

119

TH111.4
Z33

高等学校教材

机械基础课程设计

张美麟 阎 华 张莉彦 编

化学工业出版社
教材出版中心
·北京·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

机械基础课程设计/张美麟, 阎华, 张莉彦编. —北京市: 化学工业出版社, 2001.12
高等学校教材
ISBN 7-5025-3482-2

I. 机… II. ①张… ②阎… ③张… III. 机械学-课程设计-高等学校-教材 IV. TH11-41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 002258 号

高等学校教材

机械基础课程设计

张美麟 阎 华 张莉彦 编

责任编辑: 程树珍

责任校对: 马燕珠

封面设计: 于 兵

*

化学工业出版社
教材出版中心 出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷厂印刷

三河市前程装订厂装订

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 14½ 插页 2 字数 358 千字

2002 年 2 月第 1 版 2002 年 2 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-3482-2/G·929

定 价: 22.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

随着科学技术的飞速发展和知识经济的到来,机械产品的高科技品种日益增加,机械设计的先进技术也飞跃发展。因此,培养具有创新能力、综合素质、适应时代要求的人才便迫在眉睫。机械基础系列课程改革是教育部组织实施的“面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”的重要组成部分,其改革的总目标是培养学生的综合设计能力。本书正是为适应这一需要而编写的,以便使学生在未来的工作中能设计出在国际市场上具有竞争力的产品。

本书是将“机械原理课程设计”和“机械设计课程设计”融合为一体的课程设计指导性教材,使学生在修完机械基础系列课程后,能经历一个机械产品设计全部过程的基本训练。将所学的机械制图、公差与技术测量、力学、材料学、金属工艺学、机械原理和机械设计等机械基础系列课程的理论知识在课程设计中得到实际应用和基本训练。

本书的主要内容是按机械设计的一般过程编写的。第 1 篇内容是机械运动方案设计。它包括执行系统的方案设计,即执行系统的功能原理分析、执行机构的选型、构型与协调等;传动系统方案设计,即传动方案的拟订、原动机的选择、传动比的分配原则、传动零件的设计计算等;执行机构的尺度设计,主要有连杆机构、凸轮机构、步进机构等执行机构的尺度设计内容与方法;最后完成机械运动方案的机构运动简图设计。第 2 篇内容是机械传动系统的技术设计。这部分内容主要包括,装配图和零件图的设计内容与方法;减速器设计的相关资料;设计说明书的编写;以及课程设计的题目。第 3 篇内容是机械设计常用标准和规范,提供设计者在设计计算时查阅相关设计资料 and 标准等;在这部分内容中还提供了部分机构运动简图、零件图和装配图的图例供设计者参考。

本书的特点是帮助学生把机械基础系列课程的知识点连接起来,改变了机械运动方案设计与机械系统技术设计分阶段进行的现象,有机地将方案设计、精度设计、技术设计以及运动学和动力学的分析结合起来。加强了机械系统运动方案设计的基本训练,加强了创新设计的能力培养,使学生在对某项机械产品的设计过程中综合素质得到提高,基本技能有所增强。

本书既可满足机械原理和机械设计课程设计的教学要求,也可作为简明机械设计指南,供有关工程技术人员参考。

参加本书编写的有北京化工大学阎华,张莉彦,张美麟。由张美麟统一整理。北京化工大学张有忱担任主审。

本教材得到北京化工大学化新教材基金的资助,在此表示感谢。

由于这种综合性课程设计指导的编写尚属首次,错误和不足之处在所难免,恳请读者提出宝贵意见和建议,以便在可能的条件下充实到将来的版本中去。

编 者

2001.10.

目 录

1 绪论	1
1.1 机械基础课程设计的基本过程与目的	1
1.2 机械基础课程设计的步骤和内容	1
1.3 机械基础课程设计中要注意的几个问题	2

第 1 篇 机械运动方案设计

2 机械执行系统方案设计	3
2.1 执行系统功能原理设计	3
2.2 执行机构的形式设计	6
2.3 执行机构的协调设计	13
3 机械传动系统方案设计	17
3.1 传动方案的设计	17
3.2 选择原动机	19
3.3 传动装置的总传动比及其分配	20
3.4 计算传动装置的运动和动力参数	21
3.5 传动零件的设计	23
4 执行机构尺度与机构运动简图设计	25
4.1 连杆机构	25
4.2 凸轮机构	29
4.3 步进运动机构	34
4.4 刚体导引机构	36
4.5 函数发生机构	38
4.6 轨迹发生机构	38
4.7 机构运动简图设计	40

第 2 篇 机械传动系统的技术设计

5 减速器设计资料	42
5.1 常用减速器的型式和选择	42
5.2 圆柱齿轮减速器的标准中心距与传动比	44
5.3 减速器的结构	45
5.4 减速器的润滑	48
5.5 减速器附件	50
6 减速器装配图设计	54
6.1 概述	54
6.2 初绘装配草图并验算轴系零件	54
6.3 轴系部件的结构设计	60

6.4	减速器箱体和附件设计	62
6.5	完成减速器的装配工作图	66
6.6	圆锥齿轮减速器装配图设计的特点	68
6.7	蜗杆减速器装配图设计的特点	72
7	零件工作图设计	76
7.1	轴类零件工作图	76
7.2	齿轮类零件	79
7.3	箱体零件工作图	80
7.4	凸轮零件工作图	81
8	设计说明书的编写及课程设计题目	83
8.1	设计说明书的编写	83
8.2	课程设计题目	84

