

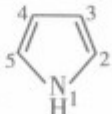
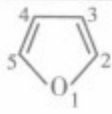
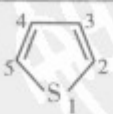
杂环化合物

第一节 杂环化合物的分类和命名

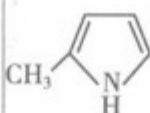
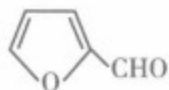
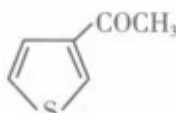
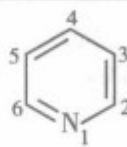
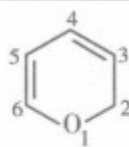
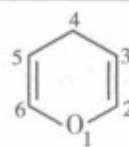
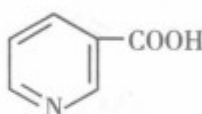
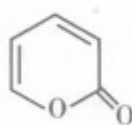
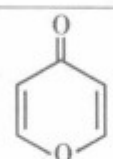
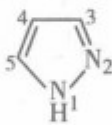
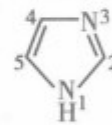
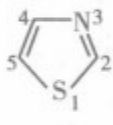
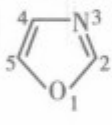
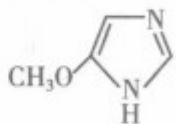
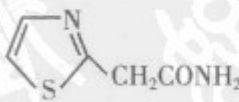
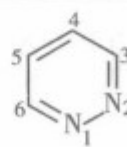
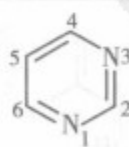
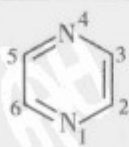
一、杂环化合物的定义和分类

定义	杂环化合物是指成环原子中除了碳原子外还含有其他原子的一类环状化合物。这些成环的非碳原子统称为杂原子（常见的杂原子 N、O、S）
分类	<p>根据环的数目、环的大小以及杂原子的数目不同进行分类：</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;"> 杂环 <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div>单杂环</div> <div>稠杂环</div> </div> </div> <div> <div> 五元单杂环 <div> 单杂原子五元单杂环(如呋喃) 双杂原子五元单杂环(如咪唑) </div> </div> <div> 六元单杂环 <div> 单杂原子六元单杂环(如吡啶) 双杂原子六元单杂环(如嘧啶) </div> </div> <div> 单杂原子稠杂环 <div> 单杂原子五元稠杂环(如吡咯) 单杂原子六元稠杂环(如喹啉) </div> </div> <div> 双杂原子稠杂环(如吩嗪) </div> <div> 多杂原子稠杂环(如嘌呤) </div> </div> </div>
	<p>根据成环杂原子种类不同可将杂环分为</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;">氮杂环(如吡咯)</div> <div style="margin-right: 10px;">氧杂环(如呋喃)</div> <div>硫杂环(如噻吩)</div> </div>

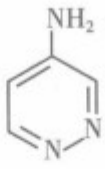
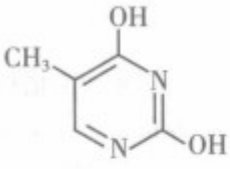
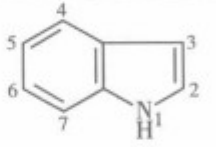
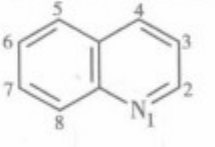
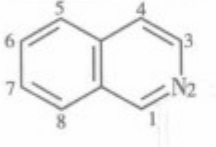
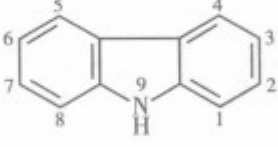
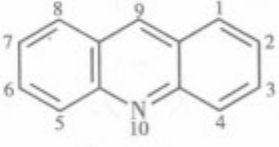
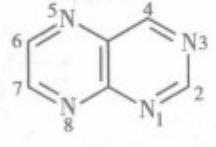
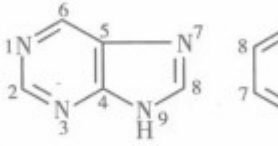
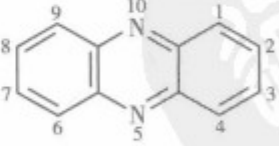
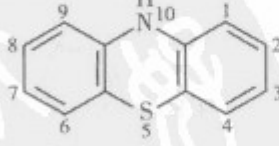
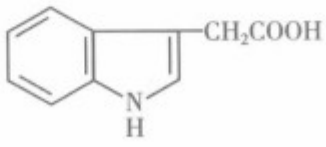
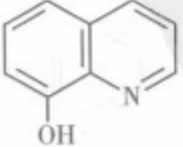
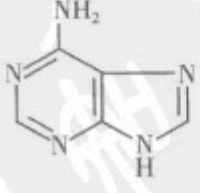
二、有特定名称的杂环母核及其衍生物的命名及编号

类别	命名实例			命名原则
单杂原子五元单杂环	 <p>吡咯 pyrrole</p>	 <p>呋喃 furan</p>	 <p>噻吩 thiophene</p>	

续表

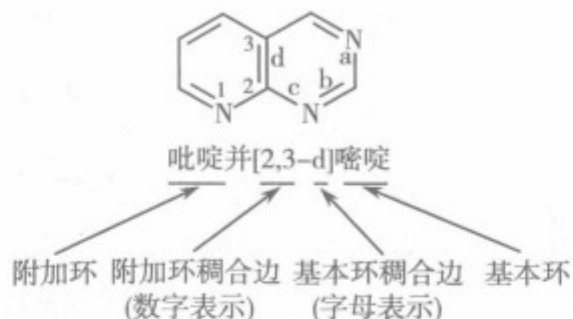
类别	命名实例			命名原则	
单杂原子五元单杂环	 2-甲基吡咯 2-methylpyrrole	 2-呋喃甲醛(俗称糠醛) 2-furancarbaldehyde	 3-乙酰基噻吩 3-acetylthiophene	单杂原子杂环, 从杂原子开始编号。环上有取代基时, 尽可能使其位次较小。环上连有标氢时, 应给标氢尽可能低的编号, 用位次加 <i>H</i> (斜体大写) 来表示	
单杂原子六元单杂环	 吡啶 pyridine	 2 <i>H</i> -吡喃 2 <i>H</i> -pyran	 4 <i>H</i> -吡喃 4 <i>H</i> -pyran		
	 3-吡啶甲酸(俗称烟酸) 3-pyridinecarboxylic acid	 α -吡喃酮 α -pyranone	 γ -吡喃酮 γ -pyranone		
双杂原子五元单杂环	 吡唑 pyrazole	 咪唑 imidazole	 噻唑 thiazole	 噁唑 oxazole	双杂原子杂环, 应使杂原子有尽可能低的编号。杂原子不同时, 按 O、S、NH、N 的顺序决定优先杂原子
	 5-甲氧基咪唑 5-methoxyimidazole	 2-噻唑乙酰胺 2-thiazoleacetamide			
双杂原子六元单杂环	 哒嗪 pyridazine	 嘧啶 pyrimidine	 吡嗪 pyrazine		

