

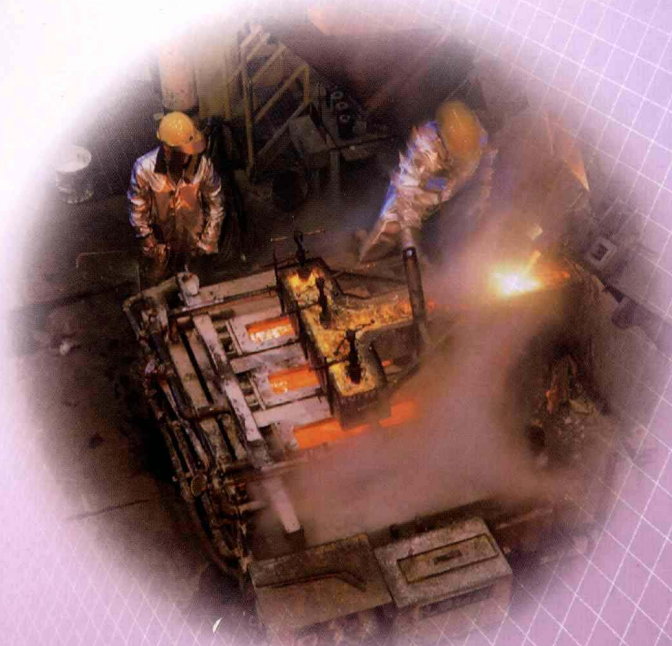
21世纪应用型本科院校规划教材

机械制造实习

JIXIE ZHIZAO SHIXI

主 编 刘亚文

主 审 刘俊义



 南京大学出版社

21世纪 应用型本科院校规划教材

机械制造实习

主 编 刘亚文

主 审 刘俊义

 南京大学出版社

内 容 提 要

本书是根据国家教育部新近颁布的“金工实习教学基本要求”的文件精神,以“学习工艺知识,增强工程实践能力,提高综合素质,培养创新意识和创新能力”为宗旨,结合作者多年的生产实践和金工实习的教学经验编写的。全书共分十五章,内容有机制造系统基础知识、工程材料基础知识、铸造、锻压、焊接、车削加工、铣削、刨削、磨削及齿形加工、钳工、非金属材料成形、数控加工基础、数控车削加工、数控铣削加工及加工中心、特种加工、计算机辅助设计与制造以及快速成型技术。

本教材可作为高等工科院校机械类、近机械类及非机械类专业的机械制造实习的教材,也可供高等职业教育、成人教育等同类专业选用。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造实习 / 刘亚文主编. —南京:南京大学出版社,
2008. 8

21 世纪应用型本科院校规划教材

ISBN 978 - 7 - 305 - 05117 - 3

I. 机… II. 刘… III. 机械制造—实习—高等学校—教材 IV. TH16 - 45

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 114772 号

出 版 者 南京大学出版社

社 址 南京市汉口路 22 号

邮 编 210093

网 址 <http://press.nju.edu.cn>

出 版 人 左 健

从 书 名 21 世纪应用型本科院校规划教材

书 名 机械制造实习

主 编 刘亚文

主 审 刘俊义

责任编辑 张黄群 吴 华

编辑热线 025 - 83592146

照 排 南京玄武湖印刷照排中心

印 刷 南京大众新科技印刷有限公司

开 本 787×1 092 1/16 印张 19.75 字数 473 千

版 次 2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 次印刷

印 数 1 - 5 000

ISBN 978 - 7 - 305 - 05117 - 3

定 价 33.80 元

发行热线 025 - 83594756

电子邮箱 sales@press.nju.edu.cn(销售部)

njupress1@public1.ptt.js.cn

* 版权所有,侵权必究

* 凡购买南大版图书,如有印装质量问题,请与所购图书销售部门联系调换

前 言

机械制造实习是一门多学科综合的工程实践课程,它贯穿了机械产品制造的全过程,其中包含机械产品设计与工艺设计、零部件的加工以及产品的装配等,在培养学生工程实践能力和创新能力等方面发挥着越来越重要的作用。

