

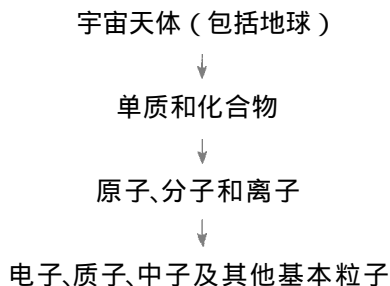
第一章 化学是一门使人类生活 得更美好的基础学科

一、化学是研究物质变化的科学

1. 化学研究的对象与内容

世界是由物质组成的，形形色色的物质处于永恒的运动之中。自然科学就是以客观存在的物质世界作为考察对象，以它的基本属性——运动作为研究的内容。

人们把客观存在的物质划分为实物和场两种基本形态。化学研究的对象主要是实物，也就是具有静止质量的物质。就物质的构造而言，可分为下列几个层次：



在这些层次中，仅有个别粒子，如光子等属于场这种物质形态，而包括其余基本粒子在内的所有层次物质皆为实物。作为基础学科的化学来说，其研究内容则是中间两个层次。

物质运动包含有许多形式：机械运动、物理运动、化学运动、生物运动和社会运动。化学研究的内容主要是物质的化学运动，即物质的化学变化。

化学变化的过程实际上是分子、原子或离子因核外电子运动状态的改变而发生诸如分解和化合等变化的过程。当然这种变化常会伴有一些物理变化发生，如光、电和热的变化。因此在研究物质化学变化的同时，也必须注意研究相关的变化。对这些相关变化的研究有时会反过来促进化学学科自身的发展，如研究化学

反应产生电流的现象，导致了电化学的发展，对化学反应热的研究又产生了热化学等等。

物质发生了化学变化之后，它的组成也发生了变化。除了核反应之外，一般的化学变化不会涉及新元素的生成，即不涉及原子核的改变。

研究物质的化学变化，首先是研究物质本身的组成、结构以及它们的性质，其次是研究变化发生的一些外界条件。但最终还要对变化本身的规律进行研究，即反应能否发生，程度如何，有哪些影响因素等等。

例如在研究氢气 (H_2) 和氧气 (O_2) 能否发生变化时，就知道：这两种气体是可以发生反应的，但在通常条件下，它的反应速度极慢（106 亿年才生成 0.15% 的 H_2O ），而在 600 或者有催化剂存在的情况下反应很快就完成而生成水。

综上所述，化学是一门在原子、分子或离子层次上研究物质的组成、结构、性质等变化及其内在联系和外界变化条件的科学。简而言之，化学是研究物质变化的科学。

2. 化学研究的目的

任何自然科学的最终目标都是要为人类造福，使人类生活得更美好。化学也不例外。从化学本身研究对象的特点出发，化学研究应该解决如下的问题。

(1) 保证人类的生存：诸如在解决人类粮食、能源、合理使用自然资源以及保护环境方面所作出的努力和贡献。

(2) 提高人类的生活质量：诸如合成新的材料，物质的净化和纯化等，均使人类衣、食、住、行的条件有大幅度的改善和提高。

(3) 延长人类的寿命：诸如探明生命过程中的化学奥秘，合成新的药物等。

由于全世界人口的猛增，地球上能够为人类所利用的资源，包括土地在内都是有限的。为了生存的需要，人们必须在有限的土地上生产出更多的粮食和农产品。化肥、农药的研究正是为此而发展起来的。能源也是人类生存的必需要素之一，而自然界的石油、煤等矿物资源已日趋减少，如何合理而又综合地利用这些能源，正是化学家孜孜以求的目标。原子核能利用的关键也在于化学制备和处理，而进入电器时代的人类更需要化学家能提供更多的高效化学电源。人类生活质量的高低在很大程度上取决于新材料的诞生。化学家研究成功的高分子塑料就使人们走进了塑料时代，新型建筑材料和装潢材料的问世又使人们居住条件得到了改善。特种材料的研制成功又使人类走向宇宙，开创了宇航时代。人体中微量元素的作用正在被化学家一一探明，新的合成药物一批又一批被研制成功，人类的寿命正在不断地延长，而且还会有新的突破。随着工业的发展，人口的增多，人类赖以生存的

环境也在受到愈来愈严重的污染，探明环境被污染的程度，制定保护环境的对策又是化学研究的重要内容。

总之，化学是一门使人类生活得更美好的学科。正如中国科学院前院长卢嘉锡先生所说：“化学发展到今天，已经成为人类认识物质自然界，改造物质自然界，并从物质和自然界的相互作用得到自由的一种极为重要的武器。就人类的生活而言，农轻重，吃穿用，无不密切地依赖化学。在新的技术革命浪潮中，化学更是引人瞩目的弄潮儿。”

