

中药科学鉴定方法与技术丛书

张贵君 主编

# 常用中药薄层 色谱鉴定

李 薇 肖翔林 张丹雁 编著



化学工业出版社  
化学与应用化学出版中心

中药科学鉴定方法与技术丛书

张贵君 主编

# 常用中药薄层色谱鉴定

李 薇 肖翔林 张丹雁 编著



化学工业出版社

化学与应用化学出版中心

· 北京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

常用中药薄层色谱鉴定/李薇, 肖翔林, 张丹雁编著.  
北京: 化学工业出版社, 2004.10  
(中药科学鉴定方法与技术丛书)  
ISBN 7-5025-6123-4

I. 常… II. ①李… ②肖… ③张… III. 中药材-薄层色谱-中药鉴定学 IV. R282.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 101132 号

---

中药科学鉴定方法与技术丛书

张贵君 主编

常用中药薄层色谱鉴定

李薇 肖翔林 张丹雁 编著

责任编辑: 任惠敏

文字编辑: 李瑾

责任校对: 王素芹

封面设计: 郑小红

\*

化学工业出版社 出版发行  
化学与应用化学出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

\*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印刷

三河市前程装订厂装订

开本 720mm×1000mm 1/16 印张 20 $\frac{1}{2}$  字数 366 千字

2005 年 1 月第 1 版 2005 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6123-4/R·246

定 价: 38.00 元

---

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

# 前 言

中药是治疗疾病和卫生保健的特殊物质，它的使用价值是由其属性所决定的，其属性构成了使用价值的物质基础，而使用价值集中体现为药品品质。中药的质量不合格，就失去了使用的价值。为保证临床用药的安全性、有效性、稳定性和可控性，必须对其品质进行科学的鉴定、制定出规范化的质量标准。

中药的品质鉴定是一个复杂的关键问题，评价中药品质一定要以疗效为准绳。我们要重视中药药效与形态特征、理化特征和生物基因特征的相关性研究，根据这些相关性评价中药品质就比较客观。

以往对中药的鉴定多把研究对象局限在中药材上，通常认为中药鉴定就是鉴别药材的真伪，这是一个误区。众所周知，绝大多数中药是以复方或制剂的形式进入临床的，所以对中成药的鉴定至关重要。如果鉴定研究脱离了中药应用价值的这一基本目标，也就迷失了研究的方向。张贵君教授强调，在中药鉴定的科学研究过程中，“只有把中药材、饮片、复方及其制剂的鉴定方法与鉴别特征联系起来，采用综合的方法评价中药的质量，进行关键技术的整合，才能真正达到鉴定目的”，这是中药鉴定学科领域中一个不可忽视的关键性问题。目前，从整体上来综合评价中药品质的研究较少，中药鉴定方法学著作更见一斑，药材、饮片和中成药的鉴定研究出现互相脱节的现象，由于受一些传统的思想影响，有些先进技术没有真正应用到实际工作中去。我们认为应该加大这方面的研究力度。中药要实现现代化，必须紧密结合中药生产和临床应用的实际，建立综合品质鉴定和全面质量管理（GSP）的科学体系。中药鉴定的对象是复杂的和多种多样的，重要的是解决方法学的问题，中药鉴定的方法和技术要不断创新，这样才能不断地精炼和提升中药的质量标准。为此，我们组织编写了常用中药科学鉴定方法与技术丛书，旨在为中药的现代化贡献力量。

中药品质评价的方法是中药现代化的关键，没有中药品质评价方法的现代化，就不能保证中药的质量。在长期的生产和医疗实践中，人们积累了有关中药品质评价的丰富经验和方法，为中药品质的评价和质量的控制奠定了坚实的基础。

在中药品质的现代评价方法中，中药的薄层色谱鉴定法就是其中的重要内容之一。它是使用薄层色谱的方法，对某些中药进行真伪和纯度鉴定的一种方

法。为此，我们对中药薄层色谱鉴定方法进行了较为系统的整理和科学总结，旨在促进中药品质评价方法的科学化进程。

本书共分为 13 章，重点阐述了中药薄层色谱鉴定的基本概念、基本理论和基本方法，并介绍了这些方法在常用中药品质鉴定中的运用，列举了 195 种常用中药的鉴定实例。该书记载的内容，充分反映了现代中药品质评价方法的最新成果和发展方向。

