

色谱柱及其附件的发展动态

李彤

张玉奎

中国科学院大连化学物理研究所
国家色谱研究分析中心

〔摘要〕本文介绍第44届匹兹会议(93' PICTTON)上展出的最新HPLC, GC, CE, SFC和SPE柱及各种零配件, 这对于了解国外色谱的发展有重要意义。

〔Abstract〕In this article the new HPLC, GC, CE, SFC and SPE columns and accessories for LC and GC at the 93' PICTTON are described. It is very important to understand the future development of chromatography.

第44届匹兹堡会议(93' PICTTON)于1993年3月7—12日在美国亚特兰大的世界发展中心举行。会议展出了许多新的高效液相色谱(HPLC)、气相色谱(GC)、毛细管电泳(CE)和固相萃取(SPE)柱及各种零配件, 连接件和附件。本文主要介绍HPLC柱, 包括反相、正相吸附、离子交换和离子色谱(IC)、尺寸排阻色谱(SEC)柱和HPLC专用柱。

一、发展动态

1. 常规 HPLC 柱: 反相色谱柱仍处于领导地位, 其次是离子交换和离子色谱柱, 如表 1, 2。尽管目前以硅胶为基质的 HPLC 柱仍占主导地位, 每年还是有很大比例的以聚合物为基质的色谱柱出现。硅胶基质的表面常覆盖保护性化合物, 如键合聚合物, 涂复聚合物, 高覆盖度和完全封尾技术可保护硅胶基质不受羟基离子的侵蚀或避免碱性样品与硅胶表层的相互作用。今年还首次推出了性能更加稳定的以二氧化锆为基质的商品填料, 对于离子交换和离子色谱, 聚合物为基质填料的柱仍占主导地位, 其次是硅胶基质的色谱柱。尽管 SEC 柱被广泛地使用, 同往年相比今年的展品较少。水溶性样品的 SEC 填料有新产品推出 (Polymer Laboratories 和 Phenomenex 公司), 为减少溶剂消耗而设计的细内径油性样品 SEC 柱也有展出 (Polymer Laboratories 公司)。

2. HPLC 专用柱: 生物分子, 手性物质及环境分析的色谱柱仍然是专

用 HPLC 柱的主流, 表 3。在高 PH 条件下使用聚合物基质填料配以脉冲安培检测器是分析离子型痕量碳氢化合物的主要手段。另一种方法是采用具有不同平衡阳离子的磺酸型聚苯乙烯—二乙烯苯 (PS-DVB) 聚合物填料。疏水作用, 离子交换, 亲和色谱用于蛋白质和肽类的分离仍然是该领域色谱柱的发展方向。为适应有限样品量和降低溶剂的消耗的需要, 毛细管柱和细内径柱的展品一再上升, 表 4。

3. CE 柱: 今年展出了填充毛细管柱及凝胶灌制毛细管柱。凝胶灌制毛细管柱 (如 Beckman 公司的 SDS60 柱) 与十二烷基磺酸钠聚丙烯酰胺凝胶电泳 (SDSPAGE) 极为相似, 但分离速度更快, 而且可以定量, 使用者不会直接接触有害的凝胶。在线 UV/VIS 检测仍然是毛细管电泳分析检测的主要手段。对电渗流更加稳定的带有阴离子官能团的毛细管柱即将推出。

4. 大规模制备柱: 尽管今年展出的这类色谱柱较少, 但展品中不少是性能改进的预装柱, 螺栓型柱, 径向加压柱。Synchrom 公司的 15 μ m 的填料和预装柱是 93 年匹兹堡会议上展出的新产品。15 μ m 的填料比大粒度的制备填料分离度好, 同时比 5 或 10 μ m 的填料成本低。

5. 样品预处理和 SPE: 同过去两届匹兹堡会议相比较, 新的 SPE 柱数量持续上升, 表 5。痕量分析中广泛采用 SPE 技术进行样品预处理, 因此促进了低含量可抽提样品的 SPE 柱及填料的生产。展商对盘型 (板状) 结构的 SPE 技术表现出了更大的兴趣, 相

