

(64)出国参观考察报告之87

对英国几个机床厂的参观

实习报告

第一册

(内部资料·注意保存)

中华人民共和国科学技术委员会情报局编印

一九六四年十一月

說 明

我有关部门曾派机床实习小组赴英国实习参观。该组同志回国后，由有关同志编写了实习参观报告计十四部分，现分两册印发有关部门参考。本报告包括两部分：第一部分由张代侠、吴敏镜同志整理；第二部分由万沪生、刘振图同志整理。其余部分编入(65)出国参观报告之1。

本报告仅供内部参考，不得公开引用。

目 录

前言.....	(1)
一、威克曼自动车床厂 (Wickman Machine Tool Manufacturing Co.)	
实习参观报告.....	(2)
(一) 威克曼自动车床厂概况.....	(2)
(二) 威克曼卧式多轴车床结构特点.....	(6)
(三) 工艺部分.....	(15)
二、考文特里量具工具厂 (Coventry Gauge & Tool Co. Ltd.) 实习参观报告.....	(41)
(一) 考文特里量具工具厂情况介绍.....	(41)
(二) Matrix 螺纹磨床关键零部件的制造.....	(50)
(三) Matrix №40 齿轮磨床关键部件的装配调整及检验.....	(68)
(四) Matrix 座标镜、磨床.....	(81)

对英国几个机床厂的参观

实 习 报 告

赴 英 机 床 小 组

前 言

赴英机床小组，于一九六四年五月十八日去英国机床厂实习参观，在英国一共停留了八十二天，参观了九个集团中所属的十二个机床及三个工具厂，计有：

威克曼集团所属威克曼自动车床厂（Wickman Machine Tool Manufacturing Co. Ltd.），威克曼—威密特（Wimet）粉末冶金厂，威克曼—威密特硬质合金刀具厂，威克曼—斯克里文奈尔（Scrivener）磨床厂；

考文特里集团所属考文特里量具工具厂（Coventry Gauge & Tool Co. Ltd.）；

邱吉尔集团所属邱吉尔齿轮机床厂（Churchill Gear Machine Co Ltd.）；

纽渥尔集团所属纽渥尔机床厂（The Newall Engineering Co. Ltd.）；

B.S.A集团所属B.S.A机床厂，B.S.A拉刀厂；

赫勃特集团所属赫勃特（Alfred Herbert）机床厂，阿契台尔（Archdale）机床厂；

赛克斯集团所属赛克斯（Sykes）机床厂，肯德尔-根特（Kendall & Gent）机床厂；

代维布朗集团所属代维布朗（David Brown）机床厂；

柯尔契斯特集团所属柯尔契斯特车床厂（The Colechester Lathe Co. Ltd.）。

机床小组在其中三个工厂中进行了实习，实习时间短的一周，长的六周，基本上看到了要看的制造工艺。其余的工厂都作了一般性地参观，现将实习小组在英国进行实习和参观时所了解的情况整理出来，按实习报告、参观报告、综合观感的顺序排印，供领导和有关部门参考。

由于实习小组的成员少，专业不齐，实习和参观的时间又短，所以对情况的了解，既不深入更不全面，报告中所反映的情况和看法，很可能有失真和错误之处，希望领导和各方面同志给予指正。

一、威克曼自动車床厂 (Wickman Machine Tool Manufacturing Co.)

实 習 参 观 报 告

威克曼集团是英国机床制造业大公司之一，不仅制造机床和刀具，并且还经销国外各种机床。

威克曼集团下有下列这些部门：

威克曼自动車床厂

威克曼—威密特 (Wimet) 粉末冶金厂

威克曼—威密特硬质合金刀具厂

威克曼—威密特金刚钻砂轮厂

威克曼—斯克里文奈尔 (Scrivener) 磨床厂

威克曼研究发展部

考文特里 (Coventry) 机床厂

斯坦克 (Stirk) 跑床厂

逊托 (Centaur) 工具厂

我们一组三人，自1964年5月20日起，在自动車床厂实习了一个月，6月23日跑马观花地参观了粉末冶金厂、工具厂及磨床厂等三个单位。我们屡次提出要参观研究发展部，但均婉言拒绝。据了解，在英国这些部门保密很严，即使本厂人员亦较少接触。

这些工厂的规模都不大，职工人数三百人上下，其中自动車床厂最大，设备较全，但一般比较陈旧，人员较多，技术力量较雄厚。这些工厂只有机械加工及装配部门，铸锻件均为外协。该集团的机床产品半数以上是销售到国外去的，尤以多轴自动車床在国内外市场上，有一定声誉。

研究发展部是一个独立部门，由技术董事领导。据侧面了解，约有25个技术人员，15个工人，专门从事产品的研究和发展。

我国向该集团订购过光学曲线磨床和多轴自动車床等机床不少。在实习期间，还看到正在生产相当多的中国定货。因此，对我们接待较热情，比较周到，参观时，一直由出口经理陪同。

现将所了解的概况及收获分述如下：

(一) 威克曼自动車床厂概况

1. 工厂概况及組織系統

自动車床厂位于考文特里 (Coventry) 城的邦納街 (Banner Lane)，厂址环境很

好，系1939年建成，比较整齐，行政楼与大厂房相邻，其一端为机床陈列室，是扩建的，1962年才正式开幕，陈列室全长332呎，宽52呎，有梁式吊车一台，能起重20吨，吊车离地面18呎6吋，该室自然照明较好，并用日光灯照明。能容纳50余台机床。我们参观时，所展出机床与工具，均为本集团内的产品或是经销的国外机床。

威克曼自动车床厂主要生产卧式多轴自动及半自动车床，同时生产一些单轴自动车床，月产多轴机床25台。据称是世界上生产同类机床的第二个大厂。该厂主厂房占地面积15,000米²，全厂现有700余人。

该厂的组织系统与英国一般工厂大致相同，董事会是最高决策机关，由各董事分别领导各所属工厂，横向关系较少。在工厂内，层次不多，设经理数人，分别领导几个科室。

计划科 (Planning department) 相当于我国的生产科、劳动工资科和工艺科的总和，管辖范围很广，其主要工作内容有：制定工时定额、生产作业计划的编制及进行生产调度、工艺规程的编制及工艺装备的设计等，这样就把生产计划与生产技术准备统一起来，归一个部门管，据说有利于提高工作效率。

销售部门人员很多，这是资本主义国家企业的特色，挑选一批能说会道的技术人员，他们都精通本厂的产品，能应付用户提出的各种产品有关的问题。

技术人员很大一部分集中在设计部门，该厂设计科主要负责机床和机床附件的设计。全厂共有45名设计师，负责设计机床的15人，设计机床附件的有30人。附件设计人员多于机床设计人员的原因，我们认为主要是：一方面该厂的产品系列已经形成，生产比较稳定，另一方面该厂销售的多轴机床，一定要调整好，才能出厂，这是因为该类机床自动化程度高，调整复杂，用户不易掌握，要不调整好出厂，将会影响产品的声誉。

