

文献综述

中国色谱学的近期(1998-1999)发展

张玉奎, 张庆合, 张维冰, 许国旺

(中国科学院大连化学物理研究所 国家色谱研究分析中心, 辽宁 大连 116011)

摘要:介绍了近期中国在色谱及相关领域的研究进展。综合分析了 1998 年 1 月至 1999 年 12 月国内研究人员在与色谱领域关系较为密切的国内外主要期刊和在此期间召开的第 12 次全国色谱学术报告会、第 8 届北京国际分析测试学术报告会暨仪器展览会上发表论文的情况, 分类评述了色谱理论、气相色谱、液相色谱、毛细管电泳及电色谱、固相微萃取等领域的最新进展。

关键词: 色谱 电泳 进展

中图分类号: O657 文献标识码: A 文章编号: 1000-8713(2001)01-0037-10

1 前言

色谱分析是目前最为活跃的分析化学分支学科之一, 在环境、生化、药物等领域的应用日益普遍。随着近年来毛细管电色谱等新的分离模式的出现、新型色谱柱和固定相的制备、色谱和毛细管电泳仪器的完善以及固相微萃取等样品处理方法的引入, 其解决实际问题的能力日益增强, 应用范围不断扩大。我们曾对 1996-1997 年我国色谱科学的主要进展进行了评述^[1]。本文是该系列的又一篇报告, 分析了 1998-1999 年我国色谱工作者在色谱基础理论、新方法、新技术以及实际应用等方面进行的主要工作, 总结了色谱及其相关领域的研究进展。本综述涉及的主要杂志包括《中国科学 B 辑》、《科学通报》、《化学学报》、《高等学校化学学报》、《化学进展》、《化学通报》、《色谱》、《分析化学》、《分析测试学报》、《环境化学》、《应用化学》、《分析科学学报》、《分析实验室》、《分析仪器》、《化学试剂》、《药物分析杂志》、《药学进展》、《石油化工》、《分析仪表与分析检测》、《分析测试技术与仪器》、《国外分析仪器技术与应用》、《分析测试仪器通讯》、《理化检验(化学分册)》等 23 种中文期刊及 Anal. Chem., J. Chromatogr. A, Chromatographia, J. High Resol. Chromatogr., J. Liq. Chrom. & Rel. Technol. 等与色谱科学相关的国外学术期刊。此外, 我们对在此期间召开的第 12 次全国色谱学术报告会(The 12th National Symposium of Chromatography, NSC XII) 和第 8 届北京国际分析测试学术报告会暨仪器展览会(Proceeding of International Eight Beijing Conference and Exhibition on Instrumental Analysis, BCEIA VIII) 上发表的论文也一并进行分类综述。

2 学术论文统计分析

表 1 是我国色谱工作者 1998-1999 年发表在国内 23 种学术期刊上有关色谱及相关技术的论文按分离模式分类统计的结果, 其中将薄层色谱和离子色谱并入到液相色谱中, 理论性研究和联用技术的论文根据具体情况纳入到不同类别中; “其他”一栏中包括通用理论和技术、超临界萃取和超临界色谱、逆流色谱、固相萃取、固相微萃取及两种以上色谱分离模式的联用技术等。与 1996-1997 年^[1]相比, 第 12 次全国色谱学术报告会和有关期刊上发表的相关论文总数均有明显增加, 表明色谱及相关技术的研究与应用仍非常活跃。在气相、液相和毛细管电泳 3 种分离模式中, 有关液相色谱的研究报告占总数的 50% 以上, 主要集中在药物及生命科学领域, 毛细管电泳的研究报告数量较 1996-1997 年有明显增加, 固相萃取、固相微萃取、超临界流体萃取和超临界流体色谱以及逆流色谱的研究也日趋活跃。

表 1 1998-1999 年国内期刊及学术会议发表的色谱类学术论文统计

Table 1 The statistical results of the papers published in domestic periodicals and presented at symposia of chromatography and related techniques in 1998-1999

Source	GC	LC	CE&CEC	Others	Total
NSC XII	175	196	20	42	433
BCEIA VIII	15	29	25	12	81
23 Periodicals	235	564	188	55	1042
Total	425	789	233	109	1556
Percent (%)	27.3	50.7	15.0	7.0	

作为中国色谱专业杂志《色谱》杂志两年共发表各类研究论文 365 篇, 比 1996-1997 年的 346 篇

有所增加,约占同期国内该类论文总数的 35%,比 1996-1997 年 40% 的比例有所下降,表明国内其他期刊中色谱及相关技术的研究论文比例近两年有明显增加。表 2 是 1998 年和 1999 年《色谱》杂志各栏目发表论文的统计结果。除《色谱》杂志外,国内相

关学术期刊中发表色谱类研究论文较多的另外 3 种期刊依次是《药物分析杂志》、《分析化学》和《分析测试学报》,其中《药物分析杂志》中涉及色谱及相关技术的论文占该期刊同期发表论文总数的 80% 以上,说明色谱方法在药物学中占有重要地位。

表 2 1998-1999 年度《色谱》各栏目发表论文统计
Table 2 The statistical results of the papers in Chinese J. Chromatogr.

Year	Report of research	Letter of research	Review	Research note	Experience exchange	Application article	Other
1998	32	5	13	60	40	20	1
1999	40	6	14	62	48	21	2

3 基础理论

色谱保留值的预测和分离条件的优化仍是色谱理论研究的重点,利用各种数学模型和计算机辅助技术对重叠色谱峰信号进行处理方面的研究论文数量较上次综述期间也有较明显的增加。

色谱保留值预测仍主要采用神经网络^[2]、灰色理论^[3]、拓扑指数^[4]、微分方程演化^[5]和 Benson 基团加和法^[6]等方法。赵瑞环等^[2]对 PCDD (polychlorinated dioxin) 同系物分子结构表达与特征参数的选择进行了研究,并应用神经网络方法对分子结构与色谱保留值进行了关联。张乐津等^[7]从理论上对毛细管气液色谱保留过程进行了研究。王连生等^[8,9]在环境污染化合物分子结构与保留值关系方面又进行了新的工作。焦庆才等^[10]基于反相液相色谱中顶替吸附作用模式的热力学方法建立了包括柱温、流动相组成、溶质碳原子数目、溶剂分子、键合固定相表面烷基基团等多种色谱参数在内的同系物线性保留方程。耿信笃等^[11,12]以液相色谱中溶质计量置换统一保留模型(SDM-R)的二参数、三参数和四参数方程为基础,研究了预测同系物保留值实验点与预测方程参数间的匹配关系,并对同系物收敛的热力学进行了表征。林乐明等^[13]分别采用拓扑指数和反向人工神经网络法研究了薄层色谱中苯酚衍生物和氨基酸的结构与保留值的关系。刘震等^[14,15]考察了胶束电动毛细管色谱(MEKC)中溶质保留值与 $\log P$ 的相关性,并对 MEKC 中有机改性剂的作用进行了较为系统的研究。张丽华等^[16]实验研究了反相毛细管电色谱中溶质保留值与溶剂化结构参数间的定量关系。邹汉法等^[17]从统计热力学方法推导的溶质保留规律及其相关参数与分子结构之间的关系出发,探讨了稠环芳烃在 3 种二元溶剂体系下选择性的差异,为确立复杂混合物分离溶剂的选择原则奠定了基础,他们还对比度淋洗液

