

近日，国家教育部公布了第三批精品视频公开课名单，南京理工大学二级教授陈光主讲的《材料与文明》课程名列其中。材料与文明，听上去是两个有些空泛的概念，但是具体到“远古时代，用什么可以盛水和烧水”、“古代钢铁是怎样炼成的”这些问题，是不是就勾起了你的兴趣？在人类文明发展的历史长河中，材料究竟起到了怎样的作用？让我们一起走进陈光的课堂，听一节有趣的材料课。

南京理工视频公开课讲述材料与文明——

飞机票贵在哪里？ 就在那一个个高温合金叶片上

古代

陶器

用火制陶，首次改变物质自然属性
古人用陶器蒸煮食物，吃上热饭

“人类社会进步的里程碑是用材料来划分的。”陈光说，我们通常这样界定：100 万年前，人类步入旧石器时代；1 万年前，步入新石器时代；5 千年前，步入青铜器时代；3 千年前，步入铁器时代；18 世纪 60 年代，步入纺织时代/蒸汽时代；19 世纪 70 年代，步入电器时代/钢铁时代；20 世纪 40 年代，开启了信息时代/半导体硅时代。



陶釜

以新石器时代的陶器为例，“人类学会用火制陶，是第一次改变物质自然属性的伟大尝试。”那时的陶器有陶釜、陶鬲、陶甗等。

以前，人们烧烤食物，有了陶器，就可以蒸煮食物，扩大食物种类。人们开始贮存食物，并得以定居，人的生活水平和质量得以提高，人口数量得以发展。

再说说青铜器时代。陈光在大英博物馆看到一个专门介绍中国古代青铜器铸造的展台，以一个鼎为例。先用泥做一个鼎的“模”，它与鼎的外形一致。再在泥模上敷上陶，做出和模一样的内腔的铸型，古代叫“范”。这样，范的内腔的形状就和鼎的外形完全一致。合范前，把芯放进去，范与芯所形成的空腔，承载浇进来的青铜的液体，凝固之后，就得到了精美的

青铜器

材料为人类创造了语言
“模范”一词从陶范而来

这样的铸造工艺方法流传至今。理想的铸件，应该和模的形状一样，或者和范所形成的空腔相一致。通过这样的铸造工艺，发展出来一个词语——模范。所以“模范”这个词，是材料加工工艺产生的，具体讲，是青铜陶范铸造产生的。

由此看来，材料还为人类文明创造了丰富的语言。

钢铁

古代钢铁是怎样炼成的
强力“鼓风机”造干将莫邪剑

始于公元前 8 世纪，我们就发明了生铁的冶炼技术。欧洲国家在文艺复兴时代才掌握了生铁的冶炼技术，比中国晚了 2000 多年。

为什么我国那么早发明了生铁冶炼技术？这是因为我们发明了“囊”，就是用皮囊做的鼓风设备，而且还利用水力、水排来带动它。据记载，吴王阖闾铸造干将莫邪宝剑的时候，曾使用“童

男童女三百人鼓囊装炭”，然后“金铁乃濡，遂以成剑”。可见当时囊得用 300 个人来推它，强力鼓风。另外，中国很早就用了煤。汉代时就用煤来炼铁，到明代，开始用焦炭来冶炼生铁了。而焦炭冶炼生铁，到今天还是现代炼铁技术。

中国的冶金技术在明代中叶以前，一直居于世界领先水平。

磁石

阿房宫中有一扇磁石做的门
暗藏兵器入宫会被门吸住

时间推进到公元前 3 世纪，让我们去看一种熟悉的材料——磁铁。陈光说，那时“磁”写成“慈”，古人认为磁石吸引铁，就像慈母吸引子女一样，并且认为石是铁的母亲，有慈和不慈两种。

据说秦始皇统一六国之后修建阿房宫，宫中有一扇门就是用慈石做成的。如果有人身穿铠甲，暗藏兵器，入宫行刺的话，就会被磁石门吸住。这是最早

磁性材料的应用，作吸铁石。

作吸铁石使用，在《晋书·马隆传》中也有记载，马隆率兵在甘陕一带，在敌人必经的狭窄道路两旁堆放了磁石，穿着铁甲的敌兵经过的时候，就被牢牢吸住不能动弹了，而马隆的士兵不穿铁甲，改穿犀甲，因此磁石对他们没有作用。敌兵一看，以为马隆的兵是神兵，所以不战而退。



飞机发动机的涡轮叶片非常昂贵，一个叶片等价于一辆高级轿车

现代

计算机

电脑为什么越来越便宜
新材料使电脑“瘦身”为原来的 30 万分之一

听了这些材料推进文明的历史故事，你可能觉得材料对古人的意义更为重大。其实，进入信息社会，材料的意义更重大。

陈光说，以计算机为例，你能想象过去的计算机有多大吗？1976 年的微机与 1946 年的电子管计算机相比，体积是 30 万分之一，功耗是 5 万分之一，重量是 6 万分之一。试想，今天的笔记本电脑，如果放大 6 万倍的

重量，增加 30 万倍的体积，还有哪个人能背得动呢？

小型化是电子计算机得以普及的一个重要原因，而电子技术发展背后，是因为有材料技术作支撑。简单来说，是半导体材料单晶硅的直径随着时间，能够越来越大，才使得器件的尺寸越来越小，芯片的价格越来越低，电脑也就越来越便宜了。

飞机

飞机票为啥那么贵
航空发动机中的一个叶片等价于一辆高级轿车

我们再往天上看。“没有高强度，耐高温的轻质结构材料，就不会有今天的航空、航天技术。”陈光说。

“航天器需要耐超高温、耐粒子云、抗辐射以及原子氧侵蚀的材料，对比强度和比刚度的要求极为苛刻，航天飞行器每减重 1 克，可使运载火箭减轻几百克。导弹、火箭上面积减少结构质量 1 千克，就可以把它的射程增加 1-3 千米。而飞机的性能改善，公认有三分之二依赖于材料，主要是高温合金、高比强度高比刚度的结构材料。”

我们都知道，发动机是飞机的心脏。从燃烧室出来时气流的温度越高，输入的能量就越大，发动机的推力也就越大。但是，进入涡轮前端的燃气温度能不能无限提高呢？不能。因为它受到涡轮材料承受温度能力的限制。如果

温度太高，把涡轮叶片熔化了，那么整个飞机的发动机就报废了。

说到这里，大家就明白了，涡轮叶片是最关键的。波音 787 上的一个发动机，就带着 400 多个这样的叶片。在不同位置上的涡轮叶片的尺寸有大有小，形状有差别。以一个单晶、空心的镍基高温合金叶片为例，手一捏就捏住了，但是它的价值是多少呢？竟然是一辆高级轿车。

要想将飞机的推力提高，就要提高高温合金材料的承温能力。研发航空材料的科学家的一个核心任务就是不断提高用来制造涡轮叶片的高温合金材料的耐温程度。

目前，这是高难度、高精尖的技术难题。如果很容易地突破了技术难题，就能使叶片的价格降下来，那么飞机票就可能更便宜了。