


# 化学需氧量（COD）& 生物需氧量（BOD）

## — 您了解这些衡量碳污染的“需氧量”吗?

本文要点

- 为何测定碳污染需要测氧气?
- 为何生物需氧量需要测试 5 天?
  - BOD5 数值一般小于化学需氧量 COD 数值;
  - 稀释法 BOD 测试需要繁琐的操作步骤，压差法简单方便;
  - BOD 测试常常不适合测试工业污水和含大量有毒物质的污水;
- Lovibond® COD、BOD 测试产品

**Lovibond®** Water Testing

**相关产品: BD 600 BOD 测定仪、MultiDirect 多参数光度计、COD 预制管试剂、RD 125 消解器**

## 什么样的水是健康的?

水中溶解的或悬浮的颗粒物、化学成分、微生物等参数都影响水质，因此检测和定量分析是关键[1]。WHO（世界卫生组织）对“饮用水”应满足哪些指标有详细、明确的定义。

水中的健康物质有钙盐、镁盐以及许多微量盐，日式温泉所谓的“疗养泉”或在世界各地常见的温泉水都富含这些物质[2]。有些“纯净”水反而不利于健康，若用 RO（反渗透工艺）出水直接灌装，矿物质含量很低，不适合长期饮。不健康的物质有重金属、药物残留、塑料微粒、磷酸盐、硝酸盐、亚硝酸盐和含碳污染等[2]。通过检测，我们可以区分健康水和不健康甚至有毒害的污水。



*Karlovy Vary / 捷克共和国，以硫磺温泉著名，水疗温泉含 6 g/l 以上矿物质。*

本文主要讨论污水中的含碳污染物，测量参数为化学需氧量（COD）和生物需氧量（BOD）浓度（mg/l）。他们的数值可反映水、河水和废水的污染状况，浓度含量越高，水污染越严重。

**下文将介绍这两个参数的基本情况，其共同点、区别，及应用。**

## 什么是生物需氧量 BOD?

BOD（**B**iological/**B**iochemical **O**xygen **D**emand）即生物需氧量，也叫生化需氧量。

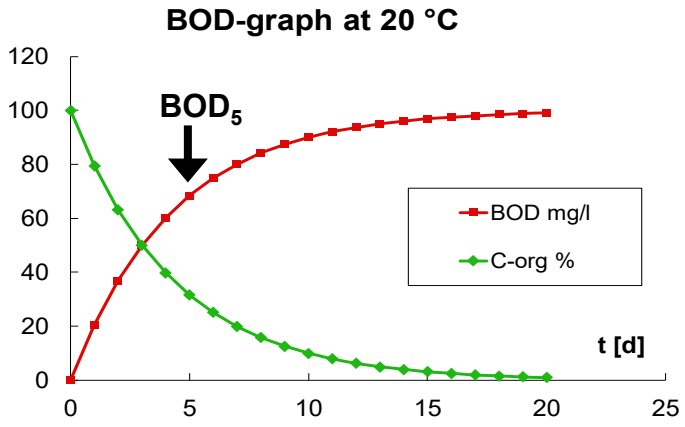
$$C_{org} + O_2 \xrightarrow{\text{微生物}} CO_2 + \text{Cell mass}$$

有机物　　二氧化碳

需氧微生物分解含碳有机物质以获得代谢所需的能量，消耗溶解氧。通过测量氧浓度可计算成可生物降解有机碳浓度。微生物消耗的氧气越多，水样的可生物降解有机碳浓度越高，污染就越严重。

BOD 测试需要将水样温度保持在 20 °C，每天测试氧气消耗量，BOD5（五日生物需氧量）即第 5 天测得的耗氧量，结果为每升样品消耗的氧气毫克数（mg/L $O_2$）[3]。

BOD5 测量最早用于河水的污染等级分类，现还用于测试污水厂和工业工厂的进水和出水。由于污水中的有毒物质会抑制甚至阻止微生物生存繁殖，导致测试结果低于实际 BOD5，BOD5 的最佳应用是在城市生活污水处理厂或作为判断污水是否含有毒物质的方法。




