

赴日机床与工具考察报告

第二分册

赴日机床参观组

北京机床研究所编

第一机械工业部情报所

毛主席语录

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

古人，外国人的东西也要研究，拒绝研究是错误的，但一定要用批判的眼光去研究，做到古为今用，外为中用。

一切外国的东西，如同我们对于食物一样，必须经过自己的口腔咀嚼和胃肠运动，送进唾液胃液肠液，把它分解为精华和糟粕两部分，然后排泄其糟粕，吸收其精华，才能对我们的身体有益，决不能生吞活剥地毫无批判地吸收。

社会的财富是工人、农民和劳动知识分子自己创造的。

写 在 前 面

中国国际贸易促进委员会应日本机床工业会邀请，于1972年11月派出了12人组成的赴日机床参观组，参观了在东京举办的第六届日本国际机床展览会，并考察了日本机床工具工业生产厂及其用户共101个单位。

为向我国机床工具工业界汇报日本机床工具工业的现状和技术水平，我们整理了一份总报告、6份专题报告及有关工厂概况，以供研究国外技术发展动向时参考。为了便于使用，我们将这些资料按专业分编为七个分册，分别由各研究所编辑出版。北京机床研究所负责第一分册（总报告），第二分册（金属切削机床）；大连组合机床研究所负责第三分册（组合机床及其自动线）；广州机床研究所负责第四分册（机床液压部分）；济南铸锻机械研究所负责第五分册（铸压机械部分）；成都工具研究所负责第六分册（工具及量具、量仪）；郑州磨料磨具研究所负责第七分册（磨料磨具部分）。工厂概况，按其产品专业分别附在第二到第七分册的专题报告中。

本册为第二分册，是专题报告的金属切削机床部分。

由于我们这次参观时间不长，了解到的情况不够深入。我们整理的资料中，很多材料和数据是日方提供和口头介绍的，由于资产阶级本性所决定，会有不少夸大和故弄玄虚的地方，读者参考时，应遵照伟大领袖毛主席关于“洋为中用”的教导，批判地吸收。

赴日机床参观组

1973年4月

目 录

一、日本的仪表床机	1
(一) 概况	1
(二) 产品的技术状况	1
(三) 仪表机床厂的工艺特点	8
二、日本的高精度精密机床	10
(一) 概况	10
(二) 产品情况及其特点	11
三、大型机床	18
(一) 概况	18
(二) 大型机床的一些结构特点	20
(三) 工艺方面值得注意的问题	33
(四) 结束语	35
四、日本的数字控制机床	36
(一) 概况	36
(二) 日本数控机床发展的一些特点	37
(三) 数控技术的应用及新技术发展状况	39
(四) 一些发展方向	132
五、各公司概况	136
1. 精工精密公司	136
2. 星精密公司	145
3. 西铁城钟表公司	148
4. 滨井产业公司	154
5. 岛本铁工所	159
6. 三井精机工业公司	162
7. 村田机械公司	168
8. 大日本金属公司	171
9. 野村制作所	173
10. 日立精机公司我孙子工厂	175
11. 宫野铁工所	177
12. 三井制作所公司	178
13. 东芝机械公司沼津工厂	179
14. 三菱重工业公司广岛精机制作所	185
15. 大阪机工公司	188
16. 大隈铁工所	194

17. 理研制钢公司	198
18. 三正制作所	202
19. 日平产业公司	205
20. 日立精工公司	209
21. 极巴克司 (JAPAX) 公司	213
22. 东洋轴承公司	216
23. 东京芝浦电气公司鹤见工厂	220
24. 池贝铁工所	222
25. 新日本工机	226
26. 鹭野机械公司	234
27. 丰田工机	238
28. 仓敷机械公司	242
29. 津上公司	244
30. 桤藤铁工所	249
31. 三条机械制作所	258
32. 富士通公司	260
33. 东京工业大学精密工学研究所	263
34. 机械技术研究所	268
35. 桤尾计算机公司	270
36. 日立精机公司习志工厂	275
37. 池贝机械工业公司	285
38. 富士机械制造公司	290
39. 牧野铣床制作所	293
40. 奥-爱姆 (O—M) 制作所	297
41. 神崎高级工机制作所	304
42. 山崎铁工所	309
43. 寿工业公司	316
44. 菅铁工所	322
45. 本间金属工业公司	324
46. 丸福铁工所	328
47. 富士制作所	332
48. 丰和产业公司	340
49. 丰田汽车工业公司	346
50. 东洋工业公司	349
51. 本田技研工业公司	356
52. 北越工业公司	359
53. 阪神内燃机工业公司	361
54. 日立造船公司堺工厂	374
55. 远州制作所	375

一 日本的仪表机床*

(一) 概 况

1. 日本小型机床工业会

日本没有“仪表机床”这样一个名称。只是日本机床行业中，有一个叫“日本小型机床工业会”的组织。这个工业会是以江黑铁工柳（专业生产小型精密车床及台式车床）为首的30个厂商，于1946年为日本“精巧公司”钟表厂上马制造仪表机床时成立的。这个工业会所属30个厂，有职工约3千人，年产值为90亿日元。产量中车床占30%，产品中有5%供出口的。但是这个小型机床工业会尚不能代表整个日本仪表机床行业。因为有些主要做仪表机床的厂商，并没有参加小型机床工业会，却参加了日本床机工业会。如“滨井产业”（做小模数高精度滚齿机），“精工精机”“西铁城钟表”“星精密”等都是专做钟表及仪表床机的。而有些小型床机工业会的会员，包括小型床机工业会的“盟主”江黑铁工所却也参加了日本机床工业会。因此可以认为这两个工业会是互相重复的。

