

# Go Direct 氯離子感應器

(訂購代碼 GDX-CL)



使用 Go Direct 氯離子感應器 (ISE) 來測量水性樣品中氯離子 (Cl<sup>-</sup>) 的濃度。它設計用於 Vernier Go Direct 離子探頭訊號放大器 (訂購代碼 GDX-ISEA)。由於水流過含鹽礦物質，因此在淡水樣品中發現了氯離子。這些鹽可能包括氯化鈉 (NaCl) 或氯化鉀 (KCl)。環境保護署飲用水中氯化物的最大污染水平為 250 mg/L。海水中的氯離子濃度約為 19,400 mg/L，遠低於 35,000 mg/L 的氯化物離子選擇性電極的上限。

注意事項：威尼爾產品專為教育用途而設計。我們的產品不是被設計於任何工業、醫療或商業用途，如生命維持器、患者診斷、製造過程監控或任何類型的工業測試。

## 包含

- Go Direct 氯離子感應器 (Go Direct 離子探頭訊號放大器連接到 Go Direct 氯離子選擇電極 BNC)
- 30 mL 含 SDS 高濃度標準溶液 (1000 mg/L Cl<sup>-</sup>)
- 30 mL 含 SDS 低濃度標準溶液 (1000 mg/L Cl<sup>-</sup>)
- 短期氯離子感應器的保存瓶
- 拋光條
- Micro USB 傳輸線

## 相容軟體

參閱 [www.vernier.com/manuals/gdx-cl](http://www.vernier.com/manuals/gdx-cl) 了解與 Go Direct 氯離子感應器相容的軟體列表。

## 開始使用

請查看以下連結以了解特定於平台的連接資訊：

[www.vernier.com/start/gdx-cl](http://www.vernier.com/start/gdx-cl)

## 藍芽連接

1. 在電腦、Chromebook 或行動裝置上安裝 Graphical Analysis。
2. 首次使用感應器前至少充電 2 小時。
3. 將電極浸泡在高濃度標準溶液中 30 分鐘以準備電極。有關更多訊息，請參閱「使用產品」部分。
4. 按一下電源按鈕打開你的感應器。藍牙 LED 燈將閃爍紅色。
5. 開啟 Graphical Analysis。
6. 請點擊「感應器數據收集」

## USB 連接

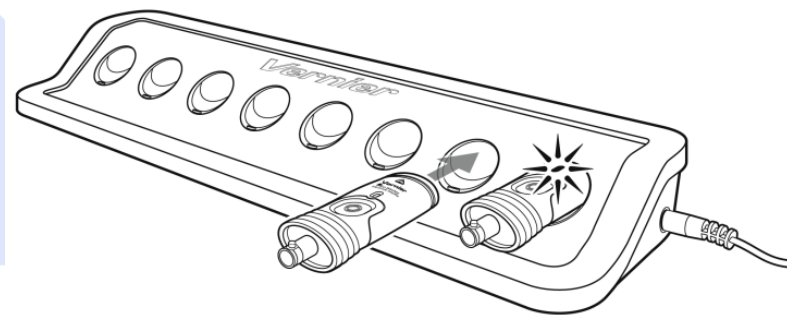
1. 將電極浸泡在高濃度標準溶液中 30 分鐘以準備電極。有關更多訊息，請參閱「使用產品」部分。
2. 安裝 Graphical Analysis 在電腦或 Chromebook。如果使用 LabQuest 主機請確保 LabQuest App 是最新的。
3. 連接感應器至 USB 連接埠。
4. 開啟 Graphical Analysis 或打開 LabQuest 主機。

7. 從發現無線設備列表中選擇 Go Direct 感應器。感應器的 ID 位於感應器上的條形碼附近。成功連接後，LED 將閃爍綠色。
  8. 點擊完成。現在可以收集數據了。
  9. 為獲得最佳結果，請使用「高」和「低」標準溶液執行兩點校正。
5. 為獲得最佳結果，請使用「高」和「低」標準溶液執行兩點校正。

## 感應器充電

將 Go Direct 氯離子感應器連接到隨附的 Micro USB 傳輸線和任何 USB 設備兩個小時。在充電過程中，是可以選擇將 Go Direct 氯離子 BNC 電極連接到放大器。

