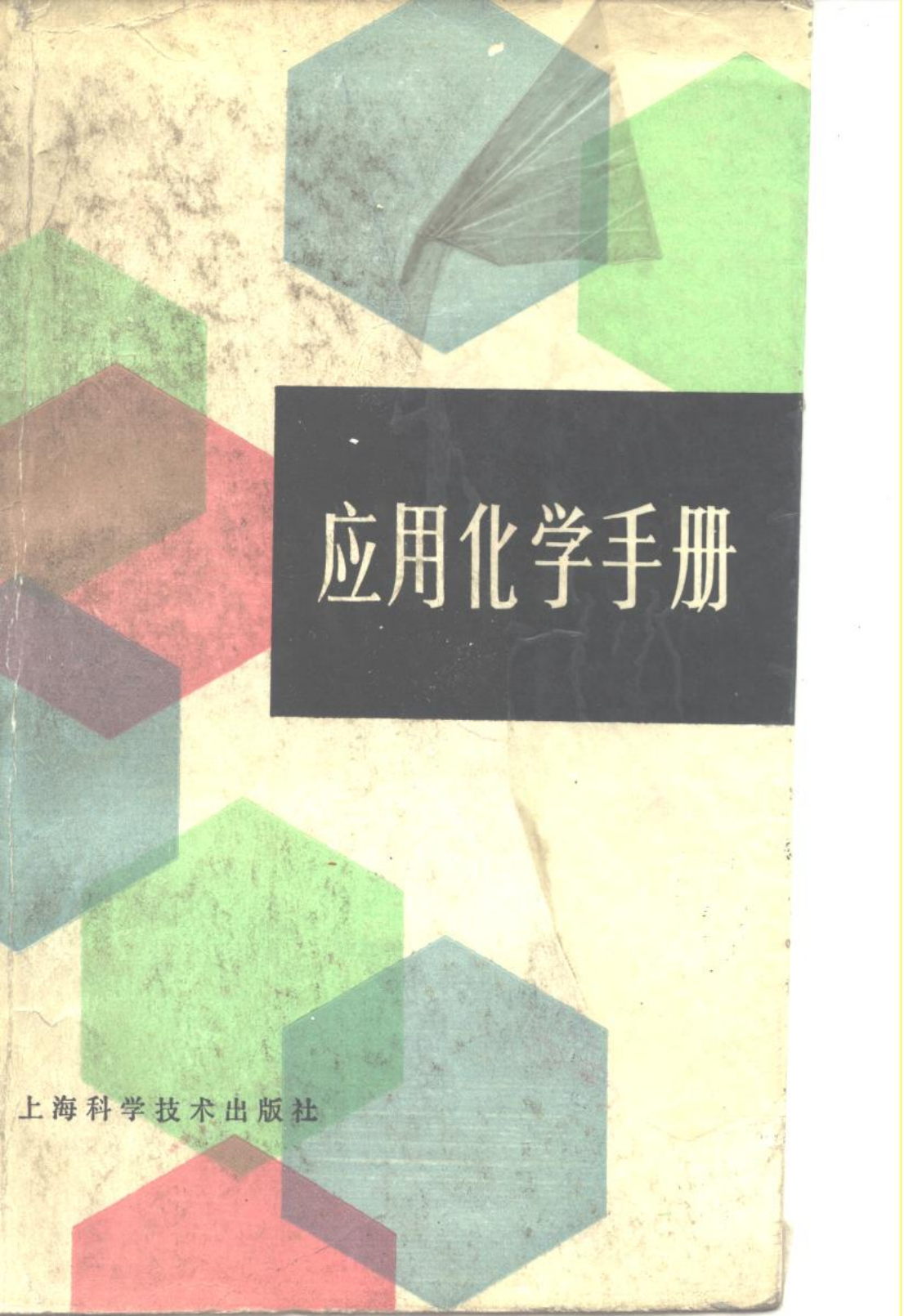




# 应用化学手册

上海科学技术出版社

# 应用化学手册

朱绍忠 邓大中 等 编译

上海科学技术出版社

**应用化学手册**

朱绍忠 邓大中 等 编译

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所发行 商务印书馆上海印刷厂印刷

开本 850×1156 1/32 印张 16 字数 408,000

1989年2月第1版 1989年2月第1次印刷

印数: 1—8,200

**ISBN 7-5323-0728-X/0·79**

定价: 6.45 元

## 编 译 者 序

本书是根据美国 Hemisphere 出版公司 1983 年出版的《应用化学手册(Handbook of Applied Chemistry)》一书编译的,删除了原书中的习题与答案、索引以及某些内容与图表,参阅国内外出版的有关图书和情报资料做了部分补充修改。

