

开学第一课



主持人：

各位同学上午好。我是教务处的周丛照。下面由我来主持“科学与社会”新生研讨课的第一堂报告。第一堂报告的报告人是我们的校长包信和院士。

“科学与社会”研讨课，主要是为了帮助各位新同学尽快地适应大学生活。我们的课程总共是20个学时，1个学分，主要包括两部分内容：第一个部分是主题报告，在本学期和下学期，我们会安排六堂左右的大报告，第一场报告由我们的校长来作，后续报告的报告人包括：我们的常务副校长潘建伟院士、中国医学科学院院长曹雪涛院士（现为南开大学校长——编者注），以及一些其他各个领域的知名专家；第二个部分是讲座结合研讨，我们的1800名大一同学将被分成106个小组，由我们在校内挑选106名科研和教学都做得非常好的老师担任主讲老师，以讲座的形式，结合讨论，开展5~6次活动。最后，每个小组以一个学生汇报的形式来展示研讨成果。这是我们新生研讨课的整体安排，这门课将持续整个学年。

我们知道，包老师是著名的化学家，是我们的新校长。下面，我们用热烈的掌声欢迎包校长给我们上第一堂课！

各位同学，大家早上好！

很高兴、也很荣幸今天能有机会来到这个讲堂。刚刚主持人已经介绍了，我是新校长。新到什么程度呢？比你们早不了多少，我是今年6月份到中国科大的，算起来到现在也才两个多月时间，所以我也是中国科大的新人。今天有机会来作这场关于“科学与社会”的新生研讨课报告，我想分享一些我自己的体会，跟大家交流和讨论，谈一谈我们科学家的责任和义务。今天，我不想以非常正式的科学报告的形式跟大家讲，我想跟大家谈谈心。

昨天下午我在北京举行的ChinaNANO国际会议上作了个报告，晚上才回到合肥。ChinaNANO是一个规模很大的国际会议，每两年举办一次，每次会上设五个大会报告，通常其中只邀请一位中国科学家作大会报告。今年，我非常荣幸

被邀请作了大会报告。昨天我作报告的时候大概有两千多人，世界各地的相关学科的科学家来听我讲我们的纳米故事，昨天报告的部分内容我今天也会跟大家讲，同时，我也想跟大家交流一下我对科学与社会的一些体会。因为大家刚刚进入中国科大，所以我想先介绍一下中国科大的校史和中国科大最近的一些进展。我自己也是通过这个介绍，一边学习，一边领悟。

一、中国科大的发展简史

中国科大是1958年在北京建立的。老一辈革命家和科学家建立这个学校的初衷就是为中国的“两弹一星”发展培养合适的人才。可能大家会问，为什么造“两弹一星”就一定要创立这样一个学校呢？这就跟我们中国当时的国情有关。解放之初，我们国内的大学，无论是国立公办大学还是从私立大学转为公办的大学，基本上都是以文科和商科为主。因为中国在清朝和民国时期，科学技术相对不发达，在自然科学方面的教学和人才培养是非常欠缺的，没有形成体系。新中国成立后，我们跟苏联，也就是现在的俄罗斯，合作关系非常好，从他们那里了解到了“两弹一星”。但其中所涉及的都是当时的科学前沿问题，而我们中国的大学没有所需的学科基础，更谈不上培养专门人才，在这样的形势下，我们的党和国家领导人以及最早从世界各地回来的老一辈科学家，形成了一个共识：我们一定要办一所自己的大学来为造“两弹一星”培养我们自己的人才，当时的中国科学院就向中央建议：建立科学技术大学，所以才有了1958年我们中国科大的创办。中国科大在诞生之初就得到了周恩来总理和当时负责军事科技的聂荣臻元帅的高度重视，聂帅亲自参加开学典礼，迎接新同学。第一任校长是时任国务院副总理、中国科学院院长的郭沫若先生。

到2018年，正好是我们学校成立60周年。大家知道，在中国传统文化里，“六十一甲子”是非常重要的纪念日。你们刚刚入校，就恰逢我们中国科大马上就要启动的“校庆年”系列活动。1958年中国科大的开学典礼是在9月20日举行的，所以我们今年的9月20日到明年9月20日，这一年时间里，学校会举行各种庆祝活动。我也希望我们在座的新同学在校庆年当中，积极参加各项活动，群策群力，把我们这个校庆搞得轰轰烈烈、充满创意。

1978年，我们中国科大还办了一件有意义的事——开办少年班，当时这件事得到了邓小平同志的认可和美籍华人李政道先生的支持。大家应该都听说过我们中国科大少年班出过很多赫赫有名的人物，可能他们的故事也曾激励过我们中学期间的学习热情。在我们中国科大之后，全国大概有20多所高校也都相继办起了少年班，但到现在过去了近40年，至今还在办少年班的只有两所大学，一所就是我们中国科大，另一所是西安交大。从各方面反映来看，少年班办得最成功的还是我们中国科大。我们现在每年在全国范围内招生大概50人左右，今天我们在座的少年班同学能不能举起手？我祝贺你们成为中国科大少年班的一员。在创办少年班之后，近年来，我们中国科大又创办了创新班。创新班是什么呢？是高二的学生跳过高三学习，经过我们中科大认可后，直接参加高考，达到分数之后，通过一系列的笔试和面试被我们中国科大录取，这就是我们创新班的学生。那么我们看看哪些同学是创新班的？我也祝贺你们。少年班和创新班的同学们，应该都是十五六岁、十六七岁年纪，这就是我们中国科大办学的一个特色，我们希望能把中国科大的这个特色保持下去。我认为一所学校办学的重点不在于“大”，重点是要有办学特色！中国科大的少年班、创新班，不仅是在中国，而且在世界上都有很高的知名度。我待会儿还会跟大家介绍从我们少年班出来的杰出人才，其中有很多在美国做院士，在中国做院士，都是在国内外学术界非常知名的学者。

