

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

世界科技全景百卷书 (26)

材料



忠实的卫士

高温隔热涂层

由于火箭、人造卫星、航天飞机等尖端技术产品的飞速发展，材料正面临着高温的严峻考验。火箭喷出的高速烈焰的温度要超过 2000℃，洲际导弹和航天飞机从外层空间返回大气层时，头部与空气剧烈摩擦，可产生 5000~10000℃ 的高温。这是任何金属材料都无法承受的。镍基耐热合金只能在 1000℃ 左右的条件下工作，况且，单靠提高金属材料的耐热性也有一定的限度。

那么，该怎么办呢？你看，炼钢工人穿着石棉工作服，可以挡住灼热钢水的烘烤。能否给在高温下工作的零件也穿上一件“隔热衣服”呢？能！这就是高温隔热涂层。高温隔热涂层是用导热系数很低的耐高温氧化物，如氧化铝、氧化锆、氧化钛及其他的耐火化合物，用喷涂的办法涂覆在金属表面而形成的。

高温隔热涂层广泛应用于航空航天技术领域及其他需隔离高温的场合，如航空发动机、火箭和导弹的喷管、燃烧室、发射台支架及宇宙飞船的许多高温部位。日本发射人造卫星用的大型火箭的发动机燃烧室已成功地应用了氧化铝和氧化锆隔热涂层。美国在一种火箭的大型铝合金喷管上，喷涂五层由氧化锆和钼组成的梯度复合隔热涂料，增加了涂层与喷管之间的结合力和隔热能力，在 2370℃ 高温下仍能正常工作。

高温电绝缘涂层

我们知道，能够导电的物体叫导体，不能导电的物体则称为绝缘体。石墨、金属和酸、碱、盐的水溶液等都是导体，玻璃、陶瓷、橡胶、塑料等都是绝缘体。要让电流在导体中流动，一定要有绝缘体来限制电流，不让它流到不该去的地方，以免造成各种事故。导体和绝缘体的导电性能虽然截然相反，但它们又相辅相成，无法分离。

你看，用铜、铝等金属做成的导线外面，或有绝缘漆（涂有绝缘漆的电线称为漆包线），或有塑料、橡胶等绝缘包皮。然而，绝缘漆、塑料、橡胶都怕高温，一般超过 200℃ 就会焦化，失去绝缘性能。而许多电线正需要在高温下工作，那该怎么办呢？对，让高温电绝缘涂层来帮忙。这种涂层实际上是一种陶瓷涂层，它除了能在高温下保持电绝缘性能外，还能与金属导线紧密“团结”在一起，做到“天衣无缝”，任你将导线七绕八弯，它们也不会分离。这种涂层非常致密，涂上它，两根电压差很大的导线碰在一起，也不会发生击穿现象。

高温电绝缘涂层根据其化学成分的不同，可分为许多种类。在石墨导体表面上的氮化硼或氟化铝、氟化铜涂层，到 400℃ 仍有良好的电绝缘性能。金属导线上的搪瓷到 700℃，磷酸盐为基的无机粘结剂涂层到 1000℃，等离子喷涂氧化铝涂层在 1300℃，都仍保持着良好的电绝缘性能。

高温电绝缘涂层已在电力、电机、电器、电子、航空、原子能、空间技术等方面获得了广泛的应用。

微波吸收涂层

在现代战争中，有一种隐身飞机，敌方就是使用雷达也不易将它发现。这是什么道理呢？

原来，雷达是利用微波来测定物体位置的电子设备。当雷达向目标发射微波时，在荧光屏上就呈现出一个尖形波；当微波遇到目标反射回来被雷达收到时，荧光屏上就呈现出第二个尖形波。根据两波的距离，可直接从荧光屏上的刻度读出目标的距离。如果飞机的机身用不易反射微波的新型复合材料制成，并在机身表面涂上一层微波吸收涂层，使敌方雷达微波到达飞机时不起作用，或反射很微弱，敌方的雷达就不能觉察到飞机。这就是隐身飞机的奥秘所在。

目前常用的微波吸收涂层有以下两类：一类是将微波能量在涂层中损耗掉，即在涂料中加入易将微波能量转化为机械能、电能或热能的填料，如石墨粉、碳粉、铁氧体等，不同填料吸收不同频率的微波，也可以选用几种填料混合在一起，以吸收较宽频带的微波；另一类是对微波进行干扰，这种涂层的厚度，是根据敌方雷达微波的频率而确定的，它可使微波在涂层表面与底面的两部分反射波相位相反，也就是波峰与波谷相遇，相互抵消，使微波消失。

微波吸收涂层通常由吸收剂、粘结剂和其他添加剂组成。其中吸收剂具有吸收微波的功能，而且吸收率很高。硅酸盐涂层如铁氧体涂层的最大容许吸收微波比有机涂层高出 10—15 倍，故应用最为广泛。据报道，日本科学家已研制成功工作温度高达 2000℃、吸收率为 99.2% 的碳化硅吸波陶瓷和吸波粉末，并将一种含 Y—氧化铁的“格泰特”吸波粉末用于导弹、飞机等飞行器，能有效地躲避雷达的跟踪。

微波吸收涂层不仅用于军事伪装，使雷达找不到目标，还可用于民用领域，如微波通信、微波炉等。

耐磨涂层

摩擦是我们经常遇到的现象。假如没有摩擦，手中的东西会滑掉，人会寸步难行，缝好的衣服会一片片掉下来，开动的车辆停不下来；你也看不到乒乓球比赛中精彩的弧圈球，因为这也是乒乓球运动员巧妙运用摩擦的结果。但可别忘了，摩擦有功也有过。据估计，世界上有 1/3 到 1/2 的能源被摩擦消耗掉。摩擦会带来材料的磨损，这不仅损耗大量材料，而且损坏机器和工程结构，降低工作效率。寻找和研制耐磨材料一直是材料技术专家的一项重要任务。

从耐磨本领来说，无机非金属材料比金属材料不知要高多少倍，但是无机非金属材料一般具有较大脆性，这就影响它作为结构的耐磨材料使用。

能否想个办法，既利用金属材料的韧性和强度，又充分发挥无机非金属材料的耐磨性，让它们取长补短，发挥各自的优点。有人想出了办法，就是在金属材料表面覆盖一层由无机非金属材料制成的耐磨涂层。这真是一个好主意。

耐磨涂层的种类很多，使用的材料也各不相同。氧化物中有氧化铬、氧化铝、氧化钛等；碳化物中有碳化铬、碳化钨、碳化钛以及它们和金属的复合物，如含钴量为 7%~15% 的钴包碳化钨，含铬、镍量为 15%~25% 的碳

化铬等；氮化物中有氮化钛、氮化硅等。它们的抗磨损能力按从强到弱的顺序通常为：氧化铬、碳化钨、氧化铝-氧化钛、氧化铝……

耐磨涂层通常用喷涂的方法制成，即用极高的温度把耐磨涂层的材料熔融，并喷射到金属零件要求耐磨的表面。这些耐磨涂层具有硬度高、耐磨性好、与金属材料结合强度高、耐酸、耐碱、抗腐蚀性强等特点。

耐磨涂层在工业中已经获得了广泛应用。氧化铬涂层主要用于石油化工中泵柱、磨环、轴套的表面防蚀与抗磨损；氧化铝-氧化钛涂层主要用于化学纤维工业中的罗拉、导丝钩等；碳化物涂层主要用于抗气蚀磨损和抗冲击磨损，如航空发动机上许多零件的易磨损部位大量使用了碳化钨或碳化铬涂层；氮化钛涂层主要用于机械工业中的刀具、模具表面，如在硬质合金刀具表面涂覆一层厚度为 8~12 微米的氮化钛涂层，可提高刀具的耐磨性，使刀具使用寿命延长 2~5 倍。

高温润滑涂层

目前的各种机械，特别是动力和传动机械，正向着高速、高温、高压、高精度的方向发展。但机械的高速转动，会产生大量的摩擦热，工作温度也随之升高。这一方面对制造机械零件的材料耐热性提出了较高的要求，另一方面给为减少摩擦而使用的润滑油带来了新问题。因为常用的润滑油一般超过 200 就会氧化、挥发，甚至着火燃烧。如果能有一种耐高温的固体润滑剂，固定在机械的运动部位，这不但可以起到减小摩擦的润滑作用，而且可以省掉不时注入润滑剂的操作，那该多好啊！于是，高温润滑涂层应运而生。

所谓高温润滑涂层，是指涂覆在运动物体表面，可在高温（700~1800）下减小互相接触的运动物体之间的摩擦力，从而满足某一要求的一类涂层。高温润滑涂层应具备以下三个条件：

- （1）具有高温下的抗氧化能力，具有高熔点和高强度；
- （2）在高温下不易挥发，以保证润滑涂层能长久地附着在运动部件表面；
- （3）摩擦系数小，具有良好的减摩性。

高温润滑涂层通常有玻璃型和陶瓷型两种。玻璃型润滑涂层具有较好的高温润滑性，但抗氧化能力较差；陶瓷型润滑涂层是以氧化物、硫化物、硒化物、氟化物和石墨等具有可滑移晶面的晶体作为润滑介质加粘结剂而组成的，它的高温润滑性相对要差一些，但抗氧化性较好。

高温润滑涂层可用于高温轴承，也可用于金属热加工过程，以降低变形抗力和提高加工质量。

高温润滑涂层又可分为热轧保护涂层、热挤压涂层、高温模锻涂层等。

石蜡和煤油

发现这种特殊的碳氢化合物的荣誉不能给予某一个人，因为有若干科学家大致在同一时期研究了这个问题。富克斯于 1809 年从德国特格恩塞的石油中鉴定出几种固体的碳氢化合物，德国化学家布赫纳在 1819 年前已将它们分离出来，纯度极高。1830 年，劳伦特用蒸馏油页岩的办法获得了这种物质。

然而却是一个叫赖兴巴赫的德国化学家在同年发表的一篇文章里把这种亲合力微弱的产物称为石蜡——他自己是从木焦油获得石蜡的。爱丁堡的克里斯蒂森博士，大约与此同时提出将其称为 Petrolin，但不为公众所接受。

直到 19 世纪 30 年代后期，似乎还没有人想到要利用石蜡，但是乌尔在 1839 年写道：“石蜡是一种……· 固态的碳氢化合物。迄今为止。除了很适合做蜡烛之外，还没有派上什么用场。”当然，在能大量地生产石蜡时，这不是一种实用的传统作法了。1850 年，詹姆士·扬获得了一项制造石蜡油（或一种含石蜡的油）和从烟煤制取石蜡的专利。这种方法有个蒸馏过程，得先将烟煤弄碎，置于蒸馏器中加热。有的煤一吨能产生 120 加仑原油，从原油可分离出石脑油、家用油、润滑油、重燃油和石蜡。罗伯特·贝尔于 1859 年在苏格兰的布罗克斯本首先研究的油页岩出的油要少得多。当美国的石油工业在 19 世纪的晚期发展起来时，这两种方法都变得不可取了。

大约从 1854 年起，石蜡确实被用来代替鲸蜡制造蜡烛（鲸蜡从巨头鲸获得，从上世纪中叶起开始用来做蜡烛）。1861 年的《年鉴》指出：“最近已为照明目的引进了一种称为煤油的油；在 1874 年前，煤油灯已广泛使用，比蜡烛更便宜，更安全。”

炸药一族

发明炸药

光阴似箭，日月如梭，当历史的车轮推进到 17 世纪时欧洲大陆由原先的黑暗开始隐现曙光。

原来，欧洲经过文艺复兴时期后，出现了资本主义的萌芽，生产迅速发展。作为生产力第一要素的科学技术，也绽蕾而出。数学、物理、化学、天文……都有创造发明。1652 年，德国成立科学院后，各国争相仿效，各种学会雨后春笋般出现，纷纷出版自己的刊物，介绍科学技术的发明，大批有识之士都纷纷投入科学实验，研究制造新产品，他们在自己的住室、工场、领地内办起各种实验室，来探索自然界的奥秘，欧洲大地出现一派欣欣向荣的气象。

新式炸药就是在近代科学技术繁荣的欧洲诞生的。

开拓者

历史的前进，使黑色火药的一统天下，越来越不适应时代了。黑色火药有威力小、引力慢等致命弱点，无论在开矿、修路或军事工业制造枪炮等方面，都显得力不从心，时代的要求迫使有新的炸药诞生。

近代炸药的研究工作是从 19 世纪初期开始的。这个时期，硝酸和硫酸已能大规模生产，特别是硝化物——与硝酸作用后的生成物，受到许多化学家的注意。

吹响新时代炸药号角的是法国化学家布拉孔诺，他自幼热爱化学，可以说是一个化学迷。他整天在实验室里做各种实验，有一次，他把浓硝酸倒入了淀粉，无意得到了一种白色的东西，这种白色粉末，“脾气”很坏，稍一震动就火冒三丈，布拉孔诺给它起了一个名字叫硝化淀粉。但是，布拉孔诺没有使硝化淀粉变成炸药，可这个工作给人们指明了一个方向，某些物质跟硝酸作用后，会得到易爆燃的物质。

接下来进行研究的是化学家佩劳茨，他在看到布拉孔诺的论文后，改用棉花、纸张等含纤维素高的物质跟浓硝酸作用，并加入浓硫酸作催化剂。果然，情况大有改观，得到的物质起名为硝化纤维，它比硝化淀粉稳定，受打击后也能爆炸，其威力比硝化淀粉更大，于是，佩劳茨就动脑筋，想用它来做炸药。当他把自己的实验成果告诉工业化学家申拜恩后，就立即到专利局登记专利，并着手生产它。

此时，英国是欧洲头号强国，正在做大英帝国统治世界的美梦，急需有威力强大的炸药来武装军队，于是，就请申拜恩在英国办起第一个硝化纤维工厂。

但是，好景不长，工厂仅仅生产了几天，就被制造出来的产品炸个粉碎。后来又办了好几个同样的工厂，也都因发生爆炸事故而被迫停工。工厂周围的居民，纷纷到政府去告状，要求厂家赔偿损失。在无可奈何的情况下，英国政府和议会只得下令停止申拜恩的生产。

试验失败了，工厂停工了，但是，失败往往正是成功之母，后人正是沿着先驱者开创的道路继续走下去的……

能治病的炸药

心脏病患者的口袋里，常常备有几粒白晶晶绿豆大的药片，每当心脏病

发作或感到心绞痛时，立即把它含到口内，便会很快得到缓解。

这种药片名叫硝酸甘油或硝化甘油，化学家称它为硝酸甘油酯，它在生理上有一种独特的作用，可以舒张血管，尤其对心绞痛特别有效，口含后几秒钟内便可发挥作用，这就是心脏病患者口袋中常备它的原因了。

说来有趣，这种能治心脏病的特效药，竟是一种烈性炸药，正是它的出现，改变了黑色火药的一统天下，使一种名叫黄色炸药的新型炸药登上了历史舞台。

那么，硝酸甘油是怎样发明的呢？

1847年冬天，意大利青年化学家苏布雷罗聚精会神地做了一个前人未做过的实验，他先在漏斗中装满浓硝酸和浓硫酸的混合液，然后逐滴滴入一大杯甘油中，边滴边搅拌，没过多久，出现了一种有粘性、像浓鼻涕般的油状物，沉淀在甘油底部。

这种粘状物能溶在酒精中，做成药剂对心脏病、心绞痛有特效，只要服下一丁点儿，心绞痛就会烟消云散，一时传为佳话。苏布雷罗给心脏病患者带来了福音。

然而，一项意外事故发生了，苏布雷罗险些断送了性命。有一天，苏布雷罗也像往常那样孜孜不倦地在制造这种心脏病良药，突然，一个念头闪现在脑中：能否提炼出更纯粹的硝酸甘油呢？

于是，他耐心地加热、浓缩，说时迟，那时快，还未等溶液干就发出了一声巨响，粘性的硝酸甘油发火了，苏布雷罗的手和脸都被炸得鲜血淋漓，烧杯被炸得踪迹全无。出于一个化学家的责任感，后来他又做了一次，同样炸了个天翻地覆。这样连续几次后，迫使苏布雷罗不敢再试下去了，他无奈地叹了一口气“一种治心脏病的良药，怎么会爆炸呢？这真是不可思议。”

继苏布雷罗之后，仍然有许多的化学家敢在太岁头上动土，力图驯服这匹烈马——硝酸甘油。但是，他们的工作一次又一次地失败了，有的被炸伤，有的甚至被炸死……

这样一来，化学界人士提起硝酸甘油，便大有谈虎色变之势，许多化学家把硝酸甘油视为禁区。但有一位瑞典化学家却不以为然。

不怕死的人

不怕死的年轻人是谁呢？

瑞典的青年科学家诺贝尔

1833年10月21日，在瑞典首都斯德哥尔摩北方街9号后楼里，一个男孩呱呱坠地，他就是以后大名鼎鼎的诺贝尔。

小时的诺贝尔身体十分羸弱，9岁时，诺贝尔跟随母亲到俄国，因为此时诺贝尔的父亲——一位水雷专家，正受聘于俄国政府。但是，诺贝尔不懂俄语，因此，他的启蒙老师仍是母亲。不久，他的父亲又成为他的老师。就这样，诺贝尔在父母教导下，自学了化学和工程学等学科。

后来，诺贝尔学会了俄国话，拜俄国著名化学家齐宁为师，在齐宁指导下，诺贝尔的化学知识大有长进。父亲又送他到法国留学一年，再到美国著名工程师埃生克森那里学习了4年化学工程。当1859年诺贝尔学成回俄国时，刚巧他父亲经营的企业破产了，于是，诺贝尔便决心选择炸药这个行业了。

研究炸药是十分危险的，1788年，法国化学家贝索勒在试制一种新炸药时，请了包括拉瓦锡在内的许多知名人物来看他表演，结果，一声轰鸣，

炸死了助手及 3 位客人。

正因为这样，研究炸药成为一个极危险的行业，令许多人视为畏途。

年轻的诺贝尔却选定了这个目标——要试制出威力强大的炸药。亲友及许多好心人都纷纷劝告诺贝尔不要去干这种危险的工作，并警告他说：“当您研究炸药时，死神早已偷偷地站在您的背后了。”

然而，诺贝尔不顾一切地说：“不入虎穴，焉得虎子，我正是要用威力强大的炸药去赶走死神，就是牺牲了，也是值得的。”

年轻的诺贝尔

“明知山有虎，偏向山中行”是我国民间的谚语，常常用来形容那些不畏险阻、勇攀高峰的人们。年轻的诺贝尔，正是这样的人物。

1860 年，诺贝尔在杂志上看到了意大利化学家苏布雷罗有关硝酸甘油的论文，在论文中，除报导硝酸甘油的一般性质外，其中有一段是：“这种液体因加热或震动会爆炸，这一性质的用途，只有待通过实验告诉人们。”苏布雷罗的这段话，深深地扣动了诺贝尔的心弦：既然硝酸甘油容易爆炸，可否将它用作炸药呢？

1861 年由朋友担保，诺贝尔好不容易从银行借到 10 万法郎的贷款，并立即进行硝酸甘油的研究和试验工作。他先将 10% 的硝酸甘油跟黑色火药混合在一起，经过试验，威力真是非凡，比黑色火药的威力大了几百倍。但是这样的混合炸药，不能控制，在试验时，稍一震动就炸个鸡飞狗跳。诺贝尔的试验使他的家庭成员和邻居都惶惶不安，用他们的话来说就是“和诺贝尔一起居住有如生活在火山口上”。

1864 年 9 月 3 日，火山真的爆发了。这一天天气晴朗，秋高气爽，诺贝尔的弟弟埃米·诺贝尔和 4 个助手一起在实验室做试验，力图驯服硝酸甘油。突然一声巨响，实验室被炸塌了，埃米·诺贝尔和 4 个助手同时遇难。

通过这次不幸事件，许多亲友都来劝说诺贝尔接受教训，不要试验硝酸甘油了。但是诺贝尔付之一笑地说：“在驯服野马时，可能会摔伤、摔死，但只要坚持下去，野马总有一天会为人所用。”就这样，诺贝尔在掩埋了弟弟和同事的尸体后，揩干了眼泪，重新开始战斗了。为了不再危及家人及邻居，他把实验室搬到斯德哥尔摩郊区马拉湖中的一艘船上，继续再干。

