

高等学校试用教材

内燃机车制造与 修理工艺基础

王夏鳌 王振和 主编

中国铁道出版社

高等学校试用教材

内燃机车制造与 修理工艺基础

王夏璠 王振和 主编

中国铁道出版社

1981年·北京

高等学校试用教材

内燃机车制造与

修理工艺基础

王夏葵 王振和 主编

中国铁道出版社出版

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

中国铁道出版社印刷厂印

开本: 787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张: 14 字数: 347 千

1981年4月第1版 1981年4月第1次印刷

印数: 0001—5,000册 定价: 1.45 元

内 容 提 要

本书主要介绍内燃机车制造与修理工艺方面的基本理论。

全书分为两篇。第一篇介绍内燃机车零件机械加工工艺规程的制定、机械加工的质量分析和经济分析以及装配工艺基础知识。第二篇介绍内燃机车损伤的形成、损伤的预防、零部件的清洗、检验和常用的修复工艺。

本书为高等院校内燃机车专业的教学用书，也可供机车柴油机专业学生和从事内燃机车制造与修理工作的工程技术人员参考。

前 言

本书是根据1978年4月于峨眉召开的铁道部高等院校内燃机车专业“内燃机车工艺”教材会议所审订的教学大纲编写的。根据教学大纲规定,本书主要是综合介绍有关内燃机车制造与修理工艺方面的基本理论。有关内燃机车典型零、部件的制造与修理工艺方面的基本知识,全部安排在生产实习时间内,结合生产实际,通过实习、讨论和自学方式进行学习。

本书分为两篇,共九章。第一篇(一至四章)为制造工艺基础,主要叙述内燃机车零件机械加工工艺规程的制定、机械加工的质量分析和经济分析方面的基本原理以及装配工艺基础知识。第二篇(五至九章)主要叙述内燃机车损伤的形成和预防的基本原理,零部件的清洗、检验和常用修复工艺的基本理论和工艺关键。

本书第一章由大连铁道学院王振和编写;第二章由兰州铁道学院吕存生编写;第三、四章由西南交通大学陈善雄编写;第五、七、八章由西南交通大学王夏鳌编写;第六章由北方交通大学杨超编写;第九章由兰州铁道学院李泽甘编写。全书由王夏鳌、王振和主编,并由北方交通大学王其琳、杨超主审。

本书在编写过程中,西南交通大学刘钟华教授、有关院校、生产和科研单位的同志曾提出了不少宝贵意见,我们在此表示衷心感谢!

由于我们水平有限,书中难免有不少缺点和错误,恳切希望读者给予批评指正。

编 者

一九七九年九月

目 录

第一篇 制造工艺基础	1
第一章 机械加工工艺规程的制订	1
第一节 概述.....	1
第二节 制订工艺规程的依据和步骤.....	4
第三节 获得规定尺寸精度的方法.....	7
第四节 对加工零件的工艺分析.....	9
第五节 零件机械加工方法的选择.....	11
第六节 定位原理与定位基准的选择.....	19
第七节 加工余量与工序尺寸的确定.....	29
第八节 机械加工工序计划的制订.....	35
第九节 工艺规程制定实例.....	39
第二章 机械加工的质量分析	58
第一节 概述.....	58
第二节 影响加工精度的因素.....	59
第三节 加工精度的统计分析法.....	69
第四节 经济精度.....	75
第五节 表面质量的作用与影响因素.....	77
第六节 切削加工过程中的振动.....	85
第三章 机械加工的劳动生产率和经济分析	89
第一节 提高机械加工劳动生产率的途径.....	89
第二节 工时定额.....	91
第三节 提高机械加工劳动生产率的工艺措施.....	93
第四节 机械加工工艺过程的经济分析.....	98
第四章 装配工艺基础	104
第一节 概述.....	104
第二节 装配系统图与装配生产的组织形式.....	105
第三节 装配工艺性.....	106
第四节 装配尺寸链的分析.....	110
第五节 保证装配精度的方法.....	112
第六节 装配方法的选择.....	122
第二篇 修理工艺基础	126
第五章 损伤的形成	126
第一节 概述.....	126
第二节 磨损.....	127
第三节 腐蚀.....	134

