

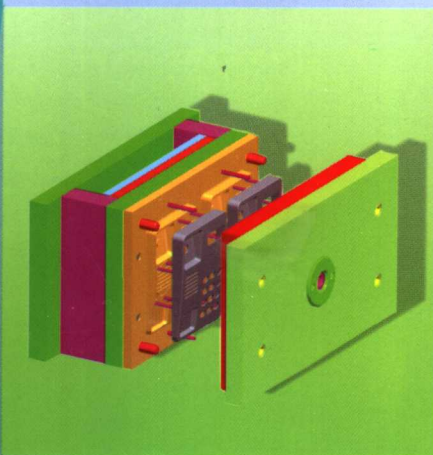
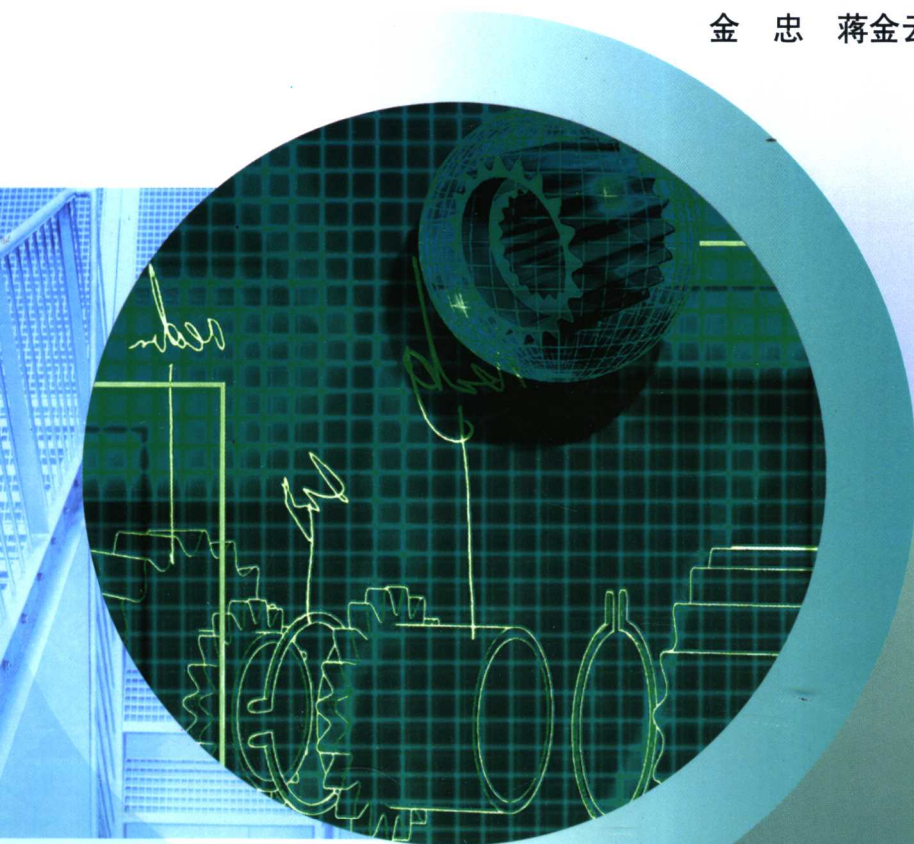


中等职业学校机电类规划教材
专业基础课程与实训课程系列

机械加工技能实训

徐冬元 主编

金 忠 蒋金云 副主编



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

中等职业学校机电类规划教材

专业基础课程与实训课程系列

机械加工技能实训

徐冬元 主 编

金忠 蒋金云 副主编

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

图书在版编目 (CIP) 数据

机械加工技能实训 / 徐冬元主编. —北京: 人民邮电出版社, 2006.5
中等职业学校机电类规划教材. 专业基础课程与实训课程系列

ISBN 7-115-14432-X

I. 机... II. 徐... III. 机械加工—专业学校—教材 IV. TG506

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 023386 号

内 容 提 要

《机械加工技能实训》一书是根据教育部的教改精神与劳动和社会保障部 2002 年颁布实施的《国家职业标准》, 结合我国职业教育的教学实际, 围绕职业学校的培养目标, 着力体现职业教育“以就业为导向, 以能力为本位”的教学理念, 突出以技能训练为目的、以项目教学为组织形式、理论与实践紧密结合的教材特点。

