

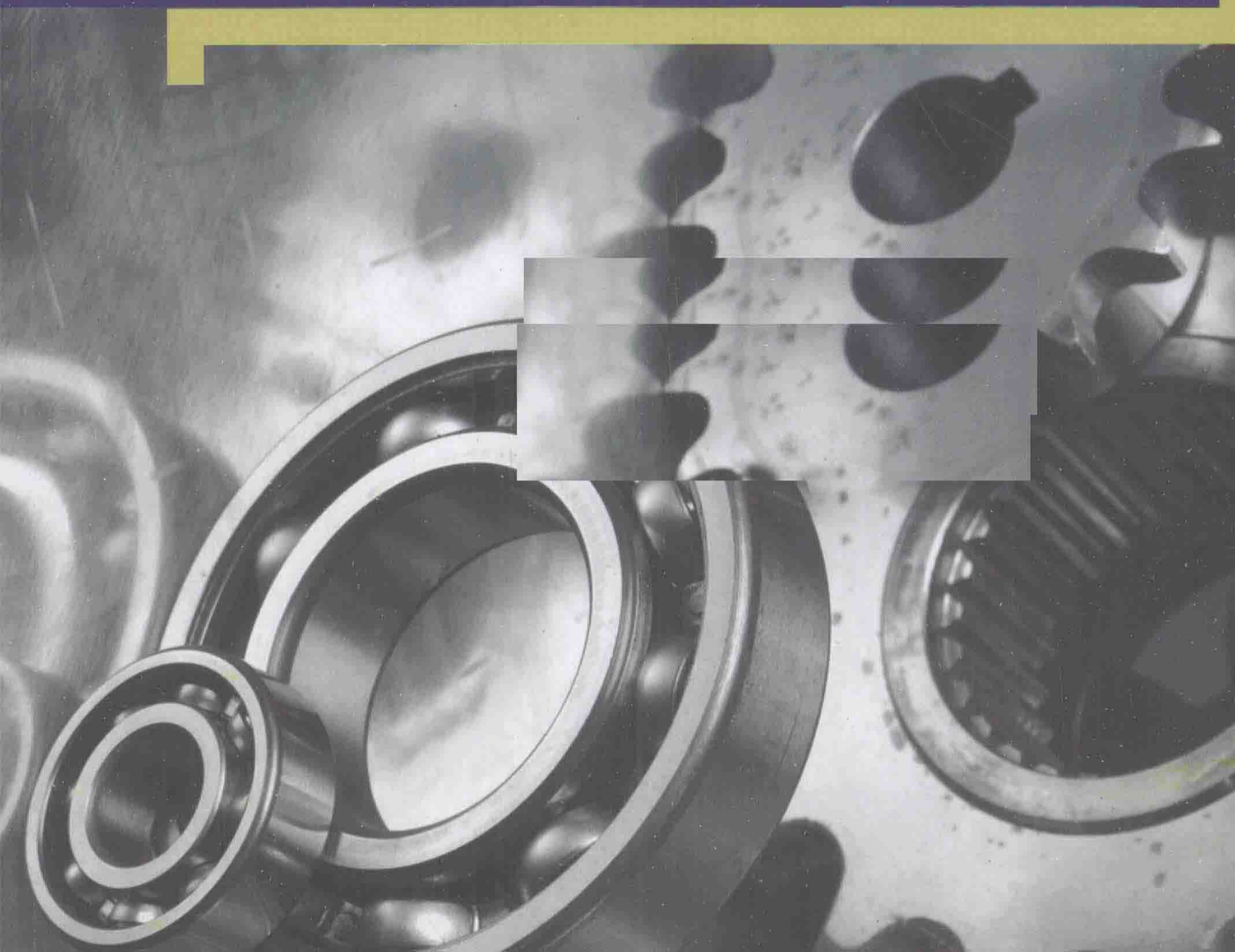
JINGONG SHIXI

主编/谢志余 副主编/周新弘 主审/张远明

金工实习



苏州大学出版社



JINGONG SHIXI

金工实习

主编/谢志余 副主编/周新弘 主审/张远明



苏州大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

金工实习 / 谢志余主编. —苏州: 苏州大学出版社, 2013. 8

ISBN 978-7-5672-0536-9

I. ①金… II. ①谢… III. ①金属加工—实习—高等学校—教材 IV. ①TG-45

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 186321 号

金 工 实 习

谢志余 主 编

责任编辑 征 慧 苏 秦

苏州大学出版社出版发行

(地址: 苏州市十梓街 1 号 邮编: 215006)

