

Determination of Chloride Ion and Nitrate Nitrogen in Cellar Water of Huan County Qingyang

Xiaoxia Wei, Xiaowei Zhang, Xudong Zheng, Ke Xu

Institute of Applied Chemistry, Long Dong University, Qingyang Gansu
Email: xiaoxia9533@163.com

Received: Jul. 9th, 2018; accepted: Jul. 30th, 2018; published: Aug. 6th, 2018

Abstract

The main research object is the cellar water in Mengjiayuan Village of Hongde Town and Hudong Township, Huan County, Qingyang City, Gansu Province in the Loess Plateau of Northwestern China. Silver nitrate titration and UV spectrophotometry were used in combination with the standard curve method, respectively two water quality indicators, chloride ion and nitrate (measured as nitrogen), which have common anions in the cellar water, and this water quality was compared with the National Hygienic Standards for Drinking Water (GB/T5749-2006). The results show that the content of the tested substances in the cellar water is all accord with the drinking water standards.

Keywords

Cellar Water, Silver Nitrate Titration, Ultraviolet Spectrophotometry, Determination, Chloride Ion, Nitrate (Measured by Nitrogen)

庆阳市环县窖水中氯离子和硝酸盐氮的测定

魏晓霞, 张小伟, 郑旭东, 徐科

陇东学院应用化学研究所, 甘肃 庆阳
Email: xiaoxia9533@163.com

收稿日期: 2018年7月9日; 录用日期: 2018年7月30日; 发布日期: 2018年8月6日

摘要

现以位于我国西北黄土高原的甘肃庆阳市环县洪德镇张腰峁大队孟家塬村和虎洞乡集雨窖水为主要研究

对象,采用硝酸银滴定法和紫外分光光度法结合标准曲线法,分别对集雨窖水中常见的阴离子氯离子和硝酸盐(以氮计)2个水质指标进行测定,并与国家规定的《生活饮用水卫生标准》(GB/T5749-2006)进行对比,结果显示窖水中被测指标全部符合饮用水标准。

关键词

集雨窖水, 硝酸银滴定法, 紫外分光光度法, 测定, 氯离子, 硝酸盐(以氮计)

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

中国利用雨水的历史悠久,尤其是在我国西部偏远地区,且在水资源匮乏的甘肃省庆阳环县地区更是如此,缺水成为常态直接决定了该地区成为雨水收集利用的典型区域,全县2016年统计人口35.8万,生活在农村的大部分村民通过集雨窖水解决日常人畜饮水需求[1]。因为最近十几年来全省在缺水的定西,白银会宁及庆阳环县地区大力组织和实施的雨水集流工程,大大改善了这些缺水地区集雨窖水的集流条件,水质也较前又大幅提高[2]。集雨窖水利用屋顶、庭院等空旷地带作为集流面,收集雨水作为饮用水水源,不但有效地蓄积和使用天然降水,还在很大程度上减轻了水资源短缺的状况,同时也改善了当地经济发展减轻了当地村民的用水成本[3]。

由于在2010年前后,正值国家积极倡导“安全饮水阶段”,国家“十三五”发展规划中要求集雨饮用水水量保证率达到90%,水质标准必须满足《生活饮用水卫生标准》(GB/T5749-2006)[4],其中农村安全饮水须满足用水量安全和水质安全两个基本条件,所以集雨窖水要满足农民日常生活需求必须足量且符合水质标准。因为饮用水的优劣会直接对村民的身体健康产生影响,所以作为人体维持健康的最重要因素,如果长期不达标的窖水长期饮用肯定会对村民的身体健康产生不利[5],所以对于此地区的集雨窖水水质检测显得十分必要,因为水质检测是我们判断水质状况能否达标的唯一切实可行的办法,并且可以为水质的保护做到提前预警。