本书共由六个项目组成, 根据学生的认知水平, 介绍机械制造的生产流程、质量控制方法, 普通机加工的钳工、车工、铣工、刨工、磨工的基本技能及相关的工艺知识, 并围绕相应工种的职业技能鉴定标准, 选择典型的技能训练实例, 以便使学生通过强化训练, 顺利获得国家职业资格等级证书。其中, 钳工部分的内容按照中级工要求编写, 其他部分按照初级工要求编写, 给不同专业的学生打下宽泛的基础, 便于他们根据自己的专业发展或兴趣爱好自主拓展机加工的技能方向, 也为培养学生的创新意识和职业素养奠定基础。

本书既可作为中等职业学校的教材, 也可作为各类学校进行钳工、车工初、中级技能考证的培训教材, 或作为在职工岗位培训及自学用书。

中等职业学校机电类规划教材

专业基础课程与实训课程系列

机械加工技能实训

- ◆ 主 编 徐冬元
副 主 编 金忠 蒋金云
责任编辑 张孟玮
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京艺辉印刷有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 13
字数: 309 千字 2006 年 5 月第 1 版
印数: 3 001—5 000 册 2006 年 8 月北京第 2 次印刷

ISBN 7-115-14432-X/TN · 2700

定价: 18.00 元

读者服务热线: (010) 67170985 印装质量热线: (010) 67129223

中等职业学校机电类规划教材

专业基础课程与实训课程系列教材编委会

主 任 曹根基

副 主 任	陈拥贤 李乃夫	杜德昌 么居标	韩满林 倪森寿	华永平 向 伟	金国砥 周兴林
-------	------------	------------	------------	------------	------------

委 员	蔡慈明 费新华 姜玉柱 林永康 马旭州 王建国 徐晖鸣 杨小平 俞洪海 章学军 周晓杜 徐冬元 郑建华	蔡奕斌 高长春 孔令秋 刘 岳 石大锁 王锦亚 徐玉华 杨永传 张国军 章振周 朱 宏 金 忠 刘 军	陈晓红 耿德普 李光前 刘胜贤 石秋洁 王杏珍 许长斌 易培林 张继军 郑德荣 蒋金云	陈银姆 胡晓晴 李为民 刘振海 苏 毅 邬建忠 许学慧 于建华 张孟玮 周德仁 池 雯	方张龙 江 潮 李现新 骆子石 苏根良 徐冬元 杨海祥 俞 良 张赛梅 周利增 王 猛
-----	---	---	---	---	---

本书编委



我国加入 WTO 以后,国内机械加工行业和电子技术行业得到快速发展。国内机电技术的革新和产业结构的调整成为一种发展趋势。因此,近年来企业对机电人才的需求量逐年上升,对技术工人的专业知识和操作技能也提出了更高的要求。相应地,为满足机电行业对人才的需求,中等职业学校机电类专业的招生规模在不断扩大,教学内容和教学方法也在不断调整。

为了适应机电行业快速发展和中等职业学校机电专业教学改革对教材的需要,我们在全中国机电行业和职业教育发展较好的地区进行了广泛调研,与部分重点学校联合成立了《中等职业学校机电类规划教材》编委会,以培养技能型人才为出发点,以各地中职教育教研成果为参考,以中职教学需求和教学一线的骨干教师对教材建设的要求为标准,经过充分研讨与论证,精心规划了这套《中等职业学校机电类规划教材》。

本套教材力求体现国家倡导的“以就业为导向,以能力为本位”的精神,结合职业技能鉴定和中等职业学校双证书的需求,精简整合理论课程,注重实训教学,强化上岗前培训;教材内容统筹规划,合理安排知识点、技能点,避免重复;教学形式生动活泼,以符合中等职业学校学生的认知规律。

本套教材广泛参考了各地中等职业学校的教学计划,面向优秀教师征集编写大纲,并在国内机电行业较发达的地区邀请专家对大纲进行了多次评议及反复论证,尽可能使教材的知识结构和编写方式符合当前中等职业学校机电专业教学的要求。

在作者的选择上,充分考虑了教学和就业的实际需要,邀请活跃在各重点学校教学一线的“双师型”专业骨干教师作为主编。他们具有深厚的教学功底,同时具有实际生产操作的丰富经验,能够准确把握中等职业学校机电专业人才培养的客观需求;他们具有丰富的教材编写经验,能够将中职教学的规律和学生理解知识、掌握技能的特点充分体现在教材中。

