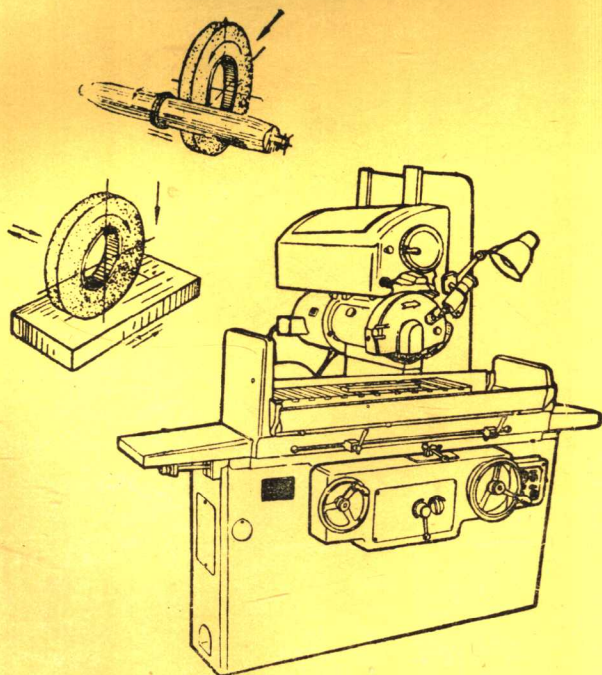


工人技术
教育读本

磨 工

上海市第一机电工业局《读本》编审委员会编



机械工业出版社

本书参照机械工业部颁发的《工人技术等级标准》二至三级磨工应知应会修订的。

内容包括：磨削加工基本知识、外圆磨削、内圆磨削、圆锥面磨削和平面磨削等基本型面的磨削方法，并通过套类零件磨削的讲解，综合地分析加工工艺及其注意事项。另外，对无心外圆磨削、刀具刃磨、复杂零件磨削、磨削新工艺和典型磨床的结构及使用等也都作了扼要的叙述。

本书各章均附复习题，书末还附有一定数量的参考试题，以供学员复习与教学者出题之用。

本书可作为工厂企业定期培训初级工的教材，也可作为磨工自学用书。

原参加本书编写的有：顾维邦、王宗莲、浦宝祥、陈纯、陈家芳等同志。参加本书修订的有：徐圣群、王建晨、黄庚勋同志；唐志松、邵时美、费志刚同志参加审稿。

磨 工

(修 订 本)

上海市第一机电工业局《读本》编审委员会 编

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第117号）

四川新华印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本 787×1092 1/32 · 印张 $11\frac{1}{4}$ · 字数247千字
1985年6月北京第二版 · 1985年6月北京第五次印刷
印数331,001—385,000 · 定价 1.80 元

统一书号：15033·4191

修 订 说 明

一九七二年，我局组织编写了一套《工人技术教育读本》（简称《读本》）。《读本》的出版，给具有初中文化程度、进厂三至五年的青年工人提供一套自学用书，以后又分别被选作技工学校、在职青工短训班和职工学校的教科书。据统计，这套《读本》已累计发行了一千四百余万册，为普及初级技术教育起了积极的推动作用。

党的十二大提出的开创社会主义建设新局面和发展国民经济宏伟目标，要求机械工业用先进的技术装备武装国民经济各部门。为了完成这一任务，必须培养和造就一支具有社会主义觉悟和较高文化水平的工人队伍，才能适应机械工业上质量，上品种，上水平，提高经济效益的要求。要提高工人队伍的素质，就必须在加强思想政治建设的同时，注重提高工人文化技术水平，才能掌握先进的技术，先进的工艺，生产出先进的产品。

在新的形势下，广大读者迫切要求再版和重印这套书。但考虑到这套《读本》出版已多年，随着科学技术的发展，新材料、新技术、新设备、新工艺的日新月异，因此原《读本》的某些技术内容已陈旧过时，有必要作一次全面的修订。为此，我们从一九八二年十月起开始组织修订工作。

为了保持和发扬这套《读本》文字精练，通俗易懂，结合实例，学以致用特点，做到承前启后。因此，除邀请原《读本》的部分原编者参加编写外，还增选从事职工教育的教师和工

程技术人员参加《读本》的修订和审稿工作，对原《读本》存在的不足之处，作了较大的修订和补充。经过修订后，除《机电数学》不再出版外，还增编了《焊工》和《机械制图习题集》。现在出版的技术基础课有：《机械基础》、《机械制图》、《机械制图习题集》；专业课有：《车工》、《钳工》、《刨工》、《铣工》、《磨工》、《电工》、《焊工》、《铸工》、《锻工》、《热处理工》共十三本。

