

国内外电子仪器发展 现状及今后发展趋势

机电部电子测量仪器专业情报网编

一九八九年十一月

编者说明

电子测量仪器随着电子科学技术的飞速发展、新技术的不断涌现、推广和应用而迅速向前发展。为了帮助大家更好地了解 and 掌握国内外电子仪器的发展现状、市场及今后发展趋势等方面的情况，为电子仪器行业的领导考虑制定我国“八五”电子仪器发展规划提供参考依据。机电部电子测量仪器情报网组织了网内外的专家、学者、情报人员和广大工程技术人员搜集了大量的国内外有关资料，撰写了 41 篇稿件，并汇编成册。但由于时间仓促，水平有限，难免有错，请读者多提宝贵意见。

机电部电子测量仪器专业情报网

目 录

综合评述

电子测量仪器发展概况	杨福荣(3)
关于制定我国电子测量仪器行业规划的思考	金国钧(7)
转变观念,调整结构,定有成就	郑慰亲(9)
微电子的发展对电子仪器的影响	李锦林(10)
一种新的仪器接口——VXI 仪器总线简介	李锦林(15)

市场分析

国外主要国家电子测试和测量设备市场分析	戚楚明 史超美(21)
世界微波测试市场	陈乔青译 胡淑卿校(25)

时间与频率测试仪器

国内外电子计数器发展动态	柯本智(32)
--------------------	---------

电压测试仪器

模拟电压表动态水平	吴 钧(37)
数字电压表行业技术现状及其发展趋势	苏文瑞(42)

示波器

国内外示波器发展动态及技术水平	李德明(51)
数字存储示波器的发展和我们应采取的策略	李学义 宋腾云(62)
八十年代的取样显示仪器、取样显示仪器的重要贡献	李锦林(66)

元件器件测试仪器

国内外元件参数测量仪器动态水平	杨锡民 赵慕琴(72)
印制电路板测试 (PCB Testing)	刘家松(82)
现代电子产品生产中四个阶段的测试	刘家松(84)

智能仪器

PC 仪器(个人仪器)发展综述	章玉鉴(86)
重视与开展宜人的人机接口技术的研究	田 良(90)
智能化瞬态信号测试仪评述	郭成生(98)
微机电子仪器的现状和发展动态	左之璞 褚雅珍(99)

数据域仪器

数据域测试设备发展简况	杨吉翔(103)
逻辑分析仪的发展趋势	王秀荣(109)

微波仪器

微波测量的自动化	言 华(114)
微波网络分析仪发展动态	何俊山(116)
微波频谱分析仪发展综述	奚凤鸣(124)
浅谈通过式功率计	汪 水(131)
国内外毫米波测量仪器发展动态及发展我国毫米波测量仪器的刍议	贾春民(140)

广播通讯仪器

电视测量仪器的发展现状和对策	邓维刚(146)
国内外广播电视测量仪器的动态水平	朱织芬(149)
国内外失真分析仪动态分析	左 剑(155)
遥测仪器	倪先福(159)
EMCI工程现状与发展趋势	吴 毅(168)
光通信测量仪器	鲍振武(173)

低频声学仪器

国内外 FFT 发展概况	刘惠丰(180)
声学测量仪器国内外水平动态	朱德源(187)

电源

国内外开关电源技术的水平动态分析	王树青 王延玲(198)
------------------------	--------------

结构 工艺

引进示波器外观、结构、工艺的分析	朱铁军(207)
------------------------	----------

展望与建议

今后十年仪器仪表的发展	沈兰荪(222)
2000 年电子测量技术的展望	(233)
在马可尼公司的点滴观感	苏 舫(242)
关于振兴电子测量仪器行业的几点建议	贺铭琛(243)

电子测量仪器发展概况

768 厂总工程师 杨福荣

一. 电子测量仪器行业的特点

电子测量仪器作为无线电电子学应用的一个重要分支,经过五十多年的发展已经成为一个独立的行业,半个世纪以来电子测量仪器行业积累了丰富的经验,建立了一支庞大的技术队伍,集当代最先进的科技成就于一身,创造出了许多高水平的产品.电子测量仪器行业在无线电电子学领域中已占有十分重要地位,世界电子测量仪器的产值约占整个无线电电子学产值的 10-15%.

电子测量仪器行业具有许多的特点:

- 1)电子测量仪器的服务面广,因而品种繁多,规格繁多.
- 2)电子测量仪器是投资类产品,与消费类产品的生产方式不同,是多品种,小批量.一个企业往往要同时生产多种不同类型的产品.
- 3)电子测量仪器综合了无线电电子学和其他行业的最新成就,因而电子测量行业要很高的综合智力结构,需要各种综合技术能力,新品开发费用高,使本行业的企业必须成为知识密集,技术密集,资金密集的科研开发型企业.

二. 我国电子测量仪器行业发展的现状

我国电子测量仪器行业经过三十多年的发展,已具备一定的科研,生产规模.现在已有电子测量仪器生产厂家 350 家,职工近十万人,每年生产近 26 万台,年销售额约 4.2 亿元,仪器的门类已有 18 个大类,三十年来累计产量 400 万台,3000 多个品种,每年有 1000 个品种投入市场.为我国的国民经济发展,国防建设作出了重要贡献.就门类而言,我国在世界上仅次于英,美,日,法,西德,排列第六位,是具有一定实力的.现在平均每年有 200 个新品种投产.

但是我国电子仪器的总水平和国际先进水平相比差距是很大的.

我国电子测量仪器,在智能化程度、多功能、性价比、安全性、可靠性等方面均落后于国际先进水平.

