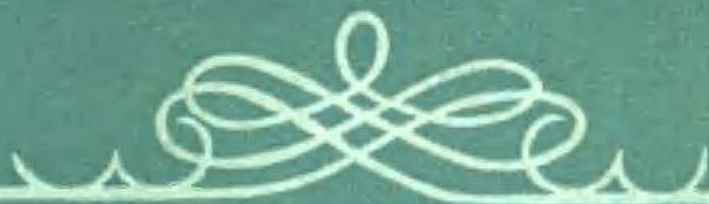


---

---

高等工业专科学校联编试用教材



# 金属切削机床设计

扬州工业专科学校 黄鹤汀 主编  
上海纺织工业专科学校 俞光

---

---

上海科学技术文献出版社

JINSHUQIEXIAOJICHUANGSHEJI

## 内 容 简 介

本书根据高等工业专科学校机制专业教学大纲要求编写。内容包括绪论、机床总体设计、传动系统设计、主轴部件、操纵机构、支承件与导轨、组合机床设计等六章。本书阐述了机床设计的基本知识和设计方法。

本书可作为高等工业专科学校机械制造工艺及设备专业的教材,也可作为电视大学、职工大学和业余工业大学有关专业教学用书。

高等工业专科学校联编试用教材

金属切削机床设计

扬州工业专科学校 黄鹤汀 主编  
上海纺织工业专科学校 俞光

责任编辑 龚九峰

\*

上海科学技术文献出版社出版  
(上海市武康路2号)

新华书店上海发行所发行  
上海市印十二厂印刷

\*

开本 787×1092 1/16 印张 13.75 字数 343,000

1986年7月第1版 1986年7月第1次印刷

印数: 1—8,000

书号: 15192·450 定价: 2.60元

《科技新书目》119-230

# 前 言

1983年在扬州召开了全国部分高等工业专科学校的《金属切削机床》教材编写会议。根据高等工业专科学校的特点和机械制造工艺及设备专业的教学实践,制定了具有专科特色的《金属切削机床》教材编写大纲,作为编写本教材的依据。

本教材包括《金属切削机床概论》和《金属切削机床设计》二部分,分册出书。在内容上对金属切削机床的基本知识作了简明扼要的阐述;在篇幅上力求接近讲课时数(《金属切削机床概论》为46学时,《金属切削机床设计》为50学时)。

本书各章由有关学校的同志负责编写:绪论,扬州工业专科学校黄鹤汀;第一章,常州工业技术学院吴季安;第二章,扬州工业专科学校黄鹤汀、徐汝嘉;第三章,上海纺织工业专科学校俞光、严庚辛;第四章,上海轻工业专科学校胡宇平;第五章,常州工业技术学院潘灿全;第六章,沈阳冶金机械专科学校项增洪;全书由黄鹤汀、俞光审阅统稿。

上海工业大学陈光耀教授在本教材编写过程中作了热情的指导并提出宝贵意见。湘潭基础大学、郑州机械专科学校、无锡机床厂也给本教材编写工作以大力支持和协助,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,书中难免还有缺点,欢迎读者批评指正。

1985年3月

# 目 录

绪论 .....	1
一、机床设计应满足的基本要求 .....	1
二、机床设计的步骤 .....	4
第一章 机床总体设计 .....	6
§ 1-1 机床的总体布局 .....	6
一、机床的工艺方法 .....	6
二、机床运动的分配 .....	7
三、加工精度和粗糙度 .....	10
四、生产批量 .....	10
五、便于操作、维修 .....	11
六、机床的外形 .....	11
§ 1-2 机床主要技术参数的确定 .....	12
一、尺寸参数 .....	12
二、运动参数 .....	12
三、动力参数 .....	18
第二章 传动系统设计 .....	25
§ 2-1 主传动系统的组成及要求 .....	25
§ 2-2 主传动系统的运动设计 .....	27
一、转速图和变速的基本规律 .....	27
二、结构网和结构式 .....	32
三、转速图的拟定 .....	32
四、齿轮齿数的确定 .....	37
§ 2-3 几种特殊变速的主传动系统 .....	43
一、多速电动机变速系统 .....	43
二、采用交换齿轮的变速系统 .....	44
三、扩大变速范围的传动系统 .....	45
四、采用混合公比 .....	51
五、采用公用齿轮的传动系统 .....	54
六、无级变速器变速 .....	59
§ 2-4 主传动系统的结构设计 .....	59
一、主传动系统的布局及变速机构类型 .....	60
二、变速箱齿轮的布置 .....	64
三、主传动系统中各传动件的计算转速 .....	67
四、主传动系统中开停、制动、换向装置设计应注意的问题 .....	69