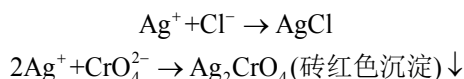
当前对于水质的检测主要分为物理性指标、有机物指标、无机物指标(阴、阳离子)、细菌学指标、毒理学指标五大类共106项[6]。其中氯离子的测定用到硝酸银滴定法(银量法)又称莫尔法,用来测定天然水中的氯化物,氯化物含量为 $10\sim 500\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 的待测样本都适用,有测量范围广、简单快速、准确可靠的特点[7],可避免硝酸汞滴定法的剧毒汞盐。在农村硝酸盐一般存在于厕所,猪圈,牛羊栏,化肥残留,悬崖边及不易被雨水冲刷的地面,集流场很容易在收集过程中将它们带入水窖,所以前五项是水中硝酸盐的主要来源,在水中氮元素既是生命元素,又是环境污染的主要因素, NH_4^+ 转化为 NO_3^- 可通过硝化和反硝化两个主要作用转化成植物容易吸收的硝酸盐。如果人过量摄入会使血液失去携氧能力,一般较轻者出现头昏心悸呕吐的缺氧症状[8]。当前测定硝酸盐的主要方法有酚二磺酸分光光度法、镉柱还原法、紫外分光光度法、戴氏合金还原法和离子色谱法[9],前三种方法经常用于测定饮用水、地下水和清洁地面水中的硝酸根,还有戴氏合金还原法尽管受干扰较少,但是由于测量范围,分析方法繁琐复杂,水体受污染程度等不可控因素,本文选用具有灵敏度高,干扰因素小,操作步骤简单的紫外分光光度法对硝酸盐进行测定。

2. 实验部分

2.1. 窖水中氯离子的测定

2.1.1. 实验原理

以铬酸钾为指示剂, 在 pH 为 6.5~10.5 的中性至弱碱性范围内用硝酸银滴定氯化物时, 因为氯化银的溶解度小于铬酸银的溶解度, 氯离子与银离子结合首先会以氯化银的形式被完全沉淀出来, 然后铬酸盐与银离子结合产生砖红色铬酸银沉淀, 刚刚出现即为滴定终点[10]。该沉淀滴定的反应如下:



注: 采用此沉淀滴定法一定不能在酸性与强碱条件下进行, 因为氢离子与铬酸根结合会影响铬酸银沉淀的生成, 还要防止银离子与氢氧根结合生成氢氧化银进而分解成黑色氧化银, 影响滴定反应与终点的判断。

2.1.2. 实验试剂及仪器

实验试剂: KMnO_4 (西安化学试剂厂, 500 g); 30% H_2O_2 (天津市天力化学试剂有限公司, 500 mL); 95% $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 天津市北联精细化学品开发有限公司, 500 mL); $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (成都市科隆化学品有限公司, 2500 mL); H_2SO_4 (北京化工厂, 500 mL); NaOH (天津市北联精细化学品开发有限公司, 500 g); $\text{Al}(\text{HO})_3$ (天津欧博化工有限公司, 500 g); NaCl (天津市百世化工有限公司, 500 g); AgNO_3 (上海精细化工材料研究所, 100 g); K_2CrO_4 (天津欧博化工有限公司, 500 g); 酚酞(天津市百世化工有限公司, 25 g)。

上述实验试剂均为分析纯 AR, 实验用水均为蒸馏水。

实验仪器: 锥形瓶(250 mL); 滴定管(50 mL); 吸量管(50 mL, 25 mL), 容量瓶(100 mL, 1000 mL)。

本文选定的窖水据集流面的不同分别记为:

一号水样: 环县洪德镇张腰峁大队孟家塬村窖水(集流场为农村土路面);

二号水样: 环县虎洞乡窖水(集流场为混凝土面);

三号水样: 环县洪德镇张腰峁大队孟家塬村窖水(集流场为混凝土面)。

2.1.3. 实验步骤

1) 氢氧化铝悬浮液的配制: 于大烧杯中用 1 L 蒸馏水中溶解约 125 g 硫酸铝钾 $[\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}]$ 并加热至 60°C , 然后搅拌的同时慢慢加入 55 mL 浓氨水后放置约 1 h, 移至大瓶中, 反复洗涤沉淀, 直至洗涤液不含氯离子为止, 然后用水稀释至 300 mL。

