

# HJ

## 中华人民共和国国家环境保护标准

HJ 505—2009

代替 GB/T 7488—1987

---

### 水质 五日生化需氧量 (BOD<sub>5</sub>) 的测定 稀释与接种法

Water quality—Determination of biochemical oxygen demand after 5 days  
(BOD<sub>5</sub>) for dilution and seeding method

2009-10-20 发布

2009-12-01 实施

---

环 境 保 护 部 发 布

# 中华人民共和国环境保护部 公告

2009年 第54号

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》，保护环境，保障人体健康，现批准《水质 总有机碳的测定 燃烧氧化-非分散红外吸收法》等六项标准为国家环境保护标准，并予发布。

标准名称、编号如下：

- 一、《水质 总有机碳的测定 燃烧氧化-非分散红外吸收法》(HJ 501—2009)；
- 二、《水质 挥发酚的测定 溴化容量法》(HJ 502—2009)；
- 三、《水质 挥发酚的测定 4-氨基安替比林分光光度法》(HJ 503—2009)；
- 四、《环境空气 臭氧的测定 靛蓝二磺酸钠分光光度法》(HJ 504—2009)；
- 五、《水质 五日生化需氧量(BOD<sub>5</sub>)的测定 稀释与接种法》(HJ 505—2009)；
- 六、《水质 溶解氧的测定 电化学探头法》(HJ 506—2009)。

以上标准自2009年12月1日起实施，由中国环境科学出版社出版，标准内容可在环境保护部网站([bz.mep.gov.cn](http://bz.mep.gov.cn))查询。

自以上标准实施之日起，由原国家环境保护局或原国家环境保护总局批准、发布的下述七项国家环境保护标准废止，标准名称、编号如下：

- 一、《水质 总有机碳(TOC)的测定 非色散红外线吸收法》(GB 13193—91)；
- 二、《水质 总有机碳的测定 燃烧氧化-非分散红外吸收法》(HJ/T 71—2001)；
- 三、《水质 挥发酚的测定 蒸馏后溴化容量法》(GB 7491—87)；
- 四、《水质 挥发酚的测定 蒸馏后4-氨基安替比林分光光度法》(GB 7490—87)；
- 五、《环境空气 臭氧的测定 靛蓝二磺酸钠分光光度法》(GB/T 15437—1995)；
- 六、《水质 五日生化需氧量(BOD<sub>5</sub>)的测定 稀释与接种法》(GB 7488—87)；
- 七、《水质 溶解氧的测定 电化学探头法》(GB 11913—89)。

特此公告。

2009年10月20日

## 目 次

前 言 .....	iv
1 适用范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 方法原理.....	1
4 试剂和材料.....	1
5 仪器和设备.....	2
6 样品 .....	3
7 分析步骤.....	3
8 结果计算.....	6
9 质量保证和质量控制.....	6
10 精密度和准确度.....	7
附录 A（资料性附录） 本标准章条编号与 ISO 5815-1、2：2003 章条编号对照 .....	8

## 前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国水污染防治法》，保护环境，保障人体健康，规范水中五日生化需氧量（ $BOD_5$ ）的测定方法，制定本标准。

本标准规定了地表水、工业废水、生活污水中五日生化需氧量（ $BOD_5$ ）的稀释与接种的测定方法。

本标准是对《水质 五日生化需氧量（ $BOD_5$ ）的测定 稀释与接种法》（GB 7488—87）的修订。

本标准修改采用 ISO 5815-1: 2003《水质  $n$  日生化需氧量（ $BOD_n$ ）的测定 第一部分：加丙烯基硫脲的稀释与接种法》和 ISO 5815-2: 2003《水质  $n$  日生化需氧量（ $BOD_n$ ）的测定 第二部分：非稀释法》（英文版）。为了方便比较，在资料性附录 A 中列出了本标准的章条编号与 ISO 5815-1、2: 2003 章条编号的对照一览表，以供参考。