§ 2-5 进给传动系统概述 .....	72
一、进给传动系统的组成 .....	72
二、进给传动系统的特点 .....	74
三、进给传动系统应满足的要求 .....	75
四、进给传动系统的计算转速 .....	75
五、进给变速机构的类型 .....	76
§ 2-6 传动精度 .....	76
一、误差的传递规律 .....	77
二、提高传动精度的途径 .....	78
<b>第三章 主轴部件</b> .....	<b>81</b>
§ 3-1 几种典型的主轴部件 .....	81
一、中等转速、较大载荷的装滚动轴承的主轴部件 .....	81
二、高转速、轻载荷的装滚动轴承的主轴部件 .....	83
三、精加工的动压滑动轴承的磨床主轴部件 .....	84
§ 3-2 对主轴部件的基本要求 .....	84
一、旋转精度 .....	84
二、刚度 .....	85
三、抗振性 .....	85
四、温升和热变形 .....	85
五、耐磨性 .....	86
§ 3-3 主轴 .....	86
一、主轴直径的选择 .....	86
二、主轴合理跨距的选择 .....	87
三、主轴部件的布局 .....	89
四、主轴的结构形状 .....	90
五、主轴的材料和热处理 .....	91
六、主轴的技术条件 .....	91
七、主轴的受力分析与计算 .....	92
八、主轴上传动件的合理布置 .....	95
§ 3-4 主轴部件的滚动轴承 .....	97
一、主轴轴承的选择 .....	97
二、常用滚动轴承的类型 .....	97
三、主轴滚动轴承的选择和布置形式 .....	100
四、滚动轴承间隙的调整和预紧 .....	102
五、滚动轴承的精度与配合 .....	104
六、提高主轴部件综合精度的措施 .....	105
§ 3-5 主轴的滑动轴承 .....	106
一、动压滑动轴承 .....	106
二、静压滑动轴承 .....	109

§ 3-6	润滑与密封	114
一、	主轴滚动轴承的润滑	114
二、	主轴滑动轴承的润滑	115
三、	主轴部件的密封	116
<b>第四章</b>	<b>操纵机构</b>	<b>118</b>
§ 4-1	操纵机构的功用、要求、组成和分类	118
一、	操纵机构的功用和要求	118
二、	操纵机构的组成	119
三、	操纵机构的分类	119
§ 4-2	单独操纵机构	120
一、	摆动式操纵机构	120
二、	移动式操纵机构	122
§ 4-3	集中变速操纵机构	124
一、	顺序变速操纵机构	124
二、	变速过程保证顺利啮合的措施	127
三、	变速过程中保持传动的连续性	128
§ 4-4	操纵机构的定位和互锁	129
一、	操纵机构的定位方式	129
二、	定位机构安装位置对定位精度的影响	130
三、	操纵机构中的互锁装置	131
<b>第五章</b>	<b>支承件与导轨</b>	<b>133</b>
§ 5-1	支承件的基本要求	133
一、	刚度	133
二、	抗振性	133
三、	热变形	133
四、	内应力	133
五、	其它要求	133
§ 5-2	支承件的受力分析	134
一、	普通车床床身的受力分析	134
二、	摇臂钻床摇臂的受力分析	135
§ 5-3	支承件的结构设计	136
一、	支承件的刚度及提高刚度的措施	136
二、	支承件的材料和热处理	140
三、	结构工艺性	140
四、	支承件结构设计实例	140
§ 5-4	导轨	143
一、	导轨的功用、分类和要求	143
二、	滑动导轨	145
三、	静压导轨和卸荷导轨	153

四、滚动导轨 .....	156
<b>第六章 组合机床设计 .....</b>	<b>159</b>
§ 6-1 组合机床概述 .....	159
一、组合机床的基本概念 .....	159
二、组合机床的配置型式 .....	159
三、组合机床的通用部件 .....	162
§ 6-2 组合机床总体设计 .....	175
一、组合机床的设计步骤 .....	175
二、工艺方案的制订 .....	176
三、影响组合机床配置型式和结构方案的因素 .....	176
四、被加工零件工序图 .....	177
五、加工示意图 .....	178
六、编制生产率计算卡 .....	185
七、机床总联系尺寸图 .....	186
§ 6-3 组合机床主轴箱设计 .....	189
一、组合机床主轴箱概述 .....	189
二、通用主轴箱的设计 .....	198
<b>参考文献 .....</b>	<b>210</b>

# 绪 论

近年来,随着科学技术的发展和工艺水平的提高,机床向着高精度、高转速、高生产率、自动化、低能耗、安全可靠的方向发展,因而,机床设计也相应出现一系列必须考虑的问题,如机床的运动精度、刚度、抗振性、低速运动的平稳性、热变形、噪音和磨损等等。这些问题的研究工作主要是通过机床性能试验进行的,通过试验发现它们的规律性,分析影响因素和寻求解决问题的方法。这时机床设计是以实物测试和模型试验为基础进行,而有别于先前的经验设计。当把技术科学中的理论应用到机床设计中时,人们初步建立了机床的基础理论。这方面的研究成果应用于机床设计,显著地提高了机床的性能。

由于电子计算机的应用,为现代设计提供了有利的手段,使设计摆脱传统的以经验、感性、静态和手工式劳动的设计,而采用现代设计和分析方法(简称现代设计法),这是一个科学的、理性的、动态的和计算机化的过程。它涉及到设计的全过程,从原始数据的取得,整个系统的设计到对设计质量进行评价的各种现代方法,其核心是动态设计、优化设计和计算机辅助设计,这种设计方法已进入机床设计领域,这样可以加快机床的设计过程,又可得到合理的设计方案。

目前由于电子产品和计算机微型化,给机床设计带来了方便和灵活性,而现代测量技术的发展,使机床精度进一步提高成为可能。金属切削刀具的发展,如硬质合金及其涂层技术发展、烧结和聚晶金刚石的工业化生产,为提高机床的切削用量和效率创造了有利条件。这些新技术的发展都不可避免地要影响机床工业的发展,影响机床的设计。

## 一、机床设计应满足的基本要求

评价机床性能优劣,主要是根据下述的技术-经济指标来判断,希望设计和制造出质量好、效率高、重量轻、结构简单、使用方便的机床。

### 1. 工艺可能性

机床的工艺可能性是指机床适应不同生产要求的能力,它大致包括这些内容:

- (1) 在机床上可以完成的工序种类;
- (2) 所加工零件的类型、材料和尺寸范围;
- (3) 机床的生产率和加工零件的单件成本;
- (4) 毛坯的种类;
- (5) 适用的生产规模(大量、成批或单件生产);
- (6) 加工精度和粗糙度。

如果机床的工艺可能性过窄,会使机床的使用受到一定限制,并在一定程度上对加工工艺的革新起阻碍作用。如果工艺可能性过宽,将使机床的结构趋于复杂,不能充分发挥机床各部件的性能,甚至有时会影响到机床主要性能的提高。所以对于机床的工艺可能性,必须在广泛地调查各部门的使用要求之后,结合制造部门的条件加以确定。

通用机床多半用于单件小批生产,在同一机床上要完成多种多样的工作,要适应不同使



用部门的需要,所以工艺可能性应该宽广一些,例如有较宽的速度范围和较充裕的尺寸参数等,以及配有较多的附件,以便扩大机床的应用范围。

专用机床和专门化机床多半应用大量或大批生产,是为某一特定目的服务的。为了提高生产率,工序是分散的,一台机床只担负几道甚至一道工序的加工,因此应该根据具体情况合理缩小机床的工艺可能性,以达到简化机床、降低成本、提高效率和保证质量的目的。

## 2. 生产率和自动化程度

高效率机床是我国机床发展的一个重要方向。所谓机床生产率是指在单位时间内机床加工工件的数量,它直接反应机床的生产性能,尤其是反应专用机床和专门化机床的性能。生产率的计算公式如下:

$$Q = \frac{1}{T} = \frac{1}{T_v + T_k + \frac{T_0}{n}}$$

式中

$Q$ ——单位时间内机床加工工件数量;

$T$ ——加工一个工件的总时间;

$T_v$ ——每一工件的切削加工时间;

$T_k$ ——每一工件加工过程的辅助时间;

$T_0$ ——加工每批工件的准备与结束工作的平均时间;

$n$ ——每批工件的数量。

从上式可见,为了提高机床的生产率,应缩短工作时间,其中包括切削加工时间、辅助时间以及准备与结束工作时间。提高生产率的主要途径是提高切削速度和进给速度,提高机床的自动化程度,缩短辅助与调整时间等。例如,国外有的数控车床的切削速度已达到475 m/min;磨削速度在60 m/s以上。在保证加工精度和表面粗糙度的前提下,应使机床生产率尽可能地提高。

为了提高劳动生产率,减轻工人的劳动强度和更好地保证加工精度和精度的稳定性,应尽量提高机床自动化程度。

设计机床时应根据实际情况确定机床的自动化程度和实现自动化所采用的手段。通用机床用途广,工件变化较大,不易全面实现自动化,但也应尽量争取实现局部的自动循环。实现自动化所采用的手段与生产批量有很大关系。在小批单件生产中,数控机床可以提高加工效率,它综合利用计算技术,自动控制,精密测量,所以灵活性、适应性大,生产率高,大大缩短了辅助时间,是小批量生产实现自动化的一个重要方向。在大批、大量生产中,自动、半自动机床为了简化结构,往往采用凸轮等机械办法来实现自动化。

## 3. 保证加工精度和表面粗糙度

机床的好坏,主要体现在使用价值上,而机床的加工精度和表面粗糙度是说明机床质量好坏的很重要方面。

所谓机床的加工精度是指被加工零件在形状、尺寸和相互位置方面所能达到的准确程度。影响加工精度的因素有:机床的几何精度、传动精度、运动精度、刚度、抗振性和热变形等。几何精度决定于机床主要部件的几何形状和相互位置。传动精度是指机床工作部件

和零件运动的均匀性和协调性,这对内联系传动链具有重要的意义。例如,车螺纹时,刀架移动速度和主轴转速之间必须保持严格的传动比。传动精度由传动系统的设计、传动件的精度和调整准确性决定。运动精度是指机床部件在无外载荷的条件下以工作速度运转的精度。刚度是指机床部件抵抗弹性变形的能力,以保证在机床受力后,各主要零、部件相互位置的正确性。机床热变形指的是因机床运转中温度的升高和环境温度的变化而引起零件的变形。机床抵抗振动的能力称为抗振性,它和机床的结构刚度、阻尼特性、固有频率有关。

机床加工的工件表面粗糙度是机床重要性能之一,其影响因素很多,从机床本身而言,表面粗糙度与机床传动平稳性、刚度和抗振性等有关。

机床的加工精度和表面粗糙度应符合所加工零件的要求,盲目提高加工精度和降低表面粗糙度,势必增加机床的成本。

#### 4. 机床使用、维修的方便性和操作安全性

设计、制造机床的目的是使用,因此,机床应该操作方便、省力、易于掌握、便于维修和不易产生事故。这样可以减少劳动强度,保证安全和提高机床的生产率。

#### 5. 机床的效率和使用寿命

机床应有高的效率和长的使用寿命,机床的效率是消耗于切削的有效功率与电动机输出功率之比。两者差值即摩擦损失,这些损失的大部分转变为热量,引起机床的热变形,而影响机床更好地工作,特别是对大功率的机床和精加工机床,其后果更为严重,因而应予充分重视。

机床的使用寿命就是机床保持它应具有的加工精度的时间,机床的使用寿命通常就是它的大修期。设计时必须对使用寿命认真考虑。确保和延长机床的使用寿命的方法,主要是提高一些关键零件(如主轴轴承和导轨)的耐磨性,并使主要传动件的疲劳寿命与之适应。对于高精度机床,精度保持性是重要的技术-经济指标。