第3篇 机械设计常用标准和规范

9	常用数据和一般标准	88
10	常用材料	98
10.1	金属材料	98
10.2	工程塑料	108
10.3	常用材料大致价格比	109
11	联接件和轴系紧固件	110
11.1	螺纹	110
11.2	螺纹零件的结构要素	112
11.3	螺栓、双头螺柱、螺钉	115
11.4	螺母	122
11.5	垫圈	123
11.6	轴系零件的紧固件	124
11.7	键联接和销联接	129
12	滚动轴承	132
12.1	常用滚动轴承	132
12.2	滚动轴承的配合 (GB/T 275—93 摘录)	149
12.3	滚动轴承的游隙	151
12.4	滚动轴承的价格	151
13	联轴器	152
14	润滑与密封	161
14.1	润滑剂	161
14.2	润滑装置	162
14.3	密封件	163
15	极限与配合、形位公差和表面粗糙度	167
15.1	极限与配合	167
15.2	形状和位置公差 (GB/T 1184—96 摘录)	176

15.3 表面粗糙度.....	179
16 渐开线圆柱齿轮精度、圆锥齿轮精度和圆柱蜗杆、蜗轮精度.....	181
16.1 渐开线圆柱齿轮精度.....	181
16.2 渐开线圆锥齿轮精度.....	188
16.3 圆柱蜗杆、蜗轮精度	195
17 电动机.....	202
17.1 Y 系列三相异步电动机(JB 3074—82)	202
17.2 Y 系列电动机的安装及外形尺寸.....	203
18 参考图例.....	205
 参考文献.....	 224

1 绪 论

1.1 机械基础课程设计的基本过程与目的

一般机械设计的过程分为四个阶段。

(1) 产品规划阶段 包括选题、市场调查、预测、可行性认证,最后确定设计任务。

(2) 方案设计阶段 包括执行系统方案的构思与拟定,传动系统方案的构思与拟定。因此需要进行功能原理设计、执行机构的选型与构型、传动机构的类型和顺序安排,最后经分析与评价确定总运动方案,并绘制机构运动简图。

(3) 技术设计阶段 按照拟定的总运动方案进行各部件的装配图设计,进行零件的结构、强度设计,选择材料,确定零件结构尺寸、精度等级、公差等,绘制工作图,编制设计说明书等技术文件。

(4) 生产施工阶段 包括加工工艺设计、加工装备及装置设计,以及施工设计。

对于机械基础课程设计,则着重于中间两个阶段,使学生在相关机械基础各类课程修完后,所进行的第一次机械设计中得到较全面的训练。

其主要目的如下:

① 掌握机械设计的一般过程,综合运用机械基础各门课程的理论,结合生产实际知识,培养解决一般机械工程设计中实际问题的能力,使所学知识得到进一步深化、扩展;

② 学习机械设计的一般方法,掌握方案拟定、机构运动简图设计、通用零件及传动装置的设计原理和设计方法;

③ 进行机械设计基本技能训练,如机构选型、构型,机构分析、综合,零件计算、绘图等技能,以及运用设计资料、经验数据的技能,计算机辅助设计的技能等。

1.2 机械基础课程设计的步骤和内容

1.2.1 准备阶段

- ① 阅读设计任务书,明确设计要求、设计内容及目标。
- ② 通过复习有关课程内容,查阅相关技术资料,参观实物或模型,了解设计对象。
- ③ 准备好设计用具、资料、初步拟订设计计划和步骤。
- ④ 初步计算执行构件要求实现的各个运动参数及动力参数。

1.2.2 方案设计

- ① 按设计任务拟订执行系统的功能原理。
- ② 确定执行机构类型及组合方式。
- ③ 根据所计算的运动参数及执行机构的组成,绘制执行机构运动循环图。
- ④ 根据所计算的运动及动力参数选择原动机并确定传动方案。包括确定总传动比、分配各级传动比、计算各轴的转速、转矩及功率。

1.2.3 零部件的设计

- ① 按运动参数要求对执行机构进行运动尺寸设计(包括连杆机构、凸轮机构、步进机构等)。
- ② 按运动、动力参数要求对各传动零件进行强度和结构设计(包括齿轮传动、带传动、链传动及轴等)。
- ③ 按运动、动力参数要求选择键、轴承、联轴器等,并进行相应的校核计算。

1.2.4 绘图

- ① 绘制机构运动简图及执行机构运动线图。
- ② 绘制传动系统装配图。
- ③ 绘制主要零件工作图,例如轴类零件、传动零件等。

1.2.5 编写设计说明书

见第8章。

1.3 机械基础课程设计中要注意的几个问题

1.3.1 明确学习目的,端正学习态度

在设计的全过程中必须严肃认真、刻苦钻研、一丝不苟、精益求精。只有这样,才能在设计思想、方法和技能等各方面都获得较好的锻炼和提高。

1.3.2 注意能力的培养与训练

在设计中学生应充分发挥主观能动性,认真阅读有关设计资料和课程设计指导书,仔细分析样机或模型的结构特点和存在问题。提倡独立思考问题、分析问题和解决问题,而不要过多的依赖教师。

1.3.3 正确处理理论计算和结构设计的关系

机械中零部件的尺寸不可能完全由理论计算确定,应综合考虑零部件的加工、装配、经济性和使用条件等诸多因素的影响。因此,在设计过程中,设计计算和结构设计应是互相补充交替进行的,应采用边计算,边画图,边修改的设计方法。多次反复修改,才能获得较好的设计效果。

