

机构构型 与应用

孟宪源 姜 琪 编著

机构构型与应用

孟宪源 姜 琪 编著



机械工业出版社

本书是以作者在该领域应用实践和研究设计的经验、体会为基础,从工程应用角度编著的一部以机构构型为核心的书籍,全书的思路、观点、体系、内容、图例、示例,均作了精心研究;为适应更广大工程技术人员和工人师傅的需求,本书数学、力学知识起点不高,一般具有中等文化程度的读者都可使用。全书分为五个部分:第一部分为机构“基础专题”,重点列出机构在各种属性下的分类特征及其类型例举;第二部分为机构“构型方法”,以机构变异和组合为基础,提供了四种具体构型途径(方法)和示例;第三部分主要按机构运动形态、方式进行归类,精选了852个各具特点的应用图例;第四部分主要按机构作业方式、用途进行归类,精选了625个各具特点的应用图例;第五部分为机构构型时需要的分析和尺度确定的简化方法,并以常用机构列举了49个具体计算范例。

本书主要为工程技术人员(包括工人)在机器(设备、产品、装置)的使用维护、维修改善、技术改造、设计制造乃至创造发明活动中学习、使用和备查。对于工科院校有关专业的在校师生,开阔应用视野、拓宽构型思路、激发创新热情、促进教学改革,都有裨益。

图书在版编目(CIP)数据

机构构型与应用/孟宪源,姜琪编著. —北京:机械工业出版社,2004.1

ISBN 7-111-13633-0

I. 机… II. ①孟…②姜… III. 机构学 IV. TH111

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第115932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:曲彩云 版式设计:张世琴 责任校对:魏俊云
黄丽梅 张莉娟

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

2004年3月第1版·第1次印刷

1000mm×1400mm B5·20.25印张·3插页·1181千字

0 001—4 000册

定价:68.00元

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

封面无防伪标均为盗版

前 言

1 可以这样来理解：机器中的机构（装置）是由“单元机构”通过某些方式“组合”构成；大多数“单元机构”实际上是构件数和运动副数最少的单闭环机构，但这种机构中，可调整的参数不多，能满足的运动性能有限，对于有复杂要求的机构，就需要将各具特点的“单元机构”（基本机构和变异机构）以某种方式组合起来应用；由单元机构组合成的机构，亦可看成是一个有某种新功能的“单元机构”，它可再次通过不同方式组合成满足更新运动要求的机构系统。对机构变异、组合的认识及相应构型方法，作者早在1982年就提出^[37]过，经20多年应用、教学等实践体会，演变成“单元机构及其组合”的观点，并将这一指导思想贯穿本书，这将有利于现场工程技术人员更便捷地切入机构的应用和学习。

2 从工程观点看：机构“重在应用，难在构型”！要解决这个问题，首先应让读者尽早地了解“大千世界中的现实机构”，但现实机构是层出不穷的，因此需要按照机构在构造上、功能上、组成上和结构上的属性进行划分，并通过精选（比较和分析）列举出若干个各具特点的机构应用图例，以增加读者对机构的感性认识和全局了解，并把握住机构的属性。其次，要在工程应用基础上对实际的机构构型方法，归纳上升到一些“规律性”认识（适度增加一些理论知识），不求严密完整，但要切合实际。这些就是本书的出发点。本书以机构的应用为目的，以机构的构型为核心，辅以应用图例精选和应用（包括分析、设计）例示范，并渗透了作者在该领域的应用研究和经验体会，尽量做到简易实用、图文并茂、指点思路、突出要领。在编著本书时，充分考虑到我国广大工程技术人员的现实状况和实际需求，希望本书能对生产第一线的技术人员和工人，在机器（装备、产品、仪器、装置）的使用保养、维修改善、技术改造、设计制造，乃至发明创造等活动中，对机构的认识和应用有所帮助。

3 全书由五个部分构成：

第一部分为机构的基础专题，包含了第1章1.1~1.7节的内容；

第二部分为机构的构型方法，包含了第1章1.8~1.11节的内容；

第三部分为按机构运动形态和特性划分的应用例（精选），包含了第2~9章的内容，其中的“导引”，主要指出运动形态和特性与机构构型的关系；

第四部分为按机构作业方式和用途划分的应用例（精选），包含了第10~14章的

内容，其中的“导引”，主要指出作业方式和用途与运动形态和特性的关系；

第五部分为机构运动分析和尺度确定的简化计算范例，包含了第15章的内容。

4 **第一部分（机构的基础专题）内容：**一部分是学习、应用本书时的最基本概念，如构件、运动副、运动链，虽然简单，但这是机构（一个约束系统）最本质的要素应透彻理解。另一部分是绘制机构运动简图的方法和步骤，应作为认清机构本质、表达机构功能的一种基本技能来掌握。还有一部分就是机构的各种分类属性及其类型举例，其中构造分类和功能分类及其举例，有利于认识机构应用的全貌，增加机构应用的感性认识，可拓宽眼界；结构分类和组成分类是为机构构型奠定基础；再一部分是自由度的分析方法及举例，主要为机构的合理设计服务。