#### 6. 机床的结构工艺性

机床制造的工艺性是由机床零件加工表面的数量、尺寸精度和复杂性;机床构造对制造厂的适应性以及零件标准化,部件通用化的零件比例数量来评定。工艺性的好坏直接影响机床的制造和使用。

#### 7. 系列化、通用化、标准化的程度

机床品种系列化,部件通用化和零件标准化简称为机床“三化”。机床“三化”的目的是便于机床设计、使用和维修;对机床产品的品种、规格、质量、数量和生产效率等有着重要的意义,对新产品的设计和老产品改造也有十分重要的意义。

机床系列化工作包括机床参数标准、机床系列型谱的制定和产品系列的设计,确定同一类型机床应有哪些规格和型式(基型和变型)来满足社会生产的各种不同需要。经过系列设计后,可使同类机床的若干部件互相通用。

部件通用化是把相类似的机床的若干部件或零件相互通用起来,这样可以扩大零件的生产批量,充分发挥已有工艺装备的能力,因而可以显著地降低机床的制造成本;还可使设计和制造周期大大缩短。另外,通用的部件和零件,都是经过生产考验的,设计中采用这些零件、部件也可以相应提高机床的可靠性。例如,在 X 2116、X 2120、X 2125 三种型号的龙门铣床中,通用部件占部件总数的 66.7%。

机床零件一般分为专用件、通用件、标准件和外购件等四大类，标准件是由国家或行业标准化的，零件标准化以后，不仅可以降低成本，质量好，一般可使成本降低为原有的 $\frac{1}{4} \sim \frac{1}{8}$ ，材料利用率可从30%提高到80~90%。

机床“三化”之间是密切关联的，品种系列化是部件通用化和零件标准化的基础，而后者又能推动和促进品种系列化。

设计时还应注意机床工作的可靠性，特别是纳入自动线、自动化加工系统的机床，应保证机床有足够可靠性。

设计时还应注意使机床体积小、重量轻、占地面积小、外形美观以及防止污染环境，如噪音和漏油。

在设计机床时，对于上述各项技术-经济指标，必须综合进行考虑。对不同要求的机床，各项技术-经济指标也应有不同的侧重点。例如，对高精度机床必须首先保证加工精度，对多轴自动车床则应着重考虑提高生产率。这些要求之间皆互相联系又互相制约，要求精度高，则生产率往往受到限制；若精度和生产率都要求很高，则制造工艺就比较困难，成本也高。所以对各项指标，要确保主要指标，兼顾其它指标，使所设计的机床加工质量、生产率都有保证，并且重量轻，体积小，结构简单，使用方便，效率高，成本低，质量高。

## 二、机床设计的步骤

由于加工不同形状和技术要求的工件所需，金属切削机床的品种很多，类型不一，但不论设计哪一类机床，都有一个基本相似的步骤：

### 1. 调查研究

一般内容有：

(1) 了解有关机床设计的政策，明确设计的要求；

(2) 对工件进行必要的工艺分析，了解工件的形状、尺寸、材料、重量、技术要求、批量，确定工件的加工方法、定位基面、装夹方法等。对新采用的工艺和结构，必须经过科学实验。

(3) 访问用户，了解对机床使用的要求，现在使用的加工方法，同类机床使用情况和存在问题，以及它们的设备条件，技术能力，原有的生产经验和原有制造同类机床的工艺性能。

(5) 参阅有关技术资料，包括国内外有关技术文献，同类机床的技术资料等。

### 2. 方案拟定

在调查研究和科学实验的基础上，通常可以拟定几个方案进行分析比较。每个方案所包括的内容有：工艺分析、主要技术参数、总布局、传动系统、液压传动、电气系统、主要部件的结构草图、试验结果及技术经济效果分析等。

### 3. 工作图设计

先绘制机床总体尺寸联系图，以使各部件能同时协调进行设计，同时画出机床的传动系统图，液压、电气系统图，并进行必要的计算。

其次，绘制零件图，整理机床主要零件的设计计算书，编制各类零件的明细表，机床说明

书等。

#### 4. 样机的试制和鉴定

如果所设计的新机床是成批生产,在工作图设计完成后,应试制样机加以考验。对样机要进行试验和鉴定,合格后再进行小批试制以考验工艺。在试制、试验和鉴定中,根据发现的问题对图纸进行修改设计。产品投产使用后,还应经常吸收用户意见,注意科学技术新发展,并总结经验,以使机床不断得到改进。

# 第一章 机床总体设计

机床总体设计,就是在调查研究和分析的基础上,确定所设计机床的工艺方法、运动及其分配、传动和控制、结构和性能,直至画出机床总体布局图等第一阶段机床设计工作。具体包括下列内容:

(1) 调查研究 主要对加工对象(工件)、使用要求和制造条件、国内外现有同类型机床等进行调查研究。

(2) 工艺分析 经工艺分析确定本机床所用的工艺方法、所需之运动等。对专用机床,还须拟定出夹具方案以及绘制加工示意图。

(3) 机床总体布局 一般包括运动分配、传动和支承形式的选择,布置手柄等操作件位置,拟定从布局上提高机床性能和技术经济指标的措施等。对自动化机床,须拟定出机床控制系统;对组合机床尚须选择通用部件。最后,绘制机床的总联系尺寸图,以表达所采用的总体布局,规定联系尺寸,并确定主要技术参数。

另外,当机床的传动和控制较复杂时,须拟定机床传动系统,机床液压系统,机床电气原理等草图。当采用新工艺、新材料、新结构和新技术等新方案时,须进行工艺或结构试验验证。本章主要围绕机床的总体布局和主要技术参数的确定进行论述。

