



新世纪高职高专实用规划教材

• 机电·模具·数控系列

金属切削机床

JINSHU QIEXIAO JICHUANG

周宗明 主 编
周杨萍 汤道军 副主编



清华大学出版社

新世纪高职高专实用规划教材 机电·模具·数控系列

金属切削机床

周宗明 主编

周杨萍 汤道军 副主编

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书主要包括机床传动基础知识, 车床、铣床、钻床、镗床、磨床、刨床、拉床、齿轮加工机床、自动化机床、数控机床、组合机床等典型机床介绍, 机床主传动及主要部件结构分析, 机床改装, 机床安装维护以及常见故障原因及其排除方法等部分内容。通过上述内容的介绍, 阐述了机床性能、传动、结构组成及其工作原理, 机床的调整使用、维护以及设计简单专用机床, 进行机床改装的基本方法。以基本理论为基础, 着重加强实用性。每章后均附有习题与思考题, 以供复习巩固与加深理解用。

本书可用于高职、高专机电类及相关类专业的教材, 也可供职业中专、职业高中、成人教育以及有关工程技术人员参考。

版权所有, 翻印必究。举报电话: 010-62782989 13901104297 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签, 无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

金属切削机床/周宗明主编; 周杨萍, 汤道军副主编.—北京: 清华大学出版社, 2004.9

(新世纪高职高专实用规划教材 机电·模具·数控系列)

ISBN 7-302-09478-0

I. 金… II. ①周… ②周… ③汤… III. 金属切削—机床—高等学校: 技术学校—教材 IV. TG502

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 092737 号

出 版 者: 清华大学出版社 地 址: 北京清华大学学研大厦

<http://www.tup.com.cn> 邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175 客 户 服 务: 010-62776969

组稿编辑: 刘建龙

文稿编辑: 桑任松

封面设计: 陈刘源

印 刷 者: 北京国马印刷厂

装 订 者: 北京市密云县京文制本装订厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185×260 印 张: 21 字 数: 499 千字

版 次: 2004 年 9 月第 1 版 2004 年 9 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-09478-0/TH·149

印 数: 1~4000

定 价: 27.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等印装质量问题, 请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话: (010)62770175-3103 或 (010)62795704

《新世纪高职高专实用规划教材》序

编写目的

目前,随着教育的不断深入,高等职业教育发展迅速,进入到一个新的历史阶段。学校规模之大,数量之众,专业设置之广,办学条件之好和招生人数之多,都大大超过了历史上任何一个时期。然而,作为高职院校核心建设项目之一的教材建设,却远远滞后于高等职业教育发展的步伐,以至于许多高职院校的学生缺乏适用的教材,这势必影响高职院校的教育质量,也不利于高职教育的进一步发展。

目前,高职教材建设面临着新的契机和挑战:

(1) 高等职业教育发展迅猛,相应教材在编写、出版等环节需要在保证质量的前提下加快步伐,跟上节奏。

(2) 新型人才的需求,对教材提出了更高的要求,即教材要充分体现科学性、先进性和实用性。

(3) 高职高专教育自身的特点是强调学生的实践能力和动手能力,教材的取材和内容设置必须满足不断发展的教学需求,突出理论和实践的紧密结合。

有鉴于此,清华大学出版社在相关主管部门的大力支持下,组织部分高等职业技术学院的优秀教师以及相关行业的工程师,推出了一系列切合当前教育改革需要的高质量的面向就业的职业技术实用型教材。

系列教材

本系列教材主要涵盖以下领域:

- 计算机基础及其应用
- 计算机网络
- 计算机图形图像处理与多媒体
- 电子商务
- 计算机编程
- 电子电工
- 机械
- 数控技术及模具设计
- 土木建筑
- 经济与管理
- 金融与保险

另外,系列教材还包括大学英语、大学语文、高等数学、大学物理、大学生心理健康等基础教材。所有教材都有相关的配套用书,如实训教材、辅导教材、习题集等。

教材特点

为了完善高等职业技术教育的教材体系,全面提高学生的动手能力、实践能力和职业技术素质,特意聘请有实践经验的高级工程师参与系列教材的编写,采用了一线工程技术人员与在校教师联合编写的模式,使课堂教学与实际操作紧密结合。本系列丛书的特点如下:

- (1) 打破以往教科书的编写套路,在兼顾基础知识的同时,强调实用性和可操作性。
- (2) 突出概念和应用,相关课程配有上机指导及习题,帮助读者对所学内容进行总结和提高。
- (3) 设计了“注意”、“提示”、“技巧”等带有醒目标记的特色段落,使读者更容易得到有益的提示与应用技巧。
- (4) 增加了全新的、实用的内容和知识点,并采取由浅入深、循序渐进、层次清楚、步骤详尽的写作方式,突出实践技能和动手能力。

