

人民网访谈

突破性进展 信息网络科学如何应对？

[主持人]:各位网友，大家好，欢迎收看由中国科学院和人民网科技频道联合主办的展望中国八大科研领域突破系列访谈。随着近年来互联网事业的飞速发展，信息技术可以说成为了我们生活和工作当中必不可少的一个助手。像我们人民网这样一个新兴媒体，其实也是依赖于信息技术而发展起来的。今天我们一起探讨一下信息技术未来的发展方向。 [14:11]

[主持人]:首先我们认识一下今天的两位嘉宾：中国科学院计算技术研究所所长、中国工程院院士李国杰；中国科学院上海高等研究院筹备组组长封松林教授。 [14:42]

[主持人]:两位老师，像我们刚才所说的，近年来，我们可以特别深切地感觉到，无论是我们生活当中，还是我们工作当中，缺少了信息技术，缺少了互联网，就好像是少了一个胳膊一样，感觉缺少了很多助手、很多帮助。今年两院院士大会上，胡锦涛总书记的发言中对八个重点科研领域提出了“实现突破性进展”的要求。其中第三点就是说“要大力发展信息网络科学技术”。在胡锦涛总书记的发言中指出，“要抓住新一代信息技术发展的机遇”。两位老师来看，这里面所提到的“机遇”具体应该包括哪些呢？ [14:43]

[李国杰]:胡总书记在两院院士大会上讲的八个重要领域和科学院在 2050 年的路线图上讲的经济社会基础和战略体系的八个体系是完全吻合的，而且次序都是完全相同的。我们当时做 2050 年路线图的时候，一个主要观点也是讲抓住信息领域，特别是网络今后 10 到 15 年发展的一个重要机遇，但是对这个机遇的理解，每个人可能不太一样。我的理解，从技术发展趋势来讲，所谓机遇就是讲网络，或者支撑网络的一些技术，包括芯片技术、计算机技术，在今后十到二十年的时间里都会有一个大的变革，即代际转移，21 世纪的技术会有很大的变化。过去经常用的技术，包括一些很有指导意义的技术和影响整个产业界的定律慢慢都会失效。互联网现在用的 TCP/IP 协议也需要更新，需要换新的革命性的技术。所以，我们觉得，从 2020 年到 2030 年这段时间，信息技术可能有一个天翻地覆的变化。你不抓住这个机遇，这十到十五年你没有做好准备，那个时候所有的技术都是别人的，我们会再一次走到技术的边缘。 [14:43]

[李国杰]:从需求方面来讲，我们在 2020 年以前是建设信息社会的初期，到 2020 年以后就要逐步进入到一个信息无处不在的 U 社会。这个变化决定了今后 10 到 20 年，我们首要的任务就是建立一个使大众非常方便获取知识和信息的，而且更加有效的协同工作的，生活品质更高的信息网络，这是一个最大的机遇，把这件事情做好以后，可以带动整个国民经济的发展。 [14:43]

[封松林]:李老师讲的我都非常同意。我再补充一点。现在是两个层面的，一个是近期的，我们国家现在提出三网融合，以及要大力发展物联网，国家很快在这些领域有大量的投资加进去，像这些事情可能也需要有我们自主的技术、自主的科研支撑来发展我们新一代的三网融合的网络和物联网。在更远期的，刚才李老师讲的，到 2050 年或者更远期，国际上对物联网或者新的网络形态研究也很多。过去互联网，包括无线通信这些网络，以及有线通信网络，第三代无线通信有我们自己的 TD-SCDMA 的标准，其他的都是沿用国际的标准。国际上现在都在研究现有的网络的问题，未来有一个新的跨越式的发展，可能对大家都是一样的，都要有一些更新的技术、更突破性的东西，我们在研究，在技术层面，可能中国在世界各国站在同一个起跑线上，所以，在这一点上，我们的科研力量、企业就要抓住这个机会，在技术发生大的变革的时候，抓住了以后，一下就跳到和人家一样。就像我们当年的通信网络，我们就跨过了铜缆，直接上到光纤网，所以我们现在通信网络在世界上还是很先进的一个网络。因为未来的网络会渗透到生活、社会各个行业，所以它的引领作用会非常大。我理解总书记讲的可能就是一方面近期怎么样在建设三网融合、物联网这些网络的时候，把我们自有的一些技术应用进去，第二个方面就是在未来发生大的技术变革的时候，我们怎么能抓住机会，抢占这个技术制高点，走到国际的前列。 [14:43]

[主持人]:确实就像您刚才说的，现在信息技术已经渗透到我们的生活工作的各个行业当中。但是其实对于我们外行人来说，可能提到信息技术，我们更多的想到的是一些比较实际一点的东西，比如电脑，比如我们常用的互联网，但是真正信息技术的含义是不是我们脑海当中、印象当中这么简单的一个含义呢？ [14:44]

[李国杰]:信息技术已经发展几十年了，从信息论，计算机的一些基本理论开始，快六七十年了，它也是一个很大的领域。一般人讲信息技术都是把它当作是信息的获取、信息的传输、信息的处理、信息的存储，还有信息的应用。从学科来讲，一般最基础的是信息载体所用的材料器件，包括微电子器件、光电子器件、量子

