

第1篇

智造基础——装备

◀ 第1章 ▶

制造硬实力：增强工业“五基”

推进产业基础攻坚,重点发展工业“五基”。工业“五基”是在工业“三基”的基础上发展而来的,工业“三基”是指机械基础件、基础制造工艺和基础材料产业(简称“三基”产业)。2015年,《中国制造2025》在工业“三基”的基础上,进一步提出产业技术基础作为工业发展的“第四基”,强调质量为先,提出核心基础零部件和元器件、先进基础工艺、关键基础材料、产业技术基础,简称“四基”,这是工业的基础能力。为推动产业基础高级化,2016年,国家制造强国建设战略咨询委员会发布了《工业“四基”发展目录(2016年版)》,2021年,国家产业基础专家委员会组织60余位院士、1000多位专家研究编制了《产业基础创新发展目录(2021年版)》。该目录在《工业“四基”发展目录(2016年版)》基础上,又新增了工业基础软件,构成了“五基”(即基础零部件和元器件、基础材料、工业基础软件、基础制造工艺及装备、产业技术基础)创新发展目录。工业“五基”是工业强国的基础支撑,也是产业的核心竞争优势。

增强工业“五基”能力,确保核心环节自主可控,加速国产化替代进程。党的二十大报告明确提出,建设现代化产业体系的战略任务,实施制造强国、质量强国、航天强国、交通强国、网络强国、数字中国等“六大强国”战略,强调要深入实施产业基础再造工程和重大技术装备攻关工程,筑牢全产业链基础产品与技术的自主安全根基,全面推动制造业高端化、智能化、绿色化发展。

1.1 制造大国之困与制造强国之基

2013年11月,大型工业电视纪录片《大国重器》在中央电视台隆重播出。该片重点关注我国装备企业自主创新和转变发展方式的成功经验,以全景式、史诗式

的磅礴气势,用感人的叙事手法,展现和讴歌了中国装备制造业的“国家队方阵”,记录了中国装备制造业从筚路蓝缕到凤凰涅槃的壮丽征程。中国装备制造业向高端制造进军的未来前景,令所有观众都感到由衷的钦佩和赞叹。该片一度创下了纪录片在中央电视台各节目中的收视新纪录。是什么创造了这个奇迹?是什么锁住了观众的眼球?是什么打动了观众的心灵?观众一致认为是该片的主题——中国装备制造业。

时隔10年后,中央电视台于2023年再次推出大型工业纪录片《智造中国》,继续感知中国智造的蜕变,讲述“中国制造”跃迁“中国智造”,新型工业化加速推进,人工智能、数字孪生等新一代信息技术赋能中国制造业升级,智能制造的工业之新鲜活展现在机床、机器人、风电装备、航空装备等装备制造业的精美画卷中。

制造业总体上可以分为装备制造业和最终消费品制造业,装备制造业是为经济各部门进行简单生产和扩大再生产提供装备的各类制造业的总称。制造业是工业的核心,而装备制造业却是制造业的核心。按照《国民经济行业分类》(GB/T 4754—2017),装备制造业主要包括八大行业:①金属制品业;②通用设备制造业;③专用设备制造业;④交通运输设备制造业;⑤电气机械和器材制造业;⑥计算机、通信和其他电子设备制造业;⑦仪器仪表制造业;⑧金属制品、机械和设备修理业。

装备制造业是制造业的脊梁产业。2016年,工业和信息化部首次发布《制造业“单项冠军”企业培育提升专项行动实施方案》,开始遴选制造业“单项冠军”企业。制造业“单项冠军”企业是指长期专注于制造业某些特定细分产品市场,生产技术或工艺国际领先,单项产品市场占有率位居全球前列的企业。截至2023年年底,中国制造业前七批“单项冠军”行业(如图1-1所示)中,通用设备制造业获得“单项冠军”产品55个,“单项冠军”企业66家;专用设备制造业获得“单项冠军”产品58个,“单项冠军”企业44家。这些装备制造业的代表行业,在制造业所有行业中成为获奖数量最多的行业,显示了我国装备制造业的国家实力。

装备制造业是价值链的战略性产业。装备制造业具有复杂性、系统性、技术关联性等特征。每一台装备都是由成百上千,甚至上万个零件和元器件组成,每一个零件和元器件的材质、工艺、质量标准都不尽相同。当前,我国装备制造业的基础还相对薄弱,整个产业还处于全球价值链的低端,主要还是劳动密集型的加工、组装和生产环节,经济附加值较低。大部分高附加值环节,如关键元器件、操作系统等由发达国家掌控,跨国公司占据了全球价值链的高端环节。