《应用化学手册》是由世界有名的联邦德国几家化学工业公司——BASF、Hoechst、Huels、Veba、Bayer 合作编著而成的。从 1972 年至 1983 年先后在联邦德国与美国修改出版三次。编著者是 Vollarth Hopp 教授博士和 Ingo Hennig 教授博士等。

本书的第一部分和第三部分以简明易懂的形式深入浅出地介绍了无机化学和有机化学的基础知识。第二部分和第四部分重点扼要地介绍了主要无机和有机化工产品的工业制法与起始原料,并穿插讲解了生产中涉及的各种工艺过程和专用术语的基本概念;并尽可能指出了某些工艺在经济上的重要意义。对于某些最终化工产品,如塑料、合成橡胶、合成纤维,以及染料和颜料等还介绍了发展沿革、加工方法和适宜的应用领域;为了揭示典型反应的能量需求,书中提供了反应热函方面的数据。

本书的第一部分和第四部分的第一、二、三、四、七、八、九各章由朱绍忠编译,邓大中校对;第二部分、第三部分和第四部分的第四、五章由邓大中编译,朱绍忠校对;周淑贤同志参加了第三部分第一、三章的编译工作和部分审校工作;全书最后由朱绍忠校订。

本书的编译者希望它能对化学化工及其相关领域的科技人员,技术管理人员和大中专院校师生有较大参考价值,并请求读者对书中错误不妥之处热情指正。

# 目 录

## 第一部分 普通化学与无机化学基础

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| <b>第一章 物质、混合物、元素与化合物</b> .....  | 1  |
| 1. 物质、化学与化学过程 .....             | 1  |
| 2. 纯物质与混合物 .....                | 1  |
| 2.1. 混合物的组成与种类 .....            | 2  |
| 2.2. 混合物的分离方法 .....             | 2  |
| 2.3. 蒸馏与分馏 .....                | 3  |
| 2.4. 纯物质的分类 .....               | 3  |
| 3. 元素 .....                     | 3  |
| 3.1. 金属、非金属与准金属 .....           | 3  |
| 3.2. 元素的储量(存在量或丰度) .....        | 5  |
| 4. 化合物 .....                    | 6  |
| <b>第二章 化学反应、化学分析与能量转换</b> ..... | 6  |
| 1. 化学反应 .....                   | 6  |
| 2. 化学分析 .....                   | 7  |
| 3. 能量转换 .....                   | 7  |
| 4. 反应热 .....                    | 7  |
| 5. 放热反应与吸热反应 .....              | 8  |
| 6. 可逆反应 .....                   | 8  |
| 6.1. 化学平衡与收率(产率) .....          | 9  |
| 6.2. 影响平衡位置的诸因素 .....           | 9  |
| 7. 催化剂 .....                    | 9  |
| 7.1. 工业用催化剂 .....               | 10 |

|                                        |           |
|----------------------------------------|-----------|
| 7.2. 生物催化剂 .....                       | 10        |
| 7.3. 抑制剂(稳定剂) .....                    | 10        |
| 7.4. 催化剂毒物 .....                       | 10        |
| <b>第三章 原子与分子、化学式、化合价与化学反应方程式 .....</b> | <b>10</b> |
| 1. 元素与原子 .....                         | 10        |
| 2. 化合物与分子 .....                        | 11        |
| 2.1. 低分子量化合物 .....                     | 11        |
| 2.2. 高分子量化合物 .....                     | 11        |
| 3. 化合物与离子 .....                        | 11        |
| 4. 原子、分子与离子的大小比较 .....                 | 11        |
| 5. 化学式 .....                           | 11        |
| 6. 化合价 .....                           | 13        |
| 7. 分子式与结构式 .....                       | 14        |
| 8. 原子量(原子质量) .....                     | 15        |
| 9. 分子量(分子质量) .....                     | 15        |
| 10. 摩尔与摩尔质量 .....                      | 19        |
| 11. 摩尔体积 .....                         | 19        |
| 12. 化学反应方程式 .....                      | 20        |
| 13. 化学(量)计算 .....                      | 20        |
| <b>第四章 周期表,原子结构与同位素,化学键与离子 .....</b>   | <b>21</b> |
| 1. 元素周期表 .....                         | 21        |
| 1.1. 族、周期与原子序数 .....                   | 21        |
| 1.2. 主族与副族 .....                       | 22        |
| 2. 原子结构 .....                          | 22        |
| 2.1. 原子核、质子与中子 .....                   | 24        |
| 2.2. 核外电子 .....                        | 24        |
| 2.3. 电子层与原子模型 .....                    | 24        |
| 2.4. 价电子 .....                         | 25        |
| 3. 同位素 .....                           | 26        |

