



普通高等学校机械基础课程规划教材

新编机械设计基础课程设计

● 主 编 贺红林 封立耀

● 副主编 刘文光 冯占荣 朱保利 吴 晖



普通高等学校机械基础课程规划教材

新编机械设计基础课程设计

主 编 贺红林 封立耀
副主编 刘文光 冯占荣
朱保利 吴 晖

华中科技大学出版社
中国·武汉

内 容 简 介

本书结合学生所学的理论知识,兼顾非机械类和近机械类专业的教学特点和教学要求,阐述了一级圆柱齿轮减速器的设计过程。本书以课程设计步骤为主线,循序渐进、由浅入深,以“易用、够用”为宗旨,精心组织课程设计的有关内容,方便学生及指导教师使用。同时按最新国家标准和技术规范摘录了课程设计所需连接件、电动机、轴承等常用标准件的相关内容。

本书可作为普通高校非机械类、近机械类专业“机械原理课程设计”“机械设计课程设计”“机械设计基础课程设计”的教材,也可供从事相关设计的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

新编机械设计基础课程设计/贺红林,封立耀主编. —武汉:华中科技大学出版社,2018.8
普通高等学校机械基础课程规划教材
ISBN 978-7-5680-4396-0

I. ①新… II. ①贺… ②封… III. ①机械设计-高等学校-教材 IV. ①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 191385 号

新编机械设计基础课程设计

贺红林 封立耀 主编

Xinbian Jixie Sheji Jichu Kecheng Sheji

策划编辑:万亚军

责任编辑:姚 幸

封面设计:原色设计

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

电话:(027)81321913

武汉市东湖新技术开发区华工科技园

邮编:430223

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:武汉市籍缘印刷厂

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:17.75

字 数:463千字

版 次:2018年8月第1版第1次印刷

定 价:45.00元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

前 言

“机械原理课程设计”“机械设计课程设计”“机械设计基础课程设计”是高等学校机械类及近机械类专业的学生理论联系实际、实际联系理论的重要教学环节。通过课程设计训练,可使学生了解并掌握创新原理、方法和手段,熟悉设计资料,了解国家标准、规范,掌握一般传动装置的设计方法、设计步骤,从而使学生的设计能力得到初步培养。

传统的课程设计,是学生根据教师布置的设计任务,使用计算器等工具对所设计的传动装置进行大量的机构设计和结构强度的计算,使用铅笔、圆规、丁字尺、图板等绘图工具把图样画出来,最后把设计说明书整理出来。本书能指导学生完成这样的课程设计。

所不同的是:本书强调使用创新技法进行方案构思;结合课程发展趋势,增加了计算机辅助三维设计内容。在第1篇“机械原理课程设计”中简要介绍了创造性设计方法,在第4篇“减速器三维设计”中阐述了计算机辅助三维设计及分析的步骤,这在计算机辅助设计及分析技术迅猛发展的今天显得尤为重要。

本书结合学生所学的理论知识,兼顾非机械类和近机械类专业的教学特点和教学要求,主要介绍了一级圆柱齿轮减速器的设计过程。本书以课程设计步骤为主线,循序渐进、由浅入深,以“易用、够用”为宗旨,精心组织了课程设计的有关内容,方便学生及指导教师使用。同时按最新国家标准和技术规范编入了所需连接件、电动机、轴承等常用标准件的相关内容。

书中列出的标准或规范是根据需要从标准或规范中摘录下来的,并不是全部标准内容,请在使用时注意。

本书分为4篇:第1篇为“机械原理课程设计”(第1~3章),包括机械原理课程设计概述、机械运动方案设计、专用精压机运动方案设计实例;第2篇为“机械设计课程设计”(第4~9章),包括机械设计课程设计概述,机械传动装置总体设计,减速器的结构、润滑与密封,减速器装配图设计,零件工作图的设计,编写设计说明书和答辩准备;第3篇为“常用设计资料”(第10~17章),包括一般标准与规范,常用工程材料,连接,滚动轴承,公差、表面粗糙度及齿轮精度,联轴器,润滑与密封,电动机;第4篇为“计算机辅助设计”。