“基础不牢,地动山摇”。关键、核心技术是要不来、买不来、讨不来的。一直以

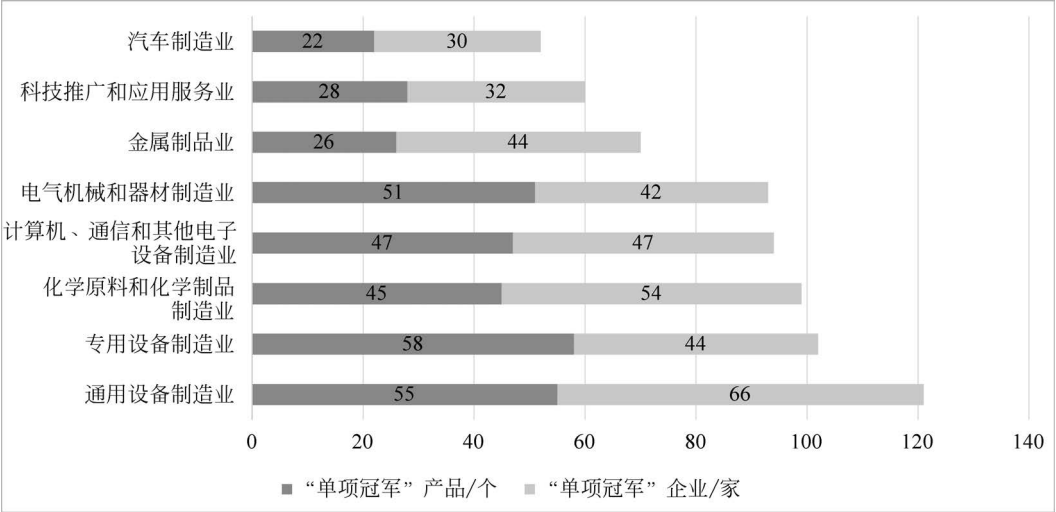


图 1-1 中国制造业前七批“单项冠军”中的领军行业

来源：根据工业和信息化部、中商产业研究院数据整理。

来，中国制造小到一支圆珠笔的笔芯钢珠，大到高铁的轴承、大飞机的发动机，都长期依赖国外进口。我国产业基础整体发展水平有待提升，部分关键核心技术仍存在明显差距。工业基础产品在国际市场竞争中优势不足，存在低端产能过剩与高端供给不足的结构性矛盾，整体质量效益仍需提高。创新驱动发展机制尚未完全形成，产业基础领域共性技术储备不足，具有突破性和颠覆性的重大创新成果相对较少。

发展高端装备制造业是发展制造强国的基础。高端装备主要包含工业机器人、高端数控机床、农机装备、工程机械、医疗装备、智能检测装备和增材制造装备等。进入新时代，高端装备制造业的重要性主要表现在以下两个方面。

1. 高端装备制造业是引领中国制造的关键领域

中国制造十大重点领域中有八个直接涉及装备制造领域。2015 年 5 月，中国政府发布《中国制造 2025》纲领，这是中国实施制造强国战略第一个十年的行动纲领，明确了面向未来发展的十大重点领域，着力发展智能装备和智能产品，推进生产过程智能化，培育新型生产方式，全面提升企业研发、生产、管理和服务的智能化水平，在重点领域试点建设智能工厂、数字化车间。纲领提出了“创新驱动、高端引领、基础支撑、绿色发展”的方针。所谓“高端”，主要体现在三方面：第一，技术含量高，表现为知识、技术密集，体现多学科和多领域高精尖技术的集成；第二，处于价值链高端，具有高附加值的特征；第三，占据产业链的核心部位，其发展水平决定产业

链的整体竞争力。纲领的核心是智能化制造,涉及各领域都和智能化紧密联系。如图 1-2 所示,在《中国制造 2025》十大重点领域中,高档数控机床和机器人、航空航天装备、海洋工程装备及高技术船舶、先进轨道交通装备、节能与新能源汽车、电力装备、农业机械装备、生物医药及高性能医疗器械这八大领域直接涉及装备制造领域。

