

电子图书



信息技术的结晶

人类文明的载体

网络的基本资源

材料的中国之星——陶瓷

陶瓷是我国古代劳动人民的重大发明之一，欧洲人也一向视中国陶瓷为无价之宝，所以，欧洲人把瓷器叫做“China”，久而久之，“China”成了中国的英文名称。

陶瓷是陶器和瓷器的总称。陶瓷的产生和发展是中国灿烂的古代文化的重要组成部分。早在公元前5000年的新石器时代，我们的祖先就开始用普通粘土在很高的温度下烧制陶器，这是一种粗糙简陋的器皿，以后经过不断改进，到新石器时代的晚期，已经能造出比较光滑，质地较坚固而且具有不同颜色的陶器了，但它的缺点是容易渗水。到了奴隶社会的商代，人们已经发明了陶器上釉的技术，使陶器既美观，而且不渗漏，不易被污染。同时，人们已经开始选择比较好的粘土来烧制瓷器了。至此，陶瓷日用品和工艺品的水平不断完善。陶瓷产品最负盛名的当属宜兴和景德镇了。

江苏宜兴，以生产陶器闻名于世。帮助越王勾践灭吴的大夫范蠡，在灭吴以后，带着西施隐居宜兴烧起陶器来，开创了宜兴的陶业，因此，历代制陶艺人都奉范蠡为祖师爷。宜兴的茶壶，曾为许多文人墨客所推崇，当年苏东坡择居宜兴蜀山，特别喜欢用提梁壶饮茶。重感情的陶工为了纪念他，就将这种提梁壶称为“东坡壶”。宜兴被称为“陶都”是当之无愧的。

江西的昌南镇，自汉朝开始烧制白瓷，到宋朝景德年间已盛名中外，从此昌南镇改名为景德镇，作为“瓷都”盛名绵延至今。

普通陶瓷以粘土、石英、长石为重要原料。故又叫三组分陶瓷。

粘土是一种细颗粒的含水铝硅酸盐，当与水混合时产生塑性。尽管各地的粘土，其化学、物理性质各不相同，但共同的特点是具有结晶状的电中心层状结构，从而使其有柔软性、润滑性、易于劈裂等一系列物理性能。陶瓷坯体中，粘土一般要占到45%~60%，其主要作用是为成型提供细颗粒物质和良好的可塑性，并在烧成的过程中使坯体具有一定的强度与耐火性能。

低品位的粘土到处可见。常用于制造陶瓷的是一种以高岭石 $Al_2(Si_2O_5)(OH)_4$ 为主要成分的高级粘土，即高岭土。

制造陶瓷的第二种重要材料是石英。它的分子式是 SiO_2 ，大多以结晶态存在于石英矿中。石英非常硬，不溶于水，高温溶化时为无色透明液体。石英是酸性氧化物，是地球上数量最大的一类矿物。以它为基础的硅酸盐材料是无机非金属材料中最重要的部分。石英在陶瓷中的作用主要是提供坯体耐熔的骨架，使之不在烧成时变形，并且提高陶瓷的机械强度及半透明度。

制造陶瓷的另一重要原料是长石。主要有钾长石 $K(Al_2Si_3)O_8$ ，钠长石 $Na(Al_2Si_3)O_8$ 及钙长石 $Ca(Al_2Si_3)O_8$ 。这些铝硅酸盐在陶瓷中是作为助熔剂的。在未烧成前，可降低可塑性，缩短干燥时间，减少坯体收缩，在烧成时，促进形成玻璃相，降低制品的烧成温度。

普通陶瓷的生产工艺大致相同，主要工序是：泥料制备、成型、干燥、上釉和烧成。

一、泥料制备

由于原料来源不一，制品品种繁多，成型方法各异，所以泥料制备十分复杂。一般制备过程如下：

石英→煅烧
 长石→拣选
 粘土→干燥

破碎→球磨→除铁→过筛→压滤→

炼泥→陈腐→成型

二、成型

成型又叫制坯。它是将泥料拌适量的水，灌注在石膏或金属模具中使之成为制品的生坯。

三、干燥

为了防止在烧成时裂开，生坯要进行干燥，通常在室式或隧道式干燥室内用热空气进行，也可用电热、远红外等进行快速干燥。含水量较大的坯体，在水份蒸发时，会发生较大的收缩，为了避免坯体翘曲或开裂，应小心控制干燥速度。

四、上釉

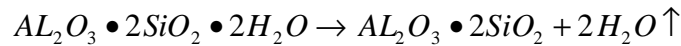
釉涂在陶器或瓷器表面，起着美观、光滑、不渗水等作用。釉是由长石、石英、硼砂、氧化锌调配而成的，其中还掺有少量的金属氧化物如氧化铁、氧化铅、氧化铜等作显色剂。

五、烧成

陶瓷制作的最后一道工序是烧成，坯体在高温过程中发生一系列物理、化学反应，形成一定的物相组成与显微结构，从而使陶瓷具有所需要的机械、电、热等性能。

烧制时发生的物理和化学变化主要为脱水、分解和氧化。用化学方程式表示：

脱水：



分解：



烧成：



另外，还发生了重量、体积、颜色、强度、硬度和形状等物理变化。经过高温烧制的坯体还要放在窑里让它渐渐冷却，到 80 时开始出窑，取出来的就是美观、坚固的陶瓷品了。

陶瓷是最古老的硅酸盐材料。精致的中国陶瓷制品，至今仍然吸引着世界各地的客商。随着科学技术的发展，具有特殊优异性能的现代陶瓷材料也飞速发展起来，并且已被非常广泛的应用，被人们誉为永不凋谢的材料之花。

陶瓷经过特殊的“极化”处理后，它在机械力、光能的作用下，能把它们转变成电能，在电场作用下，又能把电能转变为机械能。这种特殊的功能叫做“压电效应”，具有这种压电效应的陶瓷叫压电陶瓷。核试验员带上用透明压电陶瓷做成的特殊目镜，带来了很大的方便。原子弹爆炸，当核闪光

强度达到危险程度时，由于光的作用护目镜的控制装置马上就把它转变成瞬时高电压，防护镜自动地迅速变暗，在千分之一秒钟里，能把光强度减弱到只有万分之一，险情过后，它还能自动复原，不影响驾驶员的视力。这种压电陶瓷护目镜结构简单，重不过几十克，只有火柴盒那么大，安装在防核护目头盔上携带十分方便。

新型陶瓷的种类有很多，如具有气敏、热、电、磁、声、光等功能互相转换特性的各种“功能陶瓷”，用于人或动物肌体，具有特殊生理功能的“生物陶瓷”等等。下面再介绍一种十分有趣的陶瓷——“啤酒陶瓷”。

