

溶氧感應器

(型號：DO-BTA)



此感應器可以在野外或實驗室中對水樣本中的溶氧的濃度進行測量。溶氧是水質的一個重要指標，你可以用這個感應器來進行各種類型的測量：

- 在有水生動植物的魚缸內監測溶氧。
- 監測由水生植物的光合作用和呼吸作用引起的溶氧濃度的變化。
- 對河流或湖水進行定點監測，評估不同種類的動植物對水質的影響能力。
- 測量有機物在水中腐爛所消耗的生化所需氧量 (B.O.D.)。
- 測定水樣本中溶氧濃度與溫度之間的關係。

溶氧感應器的附件

檢查溶氧感應器是否配備有下列附件：

- 溶氧感應器 (溶氧電極，連薄膜蓋)
- 一個薄膜蓋
- 鈉鈉亞硫酸鹽校正標準溶液 (2.0 摩爾 Na_2SO_3) 和其 MSDS 資料
- 溶氧電極溶液、MSDS資料、和輸入移液管
- 校正小瓶(空的、含有洞的蓋)
- 溶氧打磨帶 (1 包)
- 溶氧感應器手冊 (這本手冊)

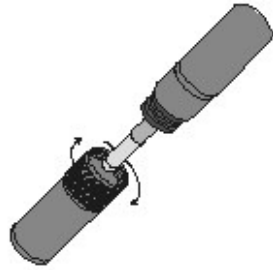
需要對溶氧感應器進行校正嗎？

我們認為你在課堂上使用溶氧感應器時不必要對它進行校正。如果你只要瞭解溶氧的變化情況，則你在軟體預存的刻度中找到你需要的刻度。如果你要進行精確的水質分析，如：在河流或湖水中取樣讀取資料，則你可以進行校正工作使讀數更精確。

準備工作

步驟一 感應器準備

- 1 準備感應器。
 - a. 從感應器頂部旋下藍色的保護蓋。當感應器打開後，就可以丟棄保護蓋。
 - b. 旋下薄膜蓋。



拆除帶薄膜的蓋



加入溶解電溶液



安回帶薄膜的蓋

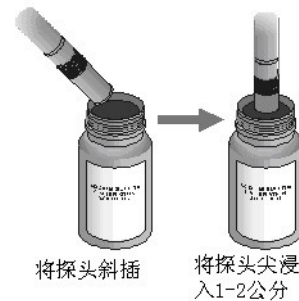
- c. 用移液管吸取 1 mL 的 DO 電極溶滴入薄膜蓋。
- d. 把薄膜蓋小心地旋進電極。
- e. 把感應器放進有 100 mL 蒸餾水的燒杯中。

步驟二 感應器預熱

- 2 把感應器連接到平台。¹
- 3 在採集資料之前預熱溶氧感應器 10 分鐘是很有必要的。為了預熱感應器，把它留在水中然後連接到平台和啟動相應的數據擷取軟體，操作大約 10 分鐘。感應器必須總是處於連接狀態保證它的預熱。如果斷開連接幾分鐘的話，重新預熱感應器是很重要的。²

步驟三 感應器校正

- 4 現在你可以準備選擇溶氧感應器的校對方法了。
 - 如果你要使用已存的刻度，跳過此步驟繼續步驟 5。
 - 如果你要為感應器設置新的刻度，請按照下列步驟：
 - a. 從你的數據擷取軟體進入校正部分。³
 - b. **第一校正刻度點**：把感應器從水中取出，並放入隨帶的亞硫酸鈉標準溶液中。
 - c. 當顯示的電壓讀數穩定時，輸入 0 (已知的溶氧數值，單位為 mg/L)。
 - d. **第二校正刻度點**：用蒸餾水沖洗感應器，並使它乾燥。
 - e. 鬆開隨感應器來的標準瓶的蓋子。將盒蓋以及繩圈滑上感應器的主體大約 1/2 英寸。
 - f. 加入 1/4 英寸的水並將瓶旋進盒蓋，如右