2) $0.01410 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 氯化钠标准溶液的配制: 取适量氯化钠于瓷坩埚并置于烘箱 250°C 下干燥 40~50 min, 然后在干燥器中冷却至室温再称取 8.2400 g, 置于烧杯中加蒸馏水搅拌溶解, 转移至容量瓶中稀释至 1000 mL。最后再用吸管吸取 10.0 mL, 在 100 mL 容量瓶中稀释定容得到要求标准液, 在此浓度下每升溶液含 $500 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 氯化物。

3) $0.01410 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 硝酸银标准溶液的配制: 同样称取 2.3950 g 硝酸银于烘箱在 105°C 干燥约 0.5 小时, 冷却至室温后全部置于 1000 mL 容量瓶中加入足量蒸馏水, 稀释定容转移至棕色瓶中贮藏并置于阴凉处。

4) 硝酸银标准溶液的标定: 用前面氯化钠标准溶液标定其浓度时, 用吸管准确吸取 25.00 mL 氯化钠标准溶液于 250 mL 锥形瓶中, 加蒸馏水 25.00 mL; 量取蒸馏水 50.00 mL 于另一个 250 mL 锥形瓶, 作空白对照。最后各加入 1 mL 铬酸钾溶液, 用硝酸银标准溶液在持续振荡下滴定至砖红色沉淀刚刚出现时停止, 即为滴定终点, 平行滴定三次记录下消耗硝酸银溶液体积并计算。

5) $50 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 铬酸钾溶液: 称取铬酸钾 5.0 g 于小烧杯中加适量蒸馏水至溶解, 滴加硝酸银溶液至有红

色沉淀生成, 摇匀, 静置一夜约 10~12 h 然后过滤并用蒸馏水将上清液转移至 100 mL 容量瓶稀释定容。

6) 酚酞指示剂溶液的配制: 称取 0.5 g 酚酞溶解于 50 mL 95%乙醇和 50 mL 蒸馏水中得到。

7) 若水样 pH 值在 6.5~10.5 的中性至弱碱性范围时, 用吸管吸取 100.0 mL 水样于锥形瓶中, 加入铬酸钾溶液 1 mL 摇匀后直接用硝酸银标准溶液滴定。但是水样偏碱时必须以酚酞作指示剂用稀硫酸溶液调节至红色刚刚褪去, 加入铬酸钾溶液 1 mL, 用硝酸银标准溶液滴定至砖红色沉淀刚刚出现时即为滴定终点, 同样偏酸时也以酚酞作指示剂, 改用氢氧化钠溶液调节至红色刚刚褪去, 同法平行测定 3 份, 然后再另取一锥形瓶加入 100.0 mL 蒸馏水重复前面的步骤作空白滴定。

2.1.4. 实验数据计算

1) 硝酸银标准溶液的标定

$$C_{\text{AgNO}_3} = (C_{\text{NaCl}} \cdot V_{\text{NaCl}}) / (V - V_0)$$

其中: C_{AgNO_3} , C_{NaCl} ——分别为硝酸银溶液和氯化钠溶液的浓度, $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$;

V_{NaCl} , V ——分别表示氯化钠溶液体积和消耗硝酸银溶液体积, mL;

V_0 ——表示空白试样消耗硝酸银溶液体积, mL。

2) 氯化物含量 c ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)按下式计算:

$$c = \frac{(V_2 - V_1) \times M \times 35.45 \times 1000}{V}$$

上式中: V_1 ——空白试样消耗硝酸银标准溶液体积, mL;

V_2 ——待测水样消耗硝酸银标准溶液体积, mL;

M ——硝酸银标准溶液浓度, $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$;

V ——待测水样体积, mL。

如表 1 所示硝酸银标准溶液浓度为 $0.01404 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

如表 2 所示, 三种窖水的氯含量中, 以集流场为农村土路面的一号水样环县洪德镇张腰峁大队孟家塬村窖水中氯含量最高 $14.10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$; 集流场为混凝土面的二号水样环县虎洞乡窖水氯含量为 $11.99 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 次之; 集流场为混凝土面的三号水样环县洪德镇张腰峁大队孟家塬村窖水氯含量为 $7.50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 最小。

