

材料科学与工程专业本科系列教材

HUAXUE JIANCAI

# 化学建材

主 编 杨学稳

副主编 田中华



重庆大学出版社

<http://www.cqup.com.cn>

# 化学建材

主 编 杨学稳

副主编 田中华

重庆大学出版社

## 内 容 提 要

本书系统地阐述了化学建材所用原料的基本结构和性能,并结合实例介绍了各类化学建材的基本组成及性能、作用机理、选择原则、生产及施工工艺,以及产品性能的测试、检验方法。全书共分6章,内容涵盖了化学建材基础、建筑塑料、建筑涂料、建筑胶粘剂、建筑防水材料和聚合物在混凝土中的应用等方面,不仅吸收了化学建材技术领域的最新成果,而且还引入了最新的国家标准,具有较强的实用性。

本书主要为高等学校材料类、化学化工类专业本科生用教材,也可作为相关专业研究生、工程技术人员、高职(大专)教师以及土木工程、交通工程、水电工程等专业本科生的参考用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

化学建材/杨学稳主编. —重庆:重庆大学出版社,  
2006.8

(材料科学与工程专业本科系列教材)

ISBN 7-5624-3774-2

I. 化... II. 杨... III. 建筑化工材料—高等学校  
—教材 IV. TU53

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第095181号

## 化学建材

主 编 杨学稳

副主编 田中华

责任编辑:姚正坤 彭 宁 版式设计:彭 宁

责任校对:任卓惠 责任印制:秦 梅

\*

重庆大学出版社出版发行

出版人:张鸽盛

社址:重庆市沙坪坝正街174号重庆大学(A区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:[fxk@cqup.com.cn](mailto:fxk@cqup.com.cn) (市场营销部)

全国新华书店经销

重庆师范大学印刷厂印刷

\*

开本:787×1092 1/16 印张:17.75 字数:443千

2006年8月第1版 2006年8月第1次印刷

印数:1—3 000

ISBN 7-5624-3774-2 定价:23.00元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

# 前言

化学建材通常是指以有机高分子材料及其复合材料为原料生产的用于建筑工程的材料。它不仅具有密度小、质量轻、比强度高、生产和使用能耗低、耐腐蚀性好、装饰性强等优点,而且安装、使用及施工方便,易于机械化生产,可以减少运输成本和节能保温。特别是塑料管材管件、塑料门窗、建筑涂料、建筑防水及密封材料、建筑胶粘剂、建筑模板、泡沫塑料保温材料以及聚合物混凝土等材料在建筑上的广泛应用,极大地推动了建筑业的革新与发展,改善了建筑功能,保护了环境,满足了建筑节能设计与建设的需要。随着中国城市建设和建筑业的迅猛发展,各类新型建筑材料不断涌现,化学建材已成为国民经济的支柱产业。

自教育部颁布《工科本科指导性专业目录》以来,各建筑类高校及材料类、化学化工、高分子材料与工程等本科专业,本着强基础,宽专业,跨学科的教育发展宗旨,重新修订了本科人才培养方案,部分高校增开了“化学建材”课程,以满足化学建材在生产、研究、营销、环境设计、装饰装修及应用等领域的发展对相关专业人才的需求。

为了适应国家建筑与新型建材的发展和大学本科教育教学改革形势,由天津城市建设学院材料科学与工程系组织编写了本教材。撰写分工如下:杨学稳任主编,并负责第1章的第2节,第3章的第1~4节,第6章及附录、第2章~第6章习题与思考题的执笔;田中华任副主编,并负责第4章的执笔;廖晓兰负责第1章的第1节,第2章、第3章的第9节及第1章习题与思考题的执笔;李军伟负责第5章及第3章的第10,11节的执笔;姚天国负责第3章中的第4~8节的执笔;李向堂参加了部分AUTOCAD绘图及第3章中第12节的执笔。在编写过程中,编者参考了大量的相关专著、文献和生产厂家的生产工艺,对此作者深表感谢。限于篇幅,书后仅列主要的中文参考资料。

天津大学许鑫华教授、郑州大学杨久俊教授、天津建筑材料科学研究所陈鹏高级工程师、天津天涂豪邦涂料有限公司(原天津建筑涂料厂)孟兆瑞高级工程师、化工部天津化工研究设计院冯孝秋高级工程师、天津城建学院费学宁教授以及张宝莲、吴边鹏、魏冬青副教授审阅了该书的初稿,并提出许多指导性意见;本书的出版也得到了重庆大学出版社的大力支持和帮助,在此作者深表衷心的感谢!

