



宁波职业技术学院

NINGBO POLYTECHNIC

国家示范性高职院校建设项目成果

模具设计与制造专业

压铸模具设计与制造

王正才 主编



高等教育出版社
Higher Education Press

国家示范性高职院校建设项目成果

压铸模具设计与制造

王正才 主编

高等教育出版社

内容提要

本书是“国家示范性高职院校建设项目成果教材”。本书以压铸模具设计与制造的工作过程为导向,选择被企业实践验证的压铸模具开发工作为项目实例,选择的模具从简单到复杂,以整副模具设计与制造为主线,较为系统、全面地介绍了压铸件设计、压铸工艺设计、压铸机选择、压铸模具的分型面设计、浇注系统及排溢系统设计、成形零件设计、侧向抽芯机构设计、推出机构设计、模具生产合同与备料、模具零件加工工艺的编制、模具制造的主要手段和设备操作、模具试模与验收,以及使用 Pro/E 三维软件设计模具的方法等。本书理论联系实际,实用性强。

本书可作为高职高专院校及应用型本科模具、材料成形技术等机械类专业的教材,也可供从事模具设计与制造工作的技术人员自学参考。

图书在版编目(CIP)数据

压铸模具设计与制造 / 王正才主编. —北京: 高等教育出版社, 2008. 12

ISBN 978 - 7 - 04 - 025702 - 1

I. 压… II. 王… III. ①压铸模 - 设计 - 高等学校: 技术学校 - 教材 ②压铸模 - 制造 - 高等学校: 技术学校 - 教材 IV. TG241

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 176666 号

策划编辑 王 博 责任编辑 王 博 封面设计 张雨薇
版式设计 马敬茹 责任校对 姜国萍 责任印制 陈伟光

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 涿州市星河印刷有限公司

开 本 787 × 1092 1/16
印 张 12
字 数 280 000
插 页 1

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2008 年 12 月第 1 版
印 次 2008 年 12 月第 1 次印刷
定 价 20.30 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 25702-00

前 言

当前高职课程改革的总体思想是：

(1) 实现课程结构与工作岗位任务的对接。打破依据知识本身的逻辑设置课程和组织内容的传统学科课程模式,转变为以工作任务为参照点设置课程和组织内容。

(2) 实现课程内容与职业能力的对接。打破依据知识的完整性选择课程内容的传统学科课程模式,转变为围绕职业能力的培养选择课程内容。

(3) 实现教学情境与工作情境的对接。打破理论与实践的二元课程模式,以项目为载体实现“工”与“学”的结合,依据工作情境建构教学情境,让学生在完成具体项目的过程中来构建相关理论知识,并发展职业能力。基于工作过程的项目课程模式是当前高职课程改革的基本取向。

为了使基于工作过程的项目课程的教学改革在模具设计与制造专业顺利进行,我们编写了本书。本书按照工作过程设计学习过程,以典型的压铸模具设计与制造为载体,建立工作任务与知识、技能的联系,增强学生的直观体验,激发学生的学习兴趣。

本书以培养学生从事压铸模具设计与制造岗位技能为本位,选用的项目实例均来自生产一线,每个项目形成一个完整的工作过程,从简单到复杂,不断提高业务能力,加强技能的反复训练和知识内容的不断扩展。

本书将压铸合金、压铸制品、压铸成形工艺、压铸成形设备、模具设计、模具 CAD 软件以及模具制造等方面的内容经过整合,综合于一本书之中,案例的可操作性强,便于自学。

本书由宁波职业技术学院王正才主编,华旭、康健洪、张小平参编。本书在编写过程中得到了宁波康鑫机械有限公司、宁波科兴电器有限公司、宁波天正模具有限公司等企业的支持,企业技术人员乐军、高健、丁永江等为书稿的录入做了大量的工作,在此一并表示感谢!

