



国防特色教材·职业教育

柴油机制造工艺设计

CHAIYOUJI ZHIZAO GONGYI SHEJI

周庆玲 主编

HEUP 哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press

北京航空航天大学出版社

北京理工大学出版社

哈尔滨工业大学出版社

西北工业大学出版社



国防特色教材·职业教育

柴油机制造工艺设计

	周庆玲	主 编
陈少艾	王新甲	副主编
	杨 昭	主 审

哈尔滨工程大学出版社

北京航空航天大学出版社 北京理工大学出版社
哈尔滨工业大学出版社 西北工业大学出版社

本书共 10 章,以柴油机典型零件加工工艺设计为主线,融入机械加工误差分析、机械加工质量控制、机床夹具设计、现代制造技术等。内容力求“适量够用”,符合高职高专教学特点和要求,充分体现“任务引领、实践导向课程”的设计思想,强调理论在实践过程中的应用,注重学生柴油机制造工艺设计能力与职业素养两方面的培养,以期达到柴油机制造加工技术人员和工艺员的任职要求。

本教材可作为高职高专动力类专业教材用书,也可作为工程技术人员的培训教材和参考书。

图书在版编目(CIP)数据

柴油机制造工艺设计/周庆玲主编. —哈尔滨:
哈尔滨工程大学出版社, 2009. 11
ISBN 978 - 7 - 81133 - 610 - 8

I . ①柴… II . ①周… III . ①柴油机 - 机械制造工艺
- 高等学校: 技术学校 - 教材 IV . ①TK426

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 207475 号

周庆玲 主编

责任编辑 张彦丁 伟

*

哈尔滨工程大学出版社出版发行

哈尔滨市南岗区东大直街 124 号 发行部电话:0451 - 82519328 传真:0451 - 82519699

<http://press.hrbeu.edu.cn> E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

哈尔滨工业大学印刷厂 各地书店经销

*

开本:787×960 1/16 印张:17.5 字数:371千字

2010年1月第1版 2010年1月第1次印刷 印数:2000册

ISBN 978 - 7 - 81133 - 610 - 8 定价:42.00元

前 言

本书是依据“柴油机制造工艺设计”课程标准与宜昌船舶柴油机股份有限公司、武汉船用机械厂等企业合作编写的行业特色教材。教材充分体现“任务引领、实践导向课程”的设计思想,以轮机工程技术(船舶内燃机方向)的培养目标和船舶柴油机制造技术岗位的任职要求为依据,通过对船舶柴油机主要零件加工工艺设计过程的引领,培养学生从事柴油机制造工艺设计、工艺管理岗位所需要的职业能力和职业素养。

本书将本专业职业活动,分解成若干典型的工作项目,按完成工作项目的需要和岗位操作规程,结合职业技能证书考证组织教材内容。通过柴油机典型零件的制造工艺设计、夹具设计和加工误差分析及质量控制,引入必需的理论知识,增加实际操作内容,强调理论在实践过程中的应用。

本书共 10 章,以柴油机典型零件加工工艺设计为主线,融入机械加工误差分析、机械加工质量控制、机床夹具设计、现代制造技术等,内容力求“适量够用”。

机械加工工艺规程制定部分着重阐述了机械加工工艺规程的概念,制定原则、方法和步骤,定位基准的选择,工艺尺寸链的计算和拟定机械加工工艺路线等方面的基本知识;机械加工质量控制部分主要介绍了机械加工误差分析及机械加工质量控制等;机床夹具设计部分主要介绍了工件的定位原理、定位方式的选择、定位误差的分析与计算方法、工件的装夹、夹紧机构的选用以及专用机床夹具的特点及设计方法等;柴油机典型零件加工工艺设计部分主要介绍了柴油机机座、曲轴、气缸套、活塞、连杆等典型零件的工艺特点、工艺过程以及工艺设计方法等。典型零件机械加工多数取材于国内最新的工艺方法和制造实例。

