

胡嗣明 张天杭 编著

# 酒精生产分析检验

3.12

轻工业出版社

# 酒精生产分析检验

胡嗣明 张天杭 编著

轻工业出版社

## 内 容 提 要

本书介绍了酒精生产的原料、中间品和成品的各种分析检验方法。并结合实际，推荐了一些操作简单、反应灵敏、节省时间的新的化验方法。书中还简述了有关仪器分析在酒精生产中的应用及其理论基础。书末附有在分析工作中需要查阅的有关表格。

本书可供酒精工厂具有初中以上文化程度的化验人员阅读，也可供从事酒精和酿酒工业的工程技术人员参考。

### 酒精生产分析检验

胡嗣明 张天杭 编著

轻工业出版社出版

(北京阜成路3号)

张家口地区印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

787×1092毫米 1/32 印张：8 4/32 字数：174 千字

1983年10月 第一版第一次印刷

印数：1—10,000 定价：0.73元

统一书号：15042·1786

## 前 言

分析检验是合理控制工艺过程、加强科学管理的重要手段。随着我国酒精工业的迅速发展，对化验工作也提出了新的、更高的要求。为适应这一形势的需要，我们在参阅国内外有关资料并进行试验的基础上，结合自己在实际工作中的粗浅体会，编写了这本《酒精生产分析检验》，供酒精行业的有关同志参考。

本书承天津轻工业学院食工系主任袁庆辉教授审阅。在蒽酮比色法部分试验中，曾得到祝正辉、王福滋、陈静玲等同志的协助，在此谨表示谢意！

由于我们水平所限，书中的错误和缺点在所难免，欢迎读者批评指正。

编 者

## 说 明

一、测定中所用试剂除指明者外，均采用化学纯品。

二、试剂配制及测定所用之水，除特殊指明者外，均用一次蒸馏水。

三、测定中所指的溶液，除指明溶剂外，均为水溶液。溶液浓度用百分数表示时，是取纯溶质 X 克溶于溶剂中，并稀释至 100 毫升。例如 20% 氢氧化钠溶液，系称取氢氧化钠 20 克溶于水中，并稀释至 100 毫升。溶液浓度用 倍比数表示时，左边的数字表示试剂的体积，右边的数字表示水的体积。例如 1:4 盐酸溶液，系指 1 毫升浓盐酸(比重 1.19)用 4 毫升水稀释。

四、重量法中“称至恒重”一语，系指先后两次烘干或灼烧后，称量之差正负不超过 0.5 毫克。

# 目 录

## 第一章 物理化学分析法

一、比重法	1
(一) 比重计	2
(二) 比重瓶	5
(三) 比重天平	6
二、比色法	9
(一) 基本原理	9
(二) 比色方法	11
三、分光光度法	16
(一) 基本原理	16
(二) 分光光度计的结构	17
(三) 使用方法及注意事项	19
(四) 计算方法	20
四、电位法和 pH 的测定	23
五、旋光测定法	25
(一) 基本概念	25
(二) 旋光计的原理与构造	26
(三) 旋光计的使用方法及其计算	28
六、折射法	29
(一) 基本原理	29
(二) 折射计的构造	30

(三) 使用方法和注意事项 .....	31
<b>第二章 淀粉原料分析</b> .....	<b>34</b>
一、采样 .....	34
二、水分的测定 .....	36
(一) 水分的分类 .....	36
(二) 前水分的测定 .....	37
(三) 分析水分的测定 .....	37
(四) 总水分的计算 .....	41
三、淀粉含量的测定 .....	41
(一) 廉-爱浓(Lane-Eynon)法 .....	41
(二) 贝尔德蓝(Bertrand)法 .....	47
(三) 碘量法 .....	50
(四) 旋光法 .....	52
四、麸皮淀粉的测定 .....	53
(一) 酶水解法 .....	53
(二) 蒽酮比色法 .....	55
五、蛋白质的测定 .....	57
(一) 凯尔达尔(Kjeldahl)法 .....	57
(二) 甲醛法 .....	61
(三) 碘量微量法 .....	62
六、脂肪含量的测定 .....	65
(一) 索氏(Soxhlet)抽提法 .....	65
(二) 快速测定法 .....	67
七、灰分的测定 .....	69
八、砂石的测定及砂石率的计算 .....	71
<b>第三章 废糖蜜原料分析</b> .....	<b>72</b>
一、采样 .....	73

