

高等学校通用教材



JINSHUCHENGXING CONGYITSHU

金属成形 工艺设计

王爱珍◎主编



北京航空航天大学出版社

高等学校通用教材

金属成形工艺设计

王爱珍 主编

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本教材是对机械类本科教学环节中所安排的课程设计编写的素质培养和技能训练教材,也是作者多年来教学经验的总结,以必需和够用为尺度,以常用机械产品且为单件小批量生产为例,重点突出金属零件的毛坯成形工艺分析、工艺规程拟定及工艺设计。

本书共分5章内容,包括金属坯料选择及处理、铸造工艺设计、锻造工艺设计、冲压工艺设计和焊接工艺设计,各章前设有内容简介、重难点和要点内容导读,章后设有以培养技能为主的工艺设计训练题目,并与之前学过的《热加工工艺基础》教材呼应配套。

本教材可作为各类高等工科院校机械类各专业通用教材,也可作为各类高等工业专科学校机械类各专业教材,还可作为教师及机械类工程技术人员与职业技能培训人员的参考教材。

图书在版编目(CIP)数据

金属成形工艺设计/王爱珍主编. —北京:北京航空航天大学出版社,2009.5

ISBN 978-7-81124-587-5

I. 金… II. 王… III. 金属材料—成形—工艺设计—高等学校—教材 IV. TG39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第065411号

金属成形工艺设计

王爱珍 主编

责任编辑 李 杰

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路37号(100191) 发行部电话:010-82317024 传真:010-82328026

<http://www.buaapress.com.cn>, E-mail: bhpess@263.net

北京市松源印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787 mm×960 mm 1/16 印张:18.5 字数:414千字

2009年5月第1版 2009年5月第1次印刷 印数:3 000册

ISBN 978-7-81124-587-5 定价:27.00元

前 言

随着我国经济与科技的快速发展,机械行业对素质高、能力强的高技能人才急需,并配合高校机械类专业开设《热加工工艺》或《机械制造工艺》课程设计的需要,特编写对零件毛坯成形工艺设计的技能训练教材,以必需与够用为尺度,以常用机械产品且单件小批生产为例,重点突出零件毛坯成形工艺分析、工艺规程及工艺设计。

编写中立足机械类专业少学时、宽口径、重技能的教学要求,注重内容体系与要求相符,理论紧密联系实际,突出表达材料选择及结构分析以及各种毛坯成形工艺规程的编制方法,并注重对学生工艺设计能力和编写工艺文件能力的培养。

同时各个工艺环节编写中,既注意增加生产中急需解决实际问题的内容,又注意拓宽并加深解决问题的思路与方法,还注意先进工艺的应用与发展,以便培养学生灵活运用所学工艺知识,具备分析结构并合理设计工艺方案的能力。

本教材共分5章内容,包括金属坯料选择及处理、铸造工艺设计、锻造工艺设计、冲压工艺设计和焊接工艺设计,章前设有导读,章后设有工艺训练习题,并在每章内备有大量的表格数据及相应计算公式。同时为配合之前开设的热加工工艺课程,还另外编写有专门教材《热加工工艺基础》相配套,以方便教学需要。

本教材可作为高等工科院校机械类各专业通用教材,也可作为民办高等学校机械类各专业教材、高等工业专科院校机械类各专业教材,还可作为教师及机械类工程技术人员与职业技能培训人员的参考教材。

本书由郑州轻工业学院王爱珍教授主编,并编写大纲、绪论、第1章1.2节、第4章、第5章等内容,王志新编写第2章,袁昕编写第3章,于善启编写第1章1.1、1.3、1.4节。在编写过程中参考了诸多相关教材,得到了有关企业提供的多种实例,并采用了李烁、王世杰、刘万福、杨汉嵩、张保丰、何春霞、朱煜钰、郑冰岩、李维海、孟占江等帮助绘制的图表,在此一并表示感谢。

本书编写中尽管征求了有关同仁的见解和建议,但由于编者水平有限,编写时间仓促,难免有不妥之处,敬请广大读者和专家批评指教,不胜感激。

作 者

目 录

绪 论	1
第 1 章 坯料选择及处理	6
1.1 坯料选择方法	6
1.1.1 毛坯种类及应用	6
1.1.2 毛坯特点及选择	16
1.1.3 毛坯材料及选择	19
1.2 坯料处理方式	28
1.2.1 处理方法及选用	29
1.2.2 工艺参数及确定	40
1.2.3 工艺规范及拟定	45
1.3 典型件热处理工艺	51
1.3.1 车床主轴热处理工艺	51
1.3.2 汽车齿轮热处理工艺	53
1.4 选材与改性习题	55
1.4.1 轴杆类选材与改性工艺	55
1.4.2 轮盘类选材与改性工艺	59
1.4.3 箱体类选材与改性工艺	62
第 2 章 铸造工艺设计	67
2.1 铸造工艺分析	67
2.1.1 铸件结构分析	67
2.1.2 铸型种类选择	72
2.1.3 造型方法选择	74
2.2 铸造工艺方案拟定	78
2.2.1 浇注位置的确定	78
2.2.2 分型面及选择	81
2.2.3 工艺参数确定	84
2.2.4 浇注系统拟定	93