对柱状结构而言, 当使用细粒度填料时, 盘型结构柱具有流速高, 扩散低及传质速率快等优点, 可更换 SPE 柱芯及微过滤小柱也即将上市。

6. GC 和 SFC 柱: 今年展出的主要产品是键合和交联的开管毛细管柱, 多孔层开管柱 (PLOT) 和微填充柱也有展出, 表 6。微填充柱主要用于气体和轻烃的分析。展品还包括符合美国环保署 (EPA) 分析废水和饮用水中有机挥发物要求的色谱柱, 以及三甘酯, 手性化合物, 滥用药物和三甲苯分析专用柱。

7. GC 和 LC 的硬件和柱附件: 在 1993 年匹兹堡会议上展出的 GC 和 LC 包括 SPE 新附件及柱硬件如表 7 所示 (从略)。产品的设计思想均是色谱工作者带来方便。新的 LC 硬件有不用刀环的色谱柱, PEEK 柱及 SDS 除去系统, 分流器, 痕量浓缩组件。SPE 多通道真空管路系统是新的 LC 附件。GC 的新附件包括: 可用于毛细管柱的手紧接头和可除去 50% 氧含量的脱氧器。

二、趋势与前景

从今年的展品来看, 一些公司似乎改变了其生产线, 例如以前生产硅胶为基质的 HPLC 柱公司现在开始生产聚合物为基质的色谱柱; 溶剂生产商, 零部件厂商以及仪器厂商都开始涉足于 HPLC 柱市场。照此发展下去, 未来的匹兹堡会议展厅将被色谱柱及其附件所充满。另外一些发展动态, 也需认真注意。(1) 色谱柱填料的基质选择范围拓宽, 聚合物材料为基质的色谱柱技术

已日益成熟。今年又新出现了二氧化锆为基质材料的色谱填料,该填料的选择性和保留特性都有别于硅胶基质填料,其分离模式可以是正相,也可以是反相,PH使用范围为1-14;(2)色谱柱的应用也日益扩大,专用柱的发展速

度加快,例如不断发展满足EPA分析方法的色谱柱;富勒烯及其衍生物的分析分离专用柱等;(3)色谱柱的硬件材料呈现多样化,除不锈钢外,内衬玻璃或其他惰性材料的不锈钢管、PEEK、石墨等已被大多厂商采用。

三、参考文献

- [1]R.E.Majors,LC.GC,1992.10(3):188
 [2]R.E.Majors,LC.GC,1992.10(4):282
 [3]R.E.Majors,LC.GC,1991.9(4):256
 [4]R.E.Majors,LC.GC,1992.9(10):686

