

ICS 65.150
CCS B 52



山西省化工学会
Chemical Industry and Engineering Society of Shanxi

团体标准

T/SXCIES ***-2024

小球藻固碳量计算方法

Calculation method of carbon sink amount by *Chlorella* sp.

(征求意见稿)

2024.**.** 发布

2024.**.** 实施

山西省化工学会

发布

目 录

前 言.....	I
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 方法提要.....	1
5 试剂.....	2
6 仪器设备.....	3
7 试验步骤.....	4
7.1 藻液含碳率测定及固碳量计算.....	4
7.2 藻粉含碳率测定及固碳量计算.....	5
7.3 小球藻固碳量的计算.....	6
8 精密度.....	6
9 试验报告.....	7

山西省化工学会 T/SXCIES 001-2024

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。

请注意本文件的某些内容有可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由山西省化工学会提出并归口。

本文件起草单位：*****

本文件主要起草人：*****

本文件首次发布，本标准版权归山西省化工学会所有。未经事先书面许可，本标准的任何部分不得以任何形式或任何手段进行复制、发行、改编、翻译、汇编或将本标准用于其他任何商业目的。

小球藻固碳量计算方法

1 范围

本文件规定了淡水小球藻固碳量计算方法，其它淡水微藻（如：螺旋藻、微拟球藻等）可参照执行。

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。

GB/T 601 化学试剂 标准滴定溶液的制备

GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法

GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

JY/T 0580-2020 元素分析仪分析方法通则

GB/T 34322-2017 锅炉用水和冷却水水质自动连续测定 电位滴定法

3 术语和定义

JY/T 0580-2020 和 GB/T 34322-2017 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

含碳率 carbon percentage

单位体积藻液中碳的质量。

单位质量藻粉中碳的百分比含量。

3.2

固碳量 carbon sink amount

在特定周期内，小球藻养殖过程及其产品中所吸收、利用二氧化碳的量。

3.3

干湿比 psychrometric ratio

单位藻类的干重与湿重的平均比值

4 方法提要

本标准小球藻固碳量包括藻液、藻粉两部分：藻液以及藻粉单位含碳率（包括：单位体积藻液碳含量，单位质量藻粉碳百分比含量），分别乘以藻液体积或藻粉质量后加和得到小球藻总含碳量，换算为二氧化碳即为小球藻固碳量。

其中，藻液单位含碳率由电位滴定仪测定：将藻液中源于CO₂的无机碳转化为碳酸氢根（HCO₃⁻）形式，用盐酸溶液滴定；滴定终点即为电位突跃点，根据盐酸标准溶液的用量可计算出藻液中碳酸氢根的浓度，进而可得出单位体积藻液碳含量。

藻粉单位含碳率由元素分析仪测定：试样在纯氧条件下进行高温燃烧，生成二氧化碳气体，经适当的检测器检测后根据二氧化碳的浓度可计算出样品中碳的质量百分比。

5 试剂

除非另有说明，本标准所用试剂均为分析纯，所用水应符合 GB/T 6682 规定的二级水标准。

5.1 去二氧化碳水（将纯水煮沸 15 分钟后冷却至室温立即使用，现用现制）。

5.2 氦气：纯度不低于 99.999%。

氧气：纯度不低于 99.995%。

混合气：N₂ 和 H₂（5%）。

5.3 氢氧化钠（NaOH）。

5.4 碳酸钠（Na₂CO₃）：优级纯。

5.5 邻苯二甲酸氢钾（KHC₈H₄O₄）。

5.6 磷酸二氢钾（KH₂PO₄）。

5.7 磷酸氢二钠（Na₂HPO₄）。

5.8 硼砂（Na₂B₄O₇·10H₂O）。

5.9 盐酸：密度 1.19 g/mL。

5.10 碳酸钠溶液： $c(1/2 \text{Na}_2\text{CO}_3) = 0.0250 \text{ mol/L}$ 。

称取 1.3249 g（已在 270 °C 灼烧 4 h）的无水碳酸钠（Na₂CO₃）（5.4）溶于少量去二氧化碳水（5.1），移入 1000 mL 容量瓶中，用去二氧化碳水（5.1）稀释至刻度，摇匀。贮存于聚乙烯瓶中，保存时间不超过 1 周。

5.11 盐酸标准溶液， $c(\text{HCl}) = 0.05 \text{ mol/L}$ 。

5.11.1 配制：吸取盐酸（5.9）4.2 mL 于 1000 mL 容量瓶中，用去二氧化碳水稀释至刻度，摇匀。其准确浓度用碳酸钠溶液标定。

5.11.2 标定：准确移取 3 份碳酸钠基准溶液（5.10）50.00 mL 于锥形瓶中，用盐酸标准溶液（5.11）滴定至电位发生第二次突跃，记下消耗盐酸标准溶液的体积 V （mL）。