读者定位

本系列教材针对职业教育,主要面向高职高专院校,同时也适用于同等学历的职业教育和继续教育。本丛书以三年制高职为主,同时也适用于两年制高职。

本系列教材的编写和出版是高职教育办学体制和运作机制改革的产物,在后期的推广使用过程中将紧紧跟随职业技术教育发展的步伐,不断吸取新型办学模式、课程改革的思路和方法,为促进职业培训和继续教育的社会需求奉献我们的力量。

我们希望,通过本系列教材的编写和推广应用,不仅有利于提高职业技术教育的整体水平,而且有助于加快改进职业技术教育的办学模式、课程体系和教学培训方法,形成具有特色的职业技术教育的新体系。

教材编委会

前 言

本书是根据第四次全国职业教育工作会议就目前高等职业教育生源状况进行教材建设的精神,针对高等职业技术学院机械制造类、机电类专业的教学基本要求而编写的高职教材。它既可作为高等职业技术学院、高等专科学校及本科院校举办的二级职业学院机械制造、模具制造、机电一体化等相关专业学生的教材,也可供中专学校、成人教育及职业群体自学和生产现场工程技术人员参考。

机械制造工业是制造各种机械设备及工具的工业部门,担负着为国民经济中各部门提供现代化技术设备及装备的重要任务。一个国家要实现工业、农业、国防、科学技术现代化,必须具有强大的机械制造业,而机床工业则是为机械制造业提供各种制造设备的“装备部”,是机械制造业的后盾。因此,机床工业在国民经济中占有十分重要的地位,是整个国民经济发展的主要推动力,也是衡量一个国家经济实力的标志之一。

本教材围绕 21 世纪高等职业技术学院和高等专科学校机械制造、模具制造、机电一体化等相关专业人才的培养要求,充分反映高职高专的教育特色,以培养应用型人才为宗旨,以提高人才的技术应用能力为原则,反映机械制造中金属切削加工技术的时代特征。在本教材的编写过程中,贯彻了“简明、实用、够用”的原则,反映了新知识、新技术、新工艺和新方法,体现了科学性、实用性、代表性和先进性,正确处理了理论知识与技能的关系。在内容编排上还体现了以下几个主要特点:

- (1) 职业性 专业设置参照有关专业目录,并根据职业发展变化和社会实际需求确定。
 - (2) 科学性 教学内容与现代科学技术发展和先进技术装备、技术水平相适应,体现了科学性和先进性。
 - (3) 实践性 重视实践性教学环节,加强了技能训练和生产实习教学,努力实现产教结合。
 - (4) 衔接性 与企业培训和其他类型教育相沟通,与国家职业资格证书体系相衔接。
 - (5) 实用性 教学内容符合职业标准及企业生产实际需要,有利于培养实用型人才。
 - (6) 文字上力求深入浅出,通俗易懂,图文并茂,以便学生和职业群体自学与理解。
- 每章后均附有习题与思考题,便于学生复习巩固与加深理解。

高职教育要求的实践教学环节占较大的比例,强调动手能力,较高技能的培养,而理论知识则以必需与够用为原则。根据我们近几年在高职教学中的探索,目前将机械类、机电类专业的相同或相近的主干课程用课程综合化的方法压缩为机械理论基础、工艺基础、制造技术基础三部分,使用时可按不同专业各有取舍,各专业另单开设少量个性化课程,这样既可以满足高职教育机电类各专业教学的需要,又可以减少课程数量,压缩理论教学时数,保证实践环节的教学时间。本教材就是机械制造技术基础中金属切削机床部分。

全书共分 14 章,其中第 1 章为机床传动基础知识,以使学生为学习后续章节内容打下一定基础;第 2 章至第 8 章为通用机床,重点介绍卧式车床、万能升降台铣床、摇臂钻床、卧式铣镗床、万能外圆磨床、龙门刨床、滚齿机及单轴转塔自动化机床等典型机床的

性能、传动、主要部件结构及机床的调整,以培养学生具有认识、分析机床以及对常用机床进行调整的能力;第9章为数字程序控制机床,通过对数控机床组成、分类、工作原理、典型机构及程序编制的简介,使学生对数控机床及编程有初步认识;第10章至第13章介绍机床分级变速系统、机床主要部件结构、机床改装及组合机床等内容,以培养学生具有设计简单专用机床及改装一般机床的初步能力;第14章为机床的安装验收及维护,主要介绍机床安装的基本方法、机床的精度标准、检验方法以及机床的保养、维修,以培养学生具有解决生产现场中有关技术问题的能力。

本书由江西工业工程职业技术学院周宗明副教授主编,参加编写的有周宗明(绪论、第1、2、3、6、14章)、周杨萍(第4、5、7、9、10章)、汤道军(第8、11、12、13章)。

