

GUNDUAN GONGYI GUOCHENG
JI MUJU SHEJI

辊锻工艺过程 及模具设计

龚小涛 编著
胡亚民 主审

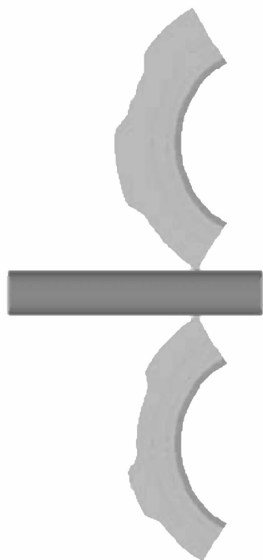


西北大学出版社
NORTHWEST UNIVERSITY PRESS

GUNDUAN GONGYI GUOCHENG
JI MUJU SHEJI

辊锻工艺过程 及模具设计

龚小涛 编著
胡亚民 主审



西北大学出版社
NORTHWEST UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

辊锻工艺过程及模具设计 / 龚小涛编著. —西安: 西北大学出版社, 2016. 9

ISBN 978-7-5604-3927-3

I. ①辊… II. ①龚… III. ①辊锻—生产工艺
②模具—设计 IV. ①TG316 ②TG241.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 202149 号

辊锻工艺过程及模具设计

编 著: 龚小涛

出版发行: 西北大学出版社

地 址: 西安市太白北路 229 号

邮 编: 710069

电 话: 029-88303313

经 销: 全国新华书店

印 装: 西安真色彩设计印务有限公司

开 本: 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张: 23.5

字 数: 500 千字

版 次: 2016 年 9 月第 1 版 2016 年 9 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5604-3927-3

定 价: 48.00 元

内容简介

本书扼要介绍了辊锻技术在我国的发展、应用和辊锻变形的基本理论、基础知识,介绍了制坯辊锻、成形辊锻的工艺流程及模具设计。重点叙述了各种典型辊锻件的辊锻实例,例如小型零件的终锻辊锻成形(含冷成形辊锻)以及板片状零件(如叶片、锄头)、复杂截面零件(如连杆、钩尾框)以及大型长轴类零件(如汽车前轴、矿用输送机销轨)的辊锻成形,介绍了辊锻机选择、辊锻道次确定、辊锻模具设计和寿命以及辊锻模具调试及废次品分析及解决措施等,书中还介绍了有限元模拟软件在辊锻件产品开发和在辊锻模设计上的应用。

本书主要供从事锻压生产和科研的技术人员阅读,也可作为大专院校材料成形与控制工程专业的师生教学使用参考。

序

有幸为西安航空职业技术学院龚小涛同志的《辊锻工艺及模具设计》书作序,我感到无上光荣和无比高兴!

龚小涛在2008年重庆大学读硕士时的研究课题是“异形环件的轧制研究”,当时他的好友柳豪的研究课题是重型卡车前轴辊锻,从而在他心里就埋下了对回转加工发生浓厚兴趣的种子。他搜集了许多关于辗环、辊锻、旋压、径向锻造、摆动辗压等回转加工方面的资料;从2008年起,他就发表过不少关于回转加工方面的文章,他的研究方向与我的研究方向相近,因而和我的接触较多。

他取得硕士学位回到工作岗位以后,仍然对回转加工有着浓厚的兴趣。难能可贵的是他考上了西安交通大学的博士研究生,博士论文的研究内容还是属于回转加工范畴。

他不但对辗环设备和工艺的研究感兴趣,而且对辊锻、摆动辗压设备和工艺研究感兴趣,他对摆动辗压对成形件内部组织的强化影响也非常重视。他在繁忙的工作之余,又花了很多精力收集辊锻方面的资料,编写成我面前这本《辊锻工艺及模具设计》。

我感到光荣和高兴的原因很多,龚小涛读本科的时候曾经是我的学生,现在他又是我西安交通大学的“校友”,他在重庆理工大学读书期间,成绩优良,酷爱科研,在本科学习期间,他参与的《氮气弹簧及其在冷冲模中的应用》项目就曾获得“中国机械工业科技进步三等奖”。

陶行知先生说过,“先生之最大快乐是创造出自己崇拜的学生”。我怎么能不为小涛的成绩高兴?

