

单轴纵切自动车床 加工工艺

李月华 玄兆兴 编

3.06

天津大学出版社

新学社

PDG

内容简介

本书较系统地讲述了单轴纵切自动车床的工作原理，结构特点，所用刀具，机床的调整，加工工艺，工艺调整卡片的设计与计算，凸轮的绘制、制造与安装等内容。

本书可作为大专院校计时仪器、仪器仪表和其他精密仪器专业的教学参考书，也可供从事自动车床工艺调整卡片设计的工程技术人员和操作人员参考。

单轴纵切自动车床加工工艺

李月华 玄兆兴 编

*

天津大学出版社出版

(天津大学内)

河北省永清县印刷厂印刷

新华书店天津发行所发行

*

开本：850×1168毫米1/32 印张：7³/₈ 字数：190千字

1989年5月第一版 1989年5月第一次印刷

印数：1-2200

ISBN 7-5618-0111-4

TH·4

定价：1.80元

新华书店
PDG

前 言

单轴纵切自动车床是一种高精度、高效率的自动化车床，是大批量生产仪器仪表轴类零件不可缺少的设备。这种车床广泛用于钟表及钟表元件、照相机，气象海洋仪器及各种仪表厂中。要使这种车床在生产中能够充分发挥作用，就必须全面系统地了解并掌握其工作原理和加工工艺。然而，目前比较系统地介绍这方面内容的书籍甚少。为适应生产的发展和人才培养的需要，我们编写了这本书。

本书在内容的选择和安排上注意其系统性和完整性。在论述车床的结构、工作原理的同时，介绍其加工工艺，机床调整，使用刀具及刀具设计，凸轮机构的类型、绘制方法及制造安装，工艺调整卡片设计与计算等。在论述上力求作到理论联系实际，用生产中的实例说明具体设计及调整方法，通俗易懂，因此本书不仅可作为教材，同时也便于自学。

全书共分五章，第二、三、四章由李月华同志编写；第一、五章由玄兆兴同志编写，天津大学计时教研室赵建业副教授为本书主审。在编写过程中，得到了天津手表厂、天津钟表厂有关技术人员和工人同志的大力支持，在此一并致以深厚的谢意。

由于作者水平所限，文中定有不当之处，望广大读者予以指正，不胜感谢。

编者

1988年4月

目 录

第一章 CG 1107车床	(1)
第一节 概述.....	(1)
第二节 传动系统.....	(4)
第三节 主轴箱部件.....	(6)
第四节 中心架和刀架.....	(17)
第五节 分配轴.....	(24)
第六节 三轴钻孔铰螺纹和铣槽附属装置.....	(28)
第七节 CG1107的电气系统.....	(33)
第八节 CG1107的润滑及冷却.....	(35)
第二章 刀具	(39)
第一节 车刀.....	(39)
第二节 钻头.....	(49)
第三节 铰刀.....	(59)
第四节 丝锥.....	(68)
第五节 板牙.....	(77)
第六节 刀具材料.....	(82)
第三章 工艺调整卡片的设计与计算	(95)
第一节 单轴纵切自动车床上常用工步的设计方法...	(95)
第二节 工艺调整卡片的设计与计算.....	(132)
第三节 设计实例.....	(167)
第四章 凸轮机构	(181)
第一节 凸轮机构.....	(181)
第二节 凸轮机构的压力角.....	(183)
第三节 凸轮常用的轮廓曲线及绘制方法.....	(188)
第四节 凸轮制造.....	(205)

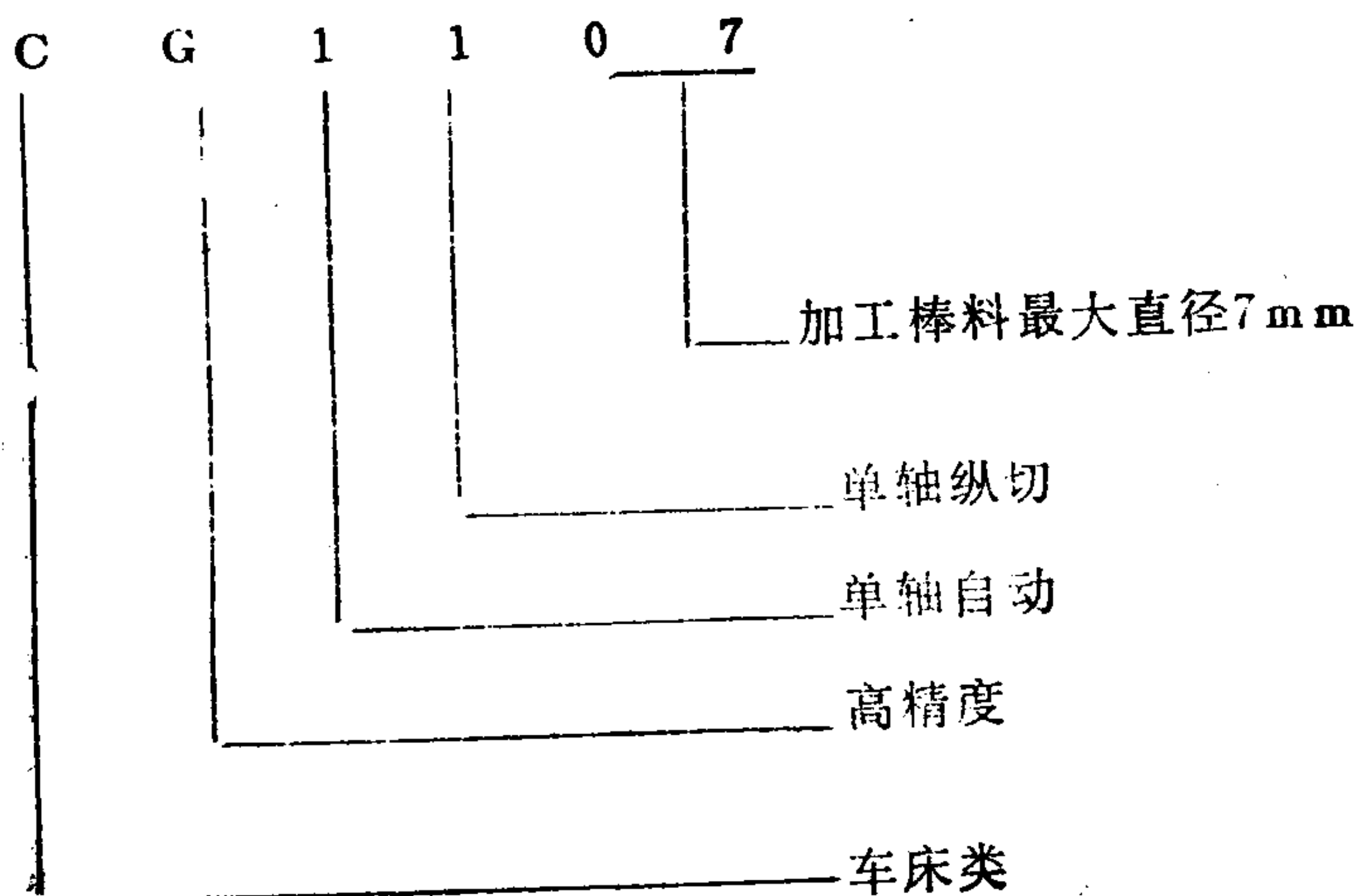
第五节 凸轮在分配轴上的固定方法.....	(10)
第五章 单轴纵切自动车床的调整.....	(210)
附录 自动车加工材料.....	(227)