本书可作为普通高校非机械类、近机械类专业“机械原理课程设计”“机械设计课程设计”“机械设计基础课程设计”教材。

本书主编为贺红林、封立耀,副主编为刘文光、冯占荣、朱保利、吴晖。

本书受江西省高等学校省级教改课题重点项目(项目编号:JXJG-15-8-2)和南昌航空大学机械设计创新创业课程和机械设计基础创新创业课程的资助,特此表示感谢。

鉴于编者水平有限,本书不足之处在所难免,敬请广大同行与读者对本书提出意见和建议。

编 者

2018年5月

目 录

第 1 篇 机械原理课程设计

第 1 章 机械原理课程设计概述	(3)
1.1 机械原理课程设计的目的、意义和任务	(3)
1.2 机械原理课程设计的内容和要求	(4)
1.3 机械原理课程设计说明书	(4)
第 2 章 机械运动方案设计	(6)
2.1 拟定运动方案的一般步骤	(6)
2.2 运动方案的拟定方法	(6)
2.3 常用机构功能分类简介	(11)
2.4 机构选型原则与方法	(14)
2.5 机械运动方案的综合评价指标及其评价方法	(15)
2.6 机械运动的协调设计	(21)
第 3 章 专用精压机运动方案设计实例	(29)
3.1 机械原理课程设计任务书	(29)
3.2 总功能分析及分解	(30)
3.3 方案评价表	(31)
3.4 机械运动协调设计	(33)
3.5 各机构尺度的拟定	(34)

第 2 篇 机械设计课程设计

第 4 章 机械设计课程设计概述	(41)
4.1 课程设计的目的、内容和任务	(41)
4.2 课程设计的方法和步骤	(42)
4.3 课程设计中应注意的问题	(43)
第 5 章 机械传动装置的总体设计	(45)
5.1 机械传动系统传动方案的方案设计	(45)
5.2 选择电动机	(48)
5.3 计算总传动比和分配传动比	(50)
5.4 传动装置的运动和动力参数的计算	(51)
5.5 设计计算示例	(52)
第 6 章 减速器的结构、润滑与密封	(56)
6.1 箱体	(56)

6.2	减速器的附件	(58)
6.3	减速器的润滑	(66)
6.4	减速器的密封	(68)
第7章	减速器装配图设计	(71)
7.1	装配图设计概述	(71)
7.2	减速器装配图草图设计	(71)
7.3	减速器装配工作图设计	(80)
第8章	零件工作图的设计	(98)
8.1	轴类零件工作图设计	(98)
8.2	齿轮零件工作图设计	(101)
8.3	箱体零件工作图设计	(104)
第9章	编写设计说明书及答辩准备	(108)
9.1	设计说明书的内容	(108)
9.2	设计说明书的要求	(108)
9.3	设计说明书的书写格式举例	(109)
9.4	答辩准备及设计总结	(112)

第3篇 常用设计资料

第10章	一般标准与规范	(115)
10.1	国内的部分标准代号	(115)
10.2	机械制图	(115)
10.3	一般标准	(122)
10.4	机械设计一般规范	(126)
第11章	常用工程材料	(129)
11.1	黑色金属	(129)
11.2	有色金属	(137)
11.3	非金属	(139)
第12章	连接	(140)
12.1	螺纹与螺纹连接	(140)
12.2	键和销连接	(159)
第13章	滚动轴承	(161)
13.1	常用滚动轴承的尺寸及性能	(161)
13.2	轴承的轴向游隙	(169)
第14章	公差、表面粗糙度及齿轮精度	(171)
14.1	公差与配合	(171)
14.2	几何公差	(177)
14.3	表面粗糙度	(180)
14.4	渐开线圆柱齿轮的精度	(181)
14.5	渐开线锥齿轮的精度	(189)

