

高等学校试用教材

合成材料

上海铁道学院 主编



中国铁道出版社

高等学校试用教材

合成材料

上海铁道学院主编

中国铁道出版社

1986年·北京

内 容 简 介

本书是根据铁道车辆专业教学计划中《合成材料》课程的教学大纲编写的。

本书重点介绍了塑料、橡胶、涂料、胶粘剂等合成材料的基本性能和它们在铁道车辆上的应用,以及在车辆设计和研究工作中如何合理地选择这些材料等问题。另外,对上述合成材料的加工工艺也作了一定的介绍。

本书除作为铁路高等院校铁道车辆专业的教材外,也可供铁路车辆部门从事科研、生产的有关技术人员学习参考。

高等学校试用教材

合 成 材 料

上海铁道学院 主编

中国铁道出版社出版

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

顺义燕华营印刷厂印

开本: 787×1092毫米^{1/16} 印张: 12.25 字数: 302 千

1981年8月 第1版 1986年10月 第3次印刷

印数: 5,301—6,300 册 定价: 2.00 元

前 言

随着我国铁路运输事业的发展，要求车辆在轻型、高速、舒适、耐用等方面得到进一步的改善和提高。人工合成材料的采用，不仅取代了钢铁、有色金属、棉纱、木材等原材料，更重要的是在提高车辆零部件质量，改善制件的技术性能，减轻车辆自重，提高客车内部的舒适美观，改善车辆的减振、缓冲、隔热、隔音、密封、防腐性能，延长零部件使用寿命，减少车辆维护、检修工作量等方面起了重要的作用。因此，塑料、橡胶、涂料和胶粘剂等合成材料在车辆制造和修理中得到了日益广泛地应用。

本教材的特点是密切结合专业，重点介绍了目前铁道车辆生产中有发展前途的四种高分子合成材料（塑料、橡胶、涂料和胶粘剂）的基本性能和它们在国内、外铁道车辆上的应用情况，优缺点比较，今后发展方向，以及在车辆设计和研究工作中如何合理地选用这四种合成材料等问题。

本书由戈洪（上海铁道学院）主编，杨淑智（北方交通大学）主审。编写分工如下：绪论和第二章——戈洪；第一章——赵宝信（兰州铁道学院）；第三章——陈海丽（西南交通大学）；第四章——陈世和（大连铁道学院）；第五章——杨淑智。

在本书编写过程中，得到了有关厂、段和研究单位的大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢。

编 者

一九八一年

目 录

绪论	1
第一章 高分子化合物概述	4
第一节 高分子化合物的含义	4
第二节 高分子化合物的分类和命名	6
一、高分子化合物的分类	6
二、高分子化合物的命名	8
第三节 高分子化合物的基本反应	9
一、加聚反应	9
二、缩聚反应	12
第四节 高分子化合物的性质和结构的关系	13
一、线型、体型高分子化合物的性质	13
二、高分子化合物的柔顺性	13
三、高分子化合物的结晶与定向	14
四、高分子化合物的物理状态	15
五、高分子化合物的分子量及其分布	17
六、高分子化合物的机械性能	19
七、高分子化合物的电性能	19
八、高分子化合物的吸水性和透气性	20
九、高分子化合物的化学性质	21
十、高分子化合物的热变形性	21
十一、高分子化合物的老化与防老化	21
第二章 塑料	24
第一节 塑料的组成和分类	24
一、塑料的组成	24
二、塑料的分类	26
第二节 常用塑料的性质	27
一、酚醛塑料	27
二、氨基塑料	29
三、聚乙烯	30
四、聚氯乙烯	30
五、聚苯乙烯	32
六、ABS	33
七、有机玻璃	34
八、聚酰胺	35
九、聚甲醛	37