器件、纳米器件等一大类基础器件，微电子、光电子属于信息领域里面的一大类。再往上一层就是整机，计算机需要软件，软件也是计算机信息领域一个很大的领域。再往上走就是系统，网络、通讯，包括雷达，这些都属于这个领域。更多的就是信息的应用，信息应用涵盖各种各样的，比如数字信号的处理、图形学、多媒体，还有很多网络的应用，还包括模拟仿真等等都是。 [14:44]

[李国杰]:但是除了这些之外，还有一点是信息领域与其他领域形成的交叉学科，它已经渗透到我们的物理世界，和人类社会都结合在一起，物联网也好，传感网也好，包括人和其他界面也好，这是一个很交叉的学科，包括自动控制、工业控制，还包括信息生物学、社会计算。信息技术有一个基础，就是信息的基础学科，那是信息技术的源头，信息的一些技术研究，涉及到信息科学。信息科学涉及的面越来越广，和其他学科的交叉越来越多，所以它是一个纽带，把将来的生物、纳米都结合在一起，所以，信息科学在不断地变化。原来就是把它看成是这几个层次，像一个烟囱一样，像数理化一样的一个专业，现在更像能源、环境领域，涉及到的学科很多，它也是一个不断演变的学科。 [14:44]

[主持人]:其实它并不是一个单纯的学科，它可能更多的是带动了其他学科的交叉发展，甚至是带动了其他产业的交叉发展。我们国家的信息技术的起步和西方国家相比，是不是稍微晚了一些？ [14:45]

[李国杰]:大家一般认为，上世纪 40 年代，比如冯·诺依曼计算机出来以后，信息技术就开始了，这之前还有一些通信技术、雷达技术在做。我们国家信息技术真正开始起步是在上世纪 50 年代，是我们国家十二年的科技规划的一部分。1956 年中国建立计算所、电子所、自动化所和半导体所，信息技术开始慢慢发展，和国外相比晚了十几年。 [14:46]

[李国杰]:但是这个差距不止在起点上，我们和国外最大的差距在于这个产业本身规模已经很大了，但是我们的产业都在产业链的低端，它的增值比较少，利润也比较薄。另外我们的核心技术，我们自己的原始创新比较少。曾经有一段时间已经缩小了一些，“文革”以前已经逐步在缩小，经过“文革”一段时间以后，又把距离拉开了，这几年慢慢追上去以后，差距在逐步地缩小。 [14:46]

[主持人]:其实我们一直处在一个跟踪学习的过程当中。 [14:48]

[封松林]:我们发展比较晚，但是半导体、通信，有一些是同步发展的，但是我们走向商业化、市场化的时候，就没有迅速地推广到人们的生活，所以发展得比较慢。改革开放这些年以后，实际上我们慢慢地积累了一些经验，尤其是现在研究这个领域。上个月清华请了世界几个主要国家的著名大学的信息学院的院长介绍他们未来 20 年信息领域的发展。从研究和技术把握这一块，我们国家基本上和国际上是同步的，他们想到的我们基本上也想到了，包括科学院 2050 年路线图，大家很多思路、想法都是一致的。由于我们现在改革开放时间还短，积累还比较弱，做到很细，和工业结合的时候，我们往往就掉队了的。另外信息领域，还有一些领域，比如移动通信，有一些东西是可以政府发挥重要作用的，发挥我们国家体制优势的，所以，我们国家走到第三代移动通信以后就有自己的移动通信标准了。还有一些关系到信息安全的，比如未来三网融合，广播、文化领域的，可能政府还可以发挥比较重要的作用。这些领域如果组织得好，也许我们可以走出一个中国特色的，能跨到这个前列。 [14:48]

[封松林]:现在我们总的感觉就是，可能我们积累还不够，就是我们每个研究员，或者教授的实验室，一个小实验室的规模和国外一些大牌教授的可能还有差距。我们总体的设备，很多实验室可能和国外差不多。只要大家继续朝这条路走下去，不出大的动乱，能稳步地发展，我估计还是有可能在不远的将来能赶上国际上的水平。 [14:49]

[主持人]:虽然我们的起步相对来说比较晚，但是近些年我们在信息技术这方面的研究，特别是应用方面的成绩大家是有目共睹的。但是也有这样一个说法，是不是我们的速度提上去了，我们的质量没有随着速度一块提上去呢？两位老师如何看待我们国家信息技术发展的速度的问题？ [14:50]

[李国杰]:我们国家信息发展的速度，自己和自己比，应该说不慢，我们的产业前几年增长的速度基本上是呈两位数的增长，比如信息产业的产值和 GDP 的增长，两倍到三倍于国家总的 GDP 的增长速度。从数量上看，应该说还是很可观的。所以我们产业的规模也是仅次于美国，也是很大的，出口也非常多。但这里面仔细分析的话，这里面存在的主要问题是它质量上的差距，我可以举几个例子，我们这个产业里面有一个基本的衡量参数是增加值率，就是买进去的材料和做出来的产品比，增加了多少产值。整个国家的制造业增加值率大概是 26%，就是一百块钱进来，可以 126 块钱卖出去，26 块钱是你增加的产值。但计算机产业和通信产业的增加值只有 22%，比平均的还要低，实际上没有高技术产业的特

点。 [14:50]

