

T/CIS

中国仪器仪表学会团体标准

T/CIS 71001—XXXX

核电厂工艺系统用水中磷酸盐、硅酸盐和联氨的测定 流动注射-分光光度法

Analysis of water used in nuclear power plant process systems -Determination of phosphate, silicate and hydrazine in boiler water and cooling water-Flow injection-spectrophotometry

（征求意见稿）

（本草案完成时间：2026.10）

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

发 布

目 次

前言..... II

1 范围..... 3

2 规范性引用文件..... 3

3 术语和定义..... 3

4 方法原理..... 3

 4.1 仪器测试原理..... 3

 4.2 磷酸盐的测定方法原理..... 3

 4.3 硅酸盐的测定方法原理..... 4

5 仪器设备..... 5

6 试剂或材料..... 5

 6.1 标准溶液..... 5

 6.2 实验用水..... 5

 6.3 磷酸盐检测试剂..... 5

 6.4 硅酸盐检测试剂..... 5

 6.5 联氨检测试剂..... 6

7 样品处理..... 6

8 实验步骤..... 6

 8.1 试剂制备..... 6

 8.2 校准曲线的绘制..... 8

 8.3 空白试验..... 8

 8.4 样品测试..... 8

9 结果计算与表示..... 8

10 精密度和准确度..... 9

 10.1 精密度..... 9

 10.2 准确度..... 9

11 质量保证与控制..... 9

12 注意事项及安全防护..... 9

 12.1 注意事项..... 9

 12.2 安全防护..... 10

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专利的责任。

本文件由中国仪器仪表学会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

核电厂工艺系统用水中磷酸盐、硅酸盐和联氨的测定 流动注射-分光光度法

1 范围

本文件描述了使用流动注射-分光光度法测定核电厂工艺系统用水中磷酸盐、硅酸盐和联氨含量的方法。

本文件适用于核电厂一回路、二回路和辅助系统用水中磷酸盐、硅酸盐和联氨含量的测定。该方法适用于磷酸盐含量（以 PO_4^{3-} 计）5 mg/L ~1000 mg/L、硅酸盐含量（以 SiO_2 计）10 $\mu\text{g/L}$ ~500 $\mu\text{g/L}$ 、联氨含量5 $\mu\text{g/L}$ ~100 $\mu\text{g/L}$ 水样的测定。

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 602 化学试剂 杂质测定用标准溶液的制备

GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法

GB/T 6907 锅炉用水和冷却水分析方法 水样的采集方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

核电厂一回路工艺系统 primary circuit process system for nuclear power plants

包括反应堆冷却剂系统、化学与容积控制系统、硼和水补给系统、余热排出系统、设备冷却水系统、安全注入系统、安全壳喷淋系统、硼回收系统、废液处理系统在内的主要工艺。

3.2

核电厂二回路工艺系统 secondary circuit process system for nuclear power plants

包括主蒸汽热力系统、辅助汽水系统、循环冷却水系统、疏水排气系统、二回路化学水处理系统。

3.3

核电厂辅助系统 auxiliary systems for nuclear power plants

除去一二回路工艺系统以外，电厂所有供水、供气、供电冷却、消防、暖通等配套公用辅助系统。

4 方法原理

4.1 仪器测试原理

在封闭的管路中，将一定体积的试样注入不断流动的载液中，试样和试剂在化学反应模块中按特定的顺序和比例混合、反应，在非热力学平衡状态下，进入流动检测池进行光度检测，利用待测组分（或待测指标对应组分）含量与测定信号值（峰面积）的关系，计算得到待测指标的结果。

4.2 磷酸盐的测定方法原理

在酸性介质中，磷酸盐与钼酸盐、偏钒酸盐发生显色反应，生成黄色磷钼钒酸络合物。该络合物的显色深度与磷酸盐浓度遵循朗伯-比尔定律，最大吸光度在420 nm处，该波长下吸光度与磷酸盐浓度成线性关系。

