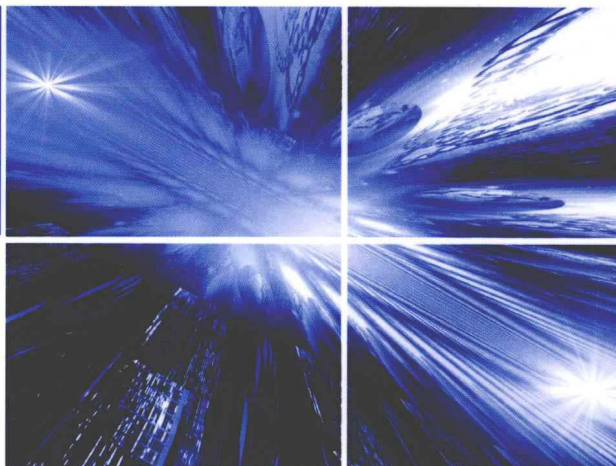




普通高等教育“十一五”国家级规划教材



机械原理与 机械设计 (上册)

第2版

张策 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

机械原理 ⊕ 机械设计

——(上册)——

第2版

主 编 张 策



机械工业出版社

本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。

本书分上、下两册，包含八篇。

上册第一篇中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进行机械设计所需要的知识结构。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的基础知识，为机械原理课程的主要内容。下册第五、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. —2版. —北京: 机械工业出版社, 2010. 5

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

ISBN 978-7-111-30617-7

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 (2010) 第 084402 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: 章承林 版式设计: 霍永明

责任校对: 姜婷 封面设计: 张静 责任印制: 杨曦

北京双青印刷厂印刷

2011 年 1 月第 2 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 22.75 印张 · 566 千字

标准书号: ISBN 978-7-111-30617-7

定价: 45.00 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

社服务中心: (010) 88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

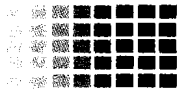
销售一部: (010) 68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售二部: (010) 88379649

读者服务部: (010) 68993821

封面无防伪标均为盗版



第2版前言



本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，主要作了如下修改：

1) 突出重点、加以精简，适当压缩篇幅，对原有的部分内容作了调整。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；滑动轴承内容作了调整；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，本书属于篇幅稍大的一种。本书编者认为，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）。

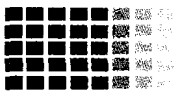
本版仍由清华大学吴宗泽教授和北京理工大学张春林教授担任主审，他们对本书提出了许多宝贵意见，在此向他们表示衷心感谢！

本版虽在教学内容改革方面做了一些工作，但限于编者水平，肯定仍存在不少差距，衷心希望国内广大同仁提出宝贵意见。

编者



第1版前言



本教材是普通高等教育“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。本教材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。在本教材的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) 大多数学校两课分别设课，课程设计也独立进行；2) 少数学校将两课程完全合并；3) 不少院校在将两门课程的课程设计合而为一方面进行着探讨和实践，但两门课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。

本教材分上、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, “首届全国大学生机械创新设计大赛” 2004 年举办。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指出的“建立课内课外为一体的教学体系”这样一个方针。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。

本教材的编写虽有如上的考虑, 它当然也可以应用于两门课程完全分离和完全合并的情况。

在教学内容方面注意到如下几个问题:

(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, 理论力学也学过。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。

参加本书编写人员为: 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、潘凤章参加了编写组的内部审稿工作。

本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

于天津大学



目 录



第 2 版前言

第 1 版前言

上 册

第一篇 导 论

第一章 机械的组成、分类与发展	2	第二章 机械的设计与相关课程简介	15
第一节 认识机器	2	第一节 机械设计的要求和内容	15
第二节 机器的组成	8	第二节 机械设计的过程和方法	17
第三节 机械的发展	10	第三节 机械设计类课程简介	22
文献阅读指南	14	文献阅读指南	25
思考题	14	思考题	26
习题	14	习题	26

