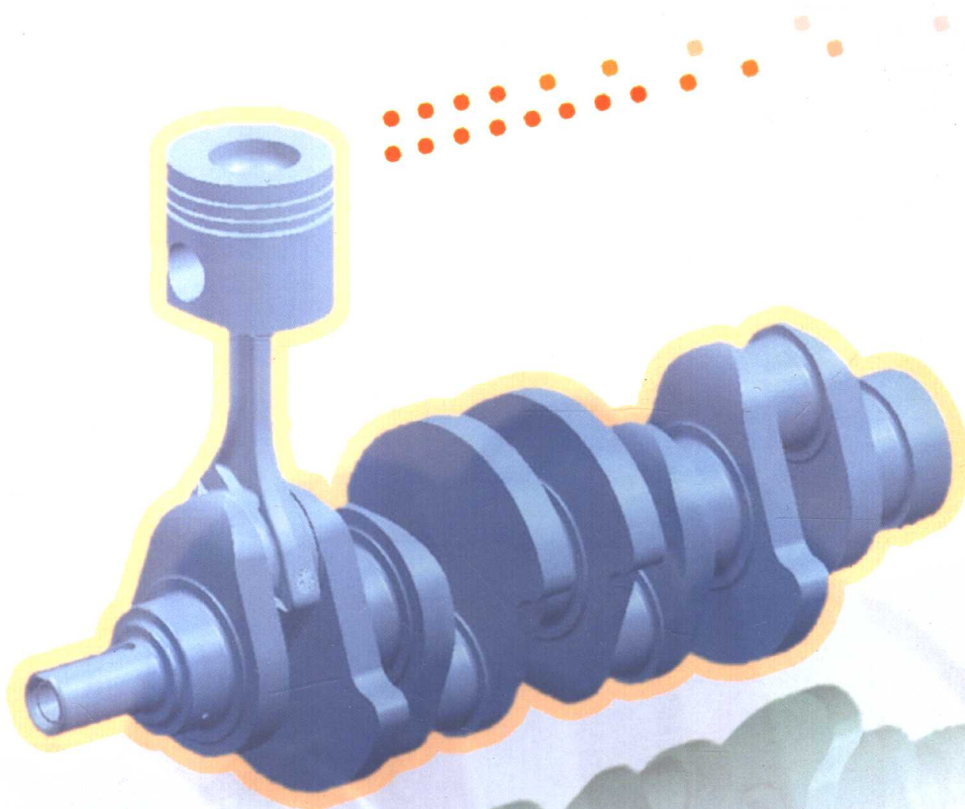


常用 机构的分析与综合

ANALYSIS AND SYNTHESIS OF MECHANISMS

梅瑛 李春广 陈芳 黄大宇 程军红 编著



◆ 吉林大学出版社

常用机构的分析与综合

梅瑛 李春广 陈芳 黄大宇 程军红 编著

吉林大学出版社

内 容 提 要

本书简要阐述了机械系统运动方案创新设计的基本理论、方法、技巧、原则和步骤；阐述了解析法进行常用机构和平面多杆机构运动分析的数学模型和程序设计方法、技巧，常用机构（平面连杆机构、凸轮机构、齿轮机构等）运动分析、尺度综合的理论和方法，提供了大量计算机辅助机构分析、综合及仿真的VB6.0程序；介绍了复数矢量法的基本知识；简要介绍了Visual Basic语言程序开发及一些常用的编程技巧。本书可作为高等院校机构创新设计、机构分析与综合等课程的教学用书，也可供有关工程技术人员参考使用。

