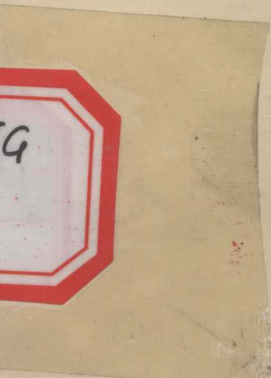


《国外机械工业基本情况》参考资料

自 动 车 床

沈阳自动车床研究所编

第一机械工业部科学技术情报研究所



内容简介 本资料为《国外机械工业基本情况》的自动
车床部分，主要介绍了各国自动车床（六角车床、立式半自
动车床、仿形车床、卡盘多刀车床、单轴六角自动车床、卧
式多轴自动车床）的产品、产量、构成比、三化水平、发展
趋势等，供有关科技人员和各级领导参考。

自 动 车 床

沈阳自动车床研究所

（内部资料）

上海市科技书店 * 重庆市新华书店

第一机械工业部科学技术情报研究所编辑出版

机械工业出版社印刷厂印刷

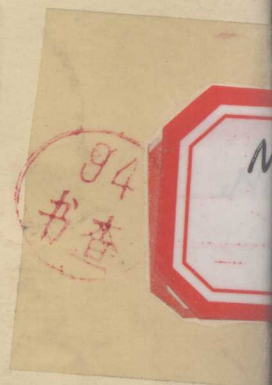
北京市中国书店 上海市科技书店 重庆市新华书店

经 售

*

1980年9月北京

代号：79—55·定价：0.65 元



出版说明

以华主席为首的党中央向全国人民提出了新时期的总任务，全国从上到下一心一意搞四个现代化。机械工业要适应“四化”的要求，必须为国民经济各部门提供现代化的技术装备。为此，需要研究和学习国外机械工业的先进技术和经验。在这种形势下，我们组织有关单位编写一套《国外机械工业基本情况》参考资料。这项工作第一次开始于1973年，1975年基本完成。这次是第二轮，在内容和范围上都比上次有所充实和扩大。

这套参考资料按专业分册出版。《国外金属切削机床工业基本情况》部分包括机床行业综述、机床基础技术、重型机床、高精度机床、组合机床、车床、自动车床、铣床、钻镗床、电加工机床、磨床、齿轮加工机床、插拉刨锯床等分册。本书为自动车床分册，主编单位是沈阳自动车床研究所和一机部机床研究所，参加编写单位和主要执笔人员有沈阳自动车床研究所刘国平、金壁铭、刘运涛，大连机床厂刘淑香，长城机床厂周光越，豫西机床厂马吉祥，南京机床厂黄炎，一机部机床研究所高亨德。

一机部科学技术情报研究所

自 动 车 床

第一章 综述	1
一、基本涵义	1
二、各国自动车床拥有量、产量及构成比	2
三、保证产品质量的组织和技术措施	5
四、自动车床的发展趋势	6
第二章 六角车床	9
一、转塔式和导轨体式六角车床	9
二、回轮式六角车床	20
三、立式半自动车床	25
第三章 仿形车床	33
一、发展概况	33
二、仿形车削工艺的发展与机床使用现状	34
三、产品品种与“三化”水平	34
四、技术结构的发展	36
五、技术转让情况	37
六、发展趋势与展望	37
第四章 卡盘多刀车床	38
一、布局形式	38
二、主要部件结构和拖动方式	45
三、发展趋势	46
第五章 单轴六角自动车床	46
一、发展概况	46
二、切削工艺的发展与机床使用现状	47
三、产品更新与发展概况	49
四、机床结构的发展	50
五、代表性产品性能与特点	52
六、发展趋势	53
七、代表性产品的水平	55
第六章 卧式多轴自动车床	56
一、发展概况	56
二、切削工艺的发展与机床使用现状	56
三、产品品种与“三化”水平	57
四、机床结构的发展	60

五、产品主要性能·····	64
六、关键零部件的加工工艺·····	68
七、技术发展展望·····	69
八、代表性企业介绍·····	70

第一章 综 述

一、基本涵义

自动车床是高效率的车削加工设备。它包括各种自动车床和半自动车床。

普通车床的切削过程由工人手工操作来控制。半自动车床的切削过程（工作循环）是按预先编制好的程序自动完成的，但工作循环完了时需停车，人工取下加工完的工件，装上新的坯料，然后人工发出指令，机床开始下一个工作循环。自动车床则不仅使机床按预先编好的程序自动完成切削过程，而且在切削完了时，能自动上、下料，自动地进行下一个循环。因此，自动车床一经调整后，便可自动的进行工作，仅当料仓（料管）里的坯料用完时，自动发出无料信号，机床自动停车，人工填加坯料后，开动机床，又自动的进行工作。

