

国外机械工业基本情况

組合机床及其自动线

大连组合机床研究所编

机械工业部科学技术情报研究所

一 九 八 五 年

内容简介 本书是国外机械工业基本情况系列资料之一，介绍七十年代末八十年代初，国外最发达的工业国家在组合机床以及与之相关的自动装配机、自动生产线、柔性制造系统等机械加工设备的技术发展和生产、使用的情况，对从事于机械制造的生产、管理、科研、教学诸方面的有关同志，均有参考价值，是掌握国外机械工业基本情况、了解世界最新技术发展动态的基本资料之一。

组合机床及其自动线

袁愉戮 王要敏 黄令悌 孙铭起 编

(内部资料)

第一机械工业部科学技术情况研究所编辑出版

南昌县印刷厂印刷

机械工业出版社发行室发行

*

1985年10月北京

代号：85—9

定价：2.10元

出 版 说 明

机械工业肩负着为国民经济各部门提供技术装备的重任。为适应四化建设的需要，必须大力发展机械工业。上质量、上品种、上水平。提高经济效益，是今后一个时期机械工业的战略任务。为了借鉴国外机械工业的发展道路、措施方法和经验教训，了解国外机械工业的生产、技术和管理水平，以便探索我国机械工业具有自己特色的发展道路，我们组织编写了第三轮《国外机械工业基本情况》。这一轮是在前两轮的基础上，更全面、系统地介绍了国外机械工业的行业、企业、生产技术和科学研究等方面的综合情况，着重报道了国外机械工业七十年代末和八十年代初的水平以及本世纪末的发展趋向。

第三轮《国外机械工业基本情况》共一百余分册，参加组织编写的主编单位包括研究院所、工厂和高等院校共一百余个，编写人员计达一千余人。

本分册为《组合机床及其自动线》，由大连组合机床研究所裘愉弢、王要敏、黄令悌（第一章至第七章），孙铭起（第八章），王要敏（第九章）等同志编写。责任编辑为李树勤（第一章至第八章）、陈慧毅（第九章）两同志。

机械工业部科学技术情报研究所

目 录

第一章 综述

- 一、七十年代后期至八十年代初期国外组合机床生产与技术发展概况..... (1)
- 二、各主要工业国家机床拥有量中组合机床的比重和役龄..... (4)
- 三、组合机床生产中出现的一些新情况..... (5)

第二章 国外组合机床制造厂的情况

- 一、概述..... (8)
- 二、国外几家著名组合机床厂的情况..... (8)

第三章 国外组合机床通用部件的发展及八十年代初期的水平

- 一、通用部件标准化工作的进展..... (17)
- 二、通用部件的研制和开拓工作..... (18)
- 三、七十年代、八十年代初国外组合机床通用部件的技术水平..... (28)

第四章 国外组合机床发展的现状

- 一、单工序组合机床..... (31)
- 二、多工序组合机床..... (31)

第五章 国外组合机床自动线技术发展的概况

- 一、以创制具有柔性的综合自动化制造系统作为现代自动线的设计基础..... (35)
- 二、自动线的工艺流程及平面布置..... (36)
- 三、大批量生产自动线的可调性及可变性..... (40)
- 四、普遍设置自动线始端储料库及工段间的缓冲料库..... (43)
- 五、普遍设置工序间及终端的清洗和烘干设备..... (44)
- 六、普遍设置去毛刺工位..... (45)
- 七、创制平稳的不等速高效的运输系统驱动机构..... (46)
- 八、切屑处理系统更加完善化..... (48)
- 九、部分半回转体类工件放到组合机床自动线上加工..... (51)
- 十、自动检测与补偿系统向更高水平发展..... (53)
- 十一、自动线控制系统的软件程序化及自动监测、自动诊断技术的发展..... (55)

第六章 组合机床及其自动线驱动及控制技术的发展

- 一、伺服驱动系统的研制和应用..... (57)
- 二、监视及故障诊断技术的发展..... (58)
- 三、实时控制在组合机床上的应用..... (58)
- 四、其他检测技术在控制中的应用..... (58)

第七章 组合机床科研工作的进展

- 一、在提高组合机床柔性及其经济性方面的研究..... (59)

二、提高组合机床性能方面的研究.....	(6 1)
----------------------	---------

第八章 自动装配机和自动装配线

一、自动化装配和自动装配机(线)的发展简史.....	(6 3)
二、自动装配机(线)制造和使用情况.....	(6 3)
三、自动装配系统(机、线)的特点和组成.....	(6 5)
四、自动装配机(线)的类型及其特点.....	(6 5)
五、自动装配机用通用部件.....	(6 6)
六、自动装配机(线)的发展动向.....	(7 2)
七、自动装配设备的经济分析.....	(7 7)
八、电子技术在自动化装配中的应用.....	(8 0)
九、国外自动装配机和自动装配线概况.....	(8 0)
十、自动装配技术的研究与开发.....	(8 7)

第九章 柔性制造系统

一、发展现状.....	(9 2)
二、柔性制造系统的基本形式.....	(9 6)
三、柔性制造系统的机械设备.....	(9 7)
四、柔性制造系统的控制系统.....	(100)
五、柔性制造系统的经济效益.....	(103)
六、今后的发展趋势.....	(104)
七、各国对柔性制造系统开展研究的概况.....	(105)
八、结束语.....	(108)

