

高等学校教材

自动武器制造工艺学

唐庆源 董存学 编著

兵器工业出版社

内 容 简 介

本书系统地阐述了自动武器制造工艺理论基础,机械加工工艺规程设计和自动武器典型零件的制造与装配。

全书共分九章,包括:自动武器制造过程概述,机械加工精度,机械加工表面质量,结构工艺性,机械加工工艺规程的制订,枪管制造,机匣制造,枪机制造和自动武器的装配。

本书是自动武器专业的专业工艺教材,也可作为机械制造工艺及设备专业的参考书和深孔加工技术研究生的主要参考书,还可作为职工大学、业余大学机械类专业的工艺教材和有关工程技术人员参考书。

本书由杨惠民主审,经枪炮教学指导委员会陆家鹏委员复查同意作为教材出版。

自动武器制造工艺学

唐庆源 董存学 编著

兵器工业出版社 出版

(北京市海淀区车道沟10号)

新华书店总店科技发行所发行

各地新华书店经销

顺义县后沙峪印刷厂印装

开本: 787×1092 1/16 印张: 20.25 字数: 496千字

1990年5月第1版 1990年5月第1次印装

印数: 1~1000 定价: 4.40元

ISBN 7-80038-128-5/TJ.19(课)

(内部发行)

前 言

本书是按照原兵器工业部教材编审室的要求,根据华东工学院与太原机械学院自动武器专业教学计划所规定的学时数(72~80学时)以及其教学大纲所规定的内容而编写的。考虑到尺寸链和机床夹具设计在本专业现已设为独立的课程,且有专著供其使用,所以在本书中不包含上述内容。

本书是在总结过去教学经验、专题研究和生产实践的基础上,吸取国内外先进生产经验和新的科学技术,对原教材进行大量的更新和增删之后而写成的。与原教材相比,加强了工艺理论基础,充实了结构工艺性,突出了工艺规程的制订,增补了科研成果和新的科学技术(如成组技术、计算机辅助制造和单管喷吸钻等)。由于加强了基础,更新了内容,突出了重点,所以本书既适合于兵器生产方面的需要,又可满足军民两用的要求。

本书由华东工学院唐庆源、太原机械学院董存学编著,由唐庆源任主编。书中第一、二、三、四、五、六章由唐庆源编写,第七、八、九章由董存学编写。全书由华东工学院杨惠民教授担任主审,由陆家鹏教授担任责任编委,他们对本书提出了许多宝贵意见,并进行了审改,在此特向他们表示感谢。

由于编者水平有限,加之编写时间仓促,书中存在的缺点和错误,实难避免,恳请读者批评指正。

编著者

1987年9月

目 录

前言

第一章 自动武器制造过程概述	(1)
第一节 自动武器的生产过程和工艺过程.....	(1)
一、生产过程和工艺过程.....	(1)
二、机械加工工艺过程的组成.....	(2)
第二节 生产纲领与生产类型.....	(4)
一、生产纲领.....	(4)
二、生产类型.....	(4)
第三节 自动武器制造的特点.....	(6)
一、生产组织方面的特点.....	(6)
二、制造工艺方面的特点.....	(7)
第二章 机械加工精度	(9)
第一节 概述.....	(9)
一、加工精度的概念.....	(9)
二、获得加工精度的方法.....	(9)
三、影响加工精度的因素.....	(12)
四、研究加工精度的方法.....	(12)
第二节 影响机械加工精度因素的分析.....	(13)
一、加工原理误差.....	(13)
二、机床误差.....	(14)
三、夹具误差.....	(20)
四、刀具的制造误差与磨损.....	(20)
五、工件安装误差.....	(21)
六、调整误差.....	(21)
七、工艺系统受力变形所引起的误差.....	(23)
八、工艺系统的热变形所引起的误差.....	(39)
九、工件内应力的重新分布所引起的误差.....	(45)
十、度量误差.....	(48)
第三节 加工总误差的分析计算.....	(49)
一、加工误差的性质.....	(49)
二、加工误差的合成.....	(50)
第四节 加工误差的统计分析法.....	(51)
一、分布图分析法.....	(51)
二、点图分析法.....	(58)