二、化学是一门实验性极强的科学

1. 离开实验就没有发现

化学和其他自然科学相比，更显示出它对实验的依赖关系，因此它是一门离不开实验的科学。任何化学的原理、定律以及规律无一不是从实验中得出的结论。因此只有那些思维活跃，求知欲望强烈，同时又有良好实验习惯和动手能力并能注意观察现象的人，才有可能成为化学研究的成功者。

居里夫人是一个伟大的化学家，也是实验工作的典范。1898年居里夫人在研究元素铀的放射性时发现，铀矿石的放射性比提纯后的铀化合物的放射性更强，于是预言在未提纯的铀矿石中肯定有一种新的元素比铀的放射性更强。然而当时的化学家中有相当一部分人对此持怀疑态度，他们要求居里夫人提供新元素的原子量。为此在1899—1902年整整4年时间里，居里夫妇日以继夜地工作，从8吨沥青铀矿中提炼出0.1克的新元素氯化物，并以这少量的纯化合物测出了新元素的原子量为225。这就是元素镭。居里夫妇为此得到了诺贝尔化学奖。（有关诺贝尔奖参见附录2。）

许多新的发明也是在大量实验基础上才得以问世。如合成氨催化剂的发明，历经几百个配方，上万次的试验才成功。说明成功之背后是大量辛勤的劳动。

2. 细致观察是成功的基础

实验态度的一丝不苟，实验数据的认真记录和积累虽是实验中的重要环节，而实验过程中的细致观察，特别是对一些反常现象的观察尤为重要，它往往会带来一些意想不到的发现。

1826年法国青年科学家巴拉尔，从海藻中提取元素碘，当他向海藻灰提取液中通氯之后，就会有碘析出，分离出碘后，在母液底部总是有一层深棕色的液体。他没有放过这一意外发现，对该液体进行一系列试验之后，证明这是一种新的元素

溴(Br)。巴拉尔的文章发表之后，德国著名化学家李比希懊丧不已。因为早在 2 年前，他也发现过同样的现象，只是把母液留下未加进一步的研究。这件事使李比希得出一个结论，“任何疏于观察必导致失误”。为此李比希在这个母液瓶上贴上了一个标签“失误瓶”以时时提醒自己。

实验中的现象无论巨细，一概都是重要的。有时一个极为细小的细节往往会引导一个重要的结论。

18 世纪在化学界盛行由德国人贝歇尔和他的学生施塔尔倡导的燃素学说，认为任何可以燃烧的物质都含有燃素，化学反应得以进行就是这种燃素的转移，然而金属燃烧后变重的事实，使许多科学家不能接受燃素为负质量这一概念。为了证明燃素学说的错误，许多化学家进行了反复实验测量。其中法国化学家（人称化学之父）拉瓦锡的实验有力地否认了燃素的存在。他在密闭的曲颈瓶中进行金属锡的燃烧实验，发现反应前后重量未发生变化，然而当他打开盖子时，有空气冲入瓶中，并使重量增加。因此他断言金属燃烧的结果是空气中有一部分气体与其发生反应了。更有意义的是他从实验结果中发现了质量守恒定律，即化学反应过程中物质既不会增加，也不会减少。换句话说，若把反应产物——包括固体、液体以及气体——加起来称重，其重量一定与反应前的反应物总重量一样。简简单单的称量实验并注意到盖子打开前后的现象，就发现了一个极为重要的化学定律。事实上拉瓦锡的这个实验，化学家波义耳 100 年前早就做过，但他是在打开盖子的情况下称量的，因此就未能发现质量守恒定律。

先哲们对物质不灭定律的预言

在 2400 多年前，古希腊哲学家德谟克利特曾经作过一个正确的臆测。

他在一首诗里写道：

“无中不能生有，

任何存在的东西也不会消灭。

看起来万物是死了，但是实则犹生：

正如一场春雨落地，

霎时失去踪影；

可是草木把它吸收，长成花叶果实，

——依然欣欣向荣。”

明末清初，我国唯物主义思想家王夫之（1619—1692）明确地提出了

“生非创有 死非消灭”“聚散变化 而其本体不为之损益”认为世界上的物质是“不生不灭”的。

另外，中国有句流行甚广的谚语——“巧媳妇难为无米之炊”这句话其实也就是不能“无中生有”的意思。

叶永烈：《化学趣史》

3. 实验手段的不断进步是化学发展的关键

古人云“工欲善其事，必先利其器”。化学实验工作往往离不开测量，因此实验手段的进步，特别是实验仪器的开发对化学研究有着重要的作用。19世纪精密天平的出现曾为化学研究开创了一个新的局面。19世纪初期，曾有人提出“任何原子重量都是氢原子重量的倍数”。此学说是否可信有赖于对各种元素的称重测定。后来由于测到了氯元素的原子量并非氢原子整倍数时，该学说就受到怀疑并被摒弃。同样的称量工作使化学家莱格雷发现，从空气中得到 N_2 和从氨分解中得到的 N_2 两者的密度不一样。由此而想到空气来源的 N_2 是否还会有没除净的东西，结果就发现了惰性元素氩 (Ar)。