大家都知道中国“985”、“211”高校这个说法，也就是说，中国高校根据办学情况是有分类的，下面我就要跟大家讲讲跟中国高校有关的两件事。第一件事是中国正在部署的“双一流”建设。“双一流”就是“世界一流大学，世界一流学科”，这两个部分连在一起就叫“双一流”大学。这样，中国就会出现“一流大学”建设和“一流学科”建设的高校，我们中国科大已经被列为“一流大学”建设的高校之一。这样，未来若干年之内，我们就是要按照习近平总书记的要求，扎根中国大地，建设世界一流大学。第二件事是十八大以后，大家可以看到习近平总书记在很多场合都在讲要建国家实验室，现在这件事正在逐步落实。不出意外的话，我们中国科大将是我国第一个国家实验室依托建设的高校，这个实验室可能会叫“量子信息科学国家实验室”。大家可能对美国的情况也有所了解，美国国家能源部承建了三十多个国家实验室，美国的好多大学就是借助国家实验室发展壮大起来的，比如斯坦福大学，在二战以前没什么特别的名气，但是

借助运行国家实验室取得了许多优秀的成果，国际声誉也迅速获得提升。包括劳伦斯伯克利国家实验室，以及之后许多的国家实验室情况都比较相似。因为大学与国家实验室结合就有了很大的优势，可以使大学进入发展的快车道。我们中国的国家实验室要达到什么规模呢？按照现在的设计，第一阶段研究人员大概要达到2000~3000人的规模。我们中国科大现在教职员工大概也就是两千多人，而这个国家实验室一步就要达到这个规模。在离我们中国科大不远的高新区，我们有一片新的园区，在那里，就要建设国家实验室。这是国内科学界一件非常重要的事情，当然更是我们中国科大发展史上的一件大事。

可以说，我们中国科大的校史是一部爱国史、奋斗史和创业史。刚刚我们讲了，1958年中国科大创建的初衷就是为了服务“两弹一星”，所以我们的老校长郭沫若先生提出了“红专并进，理实交融”的校训。后来“两弹一星”元勋钱三强院士，把“红专并进”用数学的方法描述了出来。他说，这个“红”，就是矢量的方向，这个“专”就是矢量的长度。我们都知道矢量和一般的数字不一样，它既有方向又有长度，方向不对，再长也没有用，所以说这个“红”很重要，但是方向是对的，如果长度不够，也达不到目标，所以才要“红专并进”。用我们的理科学术语来解释，就是既要方向正确，还要做强做大。这么多年过去了，中国科大很好地坚持了这八字校训。

大家看看这个会堂，最多也就能容纳2000人左右，我们中国科大的这一届全部新生都坐了进来。大家有没有想一想这说明了什么呢？国内的其他高校，无论是“211”还是“985”高校，每年的招生规模通常都要远远多于2000人，比如吉林大学，差不多招11000人左右；浙江大学是6000多人，北大、清华招的学生相对少一点，大概也要有3500人左右；复旦大学原来是招3000人左右，他们的目标是到2020年左右，能够把招生数扩大到3500人。而像我们中国科大这样，每年的招生规模都控制在2000人以内，准确地说指标是1860人，国内找不到第二所。我看到过1958级到1960级学生的毕业照，当时一届学生的人数就是1600人，到了1999年增加到了1850多人，经过几十年的发展，中国科大一直没有扩招，始终保持着精英教育模式，在北京、上海、苏州这几个地方中国科大也设立了几个研究院，而在校的本科生四个年级加起来，还不足7500人，仅相当于有些大学本科一个年级的人数。我们中国科大是研究型大学，研究生的数量大概有15000多人，

加上前面讲的2000左右的教职员工，从规模上来说，应该说中国科大在国内不是很大的大学，但是从人才培养和学术排名来说，我们中国科大是很有优势的。从学校园区面积来看，我们中科大也不是一所很大的学校。我们高新园区的新校区会相对比较大一些，加上已经建成的中国科大先进技术研究院和将要建设的国家量子信息科学国家实验室，大概有2500亩左右，这边老校区三个园区大概有2000亩土地，加起来大概也就4500亩土地，在国内这个面积也还是比较小的。我们安徽的黄山是举世闻名的风景名胜，但在国内它并不是最高的山，可黄山却因峰峰秀丽、处处有景，吸引了络绎不绝的中外游客。那么我们办中国科大，也要发展成这个样子，不求最大，但要“峰峰秀丽、处处有景”，我们不同的系科、不同的学院，要有自己的特色，不同的学生、不同的个体，从不同的方面都要为学校作贡献。

中国科大是1970年迁移到安徽的，当时的条件比较艰苦，但中国科大就硬是在这个地方扎下了根，并发展壮大起来。这也是我们老一辈的科学家和一代一代中国科大人共同努力的成果。

前面我简要介绍了一下中国科大的发展历程，下面我简单讲解一下中国科大的发展现状，增加一下大家的光荣感和使命感。我自己也刚刚到中国科大，也正在学习。我们中国科大是一所非常值得骄傲的学校，相信大家选择中国科大，一定也是有考虑的，中国科大在世界的各大高校排行中，都是非常靠前的，基本上都是在中国大陆高校中排名在第三至第五位之间，即使是在世界范围内，评价也是非常高的。

这几年，中国科大的各方面发展都是非常不错的，比如，中国科大获得的国家资助项目比例非常高。最近，获批国家自然科学基金项目数，包括国家杰青、国家优青项目，我们中国科大都是在前面，基本上很少落在国内高校的五名以后。如果拿中国科大与国内的其他高校相比的话，北大、清华因为特殊的原因许多方面都有很多优势，我们不跟他们比，但在C9（九校联盟）和华五（中国科大、复旦、上海交大、浙大和南大）中我们还是非常有优势的。我们中国科大有1200多名专任教师，其中两院院士、国家杰青、国家优青、千人计划等这些高层次人才加起来，大概占我们专任教师的30%以上，就是有近400名。这个数字在国内除去北大和清华以外的高校中是绝无仅有的，通过这个数据大家可以看出，

近几年中国科大在教师队伍建设和人才培养方面都做得非常好。

我们中国科大在人才培养上有一套独一无二的机制，取得了许多骄人的成绩。近几年国家为了吸引国外的优秀人才回国发展，设立了中组部“青年千人计划”，据统计，在迄今为止所有获得中组部“青年千人计划”资助回国发展的青年才俊当中，有超过10%是中国科大毕业的学生。另外，在今年获得国家杰青和国家优青资助的人当中，在中国科大有过学习或工作经历的人占了很大的比例，其中，在90后的入选者中，我们中国科大占了20%。