说起“啤酒陶瓷”的出世，还有一个非常有趣的故事。美国化学家哈纳·克劳斯在研究一种用于导航容器的材料配方时，无意中错把身旁的一杯啤酒当作蒸馏水倒入一个盛有石膏粉、粘土以及几种其他化学药品的烧杯中，然而，正是由于这个“无意之中”的举动导致了啤酒陶瓷的问世。这一杯啤酒一倒入烧杯中，就出现了意想不到的奇特现象，烧杯中的那些混合物立即产生了很多泡沫，体积突然膨胀了约两倍，不到30秒就成了硬坯。这次偶然制成的啤酒陶瓷居然是一种具有很多优良特性的泡沫陶瓷，这是谁也没有料到的。这种后来被人称作“啤酒石”的陶瓷具有釉光、重量轻、无毒、防火性能好等特点。由于啤酒石形成时固化速度快，并有那么多优良特性，它将在增强运载工具的绝热性能、安全储存核废物以及在包装业、汽车制造业、农业等方面具有很高的应用价值和商业价值。一些专家认为，啤酒石最重要的用途之一是储存核废料。大家知道，核废物如储存不当，会对环境造成非常有害的核污染。当前处理核废物较大的问题是容器，传统的方法是用防锈、不漏气的钢鼓储存，容器的内壁常用一种塑料作为防护套。但是，一旦粘结剂失效，就会发生泄漏，由于啤酒陶瓷具有自行上釉的特性，所以可将其喷在新钢鼓的内表面，或旧钢鼓的外表面，形成啤酒陶瓷釉，成为一个不破裂、不泄漏的防护套，这样就可安全地储存核废物了。

透明的世界——玻璃

我们的生活，好比一幅宏大美丽的画卷，五彩缤纷、瑰丽多姿。我们就生活在这幅美丽的画卷中，心情舒畅，同时又不无自豪，因为，这个世界是我们人类自己的杰作。

在生活中，我们常常看见各种布置精巧的橱窗，这不，前面便又是一个。不过，这可不是一般的橱窗。你瞧，一个透明的台柜，上面铺着蓝色的天鹅绒，几件形象奇特的、透明的艺术品，巧妙地陈列在一盏台灯的周围。台灯是一体七色的，七种柔和的光，从灯罩里挥洒而出，映着这些透明的珍奇，更是显得晶莹摧灿，光彩夺目。台柜旁边是一架精巧的透明的茶几，上面陈列着几套各式各样的透明的杯盏。一只形状奇特的高脚杯，盛放着一杯鸡尾酒似的彩色液体放在一旁，那界限分明的色彩，盈盈欲滴，好像要飞泻而出似的。

毫无疑问，这是一个玻璃制品的橱窗了。不过，它将各种奇异形状的玻璃器具与各种色彩如此巧妙地布置在一起，不由得令我们对这个透明的世界刮目相看。在我们日常生活中，玻璃可以说是司空见惯的。我们一睁眼，首先映入眼帘的便是从窗户上倾泻进来的明亮的光线；我们一想喝点什么，无意中拿的便是一只透明的杯子；书桌上有几件小巧的玻璃工艺品，还有透出

柔和的光线的台灯；当我们到实验室里后，各式各样的玻璃仪器便开始垂首候命。还有，我们鼻子上的玻璃眼镜，科学家们用的显微镜，天文学家们将遥远的星球拉到我们的视野里的望远镜，它们关键的部分——镜片便也是由玻璃制成。玻璃，以它良好的透明的性能，一定的机械强度，方便的加工工艺，美观的各式造型，以及低廉的工业成本，越来越深入到我们的生活画卷之中，为我们美好的生活增添了神奇的透明的美景。

其实，在古代的埃及就已经有了玻璃制品，玻璃珠一直是埃及当时的高贵装饰品。考古学家在埃及的古墓中发掘出的一颗最早的玻璃珠它的年龄有五千五百岁，它就是埃及玻璃的见证。

在我国的考古文献中，也曾介绍西周（距今三千多年）的白色穿孔玻璃珠，以及战国时期的彩色料珠等。它们是在河南、湖南、山西等地古墓发掘中得到的珍品。

考古学家找到了古代的玻璃制品，但玻璃是怎样发明的，谁也没有找到答案。可是我们谁都会从心里敬佩那些无名的匠师，因为玻璃的发明，为人类文明的发展做出了极其伟大的贡献。

公元一世纪初，古罗马把原料放在窑里熔炼，温度大大提高了，熔制的玻璃液已从不透明变成透明的。他们用吹管把玻璃液吹制成各种形状的玻璃制品，如美丽精巧的药瓶，风格别致的酒杯和宝石般的装饰品。玻璃技术的发展，记录了罗马的文明。

到了中世纪时期，意大利的威尼斯成了玻璃业的中心。威尼斯玻璃制品样式新颖、别具一格，因而畅销全欧乃至世界各地。威尼斯玻璃业有八百多年的历史。十五世纪到十七世纪为鼎盛时期。当时，威尼斯玻璃艺术品跃为世界之冠。但威尼斯玻璃工匠的秘密，很快传到法国、德国、英国，到十七世纪，玻璃厂已经遍及世界许多地区。

由于威尼斯追求玻璃制品的华丽外表，造成其制品过于笨重，渐渐失去了原来的简易、轻便、朴素、雅致的风格，到十八世纪末，威尼斯玻璃业走向了反面，从顶峰上跌落了下来，玻璃制品的皇冠被捷克夺去。此外，俄国的艺术玻璃制品从十七世纪以来，也闻名于世。

但是，无论是威尼斯还是捷克，当时都没有采用机器生产，各种各样的玻璃制品，都是在能工巧匠的双手中诞生的。而简单的手工劳动已经无法满足人们的需要。随着工业革命的兴起和发展，到十九世纪时出现了把玻璃拉成空心圆筒的机器。筒子拉成后，节成小段，再剪成薄板。后来，比利时的发明家弗克设计出一种拉板机，经几十年的改进，发展成引上机，平板玻璃才开始大量生产。

目前，玻璃工业已逐步实现了机械化、自动化生产线，如平板玻璃、玻璃容器、灯壳、电子管、显象管等均已采用了自动化。

现代化玻璃生产，单凭眼力是无法控制的。电子计算机的推广，为玻璃工业自动化开辟了广阔的前程。现在，玻璃工人坐在自动控制室即可对生产过程了如指掌，而不必再像以前那样，奔走在炉旁车间，忍受高温的袭击。

今天世界上的玻璃制品种类繁多，从实验室的试管、烧杯、烧瓶，到化工厂的管道、塔柱设备；从体温计、注射器，到X射线管、荧光屏、红外灯、紫外灯；从揭开星空之谜的天文望远镜，到识破微生物行踪的显微镜；从耐热玻璃到防弹、防辐射玻璃；从玻璃纤维到光导纤维；还有许许多多特种玻璃、电光玻璃、声光玻璃、变色玻璃、微孔玻璃等等，可以说，离开了玻璃，