將探頭斜插

將探頭尖浸入 1-2 公分

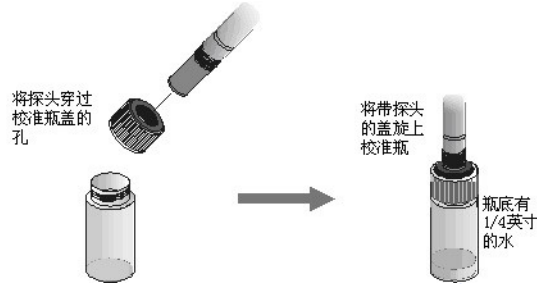
¹ 如果你的系統不支援自動識別，在 *Logger Pro* 軟體中打開一個實驗檔或手工設置感應器。

² 使用 *EasyLink* 的極化過程有一些不同，這是因為溶氧感應器只是在計算器已開動和 *EasyData* 也在運行的情況下才有供電。如果計算器進入睡眠狀態，溶氧感應器就不再有供電要避開這事情發生，先進入即時校正螢幕，這時感應器是有供電的。預熱的時段保持在這個狀態。

³ 如果使用 *EasyLink* 和 *EasyData*，你必須每幾分鐘在計算器上按下一個按鈕來保持計算器和 *EasyData* 活躍並保持對感應器供電。

圖。注意：在這過程中不要接觸膜或弄濕它。保持此狀態 1 分鐘左右。

- g. 當顯示的電壓讀數穩定時，以當前的氣壓和空氣溫度從後面的表一第 5 – 6 頁中輸入正確的飽和溶氧數值 (mg/L)。如果你不知道當前的氣壓，從後面的表二找出你所處的海拔的氣壓。



步驟四 採集資料

5 現在你可以準備採集溶氧標準資料了。

- 把感應器的頂部放進待測水樣本中。感應器浸沒 4 – 6 釐米。不要完全浸沒。感應器的把柄是不防水的。
- 在樣本溶液中輕輕地攪拌。注意：在樣本溶液中感應器保持輕微運動狀態是非常重要的。以保證在測量過程中有水在感應器頂部流過。當感應器在測量溶氧的過程中，它將氧氣從水中提取分離出來。如果感應器處於不流動的水中，則讀取的資料將會漸漸變小。

規格

範圍：	0 到 15 mg/L (或 ppm)
精度：	±0.2 mg/L
解析度：	
13 比特 (用 SensorDAQ)	0.007 mg/L
12 比特 (用 LabPro、LabQuest、Go! Link、ULI、SBI)	0.014 mg/L
10 比特 (用 CBL 2)	0.056 mg/L
反應時間：	30 s 內讀取 95%，45 s 內讀取 98%
溫度補償：	在 5 到 35 °C 之間自動補償
壓力補償：	手工，校正時已處理
鹽度補償：	手工，校正時已處理
樣本最低流速：	20 cm/s
保存的校正刻度值	
斜率 =	3.27
截距 =	-0.327

這個感應器已配備支援自動識別的電路。當使用 LabQuest⁴、LabPro⁵、Go!Link、SensorDAQ、EasyLink 或 CBL 2 時，數據擷取軟體會識別感應器，然後用已定義的參數來設定配合識認的感應器的實驗。

表一：在水-飽和的蒸餾水的溶氧 (mg/L)
(不同的溫度和壓力下)