第一章 综 述

一、七十年代后期至八十年代初期^①国外组合机床生产与技术发展概况

(一) 组合机床生产发展概况

1978年至1983年期间,一些主要工业国家的组合机床生产都有较大的发展,产量、产值都有较大的增长。尽管由于种种原因使本节所列的生产统计数字不够完整,但从中仍可得出上述看法。

组合机床的产量、产值的统计数字,以日、美两国的比较完整。日本“复合专用机”(基本相当于我国组合机床)的产量,由1978年的1681台(条)增至1981年的2459台(条),产值由338亿日元增至871亿日元(见表1—1)。从1972年到1982年的十一年间,日本复合专用机的产量虽有较大的起伏,但总的来看增长还是不算小的。美国的自动传送式机床(从名称上看相当于多工位组合机床及其自动线)的产值,由七十年代初期的一亿多美元增至七十年代末期的三亿多美元(见表1—2);从产值来看已占到美国金属切削机床产值的20%以上。苏联机械制造和金属加工工业中,半自动线和自动线的产量,1977~1980年间大约都是八百条左右(见表1—3)。苏联计划半自动机床的产量在1981~1985年间(第11个五年计划)增加58%,其中专用机床和组合机床的产量大约增加三分之一,预计半自动线和自动线的年产量将达到一千条左右。

组合机床及其自动线的应用已越来越广,从美国来看,除汽车工业等传统的使用组合机床的行业外,家用器具制造业、压缩机与泵制造业、建筑机械制造业、非公路车辆制造业、采油机械制造业等也都采用了组合机床。但是,组合机床的生产与技术发展,仍和汽车工业有很密切的关系。为了生产节能汽车,一些大汽车厂都对生产设备进行大量的投资和更新。美国三大汽车公司准备在1979~1985年间用600亿美元来添购设备和工具,其中组合机床及其自动线占相当的比重。日本十家汽车厂准备近几年在国内投资7020亿日元,其中有相当大的投资是用于增添各种专用设备的。日本1980年上半年专用机床的订货达365亿日元,比1979年同期增长了87.7%。但这种繁荣的局面也并不是稳定的,1982年上半年专用机床的定货又开始出现不景气的现象。情况的变化比较复杂,但总的来看还是会增长的。美国著名的组合机床专业生产厂克罗斯公司,1981年投资2100万美元新建一个休朗港(Port Huron)分厂,并对原来的弗雷泽厂进行扩建,以提高组合机床生产能力,这也是组合机床将会进一步发展的例证。

据美国《生产》杂志1983年报道,美国现有的组合机床(包括组合机床自动线)存在的问题如下:第一,现有的组合机床有50%在技术上已经落后,需要淘汰。第二,大约有

^①时间上与第二轮(1973~1977年)相衔接,具体地说是1978~1983年间。

表 1-1 日本复合专用机产量、产值及其在机床生产中所占比重

年 份	复 合 专 用 机			金 属 切 削 机 床		复合专用机床所占比重(%)	
	产 量 (台、条)	产量(吨)	产 值 (百万日元)	产量(台)	产 值 (百万日元)	产 量	产 值
1972	1232	9209	11990	164,553	205,180	0.75	5.86
1973	1582	16374	22239	212,586	305,223	0.75	6.95
1974	1588	19031	33665	168,952	358,610	0.94	9.39
1975	813	8667	18723	88,108	230,739	0.92	8.08
1976	829	7824	13042	113,994	228,694	0.7	5.72
1977	1552	16928	34734	131,405	312,844	1.18	11.12
1978	1681	16406	33797	136,617	335,525	1.23	9.27
1979	1727	18944	40139	164,207	484,132	1.05	8.29
1980	1882	18963	48996	178,890	682,102	1.05	7.17
1981	2459	27375	86944	165,860	851,312	1.48	10.22
1982	2271	25341	83162	146,529	782,776	1.55	10.64

数据来源：《机械统计年报》（日本通商产业大臣官房调查统计部编）昭和49~57年。

〔注〕 本表所列数字小于“国外机械工业基本概况参考资料《组合机床及其自动线》（1980年4月出版）”第3页表1-4所列数字，那些数字所指的专用机床，除复合专用机外，还包括了单能机在内。本表所列数字较接近于我国的组合机床概念。

表 1-2 美国自动传送机床 (Transfer Machine) 产量、产值及其在机床生产中所占比重

年 份	自 动 传 送 机 床		金 属 切 削 机 床		自动传送机床所占比重	
	产量(台、条)	产 值 (百万美元)	产量(台、条)	产 值 (百万美元)	产量(%)	产值(%)
1970	613	167.4	188,491	1097.7	0.33	15.3
1971	435	97.2	157099	714.5	0.28	13.6
1972	674	132.6	207290	858.0	0.51	15.5
1973	1044	190.7	252237	1224.7	0.42	15.5
1974	923	258.6	272811	1525.6	0.34	17.0
1975	1026	354.6	229169	1790.4	0.45	19.8
1976	793	219.7	211565	1574.4	0.38	14.0
1977	858	315.2	218772	1777.3	0.39	17.8
1978		822.5		2207.6		14.6
1979		607.8 ①		2031.6		29.9

本表根据 NMTBA: 1975~1976Economic Handbook of Machine Tool Industry 及1978~1979Economic Handbook of Machine Tool Industry 编成

