

22302

国外机械工业基本情况

微 电 机

西安微电机研究所 编



机械工业出版社
China Machine Press

国外机械工业基本情况

微 电 机

西安微电机研究所 编



机械工业出版社

本书主要介绍国外微型和特种电机近年发展情况。全书共分五章,介绍了微电机的分类和发展以及在国民经济和人们日常生活中的作用,重点介绍国外微电机的生产动态、市场动向、技术发展趋势、产品发展情况以及工艺和测试水平现状。为了应对入世,本书还分析了加入 WTO 对我国微电机工业的利弊,最后介绍了国外行业企业概况。

本书可作为从事微特电机生产的企业领导和技术人员参考,亦可作为微特电机行业配套的企业各类人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

微电机/西安微电机研究所编. —北京:机械工业出版社, 2002. 7

(国外机械工业基本情况)

ISBN 7-111-10448-X

I. 微... II. 西... III. 微电机—概况—世界 IV. TM38

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 043144 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:夏秀珍 版式设计:霍永明 责任校对:张媛

封面设计:姚毅 责任印制:王书来

林业大学印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2002 年 7 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm¹/16·2.75 印张·67 千字

定价:12 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68993821、68326677-2527

封面无防伪标均为盗版

出版说明

机械工业肩负着为国民经济提供实用、先进的技术装备的重任。根据我国机械工业实现战略性机构调整,完成产业升级和推进企业技术创新的要求,综合研究国外机械工业发展规律和成果,系统地了解国外机械工业发展趋势和特点,以借他山之石促进我国机械工业的技术进步,我们组织编写了第五轮《国外机械工业基本情况》。这一轮是在前四轮的基础上,针对我国机械工业发展的实际要求,系统地介绍了国外主要工业国家重要公司名牌产品、重点产品的技术水平和研究开发方向;介绍了先进工艺、生产管理方法;介绍了市场及进出口情况等,本轮着重报道了国外 20 世纪 90 年代中、后期的发展水平及 21 世纪初的发展趋向。

第五轮“国外机械工业基本情况”采用滚动分册出版的方式。本册为《微电机》分册,由西安微电机研究所编写。

机械工业信息研究院

前 言

近年,我国微电机工业得到日新月异的发展;目前国内微电机总产量超过 20 亿台,出口逾 15 亿台;全国机械工业 253 个企业 2000 年实现总产值 143 亿元,销售产值 138 亿元;行业配套能力增强,小规模经济逐渐形成。我国已发展成为世界微电机生产大国,基本形成能为国民经济提供优良服务,满足家庭使用,又为国际市场提供一般合格产品的生产体系。我国微电机工业快速发展的主要原因,除了国内需求有所增长外,主要是国外市场的扩大和转移。随着我国加入世贸组织和国内市场国际化进程的加快,微电机出口的机遇会越来越多。本书旨在通过对国外微电机基本情况的介绍,促进国内微电机工业的发展。

欧美和日本微电机的发展基本代表了当今世界微电机的发展水平。本书主要介绍的是这些国家的情况。其中对日本,主要介绍其办公设备和音响、声像设备中的微电机;对欧美各国,主要介绍精密型和军用微电机。本书还介绍了俄罗斯微电机发展的一些近况。由于我国已经加入世界贸易组织,本书介绍了工业发达国家微电机生产转移的几种方式以及加入世界贸易组织对我国微电机工业的影响,分析利弊,以便尽快适应国际市场。

在本书编写过程中,编者尽量收集有关资料,仍感到资料匮乏,加之水平所限,本书尚不能完全反映当今世界微电机的全貌,实为遗憾。对于本书的错误和疏漏之处,请读者批评指正。

本书由西安微电机研究所高级工程师牒正文负责编写,西安微电机研究所副所长、研究员级高级工程师荆仁旺负责全书的审核。在本书的编写过程中,得到西安微电机研究所领导和有关行业厂家的支持和帮助,参考了一些同行的有关文献资料,在此编者一并表示感谢。