1.3.4 正确处理继承和创新的关系

设计时要注意利用和继承已有的成果和经验,不应闭门造车,凭空臆造,要善于汲取前人的经验和成果,掌握已有的设计资料。但是也不能盲目的、机械的抄袭,应在继承的基础上,敢于创新,敢于提出新方案,不断地改进设计。

1.3.5 正确使用标准和规范

设计中要尽量采用标准和规范,例如设计中采用的滚动轴承、带、链、联轴器等,其参数和尺寸必须严格遵守标准和规定;绘图时要遵守机械制图的标准;设计说明书要求计算正确,字迹工整,说明简要清楚。

第 1 篇 机械运动方案设计

2 机械执行系统方案设计

机械执行系统是指最接近被作业工件一端的机械系统，或称为执行机构。其中接触作业工件或执行终端运动的构件称为执行构件。执行系统中各执行机构的协调动作使执行构件完成机械的预期作业要求。

2.1 执行系统功能原理设计

执行系统功能原理设计主要是通过创造性思维过程确定执行系统的功能原理（技术原理）或工艺动作（运动规律），为执行系统的机构选型与构型提供依据。其基本过程是：功能分析，功能分解，功能求解。

2.1.1 功能分析

功能是产品特定的工作能力形象化的描述。它与产品的用途、性能等概念不尽相同。功能分析就是尽量全面地分析与产品相关的各种因素，并准确、简明、不带有任何倾向性的描述功能，使功能原理设计思路开阔，不受任何框框限制，以确定产品的总功能目标。例如，解决取核桃仁的机械装置对其功能目标描述不同，就可以得到不同的原理解法，如表 2-1 所示，经比较，其中“壳仁分离”的目标描述比较合理。

表 2-1 取核桃仁的问题

功 能 目 标	功 能 原 理 解
砸壳	外部加压 砸、夹、压、冲、射等
压壳	外部加压 砸、夹、压、冲、射等 内部加压 通入高压气体后外压骤减，内压破壳
壳仁分离	外部加压 砸、夹、压、冲、射等 内部加压 通入高压气体后外压骤减，内压破壳 去壳 培育薄壳品种、脆皮、用化学法溶壳

在进行功能分析时，一般可把机械系统抽象成三个基本要素，即能量、物料、信息。其中，能量包括：机械能、热能、电能、光能、化学能、核能等。物料一般指材料、毛坯、气体、液体等。信息则是指数据、信号、波形、脉冲等。并且使这三个基本要素在待开发的机械系统中作为输入和输出部分，而待开发的复杂未知的机械系统则犹如不透明的“黑箱”。其“黑箱”模型可见图 2-1 所示。

现在要分析的内容是“黑箱”外的一些因素。它们包括确定三大基本要素的具体内容，分析三大基本要素流动方向，分析“黑箱”与周围环境的联系，从而可进一步的分析采用何种技术原理或工艺动作实现这一流向。

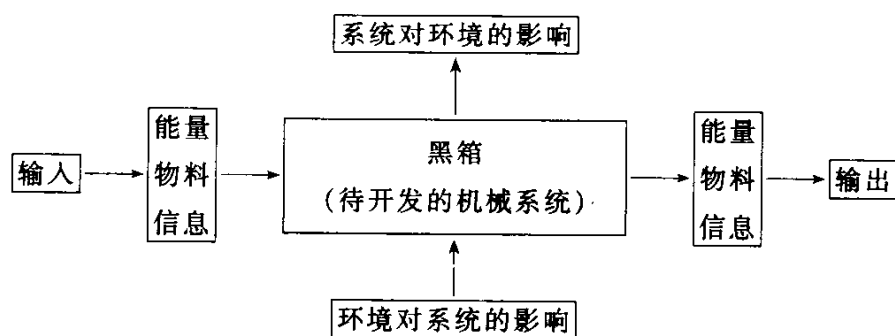


图 2-1 “黑箱”模型

下面以净衣装置(洗衣机)为例,来进行具体说明。输入的基本要素为:污衣物、水、能量、控制信号。输出要素有:净衣物和污水。与周围环境联系主要包括:要尽量减少振动和噪音,环境温度和湿度要求等。接着画出其“黑箱”模型,如图 2-2 所示。

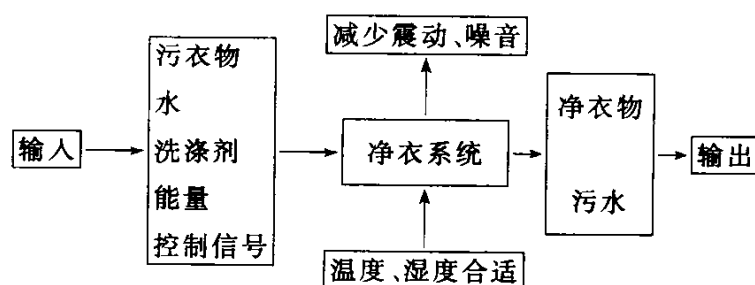


图 2-2 净衣装置“黑箱”模型

2.1.2 功能分解

对一般较复杂的机械系统来说,难以直接求得满足总功能的原理解。所以要把总功能进行分解,分解到能直接求解的基本功能,即功能元为止。并且可用树状功能关系图来表示,为以后进一步设计带来方便。