我们中国科大有一种说法：“千生一院士，硕博七八百”。就是说，每一千名学生中，就会出一名院士，有七八百学生会继续深造。迄今为止，中国科大毕业的学生有6万左右，其中出了67名院士。邓中翰、潘建伟、庄小威、谢毅就是我们中国科大培养出来的杰出学者的代表。谢毅院士不光是当年新晋院士中年纪最轻的女院士，也曾经是最年轻的中国科学院院士。按照这个趋势，你们这两千名学生中，未来最起码要产生两名院士。我们中国科大“千生一院士”的成绩是全国其他学校达不到的，恰恰说明我们中国科大的人才培养是“少而精”。

那么，我们中国科大的学科建设怎么样呢？这方面大家现在可能还不是很关心，实际上我们有不少学科在世界上的排名都是在前一百名以内，比如物理、化学、材料等，这几个方面在全世界700多所参加排名的学校当中均位列前55位，这个非常不容易。所以，我们中国科大这方面优势是非常值得骄傲的。

平台建设方面，国内最重要的要算国家实验室了。讲到“国家实验室”，目前，国内仅有我们中国科大同时具有两个国家实验室，一个是“国家同步辐射实验室”，另一个是“合肥微尺度物质科学国家实验室（筹）”。我前面讲到了国家将要建设真正意义上的国家实验室这件事。按照总书记提出的要求，中国科大建立国家实验室以后，现有的国内几个冠以“国家实验室（筹）”名头的实验平台都将被更名为国家研究中心。届时，我们的“合肥微尺度物质科学国家实验室（筹）”，将也要更名为“合肥微尺度物质科学国家研究中心”。届时，中国科大将会是国内唯一一所既拥有国家实验室，又有国家研究中心和大科学装置的重点大学。

近几年来，中国科大的原始创新工作也是非常值得称赞的。大家可能都知道，近二十年国家自然科学奖一等奖仅评出了9项，也就是说每年最多1项甚至多

年都是空缺，而我们中国科大从2013年以来就拿到了两项国家自然科学奖一等奖。一项是陈仙辉老师和我们的校友、中国科学院物理研究所的赵忠贤院士等人共同完成的高温超导研究成果获得了2013年度国家自然科学奖一等奖；另一项是潘建伟老师在量子科学方面的成果获得了2015年度国家自然科学奖一等奖。三年内连获两项国家自然科学奖一等奖，在国内的大学里是绝无仅有的。在一张去年国家奖的颁奖照片里，总书记后面站着两位专家，一位就是我们的常务副校长潘建伟，还有一位是我们中国科大的校友相里斌研究员。相里斌研究员获得了2015年度国家科学技术进步奖特等奖，也是站在总书记后面。那么也就是说，这一年的两项国家大奖，都跟我们中国科大人有关系。

那么我们的原始创新成果呢？大家都知道暗物质粒子探测卫星“悟空号”，我们中国科大也作出了重要贡献，它的首席科学家是我们中国科大校友、中国科学院紫金山天文台的常进研究员；还有世界首颗量子科学实验卫星“墨子号”，完全是由我们中国科大主导来做的；后面还有量子保密通信“京沪干线”，等等。大家有机会可以到高新区的中国科大先进技术研究院去看看，那里有量子通信“京沪干线”的总控中心，非常壮观。可以说，我们中国科大在这一领域不仅是国内最好的，在国际上也是很有影响的。大家都在预测未来计算机要慢慢过渡到量子计算机，而我们中国科大现在已经在国内处于独一无二的领先地位，在国际上也具有很高的影响力。我们的校友企业“科大讯飞”，在智能语音和人工智能方面做得很不错，2017年被评为世界上最具创新能力的公司（“全球50大最聪明企业”）之一，排名全球第六，中国第一。此外，我们中国科大还有很多原创性成果实现了应用转化。

我们一直在说中国科大是中国科学院主办的大学，为什么要强调是中国科学院主办的呢？这与国内的其他高校有什么不一样呢？中国现在的大学基本上都是由教育部主办和主管的，而在十几年前，各个部委也都曾经有大学，比如交通部的大学、机电部的大学，后来国家教育体制改革，各个部委的大学有被划归教育部或被划归到地方，现在，除了教育部的大学以外，剩下的就是工信部的几所和我们中国科学院主办的两所大学，一所就是我们中国科学技术大学，还有一所是中国科学院大学。国科大在北京，是中国科学院创办的一所以研究生培养为主体的新型高等学校，有很好的前景。而我们中国科大已经有比较长的历史，也是

“985”和“211”高校，马上也会进入创建“世界一流”大学的行列。与教育部
的相比，我们中国科学院的有中国科学院一百多个研究所作后盾，而这
一百多个研究所，恰恰就是我们国家创新的重要动力所在；有了这一百多个研究
所，我们中国科大就可以建立“三段式”的人才培养模式。很多同学在中国科大
校园学习三年，接下来的一年可以到中国科学院的研究所参加实习。这些研究所
的技术都是一流的，研究所的科学家也都是一流的。所以大家来到中国科大之
后，既能够享受到我们中国科大优质的教育资源，同时还兼得了中国科学院研究
所的高技术实训机会，这一点大家在报考大学的时候可能是没有想到的。我们现
在还在逐步与中国科学院的研究所进行科教融合，也就是说，有些研究所的研
究生培养逐步归属到我们中国科大，研究所的研究生培养方案由中国科大统一制
定，实行统一标准，由中国科大颁发毕业证书和学位证书。这样，我们中国科大
的整体科研力量会大幅度增强。以上就是我们中国科大的一些基本情况。