|                                   |           |
|-----------------------------------|-----------|
| 4. 化学键 .....                      | 26        |
| 4.1. 共价键 .....                    | 27        |
| 4.2. 单键、双键与叁键 .....               | 27        |
| 4.3. 极性共价键与水的偶极性 .....            | 28        |
| 4.4. 离子、阳离子和阴离子 .....             | 29        |
| 4.5. 离子晶格与离子键 .....               | 29        |
| 4.6. 金属键 .....                    | 30        |
| 5. 物质的物理性质 .....                  | 30        |
| 5.1. 离子化合物 .....                  | 30        |
| 5.2. 分子间的力 .....                  | 30        |
| 5.3. 氢键 .....                     | 31        |
| 5.4. 熔化与蒸发 .....                  | 31        |
| <b>第五章 常见的金属与非金属, 氧化与还原 .....</b> | <b>31</b> |
| 1. 金属的物理化学性质 .....                | 31        |
| 2. 常用金属 .....                     | 33        |
| 2.1. 铁 .....                      | 33        |
| 2.2. 铜 .....                      | 33        |
| 2.3. 铝 .....                      | 33        |
| 2.4. 镁 .....                      | 34        |
| 2.5. 镉与锌 .....                    | 34        |
| 2.6. 铅 .....                      | 34        |
| 2.7. 锡 .....                      | 34        |
| 2.8. 钴与镍 .....                    | 35        |
| 2.9. 钛 .....                      | 35        |
| 2.10. 银 .....                     | 35        |
| 2.11. 金 .....                     | 35        |
| 2.12. 铂 .....                     | 35        |
| 2.13. 汞(水银) .....                 | 35        |
| 3. 重要的非金属 .....                   | 36        |
| 3.1. 氧 .....                      | 36        |
| 3.2. 氮 .....                      | 37        |
| 3.3. 稀有气体 .....                   | 38        |

|                          |           |
|--------------------------|-----------|
| 3.4. 氢                   | 38        |
| 3.5. 卤素                  | 40        |
| 3.6. 硫                   | 41        |
| 3.7. 磷                   | 41        |
| 3.8. 碳                   | 42        |
| 3.9. 准金属与半导体             | 43        |
| <b>第六章 酸、碱、盐</b>         | <b>43</b> |
| 1. 酸                     | 43        |
| 1.1. 酸式氢、氢离子与酸性反应        | 43        |
| 1.2. 酸酐                  | 44        |
| 2. 碱                     | 44        |
| 2.1. 氢氧离子和碱性反应           | 44        |
| 2.2. 铵离子                 | 45        |
| 3. 盐                     | 45        |
| 3.1. 盐的生产路线              | 45        |
| 3.2. 酸式盐与碱式盐             | 46        |
| 3.3. 结晶水                 | 47        |
| 3.4. 复盐                  | 47        |
| 3.5. 络离子与络盐              | 47        |
| <b>第七章 溶解、电离、电解与分散系统</b> | <b>47</b> |
| 1. 水——重要的溶剂              | 47        |
| 1.1. 气体在水中的溶解度           | 48        |
| 1.2. 液体在水中的溶解度           | 48        |
| 1.3. 固体在水中的溶解度           | 48        |
| 2. 电离                    | 49        |
| 3. pH 值                  | 49        |
| 4. 电解质与电解                | 50        |
| 5. 分散系统、分散相与分散介质         | 51        |
| 5.1. 粗分散系统、悬浮液与乳液        | 51        |
| 5.2. 胶体分散系统、胶体溶液、凝胶与气溶胶  | 52        |
| 5.3. 真溶液                 | 53        |