本教材在编写过程中,以机械产品制造过程为主线,以“学习工艺知识,增强工程实践能力,提高综合素质,培养创新意识和创新能力”为宗旨,在各章节的内容编排上,不但能与相应的工程技术基础理论课程相结合,保持知识结构的完整性和系统性,而且能充分发挥机械制造实习现场直观教学的优势,使学生能非常直观地由浅入深、由易到难、循序渐进地学习各种机械制造工艺知识,并通过适当的工程实训提高学生的各项综合能力。另外,本教材适时地加大了现代制造技术的实习力度,以满足日益发展的现代机械制造业对具有较高综合素质和工程实践能力的创新型工程技术及工程管理人才的需求,并为后续的工程技术基础理论课程和专业课程的学习以及为将来踏入社会奠定了良好的基础。

本教材的第1~9章由刘亚文编写,第10,12,15章由汪全友编写,第11,13,14章由马旭编写。刘亚文任主编并统稿。

本教材由华东高校工程训练教学学会理事、江苏省高校金属工艺教学研究会常务理事、南京工业大学金工实习中心主任刘俊义主审。

本教材在编写和出版过程中,受到陈晓猛、刘培友、余守坚、顾荣、王维新、陆新民、谢志余等领导和老师的大力帮助和支持,在此一并表示衷心感谢。

由于编者的水平和经验有限,书中难免有错误和不妥之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

2008年5月

目 录

1	机械制造系统基础知识	1
1.1	机械产品制造过程	1
1.1.1	机械产品设计	2
1.1.2	机械产品加工方法	3
1.2	机械产品质量	4
1.2.1	零件的加工质量	4
1.2.2	装配质量	6
1.3	计量器具	7
1.3.1	量具	7
1.3.2	量仪	11
1.4	机械加工工艺规程	13
1.4.1	机械加工工艺过程的组成	13
1.4.2	工件加工时的定位、基准及机床夹具	14
1.4.3	机械加工工艺规程的制定	16
	复习思考题	20
2	工程材料基础知识	21
2.1	工程材料分类及应用	21
2.1.1	金属材料	21
2.1.2	有机高分子材料	25
2.1.3	无机非金属材料	25
2.1.4	复合材料	26
2.2	钢的热处理技术	26
2.2.1	钢的热处理基本原理	27
2.2.2	钢的普通热处理	27
2.2.3	钢的表面热处理	29
2.2.4	热处理常用设备	30
2.2.5	热处理常见缺陷及防止方法	31
	复习思考题	32
3	铸 造	33
3.1	砂型铸造	33
3.1.1	铸型结构和型(芯)砂种类	33
3.1.2	造型方法	36
3.1.3	铸造工艺设计基础	44

3.2	特种铸造	47
3.2.1	熔模铸造	47
3.2.2	压力铸造	48
3.2.3	低压铸造	49
3.2.4	金属型铸造	49
3.2.5	离心铸造	50
3.3	金属的熔炼、浇注及铸件的落砂、清理	50
3.3.1	金属的熔炼	50
3.3.2	浇注	53
3.3.3	铸件的落砂及清理	53
3.4	铸件缺陷分析及铸件质量检验	54
3.4.1	铸件缺陷分析	54
3.4.2	铸件质量检验	56
	复习思考题	57
4	锻 压	58
4.1	锻 造	58
4.1.1	锻造工艺基础	58
4.1.2	自由锻造	60
4.1.3	模型锻造	63
4.1.4	胎模锻造	65
4.1.5	特种锻造简介	65
4.2	板料冲压	66
4.2.1	冲压设备	67
4.2.2	冲压基本工序	67
4.2.3	冲压模具	68
4.2.4	冲压新工艺简介	70
	复习思考题	70
5	焊 接	72
5.1	手工电弧焊	72
5.1.1	手工电弧焊焊接系统	72
5.1.2	手工电弧焊设备	73
5.1.3	手工电弧焊焊接工艺	77
5.1.4	手工电弧焊操作	79
5.2	二氧化碳气体保护焊	80
5.2.1	二氧化碳气体保护焊焊接系统	80
5.2.2	二氧化碳气体保护焊焊机	81
5.2.3	二氧化碳气体保护焊焊接参数	82
5.2.4	二氧化碳气体保护焊操作	83
5.3	氩弧焊	84
5.3.1	熔化极氩弧焊	85

