

仪器分析方法与分析仪器主要特点及发展现状综述^[1]

孙英鸿 齐懿鸣 王琛琛 杨玉霞

(农业部农垦乳品质量监督检验测试中心, 黑龙江, 哈尔滨)

摘要 分析仪器种类繁多, 有光分析仪器、电化学分析仪器、色谱分析仪器、质谱分析仪器、磁分析仪器、热分析仪器、物性分析仪器、核分析仪器等, 并且每年都不断有新的分析仪器问世。每种分析仪器都建立了相应的分析方法。据统计, 20世纪40~60年代, 分析方法的检出限平均每10年下降4个数量级, 在20世纪60~80年代, 平均每10年下降2个数量级^[2], 发展速度非常快。不同类型的分析仪器基于不同的物理、化学原理, 有着不同的仪器结构、性能、特点及应用领域^[3]。

关键词 分析仪器; 性能; 特点; 发展现状

分析仪器的发展历史与分析化学的发展密切相关, 21世纪将进一步迈进信息智能化和仿生化。21世纪分析化学的发展方向是向高灵敏度、高选择性(复杂体系)、快速、自动、简便、经济。对分析仪器而言, 一方面要降低仪器的信噪比; 另一方面是各类分析仪器的联用, 特别是分离仪器和检测器的连用, 如色谱仪(气相色谱、液相色谱或超临界流体色谱仪以及多维色谱仪)和各种分析仪器(质谱、核磁共振波谱、傅立叶红外光谱、原子吸收光谱和原子发射光谱)的联用, 使前者的分离功能和后者的识别功能很好地结合。

从目前到未来的一段时间里, 近红外光谱化学计量学软件设计、及其在各行业的应用软件(包括建模、校准、评价、数据优化等软件和软件包)的开发和完善也将成为国内外分析仪器发展的另一个热点^[4,5]。

1 原子光谱分析法

1.1 原子发射光谱分析法

(atom emission spectroscopy, AES)

21世纪新兴的原子光谱分析光源是等离子体光源(plasma source), 分为直流等离子体(DCP)、高频电感耦合等离子体(ICP)和微波等离子体(MP)。直流等离子体是最早用于原子光谱分析的一种等离子体光源, 功率较ICP低, 雾化器不易堵塞, 总氩气的用量只及ICP耗气量的一半, 无高频辐射, 检出限与ICP相近或稍差; 精密度不如ICP好; 线性范围比ICP窄; 基体效应比ICP严重; 电极易污染。ICP具有优良的分析特性: 被测元素能有效的进行原子化和

消除化学干扰; 工作曲线有较宽的线性范围, 达4~6个数量级; 信噪比高; 可快速进行多元素的同时测定。微波等离子体包括电容耦合微波等离子体(CMP)和诱导微波等离子体(MIP), 常用微波频率为2450MHz, 主要优点是激发能力强, 以He为工作气体时, 可以测定包括卤素在内的几乎所有元素, 有很好的检出限。

1.2 原子吸收光谱法

按照所用的原子化方法的不同, 可分为(1)火焰原子吸收法(FAAS), (2)石墨炉原子吸收法(GFAAS), (3)石英炉原子化法, 可以在较低的温度下原子化, 包括汞蒸气原子化、氢化物原子化和挥发物原子化。背景校正器有氘灯背景校正器、塞曼效应背景校正器、自吸背景校正器^[6]原子吸收法的优点是: 检出限低, FAAS为10⁻⁶~10⁻⁹g/mL, GFAAS为10⁻¹⁰~10⁻¹⁴g。目前, 与其他分析技术联用促进了原子吸收光谱法的发展。与流动注射联用, 消除了基体效应, 提高了测定灵敏度和精密度。与氢化物发生器联用, 使测定Ge、Sn、Pb、Sb、Bi、Se、Te、In、Tl等元素的检出限降低到ng以至pg级。

1.3 原子荧光光谱法

原子荧光光谱在元素及其形态分析方面有着广泛的应用, 特别是与氢化物发生进样技术的结合, 在测定地质样品、钢铁合金、环境样品、食品、生物样品等中的Ge、Sn、Pb、As、Sb、Bi、Se、Te、Hg和Cd有很好的效果。