现代科学技术的发展是不能设想的。

步入工业化时代，人们十分重视居住地和办公楼的隔音、绝热、避震、耐光及防盗。现代化高楼大厦的正面均安装着巨大的反光玻璃。这种玻璃虽然很薄，但由于材料纯净且具有经过精确计算的内预应力，故能经受住特大风压、厚重积雪及其他外力，其表面上的防风雨涂层则能防止热辐射。多层充气玻璃可降低热传导，因此多层充气玻璃可将机场噪声降低到偏僻住所夜间的安静程度。由不同厚度层与层之间充以坚硬塑料薄膜的特种玻璃及其他安全玻璃，既经得起重锤猛敲，亦不怕手枪射击。涂有透明软稠物质的3层玻璃具有防火性质，火焰喷在其上，软稠物质便泛起泡沫，使这种玻璃成为不易燃烧的材料。

通过实验证明，在硼硅玻璃大容器里发酵葡萄酒远优于使用传统木桶酿制的葡萄酒，因为玻璃容器内发酵后的葡萄酒不再氧化，故味道更为醇香可口。

内科医生通过光导纤维可观察病人胃部。外科大夫则多采用玻璃陶瓷制品取代因事故或疾病而损坏的骨头、关节、牙齿或中耳听骨等。这种材料不但不影响活的人体组织，而且还能与这些组织长在一起。

科学家们从基本粒子运动轨迹的形状及彼此碰撞后和相互作用过程认识到：有些粒子虽然不带电且极微小，但富有能量，可无阻挡地击穿厚层材料，然而它们却无法穿越厚实的富铅玻璃。用富铅玻璃可以制作“原子放大镜”。还可以应用于其他科研领域，如防辐射玻璃，用于观察核反应堆的“热槽”或在原子炉内布接电线。上述玻璃是无源的，即只能防止原子微粒击穿及阻遏放射性辐射。

60年代以来，科学家们开始对自身可以产生连锁反应的激活玻璃进行试验。这种以激光玻璃闻名的玻璃含有的微量钕、磷酸氟或其他物质，可产生能量极大的光，在几千亿分之一秒内可以将一个结冰的重氢小球的密度增大一万倍，同时使其温度上升到1亿摄氏度，研究人员进行这种实验，旨在寻求新的能源。

随着科技的发展，各种新型玻璃将不断出现，它将渗透到一切领域中去，帮助我们攻克前进道路上的一个个障碍，攀登科学的峰巅。玻璃，是一种透明的无定形体，质硬但“碰”不得，一碰即碎。不过，玻璃家族是一个庞大的集体，玻璃纤维就是一种与玻璃有着紧密关系的新材料。

有这样一家纺织厂，它的原料是石灰石、纯碱与砂子，织出的布，像绸缎一样柔软光亮，不怕虫咬，也不怕酸碱的腐蚀，即使放在火中也烧不起来，这就是用制玻璃的原料纺出来的玻璃纤维，织出来的正是玻璃布。用一根手指粗细的玻璃纤维编织的绳子，可以将一辆满载的解放牌卡车吊起来，玻璃纤维的抗拉强度比普通钢丝还要大一倍。玻璃布耐酸碱腐蚀，在化工厂里特别受欢迎。用玻璃布做的吸尘袋比棉布耐用二十多倍。原先过滤腐蚀液的过滤布是用毛料做的，现今都已改用玻璃布，用玻璃布还可制成防火衣。穿上这种衣服，可以在几百度的高温下工作，它比石棉衣服更轻巧。由于玻璃布耐热、轻巧，连宇宙航行员的服装也是用涂有聚四氟乙烯的玻璃布制成的。

大家都知道，水泥块耐压，钢材耐拉。用钢材作筋骨，水泥砂石作肌肉，让它们凝成一体，互相取长补短，变得坚强无比——这就是钢筋混凝土。同样，用玻璃纤维作筋骨，用合成树脂作肌肉，让它们凝成一体，制成的材料，其抗强度可与钢材相媲美——因此得名叫玻璃钢。玻璃钢是近三十多年来发

展迅速的一种复合材料。玻璃纤维产量的 70% 都是用来制玻璃钢。玻璃钢坚韧，比钢材轻得多。喷气式飞机上用它作油箱和管道，可减轻飞机重量。登上月球的宇航员，他们身上背的微型氧气瓶，也是用玻璃钢制成的，玻璃钢加工容易，不锈不烂，不需油漆。我国已广泛采用玻璃钢制造各种小型汽艇、救生艇及游艇，节约了不少钢材。玻璃钢无磁性，不阻挡电磁波通过。用它来做导弹的雷达罩，既不阻挡雷达的“视线”，又起到防护作用。

材料科学的骄子——光导纤维

1870 年著名物理学家了达尔曾做过一次有趣的现场表演。他的实验是在暗室里做的：一股水流从容器侧壁的小孔中流出，在对称的另一侧，对着流水孔进行照明，从孔中流出的水在流动中几乎处处都在发光。原来直线传播的光竟沿着这股弯曲的水流闪动。那些在现场观看表演的人，都为之震惊；有的瞪大了双眼反复思考，有的揉揉双眼再验证一下自己是否看清了。的确，在场的人们认为沿直线传播的光现在却真的弯曲了。这个事实证明，光由折射率大的水进入折射率小的空气中时，能在两种折射率相差较大的物质界面上产生全反射，即光不进入折射率小的空气，而全部反射回折射率大的水中。科学家应用这一原理成功地利用玻璃纤维模拟了这股水流，作为传导光信号的介质。这种玻璃纤维就叫做光导纤维。用普通玻璃拉制成的纤维，光只传播 15 厘米，强度就衰减一半；改用高级光学玻璃，传播距离也只有 5 米左右。而光导纤维用来通信时，光要在其中传播数十万米甚至更远。那么，光导纤维是什么样的材料做的呢？1966 年英籍华人科学家高锟博士发表论文指出：精心除掉杂质的石英玻璃应是极其透明的。该论文发表四年后，美国的康宁公司就制成石英玻璃拉制的光导纤维，光在纤维中传播衰减一半的距离为 150 米，仍然距实用程度有很大的差距，但这无疑是光导纤维的开始。

光导纤维是双重构造，核心部分是高折射率玻璃，表层部分是低折射率的玻璃或塑料，光在核心部分传播，并在表层交界处不断进行全反射，沿“之”字形向前传播。这种纤维比头发丝还细，这样细的纤维要有折射率截然不同的双重结构分布，是一个非常惊人的技术。各国科学家经过多年努力，创造了“内附着法”、“MCVD 法”、“VAD 法”等，制成了超高纯石英玻璃，特制成的光导纤维传播光的效率有了非常明显的提高。现在较好的光导纤维，其光传播损耗每公里只有零点二分贝；也就是说传播一公里后只损耗 4.5%。

那么，光纤通信是怎样进行的呢？光纤通信是先把声音转换成能代表声音变化的电信号，然后把它放大，再用这经过放大的电信号来控制激光器发光，使激光器发出来的激光的亮度也随着代表声音的电信号来变化。这样，激光器就把代表声音的电信号转换成相应的光信号。通过光导纤维传送到接收的那一头以后，由于接收设备里有一个对光非常敏感的光电管，可以把接收来的光信号转换成电信号。这样，代表声音的光信号就被转换回来，再放大以便送到听筒引起膜振动，就能听到跟发送端一样的声音了。