本文所述，不只限于日本小型工业会所属各厂的情况。

2. 从日本机床工业会1970年产品总样本及小型机床工业会1972年产品总样本上看，日本仪表机床的品种情况如下

(1) 就日本小型床机工业会所属30个厂的1972年产品总样本上，135个品种中，车床81种（其中：台式车床21种，自动车床32种，六角车床3种），占60%；铣床11种，占8.5%；钻床攻丝机14种（不包括台钻），占8.9%；齿轮加工机床9种，占6.6%；磨床6种，占4.4%；其他14种，占10%。

(2) 从日本机床工业会所属厂1970年产品总样本上，108种仪表床机中，车床87种（其中：台式车床11种、六角车床19种、小单轴自动车床57种），占80%；铣床4种，占3.7%；磨床10种，占9.3%；齿轮加工床机7种，占6.5%。

从以上数字可以看出，日本的仪表机床品种繁多，规格重复也是极为不合理的。在仪表机床中，以车床类的品种最多，尤其是单轴自动车床所占的比例最大。同时也可以看出在日本仪表零件的加工中是以自动车床为主要的加工设备。这种构成比的特点很值得引起我们注意。

(二) 产品的技术状况

1. 展览会上的仪表机床

从第六届日本国际机床展览会上，日本小型机床工业会展出了106台机床（表I-1），占日本全部展出机床台数的18%。如包括属于日本机床工业会各厂展出的仪表机床（表I-2）有175台，占日本全部展出机床的29.7%。

※ 在我国机床工业中，形成了一批主要用于军工、民用仪器仪表制造业的机床。这类机床多数都是尺寸较小，精度较高的小型精密机床，统称为“仪表机床”。

表 1-1 日本小型机床工业会展出机床分类

	车 床	铣 床	钻床攻丝机, 多工位机	齿轮加工	磨 床	锯 床	小 计
展出台数	74	8	13	7	2	2	106
比 例	70%	7.5%	12.3%	6.4%	1.8%	1.8%	

表 1-2 属于日本机床工业会各厂展出的仪表机床

	车 床 (自动)	座标镗磨	钻 (台钻)	齿轮加工	磨 床	小 计
展出台数	41	6	7	4	11	69
比 例	59%	8.7%	10%	5.8%	16%	

此外，一些外国厂商和日本机床进口贸易厂商也展出了一批国外仪表机床，其中有：

(1) 瑞士 Mikron A22/3型 $\phi 20$ 小模数滚齿机，主轴转速 560~5600转/分。A33 型卧式滚刀刃磨床，最大加工滚刀模数 $M=1.5$ 。

(2) 西德 Deckel 座标磨床。

(3) 西德 Gildemeister ASL-10 六轴精密纵切自动车床，加工尺寸 $\phi 10 \times 80$ 毫米，12 个径向刀架，主轴转速 900~9000转/分，加工循环时间为 1~30 秒，主导轨采用塑料导轨。中心架套用动压轴承，提高了精度。

(4) 瑞士 ALBE PM-20 回转台式多工位钻、攻、铣机床。具有 25 轴，20 个工位，工作台分度精度为 3 微米。

从展出的产品看，日本仪表机床在品种和精度方面都不及瑞士、西德。在结构上，特别是车床、台式车床、自动车床上，大力发展液压、气动、凸轮操纵及电气插肖板式程序控制等自动化机构，以及自动装卸装置。

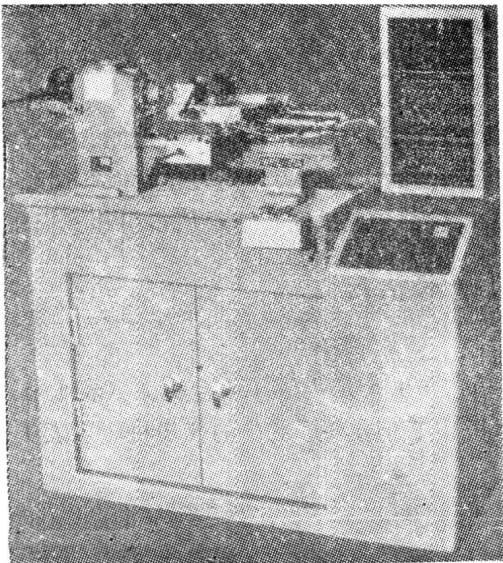


图 I-1 WPL-17A插销板程序控制自动车床

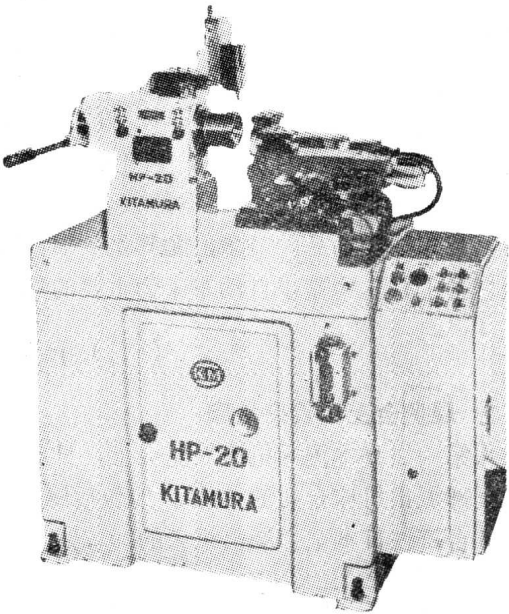


图 I-2 HP-20插销板程序控制自动车床

日本仪表机床中也有部分产品采用了数字控制系统的。如津上制作所的 NCG2 数字控制高速凸轮插床，西铁城钟表的 EX-1 数字控制高速凸轮插床；D7 型数字控制单轴精密纵切自动车床；D16 型数字控制单轴精密纵切自动车床；精工精机的 SND-21 加工印刷电路板小孔数字控制坐标钻床；滨井产业的 120NC 数字控制小模数滚齿机。

