

🏠 首页 (/) > 图书 > 科技 > 化学



## 网格化学导论：金属有机框架和共价有机框架

作者

(美) 奥马尔·亚吉 (Omar M. Yaghi)、(德) 马库斯·卡尔穆茨基 (Markus J. Kalmutzki)、(德) 克里斯蒂安·迪克斯 (Christian S. Diercks) 著

本书系统介绍了网格化学的基础理论和应用，包括金属有机框架 (MOF) 和共价有机框架 (COF) 的合成、结构、性能及应用。重点阐述了MOF在气体吸附和分离、二氧化碳的捕集和封存、氢气和甲烷存储、气相和液相分离、水吸附等领域的应用。另外还将与网格化学思想和分析方法相关的内容作为专题进行了介绍，包括拓扑、金属有机多面体 (MOP) 和共价有机多面体 (COP)、沸石咪唑框架和动态框...

¥ 298.00

ISBN: 978-7-122-41517-2

版次: 1

出版时间: 2023-01-01

 天猫旗舰店 (<https://hxgycbs.tmall.com/>) 资源下载 (/Service/Download?bid=57766)

## = 图书介绍 =

ISBN: 978-7-122-41517-2

语种: 汉文

开本: 16

出版时间: 2023-01-01

装帧: 精

页数: 526

## = 编辑推荐 =

1. 网格化学领域的开拓者和奠基人Yaghi教授的基础理论论著 2. 本书从基础科学理论出发, 引申到MOF和COF的合成、结构与性质, 并扩展到这些材料在应对不同社会挑战方面的应用。 3. 书中例子均为网格化学文献和合成框架中的典型例子。内容介绍聚焦于对底层基本原理的讨论, 以及这些例子背后的研究思维。 4. 图书全彩印刷, 清晰表征结构, 阅读体验高。

## = 作者简介 =

李巧伟, 复旦大学化学系, 教授、博士生导师。承担国家自然科学基金委面上项目等的研究, 并获UCLA无机化学优秀毕业论文奖(2010年)、上海市“浦江人才”(2011年)、上海市“青年科技启明星”(2015年)、上海市“青年拔尖人才”(2017年)、国家“万人计划”青年拔尖人才(2019年)等奖项, 获自然科学基金委“优秀青年科学基金”支持(2019年)。现主要的研究领域包括金属有机框架材料(MOF), 及新能源材料研究。目前共发表SCI论文50余篇, 被引用1700余次, 研究成果获Nature Chemistry, C&EN等正面报道。奥马尔·亚

吉 (Omar Yaghi) , 美籍约旦裔化学家, 美国科学院院士。现任加州大学伯克利分校 (UC Berkeley) James and Neeltje Tretter化学讲席教授、清华大学名誉教授。

## == 精彩书摘 ==

本书系统介绍了网格化学的基础理论 and 应用, 包括金属有机框架 (MOF) 和共价有机框架 (COF) 的合成、结构、性能及应用。重点阐述了MOF在气体吸附和分离、二氧化碳的捕集和封存、氢气和甲烷存储、气相和液相分离、水吸附等领域的应用。另外还将与网格化学思想和分析方法相关的内容作为专题进行了介绍, 包括拓扑、金属有机多面体 (MOP) 和共价有机多面体 (COP)、沸石咪唑框架和动态框架方面的知识。本书可供化学及材料相关专业的高年级本科生和研究生参考使用, 也可作为MOF与COF相关领域研究者的参考用书。

## == 目录 ==

绪论	001
第一篇 金属有机框架	
1 金属有机框架概述	006
1.1 引言	006
1.2 配位固体的早期例子	007
1.3 经典配位化合物	007
1.4 Hofmann型笼合物	009
1.5 配位网络	011
1.6 基于带电荷配体的配位网络	018
1.7 次级构造单元及永久多孔性	019
1.8 MOF化学向三维结构的拓展	020
1.8.1 MOF-5的定向合成	021
1.8.2 MOF-5的结构	022
1.8.3 框架结构的稳定性	023
1.8.4 MOF-5的活化	023
1.8.5 MOF-5的永久多孔性	024
1.8.6 MOF-5的结构稳定性	025
1.9 总结	026
参考文献	026
2 材料多孔性的测定及设计	031
2.1 引言	031
2.2 晶态固体材料的多孔性	031
2.3 气体吸附理论	033
2.3.1 术语及定义	033
2.3.2 物理吸附和化学吸附	035
2.3.3 气体吸附等温线	035
2.3.4 多孔固体的气体吸附模型	038
2.3.5 体积比吸附量和质量比吸附量	041
2.4 金属有机框架的多孔性	042
2.4.1 孔道尺度的精准设计	042
2.4.2 超高比表面积	048
2.5 总结	053
参考文献	054

3	MOF的构造单元	058	
3.1	引言	058	
3.2	有机配体	059	
3.2.1	配体设计合成方法	060	
3.2.2	配体的几何构型	062	
3.3	次级构造单元	073	
3.4	晶态MOF的合成路线	075	
3.4.1	基于二价金属的MOF的合成	075	
3.4.2	基于三价金属的MOF的合成	077	
3.4.3	基于四价金属的MOF的合成	078	
3.5	MOF材料的活化	078	
3.6	总结	080	
	参考文献	080	
4	二基元金属有机框架	083	
4.1	引言	083	
4.2	基于三、四以及六连接SBU的MOF	083	
4.2.1	三连接的SBU	083	
4.2.2	四连接的SBU	084	
4.2.3	六连接的SBU	090	
4.3	基于七、八、十以及十二连接SBU的MOF	098	
4.3.1	七连接的SBU	098	
4.3.2	八连接的SBU	098	
4.3.3	十连接的SBU	104	
4.3.4	十二连接的SBU	104	
4.4	基于无限棒状SBU的MOF	111	
4.5	总结	113	
	参考文献	114	
5	MOF的复杂性和异质性	118	
5.1	引言	118	
5.2	框架的复杂性	119	
5.2.1	多金属MOF	119	
5.2.2	多配体MOF	123	
5.2.3	三级构造单元法	129	
5.3	框架的异质性	133	

5.3.1 混配体MTV-MOF	133
5.3.2 混金属MTV-MOF	135
5.3.3 无序缺位MTV-MOF	136
5.4 总结	138
参考文献	138
6 MOF的功能化	142
6.1 引言	142
6.2 原位功能化	144
6.2.1 分子捕获或封装	144
6.2.2 纳米粒子包埋嵌入MOF基质	144
6.3 合成前功能化	146
6.4 合成后修饰	147
6.4.1 基于弱相互作用的功能化	147
6.4.2 基于强相互作用的PSM	151
6.4.3 基于共价作用的PSM	162
6.4.4 基于桥联羟基的共价PSM	167
6.5 分析方法	169
6.6 总结	170
参考文献	170
第二篇 共价有机框架	
7 历史视角下的共价有机框架的发现	176
7.1 引言	176
7.2 路易斯理论和共价键	177
7.3 有机合成化学的发展	179
7.4 超分子化学	181
7.5 动态共价化学	183
7.6 共价有机框架	185
7.7 总结	189
参考文献	189
8 共价有机框架中的键合	192
8.1 简介	192
8.2 生成硼氧键的反应	192