2015年12月初,我曾有幸到西安见到小涛,他已经是西安航空职业技术学院教务处教务科科长。他还是中国机械工程学会高级会员,中国锻压协会“头脑风暴”专家,中国机械行业职业教学委员会教学信息化专业委员会委员,西安市第七届青年联合会委员。他小小年纪,就获得机械工业科技进步三等奖一项,被国家专利局批准国家实用新型专利3项。为此,我曾写诗一首:

又至长安似返家,阎良古镇现奇葩。渝州脱颖蓝田子,裕后光前不漫夸!

更有缘分的是,我1967年西安交通大学毕业后,服从国家分配到四川绵阳东风工具厂工作。初听这个名字觉得这个厂好像不小,根本不会想到这个集体所有制小厂只有100多人,极盛时期也只有200多人。但就在这个厂,我承担了四川省二轻局的重点科研项目,与重庆大学厂校合作研制“D44-560 辊锻机”,用其代替摩擦压力机辊锻成形钢丝钳,1978年获全国科学大会奖。我那时虽然年轻,但心目中就有写一本关于辊锻的技术专著的梦想。

一方面想推广这项工艺,把自己和师傅们一起自力更生、艰苦奋斗的心得体会、经验教训写下来传之后世,另一方面想让人们了解搞科研,攀登科学工作高峰并不神秘,人人都能参与!

然而,经过多方努力,也只是在1978年由四川省机械科学研究院编辑出版了一本《机械技术资料——辗锻译文专辑》,《机械技术资料》杂志是现在《机械》杂志的前身;同年由四川省科学技术情报研究所出版了《辗锻》专辑。那时“文革”已结束,百废待兴,全是无私奉献,没有一分钱稿费。只是在四川省科学技术情报研究所出版《辗锻》专辑时,可能上面已经有了要恢复稿费的精神,但还没有发放先例和具体的发放标准。四川省科学技术情报研究所给了我3000本《辗锻》专辑,按我们厂所有人头平分,每人20本左右!后来我们在成都参加四川省科学大会时,就把它当样本一样在会场外散发。

多年来我一直重视和关心国内外辗锻技术的发展,80年代初期,吉林工业大学付沛福教授编著《辗锻理论与工艺》(吉林人民出版社1982年版),张承鉴教授主编《辗锻技术》(机械工业出版社1986年版)。这两本书对推动我国辗锻事业大力向前发展起到了不可磨灭的作用。现在这两位前辈都已作古,30多年来,国内再也没有关于辗锻的专著问世。只有在《回转塑性加工工艺及模具》(武汉工业大学出版社)、《锻压手册·锻造》(机械工业出版社)、《锻压技术手册》(国防工业出版社)、《中国材料工程大典》(化学工业出版社)和《特种锻造》(国防工业出版社)书中有关于辗锻的篇章,有关内容几乎均由我撰写。

弹指一挥间,转眼40年过去。2014年9月,山东恒泰车桥公司举行了“高性能商用汽车前轴锻件生产工艺关键技术研发”和“CK5G前轴新产品开发”两个项目的鉴定会,有关项目获2015年山东省泰安市科技进步奖二等奖,我竟然名列第四。

我1943年生,现已73周岁,我正考虑我头脑里的锻压知识和我的许多书籍如何传承下去之时,我发现比我小40岁的龚小涛同学对回转加工如此痴迷,他已经下了那么多功夫,取得了这么多的成绩。怎不令人高兴?

龚小涛博士编著的这本《辗锻工艺及模具设计》,内容丰富,详略得当,结构紧凑,文字流畅,具有独特的写作风格和写作特色。全书内容完全从工厂生产实际出发,属于“应用技术著作”类图书。

辗锻工艺是从锻压工艺和轧钢工艺发展而来。新中国成立后,在本科院校专业设置中开设的锻压专业和轧钢专业。辗锻工艺在当代属《材料成形与控制工程》专业,本书的有关内容都属于“节能环保”“绿色制造”,应用于国家重点推广的“节能减排”行业。

