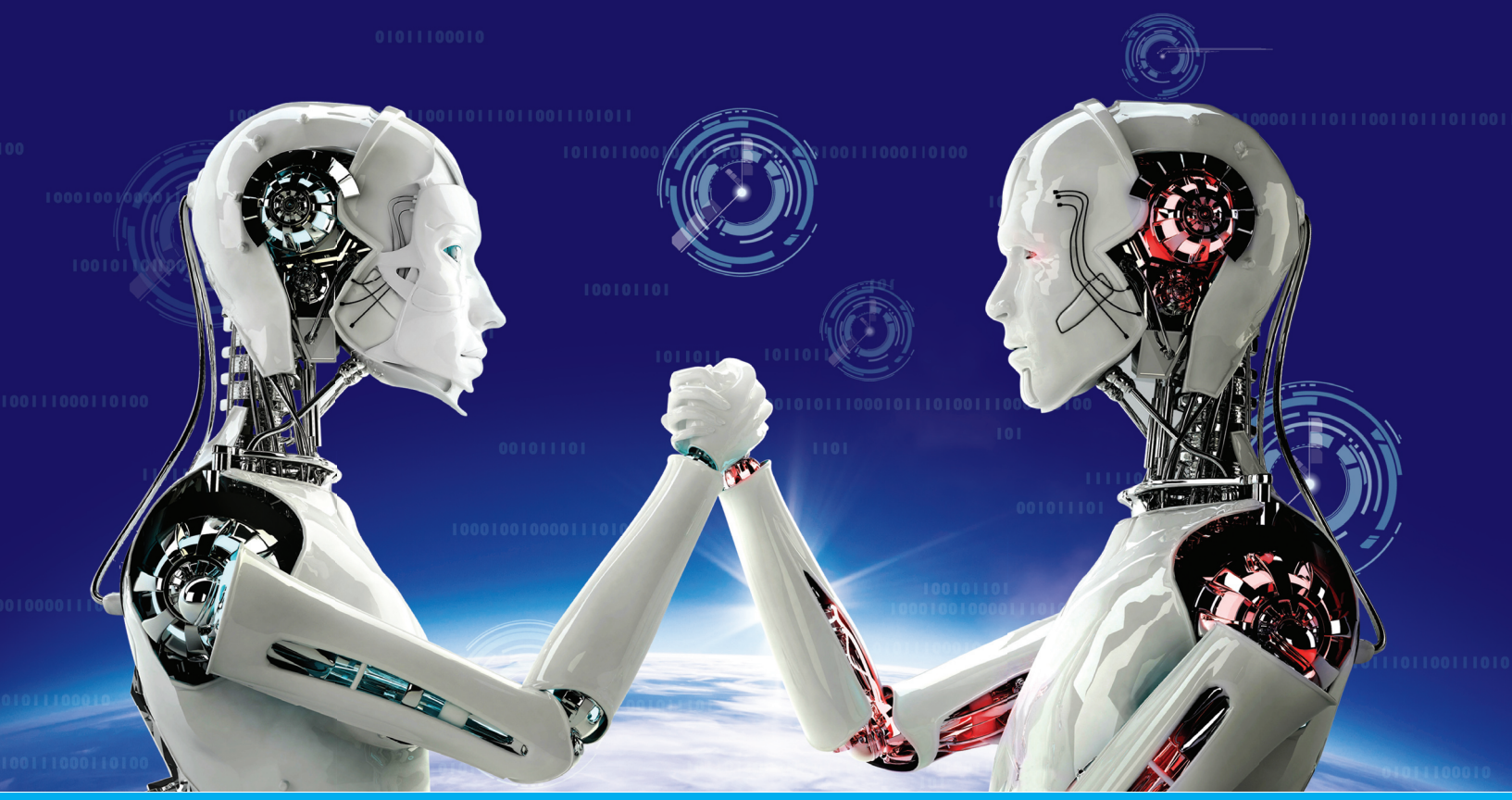
中国自动化学会通讯

COMMUNICATIONS OF CAA

主办：中国自动化学会　http: //www.caa.org.cn　E-mail: caa@ia.ac.cn

机 器 人



扫描二维码 关注官方微信

扫描二维码 关注官方微博

ISSN 2151-335X

6 915920 700067

2016年6月

第3期

第37卷 总第186期

Contents 目

第37卷 第3期 总第186期 2016年6月 www.caa.org.cn 主办单位：中国自动化学会

主编寄语

2015年5月，《中国制造2025》落地，明确将工业机器人列入大力推动突破发展十大重点领域之一，促进机器人标准化、模块化发展，扩大市场应用。2015年11月，习近平主席在2015世界机器人大会的贺信中表示：随着信息化、工业化不断融合，以机器人科技为代表的智能产业蓬勃兴起，成为现代科技创新的一个重要标志。中国将机器人和智能制造纳入了国家科技创新的优先重点领域。2016年3月，《机器人产业发展规划（2016-2020年）》（简称《规划》）正式发布，提出了产业发展五年总体目标，并从产业规模持续增长、技术水平显著提升、关键零部件取得重大突破、集成应用取得显著成效等四个方面提出了具体目标。《规划》和《中国制造2025》重点领域技术路线图一起，构成中国机器人产业的发展蓝图。

作为深化中国科协创新驱动助力工程，服务地方经济发展的一个重要内容。中国自动化学会联合重庆市科学技术协会和重庆市永川区人民政府于2016年4月在重庆举办了“国家机器人发展论坛”。《中国自动化学会通讯》2016年第3期专刊关注的主题是机器人，中国科学院沈阳自动化研究所封锡盛院士、美国新墨西哥州立大学马欧教授、日本神户大学罗志伟教授、西安交通大学陈霸东教授、中国科学院自动化研究所胡包钢研究员分别向本专刊贡献了题为《深海明珠——海洋机器人历史沿革认识与思考》《空间机器人技术研究现状与展望》《面向老年社会的健康机器人科学技术》《基于fMRI的视觉认知编解码研究》《基于大数据+大知识的建模方法——人工智能未来之路的探索》的文章。

在此向贡献稿件的各位专家学者表示衷心的感谢！希望本期专题能够为读者了解机器人相关领域的发展提供一定的借鉴。

郑南宁

专 题

观 点

热点扫描

学会动态

录

Chinese Association of Automation

青年人才托举

党建强会

中国自动化学会通讯

Communications of CAA

刊名题字：宋　健

编辑：中国自动化学会办公室

地址：北京市海淀区中关村东路95号　邮编：100190

电话：(010) 8254 4542　E-mail: caa@ia.ac.cn

传真：(010) 6252 2248　http: //www.caa.org.cn

本刊声明

为支持学术争鸣，本刊会登载学术观点彼此相左的不同文章。来稿是否采用并不反映本刊在学术分歧或争论中的立场。每篇文章只反映作者自身的观点，与本刊无涉。

关注官方微信　关注官方微博

深海明珠——海洋机器人历史沿革认识与思考

封锡盛

中国科学院沈阳自动化研究所

摘要：本文回顾了过去60年世界海洋机器人技术进步的历程，载人潜水器、遥控水下机器人、自主水下机器人和混合型机器人先后对人类认识海洋起到了划时代的作用，被国外称为四次革命。从有人到无人、人直接操作到机器人自主控制、无智能到有智能，是从机器到机器人进化的历史规律。它给我们的启示是，未来将继续在无人化、机器人化和智能化这条道路上前行，这是世界潮流，也应是我国不二的选择，海洋机器人将与其他类机器人一样，汲取现代信息技术特别是人工智能技术的精华，不断向高智慧型发展。中国科学院沈阳自动化研究所（以下简称“中科院沈阳自动化所”）四十年海洋机器人的研究经历了一个与国外大体相似的发展历程，本文最后简要介绍了中科院沈阳自动化所近年来在深远海机器人研究的一些新进展。

关键词：机器人，海洋机器人，潜水器

前言

海洋是我们这个星球上唯一一块未被充分认识和开发的处女地，是世界各国必争的高地，深海和大洋是其争夺的焦点。这种争夺对海洋装备和技术提出了更高的要求和更多的需求。海洋机器人是深海里的一颗明珠，它对推动海洋科技进步、海洋经济发展和国家安全有重要影响，同时也是国家科技水平和实力的重要体现。

回顾海洋机器人发展的历史沿革，思考其技术嬗变的动因及发展路线图十分有益。历史进程是一个动力学系统，有其固有特性和运动规律，不断出现的新技术助力这一动力学系统不断变革，这是过去也是未来创新发展的根本源泉和动力，基于这种思考能够较为准确地判断未来的发展趋势和走向。

1　海洋机器人发展的历史沿革

海洋机器人是各类海用机器人的总称，包括载人潜水器、遥控水下机器人、自主水下机器人、水面机器人和混合型机器人。相比之下水面机器人比较年轻，是一种无人驾驶的水面船（艇），水面机器人、水下机器人以多种形式组合或融合（如水面与水下、遥控与自主、浮游与海底爬行等），构成新的类型称为混合型机器人。本文称载人潜水器为有人系统，其余均属无人系统，60多年来这四类海洋机器人在不同的历史阶段产生了深刻的影响被称为四次革命[1]。

1.1　第一次革命（20世纪60年代）——载人潜水器（Human Occupied Vehicles，HOVs）开创了科学家们进入海洋内部认识海洋的历史

载人潜水器是各类水下机器人进化的源头，是一种大型的水下探测与作业平台。由操控、通信导航、安全保障、动力和生命支持系统等组成，可载多种先进的科学仪器仪表和复杂的探测与作业设备。最大的特点是乘员可以从潜水器窗口直接观察海洋内部的各种现象，并通过机械手抓取样品，布放和回收仪器。

1960年，美国的“里亚斯特号”载人潜水器第一次下潜到地球海洋最深处——马里亚纳海沟，创造了潜深10916米的世界纪录，树立起一座丰碑。

“阿尔文号”是一艘功勋卓著的老资格载人潜水器，最大工作深度为4500米，自1964年建造始一直沿用至今，2004年改造升级后的“阿尔文号”作业深度为6500米，服役时间超过50年。下潜多达4000次，先后搭乘全球2000多位科学家，在重大海洋科学发现和科学研究中曾屡屡建功。

载人潜水器给人类认识海洋的进程以巨大的助推，重大海洋现象的发现、科学理论的验证、亲临现场获取的直观图像和数据更新了科学家们对海洋的认知。

随着科学技术的不断进步，载人潜水器的弱点也日渐显露，高昂的建造、运行和维护成本及乘员的安全性使其难以规模化发展，20世纪70年代以后，全球载人潜水器特别是深水载人潜水器的研发转入低潮。

1.2　第二次革命（20世纪70年代）——遥控水下机器人(Remotely Operated Vehicles，ROVs)成为主角

遥控水下机器人也称无人有缆遥控水下机器人，其基本工作原理与载人潜水器相同，主要差异是操作者不在载体内部，而在水面母船或平台上，通过电缆遥控水下载体，除了直观性差外，它能够实现载人潜水器的所有功能且制造和运行成本低，因此，逐渐替代了载人潜水器成为主角。

1966年，美国海军曾在西班牙外海使用遥控水下机器人“科夫-3”打捞起一枚沉落海底的氢弹，这个事件引发了世界各国对遥控水下机器人研发的热情。20世纪70年代发生的世界石油危机，促使海洋石油和天然气工业大量使用遥控水下机器人，由此产生了新的产业部门——国外称“ROV Industry”。现在全球有一百多家厂商提供近500种型号[3]，估计全球约有5000到6000台在运行。

遥控水下机器人为海洋科学家提供了一种不必亲自进入海洋，就能够从事科学研究的新手段。科学家可在更为安全和舒适的水面母船或平台上进行科学研究工作，甚至可以通过无线链路在远离海洋几十乃至数百公里的实验室里实施操作。遥控水下机器人不仅用于科学研究，帮助人类认识海洋，它们的新角色是“海洋工人”，在海底石油和天然气生产中从事监视、搬运、安装、拆卸、回收等井下作业。不仅能从事“轻体力劳动”，还能凭借脐带电缆提供的强大的动力从事海底挖沟、埋设电缆等“重体力劳动”，开创了海洋机器人进入生产作业领域的新时代。

遥控水下机器人也有局限性，主要是活动空间受脐带电缆长度限制，继而发生了第三次革命，自主水下机器人弥补了这一不足。

1.3　第三次革命（上世纪80年代以后）——以自主水下机器人（Autonomous Underwater Vehicles，AUVs）的广泛应用为标志

自主水下机器人，全称为无人无缆自主水下机器人。与遥控机器人相比，其最大优点是没有脐带电缆、自身携带能源，依靠机载的自主能力

执行预定使命，活动空间大且隐秘，特别适用于远程和大深度的海洋探测、科学研究与军事应用。

一次补充能源、跨越大洋航行几千公里的自主水下机器人已成为了现实，显然，利用这种手段人类能从更宽和更深的范围认识和研究海洋。在军事上，它也将改变海军的作战样式，引发军事变革。美国海军的“马斯特计划”提出包括侦察、水雷战、反潜等九大军事用途，提出了到2035年发展的路线图。从海洋技术发展的角度看这又是一次深刻的革命。

1.4 第四次革命——混合型海洋机器人走上历史舞台，从此人类对海洋认识的空间从水下扩大到水面乃至空中

海面是人类开发利用海洋的传统领地，人类的海洋梦想不断地催生海洋技术的新变革，海面机器人（Unmanned Surface Vehicles，USVs）即海面无人船（艇）应运而生，它是自动化特别是智能自主技术与现代船舶技术结合的产物。海面机器人位于两种介质的交界处，具有沟通海洋内外空间信息的优势。

单一类型海洋机器人已经难以满足日益增加的海洋活动的需要，海面、海中、海底、自主、遥控等多种类型和功能的组合或融合，形成了混合型海洋机器人。它们集成了各类机器人的优点，其能力远远强于单一类型的机器人，这是海洋机器人发展历史上的又一次跨越。

应当指出，上述四次革命的时间点并非与各种机器人出现的时间相吻合，而是基于它们的历史地位划分的。

我国海洋机器人的发展虽然比国外晚了十至二十年，但却有着相似的发展历程。20世纪70年代，中船重工701所研制的用于打捞水下沉物的“鱼鹰号”，成为我国载人潜水器的开端。继而研制的“蓝鲸号”，拥有几十年的应用历史。特别值得回顾的是在20世纪70年代进行的类似于神舟与天宫对接的水下对接试验，“7103”深潜救生艇与潜艇对接并转移艇员，这是中国载人潜水器历史上的丰碑。“蛟龙号”7000米载人潜水器，是我国近些年来研制的潜水最深的载人潜水器，尽管它来得有些迟，但却弥补了我国进军深海的短板，为我国深海科学研究提供了新手段，彰显了我国的科技实力。近年来，我国在载人潜水器领域的投入力度很大，这在世界上是独一无二的，也与国际上的“冷”形成了鲜明的对比。

我国遥控水下机器人研究始于20世纪80年代，第一台遥控水下机器人“海人一号”于1986年由中科院沈阳自动化所和上海交通大学合作完成。瑞康Ⅳ-SIA-300是于20世纪80年代，在引进技术基础上通过国产化形成的我国第一个商业化的遥控水下机器人。上海交通大学在国家“863计划”的支持下，于2015年完成了目前国内潜深最深的4500米“海马号”遥控水下机器人的研制。进入新世纪后，我国已经能够独立设计制造各种不同深度和类型（浮游、爬行、海底）的遥控水下机器人，其水平与国外的差距不大。国内拥有的遥控水下机器人总量未见统计数据，粗略估计约200台，尚未形成产业。

20世纪90年代初，我国开始研究自主水下机器人，中科院沈阳自动化所先后研发了1000米“探索者”“CR-01”和“CR-02”6000米自主水下机器人，哈尔滨工程大学研制了“智水”系列，西北工业大学、天津大学、中国海洋大学等单位也开展了一些研究工作。

在混合型机器人研究领域，中科院沈阳自动化所从2003年起开始自治/遥控水下机器人（Autonomous Remotely Vehicle，ARV）的研究，成功研制多型ARV系统，在水下安保、北极科考中得到了成功应用，近年来围绕海斗深渊科考研

制的全海深ARV关键技术平台——“海斗号”已实现万米下潜。“十三五”期间，中科院沈阳自动化所、上海交通大学、上海海洋大学等正在研制万米级的混合型机器人。

2　几点认识和启示

2.1　海洋机器人具有双重属性

工作于海洋环境且源于船舶技术的海洋机器人必然具有海洋船舶和机器人的双重属性，是两种技术结合的产物。这两种属性以下分别简称“器”与“人”。“器”是载体，体现“潜水”功能；“人”是载荷，执行类人的作业能力。“人”以“器”为依托得以遨游深远海，“器”借“人”的智力应对复杂海洋环境下的作业任务，两种不同的专业属性相辅相成融为一体。因而，称这类装置为潜水器或水下机器人。

两种属性同等重要，但涉及的技术进步的快慢有所不同。在历史发展的进程中，引发工业革命的信息技术的迅猛发展，使得“人”的分量不断加重，与时俱进地认识这种变化有助于看清未来的发展方向。

2.2　“器”与“人”

在过去的40年中，我国相关领域专家对于“器”和“人”的看法也存在差异，甚至有些专家会不认同与之相悖的观点。如对于“载人潜水器也是水下机器人”这一观点，很多具有船舶专业背景的专家都持否定态度。早期载人潜水器主要用于水下观察，没有任何“人”的特征更似潜水艇，称其为“载人潜水器”则十分贴切；20世纪60年代以后机器人（手）诞生，潜水器也安装机械手使之增添了作业能力，有了“人”味，具备了双重属性，因此，个别文献中称其为“载人机器人”也不为过，甚至在北京世纪坛的地面上亦有类似记载。本文基于习惯仍称“载人潜水器”并视其为水下机器人的始祖。

今天，我们可以清楚地看到，从载人、遥控、自主到混合这一历史进程中，“人”的理念与技术已经越来越深地融入其中，跨越式地提升了海洋机器人的能力，与时俱进地理解技术进步带来的深刻变化。总而言之，半个多世纪以来海洋机器人的历史沿革是：从有人进化到无人，电脑代替人脑，直接控制转变为自主控制。人支配的运动变为自主使命决策产生的行为，从无智能到有智能。诚然，目前最先进的自主水下机器人也只具有极其简单的智能，总体上还处于智能机器人的低级阶段，一旦涉及到稍微复杂的水下作业，必然需要人的介入，但是它的未来发展方向是明确的，海洋机器人的智能水平将随着当代人工智能技术的进展从低级走向高级，这是需求牵引与技术创新双轮驱动的必然结果。

2.3　“vehicle”与“robot”，“国标”需要修订

中文语境中“器”与“人”与英文“vehicle”与“robot”两个词不无联系，“器”即“vehicle”的中译，考察早期英文文献可以发现多用“Underwater Vehicle”，近些年“Underwater Robot”渐增，现在“Underwater Vehicle”已经等同于“Underwater Robot”[2]。

检索日文文献的结果表明，使用术语“水中ロボット”（水下机器人）的文献数量远多于“水中ロボット”（潜水器）。（详见表1）

表1　不同检索词检出的日文文献数量

检索词	数量
水中ビークル（Underwater vehicle）	47900
水中ロボット（Underwater robot）	353000

1992年发表的国标GB/T 13407-92《潜水器与水下装置术语》将“潜水器”定为专业术语，这是由一些船舶领域的专家推动的，但实际上并未得到执行。表2以“水下机器人”和“潜水器”为检索词，在中国知网、万方、维普和谷歌数据库检索到的文献数量，结果表明使用前者的频率高于后者，作为国标的“潜水器”并未得到完全认可。此外，“潜航器”“水下航行器”“水下运载器”“水下平台”“水下航走体”及“UUV”等词也常见于各种媒体，有的甚至成为权威部门的习惯用语。国标未被普遍接受可能有多种原因，没有反映出双重属性是其中一个重要因素，考虑到国内外的用语习惯和趋势，建议修改国标，增列“水下机器人”与“潜水器”同为标准术语。

表2　最近十年（2005年—2016年）检索到的文献数量

检索词	中国知网	万方	维普中文	谷歌学术
水下机器人	10708	1843	1758	16900
潜水器	8159	681	1548	3190

近年来，无人系统已经发展成为一个独立的门类，海洋机器人系海上无人系统，它与空中无人系统、地面无人系统并列为无人系统的三大子系统，它们的底层平台各异，但顶层结构基本相同或相似，海上无人系统在基础理论、技术、装备研发，应用工程等方面已经形成了完整的体系。

2.4 无人系统——未来发展的主要方向

在国外，以遥控、自主水下机器人为代表的无人系统，早已取代了有人系统，关于这一点已有权威结论，详见2002年美国海洋工程协会给美国海洋政策委员会提交的报告[3]。而在我国一直有种观点，即以航天领域发展先“无人”后“有人”的顺序为据，认为未来海洋领域亦将按此顺序将进入“有人”时代，显然这种观点是片面的，无人汽车、无人艇、无人机就是反面例证。信息技术包括互联网、物联网、大数据、人工智能、智慧化技术的迅猛发展，极大地推动了空中、地面、水面和水下有人系统向无人系统的转化，无人系统是未来发展的主流方向。无人化还将影响大型海洋有人平台的发展方向，大型有人平台包括大型商船和战舰，英国罗尔斯·罗伊斯公司指出，大型商船无人化运输在未来10年内可以实现，技术上已不存在这个问题，主要障碍是法律问题。美国研制的“海上猎人”就是大型战舰无人化的开端。

抓住人工智能迅猛发展的机遇，加快发展适用于海洋机器人的人工智能技术，提升海洋机器人的自主能力和智能水平。我国应当把主要资源投向海上无人系统，适度兼顾有人系统，这是我国走向深、远海，实现海洋梦和深海梦的战略抉择。

3　中科院沈阳自动化所深远海机器人研究简介

中科院沈阳自动化所是我国最早从事海洋机器人研究的单位之一，四十年来经过了与国外大体相似的发展历程。其对深远海机器人的研究始于20世纪70年代载人潜水器热潮期之后，经历了遥控、自主、混合型机器人的发展阶段。进入新世纪后，将自主和混合型机器人作为战略方向之一，与深海科学研究、国际海底资源调查的需求紧密结合，进入自主创新阶段，以下简单介绍几项在深远海机器人方面的近期成果。

3.1　“潜龙一号”6000米自主水下机器人

“潜龙一号”6000米自主水下机器人（如图1所示）是中国国际海域资源调查与开发“十二五”（2011-2015年）规划重点项目之一。

“潜龙一号”最大潜深6000米，速度2节，具备进行深海近海底地形地貌、浅地层地质结构、海底流场、海洋环境参数等综合精细调查能力。

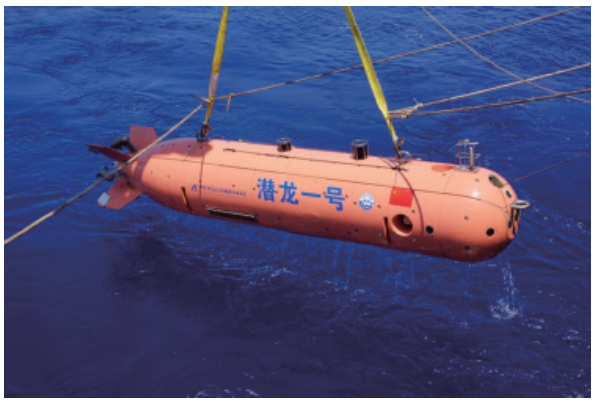


图1　“潜龙一号”AUV

3.2　“潜龙二号”自主水下机器人

“潜龙二号”自主水下机器人（如图2所示）是“十二五”国家863计划“深海潜水器技术与装备”重大项目的课题之一。中科院沈阳自动化所作为技术总体责任单位，承担潜水器系统的研制任务。“潜龙二号”最大潜深4500米，集成了热液异常探测、微地形地貌测量和海底照相等功能，主要应用于多金属硫化物等深海矿产资源勘探作业。

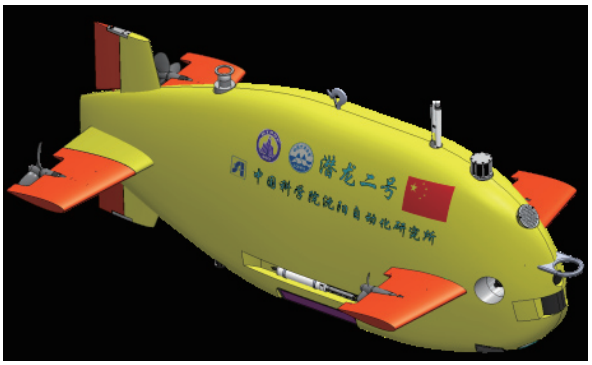


图2　“潜龙二号”AUV

3.3　“龙珠号”遥控水下机器人

“龙珠号”遥控水下机器人（如图3所示）是专为“蛟龙号”7000米载人潜水器设计的，自身携带能源，与“蛟龙号”载人潜水器形成子母式作业模式，主要功能为代替“蛟龙号”进入狭小、危险区域进行抵近考察。2014年7月，“龙珠号”搭载于“蛟龙号”在西太平洋海山区成功进行了水下作业，验证了各项功能，并首次取得了“蛟龙号”水下作业影像资料。

图3　“龙珠号”ROV

3.4　“海斗”全海深自主/遥控水下机器人

“海斗”全海深自主/遥控水下机器人（如图4所示）是由中国科学院战略性先导科技专项支持

图4　“海斗号”ARV

研制的全海深无人潜水器关键技术验证平台。

“海斗”全海深ARV是一种新型的混合式水下机器人，用于开展全海深机器人关键技术研究及验证，其自带能源和长距离光纤微缆，可采用自主模式（AUV模式）或遥控模式（ROV）实现全海深（11000米）航行与作业，通过搭载CTD和水下摄像机可实现全海深环境下的海洋观测。

2015年底，“海斗”在南海完成了浅海试验及3000米级深海试验。2016年7月，“海斗”在马里亚纳海沟以自主模式完成了多次万米级下潜及应用，最大下潜深度10767米，坐沉沟底52分钟，创造了我国水下机器人下潜深度记录。

其最大工作水深为11000米，空气中重量为200公斤，主尺度为0.8米×0.5米×1.0米。

3.5 “探索1000”自主水下机器人

“探索1000”自主水下机器人（如图5所示）是由中国科学院战略性先导科技专项支持研制，主要用于海洋水文观测。“探索1000”AUV具备航行、潜浮及休眠等多种工作模式，可对水深1000米海域的指定观测点进行剖面连续观测（观测时间不小于30天），或对指定间距的多点连续剖面观测。目前“探索1000”AUV已完成海上试验，最大航程达517公里，连续潜浮剖面43个，水下工作时间7天。

图5 “探索1000”AUV

3.6 7000米7功能主从伺服液压机械手

7000米7功能主从伺服液压机械手（如图6所示）是“十二五”时期，在“863计划”支持下研发的，2015年7月安装于“发现号”遥控水下机器人上，在1100米冷泉区海底顺利完成首次科考应用，取得良好应用效果。深海液压机械手研制成功填补了国内7000米深海机械手设备的空白，现已成为4500米载人潜水器的配套设备。

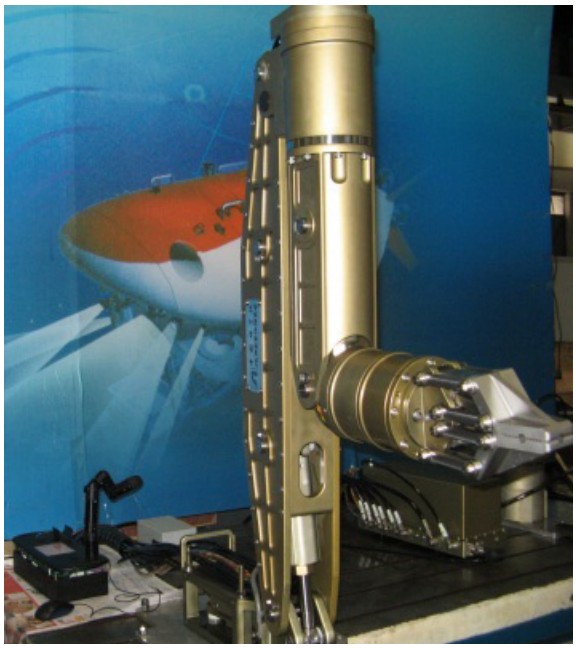


图6 7000米级深海机械手

此外，深海滑翔机于2016年7月创造了滑行深度达5751米的好成绩。

长航程自主水下机器人一次补充能源以5节速度连续航行已超350公里。

GZ01水面机器人，长度7米，排水量3吨，最大航速30节，续航力40小时（15节时）。并在渤海湾完成了海上试验，并进行了应用验证，取得了良好效果。

4 结束语

海洋机器人的发展历程显示了从机器进化到

机器人的清晰轨迹。归根结底，人—机关系或者操作者与被操作对象之关系变化主导着这一切，人需要从单调、艰苦、困难和危险的环境中解脱出来，从而促使了机器人技术的介入，这既是需求的牵引，也是技术进步的助推。不断地提高机器人的智慧程度是人的期盼，用当代大数据、互联网、人工智能、脑科学等科学和技术构建海洋机器人脑是未来发展的战略方向，海洋机器人这颗深海明珠将会因此而更加灿烂辉煌。

参 考 文 献

[1] James R McFarlane. Tethered and Untethered Vehicles: The Future Is in the Past[J].Marine Technology Socity Joural,2009, 43(2).

[2] Judith T Krauthamer. Future Projections and Inventory: Manned Undersea Vehicles, Remotely Operated Vehicles, Autonomous Undersea Vehicles, Sustained Ocean Observatories, Cruise Ships[R]. in the U.S.Commission on Ocean Policy Current Status, 2002-10-25.

[3] The Remotely Operated Vehicles Register 2014 CLARKSON research service limited.