由于我国的半导体工业与美国、日本等先进国家在品种、产量、可靠性、成本、工艺技术和加工设备水平等方面差距很大,平均落后 10 年,电子测量仪器行业也受其制约,所以我国电子测量仪器行业和国际先进水平相比,平均落后 15 年.

电子测量仪器行业要发展,必需花大力量抓好打基础和基础性的技术工作,提高综合技术水平和经营管理能力;加强销售服务,技术支持工作.重点发展各门类通用量大,面广的中低档仪器,兼顾电子工业重点工程急需,国内基础较好的,具有经济效益的高档电子仪器(如微电子技术,新型通讯,数据域,军事电子学所要的电子测量仪器).只要我们坚定信心,坚持方向,坚持不懈,在国家经济体制改革及科技体制改革方针的指引下,电子测量仪器一定能克服困难,取得更大的发展,尽快地缩短与先进国家的差距.

三. 国际电子测量仪器发展的概况

第二次世界大战后,电子测量仪器开始形成一个独立的行业。各种新技术在电子测量仪器中是最早应用的。因技术发展十分迅速,五十年代初数字技术应用于测量技术使电子测量仪器的面貌发生了很大的变化,如数字频率计,数字电压表等数字化仪器的出现使模拟仪器的测量精度,分辨率和测量速度提高了几个数量级。为电子测量仪器实现自动化测量打下了良好的基础,六十年代中期测量技术又一次取得重大突破,计算技术开始引入电子测量仪器,使仪器的功能发生了质的变化,表现在电子测量仪器从单纯的采集,显示数据,转变成控制,分析,处理,计算和显示打印数据。而微电子技术和计算技术的发展为电子测量仪器的智能化提供了条件。七十年代数字技术,计算技术和微电子技术在电子仪器中得到了广泛的应用。一九七一年出现了微处理器(Intel 推出第一个 μP), HP 公司当年就着手设计使用微处理器的仪器,一九七三年它推出了世界上第一台智能电桥。八十年代在以微电子技术和电脑技术为核心的新技术革命的推动下,出现了由电子测量仪器和计算机组成的自动测试系统,自动测试系统的发展十分迅速,六十年代出现的第一代自动测试系统是系统的测试仪器通过各种非标准专用接口和计算机构成。七十年代的第二代自动测试系统是由单台带有微处理器的智能仪器通过标准接口和计算机构成。八十年代又出现了所谓个人仪器系统(Personal Instrument System),它是由个人计算机控制各种功能插件板或插件卡构成计算机通过内部接口电路把计算机和各个功能插件卡联接起来,构成自动测试系统。

经过近 30 年的发展,电子测量仪器已经构成了多层次的商品结构,约分为三层,第一层由技术先进,功能齐全的单机为用户提供所需的信息;第二层由各种单机构成系统把信息变成有效的决策工具。第三层是强化仪器的整体性提供软件包以解决用户的问题。

国外通常把电子测量仪器分为两大类即通用电子测量仪器和自动测试系统。就其测量目标而言已经有 40 个大门类 4000 多个品种。美国、日本、西欧等主要国家总销售额接近 80 亿美元,每年大约以 10-15% 的增长率增长。在整个资本主义国家电子测量市场里,美国在综合技术水平和经营管理能力上遥遥领先,它约占总销售额的 75%;而少数强大的综合性电子测量仪器公司如 HP、公司 TEK 公司和 FLURE 公司占据了重要位置,这三家公司电子测量仪器的年销售额近 30 亿美元,占美国仪器总销售额的 50%,它们产品的综合技术水平都居国际领先地位。

四.我国电子测量仪器与世界水平的差距

前面谈过我国电子测量仪器的技术水平比国际先进水平,平均落后十五年,那末在哪些方面存在差距呢?我国电子测量仪器落后主要表现在 1)品种不全,配套能力差;2)技术水平低,仪器功能少,主要技术指标低;3)质量差,可靠性低;4)集成化程度低;5)智能化程度低;6)工艺落后,外观差。

我国电子测量仪器的发展经历了电子管、晶体管局部集成化、初级智能化几个阶段,初步统计目前每年提供用户选购的 1000 多种电子测量仪器中电子管与晶体管混合产品的约占 8%,分立元件晶体管化的产品占 57%;采用中、小规模集成电路与晶体管混合的约占 23%,采用微处理器的智能化仪器占 2% 以下;而带有通用接口(GBIB、RS-232)的电子测量仪器占 0.5% 以下,而可以构成自动测试系统的电子测量仪器几乎没有。

而美国通用电子测量仪器的销售额约占 40%,而各种自动测试系统的销售额约占 45%。

我国的电子测量仪器在市场上占主导地位的还是一些中、低档电子仪器,而这些仪器

与国外同类水平相比也有相当差距,而高档电子测量仪器的品种和数量极少与国外同类产品相比,差距就更大一些。

五.我国电子测量仪器的发展方向及市场情况

(一)目前中,低档电子测量仪器是各厂赖以生存的基础。因而我们的重点应放在发展各门类中通用、量大、面广的中低档产品尽快地实现产品升级换代,把产品的性能价格比,质量水平提高到国际先进水平,提高国产电子仪器在国内市场的占有量。提高企业的经销效益与企业在国际上的竞争力。同时也要兼顾电子工业重点工程急需的,国防工程急需的,技术基础较好,有一定经济效益的高档新型电子测量仪器。

我国市场上的产品大多数作为单机使用,而少数具有标准接口的产品也因为缺少其他相应的带接口的产品而不能组成自动测试系统。因而尽早地实现电子测量仪器的数字化、可编程化、智能化并管有标准接口将是今后阶段各企业的重要任务。