您還可以使用我們單獨出售的 Go Direct 充電座，為多達 8 個 Go Direct 氯離子感應器充電 (訂購代碼：GDX-CRG)。每個 Go Direct 氯離子感應器的 LED 顯示充電狀態。



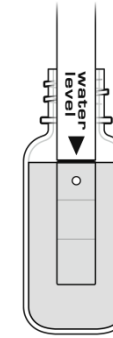
充電中	感應器連接到 Micro USB 傳輸線或充電座時，LED 穩定亮藍燈。
充滿電	充電完成後，藍色指示燈熄滅。

## 感應器供電

開啟感應器	按下電源按鈕。設備打開時，紅色 LED 燈閃爍。
睡眠模式	按住按鈕三秒鐘以上進入睡眠模式。睡眠時紅色 LED 燈停止閃爍。

## 連接感應器

連接並充電	當感應器透過 USB 連接到 Graphical Analysis 且設備正在充電時，藍色和綠色 LED 穩定亮起。（綠色 LED 被藍色 LED 覆蓋。）
連接時且充滿電	當感應器透過 USB 線連接到 Graphical Analysis 且設備已充滿電時，綠色 LED 穩定亮起。
透過 USB 充電，用藍牙連接	藍色 LED 持續亮起，綠色 LED 閃爍，但是綠色閃爍的 LED 看起來是白色的，因為它被藍色覆蓋。



## 辨認感應器

連接兩個或多個感應器時，可以透過點擊「感應器資訊」中的「辨認」來識別感應器。

## 使用產品

1. 從電極上取下儲存瓶—轉開蓋子，然後取下電極瓶和蓋子。
2. 使用蒸餾水或去離子水徹底沖洗探頭的下半部分，尤其是在球形尖端附近。
3. 將電極頭在高標準溶液中浸泡 30 分鐘。
  - 請勿將氯離子感應器放在容器底部
  - 靠近電極尖端的白色參考點應浸入溶液中。
  - 確保沒有氣泡滯留在氯離子感應器下方。
4. 按照「開始使用」部分中的步驟連接感應器。
5. 為了獲得最佳結果，請使用高濃度和低濃度標準溶液進行兩點校正。
6. 完成測量後，請用蒸餾水沖洗電極。
7. 將蓋子滑到電極主體上，然後將蓋子擰到儲液瓶上，以使電極的尖端不接觸海綿。

**重要：**不要完全浸沒感應器。BNC 連接處不防水。

**重要：**請勿將感應器浸泡超過 24 小時。

**注意：**如果在浸泡過程中需要將氯離子感應器轉移別處，請使用短期氯離子感應器保存液。從瓶子上取下瓶蓋，並用高濃度標準液充滿 3/4。將瓶蓋滑到氯離子感應器上，將其插入瓶中並擰緊。如果要長時間存放超過 24 小時，請確保將感應器存放在其存放瓶中，並且海綿略微浸濕。

## 模組

Go Direct 氯離子感應器具有六個感應連接埠。名稱分別是

- 電位 (mV)
- 氯化物 (mg/L)
- 銨離子 (mg/L)
- 鈣 (mg/L)
- 硝酸鹽 (mg/L)
- 鉀 (mg/L)

**注意：**氯離子連接埠是此感應器的預設連接埠。除電位以外，所有連接埠都是互斥的（即您可以同時顯示一個濃度連接埠和電位，但不能同時顯示兩個濃度連接埠）。為了從其他濃度連接埠收集數據，您還必須將適用的相應 BNC 電極連接到放大器。

## 校正感應器

出廠前，每個感應器已校正完畢。隨著膜的老化，此工廠校正可能會不充足。為了獲得最佳結果，我們建議執行兩點校正。

**注意：**如果打算在提供的標準範圍之外使用電極，則需要準備自己的標準液並將其用於浸泡和校正。標準品濃度應差一百倍（例如 5 mg/L 和 500 mg/L）。

## 規格

範圍 (濃度)	1 至 35,000 mg/L (或 ppm)
校正後的準確度	全刻度的±10% (校正 1 至 100 mg/L)
干擾離子	CN <sup>-</sup> 、Br <sup>-</sup> 、I <sup>-</sup> 、OH <sup>-</sup> 、S <sup>2-</sup> 、NH <sub>3</sub>
pH 測量範圍	2–12 (無 pH 補償)

