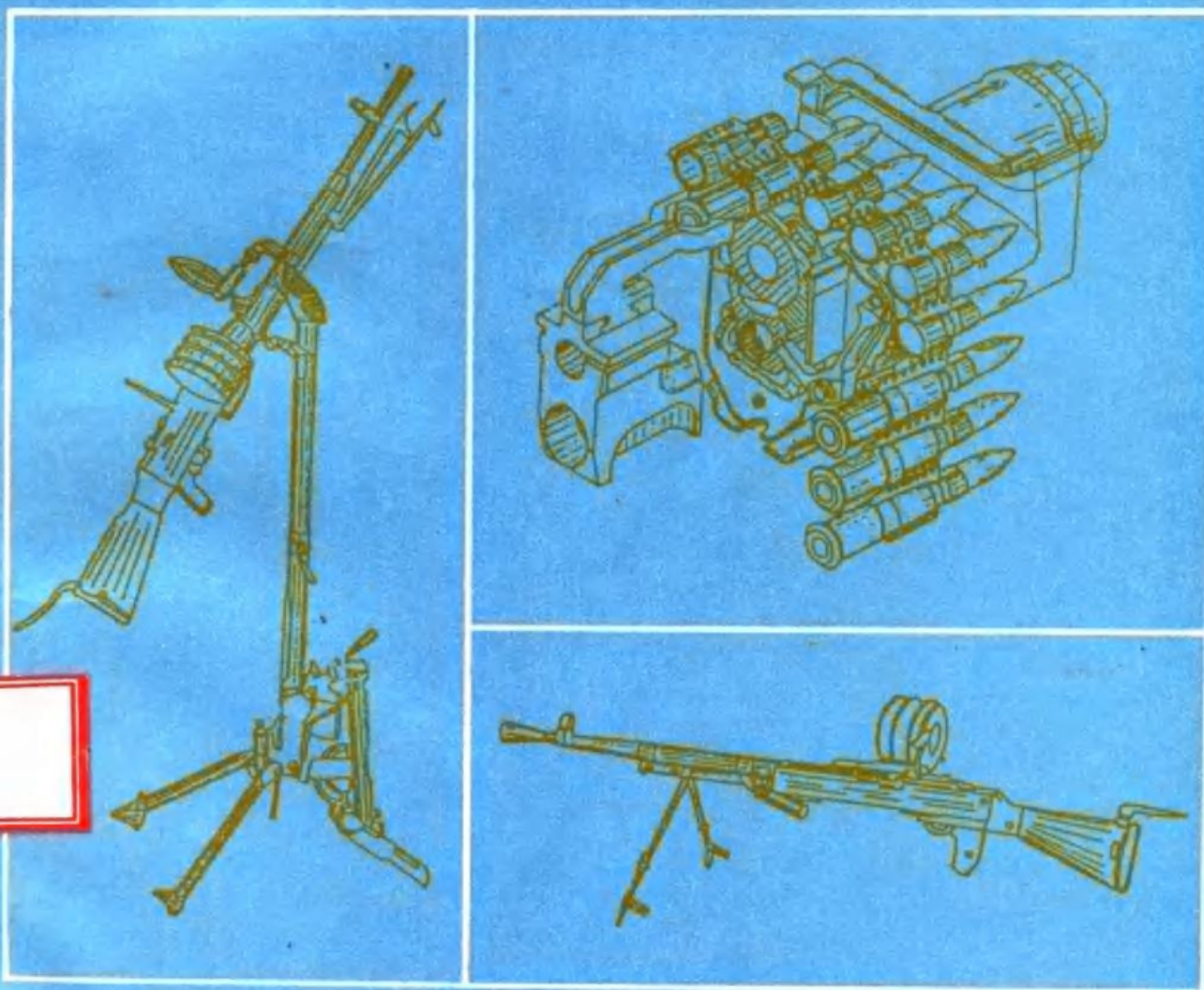


普通高等教育
兵工类规划教材

枪弹药筒制造工艺学

孙镇和 编著



北京理工大学出版社

TJ41
06

92696503

枪弹药筒制造工艺学

孙镇和 编著

4K32/23



北京理工大学出版社



C0336056

内 容 简 介

本书是根据兵器专业指导委员会通过的“枪弹、药筒冲压工艺学”教学大纲编著而成的。本课程的基础是冲压工艺(含冷挤压)与冲模设计。

本书主要介绍枪弹各元件和火炮药筒的冲压工艺与模具设计,枪弹的装配与性能试验。全书共分八章,第一章孟子制造,介绍冲压、冷挤和热挤法制造各种孟子的方法。第二章变薄引伸原理,详细地介绍了各种变薄引伸的基本原理和力学分析。第三章药筒(弹壳)制造,介绍药筒制造工艺及模具设计(含模具CAD)。第四章弹头零件制造。第五章热处理。第六章表面处理。第七章枪弹装配。第八章枪弹药筒的检验与验收,并介绍射击试验中出现的质量问题及原因分析。

本书是枪弹、药筒专业的工艺课教材,也是一本关于变薄引伸的专著。可作为冲压与模具专业技术人员的参考书,也可供军工和民用专业从事变薄引伸件制造的(如炮弹弹体、火箭弹、高压气瓶、煤气罐等)工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

