

机械类专科系列教材

机械制造 工艺学

李 旦 王广林 李益民 编



● 哈尔滨工业大学出版社

哈尔滨工业大学机械类高等工程专科系列教材

机械制造工艺学

李 旦 王广林 李益民 编

哈尔滨工业大学出版社

内 容 提 要

本书共分五章,内容包括:机械加工工艺规程制订;工件的装夹及夹具设计;机械加工质量;机器的装配工艺和先进制造工艺等。本书理论阐述清楚,内容简明扼要、通俗易懂并附有实例。书中对于国内外先进制造工艺的新发展也作了一定的介绍。

本书可作为高等专科机械制造工艺及设备专业的教材,也可作为职工(业)大学和电视大学的教材,并可供从事机械制造工艺及装备设计的工程技术人员参考。

哈尔滨工业大学机械类 高等工程专科系列教材编委会

主任委员	姜继海	副主任委员	荣涵锐
委 员	陈 明	王连明	荣涵锐
	李 旦	王广林	黄开榜
	韩荣第	周 明	姜继海

机械制造工艺学

Jixie Zhizao Gongyixue

李 旦 王广林 李益民 编

*

哈尔滨工业大学出版社出版发行

肇东粮食印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/16 印张 14.25 字数 346 千字

1997 年 12 月第 1 版 1997 年 12 月第 1 次印刷

印数 1—5 000

ISBN 7-5603-1236-5 / TH·60 定价 17.00 元

前 言

高等工程专科教育是我国高等教育的重要组成部分,主要是为工程第一线培养专门技术人才。为使专科教学水平不断提高,我们在总结多年专科教学和教改经验的基础上,根据国家教委对高等工程专科教学的基本要求,并吸取兄弟院校专科教学的经验,编写了这套机械类专科系列教材。

这套系列教材包括机械原理、机械设计、金属切削机床、机械制造工艺学、金属切削原理与刀具、液压传动六门机械制造专业技术基础课和专业课中的主干课程。

在这套系列教材编写过程中,我们特别注意把握专科教育与本科教育的区别,从专科教育特点出发,强调知识的应用与能力的培养。因此,在教学内容的选取上,处理好理论与实际应用的关系,基础理论知识以必需、够用为原则,对理论知识本身的产生过程,只讲思路,不做详细推导,重点介绍理论知识的应用,强调工程师的基本训练,加强分析、解决实际问题的能力,及工程应用素质的培养,我们希望这套系列教材对我国机械类专科教育的发展能起到积极的作用。

哈尔滨工业大学机械工程系
机械类专科系列教材编委会

1997年4月于哈尔滨

目 录

第一章 机械加工工艺规程制订	1
1.1 概述	1
1.2 零件的工艺性分析及毛坯的选择	7
1.3 工艺过程设计	9
1.4 工序设计	14
1.5 机械加工的生产率与经济性	27
1.6 制订机械加工工艺规程举例	29
第二章 工件的装夹及夹具设计	32
2.1 概述	32
2.2 工件的定位	35
2.3 工件的夹紧	59
2.4 夹具的对定	73
2.5 夹具体	79
2.6 各类机床夹具	80
2.7 专用机床夹具的设计方法	86
第三章 机械加工质量	94
3.1 概述	94
3.2 加工精度的获得方法	97
3.3 工艺系统原有误差对尺寸精度的影响	99
3.4 工艺系统原有误差对形状精度的影响	111
3.5 工艺系统原有误差对位置精度的影响	121
3.6 工艺系统受力变形对加工精度的影响	124
3.7 工艺系统热变形对加工精度的影响	130
3.8 工艺系统磨损及残余应力对加工精度的影响	136
3.9 加工总误差的分析与估算	139
3.10 已加工表面粗糙度形成原因及降低措施	146
3.11 加工硬化产生的原因及影响因素	149
3.12 残余应力产生的原因及影响因素	151
3.13 机械加工中的振动	154
第四章 机器的装配工艺	160
4.1 概述	160
4.2 装配尺寸链	161
4.3 保证装配精度的工艺方法	164
4.4 装配工艺规程的制订	177
第五章 先进制造工艺	181

5.1 概述	181
5.2 成组技术	182
5.3 计算机辅助工艺过程设计	193
5.4 数控工艺	205
参考文献	222

第一章 机械加工工艺规程制订

1.1 概 述

一、生产过程与工艺过程

制造和修理产品时,将原材料转变为成品的全过程称为生产过程。机器制造生产过程包括:生产手段的准备和工作地点的组织服务;材料和半成品的取得与保管;机器零件的各个加工阶段;产品的装配;材料、毛坯、工件、成品的运输;生产各阶段的技术检查;成品包装和其它与产品有关的劳动。

在机器的生产过程中,改变生产对象的形状、尺寸、相对位置和性质等,使其成为成品或半成品的过程称为工艺过程。以文件的形式确定下来的工艺过程就形成了工艺规程。准确地讲,工艺规程是规定产品或零部件制造工艺过程和操作方法的工艺文件。

根据工艺过程的性质及所采用的方法、手段的不同,工艺过程包括了各种各样的种类,如热处理工艺过程、铸造工艺过程、机械加工工艺过程和装配工艺过程等。将铸、锻件毛坯或钢材经机械加工方法,改变它们的形状、尺寸、表面质量,使其成为合格零件的过程,称为机械加工工艺过程。

