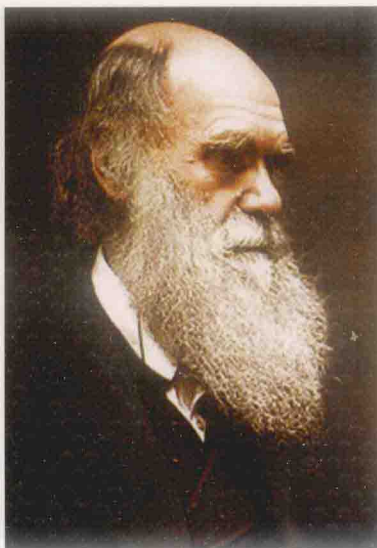
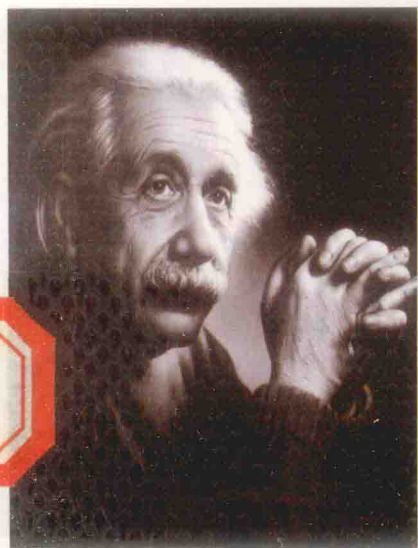




Science

千万个科学故事



千万个科学故事

第三卷

林力等 主编



江苏工业学院图书馆
藏书章

时代文艺出版社

第三卷 目 录

化学故事

橡 胶	(1)
尼 龙	(4)
“人造羊毛”	(6)
纳米材料	(9)
粘合剂	(11)
新型复合材料	(14)
高分子家族	(17)
导电塑料	(18)
高吸水性塑料	(19)
可降解塑料	(21)
高效分离膜	(22)
隐身材料	(23)
生物高分子材料	(25)
液 晶	(26)
记忆合金	(28)
镍—钛系形状记忆合金	(30)
铜系形状记忆合金	(30)

铁系形状记忆合金	(31)
新型陶瓷	(31)
火与人类	(33)
糖 精	(36)
食用醋与醋酸	(38)
体育中的化学	(40)
人工降雨	(42)
变幻的色彩	(43)
多彩的生活	(45)
生物界中的保护色	(46)
人类与色彩	(46)
生物界中的嗅觉	(48)
嗅觉的特点	(50)
嗅觉的应用	(51)
肥皂与合成洗涤剂	(53)
铅污染与防治	(57)
室内环境污染	(59)
氢气的危害	(60)
防毒卫士“活性炭”	(62)
生活中的化学常识	(64)

数学故事

“无限”的诞生	(77)
分牛的传说	(80)
神奇的质数序列	(82)
“有限”的禁锢	(85)
“无限理论”	(88)



目
录

无限大算术	(90)
“连续统”之谜	(93)
神奇的循环小数	(96)
斐波那契数列	(98)
黄金比值——0.618	(100)
圆周率 π 的算法	(102)
实数的最佳逼近	(105)
漫谈日月蚀	(109)
微积分学	(110)
争论与挑战	(112)
两个重要的极限	(114)
鉴别质数的方法	(118)
破译密码的奥妙	(120)
通过有限认识无限	(122)
递推的传说	(127)
偶然中的必然	(129)
布丰的投针试验	(131)
威廉·向克斯的遗憾	(133)
等可能性事件的概率	(135)
掷骰子引起的争论	(136)
有趣的求 π 的方法	(137)
利用“等可能性”巧算概率	(139)
三个臭皮匠胜似一个诸葛亮	(141)
赌金风波	(143)
生日相同的五同胞	(144)
抽签的顺序	(146)
概率悖论	(148)
蒙特卡洛方法	(150)
戳穿“摸彩”骗局	(152)
布朗运动	(153)
“歧路亡羊”	(155)

模糊数学·····	(157)
齐王赛马·····	(159)
有趣的智力问题·····	(161)
对电影《血疑》中的疑问·····	(163)
巧解几何题·····	(165)
局部调整求极值·····	(167)
赋值解题·····	(168)
赋值解题·····	(169)
共轭无理数对·····	(170)
从数学游戏谈起·····	(174)
平均数还原·····	(179)
数列趣题·····	(180)
满足条件最小的·····	(182)
永恒运动着的世界·····	(183)
谈“守株待兔”·····	(184)
闭眼打转·····	(187)
钟表定向·····	(189)
揭开星期几的奥秘·····	(191)
指数函数的威力·····	(193)
对数的发现·····	(195)
不朽的功绩·····	(198)
绝非危言耸听·····	(200)

化学故事

橡 胶

世界上荣获“弹性之王”称号的物质是什么？是橡胶。

橡胶可以拉伸到原来长度的七到八倍，外力一消失，它又迅速地恢复到原来的状态。橡胶不仅具有优异的弹性，还具有绝缘性、耐腐蚀性、不透气性、抗磨损性等宝贵性能，因此它成了现代化建设必不可少的材料。

