

普通高等教育船舶类规划教材

鱼雷动力机械制造 工艺学

李诚人 主编

西北工业大学出版社

3
32 064 90 5

32 064 30 5

普通高等教育船舶类规划教材

鱼雷动力机械制造工艺学

HK48/14

主 编 李诚人
编 者 李诚人 胡培民
黄佩珍 许 枫



西北工业大学出版社

1995 年 12 月 西安



C0346063

(陕)新登字 009 号

【内容简介】本书共分十章,分别叙述机械加工工艺规程的编制,机械加工精度,机械加工的表面质量,装配工艺基础,夹具设计,鱼雷典型零件的加工,数控编程概论,数控车铣床程序编制,列表曲线曲面处理和数控加工程序编制自动化等内容。

本书可作为鱼雷及鱼雷动力专业的大学本科教材,也可供有关工程技术人员参考。

普通高等教育船舶类规划教材
鱼雷动力机械制造工艺学

主 编 李诚人

责任编辑 杨乃成

责任校对 郑 刚

*

© 1995 西北工业大学出版社出版

(710072 西安市友谊西路 127 号 电话 8493844)

陕西省新华书店发行

西安丰华印刷厂印装

ISBN 7-5612-0856-1/TJ·20(课)

*

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:18.25 插页:2 字数:441 千字

1995 年 12 月第 1 版 1995 年 12 月第 1 次印刷

印数:1-500 册 定价:14.20 元

购买本社出版的图书,如有缺页、错页的,本社发行部负责调换。

出版说明

根据国务院国发(1978)23号文件批转试行的“关于高等学校教材编审出版若干问题的暂行规定”，中国船舶工业总公司负责全国高等学校船舶类专业教材编审、出版的组织工作。

为了做好这一工作，中国船舶工业总公司相应地成立了“船舶工程”、“船舶动力”两个教材委员会和“船电自动化”、“惯性导航及仪器”、“水声电子工程”、“液压”、“水中兵器”五个教材小组，聘请了有关院校的教授、专家60余人参加工作。船舶类专业教材委员会(小组)是有关船舶类专业教材建设的研究、指导、规划和评审方面的专家组织，其任务是做好高等学校船舶类专业教材的编审工作，为提高教材质量而努力。

在总结前三轮教材编审、出版工作的基础上，根据国家教委对“八五”规划教材要“抓好重点教材，全面提高质量，适当发展品种，力争系统配套，完善管理体制，加强组织领导”的要求，船舶总公司于1991年又制定了《1991—1995年全国高等学校船舶类专业规划教材选题》。列入规划的选题共107种。

这批教材由各有关院校推荐，同行专家评阅，教材委员会(小组)评议，完稿后又经主审人审阅，教材委员会(小组)复审，然后分别由国防工业出版社、人民交通出版社以及有关高等学校的出版社出版。

为了不断地提高教材质量，希望使用教材的单位和广大师生提出宝贵意见。

中国船舶工业总公司教材编审室

1992年5月

前 言

鱼雷动力机械制造工艺学是中国船舶工业总公司“八五”规划教材之一,是根据鱼雷及鱼雷动力专业的教学要求而编写的。

鱼雷的绝大部分零件都是用切削加工的方法制造的。本教材除了使学生具备传统的、必需的机械制造工艺及工装设计基本知识和能力外,结合目前学科的发展,还应使学生获得数控加工和计算机辅助制造方面的能力,以适应现代鱼雷制造的实际及未来发展的需要。

本教材中所举实例绝大部分来自鱼雷制造行业。通过本教材的学习,使学生熟悉鱼雷动力机械中典型零件的制造工艺及程序编制。

本教材第一章至第四章由胡培民编写。第五章由黄佩珍编写。第六章由许枫编写。第七章至第十章由李诚人编写。全书由李诚人统稿。

本教材承西安交通大学机械工程学院陈人亨教授、赵万华博士审阅,他们对本书的编写提出了许多宝贵意见。赵连峰教授对本书的编写和出版给予了很大帮助,在此一并表示衷心的感谢。