第四节 疲劳	137
第六章 损伤的预防	143
第一节 零件的损伤规律	143
第二节 使用期限的确定	144
第三节 计划预防修理	148
第四节 中间修理限度	151
第五节 现行机车修理制度及其发展趋势	153
第六节 延长机车零件工作寿命的技术措施	154
第七章 清洗	159
第一节 概述	159
第二节 常用的清洗方法	159
第三节 清除油垢	161
第四节 清除积炭	166
第五节 清除水垢	168
第八章 检验	170
第一节 概述	170
第二节 隐蔽缺陷的检验	171
第三节 光学测量	179
第四节 气动检测和电感检测	183
第五节 内燃机车的技术诊断	184
第九章 常用的修复工艺	188
第一节 机械加工修复法	188
第二节 焊修	191
第三节 电镀	195
第四节 金属喷涂和喷焊	202
第五节 压力加工修复法	210
第六节 粘结修复法	211
第七节 零件恢复工艺的选择	213

第一篇 制造工艺基础

第一章 机械加工工艺规程的制订

第一节 概 述

内燃机车制造工艺学，是研究内燃机车零件制造和装配的一门学科。有关内燃机车零件的毛坯和型料的制造方面的知识已在有关的先修课程中学过，所以在此着重研究零件的机械加工和装配方面的基础知识。

一、工艺规程的意义

任何一个工厂和车间的产品都有一定的生产过程。拿机械加工车间来说，它的产品的生产过程不仅包括零件在机床上的加工，而且还包括质量检查、零件运输、仓库保管以及各项生产准备工作（如：刀具的刃磨修理、机床修理等）。在机械加工的生产过程中起主要作用的部分，是直接改变零件形状、尺寸及性能有关的部分，这部分生产过程就称之为工艺过程。在既定的生产条件下，经过分析研究，选择出最合适的、并用文件形式确定下来的工艺过程，称为工艺规程。

工艺规程是现代机器制造厂的重要技术文件，它是工厂的设计基础，它决定了整个工厂和车间组成部分之间在生产上的内在联系，决定了工艺设备的选择，因此工艺规程不仅影响到基本建设，而且也影响到工厂建成后在生产上的合理性。此外，工艺规程又是组织生产的依据。在生产过程中，工艺规程起着指导和监督生产的作用，各有关部门和工作地点，都必须按工艺规程的要求有机地配合起来，从而保证产品的质量和按期完成国家任务。生产实践证明，违反工艺规程往往是造成材料浪费、废品率增加和产品成本提高的原因之一，因此应当把工艺规程看成一种工艺纪律，自觉地遵守执行。

工艺规程是随着生产的发展而不断发展和完善的，它不是一成不变的。在技术革新和技术革命运动中，不断地修改和完善工艺规程，以保证工艺规程的合理性和先进性，从而指导和推动生产，使生产不断前进。

二、机械加工工艺过程的组成

机械加工工艺过程是由一系列的工序组成的，工序又是由安装和工步组成的，工步是由走刀组成的，走刀又是由各个操作组成的。现将以上所述的机械加工工艺规程中使用的术语简述如下：

（一）工序 工序是指一个（或一组）工人在一个工作地点对一个（或一组）零件连续进行的全部工作。工序是工艺过程的一部分，工人、工作地点、工件和连续作业，这四个要素中，任意变更一个时，就算另一道工序。例如图 1—1 所示的阶梯短轴，其工艺过程共包括五个工序，如表 1—1 所示。车外圆工序，因为在车完一批工件的大端外圆和倒角后再进行车小端外圆和倒角，故分为两个工序。工序 2 和工序 3 可先后在一台车床上完成，也可分别在两台车床上完成。如果车完一个工件的大端外圆及倒角后，立即掉头安装车小端外圆和

倒角，这样在一台车床上连续完成大、小端外圆的加工，这时工序 2 和 3 合并成为一个工序了，如表 1—2 所示。

表 1—1

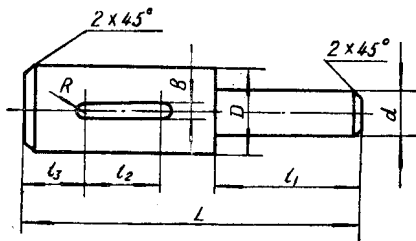


图 1—1 阶梯短轴

工序号	工 序 名 称	工作地点（机床设备）
1	钻顶针孔	钻顶针孔机床
2	车大端外圆及倒角	普通车床
3	车小端外圆及倒角	普通车床
4	铣键槽	立式铣床
5	去毛刺	钳工台

