

国家科委软科学研究课题报告
(85)国科(策软)字 003-01 号

内部资料
注意保存

我国机电一体化发展途径与对策

国家科委综合局

《机电一体化发展途径与对策》课题组

一九八六年十二月

前 言

1985年10月国家科委综合局下达软科学研究课题——我国机电一体化发展途径与对策，要求在全国性“机电一体化发展预测与综合分析”的基础上，研究机电一体化在我国的发展战略，提出发展的原则意见及全面规划、多层次发展的内容，研究确定优先发展领域、共性关键技术、以及如何建立机电一体化发展的支持系统，并提出对策建议。

经过一年的研究，进行了两轮专家咨询，三次易稿，经机械委科技司组织专家评审会（1987年1月6日）审议后，修订成本稿并上报国家科委综合局。

参加专家咨询的有国家科委、计委、机械、电子、轻工、纺织、铁道等部和中国船舶工业总公司的领导干部、有关院所从事科研工作的专家，以及北京、天津、上海、江苏、浙江、江西、山东、湖南、四川等省市机械工业部门的同志。

参加本课题研究工作的有：

北京市机械工业局技术开发研究所（课题负责单位）李廷环同志；

机械科学研究院系统分析中心陶寄明同志；

中国船舶工业总公司七院七一一所聂长庚同志。

国家科委综合局王瑞明副局长自始至终关怀并过问了研究工作，并指定高级工程师姜锡骥同志负责指导课题的研究论证和报告的编写工作。

本次重印吸收了部分专家的意见，局部地作了删改和补充。重新整稿由李廷环同志承担，姜锡骥同志作了校阅。

欢迎各级领导和专家同志提供宝贵意见。

一九八七年七月

目 录

I、我国机电一体化发展途径与对策要点	1
II、我国机电一体化发展途径与对策	9
一、机电一体化是振兴我国机械工业的必由之路	9
1. 机械工业的巨大变化	9
2. 国外机电一体化发展简况	10
3. 我国机械工业面临的挑战	11
4. 机电一体化在振兴我国机械工业中的作用	12
二、我国机电一体化的发展途径	14
1. 发展的目标	14
2. 发展的途径	15
3. 发展的原则	15
4. 机电一体化各发展层次的安排	16
三、我国机电一体化产品的优先发展领域和共性关键技术	18
(一) 优先发展领域:	18
1. 数控机床及其他机械制造工艺设备	18
(1) 数显、数控机床	18
(2) 锻压设备	21
(3) 铸造机械	23
(4) 焊接设备	24
(5) 柔性自动化和柔性制造系统	25
2. 电子化量具量仪	27
3. 工业自动化控制仪表	28
4. 中小型电机、电气传动控制装置与可编程序控制器	30
5. 电子化低压电器	33
6. 工业机器人	34
7. 电子化家用电器	36
8. 微电子控制的轻工机械	38
9. 微电子控制的纺织机械	39
10. 机电一体化的医疗器械	43
11. 汽车电子化和电子控制内燃机	45
12. 机电一体化的办公机械	48
13. 电站的电子化自动控制系统	50
14. 采用微电子技术的印刷机械	51

15. 电子式照相机	53
(二) 机电一体化的共性关键技术	55
1. 检测传感技术	55
2. 信息处理技术	56
3. 自动控制技术	57
4. 伺服传动技术	57
5. 精密机械技术	58
6. 系统总体技术	58
四、我国机电一体化发展的支持系统	59
1. 影响机电一体化发展的因素分析	59
2. 机电一体化发展的支持系统的构成	62
3. 发展我国机电一体化应强调的主要政策措施及说明	65
Ⅱ. 我国机电一体化发展途径与对策背景材料与附录	75
后 记	

我国机电一体化发展途径与对策

要 点

机(械)电(子)一体化是当今世界机械工业技术和产品发展的主要趋向。它的发展已引起机械工业各部门,乃至整个社会经济的巨大变革。发展机电一体化,已成为我国机械工业振兴的必由之路和迎接新的技术革命的主攻方向。

我国的机电一体化应遵循全面规划、多层次协调发展的原则;从生产技术和设备的改造入手,优先发展基础技术、基础元器件和一些共性关键技术,大力采用适用技术,开发已确认为优先发展领域的产品。

我国机电一体化的迅速发展主要取决于政策的支持和法律的保障,要有一个能突出重点,保证优先,创造适宜发展的环境和条件,促进健康发展的支持系统。

一、机械工业的巨大变化

在新技术革命的浪潮中,微电子技术的飞速发展和向机械工业的渗透,形成了机械微电子复合技术——机电一体化技术,涌现出一代新产品——机电一体化产品,使机械工业的技术结构、产品结构、功能和构成、生产方式和管理体系发生了巨大的变化,也使工业生产从“机械电气化”跨入以机电一体化为标志的发展阶段。

1. 机械技术跨入新天地。机电一体化技术是机械学、电子学、控制论、计算机科学等多学科综合发展的产物。它的形成和发展改变了机械工业单纯依靠工程力学,产品设计、制造工艺和控制系统的状况,使传统机械技术冲破固有的发展局限,跨入一个更加生机勃勃的广阔天地。

2. 产品的结构和功能发生了质的变化。与传统的机械产品相比,机电一体化产品中的微电子装置除可取代某些机械零部件的原有功能,简化结构外,还可以赋予产品一些新的功能,如自动检测,自动处理信息,自动显示记录,自动调节、控制,自动诊断与保护等;从而使机械从主要是代替和放大人的体力跃变到兼能取代并延伸人的部分智力,从而具有“智能化”的特征。此外,机电一体化产品通常具有减小体积,减轻重量,降低消耗,提高可靠性,性能价格比得到较大改善等优点。