为了方便教学,我们免费为选用本套教材的老师提供教学辅助光盘,光盘的内容为教材的习题答案、模拟试卷和电子教案(电子教案为教学提纲与书中重要的图表,以及不便在书中描述的技能要领与实训效果)等教学相关资料,部分教材还配有便于学生理解和操作演练的多媒体课件,以求尽量为教学中的各个环节提供便利。

我们衷心希望本套教材的出版能促进目前中等职业学校的教学工作,并希望能得到职业教育专家和广大师生的批评与指正,以期通过逐步调整、完善和补充,使之更符合中职教学实际。

欢迎广大读者来电来函。

电子函件地址: guojing@ptpress.com.cn, wangping@ptpress.com.cn

读者服务热线: 010-67143761, 67132792, 67184065



编者 的话

制造业领域的技能型人才的培养愈来愈受到社会各界,尤其是中、高等职业技术学校的重视。对于中等职业学校机械、机电和近机类专业而言,选择一部既包含车、钳、铣、刨、磨等内容,又能在某一工种上有充分拓展、满足考工培训需要的教材,是学校、教师和学生三方的共同愿望。为了满足广大教学工作者的教学需要,并同时使机械、机电及近机类学生奠定必备的专业基础,我们是根据教育部的教改精神以及劳动和社会保障部 2002 年颁布实施的《钳工国家职业标准》、《车工国家职业标准》、《铣工国家职业标准》、《刨工国家职业标准》、《磨工国家职业标准》编写的。本书紧密结合我国职业教育的教学实际,围绕中等职业学校的培养目标,按照新的国家职业标准中初级工的考工要求,充分体现以技能训练为目的、项目教学为组织形式、理论与实践紧密结合的教学特点。

本书对钳、车、铣、刨、磨工的工艺知识与技能训练的教学内容分别进行有机的整合,使学生通过强化训练顺利获得国家职业资格等级证书的同时,又能让各校结合本校本地的教学实际,安排其他工种的教学实践,给不同学校不同专业的教学留有较大选择空间,避免了同一个教学班选用不同教材的麻烦,从而具有良好的可操作性,以适合不同地区、不同层次学生的学习、训练与考级需要。其中,钳工部分的内容按照中级工要求编写。

本书既可作为中等职业学校的教材,也可作为各类学校进行钳工和车工初、中级技能考证的培训教材,或作为在职职工岗位培训及自学用书。

根据教学计划安排,本书的授课时数为 180 学时,建议课时安排如下表所示。

内容	项目一	项目二	项目三	项目四	项目五	项目六	机动	总计
学时	6	60	60	12	12	6	24	180

各校可根据学生的不同专业、不同工种安排具体的学时。

本书由徐冬元担任主编,金忠、蒋金云担任副主编,徐冬元、金忠、蒋金云、池雯共同编写,并由王猛老师担任主审,镇江机电高等职业技术学校郑建华老师、重庆市工业学校刘军老师审稿。作者在此一并表示感谢。

由于编者的水平与能力有限,书中错误与不足之处在所难免,恳请广大读者批评与指正,以便使本书得到进一步的完善与提高。

编 者
2005 年 12 月

目 录

项目一 机械制造入门知识	1
任务一 了解企业生产流程及产品质量控制	1
任务二 学会使用常用量具	6
任务三 了解基准、定位、夹具	12
思考与练习	14
项目二 钳工实训	15
任务一 钳工用设备的使用	15
思考与练习	18
任务二 划线	18
活动一 使用常用划线工具的方法	18
活动二 练习平面划线	24
思考与练习	26
任务三 锯削	26
活动一 正确使用手锯	26
活动二 棒料的锯削训练	32
活动三 锯缝练习	33
思考与练习	34
任务四 锉削	34
活动一 正确使用锉刀	35
活动二 锉配凹凸体	41
思考与练习	43
任务五 钻孔、扩孔、铰孔和镗孔	44
活动一 了解钻床及钻头的装夹方法	44
活动二 练习加工孔	50
思考与练习	52
任务六 加工螺纹	53
活动一 加工内螺纹	53
活动二 加工外螺纹	56
活动三 练习攻螺纹	58
思考与练习	59
任务七 刮削	60
活动一 了解刮削和刮削工具	60
活动二 刮削平面	61
活动三 检查精度	64