单机自动是指经过改装或配置上、下料装置后，实现了自动的或半自动机床。

各种自动车床适用于不同批量的生产条件。在大批大量生产条件下，把自动车床或者把半自动车床之间（工序间），用工件自动传送装置连接起来，组成自动线，使工件的加工过程实现自动化。因此，自动车床和半自动车床是组成切削加工自动线、自动化车间和自动化工厂的主要设备之一。

各国对自动车床的分类略有不同，归纳起来，其分类见表 1-1。

表 1-1 自动车床的分类

序号	类 型	特 点	适 用 范 围
1	六角车床	六角车床包括迴转式六角车床，转塔式六角车床，导轨体（无床身）式和立式六角车床。其主要特点是具有一个多工位的主刀架，可以对工件进行多刀、多工位加工	六角车床适于在中、小批量生产条件下，加工几何形状复杂的盘套类工件，特别是带有几何形状较复杂的孔的工件
2	多刀车床	多刀车床有立式、卧式以及卡盘和轴类多刀半自动车床之分，多刀车床一般具有二组以上刀架对工件进行多刀切削，机床刚性强、功率大	多刀半自动车床适于在中等批量生产条件下加工轴、套、盘及环类工件
3	仿形车床	仿形车床是按照样板或样件自动仿形车削的一种专门化车床。机床可根据需要进行二次以上的仿形加工	适于中等批量以上的生产条件，加工几何形状（刀具运动轨迹）复杂的轴套类及盘、环类工件
4	单轴自动车床	单轴自动车床分棒料自动和卡盘半自动车床，棒料单轴自动车床又分为六角自动、纵切自动及横切自动车床	适于在大批大量生产条件下加工尺寸较小的轴、套类及盘、环类工件
5	卧式多轴自动及半自动车床	多轴车床有平行、顺序及平行顺序三种作业形式，顺序作业的多轴车床是安装在各工位纵、横刀架的刀具，同时对夹在各主轴中的工件进行切削，夹在主轴中的坯料随主轴间歇转位依次经过各工位	适于在大批大量生产条件下，以棒（管）料、件（铸、锻）料为坯料，加工几何形状复杂的轴、套、盘、环类工件

二、各国自动车床拥有量、产量及构成比

(一) 各国自动车床拥有量及构成比

自动车床的拥有量及其在机床总拥有量中的构成比，基本上可以反映出—个国家机械制造业的水平。

表1-2是四个国家金属加工工业的机床总拥有量、自动车床拥有量及构成比。

美国、英国、苏联自动车床在机床总拥有量中的构成比的变化情况见表1-3。

1973年美国各类自动车床拥有量及构成比见表1-4。

表1-2 美、英、日、苏金属加工工业的机床总拥有量、自动车床拥有量及构成比

机床类型	国别	美 国		英 国		日 本		苏 联	
		1973		1971		1969		1970	
		台 数	%	台 数	%	台 数	%	台 数	%
机床总台数		2362203	100	727856	100	824247	100	3425000	100
自动车床		125915	5.23	51438	7.1	60943	7.4	243175	7.1

表1-3 美、英、苏自动车床在机床总拥有量中的构成比变化情况

国 别	年 份	构成比 (%)							
		1961	1962	1963	1966	1969	1970	1971	1976
美 国				5.1		11.1			
英 国		4.7			5.2			7	
苏 联			2.5				7.1		8.8

表1-4 1973年美国各类自动车床拥有量及构成比

名 称	拥 有 量	其中数控车床	自动车床构成比 (%)
机床总台数	2362203	26695	100
自动车床总数	207476	2966	8.8
其中：仿形车床	14918	169	0.62
转塔车床（滑鞍式）	44908	332	1.9
转塔车床（滑板式）	28229	368	1.2
立、卧式单轴卡盘自动车床	21574	1494	0.9
单轴棒料自动车床	47375	255	2
立、卧式多轴卡盘自动车床	10588	75	0.4
多轴棒料自动车床	33695	104	1.5
顶尖卡盘自动车床	6189	169	0.28

1971年美国自动车床在九个行业中的分布见表1-5。

表1-5 1971年美国九个行业自动车床分布情况

行 业	拥有金属切削机床总数 (台)	自 动 车 床		自动车床占九个 行业总拥有量的 百分比 (%)
		拥有量 (台)	构成比 (%)	
汽车拖拉机	120193	12518	10.4	50.8
金属加工	24199	699	2.9	2.8
动力设备	28387	2899	10.2	11.75
纺织机械	12196	266	2.18	1.8
飞机火箭	51456	1545	3	6.4
工具量器	32948	1877	5.6	7.6
船 舶	26737	771	2.1	3.13
有(无)线电行业	36655	2282	6.2	8.64
日用电器	12274	1742	14.1	7.08
总 计	345045	24599	7.13	100

