

我国工业机器人发展现状 与面临的挑战

Development and Challenge of Chinese Industrial Robot

哈尔滨工业大学机电工程学院 赵杰



赵杰

教授 / 博导, 现任哈尔滨工业大学机电工程学院院长、“机器人技术与系统”国家重点实验室常务副主任、哈尔滨工业大学机器人研究所所长、国家“863计划”先进制造领域智能机器人主题专家组组长。学术兼职包括黑龙江省机械工程学会第五届理事会理事、中国人工智能学会智能制造专业委员会副主任委员、中国自动化学会电气自动化专业委员会委员专业组组长、中国电工技术学会电控系统与装置委员会委员专业组组长等。长期从事机器人技术研究, 主持国家自然科学基金项目、国家“863”计划项目、国家重大专项等科研项目 20 余项, 发表论文 280 余篇, 其中 SCI/EI 收录 210 篇, 出版著作 1 部, 申请发明专利 9 项, 获省部级科技奖励 4 项。

从制造业的发展历程看,我国正处于高速工业化进程中,生产手段必然要经历机械化、自动化、智能化、信息化的变革,工业制成品也将经历数量、质量、柔性低成本的发展阶段,目前制造业普遍需要技术和设备升级改造,以增强竞争力,提高经济效益。如何以高质量、低成本、快速反应的手段在市场中生存和发展,已是我国企业不容回避的问题,这些问题为工业机器人的应用提供了巨大的市场需求,也促使我国工业机器人的应用市场日趋成熟,为我国工业机器人产业化提供了难得的机遇,必将在我国改变经济发展模式、调整产业结构、促进传统产业优化升级方面发挥极其重大的作用。

在工业发达国家,工业机器人经历近半个世纪的迅速发展,其技术日趋成熟,在汽车行业、机械加工行业、电子电气行业、橡胶及塑料行业、食品行业、物流、制造业等诸多工业领域得到广泛的应用。工业机器人作为先进制造业中不可替代的重要装备和手段,已成为衡量一个国家制造业水平和科技水平的重要标志。国际机器人联合会(IFR)统计数据显示,2011年全球共新装机器人139300台,较2010年提高了18%。随着新兴应用领域的不断发展,预计到2014年全球工业机器人年产量将以年均6%的速度增长,平均每年将新装167000

台。与此同时,亚洲将成为工业机器人行业发展最快的地区。

我国已经成为世界公认的制造业大国,但随着劳动力成本的不断提高,经济发展模式和制造产业结构调整势在必行,发展高科技产业,提高制造业生产自动化水平,由劳动密集型向技术密集型转变已经成为必由之路。从2010年开始我国工业机器人需求量激增,较2009年增长了1.71倍。预计到2014年需求量将达到32000台,我国将成为全球最大的需求国。国务院关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定中明确指出,“发展战略性新兴产业已成为世

界主要国家抢占新一轮经济和科技发展制高点的重大战略”,该决定将“高端装备制造产业”列为7大战略性新兴产业之一,预计今后10年我国高端装备制造业的销售产值将占全部装备制造业销售产值的30%以上。工业机器人行业作为高端装备制造产业的重要组成部分,未来发展空间巨大。

我国工业机器人发展现状

我国的工业机器人研究开始于20世纪70年代,大体可分为4个阶段,即理论研究阶段、样机研发阶段、示范应用阶段和初步产业化阶段。

前期理论研究开始于20世纪70年代至80年代初期,研究单位分布在国内外部分高校。这一阶段由于当时国家经济条件等因素的制约,主要从事工业机器人基础理论的研究,在机器人运动学、机构学等方面取得了一定的进展,为后续工业机器人的研究奠定了基础。

进入20世纪80年代中期,随着工业发达国家开始大量应用和普及工业机器人,我国工业机器人的研究得到政府的重视和支持。国家组织了对工业机器人需求行业的调研,投入大量的资金开展工业机器人的研究,进入了样机开发阶段。1985年,我国在科技攻关计划中将工业机器人列入了发展计划。1986年,我国将智能机器人列入了国家高技术研究发展计划,这一阶段开展了工业机器人基础技术、基础元器件、几类机器人型号样机的攻关,先后研制出点焊、弧焊、喷漆、搬运等型号的机器人样机以及谐波传动组件、焊接电源等,形成了中国工业机器人发展的第一次高潮。