十、聚碳酸酯·····	38
十一、氟塑料·····	39
第三节 塑料的改性和增强·····	40
一、共聚、接枝和嵌段·····	40
二、分子交联·····	41
三、共混·····	42
四、填充·····	43
五、增强·····	45
六、复合·····	47
第四节 塑料在车辆上的应用·····	49
一、结构用材料·····	49
二、保温隔热用材料·····	52
三、车内设备和装饰用材料·····	55
四、耐磨用材料·····	61
第五节 塑料制品的成型加工·····	65
一、注射成型·····	66
二、挤压成型·····	68
三、压制成型·····	69
四、浇铸成型·····	71
五、塑料涂覆层·····	71
六、塑料的熔焊·····	74
七、塑料的机械加工·····	75
第六节 塑料制品选用原则和设计要求·····	76
一、塑料制品选用原则·····	76
二、塑料制品的设计要求·····	83
第三章 橡胶·····	89
第一节 橡胶制品的组成·····	89
一、生橡胶·····	89
二、配合剂·····	90
三、加固材料·····	92
第二节 常用橡胶的性质·····	92
一、天然橡胶·····	92
二、氯丁橡胶·····	93
三、丁腈橡胶·····	94
四、丁苯橡胶·····	94
五、顺丁橡胶·····	95
六、乙丙橡胶·····	96
七、其它种类的橡胶·····	96
八、并用橡胶·····	97
第三节 橡胶在车辆上应用·····	98

一、橡胶弹簧	98
二、空气弹簧	99
三、橡胶缓冲器	101
四、弹性车轮	101
五、橡胶密封制品	102
第四节 橡胶制品生产的基本工艺	103
一、塑炼	103
二、混炼	105
三、压延	106
四、压出	108
五、硫化	109
第五节 橡胶制品选用原则和设计要求	110
第四章 涂料	116
第一节 涂料的组成和分类	116
一、涂料的组成	116
二、涂料的分类	121
第二节 常用涂料的性质	123
一、酚醛树脂涂料	123
二、醇酸树脂涂料	125
三、氨基树脂涂料	126
四、沥青涂料	126
五、防锈涂料	127
六、水溶性涂料	129
七、其它种类的涂料	131
第三节 涂料在车辆上的应用	133
一、防锈防腐用涂料	133
二、装饰用涂料	134
三、特种用途涂层	135
四、涂料的配套性	136
第四节 涂料施工工艺	136
一、涂料的成膜机理	137
二、被涂物件的表面处理	138
三、涂料的施工方法	140
四、涂料的干燥	145
第五章 合成胶粘剂	147
第一节 概述	147
一、胶接的基本概念	147
二、胶粘剂的组成和分类	148
第二节 胶接机理及影响胶接强度的因素	150
一、胶接接头破坏的分析	150

二、胶接机理	151
三、影响胶接强度的因素	153
第三节 环氧树脂胶	161
一、环氧树脂	161
二、固化剂	162
三、辅助材料	169
四、环氧胶粘剂配方举例	172
第四节 其它胶粘剂	173
一、脲醛树脂胶	173
二、聚氨酯胶粘剂	174
三、改性酚醛树脂胶	175
四、 α -氰基丙烯酸酯胶	177
五、乳液型粘合剂	179
六、氯丁橡胶胶粘剂	180
七、密封胶	181
八、无机胶粘剂	183
第五节 胶粘剂在车辆上的应用	185
一、车辆用结构胶	185
二、车辆用非结构胶	186
三、车辆用特种胶	187

绪 论

一、合成材料在车辆生产中的地位和作用

铁道车辆是一种陆上交通运输工具。在客、货车生产制造中,需要大量的原材料,而且材料品种繁多,有钢铁、铜、铝合金、木材、塑料、橡胶、玻璃、保温材料和涂料等。随着我国冶金工业、高分子合成工业的迅速发展和对铁道车辆现代化的要求,各种新颖材料如合金钢、铝合金、工程塑料、合成橡胶和胶粘剂等,正在车辆制造业中得到日益广泛地应用。

在各种不同的材料中,基本上可以分为金属材料和非金属材料两大类。金属材料的内容,已经在《金属材料及热处理》、《金属工艺学》和《车辆制造与修理工艺学》等课程中讲授,本书不再介绍。

一百多年来,黑色金属是最基本的结构材料,是一个国家工业发展水平的主要标志,钢铁的吨数是衡量经济威力的指标。然而今天,黑色金属已经开始丧失这种主宰地位,钢铁已不再是反映工业发展水平的唯一结构材料了。