近十几年来，光纤通信发展得很快，世界上很多国家都在大力发展光纤通信。这主要是因为光纤通信有许多优点。它所用的线路又细又轻。一根光纤的直径口比头发丝稍微粗一点，一公里长也不过 100 克重。为了保护光导纤维不被拉断同时使之抗拉又抗弯，在制作光导纤维时，还在它的表面加上

“外衣”。如果是多根光导纤维组成的光缆，还要跟抗拉的钢丝和塑料填充料组合在一起，外面再套上厚塑料皮。即使如此，这种光缆也比普通电缆轻多了，同时使运输和铺设线路都很方便。

光纤通信的第二个优点是可以节约大量的有色金属。比如，生产 1000 千米长的光导纤维只需几十千克的超高纯石英玻璃。而制造 1000 千米长的同轴电缆，却需用 50 万千克的铜，200 万千克的铝，而且石英的原料在地球上储量极为丰富。

光纤通信的第三个优点是通信容量大。将来一对光纤通信可以通上百万路电话。光纤通信的容量所以会这么大，主要是因为光纤通信是利用近红外光来传送信息的。近红外光的频率是几十万亿赫芝，比同轴电缆里的载波频率高几十万倍。

光纤通信的第四个优点是通信距离远。目前，1800 路同轴电缆的中继距离是 6 公里左右，而 1920 路光缆的中继距离一般都在 12 公里以上，因此，在建设长途通信线路时，就可以少建很多中继站，节省很多费用。

光纤通信的第五个优点是抗电磁干扰能力强。光导纤维是石英玻璃丝，里面传送的是光信号，这样，就是把它平行铺设在高压电线和电气铁路附近，也不会像金属电缆那样受到电磁干扰。另外，信号在远距离传输过程中，噪声不会积累。所以，光纤通信除了可以在邮电通信部门使用外，还适合在铁道、电子等部门使用。

随着科学技术的不断发展，光导纤维的应用将愈来愈广泛。1993 年 9 月，美国政府宣布“国家信息基础设施计划”，正式提出了建设全国性信息高速公路的宏伟设想，由副总统戈尔主持这一跨世纪工程。

这条“信息高速公路”，主要的建筑材料不是水泥、沙子、钢铁，而是光导纤维线缆。在这种光导纤维通信线缆结成的“公路网络”内，私人电脑为“汽车”，五花八门的计算机软件当“汽油”，便能使人们探索各种各样的奇迹。这种信息高速公路，将使信息工业发生“革命性变化”，再一次改变人们的生活方式。

现在，你要上班得开车上高速公路进城到办公室，将来，你可以在远离闹市的家里，手执计算机鼠标器，“开着”计算机通过“信息高速公路”到几十里、几百里乃至几千几万里之外的“办公室”上班。

现在，你要驱车上高速公路到离家几十公里的“十里商场”购物中心去选购东西，将来，你要选择的商品会通过信息高速公路十分清晰地出现在你的私人电脑荧光屏上，规格、产地、质料、价格、厂家等等一切资料应有尽有，通过计算机、信用卡，便可立即付款购买你需要的货物，一两天内，就会有人送货上门。

如果你不想出去开会、上学或到电影院看电影，信息高速公路可把会场、学校、电影院“搬”到你家来。

你要看报纸，呈现在荧光屏上的不只是文字，还有声音。图像，如果你只对国际金融方面的报道有兴趣，电脑可把信息库里最新的国际金融报道搜索出来，为你编成电子报纸，并可用激光打印机编排打印出来，供你慢慢研究。

这一切，在昨天还只不过是一场美丽的梦想，很快就会变成现实。

这一切，都得归功于材料科学的骄子——光导纤维。

半导体

1906年真空三极管的发明，为本世纪上半叶无线电和电话的发展奠定了基础。但真空管的运用有一定的局限性，如由于真空管内电子从阴极射出是热致蒸发的，因而真空管需要消耗相当大的电能，同时电能所产生的热又在很大程度上限制了真空管的工作寿命。因此，一般商用系统最多只能包括几百个真空管，不然系统就不能可靠地工作。

因此，为了能够制造更为复杂的电路，就需要有一种新的元器件来代替真空管。1948年发明了半导体晶体管，它的出现成为本世纪下半叶世界科技发展的基础。这种半导体晶体管由于毋需加热，其功耗只有真空管的百万分之一，而且可靠性高，转换速度快，功能多样，尺寸又小，因而成为当时出现的数字计算机的理想器件，并很快在无线电技术和军事上获得广泛应用。随着50年代计算机和晶体管的发展，对电子材料需求越来越高，就又进一步促进了半导体材料本身的发展。

半导体材料在目前的电子工业和微电子工业中主要用来制作晶体管、集成电路、固态激光器等器件。

目前科学家们已经发现的半导体材料种类很多，并且正在不断开拓他们的应用领域。但是在目前的电子工业中使用的半导体材料主要还是硅。硅是单一的元素半导体，它的机械强度高，结晶性好，自然界中储量丰富，成本低，并且可以拉制出大尺寸的完整单晶。目前它是制造大规模集成电路最关键的材料。因此，可以说，硅是大规模集成电路的基石。

我们现在常见的晶体管有两种，即双极型晶体管和场效应晶体管，它们都是电子计算机的关键器件，前者是计算机中央处理装置（即对数据进行操作部分）的基本单元，后者是计算机存储器的基本单元。两种晶体管的性能在很大程度上均依赖于原始硅晶体的质量。

就目前来说，单晶硅是人工能获得的最纯、最完整的晶体材料。它的纯度、完整性、均匀性以及直径尺寸是衡量单晶硅质量及可达到功能的指标。

单晶硅的制作普遍采用提拉法，该法可以生长出比较均匀、无缺陷的硅单晶体。目前，利用提拉法可以生长出直径约为150毫米的优质硅单晶，不久的将来直径可望达200毫米。更大直径的、均匀无缺陷的硅单晶的制备是难以实现的。这是由于重力的影响，熔融硅中存在的温度差和浓度差会导致有害液体流动，进而导致所制备的硅单晶不均匀。现在人们正在考虑利用空间站，在太空无重力或微重力的条件下制备大的优质硅单晶。

现在具有广泛用途的半导体集成电路是利用一系列集成化工艺，在半导体材料的局部区域形成所谓施主或受主型微区，然后在一定范围内从外部控制电子运动以实现不同的电路功能。

在用上面所介绍的方法生长出晶体以后，下面的工作是将其切割成片并抛光，制成“晶片”。晶片要求表面非常光滑，表面上各点的高度差小于十亿分之一米。然后再通过几十道工序过程（这些工序通常是在超净环境中进行的），在硅晶片上集成许许多多的晶体管或其他元件。这样的晶片制成后又被切割成许多芯片，每个芯片就可包含多至上百万个晶体管。随后，将芯片装在陶瓷封装壳中，便构成了具有特殊电路功能的集成块。这种利用集成化工艺制成的集成块里包含了晶体管、电阻、电容以及它们之间连线的电路网络。这些元器件全都制作在一块半导体硅的芯片上。因此，要提高半导体芯