我们希望经过修订后的这套《读本》，力求做到：篇幅适宜，内容实用，文理通顺，公式准确，图稿清晰。并通过典型零件的剖析和小改小革方法的启示，帮助读者掌握基本的操作技能和提高解决生产中实际问题的能力。为了帮助读者巩固和加深对课文内容的理解，每章后附有复习题，全书后面还附有参考试题。

这套《读本》可作为技术工人短期培训教材及青工自学用书，也可作为技工学校教学参考用书。

在修订过程中，得到了各承担单位及原编者的大力支持，以及全体编审人员的共同努力，修订工作已告顺利完成，在此表示衷心感谢。但是，由于编写时间仓促，调查研究，搜集资料还做得不够，加上编审人员水平有限，在内容上可能还存在不够确切、完整、甚至错误的地方，热诚地欢迎广大读者提出批评意见。

上海市第一机电工业局

《工人技术教育读本》编审委员会

一九八四年五月

目 录

第一章 磨削加工基本知识	1
第一节 磨削加工的特点和应用	1
第二节 磨削时的运动	3
第三节 常用磨床简介	4
第四节 机床的维护和保养	10
第五节 磨削用量	13
第六节 砂轮的基本知识	14
第七节 磨削的基本概念	31
第八节 磨削时的冷却和冷却液	38
第九节 磨工的文明生产和安全知识	40
复习题	41
第二章 外圆磨削	43
第一节 工件的装夹	43
第二节 磨削余量和磨削用量	54
第三节 砂轮的安装和平衡以及修整	57
第四节 磨削方法	66
第五节 轴类零件磨削工艺	74
第六节 轴类零件的精度检验	80
第七节 外圆磨削时的缺陷和消除方法	84
复习题	89
第三章 内圆磨削	90
第一节 内圆磨削的特点和应用	90
第二节 砂轮的选择和安装以及修整	92
第三节 磨削用量	96
第四节 工件的装夹	99
第五节 内孔的磨削方法	104

第六节	内孔的精度检验	108
第七节	内孔磨削时的缺陷和消除方法	111
复习题		112
第四章	圆锥面磨削	113
第一节	圆锥尺寸计算和圆锥的标准	113
第二节	圆锥面的磨削方法	118
第三节	圆锥的精度检验	123
第四节	圆锥面磨削时的缺陷及其消除方法	131
复习题		134
第五章	平面磨削	135
第一节	概述	135
第二节	平行面的磨削	141
第三节	翘曲平面的磨削	144
第四节	垂直平面和斜面的磨削	148
第五节	台阶和直角形槽的磨削	152
第六节	平面的精度检验	154
第七节	平面磨削时的缺陷和消除方法	156
复习题		157
第六章	套类零件磨削	159
第一节	概述	159
第二节	短套磨削	161
第三节	盘形工件磨削	167
第四节	薄壁套磨削	171
第五节	轴套磨削	177
第六节	套类零件的精度检验	185
第七节	套类零件磨削时的缺陷和消除方法	188
复习题		189
第七章	无心外圆磨削	191

第一节	无心外圆磨削的基本原理和磨削方法	191
第二节	M 1080 型无心外圆磨床简介	196
第三节	无心外圆磨床的调整	198
第四节	无心磨削实例	205
第五节	无心磨削时的缺陷和消除方法	211
复习题		216
第八章	复杂零件磨削和磨削新工艺	217
第一节	细长轴磨削	217
第二节	成型面磨削	225
第三节	花键轴磨削	236
第四节	球面磨削	240
第五节	难加工材料的磨削	245
第六节	磨削新工艺	248
复习题		255
第九章	刀具及其刃磨	256
第一节	刀具的基本概念	256
第二节	刃磨刀具的机床及其附件	261
第三节	铰刀的刃磨	267
第四节	铣刀的刃磨	270
第五节	铲齿铣刀的刃磨	275
第六节	插齿刀的刃磨	276
第七节	刃磨刀具用的砂轮及刃磨注意事项	277
复习题		281
第十章	典型磨床的结构和使用	282
第一节	M 131 W 型万能外圆磨床	282
第二节	M 7120 A 型平面磨床	306
第三节	磨床的润滑	323
第四节	磨床的加工精度和光洁度	326