美洲最古老的居民——印第安人是最早认识橡胶的。1493年，航海家哥伦布第二次航行到美洲的海地岛。他见到岛上印第安人的儿童，一面哼着歌曲，一面合着节奏欢乐地把一个黑色的球抛来抛去，这球落到地面后，竟然会弹跳到几乎和原来一样的高度。哥伦布十分惊讶，仔细地向印第安人打听，才知道世界上有一种弹性非常好的物质叫作——橡胶。

橡胶是一种含有橡胶的树皮里流出来的白色树汁。印第安人把它叫做“卡乌巧乌”——意思是“树的泪水”。用树汁晒干后而成的橡胶，叫生橡胶。它生来怕热，稍一受热，就会变得像湿面团似的，又软又粘。天气一冷，它又变得像玻璃一样，又硬又脆，这种状态下的生橡胶没有什么实用价值。这些问题一直到1844年美国古德意发明了橡胶硫化技术后才得到了彻底解决。

古德意是美国的发明家。1834年古德意对橡胶产生了兴趣。他不辞艰难困苦，开始了大量艰苦的探索性试验。古德意从焦炭炼钢的技术中受到启迪。他想：如果在生胶里加入少量的其他物质，是否能可以改变橡胶的性能呢？他在生胶中加入很多种其他物质，却屡遭失败，以致弄得贫困不堪，但他没有灰心。

1839年的一天，古德意把一块硫磺加到热的橡胶中，出乎意料立即发生了剧烈的反应，同时放出大量有刺激性的气体，他不得不停止试验。古德意认为他的这一次试验又失败了，便将那些表面已烧焦的橡胶全部倒进了垃圾箱。回到实验室后，偶然在实验炉边发现一小块已全部烧焦的橡胶，便随手捡起来捏了捏，他发现这块受热的橡胶并不发粘，冷却后也不失其柔性。他想，难道硫磺可以改变生胶的特性吗？他意识到自己刚才的疏忽。于是，他马上跑出实验室，从垃圾箱里把那些烧焦橡胶一块块拾回来，继续研究。后来，他反复地研究这橡胶



与硫磺化合的最佳配方,反应时间、加热温度、催化剂及其他因素。终究是功夫不负有心人,古德意终于发明了橡胶硫化技术。1844年,他荣获了硫化橡胶的专利。

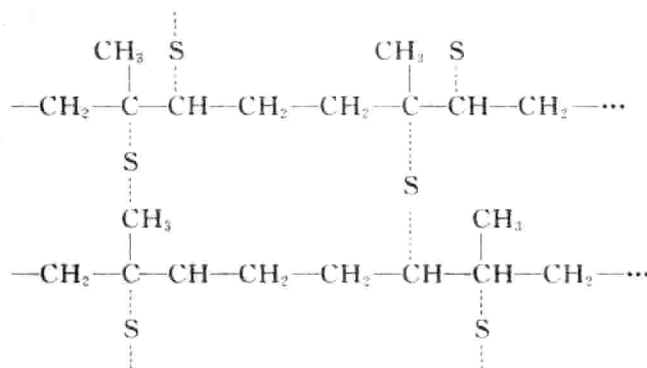
古德意的一生醉心于橡胶的研究,有些人开玩笑说:“你要是在路上碰到一个人的帽子、背心、裤子到鞋子都是用橡胶做的,并带着一个空空荡荡的橡胶钱包,那人准是古德意。”

为什么生橡胶进行硫化处理以后,它的性能会有那么大的改善呢?

原来,在生橡胶中,有许多分子量很大的橡胶分子,它们的分子量是几十万至几百万。橡胶分子里的碳原子是一个连着一个,仿佛一条长长的碳原子链条一样,长度是直径的五万倍。可以这样设想:一根长度为直径五万倍的线,放在那里,必然会卷曲而且纠缠在一起。当它受到外力作用时,就会伸长;外力去掉以后,它又恢复原状,这也就是橡胶富有弹性的原因吧。

但是,生橡胶的“线型结构”有很大的缺点。一受热,橡胶分子的运动加剧,各自散开活动,橡胶就会发粘变软;一旦遇冷,分子运动就会呆滞,相互挤成一团,橡胶就会发硬发脆。当在生橡胶中渗入硫磺粉并且加热后,硫在橡胶分子之间搭起了“硫桥”。这种使橡胶线型分子交联成网状结构的过程叫硫化。

通过“硫化”处理,使原来散乱的结构,变得具有一定的形状,强度得到提高了。受热遇冷,不粘不硬,变得更富有弹性。从此,默默无闻的橡胶走进了现代文明的世界。



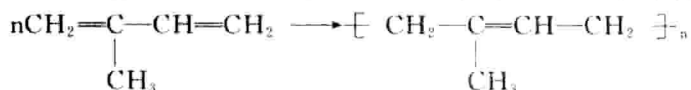
在日常生活中,你随处可以看到用橡胶制成的物品:汽车与飞机的轮胎、机器传动带、潜水衣、雨鞋、电线绝缘外套等等,真是不计其数。橡胶用途广,用量也非常大。造一辆卡车需生胶 250 公斤,造一架喷气式战斗机需要生胶 600 公斤,造一艘轮船需要生胶几十吨……