枪弹药筒制造工艺学/孙镇和编著. —北京:北京理工大学出版社, 1996
ISBN 7-81045-103-0

I. 枪… II. 孙… III. 枪弹-药筒-制造-教材 IV. TJ41

中国版本图书馆CIP数据核字(96)第01510号

北京理工大学出版社出版发行

(北京市海淀区白石桥路7号)

(邮政编码100081)

各地新华书店经售

北京房山先锋印刷厂印刷

*

787×1092毫米 16开本 18.5印张 448千字

1995年12月第一版 1995年12月第一次印刷

印数:1—600册 定价:14.70元

※图书印装有误,可随时与我社退换※

出版说明

遵照国务院国发[1978]23号文件精神,中国兵器工业总公司承担全国高等学校兵工类专业教材的规划、编审、出版的组织工作。自1983年兵总教材编审室成立以来,在广大教师的积极支持和努力下,在国防工业出版社、兵器工业出版社和北京理工大学出版社的积极配合下,已完成两轮兵工类专业教材的规划、编审、出版任务。共出版教材211种。这批教材出版对解决兵工专业教材有无问题、稳定教学秩序、促进教学改革、提高教学质量都起到了积极作用。

为了使兵工类专业教材更好地适应社会主义现代化建设需要,特别是国防现代化培养人才的需要,反映国防科技的先进水平,达到打好基础、精选内容、逐步更新、利于提高教学质量的要求,我们以提高教材质量为主线,完善编审制度、建立质量标准、明确岗位责任,建立了由主审审查、责任编委复审和教编室审定等5个文件。并根据兵工类专业的特点,成立了十个专业教学指导委员会,以更好地编制兵工类专业教材建设规划,加强对教材的评审和研究工作。

为贯彻国家教委提出的“抓好重点教材,全面提高质量,适当发展品种,力争系统配套,完善管理制度,加强组织领导”的“八五”教材建设方针,兵总教材编审室在总结前两轮教材编审出版工作的基础上,于1991年制订了1991~1995年兵工类专业教材编写出版规划。共列入教材220种。这些教材都是从学校使用两遍以上、实践证明是比较好的讲义中遴选的,专业教学指导委员会从兵工专业教材建设的整体考虑对编写大纲进行了审查,认为符合兵工专业培养人才要求,符合国家出版方针。这批教材的出版必将为兵工专业教材的系列配套,为教学质量的提高、培养国防现代化人才,为促进兵工类专业科学技术的发展,都将起到积极的作用。

本教材由何志强教授主审,经中国兵器工业总公司《枪炮》专业教学指导委员会,兵总教材编审室审定。

限于水平和经验,这批教材的编审出版难免有缺点和不足之处,希望使用本教材的单位 and 广大读者批评指正。

中国兵器工业总公司教材编审室

1993年8月

序

经过4年多的努力,为自动武器设计与制造专业编写的一套系列教材将陆续出版问世。这是一套具有中国特色的高等院校教学用书,它反映了新中国自建国以来在自动武器教学、生产和科研各方面取得的经验和成就。

我国高等教育中的自动武器专业,始建于50年代中期,是为适应我国自动武器的生产、使用 and 发展的需要而建立的。在建专业初期,曾引进当时苏联同类型高校的专业教材和教学参考书。教师参考这些书籍的译本,写出讲稿进行讲授。

1958年,全国展开了群众性的科研热潮,高等学校中自动武器专业的师生们,根据使用部门的需要赶赴各地的军工厂进行枪械产品的设计实践。他们下厂前先到有关部队进行调查研究,了解部队对准备设计的枪种的性能和使用要求。下厂后与工厂的工人、技术人员相结合,参加了新产品的设计计算、绘图及样品枪的试制工作。到60年代初,几种新设计的枪械经过改进,被定型投产,并交部队使用。同一时期,一部分教师回到学校总结经验,并精心编写出我国自己的专业教材,于是一套属于中国的自动武器专业教材出版了,包括:《自动武器构造及概论》、《自动武器设计原理》、《自动武器气体动力学》、《自动武器架座设计》、《自动武器制造工艺学》和《射击武器实验技术》等六种。

为适应国防现代化的需要,70年代我国轻武器行业,由16个单位(学校、研究所和工厂)的科技人员组成的编写组在南京编写了一部《步兵自动武器及弹药设计手册》(国防工业出版社出版)。全书内容是按照武器和弹药的一般设计程序编排的:上册包括弹道设计、弹头及弹壳设计;中册包括武器总体设计及各机构和装置的设计;下册为分析计算和武器参数的测试以及性能鉴定试验的方法等。同时,华东工学院自动武器专业的一部分教师结合教学需要,进行了教材的修订工作。当时编写出版的教材有:《枪械构造》、《枪械设计原理》和《枪械制造工艺》等。这些教材的特点是:内容全面、深入浅出和结合实际。在国家恢复高考制度以后,教学经验丰富的教师们又编写出版了若干种有关自动武器专业的教学参考书。

80年代以来,自动武器专业培养出的硕士和博士研究生。他们在导师的指导下,对该学科中若干具有重大理论和实践意义的问题,进行了深入的理论分析和实验研究,在他们的学位论文中,提出了有一定学术水平和重要参考价值的新见解,取得了创造性成果。与此同时,自动武器专业的许多教师承担了国家下达的科研项目,对自动武器设计和生产中出现的关键技术问题进行研究,提出了研制新型自动武器所必须的新技术措施和某些新的设计计算方法,也取得了累累硕果。所有这些都进一步发展了自动武器设计理论。