该《辗锻工艺过程及模具设计》以较少的篇幅介绍了辗锻基本知识,如辗锻技术的应用和发展、辗锻自动化及计算机在辗锻上的应用、辗锻基本原理以及辗锻力与辗锻力矩的测定,辗锻-模锻生产线设备的平面布置等(第1章、第2章);简单介绍了辗锻机的基本类型和对辗锻机设计的基本要求,通过介绍一种高刚度D44-560辗锻机,简洁地交代了辗锻模具的主要技术参数的研究以及对辗锻模(含送料导向装置)的安装固定、辗锻模材料的选用与热处理、辗锻模的再制造技术(如堆焊)等(第5章)。

该书第3章简单介绍了制坯辗锻中的单模膛辗锻、多模膛辗锻和周期性辗锻,通过矿用

刮板输送机销轨的辊锻成形实例,介绍了选择辊锻模膛系,设计模膛、确定辊锻道次,设计计算各道次坯料的要点;第4章介绍了影响成形辊锻的工艺因素,如辊锻模公称直径、模膛设计对产品品质的影响,列举了梅花扳手、双头扳手、活扳手、医用敷料镊等小型零件的制坯辊锻和成形辊锻甚至冷辊锻;还介绍了钢丝钳成形辊锻等和柴油机附件调节臂、活扳手三角形活动体、汽车小叉子的多件成形辊锻。

书中专门安排第6章介绍板片状零件如锄头、叶片的辊锻成形,介绍它们的生产工艺、零件几何形状特征、辊锻模设计基本原则、设计步骤和设计要点以及辊锻件废次品缺陷及其防治等。第7章介绍了形状复杂的零件如履带节、连杆辊锻成形的技术特点、金属流动、辊锻模具设计与计算、辊锻模具加工制造,叙述了影响连杆辊锻模具寿命的主要因素,分析了辊锻件废次品缺陷及制定防治方法,特别强调了辊锻设备对辊锻件品质的影响。

第8章介绍了铁路货车钩尾框的辊锻成形,可以利用计算机模拟技术分析钩尾框锻件结构特征,确定钩尾框的初始辊锻工艺方案,确定坯料尺寸、辊锻道次,设计辊锻模模腔,进行废次品分析和提供合理解决措施,确保辊锻模具模腔与辊锻坯料合理匹配,保证产品品质。

第9章介绍了YQ153A、EQ1061、F321、EQ142和M4轻卡前轴等几种典型汽车前轴辊锻工艺流程的确定与辊锻机选型,结合汽车前轴的结构特征和工艺分析,进行工艺设计、锻件图设计、辊锻件图设计,考虑锻件特征和热收缩率、确定原材料尺寸及辊锻道次,合理确定制坯辊锻模(第一道次)、预成形辊锻模和终辊锻模的模膛布置和模膛的具体形状尺寸,还介绍了工艺调试,辊锻模的合理使用和寿命等。

总之,《辊锻工艺及模具设计》的出版无疑是我们锻压界的一件大喜事,它对促进我国辊锻事业的发展一定会大有好处。

本书可供从事锻压生产和科研的技术人员阅读,也可作为大学和职业技术学院材料成形与控制工程专业的师生教学参考。

重庆理工大学材料科学与工程学院 胡亚民

2016年于重庆理工大学

前 言

辊锻成形技术是一种金属连续局部塑性成形加工方法,与模锻成形技术相比,这种成形技术具有工作载荷小,生产效率高,材料消耗少,产品质量优越等特点,具有很更高的技术经济优越性。尤其在航空航天、汽车等民用工业及国防工业系统中的应用日益广泛。

本书扼要介绍了辊锻技术在我国的发展、应用和辊锻变形的基本理论、基础知识,介绍了制坯辊锻、成形辊锻的工艺流程及模具设计。重点叙述了各种典型实例,例如小型零件的终锻辊锻成形(含冷成形辊锻)以及板片状零件(如叶片、锄头)、复杂截面零件(如连杆、钩尾框)以及大型长轴类零件(如汽车前轴、矿用输送机销轨)的辊锻成形,介绍了辊锻机选择、辊锻道次确定、辊锻模具设计和寿命以及辊锻模具调试及废次品分析等,书中还介绍了计算机模拟软件在辊锻件产品开发和在辊锻模设计上的应用。

