



中华人民共和国国家标准

GB/T 33916—202X/ISO 6883: 2017

代替 GB/T 33916—2017

动植物油脂 常规单位体积质量（每升在空气中的质量）的测定

**Animal and vegetable fats and oils — Determination of
conventional mass per volume (liter weight in air)**

(ISO 6883:2017, IDT)

(征求意见稿)

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

国 家 市 场 监 督 管 理 总 局
国 家 标 准 化 管 理 委 员 会 发 布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 原理	1
5 仪器设备	1
6 扦样	3
7 试样制备	3
8 操作步骤	3
8.1 密度瓶的校准	3
8.2 测定	3
8.2.1 总体要求	3
8.2.2 在环境温度下为固态的油脂	4
8.2.3 使用 Jaulmes 密度瓶	4
8.2.4 使用 Gay-Lussac 密度瓶	4
9 结果表示	4
9.1 计算密度瓶的体积	4
9.2 计算常规单位体积质量	6
10 精密度	6
10.1 实验室间测试	6
10.2 重复性	6
10.3 再现性	7
11 测试报告	7
附录 A （资料性） 实验室间测试结果	8
参 考 文 献	10

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替GB/T 33916—2017《动植物油脂 常规单位体积质量（每升在空气中的重量）的测定》，与GB/T 33916—2017相比，除结构性和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 更改了范围（见第1章，2017年版的第1章）；
- 更改了6中的扦样方法（见第6章，2017年版的第6章）；
- 更改了密度瓶校准的部分要求（见8.1，2017年版的8.1）；
- 更改了测定的部分要求（见8.2.1和8.2.4，2017年版的8.2.1和8.2.4）；

本文件等同采用ISO 6883:2017《动植物油脂 常规单位体积质量（每升在空气中的质量）的测定》。

本文件做了下列最小限度的编辑性改动：

- 删除了国际标准的前言；
- 更改了“术语和定义”中的注；
- 用小数点“.”代替原文中作为小数点的逗号“,”。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由国家粮食和物资储备局提出。

本文件由全国粮油标准化技术委员会（SAC/TC 270）归口。

本文件起草单位：国家粮食和物资储备局标准质量中心、安徽省粮油产品质量监督检测站、新疆维吾尔自治区粮油科学研究所（新疆维吾尔自治区粮油产品质量监督检验站）、湖南省粮油产品质量监测中心、广西壮族自治区粮油质量检验中心、南京财经大学、惠州市粮油质量检测中心、河南省食品和盐业检验技术研究院（河南省粮油饲料产品质量监督检验中心）、福建省粮油质量监测所、江西省检验检测认证总院检测认证技术发展研究院、中储粮质检中心有限公司、国家粮食和物资储备局科学研究院等。

本文件主要起草人：祁潇哲、张黎利、李秀娟、李皖光、张晓燕、蒋文佳、张军辉、袁建、王晓琴、赵胜男、高海军、陈凌锋、韦云莹、马西淞、严虹、罗运福、郭萍、张成、罗世龙、魏征、杨凯舟等。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- 2017年首次发布为GB/T 33916—2017；
- 本次为第一次修订。

动植物油脂 常规单位体积质量（每升在空气中的质量）的测定

1 范围

本文件描述了动植物油脂（以下简称油脂）常规单位体积质量（每升在空气中的质量）的测定方法，用于体积和质量之间的换算。

本文件适用于在测定时呈液态的油脂，不适用于乳及乳制品（或来自乳及乳制品的油脂）。

注：使用U形管振荡法测定常规单位体积质量（每升在空气中的质量）的方法见 ISO 18301。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

ISO 661 动植物油脂 试样的制备（Animal and vegetable fats and oils—Preparation of test sample）

注：GB/T 15687—2008 动植物油脂 试样的制备（ISO 661:2003，IDT）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

