

《国外机械工业基本情况》参考资料

# 重 型 机 床

武汉重型机床研究所

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》的重型机床部分。内容介绍了国外主要国家在重型车床、落地铣镗床、深孔钻镗床、大型齿轮加工机床及立式车床等方面设计、生产、工艺、组织等概况。可供机床行业有关工程技术人员、管理人员及大专院校教学工作者参考。

**重 型 机 床**

武汉重型机床研究所

(内部资料)

第一机械工业部科学技术情报所编辑出版

技术标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

北京市中国书店 上海市科技书店 重庆市新华书店

经 售

1981年9月北京

代号：79—62 定价：1.50 元

N67:19

6

## 出版说明

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、组合机床及其自动线、车床、自动车床、铣床、钻镗床、电加工机床、齿轮加工机床、磨床、插拉刨锯床等分册。本书为重型机床分册，主编单位是武汉重型机床研究所和一机部机床研究所。参加编写单位及主要执笔人员有：武汉重型机床研究所陈淦英、于胜军、孙廷云、青海重型机床厂沈序良、上海重型机床厂张钧文、齐齐哈尔第一机床厂杜国梁、郑之明、天津第二机床厂张惠贤、一机部机床研究所高亭德。

第一机械工业部科学技术情报研究所

—  
64672

# 目 录

<b>第一章 综述</b> .....	( 1 )
<b>第二章 重型车床</b> .....	( 5 )
一、概况.....	( 5 )
二、重型普通车床.....	( 6 )
三、重型数控车床.....	( 23 )
四、轧辊车床.....	( 32 )
五、落地车床.....	( 37 )
六、曲轴车床.....	( 43 )
七、重型普通车床的发展趋势.....	( 46 )
<b>第三章 落地铣镗床</b> .....	( 50 )
一、概况.....	( 50 )
二、七十年代落地铣镗床发展的几个特点.....	( 54 )
三、工艺方面的几个问题.....	( 56 )
四、生产情况.....	( 58 )
五、新技术的应用.....	( 71 )
<b>第四章 深孔钻镗床</b> .....	( 77 )
一、概况.....	( 77 )
二、生产情况.....	( 80 )
三、主要部件结构.....	( 86 )
四、发展趋势.....	( 90 )
<b>第五章 大型齿轮加工机床</b> .....	( 93 )
一、大型滚齿机.....	( 93 )
二、大型插齿机.....	( 100 )
<b>第六章 立式车床</b> .....	( 103 )
一、概述.....	( 103 )
二、立式车床的发展现状.....	( 103 )
三、企业发展情况.....	( 116 )
四、发展趋势.....	( 128 )

# 第一章 综述

执笔：武汉重型机床研究所 于胜军

重型机床的发展，依附于机械工业的发展。在机械工业中能够左右重型机床发展的主要有三大行业，它们是发电、冶炼轧制和造船工业。这三大行业七十年代的发展水平是前几个年代所不能比拟的，如发电设备制造业，当前一个明显的趋势是单机容量在不断的增加，如果说五十年代只有十几万千瓦，六十年代初达到几十万千瓦，到六十年代末期至七十年代单机容量已经是上百万千瓦了。美国在七十年代初期130万千瓦的机组已经投入了运行。据国外资料介绍，英国在1973年开始设计了200万千瓦机组，而西德设备联合公司新建了一个按250万千瓦单机容量设计的工厂。这里值得注意的是至八十年代，已运行的机组单机容量并未突破200万千瓦。还保持在130万千瓦左右，这说明在无新的技术突破以前，单机容量继续增长的趋势将相对地静止一段时间。但百万千瓦机组的出现已对重型机床的发展产生了巨大的影响。

单机容量的增加，就意味着电站设备的工件尺寸要有相应的增大，如大型汽轮机缸体、核电站反应堆壳体、大功率核电发电机转子锻件等，据资料介绍200万千瓦核电站机组转子轴，锻件重达500吨（成品约重250吨），低压缸轮廓尺寸达6500×4500×11000毫米（宽×高×长）。不但尺寸大、重量重、而且要求精度高。如汽轮机缸体两半部加工，合拢后中分面的平直度要求用0.03毫米的塞尺不入。

发电设备制造业如此，造船业和冶炼轧制设备也是如此。七十年代50万吨位的油轮已下水，据说上百万吨大船已在设计中。冶炼方面是大型轧制设备机架的加工，轧制速度国外已达到30米/秒以上。

从以上三大行业发展来看，七十年代的主要水平特点：一是机械行业发展的速度，二是工件的尺寸大和精度高，从而对重型机床的发展提出了新的要求，这种要求就是近代重型机床发展的依据。

促使重型机床发展的另一方面，是七十年代新技术的进步。新技术的进步是重型机床七十年代水平的发展条件，如没有七十年代的静压技术和新式传动机构——滚珠丝杠、静压蜗杆-蜗母条传动机构、伺服电机、数码显示和数控技术等，重型机床在结构上的发展，不管是精度和效率都难于满足七十年代机械工业发展的要求。

另外，如没有七十年代的切削手段的发展，重型机床在发挥效率方面，也是难于提高的。七十年代在切削工艺方面的一大特点是铣削工艺取替了刨削工艺。由平面的铣削发展到孔的铣削，铣削手段之所以能发展，主要是有了新的刀具材质，从而发展了能够进行高效率铣削的刀具，又有了新技术为基础，提高了铣削精度。这一切也都反映出了七十年代的水平，这一点显然也是七十年代重型机床发展的一个重要基础。

重型机床发展有两方面，一是品种的发展，二是性能的发展，而品种保持不变，两方

面的发展导致了切削效率和加工精度的提高。

国外重型机床七十年代有代表性的品种发展，主要有落地式铣镗床、龙门式铣镗床和龙门移动式铣镗床，主要对象是三大行业的箱体件加工。从发展和使用性能来看各有特点，如落地式铣镗床的主要特点，工件轮廓尺寸和工件重量基本上不受限制，便于组成各种有针对性的加工中心，造价比较低。而龙门式铣镗床工件装卡容易，如加工汽轮机缸体，是以汽轮机安装时的状态装卡，理论上被加工工件没有自重变形的现象，可提高加工精度。龙门移动式铣镗床对加工特大型工件很适用。这三种类型机床的共同特点是可以一次装卡完成大部或全部工序。

以上是品种的发展，至于重型机床性能的发展，七十年代的水平也是六十年代水平所不能比拟的。如重型普通车床，六十年代的水平，上限规格顶尖间最大负重只有250吨，而七十年代经过不断改型，上限规格的负重达到500吨。其它如精度的提高和结构的先进都不是六十年代所能比的。

七十年代趋于淘汰的机床主要是龙门刨床。龙门刨床的致命缺点是切削效率低，满足不了当代高效切削的要求。如美国格雷 (GRAY) 公司，四十年来龙门刨床是该公司的主导产品，可是在近代切削效率大幅度提高的情况下，在美国龙门刨床已无人问津。该厂目前已淘汰了龙门刨床的生产。

在1968和1973年之间，机床总数增加近9%，但刨床拥有量却从0.4%强下降到0.32%。龙门刨床趋于淘汰这是国际上早已显示的情况。

总起来说，七十年代的重型机床品种、结构、性能的发展都是很大的，在这种发展的基础上，用户能够比较自由地选用自己所需要的机床，对生产厂来讲，不再是生产什么就供应什么，而是用户需要什么就生产什么，包括用户所需要的加工精度。