原子荧光光谱法的特点是: 谱线简单, 光谱干扰少; 检出限^[7]低, 测定空气中的汞, 检出限达到

2.2×10^{-9} 个原子/cm³；可进行多元素同时测定；校正曲线的线性范围宽，达到 4~7 数量级；适用元素的范围不如 AES 和 AAS 广泛。

2 分子光谱分析法

2.1 紫外-可见分光光度法

除常见的分光光度法外，又发展了多种多样的分光光度测量技术，如双波长分光光度法，可以有效地消除复杂试样的背景吸收、散射、浑浊对测定的影响，很适用于生物样品的分析^[8]；胶束增溶分光光度法可以提高测定选择性和灵敏度，摩尔吸收系数一般可达 $106\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{cm})^{[9]}$ ；导数分光光度法提高了对重叠、平坦谱带的分辨率与测定灵敏度；示差分光光度法提高了测定很稀或很浓溶液吸光度的精度。随着化学计量学方法的兴起，出现了多种计算机辅助分光光度法，如因子分析、偏最小二乘法、多元线性回归分光光度法等，可以在谱带严重重叠的情况下，不经分离可以直接实现多组分的同时测定。

2.2 红外光谱吸收法

红外光谱能提供有机化合物丰富的结构信息，特别是中红外光谱是鉴定有机化合物结构最主要的手段之一^[10]。近年来，近红外光谱技术与各种化学计量学算法相结合，取得了显著的研究成果。目前，傅立叶变换红外光谱仪（FTIR），逐渐取代了色散型红外光谱仪，它主要由红外光源、光学系统、检测器以及数据处理与数据控制系统组成。

随着红外分析技术的发展，红外光谱的应用领域不断扩大^[11]。利用热重分析-傅立叶红外光谱联用（TGA-FTIR）分析物质热变过程的挥发性物质的热变机理的研究。气相色谱-傅立叶变换红外光谱联用技术（GC-FTIR）更是分析复杂有机化合物的有力工具，检出限达到几百甚至几十微可级。傅立叶变换红外光谱与显微镜联用已成为一种微量和微区分析的新技术。

2.3 光声光谱法

光声光谱法（PAS），其基础是光声效应。光声光谱法的特点是：灵敏度高，比普通分光光度法高 2~3 个数量级；应用范围广，可用于不透明固体、液体、气体、和薄层样品分析，尤其可用于常规光谱仪难以分析的深色不透明或高散性的样品（如深色催化剂、生物活体试样等，制样困难的橡胶和高聚物）的分析；用于检测大气中的氯乙烯、六氟化铀、氟里昂等含量污染物，检出限可达到

10-9g 量级。

2.4 拉曼光谱法

拉曼光谱的特点^[12]：对非极性基团、碳链和环的骨架振动，拉曼光谱比红外光谱具有更强的特征性，并能很好地区分异构体；水的红外吸收强，而拉曼散射弱，很适合在水溶液介质中研究生物大分子的结构；拉曼光谱较红外光谱简单，没有倍频和组合频信号，减少了谱带重叠干扰的可能性；制样比较简单，液体、固体、粉末试样可直接测定；傅立叶变换拉曼光谱仪使用的激光源功率低，减少了光源对有机样品和生物样品的光热分解和荧光对测定的干扰。拉曼光谱主要用于化合物分子结构的鉴定，利用微分析装置将激光聚焦到很小的特定微区获得的显微拉曼光谱，特别适合半导体、陶瓷、生物活体和矿物等不均匀物质的分析^[14]。

2.5 分子荧光和磷光光谱

分子发射光谱法包括分子光致发光（如分子荧光和分子磷光）分析法与非光致发光（如化学发光和生物发光）分析法。

在荧光光度计上，配置磷光附件，或利用时间分辨技术可以进行磷光测定。

分子荧光和分子磷光可用于研究物质的电子状态、发光体的分子取向、发光过程动力学等。通过直接测定含量发光物质，能测定的元素达 60 多种。通过化学反应，将不发荧光或荧光量子产量很低的物质转变为适合于测定的荧光物质在环境检测、生物医学、临床化学、DNA 测序、基因分析、跟踪化学等方面都有广泛的应用。

2.6 化学发光分析法

化学发光分析法是分子发光法的一种，大部分有机生色基团的激发能约为 50~102kJ/mol，相应于 280~580nm 的光谱区，正处于大多数氧化还原反应的能量区，故化学发光反应大多为氧化还原反应。如卵磷脂等不饱和脂肪酸组成的脂质体，通过不饱和脂肪酸的自氧化，使脂质体膜产生超微弱发光。

