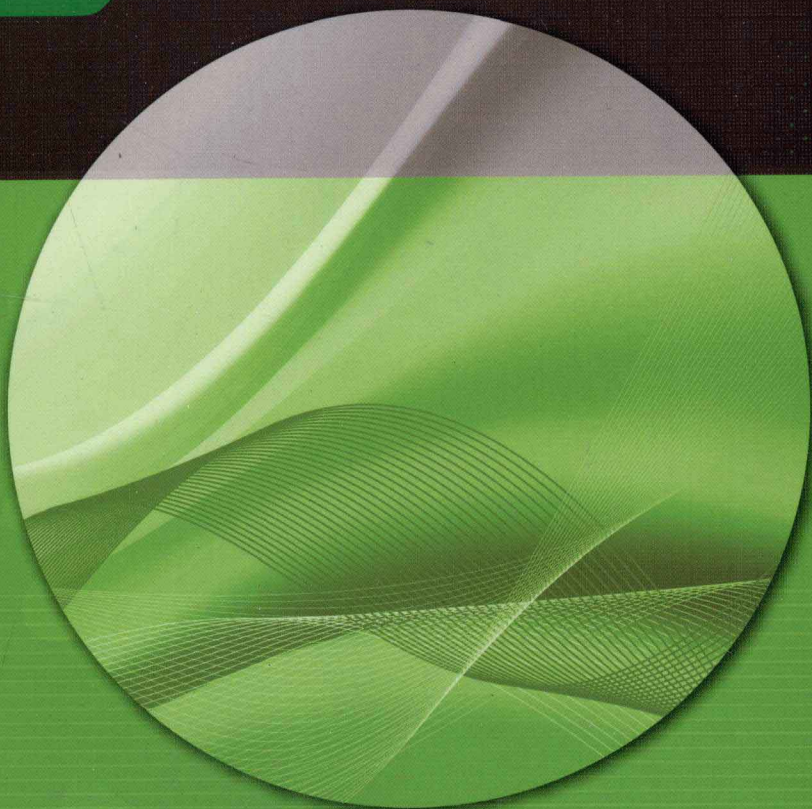




高职高专规划教材
职业技能鉴定培训教材

铁工实训

刘兴芝 主 编
关雅梅 主 审
朱耀增 副主编



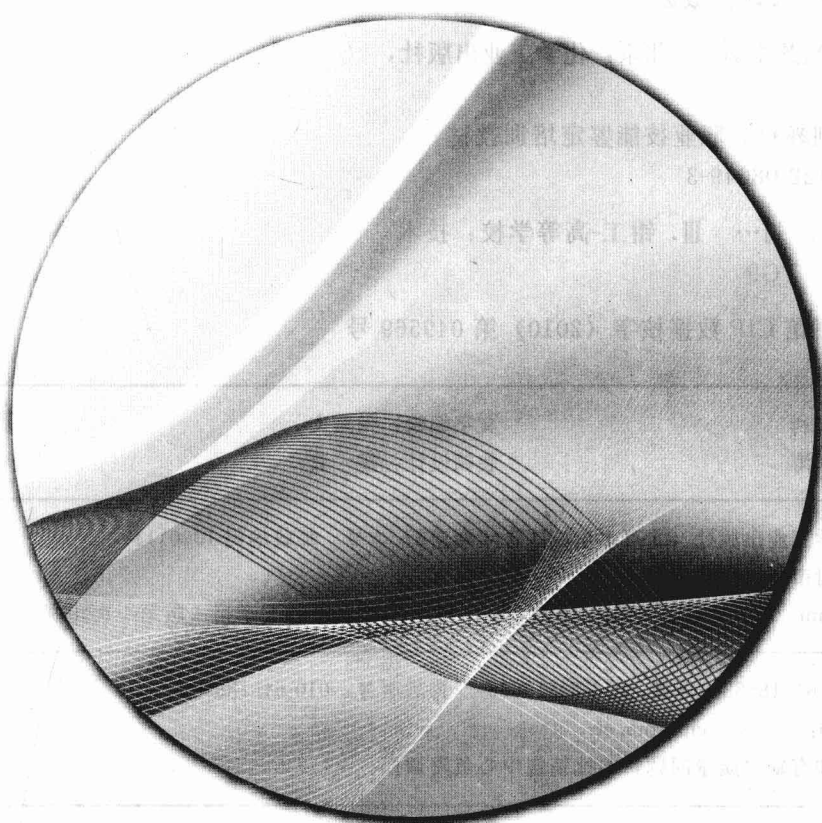
化学工业出版社



高职高专规划教材
职业技能鉴定培训教材

铁工实训

刘兴芝 主 编
关雅梅 毛云秀 副主编
朱耀增 主 审



化学工业出版社
· 北京 ·

本书根据社会对应用型人才的需要和培养学生的实际操作技能为目标,结合编者多年积累的教学经验而编写。本书共分8章,内容包括:铣床,铣削加工,分度方法,平面与连接面加工,台阶、直角沟槽与特形沟槽加工,外花键加工,正齿轮和齿条的铣削加工,提高劳动生产率的途径。为便于掌握重点,每章前有学习要求,每章后有思考与练习。本书采用最新国家标准,结构新颖,内容精炼,实用性强。

