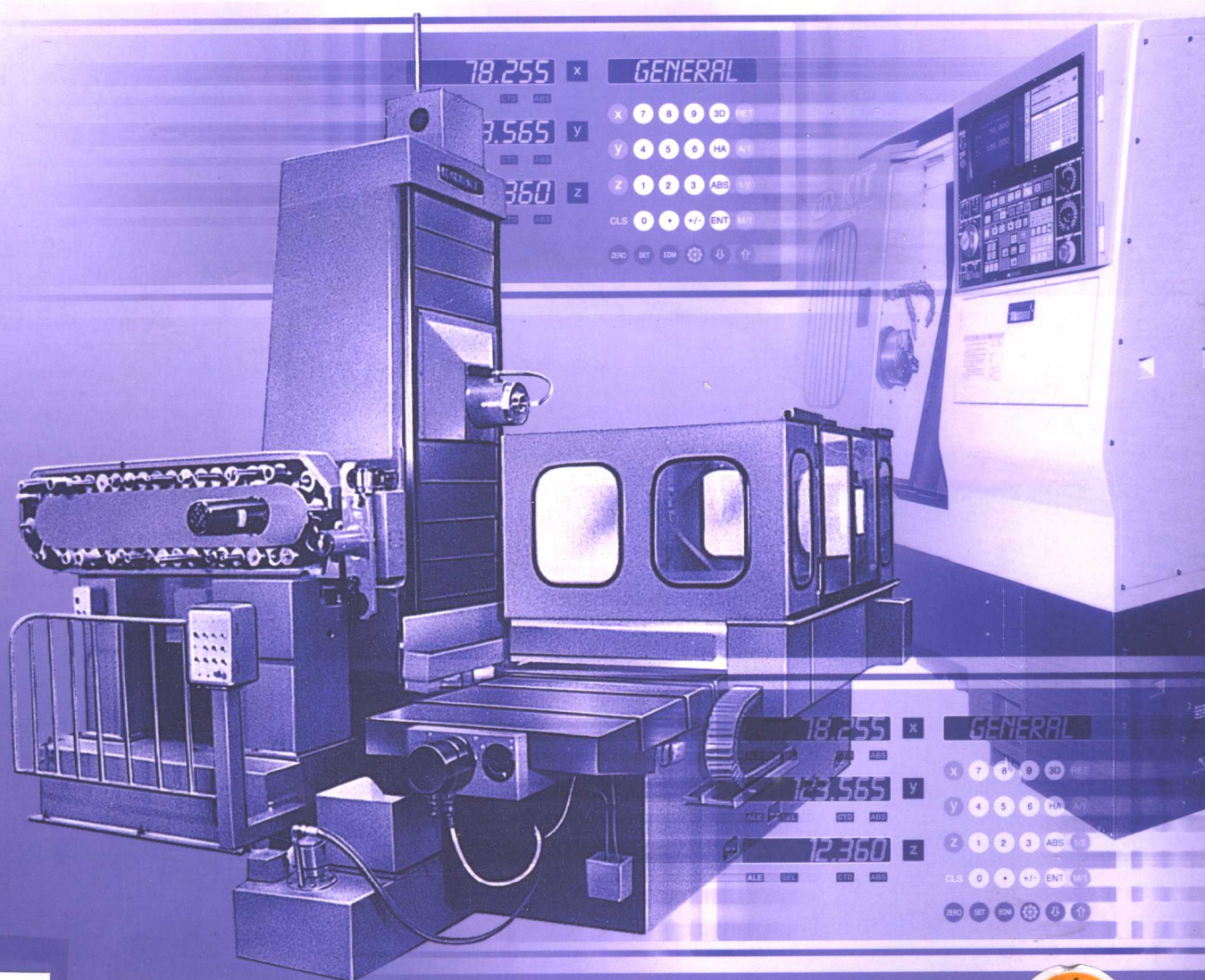


职业技术教育教材

机电一体化——数控机床加工技术专业

金属切削机床概论



职业技术教育教材

机电一体化——数控机床加工技术专业

金属切削机床概论

上海市职业技术教育课程改革与教材建设委员会 组编



机械工业出版社

本教材是根据上海市职业技术教育和机械专业教材编审委员会审定的《金属切削机床概论课程标准》编写的,适用于职业技术教育机械制造类各专业。

本教材共包括七章内容,第一章为绪论。第二章~第四章介绍车床、磨床、铣床。第五章介绍其他机床。第六章讲述机床典型部件调整及精度检测。第七章介绍普通机床改造,并要求有实验、实训与上理论课的比例,来保证学生在能力方面的训练。

图书在版编目(CIP)数据

金属切削机床概论/上海市职业技术教育课程改革与教材建设委员会组编. —北京:机械工业出版社, 2001.9

职业技术教育教材. 机电一体化——数控机床加工技术专业
ISBN 7-111-09349-6

I. 金… II. 上… III. 机床—专业学校—教材 IV. TG502

中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第063770号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:吴天培 版式设计:张世琴 责任校对:李汝庚

封面设计:姚毅 责任印制:闫焱

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2003年4月第1版·第2次印刷

787mm×1092mm¹/₁₆·10.25印张·246千字

4 001—7 000册

定价:21.00元(附光盘)

ISBN 7-900066-89-6/TG·01

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010) 68993821、88379646

封面防伪标均为盗版

上海市职业技术教育机械专业 教材编审委员会名单

主 任	夏毓灼		
副 主 任	徐韵发	吴志清	
委 员	(按姓氏笔画排列)		
	吉广镜	刘际远	金瑞樑
	徐孝远	高奇玲	谢卫华
秘 书	相雅蓉		
本书主编	单珊珊		
本书参编	吴志强	邬立众	金慧琴
本书主审	范崇洛		

序

我国的现代化建设不但需要高级科学技术专家，而且迫切需要职业技术人才、管理人员和技术工人，而这类人才的培养主要是通过职业技术教育来实现的，所以党和国家非常重视职业技术教育的改革和发展。努力培养出各行各业所需的职业人才，是社会、经济发展对职业技术教育提出的迫切要求。我国的职业技术教育长期实行的是“学科本位”的教学模式，这种模式重理论轻实践，重知识轻技能，培养出的学生不适应社会、经济发展的要求。因此，职业技术教育要深化改革，办出特色，为社会培养出既有理论又有技能，德、智、体全面发展的一代新人。