从50年代到80年代经过30多年的努力,各有关院校的自动武器专业为国家培养出了成千名的科技人才。他们在各自的工作岗位上作出了贡献,成为各单位的骨干力量,许多人走上了领导岗位。当前我国常规武器已从仿制转变为自行设计,在自动武器方面,已经有了自行设计的自动手枪、冲锋枪、班用枪族、重机枪和高射机枪等一系列产品。研制人员也取得了极为丰富的设计经验。

1987年,兵工教材编审室提出,在兵工行业工作多年的教授、专家是国家的宝贵财富,必须千方百计地把这笔财富挖掘出来。有效的办法是组织老教师编书。让他们将30多年所积累的专业学识和丰富的教学经验,编写出新的教材或专著,传给后代。这一建议得到了上级领导的支持和兵工院校教师们的热烈响应。经研究,确定以华东工学院和太原机械学院的老教师为主体,编写一套自动武器系列教材,并成立了相应的编写组织。1988年,火炮与自动武器专业教学指导委员会召开了会议,就自动武器专业大学本科的培养目标和基本规格以及系列教材的编写问题进行了认真的讨论。1989年,自动武器系列教材编写领导小组召开了会议,会上确定了自动武器系列教材的课程、教学时数和编写计划。这套系列教材包括:《自动武器构造》、《自动武器结构设计》、《自动武器计算机辅助设计》、《枪弹设计》、《枪弹药筒制造工艺学》、《武器实验学》、《自动武器架座设计》、《自动武器气体动力学》和《自动武器动力学》等九种。同年,经火炮与自动武器专业教学指导委员会审查推荐,由兵工教材编审室聘请了各门教材的主编和编著者,编著工作随即全面展开。

这九种自动武器专业系列教材,构成一个整体,适于配套使用,而每种教材又有其自身的独立性。它不仅是今后自动武器专业的基本教材,并且可以供从事自动武器研制和生产的科技人员参考。在该系列教材编写大纲讨论会上,编著者们都表示要把这套系列教材编写得更好,在启发性、先进性和适用性方面要大大提高一步,要真正编出特色、编出新意、编出水平。

现在自动武器专业系列教材之一:《枪弹药筒制造工艺学》出版了,我谨向编著者们表示祝贺。

于道文

1993年元旦

前言

枪弹和炮弹（含药筒）是现代战争的基本武器，其消耗量极大，质量要求很高，制造工艺也很独特。

建国 40 多年来，我国枪弹、药筒的设计和制造水平有了极大的提高，由仿制、改进的低水平进入了自行研制的高水平。在工艺研究方面取得了许多重大成果，形成了具有我国特色的枪弹、药筒制造工艺。产品性能已达到了国际水平，有些性能指标还超过了某些先进国家。在人才培养方面，苏联专家在 1956~1957 年培养出数名枪弹、药筒专业的研究生，1958 年开始有首批大学本科生毕业。他们在院校、枪弹厂、药筒厂辛勤工作，已成为厂、校的骨干力量。

但是至今还没有一本适于高校教学的枪弹、药筒制造方面的教科书。根据上级部门指示：“把老一辈专业技术人员的知识财富留下来”的精神，编著了本书。

本书总结了作者近 40 年的教学实践和研究成果，尤其是变薄引伸原理和计算机辅助模具设计方面的论著，还吸收了工厂许多实践经验和数据，并尽量使之上升到理论高度。但由于水平所限，书中难免有不妥之处，恳请广大读者批评指正。

在编写过程中王家学高级工程师提供了药筒底部皱折试验的详细资料，研究生邓步华进行了有关性能测试，王航轮同志协助编制了部分计算机程序，孙理同志帮助绘图和数据处理，邓嵩生研究员级高工和张志美副教授也给予了帮助，谨向他们致以衷心的感谢。

南京理工大学查宏振教授对本书作了仔细而认真的审阅，提出了许多宝贵意见，特此致谢。

编著者

1994 年 11 月 30 日

目 录

绪 言	(1)
第一章 孟子制造	(5)
§ 1.1 概述	(5)
§ 1.2 冲孟	(9)
§ 1.3 冷挤孟	(17)
§ 1.4 热挤孟	(31)
§ 1.5 覆铜钢板制造	(42)
第二章 变薄引伸原理	(44)
§ 2.1 概述	(44)
§ 2.2 变薄引伸变形过程的力学分析	(45)
§ 2.3 总引伸应力与引伸力的确定	(54)
§ 2.4 变薄引伸的加工极限	(56)
§ 2.5 多模变薄引伸的力学分析	(61)
§ 2.6 单模连续引伸的力学分析	(67)
§ 2.7 变薄冲孟的变形力学分析	(69)
第三章 药筒(弹壳)制造	(73)
§ 3.1 工艺过程综述	(73)
§ 3.2 工艺设计	(79)
§ 3.3 药筒材料	(81)
§ 3.4 毛坯尺寸确定	(86)
§ 3.5 末次引伸模具设计	(90)
§ 3.6 末前次引伸模具设计	(94)
§ 3.7 中间各道引伸模具设计	(107)
§ 3.8 计算机辅助多模引伸模具设计	(114)
§ 3.9 计算机辅助药筒末前引模模具设计	(117)
§ 3.10 弹壳的打凹与平底	(125)
§ 3.11 药筒的压锥及压底	(132)
§ 3.12 收口	(142)
§ 3.13 切口	(153)
§ 3.14 冲传火孔	(155)
§ 3.15 弹壳的检验与验收	(158)
第四章 弹头零件制造	(161)
§ 4.1 弹头壳制造	(162)
§ 4.2 铅件制造	(171)
§ 4.3 钢心制造	(175)
§ 4.4 斜轧基础知识	(179)