[李国杰]:另外，国际上每年都有 IT 产业的竞争力排名，前几年我们都是四十几、五十几，去年提高了一点，在全世界排 39 位，和我们的大国地位也是不相称。韩国都到了 16 位，我们国家的台湾地区都到了 15 位，我们还是 39 位。产业的发展实际上和我们的科研是有一定关系的，科研的规模现在也很大，科研的论文数目也是逐步增长，发表论文的数量也属于大国，但是我们的引用率平均不到两篇。我们的专利增长率也是很大的，也在发展，增长率很快，量也很大，但是我们的专利有效期一般不到十年，五六年以后基本上就没有用了。国外一般可以到 15 年，比我们的十年高出五年。还有一个最大的问题，我们同样做科技，一百万美元投入进去以后，产生多少专利，我讲的是国际上的专利，中国大概一百万美元只产生 0.04 篇，就是差不多要花 2500 万美金，将近两亿人民币投入才能产生一个国际上的专利。国际上像瑞士等国家，一百万美元可以产生两点几个专利，差好几十倍，就是说我们的产出比较少。总的来说，两个基本的衡量，一个是科技对整个信息产业的贡献还是比较小的，再一个就是我们对外依存度比较高，这是我们中长期计划里面两个重要的指标，要把贡献率从原来的 30%提高到 60%，对国外技术的依存度从 50%降到 30%。但是很可惜，最近这几年来，贡献率并没有提高，反而有点下降。 [14:50]

[主持人]:总的来说，其实还是我们常说的产学研脱节的问题，如何把科研价值转化为生产价值，这是我们下一步需要去解决的一个问题。 [14:50]

[李国杰]:这是一个老问题了，不是一朝一夕能够解决的问题。 [14:52]

[主持人]:刚才李院士提到我们和西方国家相比，可能在核心技术上面是有一些差距的。其实像尖端技术的缺失，经常会导致我们处于一个比较被动的局面。在胡总书记的讲话当中，在第一部分就提到了一个迫切性。信息技术是不是真的到了要实现突破进展这样一个刻不容缓的地步了？ [15:19]

[封松林]:我想从两个方面理解：一是现在我们国家经济总量很大，整个信息产业也非常大。过去我们还可以靠引进，靠人家来加工，包括我们的手机可以做得很便宜，但是现在由于我们的产业，像中兴、华为和国外大公司已经非常具有竞争力了，再靠引进这种技术已经是不可能的了，它不可能给你最先进的技术来发展。二是随着信息技术的发展，信息技术已经渗透到各个行业、各种制造业、信息服

务业以及千家万户，这个时候，尤其物联网发展以后，你的设备、交通工具都在这个网里面，信息的安全性以及我们国家特殊的社会主义制度的性质，我们对这个信息安全可能和西方意识形态的差距，可能有特殊的要求，这使得我们必须要有自主创新，发展自己的东西来引领。 [15:20]

[封松林]:比如，移动通信里面 TD 实际上也是靠自己的力量，政府的支持来发展。当然，最终实现自主，可能还需要时间和机会。因为现在基本上信息领域大的格局还是按照西方策划的技术体系在发展，还没有跳出这个。另外，信息领域这些大的企业和行业都是巨额的投资，比如集成电路是几千亿、上万亿的投资，要想一下子改变也非常困难。这就回到前面的那个问题，就是讲下一代信息通信网络如何由技术发生重大变革的时候，这个时候最容易赶超或者和人家到同一个起跑线上，从这些方面来说，确实是我们必须发展自主的，以及真正从跟踪到我们自己能到前沿，甚至到未来，我们可能引领这个技术的发展。 [15:20]

[主持人]:那是一个机遇的点。但是当这个机遇点来的时候，我们有没有技术准备去抓住它，是我们现在需要去做的准备工作。 [15:20]

[李国杰]:刚才谈到我们的技术突破的迫切性，我们可以从最近一个例子作为案例来分析一下。前不久“富士康”跳楼事件。富士康是我们国家最大的一个组装加工企业，据说有七八十万员工，这么多的加工在大陆做组装，而且它占全世界组装的量也很大，差不多 30%以上都是中国出厂的，这是中国的一个缩影。过去我们很多企业习惯这样做，好象也可以维持下去，现在看来快走到头了。因为利润已经非常非常薄，靠廉价的劳动力来维持这个产业的发展，已经没有太多的发展空间了。 [15:20]

[李国杰]:现在必须依靠技术创新才行。我们国家技术创新现在的局面是这样的：只有少数的，像华为、中兴这样的企业做得好，这是个别的企业，专利比较多了，科研人员也比较多了。华为每年有将近 10%的营业额投入搞研究，有四万多的科研人员做进入了国际大公司的行列，这是个别现象。前几年我们做芯片，取得一些突破，但是在整个基础平台上，还是旧的。所以，我们现在如果说还是在别人的平台上做一些事情，这条路已经走不下去了，你必须要有自己的技术平台，也就是自己的技术体系，这样整个行业才能发展下去。 [15:21]

[主持人]:在胡总书记提到的八个重点科研领域当中，我们注意到，相对于航天或

者其他的一些领域来说，我们的信息技术领域算是平时生活当中和我们老百姓接触最密切的一个领域之一。二位作为各自学科的带头人，同时我也知道二位是参与了中科院的 2050 路线图的制定工作，我们特别想了解一下，也请二位老师能够借这个机会能给我们透露一下，未来我们信息技术领域的发展朝着怎样的方向去走呢？ [15:21]

