

氢化物发生—无色散原子荧光分析法进展 及在中药微量元素分析中的应用*

□李为理 (国家中成药工程技术研究中心 本溪 117004)

侯海鸽** (黑龙江大学化学化工与材料学院 哈尔滨 150080)

梁克利 (国家中成药工程技术研究中心 本溪 117004)

董艳萍 (黑龙江大学化学化工与材料学院 哈尔滨 150080)

摘要:根据国内外文献,对氢化物发生—无色散原子荧光分析法的进展进行了评述,列举了该方法应用于中药中砷、汞、铅、镉、锑等微量元素分析的实例,并对 HG—AFS 分析法在中药分析中的应用前景进行了展望。

关键词:荧光光谱法 重金属 氢化物发生 中药分析

一、氢化物发生—无色散原子 荧光分析技术的发展概况

1969 年 Holak 创立了氢化物发生—原子光谱分析的联用技术。1974 年 Tsujii 和 Kuga^[1]将氢化物发生进样技术与无色散原子荧光仪相结合,首次实现了氢化物发生—无色散原子荧光光谱(HG—AFS)分析,并应用于砷的测定。此后,国内外原子光谱分析工作者做了大量的研究工作,但是国内外在这项技术发展趋势方面略有不同。在国外,由于用碘化物无电极灯作光源,被测物受到铋的光谱干扰。此

外,由于 Tsujii^[1]所提出的体系是在酸性溶液中加入金属锌做还原剂来生成 AsH_3 ,反应速度慢,操作麻烦,后改用 $NaBH_4$ 做还原剂,并提出用氩氢小火焰来进行氢化物的原子化。这虽然大大降低了火焰噪声,提高了灵敏度,但还要通入一定量的氢气来维持小火焰,装置比较复杂。因此,在 20 世纪 80 年代中期,这种很有生命力的分析技术几乎被扼杀,长期以来没有商品仪器问世。直到 20 世纪 90 年代初期才开始重新被重视。并有商品仪器问世,文献数量也开始回升。

20 世纪 70 年代末,我国原子光谱工作者就致力于 HG—AFS 分析技术的开发,针对 HG—AFS 分析技术中的主要问题进行了一系列工作,使这种技

收稿日期:2005-03-16

修回日期:2005-08-16

* 科技部“十五”攻关计划“创新药物和中药现代化”重大科技专项课题(2001BA701A57):“50 种中药中有害残留物检测方法与限量标准研究”子课题:“原子荧光法测定中药中部分重金属元素的方法建立及质量标准研究”,负责人:李为理。

** 联系人:侯海鸽,教授,研究方向:从事微量元素分析研究,Tel/Fax: 0451-86609121, E-mail: syzx55@yahoo.com.cn。

44 [World Science and Technology / Modernization of Traditional Chinese Medicine and Materia Medica]

术取得了长足进展。郭小伟、杨密云等首先针对国外碘化物无极放电灯所产生严重的光谱干扰,研制成功溴化物无极放电灯,能较好地克服铋的光谱干扰^[2],与此同时,采用 KBH_4 与酸反应产生的氢气来产生氩氢小火焰,大大简化了装置。此后,郭小伟、张锦茂等合作研制成功了双道蒸气发生—无色散原子荧光光谱仪^[3],可同时测定两个可形成蒸气发生的元素,并应用于砷、锑的测定。20世纪80年代中期,在全面研究了脉冲供电空心阴极灯特性的基础上,开始确立以空心阴极灯作为激光光源,从而使此项分析技术更为成熟。在随后的研究工作中,流动注射分析技术、连续流动(间歇进样)技术、原子化机理研究、低温原子化技术和自动进样器等相继得到开发^[4],在应用方面取得了很好的成绩。

