

機電一體化文集

微電子技術在電工產品中的應用

第一集



機械工業部電器工業局

機電一體化文集編委會

一九八五年三月

封面设计：李正吾

《机电一体化文集》

（内部发行）

总 第 一 期

一九八五年三月出版

编 辑：机械工业部电器工业局

《机电一体化文集》编辑部

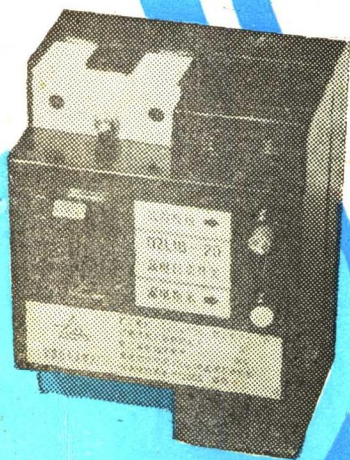
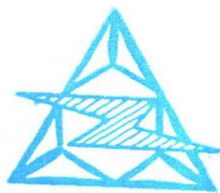
（上海武宁路505号）

印 刷：徽州新华印刷厂

工本费：2.00元

DZL18-20

集成电路漏电自动开关



由机械工业部上海电器科学研究所设计的机电一体化新产品。用于220V、50Hz、20A及以下的单相电网中，防止漏电触电、确保人身安全；避免接地故障所引起的火灾危险。

性能可靠、结构简单、使用方便、外形美观；工矿企业、民用建筑、家用电器均可使用。

1985年元月通过省级新产品鉴定。

屯溪电器厂

厂址：安徽屯溪市徽山路3号 电话：2201.3248 电报：2867

目 录

办好“文集”，促进机电一体化技术在电工行业中的应用（代发刊词）·····	（ 1 ）
机电一体化概论·····	（ 2 ）
日立公司 CAD 技术的发展·····	（ 9 ）
多处理器 1～N 集中远距离监控装置·····	（ 14 ）
几何模型化系统“HICAD”的开发·····	（ 20 ）
集成电路提高交流感应电动机的效率·····	（ 26 ）
控制直流激励电路的微调节器·····	（ 33 ）
以微处理器为基础的多回路过程控制器·····	（ 36 ）
发动机自动调节用的单片计算机·····	（ 42 ）
多台处理机所构成的距离继电器设计特点及试验结果·····	（ 47 ）
微电机与电子学关系的前景展望·····	（ 54 ）
借助微处理器循环控制铸造机·····	（ 57 ）
由微计算机助益的钨极气体保护焊·····	（ 61 ）
新一代机器人控制系统·····	（ 67 ）
同步电动机的节能功率因数控制器·····	（ 73 ）
如何组成弧焊机器人系统·····	（ 77 ）
带有微处理器的电力系统和发电机保护用新型频率继电器·····	（ 84 ）
以潜水电机本身作为敏感元件的变频传动装置的微型计算机控制·····	（ 88 ）
基于多微处理器的电力系统数字保护和控制设备的开发和现场经验·····	（ 96 ）
应用微机的电力监控系统——TOSMAP·····	（ 105 ）
采用新型集成相位控制器件的线路·····	（ 115 ）
晶闸管电气传动的微机控制·····	（ 123 ）
薄膜生产装置的自动化技术·····	（ 128 ）
以微处理机为主体的故障定位器·····	（ 134 ）
水轮机的微计算机控制·····	（ 138 ）
家用和办公室用保安电器·····	（ 144 ）

办好“文集”，促进机电一体化技术 在电工行业中的应用

(代发刊词)

机械工业部电器工业局副总工程师 李如健

以微电子技术、计算机技术、信息技术、航天技术、基因工程和海洋工程等的突破和应用为标志的新技术革命正在蓬勃发展，并在深刻地改变着人类社会的面貌，它必将给生产力带来新的飞跃，相应地使经济和社会发生重大变革。面临新的技术革命，对我们来说，这既是一个挑战，也是一个机会。我们应当抓住时机，抓紧应用新的科技成果，发展我们自己的经济，使我们同发达国家在经济技术上的差距缩小，避免由于处理不当，或者漠然视之而使我国同世界先进水平的差距拉大。因此，我们应以改革精神迎接挑战，采取积极对策和有效措施，大力促进新兴技术开发应用，加速我国“四化”建设。

机电一体化技术是微电子技术、计算机技术、信息技术与机械技术相结合的综合技术。机电一体化技术使传统机械产品面貌一新。机电一体化产品既不同于传统的机械产品，也不同于普通的电子产品，而是新型的机械与微电子器件、特别是微处理器、微型机结合而开发出来的新一代机械产品。

电工行业是国民经济中重要生产部门，要完成社会主义现代化建设所赋予的重任，必须采用一切适用的先进技术，为国民经济各部门提供更多功能全、性能好、省材料、省能源的新型电工产品——机电一体化产品。电工产品的设计、制造、试验过程也必须采用一切适用的先进技术，以最大限度地节约材料、能源，提高劳动生产率，获得最佳的经济效益。做好信息流的基础工作，尽可能采用计算机管理，以提高科学管理的水平也是各电工企业的紧迫任务。因此，采用机电一体化技术进行产品革命、技术革新和技术改造是大势所趋。

这本“文集”收集了部分国外微电子技术在电工产品中的应用例子，我相信它会对热心和关心机电一体化技术在电工行业中应用的同志，起到启发、参考的作用。并热忱希望读者多提宝贵意见，让我们共同努力，办好“文集”，使“文集”更好地为促进我国电工行业机电一体化技术的发展服务、为科技人员服务。

机电一体化概论

在当今新的技术革命浪潮中，微电子技术可谓是其中的领头技术，尤其微处理器、微型计算机发展最快，影响最大，意义最深，用途最广。微电子技术应用于产品，可以提高产品性能和增加一些新的功能。近年来，科技报道中经常出现的一个术语——“机电一体化”就是电子技术与机械产品结合的成果。