相色谱中溶剂的分布规律进行了研究^[18]。

王静馨^[19]采用模式识别方法优化了等度反相液相色谱的分离条件。傅若农等^[20]采用控制加权可变速长单纯形算法对异硫氰酸苯酯衍生的氨基酸胶束电动毛细管色谱的分离体系进行了动态优化。林轩等^[21]采用人工神经网络算法优化了 CE 的分离条件。张维冰等^[22]从理论上探讨了累加进样分离法对样品特征和操作条件的要求,为进一步拓宽该方法的应用范围进行了有意义的工作。

随着计算机技术和化学计量学的发展,采用各种数学模型解析重叠色谱峰也引起了色谱工作者的兴趣,包括窗口因子分析^[23]、小波变换^[24]、正交投影^[25]和快速傅立叶变换^[26]等。陈迪钊等^[27,28]对二维色谱/光谱重叠峰的定性定量方法也进行了研究。

在色谱分离过程的动力学和热力学研究方面,张维冰等^[29]建立了色谱柱分离过程弛豫理论模型,在一定程度上揭示了流出曲线的动力学本质。他们还从色谱流出曲线原始塔板理论的级数形式的表达式出发,得出了流出曲线一级原点矩及二、三级中心矩的数学表达式,并依此讨论了色谱峰形状特征及各种因素对峰形的影响规律。杨更亮^[30]提出了一种置换色谱的新方法,即多组分竞争吸附等温线测量。戴朝政^[31]推导了毛细管电色谱塔板高度方程。边六战等^[32]研究了蛋白质在疏水色谱过程中的变性热力学。梁恒等^[33]建立了 CE 分离过程的不可逆热力学模型。

4 气相色谱

气相色谱及其联用技术主要应用于环境样品中污染物分析、药品质量检验、天然产物成分分析、食品中农药残留量测定、工业产品质量监控等,其中 GC/MS 联用技术的优势尤其突出。在环境样品分析方面,GC 已用于固定大气源中醛酮毒物的现场

监测^[34]、汽车工业废气中芳烃排放量的测定^[35]、空气悬浮颗粒中稠环芳香烃化合物的分析等。GC 在药品成分分析及其质量监控或鉴别的应用领域仍比较活跃^[36]。运用 GC 方法研究天然植物中的脂肪酸或其他成分的研究报告也很多,对牛奶和鱼肉中有机氯等农药的残留量、谷物中噻吩甲氯的残留量、酱油中的 1,3-二氯-2-丙醇、食品中的胆固醇和亚硝酸盐等的测定均有报道。此外,GC 方法也用于三甘醇等工业产品的质量分析^[37,38]。

利用 GC 方法研究热力学参数的报道相对较少,谢建军^[39]研究了聚合物溶剂体系的气液平衡,张玉清等^[40]研究了聚辛烯-1 与不同溶剂的热力学相互作用。

具有特殊结构的新型 GC 固定相如环糊精、冠醚、杯芳烃、C₆₀ 及其衍生物的制备及性能的评价仍是研究的热点。在过去工作的基础上,吴采樱和曾昭睿等^[41~43]又合成了一系列新型超分子固定相,如杯芳烃衍生物、套索冠醚、C₆₀ 衍生物、环糊精-冠醚手性固定相等,较为系统地研究了合成固定相的化学稳定性、热稳定性、选择性等。周良模等^[44,45]较系统地考察了多种衍生环糊精及稀释剂对固定相手性分离的影响。傅若农等^[46,47]则对混合功能团气相色谱固定相的协同效应和超分子化学问题进行了一系列的研究。梁力等^[48]评价了近来催化领域备受关注的中孔分子筛 MCM-41 的气相色谱性能。

5 液相色谱

近年来,新型液相色谱分离模式和固定相的研究非常活跃,膜色谱、棒状 HPLC 色谱柱、分子烙印手性固定相、具有不同官能团的球形聚合物固定相的研究都非常活跃,为拓宽 HPLC 的应用范围尤其在生物样品的分析分离与制备分离中得到更广泛的应用奠定了基础。邹汉法等^[49]制备了多种功能基的膜介质,用于蛋白质分离取得了较好效果。商振华等^[50,51]制备了聚酰胺亲和膜用于内毒素的去除。周良模等^[52]和耿信笃等^[53]分别制备了棒状聚合物液相色谱柱,并对其色谱性能进行了评价。球形分子烙印聚合物手性固定相^[54]和性能优良的单分散球形聚合物固定相的制备也是研究的主要方向^[55~57]。陈立仁等^[58~62]制备了多种聚合物涂覆硅胶或聚合物基质 HPLC 固定相,在蛋白质、手性化合物和药物的分离方面作了大量工作。达世禄和冯钰铮等^[63~66]制备了一系列环糊精、冠醚、杯芳烃和富勒烯等特殊结构功能团的新型键合硅胶 HPLC 固定相,并评价了它们的性能。张庆合等^[67~69]采用溶胶凝胶技术制备了均匀分散的球形氧化锆和氧

化锆与硅胶及氧化镁的复合氧化物 HPLC 填料,考察了填料的物理化学性质和色谱性能。

HPLC 的应用主要集中在药物和生物样品的分离分析,马立人等^[70]和耿信笃等^[71]分别对亲和色谱和疏水色谱法的进展及在生化研究中的应用进行了总结。HPLC 在药物领域的应用包括天然药物、合成药物及生化药品主成分的含量测定、各种杂质及分解产物的鉴别和分析,还包括药物代谢产物的分析、鉴定以及临床治疗药物的监测和体内物质的分析等。1998 和 1999 年在《药物分析杂志》上发表有关色谱的论文超过 60%,而其中 HPLC 方法的使用占 80% 以上,可见 HPLC 在现代药物分析中的地位。邹汉法等^[72,73]用微透析/高效液相色谱法研究了不同药物与蛋白质的结合作用并进行了一系列的工作。

离子色谱法在离子型化合物分析方面仍非常活跃^[74,75],周天泽对无机物的色谱分析进行了综述^[76]。

6 毛细管电泳和电色谱

相对于 HPLC 和 GC 而言,毛细管电泳技术的研究更为活跃,在基础理论、仪器改进和实际应用等方面取得了一系列研究成果。CE 中的电渗流^[77]、温度效应及温度梯度技术^[78]、亲和^[79]和非水介质^[80]毛细管电泳均有专门综述。CE 的应用主要集中在蛋白质和糖、药物、环境样品、手性化合物、天然植物的分离分析方面。近两年来,CE 在环境样品^[81]、中药^[82]、多糖类药物^[83]、生物碱^[84]、毒品^[85]、DNA^[86]、形态^[87]及手性化合物分离^[88]方面都有总结性报告,表明毛细管电泳技术在实际应用方面已有了长足的进展。

