧化钛的化学性质

二氧化钛的化学性质极为稳定，是一种偏酸性的两性氧化物，常温下几乎不与其他元素和化合物作用，对氧、氨、氮、硫化氢、二氧化碳、二氧化硫都不起作用。也不溶于水、稀酸、脂肪酸和其他有机酸及弱无机酸，只微溶于氢氟酸，在长时间高温煮沸下才溶于浓硫酸，微溶于碱和热硝酸。

二氧化钛对酸的作用是微弱的，在热硫酸中的溶解速度随着水合二氧化钛煅烧温度的提高而降低，一般情况下，煅烧温度超过 1000℃就很难溶于热硫酸和盐酸，而煅烧温度低于 700℃，15min 左右就能溶于浓硫酸。但是如果加入过氧化氢、硫酸铵或碱金属的硫酸盐，溶解速度可加快。

化学反应式如下：

$TiO_2+2H_2SO_4 \rightarrow Ti(SO_4)_2+2H_2O$　　$TiO_2+H_2SO_4 \rightarrow TiOSO_4+H_2O$

$TiO_2+ 6HF \rightarrow H_2TiF_6+2H_2O$

对于金红石型二氧化钛，在浓硫酸中溶解时不能超过 225℃，因为超过 225℃会在其表面形成一层硫酸盐，影响其内部固体的继续溶解，二氧化钛在各种不同酸中的溶液，可以通过它的水合物—偏钛酸和正钛酸来制取，相比较起来，水合二氧化钛在硝酸中溶解速度快，在硫酸中慢，在盐酸中最快。

5.1.4 钛白粉的主要用途

涂料行业是钛白粉的最大用户。其中，金红石型钛白粉，大部分被涂料工业所消耗。用钛白粉制作的涂料，色彩鲜艳，遮盖力高，着色力强，用量省，品种多，对介质的稳定性可起到保护作用，并能增强漆膜的机械强度和附着力，防止裂纹，防止紫外线和水分透过，延长漆膜寿命。

钛白粉在塑料行业中的应用最为广泛。在塑料中加入钛白粉，可以提高塑料制品的耐热性、耐光性、耐候性，使塑料制品的物理化学性能得到改善，增强制

品的机械强度，延长使用寿命。

造纸行业也是钛白粉的消费大户。作为纸张填料，主要用在高级纸张和薄型纸张中。在纸张中加入钛白粉，可使纸张具有较好的白度，光泽好，强度高，薄而光滑，印刷时不穿透，质量轻。造纸用钛白粉一般使用未经表面处理的锐钛型钛白粉，可以起到荧光增白剂的作用，增加纸张的白度，但层压纸要求使用经过表面处理的金红石型钛白粉，以满足耐光、耐热的要求。

钛白粉还是高级油墨中不可缺少的白色颜料。含有钛白粉的油墨耐久不变色，表面润湿性好，易于分散。油墨行业所用的钛白粉有金红石型，也有锐钛型。

纺织和化学纤维行业是钛白粉的另一个重要应用领域。化纤用钛白粉主要作为消光剂，由于锐钛型比金红型软，一般使用锐钛型，化纤用钛白粉一般不需表面处理，但某些特殊品种为了降低二氧化钛的光化学作用，避免纤维在二氧化钛光催化的作用下降解，需进行表面处理。

5.2 原材料及其规格要求

5.2.1 主要生产原材料

钛铁矿粉：粉碎要求：矿粉细度小，粒度分布窄而均匀，325 目过筛小于 10%，TiO_2≥48%，FeO≥32%，Fe_2O_3<10%，泥浆胶体<10%，93%浓硫酸。

5.2.2 辅助生产原材料

还原剂：铁粉或铁屑，通常要求厚度小于 3mm，无油污，无其他非金属杂质，无镀铬层。

铝粉：一般选择高活性铝粉。

氧化剂：氧化剂只针对钛渣制得的钛液使用，最常见的氧化剂是硝酸钠。

絮凝剂：改性的聚丙烯酰胺 AMPAM。

消泡剂：酸解时会产生大量泡沫，影响酸解钛液热量的发散，目前使用十二烷基苯磺酸钠，也可用普通洗衣粉。

助滤剂：常见的助滤剂有木炭粉、珍珠岩和硅藻土等。

盐处理剂：钾盐、磷酸等其他盐类。

粉碎助剂：三羟甲基乙烷、三羟甲基甲烷、三羟甲基丙烷、季戊四醇等。

5.2.3 后处理原料

润湿分散剂：六偏磷酸钠、硅酸钠、氢氧化钠、乙醇胺。

包膜剂：硅酸钠、硫酸铝、偏铝酸钠、硫酸氧钛、硫酸锆等。

5.3 硫酸法生产钛白粉工艺概述

硫酸法生产钛白粉的工艺过程可归纳为五大步骤和十大环节，五大步骤为：原料准备、钛液制备、生成水合TiO_2、水合TiO_2的煅烧和 TiO_2的表面处理。十大环节为：钛铁矿的干燥与粉碎、钛铁矿的酸解、钛液的净化、硫酸亚铁的结晶、