图书在版编目（CIP）数据

常用机构的分析与综合 / 梅瑛等编著

长春：吉林大学出版社，2006.7

ISBN 7-5601-3479-3

I.常... II.梅... III.机构学—高等学校—教材 IV.TH111

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2006）第 072559 号

常用机构的分析与综合

梅瑛 李春广 陈芳 黄大宇 程军红 编著

责任编辑、责任校对：陈颂琴

封面设计：黄亮

吉林大学出版社出版
（长春市明德路 421 号）

吉林大学出版社发行
郑州市盛大彩色印刷有限公司印刷

开本：787×1092 毫米 1/16

2006 年 8 月第 1 版

印张：16.5

2006 年 8 月第 1 次印刷

字数：401 千字

印数：1—1000 册

ISBN 7-5601-3479-3

定价：23.00 元

前 言

为了培养面向21世纪知识经济时代的科技人才,机械原理、机械设计基础课程正在确立新的课程体系,并组织相应的教学内容。课程设计是机械类、近机类各专业学生在学习了机械原理、机械设计基础课程后进行的一个重要的实践性教学环节,是为提高学生机械系统运动方案设计、创新设计和解决工程实际问题能力服务的。本书从21世纪知识经济时代对高层次技术人才创新意识、创新思维、创新设计能力的需求出发,牢牢把握以机械系统运动方案设计为主线,创新设计为重点,分析为设计服务的课程体系,通过课程设计的实践和训练,激发学生求知欲望和创新精神,培养学生进行机械系统运动方案创新设计,应用现代设计方法和手段解决工程实际问题的能力。在教材体系、内容取舍和安排上,注重恰当处理好少而精、先进性和实用性、系统性和趣味性的关系,避免体系结构冗繁、内容庞杂及与机械原理、机械设计基础课程内容的过多重复。通过系统而简明地阐述机械系统运动方案创新设计的基本理论、方法、技巧、原则和步骤并展示一些实现常用运动和功能的典型机构及创新设计示例,启发学生开阔思路、触类旁通、举一反三的创新思维。本书引导学生综合应用所学过的机构组成原理及各类常用机构的结构组成、运动原理、工作特点及应用场合等知识,进行机构的选型、组合与创新、分析与综合;注重介绍学科发展的新方向、新内容和新方法,引导学生摆脱纯机械模式的束缚,巧妙利用机、光、电、液(气)等现代交叉学科进行机械系统创新设计;强化应用优化设计、计算机辅助设计等现代设计方法和手段,完成机构分析、综合与仿真的全过程,培养学生应用现代设计理论、手段和方法解决工程实际问题的思维方法和基本技能。书中所提供的典型机构分析与设计示例,对学生和有关工程技术人员都具有很好的借鉴性和实用性。为使设计者及时观察到自己所设计机构及其系统的运动情况,本书引导设计者对自己设计的机构及其机械系统进行计算机运动仿真,以便能及时、清晰、逼真地观察机构运动过程的时空关系和工作原理,从而既与数学建模、程序设计、结果输出等一起形成一套自我检查的封闭系统,又形象直观、易于理解,达到寓教于乐,激发学习兴趣和热情的目的。书中所用到的机构分析、综合与仿真的程序用VB6.0设计,且全部上机调试通过无误,可直接由学生、指导教师及有关工程技术人员参考和调用,具有极强的实用性。

全书内容共分八章,其中第一章为概述,简要介绍课程设计的意义、任务、目的和要求。第二章简明地阐述机械系统运动方案创新设计的基本理论、方法、技巧、原则和步骤,并展示一些实现常用运动和功能的典型机构及创新设计示例。第三章结合有关高校指导机械原理、机械设计基础课程设计的实践经验,提供了若干设计题目,供学生和教师参考。第四章介绍了复数矢量法的基本知识,介绍了平面连杆三种基本机构的运动分析的数学模型和程序设计,运用杆组理论给出了平面多杆机构的运动分析数学模型和程序实例。第五、六、七章阐述了应用复数矢量法进行常用机构(平面连杆机构、凸轮机构、齿轮机构等)运动分析、尺度综合的理论和方法,并有代表性地提供了大量计算机辅助机构分析、综合及仿真的VB6.0程序。第八章简要介绍了Visual Basic语言程序开发及一些常用的编程技巧。

参加本书编著的人员有梅瑛、李春广、陈芳、黄大宇、程军红。其中梅瑛编写前言、第四章的第一、二、四、五节、第五章的第一、二、三节；李春广编写第二章、第五章的第四节；陈芳编写第四章的第三节、第八章；黄大宇编写第一章、第六章；程军红编写第三章、第七章。

在本书编写和出版过程中得到了中原工学院、吉林大学出版社的大力支持，武良臣教授细心审阅了全书并提出了许多宝贵意见，在此谨致以衷心的感谢，并对所有曾经给予本书的编写和出版以关心和支持的人们表示由衷感谢。总之，本书作为我们近年来从事机械设计基础类课程和课程设计教学改革实践成果的积累，把创新教育和能力培养贯穿于始终，力图做到深入浅出、引人入胜、寓教于乐；先进而实用，系统而趣味，理论结合实践；既便于教师指导，又利于学生自学，同时又对有关工程技术人员从事产品开发和创新具有重要参考价值。相信它的出版必将为机械设计基础类课程和课程设计的教学改革、为工科类学生的创新教育 and 高层次创造性人才培养做出贡献。但由于作者水平有限，加之时间仓促，漏误及欠妥之处在所难免。敬请广大同仁和读者不吝指正。

编著者

2006年8月

目 录

第一章 概述	1
第一节 机械设计的主要阶段及内容	1
第二节 课程设计的具体要求	3
第二章 机械执行系统运动方案设计	4
第一节 机械执行系统的功能原理设计	7
第二节 机械执行系统的运动规律设计	7
第三节 执行机构的形式设计	10
第四节 执行机构的运动协调设计	29
第三章 课程设计题目	37
第一节 洗瓶机推瓶机构设计	37
第二节 专用机床的刀具进给机构和工作台转位机构设计	39
第三节 铁板输送机构设计	41
第四节 书本打包机机构设计	45
第五节 半自动平压模切机构设计	49
第六节 平台印刷机的主传动机构设计	50
第七节 自选机构设计	52
第四章 平面连杆机构运动分析	55
第一节 概述	55
第二节 复数矢量的基本知识	56
第三节 平面四杆机构的运动分析	58
第四节 基本杆组法对机构进行运动分析	99
第五节 应用杆组理论进行机构的运动分析	111
第五章 平面连杆机构的运动综合	147
第一节 概述	147
第二节 按已知行程速比系数综合铰链四杆机构	148
第三节 按已知传动角综合四杆机构	162
第四节 按已知连架杆或曲柄滑块的对位位置综合四杆机构	166
第六章 凸轮机构的运动综合	171
第一节 概述	171
第二节 从动件常用运动规律	173
第三节 凸轮机构的基本尺寸综合	178
第四节 凸轮轮廓曲线设计	180