VIII

复习题	334
-----------	-----

附录

I. 标准圆锥的尺寸	335
------------------	-----

II. 磨床的型号	337
-----------------	-----

参考试题	346
------------	-----

第一章 磨削加工基本知识

第一节 磨削加工的特点和应用

在现代机器制造业中，各种零件都需要按一定的顺序用不同的方法进行加工。而尺寸精度、形状位置精度及光洁度要求高的零件，最后必须进行磨削加工，才能达到预定的要求。磨削加工是在磨床上用高速旋转的砂轮进行切削的一种加工方法。

磨削加工的方式很多，如外圆磨削、内圆磨削、平面磨削、成型磨削、螺纹磨削和齿轮磨削等(图 1-1)。

磨削加工与其它切削加工(如车削、铣削、刨削等)比较，具有以下一些特点：

(1) 砂轮相对工件作高速旋转运动。一般砂轮圆周速度在 35 米/秒左右。

(2) 工件表面能获得很高的加工精度和光洁度。通常精度能达 IT7~IT5，光洁度可达 $\nabla 7 \sim \nabla 10$ ；如采用高精度磨削方法，精度可达 IT4，光洁度可达 $\nabla 14$ 。

(3) 能磨削硬度很高的金属和非金属材料，如淬火钢、各种切削刀具以及硬质合金等，这些材料用金属刀具很难加工，甚至根本不能加工。

(4) 在一次行程中能切除极薄的金属表层。

随着机器制造业向高精度、高效能、自动化方向的高速发展，机器零件的精度越来越高，淬硬零件和难加工材料也日益增多，所以很多零件必须用磨削来进行最后精加工。近年

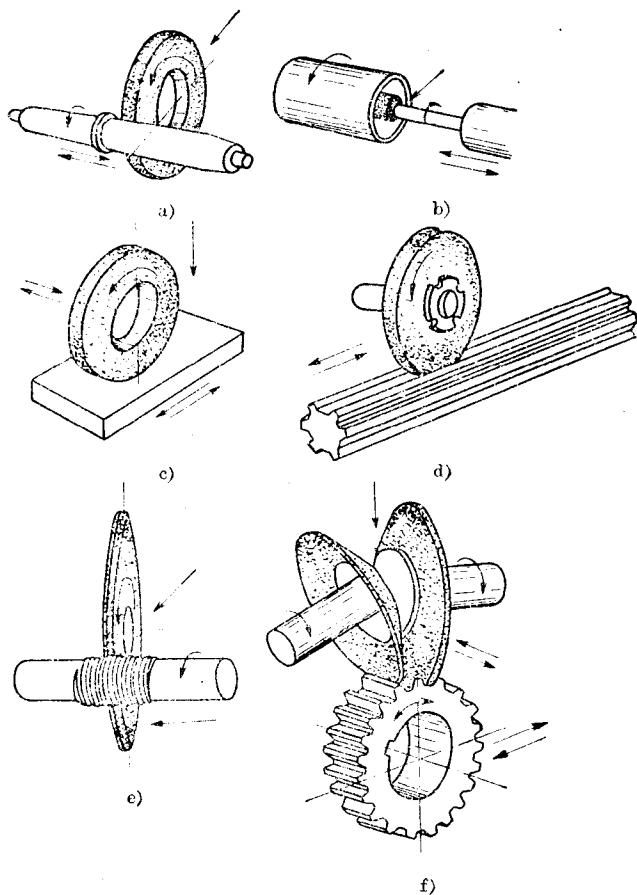


图 1-1 磨削加工方式

- a) 外圆磨削 b) 内圆磨削 c) 平面磨削
d) 成型磨削 e) 螺纹磨削 f) 齿轮磨削

来,由于磨料、砂轮、磨床和磨削技术的发展,进一步扩大了磨削的使用范围。目前,各种形状的表面几乎都可以用磨削进行加工,甚至能使某些零件不经其它切削加工,而直接由磨削加工完成,这将使磨削在整个机器制造业中发挥更重大的作用。