本书可作为高职高专教材,也可供机电类本科院校、成人高校等使用,还可供工程技术人员及铣工初、中级培训使用。

图书在版编目(CIP)数据

铣工实训/刘兴芝主编. —北京:化学工业出版社,
2010.5

高职高专规划教材. 职业技能鉴定培训教材

ISBN 978-7-122-08049-3

I. 铣… II. 刘… III. 钳工-高等学校:技术
学院-教材 IV. TG9

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第049569号

责任编辑:韩庆利

文字编辑:张燕文

责任校对:边涛

装帧设计:杨北

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印装:三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张10¼ 字数266千字 2010年6月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:20.00元

版权所有 违者必究

高职高专规划教材 职业技能鉴定培训教材

编审委员会

主 任 王立军

副 主 任 关雅梅 王素艳

委 员 (按姓名笔画排序)

王立军 王艳凤 王素艳 王晓东

毛云秀 史立峰 朱 虹 闫 杰

刘兴芝 刘晓岩 关雅梅 李运杰

周兆元 栾 祥 姬彦巧

前 言

为贯彻落实《教育部关于以就业为导向深化高等职业教育改革的若干意见》的精神，加强教材建设，确保教材质量，本书编写以新颁布的国家职业标准为依据，以提高铣工技能为目标，将铣工工艺理论与铣工操作技能有机地结合起来。内容精练实用、通俗易懂、覆盖面广、通用性强，力争做到知识新、工艺新、设备新、标准新。

本书结构新颖，从铣床入手，第1~3章主要介绍基础知识，第4~7章每一章的第一节为专业必备知识，集中讲述本章的工艺理论知识，第二节起为技能训练实例，实例分为工艺准备、工件加工、精度检验三个板块，章后有思考与练习。

本书共分8章，内容包括：铣床，铣削加工，分度方法，平面与连接面加工，台阶、直角沟槽与特形沟槽加工，外花键加工，正齿轮和齿条的铣削加工，提高劳动生产率的途径。

本书由沈阳工程学院刘兴芝主编，辽宁装备制造职业技术学院关雅梅、沈阳工程学院毛云秀任副主编，参加编写的还有隋曙光。具体分工如下：刘兴芝编写第1章的1.1、1.2、1.3、1.4节，第4、5、8章，并担任全书的统稿工作；关雅梅编写第6、7章；毛云秀编写第2、3章及第1章的1.5、1.6、1.7节，并担任全书的图形录入、处理及全书的文字处理工作；隋曙光在机床调整及加工工艺方面作了许多工作。

本书由从事机床制造多年的原沈阳工程学院教师、高级工程师朱耀增担任主审，并提出了很多宝贵意见和建议，在此表示感谢！

书中图片有电子版，可赠送给用本书作为授课教材的院校和老师，如有需要，可发邮件至 hqlbook@126.com 索取。

由于编者水平、经验所限，书中难免有疏漏之处，恳请广大读者及同仁提出批评意见，我们真诚地希望与您携手，共同打造高职高专教材及培训教材的精品。

编 者

2010年3月

目 录

第 1 章 铣床	1
1.1 铣床型号	1
1.1.1 机床型号的编制方法	1
1.1.2 各主要代号的意义	1
1.1.3 旧型号简介	2
1.2 X6132 型和 X5032 型铣床	3
1.2.1 概述	3
1.2.2 机床的传动系统	4
1.3 铣床的精度	7
1.3.1 工作台面的平面度	8
1.3.2 工作台面对工作台移动的平行度	8
1.3.3 中央或基准 T 形槽侧面对工作台纵向移动的平行度	9
1.3.4 主轴的轴向窜动	9
1.3.5 主轴锥孔轴线的径向跳动	10
1.3.6 升降台垂直移动的直线度	11
1.3.7 主轴旋转轴线对工作台横向移动的平行度	11
1.3.8 主轴旋转轴线对工作台中央或基准 T 形槽的垂直度	12
1.3.9 悬梁导轨对主轴旋转轴线的平行度	12
1.3.10 主轴旋转轴线对工作台面的平行度	13
1.3.11 刀杆支架孔轴线对主轴旋转轴线的重合度	13
1.3.12 工作台回转中心对主轴旋转轴线及工作台中央 T 形槽的偏差	14
1.4 其他种类铣床简介	15
1.4.1 万能回转头铣床	15
1.4.2 龙门铣床	15
1.4.3 仿形铣床	15
1.4.4 万能工具铣床	16
1.4.5 圆台铣床	16
1.4.6 键槽铣床	16
1.5 数控铣床	17
1.5.1 数控铣床概述	17
1.5.2 数控铣床的分类	18
1.5.3 数控铣床的传动系统	19
1.6 铣床的操作和维护	20
1.6.1 铣床的操作	20
1.6.2 铣床的日常维护保养和润滑	24

