

工人技术读本



# 酒精生产技术知识

JIU JING SHENG CHAN JI SHU ZHI SHI

上海市食品工业公司编

GONG REN JI SHU DUBEN

## 前 言

遵照轻工业部（83）轻劳字第24号关于编写四十九个专业教学计划，教学大纲和技工教材的通知，委托上海市轻工业局负责牵头制定十七个专业，由我公司组织编写酒精、啤酒、味精、酵母、柠檬酸、酶制剂、罐头（分空罐、实罐）糖果九个专业的技工学校、在职工人技术培训教学计划、教学大纲和技工教材，经全国各专业代表会议审议通过，轻工业部批准颁布试行。（酒精专业批准文号轻教司技培字第5号）。

《酒精生产技术知识》一书，系酒精专业教学计划、教学大纲中规定的中级技工培训试用教材，由上海酒精厂有关同志合写，其中第一章、第三章第一、二、四节由唐学琴编写，第二章、第三章第三、五、六节由叶善美编写，第四、五、六、七、八章由刘佩珠、陈富祥编写，第九章由张莘编写，第十章由施羽剑编写。任瑜冰同志提供部份资料，经王恩镛高级工程师、陈志勇厂长、丁萍付厂长校阅审定。在编写过程中得到了天津轻工业学院，无锡轻工业学院，山东酒精总厂，天津、北京、大连、青岛酒精厂和上海酒精二厂，以及其他有关人员大力协助，并参考了《酒精与白酒工艺学》、《实用酒精工艺学》、《发酵工程与设备》、《微生物学》等技术资料，特此表示感谢。

本书由我公司沈振声同志负责总编辑，唐国庆、张一鹏同志具体组织、出版工作。本书内部发行，版权所有不得

翻印。由于我们组织编写工作缺乏经验，难免有不当之处，欢迎各地区在教学实践中提出修改意见，不断完善教材内容，帮助我们改进工作。

上海市食品工业公司

一九八六年十二月

---

## 酒精生产技术知识

---

上海市食品工业公司编

封面：江苏省金坛县教学印刷厂印刷

正文：江苏省金坛县教学印刷厂印刷

---

开本：787×1092 印张22 字数486000字

1986年12月第一版 1986年12月第一次印刷

---

版权所有 不得翻印

---

印数 1—15000册

# 目 录

## 第一章 绪 论

第一节	酒精的性质	1
第二节	酒精在国民经济建设中的用途	5
第三节	酒精产品的种类和质量要求	7
第四节	酒精工业生产方式的概述	9
第五节	国内外酒精工业的发展状况	16

## 第二章 酒精生产的微生物

第一节	微生物概念	26
一、	什么是微生物	26
二、	微生物特性	26
三、	微生物的利用	27
第二节	酒精生产的菌种	28
一、	曲霉菌	28
二、	酒精酵母菌	31
第三节	生产菌种的选育和保藏	35
一、	菌种的筛选	36
二、	育种	43
三、	菌种的保藏和复壮	45
第四节	实验室的基本操作和仪器设备	49
一、	实验室的无菌接种	49

二、活菌的形态观察和染色方法.....	( 50 )
三、培养基配制过程.....	( 52 )
四、杂菌检查.....	( 53 )
五、灭菌方法及设备.....	( 55 )
六、摇瓶机的基本结构和用途.....	( 59 )
七、显微镜的构造和使用方法.....	( 60 )

### 第三章 淀粉质原料生产酒精

第一节 原料及其处理.....	( 63 )
一、淀粉质原料.....	( 63 )
二、原料的分类和常用原料的化学组分.....	( 64 )
三、原料处理.....	( 73 )
四、粉碎方法及工艺流程和工艺操作要求.....	( 76 )
五、粉碎工序中的主要设备.....	( 81 )
六、粉碎操作与常见故障的排除.....	( 107 )
第二节 .....	( 110 )
一、蒸粮的基本理论.....	( 110 )
二、蒸粮方法及工艺流程和工艺操作要求.....	( 123 )
三、确定蒸粮质量的方法.....	( 138 )
四、影响蒸粮质量的主要因素及防治措施.....	( 140 )
五、蒸粮工序中的主要设备.....	( 142 )
六、蒸粮新技术.....	( 151 )
第三节 糖化剂制取.....	( 153 )
一、概述.....	( 153 )
二、固体曲生产工艺.....	( 155 )
三、液体曲生产工艺.....	( 176 )

