



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

有机化合物及其鉴别

袁红兰 主编



化学工业出版社
教材出版中心

中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

有机化合物及其鉴别

主 编 袁红兰
责任主审 戴猷元
审 稿 秦 炜 戴猷元

化 学 工 业 出 版 社
教 材 出 版 中 心
· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

有机化合物及其鉴别/主编袁红兰. —北京: 化学工业出版社, 2002.6
中等职业教育国家规划教材
ISBN 7-5025-3884-4

I. 有… II. 袁… III. 有机化合物-鉴定-专业学校-教材 IV. 0656

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 037966 号

中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

有机化合物及其鉴别

主 编 袁红兰
责任主审 戴猷元
审 稿 秦 炜 戴猷元
责任编辑: 王文峡 夏叶清
责任校对: 李 丽 吴桂萍
封面设计: 于 兵

*

化学工业出版社 出版发行
教材出版中心
(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
北京市昌平振南印刷厂印刷
三河市前程装订厂装订

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 17 字数 410 千字
2002 年 7 月第 1 版 2002 年 7 月北京第 1 次印刷
ISBN 7-5025-3884-4/G·1038

定 价: 21.00 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

本教材是根据教育部《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划的精神，并按照《工业分析与检验》专业教学计划中《有机化合物及其鉴别》课程教学大纲要求编写的。适用于中等职业技术教育《工业分析与检验》专业及相关专业学习、培训和同等学历自学参考，也可供高等职业技术教育的相关专业学习参考。

在编写过程中，编者以 CBE 教育模式为指导思想，注重理论联系实际，力求做到以“必需”和“够用”为度，体现以能力为本、应用为目的的原则。

全书由 11 章构成，总学时为 120 学时。

本书力图体现以下几方面特点。

1. 以能力培养为主线的教学思想贯穿于全书。根据编者多年的教学经验，将全书结构分为三大模块，即认识有机化合物，应用有机化合物，鉴别有机化合物。着重以应用、鉴别有机化合物的能力训练为目的，突出理论联系实际的原则，淡化理论知识的系统性，强调理论知识的针对性。

2. 贴近生产、生活、激发学生的学习兴趣 and 求知欲望。教材的编写均以有机化合物在生产或生活中的实际应用为引导，在每章的开篇都编排有学习指南和章节关键词，使学生有目标地进入新知识的学习；通过以认识和应用有机化合物、技能训练、练习题、考核表的编写形式，循序渐进地让学习者达到学习知识、掌握技能、自我测试学习效果的目的。

3. 注重对学生创新能力的培养，扩展学生的知识面。在章节中插入“阅读园地”、“科海拾贝”，介绍有机化学界名人、典故、新技术、新知识以及环保方面的知识等，拓宽学生视野，激发学生学习本门课程的兴趣。

4. 本教材第 11 章编写了有机化合物的分离纯化技术与综合实验，该章以实验技术和操作规范的基本训练为主要内容。综合实验选择了源于生产、生活的实际内容，以培养学生分析问题、解决问题、掌握实验技术的能力，以期达到对学习者以能力为本位的培养目的。

本书由贵州科技工程职业学院袁红兰主编，常州化工学校丁敬敏参编，上海信息技术学校翁宇静参审。袁红兰编写了 1~8 章、丁敬敏编写了 9~11 章。在本书的编写过程中，丁敬敏做了大量的具体工作，并得到了贵州科技工程职业学院曾悟声、吴筱南、张素萍，常州化工学校沈永祥等同志的大力支持，在此致以深切谢意！

由于编者水平有限，时间又很仓促，书中难免有不足与错误之处，恳请读者和教育界同仁给予批评指正。本书编写时参考了大量的相关专著和资料（参考书目见后），在此向其作者一并致谢。

