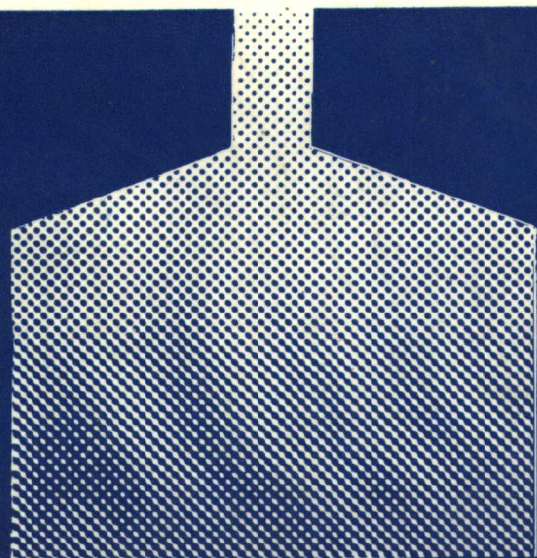


酒精蒸馏技术

轻工业出版社



JIUJINGZHENG
LIUJISHU

许开天 编著

内 容 简 介

本书较系统地介绍了酒精蒸馏工程方面的技术，内容包括蒸馏技术发展简史、酒精质量标准、分离纯化机理、工艺路线、技术装备、提高质量的途径、异常现象的原因分析及处理方法、无水酒精制造、节能、自控等内容深入浅出，理论联系实际。

本书可供酒精专业科技人员、蒸馏工作者、化工等行业中溶剂（乙醇）回收工作者、有关院校师生及有关科研设计人员参考。

酒精蒸馏技术

许开天 编著

轻工业出版社出版
(北京广安门南滨河路25号)
轻工业出版社印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行
各地新华书店经售

850×1168毫米^{1/32}，印张：21^{3/4}/₃₂，字数 551千字

1990年3月 第一版第一次印刷

印数：1-15,000 定价：15.40元

ISBN7-5019-0759-5/TS·0494

代 序

酒精是基本工业原料之一，与酸碱并重，它作为再生能源尤受人们的重视。

在酒精生产过程中，蒸馏是关键性的技术。在我国，这方面尚无专著。

许开天同志从事酒精技术工作多年，对酒精蒸馏技术积累了有关专业资料和一定的实践经验。近年来获部、省、市科技成果奖及国家专利多项，曾参加过第二届全国发明展览和北京、广州国际发明展览。又在其提议下，开办了我国第一家专业性塔器制造厂，产品已在国内外推广。

此书介绍了酒精蒸馏技术发展简史、质量标准、酒精及其杂质对人体健康的影响、分离纯化机理、工艺路线、工艺装备、工艺操作、蒸馏过程中可能发生的不正常现象及其原因和处理方法、无水酒精制造、节能、自控等内容，理论与实践并重。此书的刊行，对我国酒精及其他蒸馏技术将起促进的作用，故乐为之序。

陈驹声

1988年9月

自序

当前，以生物工程（生物技术）、微电子、新材料、新能源、海洋工程和空间技术等为主要内容的新技术革命浪潮，正如奔腾的海洋，以雷霆万钧之势磅礴于全球。而生物工程又是各国优先发展的领域。酒精工业作为生物工程大家族中的重要一员，它的发展将对各国的经济发展带来重大的影响。

酒精工业虽是个“老”行业，但随着科学技术的不断进步，它正从“老”字中脱颖而出，呈现着“返老还童”、欣欣向荣的青春活力，这是值得我们广大酒精科技工作者欣慰的事，也是值得大家庆幸的事。笔者作为酒精工业战线上的一名老兵，当然感到由衷的喜悦。

当今世界，许多国家纷纷制订“绿色能源”计划，致力于可再生资源（生物物质）的开发利用工作，如巴西，正在实施以酒精代替石油的十年计划，到目前为止，全国汽车所需燃料的43%已使用酒精，而且，由于发酵法酒精这项生物工程的发展，为巴西创造了500万人（约为巴西总人口的二十分之一）就业的机会。显然，对巴西人民生活和国家经济发展起到了引人注目的作用。