作者简介

封锡盛　中国科学院沈阳自动化研究所研究员，中国工程院院士，中国科学院研究生院教授，博士生导师。1941年生，1965年毕业于哈尔滨工业大学电机系工业企业电气化与自动化专业，早期从事雷达天线控制技术研究，1973年调入中国科学院沈阳自动化研究所工作，从事经纬仪用高精度轴角编码器研究，80年代起至今一直从事水下机器人研究，承担了多项国家863计划、中国科学院和地方的科研项目，在这些项目中担任总设计师或负责人，与他人合著《水下机器人》《机器人学导论》及论文约60篇。先后担任《机器人》《控制与决策》《控制工程》等刊物的主编和编委，辽宁仪器仪表学会理事长，第九、十、十一届全国政协委员，曾先后任省、市两级政府科技顾问和参事，辽宁省优秀专家。国家奖评审委员，哈尔滨工业大学荣誉教授，辽宁省对外文化交流协会副理事长。

关于举办2016中国智能车大会暨国家智能车发展论坛的通知

为了促进智能车基础理论研究、成果原始创新和高技术开发，增强我国智能车自主研发技术水平和实际应用能力，促进智能车技术产业化应用，推动其在能源、交通等领域的深入应用和产业转型升级，10月13日—10月16日，由中国自动化学会和国家自然科学基金委联合主办的2016中国智能车大会将在江苏常熟拉开帷幕，同期将会举行第八届“中国智能车未来挑战赛”，本赛事也是2016年“一带一路”无人驾驶车横跨中国科研试验的安全测试环节，着重考核无人驾驶车辆的4S性能（即安全性（Safety）、舒适性（Smoothness）、敏捷性（Sharpness）和智能性（Smartness））。

（详情请登录学会官网：www.caa.org.cn）

空间机器人技术研究现状与展望

马　欧

新墨西哥州立大学，清华大学

1 空间机器人的历史与现状

空间机器人是在20世纪70年代由美国和加拿大最先开始研究的。第一个空间机械臂是由加拿大研发并于1981年上天服务。随后美国、德国、日本等国家也陆续研发并在轨演示了一些空间机械臂。我国空间机器人研究起步较晚，第一个在轨演示的机械臂是在2014年上天的，比西方国家晚了30多年。

历史上第一个空间机器人是加拿大为美国的航天飞机研制的，它是一个6自由度15米长的机械臂，俗称“加拿大臂”（Canadarm）。20世纪80年代初，它就开始上天工作，负责从美国的航天飞机上装卸载荷、抓捕漂浮载荷、检测航天飞机的隔热外层以及为宇航员提供活动平台等工作。直至2011年随航天飞机的退休而停止工作，五条相同的机械臂在天上共完成34项不同的任务，包括协助宇航员维修哈勃望远镜。20世纪90年代，加拿大又研发了两个空间机器人，一个是加拿大二臂（又称SSRMS或Canadarm2）主要用于组装国际空间站，另一个是加拿大灵巧臂（又称SPDM或DEXTRE）用于维修空间站。与之前的加拿大臂相比，这两个新机器人都有冗余自由度，可以优化任务轨迹，它们的控制系统和许多别的方面，如使用寿命也远强于加拿大臂。虽然灵巧机械臂有两个臂，但还不能像人的双臂一样协同操作，只能一个臂操作另一个臂处于自由状态或抓住空间站不动。组装国际空间站时，需要从航天飞机上卸下空间站模块，再把它对接到空间站上，这就要求加拿大臂和加拿大二臂协同工作。加拿大二臂有17.6米长，足以在安全范围内抓捕美国的航天飞机和日本的运货飞行器HTV，也足以组装最大的空间站模块。

日本研发的6自由度空间站机械臂JEMRM，在2008年运送到国际空间站，其主要工作是帮助照料空间站舱外的科学实验。那个机械臂只有9.9米，因此抓捕和对接日本的货运飞船HTV的任务仍需由加拿大二臂承担。

欧洲航天局也研发了一个11米长7自由度的空间站机械臂（ERA），但由于多种原因，该机械臂直到2017年才能进入国际空间站，用于空间站的辅助维护工作。

我国的空间站机械臂长10.5米，有七个自由度，主要用于抓捕飞船和组装空间站的工作，预计2019年发射上天。我国还在研发一个小型的空间站机械臂，5米左右，主要负责舱外科学实验的照料和空间站的维护工作。

美国国防高级研究计划局于2007年在“轨道快车计划”（Orbital Express）中，演示了一个6自由度3米长的机械臂在轨抓捕一颗漂浮卫星并为该

星加注燃料、更换部件和维修等典型的在轨服务操作。美国随后又在“凤凰计划”（Pheonix）等几个项目中继续研发在轨服务机械人技术，旨在在轨维修故障卫星和从报废的卫星上回收零部件进行再利用。同时，美国也正在研究小卫星的抓捕与变轨技术。他们认为，未来小卫星很可能会撞击地球，从而对地球和人类造成威胁。因此，他们已开始研究追踪与抓捕小卫星的方法以及改变小卫星运行轨迹的路径，以便将来需要时，可避免人类灾难。

2　空间机器人的特点及存在的问题

2.1　空间机器人的主要特点

一是尺寸长。无论是加拿大机械臂还是我国的机械臂，其长度都在10米以上，长度长、伸展空间大，机械臂在组装空间站的操作会比较安全，但操作的难度也会增大。

二是柔度大。运送上天的东西，应尽可能降低自身质量，机械臂本身的尺寸比较庞大，因此机械臂的材料和结构均不能很刚性。

三是载荷质量大。空间站的待组装模块巨大而沉重。质量过大，长臂运动的频率就会很低，精细操作也就变得很困难。

四是任务多样化。机器人可以根据不同的任务重新编程，具有多重功能。正因为机器人的任务多样化，其承担的风险也很大。如机械臂抓捕卫星时，若没有抓住，受到扰动的卫星可能会开始翻滚，再加上空中阻力小，卫星一开始转动很可能就几百年，甚至几千年都不会停止。同时，操作环境因素也具有很大的不确定性，这也加大了操作的难度。

2.2　存在的问题及解决措施

一是大的柔性结构。很大的柔性结构会使系统振动频率降低，从而给定位精度造成困难。为避免激发振动，操作必须缓慢，尤其是有接触碰撞的操作。加拿大的机械臂抓一个漂浮载荷，需要20分钟甚至半个小时的时间，而在地面上的机械臂做同样操作可能只需要短短几秒钟。

二是飘浮基座。在用机械臂抓捕卫星时，基座本身多半是浮动的，但即使是姿态受控的也有一定的可控范围，如果机械臂运动或震动幅度过大，便会导致基座失控，这也是存在的问题之一。对于这个问题，目前工程上还没有一个非常好的解决办法，只能尽量降低机械臂的操作速度。

三是大载荷的三维运动。在机器人被送上天以前，均应该进行全面的测试与验证。通过观察检查、计算仿真、实验测试和操作演示等四种基本方法进行功能与性能方面的验证，以确保机械臂上天后能正常工作。但是机械臂长度长、质量大，在地面上很难进行甚至无载荷的三维空间操作实验。所以大型空间机器人的地面验证工作在很大程度上要依赖于数字仿真与半物理仿真，这与大部分航天系统主要依赖于物理实验进行地面验证的现实有着很大不同。

此外，空间机器人的操作灵巧度低、自主与智能水平低、多机械臂或多机器人协同操作能力缺乏等都是目前存在的一些问题。虽然国内外针对上述问题已做了不少研究工作，也取得了不少成果，但大都还处在理论和实验室阶段，距离解决实际工程问题很有很大差距。

3　空间机器人的发展与展望

空间站。空间站上机器人的工作包括组建空间站、维护空间站、帮助飞行器停靠空间站等。如SpaceX的龙飞船为空间站运输材料，它自己不能跟空间站对接，必须飞到空间站附近停泊，然后由加拿大二臂抓住它再把它对接到空间站上。

空间站以及空间站上的机器人不仅可以用来支持空间科学研究，还可以用来支持试验和验证未来在轨服务机器人技术，它们甚至还可成为未来大型空间设施如空间太阳能电站的一个建造基地。在空间站上建造大型空间设施然后再把建成的或部分建成的设施送往目的地，可充分利用空间站资源和经验，降低建造成本和风险。

太空中有很多通讯卫星，它们在轨道上运行了多年后可能会出现因燃料不足而不能继续工作的情况。这些卫星可通过服务卫星和其上面的机器人在轨加注燃料延长寿命。当卫星出现故障时，如果是在低轨，航天飞机与航天员可以上去维修，但若是在高轨就需要派服务卫星与机器人进行维修处理。

清除轨道垃圾也是空间机器人未来的发展方向之一。欧洲航天界对轨道垃圾问题尤为重视，欧洲人向来讲究环保，因此空间机器人的未来工作之一就是配合太空服务卫星在轨道上清理垃圾。

建造大型空间设施，如大型在轨天线或空间太阳能电站。在太空建造几公里甚至几十公里长的太阳电站，收集太阳能再通过微波或激光传输至地球。这种大型空间设施不可能一次发射到位，必须逐块发射然后在天上组装，在轨组装的工作必须由机器人来完成或协助完成。

太空资产的维护工作。将来会有越来越多的太空资产需要空间机器人来维护和修理。此外还有深空探测方面，如探测小行星等，也需要由机器人帮助。未来的许多商业航天活动也都少不了机器人的帮助。

上述未来有机器人参与的航天活动能否实现、何时实现，都依赖于空间机器人的研究基础和经验积累。我们应该加强关键技术的创新研究，利用各种机会进行在轨试验演示，以积累更多的实践经验，推动空间机器人向自主化与智能化方向发展。自主化与智能化也同样适用于辅助航天员工作的舱内舱外机器人，使它们从航天员所使用的工具变为协同航天员工作的“助手”。

4　清华空间机器人团队的工作

清华（航院）和航天五院的智能空间系统联合研究中心虽然成立时间不长，但中心的骨干成员都已在国内外做过很多年机器人学科和相近学科的研究工作，取得了很多成果。

除了在机器人与自动化领域继续进行基础研究以外，他们正为国家载人航天工程研发空间机器人的地面验证技术。如前面所说，由于重力作用在地面上直接试验大型空间机械臂的三维操作任务是极其困难的，必须借助计算机仿真与半物理仿真两种方法来补充验证空间机械臂的系统设计功能与在轨操作性能。要让计算机仿真能精确地预测机器人的真实在轨表现，我们正研发能代表机器人复杂硬件系统的精确数学模型，从大量的零部件实验数据中提炼有代表性的模型参数。当有一些硬件行为过于复杂或有太大不确定性（如抓捕过程中的接触碰撞过程）而难以精确仿真时，就用半物理仿真来补充。半物理仿真就是将数字仿真与物理实验相结合，部分系统如柔性动力学通过应用数学模型来计算得到，部分系统操作如接触碰撞部分和航天员操作部分则通过硬件设备来实现。我们研发的半物理仿真系统分别用两个特别定制的工业机械臂，来模拟从实时仿真获得的空间站机械臂末端的运动和被操作载荷的运动。两个模拟机械臂在上层实时控制计算机，协同工作，模拟空间站机械臂操作载荷进行有接触碰撞的三维运动如抓捕、对接、释放、爬行等关键操作。验证系统自身须经过严格验证和版本控制以确保其验证输出结果具有很高的可靠性和精确性。

此外，研究团队也正在深入研究在轨服务机器人技术，旨在解决一些极具挑战性的技术难题，例如，如何在很有限的感知条件下或很大不确定性的情况下安全可靠地抓捕翻滚目标，如何

无风险地辨识非合作目标的物理属性（如质量和质量分布），如何最大限度发挥海量地面试验数据来提高建模精度和控制能力，等等。

5 结束语

空间机器人无论对未来的载人还是无人空间探索工程都有着至关重要的作用，它也是人们热切向往的商业航天必不可少的工具之一。由于空间机器人是一个相对年轻的技术领域，还有很多科学问题和技术难题没有得到解决，尤其在自主、智能、灵巧、协作能力等方面，从而制约了它在航天工程上的应用。我国在空间机器人的基础研究和工程应用上都还远落后于国际水平。目前，国家高度重视并大力支持机器人与自动化科学技术的研究与应用，为大家提供了一个难得的发展良机。希望在大家的不断创新努力下，中国的空间机器人的技术与应用能很快达到或超过世界水平。

作者简介

马欧　1982年从浙江大学机械系获学士学位，1987年与1991年从加拿大麦吉尔大学分获硕士与博士学位。1991年至2002年在加拿大最大的航天公司MDA公司工作，直接参与国际空间站机械臂系统SSRMS和SPDM的研制工作。他的主要工作是负责空间站两个机械臂的数学建模、系统仿真与系统地面验证工作。作为高级系统工程师和项目主管，他还参与设计并负责系统分析和评估美国、加拿大和德国的多个基于机械臂的卫星在轨服务任务。2002年至2015年他在美国新墨西哥州立大学担任终身教授和讲座教授，从事机器人与人体运动力学方面的研究工作，已为美国自然科学基金、美国航天局、加拿大航天局与德国航天局承担多个空间机器人与航天员失重模拟方面的重大研究项目。自2015年起马欧教授作为千人计划专家在清华大学航院担任教授，继续从事空间机器人和人体减重模拟方面的基础研究工作。马欧教授已在机器人主流期刊与会议上发表140余篇学术论文并拥有多个美国发明专利，他是AIAA协会空间机器人自动化专业委员会的负责人之一。

面向老年社会的健康机器人科学技术

罗志伟

神户大学

1　发展健康产业的必要性和迫切性

中国自古以来传承着“养子防老”的传统文化。然而，随着社会的不断发展和变迁，这种传统思想受到了越来越严峻的挑战。我们在享受现代化生活的同时，不得不考虑老年化带来的家庭和社会问题。简单来说就是谁将照顾年老的我们？这是需要我们重视的问题。

以日本为例，从2005年开始日本成为世界上老年人口比例最高的高龄国家。65岁以上的老人已超过国民人口的25%。据预测，到2060年日本65岁以上的老人将达到国民人口的40%，每一位老人所对应的劳动人口将降到1.3。与此相对应，社会保障支付已大大超过GDP的20%，伴随着所谓高科技医疗技术的市场投入，由国家支付的医疗保险费超过GDP的10%。从家庭结构上看，独居老人家庭超过了50%。超高龄化和少子化使得近年来日本人口急剧减少，每年减少约27万。同时日本人的平均年龄减去健康年龄已超过了10年。在东京的银座和新宿等市中心，老年人口比例急剧上升，每10年以50%的比例在增加，给都市活力带来巨大冲击。我国也在快速步入老年化社会，一对夫妇需要赡养四位老人并且生育一个子女的所谓“421家庭”以及大城市的空巢老人家庭大量出现，使家庭养老面临着巨大压力。

从社会角度来看，人口老龄化不仅会使社会劳动力大幅度减少，而且会导致国家所支付的医疗保险和养老金急速膨胀，从而给产业界、社会经济和社会医疗健康保障体系带来严重的负面影响。以前是九个劳动力养一个老年人，现在是三个劳动力养一个老年人，再过若干年将是一个劳动力养一个老年人。也就是说，我儿子刚交的养老金就被我用完，而当我儿子要用养老金时，已经没有交养老金的人了。由此可知，现有的以医疗保险和养老金制度为代表的社会健康保障体系也已处于危在旦夕之境。

在这样的社会背景下，我国将新形势下全民健康的重要性提升到前所未有的地位。2015年10月，习近平主席在伦敦参观帝国理工学院，并在该校的哈姆林研究中心观摩医用机器人、机器人微创手术展示，了解先进技术。由此可见，国家越来越重视以智能机器人为代表的先进科技在健康医疗中的作用。社会的老年化越来越促使人们醒悟对个人和社会整体的健康意识和环境意识，进而改变人们的价值观和生活方式。通俗点说，现在我们是生了病才想到去医院，未来人们则会主动花钱买健康，加强预测预防，享受全方位高品质的健康服务。如果社会上老年人越来越多，年轻人越来越少，那么很可能会导致整个社会的价值观发生本质性的变化。人们将不再追求豪车、豪宅和高档消费。例如，汽车将只是一种交通工具，随着服务水平的提高，可以随叫随到，既节能又方便，还节省停车空间，更有利于消除堵车，减少排气污染。住宅作为硬件其本身也许不再需要花钱购置，只需要依据不同的生活质量要求提交一定数额的服务费来加以使用。

因此，健康产业和健康服务业将迎来广阔的市场需求。机器人技术的发展不但会进一步取代人们从事第一产业的劳动，而且伴随着互联网技术和大数据等技术的飞跃发展和普及，在未来社会的健康、医疗和社会福祉中发挥巨大作用。健康产业的发展将带来社会经济、文化、法律乃至技术、服务和生活环境的根本变革，给民众带来一个崭新的大健康时代。我们将从以家庭为主的养子防老和依靠社会养老保险制度的养老模式进一步发展到以振兴健康产业为指向的养技防老的新纪元。因此发展健康产业和健康服务业势在必行。

2　健康产业的发展方向和途径

历史上，人类经历了两次根本性的大革命，极大地推进了社会发展。第一次是兴起于意大利的“文艺复兴”；第二次是英国产业革命，以蒸汽机作为动力机被广泛使用为标志。而老年社会的到来很可能会推动我们进入健康“文艺复兴”的第三次革命，改变我们的价值观、生活方式乃至社会结构、经济框架和服务模式等方方面面。那么要如何创新构造这样一个产业？国内各地现有很多经济开发区或科技园区，但很多只限于作为当地的地产进行开发，引入企业并形成产业链。

以日本神户地区的发展为例。神户市是一个依山傍海的国际大都市，地处京阪神沿海工业地带。第二次世界大战结束后，依靠沿海金字塔形的重工业的发展，成为日本第5大都市。然而，由于1995年的阪神淡路大震灾，直下型8级地震摧毁了城市各大基础设施，阻断了各大交通，破坏了金字塔形重工业的产业链。在思考震灾复兴时，神户市大胆提出了崭新的医疗产业都市构想，以人工岛为基地，全方位开展医疗健康产业建设。经过20年的艰苦努力，如今在神户的人工岛上不但引进了日本最具权威的理化学研究所的生物学研究部门、日本最快的超级计算机和计算科学研究机构，还相继建成6所高水平的大型专业医院，引进了300多家健康医疗企业，并配有医疗信息中心、健康评价机构、国家认证机构。市政府协调各大部门专家构造医疗技术产业化促进平台，帮助各企业推进医疗健康产业的研发、评价、临床试验、政府认证以及产品化、市场化等一系列关键环节，系统有效地促进了健康技术的研究开发、产业化以及市民服务。

由此可见，振兴和发展健康产业不同于其他产业，仅靠企业本身的自我努力是远远不够的，需要研发、评价、临床试验、政府认证以及产品化、市场化等各大部门的大力协作。其中有一系列的问题需要认真思考，包括健康科技的定义、认定标准、政府如何调控、用于哪些使用者、在哪些场合使用、是否好用、是否乐意用、是否安全、有无副作用、需要哪些核心技术、如何完成从开发到产品化、如何进行临床试验和维护、有没有市场、谁来评价、如何评价、社会经济效果如何、有没有风险、谁来承担保险等一系列的问题。

与现有的机械产业、电子产业不同的是，由于必须面对临床试验、客观评价、国家认证、维修维护、风险分担等问题，健康产业技术的研发及市场化无法由某个企业来单独完成。必须建立完善的创新体系，构造企业、研究机关、评价机构和医院、街道的相互分工，协调政府、企业与研究机关的相互合作。

2006年3月，笔者带领日本理化学研究所仿生控制研究中心环境自适应机器人系统研究小组为核心的研发团队经过5年多的努力，在世界上首次研发了面向老人护理的机器人RI-MAN（图1）。

RI-MAN的研发受到了国际社会、媒体的高度关注。然而，技术发展不等于生产，生产不等于市场，市场不等于社会应用，社会应用不等于国家的经济发展。我们应该深刻思考，技术的发展最终能否为社会带来真正的价值，是否能让民众确实受益。例如，在美国，每年科研经费不断增长，高新科技不断被积极投入临床应用。高新科

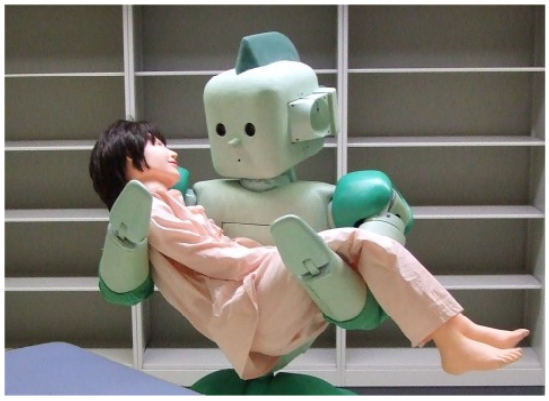


图1　RI-MAN护理机器人

技的投入虽然解决了许多疑难疾患，提高了医疗质量，但同时也迫使国家医疗保险费负担大幅增长。随着科技的进步，这种现象已越来越普遍。可以说，高新科技从另一个角度看，却有可能对社会经济带来消极影响。有些新药研制，在提高药品功效的同时，其临床应用反而增加了国家医疗费负担。因此，在振兴健康产业的过程中，我们不能片面地一味追求科技的高新与否，更要重视技术的受益群体，重视技术对高龄者的健康与服务所带来的实际好处，重视技术发展对国家宏观经济的影响，重视技术发展对国家健康保障体系带来的具体效果。随着社会老龄化的不断深化，科学技术对人类生活的影响会发生极大的变化，甚至可能会改变我们对科学技术的认知，意识到它对社会产生的副作用，对过度依赖技术而给人类生命现象本身带来的不良影响。

总体来说，发展健康产业的关键是要首先在产学研与政府和地方之间形成健全的分工合作机制，从社会宏观角度和放眼未来的态度来正确选择优先研发的应用产品，构筑完善的产业化到市场化、服务化的促进体系。

3　健康机器人技术研究现状与展望

3.1　健康机器人科技的体系结构

健康机器人技术既包括在医疗上用于疾病检验与诊断的机器人技术和用于治疗与手术的机器人技术，也包括用于康复的机器人技术和用于日常生活辅助与护理的机器人技术，还包括用于疾病预知、预防和健康预报的机器人技术。

在疾病检验和诊断方面，当今基于逆问题解析的医学影像诊断技术以及基于内窥镜的体内低侵袭检验技术已得到全面临床应用。未来基于影像的疾病检查和诊断技术将会向更高分辨率，三维映象以及对影像的实时高速处理，医学病灶的数据挖掘和可视化，医学影像的远程传输等方向发展。同时，超微量检测诊断技术也将有希望投入临床试验。

在治疗和手术机器人技术方面，低侵袭的内窥镜手术机器人已得到医院的推广采用。它减少了患者的出血和痛苦，促使伤口快速愈合，从而大大缩短了住院疗程，提高了医院病床周转率，增加了医院经济效率。在手术机器人的研发中，如何实现精确定位和手术导航、如何利用机器人来引导实习医生进行手术训练、如何实现手术中的精确力觉反馈、如何实现对细胞乃至细胞膜的微型手术等都是未来机器人研发的重要课题。达芬奇手术机器人是医学上一个很成功的案例，它的成本也许不超过1千万日元，但却能在市场上卖到10亿日元左右，高出成本100倍。

在康复机器人技术方面，典型的康复治疗包括理学疗法PT，作业疗法OT以及语言疗法ST。近年来心脏康复疗法也开始受到广泛注视。面向康复治疗，至今世界上已研发出很多机器人技术，以帮助患者恢复身体运动功能。但是很多技术过度重视机器人对患者身体进行被动式的驱动，而忽视了患者本人的主观意愿和训练动机，对大脑神经的运动控制机能的康复起不到很好的功效。

包括假肢、拐杖和轮椅在内，世界上用于日常生活辅助和护理方面的福利用具技术已有数万项专利。与此相比，在老年护理中，即使是在日本这样的技术先进国家，绝大多数的社区护理设

施还主要依靠人工进行直接护理。护理环境的系统化、信息化以及各种护理作业中的机器人技术急需研发。

至今为止，我们每年只接受一次健康体检来了解自身的健康状况。然而，微机械技术（MEMS）和具有高精度定位及低能耗功能的无线通讯与传感技术的发展带来了穿载式健康信息采集和网络交互模式。随着穿载式健康信息系统的不断完善，我们可以采集到自己每时每刻的健康信息。例如，利用穿载式的无线心电传感器，我们就能够获取时时刻刻的心电信息。通过对心电脉冲间隔的时间变化进行频率分析，我们不但可观测到心脏本身的健康状态，而且还可以得到自律神经中交感与副交感神经的活动信息，进而辨识出在日常生活中的疲劳、睡眠及身体运动强度等各种与健康有关的重要信息。这些信息仅靠医院的一次性心电图检验是无法得到的。从微观科学的角度来看，随着遗传因子快速排序技术的实际应用投入及分子生物学研究的进步，我们已经可以弄清很多疾病的发生原理，从而得以预知疾病发生的可能性。很早以来，人们就建立了基于外界环境观察的天气预报系统，在日常生活中发挥了必不可少的作用。可是，我们却忽视了对自身健康的客观观察以致至今都没实现完整的健康预报系统。未来机器人技术与网络通讯技术以及大数据技术的有效结合，将会促进健康预报服务技术进入我们的日常生活，跨越家庭、社区护理设施与医院之间信息空间的鸿沟，实现健康信息与医疗信息系统的大统一。

3.2　健康机器人技术研发事例

以下着重介绍本研究室所研发的有关健康机器人的具体技术事例。

首先，近年来大脑认知机能检验技术越来越受到重视。日本现有大约400万认知症患者，我国则高达5000万人。在医院里，认知症的诊断一般都是根据回答问卷成绩而做出的。有一些患者虽然能够在医院准确回答和计算考题，但是一到现实公共生活场合就会忘记关键事项甚至遭遇各种危险。因此，如何检验在日常生活中老年人的认知机能，是一个很关键的问题。在高级大脑功能（Higher Brain Function包括大脑的注意、计划功能、记忆功能和任务执行功能等功能）的检验与评价方面，机器人技术中的虚拟现实技术大有用武之地。

如图2所示，通过与健康学科专家的密切合作，我们成功地开发了用于统一检验与评价高级大脑功能的“虚拟商店街测试平台”。利用该平台，患者可以在虚拟商店街里自由来往或进入特定

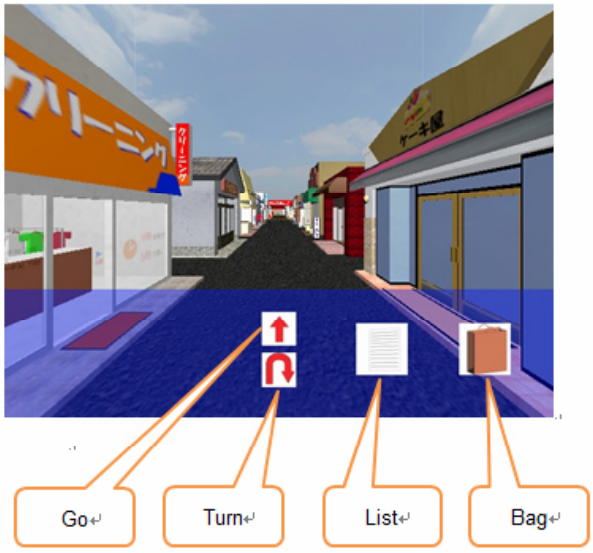


图2　检验与评价高级大脑功能的“虚拟商店街测试平台”

商店购买指定商品。患者的所有行走、购买行为及所需时间都会被自动记录用来定量评价。通过临床试验以及与现有临床神经生理学和临床心理学检测结果进行相关分析，本测试平台可以进一步综合评价在日常生活环境中的高级大脑功能。

有关身体运动功能检验技术方面，与影像等静态医学信息相比，近年来随着人体动力学模型的建立，我们可以对身体运动功能及其疾患进行有效的动力学解析、评价和诊断。例如，为了检查和评价老年人运动平衡功能，防止跌倒和骨折，日本厚生劳动省在临床中积极推行“两步行走检验法”（Two Step Test），如图3所示。该试验法让被检验对象从两脚并立状态开始，尽可能以最大的跨度步行两步，然后再恢复到初始的并立姿势。通过测量这两步的步长并除以其身高，我们可得到一个数值，称为“二步值”。该方法与其他身体运动平衡功能检验方法的相关统计分析表明，二步值可以有效地评价被检验对象的运动平衡功能。

为了阐明本检验法的生体力学原理，我们运用机器人运动学和动力学技术，对不同对象的两步步行运动进行了全身运动测量和动力学解析。结果发现，对于二步值较小的那些容易跌倒的对象，其腿部各关节肌肉的同步驱动调节能力明显下降，使得其腿部各关节的机械阻抗调节范围受到限制。这些对象或者从一开始腿部各关节就非常强硬，使得其不能跨出大步，或者在脚离地或着地时膝关节的机械阻抗非常微弱使得身体重心无法在重力方向调节高低，从而影响其二步值。

在治疗和手术机器人技术方面，除了手术机器人以外，各种治疗机器人也将相继问世。例如，图4是由日本MINATO医科学株式会社开发的一种治疗颈椎病的新型颈椎牵引机器人。通过三维动力学仿真，我们可以精确计算在不同牵引力度和角度时患者颈椎各部位的变形，从而帮助临床整形医生给出合理的整形治疗处方。

在康复和健康训练机器人技术方面，为了能使患者由被动变主动，更有效地激发大脑神经系统的活动，提高自我训练意识和愿望，同时顾及患者的触觉跟踪特性，我们开发了如图5所示的用于双手协调运动功能康复的机器人系统。根据患者患肢机能的不同，各机器臂既可以驱动引导患肢来协调另一上肢共同执行游戏动作（如抓起屏幕显示中的红色立方块物体），又可以作为力觉传感装置使得患者能够感觉到机器臂接触到虚拟方块物体时的力觉。

另一方面，在下肢运动康复中，人们利用较多的是跑步机。通常跑步机可以使人被动地跟随

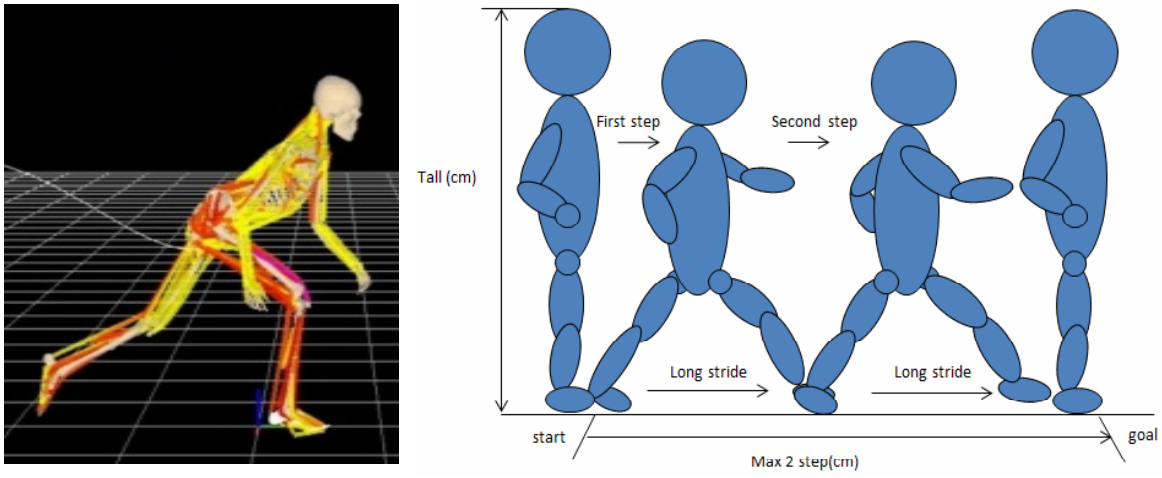


图3　检验和评价老年人运动平衡功能的两步检验法以及动力学解析

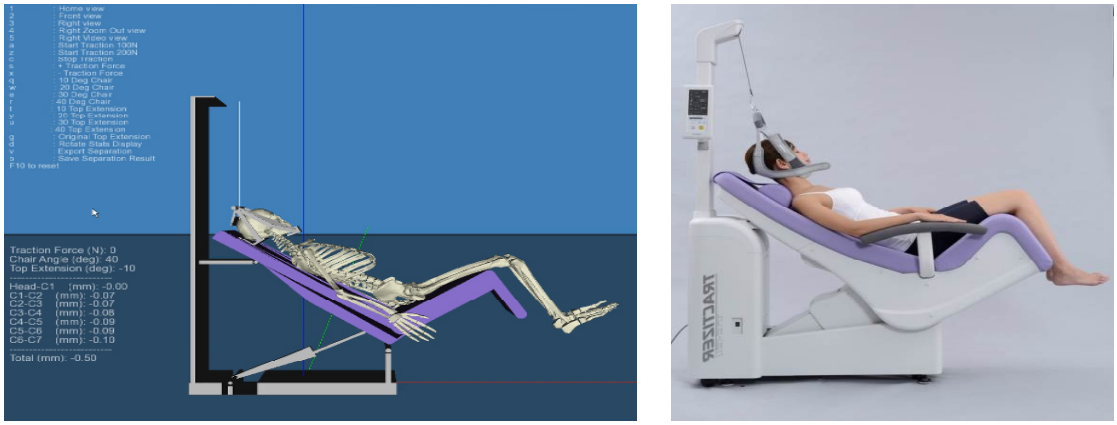


图4　日本MINATO医科学株式会社开发的新型颈椎牵引机器人及其三维动力学仿真

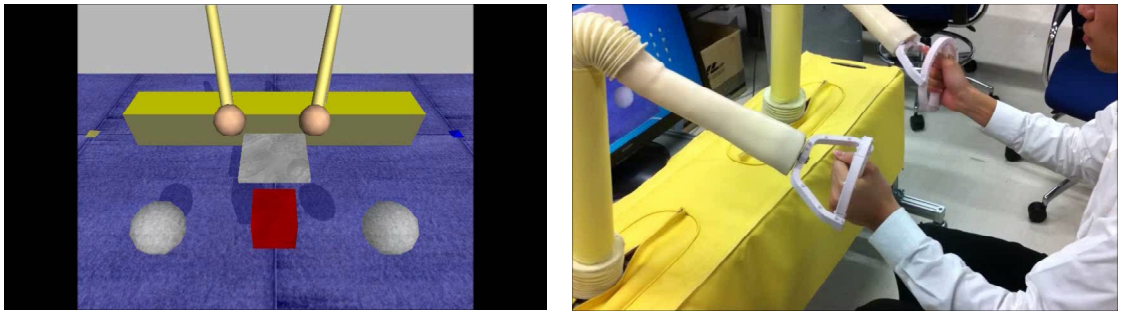


图5　用于双手协调运动功能康复的机器人系统

传送带的速度进行跑步训练。这样的跑步机虽然可以满足健康群体的日常健身需求，但对患者来说会十分危险。通过对不同跑步速度时下肢着地和蹬地时的地面反作用力进行分析，我们可以预测其预期跑步速度。根据这一原理，我们研发了如图6所示的能够自适应步行者跑步速度要求进行实时速度调节的跑步训练系统。