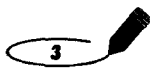


活动四 制作平行直角块	66
思考与练习	68
任务八 研磨	68
活动一 了解研磨和研磨工具	68
活动二 研磨平面	70
活动三 研磨外圆柱面	71
思考与练习	72
任务九 装配	72
活动一 认识装配工艺	72
活动二 装配螺纹联接件	74
活动三 装配键、销联接件	78
活动四 装配过盈联接件	80
活动五 装配滚动轴承	82
活动六 装配平口钳	83
思考与练习	86
任务十 钳工综合训练	86
活动一 制作小手锤	86
活动二 加工六角螺母	88
活动三 加工圆弧燕尾角内配工件	90
活动四 加工角度凹凸组合配	92
项目三 车工实训	95
任务一 车工入门	95
活动一 了解车床	95
活动二 掌握车工安全知识	98
思考与练习	100
任务二 学会刀具的刃磨	100
活动一 了解刀具	100
活动二 刃磨刀具	103
活动三 刃磨刀具训练	106
思考与练习	108
任务三 车削台阶轴	108
活动一 学会装夹	108
活动二 车削台阶轴	110
活动三 车削台阶轴训练	115
思考与练习	116
任务四 车削内孔	116
活动一 学会内孔刀具的刃磨	116
活动二 车削内孔	117





活动三 车削内孔训练	120
思考与练习	122
任务五 车削圆锥体	122
活动一 认识圆锥体	122
活动二 车削圆锥体	123
活动三 车削圆锥体训练	128
思考与练习	129
任务六 车削内、外沟槽	129
活动一 学会刃磨刀具	129
活动二 车削内、外沟槽	132
活动三 车削内、外沟槽训练	134
思考与练习	135
任务七 车削三角螺纹	135
活动一 认识三角螺纹	135
活动二 学会螺纹刀具的刃磨	137
活动三 车削三角螺纹	138
活动四 车削三角螺纹训练	143
思考与练习	145
任务八 综合训练	145
活动一 综合训练(一)	145
活动二 综合训练(二)	147
项目四 铣工实训	149
任务一 铣工入门	150
活动一 了解铣床	150
活动二 了解铣刀及加工工艺范围、铣削用量	153
任务二 铣削平面	156
活动一 安装铣刀、工件,选择铣削方式	156
活动二 铣平面	159
活动三 铣垂直面	160
活动四 铣斜面	161
活动五 铣阶台面	162
活动六 平面铣削实训	163
任务三 铣削沟槽与切断	164
任务四 铣等分零件	168
思考与练习	171
项目五 刨工实训	173
活动一 了解刨削加工范围、刨床、刨刀	174



项目一

机械制造入门知识

本项目主要介绍机械产品生产的一般过程、加工方法和质量控制。重点掌握常用量具的读数原理和使用方法；初步了解金工技术的常用设备、加工方法和加工特点，了解车间生产（实习）过程中的安全文明知识。

通过本项目的学习与实践，可以培养学生对机械制造业的兴趣。学会使用常用的量具，如游标卡尺、千分尺、万能角度尺、塞尺、90°角尺等，初步懂得对量具的维护与保养。

知识目标

- 了解机械产品生产的一般过程。
- 熟悉产品的质量控制指标，了解常用的检测方法。
- 了解量具的维护和保养知识。
- 了解车间生产（实习）过程中的安全文明知识。

技能目标

- 掌握常用量具的使用方法。
- 学会安全文明操作。

任务一 了解企业生产流程及产品质量控制

机械制造工业是国民经济的重要产业，它承担着向社会各行业提供各种机械装备的任务。机械制造工业所提供装备的水平对国民经济的总体发展，对产品质量水平和经济效益的快速提高，有着非常重要的直接影响。

将原材料（或半成品）加工成机械产品的全过程称为生产过程，制造过程是生产过程的最主要部分。机械制造企业的运作过程，大致可分为生产决策、经营决策、制造加工三个主要层次。在市场经济条件下，企业生产的目的是向市场提供合格产品的同时获取相应的经济效益。企业在运作过程中主要解决两个问题：一是决定产品的类型（生产决策）并取得销售订单（经营决策）；二是从技术和管理两方面进行生产组织，制造出合格的产品。产品的质量是企业生存与发展的根本保证，机械产品的质量是由机械制造生产过程决定的。