职业技术教育要办出自己的特色，关键在于课程改革与教材建设。为此，1996年上海市教委启动了职业技术教育课程改革与教材建设工程（简称“10181”工程），即用5年左右的时间，完成10门普通文化课程的改革及示范教材的编写工作；完成18个典型专业（工种）的课程改革以及同步编写出部分典型示范性教材；经过10年左右的改革实践，基本形成一个具有职教特色的课程结构和教材体系。

这次课程改革与教材建设是以社会和经济发展的需要为出发点，以职业（岗位）需求为直接依据，以现行职业技术教育课程、教材的弊端为突破口，积极学习并借鉴国外职业技术教育课程、教材改革的有益经验，以实现办出职教特色的根本目的。在充分研究和广泛征求意见的基础上，确立了“能力为本位”的改革指导思想。目的是为了克服职教长期存在的重理论轻实践、重知识轻技能的倾向，真正培养出经济和社会发展所需要的职业技术人才。

在各方面的共同努力下，新的教材终于与广大师生见面了。这些新的教材并不是职业技术教育课程改革与教材建设的全部，它只是典型的示范性教材，因为职业技术教育的专业门类繁多，不可能在较短的时间内，依靠少数编写人员解决职教中全部的课程、教材问题。职业技术教育的课程改革和教材建设是一项系统的长期的工作，只有充分发挥广大教师的改革积极性，在教学过程中不断用“能力本位”的教育思想，主动进行课程与教材的改革，我们的课程、教材改革才能全面、持续而深入，才可能真正全面提高教学质量和效益，以不断适应社会、经济发展的需要。

新的教材代表新的思想、新的教法和学法。希望通过这些教材给大家一些启迪，同时也希望大家对新教材提出宝贵的意见。

在课程改革与教材建设过程中，得到了各方面的大力支持，特别是广大编审人员为此付出了辛勤的劳动。在此，向他们表示衷心的感谢！

上海市教育委员会副主任

上海市职业技术教育课程改革与教材建设委员会主任

薛喜民

前 言

“机电一体化——数控机床加工技术专业”教材，全套共14本，经过5年的努力，终于付梓出版了。这套教材是上海市教委组织的“10181”课程改革和教材建设工程的重要组成部分，也是机械专业课程改革和教材建设的可喜成果。

随着科学技术的高速发展，传统的机械工业呈现出了新的技术发展趋势，进入了智能化领域。机电一体化的迅猛发展和数控机床加工技术在企业的普遍应用，对生产一线操作人员的知识和能力要求越来越高，客观上要求一线操作人员应由经验型向智能型转变。这套新教材正是为顺应这一发展趋势而组织编写的。

近5年来，我们机械专业教材编审委员会为此付出了辛勤的劳动。首先组织了长达半年的调查研究，并且参照加拿大CBE经验，制作了DACOM表，就数控机床加工技术专业职业技术人员的知识、能力要求，在五大行业、72个企业中问卷调查了780人次，从而明确了该专业的知识和能力结构。其次，认真进行了课程改革方案的讨论和研究，确定了机电结合，“以机为主，以电为辅”；在课程安排中“以机为主，突出工艺”、“以电为辅，够用为度”的原则。然后对传统的课程体系进行重组优化，如对陈旧老化的知识予以删除，对烦琐的内容予以简化，对某些课程进行重新组合，针对新知识，特别是新的能力需求，设置了新课程。最后，我们按照教材的编写要求，组织了14个编写组，实施主编负责制。所聘的编写人员都是具有改革创新精神、有丰富教学经验、熟悉专业技术的专业人才；同时聘请了有较高造诣的高校教授任主审。为了确保教材质量，对每本教材的编写提纲都组织有关专家进行了逐一论证，从而保证了这套教材的科学性、针对性、实用性。

在这里，我觉得有必要对本专业的设计作一概要介绍。

专业学习期限：4年。

培养目标是德、智、体、美全面发展，具有相当于高中的文化基础知识，掌握数控机床加工技术的理论和职业技能，面向生产第一线的工艺实施和智能型操作人员。

本专业强调务实能力，学生通过本专业的学习后，可具有中级水平的数控机床操作能力；具有编制中等复杂程度零件数控加工程序的能力；具有数控机床的刀具选用、调整、工件装夹等技能；具有数控机床维护、保养，并能排除简单故障的能力；具有正确解决零件在数控机床加工过程中质量问题的能力。

这套教材能得以顺利出版，无疑是集体智慧的结晶，是团队合作的成果。在此，我要感谢上海市职业技术教育课程改革与教材建设委员会的正确领导和指导；要感谢上海工业系统各行业、企业的支持和通力合作；要感谢为此呕心沥血、伏案疾书的近百名编审人员；最后还要感谢机械工业出版社的同志们。

当今，我们正处在改革的年代，正是这个年代催生了这套具有改革精神、时代特色和专业个性的新教材。愿随着这套教材的教学实施，能造就一批又一批新的职业技术人才，以服务于国家、造福于企业。

上海市职业技术教育机械专业教材编审委员会副主任 徐韵发

编 者 的 话

本教材是根据上海市职业技术教育和机械专业教材编审委员会审定的《金属切削机床概论课程标准》编写的，适用于职业技术教育机械制造类各专业。

本教材贯彻的目标是根据必需、够用的原则，按照岗位群能力，专项技能及数控机床所需的知识，主要讲授机床的性能、结构、传动、调整、维护、改装等方面的基础知识，特别对三台典型普通机床作了介绍。本教材特点是重视实用性、重视理论结合实际，力求通俗易懂；突出机床的加工特点，结构特征，注意各个知识面的有机结合；强调通过实践、观摩、操纵、动手，掌握机床必要的调整维护知识，以培养学生解决生产现场一般技术问题的能力。本教材的另一特点是，叙述内容附图较多，并配以教学光盘演示机床动作以方便学生理解。

本教材共包括七章内容，第一章为绪论。第二章～第四章介绍车床、磨床、铣床。第五章介绍其他机床。第六章讲述机床典型部件调整及精度检测。第七章介绍普通机床改造，并要求有实验、实训与上理论课的比例，来保证学生在能力方面的训练。