在船上制造出的液态硝酸甘油，威力比黑色火药大得多，在爆炸时，体积要增加到原先的 10400 倍，于是，诺贝尔急不可待地办起了制造液汰硝酸甘油的工厂。

虽然诺贝尔生产出了威力强大的炸药，但是不久便到处碰壁，四面楚歌，工厂岌岌可危。

1865 年 12 月，一个德国人手提 10 磅硝酸甘油，到美国纽约一家旅馆住宿，不料，因搬放手提箱时稍微碰了一下地，10 磅炸油就发火了：旅馆大门被炸塌，还留下 1 米多深的大窟窿，这个德国人当场毙命，还伤了好几个人。

1866 年 3 月，澳大利亚悉尼一个仓库里，放着 2 桶炸油——硝酸甘油液体，由于当天气温急剧升高，结果炸了个人仰马翻，仓库顷刻化为飞灰。

1866 年 4 月，欧罗巴号轮船，由于货舱中装着 2 桶炸油，在搬运时不慎爆炸，结果轮船被炸个大洞，沉入海底，船上 74 人全部丧生。

据载，在 1866 年一年内，全世界就发生了几百起爆炸事件，究其原因，祸根就是诺贝尔生产的炸油。于是，抗议信接踵而来，人们纷纷地要求诺贝尔赔偿，许多人来信、打电报，指责诺贝尔是危险分子。就连发明硝酸甘

油的苏布雷罗也来信指责诺贝尔是“贩卖死亡之神的商人”。

这样一来，英国政府首先明令禁止生产、销售和运输炸油，接着，法国、西班牙、葡萄牙等许多国家也相继发布类似的命令。从此炸油再也没有人敢买了。

然而，就在这四面楚歌的情况下，诺贝尔仍不气馁，他相信自己的研究是对人类有益的。

正当诺贝尔无计可施、愁眉不展时，突然来了一个意外收获，使他豁然开朗，迎来新的曙光。

一天傍晚，诺贝尔正在斯德哥尔摩市郊散步，他踱着方步，低头沉思如何制服硝酸甘油的妙计。

忽然，由远而近传来嗒嗒、嗒嗒的马蹄声，一个赶马车的老头，在马车上摇摇晃晃地过来，马车上装着许多硝酸甘油的罐子，有几个罐子已破碎，硝酸甘油溢流在马车上。当马车经过诺贝尔身旁，诺贝尔大声吼叫：“站住！”这把赶马车的老头吓了一跳，连忙勒住马缰绳。因为诺贝尔发现罐子破了流出炸油，会引起灭顶之灾的。

但是，马车夫若无其事，慢吞吞地停下来问：“先生有何见教？”诺贝尔忙说：“流出炸油是十分危险的啊！”马车夫笑着说：“我已采取防范措施了。您看，”他用手指着一堆土说，“这叫硅藻土，我把它塞到装炸油的罐子之间，防止罐子相互碰撞。就是罐子破了，炸油也会被硅藻土吸收，不会流淌，也不会爆炸，先生您就放心吧！”说着，马车夫喊声“嘞”，马车又飞驰而去了。

马车远去了，诺贝尔望着马车夫的背影，呆呆地站立原地，反复思索……

这正是，有心栽花花不发，无心插柳柳成荫，难道赶马车的老头儿已识破“天机”了吗？

诺贝尔马上赶回实验室着手试验，他把硅藻土磨成粉末，将液态的硝酸甘油吸附其中。试验证明它们的性情都不像往常那样暴烈，只有在引发下才会暴跳如雷。这一下子，诺贝尔惊喜若狂，硅藻土在自然界中很多，价格便宜，它是古代藻类植物沉积而成的，想不到用它就能制服硝酸甘油了！这真是：踏破铁鞋无处觅，得来全不费功夫。

为了挽回信誉，说明新炸药的安全性，诺贝尔决定进行一次公开试验，展示他发明的新炸药，地点选在明令禁止使用诺贝尔炸油最早的国家——英国的一座大矿山。

事先，诺贝尔广而告之，发出一封又一封邀请信，请欧洲各国商人、名流、技术人员来观看这次表演性质的试验。

1867年7月14日，骄阳似火，人声鼎沸，从四面八方赴来看诺贝尔表演的人，络绎不绝地来到矿山的大广场，万人翘首争看这场划时代的表演。

这一天，诺贝尔共进行了3项精彩表演：

第一项，用10磅硅藻土吸附的新炸药，在加（用木炭加热）热下，竟不会爆炸。

第二项，把10磅硅藻土吸附的新炸药，从10米高的悬崖上摔下来，也安然无恙。

最后一项，把上述炸药埋入地下，用引爆剂引燃，结果一声巨响，地底下被炸开一个大坑。

顿时，欢呼声震耳欲聋，许多人跑过来向诺贝尔祝贺。

新式炸药试验成功的消息不胫而走，各国政府纷纷解除禁令，让诺贝尔这种新炸药畅通无阻地风行世界。诺贝尔也被世人誉为“炸药大王”。

在发明黄色炸药的同时，诺贝尔还有一项重大发明——雷管。

引爆装置一直是跟炸药的使用分不开的，在诺贝尔以前，引爆装置是很落后的明火信线，它不仅引爆时间慢，而且还常常会失灵，引起各种事故，因此，诺贝尔一开始就把炸药和引爆装置放在一起考虑。而引爆装置的发明在某种意义上说，其作用还超过了黄色炸药。诺贝尔最亲密的合作者索尔曼曾这样说：“人们一般认为诺贝尔主要是黄色炸药的发明者，但实际上，从纯粹的文明角度及技术重要性来看，他所发明的爆炸管和炸药的原始引爆装置，应远远放在黄色炸药的前面。”

诺贝尔第一项登记的专利发明，正是迄今还被人们称做“诺贝尔雷管”的引爆装置。

1863年，诺贝尔还只有30岁，最先构思了不用点火的办法使炸药引爆。他先将液态硝酸甘油装到一个金属管里，再放进一个装着普通火药的小木管，从小木管的盖上，塞进一条导火索。这样，由小木管火药引发了硝酸甘油的爆炸。

由于一般火药的情性太大，1865年诺贝尔仍然在进一步改进它，使引爆效率更高。于是，他跟他的助手们在家庭内的一间旧屋内做各种实验，他把当时可以用的易起爆化合物放在一个金属管内试验。一天，当他用雷管试验时，一个撞击，便引起了强烈爆炸，轰的一声，把实验室炸塌了，诺贝尔满脸鲜血，从废墟中爬了出来，一边跑一边大叫：“我成功了，我成功了！”

正是诺贝尔这种锲而不舍的精神，整整做了50次实验，才成功地发明了诺贝尔雷管。正如诺贝尔自己所说：“……硝化甘油的真正纪元，是从1864年开始的，当年一管纯硝化甘油，头一次被装上火药从而引起了爆炸。”诺贝尔这番话，说明了他是何等重视他的起爆装置的发明啊！

起爆装置对以后武器的发明，也起了决定性的作用。无论是炸弹、手榴弹、鱼雷、炮弹……如果没有诺贝尔引爆装置的发明，是难以想象会取得成果的。正如1955年著名炸药史专家迈尔斯所写的：“通过对起爆冲击波性质的清楚认识，从而运用雷管作为炸药的引爆手段，这在炸药原理和应用方面，当然是一项前所未有的伟大发现。整个现代爆炸实践，都是建立在这一基础上的。”

迈尔斯这番话，说得多深刻啊！

“欲穷千里目，更上一层楼”是两句脍炙人口的唐诗，人们常用来形容对某一事物的精益求精的研究。

诺贝尔就是这样一个精益求精的发明家，尽管他未满40岁，当时已富甲天下，每年有几百、几千万美元收入，但是，他一如既往，把自己全部精力放在炸药上，整天呆在实验室里，埋头做各种实验。

黄色炸药——硝酸甘油炸药问世后，虽然产量与日俱增，工厂已遍及世界，但是，当硝酸甘油掺入硅藻土后，虽然安全，但爆炸力却降低了。特别是遇到潮湿时，威力则更小。能否寻求一种比硝化甘油性能更优良的炸药呢？

这时，诺贝尔已新聘了一位私人年轻助手，他是法国年轻化学家费伦巴克，他们合作了18年，最初是共同试验比黄色炸药有更强威力度的炸药。

试验并不顺利，诺贝尔和费伦巴克的试验一次又一次地失败了。

一天，诺贝尔在实验室里不慎割破了手，他顺手取了一点胶棉，涂在伤

口上。胶棉又名硝化棉，是浓硝酸和浓硫酸加到棉花等纤维中生成的，它是一种粘稠的液体，工业上用作制造赛璐珞原料，常见的乒乓球就是用它制成的。由于它遇到空气会生成一层薄膜，所以，当时外科医生用它来抹伤口，诺贝尔也用它来保护伤口。

就在这天夜里，诺贝尔的伤口仍然隐约作痛，使他不能入睡，于是他利用这个机会默默地思考脑子中最大的问题——发明新型炸药。突然，他看到涂在皮肤表面的胶棉，灵感油然而生：能否把硝化甘油和硝化棉混合在一起成为一种威力更大的炸药呢？

说干就干，诺贝尔不顾伤口痛疼，在凌晨4点钟，叫醒助手费伦巴克，告诉自己的想法并一同到实验室里去做硝化甘油和硝化棉混合炸药实验。

接着，诺贝尔和费伦巴克做了250多次实验，炸胶终于制成了，并首先在英国注册了专利，专利发明号4179号。

新炸胶性能优异，除性能稳定，威力比以前的炸药大外，还有使用方便，浸水不会受潮，特别适合水下开发等优点，所以问世后十分受人欢迎。在各国商品的名称有“诺贝尔特种黄色炸药”、“特快黄色炸药”、“爆炸胶”、“撒克逊人炸药”和“葛里炸药”等，并成为以后几十年中最畅销的炸药。这是继硝化甘油硅藻土炸药后，诺贝尔又一巨大贡献。正如一位文学家所称颂的那样：“诺贝尔炸胶的问世，不仅使地球母亲的脸上发生空前改观，而且使那茫茫大海的海底，也发生巨大的变化。”

诺贝尔终生未娶，把毕生精力献给科学事业，他终日忙忙碌碌，到了晚年，疾病缠身。1896年12月10日，凌晨2时，脑溢血夺走了这位举世闻名的富豪兼化学家的生命，从而结束了他非凡和生气勃勃的一生。

诺贝尔逝世后，公证人、他的亲属到瑞典斯德哥尔摩银行保险库里取出诺贝尔的遗嘱并公之于众：“我所留下的全部可变换为现金的财产，以下列方式予以处理，我全部财产的利息每年以奖金的形式分配给曾赋予人类最大利益的人，上述利息被平分5份，其分配办法如下：一份给物理方面作出最重要发现或发明的人；一份给作出过最重要的化学发现或改进的人；一份给在文学方面曾创作出理想主义倾向的最杰出作品的人；一份给曾为促进国家之间的友好，为废除或裁减常备军队以及为举行促进和平会议作出过最大或最好工作的人……得奖人不论是哪一国家，不分男女，只要确有贡献就可以获得奖金。”从1901年开始，每年12月10日，瑞典国王亲自向获得诺贝尔奖者颁奖。

诺贝尔奖金已是世界上科学家、文学家对人类做出贡献最高奖赏的表证，人们把获得诺贝尔奖看成最高荣誉。

TNT 炸药

这种炸药的英文名称的开头字母是T、N、T，因此而得名。它是一种十分厉害的炸药，学名叫三硝基甲苯。

1880年德国有机化学家赫普，对煤焦油的一种副产品——甲苯发生了兴趣，动脑筋想把这一副产品变成炸药。他把甲苯跟浓硝酸和浓硫酸作用，得到了一种淡黄色粉末，取名TNT。它平时十分“温良恭俭让”，用铁锤敲打，用石臼捣磨，也不会爆炸。但是，如果用雷管去引发它，它就会暴跳如雷，在十万分之一秒内，把自己体积变大几万倍。由于TNT爆炸在瞬时能产生几

十万个大气压，足以摧毁巨大的山岩和坚固的碉堡。

TNT 在炸药中兼有绵羊和老虎的性格，平时它文雅端庄，化学性质稳定，不会腐蚀弹壳，无论用铁罐、瓦罐都可长期保存，运输起来也十分安全，特别是用在开山筑路上，可充分发挥它的优点。因此，目前 TNT 的产量仍居炸药中的首位。

由于 TNT 在使用时性格过于温和，因此，有时根据需要，常常与别的炸药混合使用，常用的混合品种是硝酸铵，制成的炸药叫硝铵炸药，它爆炸力不及纯 TNT 大，但有成本低，引爆易等优点，人们也乐于使用它。

“长江后浪推前浪”，人们永远不会满足自己已有的成就，既然有机物与浓硝酸作用可制得苦味酸、硝化甘油、TNT 等，那么，还能制造出比它们更优异的炸药来吗？

历史在前进，炸药的品种在增加，性能也在不断改良中。

姓“硝”的炸药

19 世纪中期以后，化学家似乎找到了一个“聚宝盆”，将有机化合物浓硝酸和浓硫酸一作用，就可以变出一种炸药来。

于是，世界上从事炸药研究的化学家都纷纷地用这个“聚宝盆”，结果真的制造出一系列性情暴烈姓“硝”的炸药来。

1877 年，化学家默斯顿，用发烟硝酸与二甲基苯胺作用，制得一种名叫特屈儿的炸药。1906 年德国克虏伯炮厂用它来制造炮弹，由于它的毒性较大，工人操作不安全，不久就被淘汰。

1891 年德国化学家托伦斯等，用季戊四醇与浓硝酸作用，制得一种爆炸威力大、化学性能稳定的炸药——太安，第二次世界大战初期，太安是制炸弹、炮弹的主要原料，1940 年左右，德国年产 1440 吨，美国军火商开足马力生产，年产竟达 6000 吨。后来，因它的机械敏感度高，不太安定，操作过程不安全，不久又被另一种名叫黑索金的“硝”字号炸药代替了。

黑索金的发明有点像硝酸甘油，开始，化学家研究它、制造它完全是用于医药目的。1899 年化学家亨宁制造出一种治心脏病的药——黑索金的学名为环三亚甲基三硝胺，当时，他不知道它会是一种炸药，1925 年德国化学家黑尔才发现它是一种性能优良的炸药。于是，就立即着手研究提高它的产量，在低温下用浓硝酸与洛托品作用，产率可达 68%。不久，被世界各国军工厂作为制造炮弹的主要原料，当时德国年产 84000 吨，美国年产 18000 吨。

第二次世界大战后，硝字号的炸药飞速发展，最重要的一种炸药名叫奥克托金，它有高密度、高爆速和耐热性好的优点，军事工业和民用工业都需要它。大家知道，现在战争用的反坦克穿甲炮弹，前苏联卡秋莎和许多导弹中，都要用奥克托金来武装它们。另外，民用的开山筑路，特别是定向爆破作业，也离不开奥克托金。

诚然，硝字号炸药仍在发展，迄今它们还是炸药大家族中的主流。那么，有没有不姓硝的炸药呢？

液氧炸药

有一种不姓硝的炸药，也能像硝族炸药那样，在瞬间把自己的身躯变大几万倍，由于它的这种本领，成为人们开山筑路的好朋友。它的名字叫液氧炸药。

液氧炸药的主要成份，就是人们天天要呼吸的氧气，不过化学家通过降温和压缩使它变成了液态。它呈现美丽的蓝色，极易蒸发，1 千克液态氧，在瞬间就可以变成 800 升氧气，人们利用它助燃和迅速膨大的性格，通常把液氧跟煤粉、棉花、锯末等有机物混和一起，一旦点燃便跟有机物迅速燃烧，温度突然升高，体积猛胀，引起剧烈爆炸，它的爆炸力比 TNT 等姓硝的炸药还要大。

因为液氧很不稳定，只有在 -180℃ 下才存在，温度稍稍升高就会变成气体逃之夭夭。所以，化学家一般先将有机物放进钢盒里，再将液氧灌进钢盒。然后放进绝热的罐子——像热水瓶那样的双层金属容器，然后，在一小时内送到使用现场，引发后，“轰”地一声，可使作业物粉身碎骨。

液氧炸药有很大优点，首先是使用安全，因为其他任何炸药因故未能引爆的话，是要人去排除故障的，这常是一件危险的事，而液氧炸药就没有这个问题，它极易挥发，如果未引爆的话，15 分钟内氧气就会逃之夭夭，这样靠近它就无任何危险了。加上液氧成本低，吸附物可用煤粉、木屑等便宜物，做成炸药体积小、威力大。还有值得一提的优点是爆炸后产生的气体基本上是无毒的二氧化碳，这样就很少有污染，而“硝”字号炸药，爆炸及放出的是有毒的一氧化氮、二氧化氮。

液氧炸药不能用来做炸弹、子弹、炮弹等，可以说是一种“和平”炸药了。

事物总是一分为二的，液氧炸药也有它的不足之处。其一，它只能应用于露天作业和筑路造桥、爆破建筑等，而不能用于坑道和矿井等作业爆破，因为液氧炸药爆破时氧气四溢，会引起矿井中坑气、煤尘爆炸而引起事故；其二，液氧炸药必须随装随用，一般制成后一小时内就要用掉，不然液氧挥发就会失去效力。

铵油炸药

用油来做炸药的故事，应从美国库克教授的研究工作说起。1954 年，有一天，库克教授到几家从事爆破作业的公司去参观，公司老板们纷纷反映，现在的炸药价格太贵了，如果用于军事工业，那还没有什么，因为美国军事预算经费庞大，承受得起。但是，作为民用的爆破，高昂的炸药价格就相形见绌，目前，公司都感到有很大压力，岌岌可危了。

库克教授回来后的当天晚上，就陷入沉思中，“是否能发明一种成本低廉、效力优异、使用又方便的炸药呢？”

于是，他首先想到了价格便宜的化肥硝酸铵和石油。

硝酸铵是传统的化肥，能用空气、水等为原料大量生产。主要过程是，水分解成氢气和氧气，氢气与空气中的氮气化合成氨，氨一部分用来氧化成二氧化氮，溶解于水就成硝酸，用硝酸吸收氨气就成为高效的化肥——硝酸铵，正因为这样，它是一种价格低廉的商品。然而，硝酸铵又是一种古老的炸药。

另外，50 年代后，美国的石油工业飞速发展，从石油中可以提取出柴油、

煤油、汽油等产品，这些产品的价格也是十分低廉的。

能否将这两种东西混合起来变为炸药呢？

经过无数次实验，一年后，他终于找到了办法，把 94.5% 的固态硝酸铵溶解在 5.5% 的柴油中，可以成为理想的炸药，由于它是硝酸铵和柴油的混合物，故称铵油炸药。

铵油炸药有原料易得、成本低、容易制造、操作安全、使用方便等优点，它一问世，立即受到人们的欢迎，很快就占领了整个民间炸药市场，在采矿、采石中发挥了主要作用。

铵油炸药虽然有许多优点，但也不是十全十美的，它的缺点是，易吸潮而被水溶化从而降低效力，另外，还有对火敏感，易产生静电、装填密度低。因此，化学家仍继续动脑子，力图设法克服铵油炸药的缺点。

浆状炸药

俗话说“水火难容”，水能灭火这是最普通不过的事了。但是，现代科学的发展，化学家们要请水来参加炸药行列，使炸药发挥更大的力量。

日本化学家在这方面打响了改良铵油炸药的第一炮，他们在铵油炸药中加入了少量表面活性剂如洗洁精之类物质，虽然性能有所改善，但仍达不到理想效果。

最后，这一任务又落到了库克教授的肩上，他出人意料地把水请出来加入炸药行列。他在铵油炸药中加入了 20% ~ 40% 的水，这样使硝酸盐像浆糊那样溶于油中，这种浆糊状的炸药不但具有铵油炸药的全部优点，并且可以根据不同爆破作业要求配制浆状炸药，其威力很容易根据爆破要求计算出来。

1958 年库克教授正式宣布他的价廉物美的浆状炸药已试验成功了。首次应用在加拿大铁矿，用来炸开铁矿矿山。在指挥室里的库克教授，数着 10、9、8、7、6、5、4、3、2、1、开始！工作人员一按电钮，只见矿山像火山迸发那样崩裂，矿石四溅，在四面围观的人们大声欢呼……人们把库克抬了起来，一次又一次地抛上高空。