二、生产类型及工艺特点

在机械制造中,根据企业产品品种和数量以及生产专业化程度,一般可分为三种生产类型,即单件小批生产、中批生产和大批大量生产。若生产类型不同,则无论是在生产组织、生产管理、车间机床布置,还是在毛坯制造方法、机床种类、工具、加工或装配方法及工人技术要求等方面均有所不同。为此,制订机器零件的机械加工工艺过程和机器产品的装配工艺过程,以及在选用机床设备和设计工艺装备时,都必须考虑不同生产类型的特点,以取得最大的经济效益。

各种生产类型的特点和要求如表 1.1 所示。生产类型也可按生产纲领来定量划分。

企业在计划期内应当生产的产品产量称为该产品的生产纲领。如果机器产品的计划期以年度计算,此时的生产纲领为年生产纲领,也称年产量。机器产品中某零件的生产纲领除了预计的生产计划数量以外,尚需包括一定的备品率和平均废品率。机器零件的生产纲领可按式计算,即

$$N_{\text{零}} = N \cdot n(1 + \alpha + \beta)$$

式中 $N_{\text{零}}$ ——机器零件在计划期内的产量;

N ——机器产品在计划期内的产量;

n ——每台机器产品中该零件的数量;

α ——备品率;

β ——平均废品率。

机器零件的生产纲领确定之后,还需要根据生产车间的具体情况,将零件在计划期间分批投入生产,一次投入或产出同一产品(或零件)的数量称为生产批量。

表 1.2 列出各种生产类型的产品数量,可供参考。

根据生产纲领的大小和产品品种的多少,就可以确定零件的生产类型。但必须考虑到零件的重量。显然,同样产量的零件,重型和轻型的加工难度差别很大,所要求技术措施也不同。确定生产类型的性质虽无严格的规定,一般根据产品的重量和产量来划分。

表 1.1 各种生产类型的特点和要求

生产类型	单件小批生产	中批生产	大批、大量生产
产品数量	少	中等	大量
加工对象	经常变换	周期性变换	固定不变
机床设备和布置	采用万能设备按机群布置	采用万能和专用设备,按工艺路线布置成流水线	广泛采用专用设备和自动生产线
夹具	非必要时不采用专用夹具和各种工具	广泛使用专用夹具和特种工具	广泛使用高效能专用夹具和特种工具
刀具和量具	一般刀具和量具	专用刀具和量具	高效率专用刀具和量具
安装方法	划线找正	部分划线找正	不需划线找正
工作性质	根据测量进行试切加工	用调整法加工,有时还可组织成组加工	使用调整法自动化加工
零件互换性	钳工试配	普遍应用互换性,同时保留某些试配	全部互换,某些精度较高的配合件用配磨、配研、分组选择装配,不需钳工试配
毛坯制造及加工余量	木模造型和自由锻造,毛坯精度低,加工余量大	金属模造型和模锻,毛坯精度中等,加工余量中等	采用金属模机器造型、模锻、压力铸造等高效率毛坯制造方法。毛坯精度高,加工余量小。
工人技术要求	高	中等	一般
工艺规程的要求	只编制简单的工艺过程卡片	除有较详细的工艺过程卡外,对重要零件的关键工序需要详细说明的工序操作卡	详细编制工艺规程和各种工艺文件
生产率	低	中	高
成本	高	中	低

表 1.2 各种生产类型的规范

生产类型	同一产品的年产量(件)		
	重型机械 > 2 000 kg	中型机械 2 000 kg ~ 1 000 kg	轻型机械 < 1 000 kg
单件生产	< 5	< 10	< 100
小批生产	5 ~ 100	10 ~ 200	100 ~ 500
中批生产	100 ~ 300	200 ~ 500	500 ~ 5 000
大批生产	300 ~ 1 000	500 ~ 5 000	5 000 ~ 50 000
大量生产	> 1 000	> 5 000	> 50 000

三、机械加工工艺的组成

零件的机械加工工艺过程是按一定的顺序逐步进行的。为了便于组织生产,合理使用设备和劳力,以确保加工质量和提高生产效率,机械加工工艺过程由一系列工序、安装、工位和工步等组成,见图 1.1。

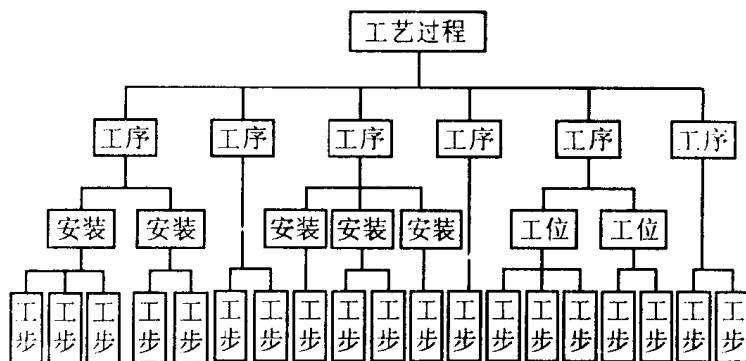


图 1.1 工艺过程的组成

1. 工序

一个或一组工人在一个工作地点对同一个或同时对几个工件连续完成的那一部分工艺过程称为工序。例如,一个工人在一台车床上完成车外圆、端面、空刀槽、螺纹、切断;一组工人刮研一台机床的导轨;一组工人对一批零件去毛刺等等。