- BODn+1 > BODn (20,6 % p.d.)
- $BOD_5 \cong 70\%$ degradation of total BOD

*BOD 曲线图，BOD5 约为 BOD 数值的 70%*

## 两种常用 BOD5 测试方法：

BOD5 测试有两种方法，都需要将水样温度保持在 20 ℃ 保持 5 天，在密闭条件下测试。

### 稀释法：

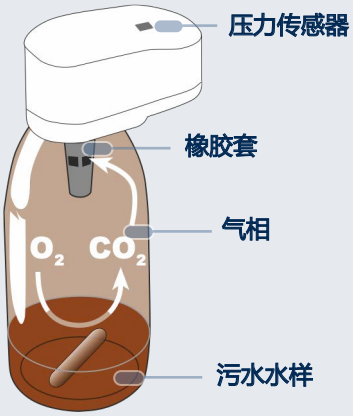
顾名思义，水样需要先稀释。稀释水需要将微生物过滤掉，并达到氧饱和状态，将水样稀释到一定微生物浓度范围内。稀释后的水样在 20°C 下保持 5 天，每天用溶解氧仪手动测量溶解氧，第 5 天的溶解氧与初始溶解氧差值即为 BOD5。

### 呼吸法/压差法：

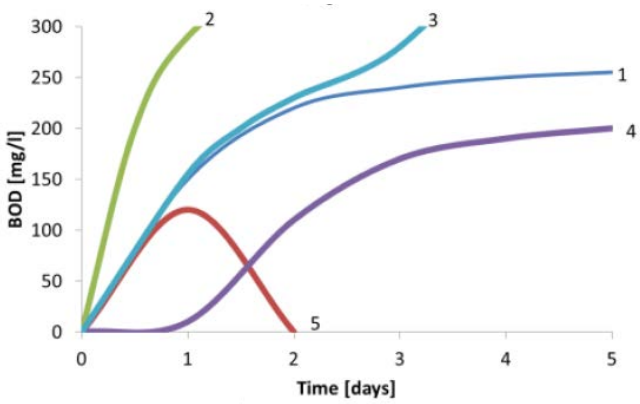
在一个密封瓶中，装有特定体积的污水。微生物分解有机物消耗污水中的氧气，产生的 $CO_2$ 被橡胶垫圈中的 KOH 吸收剂捕获并产生 $K_2CO_3$。瓶内压力降低，传感器测量瓶内的负压，压力越低，BOD 数值越高。此外，在水样中添加硝化抑制剂可抑制氨氧化作用，磁力搅拌器确保水样保持均匀。




*BOD 稀释法，SD 400 溶氧仪，适配 Karlsruhe BOD 瓶 NS 19 / 26 (16.4 mm ø 或更大)。*




*BOD 压差法，样品瓶，BD 600 BOD 测定仪*




*BOD 压差法 BOD5 常见曲线图*

曲线 1：理想 BOD 曲线呈非线性增长，增长量逐渐减小。

曲线 2：若 BOD 测试值趋近线性增长，选取量程太小，选用高量程重新测试。

曲线 3：BOD 值异常增大，可能是硝化作用引起的。

曲线 4：前期读数很小且增长缓慢，可能由于微生物繁殖受抑制。

曲线 5：BOD 读数下降，可能由于样品瓶漏气。

与稀释法相比，**压差法的优点**有：

- 不需要稀释样品，操作简便；
- 测量自动进行，减少人工操作；
- 连续显示 BOD 数值，结果直观实时评价。

有些含有生活污水、石油残留物以及动物和农作物的废弃物的污水真实 BOD 很高。在实际检测时，污水中的有毒物质会抑制微生物繁殖，有机物的氧化分解过程受阻，测试结果偏低，如 *BOD5 常见曲线图* 中的曲线 4 所示[3]。




### BOD 压差法测定仪：***BD 600***

- 样品通常无需预先稀释即可使用；
- 量程测量范围广（0-4000 mg/l）；
- 所有测量值自动存储；
- BOD 曲线直观可见；
- 专用溢流烧瓶准确量取样品；

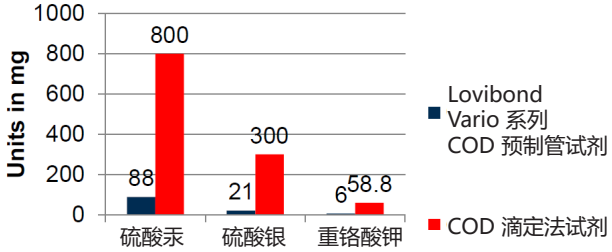
## 什么是化学需氧量 COD?

