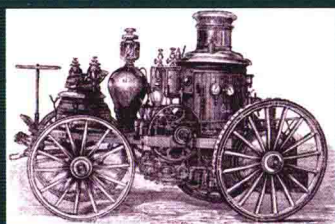




“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材
普通高等教育“十一五”国家级规划教材

机械原理与机械设计 (上册)

Mechanical Theory and Mechanical design



第 3 版

◎ 主 编 张策

◎ 副主编 王喆 项忠霞 林松



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材
普通高等教育“十一五”国家级规划教材

机械原理与机械设计

(上册)

第3版

主 编	张 策					
副主编	王 喆	项忠霞	林 松			
参 编	陈树昌	孟彩芳	卜 炎	程福安	王 多	
	杨玉虎	车建明	宋轶民	孙月海	王国锋	
	葛 楠	刘建琴	王世宇	朱殿华		
主 审	吴宗泽	张春林				

机械工业出版社

本套书按照教育部颁发的相关课程的教学基本要求编写,并适当地扩充了内容,适用于高等学校机械类专业本科的机械原理和机械设计两门课程的教学。

本套书分上、下两册,包含八篇。

本书为上册,共四篇。第一篇紧密结合几种典型的实例,引出一些基本概念,并介绍机械设计的一般过程和本课程在产品全生命周期中的地位 and 作用;第二、三、四篇分别介绍机构的组成和分析、常用机构及其设计和机器动力学基础知识,为机械原理课程的主要内容。下册(另成一册),也有四篇。其中第五、六篇分别介绍机械零部件的工作能力设计和结构设计,为机械设计课程的主要内容;“机械的方案设计”作为第七篇,放在两门课程的最后,可结合课程设计来讲授,以适应课程设计方面的改革;第八篇“机械创新设计”既可作为选修课的内容,也可作为学生的课外阅读资料,以适应当前课外科技活动的新形势。

本书也可供机械工程领域的研究生和科研、设计人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械原理与机械设计. 上册/张策主编. —3版. —北京:机械工业出版社, 2018.6

普通高等教育“十一五”国家级规划教材 “十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

ISBN 978-7-111-59506-9

I. ①机… II. ①张… III. ①机构学—高等学校—教材②机械设计—高等学校—教材 IV. ①TH111②TH122

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第059282号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:刘小慧 责任编辑:刘小慧 安桂芳 刘丽敏

责任校对:刘 岚 封面设计:张 静

责任印制:孙 炜

保定市中国画美凯印刷有限公司印刷

2018年6月第3版第1次印刷

184mm×260mm·22.75印张·555千字

标准书号:ISBN 978-7-111-59506-9

定价:59.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:010-88379833

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-88379649

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

金书网:www.golden-book.com

第3版前言

本套书参考了教育部高等学校机械基础课程教学指导委员会修订的最新版“机械原理课程教学基本要求”和“机械设计课程教学基本要求”，在保持第2版基本框架不变的前提下，主要做了如下修改：

1) 突出重点，适当压缩篇幅，适当引入德国教材的一些好的思想和设计方法，增加相关知识的拓展，对原有的部分内容做了调整。例如，在第十七章中引入了德国教材的设计方法，增加了“各种带和链传动的速度”应用范围的选择方法，进一步明确了链速不均匀性与链轮齿数的相互关系；又如，在连杆机构部分对解析法的教学内容进行了适当删减，增加了空间连杆机构的应用实例；对第二章的内容进行了调整，从产品全生命周期的视角出发，讨论产品在研发过程中的系统模式、设计类型及其基本方法；并对弹簧的内容进行了调整。

2) 更新了某些国家标准。例如，渐开线圆柱齿轮承载能力计算方法、弹簧标准等。

3) 在每一章的开始部分，增加了少量描述该种机构或零件历史发展的文字。

与国内同类教材相比，本套书属于篇幅稍大的一种。编者认为，教材内容应多于讲课内容，以便给学有余力的学生、工程技术人员提供更多的阅读资料。

参加本套书修订工作的有：张策（第一章），林松（第二章），王多（第三、五章），孟彩芳（第四章），刘建琴（第六、九章），杨玉虎（第七、八章），王世宇（第十、二十八章），宋轶民（第十一、十二章），卜炎（第十三、二十二章），项忠霞（第十四章），王国锋（第十五、十九章），朱殿华（第十六、二十三章），程福安（第十七章），王喆（第十八、二十四、二十五、二十七章），孙月海（第二十章），陈树昌（第二十一章），葛楠（第二十六、二十九章），车建明（第三十、三十一章）。本书由张策任主编，王喆、项忠霞、林松任副主编；张策、卜炎参加了编写组的内部审稿工作。

本套书仍由清华大学吴宗泽教授和北京理工大学张春林教授担任主审，他们提出了许多宝贵意见，在此向他们表示衷心感谢！

我们对教材进行了认真修订，但难免仍有错误和欠妥之处，敬请学界同仁和广大读者批评指正。

编 者

第 2 版前言

本套书参考了教育部高等学校机械基础课程教学指导分委员会修订的最新版“机械原理课程教学基本要求”和“机械设计课程教学基本要求”，在保持第 1 版基本框架不变的前提下，主要做了如下修改：