近代化学实验手段的飞跃发展，更是将化学研究推进到一个新的时代。各种波谱，特别是红外、紫外、顺磁、核磁技术的发展，使化学家对化学物质的结构研究有了明亮的“眼睛”。各种电子能谱的发展又使化学研究如虎添翼，更深入到微观和分子水平的研究。

亚细亚刚毛草是危害粮食作物的寄生作物，长期以来一直未能找到一种有效的办法去抑止它。后来借助于核磁共振的技术，发现了促进其生长的化学信息物质，于是抑止亚细亚刚毛草的老大难问题就迎刃而解了。

魔 草 上 当

雷达依靠电磁波的反射，去识别金属物体是世人所共知的。而在生物圈内却存在着一种更为奇妙的化学雷达。

亚细亚刚毛草是蹂躏粮食作物的一种寄生草。它曾使亚洲和非洲的粮食大量减产，以至约有 4 亿人口受到饥饿的威胁。故人们称它为魔草。只要粮食作物一播种，几天以后总会有亚细亚刚毛草的须根粘附在粮食作物上，大肆吸取营养，粮食作物就渐渐地枯萎而死。你不播种，它也不见踪影。人们始终弄不懂，这些魔草为什么会那么精确地探知粮食作物生长的时间。

通过化学家、农业学家和生物学家的合作研究，终于揭开了这个秘密。原来亚细亚刚毛草的种子有一种特殊的化学雷达，它能探知粮食作物在生长时所渗出的一些化学物质。一旦得知粮食作物已经生长，它也破土而出。关键在于它有 4 天的独立生长期。也就是说，在头 4 天里它可以不需要外来的营养，但 4 天之后，它必须要抓住宿主植物以继续维持它的生命。它所特有的化学雷达以及宿主植物渗出的化学信使物质使它能够如愿以偿。

科学家们的目标是必须找出这种信使物质。以便阻断这种信息传递。然而，由于这种渗出的物质是极其微量的，人们竭尽全力也只能收集到千分之几毫克，所以一直未能剖析出这种物质的化学结构。直到一种称之为精密核磁共振仪的诞生，科学家终于把这种信使物质的化学结构全部探明。所幸，它并不是一种结构十分复杂的物质，化学家完全可以在实验室里将它合成出来。

现在轮到人们去作弄亚细亚刚毛草的时候了。化学家合成出一大批这种化学信使物质，然后在粮食作物播种之前把它撒在大地上。亚细亚刚毛草的化学雷达收到信号，误以为粮食作物已经生长，也就会迫不及待地破土而出。4 天以后它无论如何也不可能找到宿主植物，于是就慢慢地枯萎而死。此时，人们只要打扫一下战场，再把粮食播种下去，就再也不用担心魔草的威胁了。这是一种典型的以其人之道还治其人之身的科学方法。

科学家们已经用同样的方法，识别了许多宿主植物所分泌的化学信使物质，从而制服了更多的寄生杂草。

分析检测手段的愈来愈精密，也创造了条件使化学研究更加造福于人类，如用伏安溶出法测量人体毛发中的硒含量就可初步判断癌症患病的几率。曾用此法测量过 57 例健康人的毛发，其硒含量均在 600ppb 以上，而 54 例癌症病人的毛发中其硒含量均在 400ppb 以下，这就启发人们注意保持体内硒含量的重要性。

因此实验手段的不断丰富和进步，是化学研究的关键所在。

总之，实践是认识世界的基础，是检验真理的唯一标准。毫无疑问，人们要想认识物质世界，必须实践。物质世界中千变万化的化学现象都可以通过化学实验观察到的，而化学中的一些学说、定律既是从实验基础上经综合、归纳而得到的，也是在实验的鉴别中修正、发展而成熟的。因此实验是化学科学的基础，也是化学科学的根本。

实验结果——化学研究中的最高仲裁

和别的事物一样，在化学研究中也常常会发生争论。那么真理在哪一方？结论应该服从于谁呢？很显然任何争论都应该服从于实验事实，也就是实验结果，决不是服从权威。元素钌的发现就是一个很好的例证。

伯采利乌斯是一位瑞典的化学家，被人们称颂为 19 世纪最伟大的化学家。盖斯·奥赞却是一位年轻的俄罗斯化学家，曾在伯采利乌斯的指导下工作过。1826 年他声称在他的研究中发现了一种新的元素，并用自己祖国的名字——Ruthenia 来命名，称为“钌”。同时把论文寄给了伯采利乌斯。后者在重复了他的实验以后宣布奥赞的结论是错误的。于是奥赞又重复做了一遍，承认自己错了。然而，另一位俄罗斯化学家克拉乌斯仔细研究了奥赞的实验，证实奥赞没有错。克拉乌斯一再重复实验后确信自己的结论是正确的。面对一位举世无双的大权威的否定，他没有气馁。他把实验结果和新元素的样品寄给了伯采利乌斯，然而却又一次次地被否定。最后他把实验结果发表在《喀山大学科学报告》上，并连同样品再寄给伯采利乌斯。这一次伯采利乌斯非常细心地进行了鉴定，终于承认了确是一种新元素。由此可见，实践是检验真理的唯一标准。而化学中的标准就是实验结果。