	770 mm	760 mm	750 mm	740 mm	730 mm	720 mm	710 mm	700 mm		690 mm	680 mm	670 mm	660 mm	650 mm
0°C	14.76	14.57	14.38	14.19	13.99	13.80	13.61	13.42	0°C	13.23	13.04	12.84	12.65	12.46
1°C	14.38	14.19	14.00	13.82	13.63	13.44	13.26	13.07	1°C	12.88	12.70	12.51	12.32	12.14
2°C	14.01	13.82	13.64	13.46	13.28	13.10	12.92	12.73	2°C	12.55	12.37	12.19	12.01	11.82
3°C	13.65	13.47	13.29	13.12	12.94	12.76	12.59	12.41	3°C	12.23	12.05	11.88	11.70	11.52
4°C	13.31	13.13	12.96	12.79	12.61	12.44	12.27	12.10	4°C	11.92	11.75	11.58	11.40	11.23
5°C	12.97	12.81	12.64	12.47	12.30	12.13	11.96	11.80	5°C	11.63	11.46	11.29	11.12	10.95
6°C	12.66	12.49	12.33	12.16	12.00	11.83	11.67	11.51	6°C	11.34	11.18	11.01	10.85	10.68
7°C	12.35	12.19	12.03	11.87	11.71	11.55	11.39	11.23	7°C	11.07	10.91	10.75	10.59	10.42
8°C	12.05	11.90	11.74	11.58	11.43	11.27	11.11	10.96	8°C	10.80	10.65	10.49	10.33	10.18
9°C	11.77	11.62	11.46	11.31	11.16	11.01	10.85	10.70	9°C	10.55	10.39	10.24	10.09	9.94
10°C	11.50	11.35	11.20	11.05	10.90	10.75	10.60	10.45	10°C	10.30	10.15	10.00	9.86	9.71
11°C	11.24	11.09	10.94	10.80	10.65	10.51	10.36	10.21	11°C	10.07	9.92	9.78	9.63	9.48
12°C	10.98	10.84	10.70	10.56	10.41	10.27	10.13	9.99	12°C	9.84	9.70	9.56	9.41	9.27
13°C	10.74	10.60	10.46	10.32	10.18	10.04	9.90	9.77	13°C	9.63	9.49	9.35	9.21	9.07
14°C	10.51	10.37	10.24	10.10	9.96	9.83	9.69	9.55	14°C	9.42	9.28	9.14	9.01	8.87
15°C	10.29	10.15	10.02	9.88	9.75	9.62	9.48	9.35	15°C	9.22	9.08	8.95	8.82	8.68
16°C	10.07	9.94	9.81	9.68	9.55	9.42	9.29	9.15	16°C	9.02	8.89	8.76	8.63	8.50
17°C	9.86	9.74	9.61	9.48	9.35	9.22	9.10	8.97	17°C	8.84	8.71	8.58	8.45	8.33
18°C	9.67	9.54	9.41	9.29	9.16	9.04	8.91	8.79	18°C	8.66	8.54	8.41	8.28	8.16
19°C	9.47	9.35	9.23	9.11	8.98	8.86	8.74	8.61	19°C	8.49	8.37	8.24	8.12	8.00
20°C	9.29	9.17	9.05	8.93	8.81	8.69	8.57	8.45	20°C	8.33	8.20	8.08	7.96	7.84
21°C	9.11	9.00	8.88	8.76	8.64	8.52	8.40	8.28	21°C	8.17	8.05	7.93	7.81	7.69
22°C	8.94	8.83	8.71	8.59	8.48	8.36	8.25	8.13	22°C	8.01	7.90	7.78	7.67	7.55
23°C	8.78	8.66	8.55	8.44	8.32	8.21	8.09	7.98	23°C	7.87	7.75	7.64	7.52	7.41
24°C	8.62	8.51	8.40	8.28	8.17	8.06	7.95	7.84	24°C	7.72	7.61	7.50	7.39	7.28
25°C	8.47	8.36	8.25	8.14	8.03	7.92	7.81	7.70	25°C	7.59	7.48	7.37	7.26	7.15
26°C	8.32	8.21	8.10	7.99	7.89	7.78	7.67	7.56	26°C	7.45	7.35	7.24	7.13	7.02
27°C	8.17	8.07	7.96	7.86	7.75	7.64	7.54	7.43	27°C	7.33	7.22	7.11	7.01	6.90
28°C	8.04	7.93	7.83	7.72	7.62	7.51	7.41	7.30	28°C	7.20	7.10	6.99	6.89	6.78
29°C	7.90	7.80	7.69	7.59	7.49	7.39	7.28	7.18	29°C	7.08	6.98	6.87	6.77	6.67
30°C	7.77	7.67	7.57	7.47	7.36	7.26	7.16	7.06	30°C	6.96	6.86	6.76	6.66	6.56
31°C	7.64	7.54	7.44	7.34	7.24	7.14	7.04	6.94	31°C	6.85	6.75	6.65	6.55	6.45
32°C	7.51	7.42	7.32	7.22	7.12	7.03	6.93	6.83	32°C	6.73	6.63	6.54	6.44	6.34
33°C	7.39	7.29	7.20	7.10	7.01	6.91	6.81	6.72	33°C	6.62	6.53	6.43	6.33	6.24
34°C	7.27	7.17	7.08	6.98	6.89	6.80	6.70	6.61	34°C	6.51	6.42	6.32	6.23	6.13
35°C	7.15	7.05	6.96	6.87	6.78	6.68	6.59	6.50	35°C	6.40	6.31	6.22	6.13	6.03

