

立足四大领域 打造国之重器

——访“高档数控机床与基础制造装备”科技重大专项技术副总师兼基础装备组组长王德成

Develop Special China-Made Equipment Based on Top 4 Industries

本刊记者 亦非



王德成

研究员、教授，博士生导师，国务院政府特殊津贴专家。现任国有资产监督管理委员会直属大型科技企业集团——机械科学研究总院副院长兼北京机电研究所所长，是国家科技重大专项“高档数控机床与基础制造装备”总体组副总师兼基础制造装备组组长。主要从事重大装备开发、机械安全与可靠性、机械产品标准化等方面的研究。承担并完成多部著作，发表论文近20篇。近几年先后完成了国家科技重大专项、863计划、科技支撑计划、社会公益计划等重大科研项目十余项。

☞：“高档数控机床与基础制造装备”科技重大专项中提到的“基础制造装备”和“高档数控机床”的具体涵义是什么？两者之间的关联及侧重点有哪些？

【编者按】为解决我国装备制造业大而不强，缺乏自主设计能力和关键技术的突出问题，“高档数控机床与基础制造装备”科技重大专项(04专项)于2009年立项，并付诸实施。适逢第八届中国数控机床展览会(CCMT2014)开幕之际，本刊记者有幸采访到04专项技术副总师兼基础装备组组长、机械科学研究总院王德成副院长，就04专项及中国装备制造业发展等相关问题与其进行了深入的交流。

王德成：“高档数控机床与基础制造装备”作为《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006-2020年)》确定的16个国家科技重大专项之一，面向航空航天、船舶、汽车制造、发电设备制造四大领域。其中，高档数控机床是具有高速、精密、智能、复合、多坐标联动、网络通讯等功能的自动化数控机床，用于金属切削加工、特种加工、成形加工及复合加工等，用途多、类型多、种类多。基础制造装备特指用热加工和表面处理工艺对材料和零件进行成形、改性处理的装备和系统。

可以说，高档数控机床和基础制造装备都是制造设备的装备，都呈现了“精密、高速、复合、智能、绿色”发展趋势。高档数控机床侧重于冷加工，基础制造装备多指热加工设备。

与高档数控机床相比，基础制造装备更多地体现工艺与装备的一体化，是融合自动化、信息化技术的集成系统和成套装备。这两方都是我国制造业不可或缺的主要组成部分，也是四大领域长期发展的重要支撑，这也使得我们的04专项更具基础性、通用性和战略性。

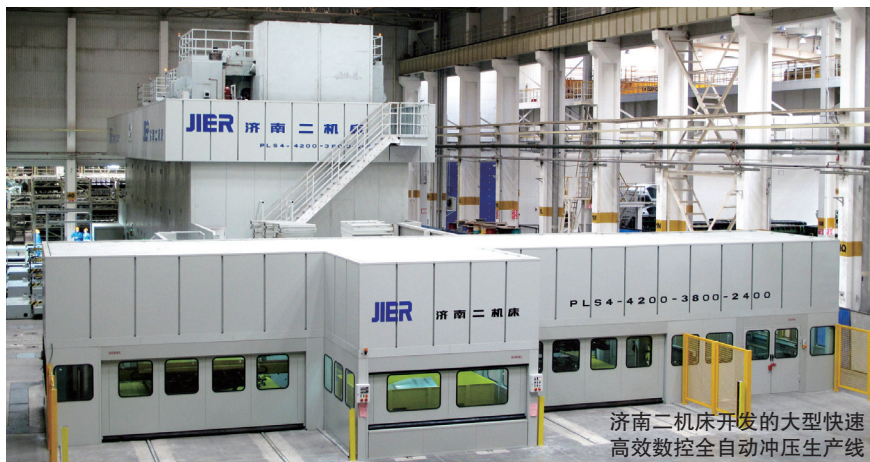
☞：04专项自2009年启动至今已5年，请您介绍一下我国基础装备在这5年中取得了哪些突破？

王德成：5年来，04专项集中优势资源，突破核心技术，在工艺装备开发和共性技术研究上取得了长足进步，从以下几个方面来说：

(1)基础制造装备四大标志性任务：在04专项所实施的十大标志性项目中，基础制造装备领域的4项任务已完成开发并投产使用。由二

重集团牵头研制开发的世界最大吨位 800MN 模锻压机,试制产品最大重量达到 8t,可生产多种军用飞机、民用飞机和工业用高强钢、钛合金和高温合金锻件,创造了世界最重铸锻件、最大焊接厚度和最长机加工件等多项世界第一;内蒙古北方重工业集团的 3.6 万 t 黑色金属垂直挤压机,实现了我国核电大口径无缝钢管制造能力的飞跃;一重集团的大型开合式热处理炉,用于大型转子的批量化生产,代替进口并承接出口订单,突破了我国汽轮机高低压转子热处理能力的技术瓶颈;由济南二机床集团完成的大型高效数控全自动冲压生产线,实现内销 50 余条并出口 5 条的销售业绩,国内市场占有率超过 70%,全球市场占有率也超过 40%,对提高中国汽车产业竞争力具有里程碑的意义。