2. 安装

在某一工序中,有时需要对零件进行多次装夹加工;每装夹一次工件(或装配单元)所完成的那一部分工艺过程称为安装。

3. 工位

有些工序中,一次装夹后,工件的加工需作若干次位置的改变(每一位置有一个或一组相应的加工表面)。为了完成一定的工序部分,一次装夹工件后,工件(或装配单元)与夹具或设备的可动部分一起,相对刀具或设备的固定部分所占据的每一个位置称为一个工位。如图 1.2,在具有回转工作台的专用铣床上,有三个工位(工位 2、工位 3 和工位 4)分别加工零件

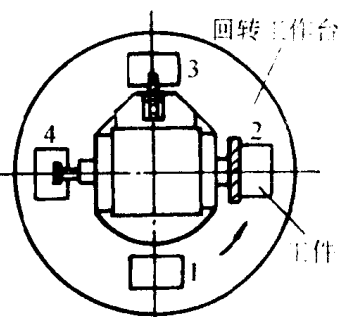


图 1.2 包括四个工位的工序

的三个表面,工位 1 为装卸工件工位。这说明,此工序包括四个工位。

采用多工位加工,可以减少装夹次数,缩短辅助时间,提高生产效率。

4. 工步

当加工表面、切削工具和切削用量中的转速与进给量均保持不变时所连续完成的那一部分工艺过程,称为工步。构成工步的三个要素中(加工表面、刀具、切削用量)只要有一个要素改变了,就不能认为是同一个工步。工步是构成工序的基本单元,一个工序中可以只有一个工步,也可以包括多个工步。

图 1.3 所示为在六角自动车床上加工零件的工序,它包括六个工步。

用几把刀具同时分别加工几个表面的工步称为复合工步。复合工步在工艺规程中也写作一个工步。

有些工步,由于余量较大或其他原因,需要同一刀具在同一切削用量(仅指转速及进给量)下对同一表面进行多次切削,这样,刀具对工件的每一次切削就称为一次走刀。

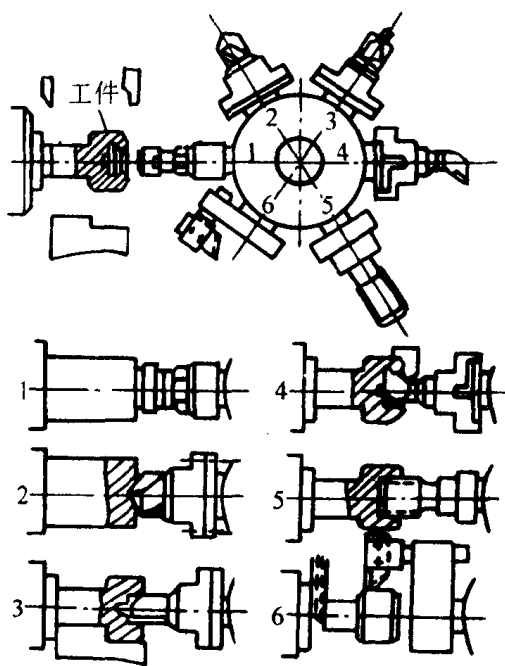


图 1.3 包括六个工步的工序

四、装夹

在机床上加工工件时,为了使工件的加工表面达到图纸规定的技术要求,首先必须使工件相对于刀具及其切削成形运动占有正确的位置,此过程称为定位。为使工件在被加工时能保持定位时已获得的正确位置,必须把工件压紧夹牢,此过程称为夹紧。定位和夹紧的综合就是工件的装夹过程。

五、基准

基准是用来确定生产对象上几何要素间的几何关系所依据的那些点、线、面或其组合。在机器零件的设计和加工过程中,按不同要求选择哪些点、线、面作为基准,是直接影响零件加工工艺性和各表面间尺寸、位置精度的主要因素之一。

根据作用的不同,基准可分为设计基准和工艺基准两大类。

1. 设计基准

零件设计图样上所采用的基准,称为设计基准。这是设计人员从零件的工作条件、性能要求出发,适当考虑加工工艺性而选定的。一个机器零件,在零件图上可以有一个,也可以有多个设计基准。

如图 1.4 所示的零件图,表面 2、3 和孔 4 轴线的设计基准是表面 1;孔 5 轴线的设计基准是孔 4 的轴线。

2. 工艺基准

在工艺过程中所采用的基准,称为工艺基准。其中又包括工序基准、定位基准、测量

基准和装配基准,现分述如下。

(1) 工序基准: 在工序图上,用来确定本工序被加工表面加工后的尺寸、形状、位置的基准,称为工序基准。与设计基准不同的是,工序基准是由工艺技术人员从保证零件设计要求出发,为满足加工工艺需要(如选定定位基准和用以测量检验)而选定的。

图 1.5(a)所示的工件, A 为加工表面,本工序中对 A 面的距离尺寸要求为 A 对 B 的尺寸 H ,角度位置要求为 A 对 B 的平行度(当没有特殊标注时,平行度要求包括在 H 的尺寸公差范围内),故外圆母线 B 为本工序的工序基准。