化学发光分析法的主要特点是灵敏度高，检出限达到 10-11mol/L 的生物样品，重现性好，线性范围宽，仪器比较简单，操作方便。化学发光现象在分析化学、生物化学、环境科学中有着广泛的应用。

3 X 射线分析

3.1 射线荧光分析

X 射线荧光分析法是基于 X 射线的荧光波长与强

度进行定性和定量的分析方法。X射线荧光法的特点是:分析灵敏度高,检出限可达到 $10^{-7} \sim 10^{-9} \text{g/g}$;从原子序数4的Be到原子序数92的U都可分析;测定的浓度范围宽,从常量到痕量都可测定,测定精度高,采用基本参数分析法可实现无标分析;分析过程中不破坏试样,便于无损分析;分析速度快;易于实现分析自动化,缺点是仪器设备昂贵。

3.2 X射线衍射分析

X射线衍射分析主要用于物相分析、结构分析和结构鉴定。它有多种形式,其中粉末衍射仪是目前研究粉末X射线衍射最常用的仪器。X射线衍射分析为我们提供了一种定性鉴定晶体化合物、定量测定混合物中晶体化合物及研究晶体结构的方便而有效的方法,在化学、物理学、生物学、材料学以及矿物学等领域都有广泛的应用。

4 波谱分析

4.1 电子顺磁共振波谱

电子顺磁共振是电子自旋共振的一种,专指顺磁物质的电子自旋共振。在外磁场的作用下,具有未成对电子的顺磁物质(如自由基、过渡金属离子、晶体中的缺陷、多重态分子、碱金属的自由电子、半导体的杂质等),有净的电子自旋和相应的磁矩,在磁场中以一定的频率转动,当外界加入射频磁场的频率与未成对电子的转动频率相同时,分析吸收一定能量的微波在未成对电子自旋分裂成的不同能级之间跃迁,形成电子自旋共振吸收波谱。谱线峰面积与未配对电子的浓度成正比。

4.2 核磁共振波谱

70年代后期,脉冲傅立叶变换核磁共振波谱仪问世,使用强而短的脉冲让所观察的不同官能团中所有同位素核都发生核磁共振信号,计算机记录信号强度随时间衰减的过程,得到信号强度对频率关系的谱图。核磁共振波谱给出的结构信息是最严格和准确的。结构中每个官能团和结构单元都有确切对应的峰,反之,每一个吸收峰都能找到确切的归属。核磁共振波谱是有机结构分析最有效的手段。但仪器价格和维持费用高。

5 质谱分析法

质谱仪有多种分类方法。按质量分析器分,可分为扇形场质谱仪、四极杆质谱仪、飞行时间质谱

仪、离子回旋共振质谱仪、离子阱质谱仪等。按离子源类别分,可分为火花源质谱仪、电感耦合等离子体质谱仪、二次离子质谱仪等。按分辨率分类,可分为高分辨率质谱仪,分辨率在10000以上的,如双聚焦质谱仪和傅立叶变换离子回旋共振质谱仪;低分辨率质谱仪,在1000以下的,如单聚焦质谱仪、四极杆质谱仪、不带反射静电透镜的飞行时间质谱仪。气相色谱-质谱联用发展已相当成熟,通常使用电子离子源,接口是分子分离器,操作条件稳定,得到的谱图可以与标准谱库比较,主要用于相对分子量小、易挥发的有机化合物分析;液相色谱-质谱联用发展较晚,采用的接口有传送带和热喷雾,主要用于大分子、热不稳定、难汽化和强极性有机化合物的分析。

采用离子漂流管为质量的飞行时间质谱仪已成为当今质谱仪发展的主流。

6 电子能谱分析法

6.1 X射线光电子能谱

X射线光电子能谱(XPS),是一种最常用的表面分析技术,通过测量光电子的动能与光电子的信号强度随能量分布可以获得X射线光电子的能谱图。样品表面发射的光电子能量仅取决于原子的电离轨道,根据结合能可对样品表面化学元素的成分进行定性分析;光电子的信号强度与元素含量成正比,可以进行定性分析。

XPS的绝对灵敏度达到 10^{-18}g ;一次可同时完成除氢和氦以外的所有元素的分析,该分析方法为非破坏性的,特别适合对超薄表面如纳米薄膜、表面吸附的研究^[13]。

