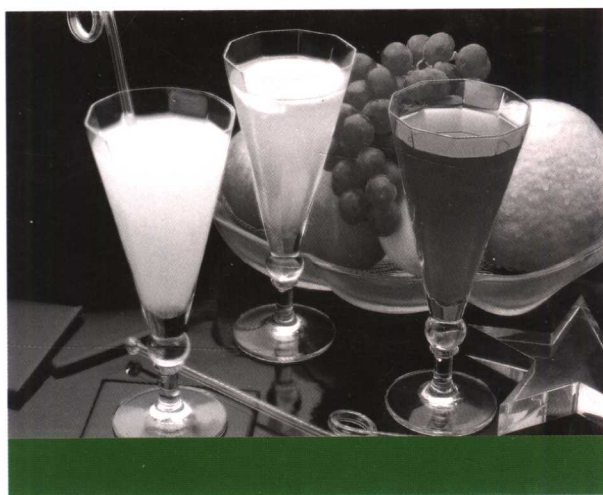


高等职业化学检验技能操作与实训

食品检验技术

穆华荣 编



Chemical Industry Press



化学工业出版社
教材出版中心

高等职业化学检验技能操作与实训

食品检验技术

穆华荣 编



化学工业出版社
教材出版中心

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

食品检验技术/穆华荣编. —北京: 化学工业出版社,

2005. 6

(高等职业化学检验技能操作与实训)

ISBN 7-5025-7203-1

I. 食… II. 穆… III. 食品检验-高等学校: 技术
学校-教学参考资料 IV. TS207

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 060561 号

高等职业化学检验技能操作与实训

食品检验技术

穆华荣 编

责任编辑: 陈有华 蔡洪伟

文字编辑: 彭喜英

责任校对: 凌平

封面设计: 潘峰

化学工业出版社 出版发行
教材出版中心

(北京市朝阳区惠新里3号 邮政编码 100029)

购书咨询 (010) 64982530

(010) 64918013

购书传真 (010) 64982630

<http://www.cip.com.cn>

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印刷

北京市密云县青云装订厂装订

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 11¼ 字数 289 千字

2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7203-1

定 价: 20.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

职业资格证书制度是劳动就业制度的一项重要内容，是劳动力市场建设和发展的重要环节，职业资格证书是表明劳动者具有从事某一职业所必备的学识和技能的证明。

职业技能鉴定是国家职业资格证书制度的重要组成部分，职业技能培训是职业技能鉴定的重要基础。

在食品的安全性受到越来越多关注的今天，人们不仅要求食品营养丰富、美味可口，更需要安全卫生。因此，加强食品卫生的检验和食品质量的监督就显得十分重要。

本书介绍了食品物理常数的测定和食品检样的采集和预处理以及食品中毒素、微量元素等的检验和测定方法。书中所选技能训练的内容具体、实用、可操作性强，便于对相关内容进行练习、培训；全书内容翔实，及时贯彻最新版本的《中华人民共和国食品卫生检验方法（理化部分）》（2004年实施）和《中华人民共和国食品卫生微生物学检验》（2004年实施）；本书列有食品检验职业技能鉴定表，便于参照对比。

本书可作为食品检验职业技能培训教材；也可作为高职高专食品检验、工业分析等专业类教材；同时也可供从事相关产品生产、经销、质检、分析的人员参考使用。

本书的编写得到了各方面的支持，在此一并表示感谢。

由于水平有限，加之时间仓促，书中不妥或错误之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

2005年5月

目 录

第一章 食品物理常数的测定	1
第一节 密度的测定	1
一、意义	1
二、液态食品相对密度的测定方法	1
第二节 折射率的测定	4
一、意义	4
二、折射仪的使用方法	5
第三节 旋光度的测定	7
一、意义	7
二、旋光计的结构及原理	8
第四节 黏度的测定	10
一、绝对黏度	10
二、运动黏度	10
三、条件黏度	12
四、相对黏度	13
第五节 色度的测定	13
一、铂-钴色度标准法	14
二、加德纳色度标准法	15
第六节 浊度的测定	15
练习题	17
第二章 食品检样的采集和预处理	18
第一节 食品样品的采集和制备	18
一、样品的采集	18
二、样品的制备	19
第二节 样品的预处理	20
一、有机物破坏法	20

