

**\* 学部建议 \***

# 高新技术促进机电工业技术进步 关键问题的研究

技术科学部\*

机电工业<sup>①</sup>是国民经济的主要支柱,承担着为国民经济各部门和国防工业提供装备的重任。先进的机电产品为发展高新技术,形成新兴产业提供技术手段。因此,机电工业水平的高低和技术进步的快慢,在很大程度上影响着我国实现四化的速度。

建国 40 多年来,特别是改革开放以来,我国机电工业已取得很大进展,产品水平与质量有很大提高,85%以上的机电技术装备已可立足于国内。但是,与工业发达国家相比,我国在机电工业的技术水平和进步速度上还存在较大差距,并且也不能满足经济建设的需要。以技术进步对产值增长速度的贡献而言,1958 到 1984 年间,全国机械工业技术进步对总产值增长的贡献为 32%,而 50 年代初到 70 年代初,日本、美国、德国、韩国和新加坡等国已达 55% 左右,80 年代以来已上升到 60—80%。机电工业技术水平落后和科技进步缓慢,不仅明显地阻碍着我国机电工业当前和今后的发展,而且极大地制约着我国综合国力的增强。因此,以高新技术促进机电工业的技术进步是当务之急。

## 一、我国机电工业的技术现状

我国机电工业已形成门类较为齐全的工业体系。目前已具备为国民经济各部门,如电力、冶金、煤炭、交通、石油、化工以及国家重点建设项目等,提供大型成套装备的能力。但机电工业的总体技术水平较低,产品质量尚差,具体表现为:

### (一) 生产手段落后

我国机电工业普遍存在着装备严重老化,工艺技术落后,生产柔性差,自动化程度低等问题。以机电制造业的核心生产装备机床为例,我国金属切削机床总拥有量达 350 万台以上,占世界第二位。但机床平均役龄偏高,数控机床仅占机床总拥有量的 0.4% 左右。1989 年是我国数控机床产量较高的一年,但当年机床产量数控化率<sup>②</sup>也仅为 1.5%,产值数控化率<sup>③</sup>为 8.7%。而日本 1987 年机床产量数控化率已达 30%,产值数控化率高达 71%。又如计算机辅助设计与制造(CAD/CAM)、计算机辅机在国外已大量普及应用,而我国仅在部分大中型重点企业 and 产品中应用。

### (二) 生产消耗高

\* 专题负责人: 学部委员高景德、丁舜年、雷天觉

① 本文中所称机电工业系指传统机电工业,不含电子工业。

② 机床年产量中数控机床产量所占的比率称机床产量数控化率。

③ 机床年产值中数控机床产值所占的比率称机床产值数控化率。

我国机电工业目前仍处在高消耗、低效益的发展阶段。单位产值的能耗为工业发达国家的 3—5 倍, 分别是印度和巴西的 1.6 和 4 倍。如我国现有装机的火电设备, 由于低参数中小容量机组比重大, 平均供电煤耗为 430 克/千瓦小时, 比工业发达国家高 80—100 克/千瓦小时。机电工业万元产值钢材消耗量为日本的 4 倍。我国所生产的量大面广能耗大的机械如工业锅炉、风机、泵类等, 能耗也普遍高于国外产品。

### (三) 产品水平低

1987 年原机械委从 5 万多种产品中抽样评价了 5130 种主要产品的水平, 结论是: 相当于国际 70 年代末、80 年代初水平的占 18.9%, 相当于 70 年代初、中期水平的占 48.25%。经过“七五”期间的努力, 机械工业主要产品的 37.4% 已达到 70 年代末、80 年代的国际先进水平。但从总体水平看, 差距还是很大的。

### (四) 技术创新少, 生产太分散

我国很多大中型机电企业自成体系封闭发展, 与科研单位、高等院校很少合作。目前, 我国机电企业的主要技术是靠从国外引进。引进一些我国短缺的适用先进技术是十分必要的, 这样可以提高技术进步的起点, 加快我国机电工业的发展速度。问题在于不少项目盲目重复引进, 有些引进项目并不先进或不适用。而引进技术的消化吸收, 往往只靠企业独立进行, 且大部分停留在掌握已有技术, 提高国产化率的低层次上。自主开发和技术创新能力十分薄弱, 许多预研工作几乎没有开展。另一方面, 我国机电工业生产过于分散, 致使先进技术和工艺无法采用。以球轴承生产为例, 我国生产球轴承的厂家, 比世界上所有其它国家的同类工厂的总数还多, 由于每个厂的生产批量太小, 难于实现技术进步。