5 **第二部分（机构的构型方法）内容：**机构的功能运动化是机构创新设计需要的一般步序，但因构型方案均源于此，所以它又是十分重要的一步。本书专门列举出四种机构构型具体的途径和方法，这些是作者主要根据自己的体会和理解提出来的。读者应在实际中，结合具体背景灵活运用。

6 **第三部分和第四部分内容：**系从大量应用机构中精选出来的图例，前一部分机构按运动形态和特性划分，后一部分机构按作业方式和用途划分。每一章前，均有一段“导引”，分别就本章机构应用图例方面的机构含义、特性、特征和构型要点以及应注意的问题，作了要领的勾划，以期对读者使用本章时起到导向和启发作用。

7 **第五部分（机构运动分析和尺度确定的简化计算范例）内容：**系从常用机构着眼，并将其分析、作图或解析的具体方法和步骤，通过典型机构的示例详细列出，以便读者参照使用。超出本书范围的机构分析、尺度确定和机构设计，可以查找和利用专门书籍^[22,25,27,28,29,31]。

8 机构的学习和应用要结合起来。阅读本书时要做到学用结合：一面是学，即要熟悉各类机构的特性和“变异”、“组合”、“构型”的各种手法；另一面是用，要勤于观察周围各种机构应用实践，并尝试分析一下完成该作业活动时，机构应具备的运动和传力特性，然后将两头结合在一起“构思”出适当的机构。在这一学用过程中以及后继的改进完善过程中，既能进一步加深对机构特性的理解，又能激活思路，对机构特性运用自如，久之“熟能生巧”。

9 **对不同读者阅读本书提出以下建议：**

对于第一线的技术人员和工人，如果对机构的概念缺乏认识，可先将第一部分（机构的基础专题）中第1.1、1.3、1.4、1.5节作些了解，就可结合岗位需要或个人兴趣，翻阅一下第三部分（第2~9章）或第四部分（第10~14章）相关的应用机构，在这个基础上，再进一步学习第二部分和各章“导引”。

如果对机构的概念有一定程度了解的读者，可直接从第三或第四部分中查阅所需要或感兴趣的应用机构图例，并了解相应篇章的“导引”；或者进一步学习第一部分中

的“结构分类”、“组成分类”及第二部分的“构型方法”等内容。

对致力于机器（装置）发明或创新设计的读者，本书既可作为学习读物（第一、二部分）；又可作为资料工具书查找使用（第三、四、五部分）。

对于工科大专院校在校的师生，翻阅全书，对加深机构应用的理解、拓宽机构应用的领域、开阔机构应用的思路，亦会有所裨益。

10 本书作者之间通力合作，取长补短，并反复研究、切磋，体现了工程和学科、普及和提高相结合的精神，但由于“各方面原因”，难于做到尽善尽美，必定还会有考虑不周全乃至误谬之处，**欢迎广大读者提出宝贵意见！**

11 对于本书的编著出版，曾得到**西安交通大学徐曾荫教授的理解和支持**，并为本书提供了“连杆机构”分析设计示例的资料，在此表示由衷的感谢！

孟宪源

姜琪

(宝钢股份有限公司) (西安交通大学)

2004年2月28日于上海

目 录

前言

基础专题与构型方法

第 1 章 机构的识别和构型

基础专题

1.1 机构要素	3	构自由度计算	14
1.1.1 构件	3	【示例 1-10】有虚约束且各环公共 约束数相同的机构 自由度计算	14
1.1.2 运动副	5	【示例 1-11】各环公共约束数相同 的机构自由度计算	14
1.2 怎样判定机构能动性	10	【示例 1-12】各环公共约束数不同的 机构自由度计算	15
1.2.1 机构有确定运动的条件	10	1.2.6 单闭环空间机构 自由度计算公式	15
1.2.2 作图定位法确定 机构自由度	11	【示例 1-13】空间机构的自 由度计算	15
【示例 1-1】作图法定机构自由度	11	1.2.7 多闭环空间机构 自由度计算	16
1.2.3 单闭环平面机构 自由度计算	11	【示例 1-14】各环公共约束数不同的空间 机构自由度计算	16
【示例 1-2】用公式计算机构 自由度	11	1.2.8 开链机构的自由度计算	16
1.2.4 应用机构自由度计算 公式的注意事项	11	【示例 1-15】空间开链机构 的自由度计算	16
【示例 1-3】有复合铰链时的 机构自由度计算	12	1.3 怎样绘制机构运动简图	16
【示例 1-4】有局部自由度时的 机构自由度计算	12	1.3.1 机构的图示方法	16
【示例 1-5】用观察法判断虚约束的 机构自由度计算	12	1.3.2 机构运动简图绘制	18
【示例 1-6】判断对称结构虚约束的 机构自由度计算	13	【示例 1-16】低副简摆颚式破碎机 运动简图绘制	18
【示例 1-7】瞬心法判断虚约束 的机构自由度计算	13	【示例 1-17】有滚滑副的小型压力机 运动简图绘制	20
【示例 1-8】对特定几何关系判断虚约 束的机构自由度计算	13	【示例 1-18】可变速程螺旋送进机构 的轴测简图绘制	20
【示例 1-9】有公共约束的机构 自由度计算	14	1.3.3 机构运动简图识别	20
1.2.5 多闭环平面机		1.3.4 机构运动简图的作用	23
		1.4 机构按“功能”分类	24
		1.4.1 按从动件输出运动 形态表达的功能	25

