

原子吸收光谱法检测技术研究综述

许文艳^{1,2}, 李晓蓉^{1,2}, 郭 斌^{1,2}

(1. 甘肃省农业科学院畜草与绿色农业研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃省农业科学院农业质量标准与检测技术研究所, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 综述了原子吸收光谱法的原理、结构、原子化法分类、优越性和局限性以及在各个领域中的应用, 并展望了原子吸收光谱法的发展方向。

关键词: 原子吸收; 光谱法; 原子化; 综述

中图分类号: S131 **文献标识码:** A

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2015.11.027

文章编号: 1001-1463(2015)11-0076-04

原子吸收光谱法(Atomic Absorption Spectroscopy, AAS)自 1955 年作为一种分析方法问世以来, 先后经历了初始的序幕期、爆发性的成长期、相对稳定期和智能化飞跃期, 并得以迅速的发展与普及, 如今已成为一种倍受人们青睐的定量分析方法。原子吸收光谱法以其检测速度快、灵敏度高、检测元素多、前处理简单等特有的优势, 已成为无机元素定量分析应用最广泛的一种分析方法^[1]。在农业、食品、轻工、生物医药、环境保护、材料科学等检测中发挥着重要的作用。

1 检测原理

原子吸收光谱法(Atomic Absorption Spectroscopy, AAS)是利用气态原子可以吸收一定波长的光辐射, 使原子中外层的电子从基态跃迁到激发态的现象而建立的。由于各种原子中电子的能级不同, 将有选择性地共振吸收一定波长的辐射光, 这个共振吸收波长恰好等于该原子受激发后发射光谱的波长, 由此可作为元素定性的依据, 而吸收辐射的强度可作为定量的依据。

2 原子吸收光谱仪结构

2006 年, 何华焜等综述了原子吸收光谱仪的光源、原子化器、光学系统、检测系统和显示装置等关键部件^[2]。

2.1 光源

光源的功能是发射被测元素的特征共振辐射。空心阴极灯是能满足各项要求的理想的锐线光源, 应用最广。现在有部分厂家把二极管激光器光源引进 AAS 领域, 使得各种小型、微型的专用 AAS 实验仪器装置得到了广泛的应用。

2.2 原子化器

原子化器提供能量, 使试样干燥、蒸发和原子化。在原子吸收光谱分析中, 试样中被测元素的原子化是整个分析过程的关键环节。实现原子化的方法, 最常用的有 2 种, 一是火焰原子化法, 它是原子光谱分析中最早使用的原子化方法, 至今仍在广泛地被应用; 二是非火焰原子化法, 其中应用最广的为石墨炉原子化法。

2.3 光学系统

光学系统由入射和出射狭缝、反射镜和色散元件组成, 其作用是将所需要的共振吸收线分离出来。分光器的关键部件是色散元件, 商品仪器均为光栅。光栅放置在原子化器之后, 阻止来自原子化器内的所有不需要的辐射进入检测器。2005 年, 李昌厚等从信噪比、性价比等方面评述了原子吸收光谱仪中采用 1 200 条/mm 的平面光栅优于采用 1 800 条/mm 的平面光栅^[3]。

收稿日期: 2015-06-18

作者简介: 许文艳(1987—), 女, 江苏徐州人, 研究实习员, 主要从事重金属检测研究工作。联系电话:(0)13993161729。E-mail: xuwy110@163.com

通讯作者: 李晓蓉(1963—), 女, 甘肃景泰人, 高级实验师, 主要从事农产品质量安全检测研究工作。E-mail: lxr870906@sina.com

2012, 26(1): 77-81.

[19] 曹克强, 王春珠, 耿 硕. 我国苹果主要病虫害及其防治策略[J]. 河北农业科学, 2010, 14(8): 72-74.

[20] MERANER A, BRANDSTÄTTER A, THALER R, *et al.* Molecular phylogeny and population structure of the

codling moth (*Cydia pomonella*) in Central Europe: I. Ancient clade splitting revealed by mitochondrial haplotype markers[J]. Molecular Phylogenetics and Evolution. 2008, 48(3): 825-837.