1. 机械产品的质量

机械产品是由若干机械零部件装配而成的,机器的使用性能和寿命取决于零部件的质量,主要指零部件的材质、力学性能、加工质量和装配质量等。

(1) 零件的加工质量

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。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变化的范围,称为公差。零件的精度包括尺寸精度、形状精度和位置精度。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,其中考虑最多的是加工精度和表面粗糙度。

(2) 装配质量

任何机器都是由若干零件、组件和部件组装而成的。根据规定的技术要求,将零件结合成组件和部件,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,从而能保证机器进行正常的运转。

装配精度是装配质量的指标,主要包括以下几项。

1) 零部件间的尺寸精度:其中包括配合精度和距离精度。配合精度是指配合面间达到规定的间隙或过盈的要求;距离精度是指零部件间的轴向距离、轴线间的距离要求等。

2) 零部件间的位置精度:其中包括零件与部件间的平行度、垂直度、同轴度和各种跳动要求等。

3) 零部件间的相对运动精度:指有相对运动的零、部件间在运动方向和运动位置上的精度。如车床车削螺纹时刀架与主轴的相对移动精度。

4) 接触精度:接触精度是指两配合表面、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匀接触精度要求。

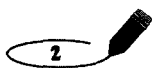
一个机械产品推向市场,需要经过设计、加工、装配、调试等环节。产品的质量与这些环节紧密相关,最终体现在产品的使用性能上,如图 1.1 所示。企业应从各方面来保证产品的质量。

2. 质量检测的方法

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检测。检测应自始至终伴随着每一道加工工序,同一种要求可以通过一种或几种方法来检测。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。外观检测采用目测的方法。尺寸检测使用样板、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,主要包括如下各项。



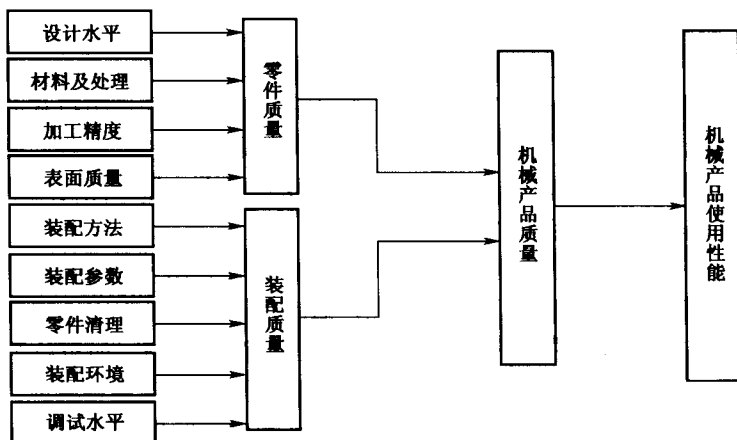


图 1.1 产品质量因果图

1) 化学成分分析 依据来料保证单中标注的材料化学成分,由专职理化人员对材料的化学成分进行定性或定量的检测分析。入厂材料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各元素含量,是一种定量分析方法,也是工厂必备的常规检验手段。

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判断它的成分的方法。

2) 金相分析 这是鉴别金属和合金组织结构的方法,常用的方法有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(小于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 微观检验:即显微镜高倍检验,是在光学显微镜下观察、辨认和分析金属微观组织的金相检验方法。微观检验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 力学性能实验有硬度试验、拉伸试验、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 工艺性能实验有弯曲、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 物理性能实验有电阻系数测定、磁学性能测定等。

6) 化学性能试验 化学性能实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。主要有以下几种。

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,且可从反射波返回时间和强度来推知缺陷所处深度和相对大小。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) 零件尺寸的检测方法

对尺寸在 1000 mm 以下,公差范围在 0.009~3.2 mm 之间的零件,可使用普通计量器具(千分尺、卡尺和百分表等)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。

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、激光测微仪测量法等。在生产现场常用的是样板比较法,它是以样块工作面上的粗糙度为标准,用视觉法和触觉法将样块表面与被检测零件表面进行比较,来判定被检测零件表面是否符合图样技术要求的方法。