人们为了得到橡胶,大力开辟橡胶园,然而,一亩地只可种 25~33 株橡胶树,种植六年之后开始产胶,可连续产胶二十五年。每年每亩可获生胶约 50 公斤。可是,这些胶还不够制造一辆卡车用。橡胶树还不能四海为家,因为它只生长在热带。人们经过上百年的努力,使全球天然橡胶的年产量上升到三百万吨,可还是满足不了实际需要。

在本世纪初,人们开始探索天然橡胶的秘密。化学家将橡胶放在烧瓶里,进



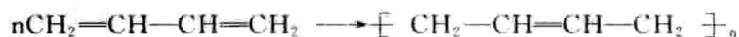
行“分解”发现橡胶是由许许多多的异戊二烯“手拉手”互相结合而成的：



它是一种线型的高分子化合物，链间没有交联，具有弹性，分子量在 8 万到 30 万之间。

接着科学家就开始制造合成橡胶的工作。

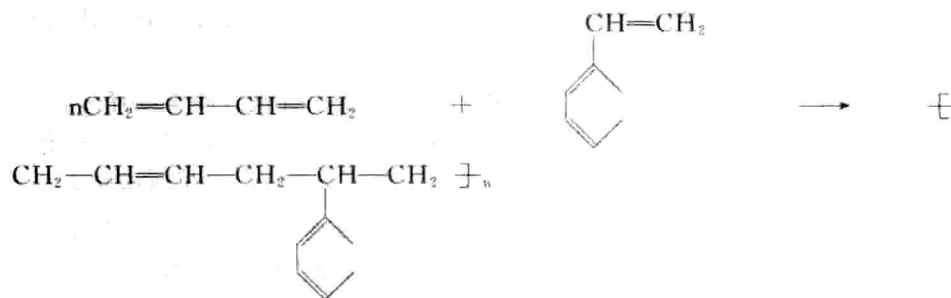
1926 年，苏联化学家列别捷夫发明了用酒精廉价制造丁二烯的方法，并且用丁二烯合成了丁钠橡胶：



丁二烯

至此，合成橡胶工业出现了前所未有的发展势头，各国都建立了合成橡胶工业，陆续发明了几十种合成橡胶：

丁苯橡胶

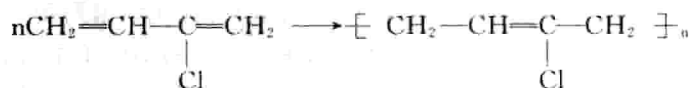


丁二烯

苯乙烯

丁苯橡胶在高温下可抗老化、耐水性、耐腐蚀，气密性也较好；但弹性、粘着性和抗拉裂性不如天然橡胶。一般地它与天然橡胶混合使用，主要用于电绝缘材料、制造汽车轮胎等。

氯丁橡胶



氯丁橡胶具有着优良的耐油性，石油工业中大量使用氯丁橡胶制品制胶管、垫圈等；它还具有耐化学腐蚀性，所以，化工厂常用橡胶来做各种管道。

合成橡胶的原料可以从石油得到源源不断的供应，从此更是突飞猛进。合成橡胶的年产量已从无到有，年产量如今已达到 600 多万吨，远远超出了天然橡胶的产量。

合成橡胶生产发展特别快，性能各有千秋，可胜任某些天然橡胶所不能担当的工作。

尼 龙

“尼龙”又名“卡普隆”、“锦纶”，化学名称是聚酰胺纤维，大家对尼龙并不陌生，在平时生活中尼龙制品比比皆是，但是它的历史却鲜为人知。尼龙是世界上第一个研制出的一种合成纤维。

1926年美国最大的化学工业公司——杜邦公司的董事斯蒂恩，他出于对基础科学研究的兴趣，建议该公司开展有关发现新的科学事实的基础研究。1927年该公司决定每年支付25万美元作为研究费用，并且开始聘请化学研究人员，到1928年杜邦公司在特拉华州威尔明顿的总部所在地成立了基础化学研究所，卡罗瑟斯博士受聘担任该所有机化学部的负责人，他时才32岁。

卡罗瑟斯出生在美国洛瓦的伯灵顿。他的父亲在得梅因商学院任教，后来担任了本院的副院长。受他父亲的影响卡罗瑟斯18岁进入本院学习会计，他对这一专业并不感兴趣，倒是非常喜欢化学等自然科学，所以，一年以后转入一所规模较小的学院学习化学。1920年获得理学学士学位。1921年在伊利诺斯大学取得了硕士学位，后来在南达柯地大学任教，讲授分析化学和物理化学。1923年他又回到伊利诺斯大学攻读有机化学专业的哲学博士学位。在导师罗杰·亚当斯教授的指导下，完成了关于铂黑催化氢化的论文，初步露出了他的才华，获得博士学位后随即留校工作。1926年他到哈佛大学教授有机化学。由于卡罗瑟斯的性格内向，所以他认为搞科学研究更能发挥自己的聪明才智，于是1928年的他受聘来到了杜邦公司。

