



# 国内动力学光度法测定碘研究的某些进展

陈晓红<sup>①</sup>

(内蒙古民族大学化学学院分析教研室 内蒙古通辽市 028043)

**摘 要** 本文综述了国内光度法测定碘研究的某些进展, 分别从催化氧化动力学, 阻抑动力学、非动力学光度法和催化荧光光度法等几个类别进行归纳, 并从反应介质、检出限、线性范围和应用等方面进行叙述。

**关键词** 光度法, 碘。

**中图分类号**: O657. 32

**文献标识码**: A

**文章编号**: 1004-8138(2006)01-0031-04

## 1 前言

碘是人体必需的微量元素, 机体可以从食物、空气、水中摄取碘, 成人每日所需碘量约 200—250 $\mu\text{g}$ , 人体碘摄入的缺乏或过高都能引起各种地方性疾病。因此, 对环境、食品等样品中碘的分析方法研究, 一直是全球研究的热门课题之一。测定碘的分析方法很多, 现已发展了光度法、电化学法、容量法、高效液相色谱法、离子色谱法等, 其中动力学光度法是测定碘的有效方法之一。

催化动力学光度法可根据待测物质对某些反应的催化作用, 利用反应速率与催化剂的浓度之间的定量关系, 通过测量与反应速率成比例关系的吸光度, 来计算待测物质的浓度。相对于其他分析方法, 此方法灵敏度高, 一般可达 ng 级; 反应选择性好, 设备廉价, 操作简单快速, 易于推广。

## 2 催化氧化动力学光度法测定碘

### 2.1 催化氧化动力学光度法

催化氧化动力学是在催化动力学光度法中最常用的方法, 各类反应体系中常见的氧化剂有  $\text{KIO}_3$ 、 $\text{KBrO}_3$ 、 $\text{KIO}_4$  等, 它利用了在某特定的介质中, 碘对这些氧化还原性有机试剂, 具有催化作用, 使有机试剂的褪色反应速度迅速提高, 从而应用于碘的测定。

#### 2.1.1 $\text{KIO}_3$ 氧化某些还原性试剂的催化动力学光度法

$\text{KIO}_3$  具有较强的氧化性, 催化动力学光度法中经常作为氧化剂被使用, 碘催化  $\text{KIO}_3$  氧化某些还原性试剂的实验体系如下:

罗明辉<sup>[1]</sup>等研究了在盐酸介质中, 碘酸根在溴化钾的催化作用下使甲基红氧化褪色的反应, 建立了测定碘的新方法。线性范围为 8—22 $\mu\text{g}/25\text{mL}$ , 表观摩尔吸光系数为  $6.5 \times 10^4 \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ , 此法已用于食盐中碘的测定。

周坚勇<sup>[2-5]</sup>等研究了在  $\text{H}_2\text{SO}_4$  介质中, 并在  $\text{KBr}$  的催化下, 碘酸根氧化甲基橙褪色吸光光度

<sup>①</sup> 联系人, 电话: (0475)8315688; E-mail: yhc525@163.com

作者简介: 陈晓红(1971—), 女, 内蒙古通辽市人, 硕士, 讲师, 主要从事分析化学的教学及研究工作。

收稿日期: 2005-11-11; 接受日期: 2005-11-29

法测定碘的新方法,该体系的最大吸收位于 510nm 处,碘浓度在 0—50 $\mu\text{g}/50\text{mL}$  范围内呈良好的线性关系。方法的表观摩尔吸光系数为  $9.0 \times 10^4 \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$  该法已用于测定碘盐及海带中的碘,结果满意。

黄碘文<sup>[6]</sup>等研究了氧化邻苯三酚红褪色光度法,测定食盐中的碘,该法是在 HCl 介质中,碘酸根能氧化邻苯三酚红使之褪色,最大吸收波长位于 470nm 处,碘浓度在 0—1.6mg/L 范围内与吸光度减少值  $\Delta A$  呈线性关系。表观摩尔吸光系数为  $4.18 \times 10^4 \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ ,本法具有灵敏度高,专属性强,操作简便等特点,用于食盐中碘的测定,结果满意。