本书的编写参考了黄佩珍副教授主编的《鱼雷热动力装置制造工艺学》,在数控编程部分参考了南航范炳炎先生的《数控加工程序编制》,并直接引用了上述二讲义的一些内容,在此特别声明并表示感谢。同时也参考了西北工业大学函授学院单国英的《数控加工程序编制自学指导书》、程兴胜的硕士论文《自由曲面计算机辅助设计》、樊留群的硕士论文《铣床用数控系统开发与理论研究》和李艾的《一个通用的CAD/CAM软件包》,在此一并表示感谢。

当代鱼雷正向着高速、大航深、远航程方向迈进。对鱼雷动力系统的要求也越来越高。希望通过本教材的学习,使学生掌握鱼雷动力系统制造的基本技能,为今后踏上工作岗位打下坚实的基础。

由于作者水平有限,书中可能还有不足之处,希望读者批评指正。

编 者

1995年2月于西安

目 录

第一章 机械加工工艺规程编制	1
§ 1-1 概述	1
§ 1-2 零件的工艺性分析及毛坯确定	5
§ 1-3 拟订工序方案	8
§ 1-4 加工余量及工序尺寸的确定	15
§ 1-5 机床、工艺装备及切削用量的选择	24
§ 1-6 工艺方案的经济分析	25
§ 1-7 工艺文件	27
习 题	31
第二章 机械加工精度	36
§ 2-1 概述	36
§ 2-2 工艺系统的制造误差和磨损对加工精度的影响	38
§ 2-3 工艺系统受力变形对加工精度的影响	43
§ 2-4 工艺系统受热变形对加工精度的影响	48
§ 2-5 其他因素对加工精度的影响	51
§ 2-6 加工误差的统计分析法	55
习 题	62
第三章 机械加工的表面质量	65
§ 3-1 加工表面质量的基本概念	65
§ 3-2 加工表面的粗糙度及其影响因素	67
§ 3-3 加工表面物理、机械性能的变化及其影响因素	70
§ 3-4 常见的获得高表面质量的工艺方法	73
§ 3-5 机械加工中振动的基本概念	75
习 题	79
第四章 装配工艺基础	80
§ 4-1 装配精度及装配尺寸链	80
§ 4-2 获得装配精度的工艺方法	83
§ 4-3 装配工艺规程的制订	88
习 题	90
第五章 夹具设计	92
§ 5-1 机床夹具概述	92

§ 5-2 定位及定位元件	96
§ 5-3 夹紧及夹紧装置	110
§ 5-4 夹具设计的步骤	120
习 题	125
第六章 鱼雷典型零件的加工	130
§ 6-1 气缸体的加工工艺	130
§ 6-2 配气阀座的加工工艺	141
§ 6-3 连杆的加工工艺	149
§ 6-4 凸轮盘的加工工艺	152
第七章 数控编程概论	156
§ 7-1 数控编程的基本概念	156
§ 7-2 数控加工中的基本术语	161
§ 7-3 数控编程的步骤和方法	163
第八章 数控车铣床程序编制	167
§ 8-1 数控车床程序编制方法	167
§ 8-2 数控车床程序编制的特殊问题	171
§ 8-3 数控车床编程实例	177
§ 8-4 数控铣床程序编制方法	193
§ 8-5 编程中的数学处理	197
§ 8-6 数控铣床编程实例	202
第九章 列表曲线和曲面处理	208
§ 9-1 参数曲线与曲面	208
§ 9-2 贝齐尔曲线及曲面	218
§ 9-3 B样条曲线及曲面	223
§ 9-4 列表曲线光滑方法简述	229
§ 9-5 多坐标数控加工	232
第十章 数控加工程序编制自动化	243
§ 10-1 概 述	243
§ 10-2 APT 数控语言介绍	244
§ 10-3 图象编程	250
§ 10-4 柔性制造系统和计算机集成制造系统	264
习 题	277
参考文献	283

第一章 机械加工工艺规程编制

§ 1-1 概 述

机械制造工艺是各种机械制造方法与过程的总称，本章主要研究机械制造过程及其有关的问题。

一、基本概念

(一) 生产过程

机器的生产往往要经过原材料准备、生产准备、毛坯制造、零件加工与热处理、部件和整机装配、检验调试及油漆包装等过程。机器从原材料到成品所经过的整个过程称为生产过程。在机器的生产过程中，零件的机械加工是在机械加工车间进行的，零件通过各种机械加工方法，直接改变它们的形状、尺寸及表面质量，使其成为成品或半成品，这个过程称为零件的机械加工工艺过程。机器的生产过程除包括零件的机械加工工艺过程外，还包括零件的热处理工艺过程以及机器的装配工艺过程等。