三、机床的调整·····	(61)
第五节 机械加工的经济精度·····	(65)
第三章 机械加工的 表面质量 ·····	(68)
第一节 概述·····	(68)
第二节 表面质量对零件和产品使用性能的影响·····	(69)
一、对耐磨性的影响·····	(70)
二、对疲劳强度的影响·····	(73)
三、对配合性质的影响·····	(73)
四、对耐腐蚀性的影响·····	(74)
第三节 产生表面粗糙度的原因及减小措施·····	(74)
一、切削加工·····	(74)
二、磨削加工·····	(80)
三、进一步减小表面粗糙度的加工工艺·····	(82)
第四节 表面层机械物理性能改变的原因及其影响因素·····	(85)
一、表面加工硬化·····	(85)
二、磨削烧伤·····	(86)
三、表面层残余应力·····	(87)
第四章 结构工艺性 ·····	(93)
第一节 概述·····	(93)
第二节 产品(武器)的结构工艺性·····	(96)
第三节 切削加工零件的结构工艺性·····	(98)
一、切削加工对零件结构提出的要求·····	(99)
二、切削加工零件的结构工艺性·····	(99)
第四节 零部件结构的装配工艺性·····	(124)
一、产品或部件中所包含的零件数目应尽可能少·····	(124)
二、产品部件应是独立的和能互换的,应能平行地进行装配·····	(125)
三、零部件的结构应便于装配,易于拆卸·····	(126)
四、装配时不需机械加工或很少进行机械加工·····	(129)
五、保证零件和部件在装配时的互换性·····	(129)
第五节 结构工艺性的评定·····	(131)
第五章 机械加工工艺规程的制订 ·····	(133)
第一节 概述·····	(133)
一、工艺规程的作用·····	(133)
二、制订工艺规程的原则·····	(134)
三、制订工艺规程时所需的原始资料·····	(135)
四、制订机械加工工艺规程的步骤·····	(135)
第二节 根据生产纲领确定生产类型·····	(136)
第三节 零件图的研究与分析·····	(137)
一、检查零件图的完整性与正确性·····	(137)

二、分析零件图的技术要求是否合理	(137)
三、审查零件材料的选用是否恰当	(137)
四、对零件的结构工艺性进行审查	(137)
第四节 毛坯的选择	(138)
一、毛坯的种类	(138)
二、毛坯的选择	(139)
三、毛坯尺寸的确定及毛坯图的绘制	(139)
第五节 定位基准的选择	(141)
一、基准的概念	(141)
二、定位基准的选择	(141)
第六节 工艺路线的拟订	(146)
一、表面加工方法的选择	(146)
二、加工阶段的划分	(152)
三、工序的集中和分散	(154)
四、加工顺序的安排	(155)
第七节 机床及工艺装备的选择	(158)
一、机床的选择	(158)
二、工艺装备的选择	(159)
第八节 加工余量与工序尺寸的确定	(160)
一、加工余量的概念	(160)
二、加工余量的确定	(161)
三、工序尺寸及其公差确定	(164)
第九节 切削用量的选择	(165)
一、粗加工时切削用量的选择	(165)
二、精加工时切削用量的选择	(167)
第十节 时间定额的确定	(167)
第十一节 工艺方案的技术经济分析	(170)
一、工艺成本	(170)
二、工艺方案的比较方法	(171)
第十二节 提高机械加工劳动生产率的基本途径	(173)
一、改进产品的结构设计	(173)
二、缩短单件时间定额	(173)
三、采用先进的工艺方法	(176)
四、进行高效及自动化加工	(176)
第十三节 成组技术 (GT)	(180)
一、概述	(180)
二、成组技术的工艺准备	(181)
三、成组技术的生产组织形式	(184)
四、成组技术的技术经济效果	(185)

第十四节 计算机辅助制造 (CAM)	(186)
一、机床的计算机控制	(186)
二、计算机辅助制造 (CAM) 系统	(187)
三、计算机辅助工艺规程编制 (CAPP)	(190)
第六章 枪管制造	(192)
第一节 枪管的结构与技术要求	(192)
一、内膛的结构与技术要求	(192)
二、枪管外表面的结构与技术要求	(195)
第二节 枪管的材料和毛坯	(196)
一、枪管的工作条件及对材料的要求	(196)
二、选择材料的原则	(196)
三、常用的枪管钢	(197)
四、枪管用的毛坯	(198)
第三节 枪管的制造过程	(199)
一、枪管制造的特点	(199)
二、枪管制造中工序的种类	(199)
三、枪管的制造过程	(200)
第四节 枪管的深孔钻削	(204)
一、对深孔钻削工序所提出的要求	(204)
二、深孔钻削的特点、困难及解决困难的措施	(204)
三、深孔钻削的方式	(205)
四、深孔钻削用的刀具	(206)
五、深孔钻削用的机床	(216)
六、深孔钻削用的冷却润滑液及切削用量	(217)
七、深孔钻削的质量分析	(218)
八、提高深孔钻削生产率的途径	(220)
第五节 枪管的深孔铰削	(220)
一、概述	(220)
二、深孔铰刀	(222)
三、深孔铰削所用的机床	(224)
四、深孔铰削用的切削用量和润滑冷却液	(225)
第六节 枪膛的电解加工	(226)
一、概述	(226)
二、电解加工的基本原理	(227)
三、电解加工枪膛的工艺过程	(229)
第七节 用挤压法形成膛线	(232)
一、概述	(232)
二、用挤压法形成膛线的原理	(232)
三、挤压膛线用的工具——冲头	(234)