本书由武汉船舶职业技术学院副教授周庆玲任主编,武汉船舶职业技术学院教授陈少艾、武汉船用机械厂工程师王新甲任副主编。第 1 章由陈少艾编写;第 2 章、第 3 章、第 4 章、第 10 章由周庆玲编写;第 5 章由王金娥(武汉船舶职业技术学院)编写;第 6 章由黄政(武汉船舶职业技术学院)编写;第 7 章由王琳(武汉船舶职业技术学院)编写;第 8 章、第 9 章由王新甲(武汉船用机械厂)编写。全书由周庆玲统稿,宜昌船舶柴油机有限公司杨昭主审。由于编者水平有限,加之时间仓促,书中难免有不足和错误之处,敬请专家、同行和读者批评指正。

编 者

2009 年 5 月

目 录

第 1 章 机械加工工艺规程的制定	1
1.1 概述	1
1.2 零件的工艺分析	11
1.3 毛坯的选择	13
1.4 定位基准的选择	15
1.5 工艺路线的拟定	19
1.6 加工余量及工序尺寸	24
1.7 时间定额和提高劳动生产率的途径	36
习题一	38
第 2 章 机械加工误差分析	40
2.1 加工原理误差	40
2.2 工艺系统的几何误差	41
2.3 工艺系统受力变形引起的误差	47
2.4 工艺系统受热变形引起的误差	58
2.5 加工误差的综合分析	61
习题二	69
第 3 章 机械加工质量控制	70
3.1 机械加工质量的构成	70
3.2 获得机械加工质量的方法	71
3.3 提高和保证加工质量的措施	75
习题三	77
第 4 章 机床夹具设计	78
4.1 概述	78
4.2 工件定位的基本原理	84
4.3 定位方式及定位元件	88
4.4 定位误差	107

4.5	工件的夹紧和夹紧机构	116
4.6	专用夹具设计	129
	习题四	162
第 5 章	现代制造技术	166
5.1	概述	166
5.2	组合机床	168
5.3	数控加工	172
5.4	成组技术	180
5.5	CAD, CAM, CAPP 技术	191
5.6	先进制造生产模式	197
	习题五	207
第 6 章	机座加工工艺设计	208
6.1	概述	208
6.2	机座的技术要求、材料和毛坯	209
6.3	机座机械加工工艺设计	210
	习题六	220
第 7 章	曲轴加工工艺设计	221
7.1	概述	221
7.2	曲轴的技术要求、材料和毛坯	222
7.3	曲轴加工工艺设计	226
	习题七	233
第 8 章	气缸套加工工艺设计	235
8.1	概述	235
8.2	气缸套加工技术要求	237
8.3	气缸套机械加工工艺设计	238
	习题八	244
第 9 章	活塞加工工艺设计	245
9.1	概述	245
9.2	活塞加工技术要求	247
9.3	整体式活塞机械加工工艺设计	250

9.4 活塞的表面处理	259
习题九	260
第 10 章 连杆加工工艺设计	261
10.1 概述	261
10.2 连杆的材料、毛坯和技术要求	262
10.3 连杆机械加工工艺设计	263
习题十	269
参考文献	271

第 1 章 机械加工工艺流程的制定

1.1 概 述

1.1.1 生产过程

在机械制造中,将原材料转变为成品的过程称为生产过程。它主要包括:原材料的运输和保管,生产和技术准备工作,毛坯制造,零件的机械加工、特种加工、热处理和表面处理,部件和产品的装配、调整、检验、试验、涂漆和包装等。

在现代生产中,为了便于组织专业化生产以提高产品质量和劳动生产率,一种产品的生产往往由许多工厂联合起来共同完成,这样,一个工厂的生产过程往往是整个成品生产过程的一部分。某个工厂的生产过程又可划分为若干个车间的生产过程。各个车间的生产过程都具有各自的特征,同时又是互相联系的。

1.1.2 工艺过程及其组成

1. 工艺过程

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。它是生产过程中的主要部分。采用机械加工的方法,直接改变毛坯的形状、尺寸和表面质量等,使其成为零件的全过程称为机械加工工艺过程。装配工艺过程是把零件及部件按一定的技术要求装配成合格产品的过程。