1.4.2 按输入—输出运动形态 变换表达的功能	25	1.9.2 运动副位置变化	75
1.4.3 按从动件输出运动特 性表达的功能	25	1.9.3 简单运动副元素形状变化	76
1.4.4 按作业方式(特定的 用途)表达的功能	25	1.9.4 运动副的合成和分解	77
1.5 机构按“构造”分类	36	1.9.5 机构运动特性保持 不变的机构变异	79
1.5.1 平面连杆机构	36	1.9.6 增加辅助构件	81
1.5.2 空间连杆机构	38	1.9.7 与实现运动有关的 构件形状改变	82
1.5.3 凸轮机构	38	1.9.8 变异过程示例	83
1.5.4 齿轮机构	41	【示例 1-19】实现主动件一周内停、动 时间各半周的变异机构 (变异过程和结果)	83
1.5.5 非圆齿轮机构	42	1.10 怎样组合机构	85
1.5.6 螺旋机构	43	1.10.1 怎样认识组合机构	85
1.5.7 棘轮机构	43	1.10.2 机构串接组合	85
1.5.8 槽轮机构	44	1.10.3 机构并接组合	86
1.5.9 不完全齿轮机构	45	1.10.4 机构回接组合	88
1.5.10 摩擦轮和瞬心线机构	45	1.10.5 机构叠接组合	89
1.5.11 挠性件机构	48	1.10.6 机构时序组合及机 构运动循环图	90
1.5.12 弹性件机构(包 括谐波机构)	48	1.10.7 机构组合的大致顺 序和方法	91
1.5.13 液(气)动机构	50	【示例 1-20】实现主动件一周内停、动 时间各半的组合机构(组合 过程和结果)	92
1.5.14 电气机构	51	1.11 怎样构思机构类型	93
1.5.15 其他广义机构	52	1.11.1 机构功能的运动化	93
1.5.16 组合机构	52	【示例 1-21】“成衣机”的功能 运动化	98
1.6 机构按“结构”分类	54	1.11.2 根据功能要求按 “类比法”构型	99
1.6.1 按机构“构件数”分类	54	【示例 1-22】设计卷纸在连续送进时 裁成定长纸张的机构 (作业操作功能)	99
1.6.2 按机构“杆组”级别分类	55	【示例 1-23】设计主动件连续转动、 从动件作单向间歇运 动的机构(运动形态 变换功能)	99
1.7 机构按“组成”分类	57	1.11.3 从“运动副合理配置” 出发构型	100
1.7.1 基本机构	57	【示例 1-24】全低副型平面六杆 夹压机构方案构思	102
1.7.2 变异机构	57		
1.7.3 组合机构	57		
构型方法			
1.8 怎样认识基本机构	58		
1.8.1 单自由度闭链铰 链四杆机构	58		
1.8.2 单自由度闭链三构件 凸轮机构	65		
1.8.3 闭链三构件齿轮机构	69		
1.9 怎样变异机构	73		
1.9.1 机构倒置	73		

【示例 1-25】含一个滚滑副的平面五杆机构方案构思	105	动副合理配置”的交互法构型	110
1.11.4 按“变异—组合法”构型	105	【示例 1-27】普通窗户启闭机构构型	110
【示例 1-26】干粉料压片机的夹压机构构型	106	附录:机构简图的图示符号	116
1.11.5 按“变异—组合”与“运			

机构按运动形态(方式)划分的应用图例精选

第 2 章 匀速连续转动机构

导引	125
2.1 定速比“平行轴间” 连杆机构	125
2.2 定速比“平行轴间” 定轴轮系机构	129
2.3 定速比“平行轴间” 行星和差动机构	132
2.4 定速比“平行轴间” 弹性件(谐波)机构	140
2.5 定速比“平行轴间” 挠性件机构	145
2.6 “相交(错)轴间” 定速比机构	147
2.7 有级变速机构	152
2.8 无级变速机构	157

第 3 章 非匀速连续转动机构

导引	177
3.1 平面连杆机构	177
3.2 空间连杆机构	182
3.3 瞬心线机构	186
3.4 挠性件机构	193
3.5 凸轮及其组合机构	194
3.6 齿轮及其组合机构	198