20世纪90年代为工业机器人示范应用阶段。为促进高技术发展与国民经济主战场的密切衔接,确定了特种机器人与工业机器人及其应用工程并重、以应用带动关键技术和

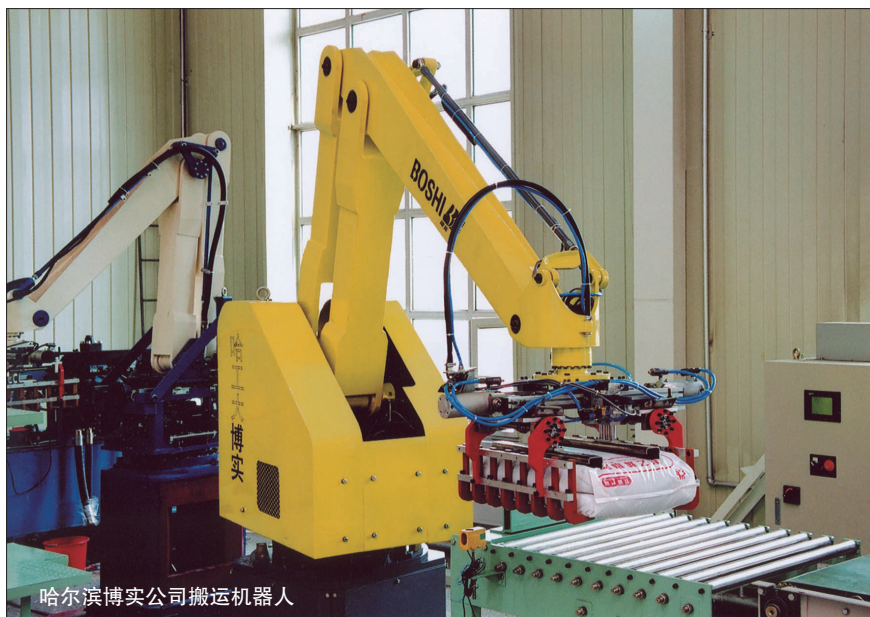
基础研究的发展方针。这一阶段共研制出平面关节型装配机器人、直角坐标机器人、弧焊机器人、点焊机器人及自动引导车等7种工业机器人系列产品,102种特种机器人,实施了100余项机器人应用工程。其中58项关键技术和应用基础技术研究成果达到国际先进水平,先后获得国家科技进步奖21项,省部级科技进步奖116项,发明专利38项,实用新型专利125项。同时为了促进国产机器人的产业化,90年代末,建立了9个机器人产业化基地和7个科研基地,包括沈阳自动化研究所的新松机器人公司、哈尔滨博实自动化设备有限责任公司、北京机械工业自动化研究所机器人开发中心等,为发展我

国机器人产业奠定了基础。

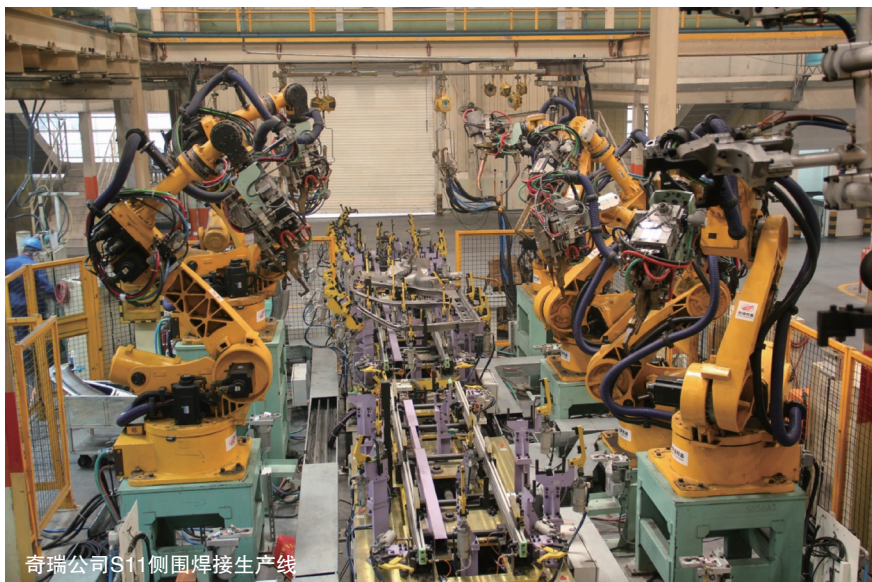
进入21世纪,国家中长期科学和技术发展规划纲要突出增强自主创新能力这一条主线,着力营造有利于自主创新的政策环境,加快促进企业成为创新主体,大力倡导企业为主体,产学研紧密结合。国内一大批企业或自主研制或与科研院所合作,进入工业机器人研制和生产行列,我国工业机器人进入了初步产业化阶段。在这一阶段,先后涌现出新松机器人、博实自动化、奇瑞装备、巨一焊接、广数、沃迪、青岛软控等数十家从事工业机器人生产的企业。具有代表性的有沈阳新松公司自行开发研制的6台RD120-A型点焊机器人及II型电阻焊控制器,实现小红旗、世纪星2种轿车车身组焊线中车身前、后风窗和左、右车门点焊焊装工作交钥匙工程。新松AGV机器人,广泛应用于汽车制造、机械加工、电子、纺织、造纸、卷烟、食品、印刷、图书出版等行业,占据国内AGV市场70%以