由于编者水平有限,书中难免存在错误和不足之处,敬请读者指正。

编者

2008年11月

目 录

项目一 对压铸生产的认识	1
项目二 压铸模具设计前的准备工作	6
任务一 确定压铸模具设计制造工作流程	6
任务二 掌握常用量具及测量方法	7
项目三 限位块压铸模具的设计	12
任务一 铸件分析	12
任务二 铸件的成形分析	16
任务三 模具报价与合同签订	34
任务四 模具开发计划制定	36
任务五 铸件测绘及 Pro/E 三维造型	37
任务六 模具材料的确定	38
任务七 型腔数量及排列方式的确定	39
任务八 模具的基本结构及外形尺寸的确定	40
任务九 选择分型面	46
任务十 浇注与排溢系统设计	47
任务十一 成形零件的结构设计	52
任务十二 模架设计	52
任务十三 推出机构的设计	57
任务十四 加热和冷却系统	60
任务十五 Pro/E 三维模具造型设计	62
任务十六 主要零部件及其装配简图的绘制	102
项目四 限位块压铸模具的制造	106
任务一 模具生产技术准备	106
任务二 模具零件的加工及设备操作	114
任务三 模具钳工加工与装配	120
任务四 模具安装调试及修整	127
项目五 旋钮把手压铸模具的设计	132
任务一 铸件分析	132
任务二 铸件的成形分析	133
任务三 浇注与排溢系统设计计算	137
任务四 Pro/E 三维模具造型设计	137
项目六 左盖压铸模具的设计与制造	143

II 目 录

任务一 铸件分析	143
任务二 铸件的成形分析	143
任务三 模具报价与合同签订	144
任务四 铸件测绘及 Pro/E 三维造型	145
任务五 模具结构分析	146
任务六 抽芯机构的设计	147
任务七 分型面的确定	160
任务八 浇注与排溢系统设计	161
任务九 推出机构的设计	163
任务十 加热和冷却系统设计	163
任务十一 成形零件设计	164
任务十二 模架设计	164
任务十三 模具总装配图的绘制	166
任务十四 Pro/E 三维模具造型设计	170
任务十五 模具零件加工工艺卡片的编制	172
参考文献	182

项目一

对压铸生产的认识

一、压铸及其发展简史

压铸属于特种铸造的范畴。它是一种生产效率和机械化程度都比较高的热加工成形工艺,也是现代机械制造中发展较快的一种少切屑、无切屑的工艺方法。

压铸原理:熔融状态或半固态的金属在高压作用下,压入精密加工的金属压铸模的型腔内,使其完全填充型腔,以获得轮廓清晰、表面光洁、与压铸模型腔相符、可以互换的压铸件。

19 世纪初,压铸随着印刷工业的蓬勃发展应运而生。1822 年,威廉姆·乔奇(Willam Church)博士曾制造一台日产 1.2~2 万铅字的铸造机。到 19 世纪 60 年代,压铸锌合金得到发展。1904 年,英国的法兰克林(H. H. Franklin)公司开始用压铸方法生产汽车的连杆轴承,开创了压铸件在汽车工业中的应用。1905 年,多勒(H. H. Doehler)研制成功用于工业生产的压铸机,压铸锌、锡、铜合金铸件。随后,瓦格纳(Wagner)设计了鹅颈式气压压铸机,用于生产铝合金压铸件。

1949 年前,在我国仅上海贯一模具厂等少数工厂有几台压铸机压铸锌合金。20 世纪 50 年代末期,随着压铸业的发展,我国开始自行设计制造卧式冷室压铸机。20 世纪 90 年代以后,我国的压铸工业取得了惊人的发展,已发展为一个新兴产业。目前我国压铸企业有 4 000 家左右,压铸件年产量为 86~100 万吨,年产值 400 亿元。其中,铝合金压铸件占有所有压铸件产量的 3/4 以上。我国压铸件总产量在各应用领域所占比例:汽车、摩托车件占 48%,机械装备件占 13%,家电及“3C”(“3C”指计算机(Computer)、通信(Communication)、消费类电子(Consume-Electronics))产品占 11%,日用品占 28%。压铸产品如图 1-1 所示。