四、挤压力及其影响因素的分析·····	(236)
五、挤线用的机床·····	(241)
六、挤线的准备工作和结束工作·····	(242)
七、挤压膛线过程中常见的疵病·····	(243)
八、枪管挤线后的检验·····	(244)
九、枪膛表面的精加工·····	(244)
第八节 枪管弹膛的加工·····	(245)
一、弹膛的加工工序及工步·····	(245)
二、弹膛加工的刀具·····	(246)
三、弹膛加工用的机床·····	(247)
四、弹膛加工后的检验·····	(248)
第九节 枪膛的校直·····	(249)
一、概述·····	(249)
二、枪膛的阴影校直法·····	(249)
第十节 枪管的热处理·····	(252)
第十一节 枪膛表面的镀铬·····	(253)
一、概述·····	(253)
二、镀铬的机理·····	(255)
三、枪膛表面镀铬的工艺过程·····	(255)
四、镀铬后的检验·····	(257)
第十二节 枪管的氧化与磷化·····	(258)
一、氧化处理·····	(258)
二、磷化处理·····	(260)
第十三节 枪管的检验与试验·····	(261)
一、枪管的检验·····	(261)
二、枪管的高压弹射击试验·····	(261)
三、枪管的磁力探伤·····	(262)
第七章 机匣制造 ·····	(265)
第一节 机匣的结构与技术要求·····	(265)
一、机匣的结构·····	(265)
二、机匣的技术要求·····	(267)
第二节 机匣的材料和毛坯·····	(268)
第三节 机匣的机械加工工艺过程·····	(268)
一、矩形机匣的机械加工工艺过程·····	(268)
二、圆筒形机匣的机械加工工艺过程·····	(275)
第四节 机匣主要工序的加工方法·····	(276)
一、矩形机匣主要工序的加工方法·····	(276)
二、圆筒形机匣主要工序的加工方法·····	(278)

第八章 枪机制造	(280)
第一节 枪机的结构与技术要求.....	(280)
一、枪机的结构.....	(280)
二、枪机的技术要求.....	(282)
第二节 枪机的材料与毛坯.....	(283)
第三节 枪机的制造工艺过程.....	(283)
一、类回转体枪机.....	(283)
二、非回转体枪机.....	(286)
第四节 枪机主要工序的加工方法.....	(288)
一、击针孔的加工.....	(288)
二、非回转体枪机的侧面、上平面及底平面的加工.....	(289)
三、类回转体枪机螺旋面的加工.....	(290)
四、枪机弹底窝的加工.....	(291)
五、枪机上的击针销孔、拉壳钩销孔和拉壳钩室孔的加工.....	(293)
第九章 自动武器的装配	(296)
第一节 概述.....	(296)
一、装配精度的概念.....	(296)
二、装配单元.....	(296)
三、装配系统图和装配工艺系统图.....	(297)
第二节 装配工艺规程的编制.....	(298)
一、装配工艺规程的内容及要求.....	(399)
二、装配工艺规程的编制步骤.....	(399)
第三节 自动武器的装配方法.....	(301)
一、互换装配法.....	(301)
二、选择装配法.....	(302)
三、补偿装配法.....	(305)
第四节 自动武器的射击试验.....	(308)
一、闭锁强度和机构动作的灵活性试验.....	(308)
二、射击精度试验.....	(309)
三、互换性试验.....	(310)
四、寿命试验.....	(310)
五、特种试验.....	(311)
主要参考文献	(312)

第一章 自动武器制造过程概述

第一节 自动武器的生产过程和工艺过程

一、生产过程和工艺过程

1. 生产过程

任何一种产品都有各自的生产过程。产品的生产过程是指由原材料到制成产品之间的各个相互联系的劳动过程的总和。它包括：原材料的运输和保管，生产技术的准备工作，毛坯的制造，零件的加工，部件和产品的装配以及检验、试验、油漆和包装等。