8.2.1	硼氧六环、硼酸酯和螺硼酸酯的生成机理	192
8.2.2	硼硅酸酯类COF	194
8.2.3	螺硼酸酯类COF	195
8.3	基于席夫碱反应的键合	196
8.3.1	亚胺键合	197
8.3.2	腙类COF	202
8.3.3	方酸菁类COF	203
8.3.4	$\beta$ -酮烯胺类COF	204
8.3.5	吩嗪类COF	206
8.3.6	苯并唑类COF	207
8.4	酰亚胺键合	208
8.4.1	二维酰亚胺类COF	208
8.4.2	三维酰亚胺类COF	210
8.5	三嗪类键合	211
8.6	环硼氮烷键合	212
8.7	丙烯腈键合	213
8.8	总结	215
	参考文献	215

9	共价有机框架的网格设计	219
9.1	引言	219
9.2	COF中的配体	221
9.3	二维COF	221
9.3.1	具有hcb拓扑的COF	223
9.3.2	具有sql拓扑的COF	226
9.3.3	具有kgm拓扑的COF	227
9.3.4	具有hxl拓扑的COF	228
9.3.5	具有kgd拓扑的COF	231
9.4	三维COF	231
9.4.1	具有dia拓扑的COF	233
9.4.2	具有ctn和bor拓扑的COF	233
9.4.3	具有pts拓扑的COF	234
9.5	总结	236
	参考文献	237

10	COF的功能化	239
----	---------	-----

10.1	引言	239
10.2	原位修饰—COF中包埋嵌入纳米粒子	239
10.3	合成前修饰	241
10.3.1	合成前金属化	242
10.3.2	合成前共价功能化	242
10.4	合成后修饰	244
10.4.1	合成后客体捕获	245
10.4.2	合成后金属化修饰	248
10.4.3	合成后共价功能化	250
10.5	总结	258
	参考文献	258

11	共价有机框架的纳米化和特定结构化	261
11.1	引言	261
11.2	自上而下的方法	262
11.2.1	超声处理方法	262
11.2.2	研磨处理方法	263
11.2.3	化学剥离方法	263
11.3	自下而上的方法	265
11.3.1	硼酸酯类COF的结晶机理	265
11.3.2	亚胺类COF的生成机理	271
11.4	超高真空制备单层硼氧六环型和亚胺型COF	274
11.5	总结	275
	参考文献	275

### 第三篇 金属有机框架的应用

12	网格框架材料的应用	280
	参考文献	281
13	MOF中气体吸附和分离的基本概念和原理	286
13.1	气体吸附	286
13.1.1	超额吸附量和总吸附量	286
13.1.2	质量比吸附量和体积比吸附量	288
13.1.3	工作容量	288
13.1.4	基于整个系统的容量	289



13.2	气体分离	290	
13.2.1	热力学分离	291	
13.2.2	动力学分离	292	
13.2.3	选择性	296	
13.3	应用条件下多孔框架的稳定性	300	
13.4	总结	301	
	参考文献	301	
14	C02捕集和封存	303	
14.1	引言	303	
14.2	原位表征	305	
14.2.1	X射线和中子衍射	305	
14.2.2	红外光谱	307	
14.2.3	固体核磁共振波谱	310	
14.3	MOF用于燃烧后C02捕集	311	
14.3.1	配位不饱和金属位点的影响	311	
14.3.2	杂原子的影响	312	
14.3.3	SBU与C02相互作用	314	
14.3.4	疏水性的影响	314	
14.4	MOF用于燃烧前C02捕集	316	
14.5	材料再生和C02释放	317	
14.5.1	变温吸附	318	
14.5.2	真空变压吸附和变压吸附	318	
14.6	用于C02捕集的重要MOF	319	
14.7	总结	321	
	参考文献	322	
15	MOF中氢气和甲烷的存储	328	
15.1	引言	328	
15.2	MOF中氢气的存储	329	
15.2.1	用于氢气存储的MOF的设计	330	
15.2.2	用于氢气存储的重要MOF	337	
15.3	MOF中甲烷的存储	340	
15.3.1	用于甲烷存储的MOF的优化	340	
15.3.2	用于甲烷存储的重要MOF	346	
15.4	总结	346	

## 参考文献 348

16 MOF用于气相分离和液相分离	352
16.1 引言	352
16.2 碳氢化合物的分离	353
16.2.1 C1~C5的分离	354
16.2.2 轻质烯烃和烷烃的分离	357
16.2.3 芳香族C8异构体的分离	363
16.2.4 混合基质膜	364
16.3 液相分离	367
16.3.1 从水中吸附生物活性分子	368
16.3.2 燃料的吸附纯化	370
16.4 总结	372

## 参考文献 372

17 MOF的水吸附应用	379
17.1 引言	379
17.2 MOF的水解稳定性	379
17.2.1 水解稳定性的实验评估	380
17.2.2 降解机理	380
17.2.3 热力学稳定性	382
17.2.4 动力学惰性	384
17.3 MOF中水的吸附	388
17.3.1 水吸附等温线	388
17.3.2 MOF中水吸附的机理	389
17.4 通过引入官能团调控MOF的吸附性质	394
17.5 吸附驱动热泵	395
17.5.1 吸附驱动热泵的工作原理	396
17.5.2 吸附驱动热泵的热力学	396
17.6 空气中水的捕集	398
17.6.1 水捕集的物理原理	399
17.6.2 用于水捕集的MOF的筛选	401
17.7 设计具有定制的水吸附性质的MOF	403
17.7.1 配体设计的影响	403
17.7.2 SBU的影响	403
17.7.3 孔径和孔体系维度的影响	404

17.7.4 缺陷的影响	405
17.8 总结	405
参考文献	406
第四篇 专题	
18 拓扑	412
18.1 引言	412
18.2 图、对称和拓扑	413
18.2.1 图和网络	413
18.2.2 将晶体结构解构成对应底层网络	413
18.2.3 网络拓扑的嵌入	416
18.2.4 局部对称性的影响	416
18.2.5 顶点符号	417
18.2.6 拼贴和面符号	418
18.3 命名法则	420
18.3.1 拓增网络	420
18.3.2 二元网络	421
18.3.3 对偶网络	422
18.3.4 穿插网络	423
18.3.5 交联网络	423
18.3.6 编织和互锁网络	424
18.4 网格化学结构资源数据库	425
18.5 重要的三周期网络	426
18.6 重要的二周期网络	429
18.7 重要的零周期网络/多面体	430
18.8 总结	432
参考文献	432
19 金属有机多面体和共价有机多面体	434
19.1 引言	434
19.2 MOP和COP设计的基本思路	434
19.3 基于四面体的MOP和COP	435
19.4 基于八面体的MOP和COP	437
19.5 基于立方体和杂立方体的MOP和COP	438
19.6 基于截半立方体的MOP	440

19.7 总结	442
参考文献	442
20 沸石咪唑框架	444
20.1 引言	444
20.2 沸石框架结构	446
20.2.1 类沸石金属有机框架	447
20.2.2 沸石咪唑框架	448
20.3 ZIF的合成	449
20.4 重要的ZIF结构	450
20.5 ZIF的设计	453
20.5.1 将空间指数 $\delta$ 作为ZIF设计工具	453
20.5.2 ZIF的功能化	456
20.6 总结	458
参考文献	458
21 动态框架	462
21.1 引言	462
21.2 同步动态行为中的结构柔性	463
21.2.1 同步的全局动态性	464
21.2.2 同步的局部动态性	469
21.3 框架的独立动态性	470
21.3.1 独立的局部动态性	471
21.3.2 独立的全局动态性	473
21.4 总结	474
参考文献	475
附录一 缩略语表	478
附录二 COF结构简式下角英文单词释义	514
索引	515

## 发送电子邮件联系我们

✉ (/Home/Contact)