注① 其中包括28.5(转台式机床), 22.2(多面机床), 496.0(自动线)和60.6(其他)。

表 1—3 苏联机械制造及金属加工用自动线和半自动线的产量及机床年产量的比较

年 份	机械制造及金属加工用自动 线与半自动线产量(条)	金属切削机床产量(台)	自动线与半自动 线所占比重(%)
1 9 7 7	833	238000	0.35
1 9 7 8	803	237000	0.34
1 9 7 9	767	231000	0.33
1 9 8 0	813	216000	0.38

本表采自 《Fachberichte fU· Metallbearbeitung》 1982, Heft 3/4。

75%的组合机床役龄过大(见下一节)和生产率不高,需要更换新的。第三,现有组合机床缺少柔性,不能进行同族多种工件的生产,需要用与以前不一样的新组合机床加以取代。据称,在某些情况下新自动线的生产率可比现有自动线提高一倍,尽管造价高,但可靠性好,生产率高,仍是合算的。所以该杂志估计,不久美国的组合机床生产还会得到较大的发展。世界各国情况虽不相同,但预计都会得到一定的发展。

(二) 组合机床技术的发展概况

组合机床生产的发展也促进了技术的发展。为了把汽车做得更轻、更灵巧省油,汽车制造业采用了更多的铝合金件,制造精度要求也提高了。在汽车设计中,还采用了飞机设计中的技巧,汽车零件的形状变得奇特,零件的壁厚也减薄了。一些轻型汽车零件和汽车废气排放控制装置零件的实际加工精度,要求控制在图示公差值一半的范围内,这样就更增加了装夹和加工的困难。由于有更多的零件采用轻金属,要求机床有更高的切削速度和动、静态刚性,轻金属加工时产生的粉尘容易使机床磨损,要求机床有更好的防护。要求提高组合机床精度和性能,要求组合机床可调可变、易调快调,是对机床制造厂的一次新挑战,促使机床厂积极开展研究和发展工作,并取得了一些新的成果。例如直流或交流伺服驱动的研究推广应用,控制和监视技术的创新,机电一体化设计思想在组合机床及自动线上的应用等等。

在驱动技术方面,由于电气伺服驱动在组合机床上的应用,使电气机械驱动在机械和液压两种驱动方式中稍占优势。一些原来生产液压驱动组合机床的公司(如联邦德国许勒希勒公司),又补充了机械驱动的动力部件系列;原先生产机械驱动的公司(如法国雷诺公司)又补充了液压驱动的动力部件系列。美国クロス公司和兰姆公司所生产的组合机床,机械驱动的分别占到95%和75%,联邦德国许勒希勒公司生产的组合机床,液压和机械驱动约各占一半。

六十至七十年代的实际使用经验表明,机械驱动有性能稳定、工作可靠的特殊优点。这对需要长年不停顿工作的组合机床和自动线来说,是十分必要的。由于一般交流电机驱动无法满足组合机床可调可变的要求,七十年代又将直流伺服驱动、交流变频伺服驱动等方式应用到组合机床上来,为电气机械驱动与液压驱动的竞争增添了新的实力。日本东芝公司的分析统计认为,液压、交流、直流三种驱动方式的投资比为100:150:120,日常运行费用比为100:45:35,直流驱动似乎有更明显的优势。当然,由于液压技术本身的进步,其在组合机床上的应用仍然会有新的进展。美国人认为,八十年代机械驱动将在组合机床上占明显优势。

但总的来说，电气机械驱动的优势将进一步增大，电机伺服驱动的应用将得到进一步发展。

微处理机控制的交流变频伺服驱动技术的研制成功及其在组合机床上的推广应用，提高了组合机床的性能和柔性，被认为是近三十年来组合机床技术的新突破。近年来组合机床技术上的进步，可以用“新组合机床能比前一代组合机床生产出多一倍的工件”（包括机床性能的提高和可靠性的提高）这样一句话来加以概括。

二、各主要工业国家机床拥有量中组合机床的比重和役龄

由于组合机床的数量日益增多，近年来不少国家的机床拥有量统计，已把组合机床及其自动线作为独立的项目。由于统计内容和分类方法大不相同，给分析和比较带来一定的困难。在统计数量时，把自动线与组合机床一样作为一个单位进行计算，而自动线本身的划分方法与规模差别相当大，因此这些统计结果并不能确切地反映内在的实际情况。

表 1—4 七十年代、八十年代初期各国组合机床拥有量及其所占比重

国 别	美 国	英 国	日 本	联邦德国	法 国	意大利
公 布 年 份	1 9 8 8	1 9 7 6	1 9 8 1	1 9 7 6	1 9 7 4	1 9 7 5
组合机床(或专 用机床)及其自 动线拥有量(台, 条合计)	13588 其中 3583(单工 位,多面) 7907(多工位, 回转输送) 2098(多工位, 直线输送)	6494 其中 1343(单工 位,多面) 3093(多工位, 回转输送) 1232(多工位, 直线输送) 571(动力头) 260(其他)	76520 (专用机床)	880条(自动线)	22100(专用 机床及自动 线)	5645 ^① 其中 3783(多工 位,圆周输送) 1862(多工位, 直线输送)
机床总拥有量	1702833	733086	706922	1294245	566300	408652 ^②
组合机床(包 括自动线)所占 比重(%)	0.73 (0.12〔自动线〕)	0.89	10.8 ^③	0.068(自 动线)	3.9 ^③	1.55
材 料 来 源	《American Machinist》 1983, Vol.127, No.11	《American Machinist》 1977, Vol.121, No.10	《生产财 マーケライ ニブ》 1982, No.6	《American Machinist》 1977, Vol.121, No.10	《Machine Outil》 1976, No.330	UCIMN Machine Tools in Italy, Survey 1975