2. 机械加工工艺过程的组成

机械加工工艺过程是由一个或若干个按顺序排列的工序所组成的。工序是工艺过程的基本组成部分,又是生产计划、质量检验、经济核算的基本单元,也是确定设备负荷、配备工人、安排作业工时定额以及工具数量等的依据,每个工序又可分为若干个安装、工位、工步和走刀。

(1) 工序

工序是一个(或一组)工人在一个工作地对一个(或同时对几个)工件所连续完成的那一部分工艺过程。区分工序的主要依据是工作地(设备)、加工对象(工件)是否变动以及加工是否连

续完成。如果其中之一有变动或加工不是连续完成,则应划分为另一道工序。

例如,图 1.1 所示的阶梯轴,单件小批量生产时,其工艺过程如表 1.1 所示;大批大量生产时,其工艺过程如表 1.2 所示。

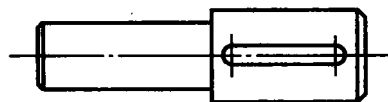


图 1.1 阶梯轴

表 1.1 单件小批量生产的工艺过程

工序号	工序内容	设备
1	车一端面,钻中心孔,调头车另一端面,钻中心孔	车床
2	车大外圆及倒角,调头车小外圆及倒角	车床
3	铣键槽,去毛刺	铣床

表 1.2 大批大量生产的工艺过程

工序号	工序内容	设备
1	车端面,钻中心孔,车端面,钻顶尖孔	车床
2	车大外圆及倒角	车床
3	车小外圆及倒角	车床
4	铣键槽	铣床
5	去毛刺	钳工台

从表中可以看出,由于生产规模不同,工序的划分及每个工序所包含的加工内容是不同的。

(2) 安装

将工件正确地定位在机床上,并将其夹紧的过程称为安装。在一道工序内可以包括一次或几次安装。在表 1.1 的工序 1 和 2 中都是两次安装,而在工序 3 以及表 1.2 的各道工序中均是一次安装。

应该注意,在每一道工序中,应尽量减少工件的安装次数,以免影响加工精度和增加辅助时间。

(3) 工位

工件在一次安装后,在机床上占据的每个加工位置称为工位。为了减少工件的安装次数,常采用各种回转工作台、周转夹具或移位夹具,使工件在一次安装中先后处于几个不同位置进行加工。图 1.2 所示为一种用回转工作台在一次安装中顺序完成装卸工件、钻孔、扩孔和铰孔四个工位的实例。

(4) 工步

在加工表面、切削工具和切削用量(不包括切削深度)不变的条件下所连续完成的那一部分工序称为工步。一个工序可包括几个工步,也可能只有一个工步。如表 1.1 工序 1 中,包括四个工步,表 1.2 工序 4,5 中只包括一个工步。对一次安装中连续进行的若干个相同的工步,例如图 1.3 所示零件上四个 $\phi 15$ mm 孔钻削,可写成一个工步——钻 4- $\phi 15$ mm 孔。