三、化学学科的发展与当今的机会

化学这门科学发展到今天，已经经历了复杂而漫长的道路。随着时间的推移，化学家所知道的物质种类、物质的制取方法以及研究的范围都在逐步扩大。同时，关于物质组成和结构、化学变化过程中的理论和学说也在不断扩展和逐步完善。

化学学科的第一个特点是它的发展受一定的社会条件，特别是经济条件的影响，是在与各种社会现象及过程的相互作用中进行的。它经历了实用和手工艺化学时期、炼金术时期、化学革命时期、原子分子学说形成时期、有机化学诞生和发展时期、物理化学时期等等。人类从遥远的古代就已经接触到了化学现象并逐步积累了化学的一些实用知识。然而，化学可以说是从炼金术时期开始逐步形成一种学科的萌芽。在这一时期内，无论是阿拉伯的炼金术、西欧的炼金术以至中国的炼丹术，都涉及金属的制取与提纯以及有关金属的学说。在公元 8 世纪时阿拉伯各

国中炼金术甚至就是化学的代名词。13世纪末,相当于我国的元朝,欧洲开始了所谓文艺复兴时期,在社会生活各方面起了深刻的变革。自然科学受其影响也出现了一批革新的科学家,这不仅动摇了宗教经院哲学,也推动了社会生产的发展。在化学学科方面除冶金有显著发展之外,还形成了化学学科另一个新的发展方向,那就是医药化学。炼金术一词在这个时期具有比过去广泛得多的含义。它可以表示加工天然原料使之适合新要求的过程。使化学在形成为一门自然科学的历程中向前跨了一大步。医药化学发展的代表人物如冯·浩亨海姆是一个医学博士,但有很丰富的化学知识,他建议把两者合并成一门科学。然而他始终认为医学占主导地位,化学只是为医学服务的科学。尽管这一学派为化学的发展作出了一定贡献,但是他们把化学的任务只局限于满足医学需要,因此不仅没有促进,反而阻碍了工艺化学各方面的发展,更主要的是阻碍了新的理论概念的建立。

17世纪下半叶,相当于我国清朝初年,自然科学中的力学、数学、天文学及物理学等均取得了重大的成就,如伽利略创立了力学,托里切里发现了大气压,惠更斯创立了光的波动学说,牛顿对天文学和力学作出了极大的贡献。这当然也促进了化学的发展。由于出现了一位杰出的化学家——波义耳,使化学真正成为具有自己特色的一门学科。1661年在他著名的《怀疑派化学家》一书中对元素作出了较为科学的定义。他又是分析化学的奠基人之一。更重要的贡献在于他为化学的发展指明了方向。恩格斯曾指出“波义耳把化学确立为科学”。在这时期中,出现了许多轰动的化学事件,如布兰德蒸馏人尿获得发光粉末,从而导致元素磷的发现,勒梅里开设公开的化学课程,出版了第一本教材《化学教程》。化学理论中出现了以贝歇尔和他的学生施塔尔所倡导的“燃素论”。尽管燃素论有很多缺点和错误概念,但它在化学发展上仍起了有益的作用,因而在一定程度促进了化学的发展。18世纪中期,特别是下半期,在化学领域里开始了迅速积累关于复合物成分实验资料的过程。在化学分析研究和气体实验基础上所获得的新的实验事实与燃素论产生了尖锐的矛盾。18世纪末产生了所谓“化学革命”,燃素论被推翻了。18世纪中著名的化学家还有俄国的罗蒙诺索夫、法国的拉瓦锡等。

在化学理论的发展中,原子学说无疑是最为重要的。英国中学教师道尔顿首先提出了原子学说。这也是化学学科发展中的一个里程碑。以后原子学说又经化学家阿佛加德罗和贝采里乌斯等人的发展,更为成熟了。

19世纪在化学上的另一个重大事件就是有机化学的诞生。维勒人工合成尿素彻底动摇了生命力论。从此有机化学迅猛发展,成了化学中的一个重大分支。

由于分离方法和分析手段的不断进步,化学元素一一被发现,于是就出现了元

素周期律。俄国化学家门捷列夫提出了元素周期表（参见附录 1）对元素作出了最好的归纳。

19 世纪末 奥斯特瓦尔德创办《物理化学杂志》之时 又开创了物理化学分支。它包含了分子运动学说、热力学、动力学、溶液理论等 使各种化学现象能在一个统一的理论下得到解释。