库克又于 70 年代把乳化剂加入浆状炸药中，使浆状炸药的性能大为提高。据 1968 年统计，库克发明的浆状炸药就占美国炸药生产总量的 10%，占民用炸药的 60% 以上。

空气炸药

1960 年，美国的 B—52 型轰炸机飞临越南上空，丢下了一种威力极大的新式炸弹，使越南士兵和人民蒙受巨大损失。

那么，美国这种新型炸弹的炸药是什么呢？

说来有趣，这种杀伤力特大的炸药原料竟是比水还便宜的空气。

自从库克教授用水做了炸药以后，就有许多化学家去寻找更便宜的原料，参加炸药的行列。空气当然是比水还便宜的东西，能用它来做炸药该有多好啊！

空气炸药的原理很简单，通常只要把空气和碳氢化合物——如汽油或一氧化碳等混合在一起，再经压缩在一个钢瓶中，由于两者都是气体，便具有

爆炸速度快、密度小、爆压低、爆炸后所产生的冲击波力量大、持续时间长等特点，这特别适宜对建筑物爆破和战场上杀伤敌人。

用空气为原料的炸药是 20 世纪炸药史上一个里程碑，它一发明立即受到许多国家的重视。

玻璃世界

玻璃出世

很多世纪以前，埃及有一位名叫哈舍苏的女王，在正当盛年的 32 岁那年就死去了。人们按照埃及的风俗，把她的遗体做成一具木乃伊，放进石棺，封藏到了一个秘密山洞里。据说，随同女王下葬的还有许多奇珍异宝，其中最为宝贵的，是戴在她脖子上的一串项珠。

3000 年之后，考学家找到了这座古墓，发现哈舍苏女王的脖子上确实戴着传说中的那串项珠。令人感到意外的是，做成这串项珠的既不是珍珠，也不是宝石，而是一些墨绿色的玻璃球！

其实，你不必大惊小怪。要知道，在女王那个年代，玻璃珠确实是一种价值极为昂贵的装饰品。关于这一点，要从玻璃的历史说起。

玻璃是用砂石和碱在高温下熔解制成的，这个办法还是古代埃及旅行家在无意之中发明的，至今已有 5000 多年了。

古埃及旅行家在露宿时，常要烧篝火取暖歇脚煮食。有一次，当他们收集行装准备离开时，突然发现烧过火的地方有着一粒一粒闪闪发光的“明珠”，这就是最早的玻璃。

后来人们有意重复这样的反应，来制取玻璃，由于当时工艺条件的限制，制出的玻璃并不透明，还含有许多杂质。玻璃有光亮，埃及的工匠在制造时又加进一些金属，制出了带彩色的玻璃，于是，它便成了一种装饰品。在当时，这样生产出来的玻璃价钱很贵，只有贵妇人才戴得起，这就难怪哈舍苏女王要把这串玻璃项珠，当成珍贵的首饰，带进坟墓了。

经过几千年漫长的岁月，人们已经由不透明玻璃制得了透明玻璃，它的用途也不仅仅是作为装饰品了。

1851 年，英国维多利亚女王决定在伦敦举行世界上第一届工业博览会，女王的丈夫亲自主持博览会的筹备工作，他要求展览大厅宽阔、透亮、建筑速度快，容易拆除而且材料还能继续使用。为此，举行了全欧设计竞赛。欧洲各国的建筑师共提出 233 个方案，但都未被采用。后来，英国的一位园艺师提出用玻璃和铁柱来建造展览大厅的全新设计方案：整个大厅用 3300 根铁柱和 2300 根铁梁组成网格形框架，框架内全部镶上玻璃，这座后来被称作第一座水晶宫的建筑物立即轰动了全世界。

我国古代劳动人民也会制作玻璃，中国目前所藏最古的玻璃是长沙楚墓出土的玻璃壁，玻璃印章等，它们是战国时代的遗物。据记载，唐朝的何稠（约 6 世纪）能自制玻璃。何稠是学问渊博、工于技艺的人，他鉴于中国玻璃的难得，就研制成了玻璃。据说成品质地很好。

今天，不论是商店、厂房、饭馆、办公室，陈列厅、候车室……都离不开玻璃作为建筑材料，用玻璃镶在门窗或墙框中，不仅明亮、整洁、美观、舒适，而且节能、经济。因此，现代建筑在一定程度上来说又是玻璃世界——今天的玻璃已成为一个拥有众多成员的大家庭，其中有不少具有神奇功能的新秀。

人们把玻璃熔化，拉成细丝、纺成纱、织成布，再用热熔塑料把一层层玻璃布浸透，并压成固体，就制得一种比钢铁还要坚固，然而比钢铁轻得多的材料——玻璃钢。

如果将普通玻璃加热到玻璃快要变软时，立刻送进吹风设备里均匀地吹风，然后让它突然冷下来，就成了钢化玻璃。它可比普通玻璃结实多了。用钢化玻璃做的杯子，落到坚硬的水泥地上也不会打碎，碰到热水也不会因骤热而碎裂。

还有一种玻璃里面有许多小孔，叫泡沫玻璃，它是将玻璃粉与发泡剂按一定比例混合经加热制成的。这种玻璃轻得能浮在水面上。有趣的是，它可用钻头打孔，用锯子锯，不透水不透气，防火，保温，隔音，经久耐用。

变色玻璃品种很多，它与普通玻璃不同是因为加入了适量的含银的物质，这种玻璃能随光线照射的强弱而变换颜色，因此目前已较普遍地用于冷库和居室的窗户了，变色近视眼镜或平光镜镜片也可用这种玻璃加工而成。

吸热玻璃吸收太阳光的大部分热量，这对于冷库、陈列室这样一些既要明亮又怕热的地方实在太理想了。如果把它安在空调汽车上也是很适用的。

原子核反应堆是利用原子能的一种设置。由于它要产生放射性辐射，这种辐射能穿透普通玻璃，使人体健康遭受严重损害。因此在原子能反应堆上必须用一定厚度的防辐射玻璃来代替普通玻璃。防辐射玻璃里含有铝、钷、铋等金属，能阻止放射性射线穿过。自从在核工业上采用了这种玻璃以后，它不仅保证了操作安全，而且也有效地防止了对周围辐射的污染。

神奇的玻璃还有许多，各种玻璃新秀还将随着人们的进一步探索不断地诞生出来。

窗玻璃的发明

窗玻璃，对今天的人们来说，实在是太普通了，哪家哪户没有它？装有玻璃的窗，阳光可以透射，风雨可以阻挡，给我们的居室带来光明和温馨。

然而，在几百年前，安装窗玻璃还是富贵人家的一种奢侈呢！

尽管人类冶炼玻璃的历史可追溯到 4000 至 5000 年以前，但是这段时期的玻璃可不像现在人们所看到的那样晶莹透明，由于原材料加工以及技术方面的原因，当时的玻璃是不透明的，因此人们也没想到将它嵌在窗上。

为了给黑暗的房屋带来光亮，人们想了许多办法，动了不少脑筋。英国人和德国人在窗上嵌油纸、涂蜡的白布甚至薄薄的云母片；俄国人则将牛膀胱的薄膜蒙在窗框上；而我们中国人呢？使用的最多的当然是窗纸，还有削磨得很薄的牛角片。这些材料的透明度自然远远不及今天的窗玻璃，因此，无论当时的屋内陈设如何荣华富贵，住在里面总会感到昏暗不适。

直到 14 世纪，有一个名叫戈克莱的法国技师才发明了一种窗玻璃。他选用了当时透明度最高的乳白色玻璃，磨得薄如蝉翼，呈半透明状态。这种最早的窗玻璃面积很小，每一块只有手掌大小。为了便于安装，戈克莱将这种窗玻璃做成圆片形的，还在中央处拉出一个凸起的柄呢！

如何安装这种窗玻璃呢？首先必须在窗上装一张用锡制作的网，网上设计有一个个玻璃大小的圆孔，孔中间还必须要有金属丝，以便把窗玻璃上的柄拴住。

尽管这种原始的窗玻璃存在着许多缺陷，但在当时来说，这可是最先进最新潮的玩意儿，只有极富有的贵族才安装得起呢！

1567 年，英国有一位公爵，名叫诺士伯连，他家里就安装着这种带柄的窗玻璃。但是，在大风天气里，这种窗玻璃常常被风吹落打碎，造成严重的

损失。为此，家里的管家给仆人们下了一道命令：每当公爵离开家里以后，立刻全体动员，将每块窗玻璃都从窗上卸下来，放到库房中保管好；只有当公爵就要回来时，才能把它拿出来安装；平时如果谁私自安装窗玻璃，就将受到严厉的惩罚；谁如果偷懒漏卸一块玻璃，也决不宽容！这些规矩今天看来十分可笑，但却是当时窗玻璃发明之初的真实写照。

在戈克莱之后，又有人发明了用各种颜色的小玻璃片拼成各种图案的彩色窗玻璃，上面有山脉、森林、花鸟、人兽，迎着阳光观看，还真有点特殊的魅力呢！这种图案形的彩色窗玻璃不仅受到普通人家的欢迎，连教堂也少不了它，直到今天，西方的许多教堂还采用这种窗玻璃来增添宗教神秘的色彩呢！

不过，这种用小片拼起来的彩色玻璃对普通家庭还是不适用，人们需要的是大块的无色透明窗玻璃。

玻璃吹管，这是一个没有留下姓名的罗马人的发明。这种设计巧妙的吹管是铁制的，有手指一般粗细，一米左右的长度，一端像喇叭一样略微向外扩张，另一端则装着一个木制的咬嘴，以便保护嘴唇不致烫伤。

这一发明尽管十分简单，却非常实用。罗马人用它蘸上玻璃液，然后用力地吹，玻璃液就像小孩吹肥皂泡那样膨胀起来，再借助于钳子、棍子等工具，制造出形状各异的玻璃瓶、玻璃杯和其他玻璃制品。

这种玻璃吹管能不能用来制造窗玻璃呢？没有人试过，因为窗玻璃是平的，而吹出来的玻璃泡却是圆球形的。怎么办？聪明的吹玻璃技师想到，将吹出来的瓶子趁软的时候及时剖开、展平，不就可以得到片状的窗玻璃了吗？

当然，这件事想想容易，做起来却要难得多，因为要把玻璃液吹成厚薄均匀的长玻璃圆筒很不容易。玻璃技师们经过长期摸索，才逐渐形成了吹制玻璃圆筒的方法：

在火焰熊熊的玻璃熔炉前，架着一座高高的木板桥，桥上竖着一根根粗粗的木柱，柱上“绑着”一个个身强体壮的吹玻璃技师，他们手里握着一根长长的吹管，吹管下端那个暗红色发亮的圆球，便是粘稠的玻璃液球。

吹玻璃圆筒的技师们一个个用力吹着，两腮鼓得大大的；玻璃液球在他们的吹制下颤抖着，随时改变着形状；然后，他们一边使劲地吹，一边使劲地甩动着吹管……

吹玻璃技师们的脸色因用力而越来越红，与此同时，玻璃液球的颜色因温度下降而越来越暗，它的长度因用力抛甩而由圆变长，终于变成了一个长长的、发着亮光的圆筒。

这时，吹玻璃技师真是精疲力尽，要不是预先被“绑”在木柱上，说不定早就一头栽到木板桥下的深沟里去了。

这样吹制好的玻璃圆筒用刀剖开、展平，冷却以后便成了大块大块的窗玻璃了。

当时，吹玻璃的技师不仅要有高度的技巧，而且还要有强壮的体魄，否则很难胜任这种高强度的工作。不过，经过长期的艰苦劳作，吹玻璃技师的健康状况却越来越糟，他们的头颈变得又短又粗，胸部向外突出，两腮的肌肉松弛得下垂，耳朵因长期空气压迫而发炎、红肿、化脓，最终导致变聋，眼睛因长期受强光刺激而视力衰退，几乎成为瞎子，牙齿因用力咬住吹管而变松，手掌肿得像馒头，肩膀也因用力过度而疾病丛生……或许在40岁左右就因残疾而无法胜任任何工作了。

这就是当时吹玻璃技师的悲惨命运，他们多么希望能有一台机器来代替这繁重的劳作啊！这一愿望被一个叫刘伯尔斯的吹玻璃技师实现了。

1894年冬日的一个下午，切姆别尔斯玻璃工厂的老板切姆别尔斯正在屋内打瞌睡。突然，门被人猛地撞开了，冲进来的是厂里最能干的技师刘伯尔斯。

刘伯尔斯不顾老板因别人妨碍他休息正要发脾气，一把拉着他就往厂里的玻璃熔炉奔去。

到了溶炉边，刘伯尔斯用一根长柄勺舀起玻璃液就往地上的一个罐子里倒，然后把玻璃吹管插到玻璃液中吹了起来，一边吹，一边缓缓地将吹管往上提。随着吹管的提升，一个椭圆形的玻璃泡奇迹般地出现了。

刘伯尔斯仍在不停地吹，不停地往上提升吹管，玻璃泡变得越来越长。他站到了板凳上，又站到了桌子上。此时，玻璃泡的上端已经冷却凝固了，中间看上去有些软，下端却依然是暗红色的粘稠玻璃液。可以想象，如果此时有一架梯子的话，刘伯尔斯一定能将玻璃泡吹得和房子一样高。

两分钟以后，刘伯尔斯成功地吹成了一个两米多高的玻璃筒，将它剖开展平不就成了理想的窗玻璃了吗？这真是一个奇迹！

看到这一切，老板什么都明白了，脸上挂满了笑容。

刘伯尔斯趁机提出，希望能造一台机器，自动地向玻璃液内吹气，同时又会逐渐升高，这样就能制造大批量的窗玻璃了。对此，刘伯尔斯充满了信心。老板想，如果真的成功了，这可是赚大钱的机会，于是就满口答应了。

刘伯尔斯相信，这台机器只需3个月，最多4个月就可造好。可是，熟料这一切仅仅是美好的幻想：第一台机器虽然很快造了出来，但试验中的挫折也接二连三地来了。

首先，由于玻璃圆筒十分沉重，难以从熔炉中拔出，常常眼看着圆筒已提升到熔炉上空，只需再过片刻就可大功告成，却突然一阵裂响，玻璃碎片像雨点般落了下来；有时，即使将玻璃圆筒提拉了上来，并且截断、剖开成了平板状，却发现厚薄不均，厚的地方像块砖、薄的地方如层纸，这是怎么行呢？

刘伯尔斯费了好大的劲解决了这些难题，新的问题又来了：圆筒变了模样，变成了梨状，上面粗下面细，越往下越细。原来，在提升过程中，里面的空气热胀冷缩导致了这种状况。要解决这个问题，必须不断增加吹入的空气数量，为此，刘伯尔斯又费尽了心思。

当这一问题解决了以后，他又遇到了更凶的拦路虎：玻璃圆筒学会了“喘息”，一会儿胀大，一会儿缩小，使得圆筒壁上产生许多皱褶。为此，刘伯尔斯又是加压，又是减压，又是加速提升，又是减速提升……结果仍然不理想。

老板失望了，他要刘伯尔斯放弃试验，重新拿起吹管。但刘伯尔斯不愿让多年的心血功亏一篑，他说服老板让他继续试验。

有一次，发生了一点意外事故，输送压缩空气的管道裂了一条缝，里面的压缩空气直往外漏，此时正是提升玻璃圆筒的关键时刻，更换管道显然不可能了；刘伯尔斯当机立断，命令增加空气压力，补充漏掉的空气！谁知这一招却治好了“喘息”，圆筒十分光滑，没有一点皱褶。原来，当圆筒内的空气和外界接通后，“喘息”就消失了，为此，刘伯尔斯设计了一个特别的活门，他终于成功了。

令人遗憾的是，刘伯尔斯在连续奋斗了12年以后，终于病倒了，病魔夺去了他的生命。工人们集体为他送葬，悼念这位将他们从“地狱”里解救出来的恩人。

与刘伯尔斯相比，比利时发明家伏尔柯就幸运多了。

伏尔柯出生在比利时名城布鲁塞尔的郊外，是一个手工作坊主的儿子。从儿童时代起，伏尔柯就亲眼目睹父亲和哥哥们含辛茹苦的工作情景，在他幼小的心灵中，感到了手工劳动的艰辛。

伏尔柯长大以后，不愿留在乡村过父兄那样的生活，他要到城市里去驾驶机器。

他来到了一家玻璃厂。那高大的玻璃熔炉以及刘伯尔斯发明的玻璃吹管机使伏尔柯激动不已。他对玻璃制造产生了浓厚的兴趣。

可是，几年以后，当伏尔柯真正有能力操纵玻璃吹管机的时候，他又感到了不满足。虽然，刘伯尔斯发明的这种机器当时是最先进的，但也存在着不足之处，那就是提拉出来的巨大的玻璃圆筒还不能直接应用。必须先切割剖开，再加热软化后压平，最后才能切割成一块块窗玻璃。在这加工过程中，稍有不慎，就会前功尽弃，变成一堆只能回炉的碎玻璃。

“有没有更好的制造平板玻璃的办法呢？”这一问题始终萦绕在伏尔柯的心中。

有一天，他在用肥皂洗衣服时，偶然发现手和肥皂水之间有时会形成一层薄膜。“这种方法能不能用在玻璃制造上呢？”这一小小的发现给伏尔柯很大的启发，他决心用熔化的玻璃液试一试。

小规模试验十分成功。当伏尔柯将一块平板玻璃浸到玻璃液中，然后慢慢向上提升时，玻璃液果真像肥皂液那样“跟”了上来，而且也是平展展的。伏尔柯发现，向上提升的速度不能快，否则会越来窄，最终变成一根玻璃棒。

积累了这些经验以后，伏尔柯设计了一种新的平板玻璃制造机。用这种机器制造平板玻璃，可以在牵引机的带动下，昼夜不停地制造带状玻璃。这种方法看上去很慢，实际上每小时能提升五六十米呢！当玻璃升高时，温度不断下降，等到玻璃冷却以后，就可以切割成一块块宽大的玻璃板了。

以后，伏尔柯又进一步改进了他的机器，可以通过控制提升速度制造出厚度不同的平板玻璃。

很快，伏尔柯发明的机器在世界各地推广开来，至此，平板玻璃才真正成了大众产品，窗玻璃再也不是富有的象征了

浮法玻璃

美国康宁公司是世界闻名的玻璃制造公司，该公司的一个小伙子的偶然发现，引起了平板玻璃制造方法的又一次革新。

那天午餐时，小伙子坐在靠窗的座位上，一边用餐一边欣赏着窗外的景色。突然，他发现了一种奇妙的现象：有块玻璃看上去平展展的，中间却有一条肉眼不易看到的变形纹，通过这条缝，外面的东西都会发生变形。

小伙子的这一发现引起了坐在一旁的公司其他人员的注意，其中一位工程师对此十分重视，经过仔细观察，他发现这种变形玻璃的数量还不少呢？

是什么原因产生了这种现象呢？原来，这是由于玻璃不完全平整造成

的，玻璃在某些部份具有极细的波折，使得光线透过时发生转折，造成了变形。

公司经理听了这位工程师的汇报，十分重视，希望公司内的科研人员尽快找到解决的途径。

进一步的研究发现，玻璃发生波折的原因在于伏尔柯发明的机器在提拉玻璃板时，常会有一些偶然因素造成轻微的振动，这样，尚未完全凝固的玻璃就会产生波折。要完全消除这种波折，就必须完全消除机器的振动，但这几乎是不可能的。如果将有波折的玻璃切割下来报废，又会给公司带来巨大的损失。怎么办？

经过公司人员的努力，终于找到了一种理想的办法——使“站”着的玻璃“躺”下，为此，科研人员设计了一张特殊的“床”——由金属锡熔融成“锡液槽”。

当熔融的玻璃液从玻璃熔炉中流出来以后，流入了一条长长的熔融锡液槽中，玻璃液浮在锡液表面，逐渐冷却下来，由液态变成固态后，机器就拖着它前进。这样，绝对平整的平板玻璃就诞生了，人们称它为“浮法玻璃”。

