

团 体 标 准

T/HNAEPI 015-2026

水质高氯酸盐在线监测仪技术要求 及检测方法

Technical requirements and test procedures for water quality on-line monitors of
perchlorate

2026 - 06 - 29 发布

2026 - 06 - 29 实施

湖南省环境保护产业协会 发 布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 技术要求 2

 4.1 仪器组成 2

 4.2 工作条件 3

 4.3 安全 3

 4.4 外观 3

 4.5 功能 4

 4.6 性能指标 5

5 检测方法 6

 5.1 检测条件 6

 5.2 检测准备 6

 5.3 外观功能安全检测方法 6

 5.4 性能检测方法 6

6 随机资料 11

前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由湖南省环境保护产业协会提出并归口。

本文件起草单位：湖南省生态环境监测中心、长沙华时捷环保科技发展股份有限公司。

本文件主要起草人：何海军、万佳、李智义、田梦莹、陈贝贝、樊娟、瞿淼、陈天宇、吴永川。

本文件为首次发布。

水质高氯酸盐在线仪技术要求及检测方法

1 范围

本文件规定了水质高氯酸盐在线监测仪的技术要求及检测方法。

本文件适用于地表水、生活污水和工业废水的水质高氯酸盐在线监测仪的检测，该类仪器的设计、生产可参照使用。

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。

GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）

GB/T 5750.5 生活饮用水标准检验方法 第5部分：无机非金属指标

GB/T 13306 标牌

GB/T 15479 工业自动化仪表绝缘电阻、绝缘强度技术要求和试验方法

GB/T 34065 分析仪器的安全要求

HJ 212 污染物自动监测监控系统数据传输技术要求

HJ 1404 地表水自动监测系统通信协议技术要求

DB43/T 2957 水质高氯酸盐的测定 离子色谱法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

基本检测范围 basic test range

可以基本满足环境管理监测需求的仪器量程。

3.2

扩展检测范围 extended test range

在基本检测范围基础上，可以通过物理手段扩大、用以持续满足环境管理监测需求的仪器量程。

3.3

示值误差 indication error

仪器测量标准溶液时，测定值与标准值的相对误差。

3.4

定量下限 limit of quantitation

在满足限定示值误差的前提下，仪器能够准确定量测定被测物质的最低浓度。

3.5

重复性 repeatability

在未对仪器进行计划外的人工维护和校准的前提下，仪器在相同的测试条件下测量同一标准溶液的一致程度，用相对标准偏差表示。

3.6

24 h低浓度漂移 24 h low level drift

在未对仪器进行计划外的人工维护和校准的前提下,连续24 h测量浓度在检测范围(0%~20%)内的标准溶液,仪器的测定值与初始值偏差绝对值的平均值。

3.7

24 h高浓度漂移 24 h high level drift

在未对仪器进行计划外的人工维护和校准的前提下,连续24 h测量浓度在检测范围(80%~100%)内的标准溶液,仪器的测定值与初始值偏差绝对值的平均值相对于检测范围上限的百分率。

3.8

记忆效应 memory effect

仪器完成某一标准溶液的测量后,管路中的残留对下一个测量结果的影响程度,用相对误差表示。

3.9

电压影响 influence of voltage

仪器在不同供电电压下测量同一标准溶液,其测定值与标准供电电压下(220 V)测定值的误差,用相对误差表示。

3.10

浊度影响 influence of turbidness

仪器在不同浊度条件下测量同一浓度的标准溶液,其测定值与不含浊度标准溶液测定值的误差,用相对误差表示。

3.11

环境温度影响 influence of environmental temperature

仪器在不同的环境温度下测量同一标准溶液,其测定值与20℃下测定值的误差,用相对误差表示。

3.12

最小维护周期 minimum period between maintenance operations

在检测过程中不对仪器进行任何形式的人工维护(包括试剂更换、仪器校准及维修等),直到仪器无法保持正常测定状态或测定结果不满足相关要求的总运行时间(h)。

3.13

数据有效率 data availability rate

在整个仪器检测周期内,实际有效数据个数相对于应获得的总数据个数的百分比。

3.14

一致性偏差 conformity difference

在未对仪器进行计划外的人工维护和校准的前提下,3台仪器在相同的测试条件下连续测量同一标准溶液的差异程度,用3台仪器在所有时段测定值的相对标准偏差的平方平均数表示。