一、“机电一体化”的来历

机电一体化这个术语的形成，是根据英文单词MECHANICS（机械学）的前半部和ELECTRONICS（电子学）的后半部构成，即MECHATRONICS。日文用片假名メカトロニクス表示，或用汉字“机电一体化”来表示。“机电一体化”这个日文汉字词比较恰当地表达了一个新概念，而且与我们中文“机电一体化”的意义是一致的，因此被我们直接应用。MECHATRONICS是一个日本造的英语单词。

“机电一体化”这个术语是日本在七十年代初开始使用的，日本创造这个术语是由于日本政府和科技界特别重视和突出宣传机电一体化。其机电一体化技术和产品也达到了世界第一流水平。所以，研究日本机电一体化的发展是有代表性的。但是，这并不意味着日本机电一体化技术发展最早。发展得最早是美国。数控机床、工业机器人、装有电子控制燃料喷射装置的小汽车等机电一体化产品都是美国首先发明制成的。

随着电子技术的进步和社会对新产品、新技术需要的增加，电子技术和机械技术的结合是必然的趋势。七十年代初期的世界性石油危机产生的冲击，使得工业发达国家争

相发展净产值高的省能源、高性能、高可靠性的知识密集型产业，以减少能源的消耗和对能源的依赖。各国政府和一些财团鼓励和赞助发展机电一体化产品及技术，这是机电一体化迅速发展的重要原因之一；而七十年代初期开始，以微型计算机为代表的微电子技术的飞速发展，是机电一体化能够迅速发展的重要技术基础。

我们的国家正在进行社会主义现代化建设，各行各业都在进行改革，努力提高劳动生产率和经济效益，开发机电一体化产品，推广机电一体化技术是机械工业的重要任务，更是机械工业中产品量大面广的电工行业面临的重要任务。

二、机电一体化的含义和产品种类

由前面讲到的“机电一体化”术语可知：机电一体化是机械与电子的一体化，而不是机械与一般电气的一体化，而且，这里所说的机械包括各种发电用电设备。那么，“机电一体化”这一术语的概念是什么呢？是怎么定义的呢？到目前为止还没有统一的定义。即使是创造这个术语的日本，不同的团体或个人，由于所持角度不同，而下的定义也不同。日本工业新闻在“机电一体化机械”一栏中，连载了“机电概念论”，介绍各界有关人士所阐述的“机电一体化”的概念。这里，就有关“机电一体化”的定义略举数例。

机械振兴会经济研究所认为：“机电一体化”是由机械和电子装置适当地组合而构成的机械装置，或者是指机电一体化和机情一体化的新趋势。

日经产业新闻认为：“机电一体化”是

把电子技术组合到机械技术里而构成的技术进步的总称。

渡边茂认为“机电一体化”是指在机械工程的体系里采用电子技术。

穗坂卫认为“机电一体化”是指利用了电子技术进行信息处理的机械设备及其利用方式。

小岛利夫认为“机电一体化”是指机械技术和电子技术的有机结合以提供更优异的技术。

从以上对“机电一体化”定义的几种阐述来看,虽然措词不同,但其含义是很相近的,总之,“机电一体化”,是通过机械技术与电子技术的有机结合而使产品功能更多、性能更先进。事实证明:“机电一体化”是技术发展的必然趋势。我们研究这个问题的重点是研究技术、开发产品,对于定义,只需理解其基本含义就可以了。

那么,哪些产品属于机电一体化产品呢?日本机械振兴协会经济研究所1978年发表的《关于机械工业实施政策的调查研究》报告,对机电一体化产品种类例举了如下四种:

- 1.在原有的机械产品中,增加高可靠性的电子控制装置。使其具有更好的性能或多功能,例如数控机床、工业机器人、电子控制发动机和防滑制动器等。

- 2.把机械产品中一部分机械控制机构用电子控制装置来代替,使机械设备和电子装置有机地组成一体的系统和装置,如电子缝纫机和电子横机、集成化漏电开关、变频调速电机等。

- 3.完全用电子装置取代原来的机械装置或者完全是新开发的崭新产品,主要是各种信息处理装置、自动控制装置,例如数字式电子钟表、个人计算机、程序控制器、按键电话等。

- 4.其它机电一体化产品,比如装有微型机的家用电器,其机械本身比较简单;以电子

装置为主的电子机械共存的信息处理设备和复印机等。

总之,目前国外主要的机电一体化产品有:数控机床、工业机器人、具有电子控制设备的汽车、无人搬运车、无人叉车、照相机、复印机、自动售货机、现金出纳机、办公设备、CAD/CAM设备、部分产业机械、农业机械、食品加工机械、印刷机械、包装机械、海洋作业机械、冶金、轧钢设备等等。电子技术可以向各个领域渗透,机电一体化产品发展前景宽广。

近年来,我国一些单位也相继开展了机电一体化产品的研制工作,并取得一定成果。例如:机械工业部上海电器科学研究所于1983年研制成功的《DZL18—20型集成化漏电开关》,就是典型的机电一体化电器产品。它具有(1)灵敏度高,(2)调节范围较宽,(3)动作可靠,(4)体积小、重量轻,(5)制造工艺比较简单,生产周期短,(6)价格便宜等优点。每台价格比分立元件产品降低37%,其坡莫合金用量为2克,仅为同电流等级的电磁式漏电开关用量的1/10;电磁式漏电开关的脱扣器加工复杂,有十几种零件,需要高精度研磨,而集成化漏电开关的脱扣器加工简单,制造周期短。集成化漏电开关其工作原理并不复杂,此不详叙。

三、机电一体化产品的构成

综上所述,机电一体化产品,大小、难易不一,功能、特点各异,结构千差万别,要简单地描述它的构成可能不够确切。若从完成的功能上来分,机电一体化产品大致由四部分组成:机械本体部分,传感部分,信息处理部分和执行部分。也就是说,机电一体化产品是机械设备加上三部分组成,而这三部分都不同程度地与微电子技术,特别是与微型机(包括微处理器)的应用密切相关。

