

高 分 子 化 学 的 基 本 問 題*

В. А. Каргин

高分子化合物化学不久以前才形成一个独立的学科,它是化学科学中最年青的学科之一。高聚物現代学說的主要內容如:关于高分子化合物是由鏈式結構的大分子所組成的物質的概念,关于这些物質的形成与破坏过程的概念,以及高分子物質的組成、結構間关系的确定等等,只是在二十世紀三十年代才形成的。可是,由于高分子化合物在技术上的意义及在生物学上的作用所引起的在科学及实践方面的巨大兴趣,使这門科学得到很大的发展。尤其是在战后的年代中,我們亲眼看到,每隔几年就有一些新的問題出現,这些問題常常带来新的結果和新的解决办法。因此在高聚物方面特別感到进行試探性研究的需要,同时也感到对个别已經落后的方向进行細节的研究是有害的,因为一般說来,这些工作是成效很小的。

高聚物方面工作的基本任务可以分为两部分:高分子的合成和高聚物材料与成品的制取。第一部分包括新的能聚合的化合物的合成,与不同結構与組成高分子的制备。自然,这一部分任务的解决,还对高分子的大小,形态与結構測定方法的研究提出要求。

制得高分子以后,需要把它們进行适当地加工成型。給与这些材料一定的形状与結構,是制造高聚物产品的首要任务。这类工作与高聚物的結構和机械性能的研究有密切的关系。

* 本文系作者在門捷列夫化学协会第八屆代表大会全体會議上的报告。

高分子化合物不只要制得,还需要持久,因此高聚物“老化”的研究是一个单独的任务,老化是指在光,热,辐射,机械作用等影响下高聚物所发生的一切变化。

解决这些任务的现代高分子化学是相当复杂地从一系列独立的学科中产生的。很早以前就发现了的天然有机化合物能生成含大粒子的溶液,这些溶液被归类于胶体溶液,生成这些溶液的物质(蛋白质,纤维,淀粉,橡胶)被认为是溶剂具有极大亲和力的胶体物质,因而被命名为亲液胶体。

可惜,在溶液中发现的这些化合物的大粒子的本性与结构没有在经典的胶体化学范围内研究,而所有与所谓亲液胶体相关的研究都是在与悬胶类的方向进行的,因为悬胶是胶体化学中最成功地发展着的一个部门。这些粒子特别高度的溶剂化确定了这类系统的全部主要特性(溶液的高粘度,对简单热力学定律的偏差,机械性能的特点);这一基本假定原来是不对的。

后来才知道,实际上上述性质的特点与高分子化合物的柔性链式结构有关,而高分子体系中的溶剂化过程与简单有机物质溶液中同类过程没有本质区别。高分子化合物在它自己的氢化单体中的溶液体系(例如聚异丁烯在异辛烷中的溶液)具有作为所谓亲液胶体的特征的全部性质,虽然溶解粒子的溶剂化等于零,这是一个有足够说服力的例子。

关于把高分子化合物视为亲液胶体的问题是多年来激烈争论的问题。现在,当实际情况完全搞清了以后,我们应该遗憾地承认,胶体化学对高分子化学的发展所作的贡献是很小的。

虽然把高聚物当作是亲液胶体的看法现在已经知道完全是错误的,这些概念还可以在许多书本甚至教科书中遇到,尤其是在交界的学科内。我们觉得,这只是由于书的作者不知道关于高分子化合物的现代概念。

与作为胶体化学研究对象的天然高分子的研究同时,在另一个研究方向表现了更大的成就。许多在聚合方面工作的有机化学家发现小分子可以互相结合成为圆或开链的高分子化合物。这些化合物的存在及其大小可由末端基团的含量来确定。由大量的彼此完全相似的分子由化学键相互联结所构成的巨大有机分子的产生,是用经典的有机化学方法合成的。比如聚羧酸就是一个例子。二十年代末出现了一系列合成高分子化合物,其中最重要的是合成橡胶——丁二烯的聚合物。并且这许多合成物质的分子构造当时已经知道得很清楚了。同时物理化学的研究方法得到了发展,这些方法首先是用来阐明高分子物质的分子结构与性能,并且导致了这些物质的高弹性理论的创立。最后,作为无定形固体的高分子物理的研究阐明了这些物质机械性能的特点,这些特点首先是与在很长的柔性链形分子系统中产生的弛豫现象有关的。