林炳承等^[89]采用低粘度的、相对分子质量小的羟丙基甲基纤维素聚合物溶液毛细管电泳分离了 DNA 片段,克服了常用聚合物溶液粘度高、难以输入进毛细管的缺点。陈义等^[90,91]研究了毛细管电泳中影响径向电场控制电渗流的主要因素,并用于蛋白质的分离,他们还采用毛细管电泳技术分离了糖蛋白微观不均一组分。

程介克等^[92,93]用毛细管电泳方法分离了儿茶酚胺、氨基酸等神经递质化合物。熊少祥等分离了生物活性肽^[94]和胺基糖^[95]。许国旺等^[96]分离了细胞中的鸟苷二磷酸糖。Che 等^[97,98]也采用 CE 技术分析了低聚糖。毛细管电泳在药物、天然植物的分离分析方面研究论文较多,为了对其现状有更清晰的了解,表 3 列出了其中一些主要成果。

表 3 毛细管电泳及毛细管电色谱在药物及天然植物分析中的应用

Table 3 The application of capillary electrophoresis and capillary electrochromatography in analysis of drugs and nature plants

Sample	Components	Reference	Sample	Components	Reference	
<i>Gastrodia elata</i> Bl. injection	Gastrodin	99	Royal jelly products	10-HDA	112	
Sulphonamide medicines	Sulfamethoxzolum	100	Plant hormones	indole-3-acetic acid	113	
	trimethoprimum	100		indole-3-butyric acid	113	
	sulphaguanidine	100		Gibberellin	113	
	sulfadimidinum	100		6-benzyl amine purine	113	
Compound theophyllinum tablet	theophyllinum	101	Basic drugs	ofloxacin	114	
	phenobarbitalum	101		terbutaline	114	
	phenocetin	101		chlorpheniramine	114	
		norephedrine		114		
Cortex Magnoliae officinalis	magnolol	102	Enalapril maleate compound tablet	enalapril maleate	115	
	honokiol	102		hydrochlorothiazide	115	
Human urine	6-mercaptapurine	103	Human urine	chlorpheniramine enantiomer	116	
Bovine serum albumin	6-mercaptopurine	103		<i>Paeonia suffruticosa</i> Andr. , <i>Paeonia albiflora</i> Pall.	paeonol paeoniflorin	117
Dihydropyridine calcium channel blockers	main component	104	Danggui	ferulic acid	118	
Aminophenylline	theophylline	105		cyelic adenosine monophosphate	119	
	phenobarbital	105		cyelic guanosine monophosphate	119	
Cold medicine Pa-er-ke	chlorpheniramine	106	Chinse medicines	tetrandrine fargchinoline	120	
	paracetamol	106		Human urine	creatinine	121
	phenylpropanolamine	106	uric acid		121	
	dextromethophane	106	Vitaphkol eye drops	niacinamide	122	
<i>Gastrodia elata</i> Bl.	active components	107		adenosing	122	
				thimerosal	122	
<i>Laithyrus sativus</i>	β -N-oxalyl- α , β -diaminopionic acid	108	Anisodamine	enantiomer	123	
	homoarginine	108		Radix salviae miltiorrhizae	β -3 4-dihydroxyphenyl lactic acid	124
Tetracycline antibiotics	tetracycline and impurities	109	protocatechuic acid		124	
			protocatechuic aldehyde		124	
Globefish	tetrodotoxin	110				
	Adenosine triphosphate products	adenosine triphosphate	111			
		adenosine diphosphate	111			
adenosine monophosphate		111				

林炳承等^[125~127]用毛细管区带电泳法对蛋白与药物之间的相互作用进行了一系列的研究,测定了主客体分子的相互作用常数,获得了许多有意义的成果。罗国安等^[128]测定了牛血清蛋白与单克隆抗体的结合常数。高效毛细管电泳柱上富集技术也有研究报告,欧庆瑜等^[129]采用电堆积富集技术分离测定了雪样中痕量阳离子。宋景政等^[130]采用柱上富集技术分析了福莫特罗干糖浆。

与 1996 和 1997 年相比,毛细管电色谱(CEC)理论、技术及应用研究明显增多。CEC 的分离机理的研究也引起了色谱工作者的关注,相关的研究报告较多^[131~133]。邓玉林等^[134]考察了压力流驱动 CEC 的色谱行为,张丽华等^[135]报道了 CEC 中有有机流动相的双二元台阶分离,采用高速 CEC 分离了中性化合物。傅若农等^[136]采用溶胶-凝胶技术制备了开管 CEC 柱。刘晓达等^[137]和施维等^[138]分别制备了交联聚丙烯酰胺涂层和凝胶毛细管柱。

毛细管电泳仪器尤其是新型检测器的设计及改进仍是色谱工作者关注的重要课题,光学检测^[139]、进样技术^[140]、柱涂层技术^[141]及提高分析结果重现性的方法^[142]都有评述。罗国安等^[143]介绍了目前国内外颇受关注的集成电泳芯片技术进展。方禹之等^[144]对 CE 柱端盘状电极安培检测的区带展宽进行了定量分析。汪尔康等^[145]设计了一种柱端喷壁安培检测池。莫金垣等^[146]研究了 CE 的扫描伏安电化学检测器。陈义等^[147]设计了用于控制电渗流的装置。林炳承等^[148]对紫外检测器的光路进行了优化。

7 样品制备、联用技术等

由于对含量较低、基质复杂的样品分离的需要,固相萃取和固相微萃取技术发展较快。王震宇^[149]采用溶胶-凝胶技术制备了新型固相微萃取涂层,并将 SPME 与 GC 联用测定了有机氯农药残留及水中

芳香烃衍生物。邹汉法等^[150]将固相萃取技术与反相液相色谱联用测定了废水中的芳香胺。俞惟乐等^[151]评述了超临界流体萃取(SFE)在环境分析中的应用,李桦等^[152]总结了超临界流体色谱(SFC)在手性化合物分离中的应用现状。逆流色谱的研究与应用也有报道^[153,154]。傅若农等^[155,156]对光色谱进行了研究和综述。关亚凤等^[157,158]研究了填充毛细管液相色谱与高温气相色谱联用技术,用于分析重油及稠环芳香烃。

8 结语

以上的总结和分析表明,近两年来我国色谱工作者在过去工作的基础上,无论是在色谱基础理论、色谱及毛细管电泳仪器研制与改进、新的分离模式和新型色谱固定相制备方面,还是在解决实际问题方面都取得了很大进步,为色谱学科及相关技术更有效的解决实际问题奠定了基础。本文的评述可能带有一定的片面性,不能全面反映各具体研究方向的最新成果,尚请色谱界同仁谅解。

参考文献:

- [1] XU Guo-wang, ZHANG Wei-bing, HONG Qun-fa, et al. Chinese Journal of Chromatography, 1998, 16(6): 495-500
许国旺, 张维冰, 洪群发, 等. 色谱, 1998, 16(6): 495-500
- [2] ZHAO Rui-huan, YUE Bing-fang, SHAN Yi-chu, et al. Chinese Journal of Chromatography, 1999, 17(2): 112-114
赵瑞环, 岳丙方, 单亦初, 等. 色谱, 1999, 17(2): 112-114
- [3] TANG Wan-ying, ZHOU Shen-fan, YANG Ling-xiao. Chinese Journal of Chromatography, 1998, 16(2): 95-99
唐婉莹, 周申范, 杨凌霄. 色谱, 1998, 16(2): 95-99
- [4] HOU Jing-de, FENG Jian-yue, LU Wen-chu. Journal of Instrumental Analysis, 1998, 17(5): 64-65
侯镜德, 冯建跃, 路文初. 分析测试学报, 1998, 17(5): 64-65
- [5] YU Jing-xian, CAO Hong-qing, CHEN Yong-yan, et al. Journal of Analytical Chemistry, 1999, 27(5): 528-530
喻敬贤, 曹宏庆, 陈永言, 等. 分析化学, 1999, 27(5): 528-530
- [6] LIANG Yun-xiao, ZHANG Wei-bing, SHI Jing-jiang. Journal of Instrumental Analysis, 1998, 17(2): 50-52
梁云霄, 张维冰, 史景江. 分析测试学报, 1998, 17(2): 50-52
- [7] CHEN Ji-ping, ZHANG Le-feng, TIAN Yu-zeng. Chinese Journal of Chromatography, 1998, 16(1): 6-12
陈吉平, 张乐津, 田玉增. 色谱, 1998, 16(1): 6-12
- [8] Li L, Yang H, Ding Y, et al. J Liq Chrom & Rel Technol, 1999, 22(6): 897-907
- [9] Dai J, Yao S, Ding Y, et al. J Liq Chrom & Rel Technol, 1999, 22(15): 2 271-2 282
- [10] JIAO Qing-cai, LIU Qian, CHEN Yao-zu. Acta Chimica Sinica, 1998, 56(1): 68-76
焦庆才, 刘茜, 陈耀祖. 化学学报, 1998, 56: 68-76
- [11] WANG Yan, ZHANG Jing, GENG Xin-du. Chinese Journal of Chromatography, 1999, 17(4): 326-331
王彦, 张静, 耿信笃. 色谱, 1999, 17(4): 326-331
- [12] ZHANG Jing, MA Zhi-kao, GENG Xin-du. Acta Chimica Sinica, 1999, 57(9): 967-973
张静, 马致考, 耿信笃. 化学学报, 1999, 57(9): 967-973
- [13] WANG Yue-song, ZHANG Jun, LIN Le-ming. Chinese Journal of Chromatography, 1999, 17(1): 14-20
王岳松, 张军, 林乐明. 色谱, 1999, 17(1): 14-20
- [14] LIU Zhen, ZOU Han-fa, NI Jian-yi, et al. Science in China, Series B, 1998, 27(6): 566-573
刘震, 邹汉法, 倪坚毅, 等. 中国科学·B辑, 1998, 27(6): 566-573
- [15] Liu Z, Zou H F, Zhang Y K. J High Resolut Chromatogr, 1998, 21(4): 234-240
- [16] ZHANG Li-hua, ZOU Han-fa, SHI Wei, et al. Chinese Journal of Chromatography, 1998, 16(3): 203-207
张丽华, 邹汉法, 施维, 等. 色谱, 1998, 16(3): 203-207
- [17] LÜ Mei-ling, ZOU Han-fa, LIANG Xin-miao, et al. Chinese Journal of Chromatography, 1999, 17(1): 5-9
吕美玲, 邹汉法, 梁鑫淼, 等. 色谱, 1999, 17(1): 5-9
- [18] LI Rui-jiang, ZHANG Wei-bing, NI Jian-yi, et al. Chemical Journal of Chinese Universities, 1998, 19(10): 1 556-1 559
李瑞江, 张维冰, 倪坚毅, 等. 高等学校化学学报, 1998, 19(10): 1 556-1 559
- [19] WANG Jing-qing. Chinese Journal of Analytical Chemistry, 1998, 26(9): 1 056-1 059
王静馨. 分析化学, 1998, 26(9): 1 056-1 059
- [20] WANG Hong, HU Han-fang, SHANG Su-fen, et al. Chinese Journal of Chromatography, 1998, 16(4): 293-296
王洪, 胡汉芳, 尚素芬, 等. 色谱, 1998, 16(4): 293-296
- [21] LIN Xuan, HE Jin-lan. Journal of Instrumental Analysis, 1998, 17(5): 54-57
林轩, 何金兰. 分析测试学报, 1998, 17(5): 54-57
- [22] ZHANG Wei-bing, XU Guo-wang, LI Rui-jiang, et al. Journal of Instrumental Analysis, 1999, 18(2): 21-24
张维冰, 许国旺, 李瑞江, 等. 分析测试学报, 1999, 18(2): 21-24
- [23] CHEN Di-zhao, SHEN Hai-lin. Chinese Journal of Chromatography, 1999, 17(4): 319-322
陈迪钊, 沈海林. 色谱, 1999, 17(4): 319-322