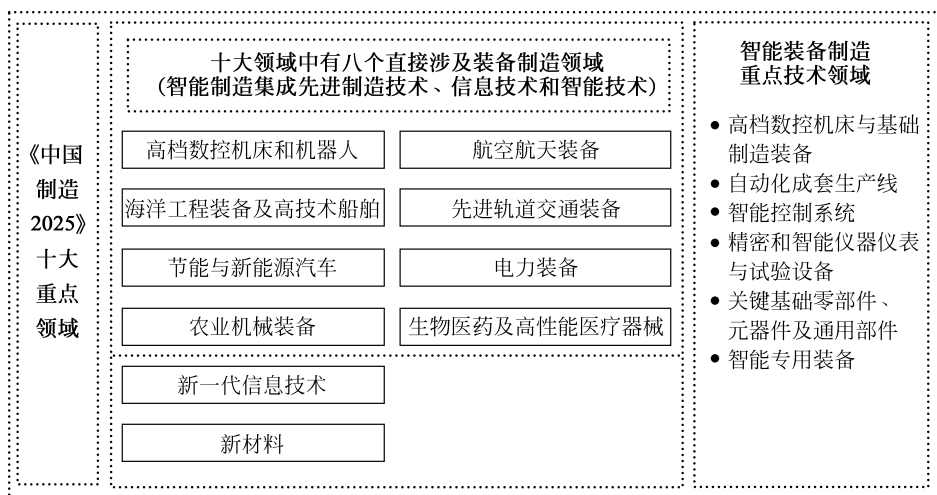


图 1-2 《中国制造 2025》十大重点领域的装备制造业

装备制造业是制造业的联动产业。装备制造业为国民经济发展提供技术装备的支持,是制造部门的工作母机,并肩负着带动相关产业发展的重任。该产业是联动战略性产业,是基础工业的心脏,是支撑国家综合国力的重要基石,并具有技术含量高、产业带动能力强、辐射范围广等特点,直接影响国家和地区的工业化、现代化的综合竞争力水平。而其中重大技术装备产业的发展更是需要跨部门、跨行业、跨地区合作才能完成并应用。

2. 高端装备制造业是未来产业发展的主攻方向

高端装备制造业是新质生产力的核心产业。2012—2021 年的这 10 年,装备工业增加值年均增长 8.2%,始终保持中高速增长,其增加值占规模以上工业增加值比重为 30% 以上,产值占全球的比重超过 1/3,居世界首位。21 世纪以来,从世界范围内来看,世界装备制造业生产国和消费国主要是美国、德国、日本、中国、意大利、韩国。中国是世界第二大经济体,从装备制造业的体量来说,中国是世界第一,并且也是世界上最大的装备消费国。当前,世界各国企业的竞争已经集中在智能制造领域,中国企业要想在世界市场上独树一帜,就必须抢占智能制造的高峰。如图 1-3 所示,高端装备制造业是新质生产力的核心产业,是战略性新兴产业的重要