这样,到三十年代末已经建立了关于高分子化合物的严密学说,即关于由很大的链式柔性链形分子所组成的物质的学说。这一学说很好地把高分子的基本性质与链式分子的组成、结构及大小联系起来,并给寻求新的能聚合的物质的合成化学家提出了明确的任务。初看起来,好象高分子化学新领域内的基本方向已经确定,以后无数年内的工作将可以在已经拟定的方向内继续发展了,可是实际情况并不完全如此。

合成高分子的制得给所有高分子材料(纤维,薄膜,塑料与橡胶)展开了新的技术上的可能性。这一点在三十年代末已经很清楚了。

工业的发展与扩大高分子应用范围的企图,在分子化学前面提出了新的任务。其中最明确的可以指出三个科学技术任务:

第一是与用于尽可能宽的温度范围内的高聚物制取有关的全部工作。这里温度范围是指出现流动性或化学分解的温度及产生脆性的温度间的温度差。

現代技术的許多部門,首先是飞机制造、火箭、电气工业,需要能运用于 300—400°C 或更高温度的高分子材料。

因此对热分解及氧化分解稳定的新高分子的合成是高分子化学的基本方向之一。

可是这种能耐高温的材料在常温时也应具有必要的綜合机械性能,这就意味着,脆化温度應該要足够的低。換句話說,耐高温的高分子材料也应具有很寬的使用温度范围。

另一方面,高分子材料的可貴与其弹性有关,这种弹性在出現脆性的温度时就消失。所以,脆化温度越低,与脆化温度有关的重要性能(如冲击強度)将越高。因此,提高高聚物冲击強度的任务在相当程度内可归結为材料脆化温度的降低。

最后,高聚物的軟化或流动温度愈高,这种材料在常温使用时的断裂強度也愈高,断裂強度总是随温度的降低而增长的。因此,扩大高分子材料使用温度范围不仅是为了获得特别能在很高或很低温度下应用的高分子,而是直接与制得高強度具有弹性而又能抗冲击的塑料有关。这一規則只是塑料的特征,因为对橡胶与纖維在使用性能的温度范围与机械性能之間并没有这种直接的依賴性。

要获得分解温度很高的高分子材料,除了新物質的合成以外,还存在另外一条道路——增加現有材料稳定性的道路。这一方向又要求闡明高聚物热分解的机理,因为只有这样才能預期在稳定剂的探寻方面得到相当的成就。人們对高聚物分解过程有极大兴趣在相当程度上是由于上述原因引起的。

与相应的无定形聚合物相比,結晶性聚合物总是具有更大的軟化温度与脆化温度間的差距。把材料变为結晶态是扩大固体高分子存在的温度范围的极有效的办法。大家知道,高分子鏈结构的严整規律性是結晶的基本条件之一,因此寻找能制得构造很有規律的高分子的新聚合方法是高聚物化学最重要方向之一。再者,脆化温度的降低,除新物質的合成外,还可由其他方法达到,即用少量玻璃化温度很低的高聚物来接枝,或是用牵伸的办法使高分子材料定向。因此,在接枝高聚物的制取与其結構轉化方面的工作的发展,也是由改进高分子材料的要求所引起的。

第二个由实践所提出的迫切任务是新高分子化合物的創制。这些新高分子化合物不但是要有更好的性能,还要便宜易得。解决这一任务的可能性,首先是要在聚合方面进行工作,使得一些用普通方法不能聚合的单体能聚合为高分子。不少的新高分子材料的产生并不是由于新单体的出現,而是新聚合方法的結果(如聚烯类)。其次的任务是新单体的合成与探寻从更易得到的原料合成已知单体的新途径。