19 世纪可以称之为原子世纪，20 世纪则为电子世纪 在世纪之交 发生了“知识爆炸”首先是德国人伦琴发现了 X 射线，之后法国贝克莱和居里 夫妇发现了元素的放射性。这些重大发现不仅冲击着物理学的旧观念，也冲击了化学，导致了原子结构理论的诞生，也使人类掌握了利用核能的方法。

在 20 世纪中化学各个分支都取得了丰硕的成果，其中仪器分析、催化剂及高分子材料的出现更具有划时代的意义。生物化学的诞生更将生物与化学两门学科紧密结合起来。

计算机技术的发展，促进了化学研究的进一步深入，使化学的研究进入到分子水平，也就是所谓的分子设计。分子设计的思想就是从所需要的性能和特点出发，设计出一种结构，然后再设法合成出目的化合物。

化学作为一门中心科学，它与社会多方面的需求有关。当今时代，要为全人类提供食物 开发资源 提供穿衣和住房 为日益减少和稀缺的材料提供代用品 征服疾病 改善健康 增强国防 以及控制和保护我们的环境 都得依靠化学作为强有力的助手。化学的基础研究则有助于我们后代赖以满足演化中的需要，赖以解决许多难以预期的问题。当今化学学科中对社会需要提供的机会是很多的，而化学研究工作又无时不遇到挑战，相信化学学科一定会和其他自然学科齐头并进，为人类社会的发展作出应有的贡献。

思 考 题

1. 化学研究的对象是什么？
2. 化学研究的内容是什么？
3. 化学研究的目的是什么？
4. 为什么说化学是一门离不开实验的科学？
5. 实验手段的进步对化学的发展有什么作用？
6. 为什么化学研究中要有敏锐的观察力？
7. 为什么说化学无处不在，无所不包？
8. 非化学专业的大学生为什么也要掌握一些化学知识？

9. 诺贝尔是何许人也？
10. 诺贝尔奖有几个奖项？

第二章 化学提供人类合理使用能源的方法

一、石油（原油）

根据地质学的论断，石油在地球上的生成可追溯到 200 万年到 52 000 万年以前（人类诞生仅 50—100 万年）。

石油最初被人类所用始于照明，自 1782 年瑞士人发明煤油灯到 1853 年全球普遍使用，石油所发挥的功能几乎全是照明。然而石油对于人类真正的魅力却在另两个功能之中，其中之一就是作为动力能源。人类使用的主要能源是液态燃料油，这就是从石油中提炼出来的汽油、煤油和柴油。

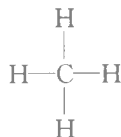
由于这些液体燃料对于工业生产有着十分重要的作用，石油被称为“工业的血液”而人类的生活也都直接或间接依赖于这些油品，因此石油又被誉为“流体黄金”。

世界上重要的产油区有两个，一个在地中海—中东—印度尼西亚地带，另一个在阿拉斯加—北美—南美地带。我国从 60 年代起相继发现了大庆、胜利、大港等油田，到 80 年代末，在我国被开发的油田已有 160 多处。

1. 石油是一种碳氢化合物的混合物

从地底开采出来的石油也称之为原油，是一种有色、有味的粘稠液体。因地区或油井不同，不但色泽不同（从混浊的黑褐色到透明的绿黄色），而且嗅味也各异（从含硫量高的恶臭到具有芳香味）。它是各种化合物的混合物，其中绝大部分组成是碳氢化合物。

所谓碳氢化合物就是由碳元素和氢元素组成的化合物，简称为烃。最简单的烃就是甲烷，它的结构式如下：



随着碳原子数目的增加，烃类化合物的结构也愈来愈复杂。石油中的烃类多数为饱和烷烃。它的结构特点是其中的碳原子都以单键相连。由于四价碳原子的四个价键除了自身相互连接之外余下都和氢原子相连，化合价全部用完且饱和，所以称之为烷烃或者饱和烃。

