



机械设计基础课程设计

(第4版)

● 主编 孟玲琴 王志伟

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

机械设计基础课程设计

(第4版)

主 编	孟玲琴	王志伟	
副主编	姬晨平	徐永新	赵永刚
参 编	冯长勇	张 涛	武正权
	司忠志	胡蓬辉	柴艳荣
主 审	张 鄂		

 **北京理工大学出版社**

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书第4版是在第3版的基础上,根据近年来教学实践改革,结合第3版的使用经验及相关标准的更新修订而成。本书共分为三部分:第一部分为机械设计基础课程设计指导,包括绪论,机械传动系统的总体设计,减速器的构造、润滑和传动零件的设计,圆柱齿轮减速器装配工作图设计,圆锥—圆柱齿轮减速器装配工作图设计,圆柱蜗杆减速器装配工作图设计,减速器零件工作图设计,编写课程设计说明书,课程设计总结和答辩准备等内容;第二部分为机械设计基础课程设计参考图例,包括常用的减速器装配工作图参考图例和减速器零件工作图参考图例;第三部分为机械设计基础课程设计常用标准和规范,包括常用机械材料,常用设计数据和一般设计标准,电动机,连接件和紧固件,滚动轴承,润滑与密封,公差配合、表面粗糙度和齿轮、蜗杆传动精度等内容。

本书可作为高等院校机械类和近机械类各专业“机械设计基础课程设计”的教材,也可供有关专业师生和工程技术人员参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础课程设计 / 孟玲琴, 王志伟主编. —4版. —北京: 北京理工大学出版社, 2017. 9

ISBN 978-7-5682-4899-0

I. ①机… II. ①孟… 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 (2017) 第 246315 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(总编室)

(010)82562903(教材售后服务热线)

(010)68948351(其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 三河市天利华印刷装订有限公司

开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 / 16

插 页 / 9

字 数 / 393 千字

版 次 / 2017 年 9 月第 4 版 2017 年 9 月第 1 次印刷

定 价 / 59.80 元

责任编辑 / 赵 岩

文案编辑 / 梁 潇

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 李 洋

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

前 言

“机械设计基础课程设计”是继“机械设计基础”课程学习后设置的一个理论联系实际的重要实践性教学环节，是使学生在理论学习和生产实践基础上迈向工程设计的一个转折点。随着机械设计国家标准的更新，本教材也历经修订至第4版。自2007年8月（第1版）出版以来，至今第4版已十多次印刷达数十万册，受到兄弟院校师生厚爱，已有多所学校使用本书作为教材。

本书编写的指导思想是：将机械传动系统方案设计、机械传动强度设计以及零部件结构设计等内容有机结合，达到强化学生的机械系统设计意识、培养产品总体设计能力的目的；以机械传动系统方案设计和零部件结构设计为课程设计重点，强化学生的创新意识，培养解决实际问题能力；强化学生现代设计意识，培养知识综合运用能力。

本书共分三部分：第一部分为机械设计基础课程设计指导，包括绪论，机械传动系统的总体设计，减速器的构造、润滑和传动零件的设计，圆柱齿轮减速器装配工作图设计，圆锥—圆柱齿轮减速器装配工作图设计，圆柱蜗杆减速器装配工作图设计，减速器零件工作图设计，编写课程设计说明书，课程设计总结和答辩准备等内容；第二部分为机械设计基础课程设计参考图例，包括常用的减速器装配工作图参考图例和减速器零件工作图参考图例；第三部分为机械设计基础课程设计常用标准和规范，包括常用机械材料，常用设计数据和一般设计标准，电动机，连接件和紧固件，滚动轴承，润滑与密封，公差配合、表面粗糙度和齿轮、蜗杆传动精度等内容。本书可作为高等院校机械类和近机械类各专业“机械设计基础课程设计”实践教学环节的教材和设计指导书，也可供有关专业师生和工程技术人员参考。

《机械设计基础课程设计》第4版编写修订的原则及内容为：

1. 以继承为主，在保留前3版中设计内容和方法严谨性的基础上，对本书内容进行了适当优化和调整，使本书既可用于“机械设计基础”课程体系中“机械原理”部分“机械系统方案课程设计”，又可用于“机械设计基础”课程体系中“机械设计”部分“机械系统结构及强度课程设计”。