- [24] SHAO Xue-guang ,HOU Shu-quan ,FANG Neng-hu , et al. Chinese Journal of Analytical Chemistry ,1998 26 (1):107-110
邵学广 侯树泉 方能虎 等 . 分析化学 ,1998 26(1): 107-110
- [25] ZHANG Xiao-tu ,ZHU Hui-ying. Chinese Journal of Analytical Chemistry ,1999 27(11):1 324-1 328
张小吐 祝惠英 . 分析化学 ,1999 27(11):1 324-1 328
- [26] YANG Li ,XU Guo-wang ,ZHANG Yu-kui , et al. Chinese Journal of Chromatography ,1998 ,16(5) 386-389
杨 黎 许国旺 张玉奎 等 . 色谱 ,1998 ,16(5) 386-389
- [27] CHEN Di-zhao ,LIANG Yi-zeng ,SHEN Hai-lin , et al. Chemical Journal of Chinese Universities ,1998 ,19(5): 703-707
陈迪钊 梁逸曾 沈海林 等 . 高等学校化学学报 , 1998 ,19(5):703-707
- [28] CHEN Di-zhao ,LIANG Yi-zeng ,SHEN Hai-lin , et al. Chemical Journal of Chinese Universities ,1998 ,19(8): 1 227-1 231
陈迪钊 梁逸曾 沈海林 等 . 高等学校化学学报 , 1998 ,19(8):1 227-1 231
- [29] ZHANG Wei-bing ,LI Rui-jiang ,XU Guo-wang , et al. Journal of Analytical Science ,1999 ,15(3):199-203
张维冰 李瑞江 许国旺 等 . 分析科学学报 ,1999 ,15 (3):199-203
- [30] Yang G L. Chromatographia , 1999 , 50 621-625
- [31] DAI Chao-zheng. Chinese Journal of Chromatography , 1999 ,17(6) 514-517
戴朝政 . 色谱 ,1999 ,17(6) 514-517
- [32] BIAN Liu-zhan ,CHEN Guo-liang ,LI Rong , et al. Acta Chimica Sinica ,1998 56(8) 807-811
边六战 陈国亮 李 蓉 等 . 化学学报 ,1998 56(8): 807-811
- [33] LI Ya-ping ,YU Lie ,XIE You-bo , et al. Acta Chimica Sinica ,1999 57(3) 281-288
李亚萍 虞 烈 谢友柏 等 . 化学学报 ,1999 57(3): 281-288
- [34] ZHANG Yun ,HONG Qun-fa ,XU Guo-wang , et al. Chinese Journal of Analytical Chemistry ,1998 26(8): 950-954
张 云 洪群发 许国旺 等 . 分析化学 ,1998 26(8): 950-954
- [35] ZHANG Xiang-min ,YAO Jian ,LIU Zhen , et al. Chinese Journal of Analytical Chemistry ,1999 27(8): 957-960
张祥民 姚 健 柳 臻 等 . 分析化学 ,1999 27(8): 957-960
- [36] Li L , Chan S , Li P , et al. J Chromatogr A , 1999 , 859 :183-192
- [37] Li R , Miao C , Wang Y. J Chromatogr Sci , 1998 , 36 (7) 349-351
- [38] Wang X , Hou Z , Lu W , et al. J Chromatogr A , 1999 , 855 341-347
- [39] XIE Jian-jun. Chinese Journal of Chromatography , 1999 ,17(3) 232-234
谢建军 . 色谱 ,1999 ,17(3) 232-234
- [40] ZHANG Yu-qing ,FENG Lin-xian ,FAN Zhi-qiang. Chinese Journal of Chromatography ,1999 ,17(1) 35-37
张玉清 封麟先 范志强 . 色谱 ,1999 ,17(1) 35-37
- [41] Lin L , Wu C , Yan Z , et al. Chromatographia , 1998 , 47 :689-694
- [42] LIU Ying ,CHEN Yuan-yin ,ZENG Zhao-rui , et al. Chinese Journal of Chromatography ,1998 ,16(5) 393-395
刘 英 陈远荫 曾昭睿 等 . 色谱 ,1998 ,16(5) 393-395
- [43] Zeng Z R , Liu M. Chromatographia , 1998 , 48 817-821
- [44] WU Jian-qiang ,ZHU Dao-qian ,WANG Qing-hai , et al. Chinese Journal of Analytical Chemistry ,1999 27 (2):174-177
吴建强 朱道乾 王清海 等 . 分析化学 ,1999 27(2): 174-177
- [45] JIANG Yan-jie ,ZHAO Chun-xia ,WANG Qing-hai , et al. Chinese Journal of Analytical Chemistry ,1999 27 (9):1 022-1 025
蒋艳杰 赵春霞 王清海 等 . 分析化学 ,1999 27(9): 1 022-1 025
- [46] YUAN Li-ming ,FU Ruo-nong ,DAI Rong-ji , et al. Chemical Journal of Chinese Universities ,1998 ,19(2): 207-209
袁黎明 傅若农 戴荣继 等 . 高等学校化学学报 , 1998 ,19(2) 207-209
- [47] Zhang H , Yuan X , Fu R , et al. J Chromatogr A , 1998 , 809 65-73
- [48] LIANG Li ,WANG Jia-liang. Chinese Journal of Analytical Chemistry ,1999 27(3) 271-275
梁 力 王甲亮 . 分析化学 ,1999 27(3) 271-275
- [49] ZHOU Dong-mei ,ZOU Han-fa ,YANG Li , et al. Chinese Journal of Analytical Chemistry ,1999 27(12): 1 370-1 375
周冬梅 邹汉法 杨 利 等 . 分析化学 ,1999 27 (12):1 370-1 375
- [50] SHANG Zhen-hua ,ZHOU Dong-mei ,GUO Wei , et al. Journal of Instrumental Analysis ,1998 ,17(1):1-4
商振华 周冬梅 郭 为 等 . 分析测试学报 ,1998 ,17 (1):1-4
- [51] SHANG Zhen-hua ,ZHOU Dong-mei ,GUO Wei , et al. Journal of Instrumental Analysis ,1998 ,17(2) 8-12
商振华 周冬梅 郭 为 等 . 分析测试学报 ,1998 ,17 (2) 8-12
- [52] WANG Jin-fang ,MENG Zi-hui ,ZHOU Liang-mo , et al. Chinese Journal of Analytical Chemistry ,1999 27

- (7):745-748
王进防, 孟子晖, 周良模, 等. 分析化学, 1999, 27(7): 745-748
- [53] LIU Tong, LUO Quan-zhou, QIN Xiao-juan, et al. Chinese Journal of Analytical Chemistry, 1999, 27(7): 764-767
刘彤, 罗权舟, 秦晓娟, 等. 分析化学, 1999, 27(7): 764-767
- [54] WANG Jin-fang, ZHOU Liang-mo, MENG Zi-hui, et al. Chinese Journal of Analytical Chemistry, 1999, 27(12): 420-1 423
王进防, 周良模, 孟子晖, 等. 分析化学, 1999, 27(12): 420-1 423
- [55] NING Jun, KONG Fan-zuo, LI Dian-hai, et al. Chinese Science Bulletin, 1998, 43: 1 229-1 231
宁君, 孔繁祚, 李殿海, 等. 科学通报, 1998, 43: 1 229-1 231
- [56] JIN Chao, YANG Yan-guo, ZHAO Zhong-zhang, et al. Chinese Science Bulletin, 1999, 44: 1 951-1 955
金超, 杨彦果, 赵中璋, 等. 科学通报, 1999, 44: 1 951-1 955
- [57] XIONG Bo-hui, SHEN Li, CONG Run-zi, et al. Chinese Journal of Chromatography, 1998, 16(6): 492-494
熊博晖, 沈丽, 丛润滋, 等. 色谱, 1998, 16(6): 492-494
- [58] HOU Jing-guo, ZHOU Hong-ying, JIANG Sheng-xiang, et al. Chemical Journal of Chinese Universities, 1998, 19(4): 538-542
侯经国, 周宏英, 蒋生祥, 等. 高等学校化学学报, 1998, 19(4): 538-542
- [59] YANG Rui-qin, JIANG Sheng-xiang, LIU Xia, et al. Chinese Journal of Chromatography, 1998, 16(4): 281-284
杨瑞琴, 蒋生祥, 刘霞, 等. 色谱, 1998, 16(4): 281-284
- [60] YANG Rui-qin, JIANG Sheng-xiang, Chen Li-ren. Chinese Journal of Chromatography, 1998, 16(4): 331-333
杨瑞琴, 蒋生祥, 陈立仁. 色谱, 1998, 16(4): 331-333
- [61] YANG Rui-qin, JIANG Sheng-xiang, LIU Xia, et al. Chinese Journal of Chromatography, 1999, 17(3): 296-298
杨瑞琴, 蒋生祥, 刘霞, 等. 色谱, 1999, 17(3): 296-298
- [62] Yu Z W, Zhou Z Q, Liu Y Q, et al. Chromatographia, 1998, 49(9/10): 572-574
- [63] Da S L, Feng Y Q, Da H L, et al. J Chromatogr Sci, 1999, 37(5): 137-144
- [64] FENG Yu-qi, GONG Yin-han, DA Shi-lu. Chemical Journal of Chinese Universities, 1999, 20(4): 552-554
冯钰琦, 龚银汉, 达世禄. 高等学校化学学报, 1999, 20(4): 552-554
- [65] FENG Yu-qi, GONG Yin-han, DA Shi-lu. Chemical Journal of Chinese Universities, 1999, 20(11): 1 708-1 713
冯钰琦, 龚银汉, 达世禄. 高等学校化学学报, 1999, 20(11): 1 708-1 713
- [66] Xiao X Z, Feng Y Q, Da S L. Chromatographia, 1998, 49: 643-648
- [67] ZHANG Qing-he, FENG Yu-qi, DA Shi-lu. Chinese Journal of Chromatography, 1999, 17(3): 229-231
张庆合, 冯钰琦, 达世禄. 色谱, 1999, 17(3): 229-231
- [68] ZHANG Qing-he, FENG Yu-qi, DA Shi-lu. Chinese Journal of Chromatography, 1999, 17(4): 284-286
张庆合, 冯钰琦, 达世禄. 色谱, 1999, 17(4): 284-286
- [69] Zhang Q, Feng Y, Da S. Anal Sci, 1999, 15: 767-772
- [70] ZHANG Jin-hui, JIANG Zhong-hua, CHEN Hui-peng, et al. Chinese Journal of Chromatography, 1999, 17(3): 253-256
张津辉, 蒋中华, 陈惠鹏, 等. 色谱, 1999, 17(3): 253-256
- [71] LIU Tong, GENG Xin-du. Chinese Journal of Chromatography, 1998, 16(1): 30-34
刘彤, 耿信笃. 色谱, 1998, 16(1): 30-34
- [72] Wang H L, Zou H F, Zhang Y K. Anal Chem, 1998, 70: 373-376
- [73] Wang H L, Zou H F, Zhang Y K. J Liq Chrom & Rel Technol, 1998, 21(17): 2 663-2 669
- [74] Huang Y, Mou S, Liu K. J Chromatogr A, 1999, 832: 141-148
- [75] Zhu Y, Zhang F, Tong C. J Chromatogr A, 1999, 850: 297-301
- [76] WANG Ying-feng, ZHOU Tian-ze. Chinese Journal of Analysis Laboratory, 1998, 18(5): 91-98
王英峰, 周天泽. 分析实验室, 1998, 18(5): 91-98
- [77] CHEN Hai-feng, JIN Wen-rui, JIN Ru-xiang. Journal of Analytical Science, 1998, 14(4): 257-259
陈海峰, 金文睿, 金如翔. 分析科学学报, 1998, 14(4): 257-259
- [78] ZHU Liang, XU Xu, LIN Bing-cheng. Chinese Journal of Chromatography, 1999, 17(1): 21-25
朱亮, 许旭, 林炳承. 色谱, 1999, 17(1): 21-25
- [79] WANG Jing-lan, QIAN Xiao-hong. Chinese Journal of Chromatography, 1999, 17(4): 342-345
王京兰, 钱小红. 色谱, 1999, 17(4): 342-345
- [80] XU Mu-sheng, WANG Xiao-ru, YANG Peng-yuan, et al. Chinese Journal of Chromatography, 1998, 16(4): 309-313
徐木生, 王小如, 杨芑原, 等. 色谱, 1998, 16(4): 309-313
- [81] DING Yong-sheng, XUE Jun, LIN Bing-cheng. Chinese Journal of Chromatography, 1998, 16(3): 215-219
丁永生, 薛俊, 林炳承. 色谱, 1998, 16(3): 215-219