鉴于编者水平有限,书中难免有漏、误及不当之处,敬请广大读者予以指正。

编 者

2006年3月

## 教师信息反馈表

为了更好地为教师服务,提高教学质量,我社将为您的教学提供电子和网络支持。请您填好以下表格并经系主任签字盖章后寄回,我社将免费向您提供相关的电子教案、网络交流平台或网络化课程资源。

请按此裁下寄回我社或在网上下载此表格填好后 E-mail 发回

书名:		版次	
书号:			
所需要的教学资料:			
您的姓名:			
您所在的校(院)、系:	校(院)	系	
您所讲授的课程名称:			
学生人数:	_____人	_____年级	学时:
您的联系地址:			
邮政编码:		联系电话	(家)
			(手机)
E-mail:(必填)			
您对本书的建议:	<div style="text-align: right; margin-top: 20px;">系主任签字</div> <div style="text-align: right; margin-top: 20px;">盖章</div>		

请寄:重庆市沙坪坝正街 174 号重庆大学(A区)  
重庆大学出版社市场部

邮编:400030

电话:023-65111124

传真:023-65103686

网址:<http://www.cqup.com.cn>

E-mail:[fxk@cqup.com.cn](mailto:fxk@cqup.com.cn)

# 目 录

第1章 化学建材基础 .....	1
1.1 有机化学基础 .....	1
1.1.1 有机化合物的概述 .....	1
1.1.2 烃类有机化合物 .....	2
1.1.3 烃的衍生物 .....	7
1.1.4 化学建材基本原料来源 .....	13
1.2 高分子材料基础 .....	18
1.2.1 基本概念 .....	18
1.2.2 命名 .....	18
1.2.3 分类 .....	19
1.2.4 聚合反应 .....	20
1.2.5 聚合物分子量及其多分散性 .....	25
1.2.6 聚合物分子运动单元的多重性 .....	27
1.2.7 聚合物分子运动的温度依赖性 .....	27
1.2.8 聚合物的力学性能 .....	28
1.2.9 聚合物的粘弹性 .....	30
1.2.10 聚合物的老化 .....	32
1.2.11 聚合物的燃烧特性 .....	33
第2章 建筑塑料 .....	35
2.1 概述 .....	35
2.1.1 分类 .....	35
2.1.2 特点 .....	35
2.1.3 发展现状与前景 .....	37
2.2 基本组分 .....	38
2.2.1 常用的树脂 .....	38
2.2.2 常用的助剂 .....	41
2.3 配方设计原理 .....	44
2.3.1 原料的选择原则 .....	44
2.3.2 材料性能影响的分析 .....	45

2.3.3	配方设计要点	46
2.4	成型加工的基本方法及设备	47
2.4.1	挤出成型	47
2.4.2	注射成型	48
2.4.3	压延成型	48
2.4.4	吹塑成型	49
2.4.5	压制及其他成型方法	50
2.5	常用的建筑塑料制品	50
2.5.1	塑料管材与管件	50
2.5.2	塑料门窗及型材	54
2.5.3	塑料地面制品	57
2.5.4	塑料墙面装饰材料	59
2.5.5	塑料板材	61
2.5.6	玻璃纤维增强塑料	64
<b>第3章</b>	<b>建筑涂料</b>	<b>67</b>
3.1	建筑涂料基础	67
3.1.1	定义与功能	67
3.1.2	分类	68
3.1.3	主要成膜物质	70
3.1.4	次要成膜物质	71
3.1.5	辅助成膜物质	72
3.1.6	配方设计原理	83
3.1.7	涂料的表面化学	87
3.1.8	建筑涂料的成膜机理	89
3.1.9	生产工艺基础	91
3.1.10	产品的检验规则	95
3.2	常用树脂基料的制备	96
3.2.1	醇酸树脂	96
3.2.2	丙烯酸树脂	102
3.2.3	饱和聚酯树脂	105
3.2.4	不饱和聚酯树脂	106
3.2.5	聚氨酯树脂	107
3.2.6	酚醛树脂	111
3.2.7	环氧树脂	112
3.2.8	呋喃树脂	116