(二) 工艺过程

机械加工工艺过程是生产过程的一个重要组成部分，它是由许多机械加工工序组合而成的。

1. 工序

所谓工序是指一个或一组工人，在一台机床或一个工作地对一个工件或同时对几个工件所连续完成的那部分工艺过程。所谓工作地是指完成本工序加工所需的工艺装备占有的区域。所谓连续完成是指该工序所有的加工内容必须不间断地完成，中间不能穿插其他非本工序的加工内容。工人、机床（或工作地）、工件、连续作业是构成工序的四个要素，其中任一要素发生变化即构成新的工序。

对同一个机械零件，根据考虑问题的角度不同，往往可以拟订出若干个不同的加工工序方案。例如图 1-1 为一阶梯轴，其毛坯为棒料，表 1-1 和表 1-2 为两种不同的加工工序方案，表 1-1 适用于单件小批生产，表 1-2 适用于大批大量生产。

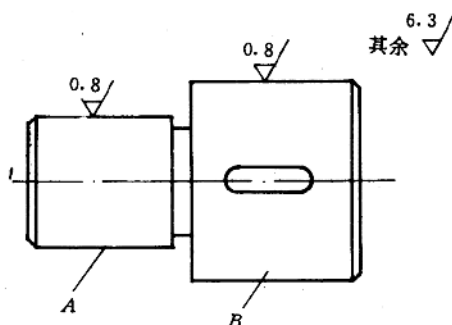


图 1-1 阶梯轴零件

表 1-1 阶梯轴加工工艺过程 (单件小批生产)

工序号	工 序 内 容	设 备
1	车端面、钻中心孔、调头车另一端面、钻中心孔	车 床
2	车外圆 B、倒角、调头车外圆 A、切槽、倒角	车 床
3	铣键槽、去毛刺	铣 床
4	磨外圆 A、B、检验	磨 床

表 1-2 阶梯轴加工工艺过程 (大批大量生产)

工序号	工 序 内 容	设 备
1	铣端面、打中心孔	专用机床
2	车外圆 B、倒角	车 床
3	车外圆 A、切槽、倒角	车 床
4	铣键槽	铣 床
5	去毛刺	钳工台
6	磨外圆 A、B	磨 床
7	检验	

2. 工步

在一个工序中可能要加工几个表面, 使用几种刀具, 即使用同一把刀具对同一表面进行加工还可能选择不同的切削用量。在一个工序中, 在加工表面不变、切削工具不变、切削用量不变的条件下所连续完成的那部分工艺过程称为一个工步。加工表面、切削工具、切削用量、连续作业构成工步的四要素, 其中任一要素发生变化即构成新的工步。表 1-1 的工序 1 中, 前后两次车端面、两次钻中心孔, 所以该工序共有四个工步。

一般情况下, 对于那些在一次装夹中连续进行的若干相同工步, 为简化工序内容的叙述, 通常看做一个工步。例如在零件上钻一组位置对称、尺寸相同的孔, 尽管其加工表面不同, 但仍看成一个工步。

在生产中, 为了提高生产率, 有时用几把刀具同时对工件的几个表面进行加工, 由此完成的这部分工序内容称为复合工步。在工艺文件上, 复合工步记为一个工步。

3. 工作行程

刀具以加工进给速度相对工件所完成的一次切削运动称为一个工作行程。在一个工步中, 有时由于加工表面余量较大, 常分几次进行切削, 因此一个工步可包含一个或几个工作行程。

4. 装夹

加工前, 工件必须在机床上或夹具中放好位置, 使加工表面有适当的加工余量, 并使加工表面与已加工表面之间, 加工表面与不加工表面之间的尺寸、位置符合该工序的加工要求, 这个过程称为定位。为了避免工件在加工过程中由于切削力或其他力的作用而移位, 工件定位后必须夹紧。工件在机床上或夹具中定位、夹紧的过程称为装夹。在一个工序中, 工件可