最后,第三个任务是解决高分子化合物加工成型問題。生产規模的增大要求有生产率越来越高的高分子成型方法,而这首先与增加高分子流动性的可能性有关。这在最近引起了对高分子流动性理論的很大兴趣。

实际上,流动性的增加或是由于产品成型时有很大的力作用于高分子(此时产生的流动性与全部机械化学过程有关),或是由于温度的升高。但是高分子的分解温度限制着这种可能性,因此这一任务的解决首先是与成型材料的稳定有关。我們在这里又遇到解决下列問題的必要性,即高分子破坏机理的闡明与稳定办法的探寻。

在寻找不是从溶液中,而是从乳液或悬浮液中制成薄膜、复盖层与纖維的方法时,产生完全独特的問題。

自然,在这一簡短概述中不可能探討技术发展所提出的所有新問題。上述例子只是想用来表明几个对高分子化学的发展有重要影响的大問題。下面將討論个别的科学問題,主要談最近几年来出現的新問題。

一、新的 单 体

合成新的可聚物質的問題，乃是属于有机化学領域的；这里只是从合成新高分子化合物的角度来談这一問題。

正如上面所指出的，生成更能耐高温，而同时又具有抵抗光、輻射及化学試剂作用能力的高分子，乃是基本方向之一。部分或全部氟化的聚碳氫化合物，首先就是聚四氟乙烯及其聚物，是众所周知的；这些高聚物或者是固体塑料，或者是似橡胶物質，其熔点甚至可高达 400° ；尽管不能将其熔点升高太多，但其升高尚属可能。另一类型耐高温的高分子是聚有机硅，由这类高分子生成的橡胶，具有很大的应用温度范围（从 300 至 -100° ）。这一类高分子，具有着进一步改善其产品性质的极大可能性。如果聚合物主鏈不只是由硅氧原子交替而組成，而包括鋁、鎢、鈦及其他元素；同样地，也可引进側鏈元素有机基团以改进这一类元素有机高分子的性质。

最近，在主鏈中含有磷、氮及硼的高分子又引起了很大的重視。这类高分子中最简单的聚氯化磷胺（полифосфоритринхлорид）早已熟知，同时許多想以有机基团去取代氯原子以防止其水解之尝试，均导致不良的结果。然而，过渡到更复杂的鏈及引进含磷的基团，就使寻找这种具有在高温特别稳定的高分子有了新的可能性。

在鏈中含有芳香基团的高分子，是很有趣的純碳高分子的一种。这一高分子可支持到 400° ，其代表乃是聚对二次甲基苯（полипараксилилен）。很可能这一类型的元素有机高分子将会引起很大的兴趣。

如果探索耐高温和耐腐蝕的高分子具有一定而明确的目的性，那么不能认为合成大量新的高聚物就已达到了这一目的。近年来出现了許多新的有价值的聚合物——聚碳酸酯、聚酐、各种异氰酸、酯聚合物、聚酯、聚酰胺及其他許多高分子。新合成的高分子的总量飞速增长，但是高分子一般的用途主要决定于它的机械性能，如果从这一点来看，那就可以看到，許多高聚物的性质是非常相近的。然而，扩大高分子的范围，即使是在其机械性能比較相近时，也是非常必需的；从另一方面說，总有一天也可能有其他制成高分子的途径。

用現代合成及聚合方法，几乎可以将能进行聚合或縮合的基团（比如乙烯基）引进任何有机化合物中，这些化合物經聚合后即得到高分子；換句話說，可以得到这样的高分子，其鏈的单位可以是任何有机化合物。完全与存在聚酯、聚酮、聚胺、聚酸等一样，也可能有聚萘、聚植物硷及其他复杂的有机高分子。今天在某种程度上，已經可以談所有物質的聚合状态。在任何一种有机化合物过渡到高聚状态时，一方面这种聚合状态保存着自己的化学性质，及对该物特有的化学转变能力，另一方面它又具有許多只有高分子才具有的特殊性质。可能生成聚合染料，具有生理活性的高聚物，高分子的分析試剂，聚合接触剂及阻聚剂等。最后在一个大分子中，綜合各种不同的基团，也可能导致生成具有完全特别化学性质的高分子。所有这些都說明，扩大高分子的应用范围，因而也說明了在摸索性的研究工作中产生了新的任务。