§ 4.5 斜轧钢心·····	(185)
第五章 热处理 ·····	(193)
§ 5.1 再结晶退火·····	(193)
§ 5.2 低碳钢的淬火与调质·····	(196)
§ 5.3 低温退火·····	(201)
§ 5.4 无氧化加热 (保护炉气) ·····	(204)
第六章 表面处理 ·····	(208)
§ 6.1 概述·····	(208)
§ 6.2 表面净化处理·····	(209)
§ 6.3 磷化处理·····	(214)
§ 6.4 钝化·····	(218)
§ 6.5 电泳涂漆·····	(219)
第七章 枪弹装配 ·····	(224)
§ 7.1 弹头装配工艺·····	(224)
§ 7.2 燃烧剂与曳光管·····	(229)
§ 7.3 弹头装配的主要工序·····	(233)
§ 7.4 枪弹底火制造·····	(239)
§ 7.5 成弹装配工艺·····	(240)
§ 7.6 成弹装配的主要工序·····	(241)
第八章 枪弹药筒验收与主要质量问题分析 ·····	(250)
§ 8.1 枪弹的验收·····	(250)
§ 8.2 靶场射击试验·····	(256)
§ 8.3 枪弹射击试验中出现的弹壳质量问题及其原因分析·····	(262)
§ 8.4 枪弹射击试验中出现的弹头质量问题及其原因分析·····	(269)
§ 8.5 枪弹射击试验中出现的底火质量问题及其原因分析·····	(275)
§ 8.6 药筒的验收试验·····	(277)
§ 8.7 药筒验收时出现的质量问题及其原因分析·····	(280)
参考文献 ·····	(283)

绪 言

一、我国枪弹、药筒制造业取得的成就

40多年来,我国的枪弹、药筒制造业经历了仿制、改进和自行研制三个阶段。目前已能研制各种枪弹和药筒,能生产质量很高的枪弹和火炮药筒装备部队。并具有外贸出口的能力。40多年来取得的主要技术成就如下:

(1) 研制成钢弹壳、钢药筒。过去药筒都是用黄铜制造的,枪弹则有黄铜和覆铜钢材料制造。由于研制成用钢棒为原料生产钢弹壳(药筒),因此材料利用率高,省去了铜板或覆铜钢轧制设备(解放前由于没有覆铜钢轧制设备,从国外进口覆铜钢孟子生产枪弹),增加了材料的战时动员性,降低了产品成本。

钢药筒(弹壳)的研制攻克了原材料(成分、性能等)、冲压中的润滑、模具寿命、产品防腐、产品图的更改、射击性能等许多技术难题,是一项重大研究成果。枪弹、药筒工厂是我国最早掌握钢冷挤压工艺的工厂。这项研究始于50年代末,60年代中期已成功地进行生产。然后在民品中逐渐推广。

(2) 合并和简化工序。最早仿制的覆铜钢弹壳工序多达36道。经过改进后工序缩减了近一半,这就大大节省了设备、人力和厂房,缩短了生产周期。

(3) 研究成多模引伸工艺。最早弹壳或药筒引伸次数多达4~5次,每次引伸后都要退火和酸洗(去除氧化皮),因此工序数很多。采用多模引伸工艺后可以把引伸次数缩减至1~2次。这就极大地减少了辅助工序(非冲压工序),同时也增加了末次引伸的加工率,提高了弹壳下体部的强度。未采用多模引伸的药筒厂则减少引伸次数也取得了成果。

(4) 设计制造出多冲头、多工位、高转数、高效率的机床,代替了旧的单冲头、单工位的机床。还制造了组合机床,使几个工序合并在一台机床上,由一个工人操作,节省了人力和场地。还设计制造了弹头壳制造、弹头装配和成弹装配转子自动线。

(5) 采用了中频、高频感应加热,代替了过去电阻加热炉,提高了热效率,改善了劳动条件,缩短了加热时间,提高生产效率20多倍。

(6) 采用涂内口工艺,解决了过去枪弹密封性不良的问题,改善了枪弹的长期储存性能。

(7) 采用了电泳涂漆工艺,解决了钢质弹壳的长期储存问题。

(8) 采用了不少热处理新工艺,提高了产品性能,解决了不少产品质量问题。如低碳钢调质提高钢的综合机械性能,低碳钢淬火获得低碳马氏体提高钢的强度,穿甲钢心局部回火提高穿甲率等。此外还有利用药筒热挤孟后的余热进行淬火等工艺,既利用了余热,又改善了产品性能。

(9) 利用冲压加工代替切削加工。如小口径穿甲弹钢心用冲型后磨尖代替过去的切削加工;大口径穿甲弹心热斜轧成型代替过去的车削钢心。

(10) 采用电子技术进行检测,提高了精度和效率,如电校量机、光电检孔机、靶场的电子测时仪等。

二、与国外先进水平的差距

近年来与国外的商贸洽谈和技术交流明显增加，使我们有机会见到国外的枪弹药筒生产情况。对比之下，我国还存在以下不足：

(1) 生产设备数量多而陈旧。与国外相比，同样产量条件下，我国所需的设备台数、工人总数和所占厂房总面积多。劳动生产率等技术经济指标不高。从外贸角度看也是缺乏竞争力的。