3.15

标样核查 check with standard solution

仪器测量标准溶液,判定测量结果的准确性。

3.16

运行日志 running log

仪器在运行过程中,自动记录的仪器运行流程信息、关键参数信息以及工作状态信息等内容。

4 技术要求

4.1 仪器组成

高氯酸盐在线监测仪（以下简称仪器）基本组成单元如下图1所示。

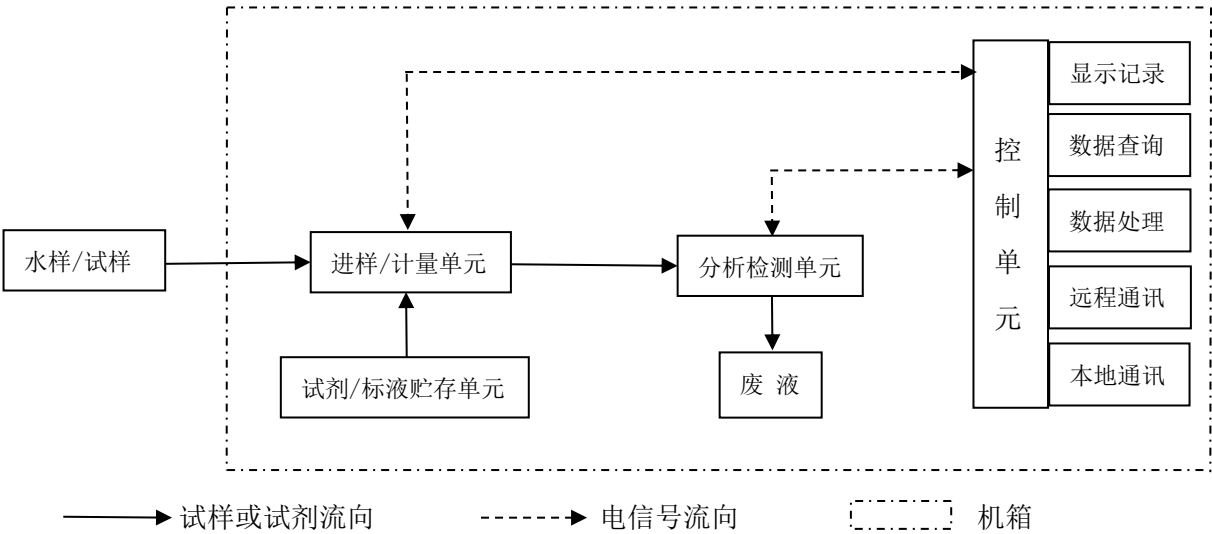


图 1 仪器基本组成单元示意图

进样/计量单元：包括水样/试样、标准溶液、试剂等导入部分（含水样通道和试剂、标准溶液通道）和计量部分。

试剂/标液贮存单元：用于存放仪器分析测试所需要的反应液、校准液、核查液等试剂的部分。

分析检测单元：由反应模块和检测模块组成，通过控制单元完成对高氯酸盐的自动在线分析，并将测定值转换成电信号输出的部分。

控制单元：包括控制仪器运行的硬件和软件的部分。

4.2 工作条件

- 4.2.1 环境温度：（5~40）℃。
- 4.2.2 相对湿度：≤95%。
- 4.2.3 电源电压：交流（220±22）V。
- 4.2.4 电源频率：（50±0.5）Hz。
- 4.2.5 水样温度：（0~50）℃。
- 4.2.6 样品浊度：≤300 NTU。

4.3 安全

- 4.3.1 电源相与机壳接地端之间的绝缘电阻和绝缘强度应符合 GB/T 15479 规定的要求。
- 4.3.2 仪器在运行正常和故障条件下均应具备防电击性能，仪器的可触及零部件不得出现危险带电，应符合 GB/T 34065 规定的要求。
- 4.3.3 高温、高压、腐蚀、有毒和有害等危险部位应具有警示标识。

4.4 外观

- 4.4.1 显示器应无污点、损伤。所有显示界面应为中文，且字符均匀、清晰，屏幕无暗角、黑斑、彩虹纹、气泡、闪烁等现象，能根据显示屏提示进行全程序操作。
- 4.4.2 机箱外壳应由耐腐蚀材料制成，表面无裂纹、变形、污浊、毛刺等现象，表面涂层均匀，无腐蚀、生锈、脱落及磨损现象。
- 4.4.3 产品组装应坚固、零部件无松动，按键、开关、门锁等部件灵活可靠。