片上元器件的集成度，晶体管的小型化具有决定性的意义。只有晶体管尺寸缩小，电子系统才可以做得更小，成本更低，而且晶体管越小，其开关速度越快，这对计算机工业具有极为重要的意义。

目前，晶体管的小型化的速度十分惊人。在过去 30 年中，集成电路的最小特征尺寸（线宽）已显著减小。60 年代典型的线宽为 10 微米，即十万分之一米，每个芯片上的晶体管或其他元件数约为 100 个。到了 80 年代，典型线宽为 1 微米，大约相当于人的头发丝直径的 1/75。目前，线宽已能达到 0.5 微米或更小，在一根头发丝般粗细的面积上可制出成百上千个晶体管。

要将这样的微细结构的图形在半导体芯片上刻蚀出来，采用通常的刻蚀方法已不可能，必须采用其他专门的措施。目前人们设想了三种解决办法。一是利用高能电子束代替光束，这种电子束的波长为原子直径的几分之一。正是这一方法，使制造半微米线宽的芯片成为可能。另一方法是采用波长极短的 X 射线代替光束，这种 X 射线由同步加速器产生。第三种方法是等离子体刻蚀技术。现在正在发展之中。

尽管在可见的将来硅单晶仍是电子工业主选材料，但目前世界上一些发达国家正围绕化合物半导体砷化镓大力开展研究。科学家预料，砷化镓很可能成为继硅之后第二种重要的半导体电子材料。这是因为，根据量子力学原理，砷化镓中电子的有效质量仅为自由电子质量的 1/15（硅中电子的有效质量为自由电子质量的 1/15）。正因为其中电子的有效质量小，因而电子在砷化镓中的运动速度就比在硅中快。根据理论计算表明，用砷化镓制成的晶体管开关速度，比硅晶体管的开关速度快 1~4 倍。因此用这样的晶体管可以制造出速度更快、功能更强的计算机。同时，砷化镓中电子速度更快这一事实，也使制造用于高频通信信号的放大器成为可能。再者，根据砷化镓的电子结构特征，砷化镓中的电子激发后释放能量是以发光的形式进行的，因而可以用它来制作半导体激光器和光探测器。

砷化镓只是化学元素周期表中第 III 族和第 V 族元素构成的化合物半导体中的一种。利用不同的第 III 族元素，如镓、铝、铟，与不同的第 V 族元素，如磷、砷、锑，可以组合成不同的半导体材料。这一大类半导体统称为 III-V 族化合物半导体。把不同比例 III 族和 V 族元素组合起来，可以改变材料的电学光学性能，以适应特定器件的需要。

但是与元素半导体硅相比，砷化镓的应用目前受到很大限制。因为还有许多问题有待解决。镓和砷是两种化学性质不同的元素，要确定砷化镓化合物的表面特性是很困难，要寻找一种用来与半导体接触的合适的材料也相当困难，另外消除砷化镓的结构缺陷和化学缺陷也不容易。虽然 III-V 族化合物半导体已获部分应用，但要使砷化镓和其他 III-V 族化合物半导体获得更广泛的应用必须解决上述问题。此外，即使所有的技术问题都已解决，器件小型化的过程依然要继续进行下去，只是所用的材料与硅不同而已。

我国的科技工作者在砷化镓的研究中已经做了大量的工作，其中，在人造卫星上利用微重力条件进行砷化镓单晶的生长，已取得了令人鼓舞的结果。

目前，利用高真空技术沉积生长超薄层材料和超晶体材料，为了半导体材料的研究、制备以及半导体器件的制作开辟了新天地。这些材料不仅拓宽了硅技术的适用面，大大扩大了器件的应用范围，也极大地提高了器件的性能。就 III-V 族化合物的半导体材料与器件的制取来说，一种特别有希望的

方法和异质外延法，即在晶体衬底上一层叠一层地生长出不同材料的薄膜来。这样生长出来的材料叫超晶体材料。所谓超晶体，就是指由两种不同的半导体薄层交替排列所组成的周期列阵。

生长外延膜的三种主要方法是分子束外延法、化学气相沉积法和液相外延法。分子束外延是把一束或多束加热了的原子或分子对准保持在高真空中的衬底射出，从而在衬底上生长出薄膜层。近年来，结合分子束外延和金属有机化学气相沉积技术的优点，又发展了化学束外延技术。液相外延是通过把含有所需的两种元素、且已加势的溶液加以冷却，使其在衬底上生长出薄膜。相比之下，分子束外延对薄膜沉积的控制可能是最有效的，金属有机化学气相沉积可望较快地用于生产。

人们利用分子束外延等超薄膜制备方法，已经制备出镓铝砷/镓砷、锗-硅/硅等超晶体材料。目前，这一领域的研究极为活跃，因为它不仅是制备超薄膜材料的关键技术，也是制备半导体光电子学、光子学材料和器件的关键技术，各国都投入大量人力物力财力开展研究。

利用半导体超晶格多层结构制备“弹道晶体管”和“高电子迁移率晶体管”也是近年来人们感兴趣的研究课题。对弹道晶体管在设计上的考虑是，让电子在垂直或平行于薄膜平面的方向上作弹道运动，这样制作的晶体管具有快速和十分紧凑的特点。对高电子迁移率晶体管在设计上的考虑是，通过调整超晶体各层的成分和结构，使载流子从有缺陷层进入晶格完美层，在该完美层中，迁移率大的电子高度集中，因而可提高器件的开关速度。此外，使电子器件在低温下工作，以提高器件性能的工作也在探索之中；利用超导体制作晶体管也在进行尝试。“生物芯片”技术已引起人们的注意，但目前对“生物芯片”尚无确切定义，它可能包括用有机分子（即含碳分子）、或用生物及类生物分子作芯片，也可能指材料功能类似于某些天然有机物芯片。

大厦的基石——混凝土

在历史上，浙江杭州湾的钱塘江海潮，既是当地一大奇观，也是当地的一大隐患。传说公元9世纪初，吴越王钱镠为保护钱塘江沿岸百姓不再受海潮的袭击，便沿着江岸筑起一条长堤。可长堤经不住浪潮的日夜冲击，几经决堤倒塌。钱镠勃然大怒，命令手下的几百个强壮士兵，用弓箭射住潮头，最后潮头被射退了，长堤也建筑成功了。

真的是弓箭吓退了浪潮吗？其实浪潮所以能被制服，是因为在建筑长堤时，用竹编成笼，里面填满石块，然后把这些竹笼堆叠起来，再用木桩粘土夯实，筑成了一条坚固的长堤，挡住了浪潮的冲击。钱镠筑起的长堤，可以说是我国古代最早开始运用的原始混凝土。