第二节 磨削时的运动

切削加工时,为了使刀具从工件上切下多余的金属,刀具和工件之间必须作相对运动。

磨削所用的刀具是砂轮。磨削时,砂轮快速旋转,工件则根据磨削方式不同,作旋转运动、直线运动或其它更复杂的运动。现以最常见的外圆磨削、内圆磨削和平面磨削为例来说明磨削时运动。

1. 磨外圆时需要有以下几个运动(图 1-1a):

- (1) 砂轮快速旋转,称为主运动;
- (2) 工件旋转,称为圆周进给运动;
- (3) 工件沿本身轴线作直线往复运动,称为纵向进给运动(纵走刀);
- (4) 砂轮在垂直于工件轴线方向的移动,称为横向进给运动(吃刀),这个运动是不连续的,只是在工件完成一个单向行程或往复行程时才进行一次。

2. 磨内圆时同样需要以上几个运动,但砂轮的旋转方向与磨外圆时相反(图 1-1b)。

3. 磨平面时有下面几个运动(图 1-1c):

- (1) 砂轮快速旋转,称为主运动;
- (2) 工件直线往复运动,称为纵向进给运动(纵走刀);
- (3) 砂轮沿其轴线方向的运动,称为横向进给运动(横走刀),每当工件完成一个单向行程时周期地进行一次;

(4) 砂轮在垂直于工件表面方向的移动, 称为垂直进给运动(吃刀), 当整个平面磨完一遍后进行一次。

从上面列举的磨削外圆、内圆和平面三种表面时的各种运动, 按其所起的作用来看, 可以把这些运动分为三类:

1. 主运动 从工件上切下切屑所必须的基本运动。其特征是消耗切削动力较大和切削速度较高。在磨削加工中, 砂轮的快速旋转是主运动。

2. 进给运动 不断地把金属层投入切削的运动。例如外圆磨削时的工件圆周进给运动和纵向进给运动; 磨平面时的纵向进给运动和横向进给运动。进给运动的形式和数目决定于被加工表面和所用砂轮的形状。

3. 吃刀运动 是使刀具切入工件的运动, 其方向通常垂直于加工表面。例如, 磨外圆时的横向进给运动, 磨平面时的垂直进给运动。吃刀运动用于控制工件的尺寸。

在不同类型的磨床上加工各种零件, 尽管其磨削方式不同, 但砂轮和工件之间都需要主运动和进给运动, 才能进行磨削, 并获得所要求的工件形状和尺寸。

第三节 常用磨床简介

现代机器制造业中使用的磨床种类很多, 根据用途不同, 磨床可分为外圆磨床、内圆磨床、平面磨床、螺纹磨床、齿轮磨床、导轨磨床和工具磨床等。上述各类磨床, 由于磨削方式及使用上的万能性程度不同, 每一类还可分为很多形式, 如外圆磨床还可细分为普通外圆磨床、万能外圆磨床、无心外圆磨床、端面外圆磨床等。此外, 还有为数很多的专用磨床, 如花键轴磨床、凸轮轴磨床、曲轴磨床、轧辊磨床等, 它们只能加工一种类型的零件。磨床的详细分类可参阅附录 II。

磨床的品种虽然繁多,但生产中应用最多的有下列几种:

1. 外圆磨床 主要用于磨削各种轴类和套类零件的外圆柱面、外圆锥面以及阶台端面等。

2. 内圆磨床 用于磨削套筒类和盘形零件的圆柱孔和圆锥孔。

3. 平面磨床 用于磨削各种零件的平面。

4. 无心外圆磨床 主要用于磨削光滑轴类零件的外圆柱面。

5. 万能工具磨床 用于磨削各种金属切削刀具的刃口,如车刀、铣刀、铰刀、滚刀等各种型面。

在以后各章中,主要讲述以上几种磨床的加工方法。下面先简单地介绍一下最常见的三种磨床的构造。

1. M131W 型万能外圆磨床 这是一台中等尺寸的万能外圆磨床,除了可以磨削外圆柱面和外圆锥面外,还可以磨削内圆柱面和内圆锥面。在工具车间、修理车间和单件小批量生产车间中应用很普遍。

M131W 型万能外圆磨床由床身1、工作台9、头架2、尾架8和砂轮架7等部件组成(图1-2)。

床身1是一个箱形铸件,用来支承磨床的各个部件。在床身上面有两组导轨:纵向导轨和横向导轨。纵向导轨上装有工作台9,横向导轨上装有砂轮架7。在床身内部装有液压传动装置和其它传动机构。

