

国外优秀化学著作译丛

# 杂环化学

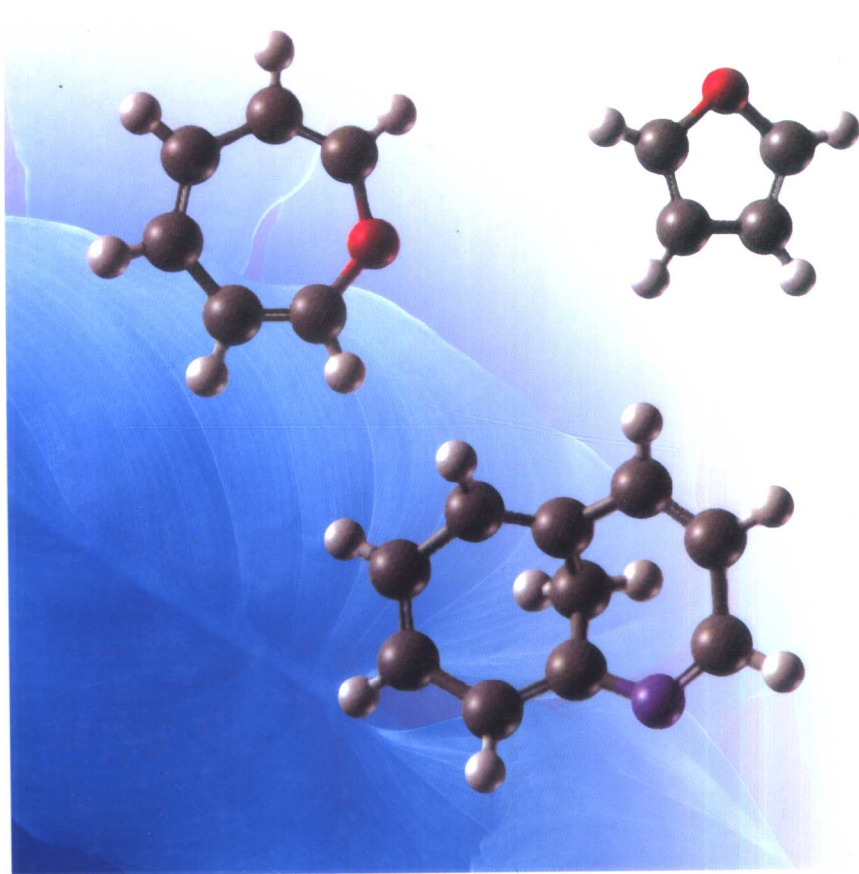
——结构、反应、合成与应用

(原著第二版)

[德] T. 艾歇尔 S. 豪普特曼 著

Theophil Eicher Siegfried Hauptmann

李润涛 葛泽梅 王欣 译



The Chemistry of Heterocycles  
Structures, Reactions, Synthesis and Applications



化学工业出版社  
化学与应用化学出版中心

国外优秀化学著作译丛

# 杂环化学

——结构、反应、合成与应用

(原著第二版)

The Chemistry of Heterocycles  
Structures, Reactions, Synthesis and Applications

[德] T. 艾歇尔 S. 豪普特曼 著

Theophil Eicher Siegfried Hauptmann

李润涛 葛泽梅 王欣 译



化学工业出版社  
化学与应用化学出版中心

· 北京 ·

## 图书在版编目 (CIP) 数据

杂环化学——结构、反应、合成与应用:第2版/[德]艾歇尔 (Eicher, T.), [德]豪普特曼 (Hauptmann, S.) 著; 李润涛, 葛泽梅, 王欣译. 北京: 化学工业出版社, 2005. 11

(国外优秀化学著作译丛)

书名原文: The Chemistry of Heterocycles: Structures, Reactions, Synthesis and Applications

ISBN 7-5025-7960-5

I. 杂… II. ①艾…②豪…③李…④葛…⑤王… III. 杂环化合物 IV. 0626

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 142302 号

The Chemistry of Heterocycles/by Theophil Eicher, Siegfried Hauptmann  
ISBN 3-527-30720-6

Copyright © 2003 by WILEY-VCH GmbH & Co. KGaA. All rights reserved.