二、聚 合

把单体轉变为高聚物，乃是一个不亚于生成单体的重要任务。最近出现了許多从常久以来就熟知的极其简单的有机化合物的聚合物。例如聚烯类（聚乙烯、聚丙烯）以及其他含羰基的化合物的聚合产品，从一氧化碳的共聚物起至乙醛、丙酮等的聚合物。

到最近为止縮聚及游离基聚合，乃是生成高分子化合物基本的而实际上是唯一的方法。縮聚包括这样一个过程，在这过程里高分子之产生，是由于小分子相互間进行独立的化学反应

的結果。在单体非常純粹,而又只具有两个反应功能基时,則縮聚永远导致生成严格而有規則的聚合鏈。因此,生成严格而有規則的聚合鏈的問題,只是在一定的場合下(此时能用純粹的化学方法以生成高聚物),才能相当简单地解决。今天我們很清楚地看到,在高分子材料中,聚酰胺,聚酯之所以占据着显著的地位,不仅与其化学組成有关,也与其鏈結構之規律性有关,这就是說,与其合成方法(即縮聚方法)有关。但多数的高分子,是由大多不能縮聚的不饱和化合物聚合而成。

不饱和化合物的聚合,是通过生成游离基的連鎖反应过程而实现的。为了聚合过程的开始而必需的游离基,或是在单体中生成,或者是通过分解被加入的特別化合物(引发剂)而生成;同样也可通过在单体中进行某种生成游离基的反应以形成(氧化-还原过程);最后,可通过光或高能輻射的作用以生成。产生的游离基必須具有足够的反应能力,以便与单体反应而生成游离基,这种游离基又能重新与新的单体分子反应,而在成长着的聚合物鏈的末端,不断生成新的游离基。这种鏈聚合过程非常方便,但具有一个基本而重大的缺点。在聚合系統中,存在如游离基一样具有高反应能力的质点,就不可避免导致产生一系列的副反应。这些副反应中的任一个,都在一定程度上破坏了聚合鏈的規則性。首先,如果单体分子是非对称的,那么它就能在成长着鏈的不同位置上加成;其次,特别是在鏈轉移的作用中,成长着鏈尾端的游离基,能够与已經生成的鏈进行反应。因此就产生了非線型的,而是分枝的,具有許多对高分子化合物机械性能非常不好的結果。

可以认为,近二十年来在二烯游离基聚合方面許多的工作都是企图減輕(如果不是說消除的話)产生不規則鏈及分枝結構的作用(因对二烯來說,上面所指的現象,由于存在多余的双鍵,因而表現得特別尖銳);而分枝結構对橡胶的性質有很不良的影响。的确在这方面也获得了某些成就,但对研究工作者所花的巨大努力來講,这些成就是不大的。漸漸地其中大多数人都得出这样的結論:认为在某种范围内,在液相中进行游离基聚合时,不規則的結構及鏈的枝化是不可避免的。誠然,在不饱和化合物聚合时,解决生成規則聚合物的問題已选择了另一途径。

很早以前就已經知道,聚合反应不仅可被游离基引发,同样也可被加到双鍵上的离子引起。离子中的一个将电荷轉給单体分子,与此同时生成相应的碳离子;而另一个距离很近的离子,則与碳离子生成相应的离子对。聚合时单体分子在离子对場中,进行定向及活化,在单体分子加到碳离子上之后,离子对又重新轉移到成长着的鏈的尾端。換句話說,单体分子与催化剂生成极性复合物,它能使其他单体分子极化和加成。与此同时催化剂本身轉移到成长着的分子的尾端。因此离子聚合乃是与化学聚合相近的过程;同时也可以期待,它对那些使游离基聚合复杂化的副反应具有巨大的选择及消除的可能。然而,在三氯化硼、四氯化錫、四氯化鈦及其他催化剂的作用下,同样也产生近似在游离基聚合时发生的、一系列的复杂情况。

