

化工工人技术理论培训教材



浸取与干燥

化学工业部人事教育司 组织编写
化学工业部教育培训中心

化学工业出版社

M124/12

化工工人技术理论培训教材

浸 取 与 干 燥

化学工业部人事教育司

化学工业部教育培训中心

组织编写



392832

化学工业出版社

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

浸取与干燥/化学工业部人事教育司、化学工业部教育培训中心组织编写. —北京:化学工业出版社,1997.9

化工工人技术理论培训教材

ISBN 7-5025-1908-4

I. 浸… I. ①化… ②化… III. 浸出-干燥-技术培训-教材

N. TQ028.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 14223 号

化工工人技术理论培训教材

浸 取 与 干 燥

化学工业部人事教育司

化学工业部教育培训中心

组织编写

责任编辑:顾南君

责任校对:王安达 张秋景

封面设计:于 兵

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

新华书店北京发行所经销

北京市通县京华印刷厂印刷

北京市通县京华印刷厂装订

*

开本 850×1168 毫米 1/32 印张 27/8 字数 77 千字

1997 年 9 月第 1 版 1997 年 9 月北京第 1 次印刷

印 数:1—5000

ISBN 7-5025-1908-4/G·514

定 价:5.60 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换

前 言

为了适应化工系统工人技术等级培训的需要,提高工人的技术理论水平和实际操作技能,我们依据《中华人民共和国工人技术等级标准》和《化工系统工人技术理论培训教学计划和教学大纲》的要求,组织有关人员,编写了这套培训教材。

在教材编审过程中,遵循了“坚持标准,结合实际,立足现状,着眼发展,体现特点,突出技能,结构合理,内容精炼,深浅适度”的指导思想,以“等级标准”为依据,以计划和大纲为蓝图,从有利于教师教学和方便工人自学出发,力求教材内容能适应化工生产技术和现代化生产工人培训的要求。

按照“中华人民共和国工人技术等级标准”规定的化工行业 168 个生产工种的有关内容,在编制教学计划和大纲划定时,我们在充分理解等级标准的基础上,吸取了国外职业教育的成功经验,对不同工种不同等级工人围绕技能所要求掌握的技术理论知识进行分析和分解,作为理论教学的基本单位,称之为“单元”。在计划和大纲中,168 个工种按五个专业大类(及公共课)将不同等级的全部理论教学内容分解为 301 个教学单元。为了方便各单位开展培训教学活动,我们把教学计划中一些联系较为密切的“单元”合在一起,分成 112 册出版。合订后的全套教材包括以下六部分。

无机化工类单元教材共 25 册:《流体力学基础》、《管路的布置与计算》、《物料输送》、《气相非均一系分离》、《液相非均一系分离》、《物料混合》、《固体流态化与应用》、《加热与冷却》、《蒸发》、《结晶》、《浸取与干燥》、《制冷》、《焙烧与工业炉》、《粉碎与筛分》、《电渗析》、《吸附分离》、《离子交换》、《常见的无机化学反应》、《电解及其设备》、《物料衡算与热量衡算》、《合成氨造气》、《合成氨变换》、《合成氨净化》、《合成氨压缩》和《氨的合成》。