2. 更新了教材中常用的机械设计标准和规范，保持了本书内容的领先性和设计资料的准确性。

3. 教材内容采用双色印刷，教材中重点突出部分（重点、知识点、图形中重点线条）标出颜色属性，使教材的“可学性”特色更加突出。

4. 制作了与本书配套的多媒体教学系统，可供教师教学使用。使用本书作为教材的教师

可在北京理工大学出版社网站下载或与本书主编联系索取, 联系 E-mail: hnjzmlq@163.com。

参加第4版修订编写工作的教师有: 孟玲琴、王志伟、姬晨平、徐永新、赵永刚、冯长勇、张涛、武正权、司忠志、胡蓬辉、柴艳荣, 由孟玲琴、王志伟担任主编, 由姬晨平、徐永新、赵永刚担任副主编。

西安交通大学机械设计研究所张鄂教授对本书进行了精心细致的审阅, 北京理工大学出版社及梁潇老师对本书修订版的出版提供了支持和帮助, 在此表示衷心的感谢。

编 者

目 录

第一部分 机械设计基础课程设计指导

第 1 章 绪论	3
1.1 课程设计的目的、内容和要求	3
1.2 课程设计的步骤和注意事项	5
1.3 课程设计题目和设计任务书	6
1.4 课程设计常用的方法和特点	14
第 2 章 机械传动系统的总体设计	16
2.1 分析和拟定传动系统方案	16
2.2 常用减速器的类型、特点和应用	18
2.3 原动机类型和参数的选择	19
2.4 机械传动系统的总传动比和各级传动比的分配	21
2.5 机械传动系统运动和动力参数的计算	23
2.6 机械传动系统的总体设计示例	24
第 3 章 减速器的构造、润滑和传动零件的设计	28
3.1 减速器的构造	28
3.2 减速器的润滑	33
3.3 机械传动系统传动零件的设计计算	37
第 4 章 圆柱齿轮减速器装配工作图设计	41
4.1 减速器装配工作图设计概述	41
4.2 初步绘制减速器装配工作草图（第一阶段）	43
4.3 轴和轴系部件的设计（第二阶段）	46
4.4 减速器箱体及附件设计（第三阶段）	54
4.5 完善减速器装配工作图（第四阶段）	63
4.6 减速器装配工作图检查	66
第 5 章 圆锥-圆柱齿轮减速器装配工作图设计	67
5.1 轴系部件设计	67
5.2 箱体及附件设计	72
第 6 章 圆柱蜗杆减速器装配工作图设计	74
6.1 轴系部件设计	74

6.2	箱体及附件设计	79
第7章	减速器零件工作图设计	81
7.1	减速器零件工作图设计概述	81
7.2	轴类零件工作图设计	82
7.3	齿轮类零件工作图设计	83
7.4	箱体零件工作图设计	85
第8章	编写课程设计说明书	87
8.1	课程设计说明书的内容	87
8.2	课程设计说明书编写要求和注意事项	88
8.3	课程设计说明书的书写格式示例	88
第9章	课程设计总结和答辩准备	90
9.1	课程设计总结	90
9.2	课程设计答辩准备	91

第二部分 机械设计基础课程设计参考图例

第10章	减速器装配工作图及零件工作图参考图例	95
10.1	减速器装配工作图参考图例	95
10.2	减速器零件工作图参考图例	96

第三部分 机械设计基础课程设计常用标准和规范

第11章	常用机械材料	107
11.1	黑色金属材料	107
11.2	有色金属材料	112
11.3	非金属材料	114
第12章	常用设计数据和一般设计标准	116
12.1	常用设计数据	116
12.2	一般设计标准	119
12.3	铸件设计的一般规范	122
第13章	电动机	125
13.1	Y系列三相异步电动机	125
13.2	YZ和YZR系列冶金及起重用三相异步电动机	127
第14章	连接件和紧固件	132
14.1	螺纹	132
14.2	螺栓	136
14.3	螺柱	139
14.4	螺钉	140



14.5	螺母	146
14.6	螺纹零件的结构要素	149
14.7	垫圈	153
14.8	挡圈	157
14.9	键连接和销连接	163
14.10	联轴器	170
14.11	离合器	182
第15章	滚动轴承	184
15.1	常用滚动轴承	184
15.2	滚动轴承的配合和游隙	201
第16章	润滑与密封	204
16.1	常用润滑剂	204
16.2	油杯	206
16.3	油标	208
16.4	密封	210
第17章	公差配合、表面粗糙度和齿轮、蜗杆传动精度	215
17.1	公差配合	215
17.2	形状和位置公差	220
17.3	表面粗糙度	224
17.4	渐开线圆柱齿轮精度	225
17.5	锥齿轮精度	234
17.6	圆柱蜗杆、蜗轮精度	240
	参考文献	247

