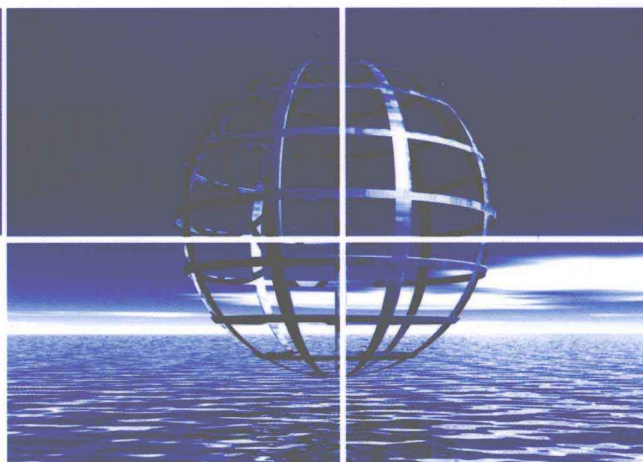


普通高等教育“十二五”规划教材



机械设计 课程设计

第2版

寇尊权 王 多 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



普通高等教育“十二五”规划教材

机械设计课程设计

第2版

主 编 寇尊权 王 多
副主编 李庆华
参 编 崔高健 乔 宏 贺长生
主 审 吴鹿鸣



机械工业出版社

本书是根据教育部机械基础课程教学指导委员会最新修订发布的“机械设计课程教学基本要求”，由吉林大学国家工科机械基础课程教学基地组织国内部分高校共同编写的机械基础系列课程教材之一。

本书反映了机械设计课程改革的最新成果，全书以培养学生机械系统总体方案设计、机械零件强度和结构设计能力的整机设计为主线，加强机械原理、机械设计的基本理论、基础知识、基本技能在工程实际中的应用，同时注重引入先进的设计手段和方法，培养学生的创新设计能力。

全书共分三篇二十三章。第一至九章为课程设计指导，第十至二十一章为设计资料，第二十二、二十三章为设计题目和参考图例。

本书可作为高等学校机械类各专业的教学用书，也可作为非机械类学生以及有关工程技术人员的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

机械设计课程设计/寇尊权, 王多主编. —2 版. —北京: 机械工业出版社, 2011.7

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-111-34610-4

I. ①机… II. ①寇…②王… III. ①机械设计—课程设计—高等学校—教材 IV. ①TH122-41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 118043 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 章承林

责任校对: 申春香 封面设计: 张 静

责任印制: 杨 曦

北京中兴印刷有限公司印刷

2011 年 9 月第 2 版第 1 次印刷

184mm×260mm·13.5 印张·329 千字

标准书号: ISBN 978-7-111-34610-4

定价: 26.00 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

销 售 一 部: (010)68326294

销 售 二 部: (010)88379649

读者购书热线: (010)88379203

门户网: <http://www.cmpbook.com>

教材网: <http://www.cmpedu.com>

封面无防伪标均为盗版



前 言

本书是根据教育部机械基础课程教学指导委员会最新修订发布的“机械设计课程教学基本要求”，由吉林大学国家工科机械基础课程教学基地组织国内部分高校共同编写的机械基础系列课程教材之一。

机械基础系列课程教材系统地反映了教学基地教学改革成果。为适应机械类专业宽口径人才培养的需要，适应降低重心、加强基础和兼顾系统的机械基础教学发展趋势，对机械基础系列课程进行规划与整合，将机械精度设计知识融合在工程图学、机械设计、制造技术基础课程中，并突出了在工程设计中的应用。

本书以培养学生机械系统总体方案设计、机械零件强度和结构设计能力为主线，加强机械原理和机械设计的基本理论、基础知识、基本技能在工程实际中的应用，同时注重引入先进的设计手段和方法，培养学生综合运用先修课程知识能力和创新意识。

本书反映了机械设计课程改革的最新成果，采用了最新的国际或国家标准及规范。

本书适用于机械类、近机械类专业，学时为3周或2周左右的课程设计，既可供机械原理与机械设计综合进行的课程设计使用，也可供机械原理或机械设计单独进行的课程设计使用。

参加本书编写的有吉林大学寇尊权（第一～三、六（不包括绘制图形）、七、十二、十七～十九、二十二（不包括设计题目四）、二十三章），天津大学王多（第四章第一～三节，第二十、二十一章和第二十二章的设计题目四），长春工业大学崔高健（第五、十六章），长春理工大学乔宏（第八、十三章），长春大学贺长生（第九、十一章），长春大学李庆华（第四章第四～五节、第六章的图形绘制、第十、十四、十五章）。本书由寇尊权、王多担任主编，李庆华担任副主编。

本书由国家级教学名师、西南交通大学的吴鹿鸣教授主审，他提出很多宝贵意见和建议。在编写过程中得到天津大学、长春工业大学、长春理工大学和长春大学等院校的大力支持，吉林大学谭庆昌教授对本书的编写给予精心的指导，吉林大学机械原理与设计教研室的教师积极参与机械设计实践教学改革的改革，为本书的编写做了大量的基础工作，在此一并致谢。