近年来出現了一类新型的聚合过程,这一过程是与应用由四氯化鈦与三乙基鋁相互作用而生成的催化剂相联系着的。此时聚合过程在催化剂固体质点上進行,同时导致生成規則結構的聚烯鏈。氧化鉻类型的固体催化剂,及存在強还原剂时在氧化铝上的鋁、鈮等金属的高氧化物,和沉淀在煤上的鎳,乃是另一类型的催化剂。所有这些催化剂,均能引起烯及烯类化合物的聚合,并生成規則性結構的聚合鏈。

这一新聚合方法的巨大实际意义,一开始就不得不注意到;对更有利的系統及配方的研究。一般被称为定向聚合过程的反应机理現在还是不清楚。起初有人推想,生成鏈的規則性必需与过程的多相性質相联系。的确,多相性在此起着很重要的作用;現在已經知道,一系列在均相中也可以进行定向聚合过程。很可能,存在不少这种能导致生成規則鏈的聚合过程,其

鏈之規則性，凡与生成高分子的純粹化学方法相同。在任何場合下，弄清这种能导致生成規則鏈的聚合过程，无疑的是近代高分子化学中最主要任务之一。

在新的聚合方法中，有两个非常有意思的方法——在固体状态下聚合及双游离基聚合。在第一种場合下，聚合过程是在凝固的单体中进行，但在靠近熔点温度用光引发或輻射引发。这些条件是与分子的有限活动性相应的。这种有限活动，对于聚合过程的发展是足够的，而对消灭分子之活性則不足。用这一方法曾对乙醛及丙酮进行聚合。

第二个方法是在于用热裂解生成双游离基，并在低温时用溶剂去吸收它。在升高温度时，聚合是通过双游离基的直接加成而发生。这一方法曾由对二甲基苯得到聚对二次甲基苯。在用光化学方法生成双游离基时，也曾做过类似的尝试。

获得非常純粹的单体是一个独立的，但又紧密与聚合相关的一个問題。存在很少量的杂质不仅大大的影响聚合，而且也影响聚合物的性质。首先是在热分解，特别是当热分解带有鏈反应的特性时。很可能，高度純粹的单体，不只可給聚合，同样的可給聚合物性质以出人意外的結果。

三、接 枝 聚 合 物

借化学鍵将高分子連接起来，这是在二次世界大战以来高聚物化学发展的新方向，已創造了大量的接枝方法。多数是基于在高分子鏈的末端或任何其他的区間造成游离基，然后在上面接上新的鏈。游离基的产生可以用机械方法，用輻射来断鏈，导入可在热或光作用下解离的基团(如过氧化物)或借助于鏈反应將鏈轉移到被接枝的高分子上。也存在着純粹化学的接枝方法，使新的鏈借縮合途径增长着。通常从这些方法得到的接枝聚合物与二个純聚合物形成很难分离的混合物。在无数的制备接枝聚合物的工作中，这些高分子的性质及其与成分的关系还没有研究。这情况正是可以以分离的困难来解释，同样这也說明了接枝过程的难于控制。总之，必須注意到，对接枝聚合物的推崇常常会忽略了接枝过程中发生的困难。任何游离基过程对阻聚剂是頗敏感的，所以接枝过程的对象必須是很純淨的高分子，氧气照例是不应存在的。当采用加有稳定剂的高分子时，預先純化是必要的，因为一般稳定剂是游离基反应的阻聚剂。对于未經純化的工业橡胶，接枝是不可能的，在这种情况下得到的只是高分子的裂解产物。

