

刘 荣
0755-82943203
liur@cmschina.com.cn

2009年10月9日

日本机床行业竞争力崛起及其借鉴

工业

机械

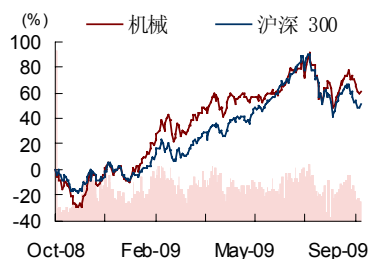
上证指数 2779

行业规模

		占比%
股票家数(只)	89	5.6
总市值(亿元)	5279	2.6
流通市值(亿元)	3121	3.2

行业指数

%	1m	6m	12m
绝对表现	-1.3	11.8	46.6
相对表现	0.0	-9.1	12.7



相关报告

本报告的亮点在于收集了日本机床行业过去三十年的数据,利用“波特钻石理论模型”分析日本机床行业在上个世纪70年代后国际竞争力崛起的驱动因素,希望对判断中国机床行业乃至装备制造业发展方向有所借鉴。

- **过去三十年是日本机床出口稳步提高,国际竞争力崛起的阶段。**回顾日本GDP、机床产值及进出口数据,日本机床行业与日本乃至全球经济周期性变化相关,机床行业景气度略滞后于GDP的变化。虽然自1970年以后,日本机床行业受宏观经济影响经历了6次衰退,但是日本机床的产值1982年超过德国后一直居世界第一。
- **日本机床工业的两个发展阶段:**一是政策和投资拉动阶段,20世纪50-70年代,日本经济增长方式主要是政府投资驱动,日本政府投资占设备投资之比在20%左右,同时政府出台措施加快设备更新;二是出口拉动阶段,1978年以后日本机床业出口比重增加,海外的机床订单从1970年的6.7%增长到1990年的26.4%,1990年后日本经济泡沫破裂,本土制造业开始萎缩,需求陷入低迷,而海外订单比例持续提高,到2008年来自海外的订单已经超过国内需求达到了56.4%。
- **日本机床行业竞争力诸因素分析:**日本政府在机床工业发展中的功劳卓著;生产要素高级化助推机床行业发展,其中包括劳动力素质提高和自主创新;机床工业与上游零部件及下游汽车工业同步发展,并形成产业集群;日本机床企业战略重点围绕技术创新、质量管理;二十世纪80年代美国机床行业的衰退使日本迎来机遇,国际产业转移偶然中存在着必然性。
- **历史如此之相似。**上个世纪七十年代,日本制造业崛起之时面临过石油危机的考验,制造业调整的时间为两年;中国在本世纪的金融危机中受益政府4万亿投资计划拉动,机械产品需求的恢复程度远好于其它国家和地区。与上世纪80年代的日本类似,中国也面临着货币升值的压力。与日本70-80年代类似,中国仍将享受“人口红利”。
- **天时地利:**中国机床工业处于中国制造业大发展的背景之中,中国又是全球最大的机床市场;同时,中国还是汽车和工程机械全球最大的生产基地。制造业向中国转移的趋势不可阻挡,历史经验证明制造业转移与机床行业的发展相辅相成,当年日本汽车工业崛起为机床带来全球需求。
- **历史不会简单重复,路漫漫其修远兮。**机床需求与制造能力不匹配;技术引进受制于人,技术创新速度缓慢;中国机床产业政策不到位,研发投入大,回收周期长;行业集中度不高,收购兼并受地域分割限制;机床企业以国有股权占主导,历史负担重,公司治理结构与企业机制有待完善。

正文目录

一、日本机床行业竞争力分析框架.....	4
二、日本机床工业发展概况	5
1 日本机床工业发展历程.....	5
2 机床行业显著的周期性特点.....	5
3 日本机床工业的发展两阶段.....	6
(1) 政策和投资拉动阶段.....	6
(2) 出口拉动阶段.....	7
三、日本机床行业竞争力诸因素分析	8
1 日本政府在机床工业发展中的功劳卓著.....	8
2 生产要素高级化助推机床行业发展.....	9
(1) 具备充足的高素质劳动力.....	9
(2) 自主创新推动生产要素升级	10
3 上下游产业集群分析	11
(1) 产业链分析	11
(2) 上游零部件产业：唇齿相依	11
(3) 下游汽车工业发展推动机床行业创新	13
4 企业战略：重视技术创新与质量管理	14
(1) 企业案例之一：FANUC	15
(2) 企业案例之二：NSK.....	16
5 机会：制造业国际转移.....	16
(1) 美国制造业的衰退	17
(2) 机床成本过高.....	17
(3) 美国机床工业对人才培养和管理不利.....	17
(4) 机床产业政策误导	17
四、日本机床行业发展对中国的借鉴	18
1 历史如此之相似	18
2 历史不会简单重复，路漫漫其修远兮	19
(1) 机床需求与制造能力不匹配	19
(2) 技术引进受制于人，技术创新速度缓慢	19

图表目录

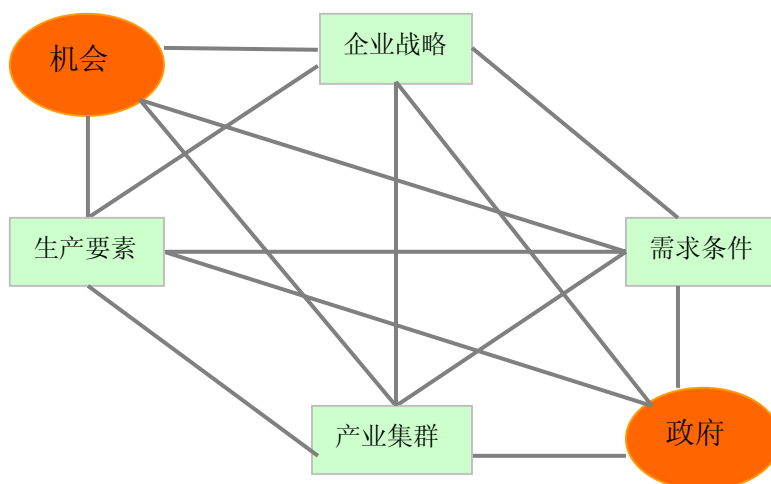
图 1：波特钻石理论模型.....	4
图 2：1971-2008 日本机床产业发展与宏观经济走势.....	6
图 3：1955-1991 日本设备投资示意图	6
图 4：1971-1990 日本机床产值与设备投资的关系	7

图 5: 1970-1990 数控化率及海外订单变化	7
图 6: 日本人口结构	9
图 7: 日本理工系学生人数	10
图 8: 日本一般机械行业从国外引进专利数量	10
图 9: 日本机床专利数量	10
图 10: 1970-2008 日本单台机床产值和重量的变化	11
图 11: 日本机床数控化率示意图	11
图 12: 机床产业链示意图	11
图 13: 1999-2009 机床产值和附件产值	12
图 14: 日本机床滚珠丝杠生产商分布	12
图 15: 日本机床直线滚动导轨生产商分布	12
图 16: 日本机床主轴生产商分布	13
图 17: 日本机床产值前 20 名的生产商分布	13
图 18: 2008 年日本机床国内机床订单构成	13
图 19: 日本机床产值与日本汽车产量示意图	13
图 20: 日本主要电机产商分布	14
图 21: 日本主要家电生产商分布	14
图 22: 日本主要工程机械生产商分布	14
图 23: 日本主要汽车生产商分布	14
图 24: FANUC 自成立以后专利申请数量	16
图 25: 2000~2008 NSK 获得专利数	16
图 26: 1971-1990 年日本与美国汽车产量示意图	17
图 27: 1961-1978 年日本制造业利润增长率变化图	18
图 28: 全球机床消费前五大国近十年增长情况	19
图 29: 中国人口结构	19
图 30: 中国工科毕业生占比	19
图 31: 中国机床进出口数控化率	20
图 32: 中国机床类专利申请和授权数量	20
 表 1: 日本机床工业大事记	 5
表 2: 战后日本机床产业刺激政策	8
表 3: 日本机床引进外国技术件数 (1952-1981)	9
表 4: 日本部分核心零附件企业	12
表 5: FANUC 产品创新的步伐	15
表 6: NSK 技术研发步伐	16
表 7: 2000-2008 年国内主要机床企业专利申请数量	21

一、日本机床行业竞争力分析框架

本文利用“波特钻石理论模型”分析日本机床行业在 70 年代后国际竞争力崛起的主要驱动因素，希望这些分析对中国机床行业发展有所借鉴。波特的钻石模型认为，促使一个行业在国际市场上形成国家竞争优势，有四个关键因素和两个重要的推动力。4 个关键因素分别为生产要素、需求条件、企业战略、相关支持性产业，两个推动力分别是机会和政府，其中机会是指非本国政府或市场参与者所能控制的外在刺激因素，而政府是指政府的相关政策对培养行业国际竞争力方面的影响。