表 1—2

工 序 号	工 序 名 称	工 作 地 点（机床设备）
1	钻 顶 针 孔	钻顶针孔机床
2	车大端外圆并倒角，掉头安装，车小端外圆并倒角	普 通 车 床
3	铣 键 槽	立 式 铣 床
4	去 毛 刺	钳 工 台

标注工序的名称时，应说明加工方法和被加工表面，如：粗刨机体表面；精镗活塞销孔；粗车活塞外圆面等等。

（二）安装 安装是指工件在机床上的安装情况未加改变的条件下，所完成的工序中那一部分工作。例如表 1—2 中的工序 2，它是由两次安装组成的一道工序。第一次安装是：在卡盘上夹紧后，加工大端外圆面及倒角；第二次安装是：掉头安装在卡盘上，加工小端外圆面及倒角。

（三）工位 工件的多次安装往往会降低加工的精度，而且要消耗较多的时间。因此在机械加工车间里，常常使用那种不卸工件而改变工件加工位置的特殊装置，如铣床的分度头，各种旋转装置等。使用旋转装置时，完成一道工序往往要经过几个位置。在这种情况下，每个位置上所完成的那部分工序，常称之为工位。

采用多工位加工方法，可以保证加工精度和提高劳动生产率。

（四）工步 工序又可分成工步。工步是指当加工表面、刀具和切削用量中的转速和进给均保持不变时，所完成的那部分工作。如表 1—2 中所列的工序 2，在这个工序内，需用不同的刀具，采用不同的切削用量（如粗、精车），加工不同的表面（如图 1—1 中的大、小端外圆面）。

标注工步名称时，应说明加工方法、加工表面、加工后得到的尺寸等。

（五）走刀 当加工表面、刀具和切削用量中的转速与进给均保持不变时，切去一层金属的过程，称为一次走刀。一个工步可包括一次或数次走刀。

（六）操作 所谓操作，通常是指一些辅助的手工动作。例如开车、进刀、退刀、装夹工件和卸下工件等。这些动作并不记录在工艺规程中，而主要是在确定工时定额时必须周密考虑。

三、生产类型及其工艺特点

机器制造工厂所生产的产品，根据国民经济的需要，由国家规定了年产量，国家规定的这个年产量称为生产纲领。生产纲领的大小不但决定了生产的规模，而且还决定了生产类型。而生产类型又决定了工艺过程、设备、夹具和刀具等的性质。因此在拟订工艺过程时，必须知道生产纲领和生产规模。

根据生产规模的不同，可把生产类型分为三种：

(一) 单件生产 数量不多地制造不同结构和尺寸的产品，并且很少重复，称为单件生产。

新产品的试制、大型船舶和重型机器制造厂的生产，通常属于这种生产方式。

(二) 成批生产 成批地制造相同的零件或产品的生产，称为成批生产。

内燃机车、柴油机和机床等产品的生产类型，通常属于成批生产。

每批所制造的相同零件或产品的数量，称为批量。根据批量大小，成批生产又分为小批生产、中批生产和大批生产等。小批生产接近于单件生产，大批生产接近于大量生产，而中批生产则介于两者之间。

(三) 大量生产 当一种零件或产品的制造数量很大，而在大多数工作地点上经常是重复地进行相同的工序，这种生产称为大量生产。

汽车、拖拉机、轴承和标准件的制造厂，通常是属于大量生产。

在同一个工厂内的各个车间，甚至在同一个车间内的各个工段，可能有不同的生产类型，某些工段的产品是属于大量生产，而另一些工段的产品却又属于成批生产类型。

各种生产类型的规范和特点，见表 1—3 和表 1—4。

零件的生产类型与生产纲领和类型的关系

表 1—3

生产类型		同种零件的年产量 (件/年)		
		重型	中型	轻型
单件生产		5 以下	10 以下	100 以下
成批生产	小批生产	5~100	10~200	100~500
	中批生产	100~300	200~500	500~5000
	大批生产	300~1000	500~5000	5000~50000
大量生产		1000 以上	5000 以上	50000 以上