机械系统的基本功能是正确分解总功能的依据,因此很有必要进一步认识。对于机械系统常见的基本功能有如下几种。

- (1) 变换功能 例如能量类型的变化、运动形式的变换、物态的变换、信号类型的变换等。
- (2) 缩放功能 例如能量的缩放、信号的缩放、速度、位移等运动量的缩放等。
- (3) 结合与分离功能 例如各种物料的混合、分离,能量和信号的结合等。
- (4) 储存与释放功能 例如能量的储存与释放(飞轮),物料的储存与释放等。
- (5) 传导与离合功能 例如能量的传导、运动的传导、信号的切断等。

树状功能图又称为功能树,功能树起始于总功能,按各级分功能进行分解,直至末端功能元。功能元是可以直接求解的系统最小组成单元。下面以插齿机为例说明树状功能图的建立。

插齿机是用来切制齿轮的,执行系统功能可分解为插刀和毛坯各自所需要完成的分功能系统,而插刀和毛坯又可继续分解为能直接求解的功能元。其功能树如图 2-3 所示。

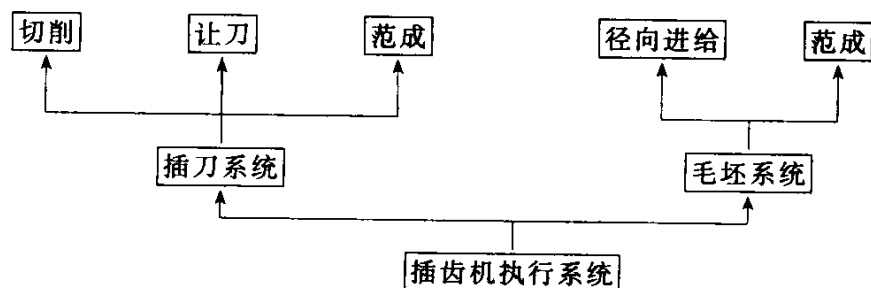


图 2-3 插齿机系统的功能树

2.1.3 功能求解

功能求解的大致过程是，先对功能元求解，主要是确定具体的技术原理，合适的工艺动作或运动规律。再利用形态矩阵将功能元及其解进行有序排列，它们的各种组合结果即为执行系统总功能的系列解。再对这一系列的解进行初步评价，得出可行初步方案。

在功能分析、分解的基础上，功能元要实现的功能目标已经很具体，关键是要会运用各种创新技法，设计出具有竞争性的新产品。本节将通过一些实例简单介绍如何利用创新技法来求解功能原理的。

2.1.3.1 联想法

联想法的思维方式是由此及彼，又表及里，由一个事物联想到其他事物，由一个概念联想到其他概念，由一个行业技术联想到其他行业技术。这种联想决不是想入非非，或简单的“搬家”，而是在已有的知识、经验的基础上进行信息的联系、设想和改造，最终将创新的思路从某一个领域引导到另一个领域。

在轧钢机上，传统的轧制方法如图2-4(a)所示，采用这种方法，由于一次滚压量过大，钢板在轧制过程中极易出现裂纹。某技术人员，通过擀面杖擀面过程的连续推擀，使面逐渐变薄而产生联想，提出连续滚压的功能原理。从而发明了行星轧辊，如图2-4(b)所示。使钢板的延展划分为多次进行，消除了裂纹现象。

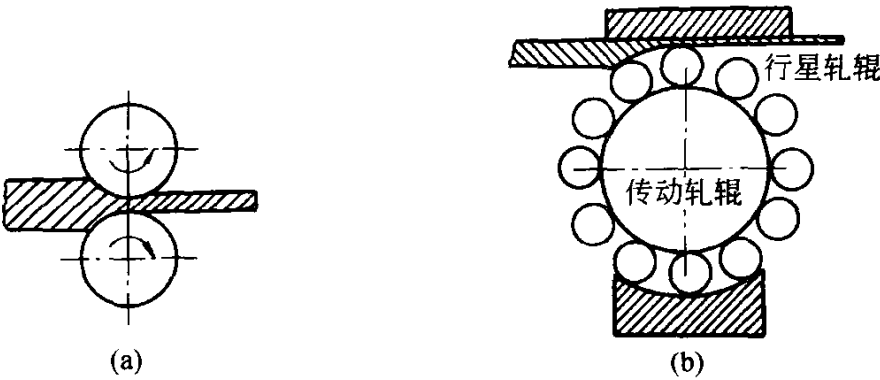


图 2-4 轧辊技术的改进

2.1.3.2 还原法

还原法的含义是指研究已有事物的创造起点，并深入到事物的创造原点。抛弃已有的起点，而从原点开始另辟门路，用新的思想方法或新的技术解决之。

以家用洗衣机为例，开始创造的起点模仿人的洗衣方法——揉搓、刷洗、捶打等，结果均碰了钉子。不是结构太复杂，就是容易损坏衣物。如果还原到事物的原点，其功能是分离衣物上的污物。并从原点开始，用全新的思维方式解决问题。目前洗衣机的类型已经很多，主要是从分离污物和衣物的功能出发进行设计的。

2.1.3.3 类比法

类比法是将两个对象进行比较，其中一个对象是熟悉的，已知的。而另一个是陌生的，未知的。经过比较可提供线索，触类旁通。

例如采用类比法设计爬楼梯车。楼梯呈折线形状，车一般有车轮，呈圆形。用它们与齿条和齿轮类比，运用啮合原理，将楼梯视为一种特殊参数的齿条，车轮则视为与楼梯相啮合的齿轮。设计这样一种具有特殊齿廓的车轮在爬楼梯时，犹如齿轮和齿条相啮合，使得运行平稳、可靠、噪声小。