表1 新的反相色谱柱

产品名称	厂商	类型	基质	官能团	粒度 μm	孔径 Å	内径 mm	柱长 mm	评述
Advantage Plus-Butyl	Analytical Sales & Servics	常规	硅胶	C4	3.5	100	4.6	50, 100, 250	选择性类似于氰基但对氨基化合物更稳定;4%的键合量,封尾度>80%;推荐用于杂环胺类和三环类抗抑制剂,有预填充卡套柱。
Alltima	Alltech Associates	常规	硅胶	C8, C18, 苯基	5	100	1.0 ~ 50	可变	极限封尾;不用胺类或酸改性剂,或离子对试剂,一次分析碱和弱酸;有从微孔柱到制备柱的应用;复盖度:C8,9%;C18,16%;苯基,7.5%
α-Chrom	Upchurch Scientific	碱致钝化	硅胶	C8, C18	3.5	100	3.0	100, 150, 250	比4.6mm内径色谱柱节省50%的溶剂;PEEK柱和连接件、钛刀环;推荐用于药物的日常质量控制。
Amberchrom-CG300	Toso Haas	聚合物	PS-DVB*	PS-DVB	20~50, 50~100	300	N/A	-	仅供应填料,高交联度;类似于硅胶基质反相填料;PH范围0~14;有150和1000Å孔径的树脂。
Hypersil BDS Phenyl	Shandon Scientific	碱致钝化	硅胶	苯基	5	130	4.6	可变	有细内径和制备柱,6%的键合量;不用改性剂即可获得较高峰对称度;美国由Keystone Scientific出售。
Capcell Pak SG300	Dychrom	聚合物复盖	硅胶	C1, C8, C18, 氰基, 苯基	5	300	4.6, 10, 15.20, 30	35, 150, 250	耐碱达PH10;较窄的粒度分布因此柱压很低;惰性表面而具有较高柱效(BIO)。
Chorm-Spher Biomatrix	Chrompack	专用	硅胶	苯基, C18	5	-	4.6	50, 150	推荐用于血浆、血清、尿液、牛奶等药物和临床分析;分离不受基质的影响,可使用预柱的延长柱寿命。
MCL Gel CHP 2MG	Mitsubishi Kasci America	聚合物	聚甲基丙烯酸酯	聚甲基丙烯酸酯	10	200~800	4.6	250	不存在芳环特征而改善峰型,减少了流动机中有机改性剂的量,同PSDVB比较分析速度更快;高表面积;丙烯酸环氧乙酯作聚合交联剂。
ODS-AM	YMC Corp.	高复盖	硅胶	C18	3~50+	120	可变	可变	高度封尾,最高小峰拖尾;18%的复盖度。
ODS-PM	YMC Corp.	聚合物键合	硅胶	C18	3~50+	120, 200, 300	可变	可变	高复盖度,选择性有别于传统的C18;可提供卡套柱,预柱及填料;推荐用于维生素,环境和药物的应用。
PLRP-S 300 Å	Polymers Labs	聚合物	PS-DVB	PS-DVB	5	300	2.1, 4.6	50, 150, 250	PH稳定范围1~14,碱性物质不会导致溶解,无残余硅羟基;较好的机械和化学稳定性;推荐用于肽和蛋白的纯化(BIO)。
Shodex RSpak RP18-415	Showa Denko K.K.	聚合物	PS-DVB	C18	6	450	4.6	150	宽范围的稳定性;推荐用于蛋白分离;在美国由JM Science出售(BIO)。
TSKgel ODS 80Ts	Toso Haas	碱致钝化	硅胶	C18	5, 10	80	4.6, 7.8, 21.5	75, 150, 250, 300	高度封尾;内径7.8mm的柱装10μm填料,有预柱,低残余硅羟基;钝化表面可以使用亲水缓冲液;推荐用于含酸和非离子化合物的碱类样品。
Z-18	PolySep Suface Technologies	常规	二氧化锆	C18	5	100	4.6, 8, 13	100, 150, 250	PH稳定性为1~14;不用离子化时可分析胺类药品;也可作SFC。
YMC Pack Fluoro	YMC Corp.	专用	硅胶	C-F	5	120	可变	可变	新的选择性,推荐用于在传统反相填料上有较大保留的样品,以及含氟化合物;有预柱和卡套柱。
Zorbax SB-C18	Rockland Technologies	常规	硅胶	C18	5	90	4.6, 9.4	150, 250	由B型硅胶(高纯低酸)制成,复盖度2.0μmol/M ² ;对极性碱性化合物无或低峰拖尾;可用于PH>2,温度<90℃;合成中使用二异丁基-N-辛基硅烷增加稳定性;在美国由MacMod Analytical出售。