5.11.3 按公式（1）计算盐酸标准溶液浓度：

$$c(\text{HCl}) = \frac{0.025 \times V_1}{V} \quad (1)$$

式中：

$c(\text{HCl})$ ——盐酸标准溶液浓度，mol/L；

V_1 ——量取碳酸钠基准溶液的体积，mL；

V ——消耗盐酸标准溶液的体积，mL。

5.12 氢氧化钠溶液： $c(\text{NaOH}) = 0.01 \text{ mol/L}$

称取 0.4 g 氢氧化钠于小烧杯中，加入少量去二氧化碳水溶解，溶解完全后，移入 1000 mL 容量瓶中，用去二氧化碳水（5.1）稀释至刻度，摇匀，转入聚乙烯塑料瓶中。

5.13 pH 标准缓冲溶液

5.13.1 pH 标准缓冲溶液（pH = 4.00，25 °C）， $c(\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4) = 0.05 \text{ mol/L}$ 。

称取已于 110°C~120 °C 干燥 2h~3 h 的邻苯二甲酸氢钾（5.5）10.12 g，溶于纯水，移入 1000 mL 容量瓶中，稀释至标线，摇匀。

5.13.2 pH 标准缓冲溶液（pH = 6.86，25 °C）， $c(\text{KH}_2\text{PO}_4) = 0.025 \text{ mol/L}$ ， $c(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = 0.025 \text{ mol/L}$ 。

称取在 110°C~120 °C 已干燥 2h~3 h 的磷酸二氢钾（5.6）3.388 g 和磷酸氢二钠（5.7）3.533 g，溶于纯水，移入 1000 mL 容量瓶中，稀释至标线，摇匀。

5.13.3 pH 标准缓冲溶液（pH=9.18，25°C）， $c(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7) = 0.01 \text{ mol/L}$ 。

称取硼砂（5.8）3.80 g，溶于纯水，移入 1000 mL 容量瓶中，稀释至标线，摇匀。

注 1：标准缓冲溶液应在聚乙烯瓶中密闭保存。在 4 °C 以下冷藏可保存 2 个月，当发现有浑浊、发霉或沉淀现象时，不能继续使用。

注 2：可购买市售合格标准缓冲溶液，按说明书使用。

6 仪器设备

6.1 自动电位滴定仪

6.1.1 主机基本配置：pH / mV 测量模块、滴定管驱动器、滴定管单元

6.1.2 测量电极

6.1.2.1 pH 电极，测量范围为 pH 0~13，分辨率不低于 0.02。

6.1.2.2 温度电极。

6.1.3 附件：测量杯、机械搅拌器

6.2 元素分析仪：具备碳、氢、氮或碳、氢、氮、硫模式。

6.3 分析天平：感量 0.0001 g 及 0.001 mg。

7 试验步骤

7.1 藻液含碳率测定及固碳量计算

7.1.1 电极校准

按照仪器说明书选择校准模式，用 pH 标准缓冲溶液（5.13）对电极进行三点校准，斜率在 0.95~1.05 范围内。

7.1.2 测定

用虹吸法吸取藻液，弃去最开始的 10~30 mL，取 50 mL 测定其 pH 值。

当藻液 pH 值大于 8.3 时，重新用虹吸法吸取藻液 50 mL 于滴定杯中，在自动电位滴定仪上用盐酸标准溶液（5.11）滴定，记下两次突跃之间消耗盐酸标准溶液的体积 V_1 。

当藻液 pH 值小于 8.3 时，向藻液中加入氢氧化钠溶液（5.12），使其 pH 值大于 8.3，确定氢氧化钠溶液（5.12）的使用体积 v 。在干净的滴定杯中加入 v 体积氢氧化钠溶液（5.12），重新用虹吸法吸取藻液 50 mL 加入该滴定杯中，在自动电位滴定仪上用盐酸标准溶液（5.11）滴定，记下两次突跃之间消耗盐酸标准溶液的体积 V_1 。

当藻液 pH 值等于 8.3 时，可以按照上述两种情况任一选择。

7.1.3 结果计算

$$\rho(\text{HCO}_3^-) = \frac{c \times V_1 \times 61.0}{V} \times 1000 \quad (2)$$