自动武器是一种产品，其生产过程所包括的内容，与上述产品的生产过程相同。

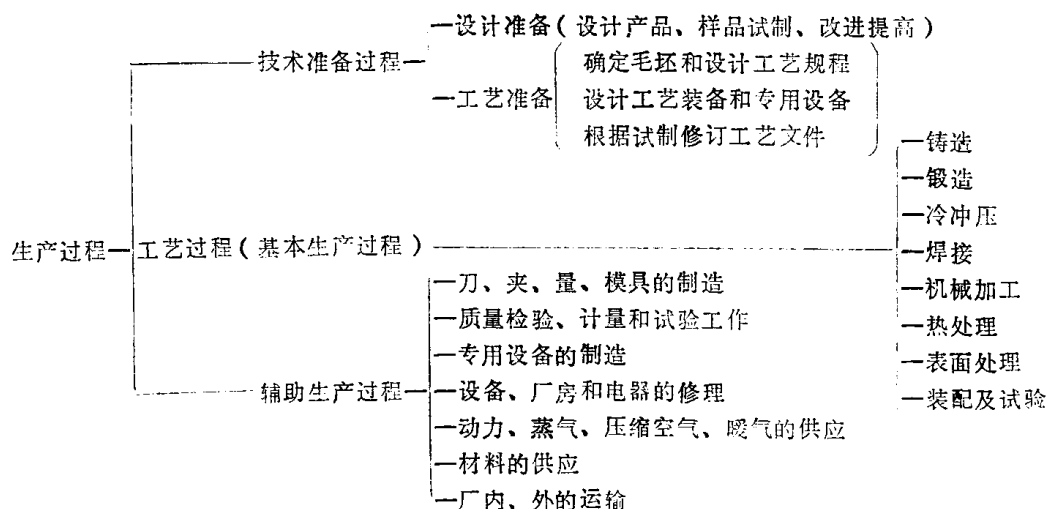
在现代化生产中，某一产品的生产，往往不是由一个工厂来完成，而是由多个工厂协作完成的。一个工厂仅完成生产过程的某些阶段或生产某些零件或部件。这样做，有利于生产的专业化，提高产品质量，提高劳动生产率和降低产品成本。例如生产56式14.5mm 四联高射机枪的工厂，该厂本身只生产枪架的主要部分及整枪的装配，而枪身、瞄准具、轮胎、轴承、滚道用的滚珠等等都是外协件，由其它工厂制造。

一个工厂所负责的那一部分生产过程，称为工厂的生产过程。工厂的生产过程，又可按车间分为若干车间的生产过程。某个工厂或车间所用的原材料或半成品，可能是另一工厂或车间的成品，而它的成品，又可能是某一工厂或车间的半成品。工厂（或车间）的生产过程是产品的生产过程的一部分，它指的是该工厂（或车间）直接把进厂（或车间）的原材料或半成品制造成本厂（或车间）成品的各个劳动过程的总和。

2. 工艺过程

在整个生产过程中，占主导地位的是直接改变工件的形状、尺寸及其材料性能使其最终

表1-1 生产过程的构成



成为零件以及将零件、部件装配成成品的那部分生产过程。该部分生产过程称为工艺过程。它包括：铸造、锻造、冷冲压、焊接、机械加工、热处理、表面处理和装配等工艺过程。

在工艺过程中，机械（切削）加工是其主要部分。机械加工工艺过程指的是：利用金属切削机床按一定顺序对毛坯进行加工以达到零件图上所要求的形状和尺寸（有时也包括达到某些机械性能）的全部过程。讨论这一过程是本教材主要内容之一。

表1-1所示为生产过程的构成。

二、机械加工工艺过程的组成

为了便于分析和拟订工艺过程，便于计划、组织生产和进行经济核算，有必要把工艺过程细分为工序、安装、工位、工步、走刀和操作等几个组成部分。

工序 是指一个（或一组）工人，在一个工作地点（或一台机床）上，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。

