

实 用 铣 工 手 册

沈 海 珊 等 编

上 海 科 学 技 术 出 版 社

内 容 简 介

手册系统地介绍了铣工工作中常用的计算公式、数据和资料,并简要地叙述了(以万能铣床为主)常见典型零件的铣削加工和铣床的扩大使用方法等。手册附有大量图表,便于查阅,可供铣工与有关技术人员参考。

实 用 铣 工 手 册

沈海珊等 编

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

发行所上海发行所发行 浙江嘉兴印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 22 插页 4 字数 734,000

1982年 2月第1版 1982年 2月第1次印刷

印数: 1—30,300

统一书号: 15119·2131 定价: (科三) 2.50 元

前 言

铣削是生产效率较高的一种金属切削方法，它所能加工的零件范围非常广泛。广大铣工师傅在生产中积累了丰富的经验，为了交流经验，我们组织了沈海珊等同志，编写了这本《实用铣工手册》。

本手册主要由沈海珊同志编写；我厂的沈本正同志参加了资料的收集整理和部分表格数据的运算；黄道邦同志参加了收集部分资料及组织征集有关意见的工作；厂技校部分师生描绘了一些图稿。此外，还得到厂内其他一些同志的支持。

手册中大部分表格的数据，由复旦大学计算机科学系的李为鉴同志用电子计算机运算、提供。原上海市杨浦区第二工人文化宫科技组周文华等同志在征求意见，组织审稿等过程中做了不少工作。手册编写过程中，还得到许多兄弟单位和工厂的热情支持与帮助。全稿最后由江南造船厂侯慧人、上海拖拉机厂诸全兴等同志作了审阅。

希望本手册能起到交流经验、促进铣削水平提高的作用。并请广大读者提出宝贵意见。

上海针织机械二厂

1980年9月

目 录

第一章 铣 床

§ 1-1 常用铣床概述	1	(三) 万能铣头	6
一、卧式铣床	1	§ 1-2 铣床的型号编制	6
二、立式铣床	2	§ 1-3 铣床精度检验规范	8
三、工具铣床	2	§ 1-4 铣床主要机构调整	18
四、龙门铣床	3	一、主轴的调整	18
五、铣床附件	4	二、刀轴摆差的调整	18
(一) 平口钳	4	三、丝杆螺母间隙的调整	19
(二) 回转工作台	5		

第二章 铣削基础知识

§ 2-1 铣削运动与铣削方式	21	§ 2-5 铣削方式的选择	41
§ 2-2 铣削要素	22	一、逆铣与顺铣	41
§ 2-3 铣刀的几何角度	30	(一) 逆铣概述	41
一、铣刀切削部分的组成	30	(二) 顺铣概述	41
二、铣刀几何角度的名称	31	二、螺旋铣刀的正确使用	42
三、铣刀主要几何角度的作 用和选择原则	33	§ 2-6 铣削用量的选择	44
(一) 高速钢铣刀几何角度的 选择	35	一、铣削深度 t 的选择	44
(二) 硬质合金铣刀几何角度 的选择	35	二、每齿进给量 S_z 的选择	44
§ 2-4 铣削力和铣削功率	36	三、铣削速度 v 的选择	45
一、铣削力的分解	36	§ 2-7 冷却润滑液	48
二、铣削力和铣削功率的计 算	38	一、简述	48
		二、冷却润滑液的选用	49
		§ 2-8 提高铣削工效和表面光 洁度的途径	50