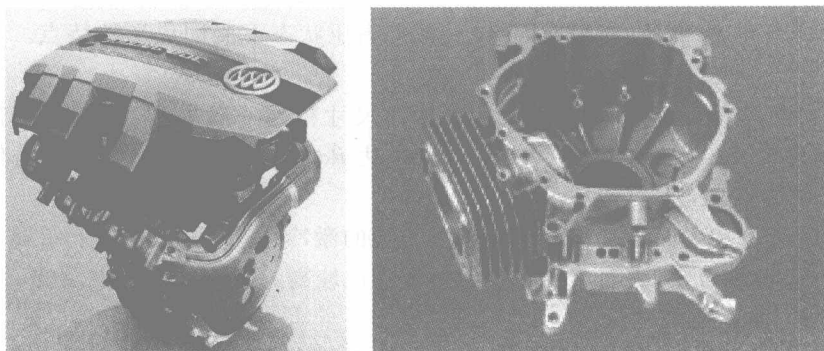


图 1-1 压铸产品

二、压铸生产的工艺流程

压铸生产的主要工艺流程如图 1-2 所示。

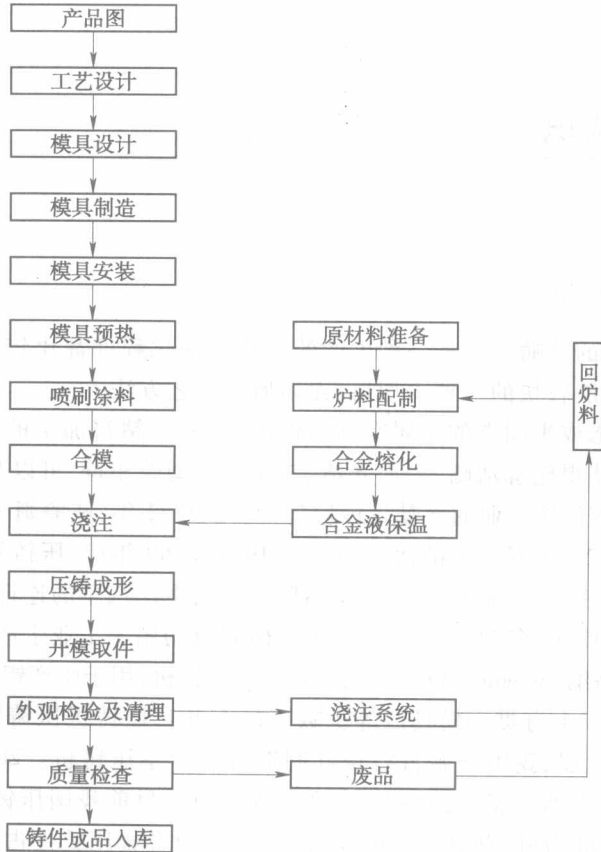


图 1-2 压铸生产的工艺流程

三、压铸的特点

压铸生产具有高速、高压、充填时间极短,并在高压状态下凝固成形的特点。压铸工艺具有以下优点:

(1) 铸件的尺寸精度和表面质量高 铸件的尺寸精度一般为 IT11 ~ IT13,有时可以达到 IT9。表面粗糙度值 Ra 一般为 $3.2 \sim 0.8 \mu\text{m}$,有时达 $Ra0.4 \mu\text{m}$ 。因此,一般压铸件可以不经过机械加工或仅对局部加工即可使用。

(2) 铸件的强度和表面硬度较高 由于压铸模的激冷作用,又在压力下结晶,因此,压铸件表面层晶粒较细,组织致密,表面层的硬度和强度都比较高。压铸件的抗拉强度一般比砂型铸造高 $25\% \sim 30\%$ 。

(3) 可以压铸形状复杂的薄壁铸件 由于压铸零件形成过程始终是在压力作用下填充和凝固,对于轮廓峰谷、凸凹、窄槽等都能清晰地压铸出来,因而能获得其他工艺方法难以加工的薄壁

复杂件。例如,当前锌合金压铸件最小壁厚可达 0.3 mm,铝合金压铸件可达 0.5 mm,最小铸出孔直径为 0.7 mm,可压铸出螺纹的最小螺距为 0.75 mm。

(4) 生产率很高 这是由压铸过程的特点决定的,且随生产工艺过程机械化、自动化程度进一步发展而提高。一般冷压室压铸机平均每班可压铸 600 ~ 700 次,热压室压铸机可压铸 3 000 ~ 7 000 次,每一次操作循环一般为 10 s ~ 1 min,可以实现一模多腔的工艺,其产量成倍增加,适合于大批量生产。

(5) 可以在压铸件中嵌铸其他材料的零件 如可以嵌铸磁铁、铜套、衬垫、金属管和绝缘材料等。这样既能满足特定部位的使用性能要求,节约贵重材料,同时又省略了装配工序,简化了制造工艺。

(6) 金属材料利用率高 由于压铸件具有尺寸精确、表面粗糙度值低等优点,一般不再进行机械加工而直接装配使用,或加工量很小,只需经过少量机械加工即可装配使用,所以既提高了金属利用率,又减少了大量的加工设备和工时。其材料利用率为 60% ~ 80%,毛坯利用率达 90%。

但压铸生产也存在以下缺点:

(1) 压铸件常有气孔及氧化夹杂物存在 由于液体合金充型速度极快,所以型腔中的气体很难完全排除,常以气孔形式存留在铸件中。当铸件有密闭性、承受较大载荷、热处理和高温下使用等要求时,需采取排除型腔内气体的工艺措施。