第二篇 机构的组成和分析

第三章 机构的组成和结构分析	28	第三节 用相对运动图解法作平面机构的 运动分析	73
第一节 机构的组成	28	第四节 平面矢量的复数极坐标表示法	79
第二节 机构的运动简图	34	第五节 平面机构的整体运动分析法	80
第三节 机构的自由度和机构具有确定 运动的条件	40	第六节 运动分析的基本杆组法	88
第四节 平面闭链机构的组成原理及结 构分析	49	文献阅读指南	92
第五节 开链机构结构简介	55	思考题	92
第六节 机构的拓扑构造和类型综合	57	习题	92
文献阅读指南	64	第五章 平面机构的力分析	95
思考题	64	第一节 概述	95
习题	65	第二节 作用在机械上的力	96
第四章 平面机构的运动分析	69	第三节 不考虑摩擦时平面机构的动态 静力分析	97
第一节 概述	69	第四节 平衡力和平衡力矩的直接解析 确定	103
第二节 用速度瞬心法作平面机构的速度 分析	70	第五节 机械的效率和运动副中的摩擦	

及自锁	107	思考题	120
文献阅读指南	120	习题	121
第三篇 常用机构及其设计			
第六章 连杆机构	126	第四节 渐开线直齿圆柱齿轮的啮合 传动	211
第一节 平面连杆机构的类型、特点和 应用	126	第五节 渐开线齿轮的加工原理	215
第二节 平面连杆机构的运动和动力 特性	133	第六节 变位齿轮传动	219
第三节 平面连杆机构的综合概述和 刚体位移矩阵	139	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	142	第八节 斜齿圆柱齿轮机构	227
第五节 平面函数生成机构的综合	149	第九节 蜗杆机构	233
第六节 平面轨迹生成机构的综合	156	第十节 直齿锥齿轮机构	235
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	240
第八节 空间连杆机构简介	162	思考题	240
文献阅读指南	167	习题	241
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	176	第四节 复合轮系的传动比计算	254
第三节 平面凸轮的廓线设计	184	第五节 轮系的功用	255
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	197	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	270
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	273
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	273
		第二节 组合机构简介	285
		第三节 机器人机构	297
		第四节 螺旋机构	306
		文献阅读指南	307

思考题	308	习题	308
-----------	-----	----------	-----

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	330
第一节 概述	312	第一节 机械平衡的目的、分类与 方法	330
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	331
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	340
第五节 飞轮设计	324	文献阅读指南	346
文献阅读指南	328	思考题	347
思考题	328	习题	347
习题	328		
参考文献	350		

下 册

第五篇 机械零部件的工作能力设计

第十三章 机械零件设计基础	355	第六节 提高紧固螺纹连接强度的措施	407
第一节 机械零件的计算准则	355	文献阅读指南	411
第二节 摩擦学设计基础	366	思考题	412
第三节 机械零件材料选用原则	380	习题	412
第四节 机械零部件的标准化	384	第十五章 轴毂连接	414
文献阅读指南	385	第一节 键连接	414
思考题	386	第二节 花键连接	420
习题	386	第三节 过盈连接	422
第十四章 螺纹紧固件连接	388	第四节 其他连接方法简介	429
第一节 概述	388	文献阅读指南	431
第二节 螺纹紧固件及连接类型	389	思考题	431
第三节 螺纹紧固件连接的预紧与防松	391	习题	431
第四节 单个螺栓连接的强度计算	395	第十六章 螺旋传动	433
第五节 螺栓组连接的结构设计与强度 计算	401	第一节 螺旋传动的应用和分类	433