常规单位体积质量 **conventional mass per volume**

每升在空气中的质量 **litre weight in air**

在规定温度条件下，油脂在空气中的质量与体积的比。

注：以千克每升表示（数值上等于克每毫升）。

4 原理

在规定的温度条件下，测量被测液态油脂在校准过的密度瓶中的质量。

5 仪器设备

常规的实验室仪器以及下列仪器设备。

5.1 水浴锅：能够控制在选定的校准和测定温度，变化范围在 $\pm 0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

水浴锅宜配备经过校准的温度计，温度计刻度精度为 $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，量程适用于所用温度范围。

5.2 密度瓶（Jaulmes）：容量为50 mL，带有侧颈。

宜通过锥形接头安装一支经过校准且刻度精度为 $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度计，侧颈顶部配有带孔的盖子（见图1）。

建议选用硼硅酸盐玻璃材质的密度瓶，也可用钠钙玻璃材质的密度瓶。

注：仅在低于环境温度下测定时使用盖子。

另外，可使用 ISO 3507 规定的第3类密度瓶（Gay-Lussac，见图2）；但优先使用带有温度计的密度瓶。

注：GB/T 21785-2008 实验室玻璃器皿 密度计（ISO 3507: 1999, IDT）。

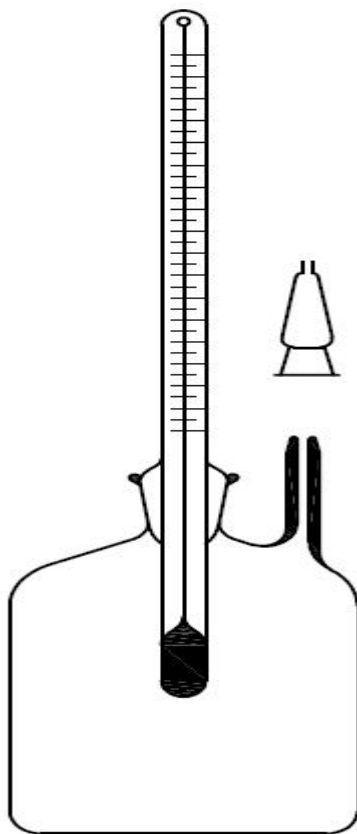


图 1 Jaulmes 密度瓶

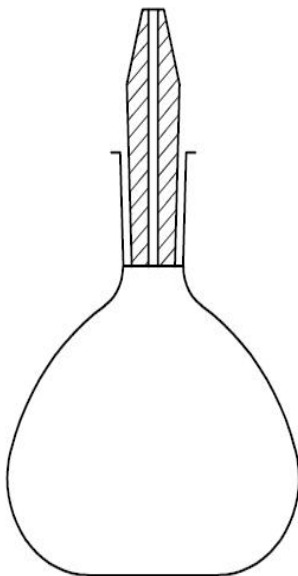


图2 Gay-Lussac 密度瓶

6 扦样

实验室收到的样品宜有真实代表性，并在运输和贮存期间不宜有损坏和变化。

扦样不是本文件规定的内容，扦样方法推荐采用ISO 5555。

7 试样制备

按ISO 661的规定制备测试样品，但不过滤或干燥。

注意油脂样品中不能有气泡。

8 操作步骤

8.1 密度瓶的校准

8.1.1 按 8.1.2 的步骤校准密度瓶（5.2），每年至少一次，至少做双平行试验。钠钙玻璃密度瓶的校准至少每 3 个月一次，至少做双平行试验。

注：校准操作是在温度为 θ_c 时，测定密度瓶装满水时的体积。

8.1.2 在下列温度下校准密度瓶：

- a) 如果密度瓶玻璃的平均体积膨胀系数（ γ ）为已知，则在 40 °C 校准；
- b) 如果 γ 未知，在 20 °C 和 60 °C 校准。

8.1.3 清洁并彻底干燥密度瓶。称量带有温度计和盖子的空密度瓶或带瓶塞的空密度瓶质量（ m_1 ），精确到 0.1 mg。

取新蒸馏的水或相当纯度的水，不带有气泡，水温低于水浴温度大约 5 °C。取下密度瓶的温度计和盖子（或塞子），用准备好的蒸馏水装满密度瓶，重新装上温度计或瓶塞。注意在操作时不要让水中有气泡。将装满水的密度瓶放入水浴中，浸泡至圆锥形颈部的中间，直到内部温度稳定（此过程约需 1 h）。允许水从侧颈或塞子的排水孔溢出。记录密度瓶内水的温度 θ_c ，精确至 0.1 °C。仔细擦掉从侧颈或瓶塞的顶端和侧面溢出的水，盖上侧颈盖。从水浴中取出密度瓶，用无绒材料彻底擦干。静置使密度瓶的温度达到环境温度。