编者

目 录

1 有机化合物概述	1
认识有机化合物	
1.1 有机化合物与有机化学	1
【阅读园地】科学家 维勒	2
1.2 有机化合物	2
1.2.1 有机化合物的特性	2
1.2.2 有机化合物的结构	3
1.2.3 有机化合物的分类	4
鉴别有机化合物	
1.3 研究有机化合物的方法	6
1.3.1 提纯	6
1.3.2 元素分析	7
1.3.3 分子式的确定	7
1.3.4 官能团的测定	8
1.4 有机化合物的波谱知识简介	8
1.4.1 波谱概述	8
1.4.2 红外光谱	9
1.4.3 核磁共振谱	9
1.5 本课程的专业要求	9
【科海拾贝】绿色化学	10
练习	10
知识考核表	11
2 脂肪烃和脂环烃	12
认识烷烃	
2.1 烷烃及鉴别	12
2.1.1 烷烃的通式, 同系列和同分异构	12
2.1.2 碳原子和氢原子的类型	13
2.1.3 烷烃的结构	14
2.1.4 烷烃的命名	15
2.1.5 烷烃的性质	17
应用烷烃	
2.1.6 烷烃的用途与使用烷烃的安全知识	20
鉴别烷烃	
2.1.7 烷烃的鉴别	21

【阅读园地】从最简单的链烃到系列链烃·····	22
练习·····	22
认识烯烃	
2.2 烯烃及鉴别·····	23
2.2.1 烯烃的通式, 同分异构与分类·····	23
2.2.2 烯烃的结构·····	24
2.2.3 烯烃的命名·····	25
2.2.4 烯烃的性质·····	26
2.2.5 二烯烃·····	29
应用烯烃	
2.2.6 烯烃的用途与使用烯烃的安全知识·····	30
鉴别烯烃	
2.2.7 鉴别烯烃的方法·····	31
2.2.8 技能训练·····	32
【阅读园地】人造黄油的成功·····	34
练习·····	34
认识炔烃	
2.3 炔烃及鉴别·····	35
2.3.1 炔烃的通式与同分异构·····	35
2.3.2 炔烃的结构·····	36
2.3.3 炔烃的命名·····	36
2.3.4 炔烃的性质·····	36
应用炔烃	
2.3.5 炔烃的用途与使用炔烃的安全知识·····	38
鉴别炔烃	
2.3.6 鉴别炔烃的方法·····	39
2.3.7 技能训练·····	39
练习·····	40
认识脂环烃	
2.4 脂环烃·····	41
2.4.1 脂环烃的分类·····	41
2.4.2 脂环烃的同分异构现象·····	41
2.4.3 脂环烃的命名·····	41
2.4.4 脂环烃的结构·····	42
2.4.5 脂环烃的性质·····	42
应用脂环烃	
2.4.6 脂环烃的用途·····	43
【阅读园地】科学家齐格勒、纳塔·····	44
练习·····	44
知识考核表·····	45

操作技能考核表	47
3 芳香烃	48
认识芳香烃	
3.1 苯的结构	48
3.1.1 苯的凯库勒结构式	48
3.1.2 苯分子结构的近代概念	49
【阅读园地】凯库勒	49
3.2 芳香烃的通式、同分异构与分类	50
3.2.1 单环芳烃的通式与同分异构	50
3.2.2 芳烃的分类	50
3.3 单环芳烃的命名	51
3.4 单环芳烃的性质	52
3.4.1 单环芳烃的物理性质	52
3.4.2 单环芳烃的化学性质	52
3.4.3 苯环的亲电取代的定位规则	54
3.4.4 二元取代苯的定位规律	54
应用芳香烃	
3.5 芳香烃的用途与使用芳香烃的安全知识	55
3.5.1 重要的单环芳烃	55
3.5.2 常见芳烃的用途和安全知识	56
鉴别芳香烃	
3.6 鉴别芳香烃方法	58
3.6.1 甲醛-浓硫酸试验	58
3.6.2 无水三氯化铝-三氯甲烷试验	58
3.7 技能训练	58
【阅读园地】香的和臭的化合物	59
练习	60
知识考核表	61
操作技能考核表	62
4 卤代烃	63
认识卤代烃	
4.1 卤代烃的分类与同分异构	63
4.1.1 卤代烃的分类	63
4.1.2 卤代烃的同分异构	64
4.2 卤代烃的命名	64
4.3 卤代烃的性质	65
4.3.1 卤代烃的物理性质	65
4.3.2 卤代烃的化学性质	66
应用卤代烃	
4.4 卤代烃的用途与使用卤代烃的安全知识	69