有机化工类单元教材共 7 册:《吸收》、《蒸馏》、《萃取》、《有机化学反应(一)》、《有机化学反应(二)》、《有机化学反应(三)》和《化学反应器》。

化工检修类单元教材共 43 册:《电镀》、《腐蚀与防护》、《机械传动及零件》、《液压传动与气动》、《金属材料热处理知识》、《机械制造工艺基础》、《化工检修常用机具》、《工程力学基础》、《测量与误差》、《公差与配合》、《化工机器与设备安装》、《化工压力容器》、《展开与放样》、《化工管路安装与维修》、《钳工操作技术》、《装配和修理》、《钢材矫正与成型》、《电工材料及工具》、《焊工操作技术》、《焊接工艺》、《阀门》、《化工用泵》、《风机》、《压缩机》、《化工分析仪表(一)》、《化工分析仪表(二)》、《化工测量仪表》、《电动单元组合仪表》、《化工自动化》、《集散系统》、《仪表维修工识图与制图》、《仪表常见故障分析与处理》、《过程分析仪表》、《化工检修钳工工艺学》、《化工检修铆工工艺学》、《化工检修管工工艺学》、《化工检修焊工工艺学》、《化工防腐橡胶衬里》、《化工防腐金属喷涂》、《化工防腐金属铅焊》、《化工防腐砖板衬里》、《化工防腐塑料》以及《化工防腐玻璃钢》。

化工分析类单元教材 6 册:《化学分析的一般知识及基本操作》、《化学分析》、《电化学分析》、《仪器分析》、《化验室基本知识》和《有机定量分析》。

橡胶加工类单元教材共 11 册:《橡胶、配合剂与胶料配方知识》、《再生胶制作机理、工艺及质量检验》、《橡胶加工基本工艺》、《轮胎制造工艺方法》、《力车胎制造工艺方法》、《胶管制造工艺方法》、《胶带制造工艺方法》、《橡胶工业制品制造工艺方法》、《胶鞋制造工艺方法》、《胶乳制品制造工艺方法》和《炭黑制造工艺方法》。

另外还有公共课及管理课类单元教材共 20 册:《电工常识》、《电工基础》、《电子学一般常识》、《电子技术基础》、《机械识图》、《机械制图》、《化工管路识图》、《工艺流程与 装备布置图》、《工厂照明与动力线路》、《电气识图与控制》、《电机基础及维修》、《工厂电气设备》、《工厂电气技术》、《安全与防护》、《三废处理与环境保护》、《化工计量常识》、《计算机应用基础知识》、《化工应用文书写》、《标准化基础知识》和《化工生产管

理知识》。

在教材编审过程中,尽管广大编审人员作了很大努力,但由于我们经验不足和教材编审时间的限制,部分教材在体系的合理性、内容的先进性、知识的连贯性和深广度的准确性等方面还不尽如人意。为此我们建议:

一、各单位在组织教学过程中,要按不同等级的培训对象,根据相应的教学计划和教学大纲的具体要求,以“单元”为单位安排教学。

二、工人技术理论的教学要与操作技能的培训结合起来。技术理论的教学活动除应联系本单位生产实际外,还应联系培训对象的文化基础、工作经历等实际情况,制订相应的教学方案,确定相应的教学内容。以提高教学的针对性和教学效率。

三、在教学过程中,如发现教材中存在一些问题,可及时与我们联系,也可与教材的编者或出版单位联系,使教材中的问题得到及时更正,以利教学。

我们组织编写本套教材,得到了全国化工职工教育战线各方面同志的积极支持和帮助,在此谨向他们表示感谢。

化学工业部人事教育司

化学工业部教育培训中心

1996年3月

内 容 提 要

本书共分三个单元:浸取原理及方法、干燥的基本原理和常用的干燥设备。其中浸取原理及方法单元主要介绍浸取原理、浸取工艺、常用浸取设备和浸取的物料衡算。干燥的基本原理单元介绍干燥的原理、湿空气性质、干燥的物料和能量换算、干燥速度。常用的干燥设备单元介绍了各种干燥操作方式,重点讲述流化干燥技术,并介绍了常用的一些干燥设备。

本书主要用于初中以上文化程度的在岗的化工操作工的技术理论培训。

目 录

浸取原理及方法(无 025)	1
第一章 概述	2
第一节 浸取过程及浸取速率	2
第二节 影响浸取的因素及浸取剂选择的基本原则	3
第三节 浸取固体的预加工	5
第二章 常用浸取设备	7
第一节 固定床浸取器	7
第二节 移动床浸取器	8
第三节 搅拌式细料浸取器	9
第三章 浸取工艺	11
第一节 单级接触间歇式浸取工艺	11
第二节 多级接触间歇式浸取工艺	12
第三节 多级接触连续式浸取工艺	12
第四章 浸取的物料衡算	14
第一节 浸取中的平衡关系	14
第二节 浸取装置的物料衡算	16
第三节 浸取级数的图解法	18
干燥的基本原理(无 026)	25
第一章 概述	26
第二章 湿空气的性质	29
第一节 湿空气的性质	29
第二节 湿空气的湿度图	34
第三章 干燥过程的物料和热量衡算	41
第一节 干燥过程的分析	41
第二节 干燥过程的物料衡算	42
第三节 干燥器的热量衡算	46
第四章 干燥速度	50