含钛溶液的水解、水合 TiO_2 的水洗与漂白、盐处理、煅烧与粉碎、TiO_2 的表面处理与超微粉碎，其工艺流程图如图 5-2 所示。

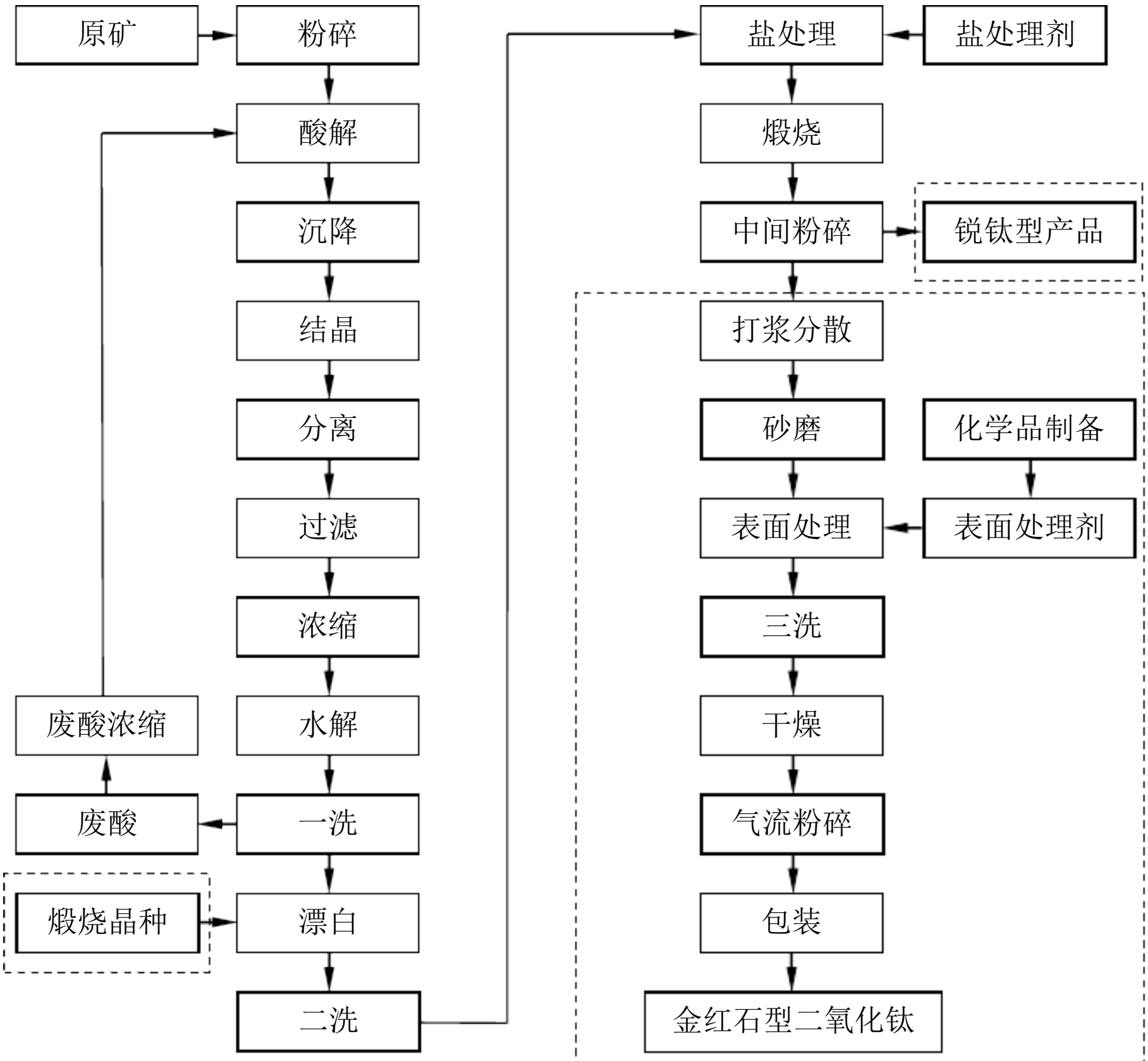


图 5-2　硫酸法生产钛白粉的工艺流程图

5.4 酸解工段

5.4.1 生产原理

经研磨、干燥后的钛铁矿一般在铅衬反应器中用 85～92%的硫酸在 150～180 ℃的温度下进行酸解，为便于酸解，原料钛铁矿通常要磨到 200 目左右。硫酸分解钛铁矿所发生的主要反应可表示如下：

$$FeTiO_3 + 3H_2SO_4 \longrightarrow Ti(SO_4)_2 + FeSO_4 + 3H_2O$$

$$FeTiO_3 + 2H_2SO_4 \longrightarrow TiOSO_4 + 2H_2O + FeSO_4$$

$$Fe_2O_3 + 3H_2SO_4 \longrightarrow Fe_2(SO_4)_3 + 3H_2O$$

$$FeO + H_2SO_4 \rightarrow FeSO_4 + H_2O$$

5.4.2 工艺流程

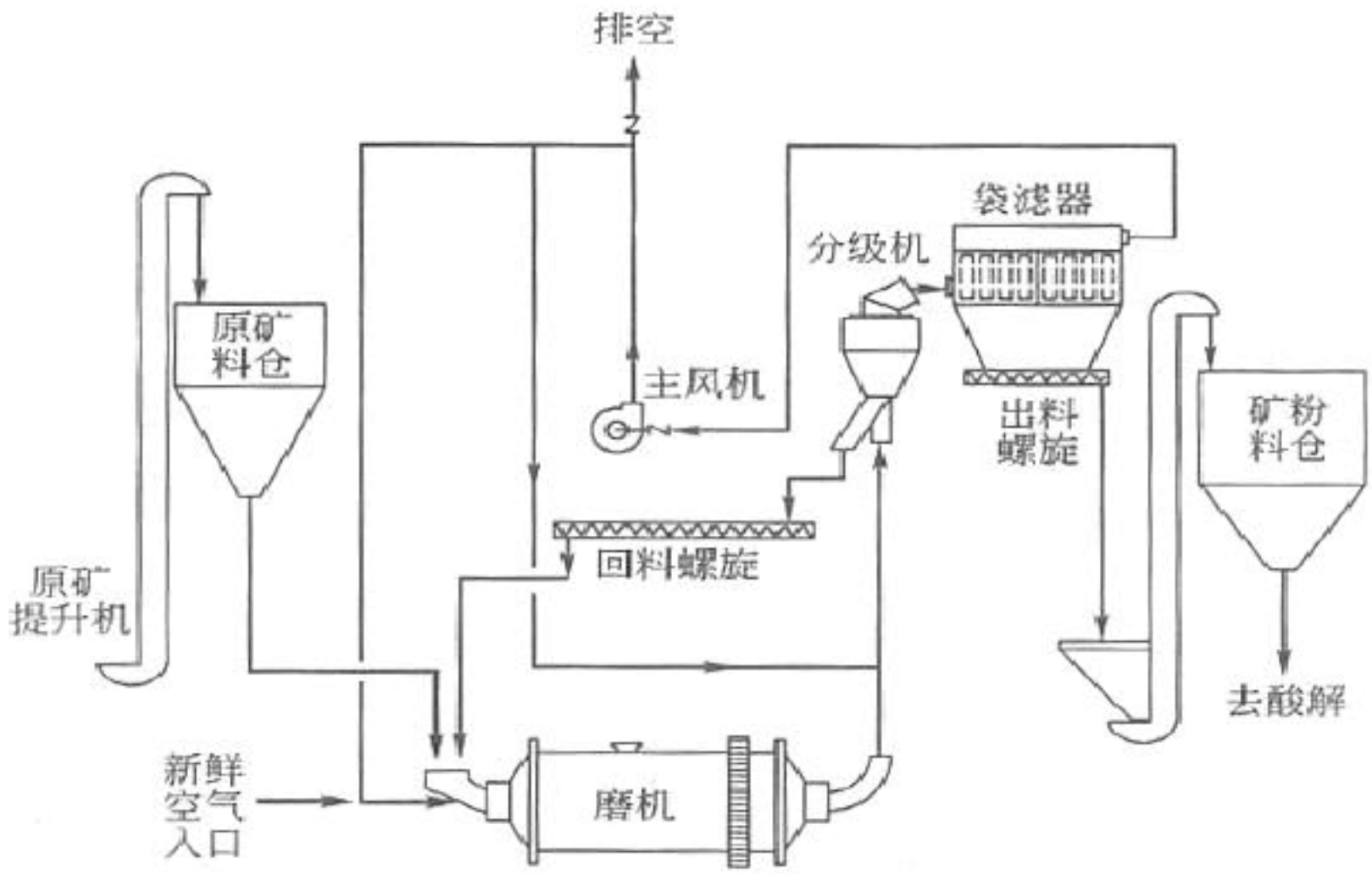


图 5-3　磨矿流程

1. 磨矿

钛铁矿由提升机提至原料仓，通过下料器计量送入磨机；粉碎后的钛铁矿经过分级机，不合格的物料由回料螺旋重新送入磨机再次粉碎，合格的钛粉则进入袋滤器，被收集下来后经提升机送入矿粉料仓备用；经研磨、干燥后的钛铁矿一般在铅衬反应器中用85～92%的硫酸在150～180℃的温度下进行酸解。