工作流程见图1。由蠕动泵（1）驱动载流液（C），经注入阀（2）将定量试样（S）注入载流，与硫酸溶液（R1）及显色剂（R2）依次汇合于混合管路（3）中，在酸性条件下正磷酸盐与钼酸铵反应生成磷钼杂多酸，经抗坏血酸还原为蓝色络合物，流经恒温装置（4）恒温显色后进入检测池（5），于特定波长处测定吸光度，废液由排废口（W）排出。吸光度与试样中磷酸盐浓度成正比。

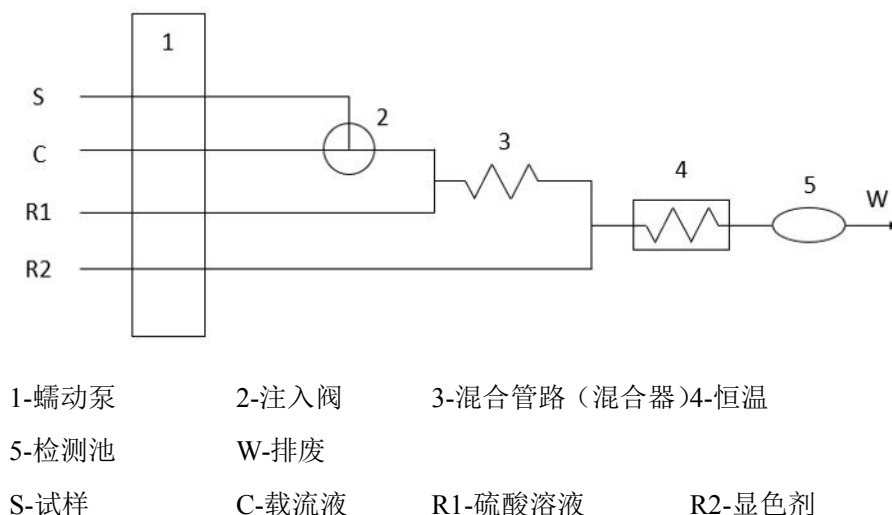


图 1 流动注射-钼酸铵分光光度法测定磷酸盐工作流程图

4.3 硅酸盐的测定方法原理

酸性条件下，硅酸盐与钼酸盐形成硅钼黄络合物，用抗坏血酸还原后，形成硅钼蓝络合物，在（660±10）nm处吸光度与硅酸盐浓度成线性关系。加入草酸可消除磷酸盐的干扰。针对微量硅，可测量其在（810±10）nm处吸光度分析。

工作流程见图2。由蠕动泵（1）驱动载流液（C），经注入阀（2）将定量试样（S）注入载流，与钼酸铵溶液（R1）汇合进入恒温装置（3），于50℃下反应生成硅钼杂多酸，再依次与草酸溶液（R2）、抗坏血酸溶液（R3）于混合圈（4）中汇合，草酸消除磷酸盐干扰后，抗坏血酸将硅钼杂多酸还原为硅钼蓝络合物，进入检测池（5）于特定波长处测定吸光度，废液由排废口（W）排出。吸光度与试样中硅酸盐浓度成正比。