此外，我国枪弹厂的设备更新缓慢，超期服役（以 15 年计）的设备超过 40%，大部分是 50 年代的设备。因此精度差，互换性差，生产效率低。

(2) 工模具加工精度不高。国外模具加工精度以 μ 计，相当于我国的量具公差。由于精度高，生产出的枪弹一致性高。

(3) 包装和检验工序的手工操作多，包装还没有机械化。

(4) 成品表面处理质量和色泽不如国外。尤其是黄铜制品，日久即失去光泽。

(5) 尚未实现无氧化退火，实现此工艺后可以省去酸洗等表面处理工序。

三、国外枪弹生产的基本模式

从已掌握的技术资料分析，国外小口径枪弹有三种模式。

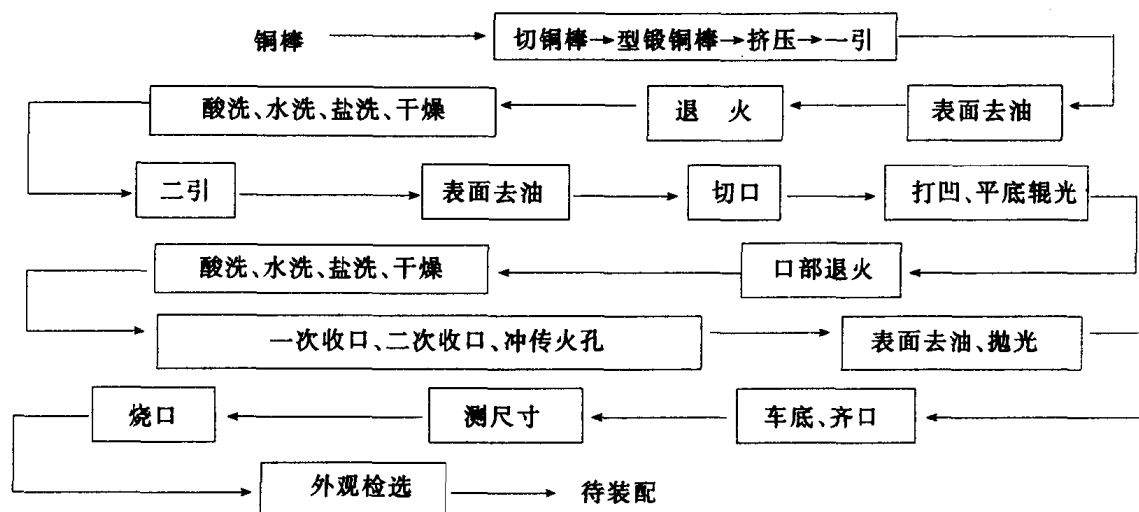
(1) 美国湖城兵工厂枪弹生产模式。美国湖城兵工厂耗资 1.02 亿美元建成当今世界上自动化程度、生产效率和可靠性最高的小口径枪弹制造系统（SCAKP 系统），该系统中每条生产线每分钟生产 1200 发，生产工人 328 名，辅助工人 142 名，枪弹废品率仅为 2~3%，生产效率比常规方法高十倍。

这条生产线生产 5.56 毫米枪弹，是以转子型结构为主组成的自动线，单班年生产力为 1.5 亿发。包括弹壳制造子系统、压底火子系统、弹头制造子系统、装药及装配子系统、弹道试验子系统、过程质量子系统、包装子系统，共计 43 台转子设备。是目前世界上生产枪弹专业化最强的生产模式。由于投资费用昂贵，生产能力过大，技术难度大，我国不宜仿效此种模式。

(2) 西德、比利时模式。西德维茨、惠勒公司给泰国皇家军队枪弹厂提供的小口径枪弹生产线报价单，是以单工序、单台设备为主的连线生产模式，其中用于弹壳生产 42 台、弹头生产 26 台、装配生产 16 台、共计 34 个工序、84 台设备，设备有效利用率为 75%，每分钟理论产量为 480 发。

比利时 FN 公司的生产模式也是以单机为主连线生产方式，其中弹壳生产线 22 台设备，弹头生产线 22 台设备，成弹装配线 13 台设备，共计 57 台单机或组合机床。

(3) 法国模式。法国马特拉·麦努汉公司枪弹厂的生产模式是以单机和组合机床连线组成的 5.56×45 毫米枪弹生产线。其中弹壳生产线由 12 台单机和 4 台组合机床连线组成，弹头生产线由 14 台单机和一台组合机床连线组成，成弹装配由 3 台组合机床连线组成，共计 26 台单机和 8 台组合机床，即由 34 台机床组成，单班年生产能力为 3000 万发。这个模式是我国枪弹厂技术改造的方向。以 5.56 毫米铜弹壳为例，其工艺流程和所用的设备如下（一个方框即为一台设备）：



我国枪弹生产基本上是这种单机与组合机床联线模式，并采用多冲、高转数，只是组合的工序略有不同。

四、枪弹药筒生产的特点

战时弹药的消耗量是惊人的，据二次世界大战的资料介绍，50架飞机空战一分钟可以消耗30万发枪弹。当今战争中每杀伤一个有生目标和每摧毁一个工事所消耗的枪弹和炮弹（含药筒）数量将大大增加。