(3) 零件形位误差的检测方法

根据零件形状表面及公差要求的不同,形位误差的检测方法也各不相同。下面以一种检测圆跳动的方法来说明形位误差的检测。

检测原则:使被测实际要素绕基准轴线做无轴向移动回转一周时,由位置固定的指示器在给定方向上测得的最大与最小读数之差。

检测设备:一对同轴顶尖、带指示器的测量架。

检测方法:如图 1.2 所示,将被测零件安装在两顶尖之间。在被测零件回转一周过程中指示器读数最大差值即为单个测量平面上的径向圆跳动。

按上述方法,测量若干个截面,取各个截面上测得圆跳动量中的最大值,作为该零件的径向圆跳动。

3. 产品加工工艺

在制造过程中,人们根据机械产品的结构、质量要求和具体生产条件,选择适当的加工方法,组织产品的加工生产。

(1) 产品的生产过程

机械产品的生产过程,是产品从原材料转变为成品的全过程。主要过程如图 1.3 所示。

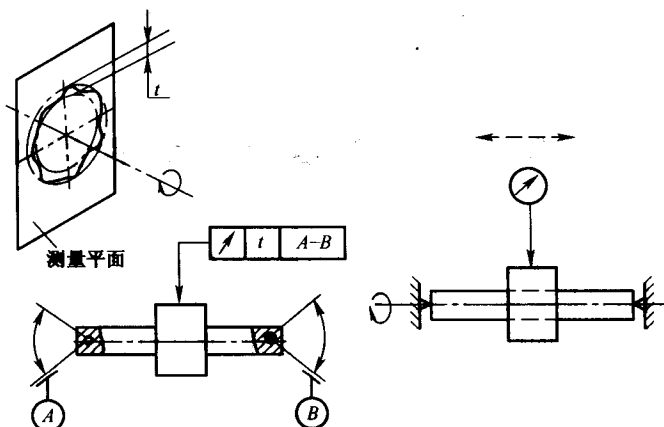


图 1.2 圆跳动的检测方法

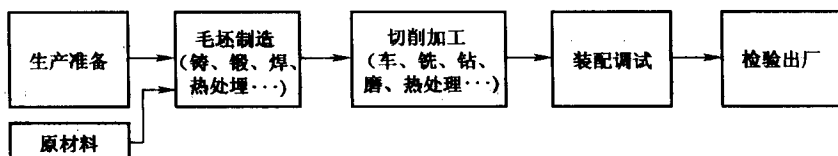


图 1.3 产品的生产过程

产品的各个零部件的生产不一定全部安排在一个企业内完成，可以分散到多个企业，通过生产协作完成。如螺钉、轴承的加工常常由多个专业生产厂家协作制造而成。

(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，凝固后获得一定形状和性能铸件的成形方法。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、内孔等，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。

任务二 学会使用常用量具

量具是用来测量零件的线性尺寸、角度以及检测零件形位误差的工具。为保证被加工零件的各项技术参数符合设计要求，在加工前后和加工过程中，都必须用量具进行检测。选择量具时，应根据被检测对象的性质、形状、测量范围选择适用的量具。通常选择量具的读数精度应小于被测量公差的 0.15 倍。

量具的种类很多，这里仅介绍以下几种常用的量具。

1. 游标卡尺

游标卡尺是一种比较精密的量具，如图 1.4 所示。其结构简单，可以直接测量出工件的内径、外径、长度和深度等，游标卡尺按测量精度可分为 0.10 mm、0.05 mm、0.02 mm 三个量级。按测量尺寸范围有 0~125 mm、0~150 mm、0~200 mm、0~300 mm 等多种规格，使用时根据零件精度要求及零件尺寸大小进行选择。

图 1.4 所示游标卡尺的读数精度为 0.02 mm，测量尺寸范围为 0~150 mm。它由主尺和副尺（游标）两部分组成，主尺上每小格为 1 mm，当两卡爪贴合（主尺与游标的零线重合）时，游标上的 50 格正好等于主尺上的 49 mm。游标上每格长度为 $49 \div 50 = 0.98 \text{ mm}$ 。主尺与游标每格相差： $1 - 0.98 = 0.02 \text{ mm}$ 。