本标准首次发布于 1987 年，原标准起草单位为北京建筑工程学院，本次为第一次修订。

本次修订的主要内容如下：

- 增加了检出限；
- 方法原理部分明确规定培养温度和时间，增加（2+5）天培养时间的内容；
- 增加了接种液的选择；
- 增加了样品前处理方法内容；
- 增加了稀释接种法稀释倍数的确定方法内容；
- 细化了五日生化需氧量的测定方法；
- 增加了质量保证和质量控制章节。

自本标准实施之日起，原国家环境保护局 1987 年 3 月 14 日批准、发布的国家环境保护标准《水质 五日生化需氧量（ $BOD_5$ ）的测定 稀释与接种法》（GB 7488—87）废止。

本标准附录 A 为资料性附录。

本标准由环境保护部科技标准司组织制订。

本标准主要起草单位：沈阳市环境监测中心站。

本标准环境保护部 2009 年 10 月 20 日批准。

本标准自 2009 年 12 月 1 日起实施。

本标准由环境保护部解释。

# 水质 五日生化需氧量 (BOD<sub>5</sub>) 的测定 稀释与接种法

**警告：**丙烯基硫脲属于有毒化合物，操作时应按规定要求佩戴防护器具，避免接触皮肤和衣服；标准溶液的配制应在通风橱内进行；检测后的残渣残液应做妥善的安全处理。

## 1 适用范围

本标准规定了测定水中五日生化需氧量 (BOD<sub>5</sub>) 的稀释与接种的方法。

本标准适用于地表水、工业废水和生活污水中五日生化需氧量 (BOD<sub>5</sub>) 的测定。

方法的检出限为 0.5 mg/L，方法的测定下限为 2 mg/L，非稀释法和非稀释接种法的测定上限为 6 mg/L，稀释与稀释接种法的测定上限为 6 000 mg/L。

## 2 规范性引用文件

本标准内容引用了下列文件中的条款。凡是不注日期的引用文件，其有效版本适用于本标准。

GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法

GB/T 7489 水质 溶解氧的测定 碘量法

GB/T 11913 水质 溶解氧的测定 电化学探头法

HJ/T 91 地表水和污水监测技术规范

## 3 方法原理

生化需氧量是指在规定的条件下，微生物分解水中的某些可氧化的物质，特别是分解有机物的生物化学过程消耗的溶解氧。通常情况下是指水样充满完全密闭的溶解氧瓶中，在 (20±1) °C 的暗处培养 5d±4 h 或 (2+5) d±4 h [先在 0~4 °C 的暗处培养 2 d，接着在 (20±1) °C 的暗处培养 5 d，即培养 (2+5) d]，分别测定培养前后水样中溶解氧的质量浓度，由培养前后溶解氧的质量浓度之差，计算每升样品消耗的溶解氧量，以 BOD<sub>5</sub> 形式表示。

若样品中的有机物含量较多，BOD<sub>5</sub> 的质量浓度大于 6 mg/L，样品需适当稀释后测定；对不含或含微生物少的工业废水，如酸性废水、碱性废水、高温废水、冷冻保存的废水或经过氯化处理等的废水，在测定 BOD<sub>5</sub> 时应进行接种，以引进能分解废水中有机物的微生物。当废水中存在难以被一般生活污水中的微生物以正常的速度降解的有机物或含有剧毒物质时，应将驯化后的微生物引入水样中进行接种。

## 4 试剂和材料

本标准所用试剂除非另有说明，分析时均使用符合国家标准和分析纯化学试剂。

4.1 水：实验用水为符合 GB/T 6682 规定的 3 级蒸馏水，且水中铜离子的质量浓度不大于 0.01 mg/L，不含有氯或氯胺等物质。

4.2 接种液：可购买接种微生物用的接种物质，接种液的配制和使用按说明书的要求操作。也可按以下方法获得接种液。

4.2.1 未受工业废水污染的生活污水：化学需氧量不大于 300 mg/L，总有机碳不大于 100 mg/L。

4.2.2 含有城镇污水的河水或湖水。

4.2.3 污水处理厂的出水。

4.2.4 分析含有难降解物质的工业废水时，在其排污口下游适当处取水样作为废水的驯化接种液。也

可取中和或经适当稀释后的废水进行连续曝气，每天加入少量该种废水，同时加入少量生活污水，使适应该种废水的微生物大量繁殖。当水中出现大量的絮状物时，表明微生物已繁殖，可用作接种液。一般驯化过程需 3~8 d。