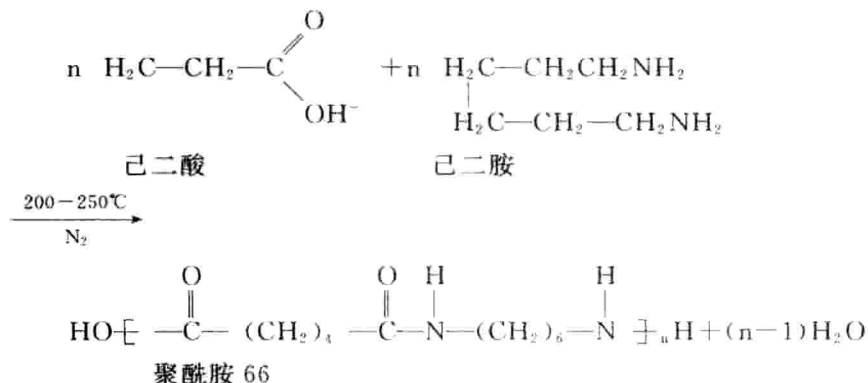
卡罗瑟斯来到杜邦公司的时候，正值国际上对德国有机化学家斯陶丁格提出的高分子理论展开了十分激烈的争论，卡罗瑟斯赞扬并支持斯陶丁格的观点，于是，决心通过实验来证实这一理论的正确性，因此他把对高分子的探索作为有机化学部的主要研究方向。一开始卡罗瑟斯选择了二元醇与二元羧酸的反应，想通过这一众所周知的反应来了解有机分子的结构以及其性质间的关系。在进行缩聚反应的实验中，得到了分子量大约为5000的聚酯分子。为了进一步提高聚合度，卡罗瑟斯改进了高真空蒸馏器并且严格控制反应物的配比，使反应进行得很完全，在不到两年的时间里使聚合物的分子量达到10000~20000。

1930年卡罗瑟斯用乙二醇（ $\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$ ）和癸二酸 $[\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_8-\text{COOH}]$ 缩合制取聚酯，在实验中卡罗瑟斯的同事希尔在从反应器中取出熔融的聚酯时出现了一种十分有趣的现象：这种熔融的聚合物就像制棉花糖那样抽出丝来，而且这种纤维状的细丝即使冷却后还能继续拉伸，拉伸长度可达到原来的几倍，经过冷拉伸后纤维的强度与弹性大大增加。这种



从没有过的现象使他们感觉到这种特性可能具有重大的实用价值,有可能用熔融的聚合物来纺制纤维。他们随后又对一系列的聚酯化合物进行了深入的研究。由于当时所研究的聚酯都是脂肪酸与脂肪醇的聚合物,具有易水解、熔点低、易溶解在有机溶剂中等缺点,因此卡罗瑟斯得出了聚酯不适宜制取合成纤维的错误结论,最终放弃了对聚酯的研究。卡罗瑟斯的这一错误结论使聚酯纤维失去了“合成纤维祖先”的桂冠。就在卡罗瑟斯放弃这一研究以后,英国的温费尔德在汲取这些研究成果的基础上,改用芳香族羧酸(对苯二甲酸)和二元醇进行缩聚反应,1940年合成了聚酯纤维——涤纶。卡罗瑟斯最为遗憾的就是这件事。

为了合成出高熔点、高性能的聚合物,卡罗瑟斯与他的同事们将注意力转到二元胺和二元羧酸的缩聚反应上,几年的时间里卡罗瑟斯与他的同事们从二元胺和二元酸的不同聚合反应中制备出了多种聚酰胺,然而这些聚合物的性能不太理想。1935年初卡罗瑟斯决定用戊二胺 $[\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_5\text{NH}_2]$ 和癸二酸 $[\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_8-\text{COOH}]$ 合成聚酰胺(即聚酰胺 510)实验结果表明,这种聚酰胺拉制的纤维强度与弹性都超过了蚕丝,而且不容易吸水,很难溶解,不足之处是熔点相对较低,所用原料价格十分高,还不适于商品生产。紧接着卡罗瑟斯又选择了己二胺和己二酸进行缩聚反应,最终在 1935 年 2 月 28 日合成出聚酰胺 66。



这种聚合物不溶于平常溶剂,具有 263°C 的高熔点,由于在结构和性质上更加接近天然丝,拉制的纤维具有丝的外观与光泽,其耐磨性和强度超过了当时任何一种纤维,而且原料价格也比较适宜,于是,杜邦公司决定进行商品性生产开发。