5.3.2	钨极氩弧焊	85
5.4	气焊与气割	85
5.4.1	气焊	85
5.4.2	气割	89
5.5	其他焊接方法	90
5.5.1	电阻焊	90
5.5.2	钎焊	92
5.5.3	埋弧自动焊	92
5.5.4	爆炸焊、电渣焊、电子束焊及激光焊简介	93
5.6	焊接质量检验与焊接缺陷分析	94
5.6.1	焊件质量检验	94
5.6.2	焊接缺陷分析	94
	复习思考题	95
6	车削加工	96
6.1	车 床	96
6.1.1	卧式车床型号及主要技术参数	96
6.1.2	卧式车床的组成	97
6.1.3	卧式车床的传动系统	98
6.1.4	其他类型车床简介	99
6.2	车床附件及其应用	100
6.2.1	三爪自动定心卡盘	100
6.2.2	四爪单动卡盘	101
6.2.3	顶尖	101
6.2.4	中心架与跟刀架	103
6.2.5	心轴	104
6.2.6	花盘	104
6.3	车刀及其应用	105
6.3.1	车刀构造	105
6.3.2	车刀刃磨	108
6.3.3	车刀的安装	109
6.4	切削运动、切削用量及其合理选择	109
6.4.1	切削运动与切削用量	109
6.4.2	合理选择车削用量三要素	110
6.5	车削加工基本方法	112
6.5.1	车削端面、外圆与台阶、切槽与切断	112
6.5.2	孔加工	117
6.5.3	车削锥面	118
6.5.4	车削螺纹	120
6.5.5	车削成形面	122
6.5.6	滚花	123

6.6	车削综合工艺分析	123
6.6.1	轴类零件的车削工艺分析	124
6.6.2	盘套类零件的车削工艺分析	124
	复习思考题	125
7	铣削、刨削、磨削及齿形加工	127
7.1	铣削加工	127
7.1.1	铣床	127
7.1.2	铣床附件及零件装夹	130
7.1.3	铣刀及其安装	133
7.1.4	铣削运动、铣削用量及铣削方式	136
7.1.5	铣削加工基本方法	138
7.2	刨削加工	142
7.2.1	刨床	142
7.2.2	刨刀	144
7.2.3	工件的装夹	145
7.3	磨削加工	145
7.3.1	磨床	145
7.3.2	磨床夹具及零件装夹	148
7.3.3	砂轮	149
7.3.4	磨削加工基本方法	152
7.4	齿轮齿形加工方法	154
7.4.1	成形法加工齿轮	154
7.4.2	展成法加工齿轮	155
	复习思考题	156
8	钳工	157
8.1	基本操作方法	157
8.1.1	划线	157
8.1.2	锯削	162
8.1.3	锉削	164
8.1.4	孔加工	168
8.1.5	螺纹加工	174
8.1.6	刮削	176
8.1.7	钳工综合工艺	177
8.2	装配	179
8.2.1	装配工艺基础	179
8.2.2	装配工艺过程	181
8.2.3	装配实例	182
	复习思考题	186
9	非金属材料成形	187
9.1	塑料成形与加工	187