第一节 物料含水分的性质	50
第二节 干燥速度及其影响因素	52
第三节 恒定干燥情况下干燥时间的计算	55
常用的干燥设备(无 027)	59
第一章 干燥的操作方式	60
第一节 常见的操作方式	60
第二节 其他干燥方式	62
第二章 流态化干燥技术	64
第一节 概述	64
第二节 流化床结构	65
第三节 流化床干燥的应用	67
第三章 其他干燥设备	74
第一节 箱式干燥器	74
第二节 间歇式减压干燥器	75
第三节 多带干燥器	77
第四节 回转圆筒式干燥器	78
第五节 滚筒干燥器	80

浸取原理及方法

(无.025)

上海天原(集团)股份有限公司技工学校 周元培 编

第一章 概 述

在自然界中,许多有用的无机物、有机物和生物存在于包含不同组分的固体混合物中,为了把这些物质从固体中分离出来,或者把不需要的物质从固相中除去,可以让该固体与某一种液体(即溶剂)相接触。通过两相的密切接触,固体中的一种或几种有用物质透过界面扩散到液相中,从而使固体中某些组分达到分离的目的。这个过程称为液-固萃取或浸取。

此外,在化工生产过程中,常利用溶剂(多数情况下用水)将一种不希望有的组分从固体表面除去,这种过程称为洗涤。它与固体的浸取原理基本相同,所不同的是洗涤所处理的物质是附着在固体表面的溶液。洗涤的目的是为了收回固体表面的溶液,或者是为了获得纯净的固体沉淀。

浸取操作广泛应用于食品工业、制药工业和冶金工业中。例如使用有机溶剂(己烷、丙酮、乙醚等)从花生、大豆、亚麻籽、葵花籽中制取植物油类,用热水从甜菜中制取食糖等。市场上出售的速溶咖啡、速溶茶就是用清水浸析被烘烤过的咖啡粉或茶叶,从中提取有用成分后,再经过浓缩、干燥后制成的。在医药工业中,许多药品都是通过浸取植物的根、茎、叶获得的。在冶金工业中,有用的金属往往与大量无用的成分混在一起,利用浸取工艺就可以将金属以可溶性盐的形式从中提取出来。例如用硫酸或氨溶液从含有其他矿物的矿粉中使铜盐溶解。用氰化钠的水溶液从金矿中提取金等。

第一节 浸取过程及浸取速率

在浸取过程中,物质由固相转移到液相是一个传质过程。整个过程一般包含以下几个步骤:

(1)溶剂从液相主体以分子对流形式进入液膜。

(2)液膜内的溶剂以分子扩散形式进入固相界面的滞留层内。

(3)固相滞留层内的溶剂以分子扩散形式进入固体内部,溶质随即溶解形成溶液。

(4)固体内部的溶液通过内部粒子间的孔隙,扩散到固相界面滞留层。

(5)固相滞留层内的溶液再以分子扩散形式进入液膜。

(6)液膜内的溶液又以分子对流形式进入液相主体。

根据物质传递规则,浸取速率是与浸取推动力(即液相主体与液相界面内被浸取组分的浓度差)成正比而与浸取阻力成反比。因此在稳定条件下,浸取速率可用下式表示

$$\frac{\Delta G}{\Delta t} = KF(C^* - C) \quad (1-1)$$

式中 ΔG ——浸取前后被浸取物质内溶质的质量之差,kg;