2.1.3.4 仿生法

仿生法是指从原理上、结构上或外形上等诸多方面模仿自然界各种生物创造的各种为人类所应用的产品。仿生法不是自然现象的简单再现，而是将模仿与现代科学技术相结合，设计出超自然的全新的仿生产品。

利用仿生法创造的，具有新功能的产品是多不胜数的。例如，模仿鸟类飞行原理的各类飞行器；模仿鱼类摆尾推进原理的各种船用推进器；根据蜂巢特殊的六面体结构而模仿创造的各类蜂巢式结构的材料，该材料具有质量轻、强度高、隔热、隔音性能良好的特点；模仿袋鼠跳跃式行走方式，发明了沙漠用的跳跃式汽车；还有各类机器人，机械手，爬行器等均是利用仿生法所创造的。

2.1.3.5 逆向思维法

在功能元求解过程中，一般习惯于向正方向思维，但有时向反方向思维也许会产生更好的结果。例如，在钨丝灯泡发明前期，为了避免钨丝在高温下氧化，需要将灯泡抽成真空，但抽成绝对真空不是一件容易的事，多次实验仍不满意。科学家兰米尔应用逆向思维方式，提出向灯泡内充气的办法，并选择了氮气进行充气，取得了很好的效果，而且充气的工艺要比抽气的工艺容易得多。

各功能元求解后，再将各功能元的解合理组合，就可以获得系统解。具体做法是采用形态矩阵（或功能矩阵）。将执行系统中的各功能元作为纵坐标，各功能元的解作为横坐标，构成形态矩阵，将每种功能元的解进行适当的组合，即可构成一个系统解。下面以家用洗衣机为例说明其形态矩阵的构造及使用（参见表 2-2）。

表 2-2 洗衣机功能矩阵

功 能 元	1	2	3	4
乘装衣物	铝桶	塑料桶	玻璃钢桶	陶瓷桶
分离污物	机械摩擦	电磁震荡	热胀	超声波
控制洗涤	人工控制	机械定时	电脑控制	

利用上表，理论上执行系统总功能解为 $4 \times 4 \times 3 = 48$ ，但确定功能解时还要考虑下面的因素：

- ① 初步评价各功能元的解是否与所要求实现的功能相符合；
- ② 一个机械系统，其功能元之间是相互联系与制约的，所以需要检查各功能元解之间是否发生冲突或干涉，是否能谐调配合工作；
- ③ 从经济效益、环境保护、可持续发展等方面分析其可行性。

2.2 执行机构的形式设计

在功能原理设计中，已将机械的功能分解成一系列基本的功能和动作，实现这些基本功能和动作的机构，称为执行机构。采用什么样的机构能更好地实现需要的动作，这一工作称为执行机构的形式设计，以往常被称为机构的型综合，它有选型和构型两种方法。在机构的形式设计中，需要综合考虑机构的功能、结构、尺寸、动力特性等多方面的因素，分析比较，抓住主要矛盾，设计出最合适的机构。

2.2.1 执行机构形式设计的原则

2.2.1.1 能够实现执行机构的基本功能和动作

执行机构形式设计中，最基本的要求是能够实现所需的基本功能原理及其相应的运动规

律或工艺动作。

2.2.1.2 尽量做到结构简单、可靠，空间上布置紧凑

在满足功能要求的前提下，力求机构结构简单、可靠，尺寸小、质量轻，整体布局紧凑。尽量简化、缩短运动链，在有些情况下，可能采用存在一定设计误差，但结构简单的近似机构，而不采用没有设计误差但结构十分复杂的机构。这是因为运动链的加长势必加大累积误差，降低传动的精度和可靠性及机械系统的刚性，另外构件的增加，显然会增加成本，运动副的增加会带来更多的摩擦损耗。为了实现直线导向功能，设计了图2-5(a)(b)两种机构，图(a)机构要求 $BF = FD = DE = BE$ ， $AF = AE$ ， $AC = CB$ 。当原动件1绕C转动时，D点沿垂直于AC的直线 $q-q$ 精确运动，图(b)机构要求 $AC = 1.81AB$ ， $BD = 1.64AB$ ，当原动件1绕A转动时，D点描绘的轨迹中有一部分是近似的直线 $q-q$ ，直线 $q-q$ 垂直于AC。经过实践检验，在一般的制造精度下，采用图(a)机构的传动误差比图(b)机构的还要大。

