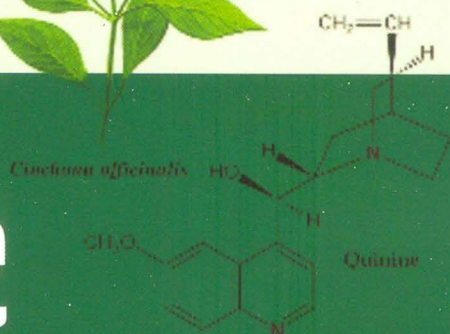


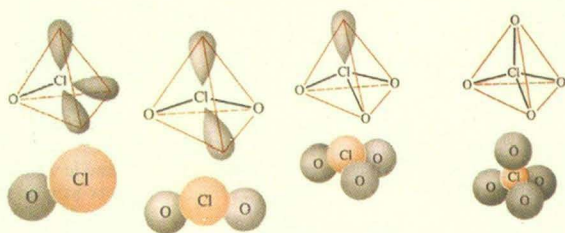
- 教育部国家示范性高等职业院校指定教材
- 高职高专湖北精品课程建设教材
- 高等学校应用型人才规划教材



# 有机化学

YOUJI HUAXUE

主 编 沈 萍  
副主编 赵艳霞 黄 红 段怡萍  
主 审 万军梅



中国地质大学出版社有限责任公司  
ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE YOUXIAN ZEREN GONGSI

教育部高职高专国家示范性高等职业院校教材  
湖北省精品课程建设教材  
高等学校应用型人才规划教材

# 有机化学

主 编 沈 萍  
副主编 赵艳霞 黄 红 段怡萍  
主 审 万军梅

图书在版编目(CIP)数据

有机化学/沈萍主编;赵艳霞,黄红,段怡萍副主编. —武汉:中国地质大学出版社有限责任公司,2011.8

ISBN 978-7-5625-2597-4

(高等学校应用型人才规划教材)

I. ①有…

II. ①沈…②赵…③黄…④段…

III. 有机化学-职业教育-教材

IV. ①O62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 165880 号

有机化学

沈 萍 主 编

赵艳霞 黄 红 段怡萍 副主编

责任编辑:王文生

策划组稿:方 菊 张晓红

责任校对:戴 莹

出版发行:中国地质大学出版社有限责任公司(武汉市洪山区鲁磨路 388 号) 邮政编码:430074

电话:(027)67883511

传真:67883580

E-mail:cbb@cug.edu.cn

经 销:全国新华书店

<http://www.cugp.cug.edu.cn>

开本:787 毫米×1 092 毫米 1/16

字数:330 千字 印张:11.5

版次:2011 年 8 月第 1 版

印次:2011 年 8 月第 1 次印刷

印刷:武汉市教文印刷厂

印数:1—2 000 册

ISBN 978-7-5625-2597-4

定价:26.00 元

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换

# 前 言

“十五”期间我国高职高专教育经历了跨越式发展，专业建设、改革和发展的思路日益清晰，但是课程改革与教材建设相对滞后，导致高职高专教育人才培养效果与市场需求之间存在一定偏差，现行同类教材过分强调知识的系统性，仅仅注重内容上的增减变化，没有真正反映高职高专教育的特征与要求。“十一五”期间教育部首次成立了专门针对高职高专教学改革与教材建设的指导委员会，并且组织编写了一批国家规划教材，但其中并没针对生物、医学、制药、食品类专业基础课程的无机化学及化学分析的教材，此次该教材编委之一是2006年湖北省精品课程——《有机化学》的课程负责人，在总结多年课程建设与应用推广的经验的基础上，又以2009年武汉职业技术学院国家高职高专示范专业——生物制药技术的建设为平台（该国家高职高专示范专业建设成果2010年已经验收合格），融合了国家高职高专示范建设的最新的教学理念，采用具有职业培养特点的项目引领式教学法，针对生物、医学、制药、食品类专业的学生就业岗位的需求和职业特点，兼顾了岗位需求与继续学习的需要编写该教材。本书特色有以下几点：

## 1. 融合了国家高职高专示范建设的最新的教学理念

以应用性职业岗位需求为中心，以素质教育、创新教育为基础，以学生能力培养为本位，以“实用、够用”为原则，有效减少了高职人才培养效果与市场需求之间存在的偏差。

## 2. 采用项目引领式教学法

本教材打破了传统教材内容系统化的原则，精选了专业应用领域的实际项目，采用项目引领式教学法，以项目——知识链接——应用实例的模式，让学生在学中做，做中学，实现了学做一体化。

## 3. 突出实用性和专业性

本教材针对生物、医学、制药、食品类专业的学生就业岗位的需求和职业特点，突出对学生职业技能的培养。例如：通用技能通过设置单独章节进行单项训练，如电子天平的使用、容量瓶的配制等；关键技能通过在具体任务中进行专项训练，如高锰酸钾标准溶液的配制和标定等。