*: PS-DVB 聚苯乙烯-二乙烯苯

+: 粒度在此范围可变

表 2 新的离子交换和离子色谱柱

产品名称	厂商	类型	基质*	官能团*	粒度 μm	孔径 Å	内径 mm	柱长 mm	评 述
A-Ion	Tessek	聚合物	HEMA	QAE	10	-	4.6-8	可变	推荐用于抑制器或单柱离子色谱系统中测定阴离子；耐压和 PH 稳定；PEEK 或不锈钢硬件；在美国由 Melcor Technologies 代理。
Ammonia Isotope Column	St. John Associates	聚合物	PS-DVB	磺酸	5	-	4	300	推荐用于测定水中铵 ^[14N] -铵 ^[15N] 的比例；也可用于铵 ^[15N] 同位素的稀释实验上。
BioSep DEAE	Phenomenex	聚合物	PS-DVB	DEAE	7	300	7.8 ~ 21.2	75 ~ 300	推荐用于蛋白、肽、核酸以及其他生化样品的离子交换分离；有预柱 (BIO)。
CarboPac MA1	Dionex	聚合物	聚(氯乙 烯-二乙 烯苯)	QAE	8.5	-	4	50, 250	基质材料是15%交联的大孔氯乙 烯-二乙 烯苯，推 荐用于非衍生化高灵敏度的安培检测单或多糖、醇 糖和醛、糖的分离；柱容量为 4.5mequiv / 50mm 柱，PEEK 硬件。
IonPac AS11	Dionex	聚合物	聚(乙 基 乙 烯 苯- 二 乙 烯 苯)	烷基醇 QAE	13	-	2.4	50, 250	固定相为55%交联度的二乙 烯苯；胶束复盖基 质；推荐用于梯度快速分析单、二或三羧酸化合物 和无机离子；有机溶剂用于控制选择性；PEEK 硬 件；有 IonPac AG11 预柱。
IonPac CS14	Dionex	聚合物	聚(乙 基 乙 烯 苯- 二 乙 烯 苯)	羧酸	8.5	60	2.4	50, 250	改性亲水固定相；55%的二乙 烯苯交联度；PH 稳 定性为 1~14；推荐用于等度分离无机阳离子和烷基 胺；应用梯度及改性剂分析多胺；可用有机溶剂改 善离子交换的选择性；PEEK 硬件。
MCL Gel SCA04	Mitsubishi Kasei America	聚合物	乙 烯 聚 合 物	烷基铵	5	-	4.6	150	推荐用于非抑制器的 IC；亲水的乙 烯基聚合物具 有宽范围 PH；12 分钟以内可以基线分离七种常见 阴离子，如 F ⁻ ，对磺酸根这样的大体积阴离子，峰 型也较好。
MCI Gel SCK01	Mitsubishi Kasei America	聚合物	PS-DVB	磺酸	10	-	4.6	150	推荐用于非抑制器的 IC 分离如阳离子，季铵盐、 过渡金属，特别对于过渡金属可以基线分离。
Ostion LG KS 0800	Tessek	聚合物	PS-DVB	磺酸	9-11	-	4.8	250	糖和有机酸的离子推阻柱，树脂可足钙型和氢 型；在美国由 Melcor Technologies 代理。
PRP-X600	Hamilton	聚合物	参见 详述	二 甲 基 胺 丙 基	6~8	非孔 树脂	4.6	100	聚(甲 基 丙 烯 酸 二 甲 基 胺 丙 基 胺) 无 孔 树 脂， 建议用梯度快速分析寡糖，DNA 和 RNA，亲水固 定相的流动相中不需有机改性剂，对大分子量的寡 糖和寡核苷可采用低盐 (0~0.2N) 洗脱，交换容量 为 1.6mequivN / g；PEEK 硬件；有传统柱，制备柱 和预柱。
RCX 30	Hamilton	聚合物	PS-DVB	三甲铵	7	100	可变	可变	刚性大孔强碱阴离子交换；推荐用于脉冲安培检测或 非柱后加碱离子交换高 PH 分析碳水化合物；交换容 量为 1.0Mequiv / g；有填料或预柱出售。
ToyoPearl Super Q 650	Tosohaas	聚合物	聚甲 基丙 烯酸 酯	QAE	20~50, 40~90, 50~150	1000	-	-	只提供填料；用于分离分子量 < 100kDa 的生物分 子的高交换容量的强阴离子交换介质；推荐用于基 于季胺型阴离子交换柱的过程放大 (离交换容量约 为凝胶型的两倍)。
Universal Cation Column	Alltech Associates	聚合物 复盖	· 硅胶	羧酸	10	-	4.6	100	复盖有聚(丁 烯-马来酸)；弱阳离子交换；推荐 用于单柱 IC 系统，柠檬酸、硝酸或盐酸冲洗分析一 价或二价阳离子；不锈钢柱或非金属柱。
VHP Protein Ion Exchange	Vydac / Separat-ions Group	聚合物	PS-DVB	TEAE, DEAE, 磺酸	5	900	5, 7.5	25, 50	设计用于无亲水性吸附的蛋白离子交换分离；PH 稳定范围 1~13；蛋白容量：56.6mg 溶菌酶 / ml 柱 体积；据需要可以有大大尺寸柱 (BIO)。

*: HEMA: 乙氧基甲基丙烯酸酯; PS-DVB: 二聚(苯乙烯-二乙 烯苯)