称量装满水并带有温度计和盖子或瓶塞的密度瓶的质量（ m_2 ），精确至 0.1 mg。

如果密度瓶玻璃的 γ 值未知，则将水浴温度调节到所需的第二个校准温度，并重复校准步骤。

8.2 测定

8.2.1 总则

油脂测定的温度宜确保油脂在该温度下不会析出晶体。

如果测定的温度低于环境温度，使用 Jaulmes 密度瓶。

清洁并彻底干燥密度瓶。称量带有温度计和盖子的空密度瓶或带瓶塞的空密度瓶质量，精确到 0.1 mg。

调节水浴（5.1）至所需测定温度，其波动不应超过 $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，如散装油罐中油脂的温度为所需测定温度。

使试样（第7章）的温度低于水浴温度 $3\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，仔细混匀试样。

8.2.2 在环境温度下为固态的油脂

将试样（第7章）加热至高于其熔点 $5\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度，搅拌直至所有晶体完全熔化。按8.2.1的步骤操作，即用试样装满密度瓶，待密度瓶冷却至环境温度后称重。

8.2.3 使用 Jaulmes 密度瓶

称量带有温度计和盖子的空密度瓶，精确至 0.1 mg 。

摘下侧颈的盖子，用一个短的柔韧的塑料管（ $3\text{ cm}\sim 5\text{ cm}$ ）代替它，形成一个不漏水的接口。用试样装满密度瓶，并重新装上温度计，注意不要带入气泡。

注：部分样品会上升进入塑料管，并会膨胀或收缩。

把装满试样的密度瓶浸泡在水浴中，浸至密度瓶锥颈口中间，在设定了温度的水浴（5.1）中保持2 h，使密度瓶内的试样达到此温度。用拇指和食指取下注满试样的塑料管，并擦干出口处多余的试样，盖上盖帽。记录密度瓶的温度 θ_d ，精确至 $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

从水浴锅中取出密度瓶，用无绒材料小心擦拭直至干燥。当密度瓶的温度达到环境温度后，称量装满试样并带有温度计和盖子的密度瓶质量（ m_3 ），精确至 0.1 mg 。

8.2.4 使用 Gay-Lussac 密度瓶

称量带有瓶塞的空密度瓶，精确至 0.1 mg 。

用试样（第7章）装满密度瓶并盖上瓶塞，注意不要带入气泡。把装满试样的密度瓶浸泡在水浴中，浸至密度瓶锥颈口中间，在设定了温度的水浴（5.1）中保持2 h，使密度瓶内的试样达到此温度。

允许试样溢出，擦干出口处溢出的试样。记录水浴温度 θ_d ，精确至 $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

从水浴锅中取出密度瓶，用无绒材料小心擦拭直至干燥。当密度瓶的温度达到环境温度后，称量装满试样并带有瓶塞的密度瓶质量（ m_3 ），精确至 0.1 mg 。

9 结果表示

9.1 计算密度瓶的体积

校正温度为 θ_c 时，密度瓶的体积按式（1）计算：

$$V_c = \frac{m_2 - m_1}{\rho_w} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