## 4. 兼顾了岗位需求与继续学习的需要

本教材由武汉职业技术学院沈萍担任主编，赵艳霞、黄红担任副主编，其他参编人员有：湖北大学李陵岚、武汉职业技术学院段怡萍。由武汉职业技术学院万军梅担任主审。

因为时间仓促，水平有限，书中定有疏漏和不当之处，敬请广大读者予以批评指正。

编 者

2011.8

# 目 录

## 第一部分 有机化合物的使用必备知识

- 1.1 有机化合物的特点及表示方法
- 1.2 常用危险化学品分类及相关的法律、法规
- 1.3 易燃易爆、毒害品与腐蚀性物品的灭火办法
- 1.4 危险货物包装标志
- 1.5 实验室事故的预防、处理与急救办法
- 1.6 常用有机试剂的配制和处理

## 第二部分 常见有机化合物官能团的基本知识

- 2.1 不饱和烃化合物
- 2.2 芳香烃化合物
- 2.3 羟基化合物
- 2.4 羰基化合物
- 2.5 羧基化合物及衍生物
- 2.6 杂环化合物
- 2.7 含氮有机化合物
- 2.8 碳水化合物

## 第三部分 有机化合物的基本操作技能

- 3.1 升华
- 3.2 萃取
- 3.3 重结晶
- 3.4 蒸馏
- 3.5 熔点的测定
- 3.6 沸点的测定
- 3.7 折光率的测定
- 3.8 旋光度的测定

## 参考文献

# 第一部分 有机化合物的使用必备知识

有机化学是研究有机化合物的来源、制备、结构、性能、应用以及有关理论和方法的科学，是化学学科的一个重要的分支。

早期化学家把从生物体（植物或动物）中获得的物质定义为有机化合物。虽然现在绝大多数有机物已不是从天然的有机体内取得，但是由于历史和习惯的关系，仍保留着“有机”这个名词。

有机物是生命产生的物质基础，如脂肪、氨基酸、蛋白质、糖、血红素、叶绿素、酶、激素等。生物体内的新陈代谢和生物的遗传现象，都涉及到有机化合物的转变。此外，许多与人类生活有密切关系的物质，如石油、天然气、棉花、染料、化纤、天然及合成药物等，均属有机化合物。

## 1.1 有机化合物的特点及表示方法

多数有机化合物主要含有碳、氢两种元素，此外也常含有氧、氮、硫、卤素、磷等。部分有机物来自植物界，但绝大多数是以石油、天然气、煤等作为原料，通过人工合成的方法制得。与无机物相比，有机物数目众多，可达几百万种。有机化合物的碳原子的结合能力非常强，互相可以结合成碳链或碳环。碳原子数量可以是1个或者2个，也可以是几千甚至几万个，许多有机高分子化合物甚至可以有几十万个碳原子。此外，有机化合物中同分异构现象非常普遍，这也是造成有机化合物众多的原因之一。

下面就简单地介绍一下有机化合物的性质特点和结构特点。

### 1.1.1 有机化合物的性质特点

#### 1. 对热不稳定，容易燃烧

除了 $\text{CCl}_4$ 等极少数例外，有机化合物一般不很稳定，受热容易分解，也很容易燃烧。而且大多数有机化合物燃烧后变成气体。

#### 2. 熔点较低

有机化合物的熔点较低，一般在 $250^\circ\text{C}$ 以下，只有极少数超过 $300^\circ\text{C}$ 。

#### 3. 难溶于水，易溶于有机溶剂

除酒精等少数例外，大多数有机化合物难溶或不溶于水，易溶于酒精、乙醚、丙酮、汽油或苯等有机溶剂。

#### 4. 化学反应速度比较慢，副反应较多

有机化学反应时常采用加热、加催化剂或用光照等手段，以加速反应。一般来讲，温度每增加 $10^\circ\text{C}$ ，反应速度快一倍至两倍。与无机化学反应相比，有机化学反应速度一般都比较慢。

有机化学反应常伴随有副反应的发生。若一个有机化学反应的产量能达到理论产量的

60%~70%，就算是比较高产了。

### 1.1.2 有机化合物的结构特点

有机化合物的结构指化合物分子中各原子的结合方式、连接次序和空间排布，它包括构造、构型和构象三层含义。

有机化合物：种类繁多、数目庞大（已知有七百多万种、且还在不断增加），但组成元素少，有 C、H、O、N、P、S、X（卤素：F、Cl、Br、I）等，有机化合物结构的多样性是有机化合物结构的主要特点。有此特点的主要原因如下：

- (1) C 原子自身相互结合能力强。
- (2) 结合的方式多种多样（单键、双键、三键、链状、环状）。
- (3) 同分异构现象（构造异构、构型异构、构象异构）。

### 1.1.3 有机化合物的表示方法

有机化合物中普遍存在同分异构现象，所谓同分异构现象（简称异构现象），是指不同化合物分子组成相同（即分子式相同），但分子结构和性质都不相同的现象。因此，仅用分子式表示有机化合物是不够的，一般用构造式表示有机化合物，构造式是用短线和元素符号表示分子中各原子的结合方式和连接顺序的化学式。通常使用的结构式有短线式、缩简式和键线式，见表 1-1。

表 1-1 有机化合物常用的结构表示方法

| 结构形式 | 结构式                                                                                                                                                                                                                                    | 化合物名称 |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 短线式  | $  \begin{array}{cccc}  \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\    &   &   &   \\  \text{H}-\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C}-\text{H} \\    &   &   &   \\  \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H}  \end{array}  $ | 丁烷    |
| 缩简式  | $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$                                                                                                                                                                                         | 丁烷    |
| 键线式  |                                                                                                                                                     | 戊烷    |

