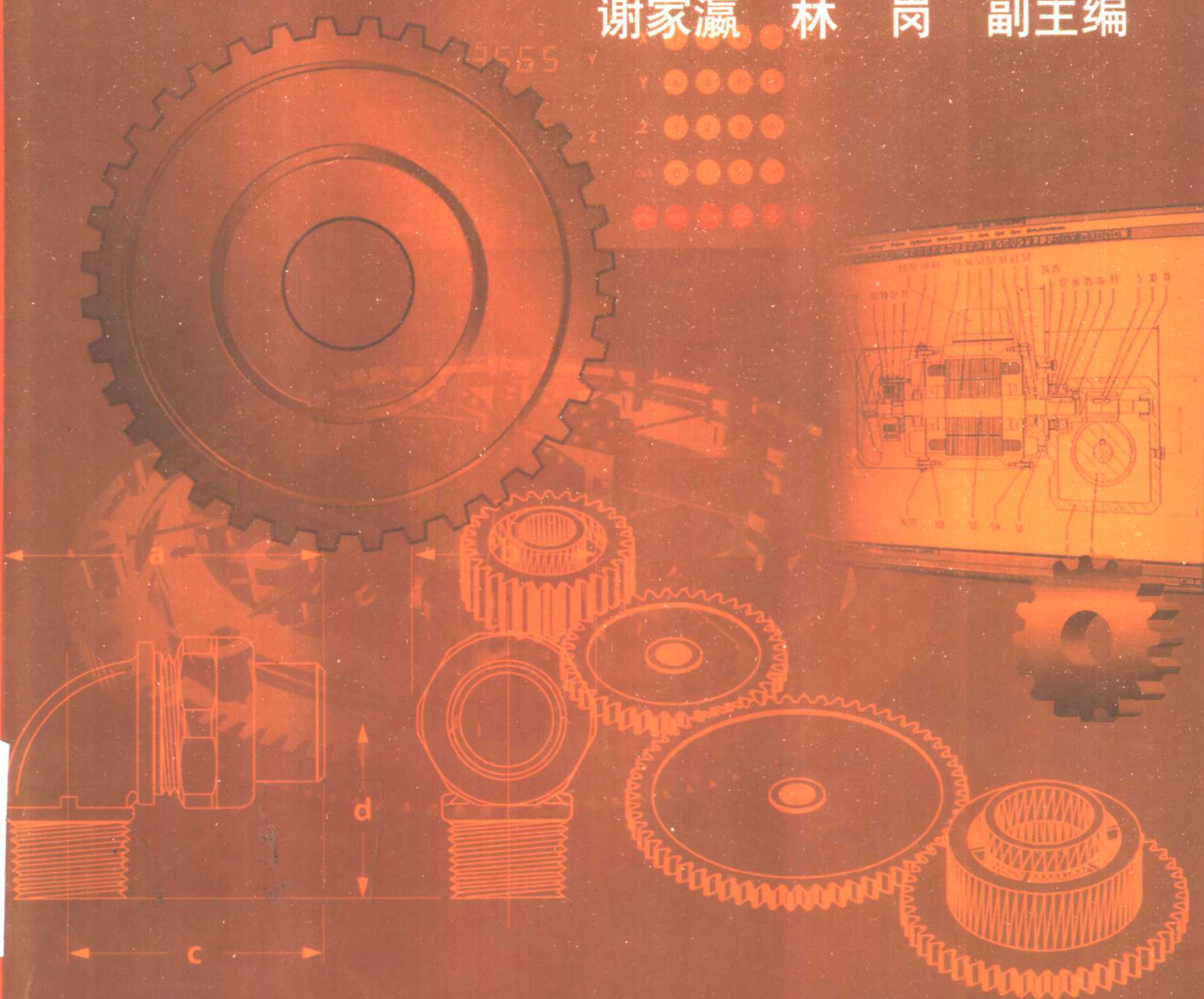


普通高等教育机电类规划教材

机械工程及自动化 简明设计手册(上册)

