



中华人民共和国国家标准

GB/TXXXXX—XXXX/IEC 62703:2013

液体荧光氧分析仪的性能表示

Expression of performance of fluorometric oxygen analyzers in liquid media

(IEC 62703: 2013, IDT)

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

液体荧光氧分析仪的性能表示

1 范围

本文件适用于连续测定水中溶解氧分压或浓度的荧光氧分析仪（以下简称“仪器”）。该仪器适用于超纯水、淡水、饮用水、海水、工业或市政污水以及工业流程中液体的测定。

本文件不适用于基于荧光法对气体中氧检测的仪器。

与被测介质接触的仪器传感器单元包含带有可渗透氧的聚合物膜的发光体或含有其他渗透氧材料（或基质）的发光体。

本文件规定了仪器的术语和定义、要求和试验方法。

本文件按IEC 60359和IEC 60770系列通则制定。

本文件适用于基于在线测量技术,且长期固定安装在室内或室外的仪器。

安全要求参见IEC 61010-1。

过程控制系统的模拟直流电流信号的标准范围参见IEC 60381-1。

对测试数值的影响量的规定参见IEC 60654系列。

仪器使用说明书编制要求参见IEC 61187。

量、单位和符号相关规定按ISO 80000-1:2009。

本文件旨在：

- 规定用于连续测定液体介质中溶解氧分压或浓度的液体荧光氧分析仪性能特性的术语和定义；
- 统一制造和检验这类仪器功能特性的方法；
- 确定功能特性所需要试验和试验方法；
- 提供符合ISO 9001质量保证标准的基础文件。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件,其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

IEC 60068（所有部分），环境试验

IEC 60359:2001，电气与电子的测量设备—性能的表达

IEC 61010-1，用于测量，控制及试验室使用的电子设备的安全要求——部分1：通用要求。（国标）

IEC 61187，电气与电子的测量设备—文件编制。（国标）

3 术语和定义

IEC 60359:2001和IEC 61207-1:2010界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1 基本术语和定义

3.1.1

被测量 measurand

拟测量的量，在测量过程中由测量系统测量或演算而得到。

注1：若声明没有受到测量仪器干扰量值影响时，拟测量的量值为未受干扰量值。

注2：未受干扰的值及其相关的不确定度只能通过被测量系统和与测量交互作用的承载着仪器特性的计量学知识模型计算得到。

3.1.2

测量结果 result of a measurement

与其他有用的相关信息一起赋予被测量的一组量值，包含数值、对应的不确定度和测量单位。

注1：区间的中间值被称为测量值（见3.1.3），其半宽度称为不确定度（见3.1.4）。

注2：测量结果与仪器的示值（见3.1.5）和经校准的修正值有关。

注3：如果对同一个被测量的所有其他测量结果相比拟，该区间就可以表示被测量。

注4：区间的宽度以及由此而得到的不确定度，只能在规定的置信水平下给出（见3.1.4，注1）。

[来源：IEC 60050-300:2001，311-01-01，修订版-定义和注的修订]

3.1.3

测量值 measure-value

代表被测量的一组测量结果的中间值。

注：测量值并不比测量结果中的其他数值更能代表被测量，仅仅是出于方便以 $V \pm U$ 的格式表示测量结果，其中 V 是测量结果的中间值， U 是测量结果的半宽，而非它的极限值。限定词“测量”用来避免与读数或校准示值发生混淆。

3.1.4

不确定度 uncertainty

测量不确定度 uncertainty of measurement

与测量结果相关的参数，其能够合理地表征被测量值之间的分散性。

注1：该参数可以是标准偏差（或是其倍数），或具有规定置信水平的区间半宽。

注2：通常，测量不确定度包含许多分量，其中的一些分量能够用一系列测量结果的统计分布来计算，并且可以用实验标准偏差来表征。其他分量也可以用标准偏差来表征，其可用基于经验或其他信息假定的概率分布来推算。

注3：测量结果应被理解为被测量值的最佳估值，所有不确定度的分量，包含由系统效应引起的，诸如与修正值和参考标准有关的分量，都会影响测量结果的分散性。

注4：本定义和注1、注2来自测量不确定度表示指南（GUM，Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement）的B2.18。本文件选择GUM程序中用包含因子为2的区间半宽表示不确定度。该选择符合许多国家标准实验室采用的做法。包含因子为2的正态分布符合95%的置信水平。另外，统计分布需要在包含因子和置信水平之间建立联系。由于这类分布信息不一定能够得到，因此规定包含因子是更可取的方法。在GUM定义中表明，由于在最通常的情况下，“区间”能够保证以一个足够高的置信水平，以相同的测量方法测量同一个被测量的所有测量结果的一致性，所以它能够合理地用于描述被测量。

[来源：IEC 60050-300:2001，311-01-02，修订版-删除了原注释1，补充2个新注释]

3.1.5

示值 indication

读数值 reading-value

仪器的输出信号。

注1：校准示值可以通过校准曲线修正得到。

注2：对于实物量具，示值是其名义值或标称值。

注3：仪器示值的输出形式：

——对于模拟输出，它是带有适当显示单位的数字；

——对于数字输出，它是显示出的数字化的数字；

——对于代码输出，它是代码模式的符号。

注4：对于人工观察读出的模拟输出（如：指针在仪器标尺上），输出单位是刻度数的单位；对于由另一个仪器读出模拟输出（如：校准过的变送器），输出单位是支持输出信号量的测量单位。

[来源：IEC 60050-300:2001, 311-01-01, 修订版-修改了定义和增加了新注释]

3.1.6

校准 calibration

在规定的条件下建立示值和测量结果之间关系的系列操作。

注1：校准应在明确的仪器工作条件下实施。如果仪器在超出校准使用的范围以外的条件下工作，代表其结果的校准图是无效的。

注2：示值和测量结果之间的关系原则上能用一个校准图来表示。

[来源：IEC 60050-300:2001, 311-01-09, 修订版-修改了注1]

3.1.7

校准图 calibration diagram

坐标平面的一部分，由仪器示值轴与测量结果轴定义，表示仪器对被测对象的不同数值的响应。

【来源：IEC 60050-300:2001, 311-01-10, 修订版—删除了注】

3.1.8

校准曲线 calibration curve

示值与被测量值之间关系的曲线。

[IEC 60050-311, 311-01-11]

注1：当校准曲线是一条通过原点的直线时，能够便捷地得到其斜率，该斜率就是仪器常数。

注2：校准曲线是校准图上平行于测量结果轴线，把校准图宽度边一分为二的曲线，因而形成代表被测量值的交汇点。

【来源：IEC 60050-300:2001, 311-01-11, 修订版—删除了注1】

3.1.9

校准示值 indicated value

基于校准曲线由指示仪器给出的值。

注：仪器在校准图有效的所有工作条件下进行直接测量时，校准示值就是被测量的测量值。

【来源：IEC 60050-300:2001, 311-01-08, 修订版—更新了定义及其注释】

3.1.10

约定测量值 conventional value measure

校准中使用的标准值，其不确定度相对于待校准仪器的不确定度可忽略不计。

注：为了适应本文件，此定义来自“（量的）约定真值”，即：赋予一个特定量的值，有时通过约定，是一个具有和规定目的相适应的不确定度的值(见IEC 60050-300:2001, 311-01-06)。

3.1.11

影响量 influence quantity

在直接测量中不影响实际被测的量，但会影响示值与测量结果关系的量。

注1：影响量可能来自于测量系统、测量设备或环境。

注2：由于校准图依赖于影响量，为了给测量结果赋值，有必要了解在规定范围内是否有相关的影响量存在。

注3：当测量结果满足关系： $C' \leq V - U < V + U \leq C''$ 时，影响量被认为在 C' 到 C'' 的范围（见3.1.3）。

【来源：IEC 60050-300:2001, 311-06-01, 修订版—注1定义和补充注3】

3.1.12

稳态条件 steady-state conditions

一种测量装置的工作条件，在这种条件下，测量随时间的变化使仪器的输入和输出信号之间的关系相对于测量随时间不变时的关系不会发生显著变化。

3.1.13

溯源性 traceability

通过一条具有规定不确定度的不间断的比较链，使测量结果或测量标准的值能够与规定的参考标准，通常是与国家测量标准或国际测量标准联系起来的特性。

注1：通常用“可溯源的”来表述。

注2：这条不间断的比较链称为溯源链。

注3：可溯源性意味着计量架构是由固有不确定度逐级递增的不同等级的标准（仪器和实物量具）组成。从基准到校准装置的比较链在每一环节都增加了新的不确定度。

注4：应指定给定的不确定度范围，保证可溯源性。

【来源：IEC 60050-300:2001, 311-01-15, 修订版—删除原注释3，补充新的注3和注4】

3.1.14

平均值 mean

一组值中各个值的总和除以该组值的总数得到的值。

3.2 设备和运行的通用术语和定义

3.2.1

电子测量仪器 electrical measuring instrument

用电气或电子方式测量的仪器。

【来源：IEC 60050-300:2001, 311-03-04】

3.2.2

变送器 transducer

对输入信号进行处理后转换成输出信号的专用装置。

注：测量仪器含有一个或多个变送器。当信号由多个变送器进行处理时，每个变送器的输入和输出信号不总是直接和单向传输的。

3.2.3

固有不确定度 intrinsic uncertainty

仪器固有不确定度 intrinsic instrumental uncertainty

在参比条件下使用的测量仪器的不确定度。

[来源：IEC 60050-300:2001, 311-03-09, 修订版—更新了该术语]