1.7 铣床安全操作规程与文明生产	25
1.7.1 铣床安全操作规程	25
1.7.2 文明生产	26
思考与练习	26
第2章 铣削加工	27
2.1 铣刀切削部分材料	27
2.1.1 对铣刀切削部分材料的要求	27
2.1.2 高速工具钢	27
2.1.3 硬质合金钢	28
2.2 铣刀的几何角度	29
2.2.1 切刀的各部分名称	29
2.2.2 圆柱铣刀的几何角度	29
2.2.3 端铣刀的几何角度	30
2.3 铣刀几何角度的一般选择原则	31
2.3.1 前角的选择	31
2.3.2 后角的选择	32
2.3.3 主偏角的选择	32
2.3.4 副偏角的选择	32
2.3.5 刀倾角的选择	33
2.4 铣削用量和切削层参数	33
2.4.1 铣削用量	33
2.4.2 铣削切削层参数	34
2.5 铣削用量的选择	35
2.5.1 选择铣削用量的原则和顺序	35
2.5.2 吃刀量 a 的选择	36
2.5.3 进给量 a_f 的选择	36
2.5.4 铣削速度 v_c 的选择	36
2.6 金属切削过程	37
2.6.1 切屑形成过程	37
2.6.2 积屑瘤	39
2.6.3 已加工表面的冷硬现象	40
2.7 铣削力和铣削功率	41
2.7.1 铣削力的来源和分解	41
2.7.2 影响铣削力的因素	42
2.7.3 铣削力和铣削功率的计算	43
2.8 切削热	44
2.8.1 切削热的来源和温度分布	44
2.8.2 影响切削温度的因素	45
2.9 切削液	46
2.9.1 切削液的作用	46
2.9.2 常用切削液的分类和应用	46

2.9.3 切削液的选用	47
2.10 铣刀的磨损和使用寿命	48
2.10.1 铣刀的磨损部位和磨损过程	48
2.10.2 铣刀的使用寿命	50
2.11 高速铣削、强力铣削和阶梯铣削	51
2.11.1 平面高速铣削	51
2.11.2 平面强力铣削	51
2.11.3 平面阶梯铣削	51
2.12 可转位铣刀和先进铣刀简介	52
2.12.1 可转位铣刀	52
2.12.2 先进铣刀简介	55
思考与练习	57
第3章 分度方法	58
3.1 万能分度头和回转工作台	58
3.1.1 万能分度头	58
3.1.2 回转工作台	62
3.2 简单分度法	63
3.2.1 万能分度头的简单分度法	63
3.2.2 回转工作台的简单分度法	63
3.3 角度分度法	64
3.3.1 万能分度头的角度分度法	64
3.3.2 回转工作台的角度分度法	64
3.4 差动分度法	65
3.4.1 轮系传动简介	65
3.4.2 差动分度原理和计算	66
3.5 直线移距分度法	68
3.5.1 直线移距分度法简介	68
3.5.2 分度头主轴挂轮直线移距	68
3.5.3 分度头侧轴挂轮直线移距	69
思考与练习	69
第4章 平面与连接面加工	70
4.1 平面与连接面加工必备专业知识	70
4.1.1 铣平面与连接面的技术要求	70
4.1.2 平面铣削的基本方式	70
4.1.3 平面铣削常用工具	73
4.1.4 平面与连接面铣削的工件装夹方法	73
4.1.5 平面与连接面的检验方法	74
4.2 平面铣削加工技能训练实例	76
4.2.1 用周铣铣削法加工平面与平行面	76
4.2.2 用端面铣削法加工平面与垂直面	80
4.3 矩形工件加工技能训练实例	84

4.3.1 在立式铣床上加工平板状矩形工件	84
4.3.2 在卧式铣床上加工长条状矩形工件	87
4.4 斜面铣削加工技能训练实例	90
4.4.1 调整主轴角度铣斜面	90
4.4.2 转动工件角度和用角度铣刀铣斜面	94
思考与练习	96
第5章 台阶、直角沟槽与特形沟槽加工	97
5.1 台阶、直角沟槽与特形沟槽加工必备知识	97
5.1.1 直角沟槽与特形沟槽的种类和常见用途	97
5.1.2 直角沟槽与特形沟槽的铣削技术要求	97
5.1.3 直角沟槽与键槽铣削方法	98
5.1.4 特形沟槽铣削方法	99
5.1.5 工件切断与窄槽加工方法	100
5.1.6 键槽和特形沟槽的测量检验方法	100
5.2 台阶及切断工件技能训练实例	101
5.2.1 工艺准备	101
5.2.2 加工步骤	102
5.2.3 检验与质量要点分析	103
5.3 直角沟槽、键槽加工技能训练实例	103
5.3.1 敞开式直角沟槽加工	103
5.3.2 半封闭键槽加工	105
5.3.3 封闭键槽加工	107
5.4 特形沟槽加工技能训练实例	109
5.4.1 T形槽加工	109
5.4.2 V形槽加工	111
5.4.3 燕尾槽加工	114
5.4.4 半圆键槽加工	116
思考与练习	117
第6章 外花键加工	118
6.1 外花键加工必备知识	118
6.1.1 花键的种类及特征	118
6.1.2 矩形花键的工艺要求	118
6.1.3 矩形花键铣削加工的特点和方法	119
6.1.4 矩形外花键的检验与质量分析	121
6.2 外花键单刀铣削操作技能训练实例	121
6.2.1 单刀加工小径定心外花键	121
6.2.2 单刀加工大径定心外花键	124
6.3 外花键组合铣刀铣削操作技能训练实例	126
6.3.1 用组合的三面刃铣刀内侧刃铣削加工外花键	126
6.3.2 用组合的三面刃铣刀圆周刃铣削加工外花键	126
思考与练习	127

