

# 有机化学官能团转化总表 (速记版)

★ 核心思路: 识别官能团 → 选择试剂/条件 → 发生反应 → 得到产物

官能团 (起始物)	试剂 / 条件	反应类型	主要产物	备注 / 典型用途
<b>烯烃</b> $C=C$	$H_2 / Ni$	加成 (氢化)	烷烃 $-C-C$	加氢还原
	$H_2O / H^+$ (稀硫酸)	加成 (水合)	醇 $-OH$	马氏加成
	$HX$ (HCl, HBr)	加成 (卤化氢)	卤代烃 $-X$	马氏加成
	$X_2$ ( $Cl_2, Br_2$ )	加成 (卤素)	卤代烃 $-X \quad X-$	生成邻二卤
	$KMnO_4$ (冷稀)	加成 (氧化)	邻二醇 $-OH \quad -OH$	温和氧化
	$O_3$ , 或 $KMnO_4$ (热)	氧化 (断裂)	醛/酮/酸 $-CHO / -COOH$	强氧化断裂
<b>炔烃</b> $C\equiv C$	$H_2 / Ni$ (1当量)	加成 (部分氢化)	烯烃	顺式加成
	$H_2 / Ni$ (2当量)	加成 (完全氢化)	烷烃	完全加氢
	$HX$ (1当量)	加成 (卤化氢)	卤代烯烃	马氏加成
	$HX$ (2当量)	加成 (卤化氢)	二卤代烃	二次加成
<b>醇</b> $(R-OH)$	氧化 ( $Cu$ /加热)	氧化	醛 ( $1^\circ$ 醇) 或酮 ( $2^\circ$ 醇)	$1^\circ$ 醇 $\rightarrow$ 醛; $2^\circ$ 醇 $\rightarrow$ 酮
	强氧化 ( $KMnO_4 / \Delta$ )	强氧化	羧酸	进一步氧化为酸
	浓 $H_2SO_4 / \Delta$	消去	烯烃	脱水生成烯烃
	$HX$ (HCl, HBr)	取代	卤代烃 ( $R-X$ )	取代 $-OH$ 为 $-X$
	$SOCl_2$	取代	卤代烃 ( $R-Cl$ )	温和高效换Cl
<b>卤代烃</b> $(R-X)$	$NaOH$ (水溶液)	取代 (水解)	醇 ( $R-OH$ )	水解取代
	$NaOH$ (醇溶液, $\Delta$ )	消去	烯烃	消去生成烯烃
	$KCN$	取代 (亲核取代)	腈 ( $R-CN$ )	增长碳链 (+1C)
	$Mg$ / 乙醚	生成格氏试剂	格氏试剂 ( $R-MgX$ )	强亲核试剂
<b>醛</b> $(R-CHO)$	银氨溶液 / $\Delta$	氧化 (银镜反应)	$R-COO^-$ (或 $CO_2$ )	阳性 (银镜)
	新制 $Cu(OH)_2 / \Delta$	氧化 (斐林反应)	$R-COO^-$ (或 $CO_2$ )	砖红色沉淀
	氧化 ( $[O]$ )	氧化	羧酸 ( $R-COOH$ )	醛 $\rightarrow$ 酸
	$H_2 / Ni$	还原	醇 ( $R-CH_2OH$ )	还原为 $1^\circ$ 醇
	$NaBH_4$	还原	醇 ( $R-CH_2OH$ )	温和还原
<b>酮</b> $(R-CO-R')$	$H_2 / Ni$	还原	醇 ( $R-CHOH-R'$ )	还原为 $2^\circ$ 醇
	$NaBH_4$	还原	醇 ( $R-CHOH-R'$ )	温和还原为 $2^\circ$ 醇
	氧化 (一般不反应)	稳定	无反应	
<b>羧酸</b> $(R-COOH)$	$R'OH / 浓 H_2SO_4$	酯化 (取代)	酯 ( $R-COOR'$ )	可逆反应 (脱水)
	$SOCl_2$	生成酰氯	酰氯 ( $R-COCl$ )	高活性中间体
	$NH_3$ 或 $R'NH_2$	生成酰胺 (取代)	酰胺 ( $R-CONH_2$ )	与胺反应生成
	还原 ( $LiAlH_4$ )	还原	醇 ( $R-CH_2OH$ )	强还原剂
<b>酯</b> $(R-COOR')$	$H^+ / H_2O, \Delta$	水解 (酸性)	羧酸 + 醇	可逆
	$NaOH$ (水溶液), $\Delta$	水解 (碱性)	羧酸盐 + 醇	皂化反应 (不可逆)
<b>酰氯</b> $(R-COCl)$	$H_2O$	水解	羧酸 ( $R-COOH$ )	迅速水解
	$R'OH$	取代 (酯化)	酯 ( $R-COOR'$ )	生成酯 (快)
	$NH_3 / R'NH_2$	取代 (酰胺化)	酰胺 ( $R-CONH_2$ )	生成酰胺 (快)
	吡啶	辅助剂 (吸HCl)	无直接反应	防止副反应
<b>胺</b> $(R-NH_2)$	$HCl$ (过量)	成盐 (酸碱)	$R-NH_3^+ Cl^-$	显碱性
	$R-X$	烷基化 (取代)	$R-NHR'$ 或 $R-NR'_2$	生成 $2^\circ / 3^\circ$ 胺
	$R-COCl / R-COOH$	酰化 (取代)	酰胺 ( $R-CONHR'$ )	生成酰胺
<b>酚</b> $(Ar-OH)$	$Na$ (金属钠)	酸性反应	$Ar-ONa + 1/2 H_2 \uparrow$	生成氢气
	$FeCl_3$ (溶液)	显色反应	紫色	检验酚 (显色)
	浓 $HNO_3 / 浓 H_2SO_4$	硝化 (取代)	硝基酚	邻/对位取代
<b>咪唑</b> (五元含氧杂环)	$Br_2$ (温和条件)	取代 (亲电)	$\alpha$ -溴代咪唑 (2位)	比苯更活泼
	$KMnO_4$ (强氧化)	氧化 (开环)	开环产物 (酸类)	易被强氧化断裂
	$H_2$ (催化)	加成 (氢化)	四氢咪唑	加氢生成饱和环