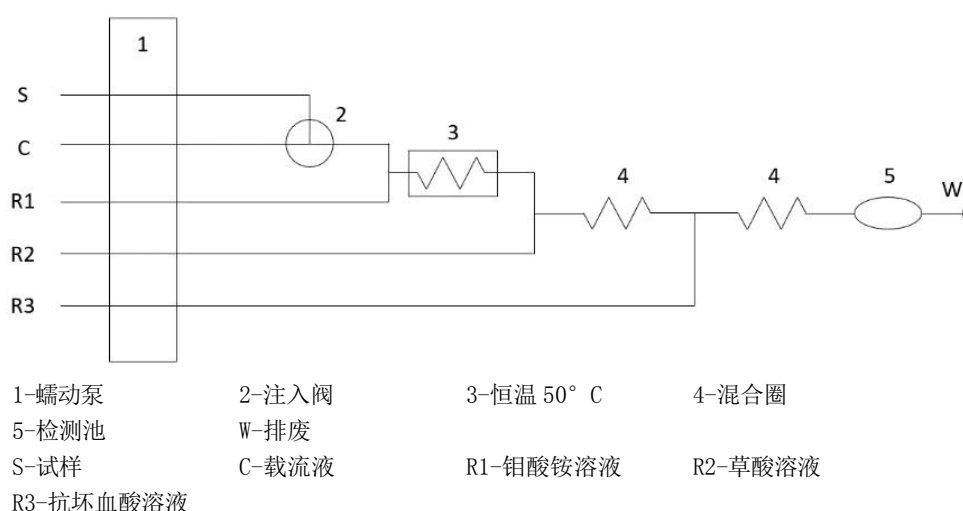


图 2 流动注射-钼酸铵分光光度法测定硅酸盐工作流程图

4.4 联氨的测定方法原理

在酸性条件下，联氨与对二甲氨基苯甲醛发生偶合反应，生成稳定的黄色偶氮化合物，在测定范围内黄色的深度与联氨的含量成线性关系。此偶氮化合物的最大吸收波长为（460±10）nm。

工作流程见图3。由蠕动泵（1）驱动载流液（C），经注入阀（2）将定量试样（S）注入载流，与对二甲氨基苯甲醛-硫酸溶液（R1）于混合圈（3）中汇合，在酸性条件下联氨与对二甲氨基苯甲醛反应生成黄色化合物，进入检测池（4）于特定波长处测定吸光度，废液由排废口（W）排出。吸光度与试样中联氨浓度成正比。

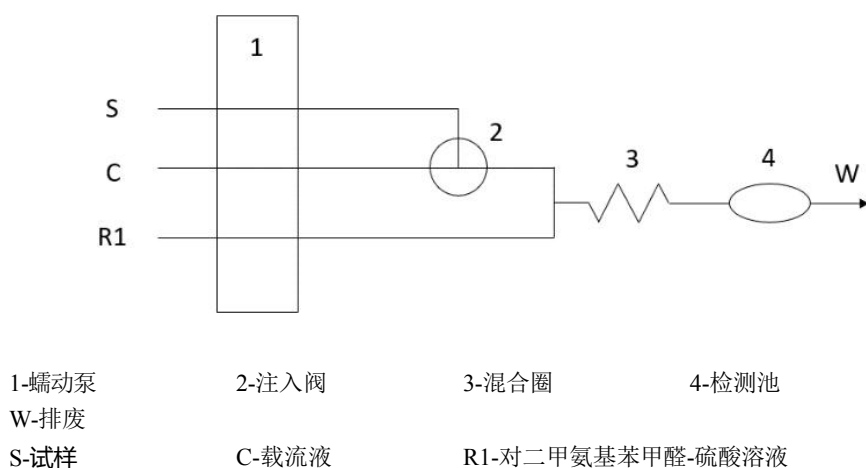


图3 流动注射-分光光度法测定联氨工作流程图

5 仪器设备

5.1 流动注射分析仪：自动进样装置、化学反应模块（由蠕动泵、注入阀、反应管路、恒温装置等部件组成）、检测单元（10mm 光程）及数据处理单元。其中，预处理盒包括加热池和紫外消解装置。符合 CMC（Common Model Choke 共模扼溜圈）电磁兼容要求。

5.2 天平：实际分度值 0.01 g。

6 试剂或材料

6.1 标准溶液

应按GB/T 602的规定制备。

6.2 实验用水

应符合GB/T 6682中一级水的规格。

6.3 磷酸盐检测试剂

- 浓硫酸：优级纯。
- 磷酸二氢钾（ KH_2PO_4 ）：优级纯。
- 磷酸盐标准储备液（1000 mg/L，以 PO_4^{3-} 计）：按 GB/T 602 配制，或使用市售标准溶液。
- 四水合钼酸铵（ $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ）：分析纯。
- 偏钒酸铵（ NH_4VO_3 ）：分析纯。
- 载流液（C）、空白及稀释液：一级水。

6.4 硅酸盐检测试剂

- 浓硫酸：优级纯。
- 四水合钼酸铵（ $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ）：分析纯。
- 二水合草酸（ $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ）：分析纯。
- 抗坏血酸（ $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ ）：分析纯。
- 无水偏硅酸钠（ Na_2SiO_3 ）：优级纯。