18世纪中叶，英国的工业迅速崛起，海上交通也格外繁忙起来。1774年，工程师斯密顿奉命在英吉利海峡筑起一座灯塔，为过往船只导航引路。

面对汹涌咆哮的海面，斯密顿难住了。按传统方法，在水下用石灰砂浆砌砖。灰浆一见水就成了稀汤。用石头沉入海中，又被海浪冲击得杳无踪影。经过无数次的实验，他用石灰石、粘土、砂子和铁渣等经过锻烧、粉碎并用水调和，注入水中。这种混和料在水中不但没有被冲稀，反而越来越牢固。这样，他终于在英吉利海峡筑起了第一个航标灯塔。

在斯密顿的成功启发下，英国建筑师亚斯普丁把粘土用石灰石混和加以煅烧后，磨成细粉，再用水进行调稀，制出了在地上干后不裂，在水中异常坚硬的材料。这种产品硬化后的颜色和强度同波特兰地方出产的石材相近，因而取名为“波特兰水泥”。亚斯普丁因此在1824年获得了这项专利。“水泥”这个名称便由此沿用下来。

水泥具有水硬性，粉状水泥与水混合后，跟水发生作用，生成水泥浆，在开始一小时内，水泥的颗粒被一层胶质所包裹着。这一层胶质由硅酸钙与水形成，这个过程叫做水合作用。正是由于胶层的联结，水泥颗粒才形成一个较弱的键合网，水泥在4小时之后才能达到真正的硬化，这时就有大量的纤维从胶层中“生长”出来。它们最终生成极细且密的纤维，像豪猪或海胆的刺那样，从水泥的每一颗粒向外伸展。这些“刺”是水泥和水之间作用的产物，它是由内空的细管组成。随着纤维的变长，这些“刺”也逐渐联结在一起，从而增大了水泥的强度。

普通水泥在最初的数日或数周内，初步发生硬化。但其强度在数日或数年的漫长时间里，依然继续增加。事实上，水合作用过程通常不会完结。就是说，并不是所有的水泥都跟水发生作用。若干年后，仍可在坚硬的水泥中发现大量未反应的水泥，这是非常普遍的现象。如果将硬化了的水泥重新磨碎，并将它与水混和，发现它会产生第二次硬化。

1861年，法国工程师克瓦涅接受了建造拦水大坝的任务。这种跨度大还须经得起压力和冲击力的大坝，光用水泥已经难以支撑。

克瓦涅一门心思要攻克这一难题。他密切地注视着周围的一切。一天，他夫人为他烹制了一条美味的鱼，他边吃边思考着拦水大坝的事情。他面对一条剔除鱼肉的鱼的骨骼发生了兴趣。突然一个奇妙的想法在头脑中闪过：能不能仿照动物体给水泥加骨头。于是他用钢筋按一定要求扎好，将水泥和砂石进行水拌和之后，灌入模板的钢筋四周并捣实。产品经过反复试验，证明是一种既耐重压又耐拉伸的经久耐用的优良建筑材料。克瓦涅把这种混合物风趣地称为“混凝土”。就这样，一座以混凝土为建筑材料的拦河大堤横卧在大河上，成为建筑史上的一座不朽丰碑。“混凝土”的出现，可以说是建筑史上的一场革命。它使现代建筑摆脱了砖木石的基本结构模式。

本世纪二十年代，美国政府为了炫耀实力，于1929年10月决定建造一座102层高的“帝国大厦”，富有科学预见的建筑师们大胆地采用“混凝土”结构。一年零八个月之后，帝国大厦竣工。远远看去，俨然像一根电线杆子直插云霄。住在大厦周围的许多人担惊受怕：万一这摩天大楼被风吹倒，或者自身摇摆而折断怎么办？1945年7月28日早晨，住在大厦附近的人更是乱作一团。那时正值大雾天气，一架B—25型轰炸机迷失了方向，撞在大厦第79层上，随着一声巨响，不少人以为大厦倒塌下来，争先恐后往外跑。然而，这次相撞的结果是：飞机碎了，大厦并没有倒，只是第79层的一道边梁和部分楼板被撞坏。钢筋水泥建筑物从此更是名声大震。

从此，各种建筑物的造型可以通过浇注方法完成，它的形态各异，不仅有“火柴盒式”、转顶式，而且还有扇贝式，抛物线形等等，街道两边的宾馆、商厦、写字楼等等高低错落，使各大都市展现出前所未有的雄姿。

混凝土，成了当今世界各城市大厦的基石。

钢铁是怎样炼成的

在所有的金属材料中，钢铁是人类最早使用的金属之一。早在三千年前，人类已经会开采铁矿，并且发明了炼铁的方法。我国也是早期发明炼铁的国家之一。

古代人民炼铁用的原料是铁矿石，因它的颜色是红棕色的，古代人民把它叫做红棕色的石头。古代人民虽然不懂得炼铁的化学原理，但他们知道炼铁需要很高的温度。当时炼铁用的燃料是木材和木炭，到了汉代开始用煤。

当时炼铁用的炉子非常简单，炉身一般是用石头和粘土砌成的，呈圆筒形，在炉旁有一个风箱。最初是用人或马来拉动风箱的，到了汉代发明了水排，才利用水力来鼓风，以提高炉内的燃烧温度。

在炼铁时，把铁矿石和木炭一层间一层地从炉子上面加进去。生火后，用风箱把空气压送到炉子里去，木炭就旺盛地燃烧起来，产生很高的温度。这时铁矿石熔化，三氧化二铁被木炭燃烧时生成的一氧化碳还原，还原出来的铁在 1200 ~ 1300 的高温下熔化成铁水，从炉腰间的一个小孔流出，这样就炼出了生铁。我们的祖先在当时已经掌握了完全合乎现代科学原理的炼铁技术。

钢铁是一个庞大的集团，其应用之广、产量之大，都无愧于金属世界的冠军。各种机器、农具、汽车、火车、坦克以及许多日常生活用品的制造，都离不开钢铁。

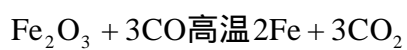
钢铁是铁与钢的总称，实际上，铁矿石在高炉中经过冶炼得到的生铁，在炼钢炉中经过进一步冶炼，才得到钢。

在炼铁厂里，有个高达 100 多米，容积达 4000 多立方米的庞然大物就是赫赫有名的炼铁高炉。它的外形像一个大圆筒，中间大，两头稍小。炉身的外面包着钢壳，里面砌有耐火砖。高炉每昼夜要吞进上千吨的铁矿石、焦炭和石灰石等原料。这么多的原料，要举到几十层楼高的高炉炉顶上放进炉内，可不是一件易事。不过，在现代化的炼铁厂里，装料操作完全是机械化和自动化的。从矿山来的一列列火车。装载着铁矿石和石灰石；从炼焦厂来的运焦车，装载着一罐罐的焦炭，它们由自动给料器送入料车，满载原料的料车，由输送轨道跑到炉顶。料车到达炉顶后自动地下料，将原料送入炉内。接着，空车再沿轨道跑下来，并且当高炉缺料时，料车就会自己跑上来送料。