## 1.2 常用危险化学品分类及相关的法律、法规

多数有机化合物不稳定，易燃易爆，且有些有毒、腐蚀性强，这些有机化合物同时也属于危险化学品范畴，因此有机化学实验室人员掌握危险化学品的相关知识非常必要。

化学品危险性鉴别与分类是根据化学品（化合物、混合物或单质）本身的特性，依据有关标准，确定是否为危险化学品，并对危险化学品划出可能的危险性类别和项别。

化学品危险性鉴别与分类是进行化学品安全管理的前提，鉴别与分类的正确与否直接关系到产品安全标签的内容、危险标志以及安全技术说明书的编制，因此化学品危险性鉴别与分类也是化学品管理的基础。

### 1.2.1 我国危险化学品的分类

危险性分类依据《常用危险化学品的分类及标志》(GB 13690—1992)和《危险货物分类和品名编号》(GB 6944—2005)两个国家标准,将危险化学品按其危险性划分为八类、二十一项。

#### 1. 我国危险化学品的八个分类

##### 第一类 爆炸品

本类物品是指在外界作用下(如受热、撞击等),能发生剧烈的化学反应,瞬时产生大量的气体和热量,使周围压力急骤上升,发生爆炸,对周围环境造成破坏的物品。也包括无整体爆炸危险,但具有燃烧、抛射及较小爆炸危险的物品,或仅产生热、光、声响和烟雾等一种或几种作用的烟火物品。

##### 第二类 压缩气体和液化气体

本类物品是指压缩、液化或加压溶解的气体,或符合下述两种情况之一者:

(1) 临界温度低于 50℃,或在 50℃时,其蒸气压大于 249kPa 的压缩或液化气体。

(2) 温度在 21.1℃时,气体的绝对压力大于 275kPa;或在 54.4℃时,气体的绝对压力大于 715kPa 的压缩气体;或在 37.8℃时,雷德蒸气压大于 275kPa 的液化气体或加压溶解气体。

本类物品当受热、撞击或强烈震动时,容器内压力会急剧增大,致使容器破裂爆炸,或致使气瓶阀门松动漏气、酿成火灾或中毒事故。

本类物品按其性质分为以下三项:

(1) 易燃气体:如氢气、一氧化碳、甲烷等。

(2) 不燃气体(无毒不燃气体,包括助燃气体):如压缩空气、氮气等。

(3) 有毒气体(毒性指标同第六类):如一氧化氮、氯气、氨气等。

##### 第三类 易燃液体

本类物品是指等于或低于 61℃的液体、液体混合物或含有固体物质的液体,但不包括由于其他危险性已列入其他类别的液体,本类物质在常温下易挥发,其蒸气与空气混合物能形成爆炸性混合物。

按闪点范围分为以下三项:

(1) 低闪点液体:闪点 $<-18^{\circ}\text{C}$ ,如乙醚(闪点为 $-45^{\circ}\text{C}$ )、乙醛(闪点为 $-38^{\circ}\text{C}$ )等。

(2) 中闪点液体: $-18^{\circ}\text{C}\leq\text{闪点}<23^{\circ}\text{C}$ ,如苯(闪点为 $-11^{\circ}\text{C}$ )、乙醇(闪点为 $12^{\circ}\text{C}$ )等。

(3) 高闪点液体: $23^{\circ}\text{C}\leq\text{闪点}\leq 61^{\circ}\text{C}$ ,如丁醇(闪点为 $35^{\circ}\text{C}$ )、氯苯(闪点为 $28^{\circ}\text{C}$ )等。

##### 第四类 易燃固体、自燃物品和遇湿易燃物品

本类物品易于引起和促成火灾,按其燃烧特性分为以下三项:

(1) 易燃固体:指燃点低,对热、撞击、摩擦敏感,易被外部火源点燃,燃烧迅速,并可能散发出有毒烟雾或有毒气体的固体。如红磷、硫磺等。

(2) 自燃物品:指燃点低,在空气中易于发生氧化反应,放出热量,而自行燃烧的物品。如白磷、三乙基铝等。

(3) 遇湿易燃物品：指遇水或受潮时，发生剧烈化学反应，放出大量的易燃气体和热量的物品。有些不需明火，即能燃烧或爆炸。如钾、钠等。

#### 第五类 氧化剂和有机过氧化物

本类物品具有强氧化性，易引起燃烧、爆炸，按其组成为以下两项：

(1) 氧化剂：指处于高氧化态，具有强氧化性，易分解并放出氧和热量的物质。包括含有过氧基的无机物，其本身不一定可燃，但可能导致可燃物的燃烧；与松软的粉末状可燃物能组成爆炸性混合物，对热、震动或摩擦较为敏感。如过氧化钠、高氯酸钾等。氧化剂按其危险性大小，分为一级氧化剂和二级氧化剂。

(2) 有机过氧化物：指分子组成中含有过氧基的有机物，其本身易燃易爆、极易分解，对热、震动和摩擦极为敏感。如过氧化苯甲酰、过氧化甲乙酮等。

#### 第六类 毒害品和感染性物品

本类物品是指进入肌体后，累计达一定的量，能与体液和器官组织发生生物化学作用或生物物理学作用，扰乱或破坏肌体的正常生理功能，引起某些器官暂时性或持久性的病理改变，甚至危及生命的物品。