2.2. 窖水中硝酸盐氮的测定

2.2.1. 实验原理

采用紫外分光光度法测定集雨窖水中的硝酸盐氮就是因为紫外光谱区波长 220 nm 处硝酸盐有强烈的吸收, 而硝酸根在 275 nm 时没有吸收, 但是水中的含氮有机物在波长 220 及 275 nm 下均有吸收,

Table 1. Calibration of silver nitrate standard solution

表 1. 硝酸银标准溶液的标定

项目编号	第一份	第二份	第三份
V_{NaCl} (mL)	25.00	25.00	25.00
$V - V_0$ (mL)	25.20	24.95	25.15
C_{NaCl} ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)		0.01410	
C_{AgNO_3} ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)	0.01399	0.01412	0.01402
平均浓度 C_{AgNO_3} ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)		0.01404	
r		0.45%	

Table 2. Determination of chloride ion content**表 2.** 氯离子含量的测定

项目	名称	空白试样	一号水样	二号水样	三号水样
第一次消耗体积		8.20	11.10	10.80	9.85
第二次消耗体积		8.40	11.30	11.05	10.00
第三次消耗体积		8.75	11.40	10.75	9.90
平均消耗体积 V_1		8.45	11.27	10.87	9.92
算术平均偏差 d		0.2	0.11	0.12	0.057
相对平均偏差 dr		2.37%	0.976%	1.10%	0.575%
最终消耗 $V = V_2 - V_1$		/	2.82	2.42	1.50
氯化物含 c ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)		/	14.10	11.99	7.50

所以需在 275 nm 处再作一次测定,用 220 nm 处测得的吸光度值减去波长 275 nm 下的吸光度值来校正硝酸根的吸光度值,其吸收值与硝酸根的浓度成正比[11],绘制标准曲线得到线性关系,把待测水样的吸光度带入线性关系从而计算出硝酸盐氮的含量。

2.2.2. 实验主要试剂及仪器

实验试剂: HCl (西安化学试剂厂, 250 mL); KNO_3 (天津市北联精细化学品开发有限公司, 500 g); $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ (成都市科隆化学品有限公司, 2500 mL)。

上述实验试剂均为分析纯 AR, 实验用水均为蒸馏水。

实验主要仪器: 紫外分光光度计; 容量瓶(100 mL, 1000 mL); 吸量管(10 mL, 25 mL)。

2.2.3. 实验步骤

1) $1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 盐酸溶液的配制: 用 100 mL 量筒量取浓盐酸 83 mL, 然后取 1000 mL 容量瓶加蒸馏水稀释定容得到;

2) $100\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 硝酸根标准贮备溶液的配制: 取适量硝酸钾置于烘箱, 温度设置 108°C 左右烘干约 1 h, 然后用电子天平准确称取 0.7218 g 硝酸钾于小烧杯并加入蒸馏水溶解, 最后转移至 1000 mL 容量瓶稀释定容。

3) $10\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 硝酸根标准溶液的配制: 取第二步配制的硝酸根标准贮备溶液 25.0 mL 于 250 mL 容量瓶中, 用蒸馏水稀释定容。

4) 待测水样前处理: 取 25 mL 待测水样加入到 50 mL 容量瓶中, 加入盐酸溶液($1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$) 1 mL, 用蒸馏水稀释至刻度, 摇匀。

5) 空白样前处理: 取 25 mL 无氨水加入到 50 mL 容量瓶中, 加入盐酸溶液 1 mL, 用蒸馏水稀释至刻度。

6) 标准液预处理: 向 7 支 50 mL 容量瓶中分别加入硝酸根标准溶液($10\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) 5.0 mL, 10.0 mL, 15.0 mL, 20.0 mL, 25.0 mL, 30.0 mL, 40.0 mL, 各加入盐酸溶液 1 mL, 用蒸馏水稀释至刻度。7 支容量瓶中的硝酸盐氮的质量分别为 50 μg , 100 μg , 150 μg , 200 μg , 250 μg , 300 μg , 400 μg 。