技术检验部门是由技术经理直接领导，下设总检验师一人，尚有几名助手，协助其工作。全厂共有45名技术检验人员，分三个等级，大部分均由工人中抽调，技术水平较高，对产品熟悉，在质量上具有判断能力。据谈，一级为最高，三级最低，只能做辅助性工作。该厂检验人员大部分为二级以上。

工人技术水平较高，20年以上工龄的工人约有半数，尤其是在关键工种的岗位上，均由老工人承担，如多轴车床的主轴鼓分度块的磨制，主轴鼓的主轴孔精镗等，因此，机床的精度有所保证，工人中无女工。

工厂中工作服的顏色标志着等级的差别，工长、技术人员以上的，穿白色工作大衣，检验员穿黄大衣或蓝工作服，工人中穿着黄工作服的为熟练工人，蓝色为一般工人，学徒穿綠色工作服。

学徒是由本厂自行培养，为期五年，前三年，将轮流在各工种中工作半年，观察其工作能力，以便确定其工种，作最后两年的专业培训。

车间（或工段）的管理人员不多，例如月产25台多轴车床的总装车间，连主任，仅有三名，管理员和调度员只有一人，工作有条不紊。

每个产品零件，均有较为详细的工艺规程，但是在车间内一般不见应用，在车间内仅有笼统的一张卡片，罗列了各个工序，并标上工时定额，便于计算超额工时，这可能是工人对工艺已经异常熟悉的缘故。

检验卡片亦有两种，一种是简单的，在车间中直接应用，无简图，在检验时，由检验人员直接填写，另一种在铅印是图纸上的，上面有简图，当检验完毕后，全部数据抄上，作为档案材料，存放在总检验师处，只要知道机床的编号，就可以查到其原始精度。例如要更换主

轴轴承时，就可以查到原来使用的轴承尺寸级别，这份卡片保管很严，不外传。

该厂经常生产的大件图纸，与小零件用的生产图纸管理方法上略有不同，小的零件图纸随工件走，而大件的图纸，如主轴鼓、箱体等，均黏在板上，用透明胶防护，在板的反面，黏有工艺卡片，这种方法，在国内亦有应用。

2. 威克曼多轴机床的简介

威克曼厂的多轴车床进刀机构均为可调式的，此种结构在英国采用最早，生产历史亦长。美国W & S厂亦是仿造威克曼的。由于进刀机构可调，省却了大量的凸轮。西德Schütte厂的机床同它有类似之处，但其调节范围，据说没有它大。该厂的多轴车床经长期的改进，已形成一个较完整的系列，此系列比英国B.S.A.厂齐全。目前在向小规格的多轴车床发展，这次英国奥林匹亚(Olympia)机床博览会上展出的一台 $\frac{5}{8}$ 吋-6轴是新产品，其结构与性能均较好，主轴转数亦很高。

五轴自动车床的结构已陈旧，是该厂早期的产品，目前已逐步由六轴和四轴所取代。该机床功率较低，转速较慢，且某些零件的工艺性亦较差，例如分度转位用的椭圆齿轮等。

威克曼机床为框式结构，精度较高，加工精度可达到3级公差，光洁度在 $\nabla \nabla 6$ 左右，这是比较高的水平。该厂的辅具设计，十分灵巧，互换性良好，很多已标准化，辅具的种类甚多，尤以工件夹持装置(Pickup)最为巧妙，使零件的另一端，能在一台机床上加工完毕。

威克曼六轴自动车床的基型共五种，五轴自动车床共二种，但其派生及变形机床不少，共有30多种。一般变型的方法是功率不变，将6轴变为4轴或8轴，主轴直径相应改变。另一种变型方法是改变机床的某些结构，例如双转位、双送料、送长料以及主轴单独停车等。由于这样的变型，加上辅具的多样性，使机床使用范围大为扩大。例如铣平面、钻横向孔，攻丝，铣六方等，这一点颇受用户欢迎。

该厂的机床功率大，转速高，为使用硬质合金刀具提供了条件，因此生产效率较高。

近年来由于自动化的发展，该厂已着手与外厂协作，设置自动装料器，这对加工长零件提供了条件，在很久以前，该厂的自动车床已开始装备到自动线上去了，例如有名的Austin汽车厂的齿轮自动线即为一例。

该厂的车床定位方法和主轴鼓与箱体配合的结构是十分重要的关键问题，该厂采用的双定位与下部两侧的两个小平面托住主轴鼓的方法，正好将主轴鼓稳稳的抱住，这是可取之处。基本上解决了分度不出故障，发热不会咬住的问题。

该厂的多轴车床销售国外很多，我们在实习时，就见到有法、意、日、美、澳大利亚、印度等国的定货。

3. 车间设备及其平面布置

总的来说，该厂布局比较合理，厂房建筑全为钢结构，跨度不很大（装配车间为16米），高度低（装配车间约为5米半），采光好，比较适用，且造价低。装配车间每跨有两台10吨单梁式吊车。

加工设备注意选用效率高的机床和精密度好的机床。该厂约有生产设备300台左右，其

中金属切削机床有243台。机床中,各种铣床和六角车床各占19.3%,磨床为25%,普通车床仅为总数的7.4%。总的来说,设备使用年限较长,但是在保证关键零件加工方面,则选用世界名牌精密机床或专用机床。例如该厂的金属切削机床约有半数为国外的,特别是精密设备,国外的占多数,如仅有的四台坐标镗床均为国外的,一台为西德Lindner的,一台是瑞士Houser的,二台为Sip的;螺紋磨床共二台,其中一台是美国Ex-Cell-o的;有一台美国Norton的外圆磨床专用作磨削精度较高的轴类零件。插齿机均为美国Fellows的,其它铣床大部分是美国Cincinnati, Milwaukee的;磨床多数是Heald, Brown & Sharpe, Norton, Thompson及Snow的;国产的机床亦是名牌货,如六角车床大部分是Wavd, Herbert的;立车是Webstt & Bennet的,齿轮磨床是Orcutt的;集团内的有Scrivener的光学曲线磨床及平面磨床。

另外尚有一些专用设备,例如凸轮铣床三台,凸轮磨床一台,及自制的主轴鼓分度块磨加工装置五六种,以适应各种曲线的凸轮和不同尺寸的主轴鼓,此外还有主轴鼓外圆磨床一台及磨削导轨体平面磨床一台,以便保证关键精密零件的加工精度。

该厂是小机量生产的工厂,生产产品类型比较单一,生产部分均在一个大厂房内,仅热处理一部分在总装车间旁侧的一个小屋中。全厂分为大件机加工、小件机加工、磨工、工具、总装、试车、热处理等工段或车间,及一个空气压缩机站(参考图1—1),大部分金属切削机床均集中在前面四个部分内,总装车间及试车工段内,仅有十余台机床,供装配中修配用。

在生产车间中,同英国其它厂一样,普遍采用六角车床、只有在工具车间才使用普通车床。

机床的布置基本上是以机群为主,例如在小件机加工段及磨工段,均为铣床群、立角车床群和磨床群。大件机加工段中,主要考虑搬运方便,而采用联合形式,因大件基本上是在少数大机床上加工。