第 4 章 往复移动机构

导引	205
----------	-----

4.1 平面四杆机构	205
4.2 平面多杆机构	207
4.3 凸轮机构	212
4.4 齿轮机构	217
4.5 楔块和螺旋机构	219
4.6 挠性件机构	222
4.7 液(气)机构	225
4.8 凸轮—连杆机构	227
4.9 齿轮—连杆机构	228
4.10 齿轮—凸轮机构	234
4.11 机构系统	236

第 5 章 往复摆动机构

导引	240
5.1 平面四杆机构	240
5.2 平面多杆机构	243
5.3 空间连杆机构	248
5.4 凸轮机构	250
5.5 齿轮机构	253
5.6 螺旋机构	255
5.7 挠性件机构	256
5.8 齿轮—连杆组合机构	259
5.9 凸轮—连杆组合机构	260
5.10 其他组合机构	263

第 6 章 间歇转动机构

导引	265
6.1 棘轮机构	265
6.2 以棘轮为主的组合机构	270
6.3 槽轮及其组合机构	274

6.4 凸轮及其组合机构	281
6.5 针轮机构	286
6.6 齿轮和不完全齿轮机构	288
6.7 利用轨迹实现有 停歇的转动机构	292

第 7 章 往复运动中有停歇、 停顿或局部逆转的机构

导引	295
7.1 往复摆动双侧停歇机构	295
7.2 往复摆动单侧停歇机构	299
7.3 往复移动双侧停歇机构	303
7.4 往复移动单侧停歇机构	306
7.5 运动行程中有停歇 (顿)的往复运动机构	310

第 8 章 点轨迹机构

导引	317
8.1 一般轨迹基本机构	317

8.2 一般轨迹组合机构	320
8.3 圆(弧)轨迹机构	327
8.4 近似和精确直线机构	329
8.5 方形和“D”形轨迹机构	335
8.6 缩放仪和仿形仪机构	338
8.7 复演瞬心线及其 转迹线的机构	341
8.8 轨迹反演机构	344

第 9 章 实现复合运动和 运动合成的机构

导引	346
9.1 沿直线(或近似直线) 平移的机构	346
9.2 沿曲线轨迹平移机构	351
9.3 平面复合运动机构	356
9.4 空间复合运动机构	369
9.5 运动合成机构	377

机构按用途或作业方式划分的应用图例精选

第 10 章 补调性机构

导引	387
10.1 补偿与均衡机构	387
10.2 行程可调机构	395
10.3 相位等可调机构	406

第 11 章 方向性和防 护性机构

导引	410
11.1 单向机构	410
11.2 换向机构	413
11.3 离合机构	417
11.4 制动机构	420
11.5 自动停车机构	428
11.6 过载保护机构	431

第 12 章 移位性操作机构

导引	438
12.1 定位机构	438
12.2 锁止机构	445
12.3 夹压(紧)机构	451
12.4 电气开关机构	459

第 13 章 生产性作业 操作机构

导引	467
13.1 供料机构	468
13.2 整列和选别机构	479
13.3 搬运机构	486
13.4 装配和包装机构	493
13.5 远心顺应机构	500
13.6 抓取机构	504

13.7 手臂和手腕机构	515	14.2 包络机构	537
13.8 行走机构	520	14.3 泵机构	539
第 14 章 特殊功用机构			
导引	528	14.4 秤机构	547
14.1 (锻、冲)压(剪、裁)切机构	528	14.5 振动机构	549
		14.6 其他物理效应机构	567