Authorized translation from the English language edition published by  
WILEY-VCH GmbH & Co. KGaA

本书中文简体字版由 WILEY-VCH GmbH & Co. KGaA 授权化学工业出版社独家出版发行。未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

北京市版权局著作权合同登记号: 01-2005-0869

---

国外优秀化学著作译丛

杂 环 化 学

——结构、反应、合成与应用

(原著第二版)

[德] T. 艾歇尔 S. 豪普特曼 著

李润涛 葛泽梅 王欣译

责任编辑: 李晓红

责任校对: 顾淑云 于志岩

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)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

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

三河万龙印装有限公司装订

开本 720mm×1000mm 1/16 印张 32 字数 595 千字

2006年3月第1版 2006年3月北京第1次印刷

ISBN 7-5025-7960-5

定 价: 68.00 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

## 译者的话

杂环化合物是最大的一类有机化合物，由于其独特的结构和性质，使得它们在许多领域中有着非常广泛和重要的用途。同时，有关它们的性质和应用的研究越来越受到重视。然而，有关杂环化学方面的书籍并不多，国内更少，且基本上是 10 年前或更早期出版的。作为一直从事杂环化学研究和教学的我们，深刻体会到国内非常需要出版一些新的杂环化学专著或译著。

恰好今年上半年，承蒙化学工业出版社的委托，我们审阅了由德国 Theophil Eicher 和 Siegfried Hauptmann 教授著的“杂环化学——结构、反应、合成与应用”一书的第 2 版，发现该书有下列几个优点：①结构新颖、思路清晰——全书由小环到大环依次进行讨论，将每一类化合物的内容分为 A-E 几个部分，非常便于阅读和查看；②内容广泛、讨论深入——在有限的篇幅内，合理地选择和安排了所涉及的内容，不但对最常见的五员、六员杂环，而且对三员、四员、七员和更大的杂环都进行了深入的介绍，有相当多的内容在其他杂环书籍中是很少出现的；③内容新颖、举例恰当——将 20 世纪 90 年代以来杂环化学方面的新进展融入各章中，所有例子都经过了精心选择，很有代表性。因此，觉得此书非常值得译出，奉献给广大从事有机化学、药物化学的工作者和学生们。于是，我们组织本研究组的教师和研究生们翻译了此书。

本书中前言，第 1~4 章，第 7 章和第 8 章由李润涛组织翻译；第 5 章由王欣组织翻译；第 6 章由葛泽梅组织翻译。全书由李润涛教授审校；最后由程铁明教授审阅定稿。本研究组的史兰香、侯雪玲、孙崎、朱永强、雷萌和王仲清同学参加了翻译，在此一并表示感谢。

由于译者水平和经验所限，文中难免有不足和错误之处，恳请广大读者不吝指正。

译者

2005.10 于北京

# 序 言

杂环化合物是最大的一类有机化合物，在所有的纯粹和应用化学领域中都占有非常重要的地位。该专著“杂环化学——结构、反应、合成与应用”是这一庞大领域的综合与概括。各章内容通过大量的清晰图表进行了深入地讨论，大量的反应机理都有相关及最新的文献支持。芳香性和非芳香性杂环是按照环增大的次序分别安排在6个章节中。这样，内容便于处理和比较。在合成方面，还介绍了许多杂环化合物在化学和药物化学中的最新应用实例。

毫无疑问，该书还提供了大量的参考文献。这不仅对于化学专业以及相关专业的（如生物化学和药物化学）的高年级本科生和研究生都显得非常重要；而且对化学专业的工作者也将很有用。同时，化学教师在备课中也会发现该书的重要价值。因此，我们确信，该书是大学图书馆书架上、任何与杂环化学有关的科学家的实验室中必不可少的书籍之一。