辅助性部分均根据生产线上的方便来布置。铸件由外厂运入后,首先在与大件工段相邻的毛坯清理工段内进行时效处理、喷丸清理或喷涂防护漆等工序。该工段有用作零件粗磨的

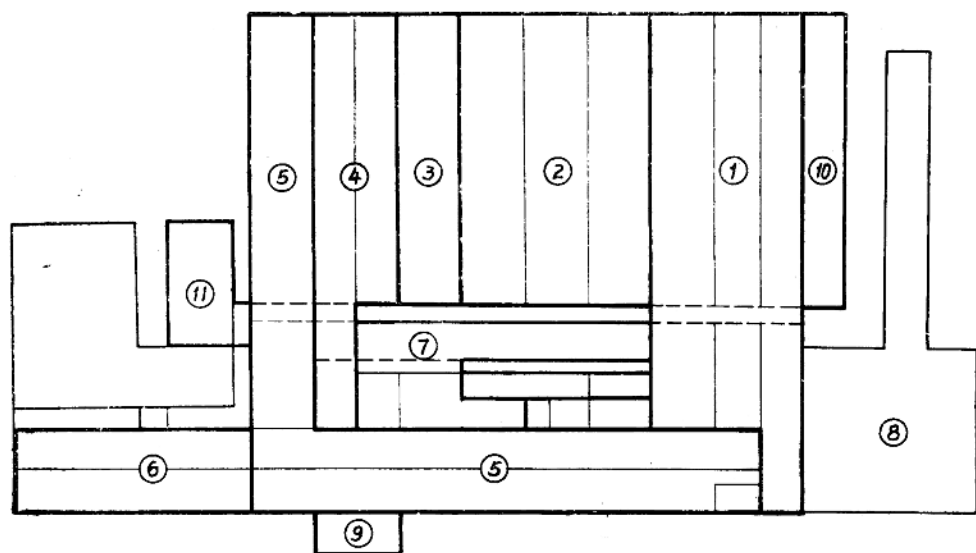


图 1—1 威克曼大厂房内的平面布置图

威克曼机床厂车间各部门面积和使用设备

編 号	部門名称	面 积 (米 ²)	內有設備 (名称及台数)
1	大件工段	2368	龙门刨3; 龙门铣6; 臥銼8; 臥式座标銼1; 立車2; 外圓磨1; 导轨磨2; 搖臂鑽8。
2	小件工段	2160	半自动六角車21; 普通六角車26; 滾齿机2; 花鍵銼1; 插齿机6; 齒輪倒角机1; 小立車2; 內磨1; 普通車床3; 牛头刨5; 插床1; 小鑽床2; 銼床21; 搖臂鑽10; 排鑽8排 (每排4台)。
3	磨工工段	720	外磨9; 內磨5; 万能磨1; 平磨5; 元台平磨2; 花鍵2; 齒輪磨2; 螺紋磨2; 导轨磨3。
4	工具工段	1120	凸輪銼3; 凸輪磨1; 座标銼4; 压床1; 鍵槽銼2; 拉床1; 外圓磨3; 內螺紋銼2; 靠模銼1; 平面研磨机1; 无心磨1; 特种磨槽机1; 齒輪磨1; 普通車床8; 鋸床1; 立鑽4; 万能磨1; 平面磨4; 工具磨4; 內圓磨2; 外圓磨3; 光学样板磨2; 牛头刨2; 万能銼4; 工具銼1; 立銼及臥式5。
5	裝配車間	2496	平面磨4; 小車床3; 鑽床2; 銼床1。
6	試車工段	704	
7	在制品庫	760	
8	标准件庫	1024	
9	噴 漆 室	128	
10	毛坯清理部	448	时效爐2; 大圓台立式磨床1; 吹砂机1; 小磨床2。
11	热处理工段	288	箱式爐3; 盐爐4; 渗碳爐1。

磨床三台, 效率很高, 铸件经过喷砂处理后, 表面质量很好。

总装车间与机加工车间中间为半成品库及配套库, 此库內的零件存放架子设计得很合理, 能重叠起来堆放, 节省面积 (参见图1—2)。库內设有单樑吊钩, 可充分利用厂房的空间。

计量室、刃磨室及工具室均在厂房中部, 这对生产均十分方便。喷漆间设在总装车间侧面, 面积不大, 只能容纳一台机床。

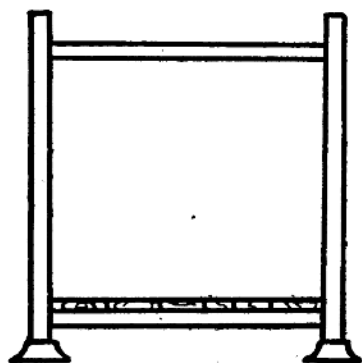


图1—2 零件架

该厂的计量室很小, 设备亦比较简陋。大部分都采用专用量具直接存放在各生产工段或车间內。计量室人员约2~3人。

热处理工段, 面积约250米², 设备有箱式炉, 渗碳炉, 盐浴炉, 喷砂机, 火焰表面淬火设备及氧化处理设备, 约有工人十余名, 基本上能满足该厂的产品需要。

该厂的机床装箱是外协的。

在车间和工段之间均有畅通的通道宽约二米, 以两道白线为标志, 线內不准堆放任何零件, 便于繁忙的零件调运。

(二) 威克曼臥式多軸車床結構特点

在威克曼厂所待期间, 比较系统的了解了该厂的产品构造及特点, 但由于准备不充分,

语言不十分通，加上接触不到设计人员，看不到完整的图纸，致使这份报告的内容不十分充实。现就所见叙述于后，尚希指正。

据我们了解，在英国生产卧式多轴车床的工厂，共有四家，即威克曼，B. S. A.，Rockwell和Cone。B.S.A.是仿美国Burton Griffiths & Co. Ltd.的共有10种型号；Rockwell是仿西德Schütte的；Cone是仿美国Cone的。威克曼的多轴车床具有比较独特的结构特点，我们认为他们的机床在各个方面，较之英国的同行更好些，销路亦较大，下面将分别地作些重点分析。

总的来看，该厂的多轴车床在结构上具有较为独特之处，精度比较高，系列比较完整，加上辅具的多样化，机床的使用范围大为扩大，因此在国内外市场上享有较好的声誉。

看来，威克曼机床比苏联的多轴车床却具有不少优点，结构上亦有很大的差别。据介绍该厂的机床结构是独有的，且使用历史已很长。英国Rockwell所仿制的Schütte式机床，从进刀等结构上来说，与之有相仿之处。