经口摄取半数致死量：固体  $LD_{50} \leq 500 \text{ mg/kg}$ ，液体  $LD_{50} \leq 2\,000 \text{ mg/kg}$ ；经皮肤接触 24h，半数致死量  $LD_{50} \leq 1\,000 \text{ mg/kg}$ ；粉尘、烟雾及蒸气吸入半数致死量  $LD_{50} \leq 10 \text{ mg/L}$  的固体或液体。

该类分为毒害品、感染性物品两项。其中毒害品按其毒性大小分为一级毒害品和二级毒害品。如氰化钠、氰化钾、砷酸盐、农药、酚类、氯化钡、硫酸甲酯等均属毒害品。

#### 第七类 放射性物品

放射性物品是指放射性比活度大于  $7.4 \times 10^4 \text{ Bq/kg}$  的物品。按其放射性大小细分为一级放射性物品、二级放射性物品和三级放射性物品。如金属铀、六氟化铀、金属钍等。

#### 第八类 腐蚀品

本类物品是指能灼伤人体组织并对金属等物品造成损坏的固体或液体。与皮肤接触在 4h 内出现可见坏死现象，或温度在  $55^\circ\text{C}$  时，对 20 号钢的表面均匀年腐蚀率超过  $6.25 \text{ mm/a}$  的固体或液体。

该类物品按化学性质分为以下三类：

(1) 酸性腐蚀品：如硫酸、硝酸、盐酸等。

(2) 碱性腐蚀品：如氢氧化钾、氢氧化钠、乙醇钠等。

(3) 其他腐蚀品：如次氯酸钠溶液、氯化铜、氯化锌等，按其腐蚀性的强弱又可细分为一级腐蚀品和二级腐蚀品。

### 1.2.2 国外危险化学品分类

世界各国相关机构皆对化学品危险性进行了分类，加拿大 WHMIS 将化学品危险性分为 6 类，欧共体分为 15 类，日本消防法分为 6 类，美国环保局分为 4 类，联合国危险货物运输专家委员会将危险货物分为以下 9 类：

第一类 爆炸品

第二类 压缩、液化、加压溶解或冷冻气体

第三类 易燃液体

- 第四类 易燃固体、易于自燃的物质、遇水放出易燃气体的物质
- 第五类 氧化性物质、有机过氧化物
- 第六类 有毒和感染性物质
- 第七类 放射性物质
- 第八类 腐蚀性物质
- 第九类 杂项危险物质

### 1.2.3 危险化学品相关的法律、法规

我国危险化学品相关的法律、法规涉及到危险化学品的管理（监控化学品、进出口、应急、责任），生产，使用，废物处置，运输，储存，消防，其他危险品（民用爆炸品、城市燃气、放射、核、易制毒）等方面，主要有以下法律和法规：

《危险化学品安全管理条例》（2002 年 1 月 26 日）

《中华人民共和国职业病防治法》（2001 年 10 月 27 日）

《使用有毒物品作业场所劳动保护条例》（2002 年 5 月 12 日）

《中华人民共和国监控化学品管理条例》（1995 年 12 月 27 日）

《中华人民共和国民用爆炸物品管理条例》（1984 年 1 月 6 日）

《农药管理条例》（2001 年 11 月 29 日）

《医疗用毒性药品管理办法》（1988 年 12 月 27 日）

《国务院关于加强防尘防毒工作的决定》（1984 年 7 月 18 日）

《化工企业急性中毒抢救应急措施规定》（1986 年 11 月 24 日）

《汞温度计生产防毒规定》（1989 年 7 月 26 日）

《油船、油码头防油气中毒规定》（1991 年 5 月 9 日）

《有毒作业危害分级监察规定》（1994 年 1 月 26 日）

《化学品首次进口及有毒化学品进出口环境管理规定》（1994 年 3 月 16 日）

《易燃易爆化学物品消防安全监督管理办法》（1994 年 3 月 24 日）

《爆炸危险场所安全规定》（1995 年 1 月 22 日）

《工作场所安全使用化学品规定》（1996 年 12 月 20 日）

《铁路施工单位爆炸物品安全管理办法》（2000 年 3 月 9 日）

《中华人民共和国公安部关于对爆炸物品购买证有关问题的批复》（2000 年 5 月 30 日）

《公安部关于严厉打击违反爆炸物品、枪支弹药管理违法犯罪活动的通告》（2001 年 4 月 8 日）

《最高人民法院关于审理非法制造、买卖、运输枪支、弹药、爆炸物等刑事案件具体应用法律若干问题的解释》（2001 年 5 月 15 日）

《消毒管理办法》（2002 年 3 月 28 日）

《易制毒化学品进出口国际核查管理规定》（2002 年 4 月 17 日）

《国务院办公厅关于进一步加强民用爆炸物品安全管理的通知》（2002 年 9 月 30 日）

《危险化学品包装物、容器定点生产管理办法》（2002 年 10 月 8 日）

《危险化学品登记管理办法》（2002 年 10 月 8 日）

《危险化学品经营许可证管理办法》（2002 年 10 月 8 日）

《卫生部法监司关于印发有毒有害化学品专项整治工作联系人联系电话及举报电话的通知》(2002年9月14日)