Hans Suschitzky  
University of Salford

# 前 言

到目前为止，已注册的化合物有 2000 多万个，其中大约有一半都含有杂环结构。因而，杂环化合物非常重要，这不仅是由于它们广泛存在，而且还由于它们在化学、生物学和工业方面的广泛应用。杂环不但存在于许多天然产物中，如维生素、激素、抗生素、生物碱。而且，也存在于医药、农药和其他重要的化工产品中（如缓蚀剂，抗衰老药物，敏化剂，稳定剂等）。

杂环化合物的种类和数量如此之多，在这样一本并非百科全书的杂环化学书中如何合理安排内容确实比较困难。因此，我们不得不采取一些适当的处理方式。对于这些杂环化合物，既要讨论它们的结构、物理性质和光谱特征，也要讨论它们的重要化学性质、反应及合成。对于每一类杂环的合成都按照逆合成原理进行分析；然后，有选择地介绍与该结构类型相关的衍生物、天然产物、药物和其他具有生物活性的化合物；最后，列举适当的合成实例或选择性的合成转化。同时，给出最新的原始参考文献、综述和实验参考书。在“问题”和“解答”一章，内容选择广泛，且主要来自于常见的文献，其目的是为了加深和拓宽本书讨论的内容。

本书的阅读对象主要是高年级大学生、研究工作者以及希望了解杂环化学的重要基础内容和最新进展的化学工作者。该书也可以作为杂环化学教材。然而，最重要的是，通过杂环化学中的一些例子详尽地阐明了杂环化合物的结构、反应性能和合成的基本原理。

所有的文字和图表都是利用 Windows 语言和化学绘图软件在出版程序的桌面上完成的。

感谢 Prof. Dr. H. Becker, Prof. Dr. R. W. Hartmann, Prof. Dr. U. Kazmaier 和 Prof. Dr. L. F. Tietze 对本书给予了有价值的建议和支持。尤其要感谢 Mrs. Ch. Altmeyer 在此书的摄像等方面给予的大力协助和良好合作。我们还要感谢 Dr. E. Westermann 和 Wiley VCH 编辑部的工作人员给予的合作和理解。

Saarbrücken and Leipzig  
Theophil Eicher      Siegfried Hauptmann  
2003. 4

## 缩写和符号

mp	熔点	$^{13}\text{C}$ NMR	核磁共振碳谱
bp	沸点	$\delta$	化学位移 ( $\delta_{\text{TMS}}=0$ )
ca.	大约	ee	对映体过量
cf.	参照	de	非对映体过量
MO	分子轨道	$\Delta$	加热
INN	国际非专业名字	$h\nu$	光照
IR	红外光谱	dil	稀释
$\text{cm}^{-1}$	波数	concd	浓缩
UV	紫外光谱	ref.	参考
$\lambda$	波长	rfl.	回流
$\epsilon$	摩尔消光系数	r. t.	室温
$^1\text{H}$ NMR	核磁共振氢谱	<i>et al.</i>	等
Ac	乙酰基	DMSO	二甲亚砜
Ar	芳基	DDQ	2,3-二氯-5,6-二氰基-1,4-苯醌
Boc	叔丁氧羰基	DBU	1,8-二氮杂二环[5.4.0]十一碳烯-7
Bn	苄基	HMPT	六甲基磷酰三胺
Bz	苯甲酰基	LDA	二异丙氨基锂
<i>n</i> -Bu	正丁基	LiTMP	2,2,6,6-四甲基吡啶锂
<i>sec</i> -Bu	仲丁基	MOM	甲氧基甲基
<i>tert</i> -Bu	叔丁基	NBS	<i>N</i> -溴代丁二酰亚胺
Et	乙基	NCS	<i>N</i> -氯代丁二酰亚胺
Me	甲基	PPA	聚磷酸
Mes	甲磺酰基	TBAF	四正丁基氟化铵
Ph	苯基	THF	四氢呋喃
<i>i</i> -Pr	异丙基	TMED	<i>N,N,N',N'</i> -四甲基乙二胺
<i>n</i> -Pr	正丙基	TMS	三甲硅基
Tos	对甲苯磺酰基	TosMIC	对甲苯磺酰基甲基异氰化物
DABCO	1,4-二氮杂二环[2.2.2]辛烷		
DMF	二甲基甲酰胺		