9.1.1	塑料成形方法	187
9.1.2	塑料的加工	190
9.2	橡胶成形加工	191
9.2.1	橡胶成形工艺过程	191
9.2.2	橡胶的成形方法	192
9.3	陶瓷成形	192
9.3.1	陶瓷成形工艺过程	192
9.3.2	陶瓷成形方法	193
9.4	复合材料成形	194
9.4.1	复合材料成形工艺特点	194
9.4.2	复合材料成形方法	194
	复习思考题	196
10	数控加工基础	197
10.1	机床数字控制的原理	197
10.2	数控系统的组成及工作过程	198
10.2.1	输入输出装置	199
10.2.2	数控装置	199
10.2.3	伺服驱动装置	200
10.2.4	辅助控制装置	200
10.2.5	位置检测装置	200
10.3	数控机床的分类	200
10.3.1	按运动控制的特点分类	200
10.3.2	按伺服系统的类型分类	201
10.3.3	按工艺方法分类	202
10.4	数控系统与数控机床技术发展趋势	202
10.4.1	数控系统发展趋势	202
10.4.2	数控机床发展趋势	203
	复习思考题	203
11	数控车削加工	205
11.1	数控车床简介	205
11.1.1	数控车床的组成	205
11.1.2	数控车床的分类	205
11.1.3	数控车床的主要加工对象	206
11.1.4	数控车床的技术参数	206
11.2	数控车床编程	206
11.2.1	数控车削加工基础	206
11.2.2	常见数控系统介绍	209
11.3	数控车床操作	218
11.3.1	数控系统操作面板	218
11.3.2	数控车床操作面板	220

11.3.3	加工程序的输入与编辑	222
11.3.4	数控车床基本操作	224
11.4	典型零件的数控车削实例	225
	复习思考题	227
12	数控铣、加工中心	228
12.1	数控铣削加工	228
12.1.1	数控机床的分类	228
12.1.2	数控铣床的功能	229
12.1.3	数控铣床基本编程指令及规则(SIEMENS)	230
12.1.4	数控系统操作面板、控制面板及软件功能	238
12.1.5	数控铣床的工艺装备及应用	246
12.1.6	高级编程指令介绍	249
12.1.7	数控铣综合加工实例	254
12.2	加工中心	256
12.2.1	加工中心的特点及主要加工范围	256
12.2.2	加工中心分类	257
12.2.3	加工中心的主要装置	259
12.2.4	加工中心基本编程指令及编程实例	263
12.3	数控铣床、加工中心操作规程	267
	复习思考题	268
13	特种加工	269
13.1	电火花加工	269
13.1.1	电火花加工的基本机理	269
13.1.2	电火花加工的特点及其分类	270
13.2	线切割加工	270
13.2.1	线切割加工原理	271
13.2.2	线切割加工工艺特点	271
13.2.3	数控电火花线切割机床	272
13.2.4	线切割机床控制系统	274
13.2.5	编程指令及程序格式	279
13.2.6	线切割加工工艺流程	282
13.2.7	线切割加工实例	282
13.3	其他特种加工简介	283
13.3.1	激光加工	283
13.3.2	水喷射加工	284
13.3.3	电解加工(电化学加工)	284
	复习思考题	285
14	计算机辅助设计与制造	286
14.1	MasterCAM 的环境界面	286
14.2	MasterCAM 运用实例	288

复习思考题	293
15 快速成型技术	294
15.1 快速成型技术的重要特征	294
15.2 快速成型的基本原理	294
15.2.1 三维模型的构造	295
15.2.2 三维模型的离散处理	295
15.3 快速成型的工艺方法	296
15.3.1 熔积成型法(Fused Deposition Modeling)	296
15.3.2 光固化法(Stereo Lithography)	297
15.3.3 激光选区烧结	298
15.3.4 叠层制造	298
15.4 快速成型技术的发展方向	299
复习思考题	300
参考文献	301

1 机械制造系统基础知识

机械制造业是国民经济的支柱产业,担负着为国民经济建设的各行业提供生产装备及各种生产手段的重任,同时还是高科技产业的重要基础,为高科技产业的发展提供各种研究和生产设备等。机械制造业的主要任务就是完成机械产品的决策、设计、制造、装配、售后服务及后续处理等,其中包括对半成品零件的加工技术、加工工艺的研究及其工艺装备的设计制造等。

