

前沿创新专题



对话嘉宾

祝京旭：1977级，加拿大皇家学院院士、工程院院士，西安大略大学教授

欧阳颀：1977级，中国科学院院士，北京大学教授

毕晓涛：1980级，加拿大工程院院士，不列颠哥伦比亚大学教授

骆广生：1983级，清华大学化工系学术委员会主任、长江学者特聘教授

陈薇：1988级研，军事医学科学院生物工程研究所研究员，少将

张良方：1996级，美国加州大学圣地亚哥分校教授

主持嘉宾

杨健：1987级，人民日报社评论部主任



杨健



祝京旭

杨健：现在国家对创新非常非常重视，一再提五大发展理念，其中创新发展是第一大。国家也提出 2020 年建成创新性国家。今天跟各位化工界的创新精英在一起，你们的光芒照亮我。不光是照亮我，也照亮台下这么多的学弟学妹，也希望照亮化工系未来的 30 年。我第一个问题请教祝学长。祝京旭老师在化工系是一个传奇：据说当年复习 17 天，高一时就考上清华化工系，39 岁任西安大略大学的讲席教授，48 岁成为加拿大工程院的院士。化工是一门工程学科，在实践中对于开发应用的要求非常高。而如今建设研究型大学，更多是以论文为导向，学术研究和应用开发也存在脱节现象。请教祝老师如何在应用开发这方面做得更好？

祝京旭：进入清华大学对我来说是一个人生的改变。要说有什么成就的话，我觉得跟清华的教育是绝对分不开的。创新的要素其实都存在于我们清华的精神中。

我 1982 年毕业于清华大学，后来做了两年助教，在金涌老师组里工作了两年，然后去加拿大。毕业后，我有幸在壳牌公司工作了两年，而且是在总部，所以看到了真正大公司的操作方式。这种机遇对于做教授的人比较难得。我认为自己还是更适合教学，所以后来又回到加拿大。但是

因为有工业的经验，有我们清华学的这套本事，自己再多动脑筋，所以适应得比较快。

另外，我不太“老实”，总是想做创新的东西。比如说我有二十几项专利，有几个技术现在正在推广，还有手里同时在处理七项污水处理专利。这方面的体会我总结了几条：

一是要明确目标。搞创新一定要明确目标，我们的目标就是要应用，就是要有效果。有人说在商言商，我觉得没有什么不对，我们搞应用就是要有成果。但是有的时候你要做出选择，可能某个成果在科研角度看很不错，但是它不切实际，或者超前了，就像孔子说的“过犹不及”。这个时候大家要掌握好。我们搞科研的，总想把自己最好的东西放到市场上去，但是你觉得最好的东西，如果市场和社会的认识 and 接受程度没有到这个阶段，你就不能做。这也是我自己的经验教训。

另外，要机动灵活，碰到问题要能很快地绕开，就像毛主席当年说的，人要有“虎气”，也要有“猴气”。这方面我觉得跟金涌先生学得特别多。但是这个不是随便说说的，你要有积累。你说换一种方法，你得有其他方法才行。所以这方面我觉得特别重要的一件事，就是一定要多学科积累。

第三，就是要有责任感，这很重要。很多问题不是说光有科研就行，要有我们作为清华人的

责任感，要有对社会的责任感。有了责任感，才有广阔的胸怀，才能在关键时刻做出正确的判断。清华的一个特点就是能团结人，团结同辈，团结上级，团结下属，我觉得这个非常重要。

这几个方面，我觉得跟清华的精神都是紧密联结在一起的。如果说有一点我们清华人可以再加强一些的话，那就是要尽量多读一点文科的东西。这会对我们有很大的帮助。■

杨健：我想请教欧阳院士，我们平常开玩笑说：不会踢足球的厨师不是好司机。可您好像又会踢足球，又会当厨师，还会当司机。因为您是从化工系毕业，到物理系做了生物方面的研究工作，并且在合成生物学方面有非常深的造诣。欧阳学长还有一个说法：学生物千万不要到生物系去学。这实际上体现了现在的一种互联网思维，“跨界打劫”，在其他的领域里做得非常辉煌。所以能否请欧阳院士给我们这些学弟学妹介绍一下您在这方面的经验？