### 4.3 盐溶液

4.3.1 磷酸盐缓冲溶液：将 8.5 g 磷酸二氢钾 ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ )、21.8 g 磷酸氢二钾 ( $\text{K}_2\text{HPO}_4$ )、33.4 g 七水合磷酸氢二钠 ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) 和 1.7 g 氯化铵 ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) 溶于水中，稀释至 1 000 ml，此溶液在 0~4℃可稳定保存 6 个月。此溶液的 pH 值为 7.2。

4.3.2 硫酸镁溶液， $\rho(\text{MgSO}_4)=11.0 \text{ g/L}$ ：将 22.5 g 七水合硫酸镁 ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) 溶于水中，稀释至 1 000 ml，此溶液在 0~4℃可稳定保存 6 个月，若发现任何沉淀或微生物生长应弃去。

4.3.3 氯化钙溶液， $\rho(\text{CaCl}_2)=27.6 \text{ g/L}$ ：将 27.6 g 无水氯化钙 ( $\text{CaCl}_2$ ) 溶于水中，稀释至 1 000 ml，此溶液在 0~4℃可稳定保存 6 个月，若发现任何沉淀或微生物生长应弃去。

4.3.4 氯化铁溶液， $\rho(\text{FeCl}_3)=0.15 \text{ g/L}$ ：将 0.25 g 六水合氯化铁 ( $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) 溶于水中，稀释至 1 000 ml，此溶液在 0~4℃可稳定保存 6 个月，若发现任何沉淀或微生物生长应弃去。

4.4 稀释水：在 5~20 L 的玻璃瓶中加入一定量的水，控制水温在  $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$ ，用曝气装置 (5.9) 至少曝气 1 h，使稀释水中的溶解氧达到 8 mg/L 以上。使用前每升水中加入上述四种盐溶液 (4.3) 各 1.0 ml，混匀，20℃保存。在曝气的过程中防止污染，特别是防止带入有机物、金属、氧化物或还原物。

稀释水中氧的质量浓度不能过饱和，使用前需开口放置 1 h，且应在 24 h 内使用。剩余的稀释水应弃去。

4.5 接种稀释水：根据接种液的来源不同，每升稀释水 (4.4) 中加入适量接种液 (4.2)：城市生活污水和污水处理厂出水加 1~10 ml，河水或湖水加 10~100 ml，将接种稀释水存放在  $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$  的环境中，当天配制当天使用。接种的稀释水 pH 值为 7.2， $\text{BOD}_5$  应小于 1.5 mg/L。

4.6 盐酸溶液， $c(\text{HCl})=0.5 \text{ mol/L}$ ：将 40 ml 浓盐酸 (HCl) 溶于水中，稀释至 1 000 ml。

4.7 氢氧化钠溶液， $c(\text{NaOH})=0.5 \text{ mol/L}$ ：将 20 g 氢氧化钠溶于水中，稀释至 1 000 ml。

4.8 亚硫酸钠溶液， $c(\text{Na}_2\text{SO}_3)=0.025 \text{ mol/L}$ ：将 1.575 g 亚硫酸钠 ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ) 溶于水中，稀释至 1 000 ml。此溶液不稳定，需用现配。

4.9 葡萄糖-谷氨酸标准溶液：将葡萄糖 ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ，优级纯) 和谷氨酸 ( $\text{HOOC-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CHNH}_2\text{-COOH}$ ，优级纯) 在 130℃干燥 1 h，各称取 150 mg 溶于水中，在 1 000 ml 容量瓶中稀释至标线。此溶液的  $\text{BOD}_5$  为  $(210 \pm 20) \text{ mg/L}$ ，现用现配。该溶液也可少量冷冻保存，融化后立刻使用。