图1-3为该厂 $1\frac{3}{8}$ 及 $1\frac{3}{4}$ 吋六轴自动车床的传动系统图，由图中可以看出以下的几个特点：

(1) 凸轮轴分散，给提高机床精度提供了条件。

分配轴的分布在同类机床中常见的有两种型式，一种是各凸轮均集中在一根轴上，另一种是各凸轮分在几根轴上，威克曼的机床属于后一种型式。分配轴在机床上的位置分为在上部和下部的两种，该厂的主要的凸轮轴（分配轴）是分布在机床的下部，此凸轮轴控制各横向刀架的运动，主轴分度定位，送料夹料等动作。因而该轴的受力最大且复杂。纵向刀架（六角刀架）及两个独立刀架的动作靠另一个分布在机床后上方的短凸轮轴来完成。纵向刀架及独立刀架通常用作精加工，因而受力比较小。由于把受力大与受力小的两个凸轮轴分开因而有利于提高机床的加工精度。

(2) 机床传动图布局合理，为安装多种附件提供了可能性。

由于凸轮轴分为两个部分，相对地说，增长了机床的长度，这样就有可能在同一根凸轮轴上，多增几个凸轮，来完成更多的动作，扩大机床的使用性，如该厂的机床可在3，6工位装置挡料及反倒角机构等。

变速箱传动部分的传动链分为前后两个部分，后者为变速，前者为各工具轴的传动。在工具主轴传动部分，有比较大的空间，可供安装各种辅具，这就扩大了多轴机床的使用范围。

但从传动系统图亦不难看出其缺点，如操作手柄较多，环节多等。

威克曼的机床分为两大类，即夹盘式和棒料式的两种，从生产情况看来，棒料式的产量更大一些，这是符合客观情况的。

经过长期的生产实践和不断的改进和发展，该厂的机床系列基本形成。以六轴为基型，同时向八轴或四轴派生，另一方面又适当地改变某些结构，使其变为适应特种工艺需要的其它变型机床。如双送料、双转位、送长料及主轴单独停车等。加上许多设计很好的各种附件，使机床的使用范围得到了充分的扩大。该厂附件设计力量为机床设计的一倍，因此就有了能力承接各种专用的附件的设计，这方面的经验是比较丰富的。

威克曼的机床品种不少，变型很多，但是箱体很多是通用的，因此铸件实际上不多，此外该厂的机床零件有800余种是在互换性的基础上制造的，这些条件对生产管理，降低生产

成本均十分有利。下面较深一步地进行叙述和分析：

1. 威克曼多轴车床的种类和变型

威克曼厂生产多轴车床是从五轴开始的，基本上是按德国设计为蓝本进行制造，目前已转向生产六轴为主，辅之以四轴和八轴。当前世界各国生产多轴车床亦是朝这个方向发展或过渡，现在世界上生产五轴车床的仅只二家，捷克已全部改为生产六轴。但是该厂还接受这方面的订货，这只说明该厂尚有这种机床的生产条件，例如专用机床、工艺装备，检验工具以及积累的生产经验，另一方面，又说明了有利可图，我们在该厂期间，见到此种产品只是为中国订货而生产的。

该厂的产品变型采取上述的两种方法，其一，将六轴作为基型，向八轴或四轴派生，这样主要零件基本上不变，而在加工规格上作了一些更动，但是五轴车床受到结构的限制，是不能作这种变型的，这是五轴的弱点之一；第二种变型方法是根据用途来变更机床的某些机构，或增加一些零件，例如送料等，双送料等。六轴和八轴能变为双转位的，我们估计四轴变为双转位意义就不十分大。在该厂，我们只见到八轴车床上有双转位的应用。

双送料的变型，似乎比较简单。在加工工序较短的零件时，采用这种变型，一台机床能抵二台用。如果要加工复杂工序的零件，仍能改为基型使用。送料是在Ⅲ和Ⅴ工位的位置上（参见图1—4），在结构上无过大的变更，只是在第Ⅲ工位上，加上送料机构即可。

双转位的构造，实际上是每次转位时多转一个工位，亦即分度只作轴数的半数进行。当工件由第Ⅴ工位送入后，按Ⅴ—I—Ⅲ工位循环一次后，回到第Ⅴ工位（参见图1—5）。这

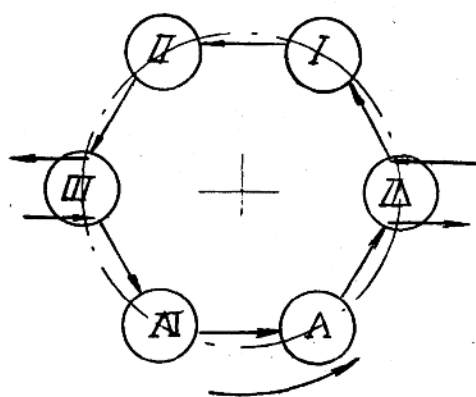


图1—4 双送料示意图

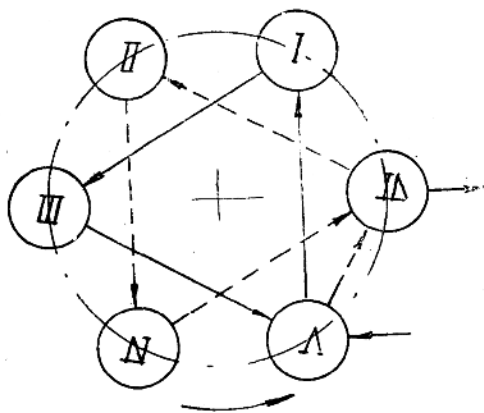


图1—5 双转位示意图

时取下，将工件反向，再装到第Ⅴ工位上去，然后，按Ⅴ—Ⅰ—Ⅲ工位循环，回到第Ⅴ工位，这时零件加工完毕，零件便送出。

双转位机构的实现，在该厂机床上也是比较简单，如图1—6所示。六轴基型机床分度齿轮2与主轴鼓大齿轮1相接即可。要改为双转位，则分度传动内新的齿轮2'，通过齿轮3，4，5，与齿轮1相接，要是将六轴改为四轴或八轴机床，也同样是用上述的交换齿轮的办法，即可完成分度要求。

送料机构的变型是为了解决细长零件的加工，主要是利用杠杆的臂长来调节送料长短，采用

这种机构，最长可送16吋的长料（参见图1—7）。其具体调节是这样的：图中Ⅰ为调节杆，Ⅱ为连杆，Ⅲ为送料杆，Ⅳ为送料器。在调节杆Ⅰ上有一拨销1，当凸轮鼓的凸轮槽转到拨销时，则推动调节杆转向虚线的位置，从而通过连杆Ⅱ，拉动送料杆Ⅲ和送料器Ⅳ移到各自的虚线位置，达到送料的目的。连杆Ⅱ有另一滑块2，另一端两个孔3和4，此滑块可在调节杆Ⅰ上下调整，以调节所需送料的长度。当3孔与5孔连接时，可送料的长度为 $6\frac{1}{2}$ 吋~16吋（165~400毫米）。当4孔与6孔连接时，则可送料的长度为2吋到 $6\frac{1}{2}$ 吋（50到165毫米）。