†QAE: 季铵盐, TEAE: 三乙基胺基乙基, DEAE: 二乙基胺基乙基

表3 HPLC 专用柱

产品名称	厂商	类型	应用	基质	官能团	粒度 (μm)	孔径 Å	评述
Activated Affinity	PerSeptive Biosystems	亲和	单抗固定化	PS-DVB*	重氮、胺	20, 50	6000~8000	渗透填料色谱分离; 填料具有双模式孔结构; 扩散孔测量为 8000~1500Å; 胺基活化固定相官能团为一级和二级胺 (BIO)。
Buckyclu- tcher I	Regis Chemical	富勒烯	富勒烯及其他	硅胶	Trident 三-DNP	5	100	具有适合于球状富勒烯的杯状电子选择器, 可使用甲苯作流动相; 该柱也可以反相或正相分离非富勒烯样品, 如多环芳烃; 有保护柱。
Ruckyssep	Phenomenex	富勒烯	富勒烯及其他	PS-DVB	未注明	5	专用	设计用于快速分离 C60, C70 和 C80; 柱长为 30~60cm, 内径为 4.6~50cm。
Chira Dex	E.Merck / EM Separations	手性	手性药物	硅胶	β- 环糊精	5	100	套管柱尺寸 25cm × 4mm (4mm × 4mm 与 26mm × 10mm 柱于计划中); 共价键固定相; 对不同取代基的旋光体有较宽的选择性。
Chira Dex Camma	E.Merck / EM Separations	手性	手性 Fmoc- 氨基酸	硅胶	γ- 环糊精	5	100	共价键合固定相; 反相冲洗分离旋光体, 高稳定性和重复性。
Chiralcel OD-H, OB-H, OD-R	Daciel Chemical Ind.	手性	旋光 化合物	硅胶	多糖衍 生复盖	-	-	反相应用有较高的分辨率, 长寿命; 美国由 Chiral Technologies 代理。
Chrom Spher Fullerene	Chrompack	富勒烯	富勒烯及其他	硅胶	改性 反相	-	-	对 C60 到 C90 具有唯一的选择性; 改性硅胶延长柱寿命。
Curosi-G	Phenomenex	落松 羽醇	落松羽醇 植物	硅胶	反相	4.6	-	设计用于从植物和动物组织及体液中纯化分析落松羽醇; 有保护柱。
Deltabond Ak	Keystone Scientific	醛、酮	汽车尾气 分析	硅胶	C18	5	300	推荐用于按 EPA TO-11 方法 DNPH 衍生分离醛和酮, 用二元流动相分析尾气产物; 柱尺寸 15cm × 4.6mm 及微孔柱。
Hydrocell C3- 和 C4-1000	Biochrom Labs	生物 分子	疏水作用	PS- DVB	丙基 丁基	10	1000	蛋白、肽和核苷的疏水作用色谱; PH 范围 1~13; 填料无弱酯键连接 (B10)。
Hypersil Amino Acid	Shandon Scientific	氨基酸	氨基酸	硅胶	反相	5	120	推荐用于柱后衍生或不衍生氨基酸分离, 流动相为四氢呋喃-乙腈-醋酸 (BIO)。
Hypersil Green Carbamate	Shandon Scientific	农药	胺基甲 酸酯	硅胶	反相	5	120	推荐按 EPA 方法梯度或等度条件分析胺基甲酸酯; 柱尺寸为 25cm × 4.6mm。
Hypersil Peptide	Shandon Scientific	肽	肽	硅胶	反相	5	-	采用三氟-乙腈梯度分离; 对于不同链长的肽相应有不同链长的柱 (BIO)。
Nucleogel Sugar	Macherey- Nagel	碳水化 合物	碳水化 合物	PS- DVB	磺酸	5	100	分离机理是尺寸排阻和离子交换; 反离子可以是铅、钙、钠。
Nucleosil 100-5 β CD	Macherey- Nagel	手性	旋光体	硅胶	β- 环糊精	5	100	反相手性分离; 也可用于芳烃类同分异构体; 柱尺寸 20cm × 4mm。
Nucleosil Carbohydrate	Macherey- Nagel	碳水化 合物	碳水化 合物	硅胶	氨基	5	100	用水-乙腈为流动相作正相分离 (BIO)。
Peptide Screening Kit	YMC Corp.	专用	肽	硅胶	未定	3	120, 300	用于合成肽混合物的快速扫描; 包括反相和柱尺寸适合于方法开发。
Polyspher CH OH	E.Merck / EM Separations	碳水化 合物	单、二糖	PS- DVB	磺酸	-	-	磺酸官能团上阳离子是钠; 交联度为 6%; 分离机理为尺寸排阻和离子交换; 使用脉冲安培检测器。
POROS Heparin	PorSeptive Biosystems	亲和	血液印渍 试剂因子	PS- DVB	肝素	20, 50	6000 -8000	采用渗透填料色谱分离; 填料具有生物孔结构 (扩散孔为 800~1500Å); 可用蠕动泵分离 (BIO)。
POROS HP Phenyl	PorSeptive Biosystems	疏水作 用	一般生物 分子	PS- DVB	苯基	20, 50	6000 8000	采用渗透填料色谱分离; 具有生物孔结构 (扩散孔为 800~1500Å); 适合于肽、蛋白和寡核苷酸的分离 (BIO)。
POROS II Protein A	PerSeptive Biosystems	亲和	IgG 和 单抗	PS- DVB	蛋白 A	20, 50	6000 -8000	采用渗透填料色谱分离; 具有生物孔结构 (扩散孔为 800~1500Å)。
ProSep	Bioprocessing Ltd.	亲和	单抗	-	蛋白 A 和 G	75~125	-	柱直径为 15, 25 和 66mm; 适合于数升级的应用及小规模单抗产品 (1~500mg); 具有一定刚性, 高容量, 快速质量传递及高流速。
Whelk-O I	Regis Chemical	手性	Napro- xen 识别	硅胶	手性 选择性	5	100	推荐用 2-芳基丙氨酸和相似的非立体结构抗感染药物的旋光体分离; 也可分析未衍化生的类似化合物, 如异丁苯丙酸或苯酮苯丙酸; 可使用许多 HPLC 试剂; Priske 型手性固定相; 柱尺寸为 25cm × 4.6mm, 高上样量可做制备。