二、新时代大学的责任

下面我讲讲我对大学责任的认识。我们的大学是由国家开办的，是国家财政支持的。今天在座的各位虽然也交了一些学习费用，但是这些费用与国家的投入相比还是非常有限的。比如大家的住宿，学校收取的费用与市场行情相比也仅仅是象征性的。那么我们开办学校所需的钱是从哪儿来呢？是纳税人的钱，大家脑子里一定要记住这件事！为什么我们要讲“科学与社会”呢？进了大学，大家一定要知道中国科大是为谁培养人才？中国科大培养的人才是为谁服务的？不是说我来了大学，我就自己奋斗。即使大家毕业后要到国外发展，比如去美国做博士后、做教授，大家也要记住，我们起步是祖国给的，是国内纳税人培养我们上的大学，我们是在祖国学到了基本知识才有机会到美国发展。我并不是说大家到美国去之后一定就要回来回报，要把美国的技术带回到中国来，而是一定要有家国情怀，要知道我们是中国人培养的，中国是我们的祖国！

在中国，我们大学的责任，除了对世界的科技发展有所贡献以外，还要为中国未来的经济和社会发展，实现中华民族的伟大复兴作出贡献。大家通过中学阶段的学习，肯定对我们国家的历史和国情都有一定的了解。中国曾经非常强大

过，在19世纪，中国的GDP曾占世界总量的33%。也就是说全世界1/3的财富在中国。但后来这个比例就慢慢掉下来了。到1980年的时候，中国GDP差不多仅占全世界的3%~5%。而改革开放以后这个数值又逐步上升，到2011年达到15%，目前是18%左右。所以我们的总书记说，我们比任何时候都更接近中华民族伟大复兴这个目标。以现在这个发展势头，我们经济指标已经超过了欧洲，正在慢慢接近美国。只有达到一个更高的经济发展总量，我们才能讲中华民族的伟大复兴，否则就是一句空话。那么是不是GDP越高就越强大？不是！历史上，中国在GDP达到33%时，仍被八国联军、被日本侵略。所以，并非是GDP越高、财富越多你就越强大，真正的强大要强在我们的科技竞争能力，我们的核心竞争力上。

三、影响未来世界的创新科技

前几年，中国的GDP一直不断上升，自2015年起基本上是稳定在年增长6%~7%，但是达到10%以后就慢慢降下来了，中国经济呈现出“新常态”（有以下几个主要特点：一是从高速增长转为中高速增长；二是经济结构不断优化升级；三是从要素和投资驱动转为创新驱动）。这是各方面因素决定的，其中一个就是我们经济总量现在很大。打个比方，在10上面增长5%，要增加0.5，如果是100增长5%，就需要增加5，基数大了，增速肯定就会变缓。所以，国外发达国家GDP年增长1%~2%就是非常不得了了。那么什么样的努力、什么样的因素能够促进我们中华民族的伟大复兴呢？一句话，就是要靠创新！从历史来看，世界经济的几次快速增长与几个关键的技术突破是有很大关系的，比如蒸汽机、内燃机，还有互联网技术，可惜的是这些机会我们中国都没能很好地抓住。那么未来有哪些机会我们能够赶上呢？哪些领域我们能发挥出巨大的作用呢？下面我简要跟大家介绍一下最近由国外智库总结的影响未来世界的几大技术。

首先是移动互联网技术。互联网这个事大家应该都知道的。现在几乎是人手一部手机，我们到商店里面去购物，只要手机扫一扫就可以了。现在大家网上购物，物流公司每天要处理成千上万个快递，可以采用机器自动分拣，这些都是通过互联网、物联网、通过大数据和云计算来实现的。未来的发展，要求对数据的处理量非常巨大。我曾经听到一个说法，说未来可能就只有三大科学：一是物质

科学，二是生命科学，三是数据科学。虽然我本人并不完全认可这个说法，但最起码说明数据科学在未来会成为非常重要的科学。我们每天的行动、工作，实际上都形成了一些数据。这些大量的数据综合起来，都是有一定规律的，里面就有那么多科学的東西。所以大数据、数据科学等，已经变成了一个非常重要的学科。那么未来高端的机器人，比如刚才讲到的科大讯飞的机器人，很有可能在某些方面替代人类，特别是在一些低端、重复性的劳动领域。

最近，我有幸因为我们中国科大的两个项目参加了中央电视台一个叫作“机智过人”节目的开播仪式。我们中国科大的“计算机读片”项目参加了这个节目的录制。具体是做什么呢？让“读片机器人”识读医院给患者拍摄的CT片。目前医院的医疗诊治都是由医生来查看CT片进而做出判断，未来很可能就不是这样，所有的CT扫描数据全部录入计算机，由“读片机器人”来读片。我们中国科大做的这个读片机器人，它的读片能力相当于100名医生。一名医生读一张CT片大概需要5到10分钟左右时间，而我们的读片机器人是把所有的片子都读进去，然后构建出一个三维的模型，很快就能判断出哪里可能有病灶。这次在中央电视台的节目里，现场请来了10名医生与我们的读片机器人较量，结果大家可想而知。医生做出判断靠的是知识、经验和感觉，而机器人是通过在对几个病例数据的“深度学习”后，形成判断依据和标准。当输入新的片子后，机器人对比数据库中的信息做出判断。还有一个不能忽略的因素是医生在诊治的过程中很可能会受到很多外部因素的影响，但是机器人却没有这个问题，只要输入指令和数据它就会严格执行。

我今天到安徽省立医院去参观了一下我们在安徽省立医院成立的智慧医疗实验室，讯飞机器人正在那里读片子。实验人员还把近几年的医生读过的片子给这个机器人看，据说讯飞机器人还真发现了一些漏诊——医生当时没有指出来的病症，计算机看完这个片子后跟踪了这些患者，发现有些确实是得了这个病。但是，尽管说未来高端机器人是非常大的一个发展方向，但这里面还是存在着很大的问题，包括伦理问题。

接下来，我讲讲自动驾驶汽车。大家知道，现在各大汽车公司和一些互联网公司都在研发自动驾驶技术，并且说自动驾驶汽车很快就可能上路。但实际上除了复杂的技术问题以外，这里面最大的问题是伦理问题和社会问题，比如自动驾

驶汽车发生交通事故该由谁来负责呢？是自动驾驶的汽车负责，还是由车内的乘客来负责？遇到人员伤亡的事故，没有驾驶员，让机器人承担法律后果也不合适。这个伦理问题怎么解决？我们科学家要解决的是科学问题，但真正能把科学技术用到社会上去，还会有社会问题需要研究和解决。