(2) 我们在基础制造工艺设备开发上也是硕果累累。焊接设备上,哈尔滨焊接研究所开发的 600mm 级大厚度窄间隙埋弧焊接设备、中航工业北京航空制造工程研究所开发的真空电子束焊接设备、上海航天设备制造总厂开发的大型搅拌摩擦焊接设备、首都航天机械公司开发的运载火箭大型贮箱精准化装配与自动化焊接设备,已完成验收,为重力、核电、航空航天等行业提供支撑;铸造设备上,以沈阳铸造研究所开发的 350t 电渣熔铸设备、发动机叶片单晶高温合金真空熔炼浇铸设备和一汽铸造有限公司开发的 3500t 精密卧式实时控制压铸机,打破国外技术封锁,多项填补国内空白;冲压设备上,济南二机床集团开发的覆盖件大型高效数控全自动冲压生产线和扬州锻压机床集团开发的 10000kN 精冲压力机,是大型数控成形冲压设备的代表;重型锻压设备上,四川航空工业川西机器有限公司开发的热等静压装备,通过了航空发动机涡轮盘等关键件验证试验,航天科技四院开发的



济南二机床开发的大型快速高效数控全自动冲压生产线

100t 旋压机,是国内首台自行设计研制的最大吨位强力旋压设备,为我国航空航天领重点型号研制提供了支撑和保障;热处理和表面处理设备上,北京机电研究所开发的真空高温低压渗碳设备,具有渗碳速度快、渗层质量优、无晶界氧化层等特点,对于提高汽车、航空、航天、船舶等传动零部件的使用寿命、整机节能降噪具有重大意义;特种成形设备上,以哈尔滨焊接研究所的 3.5m 大型铸锭切割设备、武汉法利莱切割系统工程有限公司的大功率宽幅面厚板数控激光切割机和三维数控激光切割机,已完成验收并投入使用。

这些基础制造工艺装备代表性成果主要技术指标已达到或超过世界先进水平,在国防及国民经济重点行业投产应用,取得了良好的社会效益。

(3) 共性技术研究方面。航空航天、汽车发动机用铝镁合金、飞机结构件和发动机关键零部件精密挤压、冲压、冷热锻成形技术,核电站“大动脉”的整体主管道锻造技术、大型船用低速大马力柴油机 6 拐组合曲轴锻件制造技术、汽车关键复杂零部件精冲技术、用于锻造组织性能预测的数值模拟软件开发、针对大型铸锻件的 12MeV 工业无损检测技术和高压共轨燃油喷射系统在线精密检测与装配技术,这些共性技术的突破,为主机、数控系统、功能部件提供

了技术支撑,提升了工艺水平和产品质量,为专项成果的推广应用以及目标实现奠定了基础。

04 专项面向四大领域,从数控系统、关键功能部件、整机的设计等方面解决当前国内制造业对于先进制造装备的需求问题,该项目的实施将对中国机床行业产生哪些深远影响?

王德成: 在基础制造装备方面,由于以前我国主要高端装备长期依赖国外进口,国产设备的数字化程度普遍偏低,产品性能不稳定。04 专项对于数控系统的支持和投入,不仅推动了整体数控系统的提升与发展,同时也促进了基础制造装备的工艺模块化和控制数字化的发展进程。目前,基础制造装备已成为数控系统推广应用的重要载体,具有良好的发展趋势和广阔的市场前景。

关键功能部件方面,04 专项支持的很多关键功能部件,都要依靠基础制造装备及相关共性技术的支撑,如导轨、丝杠、模具、床身、刀具等,在成形制造、材料性能、工艺技术等多方面都需要先进基础制造工艺的保障。04 专项对关键功能部件的规划部署,同时也是对基础制造装备及工艺技术的支持投入。

对于机床行业,其实很多基础制造装备,如冲压设备和锻压装备都属于成形类机床,是专项的重要组成部分和重点支持方向,专项对基础制造

装备的整体规划和任务部署必将促进中国高档机床体系的完善和整体水平的提升。

王德成：长久以来，我国基础制造装备的技术水准与国际先进水平存在一定差距，这些差距主要体现在哪些方面？国内装备制造企业需要通过什么手段来提升自身功力？

王德成：通过近十年的努力，我们的装备制造业经过一个快速增长的时期，突破了8万t模锻压机、3.6万t黑色金属挤压机、500t电渣熔铸设备等一批大型、关键、尖端装备，实现大飞机、北斗卫星、天宫一号、三代核电和深潜器等高端制造成果，产值已经代替美国，跃居世界第一。但是，与国外先进水平相比，我们在“绿色、智能、超常、复合和服务”等方面还存在一定差距：