但是，日本厂商普遍认为：目前数字控制装置由于价格很高，在仪表机床中广泛采用数控仍很困难。一台 D16 型数控纵切自动车床的价格约为一台同规格的普通 C16 型纵切自动车床的 3.5 倍。富士通所产的一种称为最简单最便宜的数控装置，其价格也相当于一台中心高 200~250 毫米的普通车床的价格。一般地说，仪表零件尺寸小，形状也较简单，用数控机床减少不了多少辅助时间，还不如在用液压、气动、凸轮装置的自动化机床上设置自动装卸料机构来得经济（参见图 I-1，I-2，I-3），效率又高，成本也低，又稳定又可靠。目前数控机床才开始发展，尚未普遍推广使用。

图 I-4 是装有两个自动上料装置的装配机。它可以按需要将两个小零件组装成相应的组

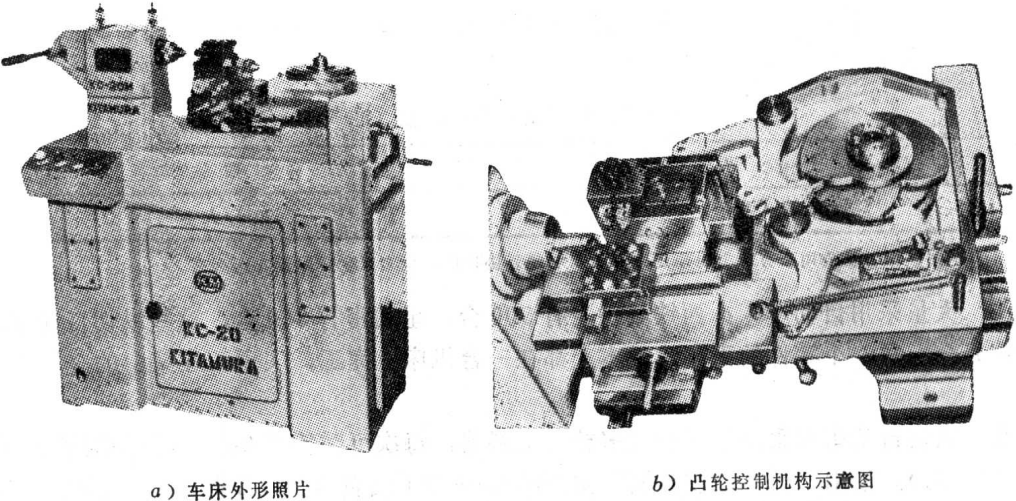


图 I-3 KC-20 凸轮控制自动车床

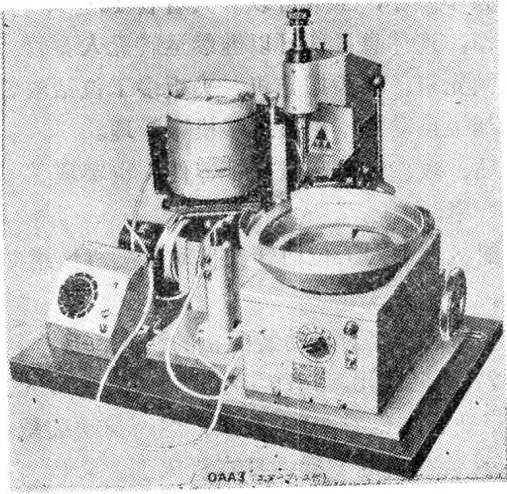


图 I-4 OAA3 型自动上料组件装配机

件, 循环周期为 4~12 秒。

2. 从日本手表工厂所采用设备的情况来看日本仪表机床的现状

加工手表机芯所用的机床, 广泛采用了仪表机床中的大多数品种, 其特点是规格小, 精度高。是仪表机床工业比较典型的用户。

(1) 日本的钟表工厂主要有四家, 年产 1800 万只手表。“精工舍”年产 150 万只, 占全日本产量的 8.3%。“西铁城钟表”工厂年产 800 万只, 占全日本产量的 44.4%。

我们参观了三个厂。一个是“星精工厂”专门生产钟表仪表零件, 并兼生产单轴纵切自动车床的工厂; 一个“精工舍手表公司”的机床制造厂, 叫“精工精机”; 一个“西铁城”的手表厂及其机床制造部。

这三个厂都是为了满足本厂手表工艺发展需要, 自制设备起家的。现在都有相当规模的销售量。

精工精机机床厂有职工 500 人, 年产值 20 亿日元; 西铁城钟表的机床部有职工 324 人, 年产值 12 亿日元; 星精工厂的机床制造厂有职工 130 人, 年产纵切自动车床 600 台。

(2) 从表 I-3 可以看出, 日本西铁城钟表手表厂的劳动生产率是比较高的。分析其原因, 主要是由于:

表 I-3 手表工业劳动生产率比较 (72 年资料)