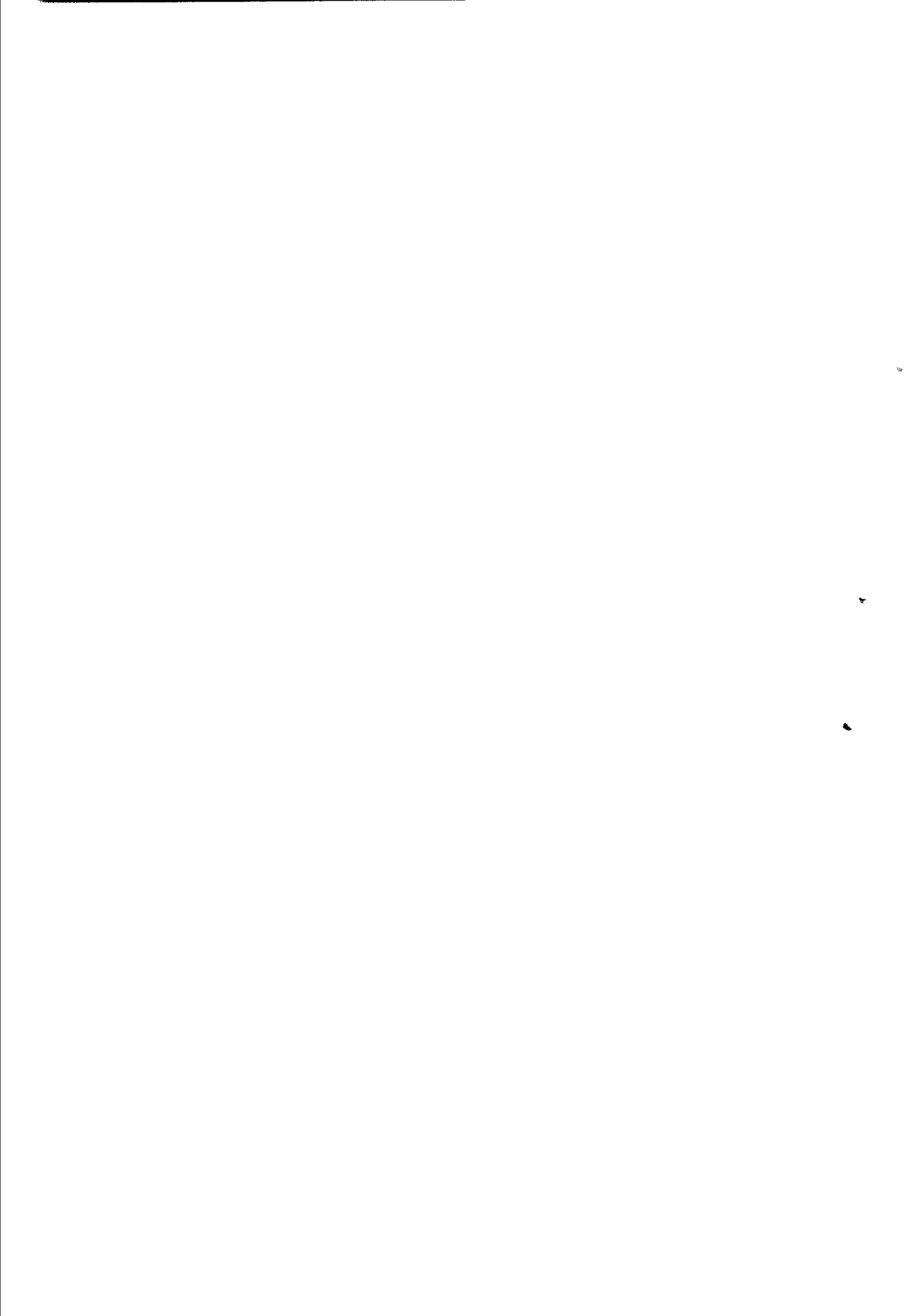
计算范例

第 15 章 常用机构运动分析和尺度确定的简化计算示例

15.1 平面连杆机构运动分析	579	【示例 15-16】双转块机构 (解析法)	587
导引	579	【示例 15-17】椭圆机构(解析法)	588
15.1.1 速度瞬心求速度(图解法)	579	15.3 给定连杆位置或两连架杆 对应位置或连杆轨迹确定 铰链四杆机构尺度	589
导引	579	15.3.1 图解法	589
【示例 15-1】瞬心法作速度分析	579	导引	589
15.1.2 相对运动向量图解法	580	【示例 15-18】给定连杆两位置确 定铰链四杆机构 尺度	589
导引	580	【示例 15-19】给定连杆三位置确 定铰链四杆机构 尺度	590
【示例 15-2】相对运动向量法 作运动分析	580	【示例 15-20】给定连杆四位置确定铰链 四杆机构尺度	590
15.1.3 平面四杆机构解析法	580	【示例 15-21】给定连杆五位置确定 铰链四杆机构尺度	591
导引	580	【示例 15-22】给定两连架杆对应 位置或对应角位移 确定铰链四杆机构 尺度	592
【示例 15-3】曲柄摇杆机构	581	【示例 15-23】给定急回系数和摇杆摆角 确定曲柄摇杆机构 尺度	592
【示例 15-4】双曲柄机构	581	【示例 15-24】给定连杆上点的轨迹 设计铰链四杆机构	593
【示例 15-5】双摇杆机构	582	15.3.2 解析法	594
【示例 15-6】曲柄滑块机构	583	导引	594
【示例 15-7】曲柄摆动导杆机构	584	【示例 15-25】给定连杆五位置设计铰链 四杆机构的解析法	595
【示例 15-8】曲柄转动导杆机构	584	【示例 15-26】给定连杆四位置设计铰链	
【示例 15-9】正弦机构	584		
【示例 15-10】正切机构	585		
【示例 15-11】双转块机构	585		
【示例 15-12】画椭圆机构	586		
15.2 平面连杆机构运动轨迹	586		
导引	586		
【示例 15-13】铰链四杆机构 轨迹(图解法)	586		
【示例 15-14】铰链四杆机构 轨迹(解析法)	587		
【示例 15-15】曲柄滑块机构 (解析法)	587		