海拔氣壓錶

如果你沒有氣壓計來測量氣壓，你可以按照表二來估計你所處的海拔的氣壓（單位：Ft）。它是在以海平面的氣壓為的 760 mm-Hg 的基礎上進行計算的出的。

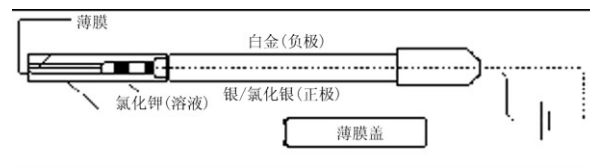
海拔 (Ft)	氣壓 (mm)	海拔 (Ft)	氣壓 (mm)	海拔 (Ft)	氣壓 (mm)
0	760	2000	708	4000	659
250	753	2250	702	4250	653
500	746	2500	695	4500	647
750	739	2750	689	4750	641
1000	733	3000	683	5000	635
1250	727	3250	677	5250	629
1500	720	3500	671	5500	624

⁴ 中文名稱：實驗分析採集器。

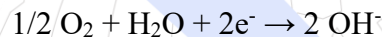
⁵ 中文名稱：實驗採集器。

溶氧感應器的工作原理

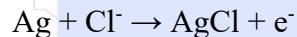
威尼爾溶氧感應器是感覺水中氧濃度和水溶液的克拉克類型極譜分析的電極。在氯化鉀電溶液中的白金負極和銀 / 氯化銀參考正極是由一個可透氣體的塑膠薄膜分開。



一個固定的電壓應用在白金電極。當氧氣通過膜擴散到負極時，它被還原了：



氧化是在參考電極 (正極) 中發生：



相應地，一個與氧氣發散的速率成比例的電流將流動，氧氣發散的速率也與溶氧的濃度成正比。這個電流轉換到一個成比例的電壓，可以被任何威尼爾實驗平台放大和讀取。

溶氧感應器的儲存和維護

按照下列方法進行儲存能有效提高感應器的使用壽命：

- **長期 (超過24小時)：**旋下薄膜蓋，然後用蒸餾水沖洗它。把膜蓋甩幹。也對外部的正極和內部的負極進行沖洗和乾燥處理。輕輕地旋上膜蓋。不要旋得太緊。
- **短期 (小於24小時)：**把帶膜的感應器浸在2 – 3 cm的蒸餾水中。
- **金屬電極的打磨：**如果電極有腐蝕現象，就用感應器附帶的打磨帶進行打磨。此工作只是在需要的時候進行 - 通常1年或更長時間進行1次。旋下薄膜蓋。然後用蒸餾水徹底地沖洗電極。取1英尺感應器隨帶的打磨帶。用蒸餾水弄濕進行打磨的一邊。以圓周運動，對電極中間的玻璃部分進行打磨。打磨時，手指的按壓要輕。要使得它回復成原來明亮、乾淨的樣子。接下來，對正極也進行同樣的處理。**注意：**莽撞的動作將損壞電極。一定要用輕柔的動作進行打磨工作。打磨結束，用蒸餾水徹底地沖洗電極並進行乾燥處理。

