

所有 ELIT 离子选择电极的常规使用测量和操作说明

(最近更新时间: 2004.10.28—Chris C Rundle, BSc, PhD)

详情请登录: www.eainstruments.com.cn

内容

简介

A) 基本操作的快速指南

B) 详细的解释与说明

 安装

 预处理

 校准原理

 校准电极

 测量程序

C) 标准加入法和样品加入法

D) 干扰离子

E) 保存与维护

F) 故障确认与排除

简介

ELIT 固态离子选择电极有固态聚氯乙烯聚合物膜电极或者是固态晶体膜电极两种, 采用哪一种主要取决于测量何种离子。所有的 ELIT 离子电极都是单个电极, 在把它与测量系统连接起来使用时, 必须要把电极插在 ELIT 电极组合插座中与相适合的参考电极一起使用。

A)基本操作的快速指南

快速指南适用于低离子强度的样品(如: 单价离子少于 0.01M, 二价离子少于 0.001M)。本章节的步骤只适合于测量分析中最常用方法之一**直接电位分析法**。而**标准加入法**和**样品加入法**则详见本指南的 C) 部份。

- 1、首先将离子选择电极和参考电极黑色的保护帽脱去(注意: 参考电极的保护帽内装有保养液, 脱去时要注意将其竖直放置), 如果使用双电极组合插座, 请按照标签指示把电极插进相应的插座孔中。
- 2、将电极插座固定在可调伸展范围的标准电极支架上, 把装有 BNC 接口的连线接到离子分析仪或者是 pH/毫伏/离子计的 BNC 插口上。
- 3、调整电极支架上的电极插座的伸展范围, 使电极浸入合适的离子溶液中(一般是 1000ppm, 但并不硬性规定, 在 500 到 5000ppm 的范围内方便即可。)浸泡至少 5 分钟(浸泡过程中要不时搅拌)或者浸泡直到稳定的读数即可。
- 4、同时, 还要制备至少两个标准溶液, 浓度要在待测样品的估计浓度范围内(如 1 和 10ppm, 或 10 和 100ppm, 或 100 和 500ppm)——这里指的是待测离子的浓度, 而不是指盐溶液中包含的离子浓度。而浓度单位的可以用摩尔或者毫摩来表示, 也可以根据操作者的习惯选用任何一种单位来表示——但通常标准浓度之间的间隔相差 10 倍的数量级, 例如: 1 与

10ppm，这样便于能够斜率计算和检查电极的测量情况。

- 5、当电压读数稳定时，将电极从预处理液中移走，用去离子水喷洗电极，用实验室拭纸吸干。
注意：不要让电极浸泡在去离子水中。
- 6、首先将电极浸入浓度最低的标准溶液中，同时用磁搅拌器来搅拌被测标准溶液，转速大约是 100rpm 左右，直到读数稳定即可记录其电压值。（对某些低浓度的离子可以浸泡 5 分钟或者更多的时间）。
- 7、再将电极浸入其他的标准溶液中，重复上述的步骤进行测量。要注意的是，在测量阴离子的时候，所测得的电压与浓度成反比的。
- 8、当所有的标准溶液都测量完毕的时候，ELIT 离子/pH 分析仪系统软件会自动绘出毫伏（mV）—浓度对数的曲线图（或者是在半对数图纸中绘出毫伏（mV）—浓度的曲线图），从而得出校准的数据。
- 9、如前所述清洗电极，按照测量标准溶液的方法测量样品。
- 10、系统软件会自动读出被测样品的数据，产生测量曲线图并计算出样品的浓度。
- 11、为了保持测量的精度，最好每测量十个样品或者当温度变化大于 1℃时，重新做系统校正。
- 12、测量完毕以后，清洗，吸干电极，套上电极保护帽，对于参考电极是防止其外充液的流失或干枯，对于离子选择电极则是防止其受到的机械损害或者因为暴露在空气中而受到氧化和腐蚀等。

B)详细的解释与说明

安装

如果离子选择电极要与常规的参考电极配合使用的话，必须把它插进一个单极的电极插座中使用 (ELIT 101)。电极插座的大小规格与所有标准电极支架相符，电极插座的连线装有 BNC 的接口用于连接 ELIT 离子分析仪以及电极计算机接口，或者任何配有 BNC 插口的 pH/毫伏计或离子计。我们也可以根据用户的需要，提供 DIN, US, 或 S7 接口。