注:  $R, R'$  表示烃基;  $[O]$  表示氧化剂;  $\Delta$  表示加热;  $X$  表示卤素 ( $Cl, Br, I$ )

### 特殊试剂 / 试剂作用速记

**$SOCl_2$  (亚硫酰氯)**

$$R-OH \xrightarrow{SOCl_2} R-Cl$$

$$R-COOH \xrightarrow{SOCl_2} R-COCl$$

作用: 把  $-OH$  变成  $-Cl$ ; 羧酸变成酰氯

---

**吡啶 ( $C_5H_5N$ )**



- 碱性: 吸收  $HCl$ , 促进反应
- 催化 / 辅助剂, 防止副反应

---

**$NaOH$**

水溶液: 亲核取代 (取代  $-X$  / 酯水解)  
醇溶液: 消去反应 (生成烯烃)

---

**浓  $H_2SO_4$**

- 酯化反应 (催化剂)
- 脱水 (消去剂)

---

**$CN^-$  (如  $KCN$ )**

$$R-X \xrightarrow{KCN} R-CN \xrightarrow{水解} R-COOH$$

作用: 增长碳链 (+1C)

---

### 羟醛缩合 (Aldol 缩合)

条件: 必须有  $\alpha-H$  的醛/酮, 碱性条件

步骤:

- 加成 (形成  $\beta$ -羟基化合物)

$$2 \text{ CH}_3\text{CHO} \xrightarrow{NaOH} \text{CH}_3\text{-CH(OH)-CH}_2\text{-CHO}$$

$\beta$ -羟基醛 (羟醛)

- 脱水 (生成共轭  $\alpha, \beta$ -不饱和化合物)

$$\xrightarrow{加热} \text{CH}_3\text{-CH=CH-CHO} + \text{H}_2\text{O}$$

• 作用: 构建碳骨架 (形成  $C-C$  键)

---

### 常见实验检验 / 现象

银镜反应: 醛、甲酸、甲酸酯  $\rightarrow$  银镜  
斐林反应: 醛  $\rightarrow$  砖红色沉淀  
 $Na$  (金属钠): 含  $-OH$  或  $-COOH$   $\rightarrow$  放出  $H_2$   
 $FeCl_3$  溶液: 酚类  $\rightarrow$  紫色  
溴水 ( $Br_2$ ): 烯烃、酚、咪唑  $\rightarrow$  褪色 (取代/加成)