图 1：波特钻石理论模型



资料来源：招商证券研发中心

机会： 朝鲜战争的爆发以及冷战局势严峻迫使美国和欧洲将大量的工业技术输送给日本；日本计算机和集成电子技术快速发展成就日本机床数控系统在全球的地位；美国制造业成本上升和产业政策偏差为日本承接制造业转移带来机会。

政府： 第二次石油危机后日本政府在产业政策上采取“引进、改造、创新技术政策”和由资本密集型向知识密集型产业转化的产业结构调整政策，发展高精尖产品，发展具有资源消耗少，加工程度高、附加值高的新兴产业，1973 年后，电气机械、运输机械、精密机械为代表的加工组装产业的比重明显上升。通过规划、法规（如“机振法”、“机电法”、“机信法”等）提出日本数控机床行业的发展方向，并提供充足的研发经费，鼓励科研机构和企业大力发展数控机床。

企业战略： 学习美国的质量管理体系，合理定位产品，发展柔性生产自动化的数控机床制造。

需求条件： 70-90 年代是日本汽车爆发式发展的时期，汽车工业成为日本机床需求的主要来源。

生产要素： 具备充足的训练有素的廉价劳动力，国家对机械设备投资的力度大；

产业集群： 上游零部件企业在技术上实现突破，为自主知识产权的机床生产提供可靠保障，下游日本汽车工业的发展，形成了产业集群。

二、日本机床工业发展概况

1 日本机床工业发展历程

由于二战的破坏和美国军管当局的限制，从 1945 年到 1955 年期间日本机床工业经历了将近 10 年的停滞，朝鲜战争的爆发以及冷战局势严峻迫使美国和欧洲将大量的工业技术输送给日本。同时，日本政府深刻认识到机床工业是国民经济必不可少的基础性工业，先后出台的“机振法”，“机电法”和“机情法”都将机床工业列为振兴的重点。

表 1：日本机床工业大事记

年份	事件
1958	牧野与富士通两大公司合作出日本第一部铣床。
1959	富士通公司做出两大突破：发明油压脉冲马达（电液伺服马达）与代数演算方式脉冲补间（插补）回路。这加快了数值控制的进步。
1961	日立工业完成其第一台加工中心
1964	日立工业完成附加自动刀具交换装置（ATC 装置）
1970	日本的机床工业产值已经达到了 3000 亿日元，在全球成为仅次于德国、美国、前苏联之后的第四大机床生产地。
1972	Fanuc 由富士通公司 NC 部门独立
1982	日本超越德国，成为全球最大机床生产地

资料来源：招商证券研发中心整理

1958 年，牧野与富士通合作研制出日本第一台铣床；1961 年，日立工业完成其第一台加工中心；到 1970 年，日本的机床工业产值已经达到了 3000 亿日元，在全球成为仅次于德国、美国、前苏联之后的第四大机床生产地。

1970 年后出现的 2 次石油危机，以及随后日元对美元的大幅升值，一度导致日本的机床需求大幅下降，然而，集成电子技术和计算机技术的快速发展为数控机床发展奠定了基础。日本机床产业把握住了数控化的大趋势。经过大量引进消化德国、美国机床技术，通过先仿后创逐渐形成自己的核心竞争力。从 1970 年出口第一台数控机床开始，仅仅用了 12 年日本就超越德国成为世界上最大的机床生产国，并且将这个头衔一直保持到今天。截至 2008 年 12 月，日本机床工业产值 158.47 亿美元，大约占世界总产值的 19.3%。

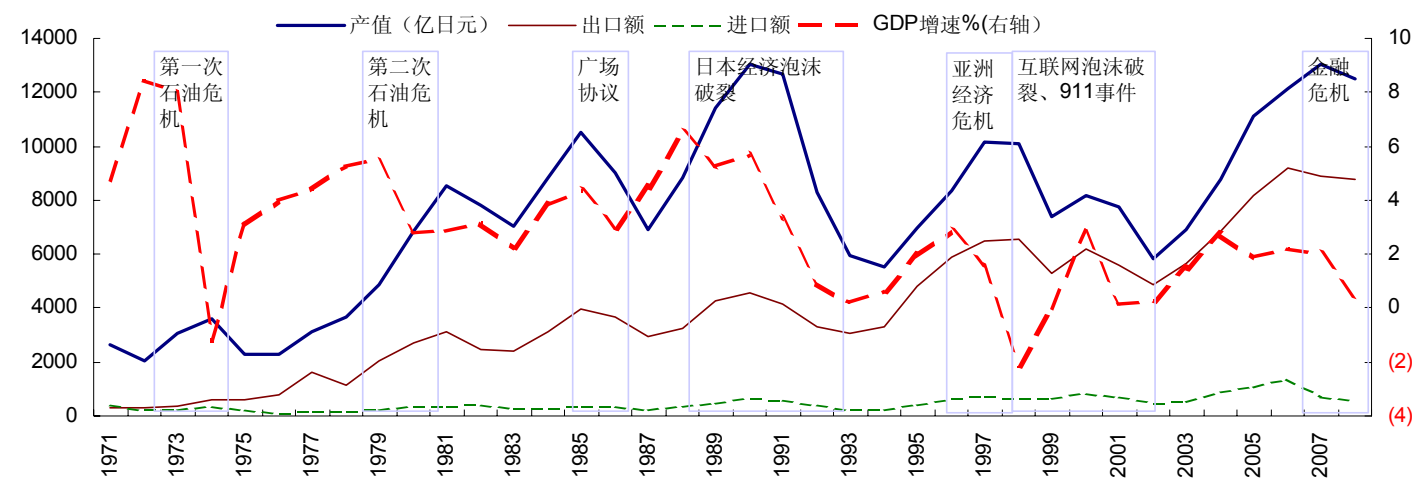
2 机床行业显著的周期性特点

过去三十年是日本机床出口稳步提高，国际竞争力崛起的阶段。回顾日本 GDP、机床产值及进出口数据，日本机床行业与日本乃至全球经济周期性变化相关，机床行业景气度略滞后于 GDP 的变化。虽然自 1970 年以后，日本机床行业受宏观经济影响经历了 6 次衰退，但是日本机床的产值 1982 年超过德国后一直居世界第一。

1973 和 1979 年爆发的两石油危机，导致日本的全国的工业生产下降 20% 以上；第三次是 1985 年广场协议迫使日元升值引起日本出口下滑，这一次影响时间较短暂；第四次是 1989 年日本经济泡沫破裂，日本经济从此开始一蹶不振，机床行业产值连续四年下降；第五次源于 1998 年亚洲金融风暴，紧接着 2001 年 9.11 事件后美国经济衰退；最后一次，则是 2007 年以来的全球金融危机，预计 09 年日本机床行业产值同比下滑

将达到 50%。

图 2：1971-2008 日本机床产业发展与宏观经济走势



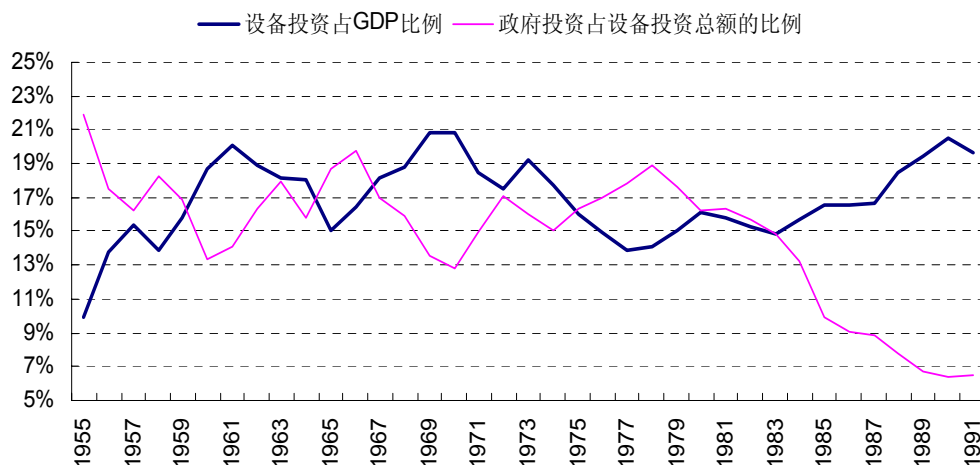
资料来源：日本经济产业省，招商证券研发中心

3 日本机床工业的发展两阶段

(1) 政策和投资拉动阶段

20 世纪 50-70 年代，日本经济增长方式主要是政府投资驱动型，日本政府投资占设备投资之比在 20% 左右，期间日本设备投资总额占 GDP 比例增长迅速，从 9% 增长到了 20.1%。另外，日本设备更新周期大约为 6-7 年，仅为发达国家的一半，技术进步和设备更新驱动机床行业的发展。截至 1970 年，制造业机械设备中使用时间超过六年以上的陈旧设备仅占 27%，远低于美欧等国。