如果离子选择电极与 ELIT 8mm 的参考电极配合使用的话，可以同时把离子选择电极和参考电极插进一个双极的电极插座中 (ELIT201)。这个电极组合系统不单取代了常规的复合电极，更带来了许多的优点。由于昂贵的接口和低噪音的电线不是直接连在电极上，所以离子选择电极和参考电极都可以任意的单独更换，换言之电极插座可以配置任意的 ELIT 电极，反复使用多次。使用电极之前必须把黑色的电极保护帽脱去。建议先把电极保护帽脱去后再插进电极插座以免因为脱除时用力不当而损坏电极接口处的针脚。注意：参考电极的电极保护帽内装有保养液，脱去时要注意竖直放置。

预处理

为了得到最稳定结果，建议测量之前要先把离子选择电极和参考电极浸泡在适当的标准溶液中作 10—15 分钟预处理（见 A 快速指南的第 3 项）。如果电压在这段时间内保持着稳定的读数，那么就表明系统操作正常。为了得到高精度的结果，建议重复着几个步骤：移走电极，清洗，吸干，再浸入溶液中（浸泡至少 2 分钟从而得到稳定读数）的直至连续 3 个读数之间保持在 1mV 的差距内，以保证电极得到适当的润洗以及预处理。当电极是首次使用或者经过长期保存后再使用的时候，上述的预处理可能不足够，需要浸泡一夜甚至一个周末才可以得到稳定的读数。在这种情况下，应该把参考电极移去并将其套上电极保护帽（里面装有保养液）以防止外充液的流失。做完预处理后，用去离子水喷洗电极，小心地用实验室拭纸吸干。

校正原理

离子选择电极的工作原理的基本点就是当离子选择电极和参考电极浸入同一溶液时所产生的电位与溶液中离子的活度的对数（或者有效浓度）之间所具有的线性关系。这种关系可以用能斯特方程来表示：

$$E = E^0 + (2.303RT/nF) \times \text{Log}(a)$$

E = 离子选择电极和参考电极的总电位 (mV)

E^0 = 为特定离子选择电极/参比电极对的特征常数

(在原电池中是所有液界电动势的总和)

2.303 = 为自然数转换为以 10 为底数的对数的因子

R = 摩尔气体常数(8.314 joules/degree/mole).

T = 绝对温度

n = (标识的) 离子的转移电荷数

F = 法拉第常数 (96,500C/mol).

$\text{Log}(a)$ = 被测离子的活度的对数

请注意 $2.303RT/nF$ 所表示的是方程式的斜率 S ，该斜率是判断电极特性的重要因素：一般斜率越小表示电极老化程度越高又或者受到的污染越大，同时斜率减少，样品测量的误差就增大。例如：当 $S=55$ 时，1mV 的误差会引起 4% 的浓度误差；当 $S=26$ 时，浓度误差会增加至 8%。由于电位与溶液中离子活度的对数关系，斜率反映了当溶液中的浓度变化时，所对应的电位差，一般取浓度每变化十倍 (decade) 时的毫伏差 (mV)，表示为 mV/decade。在 25°C 时，单价离子斜率的理论值是 59.2，二价离子为 29.6。但在实践中，斜率的实测值会有较大的差异。在实际应用中关键的问题不在于斜率的实测值是多少，而是在所测量的浓度范围和测量的时间内，必须要尽量保证有比较高和稳定的斜率值。

溶液中离子的活度是衡量参加反应的离子的数量，这里指的是与离子选择电极的电极膜相互作用的离子的数量。一般来说是少于存在溶液中的被测离子的实际数量（也就是少于浓度），由于溶液中还存在其他离子，离子的活度也会因此而降低。溶液中不管是同种离子还是不同种的离子，其他离子的浓度越高（也就是溶液中的离子强度），阻碍离子活度的作用就会越大，从而使得活度与浓度的差异就会越大。但是在离子强度比较低的稀释溶液中，这种差异会比较小，在许多实际的应用中这种常常可以被忽略不计，在这种条件下，校准计算和测量样品都可以采用较为方便的浓度单位来计算了。