(本文责编: 郑立龙)

2.4 检测系统

原子吸收光谱仪中广泛使用的检测器是光电倍增管,一些仪器也采用 CCD 作为检测器。

2.5 显示装置

近代的原子吸收光谱仪普遍采用了多位数字显示装置,这样能对信号稳定性处理的更快、更好^[4]。

3 原子化法分类

3.1 火焰原子化法

适用于测定易原子化的元素,是原子吸收光谱法应用最为普遍的一种,有较高的灵敏度和检测极限,且重现性好,易于操作。通过火焰的燃烧作用,使试样原子化。试液与燃气在雾化室充分混合后进入火焰燃烧,按试样在火焰中的行为,火焰内大致可以分为干燥区和蒸发区、原子化区和电离区。试样在火焰中的原子化程度与温度有关,过低的温度不利于被测元素分解成基态原子,过高能引起基态原子电离,降低灵敏度^[5-10]。

3.2 石墨炉原子化法

火焰原子化虽好,但缺点在于仅有 10% 的试液被原子化,而 90% 由废液管排出,这样低的原子化效率成为提高灵敏度的主要障碍,而石墨炉原子化装置可提高原子化效率,使灵敏度提高 10~200 倍。而且其检测限很低,对许多元素测定比火焰法低 2~3 个数量级。试样用量少,每次测定仅需 5~100 μL ,能直接对粘度很大的样液、悬浮液和固体样品进行分析^[11-14]。

3.3 氢化物原子化法

氢化物原子化法是低温原子化的一种。由于某些易形成氢化物的元素,如 Sb、As、Bi、Pb、Se、Te、Hg 和 Sn 用火焰原子化法测定时灵敏度很低,而这些元素在酸性介质与强还原剂硼氢化钠(或钾)反应得到气态氢化物,这种气态氢化物可将待测元素分离并富集,因此可减轻甚至完全消除干扰。可将检测限降低至 ng/mL 级的浓度^[15-20]。

3.4 冷原子吸收法

将试液中汞离子用 SnCl_2 或盐酸羟胺还原为金属汞,然后用空气流将汞蒸气带入具有石英窗的气体吸收管中进行原子吸收测量。灵敏度和准确度都较高(可检出 0.01 μg 的汞),是测定痕量汞较好的方法^[21-26]。

3.5 其余原子化法

溅射原子化法,适用于易生成难溶化合物的元素和放射性元素。电极放电原子化法,适用于难熔氧化物的金属 Al、Ti、Mo、W 的测定。等离

子体原子化法,适用于难熔金属 Al、Y、Ti、V、Nb、Re。激光原子化法,适用于任何形式的固体材料,如测定石墨中的 Ca、Ag、Cu、Li^[27-30]。

4 原子吸收光谱法的优缺点

2006 年,何祥来等对原子吸收光谱法的一系列优点进行了综述^[28],认为 AAS 具有很大的优越性,具有选择性强、灵敏度高、分析范围广、抗干扰能力强、精密度高等优点,这也是它迅速发展的内在原因。但是原子吸收光谱法也存在一定的缺点。2009 年,李琳琳等对 AAS 的缺陷进行了评述^[29],原子吸收光谱法一方面不能多元素同时分析,还不能测定共振线处于真空紫外区域的元素如 P、S 等;另一方面标准工作曲线的线性范围比较窄。因此,充分认识到原子吸收光谱法的优点和缺点,更有利于分析检测工作的进行。

5 原子吸收光谱法的应用

原子吸收光谱法凭借其本身的特点,现已广泛的应用于工业、农业、生化制药、地质、冶金、食品检验和环保等领域,并且该法已成为金属元素分析的最有力手段之一,通过使用原子吸收光谱仪利用间接法也可以对多种有机物进行测定,如 8-羟基喹啉(Cu)、醇类(Cr)、酯类(Fe)、氨基酸(Cu)、维生素 C(Ni)、含卤素的有机物(Ag)等多种有机物,都可通过与相应的金属元素之间的化学计量反应而间接测定^[30-34]。