图 1.5(b)所示的工件。加工表面为 ϕD 孔,要求其中心线与 A 面垂直,并与 C 面和 B 面保持距离尺寸为 L_1 和 L_2 ,因此表面 A、B、C 均为本工序的工序基准。工序基准除采用工件上实际表面或表面上的线以外,还可以是工件表面的几何中心、对称面或对称线等。如图 1.5(c)所示的小轴中,键槽的工序基准既有凸肩面 A 和外圆母线 B,又有外圆表面的轴向对称面 D。

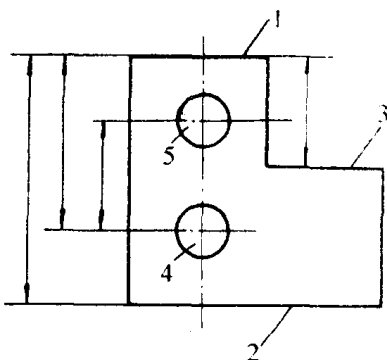


图 1.4 设计基准

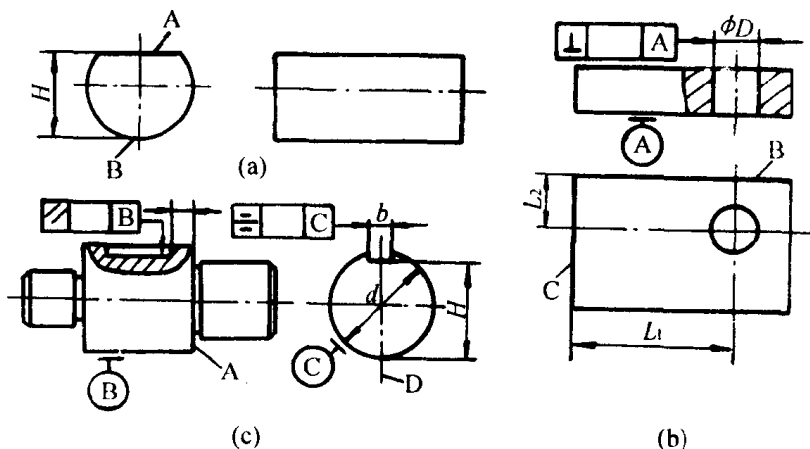


图 1.5 工序图中的工序基准

(2) 定位基准: 在加工中用作定位的基准称为定位基准。事实上,定位基准是工件上用以与机床上、夹具上定位元件相贴合的点、线、面。

图 1.6(a)所示的车床刀架座零件,在平面磨床上磨顶面,则与平面磨床磁力工作台相接触的表面为这道工序的定位基准。图 1.6(b)所示的齿坯拉孔加工工序,被加工内孔拉削时的位置是由齿坯拉孔前的内孔中心线确定的,故拉孔前的内孔中心线为拉孔工序的定位基准。图 1.6(c)所示的零件在加工内孔时,其位置是由与夹具上定位元件 1、2 相接触的底面 A 和侧面 B 确定的,故 A、B 面为该工序的定位基准。

(3) 测量基准: 在测量时所采用的基准,称为测量基准。

图 1.7(a)所示为根据不同工序要求测量已加工平面位置时所使用的两个不同的测量基准,一为小圆的上母线,另一则为大圆的下母线。图 1.7(b)所示的床头箱体零件,为测量加工后主轴孔的轴线 OO 对底面 M 的平行度,也是以 M 面为测量基准,通过垫铁、标准平台、心棒及百分表对平行度进行间接测量。

