

互联网+智能制造 是中国制造2025的抓手

□ 西安交通大学/卢秉恒

必须突破围墙，让知识充分流动起来，补足中国制造业开发能力弱的短板，这就是互联网带动制造业发展的真谛。



卢秉恒，中国工程院院士，04专项技术总师。此文根据他在2015专项论坛的部分演讲录音整理。

要想实现“中国制造2025”的宏伟规划，我们需要考虑一些问题，当然有一些是我个人的建议。

国务院于2015年5月19号发布了《中国制造2025》的宏伟蓝图，主要分三个阶段使我们制造大国变成制造强国。第一个十年进入制造强国的第二方阵（德国和日本）；第二个十年，成为名副其实的制造强国，能够居于第二方阵的前列；第三个十年，进入第一方阵（美国）。

这个方阵是怎么排列的呢？我们按照制造业的规模、质量效益、结构合理和是否具备可持续发展能

力这四个方面，共同制定了一些指标。通过累计，中国制造80几分，日本和德国120分左右，美国160分，差距很明显。

工业4.0对工业3.0和2.0 有促进和带动作用

比较一下中国、德国和美国，我认为德国的工业优势在于质量过硬，基础雄厚，工艺严谨；美国的优势在于社会创新，高科技研发，集全球资源与精英；中国的优势则在于有比较完整的工业体系，内需市场巨大，人力资源丰富。

比如德国弗劳恩霍夫研究所，

成立于1949年，现在有80多个研究所，包括机床研究所，他们在向每个行业提供一些关键的技术和创新技术，做得非常扎实，几十年如一日。德国人工艺非常严谨，而我们中国人想买的菜刀、马桶盖都要从国外背进来，我觉得这不是技术问题，主要是我们的工艺性不严谨，考虑问题不细。

美国在高新技术上有很强大的优势，他们能够利用全世界的资源，能够在几十亿人中选精英，而中国可在13亿人中选精英。

中国有完整的制造体系，有强劲的内需市场。中国有三次浪潮，

第一次是以家电产品为代表，第二次是以汽车产品为代表，现在进入第三次浪潮，以飞机制造为代表。这也标志着三个阶段的制造技术水平。

中国有丰富的人力资源，每年的大学毕业生有700万，超过美国、德国和日本大学毕业生每年的总量。中国虽然有这三个条件，但是这些条件还不过硬，体系虽然完整，但是大部分处于中低端。当然有些装备制造业已经走到前面去了，像高铁和核电工程。内需市场虽好，但我们不太重视内需市场的保护，例如在大街上可以随处看到“八国联军”的汽车，自主品牌还是很少。这一点我觉得消费文化跟不上韩国和日本，他们岛国的危机意识很强。我们人力资源丰富，但是大学生创新能力和工程实践能力还比较薄弱。中国制造2025，我认为不仅要发展工业4.0，还有2.0和3.0的补课。像质量，这个是工业2.0的问题，自动化属于工业3.0的问题。

有人说中国实现工业4.0不现实，我不这样认为。现在问题不是现实不现实，而是国际技术在向高端发展，你却还在亦步亦趋，会永远赶不上别人。你的产品还处在工业2.0时代，生产模式还处在工业3.0时代，人家开始进入工业4.0，你就没有竞争力。所以这是一个严酷的现实，是严峻挑战。

我觉得发展工业4.0，对工业2.0和3.0是有促进和带动作用的。例如质量，如果把智能传感器加上，生产线是智能的，就可以根据加工的状态，通过统一分析，时时进行补偿，质量就上去了。当然工

匠精神仍然值得珍贵，但是工匠精神不能解决全部问题。

国家有很多大的规划，但我觉得对基础重视不够。大飞机项目也好，重大专项也好，大规模集成电路芯片也好，这些制造都要高端机床。但恰恰高端机床的研发经费是最少的，跟基础不相匹配，这就需要我们动员更多的市场力量和政府资金加在一起，一起做好这个事。