《仓库防火安全管理规则》(1990年4月10日)

《铁路危险货物运输管理规则》(铁运[1995]104号)

《常用化学危险品贮存通则》(GB15603—1995)

《易燃易爆化学物品消防安全监督管理办法》(安全部1994年3月24日第18号)

《危险货物运输包装类别划分原则》(GB/T15098—94)

《危险货物运输包装通用技术条件》(GB12463—90)

《危险货物包装标志》(GB190—90)

《化学品安全标签编写规定》(GB15258—1999)

《化学危险物品经营许可证发放办法》(商五联字第2号)

《铁路危险货物运输管理规则》(铁运[1995]104号)

《道路运输危险货物车辆标志》(GB13392—92)

### 1.3 易燃易爆、毒害品与腐蚀性物品的灭火办法

化学物质品种繁多,其中有很大一部分是危险化学品,分别具有不同程度的燃烧、爆炸、腐蚀和放射性等危险特性。危险化学品发生火灾事故,如果灭火方法不当,措施不得力就有可能使火灾扩大,甚至导致爆炸、中毒事故发生,造成巨大财产损失和人身伤亡。因此,必须掌握这些物质的理化性质,学会正确的灭火方法。

#### 1.3.1 常用消防器材

化学实验室一般不用水灭火!这是因为水能和一些药品(如钠)发生剧烈反应,用水灭火时会引起更大的火灾甚至爆炸,并且大多数有机溶剂不溶于水且比水轻,用水灭火时有机溶剂会浮在水上面,反而扩大火场。下面介绍化学实验室必备的几种灭火器材。

##### 1. 沙箱

将干燥沙子贮于容器中备用,灭火时,将沙子撒在着火处。干沙对扑灭金属起火特别安全有效。平时经常保持沙箱干燥,切勿将火柴梗、玻管、纸屑等杂物随手丢入其中。

##### 2. 灭火毯

通常用大块石棉布作为灭火毯,灭火时包盖住火焰即成。近年来已确证石棉有致癌性,故应改用玻璃纤维布。沙子和灭火毯经常用来扑灭局部小火。灭火毯必须妥善安放在固定位置,不得随意挪作它用,使用后必须归还原处。

##### 3. 二氧化碳灭火器

是化学实验室最常使用、也是最安全的一种灭火器。其钢瓶内贮有 $\text{CO}_2$ 气体。使用时,一手提灭火器,一手握在喷 $\text{CO}_2$ 的喇叭筒的把手上,打开开关,即有 $\text{CO}_2$ 喷出。应注意,喇叭筒上的温度会随着喷出的 $\text{CO}_2$ 气压的骤降而骤降,故手不能握在喇叭筒上,否则手会严重冻伤。 $\text{CO}_2$ 无毒害,使用后干净无污染。特别适用于油脂和电器起火,但不能用于扑灭金属着火。

#### 4. 泡沫灭火器

由  $\text{NaHCO}_3$  与  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  溶液作用产生  $\text{Al}(\text{OH})_3$  和  $\text{CO}_2$  泡沫, 灭火时泡沫把燃烧物质包住, 与空气隔绝而灭火。因泡沫能导电, 不能用于扑灭电器着火。且灭火后的污染严重, 使火场清理工作麻烦, 故一般非大火时不用它。

过去常用的四氯化碳灭火器, 因其毒性大, 灭火时还会产生毒性更大的光气, 目前已被淘汰。

### 1.3.2 易燃和可燃液体火灾扑救

液体火灾特别是易燃液体火灾发展迅速而猛烈, 有时甚至会发生爆炸。这类物品发生的火灾主要根据它们的密度大小, 能否溶于水等性质来确定灭火方法。

一般来说, 对比水轻 (比重小于 1) 又不溶于水的易燃和可燃液体, 如苯、甲苯、汽油、煤油、轻柴油等的火灾, 可用泡沫或干粉扑救。初始起火时, 燃烧面积不大或燃烧物不多时, 也可用二氧化碳灭火剂扑救, 但不能用水扑救。

比水重 (比重大于 1) 而不溶于水的液体, 如二硫化碳、萘、蒽等着火时, 可用水扑救, 但覆盖在液体表面的水层必须有一定厚度, 方能压住火焰。但是, 被压在水下面的液体温度都比较高, 现场灭火人员应注意不要被烫伤。

能溶于水的液体, 如甲醇、乙醇等醇类, 醋酸乙酯、醋酸丁酯等酯类, 丙酮、丁酮等酮类发生火灾时, 应用雾状水或抗溶性泡沫、干粉等灭火剂扑救。在火灾初期或燃烧物不多时, 也可用二氧化碳扑救。如使用化学泡沫灭火时, 泡沫强度必须比扑救不溶于水的易燃液体大 3~5 倍。