3.2.4

仪器工作不确定度 operating instrumental uncertainty

在额定工作条件下的测量仪器的不确定度。

注：仪器的工作不确定度，与固有不确定度类似，不是由仪器的使用者评估的，而是由制造商说明的，或者由校准得到的，该说明可由仪器的固有不确定度和一个或多个影响量值之间的代数关系来表达。但是，此关系仅表示不同工作条件下的仪器的工作不确定度的简便方法，而不是一个用于评价仪器内部不确定度传递的函数关系。

3.2.5

校准验证 verification of calibration

用来检查在规定条件下示值是否与在预置的校准图限值内标称一组已知测量值一致的一系列操作。

注1：通常，用于验证的已知的测量不确定度，相对于仪器校准图中设定的不确定度可以忽略不计。

注2：材料测量校准验证包括检查供应量的测量结果是否与校准图给出的间隔相匹配。

【来源：IEC 60050-300:2001, 311-01-13, 修订版—删除注1，增加了新注2】

3.2.6

测量仪器的调整 adjustment of a measuring instrument

对测量仪器进行的一组操作，使其提供与给定的被测量值相应的示值。

注：被测量为零时使得测量仪器的指示也为零的一组操作称为调零。

【来源：IEC 60050-300:2001, 311-03-16】

3.2.7

测量仪器的用户调整 user adjustment of a measuring instrument

用户按照制造商规定自行所作的调整。

【来源：IEC 60050-300:2001, 311-03-17】

3.3 性能表示的术语和定义

3.3.1

范围 range

上下限之间的量值区间。

注1：术语“范围”一般与修饰语一起使用。可以是性能特性、影响量等修饰语。

注2：当范围的上下限其中之一为零或无穷大时，另一个有界极限称为阈值。

注3：不确定度与范围的极值或阈值无关，因为它们并非测量结果本身，而是关于满足测量结果条件的预先说明。如果测量结果应处于额定范围内，可理解为表示测量结果的整个区间 $V \pm U$ 确定都应落在范围的极限内或测量结果超出阈值，除非相关标准或明确协议另有规定。

注4：范围可以由其上下限来表示，或通过规定中间值和半宽来表示。

3.3.2

由影响量引起的变差 variation due to an influence quantity

当影响量依次呈现两个不同的量值时，给定被测量的示值差或实物量具提供的量值差。

注1：对改变量进行评估时，与影响量的不同测量值有关的不确定度应该不大于此影响量参比范围的宽度，其他性能特性和其他影响量应保持在参比条件规定的范围。

注2：当变化量大于仪器的固有不确定度时，则是一个重要的参数。

【来源：IEC 60050-300:2001, 311-07-03，修订版—增加了2个新注释】

3.3.3

不确定度极限 limit of uncertainty

在规定条件下，由设备运行产生的仪器不确定度的极限值。

注1：不确定度的极限可由仪器的制造商给出，即在规定的条件下仪器的不确定度应不超过此极限值，或者由标准定义，在规定的条件下，一个给定准确度等级的仪器的不确定度应不超出此极限。

注2：不确定度的极限可表示为绝对形式、相对形式或引用形式。

3.3.4

规定的测量范围 specified measuring range

由被测量或者给定量的两个值定义的范围，测量仪器的不确定度极限值应规定在此范围。

注1：一个仪器可以有几个测量范围。

注2：规定测量范围的上下限有时分别称为最大值和最小值。

【来源：IEC 60050-300:2001, 311-03-12，修订版—增加了两个新注释】

3.3.5

参比条件 reference conditions

影响量的规定值和/或规定值的范围的适当集合，在此条件下规定测量仪器的最小允许不确定度。

注：作为参比条件规定的范围，称之为参比范围，它们不超过额定工作条件规定的范围。

【来源：IEC 60050-300:2001, 311-06-02，修订版—更新了定义，增加了一个新注释】

3.3.6

参比值 reference value

一组参比条件中某个规定值。

【来源：IEC 60050-300:2001, 311-07-01，修订版—更新了该定义】

3.3.7

参比范围 reference range

一组参比条件中某个值的规定范围。

【来源：IEC 60050-300:2001, 311-07-02，修订版—更新了该定义】

3.3.8

额定工作条件 rated operating conditions

在测量期间为使校准图有效而应满足的一组条件。

注：除了包括影响量的规定测量范围和额定工作范围之外，额定工作条件还可以包括不能表示成量的范围的其他性能特性和其他示值。

3.3.9

标称使用范围 nominal range of use

影响量额定工作范围 rated operating range for influence quantities

影响量在不引起超过规定限值的变化情况下可取的范围。

注：每个影响量的额定工作范围是额定工作条件的一部分。

【来源：IEC 60050-300:2001, 311-07-05，修订版—增加了新注释 1】

3.3.10

极限条件 limiting conditions

在工作状态下，测量仪器能够经受而不致损坏的极端条件，当仪器恢复到额定工作条件下继续工作时，其计量性能不会降低。

3.3.11

工作极限值 limiting values for operation

不会导致工作中仪器损坏的影响量极限值，但仪器在其后参比条件下工作时，不再满足性能要求。

注：极限值取决于其应用的持续时间。

【来源：IEC 60050-300:2001, 311-07-06】

3.3.12

贮存和运输条件 storage and transport conditions

在非工作状态下，测量仪器能经受而不损坏的极端条件，其后仍可在额定工作条件下工作，仪器计量性能不降低。

3.3.13

贮存极限值 limiting values for storage

仪器贮存期间不会致仪器损坏的影响量的极限值，仪器其后在参比条件下工作时，能满足性能要求。

注：极限值取决于其应用的持续时间。

【来源：IEC 60050-300:2001, 311-07-07】

3.3.14

运输极限值 limiting values for transport

仪器运输期间不会致仪器损坏的影响量的极限值，仪器其后在参比条件下工作时，能满足性能要求。

注：极限值取决于其应用的持续时间。

【来源：IEC 60050-300:2001, 311-07-08】

3.4 荧光测定的术语和定义

3.4.1

发光 luminescence

被激发的分子实体（或原子或原子团）从其激发态发射的特定强度（发光强度）的自发辐射。

注1：发光体（发光团）是一种分子实体（或原子或原子团），当它受激后可确定发射荧光或磷光带。

【来源：PAC, 1996, 68, 2223】

注2：荧光是一类发光，其特征是在激发和发光过程中，涉及电子态的电子自旋是守恒的。

【来源：PAC, 1994, 66, 2513】

荧光团是能够发射荧光的有机或无机过渡金属复合物。

【来源：PAC, 2007, 79, 293】

荧光测定法是用于测量荧光分子在特定波长或与其吸收带相应波长激发下所发射的荧光强度和波长间关系的分布的仪器。

【来源：PAC, 1990, 62, 2167】

注3：磷光一类发光，其特征是在发光过程中涉及电子态的自旋变化，通常磷光是从分子的三重态到单重态的跃迁。

【来源：PAC, 1996, 68, 2223】

注4：分子激发态能量被无辐射弛豫减弱了荧光或磷光发射，这现象称为发光猝灭。无辐射弛豫现象来源于发光分子与猝灭分子间相互作用（电子能量或电荷转移），可以发生于分子单重激发态或三重激发态。

【来源：PAC, 1984, 56, 231】

3.4.2

氧致发光猝灭 luminescence quenching by oxygen

发光体发光被氧分子三重态猝灭的现象（氧分子基态是三重态，O₂）。

3.4.3

发光寿命 lifetime of luminescence

发光强度从某初始值衰减到该值的 1/e 需要的时间（e = 2.71828）。

注1：寿命可以通过衰减时间测量、闪光荧光测定法或单光子计时技术直接分析获得；也可以通过频域荧光测定法（相位荧光测量）间接分析获得，这里所说的相移是指正弦调制的激发光和发射光之间的相位差。