能只需要一次装夹,也可能需要几次装夹。例如表 1-1 中,工序 1 和工序 2 各为两次装夹,工序 3 和工序 4 各为一次装夹。

5. 工位

为了提高生产率、减少由于工件多次装夹而带来的加工误差,加工中常采用回转工作台、回转夹具、移位夹具、翻转夹具、多轴机床等工艺装备,工件一次装夹后,经过若干个位置依次进行加工。加工时,工件占据的每一个位置称为工位。图 1-2 为一利用回转工作台进行四工位加工的例子。图中机床主轴箱伸出三根主轴,分别装上钻头、扩孔钻和铰刀,加工时 I 工位装卸工件,II、III、IV 工位分别钻孔、扩孔和铰孔。

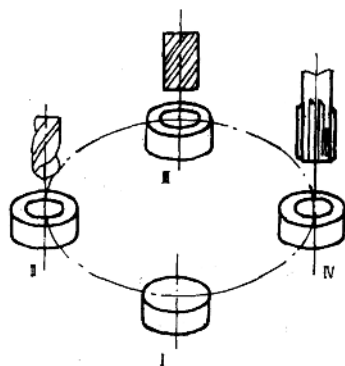


图 1-2 多工位加工

(三) 生产纲领及生产类型

产品的生产数量对零件机械加工工艺规程的编制有很大的影响。企业在计划期内应当生产的产品数量称为该产品在该计划期内的生产纲领。若计划期为一年,则产品的生产纲领就是产品的年产量。

机械产品中某零件的生产纲领,除了该零件预计的生产数量外,还须考虑一定的备品率和废品率,所以机械零件的生产纲领可按下式计算:

$$N = Qn(1+a\%)(1+b\%)$$

式中 Q —— 计划期内产品的数量, 台
 n —— 每台产品中该零件的数量, 件/台
 $a\%$ —— 备品率
 $b\%$ —— 废品率

根据产品生产纲领的不同,产品生产分为三种生产类型。

1. 单件生产

单件生产是指单个或少数地生产不同结构和不同尺寸的产品,并且很少重复。例如大型船舶的制造、新产品的试制等都属于这种生产类型。

2. 大量生产

大量生产是指产品的数量很大,大多数工作地经常重复地进行某一零件的某一道工序的加工。小型发动机、轴承、汽车、拖拉机等制造通常都是以大量生产的方式进行的。

3. 成批生产

成批生产是指一年中分批地制造相同的产品,制造过程有一定的重复性。鱼雷生产就属于这种生产类型。

在成批生产中,每批生产的相同产品的数量称为批量。根据生产批量的大小,成批生产又分小批生产、中批生产和大批生产三种类型。小批生产的特点接近于单件生产、大批生产的特点接近于大量生产,因此在分析确定零件的机械加工工艺过程时,往往按单件小批生产、大批大量生产和中批生产三种情况进行考虑。不同的生产类型,其工艺过程具有不同的特点。

单件小批生产一般都是配对制造、零件的互换性很差,广泛采用钳工修配法装配。毛坯

若采用铸件则一般用木模手工造型；若采用锻件，则用自由锻。毛坯精度低，余量大，加工时，一般使用通用的机床、夹具和刀具，机床按机群式排列，工艺文件简单，对工人的技术水平要求高，生产率比较低。

大批大量生产要求零件全部具有互换性，毛坯若用铸件则广泛采用金属模机器造型；若用锻件则采用模锻。毛坯精度高，加工余量小。加工时，大量采用高生产率的专用机床、自动机床以及专用的夹具、刀具和量具。机床按流水线形式排列，工艺文件详细，工人长时间大量地重复某一零件某一工序的加工，操作工人的技术水平要求低，生产率比较高。

中批生产工艺过程的特点介于单件小批生产和大批大量生产之间。

二、机械加工工艺规程的制订

机械加工工艺规程简称工艺规程，是把工艺过程的有关内容，按一定的格式用文件的形式表示出来。通常工艺规程应包括零件的加工工序及各工序的加工内容、切削用量、工时定额以及所采用的工艺装备等。工艺规程是一切生产有关人员应严格遵守、认真执行的纪律性文件。