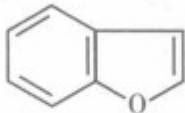
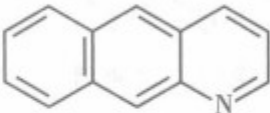
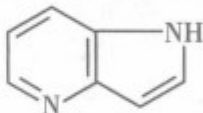
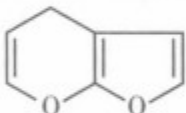
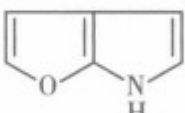
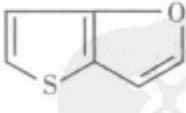
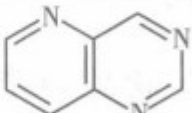
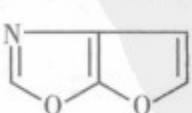
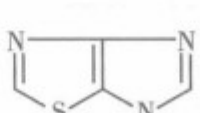
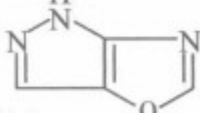
续表

类别	命名实例	命名原则
双杂原子六元单杂环	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>4-氨基哒嗪 4-aminopyridazine</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>5-甲基-2,4-二羟基嘧啶(胸腺嘧啶) 2,4-dihydroxy-5-methylpyrimidine</p> </div> </div>	双杂原子杂环, 应使杂原子有尽可能低的编号。杂原子不同时, 按O、S、NH、N的顺序决定优先杂原子
稠杂环	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>吲哚 indole</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>喹啉 quinoline</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>异喹啉 isoquinoline</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">  <p>咔唑 carbazole</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>吖啶 acridine</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>蝶啶 pteridine</p> </div> </div>	稠杂环大多按照相应稠芳烃碳环母核的编号进行编号
	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>嘌呤 purine</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>吩嗪 phenazine</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>吩噻嗪 phenothiazine</p> </div> </div>	少数稠杂环如嘌呤、吩嗪等有特殊规定的编号
	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>3-吲哚乙酸 3-indoleacetic acid</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>8-羟基喹啉 8-hydroxyquinoline</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>6-氨基嘌呤(腺嘌呤) 6-aminopurine</p> </div> </div>	

三、无特定名称的稠杂环的命名

基本原则：确定基本环和附加环，按“附加环”并“基本环”的形式命名。
例如：



	举 例	原 则
基本环的选定	 苯并呋喃	芳碳环与杂环组成的稠杂环，选择杂环为基本环
	 苯并噻啉	
	 吡咯并吡啶	两个杂环大小不同时，选择大的杂环为基本环
	 呋喃并吡喃	
	 呋喃并吡咯	两个杂环大小相同而杂原子种类不同时，按 N、O、S 优先顺序选择基本环
	 噻吩并呋喃	
	 吡啶并嘧啶	两个杂环大小相同而杂原子数目不同时，选择含杂原子数目多的杂环为基本环
	 呋喃并噁唑	
	 咪唑并噻唑	两个杂环大小及杂原子数目都相同，但杂原子种类不同时，选择含杂原子种类多的杂环为基本环
	 吡唑并噁唑	

续表

	举 例	原 则
基本环的选定	 吡嗪并嘧啶 咪唑并吡啶	两个杂环大小及杂原子种类、数目均相同时, 选择耦合前杂原子编号较小的杂环为基本环
耦合边的表示	 苯并[b]呋喃 吡啶并[2,3-d]咪唑 噻吩并[3,2-b]吡咯 咪唑并[2,1-b]噻唑	按耦合前原杂环的编号原则, 基本环从1位原子开始用字母 a、b、c…依次表示各边的编号, 附加环用数字 1、2、3…依次表示各原子的编号, 并尽可能使耦合边的编号较小。数字的书写顺序要与字母的排序一致。芳碳环不编号
周边编号	 2-氨基-6H-咪唑并[4,5-d]噻唑 6-苯基-2,3,5,6-四氢咪唑并[2,1-b]噻唑 (驱虫净)	基本遵循芳稠环的编号原则, 共用碳原子不编号, 共用杂原子要编号。在满足杂原子编号尽可能小的前提下, 再考虑按 O、S、NH、N 的顺序编号

第二节 六元杂环化合物

一、六元杂环化合物的结构特点和物理性质

名称	共轭大 π 键示意图	芳香性	碱性 (pK_a)	沸点 ($^{\circ}\text{C}$)	偶极距 (C.m)	水溶性
吡啶		有	5.19	115.5	7.41×10^{-30}	混溶