值得指出，接枝聚合物，比之組成它的成分，可以在更广温度区間內使用。接上少量有低玻璃化温度的高分子是改进塑料的脆性的好方法。对橡胶的接枝也改进了象耐磨性这类机械性质。因此借接枝来結合各种高分子的性质总是有利的。但是迄今还没有预测接枝聚合物性质的学說，甚至于連定性的学說也没有。无疑建立这类学說是現代高分子化学的迫切任务，尤其是在将来。目前在純淨状态使用的大部分高分子将可能为它們的接枝聚合物所代替。聚氯乙烯与聚苯乙烯的接枝聚合物的优点已是无可非議的了。

必須指出，接枝聚合物还有二种截然不同的用途，用来作为增强塑料及用来改良天然纖維素纖維。增强塑料是最有价值的高分子材料之一，含达 70% 玻璃絲的增强塑料兼具金属的强度与高分子胶合剂的弹性。最常用的胶合剂是苯乙烯和不饱和聚酯类——聚順丁烯二酸乙二酯的接枝聚合物。浸漬玻璃絲的是低分子量的不饱和聚酯在苯乙烯中的溶液。这样的溶液粘度較小，能够很快聚合，而苯乙烯在增强塑料中含量是不高的，所以聚合时不会有高的热效应。应用接枝聚合物使这类材料的大量生产成为可能，而这类材料正是可能成为金属的最有力的競爭者。

对合成聚合物的推崇不免会减少了对天然聚合物、特别是对纖維素的注意，但天然纖維

素纖維是最普遍易得的紡織材料，它的作用未可輕估。这类纖維可用化学方法来提高質量。最可能的改进是在纖維表面接上象丙烯腈这类合成高分子。这样的接枝改变了纖維的弹性、潤湿性、表面摩擦，因而提高了它的耐磨、着色、耐揉搓的性能。加工过的纖維的制成品牢固地保持固有的形状，經過洗滌后，不須燙熨。无疑，天然纖維的改良是重要的实际問題，它的解决会改变棉花纖維的紡織性能。

四、高 聚 电 解 质

由于新型离子交换树脂，半透性膜的发明及生物对象的模式化，高分子的酸类与硷类引起了研究者愈来愈多的注意。关于創造交換絡合物而不是交换离子的系統的問題也引起了兴趣。可能絡合物交換树脂会比离子交换树脂具有更大的选择性，可以用来分离复杂的金属混合物。更吸引人的好奇心的是应用具有旋光性的离子交换树脂来分离外消旋体的尝试。虽然，这样的尝试尚未得到成功。

从強高聚电解质制膜的問題是发展的新方向。这样的膜如从高分子酸构成的膜排斥盐类的阴离子，只容許阳离子通过。不管是看作电解膜或是看作生物界半透膜的模型來說，这样的膜是极端重要的。如果用这膜来过滤強电解质盐的溶液，則濾过的只是純水，而盐类会积聚在膜上，这时只須加上超过盐类溶液渗透压的压力。当然膜必須是比較牢固的，同时須具有相当的渗透能力。要解决这問題，可以用粉末状的离子交换树脂借高分子胶合剂粘結起来或是将高聚电解质用輻射化学方法綴接在作为基体的牢固的膜上。

早已知道，在把定向的制自高聚电解质的纖維进行酸化或碱化时，纖維相应地进行着收縮与伸长。这是因为高分子鏈的荷电量与形状的改变所引起的。最近 Kuhn 与他的同工作者指出，要改变高分子电解质的荷电量与离解度，不須改变介质的酸性或硷性，而可用改变高分子酸的強度的方法，在 pH 值为 5 时，变強酸为弱酸或其逆变化，則此时弱酸几乎不离解，而強酸則几乎完全离解。乙烯基丙三酰脲(поливинилаллоксан)与乙烯醇的共聚物还原*为聚乙烯基 5-羥基丙二酰脲(поливинилдиаллуровая кислота)与其逆向的氧化**作用是这样的例子。