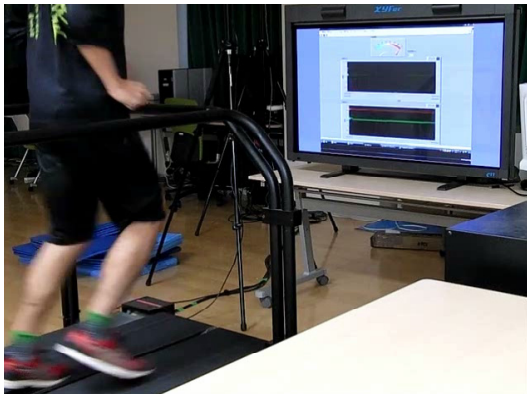


图6　能够自适应步行者跑步速度要求进行实时速度调节的跑步训练系统

在生活护理机器人技术方面，如图7所示，为了使被护理者自我主动地进行饮食，我们开发了利用诱发性脑电波，识别被护理者饮食意欲的自主饮食服务机器人技术。该研究使用一定频率范围以内的外界光源（5个红点）来刺激被护理者，诱发大脑视觉区产生相同频率的脑电波。利用简易的穿载式无线脑电波测量传感器识别脑电波的相同频率，我们可以获取对象所注目的光源位置和摄取某个食物的意愿，进而控制机械臂抓取相

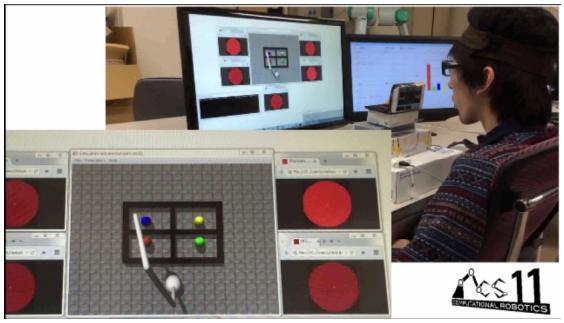


图7　利用诱发性脑电波识别被护理者饮食意欲的自主饮食服务机器人技术

应食物来提供给饮食者。

最后，有关健康预测方面，很早以来，人们就建立了对外界环境观察的天气预报系统，在我们日常生活中发挥了必不可少的作用。但与此同时，我们却忽视了对自身内在健康状态的客观观察，以致时至今日没有形成完整的健康预报系统。本研究室的一名学生正在研发一项如图8所示的名为COCOLOLO的免费APP，在日本非常受欢迎，目前下载次数已超过100万次。该APP通过手机的照相机功能，将手指放在摄像头后30秒，APP就会测出心跳变化并分析出其疲劳状态。根据测试结果，该APP可以对你的饮食、娱乐和旅游等活动提出相应的建议，由此也更好地推动旅游、饮食等行业的健康发展。

4　未来社会的健康与医疗

未来50年我们将要面临人类历史上从未经历的老年社会。现在我们是生病后才去医院进行诊断，诊断后进行治疗，治疗后住院，这是一种非常被动的方式。尤其是还要拖着病怏怏的身子去排队挂号受累等，这都是很不合理的。未来，伴随着网络通讯技术、人机交互技术、人工智能技术、虚拟现实技术和机器人技术的融合发展，将会产生诸如虚拟医院、虚拟医生等新鲜事物。健康产业和健康服务业的发展将使未来社会一改被动、技术集中型的医疗健康体系，实现以预知、预防和预报为主的，主动式的、社区分散型的健康服务社会。

图8　测量心跳变化、分析疲劳状态的APP—COCOLOLO

作者简介

罗志伟　1984年毕业于华中工学院自动控制和计算机系工业自动化专业。1986年任日本爱知工业大学客座研究员。1992年毕业于日本名古屋大学研究生院工学研究科，信息工程专业博士课程，取得工学博士学位。并于同年任丰桥技术科学大学信息工学系助教。1994年任理化学研究所的前沿研究员（Frontier Researcher）。1999年任山形大学工学院应用生命系统工学科副教授。2001年任日本理化学研究所（RIKEN）仿生控制研究中心环境适应机器人系统研究组长。2006年带领研究团队开发出能安全地抱起人的人形护理机器人RI-MAN，该成果对日本少子化和老龄化社会具有重要意义，同年入选美国时代周刊（Time）的杰出发明（Best Inventions 2006）。2006年至今任神户大学教授。从事健康机器人的研究工作，并参与组建该大学系统信息学研究院，这是日本唯一可以授予计算科学博士学位的研究院。1992年4月至今担任日本计测自动控制学会，日本机器人学会，系统控制信息学会，日本神经回路学会以及IEEE会员。历任计测自动控制学会中部支部理事，日本机械学会机器人机械部门东北地区委员会副委员长，文部科学省振兴调整费科学技术政策建议项目“横断型科学技术的作用及其推进”日本的技术文化小组干事，日本系统控制信息学会理事，IEEE Transactions on Robotics 副编辑（Associate Editor），日本机器人学会程序委员会主席，IEEE Int. Conf. SII2003 执行主席。现任日本人体信息学会理事，日本机器人学会论文集编辑，日本计测自动控制学会Fellow。迄今为止在机器人相关的各种国际杂志和日本机器人学会杂志上发表期刊论文100多篇，国际会议论文近300 篇。多次获得日本计测制御学会奖励，曾获 IFAC 国际会议最佳论文发表奖，日本仿真学会论文奖。

基于fMRI的视觉认知编解码研究

陈霸东

西安交通大学

fMRI即功能磁共振成像，是一种新兴的神经影像学技术，其原理是利用磁场的变化来测量神经元活动所引发的血氧浓度的改变。由于其非侵入性、无辐射以及较为广泛的应用，fMRI从20世纪90年代开始就在脑功能成像领域占有重要地位。目前主要用于研究人及动物的脑工作机理。fMRI作为能够对大脑的功能活动进行无损和反复测量的最佳手段，已成为研究人脑视觉感知机制的主要途径之一。

1　脑机交互

机器人离不开与人的交互，要真正实现机器人与人的高度融合与协调，很重要的一点就是机器能够读懂人的意图。当然在机器读懂人的意图的前提下，人也应理解机器，这是双向的。做到理解的方式有很多种，如基于视觉的判断，根据人的姿势、神态等判断人的意图。其中最直接的方式，就是读取大脑的认知活动信号，从而判断人的认知状态及其所思所想。这就需要在人脑和机器之间建立一种高效通道，这种通道便能实现最直接的人机交互。当然，未来的人机交互应该是多模态的，不仅仅依赖于脑和机之间的信息交互，还依赖传统机器视觉等交互模式，实现一种柔顺、自然的交流。

视觉认知编解码，就是从获取的脑活动信号解码出大脑的视觉感知和理解，其中感知是底层的，理解是一种更高层次的视觉认知。

2　脑机交互原理

通过一定的技术手段获取大脑信号，并对信号进行解析，使机器能够更好地理解人的意图，实现人脑对机器的直接控制。这个过程是闭环的，机器的反应也会影响人的感知，通过反馈，达到机器与人脑之间协同交互。这里涉及到一个关键技术，就是如何获取大脑的信息，就像天文学家离不开望远镜，测量大脑活动信号也离不开仪器。大脑是一个非常复杂的系统，只有借助先进仪器才能观测其活动。目前有很多观测技术，但这些技术仍然存在各自缺陷。如何高效观测大脑是当前非常热门的一个研究方向。一般来说，观测技术分为植入式的和非植入式的。所谓植入式，就是将探测的传感器植入到大脑中，这种方式可能会对大脑造成一定的损伤，但获取的信号会比较好，时间和空间分辨率也会比较高。这种方式主要应用在动物或病人的研究中。而非植入式是无损的，通过外部获取大脑信号。但通过这种方式获取的信号会比较差，信噪比很低，时间、空间分辨率也通常较低。典型的非植入式测量手段包括功能磁共振成像（fMRI）、脑电（EEG）、脑磁（MEG）等。

我曾在美国工作的实验室采用植入式的方式对老鼠进行了研究。将很小的芯片植入到脑组织中，借助植入的芯片获取老鼠触觉皮层的峰电位信号，并对其进行解码。通过解码的信号，对老鼠的丘脑进行刺激，使其产生虚拟的触觉。虽然

老鼠没有接触到任何东西，但在信号刺激下，它的手还是会不自觉地抖动。

3　视觉认知的编解码

据研究，进入大脑的信息约有80%来自视觉。因此，对大脑的视觉认知进行解码，是非常重要的，虽然十分困难，但目前已经有了初步的研究结果。

视觉通道是大脑接受外部世界视觉信息的通道。它由三部分组成，即视网膜、传导部分与大脑皮层的相应区。视觉感知通常被认为是从一些很小的特征，延伸到局部，再慢慢过渡到整体。对于一个完整的视觉通道，它不仅仅有由下到上的加工过程，还有由上到下的调控过程。我们在日常生活中观察外部事物时，并不总是被动的，而是常带有一定的目的性，这种目的性便是一个由上到下的指令。视觉通路主要任务是识别对象、方位和运动，如空间、路径等，随着不同的区域，从低级到高级，其感受视野也是逐步扩大的。大脑皮层按照功能划分为不同的区域，不同的视觉感知和认知功能，对应的皮层区域不同，如FFA主要是对人脸的感知，MT区主要针对运动的感知，还有PPA是针对场景的感知等。我们对纷繁复杂的世界的感受和认知，分布在大脑皮层的不同区域，将所有的特征融合在一起，就能形成一个整体的感知。

什么是视觉认知编解码呢？存在外部的视觉刺激，有可能是静态的，也有可能是动态的，或者完全是一个视觉的想象，也可称之为意象，会引起大脑视觉皮层神经元的活动，我们采集这些活动信号，并对其进行处理，就能在刺激和信号之间建立一个时空动态映射关系。也就是说特定的刺激产生特定的响应，特定的响应对应特定的刺激。从刺激预测大脑响应叫编码，从大脑响应重构和识别外部刺激叫解码。

当前，有很多学者进行了视觉认知编解码的研究工作。视觉刺激有不同的种类，从相对简单的，如一个基本的形状，到一些复杂的自然场景图像，甚至还有动态视觉刺激。基于fMRI的视觉认知编码，首先对视觉刺激进行特征提取（一般是非线性的），然后再建立特征空间到fMRI响应空间的模型（一般是线性的）；而解码过程，则是在响应空间对视觉特征进行分类、辨识和重构。目前有两种典型的编解码方式，一是MVPA，也称多变量模式分析，二是单体素建模（VM），两者各有优缺点。除此之外，我们在特征提取方面提出了比例梯度法，这种方法的计算量小、精确度高。VM是针对单个体素（Voxel）建立编码模型，并没有考虑空间上体素之间的相互影响。我们提出在空间上不同体素之间存在相互影响，并通过引入隐状态来表达体素间关系，大大提高了体素编码的精确度。

作者简介

陈霸东　西安交通大学电信学院教授，博士生导师。1997年7月和2003年7月毕业于重庆大学自动化专业获学士、硕士学位，2008年7月毕业于清华大学计算机专业获博士学位，2008年7月至2010年9月在清华大学精密仪器与机械学系做博士后研究，2010年10月至2012年9月在美国弗罗里达大学电气与计算机工程系做博士后研究（合作导师Jose C. Principe教授），2012年10月起被聘为西安交通大学电信学院教授。其研究兴趣涵盖信号处理、信息论、机器学习、脑与认知科学。陈教授在国际著名学术期刊及会议发表论文100多篇，其中SCI期刊论文60多篇，撰写学术章节3章，学术专著2部。陈教授作为负责人主持了国家自然科学基金项目（青年、面上）和973课题等多项科研项目。他是IEEE高级会员，担任国际著名期刊IEEE Trans. on Neural Networks and Learning Systems和Journal of the Franklin Institute副主编（Associate Editor）以及多个国际学术会议程序委员。

基于大数据+大知识的建模方法——人工智能未来之路的探索

胡包钢[1]，董未名[1]，黄飞跃[2]

1.中国科学院自动化研究所，2.腾讯优图研发中心

摘要：针对人工智能未来发展方向给出“大知识”专业术语定义，指出“基于大数据+大知识的建模方法”或“演绎与归纳”共同推理将成为类人智能机器的必然研究范式。相关讨论围绕新的“建模思想”讨论框架展开，包括“概念—原理—简单示例—应用问题”等环节的初步内容。

关键词：大数据，大知识，人工智能，类人智能机器

1. 引言

谷歌围棋AlphaGo机器与韩国九段棋手李世石的挑战赛给人们带来了各种震撼性冲击。机器智能的发展大大超出了人们的普遍预期。由此引发了公众、工业界以及学术界各种观点讨论与交锋。对于这次人机大战，无论是从人工智能发展史角度看还是从人类进化史（以工具为标识）角度看，都是一个里程碑的事件。由于智能工具背后体现的本质更多是学术思想，因此有必要通过学术思想层面讨论来纪念它。另一方面，如何以创新思维的方式来探讨人工智能的新热潮将是一个挑战。该挑战不简单是来源于人工智能本身宏大的内涵，更为艰难的是如何给出学术思想层面的具体创新见解。考虑到人工智能最后要落实到计算模型为实体，因此可以理解“建模思想”表现为核心与本质。为此本文将全部讨论限定在计算建模范围之内，并建议了人工智能研究中建模思想讨论框架。文中主要提出“基于大数据+大知识的建模方法”这样一种建模思想，并给予初步讨论。文章更为强调对未来研究发展轨迹提出新见解，目标是在探索人工智能未来之路的学术思想层面上激发不同学科领域中研究者的质疑与创新。中国学者应该有勇气提出新的、多元化的学术思想并引领人工智能发展潮流。

2. 建模思想讨论框架及发展历史反思

人工智能学科已经大大超越一般技术学科的基础原理范围，涉及到更多哲学、社会学、认知科学、信息科学等诸多学科的内容[1,2]。人工智能建模研究中“建模思想”也受到多视角、多任务的影响。由此我们极易陷入“大而全”或“概念到概念”讨论的陷阱。人工智能发展新趋向讨论中的具体挑战是如何避免仅仅停留在概念层面，能够向建模原理与理论方法层面上延伸。

面临这样的挑战，本文提出以下人工智能计算建模研究中建模思想讨论框架（Modeling Mechanism Interpretation Framework）。所谓建模思想讨论框架是一种用于对特定建模思想给予定

性解释的体系，有关定性解释将包括以下各个环节的内容：

“概念—原理—理论—算法—简单示例—应用问题”

其中可以将前三个环节“概念”“原理”与“理论”归为“建模思想（Modeling Mechanism）”部分，而其他环节称为“实现与实例（Implementation and Examples）”部分。“简单示例”可以来源于“人造样例”。独立给出是强化人们对于“建模思想”的直观理解和具体解释。

上述框架也可以认为是计算建模研究中的一种方法论。即使我们对其他领域问题建模或仅在某个环节开展专门研究，也应该包含全部环节的“完整”思考。本文将基于该讨论框架并侧重于“建模思想”的核心内容开展讨论。

回顾人工智能的发展历史，我们应该认识到西方国家学者开创和主导了学术发展潮流，特别是学术思想层面。如“人工智能”概念的提出以及诸多学派（连接主义、符号主义、行为主义等[3]）的形成。需要指出的是，人工智能主题正式开创于1956年达特茅斯会议。会议的六位组织者[4]以年青学者为主，四位29-30岁的学者分别是John McCarthy，Oliver Selfridge，Marvin Minsky，Alan Newell，另两位 40岁学者分别是Claude Shannon 与 Herbert Simon。在人工智能发展过程中日本学者走过“第五代计算机”的弯路，我们也曾经历了上个世纪八十年代中追求“大而全”学术思想框架的陷阱[5]。在前不久兴起的“云计算”与“大数据”热潮中，又迎来了“深度学习”方法为代表的“人工智能”热潮。值得我们总结和反思的问题有：

人工智能发展中有否中国的学术思想品牌引领潮流？

深度学习之后的新方法会是什么？

可以理解“大胆假设不易，小心求证更难”。本文同时面临了这样的当下风险与长久挑战。

3. 关于“基于大数据+大知识的建模方法”建议及其初始原因

在人工智能未来发展中包容多元化“建模思想”情况下，作为一家之言我们给出以下基本观点：

“基于大数据+大知识的建模方法是强人工（或类人）智能的必然研究范式”。

上述观点涉及到三个重要术语的定义（见表1）。虽然“大知识”提法已有出现，但是目前没有查到中英文方面的具体定义。这里根据我们理解与应用背景给出中英文的初步定义。其中形容词“大”与“强”的应用表明术语具有相对比较与时代变化属性。在未来技术发展到一定水平后，这些形容词可以去除或发生转换（如同目前应用“黑白照片”来特指统称“照片”中的特定类）。

人类逻辑推理方式通常分为两种基本类型，分别是自下而上基于数据观察的“归纳”推理与自上向下基于知识的“演绎”推理。由此智能机器（从广义上理解还包括智能体、智能系统、类人机器等）也可以分别对应两种建模原理，如人工神经元网络可以称为数据驱动的建模方法，而专家系统则属于知识驱动的建模方法。人工智能的发展历史大体反映了两种建模原理智能机器发展的兴衰过程。早期人工智能研究基本上是以知识建模原理为主流。各种应用领域中发展的专家系统是基于规则演绎推理方式实现智能。如1977年中国科学院自动化研究所基于中医学家关幼波经验，研制成功世界上第一个“中医肝病诊治专家系统”[6]。但是这种机器主要依赖于专家总结的专有领域知识库，因此一般受到相关领域范围应用的约束。目前基于知识或规则建模的智能机器大体处于低潮期。

另一方面，以数据驱动为代表的人工神经元网络研究经历过多次起伏式发展[7]。深度学习方法的提出与发展将人工智能研究与应用推向了新

表1　三个术语的简单定义

术语	定义	说明
强人工智能（Strong AI）	是在各个方面能够接近以至超过人类智能水准的人工智能，亦可简称为通用人工智能（Artificial General Intelligence）或类人机器（Human-like Machine）。	根据维基百科修改的定义
大数据（Big Data）	为数据量之大且复杂度之高而无法应用传统数据处理方式能够完成的一类数据集。	根据维基百科修改的定义
大知识（Big Knowledge）	以多学科为基础的、多领域为应用的、多种表达方式的一类知识库。(Big knowledge is a term for a knowledge base that is given on multiple discipline bases, for multiple application domains, and with multiple classes of knowledge representations.)	作者自定义

高潮。正是以深度学习为代表的基于数据建模方法帮助AlphaGo机器实现对国际顶尖围棋棋手的超越。这是人工智能更为本质的突破：即AlphaGo机器包含自我学习方面的智能功能。也就是说，该机器是通过大数据学习自行构建知识库，并将围棋知识以“隐式”的方式存储在百亿数量级的参数中。具备学习能力的机器不仅可以快速提高自身智能，更为重要的是在赋予机器通用型属性方面奠定了必要基础。这几年深度学习快速进入各种领域，成功实例已经包括语音与图像识别、自然语言理解等诸多方面[8]。基于数据建模的机器通过大数据学习已经展现出进化到通用人工智能的端倪。

然而深度学习方法的局限性也是显而易见的。其中最为缺失的是关于知识的显式应用与更新。目前的深度学习方法没有应用演绎推理方式实现智能。而人类行为中不但是以“耦合”方式应用了“归纳”与“演绎”推理方式实现智能判断或决策，而且还包容“显式”的方式更新自身的知识库。下面给出一个“简单示例”说明本文观点是符合人类智能中的一个基本原理：“人类是基于知识与数据方式实现综合推断”。我们采用1956年Porter给出的例题[9]。图1中首先给出该例题的初始图像数据。人们一般难以判断该图像中所隐含的内容（建议多观看后先猜一下是什么内容再翻页阅读）。

图1　简单示例中初始图像（源于[9]）

但是如果给出图2[10]图像为近似表示，我们可以很容易描述出图1中人物面部方位及其整体轮廓方面的信息。图2又可以称为图形表示的先验知识。借助先验知识的启发，我们基本上不会再认为图1是无内容的杂乱数据了。在没有图形表示的先验知识情况下，人们同样可以借助语言表示的先验知识中的提示来识别图1中的人物。事实上人

们日常生活中最大化地应用了先验知识并结合数据来完成各种行为。希望该示例能够说明人类是应用了“知识与数据共同驱动”的推断原理来实现智能。

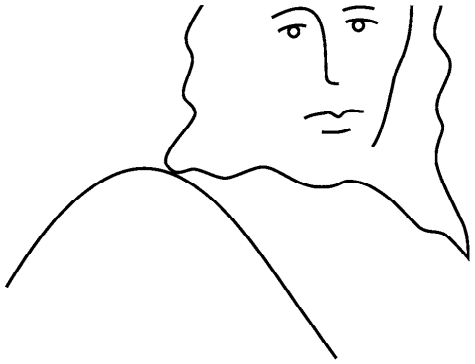


图2　简单示例中先验信息图像（源于[10]）

4. 未来人工智能发展趋势与终极目标的原因

为了进一步理解人工智能未来发展走向，我们应用图3[11]示意了目前智能模型与未来类人机器在知识与数据利用中的相对关系，横坐标为“数据利用（Data Utilization）”变量，纵坐标是“知识利用（Knowledge Utilization）”变量。图中各个模块位置只能近似地以相对关系给出，而无法严格导出。该图以另一种方式表明：“未来的机器学习模型或类人智能模型必然是最大化同时利用知识与数据”。首先，人类在有效结合“归纳”与“演绎”推理体系而实现的智能范式为类人机器工作原理提供了参照依据。未来类人智能机器在利用已有知识与数据方面均会超过人类平均（Average Human-being）水平。其次，它也预示大数据利用下成功发展的深度学习模型必将依赖大知识利用方面取得突破性发展。而对于知识模型方法则需要采取大数据利用下的学习方式实现知识库的“自动/半自动”更新与扩展（这远不同于早期专家系统）。我们同时应该说明，在知识与数据利用上超越人类平均水平并非意味必然在“通用智能”维度上超越。

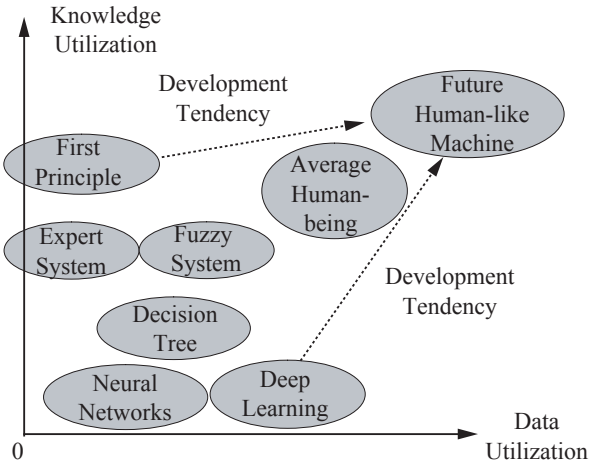


图3　现有智能模型与未来类人机器在知识与数据利用中的相对关系示意图 [11]，各模块位置为大体相对关系

大数据和大知识在人工智能发展中扮演的角色方面，前者主要体现为是一种手段，而后者不仅是手段，更是直接表现为人工智能终极发展目标。可以理解人工智能研究包容多种发展目标。研究背景或视角不同，设定的初始发展目标会显著不同。如计算神经科学与机器学习为研究背景分别对应了“生物脑”和“机器脑”领域相关的发展目标。所谓终极发展目标与研究领域无关。我们大体可以设定为两个目标：

（1）追求智能工具能够“更好”地为人类服务；

（2）追求对自然与虚拟世界的“深度”认知。

为讨论方便，我们将世界简单地分为两个。它们包容了人类自身及其精神、文化、科学产物。为了理解真实的自然世界，虚拟世界（如计算模型）已经扮演了不可或缺的重要角色[12]。第一目标中所谓“更好”方面诉求反映了价值观的设定，这也就是为什么人工智能必然涉及更多人文与社会学方面的内容。第二目标中所谓“深度”方面诉求仍需讨论。我们认为，它应该包括以数学语言为知识表达的特征。该发展目标涉及了哲学中认知论的中心问题（“It has been a central

theme in the discipline of philosophical epistemology, the study of the nature of knowledge”[13]）。在两个终极发展目标中，知识是一个无法缺失的要素。对于机器脑这样的工具，没有知识层面的认知是无法实现设计、制造、改进与发展的。对于人类自身“生物脑”的现有知识，我们仍然处在“相当的初级阶段（highly rudimentary ）”[14]。它的知识发展直接与人类健康息息相关。因此认知自然世界与虚拟世界的发展目标也是来源于人类的基本需求。在借鉴东西方先贤学术思想①后，我们将未来通用人工（或类脑）智能科学研究概括为“格数致知”，具体解释是：推究事物“数学”表达，获取内在“知识”本源。它同样反映了“基于大数据+大知识建模”思想的内涵。

5. 基于知识与数据共同驱动的机器学习模型

围绕本文建议我们给出以下基于知识与数据共同驱动的机器学习模型。图4示意了该类模型结构原理，有关基本计算表达式为[15]：

$$y = f(x, \theta) = f_k(x, \theta_k) \oplus f_d(x, \theta_d) \quad (1)$$

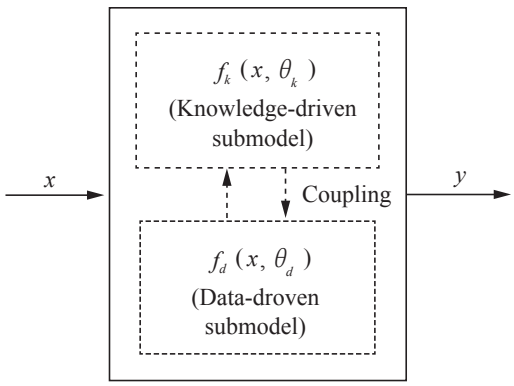


图4　知识与数据共同驱动机器学习模型结构示意图[16,15]

其中，x与y分别是模型的输入输出变量，f是总体模型函数，而f_k与f_d分别对应知识驱动与数据共同驱动子模型函数，它们相应的参数变量是θ_k与θ_d。由于θ_k是对应物理意义的参数，我们又将其称为物理参数变量。符号“⊕”记为“耦合算子（Coupling Operator）”，它表示了两个子模型之间互为作用关系的运算。数据驱动子模型可以是机器学习中各种方法，如决策树、神经元网络或深度学习机等。而知识驱动子模型可以是包含多种知识表示的方法，如图、规则、函数甚至是神经元网络等。两个子模型本身也应包容多层与分布的子模型特征。机器脑研究在受到生物脑工作原理启发的同时还应该超越现有脑科学知识。知识驱动子模型包容多种显式的知识表达方式即是这样的实例。

有关“知识与数据共同驱动”的提法可以追溯Dubios等于2000年在模糊逻辑方面的研究工作[17]。如果按照“符号主义”与“连接主义”研究范式（也反映了学术流派）考察，Sun与Bookman早在1994年就提出了将两种研究范式结合的建模思想与研究方法[18]。从前面的讨论可以看到，这些思想对未来智能之路发展至关重要。发展现状也表明“知识与数据共同驱动”思想实现更为艰难，具体困难可以从后面列举的理论问题来理解。探索未来之路，追溯学术思想的“源”与“流”对于把握未来学术方向、发展创新成果不可或缺。“深度学习”在学术思想方面并未脱离神经元网络模型为代表的“连接主义”研究范式，但是开创者们在“深度”以及“大数据”利用方面思想火花及解决方案的学术创新贡献是显著的。他们研究工作历程给我们的启迪是：在学术思想与小心求证两方面持续坚守与不断创新。学术思想既可重大而深远，也可逐渐消亡到不见踪迹，这取决于思想、理论与应用之“流”能否不断补充。目前发展态势显现深度学习的“流”犹如走向通用智能机器之“主流”。为此我们大胆提出“大知识”利用方面的创新想法。这也是

① 根据古希腊哲学家、数学家毕达哥拉斯（公元前570～公元前495）提出的“万物皆数”哲学思想，将《礼记·大学》（作者待考，有被认为曾参（公元前505～公元前435）所作）中“格物致知”更改为“格数致知”。

针对目前深度学习方法缺失基于知识实现演绎推理功能而设定。我们又可称其为“知识强化的深度学习（Knowledge Enhanced Deep Learning，简称 KEDL）”，它不仅具有深度结构，也趋向深度知识（Deep knowledge）的表示与获取。

6. 未完成的结语

人类创造工具，工具改变人类。我们更无法小视智能机器这样的工具，因为它将被赋予人类的各种功能属性。由此带来的复杂问题将远远超出传统类工具。谷歌AlphaGo机器与韩国棋手李世石的人机大战让我们对人工智能未来发展产生各种想象和担忧。然而以积极的方式迎接包括人工智能引发出来的各种挑战永远是人类的正确抉择。

面对宽广科学领域交叉与融合的人工智能，我们基于计算机科学研究背景，围绕“建模思想”这个核心问题对人工智能未来之路进行初步探讨。相关讨论借鉴了早期人工智能开创者们学术思想先行的方式，并有所不同。文中不求讨论的完整与严格，而是侧重于两个方面予以创新尝试。一是提出了建模思想讨论框架，从而使学术思想讨论更具从理论到应用的实质性。二是初步定义了“大知识”概念，并指出“ 基于大数据+大知识的建模方法”或“演绎与归纳”有机结合将成为类人智能机器的必然研究范式。

为了支撑本文给出的建议，下面列举人工智能未来发展中的一个应用问题实例：“人类大夫+人工智能大夫”的健康与医学领域中应用。所谓人工智能大夫（AI Doctor）是一个为用户（包括正常人、医生或病人）提供健康咨询、疾病诊断或医学治疗方面计算机辅助决策支持服务的、 逐步趋于“大数据+大知识”建模方法为研究范式实现并完善的人工智能系统。用户可以通过网络查询或人机交互的方式应用该系统。

人工智能大夫是目前临床决策支持系统（Clinical Decision Support System, CDSS）以及医学影像中的计算机辅助检测（Computer-aided Detection，CADe）应用范围的更广渗透。可以预感到它将很快来临并进入人们的日常生活。如果将人工智能大夫视为医学领域中的AlphaGo机器，那么可以预测到人类的看病方式将会发生翻天覆地的变化。然而我们必须清醒地认识到：不同于整体为“黑箱（知其然而不知其所以然）”运作模式的AlphaGo机器， 人工智能大夫在“透明度（或可理解性与可解释性）”[19]方面必然会提出更高的诉求。模型自身以及输出的可理解性是降低人工智能大夫应用中风险的关键举措。这也就是为什么在人工智能大夫系统设计中我们规定了“大数据+大知识”为研究范式的要求。当深度学习通过大数据利用方面在人工智能发展中产生 “质”的跳跃之后，可以预期进一步结合大知识利用将会产生更为巨大的跳跃。通用人工智能也正是通过一个个领域不断突破而逐步实现的。由此我们面临的挑战也将更为巨大而多样。本文中示意的模型方法以及公式表达十分简化，目的是期待它们有助于我们从数学理论层面以新的视角思考基本问题。借鉴西方哲学家波普的见解：“科学始于问题而非观察（Science starts from problems, and not from observations）”[20]，本文试举以下几个基本理论问题作为未完成的结语：

I. 如何应用知识驱动子模型中的数学化表达加深对学习和智能机理的认知。

II. 如何定义各种知识的度量以便实现对“大知识”利用的评测与应用。

III. 知识子模型之间以及与数据子模型是如何耦合而又如何选择的。

IV. 如何不断地增加智能机器的“透明度”。

致谢

河北大学李纯果博士对本文初稿给予建设性意见。中国科学院上海生命科学研究院徐宁龙博士在本所关于神经元学术报告中介绍了图1。在此表示感谢。

参 考 文 献

[1] 蔡自兴、徐光祐.人工智能及其应用，第4版.北京: 清华大学出版社, 2010.

[2] Russell, S., and Norvig, P., Artificial intelligence: A modern approach, 2010.

[3] Domingos, P. The Master Algorithm: How the Quest for the Ultimate Learning Machine Will Remake Our World. Basic Books, 2015.

[4] 尼克. “人工智能的缘起”, 《 中国计算机学会通讯》，2016，Vol. 3, pp. 38-44.