(二) 各国自动车床产量、产值及进出口量

1974年日本金属切削机床及车床、自动车床的产量、产值及进出口量见表1-6。

表1-6 1974年日本金属切削机床及车床、自动车床产量、产值和进口量

机 床 类 别	产 量 产 值		出 口		进 口	
	台 数	产 值 (千美元)	台 数	产 值 (千美元)	台 数	产 值 (千美元)
总数 (包括数控)	168952	1230180	64558	197810	10622	127649
数控机床总数	2432	140019	303	18359	80	8202
普通车床	16060	114435	2882	22277	28(b)	1331(b)
仿形车床	378	9674	71	2185	18	868
六角车床	1732	17993	571	8816		
自动车床	13704	136554	2008	31028	364	11530
立式车床	309	17070	30	1588	14(c)	1410(c)
数控车床	1670	96213	262	14065	14	1945
车床 (NEC)	8763	17475	585	4144	2002	6418

注: b—回转直径不小于1000毫米; c—工作台直径不小于2000毫米。

表1-7是西德1971~1974年金属切削机床和车床的产量和产值。

表 1-7 1971~1974年西德金属切削机床的产量和产值

机 床 类 别	1971		1972		1973		1974	
	台 数	产 值 (千美元)	台 数	产 值 (千美元)	台 数	产 值 (千美元)	台 数	产 值 (千美元)
总 数	221865	1844394	208249	1796291	215018	2173120	206677	2610298
金属切削机床总数	162558	1260032	149999	1182380	156482	1452863	147684	1734163
车 床	13342	144657	12225	147465	12557	163185	10893	174645
六角车床, 自动车床	7992	167064	6283	157599	6784	216306	5618	230395
金属成形加工机床	59307	584362	58250	613911	58536	720257	58993	876135

表 1-8 是英国1974年自动车床产量及构成比。

表 1-8 1974年英国自动车床产量及构成比

机 床 名 称	产 量	构 成 比 (%)
总 产 量	17845	100
单轴自动(棒料)车床	511	2.9
单轴自动(卡盘)车床	508	2.8
多轴自动车床	415	2.3
程 控 车 床	1373	7.7
仿 形 车 床	143	0.8
其 他	1267	7.1

表 1-9 是捷克1966~1972年普通车床和自动车床产量增长情况

表 1-9 1966~1972年捷克普通车床和自动车床产量增长情况

机 床 名 称	年 份					
	1966	1968	1969	1970	1971	1972
普 通 车 床	5229	4867	5047	5833	6141	6372
自 动 车 床	1136	1407	1308	1431	1447	1530

表 1-10是西德1960~1972年自动车床与六角车床的产值及构成比

表 1-10 1960~1972年西德自动车床与六角车床的产值及构成比

年 份	总 产 量 (吨)	自 动 车 床 与 六 角 车 床		总 产 量 (万马克)	自 动 车 床 与 六 角 车 床	
		产 量 (吨)	构 成 比 (%)		产 值 (万马克)	构 成 比 (%)
1960	169000	13980	8.2	148950	17900	12
1966	185155	16762	9	236676	27401	11.6
1969	206069	20832	10.1	273169	38735	14.1
1972	200696	22659	11.2	375997	50119	13.3

表 1-11 是 1969~1971 年美国自动车床进、出口情况

表 1-11 1969~1971 年美国自动车床进、出口情况

年 份	进 口						出 口		
	机床总进口		自动车床总进口				机床总出口		自动车床出口
	(台)	(千美元)	(台)	(%)	(千美元)	(%)	(百万美元)	(百万美元)	(%)
1969							201.1	15.6	7.76
1970	46202	104672	2151	4.67	14814	14.16	268.7	16.6	6.8
1971	36264	70923	871	2.4	8298	1.7	210.2	18.6	8.84

从上述各表可以看出:

1. 各国自动车床拥有量约占机床总拥有量构成比的 7~9%。
2. 各国自动车床产量构成比在 9~17% 之间。
3. 自动车床的构成比是逐年增长的。

三、保证产品质量的组织和措施

(一) 广泛实行专业化生产。毛坯、零部件、配套件不仅质量好,而且供应及时,保证了均衡生产。有利于产品产量和质量提高。许多机床厂兼产一些有利于熟练技艺的副产品,对提高主导产品质量和技术水平都是很有益的。

(二) 采用先进、精密、高效的设备和工装,确保零件的加工质量。近年来,机床技术发展很快,设备更新的周期也大大地缩短了。1930年,车床的经济寿命为25年。现在,更新周期缩短了两倍半,即经济寿命下降到7年以下。超过这个役令的机床当然还可以使用,但技术性能就显得落后了,适应不了技术发展的要求。国外的许多机床厂普遍采用技术先进、精度高的机床来加工关键零件,把坐标镗床、数控镗铣床、加工中心和高精度的测量机等放在生产车间里使用,用精密的设备和工装来保证关键零件的加工质量。例如,美国孔恩——布兰查德(Cone-Blancnard)机器公司1971年花了100多万美元的投资,对多轴自动和半自动车床的主轴生产线进行改造,采用4台数控机床(铣床、加工中心、立车和镗床)、1台立式万能磨床、一台三坐标测量机和一台数码显示的划线机,使主轴鼓的精度稳定在0.005毫米以内,确保了产品质量。由于生产中采用了数控机床,灵活性大,便于多品种生产,便于生产管理。