第三章 铣刀和铣刀刃磨

§ 3-1 铣刀	52	(七) 锯片铣刀	85
一、铣刀齿形	52	(八) 切口铣刀	86
二、铣刀材料的选择	53	(九) 半圆铣刀	88
(一) 铣刀材料的基本切削性能 比较	53	(十) T形槽铣刀	89
(二) 高速钢的选择	54	(十一) 半圆键槽铣刀	91
(三) 硬质合金的选择	55	(十二) 单角铣刀	93
三、硬质合金可转位刀片	60	(十三) 双角铣刀	93
(一) 概述	60	五、推荐几把高效率铣刀	95
(二) 可转位刀片的型号表示	61	(一) 整体式铣刀	95
(三) 可转位刀片的断屑槽型 式	62	(二) 机夹硬质合金可转位铣 刀	98
(四) 可转位刀片的尺寸系列	64	§ 3-2 铣刀的刃磨	102
四、常用铣刀的规格	71	一、铣刀的磨损	102
(一) 立铣刀	71	(一) 磨损原因及其部位	102
(二) 键槽铣刀	76	(二) 磨损过程	102
(三) 套式端铣刀	78	二、铣刀的修磨	103
(四) 圆柱形铣刀	80	三、铣刀的刃磨	104
(五) 三面刃铣刀	81	(一) 砂轮	104
(六) 尖齿槽铣刀	84	(二) 刃磨用附件	105
		(三) 刃磨方法	109

第四章 分 度 头

§ 4-1 分度头介绍	117	(二) 简单分度表	127
§ 4-2 分度头型号和规格	119	二、角度分度法	128
§ 4-3 分度头结构	120	(一) 角度分度简述	128
一、分度头主要结构	120	(二) 角度分度表	129
二、分度头主要附件	121	三、差动分度法	144
§ 4-4 分度头精度检验规范	122	(一) 差动分度简述	144
§ 4-5 分度方法	126	(二) 负值差动分度表	146
一、简单分度法	126	四、近似分度法	150
(一) 简单分度概述	126	(一) 近似分度简述	150

(二) 近似分度表	151
五、直线分度法	152
(一) 直线分度简述	152

(二) 定轮法直线分度挂轮选取表	154
------------------------	-----

第五章 型面铣削

§ 5-1 平面铣削	155
一、平口钳校正	155
二、立铣头校正	156
三、平面的铣削	156
四、多面体的铣削	157
五、正多边形的铣削	159
(一) 正多边形的计算	159
(二) 正多边形的角值和系数表	159
(三) 铣削方法	160
(四) 铣制四方和六方的参数选取表	161
§ 5-2 斜面铣削	163
一、把工件倾斜铣斜面	163
二、倾斜立铣头铣斜面	163
三、用角度铣刀铣斜面	164
四、用专用夹具铣斜面	165

§ 5-3 锥体铣削	166
一、正棱锥的铣削和计算	166
二、铣制正棱锥的参数选取表	167
§ 5-4 圆弧铣削	170
一、用回转工作台铣削圆弧	170
二、用端铣刀近似铣削圆弧	170
三、圆弧的测量	171
§ 5-5 椭圆铣削	172
一、椭圆孔铣削	172
二、椭圆轴铣削	173
§ 5-6 球面铣削	174
一、球面的形成和调整	174
二、球面的铣削和计算	175
三、铣制外球面参数选取表	177
四、铣制内球面参数选取表	179

第六章 键槽铣削

§ 6-1 常见键槽铣削示例	184
§ 6-2 铣削时轴的定位和夹固	185
§ 6-3 键槽铣削的对刀调整方法	187
§ 6-4 键槽的尺寸及其综合公差	189
一、楔键槽的尺寸和综合公差表	189

差表	189
二、平键槽的尺寸和综合公差表	190
三、半圆键槽的尺寸和综合公差表	193
四、切向键槽	198
(一) 切向键槽的尺寸和综合公差表	198

(二) 切向键槽的铣削	200
五、矩形花键轴(直齿)	201
(一) 矩形花键轴(直齿)的尺 寸和综合公差及铣制 时的参数选取表	202
(二) 花键表面位置的偏差	209
(三) 花键的表面光洁度要求	210
(四) 矩形花键轴(直齿)的铣 削	210

六、T形槽	212
(一) T形槽的尺寸和公差表	212
(二) T形槽的铣削	213
七、燕尾槽	214
(一) 燕尾槽的尺寸	214
(二) 燕尾槽的铣削	215
(三) 铣制燕尾槽的参数选取 表	216