[5] 王立新. “模糊系统: 挑战与机遇并存-十年研究之感悟.” 《自动化学报》，Vol. 27. pp.585-590, 2001.

[6] 智能科学网站: 专家系统 http://www.intsci.ac.cn/ai/es.html

[7] 史忠植. 神经网络. 高等教育出版社,2009.

[8] 邓力，俞栋 , 深度学习：方法及应用, 谢磊 (译) 机械工业出版社, 2016.

[9] Porter, P. B. Find the hidden man. American Journal of Psychology, 67, 550-551, 1954

[10] Gordon, I.E. Theories of Visual Perception. Psychology Press, 2004, p. 120.

[11] Ran, Z. and Hu, B.-G., “Parameter Identifiability in Statistical Machine Learning: A Review”, submit to a journal ,2016.

[12] 王飞跃. 平行控制: 数据驱动的计算控制方法. 《自动化学报》, Vol. 39, pp. 293-302，2013.

[13] Duda, R.O., Hart, P.E., Stork, D.G. Pattern Classification (2nd edition). New York: John Wiley, 1995, p. 19.

[14] Poo, M. “Whereto the mega brain projects?.” National Science Review1, no. 1 (2014): 12-14.

[15] Ran, Z.-Y., Hu, B.-G., “Determining structural identifiability of parameter learning machines”. Neurocomputing Vol. 127, pp. 88-97, 2014.

[16] S.H. Yang, B.-G. Hu, P.H. Courne?de, Structural identifiability of generalized constraints neural network models for nonlinear regression, Neurocomputing, Vol. 72, pp. 392-400, 2008.

[17] D. Dubois, P. Hajek, H. Prade, Knowledge-driven versus data-driven logics, J. Logic Language Inform. 9 (2000) 65-89.

[18] Sun, R., Bookman, L. A., Computational architectures integrating neural and symbolic processes: a perspective on the state of the art, Boston: Kluwer, 1994.

[19] 胡包钢，王泳，杨双红，曲寒冰，“如何增加人工神经元网络的透明度？”,《模式识别与人工智能》, Vol.20, pp.72-84, 2007.

[20] Popper, K. Conjectures and refutations: The growth of scientific knowledge. Routledge, 1963.

Towards a Big-Data-and-Big-Knowledge Based Modeling Approach for Future Artificial General Intelligence

Baogang Hu[1]，Weiming Dong[1]，Feiyue Huang[2]

1. Baogang Hu and Weiming Dong, NLPR, Institute of Automation, Chinese Academy of Sciences, Beijing, China

2. Feiyue Huang, Tencent-BestImage, Shanghai, China

Abstract: In discussing future directions of artificial intelligence, we present a preliminary definition of “big knowledge”, and describe a necessary paradigm, namely, a “big-data-and-big-knowledge based modeling approach”, for realizing human-like machines. Based on a new “Discussion Framework of Modeling Mechanism”, we justify the approach in terms of its concept, principles, simple example, and AI doctors in future applications.

Key words: big data, big knowledge, artificial intelligence, human-like machine

郑南宁：发展有助于人类的人工智能

不久前，围棋软件“阿尔法围棋”战胜围棋世界冠军李世石，让人们惊叹人工智能发展取得的成就。这是否意味着机器即将获得类人智能呢？现在得出这样的结论还为时过早，但确实需要思考人工智能的发展方向问题。

当前，人工智能在发展中面临三大挑战：

第一大挑战是让机器在没有人类教师的帮助下学习。人类的很多学习是隐性学习，即根据以前学到的知识进行逻辑推理，以掌握新的知识。然而，目前的计算机并没有这种能力。迄今为止，最成功的机器学习方式被称为“监督式学习”。与老师教幼儿园孩子识字一样，机器在每次学习一项新技能时，基本上都要从头开始，需要人类在很大程度上参与机器的学习过程。要达到人类水平的智能，机器需要具备在没有人类过多监督和指令的情况下进行学习的能力，或在少量样本的基础上完成学习。也就是说，机器无需在每次输入新数据或者测试算法时都从头开始学习。

第二个挑战是让机器像人类一样感知和理解世界。触觉、视觉和听觉是动物物种生存所必需的能力，感知能力是智能的重要组成部分。在对自然界的感知和理解方面，人类无疑是所有生物中的佼佼者。如果能让机器像人类一样感知和理解世界，就能解决人工智能研究长期面临的规划和推理方面的问题。虽然我们已经拥有非常出色的数据收集和算法研发能力，利用机器对收集的数据进行推理已不是开发先进人工智能的障碍，但这种推理能力建立在数据的基础上，也就是说机器与感知真实世界仍有相当大的差距。如果能让机器进一步感知真实世界，它们的表现也许会更出色。要达到人类水平的智能，机器需要具备对自然界的丰富表征和理解能力，这是一个大问题。尽管围棋很复杂，让计算机在棋盘上识别最有利的落子位置也很难，但与精确地表征自然界相比，描述围棋对弈的状态显然要简单得多，两者之间的差距还要几十年甚至更长时间才能弥合。

第三个挑战是让机器具有自我意识、情感以及反思自身处境与行为的能力。这是实现类人智能最艰难的挑战。具有自我意识以及反思自身处境与行为的能力，是人类区别于其他生物最重要、最根本的一点。另外，人类的大脑皮层能力是有限的，如果将智能机器设备与人类大脑相连接，不仅会增强人类的能力，而且会使机器产生灵感。让机器具有自我意识、情感和反思能力，无论对科学和哲学来说，都是一个引人入胜的探索领域。

人工智能的发展能不断帮助人类，但它同时也是一把“双刃剑”。我们要警惕人工智能给人类带来的负面影响，关注人工智能的发展将带来的深刻伦理道德问题。我们需要的是帮助人类而不是代替人类的人工智能。发展人工智能的目的不是把机器变成人，也不是把人变成机器，而是要扩展人类的智能，解决人类社会发展面临的重大问题。这是科学界、各国政府和人类社会在人工智能发展上应认真对待的问题。需要确立伦理道德的约束监督机制，使人类免受人工智能不当发展带来的负面影响。

（作者为中国工程院院士、西安交通大学人工智能与机器人研究所教授）

（来源：人民日报）

王飞跃:“机器换人”没什么可抱怨的

富士康近来解雇了昆山工厂中的6万名工人，并用机器人取代他们，以此降低劳动力成本。不仅是富士康，根据昆山市政府的调查，该市600家企业已经计划在不久的将来引入机器工人。如果自动化计划进展顺利，可能迫使250万人失业。舆论不禁担心，这些被淘汰下来的工人怎么安置？机器是不是正在抢走人类的饭碗？这让我想起15世纪英国著名的“羊吃人”运动。人类从农业社会迈向工业社会的过程中，也曾产生剧烈的社会矛盾，大量农民被资本和法律剥离土地赶进工厂。但另一方面，“羊吃人”给人类历史带来的绝不单纯是血腥味，工厂产生的岗位远多于农田能提供的工作。一项新技术如果开拓了更多的空间，必然带来更多的需求，在淘汰旧岗位的同时，创造出更多新机会。

我曾走访一家专做旅游纪念品外贸生意的工厂，20世纪80年代，工厂雇佣的都是二十多岁的年轻小伙。到了九十年代，雇的已经大多是中年人。而现在，工厂只能雇到五、六十岁的劳动力。这家工厂并不准备转型升级，但大量青年劳动力不愿投入劳动密集型企业的现实，用工成本的不断升高和越南等后发地区的逼迫，让这样的企业不得不“机器换人”。如果我们要想实现产业升级，富士康裁减工人事件将只是个开始。这也没什么可以抱怨的，“机器换人”是任何人也挡不住的自然趋势。正如华为公司总裁任正非在全国科技三会上讲的，“未来社会是一个智能社会，不是以一般劳动力为中心的社会……即使我们实现生产、服务过程智能化，需要的也是高级技师、专家、现代农民……，因此，我们要争取这个机会，就要大规模地培养人。”所以，机器人非但不会抢走人的饭碗，还将创造出更多、更安全、更环保的“饭碗”。而且，工业从没有完全取代农业，机器人也不可能完全取代劳动密集型产业。未来的工厂将是大量使用机器人，利用高度智能化、自动化的柔性机器，生产更绿色、更环保、更高质、更可持续产品的“可编程”工厂。生产过程对各种精密管控更高的要求将带来新的岗位。操作工人将升格转变为数据分析师、实时监控师这样的管理人员。未来的公司需要实时监测市场需求，实时监测对手的市场变化，不断对外界变化的世界做出实时响应，让生产更敏捷，能很快改变产品满足个性化需求。面向不定、多样、复杂的市场，展现出企业敏捷、聚焦和收敛的应变能力。如此下去，我相信，未来10年，我们印象中的工厂将大变样，产生新的工作岗位，眼下的“机器换人”必将成为“机器扩人”。面对这一转折，哪个民族、国家、公司、地区意识到得越早，就越能在这一趋势中领先。而未及时意识和明确路线的民族国家，将面临与5个世纪前错过工业革命相类似的命运，甚至遭遇“大刀红缨枪与导弹无人机”式的对抗。

技术本身是不应该也无法被怪罪的，问题都由人类自身造成。“机器换人”是好事，它将倒逼中国人在思想意识、社会管理和生产方式上的升级。新兴智能产业需要有独立精神、自由人格、平等意识的新一代工人。我们的年轻人在学校依附于大牌教授，在工厂依附于上司领导，就是创新也都被框在权威划定的范围内。问题是最好的解决方案真的就在划定的范围内吗？这恐怕需要权威

有极其高明预见性。当然，思想意识的变化不是一两天的事，但技术革新将迫使改变提速。

显然，“机器换人”是对政府智慧的考验。现在一些地方政府搞“机器换人大跃进”，企业换一台机器人补贴8~10万，处处上样板工程、各地纷纷办机器人产业园，几乎成为政绩工程的变种。有些企业本来没有必要全换机器人的，也为了换补贴故意多淘汰工人，不但引进的机器人闲置，还人为加剧了机器人与人的矛盾。

机器该不该换人，换多少人是企业家和市场的事，政府该考虑的是被机器人换下来的人怎么安置；新的社会形态下，新工作岗位在哪？那些补贴给企业却被浪费掉的钱，应该拿来安置被淘汰下来的工人，完善社会服务，创造性的为他们寻找合适工作。同时，加快培养适应机器人带来的新需求新岗位的人才。近一点说，应扩展职业技术学校机器人维修、编程类的专业和课程；远一点说，要培养一批能创造新岗位、新工作的人才。

技术层次，对智能技术、新技术的支持之外，应关注在新技术上的创新，扩大并创造市场需求。像BAT这类企业已产生了新的需求雇了许多人，以前没有算法工程师这类事，现在十分普遍。美国硅谷一些公司甚至连硕士都不愿意雇，认为硕士有素质问题，难以主动发现问题开拓新领域；老板很坦然，他们自己并不清楚下一步该如何干，必须依靠高素质的员工，更不是靠机器人。总之，把握时机，“机器换人”将成“机器扩人”，否则换掉人之后，接下来整个公司也会被换掉。

正如许多有识之士在刚结束的全国科技创新大会上所指出的，未来二、三十年人类社会将演变成一个智能社会，尽管其深度和广度还想象不到，但如果我们不扛起相应的社会责任，坚持创新，必将会被颠覆，更不用说“解雇”了。

（作者为中国科学院自动化研究所研究员）

（来源：科学网博客）

机器人产业发展规划（2016–2020年）发布

机器人既是先进制造业的关键支撑装备，也是改善人类生活方式的重要切入点。无论是在制造环境下应用的工业机器人，还是在非制造环境下应用的服务机器人，其研发及产业化应用是衡量一个国家科技创新、高端制造发展水平的重要标志。大力发展机器人产业，对于打造中国制造新优势，推动工业转型升级，加快制造强国建设，改善人民生活水平具有重要意义。

为贯彻落实《中国制造2025》中“将机器人作为重点发展领域的总体部署，推进我国机器人产业快速健康可持续发展”的要求，特制定本规划，规划期为2016-2020年。

一、现状与形势

自1954年世界上第一台机器人诞生以来，世界工业发达国家已经建立起完善的工业机器人产业体系，核心技术与产品应用领先，并形成了少数几个占据全球主导地位的机器人龙头企业。特别是国际金融危机后，这些国家纷纷将机器人的发展上升为国家战略，力求继续保持领先优势。近五年来，全球工业机器人销量年均增速超过17%，2014年销量达到22.9万台，同比增长29%，

全球制造业机器人密度（每万名工人使用工业机器人数量）平均值由5年前的50提高到66，其中工业发达国家机器人密度普遍超过200。与此同时，服务机器人发展迅速，应用范围日趋广泛，以手术机器人为代表的医疗康复机器人形成了较大产业规模，空间机器人、仿生机器人和反恐防暴机器人等特种作业机器人实现了应用。

我国机器人研发起步于20世纪70年代，近年来，在一系列政策支持下及市场需求的拉动下，我国机器人产业快速发展。2014年自主品牌工业机器人销量达到1.7万台，较上年增长78%。服务机器人在科学考察、医疗康复、教育娱乐、家庭服务等领域已经研制出一系列代表性产品并实现应用。自2013年起我国成为全球第一大工业机器人应用市场，2014年销量达到5.7万台，同比增长56%，占全球销量的1/4，机器人密度由5年前的11增加到36。

虽然我国机器人产业已经取得了长足进步，但与工业发达国家相比，还存在较大差距。主要表现在：机器人产业链关键环节缺失，零部件中高精度减速器、伺服电机和控制器等依赖进口；核心技术创新能力薄弱，高端产品质量可靠性低；机器人推广应用难，市场占有率亟待提高；企业“小、散、弱”问题突出，产业竞争力缺乏；机器人标准、检测认证等体系亟待健全。

当前，随着我国劳动力成本快速上涨，人口红利逐渐消失，生产方式向柔性、智能、精细转变，构建以智能制造为根本特征的新型制造体系迫在眉睫，对工业机器人的需求将呈现大幅增长。与此同时，老龄化社会服务、医疗康复、救灾救援、公共安全、教育娱乐、重大科学研究等领域对服务机器人的需求也呈现出快速发展的趋势。“十三五”时期是我国机器人产业发展的关键时期，应把握国际机器人产业发展趋势，整合资源，制定对策，抓住机遇，营造良好发展环境，促进我国机器人产业实现持续健康快速发展。

二、总体要求

（一）指导思想

全面贯彻落实党的十八大和十八届三中、四中、五中全会精神，坚持创新、协调、绿色、开放、共享发展理念，加快实施《中国制造2025》，紧密围绕我国经济转型和社会发展的重大需求，坚持“市场主导、创新驱动、强化基础、质量为先”原则，“十三五”期间聚焦“两突破”“三提升”，即实现机器人关键零部件和高端产品的重大突破，实现机器人质量可靠性、市场占有率和龙头企业竞争力的大幅提升，以企业为主体，产学研用协同创新，打造机器人全产业链竞争能力，形成具有中国特色的机器人产业体系，为制造强国建设打下坚实基础。

市场主导就是坚持以市场需求为导向，以企业为主体，充分发挥市场对机器人研发方向、路线选择、各类要素配置的决定作用。创新驱动就是加强机器人创新体系建设，加快形成有利于机器人创新发展的新机制，优化商业和服务模式，打造公共创新平台。强化基础就是加强机器人共性关键技术研究，建立完善机器人标准体系及检测认证平台，夯实产业发展基础。质量为先就是提高机器人关键零部件及高端产品的质量可靠性，提升自主品牌核心竞争力。

（二）发展目标

经过五年的努力，形成较为完善的机器人产业体系。技术创新能力和国际竞争能力明显增强，产品性能和质量达到国际同类水平，关键零部件取得重大突破，基本满足市场需求。2020年具体目标如下：

产业规模持续增长。自主品牌工业机器人年产量达到10万台，六轴及以上工业机器人年产量达到5万台以上。服务机器人年销售收入超过300亿元，在助老助残、医疗康复等领域实现小批量

生产及应用。培育3家以上具有国际竞争力的龙头企业，打造5个以上机器人配套产业集群。

技术水平显著提升。工业机器人速度、载荷、精度、自重比等主要技术指标达到国外同类产品水平，平均无故障时间（MTBF）达到8万小时；医疗健康、家庭服务、反恐防暴、救灾救援、科学研究等领域的服务机器人技术水平接近国际水平。新一代机器人技术取得突破，智能机器人实现创新应用。

关键零部件取得重大突破。机器人用精密减速器、伺服电机及驱动器、控制器的性能、精度、可靠性达到国外同类产品水平，在六轴及以上工业机器人中实现批量应用，市场占有率达到50%以上。

集成应用取得显著成效。完成30个以上典型领域机器人综合应用解决方案，并形成相应的标准和规范，实现机器人在重点行业的规模化应用，机器人密度达到150以上。

三、主要任务

（一）推进重大标志性产品率先突破

推进工业机器人向中高端迈进。面向《中国制造2025》十大重点领域及其他国民经济重点行业的需求，聚焦智能生产、智能物流，攻克工业机器人关键技术，提升可操作性和可维护性，重点发展弧焊机器人、真空（洁净）机器人、全自主编程智能工业机器人、人机协作机器人、双臂机器人、重载AGV等六种标志性工业机器人产品，引导我国工业机器人向中高端发展。

促进服务机器人向更广领域发展。围绕助老助残、家庭服务、医疗康复、救援救灾、能源安全、公共安全、重大科学研究等领域，培育智慧生活、现代服务、特殊作业等方面的需求，重点发展消防救援机器人、手术机器人、智能型公共服务机器人、智能护理机器人等四种标志性产品，推进专业服务机器人实现系列化，个人/家庭服务机器人实现商品化。

专栏一　十大标志性产品

——**弧焊机器人**。6自由度多关节机器人，中厚板弧焊机器人额定负载≥10kg，薄板弧焊机器人额定负载6kg。实现焊缝轨迹电弧跟踪、高压接触感知、焊缝坡口宽度电弧跟踪等关键技术的应用。

——**真空（洁净）机器人**。真空最大负载15kg，洁净最大负载210kg，重复定位精度±0.05～0.1mm，实现真空环境下传动润滑、直驱控制、动态偏差检测与校正及碰撞检测与保护等关键技术的应用。

——**全自主编程智能工业机器人**。6自由度以上，适应工件尺寸范围在1m×1m×0.3m以上，具有智能工艺专家系统，可自动获取信息生成作业程序，全过程非示教，自动编程时间小于1秒，满足喷涂、抛光、打磨等复杂的作业要求。

——**人机协作机器人**。6自由度以上的多关节机器人，自重负载比小于4，重复定位精度±0.05mm，力控精度<5N，碰撞安全监测响应时间<0.3s，选配本体感应皮肤的整臂安全感应距离<1cm，防护等级IP54，适用于柔性、灵活度和精准度要求较高的行业如电子、医药、精密仪器等行业，满足更多工业生产中的操作需要。

——**双臂机器人**。每个单臂6自由度以上，关节转动速度≥±180°/s，双臂平均功耗<500W，带双臂碰撞检测的路径规划功能，集成双目视觉定位误差<1mm，2指/3指柔性手爪行程≥50mm，抓取力≥30N，重复定位精度±0.05mm，适用于3C电子等行业的零件组装产线。

——**重载AGV**。驱动方式：全轮驱动；最大负载能力：40000kg；最大速度：直线20m/min；转弯半径：2m；辅助磁导航精度：±10mm；防碰装置：激光防碰；举升装置：车体自举升；举升行程：最大100mm。

——**消防救援机器人**。满足自然灾害和恶性

事故等现场对灾情侦察和快速处理的需求，在高温高压、有毒有害等特殊环境下，可完成人员搜索、灾情探测定位、定点抛投、排障、灭火和救援等任务。

——手术机器人。冗余机械臂的自由度数目不小于6个，最高重复位置精度优于1mm，选取点上的测量误差不大于1%，可完成各类相关手术。

——智能型公共服务机器人。导航方式：激光SLAM，最大移动速度0.6m/s，定位精度±100mm，定位航向角精度±5°，最大工作时间3h，手臂数量2，单臂自由度2-7，头部自由度1-2，具备自主行走、人机交互、讲解、导引等功能。

——智能护理机器人。面向老人照护需求，具有智能感知识别、自主移动等能力，与用户进行交流，辅助老人进行家务劳动，提供多样性的护理服务。

（二）大力发展机器人关键零部件

针对6自由度及以上工业机器人用关键零部件性能、可靠性差，使用寿命短等问题，从优化设计、材料优选、加工工艺、装配技术、专用制造装备、产业化能力等多方面入手，全面提升高精密减速器、高性能机器人专用伺服电机和驱动器、高速高性能控制器、传感器、末端执行器等五大关键零部件的质量稳定性和批量生产能力，突破技术壁垒，打破长期依赖进口的局面。

专栏二　五大关键零部件

——高精密减速器。通过发展高强度耐磨材料技术、加工工艺优化技术、高速润滑技术、高精度装配技术、可靠性及寿命检测技术以及新型传动机理的探索，发展适合机器人应用的高效率、低重量、长期免维护的系列化减速器。

——高性能机器人专用伺服电机和驱动器。通过高磁性材料优化、一体化优化设计、加工装配工艺优化等技术的研究，提高伺服电机的效率，降低功率损失，实现高功率密度。发展高力矩直接驱动电机、盘式中空电机等机器人专用电机。

——高速高性能控制器。通过高性能关节伺服、振动抑制技术、惯量动态补偿技术、多关节高精度运动解算及规划等技术的发展，提高高速变负载应用过程中的运动精度，改善动态性能。发展并掌握开放式控制器软件开发平台技术，提高机器人控制器可扩展性、可移植性和可靠性。

——传感器。重点开发关节位置、力矩、视觉、触觉等传感器，满足机器人产业的应用需求。

——末端执行器。重点开发抓取与操作功能的多指灵巧手和具有快换功能的夹持器等末端执行器，满足机器人产业的应用需求。

（三）强化产业创新能力

加强共性关键技术研究。针对智能制造和工业转型升级对工业机器人的需求和智慧生活、现代服务和特殊作业对服务机器人的需求，重点突破制约我国机器人发展的共性关键技术。积极跟踪机器人未来发展趋势，提早布局新一代机器人技术的研究。

建立健全机器人创新平台。充分利用和整合现有科技资源和研发力量，组建面向全行业的机器人创新中心，打造政产学研用紧密结合的协同创新载体。重点聚焦前沿技术、共性关键技术研究。

加强机器人标准体系建设。开展机器人标准体系的顶层设计，构建和完善机器人产业标准体系，加快研究制订产业急需的各项技术标准，支持机器人评价标准的研究和验证，积极参与国际标准的制修订。

建立机器人检测认证体系。建立并完善以国家机器人检测与评定中心为代表的机器人检验与认证机构，推动建立机器人第三方评价和认证体系，开展机器人整机及关键功能部件的检测与认证工作。

专栏三　基础能力建设重点

——机器人共性关键技术。①工业机器人关键技术：重点突破高性能工业机器人工业设计、

运动控制、精确参数辨识补偿、协同作业与调度、示教/编程等关键技术。②服务机器人关键技术：重点突破人机协同与安全、产品创意与性能优化设计、模块化/标准化体系结构设计、信息技术融合、影像定位与导航、生肌电感知与融合等关键技术。③新一代机器人技术：重点开展人工智能、机器人深度学习等基础前沿技术研究，突破机器人通用控制软件平台、人机共存、安全控制、高集成一体化关节、灵巧手等核心技术。

——机器人创新中心。重点围绕人工智能、感知与识别、机构与驱动、控制与交互等方面开展基础和共性关键技术研究，深入开展在高端制造业、灾难应急处理、医疗康复、助老助残等领域的前沿基础研究和应用基础研究，推进科技成果的转移扩散和商业化应用，为企业提供共性技术支持和服务，强化国际交流与合作，培养机器人专业研发设计人才。

——机器人产业标准。发挥企业参与制修订标准的积极性，按照产业发展的迫切度，研究制订一批机器人国家标准、行业标准和团体标准，主要包括机器人用RV减速机通用技术条件等通用技术标准、机器人整机电磁兼容技术要求和试验方法等检测标准、个人护理机器人安全要求等安全标准、工业机器人编程和操作图形用户接口等通信控制标准、设计平台标准和喷涂机器人系统应用规范等应用标准。

——国家机器人检测与评定中心。面向机器人整机及关键功能部件两方面内容开展检测与评定工作，整机性能评价包括：安全、性能、环境适应性、噪音水平、电磁兼容性、可靠性及测控软件评价等；功能部件检测评定包括：零件质量、零部件安全及性能、噪声、环境适应性、材质和接口等。

（四）着力推进应用示范

为满足国家战略和民生重大需求，加强质量品牌建设，积极开展机器人的应用示范。围绕制造业重点领域，实施一批效果突出、带动性强、关联度高的典型行业应用示范工程，重点针对需求量大、环境要求高、劳动强度大的工业领域以及救灾救援、医疗康复等服务领域，分步骤、分层次开展细分行业的推广应用，培育重点领域机器人应用系统集成商及综合解决方案服务商，充分利用外包服务、新型租赁等模式，拓展工业机器人和服务机器人的市场空间。

专栏四　机器人推广应用计划

通过提高企业质量意识，促进企业实施以质量为先的经营管理，完善产品检测认证制度，推广先进质量管理方法，加强制造过程管理等措施，推进质量保障能力建设，提高机器人产品的质量可靠性，提升用户使用机器人的信心。

在工业机器人用量大的汽车、电子、家电、航空航天、轨道交通等行业，在劳动强度大的轻工、纺织、物流、建材等行业，在危险程度高的化工、民爆等行业，在生产环境洁净度要求高的医药、半导体、食品等行业，推进工业机器人的广泛应用。在救灾救援领域，推进专业服务机器人在自然灾害、火灾、核事故、危险品爆炸现场的示范应用等。

开展陪护与康复训练机器人在失能与认知障碍人群中的试点示范，开展智能假肢与外骨骼机器人在行动障碍人群中的试点示范，开展手术机器人在三甲医院智能手术中心的试点示范，大力推进服务机器人在医疗、助老助残、康复等领域的推广应用。

（五）积极培育龙头企业

引导企业围绕细分市场向差异化方向发展，开展产业链横向和纵向整合，支持互联网企业与传统机器人企业的紧密结合，通过联合重组、合资合作及跨界融合，加快培育管理水平先进、创新能力强、效率高、效益好、市场竞争力强的龙头企业，打造知名度高、综合竞争力强、产品附加值

高的机器人国际知名品牌。大力推进研究院所、大专院校与机器人产业紧密结合，充分发挥龙头企业带动作用，以龙头企业为引领形成良好的产业生态环境，带动中小企业向“专、精、特、新”方向发展，形成全产业链协同发展的局面。

四、保障措施

（一）加强统筹规划和资源整合

强化顶层设计，统筹协调工业管理、发展改革、科技、财政等各部门的资源和力量，形成合力，支持自主创新，推动我国机器人产业健康发展；加强对区域产业政策的指导，形成国家和地方协调一致的产业政策体系；鼓励有条件的地区、园区发展机器人产业集群，引导机器人产业链及生产要素的集中集聚。

（二）加大财税支持力度

通过工业转型升级、中央基建投资等现有资金渠道支持机器人及其关键零部件产业化和推广应用；利用中央财政科技计划（专项、基金等）支持符合条件的机器人及其关键零部件研发工作；通过首台（套）重大技术装备保险补偿机制，支持纳入《首台（套）重大技术装备推广应用指导目录》的机器人应用推广；根据国内机器人产业发展情况，逐步取消关税减免政策，发挥关税动态保护作用；落实好企业研发费用加计扣除等政策，鼓励企业加大技术研发力度、提升技术水平。

（三）拓宽投融资渠道

鼓励各类银行、基金在业务范围内，支持技术先进、优势明显、带动和支撑作用强的机器人项目；鼓励金融机构与机器人企业成立利益共同体，长期支持产业发展；积极支持符合条件的机器人企业在海内外资本市场直接融资和进行海内外并购；引导金融机构创新符合机器人产业链特点的产品和业务，推广机器人租赁模式。

（四）营造良好的市场环境

制定工业机器人产业规范条件，促进各项资源向优势企业集中，鼓励机器人产业向高端化发展，防止低水平重复建设；研究制订机器人认证采信制度，国家财政资金支持的项目应采购通过认证的机器人，鼓励地方政府建立机器人认证采信制度；加强机器人知识产权保护制度建设；研究建立机器人行业统计制度；充分发挥行业协会、产业联盟和服务机构等行业组织的作用，构建机器人产业服务平台。

（五）加强人才队伍建设

组织实施机器人产业人才培养计划，加强大专院校机器人相关专业学科建设，加大机器人职业培训教育力度，加快培养机器人行业急需的高层次技术研发、管理、操作、维修等各类人才；利用国家千人计划，吸纳海外机器人高端人才创新创业。

（六）扩大国际交流与合作

充分利用政府、行业组织、企业等多渠道、多层次地开展技术、标准、知识产权、检测认证等方面的国际交流与合作，不断拓展合作领域；鼓励企业积极开拓海外市场，加强技术合作，提供系统集成、产品供应、运营维护等全面服务。

五、规划实施

由工业和信息化部、发展改革委牵头负责组织规划实施，建立各部门分工协作、共同推进的工作机制，建立规划实施动态评估机制。地方工业和信息化、发展改革主管部门及相关企业结合本地区和本企业实际情况，制订与本规划相衔接的实施方案。相关行业协会及中介组织要发挥桥梁和纽带作用，及时反映规划实施过程中出现的新情况、新问题，提出政策建议。

（来源：发改委网站）

机器人产业：借人工智能突破“拐点”

最近，全球的机器人产业越来越活跃了——

“你拍照不要离太近，会显得脸大的！”美女机器人佳佳与人交流亲切活泼。这款由中国科学技术大学研制的“特有体验交互机器人”，具备人机对话理解、面部微表情、口型及躯体动作搭配等功能，网友戏称其比“网红”还要红。

日本一所高中近期破天荒录取了一个Pepper机器人。它能够理解人类80%的对话，可以帮助学生克服交流障碍，并帮他们学习英语和机器人技术。Pepper很谦虚，说没想到自己能够被人类的学校录取，承诺会好好学习。

Facebook宣布将引入聊天机器人，用其取代人工客服，改变人们使用智能手机的方式。到时候，人们不必再去下载各类应用，只需对聊天机器人发出指令，它就会准备好一切，如订机票、租车、订餐等。

促使机器人如此活跃的，是人工智能领域的最新进展。随着机器人的“长大”，它与人工智能更加如影随形。作为人工智能的重要载体，机器人正在加速突破“拐点”，走向一个新时代。

新旧交替的转折点

今年3月，韩国围棋选手李世石与谷歌人工智能“阿尔法狗”（AlphaGo）的“人机大战”吸引了全球目光。最终，“阿尔法狗”以4：1的比分战胜李世石。

北京航空航天大学智慧制造研究院院长王田苗分析说，“阿尔法狗”利用了深度学习，在深度学习中用了两个“脑”：一个“脑”负责局部下棋的判断，另一个负责宏观价值的判断。局部是指对手下了棋以后怎么应对，“阿尔法狗”可以记忆上百个棋手的棋谱来应对对手。宏观价值判断是看全局，从价值的角度判断是否另外圈地抢棋子，这是“阿尔法狗”打败人类的关键技能。

王田苗介绍说，机器人在1954年从工业机器臂派生出来，之后在美国“热”过一段时间，随后渐入低潮。原因是它与人们的想象还有相当的距离，如在智能、功能甚至安全等方面。2010年，以一些大公司为代表，特别是传感器、互联网还有新材料公司给机器人注入了新元素，使机器人产业有了新的发展机会。

来自国际机器人联盟的数据显示，2015年，全球机器人销量首次突破24万台，同比增长8%。中国市场处于领先，同比增长16%，销量为6.6万台。中国机器人产业联盟统计，2015年国产工业机器人销量继续增长，全年累计销售22257台，超过六成的国产工业机器人制造企业销量实现了增长。

“我们必须弄清机器人和自动化设备的区别。”新松机器人自动化股份公司总裁曲道奎说。机器人技术关注的是与人进行合作的自主或半自主传感与执行系统，强调的是能够使系统面对非结构环境的智能与适应能力。而自动化设备强调的是结构化环境下的效率、生产率和可靠性。现在所说的机器人99%都是自动化设备。而新的趋势是，机器人要成为人类的伙伴，向智能化发展。