另外还需要市场驱动。市场驱动不是完全自发的，政府应该发挥主导作用，用大规划去指导市场驱动。

实行全社会的创新

人才如何培养？教育如何改革？如何实现创新？我认为要实行全社会的创新，大众创业，万众创新，才能真正完成中国制造2025这么艰巨的任务。

(1) 首先需要市场协同。专项成果出来了，我建议在国家重点领域，是不是可以实行信息安全的一票否决制？你用进口机床（进口品牌数控系统）加工一个核潜艇零件，人家是知道的。你做了几个核潜艇人家很清楚，这就非常危险。国产数控系统已经可以胜任这个工作，政府应该倡导这个事。另外做一些新产品的研发，包括很多战略性新兴产业的规划，都要考虑工作母机怎么解决？应该同时发展，包括04专项，在计划中我们要根据重大战略产业的发展作相应的调整，而不是只是看到现有的这个市场。

我很赞同张进华秘书长的提议，04专项是不是要考虑新能源汽车的一些需求？我们已在汽车发动机关键件布局装备和生产线，现在还在艰苦地进行中，下一步怎么

办？汽车市场总量已经在下滑，对汽车加工装备的需求增量不再有了。但是新能源汽车是个新方向，如果在新能源汽车制造上用的是国外装备，那以后就像小孩吃奶粉一样，第一罐奶粉是德国的，那以后就不得不一直吃下去了，因为吃国产奶粉就要拉肚子。所以新能源汽车装备要考虑提前布局。

(2) 第二是产学研协同。04专项很多的成绩就是来自于产学研的合作。我们看到重庆大学张教授给宁江机床做工作，宁江机床领导也非常重视。张教授带了一个团队在工厂里一住就是几个月，对每个关键功能部件进行检测、把关，建立一整套质量保证体系，这是宁江机床产品质量和可靠性得到提升的一个重要保证。

如何正确理解企业是研发的主体？企业应该成为研发投入的主体、成果应用的主体和集成创新的主体，不能成为在申报国家项目中仅仅是拿钱的主体。国外的企业，申请国家的项目拿到了100万欧元，企业自己再拿出100万欧元，交给大学或研究所去搞研发，企业也要参与研发，这样企业得到创新的理念和技术方案，然后回去自己再做产品开发，这样才能保证产品在顶端市场。

企业是创新的主体，这是我们一个目标。但很多企业还做不到，比如中国有试验室的企业还不到5%，创新能力有限，还需要通过产学研合作，来补充这个不足。

美国也在做创新平台。美国人基础研究雄厚，企业的研发能力也很强，但二者之间有鸿沟，所以在提倡振兴美国制造业中，有两句口号，叫“实现在美国发明，在美

国制造”。美国人正建立一套制造创新网络计划。在研发方面美国人的办法赶不上德国人，德国人有一套长期坚持研究的机构（制造+互联网），美国人也建立一些基地，但这个基地运行五年最多十年就关了，只能靠网络把这些力量组织起来，来补充技术的不足（互联网+制造）。

中国制造2025规划希望在全国建立一批制造业创新中心，到底怎么做？

我建议把德国的长处和美国的长处结合起来。我们既要有长期坚持不懈的研发，又要通过互联网把高校、科研院所的优势研究力量集合起来。国家创新中心也承担一部分研发，大部分创新怎么办？还是依靠企业。但是企业在这方面目前能力还不足，能不能用互联网来补充这个短板？利用社会的创新，构建一些技术研发平台，为大多数的中小企业服务，也包括为大企业的研发能力不足来做一些补充，这可能是一个路子。

中国每年有700万大学毕业生，有些毕业生还找不到工作，那就可以去创业（大众创业）。创业不要跟传统企业竞争，你没那个力量，没那个财力，也没有那个基础。大学生要发挥自己的优势，比如在软件方面有长处，在高科技方面了解比较多，那就建产品研发平台，为更多企业做服务，就可以获得高的收益。