## 第二部分 无机原料和主要无机产品的工业制法

|                      |    |
|----------------------|----|
| <b>第一章 水、空气与空气分馏</b> | 54 |
| 1. 水                 | 54 |
| 1.1. 存在和性质           | 54 |
| 1.2. 自然界中的水          | 55 |
| 1.3. 工业用水的处理         | 56 |
| 1.4. 化工厂用的水          | 58 |
| 1.5. 从水制取氢           | 59 |
| 2. 空气及空气的分馏          | 60 |
| 2.1. 空气组成            | 60 |
| 2.2. 空气作为原料          | 61 |
| 2.3. 空气的液化和分馏        | 62 |
| <b>第二章 氯气与烧碱</b>     | 64 |
| 1. 氯、碱生产的原料和产品       | 64 |
| 1.1. 碱金属氯化物          | 64 |
| 1.2. 氯气              | 64 |
| 1.3. 烧碱              | 64 |
| 1.4. 氢气              | 65 |
| 1.5. 经济上的重要性         | 65 |
| 2. 工业生产              | 65 |
| 2.1. 水银电解槽法          | 66 |
| 2.2. 隔膜电解槽法          | 68 |
| 3. 氯气的利用             | 70 |
| 3.1. 氯化反应            | 70 |
| 3.2. 有机氯化物           | 71 |
| 3.3. 无机氯化物           | 72 |
| 3.4. 漂白液和氯化石灰        | 73 |
| 4. 烧碱的利用             | 74 |
| 4.1. 聚磷酸钠            | 74 |
| 4.2. 硼砂的处理与过硼酸钠      | 74 |

|                     |    |
|---------------------|----|
| 4.3. 铝土矿的处理与铝       | 74 |
| 4.4. 石英砂的处理与填充剂     | 74 |
| 4.5. 纤维素纤维          | 74 |
| 4.6. 烧碱作中和剂         | 74 |
| 5. 氯气和烧碱加工应用小结      | 75 |
| <b>第三章 合成氨</b>      | 76 |
| 1. 氨的生产和对肥料的需求      | 76 |
| 2. 氨的性质             | 77 |
| 3. 用元素氮和氢合成氨        | 77 |
| 3.1. 化学原理           | 78 |
| 3.2. 合成氨的原料         | 78 |
| 3.3. 合成             | 81 |
| 3.4. 连续循环工艺流程       | 81 |
| 4. 氨的用途             | 82 |
| 4.1. 制造硝酸           | 83 |
| 4.2. 氨作为碱           | 83 |
| 4.3. 尿素             | 84 |
| 4.4. 胍和羟胺           | 84 |
| 4.5. 氰化氢            | 85 |
| 4.6. 氨的衍生物小结        | 83 |
| <b>第四章 硝酸的生产与肥料</b> | 86 |
| 1. 硝酸的生产            | 86 |
| 1.1. 硝酸的性质          | 86 |
| 1.2. 工业上的重要性        | 87 |
| 1.3. 由氨生产硝酸         | 87 |
| 1.4. 生产成本           | 91 |
| 1.5. 硝酸的用途          | 92 |
| 2. 肥料               | 93 |
| 2.1. 植物对营养元素的需求     | 93 |
| 2.2. 定义和分类          | 93 |
| 2.3. 肥料的用途          | 94 |
| 2.4. 对肥料的需求         | 95 |