苏州市大元印务有限公司印装

(地址: 苏州市三香路 998 号 邮编: 215000)

开本 787 mm×1 092mm 1/16 印张 16.5 字数 416 千

2013 年 8 月第 1 版 2013 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5672-0536-9 定价: 35.00 元

苏州大学版图书若有印装错误, 本社负责调换

苏州大学出版社营销部 电话: 0512-65225020

苏州大学出版社网址 <http://www.sudapress.com>

前 言



本教材是根据教育部高等学校机械基础课程指导分委员会制订的“机械制造实习课程教学基本要求”的有关内容,结合“卓越工程师培养计划”的精神而编写的。

金工实习是高等工科院校机械类专业和相关专业的一门高水平的实践性技术基础课。“崇尚实践,回归工程”的理念,促使高等工科院校对大学生工程设计、制造和管理等综合能力进行培养。本书以现代制造工程技术为主导,以传统加工工艺为基础;既基于金工实习对掌握机械制造技术的学习与训练,又融合了对机械产品生产工艺过程的体验与实践。因此,本教材在重点突出理论知识与实践教学相适应的同时,也兼顾到机械制造基本过程整个系统框架的完整性。随着金工系列课程的改革和现代科学技术的发展,本次编写根据机械工程和相关专业方向的教学要求,对原教学内容进行了较大的更新和充实。所以,本书在绪论中适当增加了机械设计、机械制造加工工艺编写及加工质量方面的内容,从而满足高等工科院校对大学生机械制造实践教学和工程训练的需要。

本书由谢志余主编,周新弘副主编,张远明审阅。参加本书编写的人员有:谢志余、周新弘、潘钰娴、杨昆飞、何宏安、杜振东、李强伟、谭洪、范红梅、唐艳玲、李春玲、邹卫放。在定稿过程中,还得到了山东大学朱瑞富教授的大力支持。

编写过程中参阅并引用了有关教材、手册及相关文献,在此对有关作者表示感谢。

由于编者水平有限,本教材难免有不当之处,敬请同行与读者批评指正!

编 者

目 录

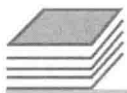
Contents

第 0 章 绪论	1
0.1 概述	1
0.2 机械产品的质量	3
0.3 基准、定位、夹具	8
第 1 章 机械工程材料	11
1.1 金属材料的性能	11
1.2 金属材料的分类、编号、用途及工艺性能	14
1.3 钢的热处理	22
第 2 章 铸造	25
2.1 砂型铸造	25
2.2 特种铸造	45
第 3 章 锻压	49
3.1 坯料的加热与锻件的冷却	49
3.2 自由锻	52
3.3 模锻和胎模锻	55
3.4 板料冲压	57
第 4 章 焊接	61
4.1 焊条电弧焊	61
4.2 气焊与气割	68
4.3 其他焊接方法	71
4.4 压力焊	73
4.5 钎焊	75
4.6 焊件缺陷分析与质量检验	76



第 5 章 切削加工的基本知识	78
5.1 切削加工的基本术语	78
5.2 零件的技术要求	81
5.3 量具	83
5.4 切削加工的安全防护	89
第 6 章 车削加工	90
6.1 车床	91
6.2 车刀及其安装	94
6.3 工件的装夹	99
6.4 车削基本工艺	104
6.5 其他车床简介	116
第 7 章 刨削、铣削、磨削及其他加工	118
7.1 刨削加工	118
7.2 铣削加工	126
7.3 磨削加工	138
7.4 齿轮齿形加工	146
7.5 镗削加工	149
第 8 章 钳工	152
8.1 钳工基本操作	152
8.2 装配	175
8.3 装配新工艺	180
第 9 章 数控车削	182
9.1 数控加工基础	182
9.2 数控机床的组成与分类	183
9.3 数控机床坐标系的确定	185
9.4 数控机床编程基础	187
9.5 数控车削轴类零件编程加工	191
9.6 数控车削槽和螺纹零件编程加工	199
9.7 宏程序	210
第 10 章 加工中心	219
10.1 加工中心概述	219
10.2 加工中心程序的编制	223
10.3 综合训练	237

第 11 章 特种加工	241
11.1 特种加工概述	241
11.2 电火花加工	242
11.3 电解加工	245
11.4 激光加工和超声波加工	246
第 12 章 快速原型制造	249
12.1 快速原型概述	249
12.2 熔融挤压成型工艺	251
12.3 快速成型工艺的发展前沿和探索研究	253
参考文献	254