1) 突出重点、加以精简，适当压缩篇幅，对原有的部分内容做了调整。例如：连杆机构一章删除了空间连杆机构的运动分析，增加了空间连杆机构的应用实例；运动分析一章增加了速度、加速度影像法；滑动轴承内容做了调整；螺纹连接改为螺纹紧固件连接，适当增加了连接的防松措施；带传动的力分析内容有所调整。

2) 更新了某些国家标准。例如，链传动的功率图、链轮标准等。

3) 在每一章的开始部分，增加了少量描述该种机构或零件历史发展的文字。

与国内同类教材相比，本套书属于篇幅稍大的一种。编者认为，教材内容应多于讲课内容，以便给学有余力的学生、工程技术人员提供更多的阅读资料。

参加本版编写工作的有：

张策（第一章、第二章、第八章），陈树昌（第二十一章、第二十九章大部分内容），孟彩芳（第四章，第六章，第二十八章，第十章第二、四节），卜炎（第十三章、第二十二章、第二十七章），王多（第三章、第五章），程福安（第十七章、第十九章、第二十三章），潘凤章（第十八章、第二十五章），项忠霞（第十四章、第十五章），杨玉虎（第七章，第十章第一、三节），宋轶民（第十一章、第十二章），车建明（第三十章、第三十一章），郭玉申（第十六章、第二十九章部分内容），孙月海（第二十章），刘建琴（第九章），葛楠（第二十六章），王喆（第二十四章）。

本套书仍由清华大学吴宗泽教授和北京理工大学张春林教授担任主审，他们提出了许多宝贵意见，在此向他们表示衷心感谢！

本套书虽在教学内容改革方面做了一些工作，但限于编者水平，肯定仍存在不少可改进之处，衷心希望国内广大同仁提出宝贵意见。

编 者

第1版前言

本套书是普通高等教育“十五”国家级规划教材，适用于高等学校机械类专业本科的“机械原理”和“机械设计”两门必修课以及“机械创新设计”选修课的教学。本套书按照教育部颁发的机械原理和机械设计两门课程的教学基本要求编写，并在其基础上适当地扩充了内容。在本套书编写过程中吸收了近年来在教学改革中形成的正确的教学思想和一些改革成果。

目前，国内各高校机械类专业的“机械原理”和“机械设计”两门课程的设计有三种情况：①大多数学校的这两门课程分别设课，课程设计也独立进行；②少数学校将两门课程完全合并；③不少院校在将两门课程的课程设计合二为一方面进行着探讨和实践，但两门课程的课堂教学仍基本上单独进行。例如天津大学，两门课“独立设课、密切配合”，大体上属于第三种模式。

本套书分上、下两册，包含如下八篇。

上册有：

第一篇 导论

第二篇 机构的组成和分析

第三篇 常用机构及其设计

第四篇 机器动力学基础

下册有：

第五篇 机械零部件的工作能力设计

第六篇 机械零部件的结构设计

第七篇 机械的方案设计

第八篇 机械创新设计

第二、三、四篇为机械原理课程的主要内容；第五、六篇为机械设计课程的主要内容。“机械的方案设计”这部分内容一般均放在机械原理教材中。但是，方案设计中包含着原动机的选择和传动系统的设计，这些内容都离不开机械设计课程的知识。因此，我们将它作为第七篇，放在了这两门课程的最后，可以结合课程设计来讲授。这样的编写安排适应了当前不少学校将机械原理课程设计和机械设计课程设计合二为一的改革。

第一篇相当于机械原理和机械设计两门课程的总绪论。在这一篇中介绍了几种有代表性的机器，既有传统机器，也有现代机器。本篇的目的是：①使学生在系列课程的一开始就认识到进行机械设计所需要的知识结构，并对将要学习的数门课程有一定的概括了解，增强学习的目的性；②作为学习两门课程的从感性认识导入的环节；③激发学生学习的兴趣。该篇可结合参观典型机器、参观机构与零件的模型和进行机器的拆装这样一些实践教学环节组织教学。

近年来，课外科技活动在不少高校有了相当规模的开展，一些学校已举办过多轮机械创新设计竞赛。2004年我国举办了“首届全国大学生机械创新设计大赛”。这种趋向符合教育部在建设理工科基础课程教学基地的要求中所提出的“建立课内课外为一体的教学体系”

的方针。为此,我们编写了第八篇“机械创新设计”。它既可以作为选修课的内容,也可以作为学生的课外阅读资料。

本套书的编写虽有如上考虑,但它当然也可以用于两门课程完全分离和完全合并的情况。

在教学内容方面应注意如下几个问题:

1) 在机械原理的运动分析与设计方法中,既有解析法,又有图解法,但以解析法为主。不仅介绍了解析法的数学模型,而且介绍了框图设计和编程的注意事项,这有利于学生掌握计算机分析的全过程,也便于自学。用位移矩阵将连杆机构的综合理论统一起来,既将该方法用于刚体导引机构的综合,也将它用于函数生成机构与轨迹生成机构的综合;既可用于平面机构的综合,也可用于空间机构的综合。在运动分析的部分内容中,将图解法和解析法结合起来,发挥图解法直观、容易建立清晰的概念的优点。