## § 1-1 机床的总体布局

当工艺方案和技术参数确定以后,便可按照机床设计的基本要求,选择机床型式、分配运动、确定机床各主要部件之间的相对位置和运动关系等进行总体布局设计。而机床的总体布局基本上取决于所采用的工艺方案,因工艺方案决定机床所需之运动和相应的部件及其相对位置和运动关系。对通用机床来说,机床的布局已经形成了传统的方式,但随着科学技术的发展,也不断有所改进,而对专用机床说来则灵活性较大。机床布局设计是具有全局性的一个极为重要的环节,是部件和零件的设计依据,它对机床的制造、使用和技术经济指标都有很大的影响,甚至直接关系到设计的成败,因此,要使所设计的机床技术先进,经济效果好,则在总体布局设计时必须全面考虑。具体进行时可从两方面考虑:一方面从机床内部考虑,要处理好刀具与工件间的相对位置和运动关系、工件重量和形状特点等;另一方面还要考虑到机床外部的因素,要处理好机床的外形、操作和管理等。下面将分析上述因素对机床总体布局的影响,以供设计时参考。

### 一、机床的工艺方法

机床上的工艺方法很多,加工不同形状的工件表面可用不同的工艺方法,例如车、铣、刨、磨、钻、镗、电加工、超声波加工和激光加工等。同时,加工同一种形状的工件表面也可以有多种不同的工艺方法。例如,加工直齿圆柱齿轮的轮齿,就机床运动原理来讲可有成形法和展成法等不同方法。从具体工艺方法来讲又有用成形刀具推削、刨削、铣削,还可用滚刀铣削和插齿刀插削等(图 1-1)。由图可知,这五种不同工艺方法的机床,运动数量和形式、

传动、结构等都不相同，每把刀具的加工范围和制造难易、加工质量和生产率等使用性能也不相同。所以，工艺方法对机床的结构和性能影响很大，工艺方法的改变常导致机床的运动、传动布局、结构和性能等一系列的变化。

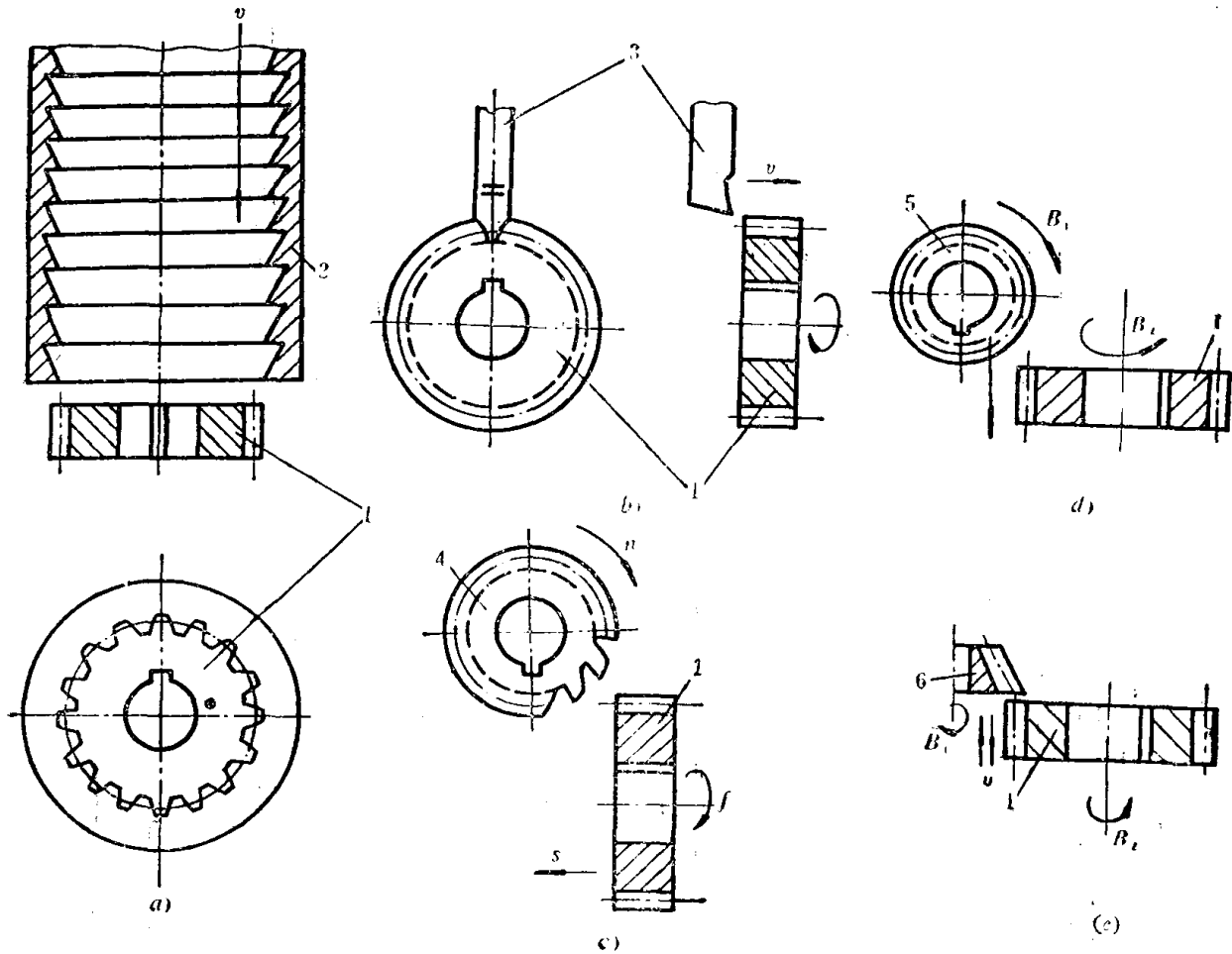


图 1-1 加工圆柱齿轮的工艺方法

a) 一用成形刀具推削；b) 一用成形刀具刨削；c) 一用成形刀具铣削；d) 一用滚刀铣削；e) 一用插齿刀插削；  
1—工件；2—推刀；3—成形刨刀；4—成形铣刀；5—滚刀；6—插齿刀