工序是工艺过程的基本组成部分，是生产、计划管理的基本单元，也是计算设备负荷、确定生产人员数量、技术等级以及工具数量的依据。

构成工序的有四个要素（工作地点、加工对象、工人和连续作业），任一要素的变更即成为新的工序。

图1-1所示为一联轴器，其工艺过程如表1-2所示。

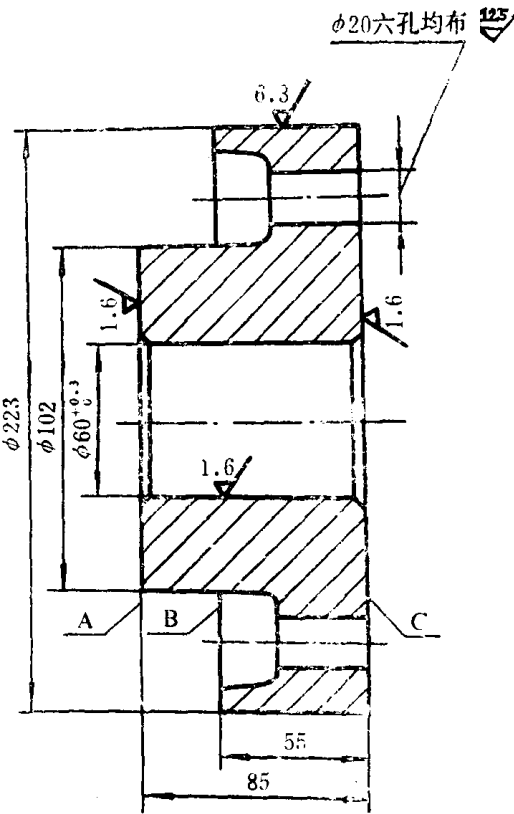


图1-1 联轴器零件图

表1-2 联轴器的加工工艺过程

方案 I（产量小）			方案 II（产量较大）		
工序号	工 序 内 容	设 备	工序号	工 序 内 容	设 备
1	镗孔，车外圆，车端面 C，内孔倒角，车端面 A、B，内孔倒角	车 床	1	镗孔，车外圆，车端面 C，内孔倒角	车 床
			2	车端面 A、B，内孔倒角	车 床
2	钻六个均布孔	钻 床	3	钻六个均布孔	钻 床

安装 工件从装上机床到卸下为止，每装卸一次所完成的那一部分工艺过程称为安装。安装是工序的一部分，在一个工序中，可以只有一次安装，也可以有几次安装。表1-2中的方案 I，其工序1包含两次安装，而方案 II 中的每个工序均只有一次安装。

在每一个工序中，应尽量减少安装次数。因为多一次安装，就多一个误差，而且增加装

卸工件的辅助时间。为了减少安装次数，常采用不需重新装卸工件而能改变工件位置以加工不同表面的夹具，如各种回转夹具等。

工位 采用转位（或移位）夹具、回转工作台或在多轴机床上加工时，工件在机床上安装后，它在机床上所占据的每一个加工位置称为工位。如图1-2所示圆环体两台阶面的加工，如果在普通铣床上利用回转夹具，则可在一次安装中连续加工出两个台阶。图1-2（a）为加工台阶Ⅰ的情况，当加工完台阶面Ⅰ后，拔出定位销1，将带工件的2转180°，让待加工面Ⅱ进入铣削位置，插入定位销，即可进行加工，见图1-2（b）。采用多工位加工，可以减少安装次数，便于保证加工质量，缩短辅助时间，提高劳动生产率。

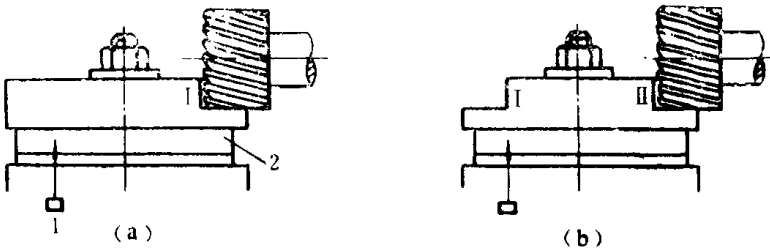


图1-2 圆环体的多工位加工

（a） 工位Ⅰ； （b） 工位Ⅱ
1—定位销； 2—夹具旋转部分

工步 是指被加工表面、切削刀具和切削用量中的转速与进给量均保持不变的情况下所完成的那一部分工艺过程。在表1-2的方案Ⅱ中，其工序1由七个工步组成，即粗、精镗孔，粗、精车外圆，粗、精车端面C和内孔倒角。因粗、精加工所用的刀具和切削用量是不同的，故应算成两个工步。