与HG—AFS分析技术发展密切相连的是商品仪器的发展。在20世纪90年代初,英国PAS公司推出了HG—AFS的商品仪器,但该产品可测元素仅为4种(As, Se, Te, Sb),且仪器价格十分昂贵。在国内,先后有西安无线电八厂、浙江温州分析仪器厂、江苏宝应分析仪器厂和北京地质仪器厂等单位生产商品仪器。近几年,北京海光公司推出的XDY系列和AFS系列,及北京瑞利分析仪器公司生产的AF系列,在性能上有很大改善,可检测的元素已发展到11种(As, Sb, Bi, Hg, Se, Te, Pb, Sn, Ge, Zn, In, Ti),均被国内外用户所接受。由于原子荧光光谱法本质上是一种发射光谱,如果提高激发光源的强度,它的测定灵敏度会有很大提高。西北有色地质研究所在无电极灯的研制方面做了大量工作,并进行商品生产。此后,电子工业部十二所做了大量系统工作^[5],研制成功专供原子荧光用的特种空心阴极灯,并在90年代初通过部级鉴定,投入了批量生产。

HG—AFS分析与氢化物—原子吸收法相比具有仪器结构简单、灵敏度高、气相干扰少、适合于多元素分析等优点,特别是对于As、Sb、Bi、Hg、Se、Te、Pb、Sn、Ge、Zn、In、Ti等主要荧光谱线介于200~290nm之间的元素,正好是日盲光电倍增管灵敏度最好的波段。再则这些元素可形成气态的氢化物,

不但能与大量的基体分离,大大降低了基体干扰,而且气体进样方式,极大地提高了进样效率。氢化物原子荧光法与其它分析方法相比,具有快速、简便、灵活等特点,目前被广泛应用到食品、卫生、商检、化工等各种生产、生活领域。因此,HG—AFS技术已经相当成熟。

二、HG—AFS在中药微量元素分析中的应用

1. HG—AFS测量中药中的砷

中药中砷的存在形式不一,消解后生成砷(V),由于产生氢化物反应的是砷(III),所以,常用还原剂(5%硫脲和5%抗坏血酸)将砷(V)还原为砷(III)。由于预还原速度受温度影响较大,在室温低于15℃时,至少放置30min。砷与硼氢化物反应介质以盐酸最佳,酸度范围9~10mol/L, pH=7,通常选5%或10%酸度。要特别注意,盐酸中常含有砷使空白值偏高,所以,必须使用优级纯的试剂。硼氢化物的浓度对测定结果有较大影响,一般要大于2%。HG—AFS法测中药中砷的干扰主要是强氧化剂,其他干扰是过渡金属或贵金属,以及络合物的影响,如 F^- 。消除的方法主要通过加入硫脲和抗坏血酸,它不仅作为预还原剂,同时可消除铜、钴、镍等金属干扰;加硼酸可消除 F^- 的干扰;杨莉丽^[6]等,用氢化物发生—原子荧光光谱法测定人参、当归等中草药中的微量砷,方法简便,砷在0~100 $\mu\text{g/L}$ 范围内线性良好,相关系数 r 为0.9998;检出限为0.103 $\mu\text{g/L}$,相对标准偏差(80ng/ml标准溶液)为1.9%,回收率89%~112%。杨莉丽^[7]等,还用树脂分离—氢化物发生—原子荧光光谱法测定中草药中不同形态的砷,各形态砷在0~100 $\mu\text{g/L}$ 范围内线性良好,相关系数 r 为0.9996,检出限为89.1ng/L,相对标准偏差(20ng/ml标准溶液)为1.4%,回收率91.1%~109.3%。崔洪友^[8]等采用双道氢化物发生法测定中成药六味地黄丸和参芍药片中的砷、汞,结果表明该法具有较高的平行性、重现性和准确性。此法分析六味地黄丸的平行形相对误差分别为砷 $\leq 4.2\%$, Hg $\leq 4.3\%$,重现性相对误差分别为砷 $\leq 2.6\%$, Hg $\leq 27.8\%$,分析参药片的平行性相