COD（**C**hemical **O**xygen **D**emand）化学需氧量是一种测定水中总有机化合物的间接方法，是指将所有有机碳完全氧化为 $CO_2$ 和 $H_2O$ 所需的氧气量。COD 不仅与有机物的分解有关，而且与氨、亚硝酸盐等无机物的氧化有关，可反映水样消耗溶解氧的能力[4]。

COD 反应过程与 BOD 相似，唯一的区别是氧化分解过程是由化学方法而不是由微生物完成的。传统的 COD 检测法为实验室滴定法，属于湿化学法。反应需要在强酸、高温条件下进行两小时消解，其中重铬酸钾作为氧化剂氧化水样中的所有有机物。出于安全原因，该反应需要在通风橱的特殊消解装置中进行。




*COD 滴定法演示图*




*COD 滴定法与预制管法单次试剂用量对比图*

## 现代化实验室如何测试 COD?

Lovibond® 罗威邦® 化学需氧量 COD 检测套装由三部分构成，光度计、消解器 RD 125 和 COD 预制管试剂。一次测试需要用一根预制管试剂，管内已经预先配制好所有 COD 测试所需相应试剂。

- **步骤简单**：在预制管中加入一定体积的水样，经过预制管消解 2 小时，在光度计中测试即可得到测试结果。
- **节约资源**：手工滴定法（ISO 6060:1989），需要消耗大量的有毒有害化学品。

**Tintometer-Lovibond® 有多款光度计可用于 COD 测试。**




便携式单参数 COD 测定仪：***MD 100/200 COD***

- 最大的操作可靠性和便利性
- 简单的按钮布局
- 坚固的防水设计

涵盖主要污水检测参数的坚固耐用的高性能多参数光度计：***MultiDirect***




- 内置 6 波长稳定 LED 光源
- 干涉滤光片波长精度 ± 1 nm
- 抗干扰双光束检测技术
- 污水常用参数用户可自建曲线
- 支持测试方法免费在线更新




全能型 150+ 光度法参数分光光度计：***XD 7000***

- 高质量参考光束光学系统
- 自动识别比色皿条形码启动测试
- 内置三种安全级别
- 灵活数据储存传输处理



多功能消解器 ***RD 125***

- 3 温度适用于 5 参数
  - **100 °C（总磷/总氮/总铬）**
  - **120 °C（TOC）**
  - **150 °C（COD）**
    - 时间设置：30 / 60 / 120 分钟 / 持续加热
    - 24 孔，16 mm 比色皿
    - LED 灯与蜂鸣声双提示

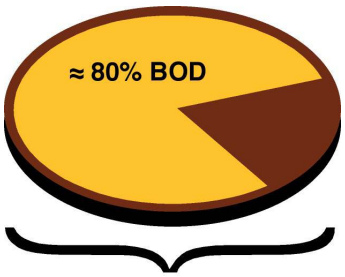



vario 系列 ***COD 预制管***

- 密封比色皿，无液体沸漏
- 4 种量程:
  - **3 - 150 mg/l (ISO 15705:2002)**
  - **15 - 300 mg/l (ISO 15705:2002)**
  - **20 - 1500 mg/l (ISO 15705:2002)**
  - **200 - 15000 mg/l**

## BOD 与 COD 有什么共同点?

- 都表现水污染的强度;
- 都测量氧化含碳有机物所需的氧气量;
- 都表示为 mg/L 或 ppm（百万分之一）;




- ≈ 20 % 不可生物降解有机物
- ≈ 80 % 可生物降解有机物

## BOD 和 COD 有什么区别?

- BOD 是指微生物在有氧条件下分解水中有机物所消耗的氧气量。COD 是指化学氧化水中所有有机和无机污染物所需的氧气量。这是 BOD 和 COD 主要区别。
- COD 可以在几个小时内完成测试，BOD 测试按常用的规定需要 5 天。同一水样的 COD 值大于 BOD 值，化学氧化比微生物的氧化更彻底。根据经验，在城市污水处理厂中，COD 测试值大约是 BOD5 值的 2 倍。
- BOD 测试的应用比 COD 少一些，在某些应用中具有局限性，例如不适合测试含重金属、氰化物和其他对微生物有毒的物质的工业污水。
- 由于完成 BOD5 测试所需的时间较长，BOD 测试结果属于历史数据，不适用于控制和管理污水厂。