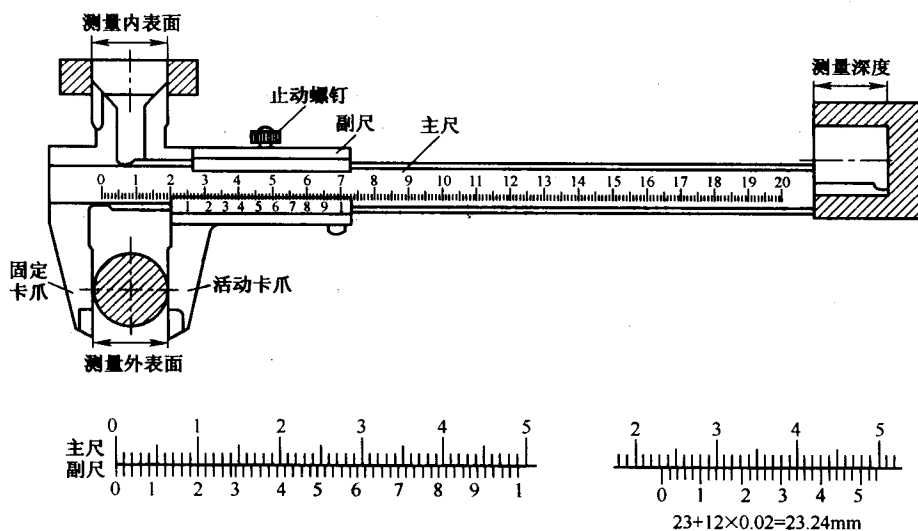


图 1.4 游标卡尺及读数方法

测量读数时，先由游标以左的主尺上读出最大的整毫米数，然后在游标上读出与主尺刻度线对齐的刻度线的格数，将格数与 0.02 相乘得到小数，将主尺上读出的整与游标上得到的小数相加就得到测量的尺寸。



游标卡尺使用注意事项:

- (1) 检查零线。使用前应先擦净卡尺, 合拢卡爪, 检查主尺和游标的零线是否对齐。如不对齐, 应送计量部门检修。
- (2) 放正卡尺。测量内外圆时, 卡尺应垂直于工件轴线, 两卡爪应处于直径处。
- (3) 用力适当。当卡爪与工件被测量面接触时, 用力不能过大, 否则会使卡爪变形, 加速卡爪的磨损, 使测量精度下降。
- (4) 读数时视线要对准所读刻线并垂直于尺面, 否则读数不准。
- (5) 防止松动。在未读出读数之前必须先将游标卡尺上的止动螺钉拧紧, 再使游标卡尺离开工件表面。
- (6) 不得用游标卡尺测量毛坯表面和正在运动的工件。

图 1.5 是专门用于测量深度和高度的游标尺。游标高度尺除用来测量高度外, 也可用于精密划线。

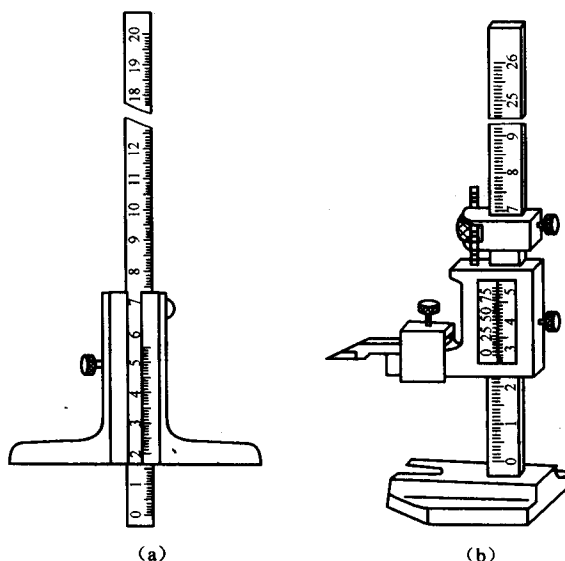


图 1.5 游标深度尺和游标高度尺

(a) 游标深度尺 (b) 游标高度尺

2. 千分尺

千分尺(又称分厘卡)是用微分套筒读数的示值为 0.01 mm 的测量工具, 千分尺的测量精度比游标卡尺高。按照用途可分为外径千分尺、内径千分尺和深度千分尺几种, 外径千分尺按其测量范围有 $0\sim 25\text{ mm}$ 、 $25\sim 50\text{ mm}$ 、 $50\sim 75\text{ mm}$ 等各种规格。