四杆机构的解析法	596	导引	609
【示例 15-27】 给定连杆三位置设计铰链 四杆机构的解析法	597	【示例 15-39】 外接不完全针轮 机构	616
【示例 15-28】 给定连杆轨迹和连架杆 对应位置设计铰链四杆 机构的解析法	597	15.9 不完全齿轮机构结构尺寸 和运动参数确定	616
【示例 15-29】 给定两连架杆对应角位移 设计铰链四杆机构的 解析法	598	导引	616
【示例 15-30】 给定轨迹设计铰链 四杆机构的解析法	599	【示例 15-40】 外接不完全齿轮 机构	621
15.4 摆缸机构尺度确定	599	15.10 齿轮-连杆组合机构 尺度确定	621
导引	599	导引	621
【示例 15-31】 汽车吊摆缸机构 参数计算	600	15.10.1 齿轮-对心曲柄滑块 组合机构	622
【示例 15-32】 摆动导板送料辊的驱动 机构-摆缸机构参数 计算	601	【示例 15-41】 带有瞬时停歇的步进 运动的机构	622
【示例 15-33】 摆缸机构的图解 确定	601	【示例 15-42】 带有逆向转动的步进 运动的机构	623
15.5 凸轮机构尺度确定	601	15.10.2 齿轮-曲柄摇杆组合机构	624
导引	601	【示例 15-43】 带有瞬时停歇的步 进运动的机构	624
【示例 15-34】 给定从动件位移规律 确定盘形凸轮廓线的 图解法	602	【示例 15-44】 带有逆向转动的步 进运动的机构	624
【示例 15-35】 给定轨迹要求确定 凸轮廓线的图解法	602	15.10.3 齿轮-曲柄转动导杆 组合机构	627
15.6 棘轮机构结构尺寸 和齿廓画法	603	【示例 15-45】 带有瞬时停歇的步进 运动的机构	627
导引	603	【示例 15-46】 带有逆向转动的 步进运动的机构	627
【示例 15-36】 齿式棘轮机构	603	15.10.4 齿条-转动导杆组合机构 (导杆为主动件)	629
【示例 15-37】 摩擦式棘轮机构	606	【示例 15-47】 带有瞬时停歇的 步进运动的机构	630
15.7 槽轮机构结构尺寸和 运动参数确定	607	【示例 15-48】 带有逆向转动的 步进运动的机构	630
导引	607	15.10.5 齿条-曲柄摆动导杆组合机构 (曲柄为主动件)	632
【示例 15-38】 单滚子外槽轮机构	608	【示例 15-49】 从动轮正反摆动行程时间 相同的机构	632
15.8 不完全针轮机构结构 尺寸和运动参数确定	609	参考文献	634

基础专题与构型方法



第 1 章 机构的识别和构型

基础专题

1.1 机构要素

1.1.1 构件

机器是执行机械运动的装置，用以变换或传递能量、物料和信息；其中传递机械运动的实体部分称为机构。传统的机构被认为是由刚性件组成（“狭义机构”）；现代的机构除了刚性件外，还可能有弹性件以及液、气、电、磁、声、光、热等部件（“广义机构”）。

图 1-1 所示为内燃机主体机构（狭义机构），由活塞 4、连杆 3、曲柄 2 和机架 1 组成。

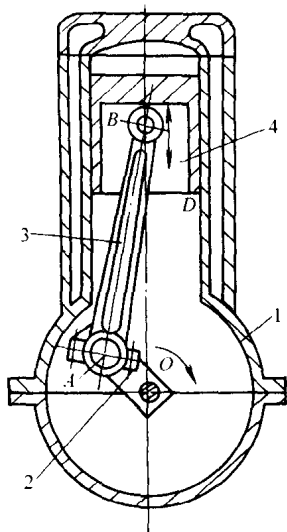


图 1-1 内燃机主体机构

图 1-2 所示为带弹性件的电控测量装置（广义机构）；测头 1 随被测件 *a* 的尺寸大小而上下移动，1 的上端固定片簧 2，片簧 3 的下端固定在壳体 7 上，2、3 的上端同时和触头 4 固结。1 向上或向下运动时，4 向右或向左摆动，接通 5 或 6 的控制电路，传递被测件是否合格的信