头架2和尾架8都安装在工作台9上。头架上有主轴,可用顶针或卡盘夹持工件,并带动工件旋转,头架上的变速机构可以使工件获得几种不同的转速。尾架8的套筒内装有顶针,当在两顶针间装夹工件时,用它支承工件的另一端(图1-3)。尾架可沿着工作台台面上的导轨左右移动,以适应磨

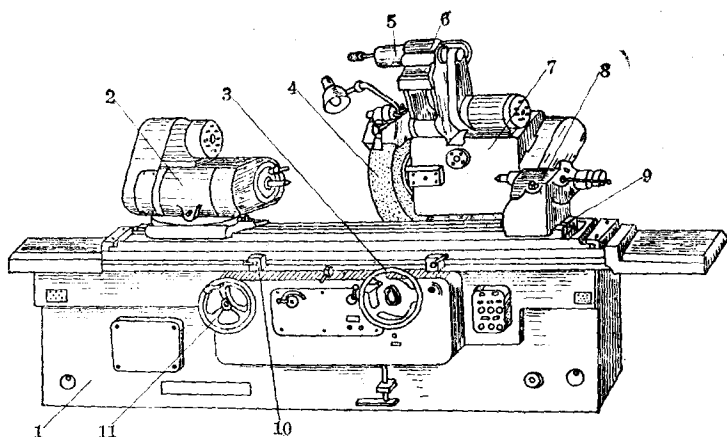


图 1-2 M131W 型万能外圆磨床

削不同长度的工件。在尾架套筒的后端，装有弹簧可调节对工件的顶紧力。头架也同样可以移动，但不常移动。

工作台 9 可由液压驱动，沿着床身上的纵向导轨作直线

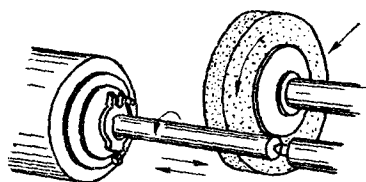


图 1-3 工件装夹在前、后顶针上

往复运动，使工作台实现纵向进给。在工作台前侧的 T 型槽内，装有两个可调整位置的换向撞块 10，用以操纵工作台自动换向。工作台也可用手轮 11 实现纵向移动，

以进行调整或手动磨削。工作台由上、下两层组成，上工作台可相对于下工作台绕垂直轴线偏转一个不大的角度，以便磨削圆锥面。在磨削圆柱面产生锥度时，也可通过调整上工作台来消除。

砂轮 4 装在砂轮架 7 的主轴上，由单独的电动机经皮带

直接传动旋转。砂轮架可沿着床身后部的横向导轨前后移动,运动形式有自动周期进给、快速引进、退出和手动移动三种。自动周期进给由液压通过棘轮机构传动,每当工作台换向时进行一次。快速进退的距离是由液压传动来实现的。装卸工件及加工过程中测量工件尺寸时,砂轮架快速退出;磨削时快速引进工件;手动移动是靠转动手轮 3 实现的,用以调整位置或作手动进给。