本书由广州中医药大学和北京中医药大学长期从事中药品质鉴定研究的专家撰写，主要供中医药类和医药类专业研究生选作教材，也可作为执业中药师的培训教材，还可作为大专院校相关专业师生和医药行业的专业人员学习参考用书。

本书在编写过程中得到了化学工业出版社的大力支持，在此表示衷心地感谢。由于编者水平所限，书中疏漏之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

**《中药科学鉴定方法与技术丛书》编委会**

**2004 年 8 月于北京**

# 《中药科学鉴定方法与技术丛书》 编委会

主任（丛书主编）：

张贵君（北京中医药大学教授）

委员（按姓氏笔画排序）：

刘塔斯（湖南中医学院教授）

刘墨祥（扬州大学教授）

李萍（中国药科大学教授）

李薇（广州中医药大学教授）

陈代贤（大连市药检所主任药师）

金哲雄（哈尔滨商业大学教授）

姜大成（长春中医学院教授）

## 各分册主编

《常用中药化学鉴定》	陈玉婷
《常用中药显微鉴定》	张贵君
《常用中药光谱鉴定》	姜大成
《常用中药薄层色谱鉴定》	李薇
《常用中药液相与气相色谱鉴定》	李萍
《常用中药安全性检测》	刘墨祥
《常用中药生物鉴定》	张贵君
《常用中药物理常数鉴定》	张贵君
《常用中药鉴定名词图解》	陈代贤
《常用中药商品鉴定》	刘塔斯

# 目 录

<b>第一章 概论</b> .....	1	1. 人参	41
<b>第一节 薄层色谱技术的起源及发展</b> .....	1	2. 三七	44
<b>第二节 薄层色谱技术的特点和演变历程</b> .....	2	3. 土贝母	45
<b>第三节 薄层色谱技术的应用</b> ...	4	4. 山豆根	46
<b>第二章 薄层色谱技术的基本原理</b> .....	6	5. 平贝母	47
<b>第一节 吸附色谱</b> .....	6	6. 大黄	48
<b>第二节 分配色谱</b> .....	7	7. 丹参	51
<b>第三节 离子交换色谱</b> .....	9	8. 伊贝母	54
<b>第四节 凝胶色谱</b> .....	10	9. 防己	54
<b>第五节 其他薄层色谱</b> .....	12	10. 华山参	56
<b>第三章 薄层色谱法的操作技术</b> .....	15	11. 延胡索	58
<b>第一节 薄层板的制备</b> .....	15	12. 两面针	61
<b>第二节 展开剂的制备</b> .....	19	13. 附子	62
<b>第三节 供试品的制备</b> .....	22	14. 红大戟	63
<b>第四节 点样</b> .....	25	15. 苦参	64
<b>第五节 展开</b> .....	27	16. 金果榄	66
<b>第六节 显色定位</b> .....	29	17. 干姜	67
<b>第七节 检测</b> .....	32	18. 川木香	68
<b>第八节 薄层色谱法的一般操作程序</b> .....	35	19. 山柰	69
<b>第九节 影响薄层色谱效果的因素及解决方法</b> .....	36	20. 夏天无	69
<b>第四章 根及根茎类中药的鉴定</b> .....	41	21. 木香	71
		22. 片姜黄	72
		23. 乌药	73
		24. 石菖蒲	74
		25. 龙胆	75
		26. 白术	76
		27. 白芍	79
		28. 玄参	80
		29. 浙贝母	80