西安微电机研究所

目 录

出版说明

前言

第 1 章 综述 1

1.1 微电机的发展及其作用 1

1.2 微电机的分类 1

第 2 章 国外微电机市场概况 3

2.1 生产动态 3

2.1.1 生产格局发生变化 3

2.1.2 生产种类多样化 3

2.1.3 生产技术的进步 4

2.2 市场动向 4

2.2.1 一般产品 4

2.2.2 热门产品 4

2.2.3 特别产品 4

2.3 市场容量 5

第 3 章 国外微电机发展情况 7

3.1 发展动向 7

3.2 技术发展趋势 7

3.3 产品发展情况 8

3.3.1 控制类微电机 8

3.3.2 微型永磁直流电动机 9

3.3.3 无刷直流电动机 15

3.3.4 永磁交流伺服电动机 16

3.3.5 步进电动机 20

3.3.6 新原理微电机 22

3.4 工艺发展水平 24

3.5 测试技术现状 25

3.6 工业发达国家向国外微电机生产转移的方式 26

第 4 章 加入 WTO 对中国微电机

工业的影响 27

4.1 加入 WTO 对中国大陆微电机行业的影响 27

4.2 如何面对“入世” 28

第 5 章 行业企业概况 30

5.1 企业结构 30

5.2 生产企业简介 30

5.2.1 日本 30

5.2.2 美国 33

5.2.3 英国 33

5.2.4 德国 33

参考文献 35

第 1 章 综 述

1.1 微电机的发展及其作用

微电机是伴随着军事装备和自动控制技术、电子技术和计算机技术而发展起来的具有多种用途的小功率电动机。微电机的发展已有百余年的历史,但就其整体而言,其理论和工程实践,是 20 世纪初才开始的。19 世纪 80 年代,德国由于军事上的需要开始研制自整角机;20 世纪初,美国西屋公司开始生产 3~40W 的微型直流电动机;1913 年,美国奇异公司开始在巴拿马运河用自整角机指示控制站的各种护板、闸门和测量水位的浮标等;直到 20 世纪 40 年代,微电机在各种军事装备中广泛应用后,才迅速发展起来,50 年代后期迅速形成系列。70 年代末期 80 年代初,由于微机和功率电子器件的应用,并借助控制理论和新型材料,促进了智能化微电机的发展,出现了无刷直流电动机、永磁交流伺服电动机和步进电动机等新品种。

微电机具有劳动密集和技术密集的特点,有些产品集合了电子理论、计算机技术、微电子技术、自动控制技术、精密机械及新材料应用等多项高新技术成果,有些则是量大面广,属于简单产品。目前,使用量最大的是家用电器电机、音响设备和信息传输用电机、汽车电器以及办公设备用微电机。

如果说微电机是随着军事工业而发展起来的,那么,现在它的应用已非常广泛。在武器装备中,微电机应用于导弹、火炮、卫星、宇宙飞船、舰艇、飞机、坦克、火箭、雷达、战车等,用作各类自动化装备的驱动与定位、位置传感与指示、坐标变换与解算、速度检测与反馈,时间标准与实时控制,飞机、舰艇及导弹运动轨迹的自动绘图等。在工业中,微电机作为执行元件大量应用。在电子技术和计算机工业中,微电机可用于磁盘和磁带机、打印机、读出器、自动记录和绘图仪的数控驱动和定位,数字量与模拟量的变换等。日常生活中如电风扇、洗衣机、电冰箱、空调器以及各种小型家用电器产品,录音机、录像机、传真机和音响声像设备中,都大量使用各种微型直流和交流电机。在各种汽车、摩托车、电动自行车、电瓶车、电动轮椅中,大量使用如起动机、刮水器电机、空调电机、冷却风扇以及车用门锁、后视镜、门窗升降、座椅调整、各种泵、行李器用微电机。

1.2 微电机的分类

微电机按其功用可分为三大类:即控制微电机、驱动微电机和电源微电机。控制微电机的作用是在自动控制系统中作为检测、放大、执行和解算元件,用来对运动物体的位置或速度进行快速和精确的控制。它着重于特性的高精度和快速反应,功率一般从数百毫瓦到数百瓦,机壳外径一般是 12~130mm,但是,在地面设备和舰船设备中的大功率控制系统中,功率大的有近 20kW,外径达 1000mm。

驱动微电机作为小型和微型动力,用来驱动各种要求的机械负载。它的功率一般从数百毫瓦到数百瓦,高速情况下可达数千瓦,外壳直径一般不大于 160mm 或轴中心高不大于

90mm。

电源微电机作为独立的小型能量转换装置，用来将机械能转换成电能或将一种电能转换成另一种电能。它的功率一般从数百瓦到数十千瓦。

在国外，控制微电机与一般工业驱动和家电中使用的微电机统称为微电机（small motor）或小功率电动机（small power motor）。

对于军用控制微电机，除了要求它具有良好的工作特性，高精度和快速响应能力，以满足高精度、快速的系统要求以外，同时，它必须具有高的可靠性，对工作环境有较高的适应性。对于工业和民用以及家用微电机，除了要求它能完成驱动的功能外，还必须成本低廉，价格便宜。