[李国杰]:关于信息领域的 2050 年的发展路线图，我们当时有十几个专家在一起做一年多的时间，封老师和我都参与了这个工作。我们当时做整个信息领域的 2050 年发展路线图的时候，信息领域发展方向定位在六个主要的任务和目标，这六个任务：一是构建无处不在、称心如意的信息网络。这是第一大任务。二是实现信息器件和系统的变革性的升级换代。三是发展数据知识化的产业，就是基于数据和知识的产业。四是用信息技术提升传统产业和实现低成本的信息化。五是建设发展新的信息科学和发展以信息为纽带的交叉科学。六是构建国家和社会信息的安全体系。这几个方面形成一个网络的体系，一个基础架构，通过这六个方面勾画了未来发展信息领域的一些最主要的方向。 [15:21]

[封松林]:信息领域分两块，一块就是信息领域本身，刚才李老师讲了，这个可以从新的材料、新的原理的器件、新的设备和新的网络、新的服务，这就是信息领域本身。第二块就是信息化。信息的东西用到其他领域，比如用自动控制去制造，另外，现在低碳、节能提到了议事日程上，因为我们国家现在能源对外的依存度也非常高，所以中国发展不可能走西方当年那种高消耗能源的道路，所以，信息领域要为我们国家从生命健康到工业化整个过程提供这样的技术支持，我前一段时间看了一篇文章，把信息领域的一些技术用到制造以后，大概可以节省 15% 的能量，这个可能随着不断地发展，人们进一步的控制，可以更高。 [15:22]

[封松林]:另外波音现在做 F35，就是新一代的战机，这个飞机没有一张图纸，全部都是用信息网络和计算机来设计制作的。这样就可能大大节省成本。从信息技术本身，李老师刚才讲了，2050 年我们预测大概在 2030 年、2040 年前后需要比较大的突破，来支撑未来信息发展。从信息化的角度来讲，我们国家必须走这条路。这是用信息手段改造传统的工业、制造业以及服务业，使得它走低碳、绿色、可持续发展的这样一条道路。 [15:22]

[主持人]:其实信息技术对我们现在常说的低碳社会的目标实现也是发挥了很大作用的。 [15:22]

[封松林]:美国当年有一个题目，就是大楼的空调通过物联网的控制，有人开，没有人关，他们测算了一下，通过这个信息手段控制以后，可以使空调系统节能 15%。所以，其实在日常生活中，如果你告诉他了以后，他按照信息手段能够发现模式去做，就可以大量地降低能耗。另外我们现在很多加工，如果没有前期这个信息技术无图纸的制造，大量浪费材料，如果信息技术跟上以后，从设计到新的加工手段，也可以大量地节省材料，这样可以形成低的成本。此外，信息技术本身大的数据中心、大的服务网站，也是巨大的耗能的大户，现在他们有一个数据，整个信息产业耗能占到全世界能量的 2%。所以，信息技术本身也需要走节能的道路。 [15:22]

[李国杰]:信息技术、IT 产业还不止。美国 9%，全世界达到 5%，我们国家 4.5% 左右。 [15:23]

[主持人]:不止是解决其他的产业的问题，自己也需要解决这个问题。 [15:23]

[主持人]:我印象当中，我小的时候我刚开始接触计算机的时候，根本想象不到信息技术会给我们的生活带来这么大的变化，根本想象不到，比如我们现在想了解一个什么东西随时上网就可以搜到，也想象不到我可以跟远在千里、万里之外的人对话、说话。未来信息技术的发展应该也是一个我们现在想象不到的局面。两位老师能不能给我们展望一下？ [15:23]

[李国杰]:肯定是这样的。人们对信息社会的预期往往都是错的。刚开始搞计算机的人，IBM 的总裁说全世界只需要 5 台计算机就够了，现在看看这就是一个笑话了，包括比尔盖茨这么聪明的人，他当时设计一个 DOS 操作系统时，他只设计了 600k，他认为 600k 就够了，现在简直是笑话了。人们对信息技术发展的预测都是错误的。 [15:23]

[李国杰]:刚才提到我们做 2050 年路线图的规划，对未来的预测、展望也好，因为它是一个长期的科学研究，不同于做五年计划的那样比较精确的指标性的定量的预测，如哪一年达到多少指标，指标不可能写得非常细，但是也有大的方向的描述，比如网络，我们估计在未来的十年内，比如 2020 年以前，可能主要是把新的 ipv4 互联网向 ipv6 的互联网过渡，就是有一个准备工作，做新的后 IP 的网络技术的突破。从 2020 年以后 15 年，就要做整个网络交换机的新的网络平台，

这个平台可能不再使用现在的 TCP/IP 协议，它将是一个新的网络。再往后可能就做更加低能耗，更加可靠的信息技术网络平台。 [15:24]

[李国杰]:现在的计算机最高的可以做到千万亿次的水平，我们估计 2020 年左右，可能会再提高一千倍，那时候是 10 到 18 次方的速度，再到 2035 年的时候，可能再提高一千倍，就是 10 的 21 次方，再到 2050 年可能达到 10 的 24 次方，比现在又提高将近几亿倍了，这个前景还是很大的。但是很多问题现在都阻碍我们，就是说你现在的这么大的机器，按照现在的能耗来做，将来可能把北京市的能量加起来只够一台机器用，所以将来的机器必须要比现在节能，缩小很多很多倍，你的性能要提高很快，但是能量不能增加了，能耗就是现在这么多了。通过预测未来，它的发展前景知道，它的挑战性问题我们也知道，为今后的研究提供一个方向。 [15:24]