七十年代重型机床的发展主要有以下几个特点：

### 1. 组合化的系列设计

七十年代各国生产的重型机床，基本上均已完成了系列化设计。新系列设计的特点是高精度的，是以“需要”为主要因素的系列化和通用化设计。国外称这种设计为组合化设计或积木式设计。在系列内各基本部件可相互通用，可根据用户需要很快地利用这些基础件组合成所需要的加工设备。这样既满足了用户特定条件下的需要，又便于品种的发展。如意大利茵塞公司的重型机床系列化设计，不但在本系列内通用，而且注意了跨系列通用，其箱体移动式和滑枕式两种铣镗床系列的基础件，除主轴箱外都可互相通用，有些部件已典型化，可通用于铣镗床、立车、转子槽铣床和回转工作台等。如静压导轨系统、静压蜗杆-蜗母条传动机构、数显装置和位置闭环伺服驱动等机构，能够利用各种通用部件很快地组合成新的品种。据与茵塞公司座谈资料介绍，他们自称与其说是生产机床，不如说是生产部件。

另外，如西德瓦德里希(济根) (Waldrich Siegen)、海利根施塔特 MFD (MFD Heyligenstaedt) 等公司的普通车床，把床头箱、刀架床身、托架(中心架)、尾座床身等分别设计成允许的规格，可以按需要组合成很多种产品。值得注意的是这三类大部件分别安装在基础上，相互间除基础外无任何联系，这样前后两个床身的高度及相互距离可以按不同的基础而变，基型变轻型或重型，床头箱可以完全不变，刀架也可以不

变,托架(中心架)是标准部件,可按需要选择,尾座只要变一下垫块厚度即可。

这种型式的组合化设计,对制造或装配的优点是明显的,机床刚性和精度保持性,据说也没有问题,该厂生产了不少这种机床,用户反映很好。

西德席士-弗罗里普(Schiess Froriep),沙尔曼(Scharmann),沃汤(Wotan)都发展了刨台式镗铣床。这种机床由横向移动的回转工作台和轴向移动的立柱和主轴箱组成。立柱和回转工作台,除基础外,无任何联系,便于任意组合,据说均可保持良好的机床刚度和精度。这些厂生产的单柱立车,工作台与立柱除基础外,也无任何联系,便于组合。席士的双柱立车也可以将属于不同基型的部件组合成另一变型机床,如其50DZ双柱立车的龙门,40DZ的工作和63DZ的刀架可组合成有针对性的特殊立车。

总的来说,国外在重型机床生产中,为了能更快、更好的适应当前机械工业发展的需要,对其重型机床的系列型谱进行了分析研究,从而找出了组合化的设计原则。这种设计原则是衡量重型机床发展水平的一个重要方面。即作到品种和精度方面均能按“需要”提供设备。

## 2.大幅度的提高切削效率

目前各国提高切削效率的主要方法是提高机床的有效切削时间和减少辅助时间。减少辅助时间的重要途径是减少工件的装卡次数,尽量作到一次装卡完成全部或大部工序,采取的办法有:

(1)多工位加工。利用落地铣镗床横向移动座标可按需要加长的特点,如加长床身,配备双工作台进行多工位加工,即一工件加工,另一工作台可进行装卸和调整工件的工作,当一个工件加工完毕,主机可转到另一工位上加工,而前一工位即可以进行装卸和调整工作,这样设备在维护期内,主机可以不停止地连续加工。

(2)针对一定范围的工件,组成加工中心。利用落地铣镗床、立车和回转工作台等组成加工中心。这种有针对性的加工中心在七十年代日益增多。美国英格索尔、捷克斯柯达和意大利的茵塞等公司都先后为一些机械工业提供了这种有针对性的加工中心。这种加工组合形式,不仅具有较高的切削效率,从另一方面讲,在理论上就增进了取得加工精度的条件。因为这种加工型式基本上是一次装卡完成全部或大部工序,因此尺寸链中的各项尺寸的加工,基本上是用同一基准面,从而就具备了提高各尺寸之间相对精度的条件,同时也由于一次装卡和调整,各单项尺寸的精度的提高也是无所异议的。

目前,这种加工中心还在不断地发展,特别是数控技术在重型机床上的采用越来越广泛的情况下,这种加工中心就更具备了技术基础。

(3)扩大重型机床的工艺适应性,这是七十年代重型机床的一个重要水平指标,基本上也是要求一次装卡能完成多工序加工,主要是靠机床结构和其它一些技术措施保证。如落地式和龙门式铣镗床的主轴箱结构型式,便于装卡各种形式的附件,能经济地进行多工序加工各种大型工件,并能一次装卡完成大部或全部工序。意大利茵塞公司生产的箱体移动式落地铣镗床就可以加工发电设备的转子槽。

## 3.新技术的采用

七十年代重型机床的结构特点是普遍的采用了新技术,如静压技术、补偿技术、传

动效率高的传动机构——滚珠丝杠、静压蜗杆-蜗母条传动机构、双齿轮——齿条预应力间隙消除传动机构以及可控硅供电、进给伺服电机和数码显示等。

通过各种新技术的采用，使机床结构本身具备了在不作任何改变的情况下，装备数控系统，这一点对于微处理器进入数控技术的时代是非常重要的，当代的数控系统技术性能可靠，且价格便宜，因此在重型机床上的采用日渐增多，而且会向更高的阶段群控（DNC）和适控（ANC）发展。从这一意义讲，近代化的重型机床在结构上具备上述装备数控系统条件已是必须的了，也是鉴定水平的一项重要技术指标。

#### 4. 具备现代化的刀具和附件

七十年代重型机床的重要特点是提高了切削性能和扩大了组合性加工。提高切削性能的主要标志是近代的重型机床基本上都在一定的范围内提高了主电机功率，在这种前提下，对刀具的材质和结构都有了新的要求，传统的硬质合金无论在使用寿命及加工效率方面已不能适应其要求。各国在刀具材质方面取得了以下三方面的成就：即涂层刀片、微细颗粒硬质合金和碳化钛基硬质合金。这三方面的成就，被称为硬质合金领域的三个突破。陶瓷刀切削速度可达到1000米/分，而碳化钛涂层有特好的耐磨性和耐热性，其性能可超过陶瓷刀片。

在刀具结构方面，如不重磨刀具、新式结构铣刀盘等，都是近代在重型机床发挥效率方面的重要因素。国外是很重视工具生产这一环节的，因为它促进了机床技术的发展，同时也起到和保证了机床生产能力的充分发挥。

至于附件，也是非常重要的，如铣镗床的各种角铣头和延伸机构等。而附件中的回转工作台更是重要的附件，对落地铣镗床来说，回转工作台和其它附件可以说是机床本身的一部分。因为缺少这些附件，尽管有了近代化的落地铣镗床的结构，也不能发挥主机应有的作用，对铣镗床而言主要是靠附件提高切削效率和扩大工艺范围。

回转工作台在六十年代末期的承载能力还只有250吨，近来有的国家发展的回转工作台系列承载量已达到500吨，基本上所有的大件都可在回转工作台上一次装卡完成大部或全部加工工序。

5. 重型机床的基础件，如立柱、主轴箱、床身、工作台等，大量采用焊接结构，主要理由是重量轻、刚度好、经济性好，结构设计上的自由性大，可以按需要布筋。



## 第二章 重型车床

执笔：青海重型机床厂 沈序良

上海重型机床厂 张钧文

武汉重型机床研究所 于胜军

齐齐哈尔第一机床厂 郑之明

天津第二机床厂 张惠贤

### 一、概 况

重型车床是加工大型轴类零件的主要设备，其加工工件的尺寸约为：直径1000~6000毫米，长度超过20米，重量10~400吨以上，加工精度要求较高。它是发电设备、大型船舰、冶金及锻压设备等制造行业不可缺少的重要设备。目前根据这些行业的发展，需在重型车床上加工的轴类零件，大约可分为以下几种类型：

1. 工件直径约在6000毫米左右，长约10~20米，重量约160~200吨。这类工件为单机容量30万千瓦，100~200万千瓦核电汽轮机带叶片的低压转子，该工件需在车床上将叶片围带精车一刀，其尺寸情况见表2-1。