第一章 CG1107车床

第一节 概述

单轴纵切自动车床是一种高精度、高效率的自动化车床。它在仪器仪表制造工业中占有极其重要的地位。例如，在手表零件中约有40~60%的零件，都是在此车床上进行加工的。随着仪器仪表制造工业的迅速发展，单轴纵切自动车床的需要量猛增。品种和数量都有了很大发展。我国四川省的宁江机床厂，上海、西安等地的钟表机床厂都批量生产各种型号的单轴纵切自动车床，其中有：CG1104、CG1107、C1107、CG1112、CM1113等。这些自动车床虽然各具特点，但其工作原理、车床结构基本相同。本章将以CG1107为例，分析其工作原理及结构。对国外此类车床的不同结构，也适当作些介绍。

型号CG1107的意义：



CG1107的主要技术参数

1) 加工棒料最大直径	7mm
2) 棒料最大进给长度	50mm
3) 主轴转速范围	1045~6600r/min
4) 主轴转速级数	17
5) 分配轴转速范围	0.182~38.4r/min
6) 分配轴转速级数	32
7) 刀架数	5
8) 电动机	1.7kw, 1430r/min
9) 轮廓尺寸	
不包括送料支架	1280mm × 828mm × 1425mm
包括送料支架	3247mm × 828mm × 1425mm
10) 机床重量	570kg

图1-1是CG1107的工作原理示意图。弹簧夹头3夹持棒料9随同主轴5作回转及轴向送进运动，刀架1上的刀具作径向运动。若刀具停留在某一位置，主轴箱4送进，则为车

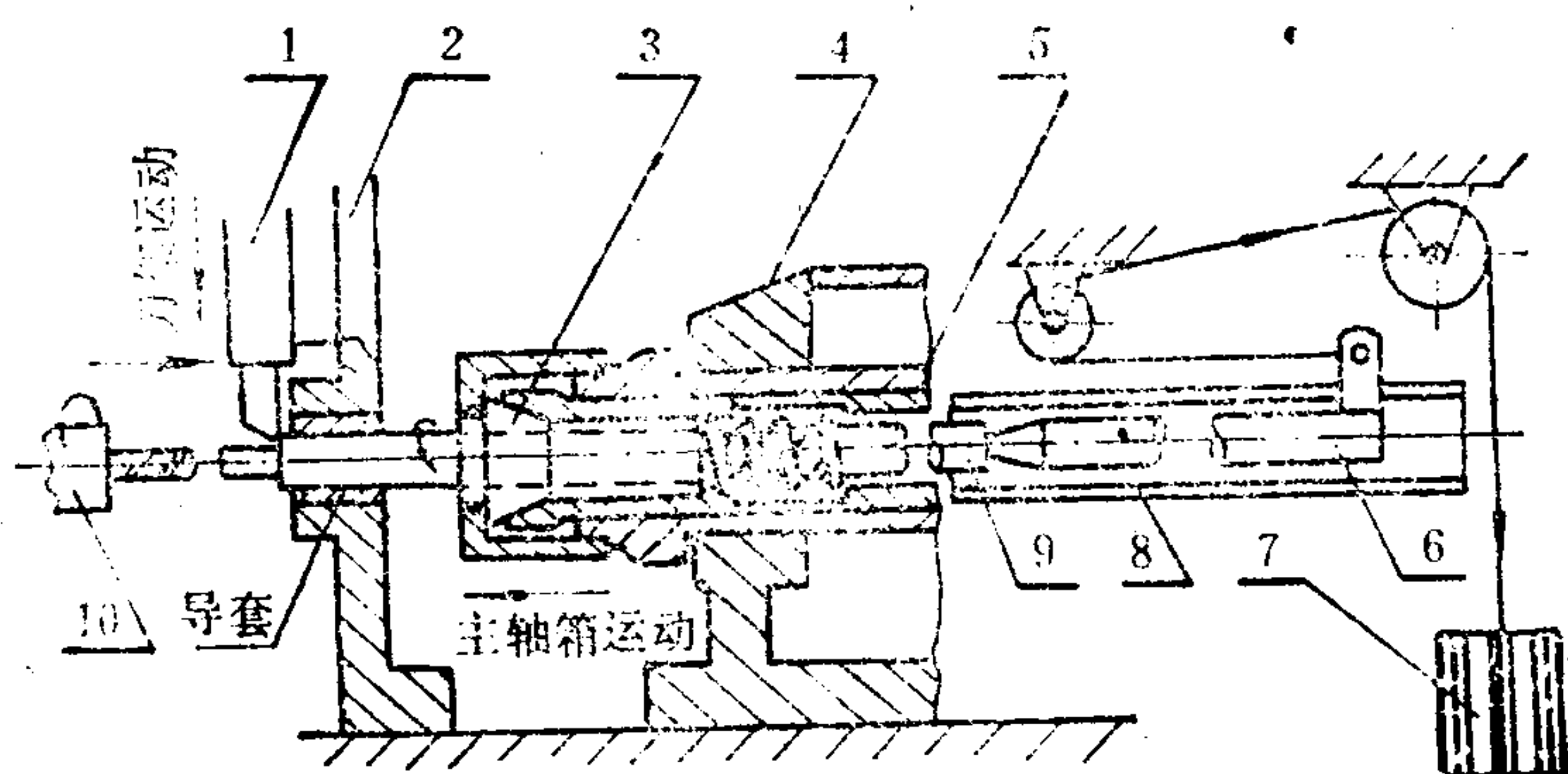


图1-1 工作原理示意图

1—刀架；2—中心架；3—弹簧夹头；4—主轴箱；5—主轴；6—顶料杆；7—重锤；8—送料器套筒；9—棒料；10—附件轴

削外圆柱面；若主轴箱停留在某一位置，刀具径向送进，则进行车槽、车端面、切断或成形等；当二者同时送进时，可完成车圆锥或成形加工。本车床加工每个零件的循环过程为：主轴通过弹簧夹头夹持棒料旋转及主轴箱送进作各种切削，然后切断，切断刀完成切断工步后停留在原处，起挡料器的作用。同时弹簧夹头松开棒料，主轴箱退回，依靠送料架中重锤6的作用力将棒料顶在切断刀上；当主轴箱退至原始位置后，弹簧夹头又把棒料夹紧，切断刀退回，开始下一个工作循环。刀具的径向运动、主轴箱的往复轴向运动以及弹簧夹头的松开、夹紧动作等，均由分配轴上的凸轮控制。当一根棒料用完时，通过送料架上及床身后面两个并联保险开关的作用，车床自动停车。