“机器人的重新定义开辟了机器人的一个新时代。现在我们正处在这个新旧交替的转折点上。”曲道奎说。

智能机器人任重道远

今年3月，微软开发的人工智能聊天机器人Tay上线，它能通过和网友进行对话学习，形成自己的交流体系。可没想到，Tay上线不到1天，竟然被网友教坏，开始吐脏话。“家长”微软只好赶忙把Tay“喊回家”，重新教育它。可见，尽管技术创新突飞猛进，智能机器人发展仍有很大的进步空间。

中国工程院院士、中国科学院沈阳自动化所研究员王天然说：“国际机器人联盟曾对中国机器人产业有一个分析，认为中国机器人产业创新比较弱，产业相对较小，竞争力较差。中国工业对于机器人产业发展支撑能力比较弱。我觉得这个分析是中肯的。”

王天然认为，全球服务机器人未能如15年前所预期的那样发展，主要原因是人和机器人不能很好地融合。这种融合就是能在同一自然空间里工作，能够紧密地协调，自主提高自身技能，自然交互，同时保证安全。一旦实现很好地融合，人与机器人的关系就会改变，变成一种朋友关系，可以相互理解、相互感知、相互帮助。

“上一轮机器人发展概念成功、产业失败、技术滞后。”曲道奎直言不讳地说。上一轮机器人概念已到顶级，但产业失败，因为发展了半个多世纪全球保有量也仅有200万台，机器人在制造业中的密度好比做菜时的“味精”而已。此外，机器人在技术上缺少感知，不够灵巧，大部分是重度“残疾”。在技术突破、制造业转型空间巨大、服务机器人临近爆发等因素的叠加下，新一轮机器人革命正在兴起。

紧抓机遇迎难而上

“你们觉得服务机器人产值什么时候会超过工业机器人？”在去年的世界机器人大会上，主持人向多位国内外专家发问。他们有人答5年，有人答10年。尽管答案不同，但专家们普遍认为，未来服务机器人产值一定会超过工业机器人。

中国科学技术大学教授陈小平说，对于服务机器人，各国都在起步阶段，且市场潜力巨大，正是我国发展的大好机会。国际机器人联盟预测：到2017年，全球机器人市场总规模将达750亿美元，其中工业机器人450亿美元、服务机器人110亿美元、特种机器人190亿美元。服务机器人有望成为机器人领域最具潜力的增长点之一。

如何把握机遇？王天然说，与人共融是新一代机器人的本质特征。要做与人共融的机器人就得把人的符号化能力、学习能力、预见能力、自我调节能力、逻辑推理能力，与机器的精准、力量、重复能力、作业时间、环境耐受力结合在一起。

工信部、发展改革委、财政部今年印发《机器人产业发展规划（2016-2020年）》，提出5项主要任务，一是推进重大标志性产品率先突破；二是大力发展机器人关键零部件；三是强化产业基础能力；四是着力推进应用示范；五是积极培育龙头企业。

以色列机器人协会会长兹维·习勒说，机器人涉及多个学科，它是跨学科的软硬件兼容。机器人需要长期漫长的编程，需要大量的投资和技术上的推进。我们需要让机器人在技术的推动下，其智慧获得进一步提升。谷歌认为，机器人行业发展过慢的话，市场会不耐烦。这句话告诉我们，应该努力推广这个行业的发展。我们不能等待市场，而应该更有预见性，先于市场提供新产品。

（来源：经济日报）

2016年RoboCup机器人世界杯中国赛在合肥开幕

2016年RoboCup机器人世界杯中国赛4月26日在安徽合肥开赛，来自中国各地的近300支参赛队近2000人参赛。

RoboCup机器人世界杯中国赛的前身是中国机器人大赛暨RoboCup中国公开赛，由中国自动化学会主办。中国机器人大赛暨RoboCup中国公开赛是国内最具影响力、规模最大、学术水平最高的专业性机器人赛事，到2015年已经连续举办了17届。

记者在现场看到，2016年RoboCup机器人世界杯中国赛各参赛队伍正进行设备调试。据介绍，目前，大赛已经迎来中国60多所大学的90支大学生队伍，以及包括香港、澳门在内的240支中小学生队伍。

中国自动控制领域专家、中国工程院院士郑南宁表示，机器人世界杯是当前国际上级别最高、规模最大、影响最广泛的机器人赛事，其主要目的是提供一个高标准的比赛平台，最终目标是经过50年左右的研究，使机器人足球队能战胜人类足球冠军队。

本届中国赛是RoboCup机器人世界杯全球五大分站赛之一。值得一提的是，今年中国自动化学会对机器人竞赛管理工作进行了规范，原中国机器人大赛暨RoboCup中国公开赛中RoboCup比赛项目和RoboCup青少年比赛项目合并为“RoboCup机器人世界杯中国赛”，完全接轨RoboCup机器人世界杯赛。

“这是第四次在合肥举办包括RoboCup机器人世界杯在内的机器人大型赛事活动。”中国自动化学会副秘书长李实告诉记者，相信未来在合适的时候，他们依然会选择在合肥举办这类大型赛事。

（来源：中国新闻网）

“中国制造2025”五大工程稳步推进 将遴选试点示范城市

今日，国务院新闻办召开新闻发布会，工业和信息化部新闻发言人、运行监测协调局局长郑立新，信息通信发展司司长闻库及运行监测协调局副局长黄利斌介绍了2016年一季度中国的工业通信发展情况。

在介绍“中国制造2025”的五大工程时，工信部运行监测协调局副局长黄利斌表示，日前，多部委联合印发了五大工程实施指南，这是《中国制造2025》的重要配套文件之一。实施周期是2016年至2020年，明确了任务分工和2016年的工作安排。目前，五大工程相关工作正在积极推进。

第一个工程是智能制造工程，包括四个方面的工作：一是实施智能制造试点示范专项行动，2015年确定了46个试点示范项目，2016年还将遴选60个以上的试点示范项目，形成若干可推广的

经验和模式。二是与国标委联合制定发布《国家智能制造标准体系建设指南》。三是建立中德智能制造标准合作机制。四是与财政部联合组织实施智能制造专项，支持智能制造综合标准化实验验证以及重点领域智能制造模式应用。

第二个工程是工业强基工程，包括两个方面的工作：一是在2013年到2015年的基础上深入实施工业强基专项行动，体系化推进“一个中心、三个关键环节”的建设。二是印发《关于加快推进工业强基的指导意见》，实施一揽子突破行动，一条龙应用计划，完善产业技术公共服务平台。

第三个工程是绿色制造工程，包括两个方面的工作：一是实施绿色制造专项行动，包括组织推进高风险污染物削减行动计划，修订有毒有害原料替代品目录，组织节能机电设备产品推荐及“能效之星”产品评价。二是公布了首批电器电子产品生产者责任延伸试点单位和工业产品绿色设计试点企业单位，发布了绿色设计产品评价通则、标识等国家标准。

黄利斌说，近期将会同财政部选择部分城市开展绿色制造试点示范。

第四个工程是国家制造业创新中心建设工程。论证通过了国家动力电池创业中心建设方案，正在筹建国家动力电池产业联盟，还将在增材制造、机器人、石墨烯等领域开展研究。

第五个工程是高端装备创新工程。通过专项建设基金、中央预算内资金等方式，支持航空航天、先进轨道交通、节能与新能源汽车等一批试验工程及产业化项目，推动示范应用，以政府引导市场主导的方式吸引社会资金投向相关产业。

（来源：新华网）

机器人是人工智能的完美搭档

近20年来，人工智能通过更强大的硬件实现了更快的运算，能够在更短的时间处理更多的信息。更重要的是，随着计算机由单机时代进入互联网时代，整个互联网都能够为人工智能决策提供支撑。从坚持逻辑思维的路线跳出来，借鉴大数据的非结构分析云计算和神经网络系统，科学家不再一味追求没有缺陷的逻辑运算，而是为计算机链接更多的信息，这是当前人工智能发展的重要趋势。

理论上，只要给予足够多的数据量，人工智能能够完成很多之前根本无法碰触的工作。当然，若想胜任这些工作，人工智能必然需要一个载体，机器人便是它的“完美搭档”。具有人工智能是新一代机器人区别于上一代机器人的重要特征，人工智能进入应用阶段也将是新一轮“机器革命”的重要表现。

首先，智能机器人能够自行制定工作任务从而减少对人的依赖。未来的工厂能够根据订单要求自动规划生产流程和工艺，在无人参与的情况下调整生产装备完成生产；家庭机器人也能够根据具体情况自动进行清扫、调节灯光、启动电器设施、开启安防装置等。

其次，高速网络和云存储使得机器人成为物联网的终端和结点。工业机器人将能够组成更大的生产系统，多台机器人协同完成一套生产解决方案成为可能；服务机器人也能够通过网络实现远程监控和控制，通过多台机器人之间的协作，向人类提供流程更多、操作更复杂的服务。

第三，人与机器人的关系将发生深刻转变。机器人的操作系统和控制系统将实现标准化和平台化，未来将可以通过包括手机在内的不同端口，对机器人发送指令，并且，机器人也能够更好地理解人类的语言、动作，了解人类的指令，人与机器人相互协作完成工作将成为趋势。

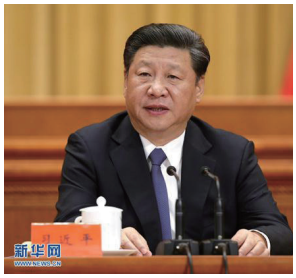
人工智能还能让冷冰冰的机器具有拟人的情

感。在美国，科学家正在研究通过虚拟的交流对象治疗自闭症患者和缓解老年人的孤独感；在日本，由人工智能参与的科幻小说通过了文学奖的初审，机器人主要协助人类作家完成词汇的组合和故事的构成；在欧洲的智能化工厂，机器与人之间的围栏被拆除，机器人与人类伙伴在同一操作台上工作，并且，工人可以向机器人直接发出语言指令，而无需通过复杂的编程来实现人机间的交流。我国很多机器人企业也正在进行一些为机器人赋予“情感”的尝试，例如家用机器人不仅能够清洁地板，还能陪伴和照顾学龄前儿童。

人工智能的出现和应用，无疑将创造更加美好和富有挑战的未来。过去，机器主要替代人类进行体力劳动，而当机器人遇上人工智能，势必会在越来越多的脑力劳动领域协助人类工作，让人类可以从事更加富有乐趣和创造性的工作。当然，人工智能的出现和运用，无疑会对低端工作岗位带来冲击，人类在享受人工智能带来便利的同时，也面临人力资本结构调整的挑战。

（来源：人民日报）

全国科技创新大会 两院院士大会 中国科协第九次全国代表大会在京召开



习近平发表重要讲话强调，在我国发展新的历史起点上，把科技创新摆在更加重要位置，吹响建设世界科技强国的号角。科技是国之利器，国家赖之以强，企业赖之以赢，人民生活赖之以好。中国要强，中国人民生活要好，必须有强大科技。新时期、新形势、新任务，要求我们在科技创新方面有新理念、新设计、新战略。实现“两个一百年”奋斗目标，实现中华民族伟大复兴的中国梦，必须坚持走中国特色自主创新道路，加快各领域科技创新，掌握全球科技竞争先机。这是我们提出建设世界科技强国的出发点。

习近平指出，中国科协各级组织要坚持为科技工作者服务、为创新驱动发展服务、为提高全民科学素质服务、为党和政府科学决策服务的职责定位，团结引领广大科技工作者积极进军科技创新，组织开展创新争先行动，促进科技繁荣发展，促进科学普及和推广。

全国科技创新大会、中国科学院第十八次院士大会和中国工程院第十三次院士大会、中国科学技术协会第九次全国代表大会5月30日上午在人民大会堂隆重召开。中共中央总书记、国家主席、中央军委主席习近平出席大会并发表重要讲话。他强调，科技兴则民族兴，科技强则国家强。今天，我们在这里召开这个盛会，就是要在我国发展新的历史起点上，把科技创新摆在更加重要位置，吹响建设世界科技强国的号角。实现“两个一百年”奋斗目标，实现中华民族伟大复兴的中国梦，必须坚持走中国特色自主创新道路，面向世界科技前沿、面向经济主战场、面向国家重大需求，加快各领域科技创新，掌握全球科技竞争先机。这是我们提出建设世界科技强国的出发点。

李克强主持。张德江、俞正声、刘云山、王岐山出席大会。

上午9时，大会开始，全体起立，唱国歌。

在热烈的掌声中，习近平发表了讲话。他指出，我国科技事业发展的目标是，到2020年时使

我国进入创新型国家行列，到2030年时使我国进入创新型国家前列，到新中国成立100年时使我国成为世界科技强国。两院院士和广大科技工作者是国家的财富、人民的骄傲、民族的光荣，大家责任重大、使命重大，应该努力为建成创新型国家、建成世界科技强国作出新的更大的贡献。

习近平强调，历史经验表明，科技革命总是能够深刻改变世界发展格局。在绵延5000多年的文明发展进程中，中华民族创造了闻名于世的科技成果。经过新中国成立以来特别是改革开放以来不懈努力，我国科技发展取得举世瞩目的伟大成就，科技整体能力持续提升，一些重要领域方向跻身世界先进行列，正处于从量的积累向质的飞跃、点的突破向系统能力提升的重要时期。

习近平指出，纵观人类发展历史，创新始终是一个国家、一个民族发展的重要力量，也始终是推动人类社会进步的重要力量。不创新不行，创新慢了也不行。如果我们不识变、不应变、不求变，就可能陷入战略被动，错失发展机遇，甚至错过整整一个时代。实施创新驱动发展战略，是应对发展环境变化、把握发展自主权、提高核心竞争力的必然选择，是加快转变经济发展方式、破解经济发展深层次矛盾和问题的必然选择，是更好引领我国经济发展新常态、保持我国经济持续健康发展的必然选择。我们要深入贯彻新发展理念，深入实施科教兴国战略和人才强国战略，深入实施创新驱动发展战略，统筹谋划，加强组织，优化我国科技事业发展总体布局。

5月30日，全国科技创新大会、中国科学院第十八次院士大会和中国工程院第十三次院士大会、中国科学技术协会第九次全国代表大会在北京人民大会堂隆重召开。

习近平就此提出5点要求。一是夯实科技基础，在重要科技领域跻身世界领先行列。推动科技发展，必须准确判断科技突破方向。判断准了就能抓住先机。科学技术是世界性、时代性的，发展科学技术必须具有全球视野、把握时代脉搏，及时确立发展战略，坚定创新自信，提出更多原创理论，作出更多原创发现，力争在重要科技领域实现跨越发展。

二是强化战略导向，破解创新发展科技难题。当前，国家对战略科技支撑的需求比以往任何时期都更加迫切。党中央已经确定了我国科技面向2030年的长远战略，决定实施一批重大科技项目和工程，要围绕国家重大战略需求，着力攻破关键核心技术，抢占事关长远和全局的科技战略制高点。成为世界科技强国，成为世界主要科学中心和创新高地，必须拥有一批世界一流科研机构、研究型大学、创新型企业，能够持续涌现一批重大原创性科学成果。

三是加强科技供给，服务经济社会发展主战场。科学研究既要追求知识和真理，也要服务于经济社会发展和广大人民群众。推动我国经济社会持续健康发展，推进供给侧结构性改革，落实好“三去一降一补”任务，必须在推动发展的内生动力和活力上来一个根本性转变，塑造更多依靠创新驱动、更多发挥先发优势的引领性发展，

大幅增加公共科技供给，让人民享有更宜居的生活环境、更好的医疗卫生服务、更放心的食品药品。

四是深化改革创新，形成充满活力的科技管理和运行机制。科技创新、制度创新要协同发挥作用，两个轮子一起转。我们最大的优势是我国社会主义制度能够集中力量办大事，要形成社会主义市场经济条件下集中力量办大事的新机制。要以推动科技创新为核心，引领科技体制及其相关体制深刻变革。要制定和落实鼓励企业技术创新各项政策，加强对中小企业技术创新支持力度。要优化科研院所和研究型大学科研布局，厚实学科基础，培育新兴交叉学科生长点。要尊重科技创新的区域集聚规律，建设若干具有强大带动力的创新型城市和区域创新中心。

五是弘扬创新精神，培育符合创新发展要求的人才队伍。科学技术是人类的伟大创造性活动。一切科技创新活动都是人做出来的。我国要建设世界科技强国，关键是要建设一支规模宏大、结构合理、素质优良的创新人才队伍。要大兴识才爱才敬才用才之风，在创新实践中发现人才、在创新活动中培育人才、在创新事业中凝聚人才，聚天下英才而用之，让更多千里马竞相奔腾，努力造就一大批能够把握世界科技大势、研判科技发展方向的战略科技人才，培养一大批善于凝聚力量、统筹协调的科技领军人才，培养一大批勇于创新、善于创新的企业家和高技能人才。要尊重科学研究灵感瞬间性、方式随意性、路径不确定性的特点，允许科学家自由畅想、大胆假设、认真求证。要让领衔科技专家有职有权，有更大的技术路线决策权、更大的经费支配权、更大的资源调动权。政府科技管理部门要抓战略、抓规划、抓政策、抓服务，发挥国家战略科技力量建制化优势。

习近平强调，科技创新、科学普及是实现创新发展的两翼，要把科学普及放在与科技创新同等重要的位置，普及科学知识、弘扬科学精神、传播科学思想、倡导科学方法，在全社会推动形成讲科学、爱科学、学科学、用科学的良好氛围，使蕴藏在亿万人民中间的创新智慧充分释放、创新力量充分涌流。

习近平指出，中国科学院、中国工程院是我国科技大师荟萃之地，要发挥好国家高端科技智库功能，组织广大院士围绕事关科技创新发展全局和长远问题，为国家科技决策提供准确、前瞻、及时的建议。要发挥好最高学术机构学术引领作用，把握好世界科技发展大势，敏锐抓住科技革命新方向。希望广大院士发挥好科技领军作用，团结带领全国科技界特别是广大青年科技人才为建设世界科技强国建功立业。

习近平指出，中国科协各级组织要坚持为科技工作者服务、为创新驱动发展服务、为提高全民科学素质服务、为党和政府科学决策服务的职责定位，团结引领广大科技工作者积极进军科技创新，组织开展创新争先行动，促进科技繁荣发展，促进科学普及和推广。

习近平最后强调，有多大担当才能干多大事业，尽多大责任才能有多大成就。两院院士和广大科技工作者要发扬我国科技界追求真理、服务国家、造福人民的优良传统，勇担重任，勇攀高峰，当好建设世界科技强国的排头兵。让我们扬起13亿多中国人民对美好生活憧憬的风帆，发动科技创新的强大引擎，让中国这艘航船，向着世界科技强国不断前进，向着中华民族伟大复兴不断前进，向着人类更加美好的未来不断前进。

在京中共中央政治局委员、中央书记处书记，全国人大常委会有关领导同志，国务委员，最高人民法院院长，最高人民检察院检察长，全国政协有关领导同志出席会议。

中央和国家机关各部门、各人民团体、中央军委机关各部门、武警部队主要负责同志和大会代表，约4000人参加会议。

（来源：新华社）

李克强：以深化改革更好激发广大科研人员积极性

5月30日下午，全国科技创新大会、两院院士大会、中国科协九大第二次全体会议在北京举行。中共中央政治局常委、国务院总理李克强发表重要讲话。

中共中央政治局常委、中央书记处书记刘云山主持会议。

李克强说，今天上午，习近平总书记发表了重要讲话，强调要把科技创新放在更重要的位置，提出了建设创新型国家和世界科技强国等方面的明确要求，要认真贯彻落实。创新事关国家前途命运。几千年来，中华民族有许多遥遥领先的创新成果，对世界文明进步贡献巨大。但后来由于多种原因，我国屡次与世界科技革命失之交臂。新中国成立特别是改革开放后，我国建立起全面独立的科学技术体系，开启了全面创新的时代。全国广大科技工作者尤其是两院院士创造了许多重大科技成果，作出了突出贡献。中国科协作为“科技工作者之家”，也功不可没。

李克强指出，当前，世界新一轮科技革命和产业变革正孕育兴起和交互影响，创新既是我国实现“双中高”的重要支撑，也是推进供给侧结构性改革的重要内容和培育国际竞争新优势的重要依托。党的十八大作出了实施创新驱动发展战略的决策部署，党的十八届五中全会强调创新是引领发展的第一动力。党中央、国务院出台了关于促进科技创新的一系列政策措施。各地区各部门要切实增强责任感和紧迫感，使创新贯穿到经济社会发展各个领域各个环节，塑造更多依靠创新驱动的引领型发展，努力建设创新型国家和世界科技强国。

李克强强调，要落实和完善支持创新的政策措施，充分发挥科技创新在全面创新中的引领作用。一是补好基础研究短板。加大长期稳定支持力度，到2020年研发投入强度达到2.5%，组建国家实验室和综合性国家科学中心等高水平创新平台，充分发挥科研院所和高校主力军作用，调动企业和社会力量积极性，增强原始创新能力。二是突破应用研究产业化瓶颈。建立以企业为主体、市场为导向的创新机制，部署推进一批体现国家战略意图的重大科技项目和工程，形成一批既利当前、更惠长远的新产业领域和经济增长点。三是大力推动协同创新。依托互联网打造开放共享的创新机制和创新平台，推动企业、科研机构、高校、创客等创新主体协同，人才、技术、资金等创新要素协同，大众创业、万众创新与科技创新协同以及区域创新协同，加速释放创新潜能，培育新动能，改造提升传统产业。

李克强指出，要以体制机制改革激发科技创新活力。推进科技领域简政放权、放管结合、优化服务改革，在选人用人、成果处置、薪酬分配等方面，给科研院所和高校开展科研更大自主权。让科研人员少一些羁绊束缚和杂事干扰，多一些时间去自由探索。完善保障和激励创新的分配机制，提高间接费用和人头费用比例，推进科技成果产权制度改革，提高科研人员成果转化收

益分享比例。把创新精神、企业家精神和工匠精神结合起来，解决“最先一公里”和“最后一公里”问题，打通科技成果转化通道。加大财政科技投入，改进科研活动评价机制，加强知识产权保护，营造尊重劳动、尊重知识、尊重人才、尊重创造的良好环境。

马凯、刘延东、孙政才、汪洋、胡春华、陈竺、杨洁篪、郭声琨、周强、曹建明、韩启德、万钢、周小川和路甬祥、陈至立、桑国卫、宋健、徐匡迪、王志珍出席会议。

中央和国家机关各部委、各人民团体、中央军委机关各部门、武警部队主要负责同志，全国

科技创新大会会议代表，两院院士大会会议代表，中国科协九大会议代表等参加会议。

（来源：人民网）

中国科协贯彻落实《关于深化人才发展体制机制改革的意见》的实施方案

为深入贯彻落实习近平总书记关于知识分子工作的重要指示精神，团结带领广大科技工作者为建设创新型国家、决胜全面建成小康社会奋发有为、建功立业，根据中共中央《关于深化人才发展体制机制改革的意见》，制定本实施方案。

一、充分认识深化科技人才发展体制机制改革的重大意义

创新是引领发展的第一动力，人才资源是支撑发展的第一资源。科技人才是知识分子的重要组成部分，是党和国家事业发展的宝贵财富。当前，我国科技人力资源总量已超过8000万，充分发挥各类科技人才在推动创新发展、建设创新型国家中的重要作用，关键在于通过体制机制的不断创新，激发释放他们的创新创造活力。

推动科技人才发展的体制机制创新，必须高举中国特色社会主义伟大旗帜，全面贯彻党的十八大和十八届三中、四中、五中全会精神，以邓小平理论、“三个代表”重要思想、科学发展观为指导，深入贯彻习近平总书记系列重要讲话精神，全面落实五大发展理念，遵循科技人才发展规律，树立问题导向，以深化改革为动力，破除束缚科技人才发展的体制机制障碍，构建符合社会主义市场经济规律和科技创新规律、适应创新驱动发展要求的科技人才治理结构和工作体制。

二、重点任务

（一）加强对科技人才的思想政治引领

1. 引导广大科技工作者全面领会党中央治国理政新理念新思想新战略。通过举办学习贯彻习近平总书记系列重要讲话精神高层次科技领军人才研修班、青年科技领军人才国情研修班，组织科技工作者深刻领会党中央关于中国特色社会主

义建设的战略部署，自觉增强政治意识、大局意识、核心意识和看齐意识，增强对国情的了解。特别是要全面领会习近平总书记系列重要讲话中蕴含的深厚民族情怀和强大历史担当、大局意识和强烈问题导向、基本原则立场和系统思想方法，不断增强对中国特色社会主义的道路自信、理论自信和制度自信，把自身前途命运同国家和民族的前途命运紧密联系在一起，努力为全面建成小康社会贡献智慧和力量。

2. 引导科技工作者率先践行社会主义核心价值观。强化科技人才天下为公、担当道义的历史担当，坚持国家至上、民族至上、人民至上，始终胸怀大局、心有大我，把爱国主义作为第一位要求。加强对优秀科学家、杰出科技人才先进事迹和爱国情怀的宣传，扎实推进老科学家学术成长资料采集工程实施，做好“共和国的脊梁——科学大师名校宣传工程”，建设中国科学家博物馆，突出对基层、一线和青年科技人才的宣传，展示科技工作者的突出贡献和感人事迹，激发科技工作者的爱国之情、报国之志、强国之行。创新科学道德和学风建设的工作机制，发挥好科技领军人才示范带动作用，以科技界优良学风建设带动社会风气的整体好转，努力在践行社会主义核心价值观方面走在前列。

（二）加强科技人才成长全链条发展的体制创新

3. 补齐青年科技人才扶持的结构短板。高度重视青年科技人才的发现和培养，针对支持的薄弱环节，改进支持方式，弥补发展短板。深入实施“青年人才托举工程”，发挥学会和学会联合体的同行举荐作用，重点资助32岁以下青年科技人才自主选题开展原创性研究，连续三年给予稳定支持。加大托举工程与国家自然科学基金和重点研发计划的对接，形成对青年人才职业成长、接续支持的重要平台。

4. 健全企业一线科技人才的培养机制。立足企业创新的实际需求，拓展一线技术人才的培养渠道，大力弘扬“爱岗敬业、争创一流，艰苦奋斗、勇于创新，淡泊名利、甘于奉献”的劳模精神，弘扬“工匠精神”，为企业科技人才立足岗位、创新创业提供全方位支持。扩大学会面向科技工作者开展继续教育的覆盖面，开展企业创新方法培训、知识产权巡讲，依托专家工作站，为企业提供科技创新人才信息和中介服务，积极组织引导企业一线科技人员立足技术创新实践，干中学、用中学。

5. 健全青少年创新素养培育机制。推动科技人才培养重心前移，厚实创新发展的人才队伍长远基础。完善青少年科技教育模式，加强校园内外创新素质培养资源的整合，扩大和提升全国青少年科技创新大赛、高校科学营、中学生英才计划等青少年科技教育活动的覆盖面和影响力，形成未来科技人才发现、培养、跟踪机制，为具有科学潜质的青少年未来从事科研事业创造条件和机会。

6. 健全科普人才队伍网络。实施科普领军人才计划，加强科学传播专家团队建设，探索设立全国杰出科学传播人年度奖项。推动科普专业学科建设，深入推进科普专门人才培养，加强科普人员继续教育。建立完善科普志愿者激励机制，健全高校科协或学生团体开展科普志愿服务工作的组织机制，推进在高校建立大学生科普社团。发展离退休科普志愿者队伍。建立应急科普志愿服务机制，建设科普志愿者社团组织和网络服务平台，加强科普志愿者培训。

（三）完善科技人才评价奖励机制

7. 拓展科技工作者成长成才通道。充分发挥学术共同体的同行评价作用，积极向国内外重要

奖项、重大人才工程推荐人选。积极参与院士制度改革，突出学术导向，努力提升作为两院院士推荐渠道的效能，做好院士候选人后备队伍的挖掘、储备。建立优秀拔尖人才发现、举荐机制。加大青年科技人才举荐力度，破除论资排辈、求全责备等陈旧观念，努力为青年英才脱颖而出创造条件。

8. 改革完善科协表彰奖励体系。不断提高中国青年科技奖、中国青年女科学家奖、求是杰出青年奖、全国优秀科技工作者等奖励的影响力。办好“中国优秀青年科技人才”奖和“全国杰出科技人才”奖，进一步优化评选标准，扩大推荐渠道，改进评审办法，提升评选质量。探索设立“杰出工程师”奖。

9. 鼓励和规范学会奖励。发挥全国学会在人才举荐中的重要作用，强化科技人物奖励的品牌效应，加大对基层一线科技人才的奖励。配合国家科学技术奖励制度改革，扩大有推荐资格的学会范围。

10. 开展工程技术领域职业资格认证。逐步推进注册工程师制度改革试点，扩大工程教育专业认证范围，推动工程师评价专业化、社会化、国际化。开展水平评价类职业资格认证。开展非公有制经济组织专业技术人员职称评定试点。开展企业科技工作者职称评定，建立企业创新工程师职称（或标准）认证体系。

（四）着力优化科技人才发展的学术环境

11. 开展学术环境建设状况评估。落实好国务院办公厅《关于优化学术环境的指导意见》，以科研管理环境、宏观政策环境、学术民主环境、学术诚信环境和人才成长环境为重点，定期进行评估，发布我国学术环境指数，督促指导各项建设学术环境建设，努力为科技人才成长营造良好学术生态环境。

12. 持续开展科学道德和学风建设。着力构建科学道德宣讲教育长效机制。推动建立学术不端行为独立调查机制，探索建立科研诚信监督曝光机制。建设科技工作者科研诚信档案和科技专家资信评价系统，发布科学道德与学风建设年度报告。

13. 发挥学会在推动科技人才发展中的主体作用。发挥学会的平台和枢纽功能，搭建高水平的学术交流平台，拓展人才成长的空间，促进跨学科的交叉融合和集成创新。顺应学科广泛交叉、领域深度融合的发展趋势，推动学科相近、联系密切的学会组建学会联合体，加快形成跨学科领域人才协同创新的发展平台。

（五）拓展国际民间科技交流渠道，促进科技人才的开放创新

14. 积极搭建高水平国际学术交流平台。鼓励支持科技工作者更广泛地参与国际学术交流与合作，持续增强全国学会学术活动的国际化程度，搭建在创新前沿主导国际合作的平台，办好世界机器人大会、世界生命科学大会、世界清洁能源大会等，推动我国在前沿领域与世界各国的合作交流。

15. 建设海外人才离岸创新创业基地。依托创新创业密集区，建设海外人才离岸创业基地，探索“区内注册、海内外经营”等离岸模式，打造具有引才引智、创业孵化、专业服务保障等功能的国际化综合性创业平台，吸引各类海外高端人才来华创新创业。推动在港澳地区建立离岸创新创业基地，探索两岸四地创新人才协同创业新模式。深入实施海智计划，成立“海归创业联盟”，与有关部委联合，为国家重大科技项目、国家实验室等举荐引进人才，积极探索吸引世界顶尖科技专家来华工作新模式。

16. 提升我国科技界的国际地位和话语权。加强与国际主要对口组织的交流合作，建立双边

科学家高层战略对话机制。积极搭建国际交流平台，推动成立以我为主、产学研密切结合、总部或秘书处设在中国的新型国际科技组织。推进我国科学家在国际科技组织任职，形成多层次、多渠道的国际科技组织人才培养和推送机制。

三、在科技工作者中广泛开展“创新争先行动”

17. 鼓励科技人才勇立潮头、引领创新。激发科技人才的创新意识，敢于走前人没有走过的路，敢于抢占国内国际创新制高点。把握创新特点，遵循创新规律，既奇思妙想、“无中生有”，努力追求原始创新，又兼收并蓄、博采众长，善于进行集成创新和引进消化吸收再创新；既甘于“十年磨一剑”，开展战略性创新攻关，又对接现实需求，及时开展应急性创新攻关；既尊重个人创造，发挥尖兵作用，又注重集体攻关，发挥合作优势。坚持面向经济社会发展主战场、面向人民群众新需求，让创新成果更多更快造福社会、造福人民。

18. 鼓励科技人才短板攻坚竞突破。加快弥补自主创新能力不强、高端技术自给不足这一最大短板，全力攻克产业转型升级和国家安全的核心关键技术，着力消除我国经济发展存在的“阿喀琉斯之踵”，以科技创新引领支撑供给侧结构性调整，不断推进产业发展向全球价值链中高端迈进，掌握国际竞争的主动权。团结引领广大科技工作者积极投身科技体制改革，推动国家创新体系建设，促进创新环境的不断优化。