第一部分

机械设计基础课程设计指导



第 1 章

绪 论

1.1 课程设计的目的、内容和要求

1.1.1 课程设计的目的

机械设计基础是高等工科院校机电类专业学生的主干课程，与其配套的课程设计是学生首次较全面地进行机械传动系统运动学、动力学分析和机械结构设计的一个十分重要的实践性教学环节。其目的是：

- (1) 进一步加深学生的课本知识，并运用所学理论和方法进行一次综合性设计训练，从而培养学生独立分析问题和解决问题的能力；
- (2) 使学生具有初步的设计机械运动方案以及设计机械传动系统的结构与强度的能力，增强对机械设计中有关运动学、动力学和主要零部件的工作能力分析与设计完整概念；
- (3) 提高学生综合运用知识的能力，增强对机械设计工作的了解和认识，使学生具备计算、制图和使用技术资料的能力，并初步掌握计算机程序的编制，能利用计算机解决有关工程设计的问题。

1.1.2 课程设计的内容

机械设计基础课程设计一般选择由机械设计基础课程所学过的大部分零部件所组成的机械传动系统或结构较简单的机械作为设计题目，较常采用的是以减速器为主体的机械传动系统，其主要设计内容如下：

- (1) 传动方案的分析和拟定;
- (2) 电动机的选择与传动系统运动和动力参数的计算;
- (3) 传动件(如齿轮或蜗杆传动、带传动)的设计;
- (4) 轴的设计;
- (5) 轴承及其组合部件设计;
- (6) 键连接和联轴器的选择与校核;
- (7) 润滑设计;
- (8) 箱体、机架及附件的设计;
- (9) 装配工作图和零件工作图的设计与绘制;
- (10) 设计计算说明书的编写。

机械设计基础课程设计一般要求每个学生完成以下工作:

- (1) 装配工作图 1 张 (A1 号或 A0 号图纸);
- (2) 零件工作图 1~3 张 (传动件、轴和箱体、机架等, 具体由教师指定);
- (3) 设计计算说明书一份。

课程设计完成后应进行总结和答辩。

本章列选若干套机械设计基础课程设计题目, 可供选题时参考。

1.1.3 课程设计的要求

在课程设计过程中, 要求每个学生做到:

(1) 了解机械产品设计过程和设计的要求, 以机械总体设计为出发点, 采用系统分析的方法, 合理确定机械运动方案和结构布局;

(2) 以所学知识为基础, 针对具体设计题目, 充分发挥自己的主观能动性, 独立地完成课程设计分配的各项任务, 并注意与同组其他同学进行协作与协调;

(3) 在确定机械工作原理、构思机械运动方案等过程中, 要有意识地采用创新思维方法, 设计出原理科学、方案先进、结构合理的机械产品;

(4) 对设计题目进行深入分析, 收集类似机械的相关资料, 通过分析比较, 吸取现有机械中的优点, 并在此基础上发挥自己的创造性, 提出几种可行的运动方案, 通过比较分析, 优选出 1~2 种方案进行进一步设计;

(5) 仔细阅读本教材, 并随时查阅机械设计基础教材和有关资料, 在认真思考的基础上提出自己的见解;

(6) 正确使用课程设计参考资料和标准规范, 认真计算和绘图, 应使设计图样符合国家标准, 计算过程和结果正确;

(7) 在条件许可时, 尽可能多地采用计算机辅助设计技术, 完成课程设计中分析计算和图形绘制;

(8) 在课程设计过程中, 应有专用记录本, 并注意将方案构思、机构分析以及设计计算等所有工作都仔细记录在记录本上, 最后将记录本上的内容进行分类整理, 补充完善, 即可形成设计计算说明书。



1.2 课程设计的步骤和注意事项

1.2.1 课程设计的步骤

课程设计的具体步骤如下：

(1) 设计准备。认真阅读设计任务书，明确设计要求、工作条件、设计内容；通过阅读有关资料、图纸、参观实物和模型，了解设计对象；准备好设计需要的图书、资料和用具；拟定设计计划等；