表2-1 核电汽轮机低压转子尺寸参数

参 数	不 带 叶 片		带 叶 片		长 度 (米)
	直径(毫米)	重 量(吨)	直径(毫米)	重 量(吨)	
单机容量 (万千瓦)					
30	2488	143	5180	163	13
100~200	~3000	160~170	~6100	~200	16

2. 工件直径约在2100毫米，但重量很重，约在160~350吨之间。这类工件为核电汽轮机发电机转子，对机床的精度要求较高。

3. 工件直径约在3000毫米左右，重量在400吨以上。这类工件为大容量汽轮发电机的转子毛坯锻件。这种锻件对重型车床的要求是承载重量大，约在200~450吨，但对机床精度要求不高。

4. 曲轴(主要指大马力低速柴油机曲轴)。这种柴油机在世界上已发展到5万匹马力，其曲轴重量已达280吨，全长22米，主轴颈 $\phi$ 1300毫米，曲柄销直径可达1100毫米，整个曲轴有12个曲柄销和14个曲轴颈。这些轴颈在无应力时要求是同心的，曲柄销的不圆柱度和主轴颈对曲柄销的不平行度都有公差要求。

5. 轧辊(主要是轧机的支承辊)。一般轧辊净重约在40~60吨之间,毛重约100吨,直径约1500毫米左右。

6. 直径不大,重量不重,但长度很长的轴类零件。这类轴系万吨级远洋轮的艏轴和中间轴,如1~2.5万吨级的远洋轮艏轴,长达21米,最大直径为700毫米。这类轴的一般长度约在13~21米之间,直径约500毫米,毛重和净重分别在30吨和20吨左右。

7. 直径约在1000毫米左右,重量不很重,长度约2米左右不太长的工件。该类零件系万匹机缸套,在落地车床上加工不方便,要求短床身的重型车床加工。

重型车床根据用途可以分为:重型普通车床、轧辊车床、落地车床、曲轴车床等,现将国外这几种车床的基本情况分述如下。

## 二、重型普通车床

### (一) 国外重型普通车床系列更新情况

国外生产重型普通车床的主要厂家,在六十年代中期至七十年代中期的十年里,为了满足工业迅速发展的需要,对重型普通车床多次进行系列更新,机床的主要性能参数均有较大变动。

#### 1. 主参数

五十年代初至六十年代末,国外发电设备单机容量为60~100万千瓦,与此相适应,多数厂家重型普通车床的主参数(床身上最大回转直径,也有的厂家采用过刀架最大回转直径)上限为 $\phi 3000$ 毫米左右。从六十年代末至七十年代中,随着单机容量越来越大,重型普通车床主参数又有所提高,例如瓦德里希(济根)(Waldrich Siegen)的重型普通车床系列,基型的过刀架直径上限提高到4500毫米,轻型提高到6500毫米。在系列型谱中指明,这种轻型系用于加工带叶片的汽轮机转子,而 $\phi 4500$ 毫米基型,显然用于加工大型转子毛坯锻件。

#### 2. 顶尖间最大工件重量

国外七十年代更新后的重型普通车床,其顶尖间的承载重量加大了。其中由于轴类工件直径增大引起该参数加大是有限的,主要还是长度增加较快引起的。例如,30万千瓦与60万千瓦汽轮机,为了提高通用化程度,两种容量的汽轮机采用相同的结构。60万千瓦汽轮机是在30万千瓦汽轮机的基础上,采取加长转子轴并联送汽的办法发展的,因此,就要求同规格的机床增加承载重量。下面列举一些国家承载重量的上限值:席士-弗罗里普(Schiess-Froriep)提出在 $\phi 3600$ 毫米和4200毫米(过刀架直径3300毫米和3900毫米)机床上承载500吨;瓦德里希(济根)提出在过刀架直径为3000~4500毫米机床上承载500吨;埃尔诺-索姆阿(H. Ernault Somua)提出在 $\phi 5800$ 毫米(过刀架直径5000毫米)机床上承载600吨;赫施MFD(Hoesch MFD)提出在 $\phi 4200$ 毫米机床上承载500吨。以上厂家提出这样高的参数,不是没有根据的,据赫施MFD公司介绍,是为了加工200万千瓦电站设备的转子轴,这种情况值得我们注意。

#### 3. 主电机功率

各国新系列的重型普通车床,其主电机功率有所增大。主要是随着新型刀具的出

现, 高速强力切削的应用日益广泛, 要求重型机床具有更大的切削功率。现以席士-弗罗里普为例说明该参数增加的情况 (表2-2)

表2-2 席士-弗罗里普重型普通车床新老系列主电机功率

床身上最大回转直径 (毫米)		2100	2500	3000	3600	4200
主电机功率 (千瓦)	新系列	80、100、125	80、100、125	100、125、160	100、125、160	125、160
	(七十年代)	160、200	160、200	200、250	200、250	200、250
	老系列 (六十年代)	52、66、85	66、85、118	85、118	85、118、162	

#### 4. 结构

国外重型普通车床七十年代产品在结构性能上有了很大改善, 其基本特点是采用了新技术; 提高了刚度和精度; 考虑了工序集中, 一机多能的要求。为适应数控技术的发展, 重型普通车床可在机械结构不做任何变动的情况下, 即可装备数控系统。现把各主要部件的结构特点综述如下:

##### (1) 床头箱

主运动广泛采用直流无级调速系统, 而且越来越多地采用可控硅控制代替发电机—电动机组。尽管直流无级调速系统价格昂贵, 但它在主运动机构中的应用, 还是呈明显增长的趋势, 其主要原因是需要对切削速度进行最佳化选择, 在切削过程中有时也需要对切削速度进行适当的调整。

在直流无级调速的主运动机构中, 均有机械变速配合电调速。关于机械变速的级数, 近来都趋于减少, 几年之前采用3或4级, 近来很多都采用2级, 相应地电调速范围有所扩大, 调速一般为1:4。减少机械级数的目的, 是力图扩大连续调速的范围, 以减少换挡时间。

主轴结构在国外有两种倾向: 一种是采用静压轴承作为主轴支承, 例如席士-弗罗里普公司的DL系列重型车床; 另一种是采用滚动轴承作为主轴支承, 例如瓦德里希(济根)公司的重型车床。在国外, 由于滚动轴承精度的普遍提高, 即使超重型车床所用的大规格滚动轴承的精度也很高, 一般可保证5微米, 因此给大规格重型车床采用滚动轴承提供了条件。但如果要求更高的精度, 例如2微米, 就要用静压轴承来达到了。