活度和浓度的的关系可以用活度系数表示($f = a / c$)。这取决于溶液中待测离子的强度，化合价，以及离子的半径。活度系数通常都是小于 1 的，活度系数越小，活度和浓度之间的差异就越大。

离子强度(I)可以通过方程： $I = 0.5 \times \text{Sum} (c_i \times Z_i^2)$ 计算得出。其中 c = 摩尔浓度， Z = 离子的化合价。

活度系数(f) 可以通过方程： $-\text{Log}(f) = [(0.51 \times Z^2 \times \text{SQR}(I)) / (1 + (3.29 \times d \times \text{SQR}(I)))] - (0.1 \times Z^2 \times I)$ 计算得出，其中 Z = 离子的电荷数， I = 溶液中离子的强度， d = 离子半径 (nm)

注意：这个方程只是适用于当 $I=0.6\text{Molar}$ 的时候。当离子强度很高时其他因数的影响就会使得这个计算活度系数的方程不再成立。

以下数据表列出了各类离子强度的大小，根据其大小可以判断出在测量时是否可以忽略其活度

的影响。

不同离子强度的溶液中各种离子的活度系数以及可能存在的浓度误差（估算的误差）

离子	化合价 (Z)	离子半径 (nm)	离子强度 (mol/L)	活度 系数	浓度 误差
NH ₄ , Ag	1	0.25	0.5	0.664	34%
			0.1	0.762	24%
			0.01	0.899	10%
			0.001	0.965	4%
			0.0001	0.988	1%
K, Cl, Br, I, CN, NO ₂ , NO ₃	1	0.3	0.5	0.688	31%
			0.1	0.771	23%
			0.01	0.901	10%
			0.001	0.965	4%
			0.0001	0.988	1%
F, ClO ₄ , SCN	1	0.35	0.5	0.710	29%
			0.1	0.779	22%
			0.01	0.902	10%
			0.001	0.965	3%
			0.0001	0.988	1%
Na	1	0.45	0.5	0.748	25%
			0.1	0.795	21%
			0.01	0.905	10%
			0.001	0.965	3%
			0.0001	0.989	1%
Pb, CO ₃	2	0.45	0.5	0.313	69%
			0.1	0.399	60%
			0.01	0.670	33%
			0.001	0.869	13%
			0.0001	0.955	5%
Ba, Cd, Hg, S	2	0.5	0.5	0.341	66%
			0.1	0.413	59%
			0.01	0.674	33%
			0.001	0.869	13%
			0.0001	0.955	5%
Ca, Cu	2	0.6	0.5	0.396	60%
			0.1	0.439	56%
			0.01	0.682	32%
			0.001	0.870	13%
			0.0001	0.955	4%

如果被测样品具有比较高的离子强度, 如下的 5 种办法均达到减免活度和浓度之间产生的误差的效果。实践证明第 5 种方法是最为有效的, 甚至在低离子强度的情况下, 也能起到提高测量准确度的作用。

- 1) 在标准溶液和样品中加入适当的**离子缓冲溶液 (ISAB)** 使**离子强度保持在同一水平**。有一点必须注意, 大部分的 ISAB 配方一般可以把浓度提高到 0.1M, 而且只有当样品的初始浓度严格低于 0.1M 才能起到作用。
- 2) 将**样品稀释**至离子强度的影响不明显为止, 但要保证待测的离子的浓度保持在电极的线性范围之内。
- 3) 对于带有复杂但已知的成分的样品, 用**有相似的成分的溶液来制备其标准溶液**, 但该溶液不可以含有待测离子或者任何对测量造成干扰的离子。
- 4) **使用活度常数, 将活度转化为浓度**。简单的溶液中, 活度常数可以通过所有离子的浓度计算得出, 但在许多实际应用中都是不可行的, 因为很多样品都带有复杂或者未知的成分。活度浓度之间的换算可以通过 ELIT 的 ChemTool 程序包来实现, 这个程序包在离子 /pH 分析仪软件中。
- 5) **使用标准加入法 (或样品加入法)**: 首先测出标准 (样品) 的电压, 然后在大体积的样品 (标准溶液) 中加入小体积的标准溶液 (样品) 后再测量器电压, 这样离子强度在校准测量和未知样品测量过程中始终保持一致, 测量浓度通过两次的测量所得的电位差计算出来。这个方法还有的优点是, 因为在校准和对未知样品进行测量时, 电极的两次测量都浸在同一种溶液中, 从而使由温度差异、滞后作用或者液界电动势的变化所引起的误差最小化。与直接电位测定法相比, 即使测量离子强度比较低的样品都能够得到更加精确的结果 (详见 C 部分)。