## 二、机床运动的分配

机床的工艺方法确定后，刀具与工件间所需的相对运动也就确定了。但并未规定运动怎样执行，它可以分配给刀具，也可以分配给工件，或者由刀具和工件共同来完成。例如刨削平面，其主运动可以由刀具作直线往复运动，如牛头刨床；也可以由工件作直线往复运动，如龙门刨床。机床运动的分配，是由刀具和工件的重量和尺寸、工艺方法的特点等多方面的因素决定的。

### 1. 刀具、工件的重量和尺寸

刀具、工件的重量和尺寸是影响运动分配的重要因素。一般在其他条件相同的情况下，运动件(包括刀具或工件)的重量和尺寸越小，则需要电动机功率和传动件尺寸及惯性力也越小，机床的结构也可简化，因此让较轻的部件运动。例如图 1-2, a) 是加工较轻工件的升降台铣床，加工时刀具只作回转运动，工件的三个方向的移动分别由工作台、滑鞍和升降台完成。当工件较重时，则不宜由工件作竖直方向的移动，应改为铣头来完成。图 1-2, b) 就是工件只作纵、横向移动，工作台不升降的铣床。当工件再大些，工件只随工作作纵向移

动,如图 1-2, c)所示的龙门铣床,升降和横向运动由横梁和铣头来完成。当工件特大时,就让工件不动,如图 1-2, d)所示的龙门移动式铣床,三个方向的运动由龙门架和铣头来完成。