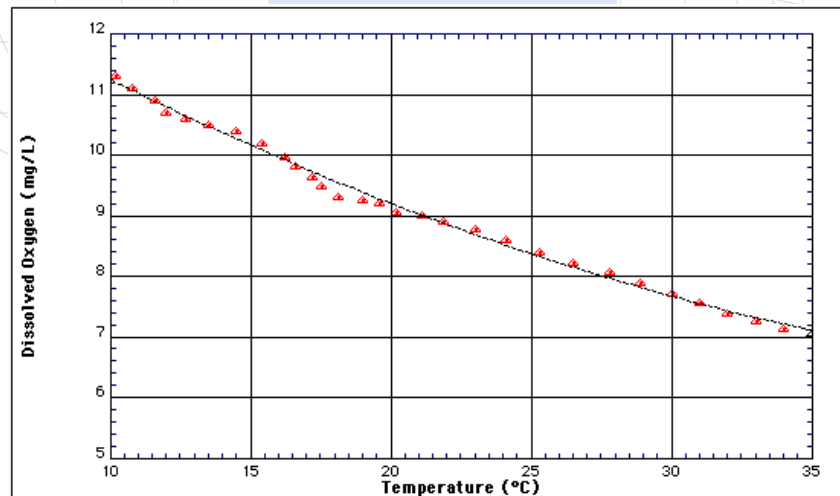
一般情況下，溶氧感應器可以持續使用幾年。薄膜蓋在持續使用6個月後就要進行更換。在校正或讀取資料時，如果感應器沒有快速地反應，則我們建議你更換薄膜蓋。

在非水溶液或在含油、油脂、或蓋附物等的溶液使用感應器會導致壽命縮短。備用膜的訂購代碼為：MEM。

自動溫度補償

威尼爾溶氧感應器是會使用感應器內的熱敏電阻作自動溫度補償的。這根探針所測量的溫度會被使用來作自動補償溫度導致的膜滲透的變化。如果感應器沒有溫度補償，即使實際溶液中溶氧的濃度沒有改變，你也會看到溶氧的讀數會隨溫度而改變。這裏有二個例子是反映自動溫度補償是如何運作的：

- 如果你在實驗室中 25 °C 和 760 mm-Hg的大氣氣壓 (假設鹽分忽略不計) 把溶氧感應器校正，你輸入的飽和氧氣刻度點的讀數將是 8.36 mg/L (參見表一)。如果您通過快速攪拌採集充滿氧氣的蒸餾水的讀數，你會得到的讀數是 8.36 mg/L。如果水樣在沒有其他的攪拌條件下將溫度下降到 10 °C，水將不再飽和 (冷水比熱水更容易溶氧氣)。因此，溫度補償的溶氧感應器仍然保持 8.36 mg/L。
- 然而如果將溶液冷卻到 10 °C 並不停地攪拌時，那麼，其他氧氣被溶解以至溶液保持在飽和的狀態，溫度補償的溶氧感應器將給出一個 11.35 mL/L的讀數 – 正如圖二中所顯示。注意：溫度補償並不意味著飽和溶液的讀數在不同溫度下是保持相同的 – 兩個溶液有不同的溶氧濃度，感應器讀數正是反應這個區別。



圖二：標準溶氧與溫度

在海水或河流入海口處採樣 (含鹽度大於1000 mg/L)

不同含鹽度的水中溶氧可以通過下面公式計算：

$$DO_{(salt)} = DO - (k \cdot S)$$

- $DO_{(salt)}$ 是鹽水中溶氧的濃度。

- DO 是表一中的飽和蒸餾水中的溶氧濃度。
- S 是含鹽度 (單位：ppt)。含鹽度可以用威尼爾導電率感應器或氯離子濃度感應器測得。可參考水質使用電腦或水質使用計算器。
- k 是常數。取決於溶液溫度，可以參考表三。

表 三：鹽度修正常數值不同海拔的大概打氣壓力

溫度 (°C)	常數, k	溫度 (°C)	常數, k	溫度 (°C)	常數, k	溫度 (°C)	常數, k
1	0.08796	8	0.06916	15	0.05602	22	0.04754
2	0.08485	9	0.06697	16	0.05456	23	0.04662
3	0.08184	10	0.06478	17	0.05328	24	0.04580
4	0.07911	11	0.06286	18	0.05201	25	0.04498
5	0.01646	12	0.06104	19	0.05073	26	0.04425
6	0.07391	13	0.05931	20	0.04964	27	0.04361
7	0.07135	14	0.05757	21	0.04854	28	0.04296

例子：在含鹽度為35.0 ppt 的鹽水中使用溶氧感應器，測量溫度為 23°C，氣壓為 750 mm-Hg的溶氧濃度。首先，在表1中找到溶氧的值 $DO = 8.55$ mg/L。然後，在表3中找到 23°C時 $k = 0.04662$ 。代入公式：

$$DO_{(salt)} = DO - (k \cdot S) = 8.55 - (0.04662 \times 35.0) = 8.55 - 1.63 = 6.92 \text{ mg/L}$$