[主持人]:我们很难想像，十的几次方这样的速度发展是一个什么样的速度。 [15:24]

[李国杰]:指数发展的概念就是多少年翻一倍，比如摩尔定律，18 个月翻一倍，那是什么概念呢？就是今后 18 个月的增加量等于历史上几十年的增加量。有些技术只要 9 个月就翻一倍，有些长一点时间翻一倍，这种几年翻倍就是指数增长的。 [15:24]

[主持人]:对于我们现在制定的这样一个目标，我们刚才也说了，信息技术当中包含了很多内容，就是不止是我们印象当中包含的很浅显的内容。在发展的过程当中，有哪些领域是我们未来几十年需要重点去突破和发展的一个领域？ [15:24]

[李国杰]:刚才关于网络方面已经谈得不少了。 [15:25]

[封松林]:我们国家也非常重视这件事情，就是 16 个重大专项中和信息相关就有三个，一二三个都是和信息相关的。如果说到系统层面，我们还能买的器件，有新的想法就可以搭建出来，可是在元器件和材料方面，必须靠自己突破。因为到最尖端的材料和元器件，花钱是买不来的，咱们国家几个重大专项都在这方面着力在做。 [15:25]

[封松林]:再就是从系统和刚才讲的那些网络，中国人到底会不会发明出一些让世

界人眼睛一亮，完全和现在不一样的东西，这可能对我们未来是一个很大的考验。 [15:29]

[封松林]:另外，整个信息技术以及其他方面，大的趋势肯定大家都知道，就是环境更友好，更以人为中心，更加绿色、节能，这些方向肯定都是可以预测的，但是具体什么技术路线，现在可能没有人讲得出来，现在讲的估计到五年十年以后看绝大部分都是错的。就像手机，当时没有人知道短信一下变成这么大的一个市场，但是短信后，人们又推出彩信，彩信就没有推开，大家知道短信好了，是不是彩信也好。现在大家做很多预测，可能往往都是错的，但是大的趋势已经看到了，具体什么技术，我觉得现在即便是很著名的专家讲的，也就是听听而已，也可能到时候做的事情完全和他不一样。 [15:40]

[主持人]:很多问题其实是在实施过程当中临时出现的问题，是需要随机应变解决的一些问题。 [15:41]

[主持人]:胡总书记在两院院士大会上提出的八个重点突破的领域，把信息技术作为第三点提出来，可见无论是中央还是整个社会，对于信息技术的发展都寄予了很大的希望。有了这个政策方面的推动，我们未来信息技术的发展会有哪些方面是二位觉得发展得比较好、有优势的地方？ [15:41]

[李国杰]:我们国家最大的一个有利条件就是我们有世界上最大的市场，现在我国是很多信息产品的最大市场，以后肯定是世界上最大的网络、最大的信息产品市场，也是世界上网民最多的。做 2020 年中长期规划的时候，当时我们估计是 8 亿网民，别的单位讲，2020 年是 5 到 6 亿，还有一些单位预计是 3 到 4 亿，3 到 4 亿现在已经超过了，很可能到 2020 年我国有 8 亿网民，这个规模非常大。规模大带来一个优势是我们通过需求来拉动科技的力量比较足。将来的技术一定是朝着满足大多数人的需要的方向发展，一定会发展很快。 [15:41]

[李国杰]:第二方面，我们中国有很强的人力资源，我们培养的博士生、硕士生数量也是很大的。再一个我们是社会主义制度的国家，我们可以集中力量办大事。 [15:41]

[李国杰]:有了这些大的优点，我自己觉得，未来的信息技术在中国的发展一定是走一条和西方发展信息化不完全相同的路。我觉得今后几十年里，中国无论是做

低成本的信息化也好，做更加惠及大众的信息化也好，一定做得比国外要好，将来这个信息技术的发展，不仅是使少数精英人受益，应该惠及到每一个家庭，包括很多农村地区、贫困地区的人都会受益。现在我们发现信息化对一些贫困地区很有好处。这是一个大的方向，而且这方面的趋势肯定会得到很大的发展，有这么多需求，有这么多人需要用。 [15:41]

[李国杰]:另外，中国在网上面是用中文的，和中文有关的技术也会得到很大的发展。中文在全世界网络上占的比例会越来越大。现在我们打开网站，看到的是中文，但是整个统计下来，我们占的比例很少，大概 2%、3% 左右，将来 10% 的网页都会是中文。 [15:41]

[李国杰]:还有就是很方便、好用的技术一定会得到很大的发展，比如 iphone 这样的很人性化产品，用户体验非常好的技术会得到很大的发展。 [15:41]

[李国杰]:还有就是开放的技术，开放源码、开放软件，一定会发展很快，因为以后的信息化不是“我是生产者，你是消费者”的概念，将来的用户既是信息技术的消费者，同时又是信息技术的生产者，就像网上面提供资源、提供信息的也是一些用户，现在用户本身创造的信息产品会越来越多，这是我们今后发展的一个大的趋势。 [15:41]

[主持人]:也是我们的一个优势。 [15:42]

[主持人]:政策的推动对于我们未来研究项目，比如资金投入或者它的人才投入方面会不会有一些推动作用？ [15:42]