30. 黄连 .....	82	65. 竹节参 .....	133
31. 湖北贝母 .....	84	66. 防风 .....	135
32. 续断 .....	86	67. 远志 .....	137
33. 天花粉 .....	86	68. 知母 .....	139
34. 太子参 .....	88	69. 桔梗 .....	141
35. 半夏 .....	88	70. 黄芪 .....	141
36. 板蓝根 .....	91	71. 紫菀 .....	145
37. 地黄 .....	92	72. 青木香 .....	147
38. 广防己 .....	93	73. 绵马贯众 .....	149
39. 漏芦 .....	94	<b>第五章 茎木类中药的鉴定</b> ...	150
40. 徐长卿 .....	95	1. 川木通 .....	150
41. 天麻 .....	96	2. 功劳木 .....	151
42. 熟地黄 .....	97	3. 青风藤 .....	152
43. 南板蓝根 .....	98	4. 苦木 .....	153
44. 紫草 .....	99	5. 首乌藤 .....	154
45. 何首乌 .....	101	6. 桑寄生 .....	155
46. 虎杖 .....	103	7. 檀香 .....	156
47. 茜草 .....	104	8. 槲寄生 .....	157
48. 升麻 .....	107	9. 关木通 .....	160
49. 白芷 .....	108	<b>第六章 皮类中药的鉴定</b> .....	161
50. 独活 .....	110	1. 白鲜皮 .....	161
51. 骨碎补 .....	111	2. 牡丹皮 .....	162
52. 射干 .....	113	3. 黄柏 .....	164
53. 黄芩 .....	114	4. 厚朴 .....	165
54. 葛根 .....	118	5. 秦皮 .....	167
55. 藁本 .....	119	6. 肉桂 .....	170
56. 赤芍 .....	121	7. 苦楝皮 .....	172
57. 苍术 .....	122	<b>第七章 叶类中药的鉴定</b> .....	173
58. 胡黄连 .....	124	1. 大青叶 .....	173
59. 牛膝 .....	126	2. 番泻叶 .....	174
60. 甘草 .....	127	3. 银杏叶 .....	175
61. 仙茅 .....	129	4. 满山红 .....	178
62. 柴胡 .....	130	5. 紫苏叶 .....	179
63. 法半夏 .....	131	<b>第八章 花类中药的鉴定</b> .....	182
64. 西洋参 .....	132	1. 丁香 .....	182



2. 厚朴花 .....	182	25. 陈皮 .....	221
3. 红花 .....	184	26. 青皮 .....	222
4. 芫花 .....	185	27. 火麻仁 .....	223
5. 洋金花 .....	185	28. 罂粟壳 .....	224
6. 金银花 .....	186	29. 肉豆蔻 .....	226
7. 菊花 .....	187	30. 红豆蔻 .....	227
8. 蒲黄 .....	188	31. 豆蔻 .....	228
9. 槐花 .....	190	32. 草豆蔻 .....	229
10. 旋覆花 .....	190	33. 草果 .....	230
<b>第九章 果实及种子类中药的</b>		34. 梔子 .....	231
<b>鉴定</b> .....	193	35. 砂仁 .....	233
1. 枳实 .....	193	36. 香橼 .....	234
2. 橘红 .....	194	37. 马兜铃 .....	235
3. 白果 .....	195	38. 蔓荆子 .....	236
4. 花椒 .....	196	39. 大枣 .....	238
5. 补骨脂 .....	197	40. 山楂 .....	238
6. 蛇床子 .....	198	41. 女贞子 .....	240
7. 八角茴香 .....	200	42. 瓜蒌皮 .....	243
8. 千金子 .....	202	43. 地肤子 .....	245
9. 小茴香 .....	202	44. 连翘 .....	247
10. 五味子 .....	203	45. 枸杞子 .....	249
11. 牛蒡子 .....	207	46. 牵牛子 .....	250
12. 决明子 .....	208	47. 夏枯草 .....	251
13. 苦杏仁 .....	209	<b>第十章 全草类中药的鉴定</b> ...	252
14. 槟榔 .....	210	1. 马鞭草 .....	252
15. 马钱子 .....	211	2. 佩兰 .....	253
16. 王不留行 .....	212	3. 青蒿 .....	254
17. 天仙子 .....	213	4. 篇蓄 .....	255
18. 葶苈 .....	214	5. 淫羊藿 .....	257
19. 木蝴蝶 .....	215	6. 穿心莲 .....	259
20. 化橘红 .....	216	7. 广藿香 .....	261
21. 胡芦巴 .....	217	8. 肉苁蓉 .....	261
22. 胡椒 .....	218	9. 益母草 .....	263
23. 黑芝麻 .....	220	10. 麻黄 .....	266
24. 佛手 .....	220	11. 颠茄草 .....	267

12. 蒲公英 .....	268
13. 薄荷 .....	270
14. 青叶胆 .....	271
15. 断血流 .....	273
16. 墨旱莲 .....	274
17. 锁阳 .....	275

## 第十一章 藻菌、树脂及其他

### 类中药的鉴别 .....

1. 苏合香 .....	276
2. 芦荟 .....	277
3. 青黛 .....	279
4. 桉油 .....	280
5. 血竭 .....	281
6. 灵芝 .....	283