注2：应用闪光（脉冲）荧光测定法来测量发光的寿命，通常需要通过反卷积技术将闪光的信号与发光信号分开，以获得正确的发光衰减曲线。用这种方法获得的衰变时间称为校正的荧光或磷光的衰变时间。【来源：PAC, 1984, 56, 231】

3.4.4

频域荧光测定法 frequency-domain fluorometry

相位域荧光测定法 phase-domain fluorometry

一种用于恢复荧光衰减或磷光衰减参数特征（发光寿命）的技术。

注1：特定频率调制的激发光（如正弦调制）激发样品时，样品发射的荧光被同频率调制，利用相位的延迟，可以间接测量发光寿命。

注2：调制比被定义为荧光的调制深度和激发的调制深度的比值。相移和调制比都取决于系统的谐波响应。这些参数作为调制频率的函数来测量。

3.4.5

温度对发光的影响 temperature effect of luminescence

由温度变化引起的发光参数的变化。

3.4.6

发光体漂白 bleaching of the luminophore

由发光体衰减导致的发光强度损失。

3.5 仪器的术语和定义

3.5.1

荧光氧分析仪 fluorometric oxygen analyzer

用溶解氧分压或浓度的单调函数为输出信号的仪器。

3.5.2

传感器单元 sensor unit

荧光氧传感器由含有渗透氧基底的荧光体和带有照明与检测作用的光电单元组成。

注1：用光电单元检测发光体的发光效能，推荐使用一个温度传感器在实时在线监测传感器周围测量其环境温度。

注2：采用直接强度测量法需要将在传感器单元上的外部干扰光源的影响排除掉，此外，光吸收量取决于发光系统的剩余浓度，特别要考虑其长期稳定性。为了克服这些影响因素，发光寿命的测量是目前最先进的解决方案。应用频域荧光测定法（见3.4.3）（相域荧光测定法（见3.4.4））的闪烁荧光测定技术，测量正弦型调制的激发光和发射光之间的相位差，通过相位差测量发光寿命，

注3：对含有透明基底的发光体，采用一种光源直接照射，或使用光纤器件将光传输到光电单元。激光二极管、发光二极管等光源或闪光灯的中心波长及波长范围经优化与激发的发光系统的吸收范围相匹配。

注4：具有氧致淬灭效应的氧敏感荧光体嵌入到可渗透氧的聚合物或类似的基质中，通常，发光体和吸光物质同时嵌入相同分子实体中。在特殊情况下，可利用特定的吸收部位与不同的发光体部位组成的能量传递系统。特定的添加剂可对发光体有衰减或漂白影响，合理地加装附加功能器件将加强长期稳定性。

3.5.3

电子单元 electronic unit

用于控制光电单元的装置，用于评估被测发光信号的强度或寿命，以便判定氧致发光淬灭

(3.4.2)

注1：该电子单元配有实用软件规程的微处理器装置，通过该软件可测量发光强度比或判定不同发光寿命与氧浓度的关系。

注2：为了量化氧的被测值，基于算法程序或者数据集合的软件包括了氧在水中的溶解度表（考虑过温度，压力以及盐度的影响）（见附录C）以及水的蒸气压表。

3.5.4

氧溶解度 oxygen solubility

在一定压力、温度和盐度的条件下，与空气（饱和空气溶液）达到平衡时的水中氧的浓度。

注：水中氧的溶解度取决于其他被溶解的有机和无机化合物、被溶解的电解质、海水中的含盐量（盐度）（见附录C）。

3.5.5

传感器测试介质 sensor test-medium

用于性能测试的稳定气体混合物(氮气、氮气+氧气)，饱和水蒸气或已知浓度的加湿参比空气或已知分压的氧气。

注：已知溶解氧的浓度、分压或体积分数及其不确定度。（见3.7.1）

3.5.6

传感器校准介质 sensor calibration-medium

用于校准仪器的稳定的加湿（饱和水蒸气）气体（氮气，氧气）混合物或已知稳定浓度、分压或体积分数（可溯源不确定度）（见 3.7.1）的加湿参比空气。

注1：为消除游离氧或饱和含有水蒸气的气体（纯氮）等溶解物，溶解有气体（纯氮）或者溶解有分子、离子的化合物（或替代品）的溶液。

注2：特定的溶液（替代品），特别是溶解在水中的亚硫酸氢盐，通常用于提供无氧溶液，产生二氧化硫，参考pH值，作为氧的发光淬灭剂。如果使用含有溶解替代品的溶液作为测试溶液，显示出零偏差，超过使用惰性加湿气体（氮气）的不确定度，此偏差和不确定度应予以说明。

【来源：改编自 ISO 5814:2012，7.3】

3.5.7

重复性 repeatability

在相同的环境条件下，用同样的方法，同一测量仪器，同一操作者，在很短时间间隔内，采用一致的试验材料连续测量样品得到的仪器测量结果分布。

3.5.8

漂移 drift

仪器不经外部任何方式调整，参比条件保持不变的情况下，在不小于规定的时间间隔内，仪器测量给定氧气的浓度或分压水平的示值变化。

注：大多数情况下，额定量程下限是零，然而，漂移是指在样品成分、压力、温度和溶解氧浓度或氧分压恒定的情况下，额定量程上限读数的变化，用每小时或每天的满量程百分数表示。

3.5.9

稳定时间 stabilization time

安装新的或维护后的传感器，获得稳定测量值所需要的时间。

注：由膜或含有发光体的基质组成的荧光氧传感器的维护程序需要更换膜。

3.5.10

输出波动 output fluctuation

在输入和影响量不变的条件下，输出峰-峰值的偏差。

3.5.11

最小可检测变化 minimum detectable change

在不小于5 min时间间隔内，相当于输出波动两倍的被测特性值的变化。

3.5.12

滞后时间 delay time (T_{10})

从被测特性值发生阶跃变化的瞬间起，到校准示值变化通过且保持在超过其稳态振幅值之差的10%所经过的时间。

注：在上升滞后时间和下降滞后时间不同的情况下，应对它们分别作出规定。

3.5.13

90%响应时间 90% response time

从被测特性值发生阶跃变化的瞬间起,到校准示值变化通过且保持在超过其稳态振幅值之差的90%所经过的时间。即: $T_{90} = T_{10} + T_r$ (或 T_f)

注: 在上升响应时间和下降响应时间不同的情况下,应对它们分别作出规定。

3.5.14

上升时间 rise time

10%滞后时间(T_{10})与90%响应时间(T_{90})之差。

3.5.15

下降时间 fall time

90%响应时间(T_{90})与10%滞后时间(T_{10})之差。

3.5.16

预热时间 warm-up time

在参比条件下,从接通电源起,到需要部件或整机符合并保持在规定的 uncertainty 极限内的时间间隔。

3.5.17

干扰 uncertainty interference uncertainty

由样品中存在的干扰物质所导致的特殊影响量。

3.5.18

uncertainty 极限 limits of uncertainty

在规定条件下,由设备运行产生的仪器 uncertainty 的极限值。

3.6 仪器的影响因素

3.6.1

温度 temperature

温度除了影响氧的溶解度外(见 C.3),还影响激发态的热失活以及氧分子对发光体的猝灭速率。

注: 需要评估这些因素对发光系统的影响(见3.6.2)。

3.6.2

温度补偿 temperature compensation

荧光氧传感器单元,包括一个温度传感器,该传感器位于发光基质的活性部位,与待测样品热接触。

注: 温度对氧含量的影响可以用微处理器来处理(见3.5.1)。

3.6.3

压力 pressure

影响被测样品压力的外力。

注：压力变化影响溶解氧饱和度值，或最大氧浓度或氧分压。环境介质的空气压力（用水蒸气饱和空气校准）或样品压力必须采用适当压力传感器确定，或在电子装置上手动输入（见3.5.3）。

3.6.4

溶解物 dissolved substances

溶解的无机物（盐、酸、碱），以及影响水中氧溶解度的有机物。

注：在海水中，除了测量温度外，还要考虑盐度（按单位质量的含盐量），参考盐度-温度表，以确定正确的氧溶解度（见附录C）。

3.6.5

流量 flow

影响被测样品搅拌的外部流动。

注：原则上荧光氧传感器不显示初始耗氧量，需要调整流速，流速仅仅影响被测介质的传输。

3.7 量和单位

仪器涉及的量和单位见表1。

表1 量和单位

| 章条号 | 量 | 单位 | 备注 |
|-------|------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3.7.1 | 氧分压 PO_2 | mbar 或kPa 在特殊应用中，使用毫米汞柱（Torr）单位。表C.6列出了上述单位的换算率。 | 在应用于气相的情况下，可使用体积分数(v/v)单位。体积分数是某一特定组分的体积与混合前各组分的体积之和的商，各组分的体积均是在相同的压力和温度下测得的。体积分数用%表示。如果在相同的状态条件下，混合前各组分的体积和混合物的体积之和相等，则体积分数和体积浓度的值相同。然而，由于两种或两种以上的非理想气体在相同的状态条件下混合时，通常会伴有轻微的收缩(或者不太常见的轻微膨胀)。 [来源: EN 50104:2010, 3.1.5] |
| 3.7.2 | 溶解氧浓度 | mg/L、 μ g/L | 本文件使用毫克每升(mg/L)或微克每升(μ g/L)为单位。 |
| 3.7.3 | 氧饱和度 | % | 溶解氧可以用实际氧浓度的相对饱和度表示(见3.7.2)，氧饱和度是一定压力，温度，盐度条件下，实际氧浓度与理论氧溶解度的比值(见3.5.4)。 |