4.4.1	重要的卤代烃·····	69
4.4.2	常见卤代烃的用途与安全知识·····	71
	【阅读园地】格林尼亚试剂 (Grignard) ·····	72
	练习 ·····	72
	知识考核表 ·····	74
5	醇、酚、醚·····	75
	认识醇	
5.1	醇及鉴别·····	75
5.1.1	醇的结构、分类与同分异构·····	75
5.1.2	醇的命名·····	76
5.1.3	醇的性质·····	77
	应用醇	
5.1.4	醇的用途与使用醇的安全知识·····	79
	鉴别醇	
5.1.5	鉴别醇的方法·····	82
5.1.6	技能训练·····	83
	【科海拾贝】直接甲醇燃料电池·····	85
	认识酚	
5.2	酚及鉴别·····	86
5.2.1	酚的结构与分类·····	86
5.2.2	酚的命名·····	87
5.2.3	酚的性质·····	87
	应用酚	
5.2.4	酚的用途与使用酚的安全知识·····	90
	鉴别酚	
5.2.5	鉴别酚的方法·····	93
5.2.6	技能训练·····	94
	【科海拾贝】碳纳米管·····	96
	认识醚	
5.3	醚·····	96
5.3.1	醚的结构与分类·····	96
5.3.2	醚的命名·····	97
5.3.3	醚的性质·····	97
	应用醚	
5.3.4	醚的用途与使用醚的安全知识·····	99
	【阅读园地】最早的麻醉剂——乙醚 ·····	101
	练习·····	101
	知识考核表·····	103
	操作技能考核表·····	104
6	醛和酮 ·····	105

认识醛、酮	
6.1 醛、酮的结构、分类与同分异构	105
6.1.1 醛、酮的结构	105
6.1.2 醛、酮的分类	106
6.1.3 醛、酮的同分异构	106
6.2 醛、酮的命名	107
6.3 醛、酮的性质	107
6.3.1 醛、酮的物理性质	107
6.3.2 醛、酮的化学性质	108
应用醛、酮	
6.4 醛、酮的用途与使用醛、酮的安全知识	113
6.4.1 重要的醛、酮	113
6.4.2 常见醛、酮的用途和安全知识	115
鉴别醛、酮	
6.5 鉴别醛、酮的方法	116
6.5.1 二硝基苯肼试验方法	116
6.5.2 Tollen 试验方法	116
6.5.3 品红-醛试验方法	116
6.6 技能训练	117
【阅读园地】最早得到的醛、酮	120
练习	120
知识考核表	122
操作技能考核表	122
7 羧酸及其衍生物	123
认识羧酸	
7.1 羧酸	123
7.1.1 羧酸的结构与分类	123
7.1.2 羧酸的命名	124
7.1.3 羧酸的性质	125
应用羧酸	
7.1.4 羧酸的用途与使用羧酸的安全知识	128
鉴别羧酸	
7.1.5 鉴别羧酸的方法	130
7.1.6 技能训练	130
【阅读园地】科学家 伍德沃德	131
认识羧酸衍生物	
7.2 羧酸衍生物	132
7.2.1 羧酸衍生物的命名	132
7.2.2 羧酸衍生物的性质	133
7.2.3 肥皂和表面活性剂	135