四、糖化酶制剂生产工艺·····	( 216 )
第四节 糖化·····	( 220 )
一、糖化过程的基本理论·····	( 220 )
二、糖化方法及工艺流程和工艺操作要求·····	( 232 )
三、确定糖化醪质量的方法·····	( 235 )
四、影响糖化醪的主要因素及防治措施·····	( 237 )
五、糖化工序中的主要设备·····	( 242 )
六、糖化新技术·····	( 248 )
第五节 酒母的制备·····	( 249 )
一、酒母培养的工艺流程·····	( 249 )
二、酵母种子培养·····	( 250 )
三、酒母扩大培养·····	( 255 )
四、酒母培养的异常情况防治·····	( 263 )
五、酒母培养的技术探讨·····	( 265 )
六、酒母培养罐·····	( 268 )
第六节 酒精发酵·····	( 270 )
一、酒精发酵的理论基础·····	( 270 )
二、酒精发酵工艺·····	( 284 )
三、发酵醪的质量要求·····	( 292 )
四、酒精发酵的异常情况和防治方法·····	( 293 )
五、从二氧化碳中捕集酒精·····	( 295 )
六、酒精发酵新技术·····	( 296 )
七、酒精发酵设备·····	( 298 )

## 第四章 醪液蒸馏和酒精精馏

第一节 醪液蒸馏的基本原理·····	( 301 )
--------------------	---------

第二节	酒精精馏的基本原理	( 317 )
第三节	酒精蒸馏与精馏方法	( 331 )
第四节	酒精的蒸馏与精馏设备	( 350 )
第五节	酒精蒸馏与精馏设备的维修与保养	( 375 )

## 第五章 概述酒精生产中付产品的利用

第一节	淀粉质原料酒糟的利用	( 383 )
第二节	二氧化碳的综合利用	( 387 )
第三节	杂醇油和醛酯馏分的利用	( 410 )

## 第六章 能源与酒精生产的节能

第一节	能源的概述	( 413 )
第二节	酒精生产中的热平衡	( 419 )
第三节	酒精生产中的节能	( 430 )

## 第七章 酒精生产检验方法

第一节	化验基本知识	( 437 )
第二节	试剂的配制与标定	( 446 )
第三节	淀粉原料分析	( 453 )
第四节	糖化剂的分析	( 477 )
第五节	酒精生产半成品的分析	( 491 )
第六节	酒精成品的分析	( 514 )
第七节	酒精副产品分析	( 528 )
第八节	煤质及水质的分析	( 531 )

## 第八章 酒精生产的计算

- 第一节 糖化剂用量的计算…………… ( 543 )
- 第二节 酒精理论生成量和原料需要量的计算………… ( 545 )
- 第三节 生产指标的计算…………… ( 548 )
- 第四节 酒精生产的工艺平衡计算…………… ( 552 )

## 第九章 检测仪表和自动调节系统

- 第一节 仪表检测和自动调节系统在酒精生产中的重要性…………… ( 572 )
- 第二节 检测仪表…………… ( 576 )
- 第三节 简述自动调节系统…………… ( 600 )
- 第四节 酒精生产各工序的仪表检测和自动调节… ( 620 )
- 第五节 几种常见的仪表故障及处理简介…………… ( 626 )

## 第十章 安全生产

- 第一节 安全在酒精生产中所占的地位…………… ( 629 )
- 第二节 大修与修理中的安全生产…………… ( 630 )
- 第三节 防火防爆、粉尘爆炸的原理及防范…………… ( 632 )
- 第四节 安全使用压力容器…………… ( 638 )
- 第五节 安全使用电气设备…………… ( 640 )
- 第六节 安全生产管理…………… ( 643 )
- 附表 1 含水曲子换算为绝干曲子量和浸泡加水量计算表…………… ( 645 )