本车床若带有钻孔、铰螺纹、铣槽等附属装置时，还能完成钻孔、攻铰内外螺纹及铣槽等加工。

此种车床用于加工直径7mm以下的钢和有色金属棒料，对细长多阶梯的轴类零件加工最为适宜，其加工的典型零件如图1-2

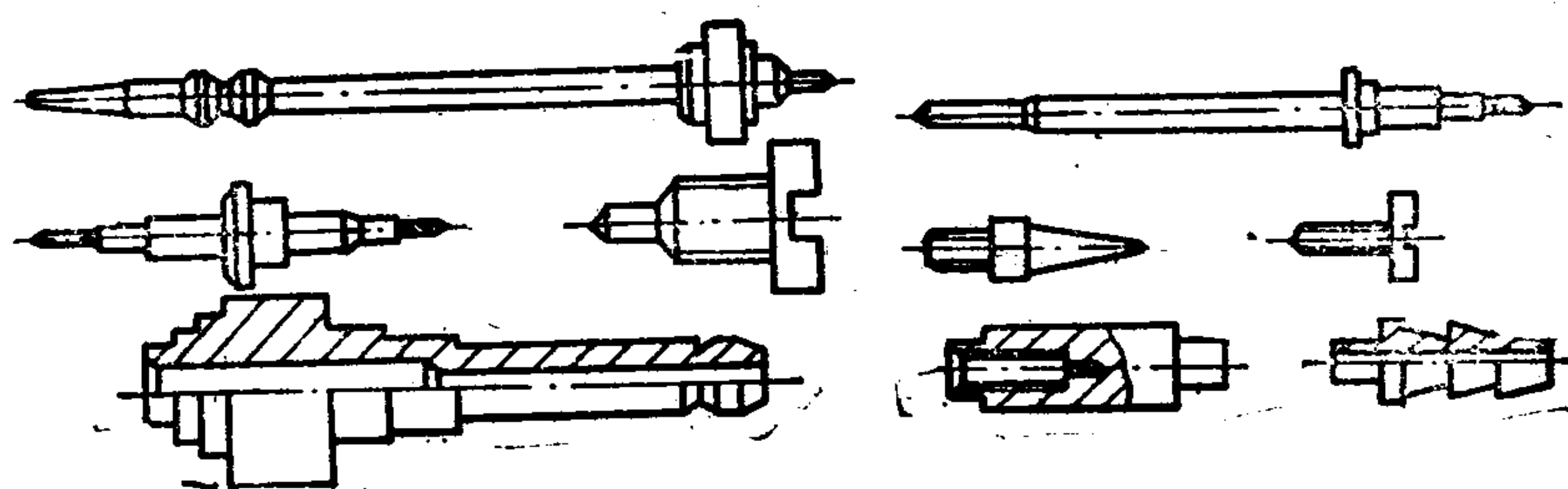


图1-2 典型零件

所示。加工零件的直径误差不超过0.003mm，长度误差不超过0.008mm，椭圆度及锥度不超过0.003mm。加工简单的零件，每分钟可达几十个；外形复杂的零件（如手表摆轮）每分钟也可加工2~5个。

第二节 传动系统

图1-3是CG 1107的传动系统图，分为主轴传动和分配轴传动。

一、主轴的传动

主轴的回转运动是由电动机经皮带轮 *A*、*B* 传给轴 I，由轴 I 经皮带轮 *C*、*D* 带动主轴 II 旋转。主轴 II 的不同转速，是用更换相应的皮带轮 *A*、*B* 来实现的。