敞口容器内易燃可燃液体着火, 不能用砂土扑救。因为砂土非但不能覆盖液体表面, 反而会沉积于容器底部, 造成液位上升以致溢出, 使火灾蔓延。

### 1.3.3 易燃固体火灾扑救

易燃固体燃点较低, 受热、冲击、摩擦或与氧化剂接触能引起急剧及连续的燃烧或爆炸。易燃固体发生火灾时, 一般都能用水、砂土、石棉毯、泡沫、二氧化碳、干粉等灭火器材扑救, 但铝粉、镁粉等着火不能用水和泡沫灭火剂扑救。另外, 粉状固体着火时, 不能用灭火剂直接强烈冲击以避免粉尘被冲散, 在空气中形成爆炸性混合物引发爆炸。

磷的化合物、硝基化合物和硫磺等易燃固体着火燃烧时产生有毒和刺激气体, 扑救时人要站在上风口, 以防中毒。

### 1.3.4 遇水燃烧物品火灾扑救

此类物品共同特点是遇水后, 能发生剧烈的化学反应产生可燃性气体, 同时放出热量, 以致引起燃烧爆炸。遇水燃烧物品火灾应用干砂土、干粉等扑救, 灭火时严禁用水、酸、碱灭火剂和泡沫灭火剂扑救。

遇水燃烧物中, 如锂、钠、钾、铷、铯、铟等, 由于化学性质十分活泼, 能夺取二氧化碳中的氧而引起化学反应, 使燃烧更猛烈, 所以也不能用二氧化碳扑救。

### 1.3.5 自燃物品火灾的扑救

此类物品虽未与明火接触，但在一定温度的空气中能发生氧化作用放出热量，由于积热不散，达到其燃点而引起燃烧。

自燃物品可分为三种：一种在常温空气中剧烈氧化，以致引起自燃，如黄磷；另一种受热达到燃点时，放出热量，不需外部补给氧气，本身分解出氧气继续燃烧，如硝化纤维胶片、铝铁溶剂等；还有一种在空气中缓慢氧化，如果通风不良、积热不散达到物品自燃点即能自燃，如油纸等含油脂的物品。

自燃物品起火时，除三乙基铝和铝铁溶剂等不能用水扑救外（三乙基铝遇水产生乙烷，铝铁溶剂燃烧时温度极高，能使水分解产生氢气），一般可用大量的水进行灭火，也可用砂土、二氧化碳和干粉灭火剂灭火。

### 1.3.6 氧化剂火灾扑救

这类物品具有强烈的氧化能力，本身虽不燃烧，但与可燃物接触即能将其氧化，而自身还原引起燃烧爆炸。

由氧化剂引起的火灾，一般可用砂土进行扑救，大部分氧化剂引起的火灾都能用水扑救，最好用雾状水。如果用加压水则先用砂土压盖在燃烧物上，再行扑灭。要防止水流到其他易燃易爆物品处。过氧化物和不溶于水的液体有机氧化剂，应用砂土或二氧化碳、干粉灭火剂扑救。这是因为过氧化物遇水反应能放出氧，加速燃烧。

### 1.3.7 毒害物品和腐蚀物品火灾扑救

一般毒害物品着火时，可用水及其他灭火剂扑救，但毒害物品中的氰化物、硒化物、磷化物着火时，就不能用酸碱灭火剂扑救，只能用雾状水或二氧化碳等灭火。

腐蚀性物品着火时，可用雾状水、干砂、泡沫、干粉等扑救。硫酸、硝酸等酸类腐蚀品不能用加压密集水流扑救，因为密集水流会使酸液发热甚至沸腾，四处飞溅而伤害扑救人员。扑救毒害物品和腐蚀性物品火灾时，还应注意节约水量和水的流向，同时注意尽可能使灭火后的污物流入污水管道。因为有毒或有腐蚀性的灭火污水四处溢流会污染环境，甚至污染水源。

有害物品和腐蚀性物品火灾扑救还应搞好个人防护措施，如戴防毒面盔、面罩等。

### 1.3.8 易燃气体火灾扑救

易燃气体有氢气、煤气、乙炔、乙烯、甲烷、氨气、石油气等。这些气体具有经撞击、受热或遇火花发生燃烧爆炸的危险。

为了便于储存和使用，通常情况下将很多易燃气体用加压法压缩储于容器内。由于各种气体的性质不同，有的压缩成液态，称为液化气，如液化石油气、液氨等，有的仍为气态，称为压缩气体，如氢气瓶内的氢气等。气体着火是很难灭掉的，根据国内外的实践，大部分气体着火用水是能起到降温 and 灭火作用的。

干粉和二氧化碳也能扑灭大部分气体火灾，但对大面积气体火灾，往往无能为力。因此，隔绝易燃气体来源和用大量的水进行冷却降温是灭火的主要手段。

在扑救可燃气体火灾时，可燃气体如果从容器管道中源源不断地喷散出来，应首先切断可燃物的来源，然后争取一次灭火成功。如果在未切断可燃气体来源的情况下，急于求成，盲目灭火，则是一种十分危险的做法。因为火焰一旦被扑灭，而可燃气体继续向外喷散，特别是比空气重的可燃气体（如液化石油气等）外溢，易沉积在低洼处，不易很快消散，遇明火或炽热物体等火源还会引起复燃。如果气体浓度达到爆炸极限，还会引起爆炸，很容易导致事故扩大。

### 1.3.9 爆炸物品火灾扑救

爆炸物品在常温下就有缓慢分解的趋向，受到高温、摩擦、冲击或与某些物质接触后即发生剧烈的化学反应而爆炸。爆炸物品有导火索、雷管、三硝基甲苯、三硝基苯酚、枪弹、爆竹等。爆炸物品所引起的爆炸主要有以下四个特点。