如果同一零件上的几个加工表面完全相同，所用刀具及切削用量亦不变，为了简化工艺规程，习惯上把它们当作一个工步看待。表1-2中的钻六个均布孔工序即为一个工步。

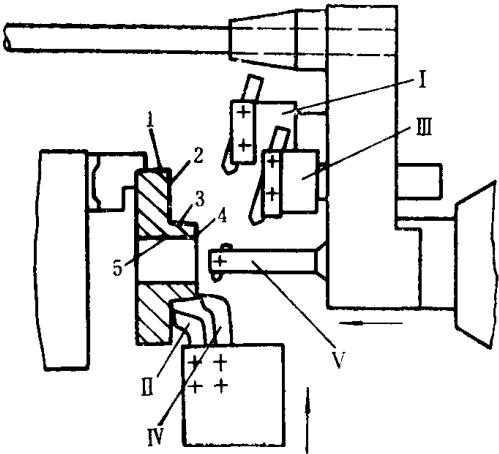


图1-3 复合工步

1、2、3、4、5—被加工表面；Ⅰ、Ⅲ—车外圆；Ⅱ、Ⅳ—车端面；Ⅴ—镗孔

为了提高生产率,有时用几把刀具同时加工几个表面,这种工步称为复合工步。在工艺规程中,亦把它作为一个工步看待。图1-3所示为在六角车床上同时加工几个表面的复合工步的例子。

走刀 一个工步中,若所需切去的金属层很厚,不能一次切完,则可分几次切削,每一次切削称为一次走刀。例如在车床上车削螺纹时往往需要若干次走刀才能完成。

操作 是指在一道工序中,工人所作的辅助性动作。如开车,进刀、退刀、停车、测量、装卸工件等。这些动作不记录在工艺规程中,仅用于确定时间定额。

把机械加工工艺过程细分之后,按一定的格式用图表和文字的形式固定下来,用来指导生产的技术文件,就是机械加工工艺规程。

在编制机械加工工艺规程时,要根据生产规模的大小来确定工艺过程的细分程度。对于小规模生产只需划分到工序,而对于大规模流水线连续生产,为了使每道工序的时间尽量相等,以实现有节奏地生产,这时往往要细分到每个操作,以严格控制每一工序的时间。

第二节 生产纲领与生产类型

一、生产纲领

机械制造厂每年应当生产的产品产量(即年产量)称为生产纲领。生产纲领对工厂的生产过程和生产组织起决定性作用。

制订工艺规程时,只知道工厂的生产纲领是不够的,还必须知道机械加工车间所要生产零件的生产纲领。某零件的生产纲领可按下式计算

$$N_L = N \cdot n \left(1 + \frac{\alpha}{100}\right) \left(1 + \frac{\beta}{100}\right)$$

式中 N_L ——零件的生产纲领;

N ——产品的生产纲领;

n ——在每一产品中所包含该零件的数量;

α ——该零件的备品百分率;

β ——该零件的废品百分率。

二、生产类型

根据产品的大小、特征、生产纲领、批量以及投入生产的连续性,机械制造厂的生产可分为三种不同的生产类型,即单件生产、成批生产和大量生产。

1. 单件生产 单个地或少量地制造不同结构和尺寸的产品,并且以后很少重复,甚至完全不重复的生产,称为单件生产。例如重型机械、大型船只、人造卫星等的制造以及产品试制车间、工装车间和机修车间的生产均属单件生产。

2. 成批生产 一年中分批地制造相同的零件或产品,生产呈周期性的重复,这种生产称为成批生产。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,成批生产又可分为小批、中批和大批生产三种。例如机床、机车、重机枪、大口径机枪、火炮等的生产均属成批生产。

3. 大量生产 当一种产品的制造数量很多,大多数工作地点经常在重复地进行一种工件的某一工序的加工,这种生产称为大量生产。例如汽车、自行车、缝纫机、自动步枪,冲

锋枪等的生产均属大量生产。

生产类型不同，所反映出来的生产特点也不一样。不同的生产类型，其生产组织、生产管理、车间布置、毛坯、设备，工装、加工方法和工人的技术熟练程度等各方面的要求是不同的。因此，在设计工艺规程时应使其与生产类型相适应，只有这样，才能取得最好的经济效益。

产品（或零件）生产类型的划分，通常有两种方法：一种是根据工作地的专业化程度，另一种是根据产品产量的大小。前者又可分为两种方法：工序数目法（各工作地所承担的工序数目的多少，与之相应的类型及所占的比重）与大量系数法（每一个零件的每一道工序所需单件加工时间与该零件平均生产节拍之比），用它们来确定生产类型时，比较复杂，需要大量的统计和计算。为了简化计算，通常采用比较简单的产量法，即根据产品年产量的大小及某些特征（如质量）来确定生产类型，见表1-3。各种生产类型的特征表1-4。