3. 机电一体化产品的应用范围大,覆盖面宽。从社会到经济,从生产到生活,从简单的耐用消费品到复杂的社会生产和管理系统,机电一体化几乎达到“无孔不入”的境地,形成了国外工厂自动化、办公自动化和社会服务自动化的重要基础条件。由于这类产品技术密集度高,附加价值大,因而能显著增大社会和企业高技术的产值比重,优化产品构成,提高劳动生产率。

4. 生产方式向“柔性”转化和向综合(集成)自动化发展。“柔性”表现在控制的“软件”化,主要通过程序变化(适当调整或改变硬件)来适应不同品种的加工要求,具有很大的灵活性;同时使产品质量和精度有了切实保证。机械工业生产过程中有许多离散的工序,

自动化难度较大。数控机床(CNC)、柔性制造系统(FMS)和工业机械机器人的采用,可以使占机械工业产值3/4左右的多品种、中、小批量的生产提高自动化水平,也可使大批量生产增加柔性,比较容易实现产品的更新换代。生产方式的上述革命性变化将彻底改变人和机械的关系,预示着人在生产中的地位将从机器的“奴仆”转变为机器的“主人”,发生划时代的变化。

5. 信息在生产经营管理中的重要性显著增大。柔性生产方式使市场需求成为组织生产,灵活地改变产品品种、规格和批量的主要依据。由于产品在市场的寿命周期缩短,为了抢先并占据市场,企业必须十分重视信息的收集与分析,迅速作出决策,因此使企业从传统的生产型转向以经营为中心的决策管理体制。

二、振兴我国机械工业的必由之路

我国机械工业的装备和产品总的技术水平从表面上看比国际水平平均落后二十来年,而实质上是落后了一个发展阶段。国外机械工业跨入以机电一体化为标志的阶段后,在微电子技术的强力推动下,发展速度之快是以前任何一个阶段所无法比拟的。当今的情况不要说落后一、二十年,就是落后三、五年也是个不小的差距。因此如果我国不尽早、尽快地大力发展机电一体化,则已有的差距必将愈拉愈大,赶超国际水平也将成为一句空话。

今后的十五年,是我国实现工业化的重要时期。为了到本世纪末工农业总产值翻两番,国民经济各部门都要求机械工业提供先进的技术装备;其中有许多装备关系到国家经济命脉,而且时间紧迫,技术要求高。

我国的机械工业,经过“六五”期间的调整与改革,又进入蓬勃发展的阶段,迫切需要采用现代科学技术成果进行改造和振兴。而开发适用的机电一体化技术和产品,不仅是应用新兴技术改造老设备的一条新路(投资少、效益高,收效快),更重要的是可以促使机械产品升级换代,进而开辟新的功能领域,满足国民经济和人民生活的多样化需求;同时可以扩大机电产品出口,促进对外贸易和交流。

总之,机电一体化可以促进机械工业的技术进步,改善机械工业的素质,提高机电产品的质量和性能,把传统的机械工业转移到新的技术基础上来,因而对振兴我国机械工业具有重大作用,对我国科学技术进步和经济发展也具有极其深远的战略意义。

三、机电一体化的发展途径

我国发展机电一体化需要经历一个较长期的过程才能达到目前的国际先进水平。但是,我们可以而且应该有重点地在部分产品领域直接采用国外已经成熟的机电一体化技术,用较短的时间使一些产品首先达到工业发达国家普及的水平;做到边应用,边开发,不断地积累经验,培养人才,充实基础,积极、稳妥地把机电一体化推向先进水平。

我国发展机电一体化的主要目的是,在保证经济效益和社会效益的前提下,提高产品质量和劳动生产率。

机电一体化的发展水平是微电子工业和机械工业发展水平的综合体现。机械工业实现机电一体化有赖于微电子工业的发展和推动,而微电子工业的发展也有赖于机械工业的支持。

因此,必须正确处理二者的关系,当前尤应采取有效措施,提高机械工业对当代成熟技术的吸收能力。

根据我国各地区、行业、企业技术发展不平衡的特点,机电一体化应遵循“全面规划,多层次协调发展”的原则,在政府的宏观引导下,分三个层次进行。

第一层次:从技术改造入手,在整顿和提高常规工艺和装备的同时,积极推广应用国内比较成熟的机电一体化技术成果,改造落后的工艺和老设备,逐步提高企业素质和生产能力。

根据量大面广、经济效益明显、投资少、见效快等原则,建议首先推广:

- (1) 数显装置(包括数显机床、数显量具等);
- (2) 经济型数控装置及驱动系统;
- (3) 智能化仪表和微机自控系统(用于改造炉窑、控制电力负荷、化肥橡胶工艺等);
- (4) 电机调速与节能装置(用于风机、水泵用电机的改造等);
- (5) 可编程序控制器……

我国有价值四千亿元的装备构成国民经济生产能力的主体(多数是五、六十年代的产品)。如果用新的技术行进改造,特别是改变其控制方式,其潜在的巨大能力就可以被挖掘出来,从而收到投资少、见效快,迅速解放生产力的效果;与增添新设备相比,其投入产出比高(最高可达1:8,多数为1:5)是适合我国当前实际情况的一条较好的技术路线。

第二层次:以技术引进和自行研制相结合的方式,集中主要力量对优先发展领域的产品、基础件及其关键技术,组织联合攻关,分期分批拿出质量优、经济效益好、具有先进水平的新一代产品。

根据“近期和中期有广泛需要”、“经济效益或社会效益好”、“具有一定技术基础”等原则,参考机电一体化各预测研究报告和有关部门的建议,确定了十五个优先发展领域和六项共性关键技术。

(一)、优先发展领域:

1. 数控机床及其他机械制造工艺设备:

(1) 数显、数控机床:一方面用数显、数控技术改造现有的部分设备,另一方面采用全功能数控机床和加工中心更换一部分老机床。

在1990年以前,重点应放在经济型数控,迅速扩大批量。标准型和特种功能型数控系统则应瞄准国际八十年代初水平,通过国产化和开发,增加品种,逐步扩大批量。“七五”后期应跟踪世界先进水平,开发高水平产品,增强在国际市场的竞争能力。要坚持经济型和多功能型同时并举的方针,在1990年以后,则应以发展多功能数控机床为主。

(2) 锻压设备:首先发展板材冲孔的数控压力机和数控折弯机等。

(3) 铸造设备:首先要解决改善劳动条件、节省能源、提高铸件质量、减少废品的机电一体化铸造设备。

(4) 焊接设备:依次在电阻焊、气体保护焊(非熔化极)、摩擦焊、气体保护焊(熔化极)及切割技术的焊接设备上,优先采用微电子技术。

(5) 柔性自动化和柔性制造系统:由易到难,由简到繁,从柔性制造单元(FMC)入手,逐步发展柔性制造线(FML)和柔性制造系统(FMS)。要大量地发展准柔性制造系统或独立制造岛。首先在机床行业推广柔性自动化技术,然后在汽车、内燃机、拖拉机、工程机械、军工等行业推广应用。

2. 电子化量具量仪：重点发展三座标测量仪、齿轮量仪、圆度仪和表面粗糙度检查仪等的机电一体化；还要发展电子数显量具，包括数显刻度尺，和利用光栅、磁栅、电容、电感、激光等原理的产品。

3. 工业自动化控制仪表：大力采用微电子技术和新型检测传感技术，扩大产品功能，提高精度，缩小体积，提高稳定性、可靠性，以加快产品更新换代步伐。还要同机械工业的主机、辅机配合在一起发展机电一体化系统，如现代化的30万/60万千瓦大容量火力发电机组的仪表自控系统等。

4. 中小型电机、电气传动控制装置与可编程序控制器：以提高社会效益和节约能源为中心，采用先进技术，更新设备，提高自动化水平，加速电气传动中微电子技术的应用，提高生产能力，满足生产需要。相应地发展与交流传动装置配套的调频调压电动机（即VV-VF电动机）和无换向器电动机，以适应机电一体化的发展。可编程序控制器在“七五”期间重点用于冶金、矿山、电站、机床、轻纺、石油化工、锻造、焊接、食品加工等行业的技术改造，并取代老的程控装置及继电器逻辑控制系统。

5. 电子化低压电器：以节约能源，保护人身安全、保护设备安全等为目的，应用范围广，需求量大，容易形成批量生产，社会、经济效益显著。如电子式漏电开关，集成化接近开关等电子化自动开关。

6. 工业机器人：近期内主要发展危险、有毒、恶劣环境、繁重体力劳动等作业的工业机器人。1990年前全面掌握第一代工业机器人的关键技术，整机测试和应用技术；同时开展第二代、第三代工业机器人所必需的关键技术的研究。

7. 电子化家用电器：重点研制采用微电子技术的电冰箱、洗衣机、电风扇、空调器等四种家用电器。“七五”期间生产出功能齐全、性能合意、操作简便、价格便宜、节省能源、安全可靠的机电一体化的家用电器。

8. 微电子控制的轻工机械：主要选择有代表性的产品作为优先发展领域，其中包括食品机械、制糖机械、造纸机械、塑料机械、皮革机械等，采用微电子技术，实现轻工机械的机电一体化。

9. 微电子控制的纺织机械：“七五”期间，纺织机械的机电一体化面临的任务和发展方向是：①对已引进的设计制造技术进行消化吸收；②发展一批机电一体化的化纤机械（例如温度、速度、压力的微机控制等）；③纺纱和织造机械中的自动称量、自调匀整、电子清纱等；④印染机械中的各种间隙式印染机的微机控制，和热定型机的微机控制；⑤发展一批智能化的纺织仪器。

10. 机电一体化的医疗器械：广泛应用微电子技术，到1990年使X线成像设备完整系列，数字减影、血管造影设备投产，超声显象和血管检测仪器接近当时国际水平；发展图象化、定量化、智能化医用电子仪器 and 医用生化分析、检测仪表，逐步将微电子技术用于医用光学仪器、康复保健器械等新的领域。

11. 汽车电子化和电子控制内燃机：

（1）汽车电子化：“七五”期间，重点普及推广一些技术比较简单的产品，如晶体管调压器、晶体管点火器，轮胎气压报警器、电子钟及若干警报指示器。而对于一些节油效果明显，但技术较复杂的项目（如电脑控制点火时间、空燃比等项目），可以进行研制或改进，做到技术上基本过关，并小批量或中批量生产。

(2) 电子控制内燃机：以大中型内燃机作为主要目标，船用大功率、低速柴油使用面广，拥有量大，采用电子控制技术进行产品更新换代以及改造现有常规机型经济效益显著。

“七五”期间开发重点应放在基础研究及常规柴油机的电子化改造，尤其是电子控制喷射系统的研究。

12. 机电一体化的办公机械：当前应以发展静电复印机、电子打字机、办公用电子计算机汉字终端设备、办公用传真机和缩微设备为主；发展机电一体化办公机械可从复印机入手，满足国内市场的需要。

13. 电站的电子化自动控制系统：发展监视大型火电机组，保证安全可靠、稳定与经济运行的电站电子化自动化控制装置。在“七五”期间，研制并能提供配套的、基本国产化的、以微机为基础的分层分布数字式自控系统。