第七章 齿轮机构的运动综合 -----207

第一节 渐开线函数及压力角 -----207

第二节 渐开线齿轮齿廓范成 -----210

第三节 渐开线直齿圆柱齿轮的基本尺寸及传动质量指标 -----218

第八章 Visual Basic6.0 基本知识 -----227

第一节 Visual Basic 6.0 集成开发环境 -----227

第二节 基本语言 -----231

第三节 程序编写规则 -----237

第四节 图形及绘图操作 -----240

第五节 创建 Visual Basic 应用程序 -----245

主要参考资料 -----248

第一章 概述

机械原理、机械设计基础课程设计是各专业学生在学习了机械原理、机械设计基础课程后进行的一个重要的实践性教学环节，目的是培养学生机械系统运动方案设计和创新设计、应用计算机解决工程实际中各种机构分析和设计的能力。为了使了解课程设计的在培养学生创新机械设计能力中的作用，首先要了解一般机械设计的含意及其设计过程。

第一节 机械设计的主要阶段及内容

无论何种机械产品的设计大致都经过以下四个阶段：

一、决策阶段

根据市场调查、需求分析、成本预测、可行性论证，确定所设计产品的用途、主要性能参数，编制设计任务书，明确具体的设计要求。

二、总体方案设计阶段

需求以产品的功能来体现，实现同一功能的产品可以有多种多样的工作原理。所以，该阶段要在根据设计任务进行功能分析的基础上，通过创新构思、优化筛选确定较理想的工作原理，对选定的工作原理进行工艺动作构思和工艺动作分解，对完成各工艺动作的执行机构进行动作协调分析、机构的选型、创新与组合，构思出各种可能的运动方案，并通过方案评价选择最佳方案；就所选择的运动方案，进行机构的运动规律设计；拟定总体方案，进行原动机、传动系统和执行系统的选择和基本参数设计；最后绘制出整个机械传动系统示意图及各执行机构的运动简图。

三、结构设计阶段

将机械系统运动简图具体转化为各零部件的合理结构及零件工作图、部件装配图和机械的总装图。具体来说就是，从加工工艺、装配工艺、包装运输及人机工程、造型美学、消费心理等出发，确定各零部件的相对位置、结构形状及联结方式；根据运动和动力设计及强度和刚度计算，选择零件材料、热处理方法和要求，确定零件尺寸、公差、精度及制造安装的技术条件等；绘制总装配图、部件装配图、零件工作图并编制设计说明书，完成全部有关技术文件。

四、改进设计阶段

在生产加工、样机调试、性能测试、专家鉴定及用户使用中可能会暴露出各种问题或缺陷，因而必须做出相应的技术修改使之进一步完善，可能会因改变或增加某些功能而需要改变执行机构的设计方案，也可能会因性能或结构的需要改进零件结构或尺寸参数，从而确保产品的设计质量，并进一步提高产品的效能、可靠性、实用性和经济性，使产品更具竞争力和生命力。经过上述四个阶段，机械设计任务即告初步完成。由于机械原理课程涉及的研究

范畴所限,机械原理课程设计着重在第二阶段,即机械传动系统运动方案、运动简图的设计。使学生在该阶段的步骤和内容方面得到初步训练。

随着科学技术和工业生产的飞速发展,机械产品种类日益增多,如各种仪器仪表、轻工机械、纺织机械、金属加工机床、石油化工机械、交通运输机械、矿山作业机械以及家用电器、儿童玩具、办公自动化设备等等。各种现代化机械设备实现生产和操作过程的自动化程度愈来愈高。因此,机械产品设计的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,巧妙地选择工艺动作过程,选用或创新机构型式并巧妙地组合成机械系统运动方案,从而设计出结构简单、制造方便、性能优良、工作可靠、适用性强的机械系统。21世纪将是全球化的知识经济时代,产品的竞争将愈来愈激烈。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,没有创新能力的国家不仅将失去在国际市场上的竞争力,也将失去知识经济带来的机遇。产品的生命是创新,创新来自于设计,设计中的创新需要高度和丰富的创造性思维,没有创造性的构思,就没有产品的创新,没有创新的产品就不具有市场竞争性和生命力。而机械产品的创新设计成功的关键是机械系统的运动方案设计。因此,通过机械原理课程设计加强对机械类学生机构选型、机械系统运动方案设计和创新设计能力的培养具有重要意义。

机械原理、机械设计基础课程设计是工科类各专业学生在学习了机械原理、机械设计基础课程后进行的一个重要的实践性教学环节,是为提高学生机械系统运动方案设计和创新设计能力服务的。其任务就是要结合一个简单(或中等复杂程度)的机械系统,让学生根据使用要求和功能分析,开拓思路,敢于创新,巧妙地构思其工作原理和选择工艺动作过程,由所选择的工作原理和工艺动作过程,综合应用所学过的各类常用机构的结构组成、运动原理、工作特点及应用场合等知识,进行机构的选型、创新与组合,构思出各种可能的运动方案,并通过方案评价、优化筛选,选择最佳方案,就所选择的最佳运动方案,应用计算机辅助分析和设计方法(和必要的图解法)进行机构尺度综合和运动分析,由运动方案和尺度综合结果绘制机械系统运动简图。从而使学生巩固和加深课程所学的基本理论和方法;使学生通过一个实际机械系统的一次完整的运动设计过程,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;更重要的是培养学生理论与实践结合、锐意创新并应用计算机完成机械系统整体分析和设计的能力。机械原理、机械设计基础课程设计的方法原则上可分为两大类:

1. 图解法

运用某些几何关系式或已知条件等,通过几何作图求得结果,所需尺寸可直接从图上量取(必需严格按比例作图)。其显著优点是可以将分析和设计结果清晰地表现在图样上,直观、形象、便于检查结果正确与否。其缺点是作图繁琐,精度不高,对于精度要求比较高或较复杂的问题该方法将无能为力。

2. 解析法

以机构参数来表达各构件间的函数关系,建立机构的位置方程或机构的封闭回路方程,求解未知量。该方法借助计算机可以避免大量人工重复计算,迅速获得计算结果,且计算精

度较高，能解决较复杂的问题。随着计算机技术的飞速发展，这种方法已得到广泛应用。

图解法与解析法各有优缺点，它们应互为补充。在满足机械设计精确度要求的前提下，应择简而用或并用，使设计工作做到又快又好。工程实际要求机械设计人员应熟练地掌握这两种方法，在机械原理、机械设计基础课程设计中提倡图解法与解析法并存。

第二节 课程设计的具体要求

机械原理、机械设计基础课程设计最终完成的成果形式一是图样，二是设计计算说明书。

将运动方案中的机构系统运动简图及其运动循环图、用图解法分析和设计的某些机构位置均按一定比例画在图纸上，对所画图样要求做到布置合理、线条分明、清楚准确、曲线光滑，图旁应标以规定形式的比例尺，运动副处标以相应的符号。

编写课程设计说明书的内容应包括：题目简介、设计任务与给定条件、机构系统运动方案的论证与比较、某些机构分析与设计的原理与方法、分析思路、计算程序及对程序的必要说明（如程序的名称及其中标识符的说明等）、计算结果分析（打印计算结果和曲线）、收获体会等。要求字迹清楚，语言简练、通顺，用16K纸编写，连同目录、封面装订成册。

第二章 机械执行系统运动方案设计

在机械原理、机械设计基础课程中,我们已学习和了解了各种常用机构的应用场合、运动情况、动力特性及它们的尺度综合(设计)方法。而在实际生产中,要实现某种运动要求或者动作要求,仅用一种简单机构往往不能满足实际要求,而是将若干个机构组合成一个系统来完成各种工作要求,我们把由若干机构组成的,用以实现机械的运动和传递动力的系统称为机械传动系统。

机械传动系统是机械的重要组成部分,是实现机械功能的主体,也是机械设计中极为重要的一环。正确、合理地设计机械传动系统,对于提高机械的性能和质量、降低机械的制造成本和使用费用等都是十分重要的。

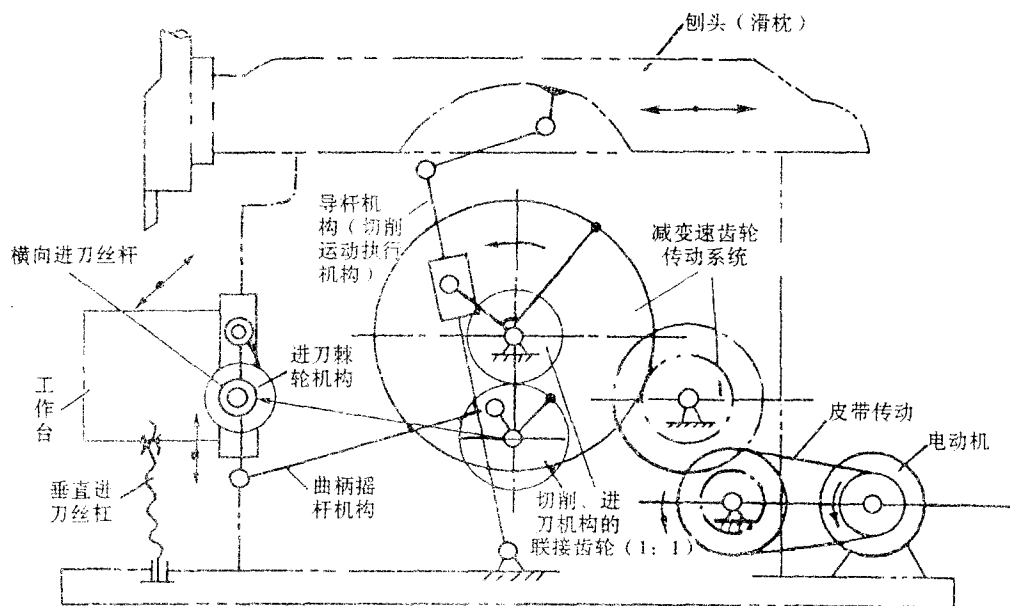


图 2-1 牛头刨床传动简图

从功能的观点可将一般的机械传动系统分为三个主要部分:

一、执行机构部分

在机械传动系统中,完成工艺运动的构件称为执行构件。而执行构件通常又是一个机构的输出构件。因此,这种直接与执行构件相连接的机构就称为执行机构。在一个机械传动系统中,执行机构通常不止一个,其数量是由机构的工艺要求所确定的。如图2-1所示的牛头刨床中,为了实现刨刀的切削运动,就设计了一个由摆动导杆机构和摆杆滑块机构组合而成的执行机构。此机构将旋转运动转换为刀具切削工件所需的往复移动,其执行构件就是刨刀;