今天，“浮法玻璃”不仅仅用作窗玻璃，还出现在我们生活的许多领域呢！

明镜可鉴

镜子，几乎每家每户都有，人们在它面前梳妆打扮；女士们的手提包里也会有一块小小的镜子，出门可以用来梳发化妆。

如果将镜子的玻璃做成特殊的形状，它的用处就更大了。例如，汽车上的凸面反光镜，可以反射较大范围内的情景；五官科医生头上的凹面反光镜，可将光线聚于一处，便于观察患处；上海大世界里的哈哈镜，更是集各类镜子之大全，它的变形功能常常逗得人们忍俊不禁。

那么，镜子究竟是怎样发明出来的呢？让我们翻开历史，去浏览一番镜子的身世吧！

在漫长的远古时代，人类没有镜子，但人类还是有自己的“土”办法看到自己影子的，那就是在静水中观望自己的倒影，“水平如镜”说的就是这种情景。“水镜”虽大，但是，毕竟形象模糊，稍有半点风浪，就起不到镜子的作用了。

后来，原始人类在打制石制工具时，发现有一种叫“黑曜石”的石头，可以磨平照人，这就是所谓的“石镜”。据有关资料记载，石镜的出现距今已有2400多年了。

随着社会生产力的发展，人类逐渐掌握了金属冶炼技术，于是出现了“金镜子”和“银镜子”，但是，这种镜子的代价实在太大了，只有王公贵族才用得起。

真正普及的镜子还是“青铜镜子”。

据考证，我国从战国时开始用雕好的陶模浇青铜水铸成镜，背面铸有花纹，正面磨光照人，这便是“铜镜”的起源。

汉代的铜镜涂料采用“玄锡”，即今天被称为“水银”的汞。汉代时，青铜镜通过丝绸之路传到了西方，由于这种镜子容易在空气中氧化，使用时便会受到影响。

大约在 700 多年以前，在威尼斯亚德里亚海湾里，有一个曾经闻名于整个西方社会的木兰诺小岛。岛上 25000 个居民，几乎都是熟练的玻璃工。这些人在试制彩色玻璃的过程中，偶然发现加入二氧化锰以后，会使混浊的玻璃液变得清澄，从而发明了熔炼完全透明玻璃的方法。

有了透明玻璃，木兰诺的技师们便开始摸索制造玻璃镜子的方法。他们先将金属板磨得既平整又光滑，又熔炼出一块块玻璃，然后将玻璃合在金属板上，试图制成玻璃镜子。刚做好的时候确实不错，光鉴照人；可是，没过多久，镜面就变暗了，原来，水份和空气从金属板和玻璃板之间极细的缝隙中钻了进去，金属板又氧化了。

怎么办呢？木兰诺的技师们开始将各种金属熔化后倒在平板玻璃上，以期与玻璃结合制成镜子，但是，都失败了。

有一次，一个技师将锡熔化后，倒在光滑的大理石上，然后又加了一些水银，水银溶化到锡液中变成了液态的锡汞合金；接着，他又把一块磨平的玻璃放上去，一层薄薄的银光闪闪的锡汞合金牢牢地粘在了玻璃上，他居然成功地制成了世界上第一面真正的玻璃镜子。

精明的威尼斯人秘密地保守着这种制造玻璃镜子的方法，差不多 200 年中，整个欧洲的王公贵族都很羡慕他们生产的永不生锈的玻璃镜子。自然，那时候这种镜子的价格是十分昂贵的。

据说，当时法国女王玛丽·麦迪奇结婚时，收到的所有礼物中最昂贵的就是一面玻璃镜子。这面镜子是以威尼斯共和国的名义赠送的，价值 15000 金法郎呢！

后来，法国人收买了几名木兰诺技师，在诺曼底郊外的密林深处开始大量生产玻璃镜子，至此，镜子的秘密才流传了出来。

到了 17 世纪，镜子已经相当普及了。

玻璃镜子虽然越来越多，但是它还很小，如何才能制造大镜呢？许多人都在设法寻找制造的方法。

经过长期的探索，法国人发明了一种制造大玻璃镜子的办法。他们造了一张四周有边的铁桌子，然后将熔融的玻璃液倒在上面，由几个人拖着粗大的生铁圆棍子，在上面来回碾动，将玻璃展平，形成和桌面一样的大块。

经过碾平的玻璃虽然很大，却并不光滑，要制造玻璃镜子，磨整的工序是万不可少的。

首先，他们将大玻璃平板放在铺有厚毡的桌子上，撒一层细砂，再放上另一块玻璃平板，通过推拉上面这块玻璃，让细砂将这两块玻璃磨平，这项工作看似简单，却需要五六个工人连续工作 30 个小时呢！

经过这样处理的玻璃还不行，它的表面存在着细砂留下的无数纹路，因此，磨平以后的玻璃还得进一步磨光。

工人们先用一种极细的矿石粉末和着水，用包有羊毛毡的小木板来回磨擦几十万次；再用羊毛毡磨擦几十万次。这样才能达到制造玻璃镜子的要求。这一过程至少需要 70 个小时。

因此，当时人们制造一块大玻璃镜子，至少需要耗时 100 个小时。这是多么艰苦的劳动啊！这种大玻璃镜子的价格当然不低。

为了降低大玻璃镜子的价格，人们发明了一种磨平和磨光玻璃的机器。

工人们在一只圆台上涂一层黄蜡，将玻璃放在黄蜡层上，圆台下有轮子可滚动；先让圆台滚到磨平圆盘下，洒一层细砂以及少量水，巨大的磨平圆

盘便开始飞快地旋转，并且由上往下逐渐地移动。大约半个小时以后，玻璃板就被磨得厚薄均匀了。

接着，圆台滚到磨光圆盘下，让包有羊毛毡的圆盘磨光，这一过程也只需大约半个小时。

机器工作 1 个小时代替了工人工作 100 个小时，玻璃镜子的价格就渐渐地便宜了，普通的平民百姓也开始享用起这种原先只供王公贵族使用的物品。

为了开发大量生产镜子玻璃的新技术，某家工厂的老板找来了两个年轻的工程师。这两个年轻人对玻璃生产完全是外行，一个是机器制造工程师，另一个是纺织工程师。老板希望他俩先到玻璃工厂去工作一段时间，了解一下玻璃的制作过程，然后以独特的思维方法发明一种全新的生产工艺。

他俩在玻璃工厂内逐步了解了生产玻璃的全部过程，同时也洞察了这种生产方法所存在的种种缺陷。

从 1919 年至 1922 年，他俩经过了整整 3 年的试验，一种全新的自动玻璃生产机器诞生了。

稠厚的玻璃液不断地从玻璃熔炉中流出来，在两根旋转着的辘子中流过，经过这种碾压，又热又稠的玻璃液变成了一条长长的玻璃带，这条玻璃带不停地向前滚去，并且逐渐冷却，成为坚硬的长条状玻璃。

工人们按照需要将玻璃切割成不同的尺寸，并将它们装到小货车上，这些小货车一辆辆连成环形列车，缓缓地沿着一条长廊前进；在长廊两侧安装着一台台磨平和磨光玻璃的机器，当列车通过走廊时，这些机器便将其 158 个转动的磨盘依次放到玻璃板上，从粗到细，一路上自动将玻璃板磨平磨光；当列车驶出长廊时，一块块平整光滑的玻璃板就诞生了。

在他们设计的玻璃厂内，从最初的砂、苏打粉和石灰粉进入玻璃熔炉，川玻璃液从炉中流出变成一条长带，逐渐冷却断成一块块玻璃板，最后变成平滑的玻璃板，一切都是连续的，这为质优价廉的镜子玻璃的诞生铺平了道路。

}) 世纪初，人们不再采用有毒的汞合金制造镜子，而改为采用化学方法关玻璃板上镀一层薄薄的银，为了保护这层银，又在上涂上一层漆作为保护层，这样，银层就不容易剥落] ”。

fbi 在，还 ‘ Zj S 观了另外一种新型的玻璃镜子——铝镜，那是在玻璃后面 ‘ “ ” ’ 上一层极薄的铝做成的。

光学玻璃

16 世纪末至 17 世纪初，人们发明了望远镜和显微镜，这些光学仪器中都必须装配各种镜头，这些镜头都是用宝贵的天然水晶磨制而成的。

能不能用玻璃取而代之呢？当时的条件下根本不可能。因为经过千百年的努力，人们虽然掌握了制造透明玻璃的方法，但是，玻璃在熔炼时，总会留下许多缺陷，例如，玻璃中常常会夹带着一些气泡、灰色颗粒、小石子以及纹路等。这些缺陷都会改变光线前进的方向，怎么可以用来制造望远镜、显微镜的镜头呢？

天然石英或水晶，虽然纯净无瑕，却非常稀少。能不能研制出人造水晶玻璃呢？

300 多年以前，英国人就开始了种种尝试，他们先后在玻璃中加入铅，消除了黑色，又用碳酸钾代替苏打，消除了因含铅造成的淡黄色，终于制成了一种酷似水晶的玻璃。不过，这种玻璃还是不能用来制造镜头——质地还是不够均匀，尤其是其中含有挥之不去的气泡。

还有没有办法加以改进呢？

质地不均匀的毛病不久就解决了，只需增加熔炼的时间；砂粒、石子也不难消除，只要选料精细、熔炼仔细便可。但顽固的气泡却怎么也没办法去除，以致当时的玻璃专家们认为。这就像出过天花的人脸上一定会留下麻子一样，中不可避免的。

不过，法国有一个叫纪南的钟表匠，却熔炼出了没有气泡和石子的镜头玻璃。他是怎样熔炼的呢？开始的时候，无人知晓这一秘密，就连他自己的儿子，他也三缄其口。

纪南临终之时，他才将儿子们召到床前，将熔炼镜头玻璃的秘密口授给了他们。他的儿子们继承父业，个个严守秘密，绝不流传给外人。

直到 19 世纪末，德国出现了一个天才的光学家，他叫阿贝尔，是一个纺织工人的儿子。阿贝尔经过长期研究，终于揭开了纪南的秘密，发明了优质光学玻璃的熔炼方法。阿贝尔的发明很快就被德国的蔡司—绍特公司高价收买了去。这家公司的保密工作做得比纪南的子孙还要好。

第一次世界大战期间，俄国以法国、英国同盟者的身份，在接受了极为苛刻的条件以后，才以极高的代价买到了制造光学玻璃的这一秘密。这一保守了几百年的秘密，说来十分简单——搅拌！只需在熔炼玻璃时加以搅拌即可。

此后，到了前苏联时期，彻底打破了法国人和德国人对制造光学玻璃的垄断，公开了这一秘密，使全世界玻璃制造行业都受了益。

耐火玻璃

自从人类有了玻璃这种材料，用它制作的各种物品如雨后春笋般日见增多。玻璃制品美观、轻盈、光滑，深受人们喜爱。但是，它也存在着不足之处，除了容易碰碎以外，一个最大的弱点便是怕热。普通玻璃杯如果放到火上烘烤，不一会儿就会爆裂；在冬天，甚至倒入一杯沸水，有时也会发生爆裂呢！

但是，人们却十分希望能有不会发生爆裂的玻璃新品种出现，尤其是与实验打交道的化学家，如果能一边加热，一边通过透明的容器观察化学反应过程，这该多好啊！

为了得到不怕热的玻璃，化学家们开始探索起玻璃怕热的原因。原因很快找到了，原来，玻璃和其他物质一样，都具有热胀冷缩的性质，而且普通玻璃受热膨胀得还挺厉害呢！

一般来说，膨胀并不会使物体发生破裂，因为有的物质传热快，短时间内各处都可同步膨胀，这便可避免破裂；有的物质传热虽然不快，却富有弹性，容易伸缩，因此也不会发生破裂。可悲的是，玻璃这种物质既传热不快，又缺少弹性，在受热时，接触高温的一边首先膨胀，另一边还依然如故，这岂有不破裂之理？

那么，玻璃受热膨胀的主要原因是什么？如果找到这一原因，设法加以

克服，不就可以避免破裂了吗？化学家和玻璃制造专家们又开始了新的探索。结果，他们发现，玻璃受热发生剧烈膨胀的原因在于其中使用了苏打原料。制造“耐火玻璃”的关键便是要找到一种代替苏打的原料。

功夫不负有心人。玻璃专家们在试验了上百种物质、做了无数次实验以后，终于找到了一种较理想的物质——硼酸。试验表明，硼酸的膨胀度只有苏打的1%。

不久，一种硼酸多、苏打少的新型玻璃便诞生了。它的膨胀度为普通玻璃1/8，赢得了“耐火玻璃”的美誉。人们用它制成化学实验用的烧杯、烧瓶，制成普通的白炽灯泡，制成需要加热的食品器皿……

今天，石英玻璃成了一种更新的耐火玻璃，它的膨胀更小，更能经受热的考验，相信以后还会出现更好的耐火玻璃呢！

水玻璃

《最后的晚餐》是意大利文艺复兴时期大艺术家达·芬奇的优秀作品，被绘在米兰教堂的一堵墙上。

可是，没过几年，这幅画上的颜料开始剥落，尤其是画的中下部，由于潮气侵袭，损坏得更快。据说，法国皇帝佛兰西斯克一世为了抢救这件珍宝，曾下令将这堵墙完整地运到法国巴黎，妥善地保存它，然而，这在当时是不可能的。

有没有可能发明一种东西能一劳永逸地保护这类艺术作品呢？许多人都在摸索着、试验着，法国明兴大学的福克斯教授便是其中之一。

1818年，福克斯教授在他的实验室里熔炼成了一种新玻璃，其原料采用的是沙粒和苏打，不含石灰石的成份。这种玻璃看上去和普通玻璃没什么区别，同样的坚硬、明亮和透明；不过，如果把它浸到热水中，过不了多久，它就熔解了，成了一种灰色的粘滞液体。根据这一性质，福克斯给它取了个名字，叫作“水玻璃”。

水玻璃具有十分奇特的性质，如果用它来调白垩粉，就会凝固起来变成坚硬的白垩石；如果将它涂到树皮上，树皮立刻就会包上一层薄而坚硬的玻璃膜，就像芽了一件玻璃外衣。

于是，福克斯很有把握地向壁画家们建议，在画画之前，先用水玻璃溶液刷一次墙，然后在墙粉中也掺一些水玻璃，待墙粉干了以后再描图绘画；最后，当壁画完成后，在其表面再涂一层水玻璃溶液，这样处理的壁画就可以大大延长保存的时间了。

同时，福克斯又用水玻璃抢救濒临毁坏的壁画，他将水玻璃溶液涂在壁画的表面，也取得了很好的效果。

以后，人们发现水玻璃还具有其他意想不到的功能呢！

例如，将鸡蛋在稀薄的水玻璃溶液中浸一下，蛋壳外就“穿”上了一件密不透风的“外套”，这种鸡蛋不用冷藏也可保鲜一年，而且风味丝毫不变；大炮、坦克、军舰表面涂上油漆是为了防止生锈，但油漆容易燃烧，如果在油漆中掺入水玻璃，那么普通的油漆也就具有耐火性了；50多年前，前苏联莫斯科正在修建地铁，有一次，当地铁通过共产国际大厦底下时，疏松的地层使大厦发生了倾斜，在这关键时刻，科研人员建议将水玻璃溶液通过管子注下地下，使原先松散的沙土凝结成一个整体，终于使大厦化险为夷。

红外玻璃和紫外玻璃

太阳光中除了可见光之外，还有一系列肉眼看不见的光线，“红外线”和“紫外线”便是主要的两种。

1800年，英国天文学家威廉·赫歇尔做了一个非常简单的实验，却获得了十分有意义的发现。这个演奏风琴出身的科学家，重复牛顿分解日光实验以后，在光谱的不同颜色区域各放一支温度计，检测其温度有什么不同。他发现光谱红色区的温度计水银柱升得高一些，但是，当他把一根温度计放在光谱红色区域之外时，一个奇怪的现象出现了：这个没有光照射的温度计水银粒竟然升高了，而且超过了红色光区域的温度。可以肯定，那里一定存在不可见的辐射，人们后来称之为“红外线”。

红外线的发现，自然引起了人们这样的疑问：紫外区是否也有看不见的辐射呢？但是温度计放在那里，一点变化也没有。原来，紫外线不能穿透玻璃棱镜，而且太阳发射的紫外线比红外线多得多，大部分紫外线被大气层吸收掉了。不过，紫外线还是很快被人觉察到了。1801年，德国物理学家里特发现，硝酸银放在光谱的蓝色光和紫色光区域曝光以后会分解出黑色的金属银，如果把硝酸银放在紫外区域，它分解得更快，从而证实了紫外线的存在。

红外线、紫外线看不见、摸不着，如何对它们进行控制呢？化学家们不约而同地想到了玻璃，能不能发明出特别的玻璃仅让这些辐射通过，或者不让这些辐射通过呢？

经过一段时间的试验，他们首先发明了阻止红外线、通行可见光的一种蓝绿色玻璃，有人称它为“南方玻璃”或“热带玻璃”，当然正规的名称为“红外玻璃”，用这种玻璃制造灯泡，能大大减少红外线的辐射。

接着，化学家们又发明了一种阻止可见光、通过红外线的玻璃，这种玻璃含有锰，黑不溜秋的，看上去完全不透明。人们用锰玻璃制成特殊探照灯的滤光镜，即使里面点着大灯泡，外面也看不见丝毫光线，感到的只是阵阵热气。侦察员们正是借助这红外线来观察外部情况的。

红外线如此，紫外线也不例外！

化学家们发现，普通的窗玻璃本身就具有阻挡紫外线的功能，究竟是玻璃中的什么物质在起作用呢？经过层层分析，剔除了制造玻璃的原料沙子、苏打和石灰石，抓到的则是玻璃中含量微不足道的铁质。如何去除这些铁质，使普通玻璃也能透过紫外线呢？化学家们想到了铁的克星——硼酸，只要在玻璃中加入少量硼酸，紫外线就可以通过玻璃了。于是，“紫外玻璃”诞生了。

那么，如果想发明一种完全不会透过紫外线的玻璃，只要在玻璃中多加些铁质就行了吗？不行！因为铁质一多，玻璃的颜色就会变成红色，这样又会阻挡可见光的通过。经过无数次的试验，化学家们终于找到了一种稀土金属的混合物、将这种混合物掺入玻璃，就可制造出完全阻挡紫外线的无色玻璃了。由于这种玻璃最适合用于博物馆、美术馆、档案馆和图书馆，可防止其中的文件资料因紫外线照射而发黄变色，因此人们称这种玻璃为“文件玻璃”。

变色玻璃

说起变色玻璃，人们自然而然地会想到变色眼镜。这种神奇的眼镜会像魔术师那样随外界光线的强弱而变化：光线暗的地方，变色眼镜就变亮，使人能看清东西；光线亮的地方，它又会变成深色，自动保护眼睛不受强光的刺激。

这种变色玻璃的发明，是玻璃化学家从摄影化学家那里获得的启示。摄影师一按快门，就能在胶卷上留下美丽的一瞬。它靠的是什么呢？原来是可见光分解的银盐。银盐本来并不挡光，是光使它分解成为不透明的银原子，从而构成底片上的人物风景的。能不能将这一原理用于玻璃上呢？于是玻璃化学家们就试着让氯化银、溴化银、碘化银这些对光十分敏感的试剂加到熔融的玻璃液中，还加入了微量的氧化铜，这样，自动调光的“变色玻璃”就诞生了。

由于接入玻璃中的银盐和氧化铜数量很少，而且颗粒也十分微小，平时光线可以自由穿过，与普通玻璃相差无几；处于强光照射下，银盐在光的催化下分解成银和卤素，分解的程度和光线的强弱有关，光愈强分解愈多，分解后的银聚集在玻璃上，它就变成深颜色；光线较弱时，卤素和银在氧化铜的催化下，又化合成卤化银，使玻璃变得明亮。

最近，美国洛杉矶加利福尼亚大学的研究人员研制出了一种新的变色玻璃。它一遇到某种化学物质就会改变颜色，根据这一特点，可用它作为环境监测以及医疗诊断的显示器。发明这种玻璃的科研人员首先将玻璃制成溶液，然后添加经过精选的、遇到某种化学物质就变色的酶或蛋白质。随着玻璃溶液的固化，在大蛋白质周围可产生一根像实心面条状的玻璃束。在成品玻璃上，有很多毛孔，足以使氧气、一氧化碳之类气体的微小分子进入玻璃，从而使它变色。