要将实验室的成果变成商品,一是要解决原料的工业来源;二是要进行熔体纺丝过程中的计量、输送、卷绕等生产技术及设备的开发。生产聚酰胺 66 需要的原料——己二酸和己二胺当时仅供用实验室作试剂用,必须开发生产大批量、价格适宜的己二胺和己二酸。杜邦公司选择了来源丰富的苯酚进行开发实验,到 1936 年在西弗吉尼亚的一家属化工厂采用新催化技术,用廉价的苯酚大批生产出己二酸,随后又发明了用己二酸生产己二胺的新工艺。杜邦公司首创了熔体纺丝新技术,将聚酰胺 66 加热融化,经过滤后再摄入泵中,通过关键部件(喷

丝头)喷成细丝,喷出的丝经空气冷却后牵伸、定型。1938年7月完成试验,第一次生产出聚酰胺纤维。同年同月用聚酰胺66作牙刷毛的牙刷开始投入市场。10月27日杜邦公司正式宣布世界上第一种合成纤维诞生了,并且将聚酰胺66这种合成纤维命名为尼龙(nylon)。

杜邦公司从高聚物的基础上研究开始历时长达11年,耗费2200万美元,有230名专家参加了有关工作,终于在1939年底实现了工业化生产。

尼龙的合成奠定了合成纤维工业的基础,尼龙的出现使纺织产品的面貌焕然一新。用这种纤维组成的尼龙丝袜不但透明又比真丝袜耐穿,1939年10月24日杜邦公司在总部所在地公开销售尼龙丝长袜时十分轰动,被视为稀奇之物争相抢购,混乱的局面迫使治安机关出动警察来维持秩序。从前曾用“像蛛丝一样细,像绢丝一样美,像钢丝一样强”的词句来赞美这种纤维。到1940年5月尼龙纤维织品的销售遍布美国各地。由于尼龙的特性与广泛的用途,尼龙的产量在最初10年间增长了25倍,到1964年占合成纤维的一半以上,至今聚酰胺纤维的产量保持在 10^9 千克数量级上,虽然聚酯纤维产量比聚酰胺纤维多,但仍是三大合成纤维之一。

尼龙的合成是高分子化学发展的一个重要的里程碑。在杜邦公司开展这项研究以前,国际上对高分子链状结构理论的激烈争论主要是缺少实验事实的支持。卡罗瑟斯的研究表明,聚合物是一种真正的大分子,可以通过已知道的有机反应获得,参加缩聚反应的每个分子都含有两个或两个以上的活性基团,这些基团通过共价键相互连接,而不是靠一种不确定的力将小分子简单聚集到一起,从而揭示了缩聚反应的规律。卡罗瑟斯通过对聚合反应的研究把高分子化合物大体上分为两类:一类是由缩聚反应得到的缩合高分子;另一类是由加聚反应得到的加成高分子。尼龙的合成有力地证明了高分子的存在,使人们对斯陶丁格的理论深信不疑,从此高分子化学才真正建立起来。

“人造羊毛”

“羊毛出在羊身上”,这是众所周知的一句俗话。可是,在科学技术迅速发展的今天,羊毛已经不是全部出在羊身上。不出在羊身上的“羊毛”,又叫合成羊毛,化学名字为聚丙烯腈(俗称腈纶)。

羊毛由多种蛋白质组成,其中主要的一种叫做“角蛋白”,这种角蛋白营养丰富,是某些小虫非常爱吃的食物,所以羊毛衣、羊毛毯很容易受到小虫的蛀蚀。但是因为羊毛的纤维具有柔软、保暖性好、容易卷曲、分量轻、能复制等优点,所以仍很受人们的喜爱。不过,从一头羊身上一年只能剪下几公斤到十几公斤的



羊毛；畜养一头羊，又要付出非常大的劳力，因而，羊毛的产量不能不受到一定条件的限制，价格也难以降低。

能不能用化学的方法，制造出一种类似羊毛一样的“羊毛”呢？人们从粘胶纤维的成功中获得了某种启发。于是，科学家的目光又投入了人工合成纤维的领域之中。

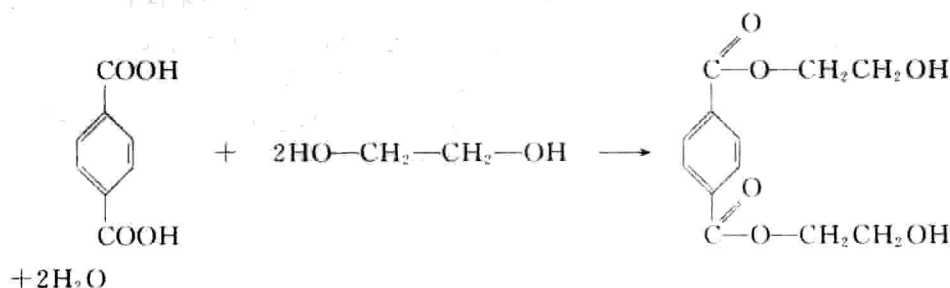
1920年，德国的斯陶丁格教授很成功地剖析了天然纤维的结构，并且指出：“在一定条件下，小分子可以聚合成纤维。”当时尽管他的观点在化学界还没有正式认可，但是他的研究作为合成纤维时代的到来奠定了基础，所以他获得了诺贝尔奖章。