V_c ——在校正温度 θ_c 条件下，密度瓶的体积，单位为毫升（mL）；

m_2 ——装满水的密度瓶（包括温度计和盖子或瓶塞）的质量，单位为克（g）；

m_1 ——空密度瓶（带温度计和盖子或瓶塞）的质量，单位为克（g）；

ρ_w ——在校正温度 θ_c 条件下，水的常规体积质量，单位为克每毫升（g/mL）（需要时，可通过查表1，并视情况进行插值计算得出 ρ_w 的数值）。

表 1 15℃至 65℃水的常规单位体积质量（每升在空气中的质量）

温度 (θ_c) °C	每升在空气中的质量 (ρ_w) g/mL	温度 (θ_c) °C	每升在空气中的质量 (ρ_w) g/mL	温度 (θ_c) °C	每升在空气中的质量 (ρ_w) g/mL
15	0.998 05	35	0.992 98	55	0.984 65
16	0.997 89	36	0.992 64	56	0.984 16
17	0.997 72	37	0.992 28	57	0.983 67
18	0.997 54	38	0.991 92	58	0.983 17
19	0.997 35	39	0.991 55	59	0.982 67
20	0.997 15	40	0.991 17	60	0.982 17
21	0.996 94	41	0.990 79	61	0.981 65
22	0.996 72	42	0.990 39	62	0.981 13
23	0.996 49	43	0.989 99	63	0.980 60
24	0.996 24	44	0.989 58	64	0.980 06
25	0.995 99	45	0.989 17	65	0.979 52
26	0.995 73	46	0.988 74		
27	0.995 46	47	0.988 32		
28	0.995 18	48	0.987 88		
29	0.994 90	49	0.987 44		
30	0.994 60	50	0.986 99		
31	0.994 29	51	0.986 54		
32	0.993 98	52	0.986 07		
33	0.993 65	53	0.985 61		
34	0.993 32	54	0.985 13		

如果密度瓶玻璃的平均体积膨胀系数（ γ ）未知，可通过式（2）及在20 °C和60 °C校准结果计算 γ ：

$$\gamma = \frac{V_{c2} - V_{c1}}{V_{c1}(\theta_2 - \theta_1)} \dots\dots\dots (2)$$

式中：
 γ ——密度瓶玻璃的平均体积膨胀系数，单位为每摄氏度（/°C）；
 V_{c2} ——密度瓶在校准温度为 θ_2 时的体积，单位为毫升（mL）；
 V_{c1} ——密度瓶在校准温度为 θ_1 时的体积，单位为毫升（mL）；
 θ_1 ——密度瓶接近60 °C时校准温度的数值，单位为摄氏度（°C）；
 θ_2 ——密度瓶接近20 °C时校准温度的数值，单位为摄氏度（°C）。

注：玻璃平均体积膨胀系数取决于玻璃的成分，例如：

- 硼硅酸盐玻璃 D50： $\gamma \approx 0.000\ 01/^\circ\text{C}$
- 硼硅酸盐玻璃 G20： $\gamma \approx 0.000\ 015/^\circ\text{C}$

——钠钙玻璃： $\gamma \approx 0.000\ 025$ 至 $0.000\ 030/^{\circ}\text{C}$

在校准温度为 θ_d 条件下密度瓶的体积按式（3）计算：

$$V_d = V_c[1 + \gamma(\theta_d - \theta_c)] \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

V_d ——密度瓶在温度为 θ_d 时的体积，单位为毫升（mL）；

V_c ——密度瓶在校准温度 θ_c 时的体积，单位为毫升（mL）；

γ ——密度瓶玻璃的平均体积膨胀系数，单位为每摄氏度（/ $^{\circ}\text{C}$ ）；

θ_d ——测密度瓶体积时的温度，单位为摄氏度（ $^{\circ}\text{C}$ ）；

θ_c ——密度瓶校准时的温度（或多个温度之一），单位为摄氏度（ $^{\circ}\text{C}$ ）。

9.2 计算常规单位体积质量

在指定的或要求的温度条件下，试样的常规单位体积质量 P_{θ} 按式（4）计算，单位为 g/mL：

$$P_{\theta} = \frac{m_3 - m_1}{V_d} + k(\theta_d - \theta) \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