## 内 容 提 要

本书是德国著名化学家 Theophil Eicher 和 Siegfried Hauptmann 共同编著的，由 WILEY-VCH 在 2003 年修订出版(第 2 版)，是有关杂环化学方面的经典之作。本书系统全面地介绍了杂环化合物的系统命名、化合物的结构、合成、反应及应用。具有以下几大优点：

一、结构新颖、思路清晰。全书由小环到大环依次进行讨论，将每一类化合物的内容分为 A-E 几个部分，非常便于阅读和查看；

二、内容广泛、讨论深入。在有限的篇幅内，合理地选择和安排了所涉及的内容，不但对最常见的五员、六员杂环，而且对三员、四员、七员及更大的杂环都进行了深入的介绍，有相当多的内容在其他杂环书籍中是很少出现的；

三、内容新颖、举例恰当。将 20 世纪 90 年代以来杂环化学方面的新进展溶入各章中，所有例子都经过了精心选择，很有代表性。

本书非常适合广大从事有机化学、药物化学及相关领域的科研工作者和高年级学生们参考学习。



# 目 录

1 杂环化合物的结构 .....	1
参考文献 .....	3
2 杂环化合物的系统命名 .....	4
2.1 Hantzsch-Widman 命名法 .....	4
2.2 置换命名法 .....	9
2.3 系统命名法举例 .....	9
2.4 重要的杂环体系 .....	13
3 三员杂环 .....	15
3.1 氧杂环丙烷 .....	15
3.2 硫杂环丙烷 .....	20
3.3 2 <i>H</i> -氮杂丙烯腈 .....	22
3.4 氮杂环丙烷 .....	24
3.5 二氧杂环丙烷 .....	27
3.6 氧氮杂环丙烷 .....	27
3.7 3 <i>H</i> -二氮杂环丙烯 .....	29
3.8 二氮杂环丙烷 .....	30
参考文献 .....	31
4 四员杂环 .....	33
4.1 氧杂环丁烷 .....	33
4.2 硫杂环丁烷(Thietane) .....	35
4.3 氮杂环丁二烯(Azete) .....	36
4.4 氮杂环丁烷(Azetidine) .....	37
4.5 1,2-二氧环丁烷(1,2-Dioxetane) .....	39
4.6 1,2-二硫环丁烯(1,2-Dithiete) .....	41
4.7 1,2-二氢-1,2-二氮杂环丁烯(1,2-Dihydro-1,2-diazete) .....	42
4.8 1,2-二氮杂环丁烷(1,2-Diazetidene) .....	42
参考文献 .....	44
5 五员杂环 .....	45
5.1 呋喃 .....	45