第0章

绪论

0.1 概述

机械制造是一门研究把工程材料加工制造成零部件,然后按一定的要求组装成机器或机电产品的科学技术。金工实习,就是利用一段完整的时间,投入到机械制造基本过程的整个环流之中,对该技术进行实地、实机、实物的学习、研究与实践。

0.1.1 机械制造的生产过程和工艺过程

1. 机械产品开发、设计的基本原则

(1) 满足需要原则 所开发、设计的产品的性能应最大限度地满足用户的要求。

(2) 经济合理原则 所开发、设计的产品在一定时期内保持先进的结构,功能丰富、价格低廉、维修方便。

(3) 可靠性原则 采用最先进的材料及制造工艺,保证产品在规定的时间内和给定的条件下,准确无误地完成规定的功能。

2. 零部件设计的基本原则

(1) 材料选用原则 不同用途的零部件,采用能充分发挥该零部件使用功能的材料加工制造。

(2) 材料特性原则 各种材料的物理性能、化学性能及力学性能(如静强度、疲劳强度、弹性变形、高温强度、摩擦系数)能够满足零件的使用要求。

(3) 零件加工工艺原则 零件设计的结构工艺符合当前所有的工艺流程和能满足加工工艺要求。设计再好的零件,没有合适的加工工艺则不可能制造出来,而一个零件设计时没有充分发挥当今所有各类先进设备的加工工艺水平,则会对零件本身的质量性能带来影响。

要正确应用零部件的设计原则,就要求设计人员能够基本掌握各类材料的区分方法、材料基本特性及应用范围,能够熟悉各类普通加工机床和数控加工机床的性能、规格及范围,从而为设计出最高性价比的零件打下基础。

机械产品的生产过程是指从原材料到该机械产品出厂的全部劳动过程。它包括以下四个过程:生产技术准备过程,如产品的设计与绘图、制定工艺过程、设计与制造专用工艺设备与装备等;机械制造工艺过程,即直接用于改变毛坯的形状、尺寸、表面质量、机械性能、外观等的劳动过程;辅助生产过程,即为完成工艺过程所必须进行的一些劳动过程,如设备的维修、刀具的刃磨、某些动力的生产等;生产服务过程,即为顺利完成工艺过程而进行的一些劳动过程,如供销、运输、保管、生活服务。



3. 工艺过程

工艺过程是指通过工具和机械设备直接改变材料的尺寸、形状或性能,使之成为产品或零部件的过程。

机械制造工艺过程包括零件的制造工艺过程和产品装配工艺过程;而零件的制造工艺过程又包括毛坯制造工艺过程、机械加工工艺过程和热处理工艺过程。

制造零件机械加工工艺过程的基本步骤:

(1) 对被加工零件的施工图纸进行工艺分析,分析时应重点检查图纸的完整性和正确性。

(2) 了解零件在整机中的位置及作用,审查该零件材料的选择是否恰当,材料特性是否符合零件功能要求。

(3) 分析零件加工的形状、尺寸、位置精度、热处理指标及表面覆层处理等技术要求,审查零件的结构、工艺性是否满足现有加工设备的工艺特点,便于加工与装配。

(4) 拟定工艺路线。拟定工艺路线时,首先要考虑零件毛坯料定位基准面的选择,继而确定各表面的加工方法并划分加工阶段。合理安排各表面的加工工序,确定工序余量、工序尺寸及公差。

4. 工艺规程

用表格或指令的形式将工艺过程的有关内容明确规定,称为工艺规程。工艺规程是生产过程中必要的技术资料,是企业或制造团体的规范性文件。未经制造工艺规程的技术主管批准,不得随意变动或修改。

工艺规程的具体格式因企业或制造团体的性质、规模不同而不尽相同。常见的有工艺过程卡与施工工艺卡两种格式。卡中台头标注的有产品的名称与型号、零件的名称与件号、生产批号与生产数量、毛坯种类与材料明细等内容。台头以下标注加工工序顺序号、工艺装备的名称及编号、该工序的工时定额等内容。单件小批量生产的情况下,工艺卡内容可以相对简要。对复杂、关键零件的加工或大批大量生产的情况下,工艺卡的标准内容就须详细,将工序分解为每一工步,对达到的尺寸公差、夹装方式、刀具选用、切削用量加以规定。重要的工步,甚至绘出工艺草图加以标注。