第7章 正齿轮和齿条的铣削加工	128
7.1 齿轮、齿条铣削加工必备知识	128
7.1.1 标准渐开线正齿轮的齿形曲线及各部分名称和计算	128
7.1.2 齿轮、齿条铣刀	129
7.1.3 标准渐开线正齿轮的测量与检验方法	130
7.2 标准正齿轮加工技能训练实例	133
7.2.1 铣标准正齿轮	133
7.2.2 正齿轮质量分析	134
7.3 直齿条加工技能训练实例	135
7.3.1 铣直齿条	135
7.3.2 齿条检验与质量分析	136
7.4 标准正齿轮几何参数的确定方法	137
7.4.1 测量齿顶圆直径的方法	137
7.4.2 测量全齿高的方法	138
7.4.3 测量中心距的方法	138
7.4.4 近似测量齿距的方法	139
思考与练习	139
第8章 提高劳动生产率的途径	140
8.1 时间定额	140
8.2 提高劳动生产率的几个途径	141
8.2.1 缩短基本时间	141
8.2.2 缩短辅助时间	142
8.3 新工艺、新技术简介	142
8.3.1 机械加工自动化简介	142
8.3.2 加工中心简介	143
8.3.3 成组加工工艺简介	144
思考与练习	147
附录 铣工国家职业标准	148
参考文献	162

第 1 章 铣 床

【学习要求】

- 掌握常用铣床的种类和组成。
- 了解常用铣床的特点和用途。
- 掌握铣床安全操作规程。

铣床加工范围广，生产效率高，发展速度快，是一种被广泛应用的工作母机。它的种类很多，常用的有卧式升降台铣床、卧式万能升降台铣床、立式铣床、龙门铣床、键槽铣床及数控铣床等。

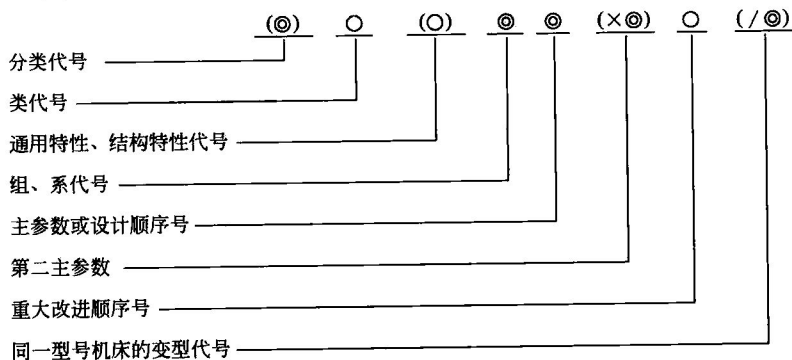
1.1 铣床型号

铣床型号是铣床的代号，它是金属切削机床型号（简称机床型号）中的一部分。

1.1.1 机床型号的编制方法

目前我国机床型号按照 GB/T 15375—2008《金属切削机床型号编制方法》的规定表示。

通用机床型号表示方法如下：



有“()”的代号，无内容时，则不表示，若有内容，则不带括号；有“○”符号者，为大写的汉语拼音字母；有“◎”符号者，为阿拉伯数字。

1.1.2 各主要代号的含义

这里主要介绍铣床常用代号的含义。

(1) 类和分类代号

位居机床型号之首。我国机床分为 12 类，见表 1-1。

(2) 通用特性和结构特性代号

在机床型号中通用特性和结构特性代号可能有一个或几个，也可能没有。通用特性代号位居类代号之后，通用特性代号见表 1-2。

表 1-1 机床的类和分类代号

类别	车床	钻床	镗床	磨床			齿轮加工机床	螺纹加工机床	铣床	刨插床	拉床	特种加工机床	锯床	其他机床
代号	C	Z	T	M	2M	3M	Y	S	X	B	L	D	G	Q
读音	车	钻	镗	磨	二磨	三磨	牙	丝	铣	刨	拉	电	割	其

表 1-2 机床的通用特性代号

通用特性	高精度	精密	自动	半自动	数控	加工中心 (自动换刀)	仿形	轻型	加重型	简式
代号	G	M	Z	B	K	H	F	Q	C	J
读音	高	密	自	半	控	换	仿	轻	重	简