叶伟昌 主编
谢家瀛 林岗 副主编



机械工业出版社
China Machine Press

普通高等教育机电类规划教材

机 械 工 程 及 自 动 化 简明设计手册

上 册

主 编：叶伟昌

副主编：谢家瀛 林 岗

参 编：（以姓氏笔划为序）

王贤民 刘远伟 邢西哲

陈辽军 李益民 吴永祥

林朝平 俞 庆 秦永法

程 伟 黎汉杰

主 审：沈世德

机 械 工 业 出 版 社

本手册是为高等工科院校机械工程及自动化专业学生学习机械设计、机械制造技术及装备、控制技术应用等主干课程和进行课程设计和毕业设计而编写的。由于资料新颖、简明实用、内容完整、价位适中,因此可作为学生学习和课程设计时的案头书,并做到人手一册。

本手册分上、下两册。上册内容包括机械运动方案设计、机械传动设计、液压与气压传动系统设计、专用刀具设计、机械制造工艺设计、机床夹具设计、机床主轴变速箱设计以及常用标准和规范;下册介绍可编程序控制器、计算机控制技术和数控技术应用等内容。该手册立足于实用,除必要文字说明外,主要以图表形式出现,并采用最新国家标准。每章都有设计示例和工作图,并附设计题选。

本手册可供普通高等学校机械工程及自动化专业师生使用,亦可供工厂有关工程技术人员和高等职业技术教育院校、夜大、函授大学相近专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械工程及自动化简明设计手册. 上册/叶伟昌主编.

—北京:机械工业出版社,2001.11

普通高等教育机电类规划教材

ISBN 7-111-09030-6

I. 机... II. 叶... III. 机械工程—自动化系统设计—高等学校—教学参考资料 IV. TH

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 035439 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:冯 铤 高文龙 版式设计:冉晓华 责任校对:孙志筠

封面设计:姚 毅 责任印制:付方敏

北京市密云县印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2001 年 2 月第 1 版·第 1 次印刷

1000mm×1400mm B5·15.75 印张·1 插页·614 千字

0 001—5 000 册

定价:38.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010) 68993821、68326677-2527

序

人类满怀激情刚刚跨入充满机遇与挑战的 21 世纪。这个世纪是经济全球化、科技创新国际化的世纪，是新经济占主导地位的世纪，是科学技术突飞猛进、不断取得新突破的世纪。这个世纪对高等教育办学理念、体制、模式、机制和人才培养等各个方面都提出了全新的要求，培养的人才必须具备新思想新观念、不断创新、善于经营和开拓市场、有团队精神等素质。

高等工程教育是我国高等教育的重要组成部分，21 世纪对它的挑战同样是严峻的。随着现代科学技术的迅猛发展，特别是微电子技术、信息技术的发展，它们与机械技术紧密结合，从而形成传统制造技术、信息技术、自动化技术、现代管理技术等相交融、渗透的先进制造技术，使制造业和制造技术的内涵发生了深刻的变化。面向 21 世纪的机械制造业正从以机器为特征的传统技术时代迈向以信息为特征的系统技术时代。制造技术继续沿着 20 世纪 90 年代展开的道路前进。制造技术和自动化水平的高低已成为一个国家或地区经济发展水平的重要标志。而目前我国制造技术与国际先进水平还有较大差距，亟需形成我国独立自主的现代制造技术体系。面对这一深刻的变化和严峻的形势，我们必须认真转变教育思想，坚持以邓小平同志提出的“三个面向”和江泽民同志提出的“四个统一”为指导，以持续发展为主题，以结构优化升级为主线，以改革开放为动力，以全面推进素质教育和改革人才培养模式为重点，以构建新的教学内容和课程体系、加大教学方法和手段改革为核心，努力培养素质高、应用能力与实践能力强、富有创新精神和特色的应用性的复合型人才。

基于上述时代背景和要求，由国家机械工业局教编室、机械工业出版社、江苏省教育厅（原江苏省教委）、江苏省以及部分省外高等工科院校成立了教材编审委员会，并组织编写了机械工程及自动化专业四个系列成套教材首批 31 本，作为向新世纪的献礼。