附表 2	酵母细胞数计算表.....	( 646 )
附表 3	廉一爱浓法的糖类定量表.....	( 648 )
附表 4	酒精重量容量的相互换算表.....	( 650 )
附表 5	糖表与温度换算表.....	( 651 )
附表 6	酒精度与温度校正表 ( 20℃ ).....	( 653 )
附表 7	比重和酒精对照表.....	( 661 )

# 第一章 绪 论

## 第一节 酒精的性质

酒精是商业上一般通用的商品名称。在酒精的化学分子式中含有一个(-OH)羟基的醇的官能团和两个碳原子，因此，在有机化学中酒精的学名为乙醇，酒精的分子式为 $C_2H_5OH$ 。

### 一、物理性质

酒精外观是一种无色透明，易流动和易挥发的液体，具有特殊的芳香和刺激性气味，极易燃烧，在燃烧时发出淡兰色的火焰，变成二氧化碳和水，同时放出大量热能。酒精能够与水以任何比例相混合，混合时放出热量，且总体积缩小。酒精与水在温度 $20^{\circ}C$ 时相混合，它的体积收缩程度为最大，如52毫升无水酒精与48毫升水在 $20^{\circ}C$ 时相混合，所得到的容积不是100毫升，而是96.3毫升，其容积缩小3.7毫升，这原因是由于酒精和水发生氢键缔合，分子间结合得较为紧密的缘故。由此也说明我们在以容量百分数和重量百分数表示酒精浓度时，它们的数值是有显著差别的。一般而言，习惯上都将酒精的容量百分浓度称谓酒度。

纯酒精具有下列些物理常数：

分子量46.07，比重0.7893 ( $d_4^{20}$ )，沸点 $78.32^{\circ}C$ ，凝固点 $-130^{\circ}C$ ，燃点 $12^{\circ}C$ ，比热0.615 ( $20^{\circ}C$ 时)，潜热209卡，酒精蒸汽爆炸极限(空气中)3.3~19% (容

量)。

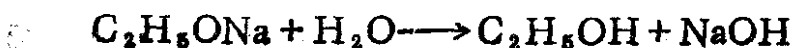
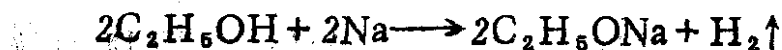
95% (容量) 浓度的酒精, 比重为0.8114( $d_4^{20}$ ), 沸点为78.75°C。

## 二、化学性质

酒精是带有一个(-OH)羟基的饱和一元醇, 因此, 乙醇的化学性质也主要表现在羟基这一官能团上, 乙醇易与醇类, 乙醚、氯仿、苯、甘油等有机溶剂相混溶, 也能溶解各种金属盐、碳氢化合物, 脂肪酸等有机化合物, 对各种气体的溶解能力比水大。

### 1. 与碱金属作用:

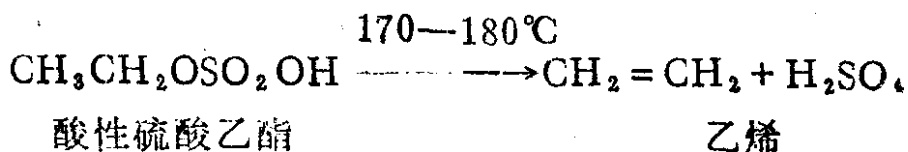
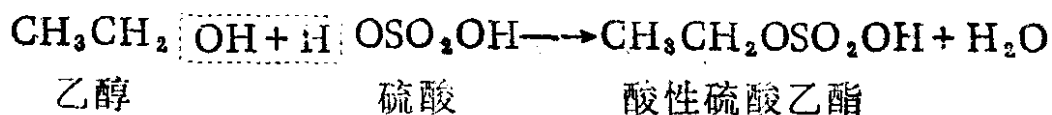
乙醇和水相似, 都含有OH基团, 它能与活泼金属如钠, 钾等反应, 使羟基上的氢被取代而生成乙醇钠, 乙醇钾等, 并放出氢气, 乙醇钠遇水则分解, 生成乙醇和氢氧化钠, 乙醇钾等同理。