|                                    |            |
|------------------------------------|------------|
| 2.5. 肥料的成本 .....                   | 96         |
| 2.6. 矿物肥料的原料来源和生产 .....            | 97         |
| 2.7. 肥料的贮存 .....                   | 99         |
| 2.8. 硝酸用途小结 .....                  | 99         |
| <b>第五章 硫和硫酸的生产 .....</b>           | <b>100</b> |
| 1. 硫 .....                         | 100        |
| 1.1. 物理性质 .....                    | 100        |
| 1.2. 存在 .....                      | 100        |
| 1.3. 硫的提取 .....                    | 101        |
| 1.4. 硫的化学性质 .....                  | 103        |
| 1.5. 硫的用途 .....                    | 103        |
| 2. 硫酸 .....                        | 103        |
| 2.1. 工业上的重要性 .....                 | 103        |
| 2.2. 硫酸和发烟硫酸的物理性质 .....            | 103        |
| 2.3. 硫酸的生产 .....                   | 104        |
| 2.4. 硫酸的性质和用途 .....                | 108        |
| <b>第六章 磷和磷酸生产 .....</b>            | <b>111</b> |
| 1. 磷 .....                         | 111        |
| 1.1. 性质 .....                      | 111        |
| 1.2. 存在 .....                      | 111        |
| 1.3. 电热法制磷 .....                   | 112        |
| 1.4. 磷的用途 .....                    | 115        |
| 2. 磷酸 .....                        | 116        |
| 2.1. 纯磷酸 .....                     | 116        |
| 2.2. 湿法制磷酸 .....                   | 117        |
| 2.3. 磷酸的用途 .....                   | 118        |
| <b>第七章 无机含氧化合物与过氧化氢和过硼酸盐 .....</b> | <b>120</b> |
| 1. 名词定义 .....                      | 120        |
| 2. 无机含氧酸 .....                     | 121        |
| 2.1. 重要的无机含氧酸盐 .....               | 122        |
| 3. 过氧化物 .....                      | 124        |
| 3.1. 过氧化氢的工业制法 .....               | 124        |

|                           |            |
|---------------------------|------------|
| 3.2. 过氧化氢的性质和用途 .....     | 126        |
| 3.3. 金属过氧化物 .....         | 127        |
| 3.4. 过(氧)水合尿素 .....       | 127        |
| 3.5. 过硼酸盐 .....           | 128        |
| <b>第八章 无机颜料和填充剂 .....</b> | <b>130</b> |
| 1. 无机颜料 .....             | 130        |
| 1.1. 定义 .....             | 131        |
| 1.2. 用途和在工业上的重要性 .....    | 132        |
| 1.3. 颜料的化学和物理性质 .....     | 133        |
| 1.4. 无机颜料的化学制备方法 .....    | 133        |
| 2. 无机填充剂 .....            | 138        |
| 2.1. 定义 .....             | 138        |
| 2.2. 用途和在工业上的重要性 .....    | 139        |
| 2.3. 物理性质 .....           | 140        |
| 2.4. 重要填充剂的化学制备方法 .....   | 142        |
| <b>第九章 原子核化学 .....</b>    | <b>145</b> |
| 1. 理论原理 .....             | 145        |
| 1.1. 元素和同位素 .....         | 145        |
| 1.2. 原子核反应过程 .....        | 147        |
| 1.3. 原子核转变 .....          | 147        |
| 1.4. 能量转换 .....           | 148        |
| 1.5. 原子核稳定性与放射性 .....     | 148        |
| 1.6. 人工原子核转变 .....        | 151        |
| 2. 原子能的实际应用 .....         | 154        |
| 2.1. 原子能发电的操作 .....       | 154        |
| 2.2. 核反应堆的结构 .....        | 155        |
| 3. 核裂变产物的实际应用 .....       | 156        |
| 3.1. 放射性标记与示踪同位素 .....    | 156        |
| 3.2. 放射性物质在医学上的应用 .....   | 157        |
| 3.3. 放射性物质在科学研究中的应用 ..... | 158        |
| 4. 核辐射的应用 .....           | 161        |
| 4.1. 医学上的诊断和治疗 .....      | 161        |

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 4.2. 消毒 .....              | 161 |
| 4.3. 材料的非破坏性试验 .....       | 161 |
| 4.4. 光源 .....              | 162 |
| 4.5. 放射性同位素在制备化学中的应用 ..... | 163 |