为使我国的电子测量仪器能够健康稳步的发展,必然抓好基础技术工作,包括微机仪器一体化,智能化,通用接口总线,数据域测试分析技术,光电子测量技术,高稳高纯信号产生技术,频率合成及锁相技术,微波频率扩展及变换技术,毫米波技术,宽带放大检波混频技术,YIG 宽带扫频技术,新型显示技术,采样技术,网络分析技术,高速信号的产生、处理、收接显示技术,插件板在线及功能测试技术,新型通讯测试技术,元器件大生产测试技术等。

为提高产品的开发,生产制造的能力,要逐步推广计算机辅助设计,计算机辅助制造或计算机辅助测试或自动测试技术(CAD,1/CAM/CAT OrATS)采用 CAD 技术可以大大提高新品开发的速度,对产品的优化设计可以保证产品的质量,提高产品的可靠性。目前电子测量仪器用的 CAD 软件大部分是分进口的。要抓紧消化,吸收工作,搞出更适合于我国国情的 CAD 软件,同时解决元器件模型参数的提取和测试,建立必要的数学模型和元器件库。

(二).电子测量仪器国内市场的情况如何呢。总的来说电子测量仪器的市场需求是在不断的增加,大约以每年 10-17% 速度增长。如“六五”期间电子测量仪器市场的销售额增长一倍多。但是近年来电子测量仪器受到进口产品的冲击较大,国产仪器的市场占有率大幅度下降,约有“五五”期间的 80-85% 下降到“六五”期间的 45-50%。据不完全统计 1987 年电子测量仪器销售量为 25.1 万台,销售额为 4.23 亿比 1986 年上升 14.33%,库存比 1986 年下降 46.41%,通过对今年电子测量仪器市场的调查,88 年上半年的销售额比 87 年同期增长 10% 以上,预计下半年的需求量将继续回升。

电子测量仪器作为投资类产品,因而市场情况受投资规模的影响极大。受资金落实情况影响极大,据统计,电子测量仪器的销售额,在每个五年计划的第一年增长幅度较小,甚至减少。每年年初销售额也较低。这是因为五年计划的第一年,投资规模尚不明朗。电子仪器市场也就不明朗。每年年初各单位的资金使用还没有确定,因而销售额不高到上半年总要回升,有些单位还有到年底突击采购的情况。这也说明我们的计划体制存在某些缺点。

六.电子测量仪器专业组一九八八年科技成果评审情况

申报一九八七年科技进步成果的仪器仪表共 81 项。电子测量仪器评审组根据电子工业部科技成果评审办公室的要求,对 81 项成果进行了认真而严肃的评审。共评选出优秀

项目 30 项, 其中一等奖 2 项, 二等奖 11 项, 三等奖 17 项. 这次申报的项目有如下特点:

1. 技术难度大, 技术水平高

本专业历次评审中这次参加评审的项目是难度最大, 技术水平最高的一次. 如北京自动测试技术研究所研制的 BC3170X LSI/VLSI 存储器测试系统是历届评审中唯一推荐获一等奖的项目, 它是发展微电子产业的关键设备之一, 是国家重点科技攻关项目, 此类产品被“巴黎统筹委员会”列为对我国的禁运产品, 它的研制成功, 打破了“巴黎”对此类产品的禁运, 它的难度大, 达到了国际八十年代的水平, 它也有较高的经济效益, 每套可创税利 80 万元, 还可节约大量外汇, 每套约 70 万美元, 又如南京无线电仪器厂研制的 NW6270 实时数字频谱分析仪采用了数字滤波技术快速富里叶变换技术和微电脑技术, 并配有 GP-IB 标准接口达到八十年代国际水平.

2. 普遍采用了微处理器, 微机和接口电路

在获奖的项目中有 24 项整机产品, 有 17 项采用了微处理器, 微机和标准接口电路占 71%. 这证明了各厂所都十分重视各种新技术在电子测量仪器中应用, 十分重视电子测量仪器的自动化智能化工作. 如北京无线电二厂研制的 ZN1080 调频调幅标准信号发生器采用了微处理器, 通过面板实现控制, 数字显示输出特性. 桂林电子工业学院研制的集成电路动态参数测试仪和宁波东风无线电厂研制的 OF1699-Apple II 多功能任意波发出器, 都利用了 Apple II 微机, 充分利用了微机的功能和潜力, 提高了仪器的总体性能. 南京电讯仪器厂研制的 EE3384 型微波频率计数器 EE3364 型可控通用计数器, 国营 768 厂研制的自动微波频率计, 都采用了微处理器控制和 GP-IB 通用接口是新一代的智能化, 全自动的电子测量仪器. 这些仪器都达到了七十年代末, 八十年代初的国际水平, 在国内处于领先地位.

3. 工艺、结构和外观有了明显的进步

参加评审的项目中普遍的采用了多层印制板加工技术, 波峰焊技术. 机箱采用了新型材料如工程塑料, 复型铝板等, 面板和机箱采用了塑料喷涂新工艺, 套色胶印工艺, 丝网漏印工艺等. 触摸开关也开始用于电子测量仪器, 因而使仪器的外观面目一新.

4. 吸收消化国外先进技术, 国产化程度高

申报评审的项目中有不少是在消化吸收国外先进样机的基础上自行设计的, 在主要的技术上达到了国外同类产品的水平, 各单位没有死抄死仿, 而是在消化的基础, 根据我国的实现工艺技术水平进行创新. 因而国产化程度非常高. 这对于尽量少用外汇或不用外汇批量投产上非常有利的.

(下接 71 页)

为用户订购集成电路来安排生产. 但由于所用数量不多, 必需采用优惠和减免税政策, 否则无法与国外产品竞争, 这恐怕是国产电子仪器面临的共同问题了.

总的说来, 跟踪新一代取样示波器并不难, 但是政策和措施必需对头, 不然差距还会拉开.