本书在编写过程中,得到江西工业工程职业技术学院领导和同行们的大力支持和多方帮助,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,编写的时间仓促,书中错误及不当之处在所难免,恳切希望广大读者给以批评指正。

编 者

2004年5月

目 录

第 1 章 机床传动基础知识..... 1	
1.1 机床的运动分析..... 1	
1.1.1 工件表面的成形运动..... 1	
1.1.2 辅助运动..... 2	
1.2 常用机械传动装置..... 3	
1.2.1 典型分级变速传动机构..... 3	
1.2.2 离合器..... 5	
1.2.3 换向机构..... 9	
1.3 机床的传动系统及调整计算..... 10	
1.3.1 传动链及传动原理图..... 10	
1.3.2 传动系统图..... 11	
1.3.3 转速图简介..... 14	
1.3.4 机床运动的调整计算..... 15	
1.4 习题与思考题..... 18	
第 2 章 车床..... 21	
2.1 CA6140 型卧式车床传动系统..... 21	
2.1.1 机床的主要组成部件..... 21	
2.1.2 机床的传动系统..... 22	
2.2 CA6140 型卧式车床的 主要部件结构..... 33	
2.2.1 主轴箱..... 33	
2.2.2 进给箱..... 40	
2.2.3 溜板箱..... 45	
2.3 其他常见车床简介..... 48	
2.3.1 回轮、转塔车床..... 49	
2.3.2 立式车床..... 53	
2.3.3 铲齿车床..... 54	
2.3.4 高精度丝杠车床..... 56	
2.4 习题与思考题..... 59	
第 3 章 铣床..... 60	
3.1 X6132 型万能升降台铣床..... 60	
3.1.1 主要组成部件..... 61	
3.1.2 机床的传动系统..... 61	
3.1.3 主要部件结构..... 64	
3.2 利用万能分度头铣螺旋槽..... 72	
3.2.1 万能分度头的用途和 传动系统..... 72	
3.2.2 铣螺旋槽的调整计算..... 73	
3.2.3 挂轮齿数配换方法..... 75	
3.3 其他常见铣床简介..... 77	
3.3.1 立式升降台铣床..... 77	
3.3.2 龙门铣床..... 78	
3.3.3 万能工具铣床..... 79	
3.3.4 螺纹铣床..... 79	
3.4 习题与思考题..... 80	
第 4 章 钻床和镗床..... 81	
4.1 Z3040 型摇臂钻床..... 81	
4.1.1 主要组成部件..... 81	
4.1.2 机床的传动系统..... 81	
4.1.3 主要部件结构..... 84	
4.2 TP619 型卧式铣镗床..... 88	
4.2.1 主要组成部件及其运动..... 88	
4.2.2 机床的传动系统..... 89	
4.2.3 主轴部件结构..... 95	
4.3 其他常见钻、镗床简介..... 96	
4.3.1 其他常见钻床简介..... 96	
4.3.2 其他常见镗床简介..... 97	
4.4 习题与思考题..... 103	
第 5 章 刨床和拉床..... 104	
5.1 刨床..... 104	
5.1.1 牛头刨床..... 104	
5.1.2 龙门刨床..... 105	
5.1.3 插床..... 111	
5.2 拉床..... 112	
5.2.1 拉床的用途、特点及类型..... 112	
5.2.2 典型拉床简介..... 112	

5.3 习题与思考题	114	第 8 章 自动化机床	161
第 6 章 磨床	116	8.1 概述	161
6.1 概述	116	8.2 机械式凸轮分配轴控制的 自动机床	163
6.2 M1432A 型万能外圆磨床	117	8.2.1 凸轮分配轴控制 系统的类型	163
6.2.1 机床的用途和运动	117	8.2.2 单轴转塔自动车床	164
6.2.2 机床的组成和主要 技术规格	117	8.3 电气程序控制机床	180
6.2.3 机床的主要部件结构	118	8.3.1 机床程序控制的概念	180
6.3 其他常见磨床简介	125	8.3.2 卡盘多刀半自动车床	183
6.3.1 内圆磨床	125	8.4 习题与思考题	190
6.3.2 平面磨床	126	第 9 章 数字程序控制机床	192
6.3.3 螺纹磨床	128	9.1 概述	192
6.4 习题与思考题	129	9.1.1 数控机床的特点	192
第 7 章 齿轮加工机床	130	9.1.2 数控机床的组成	193
7.1 概述	130	9.1.3 数控机床的分类	194
7.1.1 齿轮加工机床的 工作原理	130	9.2 数控机床的程序编制	196
7.1.2 齿轮加工机床的类型 及其用途	132	9.2.1 程序编制的步骤 及方法	196
7.2 Y3150E 型滚齿机	132	9.2.2 标准代码	197
7.2.1 主要组成部件	132	9.2.3 程序的格式	197
7.2.2 机床运动的调整计算	133	9.2.4 加工程序编制实例	201
7.2.3 机床的工作调整及 主要部件结构	141	9.3 数控机床的典型机构	204
7.3 插齿机	145	9.3.1 进给伺服电动机	204
7.3.1 插齿工作原理及 所需运动	145	9.3.2 机械传动机构	208
7.3.2 Y5132 型插齿机	146	9.3.3 位置检测元件	211
7.4 其他类型齿轮加工机床简介	151	9.3.4 自动换刀装置	214
7.4.1 圆柱齿轮磨齿机	151	9.4 习题与思考题	217
7.4.2 锥齿轮加工机床	153	第 10 章 分级变速主动系统设计	218
7.5 机床的传动精度	156	10.1 分级变速系统的转速数列	218
7.5.1 传动精度及其对加工 精度的影响	156	10.1.1 主轴转速按等比数列 排列的优点	218
7.5.2 传动误差及其传递规律	156	10.1.2 标准公比和标准 转速数列	220
7.5.3 提高传动精度的措施	158	10.1.3 分级变速系统的 变速范围	222
7.6 习题与思考题	159	10.2 分级变速传动系统的特性	223