本教材由上海时代工业学校担任编写，教学光盘由南汇工贸学校张春华老师担任制作。在编写过程中得到了上海市经委，上海市教委领导的大力支持，由于编者的水平有限，书中的缺点难免，恳请使用本教材的师生和其他读者提出宝贵意见。

目 录

序	
前言	
编者的话	
第一章 绪论	1
第一节 金属切削机床的发展概论	1
第二节 金属切削机床的基本知识	2
复习思考题	11
第二章 车床	13
第一节 车床的基本知识	13
第二节 CA 6140 型卧式车床	15
第三节 其他车床介绍	37
第四节 车床常见故障与调整	42
复习思考题	45
第三章 磨床	46
第一节 磨削的基本知识	46
第二节 M1432A 型万能外圆磨床	47
第三节 外圆磨床的操纵	61
第四节 工件的装夹与试磨	63
第五节 其他磨床	65
复习思考题	69
第四章 铣床	71
第一节 铣削的基本知识	71
第二节 卧式万能升降台铣床	74
第三节 其他铣床	84
第四节 铣床附件——万能分度头	86
复习思考题	89
第五章 其他机床	91
第一节 齿轮加工机床	91
第二节 钻床	99
第三节 镗床	104
第四节 直线运动机床	107
复习思考题	110
第六章 机床典型部件调整及精度检测	112
第一节 主轴部件	112
第二节 支承件与导轨	117
第三节 机床调整及精度检测	125
复习思考题	131
第七章 普通机床的技术改造	132
第一节 普通机床的数控改造	132
第二节 卧式车床数控化改造	133
第三节 普通机床数显化改造	137
复习思考题	143
附录 金属切削机床 型号编制方法 (GB/T15375—1994)	144
参考文献	153

第一章 绪 论

第一节 金属切削机床的发展概论

在工业、农业、国防和科研领域中，在人们的日常生活里，大量使用着各种各样的机器、仪器、工具等，这些机器、仪器等又大多是以金属零件所组成。零件的制造方法有很多，如铸造、锻造、焊接、冲压等。但凡属尺寸精度、几何精度、位置精度要求较高，表面粗糙度要求较细的零件，一般都要求用切削加工的方法制造。金属切削机床就是用切削的方法将金属毛坯（或半成品）加工成机器零件的机器，它是制造机器的机器，所以又称为“工作母机”或“工具机”，习惯上简称为机床。金属切削机床是加工机器零件的主要设备。一个国家机床工业的技术水平，机床拥有量及现代化程度，是衡量这个国家工业生产能力和技术水平的重要标志之一。

机床是人类在改造自然的长期斗争中产生，又随着社会的发展和科学的进步而不断发展，不断完善。

通过考古，人们发现，早在六千多年前，就有了原始的钻床和木工车床。使用弓钻在石斧和陶瓷上钻孔，用支架支承木料，拉动绕在其上的绳子使木料作来回运动，用手握持刀具进行切削，这就是最原始的钻床和车床。

17 世纪中叶，开始用畜力等自然力代替人力作为机床的动力，但人们以手握刀具进行加工，其加工质量完全决定于操作者的熟练程度。

18 世纪，蒸汽机的出现，为机床提供了新型的动力能源，以蒸汽机为动力，并使用新创造的机动走刀架，使操作者的双手基本解放。零件的加工质量和加工效率明显提高，它是生产技术的一次革命性的变化。

19 世纪末，机床已扩大到许多种类。这些机床多采用天轴进行集群驱动，性能比较低。20 世纪以后，齿轮变速箱的出现，使机床的结构和性能发生了根本性的变化。随着电气、液压等科学技术的发展并在机床上的普遍应用，使机床的技术有了迅速的发展，基本具备了现代机床的结构形式。

近些年来，随着电子技术、计算机技术、信息技术以及激光技术、超声波技术等的发展，并且应用于机床领域，使机床的发展进入了一个新时代。这个新时代的主流就是数控机床。这种机床的操作完全由机器完成。人的工作只是编制加工程序和调整刀具，为机床的自动化加工准备好条件，然后则由电脑控制机床自动完成加工过程，由于人不参与操作，靠数控程序来完成加工循环，所以零件的加工精度较高，工件尺寸一致性较好，零件加工方法变更方便，使得中小批生产自动化成为可能。

机床的发展和别的事物的发展一样，也是从无到有，从低级到高级发展并向着加工精度、自动化程度和生产率更高、更能适应被加工零件变更的方向发展。

第二节 金属切削机床的基本知识

一、机床型号编制

1. 机床的分类 金属切削机床的品种和规格繁多, 为了便于区别、使用和管理, 需对机床加以分类和编制型号。

根据机床的不同特征, 分类的方法也有很多种。传统的分类方法主要是按加工方法和所用刀具进行分类。目前, 我国制定的机床型号编制方法将机床分为十一大类: 车床、钻床、镗床、齿轮加工机床、磨床、螺纹加工机床、铣床、刨插床、拉床、锯床及其他机床。在每一类机床中, 又按工艺范围、布局形式和结构等, 分为若干组, 每个组又分为若干系。

除上述基本分类方法外, 机床还可按照通用性程度分成: 普通机床、专门化机床、专用机床; 按加工精度分成普通精度机床、精密机床和高精度机床; 按自动化程度分成: 非自动、半自动、全自动机床; 按质量和尺寸分成: 仪表机床、中型机床、大型机床和超重型机床。随着机床的发展, 其分类方法也将不断发展。

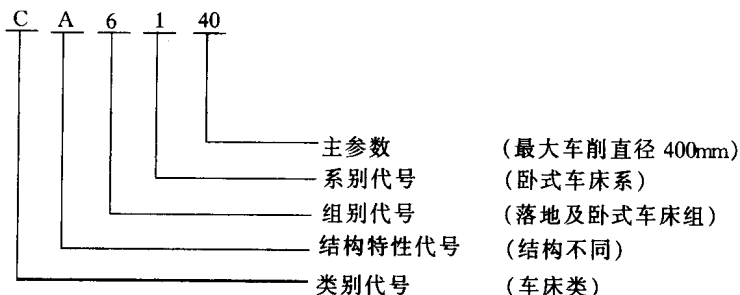
2. 机床型号编制的方法 机床的型号是用一个简明的代号来表示机床的类别、类型、主参数、性能和结构特点等。