注① 此数未包括单工位组合机床，因而其比重1.55与英美相比是小于实际情况。

②意大利全国工作机床（金属切削机床与金属成形机床），为541159台，这是金属切削机床的总数。

③由于其中包括其他专用机床，这个计算的比重不能与英、美、意的比重进行对比。

(一) 各国组合机床拥有量及其所占的比重

七十年代某些国家组合机床的拥有量及其所占的比重, 可见表 1—4。英美意三国的统计方法比较接近, 可以进行比较。从比较中可以看出, 意大利在采用组合机床方面高于英美。组合机床比重领先的水平约在 1~2%。

表 1—5 美国组合机床拥有量所占比重的变化

年 份		1968	1973	1978	1983
机床总拥有量(台、条)		2175309	2362203	1738282	1702833
拥有量所占比重	组合机床拥有量(台)	9848	9769	12151	11490
	组合机床自动线拥有量(条)	2428	5085	6095	2098
	组合机床所占比重(%)	0.5	0.4	0.7	0.61
	组合机床自动线所占比重(%)	0.1	0.2	0.35	0.12
比 重 合 计		0.6	0.6	1.05	0.73

表 1—6 英国组合机床拥有量所占比重的变化

年 份		1966	1971	1976
机床总拥有量(台、条)		968256	727856	733086
拥有量所占比重	组合机床拥有量(台)	3379	4639	6494(包括组合机床及其自动线、动力头及其他)
	组合机床自动线拥有量(条)	458	1109	
	组合机床所占比重(%)	0.35	0.65	—
	组合机床自动线所占比重(%)	0.05	0.15	
比 重 合 计		0.4	0.8	0.89

美、英近十余年来组合机床拥有量所占比重的变化, 可分别参看表 1—5 和表 1—6, 总的来看是逐步增大的, 自动线数量和比重的增大更明显些。美国 1983 年的统计方法与以前不一样, 不能直接与以前进行比较。

(二) 各国组合机床的役龄

各国组合机床(包括自动线)的役龄可见表 1—7。但役龄年限的分档各国并不完全一样, 役龄在 10 年以上的组合机床占到 40~60%。美国的组合机床役龄偏长, 在二十年以上的占到 31%, 需要迅速更新或淘汰。联邦德国的自动线比较新, 役龄在二十年以上的只占到 2%, 役龄五年以下的占到 44%。

三、组合机床生产中出现的一些新情况

(一)、组合机床生产厂走联营或生产联合体的道路

资本主义国家的机床厂, 一般来说都是比较小的, 由于资金、销售等原因, 需要投靠或求助于大公司或财团, 在六十年代就有不少这方面的事例。七十年代以来又有新的进展, 美国较大的组合机床专业制造厂克罗斯公司与卡尼—特雷克(K & T)公司组成卡尼—克罗斯公

表 1—7 各国组合机床及其自动线役龄汇总表

国 别	调查年份	组合机床及其自动线总数(台、条)	役 龄 及 其 所 占 比 重 (%)			
美 国	1983	13588	0~4年	5~9年	10~19年	20年以上
			16	20	32	31
英 国	1976	6494	0~5年	6~9年	10~20年	20年以上
			34	25	31	10
意 大 利	1975	5400	0~4年	5~8年	9~16年	17年以上
			26	35	31	8
联邦德国	1976	自动线	0~5年	6~9年	10~20年	20年以上
		880条	44	29	25	2

司 (Kearney & Cross Co.), 采取联合销售与技术合作,但在经营上仍保持各自独立的形式。合营后,1982年营业额为三亿八千万美元,已上升为美国机床行业中的第二位。联邦德国最大的组合机床制造厂许勒希勒公司已是一个由许勒公司和希勒公司组成的联营公司,1976年又加入联邦德国蒂森集团。这种在销售上、技术上、经济上的合作,对争取定货及财政支持是有一定作用的。美国著名组合机床厂兰姆公司则是包括机床制造厂、动力部件厂、输送设备厂、技术开发公司等二十个厂和公司组成的一个总公司;据称,这样分成独立小厂和公司的形式,管理方便、经营灵活,总公司又可向外进行成套项目的承包,比一个大公司要灵活有效。

苏联在组织组合机床及自动线生产方面也开始走上联营的道路。随着苏联七十年代的经济改革,1978年,以苏联最大的组合机床制造厂奥尔忠尼启则机床厂为主导厂,与莫斯科专用机床厂 (Спечетанок)、杜里 (Туль) 机床铸造厂和布拉索夫 (Брасов) 机床厂组成联合生产企业,取名为莫斯科奥尔忠尼启则“机床制造厂”,专业生产加工箱体件和回转体零件自动线、组合机床和专用机床。后来,奥尔忠尼启则“机床制造厂”又作为主导厂组建“全苏自动线联合生产公司”。该联合生产公司包括三个配套厂:莫斯科液压件厂、杜拉铸造厂和鲁布雅那厂。杜拉铸造厂距莫斯科200公里,提供1.5吨以下的铸件,1.5吨以上的铸件由莫斯科铸造中心提供,鲁布雅那厂提供机床的传送系统。全联合生产公司共有职工8000人。此外,莫斯科组合机床与自动线设计局也划归自动线联合生产公司领导,但进行独立的经济核算,它所设计的组合机床和自动线有80%是由奥尔忠尼启则厂生产的。