5.2	苯并[ <i>b</i> ]呋喃 .....	54
5.3	异苯并呋喃 .....	56
5.4	二苯并呋喃 .....	57
5.5	四氢呋喃 .....	58
5.6	噻吩 .....	61
5.7	苯并[ <i>b</i> ]噻吩 .....	67
5.8	苯并[ <i>c</i> ]噻吩 .....	69
5.9	2,5-二氢噻吩 .....	70
5.10	四氢噻吩 .....	71
5.11	硒杂环戊二烯 .....	72
5.12	吡咯 .....	73
5.13	吡啶 .....	82
5.14	异吡啶 .....	92
5.15	咔唑(Carbazole) .....	93
5.16	四氢吡咯 .....	95
5.17	磷杂环戊二烯 .....	97
5.18	1,3-二氧杂环戊烷 .....	99
5.19	1,2-二硫杂环戊烯 .....	100
5.20	1,2-二硫杂环戊烷 .....	100
5.21	1,3-二硫杂环戊烯 .....	101
5.22	1,3-二硫杂环戊烷 .....	102
5.23	噁唑 .....	103
5.24	苯并噁唑 .....	109
5.25	4,5-二氢噁唑 .....	111
5.26	异噁唑 .....	115
5.27	4,5-二氢异噁唑 .....	120
5.28	2,3-二氢异噁唑 .....	122
5.29	噻唑 .....	123
5.30	苯并噻唑 .....	128
5.31	Penam .....	130
5.32	异噻唑 .....	132
5.33	咪唑 .....	135
5.34	苯并咪唑 .....	143
5.35	咪唑烷 .....	145
5.36	吡唑 .....	147

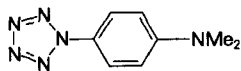
5.37	吡啶	151
5.38	4,5-二氢吡啶	152
5.39	吡啶烷	155
5.40	1,2,3-噁二唑	157
5.41	1,2,5-噁二唑	158
5.42	1,2,3-噻二唑	161
5.43	1,2,4-噻二唑	163
5.44	1,2,3-三唑	165
5.45	苯并三唑	169
5.46	1,2,4-三唑	171
5.47	四唑	174
	参考文献	179
<b>6</b>	<b>六员杂环</b>	<b>185</b>
6.1	吡喃鎓离子	185
6.2	2 <i>H</i> -吡喃	193
6.3	2 <i>H</i> -吡喃-2-酮	194
6.4	3,4-二氢-2 <i>H</i> -吡喃	200
6.5	四氢吡喃	203
6.6	2 <i>H</i> -色原烯	205
6.7	2 <i>H</i> -色原烯-2-酮	207
6.8	1-苯并吡喃鎓离子	211
6.9	4 <i>H</i> -吡喃	214
6.10	4 <i>H</i> -吡喃-4-酮	215
6.11	4 <i>H</i> -色烯	218
6.12	4 <i>H</i> -色烯-4-酮	219
6.13	色满	223
6.14	吡啶	226
6.15	吡啶酮	264
6.16	喹啉	270
6.17	异喹啉	287
6.18	喹啉鎓离子	298
6.19	二苯并吡啶	302
6.20	哌啶	308
6.21	磷杂苯(Phosphabenzene)	312
6.22	1,4-二氧杂环己二烯, 1,4-二硫杂环己二烯, 1,4-氧硫杂环己二烯	316

6.23	1,4-二氧杂环己烷	318
6.24	噁嗪	320
6.25	吗啉	326
6.26	1,3-二氧杂环己烷	327
6.27	1,3-二硫杂环己烷(1,3-二噻烷)	332
6.28	头孢烷(Cephams)	333
6.29	吡嗪	336
6.30	嘧啶	341
6.31	嘌呤	349
6.32	吡嗪	358
6.33	哌嗪	363
6.34	蝶啶	365
6.35	苯并二嗪	370
6.36	1,2,3-三嗪	376
6.37	1,2,4-三嗪	379
6.38	1,3,5-三嗪	383
6.39	1,2,4,5-四嗪	388
	参考文献	393
<b>7</b>	<b>七员杂环</b>	400
7.1	氧杂环庚三烯	400
7.2	硫杂环庚三烯	403
7.3	氮杂环庚三烯	405
7.4	二氮杂环庚三烯	410
	参考文献	416
<b>8</b>	<b>较大的杂环</b>	418
8.1	氮杂环辛四烯(吡辛因)	418
8.2	九员杂环和大于九员的杂环化合物	420
8.3	四吡咯类化合物	422
	参考文献	430
<b>9</b>	<b>问题及解答方法</b>	432
	索引	484