6.2 俄歇电子能谱

俄歇电子可用高能光子、电子、质子等粒子束激发来产生,在表面分析中最常用电子束或光子束激发产生。俄歇电子能谱仪分析特点是^[14]:可以定性全分析除氢和氦以外的所有元素;俄歇电子的产生涉及到3个原子能级,产生的化学位移比XPS大得多,有利于研究固体表面元素氧化态、聚集态及表面污染^[15]。

6.3 紫外光电子能谱

紫外光源线宽较窄($\leq 0.01 \text{eV}$),能分开分子振动能级(0.05eV)甚至转动能级(0.005eV),因此可分析样品的精细结构。可以用来研究固体样品的元素组成及其原子和原子结构、价电子和能带

结构,进行表面态分析,确定光电子自旋取向及检测电子的所有自旋量子数。在化学方面可进行定性、定量分析,研究化学键、诱导效应、共轭效应、分子几何形状和构像、互变异构平衡等。

7 色谱分析法

7.1 气相色谱分析法

常用的检测器及其应用范围:热导检测器(TCD);氢火焰检测器(FID);电子捕获检测器(ECD);火焰光度检测器(FPD),基于磷和硫在富燃火焰中燃烧产生的分子光谱进行检测,对有机磷、硫化合物的灵敏度比碳氢化合物高104倍;热离子检测器(TID),又称氮磷检测器(NPD),对含磷、氮等有机化合物的检测灵敏度较高,最小检测量对磷和氮分别为 $5 \times 10^{-14} \text{g/s}$ (马拉硫磷)和 $\leq 1 \times 10^{-13} \text{g/s}$ (偶氮苯)。光离子化检测器(PID),多用于芳香族化合物的分析,对 H_2S 、 PH_3 、 N_2H_4 等物质也有很高的灵敏度。

用于气相色谱检测器的还有以下几种:微库仑检测器(电量检测器),主要用于含硫、氮、卤素等化合物检测;赫尔希池检测器,专门测定氧的选择性检测器;气体密度天平检测器,特别适合腐蚀气体分析,最小检测量为10-8g,线性范围105;微波诱导等离子体原子发射光谱检测器,能同时选择检测多种元素,灵敏度高、选择性高、线性范围宽的优点;辉光放电检测器,是一种用于永久性气体分析的通用型气相色谱检测器,线性范围在102~104。

7.2 液相色谱分析法

按照分离机理液相色谱分为吸附色谱、分离色谱、离子交换色谱和凝胶色谱。

高效液相色谱分为正相和反相高效液相色谱,所使用的检测器如下:紫外-可见光吸收检测器;示差折光检测器;荧光检测器;光二极管阵列检测器;蒸发光散射检测器;电化学检测器(包括电导检测器、安培检测器、库仑检测器、伏安检测器和介电常数检测器)。90年代后期发展的超临界流体色谱法,既可以分析挥发性成分,又可以分析高沸点和难挥发样品,主要用于超临界流体萃取分离和制备。

当前亲和色谱法和手性色谱法在生物、医药和农药领域有重要的应用。

7.3 离子色谱分析法

离子色谱仪和一般的离子色谱仪的基本结构相似,泵的工作压力一般不超过15MPa,使用的流动相

多是酸、碱、盐和络合剂,分离柱以离子交换剂为填料,检测器通常为电导检测器。

7.4 毛细管电泳分析法

与HPLC相比,毛细管电泳分析法(HPCE)分析速度快,一般分析时间小于30min,灵敏度高,紫外检测器的检出限达到 $10^{-13} \sim 10^{-15} \text{mol}$,激光诱导荧光检测器达到 $10^{-18} \sim 10^{-21} \text{mol}$,对无机大分子、生物大分子、带电物质、中性物质都可以进行分析分离,广泛应用于分子生物学、医学、药理学、材料科学、环境科学、食品化学化工等各个领域^[18]。

毛细管电泳仪由高压电源、毛细管及控温装置、缓冲溶液储瓶、检测器组成。要求直流高压电源的电压在0~30KV范围内连续可调,具有恒压、恒流和恒功率输出功能。毛细管多用内径 $20 \mu\text{m} \sim 75 \mu\text{m}$ 、外径 $350 \mu\text{m} \sim 400 \mu\text{m}$ 的石英熔融毛细管,化学惰性好,对紫外光具有良好透射功能,强度较高。主要应用的检测器为:紫外检测器;荧光检测器;质谱检测器;电化学检测器;激光类检测器;化学发光检测器;折射检测器;同位素检测器。