这套教材力求具有以下特点：

(1) 科学定位。本套教材主要用于应用性本科人才的培养。

(2) 强调实际、实践、实用，体现“浅、宽、精、新、用”。所谓“浅”，就是要深浅适度；所谓“宽”，就是知识面要宽些；所谓“精”，就是要少而精，不繁琐；所谓“新”，就是要跟踪应用学科前沿，跟踪技术前沿，推陈出新，反映时代要求，反映新理论、新思想、新材料、新技术、新工艺；所谓“用”，就是要理论联系实际，学以致用。

(3) 强调特色。就是要体现一般工科院校的特点、特色,符合一般工科院校的实际教学要求,不盲目追求教材的系统性和完整性。

(4) 以学生为本。本套教材尽量体现以学生为本、以学生为中心的教育思想,不为教而教,要有利于培养学生自学能力和扩展、发展知识能力,为学生今后持续创造性学习打好基础。

当然,本套教材尽管主观上想以新思想、新体系、新面孔出现在读者面前,但由于是一种新的探索以及其他可能尚未认识到的因素,难免有这样那样的缺点甚至错误,敬请广大教师和学生以及其他读者不吝赐教,以便再版时修正和完善。

本套教材的编审和出版得到了国家机械工业局教编室、机械工业出版社、江苏省教育厅以及各主审、主编和参编学校的大力支持和配合,在此,一并表示衷心感谢。

普通高等教育机械工程及自动化专业机电类规划教材编审委员会

主任 邱坤荣

2001年元月于南京

前 言

目前全国高等工科院校机械工程及自动化专业的课程体系和教学内容有了很大变革,按照应用型人才培养目标的要求,拓宽专业口径,强化专业方向,突出实践能力、突出应用性,重视培养学生的技术开发能力、科技成果的转化能力和多项工艺技术的整合能力,各校都开设了“机械设计”“机械制造装备”及“控制技术应用”等课程,并有课程设计或大作业。但至今尚无一本这方面完整的设计手册,致使学生设计时无所遵循。现有的一些设计手册随着技术标准的更迭也亟待更新,同时这些手册大多价格昂贵,学校藏书的复本数有限,给学生设计带来不便,妨碍了教学质量的提高。为此给学生配备人手一册、资料新颖、简明实用、价位适中的《机械工程及自动化简明设计手册》,是工科院校学生课程设计和毕业设计的迫切需要。本书就是在这样的背景下组织编写的,并经国家机械工业局教材编辑室审定为普通高等教育机电类规划教材之一,可供普通高等工科院校、高等职业技术教育院校、夜大、函授大学机械设计及制造、机械制造工艺与设备、机械电子工程(机电一体化),以及塑性成型工艺及设备等专业师生使用,也可供工厂有关技术人员及中等专业学校师生作参考。

本手册立足于实用,在编写方式上力求做到简明扼要,便于查阅。除必要的文字说明外,主要以图表形式出现,并采用最新国家标准。

本书由机械设计、机械制造工艺及装备设计和控制技术应用三部分组成。全书共分十章,前面两章为机械运动方案设计与机械传动设计,第三章为液压与气压传动系统设计,第四章为专用刀具设计,第五章和第六章为机械制造工艺设计及机床夹具设计,第七章为机床主轴变速箱设计,第八章为可编程序控制器的应用,第九章为计算机控制技术的应用,第十章为数控技术的应用。各章都有设计示例和工作图,并附课程设计题选。必须指出,机械制造工艺装备中常用的量具与模具,因已有专门设计手册出版,故本书没有列入。读者如需设计,可查《刀量模具设计简明手册》(叶伟昌主编,北京:机械工业出版社1999年3月出版)。

本手册由淮阴工学院担任主编,并分上、下两册出版。上册由叶伟昌任主编,谢家瀛、林岗任副主编;下册由卜云峰任主编,朱兴龙、周军任副主编。其中第一章由刘远伟、王贤民编写,第二章由王贤民、陈辽军编写,第三章由秦永法编写,第四章及附录由叶伟昌、程伟编写,第五章由吴永祥、林朝平、林岗和邢西哲编写,第六章由俞庆、黎汉杰编写,第七章由谢家瀛、李益民编写,第八章由朱兴龙编写,第九章由周军编写,第十章由卜云峰、侯志伟编写。全书由叶