机械本体部分：由前面提到的机电一体化产品分类可知，机械本体部分基本上就是原来机械部分的结构，或者是原来机械的改进，或者是重新设计的机械结构。它相当于人的肌体。由于机电一体化产品能提高性能，具有小形、轻量、高效的特点。因而，机械本体部分也应与这些特点相契。

传感部分：传感部分相当于人的感觉器官，在机器工作过程中把机器本身和外界环境的各种参数及状态检测出来，并变成可以测定的物理量，传到机器的信息处理部分。

信息处理部分：这部分相当于人的头脑，从各个传感器传送来的信息，集中到这里，经过处理之后，对执行机构发出指令。

执行部分：执行部分相当于人的手足。当接到信息处理部分发出的指令后，它就去执行，去实现指令所要求的动作或功能。

机电一体化并非局限于单个产品的狭窄范围，它有广阔的天地。例如带有自动换刀装置（ATC）的机床和传送装置构成的系统；企业规模的、从设计制造到销售的系统（CAD/CAM）；计算机辅助工程系统（CAE）等等，都属于机电一体化系统。更确切地说，称机电一体化系统，要比称机电一体化产品更合适一些，因为一个机电一体化产品，一般是由上述四部分组成，因此把它作为一个系统来研究较为恰当。

既然机电一体化系统，一般是由几部分组成的，这些部分之间，或系统之间，就必然有一种进行物质、能量和信息交换的互相连接的“边界区”，这就是接口。过去机械与电气线路分开的单独系统中，接口不太被人们重视，而在作为复合模式的机电一体化系统中，接口技术成为极其重要的关键技术之一。

接口由两部分组成：（1）物质、能量、信息的输入/输出部分；（2）转换、调整部分。按照其转换调整功能，接口可分为四个级别。①零接口：不进行任何转换调

整，照原样把输入连接到输出。例如，传导管、电缆等。②被动接口：只用接受部分进行转换调整。如减速器、变压器等。③能动接口：含有能动部分的接口。例如：放大器，A/D、D/A变换器，光耦合器等。④智能接口：能适应变化情况，改变接口条件。如：可编程序控制器等。

四、机电一体化关键技术及其发展趋势

由于大规模集成电路的大批生产，使其成本下降，价格降低，应用也就越多；应用越多，生产量也就越大，价格又进一步下降。这种良性循环对微电子技术发展极为有利是众所周知的。然而这不是微型机被广泛应用的唯一原因。微型机具有高可靠性、高性能、多功能和通用性等特点也是它被广泛应用的重要原因。在同一装置中由于只要改变微机程序就可以适用不同的使用要求而不必更换电路。所以机电一体化设备中大量采用微型机，而不仅仅是用硬逻辑电路，这使得传感器、信息处理部分和执行部分都发生着巨大变化。

1. 智能传感技术

传感器是许多机电一体化产品的重要组成部分，它相当于机电一体化的“五官”，担负着把环境（包括作用对象）的变化信息迅速传递到信息处理部分的任务。然而，与信息处理技术迅速发展相比，以往传感技术的发展似乎缓慢些，象数控机床、中、低档工业机器人等机电一体化产品是以程序控制技术为主的简单重复操作，并不依赖先进的传感技术。近年来，随着机电一体化技术和微电子技术的发展，迫切需要而且也有可能开发先进的、高级的传感器。象独立行走的高级机器人就需要先进的传感技术，如视觉、触觉传感器，声音识别器等等智能传感仪器。智能化传感仪器是微电子技术和微型机应用技术发展的趋势和必然结果。

机电一体化产品要跟踪外界的变化,它所需要的信息并不只是所谓点的信息,而往往是与空间、时间序列有关的这些信号的分布情况、变化趋向等等,即所谓曲线信息,这样经常高精度地进行几何学的、统计学的、各种要求的处理,对中央信息处理装置是一种相当繁重的负担,当传感器比较多时甚至会发生信息丢失的情况;自然就提出了把这种功能或一部分这种功能由传感器来执行的问题,微型机的应用、实现传感器智能化使这个问题迎刃而解。智能传感器具有清除检测信号噪声、修正错误、信号存贮处理、分析判断、控制等功能,由研制单位根据传感器的使用要求而确定。最新的传感器,其功能可分为四部分:(1)检测/转换;(2)处理;(3)分析/判断;(4)控制。其中所谓“控制”是自动跟踪对象的传感器或者是自动扫描对象的传感器所具有的,是控制传感器本身的控制系统。

国外现在有各种各样的传感器。如物理传感器、化学传感器、生物传感器等等。预计传感技术将更加迅速地发展。例如日本通商工业正领导研究制造一种单片智能信息处理器。在一个半导体片中立体地集成光电变换、存储、运算等功能部件,以生物的网膜结构为模型,是一种多功能立体(三维)元素的构思。传感器技术对今后机电一体化来说,也许是最引人注目的技术,使之机电一体化产品的功能无限逼近于人的能力,甚至超过个人的能力。

2. 机械控制和自控装置的变革

所谓机械控制就是机械的运转控制,如轨迹控制、同步控制、位置控制、速度控制和推力控制等。这些控制系统有纯机械结构型、流体控制型和电气控制型。由于现代工业产品倾向于多品种少批量,为了适应这种生产趋势,必然有高性能、多功能的柔性制造系统和自动控制装置。而电气控制是富于柔性的,微型机的应用、数字化的运转控制

器,能方便地选择控制算法、高速化、高精度地进行生产。

过去计算机控制,过于讲究应答时间,高速应答需要专用的逻辑电路。例如数控中的函数发生器、偏差控制器等。而现在这些逻辑电路可以用微型机和通用电路来实现,当一台微型机的处理速度不能满足需要时,可以采用多微处理器或多微型机应用技术。以微电子为基础的机电技术,使产品具有小型轻便、高性能、低价格等特点是不言而喻的。以微型机为基础的可编程序控制器(PC)为例,它代替了电磁继电器、计数器、定时器、步进控制器等组成的程序控制柜。定位用PC除了具有位置控制功能外,还具有速度控制、止推控制等多种功能,现场操作人员可以通过回答CRT上显示的问题的对话式简单操作,来完成定位程序的设置;PC还可以有模拟控制器的PID调节功能,数字运算、通讯功能等。