地址: 北京市东城区青年湖南街13号

- › 邮编: 100011
- › 购书热线: (010) 64518899, (010) 64519788;
- › 传真: (010) 64519686
- › 教材课件支持电话: (010) 64519326
- › 教材课件支持邮箱: cipedu@cip.com.cn

### 关于我们

我社简介 (/Home/About)  
机构组成 (/Home/Organisation)  
领导关怀 (/Home/Lead)  
成绩荣誉 (/Home/Honour)

### 服务

经销商园地 (<http://agent.cip.com.cn>)  
资源下载 (/Service/Download)  
新书目录 (/Service/NewBook)  
科技图书作者手册 (/Service/Author)  
投稿指南 (/Service/Contribute)  
教学资源网 (<http://www.cipedu.com.cn>)  
天猫旗舰店 (<https://hxgycbs.tmall.com/>)  
诚聘英才 (/Service/Hr)  
授权书查询 (<http://qr.cip.com.cn/html/auz/auz.html>)  
正版电子书查询 (<http://cyt.cip.com.cn>)

### 在线商城

京东 (<https://mall.jd.com/index-1000004354.html>)  
天猫 (<https://hxgycbs.tmall.com/>)  
当当 (<http://store.dangdang.com/302>)  
亚马逊 (<https://www.amazon.cn/>)

### 新闻资讯

工作动态 (/Article/List?  
cid=9&cnm=%E5%B7%A5%E4%BD%9C%E5%8A%A8%E6%8C  
通知公告 (/Article/List?  
cid=10&cnm=%E9%80%9A%E7%9F%A5%E5%85%AC%E5%9  
企业党建 (/Article/List?  
cid=11&cnm=%E5%85%9A%E7%BE%A4%E5%B7%A5%E4%B

### 联系我们

地图导航 (/Home/Contact)  
地址详情 (/Home/Contact)

## 站内导航

栏目索引

书目高级查询 (/Book/SeniorSearch)

2018 © 化学工业出版社有限公司. ALL Rights Reserved. 京ICP备12046843号-7 (<https://beian.miit.gov.cn/>) | 京公网安备 11010102000557号 (<http://www.beian.gov.cn/portal/registerSystemInfo?recordcode=11010102000557>) | 网络出版服务许可证 (/Files/SysImg/hlwjyxkz.jpg) | 出版物经营许可证副本 (/Files/SysImg/cbwjyxkzfb.jpg) | 出版物营业执照副本 (/Files/SysImg/cbwyyzzfb.jpg)



全部分类

村上春树

搜全站 搜本店

我的购物车

莫言 人民文学 东野圭吾 半小时漫画 文城余华 bibi动物园

图书 > 科学与自然 > 数学 > 现货速发 网格化学...

博思图书专营店 ★★★★☆ 联系客服



### 现货速发 网格化学导论 金属有机框架和共价有机框架 李巧伟译MOF COF及ZIF背 后的化学原理9787122415172

Omar M. Yaghi 著

京东价 **¥ 226.00** 降价通知  
约 USD 31.75

累计评价  
0

配送至 海外美国 WASHINGTON DISTRICT OF COLUMBIA Naval Anacost Annex

无货, 此商品暂时售完 在线支付免运费

1 + 加入购物车

温馨提示 · 不支持7天无理由退货



关注

举报

企业购更优惠

#### 为你推荐

- 费曼物理学讲义 (经典3本套装) **¥300.00**
- 现代物理基础丛书 76: 数学物理方程 **¥165.40**
- 怎样解题: 数学思维的新方法 **¥49.80**
- 数学家讲解小学数学 数学家伍鸿熙作 **¥56.90**
- 现代物理基础丛书: 微分几何入门 **¥287.60**
- 初等数论及其应用 (原书第6版) **¥74.40**
- 化学基础论 入选小学生阅读指导 **¥47.50**

博思图书专营店

店铺星级 ★★★★☆

商品评价 **8.96** 中

物流履约 **8.79** 中

售后服务 **8.94** 中

[进店逛逛](#) [关注店铺](#)

商品介绍 规格与包装 售后保障 商品评价(0) 本店好评商品

店铺: 博思图书专营店  
出版时间: 2023-01-06

出版社: 化学工业出版社  
审图号: 9787122415172

ISBN: 9787122415172

使用京东APP  
随时随地看商品

商品参数

店内搜索


关键字:

价格:  到

店内分类


科学出版社

上新宝贝

 【全2册】世界互联网发展报告+中国互联网发展报告2022中国网络空间研究院 著电子工业出版社


【全2册】世界互联网发展报告+中国互联网发展报告2022中国网络空

**¥301.00**

 【全3册】沙盘游戏疗法象征手册沙盘游戏疗法荣格学派沙盘游戏疗法沙盘游戏应用创新系列丛书沙具象征意义全面解析沙具词典心理学


【全3册】沙盘游戏疗法象征手册沙盘游戏疗法荣格学派沙盘游戏疗法沙盘

**¥104.70**

 【全4册】沙盘游戏疗法象征手册+沙盘游戏疗法荣格学派沙盘游戏疗法沙盘游戏疗法游戏中的心灵疗愈修订版沙具象征意义全面解析

【全4册】沙盘游戏疗法象征手册+沙盘游戏疗法荣格学派沙盘游戏疗

**¥139.50**

 【全5册】沙盘游戏疗法的起源-地板游戏沙盘游戏疗法荣格学派沙盘游戏疗法沙盘游戏疗法游戏中的心灵疗愈（修订版）沙盘游戏

【全5册】沙盘游戏疗法的起源-地板游戏沙盘游戏疗法荣格学派沙盘游戏

**¥159.10**



【全3册】沙盘游戏疗法的起源-地板游戏沙盘游戏疗法沙盘游戏疗法象征

**¥93.60**

销售排行



正版书籍 幼犬训练 一本就够了(美)凯拉·桑德斯书0-2岁小狗狗训养书训

**¥26.00**



新编训犬指南: 训犬新概念成功训犬法 郭守堂狗狗饲养训犬教程训练狗

网格化学导论：金属有机框架和共价有机框架

图书定价: **298.00**

出版单位: 化学工业出版社

出版时间: 2023年01月

图书开本: 16

图书作者: Omar M. Yaghi

图书页数:

ISBN书号: 9787122415172



**网格化学导论**  
金属有机框架和共价有机框架

Introduction to Reticular Chemistry  
Metal-Organic Frameworks and Covalent Organic Frameworks

**全彩印刷 · 重磅推出**

Yaghi 教授亲自作序祝贺中译本发行

MOF、COF及ZIF背后的化学原理

材料的设计与合成、性质与表征、当前和未来应用

（美）奥马尔·亚吉（Omar M. Yaghi）  
（德）马库斯·卡尔穆茨基（Markus J. Kalmutzki） 著  
（德）克里斯蒂安·迪克斯（Christian S. Diercks）