6 展望

原子吸收光谱法测定样品中的重金属具有灵敏、高效、准确等优点。根据待测金属种类和浓度的不同,实验中需要选择石墨炉、火焰和氢化物发生等原子吸收光谱,并结合适当的预处理手段,其中消化设备、改进剂、消解试剂和消解温度等均直接影响测定结果的准确性^[35-40]。但是,由于样品种类繁多,相关标准和法规的制定需要借助更大量的检测实验和更先进的检测手段。为了更准确和快速地测定样品中的金属元素,原子吸收光谱还经常与其他检测手段联用,比如原子吸收光谱与高效液相色谱、气相色谱、毛细管电泳等联用。可以预测,原子吸收光谱法的应用、完善和创新必将带动农产品质量安全的监管以及相关检测标准的完善^[41]。

参考文献:

- [1] 张洪利,王宇杰,王哲. 硝酸铝对石墨炉原子吸收法测定饮用水中铍的改进[J]. 现代仪器, 2006(3): 55-56.
- [2] 何华焜,邓勃,何嘉耀. 原子吸收和原子荧光光谱分析[J]. 现代科学仪器, 2006(5): 20.

- [3] 李昌厚. 原子吸收分光光度计中光栅的设计及选择[J]. 分析测试技术与仪器, 2005, 11(3): 167-169.
- [4] 李源流, 李 军, 张永富, 等. 分光光度法测定油田水样中的硫酸根离子[J]. 应用化工, 2008(5): 579-581.
- [5] 林庆光. 原子吸收分光光度法与二氮杂菲分光光度法测水中铁的比较[J]. 中国热带医学, 2008(6): 1 034-1 035.
- [6] 陆九韶, 覃东立, 孙大江, 等. 间接火焰原子吸收光谱法测定水和废水中铝[J]. 环境保护科学, 2008(3): 111-113.
- [7] 张 琪. 石墨炉原子吸收法直接测定生活饮用水及其水源水中铝[J]. 中国卫生检验杂志, 2008(7): 1 293-1 295.
- [8] 陈妍妍, 刘 军, 任 兰, 等. 电感耦合等离子体原子发射光谱法测定水和废水中钡、铍、钴、钒[J]. 理化检验: 化学分册, 2008(7): 689-690.
- [9] 鲁 丹, 张文娟. 原子吸收氢化物法直接测定加硒碘盐中硒[J]. 理化检验: 化学分册, 1999, 35(3): 135.
- [10] 叶世源. DDTC-Cd 萃取分离火焰原子吸收光谱法测定电镉中微量铅[J]. 理化检验: 化学分册, 2001, 37(1): 44.
- [11] 王 瑜. 壳聚糖富集火焰原子吸收光谱法测定水中痕量铜(II)[J]. 分析化学, 2005, 33(6): 872-874.
- [12] 杨 祥, 陈 飞, 窦希波, 等. 析相萃取火焰原子吸收光谱法测定水样中痕量铁[J]. 理化检验: 化学分册, 2002, 38(7): 355-356.
- [13] 袁惠娟, 张皓宇, 常海涛. 火焰原子吸收光谱法测定芝麻中铜铁锰锌消化方法比较[J]. 理化检验: 化学分册, 2001, 37(3): 137-138.
- [14] 朱永芳. 微波消解法测定化妆品中铅砷汞[J]. 理化检验: 化学分册, 2002, 38(6): 305-307.
- [15] 周享春, 黄春华, 吴爱斌. 脉冲悬浮进样火焰原子吸收光谱法直接测定土壤中铬[J]. 理化检验: 化学分册, 2001, 37(3): 97-101.
- [16] 淦五二, 何友昭, 孙 莉. 悬浮液进样火焰原子吸收光谱法测定高锌天麻中锌[J]. 理化检验: 化学分册, 2001, 37(1): 45-48.
- [17] 刘立行, 祝黎明. 悬浮液进样—火焰原子吸收光谱法测定聚乙烯中铜镁[J]. 分析化学, 2002, 30(7): 819-821.
- [18] 韩长城, 康维钧, 易小林, 等. 微量脉冲进样导数火焰原子吸收法测定小鼠血清锌含量[J]. 河北医科大学学报, 1999, 20(3): 152-154.