2) 在“第十一章 机械系统动力学”中,提高了论述问题的起点。拉格朗日方程是广泛用于动力学分析的基本方程,在理论力学中也学习过。我们用拉格朗日方程先推导出多自由度机械系统的动力学模型,然后用它分析单自由度机械系统这一特例,印证并解释了等效动力学模型。

3) 将原机械设计课程的内容归纳为工作能力设计和结构设计两大部分,分为两篇讲述。传统教材中各种零件的结构设计一般分散在各章中,使这部分的内容偏软、偏弱。加强结构设计的内容,是强化工程意识、提高设计能力的重要措施。本教材将结构设计单独成篇,总结了结构设计的一般规律和方法,并对轮类零件结构、轴系结构、箱体和导轨结构分别进行分析,力求使结构设计的内容既有实际,又有理论。

4) 注意引入科技发展的新成果,如机器人机构、三环减速器、陶瓷轴承等。引入现代科技的新成果已是近年来新教材的共同趋向,但重要的是如何做到适度而不过分。我们采用三种方法:稍加提及、简单叙述、适度展开。在每章之后编写“文献阅读指南”,在极有限的篇幅内对一些有重要价值、但又不宜展开的内容稍加提及,并介绍有关参考文献,这样可以使读者开阔眼界、了解发展趋势,使教材具有开放性。

参加本套书编写的人员为:张策(第一、二、八章和第十章第一、三节),陈树昌(第二十一、二十六章,第二十九章的一部分),孟彩芳(第四、五、六、二十八章),卜炎(第十三、二十二、二十七章),陆锡年(第三章、第十章第二节),潘凤章(第十八、二十五章),程福安(第十七、十九、二十三章),唐蓉城(第十四、十五、二十四章),车建明(第三十、三十一章),宋轶民(第十一、十二章),郭玉申(第十六章,第二十九章的一部分),杨玉虎(第七章),孙月海(第二十章),刘建琴(第九章)。本书由张策任主编,陈树昌、孟彩芳任副主编;卜炎、陆锡年、潘凤章参加了审稿工作。

本套书由清华大学吴宗泽教授和北京理工大学张春林教授担任主审,他们认真地审阅了全书,提出了许多宝贵的修改意见。对此,向他们表示衷心的感谢!

我们是第一次按这样的体系编写教材,限于水平,错误和欠妥之处在所难免,敬请学界同仁和广大读者批评指正。

主 编 张 策

副主编 陈树昌、孟彩芳

目 录

第3版前言

第2版前言

第1版前言

第一篇 导 论

第一章 机械的组成、分类与发展	2	第一节 基于全生命周期的产品 研发和设计	16
第一节 认识机器	2	第二节 产品研发与设计的模式和 策略	20
第二节 机器的组成	8	第三节 本课程在产品研发中的 关系和作用	30
第三节 机械的发展	10	文献阅读指南	34
文献阅读指南	14	思考题	34
思考题	15	习题	34
习题	15		
第二章 本课程在产品全生命周期中的 地位和作用	16		

第二篇 机构的组成和分析

第三章 机构的组成和结构分析	36	速度分析	78
第一节 机构的组成	36	第三节 用相对运动图解法做平面 机构的运动分析	81
第二节 机构的运动简图	42	第四节 平面矢量的复数极坐标 表示法	86
第三节 机构的自由度和机构具有 确定运动的条件	48	第五节 平面机构的整体运动 分析法	88
第四节 平面闭链机构的组成原理及 结构分析	57	第六节 运动分析的基本杆组法	95
第五节 开链机构结构简介	64	文献阅读指南	99
第六节 机构的拓扑构造和类型 综合	65	思考题	99
文献阅读指南	72	习题	100
思考题	73	第五章 平面机构的力分析	103
习题	73	第一节 概述	103
第四章 平面机构的运动分析	77	第二节 作用在机械上的力	104
第一节 概述	77	第三节 不考虑摩擦时平面机构的 动态静力分析	105
第二节 用速度瞬心法做平面机构的			