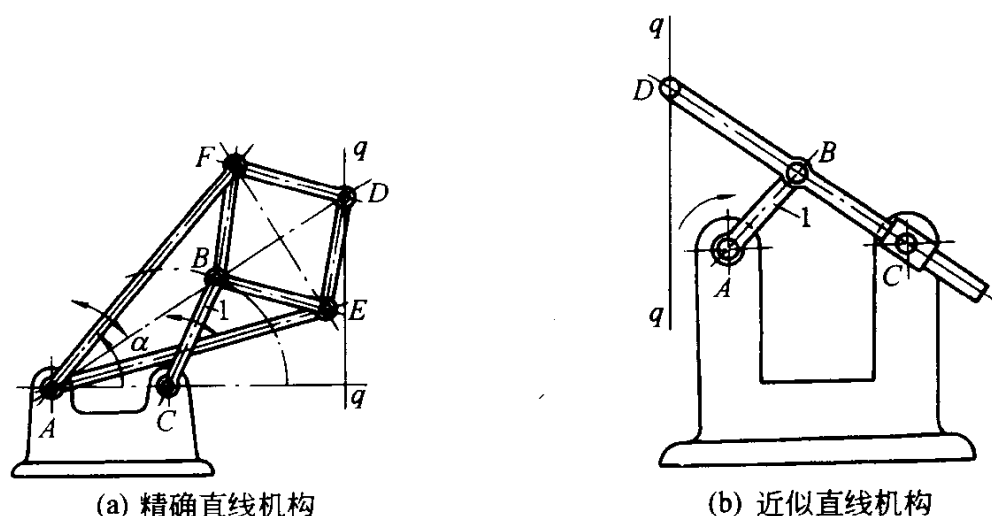


图 2-5 直线轨迹机构

2.2.1.3 选择合适的运动副

采用高副机构的优点是，比较容易实现复杂的运动规律和运动轨迹，一般来说可以减少构件数和运动副数，缩短运动链，缺点是高副元素形状复杂，制造困难，另外高副为点线接触，易磨损。需要说明的是，在有些情况下，虽然采用高副机构缩短了运动链，有可能增大机构尺寸、增加机械重量。

在低副机构中，转动副制造简单，容易达到配合精度，且效率高，而移动副制造困难，不易保证配合精度，容易发生楔紧和自锁现象，效率低有时会产生爬行。

2.2.1.4 考虑动力源的形式

选择不同的动力源，将设计出不同的执行机构，因此选择动力源一方面要考虑简化机构、满足工作要求，另一方面要考虑现场工作条件。

气动和液压传动机构能直接提供直线往复移动和摆动，并且速度可以调节还可以减振，和电动机相比，省去了转换运动机构及减速机构，因此在有气、液源时常采用气动和液

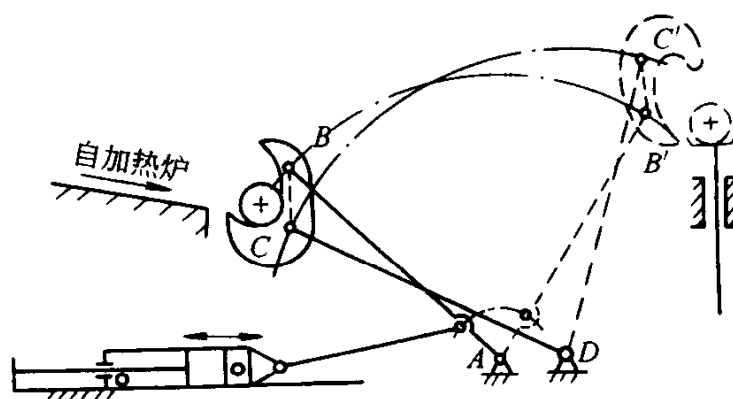


图 2-6 铸锭送料机构

压传动机构。尤其在矿山、冶金等工程机械及自动生产线，经常使用气动和液压传动，图 2-6

所示铸锭送料机构，采用液压缸作动力源，结构简单、紧凑、易于操作。

电动机输出连续转动，与执行机构连接简单，效率高，也有很多方便之处。

2.2.1.5 具有良好的动力特性

尽量采用压力角最小和增力系数比较大的机构，这样可以减少主动件上的力矩或力，提高效率，减小机构尺寸。

如果设计中存在不平衡质量，机械的运转速度又比较高，需要进行平衡设计，降低动载荷，减小振动。

要使执行构件在工作循环中的速度、加速度的变化符合要求，以保证产品质量。

2.2.1.6 考虑安全因素

在执行机构的形式设计中，必须考虑安全问题，防止发生机械损坏甚至人身事故。例如：带传动靠摩擦传动，过载打滑，能起到安全保护作用；蜗轮蜗杆等机构具有反向自锁功能，用于起重机械中，可以防止重物因重力反向滑下。图 2-7 所示飞机起落架机构，利用死点位置，使起落架不会反转，这样降落更加安全可靠。

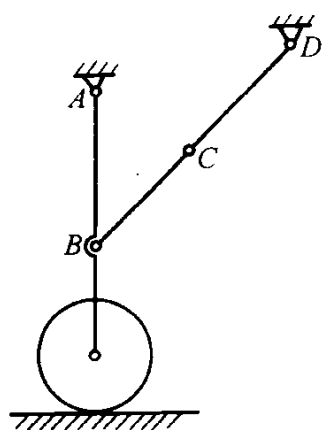


图 2-7 飞机起落架机构

2.2.2 执行机构的选型

执行机构的选型是指根据工作要求，在已有的机构中，进行搜索、比较、选择，选取合适的机构，可见选型需要对现有机构十分了解。

2.2.2.1 常用机构的特点

常用机构的特点见表 2-3。

表 2-3 常用机构的功能及特点

连杆机构	由主动件的转动变为从动件的转动、移动、摆动，可以实现一定轨迹、位置要求；利用死点可用于夹紧、自锁装置；运动副为面接触，承载能力强，但动平衡困难，不宜高速
凸轮机构	由主动件的转动变为从动件的任意运动规律的移动、摆动，但行程不大；运动副为高副，不宜重载
齿轮机构	由主动件的转动变为从动件的转动或移动（齿轮齿条）；功率和转速范围大；传动比准确、可靠
螺旋机构	由主动件的转动变为从动件的转动或移动；可以实现微动、增力、定位等功能；工作平稳，精度高，但效率低，易磨损
棘轮机构	由主动件的转动变为间歇运动，且动程可调；有刚性冲击、噪声大，适用于低速轻载
槽轮机构	由主动件的转动变为间歇运动；转位平稳；有柔性冲击，不适用于高速
挠性件机构	包括带、链、绳传动，一般由转动变为转动；可以实现大距离传动；传动平稳、噪声小，过载打滑；瞬时传动比不准确