1.1 机械产品制造过程

现代机械制造系统是由机械制造科学与系统、信息论、控制论和方法论相结合所形成的科学系统,其特点是大工程、大制造、全过程和多学科,是一种广义的制造系统,如图 1-1-1 所示。制造系统涉及的硬件包括人员、设备、物流、信息基础设施和相关环境等,软件包括理论、技术、程序、标准、规范和管理等,制造系统由硬件和软件组成,通过与外界进行物质、能量和信息交换,以满足社会等环境的需求,完成市场分析、产品设计、工艺规划、制造生产、质量检验和售后服务等各个环节。在现代机械制造系统中,机械产品生产过程如图 1-1-2 所示。



图 1-1-1 广义制造系统

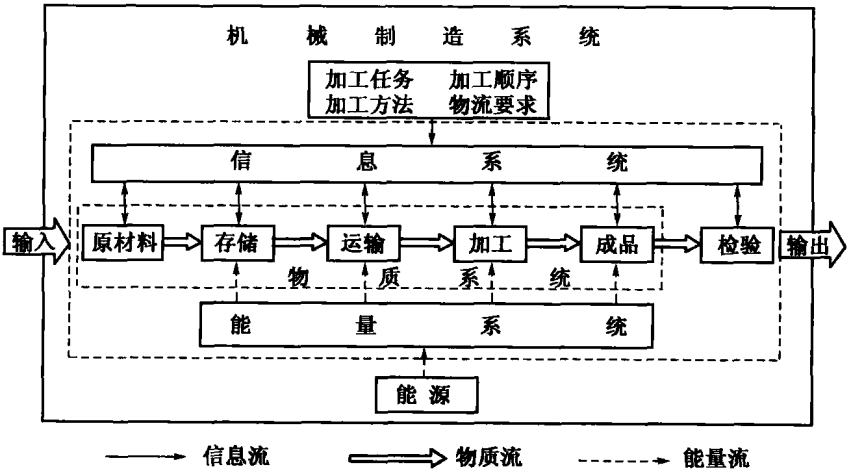
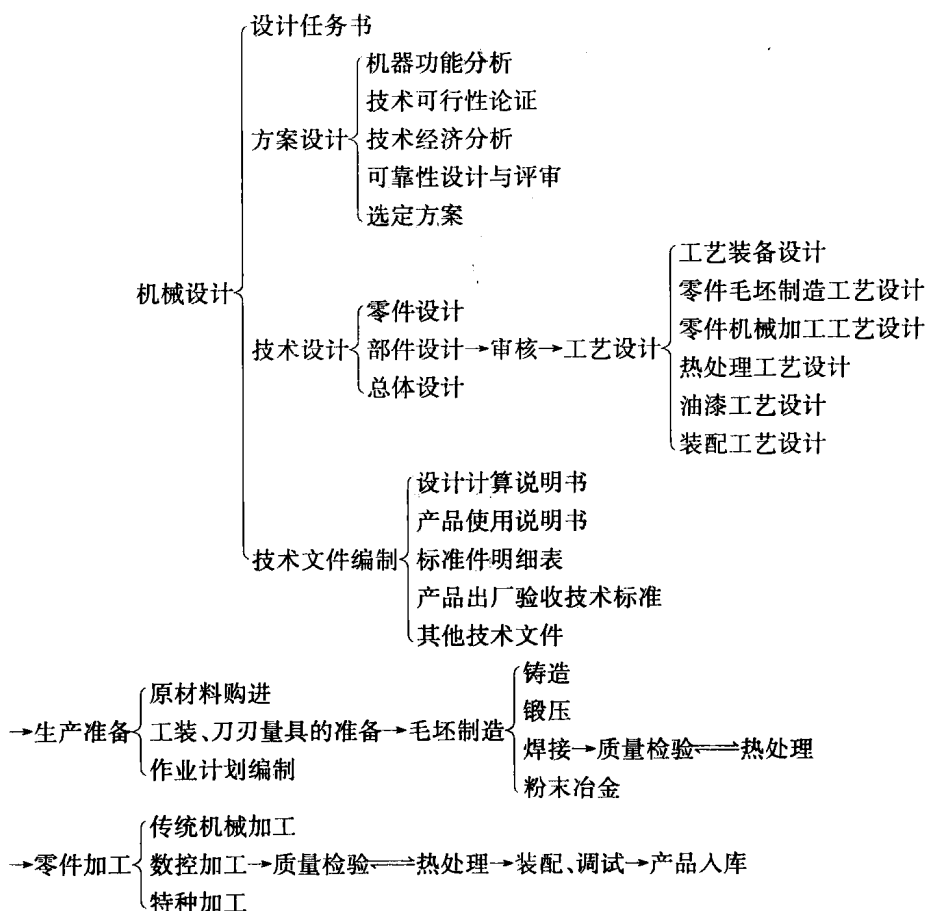