由于编者的水平有限，书中难免存在疏漏和错误，欢迎广大读者批评指正。

编 者

2011年春于吉林大学

目 录

前 言

第一篇 课程设计指导

第一章 概述	1	第五节 蜗杆减速器设计要点	54
第一节 课程设计的目的和内容	1	第五章 减速器装配图设计	59
第二节 课程设计的一般步骤	2	第一节 标注尺寸	59
第三节 课程设计中需要注意的问题	3	第二节 编写零件序号	60
第二章 机械系统方案设计与		第三节 编写零件明细栏和标题栏	60
参数计算	4	第四节 减速器的技术特性	61
第一节 执行机构的运动方案	4	第五节 减速器的技术要求	62
第二节 机械传动装置类型与选择	8	第六章 零件工作图设计	64
第三节 机械系统运动简图	12	第一节 零件工作图的内容及要求	64
第四节 执行机构的运动与动力学分析	13	第二节 轴类零件工作图	65
第五节 电动机的选择	20	第三节 齿轮类零件工作图	67
第六节 传动装置的总传动比及分配	23	第四节 铸造箱体零件工作图	70
第七节 传动装置的运动和动力参数		第五节 焊接箱体零件工作图	72
计算	24	第七章 机械零件的三维设计与	
第三章 传动零件设计计算	28	装配	73
第一节 传动零件设计计算要点	28	第一节 机械零件的三维造型	73
第二节 传动零件设计计算中的数据		第二节 机械零件的三维装配	75
处理	28	第三节 机械零件和部件的视图	76
第四章 减速器装配草图设计	30	第八章 编写设计计算说明书	78
第一节 装配草图设计的准备阶段	30	第一节 设计计算说明书的内容	78
第二节 初绘装配草图及主要承载		第二节 设计计算说明书的要求	78
零件校核阶段	34	第三节 设计计算说明书的书写格式	79
第三节 完成减速器装配草图及检查		第九章 答辩	80
修改阶段	39	第一节 答辩的准备	80
第四节 锥齿轮减速器设计要点	51	第二节 复习思考题	80

第二篇 设计资料

第十章 一般标准和规范	85	技术条件	86
第一节 一般标准	85	Y 系列 (IP44) 三相异步电动机外形和	
机械传动效率和传动比概略值	85	安装尺寸	87
Y 系列 (IP44) 三相异步电动机		YB2 系列隔爆型 (Exd II CT1~T4)	

三相异步电动机	87	圆螺母	107
标准尺寸（直径、长度、高度等）	88	圆螺母用止动垫圈	107
圆柱形轴伸及机器轴高	89	标准型弹簧垫圈	108
图纸幅面	90	第四节 轴向定位零件	109
绘图比例	90	螺钉紧固轴端挡圈、螺栓紧固	
第二节 零件的结构要素	90	轴端挡圈	109
齿轮滚刀外径尺寸	90	孔用弹性挡圈—A 型	110
砂轮越程槽	91	轴用弹性挡圈—A 型	111
配合表面处的圆角半径和倒角尺寸	91	第十二章 键联接和销联接	112
中心孔	91	普通型 平键 键槽的剖面	
中心孔表示法	92	尺寸	112
圆柱形零件自由表面过渡圆角半径	92	圆锥销、圆柱销	113
铸造斜度	93	第十三章 滚动轴承	114
铸造过渡尺寸	93	第一节 滚动轴承标准	114
铸造外圆角半径	93	圆柱滚子轴承	114
铸造内圆角及过渡尺寸	94	深沟球轴承	116
第三节 焊缝符号	94	角接触球轴承	119
常用焊缝的基本符号及标注示例	94	圆锥滚子轴承	121
常见焊缝标注示例	95	第二节 滚动轴承的配合及相配件	
第十一章 螺纹和螺纹联接件	96	精度	124
第一节 螺纹	96	与向心轴承配合轴颈的公差带	124
普通螺纹直径与螺距系列、粗牙普通		与向心轴承配合外壳孔的公差带	124
螺纹基本尺寸	96	与向心轴承配合轴颈和外壳孔的	
细牙普通螺纹基本尺寸	97	形位公差值	125
普通螺纹公差带	97	与向心轴承配合轴颈和外壳孔的	
螺纹旋合长度	97	表面粗糙度	125
梯形螺纹最大实体牙型尺寸	98	第三节 滚动轴承的游隙	125
梯形螺纹基本尺寸	98	滚动轴承的轴向游隙	125
梯形内、外螺纹推荐公差带	99	第十四章 润滑与密封	126
梯形螺纹旋合长度	100	第一节 润滑剂	126
第二节 螺纹零件的结构要素	100	常用润滑油的性质和用途	126
紧固件用通孔及沉孔尺寸	100	常用润滑脂的性质和用途	127
粗牙普通螺纹的余留长度、钻孔		第二节 润滑装置	127
余留深度	101	直通式压注油杯	127
普通螺纹的退刀槽和倒角	101	旋盖式油杯	127
第三节 螺纹联接件	102	第三节 密封标准件	128
六角头螺栓	102	毡圈油封与槽的尺寸	128
六角头铰制孔用螺栓 A 和 B 级	102	J 形无骨架橡胶油封	128
内六角圆柱头螺钉	103	内包骨架旋转轴唇形密封圈	128
十字槽沉头螺钉、十字槽盘头螺钉	104	O 形橡胶密封圈	129
双头螺柱	105	挡油环	129
六角螺母—A、B 级粗牙	106	第十五章 减速器附件	130
六角螺母—C 级	106		