胡亚民教授是我的大学老师,也是我锻造方面学习的引路人,重庆是我的第二故乡,我在那儿度过了整整十个年头,那里有我的母校重庆大学(获硕士学位)和重庆理工大学(获学士学位)。我是2002年9月跨进重庆理工大学校门的。在重庆理工大学和重庆大学有我许多良师益友。印象最深的是一直战斗在锻压第一线的现已古稀的胡亚民老师。

我在本科读书时,曾随彭成允老师一起搞过《氮气弹簧及其在冷冲模中的应用》科研项目,得过“中国机械工业科技进步三等奖”,我有幸名列第5名。胡亚民老师在此前曾指导过他的学生吴显兵写过一篇文章《氮气弹簧在冷冲模中的应用与设计计算》发表在1999年第11期的《机械工人》上。因而,我也经常和与胡老师一起搞锻压科研课题的我的好朋友赵军华、付传锋往胡老师的办公室跑,自然而然我从那时对锻压就产生了兴趣。

2008年,我有幸考到重庆大学读周杰教授的硕士研究生。周杰教授在国内锻压界也很知名,他的科研团队人员多,兵强马壮,研究的锻压课题(和成果)也很多,例如环轧、辊锻等。硕士三年,我在周教授那儿学到了很多東西。

在从研究生学习阶段起,我一直从事回转塑性加工技术方面的学习和研究,先后获得参与了不少环件辗压、辊锻成形等方面的理论研究和生产实践方面的学习和研究。在学习过程中,我也去看望过胡亚民教授。他看到我在周教授门下攻读硕士学位非常高兴,一直鼓励和督促我从事回转塑性加工技术方面的研究。我拿到硕士学位回西安原单位后,仍然与胡老师保持联系,他还是很鼓励我。

胡老师教授还曾多次专门来西安,到我单位来看我,关心和了解我的工作状况和科研活动。他总是希望帮助我解决研究过程中出现的问题,不断鼓励我勇往直前,不能懈怠,要多写文章,多编写书籍,多动笔杆,多总结自己的工作实践和科研经验。

正是在胡亚民教授的不断鼓励和敦促下,我对辗锻的兴趣越来越浓,我不但把锻压老前辈张承鉴和付沛福老师的书,看了又看,而且看了胡亚民老师关于辗锻方面的论著,收集了胡老师在国内科技期刊上发表的所有辗锻文章。

感谢胡老师对我的关怀,我才敢涉猎辗锻领域,在辗锻的天地驰骋,以致能编写本书才有了本书的出版。本书从谋篇布局编写提纲到题材案例选取等都曾得到胡老师的认真指导。胡老师还不顾年高,对本书初稿进行了认真详细的审阅。

本书共分九章,第1章,辗锻工作原理;第2章,辗锻基本原理;第3章,制坯辗锻;第4章,成形辗锻;第5章,辗锻机和辗锻模具;第6章,锄头、叶片辗锻;第7章,履带节、连杆辗锻;第8章,铁路货车钩尾框辗锻;第9章,汽车前轴辗锻。

本书全部章节均由西安航空职业技术学院龚小涛进行编著,全书由重庆理工大学胡亚民教授负责校稿。

本书的编写得到了西安航空职业技术学院领导的大力支持,山东恒泰车桥有限公司王孝文、刘元伟和湖北三环锻造有限公司陈昌银为本书的编写提供了很多指导性意见,并提供了大量的素材,恒泰车桥有限公司司雨虹为本书绘制了大部分图稿,在此一并表示感谢。

由于我们水平有限、经验不足,在书中还存在不少错误或不妥之处,恳请读者朋友批评指正。

龚小涛

2016年5月于西安交通大学

目 录

序	(1)
前言	(1)
1 辊锻工作原理	(1)
1.1 辊锻工作原理	(1)
1.2 辊锻技术的应用和发展	(3)
1.2.1 辊锻技术的应用	(3)
1.2.2 辊锻技术的发展	(8)
1.3 辊锻-模锻生产线设备的平面布置	(11)
2 辊锻基本原理	(14)
2.1 辊锻咬入条件	(14)
2.1.1 端部自然咬入	(14)
2.1.2 中间咬入	(16)
2.2 辊锻时的展宽、伸长和前滑、滑脱	(17)
2.2.1 展宽	(17)
2.2.2 伸长	(19)
2.2.3 前滑	(21)
2.2.4 滑脱	(24)
2.3 辊锻件的前后壁轮廓及其成形过程	(25)
2.3.1 后壁轮廓成形过程	(25)
2.3.2 前壁轮廓成形过程	(27)
2.3.3 复合变形区前壁轮廓成形过程	(27)
2.4 辊锻件侧壁轮廓成形过程中的侧弯	(29)
2.5 辊锻力与辊锻力矩	(30)
2.5.1 辊锻力	(30)
2.5.2 平均单位压力的计算	(31)
2.5.3 计算平均单位压力的经验数据	(34)
2.5.4 平均单位压力和辊锻力计算实例	(35)
2.5.5 辊锻力的测定方法	(39)
2.5.6 辊锻力矩的测定方法	(41)