4 程序说明

4.1 仪器的值和范围

制造商应规定以下参数：

- 工作和贮存要求；
- 测量和输出信号的范围规定；

——不确定度的极限；

——推荐的参比值和影响量的额定范围。

4.2 工作，贮存和运输条件

4.2.1 额定工作条件

除非另有规定，应给出满足下列要求的额定工作条件和极限工作条件。

4.2.2 额定工作条件下的性能要求

在规定时间内，当各种性能特性和/或影响量都在极限值内时，处于运行状态的仪器不应损坏或性能下降。

4.2.3 额定工作条件下非工作状态时的性能要求

在规定时间内，当各种影响量都在贮存和运输条件限制值内时，处于非运行状态的仪器应无永久损坏或无性能下降。

注：无性能下降是指当恢复到参比条件或额定工作条件后，仪器仍能够满足性能的各项要求。

4.2.4 结构材料

应说明与样品接触的结构材料，并验证其不污染样品。

4.3 需给出额定值的性能特性

4.3.1 被测量性能（范围或量程）的最大和最小额定值。

4.3.2 与 4.3.1 中给出的额定值相对应的输出信号的最小和最大额定值。

输出信号，可能与测量有关，用电压或电流单位表示。如果用电压单位，应规定以欧姆为单元的最小允许负载。如果以电流为单位，应规定以欧姆为单元的最大允许负载。

如果仪器输出信号是电压，见 IEC 60382-2，如果是电流，见 IEC 60381-1。如果仪器输出信号是数字的，那么应规定物理接口和协议。

4.3.3 应说明待测样品的限值条件和额定使用范围，包括流速（如适用）、压力和温度，以及样品温度的额定最大变化率。

4.3.4 应说明所有影响量的参考值（或范围）和额定使用范围。这些参考值（或范围）和额定使用范围应从 IEC 60359（见附录 A）的 I 类、II 类或 III 类中选择，也可从 IEC 60654-1 的使用组别中选择。特殊情况，制造商应明确说明，例如：仪器在环境条件下对应一类，而在电源条件下对应另一类，则制造商应明确说明。

4.4 不确定度极限

4.4.1 固有不确定度极限

根据参比条件规定固有不确定度极限，根据额定工作条件规定偏差极限。

4.4.2 干扰不确定度

在已知情况下，可分别说明每个干扰成分至少两个浓度下待测特性的等效水平。制造商应说明已知哪些成分在所考虑的应用中具有干扰效应，以及干扰是正向还是负向。干扰成分的规格、浓度水平

和测试方法由制造商和用户商定，除非另有规定。

4.4.3 重复性

该参数是在试验期间无外部调节的基础上获得的。

4.4.4 漂移

漂移性能特性应包括从 5.6.4 中选取至少一个时间间隔内的输出波动值和该时间间隔内相应的漂移值。这些参数的规定应至少针对量程内的一个输入值，且在规定的时间内不进行外部调节。预热时间不包括在时间间隔内。时间间隔和输入值从 5.6.4 中选取，且得到制造商和用户的一致同意。

5 试验方法

5.1 试验说明

试验应在仪器（包括辅助部分）达到预热时间，且按照制造商说明书调整，准备就绪后进行。

对于不适用于这些试验的特殊应用事例，其试验程序可由制造商和用户共同商定。

注：对于光电单元和电子单元的试验，需要提供一个已知性能特性的光电模拟装置。

5.2 影响量

除非另有规定，应在参比条件下进行影响量的相关试验，试验过程中应提供试验装置的额定电压和额定频率（见 5.6）。

5.3 工作条件

仪器应在本文件规定的工作条件下运行，同时考虑应给出适用的恒定的测试介质，与之相配的量、压力和温度条件。除非另有规定，这些条件应是参比条件。

5.4 校准

校准设备应包括合适的容器，容器中包含无氧水或一个无氧湿润气体（氮气），（无氧气介质）（见 3.5.7）以及湿润的校准气体混合物（氮气，氧气）（见 3.5.6）。此外还需要多种氧气体积分数的校准气体混合物。为了使用于制备或分析这些校准混合物符合国际标准、国家标准或监管要求，应采用权威指南。

5.5 参比条件

5.5.1 测量过程中固有不确定度的参比条件

当测量性能特性的固有不确定度时，影响量的数值和/或范围应保持在参比条件及其参比值允许误差以内。

5.5.2 测量过程中影响量的参比条件

在测量由影响量引起的性能特性的不确定度时，所有其他量应保持在参比条件下。相关影响量可在其额定使用范围内任意取值。

5.6 试验程序

5.6.1 固有不确定度

在参比条件下，传感器单元浸入不含氧的溶液(介质)和标定满量程(见注)或接近满量程的传感器测试介质中，以及浓度在仪器测量范围内近似均匀分布至少两种中间测试介质。本程序至少应重复进行六次，并用下述示值(见3.1.9)的平均值(见3.1.14)和约定值(见3.1.10)计算固有不确定度。

每个氧浓度的固有不确定度的平均值是示值的平均值与约定值(传感器测试介质或传感器校准介质)之差。相关的95%置信区间为示值的正态分布的两倍标准偏差(见3.1.4)给出。因此，在这种情况下，每种浓度标称的固有不确定度是示值的平均值与约定值的差值及其相关的置信区间之和。

固有不确定度 = (校准示值的平均值 - 约定测量值) ± 2倍标准偏差

选取测量固有不确定度中的最大值作为规定范围的固有不确定度。

当规定参比范围时，在参比范围的两个极限之间确定固有不确定度。

在使用满量程传感器测试介质的情况下，仪器应记录所有在标准性能指标范围内正偏差值(高于校准范围上限)。

当使用无氧溶液(介质)时，仪器应记录所有在标准性能指标范围内负偏差值(低于校准范围下限)。

注：这一试验应与重复性试验结合做，但应把由于重复性引起的不确定度考虑在内。

5.6.2 重复性

使用5.6.1中获得的结果，计算和记录每一个试验浓度的标准偏差。每个试验浓度的重复性用被测量性能的单位来表示。

选取这些测量标准偏差的最大值作为重复性值。

5.6.3 输出波动

传感器单元浸泡在无氧溶液中(介质)，经足够的时间，使校准示值达到基本稳定。当使用无氧溶液(介质)时，仪器应记录所有在标准性能指标范围内的负偏差值(低于校准范围下限)，否则应调整所有示值为正值。再连续浸入无氧溶液(介质)5 min，计算随机或有规则波动偏离平均输出的最大峰-峰值。