主轴转速 n_z 的计算

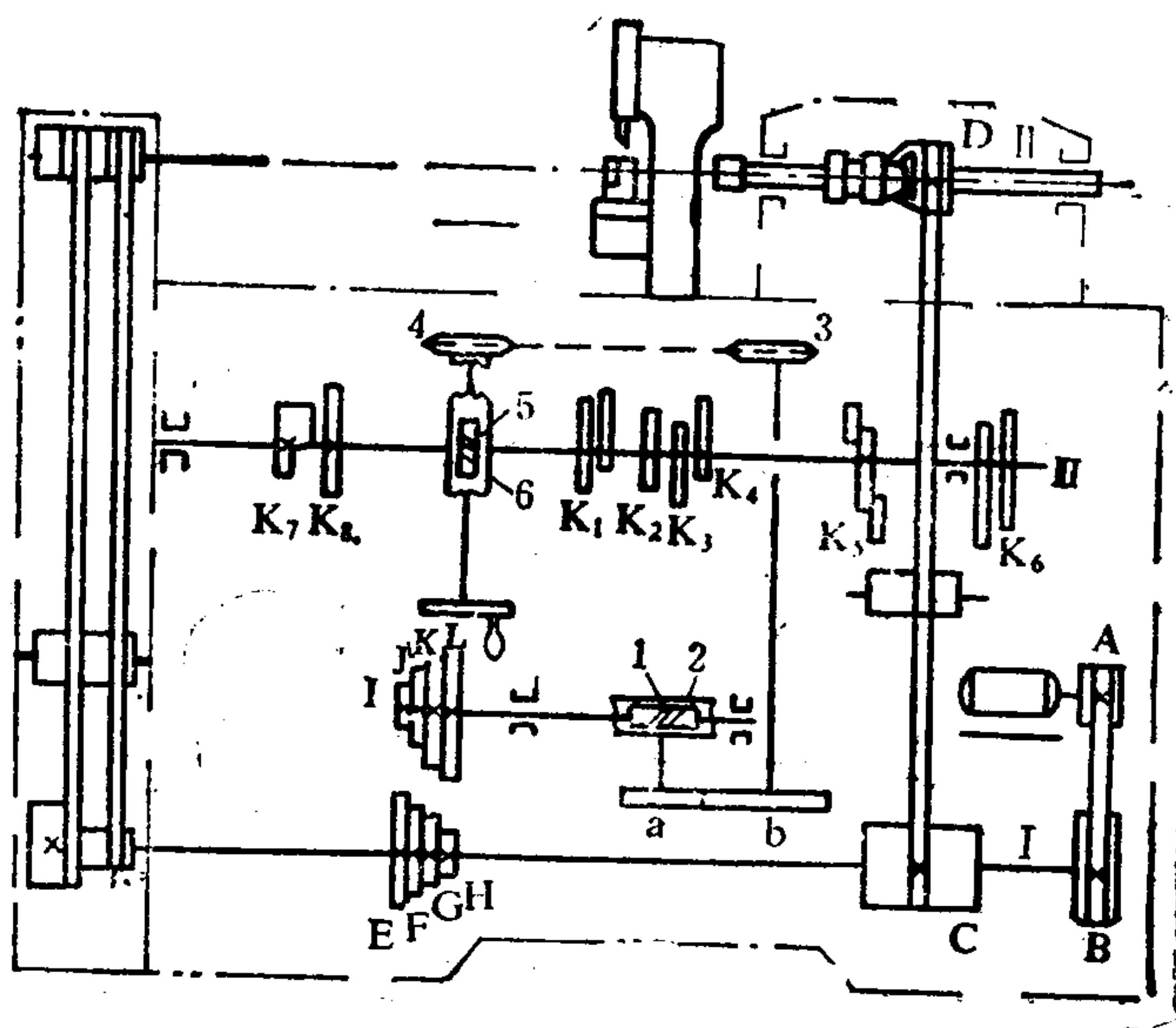


图1-3 传动系统图

1.5—蜗杆； 2.6—蜗轮； 3.4—链轮； *A*、*B*—三角皮带轮； *C*、*D*—平皮带轮； *E*、*F*、*G*、*H*、*I*、*J*、*K*、*L*—四槽三角皮带轮； *a*、*b*—交换齿轮；

$K_1 \sim K_8$ —凸轮； I—传动轴； II—主轴； III—分配轴

$$n_z = n_D \frac{D_A}{D_B} \frac{D_C}{D_D}$$

式中 n_D 为电动机转速, $n_D = 1430 \text{ r/min}$ 。由表1-1查得皮带轮 D 、 C 的直径为

$$D_D = 60 \text{ mm}, D_C = 180 \text{ mm}$$

得

$$n_z = 1430 \times \frac{180}{60} \frac{D_A}{D_B} = 4290 \frac{D_A}{D_B} \quad (1-1)$$

皮带轮 A 、 B 共有八个, 通过不同的组合, 去掉很接近的比值, 代入式(1-1), 可以得到17种转速, 供加工不同零件时选择。

表1-1 皮带轮细表

编号 直径 (mm)	A、B 60, 68, 76, 86, 93, 146 204, 257	C 180	D 60	E 130	F 104	G 78	H 56	I 104	J 130	K 154	L 174
材料	HT21—40	铸铝	钢	HT21—40							

二、分配轴传动

分配轴的回转运动是由电动机经皮带轮 A 、 B 传给轴I, 经一对四槽三角皮带轮(E 、 F 、 G 、 H ; I 、 J 、 K 、 L), 再经蜗轮减速器(1, 2), 交换齿轮 a 、 b , 链轮3、4, 蜗杆5带动蜗轮6使分配轴III转动。

分配轴转速 n_F 的计算

$$n_F = n_D \frac{D_A}{D_B} \frac{D_{E \cdot F \cdot G \cdot H}}{D_{I \cdot J \cdot K \cdot L}} \frac{Z_1}{Z_2} \frac{Z_3}{Z_4} \frac{Z_5}{Z_6}$$

由表1-2可知

$$\text{第一对蜗轮减速器: } \frac{Z_1}{Z_2} = \frac{4}{28} = \frac{1}{7}$$

$$\text{交换齿轮 } a、b \text{ 的齿数比有八个: } \frac{Z_a}{Z_b} = \frac{30}{88}, \frac{32}{86}, \frac{35}{83}, \frac{38}{80},$$

$$\frac{80}{38}, \frac{83}{35}, \frac{86}{32}, \frac{88}{30}$$

表1-2 蜗杆、蜗轮、链轮、交换齿轮明细表

编号	名称	齿数或头数	模数 (mm)	螺旋角	螺旋方向
1	蜗 杆	4	2	17°06'10"	右
2	蜗 轮	28	2	17°06'10"	右
3	链 轮	27	t=12.7		
4	链 轮	19	t=12.7		
5	蜗 杆	1	2	3°48'	右
6	蜗 轮	45	2	3°48'	右
a、b	交换齿轮	30、32、35、38、 80、83、86、88	1		

两链轮齿数比： $\frac{Z_3}{Z_4} = \frac{27}{19}$

第二对蜗轮减速器： $\frac{Z_5}{Z_6} = \frac{1}{45}$

把上面的已知比值代入上式得

$$n_F = 6.45 \frac{D_A}{D_B} \frac{D_{E \cdot F \cdot G \cdot H}}{D_{I \cdot J \cdot K \cdot L}} \frac{Z_a}{Z_b} \tag{1-2}$$

由式（1-2）可以看出，一对四槽三角皮带轮可有四种传动比，交换齿轮 a、b 可得八个传动比，这样对应一个主轴转速可有 32 种分配轴的转速供选择，以适应各种零件加工工艺的不同要求。