19. 鼓励科技人才科技前沿竞领跑。立足当代科技前沿，树立勇攀科技高峰的雄心壮志，以“安、专、迷”的科学态度，全面加强基础研究、高技术等原始性创新，努力取得一批颠覆式技术创新成果。增强勇于超越、敢为人先的创新气魄，敢于与国际先进同行分伯仲，争高下，使我国更多领域进入世界先进行列，为早日实现我国科技与国际同行并跑、领跑，建成科技强国奋力拼搏。

20. 鼓励科技人才创业转化竞实效。积极投身大众创业、万众创新，切实发挥主体作用。切实转变观念，落实好《促进科技成果转化法》及相关政策，积极投身科技改革和成果转化新机制建设，不畏困难风险，以多种形式推进先进成果向产业、企业转移转化，领头或参与创办新企业，积极参与“创新驱动助力工程”，努力将更多的创新成果转化为切切实实的产业活动和效益，服务经济社会发展。

21. 鼓励科技人才普及服务竞贡献。争作科技创新的开拓者，又当好科技知识和科学精神、科学方法的传播者，走进人民群众，积极参与科学普及，充分利用信息化手段，加快“互联网+科普”落地生根，为全民科学素质提升贡献力量。深入农村、企业开展多种形式的科技服务活动，积极参与科技扶贫，为广大农民脱贫致富提供先进技术支持，为企业脱困转型注入科技动力，为绿色发展、人民共享科技文明贡献智慧力量。

四、改革联系服务科技人才的体制机制

22. 建立科协直接联系科技人才的工作制度。提高科协领导机构中基层科技工作者代表比例，增强代表性和广泛性，注重吸收新经济组织、新社会组织、新型研发机构和战略性新兴产业的代表人物，减少领导干部所占比例。广开言路，拓展同科技人才的沟通、协商渠道。充分利用中国科协高水平科技创新智库建设的工作平台，鼓励科技人才对国家科技战略和政策制定建言献策，敢于担当，如实发表自己的见解。

23. 建设网上科技工作者之家，打造科技工作者精神纽带和情感家园。探索“互联网+政策服

务”工作模式，开展网上“建家交友”活动，科协各级领导实名上网，直接听取科技工作者意见建议和呼声，提高各级科协领导干部同科技工作者打交道的能力和水平，主动就工作和决策中的有关问题征求科技工作者的意见建议，包容和宽容科技工作者的意见和批评，做科技工作者的挚友、诤友。

24. 扩大科协对科技人才的组织覆盖和工作覆盖。推动科协组织向园区和企业延伸，采取单独组建、区域联建、行业统建、依托组建等多种方式，大力发展企业科协、园区科协或企业科协联盟等，重点在新经济组织建立科协，把创客之家等新型科技社团纳入科协，接长手臂、形成链条。推动科协组织向高校和科研院所延伸，鼓励支持高校建立科协和高校科协联盟，促进学科交叉融合和师生创新创业。推动科协组织向农村延伸，鼓励支持乡镇依托农技站建立乡镇科普协会，促进农村专业技术协会转型升级，服务农村农业生产一线人才创业。加大对科协基层组织的指导力度，建设全国科协基层组织网，拓宽基层一线科技工作者联系渠道，让他们更多地了解科协组织、认同科协工作、参与科协活动。

五、加强和改进对科技人才工作的领导

25. 坚持党管人才。建立完善科协人才工作宏观指导、科学决策、统筹协调机制，加强对重大人才工作和重点任务的研究、规划和督促落实，形成科协党组统一领导，组织部门牵头协调，有关部门各司其职、密切配合的科协人才工作新格局。发挥科技团体独特优势，配合有关部门共同推进人才发展体制机制改革工作，因地制宜开展差别化改革探索。在科协系统加强政策落实和宣传引导，形成关心支持科技人才发展体制机制改革的良好氛围。

26. 实行人才工作目标责任制考核。建立科协系统领导班子和领导干部人才工作目标责任制，细化考核目标，加大考核力度，考核结果作为领导班子评优、干部评价的重要依据。将人才工作作为落实党建工作责任制重要内容。

27. 加强学会党建，提升人才服务水平。深入实施“党建强会”计划，以党建促会建，进一步加强服务科技人才的能力和水平，发挥好学会党组织在联系服务科技人才中的枢纽作用。

（来源：中国科协）

菲尼克斯电气集团高层代表团受邀访问中国自动化学会

2016年6月2日下午，全球著名的电气连接、电子接口和工业自动化公司——德国菲尼克斯电气集团CEO Frank Stuehrenberg先生，菲尼克斯电气中国公司总裁顾建党先生、副总裁杜品圣博士和副总裁缪竞红女士一行四人应邀访问了中国自动化学会。学会副理事长兼秘书长王飞跃研究员与常务副秘书长兼办公室主任张楠博士携秘书处相关工作人员和科研人员热情接待了菲尼克斯电气贵宾。

会见交流中，王飞跃副理事长介绍了学会50多年的发展历程和目前整体运作现状，全面展示了学会在积极推动和促进中国自动化相关领域的研究和应用工作中取得的骄人成绩，重点分享了平行智能和新IT（Intelligent Technology）时代的前沿理念。菲尼克斯电气集团CEO Frank Stuehrenberg先生则重点介绍了菲尼克斯电气作为德国工业4.0发起者和引领者，作为推动工业4.0 的主力军，在相关工作中所发挥积极作用和影响力。

德国菲尼克斯电气集团访问中国自动化学会

正所谓“凤凰涅磐，智汇天下”，双方在“融合IT”的自动化系统和“软硬结合、虚实相映”的智造观、工业5.0、平行智能世界与智能自动化技术的“交点” 上均形成了共鸣，达成认知上的共识。双方还表达了将在未来产、学、研等方面开展深入合作的意愿，并在未来通过积极协作，形成更加紧密的战略合作伙伴关系。

王飞跃副理事长向菲尼克斯电气集团CEO Frank Stuehrenberg先生介绍学会情况

与会双方就未来产、学、研等方面开展深入合作展开讨论

2016全国第二十一届自动化应用技术学术交流会第二次筹备会在东北大学召开

为了进一步落实2016年全国第二十一届自动化应用技术学术交流会（以下简称“大会”）的各项筹备工作，确保大会能够如期顺利地召开，由大会筹备组组织的第二次筹备会议于5月20日在东北大学轧制技术及连轧自动化国家重点实验室召开。大会主办方中国自动化学会应用专业委员会、中国金属学会冶金自动化分会、东北大学轧制技术及连轧自动化国家重点实验室、钢铁共性技术协同创新中心，大会协办方鞍钢集团信息产业有限公司、上海宝信软件股份有限公司、山东钢铁集团有限公司、中国瑞林工程技术有限公司、北京首钢自动化信息技术有限公司、北华大学、北京信息科技大学的有关领导和专家及大会筹备组成员参加了会议。

会议由大会组织委员会副主任、东北大学轧制技术及连轧自动化国家重点实验室副主任张殿华教授和大会筹备组组长、中国自动化学会应用专业委员会、中国金属学会冶金自动化分会副秘书长李亚丽主持。中国工程院院士、东北大学教授王国栋出席了会议。

首先，张殿华对参会人员致以热烈的欢迎并表示将全力支持大会，确保大会顺利召开。王国栋院士对于本届大会在当前形势下召开的重要性予以肯定。按照筹备会议程，筹备组组长李亚丽就本届大会的征文工作作了总结。《东北大学学报》《材料与冶金学报》《控制工程》《模式识别与人工智能》《冶金自动化》《有色冶金设计与研究》及《鞍钢技术》共征得稿件120余篇，为大会奠定了浓厚的学术基础。

筹备会上确定了本届大会将于2016年8月19-20日在东北大学召开，主题为“面向中国制造2025的智能工厂共性技术与应用”，除设立主会场及2个分会场报告外，还将特别增设答疑交流环节，

旨在大会内容既要符合当前国家战略发展要求，也要贴近企业实际需求。经过筹备会上热烈的讨论，目前已确定大会将邀请王国栋院士、王天然院士、钱锋院士及其他近20个学术报告到会交流。筹备会还对大会日程、会务安排等工作进行了逐项讨论和确定，并提出了任务分工和时间结点要求。到会的学会委员一致通过武汉科技大学承办2017全国第二十二届自动化应用技术学术交流会的申请，武汉科技大学也表示将尽全力筹备下届大会。最后，参会人员纷纷表示将按照相关要求，落实各项筹备工作，确保大会如期顺利召开。

本次筹备会圆满地完成了各项议程，相信在东北大学的鼎力支持、领导专家的密切关心及筹备组成员的辛勤努力下，2016年全国第二十一届自动化应用技术学术交流会将会圆满召开！

（应用专业委员会 供稿）

“2016人工智能与自动化前沿论坛”在东南大学举行

5月18日，“2016人工智能与自动化前沿论坛”在东南大学四牌楼校区举行。中国工程院院士、教育部原副部长韦钰教授，中国工程院院士、中国自动化学会理事长郑南宁教授，中国工程院院士、东南大学张广军校长，中国自动化学会副理事长、国家自然科学基金委王成红研究员，中国自动化学会副秘书长、清华大学戴琼海教授等专家，以及来自中国自动化学会、国家自然科学基金委员会、东南大学以及全国各地人工智能及自动化领域的近300位学者、学生参加了此次会议。会议开幕式由中国自动化学会副秘书长、东南大学特聘教授孙长银主持。

张广军校长在会议开幕式上致辞，对与会嘉宾表示欢迎和感谢，他介绍了学校的学科概况以及自动化与人工智能学科的历史和现状，同时结合智能制造领域的国家战略和第四次工业革命的发展趋势，指出了人工智能与自动化技术的发展机遇与挑战。张校长希望此次意义非凡的学术交流，能够推动自动化和人工智能技术的进步，同时也能进一步促进东大相关学科和学校的发展。

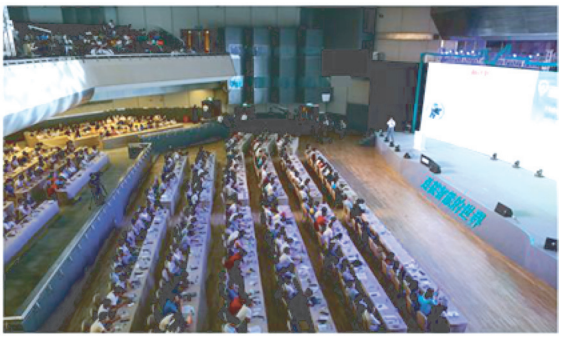
中国自动化学会副理事长、北京理工大学副校长陈杰教授在致辞中介绍了人工智能和自动化技术的发展，以及中国自动化学会在推动人工智能和自动化学科融合与发展中所做的工作。

论坛上，韦钰院士、郑南宁院士、王成红研究员、戴琼海教授先后作了题为“从AlphaGo看神经信息工程的发展——回顾与展望”“人工智能下一步会是什么”“面对人机围棋大战我们要思考些什么”“从脑科学到人工智能——机遇与挑战”的精彩报告。8位相关学科领域的青年学者在智能控制和人工智能两个领域的分组研讨时作了主题报告。

论坛期间，中国自动化学会青年工作委员会还举行了工作会议。

我的平台，你的未来——第二届“I Love Control”中国自动化大奖赛正式启动

2016年6月1日，第二届“I Love Control”中国自动化大奖赛在北京正式启动，本届大赛由中国自动化学会、全国工业自动化培训（IAAT）项目主办，菲尼克斯（中国）投资有限公司独家承办。CAA专家咨询委员会主任委员、本届大赛评委会主席孙柏林，中国自动化学会副秘书长、清华大学自动化系教授戴琼海，IAAT项目办公室主任胡姗姗，以及来自清华大学、北京理工大学、北京科技大学、中科院数学与系统科学研究院等高校近600位相关专业师生参加了本次启动仪式。



启动仪式上，孙柏林老师提到当前的中国正亟需一大批优秀的自动化管理人才和工程技术人才。作为世界电气连接和工业自动化领域的领军企业，菲尼克斯（中国）投资有限公司联合国内多家权威机构共同组织举办“I Love Control”中国自动化大奖赛，为中国自动化领域提供一个新颖活泼的技术交流和经验分享平台。作为第一届“I Love Control”中国自动化大奖赛决赛阶段评委会主席，孙柏林老师还借此机会对上一届大奖赛的情况做了简短的点评，指出大赛中出现的不足，

孙柏林

CAA专家咨询工作委员会主任委员

第二届中国自动化大奖赛评委会主席

顾建党

菲尼克斯（中国）投资有限公司总裁

戴琼海
中国自动化学会副秘书长
清华大学自动化系教授

缪竞红
菲尼克斯（中国）投有限资公司副总裁

希望本届参赛的选手们能够予以重视和改进，取得好成绩。

顾建党总裁称，在工业转型升级的时代，越来越多的高等院校支持推动互联网和工业的结合，中国教育界成为支撑未来中国工业转型的中坚力量。而中国自动化大奖赛正是一个能把高等院校和企业有效结合的平台。顾建党总裁希望学子们将自己的创意结合菲尼克斯电气创新的产品和技术，共同创造智能的作品，也希望通过大赛及校企合作在内的各种活动为中国自动化产业的长期发展提供动力。

戴琼海教授发表了题为“从脑科学到人工智能”的主题报告。戴教授从非常专业的角度阐述了人脑科学研究的重大意义，并深入介绍了脑科学和人工智能机遇与挑战并存的发展现状。

缪竞红女士讲述了菲尼克斯电气近百年的发展历程。作为工业4.0的积极推动者和参与者，菲尼克斯（中国）投资有限公司推出了智能战略，大力支持智能教育的发展，为智能制造培养创新型人才，成就中国新一代自动化人的梦想。

最后，大赛主办方之一全国工业自动化培训（IAAT）项目办公室主任胡姗姗女士详细介绍了本届大赛的规程。

随着代表中国自动化人梦想的明灯被点亮，第二届“I Love Control”中国自动化大奖赛正式启动。

此次启动仪式正值菲尼克斯电气年度大型品牌活动PHIIDF 2016（2016年菲尼克斯电气创新与行业发展论坛）举办期间，启动仪式结束后，师生们参观了PHIIDF 2016的展示区，与菲尼克斯电气的专家们深入交流，对菲尼克斯电气的产品技术和创新理念有了更进一步的认识。

年轻的自动化人，梦想就在你手中，平台就在你眼前，我们一起努力走向中国自动化的未来！

（来源：菲尼克斯电气）

中国科学技术协会第九次全国代表大会在人民大会堂圆满闭幕 我会理事长郑南宁院士获颁科协荣誉委员职务

中国科学技术协会第九次全国代表大会于5月30日上午在人民大会堂与全国科技创新大会、中国科学院第十八次院士大会和中国工程院第十三次院士大会同期隆重召开。会议由李克强主持，习近平、张德江、俞正声、刘云山、王岐山等出席会议。中共中央总书记、国家主席、中央军委主席习近平、中共中央政治局常委、国务院总理分别发表了重要讲话，重申我国科技事业发展的目标是：到2020年时进入创新型国家行列，到2030年进入创新型国家前列。6月2日，大会在京圆满闭幕，中共中央政治局委员、国家副主席李源潮出席会议并致闭幕词，他指出，中国科协各级组织要认真学习贯彻习近平总书记在大会上的重要讲话精神，团结带领广大科技工作者为建设世界科技强国创新争先，为实现“两个一百年”奋斗目标和中华民族伟大复兴的中国梦建功立业。全国人大常委会副委员长严隽琪，全国政协副主席韩启德、万钢、林文漪出席闭幕会议，万钢当选中国科协第九届全委会主席。此外，中国自动化学会理事长郑南宁、副理事长兼秘书长王飞跃、常务理事兼副秘书长孙长银以及副秘书长张楠作为代表出席了这一具有里程碑意义的科技盛会。

中国自动化学会理事长郑南宁院士被授予荣誉委员职务，在此我们向郑南宁理事长表示热烈祝贺!这也是中国自动化学会的殊荣!

会上，李源潮指出，习近平总书记重要讲话是做好新形势下科协工作的行动指南，各级科协组织要认真学习宣传，抓好贯彻落实。牢牢把握建设世界科技强国的时代要求，坚持做党领导下团结联系广大科技工作者的人民团体，成为科技创新的重要力量。坚持“四服务”职责定位，发挥“两促进”社会功能作用，组织开展创新争先行动，大力推进科普信息化。坚持改革创新，建设开放型、枢纽型、平台型科协组织，建设“网上科协”，接长手臂，扎根基层，加强对科技工作者的直接联系服务。

万钢在闭幕词中指出，各级科协组织和广大科技工作者要积极响应习近平总书记号召，坚决贯彻党中央、国务院重大决策部署，深入开展创新争先行动，为建设创新型国家、建设世界科技强国作出积极贡献。

祝贺我会理事丁进良教授和副秘书长黄华教授荣获第十四届“中国青年科技奖”

2016年4月29日，中国科学技术协会对第十四届中国青年科技奖入选者名单予以公示。经第十四届中国青年科技奖评审委员会评审，产生了98名入选者。6月3日，中国科学技术协会正式公布了获奖者名单，其中，中国自动化学会理事、东北大学流程工业综合自动化国家重点实验室丁进良教授和中国自动化学会副秘书长、北京理工大学计算机学院黄华教授荣获“第十四届中国青年科技奖”。

中国青年科技奖是中央组织部、人力资源社会保障部、中国科协共同设立并组织实施，面向全国广大青年科技工作者的奖项。旨在造就一批进入世界科技前沿的青年学术和技术带头人；表彰奖励在国家经济发展、社会进步和科技创新中作出突出成就的青年科技人才；激励广大青年科技工作者为实现全面建设小康社会的奋斗目标，加快推进社会主义现代化建设作出新的贡献。该奖项每两年评选一次，每届获奖人数不超过100名，男性候选人年龄不超过40周岁，女性候选人年龄不超过45周岁。

丁进良，教授，1976年出生于河北，2001年毕业于东北大学，分别于2004年和2012年获得东北大学控制理论与控制工程专业硕士与博士学位，2010年4月至2012年4月到英国曼彻斯特大学控制系统中心做博士后。2011年10月起任流程工业综合自动化国家重点实验室主任助理，负责科研与学科建设工作。兼任IFAC Large Scale Complex Systems 和 Mining，Mineral& Metal Processing 技术委员会委员，中国自动化学会理事，中国自动化学会过程控制专业委员会常务委员、副秘书长。

自2004年至今，丁进良教授致力于从复杂工业系统实际需求中提炼控制科学问题开展研究。针对多目标、多时间和空间尺度、原料成分波动与工况频繁变化、机理不清，难以建立数学模型的复杂工业系统生产全流程运行优化控制中的运行指标多目标优化决策和控制回路设定值优化设定两个关键问题，围绕方法研究、实验验证平台研制、技术研发与应用开展了近十年系统深入研究，在复杂工业系统多目标动态智能运行优化控制方法、可视化组态的半实物运行优化控制系统实验验证与分析的实验平台和混合智能运行反馈控制技术及应用三个方面取得了创新性研究成果。

黄华，教授，分别于1996年、2001年和2006年在西安交通大学电信学院获得工学学士、硕士和博士学位，2014年国家杰出青年基金获得者。现为北京理工大学计算机学院副院

长，教授/博士生导师，智能信息技术北京市重点实验室副主任，主要从事图像/视频处理方面的研究工作。近五年发表论文近50篇，其中SCI检索论文近30篇；获授权国家发明专利20余项。xxx成果获2012年度教育部技术发明一等奖（第二完成人）。2012年度教育部技术发明一等奖（第二完成人），2013年度中国计算机学会青年科学家奖。

祝贺我会副理事长兼秘书长王飞跃研究员、常务理事兼副秘书长孙长银教授、常务理事蒋昌俊教授和理事高会军教授荣获第七届“全国优秀科技工作者”称号

2016年4月29日，中国科学技术协会对第七届“全国优秀科技工作者”入选者名单予以公示。经有关单位推荐、资格审查、组织专家评审，产生了494名入选者。中国自动化学会副理事长兼秘书长、中科院自动化所复杂系统管理与控制国家重点实验室主任王飞跃研究员，中国自动化学会常务理事兼副秘书长、东南大学自动化学院孙长银教授，中国自动化学会常务理事、同济大学蒋昌俊教授以及中国自动化学会理事、哈尔滨工业大学高会军教授荣获第七届“全国优秀科技工作者”荣誉称号。

“全国优秀科技工作者”奖是中国科协面向广大科技工作者设立的奖项，主要奖励在一线从事科学研究、开发、推广、普及的科技工作者，激励广大科技工作者立足本职、敬业奉献、开拓创新、奋发有为，积极投身创新型国家建设，为实现“两个一百年”奋斗目标、实现中华民族伟大复兴的中国梦作出新的更大的贡献。该奖项每两年评选一次，获奖人数不超过500名。

王飞跃，教授，1990年获美国伦塞利尔理工学院（RPI）计算机与系统工程博士学位。1990年起先后在美国亚利桑那大学任助理教授、副教授和教授，曾任亚利桑那大学机器人与自动化实验室主任、复杂系统高等研究中心主任。1998年作为国家计划委员会“引入海外杰出人才计划”和中国科学院“百人计划”人才回国参与工作，2011年被追溯为国防领域首位“千人计划”国家特聘专家。现为中国科学院自动化研究所复杂系统管理与控制国家重点实验室主任，国防科技大学军事计算实验与平行系统技术研究中心主任，中国科学院大学中国经济与社会安全研究中心主任，青岛智能产业技术研究院院长。

王飞跃教授是智能控制、智能机器人、无人驾驶、智能交通等领域早期开拓者之一，主要研

究领域为智能控制、社会计算、平行系统、知识自动化等。开拓了面向智能控制的自适应协调理论，提出了面向开放复杂系统的平行管理与控制学术思想，开创了基于ACP的平行管理与控制方法，开拓了基于ACP的社会计算研究领域，开展并实施了基于ACP的平行交通系统控制理论与实践，提出并实施了基于ACP的平行企业管理系统理论与实践。自2003年始，先后获IEEE（2003）、INCOSE（2006）、AAAS（2007）、IFAC（2007）、ASME（2008）等国际学术组织Fellow。目前已发表论文600余篇，谷歌学术引用次数15000余次，H-Index系数为50，获得相关的已授权专利20余项，撰写、翻译或编撰著作20余部，获国际奖励20余项，省部级奖励10余项。

孙长银，教授，1975年出生于安徽省霍邱县，1996年毕业于四川大学，2001年获得东南大学控制理论与控制工程专业硕士学位，2003年获得东南大学控制理论与控制工程专业博士学位；曾获2011年国家杰出青年科学基金，2013年国家自然科学二等奖，2015年入选科技部领军人才支持计划。现任中国自动化学会常务理事、副秘书长、青年工作委员会主任、控制理论与控制工程专业委员会委员、智能自动化专业委员会副主任委员，中国航空学会制导、导航与控制分会委员，其学术思想活跃，勤奋努力，在智能控制及无人飞行器控制领域取得了突出成绩。

孙长银教授在国家自然科学基金重大研究计划重点支持项目和国家杰出青年科学基金等项目的资助下，致力于智能自主控制理论与方法、高动态飞行器的智能自主抗干扰控制研究。其相关研究成果“非高斯随机系统的抗干扰控制与估计”获得2007年教育部自然科学奖一等奖（第二完成人），“基于优化的非线性系统智能建模与控制”获得2010年教育部自然科学奖二等奖（第一完成人），“多源干扰系统的建模、分析与控制理论研究”获得2013年国家自然科学奖二等奖（第二完成人）等多项荣誉和奖励。

蒋昌俊，教授，1962年出生于安徽安庆，1986年获得山东科技大学计算数学专业学士学位，1991年获山东科技大学计算机软件与理论硕士，1995年于中国科学院自动化研究所获控制理论与工程博士，1997年于中国科学院计算技术研究所计算机科学与技术学科完成博士后工作。长期从事并发理论、形式化方法与大规模信息服务的工程应用研究工作。作为项目负责人先后承担了国家自然科学基金（重大计划、重点、面上）、973计划、863计划和国际重点合作项目等50余项，申请发明专利20余项（已获授权2项），获软件著作权2项。

2010年以“基于虚拟超市技术的大规模网络资源管理及其应用”第一完成人，获得国家技术发明奖二等奖。2010年起担任国家重点基础研究发展计划（973计划）项目“信息服务的模型与机理研究”首席科学家，主持项目的研究进行。2013年以“城市交通智能路网的关键技术及应用”项目获得国家科技进步二等奖。

高会军，教授，1976年出生于黑龙江集贤县，2001年获得沈阳工业大学电机与电器专业硕士学位，2005年获得哈尔滨工业大学控制科学与工程专业博士学位；曾两次荣获国家自然科学二等奖，同年入选国际权威机构汤森路透发布17位世界最具影响力科学家榜单。 2013年当选美国电气和电子工程师协会会士(IEEE Fellow)，并在该年度

荣获IEEE工业电子学会J. David Irwin青年事业成就奖；2012年荣获陈嘉庚青年科学奖。曾入选长江学者特聘教授，荣获国家杰出青年基金、中国青年科技奖、中组部青年拔尖人才、百千万人才工程国家级人选、全国优秀博士论文。

高会军教授在鲁棒控制、智能控制、光机电一体化技术、机械系统控制等领域开展了系列研究，并取得了一定的研究成果。提出不确定系统鲁棒滤波的参数依赖Lyapunov函数方法，解决多目标鲁棒滤波保守性大的难题。针对时滞系统、网络化控制系统、高维系统及特定非线性系统，提出稳定性分析、控制器设计、滤波器设计及模型降阶的低保守性分析与设计新方法，并将部分理论研究成果应用于工业和机器人控制领域。

中国自动化学会副理事长于海斌研究员应邀在IEC发展战略高层圆桌会议发表演讲

5月31日，国际电工学会联合国家标准化管理委员会在京举办“装备制造业标准化与质量提升IEC高层圆桌会议”，会议由国家电网公司承办。国家标准委田世宏主任，IEC新任主席詹姆士·香农先生，IEC秘书长兼首席执行官弗朗斯·弗雷斯维克先生，国家发改委修炳林副司长，标准委、认监委、工信部有关领导以及部分大型企业主要负责人参加了此次会议，会议由国家电网副总经理杨庆主持。中国自动化学会副理事长、中国科学院沈阳自动化研究所于海斌研究员应邀参加会议，并作了题为“中国机器人发展与标准现状”的主题报告。

与会代表就如何借助IEC平台，推动中国制造2025战略领域标准化实现突破，促进产能升级和国际竞争力提升等问题开展了热烈讨论。于海斌向与会代表介绍了中国机器人的产业发展现状、以及中国机器人标准领域进展与问题，并就如何提升机器人标准水平，推动产业发展与参会人员进行了交流。于海斌研究员于本年3月份当选为IEC机器人应用技术咨询委员会主席，借此机会，向IEC高层和与会人员介绍了中国在机器人国际标准化领域的工作，得到了IEC主席和秘书长的认可与肯定。

近期，国务院对实施《装备制造业标准化和质量提升规划》进行了部署和要求，提出了用先进标准倒逼装备制造业转型和质量升级，建设制造强国、质量强国的目标。我所作为国家机器人标准化总体组秘书处承担单位，将围绕上述目标，联合机器人产学研用优势单位，优化和完善机器人标准体系，提升机器人标准的技术水平和国际化水平，为我国机器人产业的持续健康发展做出应有的贡献。

（注：IEC成立于1906年，是目前世界上最具权威的三大国际标准化机构之一，负责制定电工电子及相关领域的国际标准、建立合格评定国际互认体系，其工作领域涉及全球具有巨大市场潜力的热点领域和战略性新兴产业。目前，全球共有164个国家加入了该组织。）

（来源：中科院沈阳自动化所）

中国自动化学会启动自动化学科方向预测及技术路线图工作

2016年5月29日下午，中国自动化学会在北京召开项目实施讨论会，学会理事长、西安交通大学郑南宁院士，学会副理事长、东北大学柴天佑院士，学会副理事长、中国科学院沈阳自动化所于海斌研究员，学会副理事长、国家自然科学基金委王成红教授，学会副秘书长、清华大学戴琼海教授，学会常务理事、华东理工大学钱锋院士，和西安交通大学袁泽剑副教授、张雪涛博士等8人参加了会议，学会秘书处工作人员和东北大学李醒博士列席了会议。会议就学会承担的“2015年度中国科协学科发展引领与资源整合集成工程项目”之子项目“自动化学科方向预测及技术路线图项目”实施方案进行了讨论，并对具体工作提出了要求。

会议指出项目名称“自动化及信息科学学科方向预测及技术路线图”标题过大，范围太广，需要重新定义。应从计算资源与物理资源深度融合协同的角度，结合计算机、通讯、传感，吸纳与自动化未来发展所涉及到的学科，给自动化一个新的含义，对国家的学科建设和科技发展起到引领作用。经讨论，项目名称格式定为“自动化及XXX学科方向预测及技术路线图”，可以考虑“自动化及信息物理系统”“自动化及智能科学”等内容，具体待主要研究内容确定后再讨论决定。

会议建议项目研究应采用系统论、控制论、认知科学的思想方法，立足对象，从建模、感知、优化、控制、决策一体化角度，按照流程工业、离散制造和智能运动体三个方向展开撰写。工作要有高度，面向未来，展示自动化的重要性、独特性和不可替代性，体现对世界、专业和社会发展的认识。

会议确定路线图按中短期（至2025年）和中长期（至2050年）两级设置，中短期（至2025年）按照流程工业、离散制造和智能运动体三个方向撰写；中长期（至2050年）在此基础上，再上一个层次，加入智慧的成分，做高级自动化，如自适应、自组织、自学习等功能，突出复杂的知识型工作自动化的内涵及其在国家工业中发挥的作用。提议路线图先从确定的三个方向详细展开撰写，与产业结合，后提炼共性的科学问题，完成方向预测。

会议认为方向预测及路线图与战略研究不同，是针对新发展方向的预测，既要有宏观的，也要有具体的。结合已经发展的、即将发展的和未来发展的方向，形成脉络。并由此对人才培养带来新的启示，提出相关建议，包括课程的组织、教学实验的设计等，注重高级算法人员、系统工程师和统帅型人才的培养，来适应学科变化的趋势。

会议提出，在流程工业领域，主要面临的挑战是整个流程的建模与控制，核心问题是决策优化；在离散制造领域，突破点在于个性定制的自

动化；在智能运动体领域，难点是导航、制导的一体化，包括无人系统、智能机器人等。在智能系统方面，人要介入其中，做人机混合智能，如智能决策、智慧医疗等，体现自动化扩展人的智力的提升；可考虑提出无模型控制与学习，以内容作支撑，关联结合认知、经验和先验知识，从单一的机器学习的问题求解，走向综合的机器推理，即类AlphaGo智能，从结构化到非结构化；从控制学科的角度，机器人研究应结合感知、认知，做拟人的、复杂的、灵巧的、柔和的运动；在微纳操作方面，包括量子控制、精密控制等，也应实现真正意义上的自动化。总体上，自动化应以Cyber-Physical-System（CPS）作为指导，最终做成CPS系统。

会议还确定了项目实施的组织机构，成立撰写组、顾问组和秘书组。撰写组由柴天佑院士牵

头，顾问组由郑南宁院士牵头，秘书组由王成红教授担任秘书长、戴琼海教授担任副秘书长。流程工业方向由柴天佑、桂卫华和钱锋三位院士共同负责，离散制造方向由于海斌和王耀南二位教授负责，智能运动体方向由郑南宁院士负责，感知方向由戴琼海教授负责，通讯方向由朱洪波教授负责，软件方向由王建民教授负责，新兴控制方向由王飞跃教授负责。

中国自动化学会学术期刊和会议分类第四次工作会议在北京召开

2016年5月30日下午，中国自动化学会在北京组织召开了自动化领域学术期刊和会议分类第四次工作会议，学科分类专家组成员24人参加了会议。会议由学会副秘书长、清华大学戴琼海教授主持。

会上，各二级学科（“控制理论与控制工程”“模式识别与智能系统”“检测技术与自动装置”“系统工程”“导航、制导与控制”“企业信息化系统与工程”和“生物信息学”）分类工作组负责人或代表分别就各组已形成的自动化领域学术期刊分类目录基本稿修订版作了汇报。

全体与会专家对各组基本稿修订版进行了逐一审读和讨论，初步确定了各二级学科的A类和B类候选期刊目录，并结合学科交叉的需求和部分期刊主题范畴的实际，提出设立“综合类”期刊类别，与各二级学科并列，同样分A类、B类、C类三档。