第一节 非标准附件	130	减速器箱体、轴承端盖及轴承套杯加工	
检查孔与检查孔盖	130	表面粗糙度 Ra 的推荐值	148
吊耳和吊钩结构尺寸	130	第十八章 常用工程材料	149
凸缘式轴承盖	131	碳素结构钢	149
嵌入式轴承盖	131	优质碳素结构钢	149
油标尺	131	合金结构钢	150
通气塞	132	一般工程用铸造碳钢件、灰铸铁件	
通气器	132	和球墨铸铁件	150
外六角螺塞和封油垫	132	工业用毛毡	151
第二节 标准附件	133	软钢纸板	151
压配式圆形油标	133	铸造铜合金	151
长形油标	133	第十九章 渐开线圆柱齿轮精度	152
吊环螺钉及沉孔的尺寸	134	第一节 齿轮精度等级、公差与	
吊环螺钉最大起重重力	135	极限偏差项目	152
减速器估重 W	135	齿轮精度等级与齿轮的圆周速度关系	152
第十六章 联轴器	136	齿轮公差、极限偏差项目及侧隙	152
联轴器轴孔和联结形式与尺寸	136	齿轮的 F_p 、 $\pm f_{pt}$ 和 F_a 值	152
弹性柱销联轴器	137	齿轮螺旋线总偏差 F_β 和径向跳动	
弹性套柱销联轴器	138	公差 F_r 值	153
梅花形弹性联轴器	139	第二节 齿轮副的侧隙	153
凸缘联轴器	140	标准齿轮弦齿厚及其极限偏差	153
滚子链联轴器	141	标准齿轮公法线长度及其极限偏差	154
JMI 型膜片联轴器	142	齿轮副中心距极限偏差 $\pm f_a$	154
第十七章 极限与配合、几何公差和		齿轮切齿时的径向进刀公差 b_t	154
表面粗糙度	143	第三节 齿轮坯公差	154
第一节 极限与配合	143	齿轮坯公差	155
标准公差数值	143	齿轮齿面和基准面的表面粗糙度	
孔的极限偏差值	143	Ra 值	155
轴的极限偏差值	144	齿轮副轴线平行度公差	
轮毂与轴的配合	145	$f_{\Sigma\phi}$ 、 $f_{\Sigma p}$	155
滚动轴承、轴套及轴承盖的配合	145	齿轮装配后的接触斑点	155
第二节 几何公差	145	第四节 图样标注	155
几何公差和公差等级推荐	145	第二十章 锥齿轮与准双曲面齿轮	
圆度、圆柱度公差值	146	精度	157
平行度、垂直度、倾斜度公差值	146	第一节 精度等级和齿轮的检验项目	157
同轴度、对称度、圆跳动和全跳动		锥齿轮及齿轮副公差组和检验项目	157
公差值	147	齿距累积公差 F_p 值	157
直线度、平面度公差值	147	锥齿轮的 F_r 、 $\pm f_{pt}$ 和齿轮副的	
第三节 表面粗糙度	148	$F_{i\Sigma c}$ 、 $f_{i\Sigma c}$	158
齿（蜗）轮加工表面粗糙度的		锥齿轮接触斑点	158
推荐值	148	齿圈轴向位移极限偏差 $\pm f_{AM}$ 值	158
轴加工表面粗糙度的推荐值	148	轴间距和轴交角的极限偏差值	159

第二节 齿轮副侧隙	159	蜗杆、蜗轮及蜗杆传动的公差组检验	
最小法向侧隙 $j_{n\min}$ 值	159	项目	163
齿厚上偏差 E_{ss} 值	160	蜗杆的公差或极限偏差值	163
最大法向侧隙 $j_{n\max}$ 的制造误差补偿		蜗轮的公差或极限偏差值	164
部分 $E_{s\Delta}$ 值	161	蜗杆传动副的安装精度	164
齿厚公差 T_s	161	蜗杆传动接触斑点的要求	164
第三节 齿坯检验与公差	161	第二节 蜗杆传动的侧隙	165
齿坯尺寸公差	161	传动的最小法向侧隙 $j_{n\min}$ 值	165
齿坯轮冠距和顶锥角极限偏差	161	蜗杆齿厚上偏差 E_{ss1} 中的误差补偿	
齿坯顶锥母线跳动和基准端面跳动		部分 $E_{s\Delta}$ 值	165
公差	162	蜗杆齿厚公差 T_{s1} 和蜗轮齿厚	
第四节 图样标注	162	公差 T_{s2}	166
第二十一章 圆柱蜗杆、蜗轮精度	163	第三节 齿坯公差	166
第一节 精度等级和蜗杆、蜗轮的		蜗杆、蜗轮齿坯公差	166
检验与公差	163	第四节 图样标注	166