陈立国等<sup>[7-10]</sup>研究了应用碱性染料灿烂绿催化光度法测定碘的新方法,在柠檬酸介质中,痕量碘催化碘酸钾氧化灿烂绿褪色和生色的指示反应,用双波长组合测定线性范围为 0—0.6 $\mu\text{g}/25\text{mL}$ ,检出限为  $2.66 \times 10^{-10} \text{g}/\text{mL}$ ,是目前测定碘的高灵敏度方法之一。

陈宁生<sup>[11]</sup>等研究了氧化碱性品红动力学光度法测定碘,该实验碱性品红在 pH=6.5 的条件下被碘酸钾氧化褪色反应。方法的线性范围为 0.08—0.4mg $\cdot\text{L}^{-1}$ ,检出限为  $4.5 \times 10^{-8} \text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ ,应用于食盐中碘的含量测定,结果满意。

王明、罗大莉<sup>[12]</sup>研究了在  $\text{H}_2\text{SO}_4$  介质中, KBr 催化碘酸根氧化二甲酚橙褪色的最佳条件;该体系最大吸收位于 430nm 处,  $\epsilon = 1.3 \times 10^4 \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ ,线性范围为 0—30 $\mu\text{g}/25\text{mL}$  方法用于测定加碘食盐中的碘,获得了满意的结果。

张爱梅<sup>[13]</sup>等研究了碘酸钾氧化鸡冠花红动力学光度法测定碘的含量,在  $\text{H}_2\text{SO}_4$  介质中,草酸钠作活化剂,碘催化碘酸钾氧化鸡冠花红而使其褪色,该法测定碘的线性范围为 0—20 $\mu\text{g}/\text{L}$ ,检出限为 0.66 $\mu\text{g}/\text{L}$ ,用于食品中碘的测定,结果满意。

### 2.1.2 碘对 $\text{KBrO}_3$ 氧化某些还原性试剂的催化动力学光度法

$\text{KBrO}_3$  也是在催化动力学光度法中常用的氧化剂,碘催化  $\text{KBrO}_3$  氧化某些还原性试剂实验体系如下:

王怀生<sup>[14]</sup>等研究了  $\text{KBrO}_3$  氧化酸性间胺黄动力学光度法。在  $\text{H}_2\text{SO}_4$  介质中,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  存在下,碘对  $\text{KBrO}_3$  氧化酸性间胺黄而使其褪色,测定线性范围为 0.02—0.4mg/L,检出限为  $1.5 \times 10^{-8} \text{g}/\text{mL}$ ,测定食品中的微量碘,得到较好的结果。

金贞淑<sup>[15]</sup>等研究了在  $\text{H}_3\text{PO}_4$  介质中碘对  $\text{KBrO}_3$  氧化还原型罗丹明 B 的催化反应,提出了催化动力学分光光度法测定痕量碘的方法。该方法的检出限为  $3.8 \times 10^{-11} \text{mol}/\text{L}$ ,线性范围为  $3.8 \times 10^{-11}$ — $2.9 \times 10^{-10} \text{mol}/\text{L}$ ,应用本方法测定海带中的碘,平均回收率在 92.54%,结果满意。

### 2.1.3 $\text{KIO}_4$ 氧化某些还原性试剂的催化动力学光度法

郭忠先<sup>[16-19]</sup>等利用  $\text{I}^-$  对  $\text{KIO}_4$  氧化甲基紫的褪色反应建立了测定  $\text{I}^-$  的新的动力学分析法。该体系的最大吸收位于 596nm 处,  $\text{KIO}_4$  溶液在 0.5—2.0mL 时呈良好线性关系,此法的线性范围是 0.3—1.4 $\mu\text{g}/\text{mL}$ ,所得结果的准确度和精确度均较满意,用于食盐中微量碘的测定。

## 2.2 碘的阻抑动力学光度法

阻抑动力学光度法是在某种反应中加入适当的催化剂,可以减慢其氧化还原某有色物质褪色反应的速度,反应速度与加入的催化剂的量在一定范围内呈线性关系,从而可以确定催化剂(抑制剂)的量。刘长久<sup>[20]</sup>等研究了在 HCl 介质中,  $\text{I}^-$  对盐酸胍还原甲基胺盐褪色反应,结果有显著的抑制作用,据此,建立了阻抑动力学分析测定痕量碘的新方法。方法的线性范围为 0—8 $\mu\text{g}/\text{L}$ ,  $\epsilon = 6.5 \times 10^4 \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ ,检出限为  $4.1 \times 10^{-10} \text{g}/\text{mL}$ 。这种方法的动力学条件宽容,体系稳定,选择性和重现性好,用于食盐、海带、紫菜和黄豆等食品中碘的测定,均取得令人满意的结果。