[封松林]:这是肯定的。因为我们是中央政府非常有权威的政治体制，如果中央政府认定要发展的这些重要方向，一定会牵动地方的资源以及民间的资源，朝这些方向集聚。尤其大型的网络建设和大型的信息化设施的建设，这需要很强的组织能力和规划能力，可能中国在这些方面比国外快得多，就像我们的高速公路、铁路的发展比国外快得非常多。这些方面是中国发挥集中力量办大事的比较突出的一些。 [15:42]

[封松林]:现在可能还要重点注意的就是一些极具创造力的中小企业和极具创造力的个人。比如阿里巴巴这种商业模式，原先都不是大家预测会有这么大发展的。

这种来自民间的，可能是我们国家更要鼓励的。因为政府集中力量做大事在中国顺理成章，这都是很正常的，但是来自民间和自由创造的可能在未来更加关注和更加重视，因为很多新技术、新的东西都在中小企业里面。当年微软就是给 IBM 配 DOS 软件的，五万美元起价的一个小公司，它这么快就发展起来了。我们国家现在大的网站，比如阿里巴巴、腾讯，基本上是靠自己的力量和商业模式的创新很快发展起来的，这一块可能是未来更注重的。 [15:42]

[主持人]:它更大的意义是在于对于地方的导向作用以及对于中小型企业集聚的作用。我们刚才说到人才的问题，大家感觉前几年高校开办信息技术专业比较热，特别是很多男孩子都特别愿意去学信息工程、网络工程，但是近两年我们看到这个专业似乎渐渐有点冷下来了。我不知道二位老师怎么看这个问题？ [15:42]

[李国杰]:这是一个带一点普遍性的问题。国外这个问题其实比我们这里还明显。比如美国信息领域的博士生招生的人数也在下降。中国这两年的硕士毕业生、博士毕业生的人数也在下降。我自己觉得这是一个短暂的现象。我们做 2050 年规划的时候，当时就面临这个问题，信息技术的发展从每年百分之二十几变成个位数，会不会变成 3%、4%？它会不会像一般的机械产业或者其他的一般产业一样慢慢变成一个传统产业？我们的判断不是这样的。人们常常把信息技术当成一个工具，它自己产生价值的方面并没有充分体现出来，还有一些很核心的技术，我们的企业发展几十年，实际上都在透支信息科学的成果。最基本的原理性的东西，原创性的科学技术都是 50 年前、60 年前创立的，比如当时的信息论、计算机理论，这些理论都是在那个时候建立起来的，这几十年信息科学并没有大的发展。 [15:46]

[李国杰]:所以，在今后的 10 到 20 年之内，或者更长一段时间内，信息科学一定会有更大的发展，它发展以后，会带动信息技术更大的发展。现在大家认识到信息技术本身将产生价值的。所以，学习信息技术也不要太多地把它看成是一个编程工具，像学会会计什么一样的，它和学医生差不多，当医生感到很自豪，信息技术也是这样的，它是对人们生活真正有价值的一门学问。 [15:52]

[封松林]:每个行当和每个学科发展都是波浪性发展的，快速增长以后，肯定有一段调整期。另外，现在信息领域渗透到各个行业以后，几乎学任何领域的学生都要学信息领域的一些知识，所以，很多可能都分流到其他领域中去了。你现在说

哪个上大学的学生不会用计算机或者不会用网络，那简直不可思议，所以看你怎么分，有很多是以其他学科为主，但是大量地学了信息技术的课程或者行业，所以统计到信息领域。我觉得一个是波浪式发展，一个是迅速朝各个方向扩散，很多东西变成其他领域一个必备的知识。 [15:52]

[主持人]:我不是学信息技术领域，但是在我印象中我们上大学的时候，基本上每个专业都要去学 C 语言、VB，其实这也是刚才封老师说的这一点。对于未来我们的发展计划，相对来说比较稀缺的是哪一类人才？ [15:53]

[李国杰]:现在大家对人才培养谈得很多，尤其是对创新型的、工程型的人才，我们国家现在比较缺这方面的人才。但是从我自己的体会来看，我感觉到，现在在信息领域比较需要的人才是一种跨领域的人才。我们有些人到南方去，比如到广东，它的制造业需要升级，做模具需要先用软件做模拟仿真，设计好东西以后，做一个模型，做一个计算，就把模具做好了。这里面涉及的不光有计算机的技术，还要懂机械、热原理、化工等方面技术。真正把一件事情做好，特别需要既懂一定的专业知识，又有比较强的计算机基础知识的人才，不是光懂一个 VB，懂一个界面，还要懂得计算机更深层次的一些东西。把两者结合起来以后，才能解决应用领域的一些问题。 [15:53]

[李国杰]:我们一讲搞计算机，发展信息技术，老讲核心技术，以为就是操作系统，做芯片，实际上真正有价值的是应用领域的关键问题，不管是 CAD、采油，还是银行管理，每个软件都是核心的软件，这个软件都是很值钱的，几百万元才能买到，我们国家这几年都需要进口，你要解决就要往高端走，培养真正能解决某个行业里面关键技术的人员。我觉得这是将来信息领域培养人才很重要的方面。可能是双学位的，可能是交叉培养的，这样发展潜力更大一些。 [15:53]

[主持人]:比如搞炼钢的博士不能不懂得炼钢，一定要有真正的生产应用过程当中的知识来充实他，他才能真正创造出能够应用到生产过程当中的有用的工具。 [15:53]