注意：在大多數對溶氧的測量中，可以忽略補償含鹽度。如：在25°C、760 mm-Hg，含鹽度為 0.5 ppt，則有：

$$DO_{(salt)} = DO - (k \cdot S) = 8.36 - (0.04498 \times 0.5) = 8.36 - 0.023 = 8.34 \text{ mg/L}$$

含鹽度小於 1.0 ppt 時，誤差不超過 0.2%。

鈉亞硫酸鹽標準溶液的維護和更換

能在完全無氧溶液中進行零氧氣校正刻度點的校正用溶氧感應器取得精確資料的基礎。感應器隨帶的鈉亞硫酸鹽標準溶液可以持續使用一段時間，但並不能永遠可以使用。對標準溶液的維護和更換，我們有下列建議：

- 第一次使用標準溶液後，溶液就不再是滿的（當感應器插入溶液後有溢出）。如果你此時蓋上蓋子，將會留有一個空間，這個空間裏的氧氣將溶解到溶液之中。要防止這種現象發生，你要在蓋上蓋子前，輕壓溶液的瓶壁使得溶液恰好到達瓶口，再旋上蓋子。瓶子將一直會有輕微凹陷。用此方法，2.0 摩爾 Na_2SO_3 溶液將一直持續使用很長一段時間。如果在進行第一個校正點時，顯示的電壓讀數高於前一次，則說明標準溶液要進行更換了。更換方法如下：
- 把 25.0 克的固體 Na_2SO_3 加入足夠的水中製成 100 mL溶液。不需要添加其他反應物。在校正前 24 小時就應該完成此工作，使得氧氣得以用完。如果 Na_2SO_3 不方便也可以用 2.0 摩爾 $NaHSO_3$ 代替，每 100 mL溶液中含 20.8 克 $NaHSO_3$ ，或 2.0 摩爾 KNO_2 代替，每 100 ml溶液中含 17.0 克 KNO_2 。

消耗品訂購資訊

薄膜蓋：

訂購代碼：MEM

打磨帶 (2個1包)：

訂購代碼：PS

飽和溶氧感應器填充液：

訂購代碼：FS

飽和溶氧感應器標準溶液：

訂購代碼：DO-CAL

亞硫酸鈉標準溶液 2.0 摩爾，65 ml瓶

訂購代碼：SO426

亞硫酸鈉，無水固體，500克瓶

訂購代碼：SO111

與其他感應器同時使用

注意：如果其他感應器與溶氧感應器放進同一溶液中 (如：魚缸或燒杯)，而又同時連接到同一數據擷取器 (如：LabPro)，溶氧感應器則會對其他感應器產生影響。產生這一現象的原因是：溶氧感應器會在溶液中產生一個輸出信號，而此信號可能會影響到其他感應器。

下列感應器與導電度計不能同時連接同一數據擷取器且放進同一溶液中：

- 導電度計
- pH 感應器
- 直接接觸的溫度感應器
- 離子選擇電極

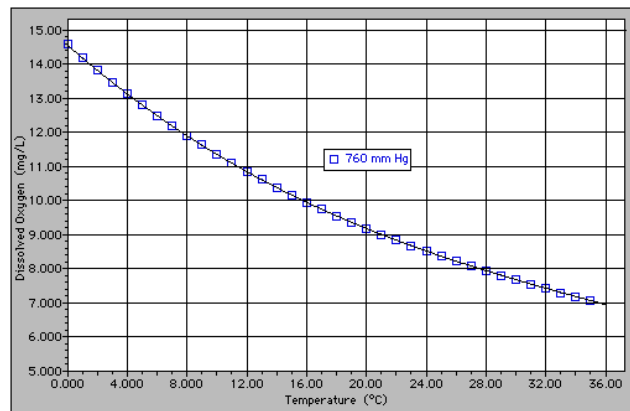
如果你確實希望與上述感應器同時使用，有下列方法供選擇：

- 要同時得到導電率和溶氧或溶氧和PH值的讀數，你可以把感應器分別連接 2 個不同的數據擷取器。
- 不銹鋼溫度感應器使可以與溶氧感應器同時使用的。
- 如果你把 2 個感應器連接在同一數據擷取器上，就要使用它們各自的刻度。先把一個感應器放進水中讀取資料，然後移開它接上另一個感應器讀數據。