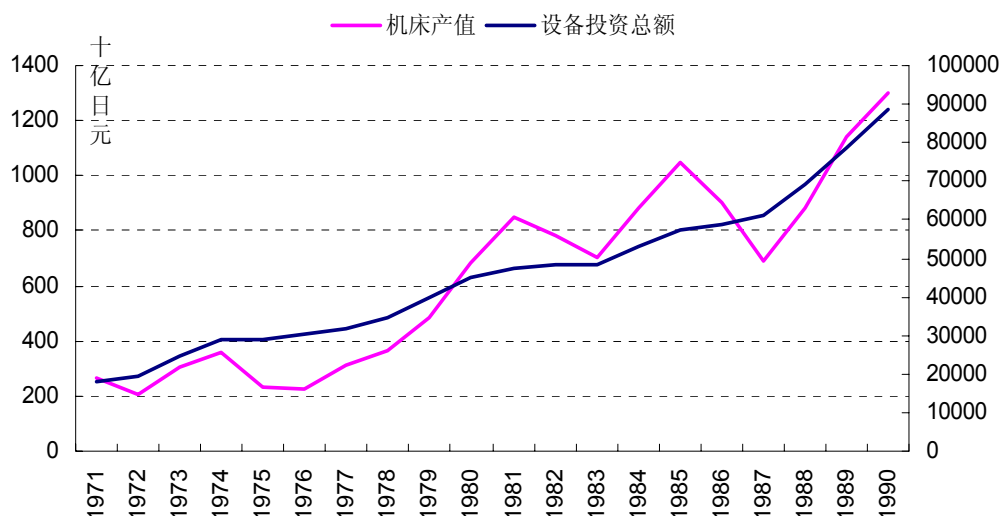
图 3：1955-1991 日本设备投资示意图



资料来源：日本总务省，招商证券研发中心

1978 年以后在设备投资中政府所占的比例逐年降低，从 1955 年的 22% 下降到 1990 年的 6.34%，日本政府通过加大投入来扶持机械工业发展的政策取得了效果，等到相关企业真正发展壮大以后，政府的投资比例逐年降低。

图 4：1971-1990 日本机床产值与设备投资的关系



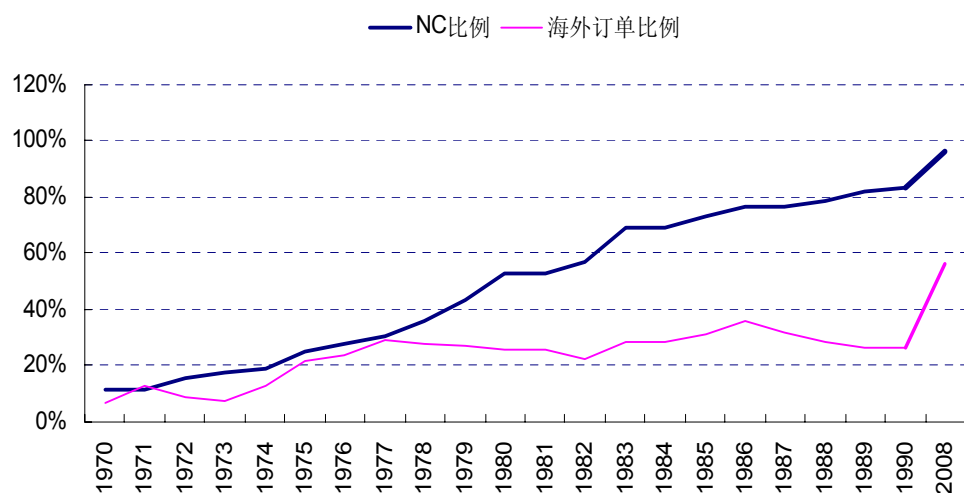
资料来源：日本总务省，招商证券研发中心

(2) 出口拉动阶段

1978 年以后日本机床业出口比重增加，对外依存度加大，日本的经济增长方式也逐渐转向出口拉动型，虽然 85 年广场协议后日元升值，但是制造业竞争力并未因此而受阻。87-90 年机床行业高速增长，海外的机床订单从 1970 年的 6.7% 增长到 1990 年的 26.4%。1990 年后日本经济泡沫破裂，本土制造业开始萎缩，需求陷入低迷，而海外订单比例持续提高，到 2008 年来自海外的订单已经超过国内需求达到了 56.4%。

二十世纪 80 年代后日本制造业高速发展，与日元升值、日本对外投资增长、制造业向东南亚转移有关。由于国内经济低迷，日本制造业重视出口战略；同时，日本注重技术创新，NC 机床的比例持续提高，使其逆境中成长。

图 5：1970-1990 数控化率及海外订单变化



资料来源：日本机床协会，招商证券研发中心

三、日本机床行业竞争力诸因素分析

1 日本政府在机床工业发展中的功劳卓著

二战之后日本的机床工业水平落后世界 20 年，日本政府和业界都深刻认识到，机床作为“机器之母”决定了一个国家的制造业水平。在政府的大力扶持下，日本机床行业迅速发展，在随后的几十年内创造出了一个制造业的奇迹。

总结日本政府在机床业崛起的过程中所做的贡献可以归纳为以下几点：

- 通过规划、法规引导行业发展，同时在税收和研发给予扶持
- 先仿后创，基础研究首先突破
- 重视人才培养，提高科技知识技能
- 全面学习美国的质量管理体系(TQC)，解决产品质量问题
- 结合市场需求，实现自动化生产，降低成本

日本政府产业政策对机床行业的发展影响最大。1956-1971 年，通过“机振法”让全国的机床企业设备更换一新；1971-1978 年，实施“机电法”，适应集成电路的普及，大力发展机电一体化；1978-1990 年，出台“机情法”促进企业自主创新；八十年代末，日美贸易摩擦对机床业也产生了负面的影响，日本利用“东芝事件”为契机，1993 年和美国达成协议，彻底解决了由于贸易摩擦对机床业的负面影响，打破了对美出口机床的配额限制。

表 2：战后日本机床产业刺激政策

年份	政策
1946	二战后废除“机床制造商业法案”
1950	对机床试生产进行补贴、资助应用研究
1951	实施进口机床税收减免政策；建立日本机床制造者协会（JMTBA）；实施特别折旧法案促进企业发展
1952	补贴机床进口
1953	开展机床试生产补贴项目
1955	针对机械行业推出刺激计划
1956	第一部“机振法”正式出台，成立机械行业促进联盟
1961	第二部“机振法”出台；确立扶持金属切割机床的基本框架；出台临时法案为机械产品融资信贷立法
1962	建立日本机床出口协会；在大阪举办第一届国际机床展
1966	第三部“机振法”出台
1971	出台“机电法”，大力发展机电一体化；出台机械工业保护法
1978	出台“机情法”《特定机械情报产业振兴临时措施法》，鼓励机床工业自主创新
1990	日美机床产业合作协调委员会成立
1993	日美达成协议结束机床出口限制

资料来源：招商证券研发中心整理

日本机床行业发展初期依靠技术引进实现飞跃。1950 年代日本开始积极引进工作母机方面的技术，起初主要是从法国和美国引进一系列通用机床的技术，后来，引进技术的对象主要是美国和西德，这是因为美国开发出了内置电脑的数值控制式工作母机。从

1970 年代起，日本的工作母机制造厂家真正进入了数控时代，出口比率摆脱以前一直低落的状态。经过近 30 年的引进技术和自主研发的紧密结合，80 年代以后日本的机床工业终于达到可向海外（韩国、台湾、西班牙、英国等）提供技术的发展阶段。

表 3：日本机床引进外国技术件数（1952-1981）

	1952-1964 年	1965-1974 年	1975-1981 年
美国	12 切削机床、磨床	34 数控机床、电解加工机	21 数控机床、机械制造中心
西德	4 横向掏空、多轴自动旋床等	19 各种磨床、多轴自动旋床	10 各种磨床、自动旋床
法国	14 各种机床	12 旋盘、横向掏空开槽盘	6 数控机床
瑞士	4 车床为主	7 各种磨床、激光加工机	7 激光加工机床、自动旋床
其他	3	6	2 螺丝磨床
合计	37	78	46

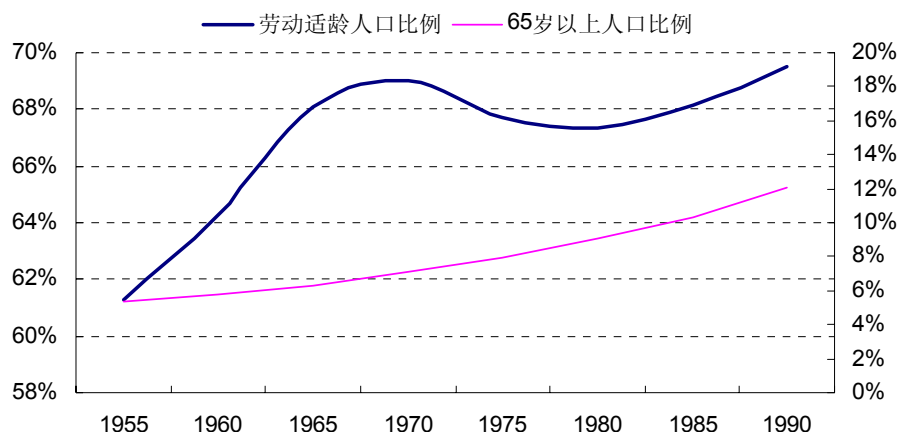
资料来源：招商证券研发中心整理

2 生产要素高级化助推机床行业发展

（1）具备充足的高素质劳动力

日本的人口红利开始与 1935 年，大约持续到 1990 年结束。战后日本适龄劳动人口开始逐渐恢复，而 65 岁以上的人口比例始终低于 5%；到 1955 年，日本劳动适龄人口比例为 61.3%，并且这一数字逐渐攀升，在随后的 20 年中劳动适龄人口维持在 68% 左右。作为“人口负债”的 65 岁以上的人口比例一直到 1985 年才突破了 10%。