各种生产类型的工艺特点

表 1—4

生产类型 工艺特点	单件生产	成批生产	大量生产
1. 毛坯的制造方法	铸件用木模手工造型，锻件用自由锻造法。	铸件部分由金属模造型，锻件部分用模锻。	铸件广泛采用金属模及机器造型，锻件用模锻和其它如压铸等高生产率毛坯制造方法。
2. 零件的互换性	一般将相互配合的零件成对的进行配对制造，没有互换性，广泛采用钳工修配。	大部分零件有互换性，少数零件用钳工修刮和修配法。	全部零件有互换性，某些精度较高的配合件用分组选择装配方法。

续上表

生产类型 工艺特点	单 件 生 产	成 批 生 产	大 量 生 产
3. 机床设备及其布置形式	采用普通万能机床,按机床类别和规格大小由“机群式”排列布置。	部分万能机床和部分高生产率的专用机床。机床设备按加工零件的类别分“工段”排列布置。	广泛采用高生产率的专用机床及自动机床,按流水线型式排列。
4. 夹具	很少采用夹具,由划线和试切法达到尺寸要求。	广泛采用夹具,部分靠划线进行加工。	广泛采用高生产率夹具,用调整法达到尺寸要求。
5. 刀具和量具	采用通用刀具和万能量具。	较多采用专用刀具和专用量具。	广泛采用高生产率的刀具和量具。
6. 对操作工人的要求	需要较熟练的操作工人。	各种工种需要一定熟练程度的操作工人。	对专用机床调整工技术要求较高,对一般操作工人要求低。
7. 对工艺文件的要求	通常只有简单的工艺过程卡片。	除有较详细的工艺过程卡片外,对重要零件的关键工序有详细说明书的工序操作卡片。	有详细的工艺文件。

第二节 制订工艺规程的依据和步骤

一、制订工艺规程的依据

前面谈到,工艺规程是现代机器制造厂的重要技术文件。在生产过程中,工艺规程起着指导和监督生产的作用,各有关部门都必须按工艺规程的要求有机地配合起来,从而保证产品的质量和按期完成国家任务。

要正确地制定工艺规程,必须具备以下资料作为设计依据。

(一) 零件图

完整正确的零件图应包括下列各项内容:

- 1. 有足够数量的投影图和剖面图;
- 2. 有全部必要的标注和正确的尺寸;
- 3. 加工表面的光洁度、尺寸公差和配合;
- 4. 零件材料的牌号、硬度和热处理方面的资料;
- 5. 每一零件的重量;
- 6. 每台产品所需该种零件的数量;
- 7. 必要的技术条件,如几何形状误差、相互位置精度等等。

零件的材质、结构、尺寸、精度要求和技术条件等,都直接影响着机械加工工艺规程。

例如:

(1) 零件的材料性能影响到毛坯的制造方法,影响刀具和切削用量的选择,影响热处理的方法等;

(2) 零件结构的复杂程度,影响工件在机床上的安装方法和加工方式,影响加工工序的划分等;

(3) 零件的尺寸大小和重量的大小,决定机床规格和起重工具的选择;

(4) 零件的精度、表面光洁度和技术条件等,影响到加工方法、检验方法、加工时间定额和加工费用等。因此零件图是工艺分析和工艺规程设计的主要依据之一。

（二）毛坯图或选择型料用的参考资料

小批生产时，一般不画毛坯图，只说明毛坯的种类和各待加工表面余量的大小。大批和大量生产时，就必须有毛坯图。大批、大量的生产有条件使用专用设备和夹具，根据毛坯图可以掌握毛坯的结构特征（如铸件的分型面、浇口、冒口位置和拔模斜度等），以便正确地选择定位基准和设计夹具等。

（三）生产纲领

上节讲过，生产纲领决定了零件的生产类型，不同生产类型的生产组织形式和工艺规程的特征是不同的。设计工艺规程时必须首先知道产品的生产纲领，因为知道了产品的生产纲领，就可以计算出零件的生产规模，从而确定零件的生产类型。根据生产类型再拟订与它相适应的工艺规程方案。

（四）现有设备和新设备的目录

在目前的内燃机车生产条件下，任何一种机械加工工序都可以找到适当的加工机床；有的机床能直接用于该工序，有的机床则需要适当地添装夹具后才可以用于该工序。随着生产的发展，对于某种工序有时也还需要设计专用的机床。为新建厂所设计的工艺规程只要有机床手册和相应的说明书就行。若为老厂转产和改造而设计的工艺规程，还必须掌握原有设备的资料。在制定工艺规程中选择设备时，必须使所取的设备与生产规模相适应，例如，在设计成批生产的工艺规程时，主要采用通用机床，专用机床采用有限。这时，机床选择主要是选择通用机床的类型与尺寸。