二、溶剂提取法	22
三、蒸馏法	24
四、色层分离法	24
五、化学分离法	25
六、浓缩法	26
练习题	27
第三章 食品一般成分的检验	28
第一节 水分的测定	28
一、概述	28
二、水分的测定	28
三、食品中水分活度值的测定	35
第二节 灰分的测定	39
一、概述	39
二、总灰分的测定	40
三、水溶性灰分和水不溶性灰分的测定	44
四、酸不溶性灰分的测定	44
第三节 酸度的测定	44
一、概述	44
二、总酸度的测定（滴定法）	45
三、挥发酸的测定	47
四、有效酸度（pH）的测定	48
第四节 脂类的测定	49
一、概述	49
二、索氏提取法	50
三、酸水解法	52
四、罗紫-歌特里（Rose-Gottlieb）法	53
五、巴布科克法	55
六、三氯甲烷-甲醇提取法	56
七、牛乳脂肪测定仪简介	58
第五节 碳水化合物的测定	59
一、概述	59
二、还原糖的测定	59

三、蔗糖的测定	65
四、总糖的测定	66
五、淀粉测定	67
六、纤维的测定	73
七、果胶物质的测定	79
第六节 蛋白质及氨基酸的测定	83
一、概述	83
二、蛋白质的测定	84
三、氨基酸态氮的测定	90
第七节 维生素的测定	92
一、概述	92
二、脂溶性维生素的测定	93
三、水溶性维生素的测定	107
技能训练	122
技能训练(一) 午餐肉中脂肪含量的测定	122
技能训练(二) 面粉中淀粉含量的测定	123
技能训练(三) 食品中维生素 A 和维生素 E 含量的测定	126
练习题	130
第四章 食品添加剂的检验	132
第一节 概述	132
第二节 甜味剂的测定	133
一、概述	133
二、糖精钠的测定	133
三、甜蜜素的测定	138
第三节 防腐剂的测定	142
一、概述	142
二、苯甲酸的测定	144
三、山梨酸(钾)的测定	147
第四节 护色剂的测定	148
一、概述	148
二、亚硝酸盐的测定——盐酸萘乙二胺法(格里斯试剂比色法)	149
三、硝酸盐的测定——镉柱法	151

第五节 漂白剂的测定	154
一、概述	154
二、亚硫酸盐(二氧化硫)的测定	155
第六节 着色剂的测定	159
一、概述	159
二、食用合成着色剂的测定	161
第七节 抗氧化剂的测定	167
一、概述	167
二、叔丁基羟基茴香醚(BHA)和2,6-二叔丁基对甲酚(BHT) 的测定	169
三、没食子酸丙酯(PG)的测定——分光光度法	172
技能训练	174
技能训练(一) 香肠中亚硝酸盐含量的测定	174
技能训练(二) 果汁饮料中人工合成色素的测定	176
练习题	179
第五章 食品中微量元素的检验	180
第一节 概述	180
第二节 微量金属元素的测定	180
一、铁的测定	180
二、锌的测定	183
三、铅的测定	186
四、汞的测定	192
五、铜的测定	196
六、铝的测定	199
七、镉的测定	201
八、锰的测定	204
九、铬的测定	207
十、镍的测定	210
第三节 微量非金属元素的测定	213
一、砷的测定	213
二、硒的测定	219
三、氟的测定	222

四、碘的测定	226
技能训练 食品中铅含量的测定	229
练习题	232
第六章 食品中农药及药物(兽药)残留的检验	234
第一节 食品中农药残留的测定	234
一、概述	234
二、有机磷农药残留的测定	234
三、有机氯农药残留的测定	238
四、氨基甲酸酯类农药残留的测定	241
五、拟除虫菊酯类农药残留的测定	245
第二节 食品中药物(兽药)残留的测定	248
一、概述	248
二、抗生素残留量的测定	249
三、其他药物残留量的测定	254
技能训练	259
技能训练(一) 食品中拟除虫菊酯农药残留量的测定	259
技能训练(二) 畜禽肉中土霉素、四环素、金霉素含量的测定	261
练习题	263
第七章 食品中毒素(天然毒素)和激素的检验	265
第一节 概述	265
第二节 食品中天然毒素的测定	267
一、动物类食品中天然毒素的测定	267
二、植物类食品中天然毒素的测定	270
第三节 食品中激素的测定	276
一、概述	276
二、食品中激素含量的测定——高效液相色谱法	276
技能训练 家禽中激素含量的测定	278
练习题	280
第八章 食品中食品卫生微生物的检验	281
第一节 概述	281
一、食品卫生微生物检验的意义及方法	281
二、食品卫生微生物检验中样品的采集	281