床头箱变速齿轮国外一般均采用斜齿, 为了提高末端环节的传动平稳性, 有的厂家采用双小齿轮与大齿圈啮合, 例如, 海利根施塔特公司的D系列重型车床。

为了改善机床的操作性能, 花盘卡爪一般都有省力机构。在大规格重型车床上, 还有卡爪移动机构 (见图2-1)。

##### (2) 刀架

为了提高刀架的刚度, 目前国外普遍采用箱形结构的两层刀架。为了提高刀具的刚度, 改变了刀具夹持方法, 在横刀架两侧装有刀板, 用以夹持快换式刀体。

刀架的进给运动, 广泛采用直流无级调速。进给伺服电机的性能不断改善, 目前越来越多地采用宽调速力矩电机, 其调速范围很大, 可达30000:1 (例如西门子

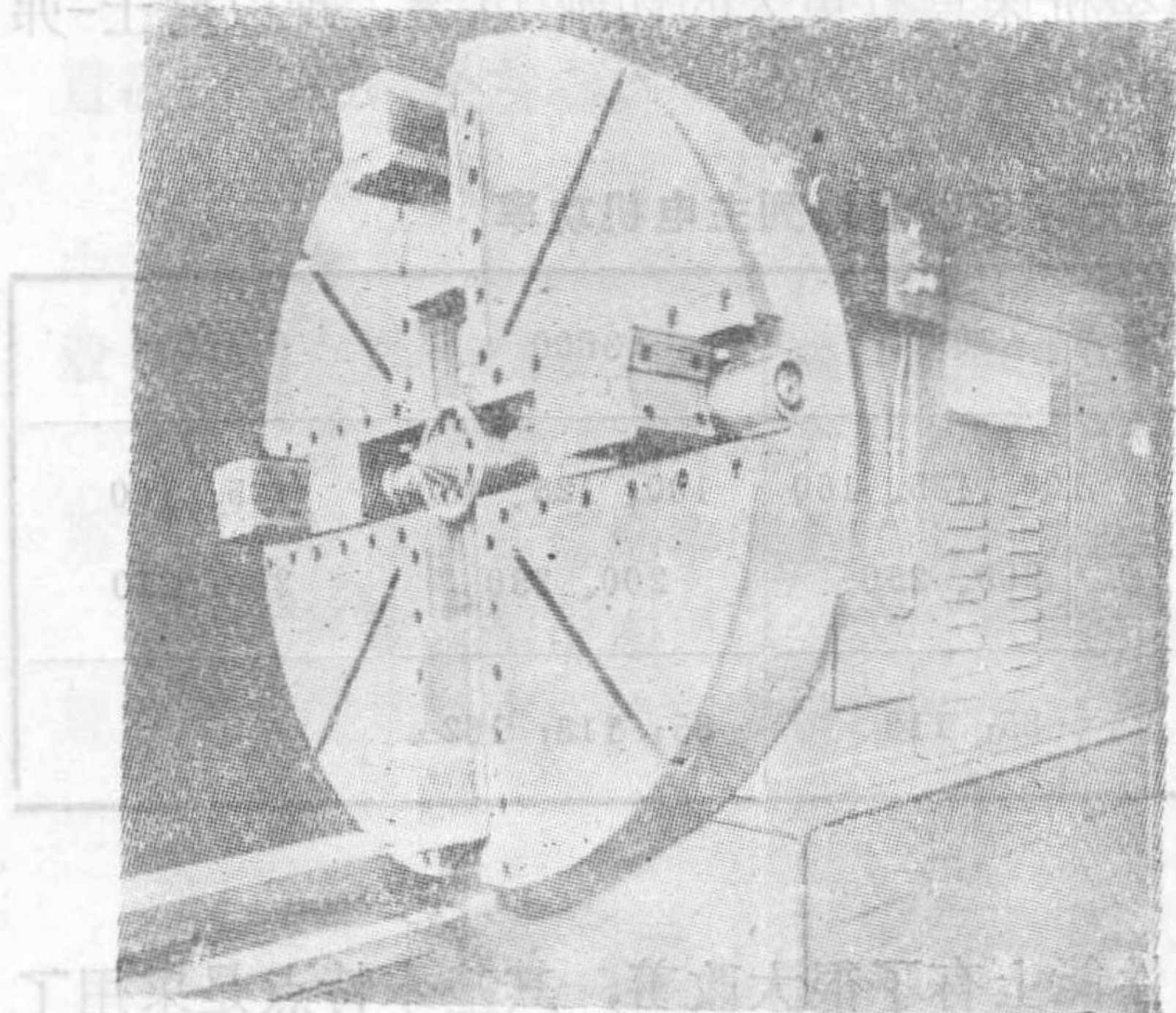


图2—1 法雷尔 (Farrel) 公司的卡爪移动机构

IHU<sub>3</sub>系列电机)，因此能够直接拖动丝杠，大大简化了传动链。

在进给传动机构方面，大拖板纵向移动基本上有两种方式：一种是两个小齿轮同时与齿条啮合，它们之间的啮合可以进行角度补偿或预加负荷，以消除传动间隙，例如埃尔诺—索姆阿公司的重型车床；另一种是静压蜗杆—蜗母条传动，传动蜗杆一个或两个（见图2—2），采用静压蜗杆—蜗母条传动的茵塞公司的重型车床。横刀架普遍采用滚珠丝杠。

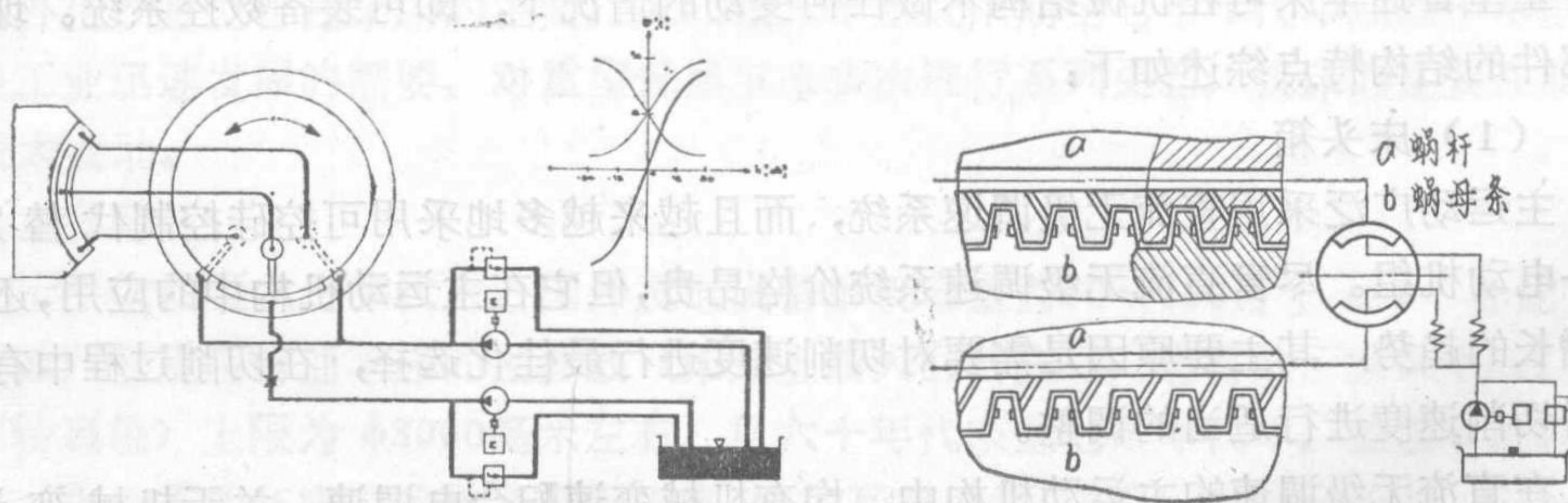


图2—2 茵塞公司的静压蜗杆—蜗母条传动系统

刀架导轨在纵向和横向采用静压的已较普遍，例如席士—弗罗里普重型车床。但也有在大拖板上安装滚动滑块的，例如海利根施塔特重型车床。

螺纹与锥度的车削，由于采用分离传动的两层结构刀架，因此要备有专用装置。车螺纹一般采用电轴装置，车锥度一般采用旋转变压器或同步感应器，将横刀架的移动量同大刀架的移动量进行比较，利用两个刀架的合成运动加工锥度。

刀架的位移普遍采用数字显示。

### (3) 尾座

尾座结构一般分成上、下体两部分，但近来为了提高尾座刚度，也有不少厂家采用整体结构的，例如瓦德里希（济根）、茵塞公司等。现代尾座在设计上十分注意操作方便和安全可靠，例如尾座在床身上定位及卡紧的自动操纵，套筒移动快慢速的自动转换，顶紧力的预选等。尾座在床身上的移动近来趋于采用蜗母齿条传动（例如茵塞公司重型车床）或小导程蜗杆和斜齿条的传动（例如席士—弗罗里普重型车床），这样可省去定位锁紧机构。尾座主轴的支承一般为滚动轴承。