表1-3 生产类型的划分

生产类型		同一产品的年产量（件）		
		重型机械●	中型机械	小型机械
单件生产		< 5	<10	<100
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	>5000	>50000

●重型、中型和小型机械可分别以轧钢机、柴油机和缝纫机作为代表。重型、中型和小型零件通常是指质量>30kg、4~30kg和<4kg的零件。

表1-4 各种生产类型的特征

特征项目	生产类型	单件生产	成批生产	大量生产
1. 产品品种、数量及加工过程的重复性		产品品种多，数量很少，加工过程基本上不重复或很少重复	产品品种较多，数量多，加工过程周期性重复（成批地投产）	产品品种少，数量很多，每台机床经常用于一种零件的一个工序的加工（长期不断重复）
2. 工件的互换性		一般是配对制造，没有互换性，广泛应用钳工修配	大部分有互换性，少数采用钳工修配	全部有互换性，某些精度较高的配合件用分组选择装配
3. 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它高生产率的毛坯制造方法；毛坯精度高，加工余量小
4. 机床设备、自动化程度及其布置		采用通用设备；自动化程度较低；按机床类型排列	使用通用的和部分专用设备；有部分自动化；按机床类型排列，但考虑产品流动方向	广泛采用专用和高生产率设备；自动化程度较高，广泛采用自动线；机床按加工过程流水线顺序排列
5. 夹具		多用标准附件，极少采用专用夹具	广泛使用专用夹具	广泛使用高效能专用夹具
6. 刀具与量具		采用通用刀具和万能量具	较多采用专用刀具及专用量具	广泛采用高生产率的专用刀具和专用量具

续表

特征项目	生产类型	单 件 生 产	成 批 生 产	大 量 生 产
7. 安装方法与尺寸获得方法		广泛采用划线找正安装; 用试切法获得尺寸精度	广泛使用夹具安装, 但仍有一部分划线找正; 用调整法获得尺寸精度	一律采用夹具安装; 用调整法和自动化加工获得尺寸精度
8. 对工人技术水平的要求		要求较高, 需要技术熟练的工人	对少数工人技术水平要求高, 对大部分工人技术水平要求中等	对调整工的技术水平要求高, 对操作工人的技术水平要求较低
9. 工艺规程		很简单, 只编制简单的过程卡片	较详细, 编制详细的过程卡片、重要零件的工艺卡片、关键工序的工序卡片	编制详细的工艺规程, 包括过程卡片、工艺卡片、工序卡片、调整卡片和检验卡片
10. 生产率		低	中 等	高
11. 生产周期		长	中 等	短
12. 成本		高	中 等	低
13. 发展趋势		箱体类复杂零件采用加工中心加工	采用成组技术, 用数控机床或柔性制造系统等进行加工	在计算机控制的自动化制造系统中加工, 并可能实现在线故障诊断、自动报警和加工误差的自动补偿

第三节 自动武器制造的特点

自动武器是一种特殊机械, 其生产与一般机械的生产既有许多共同之点, 又有其独特之点。它的生产特点, 归纳起来有以下两个方面:

一、生产组织方面的特点

1. 按武器种类组织生产工厂

为了合理地利用设备, 简化管理, 提高劳动生产率, 保证产品质量, 自动武器的生产工厂通常是按武器的种类组建的。例如手枪厂、冲锋枪厂、自动步枪厂、机枪厂、大口径机枪厂、航空自动炮厂等。

2. 生产计划严格, 生产组织严密, 生产情况保密

自动武器的生产取决于国防的需要和外贸的要求, 故其生产计划是严格的, 指令性的。为了保证武器的质量, 按时地完成生产计划, 其生产是“封闭”式的, 产品的生产大都在一个工厂内完成, 管理系统也是“封闭”式的, 有严密的组织。

3. 质量要求严格, 层层进行质量把关

由于武器的使用性能要求高, 因此, 对武器的制造质量要求特别严格。工厂除树立“质量第一”的思想外, 还有一个健全有效的质量保证体系, 有一套严格的质量管理制度, 并且工厂还驻有用户的代表(军代表), 对武器的制造质量进行层层把关。

4. 大量生产, 流水作业

由于自动武器的需要量大, 故其生产类型属于大批、大量生产。为了提高生产率, 增加

经济性,适应产品转换和进行战备动员,其生产线一般为流水作业线。

5. 军品生产与民品生产相结合

兵工厂的设计,通常是根据战争时期对武器的需求量来进行设计与组建的。在和平时期,对武器的需要量减小,此时,兵工厂有很大的剩余生产能力。为了挖掘兵工厂的生产潜力,为国家经济建设作出自己应有的贡献,在保证完成军品生产任务的同时,需要大力发展民品生产。军品、民品生产相结合,是历史的必然。