式中：

$\rho(\text{HCO}_3^-)$ ——藻液中碳酸氢根的浓度，mg/L；

c ——盐酸标准溶液的浓度，mol/L；

V_1 ——两次电位突跃之间所消耗盐酸标准溶液的体积，mL；

V ——所取藻液体积，mL；

61.0——与 1 mL 盐酸标准溶液（ $c(\text{HCl})=1.000 \text{ mol/L}$ ）相当的碳酸氢根离子质量，g。

结果保留三位有效数字，数值修约应按照 GB/T 8170 的规定执行。

藻液含碳率 C_s ，按下式计算：

$$C_s = \rho(\text{HCO}_3^-) \times 12/61.0 \quad (3)$$

藻液固碳量 C_1 ，按下式计算：

$$C_1 = C_s \times 10^{-9} \times V \times 44/12 \quad (4)$$

式中：

C_1 ——藻液固碳量，吨（t）；

C_s ——藻液含碳率，mg/L；

V ——养殖过程中耗水量总体积，L；

7.2 藻粉含碳率测定及固碳量计算

7.2.1 试样

藻粉、扩培冻干粉应存放于干燥器中，可直接测定。

7.2.2 测定

7.2.2.1 仪器工作条件确定及工作曲线绘制

根据仪器说明书，通过试验确定具体的工作参数。

在确定的仪器工作条件下，无样品条件进行空白试验，空白值的限定应根据所使用仪器技术要求，在规定的峰面积以内。

建议参考的标准物质：乙酰苯胺或磺胺。

7.2.2.2 试样中碳含量的测定

空白值的确定：按照规定的仪器条件进行空白试验，空白值测定不需加样，空白值的限定应根据所使用仪器技术要求，应在规定的峰面积值以内。

根据仪器生产商提供的标准化操作程序用标准物质校准仪器。标准物质碳元素的测试结果应在理论值的±1%以内。在实际分析过程中，样品测试设置条件应与仪器校准时相同。

开始分析系列，先连续测试（2~4）个空白样，确定空白值，然后选用3个标准物质进行仪器条件优化，再用优化的条件对选用的标准物质连续测试3次，用K因子进行仪器校准。

在以上仪器优化条件下，称取适量样品，精确至0.001mg，按样品测定程序连续进行两次以上平行测定，直到相邻两次结果达到分析误差的要求为止。两次结果取平均值得到试样中碳元素含量，即藻粉含碳率。。

7.2.2.3 结果计算

藻粉含碳率(%), 按下式计算:

$$w_A = (B \times m_E \times w_F) / (C \times m_P) \quad (5)$$

式中:

w_A ——藻粉含碳率，%；

B ——除去空白后样品中碳、氢、氮或硫的响应值；

m_E ——标样质量，单位为毫克，mg；

w_F ——标样中碳含量，%；

C ——除去空白后标样中碳的响应值；

m_p ——样品质量，单位为毫克，mg。

注：上述结果可由仪器系统自动计算得出。

结果保留三位有效数字，数值修约应按照 GB/T 8170 的规定执行。

藻粉固碳量 C2，按下式计算：

$$C2 = W_A \times M \times 44/12 \quad (6)$$

式中：

C2——藻粉固碳量，吨（t）；

W_A ——藻粉含碳率，%；

M ——藻粉总重量，吨（t）；

7.3 小球藻固碳量的计算

小球藻固碳量，按下式计算：

$$C = C1 + C2 \quad \text{特定周期}$$

式中：

C ——小球藻固碳量，吨（t）；

$C1$ ——藻液固碳量，吨（t）；

$C2$ ——藻粉固碳量，吨（t）；

8 精密度

藻液含碳率的精密度由 5 个实验室对 3 个水平的试样进行实验。计算重复性限 r 和再现性限 R ，结果见表 1。

表 1 藻液含碳率测定结果的精密度

	重复性限 r (mg/L)	再现性限 R (mg/L)
含碳率	2.16	7.17

藻粉含碳率的精密度是由 5 个实验室分别对 2 水平的试样进行实验。计算重复性限 r 和再现性限 R ，结果见表 2。

表 2 藻粉含碳率测定结果的精密度

	重复性限 r (%)	再现性限 R (%)
含碳率	0.14	0.79

9 试验报告

试验报告至少应包含以下信息：

- a) 试样编号；
- b) 依据标准；
- c) 结果计算；
- d) 试验日期。

山西省化工学会 T/SXCIES 001-2024

山西省化工学会团体标准
小球藻固碳量计算方法

T/SXCIES ***-2024

山西省化工学会标准化技术委员会编印

太原市迎泽西大街 79 号（030024）

电话：0351-6181809

网址：www.sxhgqh.com

邮箱：sxshgqh@126.com

版权专有 侵权必究