第四节	平衡力和平衡力矩的直接解析确定	110	文献阅读指南	127	
第五节	机械的效率和运动副中的摩擦及自锁	114	思考题	127	
			习题	128	
第三篇 常用机构及其设计					
第六章	连杆机构	132	传动	211	
第一节	平面连杆机构的类型、特点和应用	132	第五节	渐开线齿轮的加工原理	214
第二节	平面连杆机构的运动和动力特性	139	第六节	变位齿轮传动	218
第三节	平面连杆机构的综合概述和刚体位移矩阵	145	第七节	渐开线直齿圆柱齿轮的几何设计	223
第四节	平面刚体导引机构的综合	147	第八节	斜齿圆柱齿轮机构	226
第五节	平面函数生成机构的综合	154	第九节	蜗杆机构	233
第六节	平面轨迹生成机构的综合	157	第十节	直齿锥齿轮机构	234
第七节	按行程速度变化系数综合平面连杆机构	160	文献阅读指南	239	
第八节	空间连杆机构简介	162	思考题	239	
文献阅读指南		167	习题	240	
思考题		167	第九章	轮系	243
习题		168	第一节	轮系及其类型	243
第七章	凸轮机构	171	第二节	定轴轮系的传动比计算	246
第一节	凸轮机构的应用与分类	171	第三节	周转轮系的传动比计算	249
第二节	从动件的运动规律	175	第四节	复合轮系的传动比计算	254
第三节	平面凸轮廓线设计	184	第五节	轮系的功用	256
第四节	平面凸轮机构基本尺寸的确定	193	第六节	行星轮系的效率	259
文献阅读指南		197	第七节	行星轮系的设计简介	262
思考题		198	第八节	其他行星传动简介	266
习题		198	文献阅读指南	270	
第八章	齿轮机构	200	思考题	270	
第一节	齿轮机构的特点和分类	200	习题	271	
第二节	齿廓啮合基本定律与齿轮的齿廓曲线	202	第十章	其他常用机构	274
第三节	渐开线标准直齿圆柱齿轮的基本参数和尺寸计算	207	第一节	间歇运动机构	274
第四节	渐开线直齿圆柱齿轮的啮合		第二节	组合机构简介	286
			第三节	机器人机构	299
			第四节	螺旋机构	307
			文献阅读指南	308	
			思考题	309	
			习题	310	

第四篇 机器动力学基础

第十一章 机械系统动力学	312	第十二章 机械的平衡	331
第一节 概述	312	第一节 机械平衡的目的、分类与 方法	331
第二节 多自由度机械系统的动力学 分析	314	第二节 刚性转子的平衡设计	332
第三节 单自由度机械系统的动力学 分析	317	第三节 刚性转子的平衡试验	337
第四节 机械的速度波动及其调节 ...	321	第四节 平面机构的平衡	341
第五节 飞轮设计	324	文献阅读指南	347
文献阅读指南	328	思考题	348
思考题	328	习题	348
习题	328	参考文献	351

第一篇 导 论

本书研究机械的理论与设计。

本篇是机械原理和机械设计两门课程的总绪论，包括两章。

在第一章“机械的组成、分类与发展”中，介绍了几种有一定典型性的机器。其中既有传统机器，也有现代机器——机器人；既有做功的机器，也有转换能量的机器。在这些机器中，包含了一些常用机构和通用零件。通过这些介绍，首先使学生对机器、机构、构件和零件有一个感性的认识，进而再给出它们的定义。本章还介绍了机器的分类和组成，并对机械的历史发展过程做了扼要的描述。

在第二章“本课程在产品全生命周期中的地位和作用”中，介绍了从产品全生命周期的视角出发，讨论产品在研发过程中的系统模式、设计类型及其基本方法。在此基础上给出了机械原理和机械设计在产品研发中的作用和相互关系，重点介绍了机械原理和机械设计两门课程的内容和学习方法。

第一章

机械的组成、分类与发展

内容提要

本章首先结合认知实践这一教学环节，介绍几种有一定典型性的机器，进而介绍机器、机构、构件和零件等基本概念，介绍机器的分类和组成，并对机械的历史发展过程做扼要的描述。

第一节 认识机器

人们对机器并不陌生。从家用的洗衣机、缝纫机，到汽车、推土机和车床，大家对这些机器都有一些感性认识。在此，首先认识几种有一定典型性的机器。

一、内燃机

图 1-1 所示为单缸四冲程内燃机，它的功能是将燃气的热能转换为机械能。其主系统由气缸 1、活塞 2、连杆 3 和曲轴 4 组成。活塞 2 可在气缸 1 中做往复直线运动，活塞 2 与连杆 3、连杆 3 与曲轴 4、曲轴 4 与机座之间均为可相对转动的活动连接。在这里，我们暂将活塞、连杆、曲轴和气缸这些能做相对运动的部分称为构件或杆件。这四个构件组成了一个连杆机构。为了能抓住事物的本质，我们绘制了内燃机主传动系统的简图，如图 1-2a 所示。在这个简图中，用小圆圈表示可做相对转动的铰链，用连接圆圈间的直线表示构件。

内燃机的工作循环如图 1-3 所示。图 1-3a 中，活塞处于上止点，随后向下运动；进气阀处于打开状态，吸进可燃混合气体。图 1-3b 中，活塞从下止点向上运动，进气阀关闭，可燃气体被压缩。图 1-3c 中，活塞运动到了上止点；火花塞点火，使混合可燃气体迅速燃烧，燃烧产生的高压推动活塞向下运动；活塞又通过连杆带动曲轴转动，从