(三) 从零件制造到成品出厂采用了一套科学的管理办法。对材料检验、零件加工过程中工序间的检查、部装、总装的试车和验收都很严格,以保证出厂产品质量、维护产品声誉。生产车间所用的测量仪器比较完备,技术比较先进,气动量仪和电子量仪应用较多,测量比较精确。例如,西德许特(Schütte)公司在生产车间里用三坐标测量机来检查多轴自动车床的箱体。部装后经过严格的检验和试车,合格后才可进行总装。总装后需经过连续运转和切削试验。由于经过一系列的严格检验和验收程序,出厂产品的质量可以得到保证。西德的数控机床和自动换刀数控机床总装后,需经一个月的运转试验,稳定合格后,才可以出厂。

日本的机床厂,一般是一个月装配,一个月调整,在机床总装之前,主要部件要经过较

长时间的运转试验,符合要求后,才可进行总装。总装车间总有一批机床进行反复调试,稳定合格后才能出厂。

各厂家生产的自动车床,几乎都是根据用户的要求,按零件调整好,经过一段切削试验,稳定合格后才出厂。机床在用户厂出现问题时,生产厂服务及时周到,备件和附件可根据用户要求(来信或电话)随时提供,因此机床开动率较高。

一般试制的新产品,经过严格的试验后,留在本厂进行生产考验,以便掌握其性能。

为了随时掌握产品性能,自动车床生产厂开展为用户大修机床业务。如美国孔恩公司为用户大修出厂10~15年的机床,并可根据产品改进情况对大修机床进行改装,提高老产品的技术性能。

(四) 机床出厂时留有一定的精度储备。一般出厂精度是机床工作精度的60%,储备40%,甚至更多一些,以保证机床稳定工作。如西德计得美公司生产的多轴自动车床,稳定工作精度是0.10毫米,但出厂时的制造精度(不考虑刀具磨损的工作精度)控制在0.039毫米以内。美国的艾克米——克利夫兰(Acme-Cleveland)公司自动车床的工作精度也是0.10毫米,但出厂精度控制在(± 0.03)0.06毫米以内。孔恩公司生产的多轴自动和半自动车床,出厂精度控制在0.05毫米(即 ± 0.025)以内。使机床在长期使用中能稳定的达到0.10毫米的精度。

(五) 采用成组加工工艺,效果良好。成组工艺即根据被加工零件的结构或工艺上的特点,对企业所有被加工零件进行分类分组,被分在同一组的零件,要在同一类型的设备上,用相同的夹具及机床来加工,更换零件时,只要对夹具、刀夹、刀具稍作适当调整即可。因此,成组工艺适用于多品种、小批量生产。机床工业具有品种多、批量小的生产特点,国外不少机床厂采用了成组工艺技术,例如英国赫伯特(Herbert)公司,采用成组工艺后,使生产效率提高60%,新产品试制周期由原来的12~18个月缩短到六个月左右,由于采用成组工艺,促进了加工技术的改进、缩短了加工时间,扩大了加工批量,降低了成本,为采用专用机床及数控机床等高效设备创造了条件,改进了生产管理体系,保证了产品质量稳定。

(六) 精心制造,精心装配,注意文明生产。国外机床厂的厂房里布置得有条不紊、干净整齐。对工具、设备认真保养,对零件加工,运输都很精心,严防磕碰划伤。

(七) 由于自动车床连续工作时间长,切削负荷重,发热量大,对切削用量的选择较严格,同时对主轴轴承要求较高,一般都是机床厂与轴承厂密切配合,由轴承厂特殊供货,由机床厂进行分选或精整加工。

四、自动车床的发展趋势

自动车床是随机械工业生产率的提高而产生,它又随着生产率的进一步提高而发展。在国外,大批大量生产的效率问题早已得到解决。自二十世纪三十年代美国汽车行业采用了自动线以后,近四十年来,自动机床和自动线发展很快,今后在大批大量生产中,主要是如何使生产率再进一步提高的问题。目前国外重点放在解决中、小批量生产,特别是放在单件小批量生产的高效率问题上。

长期稳定工作是自动车床的基础,前面讲过,国外自动车床出厂前留有40%以上的精度储备,精度保持性较好,这样可以保证机床能够长期在两班或三班工作情况下,稳定工作,不出故障,一般大修期在7~8年甚至10年左右。