为了使送料设备能充分发挥作用，还必须配备自动装料装置，目前该厂已经与伯明翰的Birfield公司“协作”，制成了这样的装置。实际上这些装备对加工长零件的自动车床是十分有用的。

目前该厂在产品方面又有所发展，

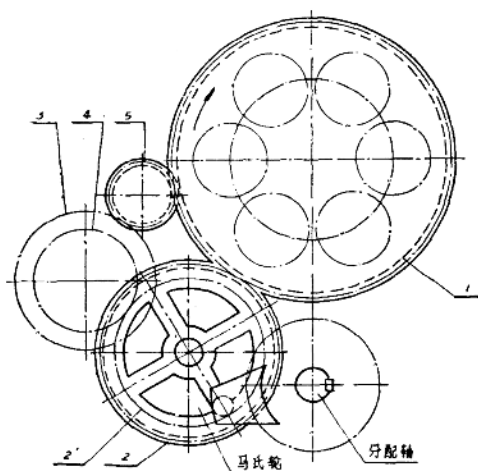


图1—6 双轴位机构

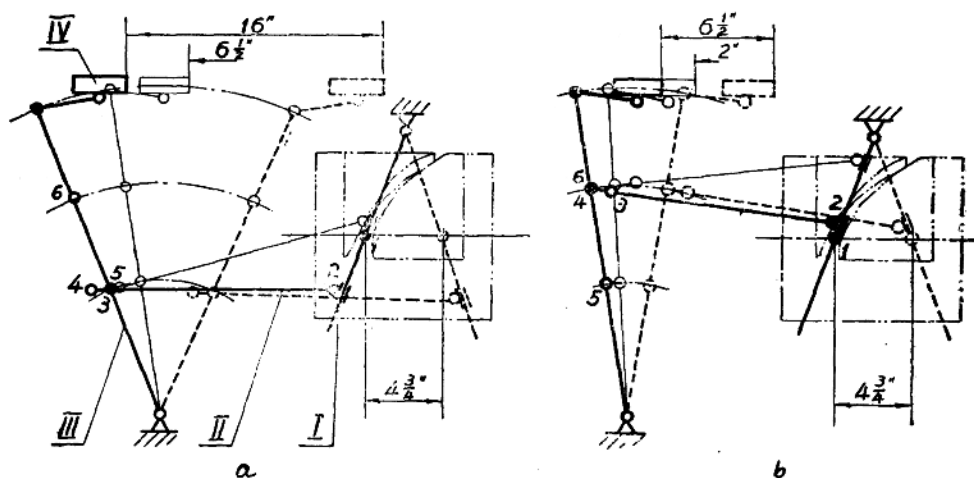


图1—7 送料机构示意图

扩大了机床的系列，制成了该厂最小的型号——5/8吋—6。在这个基础上又发展了变型机床。总的来说，多轴自动车床的基型又扩大到五种，此外，五轴系列中还有2个基型。该厂的机床统计见表1—1，1—2。

表1-1 多軸半自動車床統計表

最大卡盘直径 (吋)	六 軸 机 床		四軸机床 普通的	八軸机床 普通的	五軸机床 普通的
	普 遍 的	双轉位的			
5					×
5 ³ / ₈	×	×			
6				×	×
6 ³ / ₈	×				
7 ¹ / ₄	×	×			
9			×		

附注：威克曼多軸半自动机床的双轉位结构标为D，如
6吋零件直径，六軸双轉位的机床其表示为6吋—6D。

表1-2 多軸棒料自動車床統計表

最大棒料直径 (吋)	六 軸 棒 料 自 动 車 床				四軸普通的	八軸普通的	五軸普通的
	普通的	双送料	送长料	停車式			
5/8	✓			✓			
7/8							✓
1	✓	✓		✓			
1 ³ / ₈	✓	✓	✓				✓
1 ³ / ₄	✓	✓	✓	✓		✓	✓
2 ¹ / ₄	✓						✓
2 ³ / ₈	✓			✓			
3 ¹ / ₄	✓						
3 ¹ / ₂					✓		
4 ¹ / ₈					✓		

附注：棒料的变型机床标配为：

D——双送料；

L——送长料；

S——工件主轴能单独停車。

举例：1吋棒料直径，6軸双送料机床。其标配为1吋—6D。

单軸框式自动车床是新产品，目前只有两种规格：2⁵/₈吋；3¹/₂吋。

单軸自动车床的刀架是五角形的。

由于长期的生产经验积累，在技术上有很多专利，在国外亦享有专利权，具体内容不詳，为了便于今后查考，列于表3供参考。

表1-3 威克曼多軸机床的专利統計表

国 别	专 利 編 号
英	№S.678,748; 678,749; 678,750
美	2,677,281; 2,692,509
加拿大	№S.510,829; №510,830; №510,831
比列时	№S502,288; 502,589; 502,590, Brevetes SGD
法国	№S1,035,946; 1,035,947; 1,035,948 Brevetes SGD
意大利	Brevetio. 475,627; 475,596; 475,597

2. 威克曼卧式多轴车床的特点及其分析

为了深入一步地介绍与分析该厂的多轴机床结构, 因此分成几个项目来叙述:

(1) 主轴鼓与箱体孔配合部位的问题:

主轴鼓与主轴箱体(或称前箱)孔配合部分的结构好坏, 对机床的精度及其持久性影响很大, 因而此问题是卧式多轴自动及半自动车床的几个重要关键之一。

当前世界上好多多轴车床的制造厂商均采用图1—8所示的配合结构, 即主轴鼓外圆和主轴箱体内孔的配合为正圆配合。这样的配合对它们之间的间隙要选得适当, 如果选择过小, 就会在机床运转后, 由于主轴鼓发热的原因, 鼓的直径膨胀而变大, 发生咬住现象。反之, 则由于主轴鼓与前箱在长期相互摩擦, 导致磨损, 使间隙更大, 最后使机床的使用寿命迅速下降。如果该结构的机床采用侧面单插销定位(很多均如此), 则主轴鼓在受力的情况下, 特别是受到切削力时, 不易保证精确的稳固的定位, 机床的精度将会降低。威克曼厂采用如图1—9所示的结构比较好。此结构的特点是箱体孔不是圆的, 而是用两个不同圆心及不同直径的圆组成, 在两圆相交处(A, B)与主轴鼓进行配刮, 使主轴鼓与箱体孔形成两个相当