三、食品卫生微生物检验的样品处理	283
四、食品卫生微生物检验的指标	283
第二节 菌落总数的测定	285
一、标准平板培养计数法	286
二、其他菌落总数的测定方法	288
第三节 大肠菌群的测定	291
一、乳糖发酵法	291
二、LTSE 快速检验法	296
第四节 常见致病菌的检验	298
一、致泻大肠埃希氏菌(大肠杆菌)的检验	298
二、沙门氏菌的检验	299
三、志贺氏菌检验	303
四、葡萄球菌检验	304
五、溶血性链球菌检验	305
第五节 常见产毒霉菌的检验	307
一、黄曲霉毒素的检验	307
二、赭曲霉毒素的检验	313
三、展青霉素的检验	318
技能训练 花生中黄曲霉毒素的测定	319
练习题	323
附录	324
附录 1 食品检验工(初级)国家职业标准	324
附录 2 食品检验工(中级)国家职业标准	328
附录 3 食品检验工(高级)国家职业标准	334
附录 4 食品检验工(技师)国家职业标准	336
附录 5 食品检验工(高级技师)国家职业标准	339
附录 6 职业技能鉴定(食品检验工)比重表	341
参考文献	344

第一章 食品物理常数的测定

在食品检验中,通过对物料的密度、折射率、旋光度、黏度、色度、浊度等物理常数的测定所进行的物理检验法有着重要的地位,它是食品分析及食品工业生产中常用的检测方法。因此,物理常数的测定是食品检验的一项重要操作技术。

第一节 密度的测定

一、意义

密度是指物质在一定温度下单位体积的质量,以符号 ρ 表示,其单位为 g/mL 。相对密度是指某一温度下物质的质量与同体积某一温度下水的质量之比,以符号 d 表示,量纲为 1。

密度和相对密度的值与温度有关,故密度应标出测定时物质的温度。

相对密度是物质重要的物理常数,各种液态食品都具有一定的相对密度,当其组成成分及浓度发生改变时,其相对密度往往也随之改变。通过测定液态食品的相对密度,可以检验食品的纯度、浓度及判断食品的质量。

二、液态食品相对密度的测定方法

测定液态食品相对密度的方法有密度瓶法、密度计法、相对密度天平法,其中较常用的是前两种方法。

1. 密度瓶法

(1) 仪器 密度瓶是测定液体相对密度的专用精密仪器,它是容积固定的玻璃称量瓶,其种类和规格有多种。常用的有带温度计的精密密度瓶和带毛细管的普通密度瓶,见图 1-1。容积有 20mL、25mL、50mL、100mL 四种规格,但常用的是 25mL 和 50mL

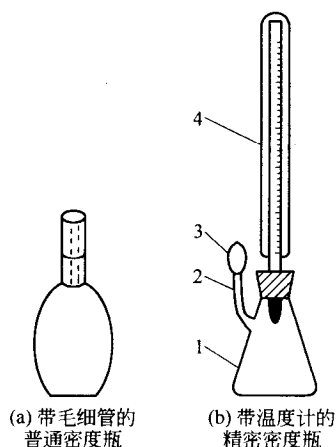


图 1-1 密度瓶

1—密度瓶；2—支管标线；3—支管上小帽；4—附温度计的瓶盖

两种。

(2) 测定原理 密度瓶具有一定的容积，在一定的温度下，用同一密度瓶分别称量等体积的样品溶液和蒸馏水的质量，两者之比即为该样品溶液的相对密度。

(3) 测定方法 先把密度瓶洗干净，再依次用乙醇、乙醚洗涤，烘干并冷却后，精密称量。装满样液，盖上瓶盖，置于 20℃ 水浴中浸 0.5h，使内容物的温度达到 20℃，用细滤纸条吸去支管标线上的样液，盖上侧管帽后取出。用滤纸把密度瓶外擦干，置于天平室内 0.5h，称量。将样液倾出，洗净密度瓶，装入煮沸 0.5h 并冷却到 20℃ 以下的蒸馏水，按以上方法操作，测出同体积 20℃ 蒸馏水的质量。