（一）工艺规程的作用

1. 工艺规程是组织和指导生产的主要技术文件

工艺规程是在总结广大工人和技术人员实践经验的基础上，依据科学的理论和必要的工艺试验制订的。按照工艺规程进行生产，有利于计划和组织生产，协调各生产环节之间的关系，保持稳定的生产秩序，有利于保证产品质量和较高的生产率、降低生产成本。

2. 工艺规程是生产准备工作的依据

产品在投产前，要做大量的准备工作。例如原材料、毛坯、半成品、外购件等的供应；工艺装备的准备和调整；专用设备的设计和制造以及人员的配备等都要以工艺规程为依据进行安排。

3. 工艺规程是新建或扩建工厂的基本资料

在新建、扩建工厂或车间时，只有根据工艺规程和生产纲领才能正确确定生产所需设备的种类、规格和数量，确定设备的布置、工厂或车间的面积，生产工人的工种、等级、数量以及辅助部门的安排等。

此外，先进的工艺规程还起着交流和推广先进经验的作用。

（二）工艺规程的制订原则

（1）制订的工艺规程要能确保产品的加工质量，可靠地达到产品图纸所提出的全部技术要求。

（2）制订工艺规程要从本厂或本车间的实际条件出发，充分利用现有的设备和人力，挖掘企业潜力，在此基础上积极采用国内外的先进技术，选用先进的工艺和设备。

（3）制订工艺规程要选用经济合理的工艺方案，尽量减少人力和物力的消耗，降低生产成本，同时还要注意保证工人具有安全良好的工作条件，在工艺方案上积极采用机械化或自动化措施，降低工人的劳动强度。

（三）制订工艺规程的原始资料

制订机械加工工艺规程，必须具备足够的原始资料。原始资料包括：①产品的整套装配图和零件图；②产品质量验收标准；③产品的生产纲领和生产类型；④毛坯情况；⑤工厂或

车间现有的生产条件，如工艺装备的规格及性能，所能达到的精度等级及负荷情况，现有刀、夹、量具的规格和使用情况以及工人的技术水平等；⑥国内外生产技术的状况；⑦工艺手册等有关资料。

(四) 制订工艺规程的步骤

- (1) 进行零件的工艺性分析，熟悉工艺规程编制所需的原始资料。
- (2) 确定毛坯。
- (3) 拟订工序方案。主要包括：选择定位基准；确定各表面的加工方法；划分加工阶段；确定工序集中与分散的程度；合理安排加工顺序等。
- (4) 确定加工余量。
- (5) 确定工序尺寸。
- (6) 选择工艺设备及切削用量。
- (7) 对工艺方案进行技术经济分析。
- (8) 填写工艺文件。

§ 1-2 零件的工艺性分析及毛坯确定

一、零件的工艺性分析

在制订工艺规程时，首先应认真分析零件图以及该零件所在部件或产品的装配图，了解该零件在部件或产品中的位置和功用，仔细分析零件的各项技术要求，例如加工表面的尺寸精度、形位精度、加工表面的粗糙度、热处理要求等，从中找出主要的以及在工艺上难以达到的技术要求，以便在制订工艺规程时着重予以考虑。在此基础上应进一步审查图纸的完整性与正确性。例如检查图纸是否有足够的视图，尺寸、公差是否标注齐全，材料选用是否恰当，各项技术要求是否合理，零件的结构工艺性是否良好等等。所谓零件结构工艺性良好是指零件结构合理，便于加工和装配，生产成本较低。表 1-3 给出了一些例子，从中可以看出使用性能完全相同的零件，因结构有所不同，加工的难易程度就不相同。在审查过程中，若发现有错误和遗漏，应及时提出，会同有关设计人员讨论研究，按照规定手续对图纸进行修改和补充。

二、确定毛坯

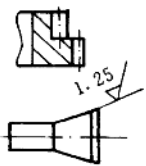
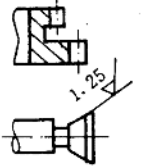
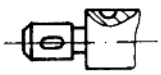
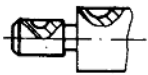
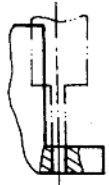
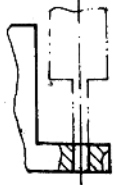
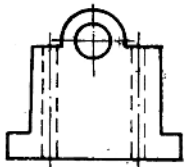
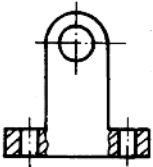
在制定工艺规程时，工艺人员要根据零件的使用性能、设计要求和生产规模等确定毛坯的具体结构及制造方法。毛坯的种类很多，常用的有以下几种：