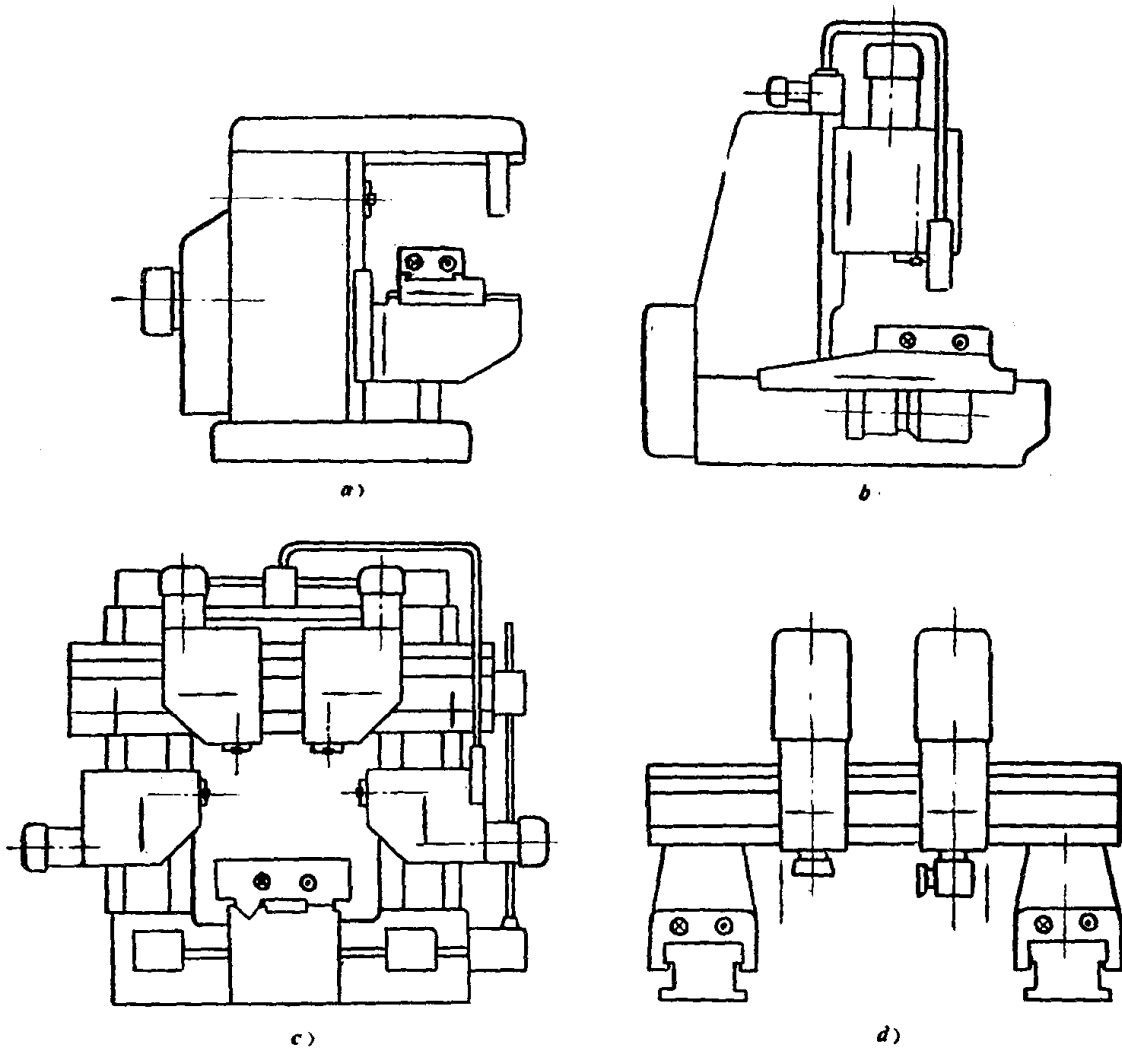


图 1-2 铣床的几种布局型式

另外,在运动分配相同的情况下,工件的形状、尺寸和重量还影响机床总体布局型式。可以图 1-3 车床的布局型式为例。加工轴类零件一般都采用卧式布局,如普通车床,见图 1-3, a)。加工盘类零件时,随着工件的尺寸大小和轻重,考虑机床的受力状态和使用性能,为保证有足够的刚度和高的加工精度,装卸和调整工件比较方便,机床的布局型式由卧式转变为立式。如工件直径  $d < 1000 \text{ mm}$  时可用卧式普通车床的布局型式。如工件直径大而重量相对较轻,如  $d = 1500 \sim 6000 \text{ mm}$ , 采用落地车床的布局型式 [见图 1-3, b)]。这种车床设有床身、主轴箱和刀架座,分别安装在地基上。当加工直径大而重的工件,如  $d = 800 \sim 1600 \text{ mm}$  时,一般采用单柱立式车床的布局型式 [见图 1-3, c)], 可有一个立刀架和一个侧刀架,横梁也短些,使结构简单紧凑。当  $d = 2000 \sim 8000 \text{ mm}$  时,就应采用双立柱龙门式立车的布局型 [见图 1-3, d)]。它可以有两个立刀架和一个侧刀架。若工件直径再大 ( $d > 8000 \text{ mm}$ ) 时,则往往采用龙门移动式立车来加工。

总之,各种布局型式车床,其工艺方法和运动分配都相同,但由于工件的形状、尺寸和重量不同,布局型式也因之而有变化。

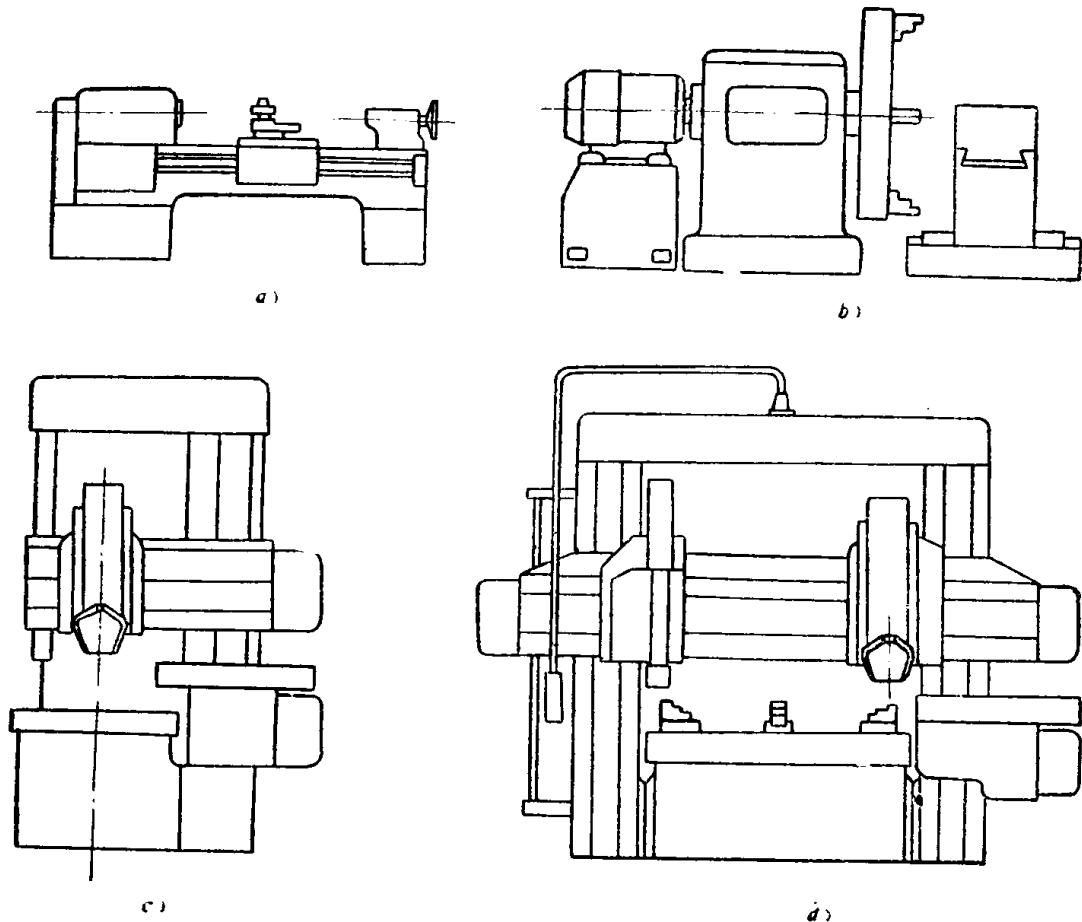


图 1-3 车床的布局型式

## 2. 工艺方法

机床运动的分配应考虑工艺方法的特点。如一般钻孔时由于刀具运动较方便，因此多数钻床上的主运动和进给运动均由刀具完成，如台钻、立钻、摇臂钻以及钻孔组合机床 [图 1-4, a)] 等。但钻深孔时，为了提高被加工孔中心线的平直度和便于排屑，常由工件作回转主运动而钻头只作轴向进给运动 [图 1-4, b)]。