对误差分别为 $As \leq 6.6\%$, $Hg \leq 15.8\%$, 重现性相对误差分别为 $As \leq 13.2\%$, $Hg \leq 11.4\%$, 与茶叶标准物的结果基本符合, 其误差 $As \leq 0.6$, $Hg \leq 17.6\%$ 。林钰^[9]等也采取了氢化物发生法测定中药中痕量砷, 对国家标准物质验证结果与推荐至一致, 在选定的工作参数下绘制标准曲线, 其相关系数为 0.9993, 检出限为 $0.36 \mu\text{g/L}$, 相对标准偏差为 0.89%。王静兰等^[10]研究了 HNO_3 、 H_2SO_4 、 HClO_4 对原子荧光光度法测定砷时的影响。结果发现, 当浓度较高时, 3 种酸对砷的回收均有影响。其中 H_2SO_4 的回收率最低, 其次是 HNO_3 、 HClO_4 。建议降低溶液中酸的残留量, 可消除对砷回收的影响。L-半胱氨酸作为氢化物原子荧光光谱法的新颖增效试剂, 近年来引起国内外原子光谱工作者的重视^[11]。申治国^[12]以 L-半胱氨酸代替硫脲-抗坏血酸为预还原剂, 测定痕量砷, 在 $0 \sim 10 \text{ ng/ml}$ 范围内标准曲线线性良好, $r > 0.9993$, 最低检出限为 $0.049 \mu\text{g/L}$, 对 $4 \mu\text{g/L}$ 砷(Ⅲ)测定的相对标准偏差为 0.64% ($n = 11$), 并得出 1000 倍铜(Ⅱ)、铁(Ⅲ)、钴(Ⅱ)、镍(Ⅱ)对 $4 \mu\text{g/L}$ 的砷测定无明显干扰。谢永臻等对此也做出了较细致的研究^[13]。

目前, 应用 HG-AFS 法测定中药中砷的报告较多, 方法简便、灵敏度和准确度很高, 是 HG-AFS 法的应用于中药微量元素分析中最成熟的方法。

2. HG-AFS 测量中药中的汞

氢化物发生原子荧光法测定汞的反应介质为盐酸或硝酸介质, 酸度范围 $0.1 \sim 6 \text{ mol/L}$ 。汞(Ⅱ)溶液在溶液中很不稳定, 容易还原为 Hg^+ , 也容易因为器皿和溶液中胶体杂质的吸附而损失。因此, 汞标准溶液需加入适当的保护剂, 各种保护剂的稳定性实验表明, 用 $0.2 \text{ M H}_2\text{SO}_4 + 0.05\% \text{ K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 作为保护剂, 汞的损失最小。由于 AFS 测汞的灵敏度极高, 所以要特别注意环境、容器及试剂的污染问题。

测汞条件选择中, 要注意汞的灯电流不宜过高, 一般为 $20 \sim 25 \text{ mA}$ 即可, 硼氢化物的浓度适当低些 (1% 左右)。这样不仅稳定性好, 而且可降低共存元素的干扰。孙汉文^[14]用硝酸加高氯酸消解白芍、栀子等试样, 生成汞(Ⅱ), 采用 HG-AFS 法测定, 在

$0.026 \sim 50 \mu\text{g/L}$ 范围内, $r = 0.9993$, 最低检出限为 $0.026 \mu\text{g/L}$, 相对标准偏差 ($2 \mu\text{g/L}$ 标准溶液) 为 0.71%, 样品回收率在 90% ~ 96% 之间。张丽娟、周勇义等采用微波消解, HG-AFS 法测定牛黄清心丸、乌鸡白凤丸等中成药中的汞, 在 $0.0003 \sim 0.0012 \mu\text{g}$ 范围内, $r = 0.9996$, 检出限为 0.009 ng/ml , 样品回收率在 97.4% ~ 117.4% 之间^[15]。杨莉丽^[16]等以硫脲-柠檬酸- Fe^{3+} 作为增感剂, 增强汞的荧光信号。此方法简便、快速、灵敏、抗干扰能力强, 线性范围宽, 相关系数为 0.9992, 方法检出限为 $5.748 \mu\text{g/L}$, 回收率为 90.4% ~ 109.6%, 相对标准偏差为 0.65% ~ 3.68%。

汞的测定条件与砷的条件接近, 酸度范围较宽, 通常可以与砷同测。砷、汞同测, 不仅灵敏度高, 而且大大提高了工作效率, 虽然中药测定中应用较少, 但是其他领域已得到广泛应用^[17~22]。而且铅汞也可以同时测定^[14]。