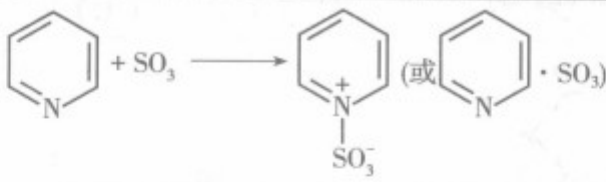

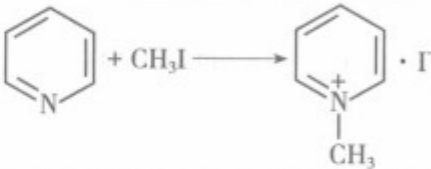
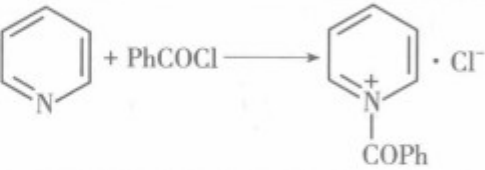
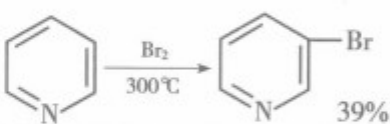
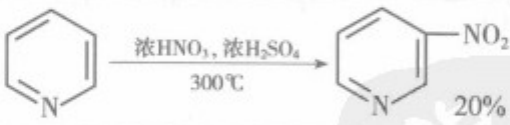
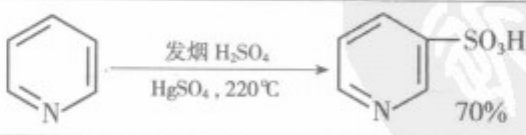
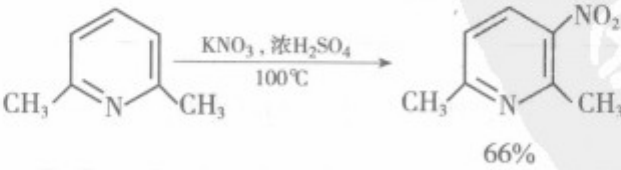
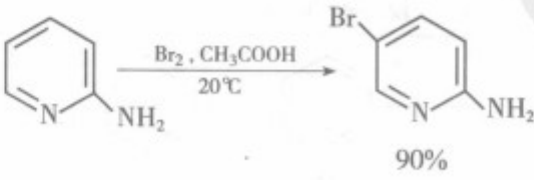
续表

名称	共轭大 π 键示意图	芳香性	碱性 (pK_b)	沸点 ($^{\circ}\text{C}$)	偶极距 (C.m)	水溶性
喹啉		有	4.90	238	—	热水溶
异喹啉		有	5.42	243	—	热水溶
哒嗪		有	2.33	207	13.1×10^{-30}	混溶
嘧啶		有	1.30	124	6.99×10^{-30}	混溶
吡嗪		有	0.65	121	0	溶

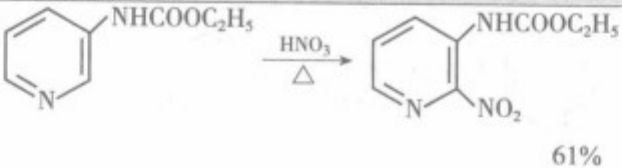
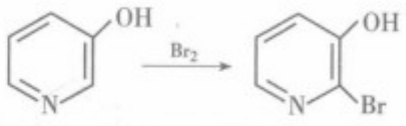
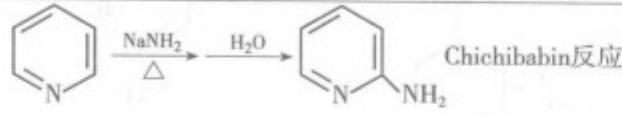

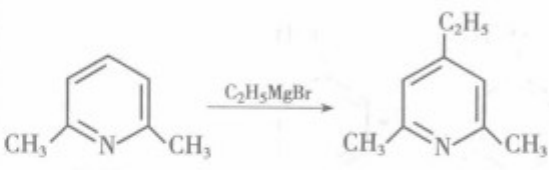
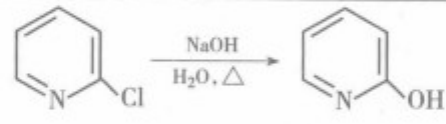
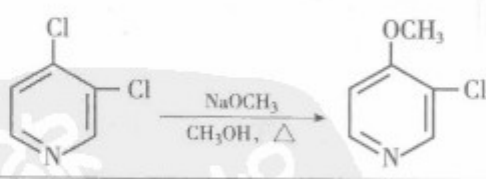
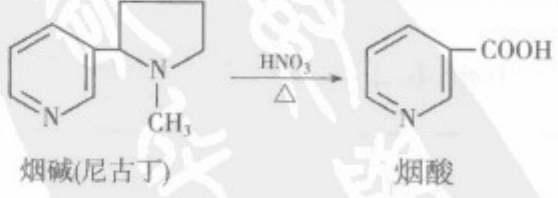
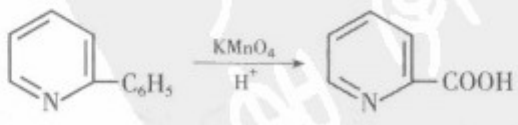

二、吡啶的化学性质

反应类型	反应实例	备注
成盐反应	$\text{Pyridine} + \text{HCl} \longrightarrow \text{Pyridinium}^+ \text{Cl}^- \text{ (或 } \text{Pyridine} \cdot \text{HCl)}$	

续表

反应类型	反应实例	备 注
成盐反应		吡啶三氧化硫是温和的非质子性磺化试剂
		吡啶三氧化铬是温和的非质子性氧化试剂 (Sarrett 试剂)
		碘化 N-甲基吡啶是温和的非质子性甲基化试剂
		氯化 N-苯甲酰基吡啶是温和的非质子性酰基化试剂
亲电取代反应		吡啶是缺 π 杂环, 亲电取代反应活性比苯低。反应主要发生在 β 位。吡啶不发生 Friedel-Crafts 反应
		
		
	 	当 α 、 γ 位上有供电子基团时, 亲电取代反应活性增强

续表

反应类型	反应实例	备 注
亲电取代反应	 	当β位上有强供电子基团时, 反应则由强供电子基团定位
亲核取代反应	    	吡啶比苯容易发生亲核取代反应, 且主要发生在电子云密度较低的α位, 其次是γ位
氧化反应	  	吡啶是缺π杂环, 不易失去电子, 难以被氧化。但烷基或芳基侧链可被氧化