沈阳新松公司弧焊、点焊机器人



哈尔滨博实公司搬运机器人



奇瑞公司S11侧围焊接生产线

上的份额,并进入国际市场,先后出口到美国、韩国、俄罗斯、加拿大等国家,开创了国产机器人出口的先河。哈尔滨博实自动化装备股份公司研制的搬运机器人广泛应用于石化行业粉料和橡胶的后处理生产线中,实现年销售近100台。天津大学先后开发Diamond、Delta-S和Cross-IV等具有自主知识产权且性能达到国际先进水平的2~4自由度高速搬运机器人3个系列新产品,在锂电池分选(天津力神应用)、医药软袋(北京双鹤药业应用)、果奶和塑性炸药(云南安化应用)10余条包装和搬运自动化生产线上得到成功应用。巨一自动化公司汽车白车身机器人焊装成套技术已经在一汽、东风、北汽、奇瑞、江淮、长城等国内整车企业与伊朗、埃及等国外的整车企业得到了广泛应用,为客户方提供焊装生产线40多条。奇瑞装备有限公司与哈尔滨工业大学合作研制的165kg点焊机器人,已在线应用约50台,分别用于焊接、搬运等场合,自主研制出我国第一条国产机器人自动化焊接生产线,可实现S11车型左右侧围的生产。上述成果表明了我国工业机器人产业化发展的新局面已初步形成。

综上,我国工业机器人的发展经历了一系列国家攻关。计划支持的

应用工程开发,奠定了我国独立自主发展机器人产业的基础。但是,我国工业机器人在总体技术上与国外先进水平相比还有很大差距,仅相当于国外90年代中期的水平。目前工业机器人的生产规模仍然不大,多数是单件小批生产,关键配套的单元部件和器件始终处于进口状态,工业机器人的性价比较低。伴随我国经济的高速增长,以汽车等行业需求为牵引,我国对工业机器人需求量急剧增加,国际工业机器人知名企业如ABB、FANAC等纷纷在中国建厂,国外知名品牌工业机器人价格逐年下降,制约了我国工业机器人产业的形成和实现规模化发展,我国工业机器人新装机量近90%仍依赖进口。

工业机器人的未来走向

从近几年国外知名企业推出和正在研制的产品来看,新一代工业机器人正在向智能化、柔性化、网络化、人性化、编程图形化发展。

(1) 结构的模块化、可重构化。

研究机构、控制与感知的可重构技术,通过快速重构生成适应新环境、新任务的机器人系统,体现出良好的作业柔性。

(2) 控制系统的开放化、网络

研究控制系统的可扩展性、互操作性、可移植性、可裁减性,机器人由独立系统向群体系统发展。

(3) 驱动系统的数字化、分散化。

通过分布式控制、远程联网和现场控制,实现机器人驱动系统的数字化和网络化的运动控制。

(4) 多传感器融合的实用化。

协同感知系统的实用化及高效可行(特别是针对非线性、非平稳、非正态分布的现实信息)的多传感器融合算法。

(5) 机器人作业的人性化、集成化。

研究以人为核心的作业系统,实现作业过程中机器人群体协调、群智能和人机和谐共存。

(6) 人机交互的图形化、三维全息化。

全浸入式图形化环境、三维全息环境建模、真三维虚拟现实装置以及力、温度、振动等多物理作用效应人机交互装置。

美国、欧洲、日本等国分别在未来自工业机器人的研发中强调了新型人机合作的重要性。奥巴马宣布美国国家机器人计划:创造可与人类操作员密切配合的下一代机器人,使机器人更聪明、更安全,作为人类合作者(Co-robot),使工厂工人有能力完成难以实现的关键任务。欧洲提出了未来十年建设“欧洲机器人技术平台EUROP”的战略规划,力图构造出产业工人的Co-Worker,以图重振欧洲制造业。实现机器人与人共用工具、设备及工作空间,以助手等更为自然的方式为人类提供服务等功能。达到机器人与人类生活行为环境以及人类自身和谐共处的目标。这需要解决多个关键问题,包括:机器人本质安全问题,保障机器人与人、环境间的绝对安全共处;任务环境的自主适应问题,自主适应个体差异、任务及生产环境;多样化器具的

操作问题,灵活使用各种器具完成复杂操作;人-机高效协同问题,准确理解人的需求并主动协助。

我国工业机器人发展面临的挑战

随着我国经济的快速发展和劳动力成本的不断提高,发展高科技产业,提高制造业生产自动化水平,由劳动密集型向技术密集型转变已经成为经济发展模式和制造产业结构调整的必要之路。预计到2014年,我国将成为全球最大的需求国,为我国工业机器人的发展提供了良好的机遇和巨大的发展空间。为适应我国工业机器人快速发展的需要,我们面临着多层次的挑战。