(1) 化学反应速度快，一般以万分之一秒的时间完成化学反应。

(2) 爆炸时会产生大量热能，这是爆炸物品能量的主要来源。

(3) 产生大量气体，造成高压。

(4) 不需外界供氧，爆炸物品由于分子中含有特殊的不稳定基团，在爆炸时会引起分解或自身的氧化还原反应。

爆炸物品发生爆炸是很难扑救的，万一发生爆炸起火，应控制火势，妥善处理爆炸物品，以免发生再次爆炸。可用水或各种灭火剂扑救，但不能用砂土等物压盖爆炸物品，以免扩大爆炸。

## 1.4 危险货物包装标志

安全标志是通过图案、文字说明、颜色等信息鲜明、形象地表征危险化学品危险特性和类别，向作业人员传递安全信息的警示性资料。危险化学品的安全标志设有主标志和副标志，副标志中没有危险性类别号。

### 1. 国外危险化学品的安全标志

不同国家和地区的安全标志大同小异，只是底色和外形有些差别，如联合国危险货物运输标志（图 1-1）及欧盟危险化学品标志符号（图 1-2），皆有正在燃烧的火焰图案。

### 2. 我国危险化学品的安全标志

我国危险化学品的安全标志见图 1-3。

## 1.5 实验室事故的预防、处理与急救办法

由于有机化学实验室所用的药品多数是有毒、可燃、有腐蚀性或爆炸性的，所用的仪器大部分又是玻璃制品，实验中又多采用电炉、酒精灯加热等手段，大大增加了实验的潜在危险性。所以，在有机化学实验室中工作，若粗心大意，就容易发生事故。如割伤、烧伤，乃至火灾、中毒和爆炸等。因此，必须充分认识到化学实验室是潜在危险的场所。然而，只要