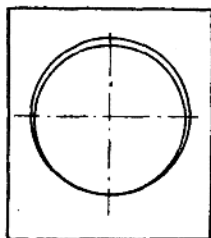


图1—8 主轴鼓与箱体配合结构之一

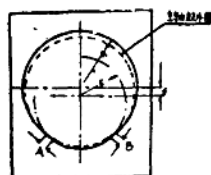


图1—9威克曼机床的主轴鼓与箱体的配合结构

好的接触面。弧面的宽度约50到80毫米(西德Schütte公司最近也采用威克曼厂相近似的结构, 但主轴鼓和箱体孔间接触为两条直线)。很明显的后果是, 主轴鼓在箱孔内很稳固, 由于它们之间的接触面积加大, 而单位面积所受的压力大大减少, 这就提高了箱体孔的寿命。威克曼厂的这种结构不但解决了机床由放发热变形而发生的主轴鼓与箱体咬住现象, 而且提高了机床的精度, 延长了机床的使用寿命。同时在一定程度上亦减少了主轴鼓和箱体的制造工作量, 以2 1/4吋—6 机床为例, 它的主轴鼓与箱体的配合部分直径就有540毫米, 这样大尺寸的外圆和内孔, 在老的结构上要求很严, 且要保证一定的间隙, 同时, 箱体孔的光洁度要求达到▽▽▽7, 而威克曼采用的结构, 则主轴鼓外圆的绝对尺寸就可以放宽, 箱体孔的尺寸同样可以放宽很多, 同时孔的表面光洁达到▽▽5到▽▽6即可。

(2) 分度定位机构:

定位机构的定位精度和它的可靠性, 对加工精度和在生产中的稳定性有直接的影响, 因而它是卧式多轴自动和半自动机床中的一个很重要的组成部分。

目前世界各国所采用的有单定位及双定位两种类型的机构。

单定位机构: 在定位机构中只有一个定位销, 它在机床上的位置各有不同, 有的则设计在侧面, 如英国两家生产该机床的有名厂商之一的B.S.A.厂采用这种机构(参见图1—10), 有的则采用放在机床的上方, 如美国的Cone等。

单定位的结构简单, 但精度不高, 稳定性差, 由于定位销经常往复运动, 定位销易于磨

損，因此精度的保持性亦差，特別是側面定位的，比較最爲不准，爲了提高定位精度，在單定位機構中還有採用其他措施的，如B. S. A. 廠，在主軸鼓的上方左右兩邊，各加輔助支點，參見圖1—11所示。

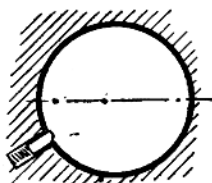


圖1—10 單桿銷式定位機構

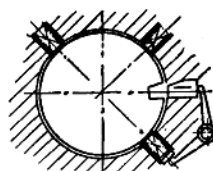


圖1—11 B. S. A. 廠的定位機構示意图

雙定位機構：和單定位比，雙定位機構合理，雖然結構略爲複雜，但定位精度高，而且比較穩，精度保持性亦長。蘇聯的老產品1240等型號採用兩個定位銷聯鎖的雙定位結構，由於定位銷的摆动抬起量只有3毫米多些，當主軸鼓轉動略爲大些，几乎常常失靈，這是使用中較爲麻煩的問題。據說現在蘇聯對此結構已有所改進，但效果并不好。

威克曼的雙定位銷結構如圖1—12所示，左上方是摆动定位銷，右上方是精度定位銷，摆

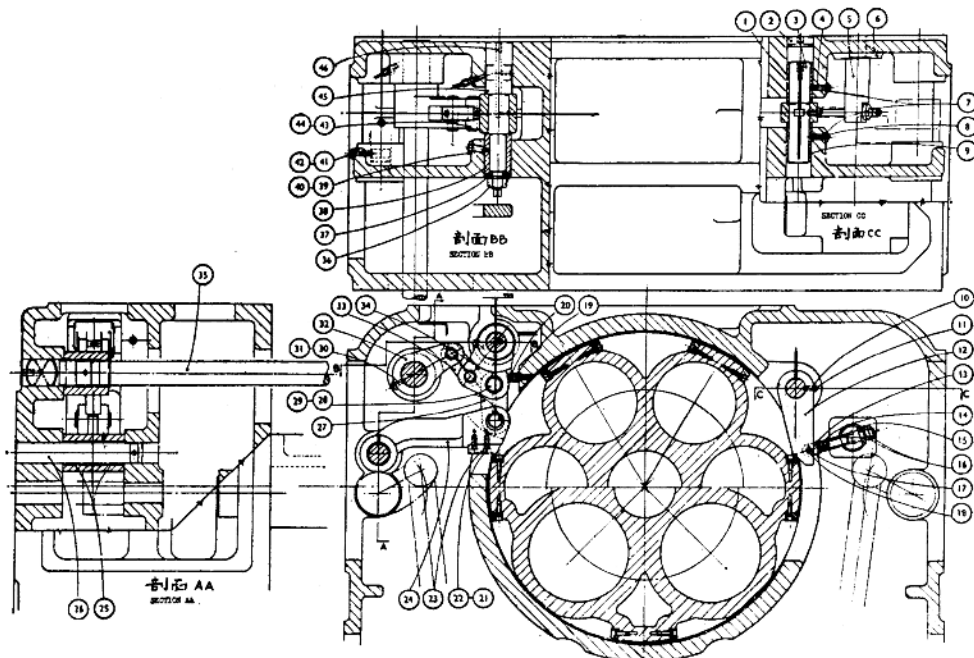


圖1—12 威克曼採用的雙定位結構

1. 主軸鼓止動銷用衬套 2. 主軸鼓壳体塞头 3. 止動銷 4. $\phi 3/8" \times 1\frac{1}{2}"$ 长带锥尖的凹头固定螺釘
5. 柱臂 6. $\phi 3/8" \times 1"$ 长带锥尖的凹头固定螺釘 7. $\phi 3/8"$ 六角鎖緊螺母 8. $\phi 3/8" \times 1\frac{1}{2}"$ 长带锥尖的凹头固定螺釘 9. 主軸鼓止動銷衬套 10. $\phi 3/8"$ 六角鎖緊螺母 11. $\phi 3/8" \times 1\frac{1}{2}"$ 长带锥尖的凹头固定螺釘 12. 主軸鼓止動銷 13. 主軸鼓止動銷用制動桿 14. 主軸鼓止動銷彈簧 15. 彈簧挡塞 16. $\phi \frac{1}{2}"$ 六角鎖緊螺母 17. 鎖釘 18. $1/10" \times 3/4"$ 开口鎖 19. 套圈 20. 停止螺釘 21. $3/8"$ 彈簧墊圈 22. $\phi 3/8" \times 1"$ 长凹头螺釘 23. 主軸鼓鎖緊墊 24. 肘节杠桿 25. $1\frac{1}{2}" \times 1\frac{1}{2}" \times 1\frac{1}{2}"$ 挡衬套 26. 肘节杠桿用銷釘 27. 肘节杠桿 28. 銷釘 29. $1\frac{1}{2}"$ 外彈簧鎖圈 30. $\phi 3/8" \times 1\frac{1}{2}"$ 长带锥尖凹头固定螺釘 31. $\phi 3/8"$ 六角鎖緊螺母 32. 杠桿 33. 操縱桿 34. 肘节杠桿 35. 主軸鼓鎖緊軸 36. $\phi 3/4"$ 六角螺母 37. 鎖緊墊圈 38. 鎖緊套 39. $\phi 1/2" \times 1\frac{1}{2}"$ 长带锥尖的凹头固定螺釘 40. $\phi 1/2"$ 六角鎖緊螺母 41. $\phi 3/8" \times 1\frac{1}{2}"$ 长带锥尖凹头固定螺釘 42. $\phi 3/8"$ 六角鎖緊螺母 43. 止滑銷釘 44. $3/4"$ 外簧环 45. 肘节桿用的銷釘 46. $\phi 1/2" \times 3/4"$ 杯形凹头固定螺釘