Δt ——浸取时间,h;

F ——液固两相的接触面积,m²;

C ——浸取液中被浸取组分的浓度,kg 溶质/kg 溶液;

C^* ——液膜内被浸取组分的浓度,kg 溶质/kg 溶液;

K ——扩散系数,数值上等于浸取阻力的倒数,kg/(h · m²)。

在上式中, C^* 一般采用溶质的饱和溶解度, K 值则由实验测定。在浸取过程中,固体外表面往往会变得很不规则,液固两相的界面面积就会变大。另外,假使可溶物质在整个固体中占有很大比例,那么在浸取时可能会发生颗粒崩解现象。

第二节 影响浸取的因素及浸取剂选择的基本原则

通过对式(1-1)方程的分析,不难看出影响浸取速率的因素主要有以下几点。

(1)液固两相的接触面积 在浸取时,如果溶质的平均有效扩散系数接近于常数的话,那么固液两相的接触面积越大,浸取速率就越快,一般浸取速率与固体颗粒直径的平方成反比。因此在浸取时,常将被浸取的固体物料粉碎或磨细。但对于甜菜、大豆、五倍子等物料,其浸取速

率主要取决于细胞壁的渗透阻力(即 K 值),粉碎度的大小对浸取速率影响不大。

(2)主体溶液与相界面之间溶质的浓度差 溶质浓度差是推动浸取进行的主要因素,为了增加浓度差,可采取增加浸取剂的用量或采用逆流方式进行浸取。另外,在浸取设备内附设搅拌装置,也是增加浓度差的一个很好办法。因为增加两相间的运动速度,可以减少固相边界上液膜的厚度,使液膜不断更新从而提高浓度差。

(3)浸取温度 对于大多数物质来说,升高温度可以加大物质的溶解度,亦即 C^* 增大,从而使浸取速率加快。但是,如果温度太高的话,就会使过多的杂质同时浸出,或者产生其他不利的影响,所以浸取温度不应超出一定的范围。

此外,浸取剂的选择对浸取效果也有较大的影响。因此在选择浸取剂时应遵循下面几个基本原则。

(1)选择性 浸取剂除了对于固体混合物中所需浸取的组分应有良好的溶解性外,对于其他不需要的组分应以不溶解为佳,也就是说浸取剂必须具有较好的溶解选择性。例如在浸取操作时,固体物料中有溶质 A 和稀释剂(杂质) B ,浸取时就应选择一种可以溶解 A 而不溶解或少溶解 B 的溶剂。另外,浸取剂对溶质的溶解性应比稀释剂对溶质的溶解性大。在达到浸取平衡时,如果溶质 A 在浸取剂中的浓度为 y_A ,而在固相中的浓度为 x_A ,则溶质 A 在两相中的浓度之比 y_A/x_A 称为 A 物质的分配比或分配系数。同样稀释剂 B 在两相中的浓度之比 y_B/x_B 就称为 B 物质的分配比。在进行浸取操作时,要求溶质 A 有较大的分配比,而稀释剂 B 有较小的分配比。在选择浸取剂时,常将这两个分配比的比值称为溶剂的选择性,即

$$\beta = \frac{y_A/x_A}{y_B/x_B} = \frac{y_A \cdot x_B}{x_A \cdot y_B} \quad (1-2)$$

采用选择性较大的溶剂就可以得到较理想的浸取效果。

(2)回收性 浸取液或残渣中的溶剂往往价格较贵。因此溶剂能否回收以及回收是否经济,对浸取操作具有重要意义。

溶剂的回收一般采用蒸馏法,所以溶剂应具有较好的挥发性,亦即

应具有较低的沸点。为了便于分离,溶剂对溶质和稀释剂之间要有较大的相对挥发度。

(3)粘度 在浸取操作时,为了使固体界面上的溶剂及时更新以增大浸取速率,应选择粘度较低的溶剂为好。

(4)稳定性和安全性 作为浸取剂,应具有较好的化学稳定性,在浸取过程中不能有任何化学变化发生(冶金工业中采用的化学浸取除外)。挥发性不能太高,避免因溶剂挥发引起损耗和污染空气。此外,从安全角度考虑,浸取剂还需要无毒或低毒,并且尽可能采用不燃性或着火性低的物质。