- f) 硅酸盐储备液 I (1000 mg/L, 以 SiO₂ 计) : 使用有证标准溶液。
- g) 载流液 (C)、空白及稀释液: 一级水。

6.5 联氨检测试剂

- a) 浓硫酸: 优级纯。
- b) 浓盐酸: 优级纯。
- c) 对二甲氨基苯甲醛 (C₉H₁₁NO) : 分析纯。
- d) 联氨储备液: 参照 8.2.3 配制, 或直接使用市售标准溶液。
- e) 重铬酸钾 (基准试剂)。
- f) C (载流)、空白及稀释液: 1% (V/V) 盐酸。

注: 联氨为有毒试剂, 使用时应注意防护。

7 样品处理

按照 GB/T 6907 或相关规定采集和保存样品。试样品情况采用聚乙烯瓶或玻璃瓶作为采样瓶, 采样前, 须先用样品润洗采样瓶3次。若目视水样浑浊应预先用0.45 μm 滤膜过滤, 将最初的100 mL滤液弃去, 然后取过滤后的水样进行测定。

高浓度样品须稀释后测试。

注: 含磷酸盐较少的样品 (磷酸盐浓度≤0.1 mg/L), 不宜用聚乙烯瓶贮存, 因磷酸盐易吸附在瓶壁上; 分析硅酸盐的样品, 不宜用玻璃瓶贮存; 分析联氨的样品, 用于现场控制分析时, 取样后立即测定, 取样时也可不加酸。

8 实验步骤

8.1 试剂制备

8.1.1 磷酸盐

- 8.1.1.1 磷酸二氢钾 (KH₂PO₄) : 105 °C±5 °C干燥至恒重, 保存在干燥器中。
- 8.1.1.2 磷酸盐标准储备液 (1000 mg/L, 以 PO₄³⁻计) : 按 GB/T 602 配制, 或使用市售标准溶液。
- 8.1.1.3 钼酸铵储备液: 称取 46 g 钼酸铵, 溶于约 300 mL 一级水中。
- 8.1.1.4 偏钒酸铵储备液: 称取 2.5 g 偏钒酸铵, 溶于约 200 mL 一级水中, 在搅拌下缓慢沿器壁加入 30 mL 浓硫酸。
- 8.1.1.5 稀硫酸溶液 (R1) : 量取 165 mL 浓硫酸, 缓慢沿器壁加入到适量一级水中, 待冷却后用一级水稀释至 300 mL 并转移至 1L 容量瓶内, 用一级水稀释至刻度。
- 8.1.1.6 钼酸铵和偏钒酸铵显色剂 (R2) : 在持续搅拌条件下, 将钼酸铵储备液 8.2.1.3 缓慢倾入偏钒酸铵储备液 8.2.1.4 中, 待体系完全溶解均匀后, 转移至 1L 容量瓶内, 用一级水稀释至刻度。

8.1.2 硅酸盐

- 8.1.2.1 硅酸盐储备液 II (10 mg/L, 以 SiO₂ 计) : 量取硅酸盐储备液 I 10.0 mL 于 1L 聚乙烯容量瓶中, 用一级水定容至刻度。
- 8.1.2.2 钼酸铵溶液 (R1) : 量取约 800 mL 一级水置于适宜烧杯中, 加入 40.0 g 四水合钼酸铵, 搅拌至完全溶解, 在持续搅拌下, 缓慢沿器壁加入 16 mL 浓硫酸; 将上述溶液转移至 1L 塑料容量瓶中, 用一级水定容至刻度。溶液须澄清无色, 有效期两周。
- 8.1.2.3 草酸溶液 (R2) : 量取约 800 mL 一级水置于适宜烧杯中, 加入 50 g 二水合草酸, 搅拌至完全溶解; 将上述溶液转移至 1L 塑料容量瓶中, 用一级水稀释至刻度线。该溶液需储存于棕色塑料瓶中。
- 8.1.2.4 抗坏血酸溶液 (R3) : 量取约 700 mL 一级水置于适宜烧杯中, 加入 80.0 g 抗坏血酸, 搅拌至完全溶解; 将上述溶液转移至 1L 塑料容量瓶中, 用一级水稀释至刻度线, 摇匀。该溶液需储存于棕色塑料瓶中, 现用现配。
- 8.1.2.5 载流液 (C)、空白及稀释液: 一级水。