化学工业在最近三十年中制造了种类繁多、琳琅满目的新产品,极大地改变了世界面貌,人类对结构材料的需要,将越来越由价廉物美的合成材料所代替。近年来,随着高分子化学工业的发展。各种各样的合成材料不断涌现。如以塑料为例,不论在国内、国外,塑料工业都是以极快的速度向前发展,其发展速度已远远超过了三大基础材料:钢铁、水泥和木材。1965年世界塑料总产量为1380万吨,这个数字已超过1964年世界上铜、锡、铅、铝、镍等有色金属产量的总和;估计到1985年,按其体积计算的产量将超过钢铁等金属材料,达到2亿立方米上下。目前,塑料工业已成为国民经济中的重要组成部分,并已成为生产力发展的重要标志之一,人类已开始进入了合成材料的时代。一个国家或地区的大型综合产品的现代化水平,也相当程度地体现在采用合成材料的数量上。

过去认为塑料仅仅是金属或其它非金属材料的代用品,现在则由于其本身的独特性能,已成为现代工业不可缺少的、极有价值的一项工程材料。采用合成材料不但解决了金属或其它非金属材料所不能解决的许多技术问题,而且大量地节约了各种材料,特别是如镍、铬、铜等贵重的有色金属材料。

在铁道车辆制造中,采用各种塑料,对于提高车辆零部件产品质量,改善制件的技术性能,延长使用寿命,减少车辆维护、检修工作量,减轻车辆自重,提高客室舒适美观程度等方面都起着重要的作用,并已收到了良好的技术经济效益。

目前,塑料在国内车辆上的应用,还处于大量的试验研究和运用考验阶段。从趋势来看,它有着极其广阔的发展前途,并将为我国铁路运输的多拉快跑和实现祖国的四个现代化创造良好的条件。

橡胶工业是化学工业的另一个重要组成部分。橡胶是一种重要的、不可缺少的高弹性材料,它对促进工业、农业、交通运输业和现代科学技术的发展,以及提高人民的物质生活,都

起着极为重要的作用。橡胶工业的发展程度和橡胶的消费量,也是衡量国家工业水平的指标之一。

近三十年来,具有不同特殊性质的各种人造合成橡胶的相继出现,为铁道车辆采用橡胶制品提供了良好的条件。

橡胶元件在车辆上的应用,是技术革命的重要内容,是铁道车辆现代化的有机组成部分。随着列车速度的不断提高,机车车辆对线路相互的动力作用急剧增加,引起了车轮以及车辆转向架零部件的剧烈振动和急速磨损。为此,必须大量采用橡胶作为减振元件。它对改善转向架的动力性能,提高列车运行平稳性,减少噪音,以及有效地吸收高频颤动,保护车辆零件不致因受振动、冲击而损坏变形,延长制品使用寿命等方面都起了重要的作用。同时,还减轻了结构重量,降低了机车车辆转向架部分的维修费用。

钢铁腐蚀是当前铁道车辆存在的严重问题之一,它不仅增加了车辆的维修工作量和材料的消耗,而且严重地影响了车体钢结构的使用寿命,引起了铁路部门的普遍重视。为了保护车辆的金属零件,减缓车体钢结构的锈蚀,延长车辆使用寿命,在车辆生产中最常用、最经济而有效的方法之一,就是在车辆结构及零部件的表面敷以涂料。

涂料工业是化学工业又一个重要组成部分,以合成树脂作为主要成膜物质,给涂料工业增添了种种新的优异品种,为铁道车辆采用优质涂料提供了有利的条件。使用它们涂布在车辆零部件表面,形成了一层坚牢、耐磨的涂膜,不仅表面光泽,有助于增加车辆美观,提高装饰效果,而且耐水、耐酸碱化学腐蚀、耐热、耐候性都好,能提高涂膜防护效果,使车辆可以在酷热、严寒、强烈光照、风沙袭击、盐雾腐蚀等特殊环境中使用,从而延长车辆零部件的使用寿命。

最近数十年来,由于化学工业的发展,出现了以高分子化合物为基料的合成胶粘剂。这类新颖胶粘剂的出现,为胶粘剂的生产和使用开拓了新的前景,胶接技术也逐步发展成现代科学技术中的一个重要分支。

在各种合成材料日益普遍应用的同时,两种不同性质材料之间的连接却产生了新的问题。胶接技术的应用,圆满地解决了许多其它连接方法(如焊接、铆接和螺栓连接等)所不能解决的问题,并且还具有粘接强度高,应力分布均匀,表面平整光滑、不变形,密封性好,绝缘,耐腐蚀,减轻结构重量和工艺简便等许多优点。因此,它的应用范围日益增多,在许多场合下,已成功地取代了焊接、铆接等连接方法。