欧阳颀：“学生物的不要到生物系”，我这话说出来后好像要有大麻烦了。实际上这是我的一个观察。我是有点跨界，但是算不上打劫。我刚才看了我们化工系科普宣传的十个项目，其实大部分都是在“跨界打劫”，都是向前沿、向各个领域去跨界，有生物的、有医药的、有材料的，传统化工项目也就一两个。但是化工系的跨界有它的战略布局。就像刚才滕滕老师说的，我们的定位是要培养有工程理念的科学家和有科学理念的工程师。所以我们在这方面，第一要紧盯最新的科技，第二要看我们国家的需求。

但是对我个人来讲，则是另外一回事。我是更不“安分”的。不安分在什么地方呢？就是我的研究是从单纯的兴趣出发。我不管有没有用，我只管能不能满足自己的好奇心。我觉得，对一个纯科学、纯学术的人来讲，最主要的就是好奇心。而我这颗好奇心的种子，就是清华化工系种下的。实际上这么多年我最想弄清楚的问题，就



欧阳颀

是在清华学化工热力学的时候，我就老想知道，如果远离了热力学平衡态，到底会出现什么事？到底用什么样的机制会出现这种事？我一直对这个问题很感兴趣。后来我毕业的时候正好李如生老师刚从布鲁塞尔回来，找我谈话，说滕滕老师要布局在化工系研究远离平衡态热力学，想选送几个学生出国，问我愿不愿意去。我一看正好和我的兴趣一致，就出去了。然后就“一去不复返”了。当然也不能说离化工越来越远。我看化工系科普宣传中有一个叫细胞工厂，其实就是我们的合成生物学领域。

所以我的感觉，如果做一个纯粹的科学家，就是要以兴趣为主，越早建立你的兴趣越好。我觉得中国这么大，学校那么多，我们应该有信心去创造一些象牙塔。象牙塔里的人就管学术，不管其他。当然每个人兴趣不一样。像我的学生中

有的兴趣就是做工业，做开发和应用，也很成功。也有些学生就是喜欢做一些前沿的东西。这要看个人兴趣，不能强拧。但是有的同学如果想要做一个纯研究者，就是所谓的科学家，那么我建议

一定要找到自己的兴趣点，否则就会很痛苦。因为你是和全世界最聪明的人在竞争，必须经受住残酷的竞争和考验。而这个支撑你的力量是什么？就是兴趣。☞

杨健：现在清华的科研经费大大增加了。上一场嘉宾提到了，这实际是一个涉及到做人、做事和用钱的综合性的问题。那么假如请您当虚拟的化工系主任，给您10亿元，您会怎么用这笔钱？

毕晓涛：这是个非常有挑战性的问题。假如给我10亿元，我可能会先给系里的年轻教授每人分一套房子。因为我在温哥华UBC（不列颠哥伦比亚大学），那边房价也是节节攀升，所以我和在北京打拼的年轻学者们深有共鸣。我们说创建世界一流大学，说白了还是人才的竞争。人才是最主要的。如果是我的话，可能首先要做的就是让我的团队稳定下来，像刚才欧阳颀院士说的，让他们能安心待在象牙塔里搞学术。实际上在加拿大，我们学校也是面临着一样的问题。这些年我们想招一流的学者来做教授，但是他面试完拿到offer，到附近走走看看，可能回去就会来一封

信说：对不起我不能到你那里去，因为房价实在太高了。我算了一下，那边的房价，大概是刚入校的年轻教授收入的8-9倍。而在北京，这个数值是30倍。可想而知压力更大。

我们说建设世界一流大学，那么到底怎么定位世界一流？是用10年、20年还是30年建设成为世界一流大学？清华现在已经很有名了，学术排名也比较靠前了，所以我觉得应该是按照20年、30年这样的时间长度来制定目标。而清华的名声在很大程度上是由过去几十年甚至上百年里的毕业生们创下的。所以我的战略，首先要吸引好的学生，好的本科生、研究生。不仅是国内的，能不能把全世界最好的学生也吸引过来？这两天我也在观察咱们清华的苏世民书院，它在做的事情，就是把全世界最好的学生吸引到清华来。所以这是一个方向，我觉得值得考虑。

第二点，科研。有了人才，科研也要跟得上。我觉得如果按20年、30年来定目标的话，重点应该放在年轻的有潜力的教授的培养上，比如青年千人、比如杰出青年，等等，把他们招来，给他们提供优越的条件和待遇，让他们能够静下心来做科研。因为一般研究人员的创新高峰期也就是在三十岁到四十岁期间。