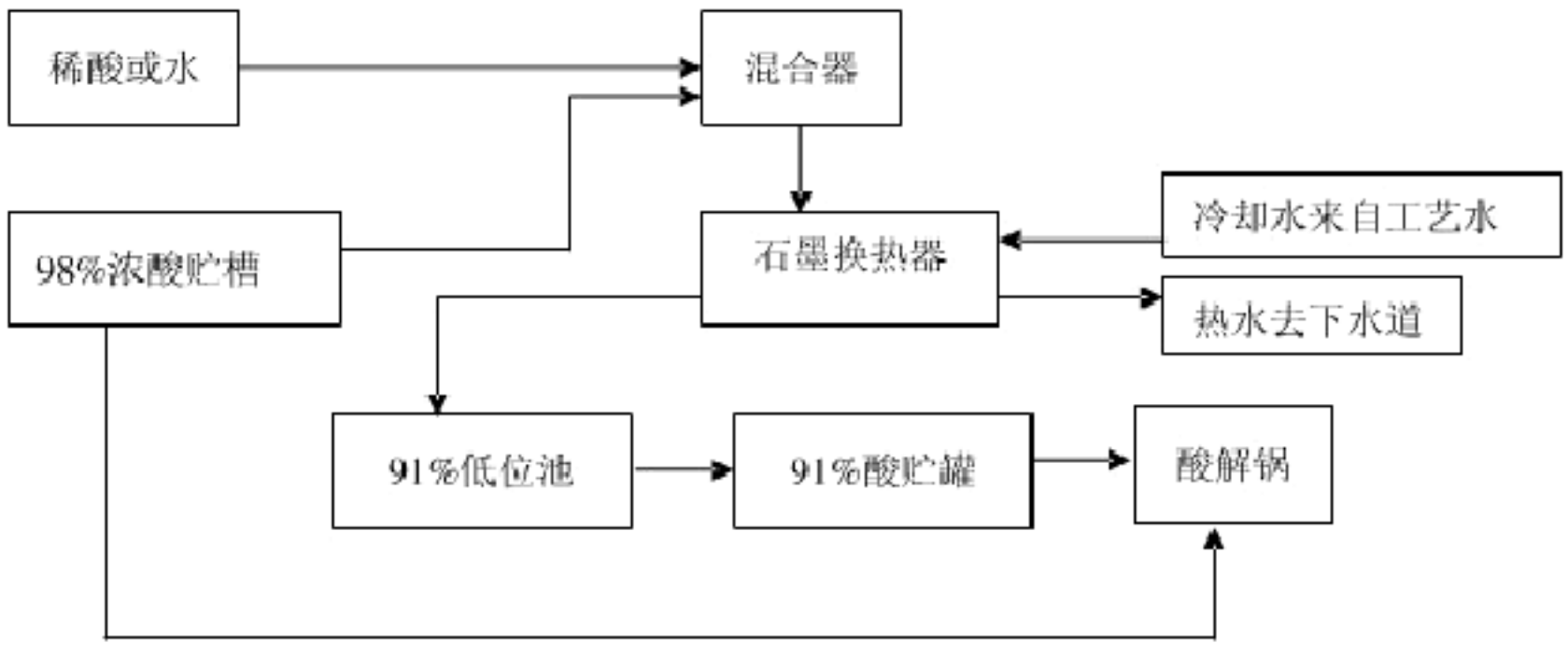


图 5-4　酸解流程

2.酸解

在酸解锅锥底通入压缩空气强烈搅拌，按配方投入 93%硫酸，然后投入矿粉，使矿粉和硫酸充分混合，再加入定量的稀释用的废酸水，继续搅拌，由于浓硫酸被废酸中的水稀释，放出大量热量，使酸解锅内物料温度上升很快，数分钟内能达到250℃，7~8小时后主反应基本完成，停止通入压缩空气，熟化一段时间， 使其继续反应，提高酸解率。熟化后再通入压缩空气进行助冷，冷却至 90~120℃ 时加入废酸，废钛液和自来水进行浸取。然后加入铁屑还原，既得钛液。

投料量：硫酸（100%计算）/$FeTiO_3$=1.5~1.6/1

钛液指标：钛液总含量 115~130g/L；钛液中三价钛量：1.0~3.0g/L，

钛液 F 值： $F = \frac{H2SO_4 g/L}{TiO_2 g/L}$ =1.7~2.1。

5.4.3 主要设备

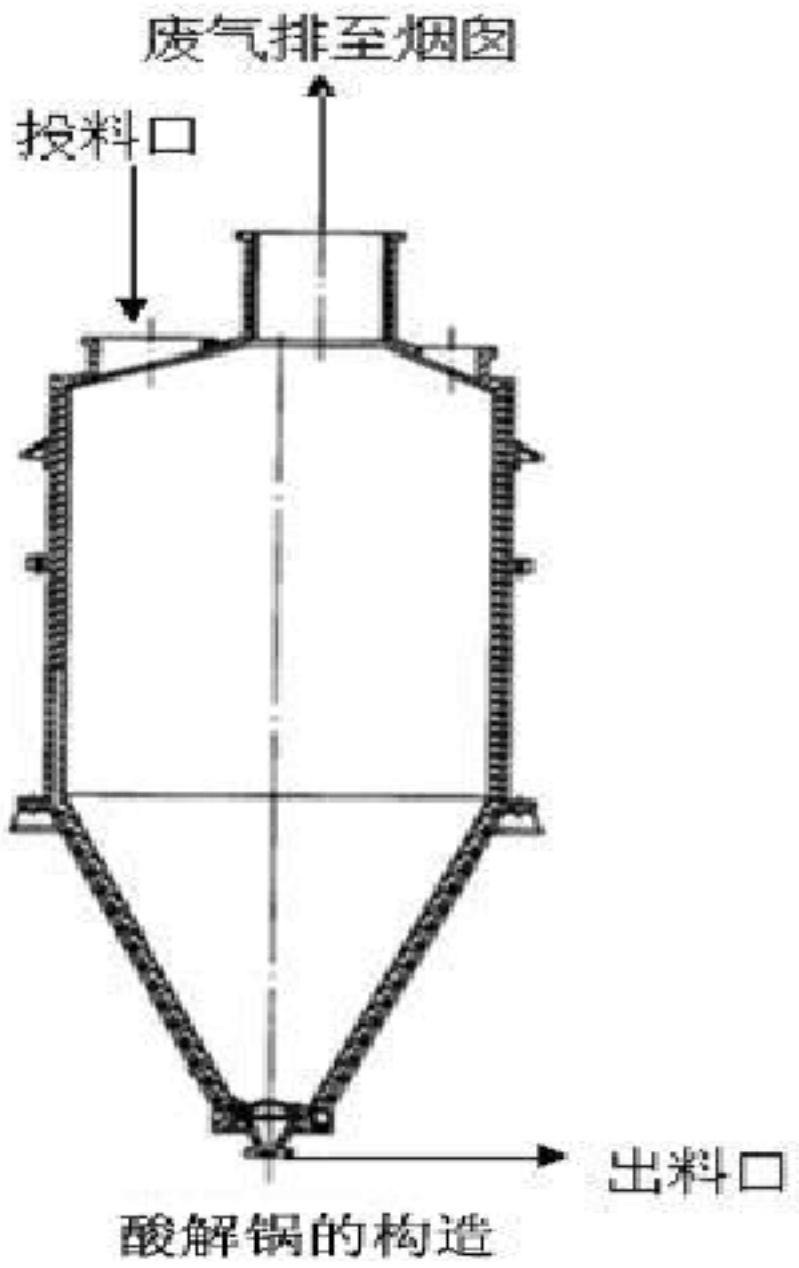


图 5-5　酸解锅

酸解锅构造：外壳为钢板，锅内先涂一层铅，然后用耐酸胶泥砌上两层耐酸砖。烟囱用钢衬两层耐酸砖，要大一些，使得酸解反应产生的大量水蒸气，二氧化硫，三氧化硫等气体能及时排除，锥体的分布板用铅或耐酸陶瓷制成，开孔的角度要保证压缩空气能均匀的吹到反应锅的四周而不留死角，好让固相物体全部溶化，放料阀既要耐温、耐腐蚀，又要能满足放料，通压缩空气，通蒸汽的功能。容积为130m^3，酸解锅投料约为27~30吨，酸解锅的高度（含锥体）是直径的两倍。锥体夹角 60°。