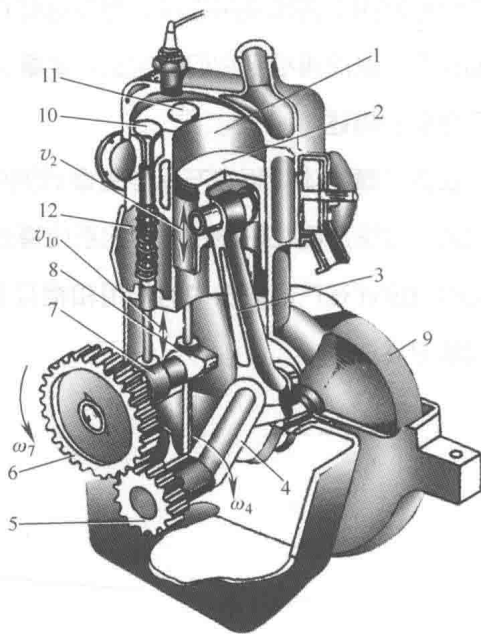


图 1-1 单缸四冲程内燃机构造示意图

- 1—气缸 2—活塞 3—连杆 4—曲轴 5—小齿轮
6—大齿轮 7、8—凸轮 9—圆盘（飞轮）
10—进气阀 11—排气阀 12—弹簧

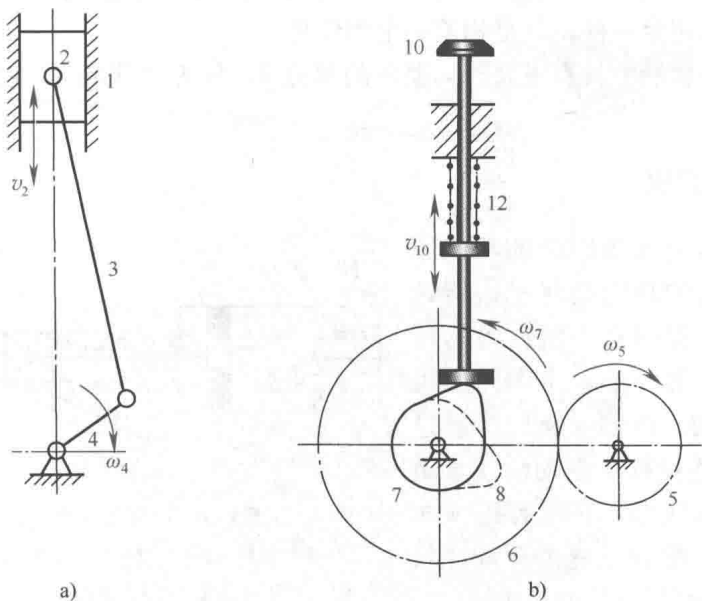


图 1-2 单缸四冲程内燃机简图
a) 主传动系统简图 b) 进气阀系统简图

而将热能转变为机械能。图 1-3d 中，活塞再向上运动时，排气阀打开，废气得以排出。

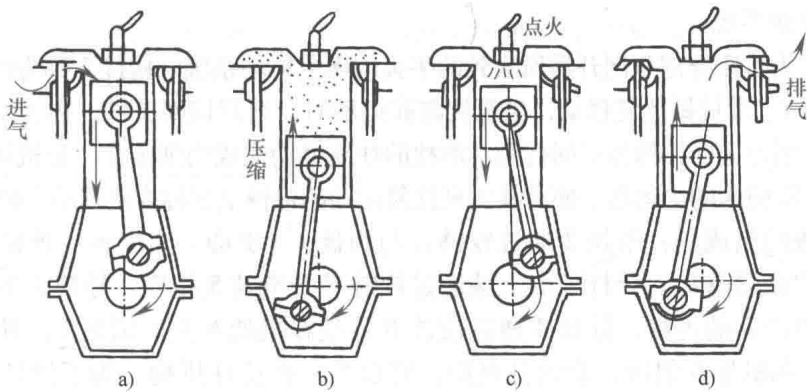


图 1-3 单缸四冲程内燃机工作循环图
a) 进气 b) 压缩 c) 燃烧-膨胀 d) 排气

气缸上部有一个进气阀和一个排气阀。从内燃机的上述工作过程可知，在一个工作循环中，这两个阀门应各开启、闭合一次；而且其开启、闭合均应发生在工作循环中的特定瞬间。这个动作是由图 1-2b 所示的系统完成的，这个系统包括一个齿轮机构和两个凸轮机构。安装在曲轴 4 上的小齿轮 5 带动大齿轮 6 旋转。在大齿轮的轴上安装着两个凸轮 7 和 8。凸轮 7 的轮廓与气门挺杆底端接触处的半径逐渐增大时，便推动气门挺杆向上运动，使进气阀 10 开启，同时复位弹簧 12 被压缩。当这个半径逐渐减小时，挺杆向下运动，进气阀闭合。弹簧的作用是使挺杆底端和凸轮永远保持接触而不分离。齿轮机构的传动比为 2。在一个工作循环中，活塞往返两次，曲轴转动两周，凸轮转动一周，进气阀开启、闭合一次。为了清

楚起见,图 1-2b 中未绘出排气阀 11 的挺杆和阀门,排气阀的运动操纵与进气阀完全一样,两个凸轮的轮廓也完全一样,只是相差一个相位角。

在曲轴上安装着一个具有很大转动惯量的圆盘 9,称为“飞轮”,它的功能是保持曲轴转速的均匀。

二、空气压缩机

图 1-4 所示为空气压缩机的功能原理图。空气压缩机的功能是将机械能转换为气体的势能,提供有一定压力的压缩空气。它的主体部分是一个和内燃机中相同的连杆机构。曲轴 8 旋转,通过连杆 7、滑块 5、连接杆 4 带动活塞 3 做往复运动,将气体压缩。它也有进气阀门 9 和排气阀门 1 配合活塞的运动,以控制气体的进入和高压气体的排出。