(4) 装配基准: 装配时用来确定零件或部件在产品中的相对位置所采用的基准,称

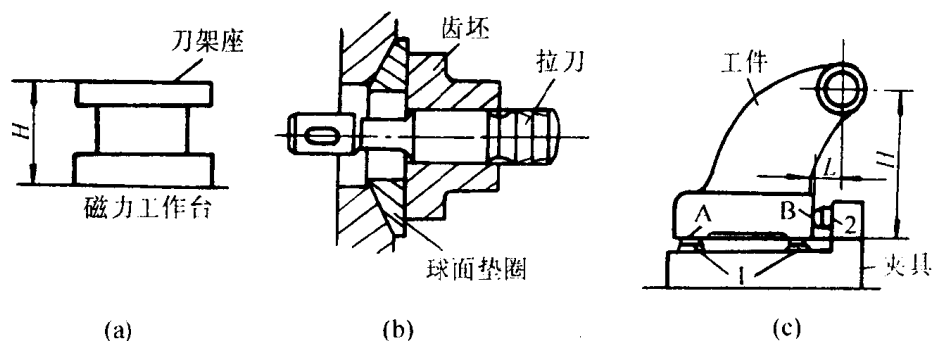


图 1.6 工件在加工时的定位基准

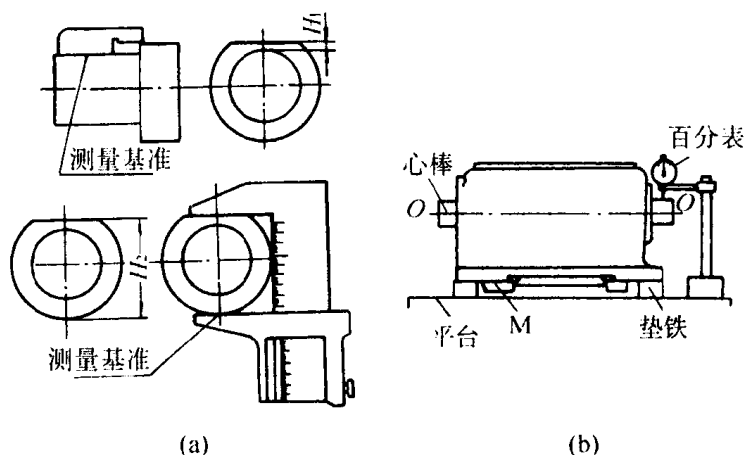


图 1.7 工件上已加工表面的测量基准

为装配基准。例如,支承轴颈、支承轴肩是轴的装配基准。在装配图上标注零件的位置尺寸的起点都是装配基准。

六、机械加工工艺规程所包括的内容和作用

某一零件的机械加工工艺规程规定了该零件加工工艺的全过程和操作方法。一般应包括:零件加工的工艺路线及所经过的车间和工段、采用的机床和工艺装备、各工序的具体加工内容、切削用量和工时定额等。机械加工工艺规程的作用有如下三个方面:

(1) 机械加工工艺规程是指导生产的主要技术文件。机械加工工艺规程是车间中一切从事生产的人员都要严格、认真贯彻执行的工艺技术文件,按照它组织和进行生产,就能做到各工序科学地衔接,实现优质、高产和低消耗。

(2) 机械加工工艺规程是生产准备和计划调度的主要依据。在产品投入生产之前,可以根据机械加工工艺规程进行一系列的准备工作,如原材料和毛坯的供应、机床的调整、专用工艺装备(如专用夹具、刀具和量具)的设计与制造、生产作业计划的编排、劳动力的组织,以及生产成本的核算等。根据机械加工工艺规程,制订所生产产品的进度计划和相应的调度计划,使生产均衡、顺利地进行。

(3) 机械加工工艺规程是新建或扩建工厂、车间的基本技术文件。在新建或扩建工厂、车间时,只有根据机械加工工艺规程和年生产纲领,才能准确确定生产所需机床的种类和数量、工厂或车间的面积、机床的平面布置和生产工人的工种、等级、数量,以及各辅助部门的安排等。

七、制订机械加工工艺规程的原则和步骤

制订工艺规程要遵循的原则是:在一定的生产条件下,以最快的速度、最少的消耗和最低的费用,可靠地加工出符合图纸要求的零件。即在保证产品质量的前提下,追求最好的效益。因此可从三方面考虑:①技术上的先进性;②经济上的合理性;③有良好的劳动条件。

制订机械加工工艺规程所依据的原始资料主要包括:①产品图纸;②产品验收的质量标准;③生产纲领;④现场加工设备与生产条件;⑤国内外工艺技术的发展情况;⑥有关的工艺手册与图册资料。搜集掌握了这些原始资料并确定了生产类型和生产组织形式后,即可着手制订工艺规程,一般地遵循以下步骤:①分析被加工零件;②确定毛坯;③设计工艺过程:包括划分工艺过程的组成、选择定位基准、选择加工方法、安排加工顺序和组合工序等;④工序设计:包括选择加工设备及工艺装备,确定加工余量、工序尺寸、切削用量及计算工时定额等;⑤填写工艺文件。

1.2 零件的工艺性分析及毛坯的选择

一、零件的工艺性分析

在制订零件的机械加工工艺规程之前,首先应对该零件的工艺性进行分析。零件的工艺性分析包括以下两方面内容。

1. 了解零件的各项技术要求

分析产品的装配图和零件的工作图,其目的是熟悉该产品的用途、性能及工作条件,明确被加工零件在产品中的位置和作用,进而了解零件上各项技术要求,找出主要技术要求和加工关键,以便在拟订工艺规程时采取适当的工艺措施加以保证。

2. 审查设计图纸

从加工的角度出发,审查设计图纸的合理性,并建议设计部门修改。审查的内容包括:

(1) 检查图纸的完整性和正确性:例如,是否有足够的视图,尺寸、公差和技术要求是否标注齐全等。若有错误或遗漏,应提出修改意见。

(2) 审查图纸技术要求和材料选择的合理性:产品设计应当遵循经济性原则,即在不影响使用性能的前提下,尽量降低对加工制造的要求。因此,应由工艺技术人员审查零件的技术要求是否过高,在现有生产条件下是否能够达到,以便同设计人员共同研究探讨通过改进设计的方法达到经济合理。同样,材料选择上不仅考虑使用性能及材料成本,还要考虑加工需要。

如果材料选用得不合理,可能使整个工艺规程的安排发生问题。例如图 1.8 所示的方头销,方头部分要淬硬到 HRC55 ~ HRC60,零件上有个 $\phi 2H7$ 的孔,装配时和另一个零件配作。选用的材料为 T8A(碳素工具钢)。因 $\phi 2H7$ 孔是配作,不能预先加工好。如用 T8A 的材料淬火,因零件很短,总长仅 15 mm,淬硬头部时,势必全部被淬硬,以致 $\phi 2H7$ 孔难以用普通钻削加工。若改用 20Cr,局部渗碳,在 $\phi 2H7$ 处镀铜保护(或用其它方法保护),这样就比较合理了。