李巧伟 译

使用京东APP  
随时随地看商品





¥25.60



正版书籍 品读UCP600跟单信用证统一惯例林建煌信用证的运作框架和运

¥79.80



【全3册】笔杆子是怎样炼成的公文写作实战+汇报工作是门技术活儿

¥99.00



全3册】CCF中学生计算机程序设计入门篇基础篇提高篇 CCF中学生计

¥83.80

## 图书基本信息

网格化学导论：金属有机框架和共价有机框架

书 号：9787122415172

书 名：网格化学导论：金属有机框架和共价有机框架

作 者：Omar M. Yaghi, Markus J. Kalmutzki, Christian S. Diercks 著  
李巧伟 译

定 价：298.00元

出版日期：2023年1月出版

开 本：16开



## 图书特色

网格化学导论：金属有机框架和共价有机框架

- 01 插图放大，全彩印刷，清晰展现各种结构。
- 02 详细描述网格化学基础理论及相关材料设计、合成的底层原理和所需基元。
- 03 深入讨论MOF在气体吸附和分离、二氧化碳的捕集和封存、氢气和甲烷存储、气相和液相分离、水吸附等领域的应用。
- 04 提供学术大家Omar M. Yaghi教授及其团队的一手研究成果。
- 05 文后附有各MOF/构造基元简称、全称和释义表，附有主题词索引，方便读者查阅。
- 06 本书主要面向结构化学、无机化学、有机化学、催化化学等领域研究人员，也可作为相关专业研究生和高年级本科生教材。

## 内容简介

网格化学导论：金属有机框架和共价有机框架

本书系统介绍了网格化学的基础理论和应用，包括金属有机框架（MOF）和共价有机框架（COF）的合成、结构、性能及应用。重点阐述

使用京东APP  
随时随地看商品



了MOF在气体吸附和分离、二氧化碳的捕集和封存、氢气和甲烷存储、气相和液相分离、水吸附等领域的应用。另外还将与网格化学思想和分析方法相关的内容作为专题进行了介绍，包括拓扑、金属有机多面体（MOP）和共价有机多面体（COP）、沸石咪唑框架和动态框架方面的知识。



## 著译者简介

网格化学导论：金属有机框架和共价有机框架

**Omar M. Yaghi** 美国加州大学伯克利分校James and Neeltje Tretter 讲席教授，美国劳伦斯伯克利国家实验室高级科学家。伯克利全球科学研究院（BGS）的创始主任，卡弗里能源纳米科学研究院（Kavli ENSI）以及BASF加州研究联盟（CARA）的共同主任。其研究涵盖无机和有机化合物的合成、结构与性质，以及新型晶态材料的设计与构筑。他发现了MOF、COF和ZIF等多类新材料，因开辟和拓展这些新领域而闻名。

**李巧伟** 复旦大学化学系教授，博士生导师。2004年在中国科学技术大学获应用化学学士学位，2006年在美国密歇根大学获化学硕士学位，2010年于加州大学洛杉矶分校获化学博士学位，目前主要从事晶态多孔材料的研究。



## 内页展示

网格化学导论：金属有机框架和共价有机框架

New materials have played a major role in advancing the civilizations of the world. So much so that the technological developments are often referred to in terms of the materials of the day: stone age, bronze age, iron age, glass age, steel age, polymer age, and the molecular age. What is the next age? The emerging field of reticular chemistry may very well be a candidate. It is concerned with linking of molecules with strong bonds to make crystalline extended structures (materials). The products of reticular chemistry are metal-organic frameworks and covalent organic frameworks. They can be made and functionalized to capture clean air and clean water. Their properties can be varied, predicted, and controlled, as evidenced by the many applications that have contributed a great deal to the development of having a good life (University). Given the importance of the project of writing this book, it will serve as an entry point to a field that is accessible to scientists and engineers. Illustrative examples and topics ranging from the history of these areas, we find ourselves behind all the technologies in detail the state of the art of reticular chemistry and inorganic chemistry.



### Introduction to Reticular Chemistry

Metal-Organic Frameworks and Covalent Organic Frameworks

中文版序

新材料在世界文明历程中扮演着重要角色，以至于人们通常用所发展的材料来指代不同的技术发展阶段：石器时代、青铜时代、铁器时代，甚至是玻璃时代、钢铁时代、聚合物时代、分子时代，等等。下一个时代会是什么？不断发展的网格化学很可能是一个候选项。网格化学研究通过强化学键将小分子连接得到晶态拓展型结构（即材料），其产物包括金属有机框架和共价有机框架。所得的框架具有超高的多孔性，并且可以针对不同应用而被合成和被功能化，这些应用包括但不限于清洁能源、清洁空气以及清洁水。框架内的组分可选，可被精准设计，亦可被明确表征，这些特性已经触发了材料领域的一场革命。目前，全球已有100多个国家开展了网格化学研究。由同学们作为领域的先驱做出了巨大的学术贡献。我诚挚地希望更多中国学生和学

使用京东APP  
随时随地看商品



materials science  
another facet of r  
computational c  
starting point for  
Li for undertakin  
care and rigor.

“网格化学”这个词的灵感来自于它的字面意思。我由这本书的许多网格化学工作者在我的实验室学习，包括目前在复旦大学任职的李巧伟。受人们尤其是年轻学者对该领域的极大关注所鼓舞，我们撰写了以网格化学为主题的图书。我们希望本书成为激发学生兴趣，并将他们引领到网格化学天地的导论读物。现在，我们有了本书的中文版。本书的深度定位在广大高年级本科生和低年级研究生可以理解的水平。我们尽量从大量的网格化学文献和合成的框架中选取典型的例子来撰写本书，全书涵盖了从合成、结构、性质到应用的不同专题。在对这些专题进行介绍时，我们聚焦于对底层基本原理的讨论，以及这些例子背后的研究思维。我们特意强调了可信的数据测量和分析过程的重要性，并细致讨论了表征和分析的标准操作规范。网格化学的魅力在于它结合了许多不同的领域：有机化学和无机化学、固态化学和溶液化学、拓扑学、物理化学、材料科学以及化学工程。虽然本书的讨论并未涉及人工智能工具、高通量方法、计算化学以及器件工程等，但它们同样是网格化学的其它重要发展方向。本书可以作为我们后续探索这些新兴方向的出发点。最后，我特别感谢李巧伟承担了本书的翻译工作，精心并严谨地完成了这一中文版的出版。

奥马尔·亚吉

2022年1月15日于伯克利

022 网格化学导论：金属有机框架和共价有机框架

## 1.8.2 MOF-5的结构

Yaghi 及同事在 1999 年报道了 MOF-5 ( $Zn_4O(BDC)_3$ ) 的合成、表征和结构确定<sup>①</sup>。结果表明，MOF-5 的结构确实是基于八面体构型  $Zn_4O(-COO)_6$  SBU 构筑的。该 SBU 由共顶点的 4 个四面体构型  $ZnO_4$  单元组成，并进一步与二连接的 BDC 键连，得到 pcu 拓扑的三维框架结构 (图 1.15)。大尺寸 (8.9 Å) 和高连接数的 SBU，以及与尺寸较大 (6.9 Å) 的有机配体 BDC 相结合，赋予了 MOF-5 开放的多孔结构。MOF-5 具有两种交替排列且相互联通的孔 (孔径分别为 15.1 Å 和 11.0 Å)，其孔开口直径为 8.0 Å。

这些大的空腔占据了晶胞体积的 61%。在初合成的材料中，这些孔道内充满了溶剂分子 (DMF)。MOF-5 结构最鲜明的特征之一是它的孔不存在孔壁。其前所未有的孔道开放性允许客体分子在结构内部自由移动，而不堵塞孔道。相比之下，在更传统的多孔固体如沸石中，孔是有孔壁的，因此扩散过程可能会由于孔堵塞而变得非常复杂。MOF-5 的结构如图 1.15 所示，该结构的孔道开放性用一个黄球示意。黄球表示可以置于孔道内且不与框架中任意原子 (基于范德华半径) 触碰的最大尺寸球体。在本书中，我们将使用类似球体来突出显示所讨论的多孔框架结构中可及的开放空间。