第二大科学领域是生命科学，比如下一代基因组学。我不是生物学专家，这里只简单地讲一讲。我们每个人都是从父母那里获得遗传基因的，实际上遗传物质的量很少，但它所携带的信息量却很大。前几天看到了这样的一个实验，让一台计算机通过人脸识别技术在20个家庭中判断亲子关系，也就是完全根据面部遗传特征来找到哪个父母生了哪个小孩。人的面部特征实际上就是由遗传基因决定的。而人们所患的很多种疾病实际上好多也是由遗传基因决定的，比如遗传病家族史，都是通过基因一代代传下来的。既然我们今天已经知道了遗传的规律，那么未来如果能够实现基因的编辑和改造，去除不想要的特征基因，是不是能够解决遗传病呢？我认为，未来都是有可能的。

3D打印技术将对制造业产生重大的影响。传统的加工方法是做“减法”，是一个减材的过程，什么意思呢？比如加工螺丝，最初要准备1000克的金属材料，然后经过切割打磨最后剩下100克的螺丝，而切割掉的900克则变成了废料。而3D打印技术则不同，是增材技术，是增加材料的过程。这个打印过程是从零开始慢慢地逐层地打上去。原理上来说，这个过程本身不产生废料，打上去的东西全部都是结构所需的。而且对于结构非常复杂，特别是车床无法加工的复杂内部结构，3D打印技术都显示出很好的优越性，所以，3D打印技术可能对制造技术的发展产生非常重大的影响。我前不久去东北师范大学附属中学，看到初中生搞出来的3D打印作品，感到非常惊喜。他们自己设计程序打印出来的武士，具有很多非常细小的结构，非常精致，还获得了国家级创新奖。东北师范大学附属中学也给我们中国科大输送过很多优秀人才，我想在座的也一定有从东北师范大学附属中学来的学生吧。

在农业方面，农业的耕种方式经过几千年一直没有很大的变化，需要阳光、水和土壤，那么未来的耕种方式可能会怎么变化呢？比如立体农业，把作物一层层地叠起来；比如改进光照技术，使用LED技术选取植物生长所必需波段的光源进行光照，提高作物吸收的效率。

还有纳米技术。前面也跟大家讲了，中国举办了ChinaNANO的国际会议，新型的纳米材料石墨烯、碳纳米管、 C_{60} 等未来也都会起到非常重要的作用。

储能技术也是非常重要的发展方向。现在我们都关注环境问题，比如汽车尾气的减排，如果能用上电动汽车不就解决了这个问题吗？现在确实有很多人开始用电动汽车，但是现在的电动汽车行驶里程不够，比如充一次电，车子一般才行驶一百多公里，那从合肥到北京，到上海，这么远的路程需要充好几次电，并且每次充电的耗时以小时计，这就限制了电动汽车的发展。目前的电动汽车更适用于家庭日常生活的代步，未来电动汽车的发展储能技术将起非常重要的作用。

以上就是面向未来发展的一些创新技术。

大家看一看，我们身边每天使用的、接触的东西，比如计算机、摄像机、手机，有哪些核心技术是我们中国人发明的，而且掌握在我们中国人手中的呢？比如苹果手机，虽然大量的苹果手机都是在中国组装的，但是我们拿的利润是多少呢？只有1.8%，而60%的利润都被苹果公司拿走了，因为他们持有手机相关的专利。中国的企业承担了手机制作过程中最艰苦的工作，却只拿1.8%的利润，就是因为我们没有掌握核心技术。但就仅仅是这1.8%的利润，还有很多其他国家，比如柬埔寨、越南，在跟我们竞争。所以作为科技工作者，我们要承担起我们的社会责任和义务，要加速知识创新，要取得我们自己的知识产权，在未来让我们中国人也能拿60%的利润。

四、我的“能源梦”

我一直是做能源方面研究的，那么下面我就讲讲我自己的梦想。

能源对人类发展非常重要，小到我们每天用的手机、室内照明、家用电器、电子设备，大到飞机发动机，卫星上天的火箭推进器，都需要能源，所以能源在方方面面都是非常重要的。目前，世界总体的能源格局大概30%以内是煤，30%左右是石油，20%~30%是天然气，剩下的是其他能源和新能源。

我们中国的能源格局和世界的不一样，当今，中国能源中的近70%还是煤，20%左右是石油，天然气只占1%~2%。世界上每个国家都有各自的能源发展战略，所以我们不能盲目跟美国、跟欧洲比，因为他们的资源结构同我们中国完全

不一样，美国现在大量使用天然气、页岩气和页岩油，而欧洲主要用可再生能源，比如德国人搞风电和光电，法国搞核能，还有南美的巴西是在搞生物质能源。那么，我们中国到底要怎么做呢？首先，我们看看中国的能源现状。我们中国的能源有几大问题，一个是我们能源供给不足，特别是液体能源供给不足。中国现在一年消耗的石油大概是5.5亿吨左右，我们自己仅能开采2亿吨左右，也就是说近65%的石油要靠进口，相当于我们开车加1升油，里面近0.65升是从国外进口的。那么美国的石油进口比例是多少呢？以前也就是30%多。中国的石油进口量是每年3亿多吨，如果用10万吨级的船舶运输，那么就是平均每天要有十几艘油轮把石油运来中国。所以说，石油是人类社会生产和生活不可缺少的能源，是关乎我国经济命脉的战略资源，在国际石油资源争夺日趋激烈、国内石油资源储藏有限的形势下，开发新能源、解决我国能源问题是我国科学家们的使命。