酒精工业是十分重要的有机基础化学工业之一，又是新兴能源工业之一。酒精的用途广及医药卫生、食品、有机合成、溶剂、燃料、军工、民用等各个不同的领域，在国民经济中占有十分重要的地位。在某种意义上来说，酒精工业的发展水平，也是衡量一个国家工业化、现代化水平的重要标志之一。

众所周知，酒精生产过程系由各个不同环节有机地联系在一起，组成一条完整的工艺路线，形成一个彼此相辅相成的全过程。而酒精蒸馏则是酒精生产中极为关键的一环，是重要的化工单元。其工艺路线之是否合理，技术装备性能之优劣、生产管理

者及操作者技术素质之高低，均与酒精生产的业绩、酒精的质量以及企业的经济效益关系甚密，理当引起企业家的重视。

就制造酒精的原料及制造方法而言，无论是发酵法酒精（粮食、糖蜜、纤维素和半纤维素酶解或水解原料等），还是合成法酒精以及实施酒精溶剂回收等，均需进行蒸馏及精馏。

在笔者所从事的酒精工业技术三十多年的生涯中，对酒精蒸馏工程方面似有些偏爱。故从理论到实践、从塔器设计到工艺流程、从安装到调试及正常生产等方面，均略有些研究和心得。也先后撰写和翻译了一些文章在有关专业刊物上发表。与此同时，目前我国又面临亟待普遍提高酒精质量之新形势。有见于此，许多同行纷纷建议笔者编著《酒精蒸馏技术》一书，个人也早有此设想，且国内尚无这方面的专著。在此条件下，笔者不揣浅陋，欣然命笔，遵循理论结合实际并略注重实际及尽量引进新理论新技术之原则，特将平日从事这方面工作的一些粗浅的心得体会及广泛搜集的国内外有关酒精蒸馏方面的文献资料，加以综合，分析、筛选、整理成书。倘若拙著能对我国酒精工业的发展以及广大读者有所裨益，真正起到抛砖引玉之作用，并能进而解决一些实际生产中的问题，则幸甚。

本书在编著过程中，多承轻工出版社编辑部的热情指导；多承广大同行及南京塔器制造厂的热情鼓励和大力支持；多承上海科技大学九十岁高龄的陈驹声先生的关怀指导；并承杨达、许葵、唐宝莲、吴子健、曹毅锋、康素珍、沈保辰等诸位所给予的协助，在此一并表示深切的谢意。

由于本人理论知识及实践经验所限，书中选材及观点难免有失妥之处，敬请诸位多加批评指正。

许开天

1988年9月于南京

目 录

第一章 酒精蒸馏技术的发展简史	(1)
第一节 我国酒精蒸馏技术的发展简史	(1)
一、酒精蒸馏技术的启蒙阶段.....	(1)
二、手工业釜式酒精蒸馏技术发展阶段.....	(3)
三、工业化塔式酒精蒸馏技术发展阶段.....	(6)
四、直接式两塔系蒸馏机组盛行阶段.....	(11)
五、日趋现代化的多塔系精馏阶段.....	(13)
第二节 国外酒精蒸馏技术的发展简史	(20)
一、简单蒸馏 (第一阶段).....	(20)
二、多釜复式蒸馏 (第二阶段).....	(25)
三、竖塔式蒸馏设备 (第三阶段).....	(28)
四、连续精馏的发展 (第四阶段).....	(33)
参考文献	(46)
第二章 实施酒精蒸馏工程的核心——酒精质量标准	(49)
第一节 中国酒精质量标准	(50)
一、酒精.....	(50)
二、无水乙醇.....	(51)
第二节 苏联酒精质量标准	(51)
一、工业用精馏乙醇.....	(51)
二、工业合成乙醇.....	(53)
三、工业用发酵乙醇.....	(54)
四、工业乙醇试验方法标准.....	(55)
五、95%食用酒精标准.....	(56)
第三节 日本酒精质量标准	(57)