第2章 国外微电机市场概况

2.1 生产动态

2.1.1 生产格局发生变化

受经济全球化的影响,同时因工业发达国家劳动力价格以及微电机本身的特点,微电机的生产由主要产地的欧美转移到亚洲和中南美洲。虽然欧美的生产力已迅速退化,但就其技术而言,仍然在世界上居领先地位。日本产品早已享誉全球,台湾省的风扇也曾打遍天下,中国大陆已经站稳脚步,东南亚正急起直追,印度、巴基斯坦也开始大力投入,中东亦开始尝试自己生产家用电机,中南美洲经过三十几年的停滞,最近也动了起来。整个情况看来,目前欧美的供应来源主要依赖亚洲地区,只有一部分高价位电机及串励电机仍在自己生产,也有相当部分转移至西班牙和葡萄牙,东欧国家也是新兴的替代点。在美洲,目前墨西哥由于北美经济体的实现,市场最近又加大,投资生产家用电机的欲望较强,中南美洲的巴西、智利、阿根廷也积极的更换设备,重新投入生产家用电机。美国本土的生产虽然也还存在不少,但O.E.M(定牌生产)的更多,主要还是在亚洲地区生产,日本的电机供应量最大,品质也不错,但海外分厂或O.E.M厂制造打上日制品牌居多,其本地以生产高精密及较高价位的串励电机、直流微电机和交流伺服电机及步进电机为主,但未来转移亚洲各国生产的机会较大,本身可能与欧美一样转为设计为重,O.E.M生产行销较为有利。中国台湾省目前风扇量已逐渐减少,转移至大陆、泰国及印尼。工业用微电机,串励电机及直流微电机市场形势不错,信息产业用无刷电机增幅可观,一个新的“无刷风扇王国”又即将成型。韩国在汽车电装品上投资力度大,实力较强,但由于厂家大而少,不具威胁性。大陆工业用微电机生产条件最有利,家用电器电机由于香港、台湾、日本的大力投资已具王国姿态,但本地厂仍未具足够条件,有待进一步发展。泰国的风扇制造有逐渐取代台湾趋势,印尼的生产也逐见威力,越南也即将站起来,从整体上看风扇生产的转移形势已不可避免,但世界用量的增加将更加可观,大家都仍有生存和发展的空间。

2.1.2 生产种类多样化

国外微电机专业厂并不多,反而以生产自用为主的居多,因此合计下来的生产厂就相当的多。由于产品用途的多样化,对电机的要求也就多变化,新的用途需要新型的电机,自动化的小型商品,随身用品用的超小型省电精密电机售价比工业电机贵;遥控型的风扇,冷气机的大量应用使步进电机的用途出现意外的结果,环保及干扰问题,使无刷电机风行起来,生产品种又增加不少,如果将来的整流子电机由无刷电机全面取代将会使品种再增加不少,直流伺服也逐渐由交流AC伺服所取代,数字化电机也将大行其道,结合型的压缩机齿轮电机、变速电机、抽水机、泵以及各式各样为缩小体积以电机为主配合各式附件的单一产品不断涌现,更增加电机生产的负担。为解决引擎引起的种种问题,使电机的式样与用途又增加不少。由上述各种情况导致整个微电机生产趋于多样化,较之过去一种电机一生产就是几十年的情形是无法相比的。

2.1.3 生产技术的进步

科技进步日新月异, 人类生活水平的提高, 对微电机的要求相应也就大幅提高, 要求电机稳定性要好, 可靠性要高, 价格要低, 品质要求必须达到百万分之几的失效率, 因此设计要新颖, 生产技术要先进, 而目前大多数的电机生产厂确实存在着各式各样的问题还无法完全解决。由于对电机的要求愈来愈高, 只好努力追求生产技术的改进, 新的生产设备、检测仪器, 也就大量应用上去。目前新式设备除了设计全面采用计算机辅助设计外, 更利用配备齐全的高级实验设备来确认, 使设计工作变得简易而准确; 而新型的加工设备, 本身就具备了生产技术, 全面品质管理和生产管理等全功能的信息化生产系统。除了电机生产品质的稳定度大幅提高之外, 新增加的功能更使电机特性增强, 节省材料, 降低生产成本, 以更具竞争力。新材料的选用、新的设计方法和新的观念及进步的生产技术将使明天的电机无懈可击。