m_1 ——带有温度计和盖子的空密度瓶或带瓶塞的空密度瓶质量，单位为克（g）；

m_3 ——装满试样的带有温度计和盖子或带瓶塞的密度瓶质量，单位为克（g）；

V_d ——密度瓶在温度为 θ_d 时的体积，单位为毫升（mL）；

θ_d ——密度瓶测体积时的温度，单位为摄氏度（ $^{\circ}\text{C}$ ）；

θ ——测定常规单位体积质量时对应的温度，单位为摄氏度（ $^{\circ}\text{C}$ ）；

k ——由于温度的变化油脂常规单位体积质量变化的平均值，单位为克每毫升摄氏度 [g/(mL· $^{\circ}\text{C}$)] [$k=0.000\ 68\text{g}/(\text{mL}\cdot^{\circ}\text{C})$]。

k 值为 $0.000\ 68\text{g}/(\text{mL}\cdot^{\circ}\text{C})$ 对油脂而言是估计的平均值，为了使结果更精确，如果 k 值已知，应使用已知 k 值。

如在实际检测过程中，测定温度与密度瓶校准时温度的差不超过 5°C ，可用克每毫升摄氏度 [g/(mL· $^{\circ}\text{C}$)] 校准，转换成在某个温度下每升在空气中的质量。

结果表示精确至 $0.000\ 1\text{g/mL}$ 。

10 精密度

10.1 实验室间测试

附录A汇总了本方法精密度的实验室间测试情况。所得的数值可能不适用于其他密度范围和测试对象。

10.2 重复性

在同一实验室，由同一操作人员使用相同设备，按相同的测试方法，在短时间内对相同的试验样品进行试验，两次独立试验结果的绝对差值大于表A.1中给出的重复性限 r 的情况不超过5%。

10.3 再现性

在不同实验室，由不同操作者使用不同设备，按相同的测试方法，对相同的试样样品进行试验，两次试验结果的绝对差值大于表A.1中给出的再现性限R的情况不超过5%。

11 测试报告

测试报告应包括：

- a) 完全识别样品需要的所有信息；
- b) 使用的扦样方法（如已知）；
- c) 参照本文件使用的测试方法；
- d) 使用的密度瓶类型；
- e) 测定温度以及规定或要求的温度；
- f) 所有在本文件中未规定或视为可选的操作细节，以及所有可能影响测试结果的操作细节；
- g) 测定结果，如果进行了重复性试验，说明最终结果。

附 录 A
(资料性)
实验室间测试结果

根据 ISO 5725-1 和 ISO 5725-2 对本文件中给出的方法进行了国际协同试验。
国际油脂油料协会 (FOSFA) 组织的测试比对样品如下：
——精炼脱臭脱色 (RBD) 棕榈液油 (A和B)；
——椰子原油 (C和D)；
——菜籽原油 (E和F)；
——脱胶菜籽原油 (G)；
结果见表A. 1。

表 A. 1 协同验证的统计结果

样品	A	B	C	D	E	F	G
参加实验室数量 (M)	53	52	35	35	54	54	87
剔除异常值后保留的实验室数量 (n)	43	44	29	29	42	42	80
所有实验室对每个样品单独测试结果的数量 (Z)	86	88	62	62	84	84	160
平均值 ($\bar{m}$), g/mL	0.890 58	0.890 64	0.907 32	0.907 47	0.904 55	0.904 53	0.916 86
重复性标准偏差 (S_r), g	0.000 08	0.000 07	0.000 05	0.000 07	0.000 09	0.000 07	0.000 10
重复性变异系数, %	0.009 46	0.008 03	0.005 66	0.007 72	0.009 66	0.007 31	0.010 42
重复性限值, r , g/mL ($S_r \times 2.8$)	0.000 24	0.000 20	0.000 14	0.000 20	0.000 24	0.000 19	0.000 27
再现性标准偏差 (S_R), g/mL	0.000 47	0.000 71	0.000 75	0.000 83	0.000 49	0.000 47	0.000 67
再现性变异系数, %	0.052 57	0.079 57	0.082 54	0.091 03	0.054 36	0.051 45	0.072 92
再现性限值, R , g/mL ($S_R \times 2.8$)	0.001 31	0.001 98	0.002 01	0.002 31	0.001 8	0.001 30	0.001 87