毛细管电泳的分离模式有:毛细管区带电泳(CZE)、毛细管胶束电动色谱(MEKC)、毛细管等速电泳(ITP)、毛细管凝胶电泳(GCE)、毛细管等电聚焦电泳(CIEF)和毛细管电色谱(CEC)。

毛细管电泳可与其他分析技术联用,如毛细管电泳-电喷雾质谱联用;毛细管电泳与免疫分析联用形成毛细管电泳-免疫分析法,它是基于抗原抗体复合物与游离的抗原、抗体电泳行为的差异,这种方法既具有免疫分析的高选择性,又具有毛细管电泳的高分离效率和高检测灵敏度。

8 电化学分析法

8.1 电位分析法

电位分析法可以测定其他方法难以测定的许多种离子,如碱金属离子和碱土金属离子、无机阴离子和有机离子等;也是测定平衡常数的重要手段,可用于有色溶液、浑浊溶液或缺乏合适指示剂的沉淀反应的滴定体系,在非水介质中也可以用于离解常数小于 5×10^{-9} 的弱酸或弱碱的滴定;由于该法不需要测量准确的电极电位,因此溶液温度、液接电位不影响滴定结果。

8.2 伏安分析法

是以被分析溶液中极化电极的电流-电压行为为基础的一类电化学分析方法。分为极谱分析法;导

数伏安法,分辨率高,有效地消除前还原物质波的影响,检出限达 10^{-7}mol/L ;交流伏安法,分辨率达 40mV ,消除了氧的不可逆伏安波,采用相敏检测器消除电容电流,使检出限达到 10^{-7}mol/L 。方波伏安法是将一个 $225\sim 250\text{Hz}$ 的低频小振幅的方波电压连续叠加在电解池工作电极的外加直流线性扫描电压上,分辨率达到 25mV ,检出限可达 $10^{-8}\sim 10^{-9}\text{mol/L}$,前还原物质比分析物浓度大 5×10^4 倍时仍能有效地测定痕量分析物质。脉冲伏安法分辨率达到 25mV ,检出限达到 10^{-11}mol/L 。此外,还有催化波极谱法、循环伏安法、卷积伏安法、相敏交流伏安法、阳极溶出伏安法。

8.2 电重量分析法和库仑分析法

该分析法可用于提纯分析试剂,分离干扰杂质,特别适合于提纯试样基体,测定锌、镉、钴、镍、锡、铅、铜、铋、锑、汞和银等微量金属,常用的仪器就是控制电位电解仪。

库仑分析法是一种高灵敏度和高准确度的分析方法,检出限可以达到 $10^{-10}\sim 10^{-12}\text{mol/L}$,误差可达到 $0.1\%\sim 0.3\%$,精密度可达到 $0.01\%\sim 0.005\%$,甚至 0.001% 。

8.3 电化学分析法与其他技术联用

光谱电化学法是在一个电解池内同时进行光谱和电化学测量。红外光谱电化学法已广泛应用于各种电化学界面过程以及机理的研究。与激光拉曼光谱技术联用的拉曼光谱电化学法已应用于铅、银、铜、镍、钴等金属阳极腐蚀膜的现场检测,以及电极过程的动力学和电极/溶液界面性质的研究。共振拉曼光谱电化学法用于检测电化学反应产物,研究光合成反应、有机金属化合物及半导体电极。压电光谱电化学法将光谱电化学法和压电石英晶体传感检测有机结合起来,可同时获取来自光谱、压电及现代电化学的多维、动态或实时信息。

9 热分析法

9.1 热重分析法

是研究物质质量 m 的变化与温度 T 关系的一种方法。导数热重分析法 (DTG),是在温度控制程序下研究失重速率 dm/dt 和温度 T 的关系的一种方法。由热重曲线的台阶可以求出样品的质量损失量,对样品进行定量分析。该法的优点是:不需对样品处理;不用试剂,不存在样品污染;操作和数据处理简便;DTG 曲线的峰面积与样品的损失

量成正比,由峰面积可求出样品损失量。

9.2 差热分析法 (DTA)