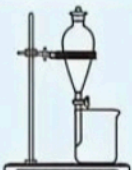
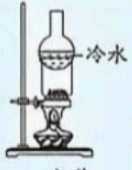
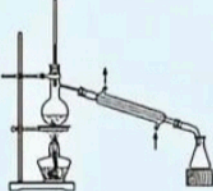

<b>1. 醇 <math>\rightarrow</math> 醛 <math>\rightarrow</math> 羧酸 (氧化链)</b> $R-CH_2OH \xrightarrow{Cu/\Delta \text{ 或 } [O]} R-CHO \xrightarrow{[O]} R-COOH$ 醇                      醛                      羧酸	<b>2. 醇 <math>\rightarrow</math> 烯 <math>\rightarrow</math> 醇 (来回转)</b> $R-CH_2CH_2OH \xrightarrow{浓 H_2SO_4/\Delta} R-CH=CH_2 \xrightarrow{H_2O/H^+} R-CH_2CH_2OH$ 醇                      烯                      醇	<b>3. 烯烃 <math>\rightarrow</math> 卤代烃 <math>\rightarrow</math> 醇</b> $R-CH=CH_2 \xrightarrow{HX} R-CHX-CH_3 \xrightarrow{NaOH(水)} R-CHOH-CH_3$ 烯烃                      卤代烃                      醇
<b>4. 卤代烃 <math>\rightarrow</math> 烯烃 (消去)</b> $R-CH_2CH_2X \xrightarrow{NaOH(醇)/\Delta} R-CH=CH_2$ 卤代烃                      烯烃	<b>5. 羧酸 <math>\leftrightarrow</math> 酯</b> $R-COOH + R'-OH \xrightarrow{浓 H_2SO_4} R-COOR' + H_2O$ 水解: $R-COOR' \xrightarrow{H^+ \text{ 或 } NaOH} R-COOH + R'-OH$	<b>6. 增长碳链 (+1C)</b> $R-X \xrightarrow{KCN} R-CN \xrightarrow{H_2O/H^+ \text{ 或 } \Delta} R-COOH$ 卤代烃                      腈                      羧酸
<b>7. 醛/酮 <math>\rightarrow</math> 醇 (还原)</b> $R-CHO \xrightarrow{H_2/Ni} R-CH_2OH$ $R-CO-R' \xrightarrow{H_2/Ni} R-CHOH-R'$	<b>8. 醇 <math>\rightarrow</math> 卤代烃 (中转)</b> $R-OH \xrightarrow{HX \text{ 或 } SOCl_2} R-X \rightarrow \text{继续转化}$	<b>9. 酰氯的利用</b> $R-COOH \xrightarrow{SOCl_2} R-COCl \begin{cases} + H_2O \rightarrow R-COOH \\ + R'OH \rightarrow R-COOR' \\ + NH_3 \rightarrow R-CONH_2 \end{cases}$
<b>10. 芳香环取代</b> $\text{C}_6\text{H}_6 + Cl_2 \xrightarrow{FeCl_3} \text{C}_6\text{H}_5Cl + HCl$ $+ 浓 HNO_3 / 浓 H_2SO_4 \rightarrow \text{硝基苯}$	<b>11. 咪唑反应</b> $\text{咪唑} + Br_2 \xrightarrow{温和} \alpha\text{-溴代咪唑 (2位)}$ $+ KMnO_4 \xrightarrow{强} \text{开环产物}$	<b>12. 羟醛缩合 (再强调)</b> $2 R-CHO \xrightarrow{NaOH} R-CH(OH)-CH_2-CHO \xrightarrow{\Delta} R-CH=CH-CHO + H_2O$