第七章 牙嵌式离合器铣削

§ 7-1 牙嵌式离合器的种类和 用途	218
§ 7-2 铣削离合器时的几种对 刀方法	220
§ 7-3 牙嵌式离合器的铣削	222
一、矩形牙嵌离合器	222
(一) 矩形牙嵌离合器的铣削 和计算	222
(二) 铣制矩形牙嵌离合器的 参数选取表	224
二、尖齿形牙嵌离合器	225
(一) 尖齿形牙嵌离合器的铣 削和计算	225
(二) 铣制尖齿形牙嵌离合 器的参数选取表	226
三、梯形牙嵌离合器和楔形 牙嵌离合器	232

(一) 梯形牙嵌离合器和楔形 牙嵌离合器的铣削和 计算	232
(二) 铣制梯形牙嵌离合器和 楔形牙嵌离合器的参 数选取表	234
四、锯齿形牙嵌离合器	236
(一) 锯齿形牙嵌离合器的铣 削和计算	236
(二) 铣制锯齿形牙嵌离合 器的参数选取表	237
五、螺旋爪形牙嵌离合器	239
(一) 螺旋爪形牙嵌离合器的 铣削和计算	239
(二) 铣制螺旋爪形牙嵌离 合器的参数选取表	241

第八章 棘轮和链轮的铣削

§ 8-1 等边齿棘轮	243
一、等边齿棘轮的铣削和计 算	243

二、铣制等边齿棘轮的参数 选取表	244
§ 8-2 链轮	246

一、方框链轮.....	246
(一) 方框链轮的尺寸计算	246
(二) 方框链轮的铣削和计算	247
(三) 铣制方框链轮的参数选取表	248
二、滚子链轮.....	252
(一) 滚子链轮的尺寸计算	252
(二) 滚子链轮的近似铣削和计算	254
(三) 近似铣制滚子链轮的参	

数选取表	256
三、无声链轮.....	262
(一) 无声链轮的尺寸计算	262
(二) 无声链轮的近似铣削和计算	263
(三) 近似铣制无声链轮的参数选取表	266
四、同步齿带和带轮.....	270
(一) 概述	270
(二) 带轮各部的尺寸计算	270

第九章 凸 轮 的 铣 削

§ 9-1 圆盘凸轮的铣削	272	(一) 垂直铣削法	274
一、概述.....	272	(二) 倾斜铣削法	276
二、圆盘凸轮的铣制.....	274	§ 9-2 圆柱凸轮的铣削	278

第十章 刀 具 开 齿

§ 10-1 齿高与棱边宽	280	一、圆锥面直齿刀具的铣削和计算.....	309
§ 10-2 开齿时的几种对刀方法	282	二、铣制圆锥面直齿刀具时分度头仰角 α 选取表.....	310
§ 10-3 圆柱面直齿刀具的开齿	285	§ 10-6 圆柱面螺旋齿刀具的开齿	317
一、圆柱面直齿刀具的铣削和计算.....	285	一、概述.....	317
二、铣制圆柱面直齿刀具的参数选取表.....	289	二、圆柱面螺旋齿刀具的铣削和计算.....	318
§ 10-4 刀具端面齿的开齿	307	三、铣制圆柱面螺旋齿刀具的参数选取表.....	321
一、刀具端面齿的铣削和计算.....	307	§ 10-7 铰刀开齿	322
二、铣制端面齿时分度头仰角 α 选取表.....	308	一、直齿铰刀开齿.....	322
§ 10-5 圆锥面直齿刀具的开齿	309	(一) 概述	322
		(二) 铣制直齿铰刀的参数选取表	324

二、锥铰刀开齿	323
(一) 概述	328
(二) 锥铰刀的铣削和计算	329
(三) 铣制锥铰刀的参数选取	

表	330
§ 10-8 双重齿背的铣削和计算	332

第十一章 齿轮铣削

§ 11-1 概述	333
一、齿轮及其铣制的基本概念	333
二、齿轮模数系列	339
三、齿轮片铣刀号数表	339
§ 11-2 圆柱齿轮的计算和铣制	339
一、正齿轮(标准直齿轮)	339
(一) 正齿轮的尺寸计算	339
(二) 齿坯的精度要求	341
(三) 正齿轮的铣制	344
二、螺旋齿轮	347
(一) 概述	347
(二) 螺旋齿轮尺寸的计算	349
(三) 螺旋齿轮的铣制	351
三、齿条	412
(一) 概述	412
(二) 齿坯的精度要求	412
(三) 齿条的铣制	413
§ 11-3 直齿圆锥齿轮	419
一、概述	419
二、直齿圆锥齿轮尺寸的计算	421
三、圆锥齿轮齿坯的精度要求	423
(一) 齿坯精度要求	423
(二) 齿坯表面及齿侧表面光	