对成套提供组合机床及自动线这类专用设备来说,有几个厂的合作和配合,走联营或组成联合公司的道路是很必要的。七十年代各国的发展道路也证实了这一点。

(二) 厂与厂、厂与高等院校及专业开发公司间的密切合作,加速了组合机床技术的发展

组合机床技术目前已发展到包括机床、刀具、自动输送、控制与监视、检测以及计算机技术等多方面的综合技术,已不是某一个工厂单独所能胜任的。七十年代,厂际、厂校、厂与

专业开发公司等合作开发更为广泛，也取得了明显的效果。美国英格索尔铣床公司制成的一种用微处理机控制的交流变频伺服驱动装置——挨亥型驱动装置（I Drive），是由美国威斯康星大学与康特拉威斯（Contraves）公司控制系统研究部联合研制成功，英格索尔公司生产并用于组合机床滑台。在这个基础上，该公司又对组合机床及自动线进行了若干革新和创造，如挨亥（I）型自动线，挨亥（I）型夹具等新产品。所有这些被认为是近三十年来组合机床技术的重大革新。一种带镗刀自动补偿的精镗小孔动力头，由于刀杆细长，刀具补偿需采用新的结构形式，美国一家组合机床厂（Lasalle公司）与一家刀具厂（Valenite公司）合作开发镗头整体偏摆式镗刀补偿机床。一条加工低合金高强度钢的模锻件（后桥琵琶形壳体）孔和端面的自动线，刀具成了关键，是由自动线制造厂（Cargill公司）和刀片制造厂（Carboly系统部）合作试制新陶瓷刀片解决的。这些合作都是在总的合作目标下，结合各自的发展目标，合作开发某一新产品。从制订设计方案开始就共同合作，发挥各自的优势去解决关键，从而获得优异的成果。

（三）旧通用部件的回收改装和重新利用业务得到发展

旧通用部件以前在组合机床和自动线上都曾利用过。近年又有新的发展，美国金斯伯里机床公司专设了一个金托尔（Kingtool）分厂，从事本厂旧通用部件的回收、翻新及重新利用业务。旧组合机床回收后，经调换部份零件并进行翻新，使拆下的通用部件恢复原有精度，重新出售或装成新机床出售，用翻新部件装成的组合机床，售价只及全新机床的三分之二，并能保证使用要求，经济上是合算的。美国福特汽车公司也打算将其拆下的壹万多个滑台自行改装“升级”。所谓“升级”，是指在改装时更换或新配上部分装置，使部件性能得到提高，以便重新利用。

（四）组合机床的验收与售后服务

由于对组合机床加工精度与可靠性要求的不断提高，验收要求也愈来愈严格，如废品率要求在2%以下，机床的工程指数应大于1，验收时要尽量接近实际使用条件。如水力排屑，地沟的倾斜度在出厂验收时也要尽量设法做到，以便能在接近实际情况的条件下验证全部性能，减少交货后出现的问题，迅速安装投产。交货时，用户一般付总造价的90%，达到正常生产后才付清全部费用。由于组合机床专用性强，要求十分可靠，售后服务工作得到更大的重视，制造厂对用户主动定期登门访问，及时得到运行状况的信息，并随时提供服务。对一些技术水平较高、规模较大的自动线，更是如此。有的组合机床厂，销往国外产品数量较多时，甚至设国外长驻服务人员，以便掌握情况，提供服务。联邦德国ALFING厂有近90条自动线销售到日本，该厂派二名维修安装服务人员常驻日本，以便做好售后服务工作，争取市场，推销产品。以前日本组合机床对美出口很少，就是因为售后服务问题不易解决。近几年来，美国汽车厂家认为，日本在制造节能汽车方面有一定经验，且交货较快，因此向日本订购了一批自动线，售后服务肯定也已找到比较合适的解决办法。

第二章 国外组合机床制造厂的情况

一、概 述

由于世界各国组合机床的发展历史不同以及国内情况和机床供货的传统习惯不同,组合机床制造厂的类型差别也很大。有的国家生产比较集中,专业组合机床制造厂的规模较大,如美国、联邦德国、苏联。有的国家生产比较分散,许多机床制造厂兼产组合机床,如日本、意大利、英国。有的国家的大型汽车制造公司内部设有组合机床及专用设备制造厂,自制组合机床,如法国雷诺汽车公司、意大利菲亚特汽车公司。这些附属厂经过几十年发展,有的已成为独立的机床制造厂。

目前,美国约有五十多个工厂制造组合机床,联邦德国有二十多个工厂(不包括外国的子公司),英国有三十多个工厂,意大利有二十多个工厂、日本有三十多个工厂制造组合机床。上述工厂多数是兼产组合机床,专业厂极少。大部分厂还兼产组合机床自动线,只有少数厂单纯生产组合机床。总的来说,组合机床的生产是比较分散的,在国外还未形成独立的专业。

美国和联邦德国的几家规模较大的专业制造厂,如克罗斯公司、许勒希勒公司、英格索尔公司,都在国外设有子公司或与当地公司合作生产组合机床,这些大公司已发展成世界性的机床制造公司,这种情况在机床制造厂中也是不多的。另外,有些中小国家的组合机床制造厂,由于生产的组合机床较先进并向国外出口而受到注意,如西班牙的两个机床厂(Soroluce, ETXE-TAR),职工不过几百人,但有一个由多家厂商联合组织的研究所的帮助,加之采用世界名牌刀具进行配套,生产的组合机床有较高的自动化程度和水平,向法国等西欧国家出口。小厂只要下功夫,适当引进些先进的配套件,同样也能生产出水平较高的组合机床。

二、国外几家著名组合机床厂的情况

下面所列几家规模较大、设备较先进、新产品设计开发能力较强的组合机床制造厂,由于材料不多,可能存在一定的局限性,但对我们的规划工作和生产组合机床仍有一定的参考作用。

(一) 美国克罗斯公司 (Cross Co.)