### (4) 中心架

国外对中心架的设计十分重视，性能优良可大大提高机床的承载能力（一个中心架可承受机床最大工件重量的60~85%）。目前国外普遍采用静压中心架（图2—3）。

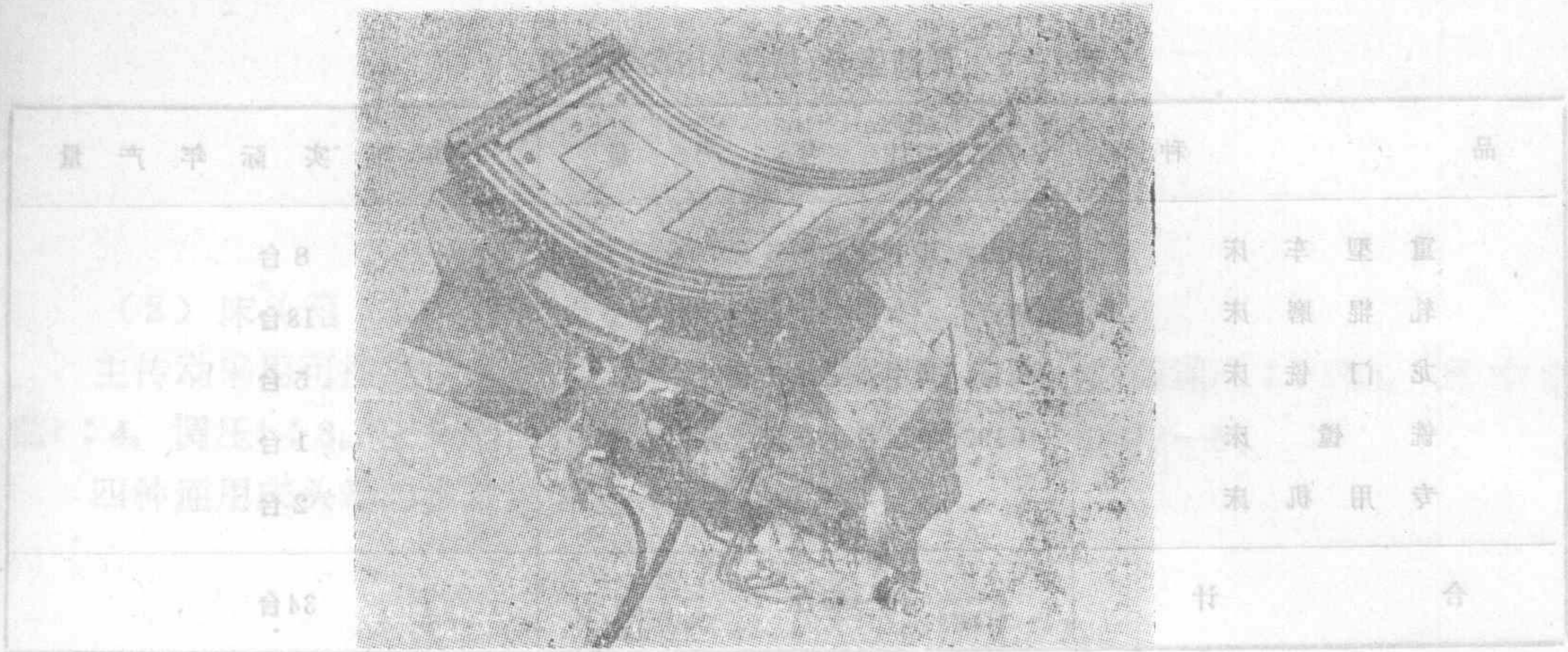


图2-3 茵塞公司重型车床静压中心架

(二) 国外重型普通车床生产情况

目前国外较有代表性的重型车床生产厂家有：西德的瓦德里希(济根)公司、席士-弗罗里普公司和赫施MFD公司；法国的埃尔诺-索姆阿公司；意大利的因诺逊蒂-圣坦斯塔恰公司(茵塞)；美国的法雷尔公司；捷克的斯柯达(SKODA)公司；日本的唐津铁工所和东芝机械，以及苏联的克拉马托尔斯克(КРАМАТОРСК)重型机床厂等。下面介绍其中的几个厂家。

1. 瓦德里希(济根)

该厂是西德有名的重型机床厂之一，主要生产重型车床、轧辊磨床和大型龙门刨床等。该厂的前身是一个锁匠在1840年创办的家庭作坊，最早雇用两名技工，生产一般机器。1897年生产了第一台车床，从那时起开始扩大机床的生产。第二次世界大战发生前，该厂已拥有职工一千多人。战争期间受到破坏，1947年工厂重建，至1977年4月止，共有职工814人，其中技术人员85人，搞远景规划和科研的技术人员10人。六十年代中期和美国英格索尔(Ingersoll)铣床公司开始有技术协作关系。英格索尔声称济根是它的子公司。

该厂生产的主要品种有：过刀架直径750~6500毫米重型普通车床、 $\phi 640 \sim 1800$ 毫米轧辊车床、最大 $\phi 6000$ 毫米轧辊磨床和镗杆/铣轴直径200/320毫米镗铣床。

车间生产面积：大件加工及装配车间9500米<sup>2</sup>，吊车50吨2台、45吨1台、20吨1台，小件加工车间8500米<sup>2</sup>。

拥有重型机床设备：2.75×18米，3×18米，2.8×8米龙门铣各一台； $\phi 300$ 、 $\phi 260$ 、 $\phi 160$ 落地镗各一台， $\phi 180$ 落地镗两台； $\phi 2.5$ 和 $\phi 2$ 米立车各一台； $\phi 125$ 毫米数控卧式镗床一台。

1976年的产值为7000万马克(按外汇比价合人民币5000万元)，产量见表2-3。

产品生产周期：通用产品15个月，其中设计3个月，加工5个月，部装4个月，总装2个月，产品测试1个月。专用产品18个月，其中设计6个月，加工5个月，部装4

个月，总装2个月，产品测试1个月。该厂重型普通车床的主要技术参数见表2—4。

表2—3 瓦德里希(济根)1976年产量

品 种	估 计 年 产 量	1976 年 实 际 年 产 量
重 型 车 床	16台，其中 $\geq 2$ 米5台	8台
轧 辊 磨 床	19台	18台
龙 门 铣 床	6台，其中 $\geq 4$ 米1台	5台
铣 镗 床	(1976年11月生产第一台)不详	1台
专 用 机 床		2台
合 计	40~45台	34台

表2—4 瓦德里希(济根)重型普通车床主要技术参数

过刀架直径(毫米)	最大工件重量(吨)	主电机功率(千瓦)	备 注
750	10	80	
1000	25	170	
1400~1650	25~100	300	加工轧辊，其它工件可用
1800~2000	75~150	300	80千瓦
2000~2500	100~200	100~300	
3000~4500	500	100~300	
6500	100~300		用于加工装叶片的汽轮机转子

该厂七十年代所生产的重型普通车床的特点是承载能力强，主传动功率大。设计上采用了组合化的原则，全系列机床备有4种通用床头箱、6种床身、4种通用尾座，配上不同的刀架，根据承载重量和切削用量不同，组成各种规格的产品。其部件结构全部典型化，传动原理和结构布置完全相同，只是尺寸大小不一。该系列机床的控制方式可分为三种：连续式数控、点位式数控及手动控制。这三种方式的机械结构基本相同，只是电气系统不一。该系列机床结构特点如下：

#### (1) 床身

$\phi 1650$ 毫米以上的重型车床床身为开式，即分为工件床身与刀架床身两部分。当床身总宽度大于3米时，两种床身之间用几根拉杆联结起来，拉杆两端用铰链联结，这样当工件床身变形时，刀架床身不致受较大牵制。床身结构见图2—4。