第三篇 设计题目和参考图例

第二十二章 设计题目	169	三、二级圆柱齿轮减速器(油润滑)	186
一、牛头刨床	169	四、二级同轴式圆柱齿轮减速器	188
二、插床机械	171	五、一级锥齿轮减速器	190
三、压床机械	173	六、锥齿轮-圆柱齿轮减速器	192
四、抽油机	175	七、一级蜗杆减速器(箱体外凸)	194
五、螺旋输送机的传动装置	177	八、一级蜗杆减速器(加强肋在外侧)	196
六、铸造车间型砂输送机的传动装置	178	第二节 常用减速器零件图示例	198
七、铸造车间碾砂机的传动装置	178	一、轴类零件图	199
八、热处理车间链板式运输机的		二、圆柱齿轮零件图	200
传动装置	179	三、锥齿轮零件图	201
九、化工车间链板式运输机的		四、蜗轮零件图	202
传动装置	179	五、铸造箱座零件图	203
第二十三章 参考图例	181	六、焊接箱座零件图	204
第一节 常用减速器装配图示例	181	参考文献	205
一、一级圆柱齿轮减速器	182	读者信息反馈表	
二、二级圆柱齿轮减速器(脂润滑)	184		

第一篇 课程设计指导

第一章 概 述

第一节 课程设计的目的和内容

一、课程设计的目的

课程设计是机械设计课程的重要实践性教学环节，是一次较全面的设计训练。其主要目的如下：

1) 综合运用机械原理、机械设计和其他先修课程的理论和知识，以课程设计为载体，通过设计实践，培养学生理论联系实际的正确设计思想，以及分析和解决工程实际问题的能力。

2) 通过掌握简单通用机械设计的一般方法和步骤，为从事机械工程设计打下良好的基础。

3) 培养学生设计、计算、图形实现和运用国家标准和规范的能力，初步掌握现代设计方法在机械设计中的应用。

二、课程设计的内容

机械设计课程设计通常选择一般用途的机械传动装置或简单机械作为设计对象，如图 1-1 所示。

机械设计课程设计通常包括下列设计内容：

1) 机械系统方案的拟订。

2) 机械系统运动、动力参数计算。

3) 传动零件设计，如带、链传动设计，齿轮传动及蜗杆传动设计等。

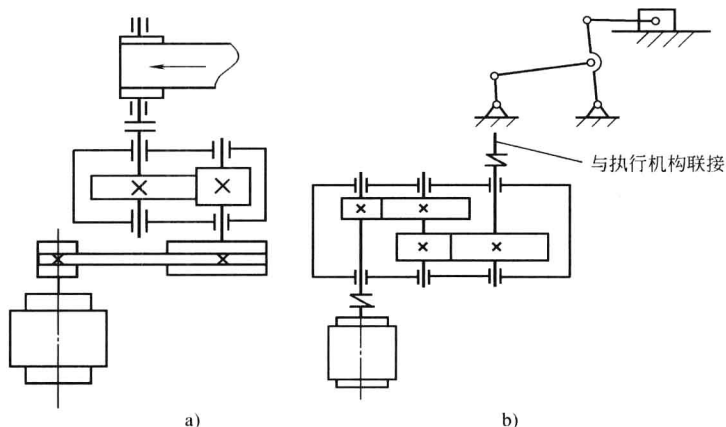


图 1-1 机械传动装置或简单机械

a) 带式输送机 b) 工件输送机

4) 减速器装配草图设计, 包括轴的结构设计, 滚动轴承的选择, 键和联轴器的选择及校核, 箱体、润滑及附件设计。

5) 减速器装配图设计。

6) 零件工作图设计。

7) 机械零件的三维造型与装配 (此内容可根据学生选修课程的情况选做)。

8) 编写设计计算说明书。

课程设计一般要求每个学生完成以下工作:

1) 减速器装配图 1 张 (A0)。

2) 零件工作图 2~3 张——轴 (A2)、齿轮 (A2) 和箱体 (A1) 等。

3) 设计计算说明书一份。

完成规定的全部工作后, 应进行课程设计答辩。

第二节 课程设计的一般步骤

课程设计的步骤一般按以下几个阶段进行。

一、设计准备

1) 阅读和研究设计任务书, 明确设计内容和要求, 分析原始数据及工作条件。

2) 观看模型、实物、电视录像, 进行减速器拆装实验, 阅读有关设计资料、图册等, 初步了解简单机械系统的组成方案、减速器的类型与结构。

3) 拟订设计计划, 准备设计资料和用具。

二、机械系统的方案设计

1) 拟订执行机构的运动方案, 绘制执行机构运动简图。

2) 选择传动装置的类型。

3) 绘制机械系统运动简图。

三、机械系统运动、动力参数计算

1) 执行机构的运动与动力分析。

2) 选择电动机。

3) 总传动比计算及传动比分配。

4) 传动装置的运动、动力参数计算。

四、传动零件的设计计算

1) 减速器以外传动零件的设计计算。如带传动、链传动、开式齿轮传动等。

2) 减速器内传动零件的设计计算。如齿轮传动、蜗杆传动等。

五、减速器装配草图设计

1) 选择联轴器, 初定轴的直径。

2) 画出轴系结构, 选定轴承型号, 确定轴承支点间的距离, 校核轴与键联接的强度, 计算轴承的寿命, 必要时根据计算结果进行修改。

3) 设计轴承组合的结构, 画出箱体和各附件的结构、位置, 全面完成装配草图。

六、装配图和零件工作图设计

1) 减速器装配图设计。

2) 零件工作图设计。

七、机械零件的三维造型与装配

八、整理并编写设计计算说明书

九、设计总结与答辩

第三节 课程设计中需要注意的问题

1) 机械设计课程设计是第一次较全面的设计实践，它为以后的机械设计工作打下良好基础，具有重要意义。在设计过程中只有严肃认真、刻苦钻研、一丝不苟、精益求精，才能在设计思想、方法和技能方面获得较好的锻炼和提高。