息，并由电磁吸力控制记忆门 8 的动作，使被测件能运送到相应的存放容器中。

通常用“机械”一词来泛指机器和机构。

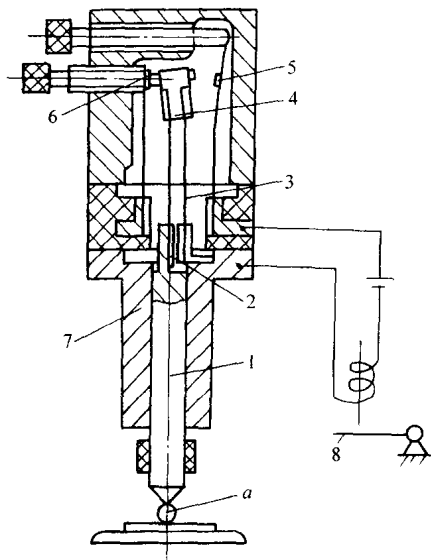


图 1-2 广义机构

机构中的运动单元体（可以是一个零件，也可以是若干零件刚性联接在一起）称为构件。

列举的构件图例见图 1-3~图 1-9。图 1-3 为曲柄及其简图符号：图 a 为双偏心轮；图 b 为带平衡配重的单曲柄曲轴；图 c 为自身平衡的三曲柄曲轴；图 d 为四曲柄曲轴。