(2) 压铸的合金种类有所限制 受模具型腔材料的限制,压铸高熔点合金(如铜、黑色金属)时,模具寿命较低,故目前黑色金属的压铸应用还不普遍。

(3) 不适合小批量生产 由于压铸机的成本高,压铸模加工周期长,成本也高,而且压铸机生产效率高,因此小批量生产时经济效益低。

(4) 压铸件尺寸受到限制 因受到压铸机锁模力及装模尺寸的限制而不能压铸大型压铸件。对内凹复杂的铸件,压铸生产也较为困难。

四、压铸技术的发展趋势

近年来,由于汽车工业的飞速发展,给压铸成形的生产带来了前所未有的机遇。出于可持续发展和环境保护的需要,汽车轻量化是实现环保、节能、节材、高速的最佳途径。因此,用压铸合金件代替传统的钢铁件,可使汽车质量减轻 30% 以上。同时,压铸合金件还有一个显著的特点是热传导性能良好,热量散失快,提高了汽车的行驶安全性。因此,金属压铸行业正面临着发展的机遇,其应用前景十分广阔。

压铸成形技术大致有以下几个方面的发展趋势。

1. 压铸成形工艺方法的不断创新

传统的压铸过程通气系统具有种种局限性,目前国际上出现名称为 Potivac-Superve 的真空压铸系统。真空压铸工艺有利于降低气孔率,减小表面粗糙度值,提高产品尺寸精度和均匀性,减少所受热应力,减少变形及毛刺,减少型腔型芯拉杆的损伤等。

目前国外采用电磁搅拌法制备非结晶合金锭,然后再加热到半固态(约 40% 液态、60% 固态)进行压铸或挤压成形,这种压铸叫半固态压铸。压铸件有较好的物理性能,承压性好,可进行焊接和热处理;同时使得压铸模的热负荷大为降低,延长模具寿命。

20世纪70年代后期,日本UBE公司与Toyota公司采用挤压铸造的方法共同开发了挤压机,并于1981年开始推向市场。挤压铸造工艺适合高力学性能所要求的厚壁件,例如汽车的安全零件。挤压铸件可进行焊接、热处理,并且能接近最终形状。

人们依据类似注塑成形的原理开发了固态压铸技术,它是将粉状或粒状的金属加入装有螺杆的压室,在压射的同时将金属熔至半固态液浆充填铸型。它与半固态压铸的区别是加入压室的是固态金属,不必预先制备半固态金属。这种方法目前主要用于镁合金压铸。

2. 向大型化发展

随着市场经济的繁荣,新产品开发的势头迅猛。为了满足大型结构件的需要,无论是压铸机还是压铸模,向大型化方向发展势在必行。

3. 提高压铸生产的自动化水平

目前压铸生产企业的压铸效率不高和人力资源的浪费制约了压铸生产的发展。例如,在冷压室压铸机上,金属液的注入以及压铸件的取出等运行程序的自动化程度还不高,在这些环节中,只有提高自动化水平才能满足发展形势的需要。

4. 逐步改进和提高压铸工艺水平

压铸工艺是一项错综复杂的工作。除了从理论上研究外,还需经过实践的摸索和积累才能得到逐步的提高。但从现状看,还有一些亟待完善的问题。例如:如何在金属液填充型腔时,减少和消除气体的卷入,生产出无气孔的铸件来;如何改进压铸工艺的条件,消除压铸件的缩孔、冷隔、裂纹等压铸缺陷,提高压铸件的综合力学性能。

5. 压铸过程控制

压铸过程控制包括压铸机的数控、监控生产全过程、预测铸件缺陷以及研究模具热裂及寿命等。

目前已有这方面的实践,如采用真空压铸以提前消除型腔中的气体,以及采用超高速压铸使气孔微细化等新技术,均获得了较理想的效果。

五、压铸模具设计开发的发展趋势

压铸模具的一般结构如图1-3所示。

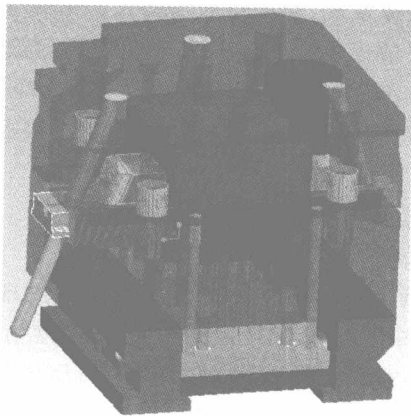


图1-3 压铸模具结构图

随着计算机技术在压铸中的不断应用,压铸模具的开发设计得到了快速的发展,具体表现为以下几个方面:

1. 为压铸工艺提供科学依据

用计算机可以模拟压铸过程中金属液流入模具的状态,即流态;还可以模拟充型过程中金属液温度和模具温度的变化,即温态变化。模拟出的流态、温态为浇注系统设计提供更直观、更科学的依据,从而保证铸件的内部质量。

2. 压铸模计算机辅助设计与制造

压铸模具的计算机辅助设计和辅助制造在国外应用很广。如电脑三轴坐标测量仪,可对用户的样件进行测量,荧屏上显示测量过程及数据,并可进行数据修改,如增减厚度、收缩量调整、模腔模芯位置变换等多项功能设计,测出数据存入软件,在 CAD/CAM 系统中进行电脑模型绘制,便可由机床加工出样件的型腔模型。

3. 提高模具的使用寿命

压铸模是在高温高压状态下工作的,因此压铸模的使用寿命受到一定的影响。目前,我国压铸模的使用寿命与先进国家相比,仍有较大的差距。就大中型压铸模而言,国内的使用寿命一般为 3~8 万次,而先进国家则为 10~15 万次。

提高压铸模的使用寿命,首先从提高模具材料的综合性能及热处理技术入手,以提高模具的耐热、耐磨、耐冲击、耐疲劳性能。同时,提高模具成形零件的制造精度和表面质量,对延长模具的使用寿命也有积极的意义。

4. 模具设计制造的信息化

利用信息技术可以带动和提升模具工业的设计与制造技术水平,推动模具工业技术的进步。在模具工业整体规划的指导下,应该着重研究 CAD/CAE/CAPP/CAM 一体化,并不断提升单元技术和合成技术水平;实现 PDM(产品数据管理)系统的开发与应用,提高压铸件及模具的设计能力;实现 ERP(企业资源规划)系统的开发与应用,将模具企业的所有资源统一管理起来,包括物流、资金流和信息流。

项目二

压铸模具设计前的准备工作

在压铸模具设计之前,设计者必须具备以下各方面的资料:

- (1) 压铸件所用的合金材料。
- (2) 经用户确认的压铸件产品图或样品。
- (3) 所用压铸机的技术参数及有关压铸工艺参数。
- (4) 制模要求:每模型腔数、浇注和排溢系统的类型、压铸件脱模方式等。
- (5) 模具的成本预算或合同。

任务一 确定压铸模具设计制造工作流程

随着现代企业管理的不断发展,企业对模具设计与制造的工作流程进行了规范。压铸模具设计与制造的一般工作流程如表 2-1 所示。

表 2-1 压铸模具设计与制造工作流程

工作内容		责任部门	备注	
模具设计制造前的 资料准备分析	1	压铸件分析	模具设计部	
	2	压铸件成形工艺分析	模具设计部	
	3	模具合同与报价	营销部	顾客参与
	4	模具开发计划制定	生产计划部	
	5	压铸件测绘及 Pro/E 三维造型	模具设计部	顾客参与
模具结构设计	6	模具材料的选择	模具设计部	
	7	型腔数量及排列方式的确定	模具设计部	
	8	模具外形尺寸的确定	模具设计部	
	9	选择分型面	模具设计部	
	10	浇注与排溢系统设计	模具设计部	
	11	压铸件侧凹部分的处理	模具设计部	
	12	推出与复位机构的设计	模具设计部	

续表

	工 作 内 容	责 任 部 门	备 注
模具结构设计	13 模具成形零件设计	模具设计部	
	14 Pro/E 三维模具设计	模具设计部	
	15 装配图及零件图的绘制	模具设计部	顾客参与
模具制造	16 模具生产技术准备	生产计划部	采购部参与
	17 模具零件的加工	模具车间	
	18 模具装配	模具车间	
	19 模具安装调试	模具车间	顾客确认

在模具企业中,有必要将并行工程的理念灌输到每个员工的头脑中,并在实践中切实加以贯彻。并行工程是对产品及其相关过程(包括制造和支持过程)进行并行、一体化设计的一种系统化的工作模式。这种工作模式力图使开发者们从一开始就考虑到产品全生命周期(从概念形成到产品报废)的所有因素,包括质量、成本、进度和用户要求。在并行工程思想的指导下,模具设计的做法可总结为:合同签订时即确认产品图;总工程师与设计人员在1~2天内确定模架大小和提出型腔材料备料单;在购买模架和型腔材料的同时进行模具设计和工艺准备;模架和型腔材料到位时,模具设计工作也基本结束,可以立即开始加工。