1. 铸件

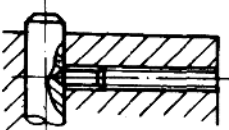
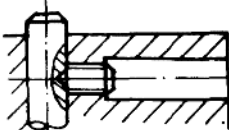
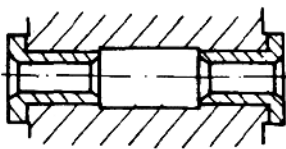
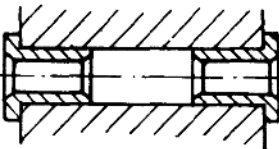
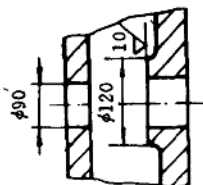
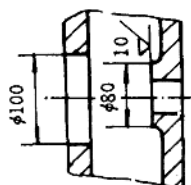
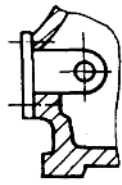
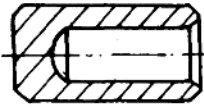
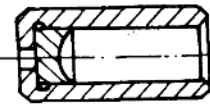
大型零件和形状复杂零件的毛坯常采用铸件。例如机床的床身，发动机的机体，鱼雷、船舶的螺旋桨等。铸件常用的材料有：灰铸铁、球墨铸铁、可锻铸铁、有色金属和铸钢等。根据零件的不同产量和精度要求，可采用不同的铸造方法。单件小批生产或大型零件的铸造可采用木模手工造型，设备简单、成本低，但铸件精度差。大批大量生产可采用金属模机器造型，以提高铸件的精度和生产率。离心铸造主要用于铸造机械性能、精度要求较高的空心旋

转体零件的毛坯；压力铸造适用于大量制造形状复杂、精度高、尺寸不大的有色金属铸件；熔模浇铸则适用于小零件的精密铸造等等。

表 1-3 零件机械加工结构工艺性的对比

序 号	A 结构工艺性差	B 结构工艺性好	说 明
1			B 结构留有退刀槽，可进行加工，并能减少刀具和砂轮的磨损。
2			B 结构采用相同的槽宽，以减少刀具种类和换刀时间。
3			由于 B 结构键槽的方位相同，就可在一次安装中进行加工，以提高生产率。
4			A 结构不便引进刀具，难以实现孔的加工。
5			B 结构可避免钻头钻入和钻出时，因工件表面倾斜而引起引偏或断损。
6			B 结构既可节省材料，减轻重量，还避免了深孔加工。

续 表

序 号	A 结构工艺性差	B 结构工艺性好	说 明
7			B 结构可减少深孔的螺纹加工。
8			B 结构可减少底面的加工劳动量, 且有利于减小平面度误差, 提高接触刚度。
9			B 结构按孔的实际配合需要, 改短了加工长度, 并在两端改用凸台定位, 从而降低了孔及端面的加工成本。
10			箱体内壁凸台过大, 不便加工, 改成 B 结构较好。
11			箱体类零件的外表面比内表面容易加工, 故应以外表面代替内表面作装配连接表面, 如 B 结构。
12			B 结构改用镶装结构, 避免了 A 结构对内孔底部圆弧面进行精加工的困难。

2. 锻件

强度要求高, 形状比较简单的零件的毛坯, 可采用锻压的方法来制造。例如鱼雷主机的曲柄连杆, 其毛坯即为锻件。锻件的主要材料是各种碳钢和合金钢, 制造方法有自由锻、模锻和精密锻造等。用自由锻制造毛坯, 精度和生产率低, 一般只适用于单件小批生产或大型零件毛坯的锻造。模锻和精密锻造, 锻件精度和生产率都比较高, 但设备昂贵, 还须要设计和制造锻模, 适用于大批大量生产。

3. 型材

型材分热轧料和冷拉料两类, 根据截面形状分圆形棒料、方形棒料、六角形棒料和管材、板材以及其他特殊的型材等。一般机械零件多采用热轧型材, 型材的尺寸和形状都有一定的规格系列, 可根据零件的形状和尺寸选用。