7) 分光光度计测定标准液吸光度: 分别在 275 nm 与 220 nm 波长处测定 7 个装有不同浓度标准液和空白样溶液的吸光度, 按照同样方法分别测定一二三号水样的吸光度 A_x , 然后据前面硝酸盐标准溶液的吸光度绘制标准曲线, 得到线性关系及偏离程度, 最后带代入所测得的待测水样吸光度 A_x 计算硝酸盐含量。

2.2.4. 实验数据处理

把紫外分光光度计在 275 nm 与 220 nm 波长处测定不同浓度标准液的吸光度 A_s 减去空白试样的吸光度 A_b 。用测定的标准溶液吸光度 A_r 与对应硝酸盐含量(以氮计)数据绘制标准曲线, 并运用下列式子进行校正测定吸光度:

$$A_s = A_{s,220} - 2A_{s,275}$$

$$A_b = A_{b,220} - 2A_{b,275}$$

$$A_r = A_s - A_b$$

上式中: $A_{s,220}$, $A_{b,220}$ ——分别为标准溶液和空白溶液在 220 nm 的吸光度;

$A_{s,275}$, $A_{b,275}$ ——分别为标准溶液和空白溶液在 275 nm 的吸光度;

实验数据如表 3 所列, 然后以硝酸盐氮含量为横坐标, 对应标准溶液的吸光度大小为纵坐标绘制标准曲线。

如图 1 所示线性关系 $Y = 0.0012x + 0.0267$, 标准曲线相关系数 $R^2 = 0.9956$ 。

根据上述线性关系把待测水样的吸光度 A_x 带入得到对应的硝酸盐氮质量 m , 即按下式计算水样硝酸盐氮:

$$Y = 0.0012x + 0.0267$$

式中: Y ——水样对应吸光度 A_x ;

x ——从标准曲线上查得的硝酸盐氮含量, $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

用同样的校正方法把三个水样的测定数据吸光度处理一遍, 得到吸光度 A_x 。

如表 4 所示, 三种窖水的硝酸盐含量(以 N 计)中, 虽然集流场为混凝土面的三号水样硝酸盐含量最高,

Table 3. The standard curve

表 3. 标准曲线的绘制

项目	编号	1	2	3	4	5	6	7
A _{220 nm}		0.1021	0.1876	0.2564	0.2975	0.3685	0.4465	0.6057
A _{275 nm}		0.0028	0.0092	0.0191	0.0174	0.0193	0.0233	0.0408
A _s		0.0966	0.1692	0.2182	0.2627	0.3299	0.3999	0.5241
空白试样		A _{220 nm} = 0.0279, A _{275 nm} = 0.0088 则 A _b = 0.0103						
A _r		0.0863	0.1589	0.2079	0.2524	0.3196	0.3896	0.5138
硝酸盐氮含量 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$		50	100	150	200	250	300	400

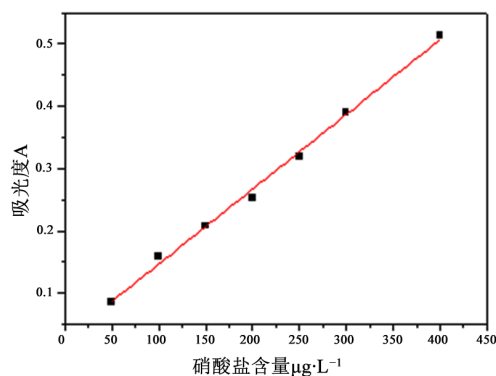


Figure 1. Linear relationship between standard solution and absorption

图 1. 标准溶液含量与吸光度的线性关系

Table 4. The results of the water sample**表 4.** 水样测定结果

编号	名称	一号水样	二号水样	三号水样
	A220 nm	0.4871	0.4774	0.4823
	A275 nm	0.0365	0.0282	0.0291
	A _s	0.4141	0.4210	0.4241
	A _b (空白)		0.0103	
	A _x	0.4038	0.4107	0.4138
	硝酸盐含量(mg·L ⁻¹)	0.3143	0.3201	0.3226
	平均含量		0.3190	
	相对平均偏差 <i>dr</i>		2.95%	