一、工业用酒精	(57)
二、试剂乙醇	(58)
三、专卖酒精的规格	(59)
四、乙醇的日本药典规格	(62)
第四节 美国酒精质量标准	(64)
一、美国联邦标准	(64)
二、美国化学学会试剂规格	(66)
三、乙醇的美国药局规格	(67)
第五节 英国酒精质量标准	(69)
一、英国药局的乙醇规格	(69)
二、工业用乙醇规格	(70)
第六节 联邦德国酒精质量标准	(71)
参考文献	(73)
第三章 酒精及其杂质对人体健康的影响	(74)
第一节 酒精对人体健康的影响	(74)
第二节 甲醇对人体健康的影响	(87)
第三节 丙醇对人体健康的影响	(92)
第四节 丁醇对人体健康的影响	(93)
第五节 戊醇对人体健康的影响	(96)
第六节 正高级饱和一元醇对人体健康的影响	(100)
第七节 乙醛对人体健康的影响	(101)
第八节 丙烯醛对人体健康的影响	(102)
第九节 巴豆醛对人体健康的影响	(102)
第十节 氰化物对人体健康的影响	(102)
参考文献	(104)
第四章 酒精分离纯化的理论和实验依据	(105)
第一节 概论	(105)
第二节 分离和纯化的基本定律	(108)
一、温度定律	(108)

二、浓度定律.....	(110)
三、纯化定律.....	(112)
第三节 酒精及其主要杂质相关物性图表.....	(115)
一、酒精及水的蒸气压.....	(115)
二、酒精和水的混合物在不同压力下的沸点.....	(119)
三、水-酒精的气相和液相物理参数.....	(119)
四、酒精-水在不同压力下的平衡曲线图.....	(125)
五、在不同压力条件下酒精和水的恒沸点及其组成.....	(125)
六、酒精及其杂质的沸点.....	(126)
七、酒精及其杂质的挥发系数 K	(128)
八、杂质的精馏系数 K'	(131)
九、乙醇-水-异戊醇物系的平衡参数.....	(139)
十、乙醇-水-甲酸乙酯物系的气-液相平衡参数.....	(144)
十一、乙醇-水-乙酸乙酯物系的气-液相平衡参数.....	(144)
十二、在醇-水溶液中丙醇对乙醇挥发性的影响.....	(144)
第四节 酒精及其杂质在各种塔中的分布状况.....	(149)
一、关于醪塔中挥发性化合物分布状况的研究.....	(149)
二、在酒精精馏塔中酒精及其杂质的分布状况.....	(153)
三、醛塔(提净塔)中各种物质的分布状况.....	(160)
参考文献.....	(173)
第五章 酒精蒸馏工艺路线的选择.....	(174)
第一节 最佳的酒精蒸馏工艺路线所应具备的条件.....	(175)
第二节 关于酒精蒸馏机组工艺流程的研究.....	(178)
一、单塔系酒精蒸馏机组工艺流程.....	(179)

二、双塔系酒精连续蒸馏机组工艺流程·····	(181)
三、多塔系酒精连续蒸馏机组工艺流程·····	(182)
四、特殊的酒精蒸馏工艺流程·····	(202)
参考文献·····	(204)
第六章 酒精蒸馏的主要工艺装备·····	(206)
第一节 略谈开发新塔型的几个问题·····	(206)
一、开发新塔型的工作大有可为·····	(206)
二、开发新塔型首先必须抓住核心技术的研究·····	(207)
三、开发新塔型必须注意针对性、方向性和适 应性·····	(208)
第二节 蒸馏机的种类·····	(211)
一、按用途分类·····	(211)
二、按装置形式分类·····	(213)
三、按气液接触装置的结构分类·····	(214)
四、按有无溢流(降液)装置分类·····	(216)
五、按动力学状况分类·····	(216)
六、按流体运动的方向分类·····	(217)
七、按机组进料方式分类·····	(218)
八、按塔系分类·····	(219)
九、按接触装置的代数分类·····	(219)
第三节 选择气液接触装置的基本原则及其性能 比较·····	(220)
一、设计工作者的重要任务——开发和发展新 型高效接触装置·····	(220)
二、蒸馏接触装置设计的基本要求·····	(222)
三、选择气液接触装置的基本原则·····	(224)
四、各类接触装置的性能比较·····	(227)
五、我国酒精蒸馏设备性能的比较分析·····	(237)
第四节 蒸馏气液接触装置种种·····	(246)