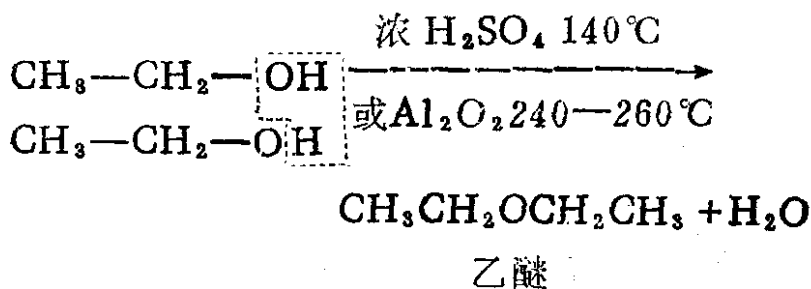
### 2. 脱水反应:

在催化剂作用下, 加热时, 乙醇发生脱水反应。乙醇的脱水反应可按分子内脱水成乙烯和分子间脱水成乙醚两种方式进行。

#### (1) 分子内脱水:



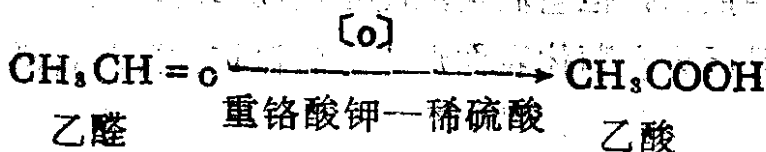
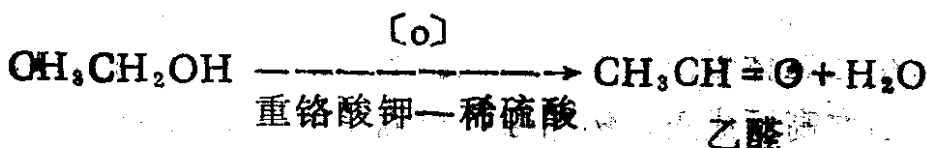
(2) 分子间脱水:



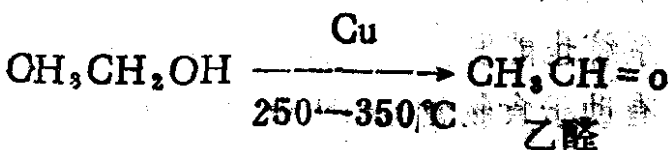
3. 氧化与脱氢:

乙醇在酸性环境中, 可被高锰酸钾或重铬酸钾迅速氧化成乙醛, 进而再氧化成乙酸。同样, 在催化剂作用下, 也能迅速发生脱氢反应。

(1) 氧化:



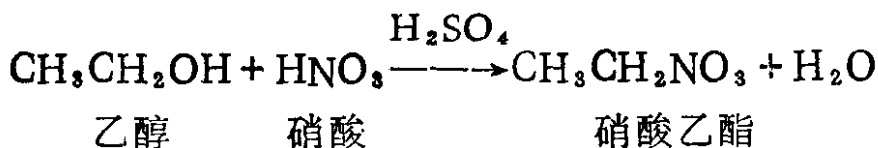
(2) 脱氢:



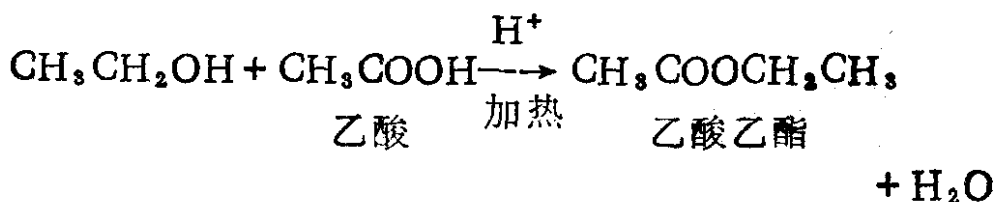
4. 酯化反应:

醇与酸(无机酸或有机酸)之间失水可生成酯。

当乙醇与无机酸作用, 则生成无机酸酯, 例如, 与硝酸作用, 生成硝酸乙酯, 硝酸乙酯遇热会发生爆炸, 它也是常用的炸药成分之一。



当乙醇与有机酸作用，在酸催化下，加热时，则生成有机酸酯。例如与乙酸作用，生成乙酸乙酯，同理与丁酸，己酸等作用，分别生成丁酸乙酯，己酸乙酯等。



### 三、生化性质:

酒精具有一定的杀菌作用，杀菌的主要原理是使菌体脱水，引起菌体蛋白质变性凝固。酒精的杀菌能力与酒精浓度的逐渐增高而成正比例加强，当酒精浓度达75%（容量）时，杀菌作用最强，但当酒精浓度超过75%时，杀菌效果反而降低，这是因为在菌体表面形成一层保护性薄膜，妨碍了酒精进入细胞达不到灭菌目的。

酒精极易被人体的肠胃道吸收，吸收后迅速分解，放出热量，饮用适量酒精性饮料能使人的循环系统发生一种兴奋效能，对消化系统也能发生一种良好功用，可刺激食欲促进胃液分泌，有助于食物营养的吸收；饮用数量较大有麻醉作用；饮用大量酒精会对肝细胞和神经系统有毒性，可以引起死亡。酒精对人体的影响如表1—1—1所示。

表1—1—1

酒精对人体的影响

血中含有酒精浓度 (克/100毫升)	症 状	一般反应	影响运动的反应
0.025~0.05	能麻醉抑制中枢， 损伤判断力	精神愉快	速率与准确性均减少
0.1~0.2	麻醉运动神经和 知觉神经	行为失常	言语行为略有错误
0.2~0.3	会搅乱整个运动神经	酩酊大醉	言语行为大有错误
0.4~0.5	会使人处于昏睡状态	迷蒙昏睡	不省人事
0.6~0.7	会致人死亡		

## 第二节 酒精在国民经济建设中的用途

随着国民经济建设的不断发展，酒精工业在社会主义建设中日益起着显著作用，酒精的用途也越来越广泛，已成为国民经济建设中不可缺少的化工原料之一，随着其它工业的新兴发展，酒精的用途将不断地被开拓和发掘。

在化学工业中，酒精是许多化工产品的基本原料，使用量最大，利用酒精能制造多种化学药品，如乙醚、乙醛乙酸、丁二烯、聚乙烯、乙二醇等一系列的有机酸和多种酯类。在合成化学方面，酒精可作为制造乙烯的原料的主要来源，酒精也是制造合成橡胶的最廉价、最丰富的原料。同样，酒精也是一种最为常用的有机溶剂，它可以广泛地用于香料、染料、树脂以及油漆等工业部门，有时也可用作洗涤剂（洗涤工具、珠宝、钟表等）和浸出剂（浸出单宁、维生素B等）。

在医药工业中，酒精广泛地用于药剂的调制和医疗器械

的消毒，以及医疗中的灭菌防腐。

在交通运输方面，酒精有易燃性，触火即燃烧，燃烧时能够发出很大的热量，发热量为每公斤6600千卡，故能与汽油混合。目前，随着世界石油能源的紧张短缺，各国的科学家们都注重了新能源的开发，采用10%酒精和90%汽油混合，称谓“混合物燃料(gasohol)”，现已作为动力燃料在使用。在美国，政府采取分期付款、优惠税金等措施，鼓励发展从生物源生产酒精，节约一部分石油能源。

在农业方面，酒精主要用于制造农药，用酒精制成三氯乙醛，三氯乙醛其本身是一种催眠药，因此，通过三氯乙醛可制成滴滴涕，敌百虫等杀虫剂，用酒精代替甲醇也可制成乙基敌百虫，效力优于“六六六”，它不仅可扑灭鳞翅类害虫，对消灭玛璜也具有特效。