下面，我们再看看如何把油变成化学品。原油要经过炼制，转化成汽油、柴油以及其他化学品。我先要问问大家了，谁能讲一讲汽油和柴油有什么不同？（学生A说：汽油和柴油的碳链长短不一样。）有没有人能讲清楚汽油这个碳链短到什么程度？你这个基本意思讲到了，但还不精确。（学生B说：汽油一般是5~10个碳，柴油一般是11~25个碳。）谁能讲得更精确一点？（学生C说：汽油是8~10个碳，柴油是12~16个碳。）这个答案就基本上对了。开车加油的时候，加油站有95号汽油和92号汽油的标志。这个92或95号叫辛烷值，是指汽油抵抗震爆的指标。辛烷就是具有8个碳的烷烃。而对柴油而言相似的指标就叫十六烷值。十六烷，顾名思义就是说具有16个碳的烷烃。汽油、柴油是怎么来的呢？原油经过蒸馏处理和催化裂解，按照碳链的长短被分成不同的产物，2个碳原子的就是乙烯，乙烯是非常重要的基础化工原料；3~4个碳原子的就是我们家里用的液化气；8个碳原子左右的产物就是汽油；16个碳原子左右的产物是柴油等。我们中国的石油储量很少，人均只有大概2吨左右，一辆车子如果行驶里程多一些的话，一年就要用掉几吨油。我们中国储量比较多的是煤。接下来的问题就是有没有可能把煤变成我们短缺的油呢？煤的主要元素是碳，油的主要元素也是碳，有没有办法可以把煤变成我们需要的化工产品？我们化学家就做了这件事，先把煤变成合成气，再把合成气催化合成汽油、柴油、芳烃等。除此以外，天然气，还有地球上大量生长的生物质，以后也是生产汽油、柴油、芳烃的原料。未来我们

还能把二氧化碳也变成汽油、柴油、芳烃等。我们中国科学院的一个研究所已经在宁夏的宁东地区建造了年产400万吨油的装置。我们现在的年进口量是3亿吨，如果能够建造30~35个400万吨油的装置，就可以替代一半的进口。总书记在2016年7月19日也亲自去视察了宁东的装置。第二件重要的事情就是生产乙烯。现在乙烯的生产都是以石脑油为原料，它是石油蒸馏产生的介于汽油和柴油之间的馏分。通过催化裂解把石脑油的碳链“剪短”，“剪”成2个碳，就是我们所需要的乙烯。我之前所在的大连化学物理研究所就一直在做煤基合成气转化制烯烃技术的研究，以替代石脑油为原料生产乙烯的路线。为什么要做这方面的研究呢？大家知道，要生产1吨乙烯，需要用到3吨石脑油原料；而炼制3吨石脑油需要10吨的原油，也就是说10吨的原油才能炼出1吨乙烯（当然，不是说10吨原油就炼1吨乙烯，它还能炼出其他产品，而是需要这么大的炼油能力）。采用大连化学物理研究所的技术，未来就可以实现以煤为原料生产烯烃，按照现在的生产能力，用煤生产1600万吨的乙烯相当于替代1.6亿吨的原油炼制能力获得的石脑油。

煤制烯烃过程有一个很大的问题，就是需要加氢。那么多氢从哪儿来呢？现在的技术是通过一氧化碳与水反应，从水中置换出氢，同时一氧化碳转化为二氧化碳。就这一部分来说，生产1吨的乙烯，大概需要消耗3吨水，放出6吨二氧化碳。生产其他的化学品，比如甲醇，也都会放出大量二氧化碳。大家都知道煤化工的一个问题是二氧化碳排放，二氧化碳是温室气体，大气中二氧化碳含量的提高加剧了温室效应，是造成全球气候变暖的主要原因。煤化工的另一个问题就是耗水。这两个问题不解决，就会破坏环境、破坏生态，这样发展下去国际社会也不会同意，中国的煤化工就走不远。

那么，我们能不能不耗水来做煤转化呢？这也是我一直在做的研究，下面我就来讲一讲。大家一讲到煤化工，就会提到两个非常重要的德国人，Fischer和Tropsch。他们在20世纪20年代就发明了一个把煤变成油的工艺——费托（F-T）合成（图1），此后“费托合成”就变成了这一领域的“圣经”。说到这里还不得不说德国人在20世纪前半叶在科学上确实取得了非常多的成就，比如普朗克提出了量子理论，爱因斯坦提出了相对论，哈伯发明了合成氨，纳塔等发明了聚乙烯等，如今德国在新技术方面的创新报道少了，现在世界技术创新的中心已经慢慢移到美国去了，那么从我们发展的趋势来看，未来这个中心也完全有可能迁移

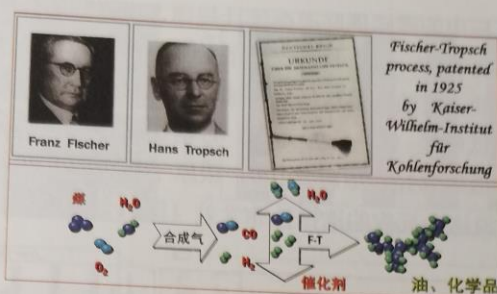


图1 传统的合成气转化的费托 (F-T) 合成

到我们中国。我希望你们这代人能够参与其中。还是回过头来讲催化，催化是一项非常神奇的研究，例如，都是以一氧化碳和氢作为原料，用不同的金属和化合物作催化剂，得到的产物却完全不一样。采用基本一致的反应条件，30个大气压，200~300℃，如果把催化剂稍微变一变，甚至不改变催化剂，只是把组分的含量稍微改变，添加剂稍微改变，得到的产物也会完全都不一样，这就是催化的魅力所在（图2）。那么“费托合成”究竟是个什么过程呢？我简要讲一下：采用金属催化剂，气相中的一氧化碳吸附在催化剂金属表面上后，这个碳原子和氧原子中间的键就“剪”开了，在表面形成氧原子和碳原子；当氢也吸附在催化剂金属表面上时，解离成两个氢原子，解离的氢原子与氧原子反应生成一个水分子，并且从催化剂表面释放出去；在这一过程中，从水中置换出的宝贵氢又与氧原子反应生成了水，也就是说这一过程需要一个水循环；另一个过程是碳的偶