### 3 非动力学光度法测定碘

杜敏<sup>[21]</sup>研究了用 5-Br-DAD-AP 为显色剂吸光光度法测定微量碘,在  $\text{H}_2\text{SO}_4$  介质中,可测  $\text{I}^-$  的检测范围为  $0\text{--}2.5\mu\text{g/mL}$ ,  $\epsilon=8.2\times 10^4\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}$ ,此法用于化学试剂中的碘的测定,获得了满意的结果。

徐淑坤<sup>[22]</sup>研究了在痕量碘存在下,无色氯胺 T 和四元碱(*N-N*-四甲基对苯二胺)在弱酸性介质中发生反应,得出检出限为  $0\text{--}0.2\mu\text{g/L}$ ,方法已用于粮食中微量碘的测定,结果满意。

朱广伟<sup>[23]</sup>等研究了无水浴砷、铈催化光度法测定碘,取消了原方法中所有的水浴步骤,对试剂纯度进行了讨论,在酸性介质中,测得  $\text{I}^-$  的线性范围为  $0\text{--}1000\mu\text{g/L}$ ,已用于水样及食品中痕量碘的测定。

### 4 催化荧光光度法测定碘

痕量碘对氧化剂氧化某些还原试剂具有强烈的催化作用,产物呈现荧光特性,据此建立了催化荧光测定痕量碘的新方法,可获得较高的灵敏度。冯素玲<sup>[24]</sup>等研究了在  $\text{H}_3\text{PO}_4$  介质中, $\text{I}^-$  催化  $\text{KIO}_4$  氧化丁基罗丹明 B 的反应,使体系荧光猝灭,建立了催化动力学荧光法测定  $\text{I}^-$  的新方法,方法的检出限为  $1.5\times 10^{-2}\mu\text{g/mL}$ ,线性范围是  $0.04\text{--}0.24\mu\text{g/mL}$ ,方法的线性范围较宽,选择性好,应用于安妥碘注射液,海带中  $\text{I}^-$  的测定,结果满意。

龚国权<sup>[25]</sup>等用二氯荧光系(DCF)一氯化十六烷基吡啶(CPC)体系荧光猝灭法测定微量碘,在 pH 为  $2.8\text{--}3.1$  的  $\text{H}_2\text{SO}_4$  介质中,测得  $\text{I}^-$  的检出限为  $0.3\mu\text{g}/25\text{mL}$ ,线性范围是  $0.3\text{--}2.0\mu\text{g}/25\text{mL}$ 。本法灵敏度高,应用于海水、食盐中碘的测定,结果满意。

### 5 结束语

总的来说,由于催化动力学光度法具有灵敏度高,操作简单,反应选择性好的优点,所以在碘的测定中得到广泛应用,其中以  $\text{KIO}_3$  氧化某些还原型有机试剂的应用研究最多,检出限低。阻抑动力学光度法和催化荧光光度法研究相对较少,在今后的研究中,将会得到更大发展。