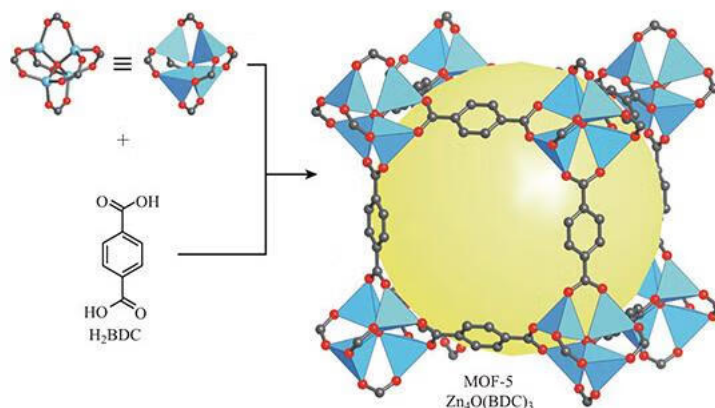


图 1.15 基于八面体构型  $Zn_4O(-COO)_6$  SBU 和二连接线型 BDC 配体构筑的 MOF-5 的晶体结构。由于 BDC 配体上苯环相对于孔道中心的不同朝向，这一简单立方网络 (pcu) 结构具有交替分布的大孔 (孔径 15.1 Å) 和小孔 (孔径 11.0 Å)。为了清晰呈现，图片只展示了大孔结构。黄球表示可以置于孔道内且不与框架中任意原子 (基于范德华半径) 触碰的最大尺寸球体。所有氢原子被隐去。颜色代码：Zn，蓝色；C，灰色；O，红色

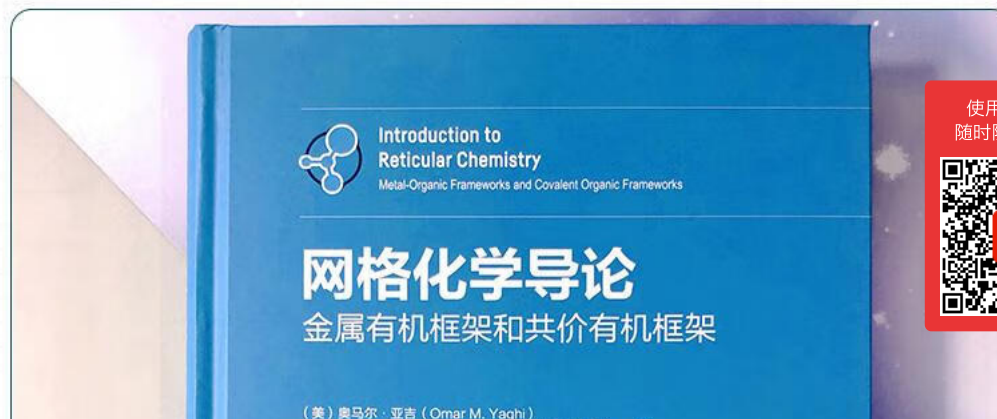
① MOF-5 这一命名参考了著名的沸石结构 ZSM-5。

使用京东APP  
随时随地看商品



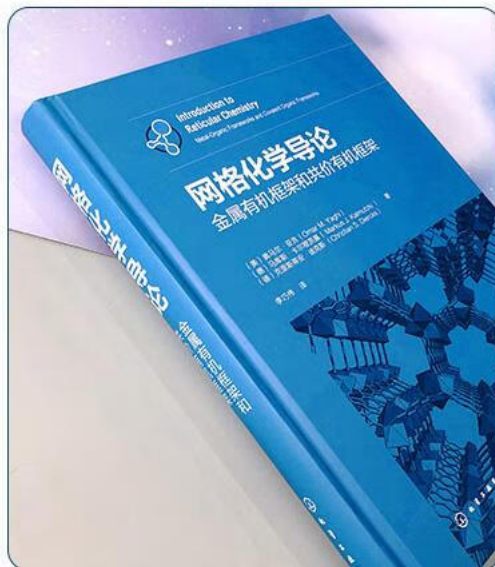
续表

简称	全称/释义
bio-MOF-101	$[Zn_6O_2(AD)_4(NDC)_6](Me_2NH_2)_4$
bio-MOF-102	$[Zn_6O_2(AD)_4(ABDC)_6](Me_2NH_2)_4$
bio-MOF-103	$[Zn_6O_2(AD)_4(NH_2-TDC)_6](Me_2NH_2)_4$
bio-MOF-11	$Co_2(AD)_2(CO_2CH_3)_2$
BIPY	4,4'-联吡啶 4,4'-bipyridine
BITC	脱去4个羧基上质子的H <sub>4</sub> BITC
BLP	1,3,5-三(4-硼烷氨基苯基)苯 1,3,5-tris(4-boranylaminophenyl) benzene
Boc	叔丁氧羰基 <i>tert</i> -butyloxycarbonyl
BPCu	脱去2个羧基上质子的H <sub>2</sub> BPCu
BPDA	联苯-4,4'-二甲醛 4,4'-biphenyldicarboxaldehyde
BPDC	脱去2个羧基上质子的H <sub>2</sub> BPDC
BPEE	1,2-二(吡啶-4-基)乙烯 dipyridylethene
B(pin)	硼酸频哪醇酯 boronic acid pinacol ester
BP <sub>2</sub> DC	脱去2个羧基上质子的H <sub>2</sub> BP <sub>2</sub> DC
Br-BDC	脱去2个羧基上质子的Br-H <sub>2</sub> BDC
Br <sub>2</sub> -BTEB	1,2,4,5-四(羧基苯基)-3,6-二溴苯 4,4',4''-(3,6-dibromobenzene)-1,2,4,5-tetrayl-tetrabenzoate
Br-H <sub>2</sub> BDC	溴代对苯二甲酸 bromoterephthalic acid
BTAC	脱去3个羧基上质子的H <sub>3</sub> BTAC
BTB	脱去3个羧基上质子的H <sub>3</sub> BTB
BTBA	均苯三硼酸 benzene-1,3,5-triyltriboronic acid
BTBDA	2,4,7-三(甲酰基苯基)苯并咪唑 4,4',4''-(1 <i>H</i> -benzo[d]imidazole-2,4,7-triyl)tribenzaldehyde