溫度範圍	0–80°C (無溫度補償)
電極斜率	-56 ±3 mV/decade 在 25°C
電極電阻	1 至 5 MΩ
最小樣本量	必須浸入 2.8 公分 (1.1 英吋)
電位讀數, 標準	114 mV 在 1000 mg/L, 230 mV 在 10 mg/L
USB 規格	2.0
無線規格	藍芽 4.2
最大無線距離	30 公尺
電池	300 mA 鋰聚合物電池
電池壽命 (單次充滿電)	~24 小時
電池壽命 (長期)	~500 次完整充電週期 (幾年取決於使用情況)

## 保養與維護

妥善保管和儲存對於氯離子 ISE 的最佳使用壽命至關重要。

- ISE 的長期保存 (超過 24 小時)：用蒸餾水弄濕長期保存瓶底部的海綿。當您使用完 ISE 時，請用蒸餾水沖洗乾淨，然後用紙巾將其吸乾。鬆開長期存放瓶的蓋子，然後插入 ISE。**注意：**ISE 的尖端不應接觸海綿。另外，請確保白色參考標記在瓶子內。轉緊蓋子。這樣可將電極保持在潮濕的環境中，進而防止完全乾燥。
- 按住按鈕至少三秒鐘，使設備進入睡眠模式。紅色 LED 指示燈將停止閃爍以表明本機處於睡眠模式。幾個月後，電池會放電，但不會損壞。存放之後，請為設備充電幾個小時，然後設備便可以使用了。
- 短期濕儲存 (少於 24 小時)：用高標準液充滿 ISE 短期浸泡瓶 3/4。鬆開蓋子，將電極插入瓶中並擰緊。
- **注意：**將電池暴露在超過 35°C (95°F) 的溫度下會縮短其使用壽命。如果可能，請將設備存放在沒有暴露於極端溫度的地方。

## 維護和更換 ISE 標準品校正

擁有準確的標準溶液對於執行良好的校準至關重要。注意不要污染 ISE，以下兩種標準品解決方案，它們可以使用很長時間。在某些時候，您將需要補充標準解決方案的供應。Vernier 出售 500 mL 瓶的 10 mg/L 氯化物低濃度標準品 (訂購號 CL-LST) 和 1000 mg/L 的氯化物高濃度標準品 (訂購號 CL-HST)。

要自己配製標準溶液，請使用下表中的資訊。**注意：**請使用專為精確體積測量而設計的玻璃器皿，例如容量瓶或刻度量筒。所有玻璃器皿必須非常乾淨。

標準溶液	濃度 (mg/L 或 ppm)	使用高品質的蒸餾水製備方式
氯離子 (Cl <sup>-</sup> ) ISE 高濃度標準品	1000 mg/L 作 Cl	1.648 g NaCl/ 1 L 溶液
氯離子 (Cl <sup>-</sup> ) ISE 低濃度標準品	10 mg/L 作 Cl	將高濃度標準品稀釋 100 倍(從 1000 mg/L 至 10 mg/L)*

\*如下所述進行兩次連續稀釋。

- 將 100 mL 的高濃度標準溶液與 900 mL 的蒸餾水混合拌勻。
- 將 100 mL 步驟 a 中製得的溶液與 900 mL 蒸餾水混合拌勻。

## 電池資訊

Go Direct 氯離子感應器在握柄中包含一個小的鋰離子電池。該系統設計為僅消耗很少的功率，並且對電池的要求不高。儘管電池的保固期為一年，但預期的電池壽命應該為好幾年 (訂購代碼：GDX-BAT-300)。

## 防水性

Go Direct 氯離子感應器不防水，切勿將 BNC 連接處浸入水中。

如果水進入設備，請立即關閉設備電源 (按住電源按鈕三秒鐘以上)。斷開感應器和充電線的連接，然後取出電池。讓設備徹底乾燥，然後再嘗試使用該設備。請勿嘗試使用外部熱源進行乾燥。