模具设计完成后,必须经过有关人员审查无误后才能投入生产。而在模具图样投放的过程中要做到两点:一是模具图样的再审查,图样投入加工之前虽然已经过设计部门检查,但难免有纰漏或与设备要求不一致的地方,需要与生产部门沟通、协调;二是模具图样、电极图样可以分批投放,不必等到整套图样全设计完再投产。

任务二 掌握常用量具及测量方法

交给设计人员的设计依据有很多种方式,但主要有两种,一种是压铸件图样,另一种是压铸件(习惯称之为样板)。对于前者,要注意图样的技术要求,有些图样明确给出浇注与排溢系统的位置和形式、推出位置和方式,这些在模具设计时必须遵循;对于后者,重点是在样板上提取有用的设计制造模具的信息,同时要对样板进行测绘。

一、检测方法和仪器设备的选用原则

1. 根据实际生产条件和生产规模

模具生产一般是单件小批量生产,所选用的量具多是通用量具。实际选用时还需要根据设计人员及检验人员的检测能力确定量具。

2. 根据检测产品的精度要求

当需要测量长度尺寸的公差为0.01 mm时,若选用分度值为0.02 mm的游标卡尺就不行,因为它的示值误差大于0.02 mm。

3. 测量的方便性和经济性

检测铸件表面的表面粗糙度时,只需采用视检或样板检测等方法即可。若选用专门表面粗糙度检测仪,则会造成操作上的烦琐和成本的提高。

二、常用量具介绍

1. 游标卡尺

游标卡尺是一种通用长度测量工具,使用方便、精度较高(图 2-1)。与其工作原理相同的还有游标高度尺、游标深度尺等,都是利用游标原理来进行测量的。游标卡尺的读数有 0.01 mm、0.02 mm 和 0.05 mm 三种。

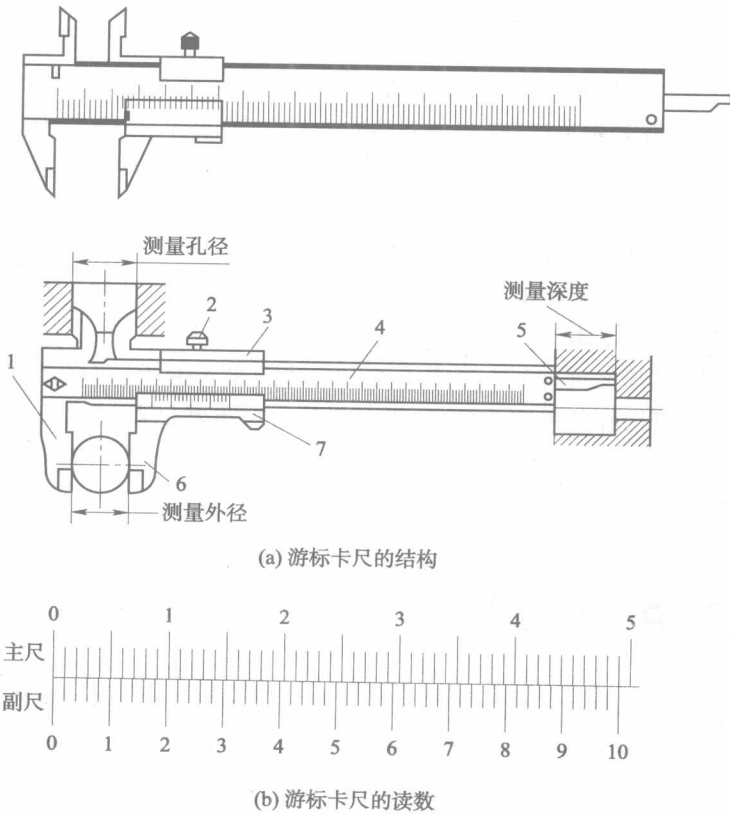


图 2-1 游标卡尺

1—外量爪;2—锁紧螺钉;3—游标;4—主尺;
5—测深杆;6—尺框;7—副尺

游标卡尺可以用来测量轴径,矩形体的长、宽、高等外尺寸和孔径、槽的深度、宽度尺寸。游标高度尺的作用主要是在平板上对工件进行高度测量或划线。游标深度尺主要用于测量孔或槽的深度。

2. 千分尺

千分尺又称螺旋测微器,是利用螺旋传动原理制作的一种测量工具。由于受到螺旋副制造

精度的限制,故其分度值一般为 0.01 mm 。千分尺的种类有外径千分尺、内径千分尺、深度千分尺、公法线千分尺和螺纹千分尺等。其中,最为常用的是外径千分尺,简称千分尺,如图 2-2 所示。