微型机的应用不仅使自动控制装置功能复合化高级化,而且促进了自动控制技术的发展和运用。通讯技术和局部网络的开发,能较简单地构成分散控制系统和分级控制系统。高度发达的现代控制逻辑,曾经被认为是纸上谈兵,在经济上是不合算的,技术上是不现实的。而在采用微型机的智能化控制装置后,现代控制是可行的、实用的。无论是控制装置,还是自动控制技术都随着微型机的发展而迅速发展,而相应的传感技术、伺服技术和人——机接口,也都随之飞速发展。

3. 机电时代的人机接口和伺服技术

在工厂自动化和柔性制造系统中,自动化无人化程度越高,熟练掌握该系统的操作、维修人员就越需要随时存取详细的生产情报。因此,人机对话和人机接口是极为重要的。人与机械之间各种信息的传送可以利用许多媒介体和通讯方法,象按钮开关、显示灯、键盘、数字开关、选择开关、刻度盘设定、以及现在使用最多的CRT操作显示终端等。近

年来又发展了具有编程功能的压敏屏幕图示系统或叫“触控站”，如美国GOULD公司的MODVUE。从设计思想上来看，这是一种值得注意的人机接口产品。MODVUE是一种监视和控制工厂生产过程的基本CRT和人——机接口设备。存贮在MODICON可编程序控制器里的工业过程数据，通过MODBUS或MODWAY送到MODVUE，以图解或表格的形式将它们动态地表示在CRT上，用来反映工业过程的实时状态。MODVUE CR—900的“触控站”是用一定设备装配起来的，包括接触式荧光屏、选择键盘、报警输出和音响发生器。接触式荧光屏起着软功能键盘的作用。这种人——机接口设备的特点是：自编程序；不需要熟练的程序员；不必另外安装终端机；自收集资料；自我诊断；自我集中；改进效率；起软功能键作用；减少对常规控制盘硬件的需要，节省投资；提供并联的通信接口，互相联系的人机接口；插入控制，逻辑和算术计算等等。

另外，可利用低价、灵活应用的个人计算机作为人机接口。这些都说明人机接口本身已与微型机的应用紧密地结合在一起。在某种意义上来说，人机接口本身就是机电一体化。同时，近年的趋势是人机接口大多数索性就制造在信息处理装置上，而信息处理装置是机电一体化的一个部分。人机接口还有一个重要的发展趋向是直接对话式和语言化，对我国来说就是汉字化和汉语语音化，也许在不久的将来就会有这种产品上市。

在机电时代对伺服技术寄予很大希望，诸如电动臂、电动手、自动装卸机、交流伺服电机、直流伺服电机、高速、高精度、高可靠性、高效率的伺服设备等。伺服电动机的控制必然采用微型机，而且逐渐由以反馈控制为代表的古典逻辑控制过渡到采用现代逻辑控制。预计今后伺服技术与其直接结合的装置多数将形成一体，综合决定装置的性能。

4. 机械本体部分的改进提高或创新

前面已讲到机电一体化产品是机械产品加电子技术或者说机械与电子的有机结合而构成的产品。所以，机械本体部分就是原来的机械部分或者作了改进的机械结构，甚至是一种完全崭新的机械机构。机电一体化的产品能提高性能，增加功能，并不断向小型、轻量、高效化发展，无疑机电一体化产品对机械结构的要求也就更高，有的需要改进提高，有的则需要重新设计。

机械的改进，性能的改善，包括提高刚性；提高精度；减轻重量缩小体积（可以从结构上和材料方面同时采取措施）；实现组件化、标准化和系列化；提高系统寿命和可靠性等。

五、机电一体化的优越性

1978年，日本机械技术协会对日本工业生产企业进行过一次调查，了解用户为什么愿意使用机电一体化产品。而制造设备的企业又为什么愿意生产机电一体化产品，调查对象包括各行各业。各行业对机电一体化的要求和认识是不一致的。综合各种意见，按对重要性认识的集中程度排序，其列出了机电一体化的优越性如下。

1. 为了实现生产过程的自动化和无人化。多品种少批量生产的自动化问题是各国面临的普遍问题，机械工业约有75%的零部件的生产批量在50件以下，基本属于劳动密集型的作业，机电一体化是解决这一问题的的重要途径。同时，由于青壮年劳力不足、工人工资高、人口构成高龄化、要求改善劳动条件等，也需要采用机电一体化产品。

2. 提高生产率、改善质量、降低成本。机电一体化产品具有记忆、运算和处理信息的功能，它的控制和测试灵敏度、精度和范围都有很大的提高。采用了电子技术以后，由于反馈控制水平的提高和能够进行高速处理，使得产品具有上述优点。

3. 操作性能改善。机电一体化产品普遍采用数字显示, 通过采用程序控制, 设备的按钮和手柄减少了, 设备变得易于操作, 用户可以减轻对工人训练的负担。对工人的使用(操作)技术水平可以降低。逐渐做到任何人都可使用, 这对企业职工普遍高龄化很有意义。

4. 生产功能具有柔性。根据社会需求的变化, 可及时对产品结构和生产过程作必要的调整而不需要改装设备。

5. 具有多种复合功能, 适用面广。

6. 能够提高生产的安全性, 减少公害。这是因为机电一体化设备具有自动监视、自动诊断的功能。遇到过载、失步和停电时能自动采取对策、措施, 能够排除油污染源, 防止设备在运转中可能产生的危险, 从而提高了生产的安全性。