胶接技术在我国铁道车辆受力结构上的应用刚属开始阶段,从几年来现场试用状况来看,它在提高修车质量、缩短周期、减少工时、降低成本等方面,已获得了良好的技术经济效益。这一情况展示出了胶粘剂在车辆制造业中的发展前途是非常广阔的。例如,在今后铁道车辆上,玻璃钢、复合材料、夹层结构等新材料和合成橡胶元件的应用,无疑地要借助于胶接技术。

二、本课程的目的与任务

《合成材料》是研究铁道车辆应用高分子材料的一门综合性的技术课程。

设置本课程的目的在于重点讲授近年来在国内、外迅速发展和国民经济各部门广泛采用的四种合成材料(塑料、橡胶、涂料和胶粘剂)的基本性能,它们在国内、外铁道车辆上的应用情况,各种合成材料的优缺点比较,在使用中所遇到的问题,以及今后的发展趋势等。

在掌握材料性能,了解车辆零部件的工况和应用情况的基础上,结合铁道车辆专业培养目标的要求,进一步讲授了在今后车辆设计和研究工作中,如何更合理地选用这四种合成材料。这样,不仅能够确保车辆零部件的技术经济指标得到充分改善,而且也能做到物尽其用,使这些“有用之材”为社会主义四个现代化建设发挥出更大的作用。

《合成材料》是一门与生产实践紧密联系的课程。学习本课程时,必须采用理论联系实际的方法,除了课堂理论教学外,还需通过参观、实习和实验等教学环节进行。

塑料、橡胶、涂料和胶粘剂等合成材料属于高分子有机化合物,在具体学习各种合成材料之前,必须具有一定的有机化学和高分子化合物的基本知识。故在课程内容的安排上,增添了高分子化合物基本知识的介绍。

根据上述要求,本书的内容包括高分子化合物概述、塑料、橡胶、涂料和胶粘剂等五个部分。

第一章 高分子化合物概述

第一节 高分子化合物的含义

自然界中的成千上万种物质，基本上可以归纳为两大类：

一类物质称为无机化合物，例如金属单质、非金属单质和酸、碱、盐以及氧化物等。在它们的分子组成中是不含有碳元素的（但 CO 、 CO_2 、 H_2CO_3 和碳酸盐除外）。

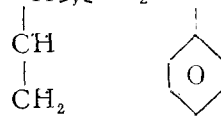
另一类物质称为有机化合物，例如蔗糖、淀粉、蛋白质、纤维素和橡胶等。在它们的分子组成中含有碳元素，而且都有一个共同的性质，即当受热到一定温度时，会发生碳化现象。由于在数目繁多的有机化合物中，大多数含有氢元素，而且多数还是由这种碳氢化合物所衍生出来的，所以我们通常把碳氢化合物及其衍生物称为有机化合物。

在有机化合物中，按其组成的分子量的大小来分，可以分为低分子有机化合物和高分子有机化合物两类。一般情况下，低分子有机化合物中，每个分子只含有几个或几十个原子。即使比较复杂的低分子有机化合物，其每一分子也只不过含有二、三百个原子，分子量在一千以下。例如：乙烯（ C_2H_4 ）每个分子含有六个原子，分子量为28；苯每个分子含有十二个原子，分子量为78；蔗糖（ $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ）每个分子含有四十五个原子，分子量为342。

可是，高分子有机化合物却不同，它的每一个分子都含有几千、几万甚至几十万个原子，它们的分子量可以从几千、几万达到几十万、几百万。按其化合物的来源，高分子有机化合物又可以分为天然高分子有机化合物和合成高分子有机化合物两类。从自然界直接得到的高分子有机化合物叫做天然高分子有机化合物。例如：淀粉、蛋白质、纤维素和天然橡胶等。纤维素 $[\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5]_n$ ， n 约为五千到一万，每个分子里约含有十万到二十万个原子，分子量为八十万到一百多万；天然橡胶 $[\text{C}_5\text{H}_8]_n$ ， n 约为五千左右，每个分子中约含五万到六万个原子，分子量为二十万至四十万。由人工用单体制造的高分子有机化合物叫做合成高分子有机化合物。例如：聚氯乙烯、聚苯乙烯、丁苯橡胶和聚丙烯腈等。聚氯乙烯