0.1.2 机械制造基本工艺方法

机械制造一般可以分为热加工和冷加工两大类方法。

机械制造热加工是研究如何运用铸造、锻压、焊接、热处理、粉末冶金、零件的表面处理等方法将材料制成毛坯或直接加工成具有一定性能的毛坯或零件,也称材料加工过程。

机械制造冷加工主要是研究利用切削加工方法将毛坯或材料成形为高精度、低粗糙度的零件,并将零件装配为机器。

切削加工包括车削、铣削、刨削、插削、拉削、镗削、磨削、齿轮加工、钳工加工等内容。数控技术的出现使切削加工及其他加工方法在加工能力和效率等方面得到了空前的提高。

特种加工包括电火花加工、超声波加工、激光加工、电子束加工、等离子束加工等。这些虽然已经不属于切削加工的范围,但也是机械制造冷加工的一部分。

机械制造的工艺过程一般是先用铸造、锻压或焊接等方法将材料制成零件的毛坯(或半成品),再经切削加工制成零件,最后将零件装配成机器。在制造过程中,为改善和提高毛坯或工件的性能,常要对其进行热处理。在机械制造过程中,虽然各种加工方法是离散

的和相对独立的,但它们之间又是相互渗透、相互交叉的。

目前,机械制造领域,大批量的规模化生产制造往往采用由计算机控制的柔性制造专用自动化机床和刚性制造系统生产流水线以及由计算机集中控制的无人工厂制造,从而强化质量控制能力和提高产品出产效率。

科学技术的发展与进步,已使机械制造工艺设备本身更精确、更高效、更安全、更可靠和更智能化成为可能。

0.2 机械产品的质量

机械产品是由若干机械零件装配而成的,机器的使用性能和寿命取决于零件的制造质量和装配质量。

0.2.1 零件的加工质量

零件的质量主要是指零件的材质、力学性能和加工质量等。零件的材质和力学性能在下一章中将有叙述。零件的加工质量是指零件的加工精度和表面质量。加工精度是指加工后零件的尺寸、形状和各表面间相互位置等几何参数与理想几何参数相符合的程度。相符合的程度越高,零件的加工精度越高。

实际几何参数对理想几何参数的偏离称为加工误差。很显然,加工误差越小,加工精度越高。零件的几何参数加工得绝对准确是不可能的,也是没有必要的。

在保证零件使用要求的前提下,对加工误差规定一个范围,称为公差。零件的公差越小,对加工精度的要求就越高,零件的加工就越困难。

零件的加工精度包括尺寸精度、形状精度和位置精度,相应地存在尺寸误差、形状误差、位置误差以及尺寸公差、形状公差和位置公差。

零件的表面质量是指零件的表面粗糙度、波度、表面层冷变形强化程度、表面残余应力的性质和大小以及表面层金相组织等。

零件的加工质量对零件的使用有很大影响,其中我们考虑最多的是加工精度和表面粗糙度。

0.2.2 产品的加工方法

机械产品的加工根据各阶段所达到的质量要求不同可分为毛坯加工和切削加工两个主要阶段。热处理工艺穿插在其间进行。

1. 毛坯加工

毛坯成形加工的主要方法有铸造、锻造和焊接。

(1) 铸造 熔炼金属,制造铸型,并将熔融金属浇入铸型,凝固后获得具有一定形状、尺寸和性能的金属零件毛坯的成形方法。如柴油机机体、车床床身等。

(2) 锻造 对坯料施加外力使其产生塑性变形,改变尺寸、形状及改善性能,用以制造机械零件、工件或毛坯的成形方法。如航空发动机的曲轴、连杆等都是锻造成形的。

(3) 焊接 通过加热或加压,或两者并用,并且用或不用填充材料,使焊件达到原子结合的一种加工方法。一般用于大型框架结构或一些复杂结构,如轧钢机机架、坦克的车身等。