10.2.1 分级变速系统的内 在规律	223	12.1.1 机床改装的主要目 的及途径	268
10.2.2 结构式	225	12.1.2 机床改装时应注意 的问题	268
10.2.3 变速组的变速范围	226	12.2 机床改装实例	269
10.3 主传动分级变速系统拟定方法	227	12.2.1 提高机床生产率的改装	269
10.3.1 确定传动方案的 一般原则	227	12.2.2 改变和扩大机床工艺 范围的改装	272
10.3.2 分级变速传动系统 设计实例	230	12.3 应用微电子技术改装机床	274
10.3.3 确定齿轮齿数	232	12.3.1 应用数显技术提高机床 加工精度的改装	275
10.3.4 齿轮的布置	241	12.3.2 应用微机改装机床	276
10.4 传动件的计算转速及其确定	243	12.4 习题与思考题	277
10.4.1 主传动系统的功率特性 及计算转速	243	第 13 章 组合机床	278
10.4.2 主轴及其他传动件计算 转速的确定	244	13.1 概述	278
10.5 习题与思考题	245	13.1.1 组合机床的特点与 应用范围	278
第 11 章 机床主要部件结构分析	247	13.1.2 组合机床的类型	280
11.1 主轴部件	247	13.2 组合机床的通用部件	283
11.1.1 对主轴部件的基本 要求	247	13.2.1 通用部件的分类	284
11.1.2 主轴部件的类型	249	13.2.2 单轴头	284
11.1.3 主轴	249	13.2.3 动力箱	286
11.1.4 主轴部件的常用轴承及 配置形式	252	13.2.4 动力滑台	287
11.2 床身与导轨	256	13.3 习题与思考题	288
11.2.1 床身	256	第 14 章 机床的安装验收及维护	289
11.2.2 导轨	258	14.1 机床的安装及验收	289
11.3 操纵机构	262	14.1.1 机床的地基	289
11.3.1 操纵机构的功用、 组成及分类	262	14.1.2 机床的安装	290
11.3.2 对操纵机构的要求	263	14.1.3 机床的验收试验	290
11.3.3 常用变速操纵机构的 结构及工作原理	263	14.2 机床的日常维护及保养	295
11.4 习题与思考题	267	14.2.1 机床的日常维护	295
第 12 章 机床的改装	268	14.2.2 机床的保养及维修	295
12.1 概述	268	14.3 通用机床常见故障及排除	296
		14.3.1 通用机床常见故障及其 产生的主要原因	297
		14.3.2 影响机床性能主要零 部件的修复	298

14.3.3 卧式车床及万能 升降台铣床的常见 故障及其排除	302	A.1 金属切削机床类、组、系划 分及主参数	310
14.4 习题与思考题	309	A.2 传动元件简图符号 (节录处 GB/T4460—1984)	315
附录 A 相关资料	310	参考文献	319

第 1 章 机床传动基础知识

各种类型的机床在进行切削加工时，应使刀具和工件作一系列的运动。这些运动的最终目的是保证刀具与工件之间具有正确的相对运动，以便刀具按一定规律切除毛坯多余的金属，而获得具有一定几何形状、尺寸精度、位置精度和表面质量的工件。本章主要介绍机床的运动分析、常见机械传动装置和机床的传动系统及调整计算。