# 1 杂环化合物的结构

大多数化合物是由分子组成的,根据它们的分子结构可将这些化合物分类,分子结构又决定于构成它们的原子个数、类型以及原子之间的共价键。化合物的结构类型主要有两类:即链状的(非环状)和环状的。

只有一类元素的原子组成的环状化合物称为等元素环状化合物,如果这种元素的原子为碳原子,我们又称它们为碳环化合物。例如:

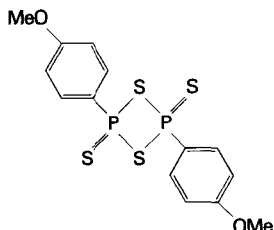


(4-二甲氨基苯基)五氮唑  
等元素环状化合物

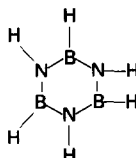


1,3-环戊二烯  
等元素环状化合物或碳环化合物

至少由两种不同元素的原子组成的环状化合物称为杂环化合物,该环本身被称为杂环。如果环中不含碳原子,我们称该环为无机杂环。例如:



2,4-双(4-甲氧苯基)-1,3-二硫杂-2,4-二硫代环丁磷  
(Lawesson Reagent)



2,4,6-三氮杂环己硼烷  
(Borazine)

然而,只要环中含有至少一个碳原子,我们即称它为有机杂环化合物。在这种情况下,环中的其他原子统称为杂原子。例如:



咪唑

杂原子为: O 和 N



4-H-1,4-噻嗪

杂原子为: S 和 N

原则上讲,除碱金属外,所有的元素都可以作为环原子。

与环原子的类型同样重要的是环原子的个数,因为它决定环的大小。最小的是三元环,最重要的是五员环和六员环。环的大小没有上限,可以是七员、八员、九员及更大的杂环。

## 1 杂环化合物的结构

尽管无机杂环已被合成，但该书仅讨论有机杂环。在这些杂环中，氮原子是最常见的杂原子，其次是氧和硫原子。含有 Se-, Te-, P-, As-, Sb-, Bi-, Si-, Ge-, Sn-, Pb-或 B-原子的杂环较少。

为了确定杂环化合物的稳定性和反应活性，可以与它们相同的碳环相比较。通常，可以用杂原子取代相应碳环化合物中的  $\text{CH}_2$  或  $\text{CH}$ 。如果我们限制为一个单杂环，那么就会有如下 4 种类型的杂环：

### (1) 饱和杂环(杂环烷烃)



环己烷



X=O 哌烷  
X=S 噻烷  
X=NH 哌啶



X=O 1,4-二噁烷  
X=S 1,4-二噻烷  
X=NH 哌嗪

在这类化合物中，环原子之间没有重键。其反应性能与对应的开链类似物很接近。如哌烷(四氢吡喃)和二噁烷与二烷基醚的性质相似，噻烷和二噻烷与二烷基硫醚的性质相似，哌啶和哌嗪与脂肪族仲胺的性质相似。

### (2) 部分不饱和体系(杂环烯烃)



环己烯



X=O 3,4-二氢-2H-吡喃  
X=S  
X=NH



X=O  
X=S  
X=NH



X=O<sup>+</sup>  
X=S<sup>+</sup>  
X=NH

如果双键在两个环碳原子之间，如化合物 3,4-二氢-2H-吡喃，则该化合物的性质与烯烃或炔烃相似。双键也可以在杂原子与环碳原子之间，若  $X = \text{O}^+$ ，则化合物的性质类似于氧盐，若  $X = \text{S}^+$ ，则化合物的性质类似于硫盐，若  $X = \text{N}$ ，则类似于亚胺。

### (3) 含非累积双键最多的体系(杂轮烯)



苯



X=O<sup>+</sup> 吡喃鎓盐  
X=S<sup>+</sup> 硫杂苯鎓盐  
X=N 吡啶



X=N 嘧啶



X=O 咪唑  
X=S 噻吩  
X=NH 吡咯

(类吡啶氮原子)

(类吡咯氮原子)