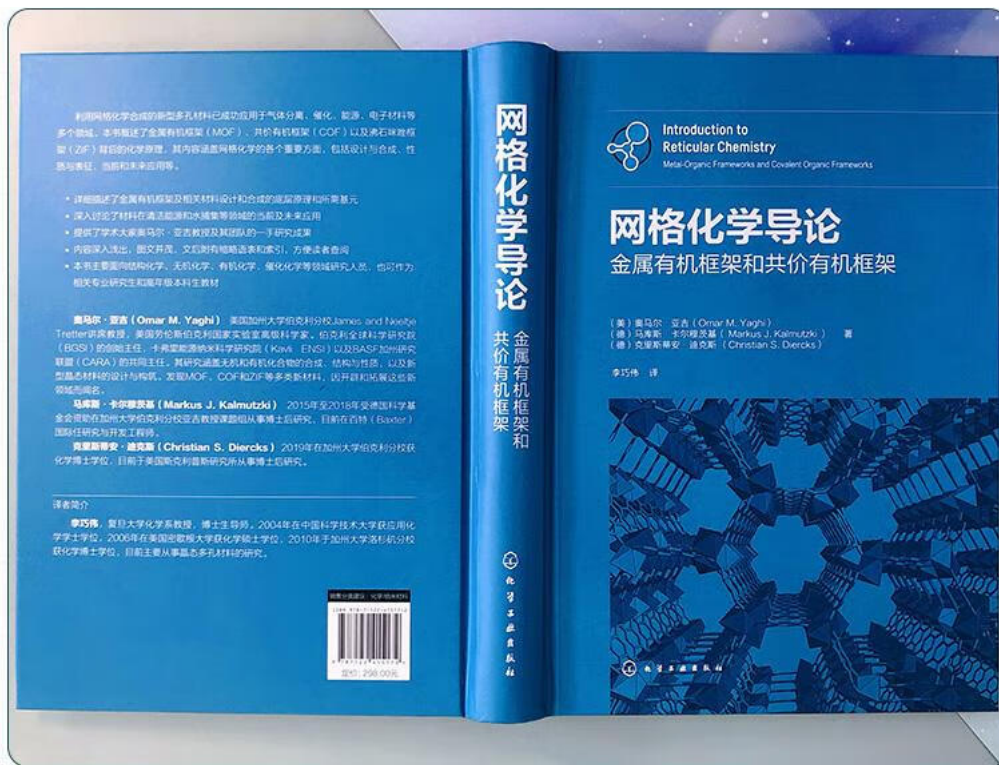
使用京东APP  
随时随地看商品



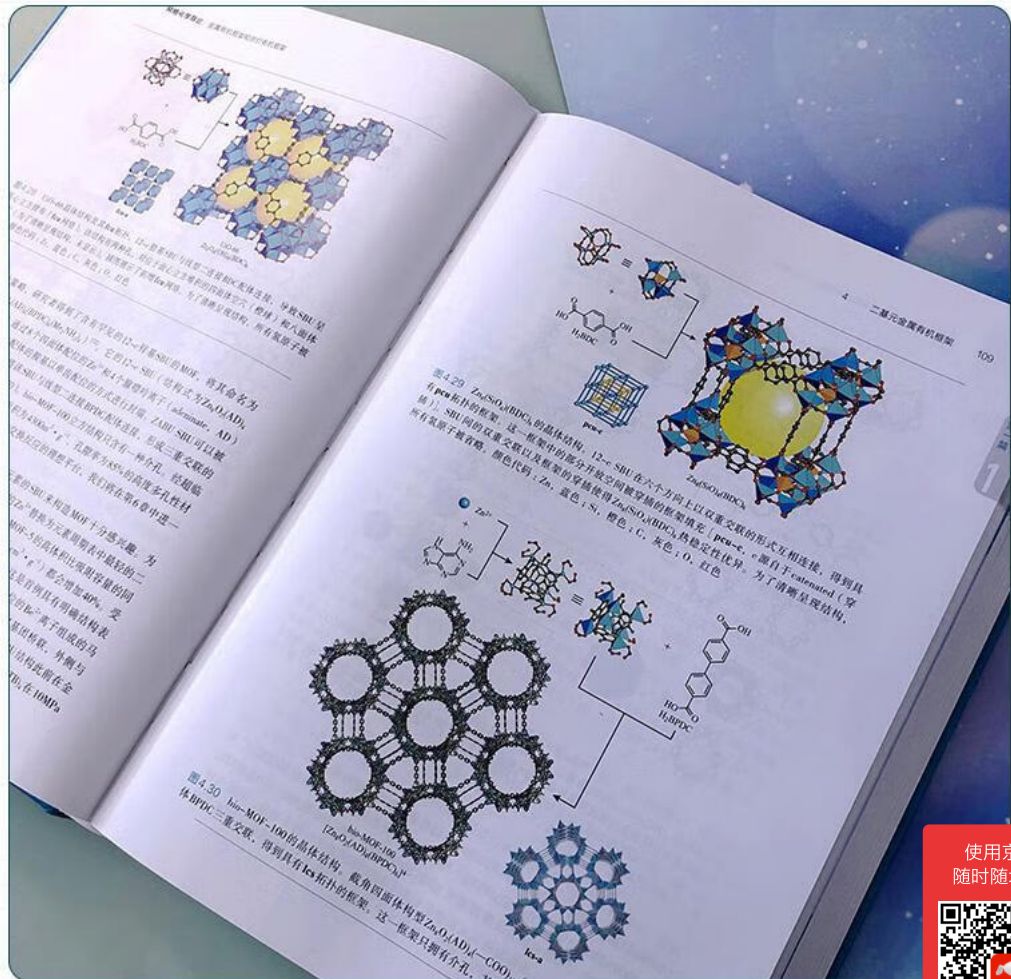
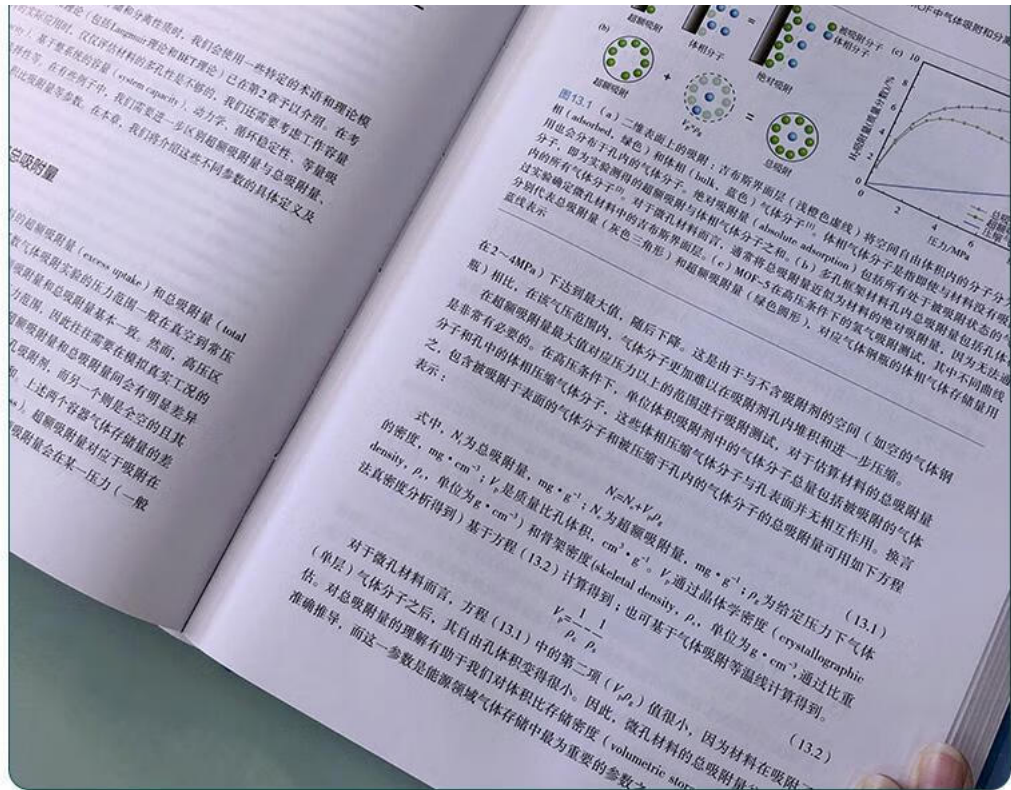