炼铁原料装入高炉以后，慢慢地不断由上向下移动。炉身内径逐渐向下扩大是为了便于炉料向下移动，使它们容易跟上升的气体接触。炉子下部的焦炭遇到了鼓入的热空气，就跟空气里的氧气化合，生成二氧化碳。二氧化碳气体上升，被炽热的焦炭还原成一氧化碳。



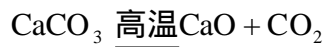
生成的一氧化碳再向上升，遇到铁矿石的时候就跟三氧化二铁起还原反应：



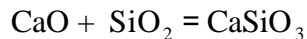
在炼铁过程中除了铁被还原出以外，锰、硅、磷等元素也分别从它们的氧化物里还原出来。在高炉内径最大的部分，还原出来的铁开始跟碳、锰、硅、磷、硫等元素熔合在一起。因此，由高炉炼出来的不是纯铁，而是含有

1.7%以上的碳和少量锰、硅、磷、硫等杂质的铁碳合金，这种合金就是生铁。

加入石灰石是为了除去铁矿石中所含的极难熔化的脉石（主要成分是 SiO_2 ）。石灰石加热到 800 左右开始分解成氧化钙和二氧化碳：



生成的二氧化碳随气流上升，氧化钙跟脉石里的二氧化硅化合生成熔化状态的硅酸钙炉渣。



这样就把难熔的脉石熔化成炉渣而便于除去了，所以我们把石灰石叫做熔剂。

熔化的生铁和炉渣生成后，炉料的体积逐渐缩小，高炉下部的内径也逐渐随着缩小。每隔一定时间，出铁口和出渣口交替打开出渣出铁。当出铁口一打开，其景象极为壮观，刹那间只见红热的铁水飞奔流出，闪着太阳般的光辉，溅起灿烂的铁花。铁就这样在烈火中诞生了。

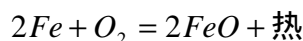
从高炉中炼出了生铁，不直接使用，大部分还要送去炼钢。这主要是因为生铁的性能欠佳，不能满足多方面的需要。生铁硬而脆，耐磨性虽好，但韧性很差，不易加工、铸造，不易焊接，生铁的用途往往只限于制造机床床身、外壳、底座及火炉、铁锅等，连小小的指甲刀也无法用生铁来制造。钢没有生铁那些缺点，它具有良好的韧性、塑性和焊接性，可以锻打、压延、抽丝，易于进行机械加工，钢的用途十分广泛。

生铁与钢的主要成分都是铁，但性能有显著不同。这主要是由于生铁中含碳量偏高，并含有一些不适量的硅、锰、硫、磷等杂质造成的。通常把含碳量高于 2% 的叫生铁，含碳量在 0.03% ~ 2% 的叫钢，含碳量低于 0.03% 的就是热铁。

由生铁炼成钢主要就是降低含碳量并把硅、锰、硫、磷的含量调到适当的范围。工人师傅常把这个过程简单地概括为：降碳、调硅锰、去硫磷。当然，降碳不会是无限制地降，去硫磷也达不到彻底清除的地步。

从炼钢的化学原理来看，跟炼铁的过程恰好相反。炼铁是将氧化铁还原为铁的过程；炼钢则是将生铁中的杂质氧化而除去的过程。那么炼钢时用什么作氧化剂呢？现代采用的氧气顶吹转炉炼钢法，用的是纯氧气。

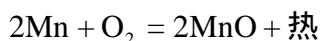
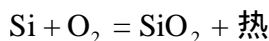
在炼钢过程中，生铁中各元素的氧化都是直接或间接跟氧作用，但是它们不是同时被氧化的。谁先和氧作用，谁后和氧作用，主要决定于它们跟氧结合的能力。铁元素跟氧结合的能力虽然较低，但是铁水里铁的含量远远大于其他元素，所以吹炼时部分铁先被氧化成氧化亚铁，同时放出大量的热。



硅和锰也不甘落后，接着他们从 FeO 中夺取氧而被氧化。



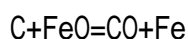
硅和锰在钢水中非常活跃，它们也会跑去直接跟氧化合。



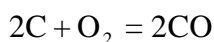
生成的 SiO_2 和 MnO 跟生石灰 (CaO) 结合而进入炉渣。



当硅和锰的氧化接近结束时，反应放出大量的热使炉温迅速上升。当炉中钢水的平均温度超过 1500 时，碳大大地活跃起来，这时它跟氧结合的能力超过了硅、锰与氧的结合能力，因而碳被迅速氧化。



处于活跃状态的碳在钢水中跑来跑去，它也跑去直接跟氧化合。



生成的一氧化碳气体随炉气逸出。一氧化碳上升时对钢水起搅拌作用，使钢水剧烈地沸腾，这样就能使反应加速。所以除去生铁中的部分碳是炼钢中的一个非常重要的环节。

降了碳，调整了硅、锰的含量，下面就是去掉硫和磷了。为什么要除掉硫和磷呢？因为硫和磷是两种有害的杂质元素。硫的存在会使钢产生“热脆性”，即钢在热加工时发生断裂现象。磷的危害则相反，它使钢产生“冷脆性”。磷的“冷脆性”曾是世界上几起疑案的“主犯”。

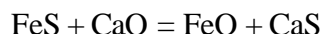
1938年3月14日，比利时的哈塞尔特城被包围在寒冷的气氛中，温度低达零下15度。刺骨的寒风吹到人的脸上如针扎一般疼痛，只有阿尔伯运河的水在欢快地、不知疲倦地流淌着，不时地弹奏出那轻柔悠扬的乐曲。横跨在运河上的阿尔伯钢桥，显得格外雄伟、壮丽，就像是哈塞尔特忠诚的卫士，突然，从桥下传来了惊天动地的金属断裂声，紧接着是桥身剧裂抖动，桥面出现了裂缝。人们惊恐万状，人和车辆争先向桥的两侧奔去……，在不到几分钟的时间内，钢桥折成了几段，坠入河中。

无巧不成书。时隔十六年，也就是1954年寒冬腊月的一天，爱尔兰海面上寒风凛冽，一艘三万两千吨级的英国油轮——“世界协和号”乘风破浪地航行在广阔的海面上。忽然，有个水手气喘嘘嘘地向船长报告：“船长先生，快去看吧，油轮的中部出现了裂缝！”话音未落，一阵刺耳的巨响击破长空，油轮顿时一分为二，许多水手纷纷跳进大海。就这样，油轮上的人还没有来得及用无线电发出求援信号，就和油轮一起葬身波涛汹涌的大海中。

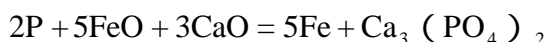
谁是这两起重大事故的肇事者呢？科学家经过深入的研究后宣布：罪魁

祸首是钢铁中的磷！钢铁中磷的含量如果过大，遇冷就会变脆。这两起恶性事故的发生，就是因为钢铁受冻而造成的。因此，在炼钢时要加入造渣剂氧化钙，目的是为了除去铁水中所含磷、硫两种元素。