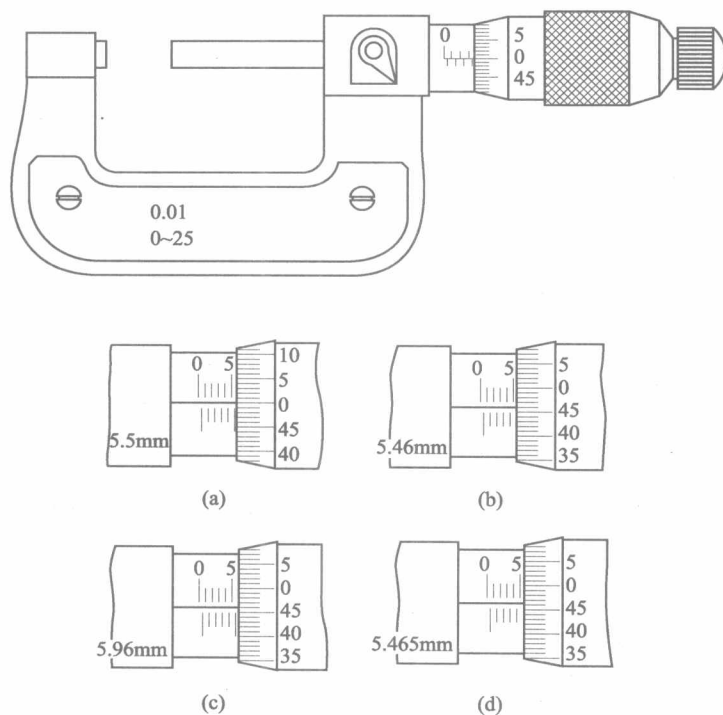


图 2-2 千分尺

3. 百分表

百分表是把测量杆的直线位移通过齿条和齿轮传动系统转变为指针的角度位移进行读数的测微量具,如图 2-3 所示。百分表的分度值为 0.01 mm ,测量范围有 $0\sim 3\text{ mm}$ 、 $0\sim 5\text{ mm}$ 及 $0\sim 10\text{ mm}$ 等几种。同理,还有分度值为 0.001 mm 的千分表。

百分表只能读出相对值,常用于相对测量,有时也用于小尺寸的绝对测量。百分表可以检测工件的形状和位置公差,如平面度、平行度、垂直度等,多用于工件和夹具的找正。

4. 光滑极限量规

光滑极限量规是大批生产中常用的检验配合尺寸的精密检验量具。作为无刻度的定值量具,光滑极限量规只能判断工件合格与否,不能给出零件的尺寸和位置误差的具体值,如图 2-4 所示。检验孔的量规称为塞规,检验轴的量规称为卡规。无论塞规还是卡规都是由通规和止规成对组成的。检验时,当通规通过、止规不通过,工件即为合格。对于多腔模具,可以按照光滑极限量规的基本原理,制作一些简易量规,对型腔、型芯的加工进行控制和检测。

5. 样板

样板有半径样板、螺纹样板、表面粗糙度比较样板等。目前用得最多的是根据型腔、型芯的截面图形制作的样板,这些样板可以用来检测,也可以用于加工过程的控制。应用样板,可以在