因此，定向的高聚物的收縮与伸长将会在 pH 值不变时，在氧化剂与还原剂的作用下发生，在这样的系統中加入維生素 K 与鉑黑作为中間的还原氧化組分，肌肉模型的收縮与伸长将会在氬气与氧气的作用下发生。自然这原則可以推广到膜上去，吸附与释放的容量将会在一定 pH 值时在介质的氧化还原性质改变时发生广泛的变化。无疑，这个发展方向大大有助于生物过程的模型的建立，可能有实际应用。

五、无 机 高 聚 物

合成耐高温的高聚物的意图引导到元素有机高聚物的創造，当这类聚合物的碳、氫、氧等原子漸漸减少时，也就意味着逐步变成无机聚合物了。再者，始自塑性硫与胶性硅酸的无机化合物的高分子結構，这是早已熟知的了。現今有許多研究者承認了硅酸盐玻璃与很多无机盐类的高分子本质，分子間配置的不紧密是这类聚合物的主要特征。可以說，玻璃中的高分子鏈与其說是稳定存在的鏈分子，不如說是高分子的束集，而我們知道，这样的束集体系如瀝青皂或佛清漆有一定的弹性。可以指望，增进硅酸盐玻璃与其他盐类玻璃的弹性，虽然是困难的，但不是沒有希望的。无机高聚物的另一課題是从石棉創制成可紡絲的纖維物質。

平面型高聚物几乎还没有研究过。这类物質是多种硅酸鉑盐，煤炭大概也属于这一类。

* 按原文应譯为氧化，疑是还原之誤——譯者註。

** 按原文应譯为还原，疑是氧化之誤——譯者註。

它們沒有与鏈的柔順性相联系的性質，它們是介于高聚体与悬浮胶体之間的，能够熔融并进行流动。在这些高聚体中，应当会发生与高分子平面断裂相联系的过程以及游离基聚合的过程。可能实现化学流动的现象，甚至于可以接上綫型高聚物来改良它們的性質。这类高聚物遵循着独特的規律，这类規律的发现会有可能使我們利用它們来作为聚合物材料。

六、一 概 理 論

在建立联系高分子鏈的組分，結構与性能的一般理論方面的工作还是根据以往确立的原則在发展着，但是对創制新型高分子(結晶高分子以及有复杂构造的高分子)的特殊兴趣促进了对估計高分子形态、結構、性能的方法的注意，同时促进了溶液理論的发展。这表现在高温渗透压法、粘度法、光散射法的发展上，是与仅在高温溶解的結晶高分子的出現相联系的。对从机械性质(热机械法的发展)来估計不溶性高分子的分子量与支化度的方法也引起了很大的兴趣。

結構研究方面的变化是最大的，它的发展也是与有实用价值的結晶高分子的出現，纖維的增強，生物体构造等問題是不可分的。研究者从不同途径得到一致的結論，认为将高分子的結構归結为处在結晶区与无定区的纏結的鏈的看法，只是粗糙的一級近似。电子显微鏡研究結構方法的发展发现了无定形高聚物的一系列結構上的特征以及高分子結晶的細微构造，指出了高分子是独特的結構体系。生物体結構問題更是特別引人注意。在創造了超微量切片机以后，可以得到厚度小于 100 微米的切片，因此就揭露了一系列的特別工整的多样性結構。构造的模型化及高分子的結構与性能关系的闡明，是有生物活性的高分子研究方面的一大任务。

总之，新的高分子化合物及其制备方法，它們的实际应用及生物活性决定了近年来高分子化学的发展，不管运用的方法与观点非常广，自有机合成一直至結構与机械性能的研究，高分子化学已經包括巨大分子物質的制备、研究与应用方面所有問題的統一学科。这門化学中最年輕的領域已为各方面的专家所創立；其中有胶体化学家，有机化学家，物理化学家，物理学家和生物学家。但是現在必須关心到分子物方面专家的培养，每一个掌握了任何一門小专业的专家应当理解高分子化合物的整个領域，而所有在高分子方面工作的学者的密切合作应当能保証現代化学的这个重要領域成功地发展。