二、酸度的测定	73
三、糖锤度的测定	74
四、总糖分(总还原物质)的测定	75
五、总含氮量的测定	78
六、胶体的测定	81
七、总灰分的测定	82
八、无机灰分组成成分的测定	84
(一) 二氧化硅等酸不溶物	84
(二) 三氧化物( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ )	86
(三) 氧化钙	88
(四) 氧化镁	90
(五) 氧化钾	92
(六) 五氧化二磷	95
<b>第四章 糖化剂分析</b>	<b>99</b>
一、采样	99
二、酶浸出液的制备	99
三、酶活力的测定	100
(一) 糖化酶活力的测定	101
(二) 液化酶活力的测定	104
(三) 磷酸糊精酶活力的测定	106
四、水分的测定	108
五、酸度的测定	109
(一) 固体曲酸度的测定	109
(二) 液体曲酸度的测定	110
六、pH值的测定	111
七、培养过程的检查	113
(一) 固体曲培养过程的检查	113



(二) 液体曲培养过程的检查 .....	114
<b>第五章 淀粉原料中间品的分析</b> .....	<b>116</b>
一、蒸煮醪的测定 .....	116
二、糖化醪的测定 .....	117
(一) 采样方法 .....	117
(二) 糖度的测定 .....	117
(三) 酸度的测定 .....	117
(四) 还原糖的测定 .....	117
(五) 总糖的测定 .....	118
三、酒母醪的测定 .....	120
(一) 采样方法 .....	120
(二) 糖度的测定 .....	121
(三) 酸度的测定 .....	121
(四) 剩余还原糖的测定 .....	121
(五) 成熟标准的确定 .....	121
(六) 微生物学检查 .....	122
四、发酵成熟醪的测定 .....	131
(一) 采样方法 .....	131
(二) 糖度的测定 .....	132
(三) 酸度的测定 .....	133
(四) 残余还原糖的测定 .....	134
(五) 残余总糖的测定 .....	135
(六) 酒精分的测定 .....	142
(七) 挥发酸的测定 .....	145
五、蒸馏废糟和废水含酒量的测定 .....	146
(一) 采样方法 .....	146
(二) 含酒量的测定 .....	147

<b>第六章 废糖蜜原料中间品的分析</b> .....	152
<b>一、稀糖液分析</b> .....	152
(一) 采样方法 .....	152
(二) pH 值的测定.....	152
(三) 酸度的测定 .....	154
(四) 糖锤度的测定 .....	155
(五) 全糖分的测定 .....	155
<b>二、醪液分析</b> .....	157
(一) 采样方法 .....	157
(二) pH 值的测定.....	157
(三) 酸度的测定 .....	157
(四) 糖锤度的测定 .....	158
(五) 残糖分的测定 .....	158
(六) 酒精分的测定 .....	159
<b>第七章 酒精成品分析</b> .....	160
<b>一、采样</b> .....	160
<b>二、酒精外观指标的检查</b> .....	160
<b>三、酒精浓度的测定</b> .....	162
<b>四、酸含量的测定</b> .....	162
<b>五、酯含量的测定</b> .....	163
<b>六、醛含量的测定</b> .....	166
(一) 碱量法 .....	166
(二) 碘量法 .....	167
(三) 碘量法之变法——利培尔(Ripper)法 .....	170
(四) 比色法 .....	171
<b>七、杂醇油含量的测定</b> .....	174
(一) 水杨醛比色法 .....	174

(二) 香兰精比色法 .....	175
(三) 对二甲氨基苯甲醛比色法 .....	176
八、甲醇含量的测定 .....	178
(一) 亚硫酸品红法 .....	178
(二) 变色酸法 .....	181
(三) 银量法 .....	184
九、糠醛含量的测定 .....	187
十、高锰酸钾试验 .....	188
十一、硫酸试验 .....	189
<b>第八章 试剂的配制</b> .....	<b>191</b>
一、指示剂 .....	191
二、酸类试剂 .....	193
三、碱类试剂 .....	196
四、盐类试剂 .....	197
五、有机试剂 .....	203
六、其他试剂 .....	209
七、缓冲溶液 .....	211
八、染色液 .....	213
<b>附录</b> .....	<b>214</b>
附表 1 廉-爱浓法糖类定量表 .....	214
附表 2 贝尔德蓝法糖类定量表 .....	216
附表 3 二倍稀释法测定糖蜜锤度更正表 .....	218
附表 4 酒精浓度温度更正表(20°C) .....	219
附表 5 在 20°C 时酒精水溶液的比重 与酒精含量换算表 .....	229
附表 6 稀释酒精至浓度 50% 时的换 算表(20°C) .....	233

附表 7	沉浸式折射计的刻度、折射率与 酒精含量换算表(20°C 时).....	234
附表 8	糖度温度更正表(20°C) .....	235
附表 9	常用酸碱指示剂及其变色范围表 .....	239
附表 10	常用试剂的分子量及当量表 .....	239
附表 11	1975 年国际原子量表 .....	242
附表 12	车间空气中某些有害气体及 蒸气的最高允许浓度 .....	244
附表 13	某些可燃性气体的着火点和 混合气体的爆炸范围 .....	245
附表 14	某些有机溶剂的闪点和其他 主要常数值 .....	246
主要参考资料.....		247