4. 焊接件

将钢材焊接成所需的结构, 再进行相应的加工, 最后达到图纸的设计要求。这种方法简单方便, 可用来制造一些尺寸大、结构复杂、壁面薄等难以用铸、锻等方法制造的毛坯。例如鱼雷外壳就是用钢板卷焊成毛坯, 然后通过整形、加工制造出来的。

5. 冲压件

冲压件的生产效率高, 精度也高, 尺寸偏差一般在 $0.05 \sim 0.5 \text{ mm}$ 之间, 表面粗糙度可达 $R_{1.6}$, 冲压件有时可以不再进行加工或只进行精加工。通常适用于做形状复杂, 批量较大的中小零件的毛坯。

此外还可用冷挤压、粉末冶金等方法制造毛坯。在确定毛坯生产方式时还应充分注意毛坯制造新技术的应用。目前, 精铸、精锻、冷轧、冷挤压、粉末冶金等少无切屑加工方法已广泛应用。由于这些方法制造的毛坯切削余量很小, 有的根本就不须要加工, 可大大提高零件的生产率, 因此在确定毛坯时应充分注意, 积极采用。少无切屑加工是机械制造工艺的发展方向之一。

§ 1-3 拟订工序方案

一、定位基准的选择

(一) 基准基本概念

任何机械零件都是由一些简单的几何要素——点、线、面构成的, 在零件上用来确定其他点、线、面的那些点、线、面称为基准, 按照基准作用的不同可分为两大类:

1. 设计基准

设计基准是指在设计图样上确定某些点、线、面位置所采用的基准。

2. 工艺基准

工艺基准是指在工艺过程中所采用的基准。工艺基准按照其用途的不同可分为工序基准、定位基准、度量基准和装配基准。

(1) 工序基准: 在工序图上, 用以标定被加工表面位置的那些点、线、面称为工序基准。如图 1-3 为铣平面 B 的工序图, 则 A 是平面 B 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。如图 1-3 若加工平面 B 时, 采

用V形块定位加工, 则工件的定位基准为工件的轴线。

(3) 度量基准: 工件在加工时或加工后, 用来测量工件各表面尺寸、形状和位置所使用的基准称为度量基准。

(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。

作为基准的点、线、面在工件上不一定具体存在, 例如当零件的对称面、孔轴的轴线做基准时, 这些基准在工件上并不存在, 而由某些具体的表面来体现, 例如由零件两相对平面、孔轴的内外表面等来体现, 这些表面就称为基面。因此基准的选择问题, 实际上是基面的选择问题。作为基准, 可以是没有面积的点和线或很小的面, 但是代表这种基准的工件上的具体基面总是具有一定面积的。例如代表轴心线的外圆面, 用V形块支承实现定位, 理论上是两条线, 但由于弹性变形, 实际上还是具有一定的接触面积。

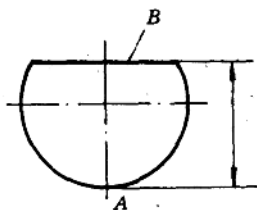


图 1-3 B 平面铣削工序图

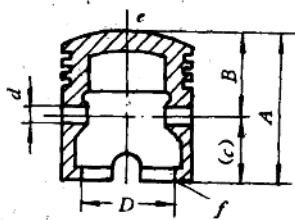


图 1-4 活塞零件图

在拟订工序方案时, 应注意尽量使定位基准、度量基准和设计基准相重合, 以便直接保证零件尺寸的加工精度, 避免由于基准不重合而造成加工误差。如图 1-4 镗活塞销孔, A 、 B 为设计尺寸, 不难看出销孔的设计基准为 e , 若加工时, 选择定位基准和度量基准也为 e 的话, 则基准重合, 工序直接保证的尺寸即为 B , 允许的尺寸公差为 T_B 。若考虑到用 e 定位, 夹具复杂, 定位不可靠, 选择 f 面作定位基准, 直接保证尺寸 C 。这时, 设计尺寸 B 的精度是通过尺寸 C 和 A 间接保证的, 根据尺寸关系有:

$$\begin{cases} B_{\max} = A_{\max} - C_{\min} \\ B_{\min} = A_{\min} - C_{\max} \end{cases}$$