这里先向大家介绍你们很熟悉、也是很喜欢的合成纤维品种——聚酯纤维。

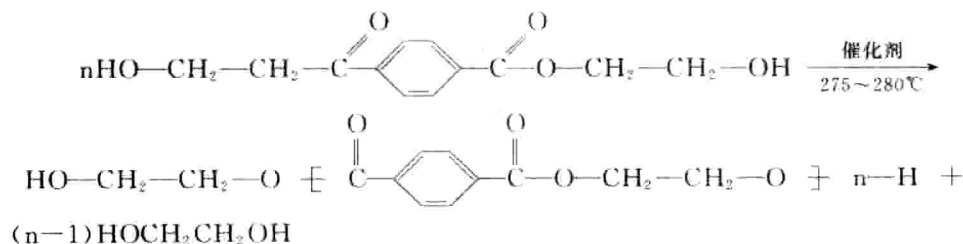
1930年美国杜邦公司研究人员卡罗瑟斯利用乙二醇与癸二酸缩合制得了聚酯，但因为它的性质与卡罗瑟斯设想的合成纤维相距甚远，便没有引起重视，重起炉灶，他放弃了对聚酯的研究。十年以后，英国的温费尔德吸取卡罗瑟斯的经验与教训，决定改用芳香族羧酸（对苯二甲酸）与二元醇进行缩聚反应，结果大获成功。1940年聚酯纤维在英国的实验室诞生了。又经过了十年，在1950年聚酯纤维进入了大规模的工业生产。如今人们所穿的挺括“的确凉”衣服便是用它做的。它的学名叫做聚对苯二甲酸乙二醇酯，其原料是从煤、石油中得到的。合成对苯二甲酸 $\text{COOH}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOH}$ 和乙二醇 $\text{H}_2\text{C}-\text{OH}$ 其路线为：



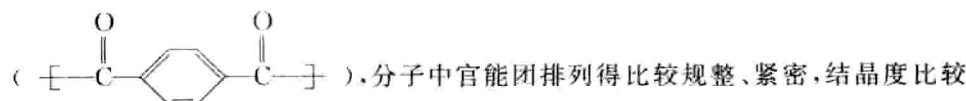
第一步酯化：



第二步缩聚：



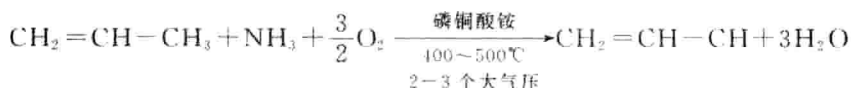
由于涤纶纤维分子结构的主链上有着僵硬的苯环结构



高,不容易变形,受力变形后容易恢复形变,有刚性,所以抗皱性好,外形挺括。由于分子排列紧密,水分子难于进入涤纶纤维分子内部,所以纤维在水中不膨胀、不缩水。纤维表面较光滑,而且容易洗涤,吸湿性低,因此易干。因为涤纶有这些优点,所以涤纶纤维是发展最快、产量最大的一种合成纤维。

1950年是合成纤维大丰收的一年,在这一年,人们还研究出了在工业上制造腈纶的工艺,腈纶学名叫做聚丙烯腈,其原料是丙烯腈($\text{CH}_2=\text{CHCN}$),丙烯腈可以由电石制造,也可以用石油裂解和炼油废气中的丙烯来制造。

丙烯经过氨、氧化后,便成了丙烯腈:



丙烯

丙烯腈

丙烯腈通过聚合变成聚丙烯腈



丙烯腈

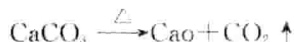
聚丙烯腈

其特点是绝热性能优良,耐日晒雨淋能力强,蓬松性好,有毛型感,用它制成的毛线和毛毯摸上去与真羊毛的感觉几乎一样。这就是人们从1893年就开始寻找的“人造羊毛”!这样一来,合成羊毛的来源就极其丰富了,价格也便宜了。四十多年来,腈纶的生产迅速发展,到今天,腈纶的年产量世界上已达到1000万吨左右,相当于10亿只羊的产毛量。

当“羊毛出在羊身上”已成了历史遗言时,在本世纪六十年代,人们又在工厂里合成了一种新的纤维,它白如雪、轻如云、柔如绒、暖如棉,吸水性和手感与棉花相似,所以有“合成棉花”之称。你可能万万想不到的是,这种“合成棉花”它是由化学家们像魔术师变戏法一样用石头作原料“变”来的呢?