* PS-DVB: 聚(苯乙烯-二乙烯苯)

表 4 新的毛细管和微孔柱

产品名称	厂商	基质	粒度 μm	孔径 Å	内径 mm	柱长	评 述
a-Chrom	Upchurch Scientific	硅胶	3.5	100	2.0	100, 150, 250	碱致钝化反相固定相; 高复盖相; 光滑孔PEEK柱管, 钛网及PEEK连接, 可以有C8和C18。
Fuscia	LC Packings	硅胶	-	-	100	可变	扩展系列产品; 可提供填料; 新填料包括渗透粒度, 尺寸排阻, 及手性; 理论板数<150000/M; 适合毛细管电泳和质谱的接口。
Micrbors Protein / Peptide	Vydac / Separations Group	硅胶	5	300	1.0	150, 250	推荐用于灵敏的蛋白和肽分离, 以及LC-MS应用; 玻璃内衬不锈钢柱管; 有C4和C8填料(B10)。
Narrowbore	Burdick and Jackson	硅胶	3	100	2.0	100	推荐用于痕迹样品分析; 溶剂消耗少; 固定相包括: 硅胶, C8, C18, 氨基和苯基。
Narrow Bore	Metachem Technologies	硅胶, 聚合物	-	-	3.0	50, 100, 150, 250	提供大多数类型填料; 3.0mm内径柱在不改动LC仪器时, 可增加灵敏度, 减少溶剂消耗。
Sep Stik	Bioanalytical Systems	硅胶	3.5, 6.5, 8	60, 80, 100, 200, 250, 300	1	14	零死体积连接; 推荐用于小有机分子和肽, 有C2, C8, C18, 氨基和苯基固定相; 可提供预柱和填料(B10)。