两式相减得

$$B_{\max} - B_{\min} = (A_{\max} - A_{\min}) + (C_{\max} - C_{\min})$$

即

$$T_B = T_A + T_C$$

则

$$T_C = T_B - T_A$$

T_C 和 T_A 分别为尺寸 C 和 A 的尺寸公差。

可见基准不重合时, 工序直接保证的尺寸 C 相对基准重合时工序直接保证的尺寸 B , 允许的公差减小了 T_A , 也就是说加工精度提高了 T_A 。本来尺寸 A 的加工精度对尺寸 B 毫无影响, 但由于采用 f 面作定位基准, 尺寸 B 通过尺寸 A 和 C 间接保证, 则使尺寸 B 的误差中引入了一个从定位基准到设计基准之间尺寸 A 的加工误差, 这个误差就是所谓的基准不重合误差。

(二) 定位基准的选择

如前所述, 基准的选择问题实际上是基面的选择问题。在第一道工序中只能选用毛坯表

面进行定位,这种定位表面称为粗基面。在以后的各工序中可采用已加工过的表面定位,这种定位表面称为精基面。有时工件上没有合适的表面可用做定位,就在工件上专门设计加工出一表面供定位用,这种表面称为辅助基面。例如轴加工时用的中心孔等。

1. 粗基面的选择

• 选择粗基面时,考虑的重点是如何保证各加工表面具有足够的加工余量,使不加工表面与加工表面间的尺寸、位置符合图纸要求。一般可按下列原则选择:

(1) 若工件必须首先保证某重要表面的加工余量均匀,则应选择该表面为粗基面。例如车床导轨面要求精度高、耐磨性好,因此铸造床身毛坯时,导轨面需向下放置,以使导轨表层的金属组织细密均匀,没有气孔、夹砂等缺陷。切削加工时,导轨面要求加工余量均匀,以便达到高的加工精度,同时切去的金属层应尽可能薄,以便留下一层组织均匀、细密、耐磨的金属层。因此床身加工时,应以导轨面作粗基面加工床脚面,然后以床脚面为精基面加工导轨面,如图1-5所示。



图1-5 床身导轨面加工定位方案

(2) 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,则应以不加工表面为粗基面。如果工件上有好几个不需加工的表面,则应以其中与加工表面的位置精度要求较高的表面为粗基面,以求壁厚均匀、外形对称等。例如加工图1-6所示轴承座孔时,为了使孔边缘壁厚均匀、外形对称,加工时应以孔壁的外轮廓做粗基面。

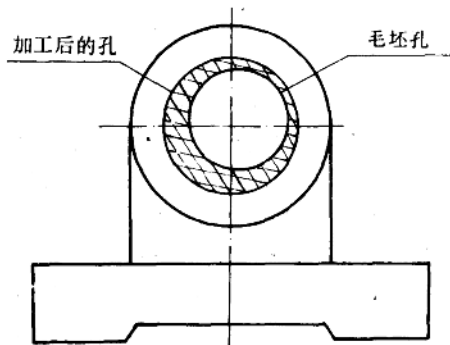


图1-6 轴承座孔定位方案

若零件上每个表面都要加工,则应该以加工余量最小的表面作为粗基面,以便使该表面在以后加工中不致因余量过小而无法加工或留下未经加工的毛坯面。例如铸造或锻造的轴套,常是孔的加工余量大,外圆表面的加工余量小,因此加工时,常以外圆表面为粗基面加工内孔。

(3) 选择的粗基面,应尽可能平整光滑,不能有飞边、浇口、冒口及其他缺陷,以使定位准确、装夹可靠。

(4) 由于粗基面定位精度低,因此在同一尺寸方向上一般只允许使用一次。

2. 精基面的选择

选择精基面时,考虑的重点是如何减少定位误差,提高定位精度。因此选择精基面的原则是:

(1) 基准重合原则:应尽可能选用设计基准作定位基准和度量基准,避免因基准不重合而引起基准不重合误差。

(2) 统一基准原则:应尽可能选用统一的定位基准加工各表面,以保证各表面间的位置精度,避免由于基准转换带来的加工误差,简化夹具,缩短生产周期。生产中轴类零件的中