以重复三次试验结果的平均值作为输出波动(用最小可检测变化占量程的百分比表示)(见图1)。

在本文件中，由外界电磁场或主要供电源所引起的尖峰脉冲应考虑为外部影响量的变化，因此，在确定输出波动时应忽略。

由于电子单元或仪器的输出电路上有不同的时间常数，在叙述输出波动时应与滞后时间、上升时间、下降时间和响应时间所规定使用的时间常数相同。

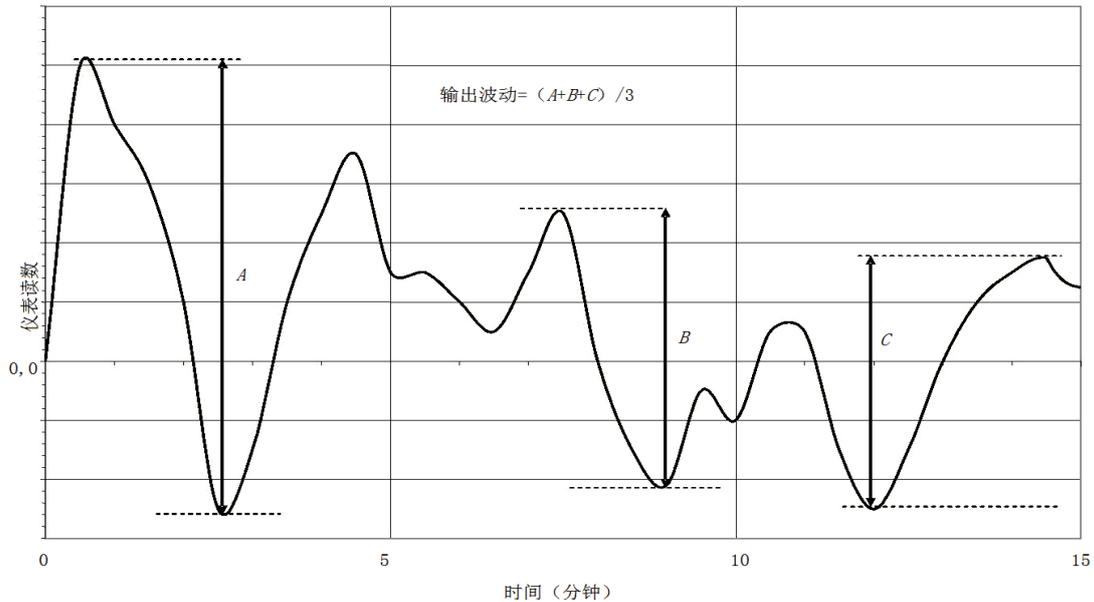


图1 输出波动

5.6.4 漂移

确定输出波动和漂移的性能特性的试验应在参比条件下进行，在零点和满量程，至少有一个额定输入值，且至少持续一段时间间隔。输出波动是指在测试的时间间隔内校准示值的最大和最小之间的差值。稳定性所对应的时间间隔应按具体的用途从下表2的数值中选取：

表2 稳定性的时间间隔

| | |
|--------|----------|
| 15 min | 7 d |
| 1 h | 30 d |
| 3 h | 3 months |
| 7 h | 6 months |
| 24 h | 1 a |

启动仪器，按规定时间预热，并进行校准。在试验期间，按制造商说明书操作，分析系统在试验开始后不得进行任何外部调整。

传感器单元被浸入传感器测试介质中，直到获得稳定的示值并记录下来。这个过程在指定的时间间隔开始和结束时进行，并在测试期间至少进行六次，在试验周期内近似均匀分布。读数可以根据气压变化进行修正。

为了说明在一周期内输出波动的情况，应对结果进行分析，并根据时间进行线性回归。线性回归（对每个输入值）的斜率提供了这一周期内的漂移（参考附录B）。在使用稳定测试介质达到满量程情况下，仪器应记录所有正偏差值（高于校准范围上限）使其在标准性能指标范围内。

当使用无氧介质到零点时，仪器应记录负偏差（低于规定校准范围的最小值），并在它的标准性能规范之内。

当使用无氧介质时，调整仪器读数略微为正，以防可能向下的漂移。24h以内测量的参数通常称为短期参数。对于在线仪器，通常还需要7d到3months的长周期参数。

5.6.5 滞后时间，上升时间和下降时间

将有时间数据记录的记录仪与仪器输出端相连接，传感器单元浸入无氧介质直到获得稳定的示值。然后，传感器单元浸入标称的读数在满量程的70%~100%之间的测试介质中，直到示值的变化小于或等于被测量仪器的固有不确定度。

随后浸入无氧介质直到示值的变化小于或者等于仪器的固有不确定度。

安装在流通池中的传感器直接测量被测介质。

根据记录的数据以及相关的时间间隔，定义和测定滞后时间、上升时间和下降时间的值(见3.5)。

当使用的标定满量程100%的稳定被测介质时，仪器应记录所有正偏差值(高于校准范围上限)使其在标准性能指标范围内。

5.6.6 预热时间

关闭仪器，使所有部件冷却至参比温度，此过程至少需要12 h。接通仪器电源，并连续浸入满量程70%到100%之间读数的稳定测试介质中，直到记录读数符合固有不确定度的要求，并保持在规定的准确度要求范围内，至少持续30 min。当使用的标定满量程100%的稳定测试介质时，仪器应记录所有正偏差值(高于校准范围上限)使其在标准性能指标范围内。漂移试验应紧接本试验之后进行，以确保读取全部读数有充分的时间间隔。

5.6.7 测定干扰不确定度的程序

干扰不确定度通过浸入测试介质的传感器单元测定，然后依次浸入含有两种浓度的干扰组分的测试介质，该介质除含有不同干扰成分外，其他方面与测试介质相同。

如果预计干扰不确定度在测量范围内没有较大变化，可以使用无氧介质。通常情况下，应在含有或不含干扰成分但含有相同浓度或相当于50%至100%溶解氧分压的测试介质中重复试验。

每次试验重复三次，测定记录平均不确定度，并换算成被测组分的相应浓度。如果使用的是标称满量程70%到100%之间的稳定测试介质，仪器应记录所有正偏差(超过规定的最大校准范围)使其在标准性能指标范围内。

5.6.8 变量

5.6.8.1 基本影响量

通常，这些影响量是重要的，应进行试验。

- 环境温度；
- 最高温度和压力；
- 湿度；
- 电源电压；
- 样品压力；
- 样品温度。

除了样品的压力、温度和流量(需要时)外，基本影响量的工作范围列表于IEC 60359:2001的附录B中。

环境温度和湿度试验顺序按 IEC 60068 系列标准。IEC 60770-1 给出简要总结说明。

5.6.8.2 其他影响量

这些影响量很少试验，只有在相关的情况下以及用户或制造商必要时才应进行测试，相关的试验程序参见IEC 60770-1和IEC 60359:2001，下面列出部分其他影响量。

- 状态(“倾斜”)；

- 交流电源频率；
- 交流电源失真；
- 直流电源纹波和/或者阻抗；
- 振动；
- 声压/频率；
- 冲击（跌落试验）；
- 通风；
- 沙尘；
- 液态水；
- 盐水；
- 大气压；
- 污染的尘土或者蒸汽（环境）；
- 电离辐射；
- 电磁兼容性；
- 电气接地要求；
- 样品组分的外部影响；
- 颗粒的影响。

附录 A

(资料性)

GB/T 6592 中性能影响量推荐值

A.1 概述

影响量的额定使用范围可以分为如下的三类：

I：用于室内环境，比如常见的实验室和工厂或设备需要小心操作。

II：用于可控且不受极端环境影响的环境或处于I类和III类之间的环境中使用。

III：用于户外环境或可能受到粗暴操作的地方。

注：这些影响量通常直接影响电子单元或对它们的应用产生特别的影响。浸没在样品中的传感器单元首先受到样品条件的影响，这些影响量可能与传感器单元本身没有关系。对于原位分析，传感器单元和电子单元都浸没在试样中，可能与电子单元有关，而样品的所处的环境，可能不属于这些影响量。