而日本尼康公司新近开发的一种新颖电子太阳眼镜，其镜片采用的是电感性材料，并安装有微型电池和触摸式开关。当开关打开后，由于镜片玻璃中的电荷发生变化，就可改变它的颜色。这种镜片玻璃最大的优点是其颜色的转变时间仅需4秒。在明亮的阳光下能自动变暗；汽车驾驶员戴上它进入或离开隧道时能逐渐变色；滑雪运动员从室内直接进入滑道时也是如此。

变色玻璃正从光学变色向化学变色和电子变色方向发展呢！

防弹玻璃

本世纪初的一天，法国化学家别涅秋克来到实验室做试验。像往常一样，他开始打扫实验室，用掸子轻轻掸去各种仪器上的灰尘。这时，只听“”的一声，无意中将一个长颈玻璃烧瓶碰掉到地板上。他责备自己太粗心，将用了很久的玻璃仪器损坏、太可惜了。然而，当他往地上一看却愣住了：烧瓶并没有碰碎，在瓶上布满了横七竖八、互相交错的裂纹，但没有一块碎片掉下来。

“真是奇迹！”别涅秋克感到很奇怪。他拿起烧瓶沉思起来，想探究这到底是怎么回事儿。忽然，他想起来了，这只烧瓶曾经装过硝酸纤维素溶液，溶液挥发后留下一层薄膜，像橡皮一样紧贴在瓶壁上。但它和烧瓶碰而不碎有什么关系，别涅秋克一时还来不及研究，就顺手写了个标签，注明情况，贴在烧瓶上，然后把烧瓶放回原处，准备空暇时再仔细探讨。

几年时间很快过去了。一天，别涅秋克在报纸上看到一条消息：一辆急驰的小汽车在大雾茫茫之中撞在电线杆上，然后翻进了深沟里。车上的乘客一个被撞死，另外两个被车窗玻璃碎片划成重伤。看到此处，别涅秋克就想到，如果车窗玻璃碰而不碎那该有多好！忽然，他又想起，好像在什么地方见到过不碎的玻璃？

于是，他急忙在实验室里寻找起来。翻遍了室内各个角落，终于在一排试管架上找到了那个贴着标签的长颈玻璃烧瓶。他如获至宝，对烧瓶仔细观察，并开始专心致志地研究和试制不破碎的防弹玻璃。这种玻璃是在数片玻璃中间夹入透明的塑料膜片，然后经加热、加压和粘合而成。当它受到剧烈撞击时，由于有透明塑料膜片的粘接，玻璃被撞裂破碎后，碎片不会飞散，从而能保证人身安全。

别涅秋克发明的防弹玻璃，很快被使用在高级轿车的前后风窗上，以及飞机和宇宙飞船的舷窗上。近年来，防弹玻璃的性能得到进一步提高，成为名副其实的抗子弹射击的“防弹玻璃”。例如，原联邦德国制成的一种 25 毫米厚的防弹玻璃，能挡回近距离射出的手枪子弹和机枪子弹，真似铜墙铁壁一般。另外，它还可以做得更厚，增加其抗弹的能力。英国制造的防弹玻璃厚达 609 毫米，不仅坚固结实，而且十分透明，人们还可以透过它阅读书、报呢！

微晶玻璃

玻璃家族中有个与众不同的成员，名叫微晶玻璃。它具有与普通玻璃不同的结构，生就一种特殊的性格。它硬度高，抗弯强度是普通玻璃的 7~12 倍。它耐高温性能好，软化温度高达 1000℃，即使达到 900℃ 高温，突然投入水中也不会炸裂。它的膨胀系数可以调节，甚至可使其膨胀系数为零。它不但电性能优异，还可以用来制作雕刻艺术品，在它身上打出成千上万个微孔也不是一件难事。所以，微晶玻璃在生产中有许多独特的应用。

那么，微晶玻璃是怎样发明的呢？

50 年代初，在世界上享有盛誉的美国康宁玻璃公司为了开发新型玻璃，抽调一批精干的科研人员，组成了研究发展中心。化学家斯托凯受命在该中心负责研制含微量银的感光玻璃。所谓感光玻璃，就是一种能感光显色的新型玻璃。这种玻璃经紫外线照射感光后，再经热处理，就能显示出美丽的影象，不但色泽鲜艳，而且永不褪色。

一天，斯托凯正在实验室做热处理试验。按工艺规程要求，热处理时加热温度为玻璃软化温度以下 50~100℃，保温时间为 1~2 小时。斯托凯把一块玻璃放入自动控制温度的电炉中，将温度控制仪上的加热温度调整为 600℃。这种温度控制仪的工作原理是：一旦炉温超过设定的温度，比方说 600℃，它会自动切断电源，停止加热；而当温度下降到低于 600℃ 时，又自动接通电源。这样一会儿断电一会儿通电，就把炉温保持在 600℃ 左右。

现在，斯托凯一切准备就绪，他关上炉门，接通电源，电炉开始升温。突然，传来一阵急促的电话铃声，原来是通知他立即去开会。按照实验室规定，电炉在加热时工作人员不能离开岗位，但斯托凯想，反正有温度控制仪，就明知故犯地离开实验室去开会了。当他重返实验室时，不禁大吃一惊，控制仪失灵，炉内温度早已升到 900℃，真是糟糕透顶。不仅实验失败，而且熔

融玻璃会粘住炉膛，损坏电阻丝，后果十分严重。

斯托凯非常懊恼，赶紧打开炉门，意外的事情发生了：玻璃没有熔融，还是直挺挺地躺在炉内，但已面目全非，样子有点像不透明的瓷砖，用钳子夹起来不是软绵绵的而是硬邦邦的，敲起来还会发出像金属那样的声音。

这块玻璃究竟发生了什么变化？经过仔细的研究和反复试验，斯托凯在显微镜下观察到：这块玻璃中析出了大量的微小晶体，这就是后来大名鼎鼎的微晶玻璃。

顾名思义，微晶玻璃是由微小晶体组成的玻璃。由于这种玻璃具有与陶瓷相似的结构，所以又称为“玻璃陶瓷”。

我们知道，玻璃属于非晶态的固态物质。在玻璃制造过程中，由于冷却太快，内部分子来不及排列成整齐的队伍就凝固了，所以基本上还是液态时的结构，显得杂乱无章。只不过玻璃中的分子运动起来不能像在液态中那样自由自在，只能在原地“踏步”，因此形象地说，玻璃是“被冻结的液体”。

但是，玻璃的这种结构是不稳定的，在一定条件下，玻璃还是要让分子按照一定规则排列起来，析出晶体。这正像水总是从高处流向低处，结晶是玻璃的自然趋势。

什么条件下玻璃才能析出晶体呢？空气中的水汽要以尘埃作为凝聚的核心，才能形成水滴。同样，玻璃结晶也要有适当的核心，除了玻璃的自身成分可以作为结晶核心外，金、银、铜等金属元素和氧化钛、氧化锆等氧化物也可作为结晶核心。当然，要使玻璃析出晶体，还要在成分、温度、能量等方面满足一定的条件，一般在 900~1100 温度范围内比较容易析出晶体。

制造微晶玻璃，就是要创造玻璃结晶的条件。首先要确定微晶玻璃的化学成分，并事先加入微量的金属元素或氧化物作为结晶核心。然后在玻璃熔炼、成型后，用紫外线照射，再进行热处理，给予一定的能量条件，使结晶核心像种子发芽一样，生长出许多微小的晶体，其直径通常不超过 2 微米，只有头发丝粗细的几分之一。这种要经过紫外线照射才能制成的微晶玻璃，称为“光敏微晶玻璃”。不用紫外线照射，只通过热处理也可以制成微晶玻璃，这种微晶玻璃称为“热敏微晶玻璃”。目前已有 1000 多种不同成分的微晶玻璃，具有各种不同的性能，但万变不离其宗，微晶玻璃的性能都同微小晶体的存在有关。

在玻璃中加入微量的感光性贵金属银作为结晶核心，可制成透明的光敏微晶玻璃。在这种玻璃上面覆盖一张照相底片，放到紫外线下照射一定的时间，使玻璃中照到紫外线的地方形成银原子的潜象，成为以后析出微小晶体的核心。再经热处理，玻璃中照到紫外线的地方便析出微小晶体，玻璃上出现乳白色的图象；而未照到紫外线的那部分玻璃没有结晶，仍然是透明的。这种玻璃的结晶部分和未结晶部分在性能上有很大的差别，在氢氟酸中的溶解能力大不一样，前者比后者要大 20 多倍。将这块玻璃浸入氢氟酸，由于结晶部分容易被氢氟酸腐蚀掉，而未结晶部分岿然不动，玻璃上便形成了与底片上同样的精美雕刻图案，其水平绝不亚于专门从事雕刻的能工巧匠。

利用这种化学蚀刻技术，可以对玻璃进行刻花和精密加工。例如，在指甲那么大的玻璃上可打出上万个网眼，网眼的直径小到连头发丝都穿不过。此外，还能打出各种形状的孔眼，如方孔眼、三角孔眼等。

由于光敏微晶玻璃具有良好的电学性能和化学加工性能，故常用来制造印刷线路的基片和镂板，为电子工业的固体电路微型化作出贡献。光敏微晶

玻璃还能用来制造射流元件，为实现气动控制自动化立下汗马功劳。用光敏微晶玻璃制成的高级装饰品和艺术珍品，更受到人们的欢迎。

天文学家常用反射式望远镜观察天体，这种望远镜中有一面巨大的凹镜，用于聚集来自遥远星体的微弱光线。凹镜愈大，能够集中的光线愈多，看到宇宙的范围愈大，成象愈明亮清晰。自从 1668 年牛顿发明反射式望远镜以来，凹镜的直径做得愈来愈大。在本世纪 40 年代后期，世界上第一台大型反射式望远镜建成，它的凹镜直径为 5 米，净重 13 吨，连同其他部件，望远镜总重达 530 吨，安装在美国帕洛玛山天文台。这台望远镜能接收到几十亿光年远处发出的极微弱的光线，比人眼灵敏 100 万倍。

但这台反射式望远镜有一个缺点。其凹镜采用的是普通光学玻璃，这种玻璃膨胀系数较大，因此凹镜的准确形状和尺寸精度会受气温的影响而发生变化，从而会改变光的路线，使成象的清晰度降低。

微晶玻璃的膨胀系数很小，这是因为微晶玻璃在热处理过程中会析出具有“热缩冷胀”性质的微晶颗粒，和一般玻璃材料的“热胀冷缩”的特性正好相反。因此通过调节可以使这两种特性相互抵消，制成膨胀系数为零的微晶玻璃。用这种微晶玻璃制成的凹镜，其精确度不会受到温度影响。于是，微晶玻璃又有了一个用武之地，它是制作大型反射式望远镜凹镜的理想材料。

我国在 1978 年用超低膨胀系数微晶玻璃制成了凹镜直径为 2.2 米的反射式望远镜，安装在北京天文台，使我国进入了为数不多的能制造这类大型微晶玻璃凹镜的国家的行列。

这种超低膨胀系数的微晶玻璃还广泛用于厨房用具、热工仪表、医学和建筑材料等方面，如果制成餐具或烧锅，急冷急热都不用担心炸裂。它强度、硬度高，耐磨性好，常用来做钟表和精密仪器中的轴承，作为贵重的红宝石的代用品。

我们知道，导弹是一种命中率极高、杀伤力很大的现代化武器。为什么导弹的命中率会那么高呢？原来，导弹的头部装有一个由敏感系统、测量系统、控制系统、执行机构等电子装置组成的制导系统，它可以精确地控制和修正导弹的飞行方向。但导弹在大气中飞行，其头部因与空气摩擦而产生相当高的温度，因此在导弹的头部有一个流线型防护罩，用以保护装在其内的制导系统。防护罩要满足很高的要求，它既要能计微波信号透过，又要抗高温，以保证其内部的电子装置在导弹高速飞行时能正常工作。

微晶玻璃具有良好的成型性，容易加工成尺寸精确、材质均匀的零件。它比重小，抗弯强度高，在短时间内可经受 1200℃ 的高温考验。用它来制作防护罩，在导弹高速飞行时能辐射大量的热，从而降低工作温度。因此，微晶玻璃是一位名副其实的导弹头部的“保护神”。

摩天大楼的主角

钢筋混凝土

建筑是人类智慧的结晶，埃及的金字塔，中国的万里长城是优秀的代表，这里每一砖每一石都表现出人类的聪明、才智，也渗透着劳动人民的血汗。

在建筑中大概最重要的问题就是如何把那些巨大的石块紧紧地连在一起。这个问题自古以来就想了许多方法，据说，在建长城的时候就用过糯米浆当黏合剂。当然，最常用的是石灰，从山里开采出来的石灰岩在石灰窑里煅烧到 900 摄氏度，就得到生石灰，生石灰加水以后便成为熟石灰，熟石灰掺入砂子做成灰浆，便成了盖房用的黏合剂了。灰浆在空气中吸收二氧化碳，变成碳酸钙而逐渐凝固起来，从而把砖石牢牢地粘在一起。

但是，这种方法对于水下建筑是不灵的，在水里，灰浆是不能凝固的。

古代罗马人发现，如果把石灰与当地的一种白榴火山灰混合起来，这种灰浆在水下也能凝固，这就是最早的水泥。

古罗马人用这种水泥建造了许多宏伟的神殿和庙宇，但是这种技术很快就失传了，到了 1568 年法国建筑师德洛尔姆通过自己的研究才重新发现这种“罗马混凝土”，因此欧洲后来一直使用这种罗马水泥。

1756 年英国名列第三的埃迪斯通灯塔失火，灯塔烧毁，严重地影响航行，因此政府命令当时著名的技师斯密顿组织人力，限期全力抢救。

修建灯塔所需要的“罗马水泥”，必须用意大利的白榴火山灰，但是货源奇缺，面对着这些低品位的原料，斯密顿心急如焚，他决心用现有的材料进行试验。斯密顿从小就对机床，蒸汽机等机械感兴趣，并自己组装了这些机械模型。毕业后，当律师的父亲让他到一位律师那里工作，学了三年律师，但是，由于对于当时不断发展的机械技术感兴趣，他不得不放弃律师的工作，决定到科学器械及数学器具制造厂去工作。他改进了纽可门蒸汽机，还改进了水车、风车这些当时重要的动力机械，成为出名的人物。

他找来许多工人，按照他的配方进行煅烧，每烧出一种新的粉末，就与砂石加水拌合，看看强度如何，工作十分艰苦，每天下来满脸灰尘，烟熏火燎，疲惫不堪，但是斯密顿还是夜以继日地工作着。

“烧出合格的水泥了！”

有一天，工地的工人惊喜地跑来告诉他。他立即跑到工地上，当用一把锤子在上面重重地敲打时，混凝土纹丝不动，是一种结实的建筑材料。

但是，能不能再烧出这样的材料呢？在他的印象里，这一炉的配方和前几次的差不多，为什么质量特别好呢？

经过仔细地分析才发现，原来这炉用的石灰石是新近运来的，其中含有大量的黏土，大概是黏土起了作用，斯密顿又进行了一连串的实验，证明了确实是这样，他发现含有 20% 左右黏土的石灰石煅烧以后就变成了水泥。

埃迪斯通灯塔就是用这种材料修成的，这座灯塔在风雨里屹立了 118 年。

斯密顿为世界建筑找到了一种廉价的材料，他的著作成为水泥工业的历史文献，而他本人则被人们推崇为水泥工业的奠基人。

说到这儿，我们不得不提一提另一个水泥发明家阿斯普丁，他发明了波特兰水泥，这种水泥因硬得像波特兰岛的石头一样而得名，但是因为他狭隘、

自私，到死人们也不知道他的配方，他的工厂的周围有六米高的围墙，比一般的高几倍，外边的人休想从墙外窥视一眼，至于原料的配方，连直接从事操作的技师也无法知道，至今是个谜。

后来，英国的水泥技师约翰逊以顽强的毅力，对波特兰水泥进行了科学的研究，终于在 1845 年确立了水泥制造的原理，并了解了水泥的物理化学性质，后人把著名的波特兰水泥的发明荣誉归于约翰逊。

石头和水泥是很好的建筑材料，它们能顶住很重的重量，但是不能做栋梁，因为它们容易断裂，19 世纪中期有一个叫莫尼埃的花匠解决了这个问题。

在他管理的花园里，奇花异草生机盎然，香气扑人，行人路过此处，无不驻足观赏，流连忘返。为了进一步发展，莫尼埃盖了一个大的温室，温室需要许多大花盆。当时买不到这么大的瓦盆，用木盆价格又太贵，他听说水泥是一种好材料，于是动手做了一些大花盆。花盆做好了，莫尼埃很高兴，但是在他来回搬动花盆的时候，许多花盆裂开了，珍贵的花木受损，使他心痛，他赶快用铁丝一圈一圈地把花盆缠起来，再涂上一层水泥，等水泥干了，他发现这种花盆特别结实，就是用锤子敲打也不会裂开，这就是早期的钢筋混凝土。

一天，一位工程师到花园来看花，看到了莫尼埃的水泥花盆、水池，便劝他把这种技术用到工程上。

莫尼埃的思路大开，他想到既然可以做花盆，当然也可以做蓄水池和铁路的枕木，钢筋混凝土取钢筋耐拉的长处和水泥抗压的特点，形成极好的建筑材料，莫尼埃为此在 1867 年申请专利。1885 他研制了钢筋水泥管，1891 年生产了电缆管块。

其实在莫尼埃以前，法国的兰博特就发明了钢筋混凝土，兰博特用钢筋混凝土制作了一个小瓶，1855 年曾在巴黎博览会上展出。他还造了一只钢筋水泥船，一直到今天，100 多年来一直完好如初。他的发明没有引起人们的广泛重视而使莫尼埃侥幸获得专利，其原因是，一个发明要得到公众的认可必须进行广泛的宣传，莫尼埃在发明钢筋混凝土后立即联想到大量的用途，从而得到了许多土木设计师的钦佩和支持。

19 世纪末，水泥工业得到进一步的发展，促进了高层建筑的大发展。

防水水泥和彩色水泥

水泥怕水，这是大家都知道的常识。在运输、保存水泥的时候，如果让它淋了雨、受了潮，它就会结块变硬，失去效力。

有没有办法克服水泥的这一弱点呢？科研人员发明的一种“防水水泥”就不怕雨淋受潮。原来，他们在分析了水泥的特性之后认为，只需要在将水泥磨细时加进一种称为“石油酸钠皂”的不怕水的物质，那么，磨出来的每一颗水泥粉末表面都会有一层防水薄膜，水就不容易渗透进去使它变硬结块了。

这种防水水泥在使用之时，如何让水渗透进去呢？原来，水泥颗粒外的防水膜非常薄，只需要将它和沙子、石块放在一起，加上水搅拌时，砂石的摩擦自然会轻而易举地脱去这层膜，恢复水泥的“庐山真面目”。

这种防水水泥不仅运输、贮存方便，用它配成的混凝土还有膨胀程度小、

耐腐蚀性能好、粘性强、不怕冻的优点呢！

无论是防水水泥，还是普通水泥，其颜色都是青灰色的。人们多么希望科研人员能发明出彩色水泥啊，这样，我们生活的城市将会被装扮得更美更艳。

为了研制彩色水泥，首先必须了解以往水泥的青灰色来自何方？制造水泥的原料多种多样，有的是用石灰石和粘土煅烧而成的，有的是用炼铁高炉产生的废渣制成的，科研人员通过分析证明，这些原料中都含有人称“黑色金属”的铁和锰的成份，一定是铁和锰的成份在作怪！他们决定试制一种不含铁和锰的成份的水泥，看看它究竟是什么颜色的。

可是，要找到不含铁和锰成份的原料并非易事。是餐桌上的瓷碗启发了科研人员：制瓷器的高岭土基本不含有铁质。

有了白粘土，还要有白石头。尽管白石头不少，但有的不适合烧制水泥，有的又价格昂贵，最后，他们选中了海滩上的白贝壳，它不是和石灰石成份基本相同吗？

终于，洁白的水泥出现了。

有了白水泥，科研人员又在其中加入各种颜料，彩色水泥便呈现在了人们面前：加铬酸铅成了黄色水泥，加氧化铬成了绿色水泥，加氧化钒成了红色水泥，加硫化锡成了金色水泥……

有一种“气象水泥”，也是在白水泥中加入了二氯化钴及某些特种颜色后发明出来的。空气干燥时，它的颜色是蓝色的；空气潮湿将要下雨时，它因吸收水份而变成红蓝夹杂的紫色；下雨空气湿度很大时，它又会由于大量吸收水份而变成鲜艳的玫瑰红色。