8.1.3 联氨

8.1.3.1 联氨储备液及标定试剂的配制

- a) 硫酸溶液 $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2\text{mol/L}$ 。
- b) 无水碳酸钠 (Na_2CO_3)：在 $(250 \pm 5)^\circ\text{C}$ 下干燥 4 h，置于干燥器中冷却。
- c) 1%淀粉指示剂：称取 1.0 g 可溶性淀粉置于玛瑙研钵中，加入 5 mL 一级水研磨成糊状物，在搅拌下将糊状物加入 90 mL 沸腾的一级水中，再继续煮沸 1 min ~ 2 min，冷却后稀释定容至 100 mL，该溶液在室温下可稳定保存 2 周。
- d) 硫代硫酸钠标准溶液 $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0.1\text{mol/L}$ 。称取 26 g 硫代硫酸钠 (D.1.4) 溶于 1L 一级水中，缓缓煮沸 10 min，在加入 0.2 g 无水碳酸钠，充分摇匀后贮存于具有磨口塞的棕色试剂瓶中，放置 2 周后过滤备用。
- e) 碘标准溶液 $c(\frac{1}{2}\text{I}_2) = 0.1\text{mol/L}$ ：称取 13 g 碘及 35 g 碘化钾，溶于少量水中，待全部溶解后，用水稀释至 1000 mL 并混匀。贮存于具有磨口塞的棕色瓶中。
- f) 盐酸溶液 (1+99)。
- g) 对二甲氨基苯甲醛溶液 (R1)：把 33.4ml 硫酸一边搅拌一边缓慢加入水中，冷却后，加入 15g 对二甲氨基苯甲醛，定容至 500ml，储存在棕色瓶里。
- h) 氢氧化钠溶液 $c(\text{NaOH}) = 2\text{mol/L}$ 。
- i) 1%酚酞指示剂 (乙醇溶液)。
- j) 联氨储备液：在 500 mL 水中加入 74 mL 浓盐酸，冷却后，加入 0.410 g 硫酸联氨 ($\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{SO}_4$) 或 0.328 g 盐酸联氨 ($\text{N}_2\text{H}_4 \cdot 2\text{HCl}$)，搅拌均匀后移入 1L 容量瓶中，用水稀释至刻度。

8.1.3.2 硫代硫酸钠溶液的标定

称取 $120^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 烘至恒重的基准重铬酸钾 (6.5.5) 0.15 g (称准至 0.0002 g)，置于碘量瓶中，加入 25mL 一级水溶解，加入 2 g 碘化钾及 20 mL 硫酸溶液 (8.1.3.1a) 混匀，于暗处静置 10 min。加入 150 mL 水，用硫代硫酸钠溶液 (8.1.3.1d) 滴定，至溶液呈淡黄色时，加入 1%淀粉指示剂 (8.1.3.1c) 1 mL，继续滴定至溶液由蓝色变成亮绿色。同时做空白试验。

硫代硫酸钠标准溶液的物质的量浓度 $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$ ，按公式 (1) 计算：

$$c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = \frac{G}{(V_1 - V_2) \times M_1} \times 10^3 \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$ ——硫代硫酸钠标准溶液的物质的量浓度，mol/L；

G——重铬酸钾的质量，g；

V_1 ——标定时消耗硫代硫酸钠溶液的体积，mL；

V_2 ——空白试验消耗硫代硫酸钠溶液的体积，mL；

M_1 ——重铬酸钾 ($\frac{1}{6}\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) 的毫摩尔质量，采用 49.03g/mol 进行计算。