在国防工业上，酒精可加工成乙二醇，用于制造二硝基乙二醇炸药以及雷汞等。我国陕西省西安市产县惠安化工厂酒精车间生产的酒精就是供生产炸药之用的。

在食品工业上，高纯度酒精可配制加工成各种饮料酒。

在酒精生产过程中，还尚有许多很有价值的副产物——杂醇油、二氧化碳、酒糟等，它们的用途很广。

杂醇油是蒸馏过程的副产品，它是由于酵母在酒精发酵时，对糖和氨基酸利用而产生的副产物，杂醇油的产量约为酒精产量的0.4—0.5%，杂醇油是以异戊醇为主，由多种高级醇所组成的化合物。杂醇油可作有机溶剂制造油漆和香精，可作选矿时所需的浮选剂，也可作测定牛乳中脂肪的一种试剂，杂醇油通过分馏后的各组分还能与不同的有机酸进行酯化反应，得到一系列水果香味的香精。

二氧化碳是伴随着酒精发酵过程中的主要副产物，将它

回收可制成液体二氧化碳和干冰,用途甚广。可用于制造消防材料、清凉饮料、金属冶炼、焊接工业、冷冻剂、医学上冷冻疗法等方面,二氧化碳也是生产纯碱和小苏打的原料。

酒糟是发酵成熟醪经蒸馏后的废液,酒糟的产量约为酒精产量的13—15倍,酒糟是一种含有营养价值较高的饲料,它不仅是家畜饲养的好饲料,还可供作农用肥料,其次,利用酒糟还能生产富有蛋白质和纤维素的饲料酵母,酒糟水还可培养白地霉,再由白地霉提取核糖核酸,作为制造ATP(三磷酸腺苷)的原料。近年来,特别在我国的一些北方地区,有些酒精工厂利用甲烷细菌对酒糟进行沼气发酵,以产生的沼气作燃料,为国家节约了能源。如我国河南省南阳酒精厂,利用淀粉质原料的酒糟发酵沼气,1吨酒糟可发酵生产沼气23米<sup>3</sup>,1米<sup>3</sup>沼气燃烧相当于0.8公斤煤燃烧的热值,在沼气发酵的上清液中又可提取维生素B<sub>12</sub>,底层糟渣又可供作农用肥料,且肥效较高。

### 第三节 酒精产品的种类和质量要求

在以淀粉质为原料的酒精工厂中,一般生产的酒精都含有4—5%的水分,也就是酒精浓度为95~96%(容量)。

我国工业生产的酒精产品的种类有多种划分方式,按生产的原料,可分为谷类酒精、薯类酒精、糖蜜酒精和椰子酒精等;按生产的方法,可分为发酵法酒精、合成法酒精、和水解法酒精;按产品质量或性质,可分为高纯度精酒,无水酒精、普通酒精和变性酒精;按产品的用途,可分为医药酒精、工业酒精、燃料酒精和饮料酒精。

在1981年12月,我国酒精质量标准实现了系列化,并由



轻工部提出，国家标准总局颁布国标(GB—394—81)，见表1—1—2，其中的一级酒精相当于原来的精馏酒精、以供国防和化学工业之应用；二级酒精是介于精馏酒精和医药酒精之间的一个新级别，它适用于配制各种饮料酒；三级酒精相当原来医药酒精；四级酒精为工业酒精。

表1—1—2 酒精质量标准 (国际: GB—394—81)

指 标 名 称	指 标				
	优级	一级	二级	三级	四级
外 观	透 明 液 体				
色 度 号	10				/
气 味	无 异 臭				/
酒精(体积), % $\geq$	96.0	95.5	95.0	95.0	95.0
氧化试验, 分 $\geq$	30	25	15	2	/
硫酸试验, 号 $\leq$	10	15	100	/	/
醛(以乙醛计), % $\leq$	0.0004	0.0010	0.0030	/	/
杂醇油(以异丁醇, 异戊醇计) % $\leq$	0.0004	0.0025	0.010	0.040	/
甲醇, % $\leq$	0.06	0.12	0.16	0.25	/
酸(以乙酸计), % $\leq$	0.0015	0.0015	0.0020	0.0020	/
酯(以乙酸乙酯计); % $\leq$	0.0025	0.0038	/	/	/
不挥发物, % $\leq$	0.0020	0.0020	0.0025	0.0025	/

注：本标准适用于各物、薯类、甜菜及糖密所制的含水酒精。