为了实现工件的进给运动，在系统中又设置了一个由进刀棘轮机构与螺旋机构组成的执行机构，其执行构件就是工作台。

二、原动机部分

原动机部分为各执行机构的动力源。在各种机械传动系统中，由于运动、动力及结构等方面的不同要求，原动机可以是一个也可以为多个，其原动机的类型也不尽相同。因此，在机械传动系统设计中，合理选择原动机类型也是重要问题之一。

三、传动链系统

在执行机构与原动机之间的机械传动部分可以简称为传动链。传动链通常是由传动机构和一些已成为标准化产品的传动装置（如各种减速器、变速器等）组合而成。如图2-1中的带传动和齿轮减速器系统，以及与棘轮机构相联的铰链四杆机构都属于传动链系统。最简单的机械传动系统是由一个执行机构、一条传动链和一个原动机组成的。有时甚至没有传动链（如某些机械手的传动）。但是一般的机械传动系统是比较复杂的，通常都包括多个执行机构或一个以上的原动机。在这种情况下，就可将机械传动系统划分为多个组合部分。每一组合部分都包含有：一个执行机构、驱动此执行机构的原动部分及其间的传动链。因此，机械传动系统的设计中，传动系统的组成是一个首先需要解决的问题。

当然，在一部机器中，除机械传动系统之外，还应包含操纵系统、控制系统以及其它的辅助系统，我们此处主要讨论机械传动系统设计的一些基本问题。

机械传动系统设计是一项繁难的工作，而且它没有一成不变的模式可循。但是，就其设计过程而言，大体可归纳为以下四个步骤：

1. 总体方案设计

设计者根据所设计的机械的用途、性能以及设计任务中提出的各种技术要求及参数，通过广泛的调查、研究，以及对各方面收集到的技术情报的分析、比较，拟定出设计方案的总体构想，经反复论证逐一将其具体化，形成一个或多个可能实施的总体设计方案。通过进一步的比较优化，最后择其最佳者进行实施。

总体设计方案基本上决定了所设计机械的结构、使用性能及经济性。因此，机械传动系统总体方案的设计是整个机械设计中最关键的阶段。

在机械传动系统设计中，能按不同的工作原理构想出多种总体方案，并能从中优选出最佳方案是整个机械设计成败的关键，也是设计者面临的难题。它需要设计者有广博的知识面和丰富的实践经验。同学们完全可以通过学习和训练，不断地积累经验，为解决这一难题打下基础。

2. 运动设计

当总体方案确定以后，设计者应根据方案所确定的机构简图或传动示意图及各种基本要求进行系统的运动学综合，从而确定出各机构中构件的尺寸参数，使得所确定的方案满足设计任务中规定的技术要求。

3. 动力设计

通常作用在所设计机构上的实际工作载荷是未知的，设计者一般需通过实验，或根据经验，或采用类比等方法来确定出机械在一个运动循环中载荷的大小和变化规律。在考虑了整个传动系统的效率后，定出原动机的功率、转速，从而选定原动机的型号。当设计要求对主

轴的速度波动有限制时，还应设计飞轮或相应的速度波动调节器；当设计要求对振动有限制时，还应设计出平衡方案。

4. 结构设计

根据构件的工况及失效形式，选择材料及相应的热处理方式，再结合受力分析的数据，确定出组成机械传动系统的每一个零件的几何形状、结构形式和具体尺寸，然后逐一将其零件图和总装配图绘出，以供生产制造使用。这部分内容将在机械设计课程中讨论。事实上，一个成功的设计，常常需要在以上四个设计步骤中交错进行，经过反复修改、验证，直到获得满意的结果为止。