2) 设计中要充分发挥主动性，积极思考，独立完成设计任务。设计能力依赖于长期设计实践的逐渐提高，在设计工作中能否很好地利用已有的设计资料，传承这些经验和成果，是设计工作能力的重要体现。但是，根据新的设计任务和具体工作条件进行具体分析，在参考已有资料的基础上创造性地进行设计、构思，更是工程技术人员不可缺少的能力。所以，在课程设计中只有正确处理好现有资料与创新设计的关系，才能保证设计质量，提高设计能力。

3) 树立标准化意识，正确使用标准和规范。在设计中正确地运用标准和规范，有利于机械零件的互换性和加工工艺性，减少设计工作量，提高产品质量，从而收到良好的经济效益。在设计中是否遵循国家标准和规范，也是评价设计质量的一项重要指标。对于需要外购的标准件（螺栓、滚动轴承等）应采用标准规格；对于自行加工的标准件（键、联轴器等），其主要尺寸一般应按标准规定；对于小规模生产的自制件，如遇到设计与标准相矛盾时，才可以以设计要求为主，自行设计制造。另外，对于设计中一些非标准件的某些尺寸，如箱体宽度、轮毂宽度等，也应尽量取为标准尺寸（见表 10-5），以利于制造、测量和安装。

4) 正确处理强度计算和结构工艺性等要求的关系。任何机械零件的结构及尺寸都不可能完全由强度计算确定，而应该综合考虑加工和装配工艺、经济性和使用条件等。因此，不能把设计片面地理解为就是理论计算，或者把这些计算结果看成是绝对不可改动的，而应认为进行强度等理论计算只是为确定零件的尺寸提供一个方面的依据，零件的具体结构和尺寸还要通过画图，考虑其工艺性、经济性以及零件间相互装配关系最后确定。有时也可以根据结构和工艺的要求先确定结构尺寸，然后校核强度等方面的要求。在有些场合还可利用综合考虑强度、结构工艺性、刚度等方面的经验确定零件的结构尺寸，如齿轮轮毂厚度、减速器箱体壁厚等就是按经验公式计算出近似值，然后作适当的圆整。这就是说设计工作不能把计算和绘图截然分开，而应互相依赖、互相补充、交叉进行。边计算、边画图、边修改是设计工作的正确方法。

5) 树立绿色产品设计意识，培养全面考虑产品的材料选择、可回收性、可拆卸性以及新技术、新工艺和新能源的设计等方面的能力。

第二章 机械系统方案设计与参数计算

机械系统包括原动机、传动装置和执行机构。机械系统方案设计的内容应从原动机选择、执行机构运动方案、传动装置类型与选择三个方面进行分析，画出执行机构和机械传动系统运动简图。然后确定执行机构的尺寸，进行运动学和动力学分析，计算传动装置的运动和动力参数。一般首先要确定执行机构的运动方案。

第一节 执行机构的运动方案

一、执行构件的运动形式与基本机构

为使执行机构满足机械的功能要求，首先应将机械的总功能分解成若干个分功能，每个分功能由一个机构去完成。执行构件就是根据机构的功能要求去完成规定的动作。如图 2-1 所示，冲压机的总功能就可分解为滑块 5 上下移动的冲压功能和滑块 8 的自动送料功能。

执行构件的运动形式有回转运动、直线运动和曲线运动三种。按运动有无往复性和间歇性，基本运动可分为单向转动、往复摆动、单向移动、往复移动和间歇运动。曲线运动则是由两个或两个以上基本运动合成的复合运动。

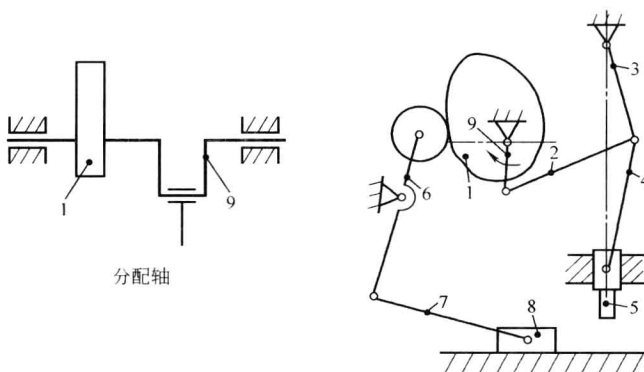


图 2-1 冲压机执行机构系统

1—凸轮 2、4、7—连杆 3、6—摇杆 5、8—滑块 9—曲柄

原动机的种类繁多，随着现代控制技术的发展，新型电动机（如变频电动机、伺服电动机、直线电动机等）的出现，在许多场合已可大大简化传统的机械传动链。因此设计中可创造性地选用新型电动机。原动机最普遍的运动形式是转动，当原动机运动的单一性与生产要求执行构件具有的运动多样性之间存在矛盾时，可应用各种不同的机构进行运动变换。运动变换包括运动形式、运动速度和运动方向的变换及运动合成（或分解）等。实现运动变换的基本机构类型、特点及适用性见表 2-1。