## 第十二章 动物类中药的

### 鉴定 .....

1. 牛黄 .....	285
2. 蟾酥 .....	287
3. 鹿茸 .....	292
4. 斑蝥 .....	293

## 第十三章 中成药的鉴定 .....

1. 二至丸 .....	295
2. 二妙丸 .....	296
3. 人参养荣丸 .....	296
4. 九分散 .....	298
5. 山楂化滞丸 .....	299
6. 天麻首乌片 .....	300
7. 止喘灵注射液 .....	301
8. 龟龄集 .....	302
9. 附子理中丸 .....	303
10. 国公酒 .....	304
11. 枳实导滞丸 .....	305
12. 复方扶芳藤合剂 .....	306
13. 穿心莲片 .....	308
14. 夏天无片 .....	309
15. 黄氏响声丸 .....	310
16. 葛根芩连丸 .....	311
17. 藿胆丸 .....	312

## 参考文献 .....

314

# 第一章 概 论

## 第一节 薄层色谱技术的起源及发展

薄层色谱技术又称为薄层层析法，是 20 世纪 50 年代从经典柱色谱法及纸色谱法的基础上发展起来的一种平面色谱技术；至 20 世纪 60 年代后，人们对薄层色谱法在使用器材的规格、操作方法及术语使用的标准化等方面进行了大量的工作，使该方法日趋成熟和完善，广泛地应用于中药及其制剂中各类化学物质的定性与定量分析。近 20 年来，人们对薄层色谱法在缩短分离时间、提高分离效率、提高检测灵敏度、保证定量精度及扩大应用范围等方面不断进行研究，取得很大进展。近几年发展起来的现代薄层色谱借助于高科技与计算机技术已发展到仪器化、自动化、计算机化和与其他色谱技术联机化的阶段，可以说是目前众多色谱技术中应用最广、发展最快的一种分离技术。

总结薄层色谱技术产生和发展的过程，可以将其分为以下 3 个阶段。

### 1. 起步阶段

薄层色谱法的起源可以追溯到 19 世纪末，当时，有人曾用明胶薄层分离盐酸和硫酸，也有人分离酶。其后于 1938 年由 N. A. Izmailor 和 M. S. Schraiber 首次使用在显微镜载玻片上涂布的氧化铝薄层用微量圆环技术分离了多种植物酊剂中的成分，这是目前认为最早的薄层色谱法。以后有少数几篇类似的报道，有的用吸附剂板，有的用浸渍有吸附剂的纸，但进展不大。至 1949 年 J. E. Meinhard 和 N. F. Hall 报道了以淀粉为黏合剂的氧化铝和硅藻土板进行无机离子的分离，启发了 J. G. Kirchner 等人使用硅胶为吸附剂，煅石膏为黏合剂，制成较牢固的薄层板，并用类似于纸色谱的上行展开方式，进行了挥发油成分的分离。在此法中可以进行双向展开，也可用显色剂显示无色组分的斑点，这种方式将柱色谱与纸色谱的优点结合在一起，奠定了薄层色谱的基础。1951~1954 年发表了一些研究报告，此时 Kirchner 将其称之为“色谱条”（chromato-strip），R. H. Reitsema 则将其称之为“色谱板”（chromato-plate）。经过了近半个世纪的摸索，现已初步形成了用薄层色谱板进行成分分析的薄层色谱法。

## 2. 推广普及阶段

20 世纪 50 年代薄层色谱法已初具规模, 但此法得到普遍承认和使用则还是 1956~1958 年以后的事。在此期间, E. Stahl 进行了较系统的研究, 在吸附剂硅胶的规格、性能、薄层厚度等对于分离的影响等方面得到了总结性的结论, 而生产厂家联邦德国的 Desage 和 Merck 也开始供应薄层分离用的硅胶和涂布薄层的涂布器及其他有关设备, 使分离结果的重现性得到较好的保证。尤其是在 Stahl 的《薄层色谱手册》一书于 1965 年出版后, 薄层色谱技术得以宣传介绍, 从此被广泛使用, 并正式采用了薄层色谱法的名称, 由欧洲向世界各地推广, 应用方法日趋成熟和完善。此时, 我国的医药学界也开始推广使用薄层色谱法, 并利用该项技术对中药中各类化学物质进行定性与定量分析。