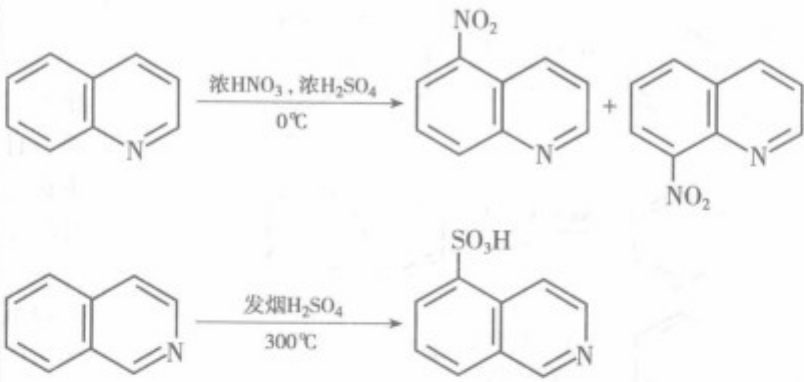
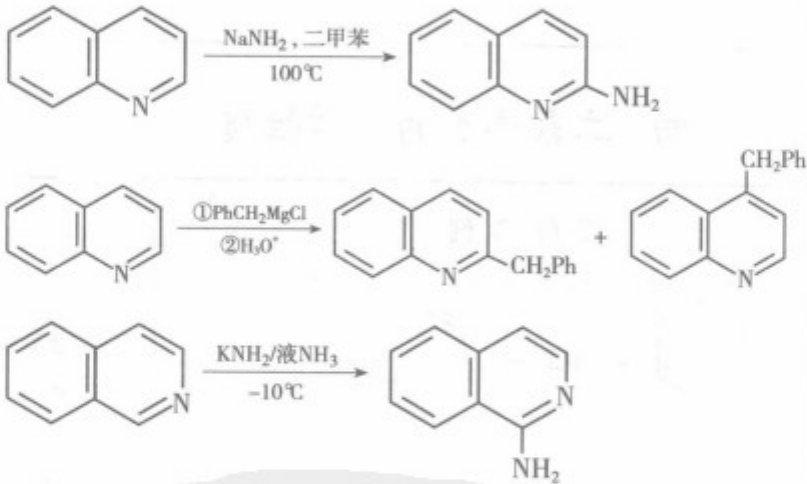
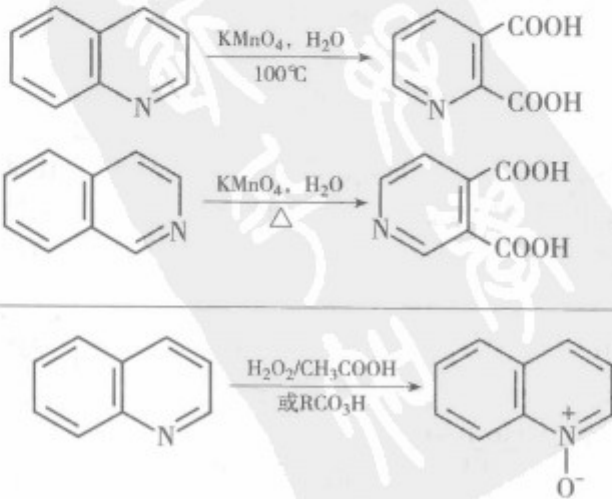

续表

反应类型	反应实例	备 注
氧化反应		吡啶的 N-氧化物是合成上很有用的中间体, 既易进行亲电取代反应, 也能进行亲核取代反应, 且都发生在 γ 位或 α 位。可用来制备那些直接用吡啶进行取代反应所得不到的产物
还原反应	<p>哌啶($pK_a=11.2$)</p>	吡啶比苯易还原, 产物哌啶是仲胺, 碱性比吡啶强

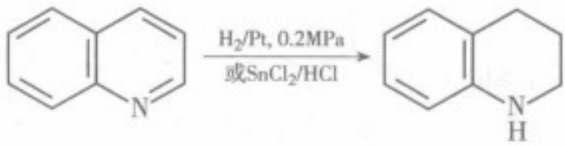
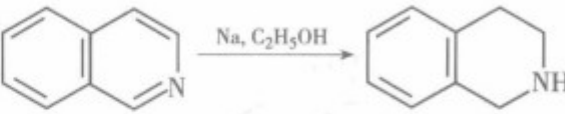
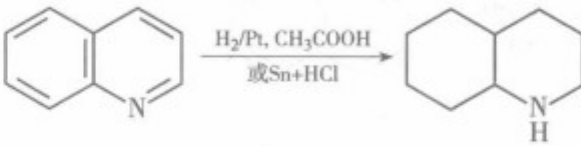
三、喹啉和异喹啉的化学性质

反应类型	反应实例	备 注
亲电取代反应		反应主要发生在电子云密度较大的苯环上, 其反应活性比萘小, 比吡啶大

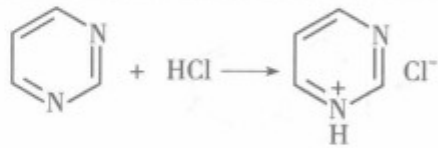
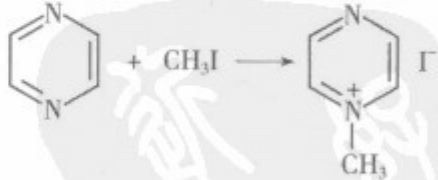
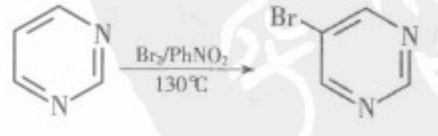

续表

反应类型	反应实例	备注
亲电取代反应	 <p> <chem>c1ccc2c(c1)cnc3ccccc23</chem> $\xrightarrow[0^{\circ}\text{C}]{\text{浓HNO}_3, \text{浓H}_2\text{SO}_4}$ <chem>O=[N+]([O-])c1ccc2c(c1)cnc3ccccc23</chem> + <chem>O=[N+]([O-])c1ccc2c(c1)cnc3ccccc23</chem> </p> <p> <chem>c1ccc2c(c1)cnc3ccccc23</chem> $\xrightarrow[300^{\circ}\text{C}]{\text{发烟H}_2\text{SO}_4}$ <chem>OS(=O)(=O)c1ccc2c(c1)cnc3ccccc23</chem> </p>	喹啉主要在5位和8位取代, 异喹啉主要在5位取代
亲核取代反应	 <p> <chem>c1ccc2c(c1)cnc3ccccc23</chem> $\xrightarrow[100^{\circ}\text{C}]{\text{NaNH}_2, \text{二甲苯}}$ <chem>Nc1ccc2c(c1)cnc3ccccc23</chem> </p> <p> <chem>c1ccc2c(c1)cnc3ccccc23</chem> $\xrightarrow[\text{②H}_3\text{O}^+]{\text{①PhCH}_2\text{MgCl}}$ <chem>c1ccc2c(c1)cnc3ccccc23CCc1ccccc1</chem> + <chem>c1ccc2c(c1)cnc3ccccc23CCc1ccccc1</chem> </p> <p> <chem>c1ccc2c(c1)cnc3ccccc23</chem> $\xrightarrow[-10^{\circ}\text{C}]{\text{KNH}_2/\text{液NH}_3}$ <chem>Nc1ccc2c(c1)cnc3ccccc23</chem> </p>	反应主要发生在吡啶环上, 其反应活性比吡啶大。喹啉主要在2位或4位取代, 异喹啉主要在1位取代
氧化反应	 <p> <chem>c1ccc2c(c1)cnc3ccccc23</chem> $\xrightarrow[100^{\circ}\text{C}]{\text{KMnO}_4, \text{H}_2\text{O}}$ <chem>OC(=O)c1ccc2c(c1)cnc3ccccc23C(=O)O</chem> </p> <p> <chem>c1ccc2c(c1)cnc3ccccc23</chem> $\xrightarrow[\Delta]{\text{KMnO}_4, \text{H}_2\text{O}}$ <chem>OC(=O)c1ccc2c(c1)cnc3ccccc23C(=O)O</chem> </p> <p> <chem>c1ccc2c(c1)cnc3ccccc23</chem> $\xrightarrow[\text{或RCO}_3\text{H}]{\text{H}_2\text{O}_2/\text{CH}_3\text{COOH}}$ <chem>[O-][N+]1c2ccccc2cnc13ccccc3</chem> </p>	只能被强氧化剂氧化, 且主要发生在电子云密度较大的苯环上
	 <p> <chem>c1ccc2c(c1)cnc3ccccc23</chem> $\xrightarrow[\text{或RCO}_3\text{H}]{\text{H}_2\text{O}_2/\text{CH}_3\text{COOH}}$ <chem>[O-][N+]1c2ccccc2cnc13ccccc3</chem> </p>	被过氧化物氧化时, 产物为N-氧化物