洁度的要求	425
四、直齿圆锥齿轮的铣制	425
(一) 概述	425
(二) 用直齿圆锥齿轮片铣刀铣制	427
(三) 用圆柱齿轮片铣刀铣制	432
五、直齿圆锥齿轮主要尺寸选取表	435
§ 11-4 蜗杆和蜗轮	493
一、概述	493
二、蜗杆和蜗轮的尺寸	496
(一) 蜗杆和蜗轮的尺寸计算	496
(二) 蜗杆的标准模数、特性系数和导程角选取表	498
三、蜗杆和蜗轮的齿坯精度要求	498
(一) 蜗杆齿坯要求	498
(二) 蜗轮齿坯要求	499
(三) 蜗杆、蜗轮表面和齿侧表面光洁度的要求	501
四、蜗杆的铣制	502
(一) 概述	502
(二) 铣制单头蜗杆时挂轮选取表	505
五、蜗轮的铣制	505
(一) 概述	505
(二) 非标准蜗杆导程角选取	

表	507	范	528
§ 11-5 变位齿轮	508	(一) 概述	528
一、概述	508	(二) 圆锥齿轮精度和精度规	
二、变位齿轮的种类	508	范	529
(一) 高变位齿轮	503	四、蜗杆蜗轮精度和精度规范	534
(二) 角变位齿轮	509	(一) 概述	534
三、变位齿轮的选用	509	(二) 蜗杆蜗轮精度和精度规	
四、变位齿轮的计算特点	510	范	534
(一) 不产生根切的最少齿数	511	§ 11-7 齿厚测量	541
(二) 避免根切的最小变位系		一、概述	541
数 ε	511	(一) 公法线长度测量方法	541
五、变位直齿圆柱齿轮的尺		(二) 弦齿厚测量方法	543
寸计算	512	二、齿厚测量计算	545
(一) 高变位直齿圆柱齿轮的		(一) 公法线长度测量	545
尺寸计算	512	(二) 弦齿厚测量	568
(二) 角变位直齿圆柱齿轮的		三、齿条齿厚测量	573
尺寸计算	513	(一) 概述	573
§ 11-6 齿轮精度和精度规范	514	(二) 齿条齿厚的偏差和公差	
一、齿轮的精度等级	514	表	574
(一) 概述	514	四、蜗杆齿厚测量	575
(二) 齿轮精度等级的规定和		(一) 标准蜗杆法向弦齿厚选	
选择参考	514	取表	575
二、圆柱齿轮精度和精度规		(二) 非标准蜗杆法向弦齿厚	
范	517	选取表	576
(一) 概述	517	(三) 蜗杆齿厚最小减薄量 $\Delta_m S$	
(二) 圆柱齿轮精度规范	519	表	577
三、圆锥齿轮精度和精度规		(四) 蜗杆齿厚公差 δS 表	578

第十二章 铣床的扩大使用

§ 12-1 以铣代镗	579	§ 12-3 单刀展成加工蜗轮	585
一、镗轴	579	一、展成改装	585
二、镗头	580	二、刀头尺寸的计算	587
§ 12-2 以铣代滚	582	三、展成操作	588

四、展成计算.....591	轮594
五、分齿挂轮表.....592	一、展成改装.....594
六、蜗轮展成加工参考表.....594	二、展成操作.....595
§ 12-4 展成加工直齿圆锥齿	三、展成计算.....597