为了提高生产率,用几把刀具同时加工几个表面的工步,称为复合工步,如图 1.4 所示。在工艺文件上,复合工步应视为一个工步。

(5) 走刀

切削刀具从被加工表面上切下一层金属层,即为一次走刀,一个工步可包括一次或几次走刀。

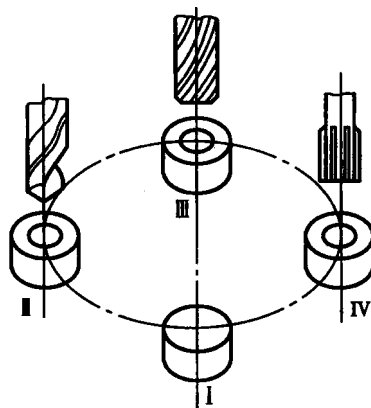


图 1.2 多工位加工

工位 I—装卸工件;工位 II—钻孔;
工位 III—扩孔;工位 IV—铰孔

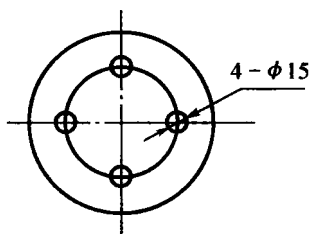


图 1.3 简化相同工步的实例

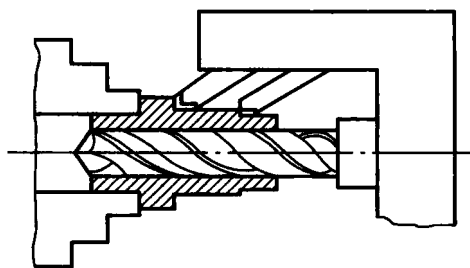


图 1.4 复合工步

1.1.3 生产纲领和生产类型

1. 生产纲领

生产纲领是指企业在计划期内应当生产的产品产量和进度计划。计划期通常定为一年,所以也称年产量。零件的生产纲领要计入备品和废品的数量。生产纲领的大小对零件加工过程和生产组织起着重要作用,它决定了各工序所需专业化和自动化的程度,决定了所应选用的工艺方法和工艺装备。

零件年生产纲领可按下式计算,即

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

式中 N ——零件的年生产纲领,件/年;
 Q ——产品的产量,台/年;
 n ——每台产品中该零件的数量,件/台;
 $a\%$ ——备品的百分率;
 $b\%$ ——废品的百分率。

2. 生产类型

根据产品的大小和特征、生产纲领、批量及其投入生产的连续性,可分为单件生产、成批生产及大量生产三种生产类型。具体划分如表 1.3 所示。

表 1.3 生产类型和生产纲领的关系

生产类型	零件的年生产纲领/件		
	重型零件 (30 kg 以上)	中型零件 (4 ~ 30 kg)	轻型零件 (4 kg 以下)
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

(1) 单件生产

单件生产的基本特点是生产的产品种类繁多,每种产品制造一个或少数几个,而且很少重复生产。例如,重型机械产品制造、大型船舶制造及新产品的试制等都属于单件生产。

(2) 成批生产

成批生产的基本特点是产品的品种多,同一产品均有一定的数量,能够成批进行生产,生产呈周期性重复。例如,机床、机车、纺织机械的制造等多属于成批生产。

每一次投产或产出同一产品(或零件)的数量称为批量。按照批量的多少,成批生产又可分为小批、中批、大批生产。在工艺上,小批生产和单件生产相似,常合称为单件小批生产;大批生产和大量生产相似,常合称为大批大量生产。

(3) 大量生产

大量生产的基本特点是产品的品种单一而固定,同一产品的产量很大,大多数机床上长期重复地进行某一零件的某一道工序的加工,生产具有严格的节奏性。例如,汽车、拖拉机、轴承

的制造多属于大量生产。

3. 各种生产类型的工艺特征

生产类型不同,产品制造的工艺方法、所采用的加工设备、工艺装备以及生产组织管理形式均不相同。各种生产类型的工艺特征如表 1.4 所示。

表 1.4 各种生产类型的工艺特征

特点 \ 类型	单件生产	成批生产	大量生产
加工对象	经常改变	周期性改变	固定不变
毛坯的制造方法及加工余量	铸件用木模,手工造型,锻件用自由锻。毛坯精度低,加工余量大	部分铸件用金属模,部分锻件采用模锻。毛坯精度中等,加工余量中等	铸件广泛采用金属模机器造型。锻件广泛采用模锻以及其他高生产率的毛坯制造方法。毛坯精度高,加工余量小
机床设备及其布置形式	采用通用机床。机床按类别和规格大小采用“机群式”排列布置	采用部分通用机床和部分高生产率的专用机床。机床设备按加工零件类型分“工段”排列布置	广泛采用高生产率的专用机床及自动机床。按流水线形式排列布置
夹具	多用标准夹具,很少采用专用夹具,靠画线及试切法达到尺寸精度	广泛采用专用夹具,部分靠画线进行加工	广泛采用先进高效夹具,靠夹具及调整法达到加工要求
刀具和量具	采用通用刀具与万能量具	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
对操作工人的要求	需要技术熟练的操作工人	操作工人需要有一定的技术熟练程度	对操作工人的技术要求较低,对调整工人的技术水平要求较高
工艺文件	有简单的工艺过程卡片	有较详细的工艺规程,对重要零件需编制工序卡片	有详细编制的工艺文件
零件的互换性	广泛采用钳工修配	零件大部分有互换性,少数用钳工修配	零件全部有互换性,某些配合要求很高的零件采用分组互换
生产率	低	中等	高
单件加工成本	高	中等	低