该厂认为基础的刚度很重要，床身刚度与之相比较，在一定情况下退居次要地位，故床身厚度H全系列只有650、850毫米两种，床身宽度 $B = B_1 = 1000、1200、1400、1700、2000、2500$ 毫米。地脚螺钉排列较密，相距500毫米左右，以提高床身刚度。

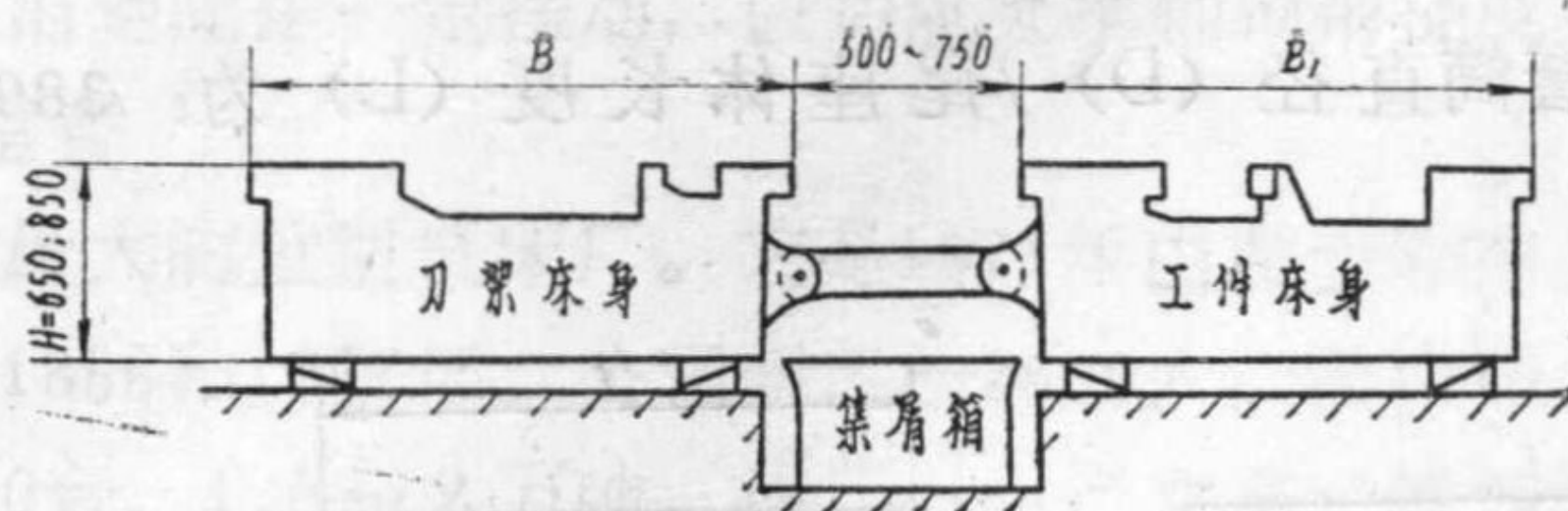


图2-4 重型车床床身结构图

(2) 床头箱

主传动采用可控硅供电直流无级调速和两档机械变速，总调速比 1:182，其中调磁 1:4，调压 1:8。床头箱传动系统（以 $\phi 1400$ 毫米为例）如图 2-5。

四种通用床头箱的参数见表 2-5 和图 2-6。

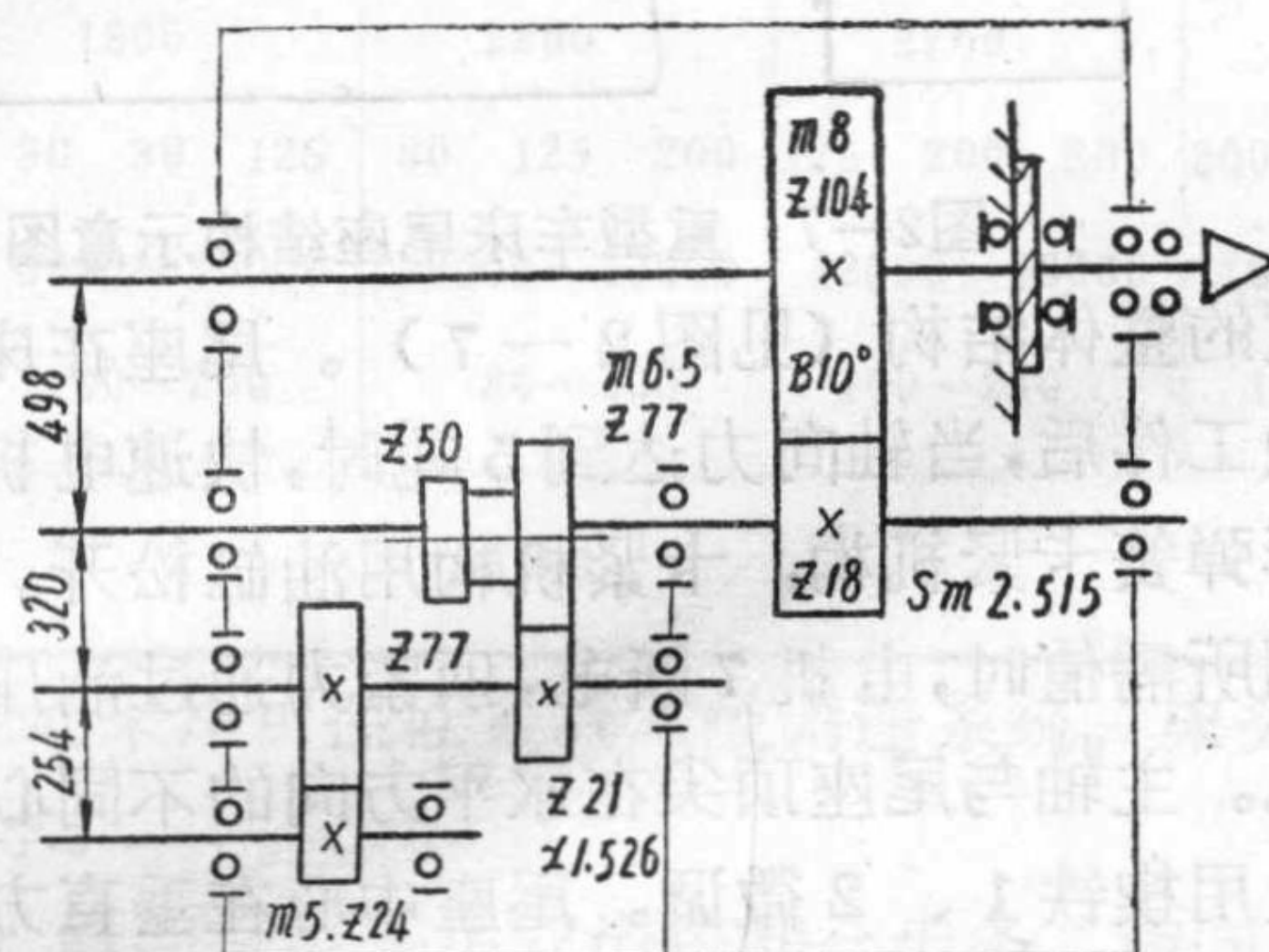


图2-5 重型车床床头箱传动系统

表2-5 瓦德里希(济根)重型车床通用床头箱参数

L=B (毫米)	$\phi$ (毫米)	G/2 (吨)	M (公斤·米)
1250	320/400	10~25	8000
1600	400/500	25~40	16000
2000	500/600/800	40~250	24000
2400	600/800*	40~250	35000