关于制定我国电子测量仪器行业规划的思考

北京广播电视局付总工程师高级工程师 金国钧

一. 差距

积三十年之努力,我国电子测量仪器行业有了较大发展,如今生产厂点之多(约 340 个),职工队伍之众(约 11.87 万人),堪称世界第一,其工业总产值和生产品种亦居世界第六(美、日、西德、英、法、中)。然而就技术与效益而言,与前五位差距甚远。保守估计,技术上至少落后十年以上,效益上则要差数十倍之多。且国产仪器绝少外销,属于“内向”型;而前五位却至少有 30% 外销,属于“外向”型,我国则成为他们的主要倾销对象。据统计,我国从 84 年开始,进口仪器额急增,86 年比 84 年翻了一番;87 年进口仪器在国内市场的占有率超过了 50%,且增长势头不减(若计及散件引进额,估计要占 70% 左右)。这种情况,着实令人心焦。何故?其一是由于国产仪器不够用和不好用。不够用是因为品种少,指标低,想要的没有,已有的性能差;不好用是因为功能少、质量差,用起来不方便(尤其是控制功能),也不放心(可靠性能差)。应该认为,国产仪器的配套率低,可选性差,使其服务领域难以拓宽,其经济效益和社会效益也就难以提高。其二是行业政策失调。表现在技术引进中,众多生产线的测试仪器,设备所占费用之巨令人咋舌(约占 30%,电子产品生产线中所占费用更高),其中多数是国内有能力制造和设计的,或至少是可以进行国产化开发的;然而,至今仍少有仪器行业参与引进。这种做法与国力极不相称,“穷大方”;既使仪器行业失去了众多提高(技术与效益)的机会,又使众多生产线将长期依赖于外汇运转。还表现在行业扶植政策中,长期置仪器行业于不顾。似乎半导体集成电路、计算机、通信等电子行业的发展可以不要测试仪器的支撑;这种做法实在令人费解,就好像没有裁判的比赛那样令人难以置信。

二. 观念

电子仪器具有“高技术、高效益”的特点,它具有高技术行业的全部特征,也就奠定了取得高效益的基础。长期以来,总是习惯于按工业产值、利税等相关直接经济效益的大小来评价行业的重要性,并确定其在发展规划中的地位。由于测量仪器的工业产值在电子工业总产值中的占有率长期徘徊在 2.5-3% (相当于电子工业在整个国民经济中的占有率,也与国外情况相仿—美国约占 5%,日、英、法各为 2%,西德约为 1%),利税约占 3-4%;相比于消费类电子产品或计算机行业的占有率,显然要坐“冷板凳”了。应该看到,电子仪器行业的高效益不仅是其直接经济效益高,主要还在于其所支撑的其它行业发展取得的巨大社会效益;前者是短期的、有限的,后者则是长期的、无限的。因而,着眼于电子仪器行业的社会效益,从宏观上调整行业政策、调整产品结构、调整产业结构已是当务之急。使其到 2000 年有长足的技术进步,有能力为各行各业的技术改造提供配套仪器、测试系统。

三. 对策

调整行业政策,应采取“对外协调、对内扶植”的原则。前者系指我国技术引进中有关电子仪器、测试系统的项目,应由行业主管部门按“八字方针”统一协调:国内能做的不进,做不好的只进样机,做不了的(高档产品)少进。引进样机应采取“进二用一”的方针(一台使用,另一

台作为国产化样机),统一组织国产化开发,若能在统一协调下,由仪器行业承包引进项目中的仪器,测试系统引进部分,则将在技术上,经济上取得最佳效果。后者系指应从政策上为行业发展造就一个良好的社会经济环境:三十年的统计表明,我国电子测量行业的累计固定资产投资与累计上交利税之比,竟与目前国外同行的投入产出比水平相当(1:2),有些地方老企业甚至达到 1:4,若按同口径计算投入产出比,我国将远优于国外同行。显然这是一种扭曲,其实质是我国仪器行业长期处于低投入、高上交的经营状态,企业留利甚少,难以技术进步,后劲严重不足;长此下去,无力与国外产品竞争,终将使我国所需仪器、测试系统长期受制于人,后果不堪设想。“对内扶植”,无论是国家增加投入或是减免税收,其实质是在一定时期内(例如 3-5 年),国家应让利于仪器行业,给行业争取一个养息、改造的机会。现在是作出这种决策的时候了。

调整产品结构,应着眼于提高经济效益和社会效益,努力拓宽门类,大力发展品种较多。三十年来,尽管开发品种(约 3000 多种),目前也仍有不少生产品种(约 1000 种)得以维持生机,但总的看来技术档次不高、应用面窄、成套性差。今后,无论是电量与非电量测量仪器、通用与专用、单机与系统,只要市场需要,都要尽最大限度予以满足。显然,当务之急是“进口替代”产品的开发,并采用“集中设计、定点生产”的办法作为引进项目的配套计划予以实施;应极力防止目前这种多头分散、低层次重复开发的做法。现代电子测量仪器已广泛采用计算机技术,并以专用 IC 为依托,处于智能化、微机化、系统化的变革时期;产品正由单功能向多功能,听功能向控功能发展。进入八十年代以后,表面安装技术(SMT)的发展,使美、日等电子强国的仪器产品在平面显示,平面开关及相应的平面 IC、片状元器件的发展上有较大突破,产品结构进入了小型化平面化的重大变革时期;使仪器进一步向小、薄、轻方向发展,制造工艺简化、成本降低、性能改善、可靠性大有提高。现代电子测量仪器的这些技术进步,已非硬件模拟,样机翻版方式所能仿制,没有先进的开发手段和一支强化的开发队伍,甚至已难以领略仪器技术之奥秘。因而,应采用“集中设计,定点生产”的办法,组织产品开发;一切从“优化”出发,才能使有限的技术力量和资金得到充分利用和发挥。