伟昌和卜云峰定稿总成。

本书上、下册分别由沈世德和王隆太两位教授主审。黄鹤汀教授对本书总体框架及编写提纲提出了许多极有价值的意见。此外，吴建华、王兴渤、任成勋、胡红玉、王泰、宗国成、周昌龄参与了编写提纲讨论并对本手册也提供了宝贵意见，在此一并表示衷心感谢。

由于编者水平有限和编写时间仓促，手册中难免有误漏欠妥之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

序

前言

第一篇 机械设计

第一章 机械运动方案设计	1
第一节 机械产品设计过程	1
第二节 机械运动设计过程	3
第三节 各环节设计内容与设计要点	3
一、工艺参数与运动参数的确定	3
二、动力源与原动机的选择	4
三、执行机构、执行构件工艺动作的分解与实现	4
四、确定各执行机构、执行构件基本动作间的协调关系	6
五、传动机构及执行机构的类型	9
六、机构的综合、变异与创新	11
七、机械运动方案的比较和选优	14
八、机械运动方案设计示例	14
第四节 机械运动设计题选	18
一、插床机构的设计	18
二、单边辊轴自动送料装置设计	21
三、推瓶机构设计	24
四、专用机床的刀具进给机构和工作台转位机构设计	24
参考文献	26
第二章 机械传动设计	27
第一节 传动装置总体设计	27
一、确定传动方案	27
二、选择电动机	29
三、计算传动装置各轴的运动和动力参数	33
第二节 传动零件的设计计算	34
一、选择联轴器类型和型号	34

二、外传动零件设计应注意的问题·····	39
三、减速器内传动零件设计应注意的问题·····	39
第三节 减速器设计·····	40
一、减速器的组成·····	40
二、减速器结构设计的常用资料·····	41
三、减速器装配工作图中的尺寸及技术要求·····	65
四、减速器装配图的设计示例·····	67
五、减速器零件工作图设计示例·····	74
第四节 传动装置设计指导书及题选·····	90
一、课程设计的目的·····	90
二、课程设计的内容·····	90
三、课程设计的步骤·····	90
四、计算说明书编写要求·····	90
五、课程设计中应注意的问题·····	91
六、设计题选·····	91
参考文献·····	94
第三章 液压与气压传动系统设计·····	95
第一节 液压与气压传动系统的设计与计算·····	95
一、液压传动系统的设计与计算·····	95
二、气压传动系统的设计与计算·····	101
第二节 液压缸与气缸设计·····	106
一、液压缸主要尺寸的确定·····	106
二、液压缸结构设计步骤·····	110
三、液压缸结构示例·····	110
四、气缸设计·····	111
五、气缸结构示例·····	111
第三节 叠加式油路设计·····	111
第四节 液压集成块油路设计·····	113
一、块式集成的设计步骤·····	113
二、集成块设计示例·····	113
三、集成块设计要点·····	114
四、液压阀技术参数、外形尺寸及联接底板·····	119
第五节 液压站设计简介·····	134
一、液压油箱的有效容积·····	134
二、液压油箱结构设计·····	134
三、液压站的结构设计·····	134
四、液压站的结构总成·····	134
第六节 常用液压元件·····	136

一、液压泵	136
二、液压控制阀	142
三、液压辅助元件	149
第七节 常用气压元件	154
一、气缸	154
二、气动控制阀	156
三、气源装置	159
四、气动辅助元件	160
第八节 液压与气压传动设计题选	161
参考文献	162
第二篇 机械制造工艺及装备设计	163
第四章 专用刀具设计	163
第一节 成形车刀设计	163
一、成形车刀的结构尺寸	163
二、成形车刀的前角和后角	166
三、成形车刀的廓形设计	167
四、成形车刀的附加切削刃	174
五、成形车刀的技术要求	174
六、成形车刀设计示例	175
七、成形车刀自动化设计系统	181
第二节 圆拉刀设计	182
一、圆拉刀常用的设计资料	182
二、拉刀技术要求	196
三、组合式圆拉刀设计示例	198
四、拉刀的计算机辅助设计	202
第三节 刀具设计题选	204
一、成形车刀设计题选	204
二、圆拉刀设计题选	207
参考文献	207
第五章 机械制造工艺设计	209
第一节 机械加工工艺规程设计	209
一、基本概念	209
二、零件图样的工艺性审查	210
三、毛坯的选择	210
四、工艺过程设计	215
五、工序设计	220
六、产品工艺方案的技术经济分析	240