2.2 市场动向

整个国际微电机市场、涵盖范围很广, 市场的变化很快, 种类增加迅速, 不容易分析得很完整, 仅就下列三种类型做概略的叙述。

2.2.1 一般产品

一般产品包含工业用微电机, 家电、汽车及玩具用电机等有一定成长率或固定生产量的电机产品, 此类产品大都随着经济起伏而有较明显的变化。由于世界经济不景气使得这类电机增长显得较慢, 但从前年开始景气明显攀升, 带动整体需求大幅增加, 加上亚洲地区的强劲发展趋势及中、南美洲的开放市场, 东欧解体后的复兴使电机买卖畅旺。由目前设备的需求看来, 未来几年持续看好机会很大。但国际间对品质要求及安全标准的认定逐步朝 ISO 的认证条件也是大势所趋, 材料的供应已出现短缺现象, 价格的提高难以避免, 在非常有利的市场环境中依然有危机存在。

2.2.2 热门产品

目前微电机的热门产品以冷气机、摩托车、电脑通信产品、健康器具、休闲电器等所用电机最热门, 当然各国亦有不同的热门产品, 但以国际上较突出的产品来看, 冷气机的需求不断创高峰, 带动压缩机及其风扇电机供不应求, 价位也居高不下, 而高安全性的塑封电机也一时兴起, 利润可观; 摩托车市场的三级跳成长已连续三年, 到 2000 年已超过 2000 万辆的产量, 起动电动机及发电机的用量确实可观, 投资回报率也惊人。电脑的发展和降价带动了整个微电机市场, 486 以上 CPU 必须加装散热风扇, 年需求量就超过 7~8 千万台; 高级随身用电器、汽车及个人冰箱, 使得无刷电机的成长以倍数计算, 健身用的按摩器、摇摆机、跑步机等需求快速成长, 电机的用量随之上升。其他较一般热门产品尚有果菜榨汁机、食物处理机器、充电式电动工具、CD 光碟机等。热门产品代表着高成功率也有较高利润机会, 但投资必须谨慎, 否则风险也大。

2.2.3 特别产品

特别电机这里主要介绍汽车电装品、OA 设备、电动汽车、卫星接收器电机、伺服电机等。汽车价格昂贵对电装品的可靠度要求绝对严格, 出现问题的赔偿金额惊人, 因此大多由国际几个大厂家包办, 但需求量的快速增加, 市场的分散, 在欧、美、日的生产基地已经动摇, 转移阵地的态势已经逐渐开始, 电脑控制的汽车已成为新的需求, 而使用电机的增加已成为高

级与否的指标。喷射引擎电机、ABS 刹车电机都已蔚为主流,汽车电装品的看好是必然的。OA 自动化设备的盛行不分国界,增长幅度较大,但精密度要求要高,体积要小,性能要可靠。电动汽车是唯一能解决城市环保问题的关键。新设计的省电高性能电机已全面进入备战状态,能取得先机就有可观的发挥空间。卫星接收器移位电机是未来国际信息交流、娱乐国际化的必备设备,尚有很大市场潜力。CNC 设备的全面推展,自动化制造设备的推陈出新,机器人的广泛应用使得极高价位的伺服电机用量节节上升,厂家的研发工作也很积极,但技术层次与材料尚具困难,非大多数工厂力量所及。以上特别是对于那些市场可靠,成长稳定度高,利润空间大的产品,投资要大,获利最丰厚。

2.3 市场容量

随着人们生活水平的提高以及社会的不断进步,微电机的应用涉及各种领域,进入千家万户,其应用量大面广。如高级轿车每辆使用各种微电机 40 台左右;工业发达国家每个家庭使用微电机的数量达 20 台以上,中国城市家庭使用微电机也达到 10 台以上,工业发达国家将每个家庭拥有微电机数量的多少来作为衡量现代化水平的标志。据估计,全世界每年对微电机的需求量在 50 亿台以上。

按照通常的排序,世界微电机市场走向见表 1。

表 1 世界微电机市场状况

使用领域	所占比例 (%)	使用领域	所占比例 (%)
信息处理器	29	音响设备	18
汽车电器设备	13	家用电器	8
视像处理	7	工业控制	2
武器系统、宇航、农业、轻工纺织、医疗器械、包装机械	20	其他	3

据日刊资料,1995 年全球 CD-ROM 驱动、硬盘驱动器、软盘驱动器、复印机、打印机用微电机估计 3.8 亿台,年增长率达 25%。各种盘式驱动器使用的步进电动机为 3.5 亿台,年增长率在 25%~30%。个人计算机用风机和高速 CPU 用直冷式永磁无刷风机为 7300 万台,年增长率为 15%。用于寻呼机振铃和移动电话的无铁心直流电机约为 4800 万台,年增长率达 40%以上。