3. HG-AFS 测量中药中的硒

硒的反应介质为盐酸介质, 酸度范围为 $0.1 \sim 6 \text{ mol/L}$, 实验证明^[23], 在 $2 \sim 5 \text{ mol/L}$ 盐酸介质中, 对硒的灵敏度影响不大。但测硒时倾向于使用较高的酸度, 主要原因是较高酸度条件下, 硒(VI)易还原为硒(IV)。由于产生氢化物反应的是硒(IV), 所以样品经硝酸+高氯酸(4+1)硝化后, 将 4 价以下的无机和有机硒氧化为硒(IV), 然后在盐酸介质中将硒(VI)还原为硒(IV), 由此测定总硒浓度。测硒的干扰主要是过渡金属离子, 如铜、铋产生的液相干扰, 加入铁氰化钾作掩蔽剂和增加酸度可消除这些干扰。如北虫草中硒的测定^[23], 硒的含量在 $0 \sim 100 \text{ ng/ml}$, 对应的荧光强度成良好的线性关系, 相关系数为 0.9997, 相对标准偏差 5.87%, 在测定样品中分别加入高、中、低硒标准溶液 20、10、 $5 \mu\text{g}$, 回收率分别为 105.8%、100.8%、99.8%。目前用 HG-AFS 法测定中药中硒的报道不多^[24], 由于硒的存在形态较多, 可以进行价态分析。测定硒时要注意, 硝解温度不宜过高, 保持溶液微沸即可, 硝化至开始冒白烟即停止加热, 以免造成硒的损失和高氯酸挥发量的不一致。

4. HG-AFS 测量中药中的铅

铅的 HG-AFS 方法目前有了很大的进展。由于铅的氢化物为 PbH_4 (铅烷), 而溶液中铅一般以 2 价形态存在, 所以铅的氢化物生成反应只有在氧化物或螯合剂存在下才有较高的效率。陶锐等提出了铁氰化钾体系, 使铅烷的发生率大大提高。铅测定的反应介质为 15% ~ 20% HCl + 2% $\text{KFe}(\text{CN})_6$ + 0.4% $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$, 铅的氢化物发生条件对酸度要求十分苛刻, 要求反应后废液 pH 值保持在 8 ~ 9 左右, 故要特别注意介质酸度的控制。铁、铜、钼等元素会干扰铅的测定。由于铅的氢化物发生反应酸度范围窄, 对硼氢化钾浓度要求高, 所以无法通过提高酸度和降低硼氢化钾浓度减小或消除干扰。消除干扰的主要手段是使用干扰抑制剂。将分析样置于反应介质草酸中, 可消除铁元素带来的干扰。加入铁氰化钾不仅作为氧化剂, 同时可消除铜元素的干扰。李云春等^[26]在铁氰化钾-草酸体系测定中药中的铅, 线性范围 0 ~ 100 ng/ml, 最低检出限 0.42 ng/ml, 100 ng/ml 标准溶液的相对标准偏差为 0.48%, 回收率 92% ~ 94% 之间, 并且通过实验得出 0.12 ~ 0.20 mol/L 盐酸介质较为理想。孙汉文等^[26]以 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 为氧化剂将铅氧化为 4 价铅, 以柠檬酸为酸介子, 与硼氢化钾作用生成 PbH_4 , 用 HG-AFS 法测定, 检出限为 0.19 $\mu\text{g/L}$, 相对标准偏差 (连续 11 次测定 20 $\mu\text{g/L}$ 铅标准溶液) 为 0.92%, 回收率为 95% ~ 110%。石杰^[28]等在测定中药葶苈子和黄连中的铅时, 加入 20% HCl + 10% $\text{KFe}(\text{CN})_6$ + 2% $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$, 相关系数为 0.9994, 检出限为 0.08 $\mu\text{g/L}$, 相对标准偏差为 0.34%, 回收率分别为 98.2%、99.1%。

5. HG-AFS 测量中药中的锑

锑的测定方法有孔雀绿分光光度法和氢化物发生原子吸收法。分光光度法最低检测浓度为 0.02 mg/L, 已无法满足要求; 氢化物发生原子吸收法仪器昂贵, 难以普及。因此, 许多实验室采用 HG-AFS 法测定中药中的锑。索有瑞^[29]用 AFS 测定大黄、羌活等中草药中的 Sb, 得出方法检出限为 0.39 ng/ml, 相对标准偏差均小于 6%, 加标回收率在 96% ~ 105% 之间。各干扰离子在以下浓度均不