# 第一章 物理化学分析法

## 一、比重法

在酒精生产中，广泛应用比重法来测定成品和中间品的浓度，这是一种简单而快捷的方法。

所谓比重，就是某物质在一定温度下的重量与同体积的水在该温度下的重量之比，通常以  $d$  来表示，在  $d$  的右上角标出某物质的温度，在  $d$  的右下角标出水的温度。比重的含义有两种：即真比重和视比重（亦称假比重或近似比重）。 $d_{20}^{20}$  即表示某物质 20°C 时的视比重。

比重也可视为物质的密度与水的密度之比，或称相对密度。因为物质的密度是其单位体积的质量，通常以每毫升的克数表示。水在 4°C 时密度最大，此时，1 毫升水在真空中的重量为 1 克，故可以说某物质的相对密度（比重），即相当于水在 4°C 时密度的倍数。 $d_4^{20}$  即表示某物质在 20°C 时的密度，相当于水在 4°C 时密度的倍数；或者说某物质在 20°C 时与同体积的水在 4°C 时的比重，这就是真比重。

测定比重时，本应取溶液和水的真重，即称重时要校正空气中所失去的重量，而算出在真空中称重时应有的重量。但因这一类计算过于麻烦，所以在实际应用中，均测定溶液的视比重，因为这较为简便。

固体物质和液体物质的比重可用各种方法测定。在酒精

生产中所需测定比重的物质，均为液体，如糖化醪、酒精等。用于测定其比重的仪器有以下几种：

### (一) 比重计

比重计是生产中测定液体比重的简单仪器，使用方便，精确度不高，只能作一般分析。这种比重计是以阿基米德原理为依据制造的，即液体密度愈小，仪器下沉的深度就愈大。因此，把它做成一封口的玻璃管，能浮在液体中，中间部分略粗，下部有干燥清洁的金属弹丸作为它的压载物，使管重垂，直立液体中；上部是一细长管，上有刻度，能直接读出密度或各种刻度数。有直接读出密度测定液体比重的比重计；有测定液体内溶解物质百分含量的比重计，如糖度比重计、酒精比重计等。

#### 1. 酒精比重计

简称酒精计，用来测定酒精水溶液内纯酒精的体积百分含量。一般生产上用的酒精计由三支或五支酒精计组成一组，这组酒精计可测定 0~100% 的酒精含量，标尺的分度值为 0.2%、0.5%、1.0%。国家标准的一等标准酒精计由 10 支组成，分度值为 0.1%；二等标准酒精计由 5 支组成，分度值为 0.2%。

酒精计的使用方法与一般比重计相同，可直接读取酒精浓度体积百分数。如果测定时温度不是 20℃，则需查酒精浓度温度更正表，而后换算为 20℃ 时酒精的实际含量。例如，测定一酒精试样时，直接读数为 96.5%，测得温度为 25.5℃，查附表 4（酒精浓度温度更正表），得知该试样在 20℃ 时的酒精实际含量为 95.35%。

根据中华人民共和国标准计量局的规定，酒精计的检定工作应逐级传递，分级进行。如二等标准酒精计应用一等标

准酒精计进行校正,工业用酒精计应用二等标准酒精计校正。

## 2. 糖度比重计

亦称糖锤度计或糖度计,它是用比重计在纯糖水溶液中直接表出被溶解的糖的重量百分数而制造的,因而在不纯的糖液中,只能表示出总干固物含量的重量百分数(一般称为溶液的糖度)。

糖度比重计有两种:一种叫巴林(Balling)糖度计,它是在温度  $17.5^{\circ}\text{C}$  ( $60^{\circ}\text{F}$ )时,用蒸馏水和纯糖液制订的刻度,用以直接测定溶液中在  $17.5^{\circ}\text{C}$  ( $60^{\circ}\text{F}$ )时含糖的重量百分数。另一种叫勃立克斯(Brix)糖度计,它与巴林糖度计相仿,它是在温度  $20^{\circ}\text{C}$ 时,用蒸馏水和纯糖液制订的刻度,用以直接测定溶液中在  $20^{\circ}\text{C}$ 时含糖的重量百分数。这两种糖度计除所采用的温度不同外,其刻度法完全相同。

生产上习惯于用勃立克斯糖度计,刻度的示值称为勃立克斯度(Bx)。每一度相当溶液含 1%(重量)的干固物。

勃立克斯糖度计的规格有:  $0\sim 10$ ,  $10\sim 20$ ,  $20\sim 30$ , ……。刻度的最小分度值为  $0.1^{\circ}\text{Bx}$ 。