（五）切削刀具、夹具和量具的图册

进行工艺规程设计时，能正确地选择切削机床、切削刀具、夹具和量具是非常重要的。要顺利地完成任务，必须掌握这些方面的资料和图册，才能结合具体的情况，设计出合理的工艺规程。

下面介绍这些图册的作用：

1. 夹具图册

在选择机床时，应同时拟出工件在机床上定位与夹紧所用的夹具。首先应弄清楚完成工艺规程中所安排的工序能否不用特殊夹具，而只使用通用夹具（卡盘、虎钳、转台、各种刀架等）。如果特殊夹具能大大地减轻劳动强度，或者能将生产率不符合节拍的机床提高到合乎节拍，那么就用特殊夹具。但应尽可能使用构造比较简单的夹具。

设计工艺规程时，工艺师不一定直接担任设计夹具结构的工作，但他对最合适的结构应该了解，并且能适当地选定定位基准与夹紧工件的地方，还应能看出可能提高生产率的途径，所以夹具图册是必不可少的资料之一。

2. 切削刀具图册

在选择切削刀具的型式和结构时，应当考虑到以下几方面的因素：

- （1）生产的性质；
- （2）机床的型式；
- （3）加工的方法；
- （4）被加工零件的尺寸和外形；
- （5）加工的质量指标；
- （6）加工的精度要求；
- （7）工件的材质；
- （8）切削刀具的材料等。

究竟选择哪一种切削刀具比较合适，就应当综合以上因素，从有关手册或图册选出所需刀具的类型。

此外,还要考虑工具车间的生产能力。

3. 量具图册

在机械加工过程中,必然要遇到零件的检验问题,要确定出工件的实际尺寸、几何形状与各表面间的相互位置精度等,就要确定选择何种量具。在选择检验用的量具时,首先要考虑到以下几方面的因素:

- (1) 所要求的测量精度;
- (2) 生产的性质;
- (3) 被测量表面的尺寸;
- (4) 被测量表面的质量等。

在单件和小批生产中广泛地使用通用量具,其中有:量尺、卡钳、游标卡尺、千分尺、千分表等。在大批与大量生产中,通用的主要测量工具有卡规、塞规、样板和特殊仪表及特殊检验装置等。

(六) 切削用量手册及有关定额资料

这些资料大都是从生产实践中总结出来的,因此在时间上和在生产条件上都存在一定的局限性,但是合理地运用这些资料,能够制定出最有利的切削用量以加速生产准备工作,弥补设计人员经验不足的缺点。

二、工艺规程的内容及制定步骤

(一) 工艺规程的内容

工艺规程的设计内容和范围决定于生产类型。

在单件或小批生产时,多半只编出零件的工艺路线、工艺装备和每一工序的单件时间等。而大批生产,尤其是大量生产时,工艺规程应该制定得尽量详细,因为即使每一个工序所节约的时间不多,但也会获得很大的经济效益。

工艺规程的内容有:

1. 决定毛坯的种类、尺寸或型料的尺寸;
2. 编定工艺路线,即确定机械加工工序的先后顺序;
3. 选择和决定每一工序的设备类型和尺寸(根据机床目录、机床说明书和现有设备),并根据这些来修正工序的顺序;
4. 选择每一道工序中的零件定位及夹紧方法,并以此来修订工序的顺序,绘制各工序草图;
5. 计算工序尺寸,即工序间的余量和公差;
6. 确定切削刀具的类型与尺寸,绘制特殊刀具的构造草图;
7. 决定切削用量,制定出每一工序的时间定额;
8. 对几种方案进行经济核算,根据经济分析结果,定出最有利的加工方案;
9. 编制各种卡片,填写技术文件;
10. 绘制加工时有关工序的必要特殊夹具草图,或提出夹具设计任务书,并根据夹具图册(或工厂具体条件)选择通用夹具;
11. 决定检验方法,编制检验工序卡片,绘制检验夹具及特殊量具的构造草图。

(二) 工艺规程的制定步骤

制定工艺规程,一般应遵循下列步骤:

1. 详细地熟悉产品的专门用途、结构特点、精度标准和其他技术条件等,查出产品的全部尺寸链,提出达到规定精度标准的方法,明确保证产品质量的关键问题和采用的措施;
2. 搜集资料,熟悉和分析同类型产品在国内、外的现行生产方法及设计工艺规程的条