2013 年, 荷兰标准化研究所 (NEN) 根据 ISO 5725再次组织了国际协同试验, 以比较本文件与使用U形管振荡法 (ISO 18301)。该试验的精密度数据见表 A. 2 和表 A. 3。

表 A.2 密度瓶法（ISO 6883）的统计结果

样品类型和测量温度	葵花籽油 (20℃)	大豆油 (20℃)	菜籽油 (20℃)	椰子油 (45℃)	棕榈油 (55℃)	棕榈脂肪 酸馏出物 (65℃)
参加实验室数量 (<i>M</i>)	15	15	15	15	15	15
剔除异常值后保留的实验室数量 (<i>n</i>)	14	14	15	14	15	15
所有实验室的独立试验数量	28	28	30	28	30	30
平均值 (<i>m</i>), kg/L	0.922 37	0.919 08	0.914 19	0.903 49	0.886 44	0.860 12
重复性标准偏差, (<i>s_r</i>), kg/L	0.000 16	0.000 14	0.000 16	0.000 20	0.000 31	0.000 28
重复性变异系数, (<i>C_{v,r}</i>), %	0.017	0.015	0.017	0.022	0.035	0.032
重复性限值, <i>r</i> , kg/L (<i>s_r</i> ×2.8)	0.000 44	0.000 40	0.000 44	0.000 56	0.000 88	0.000 78
再现性标准偏差, (<i>s_R</i>), kg/L	0.000 70	0.000 61	0.000 80	0.000 45	0.000 76	0.001 29
再现性变异系数, (<i>C_{v,R}</i>), %	0.076	0.066	0.087	0.050	0.086	0.150
再现性限值, <i>R</i> , kg/L (<i>s_R</i> ×2.8)	0.001 96	0.001 71	0.002 24	0.001 26	0.002 13	0.003 61

表 A.3 U 形管法（ISO 18301）的统计结果

样品类型和测量温度	葵花籽油 (20℃)	大豆油 (20℃)	菜籽油 (20℃)	椰子油 (45℃)	棕榈油 (55℃)	棕榈脂肪 酸馏出物 (65℃)
参加实验室数量 (<i>M</i>)	16	16	15	15	15	14
剔除异常值后保留的实验室数量 (<i>n</i>)	14	14	12	12	13	12
所有实验室的独立试验数量	28	28	24	24	26	24
平均值 (<i>m</i>), kg/L	0.922 31	0.919 21	0.914 58	0.903 52	0.886 24	0.859 64
重复性标准偏差, (<i>s_r</i>), kg/L	0.000 10	0.000 09	0.000 05	0.000 02	0.000 05	0.000 08
重复性变异系数, (<i>C_{v,r}</i>), %	0.011	0.010	0.005	0.002	0.005	0.010
重复性限值, <i>r</i> , kg/L (<i>s_r</i> ×2.8)	0.000 27	0.000 25	0.000 13	0.000 06	0.000 13	0.000 24
再现性标准偏差, (<i>s_R</i>), kg/L	0.000 85	0.000 89	0.000 72	0.000 67	0.000 67	0.000 73
再现性变异系数, (<i>C_{v,R}</i>), %	0.093	0.097	0.079	0.074	0.076	0.085
再现性限值, <i>R</i> , kg/L (<i>s_R</i> ×2.8)	0.002 39	0.002 50	0.002 01	0.001 88	0.001 88	0.002 03

参 考 文 献

- [1] ISO 3507, Laboratory glassware — Pyknometers
 - [2] ISO 5555, Animal and vegetable fats and oils — Sampling
 - [3] ISO 5725-1, Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results — Part 1: General principles and definitions
 - [4] ISO 5725-2, Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results — Part 2: Basic method for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method
 - [5] ISO 18301, Animal and vegetable fats and oils — Determination of conventional mass per volume (liter weight in air) — Oscillating U-tube method
-