第 15 章 联轴器	(197)
15.1 联轴器轴孔、键槽形式及其尺寸	(197)
15.2 刚性联轴器	(198)
15.3 弹性联轴器	(202)
第 16 章 润滑与密封	(206)
16.1 润滑剂	(206)
16.2 常用润滑装置	(208)
16.3 密封装置	(209)
第 17 章 电动机	(213)
17.1 Y 系列(IP44)三相异步电动机	(213)
17.2 YZ 和 YZR 系列冶金及起重用三相异步电动机	(214)

第 4 篇 计算机辅助设计

第 18 章 计算机辅助设计概述	(221)
18.1 引言	(221)
18.2 计算机辅助计算	(222)
18.3 SolidWorks 软件简介	(236)
第 19 章 齿轮减速器的三维装配结构设计及建模	(242)
19.1 减速器的设计原则及其三维装配结构与建模思路	(242)
19.2 减速器装配体三维设计的进程及其建模方法	(245)
19.3 传动齿轮及齿轮轴的三维设计与建模	(263)
19.4 箱体零件和箱盖零件的三维设计与建模	(267)
19.5 低速轴与轴承盖的三维设计与建模	(271)
参考文献	(276)

第 1 篇 机械原理课程设计

第 1 章 机械原理课程设计概述

1.1 机械原理课程设计的目的、意义和任务

1. 机械原理课程设计的目的

“机械原理课程设计”课程是继“机械原理”课程教学之后的重要实践性教学环节,是“机械原理”课程的重要组成部分,也是实现现代机械原理教学中以“机械系统的运动方案设计”为目标的重要组成部分。通过课程设计,学生可以更全面、系统地掌握和运用机械原理课程中的基本原理和方法,并得到“根据设计任务确定机械运动方案、分析和设计机械的能力”及“创新设计能力”的基本训练。

“机械原理课程设计”课程希望达到以下目的。

(1)在“机械原理”课程中,由于受到课程内容安排及章节相互独立的限制,学生很难把所学的各种机构的知识与一台整体机器的工作原理结合起来,因此在课程设计中,要求学生将分散于各章的机械原理理论知识和各种机构进行融合,进一步巩固和加深学生对所学知识的理解。

(2)针对具体的设计任务,充分调动学生的实践和创新能力,通过对所学常用机构的选型、组合、设计和运用,使学生具备制订机械系统运动方案的基本能力。

(3)通过课程设计,使学生对机械的运动、动力分析和设计有一个较完整的概念。

(4)进一步提高学生进行文献检索和查阅相关资料的能力。

(5)通过编写说明书,培养学生表达、归纳、总结和独立思考与分析问题的能力。

(6)增强学生对本学科课题的开放式研究能力和工程实践能力。

2. 机械原理课程设计的意义

进入 21 世纪以来,市场愈加需要各种各样性能优良、质量可靠、价格低廉、效率高、能耗低的机械产品,而决定产品性能、质量、水平、市场竞争能力和经济效益的重要环节是产品设计。机械产品设计中,首要任务是进行机械运动方案的设计和构思、各种传动机构和执行机构的选用和创新设计。这就要求设计者综合应用各类典型机构的结构组成、运动原理、工作特点、设计方法及其在系统中的作用等知识,根据使用要求和功能分析,选择合理的工艺动作过程,选用或创新机构形式并巧妙地组合成新的机械运动方案,从而设计出结构简单、制造方便、性能优良、工作可靠、实用性强的机械产品。

在全球化的知识经济时代,人类将更多地依靠知识创新、技术创新及知识和技术的创新应用,来赢得市场竞争力和产品生命力。设计中的创新需要丰富的创造性思维,没有创造性的构思,就没有产品的创新,而机械产品的创新设计的关键是机械系统的运动方案设计。

“机械原理课程设计”课程结合一种简单机器进行机器功能分析、工艺动作过程确定、执行机构选择、机械运动方案评定、机构尺度综合、机械运动方案设计等,使学生通过一台机器的完整的运动方案设计过程,进一步巩固、掌握并初步运用机械原理的知识和理论,对分析、运算、绘图、文字表达及技术资料查询等诸方面的独立工作能力进行初步的训练,培养理论与实际相