图 6：日本人口结构

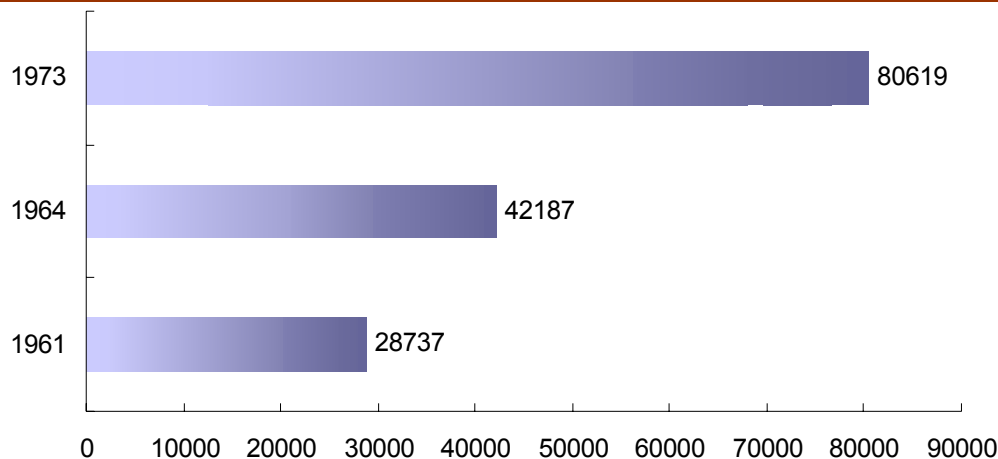


资料来源：总务省统计局，招商证券研发中心

“人口红利”成为促进经济社会发展的前提条件是提高“人口素质”。日本从 1950 年代开始的 20 多年里，始终把教育计划作为经济计划的重要组成部分，提出了很多具体的目标和要求，为经济目标的实现发挥了重要作用。1961 年，依据日本政府发表的《国民所得倍增计划》，日本各界要求文部省尽快制定具体计划，以确理工科学生数的增加。1961 年 12 月，在日本科学技术咨询会议上，提出了日本十年后振兴科学技术基本方策的总体目标，增加理工科学生数的目标主要有三个方面：第一，增加理工科学生数量；第二，通过新技能训练，补充大约 160 万人的新技术者；第三，再培训技术人员预计达到 180 万人。通过十几年的努力，到 70 年代初期日本已经为制造业培训了充足的

专业技术人员,日本的大学毕业生中,每百万人中工科毕业生是美国的 2 倍,英国和法国的 3 倍。在日本使用数控机床的工厂里,有 40%的人在工程院校受过专业训练,而美国只有 10%。

图 7: 日本理工系学生人数

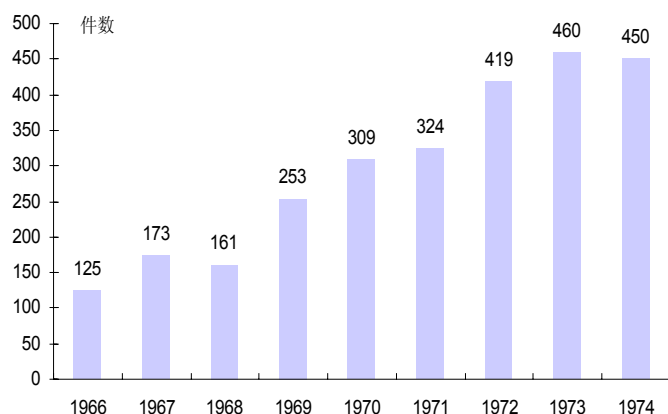


资料来源: 文部科学省, 招商证券研发中心

(2) 自主创新推动生产要素升级

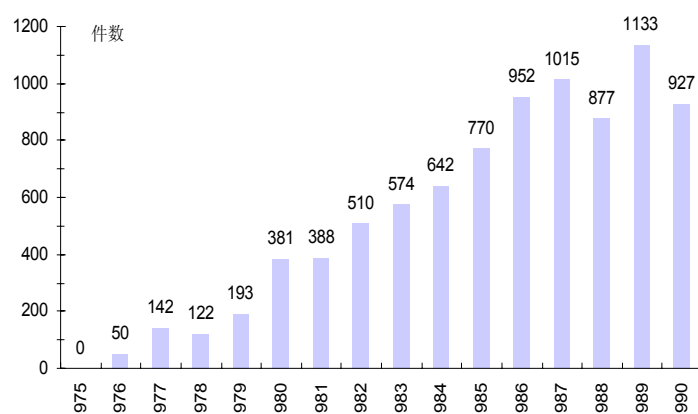
二战后日本机床产业的技术实力增长迅速。一方面得益于日本从国外引进了大量的技术, 另一方面是通过吸收这些技术, 不断自主创新。从 1966 年开始, 日本一般机械行业从国外引进专利数量年均增长 30% 以上, 1973 年达到高点。日本本国的机床专利申请量在 1970 年代早期几乎没有, 到 1989 年达到 1133 件。从技术引进、消化吸收到自主创新, 日本大概用了 15 年左右的时间。

图 8: 日本一般机械行业从国外引进专利数量



资料来源: 招商证券研发中心

图 9: 日本机床专利数量

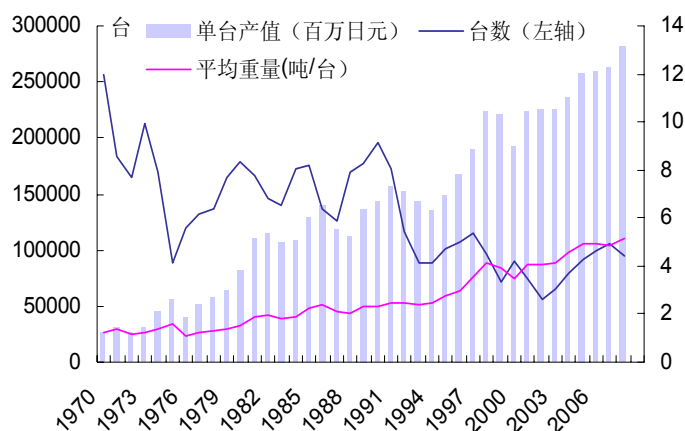


资料来源: 招商证券研发中心

提高机床产品附加值, 抵御周期性波动。上个世纪 90 年代以后的十年, 日本机床的产量处在一个下降通道, 而产值的下降幅度明显小于产量, 单台产值稳步提高。日本在 80 年代以后机床附加值明显提高, 本世纪以来机床重型化趋势明显, 1980 年机床单台产值在 380 万日元, 2000 年以后达到 1000 万日元。日本机床产业用了约二十年的时间完成了数控化、柔性化、复合化的发展过程, 1970 年产值数控化率为 7.8%, 到 1994 年提高到 79%, 在日本机床工业发展的早期, 日本进口数控机床较多, 1981 年最高达

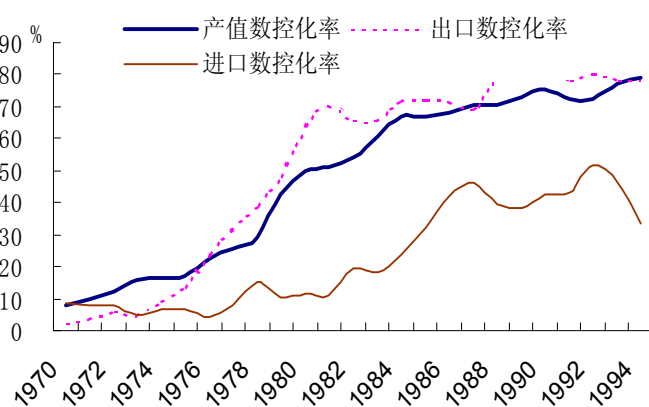
到 59%，之后进口数控机床比例明显下降，也就是说日本在数控机床技术成熟后，把普通机床制造转移到国外，国内生产和出口高端的数控机床。

图 10: 1970-2008 日本单台机床产值和重量的变化



资料来源：日本机床协会，招商证券研发中心

图 11: 日本机床数控化率示意图



资料来源：the society for industrial studies, japan(1995)