基本机构的运动形式变换可用图 2-2 表示。当已知要进行的运动变换可以方便地从图中选出相应的机构。例如要将转动变换成移动，从图中可选出曲柄滑块机构、齿轮齿条机构、螺旋机构、正弦机构等。

基本机构所能实现的运动规律或运动轨迹都具有一定的局限性。为使机构满足复杂的运动特性要求，扩大其使用范围，可对基本机构进行演化或采用组合法以创造出新的机构。组合法是运用串联、并联、时续等方式，将两个或多个基本机构按一定的关系连接，组成具有

复杂功能的新机构或机构系统。图 2-1 所示的冲压机就可看成是由曲柄摇杆机构与曲柄滑块机构串联而成的，也可看成是在曲柄摇杆机构的摇杆上加接一个连杆滑块组扩充而成的。关于机构组合内容请参见“机械原理”课程的有关内容。

表 2-1 基本机构类型、特点及适用性

机构名称		运动变换	特点	适用范围或应用举例
平面连杆机构		可将单向转动变换为往复摆动或移动，一般具有运动可逆性	1. 改变构件相对长度可实现不同的运动要求 2. 连杆曲线可满足不同的轨迹设计要求 3. 低副机构，铰链磨损小，承载能力高	主要用于运动形式和运动速度的变换，不适于高速运动
凸轮机构	盘形凸轮	可将凸轮的转动（往复移动）变成推杆的往复移动或摆动	1. 推杆可实现预期任意运动规律的往复运动 2. 高副接触，易磨损，承载不宜太大 3. 受压力角和机构紧凑性限制，推程不宜太大	适用于各种机械的控制及辅助传动，应用于自动机床、印刷机械等自动、半自动机械中
	圆柱凸轮	可将凸轮的转动变成与之垂直方向的往复移动或摆动		
间歇运动机构	棘轮机构	可将往复摆动变为间歇转动	可实现有单向停歇的转动，但高速运动时冲击、噪声较大	用于各种转位机构或进给机构，适于低速机械
	槽轮机构 不完全齿轮机构	可将单向连续转动变为单向间歇转动		
斜面机构		将移动变为另一方向的移动， $\lambda \leq \varphi$ 时有自锁性	1. 面接触，可承受较大的载荷 2. 位移小，增力较大 3. 效率低	斜面压力机
螺旋机构		将转动变为与之垂直方向的移动， $\lambda \leq \varphi_v$ 时有自锁性		台虎钳，螺旋压力机，千斤顶等
摩擦轮机构	圆柱摩擦轮	可传递两平行轴运动	1. 靠两轮间摩擦传递运动和动力，结构简单 2. 具有过载保护性 3. 效率低	用于转动比要求不严格、载荷不大的高速传动
	圆锥摩擦轮	可传递两相交轴运动		
齿轮机构	圆柱齿轮	可传递两平行轴匀速运动	1. 瞬时传动比恒定 2. 传递功率大，速度高 3. 精度高，效率高，寿命长	广泛用于各种机械的传动系统和变速机构中，用以变换速度大小和运动轴线的方向
	锥齿轮	可传递两相交轴匀速运动		
	交错轴斜齿轮	可传递两交错轴匀速运动	点接触，易磨损，承载能力小	
	蜗杆蜗轮		传动比大，平稳，发热量大，效率低	
带传动	V 带传动	可变换运动速度	1. 摩擦传动，具有过载保护性能 2. 有弹性滑动，传动精度低	可实现较远距离的传动，适于较高转速
	平带传动	可变换运动速度和方向		
链传动		可变换运动速度	啮合传动，有多边形效应，运动均匀性较差	可实现较远距离的传动，适于低速传动