(2) 传动系统的总体设计。确定传动系统的传动方案；计算电动机的功率、转速，选择电动机的型号；计算传动系统的运动和动力参数（确定总传动比，分配各级传动比，计算各轴的转速、功率和转矩等）；

(3) 传动零件的设计计算。减速器以外的传动零件设计计算（带传动、链传动等）；减速器内部的传动零件设计计算（齿轮传动、蜗杆传动等）；

(4) 减速器装配工作草图设计。绘制减速器装配工作草图，选择联轴器，初定轴径；选择轴承类型并设计轴承组合的结构；定出轴上力作用点的位置和轴承支承跨距；校核轴及轮毂连接的强度；校核轴承寿命；箱体和附件的结构设计；

(5) 工作图设计。装配工作图设计；零件工作图设计；

(6) 整理编写设计计算说明书，总结设计的收获和经验教训。

为帮助学生拟订好设计进度，表 1-1 给出了各阶段所占总工作量的大致百分比，供设计时参考。教师可根据学生是否按时完成各阶段的设计任务来考察其设计能力，并作为评定成绩量化考核的依据之一。

表 1-1 设计进度表

序号	设计内容	占总设计工作量百分比/%
1	传动系统的总体设计	5
2	传动零件的设计计算	10
3	减速器装配工作草图设计	30
4	装配工作图设计	30
5	零件工作图设计	10
6	整理编写设计计算说明书	10
7	答辩	5

1.2.2 课程设计实施过程中注意事项

在机械设计基础课程设计的实施过程中,需要注意如下事项:

(1) 机械设计是一个循序渐进、逐步完善和提高的过程。设计者应充分认识到设计过程是一项复杂的系统工程,要从机械系统整体需要考虑问题。成功的设计必须经过反复的推敲和认真的思考才能获得,设计过程不会是一帆风顺的,要注意循序渐进,逐步完善。通常设计和计算、绘图和校核、方案设计与结构设计要交叉结合进行。

(2) 巩固机械设计基本技能,注重设计能力的培养。机械设计的内容繁多,而所有的设计内容都要求设计者将其明确无误地表达为图样或软件形式,并经过制造、装配方能成为产品。机构设计、工作能力计算和结构设计等是机械设计中必备的知识 and 基本技能。学生应自觉加强理论与工程实践的结合,掌握认识、分析、解决问题的基本方法,提高设计能力。

(3) 汲取传统经验,发挥主观能动性,勇于创新。机械设计基础课程设计题目多选自工程实际中的常见问题,设计中有很多前人的设计经验可供借鉴。学生应注意了解、学习和继承前人的设计经验,同时又要发挥主观能动性,勇于创新,锻炼发现问题、分析问题和解决问题的能力。

(4) 从整体着眼,提高综合设计素质。在设计过程中,注意先总体设计,后零部件设计;先概要设计,后详细设计;先运动设计,后结构设计。遇到设计难点时,要从设计目标出发,在满足工作能力和工作环境要求的前提下,首先解决主要矛盾,逐渐化解其他矛盾;鼓励使用成熟软件和计算机辅助设计。

(5) 正确处理传统设计与创新设计的关系,优先选用标准化、系列化产品,力求做到技术先进、安全可靠、经济合理、使用维护方便。适当采用新技术、新工艺和新方法,以提高产品的技术经济性和市场竞争能力。

1.3 课程设计题目和设计任务书

1.3.1 冲床冲压机构、送料机构及传动系统的设计

1. 设计任务

设计一冲制薄壁零件冲床的冲压机构、送料机构及其传动系统。该冲床的工艺动作如图 1-1 (a) 所示,上模先以比较大的速度接近坯料,然后以匀速进行拉延成型工作,此后上模继续下行将成品推出型腔,最后快速返回。上模退出下模以后,送料机构从侧面将坯料送至待加工位置,完成一个工作循环。冲床的传动系统如图 1-2 所示。