3 上下游产业集群分析

（1）产业链分析

机床产业链可以分为四个环节：原材料、零附件、机床生产、下游厂商。

图 12: 机床产业链示意图

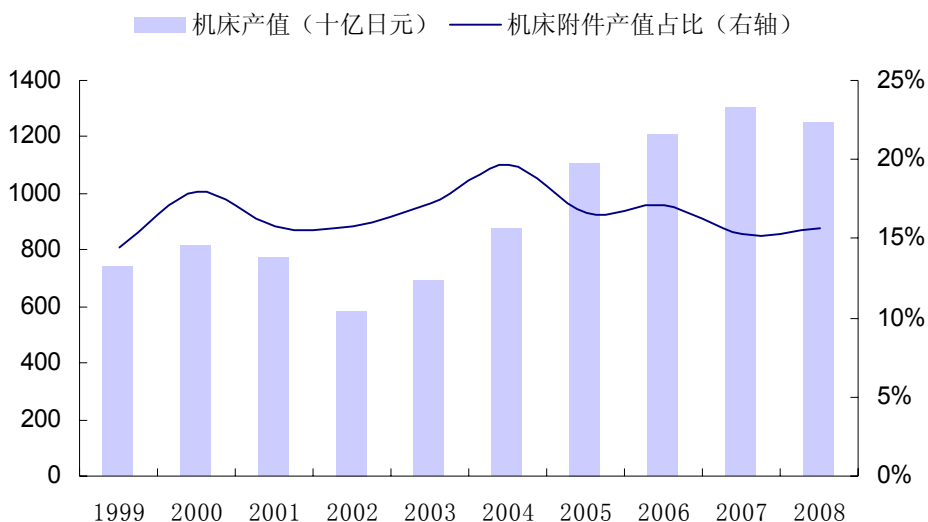


资料来源：招商证券研发中心

（2）上游零部件产业：唇齿相依

可以用唇齿相依四个字来形容机床附件和机床整机的关系。日本机床企业 Mazak 认为机床行业 70% 的附加值来自于核心零部件。机床关键零部件的研发水平基本上决定了机床整机的制造能力和产品档次，从过去十年日本机床与附件产值的数据可以看出，附件产值所占比例稳定在 15%-18% 之间。

图 13: 1999-2009 机床产值和附件产值



资料来源：日本机床协会，招商证券研发中心

日本在机床核心零部件技术实现突破是成功的关键。数控机床的核心部件包括：主轴、滚珠丝杠、刀具、数控系统等。60 年代日本通过吸收引进德国、英国、美国的技术，并在战前原有的基础上不断改进，使得其零部件的技术水平有了质的飞跃。70 年代汽车行业的高速发展，对机床及零部件的精度和质量提出更高要求。在这期间日本涌现出了一大批优秀的零部件生产企业，比如 NSK, NTN, BIG, Fanuc 等。这些公司的许多产品销量已经排名世界第一，比如 NSK 的滚珠丝杠、NTN 的轴承、BIG 的刀柄。

表 4: 日本部分核心零附件企业

公司	产品	全球排名
NTN	轴承	1
NSK	滚珠丝杠	1
	轴承	3
	直线导轨	3
	直线导轨	3
BIG	刀柄	1
Fanuc	数控系统	1

资料来源：招商证券研发中心整理

图 14: 日本机床滚珠丝杠生产商分布



资料来源：日本机床协会，招商证券研发中心

图 15: 日本机床直线滚动导轨生产商分布



资料来源：日本机床协会，招商证券研发中心

图 16: 日本机床主轴生产商分布



资料来源: 日本机床协会, 招商证券研发中心

图 17: 日本机床产值前 20 名的生产商分布



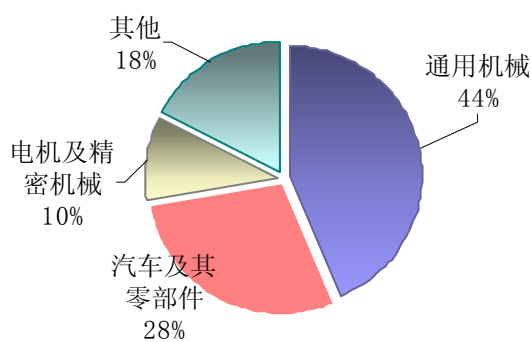
资料来源: 日本机床协会, 招商证券研发中心

机床零部件企业形成产业集群。在种类繁多的零附件企业中, 我们主要统计的功能部件类企业: 滚珠丝杠、直线滚动导轨、主轴, 通过叠加我们可以发现, 日本生产功能部件的厂商主要集中在东京、大阪、奈良附近。同时, 我们把日本机床产值前 20 名的企业集中在图中表示出来, 他们都坐落在东京和名古屋。机床企业周围已经形成整了完善的零部件配套产业集群。

(3) 下游汽车工业发展推动机床行业创新

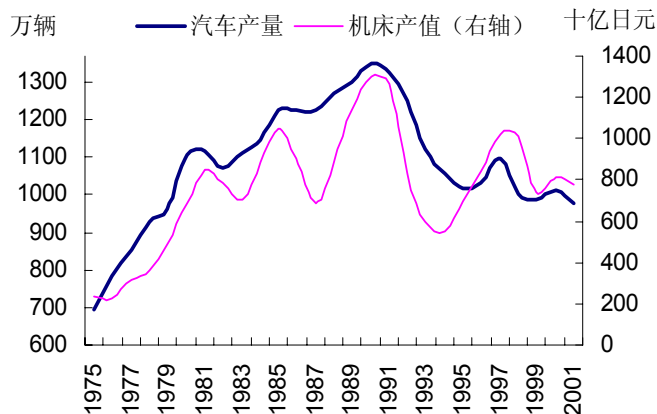
机床行业最大的客户来自于汽车, 2008 年这一比例在 28% 左右, 日本、德国、中国汽车工业发展之初这一比例都在 40% 左右, 其次是通用机械、航空航天、船舶、模具等机械行业, 因此, 机床行业的发展与汽车行业密切相关。

图 18: 2008 年日本机床国内机床订单构成



资料来源: 日本工作机械工业会《工作机械主要统计》

图 19: 日本机床产值与日本汽车产量示意图



资料来源: 日本汽车协会, 招商证券研发中心

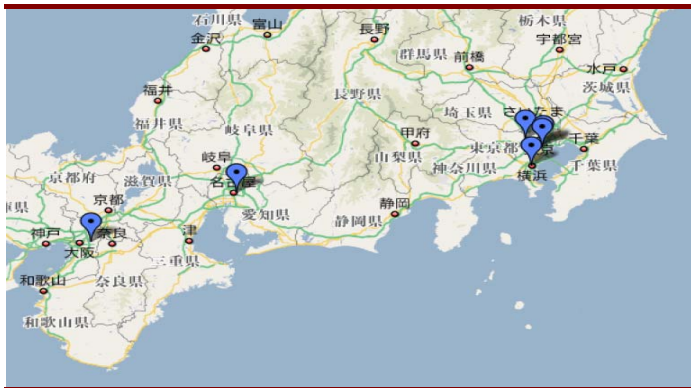
1975-2001 日本机床产值与汽车产量相关, 机床略有滞后。1971-1991 年间, 日本机床行业发展伴随着汽车工业的高速发展, 并且国际战略的时机也基本一致, 汽车工业在向国外转移的同时, 也带来了国外汽车生产基地对机床生产线的需求。1983 年日本汽车产量首次超越美国成为全球第一, 并且将这个位置一直保持在经济泡沫破裂之时; 无独有偶, 1982 年日本的机床产值也跃居全球第一。

汽车工业发展推动机床技术创新。汽车工业对机床工业除了支持作用之外, 还有一定的推动作用, 主要表现在汽车工业的发展不断地对机床提出新的要求, 从而推动机床技术的进步和逐步完善。20 世纪上半叶, 汽车行业竞争越来越激烈, 汽车

型号更新周期也越来越短，要求机床具备性能灵活、使用范围广、调试周期短等特性，以适应汽车小批量生产以及快速更新换代要求。巨大的市场需求促使机床行业不断创新，并最终开发出了 FMS（柔性制造系统），促成了机床技术的重大进步。

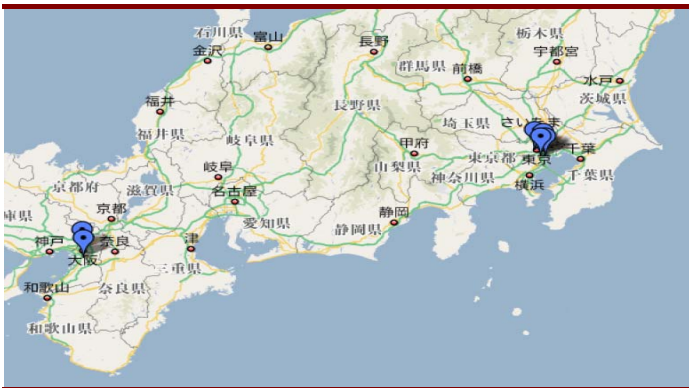
下游制造业形成产业集群。日本电机、家电、工程机械、汽车生产功能部件的厂商主要集中在东京、大阪、名古屋附近。