- [82] Li F , Sun S , Wang J , et al. Biomed Chromatogr , 1998 ,12 :78-85
- [83] DING Kan ,FANG Ji-nian. Chinese Journal of Chromatography ,1999 ,17(4) :346-350
丁侃 ,方积年 . 色谱 ,1999 ,17(4) :346-350
- [84] SONG Jing-zheng ,XU Hong-xi ,BI Pei-xi. Chinese Journal of Pharmaceutical Analysis ,1999 ,19(6) :416-421
宋景政 ,徐宏喜 ,毕培曦 . 药物分析杂志 ,1999 ,19(6) :416-421
- [85] MENG Pin-jia ,SUN Yu-qing ,JIANG Zhao-lin , et al. Journal of Instrumental Analysis ,1999 ,18(1) :17-20
孟品佳 ,孙毓庆 ,姜兆林 ,等 . 分析测试学报 ,1999 ,18(1) :17-20
- [86] LUO Guo-an ,WANG Yi-ming ,WANG Ru-yi , et al. Chinese Journal of Chromatography ,1998 ,16(1) :38-43
罗国安 ,王义明 ,王如翼 ,等 . 色谱 ,1998 ,16(1) :38-43
- [87] JIA Li ,CHEN Xi ,WANG Xiao-ru , et al. Chinese Journal of Chromatography ,1998 ,16(5) :402-405
贾丽 ,陈曦 ,王小如 ,等 . 色谱 ,1998 ,16(5) :402-405
- [88] ZHONG Yi ,ZHU Xiao-feng ,XU Xu , et al. Journal of Analytical Chemistry ,1999 ,27(6) :719-725
钟谊 ,朱晓峰 ,许旭 ,等 . 分析化学 ,1999 ,27(6) :719-725
- [89] Han F ,Huynh B H , Ma Y , et al. Anal Chem , 1999 , 71 :2 385-2 389
- [90] ZHU Ying ,CHEN Yi. Chemical Journal of Chinese Universities ,1999 ,20(10) :1 533-1 537
朱英 ,陈义 . 高等学校化学学报 ,1999 ,20(10) :1 533-1 537
- [91] CHEN Yi. Science in China , Series B ,1998 ,28 :78-81
陈义 . 中国科学·B辑 ,1998 ,28 :78-81
- [92] HU Shen ,PANG Dai-wen ,WANG Zong-li , et al. Chinese Journal of Analytical Chemistry ,1998 ,26(6) :752-756
胡深 ,庞代文 ,王宗礼 ,等 . 分析化学 ,1998 ,26(6) :752-756
- [93] Zhang L , Cheng H , Hu S , et al. J Chromatogr B , Biomed Appl , 1998 , 707 :59-67
- [94] XIONG Shao-xiang ,HAN Hui-wan ,ZHAO Rui , et al. Journal of Instrumental Analysis , 1999 ,18(4) :36-38
熊少祥 ,韩慧婉 ,赵睿 ,等 . 分析测试学报 ,1999 ,18(4) :36-38
- [95] XIONG Shao-xiang ,HAN Hui-wan ,LIN Qi-shan , et al. Chinese Journal of Analytical Chemistry ,1998 ,26(4) :392-395
熊少祥 ,韩慧婉 ,林启山 ,等 . 分析化学 ,1998 ,26(4) :392-395
- [96] XU Guo-wang ,LEHAMANN R , LU Xin , et al. Science in China , Series B ,1999 ,29 :155-161
许国旺 ,LEHAMANN R ,路鑫 ,等 . 中国科学·B辑 , 1999 ,29 :155-161
- [97] Che F Y , Song J , Zeng R , et al. J Chromatogr A , 1999 ,849 :599-608
- [98] Che F Y , Song J , Zeng R , et al. J Chromatogr A , 1999 ,858 :229-238
- [99] HAN Feng-mei ,CHEN Yong. Journal of Analytical Science ,1998 ,14(2) :135-137
韩凤梅 ,陈勇 . 分析科学学报 ,1998 ,14(2) :135-137
- [100] YANG Hui-fang ,WANG Zhi-hua ,DING Tian-hui. Analytical Instrumentation ,1998 (1) :52-55
杨惠芳 ,王志华 ,丁天惠 . 分析仪器 ,1998 (1) :52-55
- [101] YANG Hui-fang ,DING Tian-hui. Analytical Instrumentation ,1999 (2) :44-46
杨惠芳 ,丁天惠 . 分析仪器 ,1999 (2) :44-46
- [102] SHEN Qi ,FANG Zhao-lun. Chinese Journal of Analysis Laboratory ,1998 ,17(2) :1-4
沈琦 ,方肇伦 . 分析试验室 ,1998 ,17(2) :1-4
- [103] WANG Xiao-qing ,YOU Tian-yan ,YANG Xiu-rong , et al. Chinese Journal of Analytical Chemistry ,1999 , 27(10) :1 141-1 145
王晓清 ,由天艳 ,杨秀荣 ,等 . 分析化学 ,1999 ,27(10) :1 141-1 145
- [104] WANG Jie ,CHEN Hai-feng ,ZHAO Lan-feng. Chinese Journal of Analytical Chemistry ,1999 ,27(1) :82-84
王杰 ,陈海峰 ,赵岚峰 . 分析化学 ,1999 ,27(1) :82-84
- [105] GUAN Yan-hua ,WEI Wei ,WANG Ru-ji , et al. Chinese Journal of Analytical Chemistry ,1999 ,27(1) :97-100
关燕华 ,魏伟 ,王如骥 ,等 . 分析化学 ,1999 ,27(1) :97-100
- [106] JI Song-gang ,CHAI Yi-feng ,WU Yu-tian , et al. Chinese Journal of Pharmaceutical Analysis ,1998 ,18(3) :170-173
纪松岗 ,柴逸峰 ,吴玉田 ,等 . 药物分析杂志 ,1998 ,18(3) :170-173
- [107] Zhao Y , Cao Q , Xiang Y , et al. J Chromatogr A , 1999 ,849 :277-283
- [108] Zhao L , Chen X , Hu Z , et al. J Chromatogr A , 1999 ,857 :295-302
- [109] ZHU Shi-qing ,NIU Chang-qun ,ZHANG Hui-min. Chinese Journal of Pharmaceutical Analysis ,1998 ,18(4) :248-250
祝仕清 ,牛长群 ,张惠敏 . 药物分析杂志 ,1998 ,18(4) :248-250
- [110] ZHANG Jin-lan ,ZHOU Tong-hui. Chinese Journal of Pharmaceutical Analysis ,1998 ,18(4) :273-274
张金兰 ,周同惠 . 药物分析杂志 ,1998 ,18(4) :273-274
- [111] GUO Yu ,MA Jie ,LIU Zhi-he , et al. Chinese Journal