第二节 滑动螺旋传动	434	第三节 蜗杆传动的设计计算	526
第三节 滚动螺旋传动	439	第四节 圆弧圆柱蜗杆传动简介	538
文献阅读指南	443	文献阅读指南	539
思考题	444	思考题	540
习题	444	习题	540
第十七章 带传动和链传动	446	第二十章 轴的设计计算	542
第一节 概述	446	第一节 概述	542
第二节 带传动	447	第二节 轴的强度计算	546
第三节 链传动	465	第三节 轴的刚度计算	557
文献阅读指南	477	第四节 轴的振动与临界转速	559
思考题	477	文献阅读指南	561
习题	477	思考题	562
第十八章 齿轮传动	478	习题	562
第一节 概述	478	第二十一章 滚动轴承	564
第二节 轮齿的失效形式与计算准则	481	第一节 概述	564
第三节 齿轮材料及其选择	482	第二节 滚动轴承的类型和选择	565
第四节 圆柱齿轮传动的载荷计算	486	第三节 滚动轴承的代号	569
第五节 直齿圆柱齿轮传动的齿面接触 疲劳强度计算	492	第四节 滚动轴承的载荷、失效和计算 准则	572
第六节 直齿圆柱齿轮传动的齿根抗弯 曲疲劳强度计算	498	第五节 滚动轴承的寿命计算	574
第七节 齿轮传动的静强度计算	503	第六节 滚动轴承的静强度计算	580
第八节 斜齿圆柱齿轮传动的强度计算	508	第七节 滚动轴承的极限转速	581
第九节 直齿锥齿轮传动的受力和 强度计算	513	第八节 滚动轴承的润滑与密封	582
第十节 齿轮传动的效率与润滑	516	文献阅读指南	587
文献阅读指南	517	思考题	587
思考题	517	习题	587
习题	518	第二十二章 滑动轴承	589
第十九章 蜗杆传动	520	第一节 概述	589
第一节 概述	520	第二节 滑动轴承的类型与结构	590
第二节 蜗杆传动的主要参数与几何 尺寸	522	第三节 滑动轴承材料	595
		第四节 润滑剂与润滑方法的选用	598
		第五节 滑动轴承的设计计算	599
		第六节 流体静压轴承	608

文献阅读指南	610	习题	628
思考题	610		
习题	611		
第二十三章 联轴器、离合器和制动器		第二十四章 弹簧	629
第一节 联轴器	613	第一节 概述	629
第二节 离合器	621	第二节 弹簧的材料和制造	632
第三节 制动器	625	第三节 圆柱螺旋压缩、拉伸弹簧的设计	
文献阅读指南	627	计算	634
思考题	627	第四节 圆柱螺旋扭转弹簧	643
		文献阅读指南	647
		思考题	647
		习题	647
第六篇 机械零部件的结构设计			
第二十五章 机械结构设计的方法和准则	650	第二节 轴的结构设计	676
第一节 概述	650	第三节 滚动轴承的组合结构设计	685
第二节 结构设计的一般步骤和方案		文献阅读指南	694
扩展	651	思考题	694
第三节 结构类型	654	习题	694
第四节 结构设计的基本要求	656	第二十七章 机架、箱体和导轨的结构设计	697
第五节 结构设计的原则	658	第一节 机架、箱体及其结构设计	697
文献阅读指南	667	第二节 导轨及其结构设计	703
思考题	668	文献阅读指南	715
第二十六章 轴系及轮类零件的结构设计	669	思考题	715
第一节 轮类零件的结构设计	669		
第七篇 机械的方案设计			
第二十八章 机械执行系统的方案设计	718	第四节 基于功能分析的机械执行系统的	
第一节 机械系统的总体方案设计	718	方案设计	739
第二节 机械执行系统的功能原理和运动规律设计	723	第五节 方案评价与决策	744
第三节 执行机构的型式设计和执行系统的协调设计	727	文献阅读指南	748
		思考题	749
		习题	749

第二十九章 机械传动系统的方案设计	计算	763
设计	第五节 机械传动系统方案设计实例分析	765
第一节 传动系统的功能和分类	第六节 原动机的选择	771
第二节 机械传动系统的组成及常用部件	文献阅读指南	776
第三节 机械传动系统方案设计	思考题	776
第四节 机械传动系统的特性及其参数	习题	776
第八篇 机械创新设计		
第三十章 创新设计的基本原理与常用技法	思考题	798
第一节 概述	第三十一章 机械创新设计方法	799
第二节 创造力与创造性思维	第一节 机械创新设计方法	799
第三节 创新原理	第二节 机构结构创新设计方法	814
第四节 常用创新技法	文献阅读指南	824
文献阅读指南	思考题	824
参考文献		825

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，使学生对机器、机构、构件和零件有一个感性的认识，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作了扼要的描述。

在第二章“机械的设计与相关课程简介”中，介绍了机械设计的要求、内容、过程和方法，并简单介绍了大学机械类专业中机械设计类课程的设置，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作扼要的描述。

第一节 认识机器

我们对机器并不陌生。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,我们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 中作往复直线运动,活塞 2 与连杆 3、连杆 3 与曲轴 4 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、曲轴这些能作相对运动的部分称作构件或杆件。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,用小圆圈表示可作相对转动的铰链,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