4.10 丙烯基硫脲硝化抑制剂， $\rho(\text{C}_4\text{H}_8\text{N}_2\text{S})=1.0 \text{ g/L}$ ：溶解 0.20 g 丙烯基硫脲 ( $\text{C}_4\text{H}_8\text{N}_2\text{S}$ ) 于 200 ml 水中混合，4℃保存，此溶液可稳定保存 14 d。

4.11 乙酸溶液，1+1。

4.12 碘化钾溶液， $\rho(\text{KI})=100 \text{ g/L}$ ：将 10 g 碘化钾 (KI) 溶于水中，稀释至 100 ml。

4.13 淀粉溶液， $\rho=5 \text{ g/L}$ ：将 0.50 g 淀粉溶于水中，稀释至 100 ml。

## 5 仪器和设备

本标准除非另有说明，分析时均使用符合国家 A 级标准的玻璃量器。本标准使用的玻璃仪器须清洁、无毒性和可生化降解的物质。

5.1 滤膜：孔径为 1.6  $\mu\text{m}$ 。

5.2 溶解氧瓶：带水封装置，容积 250~300 ml。

5.3 稀释容器：1 000~2 000 ml 的量筒或容量瓶。

5.4 虹吸管：供分取水样或添加稀释水。

5.5 溶解氧测定仪。

5.6 冷藏箱：0~4℃。

5.7 冰箱：有冷冻和冷藏功能。

5.8 带风扇的恒温培养箱：(20±1)℃。

5.9 曝气装置：多通道空气泵或其他曝气装置；曝气可能带来有机物、氧化剂和金属，导致空气污染，如有污染，空气应过滤清洗。

## 6 样品

### 6.1 采集与保存

样品采集按照 HJ/T 91 的相关规定执行。

采集的样品应充满并密封于棕色玻璃瓶中，样品量不小于 1 000 ml，在 0~4℃ 的暗处运输和保存，并于 24 h 内尽快分析。24 h 内不能分析，可冷冻保存（冷冻保存时避免样品瓶破裂），冷冻样品分析前需解冻、均质化和接种。

### 6.2 样品的前处理

#### 6.2.1 pH 值调节

若样品或稀释后样品 pH 值不在 6~8 范围内，应用盐酸溶液（4.6）或氢氧化钠溶液（4.7）调节其 pH 值至 6~8。

#### 6.2.2 余氯和结合氯的去除

若样品中含有少量余氯，一般在采样后放置 1~2 h，游离氯即可消失。对在短时间内不能消失的余氯，可加入适量亚硫酸钠溶液去除样品中存在的余氯和结合氯，加入的亚硫酸钠溶液的量由下述方法确定。

取已中和好的水样 100 ml，加入乙酸溶液（4.11）10 ml、碘化钾溶液（4.12）1 ml，混匀，暗处静置 5 min。用亚硫酸钠溶液滴定析出的碘至淡黄色，加入 1 ml 淀粉溶液（4.13）呈蓝色。再继续滴定至蓝色刚刚褪去，即为终点，记录所用亚硫酸钠溶液体积，由亚硫酸钠溶液消耗的体积，计算出水样中应加亚硫酸钠溶液的体积。

#### 6.2.3 样品均质化

含有大量颗粒物、需要较大稀释倍数的样品或经冷冻保存的样品，测定前均需将样品搅拌均匀。

#### 6.2.4 样品中有藻类

若样品中有大量藻类存在，BOD<sub>5</sub> 的测定结果会偏高。当分析结果精度要求较高时，测定前应用滤孔为 1.6 μm 的滤膜（5.1）过滤，检测报告中注明滤膜滤孔的大小。

#### 6.2.5 含盐量低的样品

若样品含盐量低，非稀释样品的电导率小于 125 μS/cm 时，需加入适量相同体积的四种盐溶液（4.3），使样品的电导率大于 125 μS/cm。每升样品中至少需加入各种盐的体积  $V$  按式（1）计算：

$$V = (\Delta K - 12.8) / 113.6 \quad (1)$$

式中： $V$ ——需加入各种盐的体积，ml；

$\Delta K$ ——样品需要提高的电导率值，μS/cm。

## 7 分析步骤

### 7.1 非稀释法

非稀释法分为两种情况：非稀释法和非稀释接种法。

如样品中的有机物含量较少，BOD<sub>5</sub> 的质量浓度不大于 6 mg/L，且样品中有足够的微生物，用非稀释法测定。若样品中的有机物含量较少，BOD<sub>5</sub> 的质量浓度不大于 6 mg/L，但样品中无足够的微生物，如酸性废水、碱性废水、高温废水、冷冻保存的废水或经过氯化处理等的废水，采用非稀释接种