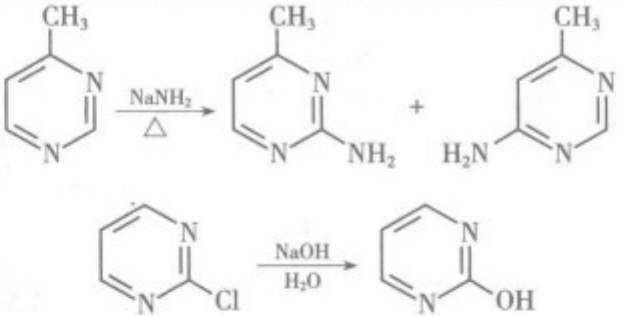
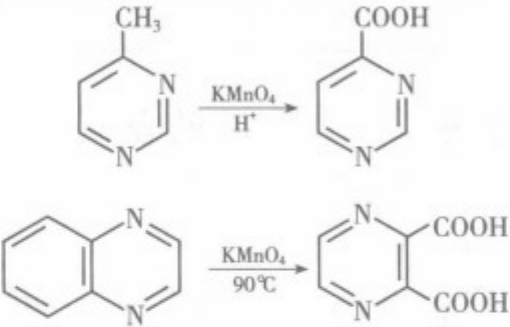
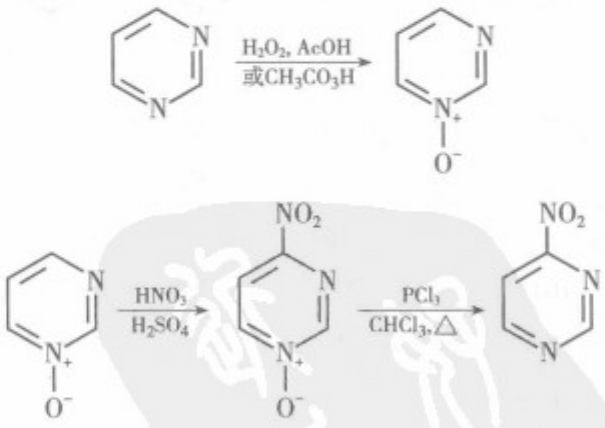
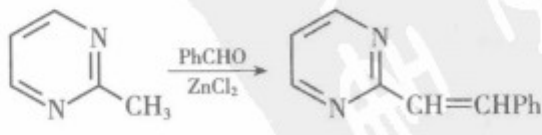
续表

反应类型	反应实例	备 注
还原反应		比吡啶易被还原, 且主要发生在电子云密度较小的吡啶环上 还原剂强时两环均被还原
		
		

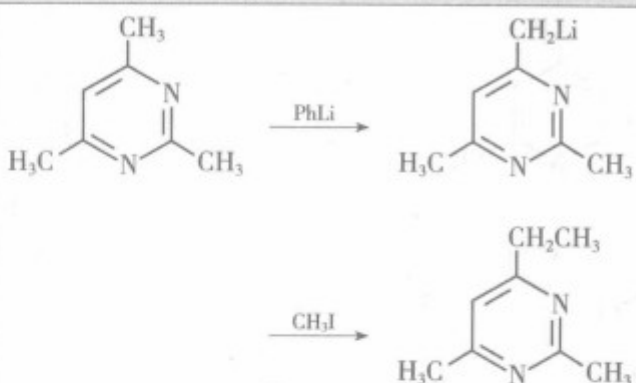
四、二氮嗪类的化学性质

反应类型	反应实例	备 注
碱性		二氮嗪类化合物是一元碱
亲中性		生成单季铵盐
亲电取代反应		比吡啶难。卤代发生在 5 位。硝化、磺化等反应都难以进行
		当环上有羟基、氨基等强供电子基团时, 硝化、磺化等亲电取代反应也能发生

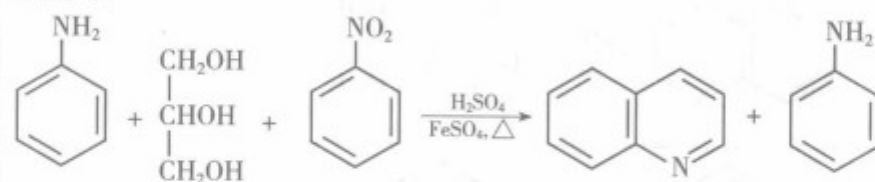
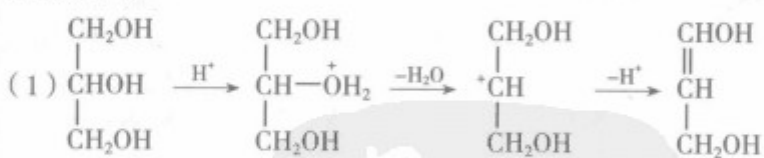
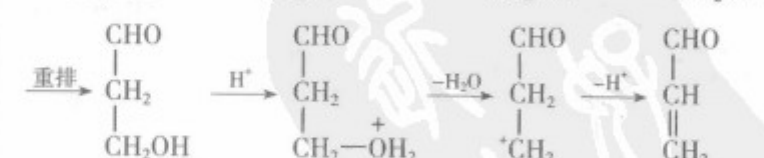
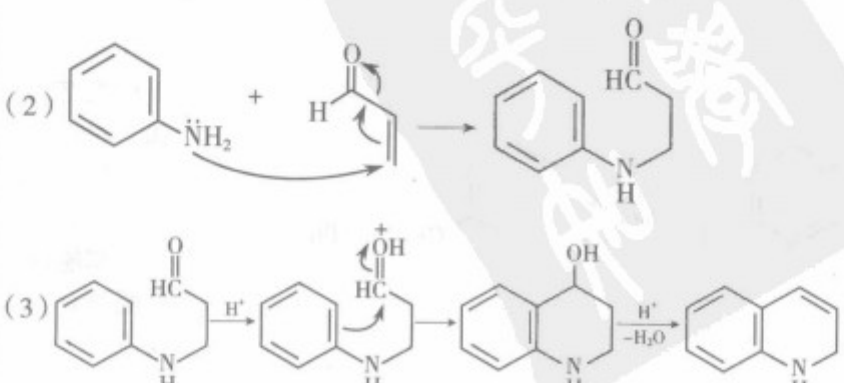
续表