会议要求各工作组将本次讨论的结果广泛征求组内各专家的意见，做进一步完善。同时，会议决定于近期再次组织召开工作会议，审读各二级学科和综述类期刊的C类候选期刊目录，并讨论对A类、B类候选期刊目录的反馈情况，最终汇总成稿后提交学会理事长工作会议讨论。

挖掘科技创新资源，与企业发展深度对接
——中国自动化学会2016年科技文献信息加工项目启动会在京召开

2016年6月16日下午，中国自动化学会2016年科技文献信息加工项目启动会在京召开，中国科协企业创新服务中心张宇红老师、中国金属学会任洁教授以及参与项目实施的40余位专家代表出席了会议，会议由中国自动化学会副秘书长张楠主持。

科技文献信息加工项目是中国科协发挥全国学会智力优势推动科技成果转化，配合实施创新驱动助力工程，协同地方科协服务企业技术创新的一项具体任务。自2010以来，已有26个全国学会参与实施项目工作。项目内容主要包括：①根据中国科协提供的专利信息源遴选产业发展急需的先进技术，组织学会专家、 专业技术人员翻译标引专利文献，精深加工本学会专业领域专利信息，构建重点技术领域专利信息库。②组建全国学会专家服务团，与地方科协科技成果转化服务基地建设工作相衔接，结合本学会专业领域服务区域产业发展。③采集科研院所、大专院校科技成果，构建科技成果库，探索科协组织开展科技成果转化服务工作的方式、渠道、模式。今年是中国自动化第二次承担该项目，2015年中国自动化学会超额且高质量地完成了规定的专利加工任务，格式通过率为99.7%。

会议伊始，张宇红老师对该项目作了概况介绍，并阐述了科技文献信息加工整理的意义，对2015年中国自动化学会在科技文献信息加工项目中所做的工作表示肯定。她指出，2016科技文献信息加工项目的价值在于通过遴选产业发展和企业技术创新所需，适合转化应用的先进技术，汇集完善科技成果转化服务专家库信息，采集产业科技成果，为企业科技工作者创新创业提供信息支撑，帮助企业科技工作者有效利用科技文献信息开展科技创新，着力促进企业增强自主创新能力，提升企业转化应用的社会经济效益。

任洁教授在以“专利基础知识与专利文献”为主题的项目培训中，从基础的专利知识讲起，科学系统地介绍专利知识、专利文献的定义、主要特征、申请原则、保护范围等，对专利文献的检索技巧和标引说明及其规则进行了重点讲解，并分享了自己在专利文献加工工作中积累的经验。

学会工作人员范琳为参会代表演示了新版系统的操作流程，描述了专利资源库新旧系统之间的区别，并总结去年信息加工项目中出现的一些问题，特别讲解今年项目整理中需要的注意事项、关键点等。

培训之后，参与2016年科技文献信息加工项目实施的43位参会代表就项目实施过程中可能出

现的问题进行了充分的交流与沟通。

会议最后，张楠副秘书长介绍了下一阶段项目实施方案，并表达了对承担本次项目的33个团队的由衷感谢。她系统介绍了该项目的开展进程，强调本着“整体开展，分批报送”的基本原则，严格遵守项目实施的开展程序，在项目规定时间内保质保量地完成专利文献的翻译标引、审校和修正工作的总体目标，构建科技成果库，希望参与此次项目实施的团队于2016年12月15日前完成不少于1200项的专利文献翻译标引、审校和修正工作。

科技文献信息加工项目是科技创新的基础，是服务产业、服务一线、服务地方、服务双创的有力切入点，为积极响应国家创新驱动、科技强国的号召，今后学会将切实加强科技创新资源、创新成果与企业发展的深度对接，不断满足企业对科技文献专利日益增长的需求量，为企业创新发展提供有力支持。

中国自动化学会在京召开2016青年人才托举工程讨论会

2016年6月21日下午，中国自动化学会作为中国科协“自动化、信息与智能科学”联合体牵头学会，在京组织召开“2016青年人才托举工程讨论会”，来自中国系统工程学会、中国中文信息学会、中国指挥与控制学会、中国人工智能学会、中国仿真学会、中国图象图形学学会等6个学会联合体成员单位的10余位代表出席了本次会议，会议由学会副秘书长张楠主持。

会议伊始，张楠副秘书长首先对青年人才托举工程背景、总体目标、要求以及工作进展作了简要介绍。2015年10月，中国自动化学会作为“自动化、信息与智能科学”联合体当年责任学会，组织实施并重点选拔10位复合型青年科技人才入选中国科协青年人才托举工程项目。

按照中国科协整体要求，会上就青年人才托举工程管理平台的使用进行了详细地讲解，并讨论制定了2016年青年人才托举工程年度目标任务，从自行开展学术沙龙、策划组织联合体青年托举人才交流会、网站宣传等方面，进一步细化了年度工作内容和考核指标。

按照联合体章程，责任学会实行一年轮流制。作为2016年责任学会，中国系统工程学会将牵头承担2016年度“中国科协青年人才托举工程”第二期资助工作。联合体将根据托举计划以及被托举人才实际需求，利用联合体智力资源和学术平台、国际交流平台，建立长效沟通、服务机制，全力助力青年科技人才成长。

2016年全国技术过程故障诊断与安全性战略研讨会召开

2016年6月4日上午，第四届全国技术过程故障诊断与安全性战略研讨在湖州师范学院明达楼成功召开，会议由中国自动化学会技术过程故障诊断与安全性专业委员会主办，由湖州师范学院、湖州市自动化学会承办，浙江大学控制科学与工程学院、中国计量大学计量测试工程学院协办。共计70人参加了研讨会，其中包括专委会委员49人。

会议由专委会副主任委员胡昌华教授主持。湖州师范学院叶金云校长首先致欢迎辞，然后，胡昌华教授回顾了专委会战略研讨会的举办历史和目的，并对承办和协办单位表示了衷心的感谢。

在9位新委员进行自我介绍后，与会人员就本领域的科研与发展方向展开了热烈的讨论，主要议题包括：

1. 智能制造

（1）要结合国家对智能制造的战略需求，以及中国制造2025的战略目标，研究面向智能制造的故障诊断技术，提高故障诊断的智能性以及可靠性。

（2）关注流程工业的智能制造。同单纯的故障诊断相比，流程行业的企业更关心效益和安全性，如何通过机理保证本质安全，以及如何通过智能调控保证质量和安全，是值得重视的问题。此外，除了方法研究，研制关键设备（如海底管道专业检测设备），也是研发安全技术应该重视的问题。

（3）智能技术的目标是提高生产过程或设备的性能、可靠性与安全性，以及减小人员的负担，而不能仅强调故障诊断。

（4）要考虑包括设计过程在内的、面向全流程的故障诊断与安全性技术。

（5）我国的很多企业还停留在工业2.0和工业1.0的基础上，如何在基础薄弱的条件下考虑智能制造，是需要考虑的问题。

2. 大数据

（1）要注意提炼与传统数据驱动的方法相比，基于工业大数据的诊断与监测方法面临着的新问题和挑战，计算机领域的大数据理论和方法为工业大数据的处理带来的新理念。

（2）基于大数据的故障诊断的关键问题，是如何在大数据条件下获取高效而有效的特征信息，可以借鉴淘宝和电商的广告推送方法。

（3）与普通大数据相比，航天大数据在数据管理与检索、数据质量和数据处理方法上都具有特殊性，在实际意义和理论意义上具有挑战性问题。

（4）委员们还介绍了与自己相关的桥梁、高铁、智能电网、柔性直流、化工等领域的大数据资源和存在的问题。

3. 人在闭环。下一代智能车，真正关注的是人机共驾系统，机器如何理解人的行为，人如何理解自动驾驶的决策。如何从人在闭环的角度进行故障诊断，是核心问题。完全的无人车并不可靠，人机共驾系统是发展方向。

4. 与会代表结合各自的研究方向，具体介绍与交流了在实际应用中的故障诊断与安全性问题，包括临近空间飞艇、航天器和深空探测，深海装备与水下工程、海洋装备与科学，工业控制系统的信息安全，长输天然气管道和海底管道，桥梁工程，智能电网和柔性直流技术，化工工业级燃气轮机，农用无人机、深海养殖，舞台控制，机械故障诊断，抽油机井的故障检测、数字油田和微地震信号检测等。

5.与会代表还结合上面提到的部分热点或挑战性问题，或符合国家战略需求的重要应用领域，提出了联合建议或申报国家重大项目的设想。

（技术过程的故障诊断与安全性专委会 供稿）

第十二届全国高校自动化系主任院长论坛举行

2016年5月20日，由教育部高等学校自动化类专业教学指导委员会、中国自动化学会主办，中国地质大学（武汉）自动化学院承办的“第十二届全国高校自动化系主任（院长）论坛”隆重举行。

本届论坛以“自动化专业课程体系改革与建设”为主题，面向中国制造2025、信息物理融合系统和知识自动化等新形势对自动化专业人才培养的需求，围绕课程体系改革内容、人才培养模式创新等课题，探索全新的人才培养课程体系，大力提升自动化专业人才培养质量。来自全国拥有控制科学与工程一级学科博士学位授权点的高校自动化系主任（院长）及企业联盟代表共计120余人参加了论坛。

本届论坛分为专题报告和圆桌研讨会两个部分。中国地质大学（武汉）校长王焰新教授致辞；工程院院士郑南宁教授作了题为“人工智能的下一步是什么？——实现更加健壮的人工智能”的专题报告；中科院院士吴宏鑫教授作了题为“我对大学的思考”的专题报告。随后，清华大学、浙江大学、哈尔滨工业大学、湖南大学、东南大学、西北工业大学等20余名代表围绕会议主题作了发言。

全国高校自动化系主任（院长）论坛由教育部高等学校自动化类专业教学指导委员会和中国自动化学会倡议，清华大学、上海交通大学、中国科技大学等高校自动化系（院）共同发起，已成功举办了11届。至今，它成为我国高校自动化专业人才培养、学科建设、教育管理交流的重要平台。

中国自动化学会信息物理系统控制与决策专业委员会成立大会召开

2016年5月27日，中国自动化学会信息物理系统控制与决策专业委员会成立大会在中国银川举行。本次会议由东北大学和中国自动化学会信息物理系统控制与决策专业委员会（以下简称专委会）主办。

专委会成立大会由中国自动化学会常务理事、大连理工大学王伟教授主持。东北大学副校长王福利教授致欢迎词，对与会专家表示欢迎与感谢！中国自动化学会副理事长王成红研究员代表中国自动化学会宣读了同意成立信息物理系统控制与决策专业委员会的批复文件并致辞，特别建议学会所属专委会一起开展活动，共同推进相关工作。

会议选举出了第一届专委会的负责人。东北大学杨光红教授当选为专委会主任，大连理工大学王伟教授、英国曼彻斯特大学王宏教授、中国科学院自动化研究所谭民研究员、香港科技大学丘立教授、中国科学院沈阳自动化研究所曾鹏研究员当选为专委会副主任，东北大学叶丹教授当选为专委会秘书长。

杨光红教授代表第一届专委会当选的负责人发言。他表示专委会将按照学会章程，积极开展工作，参与主办中国控制与决策会议（简称CCDC）、主办专刊、专题研讨会、青年研讨会介绍信息物理系统的国内外研究与发展动态，促进国际国内交流、学术界和工业界的交流；通过网站、微信等方式，积极为专委会委员提供服务。

信息物理系统（CPS，Cyber Physical Systems）是集计算、通信与控制于一体的新一代智能系统。通过3C（Computing、Communication、Control）技术的有机融合与深度协作，实现大型工程系统的实时感知、动态控制和信息服务。信息物理系统正在成为学术界和产业界关注的热点。信息物理系统控制与决策专业委员会为国内信息物理系统控制与决策领域相关的研究学者提供了一个良好的学习和交流平台。本次成立大会的成功召开，将为推动国内相关学术研究和产业发展起到积极作用。

中国自动化学会十届十二次理事长工作会议、十届十八次秘书长工作会议在京召开

2016年6月27日下午，中国自动化学会理事长郑南宁院士在京主持召开了学会十届十二次理事长工作会议、十届十八次秘书长工作会议，17位正副理事长、秘书长出席会议，分别是学会副理事长兼秘书长王飞跃、学会副理事长王成红、陈杰、周东华、杨孟飞、张纪锋，学会专职副秘书长张楠，学会副秘书长孙彦广、孙长银、乔非、黄华、赵延龙、董海荣、石红芳、李实、庞春霖，学会常务理事刘德荣研究员出席会议，学会办公室工作人员列席会议。

会议首先审议讨论通过了十届十七次秘书长工作会议纪要，并听取了各位理事长、秘书长就分管工作的阶段性进展汇报。

2016年4-6月，学会秘书处起草学会分支机构财务管理相关规定；启动中国科协2016年科技文献加工项目和学科发展路线图等工作；组织召开学科分组第四次工作会议，并初步确定了各二级学科的A类和B类候选期刊目录；积极推进中国科协青年人才托举工程项目，组织召开2016青年人才托举工程项目实施会，确定2016年度任务和考核指标；积极筹备中国智能车大会暨国家智能车发展论坛和2017中国自动化大会，并启动自动化系列赛事；组织开展CAA科技奖、第十三届中国青年女科学家奖、2016年度“未来女科学家计划”候选人推荐工作等。

随后，会议重点听取了常务理事、现任IFAC Council Member刘德荣对参加IFAC执委会工作会议的汇报，讨论了中国智能车大会暨国家智能车发展论坛、2017中国自动化大会筹备方案等，并审议通过了新成立分支机构申请、学会分支机构财务管理暂行规定和财务移交实施细则。

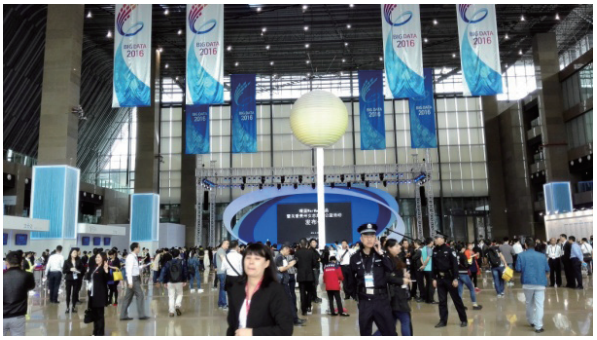
会上，各位理事长也对学会开展国际交流与合作相关工作各抒己见，一致建议学会应进一步发挥平台优势，鼓励并积极推荐更多的科技工作者参与国际组织任职等国际事务中，同时积极搭建国际学术交流平台，提升中国的国际话语权。

最后，郑南宁理事长作会议总结，表示财务管理是学会内部管理的中枢，在严格规范学会及所属分支机构财务管理制度的同时，应进一步提升服务分支机构的能力和水平，更好地发挥积极引导作用，促进学会各项事业健康有序发展。

王飞跃副理事长应邀参加中国大数据产业峰会暨中国电子商务创新发展峰会并发表演讲

2016年5月25日-29日，由国家发展改革委、工业和信息化部、商务部、中央网信办、贵州省人民政府主办的中国大数据产业峰会暨中国电子商务创新发展峰会（简称“数博会”）在贵阳隆重举办。中共中央政治局常委、国务院总理李克强出席开幕式并致辞。本届数博会以“大数据开启智能时代”为主题，共吸引官、产、学、商等2万余名海内外嘉宾到会，共同探讨大数据领域未来的发展趋势。

中国自动化学会副理事长兼秘书长、中科院自动化所复杂系统管理与控制国家重点实验室主任王飞跃研究员受邀出席开幕式，并在“大数据风控发展论坛”上发表了题为“区块链与类AlphaGo技术驱动的平行智能产业”的主题演讲。论坛与会嘉宾围绕互联网金融行业要想实现长期可持续发展，如何建立自己的大数据体系，形成整个行业的共享机制，真正让数据成为风险控制最好的手段等内容展开深入探讨，十余位业界、学界领军人物分享智慧，4个小时的论坛座无虚席，成为数博会人气最旺的论坛之一。



数博会同期还举办了2016贵阳国际大数据产业博览会、中国国际电子信息创客大赛暨“云上贵州”大数据商业模式大赛、痛客大赛等活动。

“自然语言处理与深度学习”学术研讨会成功举办

在中国科协“青年人才托举工程”项目在支持下，“自然语言处理与深度学习：问题与挑战”学术研讨会于2016年4月23日在中国科学院自动化研究所召开，来自国内科研院所、高校和互联网公司的约180位专家、学生参加了这次研讨会。会议取得了圆满成功。

中国科协于2015年设立的“青年人才托举工程”（以下简称“托举工程”）旨在“探索创新选拔机制、培养模式、评价标准，扶持职业发展和学术成长，打造国家高层次科技创新人才后备队伍”。这一托举工程为选拔出来的青年学者开阔视野、提高创新能力、促进学术交流与合作搭建了一个很好的平台。我所青年学者张家俊博士基于在自然语言处理和机器翻译领域出色的学术成绩，经中国中文信息学会推荐和自动化、信息与智能科学联合体严格的遴选，成为首批“青年人才托举工程”的入选者。借此平台他组织了以“直面自然语言处理当前的问题，应对大数据时代人工智能的未来挑战”为主题的学术研讨会，由此借机与国内同行一起探讨自然语言处理未来发展的方向和正确研发的道路，引领和帮助青年学生把握正确的学术方向，立足当下，面向未来，开展创新性理论研究和高水平技术研发。

张家俊博士在会上作学术报告

会议于2016年4月23日下午两点在自动化所智能大厦学术报告厅召开，中科院自动化所所长徐波研究员、中国自动化学会副理事长兼秘书长王飞跃研究员、中国中文信息学会副理事长兼秘书长孙乐研究员、北京理工大学计算机学院院长黄河燕教授、微软亚洲研究院首席研究员周明博士、苏州大学“杰青”获得者张民教授、自然语言处理和机器翻译专家哈尔滨工业大学赵铁军教授、东北大学朱静波教授和自动化所宗成庆研究员、赵军研究员，以及青年才俊北京大学的万小军教授、清华大学“优青”获得者副教授刘洋博士等众多本领域的杰出学者出席了本次研讨会。

会议开幕式由宗成庆研究员主持，中国自动化学会副理事长兼秘书长王飞跃研究员代表自动化、信息与智能科学联合体在开幕式上作了讲话，简要介绍了中国科协“青年人才托举工程”计划，对入选者表示了祝贺，并提出了更高的希望。随后由刘洋博士主持学术报告。张家俊、万小军和来自出门问问公司的技术经理李理分别作了题为“神经网络机器翻译：寻找替身之旅”“大数据时代的文本自动摘要”和“问答系统与深度学习”的学术报告。报告分别从自然语言处理的三大应用机器翻译、自动文摘和问答系统出发，介绍了最新的研究进展和深度学习遇到的问题与挑战。张家俊主持了主题讨论（panel

discussion）环节，由周明、孙乐、张民、朱靖波、万小军、刘洋和李理7位专家组成的研讨嘉宾针对深度学习在自然语言处理中的应用前景和目前亟待解决的科学问题，以及未来研究的思路和方法等各个方面分别给出了自己的见解和看法，其中不乏思想冲撞，会场气氛十分热烈。

专家们一直认为，深度学习是一个很好的工具和方法，但我们应该冷静地对待，针对具体问题具体分析。尤其是青年学者和学生，应该从不同的视角清晰地看待深度学习和其他热点各自的利弊，既不能闭关自守，又不可盲目跟从，在跟踪、学习和实践中不断创新才是唯一正确的学术之路。与会师生一致表示此次研讨受益匪浅。

主题讨论现场

“类脑计算与人机协同的混合智能”研论会在西安交通大学成功举办

在中国工程院、国家自然科学基金委员会中长期重点战略研究项目，以及中国科协“青年人才托举工程”项目支持下，“类脑计算与人机协同的混合智能”学术研讨会于2016年5月13日在西安交通大学人工智与机器人研究所举行，100多位专家、学生参加了这次研讨会。会议取得了圆满成功。

西安交通大学青年教师任鹏举副教授在面向智能计算的新型计算架构方面出色的研究工作，经中国自动化学会推荐和自动化、信息与智能科学联合体严格的遴选，成为首批“青年人才托举工程”的入选者。借助中国工程院、国家自然科学基金委员会中长期重点战略研究项目“我国类脑计算的发展战略与技术途径”以及“青年人才托举工程”的支持，任鹏举副教授以及他的指导老师郑南宁院士共同组织了本次学术研讨会。

会议特别邀请了台湾中央研究院院士、美国科学院院士、中国科学院外籍院士、香港科学院院士、中国科学院神经科学研究所所长——蒲慕明院士出席并作了特邀报告。出席本次研讨会的还有西安交通大学人工智能与机器人研究所所长郑南宁院士、清华大学类脑计算中心主任施路平教授（“千人计划专家”）、西安交通大学国家“973”首席科学家龚怡宏教授（“千人计划专家”）、电子科技大学尧德中教授（“杰青、长江学者”）、国防科学技术大学胡德文教授（“杰青”）、中国科学院自动化所乔红教授（“杰青”）、西安交通大学薛建儒教授（“长江学者”）、浙江大学潘纲教授、天津大学明东教授（“优青”）、四川大学唐华锦教授（“青年千人”）、中山大学张治国教授（“青年千人”），中国科学院心理研究所黄昌兵研究员（中科院“百人计划”），西安交通大学陈霸东教授、华中科技大学王小平教授、中国科学院神

经科学研究所张柯副研究员、国防科技大学董德尊副研究员、中国工程院陈磊、西安交通大学任鹏举副教授、搜狗公司刘明荣等。

上午9时，会议准时开始，首先由本次会议主席郑南宁院士发表致词并作关于“类脑（受脑启发）的计算与人工智能”的学术报告。郑院士指出类脑计算和人机协同的混合智能的相关研究工作长久以来一直是人工智能领域学者关注的领域，对于发展强人工智能具有重要的启迪和重要的意义。郑院士总结了当前人工智能的发展方向，强调了神经生物科学和神经计算科学在发展类脑计算基础研究中的重要作用，并从计算机科学角度讨论了类脑计算存在的问题，以及类脑计算和人工智能结合发展需要讨论的问题。郑院士的报告拉开了本次研讨会的序幕。

之后，蒲院士作了题为“自然的和人工的神经网络”的精彩报告，他从神经生物学以及神经计算科学的角度介绍了大脑的连接方式、信号编码方式以及神经突触的变换描述了大脑的复杂性，分析了模拟大脑的难度，指出类脑计算不是简单地对生物大脑的复制，而是从结构与工作机理上寻找生物大脑的优势，从而对人工神经网络加以改进。蒲院士还通过面孔识别的例子描述了大脑网络变化过程与工作原理，他指出对人工智能的研究与生物大脑的探索是相互促进过程，对生物大脑的进一步认识可以推动人工智能结构的优化，同时人工智能的成功应用也可以反作用于我们对生物大脑的认识。在报告的最后，作为点睛之笔，蒲院士总结了自然神经网络对于人工神经网络发展可借鉴的11点特性。对在座的从事人工智能研究的学者提供了非常好的研究启示。

随后，各位专家学者针对自己的研究领域以及从类脑计算和混合智能的角度，介绍了各自的工作进展和对于相关技术领域发展的思考。

任鹏举在讨论会上作了题为“可重构的神经网络计算平台初探”的报告，介绍了他所领导的课题组最近取得的科研工作进展。这项工作受IBM TrueNorth工作的启发，采用FPGA平台构建了适用于基于数据驱动的脑认知计算模型和基于数学的脑认知计算模型，并通过典型的卷积神经网络以及锋电位脉冲序列的神经网络实现介绍了计算平台的系统结构以及实现细节。并针对下一步工作，包括集成在线学习、采用近似计算模型（压缩神经网络参数和规模）以及加入长短时记忆和选择性注意机制进行了介绍。

在各位校内外专家们精彩的报告后，郑南宁院士又针对大家一天报告的内容组织了讨论会。各位专家教授围坐在一起分享了在本次研讨会上的收获，分析了国内外该研究领域的现状和趋势，并指出现在正是我国发展类脑计算和人机协同混合智能的契机，在对我国类脑计算和人工智能发展具有巨大信心的同时，也指出要时刻保持冷静的头脑，以及坚持认真踏实、科学严谨的工作态度。

会议一直持续到下午6点，这次研讨会汇集了国内多所名校的专家教授，给了大家创造了一个非常好的交流平台，具有重要意义。

“大数据分析与复杂社会系统建模”学术会议在国防科学技术大学成功举办

在中国科协“青年人才托举工程”项目支持下，“大数据分析与复杂社会系统建模”学术研讨会议于2016年6月7日在国防科技大学信息系统与管理学院举行，30余名专家、40余名研究生参加了此次研讨会。

“青年人才托举工程”项目旨在创新科协系统对青年科技人才的挖潜方式、评价体系、培育模式，扶持有较大创新能力和发展潜力的30岁上下青年科研人员，帮助他们潜心研究、深入探索，在创造力黄金时期做出突出业绩，努力成长为品德优秀、专业能力突出、社会责任感强、综合素质全面、具有国际视野的学术技术带头人。国防科学技术大学讲师段伟博士在复杂社会系统建模与仿真领域取得出色的学术成绩，经过中国仿真学会推荐和自动化、信息与智能科学联合体的严格遴选，入选首批“中国科协青年人才托举工程”。

本次学术会议以“大数据分析与复杂社会系统建模”为主题，邀请国内相关领域资深专家作报告。公共安全科学技术学会副理事长、清华大学百人计划入选者和教育部长江学者、清华大学公共安全研究院张辉教授，中国管理科学与工程学会神经管理与神经工程研究会常务副理事长、复旦大学管理学院信息管理与信息系统系戴伟辉教授，中国科学院科技政策与管理科学研究所社会治理与风险研究中心执行副主任、中国发展战略学研究会社会战略专业委员会秘书长刘怡君研究员，国际应急救援公益组织Flowminder基金会共同创建人和首席分析师、国家优秀青年基金获得者、国防科学技术大学信息系统与管理学院吕欣副教授，中国科学院自动化研究所复杂系统管理与控制国家重点实验室曹志冬副研究员，中山大学传播与设计学院大数据传播实验室副主任何凌南博士分别应邀作学术报告。出席本次学术研讨会议的还有南京航空航天大学、湖南大学、长沙理工大学、中南林业科技大学，以及国防科技大学的多位专家、学者和研究生。

会议开始由中国仿真学会理事、国防科学技术大学信息系统与管理学院朱一凡教授致开幕词，介绍中国科协“青年人才托举工程”计划，说明学术研讨会议以促进学术交流与合作为目的，希望各位专家对段伟博士的研究工作提出指导意见和建议，并在未来的学术研究中给予支持和帮助。会议首先邀请张辉教授作公共安全与应急管理关键科学问题的学术报告。接下来，戴伟辉教授对基于神经管理学机制的大数据分析与复杂社会系统建模的研究内容和发展趋势做了生动有趣的讲解；刘怡君研究员以“疫苗事件”为例，对网络舆情分析与治理做了相关汇报；吕欣副教授分析了大数据在应急管理领域的若干前沿研究内容；曹志冬副研究员针对健康大数据的前沿，全面详细的分析了相关研究方法及应用；何凌南博士从群体心理行为演化规律、网络舆情、心理学等方面分析了中国网民心态。最后，段伟博士向各位专家汇报了研究工作“加权网络上疾病传播速度问题”，以及未来的研究计划“基于在线社会媒体数据的疾病传播过程中人类行为变化机制与模型”，虚心听取了专家的指导意见和

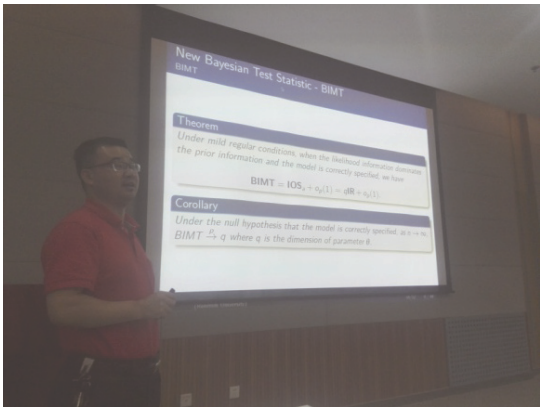
建议。会议结束后各位专家进行小范围研讨，对大数据分析与复杂系统建模的发展现状、研究趋势、热点问题和关键技术进行更加深入地交流，指出该研究方向在经济、社会、政治、军事等领域均具有非常重要的实际意义和应用价值。

这次学术会议汇集了国内多所知名院校的专家学者，从上午8点半持续到下午5点半，为大家创造了一个非常好的学习和交流平台，具有重要意义。会议得到了国防科技大学信息系统与管理学院的保障，以及各位专家、学者和学生的支持，最终取得了圆满成功。

统计学与计量经济学学术沙龙举行

5月12日上午，在中国自动化学会和国家数学与交叉科学中心等单位的支持下，在中国科学院数学与系统科学研究院南楼N219教室举行了统计学与计量经济学学术沙龙活动。

南卡罗来那大学统计系Yanyuan Ma教授、中国人民大学汉青经济与金融高级研究院李勇教授和云南财经大学统计与数学学院喻达磊教授作了有关统计学、金融学和计量经济学的前沿学术报告，中科院张新雨就模型平均的最新进展进行了汇报。与会者就统计学、计量经济学和预测理论最新研究成果及其在经济、金融、管理、生物、医药、工程等领域中的应用，特别是模型平均方法的最新研究进展进行了讨论。数学与系统科学研究院、首都师范大学和中国科技大学等师生参加了沙龙并进行了讨论。



“先进飞行器动力学建模与飞行控制”学术研讨会成功举办

在中国科协“青年人才托举工程”项目支持下，“先进飞行器动力学建模与飞行控制”学术研讨会于2016年5月29日在清华大学举行。

“青年人才托举工程”项目旨在创新科协系统对青年科技人才的挖潜方式、评价体系、培育模式，扶持有较大创新能力和发展潜力的“小人物”，支持30岁上下青年科技人才潜心研究、深入探索，帮助他们在创造力黄金时期做出突出业绩，努力成长为品德优秀、专业能力出类拔萃、社会责任感强、综合素质全面、具有国际视野的学术技术带头人。空军工程大学青年教员、清华大学博士后王向阳在垂直/短距起降飞机动力学建模与飞行控制领域取得了出色的学术成绩，经过中国自动化学会推荐和自动化、信息与智能科学联合体严格遴选，成为首批“青年人才托举工程”入选者，由吴宏鑫院士和朱纪洪教授共同指导开展自主科研研究。

本次研讨会以“先进飞行器动力学建模与飞行控制”为主题，中国空间技术研究院吴宏鑫院士、中国自动化学会副秘书长孙长银教授、天津大学宗群教授、装备发展部二十九基地陈德华研究员、装备发展部张尚敏高工、中航工业李斌研究员、中航工业朱大明高工、清华大学朱纪洪教授、清华大学宋志平高工等50余位专家、学生参加了本次研讨会。开幕式由朱纪洪教授主持，孙长银教授代表自动化、信息与智能科学联合体发言，介绍了中国科协“青年人才托举工程”计划，提出本次研讨会在于促进本领域学者学术交流和合作的目标，希望各位专家对王向阳博士的研究工作提出指导意见和建议。

会上，中国空间技术研究院吴宏鑫院士、天津大学宗群教授、孙长银教授和宋志平高工分别作了题为“特征建模理论与应用”“高超声速飞行器动力学建模与控制”“基于演化博弈的多无人机协调控制研究”和“垂直/短距起降飞机发动机建模”的主题报告，并进行了热烈的讨论。最后，王向阳博士对正在进行的“垂直/短距起降飞机动力学建模与飞行控制方法研究”自主科研计划进行了汇报。

与会专家们一致认为，飞行/推力综合控制是先进飞行器的发展方向，飞行控制器与推进系统控制器融合是控制领域的难题，建议以垂直/短距起降飞机为研究背景，深入开展动力学建模和控制方法研究，鼓励继续开展缩比飞机飞行试验研究。吴院士引用钱学森先生《工程控制论》中的观点“任何一个问题在数学上的困难常常带有很大的人为性质，只要把问题的提法稍微加以改变，往往就可以使问题的数学困难减轻到进行研究工作的工程师能处理的程度”，希望年轻学者重视控制对象模型表征，建立符合对象动力学特征及控制需求的动力学模型，将理论与实际紧密结合。