- [19] 周 标, 孔繁勇, 王正方, 等. 原子捕获火焰原子吸收光谱法测定无铅汽油中铅[J]. 理化检验: 化学分册, 2002, 38(10): 504-506.
- [20] 杨莉丽, 张艳欣, 高 英. 导数-原子捕获-火焰原子吸收光谱法测定中草药中的微量铜[J]. 分析化学, 2002, 30(9): 1 143-1 146.
- [21] 刘劲松, 陈恒戊, 毛雪琴. 流动注射在线阴离子树脂预富集火焰原子吸收测定痕量铜[J]. 分析化学, 1998, 26(11): 1 369-1 371.
- [22] 李亚荣, 郎惠云, 谭 峰, 等. 流动注射在线过滤稀释原子吸收法测定药物制剂中托普利[J]. 分析化学, 2002, 30(2): 165-168.
- [23] 谢文兵, 王 畅, 郭鹏然, 等. 流动注射石英管原子吸收法测定微量总汞[J]. 分析化学, 2001, 30(12): 1 466-1 468.
- [24] 杜颂如. 原子吸收光谱法同时测定铅钙锡铝合金中钙和锡[J]. 理化检验, 2002, 38(10): 521-522.
- [25] 刘传仕. 火焰原子吸收光谱法测定粗杂铜中铋[J]. 理化检验: 化学分册, 2003, 38(9): 473-474.
- [26] 刘忠雅. 火焰原子吸收光谱法测定铝合金中铜镁锰镍铁锌[J]. 理化检验: 化学分册, 2002, 38(8): 413.
- [27] 杨 强, 袁明康, 林良栋, 等. 原子吸收光谱法测定拉伸断口铬镍钼钽钢样品中主成分[J]. 理化检验: 化学分册, 2002, 38(2): 76-79.
- [28] 何祥来. 江苏省部分地区鹅、羊组织中重金属残留调查及镉的骨毒性作用的初步研究[D]. 扬州: 扬州大学, 2006.
- [29] 李琳琳. 原子吸收光谱法在饲料检测中的应用[J]. 当代畜牧, 2009(8): 27-28.
- [30] 李 雯, 杜秀月. 原子吸收光谱法及其应用[J]. 盐湖研究, 2003, 11(4): 67-72.
- [31] 董 丽, 沈谷苗. 石墨炉原子吸收分光光度法测定土壤样品中痕量镉[J]. 江苏地质, 2004, 28(1): 42-44.
- [32] 阮桂色. 火焰原子吸收光谱法测定锌精矿中微量氧化钙[J]. 理化检验: 化学分册, 2002, 38(8): 410; 412.
- [33] 邓汉金, 廖庆文. 火焰原子吸收光谱法测定重晶石中锌铜铁[J]. 理化检验: 化学分册, 2001, 37(1): 19-20.
- [34] 袁 齐. 火焰原子吸收光谱法测定铅钙母合金中钙[J]. 理化检验: 化学分册, 2001, 37(9): 401-402.
- [35] 叶明德, 薛杏勇. 在线流动注射 N1923 萃淋树脂预富集火焰原子吸收法测定痕量金[J]. 光谱学与光谱分析, 2003, 23(1): 78-80.
- [36] 宋顶海, 刘兴宏, 唐宏军. 氢化物发生-电加热原子吸收法测定高纯铅中砷[J]. 理化检验: 化学分册, 2001, 37(10): 476-477.
- [37] 周 聪. 硝酸作基体改进剂塞曼石墨炉原子吸收法测定海水中的铅和镉[J]. 光谱学与光谱分析, 1996, 16(4): 68-71.
- [38] 马玉平, 战国利. 固体进样石墨炉原子吸收光谱测定研究[II]—镉的测定[J]. 光谱学与光谱分析, 1994, 14(5): 79-84.
- [39] 胡晓静, 孔 平, 黄大亮. 石墨炉原子吸收光谱法测定磷矿石中微量镉干扰的抑制[J]. 冶金分析, 2004, 24(3): 63-65.
- [40] 章海风, 陆红梅, 路新国. 食品中重金属污染现状及防治对策[J]. 中国食物与营养, 2010(8): 17-19.