调整产业结构,应在调整产品结构的基础上进行,没有产品也就建立不起产业。应按系统配套,组建企业集团,组织专业化生产,形成规模经济。87 年的统计表明,我国 340 个电子测量仪器生产单位中,职工在千人以上,固定资产(原值)在千万元以上的企业只有 22 家,然而过 7% 的中型企业的固定资产却达到 4.6 亿元,占全行业的 43%;三十年来,这些企业累计上交利税达 11.43 亿元,占全行业的 54%,已超过了国家对仪器行业固定资产的总投入(11.35 亿元)。从地区分布看,这些企业集中于京、津、沪、宁、川、辽、贵等地区。显然,这些中型企业是全行业中的骨干,他们的经营历史都在 20 年以上,技术上有较强的开发能力,产品各具特色,在市场上有一定竞争力,经济上有实力,社会上有影响,因而,产业结构的调整应以改造,发展这些骨干老企业为核心,组建技术上相融,产品互为配套的地区性企业集团。集团的组织方式应是“托拉斯”式的股份有限公司(可以中外合资或部分合资);管理上采取集中控制与分权管理相结合;经营上采取专业化生产与多品种经营相结合;产品开发以采取统一规划、集中开发方式为主。应该看到,组建专业集团,既是行业共同利益所在,也是企业改革、调整、改组和发展的过程,它必将成为政府实施规划,宏观调控的关键之举。

转变观念、调整结构，定有成效

郑慰亲

改革开放后，对电子仪器行业有严重的冲击，但电子仪器的产量、产品品种、技术水平及经营有了很大的提高与变化，实在的社会效益和经济效益比过去都有明显的增长。不过，与先进国家的差距并没有缩短，另外，象台湾、南朝鲜近几年来在某个门类、某些品种和产量的发展非常迅猛，国际上新材料、新器件、新技术的发展日新月异，我国电子测量仪器与国际上先进国家的差距有可能还会拉大，这些都需要我们认真总结和分析过去，研究在我国条件下发展电子仪器的战略和对策。

电子仪器具有技术密集、更新快、服务领域宽、品种多；高技术、高效率、高投入；低能耗、低消耗、低污染的高技术的行业特征。是机电工业的支撑产业，属基础投资类行业。高技术、高效益、高投入的特点过去没有受到应有的重视，行业长期处于低投入、高交出的状态。行业的发展主要靠企业自身拼搏，相当艰难。

发展电子仪器逐渐得到各方的重视，积极争取国家、政府对发展电子仪器的扶植政策，如产业产品发展政策，投资倾斜政策，限制进口政策，利税政策等等。电子仪器的发展不能脱离本身现有的发展水平，目前国家和企业的经济现实，要与国家的改革和国民经济的发展相适应。

到“八、五”这一近期内，我们还必须继续转变观念，企业要进一步开放搞活，科研开发、生产必须要以二个市场为导向，当前主要以国内市场为主，疏通渠道提高产品水平积极进入国际市场，参与竞争，逐步达到“市场需要什么，我们就能提供什么”的目标。各企业要充分发挥自己的优势和力量，调整产品结构，大力采用新技术、增加国家重点领域的服务产品。搞好重点产品的规划，优选产品品种，集中力量，突破重点，开发不同档次的系列化的产品，提高开发成果的商品化率。首先占领中低档的市场；发挥军工产品的高技术先导作用，积极开发有市场的高附加值产品；发挥通用测试技术的优势扩散或派生专用的产品；发展劳动密集与技术密集相结合的高技术产品；提高企业组织生产的能力，提高市场变化的适应能力，积累资金，扎扎实实打好基础。

在调整产品结构，企业搞活，经济初步走上良性循环的基础上，淡化产业界限，粗化专业分类，以骨干企业为核心，可按地区，也可以按产品为龙头组建“国家队”

企业集团。实体集团内，可统调建立合理的科研开发，不同层次的生产及销售体系。可充分发挥设备和人的作用，充分利用国内外资源，有利组织系统配套，组织专业化生产，形成规模经济，避免企业多，小而散，低水平重复的现状。行业内，天津中环电子仪器公司已走出艰难而又可喜的一步，也是我们各企业要努力走的路。

电子仪器行业的发展，除努力争取国家各有关部门的积极支持外，各企业继续转变观念，调整结构，定有成效。

微电子的发展对电子仪器的影响

(中国晓峰技术设备公司)

李 锦 林

〔摘要〕 微电子顾名思义是指微米尺寸的电子器件设计和生产的有关技术，通常狭义理解为半导体集成电路的工艺。七十年代微电子应用的线宽是 5μ ，八十年代线宽是 1μ ，九十年代线宽显然要进入亚微米。相应每芯片的元件数在七十年代和八十年代分别为几万个和百万个，集成度的数量增加，必然导致集成电路的质变。电子仪器尚未充分利用微电子所取得的成就，这种滞后属正常现象。本文介绍微电子一些重要成果，希望能引起我国电子仪器工程技术人员的注意，在设计中考虑微电子已达到的水平。

超级微处理机

微处理机的广泛应用和需求是微电子发展的重要动力，反过来微电子的发展使微处理机达到新的高度，其标志就是32位超级微处理机的出现。回顾十多年来微机发展的两大动向，一是从小型机向下微型化，代表性产品是DEC公司的MICROVAX II，所谓微型化32位计算机；另一是从8位微机向上发

展的32位超级微机，代表性产品是IBM的PS/2/80。前者充分利用VAX小型机的体系结构和VMS操作系统，后者是利用INTEL 80386微处理机芯片的执行OS/2操作系统的超级微机。可以预期二、三年后，32位超级微机将与8位微机那样普及，将会大量用于电子仪器，使智能水平有明显增长。