第三节 浸取固体的预加工

一、无机物和有机物的预加工

固体无机物和有机物的预加工方法,在很大程度上取决于所含可溶性组分的百分比、在整个原始固体中的分布、固体的性质(即是否由细胞组织组成,或者可溶性物质是否完全被不可溶性物质的母岩所包围)以及原始颗粒的大小等。

如果可溶性物质被不可溶的母岩所包围,那么浸取剂就必须先扩散到母岩内部与可溶物质接触并使其溶解,然后再扩散出来。在许多水法冶金工艺中就发生这种过程。在这种情况下,可通过粉碎或研磨矿石来加快浸取速率,因为这样可使溶剂更好地与可溶部分接触。如果可溶物质在固体中以固态溶液存在,或者广泛分布在整个固体中,那么由于溶剂的浸取作用,可在其内部形成一些细小的通道,使补充的溶剂比较容易通过,这样就没有必要将固体物料研磨成很小的颗粒。如果可溶性物质溶解于粘附在固体表面上的溶液中,可以采用简单的洗涤方法处理,而不需要将物料研磨得很细。

二、动植物物料的预加工

生物物料是由细胞组成的,被浸取的可溶性物质通常存在在细胞内。由于细胞壁可产生另一种扩散阻力,因此浸取速率一般比较缓慢。对于这类物料可以切成楔形薄片,以减少溶剂分子扩散到每个细胞的距离。这样细胞内部的溶质可以通过半透性的细胞壁扩散出来,其他组

分(如蛋白质、胶体等)则不能穿过细胞壁而留在内部。

为了从植物的叶、茎和根中浸取药物,在浸取前可以先将物料进行烘干处理,使细胞壁破裂,溶剂就可以直接溶解溶质。另外,将某些植物种子如花生、大豆等辗压成薄片,使其尺寸减小到 0.1~0.5mm 时,也可以破坏细胞壁,使里面的油脂很容易进入溶剂。

第二章 常用浸取设备

第一节 固定床浸取器

在甜菜制糖工业中,一般采用固定床浸取。从树皮中浸取丹宁酸,或从树皮和种子中浸取药物,以及其他工艺过程中也都采用这类设备。图 2-1 所示的是一种常用的固定床浸取器,该设备附有搅拌器。图中 1 为外壳;2 为加料孔;3 为搅拌器;4 为加料孔盖下的筛板。浸取器的底部有一假底 6 和人孔 5。筛板 4 的作用是当浸取器进行蒸汽冲洗时,可以减少细微固体粒子的流失。假底 6 上置有滤布或金属网,被浸取的物料由加料孔加入器内后,即被截留于滤布或金属网上。浸取剂由顶部加入,在通过装于器内的物料时,浸出其中可溶部分后从假底流出。所得的溶液可送往下—效浸取器继续浸取,也可送往蒸馏釜回收溶剂。