使用京东APP  
随时随地看商品

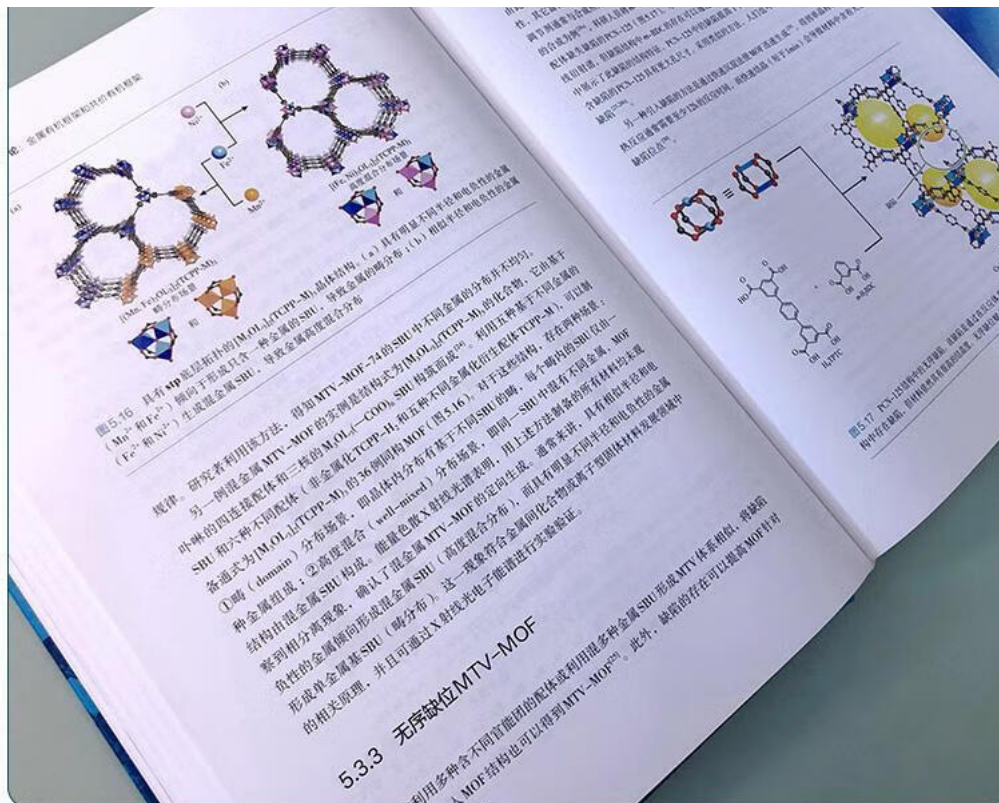
京东



使用京东APP  
随时随地看商品



使用京东APP  
随时随地看商品



目录

绪论001

篇 金属有机框架

1 金属有机框架概述006

1.1 引言006

1.2 配位固体的早期例子007

1.3 经典配位化合物007

1.4 Hofmann型笼合物009

1.5 配位网络011

1.6 基于带电荷配体的配位网络018

1.7 次级构造单元及 多孔性019

1.8 MOF化学向三维结构的拓展020

1.8.1 MOF-5的定向合成021

1.8.2 MOF-5的结构022

1.8.3 框架结构的稳定性023

1.8.4 MOF-5的活化023

1.8.5 MOF-5的 多孔性024

1.8.6 MOF-5的结构稳定性025

1.9 总结026

参考文献026

2 材料多孔性的测定及设计031

2.1 引言031

2.2 晶态固体材料的多孔性031

2.3 气体吸附理论033

2.3.1 术语及定义033

2.3.2 物理吸附和化学吸附035

使用京东APP  
随时随地看商品



2.3.3	气体吸附等温线035
2.3.4	多孔固体的气体吸附模型038
2.3.5	体积比吸附量和质量比吸附量041
2.4	金属有机框架的多孔性042
2.4.1	孔道尺度的精准设计042
2.4.2	超高比表面积048
2.5	总结053
	参考文献054
3	MOF的构造单元058
3.1	引言058
3.2	有机配体059
3.2.1	配体设计合成方法060
3.2.2	配体的几何构型062
3.3	次级构造单元073
3.4	晶态MOF的合成路线075
3.4.1	基于二价金属的MOF的合成075
3.4.2	基于三价金属的MOF的合成077
3.4.3	基于四价金属的MOF的合成078
3.5	MOF材料的活化078
3.6	总结080
	参考文献080
4	二基元金属有机框架083
4.1	引言083
4.2	基于三、四以及六连接SBU的MOF083
4.2.1	三连接的SBU083
4.2.2	四连接的SBU084
4.2.3	六连接的SBU090
4.3	基于七、八、十以及十二连接SBU的MOF098
4.3.1	七连接的SBU098
4.3.2	八连接的SBU098
4.3.3	十连接的SBU104
4.3.4	十二连接的SBU104
4.4	基于无限棒状SBU的MOF111
4.5	总结113
	参考文献114
5	MOF的复杂性和异质性118
5.1	引言118
5.2	框架的复杂性119
5.2.1	多金属MOF119
5.2.2	多配体MOF123
5.2.3	三级构造单元法129
5.3	框架的异质性133
5.3.1	混配体MTV-MOF133
5.3.2	混金属MTV-MOF135
5.3.3	无序缺位MTV-MOF136
5.4	总结138
	参考文献138
6	MOF的功能化142
6.1	引言142



6.2	原位功能化144
6.2.1	分子捕获或封装144
6.2.2	纳米粒子包埋嵌入MOF基质144
6.3	合成前功能化146
6.4	合成后修饰147
6.4.1	基于弱相互作用的功能化147
6.4.2	基于强相互作用的PSM151
6.4.3	基于共价作用的PSM162
6.4.4	基于桥联羟基的共价PSM167
6.5	分析方法169
6.6	总结170
	参考文献170
第二篇 共价有机框架	
7	历史视角下的共价有机框架的发现176
7.1	引言176
7.2	路易斯理论和共价键177
7.3	有机合成化学的发展179
7.4	超分子化学181
7.5	动态共价化学183
7.6	共价有机框架185
7.7	总结189
	参考文献189
8	共价有机框架中的键合192
8.1	简介192
8.2	生成硼氧键的反应192
8.2.1	硼氧六环、硼酸酯和螺硼酸酯的生成机理192
8.2.2	硼硅酸酯类COF194
8.2.3	螺硼酸酯类COF195
8.3	基于席夫碱反应的键合196
8.3.1	亚胺键合197
8.3.2	胺类COF202
8.3.3	方酸菁类COF203
8.3.4	$\beta$ -酮烯胺类COF204
8.3.5	吩噻类COF206
8.3.6	苯并唑类COF207
8.4	酰亚胺键合208
8.4.1	二维酰亚胺类COF208
8.4.2	三维酰亚胺类COF210
8.5	三嗪类键合211
8.6	环硼氮烷键合212
8.7	丙烯腈键合213
8.8	总结215
	参考文献215
9	共价有机框架的网格设计219
9.1	引言219
9.2	COF中的配体221
9.3	二维COF221
9.3.1	具有hcb拓扑的COF223