14. 采用微电子技术的印刷机械：发展重点是微机控制自动照排机、电子分色机和四色胶印机。其次是微电子技术控制的切纸机和装订机。与此同时，对原有印刷设备进行电子化改造。

15. 电子式照相机：解决电子式照相机的生产能力和产品的关键技术。包括：现代照相机的基础理论及反应技术；照相机用基础元器件的研制，照相机的制造技术和加工技术；新型材料、快门和附件以及检测仪器的研制等。在组织力量、攻克这些关键技术的基础上，扩大生产能力，满足社会需求。

(二)、共性关键技术：

(1) 检测传感技术：主要难点是提高可靠性、精度和灵敏度。可靠性包括抗噪声性、对环境的适应性和灵敏度的稳定性。对精度和灵敏度的要求，应根据检测对象而定。对传感元件，应优先发展光、力、热、磁、湿等五类敏感元件。

(2) 信息处理技术：存在的问题是提高处理速度，提高可靠性和抗干扰能力，以及减轻重量，标准化，提高操作性能，便于维修保养等。例如：提高计算机、A/D、D/A变换、分时处理I/D的可靠性，软盘的标准化问题等。

(3) 自动控制技术：技术难点在于现代控制理论的工程化与实用化，边界条件的确定、优化控制模型的建立、容错技术以及抗干扰等问题。

(4) 伺服传动技术：技术难点在于在机电一体化产品或系统中，对机电转换部件，如力矩马达、液压马达等，要求精度高、可靠性更好、响应速度更快；对直流伺服电机，要求控制性能更好（高分辨率和高灵敏度）、速度和扭矩特性更稳定；交流调速系统的难点在于变频调速、电子逆变技术、矢量变换技术等；气动和液压系统中，泵、阀、缸、滤清器等各种元件都存在性能、可靠性、标准化、减轻重量、小型化等问题。

(5) 精密机械技术：机电一体化产品中的机械零部件，要求提高精度、刚度、改善性能，减轻重量、缩小体积，并要求在缩小体积的同时，不降低刚度。另外还要提高可靠性和避免或减少摩擦与磨损，提高维修性能。

(6) 系统总体技术：技术难点在于软件开发与微机应用技术，必须结合具体对象，从分析配套主机和控制对象入手，设计合适的接口，建立控制对象的数学模型，研究相应的应用软件，这里需要多学科的综合技术和配合协同。

(7) 共性关键技术中近期应特别注意以下几个问题。

① 传感技术与传感元件：要求重点发展上述五大类，以满足优先发展产品的需要。

② 对微型机的要求：重点解决16位以下微机的批量生产，保证稳定、可靠、价廉。

③ 专用集成电路：根据各优先发展产品的要求组织生产，在“七五”期间确定生产点，形成批量生产。

④ 在接口和软件技术方面，要加强研究工作，争取1990年后立足国内。

⑤ 加强元器件（包括微处理器、可编程序控制器、接插件、传感元件、电力半导体器件及精密机械零件等）的研究、试制和生产，保证质量，降低成本，形成批量生产。

第三层次：为了在世界高新技术的发展过程中不失主动，必须在扎扎实实地组织完成第一、二层次发展任务的同时投入一定的力量跟踪国外正在开发的前沿技术，例如智能机器人，综合（集成）自动化系统等，争取在某些方面有所突破，为我国机械工业在二十一世纪的持续发展提高，提供必需的技术储备。

四、机电一体化发展的支持系统

机电一体化发展受社会、经济和科学技术诸方面多因素的影响。在正确政策的指导调节下，主要因素作为发展的必备条件，组成一个支持系统，支持、促进机电一体化发展。政策的支持，作为支持系统的主体，调节各因素影响作用的大小、方向和作用点，形成良好的综合支持能力。

当前我国机电一体化发展面临的主要矛盾，不在技术内部，而是技术发展的要求与外部条件的支持能力不适应。在许多的外部条件中，主要的又在于振兴的法规、政策不健全，缺乏统一的组织、协调、规划。尽管资金、器材、人员的不足也很突出，但只要政策对头、组织得当，相对地集中使用，现有的力量，还是足够解“燃眉之急”的。

在技术内部微电子技术的发展不能适应要求，特别是专用集成电路、传感元器件以及功能器件等不能满足发展的要求，是矛盾的主要方面。当然，机械的基础技术、基础元器件水平不高的影响，也是很重要的方面。

支持我国机电一体化发展的主要政策措施，除社会经济发展已有的通用共性部分，需要进一步强调以下几个方面。

1. 制订振兴机电一体化的法规，完善有关条例；健全组织、协调机构，统一规划、指导；搞活企业，开拓机电一体化技术和产品市场：

制订并完善促进、保障发展与振兴的法规、条例，表明政府在各振兴方面的意向，明确具体的战略目标、发展途径和重点项目，强制发展急需的领域和产品。对共性关键技术的攻关项目和攻克期，对引进、招标、优惠、奖惩等也应有明确规定，把政策原则变为法律条文，增强宏观引导的作用。

强化更新工业技术装备、节能、环保等政策，修订相应条例，刺激对新技术装备的需求；制订对企业和操作工人使用机电一体化设备的优惠政策，惩罚为追求超额奖励而拆损先进设备的行为。

协调四委、一部、“电子振兴办”等在机电一体化方面的工作关系，组建统一的国家级指导、协调机构，统一指导、协调各部门、各地区的发展，统一规划、统一组织跨行业、跨地区的重大项目的联合攻关。应明确各级发展指导机构的职责，统筹安排人力、物力、财力、项目，搞好政策、法规的制订和修改。