动定位销的支点安排得比较好,因此摆动量大,当主轴鼓转位结束时,超过定位位置时,亦能进入定位块,因之很可靠。当定位时,定位销和定位块之间,没有相对滑动,因而定位销和定位块原有精度保持性久,不象单插销定位那样经常处于相互摩擦状态下,加之主轴鼓与箱体孔,如前面所述为两个面的接触,左右上方各一个定位爪,这样四点定位,主轴鼓在箱体孔内,极为稳定,其结果不会由于机床在工作过程中,各刀架切削力的变化而影响被加工零件的精度变化。当然威克曼厂的这种定位机构还有它的不足之处,如主轴鼓不能反转,对调整机床感到不便。

(3) 走刀传动机构:

卧式多轴自动或半自动车床的走刀传动机构,以机械方式来完成的,分为可调式和不可调式的两种形式。

从大量生产的角度出发,不可调式机构的机床可得到较好的经济效果,但是在成批生产的条件下,则其经济效果就不很佳,据威克曼厂统计,若使用B. S. A. 厂的多轴车床(为不可调式的),用于成批生产上,则每台机床,每十年消耗在凸轮制造的费用达916英镑(约合人民币六千四百余元),并且还要相当大的库房予以保存,这在资本主义国家是一个不可思议的问题,其实对社会主义国家更应考虑到这样的问题。

为了扩大多轴车床的使用范围,能适应成批生产的需要,减少调整时间,目前世界各国已有几个厂商采用了可调式的走刀传动机构,如苏联基辅厂(以前该厂生产的为不可调式的),美国的Cone公司,西德的Schütte等。现在英国的B. S. A. 亦在向这方面努力。

英国威克曼厂生产的全部为可调式的走刀机构,图1—13为该厂的可调纵向刀架的传动机构,此两种型式的原理,基本上相同,即机构由两部分组成,快速进退空行程部分与慢速工作行程部分,各由一个凸轮轴控制,快速进退空行程是一个常数,不能调整,而慢速工作行程是通过调整横杆比,来调节其行程长短,调整起来也比较方便。

该公司的机床横刀架传动机构亦为可调式的。

(4) 主要零件的耐磨性:

根据使用条件,主轴鼓在箱体中不断地转动,纯粹是滑动摩擦,极易引起主轴鼓外圆和箱体孔的磨损,因此有些机床在分度转位时,预先将主轴鼓抬起,苏联就采用这种方法,使主轴鼓在转位时,和箱体脱开0.5毫米,用青铜瓦托住,另外在上方左右有两个滚子压住,三点将主轴鼓托起,然后分度,这样使结构复杂化,威克曼厂认为这是美国的方法,该厂无必要运用,它们是提高铸件本身的耐用度来解决这个问题,主轴鼓的硬度为布氏190到230度,而箱体的托住部位则是在铸造时,采用冷铁使其激硬,我们在参观时,就发现了这个特点,硬度与主轴鼓相同,根据介绍,在正常使用下,这部分磨损到不能使用时为止,约十余年,因此该厂认为这是根本的解决方法。

铸铁采用冷铁铸造的部位即图1—9中所示的A、B处。实际上,主轴鼓和箱体的接触面的宽度每面约50到80毫米,根据机床规格而定。

六角刀架与中心轴在工作中,频繁地相互运动,因此如何避免磨损亦是一个较重要的问题,为此,中心轴是采用表面淬硬的办法,提高其耐磨性,而六角刀架则采用镶离心浇铸的铸铁套。据介绍,该厂曾在六角刀架内孔镶过铜套,亦镶过钢套,经过事实证明,完全抵不上铸铁套,我们问是否能采用含油轴承,原因是该厂广泛采用这类轴承,但是他们的答复是肯定的,铜套在切削过程中易受冷却液的化学侵蚀。