反应类型	反应实例	备注
亲核取代反应		比吡啶容易。取代主要发生在电子云密度较低的2、4、6位。当这些位置已连有卤素时，亲核取代反应更容易发生
氧化反应		二氮嗪不易被氧化，但侧链易被氧化
		与吡啶相似，二氮嗪在过氧酸或过氧化氢中被氧化成单氮氧化物。单氮氧化物既易发生亲电取代反应，也易发生亲核取代反应
α -H 的反应		除5-烷基吡啶外，其他烷基二氮嗪在邻、对位氮的吸电子作用下，侧链上的 α -H均很活泼，都能进行类似羟醛缩合、烷基化反应等

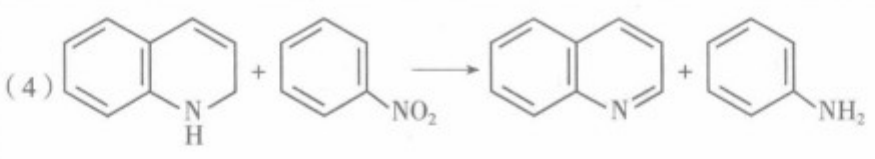
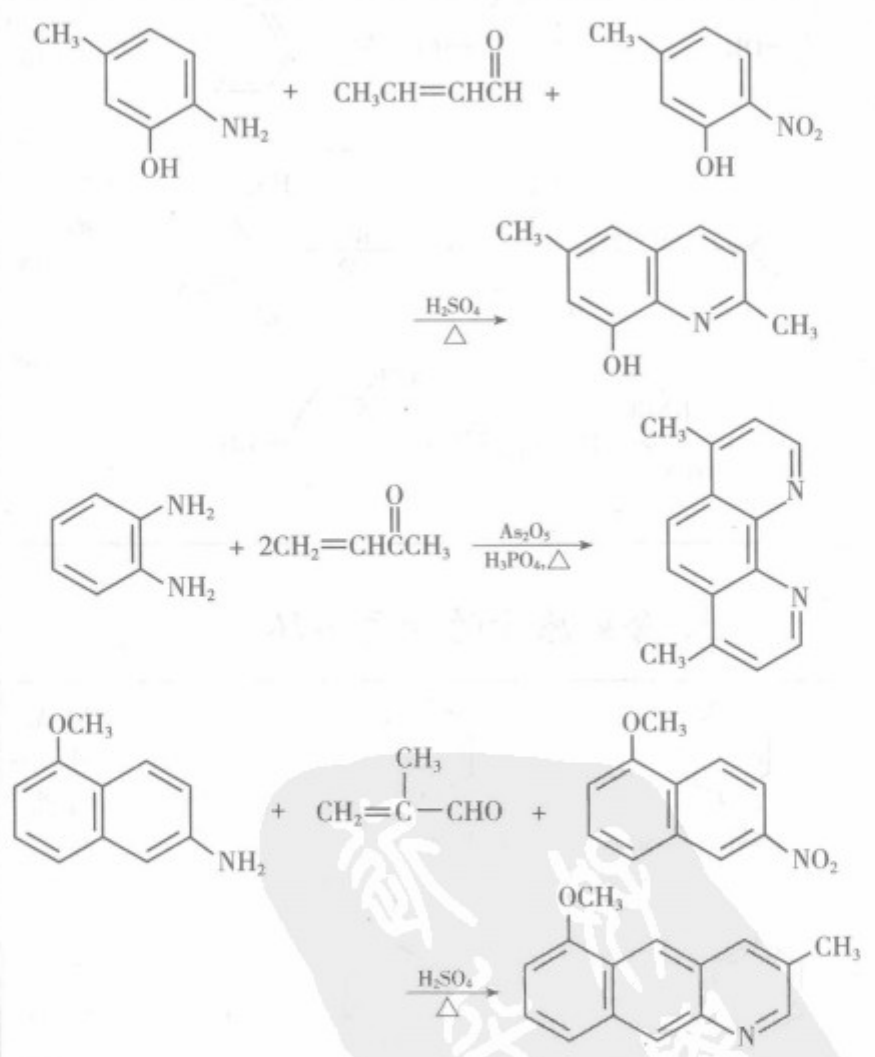
续表

反应类型	反应实例	备注
α -H 的反应		除 5-烷基嘧啶外, 其他烷基二氮嘧在邻、对位氮的吸电子作用下, 侧链上的 α -H 均很活泼, 都能进行类似羟醛缩合、烷基化反应等

五、喹啉及其衍生物的合成

喹啉	<p>反应式:</p> 	Skraup 合成法
	<p>反应过程:</p> <p>(1) 甘油在浓硫酸催化下脱水生成丙烯醛</p>  <p>重排</p>  <p>(2) 苯胺与丙烯醛进行迈克尔加成</p>  <p>(3) 羰基质子化后与苯环亲电取代而关环, 再脱水成 1,2-二氢喹啉</p>	<p>(1) 甘油在浓硫酸催化下脱水生成丙烯醛</p> <p>(2) 苯胺与丙烯醛进行迈克尔加成</p> <p>(3) 羰基质子化后与苯环亲电取代而关环, 再脱水成 1,2-二氢喹啉</p>