组成部分,是未来产业智能制造的重点领域,是现代化产业体系的坚实支撑。

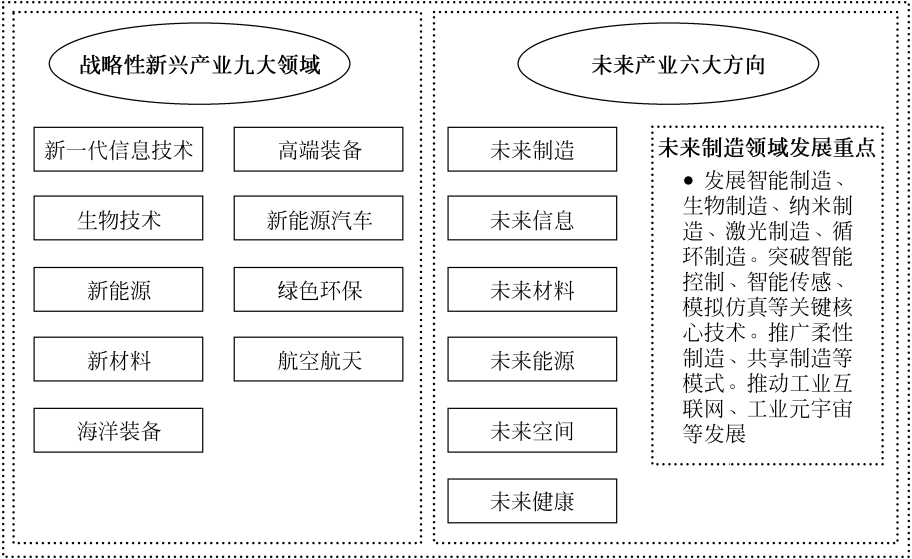


图 1-3 新质生产力的核心产业

围绕新质生产力布局全球产业链供应链,深度嵌入全球价值链分工。据中国海关统计,2023 年,体现产业配套和集成能力的装备制造业占我国出口总值的比重高达 56.6%。大力发展高端装备制造业,突破装备数字化关键核心技术、基础零部件、关键软件等短板弱项,对于加快转变经济发展方式,实现由制造业大国向制造强国转变有着重要意义。

1.2 以“母机”——机床行业为例

1.2.1 大国重器的“东芝事件”

机床曾经引发美国、日本、苏联三个大国的国际争端,历史上称为“东芝事件”。日本东芝机械公司违背巴黎统筹委员会对社会主义国家实行禁运和贸易限制的相关条约,背着巴黎统筹委员会向苏联出售高精密的、加工船用螺旋桨的 4 台“9 轴联动数控机床”(后期披露还包括 5 轴数控机床),这类机床在当时属于最先进的工业装备,苏联根本无法自行设计制造。

巴黎统筹委员会是 1949 年在美国提议下秘密成立的组织,因总部设在巴黎,通常被称为巴黎统筹委员会(简称“巴统”)。成员国是当时西方阵营的发达国家,

成立这一组织的目的是限制向社会主义国家出口战略物资和高新技术。

1979年，苏联开始和日本东芝机械公司频繁接触，准备购买日本机床。日本东芝机械公司在高额利润的驱使下，最终决定进行这笔风险极大的交易，经过多次讨价还价，向苏联出售了4台MPB-110型9轴数控大型船用螺旋桨铣床机床，成交额高达37亿日元（约1800万美元）。为了掩人耳目，东芝机械公司采取分装、伪造书面文件等方式完成真正的交易。1982—1983年，数控机床经绕道挪威，最终到达苏联北部军港列宁格勒。此外，苏联还在1984年秘密向东芝机械公司购买了禁售的5轴铣床和铣刀、关键零部件以及软件程序。东芝机械公司派出技术人员协助苏联组装和调试，苏联很快将机床投入高性能螺旋桨的加工中，成功生产出了大量技术性能先进的核潜艇。

1986年10月，美国“奥格斯格”号核潜艇在直布罗陀海峡巡弋时，突然发生猛烈的震动，疑似撞到海底礁石，然后惊讶地发现一艘苏联核潜艇正从左前方急速驶离，苏联核潜艇居然能成功躲过美军最先进的立体反潜系统，从其眼皮下消失。这次事件让美国感到无比震惊，在此之前苏联核潜艇的技术在美军眼里根本不值一提。

1985年，当时参与机床买卖的日本和光交易株式会社首席代表熊谷于向美国“巴统”揭发了“东芝事件”。消息败露后，美国不断向日本施压，并对日本进行了贸易制裁。1987年，东京警视厅以涉嫌违反《外汇及外国贸易管理法》的名义，对东芝机械公司提出诉讼。以美国为首的“巴统”对日本和东芝机械公司进行了极其严厉的惩处，日本首相中曾根康弘被迫因这种“危害双边安全”的行为向美国致歉，日本方面还花费了1亿日元在美国和日本的50多家报纸上整版刊登“悔罪广告”，公司负责人也被迫辞职。这就是历史上著名的“东芝事件”。

1994年，“巴统”正式宣告解散，取而代之的是以美国为首的西方国家于1996年签订的《瓦森纳协定》，继续限制对华出口高端产品和技术。早期的禁运清单主要包括军事装备、尖端技术产品和稀有物资等，后期扩大到半导体、网络软件等领域，这是发达国家试图通过科技封锁阻止中国强大的枷锁。虽然随着冷战的结束，“巴统”早已消失，但西方国家对中国的禁运和技术封锁并没有随之结束。直到今天，美国、日本等国家将中国的崛起视为一种极大的威胁，仍然禁止向中国出售高技术制造装备，包括五轴联动数控机床等高端数控装备。“东芝事件”虽然已经过去了几十年，但是带给我们的启示却不该被遗忘。