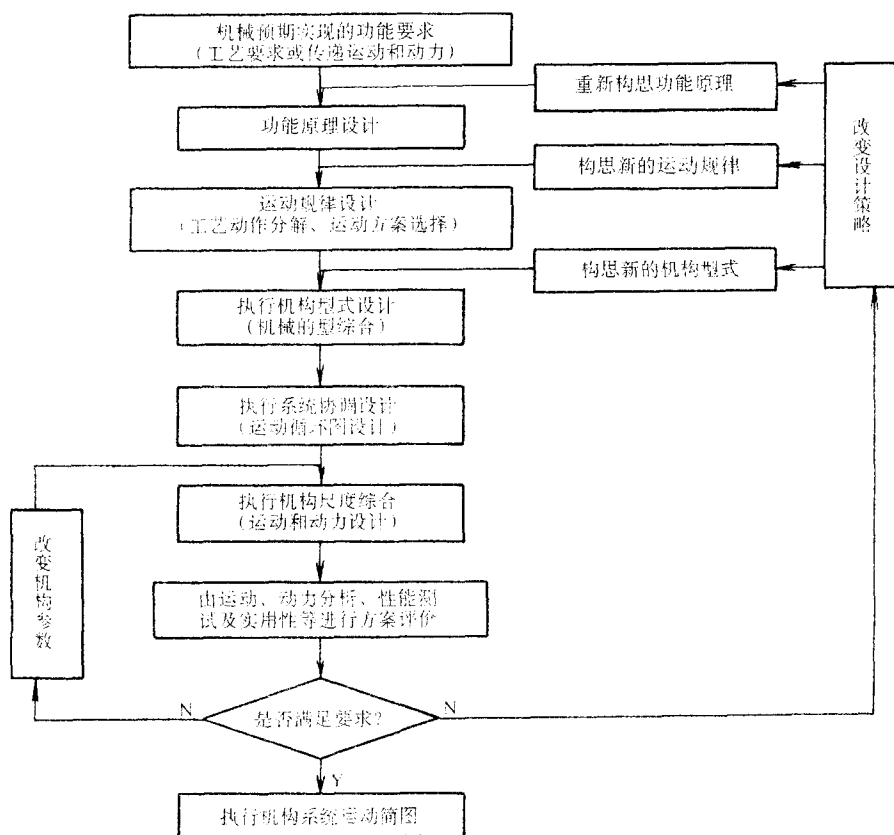


图 2-2 执行机构系统方案运动设计流程框图

执行机构的运动方案设计是机械系统总体方案设计的核心。它对机械能否实现预期的功能、性能的优劣、经济效益的好坏以及产品在市场上的竞争能力，都起着决定性的作用，它涉及到如何根据功能要求选定工作原理；如何根据工作原理选择运动规律；如何根据运动规律和动力性能要求选择或创新不同的机构型式并将其巧妙地组合，构思出各种可能的运动方案来满足这些功能或运动规律要求；如何通过方案评价、优化筛选，从众多可行方案中选择最佳的方案。因此机械执行系统的方案设计又是一项最富创造性的工作。方案设计的过程和内容可用图2-2所示的流程框图来表示。

第一节 执行系统的功能原理设计

机械产品的设计目的是为了实现某种预期的功能要求,包括工艺要求和使用要求,所谓功能原理设计,就是根据机械预期实现的功能,构思和选择机械工作原理来实现这一功能要求。实现某种预期的功能要求,可以采用多种不同的工作原理,不同的工作原理需要不同的工艺动作,执行机构系统的运动方案也必然不同。

例如,要求设计一个齿轮加工设备,其预期实现的功能是在轮坯上加工出轮齿,为了实现这一功能要求,既可以选择仿形原理,也可以采用展成原理。若选择仿形原理,则工艺动作除了有切削运动、进给运动外,还需要准确的分度运动;若采用展成原理,则工艺动作除了有切削运动和进给运动外,还需要刀具与轮坯的展成运动等。这说明,实现同一功能要求,可以选择不同的工作原理;选择的工作原理不同,其执行机构的运动方案也完全不同。所设计的机械在工作性能、工作品质和适用场合等方面就会有很大差异。

再比如,为了加工出螺栓上的螺纹,可以采用车削加工原理,也可以采用套螺纹工作原理,还可以采用滚压工作原理。这几种不同的螺纹加工原理适用于不同的场合,满足不同的加工需要,其执行系统的运动方案也各不相同。

功能原理设计的任务,就是根据机械预期实现的功能要求,充分发挥自己的想象力和创造性思维,构思出所有可能的功能原理,并加以认真的分析比较,从中选择出既能很好地满足功能要求、工艺动作又简单的工作原理。

第二节 执行系统的运动规律设计

运动规律设计,就是根据工作原理所提出的工艺要求构思出能够实现该工艺要求的各种运动规律,然后从中选取最为简单、适用、可靠的运动规律,作为机械的运动方案。运动方案选择得是否适当,直接关系到机械运动实现的可能性、机械的工作性能、适用性、生产率及整机的复杂程度。

一、工艺动作分解和运动方案选择

实现一个复杂的工艺过程,往往需要多种工艺动作,而任何复杂的动作总是由一些最基本的运动合成的。因此,运动规律设计通常是对工作原理所提出的工艺动作进行分析,将其分解成若干个基本动作,工艺动作分解的方法不同,所得到的运动规律也各不相同,所形成的运动方案也不相同。

例如,同是采用展成原理加工齿轮,工艺动作可以有不同的分解方法:一种方法是把工艺动作分解成齿条插刀(或齿轮插刀)与轮坯的展成运动、齿条刀具(或齿轮插刀)上下往复的切削运动、以及刀具的进给运动等,按照这种工艺动作分解方法,得到的是图2-3所示插齿机床的方案;另一种方法是把工艺动作分解成滚刀与轮坯的连续转动和滚刀沿轮坯轴线方向的移动,按照这种工艺动作分解方法,就得到了图2-4所示滚齿机床的方案。前者由于其切削运动是不连续的,因此其生产率受到了影响,后者当滚刀连续转动时,相当于一根无限长的齿条连续向前移动,其切削运动和展成运动合为一体,因而生产率大大提高。