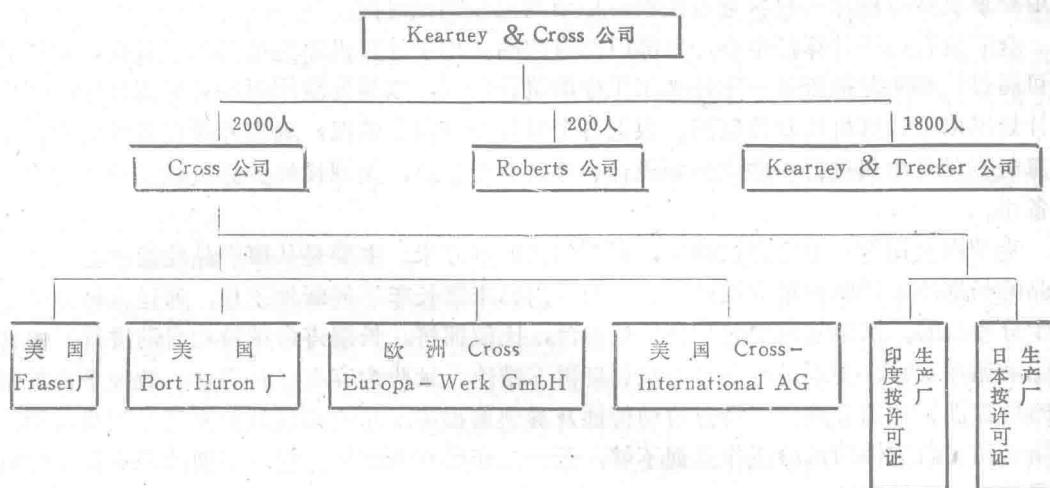
1、公司发展简况与目前规模

克罗斯公司是美国最大的组合机床厂之一,创建于1898年,最初的产品是船用发动机、齿轮箱。二十世纪三十年代开始从事专用机床的生产,1944年改用现名。该厂的情况以前已作过介绍^①。

1979年克罗斯公司与卡尼一特雷克公司联合成立卡尼一克罗斯公司,主要是防止因资金

^①见《金属切削机床,第一篇,国外机床行业综述》国外机械工业基本情况参考资料,第一机械工业部情报所,1975年出版,P.89~92。——编者注

小被人收买股票而受人控制，两个公司各有所长，联合后可交流技术、取长补短，以利于和同业竞争。但仍各自独立经营，并保持自己公司的名称。1982年的营业额达三亿八千万美元，在美国机床行业中占第二位。其组织系统如下：



克罗斯公司各子公司都有自己的产品设计、制造和总装部门。各子公司的技术知识是相互交流的。克罗斯公司总部实际上只是经营管理部门，负责生产协调与技术交流。总部设有“生产发展部”统管这些事。各子公司也有各自的生产管理部门，将各时期的成果向总部汇报，包括机床照片、说明、科研工作。总公司则经常把子公司的情况向各子公司通报，减少各子公司的重复性工作。各子公司有各自独立的会计部门，每月向总公司汇报经济情况，向总公司交纳一定的费用。总公司再向卡尼—克罗斯公司汇报。

克罗斯公司办厂的指导方针有二：一是不办规模很大的厂，规模较小的厂灵活性大。各子公司之间的关系密切，从整个公司来看又有大公司经济技术力量雄厚的好处。二是业务向全世界发展，这样发生某一地区性不景气，不致影响全公司的发展，并能相互补充。

各子公司之间的技术交流每年举行一次，进行成果报告、确定技术发展分工，交流产品图样、参考图样、设想图样。总公司除向各子公司提供技术情报外，还分发通用部件图样。通用部件图样有两种设计标准，英国和联邦德国的子公司采用DIN标准，美国总公司采用英制。

下面着重介绍公司下有代表性的两个分厂。

2. 克罗斯弗雷泽 (Fraser) 厂概况

弗雷泽厂是于五十年代后期投资600万美元建成的，建筑面积约二万平方米。其加工和装配车间为一长约200米的三跨厂房，一端为加工车间，另一端为装配车间，面积大约各占一半，靠加工车间的那一端的前面为后勤部门，后勤部门的前面为厂办公大楼，设有经营管理及设计、工艺等技术部门，这样的布置是比较紧凑和便于工作的。工厂没有铸锻焊等热加工车间，靠协作加工解决。近几年又扩建了1875平方米的厂房。近年来对加工设备又作了较大的更新。主要加工设备有带数显的四头龙门铣床 (3台)，各种加工中心 (10台)，各种座标镗床 (10台)，大型平面磨床 (2台)，三座标测量机 (3台)，但没有座标磨床。座标镗床都放在车间使用，冬季采用暖风保温设备，温度可控制在 1.1°C (2 华氏