5.4.4 生产安全与防护

硫酸为酸性物，对环境有危害，对水体和土壤可造成污染，对皮肤、粘膜等组织有强烈的刺激和腐蚀作用，酸雾可引起结膜炎、结膜水肿、角膜浑浊，以致失明；引起呼吸道刺激，重者发生呼吸困难和肺水肿；高浓度引起喉痉挛或声门水肿而窒 息死亡；严重者可能有胃穿孔、腹膜炎、肾损害、休克等；皮肤灼伤轻者出现红斑，

重者形成溃疡，愈后疲痕收缩影响功能。溅入眼内可造成灼伤，甚至角膜穿孔、全眼炎以致失明。慢性影响会出现牙齿酸蚀症、慢性支气管炎、肺气肿和肺硬化。若与皮肤接触，应迅速用大量清水冲洗，至少 15rnin，后期用很稀的弱碱液(如硼砂、小苏打液)冲洗，切勿用少量水或用强碱液洗，因为这样做会产生更多的热量，加重其伤势，稍后应就医。若溅人眼睛，应立即提起眼睑用大量清水或生理盐水彻底冲洗，稍后应就医。若吸入，应迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道畅通；如呼吸困难，应给予输氧，如呼吸停止，应立即进行人工呼吸，稍后应就医。若食入，应用水漱口，再饮大量牛奶或蛋清，稍后应就医。防护措施如下:身穿橡胶耐酸服，手戴橡胶耐酸手套。可能要触其酸雾时，必须佩戴空气呼吸器。操作工起码要戴防护眼镜、橡胶耐酸靴和耐酸手套。工作场所禁止吸烟、进食和饮水，饭前洗手，工作完毕要淋浴更衣，及时换洗被污染的衣服，保持良好的卫生习惯。

贮运、装卸、使用注意事项及泄漏应急处理方法如下：一般少量硫酸用耐酸坛、陶瓷耐酸罐或塑料耐酸罐，外加半花格木板箱包装，用石膏等耐酸材料密封。贮存于阴凉、干燥、通风仓库，避免日晒，不可接近热源和火种，严防水湿受潮，应与易燃或可燃物、碱类、金属粉末、氧化剂等分开存放。不可混贮混运，搬运时要轻装轻卸，防止包装及容器损坏，分装和搬运时要注意个人防护，大量硫酸用铁罐包装，专用槽车运输，卸至低位酸桶，然后用耐酸泵送入贮酸槽。使用浓硫酸时，最好用耐酸泵将酸送至高位计量槽备酸解之用。由于浓硫酸与水作用会放热，一般稀释硫酸时，只能将浓硫酸缓慢地加入水中，不允许把水往浓硫酸里加，以防酸液表面局部过热，一部分水迅速沸腾，引起硫酸飞溅伤人，但是在酸解过程中加稀释水时，是将水往浓硫酸里加，这是生产工艺的需要，同时加稀释水是在密闭的酸解锅内加的，即使有酸液飞溅也不会伤人。

在加铁屑或铁粉进行钛液还原时，活泼的金属铁与钛液中的稀硫酸作用，会产生大量的易燃性氢气。氢气也是危险化学品，当氢气在空气中体积含量达到 4%～75%时，即形成爆炸混合气体，一旦遇明火，会发生爆炸。生产中还原过程产生的氢气与鼓入作搅拌用的空气混合，已经形成爆炸混合气体，幸好这些混合气体已随烟囱的空气对流，而从烟囱跑掉。但是在酸解锅的加料时切不可有明火，若有明火接触到锅内的混合气体，仍有爆炸的危险。

5.5 沉降工段

5.5.1 生产原理

沉降是适用于从粗分散体系悬浮液中分离出固体颗粒的方法，它是利用重力作用使体系中的悬浮固体颗粒沉降下来。对于钛液中属粗分散体系的悬浮残渣，可通过沉降而分离出来，然而对于粒径为 1-10 微米的细不溶杂质和属细分散体系的胶体颗粒，则由于布朗运动，重力不能使之沉降，需加入沉降剂使得分散的细颗粒聚集成大颗粒，提高沉降分离的速度和效率。