瑞士全国	日本西铁城
1000只/人年	2600只/人年*

* 日本西铁城钟表公司下有 11 个协作厂, 可能有一些外协件, 故实际生产率没有这么高。

① 大量采用自动车床: 西铁城钟表有 500 台, 星精密有 300 台, 这些纵切自动车床都是附件齐全, 每一个零件的工序, 基本上都在一台机床上完工, 实现工序集中的全自动化生产。

② 纵切自动车床采用了回转式多棒料上料器, 每次可装棒料 36 根 (以拨时轴为例, 可切削 63 小时)。使用“日本住友金属”生产的 N70-F1 硬质合金 (属超微粒, 其性能为: 硬度 HB=1830, 抗弯强度 200 公斤/毫米²) 刀具, 寿命可达 150~200 小时。并采用硫化油作冷却润滑液。因此, 停机的频率减小, 工人可以一人看管 13~17 台机床, 而且工人一班工作, 机床都可以昼夜不停地工作, 连休息日都可以继续运转无人看管。

③ 齿轮机床、轴颈抛光机、轴齿抛光机、夹板多工位钻攻铣床、夹板刮端面机等都附有自动上下料器, 使机床加工自动化, 以实现多机床管理。

④ 普遍采用多工位钻、攻、铣机床做夹板零件。也实现了一次装夹, 工序集中加工的原则, 大大提高了劳动生产率。

⑤ 开始采用自动装配机。用六工位回转式自动装配机做组装, 用 20 工位的装配自动线装配夹板上的宝石轴承。

根据日本通产省重工业局 1971 年对自动装配机的调查: 日本自动装配机的产值, 1968 年为 64.3 亿日元, 1969 年为 77.1 亿日元, 1970 年增长为 124 亿日元。

1971 年, 在日本机床工业会内已有 20 个会员厂生产自动装配机, 并组成了“自动装配机恳谈会”, 来促进和垄断自动装配机的发展。日本机床工业会认为: 机床采用了数控、群控方式之后, 使机械加工工艺自动化起了一个突形, 而装配工艺采用自动装配机, 也将是一次工

艺上的重要形革。现在在汽车、电器、电子、钟表、照相机、计量仪表以及轴承、门锁、圆珠笔、轮胎气咀等一般机械的装配已采用自动装配机，目前多数用于 5~6 个工件的装配，只有少数的装配 20 个零件（详见西铁城钟表股份公司参观报告）。

3. 一些较新颖的仪表机床及其结构

日本仪表机床中有很大大一部分是普通车床、台式车床，以及在机床上加上液压、气动、凸轮操纵的自动化车床，作为加工小件及二次加工用。此外，也有一些较新颖的品种，现分别介绍如下：

(1) “精工精机”研制的 SH7-5H 单轴精密纵切自动车床及 MS6-7 六轴精密纵切自动车床，都是采用了变频电动主轴，取消了驱动轴及皮带传动。并且在提高结构刚性方面，也有明显改进。尤其是在 MS6-7 六轴精密纵切自动车床上配备了滚齿装置，可以在一次装夹中直接完成细长齿轮轴的全部加工（车削和齿形加工）。这对保证质量，提高生产效率有很显著的好处。该厂生产的多工位钻、攻、铣机也是采用变频电动主轴，各轴可单独直接驱动的。该厂研制和发展高速变频电动主轴组，有 16 万转/分的磨头，1.6 万转/分的自动车床主轴，4 万转/分的钻床主轴。据介绍，在技术上都已过关，磨头寿命已可达 1500 小时。现在，这类变频电动主轴组已能自由地配备在各种机床上（如内圆磨床、座标磨床、高速钻床、单轴纵切自动车床、多工位钻孔、攻丝、铣削机、数控印刷电路板钻床等等）。不但缩小了体积，而且简化了结构，易于解决小切及小直径的加工（详见精工精机公司的参观报告）。

(2) 日本精机研究所制的 EL-380 椭圆车床。主要用于加工手表的小精密零件中的椭圆形切削加工。

技术规格：

旋转直径	φ 240 毫米
主轴回转速度	800 转/分
刀架纵横移动量	140 × 140 毫米
椭圆的范围（即长轴径与短轴径之差）	0~10 毫米
电机	6 极 0.75 瓩
净重	220 公斤

其车削原理是：在主轴箱前部装有可调中心的滑块，工件装在滑块上。工件随着主轴回转时，与滑块一起作横向移动（即每转移动量等于长径与短径的差）。刀架只作纵向车削，即可切出椭圆形状。