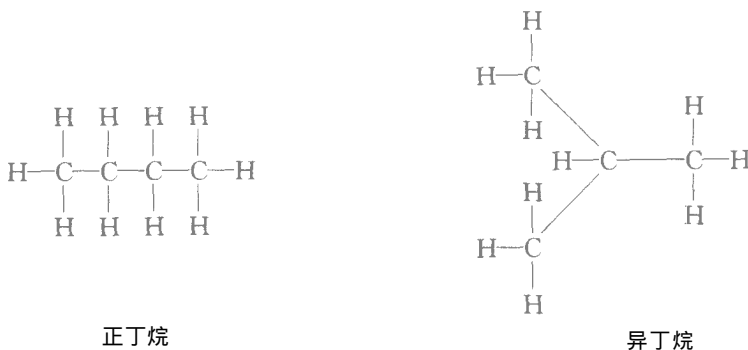
根据碳原子数的多少，它们在常温下的状态也不一样（见表 2.1）。

表 2.1 烷烃的碳原子数与形态

碳原子数	1~4	5~15	>15
形态	气态	液态	固态
物例	甲烷, 乙烷 丙烷, 丁烷	汽油, 煤油 柴油, 重油	石蜡

(1) 烃类化合物的同分异构现象

含四个和四个以上碳原子的烷烃会有同分异构现象。以丁烷为例，它有两种不同的结构：



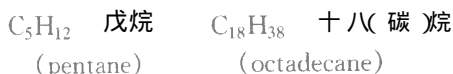
这两个丁烷分子式完全一样但结构不一样，因而性质也就不一样，分子式相同而结构不一样的物质就称为同分异构体。五碳烷烃的同分异构体就有 3 种，六碳烷烃的同分异构体就有 5 种。随着碳原子数的增加，异构体的数目剧增，如廿五碳烷烃就有 300 多万种异构体，四十碳烷烃异构体的数目就会达到天文数字。

(2) 烃类化合物的命名

由于与日俱增的化合物的出现，化学家迫切需要一个统一的命名方式以免混乱。1892 年化学家云集日内瓦制定了一个日内瓦命名法，经国际纯粹与应用化学联合会 (IUPAC) 的日益完善，在 1979 年确定了现行的命名规则。1980 年中国化学学会根据规则也公布了《有机化学命名原则》。

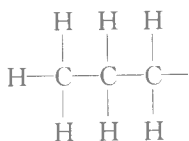
开链烃可视为其他有机化合物的母体，其命名法也是其他有机化合物命名的基础。开链烃的系统命名法要点如下：

直链烷烃称为某烷，碳原子数从 1~10 以甲、乙、丙、丁、戊、己、庚、辛、壬、癸命名，英文则以相应的字头命名。11 以上用汉字十一、十二……英文也用相应的数字名称。如：

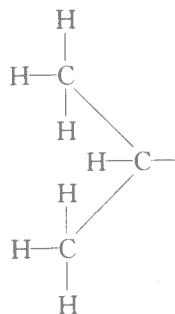


② 支链烃可从直链烃导出

把支链当作取代基时可以称作为某烷基，所谓烷基 (alkyl group) 就是在烷烃中去掉一个氢原子所剩下的单价原子团。平时常用 R 来表示。如 $-\text{CH}_3$ 称甲基， $-\text{CH}_2\text{CH}_3$ 称乙基……从丙基开始就有异构体。



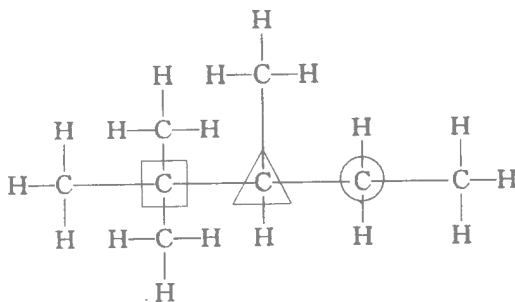
正丙基



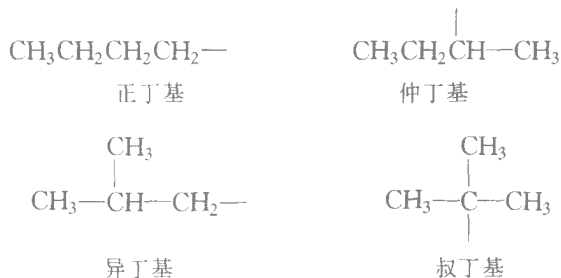
异丙基

这里“正”(n-normal)一般是指直链的意思。“异”(i-iso)是指在末端有支链的结构。当有支链出现时，烃类化合物中的碳原子就有可能同时和其他两个、三个或四个碳原子相连。

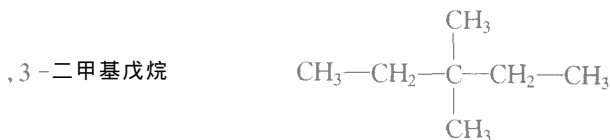
如下列化合物：



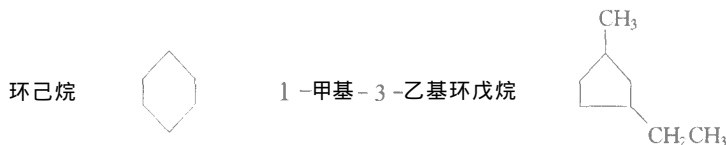
我们把直接与其他两个碳原子相连的碳称为仲碳原子，如上例中带○的碳原子。与三个相连的就称为叔碳原子，如上例中带△的碳原子。而与四个相连的则称为季碳原子 如上例中带□的碳原子。于是对丁基就有：