件；

3. 工艺分析，研究零件图、技术条件和评定解设计尺寸链的方法。必要时对设计尺寸进行必要的修正（工艺尺寸换算）；

4. 选择毛坯类型

毛坯类型的选择是设计工艺规程时最重要的工作之一。整个工艺过程中，工序和工步的数目、整个制造过程的劳动量和总费用等，通常取决于毛坯的选择是否正确。也就是说，要取决于毛坯的形状、加工余量、尺寸精度（公差）和材料硬度等，这些随毛坯制造方法而定的因素规定的是否正确。在大部分情况下，毛坯的形式在很大程度上预先决定了其后面的加工过程。选择零件的毛坯在原则上可有两种做法：一是毛坯的形状尺寸做得尽量与制成的零件接近，使零件制造过程的大部分劳动量耗费在毛坯车间，而较少的劳动量耗费在机械加工车间。二是毛坯制造得相当粗糙，余量也大，使大部分劳动量和费用由机械加工车间负担。前者照例适用于大量生产，而后者乃适用于单件或小批生产。

选择毛坯时，一般要考虑下列因素：

- （1）零件的几何形状和尺寸；
- （2）对零件材料所要求的技术条件（化学成分、机械性能、结构和纤维分布情形）；
- （3）零件制造的全部最低费用；
- （4）为现有工厂设计工艺规程时，要掌握毛坯车间的设备、工具和工人技术等级；
- （5）准备新毛坯制造过程所需要的时间和过程等。

随着生产技术的进一步发展，要求采取一系列能够减少或完全消除零件机械加工的措施，例如：

1）以精铸和精锻的方法制造毛坯；2）利用非金属材料；3）采用新的零件加工形式和生产的专业化等。近年来用压力加工和压力铸造使零件精密成形，随后用磨削作终加工来制造零件的方法，得到人们的重视。

随着毛坯的选择，同时也确定了工序的特征、基准面、机床设备和夹具的种类等。

5. 详细地拟定工序计划，确定工序尺寸和公差，计算毛坯尺寸；

6. 详细地制定每个工序的具体内容：选择设备，确定夹具（万能或专用）、切削刀具及辅助工具、检验夹具和工具（测量仪表等），计算切削用量和确定工时定额等。

7. 填写工艺文件等。

上述只是制定工艺规程的大致步骤。实际上，在设计过程中，各个步骤还需要交替地进行。因为在确定某些因素的过程中，其它的一些因素才能逐渐地被确定。例如，解决夹具结构问题时，可能需要修改工序顺序；确定切削用量，有时就需要重新考虑刀具的选择，以及其它等等问题。

第三节 获得规定尺寸精度的方法

在机床上加工零件时，一般有三种主要的安装方式：

1. 把零件直接安装在机床上，然后找正夹紧，它是最不完善的安装方法，它主要用在单件和小批生产、修理、试制和工具车间等。这种安装方法的精度，将完全决定于工人的经验和他用来对准零件位置的方法。因此这种安装方法费事又费时。

2. 按划线找正把零件安装在机床上。这种安装方法主要用在形状复杂的铸件、尺寸很

大的铸件和锻件，以及一般制造粗糙且尺寸偏差很大的毛坯等。这种方法存在着严重的缺点，应尽可能不采用。在成批生产中采用划线法是不得已的，在大批、大量生产中应该禁止采用。

3. 将零件安装在机床夹具中。这是比较最完善的一种安装方法；它保证零件在加工时的定位有足够高的精度，而且所费的时间也最少。把零件安装在夹具中，就完全可以省去划线或找正等工作。

工件安装完了，还需要切削加工才能获得零件规定的尺寸精度。选择获得零件规定尺寸精度的方法，是制定零件机械加工工艺规程的重要工作之一。目前通常采用的方法有试切法、定尺寸刀具加工法和调整法。

一、试切法

试切法加工常被应用在单件和小批生产中，以一把刀具来进行加工。例如在普通车床上按试切法加工时，零件的规定尺寸 d （图1—2）的精度获得，是用几次试切走刀，加工工件端部上一小段，每次走刀（手动）后测量一下此段的直径，当此段的直径进入规定公差范围之内，车工就接上自动进刀机构来加工尺寸为 L 的那段外圆，在车刀尚未达到台肩 T 之前，应停止自动进刀。为了获得 L 的精度，车刀未完成的行程就用手动赶刀方法来实现。另外，计算车刀在试切时横向位移量后，可利用车床的进刀刻度盘来实现进刀量，这样可以减少试切走刀与测量尺寸的次数。