(3) “碌碌产业”的数控高速印刷电路板钻床（如图 I-5）：

如图 I-5 所示，系龙门式钻床，由数控系统通过步进电机与滚珠丝杆实现工作台 X、Y 两个座标的定位，并采用高速钻轴钻孔，生产效率较高。

SS-55 及 SS-511 型数控高速印刷电路板钻床的主要规格如表 I-4。

富士通正在试制平面形步进电机，直接可以用在这类点定位数控工作台上，据介绍它可以承受最大钻孔直径为 6 毫米。

(4) 纳岛机械制作所生产 BGS-10 直齿锥齿轮刨齿机及 SBG-10 弧齿锥齿轮铣齿机。

我们所见的最小的一种规格 SBG-10 弧齿锥齿轮铣齿机其主要技术规格如下：

最大锥距	70 毫米
最大齿宽	25 毫米

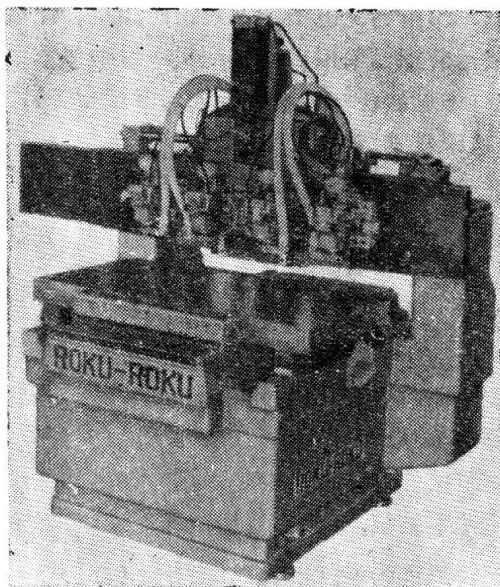


图 I-5 SS-55型数控高速印刷电路板钻床

表 1-4 SS-55 及 SS-511 型数控钻床的主要规格

机 床 型 号	SS-55-2S	SS-55-2W	SS-511-2S	SS-511-2W
钻孔直径(毫米)	0.4~4	0.4~2.5	0.4~4	0.4~2.5
主轴转速(万转/分)	1~4.5	3~7.2	1~4.5	3~7.2
电机功率	0.4瓩/2.4万转/分 整流电机	0.24瓩/7.2万转/分 高频电机	0.4瓩/2.4万转/分 整流电机	0.24瓩/7.2万转/分 高频电机
主轴上下行程(毫米)	70		70	
工作台面积(毫米)	500×500		510×1025	
工作台行程(毫米)	500×260		500×500	

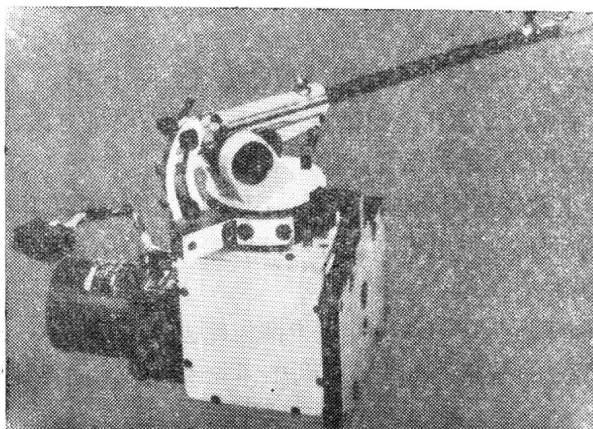


图 I-6 CAH-1 机械操作机

最大模数	3
电机	4极400瓦
最大直径1:4	140毫米
1:1	100毫米
最小齿数1:1	12
1:4	72

(5) 西铁城钟表公司及 Copal 公司机械事业部都生产小型机床的标准部件或装卸装置。

“Copal 机械事业部”生产的产品有：

① CAH-1 型机械操作机，它可以作上下转动 $0^{\circ} \sim 15^{\circ}$ ，水平旋转 $0 \sim 90^{\circ}$ 以及夹紧等三个动作（见图 I-6）。装置的位置重复精度为 ± 0.02 毫米；运送工件重量为 50 克，操作循环时间为 6.5 秒。该装置由 3 瓦电机通过 150:1 的减速齿轮，借凸轮机构驱动的方式。自动手重为 5 公斤，手臂长为 235~245 毫米。其外形尺寸：左右 130 毫米，前后 400 毫米，高度 205 毫米。

③ 分度台采用以气动(气压为 $4 \sim 6$ 公斤/厘米²)和齿条转动，用定位销定位(见图 I-7)。

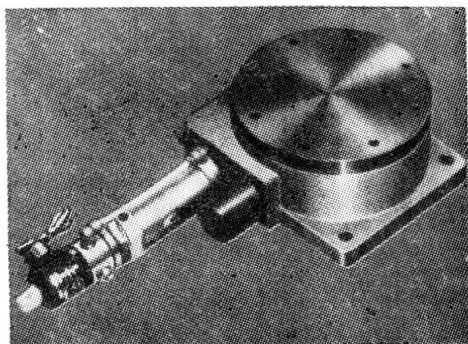


图 I-7 CIT-150 型分度台

规格	CIT-150	CIT-200	CIT-300
工作台直径(毫米)	$\phi 150$	$\phi 200$	$\phi 300$
工位	8	8	8
分度精度(毫米)	± 0.015	± 0.015	± 0.03
重量(公斤)	9	18.6	47
全高(毫米)	80	120	215