(3) 审查零件结构的工艺性: 零件的结构对其机械加工工艺过程的影响很大。使用性能完全相同而结构不同的两个零件, 它们的加工难易和制造成本可能有很大差别。所谓良好的结构工艺性, 首先是这种结构便于机械加工, 即在同样的生产条件下能够采用简便和经济的方法加工出来。此外, 零件结构还应适应生产类型和具体生产条件的要求。

图 1.9 为一些机械加工的结构工艺性的例子。有的是能否加工(如图 1.9(a)、(b))的问题; 有的是是否便于加工(图 1.9(c)、(d)); 还有的是降低加工成本, 提高生产率的问题。如图 1.9(e)为减少加工面积; 图 1.9(f)为统一加工尺寸减少换刀次数; 图 1.9(g)、(h)则是减少安装次数的例子。

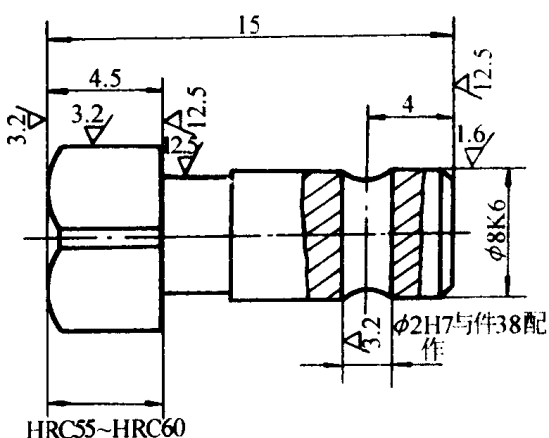


图 1.8 方头销

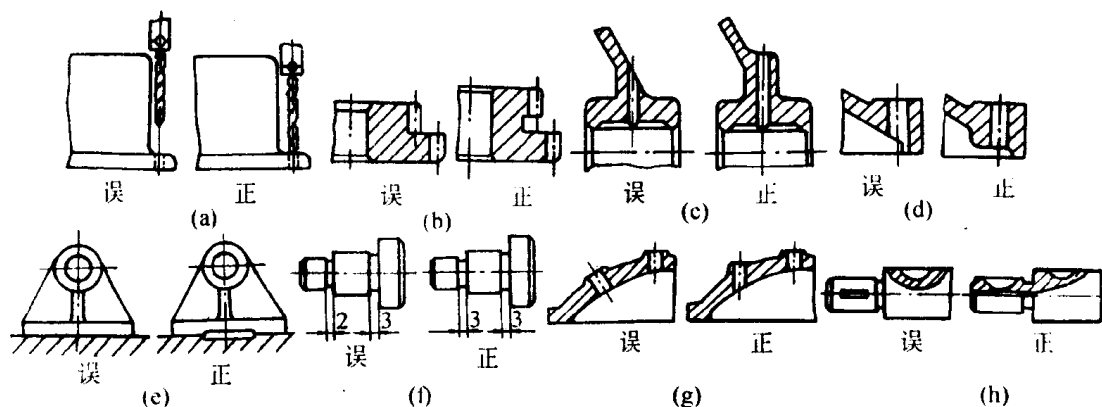


图 1.9 机械加工结构的工艺性

二、毛坯的选择

正确地选择毛坯具有很大的技术经济意义。毛坯的种类及其质量对零件的机械加工质量、加工方法、材料利用率、机械加工劳动量等都有直接影响。

1. 毛坯的种类

机械加工中常用的毛坯有:

- (1) 铸件: 适用于做形状复杂的零件毛坯;
- (2) 锻件: 适用于要求强度较高、形状比较简单的零件;
- (3) 型材: 热轧型材的尺寸较大、精度低, 多用作一般零件的毛坯。冷拉型材尺寸较小、精度较高, 多用于制造毛坯精度要求较高的中小型零件, 适宜于自动机加工;
- (4) 焊接件: 对于大件来说, 焊接件简单方便, 特别是单件小批生产, 可以大大缩短生产周期, 但焊接的零件毛坯变形较大, 需要经过时效处理后才能进行机械加工;
- (5) 冷冲压件: 适用形状复杂的板料零件, 多用于中小尺寸零件的大批、大量生产。

2. 选择毛坯应考虑的因素

- (1) 生产类型: 产品年产量的批量大, 应采用精度高、生产率高的毛坯制造方法。

(2) 工件结构和尺寸:它决定了选用方法的可能性和经济性。例如形状复杂的薄壁件毛坯,往往不采用金属模铸造,尺寸较大的毛坯也往往不采用模锻和压铸。某些外形特殊的小零件,由于机械加工困难,往往采用较精密的毛坯制造方法。如压铸、熔模铸造等,以最大限度地减少机械加工余量。

(3) 工件的机械加工性能要求:毛坯制造方法不同,将影响其机械性能。例如锻件的机械性能高于型材,对重要的零件,不论其结构和形状的复杂程度如何,均不宜直接选用轧制型材而要选用锻件。金属型浇注的铸件强度高于砂型浇注的铸件。

(4) 工件的工艺性能(可锻性及可塑性)要求:如铸铁、青铜不能锻造,只能铸造。各种材料加工工艺性和制坯方法可参阅有关资料。

1.3 工艺过程设计

这里的工艺过程设计是指设计零件从毛坯到成品所经过的工艺过程,是零件加工的总体方案设计。机械加工工艺规程设计的这一步骤,主要包括选择定位基准和拟订工艺路线两大部分。