3.2.9	有机硅树脂	117
3.3	常用乳液基料的制备	118
3.3.1	聚合物乳液聚合的基本原理	119
3.3.2	基本组成与作用	120
3.3.3	制备方法	121
3.3.4	聚醋酸乙烯酯乳液	122
3.3.5	丙烯酸酯共聚物乳液	123
3.3.6	醋酸乙烯-丙烯酸酯共聚物乳液	124
3.3.7	苯乙烯-丙烯酸酯共聚物乳液	124
3.3.8	有机硅氧烷-丙烯酸酯共聚物乳液	125
3.3.9	聚丙烯酸酯弹性乳液	126
3.3.10	其他乳液	126
3.3.11	聚合物乳液的性能检验项目	126
3.4	内墙装饰涂料	128
3.4.1	乳液型内墙涂料	128
3.4.2	水溶性内墙涂料	131
3.4.3	多彩及其他内墙涂料	132
3.5	外墙装饰涂料	135
3.5.1	乳液型外墙涂料	136
3.5.2	水溶性外墙涂料	141
3.5.3	溶剂型外墙涂料	143
3.5.4	其他外墙涂料	146
3.6	水性墙面腻子	146
3.6.1	概述	146
3.6.2	聚乙烯醇内墙腻子	146
3.6.3	白水泥粉状腻子	147
3.6.4	苯-丙乳液外墙腻子	148
3.6.5	弹性腻子	149
3.6.6	腻子的施工工序	149
3.7	地面涂料	150
3.7.1	溶剂型薄质地面涂料	150
3.7.2	溶剂型合成树脂厚质地面涂料	151
3.7.3	水性地面涂料	154
3.8	建筑防火涂料	155
3.8.1	概述	155

3.8.2	防火涂料的组成	156
3.8.3	阻燃机理	157
3.8.4	配方设计的原则	157
3.8.5	饰面型防火涂料	158
3.8.6	钢结构防火涂料	159
3.8.7	防火涂料质量检定	161
3.9	建筑防腐涂料	161
3.9.1	腐蚀机理	161
3.9.2	防腐涂料特点和作用	162
3.9.3	酚醛树脂防腐涂料	163
3.9.4	环氧树脂防腐涂料	164
3.9.5	呋喃树脂防腐涂料	167
3.9.6	乙烯树脂防腐涂料	168
3.9.7	聚氨酯防腐涂料	170
3.9.8	氟树脂防腐涂料	170
3.9.9	橡胶类防腐涂料	170
3.9.10	其他类型防腐涂料	171
3.9.11	防腐涂料的检测项目	172
3.9.12	防腐涂料的施工	172
3.10	建筑涂料的质量检测与施工	173
3.10.1	涂料性能检测项目	173
3.10.2	施工性能检测项目	174
3.10.3	涂膜性能检测项目	175
3.10.4	施工工艺	177
3.11	建筑涂料的化学毒性	178
3.11.1	常见的有毒物质及危害	178
3.11.2	常见的有毒物质的测定	180
3.12	建筑涂料的发展	182
3.12.1	建筑涂料现状	182
3.12.2	建筑涂料的发展方向	182
<b>第4章</b>	<b>建筑胶粘剂</b>	<b>185</b>
4.1	概述	185
4.1.1	发展简史	185
4.1.2	在建筑上的应用	186

4.2	分类和组成	187
4.2.1	分类	187
4.2.2	组成	188
4.2.3	一般制备工艺	189
4.3	材料的胶接	189
4.3.1	粘接机理	189
4.3.2	材料的胶接	190
4.4	建筑常用树脂类胶粘剂	192
4.4.1	环氧树脂胶粘剂	192
4.4.2	聚氨酯胶粘剂	193
4.4.3	丙烯酸酯类胶粘剂	195
4.4.4	聚醋酸乙烯酯胶粘剂	198
4.4.5	不饱和聚酯胶粘剂	199
4.4.6	改性聚乙烯醇缩甲醛胶粘剂	200
4.4.7	脲醛树脂胶粘剂	201
4.4.8	三聚氰胺甲醛树脂胶粘剂	204
4.4.9	酚醛树脂胶粘剂	204
4.5	建筑常用橡胶类胶粘剂	205
4.5.1	氯丁橡胶胶粘剂	205
4.5.2	丁腈橡胶胶粘剂	207
4.5.3	丁苯橡胶胶粘剂	208
4.5.4	丁基橡胶胶粘剂	209
4.5.5	聚硫橡胶胶粘剂	210
4.5.6	改性天然橡胶胶粘剂	210
4.5.7	硅橡胶胶粘剂	211
4.6	胶粘剂的性能测试	213
4.6.1	物理状态	213
4.6.2	胶粘剂的老化试验	216
4.6.3	胶接强度的测定	218
4.6.4	胶接质量的非破坏性检验	219
<b>第5章</b>	<b>建筑防水材料</b>	<b>220</b>
5.1	概述	220
5.1.1	分类	220
5.1.2	原材料	221
5.1.3	典型的应用领域	223