$\{\text{CH}_2-\underset{\text{Cl}}{\text{CH}}\}_n$ ， n 约为三百到二千五百，每个分子里约含有一千八百到一万五千个原子，分

子量为二万到十六万；丁苯橡胶 $\{\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2\}_x\{\text{CH}_2-\underset{\text{CH}}{\underset{\text{CH}_2}{\text{C}}}\}_y\{\text{CH}_2-\underset{\text{O}}{\text{C}}\}_z$ ；



每个分子里约含有一万三千个到三万九千个原子，分子量为十五万到二十万。表1—1中列出了高分子有机化合物和低分子有机化合物的分子量比较。

从表中可以看出，高分子有机化合物的分子量都很大，一般在 $10^3 \sim 10^7$ 的范围内，比一般低分子有机化合物约高100~10000倍。所以，分子量大是高分子化合物最基本的特性。

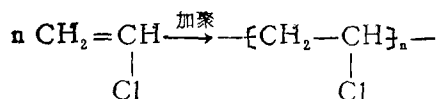
高分子化合物的分子量虽然很大，但其化学组成一般却比较简单。合成高分子化合物均由一种或几种简单的化合物聚合而成。例如：聚氯乙烯是由氯乙烯加成聚合而形成的，其化

高分子有机化合物和低分子有机化合物的分子量比较

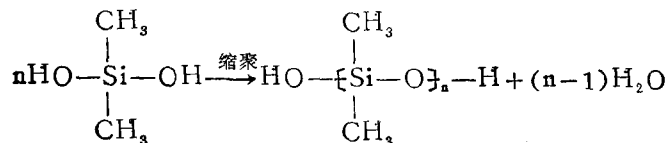
表 1—1

低分子有机化合物		高 分 子 有 机 化 合 物			
		天然高分子有机化合物		合成高分子有机化合物	
物 质	分 子 量	物 质	分 子 量	物 质	分 子 量
甲烷	16	淀粉	约100万	聚苯乙烯	5万以上
乙烯	28	蛋白质	约15万	聚异丁烯	1万~10万
苯	78	纤维素	约20万	聚甲基丙烯酸甲酯	5万~14万
甘油	92	果胶	约27万	聚氯乙烯	2万~16万
蔗糖	342	乳酪	1万5千~37万5千	聚丙烯腈	6万~50万

学反应式如下：



聚硅醚（或聚硅氧烷、或硅橡胶）是由硅二醇缩聚而形成的，其化学反应式如下：

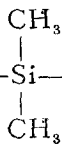


组成高分子有机化合物的低分子有机化合物叫做单体，例如上面两个化学反应式中的氯乙烯和硅二醇。

从上面两个例子的化学反应式可以看出，高分子化合物是由单体结构单位多次重复组成的。组成高分子化合物的单体结构单位叫做链节，一个高分子化合物中的链节数目叫做聚合度，用 n 表示。例如：聚氯乙烯分子中的链节是



聚合度 n 为10~3000，分子量为二万至十六万；聚硅醚分子中的链节是



聚合度 n 为3700~3900，分子量为二十八万至二十九万。

高分子化合物的分子量=链节分子量×聚合度

经过聚合而成的高分子化合物，各个分子链的聚合度是不同的，因此实际上高分子化合物是分子量大小不同的同系混合物。对高分子化合物来说，其分子量是指平均分子量。

根据高分子化合物中基本结构单位的连接方式，其形状可以分为线型、支链型和体型三种，如图1—1所示。

1. 线型 由许多单体结构单位联成一个线型长链高分子结构，象一根弯弯曲曲的长线，它可以具有各种形状，如图1—1（a）所示。线型高分子化合物的直径和长度相差很大，它的直径一般是几个Å，而长度则为几千个Å。因此这种大分子不是呈直线型，而是卷曲的，有时甚至成线团状。