建筑的基石

砖是最古老而重要的传统建筑材料。《旧约全书·创世记》的第11章说，“他们彼此商量说，来吧，我们要作砖，把砖烧透了。他们就拿砖当石头，又拿石漆当灰泥。他们说，来吧，我们要建造一座城和一座塔，塔顶通天……”如果说巴别城的这座塔实际上没有建成，那么，巴比伦塔（巴别塔的传说来源于此）却是比较经久的，和巴比伦王国的城市建筑一样，也是用砖砌的。底格里斯河平原和幼发拉底河平原一样，是冲积平原，缺乏普通的石头和大理石，而粘土却是很多的。由于缺乏石料，不能做立柱，只好大量采用扶壁柱支撑——这就使建筑物变得又笨重又简单。

巴古伦人（约公元前3000~1250年）的建筑技术传给了尔后的亚述人（到公元前612年）。我们发现早期的埃及王朝（从公元前3200年起）也利用砖来建房屋。比砖更耐久的石料（埃及的石料来源丰富）用来建纪念性的建筑物，因为带宗教色彩的建筑必须耐久。

大约公元前3500年，美索不达米亚地区的手工砖，是把砖放进砖窑里烧，而不是放在太阳底下晒。在这以前，砖的尺寸很大。由于砖的尺寸大不便烧制，这时已缩小到现在用来盖房子的砖那么大。用砖窑烧制的砖比晒干的砖耐用，用来建造建筑物中受力最大的部分或易腐蚀的部分。因为大量生产烧制砖成本很高，所以常常不得不采用一些权宜之计。乌尔城的大塔（约公元前2000年）主要是用晒干的砖建的，每隔一段加一层芦席以加强承重能力。烧制的砖只用来砌塔的包层。用上釉的办法甚至可以制出更经久耐用的

砖。我们发现在约公元前 1000 年左右，美索不达米亚人在这方面进行过试验。

罗马人制砖的技术是很高明的，他们的专门知识可能是从埃及人和希腊人学来的。但是在罗马帝国灭亡后，欧洲的制砖技术便失传了。虽然英国在 13 世纪已有砖建筑，但是直到亨利八世统治时期才开始广泛地用砖来作建材，而且只用来建造像汉普顿王宫那样的显赫建筑。砖的使用之所以能逐渐普及，第一是砖便宜（任何城市的郊区，只要有适合制砖的泥土就有砖厂），第二是砖能防火（伦敦曾被一场大火烧成一片废墟；它就是用砖和石头重建的）。

沥青的来历

沥青可以从松油和焦油获得，也有以矿物形式存在的沥青。沥青加热时变粘稠，冷却时变坚硬，古时用于建筑，也用来堵缝。要获得沥青，需将木材烧成木炭，从余烬中收集木焦油。在美索不达米亚，矿物形式的沥青基本上是以纯净的形式存在，可从地表沉积物中收集。巴勒斯坦也有这种沉积物。

苏美尔人使用沥青，巴勒斯坦的居民也使用沥青。在耶利哥城的发掘中，发现了一垛用沥青粘合的砖墙，其年代约为公元前 2500 年至 2100 年。沥青实际上主要是用作灰泥。巴比伦人作砖活儿时一般都用沥青作粘合剂；印度河谷的人（约公元前 2500 ~ 2200 年）也这样使用沥青。它常常跟烧过的砖和植物纤维混合使用以增加其强度。它除了用来保护砖房外，还用来绝缘，或用来作防潮层。古人在幼发拉底河上建了一座桥，其桥墩的没水部分，表面就涂了一层沥青，以防止腐蚀。

在古代，这种物质的另一个主要用途是使船不漏水：巴比伦的吉尔加麦西及《圣经》上的相应人物诺亚，都谨慎地在他们所乘船只的里层和外层涂上沥青。同样，摩西之所以能安全地到达埃及法老女儿的手中，也是因为他所乘坐的纸莎草摇篮，在放进河里以前用沥青处理过。在没有天然沥青的地方，人们用木焦油来捻船缝，例如，8 至 10 世纪时的北欧海盗的船只，就是用木焦油处理过的绳子来捻缝。

现在，沥青的主要用途是拿来铺路。沥青最先用于这种目的可能是在巴比伦，在铺设供人们列队行进的马路时用它来作粘合剂。现在的柏油马路，是用沥青跟石子混合起来铺路面，再用压路机压平。麦克亚当虽然用自己的姓给这种方法命了名，却鼓吹用碎石铺路，压得很紧就行，无需粘合剂。事实上是特尔福德（1757 ~ 1834）发明的沥青路基。

连接金属的焊料

连接金属板的方法主要有四种：螺栓、铆钉、钎焊和熔焊。螺栓是在文艺复兴时期以后才盛行起来的，它是依靠螺纹来连接。熔焊是单靠热而不用焊料把金属连接在一起，它所需要的温度比用焊料要高得多。熔焊可能是铁器时代的真正产物。在图坦卡蒙的陵墓（约公元前 1350 年）中发现的用熔焊焊接的铁头靠（它可能是叙利亚的进贡品）就是一个早期的例证。

铆钉（和销）以及钎焊，是古代最广泛地用来连接金属的方法。铆钉和销的使用比钎焊古老得多。人们并不认为铆钉难看，常常将其纳入整体设计

之内。任何焊料的重要特点，都是它的熔化温度比要焊接的金属的熔化温度低得多。最早的焊料可能不是有意识地寻找到的，而是观察到不同来源的金（有些是金与银或铜的天然合金）有不同的熔化温度时偶然发现的。那时可用实验证明，改变焊料所含金的比例，除了能改变焊料的硬度外，还能改变焊料的熔点。在古代，焊料中的金属成分常常是金和银，金和铜，银和铜。焊料的选择必需小心谨慎，否则焊件会因过热而遭受损坏。到公元前 3000 年，近东已经采用钎焊。钎焊的温度比金银制品的熔化温度还要低。现在，在不列颠博物馆内有乌拜德人伊姆—杜朱德的一幅铜板画（早于公元前 3000 年）。画上雄鹿的叉角就是用钎焊料一块一块地焊接起来的。硬焊可能是在同一时期前后出现的。一位权威断言说，到公元前 2500 年，乌尔城在金和银的焊接方面已经相当出名了。铜焊，顾名思义，是用铜和黄铜进行焊接的。它像钎焊一样，用途很广。但是，用硬焊料连接金属却是公元前 1000 年以后的事。

塞利尼在其《金工专论》（1568 年第 1 版）中极夸张地叙述了为法兰西国王铸造一尊银雕像的情况。他写道：“手臂、大腿和躯体，我都是一块一块锤打出来的，头部是一个整块，宛如一个花瓶……我把这几部分焊接起来，固定在一起……我所用的焊料叫做‘奥塔沃’——含八分之一盎司铜和一盎司银的焊料。为了进行钎焊，我把几根管子装到大风箱管上，管子制成能从放工件的煤床底部进行鼓风的长度。我用风箱鼓风，使焊料逐渐熔化。我不断鼓风，一会儿从上面进行焊接，一会儿从底部进行焊接，然后进行大部件焊接。著名的法兰西行家们在焊接大部件时未能取得成功……当然，塞利尼解决了这个难题。他采用的办法是首先用银丝焊接部件，然后用煤炭控制焊料的温度。”

金属王国

钢铁时代

人类掌握了炼铜技术以后，为冶铁打下了基础。虽然，今天我们知道，铁是自然界中分布很广的一种金属，也是组成地壳的重要元素之一，但是，人类并没有在早期就使用铁，因为在自然界中几乎不存在天然的纯铁，而且铁矿石熔点较高，不容易还原出来。

也许你不相信，人类最早发现的铁，还是从天上掉下来的呢！我们称这种铁为“陨铁”，它除了含有一点点镍以外，其余几乎全是铁。在各个文明古国中发现的最早铁器，都是用陨铁制成的，例如，古埃及人就曾把铁叫作“天石”或“天降之火”。

当然，天上掉下来的陨铁很少，并没有给人类生活带来什么进展，但是，它却给人们打开了一扇认识铁的大门。

“嗨，这铁可要比铜坚硬锋利得多了，用它做刀做斧一定十分合适。”人们是这样想的，也是这样做的。

于是，人们借用炼铜的方法来炼铁，经过了几千年的艰苦探索，终于突破了炼铁所需的高温以及其他许许多多的技术难关，发明了炼铁的“固体还原法”。

这种方法是先将铁矿石和木炭一层间一层地放在炼炉中，然后点火焙烧，利用木炭在 1000℃ 高温下的不完全燃烧，产生一氧化碳，使矿石中的氧化铁还原成铁。由这种方法产生的铁夹杂的渣滓很多，看上去有很多孔洞，像海绵一样，显不出明显的金属特性，甚至还不如钢坚硬呢。

大约在春秋战国时期，中国开始了炼铁，不仅仅使用“固体还原法”，还发明了“生铁铸铁法”。这一新的方法可使炉温高达 1200℃，比“固体还原法”进了一步，距离纯铁的熔点 1534℃ 也近了一点，从而炼出了液态生铁，使中国比欧洲国家早 1000 多年跨入了“生铁时代”。后来，欧洲人冶炼生铁，用的是把铁矿石、焦炭和石灰石混合后加热冶炼。

今天，我们使用的炒菜铁锅用的就是生铁，又称铸铁，虽然它质地坚硬、却生性脆弱。为了克服生铁的这一弱点，人们又将它和铁矿石混合加热熔炼，使铁矿石中的氧和生铁中的碳化合，生成一氧化碳气泡释放出来烧掉，从而炼出了纯度高、强度大、质地软的熟铁，日常生活中的铁勺就是用熟铁制成的。

生铁和熟铁各有其缺点，在性能上都比不上钢。中国早在汉代，就在世界上最先用“百炼钢法”炼出了钢。这种方法是在熟铁中再加进适量的碳，经过反复加热冶炼，尽量减少杂质，从而炼出具有更高强度和硬度的钢来。但是，这种方法的冶炼过程很复杂，一直未能发展起来。一直到 19 世纪前半期，人类始终生活在旧的“铸铁时代”。

为人类带来崭新的钢铁时代的是贝西默。他于 1813 年 1 月 19 日出生在英国，但他酷爱法国，所以加入了法国国籍，他是一位对科学发明如痴如醉的著名学者，18 岁的时候，贝西默经过努力，发明了一台自动印邮票的机器，接着又发明了一台制造金属粉的机器。

19 世纪 50 年代初，俄国和土耳其之间爆发了俄土战争，战事很快扩大到整个克里米亚，史称“克里米亚战争”。在此期间，贝西默根据科学原理

发明、研制了一种新式步枪，这种步枪的枪膛中有来福螺旋线，子弹沿枪膛射出时旋转着飞出，更加稳定地沿着弹道前进。这种新式来福枪，射击距离增大了，命中率也明显提高了。

“能不能运用同样的道理来制造新式大炮呢？”贝西默这样想着也就动手做了起来。

不久，新式大炮问世了。起初，炮兵们反映新式大炮非常准确；然而，实战以后，问题便接二连三地传到了贝西默耳朵里：新式大炮很容易发生炸膛事故，炮手发炮时得冒着死亡的危险。有些军政要员说贝西默是个科学骗子，也有人怀疑他是隐藏在法国的间谍，秘密为英国服务。贝西默面临着巨大的精神压力，要求军方对事故进行仔细的调查。

在贝西默和另一位法国大炮专家的努力下，问题找到了：原来，当时的大炮都是用铸铁制造的，但来福线对炮膛要求很高，如果炮弹与炮膛之间间隙过大，火药爆炸气体泄漏，炮弹旋转力量不足；如果炮弹与炮膛之间间隙过小，火药爆炸使炮膛内压力骤然增大，结果炮膛内外温度不匀，造成炸膛。

但是，大多数人不相信贝西默的解释，当局一声令下，新式大炮被打入了冷宫。贝西默花了多年心血研制的大炮，顷刻之间成了毫无用处的一堆废铁。

怎么办？贝西默心想，只有突破材料难关，新式大炮才能起死回生。他决心冶炼出适合新式大炮的新材料来。从此，贝西默一头钻进了图书馆，广泛收集材料；又到冶铁厂，与工人们一同劳动；他还请冶炼工程技术人员为他讲课；……他简直成了一个“炼铁迷”。

经过反复探索，在一位化学技师的帮助下，贝西默终于找到了铸铁不坚硬的原因——其中的含碳量太高。要减少含碳量，就必须设法在熔化了铁水中加氧，燃烧掉这些碳！

用什么办法加氧才能达到成本最低而又简便易行呢？贝西默看到，当一炉铁水熔化时，炉前工人往往就排渣出铁了，能不能在出铁前向铁水吹入空气呢？

他就试着这样做了，顿时，通红的铁水沸腾了，钢花四溅，映红了夜空。贝西默炼出了铁匠们一致称赞的钢材。这种方法被称为“空气吹入法”。

1856年，贝西默在铁匠业主行会上，报告了他的炼钢法，并将论文送到钢铁业十分发达的英国发表。

“我认为，吹入空气除碳法是完全可行的，空气不仅能燃烧掉铁水中所含的碳，而且能够燃烧掉其他几乎所有不纯的物质，同时，燃烧释放出来的热量，又可以升高铁水的温度，这样，炼出的钢不仅质量高，而且成本也低。”贝西默对此信心倍增。

经过贝西默的深思熟虑，他为他的“空气吹入法”设计出了一个特殊的转炉——样子像个梨，肚子大大的，口子斜斜的。开始，这种转炉是固定式的，4年以后，贝西默又发明了移动式转炉。

贝西默的发明，引起了众多钢铁公司的极大兴趣，他们纷纷投资建起了一座座“高炉”，并且很快也出了钢。然而遗憾的是，他们发现炼出的钢都是劣等钢，不堪使用。人们群起而攻之，骂他是一个吹牛皮的人。有人联想起大炮事故，更加怨恨贝西默了。

贝西默并没有因此而泄气，经过他的仔细分析，终于发现了问题的症结

所在，冶炼出了优质的钢材。

不锈钢的出现

不锈钢是一种防腐蚀和耐高温的合金，其主要成分是铁和铬，还含有为了改进性能而掺入的其他元素。包括法拉第在内的若干发明家都在 19 世纪生产出了铁铬合金，然而他们制取的合金都不是钢。在本世纪，英国冶金学家哈德菲尔德竟得出了这样一个错误的结论：铬实际上会降低合金的抗腐蚀性。甚至在本世纪初，研制出了各种不锈钢的好些科学家（其中包括法国的著名科学家吉莱和波特万）还不知道自己生产出的合金的突出性能，也就是说，不知道它能抗腐蚀，因此，不锈钢的发明史话曲折复杂。

蒙纳茨和博尔歇斯这两个德国人首先认识到不锈钢的抗腐蚀性。蒙纳茨于 1911 年获得了生产不锈钢的德国专利。可是英国人布里尔莱——自修成功的冶金学家，约翰·布朗钢铁公司、托马斯·弗思钢铁公司和桑斯钢铁公司联合经管的一个研究所的所长——才是不锈钢的真正发明者。布里尔莱于 1912 年发现了重要的马氏体合金，并为制造海军用的枪炮研制出了一种坚硬的、有磁性的、抗腐蚀的钢。然而军事当局却不感兴趣，于是布里尔莱提出可用它来制造刀剑。糟糕的是，他的雇主们在没有让他知道的情况下擅自用他发明的合金制造了一些刀，并宣布这些刀不能用。

布里尔莱并不气馁，他亲手制作了一些刀子，结果却出乎意料地成功。马氏体不锈钢的生产始于 1914 年。由于弗思钢铁公司认为不划算，放弃了不锈钢的研制，布里尔莱从其他方面获得了一些知识，于 1915 年获得了生产不锈钢的美国专利。1920 年，他的新雇主布朗·贝利公司大规模地引进了在马氏体合金的基础上研制成功的铁素体合金。这种合金既可以热加工，也可以冷加工，质软，特别适合用来制造建筑和汽车上的装饰物。

许多发明家对不锈钢的研制工作做出过贡献。如果认为布里尔莱是单枪匹马地进行研究，他是一个被人误解的天才，就大错特错了。美国的贝克特对研制不锈钢曾起过重要的作用；印度发明家海尼斯早在 1884 年就发明了一种生产钨铬合金钢的方法，他还是汽车工业的先驱者（他于 1893 年研制出了一种汽油发动机）。第三种不锈钢合金是奥氏体合金，耐高温，抗震，在食品工业上用得很广，通常是用来作化学设备和燃烧室。它是吉莱和吉森研制出来的，但是这两位发明家却不了解它的防腐特性。这种不锈钢的发明，主要应归功于德国克虏伯公司研究部的毛雷尔和斯特劳斯，因为他们在 1912 年首先生产出了这种不锈钢。

现在生产的不锈钢有 100 多种，从宇宙飞船到珠宝的广大范围内都有用它制作的产品。

超强度的钴钢

钴钢是一种磁性很强的磁铁，它的发明者是日本的本多光太郎。本多光太郎 1870 年出生在日本的爱知县。当他在东京大学物理系研究学习时，他曾向长冈博士学习磁致伸缩现象，对金属的磁学有着深刻的见解和深厚的兴趣。

随后，本多光太郎到了德国的格丁根大学留学，在德留学期间，他主要

研究了冶金学和金属磁学。在金相的研究过程中，他改变了过去主要用显微镜观察金属表面进行热分析的方法，而是采用了热膨胀、电阻和磁的异常变化综合分析手段，精确地分析了温度造成的钢铁及合金金相的细微变化。

钴钢正是在这种精确分析的基础上才发明出来的。

1917年，本多光太郎和他的助手高木弘一起研制出了钴钢，其大致成份为碳1%，铬2%，钨6%，钴35%。他们将这种钴钢加热到930至970之间，然后立刻浸入油中进行淬火处理，这样便大大提高了钴钢的性能，成了世界上最强的磁铁。

本多光太郎发明的这种钴钢，其强度超过了当时所有的钢种，引起了科学界和经济界的广泛注意。

由于在钴钢的研制和生产过程中，本多光太郎曾得到实业家吉左卫门的援助，为了纪念这位好友，本多光太郎将这种钴钢命名为“吉左卫门钢”，简称KS钢。

在本多光太郎的努力下，1919年，他又研制成比吉左卫门钢强度更高的新钢种。由于在这方面的杰出贡献，他曾获得了日本帝国科学院奖以及日本政府文化勋章呢！

钒钢的发明

事情发生在1905年，美国伊利湖畔繁忙的公路上，那天发生了一起严重的车祸：两辆汽车头尾相撞，后面又撞上了一连串的汽车，转眼间，公路上一片狼藉，碎玻璃、碎金属片满地皆是。

事故发生以后，除了警察赶到现场以外，还来了一个汽车厂的老板，他就是后来闻名于世的汽车大王亨利·福特。

福特为什么也急匆匆地赶来呢？

原来，这位精明的老板希望从撞坏的汽车上找到一点别人的秘密。

福特仔细地搜索着每一辆撞坏的汽车。突然，他被地上一块亮晶晶的碎片吸引住了，这是从一辆法国轿车阀轴上掉下来的碎片。粗看这块碎片并没有什么特殊之处，然而，它的光亮和硬度使福特感到，其中必定隐藏着巨大的秘密。

于是，福特把碎片拣了起来，悄悄地放到了口袋准备带回去好好研究研究。

回到公司以后，福特将这块碎片送到了中心试验室，吩咐他们分析一下，看看这块碎片内究竟含有什么东西？

分析报告很快出来了，这块碎片中含有少量的金属钒；它的弹性优良，韧性很强，坚硬结实，具有很好的抗冲击和抗弯曲能力，而且不易磨损和断裂。

同时，公司情报部门送来了另一份报告，其中认为，法国人似乎是偶然使用了这块含钒的钢材，因为同类型的法国轿车上并不都使用这种钢材。

这一下，福特高兴极了。他下令立刻试制钒钢，结果确实令人满意。接着，他又忙着寻找储量丰富的钒矿，解决冶炼钒钢的技术难题，他希望早日将钒钢用在自己公司制造的汽车上，迅速占领美国乃至世界市场。