2.5.7	辊锻力测试结果	(43)
3	制坯辊锻	(53)
3.1	单模膛辊锻	(53)
3.1.1	在开式模膛里两次或多次辊锻	(53)
3.1.2	锥端辊锻	(59)
3.1.3	在闭式模膛里单次辊锻	(60)
3.2	多模膛辊锻	(61)
3.2.1	开式模膛的多模膛辊锻	(62)
3.2.2	在联合模膛的多模膛辊锻	(70)
3.3	周期性辊锻	(71)
3.3.1	带飞边辊锻	(72)
3.3.2	无飞边辊锻	(73)
3.4	制坯辊锻模具的模膛设计	(75)
3.4.1	确定辊锻道次和选择辊锻模膛系	(75)
3.4.2	各道次坯料设计	(76)
3.4.3	各道次辊锻模膛设计	(78)
3.5	矿用刮板输送机销轨的辊锻成形	(84)
3.5.1	销轨零件工艺分析和锻件图设计	(85)
3.5.2	销轨模锻成形过程的数值模拟	(87)
3.5.3	销轨锻件辊锻制坯工艺与模具模膛设计	(93)
4	成形辊锻	(97)
4.1	成形辊锻道次的确定	(97)
4.2	影响成形辊锻的工艺因素	(98)
4.2.1	金属面积的相对转移和辊锻件设计	(98)
4.2.2	辊锻温度	(99)
4.2.3	辊锻件飞边宽度	(100)
4.2.4	模具的润滑	(101)
4.2.5	锻辊的圆周速度	(101)
4.2.6	模膛表面粗糙度	(102)
4.2.7	辊锻件形状和排列位置	(102)
4.3	辊锻模公称直径的选择	(103)
4.4	模膛设计	(103)
4.4.1	成形辊锻模膛设计	(104)
4.4.2	预成形辊锻模膛设计	(104)
4.4.3	制坯辊锻模膛设计	(106)

4.5	小型零件辊锻	(107)
4.5.1	梅花扳手制坯辊锻	(107)
4.5.2	双头扳手辊锻	(108)
4.5.3	活扳手辊锻	(109)
4.5.4	钢丝钳成形辊锻	(112)
4.5.5	鲤鱼钳成形辊锻	(122)
4.5.6	管子钳钳柄辊锻模具设计	(127)
4.5.7	其他零件或其他形式辊锻	(133)
5	辊锻机和辊锻模具	(140)
5.1	辊锻机的基本类型分类	(140)
5.1.1	按辊锻机两个锻辊中心连线的位置分类	(140)
5.1.2	按锻辊结构分类	(142)
5.1.3	按机身结构分类	(148)
5.2	辊锻机设计的基本要求	(149)
5.3	辊锻机主要技术参数	(150)
5.4	D44-560 楔式终锻辊锻机	(152)
5.4.1	D44-560 楔式终锻辊锻机性能特征	(152)
5.4.2	D44-560 楔式终锻辊锻机的主要结构	(153)
5.4.3	D44-560 楔式终锻辊锻机结构	(156)
5.5	辊锻模具	(161)
5.5.1	几个成形辊锻模参数	(161)
5.5.2	辊锻模安装	(165)
5.5.3	辊锻模具送料装置	(168)
5.5.4	“上压力法”	(171)
5.5.5	辊锻模材料与热处理	(171)
5.5.6	辊锻模堆焊	(183)
6	锄头、叶片辊锻	(187)
6.1	锄头辊锻	(187)
6.1.1	锄头辊锻工艺过程	(188)
6.1.2	锄头辊锻模设计	(189)
6.1.3	锄头辊锻件缺陷及防治	(190)
6.2	叶片辊锻	(192)
6.2.1	叶片锻件的几何形状特征	(193)
6.2.2	叶片辊锻模膛设计基本原则	(194)
6.2.3	叶片辊锻模具的设计步骤和要点	(198)