第三节 主轴箱部件

主轴箱部件与床身用燕尾导轨相联接，在床身上左右滑动，如图 1-4，主轴箱部件主要包括：主轴组件、夹紧机构和送进机构等。

一、主轴组件

主轴组件包括主轴 3、主轴前后轴承 4、11 和主轴皮带轮 10。

1. 主轴

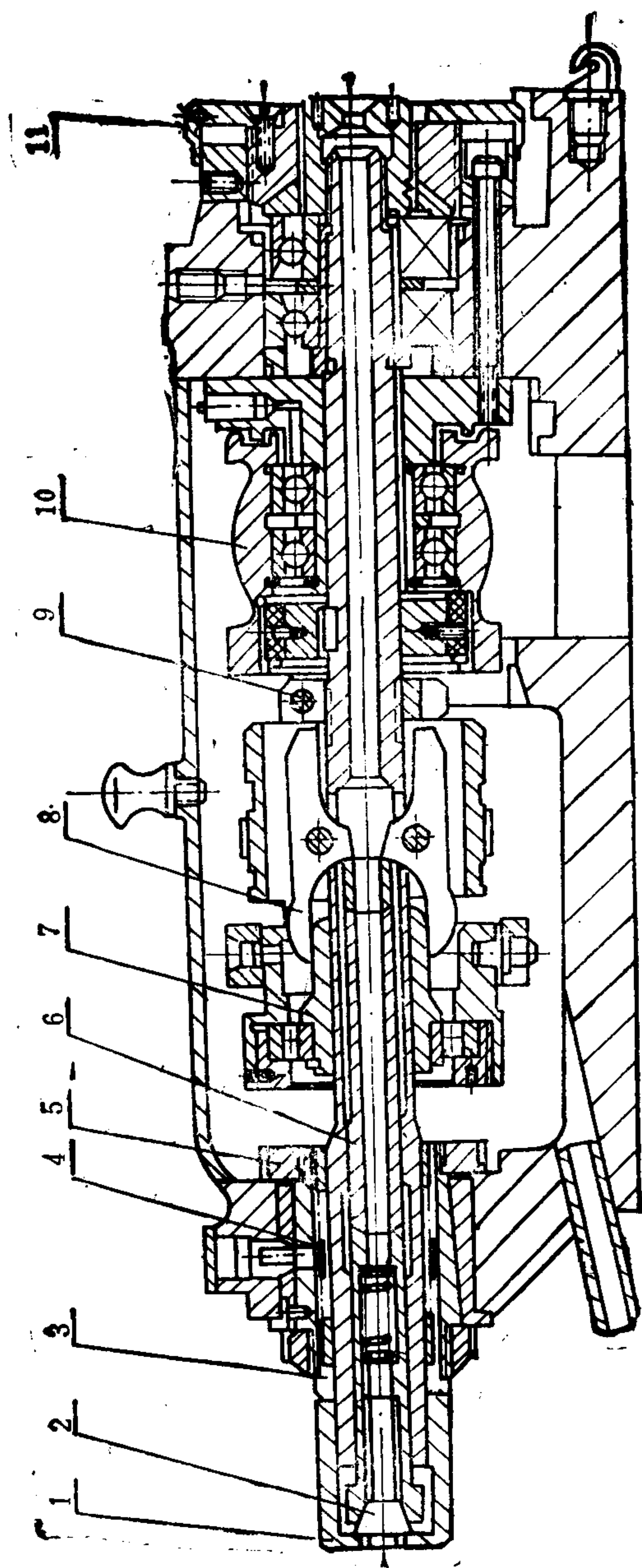


图1-4 主轴箱部件结构图

1—螺母；2—弹簧夹头 3—主轴；4—前轴承；5、9—圆螺母；6—套筒；7—滑套；8—小杠杆；

10—主轴皮带轮；11—后轴承

主轴是直接带动工件旋转的，它在很大程度上影响着工件的加工精度，是本车床的关键零件之一，也是衡量整机精度的主要因素。对主轴的要求是：高的旋转精度，足够强度、刚度和抗振性。旋转精度取决于主轴本身的加工精度及前后轴承的精度；而强度、刚度、抗振性靠正确设计主轴的结构尺寸、材料性能和热处理质量来保证。

2. 主轴前后轴承

主轴的前轴承 4 一般有两种型式，一种是滑动轴承；另一种是滚动轴承，通常采用向心球轴承或滚针轴承。

1) 滑动轴承

在自动车床上常见的滑动轴承由轴承座和轴瓦组成，其轴瓦结构如图 1-5 所示。轴瓦的内表面焊接或浇铸一层铜合金的轴承衬，以提高滑动轴承的各项性能。为了使轴瓦在调整径向间隙