表 5 新的固相抽提展品

产品名称	厂商	固定相	基质	官能团	柱尺寸 mg	评 述
Mini-Sep Filtration / SPE	Lida Mfg.	可变	可变	可变	50	过滤结构为醋酸纤维素, 尼龙66, 聚二氟乙烯(PVDF), 聚醚和硝基纤维素膜, 用于一般过滤和蛋白纯化; SPE柱结构是小体积的最佳化, 可装16种吸附剂, 包括聚合物相, 可采用注射器, 真空系统和离心。
Polyhydroxyethyl Aspartamide	Polylc Inc.	聚乙氧基天冬酰胺	硅胶	聚乙氧基天冬酰胺	-	推荐用于选择性除去涉及蛋白激酶, ATD激酶及第四组份反应的三磷酸腺苷; 可防止过量的ATD干扰分析, 及反应产物的定量, 并允许固相柱中而不是大体积液体中的 ³² P]ATD。
PrepStation SPE Cartridges	Hewlett-Packard	C8, C18, 硅胶, 专用	硅胶	C8, C18 硅羟基, 专用	100, 300	设计用于HP PreStation SPE / Filtration模式, 通过式柱设计; 专用固定相包括两种滥用药物固定相; 柱可手动。
Prospekt Cartridges	Spark-Holland	可变	硅胶	可变	20~45	系列产品的扩增; 柱具有8~25μm的滤网, 可直接应用全血浆或表层水样品; 该柱可配合自动SPE装置; 有聚苯乙烯-二乙烯苯(PS-DVB)填料。
Pure SPEC	PolySep Surface Technology	反相	硅胶	反相	-	非硅烷聚合物的反相填料不扩散; 推荐用于水中农残(EPA Method 525.1), 及其他需高灵敏度或清洁样品的痕量分析。
Sep-Pak tC ₂	Waters Division of Millipore	C ₂	硅胶	三官能团 C ₂	可变	全封尾; 相对C18具有更亲水的表面不同的选择性; 5%复盖度; 有Sep-Pak Plus, Light和VAC, 体积分别为1, 3和6ml。
Sep-Pak VAC Cartridges	Waters Division of Millipore	可变	硅胶	可变	200	与其他Sep-Pak SPE比较属中介吸附剂重量; 可用于减少溶剂消耗的项目; 注射器结构满足CGMP和ISO生产规范; 3ml体积。
SPEC(固相抽提浓缩器)	Toxi-Lab Inc.	可变	石英	可变	1.5, 15, 30	石英基质混合官能团, 包括极性, 非极性, 阴离子和阳离子固定相; 小床层量减少溶剂消耗; 板状结构可比柱状结构快速分离, 并可消除颗粒间的通道。
UltraSep	Lida Mfg.	可变	硅胶	可变	1, 3, 6, 12ml	PTFE SPE柱; 16种吸附剂; 柱体不吸附抽提物; 具有PTFE垫的传统注射器设计; 推荐用于水分析, 其中可抽提物是临界量。

表 6 新的 GC 和 SFC 柱

产品名称	厂商	类型	应用	固定相	膜厚 μm	内径 mm	长度 m	评 述
0.32mm.i.d GSQ	J&W Scientific	填充	轻烃	多孔聚合物	N/A	0.32	30	PLOT柱可用于GC-MS分析; 适于常规分析的高效柱; 也推荐用于永久气体分析。
Alumina-KCl	Chrompack	PLOT	C ₁ -C ₁₀ 烃	Al ₂ O ₃ -KCl	5	0.32	25	40分钟内分析C ₁ -C ₁₀ 三烷基苯类, 对不饱和烃有唯一的选择性; 柱性能稳定。
CP Xylenes	Chrompack	大口径	二甲苯	选择性固定相	-	0.32, 0.53	50	推荐用于50ppm的P-或M-位二甲苯分离; 随柱附保留谱图; 也适于取代芳烃。
Co-Si15 / C18 CB用于PCBS	Chrompack	大口径	多氯联苯(PCBs)	聚二甲基硅烷-C18	0.1	0.25, 0.32	100	适于较难分离的PCBs, 特别是28/32, 56/60, 199/118, 105/153/132及170/100类, C18连于聚二甲硅烷上, 具有唯一的选择性。
Cyclodextran Chiral	Astec	WCOT	未衍生化酸	过氧甲基β-环糊精	-	0.25	30, 60	键合相可以用醚类或氯甲烷冲洗, 而不影柱效。
DB502.2	J&W Scientific	大口径	EPA Method 502.2	专用	3.0	0.53	105	相似于105μ大孔柱, 满足EPA Method 502.2饮水中挥发有机物的测定。

表 6(续)