农业院校科技管理工作存在的问题及对策

王 磊

(西北农林科技大学科研院, 陕西 杨凌 712100)

摘要: 科技管理作为高校管理工作的重要组成部分, 主要是为科学技术服务, 力求实现科学技术的创新。但随着时代的发展, 当前农业高校科技管理模式已经不能完全适应科学技术体系的变化和社会经济的发展, 存在科技管理人员综合素质参差不齐、管理模式缺乏创新性、活动开展缺乏联动机制, 不能实现优势资源的整合和跨学科平台的建设等方面的问题。从加强业务能力学习, 着力打造高水平、专业化的科技管理团队; 建立多学科交叉融合的科研平台; 加强制度建设等方面提出了加强农业院校科技管理创新工作的对策, 以实现高校科技管理机制、模式等方面的创新, 满足新时代科学技术发展的需求。

关键词: 农业院校; 科技管理; 创新; 问题; 对策

中图分类号: G311 **文献标识码:** A

文章编号: 1001-1463(2015)11-0079-02

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2015.11.028

科技管理是通过对管理科学的运用, 对人力物力财力资源进行优化整合的管理行为, 其最终目标应该是为科学技术服务, 力求实现科学技术的创新。只有创新的科学技术才真正起决定作用, 而最直接、有效的科技管理应该是满足创新的要求, 鼓励和推动科技活动的创新^[1]。因此, 科技管理创新是根据科技活动的特点, 通过对科技活动自身的规律及其外界环境与条件的发展变化的不断认识, 对科技管理体系的完善及重建, 使之能够更好地适应和促进科技活动发展的过程。

农业院校作为我国科技创新队伍中的生力军, 不仅拥有丰富的人才资源, 还拥有大面积的实验平台和推广基地, 承担着实现科技创新的重要任务, 更肩负着解决重大国计民生问题的重要职责。科技管理作为农业院校管理工作中重要的组成部分, 其水平的高低直接影响着科技工作的发展^[2]。随着时代的进一步发展, 农业院校的科技管理工作也面临了许多新的机遇和挑战, 这就要求农业院校的科技管理与时俱进, 营造有利于创新的环境, 通过全面优化科技资源配置, 实现科技体制的创新, 保证科技管理工作能够顺应时代发展要求。

1 存在的问题

1.1 科技管理人员缺乏业务学习与培训, 综合素质参差不齐

随着国家科技计划体制的不断变化、农业院

校管理体制改革的进一步深化, 科技管理人员的任务分工也越来越细, 工作量也随着计划项目和经费投入的增多而急剧增加, 一方面要求增加科技管理人员数量, 另一方面又要求科技管理人员的综合素质及业务能力必须全面提升。

从实际情况来看, 科技管理人员数量得到了保证, 但是其中参加过科研管理部门组织的正规培训的人员却寥寥无几, 导致部分人员不能及时更新观念, 继续沿用旧的管理模式, 不能完全适应科技发展的新需求。而科技工作人员工作年限以及工作态度的不同也直接导致了科技管理人员综合素质的参差不齐, 这严重制约了科技管理效率的有效提高和管理功能的充分发挥。

1.2 科技管理模式缺乏创新性, 不能适应现代科技发展需求

目前, 部分农业高校科技体制的变化和经济社会的发展尚未促使科技管理模式的转变, 仍然采用传统管理模式, 只注重科研的投入、产出、程序化的项目管理和成果管理, 而忽略了过程管理, 很大程度上制约了科研工作的发展, 已经不能适应当前科技工作的需求。同时也存在部分高校科技管理模式发生了变化, 但是却走到另一个极端, 只注重市场、关注应用, 而未给予基础研究工作足够的重视等问题, 这也严重阻碍了科技工作的原始创新性。

收稿日期: 2015-09-20

作者简介: 王 磊(1983—), 男, 贵州桐梓人, 讲师, 硕士, 主要从事科研项目管理研究工作。联系电话:(029)87082928。

E-mail: wangleis941@nwsuaf.edu.cn

[41] REZENDE H C, NASCENTES C C, COELHO N M. Cloud point extraction for determination of cadmium in soft drinks by thermospray flame furnace atomic absorption spectrometry[J]. Microchemical Journal, 2011, 97(2): 118-121.

(本文责编: 陈 伟)