第十三章 铣工常用资料

一、希腊字母.....599	六、三角函数.....630
二、公英制(长度)对照表.....599	(一) 三角函数基本公式630
(一) 英寸-毫米对照表599	(二) 三角函数表632
(二) 英寸(小数)-毫米对照 表601	(三) $\frac{1}{\cos^3 \beta}$ 选取表.....678
三、圆的弧长、弦长和弓形高 计算表.....602	七、渐开线函数.....681
四、圆周等分表.....605	(一) 渐开线函数特性681
五、1~6000 整数因子分解 表.....606	(二) 渐开线函数表682
	八、铣床常用圆锥.....686
	(一) 无舌尾的外锥体尺寸686
	(二) 铣床刀轴尾部尺寸687

附录 齿轮传动比计算

一、概述.....688	(二) 因子分解法692
二、几种挂轮速比的计算.....691	(三) 繁分数法692
(一) 分子分母扩大法691	(四) 定轮法694

表	507	范	528
§ 11-5 变位齿轮	508	(一) 概述	528
一、概述	508	(二) 圆锥齿轮精度和精度规 范	529
二、变位齿轮的种类	508	四、蜗杆蜗轮精度和精度规范	534
(一) 高变位齿轮	508	(一) 概述	534
(二) 角变位齿轮	509	(二) 蜗杆蜗轮精度和精度规 范	534
三、变位齿轮的选用	509	§ 11-7 齿厚测量	541
四、变位齿轮的计算特点	510	一、概述	541
(一) 不产生根切的最少齿数	511	(一) 公法线长度测量方法	541
(二) 避免根切的最小变位系 数 ξ	511	(二) 弦齿厚测量方法	543
五、变位直齿圆柱齿轮的尺 寸计算	512	二、齿厚测量计算	545
(一) 高变位直齿圆柱齿轮的 尺寸计算	512	(一) 公法线长度测量	545
(二) 角变位直齿圆柱齿轮的 尺寸计算	513	(二) 弦齿厚测量	568
§ 11-6 齿轮精度和精度规范	514	三、齿条齿厚测量	573
一、齿轮的精度等级	514	(一) 概述	573
(一) 概述	514	(二) 齿条齿厚的偏差和公差 表	574
(二) 齿轮精度等级的规定和 选择参考	514	四、蜗杆齿厚测量	575
二、圆柱齿轮精度和精度规 范	517	(一) 标准蜗杆法向弦齿厚选 取表	575
(一) 概述	517	(二) 非标准蜗杆法向弦齿厚 选取表	576
(二) 圆柱齿轮精度规范	519	(三) 蜗杆齿厚最小减薄量 $\Delta_m S$ 表	577
三、圆锥齿轮精度和精度规 范	528	(四) 蜗杆齿厚公差 δS 表	578

第十二章 铣床的扩大使用

§ 12-1 以铣代镗	579	§ 12-3 单刀展成加工蜗轮	585
一、镗轴	579	一、展成改装	585
二、镗头	580	二、刀头尺寸的计算	587
§ 12-2 以铣代滚	582	三、展成操作	588

四、展成计算.....591	轮594
五、分齿挂轮表.....592	一、展成改装.....594
六、蜗轮展成加工参考表.....594	二、展成操作.....595
§ 12-4 展成加工直齿圆锥齿	三、展成计算.....597

第十三章 铣工常用资料

一、希腊字母.....599	六、三角函数.....630
二、公英制(长度)对照表.....599	(一) 三角函数基本公式630
(一) 英寸-毫米对照表599	(二) 三角函数表632
(二) 英寸(小数)-毫米对照表601	(三) $\frac{1}{\cos^3 \beta}$ 选取表.....678
三、圆的弧长、弦长和弓形高计算表.....602	七、渐开线函数.....681
四、圆周等分表.....605	(一) 渐开线函数特性681
五、1~6000 整数因子分解表.....606	(二) 渐开线函数表682
	八、铣床常用圆锥.....686
	(一) 无舌尾的外锥体尺寸686
	(二) 铣床刀轴尾部尺寸687

附录· 齿轮传动比计算

一、概述.....688	(二) 因子分解法692
二、几种挂轮速比的计算.....691	(三) 繁分数法692
(一) 分子分母扩大法691	(四) 定轮法694