\* $\phi 800$  主轴变型 M = 50000 公斤·米

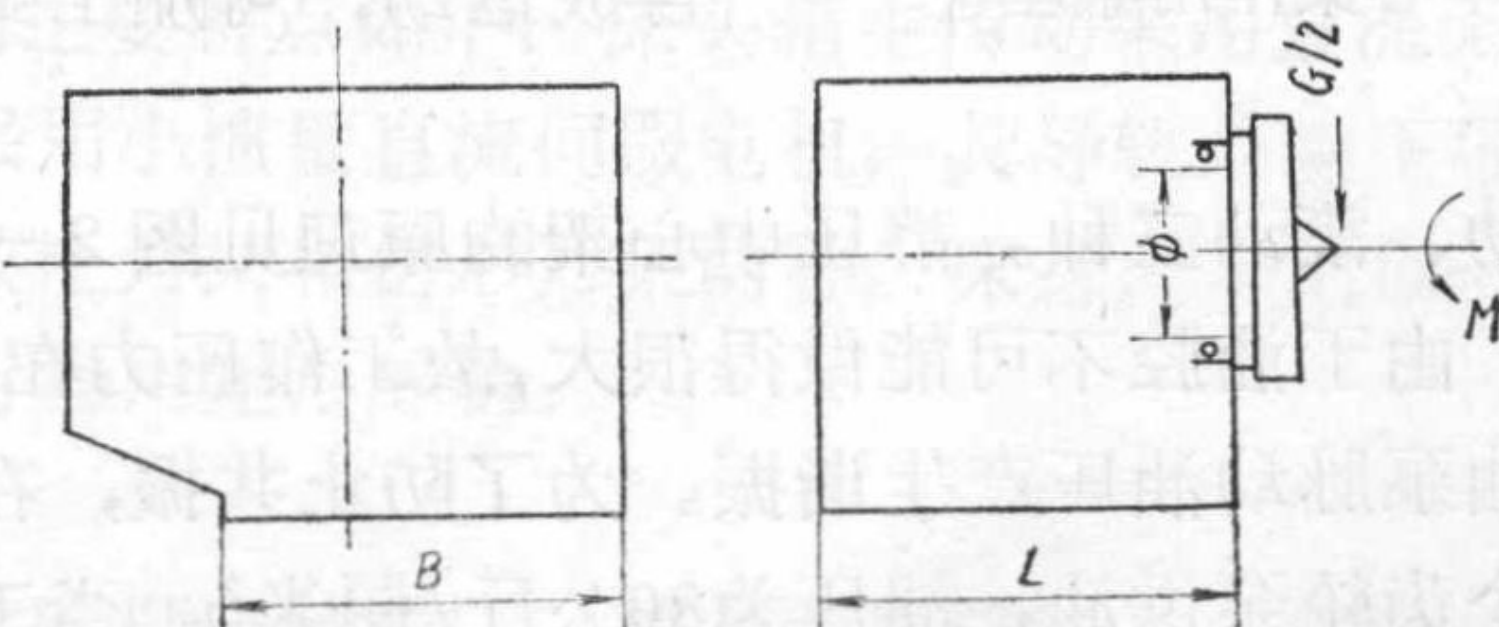


图2-6 重型车床床头箱参数

### (3) 尾座

尾座有四种规格, 套筒直径 (D) / 尾座体长度 (L) 为: 380/1250、480/1600、640/2000、800/2400。

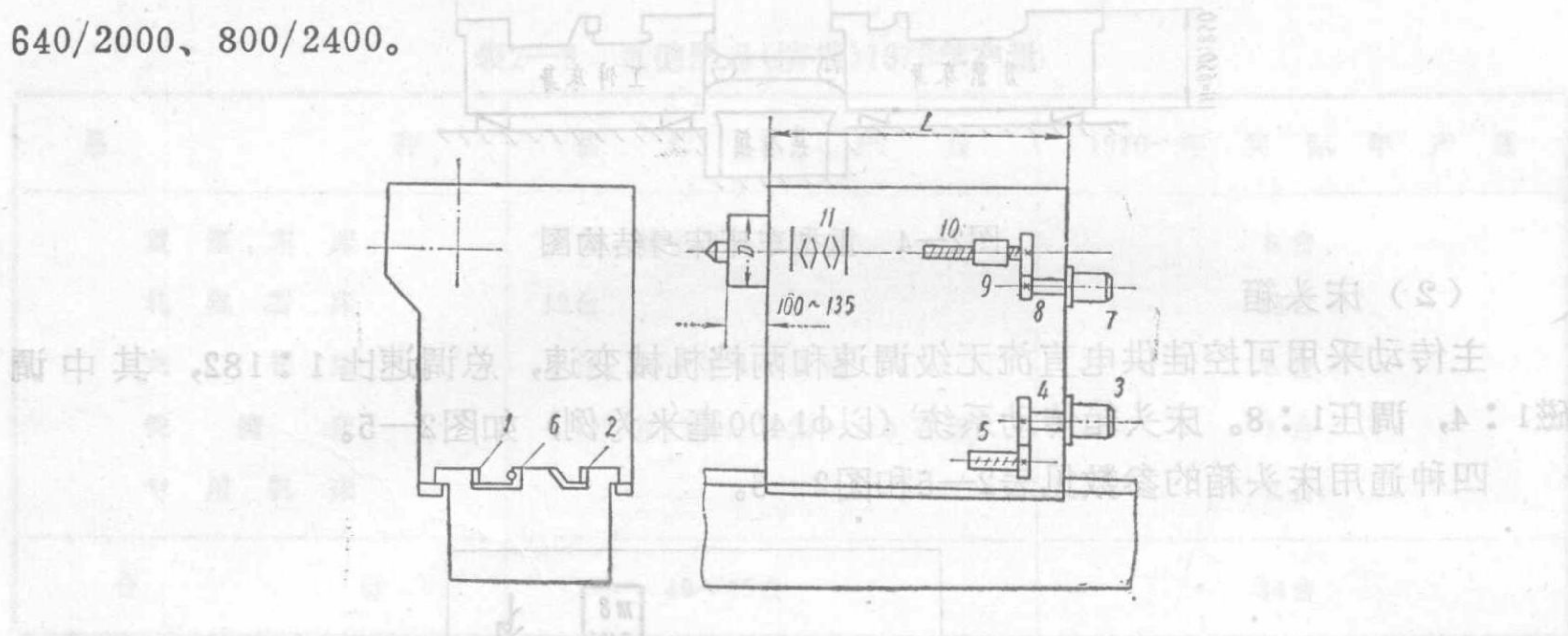


图2—7 重型车床尾座结构示意图

尾座采用高刚度的整体结构 (见图 2—7)。尾座在床身上的移动采用蜗母牙条 6。尾座移动到接触工件后, 当轴向力达到 5 吨时, 快速电机 3 自动停止。在尾座底部的四个角上有四套碟形弹簧卡紧机构, 卡紧机构用油缸松开。套筒靠丝杠 10 旋转前进顶紧工件, 当顶紧力达到所需值时, 电机 7 断电, 顶紧力通过油压指示器 9 读出, 这个指示器有触点开关控制电机。主轴与尾座顶尖在水平方向的不同心度, 先借助移动床头箱进行粗调, 然后在尾座上用楔铁 1、2 微调。尾座中心在垂直方向的高低由加工保证。

### (4) 刀架

进给驱动采用西门子公司宽调速直流伺服电机, 选用 3.6、8、11.8 千瓦三种, 转速为 0.1~3~6000 转/分。电机调速范围主要受与它联结的测速发电机特性限制。该测速电机在 0.1~3 转/分时输出脉冲讯号, 3~6000 转/分时输出模拟电压讯号。刀架的