应用羧酸衍生物	
7.2.4 羧酸衍生物的用途与使用羧酸衍生物的安全知识	135
鉴别羧酸衍生物	
7.2.5 鉴别羧酸衍生物方法	136
7.2.6 技能训练	137
【阅读园地】最早制得的五种有机酸	138
练习	138
知识考核表	140
操作技能考核表	140
8 含氮化合物	141
认识胺	
8.1 胺	141
8.1.1 胺的结构与分类	141
8.1.2 胺的命名	142
8.1.3 胺的性质	142
应用胺	
8.1.4 重要的胺及使用胺的安全知识	147
鉴别胺	
8.1.5 鉴别胺的方法	149
8.1.6 技能训练	150
认识硝基化合物	
8.2 硝基化合物	151
8.2.1 硝基化合物的结构与分类	152
8.2.2 硝基化合物的命名	152
8.2.3 硝基化合物的性质	152
应用硝基化合物	
8.2.4 硝基化合物的用途与使用硝基化合物的安全知识	154
鉴别硝基化合物	
8.2.5 鉴别硝基化合物的方法	155
8.2.6 技能训练	156
【阅读园地】诺贝尔与炸药	158
认识腈	
8.3 腈	159
8.3.1 腈的命名	159
8.3.2 腈的性质	159
应用腈	
8.3.3 重要的腈与使用腈的安全知识	159
【阅读园地】合成纤维	161
认识重氮化合物、偶氮化合物	
8.4 重氮化合物、偶氮化合物	161

8.4.1	重氮和偶氮化合物的结构和命名	161
8.4.2	芳香族重氮化合物	161
应用重氮化合物、偶氮化合物		
8.4.3	重氮化合物的应用	163
8.4.4	偶氮化合物的应用	164
	【科海拾贝】液晶材料	165
	练习	165
	知识考核表	167
9	含杂原子有机化合物	169
认识杂环化合物		
9.1	杂环化合物	169
9.1.1	杂环化合物的结构与分类	169
9.1.2	杂环化合物的命名	171
9.1.3	杂环化合物的性质	171
应用杂环化合物		
9.1.4	杂环化合物的用途与使用杂环化合物的安全知识	173
	练习	176
	【阅读园地】植物碱——药物、毒物、毒品	176
认识含硫有机化合物		
9.2	含硫有机化合物	177
9.2.1	含硫有机化合物的结构与分类	177
9.2.2	含硫有机化合物的命名	178
9.2.3	硫醇、硫酚、硫醚、磺酸及其衍生物的性质	179
应用含硫有机化合物		
9.2.4	含硫有机化合物的用途与使用含硫有机化合物的安全知识	181
	练习	183
	【阅读园地】磺胺药剂	183
认识含磷有机化合物		
9.3	含磷有机化合物	184
9.3.1	含磷有机化合物的结构和分类与命名	184
9.3.2	含磷有机化合物的性质	186
应用含磷有机化合物		
9.3.3	含磷有机化合物的用途和使用含磷有机化合物的安全知识	186
	练习	188
	知识考核表	188
	【科海拾贝】生物农药	189
10	糖、蛋白质与高分子化合物	190
认识糖、蛋白质		
10.1	糖、蛋白质	190
10.1.1	对映异构	190

【阅读园地】2001年诺贝尔化学奖	194
10.1.2 糖的定义与分类	194
10.1.3 单糖	195
10.1.4 二糖和多糖	196
【阅读园地】德国科学家费歇尔	198
10.1.5 氨基酸	198
10.1.6 蛋白质	200
应用糖、蛋白质	
10.1.7 糖、蛋白质的用途	202
【阅读园地】核酸化学结构被揭示	203
鉴别糖、蛋白质	
10.1.8 鉴别糖、蛋白质的方法	203
10.1.9 技能训练：糖、蛋白质的鉴别	204
练习	206
【阅读园地】维C的合成者霍沃斯	207
认识高分子化合物	
10.2 高分子化合物	207
10.2.1 高分子化合物的分类与命名	207
10.2.2 高分子化合物的结构与特性	208
10.2.3 高分子化合物的合成方法	209
应用高分子化合物	
10.2.4 几种典型高分子化合物的用途	210
练习	211
知识考核表	212
【科海拾贝】转基因植物与服装	212
11 有机化合物的分离与纯化技术	213
认识萃取	
11.1 萃取	213
11.1.1 萃取的基本原理及种类	213
11.1.2 不同类型萃取简介	213
应用萃取	
11.1.3 溶液中物质的萃取操作	215
11.1.4 固体物质的萃取操作	217
11.1.5 技能训练	217
思考题	217
知识考核表	218
认识回流	
11.2 回流	218
11.2.1 回流的基本原理及种类	218
11.2.2 不同类型回流的用途	219