一、泡罩塔板	(246)
二、浮阀塔板	(273)
三、筛孔塔板	(297)
四、栅孔塔板	(314)
五、固舌形塔板及浮动舌形塔板	(319)
六、管型接触装置	(322)
七、喷射型接触装置	(324)
八、组合型接触装置	(329)
九、传动型接触装置	(342)
十、填料型接触装置	(350)
十一、角形塔板	(367)
十二、PKB塔板	(368)
十三、波形板式蒸馏塔	(368)
第五节 酒精蒸馏用的醪塔	(371)
一、关于醪塔抗污性能的探讨	(371)
二、关于醪塔耗竭性能的探讨	(379)
三、关于负荷性能的探讨	(380)
四、SD型醪塔简介	(381)
第六节 酒精蒸馏用的精馏塔	(385)
一、关于精馏净化性能的探讨	(385)
二、关于稳定性能的探讨	(385)
三、SDJ型精馏塔简介	(387)
第七节 酒精蒸馏用的醛塔	(392)
一、醛塔的有关设计参数	(392)
二、醛塔的有关问题探讨	(398)
三、关于在具有不同接触装置的醛塔中进行酒精的净化问题	(401)
第八节 酒精蒸馏用的最终精馏塔	(403)
一、最终精馏塔的功能	(404)

二、最终精馏塔的成品导出工艺路线.....	(405)
三、最终精馏塔的塔板数.....	(406)
四、SDJ型或JJ型最终精馏塔简介.....	(406)
第九节 酒精蒸馏用的脱甲醇塔及甲醇塔.....	(407)
一、脱甲醇塔及甲醇塔的功能.....	(407)
二、复合型脱甲醇塔及甲醇塔简介.....	(408)
第十节 酒精蒸馏用的杂醇油塔.....	(409)
一、杂醇油塔的功能.....	(409)
二、杂醇油塔的基本结构.....	(409)
三、杂醇油塔与各塔的关系.....	(409)
第十一节 低沸馏分分馏塔.....	(410)
一、低沸馏分分馏塔的功能.....	(410)
二、低沸馏分分馏塔的基本结构.....	(411)
参考文献.....	(411)
第七章 酒精蒸馏的辅助工艺装备.....	(414)
第一节 在酒精蒸馏和精馏过程中再沸器的应用.....	(414)
第二节 进料泵.....	(420)
第三节 分凝器和冷凝器.....	(421)
一、换热器的型式及技术参数.....	(422)
二、换热面积的确定.....	(427)
第四节 成品冷却器.....	(428)
第五节 酒精捕集器.....	(428)
第六节 醪液预热器.....	(429)
第七节 糟液二次预热器.....	(431)
第八节 二氧化碳分离器.....	(432)
第九节 杂醇油分离器.....	(432)
参考文献.....	(434)
第八章 酒精蒸馏的工艺操作及提高质量的途径.....	(435)
第一节 水试.....	(435)

第二节	汽试	(437)
第三节	料试	(438)
第四节	开机	(439)
	一、开机前的准备工作	(439)
	二、单塔系机组的开机	(440)
	三、两塔系机组的开机	(441)
	四、三塔系机组的开机	(442)
	五、四塔系机组的开机	(443)
	六、五塔系机组的开机	(444)
第五节	停机	(445)
	一、突然停机	(445)
	二、短时临时停机	(445)
	三、长期停机或停机清洗	(446)
第六节	正常运行的管理	(446)
第七节	工艺操作的工况参数	(449)
	一、两塔系机组工况参数	(449)
	二、三塔系机组工况参数	(451)
	三、四塔系机组工况参数	(454)
	四、五塔系机组工况参数	(455)
第八节	酒精蒸馏设备的工艺物料平衡	(456)
	一、半直接式三塔系蒸馏设备的物料及热量平衡 计算	(456)
	二、连续抽出蒸馏装置的物料及热量衡算	(462)
第九节	几个重点工艺问题	(477)
	一、塔内化学处理法是提高酒精质量的重要辅 助手段	(477)
	二、塔外物理处理法简介	(486)
	三、关于杂醇油的分离问题	(491)
	四、关于氧化试验指标问题	(519)