加快改革步伐,落实企业自主经营权限,增强企业增长繁殖和新陈代谢的能力,开拓机电一体化技术和产品的市场。

改革企业税利交纳办法,让企业自强自壮,增加活力,鼓励企业从挖潜改造和提高经济效益中积累开发和改造资金,开拓贷款渠道,延长机电一体化开发贷款的偿还期(这是机电一体化发展规律决定的)是当前多数企业发展生产,提高效率,更新设备,促进技术进步的重要环节,应有政策保证。

2、加强基础技术研究、坚持可靠性第一,搞好引进技术的消化吸收,刺激出口的积极性;

认真贯彻执行机械、电子工业的技术政策,重视并加强机械、电子基础技术的研究,有些传统基础技术要补课。积极组织共性关键技术、新的检测传感技术和系统总体技术的研究。加强工艺的研究、实验,和关键、特种材料技术的研究。搞好全面规划、选好机电一体化技术和产品开发的突破口,搞好典型示范。

在质量第一的政策原则指导下,机电一体化要把可靠性放在第一位;积极开展可靠性科学的研究,特别是基础机械、基础元器件的可靠性设计、试验和系统的稳定性的研究;加强机电一体化标准科学、工艺技术、测试技术、软件技术的研究;搞好标准化、系列化、通用化、软件工程化、工艺和测试的规范化。

坚持技术引进和自主开发相结合,科研引进与生产开发相结合;引进技术、进口设备要限期投入使用,限期消化吸收和国产化应用,保证引进的效益。

把消化引进技术作为技术开发的重点之一;要引进适合国情,有利于国内发展、提高和应用的技术,使引进和国产化提高相得益彰;国内已有的技术要严格限制再引进;国内已开发成功的产品要给予定期的保护,严防再进口。

要创造条件,鼓励国内自行开发、生产的机电一体化技术和产品的出口,制定有利于出口的免税、贴税、外汇留成、材料和关键元器件进口等优待办法,用实实在在的好处来调动企业生产出口产品的积极性,在改变机电产品的出口结构的同时,改变出口越多,赔得越多的状况。

3、突出重点、集中投资,建立基地,集中开发,加强发展战略研究,改善器材供应;

多渠道筹集资金,满足多层次发展的需要;设立机电一体化发展基金、引进技术消化吸收资金、扩大企业的开发资金;积极引进外资……

集中部分财力,建立适当规模的专用电子元器件、检测传感元器件等基础元器件的科研、生产、测试基地,尽快解决机电一体化等新技术的基础、配套元器件的供应。

集中主要的人力、财力、物力加强机电一体化应用技术的开发研究;在相对优势的地区建立“桥头堡”,并迅速扩大阵地,形成大规模生产开发基地,大量推广应用。

改变投资(或贷款)的结构和方法,支持科研开发、科研成果向生产、商品化转变的中间环节;合理分配资金额度,用贷款、投资、税收和偿还方式等经济杠杆,引导横向联合和科研到生产、商品化的“一条龙”发展。

加强机电一体化发展的战略研究;从国情出发,不断探求投资少、见效快、得益大的最佳方案和发展途径。积极跟踪世界先进技术的发展;不断地开发机电一体化技术和产品。

完善采购供应网络系统,疏通进口渠道,保证机电一体化所需器材的及时供应。

4、壮大机电一体化的技术队伍，提高素质，使人员的结构和管理合理化、完善化。

建立国家级的机电一体化发展的科技攻关队伍，建设多层次的人才结构，合理使用各级人才。在“有限目标、突出重点”方针的指导下，打破条块分割、军民分割，通过人才流动，按任务组织柔性科研机构，逐步形成名符其实的国家级科技攻关队伍，从根本上改变散、乱的局面。部门和地区的重点研究机构的科技队伍，要与企业联合，按规划承担本部门、本地区的科研开发任务，并配合国家重大项目进行工作。

坚持正规教育、在职教育、业余教育相结合，壮大各级技术队伍，提高技术素质。积极研究机电一体化的人才结构，知识结构，有计划地进行教育、培训。

改革培训体制，建立社会化的培训系统，广泛开展业余和在职的培训，加强智力开发，完善职工的培训制度，制定待业和待聘人员的培训条例；普及电子技术和计算机操作技术；对技术人员和操作工人不断进行再教育，补充新的技术知识和技能。

要特别重视对决策人员的培训，扩大知识面，增加对新事物的敏感力，减少决策失误。

改革高校专业和课程设置，按机电一体化发展要求的合理结构，大量培养机械、电气、电子和其他类别的人才，培养机械、电子结合的“双学士”和跨越机械与电子界限的研究生；

落实人才政策，尊重爱护、合理使用、不断培养、鼓励交流，充分调动现有人员的积极性，保护智力资源；

加强国内外科技人员的技术交流与合作，加强机械制造单位与电气、电子单位的合作，合理分工，保证成套工程的设计、施工质量。

5、建立、健全机电一体化发展的社会服务系统：

建立政府支持的、以服务为宗旨的机电一体化发展的信息、咨询开发中介机构；建立信息库和情报资料交流中心；鼓励用户在获取社会经济效益的基础上对咨询服务机构进行资助，以扩大服务范围，提高服务水平。

建立并完善社会的机电一体化技术和产品的维修服务网，使维修、服务社会化；要组建社会的、专业化的机电一体化维修队伍，并不断进行业务培训和职业道德教育。

制订机电一体化产品（包括家用电器等）的维修服务条例，建立公证监督，保护用户利益，加快推广速度。

我国机电一体化的发展途径与对策

“机电一体化”是微电子技术向机械工业渗透过程中逐渐形成的一个概念。其内容包括机电一体化技术和机电一体化产品。机电一体化技术是由机械技术与微电子、信息技术复合而成的。机电一体化产品是指由机械本体、微电子装置、信息采集处理装置和执行机构等组成的单机或系统。