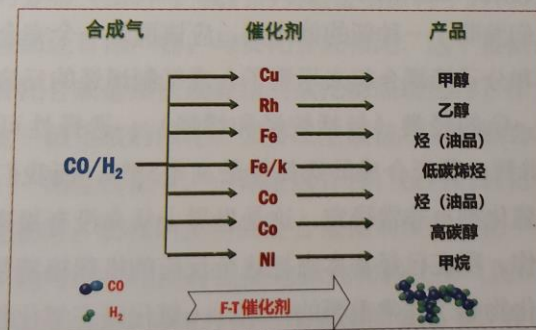


图2 催化剂对煤转化过程的神奇调控

联反应，在费托反应中的碳碳偶联遵循统计规律，所得到的产物有两个碳、三个碳的烃，还有碳链更长的，这个反应产物的分布被称为ASF分布，产物中既有乙烯、丙烯，也有汽油、柴油，很难得到高选择性的目的产品。这个技术经过了90多年的发展，以制低碳烃（ $C_2 \sim C_4$ ）为例，目前选择性最高不会超过58%。换言之，如果你想生产低碳烯烃，原料气100个碳原子只有20个碳原子能够变成我们需要的产物，所以说这个反应的选择性非常差（图3）。

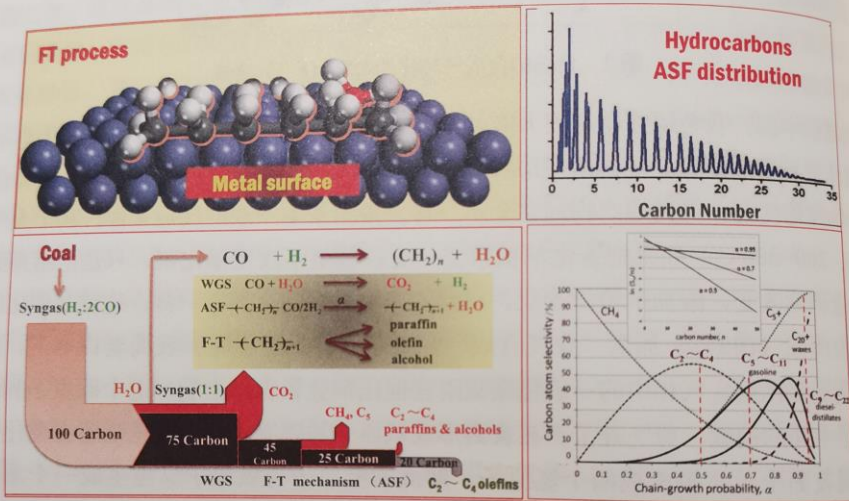


图3 费托（F-T）合成的机理和极限

我在大连的研究组一直在做煤基合成气制烯烃的工作，到现在差不多有十年时间了。最近，我们发明了一种新的催化剂，应该说是一个完全创新的催化剂体系。我们把氧化物和分子筛耦合起来用到了合成气制烯烃的反应中，结果发现，产物基本上都是 $C_2 \sim C_4$ 的烃类（包括烷烃和烯烃），选择性可以达到90%以上（图4）。前面我讲到，费托合成的选择性最高是58%，而我们的技术远远超过了这个数值，并且催化剂也非常稳定，这是世界上从来没有报道过的。我们做了大量的基础研究工作，现在已经基本上把这个反应的机理搞清楚了。催化剂中的部分还原的金属氧化物起了非常重要的作用，一氧化碳在氧化物的表面缺陷位活化，解离成表面氧原子和碳原子，由于氢分子不容易在氧化物表面吸附和解离，

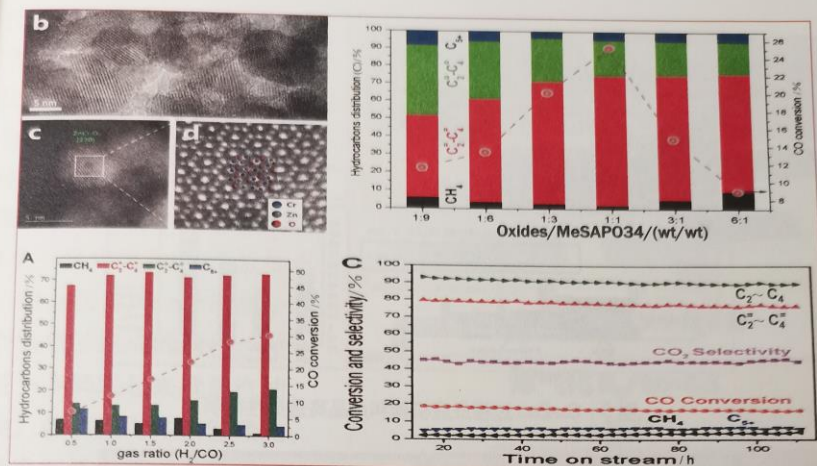


图4 合成气转化新概念(Ox-Zeo)

这样一氧化碳解离形成的表面氧原子与气相或吸附态的（还不是非常肯定）一氧化碳反应，生成二氧化碳离开表面，同时，气相氢分子（还未获得确切的实验证据）与表面碳原子反应生成烃类中间体（初步实验证明是 $OC-CH_2$ 类烯酮），这类中间体不能在氧化物表面稳定存在，生成后即从氧化物表面脱附，进入偶合在一起的分子筛孔道中。利用分子筛孔道限域和择形特性，我们就可以高选择性地制备出我们所需要的产物。使用的分子筛孔道大，就容易形成大分子的产物，反之孔道小就会得到小分子的产物，也就是通过控制分子筛的孔道大小和酸性，就能控制反应产物的分布（图5）。我们的实验证明原料中的100份碳，有43份会生成我们希望的低碳烯烃目标产物。与费托合成相比，这个数值是非常有优势的。德国人所发明的费托合成是用铁或者钴（氧化物或碳化物）作催化剂，在这类催化剂的表面既发生一氧化碳的活化，又要发生碳链增长的偶合反应，有点像小孩子玩跷跷板游戏，一侧是转化率，一侧是选择性，反应的转化率高了，选择性就降低了，二者不能兼得。而我们发明的复合催化剂体系，把一氧化碳活化和碳链增长的反应分开，就可以实现同时提高选择性和转化率（图6），同时，由于采用另一个CO分子消除CO解离后留在催化剂表面的氧原子，在CO₂排放量与F-T过程相同时，我们这个过程中不需要水循环，也就是说反应过程不需要水参与（当然