7. 提高可靠性。用户总希望所用设备高度可靠。通过采用电子元器件, 产品寿命提高, 故障率降低, 因而提高了生产的可靠性, 并使设备逐步做到不需维修。

8. 有些机电一体化设备具有智能功能, 能自动调整使用条件, 使设备的功能得到最有效的发挥。

9. 通过采用低能耗的驱动机构和提高设备的能源利用效率, 能够实现节能。

10. 可以从单台设备这种局部的控制管理(点控制)发展到工厂系统这种全面的控制管理, 可进一步谋求生产系统的最优化运行。

11. 产品的设计自由度增大, 这是由于所采用的零部件都变得小型化, 数量减少, 简化了结构, 整台产品也实现了小型化, 产品结构的空间布局合理(给装配、修理带来方便)。

12. 电子装置更换容易, 没有油污染, 使设备的维修性能大大改善。

13. 产品价格低廉等。

设备制造企愿意生产机电一体化产品, 其原因与用户是相同的, 而且前5个原

因是完全一致的, 后面的原因则在排列顺序上有所差别。由此可见, 机电一体化产品的这些优越性是被用户和制造企业所公认的。

六、积极开发机电一体化产品

目前, 国外正在蓬勃开展所谓“机电一体化革命”, 尤其深刻而出色地影响着机械工业中量大面广的电工产品。电工产品主要是为国民经济各行各业提供动力和成套电工设备的重要机械产品, 同时, 直接与人民生活水平相关联。对我国工农业的发展和人民生活水平的提高举足轻重。对于电工产品来说, 机电一体化就意味着将电脑、微电子技术及大功率电子技术与有机地结合, 或是将原电工产品电子化, 使产品特征进一步加强, 并产生新的功能, 使电工产品升级换代, 大大提高社会效益, 增强在国际市场的竞争能力。同时, 我们必须抓住时机, 迎接新的技术革命的挑战, 大力开发机电一体化电工产品, 努力开辟电工产品电子化的道路。

当今, 在我国大力开发机电一体化电工产品有利条件很多, 只要我们看清方向, 下决心, 锲而不舍, 努力奋斗, 就一定能开创电工行业开发机电一体化产品的崭新局面。为加速这一步伐, 是否应注意以下几点:

1. 决策部门重视, 政策上扶持

面对新的技术革命, 中央领导同志要求机械工业要重视开发机电一体化产品。这是积极开发机电一体化产品的一个重要条件和动力。日本机电一体化发展迅速, 其重要原因和经验之一就是政府的高度重视。日本政府1971年就颁布了《特定电子工业和特定机械工业振兴法》, 1978年又颁布了《机械情报产业进一步提高临时措施法(机情法)》。这些振兴法, 是日本政府指导、资助机电一体化发展的纲领性文件和有力措施。我们若能借鉴国外有关经验, 决策部门及时制定有利开发、扶持机电一体化产品的政策和法定

性措施,资金上重点补贴,我国机电一体化产品的迅速发展就大有希望。

2. 加强领导, 统筹规划

为了充分利用现有的人力物力和财力,高效率高水平地开发机电一体化产品,主管部门应加强领导,合理组织,统筹安排,认真规划,防止诸如“一窝风”、“大呼隆”、“赶浪潮”、低水平重复、零打碎敲、耗时耗资、效益差等弊端。应按行业或系统制订开发机电一体化产品的短期(2~3年)、中期(5年)和长期(10年)规划。抓住重点攻关项目和突破口,组织联合攻关和专业化协作生产,带动整个行业或系统逐步开展。

3. 有条件的产品先上, 急需的产品先上。

开发机电一体化产品,有轻重缓急、先后之分,不可能全面铺开,样样都搞。应选择那些有基础、社会需求迫切、资金基本落实、周期较短见效快的产品先上。分期分批有节奏地发展,不断总结开发中的经验,及时组织交流推广。

4. 培养人才, 搞好智力开发

大力开发机电一体化产品,需要大批熟悉“机电合一”的合格技术人员。这是新一代产品开发之本。除了鼓励原有机—电两方面专业的科技人员相互学习、知识技术渗透、密切配合,还应采取有效措施,通过各种形式,积极培训机电一体化的科研、设计、生产工艺方面的科技人员和技术工人。

5. 积极交流推广成果, 做好普及工作

应积极开展行业活动,高度重视国内外机电一体化情报工作,加强信息交流,做好技术服务和产品维修工作。通过成果推广、学术交流、咨询服务,以及调研分析、预测论证等活动,扬长避短、相互促进、共同提高,不断树立新的目标,解决新的技术问题。

6. 结合引进或合资, 走中国式发展模式的道路

开发机电一体化产品,应结合我国国情,开展必要的技术引进或合资,认真借鉴和吸取国外成功的经验,为我所用,跳过某些传统的开发阶段,走“跳跃式”的开发途径,加快赶超步伐。摸索中国式发展模式的道路。

七、结 语

在新的技术革命浪潮推动下,电工产品实现机电一体化正在我国电工系统蓬勃开展。为了促进这一事业,我们不顾知识的浅薄,编辑出版了本期《机电一体化文集:微电子技术应用》(第一期)。经过较短时间的筹备、选题、征稿、编辑等工作,终于在今天与有关读者见面。

本文集在组织、筹备、编辑过程中,一直得到机械工业部电器工业局领导的关怀、支持和指导,同时得到电工行业各单位领导和有关科技人员的大力支持,许多杂志刊物还热情为我们刊登出版消息,在此谨志谢忱。

本期文集为译文集,下一期打算译文与国内论文并举,或根据国内机电一体化电工产品开发成果情况加重国内论文份量。为今后进一步办好本文集,希请有关专家、读者对文集的形式、内容、重点及方针等方面提出具体意见、建议和指导。