(3) 组、系代号

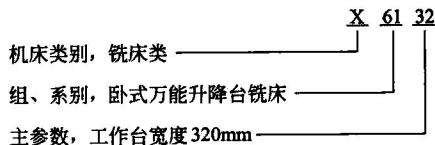
机床的组、系代号用两位阿拉伯数字表示，位于类代号或特性代号之后。

(4) 主参数或设计顺序号

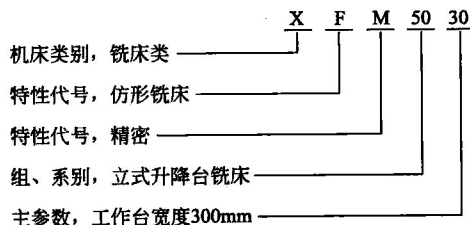
在机床型号中位居组、系代号之后的第三位和第四位数字，表示机床的主参数或设计顺序号。机床的主参数代号，采用主要参数实际数值或主要参数值的 1/10 或 1/100 折算值表示。

(5) 型号举例

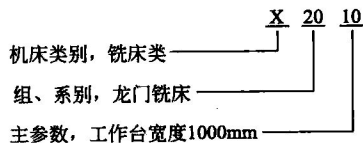
① X6132



② XFM5030



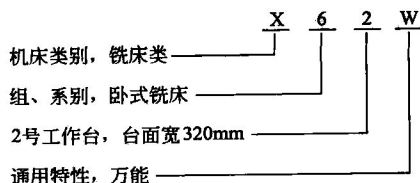
③ X2010



1.1.3 旧型号简介

① 旧型号中，铣床类的升降台铣床的主参数（工作台宽度）用号数表示。0 表示工作台宽度 200mm；1 表示工作台宽度 250mm；2 表示工作台宽度 320mm；3 表示工作台宽度 400mm；4 表示工作台宽度 500mm。

② 旧型号举例



1.2 X6132型和X5032型铣床

1.2.1 概述

X6132 型铣床是万能升降台铣床, X5032 型铣床是立式升降台铣床, 这两种铣床是目前国内使用较广泛的通用机床。

1.2.1.1 X6132 型铣床

(1) 用途

X6132 型铣床的外形如图 1-1 所示。它的工作范围广, 可以安装各种类型的铣刀, 适宜对中小型零件进行各种铣削加工, 如铣平面、台阶面、沟槽、螺旋槽和成形面等; 在同类铣床中, 它的转速高、刚度好、功率大, 可进行高速铣削; 工作台纵向丝杠有间隙调整装置, 因此它既能逆铣又能顺铣。

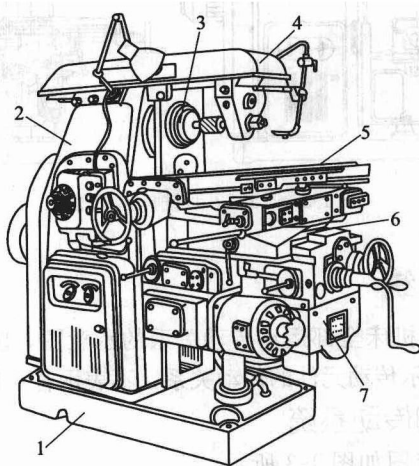


图 1-1 X6132 型铣床外形

1—底座; 2—床身; 3—主轴; 4—横梁; 5—纵向工作台; 6—横向滑板; 7—升降台

(2) 结构特点

- ① 主轴的启动、停止和工作台的快速移动均由按钮操纵, 使操作简便迅速。
- ② 工作台进给手柄所指的方向与工作台移动的方向一致, 操纵时不易出差错。
- ③ 铣床的正面和左面各有一组按钮和工作台的操纵手柄, 便于操作者在不同位置上操纵。
- ④ 主轴的转速和工作台的进给量均采用孔盘变速操纵机构, 使操作简便, 工作可靠。
- ⑤ 主轴能有效地立即制动, 使操作迅速、安全、方便。

(3) 主要数据

主轴轴线至工作台面距离

30~350mm

主轴轴线至悬梁底面距离

155mm

主轴端面至铣刀杆支架轴承端面最大距离	630mm
主轴端面至垂直导轨距离	50mm
主轴孔锥度	7:24 (莫氏 50)
工作台中线至垂直导轨距离	215~470mm
工作台后侧面至垂直导轨距离	55~310mm
T 形槽槽数	3
T 形槽槽宽	18mm
T 形槽槽距	80mm