铸造、锻造、焊接加工往往要对原材料进行加热,所以也称这些加工方法为热加工(严格说来应是在再结晶温度以上的加工)。

2. 切削加工

切削加工用来提高零件的精度和降低表面粗糙度,以达到零件的设计要求。主要的加工方法有车削、铣削、刨削、钻削、镗削、磨削等。

车削加工是应用最为广泛的切削加工之一,主要用于加工回转体零件的外圆、端面、内孔,如轴类零件、盘套类零件的加工。

铣削加工也是一种应用广泛的加工形式,主要用来加工零件上的平面、沟槽等。

钻削和镗削主要用于加工工件上的孔。钻削用于小孔的加工;镗削用于大孔的加工,尤其适用于箱体上轴承孔孔系的加工。

刨削主要用来加工平面,由于加工效率低,一般用于单件小批量生产。

磨削通常作为精密加工,经过磨削的零件表面粗糙度数值小,精度高。因此,磨削常作为重要零件上主要表面的终加工。

表 0-1 和表 0-2 分别列出各种加工方法的加工精度和表面粗糙度值 R_a ,以供参考。

表 0-1 各种加工方法的大致加工精度

加工方法	公差等级(IT)																	
	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
研磨	—	—	—	—	—	—	—											
珩磨						—	—	—	—									
圆磨							—	—	—	—								
平磨							—	—	—	—								
金刚石车							—	—	—									
金刚石镗							—	—	—									
拉削							—	—	—	—								
铰孔								—	—	—	—	—						
车削									—	—	—	—	—					
镗削									—	—	—	—	—					
铣削										—	—	—	—					
刨、插削												—	—					
钻孔												—	—	—	—			
滚压、挤压								—	—	—	—	—						
冲孔												—	—	—	—	—		
压铸													—	—	—	—		
粉末冶金成型								—	—	—								
粉末冶金烧结										—	—	—	—					
砂型铸造、气割																		—
锻造																	—	

表 0-2 普通材料和一般生产过程所能得到的典型粗糙度值

方法	粗糙度值 $R_a/\mu\text{m}$													相当于旧国标 表面光洁度
	50	25	12.5	6.3	3.2	1.6	0.8	0.4	0.2	0.1	0.05	0.025		
火焰切割		—	—	—									$\nabla 2\sim\nabla 3$	
去皮磨		—	—	—	—								$\nabla 2\sim\nabla 4$	
锯		—	—	—	—	—							$\nabla 2\sim\nabla 5$	
刨、插削		—	—	—	—	—	—	—					$\nabla 3\sim\nabla 7$	
钻削				—	—	—	—						$\nabla 3\sim\nabla 5$	
化学铣				—	—	—	—						$\nabla 4\sim\nabla 6$	
电火花加工				—	—	—	—						$\nabla 5\sim\nabla 6$	
铣削			—	—	—	—	—	—	—				$\nabla 4\sim\nabla 7$	
拉削					—	—	—	—					$\nabla 5\sim\nabla 7$	
铰孔					—	—	—	—					$\nabla 5\sim\nabla 8$	
镗、车削			—	—	—	—	—	—	—	—	—		$\nabla 4\sim\nabla 7$	
滚筒光整						—	—	—	—	—	—		$\nabla 7\sim\nabla 9$	
电解磨削								—	—	—			$\nabla 7\sim\nabla 9$	
滚压抛光								—	—	—			$\nabla 8\sim\nabla 9$	
磨削					—	—	—	—	—	—	—		$\nabla 6\sim\nabla 10$	
珩磨								—	—	—	—	—	$\nabla 7\sim\nabla 12$	
抛光									—	—	—	—	$\nabla 8\sim\nabla 13$	
研磨									—	—	—	—	$\nabla 8\sim\nabla 14$	
超精加工									—	—	—	—	$\nabla 9\sim\nabla 13$	
砂型铸造		—	—	—									$\nabla 2\sim\nabla 3$	
热滚轧		—	—	—									$\nabla 2\sim\nabla 3$	
锻			—	—	—	—							$\nabla 3\sim\nabla 5$	
永久模铸造					—	—	—						$\nabla 5\sim\nabla 6$	
熔模铸造					—	—	—	—					$\nabla 5\sim\nabla 6$	
挤压				—	—	—	—	—					$\nabla 5\sim\nabla 7$	
冷轧拉拔					—	—	—	—	—				$\nabla 5\sim\nabla 7$	
压铸						—	—	—					$\nabla 6\sim\nabla 7$	