是在温度程序控制下研究分析物和参比物的温度差 ΔT 与温度 T 的关系的一种方法。用导数技术得到导数差热曲线 (DDTA 曲线) $d(\Delta T)/dt=f(T)$ 。该曲线可以得到精确的相变温度和反应温度,可把分辨率低和重叠的峰清晰地分辨开,由所测得的热量可定量地计算试样的转变热、熔融热和反应热等。

9.3 差示扫描量热分析法

是在温度程序控制下研究输入到分析物和参比物的功率差与温度关系的一种方法,用差示扫描量热仪记录的曲线是热流量随时间变化的曲线,其峰面积与热焓成正比。热重分析-差示扫描量热分析-质谱 (TG-DSC-MS) 等联用技术对剖析物质组成、结构以及研究热分解机理都是非常有用的。

10 电子显微镜分析法

10.1 透射电子显微镜分析法

透射电子显微镜是一种以波长极短的电子束作为照明源,用电磁透镜聚焦透射电子成像的具有高分辨力、高放大倍数的电子光学仪器。透射电子显微镜是各种显微镜中性能最高的,具有 100 万倍以上的放大能力,可以观察物质的表面形貌和颗粒的大小,进行显微结构分析,研究表面的原子排列,进行微区分析,是半导体、金属、陶瓷、纳米材料研究的最有力工具之一。

10.2 扫描电子显微镜分析法

是用聚焦电子束轰击样品,以获取次级电子、背散射电子、透射电子、样品电流、束感生电流、特征 X 射线、俄歇电子及不同能量子的信号,采用其成像电子信号,特别是次级电子信号来获取物质表面形态的信息^[16]。

10.3 电子探针显微分析法

又称为电子探针 X 射线显微分析法,利用聚焦的高能电子束来轰击固体表面,使被轰击区的元素激发出特征 X 射线,根据其波长 (或能量) 及强度的确定进行定性或定量分析的一种仪器分析方法。该法分析的优点是:分析元素范围广,可以分析元素周期表中原子序数从 3 到 92 之间的所有元素,绝对灵敏度达到 10^{-15}g ;产生的 X 射线简单,易于释谱;分析结果不受元素存在化学形态的影响,准确度高;样品用量少且不破坏样品,特别适合于珍贵样品分析。

11 核分析方法

11.1 活化分析法

又称放射化分析法,是基于将样品中稳定核转换为放射性核素,通过测量放射性衰变时放出的缓发辐射或直接测量核反应放出的瞬发辐射来确定元素及其含量的一种核分析方法,是一种绝对的分析方法。活化分析法分为中子活化分析法核、 γ 光子活化分析法核带电粒子活化分析法。其中以中子活化分析法应用最广。

活化分析法特点是:灵敏度高,对大多数元素的灵敏度为 $10^{-6} \sim 10^{-14} \text{g}$;特征性强;精密度和准确性好;能进行多元素同时测定,在一份试样中可同时测定30~40种元素,最高达到56种元素;基体效应小,不足之处是分析周期长,分析设备复杂,价格昂贵。

11.2 同位素稀释法

是一种用放射性或稳定同位素作指示剂进行化学分析的方法。分为直接同位素稀释法、反同位素稀释法、双同位素稀释法等。

该法的灵敏度高,有些元素达到 10^{-10}g ,避免了定量分离的困难,方法快速简便。该法的主要限制是有些元素没有合适的放射性同位素指示剂。该法已经广泛应用于化学研究、标记化合物纯化度分析、有机分析和生物化学等领域。

12 流动注射分析法

流动注射分析法是基于将一定体积的试液注射到一个连续流动的载流中形成一个带,并被载到检测器中连续地记录分析信号的一种分析方法。

流动注射作为高效进样和在线富集装置可以与多种仪器(如原子发射光谱仪、原子吸收光谱仪、原子荧光光谱仪、分光光度计等)联用。流动注射技术引进原子吸收光谱法后,可节省试样和试剂90%以上(与原来相比),采样频率可高达150次/小时,减少了基体效应,扩展了应用范围,避免了环境污染。

13 结论

以上概括地介绍了当今各类主要分析仪器和仪器分析方法的种类和特点,同时对重点应用领域的重要分析仪器和仪器分析方法作了重点介绍。随着时代的科技进步,分析仪器和仪器分析方法的发展日新月异,可以毫不夸张地说,对于传统的化学分析