普通机床上加工出精度要求不高而形面复杂的型腔、型芯零件。常用的半径样板如图 2-5 所示。

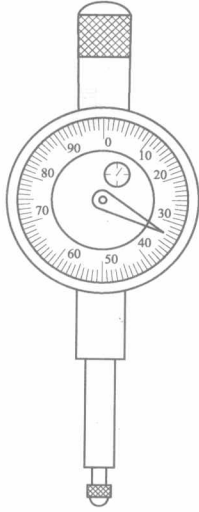


图 2-3 百分表

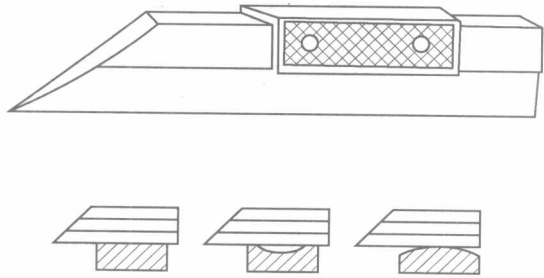


图 2-4 光滑极限量规

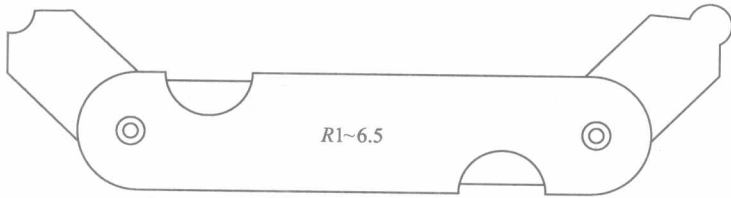


图 2-5 半径样板

6. 刀口形直尺

刀口形直尺用于检测小平面的直线度和平面度。如面不平,则刀口形直尺与面之间产生间隙,可以根据透光情况定性判断误差方向,也可以用塞尺测量缝隙大小。

7. 90°角尺

90°角尺内、外侧两边分别成准确的90°,用来检测零件垂直面的垂直度,如图 2-6 所示。使用时,90°角尺的宽边与零件基准面贴合,窄边与被测平面贴合。如果角度有误差,则会产生间隙,可以根据透光情况定性判断误差方向,也可以用塞尺测量缝隙大小。刀口形直尺与 90°角尺是模具钳工常用的检测工具。

8. 投影仪

投影仪是将工件的轮廓外形进行光学放大,然后把经放大的轮廓影像投射到仪器屏幕上的—种测量仪器。测量时,可以先根据被测零件的实际尺寸和公差,按投影仪的放大倍数绘制成准轮廓曲线,与被测零件的实际轮廓进行比较,观察它是否在公差带内。投影仪的屏幕—般有瞄准线,工作台有精密的坐标系统或分度盘,因此,也可以测量零件的长度、角度和坐标位置。利用反射照明装置还可以检查零件的表面缺陷。

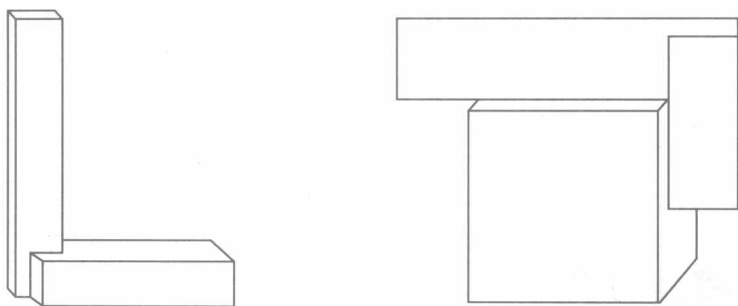


图 2-6 90°角尺

投影仪现已成为模具车间的常用检测工具之一。除测量外,还可以对加工过程予以监控,即观察加工余量,以确定进给量,一般与成形磨削配合使用。

9. 三坐标测量机

随着机械加工技术的发展,三坐标测量机的使用范围越来越广。三坐标测量机按精度等级可分为生产型和高精度型两种。生产型的定位精度为 $\pm 0.01 \sim \pm 0.03 \text{ mm}$,适用于一般加工车间的零件测量;高精度型的定位精度为 $\pm 0.001 \sim \pm 0.002 \text{ mm}$,特别适用于精密模具和精密零件的测量。

三坐标测量机是一种高效精密测量设备,分辨率可达 $0.1 \sim 10 \mu\text{m}$,测量重复精度为 $\pm 10 \mu\text{m}$ 。三坐标测量机的测头可以在空间 x 、 y 、 z 三个方向上自由移动,到达空间的任意位置,精确地测出该点的 x 、 y 、 z 三个坐标值。测得的数据传给自带的计算机后,经过专用软件对数据进行处理,然后输出结果。测量结果可以是偏差值,也可以是几何图形。

三坐标测量机可以用于尺寸公差和形位公差的测量,但目前更多的是用于三维型面的测量,特别是在反求工程中得到广泛的应用。

10. 数控机床

数控机床的定位精度和重复精度一般都很高,有时也可用来检测工件。如利用电火花线切割机的自动定心功能测量通孔的直径和中心位置;利用电火花放电加工机床电极定位功能测量工件的长、宽、高等尺寸。工件加工以后,可直接在数控机床上进行自检,检查因刀具磨损或其他原因造成的加工误差。

对于那些配备了检测装置的数控机床,只要把刀具换成检测头,数控机床就可以作为检测设备。检测时,检测头一旦接触到工件,立即发出信号,控制测量装置马上对运动坐标进行记录。在数控机床上进行零件加工的过程中,由于一次装夹的加工工序多,在需要测量时,可直接利用数控机床的测量功能,以免拆卸工件。