图 1-1-2 产品生产过程

综上所述,机械产品制造过程就是应用各种科学技术理论和生产手段,将原材料或半成品变成机械产品的全部劳动过程。而就单一的机械制造过程来讲,它既包括产品的机械设计和工艺设计等技术劳动过程,又包括毛坯的制造、机械加工、热处理、装配、试车和油漆等主要劳动过程,同时还包括产品的包装、储存和运输等辅助劳动过程。其详细过程大致如下:



1.1.1 机械产品设计

机械产品设计涉及到技术、经济和艺术等许多领域,尤其随着现代制造技术及计算机科学与应用技术的迅速发展,使机械产品的设计方法和手段更加现代化,从总体来讲,现代机械产品设计应具有社会性、系统性、创造性、宜人性、最优化、数字化及绿色和环保化等。机械产品设计从设计和工艺角度,通常分为机械设计和工艺设计两部分。

1. 机械设计

机械设计是机械产品生产的第一道工序,也是决定机械产品质量的关键工序,一部机器的质量基本上决定于其设计质量。机械设计是一种创造性工作,从狭义的设计过程来看,机械设计一般分为计划、方案设计、技术设计和编制技术文件四个阶段。

在计划阶段,首先应根据生产或生活的需要提出新机器的设计目标,然后对所设计机器的需求情况作充分的调查研究和分析,最后编写出设计任务书。设计任务书大体上包括机器的功能、经济性、环保性的估计、制造要求方面的大致估计、基本要求以及完成设计任务的预计期限等。

在方案设计阶段,应首先对设计任务书中提出的机器功能进行综合分析,并以此确定出机器的功能参数;功能参数确定后即可提出几套可能采用的设计方案。然后,对这几个可行的方案,从技术、经济、造型及环保等方面进行综合评价,同时还必须对机器的可靠性进行分析,并把可靠性作为一项评价的指标。通过方案评价后,最后选定设计方案,并制定出机器的原理图

或机构运动简图。方案设计阶段对机器设计的成败起关键性的作用,要正确处理好借鉴与创新的关系。

在技术设计阶段,应首先设计出总装草图和部件装配草图,然后再根据草图设计确定各部件及其零件的外形及基本尺寸,包括各部件之间的联接零、部件的外形及基本尺寸,最后绘制出零件的工作图、部件装配图和总装图。

技术文件的种类很多,通常有机器的设计计算说明书、产品使用说明书、标准件明细表、外购件明细表、主要零件检验项目及产品验收技术标准等。

2. 工艺设计

机械设计完成后,工艺设计所要解决的基本问题,就是如何用最小的工艺成本,生产出一定数量的符合设计质量要求的产品。由于同一种产品或零件的生产,通常可以用几种不同的工艺方案来完成。而不同的工艺方案所取得的经济效益和消耗的成本是不同的,因此,工艺设计过程就是要从众多的工艺方案中选出既符合技术标准要求,又具有较好技术经济效果的最佳工艺方案。