1.2.1.2 X5032 型铣床

X5032 型铣床的外形如图 1-2 所示。它的用途和结构特点,基本上与 X6132 型铣床相同,两者主要的不同点如下。

- ① X5032 型铣床的主轴是立式的,主轴处的结构不同。
- ② X5032 型铣床的刚性更好,更适宜高速铣削和强力铣削。

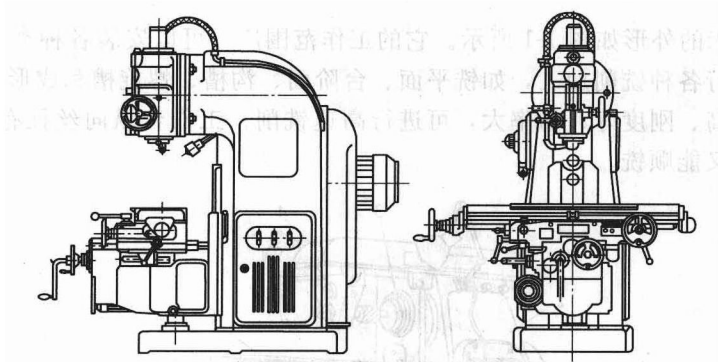


图 1-2 X5032 型铣床的外形

1.2.2 机床的传动系统

机床的传动系统图是表示机床全部运动传动关系的示意图,图中用简单的规定符号代表各种传动元件。传动系统图只表示传动元件的传动关系,不表示各元件的实际尺寸和空间位置。

1.2.2.1 X6132 型铣床的传动系统

X6132 型铣床的传动系统图如图 1-3 所示。

(1) 主轴传动系统

① 主轴传动结构式 又称主轴传动链。它表示的是主电动机的转动传到主轴的传动路线。由图 1-3 可知,主电动机轴以 1450r/min 的转速旋转,经过弹性联轴器与轴 I 连接,则轴 I 具有与电动机轴相同的转速。通过传动比为 26:54 的一对固定齿轮,使轴 II 获得 $1450 \times 26/54 \approx 700$ r/min 的转速。轴 II 的右边有一个三联滑移齿轮,与轴 III 上的三个固定齿轮相啮合,有三种不同的啮合对,传动比分别为 22:33、19:36 和 16:39,使轴 III 获得三种不同的转速。再通过轴 III 上的三个固定齿轮(即 39、28 和 18),与轴 IV 左边的一个三联滑移齿轮相啮合,有三种不同的啮合对,其传动比分别为 39:26、28:37 和 18:47,使轴 IV 获得 $3 \times 3 = 9$ 种转速。轴 IV 的右边有一双联滑移齿轮,与轴 V 上的两个固定齿轮相啮合,有两种不同的啮合对,使轴 V 获得 $9 \times 2 = 18$ 种转速。轴 V 就是铣床主轴,所以主轴可以获得 18 种转速。其传动结构式如下:

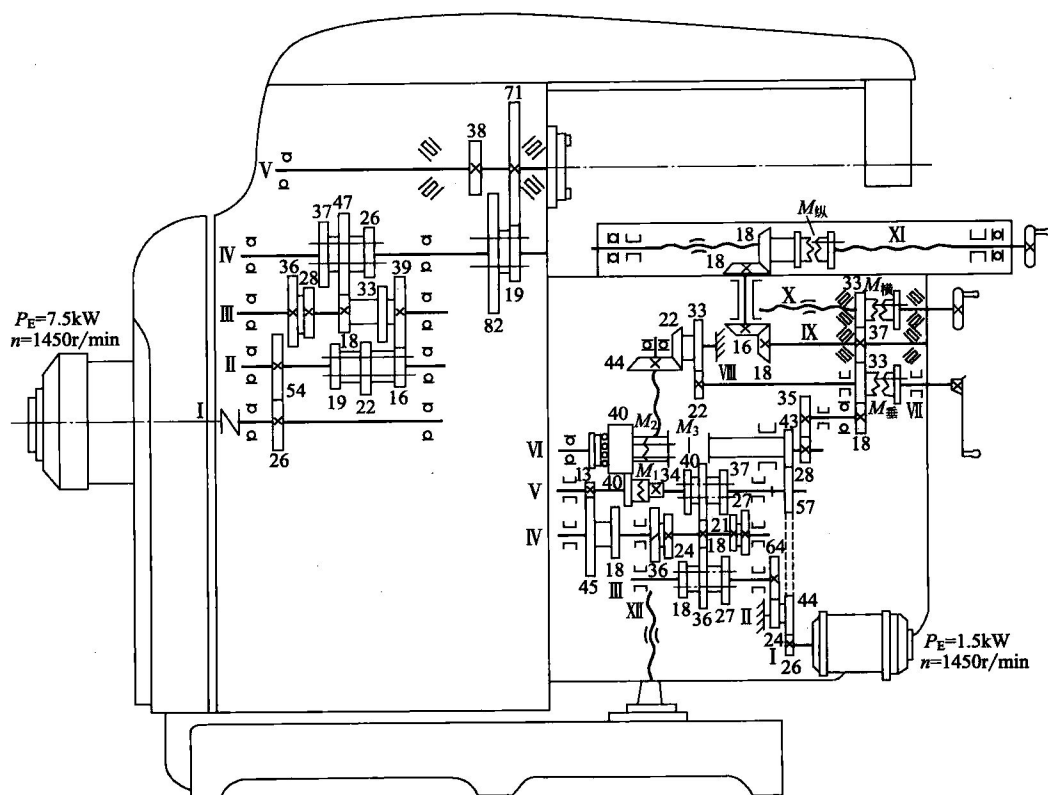
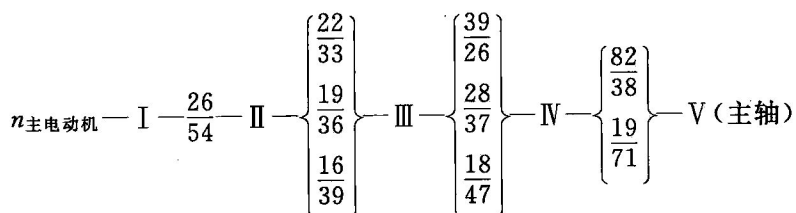