法测定。

### 7.1.1 试样的准备

#### 7.1.1.1 待测试样

测定前待测试样的温度达到 $(20\pm 2)$ ℃，若样品中溶解氧浓度低，需要用曝气装置(5.9)曝气15 min，充分振摇赶走样品中残留的空气泡；若样品中氧过饱和，将容器 2/3 体积充满样品，用力振荡赶出过饱和氧，然后根据试样中微生物含量情况确定测定方法。非稀释法可直接取样测定；非稀释接种法，每升试样中加入适量的接种液(4.2)，待测定。若试样中含有硝化细菌，有可能发生硝化反应，需在每升试样中加入 2 ml 丙烯基硫脲硝化抑制剂(4.10)。

#### 7.1.1.2 空白试样

非稀释接种法，每升稀释水中加入与试样中相同量的接种液(4.2)作为空白试样，需要时每升试样中加入 2 ml 丙烯基硫脲硝化抑制剂(4.10)。

### 7.1.2 试样的测定

#### 7.1.2.1 碘量法测定试样中的溶解氧

将试样(7.1.1.1)充满两个溶解氧瓶(5.2)中，使试样少量溢出，防止试样中的溶解氧质量浓度改变，使瓶中存在的气泡靠瓶壁排出。将一瓶盖上瓶盖，加上水封，在瓶盖外罩上一个密封罩，防止培养期间水封水蒸发干，在恒温培养箱(5.8)中培养 $5d\pm 4h$ 或 $(2+5)d\pm 4h$ 后测定试样中溶解氧的质量浓度。另一瓶15 min后测定试样在培养前溶解氧的质量浓度。

溶解氧的测定按 GB/T 7489 进行操作。

#### 7.1.2.2 电化学探头法测定试样中的溶解氧

将试样(7.1.1.1)充满一个溶解氧瓶(5.2)中，使试样少量溢出，防止试样中的溶解氧质量浓度改变，使瓶中存在的气泡靠瓶壁排出。测定培养前试样中的溶解氧的质量浓度。

盖上瓶盖，防止样品中残留气泡，加上水封，在瓶盖外罩上一个密封罩，防止培养期间水封水蒸发干。将试样瓶放入恒温培养箱(5.8)中培养 $5d\pm 4h$ 或 $(2+5)d\pm 4h$ 。测定培养后试样中溶解氧的质量浓度。

溶解氧的测定按 GB/T 11913 进行操作。

空白试样的测定方法同 7.1.2.1 或 7.1.2.2。

## 7.2 稀释与接种法

稀释与接种法分为两种情况：稀释法和稀释接种法。

若试样中的有机物含量较多， $BOD_5$ 的质量浓度大于 6 mg/L，且样品中有足够的微生物，采用稀释法测定；若试样中的有机物含量较多， $BOD_5$ 的质量浓度大于 6 mg/L，但试样中无足够的微生物，采用稀释接种法测定。

### 7.2.1 试样的准备

#### 7.2.1.1 待测试样

待测试样的温度达到 $(20\pm 2)$ ℃，若试样中溶解氧浓度低，需要用曝气装置(5.9)曝气15 min，充分振摇赶走样品中残留的气泡；若样品中氧过饱和，将容器的 2/3 体积充满样品，用力振荡赶出过饱和氧，然后根据试样中微生物含量情况确定测定方法。稀释法测定，稀释倍数按表 1 和表 2 方法确定，然后用稀释水(4.4)稀释。稀释接种法测定，用接种稀释水(4.5)稀释样品。若样品中含有硝化细菌，有可能发生硝化反应，需在每升试样培养液中加入 2 ml 丙烯基硫脲硝化抑制剂(4.10)。