[8]轮烯  
环辛四烯



X=O<sup>+</sup>  
X=S<sup>+</sup>  
X=N 吡辛因  
(azocine)



X=N 1,3-二氮杂辛因  
(1,3-diazocine)



X=O 氧杂葑(oxepine)  
X=S 硫杂葑(thiepine)  
X=NH 1H-氮杂葑(azepine)

从轮烯的角度来理解杂轮烯，一种轮烯可衍生出两类杂环体系：

一类是与轮烯大小相同的杂轮烯，即轮烯中的一个 CH 被杂原子 X 取代；

另一类是比轮烯少一个环原子的杂轮烯，即轮烯中的一个 CH=CH 被杂原子 X 取代。

这两类杂轮烯与相应的轮烯属于等  $\pi$  电子体，即环中的  $\pi$  电子数相等。这是由于在吡啶鎓盐(pyrylium)和硫鎓盐(thiinium salts)，以及吡啶，嘧啶，吡辛因和 1,3-二氮杂辛因中，每个杂原子给共轭体系提供一个电子，它的非键电子对不参加共轭。而对于呋喃、噻吩、吡咯、氧杂萜、硫杂萜和 1H-氮杂萜，杂原子的一对电子参与共轭体系(电子是非定域的)。在氮原子为杂原子的环中，用类吡啶氮原子或类吡咯氮原子来表示其不同。

#### (4) 芳香性杂环体系

芳香性杂环体系符合休克尔规则(Hückel Rule)，即具有  $(4n + 2)$  个离域  $\pi$  电子的杂轮烯。这些化合物中由苯衍生出来的一组化合物最重要，它们被称为芳香性杂环化合物，例如，呋喃、噻吩、吡咯、吡啶以及吡啶鎓盐和硫鎓盐离子。它们的稳定性和反应性，与对应的苯类化合物相似<sup>[1~3]</sup>。

相反，反芳香性体系，即体系中含有  $4n$  个离域  $\pi$  电子，如氧杂萜、硫杂萜、1H-氮杂萜、吡辛因和 1,3-二氮杂辛因以及对应的轮烯。这类化合物具有较低的稳定性和很强的反应性。


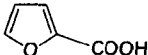
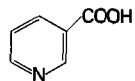
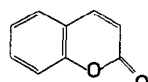
将杂环按杂环烷烃、杂环烯烃、杂环轮烯和芳香性杂环分类，有利于我们判断它们的稳定性及反应性。在某些情况下，该分类方法也适用于无机杂环化合物。例如，2,4,6-三氮杂环己硼烷(见 1 页)，无色液体，bp 55°C，就可以认为是芳香性杂环体系。

#### 参考文献

- 1 P. v. Rague Schleyer, H. Jiao, *Pure Appl. Chem.* **1996**, *68*, 209; *Chem. Rev.* **2001**, *101*, 1115.
- 2 C.W.Bird. *Tetrahedron* **1998**, *54*, 10179.
- 3 T. M. Krygowski, M. K. Cyranski, Z. Czarnocki, G. Häfeliinger, A. R. Katritzky, *Tetrahedron* **2000**, *56*, 1783.

## 2 杂环化合物的系统命名

许多有机化合物，包括杂环化合物，都有俗名。通常这些俗名与该化合物的首次制备或特殊的性质有关。

结构	俗名	系统命名
	环氧乙烷	氧丙环
	糠酸	2-呋喃甲酸
	烟酸	3-吡啶甲酸
	香豆素	2H-苯并吡喃-2-酮

杂环化合物的系统命名是基于化合物的结构。其命名规则是由 IUPAC 委员会制订的。在写毕业论文、学术演讲、发表文章及申请专利时都应该遵从该命名规则。这些规则在最新的 IUPAC ‘蓝皮书’ 的 R-2 部分中列出，并有具体命名的例子 (H. R. Panico, W. H. Powell, J. -C. Richer. *A Guide to IUPAC Nomenclature of Organic Compounds, Recommendations 1993*; Blackwell Scientific; Oxford, 1993; the previous IUPAC Blue Book: J. Rigandy, S. P. Kleisney. *Nomenclature of Organic Chemistry*; Pergamon; Oxford, 1979)。这里并不详细介绍 IUPAC 规则，只是适当地参考蓝皮书对常见的系统命名给予介绍。