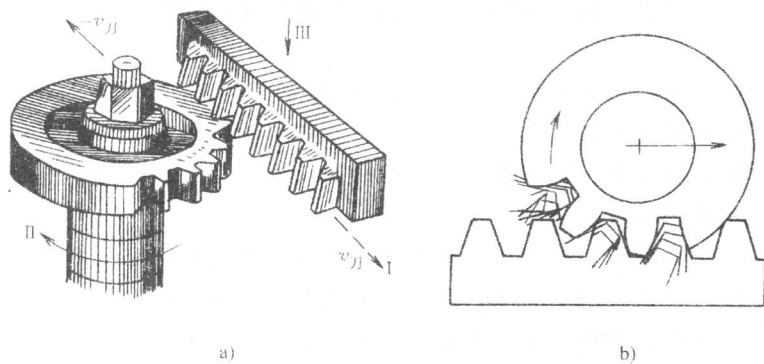


图 2-3 插齿工艺动作分解

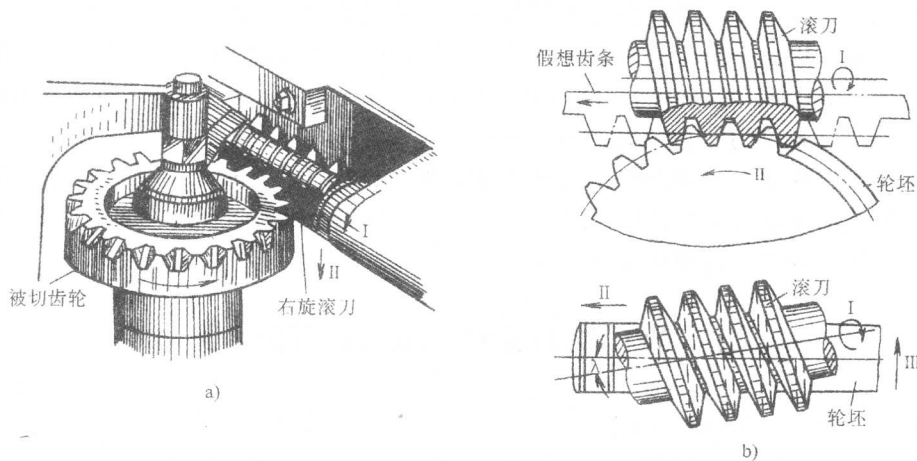


图 2-4 滚齿工艺动作分解

又如，要求设计一个计算机的绘图机，使其能按照计算机发出的指令绘制出各种平面曲线

线。需要将绘制复杂平面曲线的工艺动作进行分解：一种分解方法是让绘图纸固定不动，而绘图笔作 x 、 y 两个方向的移动，从而在绘图纸上绘制出复杂的平面曲线。工艺动作的这种分解方法，就得到了如图 2-5a 所示的小型绘图机的运动方案。工艺动作的另一种分解方

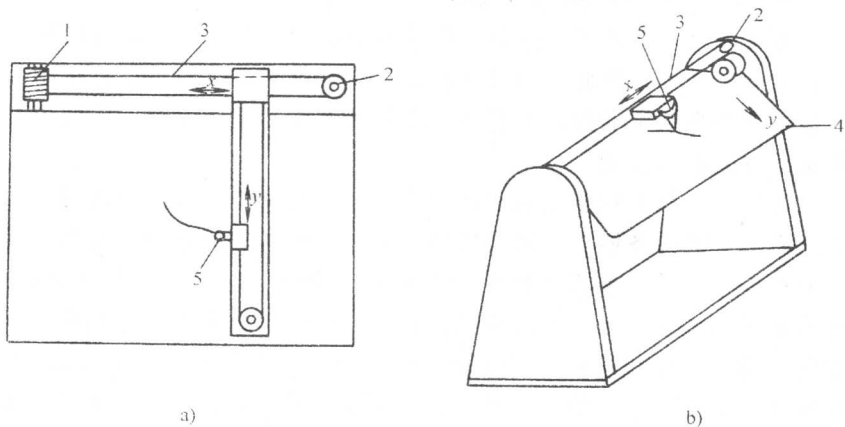


图 2-5 绘图机的工艺动作分解方法

1—主动轮 2—从动轮 3—钢丝 4—绘图纸 5—绘图笔

动作的另一种分解方法是让绘图笔作 x 方向的移动,而让绘图纸绕在卷筒上绕 x 轴作转动(实现绘图纸沿 y 轴的移动),从而在绘图纸上绘制出复杂的平面曲线。工艺动作的这种分解方法,就得到了如图2-5b所示的大型绘图机的运动方案。

再如,要求设计一台加工内孔的机床,所依据的是刀具与工件间相对运动的原理。根据这一工作原理,加工内孔的工艺动作可以有几种不同的分解方法:一种方法是让工件作连续等速转动,刀具作纵向等速移动和径向进给运动。工艺动作的这种分解方法,就得到如图2-6a所示的镗内孔的车床方案。第二种分解方法是让工件固定不动,使刀具既绕被加工孔的中心线转动,又作纵向进给运动和径向调整运动。这种分解方法就形成了如图2-6b所示的镗内孔的镗床的方案。第三种分解方法是让工件固定不动,而采用不同尺寸的专用刀具—钻头和铰刀等,使刀具作等速转动并作纵向送进运动。这种分解方法就形成了如图2-6c所示的加工内孔的钻床的方案。第四种方法是让工件和刀具均不转动,而只让刀具作直线运动,这种分解方法就形成了如图2-6d所示的拉床方案。