浸取结束后,器内残渣自底部人孔 5 卸出。为了便于卸料,浸取器的底部可制成能全部开启的,如图 2-2 所示。图中 4 为圆锥形筛,3 为可开启的底,浸取时溶

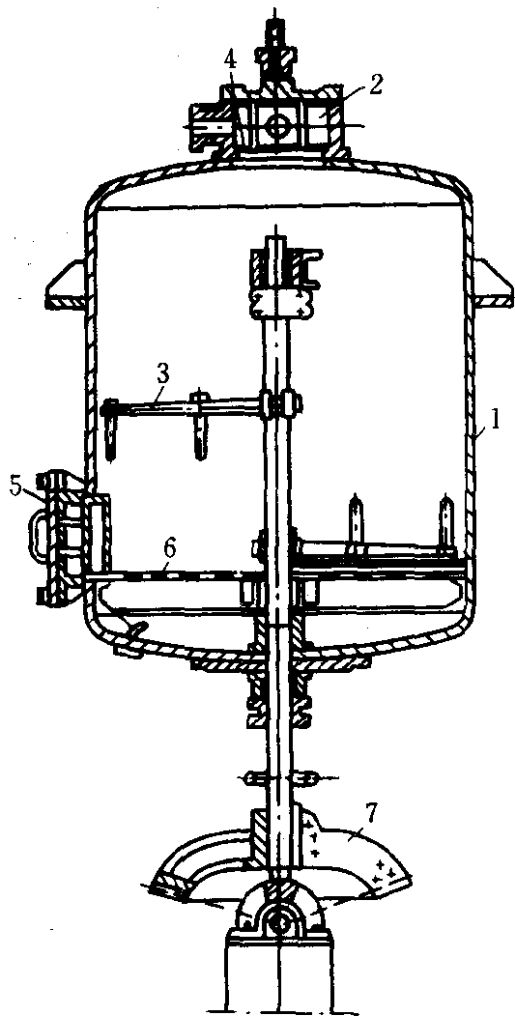


图 2-1 附有搅拌器的固定床浸取器
1—外壳;2—加料孔;3—搅拌器;4—筛板;
5—底部人孔;6—假底;7—传动装置

液经筛孔流出,浸取完成后开启底部,残渣则自动卸出。

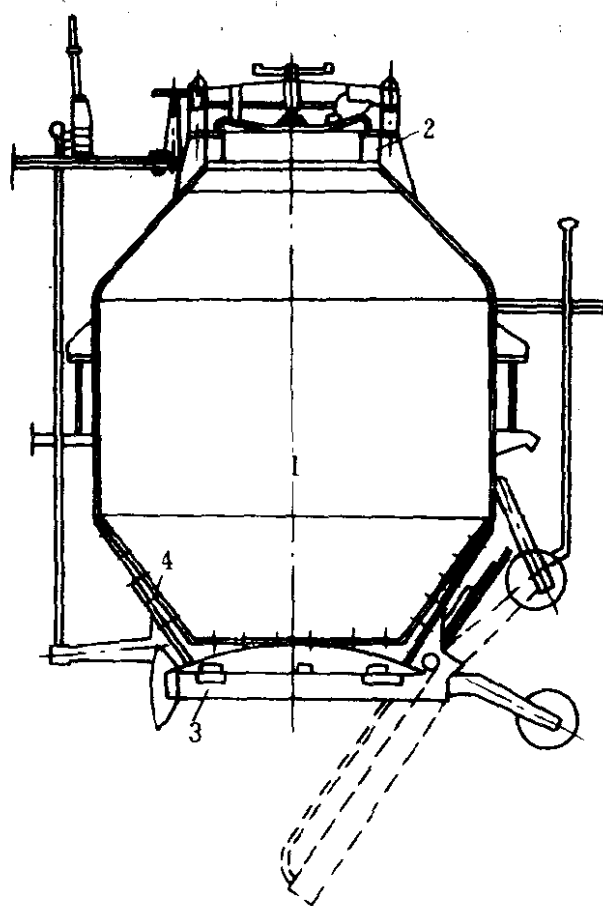


图 2-2 具有可开底的浸取器

1—外壳;2—加料孔;3—可开的底;4—圆锥形筛

为了保持浸取器盖与浸取器本体间的紧密,可以使用一种有效的密封装置。该方法是在浸取器盖的沟槽内装入橡皮管,管内通以水,其压强大于管外 $0.1 \sim 0.2 \text{ kPa}$ 。

第二节 移动床浸取器

移动床浸取器是一种连续操作的渗提器,它适用于粒径较大的固体物料,如榨油后的渣饼,用溶剂浸取其残留的油分。图 2-3 是一种斗式浸取器(移动床浸取器)。它是由多个悬挂于环形链上的吊斗组成。当