弹药的消耗量大，对其质量的要求也高。每个军工生产人员必须牢固树立“军工产品，质量第一”的思想，决不能因产品质量而影响部队的战斗力，甚至贻误战机。

弹药制造中不可能对每一个产品都进行性能试验，因为目前对弹药的性能试验都是破坏性的（称为试验的不可复性），这就给生产提出更高的要求，即生产出的产品（至少在同一批中）应具有一致性，这样才能使抽验的产品具有代表性。为此生产工艺必须稳定，并严格控制各种工艺参数（包括工具公差等）。

由于枪弹、药筒具有需要量大、质量与互换性要求高以及试验的不可复性（有的药筒在非战争时期，经整修后可以复装使用）等特点，因此决定其生产特点为：

（1）工艺上采用冷冲压和冷锻（冷挤压）方法。因为冷锻和冷冲压工艺具有生产率高、省材料（属少无切屑加工）、便于实现生产自动化等优点。更主要的是可以利用冲压加工中的加工硬化提高产品的强度，使之达到钢药筒要求的70MPa以上，这是其它加工方法无法实现的。药筒要求在各个不同部位具有不同的强度（对弹壳则用硬度表示），就是利用冲压与热处理（退火或淬火）相结合的方法达到的。

（2）设备方面：采用高生产率的冲床和机床，这些机床的特点是自动送料、高转数、多头（多冲）、多工位、多工序组合。热处理设备多采用高频或中频感应加热方式，并向无氧化加热方向努力。工序间采用自动传送工件。在国外为了节省厂房面积甚至把表面处理和冲压都安排在同一厂房内。

（3）检验方面：工序中的检验广泛采用界限量规和专用量具。零部件及成品100%的进行检验，尺寸及重量的检验采用专用的较量机和称量机，可以自动剔出不合格品，并分类堆放。外观检验已半机械化，并向全自动化方向努力。由于射击试验的不可复性，采取编批后抽样检验法。

(4) 模具方面：采用容易装卸和调整的结构，及寿命高的硬质合金凹模，以减少换模时间和提高产品的一致性。

(5) 生产组织方面：每个车间在一段时间内只生产一个零部件，机床按加工顺序作流水线布置。

(6) 工艺规程必须仔细而慎重地制定，并在操作中严格执行。对于生产中每个环节的任何一点疏忽都会造成很大的损失。

战时对枪弹药筒的需要量是很大的，因此平时应有较大的储备，并更加注意提高质量，改进工艺和设备，研制新产品。非战争期间枪弹仅供给部队训练和演习的消耗，因此产量是不大的，可以进行民品生产，以充分利用现有设备和人力，但由于枪弹、药筒生产设备中专用设备较多，开展民品生产的难度较大。药筒厂生产高压气瓶是较适宜的，枪弹厂则生产小冲压件，尤其是变薄引伸件，或深引伸件。

枪弹的年产量是以亿计数的，因此生产中点滴的节约累计起来也是非常可观的。

第一章 孟子制造

§ 1.1 概 述

药筒和枪弹零件都是圆筒形，制造这些零件时首先要制得一个杯形毛坯（这在军工厂中称为孟子）。杯（孟）形零件的传统制造法是冲下一个圆片，再拉深成孟子（军工厂称为冲孟），见图 1-1 (a) 这种成型方法的最大缺点是材料利用率低，例如对小口径枪弹，采用长料七行交错排样时，材料利用率只有 70% 左右。对大口径零件由于行数少、长度短，材料利用率更低。

弹药是大量消耗的，枪弹成本中原材料占 80%，充分利用材料，降低消耗，无疑具有很大的经济意义。为此，长期以来人们在提高材料利用率（主要是改变毛坯形状）方面作了许多努力，现简述如下：