我国的机床型号, 现在是按 1994 年颁布的标准 GB/T15375—1994《金属切削机床 型号编制方法》编制的。此标准规定机床的型号由大写汉语拼音字母和数字按一定的规律组合而成, 它适用于各类通用机床和专用机床。下面仅介绍普通机床型号编制。

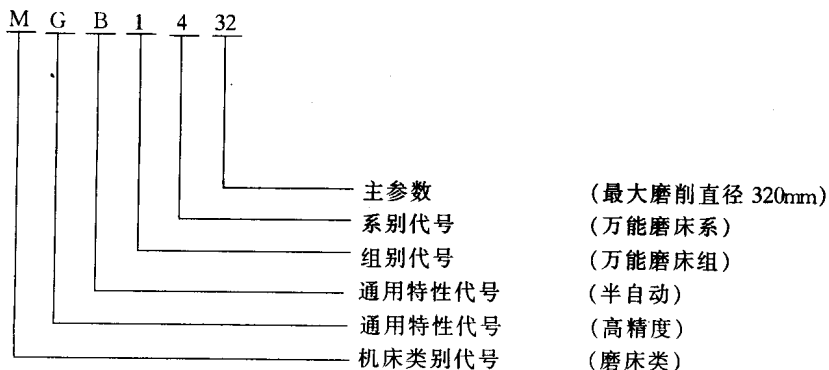
参照附录《金属切削机床 型号编制方法》

举例:

例 1 CA6140 型卧式车床



例 2 MGB1432 高精度半自动万能磨床



二、工件的加工表面及其形成方法

1. 被加工表面分析 在切削加工过程中, 被加工表面是通过装在机床上的刀具和工件按一定规律相对运动而获得的。通过刀具的切削刃对工件毛坯的切削, 把毛坯上多余的金属切掉, 从而得到所要求的表面形状。尽管零件千姿百态, 形状各异, 但细细分析就能看出, 组成零件的加工表面主要有下面几种: 平面、圆柱面、圆锥面和各种成形表面, 如图 1-1 所示。

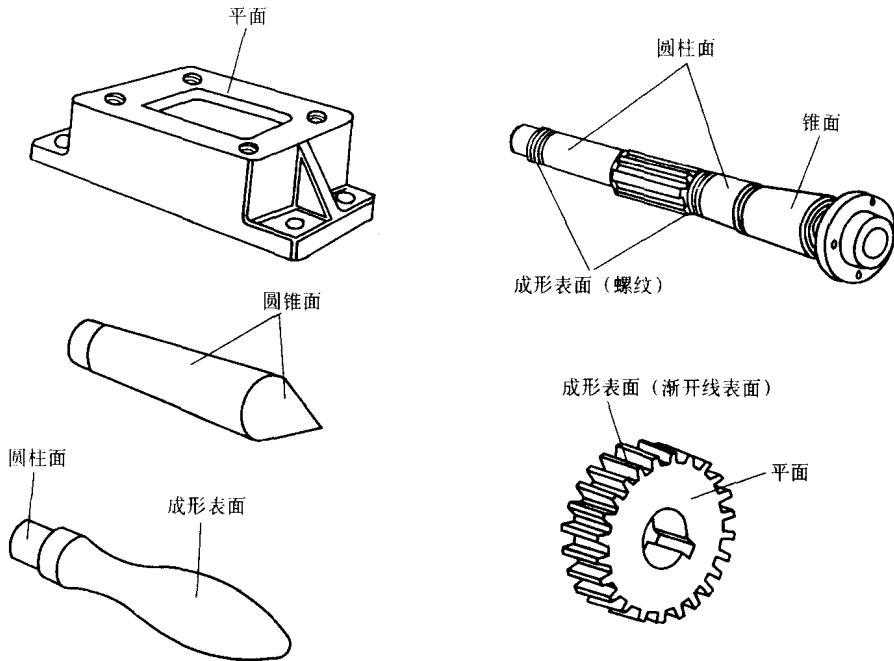


图 1-1 机器零件上常用的各种表面

2. 工件表面形成方法 工件常见的表面有平面、回转表面及螺纹、齿轮轮齿成形面等, 这些都是线性表面, 即都可以通过一条母线沿另一条导线运动后而获得, 如图 1-2 所示。

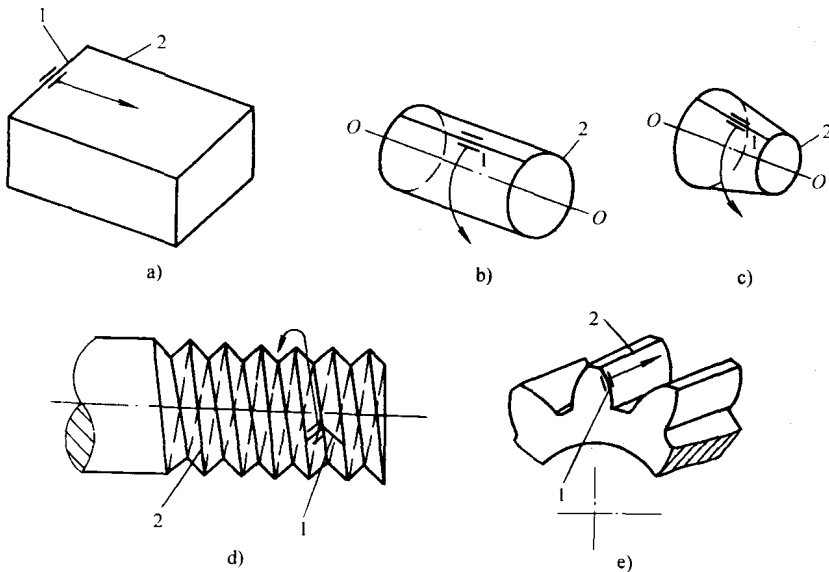


图 1-2 零件表面的成形

1—母线 2—导线

机床加工机械零件的过程,其实质就是形成零件上各个工作表面的过程,也就是借助于一定形状的切削刃以及切削刃与被加工表面之间按一定规律的相对运动,形成所需的母线和导线。由于加工方法、刀具结构及切削刃的形状不同,所以,形成母线和导线的方法及所需运动也不相同。概括起来有以下四种:

(1) 轨迹法 用尖头车刀、刨刀等刀具切削时,切削刃与被加工表面为点接触,如图 1-3a 所示。刨刀沿箭头 A_1 方向所作直线运动,形成直线形母线。沿箭头 A_2 方向所指的曲线,即曲线形的导线。通过母线沿导线的运动,形成被加工表面。

(2) 成形法 将切削刀具的切削刃制成与所需形成的母线完全吻合。加工时,无需任何运动来形成这一母线,如图 1-3b 所示。

刀具只需作箭头 A_1 方向的直线运动就能形成被加工表面。

(3) 相切法 相切法是利用刀具边旋转边作轨迹运动来对工件进行加工的方法。如图 1-3c 所示,刀具作旋转运动 B_1 。刀具圆柱面与被加工表面相切的直线就是母线。刀具沿 A_2 作曲线运动,形成导线。两个运动的叠加,形成加工表面。相切法亦称包络线法。

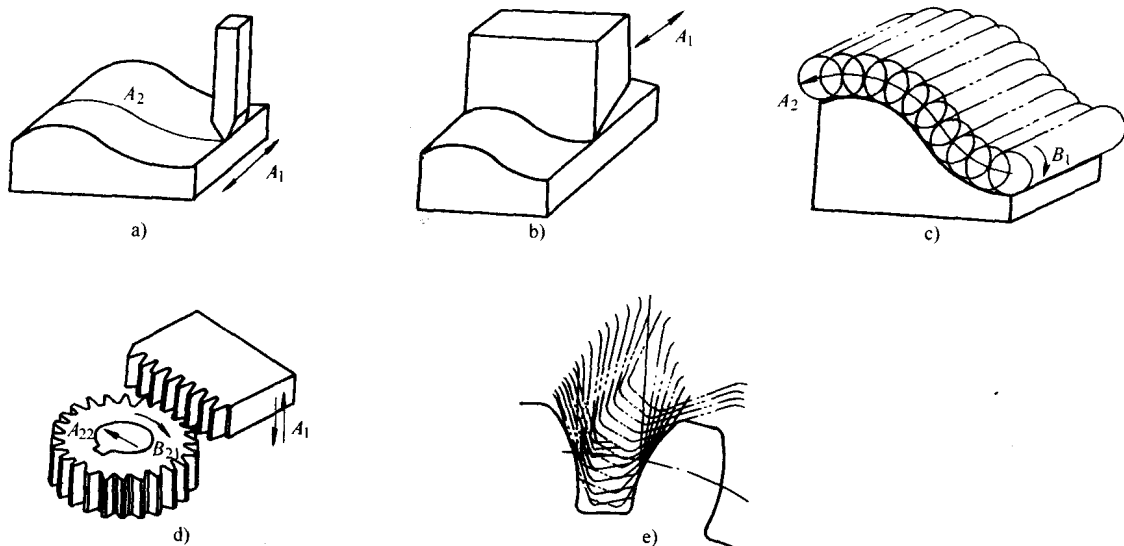


图 1-3 形成发生线的方法

(4) 范成法 用插齿刀、齿轮滚刀等加工工件时,切削刃是一条与需要形成的发生线共轭的切削线。如图 1-3d、e 所示,用齿条插齿刀加工圆柱齿轮。插齿刀沿箭头 A_1 方向的直线运动,形成了直线形母线,而工件的旋转运动 B_{21} 和直线运动 A_{22} ,使插齿刀能不断地对工件进行切削。其直线形切削刃的一系列瞬时位置的包络线,便是所需的渐开线形导线,必需指出的是,形成渐开线形的导线是由 A_{22} 和 B_{21} 组合而成,这两个运动必须保持严格的运动关系,彼此不能独立,它们的复合形成的运动称为范成运动。

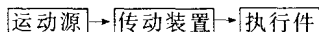
三、机床传动原理及传动系统分析

1. 机床传动原理 现代机床形式各异,种类繁多。但从原理上分析,机床加工过程中所需的各种运动,是通过运动源、传动装置和执行件并以一定的规律所组成的传动链来实现的。

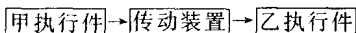
(1) 运动源 它是提供运动和动力的装置。一般机床常用三相异步交流电动机,数控机床常用直流或交流调速电动机或伺服电动机。

(2) 传动装置 它是传递运动和动力的装置。通过该装置,把运动源的动力和运动传递给执行件或把一个执行件的运动传递给另一执行件。传动装置需要完成变速、变向和改变运动形式等任务。以使执行件获得所需要的运动速度、运动方向和运动形式。

(3) 执行件 它们是执行运动的部件。如主轴、刀架、工作台等等。执行件用于安装刀具或工件,并直接带动其完成一定形式的运动和保证准确的运动轨迹。下面用直框图来描述一下机床传动的联系:



或者:



2. 机床的传动装置 机床的传动装置一般有机械、液压、电气传动等形式。液压传动、电气传动由专门课程讲解,不再赘述。机械传动按传动原理可分为分级传动和无级传动。常见的传动是分级传动(无级传动常被液压或电气传动取代),下面着重介绍几种常用的机械传动装置。

(1) 离合器 离合器用于实现运动的起动、停止、换向和变速。

离合器的种类很多,按其结构和用途不同,可分为啮合式离合器、摩擦式离合器、超越式离合器和安全式离合器等。下面仅介绍前两种离合器。

1) 啮合式离合器 啮合式离合器利用两个零件上相互啮合的齿爪传递运动和转矩。根据结构形状不同,分为牙嵌式和齿轮式两种。

牙嵌式离合器由两个端面带齿爪的零件组成,如图1-4a、b所示。右半离合器2用导键或花键3与轴4联接,带有左半离合器的齿轮1空套在轴4上,通过操纵机构控制右半离合器2使齿爪啮合或脱开,便可将齿轮1与轴4联接而一起旋转,或使齿轮1在轴上空转。

齿轮式离合器是由两个圆柱齿轮所组成的。其中一个为外齿轮,另一个为内齿轮(图1-4c、d),两者齿数和模数完全相同。当它们相互啮合时,空套齿轮与轴联接使同轴线的两轴联接同时旋转。当它们相互脱开时运动联系便断开。