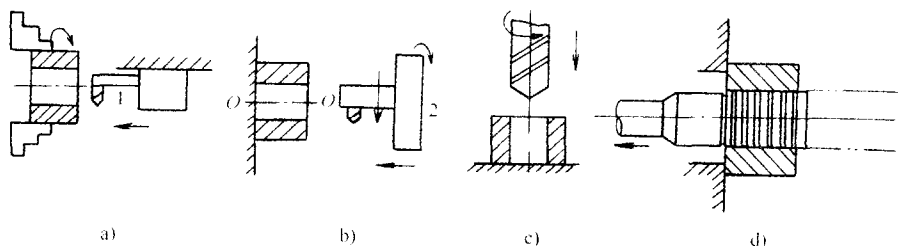


图 2-6 加工内孔的工艺动作分解方法

从对以上几个例子的分析中可以看出:实现同一个工艺动作,可以分解成各种简单运动,工艺动作分解的方法不同,所得到的运动规律和运动方案也大不相同,它们在很大程度上决定了机械工作的特点、性能、生产率、适用场合和复杂程度。例如,在上面加工内孔的机床例子中,车、镗、钻、拉各种方案各具特点和用途。当加工小的圆柱形工件时,选用车床镗内孔的方案比较简单;当加工尺寸很大且外形复杂的工件时(如加工箱体上的主轴孔),由于将工件装在机床主轴上转动很不方便,因此可以采用镗床的方案;钻床的方案取消了刀具的径向调整运动,工艺动作简化了,但带来了刀具的复杂化,且加工大的内孔有困难;拉床的方案动作最为简单,生产率也高,但所需拉力大,刀具价格昂贵且不易自制,拉削大零件和长孔时有困难,在拉孔前还需要在工件上预先制出拉孔和工件端面。所以在进行运动规律设计和运动方案选择时,应综合考虑机械的工作性能、生产率、应用场合、经济性等各方面的因素,根据实际情况对各种运动规律和运动方案加以认真分析和比较,从中选择出最佳方案。

二、运动规律设计的创造性

运动规律设计也是一个创造性过程,需要设计者既要熟练掌握和灵活应用基本设计理论、设计方法和专业实际知识,同时还要充分发挥创造性思维和创新潜能。冲破传统观念的束缚,才能标新立异,构思设计出结构简单、性能优良、生产率高、具有竞争力的新产品。运动规律设计的创新方法也有多种。

1. 仿生法

所谓仿生法就是模仿人或动物的动作将工艺动作进行分解,产生新的构思。在进行运动

规律创新设计中,人们成功地采用仿生法创造出了六自由度机器人,仿动物行走的四足步行机器人。例如,人们常见的建筑工地上使用的挖土机,其运动规律就是完全模仿人手挖土的工艺动作,它由腰部、上臂、肘、挖斗等组成,是一种很成功的设计。又如图2-7所示的搓元宵机,其运动规律也是模仿人手搓元宵的动作而设计的。整个装置是由旋转圆盘1、连杆2和3、转动构件4和机架5所组成的空间五杆机构。运动由旋转圆盘1输入,通过装在圆盘外圈

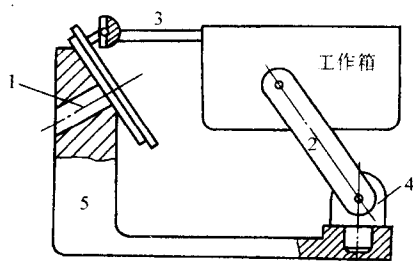


图 2-7 搓元宵机构

1—旋转圆盘 2、3—连杆 4—转动构件 5—机架

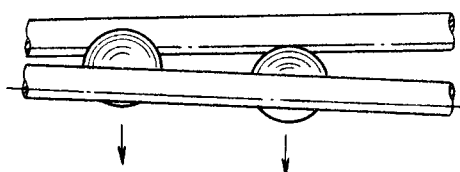


图 2-8 刚球尺寸分选示意图

上的球形铰链带动连杆3、2和转动构件4运动,从而使与连杆3固结的工作箱作空间振摆运动,工作箱内的元宵馅在稍许湿润的元宵粉中经多方向滚动即可制成元宵。这是一个构思巧妙、结构简单的设计。

2. 思维扩展法

例如滚动轴承厂往往要对大量轴承钢球按不同直径进行分选。为了提高分选效率,同时又避免设计复杂的对钢球直径的测量动作,设计者避开传统的设计思路,让被测钢球也参与到运动规律的设计中去,使钢球沿着两条斜放的不等距棒条滚动,如图2-8所示。当钢球沿这两条棒条移动时,尺寸小的钢球

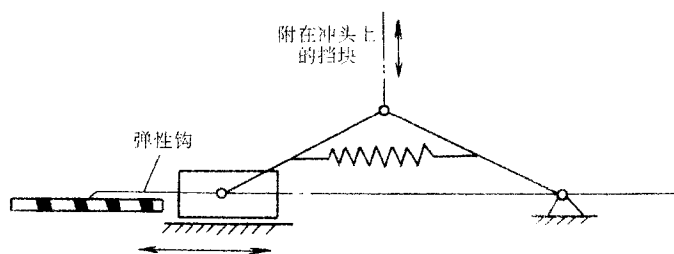


图 2-9 自动落料机构

由于棒条夹不住,靠自重先行落下,大一些的钢球则可多移动一段距离,钢球落下的先后顺序与其直径大小成比例,于是就达到了钢球尺寸分级的目的。这是一个构思巧妙、结构简单又经济实用的设计。又如,在滚针轴承保持架生产线中,为了把冲好的保持架料片从模具中能自动而又安全地取出,设计人员利用冲头的往复运动,通过一个十分简单的连杆滑块机构(如图2-9所示)就可以把料片方便地从下模中勾出来,既保证了安全生产又能实现落料自动化,从而提高了生产率。

第三节 执行机构的形式设计

当根据工艺动作分解,确定了执行机构运动规律后,必须根据各基本动作或功能的要求,选择或创造合适的机构型式来实现这些动作或运动规律。这一工作称为执行机构的型式设