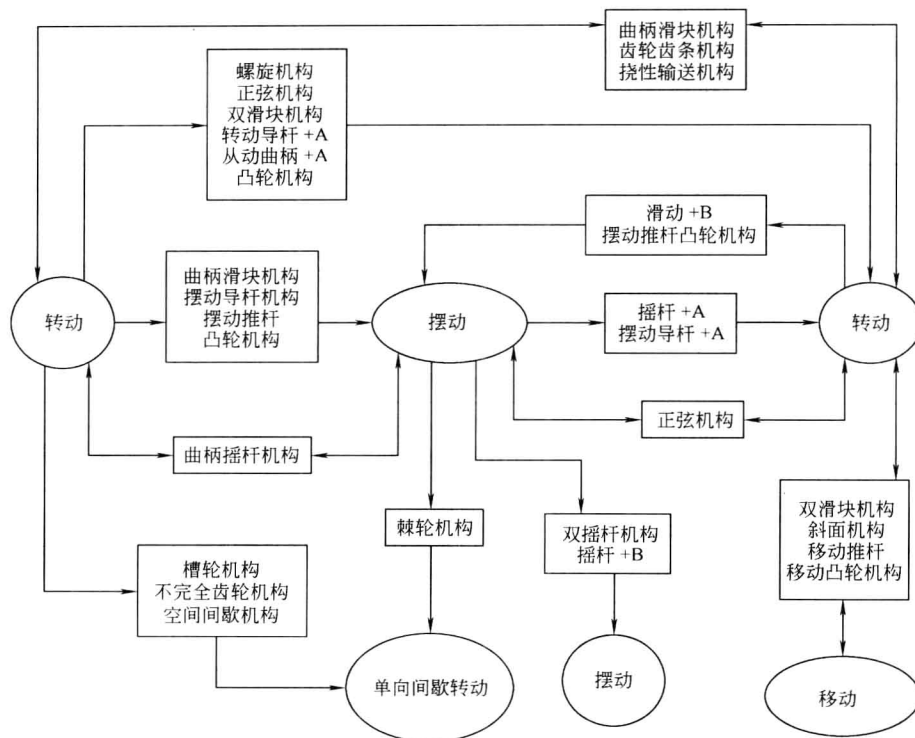


图 2-2 基本机构的运动形式变换

A—连杆滑块组 B—铰接二杆组

二、机构类型选择的一般要求

1. 实现机械的功能要求

机械的功能要求是选择机构类型的先决条件，且满足这一条件的机构也只是待选方案，还应通过进一步分析比较，才能作出选择。

2. 满足机械的功能质量要求

机构运动方案的多解性使设计者可以拟定出许多不同的方案，但它们彼此的功能质量差异却可能十分悬殊。从运动功能质量来看，应选择实现所需运动规律、运动轨迹、运动参数准确度高的机构，对有急回、自锁、增程、增力或利用死点位置要求的，也应选择具有相应性能且可靠性高的机构。从动力功能质量来看，应选择传力性能好，冲击、振动、磨损、变形小和运动平稳性好的机构。

3. 满足经济适用性要求

为减少功耗，应优先选用机械效率高的机构，而且机构运动链要尽量短，即构件和运动副数目要尽量少。

此外，所选机构类型还应符合生产率高、体积小、工艺性好、易于维修保养等技术经济要求。

三、执行机构运动方案

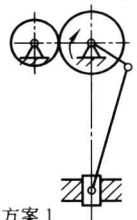
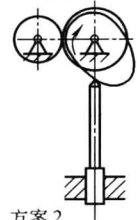
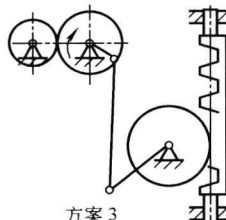
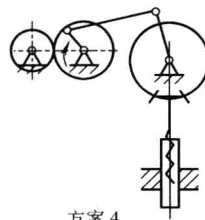
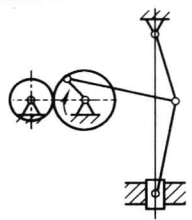
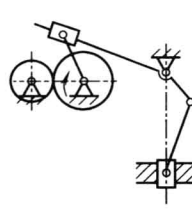
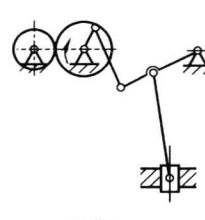
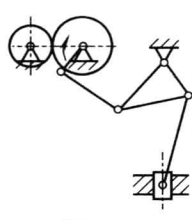
1. 机构的选择与评价

当机械的总功能分解为各执行构件的运动后，应考虑选用哪种类型的机构来实现。选择

机构时可按照运动形式、运动速度和运动方向变换等需要，通过检索表 2-1 和图 2-2 选取合适的机构。在表 2-2 所示的冲压机冲压机构部分运动方案中，方案 1、2、5 是运用机构组合法构思出来的机构，方案 3、4、6 是运用机构串联组合法构思出来的。对现有功能类似机械中的机构进行分析，取其精华，在继承的基础上也可构思出符合设计要求的机构。这样便可以构思出众多满足运动要求的运动方案。对这些方案应根据机构选择的一般要求，从机构功能、功能质量和经济适用性三方面列出相关项目进行分析比较，从中选出最佳方案。对难以直接作出判断的，经定量评价后再选出最佳方案。

例如，冲压机的冲压机构，根据功能要求，考虑功能参数（如生产率、生产阻力、行程和行程速度变化系数等）及约束条件，可以构思出一系列运动方案，见表 2-2。

表 2-2 冲压机冲压机构部分运动方案

 方案 1	 方案 2	 方案 3	 方案 4
 方案 5	 方案 6	 方案 7	 方案 8

对以上方案进行初步分析，结果见表 2-3。从表中不难看出，方案 1、2、3、4 的性能明显较差；方案 6 尚可行；方案 5、7、8 有较好的综合性能，且各有特点，这三个方案可作为备选方案，待运动设计、运动学和动力学分析后，通过定量评价选出最优方案。

表 2-3 冲压机部分运动方案定性分析

方 案 号	主要性能特征											
	功 能		功能质量				经济适用性					
	运动变换	增力	加压时间①	一级传动角②	二级传动角②	工作平稳性	磨损与变形	效率	复杂性	加工装配难度	成本	运动尺寸
1	满足	无	较短	较小	—	一般	一般	高	简单	易	低	最小
2	满足	无	长	小	—	冲击	剧烈	较高	简单	较难	一般	较小
3	满足	弱	较长	小	大	平稳	一般	高	复杂	最难	较高	大
4	满足	强	短	较大	—	平稳	强	低	最复杂	最难	较高	较大
5	满足	强	较长	小	较大	一般	一般	高	较简单	易	低	最大
6	满足	较强	较短	最大	较大	一般	一般	高	较简单	较难	低	较大
7	满足	较强	较长	大	很大	一般	一般	高	较简单	易	低	较大
8	满足	较强	较长	较大	大	一般	一般	高	较简单	易	低	较大