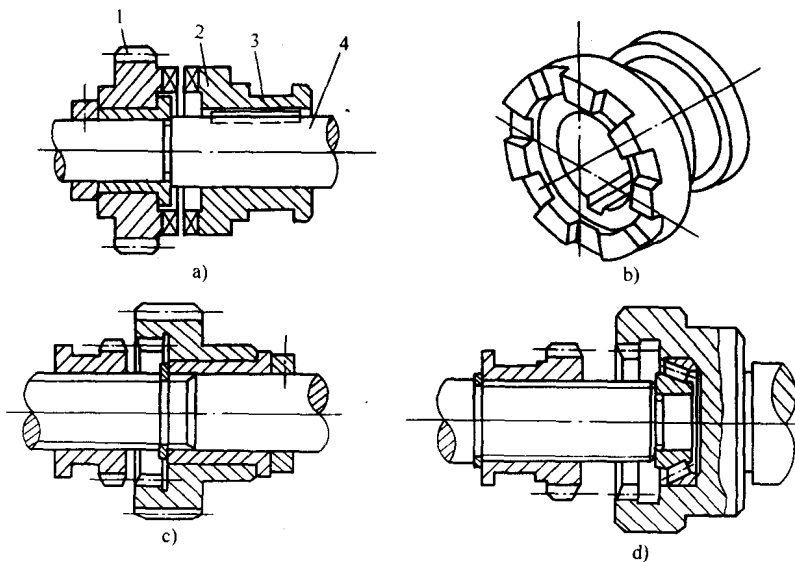


图1-4 啮合式离合器

a)、b) 牙嵌式离合器 c)、d) 齿轮式离合器

2) 摩擦式离合器 摩擦式离合器利用相互压紧的两个零件接触面间所产生的摩擦力传递运动和转矩, 其结构形式较多, 车床上应用较多的是多片摩擦式离合器。

图 1-5 所示为机械式多片摩擦离合器。它由内摩擦片 5、外摩擦片 4、止推片 3、压套 7、滑套 9 及空套齿轮 2 等组成。内摩擦片 5 装在轴 1 的花键上与轴 1 一起旋转, 外摩擦片 4 外圆上有四个凸齿装在齿轮 2 的缺口槽中, 外片空套在轴 1 上。当操纵机构将滑套 9 向左移动时, 通过钢珠 8 推动压套 7 带动圆螺母 6 使内片 5 与外片 4 相互压紧。于是轴 1 上的运动通过内、外片之间的摩擦力传给齿轮 2 而传递出去。

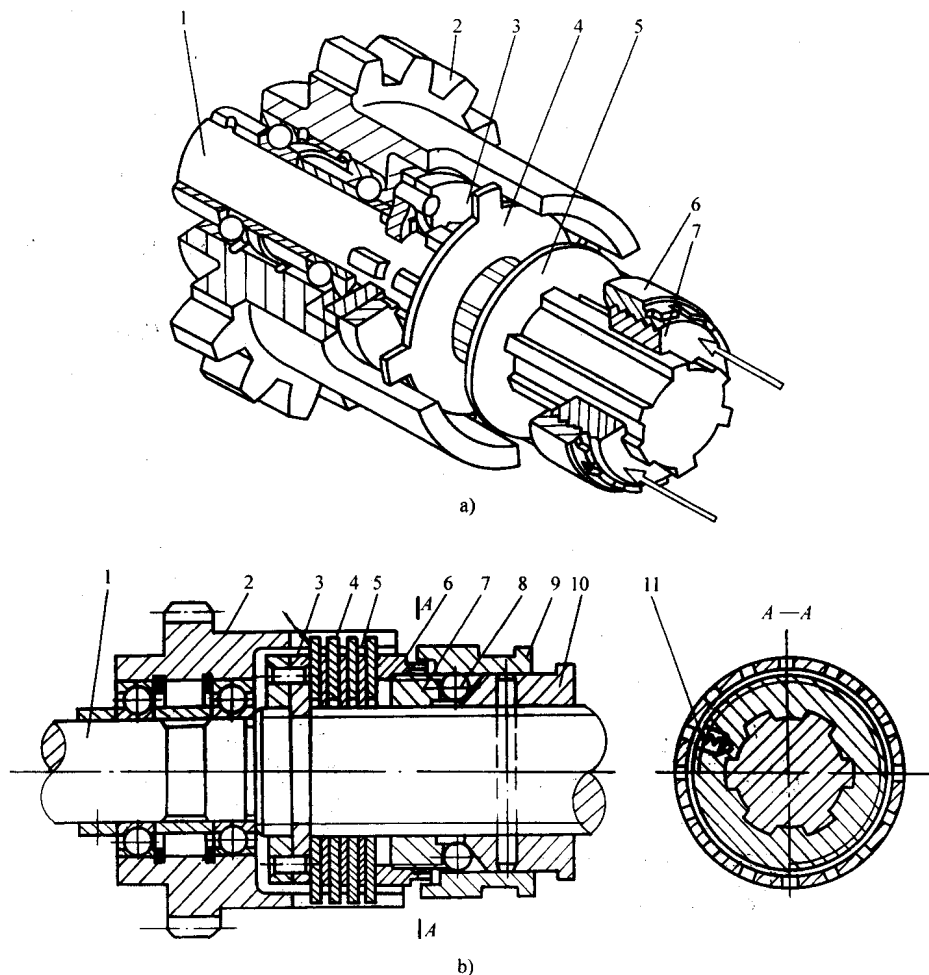


图 1-5 机械式多片摩擦离合器

(2) 分级变速机构 分级变速机构通常为定比传动副。由变换传动比的变速组和改变运动方向的变向机构等组成。

1) 定比传动副 常见的定比传动副包括: 齿轮副、带轮副、蜗杆副及齿轮齿条副和丝杠螺母副等。定比的含意是传动比固定不变。

2) 变速组 变速组是实现机床分级变速的基本机构。常见的形式如图 1-6 所示。

① 滑移齿轮变速组 如图 1-6a 所示, 轴 I 上装有 z_1 、 z_2 、 z_3 三个齿轮, 它们与轴牢固联接, 称为固定齿轮。轴转动一定带动三个齿轮转动。反之, 任何一个齿轮转动也一定带