2. 支链型 在长链两边有相当数量的侧链，其形状如图1—1（b）所示。当支链由相

同单体结构单位组成时，叫做接枝均聚物。当支链由不同单体结构单位组成时，叫做接枝共聚物。

3. 体型 在线型或支链型高分子化合物分子之间通过化学键的交联而形成网状结构，如图 1—1(c)所示。整个高分子化合物可以看作是一个庞大的分子结构。

高分子化合物又称高聚物，它是制造塑料、橡胶、涂料、胶粘剂及纤维等合成材料的基本原料。

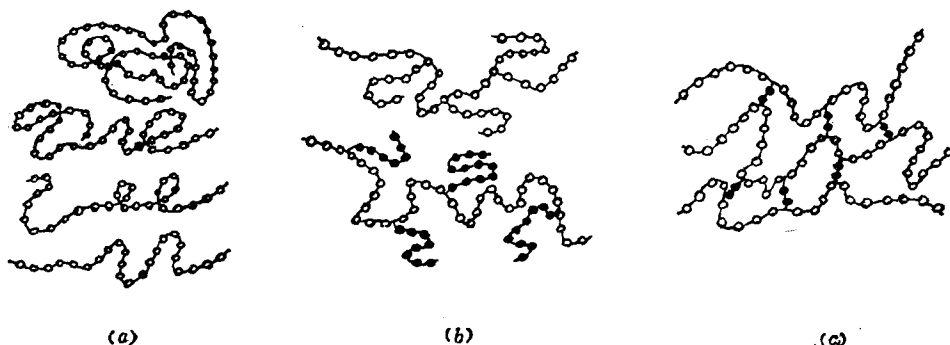


图 1—1 高分子结构的形状

(a) 线型高分子结构；

(b) 支链型高分子结构；

(c) 体型高分子结构。

第二节 高分子化合物的分类和命名

一、高分子化合物的分类

高分子化合物的种类很多，除上面谈到的有机高分子化合物之外，还有一类无机高分子化合物，例如玻璃、云母以及石墨等。

这里，主要讨论的是合成有机高分子化合物。合成有机高分子化合物的品种和数量已经大大超过了天然有机高分子化合物和无机高分子化合物，而且随着合成工业的发展和新的聚合反应方法的出现，其品种和数量还将继续增长。高分子化学作为一门新兴学科，正在得到迅速的发展。对于高分子化合物，有不少人从不同的角度提出了许多分类方法，但至今尚未得到一个公认的最合理的分类原则。现就经常使用的几种分类方法介绍如下：

(一) 按高分子化合物的产品应用情况分类：

1. 塑料 塑料是具有塑性的高分子化合物。它在一定的温度和压力下，具有流动性和可塑性，可以任意模塑成形；当除去压力，恢复原来的温度时，其形状仍保持不变。塑料可以分为热塑性塑料和热固性塑料两大类。

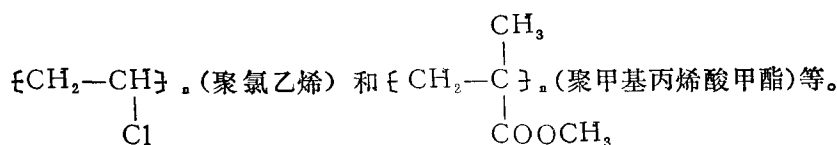
2. 橡胶 橡胶是具有高弹性的高分子化合物。它在外力的作用下可以变形，而当除去外力后又能够恢复原来的形状。橡胶可以分为天然橡胶和合成橡胶两大类。

3. 纤维 纤维在工业上是指柔韧、纤细而且均匀的线条或丝状物，它具有相当的长度（约为其本身直径的100倍以上）、强度和弹性。纤维可以分为天然纤维和化学纤维（包括人造纤维、合成纤维）两大类。