机电一体化标志着机械工业进入了一个新的发展阶段。在漫长的岁月中,机械工业经历了以简单工具、蒸汽动力加机械和机械电气一体化为代表的三个发展阶段,从个体、作坊式生产发展为社会化大生产的工业体系。近年来,在新的技术革命浪潮的冲击下,新兴技术群中最活跃、发展最快的微电子技术向机械工业的广泛渗透,使机械工业的技术结构、产品功能和构成、生产方式和管理体系产生了巨大变化,使社会生产力获得了突飞猛进的发展。无数事实证明,机(械)电(子)一体化是机械工业现代化的重要标志,是机械工业发展的主要方向;传统的机械工程技术如果不与新兴的微电子技术相结合,则今后的发展就受到极大的限制。

机械工业是基础工业,是为国民经济提供装备的工业。现代社会中几乎所有的物质财富都是人类利用科学技术,通过技术装备创造出来的。机械工业的产品水平和它本身的现代化程度,在很大程度上决定了国民经济各部门的装备水平和现代化程度。因此,研究机电一体化的发展规律并结合国情探讨我国机电一体化的发展途径和对策,对振兴我国机械电子工业,促进国民经济的飞速发展和实现四个现代化具有十分重要的意义。

一、机电一体化是振兴我国机械工业的必由之路

1、机械工业的巨大变化

如前所述,机电一体化使机械工业的面貌发生了巨大的变化。它们主要表现在:

(1) 机械技术跨入新天地。机电一体化技术是机械学、电子学、控制论、计算机科学等多学科综合发展的产物。它的形成和发展从根本上改变了机械工业单纯依靠工程力学,产品设计、制造工艺和控制系统的状况,使传统机械技术冲破固有的发展局限,跨入一个更加生机勃勃的广阔天地。

(2) 产品的结构和功能发生了质的变化。与传统的机械产品相比,机电一体化产品中的微电子装置除可取代某些机械零部件的原有功能,从而简化结构外,还可以不同程度地赋予产品一些新的功能,如自动检测、自动处理信息、自动显示记录、自动调节控制、自动诊断与保护等,从而使机械从主要是代替和被放大人的体力跃变到兼能取代并延伸人的部分智力,从而具有“智能化”的某些特征。此外,机电一体化产品通常具有体积小,重量轻,消耗低,可靠性高,效率高,性能价格比得到较大改善等优点。

(3) 机电一体化产品的应用范围大,覆盖面宽。从社会到经济,从生产到生活,从简单的耐用消费品到复杂的社会生产和管理系统,机电一体化几乎达到“无孔不入”的境地,

也是国外工厂自动化、办公自动化和社会服务自动化的重要基础条件。由于这类产品技术密集度高,附加价值大,因而能显著增大社会和企业高技术的产值比重,优化产品构成,提高劳动生产率。

(4) 生产方式向“柔性”转化和向综合(集成)自动化发展。“柔性”表现在控制的“软件”化,主要通过程序变化(适当调整或改变硬件)来适应不同品种的加工要求,具有很大的灵活性;同时使产品质量和精度有了切实保证。机械工业生产过程中有许多离散的工序,自动化难度较大。数控机床(CNC)、柔性制造系统(FMS)和工业机器人的采用,可以使占机械工业产值3/4左右的多品种、中、小批量的生产提高自动化水平,也可使大批量生产增加柔性,比较容易实现产品的更新换代。综合(集成)自动化是生产自动化的发展方向。自动化工厂能大大提高其产品的再生产的水平,即自动化工厂将为建设其他自动化工厂生产机器和部件。一旦这种情况出现,生产力的提高将一代接一代地繁衍下去。生产方式的上述革命性变革将彻底改变人和机械的关系,预示着人在生产中的地位将从机器的“奴仆”转变为机器的“主人”,发生划时代的变化。

(5) 使信息在生产经营管理中的重要性显著增大。生产方式的转变使新产品的准备和生产时间缩短,企业必须对市场需求作出快速响应,提高产品质量和性能价格比,灵活地改变产品的品种、规格和批量,缩短交货期。再加上机电一体化产品功能变化灵活,花样翻新也比较容易,产品在市场上的寿命周期愈来愈短,因而要求得生存和发展,就必须提高产品的竞争能力。因此,企业管理体制在由生产型转变为生产经营型过程中,市场信息、供需变化,将成为指导生产的依据,因而必须把信息的收集、分析,技术经济预测、市场预测和经营决策结合起来,强化销售和技术服务,建立信息管理系统。

除了机械工业本身的变化之外,机电一体化技术和产品用于其他行业机械设备的技术改造和更新也取得了极其显著的经济效益,改变了它们的面貌。例如,计算机(或微型机)自动控制系统、可编程控制器和其他机电一体化设备的应用,在矿业、冶金部门能提高矿产质量、准确预报事故点,大大减小劳动强度,使工人与恶劣的粉尘环境隔离,能保证轧制精度,节约能源,减少焦炭消耗;在石油部门,能提高产品合格率和收取率,降低物耗;在化工部门,能预先报警,减少停车事故造成的损失,减少电能和化工原料消耗,并提高产品质量;在电力部门,能提高发电输电稳定性,优化电力分配并避免重大事故;在运输部门,机车滑行控制系统可以节省能源而不影响正点;船舶机舱无人值班控制系统可以改善船员劳动条件,减少船员人数,使整个动力装置可靠地优化运行,提高营运效率;汽车电子化和内燃机电子控制可以降低油耗,减少污染,提高安全可靠性和舒适性;在管理部门,自动办公机械大大提高管理效率;在卫生部门,使用微机控制的断层扫描等成像设备可以有效地诊断肿瘤等病变;在生活方面,电子化家用器械减少了人们的家务劳动量,丰富了文化娱乐生活;在微细加工领域,光刻、曝光掺杂氧化,以及各种测试、封装、检验等机电一体化的设备,为大规模集成电路的生产提供了保证……