日本万宝至电机公司是全球最大微电机制造商之一,目前已将其大部分微电机生产转向国外,1995 年总产量达到 13 亿台,2000 年达到 17 亿台,年增长率达 15%。

据美国 Frost & Sullivar 国际市场研究公司 1994 年的一份市场调查报告,美国小电机生产厂家 100 多个,1993 年以后市场开始回升,预计会有持续上升的趋势。1992~1999 年平均年增长率为 3.1%,到 1999 年预计生产 2.8 亿台,产值 55 亿美元。表 2 是美国小功率电动机市场预测。

在 F & S 的另一份报告中,分析了欧洲小电机市场的情况。和美国相似,从 1994 年开始市场份额在逐步回升。主要是因为家用空调器等舒适性家用电器的需求增加,加上新的欧共体限制了来自劳工的压力,以及医疗器械市场出现新机遇的缘故。到 2000 年,小电机平均增

表 2 1992~1999 年全美小功率电动机市场

年份	产量/亿台	金额/亿美元	年增长率 (%)	年份	产量/亿台	金额/亿美元	年增长率 (%)
1992	2.454	44.66	-1.1	1996	2.674	51.60	2.3
1993	2.530	47.65	6.7	1997	2.714	53.13	3.0
1994	2.581	49.13	3.1	1998	2.752	54.37	2.3
1995	2.630	50.45	2.7	1999	2.786	55.30	1.7

长率约 5.8%，产量约 3.45 亿台，产值 40.8 亿美元。小电机产值中，50W 以下直流微电机占最大份额，达到 21%，产值为 7.08 亿美元，到 2000 年下降到 17.4%；而 50~250W 的直流电动机在 1997 年的市场中居第二位，占 15.6%，到 2000 年快速增长，产值达 10 亿美元，占市场份额 25%。

可以预计，今后 5~10 年世界微电机市场总的呈上升趋势。

第3章 国外微电机发展情况

3.1 发展动向

微电机工业发展源远流长，种类繁多，每户家庭中对电机平均用量的多寡代表着一个国家进步的情况。微电机已成为产业用机器设备、电器产品、汽车、摩托车和办公 OA 机器及通信等产品的重要元件，其需求量、成长率相当可观，近两年来用量更加大幅提升。由于终端产品的发展日新月异，机种不断更新，使得电机的功能设计、开发、生产也不停的推陈出新。因此未来中高档次的电机，其功能需配合新产品的开发与厂家实际需求来衡量，整个国际市场潜力极大，以下为市场前景性分析。

(1) 家用电机。微特电机及控制技术是现代家电的核心技术，家用电机种类众多，数量也大，虽属较成熟市场但新机种强调产品的多功能、省能源、低噪声、振动小，正符合家电产品今后设计、生产、检测高质量化的效果，未来市场将会大幅成长。

(2) 通信、电脑周边产品。此类产品所用高精密小型电机需求品种愈来愈多，数量增幅甚为惊人，其配合电子控制，附加价值高，未来发展潜力很大。

(3) 汽车用微电机。汽车销售量节节上升，所用电装品日益增多。自动定量电子喷油系统取代传统化油器，ABS 刹车皆改由电机代替，一部汽车由传统的十几个电机增加到三四十个，甚至用到八十多个电机。摩托车的起动电机取代了脚踩方式，手提充电式电动工具的多样化，未来环保所需的电动汽车，都让人对高性能直流电机垂涎三尺，寄予厚望。

(4) 电动工具用微电机。工业用产品转化成家庭用手提工具，使高级电动工具及家庭电器产品风行，对串励电机性能要求愈严苛，发展性也愈可观。

(5) 其他特殊用电机。如卫星接收器转向电机、割草机、残障车用电机、CNC 用伺服电机的数量都逐年上升，而电脑及高级电器用的无刷电机数量增幅最大，数以千万台计。

(6) 工业用电机。一向由国际景气带动上升，新兴工业国家增加，设备更新，新机器的增产，使得工业电机的未来仍然充满希望。

3.2 技术发展趋势

国外微电机主要技术发展趋势是：产品向高性能、小体积方向发展；直流微电机向永磁化和无刷化方向发展；控制类微电机向高性能和组合化方向发展；生产技术向集约化、柔性化、自动化方向发展；测试技术向高级和自动化发展。