## 3. 发展提高阶段

20 世纪 80 年代以前, 色谱法开始是以一种分离方法出现的。复杂的混合物通过装有吸附剂的柱管可以被分离成一条条的色带, 从而可以取下、溶出、获得纯的组分。其后经过近几十年的发展, 薄层色谱法逐渐成熟, 进而成为一门专门学科。它集分离、分析于一体, 简便、快速、微量, 成为分离分析复杂混合物的理想方法之一, 在许多科学领域中得到广泛应用。例如, 各国药典收录的天然药物及其制剂采用薄层色谱鉴别的品种超过 50% 的即有德国、法国、英国、瑞士及欧洲药典等。《中华人民共和国药典》(以下简称《中国药典》) 1990 年版开始采用薄层色谱法进行鉴别的品种数目逐版大幅度增加。薄层色谱法在国家标准中及新药研制中的大量应用, 充分证实了该方法对于鉴别成分复杂的中药是简便有效的手段, 它解决了许多其他分离分析方法所不能解决的难题, 有力地推动了中药鉴别水平的发展和提高, 同时因为该项技术在其他领域的广泛使用, 也有力地推动了医药、卫生、生化、天然有机化学等其他学科的发展和提高, 在科学技术进步的历程中, 起到了较大的推动和促进作用。特别是近年来借助于高科技与计算机技术的介入, 薄层色谱技术已在原有基础上进入了仪器化、自动化、计算机化和与其他色谱技术联机化的快速发展和提高阶段。随着薄层色谱技术的不断完善, 在今后的中药分析的研究工作中, 将具有更为广阔的应用前景, 将会做出更大的贡献。

# 第二节 薄层色谱技术的特点和演变历程

## 一、薄层色谱技术的特点

薄层色谱技术具有其他色谱技术共同的特征, 即利用样品中各组成成分的不同物理特性把它们分离开来。这些物理特性包括分子大小、形状、所带电

荷、挥发性、溶解性及吸附性等。

#### 1. 薄层色谱系统的组成部分

固定相：可以是一种固体、凝胶或固定化的液体，或起支撑作用的基质。

色谱板：把固定相薄薄涂布在玻璃或塑料板上。

流动相：又称展开剂，起溶剂作用的液体，用于协助样品在固定相表面以不同速度进行迁移。

运送系统：用来促使流动相通过色谱床。薄层色谱的运送过程是借助毛细管作用、压力或者离心力等设备。

检测系统：用于检测所分离的物质。

#### 2. 薄层色谱技术的特点

① 色谱系统所用器材简单，价格低廉，操作技术易学，容易在一般实验室推广。

② 不受样品种类的限制，适用范围较广。不仅可用于复杂成分的分离，还可用于未知成分的分离和检测。并且检测可用的手段选择性多，较为方便。

③ 具有多路柱效应，可同时进行多个样品的分离，且灵敏度高、检测速度快。

④ 样品前处理比较简单，精度要求不高，还可直接用样品的粗提物点样。实验时溶剂用量少，更换容易，实验成本较低。

⑤ 在获得典型色谱图后，既可以直接扫描进行测定，也可通过彩色摄影制成彩色图谱或利用计算机图像处理系统进行处理后作为规范文件永久保存。

## 二、薄层色谱技术发展演变历程

薄层色谱法是 20 世纪 50 年代从经典柱色谱法及纸色谱法的基础上发展起来的一种色谱技术。进入 20 世纪 60 年代后，人们对薄层色谱法在使用器材的不断改进、操作技术水平的不断提高等方面进行了大量的工作，如薄层板的制备和点样装置的从手工逐步过渡到自动，从人工控制到机械化自动控制，使薄层色谱法的操作精度日益提高，因而也就为该项技术在中药及其制剂中各类化学物质的定性定量分析中的广泛应用提供了技术支持条件。特别是在近 20 年来，随着计算机技术的不断渗透，人们对薄层色谱法在缩短分离时间、提高分离效率、提高检测灵敏度、保证定量精度及扩大应用范围等方面不断进行研究，使该方法不仅在仪器设备上不断完善，而且在技术水平上取得了突破性进展。主要有以下几个方面的突出表现。

第一方面，薄层色谱与其他分离分析技术联用，更加拓宽了薄层色谱技术的适用范围。比如，与其他色谱法联用从而产生了薄层色谱与高效液相色谱法联用、薄层色谱与气相色谱联用、HPLC-GC/MS-TLC 联用、高速反相色谱