七、工艺文件编制	241
第二节 机械加工工艺规程制订实例	242
一、零件的工艺分析	242
二、毛坯的选择	244
三、基准的选择	244
四、拟订机械加工工艺路线	244
五、确定机械加工余量、工序尺寸及公差	246
六、选择机床设备及工艺装备	247
七、确定切削用量及基本工时	247
八、填写工艺文件	249
第三节 数控机床加工工艺	253
一、数控加工工艺设计的内容	253
二、数控加工工艺的特点	253
三、进给路线、对刀点与换刀点的确定	255
四、数控机床的主要加工对象	255
五、数控机床的主要技术参数	255
六、数控机床常用的切削用量	257
七、数控机床的加工工艺	257
八、计算机辅助工艺设计	259
第四节 机械制造工艺设计题选	260
参考文献	269
第六章 机床夹具设计	270
第一节 机床夹具设计方法	270
一、机床夹具的功用与组成	270
二、机床夹具设计基本要求	270
三、机床夹具设计的一般步骤	270
第二节 机床夹具设计常用资料及计算	271
一、机床夹具设计常用定位元件	271
二、常用定位元件所能限制的自由度	276
三、常见定位方式的定位误差计算	278
四、常用夹紧元件	282
五、典型夹紧方式夹紧力的计算	287
六、常用对刀、导向元件及钻孔误差计算	291
第三节 机床夹具公差及技术要求	296
一、夹具总图上应标注的尺寸及公差	296
二、夹具的公差配合	296
三、各类机床夹具的主要技术要求	299
四、夹具元件常用材料及热处理	306

五、夹具的制造及使用说明	307
第四节 机床联系尺寸	308
第五节 机床夹具设计示例	310
一、钻床夹具设计	310
二、典型机床夹具图例	313
参考文献	330
第七章 机床主轴变速箱设计	331
第一节 机床主轴变速箱设计的内容及方法	331
一、参数拟定	331
二、传动设计	336
三、主要传动件的设计计算	344
四、结构设计	358
第二节 机床课程设计指导及题选	384
一、设计目的	384
二、设计题目	384
三、设计内容和要求	384
四、设计步骤和方法	385
参考文献	387
附录 常用标准和规范	388
附录 A 常用资料和一般标准	388
A-1 图纸幅面及图框格式	388
A-2 图样比例	389
A-3 标题栏及明细栏	389
A-4 明细栏和标题栏简明格式	390
A-5 剖面符号	390
A-6 图线	391
A-7 图样的简化表示法	392
A-8 常用法定计量单位及换算关系	396
A-9 黑色金属硬度值对照表	397
A-10 标准尺寸	398
A-11 锥度与锥角系列	399
A-12 中心孔	400
A-13 零件的倒圆与倒角	401
A-14 砂轮越程槽	402
A-15 滚花	403
A-16 铸件设计一般规范	404
附录 B 常用机械工程材料及热处理	405
B-1 热处理方法代号	405

B-2	碳素结构钢	406
B-3	优质碳素结构钢	407
B-4	合金结构钢	408
B-5	弹簧钢	410
B-6	不锈钢	412
B-7	一般工程用铸造碳钢	413
B-8	球墨铸铁件	413
B-9	灰铸铁件	414
B-10	热轧圆钢和方钢尺寸	414
B-11	铸造合金	415
B-12	常用工程塑料的性能及应用	416
附录 C	常用紧固件及密封件	418
C-1	普通螺纹	418
C-2	螺栓	423
C-3	双头螺柱	428
C-4	螺钉	429
C-5	螺母	432
C-6	垫圈和挡圈	434
C-7	定位衬套	442
C-8	普通平键	443
C-9	导向平键	444
C-10	半圆键	445
C-11	矩形花键	446
C-12	销	448
C-13	密封件	450
附录 D	常用滚动轴承的尺寸及性能参数	452
D-1	深沟球轴承	452
D-2	角接触球轴承	453
D-3	双向推力角接触球轴承	456
D-4	推力球轴承	458
D-5	圆柱滚子轴承	460
D-6	双列圆柱滚子轴承	462
D-7	圆锥滚子轴承	464
附录 E	公差配合、形位公差与表面粗糙度	467
E-1	标准公差	467
E-2	尺寸至 500mm 孔与轴的基本偏差数值	468
E-3	优先孔和轴公差带的极限偏差	472
E-4	未注公差尺寸的极限偏差	474