由于工艺方案直接影响零件的加工质量、生产率、经济性和工人劳动强度等,为此,要在充分掌握资料 and 实际生产条件的基础上,进行多方案比较分析,以便确定一个最合理的工艺过程。

一、定位基准的选择

正确选择定位基准,对保证零件的加工精度、合理安排加工顺序有很大影响,而且还决定了工艺装备设计、制造的周期和费用。

在最初的工序中,只能选择未经加工的毛坯表面作为定位基准,这种表面称为粗基准,用加工过的表面作定位基准,则称为精基准。另外,有些情况下,为了满足工艺需要,在工件上专门设计的定位面,称为辅助基准。

1. 粗基准的选择

粗基准的作用是据其加工出精基准。

粗基准的选择,影响各加工面的余量分配及不需加工表面与加工表面之间的位置精度。这两方面的要求常常是相互矛盾的,因此在选择粗基准时,必须首先明确哪一方面是主要的,一般可遵循如下原则:

(1) “相互位置要求”原则:如果必须首先保证工件上加工表面与不加工表面之间的位置要求,则应以不加工表面作为粗基准。如果在工件上有很多不需加工的表面,则应以其中与加工表面的位置精度要求较高的表面作粗基准。

如图 1.10 所示为保证不加工的外圆表面与内孔的同轴度(壁厚均匀),则应选外圆面作粗基准。

(2) “余量均匀”原则:如果必须首先保证工件某重要表面的余量均匀,应选择该表面作粗基准。例如机床的床身导轨面不仅精度要求高,而且导轨表面要有均匀的金相组织和较高的耐磨性,这就要求导轨面的加工余量较小而且均匀(因为铸件表面不

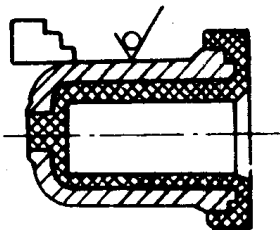


图 1.10 工件以不加工面为粗基准

同深度处的耐磨性相差很多),故首先应以导轨面作为粗基准加工床身的底平面,然后再以床身的底平面为精基准加工导轨面(图 1.11),反之将造成导轨面余量不均匀。

(3) “粗基准不重复使用”原则:在可能产生较大的位置误差时,粗基准应避免重复使用。

(4) “定位可靠”原则:选作粗基准的表面,应平整且没有浇口、冒口或飞边等缺陷,以便定位可靠。

2. 精基准的选择

精基准的作用是据其加工出零件上满足技术要求的各个加工表面。

选择精基准应考虑如何保证加工精度和装夹准确方便,一般应遵循如下原则:

(1) “基准重合”原则:用设计基准作为精基准,以便消除基准不重合误差。图 1.12 (a)所示的零件其孔间距(20 ± 0.04)mm 和(30 ± 0.03)mm 有很严格的要求,而 $\phi 30H7$ 孔与 B 面的距离(35 ± 0.1)mm 却要求不高,当 $\phi 30H7$ 孔和 B 面加工好后,在加工 $\phi 18$ mm 孔时,如果如图 1.12(b)那样以 B 面作为精基准,夹具虽然比较简单,但孔间距(20 ± 0.04)mm 很难保证,除非把尺寸(35 ± 0.1)mm 的公差缩小到(35 ± 0.03)mm 以下。但如果改用图 1.12(c)所示的夹具,直接以两个孔 $\phi 18$ mm 的设计基准 $\phi 30H7$ 的中心线作为精基准,虽然夹具较复杂,但很容易保证尺寸(20 ± 0.04)mm 和(30 ± 0.03)mm 的要求。