5.5.2 工艺流程

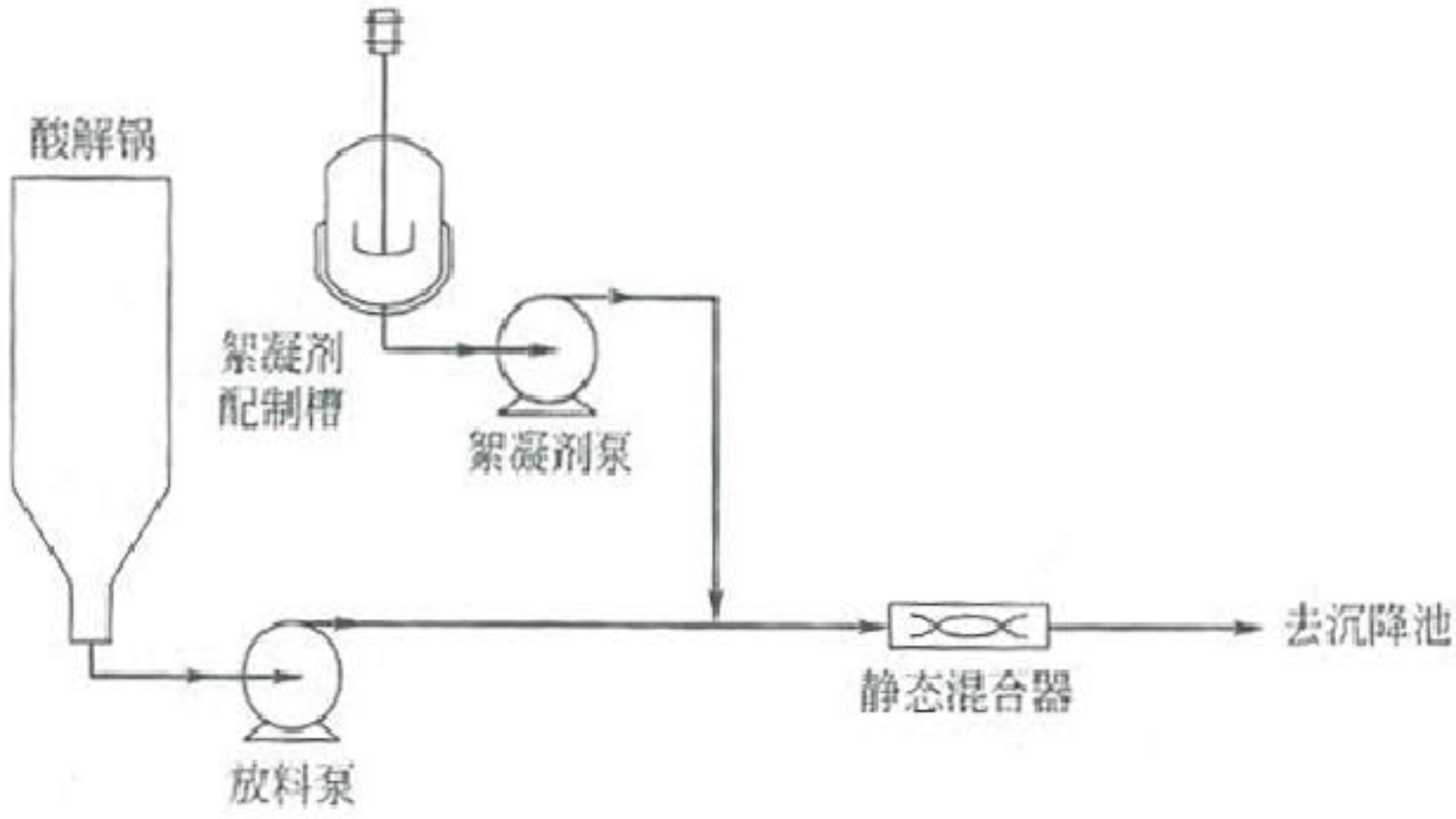


图 5-6　沉降流程

1. 沉降过程

开絮凝剂输送泵，再开启放料泵，根据钛液流量调节絮凝剂流量大小，在静态混合器中充分混合输入沉降池，钛液经过沉降后，沉降池底部形成一层泥浆层，中间为自由沉降、干涉沉降等形成的泥浆浓度较低的过渡层，上面为比较澄清的清液。底部泥浆成分复杂，既含有没有完全分解的金红石型钛矿，也含有没有完全分解的锐钛型钛矿，还含有大量的不和硫酸反应的其他矿石，也夹杂了部分澄清的钛液； 过渡层则大部分是钛液和少量的泥浆；上清液一般为沉降比较好的钛液。在沉降后钛液的输送时，沉降池的放料口或者是虹吸口一般都位于过渡层的上部，防止将钛液中的固体杂质颗粒带入到下一个工序中去。上层清液送去清液板框过滤，下层浊液送去浊液板框过滤。

2. 影响钛液沉降的因素

（1） 胶质

从理论上讲钛液中的胶质含量多，可以通过多加 AMPAM 絮凝剂解决，但常常是多加絮凝剂也不奏效。有时钛液胶质突然增多，因无仪器监测，不能及时增加 AMPAM 的量，结果效果很差，需要再次增加沉降剂才能解决，有时甚至再加沉降剂仍无效，只好将这锅钛液分几次加入下几批钛液一起再处理。正因为钛液胶质多难以沉降，所以有些钛白粉厂把进厂的钛铁矿再磁选一次，尽量选去非钛杂质，这样既可减少硫酸的消耗，又可减少钛液中胶体杂质的含量，有利于钛液沉降的进行。

（2） 钛液的密度

钛液的密度是由钛液中物质的含量而定。在其他条件不变的前提下，随着密度的升高，沉降效果变坏，这是由于铁液的密度上升，絮凝胶质与液相的密度差缩小，

颗粒沉降速度变慢。钛液浓度密度成正比例关系的，钛液密度上升，说明钛液浓度增大，钛液的粘度增大，胶质也就不容易沉降。钛液相对密度小，有利沉降，但会增加钛液浓缩的困难，一般控制在相对密度为 1.5~1.55。

（1） 温度

温度上升，钛液的黏度下降，对颗粒沉降有利。但是对钛液来说，温度上升到60℃以上时，铁液的稳定性下降，分子热运动加快，絮凝架桥成网和捕集胶粒的能力随之下降，以至于沉降效果明显下降。夏天热，难沉降；冬天冷，易沉降，就是这个道理。但是钛液的温度过低，钛液黏度和絮凝剂黏度都增大，也会降低沉降效果，因此说，采取相应的保温措施是十分必要的。一般控制温度在 (60±5) ℃在49-68℃范围以外都难沉降。

（2） 三价铁含量

随着铁液中三价钛含量的上升，凝聚作用增强，可使沉降效果提高。但是三价钛浓度过高，会使钛液黏度增大，不利于沉降。三价钛增加得越多，硫酸的消耗就越多，钛液中的有效酸就越少，钛液的稳定性就越差，残渣的沉降就越难。同时，三价钛过高，还会因其不发生热水解，不生成偏钛酸沉淀，而直接影响水解率的提高，造成钛的回收率降低。

3. 沉降过程工艺指标

钛液的沉降温度夏季控制在 55-65℃，冬季控制在60-68℃。沉降后钛液指标一般控制为：Ti^{3+} 1-4g/L；Ti^{4+} 115-135g/L；F 值1.75-2.00；稳定性大于 350mL；残渣含量小于 300mg/L。絮凝剂 AM-PAM 成品一般为 1%，使用时一般稀释在 0.1%-0.3%，在生产中絮凝剂的加入量一般控制在 10-50g/m^3。

5.5.3 主要设备

借重力沉降从悬浮液中分离出固体颗粒的设备称为沉降槽。当用于低浓度悬浮液分离时，也称为澄清器；图 5-7 是常用的连续式沉降槽的结构示意图，它是一个底部略呈锥状的大直径浅槽，料浆由伸入液面下的圆筒进料 1:3 送至液面以下 0.3～1 m 处，并迅速分散至整个横截面上，液体缓慢向上流动，清液经溢流堰连续流出，称为溢流；钛白粉生产过程中采用浮头泵，吸入管借助泡沫板浮力浮在液面上，抽取上层液体。而颗粒则沉降至底部形成沉淀层，并由缓慢转动的耙将其汇集于底部中央的排渣口处连续排出，排出的稠浆称为底流。