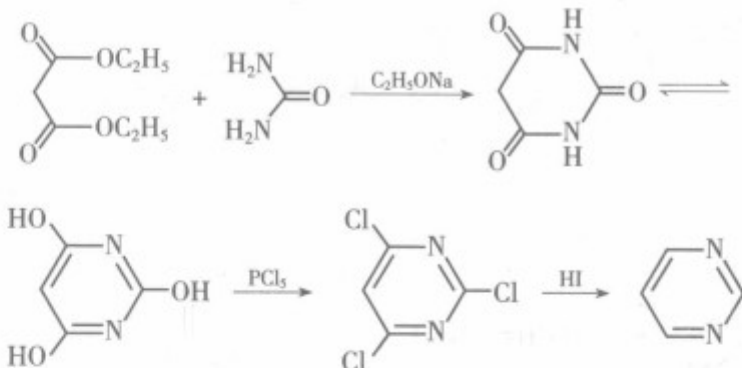
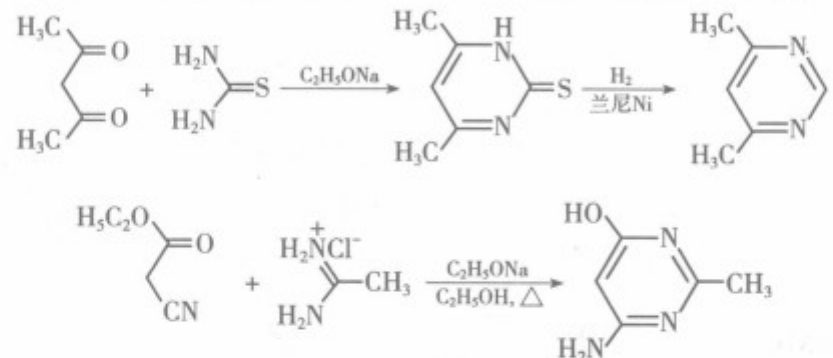
续表

喹啉	 <p>(4) <chem>C1=CC=C2C(=C1)NCC2 + c1ccccc1[N+](=O)[O-] >> C1=CC=C2C(=C1)N=C2 + c1ccccc1N</chem></p>	(4) 1,2-二氢喹啉在硝基苯作用下脱氢生成喹啉
喹啉衍生物	 <p>以取代苯胺和相应取代硝基苯代替苯胺和硝基苯；α, β-不饱和醛酮代替甘油进行合成，可以得到喹啉衍生物。硫酸也可用磷酸或其他酸代替，取代硝基苯也可用 As_2O_5 或 H_3AsO_4 代替</p>	



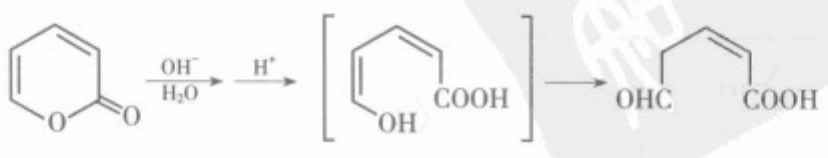
六、嘧啶及其衍生物的合成

通式	 <p><chem>CH3COCH2COCH3 + H2N-C(=O)-NH2 >> CH3C(=O)N1C=NC(=O)NC1=O</chem></p>	1,3-二羰基化合物与二胺缩合
----	---	-----------------

续表

嘧啶		常用的二胺有脲、硫脲、胍、脒等。常用的 1,3-二羰基化合物有丙二酸酯、 β -酮酸酯、 β -二酮等。氰乙酸酯也能与二胺反应
衍生物		

七、含氧原子的六元杂环

吡喃	 2H-吡喃(α -吡喃) 4H-吡喃(γ -吡喃)	均无芳香性,不稳定,自然界不存在
吡喃酮	 α -吡喃酮 (不饱和内酯, 不稳定) γ -吡喃酮 (插烯内酯, 稳定)	均无芳香性,自然界中存在
		α -吡喃酮具有内酯和共轭二烯的性质,可发生水解、

续表

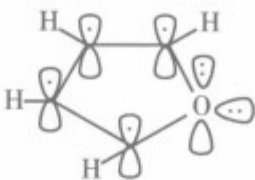
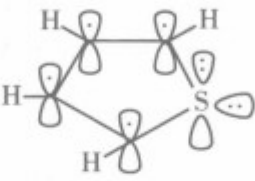
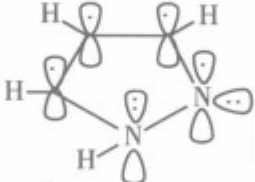
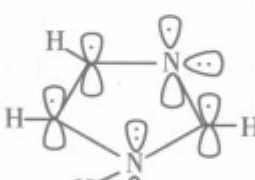
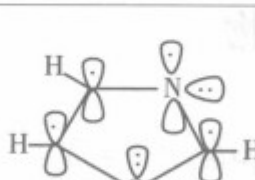
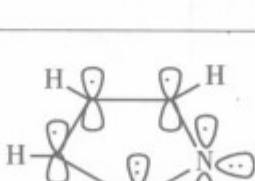
吡喃酮		Diels-Alder 反应等
		<p>γ-吡喃酮不具有羰基的典型性质, 而具有内酯的某些性质, 如发生水解。γ-吡喃酮还能与无机酸或 Lewis 酸形成具有芳香性的铯盐, 此盐有类似于酚的性质, 如发生甲基化反应</p>

第三节 五元杂环化合物

一、五元杂环化合物的结构特点和物理性质

名称	共轭大 π 键示意图	芳香性	碱性 (pK_b)	酸性 (pK_a)	沸点 ($^{\circ}\text{C}$)	偶极距 (C.m)	水溶性
吡咯		有	无	17.5	130 ~ 131	6.03×10^{-30}	微溶

续表

名称	共轭大 π 键 示意图	芳香性	碱性 (pK_b)	酸性 (pK_a)	沸点 ($^{\circ}C$)	偶极距 (C.m)	水溶性
呋喃		有	无	无	31.4	2.33×10^{-30}	微溶
噻吩		有	无	无	84.4	1.70×10^{-30}	微溶
吡唑		有	2.5	<17.5	186 ~ 188	13.1×10^{-30}	易溶
咪唑		有	7.0	<17.5	257	6.99×10^{-30}	易溶
噁唑		有	0.8	无	69 ~ 70	—	易溶
异噁唑		有	-2.03	无	95 ~ 96	—	溶