5.2	建筑防水卷材	224
5.2.1	沥青防水卷材	224
5.2.2	聚合物改性沥青防水卷材	225
5.2.3	沥青油毡瓦	228
5.2.4	合成高分子防水卷材	228
5.2.5	一般生产工艺	232
5.2.6	防水卷材的施工	232
5.3	建筑防水涂料	233
5.3.1	沥青防水涂料	233
5.3.2	聚合物改性沥青防水涂料	234
5.3.3	高分子防水涂料	238
5.3.4	聚合物水泥防水涂料	241
5.4	建筑防水密封材料	242
5.4.1	概述	242
5.4.2	硅橡胶防水密封胶	243
5.4.3	聚氨酯防水密封胶	244
5.4.4	丙烯酸酯防水密封胶	245
5.4.5	聚硫防水密封胶	247
5.5	其他建筑防水材料	248
5.5.1	刚性防水材料	248
5.5.2	水泥基渗透结晶型防水材料	249
5.5.3	堵漏止水材料	250
<b>第6章</b>	<b>聚合物在混凝土中的应用</b>	<b>251</b>
6.1	概述	251
6.1.1	定义与分类	251
6.1.2	应用与发展	252
6.2	聚合物浸渍混凝土	252
6.2.1	PIC 材料的基本组分	252
6.2.2	生产工艺	253
6.2.3	特点及应用	254
6.3	聚合物改性混凝土	254
6.3.1	PMC 材料的基本组成	254
6.3.2	PMC 质量影响因素	255
6.3.3	常见的配方举例	255
6.3.4	特点及应用	256

6.4 聚合物胶结混凝土.....	256
6.4.1 PC 材料的基本组成 .....	256
6.4.2 生产工艺.....	256
6.4.3 常见的配方举例.....	257
6.4.4 特点及应用.....	257
6.5 聚合物在混凝土中的其他应用简介.....	258
主要参考文献 .....	259
习题与思考题 .....	262
附录 聚合物英文名称编写一览表 .....	268

# 第 1 章

## 化学建材基础

### 1.1 有机化学基础

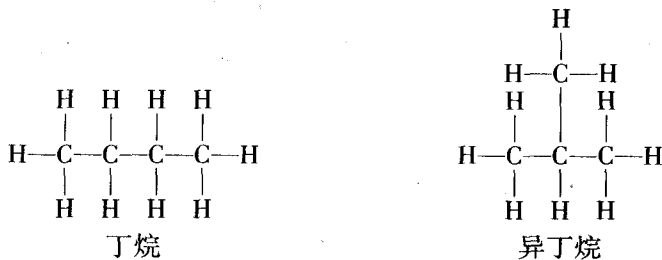
#### 1.1.1 有机化合物的概述

有机化合物是指含有碳和氢的化合物及其衍生物。它是化学建材中的主要原料,学习化学建材前了解有机化合物的分子结构、化学反应、性质及应用,可为从微观结构上认识和掌握化学建材的有机原料知识奠定基础。

##### (1) 化学结构

有机化合物结构是指分子的元素组成、原子间的排列次序、原子相互间的立体位置、化学键的结合状态以及分子中电子的分布状态等各项内容的总称。例如甲醛的分子是由 C, H, O 三种元素构成的,其各种原子的数量为  $\text{CH}_2\text{O}$  (分子式)。

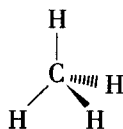
所谓原子间相互结合的顺序是指分子中的原子,按各自的化合价,以一定的结合顺序相互连接起来,使整个分子内各原子的化合价都得到满足,并用短横线“—”表示化学键,这样构成的图式叫结构式。例如分子式为  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  的化合物有如下两种结构式:



丁烷与异丁烷的分子式相同,但结构式不同。这种现象称为同分异构现象,丁烷与异丁烷则互称为同分异构体。异构体的性质是有差别的。

空间排布是指分子中原子在三维空间的排布,即分子中的原子排布是立体的,不能都视为

平面。例如甲烷分子的空间排布是正四面体,四个碳-氢之间的夹角均为  $109^{\circ}28'$ 。



## (2) 化学键

结构式中的短横线“—”代表化学键。化学键可视为一种力,按其力的形式不同可分为离子键、共价键和金属键三种,共价键是成键原子轨道沿着最大重叠方向相互交盖或重叠的结果。