美国曾傲言：就算公开B2“幽灵”隐形轰炸机图纸，中国也无法仿制！B2“幽灵”隐形轰炸机是美国最先进的隐身轰炸机，研制生产于20世纪80年代，单价高达24亿美元，不仅搭载美国最先进的发动机，而且没有垂直尾翼，且机翼超过了

52m。这种战机身上没有一个焊点,哪怕一个铆钉,这是因为 B2“幽灵”隐形轰炸机机身是一体冲压成型。通过机床让 50m 翼展的庞然大物一直保持极高的参数精度,体现了美国高端机床的工业制造能力。

高精机床是我国工业迈向高端的一道坎。时至今日,部分发达国家卖给中国的高端机床也只允许部分使用权,限制关键功能。购买合同中有厂家安装、功能限制、移机跟踪、厂家维修等众多苛刻的使用要求,让我国厂商无法进行高级精密度加工,无法拆卸仿制。一旦使用范围超出合同要求,机床系统就会被锁死,要解开还要另外支付高额费用。

机床是制造机器的机器,制造业中最基础的装备就是机床,它被誉为“工业母机”。机床行业本身规模不大,虽然机床行业在中国 GDP 贡献中占比只有不足 0.3%,但是其重要性不能仅用经济数据衡量,机床行业支撑的工业体系,关系到国家的战略安全。近年来,国家领导人特别重视中国机床企业的发展。2013 年,习近平总书记视察沈阳机床曾指出,“技术和粮食一样,靠别人靠不住,要端自己的饭碗,自立才能自强。实体经济是国家的本钱,要发展制造业尤其是先进制造业。”2013 年,习近平总书记视察武汉重型机床集团,强调“工业是我们的立国之本,要大力发扬自力更生精神,研发生产我们自己的品牌产品,形成我们自己的核心竞争力”。

党的二十大报告指出,要以新安全格局保障新发展格局。“工业母机”机床的作用是极其关键的,小到普通机械、电子器件,大到汽车船舶制造、国防军工等行业都与之息息相关。大力发展高端数控机床,坚持重点领域的安全与发展,实现国家工业现代化。

1.2.2 中国“十八罗汉”看发展

没有机床就没有新中国的工业化。新中国成立以来,为了从农业国转变成工业国,我国参照苏联模式和技术,大力发展工业,建设先进工业国。新中国的工业从机床开始,机床上游涉及冶金、材料、模具、电气等各种技术和工艺,下游涉及军工、民用等各个行业的生产制造。提起中国的机床发展史,不得不从“十八罗汉”开始。1952 年,国家第一次工具机会议后,确定了“一五”建设期对中国机械厂的改造升级,初步建立了中国早期机床厂的雏形。1955 年,沈阳第一机床厂生产出 C620-1 普通车床,这是中国人自己生产的第一台普通机床,并被印在了 1960 年版 2 元面值人民币上。1958 年,清华大学提议研究数控铣床,在苏联援助之下,联合北京第一机床厂研制出了中国第一台数控机床,仅比世界第一台数控机床晚了 6

年。此后,通过“大三线建设”,全国各地陆续兴建了 33 家机床企业,具有代表性的当属 18 家骨干机床企业,俗称中国机床业的“十八罗汉”。在中苏关系破裂后,面对国外技术封锁和进口限制,“十八罗汉”企业为我国机床行业发展立下了汗马功劳,肩负着中国工业装备的发展,支撑着中国制造的崛起,有过辉煌,也有过落寞。

如表 1-1 所示,曾经辉煌的“十八罗汉”中有 17 家企业经历了体制改革和业务重组,通过资源整合以增强市场适应能力。目前 100% 国有控股的企业就剩下济南第二机床厂,在市场整体调整,全行业产销下滑的背景下,保持竞争优势,实现逆势上扬,订单有增无减。济南第二机床厂一直坚守主业,是我国技术能力最强的生产大吨位锻压机床的企业。这家曾经生产过中国第一台大型龙门刨床和中国第一台大型闭式机械压力机的老牌国企,过去承担了中国汽车冲压生产线的装备制造,被誉为“中国汽车工业的装备部”。自 2011 年以来,公司整套汽车冲压生产线装备开始出口美国、日本、欧洲市场。这是中国机床企业产品首次走进美国福特、通用、克莱斯勒等汽车生产工厂。