| BD 600 及配件 | 订货号 |
|---|---|
| BD 600 | 2444460 |
| BOD检测头 | 2444470 |
| BOD 样品瓶 棕色玻璃 500 ml 1 个 | 418644 |
| 磁力搅拌器 100-240 V / 50-60 Hz. 含变压器 | 2444456 |
| 磁力搅拌子 | 418633 |
| 橡胶套 4.5 cm | 418636 |
| 45 % 氢氧化钾溶液 50 ml | 2418634 |
| 硝化抑制剂 (N-ATH) 50 ml | 2418642 |
| 溢流烧瓶 21.7 ml 0-4000 mg/l 专用 | 418664 |
| 溢流烧瓶 56 ml 0-2000 mg/l 专用 | 418655 |
| 溢流烧瓶 94 ml 0-800 mg/l 专用 | 418656 |
| 溢流烧瓶 157 ml 0-400 mg/l 专用 | 418657 |
| 溢流烧瓶 244 ml 0-200 mg/l 专用 | 418658 |
| 溢流烧瓶 360 ml 0-80 mg/l 专用 | 418659 |
| 溢流烧瓶 428 ml 0-40 mg/l 专用 | 418660 |
| 全套溢流烧瓶 | 418654 |
| BOD检验片 10 粒装 | 2418328 |

| COD 光度计、试剂及标液 | 订货号 |
|---|---|
| MD 200 COD 测定仪 | 2892502 |
| MD 100 COD 测定仪 | 276120 |
| MultiDIrect 多参数台式光度计 | 210000 |
| XD 7000 可见光分光光度计 | 71307000 |
| RD 125 消解器 | 2418940 |
| vario COD LR 低量程 3-150 mg/l 25 次 | 2420720 |
| vario COD LR 低量程 3-150 mg/l 150 次 | 2420721 |
| vario COD LMR 中低量程 15-300 mg/l 25 次 | 2423120 |
| vario COD MR 中量程 20-1500 mg/l 25 次 | 2420721 |
| vario COD MR 中量程 20-1500 mg/l 150 次 | 2420726 |
| vario COD HR 高量程 200-15000 mg/l 25 次 | 2420722 |
| vario COD HR 高量程 200-15000 mg/l 150 次 | 2420727 |
| COD 标准液 100 mg/l COD 30 ml | 2420803 |
| COD 标准液 500 mg/l COD 30 ml | 2420804 |
| COD 标准液 5000 mg/l COD 10 ml | 2420805 |

参考资料

[1] WHO
[2] https://en.wikipedia.org/wiki/Mineral_spring
[3] http://lovibond.eu/downloads/app_determination_gb.pdf
[4] “Chemical Oxygen Demand.” NeuroImage, Academic Press.

# Tintometer® GmbH

## Lovibond® 水质分析 & 颜色测量 罗维朋|罗威邦®

***“很少有公司能够维持130多年的生命力。我们之所以能够做到这一点，由于遍布全球的用户对我们产品的认可，和我们始终致力于保持产品品质的决心。”*** **(C.P.Voss, CEO)**

### 水和颜色是我们的生活——也是我们的愿景!

Tintometer 集团致力于研发和生产水质检测和颜色测量产品，我们的产品和服务通过品牌 Lovibond® 销往全世界。我们处于所擅长的领域，得以集中利用资源，使我们成为市场领导者，Lovibond® 也因此成为备受好评和欢迎的高端品牌。

### Lovibond® 传承与品质: “起源于 1885 年”

作为一个历史悠久的家族企业，我们的每一个决定都考虑到公司的长远发展。我们所定义的“质量”不仅考虑到产品质量，还包括我们提供的支持和服务。让世界各地所有客户和合作伙伴都体会到一致的优质服务是我们的核心价值。