度)以内。所以一些精密加工大都安排在冬天。车间内比较干净,有利于精度保证。厂内有良好的设备维护制度,精密机床每两个月检查一次精度,不合格的及时修复。有些五十年代的老设备,配上数显装置继续使用。一些主要件的加工精度,如主轴轴承孔、夹具导向孔,均用检查机或三坐标测量机进行检查,以节约总装调试时间。

全厂设有电子计算机中心,各部门都有终端。电子计算机主要还是用于管理,车间调度员可通过终端随时抽查某一零件加工工序的进行状况,以便发现问题及时采取措施。工厂的总计划用电子计算机绘制控制图,根据各个时期生产负荷情况,确定外协任务的安排。电子计算机在设计中仅进行一些主轴箱设计、零件强度核算,大规模的计算机辅助设计尚在积极准备中。

罗斯公司有一个产品试验室,面积约120平方米。主要是从事产品性能试验,特别是产品的长期寿命试验和可靠性试验。因为专用机床需长年不间断地工作,通过这种办法试验是十分有效的。试验室内安装有各种试验台,比较拥挤。长期寿命试验均自动进行,由计数器记录循环次数,要求进行上百万次循环再下结论。试验内容含有导轨寿命、数控滑台控制系统的可靠性、在偏心载荷下滑台的动特性及导轨磨损等。总的来说试验室还是相当简陋。罗斯公司对研究性的试验工作重视不够,近一二年已有所改进。它的长期性寿命试验的做法还是值得我们借鉴的。

弗雷泽厂产品有10~40%比重(以成本计算)是外协加工。外协任务不限于焊接件、铸件、齿轮、刀具,繁忙时甚至将部份设计工作也委托外单位来做。各种输运带储料库由Excel工件储送系统制造厂协作供应,焊接件如床身、立柱、底座、夹具体等由巴顿和泼劳勃尔(Parton & Prohle)焊接结构制造厂协作供应。罗斯公司只给焊接成品件图,焊接板材、下料、焊接均由焊接厂设计和施工。刀具由姆特柯(Modco)刀具厂(Valeron公司的一个分厂)协作供应。除供应一般刀具外,还供应密齿铣刀、镗杆接头、防震镗杆(长径比超过7:1)、刀夹(Cartige)、微调刀头、镗端面用径向进给刀盘、用刀杆弹性变形原理制成的镗连杆大小头孔及端面用的各种专用刀盘。除了协作配套厂以外,罗斯公司还采用其他专业厂生产的自动润滑装置、珩磨机,英格索尔兰特(Ingersoll Rand)厂的螺钉拧紧装置,杜佛尔(Düvr)厂高压加热、化学去油清洗机,Treo Tod公司提供的螺旋伞齿轮调整垫片厚度的选配装置。可见,罗斯自动线上所采用的某些新技术新装置,也并不全是该厂自行设计制造的。

组合机床自动线的设计工时及周期 一条十工位双面配置的组合机床自动线的设计工时约6000人时,一般需用15~20人专业分工合作进行设计,其设计周期为12~20周(3~5个月)。而设计一套加工120台/时发动机主要件的制造系统则需60000人时,迫切需要设计制图的自动化。

一般组合机床自动线的装配周期约为三个月,试车顺利一般只要2~3天。出厂前用户验收时要保证连续切削一小时,厂里自行试车,需连续切削二小时,形状复杂试切工件数加倍。自动线加工零件的合格率一般为97%左右,根据工件形状尺寸、精度、材质等情况有所变动。

自行开办技术学校培训设计人材 对于组合机床及其自动线来说,产品设计工作是个关键。设计工作量大,要求能一次设计成功和具有创新精神。由于机床工业在整个工业中还

是一个小行业,一般工科大学更是难于照顾到培养专用机床设计工程师。克罗斯公司认为,这种专用机床设计工程师只能自行培养,在二十多年前就开始自办技术学校培训专用机床设计人材。经过这些年的不断充实,这个学校已有一批经验丰富的全日制教师,有专用的教室。学习中,不单是结合具体工作任务进行培训,还专门讲授现代专用机床的设计技巧。由学校培训过的人员,有很多人在克罗斯公司的不同部门担任了重要工作,也有在其他工厂成为主要设计骨干。克罗斯公司在设计上有一定的创新,可能与其注意提高设计人员的素质有一定的关系。

3. 克罗斯休伦港厂

这是近两年新建的一个厂,主要是为扩大产量和业务而新建的。建筑面积12150平方米,投资2100万美元。

4. 克罗斯公司欧洲工厂

该厂在联邦德国斯图加特市,创建于1960年,开始投资为1000万美元,初建时面积为5500平方米,经五次扩建,1980年已达20400平方米。其中加工车间等占用8000平方米,装配车间占7000平方米(可同时装配中等长度的自动线10条)。装配车间的面积接近于加工车间的面积,是因为大量件外购外协的缘故。设计科占用面积较大(有100多人),约1500平方米,其余为办公室等辅助设施。1980年全厂有职工540人,机械加工约100人,装配工115人(35%外地调试服务),检查工15人,其余为科室及辅助人员。厂内设七个科和三个组,直属经理领导。七个科为:销售科(22人)、方案建议科(12人)、产品设计科(100多人,占全厂人员的20%)、生产工艺科(12人)、采购科(16人)、财务科(9人)、人事科(3人、主要管劳资);三个组为报价组(4人)、数据处理组(10人)、生产计划组(1人)。设计科的100人中,机械设计占60余人,通用部件5人,液压设计3人(包括气动、润滑、冷却系统的设计在内),电气设计13人(尚感不足,拟增至17人),其余为图样资料复制保管等人员。这个厂1980年度(1979.10.1~1980.9.30)的营业额为8000万马克,平均每人约15万马克。