图 20：日本主要电机产商分布



资料来源：招商证券研发中心

图 21：日本主要家电生产商分布



资料来源：招商证券研发中心

图 22：日本主要工程机械生产商分布



资料来源：招商证券研发中心

图 23：日本主要汽车生产商分布



资料来源：招商证券研发中心

4 企业战略：重视技术创新与质量管理

战后日本机床行业主要从以下三个方面入手，改造和提升国内机床企业的经营水平、管理能力和研发实力。

首先，1956 年开始学习美国的 TQM（全面质量管理体系），并且将质量控制从制造阶段进一步提前到设计阶段。通过管理方式的变革，首先解决了产品质量的问题。

其次，针对市场需求，首先发展市场需求量大、面广的中档产品，在此基础上加强科研、技术成熟后再发展高性能数控机床。

第三，根据国情，结合汽车和机械工业的发展，实现大批量生产自动化，提高劳动生产率，降低机床成本。

二十世纪 70 年代后，大规模集成电路和计算机技术开始普及，日本企业抓住这个机遇抢占机床数控设备的制高点。

(1) 企业案例之一：FANUC

FANUC 的创始人稻叶清佑卫门曾说：科技是有历史的，但是对于工程师来说没有过去可言，他们只能创新。FANUC 每年的研发费用超过 180 亿日元，约占销售额的 5%。。FANUC 很早就成立两个研究所，一为基础研究所，一为商品开发研究所。在基础研究所，进行的是 5 年、10 以后商品开发所需之技术基础研究，并希望缩短到 3 年拿出技术成果。商品化目标一旦决定，立即转到商品开发研究所，在一年内拿出成果。商品开发研究所是 FANUC 的“头脑”，管理异常严格，非研究人员不能进去，对外绝对保密。商品开发三原则为：①提高商品的可靠性；②比同类商品降低成本；③用最少零件制出商品。

FANUC 对开发的产品要求极其严格，每一款产品都要经历几个步骤：①调查世界市场，作彻底了解；②充分看清商品市场性的基础上，决定销售价格，在与对手竞争中，能战胜他们；③价格必须考虑利润，研究人员发源按照规定成本进行设计，同时必须考虑制造工艺；④设计完了，开发负责人进入工厂去当“临时制造部长”，按预定要求抽出商品，然后才能回研究所。

表 5: FANUC 产品创新的步伐

年份	产品	描述
1956	NC 控制器	由创始人稻叶清右卫门会长开发出日本第一台该类产品
1970	直流伺服电机	率先放弃电液步进电机数控产品，从 GETTES 公司引进技术
1976	数控系统 5, 7	与 SIEMENS 公司联合研制，具有世界先进水平
1979	数控系统 6	使用了大容量磁泡存储器，元件总数减少了 30%，具备一般功能和部分高级功能的中档 CNC 系统
1980	数控系统 3, 9	同时向低挡和高档两个方向发展，系统 3 体积小，成本低，容易组成机电一体化系统，适用于小型、廉价的机床；系统 9 具备有高级性能的可变软件型 CNC 系统，尤其适合于加工复杂而昂贵的航空部件、要求高度可靠的多轴联动重型数控机床。
1984	数控系统 10, 11, 12	硬件方面做了较大改进，凡是能够集成的都作成大规模集成电路；可以使用 PASCAL 语言，便于用户自己开发软件；适用于中、大型系统。
1985	数控系统 0	目标是体积小、价格低，适用于机电一体化的小型机床，具备良好的人机交互界面，成为世界范围内用户最多的数控系统之一
1987	数控系统 15	被称之为划时代的人工智能型数控系统，它应用了 MMC、CNC、PMC 的新概念。系统 15 采用了高速度、高精度、高效率加工的数字伺服单元，数字主轴单元和纯电子式绝对位置检出器，还增加了 MAP、窗口功能等。

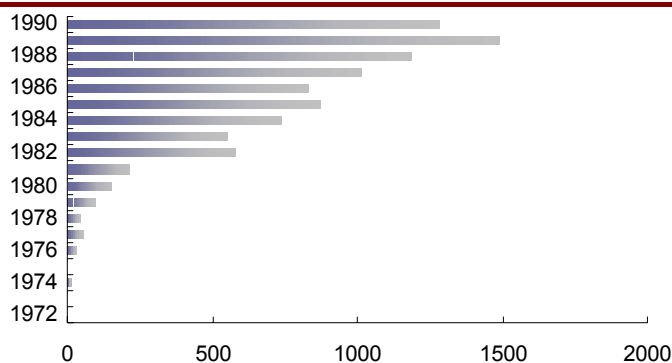
资料来源：FANUC 年报，招商证券研发中心

1970 年开始，FANUC 率先放弃第一代步进电机数控系统，转向伺服控制系统。在随后的 20 年中，它推出的每款新产品在行业内都具有举足轻重的意义。在功能上充分利用集成电路技术，减少元器件数量的同时提升运算速度。另一方面，加强数控系统的“柔性”，推出可编程的 CNC 系统，便于用户自主开发软件。在产品设计上，同时向低挡和高档两个方向发展，既能满足小型、廉价的机床需求，又能适合于高精复杂部件的加工。目前 FANUC 生产的数字控制系统占日本 80% 市场份额，占全球 50% 市场份额。

在国际市场开拓方面，FANUC 主要通过成立合资公司来进入新的领域。（1）汽车自动化生产线设备是一个巨大的市场，FANUC 通过与通用汽车成立合资公司 GMFanuc 进入这个市场。此举让 Fanuc 成为美国汽车业最重要的生产自动化设备提供商，也让公司在 6 年后成为全球最大的工业机器人生产商。（2）为了加强数控系统在工业领域的应

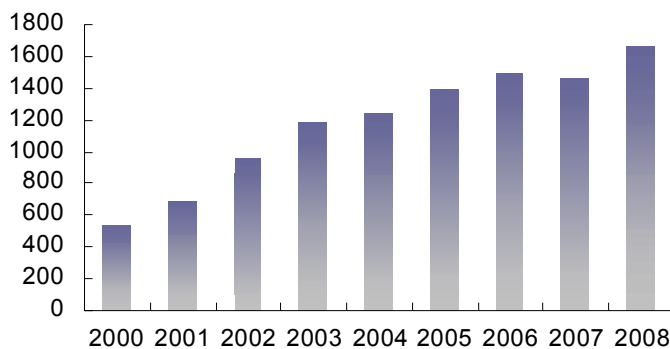
用，通过与通用电气成立合资公司 GEFanuc，FANUC 将其服务扩展到能源、水务、快速消费品、政府和国防及电信行业。由 GE 提供解决方案和软件，FANUC 则提供行业领先的硬件产品。这也标志着一个在工业自动化设备领域战无不胜的 GE 放弃了自己的 CNC 系统，将数控系统的生产和技术交给 FANUC 完成。

图 24: FANUC 自成立以后专利申请数量



资料来源：日本专利局知识产权数字图书馆

图 25: 2000~2008 NSK 获得专利数



资料来源：日本专利局知识产权数字图书馆

(2) 企业案例之二：NSK

NSK 是世界领先的精密设备制造企业，在传统的轴承生产领域有着悠久的历史 and 强大的技术实力。NSK 是日本第一家轴承生产商，同时也是日本最大的轴承生产商。它能生产直径从 2 毫米到 6 米不等的各类轴承。公司在轴承领域继续保持着领先地位，年申请的专利数量比着中国机床制造前几名公司的总和还多。

表 6: NSK 技术研发步伐

年份	事件
1931	研制出日本第一个飞机用滚珠轴承
1957	首创轴承噪音测量法，极大提升轴承静态运行性能
1961	工程研究实验室创立
1963	成功为新干线高速机车研制轴承
1973	研制出直径5米的连铸机轴承
1975	为VCR产品研制出微小轴承
1979	建立起疲劳模式理论，分析轴承寿命
1985	研究出新的热处理工艺，进入国外发动机引擎市场
1987	利用第三代轮毂单元轴承，进入汽车轮胎市场
1990	研制出高纯度钢材料
1997	为新干线研制出适用于机车速度 300 公里/小时的轴承
2002	藤泽研发中心建立