图 1-3 X6132 型铣床的传动系统图



主轴转向的改变，是靠改变主电动机的转向实现的。这是铣床传动的一个特点。

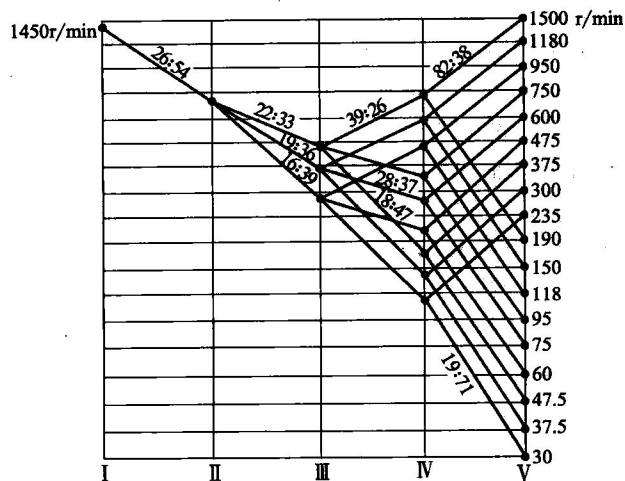


图 1-4 X6132 型铣床主轴转速分布图

② 主轴转速分布图 X6132 型铣床主轴转速分布图如图 1-4 所示。

从主轴转速分布图上,很容易找到主轴每一转速的传动路线。主轴的 18 种转速中的每一种转速,需要经过哪几对齿轮,从该图上可一目了然。因此,当某一转速不正常时,可从图中分析出是何处发生了故障。

根据主轴转速分布图,可列出主轴 18 种转速的计算式,见表 1-3。

表 1-3 X6132 型铣床主轴转速

转速级别	计算式	转速 /r · min ⁻¹	转速级别	计算式	转速 /r · min ⁻¹
1	$1450 \times \frac{26}{54} \times \frac{16}{39} \times \frac{18}{47} \times \frac{19}{71}$	30	10	$1450 \times \frac{26}{54} \times \frac{16}{39} \times \frac{18}{47} \times \frac{82}{38}$	235
2	$1450 \times \frac{26}{54} \times \frac{19}{36} \times \frac{18}{47} \times \frac{19}{71}$	37.5	11	$1450 \times \frac{26}{54} \times \frac{19}{36} \times \frac{18}{47} \times \frac{82}{38}$	300
3	$1450 \times \frac{26}{54} \times \frac{22}{33} \times \frac{18}{47} \times \frac{19}{71}$	47.5	12	$1450 \times \frac{26}{54} \times \frac{22}{33} \times \frac{18}{47} \times \frac{82}{38}$	375
4	$1450 \times \frac{26}{54} \times \frac{16}{39} \times \frac{28}{37} \times \frac{19}{71}$	60	13	$1450 \times \frac{26}{54} \times \frac{16}{39} \times \frac{28}{37} \times \frac{82}{38}$	475
5	$1450 \times \frac{26}{54} \times \frac{19}{36} \times \frac{28}{37} \times \frac{19}{71}$	75	14	$1450 \times \frac{26}{54} \times \frac{19}{36} \times \frac{28}{37} \times \frac{82}{38}$	600
6	$1450 \times \frac{26}{54} \times \frac{22}{33} \times \frac{28}{37} \times \frac{19}{71}$	95	15	$1450 \times \frac{26}{54} \times \frac{22}{33} \times \frac{28}{37} \times \frac{82}{38}$	750
7	$1450 \times \frac{26}{54} \times \frac{16}{39} \times \frac{39}{26} \times \frac{19}{71}$	118	16	$1450 \times \frac{26}{54} \times \frac{16}{39} \times \frac{39}{26} \times \frac{82}{38}$	950
8	$1450 \times \frac{26}{54} \times \frac{19}{36} \times \frac{39}{26} \times \frac{19}{71}$	150	17	$1450 \times \frac{26}{54} \times \frac{19}{36} \times \frac{39}{26} \times \frac{82}{38}$	1180
9	$1450 \times \frac{26}{54} \times \frac{22}{33} \times \frac{39}{26} \times \frac{19}{71}$	190	18	$1450 \times \frac{26}{54} \times \frac{22}{33} \times \frac{39}{26} \times \frac{82}{38}$	1500

(2) 进给传动系统

由图 1-3 可知, X6132 型铣床的进给运动有工作台的纵向进给、横向进给和垂直进给,由电动机单独驱动,与主轴传动无直接联系。这是铣床传动的又一点。

1.2.2.2 X5032 型铣床的传动系统

X5032 型铣床的传动系统图如图 1-5 所示。明显看出:其进给传动系统与 X6132 型铣床的进给传动系统完全相同;而主轴传动从轴 I 至轴 V 也与 X6132 型铣床铣床的主轴传动相同,只是从轴 V 以后的立铣头部分有所不同。