1.1 机床的运动分析

以车床车削圆柱表面为例(见图 1.1)，对机床的运动进行分析。在工件安装于(三爪自定心卡盘)并启动之后，首先通过手动将车刀在纵、横方向靠近工件(运动 II 和 III)；然后根据所要求的加工直径 d ，将车刀横向切入一定深度(运动 IV)；接着通过工件旋转(运动 I)和车刀的纵向直线运动(运动 V)，车削出圆柱表面；当车刀纵向移动所需长度 l 时，横向退离工件(运动 VI)并纵向退回至起始位置(运动 VII)。除了上述运动外，尚需完成开车、停车和变速等动作。

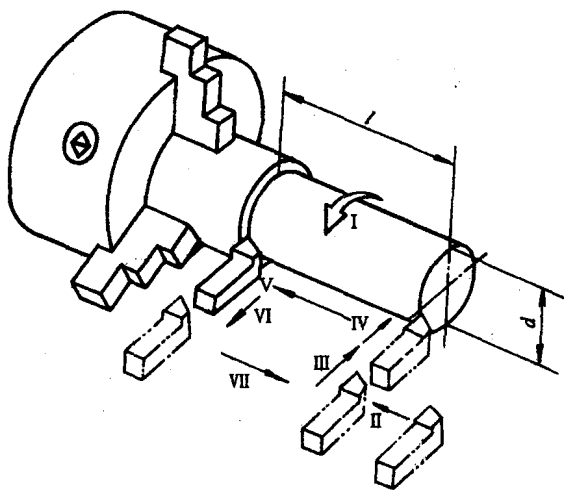


图 1.1 车削圆柱表面所需运动

机床在加工过程中所需的运动，可按其功用不同而分为表面成形运动和辅助运动两类。

1.1.1 工件表面的成形运动

机床在切削过程中，使工件获得一定表面形状所必需的刀具和工件间的相对运动称为表面成形运动。如图 1.1 所示的运动中，工件的旋转运动 I 和车刀的纵向运动 V 是形成圆柱表面的成形运动。机床加工时所需表面成形运动的形式、数目与被加工表面形状、所采

用的加工方法和刀具结构有关。如图 1.2(a) 所示, 采用单刃刨刀刨削成形面, 所需的成形运动为工件直线纵向移动 v 及刨刀的横向及垂向运动 f_1 及 f_2 ; 如采用成形刨刀加工, 则成形运动只需纵向直线移动 v (图 1.2(b))。

根据切削过程中所起的作用不同, 表面成形运动又可分为主运动和进给运动。直接切除毛坯上的被切削层, 使之变为切屑的运动, 称为主运动。例如, 车床上工件的旋转, 钻、镗床上刀具的旋转及牛头刨床上刨刀的直线运动等都是主运动。主运动速度高, 消耗大部分机床动力。进给运动是保证将被切削层不断地投入切削, 以逐渐加工出整个工件表面的运动。如车削外圆柱表面时, 车刀的纵向直线运动、钻床上钻孔时刀具的轴向运动、卧式铣床工作台带动工件的纵向或横向直线移动等等都是进给运动。进给运动速度较低, 消耗机床动力很少, 如卧式车床的进给功率仅为主电动机功率的 $1/30 \sim 1/25$ 。机床在进行切削加工时, 至少有一个主运动, 但进给运动可能有一个或几个, 也可能没有, 图 1.2(b) 所示成形刨刀刨削成形面的加工中就只有主运动而没有进给运动。

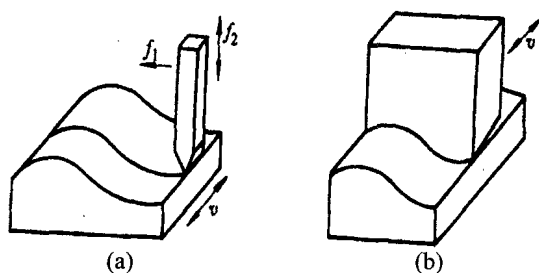


图 1.2 刨削成形面

1.1.2 辅助运动

除了表面成形运动以外, 机床在加工过程中还需完成一系列其他的运动, 即辅助运动。如图 1.1 中, 除了工件旋转和刀具直线移动这两个成形运动外, 还有车刀快速靠近工件, 径向切入, 以及快速退离工件, 退回起始位置等运动。这些运动与外圆柱表面形成无直接关系, 但也是整个加工过程中必不可少的。上述这些运动均属于辅助运动。辅助运动的种类很多, 一般包括以下几种。

- (1) 切入运动 刀具相对工件切入一定深度, 以保证工件达到要求的尺寸。
- (2) 分度运动 多工位工作台、刀架等的周期转位或移位, 以便依次加工工件上的各个表面, 或依次使用不同刀具对工件进行顺序加工。
- (3) 调位运动 加工开始前机床有关部件的移位, 以调整刀具和工件之间的正确相对位置。
- (4) 其他各种空行程运动 如切削前后刀具或工件的快速趋近和退回运动, 开车、停车、变速、变向等控制运动, 装卸、夹紧、松开工件的运动等。