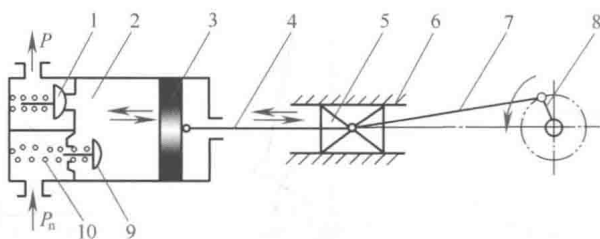


图 1-4 空气压缩机的功能原理图

1—排气阀门 2—气缸 3—活塞 4—连接杆 5—滑块
6—机架 7—连杆 8—曲轴 9—进气阀门 10—弹簧

三、牛头刨床

牛头刨床用来切削加工小型零件上的平面。它的机械部分主要包括两个系统：主传动系统和进给传动系统。

(一) 主传动系统

图 1-5 所示为将床身部分剖开后所看到的牛头刨床主传动系统。构件 5 称为滑枕,在滑枕的前端安装着刨刀 7。滑枕做往复移动,当滑枕向前运动时,刨刀切削工件,称为工作行程;当滑枕向后运动时,刨刀返回,称为空回行程。滑枕的往复移动完成切削工作,是机床消耗功率最大的运动,称为牛头刨床的主运动。使滑枕实现往复运动的机械系统称为主传动系统。

主传动系统的组成是:滑块 2 通过铰链 A 与圆盘 1 (也即一大齿轮) 连接,滑块 2 可在导杆 3 的导轨中往复移动。导杆 3 的上端通过铰链 C 与滑枕 5 相连,导杆 3 下端的导轨和摇块 4 形成能相对滑动的连接。摇块 4 通过铰链 B 连接在机架 6 上。圆盘 1、滑块 2、导杆 3、摇块 4、滑枕 5 和机架 6 组成一套六杆机构,它也是一种连杆机构。为了清楚地表达主传动系统的动作原理,这里给出如图 1-6a 所示的简图。当圆盘 1 绕其支承轴线 O 等速旋转时,通过这一套六杆机构带动滑枕 5 往复移动。

圆盘 1 的运动是由一个转速为 1450r/min 的交流电动机通过带传动和一系列齿轮传动(图中未绘出)减速后得到的。

图 1-6b 所示为滑枕的速度变化情况,横坐标为滑枕的位置,纵坐标为滑枕的速度。横坐标轴上面和下面的两条曲线分别表示工作行程和空回行程的速度。由此可看出,滑枕的往复运动有两个特点:①空回行程中滑枕的平均速度较大,以缩短空回的时间,提高生产率;②在大部分工作行程中,滑枕的运动速度变化不大,这是切削加工所要求的。这两点是对牛头刨床主运动的基本要求,这一套连杆机构的设计首先要满足这些要求。