稀释倍数的确定：样品稀释的程度应使消耗的溶解氧质量浓度不小于 2 mg/L，培养后样品中剩余溶解氧质量浓度不小于 2 mg/L，且试样中剩余的溶解氧的质量浓度为开始浓度的 1/3~2/3 为最佳。

稀释倍数可根据样品的总有机碳(TOC)、高锰酸盐指数( $I_{Mn}$ )或化学需氧量( $COD_{Cr}$ )的测定值，按照表 1 列出的  $BOD_5$ 与总有机碳(TOC)、高锰酸盐指数( $I_{Mn}$ )或化学需氧量( $COD_{Cr}$ )的比值  $R$  估计  $BOD_5$ 的期望值( $R$ 与样品的类型有关)，再根据表 2 确定稀释因子。当不能准确地选择稀释倍数时，







### 9.3 平行样品

每一批样品至少做一组平行样，计算相对百分偏差  $RP$ 。当  $BOD_5$  小于 3 mg/L 时， $RP$  值应  $\leq \pm 15\%$ ；当  $BOD_5$  为 3~100 mg/L 时， $RP$  值应  $\leq \pm 20\%$ ；当  $BOD_5$  大于 100 mg/L 时， $RP$  值应  $\leq \pm 25\%$ 。计算公式如下：

$$RP = \frac{\rho_1 - \rho_2}{\rho_1 + \rho_2} \times 100\% \quad (6)$$

式中： $RP$ ——相对百分偏差，%；

$\rho_1$ ——第一个样品  $BOD_5$  的质量浓度，mg/L；

$\rho_2$ ——第二个样品  $BOD_5$  的质量浓度，mg/L。

### 10 精密度和准确度

非稀释法实验室间的重现性标准偏差为 0.10~0.22 mg/L，再现性标准偏差为 0.26~0.85 mg/L。稀释法和稀释接种法的对比测定结果重现性标准偏差为 11 mg/L，再现性标准偏差为 3.7~22 mg/L。

附 录 A  
(资料性附录)

本标准章条编号与 ISO 5815-1、2: 2003 章条编号对照

表 A.1 本标准章条编号与 ISO 5815-1、2: 2003 章条编号对照一览表

本标准章条编号	对应 ISO 5815-1: 2003, 章条编号	对应 ISO 5815-2: 2003, 章条编号
1	1	1
2	2	2
—	3	3
3	4	4
4	5	—
4.1	5.1	B.2 第一段
4.2~4.3	5.2~5.3	B.2.1~B.2.2
4.4~4.5	5.4~5.5	—
4.6~4.8	5.6~5.8	B.2.4~B.2.6
4.9	5.9	—
4.10	5.10	B.2.3
4.11~4.13	—	—
5	6	5
5.1	6.1	5.1
5.2	6.2	—
5.3~5.5	6.3~6.5	5.2~5.4
5.6	—	—
5.7	6.6	—
5.8	6.7	5.5
5.9	—	—
6.1	7	6
6.2	8.1	—
6.2.1	8.1.1	—
6.2.2	8.1.2	—
6.2.3	8.1.3	—
6.2.4	8.1.4	—
6.2.5	—	—
7.1	—	B.1 第三段部分内容
7.1.1	—	7.1 和 B.1 第三段部分内容
7.1.2.1	—	7.2.1
7.1.2.2	—	7.2.2
7.1.3	—	B.1 第三段部分内容
7.2.1.1	8.2	—
7.2.1.2	8.3	—
7.2.2	8.4.1 和 8.4.2	—
8	9	8
8.1	—	8
8.2	—	B.1 第四段部分内容

续表

本标准章条编号	对应 ISO 5815-1: 2003, 章条编号	对应 ISO 5815-2: 2003, 章条编号
8.3	9.2	—
9	8.5	7.2.3
9.1	—	—
9.2	8.5	—
9.3	—	7.2.3
—	9.1	—
10	附录 C 部分内容	附录 C 部分内容
—	10	—
—	11	9