应用回流	
11.2.3 回流装置的仪器和设备	220
11.2.4 回流装置的安装	223
11.2.5 安装回流装置时的注意事项	225
11.2.6 技能训练	225
思考题	225
知识考核表	226
认识蒸馏	
11.3 蒸馏	226
11.3.1 蒸馏的基本原理与种类	226
11.3.2 不同类型蒸馏的用途	227
应用蒸馏	
11.3.3 普通蒸馏	229
11.3.4 减压蒸馏	231
11.3.5 水蒸气蒸馏	233
11.3.6 技能训练	235
思考题	235
知识考核表	236
认识分馏	
11.4 分馏	238
11.4.1 分馏的基本原理与种类	238
应用分馏	
11.4.2 分馏装置的安装	239
11.4.3 分馏操作的步骤	239
11.4.4 分馏操作时的注意事项	239
11.4.5 技能训练	240
思考题	240
知识考核表	240
认识重结晶	
11.5 重结晶	241
11.5.1 重结晶的基本原理与用途	241
应用重结晶	
11.5.2 重结晶中使用的装置及其操作技术	241
11.5.3 重结晶操作步骤	244
11.5.4 重结晶操作时的注意事项	245
11.5.5 技能训练	245
思考题	246
知识考核表	247
11.6 综合技能训练	247
11.6.1 综合技能训练的意义和目的	247

11.6.2 综合技能训练中有关仪器设备及实验技术.....	248
11.6.3 综合技能训练的要求和内容.....	251
【科海拾贝】超临界流体萃取技术	255
参考文献	257

1 有机化合物概述

 **学习指南** 丰富多彩的物质世界，大多数是由有机物组成，而所有的有机化合物都与神奇的碳元素息息相关。因此，人们将有机化学定义为研究碳化合物的科学。认识有机化合物，学习有机化合物的知识，学会分析、鉴定有机化合物，这是工业分析与检验专业学生的重要任务。我们在本章中将要了解有机化合物和有机化学的涵义，掌握有机化合物的特性；了解碳以四价成键的方式及相应的共价键理论；进而掌握表达有机化合物的方法，了解其分类方式及如何研究有机化合物，学会鉴别有机化合物。

本章关键词 有机化合物 有机化学 碳原子的四价 共价键 官能团 构造式

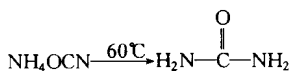
认识有机化合物

1.1 有机化合物与有机化学

有机化合物广泛存在于自然界，它与人类的生活密切相关，人们的生活一刻也离不开有机物质。最初人们将自然界的物质按其来源、组成和性质分为两大类，一类是无机化合物；另一类是有机化合物。

1675年，法国化学家勒穆（N.Lemery）首先把来源于岩石、土壤、海洋及空气中的一些物质称为无机化合物或无机物，如矿石、金属、盐类等；而把来源于动植物的物质称为有机化合物或有机物。1806年瑞典著名化学家柏则里斯（J.Berzelius, 1779~1848年）提出有机物只能从有生命力的动植物体中制造出来，而不能在实验室用人工方法制备出来的“生命力论”后，首次将研究有机化合物的化学定义为有机化学。

1825年，柏则里斯的优秀门生，德国化学家维勒（F.Wohler）在实验室用氰酸钾和氯化铵制备氰酸铵的实验中，在加热蒸发氰酸铵溶液时无意中得到了一种白色粉末状固体。经过3年的潜心研究，表明这种白色粉末固体正是哺乳动物新陈代谢的产物——尿素。



尿素的人工合成，对“生命力论”产生了强大的冲击，它证明在有机物和无机物之间根本不存在由生命力支配而产生的本质区别，有机物和无机物一样，也可以通过实验手段合成出来。自尿素人工合成以后，又有不少有机化合物如：醋酸、油脂、葡萄糖、柠檬酸、琥珀酸、苹果酸等一系列过去从动植物体中提取的有机物在实验室里问世。