试设计能使上模按上述运动要求加工零件的冲压机构和从侧面将坯料推送至下模上方的送料机构,以及冲床的传动系统,并绘制减速器装配工作图。

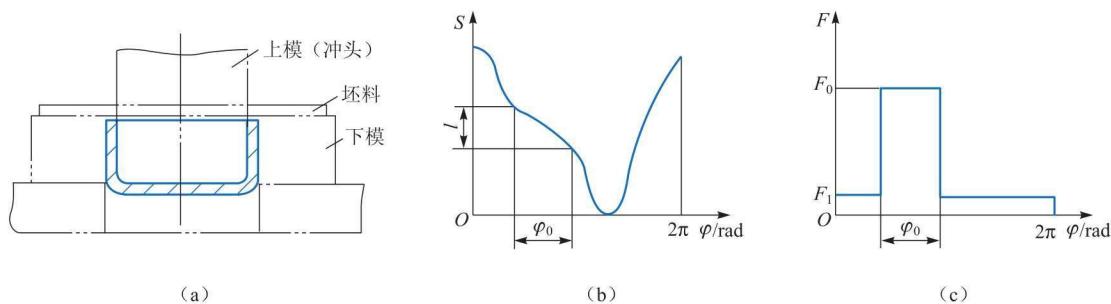


图 1-1 冲床工艺动作与上模运动、受力情况

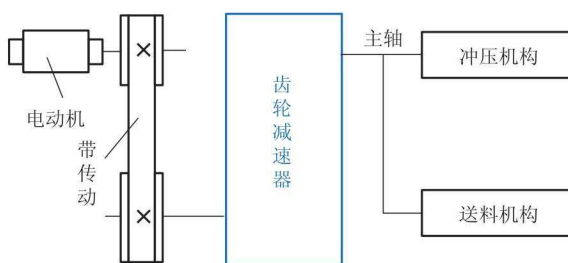


图 1-2 冲床的传动系统示意图

2. 原始数据与设计要求

(1) 动力源是电动机，下模固定，上模做上下往复直线运动，其大致运动规律如图 1-1 (b) 所示，具有快速下沉、等速工件进给和快速返回的特性。

(2) 机构应具有较好的传力性能，特别是工作段的压力角 α 应尽可能小；传动角 γ 大于或等于许用传动角 $[\gamma] = 40^\circ$ 。

(3) 上模到达工作段之前，送料机构已将坯料送至待加工位置（下模上方）。

(4) 生产率约每分钟 70 件。

(5) 上模的工作段长度 $l = 30 \sim 100 \text{ mm}$ ，对应曲柄转角 $\varphi_0 = (1/3 \sim 1/2)\pi$ ；上模总行程长度必须大于工作段长度的两倍以上。

(6) 上模在一个运动循环内的受力如图 1-1 (c) 所示，在工作段所受的阻力 $F_0 = 5000 \text{ N}$ ，在其他阶段所受的阻力 $F_1 = 50 \text{ N}$ 。

(7) 行程速度变化系数 $K \geq 1.5$ 。

(8) 送料距离 $H = 60 \sim 250 \text{ mm}$ 。

(9) 机器运转的不均匀系数 δ 不超过 0.05。

1.3.2 平板搓丝机的执行机构综合与传动系统设计

1. 设计题目

图 1-3 为平板搓丝机结构示意图，该机器用于搓制螺纹。电动机 1 通过 V 带传动 2、齿轮传动 3 减速后，驱动曲柄 4 转动，通过连杆 5 驱动下搓丝板（滑块）6 往复运动，与固定

上搓丝板 7 一起完成搓制螺纹功能。滑块往复运动一次，加工一个工件。送料机构（图中未画）将置于料斗中的待加工棒料 8 推入上、下搓丝板之间。

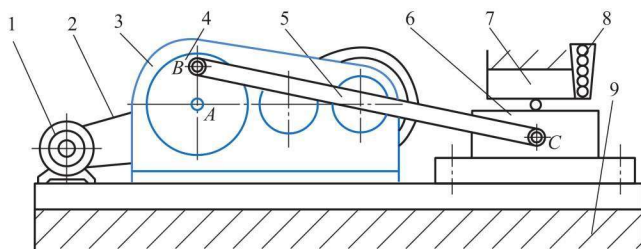


图 1-3 平板搓丝机结构示意图

2. 设计数据与要求

平板搓丝机设计数据如表 1-2 所示。

表 1-2 平板搓丝机设计数据

分组	最大加工直径/mm	最大加工长度/mm	滑块行程/mm	搓丝动力/kN	生产率/(件·min ⁻¹)
1	8	160	300~320	8	40
2	10	180	320~340	9	32
3	12	200	340~360	10	24
4	14	220	360~380	11	20