A.2 气候条件

A.2.1 环境温度

参比值（可选）：20 °C，23 °C，25 °C，27 °C。

与参比值之间的偏差：±2 °C

额定使用范围：

I类：5 °C~40 °C

II类：-10 °C~55 °C

III类：-25 °C~70 °C

贮存和运输极限范围：-40 °C~70 °C

注：部分传感器需要防冻保护。

A.2.2 空气中的相对湿度

由于温度和湿度的极端条件不可能同时出现，制造商应在仪器可以连续工作的条件下做好相应规定。

参考的范围为20 °C，23 °C，25 °C，27 °C：45 %RH~75 %RH。

额定使用范围：

I类：20 %RH~80 %RH不包括冷凝

II类：10 %RH~90 %RH包括冷凝

III类：5 %RH~95 %RH包括冷凝

A.2.3 大气压

参比值：现有的当地气压。

额定使用范围：

I类：70 kPa~106 kPa（海拔2200 m）

II类和III类：53.3 kPa~106 kPa（海拔4300 m）

工作极限范围：除非制造商另有说明，否则等于额定使用范围。

贮存和运输极限范围：由制造商说明。

A.2.4 太阳辐射引起的热效应

参比值：没有直接照射。

额定使用范围：

I类和II类：没有直接照射。

III类：太阳辐射加上环境温度的综合影响不应该导致表面温度超过70 °C。

工作极限范围：除非制造商有另外的说明，否则等于额定使用范围。

贮存和运输极限范围：由制造商说明。

A.2.5 环境中空气速度

参比范围：0 m/s~0.2 m/s。

额定使用范围：

I类和II类：0 m/s~0.5 m/s。

III类：0 m/s~5 m/s。

工作极限范围：除非制造商有另外的说明，否则等于额定使用范围。

A.2.6 空气中沙尘含量

参考的值：无。

额定使用范围：

I类和II类：可以忽略不计的含量（例如：对分析仪的影响可忽略不计）。

III类：由制造商说明。

工作极限范围：除非制造商有明确的说明，否则等于额定使用范围。

贮存和运输极限范围：由制造商说明。

A.2.7 空气中含盐量

参比值：无。

额定使用范围：

I类和II类：可以忽略不计的含量。

III类：由制造商说明。

工作极限范围：由制造商说明。

贮存和运输极限范围：由制造商说明。

A.2.8 空气中污染气体或蒸气含量

参比值：无。

额定使用范围：I类~III类：由制造商说明。

工作极限范围：由制造商说明。

贮存和运输极限范围：由制造商说明。

A.2.9 空气中液态水含量

参比值：无。

额定使用范围：

I类：可以忽略不计的含量。

II类：滴水。

III类：泼水。

工作极限范围：由制造商说明。

贮存和运输极限范围：由制造商说明。

A.3 机械条件

A.3.1 工作位置

参比值：由制造商说明位置。

与参比值偏差： $\pm 1^\circ$ 。

额定使用范围：

I类和II类：参考位置 $\pm 30^\circ$ 。

III类：参考位置 $\pm 90^\circ$ 。

工作极限范围：由制造商说明。

贮存和运输极限范围：由制造商说明。

A.3.2 通风

参比值：通风不得受阻。

额定使用范围：

I类和II类：受阻可以忽略。

III类：通风口的阻塞加上环境温度绝不能使表面温度超过在通风不受阻的情况下 70°C 环境温度下的表面温度。

工作极限范围：由制造商说明。

A.3.3 振动

参比值：无。

额定使用范围：

I类：可以忽略。

II类和III类：由制造商说明。

工作极限范围：由制造商说明。

贮存和运输极限范围：由制造商说明。

A.4 主电源供电条件

A.4.1 主电源电压（考虑波形失真）

表A.1 给出I类~III类主电源电压。

表A.1 主电源电压

| | DC 和 AC (有效值) | AC(峰-峰值) |
|-------------|---------------|------------|
| 参比值 | 额定值 | 额定值 |
| 与参比值的允差 | $\pm 1\%$ | $\pm 2\%$ |
| I类电源的额定使用范围 | $\pm 10\%$ | $\pm 12\%$ |

| | | |
|------------------------------|--------------|--------------|
| II类电源的额定使用范围 | -12 % ~ 10 % | -17 % ~ 15 % |
| III类电源的额定使用范围 | -20 % ~ 15 % | -30 % ~ 25 % |
| 注：极限工作范围：等于额定使用范围，除非制造商另有说明。 | | |

A. 4.2 主电源频率

表A.2 给出I类—III类主电源频率。

表A. 2 主电源频率

| | |
|------------------|--------|
| 参比值 | 额定频率 |
| 与参比值相比的允差 | 1 % |
| I类和II类电源的额定使用范围 | ± 5 % |
| III类电源的额定使用范围 | ± 10 % |
| 注：工作极限范围：由制造商说明。 | |

A. 4.3 交流主电源失真

失真是由因子 β 决定的，由此使得波形在 $Y_1 = (1 + \beta) A \sin \omega t$ 和 $Y_2 = (1 - \beta) A \sin \omega t$ 形成的包络范围之内。

参比值： $\beta=0$ (正弦波)。

与参比值偏差： $\beta=0.05$

额定使用范围：

I类： $\beta=0.05$ 。

II类和III类： $\beta=0.10$ 。

限定的工作范围：由制造商说明。

当仪器连接到主电源时， β 值是有效的。

上述公式适用于半周期或全周期，具体取决于过零点的间隔是否相等。

如果交流峰值电压超过A.4.1中规定的值，则不能使用所考虑的电源。

A. 4.4 直流电源的纹波

电源电压纹波参比值为零，见表A.3。

表A. 3 直流电源的纹波

| | |
|-----------------------------------|------|
| 额定使用范围 | 电源电压 |
| I类 | 0.5% |
| II类 | 1.0% |
| III类 | 5.0% |
| 工作极限范围 | 5.0% |
| 注：所给出值的是以平均直流电压的百分比来表达峰与峰之间的电压纹波。 | |

附录 B

(资料性)

根据漂移试验计算性能特性

为了获得可靠的结果,使用的测试介质浓度在整个试验周期内应是稳定的(或者选择一台参比仪器,在每次使用之前,用已知的稳定的测试介质进行校准)。这些参比值的不确定度将影响可接受限度。下面用于计算的每个示值应作为获得的可靠值,即在测试介质达到稳定5 min后,取平均示值。或者,当其他试验表明存在着能判别明显不确定度时,应至少分别采用三种测试介质的平均值。

线性回归由公式B.1、B.2、B.3给出:

$$Y=A+Bt \quad \text{-----} \quad (\text{B.1})$$

式中:

Y ——在时间为 t 时测定的示值(在无氧介质中获得的未经过修正的示值)。

$$A = \frac{\sum Y - B \sum t}{n} \quad \text{-----} \quad (\text{B.2})$$

$$B = \frac{n \sum tY - (\sum t)(\sum Y)}{n \sum t^2 - (\sum t)^2} \quad \text{-----} \quad (\text{B.3})$$

n ——测量次数。

表B.1给出了输出波动和漂移的计算实例。

表B.1 数据:浓度为1000单位

| | | | | | | | | | | | |
|-------|------|------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 时间(h) | 0 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 |
| 示值 | 1010 | 1030 | 995 | 1005 | 980 | 990 | 950 | 970 | 975 | 995 | 965 |

$$Y = 1011.6 - 0.0477 t$$

输出波动 = 1030 - 950 = 80

漂移(1000 h) = -47.7。

附录 C
(资料性)
水中氧的物理-化学数据

C.1 盐度和电导率

如果使用的电导率仪不能测量盐度,请使用表C.1中的数值。用电导率仪测定在参比温度(20° C)下的电导率,然后用表C.1估算盐度到最接近的整数。

如果电导率仪只能显示另一个参比温度下的电导率,则应按修正系数计算20° C下的电导率(见ISO 7888)。

表C.1来自《国际海洋图表》¹, 计算到电导率为5.4 S/m。

表C.1 电导率—盐度相关性

| 电导率 S/m ^b | 盐度值 ^a | 电导率 S/m ^b | 盐度值 ^a | 电导率 S/m ^b | 盐度值 ^a |
|------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------|------------------|-------------------------|------------------|
| 0.5 | 3 | 2.0 | 13 | 3.5 | 25 |
| 0.6 | 4 | 2.1 | 14 | 3.6 | 25 |
| 0.7 | 4 | 2.2 | 15 | 3.7 | 26 |
| 0.8 | 5 | 2.3 | 15 | 3.8 | 27 |
| 0.9 | 6 | 2.4 | 16 | 3.9 | 28 |
| 1.0 | 6 | 2.5 | 17 | 4.0 | 29 |
| 1.1 | 7 | 2.6 | 18 | 4.2 | 30 |
| 1.2 | 8 | 2.7 | 18 | 4.4 | 32 |
| 1.3 | 8 | 2.8 | 19 | 4.6 | 33 |
| 1.4 | 9 | 2.9 | 20 | 4.8 | 35 |
| 1.5 | 10 | 3.0 | 21 | 5.0 | 37 |
| 1.6 | 10 | 3.1 | 22 | 5.2 | 38 |
| 1.7 | 11 | 3.2 | 22 | 5.4 | 40 |
| 1.8 | 12 | 3.3 | 23 | — | — |
| 1.9 | 13 | 3.4 | 24 | — | — |
| ^a 20°C下电导率测定的盐度。 ^b 1 S/m = 10 mmhos/cm。 | | | | | |

C.2 气压与海拔

表C.2用于估计某些海拔高度的真实气压。这些对应关系是基于假设海平面气压为1013 hPa。根据表C.2或更精确地根据当地气象服务机构的海拔测量气压后,将该数值输入仪器。

注1: 表C.2中给出的值是按理论Schmassmann方程得出的近似值,与可能按其他不同方程得出的数据有所不同。

注2: 只有当仪器不能自动校正气压时,才需要校正气压。

¹《国际海洋图表》第一卷,英国国家海洋学研究所,Womley, Godaming, Surrey,英国和联合国教科文组织,巴黎,1971年。

表C.2 海拔与大气压关系（示例）

| 海拔 m | 大气压 hPa | 海拔 m | 大气压 hPa |
|---------|------------|---------|------------|
| 0 | 1013 | 1800 | 815 |
| 150 | 995 | 1950 | 800 |
| 300 | 978 | 2100 | 785 |
| 450 | 960 | 2250 | 771 |
| 600 | 943 | 2400 | 756 |
| 750 | 926 | 2550 | 742 |
| 900 | 910 | 2700 | 728 |
| 1050 | 893 | 2850 | 715 |
| 1200 | 877 | 3000 | 701 |
| 1350 | 861 | 3150 | 688 |
| 1500 | 846 | 3300 | 675 |
| 1650 | 830 | - | - |