与薄层色谱联用等技术。这些联用技术有效地解决了一些组成复杂而含量又极微的化学成分分离的技术难题。

第二方面，薄层色谱与其他分析检测仪的联用，增加了分析检测的准确性和精密度。这样不仅可以强化其定性的功能，而且还可以对样品中被分离的一种或多种成分进行在线联用定量分析，这与以往将斑点从薄层上刮下后再与各种光谱联用相比，其准确性和精密度都有显著提高。比如，薄层色谱-紫外可见光谱扫描仪（如 Camag II 型薄层扫描仪/HP300 计算机系统），在光源允许的范围内，可选择多达 9 种波长，依次自动扫描，从而获得三维光谱的薄层色谱图，人们可以利用不同颜色绘制的三维图，直观地看到各组分在不同波长的吸光强度及其变化情况，选定波长时同时扫描测定样品中各成分的含量。此外，还有薄层色谱法与光谱法联用而产生的薄层色谱与原子吸收光谱联用、薄层色谱与红外光谱联用、薄层色谱与拉曼光谱联用、薄层色谱与光声光谱联用、薄层色谱与质谱联用、薄层色谱与核磁共振联用和薄层色谱与数字自动化放射自显影联用等技术。通过这些技术的联用，人们可以获取丰富的被测化合物的结构信息，也使薄层色谱的定性功能得到了进一步的加强。类似这样的联用技术还包括与电化学法联用而出现的薄层色谱法与方波阳极伏安法联用、薄层色谱法与脉冲极谱法联用、薄层色谱与库仑滴定法联用等技术，它们在解决复杂的中药化学成分检测的问题方面均获得了满意的结果。

第三方面，薄层色谱照相技术是近几年发展起来的一项专业摄影技术，主要是对经过色谱的薄层板，在灯光（日光）或一定波长的紫外光下，将可见光或荧光斑点完整地以照片形式记录下来，从而得到一张永久性的薄层色谱图，它记录了薄层色谱的所有信息。近年来利用数码技术直接将图像信息输入计算机内进行储存和打印，不仅提高了薄层图像的质量，而且还保证了薄层色谱数据资料的规范性。

### 第三节 薄层色谱技术的应用

#### 一、薄层色谱法在中药方面的应用

众所周知单味中药除有效成分外，还含有大量的其他成分，由多味中药制成的中成药，其成分更为复杂，要在大量杂质存在下，检出微量的一种或多种有效成分，其难度之大是可以想像的。过去只能测定某种药材中生物碱、黄酮、皂苷等成分的总含量，自从薄层色谱被采用以来，几乎成了分析中药及其制剂的首选方法。在这方面我国药物分析工作者做了大量的工作，主要表现在中药材品种的真伪鉴别、中药及其制剂的质量标准的研究、中药资源调查和品

质评价以及中药的安全性检测等方面。目前，国家标准要求制定的中药注射剂指纹图谱中就包括有组成处方的中药材、有效部位或中间体、注射剂的指纹图谱等内容。其中有些中药的指纹图谱就是利用薄层色谱法制定的。

## 二、薄层色谱法在西药方面的应用

利用被鉴别化合物的  $R_f$  值、斑点的颜色及原位光谱扫描等可作为药物的鉴别方法之一，因为方法简便易行，故应用非常广泛，也常被各国药典采用。我国也不例外，同样也充分利用薄层色谱技术进行了多方面的研究和应用。比如，药物成分的鉴定及含量测定、合成工艺监控及反应机制的研究、稳定性考察、药物代谢研究、生化与抗生素研究等。薄层色谱已成为药学研究中不可缺少的技术之一。

## 三、薄层色谱法在其他方面的应用

生物样品与毒物分析、对环境有害物质的分析、食品分析、无机及金属有机化合物分析、染料及化妆品的分析、石油和煤的分析、手性化合物的分离、化工及高分子材料分析方面的应用都获得了成功，可以说薄层色谱技术渗透了人们日常生活的方方面面。

## 第二章 薄层色谱技术的基本原理

薄层色谱，与其他色谱技术的原理一样，是一种利用样品中各组成成分的不同物理特性把它们分离开来的技术。这些物理特性包括分子的大小、形状、所带电荷、挥发性、溶解性及吸附性等。薄层色谱分离一般是由几种分离机理综合的结果，最多的是吸附和分配，也有离子交换或凝胶渗透。鉴于在薄层色谱的过程中，固定相和流动相的特性因分离原理的不同而差别较大，因此，为了方便叙述，现分别将各类型的色谱基本原理以及相关固定相和流动相的技术要求简要介绍如下。