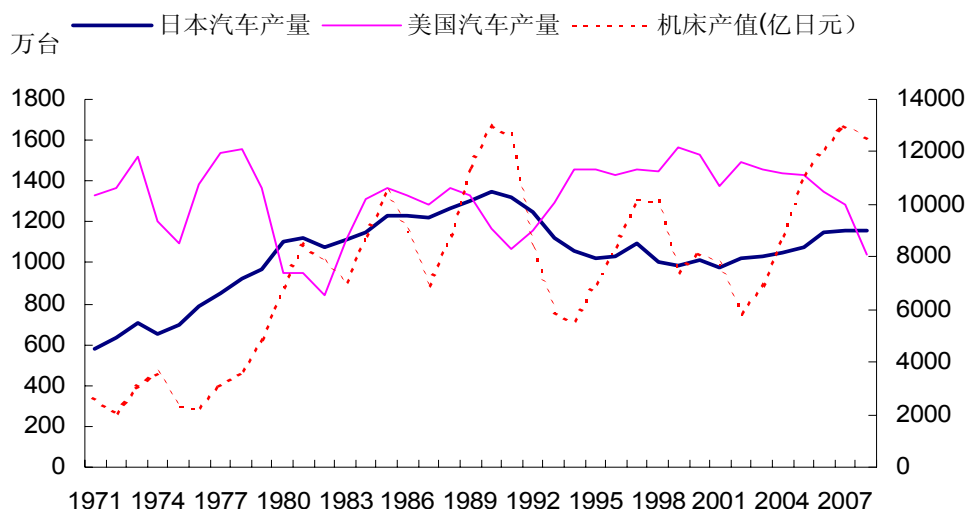
资料来源：NSK 年报，招商证券研发中心

5 机会：制造业国际转移

上世纪 80 年代美国机床行业的衰退使日本面临着机遇，国际产业的转移偶然中存在着必然性。美国机床工业 1979 年从顶峰跌落，80 年代衰退，有社会、政治、经济、政策多方面原因，概括起来主要有以下几点：

（1）美国制造业的衰退

图 26：1971-1990 年日本与美国汽车产量示意图



资料来源：日本汽车制造协会，招商证券研发中心

美国当时认为制造业是“夕阳产业”，力图将经济发展中心由制造业转向以服务业为主的第三产业，导致美国制造业陷入衰退当中。汽车工业是机床的订货大户，由于 80 年代日本廉价汽车大量进入美国市场，使美国汽车工业市场份额大幅下降，其对机床的需求也随之下降。另外，机床业属于投资大，见效慢的产业，并且需要技术积累，没有得到政府足够的重视。

（2）机床成本过高

美国劳动力成本很高，导致机床成本不具有优势。80 年代，日本劳动力成本比美国劳动力成本低 36%，而同样的机床，日本企业的制造成本则比美国低了差不多 23%。

美元升值推高了美国机床业的制造成本。1980~1985 年，美元升值了近 60%，同样的产品，进口比购买便宜，美国机床竞争力下降。

（3）美国机床工业对人才培养和管理不利

两个因素造成了美国机床工业优秀人才不足，严重影响了美国机床技术的创新。一是美国对应用技术人才培养、训练不力，美国应用技术方面的工程技术人员按人口比例远少于日本；二是机床企业出现不景气现象后，为减少开支，对人员进行解雇或实行强制休息，导致经过长期训练和培养的优秀人才工作上缺乏保障，人才易于流失。

（4）机床产业政策误导

80 年代，美国机床行业在技术政策上片面追求发展高、精、尖技术，忽视应用技术的开发创新，导致许多科研成果不能迅速转变成产品，变不成生产力。相反，日本却利用美国技术，开发出各种新产品，占领了世界市场。另外，80 年代美国整个机床工业，以中小企业为主，分散现象严重，导致其处于衰退的时间相当长。

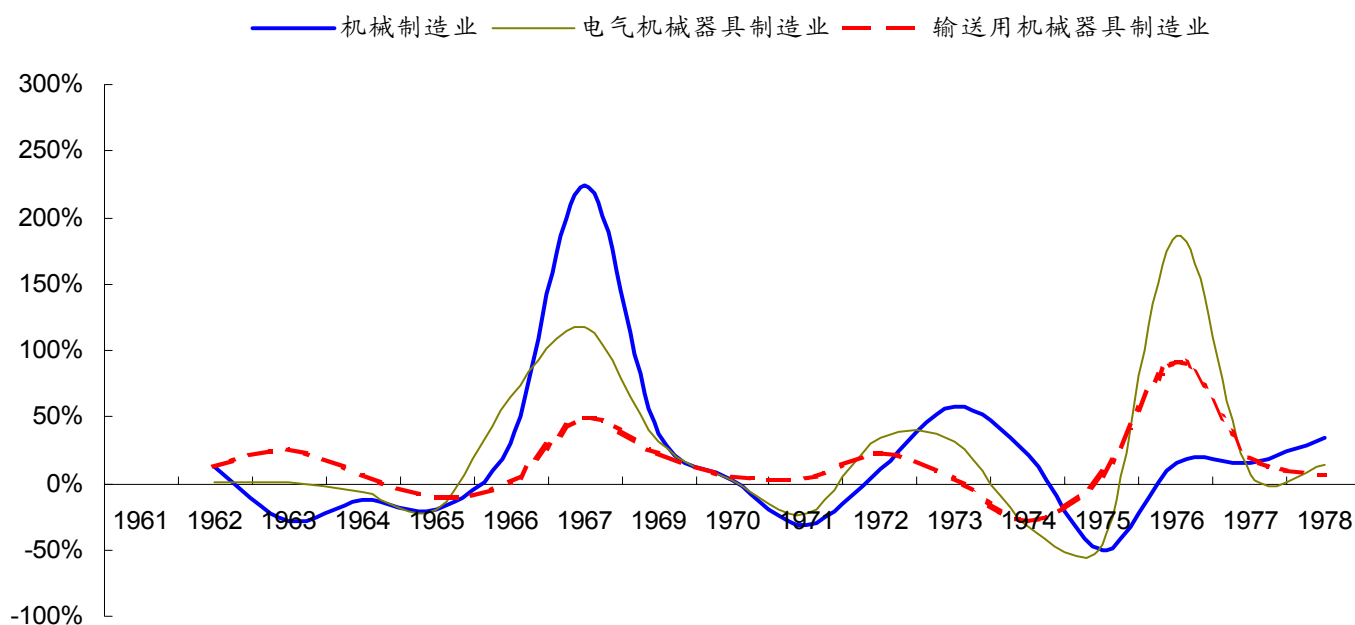
四、日本机床行业发展对中国的借鉴

1 历史如此之相似

回顾日本机床过去三十年的发展历程，与中国目前的发展阶段有相似之处：

（1）上个世纪七十年代，日本制造业崛起之时面临过石油危机的考验，制造业调整的时间为两年；中国在此次金融危机中受益政府 4 万亿投资计划拉动，机械产品需求恢复程度远好于其它国家和地区。80 年代日本同样也面临着日元升值的压力。

图27：1961-1978年日本制造业利润增长率变化图



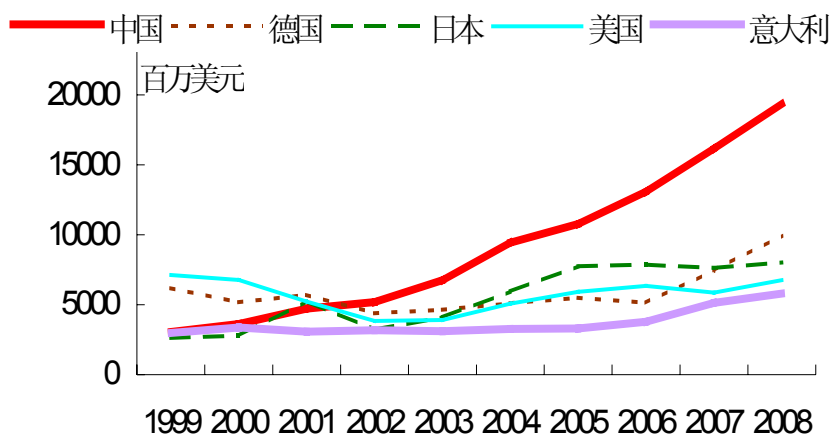
资料来源：《日本通商产业政策史》，招商证券研发中心

（2）上个世纪 70-80 年代日本形成了东京、名古屋和大阪制造业产业集群。中国目前已经是全球的制造大国，形成了东北重工业产业集群、中部工程机械产业集群、华南、长三角等多处汽车产业集群。国内的机床生产逐渐形成几大集群：在东北以大连机床厂、沈阳机床厂为主的产业集群；在山东形成了以济南为机床制造中心，同时烟台威海的机床附件产业集群也具备规模；长三角的江苏泰州市数控线切割产业集群；陕西的磨齿机占中国 75% 的市场，并且具备秦川集团这样的大型企业。

（3）与日本 70-80 年代类似，中国的“人口红利”尚未结束，中国 15~65 岁人口比例目前在 70% 以上，按照目前的速度，还需要 8 到 10 年时间 65 岁以上人口占总人口能达到 10%。另一方面，国内工科学校毕业生人数逐年增加，占总毕业生人数也突破了 20%，为制造业提供高素质的专业劳动力。