校准电极

在开始测量之前, 电极必须要用一系列已知浓度的标准溶液进行校正。一个完整的离子选择电极校正过程需要配备一系列 100ml 的标准溶液, 这些溶液是由 10000ppm 或者 1000ppm (或者 0.1、0.01M, 方便即可) 的标准溶液逐级稀释而成的, 100ppm, 10ppm, 1ppm, 或者 1M, 0.1M, 0.01M (或者选择浓度更低的标准液——详见电极规格总表)。注意上述所指的浓度是待测离子的浓度不是盐溶液中包含的所有离子的浓度。制备这一系列的标准溶液的方法: 吸取 10ml 高浓度的标准溶液至 100ml 的容量瓶中, 用去离子水稀释至 100ml, 充分摇匀, 再倒入 150ml 烧杯中备用。把之前使用过的吸液管和容量瓶清洗后, 即可再次使用。在之前倒入了溶液的 150ml 烧杯中的吸取稀释液再次稀释。

如果样品的近似浓度范围已知, 就可以简化以上的过程, 只需要做两点校准即可, 要求所取的校准点要尽量比较接近样品的浓度范围。注意: 如果在超出校准范围的情况下, 对样品使用外推法来测量会产生较大的误差。在校准的过程中使用浓度相隔 10 倍校准点, 如: 10ppm 与 100ppm 或者 10ppm 与 1ppm, 会便于斜率的计算和判断电极的性能。因为斜率是溶液在不同浓度是所对应的电压差。建议使用 3 个或以上的校准点确定校准曲线的线性部分和测出稀释标准溶液时的误差以及校准曲线的非线性部分。一旦确定了样品所在浓度范围内的斜率, 此后只需在靠近样品浓度范围附近做单点重校准, 即可进行相同范围的测量时, 方便又快捷 (至少适合于当天或者长时间后做的低精度测量)。这一系列的操作都可以在 ELIT ISE/pH Ion 分析软件上轻易实现。

校准溶液和样品的温度要保持在 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 的范围内。如果需要使用离子缓冲溶液的话, 要在所有标准液和样品中加入等比例的离子缓冲液。如果在电极规格总表中指出需要加入离子缓冲溶液, 例如: "2% v/v", 但这只是个大约的数值, 关键是所有的溶液, 样品和标准液都必须用同等的方法来处理。一般最简单的方法就是在制备好适当浓度的标准溶液后, 在每 90ml 的标准液中加入 2ml 的离子缓冲溶液 (保留混合后的标准溶液作连续稀释用)。这种情况下, 在稀释后浓度最低

的标准液中除去 10ml 保留余下的 90ml 份量使之与其他的标准溶液一致,而样品同样也只取其中的 90ml 份量来使用。

当校准溶液制备好了,就按照测量的样品的方法进行测量(详见以下的测量步骤)——按照从低到高的操作顺序,从测量最低浓度开始,依次往高浓度的标准溶液进行测量,以减少交叉污染。根据毫伏/离子计的测量的电压读数,制定出 mV—浓度的对数校准曲线图(或者在半对数图纸中绘出 mV—浓度的校准曲线图),这样,通过样品的测量毫伏电压就可以在校准图上求出其离子的浓度。这些繁琐的图形制作和计算工作,均可以通过采用先进的 ELIT 离子/pH 系统来自动完成。

为了提高测量结果的精度,最好是在校准后马上进行测量;在测量每个样品之前都进行校准。初始时需要做两个校准点的测量来确定斜率,为节省时间,此后的测量在使用相同斜率的时候可以只作单点校准。实际应用中,分析员要衡量重校准所花费的时间与测量中所需要达到的精度之间的关系,从而在提高效率的同时又满足测量的要求。在许多的应用中,一般是每小时或者每 20 个样品作一次校准就足够了,对于长时间单个溶液的监测,校准的频率可以减少。

测量程序

测量标准溶液和样品的的基本方法在快速指南(见上)中已给出。在采用各种不同的方法和手段来努力提高测量结果的精确度的同时,分析人员要注意考虑因此而来的影响因数以及对分析质量负作用。因此,如果一个分析项目要求提供高精度的测量结果,建议在做系列测量之前,要先对仪器和测量方法进行试验,找出适合于所测样品的电极和仪器系统,使测量的结果取得满意的测量重现性和精确度。

有一点必须强调的是:无论选用何种方法,在同一个测量中,所有的样品和标准溶液都必须沿用同一种方法来进行测量。

1) 在测量的过程中溶液需要搅拌吗?