由于我们水平较低,文集中定有谬误,敬望读者不吝赐教。

机械工业部电器工业局

机电一体化文集编委会

一九八五年二月

参 考 文 献

- [1] 安川电机(日), 82年No 4。
- [2] 自动化技术(日), 第15卷第11号(83年);
- [3] 自动化技术(日), 第15卷第12号。

日立公司CAD技术的发展

(日)越智利夫等

摘 要

在最近经济发展缓慢的背景下,从电子技术到重型机电部门,都强烈要求缩短开发时间,减少开发费用,CAD一直发挥着越来越重要的作用。日立工厂早就从事于CAD的研究和开发,开发出了GRADAS系统。目前,经各研究所和事务部门的通力协作,已在整个公司推广和普及开来。GRADAS系统的硬件是由HITAC通用计算机和智能式CAD终端组成,既可构成企业内部的CAD,也可构成整个公司级的综合的CAD系统。

在出版CAD/CAM技术特集之际,本文论述的是日立的CAD的历史,GRADAS的构思以及今后的打算。

一、前 言

最近,制造部门对CAD极为关心,在许多企业里已经引进了CAD装置。这是因为支持CAD的软件和硬件技术日益进步,其成本日益下降,可以预计,这种倾向还会继续下去。

日立工厂从1960年开始着手CAD的研究和开发的同时,一直致力于它的实用化。

首先,想介绍一下日立工厂中CAD的历史。在日立工厂设置大型计算机,正式从事设计和制造的自动化,是从1961年开始的,如表1所示,可以把后来的活动划分为四个阶段。

表1 日立的CAD的历史 日立工厂的CAD的历史分为四个时期,共20年。从大型计算机的批处理开始,经过独立式系统和智能终端的研制阶段,现在正从事于GRADAS综合系统的开发。

阶段	年 代	硬 件	开 发 的 系 统
1	1961~	用大型计算机进行批处理	• 结构分析系统 • 印刷电路板自动排版、布线程序 • 电路分析程序
2	1968~	• 应用绘图仪 • 研制独立式系统 HITAC 8811 • 存储型CRT的利用	• 图形处理语言系统 • 水轮机机壳设计系统 • 板材下料系统 • 二维图形处理系统
3	1975~	• 研制HITAC G-710 • 研制HITAC G-730	• 在公司内各业务部门积极采用G-710, G-730 • 积极发展各种应用
4	1982~	研制HITAC G-760	• 建立GRADAS综合系统 • HICAD二维系统商用化 • 研制HICAD三维系统,及使HICAD与NC连在一起的应用,如在电子线路芯片上应用

注: GRADAS即 Graphios system for Design and Manufacturing Assistance的缩写。

第一阶段,即最初的7年间,进行了有关预测自动化和性能解析系统的研制。属于批处理的工作方式。随后的7年是第二阶段,在此期间,图象处理技术飞速进步。首先自动作图机达到实用化,进行了有关用计算机处理图形的基础研究。后面将要谈到的图形处理系统“HICAD”,就是这个时期之后的研制成果。一方面研制成功了图象显示系统“HITAC8811”,另一方面在公司的设计、制造部门试用于最优化设计、仿真、板金加工及生产信息编制等领域。这个系统虽说是一种包含小型机在内的独立的系统,但由此可得到关于未来的CAD的有效经验。另外,在此阶段已预测了将来的三维CAD/CAM的重要性,开始研制所谓的三维几何模型化技术。在第二阶段的后期,开始普及存储形的阴极射线管(CRT),在日立工厂也反复考虑到利用它作为计算机的分时终端,来构成CAD装置。根据对各种CAD系统方案的研究,对从第一阶段就产生的设计自动化所必需的技术的考查以及对微电子技术和图形处理技术的发展展望,就得到了关于CAD所应具备的基本形态。第二、三章将叙述与此有关的内容。在第三阶段的7年中就是以此为基础,研制HITAC G-710 CAD系统,并使之实用化。G-710是一种使用存储形显示器的通用计算机的终端装置。在第三阶段还研制出了着重于作图功能的HITAC G-730图形处理系统。这是一种以小型计算机为主的CAD系统,能适应某些独立性用户的需要。第四阶段始于1982年。在第三阶段已确认了G-710这样的CAD的构成方式的效果,可以认为它是上述思想的发展和普及时期。在第四阶段就以新研制的G-710的高档机G-760终端系统为中心。在G-760终端系统中,加上HITAC通用计算机及各种CAD用的通用软件包,构成综合性的CAD系统GRADAS,现正朝此目标进行研制和实用化。GRAD

AS是包括所谓的CAE(计算机辅助工程)CAD、CAM(计算机辅助制造)和FA(工厂自动化)等的设计、制造综合系统。

二、有关CAD的基本想法

日立工厂既是计算机制造厂、CAD制造厂,也是CAD的一大用户。日立工厂生产各种能源机械、生产机械、电机产品,乃至电子产品,而各个业务部门的设计、制造部门,为了适应经济增长缓慢的时代要求,一直致力于CAD化的工作。因此,日立工厂的CAD历史就是作为用户的历史,日立工厂又作为CAD的制造厂家实现了用户的要求,然后再返回到用户,如此周而复始,从而确定了GRADAS CAD系统的基本思想。关于GRADAS的基本思想如下所述:

1. 具有高度的图形处理功能。CAD既然是以某种方式来处理形状,那么就必须以简单的操作,来高速处理二维和三维的图形处理操作和作图。另外,高度的图形处理功能也在于扩大应用CAD的范围。

2. 把在设计制造时得到的各种信息,以统一的形式保存起来,可从上到下、从设计到制造进行交流。CAD的最终形态应该是从设计到CAM的一套完整的CAE系统,这是无可置疑的,但是,在设置CAD的当初就采取这种方式的毕竟是少数,多半都是从CAD的部份业务开始的。但是为了将来充分发挥CAD的效果,就应该从一开始就考虑到以后的扩充,来设置它的分系统。

3. 使得在计划组织的业务方面,各个部门能有效地进行信息流通。在化工厂等大规模设计方面,基建、管道、设备等设计是在各个承担单位同时平行地进行的,这种情况下,必须能够及时参考其它设计部门的信息,也必须能把自身的信息反映出去。