（3）资金的协同。产业的发展没有资金的支撑是不会成功的。我这里有个数据，我们制造业用银行贷款，利率为7%~8%，中国台湾为1.92%，美国1%，而制造业的纯利润不到5%。企业利润赶不上

银行贷款利率，还怎么敢用银行的钱？上市公司可以用股民的钱，小公司怎么办呢？如何引导资本进入实体经济是政府考虑的重点。只有实体经济发展了，互联网才真正有用武之地。不然互联网只是在商业领域中一种商业模式创新，创新的结果就是：一个马云站起来，千万个实体店倒下去。商业模式的创新仅仅是财富的再分配而已。实体经济是创造价值的，资本应该在这方面做文章。

（4）人才培养。我曾到过美国一个大学，他们学校有个计划，在四年在读期间，要设计一项产品，自己亲自动手把它做出来，然后去写报告。我就问他，资金从哪儿来？学校每个项目只给1 000美元，不够的话要自己想办法？美国学生就去找企业家，给企业签订知识产权协议，还写出商业计划书。所以经过这一系列的锻炼，我觉得他们有创新的基础，也有创业的基础。

我们现在号召大学生创业，靠什么去创业？父母把积攒下来的钱给他做创业的资本，但没有创业的本事啊，把这个本钱就糟蹋了。我觉得大学这样的培养是有问题的，我们应该改变培养计划。很高兴04专项给了我们机会，每年八九百人次以上的学生到企业去，而且工作不是一天两天，这已经成为常态。这样培养出来的学生肯定比前几年毕业的学生好用，他了解企业，了解自己学习的背景。

在工业4.0时代，我们需要更优秀的人才，既要有互联网思维，又要精通制造工艺。在新的时代，我们的创新，不单单是依靠有组织的创新，可能还要依靠一些客人的兴趣，他对创新的需求从而成为一

名创客。美国人很多的发明是在自家车库里干出来的。所以真正新时代的创新，可能还需要一批这样的人。我在倡导我们的学生能不能成为创客工程师，一方面需要学科建设支持一点钱买基本的仪器设备，需要的材料我们教授是不是送一点，不是有目标的，然后研究生进去，想做什么就做什么。完成后把他的展品留在学校里，做一个永久的纪念。二三十年后回到母校，还能看到他的作品，我觉得促进作用会更大。

互联网+智能制造是中国制造2025的抓手

实际上，互联网加上智能制造是中国制造2025的重要支撑，是重要抓手。智能制造包括三项比较重要的技术，一是机器人，一是智能生产线和智能机床，一是3D打印。

智能跟数控什么关系？数控机床是按照程序来运动的，智能是按照加工的目标做的。它时时监测加工的过程，根据目标和过程做出调整。这样一来质量得到保证，效率得到提高。中国的数控机床利用率实际上只有10%~15%，国外机床的数控加上智能有可能到40%~50%，更换刀具和工件的时间是不可避免的，但智能生产线可大大缩短这个时间。相比可能原来三台机床做的事以后一台机床就可以实现了，没增加多少成本。所以真正的智能制造是可以节约原材料、减少能量的损耗和提升效率的。

对于数控机床来说，智能制造应该是如虎（机床）添翼（智能）。我们早先有863项目，但是“老虎”没有培养起来，就是数控的机床和机器人没发展起来。所以

04专项一定要扎扎实实做好，不然的话04专项结束了，再去做智能制造，数控部分还要补课，这种历史的错误不能重演了。我们正在争取各方面的支持，在座的企业家要给04专项更多的时间和验证的机会。

对于机器换人，南方市场很热，为什么？人工成本上升了，这个时候我们的机器人就要配上去，否则洋机器人就要上岗了，中国的产业工人下岗了，就是这个局面。但是面对这么好的市场机遇，机器人产业，包括配套产业都应该抓住。很高兴04专项布局了这样一个工业集群，现在每月可提供500台减速器。863计划就开始搞机器人研究，但是没形成产业。关键是减速器、伺服电动机以及控制系统是很大的瓶颈。国外减速器卖给我们的价钱是卖给国外机器人公司的三倍，所以国产机器人很难发展，必须解决这个问题。