参考文献..... (529)

**第九章 酒精蒸馏过程中可能发生的不正常现象及其
原因和处理方法..... (532)**

第一节 初馏系统..... (533)

一、初馏塔堵塞..... (533)

二、初馏塔满料溢塔或汽中带料..... (535)

三、醪液预热器堵塞..... (537)

四、糟液二次预热器堵塞..... (538)

五、初馏塔进料不足或断流..... (539)

六、残糟液耗竭不良而挟带酒精..... (540)

七、初馏塔温度偏低..... (542)

八、初馏塔温度偏高..... (542)

九、初馏塔压力偏低..... (543)

十、初馏塔压力偏高..... (543)

十一、初馏塔加热室蒸汽窜入残糟液中..... (544)

十二、初馏塔塔身晃动..... (545)

十三、初馏塔中泡沫太多..... (546)

十四、醪液二氧化碳分离器效果差..... (546)

十五、进料温度偏低..... (547)

第二节 提净系统..... (549)

一、醛塔提净效率不高..... (549)

二、醛塔充满液体..... (550)

三、醛塔阻塞..... (551)

四、醛塔带料..... (551)

五、醛塔温度偏低..... (552)

六、醛塔温度偏高..... (552)

七、醛塔压力偏低..... (553)

八、醛塔压力偏高..... (554)

九、醛塔排醛管喷出酒精气体..... (554)

十、醛塔排醛管冲出酒精液体	(555)
十一、醛塔顶回流不正常	(557)
十二、醛塔底液面不稳定	(558)
第三节 精馏系统	(558)
一、精馏塔废液耗竭不良而夹带酒精	(558)
二、精馏塔加热室为废液所充满	(560)
三、精馏塔废液排出口跑汽	(560)
四、精馏塔中部温度偏高	(561)
五、精馏塔中部温度偏低	(561)
六、在浓杂醇油酒精中出现白色沉淀物和谷物 皮壳等杂物	(562)
七、精馏塔排醛管喷出酒精气体	(563)
八、精馏塔排醛管冲出酒精液体	(563)
九、热酒精通过观测罩	(563)
十、由观测罩到贮槽的液流受阻	(564)
十一、酒精过滤器堵塞	(564)
十二、杂醇油在分油器中分层不好	(565)
十三、位于分油器上的观测罩溢出杂醇油	(566)
十四、分油器的虹吸作用破坏	(567)
十五、杂醇油难以从塔中导出	(567)
十六、精馏塔跑油	(568)
第四节 再精馏系统	(568)
一、最终精馏塔或脱甲醇塔顶温偏低	(569)
二、最终精馏塔或脱甲醇塔底温偏高	(569)
三、最终精馏塔或脱甲醇塔加热室为液体所充 满	(570)
四、最终精馏塔或脱甲醇塔加热室液位过低	(571)
第五节 酒精成品质量方面	(571)
一、酒精浓度太高	(571)