这样我们就可以在命名时选择最长的碳链为母体，并将主链碳原子从离取代基最近端开始编号 将取代基的位置 阿拉伯数字 和名称写在母体名之前，中间加“-”。若有几个相同的取代基时可并在一起，数目用汉字表示。如：



环烷烃是带有环状结构的烃类，其名称可以以成环的碳原子数目来命名。如：



2. 汽油的制备及性能表征

(1) 分馏

原油不能直接作为燃料使用，利用原油混合物中不同大小分子的沸点各异特性，通过蒸馏的办法可以得到不同沸程的产物。图 2.1 所示为原油加工的示意图以及各种产品的沸程。

一般说来沸点随碳原子数的增加而提高。因此给原油加热时，碳原子较少的烃先气化，经冷凝可分离出来。随着温度的升高不同组分的烃可相继气化、冷凝而被分离出来。这种方法就叫做分馏。汽油、煤油和柴油都是石油分馏的产物。

在实际生产中，原油是在高大的分馏塔中分馏的，把石油加热到 360 左右送

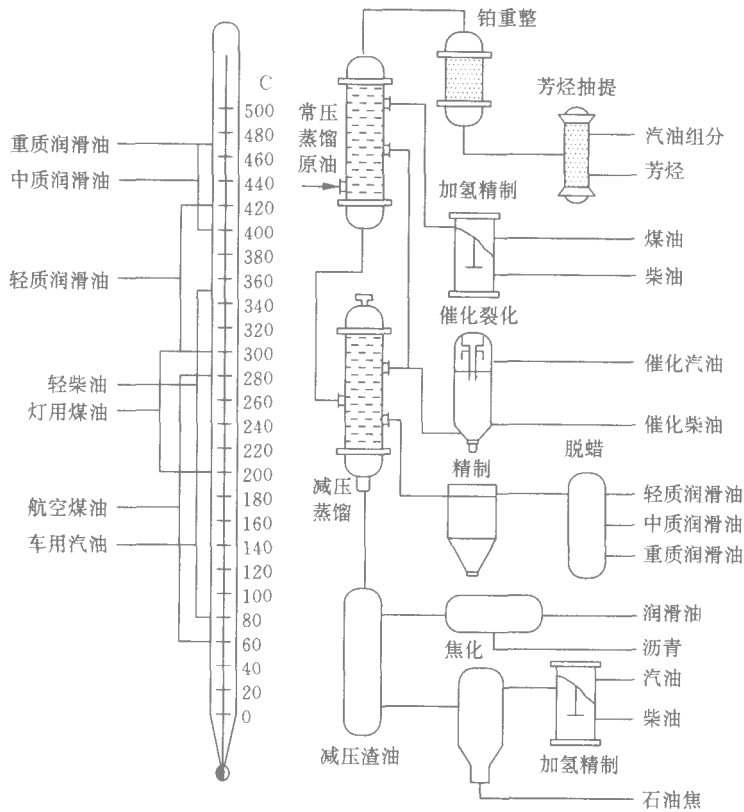


图 2.1 原油加工示意图

入常压分馏塔，分馏出沸点在 360°C 以下的各种组分，塔底流出的重油再输入到减压分馏塔，减压的目的是降低烃类气化温度，以免分馏温度过高而使化合物发生分解或碳化。从减压塔分馏出各种润滑油、石蜡等产品。最后留下的就是沥青。分馏产品见表 2.2。

表 2.2 原油分馏产品

分馏产品	碳原子数	沸程($^{\circ}\text{C}$)
石油气	$\text{C}_1 \sim \text{C}_4$	< 40
溶剂油	$\text{C}_5 \sim \text{C}_7$	$40 \sim 95$
汽油	$\text{C}_6 \sim \text{C}_{11}$	$80 \sim 200$

续表

馏分产品		碳原子数	沸程(℃)
重油渣油	煤油	$C_{10} \sim C_{16}$	145 ~ 245
	柴油	$C_{14} \sim C_{18}$	200 ~ 365
	润滑油	$C_{16} \sim C_{20}$	} >360
	凡士林	液态烃和固态烃的混合物	
	石蜡	$C_{20} \sim C_{30}$	
沥青	$C_{30} \sim C_{40}$		