<b>反应类型判口诀</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 加成: 多变少 (双键破坏)</li> <li>• 消去: 少变多 (生成双键)</li> <li>• 取代: 换基团 (原子/基团被换)</li> <li>• 氧化: 加氧去氢</li> <li>• 还原: 加氢去氧</li> </ul>	<b>合成题解题思路</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>① 分析目标官能团</li> <li>② 寻找可由什么转化得到 (逆向思维)</li> <li>③ 选择合适试剂/条件连接步骤</li> <li>④ 注意: 保护、引入、构建骨架、改变活性</li> </ol>	<b>NMR 快速判断</b> <p>峰数 = 不同氢环境数 峰面积比 = 各环境氢的个数比</p>	<b>高频易错点提醒</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>NaOH(水) \neq NaOH(醇)</math></li> <li>2. 酯化可逆, 水解 (碱性) 不可逆</li> <li>3. 甲烷无 <math>\alpha-H</math>, 不能发生羟醛缩合</li> <li>4. <math>SOCl_2</math> 生成的酰氯要及时利用</li> <li>5. 咪唑比苯更活泼, 易被氧化</li> </ol>
--	---	--	--

## 有机物制备实验题分析模型

<b>明确反应原理</b>	依据实验要求，确定制备物质的反应原理。一般题目中都会给出反应原理，但需要考生抓住反应的特点（如可逆反应等），并分析可能发生的副反应
<b>熟知实验仪器</b>	熟知有机实验常用的仪器装置，主要包括制备和分离提纯装置，涉及的仪器有恒压滴液漏斗、三颈烧瓶、蒸馏烧瓶、各种冷凝管、减压蒸馏装置、抽滤装置
<b>分析杂质成分</b>	依据实验试剂、反应原理及可能发生的副反应，结合题目提供的各物质的溶解性、密度等信息，判断产品中可能混有的杂质
<b>设计分离提纯方案</b>	依据产品和杂质的性质差异（如溶解性、熔沸点、密度、物质的状态等）选择合适的分离、提纯方法
<b>计算产品产率</b>	依据反应原理和试剂的用量，确定少量物质，进而计算产品的理论产量，则产品的产率为实际产量 ÷ 理论产量 × 100%

### 分离、提纯方法辨析

方法或装置	适用范围	操作或注意事项
萃取	利用物质在两种不互溶的溶剂中的溶解度不同而得以分离	关闭活塞，向分液漏斗中加入溶液与萃取剂并塞上玻璃塞→用右手压住分液漏斗的玻璃塞，左手握住活塞部分，把分液漏斗颈向上倾斜45°，振荡→打开活塞放气（重复几次）→关闭活塞，静置分层
 分液	将两种互不相溶的液体分开	(1)待液体分层后，将分液漏斗的玻璃塞打开（或使玻璃塞上的凹槽对准分液漏斗颈上的小孔），再打开活塞使下层液体从下口流出，最后将上层液体从上口倒出。 (2)分液时，漏斗尖端与烧杯内壁接触，防止液体飞溅；眼睛注视液体的分层液面，及时关闭活塞，防止上层液体流入烧杯
 升华	除去易升华的杂质或分离升华难易度不同的固体混合物	当需要升华的粗产品量较大时，可将待升华的粗产品放在烧杯中，在烧杯上放一个大小合适的盛有冷水的圆底烧瓶，升华后的产品会凝结在圆底烧瓶底部
 蒸馏（或分馏）	分离液体混合物中两种（或多种）沸点相差较大的组分	(1)温度计的玻璃泡应位于蒸馏烧瓶的支管口处， <u>如果偏上则收集的馏分的沸点偏高，如果偏下则收集的馏分的沸点偏低。</u> <u>巧记为“上高下低”。</u> (2)通常情况下，接收馏出液的锥形瓶不能加瓶塞，否则会使锥形瓶中的压强过大，可能引发事故。 (3)如果加热后发现忘记添加碎瓷片或沸石，必须先移去热源，待液体冷却后再补加。 (4)当液体沸点较高或温度较高时易分解，可采用减压蒸馏以降低蒸馏温度
 蒸发结晶或蒸发浓缩、冷却结晶	进行固（可溶）液分离或利用物质在同一溶剂中溶解度不同进行固固（均可溶）分离	(1)蒸发结晶：分离易溶性固体物质与溶剂，溶质在蒸发时不分解或不水解。 (2)蒸发浓缩、冷却结晶：分离受热易分解的物质或带有结晶水的物质，蒸发浓缩至有少量晶体或晶膜出现时停止加热，冷却结晶
重结晶	常用于分离、提纯固态有机物	(1)杂质在此溶剂中溶解度很小或很大。 (2)被提纯的有机物在此溶剂中的溶解度受温度的影响较大