C.3 水中氧的溶解度

表C.3是用于估计氧在大气压力下暴露于水饱和空气里不同盐含量的水中的溶解度。

表C.3 在大气压力下（1013hPa）暴露于水饱和空气里水中的氧的溶解度（盐度见表C.1）

| 温度 °C | 氧溶解度mg/L | | | | |
|----------|----------|-------|-------|-------|-------|
| | 盐度 | | | | |
| | 0 | 9 | 18 | 27 | 36 |
| 0 | 14.62 | 13.73 | 12.89 | 12.11 | 11.37 |
| 1.0 | 14.22 | 13.36 | 12.55 | 11.79 | 11.08 |
| 2.0 | 13.83 | 13.00 | 12.22 | 11.49 | 10.08 |
| 3.0 | 13.46 | 12.66 | 11.91 | 11.20 | 10.54 |
| 4.0 | 13.11 | 12.34 | 11.61 | 10.93 | 10.28 |
| 5.0 | 12.77 | 12.03 | 11.33 | 10.66 | 10.04 |
| 6.0 | 12.45 | 11.73 | 11.05 | 10.41 | 9.81 |
| 7.0 | 12.14 | 11.44 | 10.79 | 10.17 | 9.58 |
| 8.0 | 11.84 | 11.17 | 10.54 | 9.94 | 9.37 |
| 9.0 | 11.56 | 10.91 | 10.29 | 9.71 | 9.16 |
| 10.0 | 11.29 | 10.66 | 10.06 | 9.50 | 8.97 |
| 11.0 | 11.03 | 10.42 | 9.84 | 9.29 | 8.78 |
| 12.0 | 10.78 | 10.19 | 9.63 | 9.09 | 8.59 |
| 13.0 | 10.54 | 9.96 | 9.42 | 8.90 | 8.42 |
| 14.0 | 10.31 | 9.75 | 9.22 | 8.72 | 8.25 |
| 15.0 | 10.08 | 9.54 | 9.03 | 8.55 | 8.09 |
| 16.0 | 9.87 | 9.35 | 8.85 | 8.38 | 7.92 |
| 17.0 | 9.67 | 9.15 | 8.67 | 8.21 | 7.78 |

| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| 18.0 | 9.47 | 8.97 | 8.50 | 8.05 | 7.63 |
| 19.0 | 9.28 | 8.78 | 8.34 | 7.90 | 7.49 |
| 20.0 | 9.09 | 8.62 | 8.18 | 7.75 | 7.35 |
| 21.0 | 8.92 | 8.46 | 8.02 | 7.61 | 7.22 |
| 22.0 | 8.74 | 8.30 | 7.88 | 7.47 | 7.09 |
| 23.0 | 8.58 | 8.14 | 7.73 | 7.34 | 6.97 |
| 24.0 | 8.42 | 8.00 | 7.59 | 7.21 | 6.85 |
| 25.0 | 8.26 | 7.85 | 7.46 | 7.09 | 6.73 |
| 26.0 | 8.11 | 7.71 | 7.33 | 6.97 | 6.62 |
| 27.0 | 7.97 | 7.58 | 7.20 | 6.85 | 6.51 |
| 28.0 | 7.83 | 7.45 | 7.08 | 6.73 | 6.40 |
| 29.0 | 7.69 | 7.32 | 6.96 | 6.62 | 6.30 |
| 30.0 | 7.56 | 7.20 | 6.85 | 6.52 | 6.20 |
| 31.0 | 7.43 | 7.07 | 6.74 | 6.41 | 6.10 |
| 32.0 | 7.31 | 6.96 | 6.53 | 6.31 | 6.01 |
| 33.0 | 7.18 | 6.86 | 6.52 | 6.21 | 5.92 |
| 34.0 | 7.07 | 6.73 | 6.42 | 6.11 | 5.83 |
| 35.0 | 6.95 | 6.63 | 6.32 | 6.02 | 5.74 |
| 36.0 | 6.84 | 6.52 | 6.22 | 5.93 | 6.65 |
| 37.0 | 6.73 | 6.42 | 6.12 | 5.84 | 5.57 |
| 38.0 | 6.62 | 6.32 | 6.03 | 5.75 | 5.48 |
| 39.0 | 6.52 | 6.22 | 5.93 | 5.66 | 5.40 |
| 40.0 | 6.41 | 6.12 | 5.84 | 5.58 | 5.32 |
| 41.0 | 6.31 | 6.03 | 5.75 | 5.50 | 5.25 |
| 42.0 | 6.21 | 5.94 | 5.67 | 5.41 | 5.17 |
| 43.0 | 6.12 | 5.84 | 5.58 | 5.33 | 5.09 |
| 44.0 | 6.02 | 5.75 | 5.50 | 5.25 | 5.02 |
| 45.0 | 5.93 | 5.67 | 5.42 | 5.18 | 4.95 |

示例：

测量时温度： 20℃

被测电导率： 0.87 S/m(20℃)

盐度（表C.1）： 6

氧溶解度（20℃），盐度：0（表C.3）： 9.09 mg/L

氧溶解度（20℃），盐度：9（表C.3）： 8.62 mg/L

增量： $(9.09-8.62)/9 = 0.0522$ mg/L

标称盐度下实际氧溶解度： $9.09-0.0522 \times 6 = 8.78$ mg/L

表C.4 用于估计在低气压下，不同温度和不同大气压的水中氧溶解度。

表C.4 不同温度与大气压下水中的氧的溶解度（在低气压下）

| 温度 °C | 压力 hPa | | | | | | |
|----------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 733 | 767 | 800 | 833 | 867 | 900 | 933 |
| | 氧溶解度 mg/L | | | | | | |
| 0 | 10.56 | 11.04 | 11.53 | 12.01 | 12.49 | 12.98 | 13.46 |
| 1 | 10.27 | 10.74 | 11.21 | 11.68 | 12.15 | 12.62 | 13.09 |
| 2 | 9.98 | 10.44 | 10.90 | 11.36 | 11.82 | 12.27 | 12.73 |
| 3 | 9.72 | 10.16 | 10.61 | 11.05 | 11.50 | 11.94 | 12.39 |
| 4 | 9.46 | 9.89 | 10.33 | 10.76 | 11.20 | 11.63 | 12.06 |
| 5 | 9.21 | 9.64 | 10.06 | 10.48 | 10.91 | 11.33 | 11.75 |
| 6 | 8.98 | 9.39 | 9.80 | 10.22 | 10.53 | 11.04 | 11.46 |
| 7 | 8.75 | 9.16 | 9.56 | 9.96 | 10.37 | 10.77 | 11.17 |
| 8 | 8.54 | 8.93 | 9.33 | 9.72 | 10.11 | 10.51 | 10.90 |
| 9 | 8.33 | 8.72 | 9.10 | 9.48 | 9.87 | 10.25 | 10.64 |
| 10 | 8.13 | 8.51 | 8.88 | 9.26 | 9.64 | 10.01 | 10.39 |
| 11 | 7.94 | 8.31 | 8.68 | 9.04 | 9.41 | 9.78 | 10.15 |
| 12 | 7.76 | 8.12 | 8.48 | 8.84 | 9.20 | 9.56 | 9.92 |
| 13 | 7.58 | 7.94 | 8.29 | 8.64 | 8.99 | 9.34 | 9.69 |
| 14 | 7.41 | 7.76 | 8.10 | 8.45 | 8.79 | 9.14 | 9.48 |
| 15 | 7.25 | 7.59 | 7.93 | 8.26 | 8.60 | 8.94 | 9.28 |
| 16 | 7.10 | 7.43 | 7.76 | 8.09 | 8.42 | 8.75 | 9.08 |
| 17 | 6.94 | 7.27 | 7.59 | 7.92 | 8.24 | 8.56 | 8.89 |
| 18 | 6.80 | 7.12 | 7.43 | 7.75 | 8.07 | 8.39 | 8.70 |
| 19 | 6.66 | 6.97 | 7.28 | 7.59 | 7.91 | 8.22 | 8.53 |
| 20 | 6.52 | 6.83 | 7.13 | 7.44 | 7.75 | 8.05 | 8.36 |
| 21 | 6.39 | 6.69 | 6.99 | 7.29 | 7.59 | 7.89 | 8.19 |
| 22 | 6.26 | 6.56 | 6.85 | 7.15 | 7.45 | 7.74 | 8.04 |
| 23 | 6.14 | 6.43 | 6.72 | 7.01 | 7.30 | 7.59 | 7.88 |
| 24 | 6.02 | 6.31 | 6.59 | 6.88 | 7.16 | 7.45 | 7.73 |
| 25 | 5.91 | 6.19 | 6.47 | 6.75 | 7.03 | 7.31 | 7.59 |
| 26 | 5.80 | 6.07 | 6.35 | 6.62 | 6.90 | 7.18 | 7.45 |
| 27 | 5.69 | 5.96 | 6.23 | 6.50 | 6.77 | 7.05 | 7.32 |
| 28 | 5.58 | 5.85 | 6.12 | 6.38 | 6.65 | 6.92 | 7.19 |
| 29 | 5.48 | 5.74 | 6.01 | 6.27 | 6.53 | 6.80 | 7.05 |
| 30 | 5.38 | 5.64 | 5.90 | 6.16 | 6.42 | 6.68 | 6.94 |
| 31 | 5.28 | 5.54 | 5.80 | 6.05 | 6.31 | 6.56 | 6.82 |
| 32 | 5.19 | 5.44 | 5.69 | 5.95 | 6.20 | 6.45 | 6.70 |
| 33 | 5.10 | 5.35 | 5.59 | 5.84 | 6.09 | 6.34 | 6.59 |