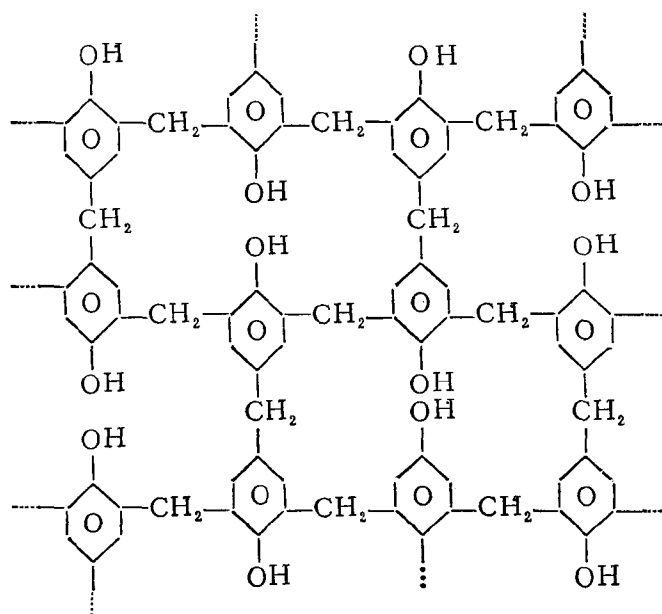
(二) 按高分子化合物的分子结构分类：

1. 线型高分子化合物 它是由许多基本结构单位（链节）连接成的一个长链高分子化

合物，在主链上可以不带支链，也可以带有支链。例如： $\{\text{CH}_2-\text{CH}_2\}_n$ （聚乙烯）、

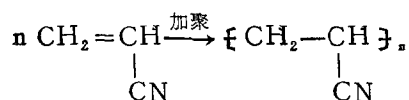


2. 体型高分子化合物 它是由线型高分子化合物互相交联形成的网状三度空间结构的高分子化合物。例如：酚醛树脂，其分子结构式如下：

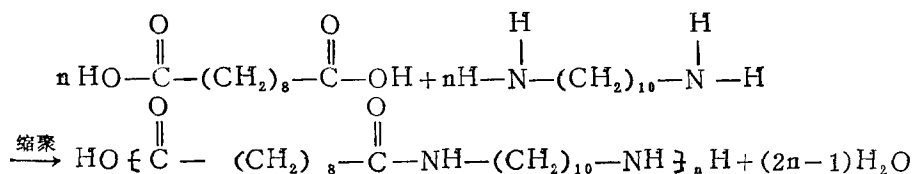


(三) 按高分子化合物聚合反应的类别分类：

1. 加聚物 凡是通过加聚反应制成的高分子产物均叫做加聚物。例如：聚丙烯腈，其化学反应式如下：

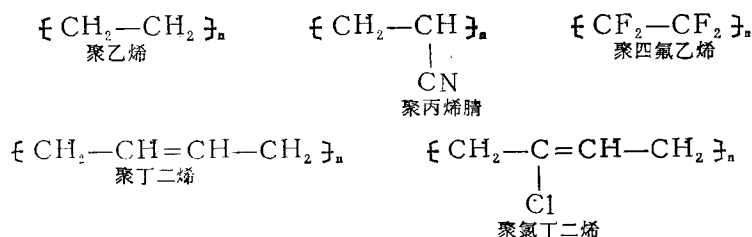


2. 缩聚物 凡是通过缩聚反应制成的高分子产物均叫做缩聚物。例如：尼龙1010，是由癸二酸和癸二胺两种小分子作用，缩去一分子水，聚合而成的化合物。其化学反应式如下：

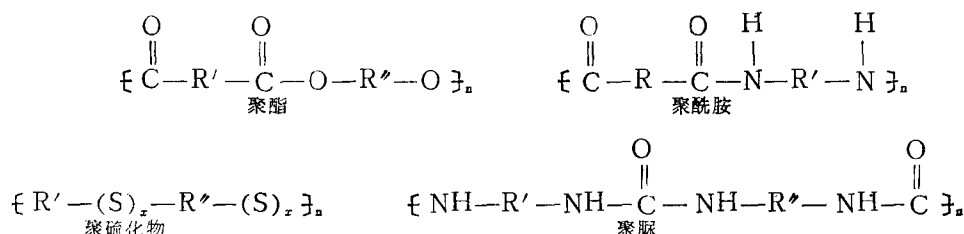


(四) 按高分子化合物主链的结构分类：

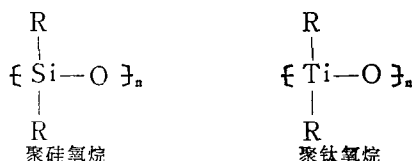
1. 碳链高聚物 大分子主链全部由碳原子构成。例如聚乙烯、聚丙烯腈等聚乙烯类衍生物和聚二烯及其衍生物等。



2. 杂链高聚物 大分子主链中除含有碳原子以外, 还含有氧、氮、硫、磷等在有机化合物中常见元素的原子。例如聚酯、聚酰胺等。



3. 元素高聚物 大分子主链上不一定含有碳原子, 而是由硅、氧、铝、钛、硼等元素构成。例如聚硅氧烷、聚钛氧烷等。



二、高分子化合物的命名

高分子化合物的命名方法和其分类情况一样, 至今尚未有一个统一的规定。目前常用的命名方法有以下两种:

(一) 根据商品牌号的名称命名 这种方法往往是根据商品的来源或性质确定它的名称。例如: 天然有机高分子化合物中的蛋白质、纤维素、淀粉、橡胶等; 又如: 合成高分子化合物中的电玉、电木、尼龙及维尼纶等。这种命名方法的优点是简短, 缺点是不能完全反映高分子化合物的结构和特性。

(二) 根据单体的名称命名 这种方法对简单的加聚反应产物, 常根据单体的名称来命名, 并在它的名称前面加上“聚”字; 对有些缩聚反应的产物, 常在原料名称之后加上“树脂”二字, 但也有在其原料名称之前加上“聚”字的。具体的命名方法如表1—2所示。

根据单体名称命名高分子

化合物的方法 表1—2

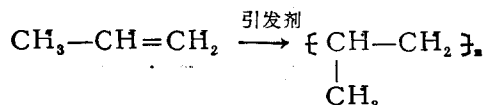
反应类别	单体名称	高分子名称
加聚反应	乙烯	聚乙烯
加聚反应	丙烯	聚丙烯
缩聚反应	苯酚 甲醛	酚醛树脂
缩聚反应	丙烯腈 (A) 丁二烯 (B) 苯乙烯 (S)	ABS树脂
缩聚反应	己二酸 己二胺	聚己二酸己二胺

第三节 高分子化合物的基本反应

高分子化合物的基本反应有两大类：即加聚反应和缩聚反应。

一、加聚反应

由许多相同或不相同的不饱和低分子化合物相互加成或由环状化合物开环相互连接形成大分子的反应叫做加聚反应（又叫聚合反应或加成聚合反应）。在加聚反应过程中，没有低分子产物析出，而且生成的聚合物和原料具有相同的化学组成，其分子量为低分子化合物分子量的整倍数。例如聚丙烯的生成：



丙烯就是聚丙烯的单体。

最常见的加聚反应的单体是烯类化合物，例如：乙烯及其衍生物和丁二烯-1, 3 及其衍生物。另外，羰基化合物和环状化合物也可以进行加聚反应，如表1—3所示。

单体分子结构的对称性、未饱和程度、重键的位置以及取代基的活性大小均能影响加聚反应的速度和聚合物的聚合度。

凡是结构不对称的单体分子，由于其偶极矩大于零，所以聚合能力比相应的结构对称单体分子高。例如： $\text{CH}_2=\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}-\text{CH}=\text{CH}_2$ (2-甲基丁二烯) 的聚合能力大于 $\text{CH}_2=\text{CH}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}=\text{CH}_2$ (2-甲基-1, 3-丁二烯)。

$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ (丁二烯)； $\text{Cl}-\text{C}(\text{Cl})=\text{CH}_2$ (1, 1-二氯乙烯) 的聚合度大于 $\text{ClCH}=\text{CHCl}$ (1, 2-二氯乙烯)。

除了结构对称性以外，单体分子的未饱和程度也影响其聚合度。一般来说，越不饱和的单体分子越容易聚合。例如： $\text{CH}\equiv\text{C}-\text{C}\equiv\text{CH}$ (丁二炔-1, 3) 在 0°C 时，5 分钟内即有部分单体分子聚合，而在 35°C 时发生爆炸性聚合； $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ (丁二烯-1, 3) 在 150°C 时，在密封的容器内需要十天才能全部聚合，而在 350°C 时，作用一小时后 70% 的单体分子便转变为聚合体。

含有共轭双键的单体分子比含有非共轭双键的单体分子容易聚合。例如： $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ (丁二烯-1, 3) 很容易聚合，而 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$ (己二烯-1, 5) 的聚合速度却极为缓慢。

单体的聚合能力还与取代基的引入有关。一般来说，所引入的取代基活性越大，越能加快加聚反应的速度。

在烯烃类单体的加聚反应中，从键的结构来看，每一次加成结果均是打开一个双键，同时形成二个单键；从键能的角度来看，打开双键需要 145.5 千卡/摩尔的能量，形成二个单键放出 $84.2 \times 2 = 168.4$ 千卡/摩尔的能量。所以，加聚反应一般都是放热反应。

虽然加聚反应是放热反应，但首先要给予打开双键的活化能，否则反应还是不能顺利的进行。人们往往采用光、热、引发剂引发和酸、碱、金属以及有机化合物催化的方法，形成