辅助运动虽然并不参与表面成形过程, 但对机床整个加工过程却是不可缺少的, 同时对机床的生产率和加工精度往往也有很大影响。

1.2 常用机械传动装置

为实现加工过程中所需的各种运动,机床必须具备3个基本部分:执行件、运动源和传动装置。执行件是直接执行机床运动的部件,如主轴、刀架、工作台等。工件或刀具装夹于执行件上,并由其带动,按正确的运动轨迹完成一定的运动。运动源是给执行件提供运动和动力的装置,最常用的是三相异步电动机,有的机床也采用直流电动机、步进电动机等。传动装置是传递动力和运动的装置,通过它把执行件和运动源或一个执行件与另一个执行件联系起来,使执行件获得一定速度和方向的运动,并使有关执行件之间保持某种确定的运动关系。

传动装置一般有机械、液压、电气、气压等多种形式,其中最常见的是机械传动和液压传动。本节只介绍常用的机械传动装置。

1.2.1 典型分级变速传动机构

机床的变速可分无级变速、分级变速两种。由于机械传动的无级变速装置的变速范围小,结构又较复杂,故很少采用,而代之以液压或电气控制的无级变速。这里介绍几种典型的机械分级变速传动机构。

1. 滑移齿轮变速机构

如图1.3(a)所示,轴I上安装有3个轴向固定的齿轮 z_1 、 z_2 和 z_3 ,由 z'_1 、 z'_2 和 z'_3 组成的三联滑移齿轮块,通过花键与轴II连接。当齿轮块分别滑移至左、中、右3个啮合位置时,使传动比不同的齿轮副 z_1/z'_1 、 z_2/z'_2 、 z_3/z'_3 依次啮合。因而,当轴I的转速不变时,轴II可得到3级不同的转速。除以上介绍的三联滑移齿轮块变速外,常用的还有双联滑移齿轮块变速。滑移齿轮变速机构结构紧凑,传动效率高,传递力大,变速比较方便(但不能在运转中变速),在机床中得到广泛应用。

2. 离合器变速机构

如图1.3(b)所示,齿轮 z_1 和 z_2 固定安装于主动轴I上,并分别与空套在轴II的齿轮 z'_1 和 z'_2 保持啮合。端面齿离合器M通过花键与轴II相连接。离合器M向左或向右移动时,可分别与齿轮 z'_1 和 z'_2 的端面齿相啮合,从而将 z'_1 或 z'_2 的运动传给轴II。由于 z_1/z'_1 和 z_2/z'_2 的传动比不同,因而在轴I转速不变时,可使轴得到两种不同的转速。离合器变速机构变速方便,变速时齿轮无需移动,适于斜齿轮传动。如采用摩擦片式离合器,则可在运转中进行变速。离合器变速机构的主要缺点是齿轮副经常处于啮合状态,磨损较大、传动效率较低。端面齿离合器通常用于重型机床以及斜齿轮传动;摩擦片式离合器常用于自动、半自动机床。

3. 配换挂轮变速机构

该机构通过更换两轴间齿轮副的齿轮齿数,改变其传动比,从而达到变速目的。图1.3(c)所示为采用一对挂轮的变速机构。在轴I、II上分别装有一个可装卸更换齿轮A和

B , 根据不同的传动比, 选择并装上一定齿数的齿轮, 就可变速。应注意的是, 因为轴 I、II 的中心距是固定不变的, 故在模数不变的情况下, 齿轮 B 的齿数和应保持一定。图 1.3(d) 为采用两对配换挂轮的变速机构。在固定轴 I、II 上分别装有齿轮 a 和 d , 齿轮 b 和 c 安装在可通过挂轮架调整位置的中间轴上。两对齿轮可通过调整中间轴的位置而得到正确啮合。挂轮架的结构及工作原理可见图 1.4。根据所需传动比选择好齿轮 a 、 b 、 c 和 d 后, 可先将齿轮 a 和 d 分固定在轴 I 和轴 II 上, 然后将齿轮 b 和 c 通过键与套筒 3 安装在一起。由于套筒 3 空套在套筒 4 上, 故齿轮 b 和 c 与套筒 3 可绕中间轴 5 空转。将中间轴 5 沿挂轮直槽移动, 使齿轮 c 与齿轮 d 正确啮合, 然后拧紧螺母 1, 经垫圈 2 和套筒 4 将中间轴夹紧在挂轮架 7 上。为使齿轮 b 和 a 正确啮合, 只需绕轴 II 摆动挂轮架 7 一定角度即可。最后, 用螺母通过两个从挂轮架弧形槽穿出的螺钉 6, 将挂轮架紧固在机体上。由于中间轴 5 可在挂轮架尺寸允许范围内, 任意调整其相对于固定轴 I、II 的位置, 因此, 采用这种机构, 可装上各种齿数的配换齿轮, 获得准确的传动比。