| | | | | | | | |
|----|------|------|------|------|------|------|------|
| 34 | 5.01 | 5.25 | 5.50 | 5.74 | 5.99 | 6.23 | 6.48 |
| 35 | 4.92 | 5.16 | 5.40 | 5.64 | 5.89 | 6.13 | 6.37 |
| 36 | 4.83 | 5.07 | 5.31 | 5.55 | 5.79 | 6.03 | 6.26 |
| 37 | 4.75 | 4.98 | 5.22 | 5.46 | 5.69 | 5.93 | 6.16 |
| 38 | 4.67 | 4.90 | 5.13 | 5.36 | 5.60 | 5.83 | 6.06 |
| 39 | 4.58 | 4.81 | 5.04 | 5.27 | 5.50 | 5.73 | 5.96 |
| 40 | 4.50 | 4.73 | 4.96 | 5.19 | 5.41 | 5.64 | 5.87 |
| 41 | 4.43 | 4.65 | 4.88 | 5.10 | 5.32 | 5.55 | 5.77 |
| 42 | 4.35 | 4.57 | 4.79 | 5.01 | 5.24 | 5.46 | 5.68 |
| 43 | 4.27 | 4.49 | 4.71 | 4.93 | 5.15 | 5.37 | 5.59 |
| 44 | 4.20 | 4.41 | 4.63 | 4.85 | 5.07 | 5.28 | 5.50 |
| 45 | 4.12 | 4.34 | 4.55 | 4.77 | 4.98 | 5.20 | 5.41 |

表C.5 用于估计在高气压下，不同温度和不同大气压的水中氧溶解度。

表C.5 不同温度与大气压下水中的氧的溶解度（在高气压下）

| 温度 °C | 压力 hPa | | | | | | |
|----------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 967 | 1000 | 1013 | 1033 | 1066 | 1100 | 1133 |
| | 氧溶解度 mg/L | | | | | | |
| 0 | 13.94 | 14.43 | 14.62 | 14.91 | 15.39 | 15.88 | 16.36 |
| 1 | 13.56 | 14.03 | 14.22 | 14.50 | 14.97 | 15.44 | 15.91 |
| 2 | 13.19 | 13.65 | 13.83 | 14.10 | 14.56 | 15.02 | 15.48 |
| 3 | 12.84 | 13.28 | 13.46 | 13.73 | 14.17 | 14.62 | 15.06 |
| 4 | 12.50 | 12.93 | 13.11 | 13.37 | 13.80 | 14.24 | 14.67 |
| 5 | 12.18 | 12.60 | 12.77 | 13.02 | 13.45 | 13.87 | 14.29 |
| 6 | 11.87 | 12.28 | 12.45 | 12.69 | 13.11 | 13.52 | 13.93 |
| 7 | 11.57 | 11.98 | 12.14 | 12.38 | 12.78 | 13.19 | 13.59 |
| 8 | 11.29 | 11.69 | 11.84 | 12.08 | 12.47 | 12.87 | 13.26 |
| 9 | 11.02 | 11.41 | 11.56 | 11.79 | 12.17 | 12.56 | 12.94 |
| 10 | 10.76 | 11.14 | 11.29 | 11.51 | 11.89 | 12.26 | 12.64 |
| 11 | 10.51 | 10.88 | 11.03 | 11.25 | 11.61 | 11.98 | 12.35 |
| 12 | 10.27 | 10.63 | 10.78 | 10.99 | 11.35 | 11.71 | 12.07 |
| 13 | 10.04 | 10.40 | 10.54 | 10.75 | 11.10 | 11.45 | 11.80 |
| 14 | 9.82 | 10.17 | 10.31 | 10.51 | 10.86 | 11.20 | 11.54 |
| 15 | 9.61 | 9.95 | 10.08 | 10.29 | 10.62 | 10.96 | 11.30 |
| 16 | 9.41 | 9.74 | 9.87 | 10.07 | 10.40 | 10.73 | 11.06 |
| 17 | 9.21 | 9.54 | 9.67 | 9.86 | 10.16 | 10.51 | 10.83 |
| 18 | 9.02 | 9.34 | 9.47 | 9.66 | 9.98 | 10.29 | 10.61 |
| 19 | 8.84 | 9.15 | 9.28 | 9.46 | 9.77 | 10.09 | 10.40 |
| 20 | 8.66 | 8.97 | 9.09 | 9.28 | 9.58 | 9.89 | 10.19 |

| | | | | | | | |
|----|------|------|------|------|------|------|-------|
| 21 | 8.49 | 8.79 | 8.92 | 9.10 | 9.40 | 9.70 | 10.00 |
| 22 | 8.33 | 8.63 | 8.74 | 8.92 | 9.21 | 9.51 | 9.80 |
| 23 | 8.17 | 8.46 | 8.58 | 8.75 | 9.04 | 9.33 | 9.62 |
| 24 | 8.02 | 8.30 | 8.42 | 8.59 | 8.87 | 9.16 | 9.44 |
| 25 | 7.87 | 8.15 | 8.26 | 8.43 | 8.71 | 8.99 | 9.27 |
| 26 | 7.73 | 8.00 | 8.11 | 8.28 | 8.55 | 8.83 | 9.11 |
| 27 | 7.59 | 7.86 | 7.97 | 8.13 | 8.40 | 8.67 | 8.94 |
| 28 | 7.45 | 7.72 | 7.83 | 7.99 | 8.25 | 8.52 | 8.79 |
| 29 | 7.32 | 7.59 | 7.69 | 7.85 | 8.11 | 8.37 | 8.64 |
| 30 | 7.20 | 7.46 | 7.56 | 7.71 | 7.97 | 8.23 | 8.49 |
| 31 | 7.07 | 7.33 | 7.43 | 7.58 | 7.84 | 8.09 | 8.35 |
| 32 | 6.95 | 7.20 | 7.31 | 7.46 | 7.71 | 7.96 | 8.21 |
| 33 | 6.84 | 7.08 | 7.18 | 7.33 | 7.58 | 7.83 | 8.08 |
| 34 | 6.72 | 6.97 | 7.07 | 7.21 | 7.46 | 7.70 | 7.95 |
| 35 | 6.61 | 6.85 | 6.95 | 7.09 | 7.34 | 7.58 | 7.82 |
| 36 | 6.50 | 6.74 | 6.84 | 6.98 | 7.22 | 7.46 | 7.70 |
| 37 | 6.40 | 6.63 | 6.73 | 6.87 | 7.10 | 7.34 | 7.57 |
| 38 | 6.29 | 6.53 | 6.62 | 6.76 | 6.99 | 7.22 | 7.46 |
| 39 | 6.19 | 6.42 | 6.52 | 6.65 | 6.88 | 7.11 | 7.34 |
| 40 | 6.09 | 6.32 | 6.41 | 6.55 | 6.78 | 7.00 | 7.23 |
| 41 | 6.00 | 6.22 | 6.31 | 6.45 | 6.67 | 6.90 | 7.12 |
| 42 | 5.90 | 6.12 | 6.21 | 6.35 | 6.57 | 6.79 | 7.01 |
| 43 | 5.81 | 6.03 | 6.12 | 6.25 | 6.47 | 6.69 | 6.91 |

C.4 压力转换

参考表C.6给定转换系数进行压力转换。

表C.6 压力转换

| 单位 | mbar | mm Hg |
|--------|--------|---------|
| 1hPa | 1 | 0.75006 |
| 1 mbar | 1 | 0.75006 |
| 1 mmHg | 1.3332 | 1 |

参 考 文 献