6.2.4	几种叶片辗锻	(201)
7	履带节、连杆辗锻	(213)
7.1	TH-100 拖拉机履带节辗锻	(213)
7.1.1	TH-100 拖拉机履带节几何特征和工艺分析	(214)
7.1.2	TH-100 拖拉机履带节辗锻成形过程	(215)
7.2	汽车连杆辗锻	(217)
7.2.1	汽车连杆成形辗锻几何特征和工艺分析	(217)
7.2.2	连杆辗锻时金属流动	(222)
7.2.3	连杆辗锻模设计	(226)
7.2.4	连杆辗锻模具加工制造	(231)
7.2.5	连杆辗锻模具寿命	(232)
7.2.6	连杆辗锻件缺陷及防治	(234)
7.2.7	辗锻设备对连杆辗锻件品质的影响	(237)
8	铁路货车钩尾框辗锻	(239)
8.1	钩尾框锻件结构与工艺分析	(239)
8.2	钩尾框的辗锻工艺及辗锻模设计	(241)
8.3	钩尾框辗锻件废次品分析	(243)
8.4	钩尾框分头辗锻制坯、分头模锻工艺及辗锻模设计	(245)
8.5	计算机模拟技术在 13B 钩尾框辗锻制坯上的应用	(247)
8.5.1	钩尾框辗锻方案	(248)
8.5.2	钩尾框成形辗锻数值模拟	(253)
8.5.3	钩尾框成形辗锻缺陷分析	(256)
8.5.4	钩尾框辗锻缺陷防治	(263)
9	汽车前轴辗锻	(271)
9.1	汽车前轴锻件生产	(271)
9.2	YQ153A 前轴辗锻	(277)
9.2.1	YQ153A 汽车前轴件辗锻工艺流程	(277)
9.2.2	YQ153A 汽车前轴件辗锻工艺设计	(281)
9.2.3	YQ153A 前轴辗锻工艺调试过程	(286)
9.2.4	YQ153A 前轴辗锻成形的数值模拟	(289)
9.3	EQ1061 汽车前轴辗锻	(294)
9.3.1	EQ1061 汽车前轴工艺分析	(295)
9.3.2	EQ1061 汽车前轴锻件图设计	(296)
9.3.3	EQ1061 前轴成形辗锻件图设计	(298)
9.3.4	EQ1061 前轴辗锻成形原材料尺寸及辗锻道次选择	(300)

9.3.5	EQ1061 前轴成形辊锻模膛设计	(303)
9.3.6	EQ1061 前轴预成形辊锻模膛设计	(305)
9.3.7	EQ1061 前轴制坯辊锻模膛设计	(310)
9.3.8	EQ1061 前轴辊锻模具模块与模膛布置	(313)
9.3.9	EQ1061 前轴辊锻模寿命	(315)
9.3.10	弯曲模、终锻模设计	(318)
9.4	F321 汽车前轴辊锻	(321)
9.4.1	F321 前轴锻件的工艺分析	(321)
9.4.2	前轴辊锻成形过程及辊锻模模膛设计	(322)
9.4.3	弯曲模和终锻模设计	(329)
9.4.4	F321 前轴辊锻工艺调试	(329)
9.4.5	F321 前轴锻件缺陷及废次品分析	(333)
9.5	EQ142 汽车前轴辊锻	(338)
9.5.1	EQ142 汽车前轴的结构特点及工艺分析	(338)
9.5.2	前轴锻件辊锻工艺设计及计算	(341)
9.5.3	辊锻模具设计	(344)
9.5.4	辊锻工艺试验	(345)
9.6	M4 轻卡汽车前轴辊锻	(345)
9.6.1	M4 轻卡汽车前轴的结构特征	(345)
9.6.2	M4 轻卡汽车前轴辊锻件图设计	(346)
9.6.3	M4 轻卡汽车前轴辊锻工艺过程及模具设计	(348)
	参考文献	(356)