此外还生产精密冲孔机、精密钻孔机、精密攻丝机，其外观见图 I-8，I-9，I-10。

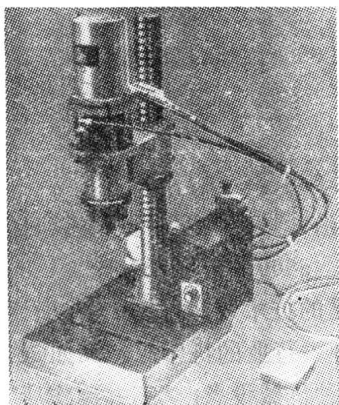


图 I-8 CRM-15 型
精密自动冲孔机

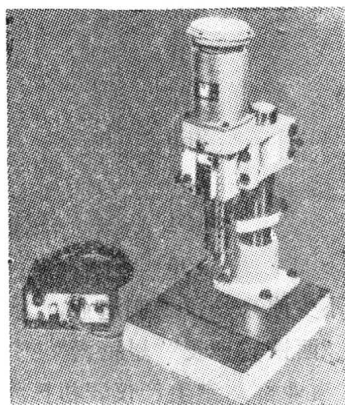


图 I-9 CTM-3 型
精密自动攻丝机

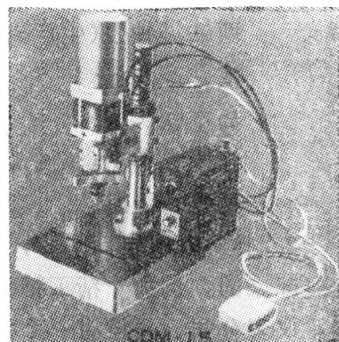


图 I-10 CDM-15
精密自动钻孔机

西铁城钟表公司还生产成系列的振动上料器、直线喂料器、上料器支架及标准基础元件（见图 I-11）。

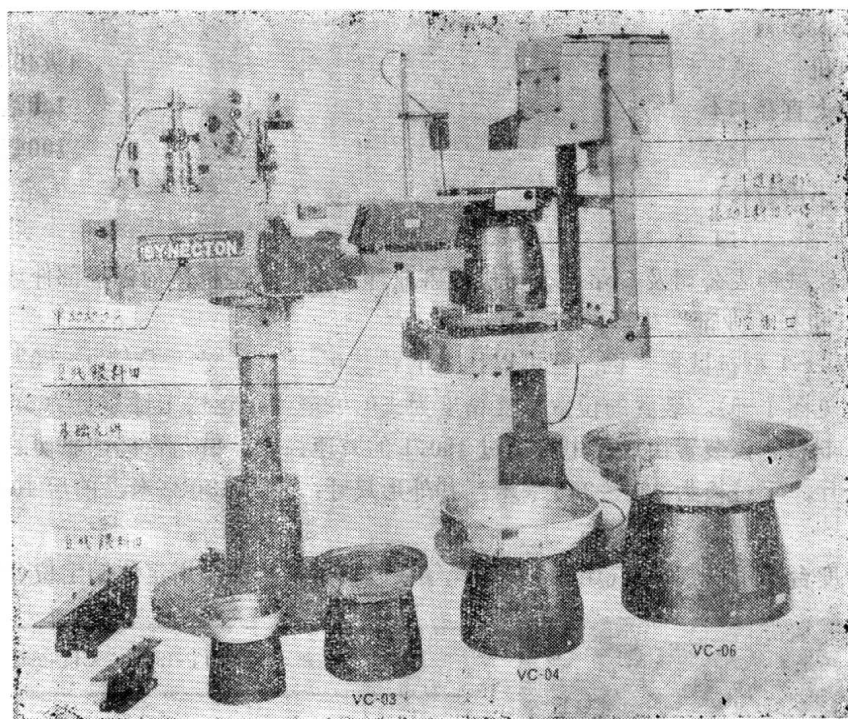


图 I-11 各种自动装卸料机构

(6) 自动装配机, 见参观西铁城钟表股份公司的报告。

(三) 仪表机床厂工艺特点

1. 日本仪表机床厂一般都没有铸锻毛坯车间、工具车间和机修车间, 多数的工厂都在几百人以下, 从所参观的各厂来看:

工厂名称	职工人数 (名)	年产值或产量
精工精机	500	20亿日元
星精密(生产机床)	130	600台纵切自动车床
西铁城钟表(生产机床)	324	12亿日元
滨井产业	350	500台
岛本铁工所	230	240台单轴自动车床
津上制作所(长网工厂)	1131	(包括制造计量仪器及中型精密机床)
江黑铁工所	190	5000多台仪表车床

2. 日本仪表机床厂中, 有不少原来是仪表制造业, 为自己的技术改造自制设备, 而逐步发展起来的。例如“精工精机”“西铁城钟表”“星精密”都是钟表行业的机床厂; 又如Copal仪器仪表公司, 也设有一个机械事业部, 专生产仪表机床及各种机械设备; “三井制作所”是个专做冲裁模具的工厂, 也生产了做模具的精密平面磨床、成型磨床、座标磨床及模板锯铣机等。另外, 有些仪表机床却是由专业机床厂成系列生产的。例如“三井精机”由小到大成系列的生产各种尺寸的座标镗床和座标磨床。这样做有“技术专业, 品种多样”的好处。

3. 生产厂采用了一些先进设备, 不但提高了生产效率, 保证了加工质量, 而且增强了灵

活性，提高了适应多品种生产的能力。

从表 I-5 可以清楚地看到，星精密机床设备中镗床、铣床及磨床比例较大。并且还采用了不少瑞士生产的名牌关键设备。在仪表机床中还采用了一些数控自动换刀机床以及数控镗铣床；星精密采用了 5 台数控机床，占机床总数 7%，西铁城钟表机床厂有 7 台数控机床。此外各厂都装有座标镗床（例如星精密有 4 台，滨井产业有 3 台，西铁城有 5 台）。

表 I-5 制造单轴纵切自动机床的仪表机床厂的加工设备比较

日 本 星 精 密		日 本 岛 本 制 作 所	
人数：130人(只作加工装配)		230人	
产量：年产纵切机床600台		240台	
机械加工设备共 72台		72台	
镗床、铣床 27台，占总数的37.5%		19台占26.4%	
其中：瑞士Dixi卧式座标镗床	4台		
日本丰田工机自动换刀数控机床	1台		
日本大阪工机数控六角钻铣机	3台		
日本日立卧式数控镗床	3台		
日本丰田工机平铣、立铣床	3台		
瑞士 Schaublin 万能铣床	3台		
龙门刨床	0台	3台	}占5.5%
牛头刨床	0台	1台	
磨床	19台占26.4%	17台占23.6%	
其中：瑞士 Hauser座标磨床	1台		
英国 Matrix 螺旋磨床	2台		
日本东芝平面磨床	5台	2台	
日本导轨磨床	2台		
日本丰田工机外圆磨床	7台		
瑞士 Vormard 内磨床	2台	}15台	
车床	25台，占34.7%	22台，占30.4%	
其中仿形车床	5台		
摇臂钻床	2台	钻床 8台	