2.2.2.2 按实现的运动变换或功能进行机构分类

在机械原理的教材中，为了研究机构的构成理论和方法，将机构按结构特点分类（如表 2-3 所示），分为连杆机构、凸轮机构、齿轮机构等等，但在实际设计中，机构选型是要选用某种机构，实现某种动作转换或具体功能，因此从设计的观念出发，将机构按实现运动变换或功能进行分类（参见表 2-4），这样便于设计时的机构选型及启发灵感进行机构构型。

表 2-4 按实现的运动变换或功能进行机构分类

实现的运动或功能		机 构 型 式
匀速转动	定传动比	平行四边形机构、齿轮机构、轮系、谐波传动机构、摆线针轮机构、带传动机构、链传动机构、双万向联轴节机构等
	变传动比	轴向滑移圆柱齿轮机构、混合轮系变速机构、摩擦轮无级变速机构、挠性无级变速机构等
非匀速转动		双曲柄机构、转动导杆机构、非圆齿轮机构、单万向联轴节机构等
往复运动	往复移动	曲柄滑块机构、移动导杆机构、正弦机构、移动从动件凸轮机构、齿轮齿条机构、螺旋机构、气动、液压机构等
	往复摆动	曲柄摇杆机构、摆动导杆机构、双摇杆机构、曲柄摇块机构、摆动从动件凸轮机构、气动、液压机构等
间歇运动	间歇转动	棘轮机构、槽轮机构、不完全齿轮机构、凸轮间歇运动机构等
	间歇摆动	特殊形式的连杆机构、摆动从动件凸轮机构等
	间歇移动	棘齿条机构、摩擦轮机构等
预定轨迹	直线轨迹	平行四杆机构、连杆近似直线机构、连杆精确直线机构、组合机构等
	曲线轨迹	多杆机构、行星轮系机构、组合机构等
增力及夹持		斜面杠杆机构、肘杆机构等
超越		摩擦式棘轮机构等
行程可调		棘轮调节机构、偏心调节机构、螺旋调节机构、摇杆调节机构、可调式导杆机构等
急回特性		曲柄摇杆机构、偏置式曲柄滑块机构、双曲柄机构、导杆机构、组合机构等
过载保护		带传动机构、摩擦传动机构等

2.2.2.3 按功能元进行机构分类

在功能原理设计中讲到，可以利用形态矩阵得到多种方案，形态矩阵是多个功能元的组合，这里要做的是找到对应每种功能元的机构。表 2-5 是按功能元进行机构分类。

表 2-5 按功能元进行机构分类

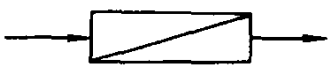
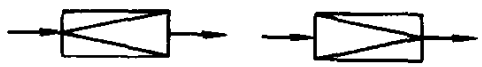
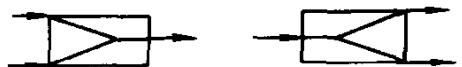
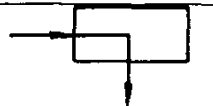
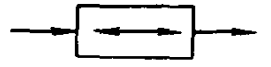
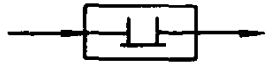
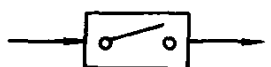
功能元	符 号	机 构 型 式
运动形式转换		连杆机构、凸轮机构、槽轮机构、棘轮机构、齿轮齿条机构、螺旋机构、组合机构等
运动放大与缩小		齿轮机构、轮系机构、带传动机构、链传动机构、螺旋机构、谐波传动机构、摆线针轮机构等
运动合成与分解		差动轮系、差动连杆、差动螺旋机构、二自由度机构等
运动轴向变向		圆锥齿轮机构、螺旋齿轮传动机构、蜗轮蜗杆传动机构、半交叉带传动机构等
运动换向		轮换向机构、棘轮换向机构、滑移齿轮换向机构、行星齿轮换向机构等
运动连接		弹性联轴器、十字滑块联轴器、齿式联轴器、凸缘联轴器、万向节联轴器等
运动离合		摩擦离合器、牙嵌离合器、电磁离合器、超越离合器等

表 2-4 和表 2-5 中只列出了基本的、常见的机构，机构手册中还有更多的机构供参考。另外，需要强调的是实现同一功能有很多机构可以选择，到底选择哪一种呢？除了要遵循选型原则外，还要十分熟悉如表 2-3 所示各机构的特点，结合工作要求对比选择。