### 第一节 吸附色谱

#### 一、吸附色谱的原理

吸附色谱法溶解于一相中的混合物的单一组分在另一相界面上会呈现出浓度变化，另一相表面常常出现组分的浓缩，这种现象称之为吸附。吸附性薄层色谱法是将吸附剂在光洁的表面，如玻璃、金属或塑料等表面上均匀地铺成薄层，而后在上面点上样品，以流动相展开，这样，组分不断地被吸附剂吸附，又被流动相溶解，解吸而向前移动。由于吸附剂对不同组分有不同的吸附能力，流动相也有不同的解吸能力，与吸附剂结合较紧密的组分较难被展开剂解吸，而与吸附剂结合较松散的组分则较容易被展开剂解吸。因此在流动相向前流动的过程中，不同组分移动距离不同，原有的混合物就可以得到分离。分离度一般用比移值  $R_f$  值来表示，其数值可以通过被分离组分斑点中心离原点的距离与展开剂前沿离原点的距离之比计算出来。

#### 二、吸附色谱中对固定相的要求

吸附色谱的固定相常称为吸附剂。目前最常用的吸附剂是硅胶和氧化铝，其次是聚酰胺、硅酸镁等，还有一些物质如氧化钙（镁）、氢氧化钙（镁）、硫酸钙（镁）、磷酸钙（镁）、淀粉、蔗糖等，但因碱性太大或吸附性太弱，致使用途有限；而活性炭的吸附性太强，本身又是黑色，故很少用于色谱分离。具体要求如下：

- ① 具有大的表面积和足够的吸附能力；



- ② 对不同的组分有不同的吸附性，因而能较好地分离不同的化学成分；
- ③ 在所用的溶剂和展开剂中不溶解；
- ④ 不破坏或分解供试品中各组分，不与供试品中溶剂和展开剂起化学反应；
- ⑤ 颗粒大小均匀，一般要求直径小于  $70\mu\text{m}$ （小于 250 目）且在使用过程中不会碎裂；
- ⑥ 具有可逆的吸附性，既能吸附样品组分，又易于解吸附；
- ⑦ 为便于观察分离结果，最好是白色固体。

### 三、吸附色谱中对流动相的要求

流动相的选择必须根据被分离物质与所选用的吸附剂性质这两者结合起来加以考虑。在用极性吸附剂进行色谱分离时，当被分离物质为弱极性物质时，一般选用弱极性溶剂为展开剂；被分离物质为强极性成分时，则需选用极性溶剂为流动相。如果对某一极性物质使用吸附性较弱的吸附剂（如以硅藻土或滑石粉代替硅胶），则流动相的极性亦必须相应降低。

在薄层色谱中，当吸附剂活度为一定值时（如Ⅱ级或Ⅲ级），对多组分的样品能否获得满意的分离，决定于展开剂的选择。而展开剂的选择原则主要还是根据被分离物质的极性选择相应极性的展开剂。

## 第二节 分配色谱

### 一、分配色谱的基本原理

分配色谱法是利用混合物的各个组分在两相溶剂中的分配系数不同而达到分离的一种色谱方法。但需将两相溶剂中的一相，设法固定在某一固体物质上。这样的固体物质，如硅藻土、纤维素粉等，常称为载体。被载体吸收的溶剂，称为固定相。第二相缓慢地在固定相表面上流动，故被称为流动相。然而，这两相必须是平衡以后相互饱和，否则将会在色谱分离过程中出现所用溶剂系统的浓度变化。在色谱过程中，当展开剂流经原点时，被测混合物中的不同物质即在两相之间进行分配，每展开一点距离，被分离物质都接连不断地重复地进行着分配。溶质在固定相中的物质的量浓度与其在流动相中的物质的量浓度之比常称为分配系数，分配系数小的物质，即在流动相中溶解得多的物质，随流动相移动的距离就较大， $R_f$  值大；反之，分配系数大的物质，移动的距离较小， $R_f$  值小。所以经过一定距离展开后，分配系数不同的物质逐渐拉开距离，进而达到分离的目的。一般常用于极性大的成分，如糖、氨基酸、羧酸类、酚类等。