如表1-1所示,自动车床种类较多,适用范围很广,从小批量到大批大量生产,可分别采用各种类型的自动车床。由于各类自动车床的适用条件各不相同,各自解决生产效率的手

段和途径也各有特点,这将在以后各节分别论述,这里只综合叙述一下自动车床的发展方向。

(一) 扩大工艺可能性

自动车床的工艺范围扩大后,可以使工序进一步集中,即在循环时间基本不增加的情况下,在一次装夹中,完成更多的切削工作,这样可以节省下道工序的人员、设备和面积,容易保证被加工零件的质量。

由于机床工艺范围扩大了,对机床精度也提出了更高的要求。因此,国外各厂家对提高机床精度都很注意,并采取了相应的措施。

例如,西德海涅曼(Heinemann)公司的转塔式六角车床上带有车削螺纹用的进给箱,仿形刀架已在转塔车床和多刀车床上得到普遍的采用,带有转塔刀架的多刀半自动车床,可以对带有几何形状复杂孔的零件进行加工。在多轴自动车床和单轴自动车床上,不仅可以完成热处理前的全部加工,而且还可以进行简单零件的组装。

(二) 向多主轴方向发展

为了缩短切削时间,使切削时间和辅助时间重合,采用多主轴的机床来提高加工效率是很有效的。国外由于普遍采用了快调和预调,因此轴数越多调整越复杂的概念得到了纠正。各类机床都向增加主轴数的方向发展。例如,西德海利根施塔特(Heyligenstaedt)公司制造的双轴双转塔HeyNuMATF-2型数控车床相当于两合并联的数控转塔车床,效率提高1倍左右。

法国的蒂拉涅(Deragne)、美国的埃克赛罗(EX-Cell-O)、西德的皮特勒(Pitfler)、意大利的卡纳维斯,日本的管铁工所和神崎高级工机等厂家都生产双主轴的多刀半自动车床。双轴多刀半自动车床可以在一次循环中同时加工两个相同或不同的零件,也可以同时加工一个零件的正反面,不仅节省占地面积,而且提高效率1倍左右。

立式多刀半自动车床,不仅有双轴,而且有四轴,西德皮特勒公司生产的PIDOFATV 500/4型四轴立式多刀半自动车床,其中两个轴作上下料工位,两个轴切削加工,使机动时间和上下料时间重合,效率大为提高。

卧式多轴自动和半自动车床也正向主轴更多的方向发展,近几年来,国外各厂的八轴品种不断增加,四轴产品却逐渐被淘汰。

西德HEYCOMAT仿形车床,具有两个主轴,装有三个顺排仿形刀架,每个都具有上、下仿形刀夹,六把刀具同时进行切削。

(三) 提高切削速度,增强机床刚性

在切削余量一定的情况下,提高切削速度或增大切屑断面,都可减少切削时间,提高加工效率。提高切削速度对刀具的红硬性,工件材料的切削性能及机床转数和刚性都提出了更高的要求。刀具材料的红硬性随刀具材料的不同而不同,目前刀具材料的发展是在硬质合金的基体上不断改进表面涂层,继1969年出现的碳化钛涂层之后,又出现了氧化铝涂层、氮化钛涂层、碳化钨涂层及氮化钨涂层技术。氮化钨涂层的硬质合金刀具可比碳化钨刀具提高效率6~10倍,现在又出现了多层涂复刀片,其耐磨性和红硬性都较高。各种刀具的切削速度见图1-1。

大多数的自动车床是多刀切削,其切削速度应比单刀切削的切削速度略低一些。

改善工件材料的切削性能对提高切削速度和延长刀具寿命是有利的。美国和日本都很注意对易切钢的研究。

国外生产中实际采用的切削速度，在六角车床上，用硬质合金刀具加工中碳钢切削速度达150~200米/分，在卧式多轴半自动车床上，用硬质合金刀具加工中碳钢切削速度达120米/分，加工铝合金切削速度达320米/分，在卧式自动车床上用钴高速钢刀具加工易切削钢，切削速度达90~100米/分，加工铜合金切削速度达170~200米/分。

机床设计时，最高转数的确定应使切削速度是实际使用的平均切削速度的2倍左右，主轴转数的储备是比较大的。随着切削速度的提高，机床的功率要加大，西德的HEYCOMAT仿形车床最大功率达80千瓦。

随着主轴转数的提高，功率的加大，对机床刚性也提出了更高的要求。各国在提高机床刚性方面也都相应采取了措施。

例如西德FDM250型仿形车床的主轴结构，采用了三支承静不定结构，也有的加粗轴颈，有的采用缩短轴头悬伸长度的办法来提高主轴部件的刚性。

在提高主轴部件刚性的同时，各国新设计的自动车床，对刀架和床身的刚性也都有所加强，例如西德VDF公司生产的车床采用框式结构，夹砂床身，使水平平面内的刚性提高38~40%，扭转刚度提高70%。国外不少厂家的六角车床，仿形车床的床身都采用斜置导轨。不仅便于切屑的排出，有利于切削效率的提高，而且使机床的刚性有所提高。也有一些厂家，如英国的赫伯特公司的3M型转塔车床，意大利的明干蒂公司的MT系列转塔车床等，把床头箱和床身铸成整体，使机床刚性大为提高。