1.1.4 机械加工工艺流程

1. 机械加工工艺流程的概念

在具体生产条件下,较合理的机械加工工艺流程的各项内容按规定的形式书写成的工艺文件,称为机械加工工艺流程。

2. 工艺流程的作用

工艺流程是机械制造厂最主要的技术文件之一,它决定了整个工厂和车间各组成部分之间在生产上的内在联系,其具体作用如下。

(1) 工艺流程是指导生产的主要依据。按照工艺流程进行生产,可以保证产品质量和提高生产效率。

(2) 工艺流程是生产组织和管理工作的基本依据。在产品投产前可以根据工艺流程进行原材料和毛坯的供应,专用工艺装备的设计和制造,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。

(3) 工艺流程是新建、扩建工厂或车间的基本资料。在新建或扩建工厂、车间时,根据产品零件的工艺流程及其他有关资料来正确地确定生产所需要的设备种类、规格和数量;计算出车间所需面积和生产工人的工种、等级及数量;确定车间的平面布置和厂房基建的具体要求,从而提出筹建计划。

(4) 先进的工艺流程还能起着交流和推广先进经验的作用。

3. 工艺流程的类型和格式

工艺流程主要包括机械加工工艺流程卡片、机械加工工艺卡片、机械加工工序卡片等。

(1) 机械加工工艺流程卡片

作为生产管理方面文件,以工序为单位简要说明产品(或零、部件)的加工过程。一般不用作直接指导工人操作。但在单件小批生产中,常用这种卡片指导生产。机械加工工艺流程卡片格式如表 1.5 所示。

(2) 机械加工工艺卡片

以工序为单位详细说明产品(或零、部件)整个工艺过程的文件。内容包括零件的材料、质量、毛坯的制造方法、工序内容、工艺参数、操作要求及采用的设备和工艺装备等。它是用来指导工人生产和帮助车间管理人员、技术人员掌握整个零件加工过程的一种主要技术文件。广泛用于成批生产的零件和小批生产中的主要零件。机械加工工艺卡片格式如表 1.6 所示。

(3) 机械加工工序卡片

在工艺过程卡片或工艺卡片的基础上,按每道工序所编制的一种工艺文件,一般配有工序简图,并详细说明该工序中每个工步的加工内容、工艺参数、操作要求以及所用设备和工艺装备等。它是直接指导工人生产的一种工艺文件,多用于大批、大量生产的零件和成批生产中的重要零件。机械加工工序卡片格式如表 1.7 所示。

4. 制定工艺规程的基本要求

(1) 工艺方面

工艺规程应全面、可靠和稳定地保证产品达到设计上所要求的尺寸精度、形状精度、位置精度、表面质量和其他技术要求。

(2) 经济方面

工艺规程要在保证产品质量和完成生产任务的条件下,使生产成本最低。

(3) 技术方面

工艺规程应在充分利用本企业现有生产条件的基础上,尽可能采用国内外先进工艺技术和经验,并保证良好的劳动条件。

(4) 生产率方面

工艺规程要在保证技术要求的前提下,以较少的工时来完成加工制造。

5. 制定机械加工工艺规程的原始资料

在制定工艺规程时,通常应具备下列原始资料:

(1) 产品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) 现有生产条件,包括毛坯的生产条件,加工设备和工艺装备的规格及性能,工人的技术水平,专用设备及工艺装备的制造能力;

(5) 国内外同类产品的有关工艺资料及必要的标准手册。

6. 制定机械加工工艺规程的步骤

制定零件机械加工工艺规程的主要步骤:

(1) 分析零件图和产品装配图;

(2) 确定毛坯类型和制造方法;

(3) 拟定工艺路线;

(4) 确定各工序的加工余量、计算工序尺寸及公差;

(5) 确定各工序的设备、刀具、夹具、量具以及辅助工具;