2、国外机电一体化发展简况

由于机电一体化对机械工业发展具有巨大的推动力,因而世界上工业发达国家,甚至中等发达国家都毫无例外地十分重视开发技术密集的机电一体化产品,大力推进各种设备的自动化,从而使相互间的竞争更加激烈。在这场竞争中,美国、日本处于领先地位;西欧在“尤里卡”计划中把“自动化装置”列作二十四个项目之一;经互会国家在“东方的尤里

卡”计划中将“全盘自动化”(建立采用柔性自动生产流程的工厂和车间,研制工业机器人、有控制系统的自动化设备、精密工艺装备、高精度测试技术装备、自动化工艺流程等)列作仅次于电子计算机的第二位主攻方向;就连一些发展中国家和地区也在积极研究对策,以求在激烈的角逐中增加自己的实力,提高或稳定本国的经济地位;一些劳动密集型产品的出口加工区也在有选择地引进先进技术,加速技术改造以实现自动化。

在机械加工方面,美国1983年与1978年相比,数控机床在金属加工设备的产值构成比由1978年的16%上升到34%;美国1983年按全国机床拥有量的数控化率为4.6%,而不少技术要求较高的工厂如汽车工业的试制厂和模具厂、汽轮机厂、机床厂等的全厂机床拥有量的数控化率达到30~60%。日本机床数控化率,按产值计算1983年为61%,1985年为66.9%。据86年美国机械工程协会统计,目前世界上运行的柔性制造系统为370条(1982年为239条)。据英国机器人协会统计,1983年世界工业机器人的拥有量为3.8万台,其中日本和美国为2.45万台。另据日刊报导:1984年底世界工业机器人(不包括人工控制机械手和固定程序机器人)的运转台数为10.2万台,其中日本和美国8.18万台,占80.17%。

在其它方面,例如日本1981年采用微处理器的仪表品种已占62%,1984年上升为93%。美国通用汽车公司年产600万辆汽车全部采用微机控制。可以说,在各个机械行业,例如电气设备、轻工机械、纺织机械、农业机械、动力机械、包装机械、印刷机械、办公机械、照相机械等毫无例外地开发和生产了大量的机电一体产品,其比重也逐年升高。

3、我国机械工业面临的挑战

建国以来,我国虽然已经形成了一个门类比较齐全,具有一定规模和水平的机械制造工业体系,在满足国民经济建设和人民生活需要方面起了重要作用,但与工业发达国家相比,我国机械工业发展水平还有很大的差距。主要表现在产品质量差,生产效率低,经济效益低,成套能力弱,出口产品缺乏竞争能力;大部分技术装备还只相当于国际六十年代,甚至五十年代水平,不能满足国民经济日益增长的需要。我国机电一体化的水平还很低,尽管近年来通过引进先进技术和自行开发取得了若干可喜的成果,但由于工业基础薄弱、智力、财力、物力不足,特别是管理体制的弊病和认识上的原因,已开发的技术成果多数尚未形成生产能力,未产生普遍的社会经济效益。例如,1984年我国机床数控化率按产量计算为1.25%,1985年仪表智能化率按品种计算为1.5%,据粗略估计,1985年我国机电一体化产品产值仅占机械工业总产值的1%左右。这说明我国机械工业远未进入以机电一体化为标志的发展阶段,落后面貌没有发生根本改变。

从下列统计数据可以看出问题的严重性。1984年我国机械工业全员劳动生产率为1.12万元/人,仅及美国的1/30左右(1983年美国为9.45万美元/人);每千万美元工业产值所消耗钢材,1984年我国约为450吨,相当于日本3.3倍左右;单位工业产值消耗标准煤,1984年我国约为2.13吨,相当于日本的5.8倍。

表1—1列出了1981年到1985年我国机械产品进出口情况。从表中可以看出,近五年来我国机械产品进出口逆差连续剧增。从1982年开始,逆差金额每年翻一番,而1985年竟高达1982年的十倍,计166.02亿美元;同年机械产品的出口额仅占全国出口金额的6.08%(1984年日本为72.8%,美国为43%,西德为43.5%)。另据不完全统计,1985年我国机床出口仅1555万美元,而进口却高达4亿美元,大体相当于1985年我国机床总产值。目前,“进口档不住,出口出不去”的现象有愈演愈烈之势。

上述情况表明：由于我国过去主要依靠增加固定资产投资来扩大再生产，技术进步迟缓，特别是六十年代以来，由于种种原因，未能与国外工业发达国家同步发展微电子工业和机械工业，也没有利用微电子技术的活力来使机械工业改善素质和焕发青春，以致丧失可贵时机，处于被动落后局面。因此，如果在制订发展政策时不从战略观点出发，利用当前国内外的有利形势，抓紧采用新兴技术，特别是微电子技术来改造传统的机械工业，则将造成更大的失误，差距将越拉越大，赶超国际水平也将成为一句空话。

表 1-1 1981~1985年 机械产品进出口情况

(金额单位：亿美元)

年	出 口		进 口		贸易逆差
	金 额	占全国%	金 额	占全国%	
1981	16.40 (17.99)	7.85 (8.17)	51.05 (63.44)	26.20 (28.82)	-34.65 (-45.45)
1982	19.45 (19.45)	8.71 (8.71)	34.36 (36.13)	17.82 (18.73)	-15.20 (-16.68)
1983	19.35 (19.39)	8.72 (8.72)	46.70 (46.70)	21.83 (21.83)	-27.34 (-27.31)
1984	21.96 (21.96)	8.40 (8.40)	82.44 (82.44)	30.08 (30.08)	-60.48 (-60.48)
1985	4.70* (16.62)	4.70* (6.08)	182.64 (182.64)	43.23 (43.23)	-166.02 (-166.02)