E-5	公差等级的选用·····	474
E-6	形位公差符号·····	477
E-7	形位公差值·····	477
E-8	表面粗糙度·····	484

第一篇 机械 设计

第一章 机械运动方案设计

第一节 机械产品设计过程

机械产品设计的总任务可分为开发新产品、分析及改造现有产品。根据设计中是否有样机可以参考，其设计可以概括为三种类型，如表 1-1 所示。

表 1-1 机械产品设计的类型

设计类型	设计特点	设计要求	设计代表
开发性设计	完全的创新设计，在工作原理、结构方案、性能等方面完全未知，且无任何参照情况下，实现新的功能要求	根据现有科技知识及可行的先进技术，进行综合、创新设计	莱特兄弟设计的飞机，瓦特设计的蒸汽机等
改进性设计	在现有产品的原理、结构已知条件下，对其性能参数等方面进行改进与更新或增加新的功能与功用	根据使用要求运用新的科技知识与成果，实现某种或多种指标	现代轿车的电控燃油喷射与制动系统等
变型设计	在现有产品原理、结构方案、功能特性均已知，且不改变的条件下，以不同的设计参数进行的变型设计	根据已有的设计方法，在结构、尺寸搭配等方面加以改变以满足新的使用要求	按不同传动能力、传动比而重新设计的减速器等

机械产品的设计过程,是一个通过分析、综合、创新而获得满足某些特定要求与功能的系统设计过程。表 1-2 所示将设计过程分为四个基本阶段,在各个阶段中或不同的阶段之间,都有反复再设计的循环流程。因此,机械产品的设计过程是一个不断创新、变革、完善的过程,也是各环节、各阶段有机联系、缺一不可的过程。

表 1-2 机械产品的设计过程

设计阶段	设计项目名称与内容		阶段成果
初期规划设计阶段	选题	选择设计对象，提出设计题目	调研报告
	调研与预测	市场调查：需求与购买行为分析，销量与市场占有率预测，产品与社会效益及产品生命周期预测，生产与销售可能性预测 技术调查：产品设计与制造新技术、新材料调查研究，技术可行性与产品综合成本预测 同行调查：国内外同行情况分析，领先占有市场的可能性及产品技术、功能领先的可能性预测	

(续)

设计阶段	设计项目名称与内容		阶段成果
初期规划设计阶段	可行性论证	从经济、技术、市场诸方面论证新产品开发的必要性和产品设计、制造、营销上各项措施实施的可能性	产品开发可行性论证报告
	确定任务	明确设计目标及需要达到的功能、性能指标	设计任务书
总体方案设计阶段	目标分析	根据设计任务书中规定的设计任务,进行功能分析,分解工艺动作,明确各工艺环节、工艺动作的工作原理	总体方案示意图;机械系统运动简图;运动循环图;方案设计计算说明书
	创新构思	对完成各工艺动作和工作性能的执行机构运动方案进行全面构思,对各可行方案进行运动规律设计、机构形式设计和运动协调设计	
	方案拟定	拟定总体方案,进行执行机构、传动系统、原动机等选择,进行基本参数设计	
	方案评价	对各可行方案进行运动分析、动力分析及相关计算,作运动模拟并评价功能性能与可行性	
	方案决策	依据评价结论进行方案决策,在可行方案中择优确定总体方案,绘制系统运动简图,编制总体方案设计计算说明书	
结构技术设计阶段	结构方案	根据经济性、可靠性、稳定性、运输安装、维修管理、环保等因素拟定执行与传动系统结构方案及与原动机联接的方案	全套设计图样及设计计算说明书
	选型设计	根据人机工程、用户心理感受、便于操作以及美观谐和等要求,进行产品的类型、色彩、表面处理的设计	
	结构设计	根据加工工艺、装配工艺、摩擦润滑、振动噪声、导热耐蚀等要求设计零部件结构,确定各零件相对位置、结构形式及联接方法等	
	选料、尺寸设计	根据运动、动力、强度、刚度的分析计算结果,选择零件材料、热处理方法与要求,确定零件各部分形状、尺寸、公差及制造安装技术条件,确定外购标准件、元器件的规格与技术要求等	
	绘设计图	绘制总装配图、各类系统图(传动、执行、控制、润滑、气动液压、电路等系统)、部件装配图和零件图,编制设计计算说明书	
生产施工设计阶段	工艺设计	进行加工、装配工艺设计,编制工艺流程及零部件检验标准	工艺流程卡片;工装设计图;基础安装图;技术文件;使用说明书;备件明细表
	工装设计	设计加工、装配时所需的各种工具、夹具、量具、模具及辅助工具等工艺装备或专用设备与装置	
	施工设计	制定装配调试、试运行与性能测试的步骤及各阶段的技术指标,制定包装、运输、基础安装的要求,确定随机器提供的备件、专用工具明细表	