方法,由于各类先进分析仪器和电子计算机技术的介入,丰富了人类认识物质世界的手段,从航天工程使用的特种材料到生物科学的过程研究,分析仪器和有效的分析方法都成为了不可或缺的手段。分析仪器和仪器分析方法的本身也代表了当今基础科学和应用科学研究的最新成果,通过了解这些成果的现状,并在今后的研究和日常工作中有效的应用。

参考文献:

- [1] 邓勃,王庚辰,汪正范.分析仪器与仪器分析概论[M].北京:化学工业出版社,2005.
- [2] 程介克,刘锦春,江组成.痕量分析.北京:化学工业出版社[M],1993.
- [3] 朱良漪.分析仪器手册.北京:化学工业出版社,1997.
- [4] Instrumenta,2004,20(19):10~11.
- [5] Instrumenta,2004,20(23/24):9.
- [6] 邓勃等.原子吸收光谱分析的原理、技术和应用.北京:清华大学出版社[M],2004.
- [7] 马万云等.双原子感生荧光法快速测定大气汞浓度的研究.分析测试学报,1993,12(1).
- [8] 王淑仁,徐广仁等.双波长分光光度法.济南:山东科学技术出版社,2001.
- [9] 郑用熙.胶束增溶分光光度反应机理的探讨.北京:地质出版社,1980.
- [10] 谢晶曦,常俊标,王绪明.红外光谱在有机化学和药物化学中的应用.北京:科学出版社,2001.
- [11] 胡鑫尧.红外光谱仪.见:朱良漪.分析仪器手册.北京:化学工业出版社,1997.
- [12] 王敬尊,翟慧生.复杂样品的综合分析剖析技术概论.北京:化学工业出版社,2000.
- [13] 朱永法,曹立礼.XPX线形分析研究纳米碳物种.分析化学,1999,27(1).
- [14] 陈培榕,邓勃主编.现代仪器分析试验室与技术.北京:清华大学出版社,1999.
- [15] 朱永法.饿歇化学位移及其在表面化学上的应用.物理化学学报,1993,9(2).
- [16] 清华大学分析教研室.现代仪器分析(下册).北京:清华大学出版社,1987.

The summarize of major characterize and developing actuality about instrument analysis methods and analysis instruments

Sun ying-hong, Qi yi-ming, Wang chen-chen, Yang yu-xia

(Milk Determination and Test Center of Agricultural Department, Harbin 150086, China)

Abstract There a lot of analysis instruments and analysis methods today. Which are analysis instruments of spectrum, electrochemistry, chromatography, mass spectrum, magnetism, thermal, nucleus, and so on. Each type of analysis instrument has already built its analysis method. In the 20 century 1940s ~ 1960s, there were many new analysis instruments putting in market in average of decade, which the detection limit of analysis methods reduced nearly ten thousand times than before; In the 20 century 1960s ~ 1980s, the detection limit had reduced 100 times than before in average of decade. The development of analysis instruments and analysis methods is very fast.

Key Words analysis instrument, performance, developing actuality

新闻动态

王忠诚、徐光宪获得 2008 年国家最高科学技术奖

新华网快讯：中国工程院院士王忠诚、中国科学院院士徐光宪获得 2008 年度国家最高科学技术奖。

胡锦涛等党和国家领导人向获得国家科学技术进步奖特等奖、国家自然科学奖、国家技术发明奖以及其他国家科学技术进步奖的代表颁奖

国家最高科技奖每年授予人数不超过 2 名，获奖者必须在当代科学技术前沿取得重大突破或者在科学技术发展中有卓越建树；在科学技术创新、科学技术成果转化和高技术产业化中，创造巨大经济效益或者社会效益。

获奖者的奖金额为 500 万元人民币。

据悉，目前中国设立了国家最高科学技术奖、国家自然科学奖、国家技术发明奖、国家科学技术进步奖、中华人民共和国国际科学技术合作奖等 5 项国家科学技术奖。

其中，国家最高科技奖报请国家主席签署并颁发证书和奖金；中华人民共和国国际科学技术合作奖由国务院颁发证书；这两个奖项不分等级。其他三个奖项由国务院颁发证书和奖金，分为一、二等奖两个等级；对做出特别重大科学发现或者技术发明的公民，对完成具有特别重大意义的科学技术工程、计划、项目等作出突出贡献的公民、组织，可以授予特等奖。