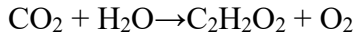
溶氧一些背景資料

溶氧對水生生物非常重要。不同的水生生物需要不同濃度的溶氧。鯉魚和鯰魚生活在低濃度溶氧的水中，而鮭魚則生活在高濃度溶氧的水中。高濃度溶氧的水環境能支援不同種類的水生生物的需求。

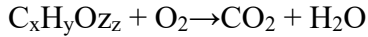
很多因素能影響一個水系統的溶氧濃度。流動的湖水和河水能使更多的水接觸到空氣，從而使水中的溶氧的濃度增大。水溫是影響溶氧濃度的另一個因素：如同其他氣體，溫度越高，溶氧的濃度越低，如右圖。光合作用對溶氧濃度也有非常大的影響。在白天，水生植物以及微生物的光合作用能產生



氧氣：



溶氧濃度也就隨之增加。太陽下山後，光合作用就減少了，而動植物仍舊在繼續呼吸。整個晚上和清晨，呼吸作用使氧氣減少：



河流中生長的動物和植物的數量和種類影響著光合作用—呼吸作用的週期。河流中人類的廢棄物和廢水能抑制水生植物的生長，使得溶氧濃度降低。氯化物所消耗的氧氣的速度有時比光合作用和河水流動所溶解的氧氣的速度大得多。所以，使用溶氧感應器來測量水中的溶氧濃度對評價水生生態系統是否健康和穩定是非常重要的。

使用飽和百分比的單位做校正和監察

除了用 mL/L (每百萬分一或 ppm) 的單位做校正刻度外，你也可以選擇使用%飽和的單位來校正溶氧。當使用%飽和單位作校正刻度時，在亞硫酸鈉溶液 (零氧氣) 的刻度點應被指定為 0% 的讀數，而水飽和的空氣 (或飽和空氣的水) 的指定讀數是 100%。然而你必須注意的是：100% 代表一種氧氣飽和的溶液只能在這個特殊的溫度、壓力，和鹽分水準的狀態下。如果您打算在不同的氣候條件下採集溶氧的資料來比較，你可以使用一個更好的方法，就是使用 mL/L 單位 (在這本小冊子的前面部分已經描述過)。

如果你已經用 mL/L 單位來校正溶氧感應器，你可以用以下的公式很簡單地計算出飽和的百分比：

$$\% \text{ 飽和} = (\text{實際的溶氧讀數} / \text{表一中飽和的溶氧讀數}) \times 100\%$$

例如，如果溶氧在 20°C 的氣溫下以及在 740 mm-Hg 柱的氣壓條件下溶解的讀數是 6.1 mL/L，查找表一中的飽和溶氧的讀數 (8.93 mL/L)。%飽和的讀數是：

$$\% \text{ 飽和} = (6.1 / 8.93) \times 100 = 68\%$$

保固

威尼爾公司承諾所有產品沒有設計上的缺陷和製造上的瑕疵。

自出售日起，在正常使用下免費保固五年，人為損壞除外，正常消耗品 (如 pH 緩衝液、離子電極校正液等) 除外。前三年為全保，後兩年收取單程運費 (指用戶所在地郵寄至美國維修工廠所產生的費用)，所有產品終身維護。

注意：鑑於維護台灣消費者之權利，台灣總代理廣天國際有限公司僅維護出具貼有廣天國際有限公司保固貼紙之產品，才享有上述之服務。

製造商

威尼爾軟體與技術公司 (Vernier Software & Technology)
13979 S.W. Millikan Way Beaverton, Oregon 97005-2886 USA
電話：888-837-6437
傳真：503-277-2440

台灣總代理

廣天國際有限公司
地址：台北市信義區基隆路二段115號7樓之3
電話：02-23822027
傳真：02-23820206
郵編：110
電郵：support@calculator.com.tw
網站：www.vernier.com.tw