## 感應器如何運作

組合離子選擇電極由離子選擇性 (偵測) 半電池和參考半電池組成。離子選擇性半電池所產生的電勢相對於參考半電池而言，取決於被測樣品中目標離子的活性。離子活性和電勢讀數隨樣品目標離子濃度的變化而變化。用能斯特 (Nernst) 方程描述了用 ISE 測量的電勢與離子活性之間的關係，從而與樣品中的離子濃度之間的關係：

$$E = E_o - 2.303 \frac{RT}{nF} \log(C + C_o)$$

$E$  = 離子選擇性和參考電極量測電位 (mV) 的差

$E_o$  = 離子選擇性和參考電極標準電位 (mV) 的差

$R$  = 理想氣體常數 ( $R = 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ )

$T$  = 溫度 (單位 K),  $T (\text{K}) = 273.15 + t \text{ } ^\circ\text{C}$ ,  $t$  是被測溶液的溫度，以  $^\circ\text{C}$  為單位。

$F$  = 法拉第常數 ( $96485 \text{ C mol}^{-1}$ )



$n$  = 離子的價數

$C$  = 被測量的離子濃度

$C_0$  = 偵測極限

由於  $R$  和  $F$  是常數，因此它們不會改變。已知要測量的離子的電荷（價數）。因此，該等式可以簡化為： $E = E_0 - S \cdot \log(C + C_0)$

當  $S = -2.303 \frac{RT}{nF}$  為 ISE 的理想斜率。

下表描述了理想的行為：

離子名稱	$n$ (離子價數)	$S$ (在 25 °C), mV/decade
鈣離子 ( $\text{Ca}^{2+}$ )	+2	+29.58
鉀離子 ( $\text{K}^+$ )、銨離子 ( $\text{NH}_4^+$ )	+1	+59.16
硝酸鹽 ( $\text{NO}_3^-$ )、氯離子 ( $\text{Cl}^-$ )	-1	-59.16

假設  $C_0$  很接近零，方程式可以寫為：

$$C = 10^{[(E - E_0) / S]}$$

允許對離子濃度作計算。

請務必注意，此表反映了理想的行為。離子選擇電極的斜率通常低於理想值。公認的 ISE 斜率允許在理想值的 88–101% 之間。斜率 ( $S$ ) 是 ISE 性能的指標。如果斜率隨時間變化很大，則可能表明有必要更換 ISE 感應器頭。

#### 電位 vs. 濃度

要測量水性樣品的 mV 讀數，無需校正。要將 mV 讀數轉換為濃度 (mg/L 或 ppm)，軟體使用能斯特方程式的修改版本：

$$C = 10^{[(E - E_0) / S_m]}$$

$C$  = 被量測的離子濃度 (mg/L 或 ppm)

$E$  = 樣品被量測的電位 (mV)

$E_0$  = 於  $C = 1 \text{ mg/L NO}_3\text{-N}$  濃度下被量測的電位

$S_m$  = 被量測的電極斜率 mV/decade

$S_m$  的值，即測得的電極斜率，是通過測量兩種標準溶液的電勢並求解以下公式確定的：

$$S_m = -[(\text{低濃度標準品} - \text{高濃度標準品}) / \# \text{ 高於十倍的數量級}^*]$$

\* 數量級相差十倍為兩個標準溶液的定義要素。例如，1 mg/L 標準溶液和 100 mg/L 標準溶液之間的差異為 2 個數量級（相差 100 倍，或者  $1 \times 10^2$ ）。

#### 計算範例，轉換 mV 至 mg/L

對於此範例，測得的數量顯示在下表中：

溶液	量測電位
1 mg/L Cl <sup>-</sup> 標準品	288 mV
10 mg/L Cl <sup>-</sup> 標準品	230 mV
1000 mg/L Cl <sup>-</sup> 標準品	114 mV
未知樣品	188 mV

$$S_m = -\frac{(230 \text{ mV} - 114 \text{ mV})}{2 \text{ decades}} = -58 \text{ mV/decade}$$

$$C = 10^{[(188 \text{ mV} - 288 \text{ mV}) / -58 \text{ mV/decade}]} = 53 \text{ mg/L Cl}^-$$