内圆磨具 5 是磨削内圆表面用的,在它的主轴上可装上内圆砂轮,由另一个电动机经皮带直接传动。内圆磨具装在可绕铰链回转的支架上,不用时翻向砂轮架上方,使用时翻下。

砂轮架和头架都可绕各自的轴销回转一定角度,以磨削

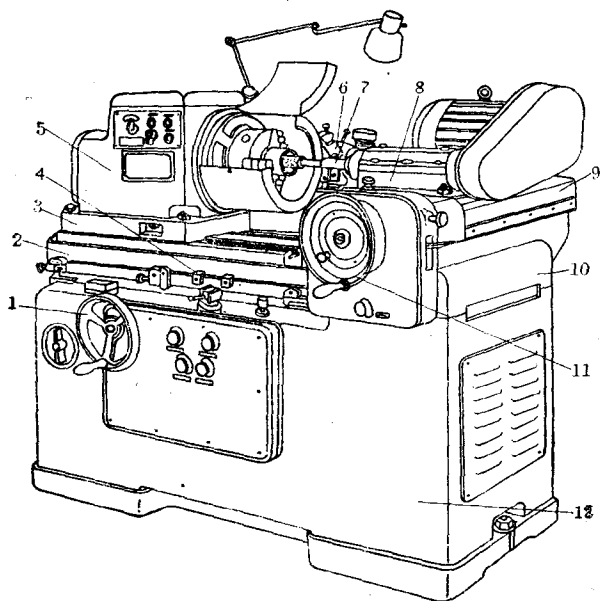


图 1-4 M2110 型内圆磨床

锥度较大的圆锥面。

2. M2110型内圆磨床 M2110型内圆磨床可磨削内圆柱面和内圆锥面。它由床身12、工作台2、床头箱5、内圆磨具7和砂轮修整器6等部件组成(图1-4)。

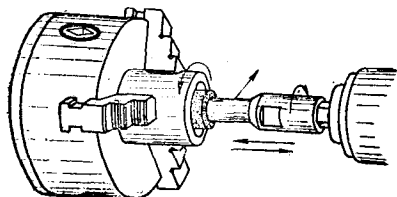


图1-5 工件装夹在卡盘上

床头箱5通过底板3固定在工作台2的左端。在床头箱主轴的前端装有卡盘或其它夹具,以夹持并带动工件旋转(图1-5)。床头箱

可相对于底板绕垂直轴转动一个角度,以便磨削内圆锥面。底板可沿着工作台台面上的纵向导轨调整位置,以适应磨削各种不同的工件。磨削时工作台由液压传动,沿着床身上的纵向导轨作直线往复运动(由撞块4自动操纵换向),使工件实现纵向进给。装拆工件或磨削过程中测量工件尺寸时,工作台需向左退出较大距离。为了缩短辅助时间,当工件退离砂轮一段距离后,安装在工作台前侧的压板,可自动控制油路转换为快速行程,使工作台很快地退至左边极限位置。重新开始工作时,工作台先是快速向右,而后自动转换为进给速度。工作台也可用手轮1实现纵向移动。

内圆磨具7安装在磨具座8中,可以根据磨削孔径的大小进行调换(磨床上备有两套规格不同的内圆磨具)。砂轮主轴由电动机经皮带直接传动旋转。磨具座8固定在横拖板9上,后者可沿着固定在床身12上的桥板10上面的横向导轨移动,使砂轮实现横向进给运动。砂轮的横向进给有手动和自动两种。手动进给由手轮11实现,自动进给由固定在工作台上的撞块操纵横进给机构实现。

砂轮修整器 6 是修整砂轮用的，要安装在工作台中部台面上，根据需要可在纵向和横向调整位置。修整器上的金刚石杆可随着修整器的回转头上下翻转，修整砂轮时倒下，磨削时翻起。

3. M7120 A 型平面磨床 M7120 A 型平面磨床是一种卧轴矩台平面磨床，用砂轮的圆周面磨削平面。它由床身 1、工作台 3、立柱 5、磨头 9 和砂轮修整器 6 等部件组成(图 1-6)。

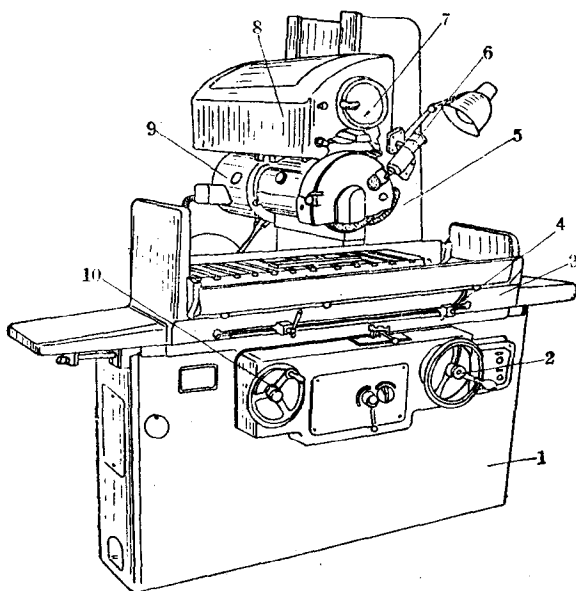


图 1-6 M7120 A 型平面磨床

长方形的工作台 3 装在床身的水平纵向导轨上，由液压传动作直线往复运动(由撞块 4 自动操纵换向)，也可用手轮 10 进行调整。工作台上装有电磁吸盘或其它夹具用于装夹