在许多教科书里都主张在测量的时候应该不断地搅拌配测溶液。一些权威人士认为将电极浸入测量的溶液时应该用磁搅拌器轻轻搅拌溶液(大约 100rpm)。其主要的优点是大部分的电极系统中,搅拌测量溶液,使得电压更快地到达稳定读数状态。而且搅拌可以防止在溶液器或者电极附近的溶液层堵塞。不过也有不足之处,就是花费的时间较多,在插入和移走搅拌棒的时候会难以避免地引入杂质,此外搅拌棒和溶液之间也会产生热交换。另外,如果要搅拌溶液的话,至少需要 50ml 的样品(100ml 会更好),样品量太少的就无法进行搅拌了。有的人喜欢一边读数一边搅拌,有的人则认为读数时最好停止搅拌,保持溶液静止。但要注意,当停止搅拌时,某些溶液和电极系统的电压读数在搅拌与停止搅拌时,其读数有很大的变化。

在许多情况下,浸入电极后,只需要手动搅拌一会溶液就行了(即保证溶液和电极膜之间接触均匀良好——也就是没有气泡)然后就让其静止。这样既避免了发生热交换的问题,又不会因为切换磁搅拌器时所带来的不便。

2) 浸入电极后,需要等候多长时间才能读数?

等待读数测量的时间长短取决于所使用的电极系统的特性,样品的属性,以及测量所需的时间与精度之间的平衡关系。要得到精度高的结果,最好就是等到电压稳定的时候进行读数。对于大部分电极系统,这大约需要 3~5 分钟(如果对溶液进行搅拌,到达稳定的时间会加快些)——虽然有些权威人士称这个过程需要 15 分钟。

第二种方法是设置预稳定时间。把电极浸入溶液，在预稳定时间后开始读数，从而简化了读数过程。一般电极在浸入溶液后的开始 30 秒钟，其电压值的变化速度很快，变化起落会比较大，之后，变化会逐渐缓慢。通常 2 分钟之后电压就可以达到初始的平衡状态，此时电压还会有些小小的变动，这主要是来自于参考电极的液界电动势。

第三种方法就是在浸入电极后通过观察电极的漂移读数，来判断电极的平衡程度，当漂移的方向发生完全转变的时候所读取的数据就是平衡点的读数。也就是在一个新的电化学过程开始占主导地位的时候——但这种情况并不是经常发生的。

3) 是否需要使用 ISAB?

如上所述，当离子强度少于 0.1M 的时候，在样品和标准液中同时加入 ISAB，离子缓冲溶液，可以抑制溶液中各种离子强度对测量所带来的影响。有些电极系统，在加入 ISAB 后，可使其电压更快地到达稳定状态，从而使得校准数据更为准确。因此一些权威人士建议在所有的测量中都应该加入 ISAB。此外，如果 ISAB 是用于控制被测溶液的 pH 范围，又或者是用于抑制干扰离子，那么，无论样品溶液中离子强度大小如何，都是必须加入 ISAB。

4) 更换测量样品时该如何进行清洗?

在某些测量分析中，特别是只需要近似的测量结果或者样品的体积比较大的时候，只需要在切换样品之间，将电极甩动一会，把之前样品的液滴甩掉就可以了，又或者用实验室拭纸轻轻拭干剩余的液滴就可以避免大部分的交叉污染。但要获得精确的分析结果，建议在每次测量后用去离子水喷洗电极，然后用实验室拭纸拭干。如果要获得精度很高的结果，在每次测量完后，清洗电极后，再把电极放在去离子水中浸泡 20~30 秒（然后拭干电极，以防止把多余的液滴带入，稀释了新的测量样品）。从而保证了新样品的读数变化都在同一方向上，减少了之前测量样品读数对其的影响。