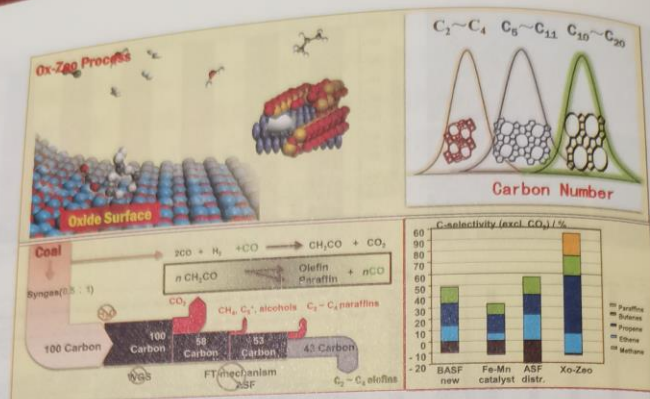


图5 Ox-Zeo 过程反应机理和产品高选择性机制



图6 突破传统 F-T 合成转化率和选择性的“跷跷板”效应

反应工艺中还需要水进行包括冷却在内的不同环节)。2016年我们的这项研究工作发表在*Science*上以后，得到了国内外学术界和产业界的广泛关注，专家评论认为，我们发明的这一方法（我们命名为Ox-Zeo路线）未来很有可能使整个一碳相关的化学工业发生改变（图7）。

目前，一碳化学中一个关键过程煤转化制烯烃的技术有三条线路：一是通过甲醇的方法，一是用费托的方法，还有就是我们的这个直接转化的方法。我们这个方法在节水和提高产品选择性方面有明显优势，那么大家可能马上就会问，

为什么说这个过程可以不用水或者少用水呢？大家知道，煤化工中煤首先要经过气化制成合成气，变成了氢气和一氧化碳，一般说来，氢气和一氧化碳的比例是0.5：1。我们要从1个一氧化碳和0.5个氢气出发，想办法得到一个碳原子和两个氢原子组成的结构，使它们进一步偶联起来就是汽油、柴油，就要提高体系氢碳比，要补进氢气。费托合成采用的方法是加入水，水与一氧化碳反应生成氢和二氧化碳，而我们的做法是让一个一氧化碳分子和另外一个一氧化碳分子反应，得到一个碳原子和一个二氧化碳分子，一个碳原子加一个氢分子就得到需要的中间体（图8）。这样，这个反应过程本身就具有不耗水的特征。还有，我们这个工作得到了国家领导人的批示，目前正在积极推进这个技术的放大。

讲到这里，就又回到了科学家的责任和义务这个主题。我们是从事能源研究的，我们的研究要解决人类未来的能源问题。我们现在的这项把煤通过合成气直接转化为烯烃和液体燃料的方法，与传统的方法相比虽然很有优势，但这个过程还是会产生二氧化碳，所以我们希望未来用光电、风电产生的电来电解水产生氢气，用氢气还原二氧化碳，使二氧化碳转化为我们所需要的产物。如果这条路能走通的话，那么我们就能够实现二氧化碳的零排放，同时也将实现全碳的利用。我相信未来这个目标一定能实现的，可以说这是一项变革性的技术。我现在正在就该技术跟科技部在沟通，希望能够在国家层面上立项来做这项研究。



图7 创立煤高效转化新平台

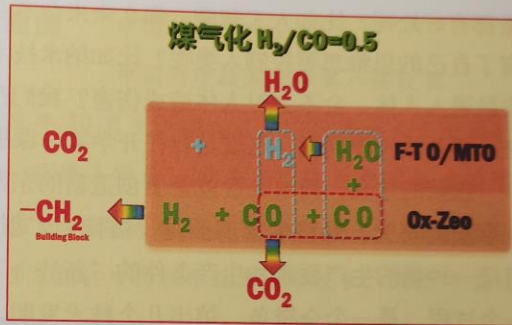


图8 F-T过程和Ox-Zeo过程的水和CO₂平衡

五、创新的本意

下面，我还想跟大家谈一谈创新。创新，首先意味着“破旧”，因为“不破不立”、“破旧立新”，如果没有大胆地“打破旧习”，仅仅是在原来基础上改善，那就不能称之为创新。创新和由此带来的“破坏”，实际上会带来很多的不可知，我们不能确定这个破坏的过程和结果对社会是有好处，还是有坏处。比如核能技术，如果善加利用，核能可以发电造福人类，但人类造出的原子弹却可以成为杀人的武器。比如未来的基因工程、基因改造，对未来社会发展来说不是都有好处呢？比如人工智能，那么未来会不会像好莱坞大片演的那样，机器人有了自己的思维想要控制人类呢？比如纳米技术，未来的纳米材料如果能够通过皮肤进入人体，会不会对人体造成伤害？我们在创新过程当中一定要牢记社会责任，要关注伦理问题。这就是我在开学第一课里想给大家传递的一个概念。

创新的定义，简单来说就是要创造新的东西，要做别人没有做过的事情，要从事新的研究。经济学家熊彼得（被誉为“创新理论”的鼻祖）说：“创新是指把一种新的生产要素和生产条件的‘新结合’引入生产体系”，他认为创新是一个过程，是一个全链条。搞出几个技术发明，只是一个创造的过程，还不能被称之为创新；把原创性的科学研究和技术创新应用于人类的社会生产，实现新技术的产业化，进而生产出更多、更好的产品，只有完成了这个过程才能说实现了创新。创新的源头肯定是创造力，所以我们大学现在的人才培养就是希望大家有想象力、有梦想，对未知事物要有兴趣、要有好奇心，这是大家探索未知的驱动力。

回过头来我们再总结一下，创新的第一个特征是要打破旧的规则，第二个特征是来源于自由的想象，第三个特征是充满不确定性。所以我们的责任和义务，就是要应对创新对人类社会未来发展的不确定性，投身科学研究，促进技术进步，推动人类社会的共同发展。

这就是我自己对科学家责任和义务的理解，也包括我对创新的一些想法。感谢今天同学们的聆听！最后，我把习近平总书记在咱们中国科大考察的时候跟我们学生讲的一句话送给大家：“祝大家创新愉快”！

谢谢大家！