本厂除与弗雷泽厂有相似的一些特点以外,尚有下列几个特点。

以普通设备改造代替精密坐标镗床,本厂只有一台Dixi坐标镗床,而是以刚性较好、精度较高的立式卧式镗床(全厂有立卧式镗床十余台)加上数字显示装置,并用定期检修的办法保持较高精度,来达到组合机床精密零件镗孔的要求。加工精度虽比不上有名的坐标镗床,效率比不上加工中心,但还是可行的,这一点对我国生产组合机床的工厂也有较大的参考价值。

计算机在该厂应用已有一定基础,包括在生产调度、作业计划与管理及部份设计计算(零件强度、主轴箱坐标计算),全厂有终端十余处。其计算机为IBM4331,约1000K,是租用的,租金每月2.5万马克(该计算机售价80万马克)。计划两年后(1983年)再买,到那时使用维护经验更多,售价也会逐渐下降,可能只要20~25马克,将会更经济。

弗雷泽厂与欧洲工厂均有完整而现代化的资料复制设备,这一点对于象每台都需要专门设计的组合机床厂来说,有更大的意义。复制设备包括缩微设备、带有自动折叠装置的复印机(放大复印机、原大复印机)、静电复印机、裁图机等。有了这些设备就可大大减少人力,不用描图,提高了效率,减少了差错。图样资料采用缩微胶卷,缩成30×45毫米卡片,穿孔保存,便于查找和收藏。应用时,还可将其放大(最大可放30倍,相当于A0),

亦可制成二底图。

5. 对克罗斯公司的评价

克罗斯公司虽然是世界有名的组合机床及其自动线的专业制造厂,但开始生产组合机床还不过四十年,而NATCO、Ex-cell-o、Greenlee等厂早已从事专用机床生产了。在前任总经理拉尔夫·克罗斯(Rolph E. Cross)的领导下,该公司创造出象抬起步进式输送系统、分段式自动线、刀具预调切削循环记数刀具管理台等革新项目。从系统性、完整性出发,他们的产品不限于机械加工,还考虑了关键尺寸的检测、工序装配及部件装配、部件性能在线检测与试验,使自动线及其部件结构方案更加合理,多方为用户着想,这些都是使该公司产品迅速走向行业领先地位的原因。但该公司在长远发展研究和电子计算机辅助设计等工作则落后于兰姆、英格索尔等公司,如果这种状况继续下去,其领先地位将会失去。克罗斯公司似乎已认识到这一点,在其厂刊《革新》(Innovation)第27期(1981年12月)中透露,近几年将把研究与开发费用增加一倍,以保持其领先地位。在研究与开发规划中,包括易编程伺服驱动滑台、高速铣削主轴、高耐磨输送系统、更完善的用于复杂生产系统的监视系统(以便实现生产管理控制的优化)的研制。这些动向值得我们注意。

(二)美国兰姆(F. Jos Lamb)公司

1. 概况

兰姆公司建立于1914年,早年专业制造工具和模具,后来从事多轴钻削头的设计和制造,逐步发展转入组合机床和自动线及其配套装置的设计制造,现已成为拥有19个分厂和单位的综合性公司——兰姆技术公司(Lamb Technicon Corporation)。19个单位的总面积达105500平方米,职工1900人。1979年销售额为2亿美元,1981年销售额为3.76亿美元。其产品在欧洲市场上占有相当大的比重,该公司自称占世界市场的30%,在美国国内市场占的比重更大。

兰姆公司的产品以组合机床自动线为主,加工对象主要是汽车零件,特别是以设计制造气缸盖、气缸体、变速箱等成套自动线为主。至1980年已生产过加工气缸盖成套自动线344条,气缸体成套自动线104条。并可提供灵活性较大的多品种(如28种尺寸的后桥壳、3种不同尺寸的刹车鼓)加工自动线。各分厂还分别制造与自动线配套的清洗机、工件运送储存装置、切削液过滤系统、低压铸造机和车身车门焊接机等,并设有专门从事研究发展新产品的分部。

兰姆公司自称组织机构上的特点是建立小专业分厂为主,每个厂各自从事某一专门产品或专门工艺技术,而不是设立综合性的大厂(如克罗斯公司)。兰姆公司的专业分厂,每厂人数不超过一百人。据说这样做的好处是分厂领导人熟悉每一个职工,可进行面对面的直接领导,并且每个分厂都能发挥各自的积极性。其分厂极大多数均在底特律附近,便于联系与协作。各分厂的名称及专业划分如下:

(1) 结构运动学(Structural Kinematics)分部 从事产品研究与发展、广告、培训、样机分析、结构分析、计算机辅助设计和计算机辅助制造系统

(2) 皮尼伍德(Pinewood)分厂 从事采购和技术工作

(3) 屈立尔韦(Drillway)分厂 专制多轴箱

(4) 德克斯特(Dexter)分厂 专制齿轮和花键轴