结合、应用计算机完成机构分析和设计的能力,更为重要的是培养开发和创新能力。因此,“机械原理课程设计”课程在机械类学生的知识体系训练中,具有不可替代的重要作用。

3. 机械原理课程设计的任务

“机械原理课程设计”课程的任务是:根据给定机械的工作要求,确定机械工作的工艺动作和执行构件的运动形式,绘制运动循环图;进行机构的选型和组合,设计若干种机械运动方案,并对各方案进行分析、比较及选择;对选定运动方案中的各机构进行综合、运动分析及评价,确定其运动参数并绘制机构运动简图;编写设计说明书。

1.2 机械原理课程设计的内容和要求

1. 机械原理课程设计的内容

- (1)分析设计任务书,明确设计目的、设计条件和设计要求。
- (2)根据设计任务,完成功能分析,提出多种设计方案,并进行分析、评价与综合。
- (3)编制运动循环图。
- (4)确定机械运动方案中各机构构件的尺度,绘制方案机构运动简图。
- (5)编写设计说明书。

2. 机械原理课程设计的要求

机械原理课程设计是学生第一次接触机械设计工作,在对机械设计知识了解甚少的情况下,要求学生独立进行机械运动方案设计等一系列课程设计任务,困难确实不小。特别是课程设计开始阶段,学生往往不知道从何处下手,因此教师应给予适当指导;另外,课程设计是培养学生独立工作能力的机会,学生应充分发挥主观能动性和创新设计精神,尽可能独立思考和综合考虑运用所学知识,使自己确实得到一次机械设计的训练。

在课程设计中,要求每个学生都能独立地提出一种方案,然后进行小组讨论,通过分析比较,选择2~3种方案进行评价,针对一种较优的方案进行设计。每个学生都应按时编写出设计说明书,以总结说明自己分析、计算、设计的正确性与合理性,并在技术资料的书写方面得到一次训练。

1.3 机械原理课程设计说明书

1. 课程设计说明书的内容

课程设计说明书是技术说明书中的一种,是整个设计过程中各方面内容的整理和总结,也是科技工作者必须掌握的基本技能之一。通过课程设计说明书的编写,学生应学会整理设计思路、设计数据、绘制图表和简图,以及运用工程术语来表达设计成果的方法。

课程设计说明书的内容针对不同的设计题目会有所差异,但主要应包括如下内容。

- (1)设计题目与内容(设计任务书:包括设计条件、设计要求等)。
- (2)设计任务的分析与分解。
- (3)机械系统运动方案的拟定和比较。这是课程设计的核心内容,要求构思至少两种可行的运动方案,进行原动件、传动机构、执行机构的选择、比较及创新;通过机械系统运动方案的评价、比较,最终确定一种较好的机械系统运动方案。
- (4)绘制机械系统的运动循环图,确定各部分机构的尺寸。

- (5) 绘制详细的机械系统运动方案布置图(机构运动简图)。
- (6) 完成设计所用方法及其原理的简要说明,列出必要的计算公式和计算结果。
- (7) 完成课程设计小结。
- (8) 列出主要参考文献。

2. 课程设计说明书的编排顺序

1) 封面

2) 目录

3) 设计任务书

4) 正文

(1) 总功能分析。

(2) 总功能分解。

(3) 功能元求解。

(4) 确定方案:拟定机械运动方案(至少2种),进行方案评价,选出一个较优方案。

(5) 绘制运动循环图:包括相应的计算及运动循环图的说明。

(6) 尺寸设计:齿轮机构要算出中心距及各轮的齿数、模数;连杆机构的各杆长要用解析法或作图法确定;凸轮机构自选基圆半径绘制凸轮廓线。

(7) 机械运动方案各工艺动作说明:说明各机构动作顺序及动作时间。

(8) 设计小结体会。

(9) 参考文献。

3. 引用参考文献的格式要求

参考文献来源主要有两类,即期刊和图书。

1) 引用期刊参考文献格式

[序号]作者(用逗号分隔).文献名[J].刊名,出版年,卷号(期号):起始页码-终止页码.