(二) 进给传动系统

图 1-7 所示为牛头刨床进给传动系统。杆件 1 (OA)、2 (AB)、3 (BC) 和机架 8 构成一

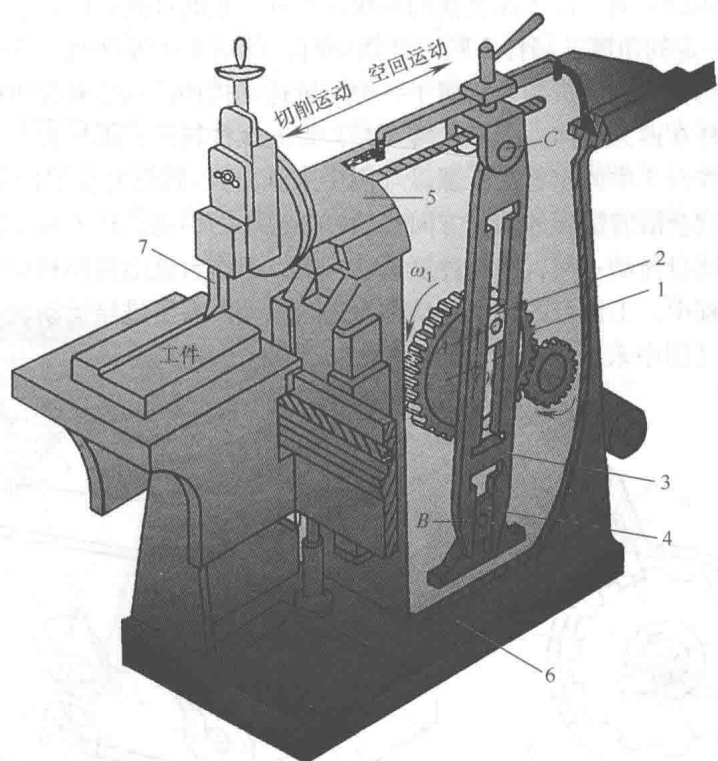


图 1-5 牛头刨床主传动系统

1—圆盘 2—滑块 3—导杆 4—摇块 5—滑枕 6—机架 7—刨刀

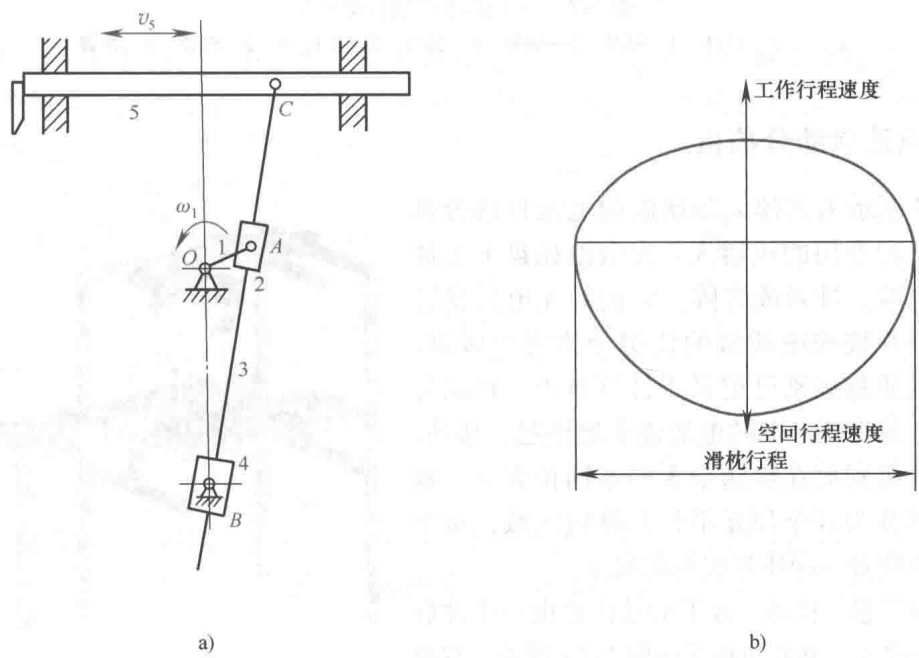


图 1-6 牛头刨床主传动系统简图及滑枕的速度曲线

a) 主传动系统简图 b) 滑枕的速度曲线

套四杆机构。杆1转动一周,杆3往复摆动一次。当杆3逆时针摆动时,安装在杆3上的棘爪4推动棘轮5转过一定的角度;当杆3顺时针摆动时,棘爪4压缩弹簧9并在棘轮上滑回,棘轮不转动。这个机构称为棘轮机构,它属于一种间歇运动机构。这套棘轮机构又带动一套螺旋机构。棘轮5与螺杆6连为一体,当棘轮转动时,带动螺杆转动,螺杆在其轴线方向上被限制而不能移动。在工作台7中固定着一个螺母(图中未画出),螺母套在螺杆上。当螺杆转动时,螺母连同工作台7就会沿着螺杆的轴线方向移动一个很小的距离。杆1和主传动系统中的圆盘是一体的。所以,圆盘转动一周,滑枕往复运动一次,工作台就沿横向移动一步。这个移动发生在滑枕的空回行程中。工作台的这个运动称为进给运动。有了进给运动,才能切削出安装于工作台7上的工件(图中未表示出)的整个被加工平面。

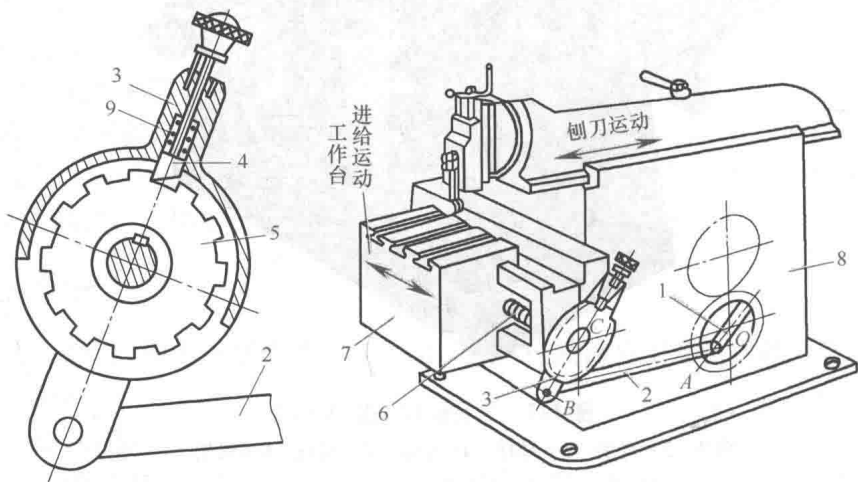


图 1-7 牛头刨床进给传动系统

1、2、3—杆件 4—棘爪 5—棘轮 6—螺杆 7—工作台 8—机架 9—弹簧

四、电池自动分拣机

图 1-8 所示为天津大学研制的电池自动分拣机,它是一种专用的机器人。在电池托盘 1 上放置着一批电池,排列成方阵。它们的充电质量已经过测量,并按充电质量的优劣分为五个级别。每个电池的质量级别已记录于计算机中。自动分拣机的任务是将托盘中的电池逐个地抓起、移动,并按其质量级别放在输送带 3 的不同位置上。输送带 3 被划分为五个相互平行的纵向区域,每个纵向区域内放置一种质量级别的电池。