干扰 (50 ng/2 ml 锑) 测定: 银、汞 6 μg 、砷、钴 4 μg 、铋、锗、硒 5 μg 、铜、镍、铅、锡、锌 10 μg 。

6. HG-AFS 测量中药中的锆

微量锆具有抗癌、抗衰老及改善人体免疫等生理功能, 许多锆化物已被应用于医疗保健领域, 成为医学微量元素领域研究的热点。但是, 锆化物具有一定的毒性, 特别是无机锆, 对于锆的分析研究具有重要意义。在 HG-AFS 分析锆时, 普遍使用磷酸作为反应介质, 测定生物样品和地质样品锆的含量^[30], 以及间接原子荧光法测定锆^[31]。HG-AFS 测定锆的关键问题是空白值和气相干扰, 需要进一步研究。查阅国外有关的文献^[32]也未见与此相关的报道, 只有极少数的文献报道了利用原子荧光光谱法测定人发中的 Hg、Se、Bi、As、Sb。

到目前为止, 应用 HG-AFS 技术检测中药中的微量元素, 主要是砷、汞、硒、铅、锑。而其它元素的测定如镉、锡、锌、锆等也可以用 HG-AFS 法, 但是应用技术尚有待于进一步研究。

三、前景展望

中医中药是我国的传统医药, 中药中的微量元素的研究对药材性能的确定, 中草药正确分类、道地药材鉴别以及知道重要的最佳配伍, 提高疗效均有重要意义。多年来, 丰富而独特的中药吸引了许多国内外有关专家对此开展综合研究和应用开发。中药材及中成药中的砷、汞、铅、镉、锑等元素对人体是有害的, 这些元素在制定中药质量标准中是必测项目。而砷和汞等在中医中药中又具有特殊的意义, 可利用其毒性治疗某些疾病。硒是人和动物生命活动必需的微量元素, 具有独特的生物活性, 近年来在地方病和多种肿瘤、心血管病的预防等临床医学中得到广泛研究与应用。中药中上述元素含量甚微, 用常规仪器分析灵敏度满足不了药物分析要求。对于中药中砷、锑、铋、汞、硒、锆、铅、锡、镉等元素的分析, 由于 HG-AFS 法仪器价格低廉, 操作简便, 便于推广, 具有其它分析方法所无法比拟的优势, 如能解决原子荧光与气相色谱及高效液相色谱仪器接口方面的问题, 将有望实现 HPLC—