(四) 缩短调整时间，减少停机损失

自动车床每换一批零件，调整时间是比较长的，而且大部分时间是用在刀具调整上，国外普遍地采用了机外对刀装置，这样可以实现快调、快换，使调整时间大约减少70%。例如，西德皮特勒公司采用机外对刀装置后，在转塔车床上，换一次零件只需15分钟，而英国赫伯特更换12把刀具只需10分钟，比试切法对刀提高效率5~10倍。

采用机外对刀装置不仅大大提高了机床效率，而且也扩大了自动车床的适用范围。例如，转塔车床采用机外对刀装置前，适用的经济批量约为30~500件，采用机外对刀装置，配有专门调整工进行机外预调，以中等复杂程度的零件为工艺对象，手动转塔车床的经济批量约为20~200件，程控半自动转塔车床、多刀车床的经济批量约为10~100件，数控转塔车床的经济批量约为5~100件。单轴自动车床的经济批量为100~2000件，批量在1000件以上，采用成组加工工艺和机外预调，选用多轴自动，半自动车床是合适的。

自动车床当坯料用完时，自动停车加料，用人工加一根棒料需要一定时间。切削效率越高，填加坯料的次数就越多。因此，国外许多厂家，如西德的许特公司，计得美(Gildemeister)公司，美国的阿克米公司等为多轴自动车床配置了自动上棒料装置，加一根棒料只需0.3分钟。

(五) 提高快移速度、减少空行程时间

国外设计的数控和程控转塔车床快移速度一般在8~10米/分左右。顺序作业的多轴车床的空行程时间也大大减少。例如，西德许特公司生产的FS12小规格六轴棒料自动车床的空行程时间为0.35秒，加工铜针阀的单件时间为0.7秒。

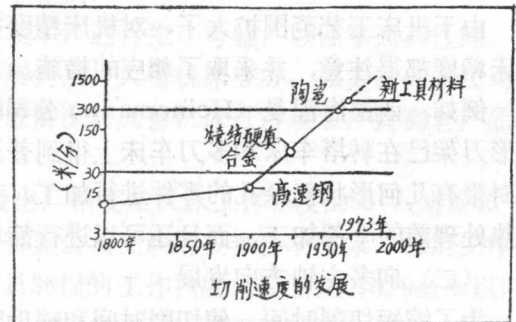


图 1-1 各种刀具的切削速度

第二章 六角车床

六角车床按结构布局可分为转塔式、导轨体式（又称无床身式）、回转式和立式半自动车床，现分述如下：

一、转塔式和导轨体式六角车床

（一）发展概况

十九世纪中叶，在美国开始出现转塔式六角车床，它是在普通车床基础上用转塔刀架代替其尾座发展起来的。导轨体式六角车床出现较晚，本世纪四十年代在美国和西德先后出现。六角车床使用回转刀台上的刀具对工件进行多刀顺序切削，加工效率较高，同时加工精度不受人为因素影响，可达到较高的重复精度，故适于在成批生产的机械加工车间中使用。随着大量互换性产品的发展，成批机械加工零件增多，六角车床逐渐广泛应用，机床性能和结构不断改进和完善。早期六角车床结构上的改进主要是用全齿轮床头箱代替天轴皮带和背轮传动，提高主轴转速和传动功率。后来，随着刀具材料的发展，主要是高速钢和硬质合金刀具代替碳素工具钢刀具，六角车床转速和功率进一步提高，机床的刚性增强，变速等操作性能也日益完善。机床传动开始时采用天轴集中传动，后来天轴传动在机械加工车间中消失，机床普遍采用单独电动机传动。一些机床的刀架快移、冷却泵、棒料进给和电动卡盘等也都采用单独电动机带动。大约在本世纪三十年代，电气和液压技术应用在六角车床上，使机床的传动和控制系统进一步发展。主轴转速和刀架进给量的变换，由多手柄改进为单手柄集中预选操纵。五十年代出现程序控制六角车床，主轴转速和刀架进给量的变换以及各个运动部件的动作顺序纳入自动循环，实现自动化和半自动化加工，提高了加工效率，大大减轻了操作劳动强度，并可进行多机床看管。六十年代出现数控六角车床，成功地解决了多品种中小批零件，尤其是形状复杂、高精度零件的自动化高效加工问题。数控车床多带有回转刀台，数控车床与数控六角车床在这方面无截然区别。六角车床在成批生产的汽车、拖拉机、电机、水泵、阀门、纺织机械等行业中广为应用，这类机床最适于加工带有较复杂形状内孔的零件。