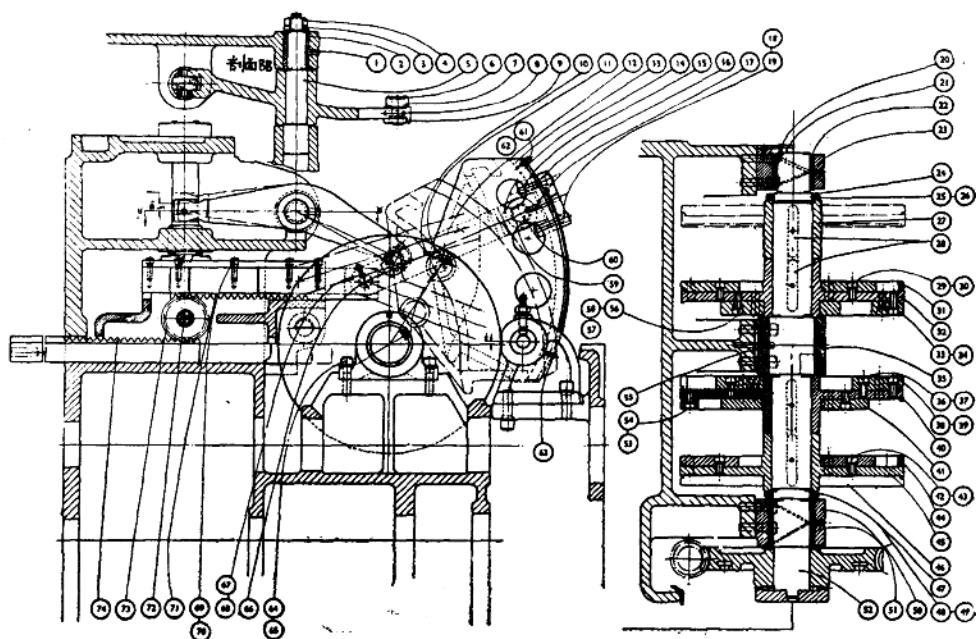


图 1—13 威克曼车床的纵向刀架的传动机构

1. $\phi 3/8 \times 7/8$ 长的带有槽的销钉 2. 衬套 (锁紧螺钉支轴销) 3. 垫圈 (锁紧螺母支轴销) 4. $\phi 1/4$ 六角锁紧螺母 5. 支轴销 (销紧螺钉用) 6. 滚销 7. 滚子 8. $\phi 9/32 \times 2$ 长的锥销 9. 锁紧螺钉 10. $1^\circ 1/16$ 长带头锥形定缝销 11. 滚子 12. 滚子销 13. 扇形体 (后面) 14. 连棒 (与扇形板分开的) 15. 销紧垫 16. 冲程调整块 (外端位置) 17. $\phi 3/8 \times 1$ 长的带带尖的圆头固定螺钉 18. $\phi 1/2$ 弹簧垫 19. $\phi 1/2 \times 2 1/4$ 长的圆头固定螺钉 20. $\phi 1/4 \times 3/4$ 长的开槽埋头螺钉 21. 盖板 (在后轴承托架上) 22. 凸轴用后轴承 23. 凸轴用后轴承托架 24. $\phi 3$ 开槽的锁紧螺母 25. $\phi 5/16 \times 3/8$ 长的杯形圆头固定螺钉 26. $1/8$ 长的铜垫 27. 间隔衬套 28. 凸轴轴套 29. 凸轴专用螺钉 30. $\phi 5/8 \times 1 1/2$ 长的平行销 31. 纵向滑动用凸轴 32. 凸轴托板 33. $3 1/2$ 冲程滑块用的凸轴 34. 5 冲程滑块用的凸轴 35. 凸轴块中央轴承托架 36. 凸轴用专用螺钉 37. $\phi 1/2$ 弹簧垫 38. 中央块凸轴 39. $\phi 5/8 \times 1 1/4$ 长的平行销 40. 凸轴托板 41. 凸轴锁紧螺钉 42. 凸轴用专用螺钉 43. $\phi 5/8 \times 1 1/2$ 长的平行销 44. 纵向滑座用凸轴 45. 凸轴托板 46. $2^\circ 1/8$ 凸轴 47. $\phi 3$ 开槽的锁紧螺母 48. $1/8$ 长的铜垫 49. $\phi 5/10 \times 3/8$ 长的杯形圆头固定螺钉 50. 凸轴前轴承托架 51. 凸轴前轴承 52. 凸轴轴 53. $\phi 5/8 \times 1 1/2$ 长的平行销 54. 凸轴用专用螺钉 55. $2 1/8$ 长的带头锥形定缝销 56. 凸轴用专用螺钉 57. $\phi 5/8 \times 1 3/4$ 长的平行销 58. $\phi 1/2$ 弹簧垫圈 59. 连棒衬套 60. 扇形体端部连棒销 61. $\phi 1/4 \times 1/27$ 长的圆头螺钉 62. $\phi 1/4$ 弹簧垫圈 63. $\phi 1/4 \times 1/2$ 长的圆头固定螺钉 64. $\phi 5/8$ 圆头螺钉 65. $\phi 5/8$ 弹簧垫圈 66. 齿条端部连杆销 67. $\phi 1/4$ 锁紧螺母 68. $\phi 1/4 \times 1$ 长的带头圆头固定螺钉 69. $\phi 3/8 \times 1 1/4$ 长的圆头螺钉 70. $\phi 3/8$ 弹簧垫圈 71. 在外端位置的上齿条 72. 齿轴轴 73. 外齿轴 74. 在外端位置的下齿条

(5) 刀架的结构:

威克曼六轴自动车床共有14个装刀具的位置,这有利于复杂零件的加工。

刀架均采用装配式的,直接用螺钉紧固到机床上去的,这样的结构提供各种有利条件,从维修角度来看,更换或制造均很方便;在提高刀架本身的耐用度方面亦是很为有利,其刀架均采用铸钢件制成其导轨并经表面淬火,使用寿命长。刀架的蒸汽槽均由导轨磨床直接磨出,因此在精度上亦比较高。目前基本上均采用这种方法,我们参观的 B. S. A 厂,亦采用此法。

(6) 机床的附件多样化及互换性:

在威克曼厂的多轴机床上附件特别多,绝大部分已经标准化,如攻丝夹具,铰孔夹具及钻

孔夹具等, 另外又能根据用户提出的零件, 设计各种专用的附件, 例如特殊的取件(Pickup)装置、钻横向孔附件、铣六角夹具、拉槽夹具等, 这样使机床的使用范围不断扩大。我们曾参加了附件的调整, 发现该厂的附件精度很高, 同时互换性极强, 装上任一台机床均无修配现象。如纵刀架上, 各工具支架不是在机床上自镗加工出来的, 也可互换。至于附件的互换性所以高的因素, 不尽是在工艺上得到保证, 而在设计上亦采取了一些根本性的措施, 如该厂在设计附件与变速箱联接部分, 基本上是用带花键孔的套, 并且花键轴和花键套之间的间隙比较大, 这样变速箱上各工具主轴孔与主轴鼓上各主轴孔的同心性, 就可以不要求太严格, 同时给工具主轴互换性提供了条件。

但是在附件装夹调整方面, 我们认为还是不够方便, 这是因为箱体内的空间太小。

(7) 送料管的改进:

在多轴机床的使用中, 广泛的反映, 认为很长的棒料在自动车床上加工时, 噪音很大, 而且由于振动, 直接影响车削等加工质量。目前该厂在送料管内装入了一根波形的弹簧, 使材料在其中转动时, 降低噪音, 并且吸收了一部分振动, 这对机床加工质量有所提高, 其形状可参见图1—14所示。

(8) 精度高:

威克曼多轴机床, 精度较高, 在实际观察中亦有这种体会。在工段中我们实际看到了主轴鼓的分度块精度的检定, 一般400毫米直径处, 齿距误差为0.0025毫米, 图纸要求为0.005毫米。



图1—14 送料管的波形弹簧

其它精度可以参考另一章节所介绍的精度。由于精度较高, 在加工中, 一般可达3级精度的零件, 表面光洁度在 $\nabla\nabla 6$, 这是比较高的。

总之威克曼的多轴机床在各个方面都有比较周密的考虑, 例如易于发生过载的部分, 一般均有剪切销予以保险, 在回转的关节部分均用含油轴承, 减少磨损。

从结构上分析, 五轴机床已比较陈旧, 工艺性亦较差, 在该厂亦是处于取代的状态。

(三) 工 艺 部 分

英国的机床制造厂专业性很强, 产品类型一般均较单一, 威克曼自动车床厂就是这样, 只是专门生产多轴卧式车床的工厂。由于这样一个特点, 给工艺上带来了比较有利的条件, 例如检验用主轴鼓形式的量具, 在任意一种所生产的自动车床上基本一致, 又如磨主轴鼓分度块的特种装备亦基本上是一种形式, 仅尺寸上有所不同, 这样在生产准备及技术掌握上均十分容易, 相对地说, 就能从提高方面集中必要的力量, 因此技术水平亦易于提高。

由于专业性很强, 客观上创造了协作的条件, 因此英国的机床制造厂普遍的情况是, 原料或毛坯均由专业性工厂协作, 例如铸锻件、冲压件等, 甚至大量的零件或工序亦是协作的, 威克曼厂并不例外, 该厂的铸锻件毛坯、冲压件(已喷好漆的), 均来自外厂, 零件亦有很多外协, 例如弹簧夹头、送料夹头等。该厂的工具车间主要是生产机床产品上的附件或专用刀具, 而不是生产二级工具的, 该厂使用的刀具, 大部分来自本集团的Wimet工厂。

在生产上尽可能采用高效率机床及高精度机床加工零件, 在前面已经介绍过, 这是从高