那为什么会有这样的想法呢？因为在加拿大有三所最有名的大学，一个是UBC，一个是麦吉尔大学，还有一个就是多伦多大学。我自己感觉，我们UBC这些年在年轻人才的储备上已经落后了。麦吉尔大学这些年培养了大批新人，而我们则没有太重视。但是我们学校的优点是交叉学科。所



毕晓涛

以我觉得清华将来也要考虑，要走出去进行交叉。比如我们系这三年来招了四个教授，都不是化工专业出身的。第一个是化学化工合招的，第二个是应用数学系的，第三个是食品系的，第四个是林学院的。进来后他们的研究是跨界的。这样有

什么好处？我们就不必自己再去重新学习自己不擅长的东西。而是可以跨出去把别人做的东西和我们自己的结合起来。所以说如果让我筹划这笔钱，我也会考虑往交叉学科的方向走，因为这也是将来所谓的新的创新点。[4]

杨健：刚才滕藤老师提到，清华现在已经从第三阶段发展到了第四阶段。骆老师，您作为新一代化工系的学科带头人之一，在第四阶段这样一个新的历史时期，关于创新团队和学术梯队的建设，您有的一些什么样的想法可以跟大家分享一下？

骆广生：我觉得一个最核心的理念，就是工程科学的重大技术突破和研究高地的形成，以及杰出人才的成长，可能都是在集体中产生的。这个命题我觉得可以探讨一下。最近我看了一本书，就是《师从天才——一个科学王朝的崛起》，其中讲到诺贝尔奖获得者所在的研究团队、研究基地是一个什么样的情况。至于我个人的体会，首先，我是化工系培养的，是在化工系这个集体中成长起来的。从1983年到现在，我一直在化工系，在这个集体里得到了很多关心和帮助，也学会了相互支持、

相互融合、共同提高。我觉得化工系总体是蒸蒸日上、不断向前发展的态势，学科也在不断拓宽。在今天这个历史阶段，我们在说一流大学建设，在今天这个历史阶段，我们在说一流学科建设，在说杰出人才的成长，特别是今年我们化工系在人事制度改革方面也向前迈出了一大步。在这个迈进的过程中，我们的独立PI（Principal Investigator）的意识很强了，但我们的合作意识、我们的团队精神到底怎样传承？

我觉得这是一个很大的命题。实际上在重大工程技术突破的关键点上、在形成学术高地的关键位置、关键的作用上，国家也提出来协同创新、产学研结合等模式，我觉得都是很好的提法。国家自然科学基金委、科技部、教育部也都有创新团队的提法。

我觉得从创新团队的发展来说，首先还是要指导思想上特别重视，要形成共识。特别是在我们工程科学研究领域，要让我们的老师、让我们的同学更多地意识到：在重大工程技术突破每一个细小的环节里，每个人的作用都是不可或缺的。突出个人的作用，这在某个阶段是需要的。但是要形成一个完善的技术，形成一个真正有影响力的学术高地，那么每一个人的作用都要体现在我们的评价机制和体制上。

其次，工科团队的建设一方面要做好自身的文化遗产。一定要在集体里坚持做一些工作，形成一些学术高地和学术影响力，同时在产业界形成一些专有技术和特殊技术。另一方面就是追求学术思想和重大任务的引领。一定要有重大的科



骆广生

学问题来牵头，才有可能组织团队，才有可能引领团队的发展。像当年的712工程，像现在国家基金委提出来的重大课题，都是很好的方式，即通过重大科学问题和重大工程技术的引领，形成一些大家志趣相同的科学目标，解决我们国家经济社会发展中的一些关键问题。

第三，要有很好的组织构架，很好的体制和机制来保证。体制和机制可能不是一两句话能说清楚的，但目前注重个人评价的同时，怎么去评价一个集体的贡献，这是一个值得我们思考的新命题。

最后一点，我觉得需要发展的眼光。现在的团队建设可能不是以前的模式，需要不断去借助外部力量。刚才几位学长也提到学科交叉、人才流动等等。我觉得在建设一流大学、一流学科的过程中，这已经成为一个最重要的环节。不借助外部的力量，没有新思想、新资源的介入，团队也很难发展起来。