图 1-4 为连杆及其简图符号：图 a 为两个运动副（双铰链）元素的构件；图 b、c 为三个运动副（三铰链）元素的构件。

图 1-5 为连杆的实体结构：左端大头部分剖后用螺栓固联，孔中部加入剖分的轴瓦，连杆中部固结有加润滑油的导油管，运动时成为一个单元体。

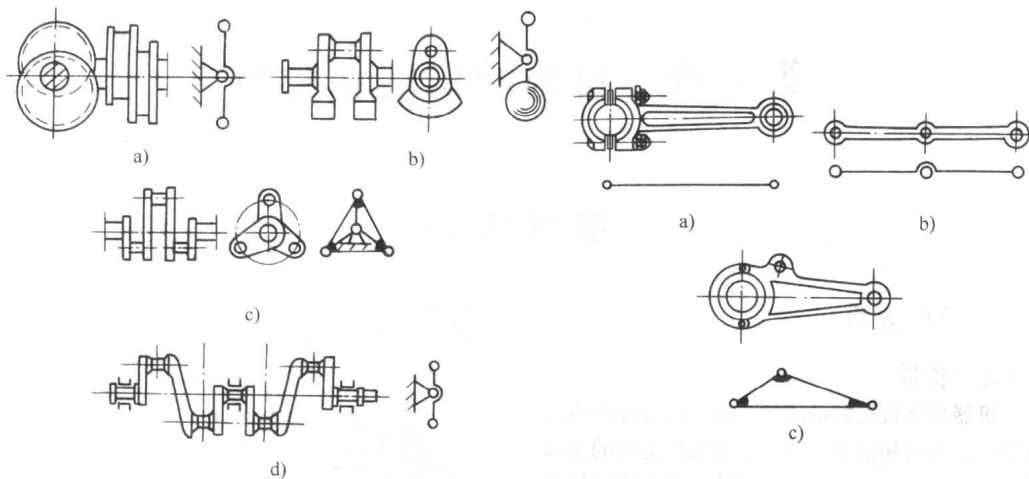


图 1-3 曲柄及其简图符号

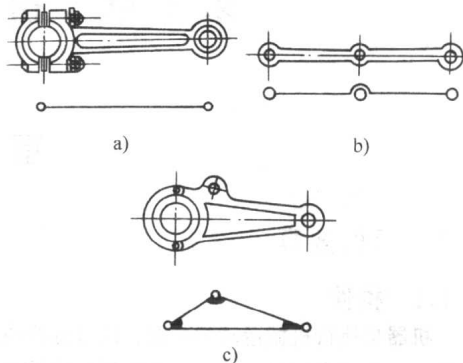


图 1-4 连杆及其简图符号

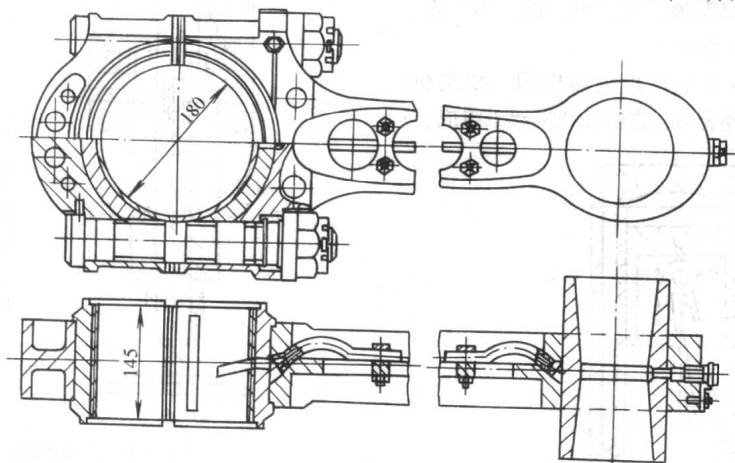


图 1-5 连杆实体结构

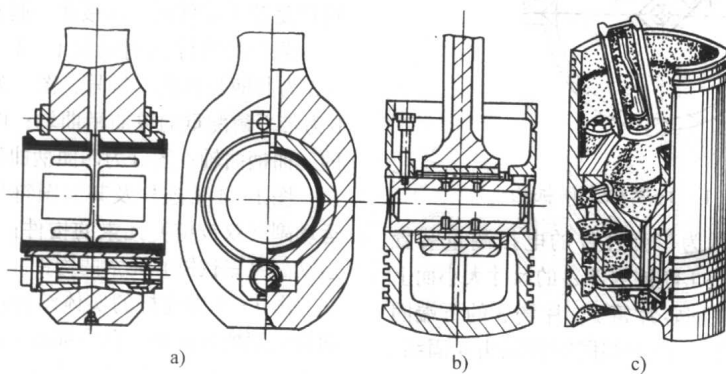


图 1-6 连杆上与活塞相联处的实体结构

图 1-6 为连杆上与活塞相联处的实体结构：图 a 为孔中带轴衬；图 b 为连杆孔中带滚针轴承；图 c 为连杆一端带球形活节头。

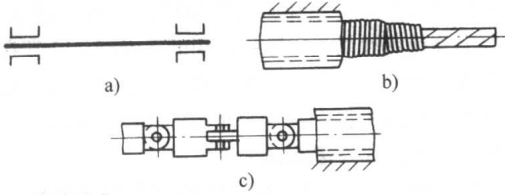


图 1-7 轴

图 1-7 为轴：除了图 1-3 所示的偏心轮、曲柄轴以外，图 a 为光轴；图 b 为挠性轴；图 c 为由铰接构件组成的挠性轴。

图 1-8 为弹性构件（弹簧）：图 a 为带导向外壳的压簧；图 b 为由内外楔形弹性圆环组成；图 c 为两侧均有压簧；图 d 为头部构造特殊的螺旋弹簧；图 e 为有纵向弹簧力的减振器；图 f 为有横向弹簧力的减振器；图 g 为有非线性特性 $P(\lambda)$ 的减振器。

图 1-9 所示为用滚珠来传递运动。

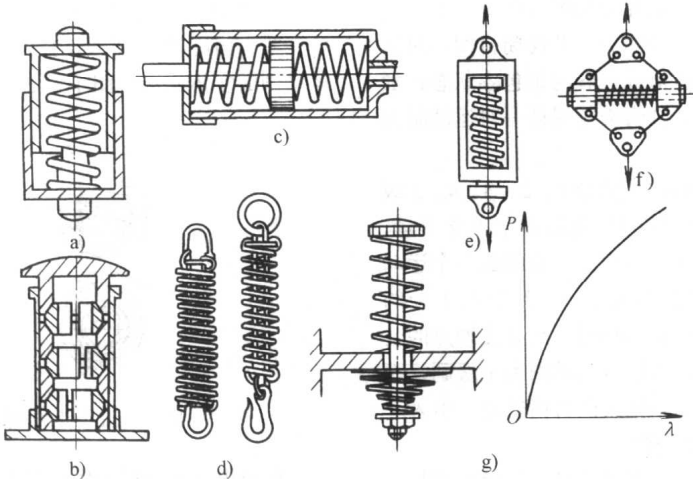


图 1-8 弹性构件

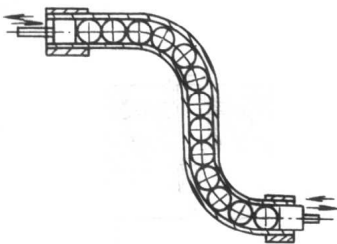


图 1-9 滚珠传递运动

副；若两构件间用曲面保持线或点接触，而在同一平面内产生相对滚动兼滑动，称为平面滚滑副，否则为空间滚滑副。

1.1.2 运动副

两构件组成的可动联接部分称为运动副；运动副的一对接触表面称为一对运动副元素。

按相对运动的形式分类有转动副（图 1-10a）、移动副（图 1-10b）和滚滑副（图 1-10c）。两构件用圆孔包容圆柱体，而且沿轴线两端有挡肩，使其只能绕轴线作相对转动，称转动副；若两构件间用棱柱形直槽包容棱柱体，使其只能沿该导向直槽作相对直移运动，称为移动

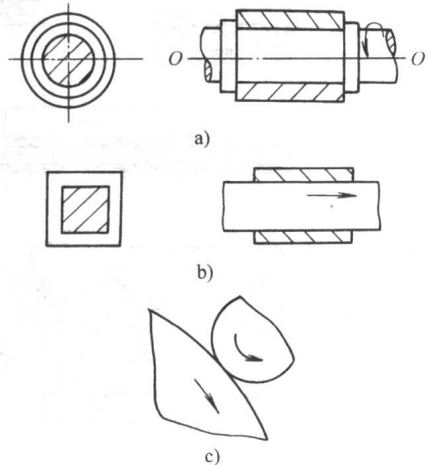


图 1-10 运动副