例如：要实现往复移动，表中有多种选择，曲柄滑块机构、正弦机构等连杆机构的特点是

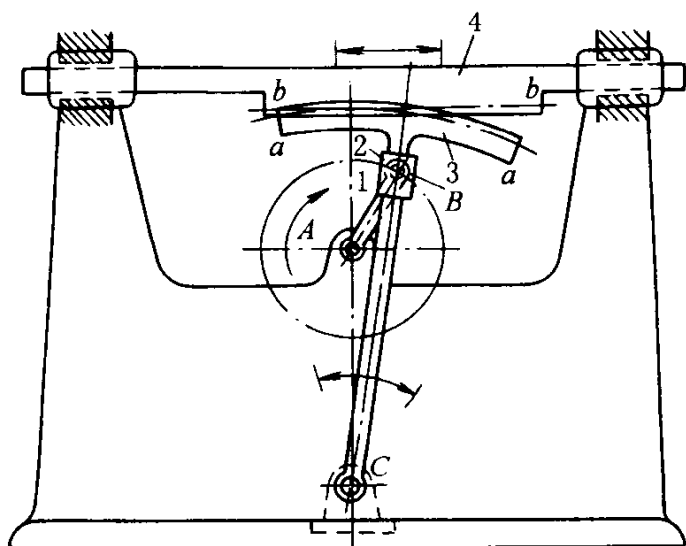


图 2-9 插刀的切削机构 2

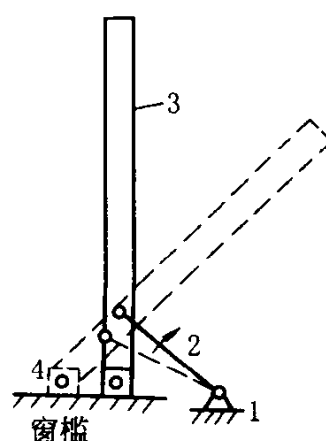


图 2-10 四杆开窗机构

下面以开窗机构为例，看看如何通过演化法进行机构构型的。生活中常见的开窗机构，要求能开启 90° 、具有良好的传力性能、简单实用。首先选择曲柄滑块机构，如图 2-10 所示该机构的缺点是在开启和关闭位置时，传动角为零，原动件 2 不能有效驱动机构，那么只能采用多杆机构。最简单的单自由度多杆机构，即六杆机构如图 2-11(a) 所示，这就是司蒂芬型机构，然后通过变转动副为移动副、改变三副杆的位置，可以演化出多种方案。如图 2-11(b)~(k) 所示，根据工

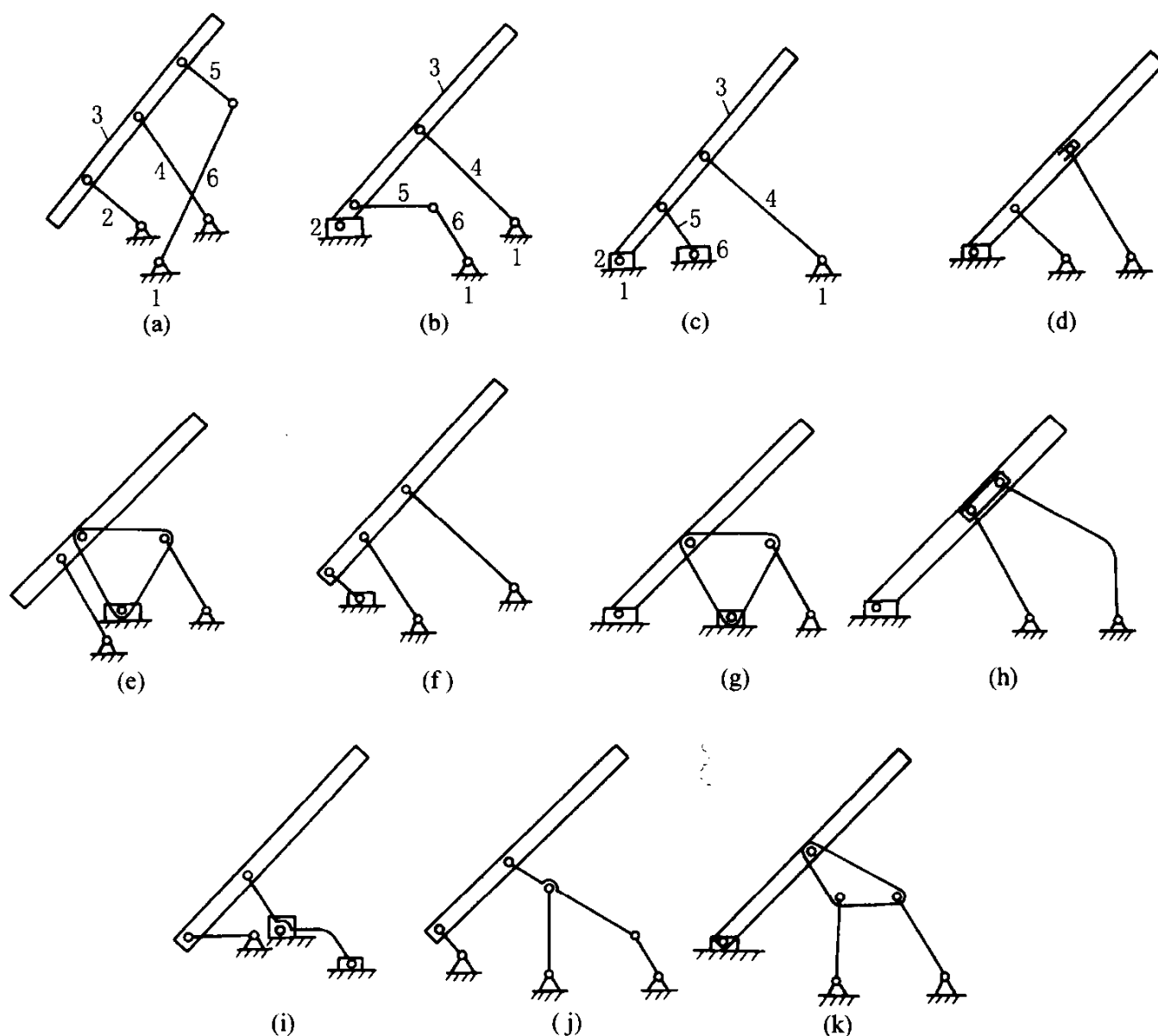


图 2-11 六杆开窗机构