一、各种成孟方法简介

1. 长方形片料挤圆后冲孟（图 1-1 b）

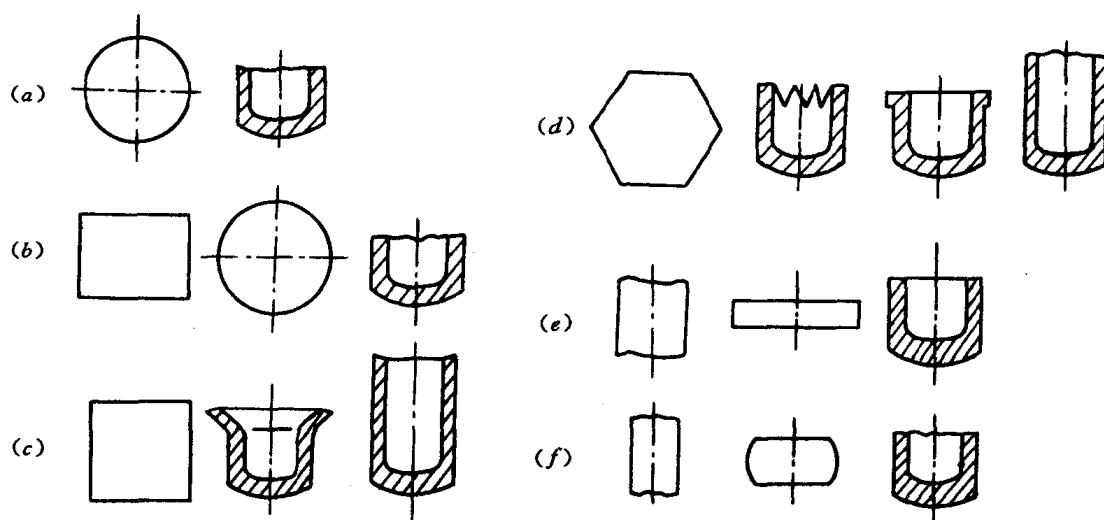


图 1-1 各种成形孟子的方法

(a) 圆片冲孟；(b) 长方片挤圆后冲孟；(c) 四方片挤孟；

(d) 六角形片料冲孟后锻平；(e) 棒料锻成片料后冲孟；(f) 棒料挤压成孟

长方形片料可以用剪床切下，这种形状的毛坯，理论上讲材料利用率可达 100%。挤圆是利用图 1-2 所示的两个带半圆的模板的错动，把长方片挤成圆形的。此法在大口径黄铜弹壳制

造中曾经试用过。但挤圆模具复杂，挤出的圆片厚度不均，故没有推广。

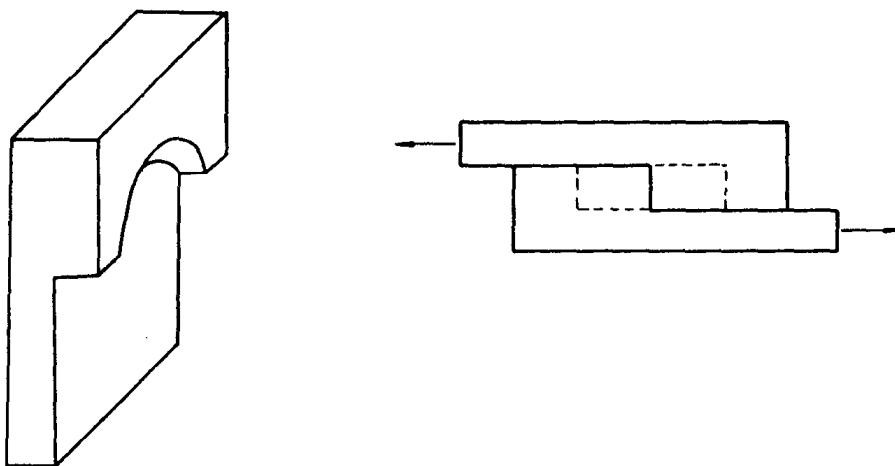


图 1-2 长方坯挤圆方法

2. 方形片料冲挤成圆盂 (图 1-1 c)

如果用方形片料直接冲盂，则孟子口部出现四个尖角，如果冲盂到一定深度后在方形凸缘处沿厚度方向进行挤压 (图 1-3)，根据最小阻力规律，方形凸缘将变圆，用这种孟子引伸后的口部是平齐的。这种方法极大地提高了材料利用率。由于口部挤薄，因而可以减少引伸次数。因为由方变圆需要有一定的厚度变薄量，因此适于较厚材料的成形，如弹壳。其缺点是很难实现送料自动化 (因是无搭边排样)，多排冲压时模具结构复杂，更主要的是它不适合覆铜钢零件的生产，因为在凸缘挤压时厚向流出的金属都无覆铜层，给防腐处理增加了难度，也影响美观。

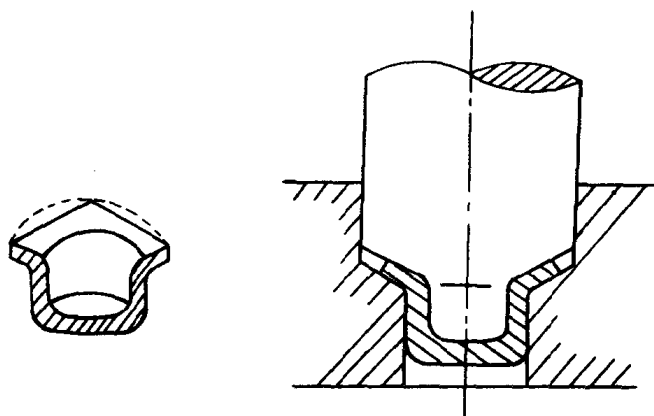


图 1-3 方形片料冲挤成圆盂

3. 六角形片料冲盂后锻平成盂 (图 1-1 d)

六角形毛坯的排样属少搭边排样，多行排样时其材料利用率可达 90% 以上。六角形毛坯

冲孟后孟子口部有六只 120° 的尖角，必须予以镦平后才能使用。

图 1-4 是一次能冲出七个孟子的六方毛坯的排样。冲压的第一步是预冲，即冲去端部的边料。第二步是正常的下料冲孟。由于凹模有一定壁厚，为使凹模能布置得下，只能 1 行和 8 行同时冲压。因此正常冲压开始前三行程只冲下 2、4、6 行的毛坯，第四个行程开始时 1、8 行同时冲压，进入正常冲压。可以想象当条料冲完时，剩下的料头将是由 1、3、5、7 组成的四个长料。因此必须进行第三步，即冲料头。