二、制造工艺方面的特点

1. 制造零件用的材料普遍采用钢材,重要零件的材料均采用轻武器专用结构钢(YB 481—80);毛坯广泛采用型锻件、型材和板料;枪身的大部分零件都要经过热处理(淬火与回火)

2. 具有独特的深孔加工工艺

深孔加工比浅孔加工困难。一般所谓深孔,是指孔深 L 与孔径 D 之比等于或大于5的孔。在自动武器的枪管制造中,通常 $L/D=20\sim 50$,有的甚至达100以上。线膛中有多条膛线,弹膛中有多个锥体,它们的尺寸精度要求较高(IT9~11级),表面粗糙度要求较小($Ra\ 0.8\sim 0.1$),同轴度要求也较高。为了把枪管制造出来,需要有大量的特殊设备、工装、专门工艺和特殊工种的技术工人,这是一般民用产品生产中所没有的。

3. 零件小,形状复杂,形面加工多,加工工序多

自动武器工作时,在每一自动循环中,需要完成很多动作。为了保证武器的机动性,要求武器体积小、质量小。这就使得武器零件形状复杂,形面多,外廓尺寸小。例如56式半自动步枪的机匣,用靠模铣削(用于形面加工)工序占整个工序数的38%。

由于武器零件的加工采用流水作业,所以加工工序比较多,通常可达50~100个。例如56式冲锋枪枪管有81个加工工序,56式半自动步枪机匣有124个加工工序。

4. 切削加工量大,材料利用率低

武器零件的表面几乎都要进行机械加工。由于零件形状复杂,毛坯很难接近于零件的形状。零件的形状要通过所谓“剥皮挖心”,切除毛坯上大部分金属来达到,故切削加工量大。其材料利用率,对武器上一些主要零件来说,通常只在0.15~0.25之间。

5. 工艺装备系数大

所谓工艺装备系数 η ,是指某种产品的全部专用工艺装备(专用的刀具、夹具、量具、模具、辅具和自动化装置等)的数量与该产品所包含的不重复零件的数量(除去外购件及标准件)之比,用公式表示为

$$\eta = \frac{\text{专用工艺装备总套数}}{\text{产品中不重复零件的总数}}$$

对于金属切削机床制造, η 在0.4~1.5之间;对于火炮制造, η 在40~50之间;对于自动武器制造, η 可达50以上。

6. 生产量大,而零件和部件没有完全采用完全互换

由于自动武器机构动作复杂,特征量比较多,以这些特征量为封闭环的尺寸链中所包含的零件及其尺寸较多。根据尺寸链原理,封闭环的精度一定时,组成环数愈多,每个环的制造公差便愈小,加工难度便愈大,制造费用增加。为了保证武器的装配精度,同时又不致提高制造成本,尽管武器的生产是大量生产,其装配仍然没有完全采用完全互换的原则,相当一

部分装配采用的是选配、修配和调整的方法。

7. 重视防腐, 注意美观

为了使武器在长期使用或存放中不致生锈, 武器零件要进行防腐处理。根据武器的使用条件, 一般不采用涂漆或浸油的防腐蚀方法, 而是采用氧化、磷化、磷化加涂漆或电镀等防腐蚀处理。某些枪架, 部分零件采用喷漆。

武器不仅要内在质量好, 其外表也应美观、精致, 使战士喜爱自己手中的武器。为此, 有的木托上要制造花色, 金属零件的非配合表面也要减小其粗糙度, 对于单人使用的自动武器, 其外表常用色泽比较美观的氧化处理来进行防腐。

以上是自动武器制造的特点。这些特点不是一成不变的。它随着经济体制改革的深入进行, 国防科技政策的修订以及科学技术、制造工艺的不断发展, 有些特点是会发生变化的。例如兵工厂将由单一的军品生产过渡到军民结合的多品种生产; 在和平时期自动武器的大量生产将转变为多研制少生产; 枪族的出现加速了武器的系列化和零部件的通用化; 新科学、新技术、新材料、新工艺的不断涌现, 武器制造中的大量切削加工部分地将由无切削或无屑加工所代替, 部分金属零件将由塑料零件所代替, 成组技术 (GT)、计算机辅助制造 (CAM)、计算机辅助工艺规程编制 (CAPP) 和柔性制造系统 (FMS) 等将会广泛地应用起来。