C) 标准加入法和样品加入法

这些方法的主要优点就是校准和样品测量是在同一溶液中同时进行的。因此温度和离子强度的差异都很少，不需要加入 ISAB。还有一个优点就是，在整个测量过程中，因为所有的测量电极都是浸泡在溶液中，所以参考电极的液界电动势变化很少（当参考电极从一种溶液转移到另一种溶液时，其液界电动势会发生几个 mV 的变化），因此可以从根本上避免产生测量误差的因数。

与直接电位法相比，加入法所测量的结果更加精确，即使是离子强度低的样品。

这些方法的缺点是对操作非常严格，要求精确地量取并把标准液与样品混合起来，同时其计算方法要比直接电位法复杂得多。因此，很多人在进行离子选择电极测量时，都不喜欢采用这些方法。现代智能化仪器为其提供了非常有效的解决方法，比如：ELIT ISE/pH Ion 分析仪(提供 2-通道的电极计算机界面接口)，软件系统可以轻易快捷地：计算出采用加入法时所需要的标准溶液的体积和浓度，（溶液体积的加入可以是手工操作，也可以使用自动吸取器以保证量取的准确性），测量出电极的电动势，并计算出浓度的结果。

还有一个缺点就是在测量之前必须知道被测样品的大致浓度范围，以此选择合适浓度和体积的标准溶液，以及适当体积的样品溶液。如果样品浓度是完全未知的话，可以用直接电位法做一个简单快速测量来确定。直接电位法的快速测量可以在已经做好的校准曲线数据上进行，但是要获得

准确的测量结果，应该是在估算的样品浓度范围内，对电极作两点校准来求出，然后马上进行样品测量。实际使用中，经常是用最新测量出来的校准斜率，又或者是理论计算斜率——尤其是在只要求对样品之间作出定性测量和分析的情形。

标准加入法是最常见的方法，主要是在大体积(如 50~100ml)的样品中加入小体积(如 2~5ml)的标准溶液。在选择标准溶液的浓度和体积时要注意，加入的溶液必需要能够使被测溶液的离子浓度(即测量电压)产生明显而可测量的变化，又不至于明显地稀释了样品的成分(保持溶液中离子强度水平的基本不变)。测量的基本步骤是：首先测量已知体积的初始样品的电压，然后加入已知体积的标准溶液，充分混合后再次读数，使用 ELIT 离子/pH 分析仪软件系统即可以计算出样品的浓度。

标准加入法的主要局限性是只适合测量比较大体积的样品(最少 50ml)。而且，测量需要在样品的离子强度范围内进行，因此所使用的斜率应该略为降低一些。若要得到高准确度，斜率就必须通过使用含有与样品成分相似的标准溶液来进行校准而得到，当然用作配置标准溶液的溶液，不可以含有被测离子和任何干扰离子。

样品加入法与标准加入法的做法相同，不同的只是将小体积的样品加入大体积的标准溶液中。它比标准加入法优胜的地方是因为，被测样品的成分的存在对测量的结果不构成影响(一般至少稀释成 1:10)，测量时可以不考虑，所以如果在标准液的离子强度范围内进行测量，使用常规的电极斜率就可以了。此外，由于测量过程总是从纯的标准溶液开始做起，这样就能够保证所有测量数据都在电极的线性范围内。这个方法对于量少的样品，高浓度的样品，又或者成分比较复杂的样品都十分有用。对最后一种情况，样品的充分稀释十分重要，使之不会明显地改变标准溶液的离子强度。在把样品加入到标准溶液之前，先对样品进行稀释其效果会比较好，但要注意所加入样品的浓度必须要足以使纯标准溶液中被测离子浓度的电压产生可测性的变化，也就是说，这种方法不适用于测量过分稀释的溶液。测量的基本步骤是：首先测量已知体积的初始标准溶液的电压，然后加入已知体积的样品溶液，充分混合溶液后再次读数，使用 ELIT 离子/pH 分析仪软件系统即可以计算出样品的浓度。