我们的仪器和测试套装产地为德国或英国，采用先进的自动化机械设备和严格的参数条件，保证产品质量品质。

### Lovibond® 积累与创新: “满足您的需求”

为了了解客户的需求变化，我们与欧洲、亚洲、美洲、中东和非洲地区的客户保持紧密沟通，以更新产品。Tintometer 有庞大的专家和工程师团队，为来自超过 160 个国家的客户定制创新的解决方案，并且不断创造出技术领先，经久耐用，使用方便，价格合理的产品。

### 颜色

颜色是很多产品（如食用油、脂肪、石化产品、饮料、个人护理产品以及化学药品和药品）的关键属性。色度测量消除了人类对颜色这一属性在感知和判断上的主观性。颜色质量控制是许多行业的要求。几十年来，我们参与许多国际颜色标准的制定，为其提供了必不可少的技术支持。例如，“Lovibond RYBN”和“AOCS-Tintometer”色度标准在食用油/脂肪的逐分钟颜色控制中至关重要，具有全球影响力。

### Lovibond® 责任与担当: “符合可持续发展”

只要科学技术方面能实现，我们尽量不在试剂配方中使用任何有害物质。例如硼酸和邻苯甲胺（OTO），早已被 Lovibond® 产品除名。Lovibond® 带有“绿色化学”标志的产品是在保证产品品质的前提下用安全性更高的工艺和原料生产的。

Lovibond® 产品服务期限久。我们在光度计和浊度计中采用使用长寿命的 LED 光源。检测套装中的药剂压制成片剂，保质期可长达 10 年。颜色测试仪器中可选用持久型的玻璃滤光器代替塑料制品。

### 水

水是地球上最珍贵的资源。如何提供充足的高品质水是当今社会面临的前所未有的挑战。水污染是造成生态系统失衡的主要原因，并导致疾病和死亡。我们的产品用于准确分析废水、饮用水、地表水、地下水、娱乐用水和工业用水等，是水资源的保护和利用过程的首要步骤。

### Lovibond® 服务与支持: “时刻在您身边”

我们在客户所在各地设有服务中心提供全面的服务和支持，欢迎客户随时联系我们。

**Lovibond® 中国客户服务中心**

**水质分析产品**
**热线: 4009021628**
**Email: lovibondwaterapac@tintometer.de**

**颜色测量产品**
**热线: 4008605168-3672**
**Email: chinaoffice@tintometer.com**

Q852 0630


Tintometer GmbH
Lovibond® Water Testing
Schleefstraße 8-12
44287 Dortmund
Tel.: +49 (0)231/94510-0
Fax: +49 (0)231/94510-20
sales@tintometer.de
www.lovibond.com
Germany

The Tintometer Limited
Lovibond House
Sun Rise Way
Amesbury, SP4 7GR
Tel.: +44 (0)1980 664800
Fax: +44 (0)1980 625412
water.sales@tintometer.com
www.lovibond.com
UK

Tintometer AG
Hauptstraße 2
5212 Hausen AG
Tel.: +41 (0)56/4422829
Fax: +41 (0)56/4424121
info@tintometer.ch
www.tintometer.ch
Switzerland

Tintometer Inc.
6456 Parkland Drive
Sarasota, FL 34243
Tel: 941.756.6410
Fax: 941.727.9654
sales@tintometer.us
www.lovibond.com
USA

Tintometer China
Room 1001, China Life Tower
16 Chaoyangmenwai Avenue,
Beijing, 100020
Tel.: 4009021628
Fax: +86 10 85251001
lovibondwaterapac@tintometer.de
www.lovibond.com/zh
China

Tintometer South East Asia
Unit B-3-12, BBT One Boulevard,
Lebuh Nilam 2, Bandar Bukit
Tinggi, Klang, 41200, Selangor D.E
Tel.: +60 (0)3 3325 2285/6
Fax: +60 (0)3 3325 2287
lovibond.asia@tintometer.com
www.lovibond.com
Malaysia

Tintometer Brazil
Caixa Postal: 271
CEP: 13201-970
Jundiaí – SP
Tel.: +55 (11) 3230-6410
sales@tintometer.com.br
www.lovibond.com.br
Brazil

Tintometer India Pvt. Ltd.
B-91, A.P.I.E. Sanath Nagar,
Hyderabad, 500018
Tel: +91 (0) 40 4647 9911
Toll Free: 1 800 102 3891
indiaoffice@tintometer.com
www.lovibondwater.in
India


**Lovibond® Water Testing**