HG—AFS、GC—HG—AFS 联用的在线分析, 对于分析不同形态和价态的砷、汞、锑、硒等元素具有极其重要的意义。

随着分析技术和方法的日益成熟, 相信 HG—AFS 法在中药分析领域有更加广阔的前景。

参考文献

- 1 Tsujii K, Kuga K. The determination of arsenic by non-dispersive atomic fluorescence spectrometry with a gas sampling technique. *Anal chim Acta*, 1974, 72: 85.
- 2 郭小伟, 杨密云. 氢化物发生—无色散原子荧光法在分析中的运用, *分析化学*, 1980, 8(5): 466 ~ 469.
- 3 郭小伟, 张锦茂, 杨密云, 等. 双道氢化物物色散原子荧光光谱仪的研制, *光谱学与光谱分析*, 1983, 3(2): 124 ~ 126.
- 4 张锦茂, 董芳, 等. 蒸气发生—原子荧光光谱法在我国的进展, *光谱仪器与分析*, 1999, 4(2): 9.
- 5 张锦茂, 陈洁, 张勤. 用于氢化物原子荧光光谱法中特种空心阴极灯的某些性能的研究, *光谱学与光谱分析*, 1994, 14(4): 89 ~ 96.
- 6 杨莉丽, 张德强, 高英, 等. 氢化物发生—原子荧光光谱法测定中草药中的微量砷, *分析试验室*, 2003, 22(2): 57 ~ 60.
- 7 杨莉丽, 高丽荣, 张德强. 树脂分离—氢化物发生—原子荧光光谱法测定中草药中不同形态的砷, *光谱学与光谱分析*, 2004, 24(4): 491 ~ 494.
- 8 崔洪友, 王涛, 沈忠耀, 戴猷元. 微波消解, AAS、AFS 法测定中药中痕量重金属. *山东理工大学学报*, 2003, 17(1): 20 ~ 23.
- 9 林钰, 蒋永贵, 司晚令, 朱伯仲. 氢化物发生—原子荧光光谱法测定中药中痕量砷, *光谱实验室*, 2003, 20(5): 703 ~ 705.
- 10 王静兰, 于永明, 张克凌, 等. 酸对原子荧光光度法测定砷的影响, *青岛医学院学报*, 1997, 33(2): 139 ~ 140.
- 11 陈恒武, 何巧红. 氢化物原子光谱法的新型增效试剂 L—半胱氨酸, *分析化学*, 2000, 28(3): 368 ~ 373.
- 12 申治国, 黎雪慧, 张慧敏. L—半胱氨酸预还原氢化物原子荧光法测定痕量砷, *中国卫生检验杂志*, 2001, 11(4): 418 ~ 419.
- 13 谢永臻, 庄峙夏, 张志刚, 杨成隆, 杨原, 黄本立. 流动注射氢化物发生原子荧光法测定中药中微量砷、汞, *分析科学报* 1997.
- 14 孙汉文, 锁然, 张德强, 等. 同时测定中草药中痕量铅和汞的氢化物原子荧光法, *分析测试学报*, 2002, 21(3): 67 ~ 69.
- 15 张丽娟, 周勇义等. 微波消解法测定中成药中砷、汞元素的研究. *现代仪器*, 2004, 4: 12 ~ 15.
- 16 杨莉丽, 李娜, 张德强, 高丽荣, 康海彦. 原子荧光光谱法测定中药中的汞, *光谱实验室*, 2003, 20(5): 681 ~ 685.
- 17 潘洪君, 姜秀涛, 刘莉, 等. 食品中砷和汞的双道原子荧光同时测定法, *职业与健康*, 2003, 19(10): 64 ~ 65.
- 18 刘玉萍, 陈晓云, 詹德江, 等. 应用双道原子荧光分析仪联合测定土壤中汞和砷, *杂粮作物*, 2003, 23(3): 178 ~ 179.
- 19 王宏菊, 陈旭辉, 许德珍, 等. 原子荧光光谱法同时测定化妆品中砷和汞, *光谱实验室*, 2003, 20(5): 735 ~ 738.
- 20 胡家英, 丁刚, 施宏景, 等. 双道氢化物发生原子荧光法同时测定水中砷汞, *中国卫生检验杂志*, 2000, 10(6): 686 ~ 687.
- 21 刘丽萍, 姜丽娟, 朱志勤, 等. 同时测定饮用水中砷和汞的氢化物原子荧光法, *环境与健康杂志*, 2002, 19(5): 402 ~ 404.
- 22 王宇敏, 梁晓聪, 赵文. 同时测定饮用水中砷和汞的原子荧光光谱法, *环境与健康杂志*, 2002, 19(5): 398 ~ 399.
- 23 杨莉丽, 张德强, 高英, 等. 氢化物发生—原子荧光光谱法测定中草药中的硒, *光谱学与光谱分析*, 2003, 23(2): 368 ~ 370.
- 24 李云春, 弓振斌, 温裕云, 等. 中药成药中 As、Pb 的流动注射氢化物发生非色散原子荧光光谱法测定, *分析测试学报*, 2003, 22(6): 49 ~ 51.
- 25 陶锐, 高舸. 氢化物发生—原子荧光光谱法测定铅的研究 (1) 铁氰化钾试剂的影响. *中国卫生检验杂志*, 2004, 14, (3): 282 ~ 284.
- 26 张丽娟, 金伟, 杜光宇, 温小秀. 北虫草中硒的微波消解, 氢化物—原子荧光光谱测定法. *职业与健康* 2004, 6.
- 27 孙汉文, 锁然. 氢化物原子荧光法测定中草药中痕量铅, *理化检验—化学分册*, 2002, 38(10): 506 ~ 508.
- 28 石杰, 龚雪云, 朱永琴. 氢化物发生—原子荧光光谱法测定中药葶苈子和黄连中的铅. *光谱实验室* 2003, 7.
- 29 索有瑞. 氢化—AFS 法测定青藏高原中草药中的微量砷、锑、硒和汞, *光谱学与光谱分析*, 1997, 17(5): 103 ~ 107.
- 30 龚楚舒, 袁园, 郭小伟. 氢化物发生—原子荧光法测定人发中锑及其临床意义. *理化检验*, 1992, 28(2): 116.
- 31 石威, 胡涛. 共价氢化物与汞离子反应的研究—痕量锑高灵敏度分析方法. *分析试验室*, 1996, 15(4): 68.
- 32 Rahman, L. a; Corns, W. Tb; Bryce, D. W. b; Bryce, D. W. b; Stockwell, P. B. b Determination of mercury, selenium, bismuth, arsenic and antimony in human hair by microwave digestion atomic fluorescence spectrometry. *Vol: 52, Issue: 5, August 16, 2000 pp. 833 ~ 843.*