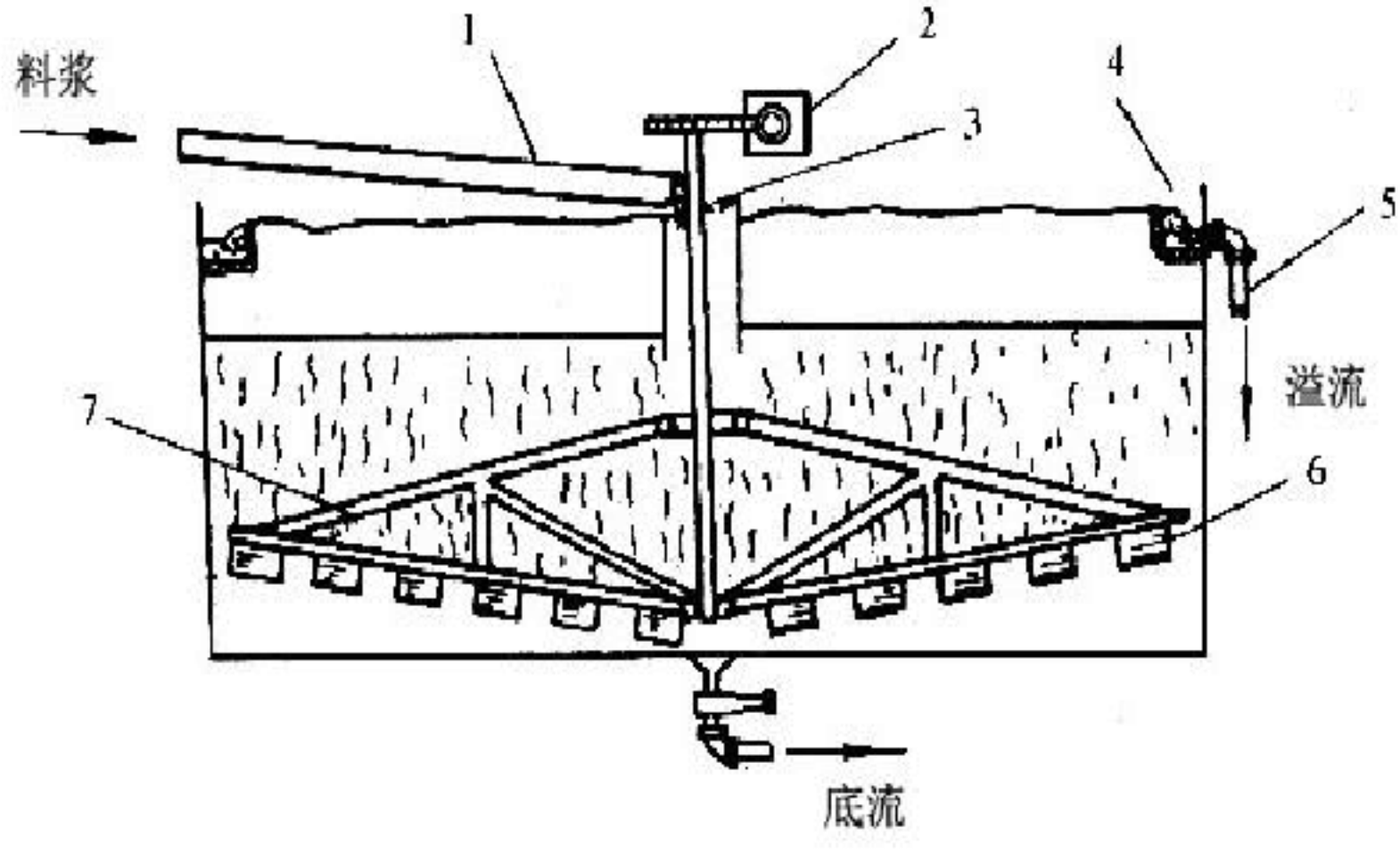


图 5-7　连续沉降槽

（1-进料槽道；2-转动机构；3-料井；4-溢流槽；5-溢流管；6-叶片；7 转耙）

5.1.1 生产安全与防护

钛液的沉降虽然是一个简单的物理过程，但要求很严，对以后的产品质量、收率、生产进度都有较大的影响，最好一次成功，因为沉降不好，温度降低的钛液无法加温，加温极易引起稳定性下降，甚至发生早期水解，如果沉降效果不好，温度不是太低的情况下，可再添加少量絮凝剂进行二次沉降，如果还不行只能把上层稍好的钛液分批少量的带到下一批钛液中继续沉降，也可用淡废酸或小度水稀释上层清液，再补加絮凝剂沉降后作为小度水使用，或带到下一批钛液中继续沉降。严重早期水解、或胶体物质很多无法沉降的钛液是不能用来生产颜料级钛白粉。至于沉降不好查明是絮凝剂质量的原因，应倒掉重配，切忌企图用增加用
量来改善效果，往往沉降效果会更差。有机絮凝剂不能存放时间过长，明胶之类的动物胶极易腐烂变质。无论使用有机絮凝剂还是无机凝聚剂，都是靠重力作用自然沉降，难免有许多颗粒因各种原因未能沉降下来，特别是从沉淀罐中把钛液送往结晶工序时，无论是采用下部放料还是上部虹吸的办法，都有可能把沉降物带走，为了提高产品质量有许多工厂在结晶前先用板框压滤机过滤 1 次（又称热过滤)，因此时钛液的温度仍较高(约　45-55℃)，粘度低好过滤，这样不仅能减轻后面控制过滤的负担，而且结晶出来的硫酸亚铁质量好。

5.2 板框过滤工段

5.2.1 生产原理

板框压滤机由交替排列的滤板和滤框构成一组滤室。滤板的表面有沟槽，其凸

出部位用以支撑滤布，滤框和滤板的边角上有通孔，组装后构成完整的通道，能通入悬浮液、洗涤水和引出滤液，板、框两侧各有把手支托在横梁上，由压紧装置压紧板、框，板、框之间的滤布起密封垫片的作用，由供料泵将悬浮液压入滤室，在滤布上形成滤渣，直至充满滤室。滤液穿过滤布并沿滤板沟槽流至板框边角通道，集中排出，过滤完毕，可通入清洗涤水洗涤滤渣。洗涤后，有时还通入压缩空气，除去剩余的洗涤液，随后打开压滤机卸除滤渣，清洗滤布，重新压紧板、框，开始下一工作循环。

用隔膜压滤机对浊液和清液进行过滤，得到不含固体杂质的料液，用箱式压滤机对增稠剂内的泥浆进行固液分离，压滤出的小度水送酸解回用，泥浆干基卸走集中处理。

5.5.4 工艺流程

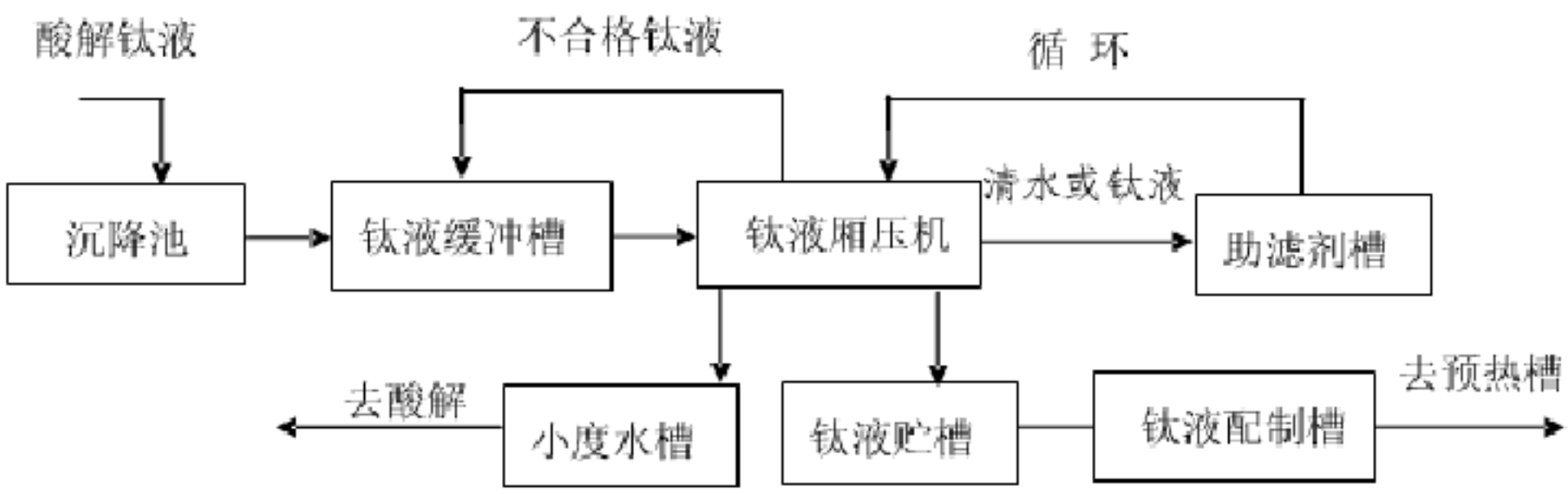
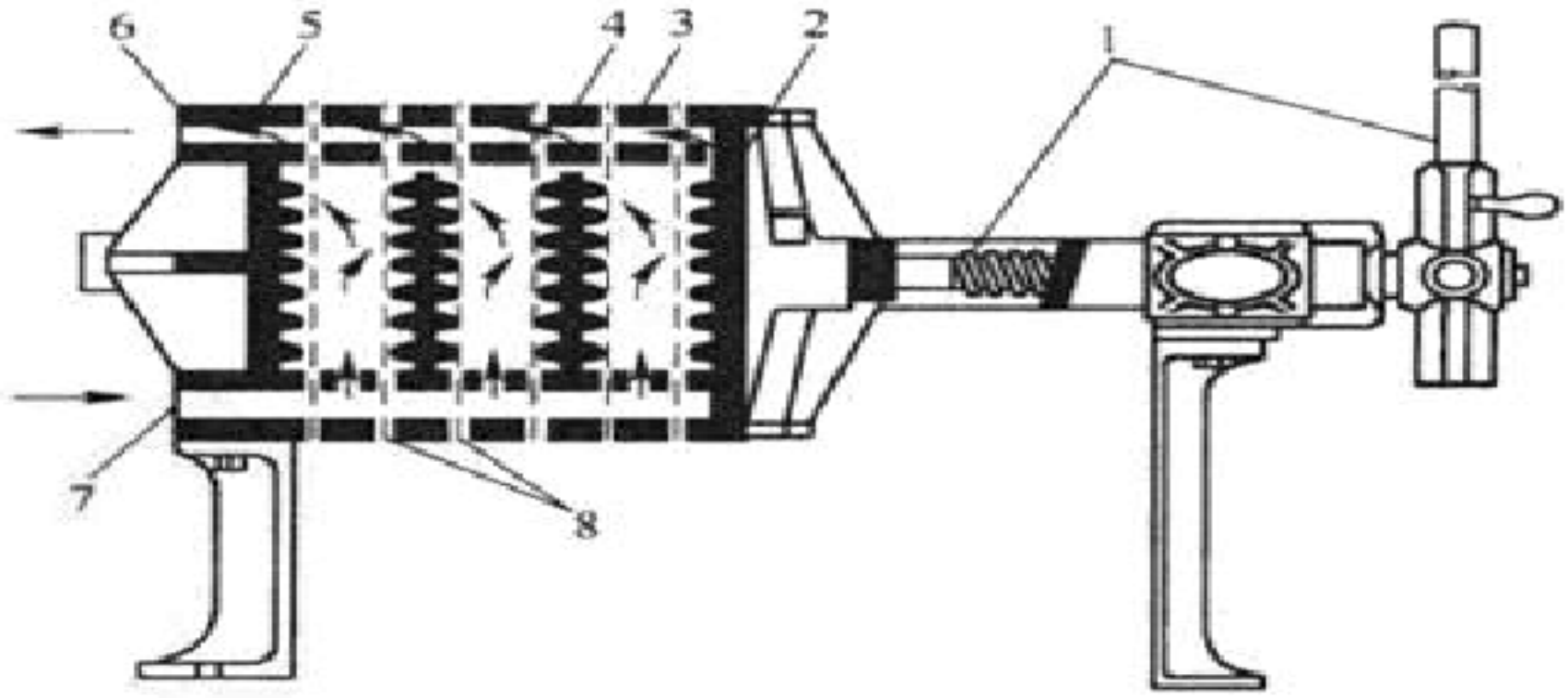