32位超级微机的功能相当于七十年代的小型机、六十年代的主机，可见微机不微，功能巨大。80386芯片今年价格每块300美元，三年后会降到50美元，在电子仪器中使用就不成问题。那时功能更强，运算速度更快的微机肯定会出现。

过去无论8位或16位微机都存在瓶颈，内存不能超过640k，在DOS操作系统支持下只能作单用户单任务运用，运算速度不超过1MIPS。对于电子仪器来说，8位/16位微机用作控制器不成问题，用作数据处理稍觉不足，在某些情况下不能不求助小型机。现在32位微机冲击瓶颈，内存扩大到16M，在OS/2操作系统支持下可作多任务，不久可

多用户运用,运算速度达到4MIPS,外存达到400M。对于电子仪器来说,目前32位微机可能存在功能过剩现象。

32位微机为基础的工作站显然可代替小型机为基础的工作站,进行电路设计,模拟、验证和测试,使电路和子系统在CAD/CAM/CAT的支持下进行。4位微机的推出,促进自动化的电子仪器单机;8位微机的出现,构成由单机群组成的测试系统;16位微机的问世,使电子仪器一机多用和自成系统;32位微机将使电子仪器更智能化,这个过程还会继续下去。

专用集成电路

随着电子仪器功能不断提高,电路必然越来越复杂;电子器件的不断完善,也引起电子仪器功能的跃变。在真空管年代每台仪器的器件平均为10个,在晶体管年代每台仪器的器件平均为100个。六十年代集成电路出现,每台仪器往往使用100以上的集成块,相当于数千器件。七十年代微处理器问世,4位机的集成度只几k元件,8位机的集成度几十k,16位机的集成度几百k,32位机的集成度达到1M以上。相配合的随机存储器也从1k位猛增至1M位。集成电路生产商为扩大销售量,设计的集成电路越通用越好。

以74系列数字电路为例,从7400开始有数百种之多,等效门数是4门至100多门,由于规格统一,使用十分方便,通用性很强,电路设计者争相采用,促进了电子仪器的发展。随之而来的产品无法保密,容易被破译。即使采用微处理器和EPROM,固化软件成掩膜ROM,几个月即可被仿制。整机制造厂,包括电子仪器厂家,为了保护产品不被抄袭,只好设计专用的集成电路。

七十年代微电子的水平对设计线宽5 μ 左右,集成度几十k元件的专用集成电路已无技术问题。电路设计者先用74系列集成块构成性能符合要求的试验性PCB,然后将几块

至几十块的集成电路,交由器件生产厂转变成专用集成电路。这些专用集成电路大部分由中小企业去完成,产量在2万片以下成本是很高的,甚至超过原来的74系列集成块总和的价格,设计周期要半年左右。换来的好处是,电路保密性强,集成度提高,连线缩短和减少,可靠性也随着提高。显然这种专用集成电路的优缺点都存在,需要寻求设计周期短、价格合宜、保密性强、可靠性高的半用户定制集成电路。

门阵列集成电路

如上所述,为克服专用集成电路的不足,在七十年代开始出现可编程逻辑器件(PLD)。早期的PLD是沿着可编程存储器发展过来的可编程阵列逻辑(PAL),PAL内部包括大量“与”/“或”阵列,用熔丝链路为器件编程,然后就是可擦可编程的PAL,用电写入用光擦除。在PAL基础上增加输入/输出、寄存器、存储器等就构成PLD,PLD是预先制备的,根据用户要求编程变为专用电路。八十年代的PLD已具有很高水平,等效门数达到1000,工作频率50MHz,传输延时10ns。

八十年代更重要的微电子成就,应为门阵列集成电路。电子仪器公司为满足市场需要和保持竞争能力,在尽可能不让别人仿制的情况下不断推出新产品,门阵列集成电路属较好的解决方法,也是目前半导体工业中发展最快的一种集成电路。实际上门阵列和PLD都属于特别定制集成电路(ASIC)的一种,门阵列是发展更迅速和性能价格比更高的半用户定制集成电路。

早期的门阵列是按n和p器件交互成行排列的,中间留出布线用的固定通道,根据逻辑设计要求布线,形成各种门电路。这种安排的芯片利用率不高,达40%即满意。近年来宏单元电路的门阵列更为用户欢迎,集成电路生产厂向用户提供一种定义好的逻辑

门、倒相器、缓冲器、至态门等的宏单元，n和p器件交错配置而且不留出布线的明显通道，芯片利用率有相当提高、用户利用CAD设计软件可在工作站的微机上完成系统和逻辑设计的要求，制出布线掩膜，整个生产周期一般为二个月。最近又出现巨单元，把CPU、RAM、ROM都包括在内，利用这种巨单元门阵列，可制成单片式智能仪器。

TTL、ECL、CMOS门阵列已使用多年，接着BICMOS门阵列可集成双极和MOS到同一阵列中，GaAs和高迁移率门阵列亦出现。当前最高指标的门阵列有10万门，用1 μ m工艺，三层布线，工作频率达到1GHz，门延迟时间在0.5ns以下。电子仪器还没有充分利用门阵列的成就而ASIC代表的意义已从用户定制集成电路转义成芯片上集成的先进系统了。

模拟集成电路

模拟集成电路的进展远不如数字集成电路，标准产品和半用品定制产品也不多。1GHz以上的模拟电路较多求助于混合电路，因为数量不多的情况下，混合电路有很

大灵活性。近年发展起来的陶瓷多层电路，组装密度高，介质厚度可调节，最小线宽4 μ m，可安装高速芯片，外部引线多至264以上，与标准VLSI封装相同。对于2~5GHz频段，还是厚膜电路占优势，分立元件和微带配合。