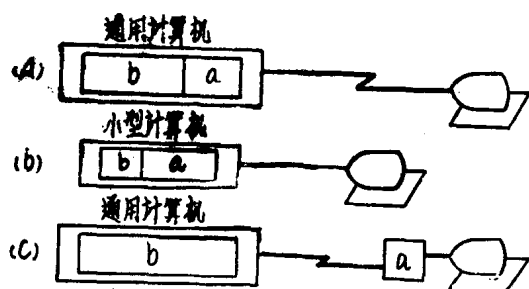
4. 是能够与各种解析、估算及有关事务协同工作的系统。不仅仅是生成形状和作出图形,而且还要与结构分析,振动分析等

性能分析、评价系统,以及使形状最优化的系统一道运行,能够进行反馈式的设计。另外,也能与材料准备等生产管理系统相连,CAD所产生的设计信息,必须能为其它系统所用。

三、GRADAS的硬件

为了构成一种CAD系统,实现上述的对CAD的基本要求,需要有相应的硬件系统和容易为实际设计部门接受的应用程序包。本章先就硬件系统作一论述。

构成CAD硬件的主体——计算体及图象显示器之间的连接方式大致有两种。图1所示的A方式主要是把图象显示器作为通用计算机的终端进行连接的,适合于高级仿真或者多个设计、制造单位使用共同的数据库这种“一揽子”处理系统。与此相对应的B方式,专门提供少量的图形显示器,它们与小型计算机直接相连,这也就是所谓的独立特殊成套系统,在操作及响应速度方面有其优越性。



a: 输入输出处理器; b: 模型化, 仿真。

图1 CAD系统中的功能分布

大致有两种方式来分配图形显示器和计算机的处理功能。GRADAS吸取了两种方式的长处,构成智能式的系统。

但是,不论是A方式还是B方式,从计算机处理的角度来说,可以大致分为:

1. 以清单处理等图形显示器的输入、输出为主的处理方式;

2. 图形的生成、解析等模型化处理或仿真处理方式。

B方式在操作性能和响应速度方面的优越性,就是由于在1处理方式下提供了专用的直接显示器的缘故。A方式之所以能作复杂的处理,就是因为承担2处理方式的通用计算机的规模和能力很大。

在此,分析一下在前章谈到过的对CAD的四项要求,就可以看到,对前章的2~4项要求,采用A方式的通用计算机是有利的,而对项目1的操作性能和响应速度来说,B方式是比较理想的。因此,可以设想一种功能分散式的CAD系统的结构方式,它综合了上述两种方式的长处,也就是说,让图形显示器部份分担前述的处理功能1,与之相连的通用计算机则进行2中所列举的处理。图1中的C方式即表明了这种结构概念,HITAC G-760就是C方式的产品,它就是GRADAS的硬件系统。

四、GRADAS系统

1. GRADAS的系统结构

如前所述,GRADAS中所使用的图形显示器G-760就是作为通用计算机HITAC的终端而工作的。因此,能够根据CAD的级别和需要来选择计算机的规模、终端台数和连接方法。

仅把一台G-760与小型计算机相连,就成为最小的系统结构,它与特殊成套系统一样,能够放在现场使用。把多台G-760与超大型计算机相连,就构成大规模的系统结构。另外,用大型计算机和小型计算机还能够构成网络。GRADAS使用了通用计算机,最先是构成小规模的系统,随着业务范围的扩大也能够组成大规模的系统。而且,这时根本不要变更用户的应用程序,这是GRADAS的一个特点。图2表示出这种关系。

2. GRADAS的软件

在第二章中已经叙述过CAD系统所应具备的条件,如果仅仅从硬件系统上去设法满足这些条件是没有意义的,重要的是:要

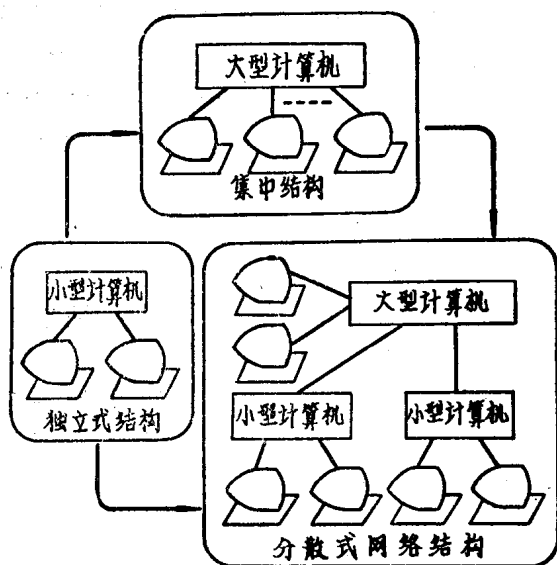


图2 GRADAS的系统结构

GRADAS可以根据业务工作量,将G-760与小型计算机相连构成独立式系统。也可用大型计算机和小型计算机组成网络,扩充成大规模系统。

针对许多个应用领域来设置满足那些条件的软件。幸而,日立工厂本身就有各个领域的用户,根据这些部门所研制出来的软件,可望建立如图3所示的系统结构。

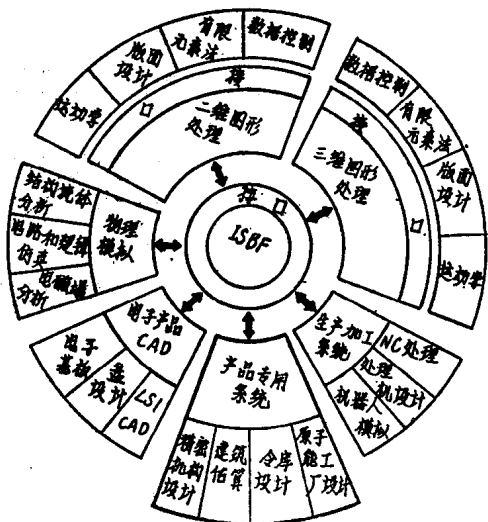


图3 GRADAS系统的设想

GRADAS以公用数据文件系统ISBF为中心,以CAD/CAM/CAE的综合性系统为目标,使设计、分析和制造连成一体。

这里的ISBF是用于系统间数据交换的

公共公文件系统。在二维、三维图形处理方面,准备了称之为HICAD的系统。特别是,支持二维处理的HICAD/2D,是一种能够分析2万张设计画面,并进行特征抽出和综合的系统,具有能根据设计人员的少数指令产生复杂图形这样一种特点。这个系统在日立工厂已有10年以上的业绩,在公司内已广为使用。