图 5-8 板框过滤流程图

板框过滤的操作是先把助滤剂用淡废酸或水调成悬浮状， 通压缩空气搅拌均匀，然后用泵打入上好滤布的板框压滤机内，进行循环过滤，在压力的作用下使助滤剂在滤布上形成一层均匀的助滤膜，至循环液澄清为止。然后泵入待过滤的钛液进行循环过滤，直至滤液达到要求后，立即停止循环，进行正常的连续压滤作业，得到澄清钛液，送入合格钛液贮槽，以备浓缩之用。过滤连续操作时，过滤压力越来越大，流量越来越少，说明滤布孔眼已堵塞，应立即停止过滤，拆机后用少量洗衣粉洗刷滤布，然后重新装好，按上述操作步骤重新压滤。

总钛液浓度： 140-170g/L ； Fe/TiO:0.28-0.35 ； 泥浆回收时小度水浓度≥40g/L 。

5.5.5 主要设备



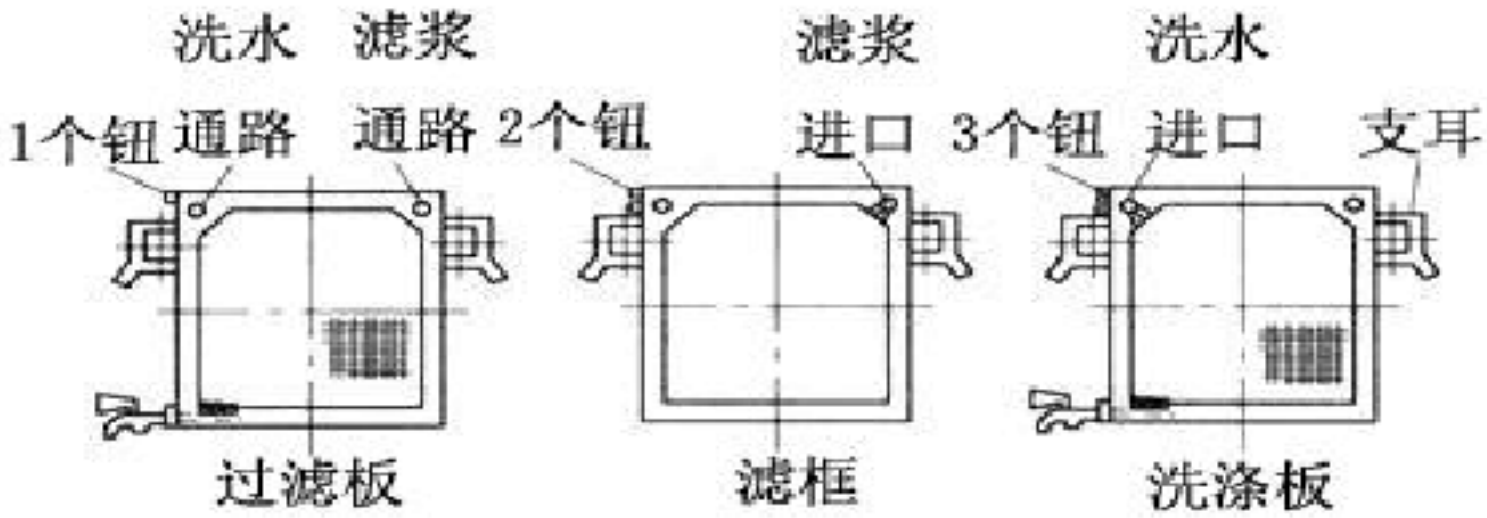


图 5-9　板框压滤机

1-压紧装置；　2-可动头；　3-滤框；　4-滤板；

5-固定头；　6-滤液出口；　7-滤浆出口；　8-滤布

板框压滤机由 10-30 对滤板和滤框交替排列组成，每对滤板和滤框之间夹有滤布，安放在一个支撑架上，并配有一个压紧装置和集料盘，压紧装置可以手动也可以电动操作，使滤板和滤框紧密接触而不泄漏，集料盘用来收集板框间滴流下来的钛液。 滤板和滤框在一边的上角和下角处各有一孔，　板框排列后，这些孔相互联结形成两个孔道，上孔道为待滤钛液的流入通道，与板框内部相通，滤框中间是空的，下孔道为滤净钛液流出的通道，与滤板的集液口相通，滤板四边平滑，中间部分有直的沟槽以供滤液流动之用，　沟槽和下部通道相通，使滤液汇集于排液通道而排出，板框压滤机工作时，滤框位于两块滤板之间，形成一个滤室，浆钛液流入滤室后，固体粒子被截留在滤布上，清液则透过滤布，沿滤板上的沟槽下流，流至通道口，最后集于排液管而排出。板框顶紧压力 20-25MPa ；泥浆回收时板框顶紧压力 18-21MPa 。