目前世界上英、美、西德、日本、法国、意大利等共有70多个机床厂制造六角车床。其中美国7个，英国8个，西德19个，日本7个，法国6个，意大利9个。六角车床加工棒料或管料的直径范围约6~300毫米，床身上最大回转直径约1100毫米。几个国家六角车床拥有量和年产量构成比见表2-1和表2-2。

表 2-1 六角车床拥有量构成比

国 别	年 份	构 成 比
美 国	1973	3.1%
英 国	1971	6.1%
苏 联	1973	3.4%

表 2-2 六角车床年产量构成比

国 别	年 份	构 成 比
日 本	1967~1976	1.3 %
西 德	1973~1975	0.44 %

(二) 产品系列品种

各国六角车床生产历史较久，各机床厂生产的六角车床都已形成品种较多的系列。几个有代表性六角车床生产厂家品种数和型号规格见表 2-3 至 2-5。

表 2-3 国外几个主要公司生产六角车床品种数

国 别	厂 家	品 种 数			
		手 动	程 控	数 控	合 计
美 国	沃纳·斯韦西 (WARNER & SWASEY)	8	9	17	34
英 国	赫 伯 特	13	8	5	26
西 德	计 得 美		10	12	22
日 本	日 立 精 机	3	4	2	9

表 2-4 美国沃纳·斯韦西公司六角车床系列

控制方式	手 动 操 作									
机床型号 (编号)	№ 3 (4630)	№ 4 (4660)	№ 5 (4670)	2-A (3470)	3-A (3550)	4-A (3550)	4-A (3580)	5-A (3600)		
棒料加工直径 (毫米)	45	75	115	115	150	230	300	300		
控制方式	柱 式, 数 控									
机床型号 (编号)	1-SC/250 (1500)	1-SC/315 (5020)	2-SC/315 (5060)	2-SC/400 (5060)	2-SC/450 (5090)	2-SC/500 (5200)	3-SC/630 (5240)			
卡盘直径 (毫米)	250	315	315	400	450	500	630			
控制方式	倾 斜 床 身, 数 控									
机床型号 (编号)	SC-150/ 1370 (4850)	SC-250/ 2130 (4880)	SC-500/ 10000 (4750)	SC-28 (4530)	SC-36 (4930)	SC-48 (7030)	SC-15 (4820)	SC-25 (4500)	SC-32 (4900)	SC-45 (7000)
卡盘直径 (毫米)	250	250	500	710	800	1200	400	600	800	1060
控制方式	导 轨 体 式, 程 控									
机床型号 (编号)	1-AB (3880)	2-AB (3925)	3-AB (3995)	0-AC (4410)	1-AC (3900)	1ACL (3920)	2ACL (3990)	3-AC	4-AC (3950)	
卡盘直径 (毫米)	700	250	300	150	250	300	380	450	600	

表 2-5 日本日立精机公司六角车床系列

控制方式	手 动 操 作			程 序 控 制				数 字 控 制	
机床型号	3 A III	4 A II	5 A II	3 H	4 D	5 D	7 D	5 LN11	7 LN
棒料加工直径 床身上回转直径 (毫米)	38	45	300 (卡盘直径)	410	490	620	760	510	700

(三) 使用现状

众所周知，金属机械加工的发展趋势是不断改进毛坯制造工艺，发展少无切屑加工，提高毛坯质量，锻压机械比重逐渐上升，车床比重逐渐下降。但现今，车削加工尤其是自动化车削加工，在机械加工中仍占重要地位，据统计，车加工工作量约占零件总机械加工量的40~70%。

普通车床加工的一般盘类零件均可用六角车床加工。六角车床与普通车床比较有以下几个特点：

1. 六角车床比普通车床自动化程度高；
2. 六角车床采用多刀复合切削，切削时间短。其回转刀台上的刀具在加工前事先调整好，节省更换和调整刀具所耗费的非切削时间，故对成批零件加工采用六角车床加工效率较高；
3. 六角车床加工零件的尺寸靠刀具本身（如钻、扩、铰等）以及调整的刀具和限位挡块来保证，在加工过程中一般不进行检查和测量，加工质量不受人为因素影响，对成批零件可达到较高的和稳定的加工精度；
4. 六角车床对操作工的技术水平要求低，而对调整工的技术水平要求高；
5. 据统计，盘类回转体零件约占零件总数的80%，六角车床（以及卡盘多刀车床等）主要适用于这类零件加工，故六角车床在车削加工中占一定地位。

虽然使用六角车床加工有上述特点，但在六角车床加工前，调整刀具和限位挡铁、更换夹头等操作，需要较长的准备时间。因此，只在成批零件加工时，才显示其优点。而单件小批零件，不适于采用六角车床加工。数控车床出现前，手动六角车床适用批量约10~500件，机床调整时间约1~3小时。机床采用机外对刀、快换刀夹、预调挡块等措施后，换批调整时间大为缩短，适于小批量零件加工。在数控和程控六角车床出现后，经济加工批量范围重新分布。对于具体零件加工，选用何种机床适宜应按经济分析确定。例如，加工图2-1所示零件，批量为6件以上时，选用六角车床加工，从单件工时和单件成本来看都是经济的。又由图2-2可见，当此加工零件批量约为3~10件时，采用六角车床较为经济。