### 1.1.2 烃类有机化合物

由碳、氢元素组成的有机化合物统称为烃类有机化合物。它们可以视为所有有机化合物的母体。根据构成分子中碳-碳间的化学键特点,分为烷烃、烯烃、炔烃和芳烃四类,如图 1.1 所示。

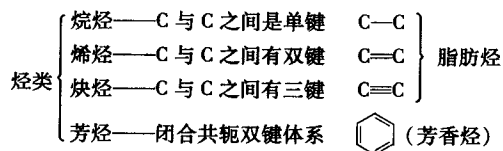
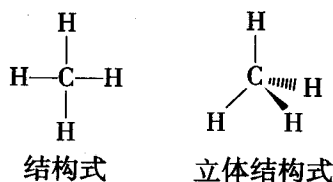


图 1.1 烃类有机化合物的分类

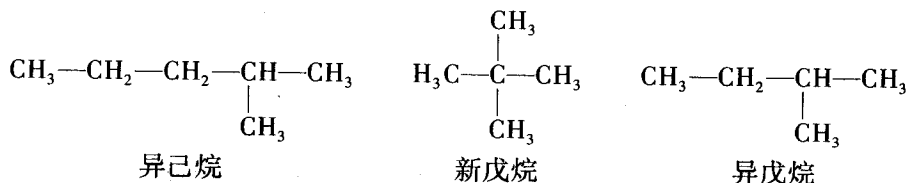
### (1) 烷烃

烷烃是分子中碳原子以单键相互连接成键,其余的键完全与氢原子相连,分子中的氢的含量已达最高限度,故称为饱和烃,通式为  $C_nH_{2n+2}$ 。其中甲烷是烷烃中最简单的化合物,分子式为  $CH_4$ ,结构式与空间结构式如下:

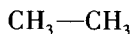


1) 命名方法 烷烃的命名方法有普通命名法、衍生物命名法及系统命名法。

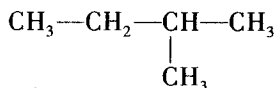
①普通命名法 以碳原子的个数来命名,其在十以内的用甲、乙、丙、丁、戊、己、庚、辛、壬、癸来称谓,十以上的则用十一、十二……来称谓,如  $C_8H_{18}$  称辛烷,  $C_{12}H_{26}$  称为十二烷;带有支键的用异、新表示,如:



②衍生物命名法 以甲烷为母体命名,如:

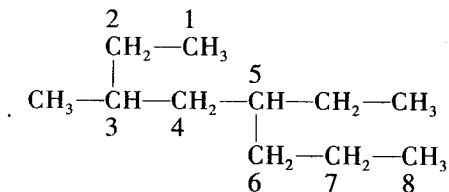


甲基甲烷



甲基甲基乙基甲烷

③系统命名法(IUPAC法) 先选择分子中最长,并且含有最多支链的碳链为主链来命名,然后将主链上的碳原子进行编号,并从距支链最近的一端开始,将支链的位置(用阿拉伯数字表示)和名称写在母体名称的前面(阿拉伯数字与汉字之间应加一短线“-”)。如:

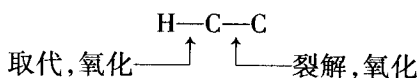


3-甲基-5-乙基辛烷

2)物理性质 随着烷烃分子质量的增加,其沸点、熔点逐渐升高。 $\text{C}_1 \sim \text{C}_4$ 一般为气态, $\text{C}_5 \sim \text{C}_{17}$ 为液态, $\text{C}_{18}$ 以上为固态。烷烃不溶于水,可溶于有机溶剂,并遵循“相似相溶”的经验规律。所谓相似,主要是指分子的极性、结构相似,如烃类都是非极性或弱极性分子,一般可溶于非极性或弱极性的溶剂中。

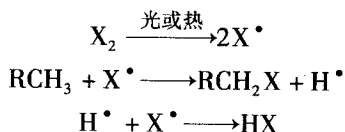
3)化学性质 烷烃是一类不活泼的有机化合物。室温下烷烃与强酸、强碱、强氧化剂等都不起作用。若在一定条件下如高温、高压、光照或催化剂的影响下,烷烃也能发生一些反应。