## 第三部分 有机化学基础

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| <b>第一章 基本概念与分类</b> ..... | 165 |
| 1. 有机化合物的组成及特征 .....     | 165 |
| 2. 有机化合物的化学结构 .....      | 166 |
| 2.1. 碳原子的立体观念 .....      | 166 |
| 2.2. 化学结构的基本观点 .....     | 167 |
| 2.3. 同系列、同系物与官能团 .....   | 167 |
| 3. 有机化合物分类 .....         | 168 |
| <b>第二章 饱和烃</b> .....     | 170 |
| 1. 烷烃 .....              | 170 |
| 1.1. 直链烷烃的命名 .....       | 170 |
| 1.2. 结构同分异构 .....        | 171 |
| 1.3. 烷烃的一价基和二价基 .....    | 173 |
| 1.4. 支链烷烃的命名 .....       | 174 |
| 1.5. 烷烃的物理和化学性质 .....    | 176 |
| 2. 环烷烃 .....             | 177 |
| 2.1. 环烷烃的命名 .....        | 177 |
| 2.2. 环烷烃的物理和化学性质 .....   | 178 |
| 3. 饱和烃的来源和用途 .....       | 180 |
| <b>第三章 不饱和烃</b> .....    | 181 |
| 1. 链烯烃 .....             | 181 |
| 1.1. 链烯烃的命名 .....        | 181 |
| 1.2. 顺反异构 .....          | 182 |
| 1.3. 链烯烃的物理和化学性质 .....   | 183 |
| 1.4. 二烯烃 .....           | 186 |

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 2. 环烯烃                | 187 |
| 3. 炔烃                 | 188 |
| 3.1. 炔烃的命名            | 188 |
| 3.2. 炔烃的物理和化学性质       | 189 |
| 4. 不饱和烃的利用与来源         | 191 |
| <b>第四章 芳香烃</b>        | 191 |
| 1. 单环芳烃               | 191 |
| 1.1. 苯                | 191 |
| 1.2. 烷基苯              | 194 |
| 2. 多环芳烃               | 199 |
| 2.1. 单联多环芳烃           | 200 |
| 2.2. 稠环芳烃             | 201 |
| 3. 芳烃的来源与用途           | 203 |
| <b>第五章 杂环化合物</b>      | 203 |
| 1. 杂环化合物的分类和命名        | 203 |
| 2. 五节杂环化合物            | 206 |
| 3. 六节杂环化合物            | 208 |
| 4. 稠合杂环化合物            | 209 |
| <b>第六章 烃的衍生物</b>      | 209 |
| 1. 一元和多元取代烃           | 209 |
| 2. 烃的卤素衍生物            | 210 |
| 2.1. 一元卤素衍生物与伯、仲、叔碳原子 | 211 |
| 2.2. 多元卤代烃            | 211 |
| 2.3. 反应和用途            | 213 |
| 3. 羟基和多羟基化合物          | 214 |
| 3.1. 一元醇与伯、仲、叔醇       | 214 |
| 3.2. 多元醇              | 216 |
| 3.3. 醇的反应和用途          | 217 |
| 3.4. 一元酚              | 219 |
| 3.5. 多元酚              | 219 |
| 3.6. 酚的反应和用途          | 220 |

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 4. 醚                           | 221 |
| 4.1. 单醚、混醚、多醚、环醚和环氧化物          | 221 |
| 4.2. 醚的反应和用途                   | 223 |
| 5. 硫醇和有机硫化物                    | 223 |
| 6. 磺酸                          | 224 |
| 7. 硝基化合物                       | 225 |
| 8. 胺                           | 226 |
| 8.1. 伯胺、仲胺和叔胺, 简单胺、混合胺和环胺      | 226 |
| 8.2. 醇胺、氨基酚、氨基磺酸与硝基苯胺          | 228 |
| 8.3. 胺的反应和用途                   | 230 |
| 9. 醛                           | 232 |
| 9.1. 简单醛                       | 232 |
| 9.2. 二元醛与羟基醛                   | 233 |
| 9.3. 醛的反应和用途                   | 234 |
| 10. 酮                          | 235 |
| 10.1. 简单酮和混合酮                  | 236 |
| 10.2. 二元酮、羟基酮与酮醛               | 236 |
| 10.3. 酮的反应和用途                  | 237 |
| 11. 碳水化合物                      | 238 |
| 12. 羧酸                         | 239 |
| 12.1. 一元羧酸                     | 239 |
| 12.2. 二元羧酸                     | 241 |
| 12.3. 羧酸的反应和用途                 | 242 |
| 13. 羧酸衍生物                      | 244 |
| 13.1. 酯与酯化、缩合与缩聚、蜡、油脂、肥皂与皂化、聚酯 | 244 |
| 13.2. 羧酸卤化物                    | 247 |
| 13.3. 羧酸酰胺                     | 247 |
| 13.4. 羧酸酐                      | 248 |
| 13.5. 腈                        | 249 |
| 14. 取代羧酸                       | 249 |
| 14.1. 卤代羧酸                     | 250 |