[主持人]:刚刚我们说我们现在面临着劳动密集型企业向技术密集型企业转变的时期，很多中小型企业转变的过程当中也会面临一些困难，也是我们刚刚谈到的产学研结合的话题。李院士，您作为比较早投身到创业大潮当中的院士，特别想请教一下您，您在这么多年的实践过程当中，有没有得出的一个经验，或者您

摸索出来的这样一条产学研结合比较值得借鉴的理想道路？ [15:53]

[李国杰]:产学研是一个老问题，也是一个很难解决的问题。虽然我 1995 年的时候也下海当了五年的公司总裁，现在在不断地做技术转移，还在办公司，还在把专利转移出去，我做过各种不同方面的工作。但是坦率地讲，现在并没有一条放之四海皆准的经验。我觉得这个问题是一个比较复杂的事情。 [15:54]

[李国杰]:很多人以为产学研就是我这个科研人员做了一个成果，我自己下海办了企业，就结合好了。我个人感觉到这是两码事。我们经常讲科研成果的转移或者把成果变成一个企业，这个思路可能要改变一下。很少有企业是通过一个成果，把企业办起来的。办企业最核心的还是找到谁来办，就是那个人你找对了以后，他来创造企业，他再想市场上有什么需求，完了再找技术，确定是别人提供技术还是自己创造技术。首先要有一个办企业的人，那个人具有企业家的头脑和科学家的眼光，不是任何一个科研工作者下海都能办好企业，这是我们以前的一个误区。我把我的技术交给某个人就能办好，这些东西都不太容易做成。 [15:54]

[李国杰]:在一些单位里面，有一个团队甚至是整个建制的研究室，整个团队一起都下海去创办一个企业，这样的成功率可能稍微高一点。 [15:54]

[李国杰]:从科学院来讲，我觉得根据不同的情况有各种各样不同的方式做产学研结合。有些是成建制式的下海，有些是一两个人下海以后，找一些资金做企业，也可以把自己的技术转给大企业。但是不管怎么做，有一个基本的分工，比如大学主要是培养人的，它的主要责任不是怎么变成产业，我们今天要把人培养出来，在大学期间要多教育一些人的创业精神。国外大学生创业，都是培养这些人自己创业的。要把这个分开，不要学校自己办公司，学校要培养一些有创业精神的人出来。所谓产学研结合，不要老觉得我自己、本单位办了一个公司，或者自己的技术、资金马上变成钱，就是产学研结合。还是要通过人这个纽带来进行产学研结合。 [15:54]

[主持人]:还是一个分工的问题，认清楚自己本身的分工是在什么样的位置。 [15:54]

[封松林]:李院士的曙光公司是做得很成功的，其实现在信息领域要搞创业，还是非常困难的。芯片制造业没有数十亿美金的投入或者巨大的团队、几百个工程师，

都别想进入这个领域。所以，信息领域的芯片制造、设备制造、运营，这个都是人才密集和资金密集，在这些领域突然冒出一个公司，风险很大，是非常难的。但是新的应用、新的技术，像苹果都快死了，后来他的计算机界面非常好，他的手机 IPHONE，在一些应用领域比较容易出一些新的公司。 [15:55]

[封松林]:另外刚才李老师讲的，做研究的人的语言和做商业的做投资的，这些人讲的语言实际上是不一样的，同时讲一个词，内涵是不一样的。我们现在上海高研院也在试图能在立题的阶段就把搞投资的、搞产业的和科研人员能放到一起，一开始就在选题的时候筛选掉很多过去纯粹是有科研价值都是并没有市场推广价值的。因为我们做很多国家任务，实际上相当多的国家任务不是特别考虑成本，就是它做的那些技术，指标能拿到，而且性能非常好，就是不可能产业化，因为对于商用来讲成本是不可承受的。 [15:55]

[封松林]:所以，现在可能对于我们很多院所，包括一些大型国企的研究机构都有这样一个问题，就是你怎么能够选择一条经济可承受的技术路线，这是非常重要的。再一个就是还有一批创业精神的人。因为很多研究所的人，真正把他扔到海里他就被淹死了，这些人并没有企业的创业精神。有创业精神的人，有资金的支持，再选择合适的技术路线。我们在院里面和地方，也希望我们在这些方面做一些探索，现在还谈不上经验，只是我们想这样，也许可能。 [15:55]

[主持人]:我们常说的天时、地利、人和，它是综合考虑的过程。刚刚在我们的访谈过程当中，两位老师多次提到，目前我们的信息技术正在经历一场革命、一场热潮，很多新技术，比如近段时间经常能从媒体上听到物联网、云计算。据我所知，IBM、谷歌、微软这些跨国公司其实已经在紧锣密鼓地进行着这些技术的研发，有时候我们被称为以物联网为代表的第三次信息技术革命浪潮可以说是谁抢占了这个新技术谁就抢占了制高点这样一个关系。下一个阶段的信息技术的领导者其实也是取决于技术层面上的抢夺。我们国家在这个方面现在的战略部署大概是什么样的？ [15:55]

[封松林]:1997 年我们成立九个组搞科学院之窗，做规划。在那个时候，大概是一年多的时间写出战略报告，就是科学院刚刚启动工程的时候就提出这个概念。当时针对我们国家洪水、森林火灾以及自然灾害，说能不能有一套系统，平时布上以后，有发大水了，有灾害，它自己就能报，然后能监控这些灾害的范围，实施救助。实际上当时是这样一个概念提出来的。后来科学院专门成立一个微系统