- of Pharmaceutical Analysis, 1998, 18(2):106-109
郭郁, 马捷, 刘志鹤, 等. 药物分析杂志, 1998, 18(2):106-109
- [112] SONG Bao-guo, YAO Chang-li, HOU Peng-liang. Chinese Journal of Pharmaceutical Analysis, 1998, 18(5):329-335
宋保国, 姚昌莉, 侯鹏亮. 药物分析杂志, 1998, 18(5):329-335
- [113] ZHENG Bing, YANG Hai-xin, HE Jin-lan. Chinese Journal of Analytical Chemistry, 1999, 27(6):704-707
郑冰, 杨海新, 何金兰. 分析化学, 1999, 27(6):704-707
- [114] Wang W, Fu X, Lu J, et al. Proceedings of International Eight Beijing Conference and Exhibition on Instrumental Analysis. Beijing: Peking University Press, 1999. D109-D110
- [115] CHEN Hai-feng, WANG Jie. Chinese Journal of Pharmaceutical Analysis, 1998, 18(4):245-247
陈海峰, 王杰. 药物分析杂志, 1998, 18(4):245-247
- [116] LU Hao-jie, KANG Jing-wu, YANG Yong-tan, et al. Chinese Journal of Analytical Chemistry, 1999, 27(7):794-797
陆豪杰, 康经武, 杨永坛, 等. 分析化学, 1999, 27(7):794-797
- [117] YANG Geng-liang, SONG Xiu-rong, ZHANG Hong-yi, et al. Chinese Journal of Analytical Chemistry, 1999, 27(1):1-4
杨更亮, 宋秀荣, 张红医, 等. 分析化学, 1999, 27(1):1-4
- [118] CHEN Yong, CHENG Zhi-yong, HAN Feng-mei, et al. Chinese Journal of Analytical Chemistry, 1999, 27(12):1424-1427
陈勇, 程智勇, 韩凤梅, 等. 分析化学, 1999, 27(12):1424-1427
- [119] CHEN Yong, YANG Xin, HAN Feng-mei, et al. Chinese Journal of Analytical Chemistry, 1999, 27(6):694-696
陈勇, 杨新, 韩凤梅, 等. 分析化学, 1999, 27(6):694-696
- [120] Yang J, Long H, Liu H, et al. J Chromatogr A, 1998, 811:274-279
- [121] Jia L, Chen X, Wang X R. J Liq Chrom & Rel Technol, 1999, 22(16):2433-2442
- [122] XU Zhi-li, DENG Zhao-yong, YANG Zhong-yuan. Chinese Journal of Pharmaceutical Analysis, 1998, 18(1):12-15
徐志利, 邓兆勇, 杨仲元. 药物分析杂志, 1998, 18(1):12-15
- [123] CHEN Qing-chun, LI Xue-ren, WANG Hong, et al. Chinese Journal of Pharmaceutical Analysis, 1998, 18(3):149-150
陈庆春, 李学仁, 王洪, 等. 药物分析杂志, 1998, 18(3):149-150
- [124] Zhang H, Hu Z, Yang G, et al. Chromatographia, 1999, 49(3/4):219-222
- [125] DING Yong-sheng, LIN Bing-cheng. Chinese Journal of Chromatography, 1999, 17(2):134-137
丁永生, 林炳承. 色谱, 1999, 17(2):134-137
- [126] DING Yong-sheng, ZHU Xiao-feng, LIN Bing-cheng. Chinese Journal of Chromatography, 1999, 17(2):138-141
丁永生, 朱晓峰, 林炳承. 色谱, 1999, 17(2):138-141
- [127] Ding Y S, Zhu X F, Lin B C. Chromatographia, 1999, 49:343-346
- [128] WANG Qing-gang, LUO Guo-an. Chemical Journal of Chinese Universities, 1999, 20(10):1551-1553
王清刚, 罗国安. 高等学校化学学报, 1999, 20(10):1551-1553
- [129] YANG Yong-tan, OU Qing-yu, LIU Fan-jing. Chinese Journal of Analytical Chemistry, 1999, 27(4):433-436
杨永坛, 欧庆瑜, 刘凡景. 分析化学, 1999, 27(4):433-436
- [130] CHEN Jue, SONG Jing-zheng. Chinese Journal of Pharmaceutical Analysis, 1999, 19(5):325-327
陈珏, 宋景政. 药物分析杂志, 1999, 19(5):325-327
- [131] Zhang Y K, Shi W, Zhang L H, et al. J Chromatogr A, 1998, 802:59-71
- [132] Wei W, Wang Y M, Luo G A, et al. J Liq Chrom & Rel Technol, 1999, 22(10):1433-1443
- [133] WANG Hong, HU Han-fang, DING Tian-hui, et al. Chinese Journal of Analytical Chemistry, 1998, 26(11):1293-1297
王洪, 胡汉芳, 丁天惠, 等. 分析化学, 1998, 26(11):1293-1297
- [134] DENG Yu-lin, ZHANG Jian-hua, GU Jun-ling, et al. Chinese Journal of Analytical Chemistry, 1998, 26(12):1413-1418
邓玉林, 张建华, 顾峻岭, 等. 分析化学, 1998, 26(12):1413-1418
- [135] Zhang L H, Shi W, Zou H F, et al. J Liq Chrom & Rel Technol, 1999, 22(18):2715-2728
- [136] LI Fang, ZHANG Han-bang, GAO Dan, et al. Chinese Science Bulletin, 1998, 43(4):446-447
李方, 张汉帮, 高丹, 等. 科学通报, 1998, 43(4):446-447
- [137] YANG Jing-geng, LIU Xiao-da, LIAO Jie, et al. Chinese Journal of Analytical Chemistry, 1998, 26(11):1303-1308
杨景庚, 刘晓达, 廖杰, 等. 分析化学, 1998, 26(11):1303-1308
- [138] SHI Wei, ZHANG Yu-kui, CHEN Nong, et al. Chinese Journal of Analytical Chemistry, 1998, 26(1):