与此同时，微电机行业面临着以下变化：

(1) 现代工业用电机甚至家电电机已不再由单纯的交直流电直接供电，而是由电力电子驱动器驱动。

(2) 电机和驱动器作为高效率自动化生产中的中枢和执行机，其可靠性是产品成功的首要因素。

(3) 随着电子技术的日新月异，微电机行业和驱动器制造业面临着一个相互收购和合并

的调整过程。

(4) 面临市场竞争和市场国际化的趋势, 微电机行业正出现国际间强强联合的跨国集团公司。

(5) 驱动器的引入使现代微电机的设计、材料、生产工艺和制造面临着新要求和新挑战。

(6) 相对其他工业特别是电子工业, 微电机制造业仍然是自动化程度较低的行业, 换言之, 劳动力占产品成本的比重比较高。

3.3 产品发展情况

3.3.1 控制类微电机

此类电机包括自整角机、旋转变压器、测速发电机、感应移相器、伺服电动机等产品, 主要用于军事装备和自动控制中。这类微电机除了强调小型化、高精度、快速反应、高可靠性以及对恶劣环境适应性以外, 还具有以下特点:

(1) 品种多, 数量小。军事装备门类多, 要求各异, 又不断更新换代, 决定了这类电机的这一特点。美国 Kearfortt 公司宣称, 该公司可供国防部选用的品种规格达 5000 种以上, 但其年产量仅 100 万台。INLAND 公司工业生产直流力矩电机, 产品机座最小仅 2in, 最大 2m, 品种 500 多种。

(2) 标准化、系列化水平高。西方国家为了达到武器设备的互换性和三军使用的统一性, 长期以来在军用微电机标准化和系列化方面, 不惜重金开展了多方研究工作, 形成了以美军标准为基础的统一标准。如英国 DEF—148、法国 L70—510、日本 NDS5340 等标准, 均注明与美军标准同类产品可互换。前苏联和东欧国家则按前苏联国家标准 (ГОСТ) 中有关军用等级生产。美军标准代表世界先进水平。

(3) 生产高度垄断, 技术严格封锁。军事装备中用的微电机大多属于精密控制电机, 且在装备中起着关键作用。另外, 要求较多的精密加工设备和检测设备, 特别是现代微特电机技术集电机、微电子、精密加工和计算机技术于一身, 一般企业难以承担生产和开发新品任务。据统计, 目前世界上生产军用微电机的厂家仅数十个, 其中著名的厂家美国占 1/3 (12 个), 英国有 4 个, 法国、日本、意大利各有 2 个, 形成高度垄断局面, 并受政府的重视和保护。美军在 1986~1990 年间投资 10 亿美元专款, 用于开发各类数字系统用微电机及控制装置。北约组织长期来, 将军用微电机列入“巴统”控制物资名单中。

下面介绍国外几个主要工业发达国家军用控制微电机的发展近况。

美国军用微电机制造业具有较长的历史, 其科研和产品水平处于世界领先地位。长期以来, 西方国家军事装备和电子装置中应用的各类微电机绝大部分一直由美国几个主要公司供给。微电机美军标准已成为具有国际标准的地位。英国具有较好的电机工业基础, 军用微特电机工业水平亦较高, 其产品除供本国军方选用外, 也向北约组织国供应。法、日、德等国的军用微电机工业起步较晚, 其产品技术水平低于美国, 品种规格也少。法国和德国均依赖本国技术特点, 开发部分新产品, 形成具有特色的专门技术产品。如法国的位置传感产品, 西德的无刷电动机和步进电机等, 均达到或接近美国水平。前苏联的微电机工业有较长的发展历史并形成了独立的科研和生产体系, 采取封闭集中式生产, 由少数大型军工骨干企业承担, 特别重视产品质量和可靠性, 但其产品性能水平和新品开发与美国相比有一定的差距。