①反应中心 反应中心是表示化学反应所发生的位置。位置不同,化学键的性质则不同,其反应的产物也不同。所以,反应中心决定反应产物的种类。

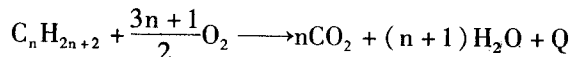


②化学反应 烷烃的化学反应主要有自由基取代反应、氧化反应及裂解、裂化反应等。取代反应是指烷烃与某些试剂可以发生反应,其结果是烷烃分子中的氢原子被其他原子或原子团所取代。

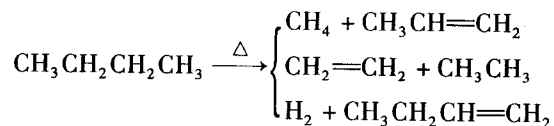
• 自由基取代( $\text{S}_\text{R}$ )反应:



• 氧化反应:



• 裂解、裂化反应:



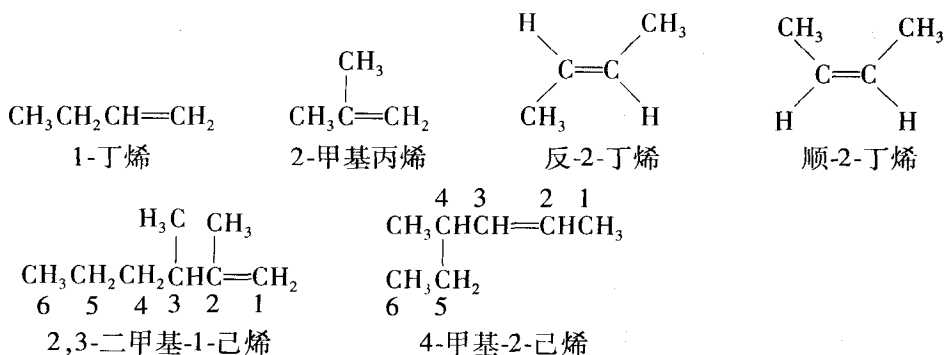
## (2) 烯烃

烯烃是指含有碳碳双键的不饱和烃,其通式为 $\text{C}_n\text{H}_{2n}$ , $\text{C}=\text{C}$ 中有一个 $\sigma$ 键和一个 $\pi$ 键。

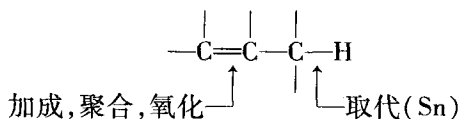


$\pi$  键易变性较大,并且对邻近原子有一定影响。所以,双键处是发生化学反应的主要部位。

1) 异构与命名 由于碳架不同和双键在碳架上的位置不同,烯烃有各种构造异构体。例如,丁烯( $C_4H_8$ )有四种构造异构体。顺、反异构是分子中原子的连结顺序相同,而空间排布不同,又称为立体异构或构造异构。命名方法的要点:找出含有双键的最长碳链作为主链,并称为某烯;从靠近双键一端编号,确定支链的位置;然后按次序命为基号-基名-双键号-某烯。如:

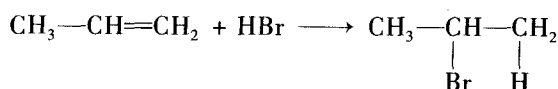


2) 反应中心 碳碳双键是烯烃的官能团,它的存在使烯烃具有很大的化学活泼性,大部分烯烃的化学反应均发生在双键上。此外, $\alpha$  碳原子(与双键相连的碳)上的氢原子也容易发生取代反应。

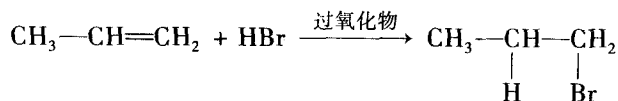


3) 化学反应 烯烃的化学反应有亲电加成、自由基加成、聚合反应、取代反应、氧化反应等。亲电加成反应是指由亲电试剂的作用而引起的加成反应。具有导电性能的试剂为亲电试剂。

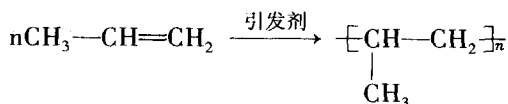
①亲电加成( $A_{DE}$ )反应



②自由基加成( $A_{DR}$ )反应



③聚合反应



④自由基取代( $S_R$ )反应



⑤氧化反应