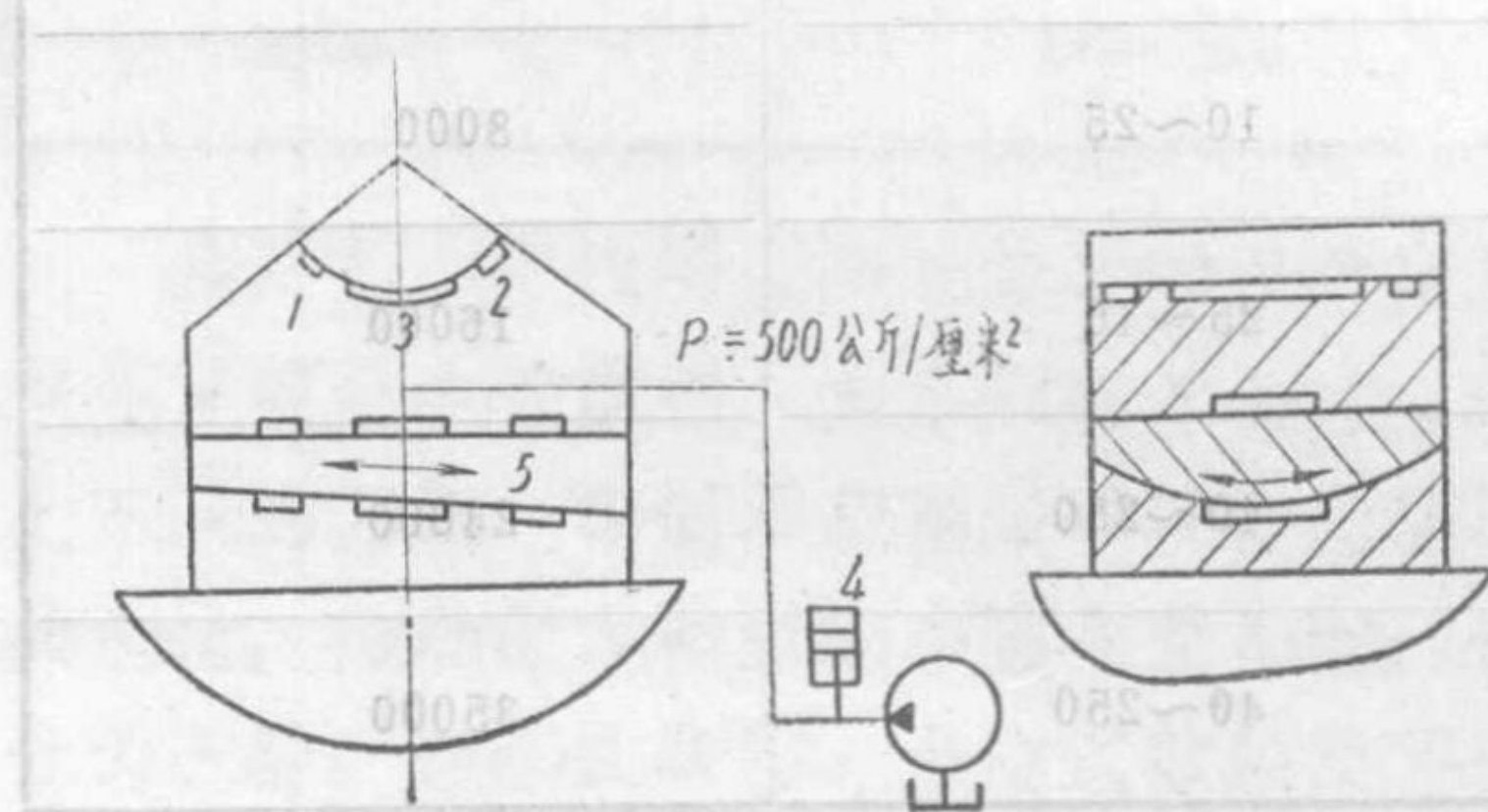


图2—8 静压中心架作用原理

### (5) 中心架

中心架有静压、滑动、滚动三种。静压中心架的原理见图 2—8。油腔 3 由 500 公斤/厘米<sup>2</sup> 的高压泵供油, 由于油腔不可能做得很大, 故工作压力在 250 公斤/厘米<sup>2</sup> 以上。这种高压系统可能会与油泵脉动油压产生谐振。为了防止共振, 在管路中接一个薄膜阻尼器。油腔 1、2 用两个齿轮泵供油, 油压为 80 公斤/厘米<sup>2</sup>。当工件支承轴颈稍有变化时, 用零件 5 来上下调整, 调整完毕后油腔 1、2 处的间隙不应大于 0.06 毫米, 以免泄

静压导轨采用等量油泵供油。刀架采用箱形的两层结构, 大拖板纵向移动采用有塑料涂层的静压蜗杆-蜗母条传动机构, 横向进给采用滚珠丝杠。

车螺纹采用电轴, 螺距精度为 0.01 毫米。

车锥度采用分辨率为 2 微米的感应同步器, 控制刀架的纵向和横向进给, 形成合成运动, 可加工到 1 : 200 的锥体。



漏过大。托架还能沿轴向作一定摆动，以适应支承轴颈带挠度和锥度的情况。

## 2. 席士-弗罗里普

该公司是西德最大的重型机床厂。它是1971年由席士和弗罗里普两个厂合并而成，这两个厂分别建于1866和1867年。公司职工约2500人，其中设计人员255人。年产值1.4亿马克，年产量200台、1.5~2万吨。该厂以生产立车、铣镗床和滚齿机为自己的专长。该厂所生产的DL系列重型普通车床，其主要性能参数见表2-6。

表2-6 席士-弗罗里普DL系列重型普通车床参数

参 数	DL-090	DL-105	DL-125	DL-150	DL-180	DL-210
床身上回转直径 (毫米)	1800	2100	2500	3000	3600	4200
过刀架直径 (毫米)	1500	1800	2200	2700	3300	3900
最大工件重量(吨)	50 80	50 80 125	80 125 200	125 200 300	200 300 500	320 500
花盘扭矩 (公斤·米)	8000~25000	8000~40000	10000~40000	12500~50000	16000~50000	20000~50000
主电机动率(千瓦)	80~160	80~200	80~200	100~250	100~250	125~250
最大切削力(公斤)	25000					

DL系列重型车床的主运动采用可控硅直流无级调速系统。床头箱主轴支承采用静压轴承，花盘有静压辅助支承。

刀架进给采用力矩电机，纵向进给采用双齿轮啮合齿条，横向进给采用滚珠丝杠。进给齿轮装入大拖板，从而取消了溜板箱，使床身可以埋入地基一个高度，便于操纵和接近工件，增加了控制的可见度。刀架采用闭式静压导轨，承载的上、下侧导轨均用静压油膜预载。油是经过多联泵输入静压槽内的。大拖板和横滑板的每个油槽有一个油泵供油，回油收集在床身外边的油池中。刀架为箱形结构。

尾座分为上下体两部分，尾座沿床身移动，采用蜗杆斜齿条传动，尾座移动通过弹簧作用式油缸可得到液压卸荷。

## 3. 赫施MFD

赫施MFD在西德也是历史悠久的重型机床厂之一。1872年建厂，是一个车床专业生产厂。产品有重型普通车床，轧辊车床，落地车床，车轮车床等。该厂生产D系列重型普通车床，其主要性能参数如表2-7。

据1976年报导，该公司重型车床的最大规格已生产至 $\phi 4.2 \times 24$ 米，其承载重量为500吨。

D系列重型车床的主要特点如下：床头箱主传动采用直流无级调速系统，主轴采用滚动支承。刀架进给采用小惯量直流伺服电机，其导轨为静压导轨，刀具位置用旋转变压器控制，刀架分为数控刀架和仿形刀架两种。床身采用山形-矩形联合导轨，刀架行程用山形导轨，尾座行程用矩形导轨。

## 4. 埃尔诺-索姆阿

该公司是法国最大的机床制造厂，拥有职工3600人。主要产品为重型普通车床、轧辊车床、铣镗床和龙门铣床等。公司由八个工厂和一个技术中心组成。技术中心设在巴