(1)绿色制造是当今世界装备制造业的必然趋势，降低环境污染，节约耗材，减少能源消耗是现在制造工艺发展的主题，这是一个在产品设计、制造、使用、回收整体流程的综合性问题。

(2)与国外先进制造装备比，我们装备的自动化、数控化和智能化程度还有待提高，例如我们的大型压力机，很大程度上依靠人工控制操作，长期使用，造成加工余量大、后续加

工负担繁重。

(3)超常是指我们基础制造装备的极限制造能力，如重载、大型、超高温等等，虽然我们已经屡次刷新了世界超常装备制造的新纪录，但是对于我们高速发展的制造业和国民经济，对于我们实施的大飞机、航空发动机、载人航天、海洋工程等重大项目来说，还远远不能满足需求。

(4)复合，是基础制造装备铸造、锻造、焊接和热处理等多工艺的一体化，由于我国一些主要高端装备长期依赖进口，导致我们制造能力和成套能力较为薄弱，装备的系列化、集成化程度存在差距，例如，汽车制造领域的成套高端装备仍有一定进口。

(5)在服务上，我们需要通过全方位地提高工艺服务、质量保障服务和设备运行服务，建立完整有效的后期服务运行体系，这一点，国外先进装备制造企业做得很好，这也是他们技术实力、制造能力和综合服务水平的又一体现。

(6)另外，我们的基础制造装备还存在一些问题，比如：新材料、新工艺等高端前沿成形装备空缺；高端装备核心基础零部件空心化，缸、阀、控制系统、液压件和泵等，存在一定进口。

这些说明，高端基础制造装备

对于战略性新兴产业发展的制约和瓶颈影响依然存在，应该快速推动高档数控机床和基础制造装备的技术发展和转型升级，满足国防重大科技专项和重大工程的发展急需。

对于基础装备制造企业，要进一步提升企业自身的主机开发制造能力，首先要用好产学研平台，坚持产学研合作，利用高等院校和科研院所基础研究、应用研究和共性技术的优势资源，与企业自身

技术需求及产业应用相结合；二是，企业不能只关注主机开发和关键部件制造，更要加强对制造工艺和共性技术的研究，对于基础制造装备来说，工艺和装备是一体的，没有制造工艺和共性技术支撑，主机装备开发制造能力是难以提升的；三是，不能将专项当作简单的科研任务来完成，要将企业自身发展战略与国家支持方向接轨，在承担国家专项任务的同时，加强企业自身研发的持续投入，加强装备的系列化、智能化开发，举一反三，才能实现企业创新能力的持续提升和长远发展。

王德成：04专项实施的5年中，除了取得的一系列重要成绩外，还暴露了那些亟待解决的问题？


王德成：随着重大专项工程的实施和近年国民经济产业的发展，新的需求不断涌现，技术难度不断提升，尽管专项任务在规划部署上突出重点，但是原有的经费规模尚不能实现支持的持续性和集成性，更不能满足新的技术发展需求。因此，我们也寄希望于后期专项的扩容，通过国家资金的持续牵引，实现基础制造装备的持续性和集成性布局，加强难成形材料的精密成形研究，加强装备的复合化、成套化和智能化研究，加强装备-工艺一体化的验证示范。

04专项实施后，针对四大领域发展急需，在功能部件、数控系统、主机设计、示范工程各个方面，硕果累累，如何“用好”这些成果，同样是我们面临的问题。在这方面，专项已经进行了一些探索，十大标志性装备之一，大型开合热处理设备，解决了核电用百万吨低压整锻转子的热处理需求，而且为高压复合转子研制奠定了基础。另外，04专项技术创新平台，由企业、科研院所、高等院校共同建设，搭建了产学研合作和成果转化应用的高端平台。但是，要真正“用好”这些成果，首先要加强基础制造工艺研究和技术装备的示范验证，并




北京机电研究所研制的真空高温低压渗碳设备

以此为基础,推动装备、工艺一体化的推广应用。另外,我国基础制造装备的底子薄,企业的技术基础比较弱,尚未实现稳定的创新开发能力,专项应该加强对创新平台能力建设的支持,包括新技术领域平台的构建和已有平台的再投入,将其发展为国家级高等数控机床和基础制造装备的研发平台、服务平台、产学研合作平台。

:04专项自启动以来,国内科研院所、装备制造企业、高等院校共同参与,形成了“产、学、研、用”协同攻关的合作模式,请问这种模式的优势何在?