2) 引用图书参考文献格式

[序号]作者(用逗号分隔).书名[M].版本号(初版不写).出版地:出版者,出版年.

第2章 机械运动方案设计

2.1 拟定运动方案的一般步骤

拟定机械运动方案是一种创造性的活动。一个好的机械运动方案(有的就是一项创造发明或专利)往往是在充分调查研究的基础上,运用所学的基础知识、专业知识,借助于丰富的想象力并通过不断的实践和总结才能够获得。

拟定机械运动方案的一般步骤如下。

步骤1 将给出的运动要求(包括输入、输出量之间的函数关系或工艺动作要求等)及外部的各种约束条件分解成若干个基本运动动作及其限制范围(此步骤内容也可由设计任务书规定),确定执行构件的数目及其运动的基本形式和特征。

步骤2 选择能实现以上执行构件运动或动作功能的机构或机构组合。

步骤3 选择原动机的类型及个数,选择由原动机(或原动件)至执行机构的传动方式与传动机构及它们的组合方式,构成若干机构系统。

步骤4 拟定表示各机构系统中执行构件间运动协调配合关系的整个机构系统的运动循环图(它为随后的机构运动设计提供了设计依据,也为最后整机安装、调试确定了具体要求)。

按上述步骤设计的运动方案还是初步的,由于尚未对构成机构系统中的各机构进行尺度设计,机构特征尺寸尚未确定,因而不可能对其进行定量的运动、动力等性能分析,当然也就不能对其进行评价。在实际设计中,拟定机械系统的运动方案与对方案进行机构尺度设计、运动、动力、性能分析是不能截然分开的,经常是交叉进行:有时在机构尺度设计基础上需要对原运动方案进行修改;有时甚至会全面否定,推倒重做也是可能的。所以在考虑机构系统运动方案时往往要多设计一些方案,在进行了机构尺寸设计和运动、动力分析后的基础上,再进行评价与比较,从中选择一种较好方案。

2.2 运动方案的拟定方法

一般来说,满足设计要求的运动方案往往很多。在设计构思阶段,应当提出尽可能多的设计方案。这里要求设计者的知识面要广,思路要开阔;另外,掌握一定的运动方案分析方法能起到事半功倍的效果。机械运动方案的拟定方法常用的有功能分析法和创造性设计方法等。

1. 功能分析法

机械产品的用途或其所具有的特定工作能力称为机械产品的功能,包括机械产品所具有的转换能量、物料、信号的特性。功能分析法是系统设计中探寻功能原理方案的主要方法,这种方法将机械产品的总功能分解成若干简单的功能元,通过对功能元求解、组合,往往可以得到机械运动方案的多种解。功能分析法有利于设计人员摆脱经验设计和类比设计的束缚,简化实现机械产品总功能的功能原理方案的构思方法,同时可以使功能原理方案构思时的创造性思维大大开阔,易于得到较优的功能原理方案和机械运动方案。

功能分析法的设计步骤及各阶段应用的主要方法如图 2-1 所示。

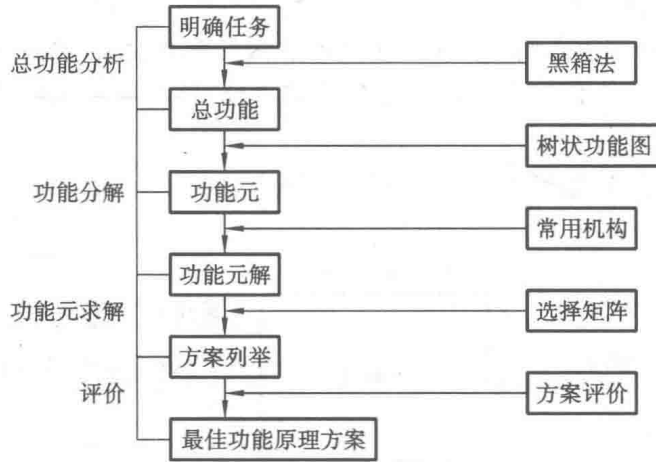


图 2-1 功能分析法的步骤

1) 总功能分析

通过调查研究列出机械功能分析需求表。根据这些功能要求和工作性质,着手选择机械的工作原理、工艺动作的运动方式和机构形式,从而拟定机械的运动方案。表 2-1 列出了机械功能分析需求的大概内容,以供参考。