### 参考文献

- [1] 罗明辉,邱光升,易碧英等.甲基红氧化褪色光度法测定食盐中的碘[J].分析试验室,2002-3,21(2):48.
- [2] 周坚勇,罗力军,何建丽等.甲基橙氧化褪色吸光光度法测定碘的研究[J].理化检验(化学分册),1997,33(6):251.
- [3] 张宏陶.生活饮用水标准检验方法注解[M].重庆:重庆大学出版社,1993.222.
- [4] 吴水生.有机试剂在分析化学中的应用[M].北京:科学出版社,1983.202.
- [5] 余月仙.碘酸根氧化褪色光度法测定碘的研究[J].中国食品卫生杂志,1991,3(4):6.
- [6] 黄碘文,尚红霞.氧化邻苯三酚红褪色光度法测定食盐中的碘[J].分析化学,2000,28(7):987.
- [7] 陈立国,瞿言勤.双波长催化光度法测定痕量碘的研究[J].分析化学,2001,29(11):27.
- [8] 陈国树,文显,陈岚.催化动力学直接光度法测定  $\alpha$ - $\alpha'$  联吡啶[J].分析化学,1991,19(3):327.
- [9] 范健,罗重庆.非金属元素及无机阴离子分析[J].分析试验室,1992,11(2):80.
- [10] 童爱军.催化光度法测定碘的研究[J].分析试验室,1993,12(3):80.
- [11] 陈宁生,毕红萍.氧化碱性品红动力学光度法测定微量碘[J].分析试验室,2002,21(3):83.
- [12] 王明,罗大莉.二甲酚橙褪色光度法测定碘的研究[J].理化检验(化学分册),2000,36(3):114.
- [13] 张爱梅,王术皓.碘酸钾氧化鸡冠花红动力学光度法测定碘的含量[J].分析化学,1998,26(9):967.
- [14] 王怀生,张爱梅.溴酸钾氧化酸性间胺黄动力学光度法测定食品中的碘[J].分析化学,1996,24(6):689.
- [15] 金贞淑,徐艳英,张力等.催化动力学光度法测定痕量碘的研究[J].理化检验(化学分册),1996,32(2):101.
- [16] 郭忠先,张淑云.催化动力学光度法测定微量碘的研究[J].分析试验室,1995,14(5):31.
- [17] 葛力明,肖惠祥.碘的分析现状[J].岩矿测试,1993,12(3):217.

- [18] 陈四箴, 吴淑琪. 实用动力学分析[M]. 北京: 地质出版社, 1989. 151.
- [19] 陈国树. 催化动力学分析方法及其应用[M]. 江西: 江西高校出版社, 1991. 288.
- [20] 刘长久, 张华. 阻抑甲苯胺蓝褪色指示反应动力学法测定痕量碘[J]. 分析化学, 1998, 26(2): 222.
- [21] 杜敏, 高荣杰, 陈善佳等. 5-Br-DAD-AP 为显色剂吸光光度法测定微量碘[J]. 理化检验(化学分册), 1996, 32(4): 218.
- [22] 徐淑坤, 孙励敬. 痕量碘的四元碱流动注射分光光度法研究粮食中微量碘的测定[J]. 分析试验室, 1992, 11(4): 16.
- [23] 朱广伟, 郑宝山. 无水浴砷、铈催化光度法测定碘[J]. 分析试验室, 1999, 18(4): 53.
- [24] 冯素玲, 陈红. 催化荧光法测定  $I^-$  的新方法[J]. 分析试验室, 1997, 33(8): 358.
- [25] 龚国权, 贾丽. 二氯荧光系(DCF)-氯化十六烷基吡啶(CPC)体系荧光猝灭法测定微量碘[J]. 分析化学, 1994, 22(5): 465.

## Some Progress of the Research of Photometric Determination of Iodine the Kinetic

CHEN Xiao-Hong

(College of Chemistry, Innermongu University for Nationalities, Tongliao, Innermongolia 028043, P. R. China)

**Abstract** This paper reviews research advances of photometric determination of iodine, such as dynamics, the nondynamics photometry and the catalyst fluorescence photometry etc, including reaction medium, the detection limit, the linear range and applications etc.

**Key words** Photometry, Iodine.

### 《邮票上的化学、光学和光谱学史》彩色抽印本(收藏本)赠送启事 ——致本刊作者联系人和长期订户

为答谢作者和长期订户对本刊的支持, 本期发表的《邮票上的化学、光学和光谱学史》还印有少量彩色抽印本(收藏本), 用以赠送本刊作者联系人和长期订户(订阅本刊1年以上者), 邮资自付。愿意接受赠阅者, 请来信说明下列情况之一: (1) 您在本刊发表的论文的年(卷)、期和页码; (2) 您何时订阅本刊并附上发票复印件。每1篇论文的联系人和每1订户赠阅1册。每册付邮资5元, 其中含挂号费3元。

邮资请务必用邮票支付, 即将邮票5元装入信封中, 邮寄到本刊联络处, 地址: 北京市81信箱66分箱刘建林, 邮编: 100095。赠送截止日期: 2006年6月30日。

不属于上述赠送范围之内者, 亦可购买, 售价30元/册。

购款仍用邮票支付, 方法同上。

汇款时请务必告知收件人姓名和详细地址, 以便邮寄。

《光谱实验室》编辑部

2006年1月25日