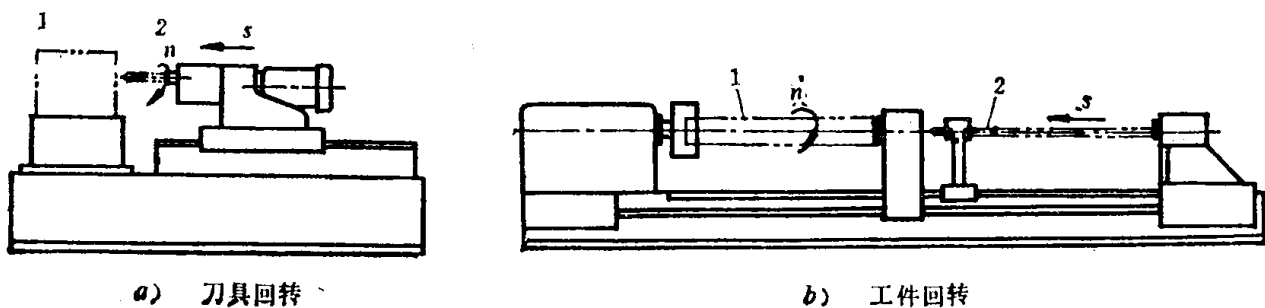


图 1-4 钻床的运动分配

1—工件；2—钻头

## 3. 缩小机床占地面积

机床运动的分配往往还影响机床占地面积。例如外圆磨床的轴向进给运动 (如图 1-5 所示), 可由刀具 (砂轮) 完成 [图 1-5a)], 或由工件完成 [图 1-5d)]。由刀具完成时, 机床占



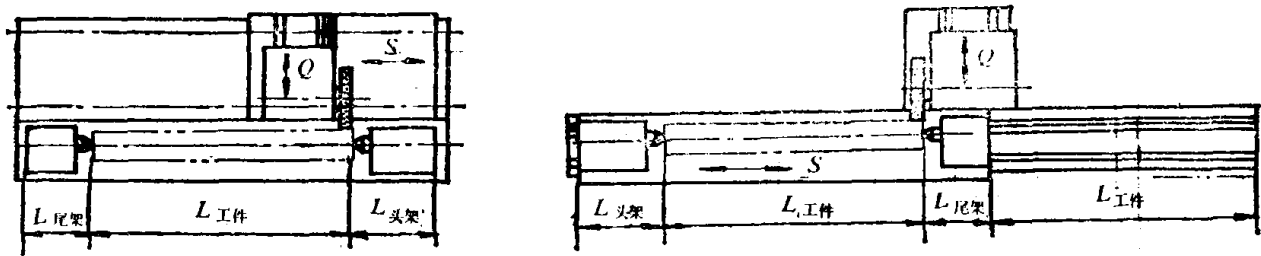


图 1-5 外圆磨床的进给运动

地面积较小,但操作者观察加工情况需左右跑动,因此,对中小型外圆磨床,工件长度不大时采用工件轴向进给;而对工件较长的外圆磨床,则采用刀具作轴向进给运动。这样能很明显地缩小机床占地面积。

### 三、加工精度和粗糙度

在设计要求加工精度较高和粗糙度较低的机床时,总体布局应有利于提高机床的刚度和传动精度,减少振动和热变形,并采取一定的措施。

为提高机床的刚度,布局应尽量形成封闭式框架结构。如龙门刨床、龙门铣床,龙门立车和龙门式坐标镗床等都形成封闭式框架结构,以增强刚性。而如摇臂钻、单臂龙门刨等不封闭的“匚”形(槽形)结构,其刚性就不如前者。

提高机床的传动精度,除适当提高传动件制造精度外,应尽量缩短传动链。例如精密丝杠车床,与普通车床相比,精密丝杠车床取消了普通车床的进给箱,缩短了传动链,从主轴至刀架只经过挂轮机构。同时还设置了丝杠螺距的校正装置,并把传动丝杠放在床身两导轨之间,减少了丝杠受刀架的侧转(颠覆)力矩引起变形对传动精度的影响。上述措施,使精密丝杠车床的传动精度比普通车床大为提高。

为减少机床振动,精密机床和高速机床常采用分离传动,使主轴等工作部件与振动较大部件分装在两个地方。另外,可平衡运动部件,减少机床在启动、停止时的冲击力引起的机床振动。

为减少热变形对机床加工精度的影响,在进行总体布局时,可用下述措施:(1)采用分离

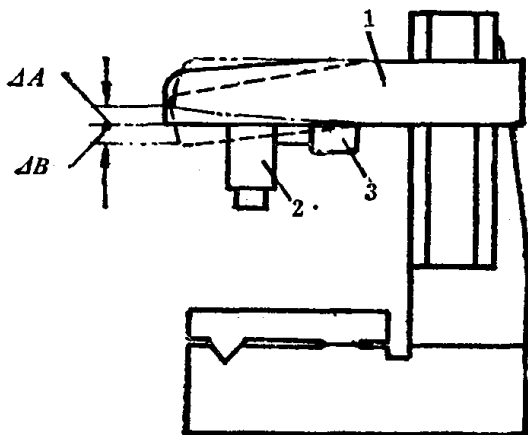


图 1-6 平面磨床横臂变形的补偿

1—横臂; 2—磨头; 3—液压及润滑装置

$\Delta B \approx 0$ , 即横臂的变形得到了补偿,提高了磨头沿横臂上导轨的移动精度。

### 四、生产批量

生产批量不同对机床的要求也不同,因而在工艺方法确定后,机床的总体布局也应有所