表 2-1 机械功能分析需求

机器规格	动力特征:能源种类(电源、气液源等)、功率、效率。 生产率。 机械效率。 结构尺寸的限制及布置
执行功能	运动参数:运动形式、方向、转速、变速要求。 执行构件的运动精度。 执行动作顺序与步骤。 在步骤之间是否加入检验。 可容许人工干预的程度
使用功能	使用对象、环境。 使用年限、可靠性要求。 安全、过载保护装置。 环境要求:噪声标准、振动控制、废弃物的处置。 工艺美学:外观、色彩、造型等。 人机学要求:操纵、控制、照明等
制造功能	加工:公差、特殊加工条件、专用加工设备等。 检验:测量和检验的仪器、检验的方法等要求。 装配:装配要求、地基及现场安装要求等。 禁用物质

总功能分析常常采用黑箱法来实现。

黑箱法是指一个系统内部结构不清楚时,从外部输入控制信息,使系统内部发生反应后输出信息,再根据其输出信息来研究其功能和特性的一种方法。

黑箱法的出发点在于:自然界中没有孤立的事物,任何事物间都是相互联系,相互作用的。

所以,即使不清楚黑箱的内部结构,仅注意到它对于信息刺激如何作出反应,注意到它的输入-输出关系,就可以对它进行研究。

黑箱法从综合的角度为人们提供了一条认识事物的重要途径,尤其对某些内部结构比较复杂的系统,对迄今为止人们的力量尚不能分解的系统,黑箱理论提供的研究方法是非常有效的。

例如,用黑箱法来进行挖掘机的原理设计(见图 2-2)。

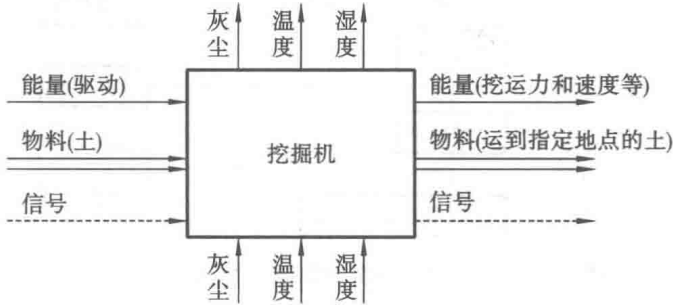


图 2-2 挖掘机的黑箱法

2) 功能分解

机器的功能是多种多样的,但每一种机器都要求完成某些工艺动作,所以往往把总功能分解成一系列相对独立的工艺动作,把复杂的运动分解成转动、摆动或移动等比较简单的运动。这些简单运动所能实现的简单功能称为功能元,总功能与功能元的关系一般用树状功能图来描述。

例如,由挖掘机的黑箱法确定挖掘机的总功能是将泥土搬运到指定地点。就机械运动方案来说,机械设备一般要考虑其中的 3 个系统:动力系统,传动系统,执行系统。其技术过程可用图 2-3 表示。