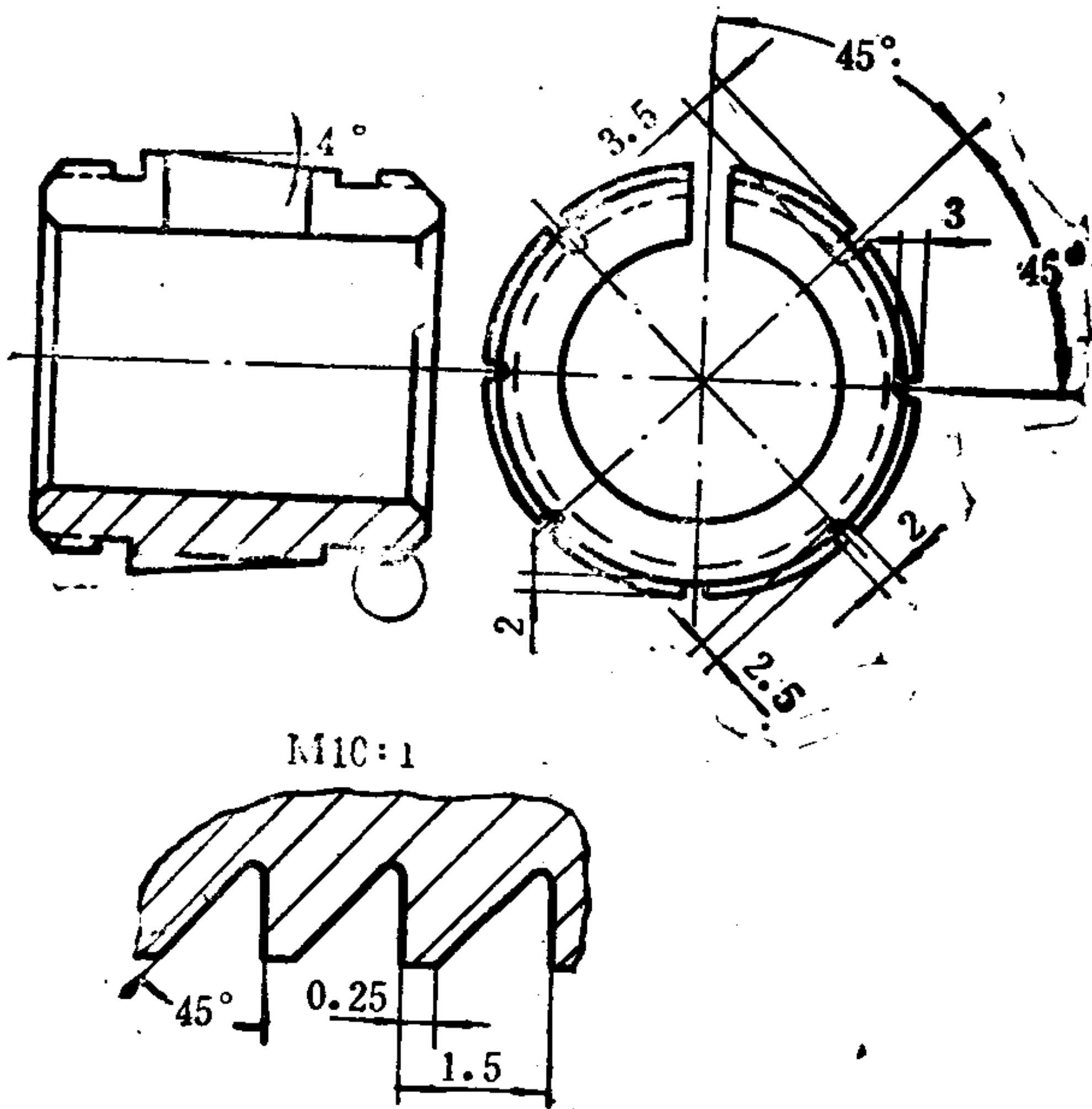


图1-5 轴瓦结构

时变形均匀，保证与轴颈良好接触，在轴瓦外圆周上铣出平行于轴线的不等深度沟槽，愈接近开口处，沟槽的深度越深，其原理可用下式来说明

$$\frac{1}{\rho} = \frac{M(x)}{EJ(x)} \quad (1-3)$$

式中： ρ ——曲率半径；

$M(x)$ ——弯矩；

$J(x)$ ——截面的惯性矩；

E ——材料的弹性模量。

由式（1-3）可知，各处变形后的曲率与该处所受弯矩成正比，如果要求调整间隙后轴瓦内孔仍为圆形（即内孔各处的曲率相等），就需要惯性矩 $J(x)$ 与弯矩 $M(x)$ 的变化相同。开口处的两端相当于悬臂梁的自由端，而与开口对称的截面就相当悬臂梁的固定端。因轴瓦的外圆表面受有均布压力，各处截面所受弯矩大小都不一样。为了使惯性矩适应弯矩的变化，使 $1/\rho$ 保持常数，轴瓦需做成按一定规律变化的截面（图1-6所示），但这样的结构形状会给设计和制造带来很大困难。图1-5所示结构在径向调整时，轴瓦内孔只能趋于棱圆，但它比不开沟槽时与主轴的接触情况改善了许多。这种结构在设计和制造上都容易实现，调整也方便，因而得到广泛应用。

轴瓦两端的螺纹为 45° 锯齿形，便于调整径向间隙和轴向间隙。

2) 滚动轴承

滚动轴承在现代机器中广泛应用，已经标准化、系列化，由专门工厂大量生产。滚动轴承与滑动轴承的比较，具有效率高、旋转精度高等优点，自动车床主轴前轴承常采用滚针轴承（图1-4）或向心球轴承（图1-7）。