互联网如何和智能制造结合起来呢？8月21号，我在国务院讲过这方面的内容，我觉得李克强总理听进去了，而且消化了，他在总结中提出我们要搞体制创新，要知识流动起来，要突破篱笆（我说的围墙）。10月17号他在杂志上又发表了一篇文章，对那次讲课做了一个更好的总结。

必须突破围墙，让知识充分流动起来，补足中国制造业开发能力弱的短板，这就是互联网带动制造业发展的真谛，也是最大的效益所在。我认为未来制造业可能的前景：一半以上的制造为个性化定制，一半以上的价值由创新设计体现，一半以上的企业业务由众包完成，一半以上的创新研发由极客、创客实现。

我觉得中国应该考虑这样创新的思路，很多地方在制造能力方面是过剩了，但开发能力远远不足。曾经看到一个经济学家的报告，说在传统制造业上的生产力的过剩可能要达到43%，我非常吃惊。企业必须转型、必须创新！企业的重头戏还在产品创新上，企业的能力不足就应到社会上寻求资源。

中国机床企业取得了很大进步，但试验能力还不足。我建议利用大数据来补充试验能力的不足。我们能不能把系统做成开放的？利用大数据把用户在加工中遇到的问题通过数据发回来，比如工件什么材料、多长时间、换了几把刀具、稳定性怎么样等，有了这些大量的一线数据，机床企业就会改进的非常合理。

要用工业互联网构成高技术的服务业，构建新机制的创新体系，驱动知识信息的流动。企业的资源是有限的，用工业互联网把全国的、全社会的，乃至全球的人才、资源都集中到一块，达到优化整合——这就是智能制造的精华。

汽车行业更应该协同

回顾中国汽车行业发展的历程，早期中国汽车制造所用的机床全部为国产机床，但是改革开放后，市场放开，汽车工业和机床工业渐行渐远，各走各的路了。汽车工业利用合资，利用国外的生产线，国外的生产工艺越来越成熟。而国产机床企业对汽车工业越来越不了解了，渐行渐远。

有人说，现在用国外的机床不是也挺好吗？我说这是不健康的。我们生产了很多合资汽车，消耗了很多能源，但利润大部分被外方拿

走。现在中国制造前有围堵，后有追兵，也许汽车界也感觉到了。怎么办？有些汽车企业的生产开始向低技术区域转移，如向印度、东南亚国家转移，后来他们发现转移有困难，为什么？因为这些车企的工艺和生产线都是进口的，设备品牌也是国外的，生产线要么是德国的，要么是日本的，没有中国的技术，那印度人干吗还来找你？而日本、德国将汽车工业转移到中国，还顺带着将汽车装备进口到中国，对他们来说，可能是一个作为包袱的企业，转移到中国就获得了新生，赚取了丰厚的利润。

中国车企就没这个优势，更无法将国产汽车装备出口到国外。所以我建议我们机床行业和汽车企业要密切协同。

汽车行业是机床最重要的应用领域，机床设计人员要虚心向汽车行业学习，学习汽车制造工艺，不是做好机床去卖这么简单的事；要向国外的机床企业学习，从研发开始就和用户绑在一起。宁江机床的成功就是一个典型的例子。他们多年引进协同创新，长期坚持产学研合作，近期在一个汽车加工生产线的招标中，跟一流企业同台竞技，也同样拿到了订单。

大连光洋是搞传统电子的，一脚插在数控行业，经过这么多年的艰苦奋斗，现在做得非常好。不仅有数控系统，还自主创新出很多东西。前两天我看到他们发明的夹具，非常好，原理很创新。包括把数控系统和伺服电动机用在汽车上，如果这个做成功，以后在电动汽车的发展上，就有非常大的市场空间。 **AUTO1950**