另一方面，随着分析技术的进步，人们发现有机化合物有一个共同的特点，即都含有碳元素。于是，1848年德国化学家葛梅林（L.Gmelliin, 1788~1853年）将有机化合物定义为含碳化合物，有机化学就是研究含碳化合物的化学。分析表明有机化合物除了含碳元素外，还含有氢、氧、氮、卤素等元素，其中尤以含碳、氢元素为众，因此，有机化合物也可看做

是碳氢化合物及其由碳氢化合物衍生而来的化合物。1874 年，德国化学家肖莱马 (K. Schorlemmer, 1834~1892 年) 将有机化合物定义为碳氢化合物及其衍生物，有机化学定义为研究碳氢化合物及其衍生物的化学。

由此可见，“有机化合物”这一名词的涵义已随着科学的不断进步和发展，被完全更新。同样任何一个定义也必将随着科学的不断进步和发展，不断得到修正和完善。因此有机化合物这一名词已不再具有原来的意义，它只是由于历史和习惯的缘故才沿用至今。

21 世纪是生命科学的世纪，人们已经能够从分子和原子的水平上来认识许多生命现象，这将促使有机化学从实验方法到理论都会产生巨大的进展，显示出其蓬勃发展的强劲势头和活力。世界上每年合成的近百万个新化合物中约 70% 以上是有机化合物。其中有些因其所具有的特殊功能而用于材料、能源、医药、生命科学、农业、营养、石油化工、交通、环境科学等与人类生活密切相关的各行各业中，直接或间接地为人类提供大量的必需品。与此同时，人们也面对所合成的大量有机物对生态、环境、人类的影响问题。展望未来，科技进步将使人们更注重优化使用有机化合物，将人类的生存环境变得更优更美。因此作为工业分析专业的学生学习并认识有机化合物，掌握有机化合物的鉴别方法就很有必要了。

【阅读园地】科学家 维勒

维勒 (Friedrich Wöhler, 1800—1882 年)，德国化学家，1825 年首次从无机物人工合成出有机化合物——尿素。

1822 年，维勒制得氰酸银 AgCNO 、氰酸铅 Pb(CNO)_2 等氰酸盐。1825 年，他将氰酸银用氯化铵溶液处理，得到一种白色结晶状物质，实验表明这种白色晶体物质毫无氰酸盐性质。他还将氰酸铅用氢氧化铵溶液处理，也得到一种白色晶体。最初，他认为这种白色晶体物质是一种生物碱，但是检验结果是否定的。后来他考虑到是尿素，把它和从尿中提取的尿素进行比较，证明是同一物质。

维勒是在 1828 年才发表《论尿素的人工合成》一文，事实上，早在 1824 年他已经人工制得尿素。这年他用瑞典文在《斯德哥尔摩科学院报告》中发表“论氰化钠”。1825 年他又用德文发表此论文。文中叙述将氰 $(\text{CN})_2$ 与氨水作用获得草酸 $(\text{COOH})_2$ 和一种白色奇异的结晶物质。不过当时他没有认清这白色奇异的结晶物质是尿素。

维勒在 1828 年 2 月 22 日给他的老师贝齐乌斯的信中写道“我要告诉阁下，我不用人或狗的肾脏制成尿素。氰酸铵是尿素。”