滚针轴承具有以下优点：

a) 径向结构尺寸较小；

- b) 刚性好，能承受较大的径向载荷；
- c) 磨损较小，寿命长，润滑维护方便。

主轴的前轴承除具有较高精度外，轴承径向间隙的大小也直

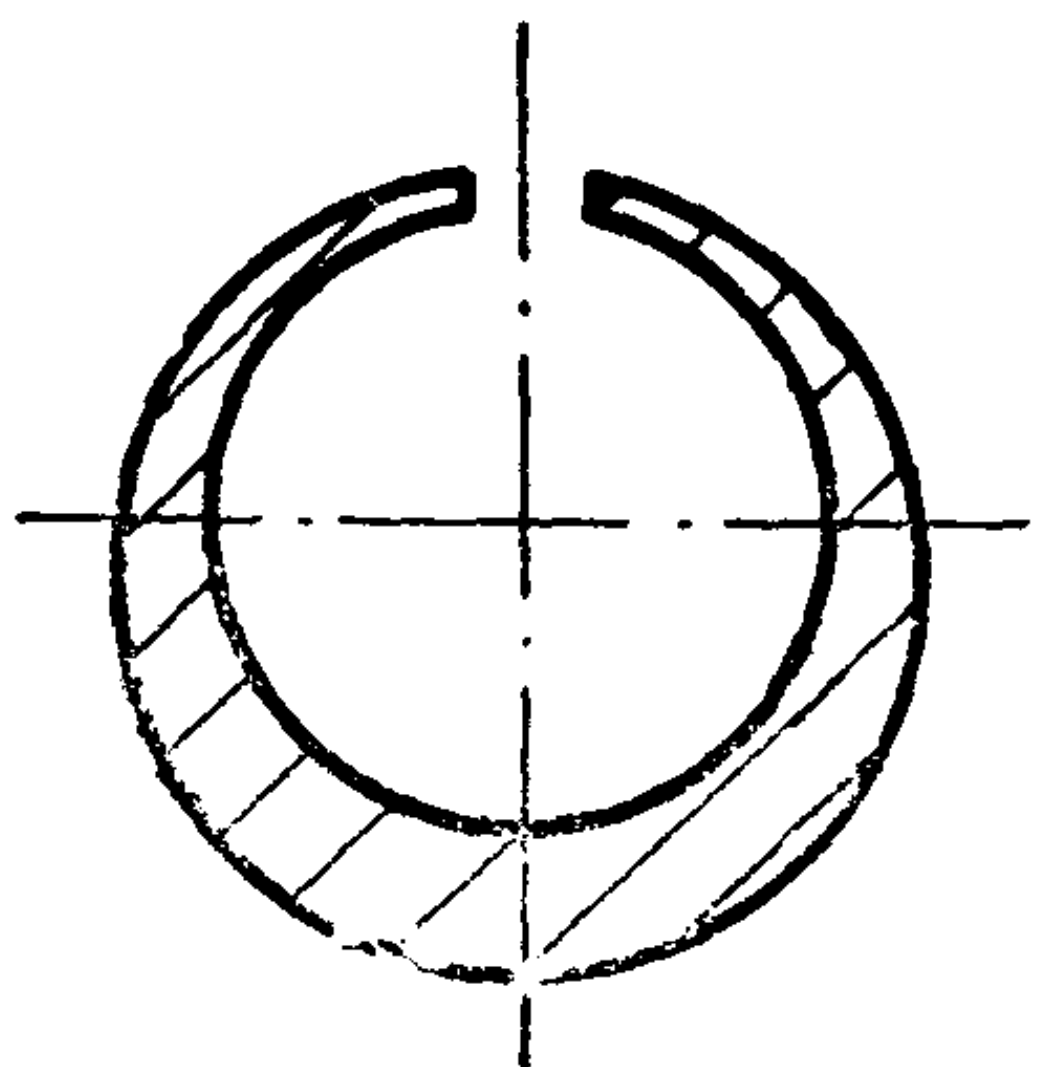


图1-6 轴瓦近似理论截面

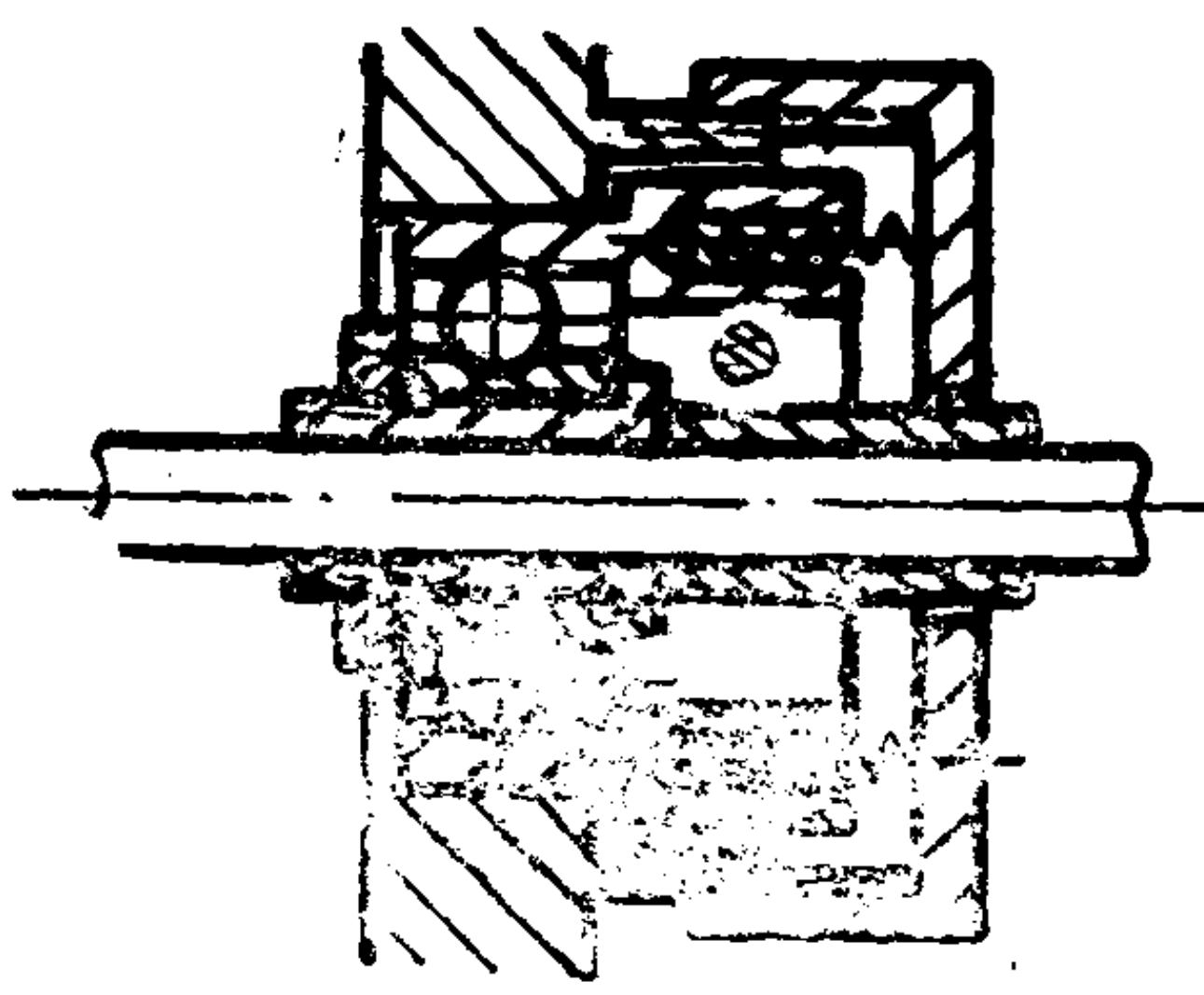


图1-7 向心球轴承及
自动调整间隙示意图

接影响主轴的旋转精度，所以应具有径向间隙调整结构。图1-4所示的主轴前轴承，是利用具有内、外锥体的两个套筒轴向相对移动来实现径向间隙的调整。图1-7所示为自动调整间隙的结构示意图，在向心球轴承外圈的一端，沿圆周有六个压缩弹簧给外圈向左一个推力，弹簧力的大小可用右端的圆螺母来调整，消除轴承内外圈与滚动体之间的间隙。

主轴后轴承如图1-4所示，它是具有预紧结构的成对向心推力球轴承。由于预紧的结果，使轴承内外圈滚道与滚动体产生弹性变形，提高了轴承的承载能力和刚度。向心推力轴承成对使用可以承受双向轴向力，因径向力不大，由左边一个轴承来承受，而右边轴承与固定座孔存在一定间隙，这样就避免了主轴支承出现静不定的问题。

后轴承的调整是在开车的情况下进行的。拧紧调节环，把轴向预紧力控制在一定范围内，调整到主轴运转灵活、平稳为宜。如果后轴承预紧力不足，在加工零件上将出现端面不平、轴向尺