表 1-1 “十八罗汉”机床企业现状

序 号	公 司 名 称	产 品 业 务	现 状
1	齐齐哈尔第一机床厂	立式车床	中国立式机床生产基地,2000 年改组为齐重数控,2007 年被浙江天马公司收购
2	齐齐哈尔第二机床厂	铣床	曾研制中国第一台数控立铣、第一台数控龙门铣等铣床,2008 年并入中国通用技术集团
3	沈阳第一机床厂	卧式车床、专用车床	曾生产新中国第一台机床、第一台数控机床、第一台卧式铣镗床等;1993 年,一机床、二机(中捷厂)床、三机床、辽宁精密仪器厂联合组建了沈阳机床股份有限公司;2012 年机床收入世界第一;2019 年破产后并入中国通用技术集团
4	沈阳第二机床厂	钻床、镗床	
5	沈阳第三机床厂	六角车床、自动车床	
6	大连机床厂	卧式车床、组合车床	中国卧式机床和组合机床生产基地,曾连续多年居全国机床工具行业首位;2019 年破产后并入中国通用技术集团
7	北京第一机床厂	铣床	中国第一家制造数控铣床的企业;2010 年整合北京第二机床厂,组成北一机床厂
8	北京第二机床厂	磨床、牛头刨床	2010 年被北京第一机床厂收购
9	上海机床厂	外圆磨床、平面磨床	前身江南机器制造总局,曾是中国最大精密磨床制造企业;2006 年并入上海电气集团
10	济南第一机床厂	卧式车床	曾生产第一台五尺马达车床;2013 年改制重组;山东威达全资并购济南第一机床厂
11	济南第二机床厂	龙门刨床、压力机	“十八罗汉”中唯一未改制的企业,是中国规模宏大、品类齐全的锻压设备机床企业

续表

序 号	公 司 名 称	产 品 业 务	现 状
12	武汉重型机床厂	车床、铣镗床、磨床	曾是中国重型机床规格最大、品种最全的生产基地；2011 年并入中国兵器工业集团
13	无锡机床厂	内圆磨床、无心磨床	中国无心磨床、内圆磨床、轴承磨床等机床生产基地；2003 年转制为民营企业；2014 年并入新苏集团
14	南京机床厂	六角车床、自动车床	成功试制新中国第一台自动车床；2007 年改制为南京第一机床厂，2008 年成立南京机床产业有限公司
15	昆明机床厂	镗床、铣床	中国镗床生产基地；1994 年上市；2005 年被沈机集团收购；2017 年破产退市
16	长沙机床厂	牛头刨床、拉床	中国拉床生产基地；2006 年被湖南友谊阿波罗收购；2016 年宣布破产
17	天津第一机床厂	齿轮机床、磨床	中国数控插齿机、铣齿机等齿轮机生产基地；2021 年并入中国通用技术集团
18	重庆机床厂	滚齿机	中国齿轮机床诞生的摇篮，数控齿轮机床生产基地；2005 年改制成立重庆机床集团

改革开放初期，中国机床企业开启对外合作的步伐。机床厂采取技术引进、购买生产许可证等合作方式生产数控机床，中国机床质量有了稳步提高。20 世纪 90 年代初，“八五”期间，国家提出了机床数控化改造的方针，组织开发自主知识产权的数控系统。“九五”期间，机械工业部制定了中国发展数控机床的总方针。“十一五”期间，《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020 年）》《国务院关于加快振兴装备制造业的若干意见》《装备制造业调整和振兴规划》等重要政策性文件纷纷将数控机床行业的发展提到重要位置，并规划了具体产业的发展方向。中国机床这一时期取得了众多突破性的成就，如表 1-2 所示，一件件国之重器走向市场，彰显了中国制造的底气。2009—2018 年，中国金属加工机床在生产、消费和进口三个方面均列世界第一。2015 年，《中国制造 2025》明确提出，要加快高档数控机床等前沿技术和装备的研发，到 2025 年高端数控机床与基础制造装备国内市场占有率将超过 80%。随着国家一系列产业政策的密集落地，中国机床产业正进入全面转型升级的关键阶段，但同时又面临诸多历史挑战与现实难题。

表 1-2 2006—2015 年中国机床制造的大国重器

企 业	产 品	时 间	相 关 介 绍
武汉重型机床集团有限公司	世界最大超重型数控卧式机床	2006 年	该机床身长约 50m，重约 1450t，最大回转直径达 5m，加工精度为 0.008mm，是具有完全自主知识产权的重大国产化装备