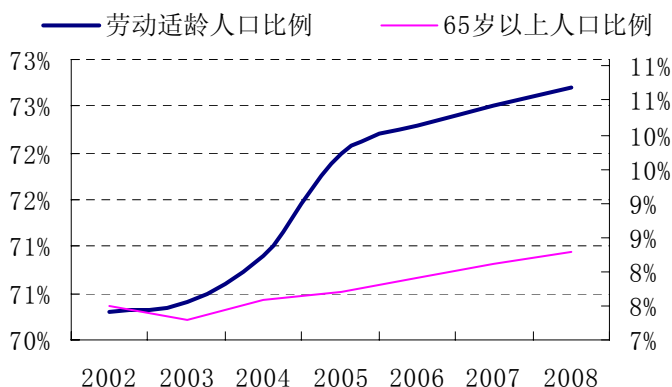
（4）天时地利。中国机床工业处于中国制造业大发展的背景之中，中国又是全球最大的机床市场；同时，中国还是汽车和工程机械全球最大的生产基地。制造业向中国转移的趋势不可阻挡，历史经验证明制造业转移与机床行业的发展相辅相成，当年日本汽车工业崛起为机床带来了全球需求。

图 28: 全球机床消费前五大国近十年增长情况



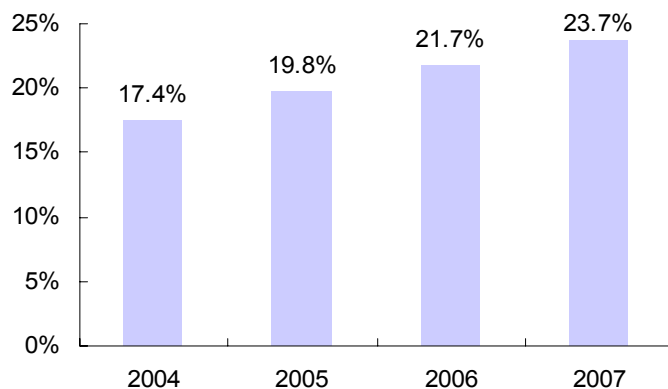
资料来源: GARDNER、招商证券研发中心

图 29: 中国人口结构



资料来源: 国统局, 招商证券研发中心

图 30: 中国工科毕业生占比



资料来源: 教育部, 招商证券研发中心

2 历史不会简单重复, 路漫漫其修远兮

(1) 机床需求与制造能力不匹配

中国近年进口产品的数控化率一直在攀升接近 80%, 这主要是因为国内制造业整体水平在上升, 对加工精度、速度的要求更高, 导致高端机床的需求加大, 国产数控机床在复杂加工, 多轴联动等方面仍然没有突破, 因此这类产品主要依赖进口。而中国出口的机床以中低档为主, 数控化率仅 30%左右。

(2) 技术引进受制于人, 技术创新速度缓慢

在技术引进上, 中国面临的障碍非常多。当年的日本, 朝鲜战争后让美欧国家对日本实行技术开放政策, 而现在欧美所有的发达国家都对中国实行技术封锁, 并且这种封锁由于贸易摩擦增多会变本加厉。

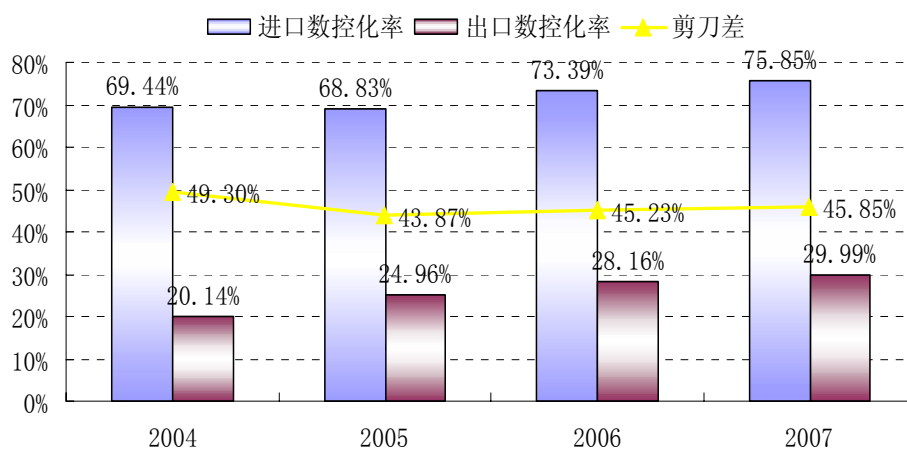
从技术创新上来讲, 未来十年中国机床工业仍是跟随的角色。以机床行业的新技术应用

为例，近代机床经历了 2 次革命，第一次是电动机驱动应用到机床领域，使得机床更高效率更高精度；第二次是集成电子技术和计算机的发展，日本人牢牢把握了机床数控化的趋势，2008 年日本机床订单的数控化率已经达到 96%；日本这两次技术飞跃中所积累的技术和工艺经验，中国企业难以效仿。

中国自主创新与应用与日本相差悬殊。2007 年国内机床及其相关专利授权量为 3304 项，考虑到国内专利转化率不到 10%的现状，每年机床行业实际应用的专利数量仅为 300 件左右。而日本 NSK 一家公司每年的专利授权数量就超过了 1000 件，可见两国机床技术实力相差悬殊。

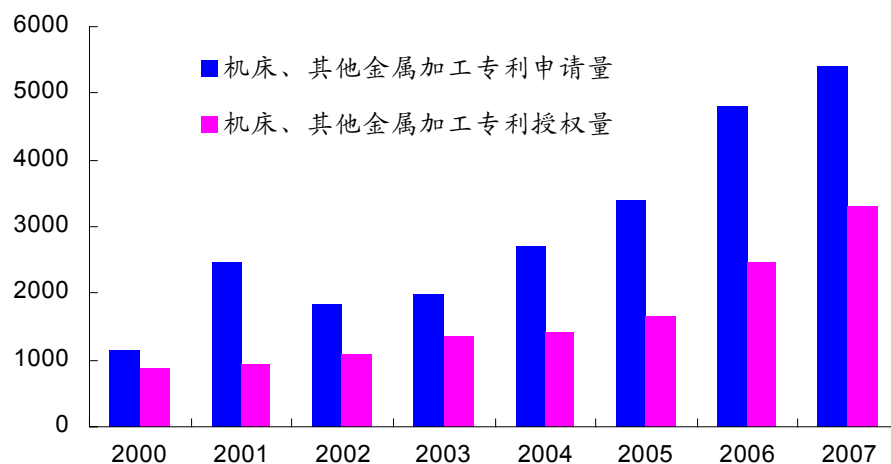
另外，中国机床产业政策不到位，研发投入大，回收周期长；行业集中度不高，收购兼并受地域分割限制；机床企业以国有股权占主导，历史负担重，公司治理结构与企业机制有待完善。

图 31：中国机床进出口数控化率



资料来源：中经网、招商证券研发中心

图 32：中国机床类专利申请和授权数量



资料来源：国家专利局、招商证券研发中心

表 7：2000-2008 年国内主要机床企业专利申请数量

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	八年共计
大连机床	4	2	0	2	14	17	10	13	2	64
秦川机械	2	3	1	0	3	3	0	4	2	18
沈阳机床	2	0	0	0	2	2	0	8	9	23
昆明机床	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
华东数控	0	0	0	0	5	8	2	10	0	25
华中数控	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
广州数控	1	0	0	1	2	1	3	3	6	17

资料来源：国家专利局、招商证券研发中心

分析师简介

刘荣，管理工程专业硕士、机械工程专业学士，五年机械行业研究经验，现任招商证券研发中心研究副董事，曾获新财富机械行业最佳分析师 2007 年第二名，2008 年第五名。

分析师承诺

负责本研究报告全部或部分内容的每一位证券分析师，在此申明，本报告清晰、准确地反映了分析师本人的研究观点。本人薪酬的任何部分过去不曾与、现在不与、未来也将不会与本报告中的具体推荐或观点直接或间接相关。

投资评级定义

公司短期评级

以报告日起 6 个月内，公司股价相对同期市场基准（沪深 300 指数）的表现为标准：

强烈推荐：公司股价涨幅超基准指数 20%以上

审慎推荐：公司股价涨幅超基准指数 5-20%之间

中性：公司股价变动幅度相对基准指数介于 $\pm 5\%$ 之间

回避：公司股价表现弱于基准指数 5%以上

公司长期评级

A：公司长期竞争力高于行业平均水平

B：公司长期竞争力与行业平均水平一致

C：公司长期竞争力低于行业平均水平

行业投资评级

以报告日起 6 个月内，行业指数相对于同期市场基准（沪深 300 指数）的表现为标准：

推荐：行业基本面向好，行业指数将跑赢基准指数

中性：行业基本面稳定，行业指数跟随基准指数

回避：行业基本面向淡，行业指数将跑输基准指数

免责声明

本报告中的信息均来源于公开资料，我公司对这些信息的准确性和完整性不作任何保证。报告中的内容和意见仅供参考，并不构成对所述证券买卖的出价或征价。我公司及其雇员对使用本报告及其内容所引发的任何直接或间接损失概不负责。我公司或关联机构可能会持有报告中所提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行业务服务。

本报告仅向特定客户传送，版权归招商证券所有。未经我公司书面许可，任何机构和个人均不得以任何形式翻版、复制、引用或转载。