福特终于成功了。他的公司用钒钢制作汽车发动机、阀门、弹簧、传动轴、齿轮等零部件，汽车的质量取得了大幅度的提高。

几十年以后，福特汽车公司成了世界上最大的汽车生产厂商之一，福特曾高兴地说：“假如没有钒钢，或许就没有汽车的今天。”

黄铜的用途

黄铜是主要由铜和锌形成的合金，用途甚广，其性质取决于铜和锌的比例。含铜达 63% 以上的黄铜，可以冷加工，可以退火，有延展性；而含铜较少、含锌较多的合金，则应热加工，强度较高。

由于我们不知道古人用什么方法来熔炼锌矿或菱锌矿，对古代使用黄铜的情况也不太清楚。锌的沸点比铜低，在加热铜时，木炭也会加热锌矿，很难不让锌蒸发掉。罗马人可能是最先大规模使用这种方法的人，但是熔炼青铜的匠人可能在此以前已无意中生产出了黄铜，因为锡与锌的区别，最初是不清楚的。我们应该注意，《圣经》里提到的黄铜，实际上都是青铜；称为哀斯的罗马硬币，也是用铜或青铜铸的，而不是用黄铜铸的。使事情变得复杂的是，他们确实曾利用黄铜来铸币，但是起初黄铜比铜或青铜都更昂贵。

然而从中世纪起，在其未用来作壶和盘之前，黄铜是一种奢侈品，只用来作纪念性的墓碑之类的东西。从约公元 1230 年起，黄铜制品在欧洲流行了约 300 年之久，因为它们比大型的雕塑品便宜得多。死于 1231 年的威尔普大主教的铜像，是人们所知的用黄铜制作的最早的铜像。铸造黄铜制品的过程是这样的：先把粉碎的锌矿和木炭跟铜块混合起来加热，使锌和铜结合在一起，再加热使合金熔融，然后将铜液灌入铸模。英国最早黄铜器是进口的，主要是从图尔内进口。委托人可以从图尔内订购已经装在漂亮的底板或大理石底座里的完整的墓碑。制作铜制墓碑的办法，是先铸好铜像，通常还要铸好周围挑棚的剪影，再把它放在预制的石板里，用刀子刻出人的细部。有时铜像的手和面部要使用雪花石膏或其他镶嵌材料。铜像安全做好后，用装在铅栓里的暗销固定在石头底座上。铜像本身放在一层沥青上。很大的铜像就分段铸造，然后接合起来。

泥中的“贵金属”

铝，俗称“钢精”，在我们日常生活中是随处可见的：锅勺瓢盆、螺丝铆钉、冰箱摩托，甚至飞机飞船，哪个身上没有铝的影子？

然而，如果说铝曾经像黄金一样贵重，你一定不会相信，但这确是事实。就在 100 多年以前，如果谁说要用铝来制造一只锅或一只盆，那他一定会被人耻笑，被人视为“空想家”，因为那时候，铝是一种十分稀罕的贵金属，“物以稀为贵”嘛！

当时，铝的贵重我们从拿破仑三世的头盔上便可见一斑。拿破仑三世是声名显赫的拿破仑一世的侄子，是当时的法国国王，也是极其奢侈的一个人。

19 世纪中叶的一天，巴黎凡尔赛宫内正在举行规模盛大的宴会，庆祝法国将其势力范围扩大到了印度支那和西非。作为国王的拿破仑三世自然是众目睽睽的“伟大人物”。

在众人的欢呼声中，拿破仑三世红光满面，神采奕奕。人们惊讶地发现，国王头上并没有戴金皇冠，而戴了一顶银光闪闪的新皇冠，这是用什么材料制作的呢？人们议论纷纷。

原来，为了这次宴会，也为了显示他的荣华富贵，拿破仑三世特地叫工匠们制造了一顶铝盔；同时，他还特地让人打制了一套铝的餐具，当然，这套餐具也仅在盛大的宴会上，他才舍得拿出来使用。

其时，除了拿破仑三世，泰国国王也用过铝制的表链。1855年，在巴黎举行的世界博览会，有一小块铝被放在最珍贵的珠宝旁边，它的标签上写着：“来自粘土的白银。”直到1889年，“元素周期律”的发现者门捷列夫还曾得到由伦敦化学学会送给他的用铝和金制成的贵重花瓶和杯子作为礼物呢！

由此可知，铝在当时是珠宝店里的宠儿，也是帝王贵族的珍宝。我们从铝的价格上也可得知它当时的身价：每千克铝的价格为30000金法郎，而每千克黄金的价格却只有它的1/3。现在我不难理解拿破仑三世的得意和伦敦化学学会的苦心了吧！

为什么到了19世纪中后期，铝还如此稀罕呢？原因是铝的提炼实在太困难了。

其实，地球上的铝是十分丰富的，我们脚下的泥土就是蕴藏丰富的铝矿，铝占整个地壳重量的8.23%，差不多比铁的含量多一倍！

早在17世纪，德国化学家斯塔尔就察觉到明矾内含有一种与普通金属迥然不同的物质，斯塔尔的学生马格拉夫终于在1754年从明矾中分离出了“矾土”，就是氧化铝。当时，许多有名的化学家都认为矾土是一种不能再分的元素，英国化学家戴维和贝齐里乌斯都曾经企图利用电流从铝矾土中分离出金属来，但均没能成功。但贝齐里乌斯为铝所起的英文名字却一直沿用至今。

从矾土中炼出金属铝，成了许多化学家追求的目标，丹麦科学家奥斯特便是其中之一。

奥斯特曾以他“电流的磁效应”而闻名于世。1820年，他便把自己的科研兴趣转移到了化学方面。这一年，他发现了胡椒中刺激性成份之一的胡椒碱，这大大激发了奥斯特从事化学研究的兴趣，他决心将矾土中的金属铝提炼出来。可是，如何提炼呢？

铅是用木炭从铜矿石中炼出来的，铁也是用木炭从铁矿石中炼出来的，那么，用同样的方法能不能从矾土中出铝来呢？”奥斯特一边翻阅着有关书籍，一边思考着实验的步骤。

于是，他先把木炭成粉末，将它和矾土混合在一起，架起火来烧。然而，木炭烧尽了，矾土照样还是矾土。

“这种办法看来不行。”奥斯特又陷入了沉思，“会不会是存在空气的原因遭致失败的呢？不让它们在空中燃烧会产生怎样的结果呢？”

他又重新将木炭粉末和矾土混合起来，并装在密封容器内，外面燃火猛烧。几个小时过去了，奥斯特将容器打开时，结果仍旧让他感到失望。

“用氯气来代替氧气行不行呢？或许，氯气比氧气更容易与铝发生化学反应呢！”奥斯特又沿着他的思路干开了。他把矾土和木炭混合，加热烧到通红，再通进氯气。嘿！终于有了变化。奥斯特发现有一些液体流了出来。

后来，他才了解到这种液体原来是氯化铝。他小心翼翼地将氯化铝收集起来，用钾汞齐来和它发生反应，他得到了氯化钾，同时产生的则是铝汞齐。

奥斯特又如法炮制，对铝汞齐进行加热，希望将汞蒸发掉，提炼出金属铝。可惜的是，在汞蒸发的同时，铝却又回到了矾土。为此，奥斯特白白浪费了许多时间。

吃一堑，长一智，奥斯特决心重新再来。这次他打算让铝汞齐在隔绝空

气的情况下进行蒸馏。果然，在除去汞之后，他得到了一种具有金属光泽的、和锡相似的金属。

奥斯特高兴极了，他把自己的实验结果写成论文，寄给丹麦的一份化学杂志。然而，很少有人注意到奥斯特和他的论文，这使奥斯特感到了十分失望，转而去研究其他项目了。

1827年，奥斯特在他哥本哈根住宅的花园里，接待了一位来自德国柏林的化学家维勒，两个人在一棵枝繁叶茂的橡树下进行了亲切的交谈。

“奥斯特先生，我虽然是一个外科医学博士，但我对化学很感兴趣，决心献身于化学。”维勒坐在奥斯特的前面含笑地说，“不久前，我在柏林工艺学校图书馆里，偶然翻到一本丹麦杂志，其中有您的一篇文章。不知您现在是否还在研究矾土。”

“啊，年轻人，欢迎你来到哥本哈根。那篇文章是我几年前写的，我早就停止了这项研究。哎，请喝咖啡。”奥斯特端起桌上的一杯咖啡，呷了一口，“说实话，那或许是一次不成功的尝试而已。后来，由于我在电磁学方面还有许多工作要做，只得停止了对矾土的研究。如果你愿意，我可以把我的资料送给你。”

“那太好了，奥斯特先生！我真不知如何感谢您才好。”

“不必不必！只要你将成功的消息告诉我就行了。”

从哥本哈根回到柏林，维勒便全身心地投入到矾土的研究中去了。他白天在工艺学校教化学，晚上还要为成年人授课，只有在授课以后，他才有时间走进实验室，对矾土进行研究。

开始，维勒照着奥斯特的方法进行，但很快，他便发现此路不通，因为对铝汞齐进行蒸发产生的蒸汽有毒，不可能用于大规模的生产上，他决定另辟蹊径。

到了这一年的冬天，维勒的研究终于有了进展。他将明矾溶液煮沸，然后将热的碳酸钾溶液慢慢地倒进去，眼看着有白色沉淀产生，而且越来越多，在煤气灯的加热下翻腾不息。

维勒仔细地把沉淀物过滤出来，冲洗干净，和木炭粉、糖、油等混合成糊状物，放进坩锅内加热，同时通入氯气，这样，他得到了氯化铅。下一步怎么走呢？用什么方能将金属铅提炼出来呢？维勒用了各种方法，如空气、木炭，但都以失败而告终。

最后，维勒想到了金属钾。他把钾和氯化铅混合后，放在用白金做的坩锅里，严密封盖后加热，坩锅内反应激烈。等了一段时间以后，维勒将坩锅冷却，将里面的东西倒入水中。嗨！水中有了一些银灰色的金属粉末。

“这肯定就是我日思夜想的铝！”当然，这些铝很不纯净。为了获得纯净的铝，维勒化了一年又一年的时间。一晃18年过去了，1845年，维勒在给他的朋友、德国化学家李比希的一封信中这样写道：

“我找到了制取铝的方法，制得别针头大小的粒状。这种金属容易弯曲，呈白色，易溶于碱，特别易溶于盐酸。”

但是，维勒的这种炼铝方法也不可能应用于大规模的生产，他只是给炼铝的方法领到了一张“出生证”。

在发明炼铝方法的漫长过程中，德国化学家本生和法国化学家德维尔也作出不可磨灭的贡献。

本生的方法比较简单而且独特，他利用当时已经被广泛使用的电池对

氯化铝和氯化钠组成的复盐进行分解，果然获得了铝，时间是在 1854 年。只是由于电池的功率太小，不可能利用它进行大量的生产。本生发明的这种方法其实为以后大规模的生产奠定了基础，指明了方向。

也是在 1854 年，法国的德维尔殊途同归，炼得了成块的金属铝，事情的经过是这样的。

德维尔出生在美国，10 岁那年与哥哥远涉重洋，回到了父母的故乡——法国巴黎，接受正规的教育。

在大学，德维尔学的是医学，但他并不满足，还广泛涉猎其他学科，尤其是化学。

1851 年，德维尔在了解了一些有关炼铝的情况以后，提出了这样一个问题：“既然书上说铝和铁的性质非常相似，为什么会有亚铁化合物而没有亚铝化合物呢？我能不能制取它呢？”

这一念头激起了德维尔深入研究的热情。当他知道维勒已成功制取过金属铝时，他信心大增了：“利用维勒的方法，稍加改进，我或许就能制取亚铝化合物呢！”

德维尔比维勒的研究时间要晚 20 多年，实验条件自然也要好得多，首先实验所需的金属钾就要多得多。他在一支白金管内装满了钾，并让管的一端与装有氯化铝的陶瓷容器相通，加热陶瓷容器，氯化铝的蒸汽就进入了白金管，与钾发生化学反应，结果他获得的还是铝，并没有什么亚铝化合物。

多次的不成功使德维尔放弃了原先的念头，转而研究起了铝。他希望法国政府能出资帮助他发明大量生产铝的方法，但是除了国王的科学顾问杜马的口头支持以外，他一无所获。德维尔决心依靠自己的力量，生产出铝块，让事实说服国王。

经过 3 年的反复研究，1854 年，德维尔终于找到了一种较快制取金属铝的方法了，他能在一天时间内制造出一块大铝锭了。

德维尔将他的这种轻而贵的金属通过法国科学院转给了国王拿破仑三世。国王欣喜万分，叮嘱工匠们为他打制了一顶铝盔和一套餐具，出现了本章开头的那种金碧辉煌的场面。

为了用这种“贵金属”制造兵器，国王希望德维尔在热维利亚兵工厂进行试验，并答应用第一批生产出来的铝制造一枚奖章，奖给德维尔。1855 年 7 月 18 日，热维利亚兵工厂终于生产出了第一批铝锭。在德维尔的劝说下，这枚铝质奖章上刻了“弗里德里希·维勒，1827”几个字，以示他对维勒的尊敬。

虽然，德维尔为批量生产金属铝作出了重要贡献，但当时铝的价格还贵得惊人，根本不可能用来制造兵器，只能用来打制珍贵的首饰。直到 1886 年，两位年轻人终于实现了人类梦寐以求的理想，发明了价廉量大的炼铝新方法，他俩便是美国的豪尔和法国的埃罗。当然，他们是各自独立发明的，这一年，他俩都只有 23 岁。

豪尔是美国俄亥俄州奥柏林学院化学系的学生，他在课堂上就听老师介绍过金属铝的优良性能、提炼铝的艰难以及它价格的昂贵。

“如何才能制得价格低、批量大的金属铝呢？”这一问题始终在豪尔脑海里萦回，“能不能用电试一试呢？不是有人已用电制取了钾、钠等金属吗？”

于是，豪尔开始对矾土进行通电电解，结果却大失所望：矾土根本不导

电，通再长时间的电也是白费劲。怎么办？

偶尔，豪尔在一本旧文献中读到了德维尔的一份实验记录，上面写着：“格陵兰伊维图特生产一种矿物，外形与冰相似，叫作冰晶石，冰晶石中含铝，熔点较低，可用来炼铝。”

这真是“踏破铁鞋无觅处，得来全不费功夫”啊！豪尔马上找来了冰晶石，并和矾土一起加热熔融，居然成功了。他立刻插进电极通电，电极上出现了一层薄薄的闪着银白色光泽的金属，豪尔立刻兴奋了起来。可惜，好景不长，电极一会儿就熔化了，原因是温度太高。

“如何才能降低熔点呢？”豪尔陷入了深深的沉思。

1886年2月23日，豪尔手握着一个银光闪闪的铝球冲进了他老师的办公室，一时激动得说不出话来。老师看着这一切，心里全明白了。

原来，这一天豪尔做第103次实验时，在冰晶石里加进了氯化钙，再加入矾土，终于把熔点降了下来，通电以后，成功地提炼出了日思夜想的金属铝。

无独有偶，几乎同时，在大洋彼岸的法国桑特—巴比学院里，青年化学家埃罗在电解冰晶石时发现，电解槽内的铁阴极突然熔化了，按当时的温度，铁是不会熔化的。埃罗断定，铁一定是变成了某种合金。

几天以后，埃罗又把氯化铝钠加到电解槽内，希望能降低温度，不料他又发现，碳电极被腐蚀了。他推断这可能是由于氯化铝钠吸收了潮湿空气，生成了氧化铝，氧化铝又被电解成铝和氧气的缘故。埃罗也异曲同工地发明了电解法炼铝的新工艺。

豪尔和埃罗的成功，加上电力工业的迅速发展，使金属铝终于走出了深宅大院，来到了平民百姓家，成了人们日常生活中的一个好伙伴。

自1886年埃罗等人发明了电解法炼铝以后，世界各国几乎都应用这一方法。然而，人是知足的，总要想办法发明新的炼铝方法，日本的桑原谦之便是其中之一。

1981年4月，日本专利公报公布了一个令人振奋的消息：日本三井氧化铝制造株式会社经理桑原谦之发明了一种高炉炼铝法。

消息传开，人们纷纷打听：桑原谦之是何许人？他怎么会想到用高炉炼铝的？他又是如何发明高炉炼铝法的？……

不久，新闻记者就在报上公布了桑原谦之发明高炉炼铝法的前前后后。

原来，桑原是一个壮实的中年人，大学毕业，曾获得过冶金和经营管理方面的大学学历，他精力充沛，好发奇想，常常做出普通人想不到的事情。大学毕业以后，桑原进入了三井集团的氧化铝制造株式会社工作，他的干劲和能力很快获得了上司的赏识，没过几年，就被提升担任经理要职。

三井氧化铝制造株式会社主要是从澳大利亚进口铝土矿，经过精炼加工制成氧化铝粉末，然后再卖给制铝厂炼铝。为了洽谈生意，桑原经理常常出差去各地。有一次，他路过一家规模庞大的钢铁厂，看到巨人般的炼铁高炉巍然矗立，一个新的念头便油然而起：“能不能用炼铁高炉来炼铝呢？一个高炉每天能炼上万吨铁，相比之下，炼铝厂实在太小了，全日本的炼铝厂产量还抵不过一座大型炼铁高炉呢！而地球上铝的含量却比铁要多，要是能用炼铁炉炼铝那就好了。”

回到公司，桑原经理立刻通过电子计算机调集了有关资料，原来高炉炼铝存在几大难处：一是铝土矿熔点远比铁矿石高，难以熔化；二是铝土矿内

除了氧化铝，还含有氧化铁和石英砂，分离比较困难。

原来如此！桑原经理决定建造一座小型耐高温高炉，进行炼铝试验。不久，高炉建好了，铝土矿和焦炭从高炉顶部加进去，强大的热风从炉底一个劲往上吹……测量仪表传来信息：高炉上层温度已达 500 ~ 1200 ，中层已达 1600 ，下层达到了 1900 ~ 2100 。

“继续加料，继续鼓风。”桑原经理下令道。

几小时以后，他一声令下：“开炉出铝！”

炉门打开来了，一股闪着银光的熔液奔流而出，冷却以后，迅速送去分析：这是一种含有铁和硅的铝金属，含铝约 60 %。

第一次试验成功了，以后便是如何进一步提纯。桑原决定先用铅将铝从铁和硅的束缚下“解放”出来，因为铅的熔点低，容易和铝结合成合金，更重要的是，美国和法国具有分离铅铝合金的成功经验。经过多次试验，这一方法终于成功了，而且他在铝镜制造法的启发下，发现铅在高温下不易蒸发，而铝则很易蒸发，这样便轻而易举地解决了从铅铝合金中提炼高纯度铝的难题。一座专门用来分离铅、铝的真空炉造了出来，提炼出的铝纯度达到 99.9 %。

高炉炼铝法节省了许多人力物力，为人类进一步开发利用铝资源开辟了一个新天地。

21 世纪的金属

1964 年 8 月 18 日上午，前苏联首都莫斯科的普罗斯克特米拉广场上，正在举行一个隆重的典礼。

政府高级官员、红军将领、各国外交使节数百人团团围住一座用红色丝绸包着的建筑物；武装士兵们神情严肃，举手敬礼；行人则驻足观望着……嘹亮的军号声中、丝绸缓缓滑落，一枚银白色火箭展现在人们眼前，原来，这是前苏联政府建立的火箭式航空航天事迹纪念碑。

如今，30 多年过去了，人们发现尽管这枚火箭遭到过风霜雨雪的袭击，经受过污染空气的考验，它仍然是那么光洁明亮，引人注目。它是用什么材料制作的呢？

钛！这是一种被人美誉为“大地女神之子”的金属，是一种 21 世纪的金属。然而，人类在发明炼钛的过程中也是历经艰难啊！

早在 18 世纪末期，在英国康瓦尔郡梅纳辛教区，住着一位受人尊敬的牧师格列高尔。

格列高尔个头高大，面容慈善，是一个博学多才的人，他不仅是康瓦尔郡地质学会的创始人，也是技术精湛的分析化学家，因此，格列高尔特别喜欢收集石块。他经常去周游英国各地，采集各种石块，然后带回来分门别类地进行研究。