注：① 符号：粗实线为常用平均范围，细实线为不常应用范围。

② 表中最后一列是根据表中粗实线数值与《表面光洁度》旧国标对照后得到的大致对应关系。

0.2.3 机械加工精度的获得方法

1. 获得尺寸精度的方法

(1) 试切法 通过试切、测量、调整、再试切的反复过程，直至达到尺寸精度要求后，再切整个加工表面。

(2) 调整法 按对刀样板或试切好的工件，调整好刀具与工件(或夹具)之间的正确加工位置，然后进行一批零件的加工，以获得所要求的尺寸精度。

(3) 定尺寸刀具法 用具有一定尺寸和形状的刀具加工，使加工表面获得所要求的尺



寸的形状。如钻孔、扩孔、铰孔、拉孔、攻螺纹等。

(4) 自动控制法 使加工过程中的测量、补偿调整和切削等一系列工作自动完成,来获得所要求的尺寸精度。

2. 获得形状精度的方法

(1) 轨迹法 依靠刀具与工件之间的相对运动轨迹来获得工件的形状精度,如一般的车削等。

(2) 成形法 将刀具刃口形状做成工件形状的偶件进行加工,以获得工件的形状精度。

(3) 展成法 刀具与工件作具有严格运动关系的啮合运动,以获得工件的形状精度。

3. 获得位置精度的方法

(1) 一次安装获得法 通过工件在一次安装的加工中,来获得工件各表面间相互位置精度的方法。

(2) 多次安装获得法 通过工件在多次安装的加工中,来获得工件各表面间相互位置精度的方法。

获得位置精度的方法也可按工件定位的方法分为直接找正法、划线找正法和用夹具安装法。

0.2.4 装配质量

将零件组合成组件和部件,并进一步将零件、组件和部件结合成机器的过程称为装配。装配是机械制造过程的最后一个阶段,合格的零部件通过合理的装配和调试就可以获得良好的装配质量,从而能保证机器正常的运转。

装配精度是装配质量的指标,主要包含以下几项:

(1) 零部件的尺寸精度 包括配合精度和距离精度。配合精度是指配合面之间达到规定的间隙或过盈的要求。距离精度是指零部件之间的轴向距离、轴线之间的距离等。

(2) 零部件之间的位置精度 包括零部件之间的平行度、垂直度、同轴度和各种跳动等。

(3) 零部件之间的相对运动精度 主要是指具有相对运动要求的零部件在运动方向和运动位置上的精度。如在车床上车削螺纹时,刀架与主轴的相对移动精度。

(4) 接触精度 指两配合表面、接触表面和连接表面间达到规定的接触面积大小与接触点分布情况。如相互啮合的齿轮、相互接触的导轨面之间均有接触精度要求。

一个机械产品推向市场,需要经过设计、加工、装配、调试等环节。产品的质量与这些环节紧密相关,最终体现在产品的使用性能上。企业应从各方面来保证产品的质量。

0.2.5 质量检测方法

机械加工不仅要利用各种加工方法使零件达到一定的质量要求,而且要通过相应的手段来进行检测。质量检测的方法涉及的范围和内容很多,这里只做简单介绍。

1. 金属材料的检测方法

金属材料应对其外观、尺寸、理化三个方面进行检测。外观采用目测的方法;尺寸采用样板、直尺、卡尺、钢卷尺、千分尺等量具进行测量;理化检测项目较多,主要有:

(1) 化学成分分析。

常用的化学成分分析方法有:化学分析法、光谱分析法、火花鉴别法。

化学分析法能测定金属材料的各元素含量,是一种定量分析方法,也是工厂必备的常规检测手段。

光谱分析法是根据物质的光谱测定物质组成的分析方法,其测量工具有台式光谱分析仪器和便携式光谱分析仪器。

火花鉴别法是把钢铁材料放在砂轮上磨削,由发出的火花特征来大体判断它的成分的方法。

(2) 金相分析。

这是鉴别金属及其合金的组织结构的方法。常用宏观检验和微观检验两种。

① 宏观检验 即低倍检验,是用目视或在低倍放大镜(不大于10倍的放大镜)下检查金属材料表面或断面以确定其宏观组织的方法。常用的宏观检验法有:硫印试验、断口检验、酸蚀试验和裂纹试验。

② 显微检验 即高倍检验,是在光学显微镜下观察、辨认和分析金属的微观组织的金相检验方法。显微分析法可测定晶粒的形状和尺寸,鉴别金属的组织结构,显现金属内部的各种缺陷,如夹杂物、微小裂纹和组织不均匀及气孔、脱碳等。

(3) 力学性能试验。

力学性能试验有硬度试验、拉力试验、冲击试验、疲劳试验、高温蠕变及其他试验等。力学性能试验及以下介绍的各种试验均在专用试验设备上进行。

(4) 工艺性能试验。

工艺性能试验有弯曲、反复弯曲、扭转、缠绕、顶锻、扩口、卷边以及淬透性试验和焊接性试验等。

(5) 物理性能试验。

物理性能试验有电阻系数测定、磁学性能测定等。

(6) 化学性能试验。

化学性能试验有晶间腐蚀倾向试验等。

(7) 无损探伤。

无损探伤是不损坏原有材料,检查其表面和内部缺陷的方法。主要有:

① 磁粉探伤 利用铁磁性材料在磁场中会被磁化,而夹杂等缺陷是非磁性物质及裂缝磁力线均不易通过的原理,在工件表面上施散导磁性良好的磁粉(氧化铁粉),磁粉就会被缺陷形成的局部磁极吸引,堆集其上,显出缺陷的位置和形状。磁粉探伤用于检查铁磁性金属和合金表面层的微小缺陷,如裂纹、折叠、夹杂等。

② 超声探伤 利用超声波传播时有明显的指向性来探测工件内部的缺陷。当超声波遇到缺陷时,缺陷的声阻抗(即物质的密度和声速的乘积)同工件的声阻抗相差很大,因此大部分超声能量将被反射回来。如发射脉冲式超声波,并对超声波进行接收,就可探出缺陷,且可从反射波返回的时间和强度来推知缺陷所处的深度和相对大小。超声探伤用于检验大型锻件、焊件或棒材的内部缺陷,如裂纹、气孔、夹渣等。

③ 渗透探伤 在清洗过的工件表面上施加渗透剂,使它渗入到开口的缺陷中,然后将表面上的多余渗透剂除去,再施加一薄层显像剂,后者由于毛细管作用而将缺陷中的残存渗透剂吸出,从而显出缺陷。渗透探伤用于检验金属表面的微小缺陷,如裂纹等。

④ 涡流探伤 将一通入交流电的线圈放入一根金属管中,管内将感应出周向的电流,即涡流。涡流的变化会使线圈的阻抗、通过电流的大小和相位发生变化。管(工件)的直



径、厚度、电导率和磁导率的变化以及缺陷会影响涡流进而影响线圈(检测探头)的阻抗。检测阻抗的变化就可以达到探伤的目的。涡流探伤用于测定材料的电导率、磁导率、薄壁管壁厚和材料缺陷。

2. 尺寸的检测方法

尺寸 1000mm 以下,公差值大于 0.009~3.2mm,有配合要求的工件(原则上也适用于无配合要求的工件)使用普通计量器具(如千分尺、卡尺、百分表等)检测。特殊情况下可使用测距仪、激光干涉仪、经纬仪、钢卷尺等测量。

3. 表面粗糙度的检测方法

通常有样板比较法、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、激光测微仪测量法等。生产现场常用样板比较法,就是以样板工作面上的粗糙度作为标准,用视觉法和触觉法与被测表面进行比较来判定被测表面是否符合要求。

4. 形位公差的检测方法

根据形状、位置以及公差要求的不同,形位误差的检测方法各不相同。

0.3 基准、定位、夹具

0.3.1 基准

1. 基准的概念

机械零件可以看作一个空间的几何体,是由若干点、线、面的几何要素所组成。零件在设计、制造的过程中必须指定一些点、线、面用来确定其他点、线、面的位置,这些作为依据的几何要素称为基准。基准可以是在零件上具体表现出来的点、线、面,也可以是实际存在,但又无法具体表现出来的几何要素,如零件上的对称平面、孔或轴的中心线等。

2. 基准的分类

按照作用的不同,基准分为设计基准和工艺基准两类。设计基准是零件设计图纸上所用的基准。工艺基准是在零件加工、机器装配等工艺过程中所用的基准。工艺基准又分为工序基准、定位基准、测量基准和装配基准。其中定位基准用具体的定位表面体现,并与夹具保持正确接触,保证工件在机床上的正确位置,最终加工出位置正确的工件表面。

如图 0-1 所示的机体零件,顶面 A 是表面 B、C 和孔 D 轴线的设计基准;孔 D 的轴线是孔 E 的轴线的设计基准;而表面 B 是表面 A、C、孔 D 及孔 E 加工时的定位基准。定位基准常用符号“ $\sphericalangle$ ”来表示。

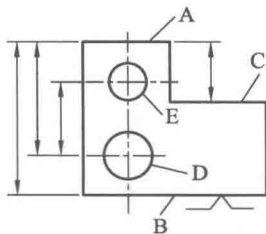


图 0-1 机体零件的基准

0.3.2 工件的定位

1. 工件的装夹

工件要进行切削加工,首先要将工件装夹在机床上,保持与刀具之间的正确的相对运动关系。工件在机床上的装夹分定位和夹紧两个过程。定位就是使工件在机床上具有正

确的位置。工件定位后必须夹紧,以保证工件在重力、切削力、离心惯性力等力的作用下保持原有的正确位置。工件的装夹必须先定位后夹紧。

通常,工件的装夹有以下三种方法:

(1) 直接找正装夹。

直接找正是指利用百分表、划针等在机床上直接找正工件,使其获得正确位置的定位方法,如图 0-2(a)所示。这种方法的定位精度和操作效率取决于所使用工具及操作者的技术水平。一般来说,此法比较费时,多用于单件小批量生产或要求位置精度特别高的工件。

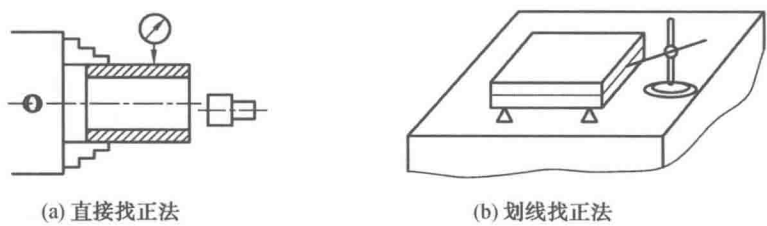


图 0-2 工件的找正装夹

(2) 划线找正装夹。

划线找正是在机床上用划针按毛坯或半成品上待加工处的划线找正工件,获得正确位置的方法,如图 0-2(b)所示。这种找正装夹方式受划线精度和找正精度的限制,定位精度不高。主要用于批量较小、毛坯精度较低及大型零件等不便使用夹具的粗加工。

(3) 在夹具中装夹。

夹具装夹是利用夹具使工件获得正确的位置并夹紧。夹具是按工件专门设计制造的,装夹时定位准确可靠,无需找正,装夹效率高,精度较高,广泛用于成批生产和大量生产。

2. 工件的定位

一个刚体在空间具有六个自由度,如图 0-3(a)所示。这些自由度分别是沿三个坐标轴的平移 $\bar{X}$ 、 $\bar{Y}$ 、 $\bar{Z}$ 和绕三个坐标轴的旋转 $\bar{X}$ 、 $\bar{Y}$ 、 $\bar{Z}$ 。工件的定位就是对工件的某几个自由度或全部六个自由度加以限制(消除)。工件在夹具中的定位实际上就是使工件上体现定位基准的定位表面与夹具上的定位元件保持紧密接触。这样就限制了工件应该被限制的自由度,在夹具及机床上具有正确的位置,也就能够加工出位置正确的工件表面。

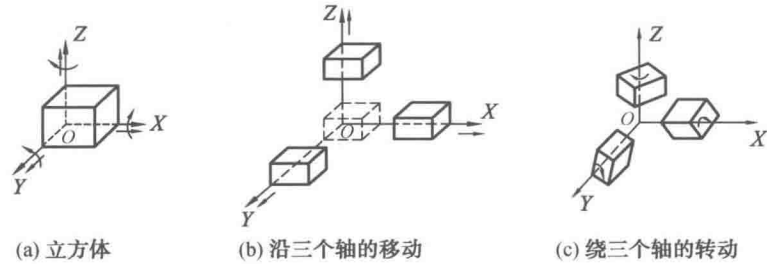


图 0-3 刚体的自由度

0.3.3 夹具

机床上用来装夹工件的夹具可分为两类:一类是通用夹具,一类是专用夹具。通用夹具使用范围较广,能够装夹多种尺寸的工件。但通用夹具一般只能装夹形状简



单的工件,并且工作效率较低。通用夹具一般作为机床附件来使用,常见的有三爪定心卡盘、四爪单动卡盘、平口钳等。

专用夹具是为某种工件的某一工序专门设计和制造的,使用起来方便、准确、效率高。专用夹具通常是由定位元件、导向元件、夹紧元件、夹具体等部分组成。

定位元件起定位作用,常用的有支承钉、支承板、定位销等;导向元件起引导刀具的作用,通常有钻套、镗模套等;夹紧元件起夹紧作用,保证定位不被破坏,常见的有螺纹压板机构、气动夹紧机构、液压夹紧机构等。

定位元件、导向元件、夹紧元件都安装在夹具体上,一起构成了夹具。夹具最终还要正确地安装在机床的工作台上,这样就保证了工件在机床上的正确位置,使刀具与工件之间保持正确的运动关系,如图 0-4 所示。

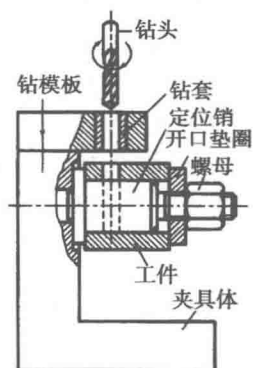


图 0-4 夹具的组成