4. 此外在零件加工工艺方面：

(1) 基础零件，壳体零件（包括床身、箱体、板、杆零件）多以镗、铣床加工，平面、导轨、镗孔、刮端面、钻孔、攻丝，一次装夹全部完成，很少采用模具。最后在导轨磨床或大平面磨床上进行导轨磨削加工，最后再用手工刮研以保证精度。

(2) 主轴、轴类零件使用仿形车床或普通车床、数控车床进行粗、精车削加工，用六角车床六角刀架或深孔钻床钻孔，而用数控车床或六角车床加工轮类、法兰盘类零件。

(3) 据介绍机床装配后约有一个月的时间作为试车调整时间，以保证质量。

综上所述，日本仪表机床的特点可以归纳为以下几点：①日本仪表机床品种中以车床类较多，而车床类尤以单轴自动车床为最多。②仪表机床的结构，主要是以液压、气动、凸轮控制的自动化机床为主。数控仪表机床才开始发展，但因价格昂贵发展缓慢。③仪表零件的加工工艺，大量采用集中工序的原则，尽量在一台自动机床上达到全部完工，并大量采用多棒料上料器或自动装卸料装置，借以提高自动化程度和提高工效。④日本仪表机床厂有不少是从仪表厂自制设备发展起来的。⑤日本仪表机床厂采用了一些先进设备（如数控机床、自动换刀数控机床、座标镗床），不但提高了生产效率，保证质量，还增强了适应多品种生产的能力。

二、日本的高精度精密机床*

(一) 概 况

日本的高精度精密机床不论从其发展历史、机床品种和机床加工精度来看,都不及瑞士、西德(见表Ⅰ-1至表Ⅰ-6)。而且有一些类别的高精度精密机床未见产品出售,如精密丝杆车床、精密刻线机,只有一些工厂仿造了瑞士或自制自用的设备。

表Ⅱ-1 高精度精密机床发展年份

国别	座 标 镗		座 标 磨	螺 丝 磨	齿 轮 磨	小模数滚齿机
	丝杆	光学				
日本	1938	1953	1968	1964	1970	1956

表Ⅱ-2 高精度精密机床品种数**

国别	座 标 镗	座 标 磨	螺 丝 磨	齿 轮 磨	滚 齿 机
日本	15	5	5	2	7

** 品种数中不包括同一尺寸规格而重复生产的品种。

表Ⅱ-3 座标镗床精度比较

(单位:微米)

尺寸	0°	2°	3°	4°	5°	6°	7°
日本	2	2	2	3	3	3	5
瑞士	2	2		3	3	3	4

表Ⅱ-4 座标磨床精度比较

(单位:微米)

型 号	2°	4°	6°
日 本	2	3	3
瑞 士	2	3	3

表Ⅱ-5 小模数高精度滚齿机精度比较

表Ⅱ-6 螺丝磨精度比较

国 别	精 度 等 级
日 本	JIS 0 级即 DIN5 级
瑞 士	DIN4 级

日 本	累积误差 5 微米/25 毫米
瑞 士	3 微米

螺纹磨床有两个厂都是买美国 Ex-Cell-O 公司专利,按美国图纸生产的;齿轮磨床刚开始生产蜗杆砂轮型齿轮磨床。精密磨削的工艺未见广泛采用(三井精机的座标镗床主轴套筒精加工,还是采用超精加工;东洋工业机床厂也还在发展超精加工机床,用于加工轴承及轧辊用;日本精工轴承厂也是以超精磨条来超精加工内外滚道的)。其中只有座标镗床、座标磨床、小模数精密滚齿机发展得比较快,有些水平已接近了西欧。

* 高精度精密机床的范围,是按我们的座标镗等十大类的概念来定的,日本没有这样的分类;

日本机床厂及其它机械厂所采用的高精度精密机床，主要还是从瑞士、西德进口的一些名牌产品。如座标镗床用瑞士 Sip 及 Dixi；座标镗铣床用美国、英国的 Jigmill；螺纹磨用瑞士 Reishauer，西德 Lindner，英国 Matrix；丝杆车床也用瑞士 Reishauer 的；齿轮磨床大量用瑞士 Maag 或 Reishauer；龙门刨、导轨磨用西德 Walderich Coburg 的。西德的 Blohm 的平面磨床，瑞士 Vormand 的内圆磨床也常见到。

日本努力发展一批“生产型”的精密机床，例如三井精机、丰田工机、东芝机械、牧野铣床、日立精机、池贝铁工、三菱重工等厂都发展了一批数字控制精密镗铣床及加工中心机床，其定位精度虽不及座标镗床，约为 $\pm 0.01 \sim 0.02$ 毫米，但足够满足一般箱体零件的加工，而生产效率却大大提高。因此日本机械厂中采用这类卧式镗铣床承担一般大件的平面铣削、导轨加工、粗精镗孔、钻孔及攻丝等工序。由于机床上装有 90° 分度的回转工作台，因而在一次装夹中，可调头加工大件的几个面上的端面及孔，或是多件装夹，通过回转工作台分度，连续地一个一个地加工。这种一次装夹，多工序加工方法，也提高了工件的精度，保证了机床质量。也正由于这个原因，日本机床厂中龙门铣床、龙门刨床比较少，每个厂也只有1~3台，牛头刨床更少。此外，外圆磨床、内圆磨床、平面磨床、车床及中型滚齿机也都发展了“精密级”的品种，在保证高生产率、高刚性的特点上提高精度，使机床能同时进行粗、精加工。