使用糖度计时,由于检液中表面张力的影响,会产生以下两种情况:如果糖度计颈洁净,液体容易沿颈上升,形成弯月面(图 1 之 a),将糖度计往下拉,读数会比实际为低;如果糖度计颈部有油脂,不能被液体湿润,而在颈的周围形成漏斗形凹部(图 1 之 b),将糖度计向上拉,读数会比实际为高,其误差比前者更大。为了消除这种因素对测定结果的影响,在操作时,应将糖度计直立放入液体中,较平衡点略低,待其浮起至平衡为止。这样可以得到较准确的读数。

测定糖度时的温度,应和制订糖度计刻度时的温度( $20^{\circ}\text{C}$ )相同,才能得到正确的结果。在不同的温度下测定时,所

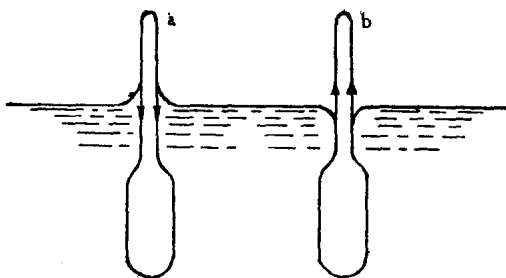


图 1 表面张力对糖度计读数的影响

得读数应经过查表校正。在较高温度时，液体的比重由于热膨胀而减低，糖度计本身(玻璃)虽然也稍有膨胀，但没有前者的影响大，故读数会比应有读数为低，校正时应加上校正数值。反之，当温度低于  $20^{\circ}\text{C}$  时，读数会比应有读数高，校正时应减去校正数值。

### 3. 波美(Baumé)比重计

简称波美计，用以测定溶液中溶质的重量百分数。每一度波美度(简写为  $1^{\circ}\text{Bé}$ ) 相当溶液含 1%(重量)的溶质。波美计有轻表和重表两种，前者用于测定比重小于 1 的溶液，后者用于测定比重大于 1 者。旧的波美计标有  $\frac{60^{\circ}}{60^{\circ}}\text{F}$ ，是指波美计刻度时，把比重计沉入  $60^{\circ}\text{F}$  的蒸馏水中，此时与水面接触的点作为 0 的刻度。沉入同温度的 10% 食盐水中所到达的点，作为 10 的刻度。两点的距离再等分为 10 个刻度，每 1 个刻度就是  $1^{\circ}\text{Bé}$ 。而新的波美计是按  $\frac{20^{\circ}}{20^{\circ}}\text{C}$  制作的。

由测出的波美度可以按下式算出溶液的比重：

$$^{\circ}\text{Bé} = \frac{140}{\text{比重}} - 130 \quad (\text{适用于轻表})$$



$$\text{则 } \quad \text{比重} = \frac{140}{^{\circ}\text{Bé} + 130}$$

$$^{\circ}\text{Bé} = 145 - \frac{145}{\text{比重}} \quad (\text{适用于重表})$$

$$\text{则 } \quad \text{比重} = \frac{145}{145 - ^{\circ}\text{Bé}}$$

对糖溶液而言，通常  $1^{\circ}\text{Bé}$  约相当于  $1.8^{\circ}\text{Bx}$ 。

## (二) 比重瓶

比重瓶是用来测定液体比重的较精确的仪器。在酒精生产中，通常用比重瓶来测定酒精溶液的比重，以此作为检定酒精计之用。比重瓶有各种形式，图 2 所示为带有温度计的比重瓶。旁边侧管尖端呈毛细管状。比重瓶主体容积一般为 15~50 毫升。使用前先将它洗净干燥后称重，而后装满待测的溶液，小心塞上带温度计的磨口塞（注意瓶中应无气泡），立即浸入  $20 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$  的恒温水浴中，至比重瓶温度计达  $20^{\circ}\text{C}$  并保持 20~30 分钟不变后，取出揩干，用滤纸吸去溢出侧管的水，立即盖上磨口帽，称重。

按同样操作测一次蒸馏水，称得同体积水的重。以此重量除待测液体的重量，即得比重。

若比重是以液体对同温度（一般为  $20^{\circ}\text{C}$ ）的水而言，则用下式来表示：

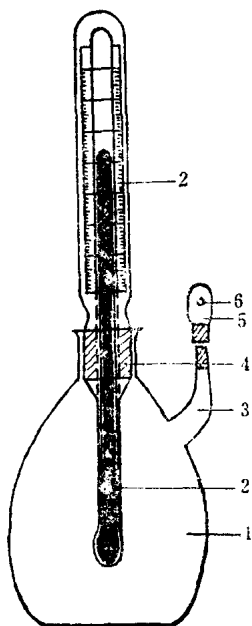


图 2 比重瓶

1—比重瓶主体 2—温度计  
( $0.1^{\circ}\text{C}$ 值) 3—支管 4—磨口  
5—支管磨口帽 6—出气孔