普通GaAs双极和场效应晶体管在厘米波段下提供瓦级功率输出，4dB以下的噪声系数。在毫米波段除GaAs材料外，还有高迁移率和异质结器件，减少结区或沟道至微米级，线宽在亚微米以下，用电子束、光束制版。振荡频率高达100~200GHz，噪声系数2~3dB，击穿电压10~20V，功耗1W以下的器件已开发成功。这也是微电子取得的另一成就。

微波模拟集成电路真正上市的不多，电子仪器专用的更少。Tek公司七十年代为7000系列和八十年代为11000系列示波器开发一套称为QICKCHIP的模拟集成电路，从1987年开始公开上市。这是一套很成熟的微波模拟集成电路，可提供全用定制和半用户定制芯片，主要性能如下表所示：

	npn器件数	F_T (GHz)	V_{CE} (V)	电阻数	电容值(pF)
QICKCHIP 1	142~524	6.5	32	2024	≤ 20
QICKCHIP 3	168	2.4	95	684	≤ 16
QICKCHIP 4	294	6.5	32	1290	≤ 32
		($t_{pd} < 0.4ns$)			(预控，激光修整)

注：pnp管亦可集成在同一芯片上，但 $F_T \leq 30MHz$ ，供作电流源使用。

半用户定制的QICKCHIP在设计定型后，三周内可提供原型集成块；全用户定制的QICKCHIP在设计定型后，八周内可提供原型集成块，Tek公司根据多年的经验积累，形成完整的CAD/CAM/CAT系统，借助宏单元电路数据库作设计布线，电路模拟由SPICE程序执行。HP公司的微波仪器属国际领先水平，集成电路以混合式为主，但只

向用户供应分立器件。

光电器件

七十年代LED完全代替热炽灯泡，广泛用作指示灯和数码显示。室温激光器开发成功后，与LED一起配合光纤和光电检测器件，解决发射、传输和接收三个重要环节，已在通信方面普遍使用。与此相适应，形成

一套光电测量仪器,如光源、光谱、传输、检测和显示等。无论在电光和光电方面,微电子都在起着决定性的作用,以下举数例来说明。

值得一提的是微通道板,这是真空光电倍增的微型化和集成化元件,用在阴极射线示波器使电子倍增的一种尺寸是 1024×1024 象素,厚度 0.25mm 。电子倍增材料涂敷在 1M 根光纤内壁,在 1kV 高压下使射束的电子获得10倍以上的放大。微通道板贴在荧光屏后面,倍增和加速后的电子轰击荧光体,发光亮度提高1000倍,直接记录高至 1GHz 的单次信号。

作为瞬态数字化示波器的核心元件,是电子束二极管阵列存储器,在 $2 \times 2\text{mm}$ 集成 512×512 个光电硅靶,七十年代即开始使用,数字化频宽达 1GHz 。随着微电子的进步,这种光电器件达到 2048×512 象素,灵敏度(满刻度)为 5V ,频宽 6GHz ,八十年代开始使用。显然比行波示波管更优越,因为数字化后可作多种波形处理。

最后看看CCD器件也是很有意思的。这种在MOS集成电路工艺发展起来的电荷存储器件,由于MOS存储器进展迅速,不再向存储器件方面发展。CCD器件作为数据取样、信号延迟、数字存储等应用却很成功,例如用作取样率 200MHz 的数字存储示波器,证明是优良紧凑的信号变换元件。更重要的应用从七十年代已被认识,即CCD具有从可见光至紫外波长都敏感,而灵敏度还超过真空摄像管。CCD摄像管的实用化则在八十年代中期推出,在 $4 \times 4\text{mm}$ 或 $6 \times 6\text{mm}$ 硅片上集成 $1 \sim 4\text{M}$ 元件,争论在暗电流、频带宽、噪声、动态范围、灵敏度都比真空摄像管优胜,目前广泛用于高质量的黑白和彩色图像摄像机中。这种CCD摄像管的象素尺寸只有 $5 \times 5\mu\text{m}$ 左右,属VLSI的范畴。

CCD亦可作为示波器照相机,代替光学照相机,其灵敏度比高速菲林还要高出50

倍。Tek公司的DCS型数字化照相系统,就是集中光学、CCD光电变换、高速示波器和微机,对 1GHz 以下的信号进行单次纪录,关键元件由 490×384 象素的CCD阵列取样,最高取样率相当 4ps 。这是一种与常用高速照相和条纹照相机不同的新方法,直接把高速示波器的波形转换成数字化信号,扩大高速示波器的应用范围。

语音识别和合成

电子仪器的面板控制从七十年代开始已经键盘化和光电指示,民用产品已采用超声和红外遥控。随着微电子的发展,语音识别和合成开始普及,作为人机对话的重要手段,也是人们最熟悉的输入和输出方法,代替键盘输入各种命令,并纪录执行结果。

目前语音合成完全可代替录放机,采用专用芯片的语音合成器实际上是CMOS的LSI和VLSI 语句不多的情况下价格比录放机便宜。语音识别的结构较复杂,一般要有模拟信号处理器、数字信号处理器使能提取发话者的特征,经压缩还原后变换成文本。取样率有 2400 、 9600 、 32k 、 64k 比特/秒,高级的语音识别和合成系统能识别几个单字和词组,成功率分别达到 95% 和 99% 。语音识别和合成多与微机配合使用,在办公自动化中担当把命令和文本输入计算机、查阅档案、数据库访问、电子邮包等工作。不足之处是识别性能因人而异,必需与发话者相配合,语音输入输出原则上与语言种类没有关系,但汉语存在回声,成功率较英语低,取自音库的短句声音有失真和不够自然。