- 1-6
施 维 张玉奎 陈 农 等 . 分析化学 ,1998 26
(1):1-6
- [139] ZHANG Ying ,CHENG Jie-ke . Journal of
Instrumental Analysis ,1998 ,17(1) 81-84
张 颖 程介克 . 分析测试学报 ,1998 ,17(1) 81-84
- [140] HUANG Xiao-jing ,YANG Xiu-rong ,WANG Er-
kang . Chinese Journal of Analytical Chemistry ,1998 ,
26(10):1 275-1 279
黄晓晶 杨秀荣 汪尔康 . 分析化学 ,1998 26(10):
1 275-1 279
- [141] KANG Jing-wu ,LU Hao-jie ,OU Qing-yu . Chinese
Journal of Chromatography ,1998 ,16(1) 26-29
康经武 陆豪杰 欧庆瑜 . 色谱 ,1998 ,16(1) 26-29
- [142] XIE Ying ,LIN Mei ,ZHANG Zheng-xing , et al .
Progress in Pharmaceutical Sciences ,1999 23(5) 261-
264
谢 莹 林 梅 张正行 等 . 药学进展 ,1999 23
(5) 261-264
- [143] XIANG Rong ,WANG Yi-ming ,LUO Guo-an .
Chinese Journal of Analytical Chemistry ,1999 27(1):
104-110
向 荣 王义明 罗国安 . 分析化学 ,1999 27(1):
104-110
- [144] FU Chong-gang ,WANG An-bao ,SONG Li-nan , et
al . Chinese Journal of Analytical Chemistry ,1998 26
(9):1 085-1 088
傅崇岗 王安宝 宋立楠 等 . 分析化学 ,1998 26
(9):1 085-1 088
- [145] LIU Zhi-ming ,YOU Tian-yan ,WANG Er-kang .
Chinese Journal of Analytical Chemistry ,1998 26(6):
786-791
刘志明 由天艳 汪尔康 . 分析化学 ,1998 26(6):
786-791
- [146] WANG Li-shi ,YANG Xiao-yun ,MO Jin-Yuan , et al .
Chemical Journal of Chinese Universities ,1999 20
(5):713-716
王立世 杨晓云 莫金垣 等 . 高等学校化学学报 ,
1999 20(5):713-716
- [147] ZHU Ying ,CHEN Yi . Chinese Journal of Analytical
Chemistry ,1998 26(4) 373-377
朱 英 陈 义 . 分析化学 ,1998 26(4) 373-377
- [148] XU Xu ,WU Ru-jin ,LIN Bing-cheng . Chemical
Journal of Chinese Universities ,1998 ,19(3) 379-381
许 旭 吴如金 林炳承 . 高等学校化学学报 ,1998 ,
19(3) 379-381
- [149] WANG Zhen-yu . Chinese Journal of Chroma-
tography ,1999 ,17(4) 280-283
王震宇 . 色谱 ,1999 ,17(4) 280-283
- [150] Zhao S L , Wei F S , Zou H F , et al . J Liq Chrom &
Rel Technol ,1998 ,21(5) :717-724
- [151] YOU Jing ,WANG Guo-jun ,YU Wei-le . Chinese
Journal of Chromatography ,1999 ,17(1) 30-34
游 静 王国俊 俞惟乐 . 色谱 ,1999 ,17(1) 30-34
- [152] LI Hua ,HU Xian-ming . Chinese Journal of
Chromatography ,1999 ,17(2):166-170
李 桦 胡先明 . 色谱 ,1999 ,17(2):166-170
- [153] Du Q , Wu C , Qian G , et al . J Chromatogr A ,
1999 ,835 231-235
- [154] Cao X , Tian Y , Zhang T , et al . J Chromatogr A ,
1999 ,855 709-713
- [155] WANG Hong ,LIU Zhi-hong ,MA Li-ren , et al .
Chinese Journal of Chromatography ,1999 ,17(5) 441-
443
王 洪 刘志红 马立人 等 . 色谱 ,1999 ,17(5):
441-443
- [156] WANG Hong ,LIU Zhi-hong ,MA Li-ren , et al .
Chinese Journal of Chromatography ,1999 ,17(6) 511-
513
王 洪 刘志红 马立人 等 . 色谱 ,1999 ,17(6):
511-513
- [157] JIANG Tao ,GUO Rong-bo ,GUAN Ya-feng .
Chemical Journal of Chinese Universities ,1999 20
(8):1 221-1 223
江 涛 郭荣波 关亚风 . 高等学校化学学报 ,1999 ,
20(8):1 221-1 223
- [158] Jiang T , Guan Y F . J Chromatogr Sci ,1999 37(7):
255-262

Advances in Chromatography and Related Techniques in China—Status Report in 1998-1999

ZHANG Yu-kui , ZHANG Qing-he , ZHANG Wei-bing , XU Guo-wang
(*National Chromatographic R. & A. Center , Dalian Institute of Chemical Physics ,
The Chinese Academy of Sciences , Dalian 116011 , China*)

Abstract : This report covers developments in chromatography and related techniques in China during the period of 1998-1999. The papers published in 23 domestic and a few foreign periodicals which are closely related to chromatography , and presented at 1999 Beijing Conference and Exhibition on Instrumental Analysis and the 12th National Symposium of Chromatography are reviewed. Specific topic areas covered include gas chromatography (GC) , high performance liquid chromatography (HPLC) , capillary electrophoresis (CE) and capillary electrochromatography (CEC) , solid phase extraction (SPE) and solid phase microextraction (SPME).

Key words : chromatography ; electrophoresis ; progress