第一章 铣 床

§ 1-1 常用铣床概述

一、卧 式 铣 床

铣床的主轴中心线与工作台面平行,叫卧式铣床,简称卧铣或平铣。其工作台一般在三个方向(即垂直、横向和纵向)内都可移动。有的卧铣为了加工需要,它的纵向工作台在水平面内还能向左或向右旋转 $0\sim 45^\circ$ 的角度。这种铣床叫万能铣床。它还备有一些附件如分度头、平口钳、回转工作台、万能铣头等。合理地使用这些附件再配以相应的刀具、夹具,几乎可以对任何形状的机械零件进行铣削加工。

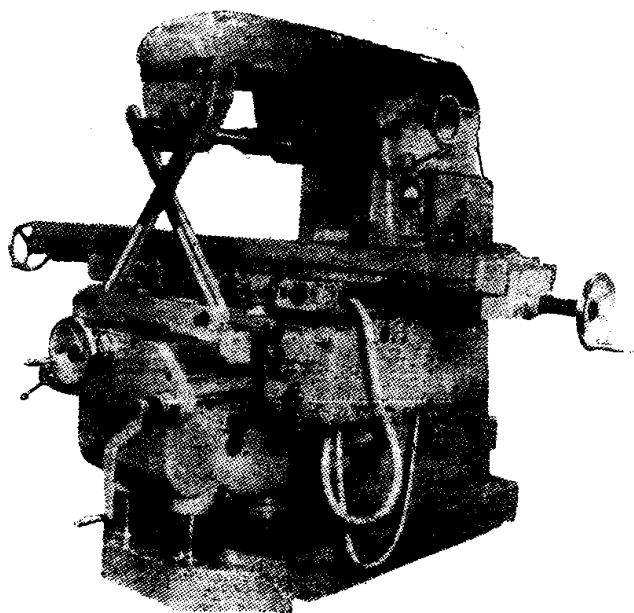


图 1-1 卧式铣床

二、立式铣床

铣床的主轴中心线与工作台面垂直,叫立式铣床,简称立铣。有的立铣为了加工需要,主轴还能向左或向右倾斜一定的角度,以便铣削倾斜面等。

立式铣床一般用于铣削平面、斜面或沟槽,如配上分度头或专用夹具也能铣削齿轮等一类的零件。

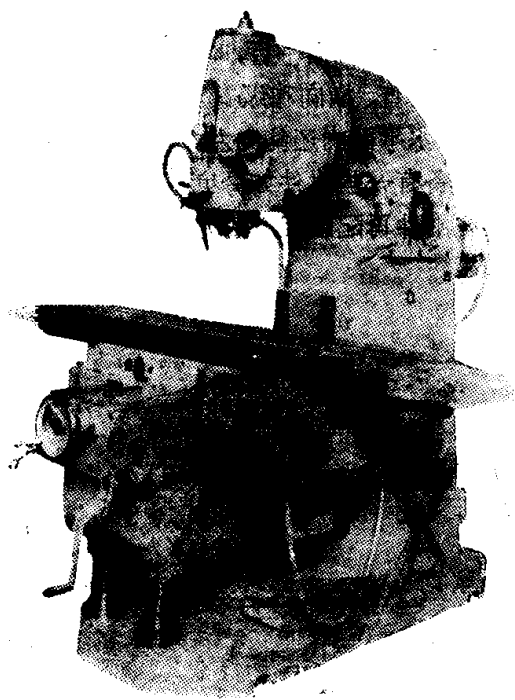


图 1-2 立式铣床

三、工具铣床

该铣床特点是操纵灵活,精度较高,带有较多的附件。主轴可以垂直铣削或横卧铣削,水平工作台还可以转动一定的角度,以适应有些复杂零件需在一次装夹下完成其全部铣削工序。

工具铣床适用于铣削各种刀具、夹具、模具以及加工一些形状复杂、精度较高的零件。