4.4.4 产品主要部件均应具有相应的标识或文字说明。

4.4.5 应在仪器醒目位置标识分析流程图。

4.4.6 仪器的标识应符合 GB/T 13306 规定的要求，在适当的明显位置固定标牌，标牌内容包含：制造商名称、生产商名称、生产地址、仪器名称、型号规格、出厂编号、制造日期、量程、定量下限、工作条件。

4.4.7 仪器外壳应满足 GB/T 4208 规定的 IP54 防护等级的要求。

4.5 功能

4.5.1 进样/计量单元

4.5.1.1 应由防腐蚀和吸附性弱的材料构成，不会因试剂或待测物质的腐蚀或吸附而影响测定结果，耗材及元器件应易于维护。

4.5.1.2 应保证水样、标准溶液、试剂等进样量的准确性。

4.5.2 试剂存储单元

4.5.2.1 所用材质应稳定，不受储存试剂的侵蚀。

4.5.2.2 保证所储存的试剂质量和容量能满足仪器至少 1 个最小维护周期的运行需求。

4.5.3 分析检测单元

4.5.3.1 应采用防腐蚀、耐高温材料构成，且易于清洗及维护。

4.5.3.2 检测模块的输出信号应稳定、安全。

4.5.3.3 信号转换器具有将测定结果转换成相对应量的电信号并输出的功能。

4.5.4 控制单元

4.5.4.1 应具有超量程报警、试剂不足报警、部件故障报警、超标报警等异常信息记录、上传及反馈功能。

4.5.4.2 应具有对进样/计量、分析检测单元的手动和自动清洗功能。

4.5.4.3 应具有在意外断电再度通电后，能自动排出断电前正在测定的样品和试剂、自动清洗各通道并复位到重新开始测试状态。

4.5.4.4 应至少具备三级操作管理权限：

- a) 管理员具有仪器关键参数设置权限，应设置设备登录用户名和登录密码，登录密码应为强密码或自动生成的动态密码。强密码应包含大小写字母、数字和特殊符号等多种字符，并具有强密码校验功能；
- b) 运维人员具有数据、参数、日志等的查询和查看权限以及例行维护权限，具有对可调参数的调整权限，应设置设备登录用户名和登录密码，登录密码应为强密码或自动生成的动态密码；
- c) 普通用户具有数据、参数、日志等的查询和查看权限。

4.5.4.5 数据处理单元应具有原始数据和运行日志采集、存储、显示和输出等功能，应能存储至少 1a 的原始数据和运行日志，已形成的原始数据和运行日志不可修改。在停机状态下保存已有原始数据和运行日志的最短时间应不小于 1a。运行日志记录以下内容：

- a) 运行流程信息，如仪器启动、进样、试剂加入、测量、结束等；
- b) 关键参数信息，如仪器方法参数和运行参数等，至少应包含 HJ 212 和 HJ 1404 中相似原理监测设备应上报的参数；应具有将与测量结果相关的计算公式及参数进行记录、查询及上传的

功能；当关键参数发生变更时，须记录变更参数的名称、变更时间、变更前后参数值及操作人员；

- c) 工作状态信息，如日常校准、标样核查、运行维护、仪器故障等过程中的操作时间、任务内容；当软件版本发生变更时，须记录历史软件版本号及时间、当前软件版本号及时间及变更操作人员。

4.5.4.6 仪器测量结果单位为 $\mu\text{g/L}$ 或 mg/L ，具有单位相互转换功能，显示数据保留小数点后3位数字。

4.5.4.7 测试周期不大于60 min。

4.5.4.8 如含有多个量程，应具有自动切换量程功能，仪器显示最终测试结果。

4.5.4.9 应具有自动校准和自动标样核查功能，能设置自动核查周期。自动校准和标样核查应设置不同进样管路，当自动标样核查不合格时，自动进行校准，并将结果记入运行日志。