尿素的人工合成打破了“生命力论”，也打开了无机物与有机物之间不可逾越的界墙。

——参考钱旭红编，有机化学，北京：化学工业出版社，1999

1.2 有机化合物

1.2.1 有机化合物的特性

有机物与无机物之间尽管不存在绝对的分界线，但是二者在化学结构、物理性质、化学性质以及化学反应性能等方面存在显著的差异。有机物与无机物比较有以下特点。

(1) 结构复杂 虽然组成有机化合物的元素不多，但由于碳原子之间能相互成键，其结构较之无机物要复杂得多，有机化合物的同分异构现象使其种类繁多。

(2) 容易燃烧 由于有机物大都含有碳、氢两种元素，因此大多数有机物都易燃烧，如汽油、油脂等。而大多数无机物都不能燃烧，如食盐、碳酸钙等都不能燃烧。因此，可以通

过灼烧试验初步区别有机物和无机物。

(3) 熔点、沸点较低 有机化合物的熔点较低，一般在 400°C 以下，而无机化合物的熔点则比较高，如氯化钠的熔点为 800°C ，这是由于有机物大多数属于分子晶体，聚集状态靠微弱的范德华力作用，这就使固态有机物熔化或液态有机物汽化所需要的能量较低，而无机化合物多属离子晶体，分子间的排列是靠离子间静电吸引作用，要破坏无机分子间的排列，所需能量就高得多。因此，有机物的熔点和沸点比无机物要低得多。

(4) 难溶于水，易溶于有机溶剂 有机化合物分子中的化学键多数为共价键，一般极性较弱或完全没有极性，而水是一种极性较强的溶剂。根据“相似相溶”规则，即极性化合物易溶解于极性溶剂中；非极性化合物易溶解于非极性溶剂中。水分子为极性分子，对于极性大的无机物，水是很好的溶剂。而大多数有机分子都属弱极性或非极性分子，因此，有机物难溶于水，易溶于有机溶剂。有机物的这一特性给有机分析带来一定的困难，选择一个恰当的溶剂进行有机物的鉴别，是工业分析专业学生在学习过程中需注意和考虑的问题。

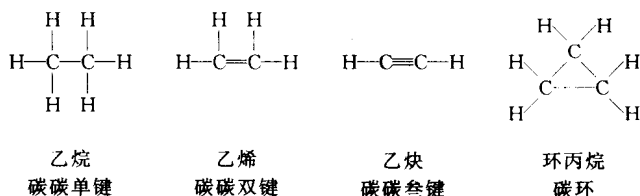
(5) 反应速度慢 无机物的反应大多是离子反应，因此反应极为迅速，如氯离子和银离子反应，可瞬间生成氯化银沉淀。而有机物的反应一般是分子反应，反应速率较慢。如氯乙烷与硝酸银的醇溶液在常温下不发生反应，只有加热才能有氯化银沉淀生成。

(6) 副反应多 有机分子的结构比较复杂，分子的各部位都有可能参加不同程度的化学反应，因此反应产物复杂，产率也较低、很少达到 100%。因此，在一定反应条件下，主要的反应方向称为主反应，其余的反应称为副反应。

1.2.2 有机化合物的结构

1.2.2.1 碳原子的四价与共价键

(1) 碳原子的四价 碳原子位于元素周期表的第 2 周期第 IV 主族。碳原子在周期表中的特殊位置，决定了碳原子是四价，并可以相互连接成碳链，也可以由碳链首尾相连形成碳环。例如甲烷 (CH_4)、四氯化碳 (CCl_4)。碳原子也可以碳碳单键 ($\text{C}-\text{C}$)、碳碳双键 ($\text{C}=\text{C}$) 或碳碳叁键 ($\text{C}\equiv\text{C}$) 的方式相互连结。例如



(2) 共价键的形成 碳原子与其他原子结合时，一般是通过共用电子对方式形成共价键。由两个原子各提供一个电子，进行“电子配对”而形成的共价键，叫做单键，用一条短直线“—”表示。两个原子各用两个或三个未成键的电子相互配对，形成的共价键分别称为双键或叁键。

(3) 共价键的特点 共价键与离子键相比，它具有下列特点。

① 共价键有饱和性 价键理论认为，在一个原子轨道中，只能容纳两个自旋方向相反的电子，当一个电子和另一个电子配对成键后，就不能再和其他电子配对成键了，这就是共价键的饱和性。

② 共价键有方向性 根据原子轨道最大重叠原理，电子云重叠部分越大，所形成的共价键越牢固。而原子轨道中除了 s 轨道呈球形对称外，其余的 p、d、f 轨道都有着一定的空间伸展方向，原子轨道必须在各自电子云密度最大的方向上重叠才能形成稳定的共价键，因