(责任编辑:柳莎 杨国梁)

(上接第 33 页)

- 6 张白嘉, 刘亚欧, 刘榴, 等. 土茯苓及落新妇苷抗炎、镇痛、利尿作用研究, *中药药理与临床*, 2004, 20(1): 11 ~ 15.
- 7 黄丽英, 吕植植, 李继彪. 中药金银花化学成分的研究 [J]. *中草药*, 1996, 27(1): 645 ~ 647.
- 8 李玉琪. 土茯苓化学成分及药理进展, *实用中西医结合杂志*, 1998, 11(7): 643.
- 9 罗国安, 王义明. 中药复方有效部分研究方法及其理论初探, *中成药*, 1997, 19(8): 44 ~ 45.

(责任编辑:柳莎 杨国梁)

**Study of Method for Application of Remote – sensing Technology to
Investigation of Reserves of Ginseng Resources**

Chen Shilin, Zhang Bengang, XhouYingqun and Xiao Peigen

(Institute of Medicinal Plants, Chinese Academy of Medical Sciences/

China Union University of Medical Sciences, Beijing 100094)

Zhang Jinsheng (Institute of Remote – sensing Application, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101)

Su Gangqiang (State Administration for Traditional Chinese Medicine, Beijing 100026)

Xiao Shiyong (Center for China ' s 21st Centruy Agenda Management, Beijing 100081)

This article describes the investigation of the cultivated areas of ginseng in the regions of its cultivation by remote – sensing technology, the establishment of technical routes and methods for the investigation of ginseng resources by remote – sensing and the calculation of the cultivated areas and the estimate of the yields of ginseng via sample survey. The compararison of the results from field verification points and image interpretation shows that in the sample areas of ginseng investigation the precision of artificial interpretation of landsat 7ETM image (15m) is 90% , that of the integrated image (5m) of ETM and spot reaches 97% and that of the Quick Brid image (0.61m) is as high as 100% . This study has probed into the method for the application of remote – sensing technology to the investigation of the resources of Chinese medicine.

Key Words: ginseng, resources, general survey, remote – sensing technology.

**Progress in study of Method for Hydride Generation——Non – Chromatic Dispersion atomic Fluorescence
Spectro – photometry and Application of It to Analysis of Trace Elements in Chinese Drugs.**

Li Weili and Liang Keli (National Research Center for Engineering and Technology of

Chinese Patent Drugs, Benxi 117004, Liaoning Province, China)

Hou Haige and Dong Yanping(School of Chemistry, Chemical Engineering and

Materials, Heilongjiang Universigy, Harbin 150080)

This article comments the progress in the study of the method for hydride generation non – chromatic dispersion atomic fluorescence spectro – photometry in accordance with literatures available at home and abroad; enumerates the analyses of arsenic, mercury, lead, cadmium and antimony as practical examples by this method; and look into the future of the application of this method to the analysis of Chinese medicine.

Key Words: fluorescence spectro – photometry method, heavy metal, hydride generation of chloride, analysis of Chinese medicine.

**Investigation of Study Thought in Secondary Development of
Chinese Patent Drugs with brand Name and High Quality**

Di Liuqing, Cai Baochang, Lu Yin, Zhao Xiaoli and Shan Jinjun