中心，组织全院大概 20 多个所开展这方面的工作。真正热起来是由于 IBM 和美国奥巴马上台以后，因为现在毕竟技术的话语权绝大部分还是在西方国家，所以 IBM 提出来，奥巴马又推波助澜，他认为美国要发生改变，物联网或者是智慧地球可能是美国未来占领制高点的一个核心技术，我们国家中央政府也非常重视，在新的技术浪潮的时候，中国也要有大的发展，所以，总理去年 8 月 7 号在无锡指示，要突破核心技术，在无锡设立中心等等。 [15:55]

[封松林]:现在我们国家在实施 16 个重大专项，当时做中长期发展规划，16 个重大专项前 3 个，第一个是核心芯片、高端芯片基础软件。第二个是大规模集成电路成套装备和工艺，第三个是新一代无线移动通信网络。实际上都是围绕着这个大的，现在讲物联网，也可以理解物联网本身并不是一个全新的东西，实际上是一个信息化的新的阶段，IBM 讲“智慧地球”用了三个“更”，并没有说这是一个革命性的，实际上还是在原有的技术基础上，随着技术的积累产生一个突破，它就更加智能，更加敏锐地对物理世界的感知等等这些方面，更加安全等等。 [15:55]

[封松林]:我们国家上面有重大专项，另外总理视察科学院以后，指示科学院要做先导性的研究，科学院在七到八个领域组织针对未来 10 年或者 20 以后要用的技术，在组织各个研究所开展论证。其中有一个就是下一代信息通信技术，这应该就是围绕物联网等的来布局。 [15:56]

[主持人]:如果说我们真的和西方国家抢夺起来、比拼起来，和这些先进国家相比，我们有哪些竞争上面的优势？ [15:56]

[李国杰]:我觉得现在我们还谈不上优势。物联网技术西方起步也比较晚，我们差不多同时开始，差距不是那么大。但是你说我们在物联网上比别人强，走在别人前面去了，还很难说。为什么？我的感觉是现在主要还是在做现有技术的集成和应用，包括在无锡做智能环保、智能水利，蓝藻的监测、打捞、处理，发现了很多比较成熟的技术，应用到物联网的领域中，做一个行业的应用。但是你要真正做一些比较先进的传感器，灵敏度很高的化学传感器等等还是很难做的。射频标签就是大家讲的 RFID，低频的，比较好做，要做高频的，直接放在手机里面去的就比较难了，我们国家在高端的射频芯片方面还有差距。但是我们只要重视这件事情，有了机遇就会走到前面去了。这是一个新的大陆，别人刚开始做，我们也开始做，我们就有可能做出一些比别人更漂亮的东西出来，就看我们的努力了。我觉得现在有这个机会，把智慧融入到物体里面去，不管是电力还是智能家庭，

还是智能医疗，这里面有很多很多机会，这不是用现成的国外技术买进来就行的，以前在通信领域很多专利垄断，现在谈不上垄断，我做的时候，将来你中有我，我中有你，那时候我们会好过一些。 [15:56]

[主持人]:李老师特别坦诚地给我们解答了这个问题。 [15:56]

[主持人]:今天的访谈过程当中，两位老师给我们分析了很多我们国家目前信息技术发展的现状以及我们未来发展的趋势。在访谈的最后，我想请两位老师给我们简单总结一下，未来信息技术的大发展对于我们国家社会的整个发展将会起到多大的影响作用？ [15:56]

[李国杰]:信息技术既是一个先导技术，又是一个战略的支柱性的产业技术。它的最大的特点就是它有很强的牵动力量，它可以融入到很多别的技术里面去，带动别的技术的发展。对于传统产业的升级起一个很大的作用。现在不管是做汽车，还是做飞机，还是做高速火车，数控机床等等，它本质上是一个计算机，或者是一个数据处理系统。里面信息部分占的钱可能比机械部分还多。刚才讲了物联网的发展，它会使我们很多传统产业上到一个新的高度，比如电力、交通。对于家庭来讲，它也会使整个家庭的生活进入一个新的时代，现在有音响系统、家电，以后更方便了，你以后用手机、电视机就可以获得你所需要的信息，你走到外面去了以后，你需要什么信息，一点就可以出来。这些东西处处给你提供很多方便，感觉到生活更加美好，而且更加和谐。这方面对生活的改变会很大，包括你的学习，很多不是现在的学习方法了，都是靠自己爱好来学习，自己的兴趣来学习，改变整个社会的面貌。对整个社会的管理应该是更加开放、更加民主、更加和谐。我想这方面带来的社会的变化应该是根本性的。 [15:57]

[封松林]:信息技术未来对人们生活，一个是加速城镇化建设，另外使人们的生活更加方便，人们感受到更舒适的生活，大家更平等了。有了信息技术以后，可能在边远地区的小孩和大城市的小孩基本上都有同等的机会去听名师的课，可以使得这个社会更加和谐，发展道路更加低消耗，环境更加友好地发展。这是未来对社会最大的一个贡献。 [15:57]

[主持人]:谢谢两位老师给我们讲了这么多信息技术发展的知识，我们也希望今后两位老师有机会能够再来人民网和我们网友进行交流。谢谢两位老师，再次感谢各位网友收看我们今天的访谈，下期访谈再见！ [15:57]