污水处理过程智能控制研讨会举行

2016年5月25日，由中国自动化学会主办，北京工业大学协办的污水处理过程智能控制研讨会在北京工业大学建国饭店举行，会议规模为60人。

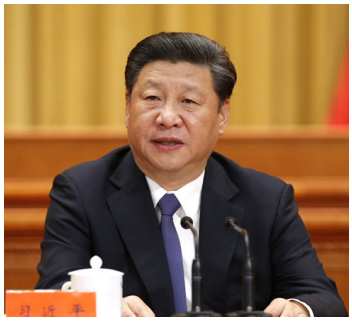
研讨会宗旨是针对当前城市污水处理运行亟需解决的能耗较高且出水水质不达标等问题，以提高污水处理过程控制性能、促进污水处理过程节能降耗及环保为研究目标，开展污水处理过程智能控制及智能优化控制方法研究。该研究从智能信息处理的角度出发，深入分析污水处理生化反应过程和污泥沉降过程动力学特性，充分利用系统运行数据和经验知识，探索智能识别、智能决策和智能自组织优化控制方法在处理复杂污水处理过程中所具有的优势，从而形成智能控制技术，实现污水处理低成本稳定运行。

研讨会首先由北京工业大学的乔俊飞教授介绍污水处理智能控制现状，从智能控制应用在工业过程中的发展历程及其在污水处理过程亟需解决的问题中所具有的优势，包括减小系统干扰对运行的影响，优化系统运行、提高处理效率和降低运行成本等方面进行了详细的阐述；其次由北京工业大学的韩红桂分享污水处理自组织控制方法，通过分析传统的控制方法难以实现污水处理过程的实时优化控制等局限性，提出了具有自学习、自适应和自组织的智能控制方法，智能控制方法不仅可以根据工况变化实时调整控制结构来提高控制精度，而且可明显降低污水处理过程运行成本；然后由北京城市排水集团有限责任公司的阜威进行污水处理运行控制的交流，从工程实践的角度系统介绍城市污水处理系统的常用仪

表、过程控制系统及控制策略，以及污水处理主要处理方法活性污泥法中生物脱氮除磷的过程控制以及智能优化控制等内容；接着中科院自动化所的程龙分享了模糊神经网络控制及应用，污水处理系统控制要对不断变化的过程进行实时的控制，一方面要有处理模糊知识能力，另一方面要实时地跟踪系统状况，预测并控制系统参数向期望的方向转变，因此，处理知识模糊性的模糊逻辑控制和具备自学习的神经网络的结合，是污水处理过程实时控制的一个飞跃，将开辟污水处理过程控制的新局面；最后由北京理工大学的孙健对模型预测控制及应用专题进行交流，针对现有的工业预测控制算法需要在线求解把模型和约束嵌入在内的优化问题，涉及很大的计算量和计算时间等问题，提出了基于神经网络的模型预测控制方法，并将其应用在在污水处理过程，不仅提高溶解氧跟踪控制性能，且具有更好的自适应性和抗干扰能力。

中国自动化学会通讯 第37卷 第3期 总第186期 2016年6月

习近平：为建设世界科技强国而奋斗



5月30日，全国科技创新大会、中国科学院第十八次院士大会和中国工程院第十三次院士大会、中国科学技术协会第九次全国代表大会在北京人民大会堂隆重召开。中共中央总书记、国家主席、中央军委主席习近平发表重要讲话。

各位院士，同志们，朋友们：

今天，我们在这里召开全国科技创新大会、两院院士大会、中国科协第九次全国代表大会。4000名代表齐聚一堂，群英荟萃，少长咸集，共商国家科技创新大计。这是共和国历史上的又一次科技盛会。

1956年1月，毛泽东同志等党和国家领导人以及1300多名领导干部，在中南海怀仁堂听取中国科学院4位学部主任关于国内外科技发展的报告，党中央向全党全国发出“向科学进军”的号召。其后10年，在各方共同努力下，我国建立了学科齐全的科学研究体系、工业技术体系、国防科技体系、地方科技体系，取得了以“两弹一星”为标志的一批重大科技成果。

1978年，党中央召开全国科学大会，邓小平同志在大会上作出科学技术是生产力的重要论断，我国迎来“科学的春天”。1995年，党中央、国务院召开全国科学技术大会，江泽民同志发表重要讲话，号召大力实施科教兴国战略，形成实施科教兴国战略热潮。2006年，党中央、国务院再次召开全国科学技术大会，胡锦涛同志发表重要讲话，部署实施《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006－2020年）》，动员全党全社会为建设创新型国家而努力奋斗。2012年，党中央、国务院召开全国科技创新大会，号召我国科技界奋力创新、为全面建成小康社会提供有力科技支撑。

今天，我们在这里召开这个盛会，就是要在我国发展新的历史起点上，把科技创新摆在更加重要位置，吹响建设世界科技强国的号角。

我国现代化建设的目标是，到我们党成立100年时建成惠及十几亿人口的更高水平的小康社会，到新中国成立100年时基本实现现代化，建成富强民主文明和谐的社会主义现代化国家。党中央今年颁布的《国家创新驱动发展战略纲要》明确，我国科技事业发展的目标是，到2020年时使我国进入创新型国家行列，到2030年时使我国进入创新型国家前列，到新中国成立100年时使我国成为世界科技强国。

两院院士和广大科技工作者是国家的财富、人民的骄傲、民族的光荣，大家责任重大、使命重大，应该努力为建成创新型国家、建成世界科技强国作出新的更大的贡献！

各位院士，同志们、朋友们！

历史经验表明，科技革命总是能够深刻改变世界发展格局。16、17世纪的科学革命标志着人

类知识增长的重大转折。18世纪出现了蒸汽机等重大发明，成就了第一次工业革命，开启了人类社会现代化历程。19世纪，科学技术突飞猛进，催生了由机械化转向电气化的第二次工业革命。20世纪前期，量子论、相对论的诞生形成了第二次科学革命，继而发生了信息科学、生命科学变革，基于新科学知识的重大技术突破层出不穷，引发了以航空、电子技术、核能、航天、计算机、互联网等为里程碑的技术革命，极大提高了人类认识自然、利用自然的能力和社会生产力水平。一些国家抓住科技革命的难得机遇，实现了经济实力、科技实力、国防实力迅速增强，综合国力快速提升。

在绵延5000多年的文明发展进程中，中华民族创造了闻名于世的科技成果。我们的先人在农、医、天、算等方面形成了系统化的知识体系，取得了以四大发明为代表的一大批发明创造。马克思说："火药、指南针、印刷术——这是预告资产阶级社会到来的三大发明。火药把骑士阶层炸得粉碎，指南针打开了世界市场并建立了殖民地，而印刷术则变成新教的工具，总的来说变成科学复兴的手段，变成对精神发展创造必要前提的最强大的杠杆。"

近代以后，由于国内外各种原因，我国屡次与科技革命失之交臂，从世界强国变为任人欺凌的半殖民地半封建国家，我们的民族经历了一个多世纪列强侵略、战乱不止、社会动荡、人民流离失所的深重苦难。在那个国家积贫积弱的年代，多少怀抱科学救国、教育救国理想的人们报国无门，留下了深深的遗憾。

经过新中国成立以来特别是改革开放以来不懈努力，我国科技发展取得举世瞩目的伟大成就，科技整体能力持续提升，一些重要领域方向跻身世界先进行列，某些前沿方向开始进入并行、领跑阶段，正处于从量的积累向质的飞跃、点的突破向系统能力提升的重要时期。

多复变函数论、陆相成油理论、人工合成牛胰岛素等成就，高温超导、中微子物理、量子反常霍尔效应、纳米科技、干细胞研究、肿瘤早期诊断标志物、人类基因组测序等基础科学突破，"两弹一星"、超级杂交水稻、汉字激光照排、高性能计算机、三峡工程、载人航天、探月工程、移动通信、量子通讯、北斗导航、载人深潜、高速铁路、航空母舰等工程技术成果，为我国成为一个有世界影响的大国奠定了重要基础。从总体上看，我国在主要科技领域和方向上实现了邓小平同志提出的"占有一席之地"的战略目标，正处在跨越发展的关键时期。

现在，我们比历史上任何时期都更接近实现中华民族伟大复兴的目标，比历史上任何时期都更有信心、更有能力实现这个目标。我们要抓住这一历史机遇，同时我们要牢记，中华民族伟大复兴绝不是轻轻松松就能实现的。科技兴则民族兴，科技强则国家强。实现"两个一百年"奋斗目标，实现中华民族伟大复兴的中国梦，必须坚持走中国特色自主创新道路，面向世界科技前沿、面向经济主战场、面向国家重大需求，加快各领域科技创新，掌握全球科技竞争先机。这是我们提出建设世界科技强国的出发点。

各位院士，同志们、朋友们！

纵观人类发展历史，创新始终是一个国家、一个民族发展的重要力量，也始终是推动人类社会进步的重要力量。不创新不行，创新慢了也不行。如果我们不识变、不应变、不求变，就可能陷入战略被动，错失发展机遇，甚至错过整整一个时代。实施创新驱动发展战略，是应对发展环

境变化、把握发展自主权、提高核心竞争力的必然选择，是加快转变经济发展方式、破解经济发展深层次矛盾和问题的必然选择，是更好引领我国经济发展新常态、保持我国经济持续健康发展的必然选择。

科技是国之利器，国家赖之以强，企业赖之以赢，人民生活赖之以好。中国要强，中国人民生活要好，必须有强大科技。新时期、新形势、新任务，要求我们在科技创新方面有新理念、新设计、新战略。我们要深入贯彻新发展理念，深入实施科教兴国战略和人才强国战略，深入实施创新驱动发展战略，统筹谋划，加强组织，优化我国科技事业发展总体布局。

第一，夯实科技基础，在重要科技领域跻身世界领先行列。推动科技发展，必须准确判断科技突破方向。判断准了就能抓住先机。“虽有智慧，不如乘势。”历史经验表明，那些抓住科技革命机遇走向现代化的国家，都是科学基础雄厚的国家；那些抓住科技革命机遇成为世界强国的国家，都是在重要科技领域处于领先行列的国家。

综合判断，我国已经成为具有重要影响力的科技大国，科技创新对经济社会发展的支撑和引领作用日益增强。同时，必须认识到，同建设世界科技强国的目标相比，我国发展还面临重大科技瓶颈，关键领域核心技术受制于人的格局没有从根本上改变，科技基础仍然薄弱，科技创新能力特别是原创能力还有很大差距。

科学技术是世界性、时代性的，发展科学技术必须具有全球视野、把握时代脉搏。当今世界，新一轮科技革命蓄势待发，物质结构、宇宙演化、生命起源、意识本质等一些重大科学问题的原创性突破正在开辟新前沿新方向，一些重大颠覆性技术创新正在创造新产业新业态，信息技术、生物技术、制造技术、新材料技术、新能源技术广泛渗透到几乎所有领域，带动了以绿色、智能、泛在为特征的群体性重大技术变革，大数据、云计算、移动互联网等新一代信息技术同机器人和智能制造技术相互融合步伐加快，科技创新链条更加灵巧，技术更新和成果转化更加快捷，产业更新换代不断加快，使社会生产和消费从工业化向自动化、智能化转变，社会生产力将再次大提高，劳动生产率将再次大飞跃。

抓科技创新，不能等待观望，不可亦步亦趋，当有只争朝夕的劲头。时不我待，我们必须增强紧迫感，及时确立发展战略，全面增强自主创新能力。我国科技界要坚定创新自信，坚定敢为天下先的志向，在独创独有上下功夫，勇于挑战最前沿的科学问题，提出更多原创理论，作出更多原创发现，力争在重要科技领域实现跨越发展，跟上甚至引领世界科技发展新方向，掌握新一轮全球科技竞争的战略主动。

第二，强化战略导向，破解创新发展科技难题。科技创新的战略导向十分紧要，必须抓准，以此带动科技难题的突破。当前，国家对战略科技支撑的需求比以往任何时期都更加迫切。这里，我举几个例子。从理论上讲，地球内部可利用的成矿空间分布在从地表到地下1万米，目前世界先进水平勘探开采深度已达2500米至4000米，而我国大多小于500米，向地球深部进军是我们必须解决的战略科技问题。材料是制造业的基础，目前我国在先进高端材料研发和生产方面差距甚大，关键高端材料远未实现自主供给。我国很多重要专利药物市场绝大多数被国外公司占据，高端医疗装备主要依赖进口，成为看病贵的主要原因之一，而创新药物研发集中体现了生命科学和

生物技术领域前沿新成就和新突破，先进医疗设备研发体现了多学科交叉融合与系统集成。脑连接图谱研究是认知脑功能并进而探讨意识本质的科学前沿，这方面探索不仅有重要科学意义，而且对脑疾病防治、智能技术发展也具有引导作用。深海蕴藏着地球上远未认知和开发的宝藏，但要得到这些宝藏，就必须在深海进入、深海探测、深海开发方面掌握关键技术。空间技术深刻改变了人类对宇宙的认知，为人类社会进步提供了重要动力，同时浩瀚的空天还有许多未知的奥秘有待探索，必须推动空间科学、空间技术、空间应用全面发展。这样的领域还有很多。党中央已经确定了我国科技面向2030年的长远战略，决定实施一批重大科技项目和工程，要加快推进，围绕国家重大战略需求，着力攻破关键核心技术，抢占事关长远和全局的科技战略制高点。

成为世界科技强国，成为世界主要科学中心和创新高地，必须拥有一批世界一流科研机构、研究型大学、创新型企业，能够持续涌现一批重大原创性科学成果。党的十八届五中全会提出，要在重大创新领域组建一批国家实验室。这是一项对我国科技创新具有战略意义的举措。要以国家实验室建设为抓手，强化国家战略科技力量，在明确国家目标和紧迫战略需求的重大领域，在有望引领未来发展的战略制高点，以重大科技任务攻关和国家大型科技基础设施为主线，依托最有优势的创新单元，整合全国创新资源，建立目标导向、绩效管理、协同攻关、开放共享的新型运行机制，建设突破型、引领型、平台型一体的国家实验室。这样的国家实验室，应该成为攻坚克难、引领发展的战略科技力量，同其他各类科研机构、大学、企业研发机构形成功能互补、良性互动的协同创新新格局。

第三，加强科技供给，服务经济社会发展主战场。“穷理以致其知，反躬以践其实。”科学研究既要追求知识和真理，也要服务于经济社会发展和广大人民群众。广大科技工作者要把论文写在祖国的大地上，把科技成果应用在实现现代化的伟大事业中。

经过改革开放30多年努力，我国经济总量已经居世界第二。同时，我国经济发展不少领域大而不强、大而不优。新形势下，长期以来主要依靠资源、资本、劳动力等要素投入支撑经济增长和规模扩张的方式已不可持续，我国发展正面临着动力转换、方式转变、结构调整的繁重任务。现在，我国低成本资源和要素投入形成的驱动力明显减弱，需要依靠更多更好的科技创新为经济发展注入新动力；社会发展面临人口老龄化、消除贫困、保障人民健康等多方面挑战，需要依靠更多更好的科技创新实现经济社会协调发展；生态文明发展面临日益严峻的环境污染，需要依靠更多更好的科技创新建设天蓝、地绿、水清的美丽中国；能源安全、粮食安全、网络安全、生态安全、生物安全、国防安全等风险压力不断增加，需要依靠更多更好的科技创新保障国家安全。所以说，科技创新是核心，抓住了科技创新就抓住了牵动我国发展全局的牛鼻子。

推动我国经济社会持续健康发展，推进供给侧结构性改革，落实好“三去一降一补”任务，必须在推动发展的内生动力和活力上来一个根本性转变，塑造更多依靠创新驱动、更多发挥先发优势的引领性发展。要深入研究和解决经济和产业发展亟需的科技问题，围绕促进转方式调结构、建设现代产业体系、培育战略性新兴产业、发展现代服务业等方面需求，推动科技成果转移转化，推动产业和产品向价值链中高端跃升。

发展不协调是我国长期存在的突出问题，集中表现在区域、城乡、经济和社会、物质文明和精神文明、经济建设和国防建设等关系上。我们要立足于科技创新，释放创新驱动的原动力，让创新成为发展基点，拓展发展新空间，创造发展新机遇，打造发展新引擎，促进新型工业化、信息化、城镇化、农业现代化同步发展，提升发展整体效能，在新的发展水平上实现协调发展。

绿色发展是生态文明建设的必然要求，代表了当今科技和产业变革方向，是最有前途的发展领域。人类发展活动必须尊重自然、顺应自然、保护自然，否则就会受到大自然的报复。这个规律谁也无法抗拒。要加深对自然规律的认识，自觉以对规律的认识指导行动。不仅要研究生态恢复治理防护的措施，而且要加深对生物多样性等科学规律的认识；不仅要从政策上加强管理和保护，而且要从全球变化、碳循环机理等方面加深认识，依靠科技创新破解绿色发展难题，形成人与自然和谐发展新格局。

国际经济合作和竞争局面正在发生深刻变化，全球经济治理体系和规则正在面临重大调整。经济全球化表面上看是商品、资本、信息等在全球广泛流动，但本质上主导这种流动的力量是人才、是科技创新能力。要增强我们引领商品、资本、信息等全球流动的能力，推动形成对外开放新格局，增强参与全球经济、金融、贸易规则制订的实力和能力，在更高水平上开展国际经济和科技创新合作，在更广泛的利益共同体范围内参与全球治理，实现共同发展。

人民的需要和呼唤，是科技进步和创新的时代声音。随着经济社会不断发展，我国13亿多人民过上美好生活的新期待日益上升，提高社会发展水平、改善人民生活、增强人民健康素质对科技创新提出了更高要求。要想人民之所想、急人民之所急，聚焦重大疾病防控、食品药品安全、人口老龄化等重大民生问题，大幅增加公共科技供给，让人民享有更宜居的生活环境、更好的医疗卫生服务、更放心的食品药品。要依靠科技创新建设低成本、广覆盖、高质量的公共服务体系。要加强普惠和公共科技供给，发展低成本疾病防控和远程医疗技术，实现优质医疗卫生资源普惠共享。要发展信息网络技术，消除不同收入人群、不同地区间的数字鸿沟，努力实现优质文化教育资源均等化。

第四，深化改革创新，形成充满活力的科技管理和运行机制。创新是一个系统工程，创新链、产业链、资金链、政策链相互交织、相互支撑，改革只在一个环节或几个环节搞是不够的，必须全面部署，并坚定不移推进。科技创新、制度创新要协同发挥作用，两个轮子一起转。

我们最大的优势是我国社会主义制度能够集中力量办大事。这是我们成就事业的重要法宝。过去我们取得重大科技突破依靠这一法宝，今天我们推进科技创新跨越也要依靠这一法宝，形成社会主义市场经济条件下集中力量办大事的新机制。

要以推动科技创新为核心，引领科技体制及其相关体制深刻变革。要加快建立科技咨询支撑行政决策的科技决策机制，加强科技决策咨询系统，建设高水平科技智库。要加快推进重大科技决策制度化，解决好实际存在的部门领导拍脑袋、科技专家看眼色行事等问题。要完善符合科技创新规律的资源配置方式，解决简单套用行政预算和财务管理方法管理科技资源等问题，优化基础研究、战略高技术研究、社会公益类研究的支持方式，力求科技创新活动效率最大化。要着

力改革和创新科研经费使用和管理方式，让经费为人的创造性活动服务，而不能让人的创造性活动为经费服务。要改革科技评价制度，建立以科技创新质量、贡献、绩效为导向的分类评价体系，正确评价科技创新成果的科学价值、技术价值、经济价值、社会价值、文化价值。

企业是科技和经济紧密结合的重要力量，应该成为技术创新决策、研发投入、科研组织、成果转化的主体。要制定和落实鼓励企业技术创新各项政策，强化企业创新倒逼机制，加强对中小企业技术创新支持力度，推动流通环节改革和反垄断反不正当竞争，引导企业加快发展研发力量。要加快完善科技成果使用、处置、收益管理制度，发挥市场在资源配置中的决定性作用，让机构、人才、装置、资金、项目都充分活跃起来，形成推动科技创新强大合力。要调整现有行业和地方的科研机构，充实企业研发力量，支持依托企业建设国家技术创新中心，培育有国际影响力的行业领军企业。

科研院所和研究型大学是我国科技发展的主要基础所在，也是科技创新人才的摇篮。要优化科研院所和研究型大学科研布局。科研院所要根据世界科技发展态势，优化自身科技布局，厚实学科基础，培育新兴交叉学科生长点，重点加强共性、公益、可持续发展相关研究，增加公共科技供给。研究型大学要加强学科建设，重点开展自由探索的基础研究。要加强科研院所和高校合作，使目标导向研究和自由探索相互衔接、优势互补，形成教研相长、协同育人新模式，打牢我国科技创新的科学和人才基础。

发挥各地在创新发展中的积极性和主动性，对形成国家科技创新合力十分重要。要围绕“一带一路”建设、长江经济带发展、京津冀协同发展等重大规划，尊重科技创新的区域集聚规律，因地制宜探索差异化的创新发展路径，加快打造具有全球影响力的科技创新中心，建设若干具有强大带动力的创新型城市和区域创新中心。

第五，弘扬创新精神，培育符合创新发展要求的人才队伍。“功以才成，业由才广。”科学技术是人类的伟大创造性活动。一切科技创新活动都是人做出来的。我国要建设世界科技强国，关键是要建设一支规模宏大、结构合理、素质优良的创新人才队伍，激发各类人才创新活力和潜力。要极大调动和充分尊重广大科技人员的创造精神，激励他们争当创新的推动者和实践者，使谋划创新、推动创新、落实创新成为自觉行动。

我国科技队伍规模是世界上最大的，这是产生世界级科技大师、领军人才、尖子人才的重要基础。科技人才培育和成长有其规律，要大兴识才爱才敬才用才之风，为科技人才发展提供良好环境，在创新实践中发现人才、在创新活动中培育人才、在创新事业中凝聚人才，聚天下英才而用之，让更多千里马竞相奔腾。要改革人才培养、引进、使用等机制，努力造就一大批能够把握世界科技大势、研判科技发展方向的战略科技人才，培养一大批善于凝聚力量、统筹协调的科技领军人才，培养一大批勇于创新、善于创新的企业家和高技能人才。要完善创新人才培养模式，强化科学精神和创造性思维培养，加强科教融合、校企联合等模式，培养造就一大批熟悉市场运作、具备科技背景的创新创业人才，培养造就一大批青年科技人才。要营造良好学术环境，弘扬学术道德和科研伦理，在全社会营造鼓励创新、宽容失败的氛围。要加强知识产权保护，积极实行以增加知识价值为导向的分配政策，包括提高科研人员成果转化收益分享比例，探索对创

新人才实行股权、期权、分红等激励措施，让他们各得其所。

在基础研究领域，包括一些应用科技领域，要尊重科学研究灵感瞬间性、方式随意性、路径不确定性的特点，允许科学家自由畅想、大胆假设、认真求证。不要以出成果的名义干涉科学家的研究，不要用死板的制度约束科学家的研究活动。很多科学研究要着眼长远，不能急功近利，欲速则不达。要让领衔科技专家有职有权，有更大的技术路线决策权、更大的经费支配权、更大的资源调动权，防止瞎指挥、乱指挥。要建立相应责任制和问责制度，切实解决不同程度存在的一哄而起、搞大拼盘等问题。政府科技管理部门要抓战略、抓规划、抓政策、抓服务，发挥国家战略科技力量建制化优势。

科技创新、科学普及是实现创新发展的两翼，要把科学普及放在与科技创新同等重要的位置。没有全民科学素质普遍提高，就难以建立起宏大的高素质创新大军，难以实现科技成果快速转化。希望广大科技工作者以提高全民科学素质为己任，把普及科学知识、弘扬科学精神、传播科学思想、倡导科学方法作为义不容辞的责任，在全社会推动形成讲科学、爱科学、学科学、用科学的良好氛围，使蕴藏在亿万人民中间的创新智慧充分释放、创新力量充分涌流。

中国科学院、中国工程院是我国科技大师荟萃之地，要发挥好国家高端科技智库功能，组织广大院士围绕事关科技创新发展全局和长远问题，善于把握世界科技发展大势、研判世界科技革命新方向，为国家科技决策提供准确、前瞻、及时的建议。要发挥好最高学术机构学术引领作用，把握好世界科技发展大势，敏锐抓住科技革命新方向。“桐花万里丹山路，雏凤清于老凤声。”科技创新，贵在接力。希望广大院士发挥好科技领军作用，团结带领全国科技界特别是广大青年科技人才为建设世界科技强国建功立业。

中国科协各级组织要坚持为科技工作者服务、为创新驱动发展服务、为提高全民科学素质服务、为党和政府科学决策服务的职责定位，推动开放型、枢纽型、平台型科协组织建设，接长手臂，扎根基层，团结引领广大科技工作者积极进军科技创新，组织开展创新争先行动，促进科技繁荣发展，促进科学普及和推广，真正成为党领导下团结联系广大科技工作者的人民团体，成为科技创新的重要力量。

各级党委和政府要肩负起领导和组织创新发展的责任，善于调动各方面创新要素，善于发挥各类人才积极性，共同为建设创新型国家、建设世界科技强国凝心聚力。

各位院士，同志们、朋友们！

中国实现现代化，是人类历史上前所未有的大变革。中国实现了现代化，意味着比现在所有发达国家人口总和还要多的中国人民将进入现代化行列。从现在起到新中国成立100年只有30多年时间，我们的前景十分光明，我们的任务十分繁重。

有多大担当才能干多大事业，尽多大责任才能有多大成就。两院院士和广大科技工作者要发扬我国科技界追求真理、服务国家、造福人民的优良传统，勇担重任，勇攀高峰，当好建设世界科技强国的排头兵。

让我们扬起13亿多中国人民对美好生活憧憬的风帆，发动科技创新的强大引擎，让中国这艘航船，向着世界科技强国不断前进，向着中华民族伟大复兴不断前进，向着人类更加美好的未来不断前进！

（来源：新华网）

Call for Papers

2016 IEEE Forum on Integrated and Sustainable Transportation Systems

Sponsored by the IEEE Intelligent Transportation Systems Society
July 10-12, 2016, Beijing, China
http://www.ieeefists.org

FISTS'16 will be held together along with **2016 IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics** and **2016 IEEE International Conference on Vehicular Electronics and Safety.**

Transportation of goods and people plays a vital role in the lives of everyone and in virtually all businesses on earth. The cost of transportation, both personal and freight, accounts for a significant share in the global economy. Traditionally, transportation has been divided into three categories: land (automobiles, trucks, and rail), air and water. There are many issues affecting all of these modes of transportation in the face of increasing demands. New technologies are required to solve these issues. The purpose of FISTS is to bring together world leaders in technology, implementation, and policy management to share information on issues involving land, air, and sea systems.

General Co-Chairs

Nanning Zheng
Xi'an Jiaotong University
Xiaoming Liu
Ministry of Transport of the PRC, China
Fei-Yue Wang
Chinese Academy of Sciences, China

Program Co-Chairs

Liuqing Yang
Colorado State University, USA
Zhiming Ding
Beijing University of Technology, China
Li Li
Tsinghua University, China

Finance Chair

Nan Zhang
Chinese Association of Automation, China

Publication Chair

Lingxi Li,
Indiana University-Purdue University Indianapolis, USA

Exhibition Chair

Chunzhao Guo
Toyota Central R&D Labs., Inc., Japan

Local Arrangements Chairs

Hongxia Zhao
Wuling Huang
Chinese Academy of Sciences, China

Topics

The technical areas include but are not limited to the following:

Sustainable Land Transportation
- Traffic Management
- Traveler Information Services
- Traffic Data Collection and Analysis
- Traffic Estimation/Prediction
- ECO-Friendly ITS applications
- Innovative Transit Systems
- Innovative Goods Movement Systems
- Transportation Solutions for Urban Areas

Sustainable Water Transportation
- Linking Waterways with Road and Rail
- Advanced Propulsion Systems
- Traffic Management/Information Services

Sustainable Air Transportation
- Air Traffic Management Systems
- Aircraft Operations and Fuels

Communication Efficiency
- Green Radio
- Communication Power Systems
- Sustainable Wireless Networks

Integrated Systems
Co-operative Systems
- Innovative Multi-Modal Travel Solutions
- Transportation Infrastructure
- Intelligent Vehicles/Infrastructure
- Crossborder Multimodal Integration

Energy
- Alternative Energy and Fuels
- Innovative Energy Management
- Future Energy Sources

Environmental Issues
- Transport Greenhouse Gas Emissions
- Transport Air Pollutant Emissions
- Transport-related Water Quality Issues

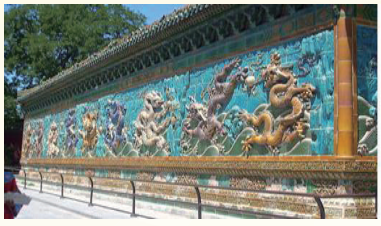
Efficiency Issues
- Capacity Management of Roads
- Capacity Management of Rail
- Throughput Maximization
- Systems Operation Efficiency
- Regulative and Legal Issues

Paper Submission

Complete manuscripts in PDF format must be electronically submitted for peer-review in IEEE standard format. Detailed submission instructions can be found through conference website.

Important Dates

Please visit the conference website at http://www.ieeefists.org for the deadlines.




中国自动化学会

中国自动化学会（Chinese Association of Automation，缩写CAA）于1961年在北京成立，是我国最早成立的国家一级学术团体之一，是中国科学技术协会的组成部分，是发展我国自动化科技事业的重要社会力量。学会现有个人会员近4万人，团体会员近200个，专业委员会33个，工作委员会8个，29个省、自治区、直辖市设有地方学会组织，基本覆盖了我国自动化科学技术领域的各个层面。

中国自动化学会在改革中求发展，不断加强学术影响力、社会公信力、会员凝聚力和自主发展能力的建设。近年来，中国自动化学会重点从学术交流与应用推广、组织建设与会员服务、科技评估与人才评价、课题研究与决策支撑、科学普及与继续教育等几方面开拓创新，推动中国自动化科学和事业的发展和壮大，成为连接政府、产业、学术、科研、会员的重要纽带，致力于成为国内外有影响力的现代社会团组织。

学会品牌学术活动

- 中国自动化大会
- 国家机器人发展论坛
- 智能车发展论坛
- 世界机器人大会
- 钱学森国际杰出科学家系列讲座
- 中国控制会议
- 中国过程控制会议
- 青年学术年会……

学会奖励奖项

- CAA科学技术奖励
- CAA优秀博士学位论文奖
- 杨嘉墀科技奖

会员服务

了解自动化领域前沿科研成果，领略自动化领域专家风采
免费或优惠参加中国自动化大会等顶级学术活动、学术刊物赠阅、技术咨询、成果鉴定、技术培训、人才推荐等增值服务。

官方微信　　官方微博

地址：北京市海淀区中关村东路95号　电话：010-62521822，010-82544542
邮编：100190　邮箱：caa@ia.ac.cn　网站：http://www.caa.org.cn/

中国自动化学会

电话：010-82544542
传真：010-62522248
邮箱：CAA@IA.AC.CN

您想了解自动化领域前沿科研成果吗？

您想免费参加中国自动化大会等顶级学术活动吗？

您想领略自动化领域专家风采吗？

让我们走进中国自动化学会，

一同感触自动化学界的魅力！

在这里，
作为个人会员，您可以：

◆免费获得自动化领域学术刊物和《控制科学与工程学科发展报告》
◆ 优惠或免费参加学会和分支机构主办的学术活动（中国自动化大会、钱学森国际杰出科学家系列讲座、中国控制会议、中国过程控制会议、青年学术年会，等）

作为团体会员，您可以：

◆ 在学会会刊及相关宣传媒介发布专利、项目成果信息
◆ 优先获得学会提供的技术咨询服务
◆ 优先获得学会提供的产品展示、技术培训服务
◆ 优先获得学会提供的成果鉴定、项目验收、奖项申报服务
◆优先获得学会提供的人才推荐、宣传和推广服务

只需一分钟，一切都将实现！

姓　　名		性　　别		出生年月	
专　　业		工作单位		职称职务	
电子邮件				联系电话	
通信地址				邮　　编	

欢迎通过中国自动化学会官方网站WWW.CAA.ORG.CN，中国自动化学会新浪微博（@中国自动化学会微博）以及“中国自动化学会”微信平台与我们互动交流！感谢您对中国自动化学会的关注与支持！

微信二维码　　微博二维码