2.3 铸造工艺文件制定	100
2.3.1 铸造工艺图绘制	100
2.3.2 铸件图及铸型图	103
2.3.3 铸造工艺卡制定	105
2.4 铸造工艺设计举例	106
2.4.1 气缸套铸造工艺设计	106
2.4.2 支承台铸造工艺设计	112
2.5 铸造工艺设计习题	115
2.5.1 支架类铸造工艺	115
2.5.2 轮盘类铸造工艺	117
2.5.3 箱体类铸造工艺	118
第3章 锻造工艺设计	120
3.1 自由锻工艺设计	120
3.1.1 锻造工艺分析	120
3.1.2 锻造工艺规程拟定	122
3.1.3 锻件工艺卡制定	140
3.2 模锻工艺设计	143
3.2.1 模锻方法选择	143
3.2.2 模锻件图绘制	150
3.2.3 模锻工序确定	153
3.2.4 毛坯尺寸计算	156
3.2.5 锻锤吨位确定	157
3.2.6 锻造工艺规范拟定	157
3.3 锻造工艺设计举例	157
3.3.1 轴杆类锻造工艺设计	157
3.3.2 轮盘类锻造工艺设计	163
3.4 锻造工艺设计习题	165
3.4.1 轴杆类锻造工艺	165
3.4.2 轮盘类锻造工艺	167
第4章 冲压工艺设计	170
4.1 冲压工艺分析	170
4.1.1 冲压工艺性分析	170
4.1.2 冲压件结构分析	175

4.1.3 冲压加工方式分析	186
4.2 冲压工艺规程	189
4.2.1 工艺方案拟定	189
4.2.2 毛坯尺寸计算	192
4.2.3 排样方式确定	200
4.2.4 冲压设备选择	203
4.3 冲压工艺设计	210
4.3.1 弯曲工艺设计	210
4.3.2 拉深工艺设计	213
4.4 冲压工艺设计习题	218
4.4.1 冲裁工艺设计	218
4.4.2 弯曲工艺设计	219
4.4.3 拉深工艺设计	221
第5章 焊接工艺设计	222
5.1 焊接工艺分析	222
5.1.1 结构件应用材料	223
5.1.2 结构件焊缝形式	225
5.1.3 熔化焊接头形式	229
5.2 焊接工艺拟定	239
5.2.1 焊接方法选择	239
5.2.2 焊接材料选择	243
5.2.3 焊接工艺规范拟定	251
5.2.4 焊接矫正及热处理	263
5.3 焊接工艺设计举例	266
5.3.1 压力容器焊接工艺	266
5.3.2 机械零件焊接工艺	271
5.3.3 板架结构焊接工艺	274
5.4 焊接工艺设计习题	278
5.4.1 板管类焊接工艺设计	278
5.4.2 容器类焊接工艺设计	280
5.4.3 桁架类焊接工艺设计	283
参考文献	286

绪 论

1. 金属成形工艺在工业生产中的地位

金属毛坯成形是机械制造生产过程的重要组成部分,也是机械零件切削加工的基础,其成形对象是各种铸件、锻件、冲压件和焊件,成形材料为钢铁材料和非铁金属材料等,其中钢铁材料是国民经济和现代制造机械产品的支柱材料,也是构成各种机器设备和工程机械的最主要材料。

毛坯成形的方法包括液态金属铸造成形、固态金属塑性压变成形、薄板金属冲压成形、金属焊接成形、薄板金属咬接成形、大型结构铆接成形、管板胀接成形等。当前,随着金属与非金属材料的相互渗透,新型复合材料的迅速发展,各种新方法、新工艺及新技术不断涌现,也促使成形方法与新成形工艺设计的研究得以进一步深入,从而为机械产品合理生产金属毛坯奠定了基础。

机械制造工艺过程是将各种原材料经过各种毛坯成形、改性处理、装配成形等工艺转变为机器的过程,机器类型不同,机构、尺寸及技术要求不同,选择相应的材料和采用与之相适应的成形方法及加工过程不同,毛坯工艺设计的方法和规程也不同。

通常将改变制造对象的形状尺寸、相对位置和性质等,使其成为成品和半成品的过程称为工艺过程,亦即从矿石、金属材料到机器的转变过程,或从高分子聚合材料和复合材料转变为成品的过程,一般机械产品的生产工艺流程如图 0-1 所示。