王德成:在04专项规划布局时,就提出坚持以企业为主体,建立“产、学、研、用”技术研发体系。比如,机械科学研究总院在04专项中,联合了数十家行业龙头企业、高校和科研院所,建立长效稳定的产学研合作关系,而这种“产、学、研、用”协同攻关的优势也是显而易见的。首先,通过“产、学、研、用”的创新体系,有利于发挥企业、高校、科研院所的技术优势,举全国之力,集成国家优势资源,突破一批关键技术和主机装备。如,8万t大型模锻压机,就是由二重集团牵头承担,联合机械科学研究总院、中南大学、重庆大学等科研院所和高等院校联合攻关。其次,“产、学、研、用”协同攻关,由单个项目的短期合作发展为长期合作机制,能够形成稳定的研究开发、装备制造、产品应用的创新团队,从而实现重大装备的研发一代、制造一代、投用一代;最后,产学研技术创新联盟也是04专项技术需求的重要来源,通过已有的合作基础,进一步集成技术需求,形成良性循环,保证技术成果服务于四大领域、服务于制造行业、服务于国民经济。

:“十二五”期间,“航空发动机”也被列入到科技重大专项。“航空发动机”专项的开展需要基础制

造装备的广泛参与,您怎样看待两个专项之间的关联。

王德成:航空航天是04专项服务的四大领域之一,航空发动机是整个飞机的核心部分,基础制造装备主要为发动机关键零部件制造提供冷、热成形装备、热处理和表面处理设备以及装配检测装备,对装备的性能、指标、可靠性的要求很高。目前,04专项已经针对航空发动机的涡轮盘、叶片、机匣等制造需求开展了多技术多领域的工艺研究和装备开发,很多航空发动机生产企业参与其中。


“航空发动机”专项,更关注于发动机本身的制造,包括整体、零件和总成的开发。虽然侧重点不同,但是,两个专项都针对航空发动机的制造进行研究开发,同样服务于航空航天领域。“航空发动机”专项的实施,为基础制造装备带来更多挑战和任务,在支持国产航空发动机自主研发制造的同时,也有利于基础制造装备的技术水平和创新能力的提升。两专项互为依靠,共同实施,使得双方领域合作更加紧密多样,攻关任务更加丰富聚焦,平台更加高端广阔,你中有我,我中有你,共克难关,共谋发展。

:目前,中国正处于“十二五”的关键时期,04专项在“十二五”期间要达成怎样的目标?专项课题的承担单位应该做好哪些工作?

王德成:根据04专项的规划和部署,“十二五”的主要任务是核心关键技术的攻关,围绕四大领域、国防军工及战略性新兴产业的发展需求,研制一批重大、精密、成套装备,掌握主机、数控系统及功能部件的核心技术,打造完整的高档数控机床和基础制造装备产业链。对于基础制造装备,重点开展铸、锻、焊、热处理、表面处理的关键、重型设备开发和核心工艺技术研究,如汽车大型多工位伺服压力机生产线、发动机叶片定向(单晶)空心叶片精密铸造装备、用于兵器工业的精锻机、大型铸/锻/焊

件制造、近净成形技术等。

对于课题承担单位,我希望课题单位能够站在国家的高度,高质量地完成课题任务,掌握核心技术,为四大领域提供有效支撑。同时,结合企业自身发展,专项核心技术的举一反三,扩大成果转化应用,促进产业转型升级。

:中国工业正处于转型期,开始由“中国制造”向“中国创造”转变,在这个过程中,国产基础制造装备将扮演什么角色?未来的中国制造业会有哪些特点?

王德成:就象基础制造装备在四大领域中扮演的工业母机的角色一样,在整个中国工业转型期,基础制造装备将扮演更为重要宽广的母机角色并发挥重要作用。中国工业由“高投入、低产出、粗放发展”的现状向“低投入、高产出、集约增长”转型发展中,我国航空航天、汽车制造、能源发电、舰艇船舶、国防科工等战略重点领域,离不开基础制造工艺、技术和设备的支撑,战略新型产业的形成和发展,更需要大量具有自主知识产权的基础制造装备。而基础制造装备,必须服务于行业,服务于产业,服务于国防工业和国民经济,才能取得自身的长足发展。

在未来一段时期,我国的制造业还会保持较为平稳的增长,但是,与前期的粗放式快速发展相比,将更加注重产品附加值的提升、产业结构的调整和国际竞争力的强化,减少能源消耗和污染排放,高技术产品的比重不断提升,实现“技术尖端化、环境友好化、结构合理化”的良性持续发展模式,最终走上了依靠技术进步和产品创新获取高额利润的集约发展道路。对于基础制造装备,“绿色化、智能化、复合化、高端化”是必然趋势,为制造业转型升级提供重要支撑,大力发展我国基础制造共性技术和关键制造装备,是中国制造向中国创造的关键。 (责编 小城)