图 1-1 联合国危险货物运输标志

\* 第 2 类：压缩、液化、加压溶解或冷冻气体。6.1 类：毒性物质。

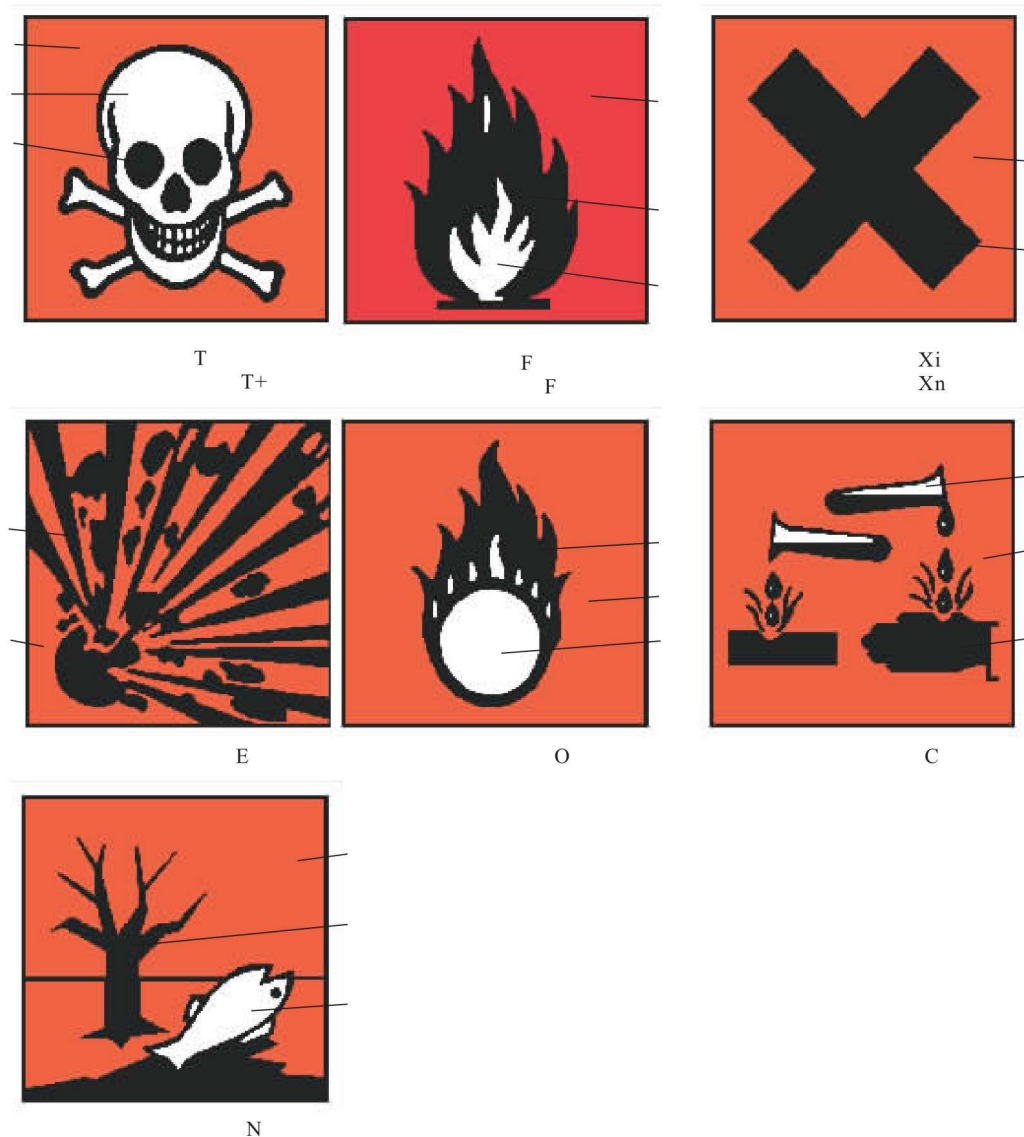


图 1-2 欧盟危险化学品标志符号

注：①括号中字母表示该类物质国际通用符号。

我们重视安全问题，思想上提高警惕，实验时严格遵守操作规程，加强安全措施，大多数事故是可以避免的。

### 1.5.1 意外事故的预防

#### 1. 防火

(1) 在操作易燃溶剂时，应远离火源，切勿将易燃溶剂放在敞口容器内用明火加热或放在密闭容器内加热。

(2) 在进行易燃物质实验时，应先将酒精等易燃物质搬开。

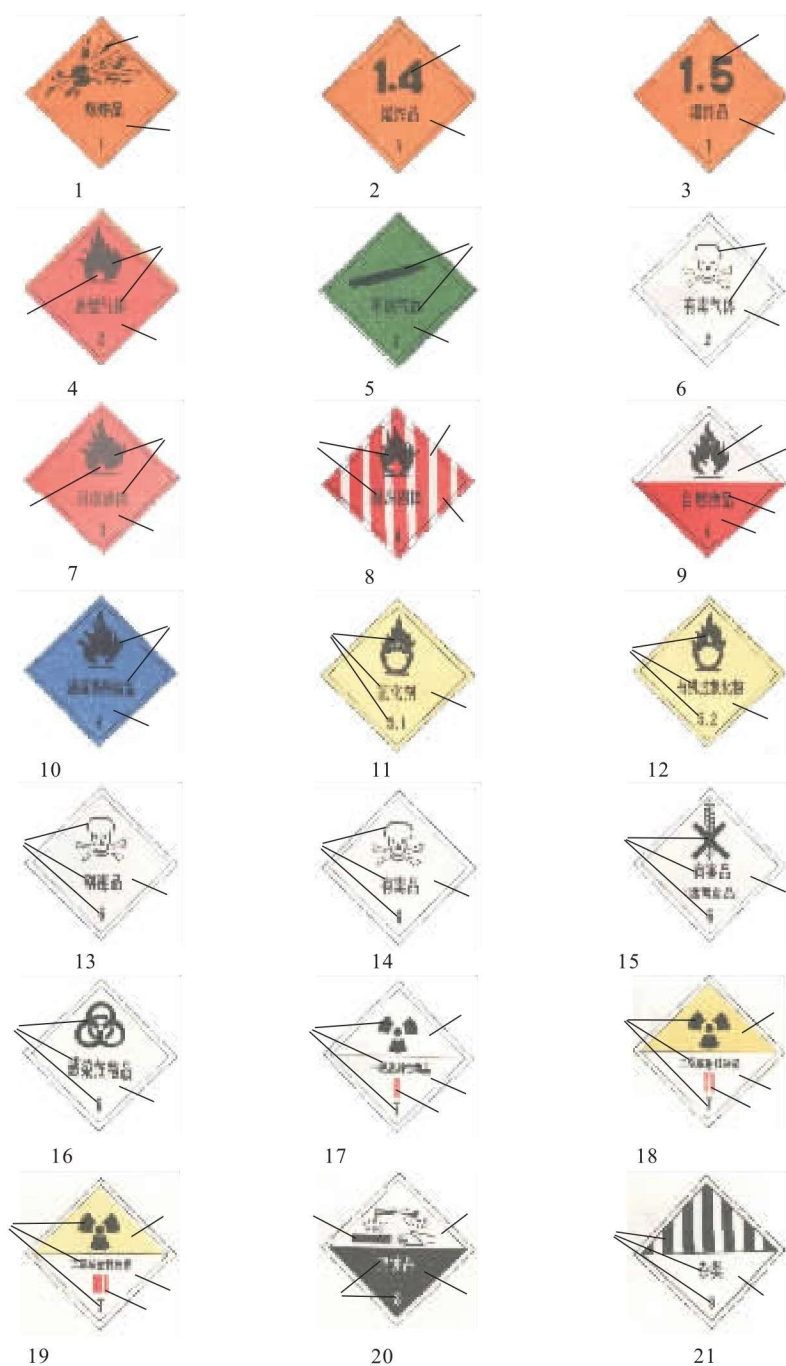


图 1-3 中国危险货物包装标志 (GB-190)

①标志 1 对应爆炸品：1. 具有整体爆炸危险的物质和物品；2. 无整体爆炸，但有抛射危险的物质和物品；3. 具有燃烧危险和较小爆炸性危险的物质和物品

②标志 2 对应的爆炸品：无重大危险的爆炸物质和物品。万一被点燃或引爆、危险作用大部分局限在包装件内部，而对包装件外部无重大危险

③标志 3 对应的爆炸品为：非常不敏感的爆炸物质