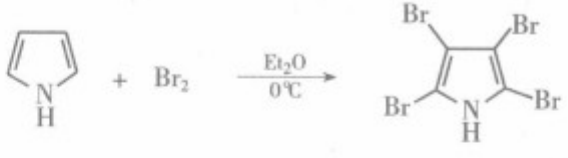
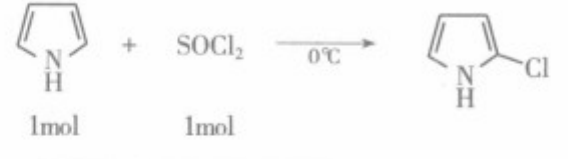
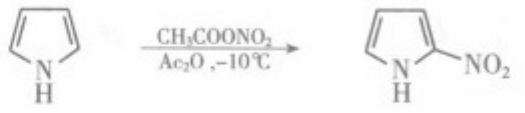
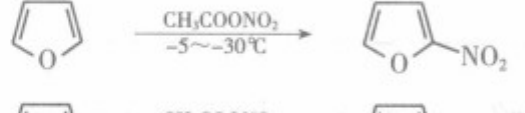
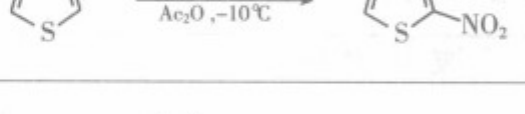
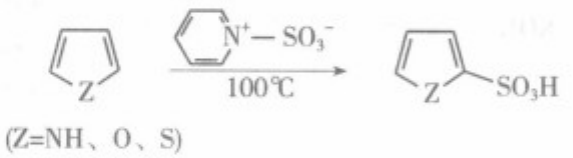



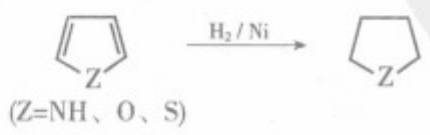
续表

名称	共轭大 π 键示意图	芳香性	碱性 (pK_b)	酸性 (pK_a)	沸点 ($^{\circ}\text{C}$)	偶极距 (C.m)	水溶性
噻唑		有	2.4	无	116.8	—	微溶
吡啶		有	无	17.0	253	—	微溶

二、吡咯、呋喃和噻吩的化学性质

反应类型	反应实例	备注
酸性		<p>吡咯有弱酸性，能与强碱（如金属钾或固体氢氧化钾）共热成盐</p> <p>吡咯盐不稳定，具有亲核性，可与卤代烷等一些试剂反应生成 N-取代吡咯</p>
亲电取代反应		<p>它们都是多 π 杂环，比苯易发生亲电取代反应，其反应活性为：吡咯 > 呋喃 > 噻吩 > 苯</p>

续表

反应类型	反应实例	备 注
亲电取代反应	<p>卤代</p> <p>   </p> <p>1mol 1mol</p>	<p>反应主要发生在电子云密度较高的2位反应需在较低温度且试剂浓度很低的条件下进行</p>
	<p>硝化</p> <p>    </p>	<p>它们在氧化剂或强酸存在下，易发生氧化、水解、开环、聚合等反应，所以要采用非质子性硝化试剂硝乙酰进行硝化反应，不能用混酸作硝化试剂</p>
	<p>磺化</p> <p>   </p> <p>(Z=NH、O、S)</p>	<p>吡咯和呋喃要用比较温和的非质子性磺化试剂吡啶三氧化硫进行磺化。噻吩较稳定，可用硫酸进行磺化，但产率较低</p>
	<p>傅克酰基化</p> <p>   </p> <p>(Z=NH、O、S)</p>	<p>酸催化下，傅-克酰基化反应主要得到单取代酰基化产物 吡咯在碱催化下的酰化主要得到N-酰基化产物</p>
其他反应	<p>还原</p> <p>  </p> <p>(Z=NH、O、S)</p>	

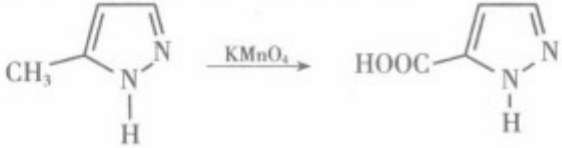
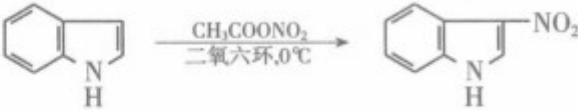
续表

反应类型	反应实例	备 注
其他反应	吡咯特性 $\text{吡咯} + \text{CHCl}_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{OH}^-} \text{2-吡咯甲醛}$ $\text{吡咯} + \text{PhN}_2^+ \text{Cl}^- \longrightarrow \text{2-(苯基重氮基)吡咯}$	吡咯具有类似于苯酚的性质，如可发生 Reimer-Timann 反应、偶合反应等
	呋喃特性 $\text{呋喃} + \text{马来酸酐} \xrightarrow{\Delta} \text{Diels-Alder 加合物}$	呋喃共振能较小，稳定性较差，具有明显的共轭二烯烃的性质，如可发生 Diels-Alder 反应
	糠醛性质 $\text{糠醛} \xrightarrow{\text{Ag(NH}_3)_2\text{OH}} \text{糠醛银镜反应} + \text{Ag}$ $\text{糠醛} \xrightarrow{\text{浓NaOH}} \text{糠醛 Cannizzaro 反应产物}$ $\text{糠醛} \xrightarrow[\text{CH}_3\text{COONa}]{(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}} \text{糠醛 Perkin 反应产物}$	糠醛具有芳醛性质，可发生银镜反应、Cannizzaro 反应、Perkin 反应等





三、唑类和咪唑的亲电取代反应、氧化反应

唑类	$\text{咪唑} \xrightarrow[\text{发烟H}_2\text{SO}_4]{\text{浓HNO}_3} \text{4(5)-硝基咪唑} \rightleftharpoons \text{4(5)-咪唑-5(4)-硝基} $	唑类由于增加了一个吸电子的氮原子，环上电子云密度降低，稳定性比吡咯、呋喃、噻吩强，增强了抗氧化和抗酸的能力。可用混酸进行硝化，硫酸进行磺化。可用强氧化剂氧化侧链，而环不受影响
	$\text{咪唑} \xrightarrow[160^\circ\text{C}]{\text{发烟H}_2\text{SO}_4} \text{4(5)-咪唑磺酸} $	
	$\text{噻唑} \xrightarrow[250^\circ\text{C}]{\text{发烟H}_2\text{SO}_4, \text{HgSO}_4} \text{噻唑磺酸} $	

续表

唑类		
吡啶		反应主要发生在 3 位, 而不是 2 位

四、互变异构现象

吡唑	 <p>3(5)-甲基吡唑</p>	由活泼氢引起的互变异构现象
咪唑	 <p>4(5)-咪唑甲醛</p>	
嘌呤	 <p>9H-嘌呤 7H-嘌呤</p>	
嘧啶	 <p>2,4-二羟基嘧啶 嘧啶-2,4-二酮</p>	

(张丽娟)