该机器室内工作，故要求振动及噪声小，动力源为三相交流电动机，电动机单向运转，载荷较平稳。工作期限为 10 年，每年工作 300 天，每天工作 8 小时。

3. 设计任务

(1) 针对图 1-3 所示的平板搓丝机传动方案，依据设计要求和已知参数，确定各构件的运动尺寸，绘制机构运动简图。

(2) 假设曲柄等速转动，画出滑块 C 的位移、速度和加速度的变化规律曲线。

(3) 在工作行程中，滑块 C 所受的阻力为常数（搓丝动力，见表 1-2），在空回行程中，滑块 C 所受的阻力为常数 1 kN；不考虑各处摩擦、其他构件重力和惯性力的条件下，分析曲柄所需的驱动力矩。

(4) 确定电动机的功率与转速。

(5) 取曲柄轴为等效构件，确定应加于曲柄轴上的飞轮转动惯量。

(6) 设计减速传动系统中各零部件的结构尺寸。

(7) 绘制减速传动系统的装配工作图和齿轮、轴的零件工作图。

(8) 编写课程设计说明书。



1.3.3 加热炉推料机的执行机构综合与传动系统设计

1. 设计题目

图 1-4 为加热炉推料机结构总图与机构运动示意图。该机器用于向热处理加热炉内送料。推料机由电动机驱动,通过传动系统使推料机的执行构件(滑块)5 做往复移动,将物料 7 送入加热炉内。设计该推料机的执行机构和传动系统。

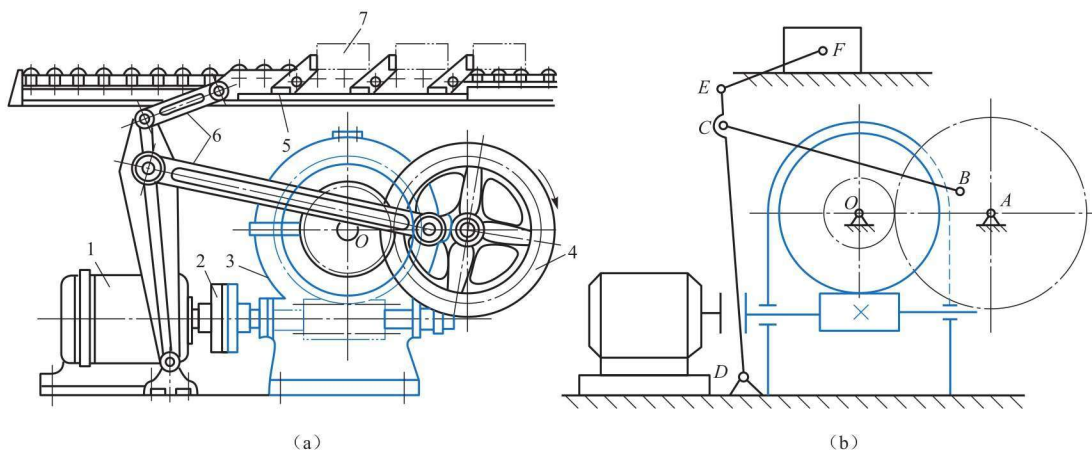


图 1-4 加热炉推料机结构总图与机构运动示意图

2. 设计参数与要求

加热炉推料机设计参数如表 1-3 所示。该机器在室内工作,要求冲击振动小。原动机为三相交流电动机,电动机单向转动,载荷较平稳,转速误差 $<4\%$;使用期限为 10 年,每年工作 300 天,每天工作 16 小时。

表 1-3 加热炉推料机设计参数

参数	分组	1	2	3	4	5
滑块运动行程 H/mm		220	210	200	190	180
滑块运动频率 $n/(\text{次} \cdot \text{min}^{-1})$		20	30	40	50	60
滑块工作行程最大压力角 $\alpha/(\circ)$		30	30	30	30	30
机构行程速度变化系数 K		1.25	1.4	1.5	1.75	2
构件 DC 长度 l_{DC}/mm		1 150	1 140	1 130	1 120	1 100
构件 CE 长度 l_{CE}/mm		150	160	170	180	200
滑块工作行程所受阻力(含摩擦阻力) F_{r1}/N		500	450	400	350	300
滑块空回行程所受阻力(含摩擦阻力) F_{r2}/N		100	100	100	100	100