1 辊锻工作原理

1.1 辊锻工作原理

辊锻是轧钢工艺在锻造上的应用和发展,它将轧钢常用的定长模膛改变成与周期轧制相类似的沿轧辊周向不断变化的辊锻模膛,使成形范围大大扩展,也使变形状态复杂化。

辊锻的工作原理是利用一对装有扇形辊锻模的辊子(锻辊),这对辊子的轴线相互平行,辊子的转动方向相反,在旋转中由扇形辊锻模咬入坯料并对其产生压力从而使金属变形,如图 1-1 所示。坯料在充填模膛时,其金属变形特征是高度方向受到压缩,截面积减少,少部分金属展宽,大部分金属沿长度方向流动,从而得到各种变截面锻件或预成形件。

辊锻工艺过程适用于杆件拔长、板坯展宽以及沿杆件轴向分配金属等减少坯料截面的锻造过程,如前轴、转轴、叶片、钩尾框、连杆、扳手、钢丝钳等的制坯及成形等。

辊锻、模锻和轧钢的差异见表 1-1。

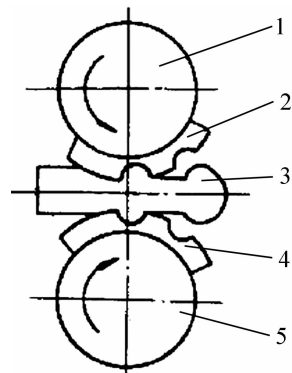


图 1-1 辊锻变形原理
1. 上辊;2. 辊锻上模;3. 坯料;
4. 辊锻下模;5. 下辊

表 1-1 辊锻、模锻和轧钢的差异

工艺名称	模具或模膛工作过程运动形式	模具或模膛工作表面形状	成形件长度比较
模锻	直线运动	平面	
辊锻	旋转运动	扁形圆弧面	较长
轧钢	旋转运动	回转体圆弧面	长

锤上及模锻压力机上模锻或自由锻锤上的胎模锻造是传统的锻造方式,它具有许多难以克服的缺点,如生产率低、设备庞大、制造困难、振动大、劳动条件差及对厂房和地基要求高,较难实现机械化和自动化。而辊锻工艺与之相比却有着许多显著的优点:

1) 提高锻件品质和降低废品率。辊锻制坯不仅可以获得形状、尺寸和表面品质较好的坯料,避免因制坯形状复杂造成锻件折叠、充不满等缺陷,而且辊锻过程中的连续局部变形使得金属纤维的走向和锻件形状一致,金相组织均匀、密致、力学性能高,有利于得到性能良

好的锻件。另外由于辗锻机节拍稳定,辗锻坯料温度一致性好,有利于得到尺寸稳定的模锻件。

2) 生产率高。一般每个产品的辗锻周期大约为 10 秒左右,适合大批量生产。由于辗锻机节拍稳定,制坯效率大大高于空气锤或模锻锤制坯,提高了锻造线的生产率。使用自动辗锻机的连杆生产线年生产能力可达 100 万件,采用直径为 $\Phi 460\text{mm}$ 自动辗锻机四道次制坯的效率可达 7~8 件/min。

3) 变形力小,节约能源。辗锻机组主电机功率远小于同能力空气锤电机功率。由于效率高,实际每件工件占用制坯设备时间即用电时间减少。辗锻过程是连续局部成形的静压过程,没有或很少冲击和振动,噪声小。不要求高大的厂房和庞大的地基及动力设备。与整体模锻相比,设备简单,吨位小,重量轻,投资少。整个辗锻件的成形是局部连续依次成形,在某一瞬间的变形区为整体锻件的某个局部区域。减小了模锻设备的打击力,对延长模锻设备的使用寿命有利。

4) 节约模具钢。减小模锻设备主机打击力,没有或很少冲击振动,模具工作条件得到改善。由于辗锻制坯的坯料精化,终锻件飞边小,因而对模具材料要求低,工作时模具的磨损小,有利于提高模具寿命,也可以用球墨铸铁或冷硬铸铁代替模具钢制作模具。