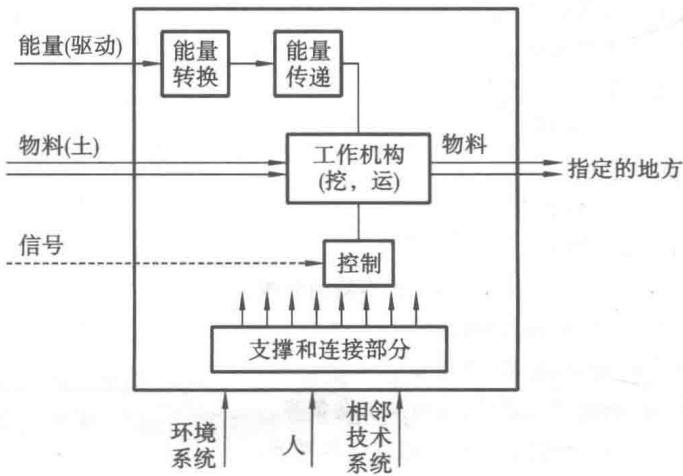


图 2-3 挖掘机技术过程流程图

在图 2-3 中,环境系统是指根据设计要求明细中提出的要求,比如爬坡、作业范围等;人是指操作工人对机器的要求,即考虑人机工程学设计;相邻技术系统是指运输机械的种类。