1791 年春天的一个傍晚，格列高尔在故乡的梅纳辛河谷发现了一种从未见过的石块，外表黝黑，带有磁性。

“这种石块我倒还是第一次见到，真奇怪！”格列高尔对着这种石块端详了半天仍一无所知。

经过分析，他发现石块中除了常见的磁铁矿成份和硅石成份外，还含有一种棕红色的矿渣粉末，它是什么？

格列高尔将这种未知的粉末提取了出来，将粉末投入硫酸，它溶解了，得到一种黄色的溶液；再投入锡粒，溶液变成了紫色；投入锌粒，溶液也变成了紫色。这紫色溶液内含有什么东西呢？

格列高尔又去查阅了有关文献资料，结果也是不得而知。他想，这棕红色粉末肯定是一种未知的金属矿物，这种金属具有当时所有已知金属都不具备的性质。

“那么，就叫它梅纳辛矿石吧。”格列高尔以他故乡的名字来命名这种石块，并将自己的发现写成论文，寄给了有关的科学刊物。论文在1791年就发表了，但当时的英国科学界，有谁会对一个乡村牧师的论文感兴趣呢？

4年以后的1795年，从匈牙利布伊尼克地区运到德国的一种红色的“金红石”矿石，引起了柏林大学化学系马丁·克拉普罗特教授的极大兴趣，他的印象中这种矿石似曾相识，经过查阅，果然它和梅纳辛矿石很相像，只是从外表上看，前者为红后者为黑。

经过分析，这位德国化学界的权威认为：梅纳辛矿石是由于含磁铁矿成份才变黑的，两种矿石所含的棕红色粉末中含有一种未知的金属。

富于幻想的克拉普罗特给这种新金属取了一个美丽的名字——钛，它取自希腊神话中大地女神之子的名字“泰坦”。

克拉普罗特希望自己能亲手把钛从金红石中提炼出来，但是，一次又一次的努力总是归于失败。

为了获得第一个提炼钛的殊荣，各国化学家们展开了一次竞争。为了第一个发明炼钛的技术，他们运用了种种方法来对付金红石。许多次，有人声称自己成功了，但事实证明他们得到的并不是钛，而是钛和其他金属的化合物。这些人中包括当时声名显赫的瑞典科学院院长、著名化学家贝采里乌斯等。

这种状况持续了将近100年，直到1875年事情才出现了转机。

这一年，俄国化学家基利洛夫成了幸运儿，他第一个设法制取了金属钛，虽然当时的纯度相当低，但人类总算第一次看到了这位“大地女神之子”的真面目。基利洛夫为此写了一本书——《钛的研究》，书中详细介绍了他的研究成果。然而，沙皇政府对此并没有重视，他的成果如同格列高尔的论文一样，犹如石沉大海。

又过了12年，瑞典两名化学家尼尔森和彼特森设法制取了四氯化钛，怎样进一步将钛从四氯化钛中“解放”出来呢？

他们想到了生性活泼的钠，用钠去取代钛，或许能成功。他们在一只密封的钢瓶里，开始了这一项工作，果然成功了，他们制取的钛纯度达到了95%。

以后，又一名法国化学家亨利·莫伊桑花了九牛二虎之力，将钛的纯度提高到了98%。能不能将纯度再进一步提高呢？

1910年，从大洋彼岸传来了好消息：美国化学家亨特借鉴尼尔森和彼特森的方法，首先尽可能净化四氯化钛和金属钠，然后再将它们混和后放入钢瓶里，终于制成了纯度达到99.9%的金属钛，重量还不到1克。

“大地女神之子”终于来到了人间。

但是，直到1910年，钛在人们的眼中也还只是一个强度低、性质脆的“丑八怪”，人们一直以为钛经不起机械加工，只能制造一些运转速度极其缓慢的机械零件。

这实在是对钛莫大的误会。亨特当时虽然制得了纯度达 99.9%的“纯”钛，但是实际上，正是这 0.1%的杂质使钛丧失了英雄本色，连亨特本人也怀疑自己花了那么大的力气是否值得。

是金子总要闪闪发光的。1925 年，荷兰科学家阿克尔和德博尔联手合作，为“大地女神之子”拂去了脸上的灰尘，终于使钛显露了英雄本色。

其实，阿克尔和德博尔对钛早就心存仰慕之情了，他俩坚信钛是一种大有作为的新金属，因此他们四处收集资料，潜心研究制取纯钛的办法。

1925 年，他俩经过反复研究，认为钛的纯度不仅与原料四氧化钛的纯度有关，而且与还原剂也有关。当他们选用加热的钨丝作为还原剂时，竟然真的炼出了高纯度的钛：它银光闪亮，具有很大的可塑性，可以轧成棒、压成板、抽成丝，甚至可以制成比纸还要薄的钛箔。这真是太奇妙了，千呼万唤始出来啊！

钛是一种并不稀有的稀有金属，据估计，钛约占地壳总量的千分之六，比铜、锡、锰、锌等在地壳中的含量，要多几倍甚至几十倍呢！就连陨石中也含有钛。但正是由于钛的提炼太困难了，至今人们还把它看作是一种稀有金属。

1947 年，人们才开始在工厂里冶炼钛，当年全世界的产量只有 2 吨；1955 年，产量激增到 2 万吨；1972 年，年产量达到了 20 万吨。

钛难于提炼，主要是因为它在高温下化合能力极强，可以和氧、碳、氮以及其他许多元素化合。因此，不论在冶炼还是铸造时，人们都小心地防止这些元素侵袭钛。现在，人们是利用镁与四氯化钛在惰性气体氦或氩中相互作用来提炼钛的。正因为提炼钛很复杂，又要消耗很多贵重的原料，所以它的成本很高。

钛为什么如此受人欢迎呢？因为它的比重小，强度高、耐高温、抗腐蚀性强，是一种非常理想的金属。

钛的硬度与钢铁差不多，而它的重量几乎只有同体积钢铁的一半；钛虽然比铝重一点，它的硬度却比铝大两倍。现在，在宇宙火箭和导弹中，就大量用钛代替钢铁，极细的钛粉，还是火箭的好燃料呢！由此，钛被誉为宇宙金属、空间金属。人们还用钛制造了钛飞机，这种飞机有 95%的结构材、料是用钛做的。

钛的耐热性很好，熔点高达 1725 。它在强酸、强碱溶液中可以安然无恙，甚至王水也奈何它不得。有人曾把一块钛沉入海底，5 年以后取上来一瞧，上面粘了许多小动物和海底植物，却一点也没有生锈，依旧亮闪闪的。用钛制造的潜艇，不仅不怕海水，而且能够承受高压，这种钛潜艇可以在深达 4500 米的深海中航行，那里的压力之大是普通潜艇承受不了的。

更有趣的是钛在医疗上的应用：在人体骨头损坏的地方，填进钛片和钛螺丝钉，过了几个月，骨头就会重新生长在钛片的小孔和螺丝钉的螺丝中，新的肌肉纤维就包在钛片上面，这种“钛骨”与真的骨头可没什么不同呀！

有人将钛称为“21 世纪的金属”，这一点也不夸张啊！

轻纺专行

蜘蛛和蚕儿的启示

你听说过“小小诸葛亮，稳坐军中帐，摆起八卦阵，单捉飞来将”的谜语吗？你知道谜底是什么？谜底是蜘蛛。蜘蛛这一不起眼的小东西，还曾经当过人类的老师呢！人们捕鱼用的鱼网，就是我们的老祖宗从蜘蛛织“八卦阵”得到的启示。后来人们发明的人造纤维——人造丝，也有它的一份功劳哩。

这话说起来就长了。早在300多年前，法国有一位科学家叫卜翁，因为要探索蜘蛛吐丝结网的奥秘，弄了好多蜘蛛，进行反复实验。如果发现，蜘蛛的小圆肚子里有许多粘液，在它的肚子上还有一个开口，中间有许多小孔。蜘蛛把肚子里的粘液通过这些小孔，喷射到空气中凝结起来，就是蜘蛛丝了。这么细的一根蛛丝，其实还是由好几百根细丝合起来的。

卜翁想：这样细的蛛丝织成的衣服一定很漂亮。于是，他剖开蜘蛛的肚子，挤出粘液，再让粘液通过一个个小孔压出来，果然成了一条条细丝。这些细丝晶莹透明，洁白漂亮。卜翁就用这种“细丝”织成了世界上第一副人造丝手套。据说，这手套至今还陈列在法国的博物馆里。

只是，蜘蛛肚子里的粘液实在太少了，为了得到一副手套，得养上万只蜘蛛，如果生产成千上万件衣服，也用这种方法来获得“人造丝”，这实在是不现实的。

1855年，有一位名叫奥捷玛尔的法国科学家开始仔细研究蚕儿吐丝的问题。他想：蚕儿吃的是桑叶，吐出来的是丝。能否仿照蚕儿的法子，把桑叶变成丝呢？

于是奥捷玛尔一头钻进实验室，开始试验。结果发现桑叶的主要成分是纤维素，蚕丝却是一种蛋白质。蛋白质比起纤维素来多含了一种叫“氮”的化学元素。

能不能用人工的办法，把氮加到桑叶中去把它变成丝呢？

奥捷玛尔把从桑叶里取出来的纤维素，浸在硝酸里，因为硝酸里有大量的“氮”。

啊，成功了，桑叶真的变成了粘液！奥捷玛尔接着把这种粘液通过小孔压出来了，果然成了一根根连绵不断的细丝，比起卜翁从蜘蛛身上获得的人造丝，这才是最早的人类自己制成的真正的人造纤维——人造丝。

通过人造丝的发明，人们认识了事物的本质：真正用来制造人造纤维的原料的只是桑叶中的纤维素，而蚕儿之所以食用桑叶，是因为家蚕的祖先是野蚕，野蚕本来是桑树的寄生虫，野蚕被驯养成家蚕后，仍保持着它在大自然中千百年来所形成的偏食习惯——只吃桑叶。

显然大自然中含有天然纤维素的物质都可以作为人造纤维的原料。打那以后人们就开始试用木头、芦苇、竹子、棉花杆、棉短绒以及甘蔗渣等这些天然纤维素为原料制造人造纤维。

1884年，科学家从在实验室里少量试制人造纤维扩大为工业规模的生产。这第一种投入生产的人造纤维就是硝酸纤维。一开始由于这种硝酸纤维容易燃烧，成本又高，没有得到很快发展。

1891年，人们接着试制成功了另一种人造纤维——粘胶纤维。粘胶纤维

的发展很快，产量最大，占人造纤维总产量的 1/4，我们先来谈谈它吧。

从纺丝机中出来的粘胶纤维，是连续不断的长丝，它的性能近似于蚕丝，被称为“人造丝”。如果把粘胶长丝切短，制成长短粗细近似于羊毛的短纤维，就叫“人造毛”，长短粗细近似于棉花的短纤维，就叫“人造棉”。

人造棉纤维细而软，织成布，布面均匀细洁，身骨柔软，挺像纺绸，加之人造棉染色性能好，特别是 1958 年我国制成了新型的活性染料以来，印染出来的人造棉更是五光十色、鲜艳多彩。用它制成春、夏穿的衬衫和裙子，凉爽飘逸，深受人们欢迎。

人造丝酷似蚕丝：轻、柔、滑、软、坚牢，而且成本比蚕丝低廉得多。目前我国已大量生产各种用人造丝织造的纺织品，如美丽绸、富春纺、麦浪纺、乔期纱、无光纺、光纺等投入市场。

人造毛是人造羊毛的简称，其长度、细度、卷曲度与羊毛相似，常见的人造毛哔叽、华达呢、毛毯都是用人造毛织成的。人造毛透气性能好，穿着舒适，没有气闷感觉，染色性能也好，比羊毛耐虫蚀，不易断裂。

粘胶纤维还能加工制成各类包装用的玻璃纸。据统计，全世界每年用于制玻璃纸的粘胶纤维约 10 万吨以上。

在人造纤维中，坐第二把交椅的是醋酸纤维，醋酸纤维除可加工制造成各种纺织品外，还可大量地用来制造电影胶卷——片基。

铜氨纤维是早在 1899 年投入工业生产的另一种人造纤维。这种纤维因为比蛛丝还细，所以常被织成透明的围巾、袜子。用它做成的衬衫、汗衫、窗帘真是“薄如蝉翼”。

还有一种人造蛋白纤维也属于人造纤维，在 40 年代发展很快，性能与天然羊毛极为相似，我们称之为乳酪纤维或酪素纤维。

人造纤维正式投入工业规模的生产成为人造纤维工业只是近 60 年的事。其发展规模和速度却是十分惊人的，特别是在 40 年代一下子从占世界纤维总量 3% 跃为 13.2%，10 年中增加 10.2%。现在，全世界人造纤维的品种约有 20 多种，约有 50 多个国家生产人造纤维。如果说树叶与兽皮是衣服“古代史”的“主角”，棉、毛、丝、麻是衣服“近代史”的“主角”，那么人造纤维就是衣服“现代史”上的“主角”了。

尼龙创造奇迹

1978 年 8 月 11 日晚，在朦胧的月色中，一只体积达 5000 立方米的巨大气球在美国东部缅因州的大西洋岸边腾空而起。3 位美国探险家驾着这只名叫“双鹰 2 号”的庞然大物，开始了一次充满危险的航行；横跨烟波浩渺的大西洋，飞到欧洲大陆去！

航行的开端似乎很顺利，“双鹰 2 号”在一股从美洲吹往欧洲的高空气流的推动下，轻盈地向东飘去。可不久，大西洋上多变的气候随即显出了它狰狞的面目：上升的气流时而把气球带上几千米、甚至上万米的高空，那里的低温几乎把人冻僵；下降的气流时而又把气球压向海面，随时有坠落海中葬身鱼腹的可能；在突如其来的狂风骤雨袭击中，气球更像一叶扁舟似的，孤独无援地在惊涛骇浪中颠簸……

幸运的是，在和大自然搏斗了 6 天 6 夜之后，气球终于到达了大洋彼岸。8 月 17 日傍晚，“双鹰 2 号”安全降落在法 PI 巴黎西北约 100 公里的

一个小镇旁。这是一次不寻常的飞行，时间长达 137 小时，航程 5000 多公里，一举创造了载人气球飞行距离最远和留空时间最长两项世界纪录。

“双鹰 2 号”创造的奇迹，很大程度上要归功于气球的制作材料。它用尼龙制作的球体经受住了大西洋恶劣气候的嬉弄。而在此之前，用其他材料制作的气球都未能经受住这严峻的考验，几乎都在途中就成了碎片，为此葬送了不少探险家的生命。

尼龙的诞生，要追溯到本世纪的 20 年代末。那时候，美国的杜邦化学工业公司集中了一批科学家，正在进行对聚合反应的研究。1929 年的一天，35 岁的卡罗泽斯工程师在清除容器里聚合物样品的时候，惊喜地发现这种聚合物竟拉出了柔软的长丝。这可是从未见过的现象啊，卡罗泽斯敏感地认识到，这里大有文章可做！

在经过了数年研究之后，1938 年，卡罗泽斯终于制得了一种理想的聚合物，拉出了一种像蚕丝一样轻柔、断面呈菱形的纤维，他取名叫“尼龙”。

今天，“尼龙”对我们来说，已不是一个陌生的名称了。人家都知道，它又叫锦纶、卡普隆，是一种奇妙的纤维。你看，它的耐磨性十分好，用尼龙织成的袜子，牢度是棉袜的 10 倍；用尼龙织成的各色衣服，色泽艳丽，光滑轻柔，几乎像传说中的仙衣一样“薄如蝉翼，轻似浮云”；而且，它还有耐磨蚀、不会腐烂的优点。这使它迅速取代丝、麻成了织渔网的好材料；更为令人吃惊的，是它的强度——一根手指粗细的尼龙绳能轻易地吊起一辆卡车，比钢缆还结实。这就难怪尼龙制成的“双鹰 2 号”球体能经受住大西洋恶劣气候的考验了。

那么，这神奇的纤维是用什么原料做成的呢？说来你也许不相信，只是煤、石油、天然气等。人们将这些原料经过处理后，便能得到一些较简单的分子较小的物质，然后再让这些分子进行化学反应，使它们一个个手拉手的联结起来，便形成了由上千个分子聚合而成的大分子。这时，便可将这种大分子的粘液通过有无数微孔的喷头进行喷丝，人们以每秒几十米到几百米的快速将丝抽出，便是光亮轻柔的纤维。用这样的方法制得的纤维叫合成纤维，是化学纤维家族中的一员。化学纤维家族中的另一位成员，便是我们在前面介绍过的人造纤维。

尼龙，仅仅是合成纤维中的一种。而且，它还不是合成纤维中最早诞生的成员。早在 1913 年，德国人就制得了氯纶，用它制成的内衣具有良好的保暖和防静电作用，居然可以防治关节炎。德国人还在 1924 年发明了维尼纶，不过，这种纤维一遇到水就要溶解，这当然无法投入使用。直到 1950 年，日本科学家才解决了这个难题，制得了不溶于水的维尼纶，这才能投入工业生产大量开始使用。现在，人们常用维尼纶来做内衣和床上用品。

尼龙还有两位“弟弟”，也十分出色。1940 年，英国人制得了涤纶，并在 1950 年投入大规模工业生产。现在人们所穿的挺刮的“的确凉”衣服便是用它做的。1950 年可称得上是合成纤维大丰收的一年了，在这一年，人们还研究出了在工业上制造腈纶的工艺。腈纶被人叫做“人造羊毛”，用它制成的毛线和毛毯，摸上去与真羊毛的感觉几乎一样！

在此之后，新的合成纤维品种在不断诞生：丙纶、芳纶、氟纶……合成纤维的使用也从民用扩展到工程技术、军事等更为广阔的领域，从而为我们展示出了它那强大的生命力。

染出一个五彩的世界

朋友，当你走在大街上，看到人群、车辆及建筑物构成的那五光十色的景象时，你是否会想到，这主要是染料给生活增添的色彩呢？100多年来，生活的色彩还没有今天这样地丰富多彩，因为那时染色还非常困难。谁要想把布料染成自己喜爱的颜色，只能用茜草、郁金、蓝靛、大黄、红花等植物的根、叶和皮之类的汁来染色。由于这些植物染料种类不多，数量也少，而且染出来的东西色泽不够明亮，远不能满足人们对色彩的爱好与需求。

直到化学合成染料出现后，才解决了人们对色彩的需求。而这项化学上最重要的发明，是由英国人柏琴完成的。

19世纪40年代，非洲的英国殖民地曾流行疟疾。奎宁是治疗疟疾的特效药，但是天然的奎宁产量少，满足不了需要。

当时任英国皇家化学院院长的霍夫曼为了用人工方法合成奎宁，开始研究从煤焦油中提取奎宁的办法。1856年，霍夫曼收了一个积极热情的18岁研究生，这就是柏琴。

柏琴在自家庭院角落的一间小屋里夜以继日地进行实验，连节假日也不休息。他从煤焦油中制取了一种苯的化合物叫甲苯胺，想使它再通过一些化学变化变成奎宁，但失败却接踵而至。

于是，他又从煤焦油的另一个成份——苯胺盐想办法。在合成的最后阶段加重铬酸钾进行氧化时，他没有得到所希望的白色奎宁结晶，却得到了一种黑色的粘稠液体！

柏琴没有灰心丧气，他想看看这种黑色沉淀物到底是什么。于是，他向瓶子里加了点酒精。顿时，黑色液体沉淀溶解成了鲜艳的紫红色。这一来，更证明它不含奎宁。

试验失败了，但聪明的柏琴却注意到，那鲜艳漂亮的紫红色。他想：能不能用它来作染料呢？于是，柏琴拿块布片放进去进行试验。结果，布片被染成了同样的色彩，而且美观鲜艳，这就是第一种合成染料——苯胺紫。

柏琴获得合成染料的发明专利后，就说服他的父亲，在哈罗附近建起了一个印染厂。经过改进，生产出一种淡紫色染料，深受女士们的欢迎。就连当时的英国女王维多利亚也非常喜欢这种颜色。有一次她穿了这种颜色的裙子出席一个集会，很快产生了强烈的广告效应，人们竞相模仿，风靡一时。

柏琴35岁时，就因生产这种染料而成为巨富。后来他不愿再继续经营染料工厂，便重操旧业，开始从事化学研究工作。

苯胺紫的发现极具偶然性，但这一发现却是化学上的一个重大突破，它开辟了新的研究道路，也为化学工业和人类生活增添了光彩。