图 1.6 是测量范围为 $0\sim 25\text{ mm}$ 的外径千分尺。弓形架在左端有固定砧座, 右端的固定套筒在轴线方向刻有一条中线(基准线), 上下两排刻线互相错开 0.5 mm , 形成主尺。微分套筒左端圆周上均布 50 条刻线, 形成副尺。微分套筒和螺杆连在一起, 当微分套筒转动一周, 带动测量螺杆沿轴向移动 0.5 mm , 如图 1.7 所示。因此, 微分套筒转过一格, 测量螺杆轴向移动的距离为 $0.5\div 50=0.01\text{ mm}$ 。当千分尺的测量螺杆与固定砧座接触时, 微分套筒的边缘与轴向刻度的零线重合。同时, 圆周上的零线应与中线对准。

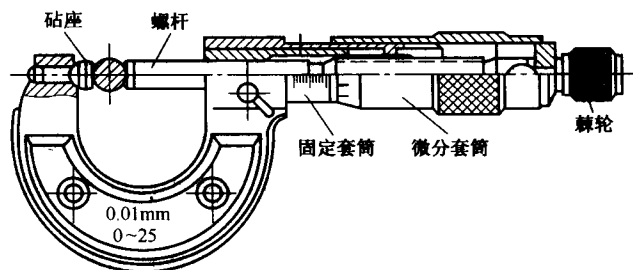


图 1.6 外径千分尺

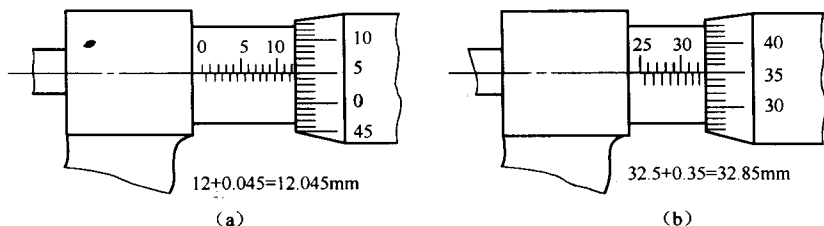


图 1.7 千分尺的读数

(a) 0~25mm 千分尺 (b) 25~50mm 千分尺

(1) 千分尺的读数方法

- 1) 读出距离微分套筒边缘最近的轴向刻度数 (应为 0.5 mm 的整数倍)。
- 2) 读出与轴向刻度的中线重合的微分套筒周向刻度数值 (刻度格数 $\times 0.01$ mm)。
- 3) 将两部分读数相加即为测量尺寸。

(2) 千分尺使用注意事项

- 1) 校对零点: 将砧座与螺杆擦拭干净, 使它们相接触, 看微分套筒圆周刻度零线与中线是否对准, 如没有, 将千分尺送计量部门检修。
- 2) 测量时, 左手握住弓架, 右手旋转微分套筒, 当测量螺杆快接近工件时, 必须使用右端棘轮 (此时严禁使用微分套筒, 以防用力过度测量不准或破坏千分尺) 以较慢的速度与工件接触。当棘轮发出“嘎嘎”的打滑声时, 表示压力合适, 应停止旋转。
- 3) 从千分尺上读取尺寸, 可在工件未取下前进行, 读完后松开千分尺, 亦可先将千分尺锁紧, 取下工件后再读数。
- 4) 被测尺寸的方向必须与螺杆方向一致。
- 5) 不得用千分尺测量毛坯表面和运动中的工件。

3. 百分表

百分表的刻度值为 0.01 mm, 是一种精度较高的比较测量工具, 它只能读出相对的数值, 而不能测出绝对数值。主要用来检验零件的形状误差和位置误差, 也常用于工件装夹时精密找正。

百分表的结构如图 1.8 所示, 当测量头向上或向下移动 1 mm 时, 通过测量杆上的齿条和几个齿轮带动大指针转一周, 小指针转一格。刻度盘在圆周上有 100 等分的刻度线, 其每格的读数值为 0.01 mm; 小指针每格读数值为 1 mm。测量时大、小指针所示读数变化值之和即为尺寸变化量。小指针处的刻度范围就是百分表的测量范围。刻度盘可以转动, 供测量时调整大指针对零位刻线之用。

百分表使用时应装在专用的百分表架上, 如图 1.9 所示。