四、龙门铣床

此类铣床具有足够的刚度,适用于强力铣削,加工大型零件的平面、沟槽等。机床装有二轴、三轴甚至更多的主轴以进行多刀、多工位的铣削加工,因此生产效率很高。

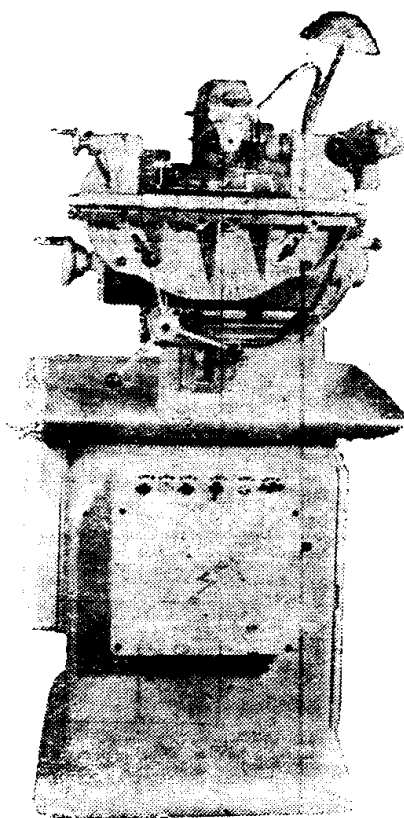


图 1-3 工具铣床

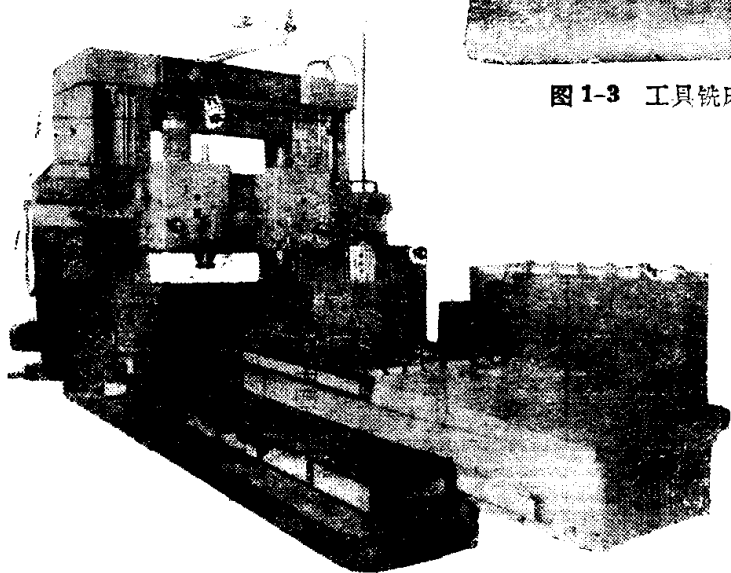
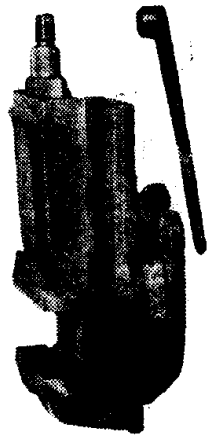
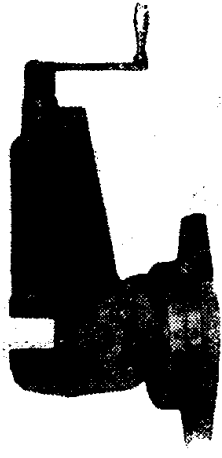


图 1-4 龙门铣床

五、铣床附件

(一) 平口钳

图 示	规格名称	规格 (毫米)					
		100	125	136	160	200	250
 普通平口钳	钳口宽度	100	125	136	160	200	250
	钳口最大张 开度	80	100	110	125	160	200
	钳口高度	38	44	36	50 (44)	60 (56)	56 (60)
	定位键宽度	14	14	12	18 (14)	18	18
 可倾平口钳	钳口宽度	100	125	—	—	—	—
	钳口最大张 开度	80	100	—	—	—	—
	钳口高度	36	42	—	—	—	—
	定位键宽度	14	14	—	—	—	—