4.5.4.10 应具备对仪器不同状态下的测试数据添加并显示标识的功能，符合HJ 212和HJ 1404。

4.5.4.11 数据传输应提供通信协议，且满足HJ 212和HJ 1404的要求。

4.5.4.12 应具有数字量通信接口，通过数字量通信接口实时传送相关数据及运行日志，并可接收远程控制指令，如校准曲线、标液核查等功能。

4.6 性能指标

仪器性能指标见下表1，按照本文件第5章检测方法进行检测时，其性能指标应满足表1的要求。

表1 性能指标要求

量程	性能指标	技术要求		检测方法
基本检测范围： (0.005~1) mg/L	示值误差	±10%		5.4.1
	重复性	≤5%		5.4.2
	检出限	≤0.005 mg/L		5.4.3
	定量下限	≤0.02 mg/L（示值误差±30%）		5.4.4
	24 h低浓度漂移	≤0.005 mg/L		5.4.5
	24 h高浓度漂移	≤10%		5.4.6
	记忆效应	80 ^a →20 ^a	±10%	5.4.7
		20 ^a →80 ^a	±5%	
	浊度影响	±15%		5.4.8
	电压影响	±5%		5.4.9
	环境温度影响	±5%		5.4.10
	实际水样比对	C _水 ≤0.03 mg/L	≤0.015 mg/L	5.4.11
		0.07 mg/L≥C _水 >0.03 mg/L	≤30%	
		1 mg/L≥C _水 >0.07 mg/L	≤20%	
		C _水 >1 mg/L	≤10%	
	最小维护周期	≥168 h		5.4.12
	数据有效率	≥90%		5.4.13
	一致性偏差	≤10%		5.4.14
扩展检测范围： (1~4) mg/L	示值误差	±10%		5.4.1
	重复性	≤5%		5.4.2
	24 h高浓度漂移	≤5%		5.4.6
*：测试溶液浓度相对于基本检测范围上限值的百分率。				

C_* : 实际水样高氯酸盐浓度 (实验室测定值)。

注: 仪器量程可依据监管要求与实际应用情况扩展。

5 检测方法

5.1 检测条件

同本文件4.2。

5.2 检测准备

5.2.1 实验用水: 蒸馏水。

5.2.2 空白液: 去离子水。

5.2.3 高氯酸盐标准贮备溶液 (或使用有证标准物质溶液): $[p(ClO_4^-)=1.0 \text{ mg/mL}]$ 。称取 0.1412 g 高氯酸钠水合物于 100 mL 容量瓶中, 用纯水定容至刻度, 摇匀。

5.2.4 高氯酸盐标准使用溶液 (或使用有证标准物质溶液): $[p(ClO_4^-)=10.0 \text{ mg/L}]$ 。吸取 6.2.3 溶液 1.00 mL, 于 100 mL 容量瓶中, 用纯水定容至刻度, 摇匀。0 °C~4 °C 冷藏保存, 可保存 30 d。其他浓度的高氯酸盐标准溶液, 可由此标准溶液经实验用水 (5.2.1) 逐级稀释后获得。

5.2.5 高岭土的制备: 准备 500 g 高岭土 (化学纯 C.P 及以上等级的试剂), 105 °C 烘箱内烘干 2 h, 冷至室温, 过 35 目筛, 取筛下样品过 40 目筛, 取筛上高岭土备用, 粒径约 450 μm 。

5.2.6 其余试剂: 按仪器说明书要求配制。

5.2.7 接通被测仪器电源, 按照仪器制造商提供的操作说明书中规定的预热时间预热运行, 使仪器各单元功能稳定。使用高氯酸盐标准溶液对仪器进行校正或标定。

5.3 外观功能安全检测方法

采用查看仪器、随机资料及现场演示等方法, 按照4.3、4.4 和4.5相关条款及其提及的标准要求进行检查。

5.4 性能检测方法

5.4.1 示值误差

仪器正常运行期间, 分别测定浓度为基本检测范围上限值10%、20%、50%、80%的高氯酸盐标准溶液 (扩展检测范围测定上限值50%的标准溶液), 1 h测试1次, 每种标准溶液连续测定6次, 按公式 (1) 计算每种标准溶液仪器6次测定值的平均值与已知浓度值的相对误差, 即为仪器示值误差的判定值。

$$\Delta e = \frac{\bar{x} - C}{C} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中:

Δe ——示值误差/准确度, 单位为百分比 (%) ;

$\bar{x}$ ——标准溶液6次测定值的平均值, 单位为毫克每升 (mg/L) ;