5.5.6 生产安全与防护

板框在主梁上移动时，不得碰撞、摔打，施力应均衡，防止碰坏手把和损坏密封面；物料、压缩、洗液或热水的阀门必须按操作程序启用，不得同时启用；卸饼后清洗板框及滤布时，应保证孔道畅通，不允许残渣粘贴在密封面或进料通道内；液压系统停止操纵时，操作装置的长杆手轮应常开，短杆手轮应常闭，以保证安全；安装压滤布必须平整，不许折叠，以防压紧时损坏板框及泄漏；液压站的工作压力橡塑板框最高工作压力不得超过 20MPa。过滤压力必须小于 0.45MPa；过滤物料温度必须小于 80℃，以防引起渗漏和板框变形、撕裂等；操纵装置的溢流阀，须调节到能使活塞退回的最小工作压力。

5.6 真空结晶工段

5.6.1 生产原理

真空结晶是使钛液冷却至硫酸亚铁达到饱和而析出晶体的过程。但它没有热交换过程，钛液的热量是由一小部份溶液的蒸发吸热而得以除去的，这是因为在减压（真空）下，钛液的沸点下降而形成局部沸腾，使溶剂蒸发，由于气化潜热，它需要吸收大量热量，钛液本身降温。

5.6.2 工艺流程

将清钛液泵入结晶罐，利用硫酸亚铁的溶解度随着温度的降低而降低的差异，同时，随着生产过程的进行，水分不断地蒸发，硫酸亚铁浓度不断提高，从而使在结晶罐中溶于钛液中的硫酸亚铁不断结晶析出。先由真空泵产生真空，再开蒸汽喷射泵提高真空度，使钛液进一步被蒸发降温和提浓至硫酸亚铁达到过饱和而析出晶体，当钛液最终温度达到工艺要求时，结晶结束。喷射器的蒸汽和从结晶罐抽出的蒸汽在冷凝器中冷凝，冷凝液经液封流入循环水系统。

工艺参数：每罐进料体积： 25m^3 ；钛液初始温度：50-60℃；辅喷射泵启动时的钛液温度： 50℃；主喷射泵启动时的钛液温度： 40℃；结晶终了时钛液温度：15-19℃； 初始/最终真空度：0.0936/0.0992 MPa； 从冷凝器出来的冷却水温度：≤42℃； 蒸汽压力：0.8-1.2 MPa

5.6.3 主要设备

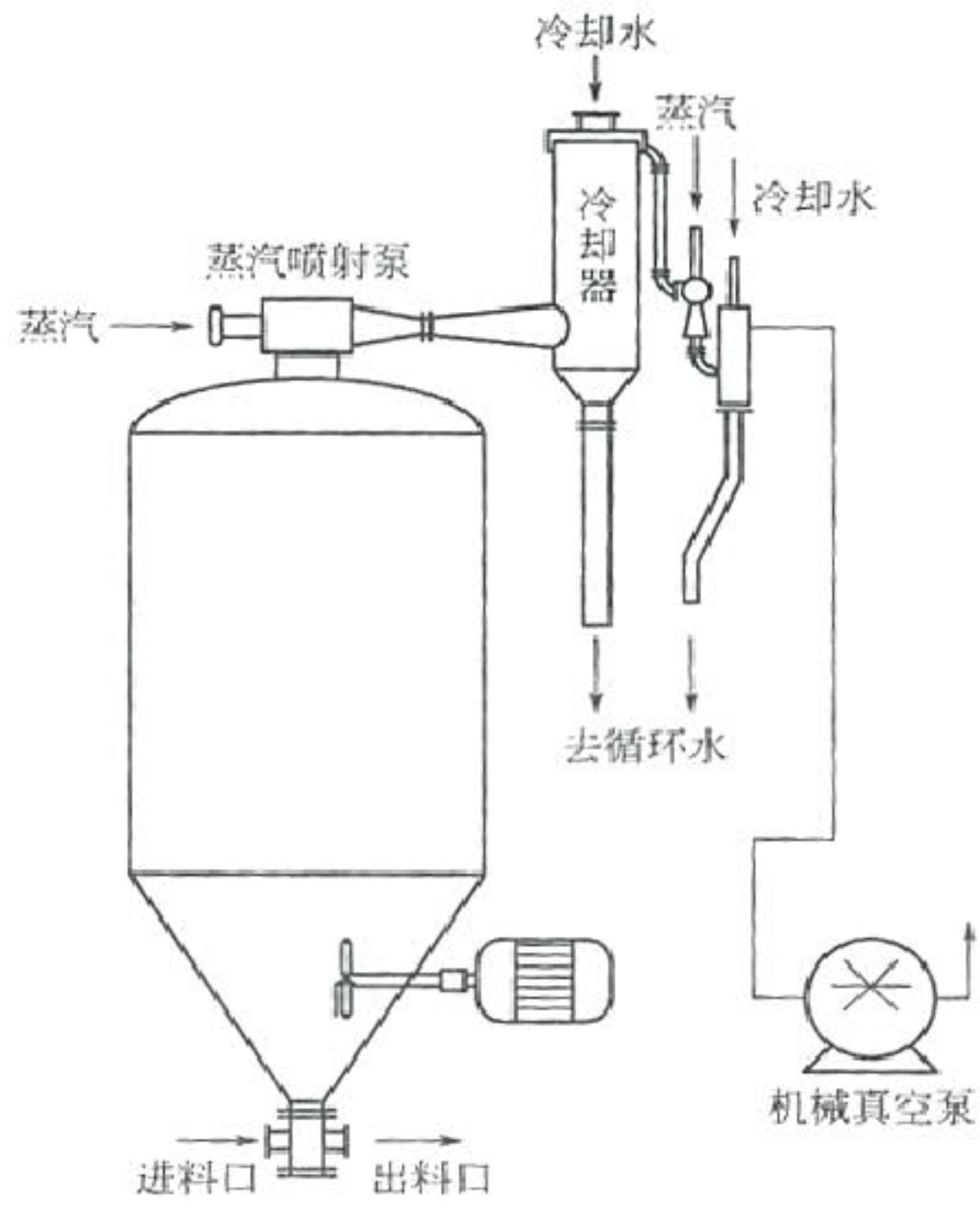


图 5-10　真空结晶图

钛液泵入真空结晶器内，一般注入钛液体积为结晶器全容积的 50%左右，防止钛液在沸腾时酸雾随蒸汽被带走的太多。开启底部的高速搅拌，开启机械真空泵，负压降至一定数值开启辅助喷射器，然后开启主喷射器，保持冷却水的温度和流量，直至结晶器内的钛液温度降至工艺所需温度，将物料放至下一工序。

5.6.4 生产安全与防护

在蒸汽喷射泵和蒸汽分配台的操作中，严格按规定操作，防止出现人身伤害事故。做好开车前的各项检查准备工作，严格按操作程序开、停每台设备。

表 5-2 不正常现象原因分析及处理方法

序号	故障	原因	处理措施
1	结晶罐真空太低	1、泵体或密封泄漏 2、系统漏真空 3、蒸汽压力低 4、冷却水量过低、或水分布器堵塞、或者循环水的温度过高	1、通知维修工检修真空泵 2、检查系统漏点并整改 3、提高蒸汽压力（通知调度） 4、调节水量或检查循环水装置
2	结晶罐	1、结晶罐未排空	1、打开排空阀泄真空

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：

https://d.book118.com/726135042130010113