动轴 I 转动。轴 II 上装有一个联体齿轮 (z_1' 、 z_2' 、 z_3')，称为三联齿轮。该联体齿轮与轴 II 的联接是滑移联接。即该三联齿轮可以沿轴 II 的轴线方向移动，但不能与轴 II 发生相对转动。当三联滑移齿轮分别滑移至左、中、右三个不同的啮合工作位置时，即会获得三种不同的传动比 $\frac{z_1}{z_1'}$ 、 $\frac{z_2}{z_2'}$ 、 $\frac{z_3}{z_3'}$ 。此时，如果 I 轴只有一种转速，则轴 II 可得三种不同的转速，这个机构就称为滑移齿轮变速组。当然，除了上述三联滑移齿轮变速组外，还有常见的双联滑移齿轮变速组。滑移齿轮变速组结构紧凑，传动效率高，变速方便，能传递很大的动力，但不能在运转过程中变速，只能在停车或很慢转动时变速。

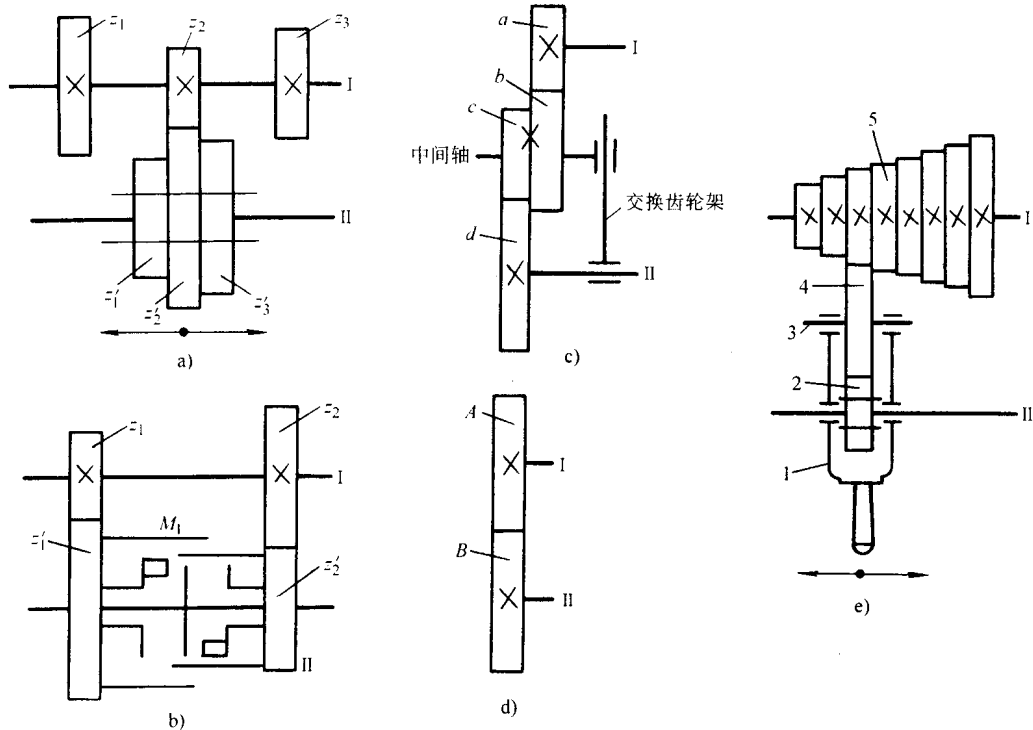


图 1-6 常用的机械分级变速组

a) 滑移齿轮变速组 b) 离合器变速组 c)、d) 交换齿轮变速组 e) 摆移齿轮变速组

②离合器变速组 如图 1-6b 所示，轴 I 上装有两个固定齿轮 z_1 、 z_2 ，分别与空套在轴 II 上的齿轮 z_1' 、 z_2' 啮合。所谓“空套”齿轮，是指该齿轮与轴在转动方面没联系，即轴转动不会带动齿轮转动，反之，齿轮转动也不会带动轴转动。在 z_1' 和 z_2' 之间，装有端面齿双向离合器，且离合器用花键与轴 II 相联，由于 $\frac{z_1}{z_1'}$ 和 $\frac{z_2}{z_2'}$ 的传动比不同，所以，如果 I 轴只有一种转速，则离合器分别向左啮合或向右啮合，轴 II 就会得到两种转速。离合器变速组操作方便，变速时齿轮不需移动，故常用于斜齿圆柱齿轮传动中，使传动平稳。另外，如将端面齿离合器换成摩擦式离合器，则可在变速组运转的情况下变速。

③交换齿轮变速组 如图 1-6c、d 所示为最常见的交换齿轮机构，所谓交换齿轮是指根据传动需要可装拆的活络齿轮。如图 1-6d 所示是一对交换齿轮变速组，只要在固定中心距的轴 I 和轴 II 上装上传动比不同（即不同的 A、B），但“齿数和”相同的齿轮到 A 和 B，

则可由轴 I 的一种转速, 使轴 II 得到不同的转速。图 1-6c 所示为两对交换齿轮, 其工作原理与另一对交换齿轮变速组相似, 不同的是两对交换齿轮的变速组需要有一可以绕轴 II 摆动的交换齿轮架, 中间轴在交换齿轮架上可作径向调整移动, 并用螺栓紧固在一定的径向位置上, 以适合不同的齿轮 a 、 b 、 c 、 d 啮合之需。交换齿轮变速组可使机构简单、紧凑, 但变速较费时。

④摆移齿轮变速组 如图 1-6e 所示, 在轴 I 上装有 8 个齿数按一定规律排列的固定齿轮, 通常称为塔齿轮, 轴 II 上装有一个滑移齿轮 2, 它通过一个可以轴向移动又能摆动的架子推动作左, 右滑移, 摆移架 1 的中间轴 3 上装有一中间空套齿轮, 因此, 当摆移架 1 连摆带移动依次地使中间轮 4 与塔齿轮中的一个齿轮相啮合时, 如轴 I 只有一种转速, 则轴 II 可得到不同的 8 种转速。该变速机构变速方便, 结构紧凑。但由于该种变速组中有一摆移架, 故刚性较差。