9.3.2	具有sql拓扑的COF226
9.3.3	具有kgm拓扑的COF227
9.3.4	具有hxl拓扑的COF228
9.3.5	具有kgd拓扑的COF231
9.4	三维COF231
9.4.1	具有dia拓扑的COF233
9.4.2	具有ctn和bor拓扑的COF233
9.4.3	具有pts拓扑的COF234
9.5	总结236
	参考文献237
10	COF的功能化239
10.1	引言239
10.2	原位修饰——COF中包埋嵌入纳米粒子239
10.3	合成前修饰241
10.3.1	合成前金属化242
10.3.2	合成前共价功能化242
10.4	合成后修饰244
10.4.1	合成后客体捕获245
10.4.2	合成后金属化修饰248
10.4.3	合成后共价功能化250
10.5	总结258
	参考文献258
11	共价有机框架的纳米化和特定结构化261
11.1	引言261
11.2	自上而下的方法262
11.2.1	超声处理方法262
11.2.2	研磨处理方法263
11.2.3	化学剥离方法263
11.3	自下而上的方法265
11.3.1	硼酸酯类COF的结晶机理265
11.3.2	亚胺类COF的生成机理271
11.4	超高真空制备单层硼氧六环型和亚胺型COF274
11.5	总结275
	参考文献275
	第三篇 金属有机框架的应用
12	网格框架材料的应用280
	参考文献281
13	MOF中气体吸附和分离的基本概念和原理286
13.1	气体吸附286
13.1.1	超额吸附量和总吸附量286
13.1.2	质量比吸附量和体积比吸附量288
13.1.3	工作容量288
13.1.4	基于整个系统的容量289
13.2	气体分离290
13.2.1	热力学分离291
13.2.2	动力学分离292
13.2.3	选择性296
13.3	应用条件下多孔框架的稳定性300



13.4	总结301
	参考文献301
14	CO <sub>2</sub> 捕集和封存303
14.1	引言303
14.2	原位表征305
14.2.1	X射线和中子衍射305
14.2.2	红外光谱307
14.2.3	固体核磁共振波谱310
14.3	MOF用于燃烧后CO <sub>2</sub> 捕集311
14.3.1	配位不饱和和金属位点的影响311
14.3.2	杂原子的影响312
14.3.3	SBU与CO <sub>2</sub> 相互作用314
14.3.4	疏水性的影响314
14.4	MOF用于燃烧前CO <sub>2</sub> 捕集316
14.5	材料再生和CO <sub>2</sub> 释放317
14.5.1	变温吸附318
14.5.2	真空变压吸附和变压吸附318
14.6	用于CO <sub>2</sub> 捕集的重要MOF319
14.7	总结321
	参考文献322
15	MOF中氢气和甲烷的存储328
15.1	引言328
15.2	MOF中氢气的存储329
15.2.1	用于氢气存储的MOF的设计330
15.2.2	用于氢气存储的重要MOF337
15.3	MOF中甲烷的存储340
15.3.1	用于甲烷存储的MOF的优化340
15.3.2	用于甲烷存储的重要MOF346
15.4	总结346
	参考文献348
16	MOF用于气相分离和液相分离352
16.1	引言352
16.2	碳氢化合物的分离353
16.2.1	C <sub>1</sub> ~C <sub>5</sub> 的分离354
16.2.2	轻质烯烃和烷烃的分离357
16.2.3	芳香族C <sub>8</sub> 异构体的分离363
16.2.4	混合基质膜364
16.3	液相分离367
16.3.1	从水中吸附生物活性分子368
16.3.2	燃料的吸附纯化370
16.4	总结372
	参考文献372
17	MOF的水吸附应用379
17.1	引言379
17.2	MOF的水解稳定性379
17.2.1	水解稳定性的实验评估380
17.2.2	降解机理380
17.2.3	热力学稳定性382
17.2.4	动力学惰性384



17.3	MOF中水的吸附388
17.3.1	水吸附等温线388
17.3.2	MOF中水吸附的机理389
17.4	通过引入官能团调控MOF的吸附性质394
17.5	吸附驱动热泵395
17.5.1	吸附驱动热泵的工作原理396
17.5.2	吸附驱动热泵的热力学396
17.6	空气中水的捕集398
17.6.1	水捕集的物理原理399
17.6.2	用于水捕集的MOF的筛选401
17.7	设计具有定制的水吸附性质的MOF403
17.7.1	配体设计的影响403
17.7.2	SBU的影响403
17.7.3	孔径和孔体系维度的影响404
17.7.4	缺陷的影响405
17.8	总结405
	参考文献406
第四篇 专题	
18	拓扑412
18.1	引言412
18.2	图、对称和拓扑413
18.2.1	图和网络413
18.2.2	将晶体结构解构成对应底层网络413
18.2.3	网络拓扑的嵌入416
18.2.4	局部对称性的影响416
18.2.5	点符号417
18.2.6	拼贴和面符号418
18.3	命名法则420
18.3.1	拓增网络420
18.3.2	二元网络421
18.3.3	对偶网络422
18.3.4	穿插网络423
18.3.5	交联网络423
18.3.6	编织和互锁网络424
18.4	网络化学结构资源数据库425
18.5	重要的三周期网络426
18.6	重要的二周期网络429
18.7	重要的零周期网络/多面体430
18.8	总结432
	参考文献432
19	金属有机多面体和共价有机多面体434
19.1	引言434
19.2	MOP和COP设计的基本思路434
19.3	基于四面体的MOP和COP435
19.4	基于八面体的MOP和COP437
19.5	基于立方体和杂立方体的MOP和COP438
19.6	基于截半立方体的MOP440
19.7	总结442



- 参考文献442
- 20 沸石咪唑框架444
  - 20.1 引言444
  - 20.2 沸石框架结构446
    - 20.2.1 类沸石金属有机框架447
    - 20.2.2 沸石咪唑框架448
  - 20.3 ZIF的合成449
  - 20.4 重要的ZIF结构450
  - 20.5 ZIF的设计453
    - 20.5.1 将空间指数 $\delta$ 作为ZIF设计工具453
    - 20.5.2 ZIF的功能化456
  - 20.6 总结458
- 参考文献458
- 21 动态框架462
  - 21.1 引言462
  - 21.2 同步动态行为中的结构柔性463
    - 21.2.1 同步的全局动态性464
    - 21.2.2 同步的局部动态性469
  - 21.3 框架的立动态性470
    - 21.3.1 立的局部动态性471
    - 21.3.2 立的全局动态性473
  - 21.4 总结474
- 参考文献475
- 附录 一 缩略语表478
- 附录 二 COF结构简式下角英文单词释义514
- 索引515

### 售后保障



#### 正品行货

京东商城向您保证所售商品均为正品行货，京东自营商品开具机打发票或电子发票。

#### 权利声明:

京东上的所有商品信息、客户评价、商品咨询、网友讨论等内容，是京东重要的经营资源，未经许可，禁止非法转载使用。

注：本站商品信息均来自于合作方，其真实性、准确性和合法性由信息拥有者（合作方）负责。本站不提供任何保证，并不承担任何法律责任。

印刷版次不同，印刷时间和版次以实物为准。

#### 价格说明:

**京东价:** 京东价为商品的销售价，是您最终决定是否购买商品的依据。

**划线价:** 商品展示的划线价为参考价，并非原价，该价格可能是品牌专柜标价、商品吊牌价或由品牌供应商提供的正品零售价（如官方旗舰店、线下专卖店、品牌直营店、团购等）或其他已经销售过的价格；由于地区、时间的差异性和市场行情波动，品牌专柜标价、商品吊牌价等可能会与您购物时展示的不一致，该价格仅供您参考。

**折扣:** 如无特殊说明，折扣指销售商在原价、或划线价（如品牌专柜标价、商品吊牌价、厂商指导价、厂商建议零售价）等某一价格基础上进行扣减，具体参与折扣活动时存在一定限制和要求，您可在购买前联系销售商进行咨询。

**异常问题:** 商品促销信息以商品详情页“促销”栏中的信息为准；商品的具体售价以订单结算页价格为准；如您发现活动商品售价或促销信息异常时，请您及时向客服人员反馈，我们一定会第一时间为您处理。

### 商品评价

全部评论() 晒图() 好评() 中评() 差评()

使用京东APP  
随时随地看商品

全部评论



使用京东APP  
随时随地看商品



京东