为了获得最佳的工艺方案,工艺设计人员必须根据产品或零、部件的结构特点、技术要求、生产类型及企业生产技术条件等诸多因素,对所要采取的工艺方案逐一进行充分的技术、经济分析后,从中选择一种比较适合的工艺方案。然后,对组成机械产品的所有零、部件分别进行零件毛坯制造工艺设计、零件机械加工工艺设计、热处理工艺设计以及装配工艺设计和油漆工艺设计等,并最终制定出相应的工艺规程。工艺规程种类繁多,例如零件的毛坯制造工艺规程有铸造工艺规程、焊接工艺规程、锻造或冲压工艺规程等。装配工艺规程有套件装配工艺规程、组件装配工艺规程、部件装配工艺规程和产品总装工艺规程等。各种工艺规程一般都设计成表格形式的卡片。本章第四节中详细介绍了零件机械加工工艺规程的格式、内容及制定步骤等,其他工艺规程的格式、内容及制定方法将不再介绍,读者有需要可查阅其他参考资料。

工艺设计还包括必要的生产工艺装备的设计。工艺装备设计主要包括特殊的刀具、夹具、工装设计及机床设备的改装等。

1.1.2 机械产品加工方法

机械产品的加工过程一般分为毛坯加工、零件加工和产品装配、调试三个主要阶段,其中,在零件加工过程中,可根据需要穿插一些热处理工艺,以改变零件的物理、化学性能及工艺性能,满足零件的使用性能要求。

1. 毛坯加工方法

毛坯加工主要有利用各种型材直接下料和金属材料成形两大类,其中金属材料成形方法主要有铸造、焊接、锻压和粉末冶金等。

2. 零件的机械加工

零件的机械加工一般分为传统机械加工和现代制造技术机械加工两大类。其中传统机械加工主要有车削、铣削、刨削、磨削、镗削和钻削等;现代制造技术加工又可分为数控加工技术和特种加工技术两种,数控加工主要有数控车削、数控铣削、数控磨削、数控镗削及利用各种加工中心的加工技术等;特种加工主要有电火花加工、电火花线切割、激光加工和电解加工等。

3. 机械产品装配与调试

任何一台机器都是由若干零、部件组成的,将所有零、部件按装配工艺规程要求组装起来,并经过调整、试验等过程使之成为合格产品的全过程即为装配。

1.2 机械产品质量

影响机械产品质量的因素很多,其中设计质量是保证产品质量的前提,而制造质量是保证产品质量的关键。制造质量主要包括零件的加工质量和装配质量。

1.2.1 零件的加工质量

零件的加工质量包括零件机械加工精度和加工表面质量两方面。其中加工精度包含尺寸精度、形状精度和位置精度三种;加工表面质量用表面粗糙度值来衡量。

1. 表面粗糙度及其检测方法

(1) 表面粗糙度

零件表面经加工后,总会留有加工的痕迹,即使看起来很光滑的表面,经放大后就会发现其表面高低不平,零件表面的这种微观不平度,就叫表面粗糙度。国家标准 GB3505—83、GB1031—83、GB131—83 中详细规定了表面粗糙度的各种参数及其数值、所用代号及标注方法等。在机械零件设计中,常用轮廓算术平均偏差 $R_a(\mu\text{m})$ 来标注表面粗糙度。一般情况下,零件尺寸精度越高,其表面粗糙度越低。

(2) 表面粗糙度检测方法

表面粗糙度的检测方法有样板比较法、显微镜比较法、电动轮廓仪测量法、光切显微镜测量法、干涉显微镜测量法和激光测微仪测量法等。在实际生产中,常用样板比较法,这是以表面粗糙度比较样块工作面上的粗糙度为标准,利用视觉或触觉与被检测表面进行比较,来判断被检测表面是否符合规定要求。

2. 尺寸精度

尺寸精度指零件的实际尺寸与设计理想尺寸的符合程度。尺寸精度用尺寸公差来控制。

在零件的加工过程中,要将零件的尺寸加工得绝对准确是不可能的,也是没有必要的,因此,在保证零件使用性能的前提下,设计零件时将零件尺寸规定在一个适当的变动范围内,即加工零件时,允许零件的实际尺寸在一定的范围内变动,尺寸公差就是允许尺寸的变动量。