C ——标准溶液的已知浓度值, 单位为毫克每升 (mg/L) 。

5.4.2 重复性

仪器正常运行期间，分别测定浓度为基本检测范围上限值20%、80%的高氯酸盐标准溶液（扩展检测范围测定上限值50%的标准溶液），1 h测试1次，连续测定6次，按公式（2）计算每种标准溶液6次测定值的相对标准偏差，取相对标准偏差较大值作为仪器重复性的判定值。

$$RSD = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 / (n-1)}}{\bar{x}} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中：
RSD——重复性，单位为百分比（%）；
 $\bar{x}$ ——6次测定值的平均值，单位为毫克每升（mg/L）；
x_i ——第*i*次测定值，单位为毫克每升（mg/L），*i*=1、2、3、……、*n*；
n ——测定次数，*n*=6。

5.4.3 检出限

仪器正常运行期间，采用空白液（5.2.2），1 h测试1次，重复 *n* ≥7次空白试验，计算 *n* 次平行测定的标准偏差 *S*，按公式（3）计算检出限。其中，当自由度 *n* -1，置信度为99%时的*t*值可参考表2取值。

$$DL = t_{(n-1,0.99)} \times S \dots\dots\dots (3)$$

式中：
DL——检出限，单位为毫克每升（mg/L）；
S ——空白样品多次测定值的标准偏差；
t ——自由度为 *n* -1，置信度为99%时的*t*分布；
n ——样品的平行测定次数。

表2 t 值表

平行测定次数（ <i>n</i> ）	自由度（ <i>n</i> -1）	<i>t</i> （ <i>n</i> -1, 0.99）
7	6	3.143
8	7	2.998
9	8	2.896
10	9	2.821
11	10	2.764
16	15	2.602
21	20	2.528

如果空白试验中未检测出目标物质，则对浓度或含量为估计方法检出限2倍～10倍的样品进行 *n*（*n* ≥7）次平行测定。计算 *n* 次平行测定的标准偏差，按公式（3）计算方法检出限。

5.4.4 定量下限

仪器正常运行期间，测定浓度值为基本检测范围下限值（0.02 mg/L）的高氯酸盐标准溶液，1 h测试1次，连续测定7次，按公式（1）计算7次测定值的示值误差，同时，按公式（4）计算7次测定值的标准偏差的10倍，作为定量下限的判定值。

$$LOQ = 10 \times \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^7 (Q_i - \bar{Q})^2}{6}} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

LOQ ——定量下限，单位为毫克每升（mg/L）；

Q_i ——第*i*次测定值， $i=1、2、3、\dots\dots、7$ ，单位为毫克每升（mg/L）；

$\bar{Q}$ ——7次测定值的平均值，单位为毫克每升（mg/L）。

5.4.5 24 h 低浓度漂移

仪器正常运行期间，用于地表水的仪器采用浓度值为0.05 mg/L的高氯酸盐标准溶液；用于污染源的仪器采用浓度值为0.1 mg/L的高氯酸盐标准溶液。1 h测试1次，连续测定24 h。取最初3次测定值的平均值为初期值，按公式（5）计算各次测定值与初期值偏差绝对值的平均值，作为24 h低浓度漂移的判定值。

$$ZD = \frac{\sum_{i=1}^n |Z_i - \bar{Z}_0|}{n} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

ZD ——24 h低浓度漂移，单位为毫克每升（mg/L）；

Z_i ——第*i*次测定值， $i=1、2、3、\dots\dots、24$ ，单位为毫克每升（mg/L）；

$\bar{Z}_0$ ——最初3次测定值的平均值，单位为毫克每升（mg/L）；

n ——测定次数， $n=24$ 。

5.4.6 24 h 高浓度漂移

仪器正常运行期间，测定浓度值为基本检测范围上限值80%的高氯酸盐标准溶液（扩展检测范围测定上限值80%的标准溶液），1 h测试1次，连续测定24 h。取最初3次测定值的平均值为初期值，按公式（6）计算各次测定值与初期值偏差的绝对值的平均值相对于检测范围上限值的百分比，作为24 h高浓度漂移的判定值。

$$RD = \frac{\sum_{i=1}^n |y_i - \bar{y}_0|}{nR} \times 100\% \dots\dots\dots (6)$$