所以团队十分重要，是杰出人才成长和重大工程技术突破的基础。当然现在团队建设可能确实面临着重大的挑战，有很多问题需要解决。■

杨健：陈薇学长，我们都知道您是女将军，中国十大杰出青年，习近平总书记还曾两次接见并和您深入交谈。您是从工学领域后来转到了医学领域，做干扰素、疫苗等等，那么在学术生涯的规划方面，能否请您给学弟学妹们一些建议？

陈薇：我是在浙江大学读完本科之后，在清华化工系读的研究生，参军以后在军队读的博士。我觉得浙大和清华有很大的共同点，浙大校训是“求是”，清华讲“行胜于言”，我觉得两个学校的精神还是有很多相通之处的。

你刚才说这个其实是很大的一个话题，就是如何进行科研规划。我到了军事医学科学院以后就在想，我是学化工的，在这里我怎么突出我的优势？如同刚才好多老师所说，清华人是不甘于落在别人后面，或者跟着别人的思路走的。那我怎么突出我的专业优势来做一些事情呢？一定要做别人不愿意做的，或者做不好的、做不成的，对军队、对国家建设有益的一些事情。这样我的价值就会被放大。于是我就开始找，最后决定开始做炭疽芽孢杆菌的研究。

从1999年我就开始做相关研究，2001年“911事件”、炭疽袭击以后，这方面开始受到重视，



陈薇

我也觉得很自豪。到2012年的时候，我们终于把基因工程炭疽疫苗做成了，成为国家战略储备的第一个重组疫苗。我本人获得“十大杰出青年”称号，也是“杰出青年”评选20多年来唯一因为特种药物获奖者。我觉得这也离不开清华化工系对我的培养。

我现在组团队的时候也非常注重学科交叉。在我们团队里既有清华航天航空的，做病原体的空气传播；也有北大物理系的，做一些蛋白结构的修饰；还有来自上海交大做自动化管理的，等等。只有学科交叉组队，才能把一个项目做好。

当我们把炭疽疫苗做得差不多了，我又开始琢磨埃博拉病毒。因为埃博拉病毒病死率最高，在病毒清单里排首位。1976年埃博拉病毒一爆发，全世界都震惊了。所以我就开始做埃博拉病毒的研究。我们在2006年就得到了国家863计划的支持，题目就是我牵头做的重组埃博拉疫苗的研究。2004年初，埃博拉在西非爆发，2万多人死亡。那时我就想，怎么能把我们做了将近10年的研究工作用上？当时因为美国很快就开始做临床了，我就想既然已经赶不上美国了，那我们就要用新的基因型，也就是2014基因型。目前为止，我们也是全球唯一的2014基因型的埃博拉疫苗。因为这个基因型不单是针对这次疫情，从传染病发病率来说，即便以后病毒有可能再变异，也是从这个基因型再变异的概率要大得多。我觉得做这个是针对性很强的。

另外一个，刚才说到我们这个团队是学化工的，所以我们希望能从开头的研究一直做到应用。美国做的埃博拉疫苗需要在零下80度的条件下保存，而我们采用的是冻干粉剂型。我后来去非

洲一看，更觉得我们坚持的想法很对。因为像塞拉利昂当地是没有电力系统的，美国的疫苗需要动用昂贵庞大的电力系统支撑去保存；而我们的冻干粉剂不需要这么苛刻的条件，于是可以大大延长保质期。我们研制的埃博拉疫苗也成为了中国第一个在境外开展临床的疫苗，研究成果也得到了国际科学界的认可。所以我特别感谢清华。

而且清华给我人生很多美好的记忆。像刚才几位老师说的，我觉得文理相通也是很重要的。在清华基本上我的业余时间都贡献给了《研究生通讯》。我做副总编做了两年，在上面写了很多很多的文章，采访过很多老师。所以我觉得这个过程教会了我很多，对我以后确实很重要。

另外还有一个，清华的数学让我印象特别深。除了在研究生报社，我其他的时间都在做数学题。我觉得数学对人的逻辑思维的培养特别重要。我在做任何事情的时候，头脑里一定是很清楚：从开始到结尾我想做什么？想做成什么？这个过程中，我想找哪些人组团来做？中间可能会遇到哪些问题？等等。我可能更多地会超前地布置一些东西。❏

杨健：张良方学长也是少年成才，被评为“全球杰出青年创新家”。想跟您请教的是，现在都说“成才要趁早”，但在一个大的、系统的学科领域中，越往前走，脱颖而出越难，越会有主观上和客观上的障碍。您认为，对于学弟学妹们，要想早一点脱颖而出，该怎样克服这样的障碍呢？