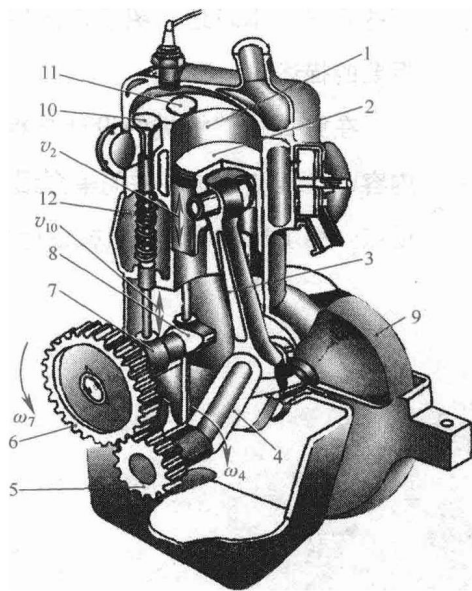


图 1-1 单缸四冲程内燃机构造示意图

- 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

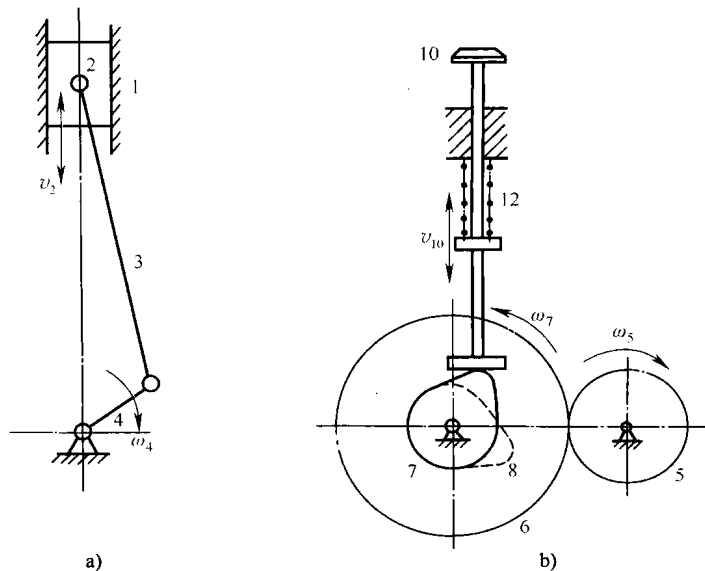


图 1-2 单缸四冲程内燃机简图

a) 主传动系统简图 b) 进气阀系统简图

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，将废气排出。

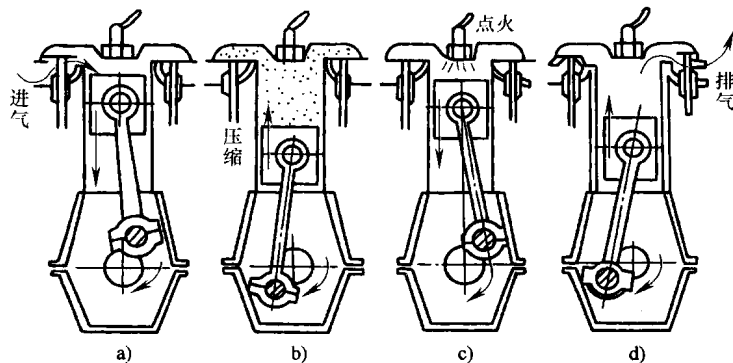


图 1-3 单缸四冲程内燃机工作循环图

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 带动一个大齿轮 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 作往复运动,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。

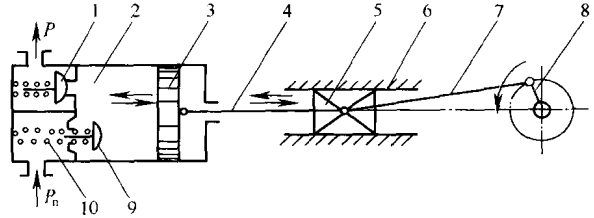


图 1-4 空气压缩机功能原理图

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的核心部分。构件 5 称为滑枕,在滑枕的前端安装着刨刀 7。滑枕作往复移动,当滑枕向前运动时刨刀切削工件,称为工作行程;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,我们给出如图 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 中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的核心部分。杆件 1 (OA)、2 (AB)、3 (BC) 和机