D) 干扰离子

其他离子对测量结果的干扰是离子选择电极测量中需要不断解决的难题，也是其存在的最大局限性。由于离子选择电极的选择性不是绝对的。所有的电极除了对被测离子有比较强烈的敏感度之外，都会对某些其它离子有一定程度的敏感度——通称为干扰。很多场合中，干扰是微不足道的，可以忽略。但干扰达到一定程度，即电极对干扰离子的敏感程度远超出所测的离子的敏感度的时候，就必须要把测量中的干扰离子排除，或者把干扰离子的浓度将低到可以忽略的范围之内，才可以进行测量。在某些情况下，可以通过采用化学的方法排除干扰离子，以及在离子缓冲溶液中加入一些适当的化学物质用于抑制干扰离子。

对 ELIT 离子选择电极产生干扰的离子以及选择系数 SC 都可以在 ELIT 电极规格总表中找到(如果电极对干扰离子和所测的离子的敏感程度相等的话，则 $SC=1$ ，如果对所测离子的敏感程度是干扰离子的 10 倍的话就等于 0.1，如此类推)。但选择系数不是固定的，它取决于一系列的影响因素，如溶液的总离子强度，温度，溶液中每种离子的实际浓度及与其它离子之间的浓度比例等。由于这些种种的因素，要完全排除是不可能的。使用 ELIT 离子/pH 分析仪软件系统中的 ChemTool 程序包可以计算出所有 ELIT 离子选择电极的干扰影响以及所产生的误差量级数，给

用户在选择合适的测量电极和方法时提供了非常有效的技术依据与指南。

E) 保存与保养

电极在使用过后，要用去离子水喷洗并拭干。如果电极需要经常使用，已经插在电极插座里并且是固定地在电极支架上，那么就不需要在每次测量样品后，马上套上电极保护帽。如果电极不需要在长时间内再使用（一夜或者只需要长时间保存），就必须套上电极保护帽以防止空气的氧化腐蚀或者机械损坏。

参考电极的电极保护帽在每次测量过后都必须套上，以防止电极的外充液干枯。参考电极必须润湿保存，电极保护帽里内使用的保养液应该是与其外充液相同。为了减少保养液的流失，最好就是在电极帽的底部加入一些易吸收溶液的材料，如棉花絮等，在保存的过程中，需要经常检查，随时要补充保养液。

注意事项

- 1) 每次将电极浸泡在纯的蒸馏水或去离子水中的时间不应该多于几分钟——避免发生渗漏作用。
- 2) 建议在脱除/带上电极保护帽之前，先把电极从电极插座上拿出来，以免因为脱除/带上电极保护帽时用力不当而损坏电极接口处的针脚。
- 3) 为了延长电极的使用寿命，最好就不要碰触电极膜的表面，避免使其接触强酸，强碱，清洁剂，表面活性剂和 PVC 溶剂。还注意不要长时间地把电极浸在含有污染电极膜的干扰离子的溶液中。

F) 故障确认与排除

如果电极反应表的很慢或者斜率比较低，就有可能是电极膜受污染或者电极膜被覆盖。在这种情况下，PVC 膜可以用酒精细心清洗后复原，然后再用去离子水清洗，在预处理液中浸泡一夜甚至更久——但要注意不要连同参考电极一起浸泡，以避免外充液的流失和干枯。

而晶体膜就可以用质量好的、湿的砂纸轻轻地打圈摩擦以去除杂质，然后用去离子水清洗。在使用之前必须再次进行预处理——操作完后，电极大概需要几个小时才能恢复正常的使用状态。

如果离子选择电极与 ELIT 8mm 的参考电极配合使用时出现信号很不稳定以及读数上下浮动的幅度多达 700~1000mV，那么很有可能是由于参考电极的电解液中含有微小的气泡的原因而做成的。这可能是由于运输或者长时间的保存引起的。通常只要把电极垂直拿起，电极膜的一端向下，用腕力上下甩几次，就像处理用旧了的水银体温计一样。

如果电压的读数出现比较大的误差，也有可能是由于线路接触不良，或连接部位的潮湿等原因。在这种情况下，必须检查所有的连接线路，清洁和干燥所有的连接部位。如果误差现象只是随机地出现并且误差范围是在几个毫伏（mV）之内，也可能是电极膜被污染或者受到外部静电场的影响。后者的原因，可能是由于测量现场的人员所穿的衣服含有容易产生静电的材料而造成的，此时，如果在场人员在读数期间的几秒内保持静置，将有助于数据的准确读取。