一般语音合成和识别采用CMOS电路和16位微处理器,较高级的使用双极电路和32位微处理器。一套在个人计算机上使用的语音系统价格约一千美元,而在玩具上使用的芯片只几美元。语音系统已达到实用程度,不过还有待完善,尚未见到应用于电子仪器,相信已为期不远了。

平面显示

自发光二极管、等离子放电、荧光和电致发光进入电子仪器，多作面板功能指示、字符和数码显示之用。现在液晶数码显示板差不多完全取代指针式表头，手持式DVM和笔式检测器、各种有源探头和逻辑探笔相继出现。虽然七十年代就预言能代替阴极射线管的平面显示器，实用性和性能价格比合适的平面显示器直至八十年代中期才取得成功，出现在膝上式个人电脑和手持电视机内。高分辨力和高频、高反差和大面积显示仍属阴极射线管的市场。

一种不改变阴极射线管的高分辨力和发光效率，把单色变换为彩色的简单办法，是在屏幕前插入液晶快门和偏振片，可获得橙、蓝绿、非彩色三种色彩。Tek公司采用这种办法使逻辑示波器和低频示波器获得彩色显示，画面呈现多样化。同样利用液晶立体快门，还获得立体显示。不过观察者还要戴上偏振眼镜。这些显示法的驱动电路比较复杂，包括门阵列等用户定制集成电路。

八十年代微电子的成就，可制成 640×400 和包括译码-驱动电路在内的液晶点阵，由于无需高压和轻便可靠，率先进入计算机市场。接着等离子、荧光单色显示器由于亮度高、反差强，更受用户欢迎。

液晶是被动式发光，反差比较低和发射角度窄，颜色不是白底黑字，但价格较便宜。等离子需要100V以上的放电电压，能够主动发光、亮度高、颜色配合好，虽然价格较高，也很受用户欢迎。等离子体的 640×400 点阵已稳定生产， 1024×512 点阵在试制阶段。

象素512k的液晶或等离子单色显示板需要2M薄膜晶体管或用户定制的门阵列配合。至于彩色显示板目前只在手持电视机作3和4英寸屏幕使用，其驱动电路更复杂，因为要三色驱动。在电子仪器方面液晶显示板已

开始用于手持式数字存储示波器，可以预期，这种趋势正方兴未艾，今后肯定会有更多的电子仪器使用液晶等点阵显示板代替普通阴极射线管。

计算机辅助软件工程

设计计算机各种专用芯片，要综合利用CAD/CAM/CAT资料，从设计到生产一套微机芯片，最短要二年时间。直到八十年代初开发出综合称为SILICON COMPILER的软件才取得突破，这种硅加工编译程序是一种机辅工具，输入电路数据和设计要求，经过这套软件编译后变成制造硅片所需的数据库。虽然整个过程有许多步骤，但人工干预很少，最后获得优化的掩膜用于生产。美国DEC公司应用这种硅加工编译程序，推出第一台单片32位的微小型机，即MICRO-VAX I计算机，一年后升级为MICRO-DAX II，比IBM更早占领微小型机市场。这种硅编译器可称为早期的计算机辅助软件工程（简称CASE），从八十年代初开始至今已比较成熟属于计算机第四代语言。

CASE的目的是让对软件或语言不熟悉的人员都能充分利用计算机，以迅速有效的人机对话方式产生出性能规范、自动编码纠错、写出报告文件。编写程序和报表的时间节省，熟练软件人员减少，生产率提高几十倍。CASE是综合八十年代的机辅制图、分析设计、文件编制工具；八十年代中的自动分析和检查、系统信息库，在八十年代后期实现从指标自动生成程序、设计自动化和自动联接程序、图形联接和文件输出。

CASE已开始在电子仪器设计中应用，典型的有Tek公司开发的多种实时模拟、软件执行、诊断验证、开发系统、用户定制集成电路原型验证、各种电路设计工作站的应用软件。Tek公司并成立CASE部，说明其重视程度。可以预期，今后CASE会在电子仪器设计中取得更大进展。

小 结

微电子已取得重大进展,最重要的标志是32位微处理器和巨单元阵列,还有光电器件和平面显示,语音控制和机辅软件工程等,对电子仪器的推动力很大。综合应用这些成就的结果是高性能单片电子仪器、光电

和声控电子仪器、智能手持多用电子仪器的出现;采用比GPIB更先进的自动测量系统,开通电子仪器局部网络和远程网络;机辅设计和测量的普遍应用等。当然还会有更新的微电子成果不断引用到电子仪器中,使电子仪器面貌一新。

一种新的仪器接口—— VXI仪器总线简介

李锦林

〔摘要〕:自1978年IEEE-488通用仪器接口总线成为仪器接口标准,十年来受到仪器厂商和用户的欢迎和广泛应用。随着技术的进步和市场的需要,两年前一种新的仪器总线VXIbus已经推出,并获迅速发展,可能成为九十年代的另一种仪器接口标准。

引 言

七十年代由于微处理机的问世,加速智能仪器的普及,为使不同厂商不同类型的仪器能构成自动化测量系统,必需制定仪器接口总线标准。HP公司开发的HP-IB工业标

准,在1976年后分别获得IEC、IEEE和ANSI等重要国际标准组织批准为仪器和外设的标准总线,即IEC625和ANSI/IEEE 488标准,这是很成功的仪器接口总线。随着16位和32位微处理机的问世,智能仪器本身的处理速度和通信能力大大提高,IEEE 488已不能完全适应新的硬件环境。在1987年IEEE通过IEEE488.2的升级文本、代码、格式、通用命令均比原文来本有很多扩充,将另有专文介绍。

在IEEE488通过升级文本的同时,美国五家仪器生产厂商HP、TEK、WAVETEK、