在铁水中硫以 FeS 的形式存在，它跟生石灰作用，生成硫化钙而进入炉渣：



去磷的总化学方程式是：



生成的磷酸钙也进入炉渣。

炼钢生成的炉渣比钢水轻，它浮在钢水表面上，可以跟钢水分开。

氧化和造渣过程完成后，还会有未反应的氧化亚铁存在，最后还要加入脱氧剂，以除去氧化亚铁，并同时调整硅、锰的含量。若生产某种合金钢，在最后阶段还要加入适量的某种金属，经化验钢样合格时，即可出钢。

炼钢的方法有多种。有平炉炼钢，电炉炼钢法。氧气顶吹转炉炼钢法，是 50 年代建立并发展起来的新方法。这种方法用纯氧吹炼而不用空气，炉温高、反应快，一炉钢的吹炼时间只需十几分钟，因而，这种方法发展很快。有的国家氧气顶吹转炉炼钢的产量，达到了总产量的 90% 以上。

一块不起眼的铁矿石经过了高炉的冶炼，除掉了杂质，成为坚硬无比的钢铁，成为在工农业生产、日常生活中具有最广泛用途的金属材料，这是多么伟大的功绩。

神奇的“土”家族——稀土材料

陶瓷，是我国古代劳动人民的重大发明之一，它的产生、发展和广泛应用的历史，形成了中国灿烂的文化。在国外，不仅是陶瓷名称成了“中国”的代名词“China”，精制的陶瓷制品，也往往从古到今都是珍品收藏家们朝思暮想的宝贝。

几千年的陶瓷文化发展到现在，各式各样的陶瓷工艺品异彩纷呈，惹人心动；品种繁多的陶瓷家用器具也以其质优价廉、美观大方招睐着八方顾客，也往往成为我国陶瓷生产厂家出口创汇的“拳头”产品，中国陶瓷马桶便是其中的极为平凡的一个例子。然而，八十年代中期，中国陶瓷马桶的出口交易中一件极为平凡的小事，却震动了一代极具历史责任感的中国化学专家。

事情是这样的：西方某小国原本是我国陶瓷产品的小消费国，一般每年只从我国进口一定数量的各种陶器瓷器。然而它突然决定大量进口中国陶瓷马桶，并愿以稍高的价格作为代价。一些有识之士在这件并不十分起眼的事情中，敏锐的目光竟看出了几点不同寻常之处：该国感兴趣的不是“陶都”、“瓷都”或其他著名厂家的名牌产品，而对我国一家不显眼的内地陶瓷厂的产品情有独钟，真有些“求贤若渴”的味道了；再有就是进口量显然大于该国市场的最大需求量，那这些中国陶瓷马桶到底去了什么秘密的地方呢？难道有什么特殊的地方以致于该国不惜高价大量“抢购”？

耐人寻味的中国陶瓷马桶！

谜底很快被这些有着深邃观察力的专家们揭开了，很简单，但更耐人寻味：这个地方生产陶瓷马桶的原料中含有微量稀土金属，那是我国现在工艺水平难以提取因而“忽略不计”的极低含量；然而，进口国却把这批本应如厕的马桶“请”进了工厂，提取了稀土，转而销售稀土材料成品，包括高价出口给我国！这是始料不及的，专家们在感叹外国人骨子里的精明的同时，却也不禁痛心疾首：

作为稀土蕴藏量最大的国家，我们为何还不得不进口本属于我们自己的稀土金属材料？

“土”家族的存在，其实人类远在200年前便已经认识到了。早在1794年，芬兰化学家加多林(J.Gadolin)在瑞典首都斯德哥尔摩附近的小镇伊特比上，他发现了一种从未见过的神奇的金属矿石，便命名为“钇”土，从而揭开了人类认识稀土金属元素的艰辛历程的序幕。

一般的金属矿石，经过冶炼之后，往往都可以得到纯净的金属，即“单胞胎”。然而稀“土”家族的众多兄弟，却由于性相近、息相通，往往结伴生长于同一种矿石中，一胞多胎，其数目之众，令人咋舌更令分析化学家们苦笑不得。就是加多林发现的钇土，被宣布为只有“钇”这个“独生子”后经历了40年，于1842年经过瑞典化学家莫桑德尔(C.Mosander)仔细分析，发现它实际上是“三胞胎”，“钇”土的两个孪生兄弟“铈”土和“铈”土竟被“粗心”的加多林忽视了。然而，又过了35年后，1878年，瑞士化学家马利纳克(Marignac)竟又从“钇”土中找到它的又一个孪生兄弟：镱土。可是两年后，瑞典化学家尼尔逊(L.Nilson)对“镱土”经过详细分析发现这“一个”孪生兄弟“镱”竟是孪生兄弟“镱”和“铈”的合体！而且，在经过千百次的重结晶，分离，以及离子交换、光谱法等分离手段后，化学家们竟又从中分离出来“铈”和“铈”！

何等难缠的稀土兄弟！不过，虽然它们是如此的相亲相爱不愿分离，在化学家们不懈而又艰辛的努力下，小兄弟们终于一个接一个地降临到人世。法国化学家布瓦博法朗对氧化铈经过上千次重结晶，才除去了杂质，得到一种新的稀土元素镱，它的法语意义即为“难以取得”。1905年，又是法国化学家乌尔宾(Urban)又从氧化镱中分离得到“镱”，到此为止，人类经过110年辛勤劳动，从原以为是“单胞胎”的钇土中竟分离得到了钇、铈、铈、铈、铈、铈、铈、铈等一共9个孪生的兄弟！

稀“土”家族的其它8个兄弟的降生，同样也是有类似的艰辛而又颇为戏剧性的过程。1803年，法国化学家克拉普罗特(Klaproth)等发现了铈土。36年后，莫桑德尔于1839年竟又从铈的硝酸盐加热分解过程中分离得到新的一个成员：镧，希腊文是“隐藏”的意思。1878年，化学家德拉方坦从铈钇矿中提取出新的元素化合物，他认为其中含有一种意为“使人迷惑”的元素，第二年，布瓦博法朗揭开秘密，从铈钇矿中分离出新的稀土氧化物，他命名为“钷”；然而“钷”的稀土成员身份却被更多的化学家们因认为这是不纯净的元素而拒绝认可，直到它的兄弟钷从中诞生后两个兄弟才一块儿被世人接受。以后人们又分得了钷、钷、钷等元素，其中钷、钷性质如此相似，直到1885年才由化学家威尔斯巴赫(Welsbach)给它们鉴定了身份：钷，“绿色双生子之意”；钷，“新的双生子”之意。就是这些几代科学家付出的艰苦卓绝的努力，一次次地溶解、浓缩、结晶、分离。一次次失败中孕育出成功，而一次次成功中的小失误又为新的发现提供极具价值的线索，终于，稀