|                             |            |
|-----------------------------|------------|
| 14.2. 羧基酸与内酯 .....          | 250        |
| 14.3. 氨基酸、内酰胺、聚酰胺与蛋白质 ..... | 252        |
| 15. 磺酸衍生物 .....             | 254        |
| 16. 碳酸衍生物 .....             | 255        |
| <b>第七章 生物高分子</b> .....      | <b>256</b> |
| 1. 葡萄糖 .....                | 256        |
| 2. 氨基酸 .....                | 258        |
| 3. 氨基酸 .....                | 259        |
| 4. 醋酸 .....                 | 260        |
| 5. 异戊二烯 .....               | 261        |
| 6. 吡吩 .....                 | 263        |

## 第四部分 有机原料及主要有机产品的工业制法

|                              |            |
|------------------------------|------------|
| <b>第一章 原油与天然气</b> .....      | <b>265</b> |
| 1. 石油化学与烃类化合物 .....          | 265        |
| 2. 石油化工原料 .....              | 266        |
| 2.1. 原油 .....                | 266        |
| 2.2. 天然气 .....               | 268        |
| 2.3. 石油、天然气和石油化工产品的运输网 ..... | 269        |
| 3. 石油化学工艺与单元过程 .....         | 271        |
| 3.1. 蒸馏 .....                | 271        |
| 3.2. 化学反应 .....              | 275        |
| <b>第二章 煤炭</b> .....          | <b>281</b> |
| 1. 煤炭的形成 .....               | 281        |
| 2. 煤的经济价值 .....              | 283        |
| 2.1. 煤的埋藏量 .....             | 283        |
| 2.2. 煤的利用 .....              | 283        |
| 3. 煤化学 .....                 | 285        |
| 3.1. 各种煤的组成 .....            | 285        |
| 3.2. 煤的化学转化 .....            | 287        |



|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 4. 煤加工的各种方法小结 .....            | 297 |
| <b>第三章 氢化反应(甲醇与羰基合成)</b> ..... | 298 |
| 1. 氢化反应 .....                  | 298 |
| 2. 甲醇合成 .....                  | 299 |
| 2.1. 甲醇的物理和化学性质 .....          | 299 |
| 2.2. 甲醇的经济价值 .....             | 300 |
| 2.3. 甲醇的工业制法——高压合成 .....       | 300 |
| 2.4. 甲醇的化学反应 .....             | 304 |
| 2.5. 甲醇的用途 .....               | 305 |
| 2.6. 甲醇的用途及其衍生产品小结 .....       | 308 |
| 3. 羰基合成反应 .....                | 308 |
| 3.1. 羰基合成反应的沿革 .....           | 308 |
| 3.2. 羰基合成的经济意义 .....           | 309 |
| 3.3. 羰基合成的化学 .....             | 310 |
| 3.4. 生产工艺 .....                | 312 |
| 3.5. 羰基合成产品的用途 .....           | 315 |
| 3.6. 羰基合成产品及其各种衍生产品的用途小结 ..... | 320 |
| <b>第四章 氧化反应</b> .....          | 321 |
| 1. 环氧乙烷 .....                  | 322 |
| 1.1. 生产方法 .....                | 322 |
| 1.2. 环氧乙烷的物理性质 .....           | 324 |
| 1.3. 环氧乙烷的化学性质 .....           | 325 |
| 1.4. 环氧乙烷作为中间体 .....           | 326 |
| 1.5. 用环氧乙烷生产的产品小结 .....        | 328 |
| 2. 乙醛 .....                    | 328 |
| 2.1. 生产方法 .....                | 328 |
| 2.2. 乙醛的物理性质 .....             | 332 |
| 2.3. 乙醛的化学性质 .....             | 332 |
| 2.4. 用乙醛生产的产品小结 .....          | 334 |
| 3. 醋酸 .....                    | 334 |
| 3.1. 生产方法 .....                | 334 |
| 3.2. 醋酸的物理性质 .....             | 336 |