第二节 机械运动设计过程

机械运动设计包括自原动机——传动机构——执行机构的整个系统方案的设计、比较、选优，并确定能较好满足机械运动要求与性能要求的机构运动简图。机械的执行机构或执行构件应当实现的运动要求，是方案设计的重要原始依据。机械运动方案设计的主要步骤如图 1-1 所示。

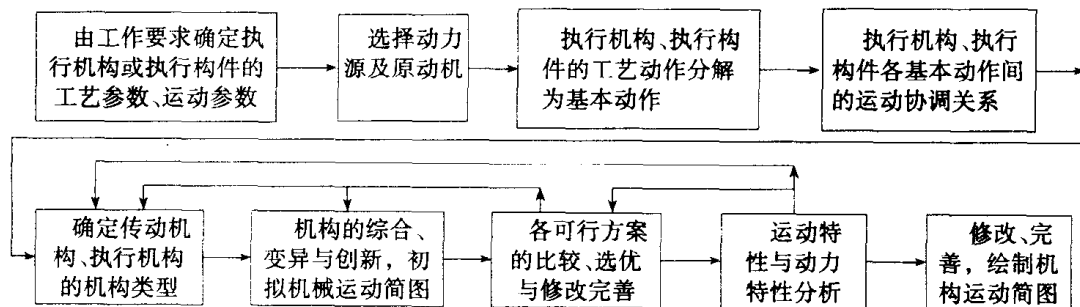


图 1-1 机械运动方案设计的主要步骤

第三节 各环节设计内容与设计要点

一、工艺参数与运动参数的确定

工艺参数是一部机器进行结构方案设计与机构设计的原始依据。如在设计金属切削机床时，一定要事先确定被加工工件的最大轮廓尺寸、最大背吃刀量（切削深度）、切削速度与进给速度以及可实现的调整范围等，据此进一步确定刀具的有效行程、工作台或刀架的运动行程、进给距离，并根据以上条件确定运动与动力的传递路线与方式，计算出机器所需的功率。

(1) 工艺方案的确定 同一产品的生产或同一项任务的完成，可以有不同的工艺过程与工艺环节，即不同的工艺方案。工艺方案不同，所设计出机器的生产率、产品质量、能量消耗以及机器的结构形式、运动方案均有差异。按工艺过程作用方式的区别，生产过程中的作用方式可分为机械作用、理化作用、综合作用三种类型。根据工艺过程中采用工艺方法的物理性质相同与否，可将工艺过程分为工艺性过程和结构性过程。

1) 工艺性过程。采用物理性质完全不同的方法实现加工要求。如金属制品表面的贴花、喷花、印花等，即分属于不同物理性质的工艺过程。

2) 结构性过程。采用物理性质相同但加工方式不同的工艺过程实现加工要求。如毛坯的模锻与自由锻，切削同一工件采用单刀多步、多刀同步或成形刀具