各级政府部门还存在对机电工业认识不够的问题(视同一般加工工业), 没有把机电工业的发展摆在重要位置上, 多部门、多层次的管理体制以及财政分灶吃饭, 使机电工业很难集中力量, 提高水平, 造成重复建设, 浪费严重。

## 二、机电工业技术落后的后果严重

机电工业技术水平落后, 科技进步缓慢, 后果是十分严重的。

(一) 我国制造的火电设备品种结构不合理。引进型经过优化的 30 万和 60 万千瓦高效机组, 尚未形成足够生产能力。20 万千瓦机组能批量供应, 是目前电网装机的的主力机组之一, 但机组效率低、能耗大, 运行可靠性差。因此, 从总体上看, 我国火电设备的品种和数量都满足不了国家经济发展的需要。

(二) 数控机床的数量、品种和性能都不能满足国民经济需求。特别是其中关键的数控装置更是受制于人。既影响机床产品档次的提高和年产值的增值(近年来我国机床的年产量约为 15 万台左右, 与日本大体相当, 但因机床数控化率低, 年产值只有 10 亿美元左右, 只为日本的 1/10), 又造成数控机床的大量进口。此外, 还存在用普通机床加工出的产品质量不易稳定, 精度难以保证, 性能又难提高等问题。

(三) 基础零部件、基础工艺等至今仍是我国机电工业中突出的薄弱环节, 与重大成套装备配套的基础件仅能满足 30—40%。重点企业技术改造所需机床、锻压机械和新型加工设备等的品种、质量也不能满足要求, 只得依靠进口。如长春第一汽车制造厂卡车换型的关键设备需要大量进口, 价值占 40%。发展轿车用的工艺装备, 估计进口设备价值约占 2/3 以上。

(四) 微电子工业基础薄弱,急需的专用集成电路、新型高质量的电力电子器件则更为薄弱,远不能满足新产品开发的最低需要,严重阻碍着数控装置、大功率变流装置、成套电气传动设备以及大量机电一体化产品的开发。

(五) 由于科学技术的迅速发展,国内、国际市场竞争日趋激烈,竞争的焦点是质量、成本和交货期、市场等。因之对机电产品的需求日趋多样化。但我国未能及时推广和应用行之有效的高新技术,机电工业产品更新换代周期长、成本高、质量低、市场应变能力差,满足不了用户的要求,导致大量设备引进,带来重大损失。

(六) 机电产品出口额“七五”期间较“六五”期间增长 3.33 倍,1991 年又有了较大增长达到 141.2 亿美元,是“七五”期间累计出口值的 44.3%。这虽然表明近年来我国机电产品出口有了长足进步,但 1990 年我国机电产品出口额只占世界机电产品出口额的 0.8%,说明我国机电产品在国际市场上还缺乏竞争能力。

(七) 由于技术落后等原因,机械工业的全员劳动生产率低。1989 年为 17974 元/人·年,只相当于同年日本的 2.16% (20.77 万美元/人·年),美国的 3.38% (13.29 万美元/人·年)。

### 三、以高新技术促进技术进步,振兴机电工业,要抓住关键,突出重点

当前,以传统机电工业为代表的制造业,在世界范围内正经历着两大变革:一是机电工业生产率的提高,从传统的依靠机械化为主要的方式,向以计算机为核心的柔性、集成自动化生产为主的方式转变,既可使产品性能得到很大提高,又可实现更灵活的设计和和生产。二是机电工业的制成品,从过去机械与电子彼此独立的单一机电产品,向机械与电子高度融合,渗入多种高新技术的机电一体化产品发展,以提高产品的附加值和综合效益。这两种变革的基点都是以高新技术推动机电工业的技术进步。