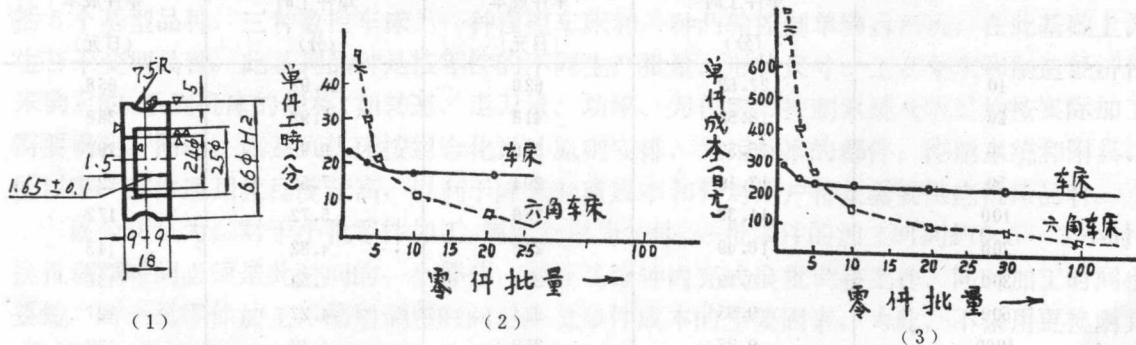


图 2-1 六角车床和普通车床加工零件

老式手动操作六角车床存在两个主要问题：一是调整机床，主要是调整各个刀具和限位挡块费时间，占用机床工时；二是机床自动化程度低，变速等操作频繁笨重，劳动强度大。程序控制和数字控制六角车床不同程度上有效地解决了这两个问题。程序控制比数字控制六角车床的调整时间长，加工时间短，故适用于中批零件加工；数字控制六角车床调整时间较短，加工时间较长，适用于中、小批零件加工。据介绍，对每天换一次的零件，宜采用程序控制机床加工，对每天换几次的零件，宜采用数字控制机床加工。又英刊介绍，对六类零件分析结果表明，Batchmatic 50型数控六角车床的经济加工批量，下限为1~4件，上限为55~104件。对于具体零件，适用手动、程控或数控六角车床等不同自动化程度的机床加工，仍宜按经济分析对比确定。如加工图2-3所示零件，从表2-6可见，从单件成本来看，当零件批量为20件以上时，从单件工时来看，当零件批量为10件以上时采用1AC型导轨体式六角车床比较经济。又如加工图2-4所示零件，从表2-7可见，从单件工时来看，零件批量30件以上，从单件成本来看，零件批量在20件以上时，采用导轨体式六角车床比采用数控六角车床经济。

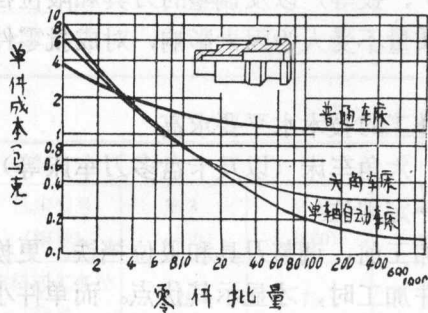


图 2-2 普通车床、六角车床和单轴自动车床加工零件

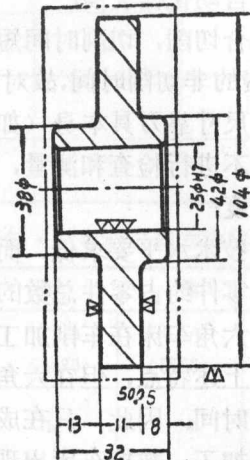


图 2-3 手动和程控六角车床加工零件

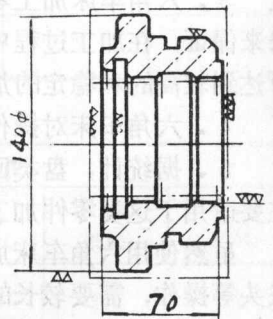


图 2-4 程控和数控六角车床加工零件

表 2-6 手动和程控六角车床加工零件经济批量对比

零件批量	№4 手动六角车床		1 AC 型程控导轨体式六角车床	
	单件工时 (分)	单件成本 (日元)	单件工时 (分)	单件成本 (日元)
10	27.59	620	21.92	658
20	18.59	418	12.92	388
30	15.59	350	9.92	297
50	13.19	294	7.52	225
100	11.39	256	5.72	172
200	10.49	236	4.82	145
300	10.19	229	4.52	136
500	9.95	224	4.22	127
1000	9.75	219	4.10	123