张良方：谢谢杨健学长。因为我独立工作的时间不是很长，论经验实在谈不上，我打算用几分钟跟大家汇报或者说分享一下我科研工作中的一个小故事。

我的研究领域主要是纳米医学的应用。我们

通过工程的方法做一些很小很小的纳米颗粒，大概是我们正常头发丝直径的千分之一或者更小。在每一个纳米颗粒里面放入成千上万的药物分子，然后用纳米颗粒把这些药物分子直接推送到目标位置，比如说肿瘤、感染。当这些纳米颗粒进入人体，会遇到一个重要的问题，就是我们的免疫系统会把这些纳米颗粒当成“外来户”，尽快清除掉。所以在过去大约30年的时间里，学术界的很多精力都放在如何修饰这些纳米颗粒上，好让人体的免疫系统能够放过这些纳米颗粒。这就好比要通过别人的封锁线，可以有很多种方法。有一种方法就是偷偷摸摸地穿过去，可以用两个字形容——躲藏。这种方法是主流。但是躲一次

两次是可以的，多了的话就会出问题。所以，这也是很多纳米医药面临的问题。就是你用一次两次效果很好，但是次数多了，人体的免疫系统就能够识别它了，它的药效就越来越低。

所以我的团队在做这个工作。我们设想可不可以不躲避，而是采用伪装的方法让纳米颗粒拿到免疫器官的通行证？这样就能大摇大摆地走过去。所以这就是一个理念。那么基于这个理念该如何实现它？我们就从人体的红细胞入手。因为我们知道血液中有许多红血球输送氧气，有没有可能模拟这个红血球呢？我们想的非常简单。我们把红血球的“皮”扒下来，然后把红血球的膜做成一件一件的“衣服”，“穿”在纳米颗粒的表面。这样纳米颗粒到了血液中以后，就特别像一个微型的红血球，而且它的表面也会具备红血球的各种蛋白或者其他东西，也就相当于有了生物上的通行证。免疫细胞一看这样的纳米颗粒，会认为它跟红血球是一样的，就认可放行了。这是一个新思路。我们在2011年首次发表了这个概念。而之前在我们整个领域，大家从来没有想到这点，都是做材料的做材料、做细胞的做细胞。但其实我们可以把他们结合在一起。文章发表以后，很快就得到了重视。美国工程院当天就把它评价为国家创新。当时我们很高兴，但是也没高兴多长时间。因为我们申请的科研经费很多都被毙掉了，拿不到钱。为什么呢？因为这个概念特别新，这种情况下就意味着还有很多未知的东西，评审专家们就会提出很多很多意见，有的是非常基础的，有的是非常应用的。在这个过程中，我们团队坚持了4年多的时间，基本上把从基础到应用这个过程中所有的问题都解决了。我们也发表了很多学术论文来证明。到现在，基本上产生了这个领域里的一个分学科。全世界有几十所实验室不仅重复了我们研究，而且加大了应用规模。我们也获得了几十项国际专利，得到了一些国际奖项的认可。目前在我们清华化工系校友的合作和帮助下，我们在产业化方面也向前迈进了很重要的一步。



张良方

讲这个故事，主要是想跟学弟学妹们分享两点。第一，想在一个领域内所有创新，我们需要对这个领域有很多了解，有很扎实的基础和积累。我在做这个之前，做传统的纳米医药已经做了很多年。正因为对这个领域了解得很透彻，知道问题在哪里，才有可能提出这样的理念。所以领域内的创新，有点像厚积而薄发。也可以说是主观上、客观上都要有一个基础准备。

第二，即使是一个很新的东西，在开始时可能也只会少数人认可，甚至被很多人反对。需要我们不断坚持，去努力解决这些问题，直到我们把它完善，最后成功。所以我们要想在创新的过程中做出一些东西，还要坚持，要有一个好的理念。我理解创新和实践之间的关系，创新在实践之前，可能只会被少数人认可或理解，但创新在通过我们的努力实现以后，就能得到多数人的喝彩。

杨健：今天我们这个论坛的logo是70ChE，可以读成“70车”。我们常说学富五车，而我们现在已经积累到了70车。将来会发展到80年、90年、100年的时候，会一直积累到100车。让我们共同努力，把这个车一起装得更满。谢谢大家！