5) 材料利用率高,由于辗锻制坯精度高,尺寸稳定,可减小下料重量,模锻工步采用小飞边锻造,锻件材料利用率和空气锤制坯相比较大大提高。

如采用闭式辗锻模具辗锻,可以辗锻生产少余量或无余量的高精度叶片。而采用终成形辗锻工艺生产钢丝钳时,比原来所采用的模锻工艺节约材料 8%~10%。

6) 劳动条件好,工作过程平稳,符合环境保护要求,减少操作人员,降低劳动强度,辗锻机易于与其他锻压设备配套使用或组成机械化、自动化生产线。自动辗锻机可以做到无人操作。

辗锻工艺的分类见表 1-2。

表 1-2 辗锻工艺的分类

分类特征	名称	工艺特征及用途
按辗锻模膛数目	单模膛辗锻	采用开式模膛一次或多次辗锻,或用半闭式模膛一次辗锻,生产成形坯料或使坯料局部伸长,一般用于模锻前制坯
	多模膛辗锻	采用开式模膛或组合模膛辗锻,生产沿长度方向横截面变化比较大的坯料,一般用于模锻前制坯
按有无飞边	开口辗锻	上、下辗锻模的分模面与锻辊中线一致,辗锻时不产生飞边
	闭口辗锻	辗锻时产生飞边。锻辊中线为两个锻辊轴线间距离的等分线
按飞边形式	开式辗锻	自由展宽,辗锻时产生水平方向的飞边
	闭式辗锻	受约束展宽,可限制辗锻件水平弯曲,辗锻时产生垂直方向的飞边
	半闭式辗锻	辗锻时同时产生水平方向和垂直方向的飞边

续表

分类特征	名称	工艺特征及用途
按辊锻温度	热辊锻	将坯料加热到再结晶温度以上,一般取辊锻温度为 1050℃ 左右
	冷辊锻	在室温下辊锻
	温辊锻	将坯料加热到相变温度辊锻,钢的相变温度为 723℃ 左右
按送进方向	顺向辊锻	坯料送进方向与辊锻方向一致。坯料从一侧送入,辊锻件从另一侧出来。不需夹钳料头,常用于模锻辊锻
	逆向辊锻	坯料送进方向与辊锻方向相反。坯料从一侧送入,辊锻件从同一侧出来。不需夹钳料头,操作方便,常用于制坯辊锻
按工艺	制坯辊锻	采用单道次或多道次辊锻,完成锻件的初成形,用于液压机或其他锻压设备模锻前制坯或伸长坯料端部;一般制坯辊锻件无飞边
	预成形辊锻	主要任务是将金属预辊锻成形,以得到一个保证成形辊锻时能较好充满成形的接近成形辊锻件形状的辊锻件
	成形辊锻 (终锻辊锻)	1. 用于一般小型零件或板片类锻件直接辊锻成形或辊锻成形截面尺寸差较大的锻件;成形辊锻件有飞边 2. 单道次或多道次辊锻成形中的最后一道,完成模锻件的大部分成形,减少模锻成形力,用于液压机或其他锻压设备模锻前制坯
	精整辊锻	用于精整工序使锻件得到较低的表面粗糙度,一般为冷辊锻

1.2 辊锻技术的应用和发展

1.2.1 辊锻技术的应用

20 世纪 50 年代,热模锻压力机在国外得到迅速发展。由于热模锻压力机不适合拔长、滚挤等制坯工步,在模锻轴类锻件时必须配备制坯辅助设备,促进了辊锻技术的应用发展和推广。

美国雪佛兰(CHEVROLET)汽车公司 1955 年安装的模锻设备中,14 台 16~60MN 热模锻压机就配有 10 台规格不同的辊锻机。

20 世纪 70 年代初期,德国还为三家用户提供 12000 吨热模锻压机生产线生产柴油机曲轴和载重汽车前轴,所配套的辊锻机为卧式辊锻机,其锻辊公称直径为 800mm。

德国亨舍尔汽车厂具有采用辊锻机制坯然后在 32 吨米无砧座锤上压弯和模锻双层公共汽车前轴(重 164kg)、28 吨载重汽车前轴(重 125kg)自动线。原用 3 台空气锤制坯不能满足供应后续锻造工序模锻。而且锻件品质低,金属消耗量大,飞边损失达 20%,后来采用一台自动辊锻机(奥穆科公司产 RW3 型)制坯满足了要求,锻件品质高,材料利用率高。