式中：

RD ——24 h高浓度漂移，单位为百分比（%）；

y_i ——第*i*次测定值， $i=1、2、3、\dots\dots、24$ ，单位为毫克每升（mg/L）；

$\bar{y}_0$ ——最初3次测定值的平均值，单位为毫克每升（mg/L）；

R ——检测范围上限值，单位为毫克每升（mg/L）；

n ——测定次数， $n=24$ 。

5.4.7 记忆效应

仪器正常运行期间，1 h测试1次，连续测量3次高氯酸盐浓度值为基本检测范围上限值80%的标准溶液后（测量结果不作考核），再依次测量高氯酸盐浓度值为基本检测范围上限值20%的标准溶液7次、80%

的标准溶液7次。按公式(7)分别计算每种标准溶液第1次测定值相对于后6次测定值的平均值的相对误差,作为仪器记忆效应的判定值。

$$\Delta J = \frac{J_1 - \bar{J}_6}{\bar{J}_6} \times 100\% \quad (7)$$

式中:

ΔJ ——记忆效应,单位为百分比(%);

J_1 ——第1次测定值,单位为毫克每升(mg/L);

$\bar{J}_6$ ——后6次测定值的平均值,单位为毫克每升(mg/L)。

5.4.8 浊度影响

仪器正常运行期间,采用高氯酸盐浓度值为基本检测范围上限值10%的标准溶液,1 h测试1次,连续测定3次。在同一标准溶液中加入高岭土,调节标准溶液浊度值为100 NTU,测量该浊度下标准溶液3次。再调节同一标准溶液浊度值为300 NTU,测量该浊度下标准溶液3次。按公式(8)分别计算浊度值约为100 NTU和300 NTU条件下测定值平均值相对于不含浊度标准溶液测定值平均值的相对误差,取计算结果中相对误差绝对值较大者作为浊度影响的判定值。

$$\Delta L = \frac{L_i - L_0}{L_0} \times 100\% \quad (8)$$

式中:

ΔL ——浊度影响,单位为百分比(%);

L_i ——浊度值约为100 NTU或300 NTU条件下3次测定值的平均值,单位为毫克每升(mg/L);

L_0 ——不含浊度标准溶液3次测定值的平均值,单位为毫克每升(mg/L)。

5.4.9 电压影响

仪器正常运行期间,采用高氯酸盐浓度值为基本检测范围上限值80%的标准溶液,仪器在初始电压220 V条件下,1 h测试1次,连续测定3次,其平均值为初始值。调节电压至242 V,测定同一标准溶液3次;再调节电压至198 V,测定同一标准溶液3次,按公式(9)分别计算242 V和198 V电压下3次测定值的平均值与初始值的相对误差,取计算结果中相对误差绝对值较大者作为电压影响的判定值。

$$\Delta V = \frac{\bar{v}_i - \bar{v}_0}{\bar{v}_0} \times 100\% \quad (9)$$

式中:

ΔV ——电压影响,单位为百分比(%);

$\bar{v}_i$ ——242 V或198 V电压下同一标准溶液的3次测定值的平均值,单位为毫克每升(mg/L);

$\bar{v}_0$ ——220 V电压下同一标准溶液3次测定值的平均值,初始值,单位为毫克每升(mg/L)。

5.4.10 环境温度影响

将仪器置于恒温室或恒温测试箱内,启动仪器正常运行,采用高氯酸盐浓度值为基本检测范围上限值80%的标准溶液,依次按照20℃→5℃→20℃→40℃→20℃顺序调整测试环境温度,每次变换温度后,所有仪器试剂稳定3 h,再连续测定标准溶液3次。按公式(10)计算5℃和40℃条件下3次测定值的平均值与20℃条件下9次测定值的平均值的相对误差,取计算结果中绝对值较大者作为环境温度影响的判定值。

$$\Delta W = \frac{w_i - \overline{w_0}}{\overline{w_0}} \times 100\% \dots\dots\dots (10)$$

式中：

ΔW ——环境温度影响，单位为百分比（%）；

w_i ——5℃或40℃条件下3次测定值的平均值，单位为毫克每升（mg/L）；

$\overline{w_0}$ ——20℃条件下9次测定值的平均值，单位为毫克每升（mg/L）。

5.4.11 实际水样比对

仪器正常运行期间，选择适用范围内5种含高氯酸盐的不同类型实际水样，每种水样的高氯酸盐浓度平均分布在基本检测范围内。每种水样采用仪器连续测定不少于10次，同时同一水样由同一家实验室采用 GB/T 5750.5 或 DB43/T 2957 标准分析方法平行测定不少于3次。