(4) 结果计算

$$d = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0}$$

式中 m_0 ——密度瓶质量，g；

m_1 ——密度瓶加水的质量，g；

m_2 ——密度瓶加液体样品的质量，g；

d ——试样在 20℃ 时的相对密度。

2. 密度计法

(1) 仪器 密度计是根据阿基米德原理制成的，其种类很多，但结构和形式基本相同，都是由玻璃外壳制成的。它由三部分组成，头部是球形或圆锥形，内部灌有铅珠、水银或其他重金属。密度计能直立于溶液中，中部是胖肚空腔，内有空气故能浮起；尾部

是一细长管，内附有刻度标记，刻度是利用各种不同密度的液体标度的。食品工业中常用的密度计按其标度方法的不同，可分为普通密度计、锤度计、乳稠计、波美计等，见图 1-2。

① 普通密度计。普通密度计是直接以 20°C 时的密度值为刻度的（因 d_4^{20} 与 ρ_{20} 在数值上相等，也可以说是以 d_4^{20} 为刻度的）。一套通常由几支组成，每支的刻度范围不同，刻度值小于 1 的（ $0.700 \sim 1.000$ ）称为轻表，用于测量比水轻的液体，刻度值大于 1 的（ $1.000 \sim 2.000$ ）称为重表，用来测量比水重的液体。

② 锤度计。锤度计是专用于测定糖液浓度的密度计。它是以蔗糖溶液的质量分数为刻度的，以符号 $^{\circ}\text{Bx}$ 表示。其标度方法是以 20°C 为标准温度，在蒸馏水中为 0°Bx ，在 1% 蔗糖溶液中为 1°Bx （即 100g 蔗糖溶液中含 1g 蔗糖），依此类推。锤度计的刻度范围有多种，常用的有 $1 \sim 6^{\circ}\text{Bx}$ 、 $5 \sim 11^{\circ}\text{Bx}$ 、 $10 \sim 16^{\circ}\text{Bx}$ 、 $15 \sim 21^{\circ}\text{Bx}$ 、 $20 \sim 26^{\circ}\text{Bx}$ 等。

若测定温度不是标准温度（ 20°C ），应进行温度校正。当测定温度高于 20°C 时，因糖液体积膨胀导致相对密度减小，即锤度降低，故应加上相应的温度校正值；反之，则应减去相应的温度校正值。

③ 乳稠计。乳稠计是专用于测定牛乳相对密度的密度计，测量相对密度的范围为 $1.015 \sim 1.045$ 。它是将相对密度减去 1.000 后再乘以 1000 作为刻度，以度（符号为数字右上角标 “°”）表示，其刻度范围为 $15^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 。使用时把测得的读数按上述关系换算为相对密度值。乳稠计按其标度方法不同分为两种，一种是按 $20^{\circ}/4^{\circ}$ 标

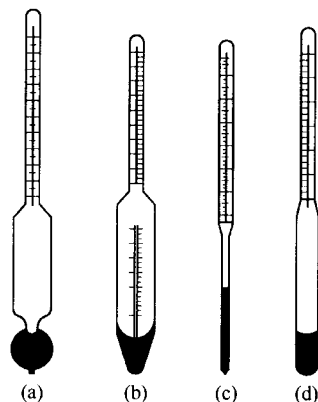


图 1-2 各种密度计

(a) 普通密度计；(b) 附有温度计的糖锤度计；
(c)，(d) 波美计

定的, 另一种是按 $15^{\circ}/15^{\circ}$ 标定的。两者的关系是: 后者读数是前者读数加 2, 即 $d_{15}^{15} = d_{15}^{20} + 0.002$ 。

使用乳稠计时, 若测定温度不是标准温度, 应将读数校正为标准温度下的读数。对于 $20^{\circ}/4^{\circ}$ 乳稠计, 在 $10 \sim 25^{\circ}\text{C}$ 范围内, 温度每升高 1°C 乳稠计读数平均下降 0.2° , 即相当于相对密度值平均减小 0.0002 。故当乳温高于标准温度 20°C 时, 每高 1°C 应在得出的乳稠计读数上加 0.2° ; 乳温低于 20°C 时, 每低 1°C 应减去 0.2° 。