这种石头变来的纤维叫做“维尼纶”,它的化学名称是聚乙烯醇缩甲醛纤维。

首先,化学家把一种叫石灰石的石头在炉子里煅烧:

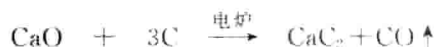


石灰石

生石灰

二氧化碳

石灰石烧后变成了生石灰,把生石灰和焦炭掺合在电炉中加热到高温,则变为碳化钙:



生石灰

焦炭

电石

一氧化碳

把电石与水反应变成乙炔:



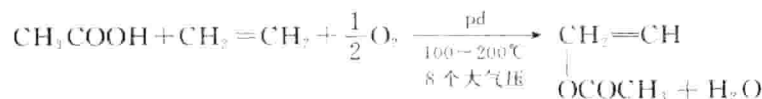
电石

水

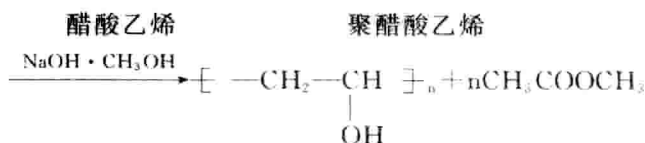
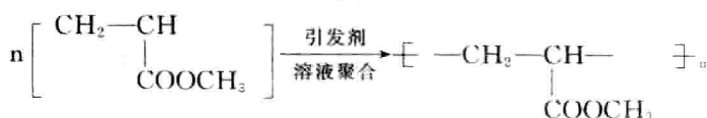
乙炔

熟石灰

乙炔和醋酸经过一系列的反应之后变成了醋酸乙烯:



醋酸 乙烯 氧气 醋酸乙烯
醋酸乙烯聚合和醇解后得到聚乙烯醇：



聚乙烯醇 醋酸乙烯

通常将聚乙烯醇溶于热水并在硫酸钠溶液中凝固纺丝,然后与甲醛缩合就得到了聚乙烯醇缩甲醛。

在此之后,新的合成纤维品种层出不穷:芳纶、丙纶、氯纶……合成纤维的使用装扮了人间,同时也从民用扩展到工程技术、军事领域,因而为我们展现了它那强大的生命力。

纳米材料

对于人类应用为生产和生活材料的许多固体物质,我们的认识首先是从宏观现象开始的。最先观测到的是物质的硬度、强度等力学性质,于是便有了竹材、木材以及金属材料在机械方面的应用;随着科技的发展,人类开始掌握电磁现象、化学反应现象的基本理论了,物质的电导、磁性等新的属性为人类所认识,于是便投入更多的新材料应用,电气化时代,信息时代之门也随之为人类开放。现代的材料科学,已经深入到分子、原子的层次,用原子结构,晶体结构和化学键理论来阐明各种物质的物理属性与微观结构之间的关系,从而新一代的功能材料也随之诞生。不过,近年的研究发现,在物质的宏观固体(大于 $1\mu\text{m}$ 微米即大于 10^{-6}m)与微观原子分子(小于 $1\text{\AA}$ 即小于 10^{-10}m)之间,还存在着一些介观的层次,如介观($100\text{nm} \sim 1\mu\text{m}$ 即 $10^{-7} \sim 10^{-6}\text{m}$)、纳米($1\text{nm} \sim 100\text{nm}$ 即 $10^{-9}\text{m} \sim 10^{-7}\text{m}$)、团簇($1\text{\AA} \sim 1\text{nm}$ 即 $10^{-10}\text{m} \sim 10^{-9}\text{m}$)等;这些层次对材料的物理性质起着决定性的作用。特别引人注目的是,微观体系只包含单个或几个分子,属量子化学的研究范畴,宏观体系包含无限的原子与分子群体,体现出的是化学统计热力学性质;惟有以纳米为代表的几种介观体系层次,物质的尺寸既不太大也不太小,它所包含的原子分子数既不太多又不太少,粒子的运动速度既不太快又不太慢,这些由有限分子组装起来的集合体,决定着物质的性质,它所体现出来的物理性质和宏观的材料截然不同,具有奇特的光学、磁学、电学、力学、热学和化学



性质：

一般的铁块已经难以压断，可纳米铁的抗断裂能力比它还强 12 倍！就算你能折断手腕粗的普通铁棒，你也难以折断一根拇指粗的纳米铁条：

一般金块要 1063°C 才溶化，普通银块要 960.8°C 才熔化，而纳米金在 330°C 就化为液体，纳米银在 100°C 就再也保持不住它的棱角：

纳米 Tl_2O_3 在 200°C 就可以转变为高温的盒红石结构！纳米 Si_3N_4 的强压电效应是普通材料的 4 倍！

.....