注：评价项目因机构功能不同而不同。
① 加压时间是指在相同施压距离内，下压模移动所用的时间。时间越长则越有利。
② 一级传动角指四杆机构的传动角；二级传动角指六杆机构中后一级四杆机构的传动角。

2. 执行机构系统运动方案的形成

机器中各执行机构都可按前述方法构思出来，并进行评价，从中选出最佳方案。将这些机构有机地组合起来，即可形成一个运动和动作协调配合的执行机构系统。为使各执行构件的运动、动作在时间上相互协调配合，各机构的原动件通常由同一构件（分配轴）统一控制。例如冲压机中的冲压机构采用表 2-2 中的方案 5，送料机构采用凸轮机构与摇杆滑块机构组合。由于送料动作与冲压动作必须协调一致，故将冲压机构的原动件曲柄与送料机构的原动件凸轮由同一构件（分配轴）统一控制，组成冲压机构系统，如图 2-1 所示。

当机械对各执行构件之间的动作无严格协调配合要求时，为简化机构，方便布置，经技术经济评价后，各机构也可单独设原动机驱动。机械中的各机构的动作要求协调配合时，通常用工作循环图表明在机械的一个工作循环中各机构的运动配合关系。由工作循环图确定的机构协调运动参数，是各机构运动设计的必要条件之一，也是机械系统装配及调试的重要依据。机构工作循环图的编制可参见有关资料。

第二节 机械传动装置类型与选择

机械传动装置的功能是根据机械的总体布置要求，解决原动机与执行机构系统之间的运动联系及运动速度和运动方向变换，使它们之间运动参数相匹配。设计时要先确定传动方案，画出传动系统运动简图。

一、传动机构类型的比较

选择传动机构的类型是拟定传动方案的重要一环，通常应考虑机器的动力、运动和其他要求，再结合各种传动机构的特点和适用范围，通过分析比较，合理选择。常用传动机构的性能及适用范围见表 2-4。在某些简单机械中，常用减速器作为主要传动装置。常用减速器的形式、特点及其应用见表 2-5。

表 2-4 常用传动机构的性能及适用范围

传动机构 选用指标	平带传动	V 带传动	摩擦轮传动	链传动	齿轮传动		蜗杆传动
功率/ kW (常用值)	小 (≤20)	中 (≤100)	小 (≤20)	中 (≤100)	大 (≤50000)		小 (≤50)
单级传动比 (常用值) (最大值)	2~4 6	2~4 7	≤5~7 15~25	2~5 7	圆柱齿轮 3~5 7	锥齿轮 2~3 6	7~40 80
传动效率	中	中	中	中	高		低
许用的线速度 /(m · s ⁻¹)	≤25	≤25~30	≤15~25	≤40	6 级精度 直齿≤18 非直齿≤36 5 级精度达 100		≤15~35
外廓尺寸	大	大	大	大	小		小
传动精度	低	低	低	中等	高		高
工作平稳性	好	好	好	较差	一般		好
自锁能力	无	无	无	无	无		可有

(续)

传动机构 选用指标	平带传动	V带传动	摩擦轮传动	链传动	齿轮传动	蜗杆传动
过载保护作用	有	有	有	无	无	无
使用寿命	短	短	短	中等	长	中等
缓冲吸振能力	好	好	好	中等	差	差
制造及安装精度	低	低	中等	中等	高	高
润滑条件	不需	不需	一般不需	中等	高	高
环境适应性	不能接触酸、碱、油类、爆炸性气体		一般	好	好	好

表 2-5 常用减速器的形式、特点及其应用

名 称	简 图	传动比 i 范围		特点及应用
		一般	最大值	
一级圆柱 齿轮减速器		直齿 $i \leq 4$ 斜齿 $i \leq 6$	10	轮齿可为直齿、斜齿或人字齿。箱体常用铸铁铸造，支承多采用滚动轴承，只有重型或高速时才采用滑动轴承
圆柱 齿轮 减速器		8~40	60	为二级减速器中应用最广泛的一种。齿轮相对于轴承不对称，要求轴具有较大的刚度。输入输出轴上的齿轮常布置在远离轴输入输出端的一边，以减小因弯曲变形所引起的载荷沿齿宽分布不均。高速级常用斜齿，低速级可用斜齿或直齿。建议用于载荷较平稳的场合。图 a 输入和输出端只能在减速器的异侧，而图 b 既可以在异侧，也可以在同侧
		8~40	60	低速轴上的齿轮相对于轴承为对称布置，载荷沿齿宽分布较均匀。中间轴危险断面上的转矩是传递转矩的一半。高速级多采用斜齿，同一轴上齿轮一边右旋，另一边左旋，轴向力可抵消。但结构较复杂，需多用一对齿轮，轴向尺寸较大。建议用于变载荷场合
		8~40	60	箱体长度较小，两大齿轮浸油深度可以大致相同。但减速器轴向尺寸及重量较大；高速级齿轮的承载能力不能充分利用；中间轴承润滑困难；中间轴较长，刚性差；仅能有一个输入端和输出端，限制了传动布置的灵活性
三级展开 式圆柱齿轮 减速器		40~200	400	传动比大，其余与二级展开式圆柱齿轮减速器相同