④ 波美计。波美计是以波美度 (以符号 $^{\circ}\text{B}'\text{e}$ 表示) 来表示液体浓度大小。按标度方法的不同分为多种类型, 常用的波美计的刻度方法是以 20°C 为标准的, 在蒸馏水中为 $0^{\circ}\text{B}'\text{e}$; 在 15% 氯化钠溶液中为 $15^{\circ}\text{B}'\text{e}$; 在纯硫酸 (相对密度为 1.8427) 中为 $66^{\circ}\text{B}'\text{e}$; 其余刻度等分。波美计分为轻表和重表两种, 分别用于测定相对密度小于 1 的和相对密度大于 1 的液体。波美度与相对密度之间存在下列关系。

$$\text{轻表: } 1^{\circ}\text{B}'\text{e} = \frac{145}{d_{20}^{20}} - 145 \quad \text{或} \quad d_{20}^{20} = \frac{145}{145 + 1^{\circ}\text{B}'\text{e}}$$

$$\text{重表: } 1^{\circ}\text{B}'\text{e} = 145 - \frac{145}{d_{20}^{20}} \quad \text{或} \quad d_{20}^{20} = \frac{145}{145 - 1^{\circ}\text{B}'\text{e}}$$

(2) 测定方法 将混合均匀的被测样液沿筒壁徐徐注入适当容积的清洁量筒中, 注意避免起泡沫。将密度计洗净擦干, 缓缓放入样液中, 待其静止后, 再轻轻按下少许, 然后待其自然上升, 当静止并无气泡冒出后, 从水平位置读取与液平面相交处的刻度值。同时用温度计测量样液的温度, 如测得的温度不是标准温度, 应对测得值加以校正。

第二节 折射率的测定

一、意义

光线从一种介质 (如空气) 射入另一种介质 (如水) 时, 除了一部分光线反射回第一种介质外, 另一部分进入第二种介质中并改

变它的传播方向, 这种现象叫光的折射, 见图 1-3。

对某种介质来说, 入射角正弦与折射角正弦之比恒为定植, 它等于光在两种介质中的速度之比, 此值称为该介质的折射率。

物质的折射率是物质的特征常数之一, 与入射光的波长、温度有关, 一般在折射率 n 的右上角标注温度, 右下角标注波长。

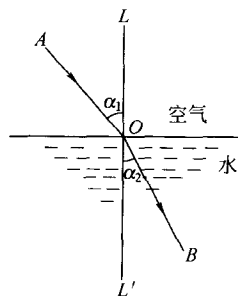


图 1-3 光的折射

折射率是物质的一种物理性质。它是食品生产中常用的工艺控制指标, 通过测定液态食品的折射率, 可以鉴别食品的组成, 确定食品的浓度, 判断食品的纯净程度及品质。

二、折射仪的使用方法

折射仪是利用临界角原理测定物质折射率的仪器, 其种类很多, 食品工业中最常用的是阿贝折射仪和手提式折射计。

1. 阿贝折射仪的结构及原理

阿贝折射仪的结构如图 1-4 所示, 其光学系统由观测系统和读数系统两部分组成。

观测系统: 光线由反光镜反射, 经进光棱镜、折射棱镜及其间的样液薄层折射后射出。再经色散补偿器消除由折射棱镜及被测样品所产生的色散, 然后由物镜将明暗分界线成像于分划板上, 经目镜放大后成像于观测者眼中。

读数系统: 光线由小反光镜反射, 经毛玻璃射到刻度盘上, 经转向棱镜及

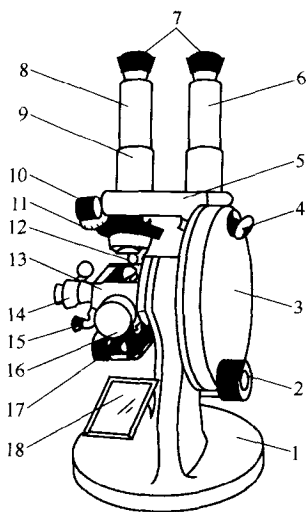


图 1-4 阿贝折射仪

- 1—底座; 2—棱晶调节旋钮;
3—圆盘组(内有刻度板); 4—小反光镜; 5—支架; 6—读数镜筒; 7—目镜; 8—观察镜筒;
9—分界线调节螺纹; 10—消色调节旋钮; 11—色散刻度尺;
12—棱晶锁紧扳手; 13—棱晶组; 14—温度计插座; 15—恒温器接头; 16—保护罩;
17—主轴; 18—反光镜