零件的公差值与公差等级有关。国家标准 GB1800—79 规定了 20 个公差等级,即 IT01, IT0, IT1, IT2, ..., IT18。IT 表示标准公差,从 IT01 到 IT18 公差等级依次降低,而相应的公差值依次增大。一般零件通常只规定尺寸公差,对于要求较高的重要零件,除了尺寸公差外,还需要规定相应的形状公差和位置公差。

3. 形状和位置精度

形状精度指构成零件上的几何要素,如线、平面、圆柱面、曲面等的实际形状相对于理想形状的准确程度。形状精度用形状公差来控制。

位置精度指构成零件上的几何要素,如点、线、面的位置相对于理想位置(基准)的准确程度,位置精度用位置公差来控制。

国家标准 GB1180—80、GB1183—80 分别规定了形状和位置公差的项目、符号及标注方法。其中形状公差有直线度、平面度、圆度、圆柱度、线轮廓度和面轮廓度等六项;位置公差有平行度、垂直度、倾斜度、同轴度、对称度、位置度、圆跳动和全跳动八项。

表 1-2-1 所列形状和位置公差项目及符号;表 1-2-2 和表 1-2-3 所列分别为常用形状和位置公差的标注及说明。

表 1-2-1 形位公差项目及符号

分 类	项 目	符 号	分 类	项 目	符 号
形 状 公 差	直线度		位 置 公 差	平行度	
	平面度			垂直度	
	圆 度			倾斜度	
	圆柱度			同轴度	
	线轮廓度			对称度	
	面轮廓度			位置度	
			跳 动	圆跳动	
				全跳动	

表 1-2-2 常用形状公差的名称、符号、标注及其说明

序号	项 目	图 形	说 明
1	直线度		实际素线 0.02 直线度公差为 0.02 mm,任一实际素线必须位于轴向平面内距离为 0.02 mm 的两平行直线之间
2	平面度		0.1 实际平面 平面度公差为 0.1 mm,实际平面必须位于距离为 0.1 mm 的两平行平面内
3	圆 度		0.005 实际圆 圆度公差为 0.005 mm,在任一横截面内,实际圆必须位于半径差为 0.005 mm 的两同心圆之间
4	圆柱度		0.006 实际圆柱 圆柱度公差为 0.006 mm,实际圆柱面必须位于半径差为 0.006 mm 的两同轴圆柱之间

表 1-2-3 常用位置公差的名称、符号、标注及其说明

序号	项 目	图 例	说 明
1	平行度		平行度公差为 0.05 mm, 实际平面必须位于距离为 0.05 mm 且平行于基准平面 A 的两平行平面之间
2	垂直度		垂直度公差为 0.05 mm, 实际端面必须位于距离为 0.05 mm 且垂直于基准轴线 A 的两平行平面之间
3	同轴度		同轴度公差为 0.02 mm, $\phi 20$ 圆柱的实际轴线必须位于以 $\phi 30$ 圆柱基准线 A 为轴线的以 0.02 mm 为直径的圆柱面内
4	圆跳动		径向圆跳动公差为 0.02 mm, $\phi 50$ 圆柱面绕 $\phi 30$ 圆柱基准轴线作无轴向移动回转时, 在任一测量平面内的径向跳动量均不得大于 0.02 mm
	圆跳动		端面圆跳动公差为 0.05 mm, 当零件绕 $\phi 20$ 圆柱基准轴线作无轴向移动回转时, 在左端面上任一测量直径处的轴向跳动均不得大于 0.05 mm

1.2.2 装配质量

装配质量直接决定了产品的质量。合格的零件必须通过正确的装配和调试, 才能获得良好的装配质量, 以使设备正常地工作。装配质量指标主要由装配精度来衡量。装配精度包括