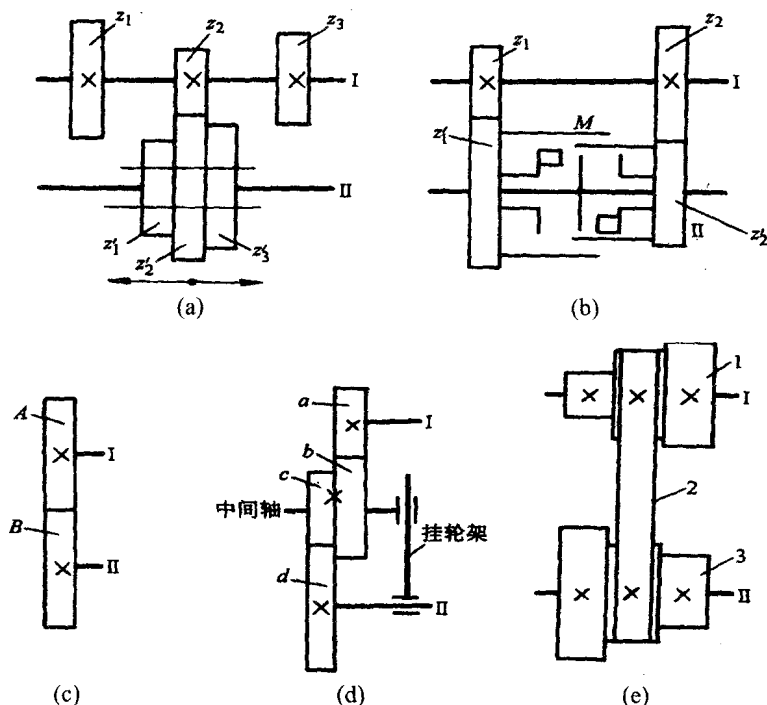


图 1.3 典型分级变速机构

1、3—带轮; 2—传动带

配换挂轮变速机构, 结构简单紧凑, 但变速调整费时, 主要用于不需经常变速的自动、半自动机床。采用挂轮架结构时, 由于中间轴刚性较差, 只适用于进给运动, 但采用挂轮变速, 可获得精确传动比, 并能缩短传动链, 减少传动误差, 常用于要求传动比准确的场合, 如齿轮加工机床、丝杠车床等。

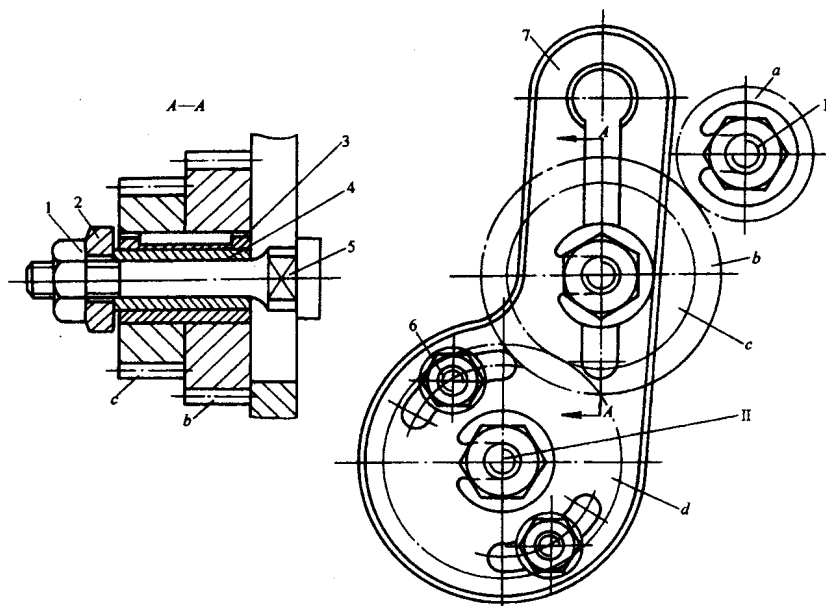


图 1.4 挂轮架结构

1—螺母；2—垫圈；3、4—套筒；5—中间轴；6—螺钉；7—挂轮架

4. 带轮变速机构

如图 1.3(e)所示, 在传动轴 I 和 II 上, 分别装有塔形带轮 1 和 3。当轴 I 转速一定时, 只要改变传动带 2 的位置, 就可得到 3 种不同的带轮直径比, 从而使轴 II 得到 3 种不同转速。

带轮变速机构通常采用平带或 V 形带传动, 其特点是结构简单, 运转平稳, 但变速不方便, 尺寸较大, 传动比不准, 主要用于台钻、内圆磨床等一些小型、高速的机床, 也用于某些筒式机床。