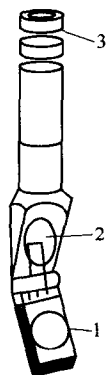
物镜将刻度成像于分划板上，通过目镜放大后成像于观测者眼中。

2. 阿贝折射仪的校准及使用方法

校正方法：通常用测定蒸馏水折射率的方法进行校准，在 20°C 下折射仪应表示出折射率为 1.33299 或可溶性固形物为 0%。若校正时温度不是 20°C 应查出该温度下蒸馏水的折射率再进行校准。对于高刻度值部分，用具有一定折射率的标准玻璃块（仪器附件）校准。方法是打开进光棱镜，在校准玻璃块的抛光面上滴一滴溴化萘，将其粘在折射棱镜表面上，使标准玻璃块抛光的一端向下，以接受光线。测得的折射率应与标准玻璃块的折射率一致。校准时若有偏差，可先使读数指示于蒸馏水或标准玻璃块的折射率值，再调节分界线调节螺纹（图 1-4 中 9），使明暗分界线恰好通过十字线交叉点。

使用方法如下。

① 分开两面棱镜，以脱脂棉球蘸取酒精擦净，等乙醇充分挥发以后，滴 1~2 滴样液于下面棱镜平面中央，迅速闭合两棱镜，调节反光镜，使两镜筒内视野最亮。



② 由目镜观察，转动棱镜旋钮，使视野出现明暗两部分。

③ 旋转色散补偿器旋钮，使视野中只有黑白两色。

④ 旋转棱镜旋钮，使明暗分界线在十字线交叉点。

⑤ 从读数镜筒中读取折射率或质量分数。

⑥ 测定样液温度。

⑦ 打开棱镜，用水、乙醇或乙醚擦净棱镜表面及其他各机件。

3. 手提式折射计简介

手提式折射计的结构如图 1-5 所示，它由一个盖板 1、一个棱晶 2 及一个观测镜筒 3 组成，利用反

图 1-5 手提式折射计
1—盖板；
2—棱晶；
3—观测镜筒

射光测定。其光学原理与阿贝折射仪在反射光中使用时的相同。该仪器操作简单、便于携带，常用于生产现场及田间检验。

第三节 旋光度的测定

一、意义

分子结构中凡有不对称碳原子，能把偏振光的偏振面旋转一定角度的物质称为光学活性物质。许多食品成分都具有光学活性，如单糖、低聚糖、淀粉以及大多数的氨基酸和羧酸等。其中能把偏振光的振动平行向右旋转的，称为“具有右旋性”，以“+”号表示；反之，称为“具有左旋性”，以“-”号表示。

偏振光通过含有光学活性物质的溶液时，其振动平面所旋转的角度叫做该物质溶液的旋光度，以 α 表示。旋光度的大小与光源的波长、温度、旋光性物质的种类、溶液的浓度及液层的厚度有关。对于特定的光学活性物质，在光源波长和温度一定的情况下，其旋光度 α 与溶液的浓度 c 和液层的厚度 L 成正比。

即
$$\alpha = KcL$$

当旋光性物质的浓度为 1g/mL ，液层厚度为 1dm 时所测得的旋光度称为比旋光度，以 $[\alpha]_{\lambda}^t$ 表示。由上式可知：

$$[\alpha]_{\lambda}^t = K \times 1 \times 1 = K$$

即
$$[\alpha]_{\lambda}^t = \frac{\alpha}{Lc} \quad \text{或} \quad c = \frac{\alpha}{[\alpha]_{\lambda}^t L}$$

式中 $[\alpha]_{\lambda}^t$ —— 比旋光度， $(^\circ)$ ；

t —— 温度， $^\circ\text{C}$ ；

λ —— 光源波长， nm ；

α —— 旋光度， $(^\circ)$ ；

L —— 液层厚度或旋光管长度， dm ；

c —— 溶液浓度， g/mL 。

比旋光度与光的波长及测定温度有关。通常规定用钠光 D 线（波长 589.3nm ）在 20°C 时测定，在此条件下，比旋光度用 $[\alpha]_{\text{D}}^{20}$