8.1.3.3 联氨储备液的标定

移取 20.0 mL 联氨储备液 (8.1.3.1j)，用水稀释至 100 mL，用氢氧化钠溶液 (8.2.3.1h) 滴定至酚酞终点，记录消耗氢氧化钠的体积 A mL。再移取 20.0 mL 储备液，注入 250 mL 具有磨口塞的锥形瓶中，用水稀释至 100 mL，加入 (A+2) mL 氢氧化钠溶液 (8.2.3.1h)，用移液管准确加入 10.0 mL 碘标准溶液 (8.2.3.1e)，充分混匀，静置于暗处 3 min。加入 1.25 mL 硫酸溶液 (8.2.3.1a)，用硫代硫酸钠标准溶液 (8.2.3.1d) 滴定过剩的碘。接近终点，即溶液呈浅黄色时，加入 1 mL 的 1%淀粉指示剂 (8.2.3.1c)，继续滴定至蓝色消失，记录硫代硫酸钠标准溶液 (8.2.3.1d) 消耗量。同时进行空白试验。

联氨储备液 (8.2.3.1j) 浓度 ρ 按公式 (2) 计算：

$$\rho = \frac{(B-A)c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \times M_2}{V} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

ρ ——联氨储备液的浓度，g/L；

B——空白试剂消耗硫代硫酸钠标准溶液体积，mL；

A——标定联氨储备液消耗硫代硫酸钠标准溶液的体积，mol/L；

$C(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$ ——硫代硫酸钠标准溶液物质的量浓度, mol/L ;

M_2 ——联氨($\frac{1}{6}\text{N}_2\text{H}_4$)的摩尔质量, 采用 8.0 g/mol 进行计算;

V ——联氨储备液的体积, mL 。

试剂体积可以按照需要或不同的仪器规格进行调整。

8.2 校准曲线的绘制

8.2.1 校准曲线绘制方法

按照上述的相应测定指标准备适当的一系列校准溶液, 包括零浓度溶液。向样品杯中加入适量(大于仪器吸液量)标准系列溶液, 由进样器按程序依次取样、测定。以测得的信号值为纵坐标, 对应的所测物质的浓度为横坐标, 绘制校准曲线。校准曲线的相关系数应不小于0.999。

注: 测试时所需的试剂流量和流速、校准曲线范围会因仪器的型号不同而有差异, 使用者根据仪器型号选择最佳测试条件。

8.2.2 磷酸盐校准曲线绘制

分别量取适量的磷酸盐储备液(8.1.1.2), 用一级水稀释定容至100 mL, 制备6个浓度点的标准溶液系列。因各实验室样品浓度有差异, 可根据实际情况设置标准溶液浓度, 磷酸盐建议浓度分别为: 0 mg/L、100 mg/L、200 mg/L、300 mg/L、400 mg/L和500 mg/L。

取适量标准溶液置于样品管中, 将样品管置于进样器上, 仪器自动完成后续分析。以测定信号值(峰面积)为纵坐标, 对应的磷酸盐浓度(以 PO_4^{3-} 计, mg/L)为横坐标, 绘制校准曲线。

8.2.3 硅酸盐校准曲线绘制

分别量取适量的硅酸盐储备液II(8.1.2.1), 用一级水稀释定容至100 mL, 制备6个浓度点的标准溶液系列。因各实验室样品浓度有差异, 可根据实际情况设置标准溶液浓度, 硅酸盐建议浓度分别为: 0 $\mu\text{g/L}$ 、20 $\mu\text{g/L}$ 、40 $\mu\text{g/L}$ 、60 $\mu\text{g/L}$ 、80 $\mu\text{g/L}$ 和100 $\mu\text{g/L}$ 。

取适量校准溶液, 分别置于样品管中, 置于进样器上, 仪器自动完成后续分析。以测定信号值(峰面积)为纵坐标, 对应的硅酸盐浓度(以 SiO_2 计, $\mu\text{g/L}$)为横坐标, 绘制校准曲线。

8.2.4 联氨校准曲线绘制

分别量取适量的联氨储备液(8.1.3.1j), 用一级水稀释定容至100 mL, 制备6个浓度点的标准溶液系列。因各实验室样品浓度有差异, 可根据实际情况设置标准溶液浓度, 联氨建议浓度分别为: 0 $\mu\text{g/L}$ 、20 $\mu\text{g/L}$ 、40 $\mu\text{g/L}$ 、60 $\mu\text{g/L}$ 、80 $\mu\text{g/L}$ 和100 $\mu\text{g/L}$ 。