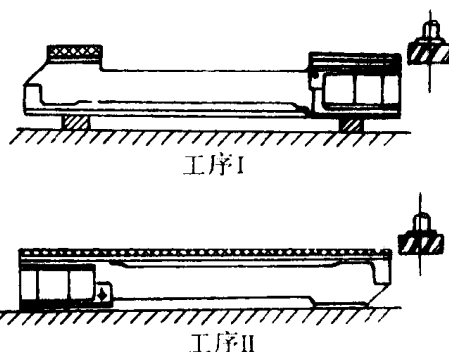


图 1.11 床身加工的粗基准选择

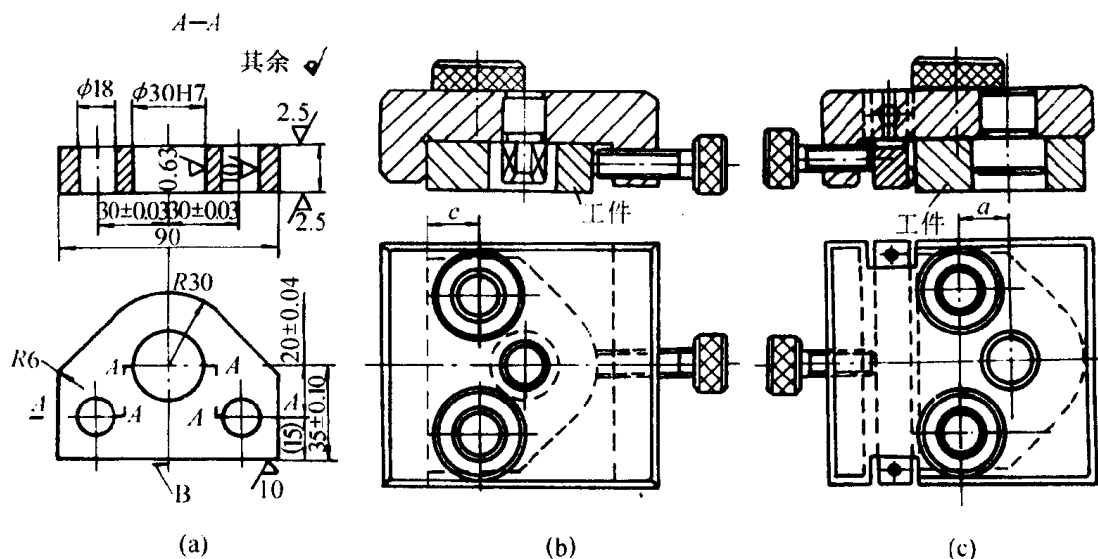


图 1.12 基准重合原则的示例

(2) “基准统一”原则:当工件以某一组精基准定位可以较方便地加工其它各表面时,应尽可能在多数工序中采用此组精基准定位。

选作统一基准的表面,一般都应是面积较大、精度较高的平面、孔以及其它距离较远的几个面的组合。例如:

① 箱体零件用一个较大的平面和两个距离较远的孔作精基准(没有孔时用大平面及两个与大平面垂直的边作精基准,或者专门加工出两个工艺孔);

② 轴类零件用两个顶尖孔作精基准;

③ 圆盘类零件(如齿轮等)用其端面和内孔作精基准。

使用统一基准并不排斥个别工序采用其它基准,特别当统一的基准与设计基准不重合时,可能因基准不重合误差过大而超差,这时应直接用设计基准作为定位基准。

(3) “互为基准”原则:当两个加工表面(A面和B面)相互位置精度要求较高时,可以用A面为精基准加工B面,再以B面为精基准加工A面,这样反复加工,不断提高定位基准的精度,进而提高两加工面A和B之间的位置精度。例如精密齿轮高频淬火后,为了消除淬火变形和提高齿面及支承轴孔的精度,保证表面淬硬层深度均匀一致,并要求去除的淬硬层很薄,在进行磨削精加工时,常以齿面为基准磨内孔,然后再以内孔为基准磨齿面,这样可以保证齿面与装配基面较高的位置精度。又如图1.13所示球磨机端盖,为了保证A、B之间的同轴度,以B面定位加工A面,再以A面定位加工B面,最后又以B面定位加工A面。

(4) “自为基准”原则:有些精加工或光整加工工序要求余量小而均匀,以保证加工表面的质量,此时应选择加工表面本身作定位基准,而该表面与其它表面之间的位置精度应由前面的工序予以保证。例如磨削床身导轨面时,以导轨面本身为基准来找正。常用的找正方法是在导轨磨床的磨头上装上百分表来找正导轨面。此外,如浮动铰刀铰孔、圆拉刀自由拉削圆孔、无心磨削外圆表面、活塞销孔滚压加工等,都是以加工表面本身作为定位基准进行加工的“自为基准”的例子。

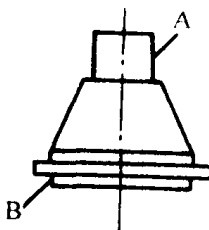


图 1.13 球磨机
端盖简
图

(5) 精基准的选择应使定位准确,夹紧可靠。为此,精基准的面积与被加工表面相比,应有较大的长度和宽度,以提高其位置精度。

二、工艺路线的拟订

1. 表面加工方法的选择

表面加工方法的选择,与生产规模、零件的材料和硬度、零件的结构形状、加工表面的尺寸等诸多因素有关,但最根本的是取决于各个加工表面的技术要求。长期生产实践的总结,对于各类加工表面的不同精度等级的技术要求,已经形成了比较固定的加工路线,并以表格的形式存于工艺设计手册中。当明确了各加工表面的技术要求后,即可据此选择能保证该要求的最终加工方法,从而得出各前导工序的加工方法。

但是,按这种方法确定的加工路线可能不是唯一的,这是因为达到同一精度要求所采用的加工方法是多种多样的。因此,还必须考虑下列因素最终确定表面的加工方法:

(1) 要考虑加工经济精度。事实上,任何一种加工方法能获得的加工精度和表面粗糙度都有一个相当大的范围。在正常加工条件下(采用符合质量标准的设备、工艺装备和标准等级的工人,不延长加工时间)所能保证的加工精度,就是经济加工精度。在选择某一表面加工方法时,应选择能获得经济加工精度的加工方法。例如,公差为IT7级和表面粗糙度为 $R_a0.4$ 的外圆表面,尽管精心车削可以达到此精度要求,但不如采用磨削经济。

(2) 要考虑工件材料的性质。例如,对淬火钢应采用磨削加工,但对有色金属采用磨削加工就会发生困难,一般采用金刚镗或高速精细车削加工。

(3) 要考虑工件的结构形状和尺寸大小。例如,回转工件上的孔可以用车削或磨削等方法加工,而箱体上IT7级公差的孔,一般就不宜采用车削或磨削,而通常采用镗削或铰削加工。孔径小的宜用铰孔,孔径大或长度较短的孔则宜用镗孔。