## 疑難排解

### 採樣淡水樣品中的氯化物濃度

為獲得最佳結果，請使用 10 mg / L 和 1000 mg / L 的標準液校正 ISE。

### 測量鹽水或鹹淡水的氯化物濃度

當測量海水或鹹淡水中的氯化物濃度時，請使用您的氯離子 ISE 隨附的 1000 mg / L 標準液校正氯離子 ISE 的一個校正點（或 1.806ppm 或 ppt）。對於第二個校正點，通過將 32.96 g 固體 NaCl 加到足夠的蒸餾水中以製備 1 L 的溶液，來製備 20,000 mg / L Cl 的標準液：

$$\frac{2000 \text{ mg Cl}^-}{1 \text{ L}} \times \frac{1 \text{ g Cl}^-}{1000 \text{ mg Cl}^-} \times \frac{58 \text{ g NaCl}}{355 \text{ g Cl}^-} = 32.96 \text{ g NaCl/L solution}$$

如果您是用 ppt 進行校正，此溶液稱為 36.13 ppt。

### 測定鹽水或鹹淡水的鹽度

鹽度是所有溶解在水中的鹽的總和，以 mg / L（等於百萬分之一，ppm）或千分之幾（ppt）表示。海水中含有相當恆定的氯離子。根據對氯離子濃度的測量（在上一節中），可以使用以下公式計算鹽度：

$$\text{鹽度 (mg/L or ppm)} = 1.8066 \times [\text{Cl}^- \text{ 濃度, mg/L}]$$

使用此公式，鹽水的鹽度計算為：

$$\text{鹽度 (mg/L or ppm)} = 1.8066 \times (19400 \text{ mg/L}) = 35,000 \text{ mg/L}$$

海水的鹽度水平以千分之一或 ppt 為單位：

$$\text{鹽度(ppt)} = 35000 / 1000 = 35 \text{ ppt}$$

### 使用離子強度調節器解決方案來提高準確度

為了在低濃度的氯離子下獲得最佳結果，使用氯離子選擇電極（ISE）進行測量的標準方法是向每種標準溶液和樣品中添加離子強度調節劑（ISA）溶液。

添加 ISA 可確保所測量的每種溶液中的總離子活度幾乎相等，而與特定的離子濃度無關。當測量非常低的特定離子濃度時，這一點尤其重要。ISA 不包含氯離子 ISE 本身共有的離子。**注意：**在以下所述的樣品或標準物中添加 ISA 並不需要具有很高的準確性-使用一次性 Beral 移液器將 ISA 溶液和樣品溶液的液滴計數結合起來效果很好。

通過將 5.0 M NaNO<sub>3</sub> ISA 溶液（42.50 g NaNO<sub>3</sub> / 100 mL 溶液）添加到 Cl 標準液或被測溶液中，以 ISA（按體積計）對 50 份的比例，將 ISA 與氯離子 ISE 一起使用總溶液量（例如 1 mL ISA 至 50 mL 總溶液，或 2 滴 ISA 至 5 mL 總溶液）。

當氯離子 ISE 的反應開始變慢時，膜可能需要拋光。從拋光條上切一小塊（約 1 平方英寸）。用蒸餾水徹底浸潤電極的末端和拋光條的鈍面。僅使用適度的壓力，以圓周運動方式輕輕擦拭電極的末端即可。這將去除阻礙測量的膜的非活性層。用蒸餾水徹底沖洗並以常規的方式重新校正。

## 配件/替換

名稱

電極儲存瓶，每包 5 個

氯離子高濃度校正液

氯離子低濃度校正液

Go Direct 氯離子感應器 BNC

Go Direct 離子探頭訊號放大器

Micro USB 傳輸線

USB-C 轉 Micro USB 傳輸線

Go Direct 300 mAh 替換電池

訂購代碼

BTL-ES

CL-HST

CL-LST

GDX-CL-BNC

GDX-ISEA

CB-USB-MICRO

CB-USB-C-MICRO

GDX-BAT-300

## 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、離子電極標準液等）除外。

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](mailto:support@calculator.com.tw)

網站：[www.vernier.com.tw](http://www.vernier.com.tw)



MEASURE. ANALYZE. LEARN.™