但是这三者数值差距不大,且都在国家饮用水标准范围之内。说明对应的三口集雨水窖中硝酸盐含量差距不大,集流面的不同并不影响硝酸盐含量。

3. 结论

实验结果表明三种窖水的氯含量中以集流场为农村土路面的一号水样环县洪德镇张腰峁大队孟家塬村窖水中氯含量最高 14.10 mg·L⁻¹;集流场为混凝土面的二号水样环县虎洞乡窖水氯含量为 11.99 mg·L⁻¹次之;集流场为混凝土面的三号水样环县洪德镇张腰峁大队孟家塬村窖水氯含量为 7.50 mg·L⁻¹最小。三种窖水测定过程中消耗标准硝酸银溶液体积偏差分别为 0.976%、1.10%和 0.575%,都在误差允许范围内充分说明莫尔法测定范围挺适合测定自然界中的水样,如雨水,河水及井水。这三个窖水中被测指标都在国家饮用水标准规定范围内,不足以对人体产生不利危害,所以村民可以放心使用这些窖水。

在实验中测得的三组水样硝酸盐氮含量都低于国家饮用水标准 10 mg·L⁻¹,一号水样为 0.3143 mg·L⁻¹,二号水样 0.3201 mg·L⁻¹,三号水样 0.3226 mg·L⁻¹,硝酸盐氮平均含量为 0.3190 mg·L⁻¹。标准曲线相关系数为 $R^2 = 0.9956$ 与线性方程为 $Y = 0.0012x + 0.0267$,样品相对平均偏差为 2.95%,充分说明紫外分光光度法简单快捷,准确灵敏,可靠度高的优点。硝酸盐溶于水后不与其他阳离子反应,水样中的氮含量以硝酸盐氮计。假如水样中含有硝酸盐氮,而有机氮和亚硝酸盐氮含量较少或不存在时,说明水体有机污染物分解较完全自净程度高,所以硝酸盐氮含量在一定程度上反映了含氮有机污染物在水窖中存在的时间长短。故根据测定结果可认为三个水样有机污染物分解较完全,自净程度较高。

基金项目

庆阳市环县农村饮用水(窖水)净化研究,项目编号:17CX1FM071。甘肃省应用化学省级重点学科,项目编号:GSACK20130113。

参考文献

- [1] 王梦茹. 强化电絮凝联用超滤处理微污染窖水的实验研究[D]: [硕士学位论文]. 甘肃: 兰州交通大学, 2017.
- [2] 国家环保总局. 水和废水检测分析方法[M]. 第四版. 北京: 中国环境科学出版社, 2002.
- [3] 岳丽芳. 活性炭-石英砂生物过滤处理西北村镇集雨窖水的实验研究[J]. 水处理技术, 2014, 33(6): 12-15.
- [4] 中华人民共和国卫生部. 生活用水卫生规范[M]. 北京: 海洋出版社, 2001.
- [5] 刘天卓. 农村饮水水质问题及水质保护措施[J]. 中国水运, 2013, 18(3): 92-105.

- [6] 苏艳萍. 锅炉水中碱度与氯离子的测定[J]. 科学时代, 2013, 25(4): 41-49.
- [7] 郝志宁. 水中氯离子的测定方法及其研究进展[J]. 环境科学与管理, 2016, 41(5): 162-164.
- [8] 杨兵. 水中亚硝酸盐氮测定条件优化[J]. 光谱实验室, 2016, 11(2): 22-34.
- [9] 胡彩霞. 水中硝酸盐快速测定方法的研究[J]. 中国食品工业, 2016, 15(7): 32-35.
- [10] 程丁山, 赵青秀, 陈静娟, 周小红. 水中氯离子测定方法的应用与研究[J]. 青海石油, 2014, 32(1): 129-130.
- [11] 杨航涛, 王双保, 王成龙. 基于分光光度法的水质氨氮检测系统设计[J]. 测控技术, 2012(5): 10-12.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2163-1557, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: aac@hanspub.org