对上述的总功能进行第一步分解,可得到图 2-4 所示的功能结构简图。

进一步分解,可得挖掘机功能元树状功能图。

再如,干粉压片机是将陶瓷干粉料压制直径为 34 mm,厚度为 5 mm 的圆形片坯。其生

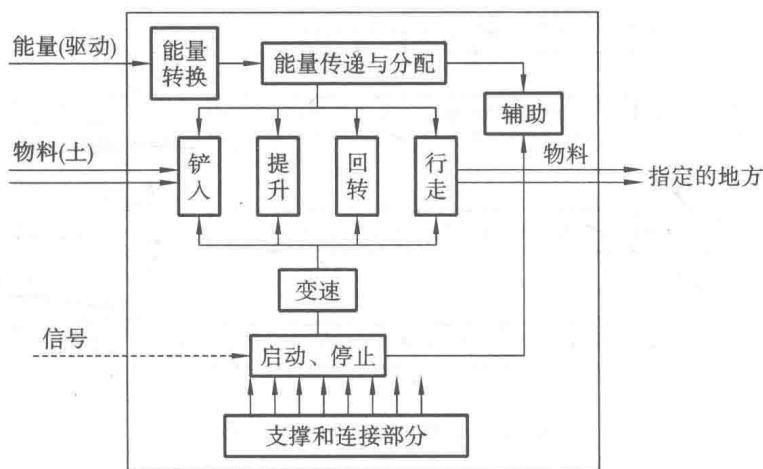


图 2-4 挖掘机的功能结构简图

产工艺需要实现以下 5 个动作(见图 2-5)。

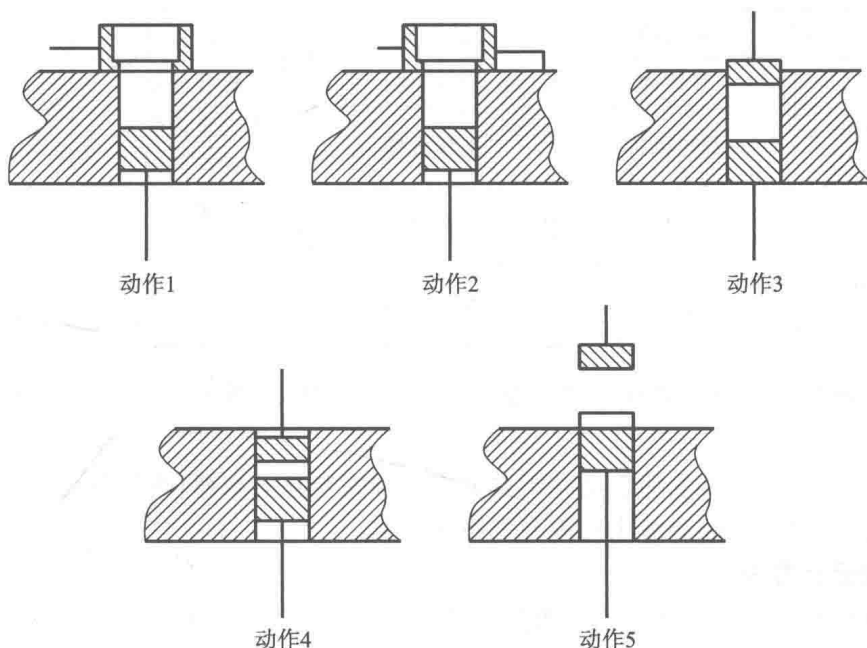


图 2-5 干粉压片机工作原理图

动作 1 移动料斗至模具的型腔上方准备将粉料装入型腔,同时将已经成形的毛坯推出。

动作 2 料斗振动,将料斗内粉料筛入型腔。

动作 3 下冲头下沉至一定深度,以防止上冲头向下压制时将型腔内粉料扑出。

动作 4 上冲头向下,下冲头向上,将粉料加压并保证一定时间,使毛坯成形较好。

动作 5 上冲头快速退出,下冲头随着将成形工件推出型腔,完成压片工艺过程。

由以上工艺动作可知,该机械共需 3 个执行构件,即:上冲头、下冲头和料筛。除此之外,干粉压片机电动机至执行构件还需一套传动系统。传动系统用于传递运动及减速。若电动机转速较低,可采用 2 级减速,若电动机转速较高,可考虑采用 3~4 级减速。

由此可画出图 2-6 所示的树状功能图,得到各功能元。

根据功能元要求及常用功能元求解的方法,可得到运动方案选择矩阵如表 2-2 所示。

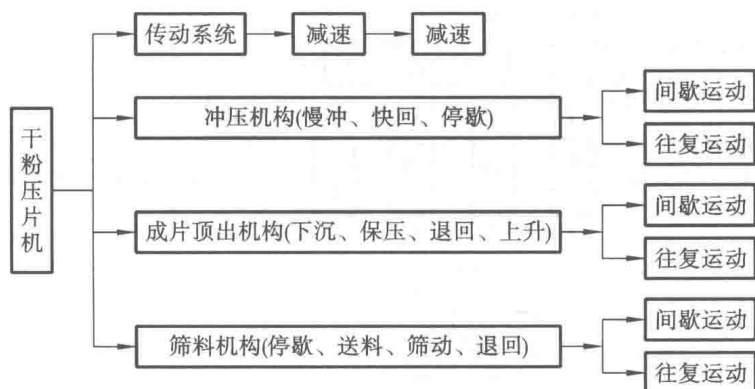


图 2-6 干粉压片机树状功能图

表 2-2 干粉压片机运动方案选择矩阵

功能元	功能元解(匹配机构)			
	1	2	3	4
减速 A	带传动	链传动	蜗杆传动	齿轮传动
减速 B	带传动	链传动	蜗杆传动	齿轮传动
上冲头双侧间歇往复运动 C	凸轮机构	连杆机构	不完全齿轮+连杆机构	
上冲头双侧间歇往复运动 D	凸轮机构	凸轮机构	不完全齿轮+连杆机构	
粉料筛单侧间歇往复移动 E	凸轮机构	连杆机构	凸轮机构	行星轮内摆线间歇移动机构

通过该选择矩阵可知干粉压片机可能的运动方案数目为 $N=576$ 种, 经过筛选、评价, 即可得到较优的方案。

功能分析法认为, 许多发明创造并不是发明一种完全新的东西, 而是将已有的东西重新组合, 通过尽可能详尽的功能分解来发现新的设计方案。

2. 创造性设计方法

创造就是创新。在市场竞争日益激烈的情况下, 就要求设计人员充分发挥创造力, 不断提出新方案, 改造老机械, 开发新机械。

创造性设计方法具有以下特点。

1) 独创性

敢于打破陈规, 异想天开, 独具卓识。

2) 推理性

对于一种现象或想法, 善于由此及彼进行纵向、横向、逆向推理。

3) 多向性

善于从不同的角度思考问题, 通过发散思维(提出多种设想、答案)、换元(变换诸多因素中的其中一个)、转向(转变受阻的思维方向)等途径, 以获得新的思路 and 方案。

4) 综合性

善于进行综合思维, 根据已有的概念、事实、信息通过巧妙结合, 形成新的成果。

创造性设计过程因人而异, 各种各样, 但大体可表述为