3) 变向机构 变向机构的作用是改变机床执行件的运动方向。下面介绍两种常见的变向机构。

①滑移齿轮变向机构 如图 1-7a 所示, 轴 I 上装有一双联固定齿轮 ($z_1 = z_1'$), 轴 II 上装有一滑移齿轮 z_2 , 中间轴上装有一空套齿轮 z_0 。当 z_2 滑至图示位置, 轴 I 的运动经 z_0 传给 z_2 , 使轴 II 的转向与轴 I 相同; 当滑移齿轮 z_2 向左滑移至与 z_1' 啮合位置, 则轴 I 的运动经 z_2 直接传给轴 II, 使轴 II 的转动方向与轴 I 相反。这种变向机构刚性较好。

②锥齿轮与离合器组成的变向机构 如图 1-7b 所示, 主动轴 I 上装有固定锥齿轮 z_1 , z_1 同时与 z_2 、 z_3 啮合, 使空套的 z_2 、 z_3 具有不同的转向。离合器 M 依次与 z_2 、 z_3 的端面齿相啮合, 则轴 II 将获得两个不同的运动方向。这种变向机构刚性较圆柱齿轮变向机构差些。

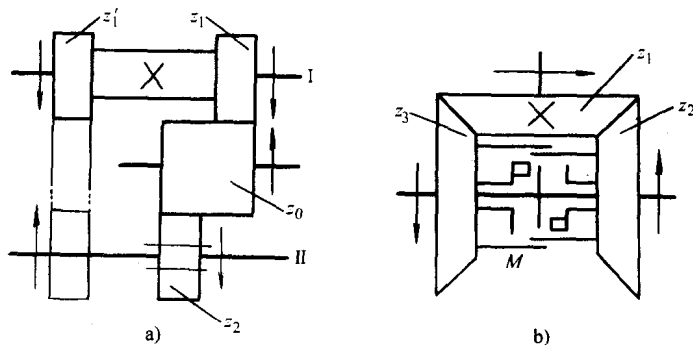


图 1-7 常见的变向机构

a) 滑移齿轮变向机构 b) 锥齿轮与离合器组成的变向机构

3. 机床的传动系统 机床的执行件 (如车床中的主轴与刀架) 为了得到所需要的运动, 需要通过一系列的传动件把执行件和运动源连接起来, 以构成传动联系。构成一个传动联系的一系列顺序排列的传动件, 称为传动链。根据传动联系的性质不同, 传动链可以分为外联系传动链和内联系传动链两大类。外联系传动链通常是联系运动源和执行件, 使执行件得到预定的运动, 并传递一定的动力。外联系传动链传动比的变化, 只影响生产率或表面粗糙度等, 不影响发生线的性质。因此, 外联系传动链不要求运动源与执行件之间有严格的传动比关系。例如, 在车床上用轨迹法车削外圆。主轴的旋转和刀架的移动就是两个互相独立的成

形运动，有两条外联系传动链，工件的旋转与刀架的移动之间，没有严格的相对运动速度关系。内联系传动链是联系复合运动之间的各个运动分量，因而传动链所联系的执行件之间的相对速度有严格的要求，用来保证运动轨迹的准确性。例如，在车床上车削螺纹，为了保证被加工螺纹导程的精度，主轴带动工件转一转时，刀架必须准确地移动一个被加工螺纹的导程。联系主轴与刀架之间的传动链，就是一条内联系传动链。内联系传动链必须保证传动的精度。因而该传动链中不能有传动比不确定或瞬时传动比有变化的传动件存在，如链传动、摩擦传动等。

机床有多少个运动（一般指机动的运动）就有多少条传动链。或者说，某条传动链中只要改变了某一传动副，就认为是重新构成了新的传动链。各条传动链的组合就组成了机床的传动系统。研究机床的传动系统，通常是通过用规定符号绘制的传动系统图来进行。下面以典型主传动变速系统图来分析主传动系统。

例 1 如图 1-8 所示。

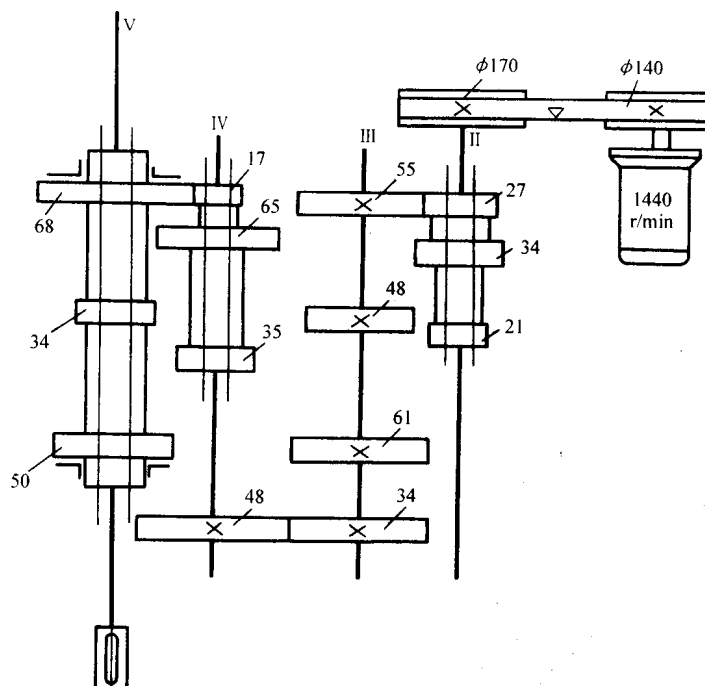


图 1-8 立式钻床传动变速系统图

主运动是由 1440r/min 的电动机带动，经 $\frac{\phi 140}{\phi 170}$ V 带传动，使主轴箱内的轴 II 获得旋转运动，经轴 II 轴 III 间、轴 III 和轴 IV 间、轴 IV 和轴 V 间的三个变速组传动，最终使主轴（即 V 轴）转动。

由电动机至主轴的传动，可用传动路线表达式来表示：

$$\frac{\text{电动机}}{1440\text{r/min}} - \text{I} - \frac{\phi 140}{\phi 170} - \text{II} - \left\{ \begin{array}{c} \frac{27}{55} \\ \frac{34}{48} \\ \frac{21}{61} \end{array} \right\} - \text{III} - \frac{34}{48} - \text{IV} - \left\{ \begin{array}{c} \frac{17}{68} \\ \frac{65}{34} \\ \frac{35}{50} \end{array} \right\} - \text{V} - \text{主轴}$$