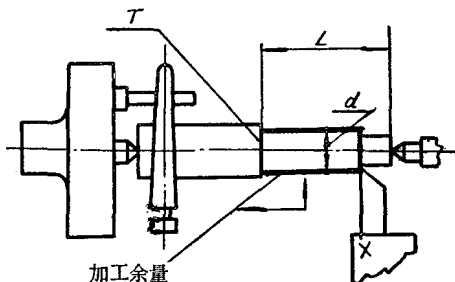


图1—2 试切法加工示意图

这种方法，生产率较低，需要技术熟练程度较高的工人，并难于取得稳定的精确尺寸。

二、定尺寸刀具加工法

这种方法是采用定尺寸刀具（钻头、铰刀、镗钻、镗刀盘等）来获得工件尺寸的精度。它广泛采用于加工一定形状的表面。

三、调整法

调整法的实质是工件规定的尺寸精度，依靠事先按照刻度盘或挡铁等调整好的刀具而自动取得。调整法加工的最简单的例子，是以固定安置的车刀来车削一批轴。对于该批工件来说，加工它的某一阶段时（见图1—3），预先就将车刀按规定尺寸 d 安置好，车刀并不向横向移动，车刀的纵向位移为事先按 L 尺寸调整好的挡铁来限制，因此零件尺寸 L 的精度就取决于挡铁调整的精度。

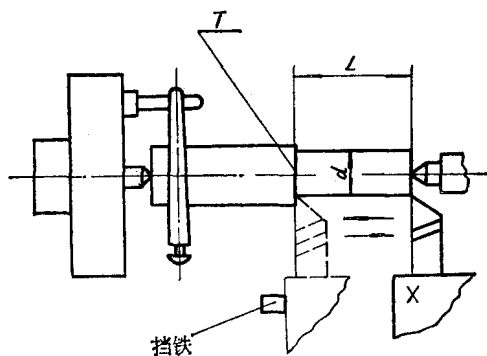


图1—3 调整法加工示意图

为了实现这种加工方式，在一次装夹中，必须只加工轴的一个阶段，并且毛坯的加工余

量应尽量固定不变。

调整法加工的特点是在机床的调整上必须消耗一部分时间,同时必须具备适当的装备(对刀块、挡铁、整套的刀具等)。这种情况限制了在小批生产时采用调整法加工。利用调整法加工时,要求毛坯的余量保持一定,刀具应该具有固定不变的尺寸和很高的质量。生产准备和组织过程中的任何一种误差等,对调整法的影响比试切法要严重的多。

随着对工件产量和精度要求的不断提高,采用以往的调整法已不能满足要求,所以主动测量调整法越来越得到人们的重视。主动测量调整加工法,是由测量头、效果控制系统和信号装置联合动作的。它的实质是在加工过程中,用事先调试好的仪表对被加工要素进行测量,当达到规定的尺寸精度时仪表发出信号,并自动停车,否则,机床继续工作,直到达到规定尺寸为止。故这种测量方法的特点是“测量主动”,与通常在加工后的技术测量比较,更有其积极意义。

第四节 对加工零件的工艺分析

我们知道,零件的各种不同的形状是由若干个表面以各种不同的组合形式而构成的。构成零件各种形状的表面,除简单的平面与圆柱面以外,还有其它复杂的表面,例如齿轮的齿形面、凸轮表面、螺旋表面等等。

零件的表面按其工作性质可分为两类:(1)主要表面或工作表面;(2)自由表面。零件以主要表面与其它零件的同类表面相接触(配合),例如活塞销与连杆小端套的内圆面,气缸套内壁与活塞环外圆面等均为主要表面,每个零件的各个主要表面是由自由表面连接的。主要表面的加工比自由表面要求精确,加工工序的先后顺序主要是取决于零件主要表面的性质与任务。