1.2.2 离合器

在机床上常采用离合器来使安装在同轴线的两轴或轴与空套其上的齿轮、带轮等传动件保持结合或脱开, 以传递或断开运动, 从而实现机床运动的启动、停止、变速、变向等。常见的离合器有啮合式离合器、摩擦式离合器、超越离合器和安全离合器等。

1. 啮合式离合器

啮合式离合器可根据其结构形状分为牙嵌式和齿轮式两种。图 1.5(a)所示为牙嵌式离合器。空套在轴 4 上的齿轮 1 和用导键(或花键)3 与轴 4 连接的离合器 2 的端面上都加工有齿爪(见图 1.5(b)), 用操纵机构使离合器 2 向左移动, 就可使其齿爪与齿轮的端面齿啮合, 传递运动和扭矩, 使轴 4 与齿轮 1 一起旋转。离合器向右移动, 则断开运动联系, 使齿轮与轴的传动联系脱开。

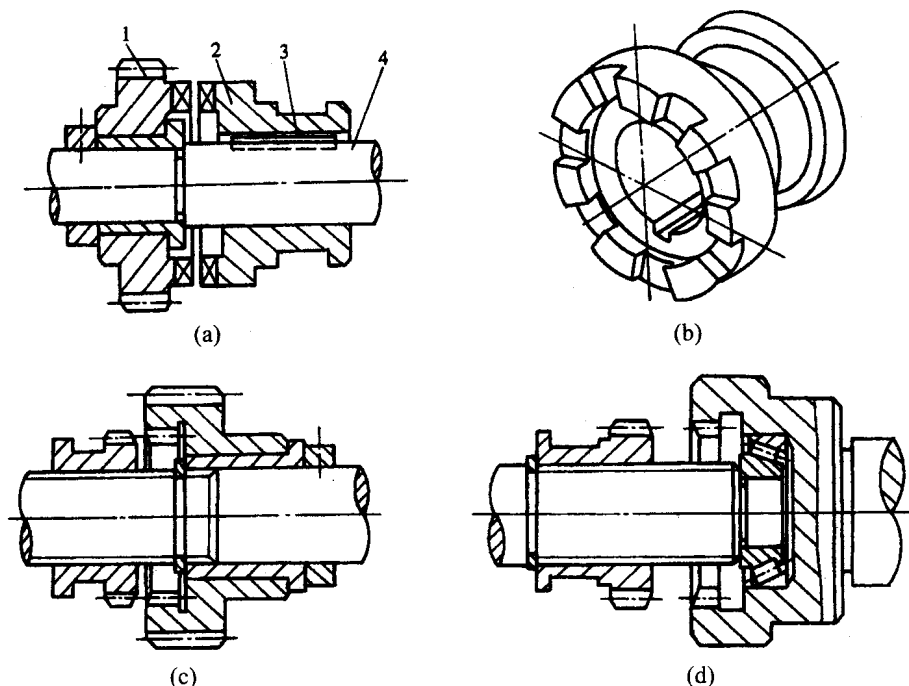


图 1.5 啮合式离合器

1—齿轮；2—离合器；3—导键；4—轴

图 1.5(c)和图 1.5(d)所示为齿轮式离合器，由具有直齿圆柱齿轮形状的两个零件组成。两者的齿数和模数完全相同，但一个为外齿轮，一个为内齿轮。通过操纵机构使两个齿轮相互啮合时，便可将空套齿轮与轴(图 1.5(c))或同轴线的两轴(图 1.5(d))连接而一起旋转。齿轮脱离啮合，则运动联系断开。

啮合式离合器结构简单、紧凑，传递转矩大，传动比准确，但为避免结合时发生冲击，只能在停转或低速时进行结合。因此，这种离合器常用于要求保持严格运动关系或速度较低的传动中。

2. 摩擦式离合器

摩擦式离合器通过相互压紧的两零件接触面之间的摩擦力来传递运动和转矩。当零件接触面被压紧贴合或松开时，运动就被接通或断开。摩擦式离合器种类很多，以下介绍一种机床中常用的机械式多片摩擦离合器(图 1.6)。

花键轴 1 上安装有两组摩擦片。一组是内摩擦片 5，通过花键孔与轴 1 相连接；另一组是外摩擦片 4，其内孔是光滑圆孔，空套在轴 1 花键外圆上，其外圆上开有四个凸爪，卡在空套齿轮 2 右端套筒的 4 个缺口内。内外摩擦片相间安装，在未被压紧时，不能传递运动。当用操纵机构使滑套 9 左移后，滑套左端内锥面把钢球 8 压入固定套 10 左端外锥面与加压套 7 右端面之间，使钢球在锥面作用下，推压加压套 7，并通过螺母 6 把内外摩擦片压紧，从而利用内外摩擦片之间的摩擦力，接通轴 1 与空套齿轮 2 之间的运动联系。