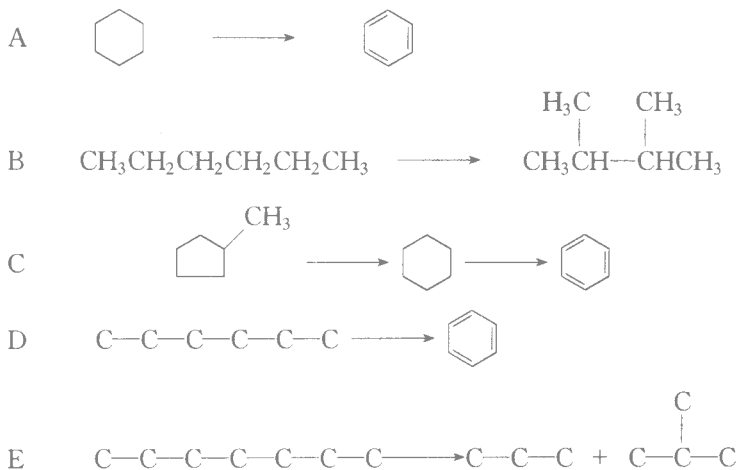
汽油的沸程为 $80^{\circ}\text{C} \sim 200^{\circ}\text{C}$ 对应于 $C_6 \sim C_{11}$ 的烃类化合物。因此汽油也是一种混合物。直接从原油中通过蒸馏而制得的汽油称为直馏汽油，其数量仅为原油的 10% 左右，而且由于质量不好很少直接用作动力燃料油。

(2) 汽油性能的表征——辛烷值

汽油发动机在运转时要经过进气、压缩、点火和排气 4 个冲程。在汽缸中，汽油蒸气只有在点火燃烧时才能跟活塞的运动协调。正常燃烧火焰前峰以 $20\text{m/s} \sim 50\text{m/s}$ 推进，若汽油质量不佳在焰峰到达之前已发生自燃造成压力骤增而形成冲击波，这时燃烧速度已达 1000m/s ，成为爆燃现象。压力的严重不均衡会使发动机产生震动，发生猛烈的金属敲击声，同时一部分燃料不完全燃烧而排出黑烟。显然自燃点低的烃类成分愈多，汽油的质量也就愈差。而烃类的自燃点与它们的化学组成有关。据测定直链烷烃的自燃点最低，支链烷烃和环烷烃次之，芳香烃最高。如正庚烷的自燃点为 223°C 而异辛烷的自燃点为 418°C 。于是人们用辛烷值来衡量汽油抗震性的高低。抗震性最差的正庚烷的辛烷值被定为零，而抗震性较好的异辛烷 (2,2,4-三甲基戊烷) 的辛烷值被定为 100。把汽油的抗震性与这两种烃的不同成分的混合物相比较，就可得到该汽油的相对辛烷值。如一种汽油的辛烷值为 75，说明它的抗震性与 75% 异辛烷和 25% 正庚烷混合物的抗震性相同。商品汽油的牌号往往是以辛烷值来表示的，如 75 号汽油的辛烷值为 75。一次加工即直馏汽油的辛烷值并不高在 55 左右。这是因为直馏汽油中的烃类化合物，大部分都是直链烷烃。为了提高汽油的辛烷值或提高汽油抗震性能，就必须在汽油的成分中增加支链烷烃或者芳烃。

(3) 重整汽油

由图 2.1 可知，在石油加工过程中，有一部分原油的馏分是进入到重整工段。所谓重整，就是把馏分中的烃类分子重新排列而构成新的分子结构。当我们把 $C_6 \sim C_{11}$ 馏分的原料输送到重整塔中就会发生如下一些反应：



可见重整的结果是异构体增加，芳烃增加，而这些新的化合物中碳原子数仍然是在汽油的组成范围之内，因此可以大大提高汽油的辛烷值。通常重整汽油的辛烷值都在 85~100。取代 55 号汽油（直馏汽油）可使飞机发动机功率提高 45%~65%。1940 年 5 月第二次世界大战时，法国空军使用的是辛烷值为 83 的汽油 结果在一次关键性的空战中败给了德国空军。时隔 2 个月，英国空军使用了美国环球油品公司提供的辛烷值为 100 的汽油 结果在 7 月 10 日到 10 月 31 日这一段日子里在决定英国命运的空战中 大败德国空军，使德国丧失了 1 733 架飞机。可见汽油辛烷值的高低在军事上也起着极其重要的作用。

(4) 提高汽油辛烷值的方法

提高汽油辛烷值有许多方法，其中之一是在汽油中添加少量抗爆剂——四乙基铅。加 0.1% 四乙基铅可以使直馏汽油的辛烷值提高 14~17 辛烷值愈低 加四乙基铅的作用愈明显，如在正庚烷中加 0.1% 四乙基铅可提高辛烷值 47。然而四乙基铅在燃烧过程中分解出铅，随后氧化成 PbO 并沉积在汽缸中，为防止 PbO 的沉积，往往在汽油中加入二溴乙烷（ $BrCH_2-CH_2Br$ ）使铅形成 $PbBr_2$ 随废气一道排出。四乙基铅的抗爆作用主要是 PbO 在烃类的燃烧反应中，可以将烃类过氧化物分解成醛类等含氧有机化合物，从而减少了烃类过氧化物分解成自由基的机会。因此四乙基铅的加入使汽缸内汽油-空气混合物的自然倾向大大减少，起到了抗爆的效果。然而，四乙基铅有剧毒，含铅的燃烧废气也是大气中铅污染的主