产品名称	厂商	类型	应用	固定相	膜厚 μm	内径 mm	长度 m	评 述
DB-VRX	J&W Scientific	WCOT	环境监测	专用	2.55	0.25, 0.32, 0.45,	30, 60, 75	据EPA Method502.2和其他500及600系列方法分析挥发性有机物;中等极性,高扩散固定相。
DB5 MS	J&W Scientific	WCOT	一般	5%苯基甲基聚硅烷	0.1~1.0	0.18~0.53	12~60	推荐用于GC-MS和痕迹分析;化学惰性;低扩散;适用于环境,临床,石化和溶剂分析。
Dual Column Series	J&W Scientific	WCOT	PCBs 农药, 除草剂	可变	-	0.32, 0.53	10, 30	保护柱长10M; 30M长分析柱配有三通;小口径柱分析速度快于大口径柱。
Evidex	J&W Scientific	WCOT	滥用药物	DB-1	0.33	0.20	2.5, 12	已用混合药物检测;保证柱重复性和分离。
Excel Chemically Bonded Capillary	Accurate Chemical & Scientific	WCOT	一般	可变	-	0.25, 0.32, 0.53	15, 30, 60	用XL-1, -5, -1701或-WAX复盖柱;膜厚一定;100%固定化延长柱寿命;柱已分别检测。
Hnyesep N.Q.R.S Micropacked	Restek	填充	气体分析	二乙烯大孔聚合物	N/A	0.75, 1.0	1.2	i.d.0.75mm柱填料105~125μm, i.d.1.0柱填料125~149μm, 硅钢管和惰性连接;柱已分别检测;0.75mm柱适于标准毛细管进样口;也推荐用于溶剂和轻烃(饱和与不饱和)分析。
HP624	Hewlett-Packard	WCOT	纯有机物	氰乙基苯基甲基聚硅烷	1.8, 3.0	0.32, 0.53	30, 60, 75,	满足 EPA 方法 601, 602 和 624, 适于纯有机物分析。
HP INNO Wax	Hewlett-Packard	WCOT	一般	INNO 相键合聚乙基糖	可变	可变	可变	推荐用于醇, 酮, 脂肪酸甲酯及工业溶剂分析;脂肪酸分析不会醇分离。
HP VOC	Hewlett-Packard	WCOT	挥发性有机物	基苯甲基聚硅烷	3.0	0.53	90, 105	分析EPA Method502.2中60种的54种化合物;抗氧化和水。
HP-5 MS	Hewlett-Packard	WCOT	有机物	5%苯基甲基硅酮	0.25	0.25	30	用于EPA Method 625(废水)和EPAMethod507(饮水中硝基和磷农药)分析,也推荐用于滥用药物和三环类抗抑郁剂分析;低扩散(程序升温320℃时基线漂移<4PA)
Molecular Sieve Micropacked	Restek	填充	永久气体	分子筛	N/A	0.75, 1.0	1.2	i.d.1.0mm柱填料125~149μm, i.d.0.75mm柱填料105~125μm, 离子型式分子筛是钙和钠;5和10Å孔,柱已分别检测;硅钢管和连接;0.75mm柱适于标准毛细管进样口。
PermaBond OV-17	Macherey-Nagel	WCOT	药物, 酯类	50%苯基硅酮-50%甲基硅酮	0.1, 0.25, 0.35, 0.5	0.25, 0.32	10, 25, 50,	对短链同分异构体温度程序最高温度260℃或280℃;也有10和25×0.53mmφ1.0/μm柱;推荐用于糖, 烃, 酚和卤素化合物分析。
Pornabond OV-210	Macherey-Nagel	WCOT	卤素化合物	50%二氟丙基硅酮-50%甲基硅酮	0.25, 0.5	0.25, 0.32	10, 25, 50,	对短链同分异构体温度程序最高温度240℃或260℃。
Pornabond OV-225	Macherey-Nagel	WCOT	酯类, 液体	25%氟丙基硅酮-25%苯基硅酮-50%甲基硅酮	0.25	0.25, 0.32	10, 25, 50,	对短链同分异构体温度程序最高温度240℃或260℃;也推荐用于氟类化合物分析。
Pora Plot Amines	Chrompack	PLOT	胺, 铵	PS-DVB	10, 20	0.32, 0.53	25	填料粒度<1μm, ng水平分析胺类;有效的PLOT色谱;改性多孔聚合物延长柱寿命。
Rtx-624	Restek	WCOT	挥发性有机物	6%氟丙基苯基-94%二甲基聚硅烷	1.4, 1.8, 3.0	0.25, 0.32, 0.53,	30, 60, 75, 105	100%交联相;连接长度,内径和膜厚可变;用于药类产品的残余溶剂分析(USP Method 467);也适合于除草剂。
Rtx-65TG	Restek	WCOT	三甘油	65%二苯基-35%二甲基聚硅烷	0.10	0.25, 0.32, 0.53	15, 30	热稳定性至370℃;据不饱和度和碳数对三甘油酯有唯一的选择性;用三甘油酯测试。
Semi-Prep SFC Column	YMC Corp	填充	制备	可变	N/A	20	250	装填5μmHPLC填料;设计为高压SFC密封;可装填不同填料。

* : PLOT: 多孔层开管柱; WCOT: 复盖壁开管柱。