在对零件进行工艺分析时,首先通过零件图、装配图等了解产品性能和用途,明确该零件在产品中的作用。研究零件图上各项技术条件要求的依据,从而找出关键性的问题,然后再采取必要的工艺措施。也就是在明确了生产纲领,了解了车间设备条件和技术等级的前提下,分析研究用怎样的工艺手段实现零件图上的技术要求。对重要的零部件应以三结合的方式进行工艺审查,其中包括技术要求的合理性及零件结构的工艺性。

对零件图进行工艺分析时,需要考虑以下几个方面:

1. 检查零件图纸的正确性和完整性

所谓图纸的正确性与完整性,就是指零件图上不光有足够的视图、全部的尺寸和合理的技术要求,而且还要体现出标注的尺寸符合于整个产品和部件的尺寸链解法。就是说,一定熟练技术程度的工人,按照工作图纸不需要任何补充的技术文件或口示,就能完成各道工序(包括零件加工和部件装配),并能满足它们的专门用途,这种工作图纸(零件图或装配图)才算是合格的图纸。否则,工艺师有责任提出修改意见。

图1—4表示零件图上表面位置尺寸的三种标注方法:(1)座标式;(2)链接式;(3)组合(混合)式。

零件图上尺寸的注法,在很大程度上事先决定了原始基准、定位基准的选择与表面加工的先后顺序;最先加工的应是多数表面定位所依据的那些表面(精基准面)。

分析零件图上主要表面位置尺寸的注法,可以使工艺师初步掌握所制订的工艺规程中各工序应有的次序。

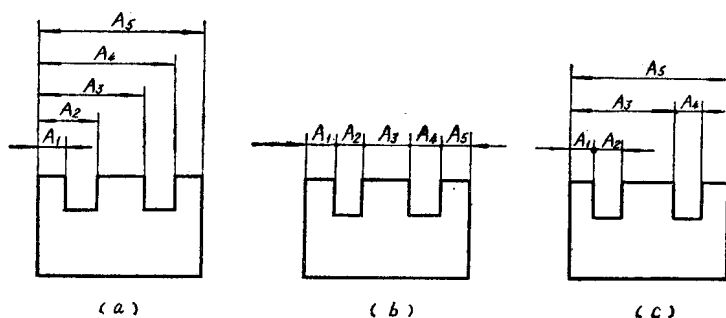


图 1—4 表面位置尺寸的标注法
(a)——坐标式；(b)——链接式；(c)——组合（混合）式。

2. 分析零件图的技术条件

零件的技术条件一般包括下面几个方面：

- (1) 加工表面的尺寸精度；
- (2) 加工表面的几何形状精度；
- (3) 各加工表面之间的相互位置精度；
- (4) 表面层的物理机械性能和表面光洁度；
- (5) 热处理及其它方面的要求等。

进一步研究零件的加工技术条件，更可以确定为保证实现所规定的技术条件所必需的最后加工工序的特点，而每一种最后加工的方法都要求有一定的准备工序。例如二级精度、光洁度 $\nabla 8$ 级的孔，它的加工方法可以用铰孔制出，但在铰孔之前必须进行钻、扩与初铰这些步骤，这样，在分析零件图和技术条件之后，就可获得精加工与粗加工相互组合的初步概念。

3. 审查零件的选用材料

审查零件的选用材料主要考虑的问题：（1）材料的来源及其经济性；（2）对材料提出的热处理要求，应符合该厂热处理车间的具体条件；（3）加工方法、切削刀具和切削用量的选择等。

零件所用的材料与热处理的种类都注明在零件图上。材料及其机械性能的资料，对于确定切削用量来说是非常重要的，而热处理所要求的性质，使我们能判断热处理工序在工艺过程中的地位等。例如人工时效需要进行热处理工序，提高表面硬度则需要表面淬火工序，因而在工艺过程中是放在不同地位的。

4. 分析研究零件的结构工艺性

零件的结构特点对机械加工过程的影响很大。在设计产品时，可以设计出几种能满足使用性能的结构，但它们的工艺过程、生产率和加工成本是不会相同的。因此，在决定产品方案时，对结构工艺性的评定，是决定设计方案取舍的主要指标。因此，进行工艺分析时，结构工艺性的审查是必不可少的一环。

零件的结构工艺性是和生产规模及生产条件密切相关的。一种零件的结构在某一种生产规模及生产条件下可能具有良好的结构工艺性，而在另一种生产规模及生产条件下，可能显得结构工艺性就不好了。因此，对于不同的生产规模和生产条件，就应该有不同的结构以满