在认识层面上,机器人是最能体现智能制造“高端、智能”特点的核心装备,“高端装备制造产业”被列为7大战略性新兴产业之一,工业机器人行业作为高端装备制造产业的重要组成部分,自主发展工业机器人技术是提升我国智能制造水平的重要手段。必须在政府、企业、研究机构等全范围内形成统一认识,营造科学推进和发展工业机器人的整体氛围,进而形成工业机器人发展的国家力量。

在战略层面上,智能制造已经成为国家重点培育和发展的战略新兴产业核心,智能制造对工业机器人化的需求持续快速增长。因此必须抓住机遇、明确目标、加快步伐、迅速发展;必须形成工业机器人生产制造的优势产业链;必须掌握服务于制造业的工业机器人核心技术。

在应用层面上,目前我国工业机器人应用市场日趋成熟,与国外相比,应用领域较少,产品种类不够丰富。因此,需要全面布局,探索更广泛的应用领域以及工业机器人服务于各领域的发展模式、服务内容、共性技术;重点突破,针对国防、航空、航天等尖端领域的制造需求,实现工

业机器人核心技术的重点突破;完善结构,建立面向不同应用领域的工业机器人系统级解决方案的研发、生产、市场的完整体系。

在技术层面上,现代智能制造新理念对工业机器人发展提出诸多新的要求。制造产品的多品种、少量化发展趋势带来弹性生产需求,要求工业机器人具有高度柔性和高集成度;制造专业细分和更加复杂的制造流程要求工业机器人更加智能化、作业精细化;制造业不断缩短的产品生命周期要求工业机器人具有与之相适应的快速更新和升级能力;工业机器人在提高性能的同时必须遵循低能耗、低排放为特征的绿色制造理念。

我国工业机器人产业化思考

我国工业机器人经历了近30年的发展,已进入了产业化初期阶段,取得多项令人鼓舞的成果,如何抓住我国对工业机器人需求量激增的机遇,实现工业机器人产业的规模化,仍有许多问题值得思考。

(1)国内机器人产业化存在制约瓶颈。

关键元部件依赖进口,特别是在高性能交流伺服电机和高精密减速器方面的差距尤为明显,造成国产工业机器人成本居高不下,严重制约了机器人产业的成熟及国际竞争力的形成;部分研究机构或企业为争取国家项目资助,过度追求高指标、高性能,使得工业机器人成本过高,甚至高于国外同类产品,造成产品无法推广应用;在工业机器人诸多技术方面仍然停留在仿制层面,创新能力不足,制约了机器人市场的拓展;近10几年过分强调工业机器人的系统研发,忽视关键技术突破,使得工业机器人某些核心技术处于实验室阶段,制约了机器人产业化进程。

(2)国内机器人产业化发展有待秩序化。

伴随我国对工业机器人需求的

迅猛增长,多数企业看好工业机器人市场,大量企业蜂拥而上,并且企业实力良莠不齐,势必造成国内工业机器人市场的恶性竞争;我国有近百家公司从事工业机器人研究生产的高校院所和企业,现行的体制造成各家研究过于独立封闭,机器人研究/研发分散,未能形成合力,同一技术重复研究,浪费大量的研发经费和研发时间;国内多数企业热衷于大而全,一些具有较好的机器人关键部件研发基础的企业纷纷转入机器人整机的生产,难以形成工业机器人研制、生产、制造、销售、集成、服务等有序、细化的产业链。

(3)国内机器人产业化发展策略思考。

需要国家在资金、税收、产品销售补贴等各个方面出台相应鼓励政策,在资金、政策上持续支持,鼓励企业采用国产机器人;建立真正的产学研用联盟,形成强大的研究、开发、生产、应用队伍;现阶段应走出追求高指标的误区,着眼点放在高性价比方面;结合国情,不断探索机器人应用的新领域和新模式。

结束语

从制造业的发展历程看,我国正处于高速工业化进程中,生产手段必然要经历机械化、自动化、智能化、信息化的变革,工业制成品也将经历数量、质量、柔性低成本的发展阶段,目前制造业普遍需要技术和设备升级改造,以增强竞争力,提高经济效益。如何以高质量、低成本、快速反应的手段在市场中生存和发展,已是我国企业不容回避的问题,这些问题为工业机器人的应用提供了巨大的市场需求,也促使我国工业机器人的应用市场日趋成熟,为我国工业机器人产业化提供了难得的机遇,必将在我国改变经济发展模式、调整产业结构、促进传统产业优化升级方面发挥极其重大的作用。(责编 亦非)