电池的抓起、移动、放下的动作是由一个并联机械手 2 完成的。并联机械手如图 1-9a 所示,它也是一种连杆机构,其简图如图 1-9b 所示。它由两个支链组成。杆件 1、2、3、4、5 与动平台 6 和机

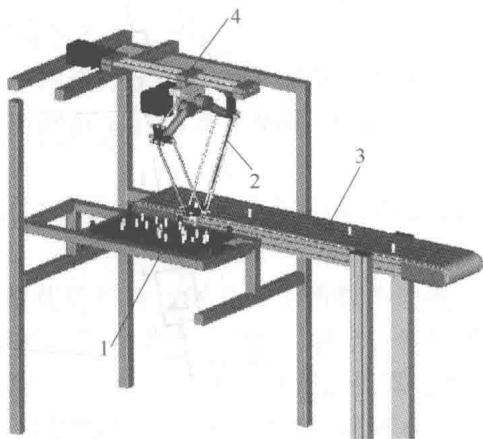


图 1-8 电池自动分拣机

1—电池托盘 2—并联机械手
3—输送带 4—纵向进给机构

架9组成一个支链。各个杆件间均用铰链形成可相对转动的连接。杆件1、杆件2、机架9和角形杆3形成一个平行四边形，杆件4、杆件5、角形杆3和动平台6又形成一个平行四边形。杆件1'、2'、3'、4'、5'与动平台6和机架9组成另一个完全相同的支链。杆件1和1'分别由两个电动机7经齿轮减速器驱动。两个平行四边形的这种几何关系保证了动平台6做平面平行运动，动平台在运动过程中永远保持水平。动平台上有一个垂直放置的夹头10，夹头由压缩空气操纵，可以张开、并拢。由图1-9a可看出，杆件4和4'各有两个，相互平行，这是为了加强系统的刚度。

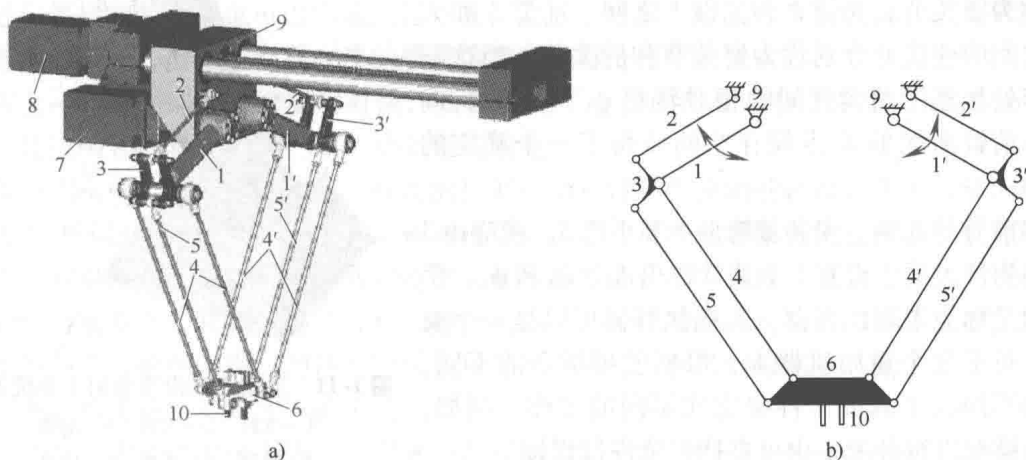


图1-9 并联机械手及其简图

a) 并联机械手 b) 机构简图

1 (1')、2 (2')、3 (3')、4 (4')、5 (5')—杆件

6—动平台 7、8—电动机 9—机架 10—夹头

驱动杆件1和1'的两个电动机7均为伺服电动机，它们转过的角位移和转动的角速度都是可以控制的。机械手逐个地抓取托盘一行中的电池。计算机按照程序“指挥”两台电动机驱动机械手的动平台移动到要抓取的电池处；利用压缩空气驱动夹头张开，抓取电池，再并拢。然后机械手移动电池，并根据它的质量级别将它移动到输送带的适当位置；夹头张开，将电池放下。输送带用磁力吸住垂直放置的电池。

动平台和夹头抓取电池后，应按图1-10所示的轨迹运动，这样可以避免水平移动电池时碰倒其他的电池。图中还示意性地表示出速度 v 沿行程的变化：在三段直线中的每一段，都是零速起动，然后做加速运动、等速运动，再做减速运动，以保证平稳、减小冲击。

在逐个抓取完方阵一行中的全部电池后，伺服电动机8、驱动机架9移动一段距离，机械手再逐个抓取和分拣下一行中的电池。

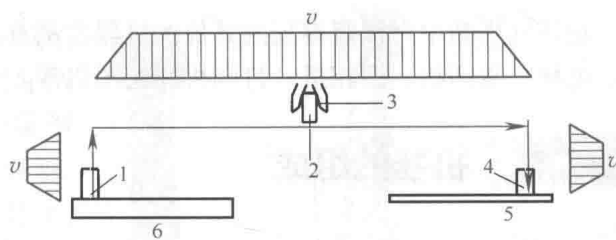


图1-10 夹头和电池的运动轨迹

1、2、4—电池 3—夹头 5—输送带 6—电池托盘