寸不稳定的现象。

3. 主轴皮带轮

主轴皮带轮10把动力传给主轴，使主轴转动。皮带轮与主轴的联接在自动车床上常见有三种型式。

1) 皮带轮通过钩头楔键直接与主轴联接(如图 1-3 所示)。这种型式结构简单、轴

向尺寸小，但皮带拉力使主轴产生较大挠度，且皮带的振动也直接传给主轴。这种型式用于小功率、无振动的传动中。

2) 皮带轮通过滚动轴承支承在固定座圈上，并用弹性结合

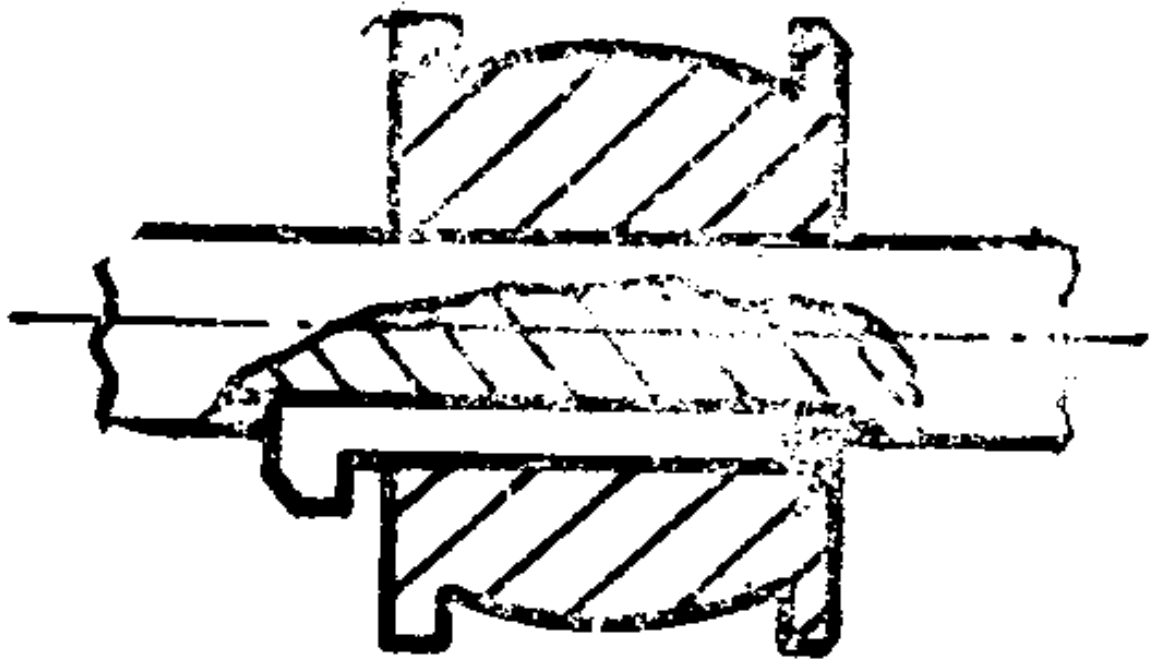


图1-8 键联接

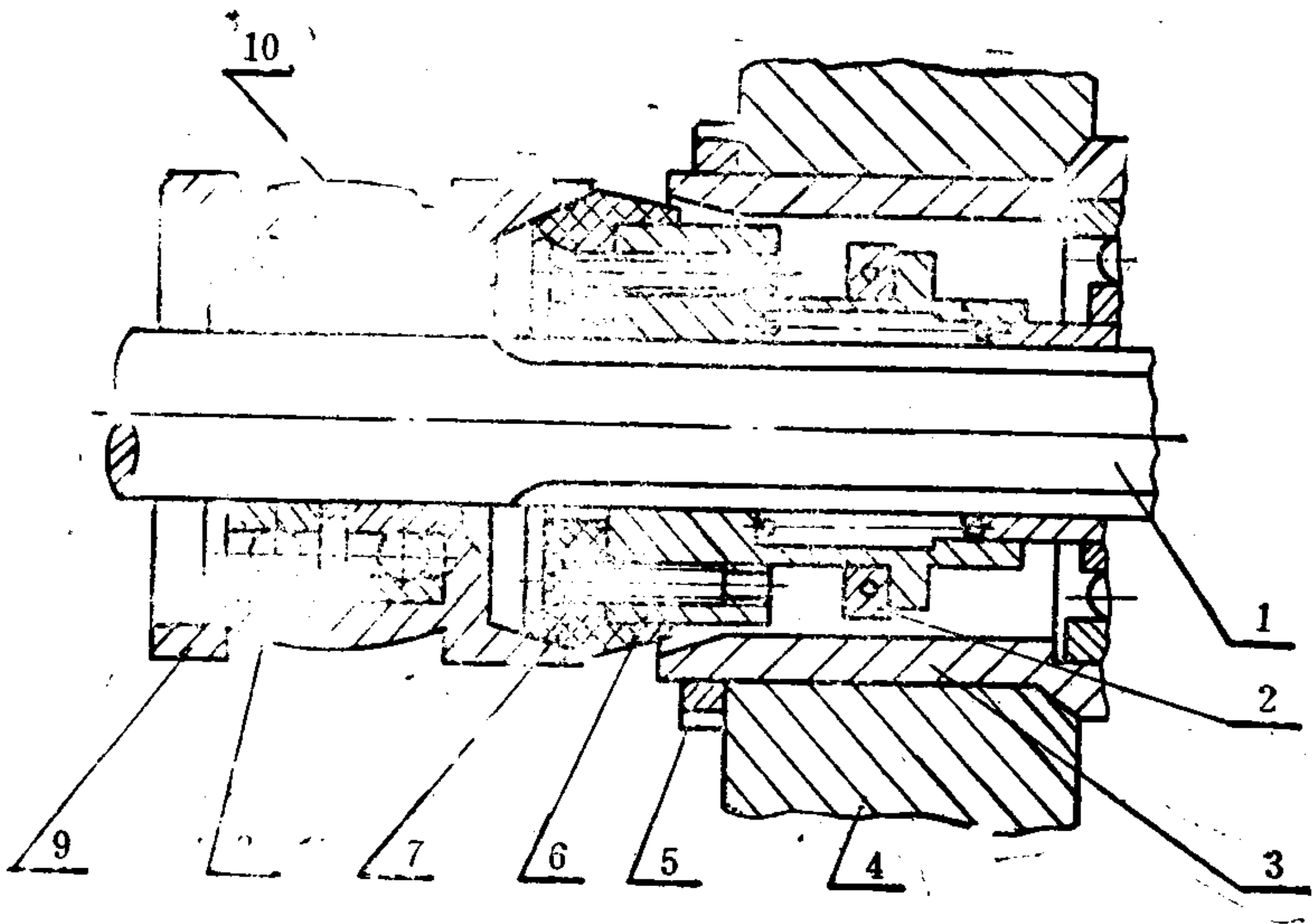


图1-9 双锥面摩擦离合器

1—主轴；2—拨环；3—固定锥体；4—支座；5—圆螺母；6—滑套；
7—硬橡胶摩擦环；8—滚动轴承；9—皮带轮；10—平皮带

环将皮带轮与主轴相联接（图 1-4 所示）。这种型式改善了主

轴受力情况，使主轴只受扭矩而不承受皮带的压轴力，同时由于弹性结合环有吸振和缓冲作用，隔离了振动源，提高了工件表面加工质量。但结构复杂，轴向尺寸较大。

3) 皮带轮通过双锥面摩擦离合器与主轴联接（图1-9）。前两种型式中主轴的转动直接由电动机的开关控制，而这种型式能在电动机运转下操纵双锥面摩擦离合器接通或断开与主轴的动力传动，离合器的操纵是由分配轴上的凸轮通过连杆机构控制拨环2、滑套6左右移动。但这种结构很复杂，只有在特殊零件的加工中需要主轴停转时方采用，例如自动车床AS7、M7、T4等的主轴皮带轮结构为此种型式，在主轴停转情况下完成冲方孔、铣槽等的加工。

4. 主轴传动皮带断裂安全装置

如果主轴传动皮带偶然断裂，主轴将停止转动，而分配轴仍继续转动，使刀具伸向不转动的棒料，引起刀具甚至车床零部件的损坏。

图1-10所示为CG 1107的主轴皮带断裂安全装置简图。张紧轮5空套在轴6上，而轴6固定于支架7上，支架7用两个滚动轴承安装在轴1上，弹簧11使张紧轮压紧皮带，于是皮带具有一定的初拉力。当皮带偶然断裂时，支架7在弹簧11的拉力作用下产生回转运动，使杠杆8上的撞块9压下开关按钮10，电动机立即停止转动，避免事故发生。

二、夹紧机构

纵切自动车床在加工零件时，主轴通过弹簧夹头带动棒料旋转，这时弹簧夹头必须夹紧棒料；当加工的零件被切断后，弹簧夹头又要松开。弹簧夹头夹紧与松开棒料的动作是由夹紧机构（图1-11）来完成的。在空心轴4前端装有弹簧夹头1、并用螺帽2压紧，当滑套5向右移动时，利用球面使小杠杆9的长臂抬起绕固定的小轴8回转，小杠杆的短臂便推动套筒3向左移动，套筒以其内锥面作用于弹簧夹头的外锥面，从而使弹簧夹头夹紧