二、酒精浓度太低	(572)
三、酒精成品中醛含量高	(573)
四、酒精成品中甲醇含量高	(574)
五、酒精成品中酸含量高	(575)
六、酒精成品中酯含量偏高	(576)
七、酒精成品中高级醇(杂醇油)含量高	(577)
八、酒精成品有辛辣刺激性恶味	(578)
九、酒精成品含有黑色颗粒	(579)
十、酒精成品呈淡蓝色	(580)
十一、酒精成品呈淡黄色	(581)
十二、酒精成品有白色沉淀物	(582)
十三、酒精成品中含有氰化物	(582)
十四、酒精成品氧化时间短	(583)
十五、酒精成品色度偏高	(583)
十六、酒精质量突然严重下降	(584)
第六节 设备方面	(585)
一、料泵运转不正常或停顿	(585)
二、设备中有空气难排	(586)
三、蒸馏设备被真空吸瘪	(587)
四、塔设备渗漏严重	(588)
五、醪液预热器渗漏	(589)
六、水冷式热交换器渗漏	(590)
七、进料管系振动响声厉害	(591)
八、热交换器结垢严重导致传热效果差	(592)
第七节 综合性及共性问题	(594)
一、高位水箱水不足	(594)
二、蒸馏效率低	(594)
三、塔板出现液泛和夹液泛现象	(595)
四、塔板出现过量雾沫挟带现象	(596)

五、塔板出现严重漏液现象·····	(597)
六、塔板出现干板现象·····	(598)
七、塔板出现倾流现象·····	(599)
八、塔板出现脉动现象·····	(599)
九、塔板出现锥流现象·····	(600)
十、塔内蒸汽不易上升·····	(601)
十一、整个蒸馏机组运行不正常·····	(601)
十二、蒸馏机组产量质量达不到设计要求·····	(602)
十三、冷凝系统产生过热现象·····	(603)
十四、冷凝系统产生过冷现象·····	(603)
十五、冷凝回流系统的异常现象·····	(605)
十六、仪表失灵或误差大·····	(606)
参考文献·····	(607)
第十章 无水酒精的制造 ·····	(609)
第一节 无水酒精的用途·····	(609)
第二节 酒精绝对化方法的分类·····	(609)
第三节 酒精脱水的共沸法及其流程·····	(610)
第四节 直接从醪液制取无水酒精·····	(613)
第五节 用共沸法生产无水酒精的蒸汽、水、苯 的消耗·····	(613)
第六节 利用环己烷作共沸剂的无水酒精生产方法 (美国专利)·····	(614)
第七节 用戊烷作挟带剂的共沸精馏法制无水 酒精·····	(620)
第八节 用汽油作溶剂的萃取精馏法制汽油醇·····	(622)
第九节 用玉米粉等有机物作吸附剂制无水酒精·····	(623)
第十节 应用可溶性盐制无水酒精·····	(624)
第十一节 应用醋酸盐加乙二醇的萃取精馏法制 无水酒精·····	(628)

第十二节	应用分子筛制无水酒精	(628)
第十三节	蒸馏和膜脱水相结合的无水酒精制造 法	(629)
第十四节	真空蒸馏制无水酒精法	(630)
第十五节	利用二氧化碳抽提法制无水酒精	(630)
	参考文献	(630)
第十一章	酒精蒸馏过程中的节能问题	(632)
第一节	蒸馏过程的节能途径及投资方案	(633)
一、	热能的回收利用	(633)
二、	减少蒸馏过程本身对能量的需求	(634)
三、	提高蒸馏系统的热力学效率	(639)
第二节	利用蒸汽喷射装置回收糟液中的余热	(641)
第三节	蒸发和蒸馏的联合装置	(644)
第四节	具有不同压差的多塔系精馏设备	(649)
第五节	具有热泵的节能蒸馏装置	(656)
一、	具有热泵的醪液蒸馏装置流程	(656)
二、	VRC方式	(657)
三、	应用热泵的半直接式三塔系精馏装置	(658)
四、	螺旋型水蒸汽压缩式热泵(SSHP)	(660)
五、	联邦德国低能耗酒精热泵蒸馏法	(661)
第六节	各种主要蒸馏法能耗比较	(662)
	参考文献	(662)
第十二章	酒精精馏过程的自动化控制和管理	(664)
第一节	蒸馏控制节能及微机在蒸馏控制中的应 用	(664)
第二节	三塔系装置的控制和自动化流程	(668)
第三节	半直接式五塔系自动化流程	(670)
第四节	带控制点的醪液精馏装置	(672)
第五节	国内酒精蒸馏微机控制一例	(673)