《机械工业历史统计资料》第287页；带*号者摘自86年7月23日《人民日报》，括弧内数据为海关统计数。

4、机电一体化在振兴我国机械工业中的作用

根据我国国情，这个作用具体表现在下列几个方面：

(1) 可为传统设备改造开辟一条新路

今后十五年是我国全面实现工业化的重要时期。这个时期内包括机械工业在内的传统产业仍然是我国国民经济的主体，是创造物质财富的主力。但是，我国多数行业装备落后、性能差、效率低。“六五”期间，虽然从国外引进了一些先进设备，但杯水车薪，并未改变基本面貌。国内虽然开发了一些机电一体化产品，但多数未形成商品，或者价格昂贵，多数企业在经济上难以承受，故形不成批量。而采用现有机械产品进行同一水平的批量更新，技术上不合理，经济上不合算。因此，多数仍靠小修小补来维持大量旧设备的使用。现在用“旧设备加微电脑控制”的方法，找到了一条新路；把传统艰苦奋斗精神和现代科学技术结合起来，投资不多就可以恢复或扩大某些设备的使用价值，有的甚至发生质的变化。

在机械工业方面，到目前为止，我国机床拥有量约为320万台，其中可以采用数控技术和数显技术进行改造的旧机床估计占四分之一至五分之一，约70万台左右。到1985年止，我国已用数控技术改造了两千多台机床，用数显技术改造了四千多台，均收到显著的效益。例如，一台普通车床只需要投资3000~5000元加装经济型数控装置，就可使工效提高数倍，且可改善零件的加工质量，降低废品率。按投资几千元改造一台小车床的经济效益估算，一年就可收回投资。又如普通机床加装数显装置后，由于具有适时显示功能，读数直观、准确，

因而加工精度稳定,生产效率和产品质量得到提高,绝大多数企业采用电子技术改造机床后,经济效益增加30%以上,有的甚至增加一倍。

我国有许多能耗大的旧设备,曾经采用过不少节能方法,收到一些效果,而采用微电子技术控制装置进行改造后,则效益更显著。例如:截至1984年,我国第一批改造传统工业炉窑15台,仅节约燃料和减少钢材烧损两项,每年经济效益即达一千万元以上;工业锅炉用微电子技术改造后,炉温稳定,燃烧效率高,供气质量好,一台10~20吨工业锅炉,平均煤耗可下降6~10%。1984年我国拥有工业锅炉约18万台(中小型占70%左右),消耗原煤占我国原煤产量的三分之一左右(约二亿吨),如果每年改造一部分,则年节煤递增量是十分可观的。

我国年发电量的60%消耗在中小型电动机上,其中风机、水泵用电量占其一半左右。如果采用微电子技术使节流情况下运行的风机、泵类变速运行,则节电潜力很大。

我国每年炼制的汽油和柴油有80%消耗在应用极为广泛的内燃机上(农业机械、汽车、工程机械、船舶、电站和泵站等领域)。这是石油的一大用户,年消耗原油约2500万吨。目前我国内燃机效率比国外约低5~15%,如果采用电子控制装置,则可节约大量能源,同时降低污染物排放量,减少环境污染。用微电子技术改造旧设备的范围很广,潜力很大,技术上不甚复杂,投资少,见效快,是一条符合我国国情的设备改造和提高的道路,也是机械工业逐步振兴、发展的必不可少的条件。

(2) 推动机械产品的更新换代,满足国民经济发展的新要求

① “七五”期间国家计划安排的各项重大技术装备和各部门需要的440多套技术装备,是围绕加快能源开发和节约,加快交通运输业发展,加强原材料工业的发展和新兴产业需要、关系到国家长远经济发展前途的重要项目。这些设备技术要求高,时间紧迫,主要应该由国内供应。开发有关的机电一体化技术和产品,既可满足上述项目对智能化仪表、微机自控装置(系统)等配套需要,又可为机械电子工业本身提供先进的计算机辅助设计、辅助制造、辅助检测试验,以及为新兴产业提供微细加工、超高压、超高温、超低湿等先进技术和装备等。

② “六五”期间,我国引进了一大批先进技术,仅机械行业就有八百项。这些先进技术的消化、吸收推广、提高和国产化都离不开先进的装备。如引进的设计图纸其技术和工艺条件规定就是数控加工设备和电子化量仪等。开发和提供这类机电一体化设备,则有助于促进上述工作,并节约宝贵的外汇。

③ 我国约有一千万个工作岗位处于高温、高湿、腐蚀性气体、粉尘、强振动、高噪音以及放射性物质的恶劣环境条件。适当开发一定数量的工业机器人(包括机器手)代替人进行操作具有较大的社会效益。

④ 目前我国人民生活正在从“温饱型”向“小康型”过渡,出现了对高档耐用消费品、医疗器械和其它生活用品的需求。用机电一体化技术和产品改造或更新轻工、纺织、医疗器械等机械行业陈旧落后设备,有助于迅速改变花色、品种、不断满足市场多样化需求。

⑤ 随着生产效率的提高,管理效率必须同步提高。开发生产机电一体化的自动化办公设备可使管理人员从繁琐重复的劳动中解放出来,有利于改善经营和正确决策。

(3) 加快赶超国际水平的步伐

机械工业振兴的目标:(从1980年起)用十到十五年的时间,使主要机械产品达到国