当水样实验室测定值的平均值 >0.03 mg/L时，按公式（11）计算每种实际水样仪器测定值与实验室测定值的平均值之间相对误差的绝对值的平均值；当水样实验室测定值的平均值 ≤ 0.03 mg/L时，按公式（12）计算每种实际水样仪器测定值与实验室测定值的平均值之间误差绝对值的平均值。

按本文件表1中划分的浓度段判定实际水样比对结果。

$$\Delta \overline{A}_1 = \frac{\sum_{i=1}^n |S_i - \overline{B}|}{n\overline{B}} \times 100\% \dots\dots\dots (11)$$

$$\text{或 } \Delta \overline{A}_2 = \frac{\sum_{i=1}^n |S_i - \overline{B}|}{n} \dots\dots\dots (12)$$

式中：

$\Delta \overline{A}_1$ ——相对误差绝对值的平均值，单位为百分比（%）；

$\Delta \overline{A}_2$ ——误差绝对值的平均值，单位为毫克每升（mg/L）；

S_i ——仪器第*i*次测定值，*i*=1、2、3、……、*n*，单位为毫克每升（mg/L）；

$\overline{B}$ ——实验室国标方法测定值的平均值，单位为毫克每升（mg/L）；

n——实际水样仪器测量次数，*n*≥10。

5.4.12 最小维护周期

在整个仪器检测周期中，任何2次对仪器的维护（包括倾倒废液、添加试剂、更换量程及其他维修维护）间隔应≥168 h，可选用现场人工、自动设置或远程控制的方式进行维护。

5.4.13 数据有效率

在仪器整个检测周期中，有效的数据为：

- a) 当仪器进行本文件中规定的项目检测时（不包含环境温度影响），运行测量的显示值满足本文件表1中各项指标的要求（不包括数据有效率指标）；
- b) 当仪器进行本文件中规定之外的项目检测时，仪器测定某特定浓度标准溶液，测定值应满足相对误差位于±10%范围内。

不满足上述两条或缺失数据为无效数据。按公式（13）计算实际有效数据个数相对于检测周期内应获得的数据总数的百分比，即为数据有效率。

$$D = \frac{D_e}{D_t} \times 100\% \quad (13)$$

式中：

D ——数据有效率，单位为百分比（%）；

D_e ——实际有效数据个数，单位为个；

D_t ——应获得的数据总数，单位为个。

5.4.14 一致性偏差

在正常运行的仪器中，抽取3台仪器，每1 h测试1次，获得168组数据 $C_{i,j}$ （其中 i 是仪器编号， j 是时段编号），按照公式（14）计算第 j 时段3台仪器测试数据的相对标准偏差 ΔCM_j ，再按照公式（15）计算一致性偏差 CM 。当 $\Delta CM_j > 10\%$ 时，则视为 $CM > 10\%$ 。

$$\Delta CM_j = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^3 (C_{i,j} - \overline{C_{i,j}})^2 / 2}}{\overline{C_{i,j}}} \times 100\% \quad (14)$$

$$CM = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m (\Delta CM_j)^2}{m}} \quad (15)$$

式中：

ΔCM_j ——3台仪器 j 时间段测定值的相对标准偏差， $j=1、2、3、\dots、m$ ，单位为百分比（%）；

$C_{i,j}$ ——第 i 台仪器 j 时间段的测定值（mg/L）， $i=1、2、3$ （台）， $j=1、2、3、\dots、m$ （组）；

$\overline{C_{i,j}}$ ——3台仪器 j 时间段测定值的平均值，单位为毫克每升（mg/L）；

m ——仪器的数据组数， $m=168$ （组）；

CM ——一致性偏差，单位为百分比（%）。

6 随机资料

仪器的说明书等随机资料应至少包括以下内容：

- 仪器原理；
- 仪器构造图、测试流程图；
- 现场安装条件及方法、仪器操作方法；
- 部件标识及注意事项；
- 有毒有害物品(部件)警告标识；
- 试剂配制方法及使用方法；
- 常见故障处理；
- 废物处置要求；
- 日常维护说明。