X5032 型铣床主轴箱中的轴 V 有 18 种转速。轴 V 经过一对圆弧锥齿轮传给轴 VI,再经过一对圆柱齿轮传给轴 VII (即主轴)。从轴 V 至轴 VII 的两对齿轮的传动比约为 1。故主轴 VII 与轴 V 有相同的 18 种转速。其传动结构式如下:

$$n_{\text{主电动机}} - \text{I} - \frac{26}{54} - \text{II} - \left\{ \begin{array}{c} 22 \\ 33 \\ 19 \\ 36 \\ 16 \\ 39 \end{array} \right\} - \text{III} - \left\{ \begin{array}{c} 39 \\ 26 \\ 28 \\ 37 \\ 18 \\ 47 \end{array} \right\} - \text{IV} - \left\{ \begin{array}{c} 82 \\ 38 \\ 19 \\ 71 \end{array} \right\} - \text{V} - \frac{29}{29} - \text{VI} - \frac{55}{55} - \text{VII (主轴)}$$

X5032 型铣床的主轴转速分布图如图 1-6 所示。

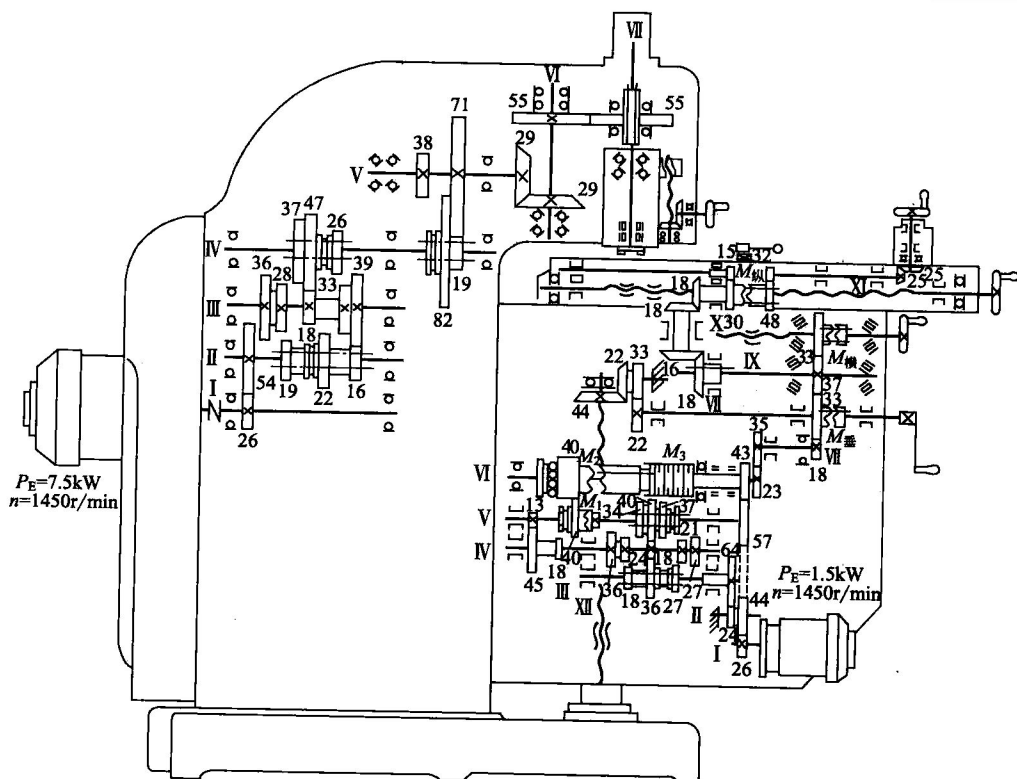


图 1-5 X5032 型铣床的传动系统图

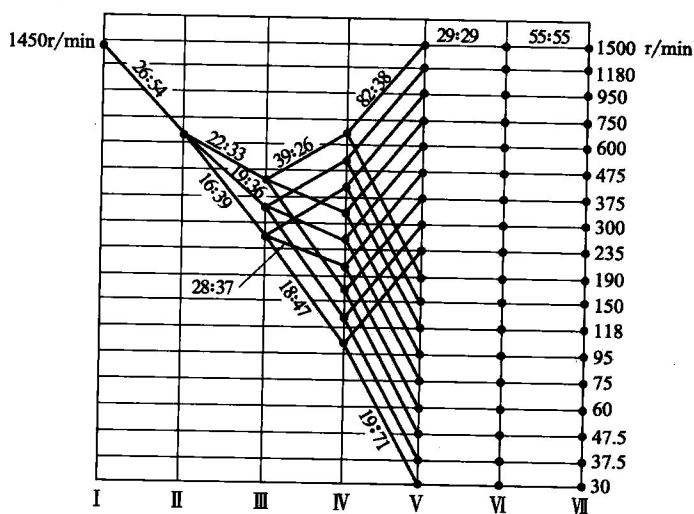


图 1-6 X5032 型铣床的主轴转速分布图

1.3 铣床的精度

铣床精度的高低直接影响工件加工质量的好坏。为确保工件的加工质量，操作者必须了解铣床主要精度对工件加工的影响、主要精度的检验方法以及允许误差的一般数值。