对每一个杂环化合物都可以回推出它的母环。所谓母环是指环中的环原子只连有氢原子。IUPAC 规则允许有两种命名方式。对于三员到十员杂环化合物最好用 Hantzsch-Widman 命名法，对更大的杂环可用置换命名法。

### 2.1 Hantzsch-Widman 命名法

(1) 杂原子的种类 杂原子的种类用表 2.1 中列出的词头来表示。在命名时，应按照表中列出的杂原子顺序前者的词头优先，即顺次递减的原则。



表 2.1 表示杂原子的词头

杂原子	词头 (prefix)	杂原子	词头 (prefix)
O	噁, 氧杂 (oxa)	Bi	铋杂 (bisma)
S	噻, 硫杂 (thia)	Si	硅 (sila)
Se	硒杂 (selena)	Ge	锗杂 (germa)
Te	碲杂 (tellura)	Sn	锡杂 (stanna)
N	吡, 氮杂 (aza)	Pb	铅杂 (plumba)
P	磷杂 (phospha)	B	硼杂 (bora)
As	砷杂 (arsa)	Hg	汞杂 (mercura)
Sb	锑杂 (stiba)		

(2) 环的大小 环的大小可用表 2.2 中的词尾来表示。有一些音节是由拉丁数字衍生来的, 如 ir 由 tri 而来, et 由 tetra 而来, ep 由 hepta 而来, oc 由 octa 而来, on 由 nona 而来, ec 由 deca 而来。

表 2.2 表示杂环大小的方式

环的大小	不饱和环	饱和环	环的大小	不饱和环	饱和环
3	丙烯 (irine <sup>①</sup> )	丙烷 (irane <sup>②</sup> )	6C <sup>③</sup>	己 (inine)	己环 (inane)
4	丁 (ete)	丁环 (etane <sup>②</sup> )	7	庚 (epine)	庚烷 (epane)
5	戊 (ole)	戊环 (olane <sup>②</sup> )	8	辛 (ocine)	辛烷 (ocane)
6A <sup>③</sup>	己 (ine)	己环 (ane)	9	壬 (onine)	壬烷 (onane)
6B <sup>③</sup>	己 (ine)	己环 (inane)	10	癸 (ecine)	癸烷 (ecane)

① 词尾 “irine” 只用于含氮的三员环。

② 词尾 “irine”、“etidine” 和 “olidine” 更多地用于含氮的饱和三员、四员和五员单环。

③ 六员环的词尾决定于环中最不优先的杂原子, 为了正确地确定词尾, 下面列出了它们的选择次序。

6A: O, S, Se, Te, Bi, Hg; 6B: N, Si, Ge, Sn<sup>●</sup>, Pb; 6C: B, P, As, Sb.

(3) 单环体系 对于环大小相同的单环杂环化合物, 应将含有最多非累积双键的杂环化合物作为母体化合物。其名称由表 2.1 中的一个或多个词头与表 2.2 中的词尾相结合组成。应注意的是, 对有些体系可以用俗名来表示, 如吡咯, 吡啶。这些被允许使用的俗名列在最新的 IUPAC 蓝皮书的 166~172 页中。只要是允许使用的俗名, 就应该尽可能使用它们。



1H-氮杂丙烯烷  
azirine



氮杂环丁二烯  
azete



吡咯  
pyrrole



吡啶  
pyridine



1H-氮杂庚  
azepine



氮杂环辛四烯  
azocine

部分或完全饱和的杂环通过表 2.2 中的词尾来表示。如果不用上述词尾表

● 原文误为 N——译者注。