取适量标准溶液, 分别置于样品管中, 置于进样器上, 仪器自动完成后续分析。以测定信号值(峰面积)为纵坐标, 对应的联氨浓度($\mu\text{g/L}$)为横坐标, 绘制校准曲线。

8.3 空白试验

用适量一级水代替样品, 按照与样品测试相同步骤进行空白试验, 记录信号值(峰面积)。

8.4 样品测试

将待测样品摇匀, 待气泡消失后, 注入进样瓶中。按照与绘制校准曲线相同的条件, 对样品进行自动测定, 记录信号值(峰面积)。测量结果超出校准曲线范围的样品应稀释后测定。

9 结果计算与表示

样品中所测物质的质量浓度按照公式(3)进行计算。

$$\rho = (\rho_i - \rho_0) \times D \dots\dots\dots (3)$$

式中:

ρ ——样品中物质的质量浓度, 克/升(g/L);

ρ_i ——从标准曲线中查得的试样中待测物质的浓度，克/升（g/L）；

ρ_0 ——从标准曲线中查得的空白试样中待测物质的浓度，克/升（g/L）；

D ——样品的稀释倍数；

注：磷酸盐的检测结果显示以mg/L（毫克每升）表示；硅酸盐、联氨的检测结果显示以μg/L（微克每升）表示。
测定结果保留至小数点后一位，或以各实验单位质控大纲为准。

10 精密度和准确度

10.1 精密度

精密度用相对标准偏差表示。

磷酸盐：对磷酸盐样品进行了测定，相对标准偏差为（0.03~2.42）%。??

硅酸盐：对硅酸盐样品进行了测定，相对标准偏差为（0.43~8.97）%。

联氨：对联氨样品进行了测定，相对标准偏差为（0.20~2.85）%。

10.2 准确度

准确度用相对误差表示。

磷酸盐：相对误差为（-0.71~1.22）%。

硅酸盐：相对误差为（-0.34~2.82）%。

联氨：相对误差为（-0.22~5.27）%。

11 质量保证与控制

每次分析样品均应绘制标准曲线，标准曲线的线性相关系数不小于0.999。

每批样品至少测定10%的平行双样，样品数量少于10个时，应至少测定一个平行双样，两次平行测定结果的相对偏差应不大于10%。

每分析20个样品应选用一个标准曲线中间浓度的标准溶液进行校准核查，其测定结果与实际浓度值相对偏差应不大于10%，否则应查找原因或重新绘制工作曲线。

12 注意事项及安全防护

12.1 注意事项

12.1.1 每次使用前，试剂需保证完全溶解并摇匀，以免不溶解的颗粒进入管路，容易造成堵塞，导致试剂交叉污染，引发检测结果异常。

12.1.2 自动分析仪所用试剂配制方式，与常规人工操作的分光光度法略有差异，不能用手工法的试剂，需要根据本文件单独配制，否则会导致检测结果偏差且难以排查故障。

12.1.3 当样品中含悬浮物、颗粒物时应经过滤、沉淀或离心处理。

12.1.4 试剂和环境温度影响分析结果，冰箱贮存的试剂应放置至室温（20±5° C）后再使用，分析过程中室温波动不能超过±2° C。

12.1.5 封闭的化学反应系统若有气泡会干扰测定，应采用超声（超声频率不小于40kHz，超声脱气时间大于20min）或在线膜分离等方式除去溶液中的气泡。

12.1.6 仪器使用结束后，需用一级水冲洗管路5 min；对于硅酸盐检测，需先用2 g/L氢氧化钠溶液冲洗管路5 min，再用一级水冲洗，避免残留试剂结晶堵塞管路；冲洗完成后需排空管路内积水，避免液体渗漏或倒流损坏仪器电路。

12.1.7 仪器使用结束后要松开蠕动泵管。

T/!! FORMTEXT ¶ CIS[⊥] !! FORMTEXT ¶ 71001[⊥] —!! FORMTEXT ¶ XXXX[⊥]

12.1.8 试剂包须室温或冷藏避光保存，运输时避免挤压。

12.2 安全防护

试剂含有毒有害物质（含放射性物质），使用时应注意防护，避免吸入或与皮肤接触。