机电一体化技术是微电子技术、计算机技术、信息技术、电力电子技术、现代控制技术、光学技术、电工新技术、传感技术、现代设计方法与精密加工技术密切融合成的综合性高新技术。以机电一体化技术的应用为主导,推动企业自身的技术改造和产品更新,是企业技术进步的重要突破口。

机电工业的技术进步必须落实到企业中,落实在产品上,特别是规模生产上。必须努力激发企业的技术创新精神,其关键在于引进竞争机制,增强企业占领国内国际市场的意识,加强技术改造,积极推动技术进步,努力提高自身设计、制造水平,不断调整产品结构,发展新技术、新产品。由于机电工业门类繁多,问题千头万绪,加之我国资金又严重不足。因此,在推动机电工业技术进步的过程中,必须采取抓住关键突出重点的办法。

(一) 抓龙头产品带动关键行业产品结构调整。把大型先进的火电成套设备和数控机床作为带动发电设备制造和机床行业产品结构调整的龙头产品,既可为国民经济提供充足经济的电力和先进的基础性生产设备,又可推动相关技术的进步。

1. 大力调整火力发电设备的产品结构,努力提高产品质量,加速开发高效、低污染、低造价、少用水的大型火力发电设备。

(1) 加速优化引进型 30 万和 60 万千瓦亚临界火电机组,完善其成套性,提高实现综合自动化的可控性水平,尽快形成批量生产能力的同时,落实条件基本成熟的超临界机组研制,并尽早国产化,以加快产品结构调整的步伐。

(2) 大型火力发电设备建设和开发周期长, 需要制造和使用部门共同制订长期建设和开发的目标。要有 25 到 30 年的长远规划。对国民经济有重大影响的项目, 如国际上已有定论, 国内也进行了一定研究的煤气化联合循环和增压流化床联合循环; 国内已在进行也有一定成效的核电和循环流化床锅炉等项目, 要加快进度安排, 使火电设备产品结构的调整能有计划有步骤地加速进行。

(3) 加速微机分布式系统 (DCS) 的推广应用和国产化。它不仅体现了装置的更新换代, 而且是实现自动化革命性变革的有力手段, 将为实现火电厂综合自动化, 提高其安全经济运行水平开辟广阔前景。

2. 数控机床是制造业现代化的基础, 又是典型的机电一体化产品, 应把发展数控机床放在改变我国机电工业面貌的优先地位。

(1) 加速形成数控装置产业, 达到能自主生产供应数控机床工业发展的核心装置。如组织得当, 到“八五”末期, 中、高档通用数控装置和经济型数控装置能各达到近万台的生产规模。

(2) 尽可能用简易型数控机床代替普通机床, 对大型贵重机床尽量加装数显定位装置。经验证明, 这些措施可明显提高产品质量, 减少工时, 降低成本。

(3) 实施倾斜政策, “八五”期间将国家投资重点放在数控装置、数控软件、交流伺服系统及交流主轴系统等的科技攻关和形成生产能力方面, “九五”期间放在数控基础技术的攻关和“八五”生产能力的巩固以及配套技术的开发上。

3. 工业机器人和激光技术发展迅猛, 也是综合自动化不可缺少的组成部分, 应给予足够重视。

(二) 狠抓新型电力电子器件、专用集成电路和可编程逻辑控制器、新型传感器件等的开发、生产和应用。提高质量、可靠性, 增加品种, 逐步形成规模生产, 为机电工业的技术进步创造基础条件。

1. 电力电子技术是微电子技术和机电装置结合的桥梁, 更是变流技术、交流调速、直流输电的关键技术, 需要大力发展。

(1) 制订全面发展电力电子器件的规划。提高、扩大非全控器件的品种和性能; 积极发展全控器件; 研制开发复合器件; 重视功率集成电路的预研。对列入重点发展的电力电子产品应给予倾斜投资。

(2) 加强晶闸管派生器件的开发应用, 进行专业化生产。留出 1—2 条引进生产线生产小功率晶闸管, 选择 3—5 个设备条件和人员素质好的工厂集中生产大功率晶闸管管芯, 多数厂作后道工序, 形成规模生产能力。