这一系列诱人的性质，令这些材料化学家们欣喜异常：在纳米尺寸范围内对物质进行研究与应用的纳米科技，不正是使人类认识与改造物质的手段直接延伸到原子了么？直接对原子或分子进行加工让它们听从摆布，不是可以将它们组装成具有特定功能的结构的特殊材料吗？

在沸石分子筛的硅铝酸盐晶体里，有不计其数的微形孔穴，其尺寸便是纳米级的。如果利用某种途径将具有某种特殊电、光、磁性质的化学物质沉积在这些小笼子里，那便会形成了纳米级的超级微米晶体，且将具有更为特殊的物理性能。利用这种微孔晶体和纳米技术，科学家们已经制得了纳米结构的多孔硅。在室温下，以一定的光线照射这种多孔硅，它便会像月亮那样放射出夺目的光辉，整个晶体显得晶莹剔透，光彩照人。这一发现引起了国际上的轰动，因为纳米半导体技术与硅基发光技术便在这基础上很快地发展了起来。此外，科学家们还制成了光敏化的纳米结构 Tl_2O_3 膜，可以用于制备光电电池，把光能转化为电能的效率高达 $10\% \sim 12\%$ ，从而晶体硅被硅太阳能电池取代了，取得了突破性的高效益。

在催化体系中，催化剂若有更大的活性表面积，则和反应体系中分子的接触点就越多，所以催化效率就越高。因此，制备更细颗粒的催化剂或制备孔隙更多的催化剂一直是解决催化效率问题的重点。利用表面活性剂的分子有序组合体所形成的微型乳粒，科学家们制得了 $3 \sim 5\text{nm}$ 的超细纳米级铂 (Pt)、钯 (Pd)、铱 (Ir)、铑 (Rh) 等金属微粒，从而使它们用作催化剂时有效活化面积大大增加，获得极高的催化活性，将在石油化工等许多产业中大显身手。

当然，最为诱人的莫过于直接对物质的原子或分子进行“操作”了。用一种神奇的机器来“搬动”一个个原子，我们人类的想象力可以充分发挥，来写世界上最小的字，画世界上最小的画。这不真是太奇妙了吗？想一想，几个原子就可以排列成一个笔划甚至是一个字，那该是多小多小的字啊！还有，把不同的原子有次序地排列在一起，就是一幅层次分明的图画，甚至还是立体的呢！再想一想，像纳米尺寸这么小的字和画，在哪怕只是 1cm^2 这么小的面积上可以“书写”多少内容啊，那我们若把这种材料做成电脑的存储器，那不是一种超高密度的新型存储材料么？这种存储材料只怕会比普通的磁盘高上万倍甚至上百万倍，纳米科技的发展，特别是纳米材料，在这一点上可以说明把物质内部潜在的丰富的结构性能充分地发掘出来了；这正如我们这个世纪的三四十年代里，核裂变材料与核



技术的发展和运用,把物质中潜在的能量成百万倍地开发了出来那样,这将是材料科学的又一大飞跃!

可是,这种能直接“搬动”原子或分子,让它们俯首听命于我们的指挥的仪器,我们上哪里去找呢?在这里,我们可以回到本文开头的量子隧道效应理论上。根据这个理论,科学家们在经过艰难困苦的辛勤探索后,1982年,国际商业机器公司苏黎世实验室的两位杰出的科学家葛·宾尼博士和海·罗雷尔博士共同研制成功了世界上第一台新型的表面分析仪器——扫描隧道显微镜(简称STM),利用它的帮助,人们可以得到原子级的尺寸分辨率,平行与垂直于表面方向的分辨率分别可达 0.1nm 和 0.01nm ,单个的原子将被正确无误地分辨出来,并实时地得到在实空间的表面的三维图像。将扫描隧道显微镜应用到纳米科技研究中,在计算机计算、编程和控制下,在高真空的扫描隧道显微镜里面,可以操纵电子束使单晶硅等物质表面的原子受到激发而移动,因此可以“搬动”原子进行重新排列,这便是新颖的电子刻蚀技术。

利用电子刻蚀技术,“中国”这两个世界上最小的汉字已经被刻蚀了出来:每个字的尺寸仅有 0.1nm ,笔划的宽度只是几个硅原子,深度是 $3\text{\AA}$,这么小的字,放大一千万倍,才像我们手写的“中国”两个字那么大!难怪日本 NEC 公司的计划中写道:如果在 21 世纪初能把纳米材料制成的电脑存储器实用化,那么,400 万页报纸刊载的内容,将可以轻松地存放在一张邮票那么大表面积的存储器里!作为纳米科技里的弄潮儿刘教授,在报告的过程中,给听众们展示了他亲自“书写”的世界上最小的“Grent Wau”等精彩绝伦的投影片,引起了满堂听众的极大兴趣。

纳米材料,以其特有的微观特性,在电子、催化、光纤、仿生以及超导等许多方面都显示了强大的应用潜力。正是由于对物质的原子或分子尺寸的结构与性能关系的了解,物质内部潜在的丰富的结构特性才有可能被更加彻底地发掘;我们有充分理由相信,随着关于纳米科技的基础理论研究的突破性进展,各种纳米材料的神奇妙用将不再是梦想。在新的世纪里,纳米材料将迅速从实验室里走出来,深入到生活的方方面面,实实在在地为人类服务。

粘合剂

1647 年的一天,阳光明媚,马德堡的市民兴致勃勃地涌向广场。广场中间,放着一对直径为 20 英寸的特制的空心青铜半球。这两个半球的边缘都经过精心加工的,彼此接合在一起密不透气。在两个半球的上部还有一个铸好的环,其中一个半球上还有一个带活塞开关的出气孔。这就是马德堡半球。在半球旁