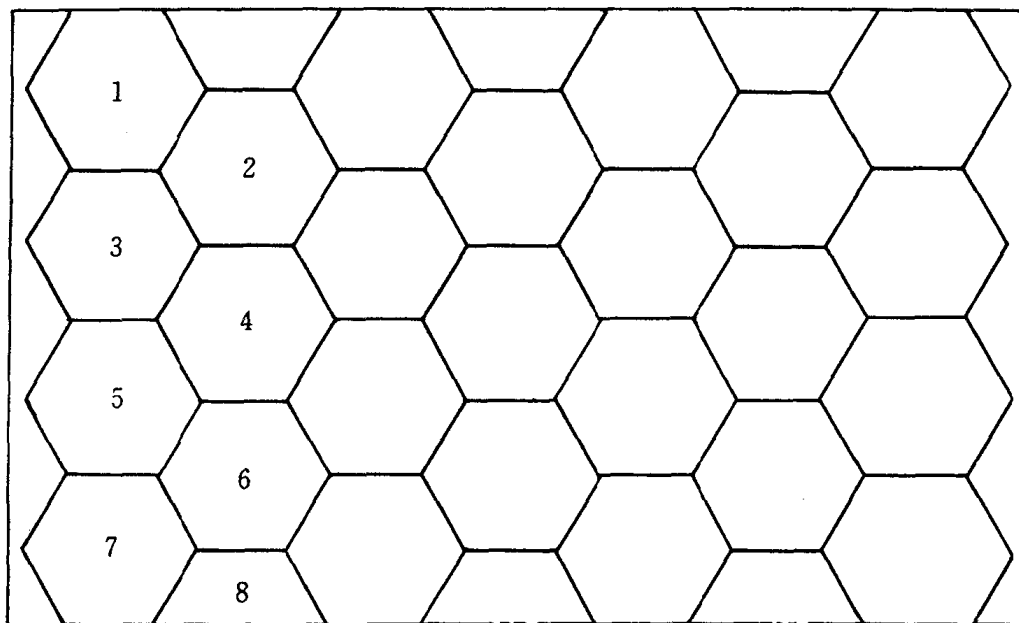


图 1-4 六角形毛坯的下料冲孟

用六角形毛坯制造孟子虽可节省不少原材料，但缺点不少，因此没有推广。其缺点是：

- (1) 模具数量多，至少需要三套。
- (2) 下料冲孟凹模制造困难。
- (3) 送料自动化难于实现，因是少搭边排样。
- (4) 口部镦平工序废品率高，金属很难密合，在以后的加工或射击时产生破口。

4. 棒料切断后镦成圆片冲孟（图 1-1 e）

这种方法与板料冲孟之不同处在于片料不是由板料截取，而是从棒料直接制取，其优点是材料利用率高，尤其对大口径药筒，因为大口径药筒板料冲孟的材料利用率很低。但它增加了加热和表面处理工序。此法多应用于中口径药筒的制造。

5. 棒料切断后直接挤压成孟（图 1-1 f）

随着表面处理、防腐处理和模具制造水平的提高，钢的冷挤压工艺已为人们所掌握。目前三七口径以下的药筒（弹壳）都用钢棒作原料，直接冷挤成孟子。这种方法的优点是材料利用率最高，是最理想的毛坯形状和生产方法。小口径药筒棒料毛坯的切断是采用无切屑加工方法，因此材料利用率接近 100%，直径大的棒料切断采用车切或锯切，材料利用率略低些。由于冷挤压需要较大吨位的压力机，所以大口径药筒都采用热挤孟成型。

成孟的方法虽然很多，但目前在枪弹与药筒制造中仅用冷冲孟（包括棒料下料后镦成片料再冷冲孟）、冷挤孟和热挤孟三种，现对这三种成孟方法作一对比。

二、冷冲、冷挤、热挤三种成孟方法的对比

1. 冷冲孟法（指由板料直接冲孟方法）

优点：

- (1) 孟子精度和表面质量好；
- (2) 模具寿命高；
- (3) 生产率高，便于自动送料，可采用复合工序（下料冲孟）和多冲（七冲）下料冲孟；
- (4) 劳动条件好。

缺点：

- (1) 材料利用率低；
- (2) 允许变形程度较小；
- (3) 金属流线不理想，在孟子底部金属流线与板料轧向平行，制成弹壳后如抓壳钩作用在与流线垂直的位置，则对强度是很不利的。

对于用棒料下料后锻成薄饼再冷冲孟的方法，它具有冷冲孟的优点，还有材料利用率高和金属流线有所改善的优点，其缺点是增加了热锻饼工序和由此带来的加热、酸洗等设备和辅助工序。

2. 冷挤孟法

优点：

- (1) 材料利用率很高；
- (2) 孟子精度和表面质量高；
- (3) 金属流线对抽壳时受力有利；
- (4) 室温下操作，劳动条件好，便于自动化，故生产率高。

缺点：

- (1) 挤压力大，使压力机吨位大；
- (2) 模具寿命低。

3. 热挤孟法

优点：

- (1) 挤压力小，比冷挤小4~8倍，因此使用的压力机吨位较小；
- (2) 允许变形程度大，可以一次挤压出薄壁、长体的孟子，减小引伸次数；
- (3) 与冷挤压相同，有理想的金属流线；
- (4) 可以利用挤压后的余热进行热处理（如调质），改善机械性能。

缺点：

- (1) 孟子精度和表面质量差，必须增加外旋工序（车去孟子的外层），因而降低了材料利用率；

(2) 劳动条件差，因为高温操作，所以高温、润滑油的挥发、石墨（润滑剂）的污染，使工作环境很差；

- (3) 模具寿命低；
- (4) 生产率低，不易实行机械化。

这三种孟子成型方法可作一对比（见表1-1）：