表 3 列出美、英、日、德、前苏联等 6 国军用控制微电机发展对比情况。

表3 军用控制微电机发展情况

国别	美国	英国	法国	德国	日本	前苏联
发展年代	60~70年	60~70年	20多年	20多年	20多年	50年左右
标准	MIL (三军通用)	DEF (国防部制定, 与 MIL 可互换)	NFL (国防部制定, 与 MIL 可互换)	DIN (通用标准)	NDS (防卫厅制定, 与 MIL 可互换)	ГОСТ (军民通用, 分等级管理)
主要生产企业	Kearfrot CPPC Inland Sigma Aerofex	MVCL Moor Reed NDL Evershed	Thomson CEM Precilec	Siemens PAPST	多摩川 山洋	基辅自动化所
品种	品种规格全, 约 5000 种	标准产品品种规格较全, 约 2000~3000 种	品种规格较少, 但位置与速度传感电机仍有特色	品种较少, 步进电动机和无刷电动机水平较高	品种规格齐全, 约 2000~3000 种	品种齐全
产量	200~300 万台/年, 除供本国需要外, 还向西欧出口	近 100 万台/年, 供本国及北约国军用配套	10 万台/年, 满足本国军需配套和高技术需要	供出口及本国高技术发展需要	近 500 万台/年, 约 80% 出口及供本国尖端技术需要	不详 供本国及华约国军需配套
产品水平	处于领先地位	略低于美国水平	信号电机水平较高接近美国水平	步进电机和无刷电机处于领先地位	一般系列产品接近美国水平, 高精度产品有差距	总体水平有差距, 但可靠性高
质量水平	环境温度: -55~+125℃, 部分达 200℃ 寿命: 2000h; (有刷产品) 有三防要求, 系列化、标准化、通用化程度高	环境温度: -55~+85℃, 部分达 125℃ 寿命: 2000h; (有刷产品) 有三防要求	部分产品按 MIL 标准考核	DIN 标准低于 MIL 标准	NDS 低于 MIL 标准	环境温度: -60~+60℃ 寿命: 1000~2000h (有刷产品); 系列化、标准化程度高

这类微电机今后的技术发展应继续提高和完善传统产品的性能, 开发能满足特殊要求的新品种。如开发粗、中、精三通道位置传感器, 精度可达角秒级, 分辨率超过 21bit。开发各类直接驱动电动伺服机构用的低速交流和直流力矩电动机, 多极印制绕组盘式电动机, 片状微电机, 以逐步取代传统结构产品。继续完善与微电机配套的电子元器件的功能, 开发专用微处理器芯片及集成电路, 研究电机控制的新原理和新方法。

3.3.2 微型永磁直流电动机

世界上最早的电机原型就是永磁电机, 只是当时永磁材料性能不良, 而被电磁式电机占了主流。铝镍钴永磁体的问世使永磁电机开始发展, 但由于其价格比较高, 所以铝镍钴永磁

电动机应用面并不广。自从廉价铁氧体的出现才使永磁电动机的应用量大幅度增加,应用面从玩具电机、音像电机、汽车微电机到工业用的小功率驱动和伺服驱动等。据统计,500W以下的直流电机中永磁电动机占92%以上,其中绝大多数是铁氧体永磁电动机。铁氧体使用至今,但由于其磁性较差,不适合高性能电机的需要,因而20世纪60年代出现了稀土钕钴永磁体,其最大磁能积是铝镍钴的四倍多,是铁氧体的五倍多。钕钴永磁体的出现使高性能伺服电动机得到实现,但由于钕钴永磁体价格过高,限制了其应用。20世纪80年代出现钕铁硼永磁材料,除了工作温度和磁温度系数不及钕钴永磁体外,其他性能都超过了钕钴,而且钕铁硼永磁体远比钕钴价格低得多。高性能永磁体的出现和性能不断提高,将会引起电机行业的巨大改变。预计各种伺服电动机,不论是直流和交流的,还是步进电机最终都将过渡到永磁电机,甚至于应用领域很广的交流异步电机也最终要被各类型的永磁电机所替代。

1. 经济型永磁直流电动机

微型永磁直流电动机向经济型和高性能型两个方向发展。所谓经济型,主要是指音响声像设备中使用的微型直流电动机,如各种录音机、录像机、组合音响、电唱机、随身听、收音机、激光唱机、数字激光视盘机及汽车音响等。其特点是数量极大,价格低廉,一般每只几元。日本万宝至公司是世界生产经济型永磁直流电动机最多的企业,每年产量数十亿台。但由于日元升值,日本本土现在基本不生产这种电动机,大部分转移中国大陆和东南亚各国。如万宝至马达公司在大连设立的万宝至马达大连有限公司和万宝至马达瓦房店有限公司以及万宝至香港公司在东莞设立的来料加工工场,其产量已占总公司的绝大部分。日本三洋电机株式会社在蛇口设立的公司,投资1亿港元,其中微型直流电动机年产量6000万台。日本三协精机公司在厦门和广东设立的独资企业,年产各种微型直流电动机达到2亿台。香港德昌电机有限公司年产各种微电机10亿台以上,其中大部分是用于汽车电器中的微型直流电动机。该公司还正在筹建年产量达4亿台的音响设备用小电机生产加工基地。日本美之美电机有限公司在珠海设立的珠海三美电机有限公司,年产微型直流电动机1亿台左右。这些电机基本上都是廉价的电机。我国大陆先后从日本引进了9条音响声像电机生产线,不仅抵御了进口电机的冲击,而且成为此类电机生产大国。如阜阳市青峰机械厂,先后从日本三协公司和万宝至公司引进电子稳速永磁直流电动机生产线及生产技术,又在深圳合资创办了深圳发发微电机公司,在合肥创办了三维电子有限公司,加上本厂一起月产量达300万台,另外浙江海山集团公司,常州微特电机总厂等厂家也先后从国外引进生产线。目前国内企业经济型微型直流电动机产量在2亿台,而独资企业产量估计在10亿台左右,所以在中国大陆生产经济型微型直流电动机占了全世界总量的绝大部分。这种经济型电机在技术上难度不大,但是生产必须有规模,年产百万台级别是不行的,必须达到千万台产量的数量级,所以设备投资巨大。图1是日本本土近年微电机生产统计。