另外,还正在研制与性能分析、电子线路底板等有关的软件。图3的下方用粗线表示的区域,依赖于用户的产品对象,要作为专用系统予以研制,以弥补通用软件的不足。

3. “一揽子”应用系统的构成方法

CAD应用系统可以大致分为电子领域和机械设计领域。电子学领域对CAD系统来说也是最为先进的领域,实际上,如果没有CAD的话,就无法设计计算机或LSI(大规模集成电路)。图4表示在日立工厂用CAD研制电子产品的情况。与此有关的应用有电子线路底板设计、控制系统和LSI设计等。

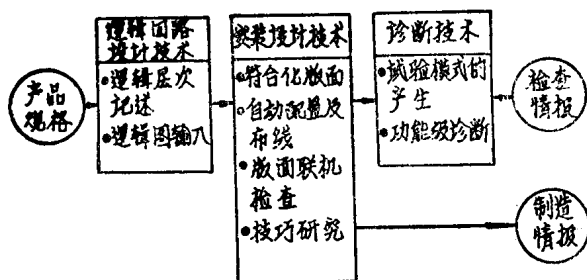


图4 在电子学领域中CAD的基本设想

在电子学领域中,以LSI和电子线路底板为主要处理对象,目标是构成以逻辑设计、组装机设计、诊断技术为中心的会话型综合CAD系统。

在机械设计领域中的使用情况,如图5所示,首先产生形状,基于这些形状,进行结构分析、振动分析、动特性分析等物理模拟,以期实现形状的最优化,重复进行这种过程,达到制造最佳产品的目的。为此,实用的形状模型化技术、物理模型技术以及使

其综合的技术等方面必须解决的问题还很多,今后还要踏实地前进和进行普及。

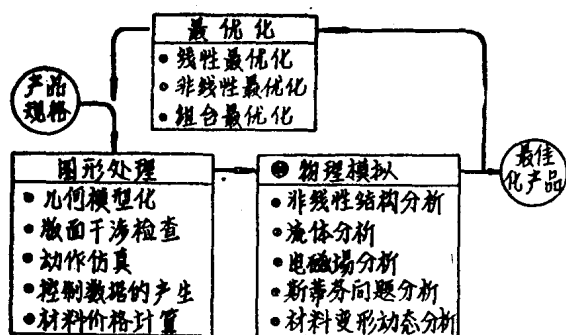


图5 机械设计领域中CAD的基本设想

在机械设计领域中，首先产生形状，然后以此为基础进行结构分析、流体分析等物理模拟，根据模拟结果进行最优化。

五、日立的研制CAD的体制

前面业已谈到，日立工厂制造的产品从电子器件直到电机和机械设备应有尽有，这些制造部门也就是CAD的用户。各个工厂里有软件技术中心这种组织，负责实施本工厂的CAD软件系统的研制、维护和普及工作。另外，在公司里设有软件技术推广中心，管理各工厂的软件技术中心，从全公司的角度出发，组织软件的合作研制、共同利用以及通用程序的登记、运行等项工作。

另一方面，在研究所把CAD当作一项重要研究课题，各研究所分担各种题目，致力于研究开发。各工厂可把自己认为必要的CAD新技术作为课题委托给研究所。研究所也从事自己所预见到的CAD未来的研究开发工作。

计算机事业本部负责CAD的硬件和软件产品的开发,在那里,得到各研究所和工厂的协助,致力于通用的应用领域的开发和产品化工作。今后CAD的成功与否在很大程度上取决于应用得如何。图6说明了以上

的关系,日立工厂在CAD研制方面的特征之一就是在同一公司内部有研究所、用户工厂和计算机事业本部三重组织。

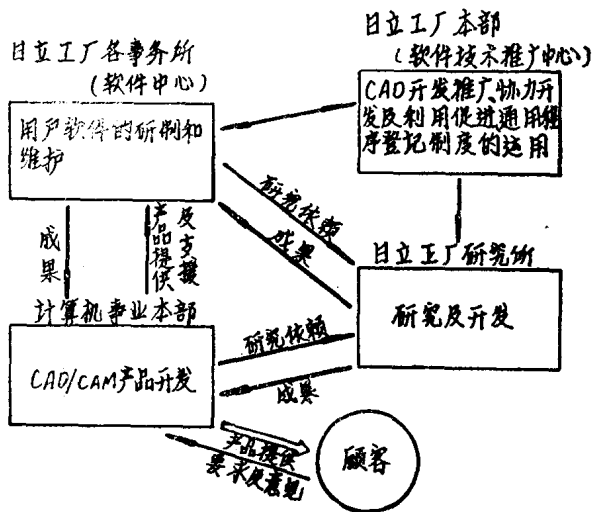


图6 日立公司的CAD/CAM产品研制体系

采取了用户(日立各业务部门)、研究所和计算机制造厂家(计算机事业本部)三位一体的产品研发体系

六、结 论

前面论述了日立工厂中CAD的发展情况。GRADAS已经在公司内外被广泛使用,它的应用范围从机械设计一直扩大到电子领域等诸多方面。日立工厂为了使GRADAS更为完善,打算在今后竭尽全力从事以下重点项目的工作:

1. 使用户和研制部门之间的联系更加密切, 以期满足新的要求;
2. 使适合于各种行业的通用的应用程序商品化, 以便减轻用户在建立 CAD 系统时的负担;
3. 在实现硬件的高度功能的同时, 提高整个系统的操作性能和响应能力。

(参考文献 9 篇略)

原载：（日）《日立评论》，1983，Vol.

65, №3, P1~4 帅典勋译 王 等校