(3) 狠抓配套元器件, 加强电力电子技术的开发和应用, 侧重节能技术和设备及其在国民经济各部门的应用。

2. 加强专用集成电路的研制、生产, 逐步形成产业, 建立专用集成电路研究发展工程中心。积极推动可编程逻辑控制器的开发生产和应用, 鼓励微电子产业和电力电子产业的结合。将微电子产业中已引进尚不能发挥作用的一部分 3 微米生产线, 改造成能生产全控器件如垂直沟道双扩散 MOS 管、绝缘栅双极晶体管以及功率集成电路等。

(三) 积极推广应用现代设计技术、先进制造技术、系统工程技术和现代管理技术, 为机电工业技术进步提供先进的方法、手段和信息。



1. 大力研究推广包括计算机仿真技术在内的计算机辅助设计与制造技术, 提高机电产品的质量, 缩短产品开发周期。

(1) 相对集中软件人才, 增强投资, 注意国外先进技术的引进和应用, 建立国家级 CAD/CAM 软件工程中心(或 CAD/CAM 软件工厂), 开发生产具有我国自主知识产权的 CAD/CAM 软件, 逐步形成软件产业。

(2) 积极推广机电企业应用 CAD/CAM 的成功经验。建立机电行业 CAD/CAM 开发网, 条件成熟时发展成 CAD/CAM 软件集团。

2. 积极而有步骤地在机电企业中推行计算机辅助测试和计算机管理信息系统。

3. 在总结“863”计划中计算机集成制造系统(CIMS)试点工程经验的基础上, 在有条件的重点骨干企业中进一步推进 CIMS 示范工程。

#### 四、推进机电工业技术进步的措施

要以高新技术推进机电工业的技术进步, 关键措施之一是国家主管部门在企业深化改革的基础上, 改进和加强宏观调控。

(一) 建立生产和科研紧密结合的运行机制, 加速科研成果的转化。必须改变机电工业中普遍存在的自成体系封闭发展的局面, 才能改变企业主要靠仿制发展新产品的状况。制订使生产和科研紧密结合的法律和政策, 建立有利于这种结合的运行机制, 积极推动企业与科研机构、高等院校, 特别是与机电工业关系密切的单位, 组成多种模式的联合体, 以发挥各自优势, 通力协作, 提高机电工业自身的自主开发 and 创新能力。

(二) 调整产业结构, 实现专业化生产。必须克服我国机电工业生产过于分散, 大量企业小规模生产同一类产品的倾向, 以利先进技术和工艺的采用和推广。领导部门应通过组织企业集团, 将企业推向市场和对生产落后、效益差的企业实行兼并、转产以致破产等办法, 使企业在依靠技术进步的基础上建立合理的生产规模。

(三) 增加科技投入。工业发达国家和一些发展中国家, 机电企业科技投入占销售额的比例已达到 3—5%, 有些达到 10—15%。除应坚持国家已有规定的集成电路、软件等行业企业按销售额提取 10% 作科技开发费用外, 建议数控机床、大型火力发电设备、新型电力电子器件及装置等行业按销售额 3—5% 提取科技开发费。并采取坚决措施, 保证企业能够确实按规定提取并合理使用, 擅自挪用的应追究负责人的责任。

(四) 组织协作, 加强专业人才的组织和培养。机电一体化技术是综合性高技术, 必须在产品开始设计时即予以全面考虑, 才能奏效。要善于组织不同专业人员的通力协作, 才能保证高技术在企业中顺利采用。要把不同层次懂得机械、电子、液压、光学、仪表、传感技术、自动控制技术、计算机技术等各方面知识的专业人才合理组织起来, 进行重点项目的技术开发。还要培养一批精通这些专业的带头人。更要十分注意培养包括技术工人在内的不同层次的人才。

(五) 改进技术引进工作的管理。重点应抓紧四个环节: 首先, 应按行业制定引进计划; 其次, 要对具体引进项目进行严格审核; 第三, 要在引进后对应用和消化、吸收、创新情况进行考核; 第四, 要对引进后产生的经济效益作出科学评估。所有这些环节的执行过程均应有有关科研机构 and 高等院校参加。对技术引进还应作出明确政策规定, 实行奖优罚劣。还应规定凡由国家投资的引进项目, 原则上在履行必要的手续后, 应向国内同行公开和交流。