经济型直流电动机的发展趋势是随着其使用的要求而发展的,比如对于音响电机,是随着整机对电动机追求更加小型、超薄、高速、高精度和低噪声而不断满足其需要。因此这类电机的发展趋势是:

(1) 扁平轻量化。如录音机、电唱机、随身听、录像机等设备,片状电机受到青睐。

(2) 无刷化。如录像机,对磁鼓和主轴电机提出较高要求,而它是确保质量的关键元件,所以现在大多采用无刷直流电机,以提高工作可靠性、高效率和降低噪声。

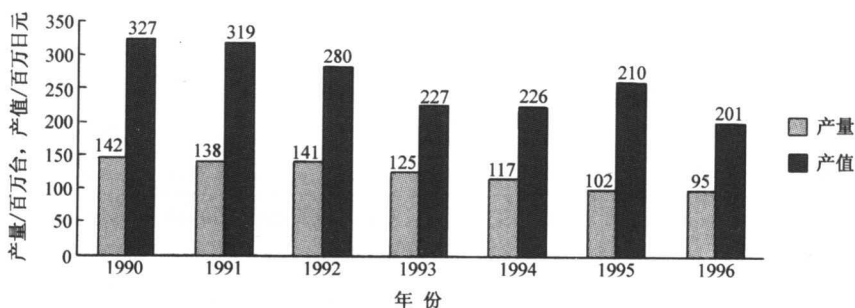


图1 日本本土近年微电机生产统计

(3) 高转速化。在2000年日本小电机技术研讨会暨展览会上,三协、佳能、松下等公司都展出了DVD主轴电机、CD-ROM电机,转速都在2000r/min以上。为了克服高速状态下的轴承和噪声问题,采用了动压轴承结构。利用空气和油的动压轴承与滚珠轴承相比,在体积、速度、噪声和清洁度方面均有改进,且生产成本低,其应用领域在逐步扩大。

(4) 高精度化。如录音机电机的稳速误差要求不大于0.75%,噪声不大于32dB,抖晃率不大于0.03%。又如鼓电机是录像机磁鼓伺服系统的主要部件,要求鼓电机的力矩波动小,噪声低,机械安装精度高,动态特性好。对DVD主轴电机要求与盘片配合的电机端面转盘加工精度和配装精度很高,转盘端面跳动不大于20μm。因此,要求微型永磁电动机高精度化是今后必然趋势。

2. 高性能稀土永磁直流微电机

稀土永磁材料的研制开发对微电机的发展起了极大的推动作用。在美国、日本和西欧等发达国家,稀土永磁材料在电机中的应用已占稀土永磁总销售额60%以上。稀土永磁材料具有高的剩磁和矫顽力及磁能积,且具有良好的动态回复特性,尤其适合于高性能的微电机。

自从1983年推出的NdFeB永磁体后,稀土永磁材料已形成钐钴(SmCo)和钕铁硼(NdFeB)两系三代(SmCo₅, Sm₂Co₁₇, NdFeB)成熟产品。稀土永磁材料发展有其本身的特点,一般是10年左右时间有新的代表性材料问世,目前的热点是稀土粘结永磁材料,它的特点是磁性能稳定,形状自由度好,机械性能佳,尺寸精度高,比重轻,容易批量生产,可轴向充磁,还可与工件整体成形,适用于自动生产线。

表4是全球粘结钕铁硼产量变化情况。

表4 全球粘结NdFeB永磁材料产量变化

年 份		1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
项 目	产量/万 t	261	310	435	575	670	860	1085	1370	1610
	年增长率 (%)		19	40	32	17	28	26	26	18
日 本	产量/万 t	152	250	350	460	520	710	860	1000	1146
	年增长率 (%)		64	40	31	13	37	21	16	15
	占全球比例 (%)	58.2	81	80	80	78	83	79	73	71