总之，日本在国际市场竞争中不像瑞士、西欧那样专搞高精度的高档产品，而是努力在高生产率的前提下，搞“提高精度”的“廉价”产品。这一特点是值得注意的。

(二) 产品情况及其特点

日本高精度精密机床的生产比较集中，三井精机是主要的精密机床厂。它生产了全系列的立式座标镗床，工作台宽为200~1200毫米。光学或数控机床有10个品种，座标磨床3种，螺丝磨床3种，精密万能外圆磨床3种，以及卧式座标镗加工中心机床2种；小模数高精度滚齿机由滨井产业生产共6种；此外，只有津上制作所生产的激光座标镗床1种，日和井田卧式座标镗床2种，精工精机的小型座标磨床2种，三井制作所座标磨床1种，津上、冈本各做蜗杆砂轮型齿轮磨床1种。

至于三井精机、滨井产业及精工精机的产品及其产品特点，已在参观工厂的参观报告中介绍，本文不再重复，现将其它产品的结构特点分别介绍于后：

1. 津上制作所的双柱立式座标镗床

津上制作所化了十年时间，分析了瑞士 Sip 厂 6A 座标镗床的结构特点及其存在的缺点，进行了改进设计，经过三次试制，于1970年以后开始供货。现已生产了三台。JB5L 型激光双柱座标镗床及 JB5S 型光学座标镗床，其技术规格为：

工作台尺寸	810×1000毫米
工作台前后移动	油压950毫米手动50毫米全行程1000毫米
工作台送进速度	30~2500毫米/分
主轴箱左右移动	700毫米
主轴箱送进速度	快速1500毫米/分
	铣削 30, 60, 90, 180毫米/分
横梁上下移动量	600毫米

横梁的升降速度	400毫米/分
龙门宽度	1020毫米
定位精度	3微米
主轴 工具孔	莫氏4号
回转数	低速40~320转/分 高速250~2000转/分
上下移动量	250毫米
送进(5级)	0.04~0.35毫米/转
切削能力 钻孔(最大) 铸铁	$\phi 60$ 毫米
低炭钢	$\phi 40$ 毫米
镗孔(最大)	$\phi 250$ 毫米
电动机 主轴转速	250~2500转/分
功率	3.7瓩
横梁上下	1.5瓩
重量	8000公斤

特点:

(1) 注意提高结构刚性, 如改进了立柱的曲线形状, 使能耐受高变力矩, 改变横梁上下螺母的位置, 以缩小主轴倾斜角度(见图 I-1)。

为了避免主轴箱在横梁上的重量过度集中, 在横梁上加了一个辅助导轨(图 I-2 a), 以减少横梁弯曲变形(图 I-2 b)。

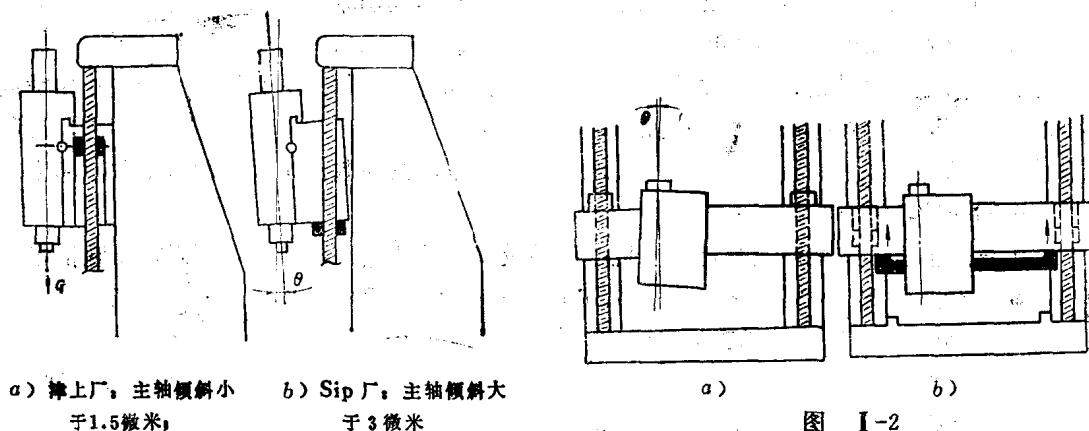


图 I-1

图 I-2

(2) 使横梁上主轴箱送进丝杆的位置处于主轴箱移动的磨阻中心, 尽量减少主轴箱移动的倾斜, 并让标准尺位置尽量靠近主轴端, 以提高精度。

(3) 津上 JB5L, JB5S 机床工作台由四点油压夹紧, 夹紧时工作台漂移量为 1 微米。而 Sip 厂一处夹紧时, 工作台漂移量为 3~4 微米。

(4) 主轴用直流电机在 40~2000 转/分 范围内无级变速。主轴箱内用强迫通风冷却, 使主轴组前轴承温升 1~2°C (据说, 日本国家规定: 前轴承温升为 15°C, 津上定为 9°C; 后轴承规定 20°C, 津上定为 15°C)。