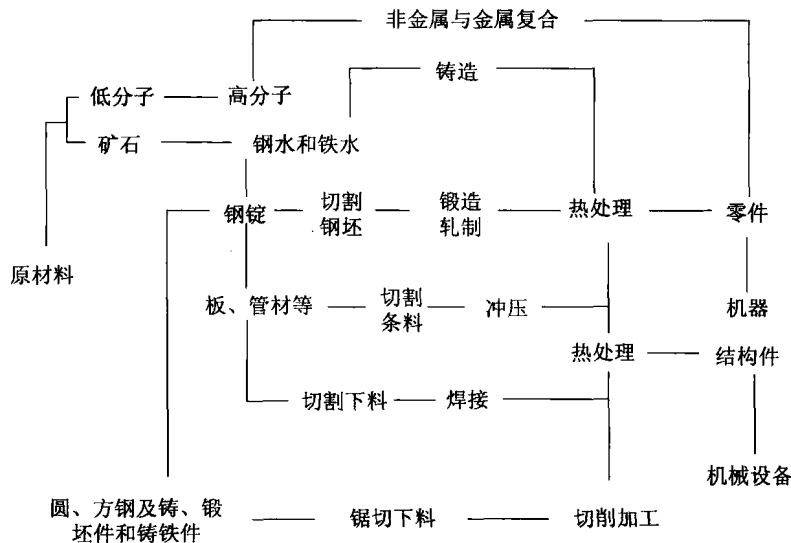


图 0-1 机械产品生产工艺流程

在机械制造过程中,由于加工过程十分复杂,加工工序繁多,不仅有金属铸造成形、锻压成形、焊接成形,还有模压成形、挤压成形和滚压成形等工艺过程,其间还要穿插不同的整体强化和改性处理等工序。因此合理选择成形方法并安排好工艺路线,是保证产品质量、并达到技术经济指标要求的重要依据。

通常将设计成品和半成品的制造工艺规程称为毛坯成形工艺设计。例如锻造毛坯成形工艺设计是根据零件尺寸结构特点、技术要求和生产批量等条件确定锻造成形工艺、制订成形工艺规程、编写工艺卡片等。这些技术文件是指导和组织生产、规定操作规范、控制和检查产品质量的重要依据。

再如,编制铸造工艺方案是进行铸造工艺设计的重要一环,其目的是使整个铸造工艺过程都实行科学的操作,合理地控制铸件的成形,从而获得高质量、低成本的合格铸件。其首要步骤是根据零件的结构特点、技术要求和生产批量等条件确定其铸造工艺,绘制铸造工艺图和铸型图等,如图 0-2 所示。

对于大批量生产或特殊重要的铸件还需详细进行工艺设计,并绘出铸件图作为模样设计制造及铸件验收的依据。对于单件或中、小批量生产的砂型铸造零件,铸造工艺设计比较简单,通常只需绘制出铸造工艺图。然后依据绘制的铸造工艺图,结合所选定的造型方法,便可绘制出模样图及铸型图等。

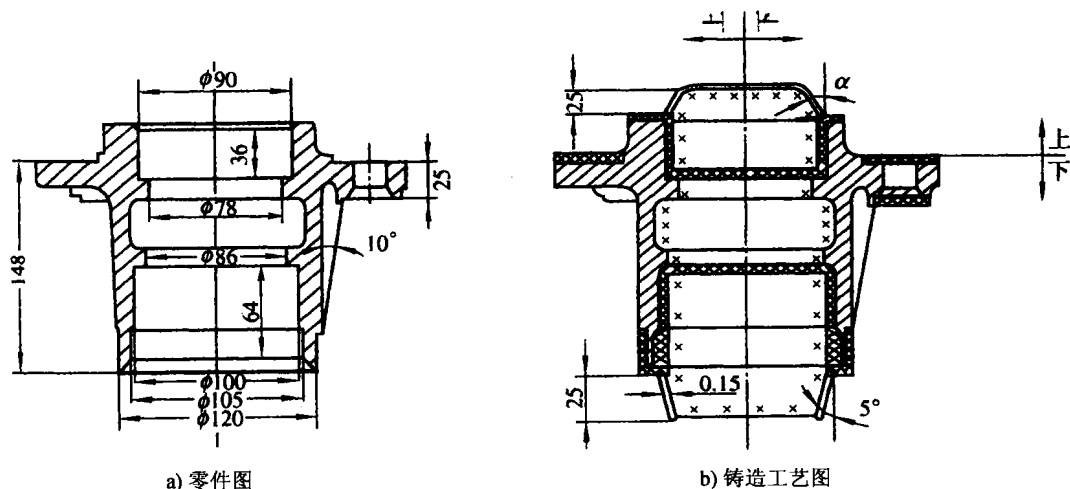


图 0-2 拖拉机轮毂制造工艺

对于冲压件工艺设计同模锻件工艺设计一样,不仅需考虑坯料的变形过程,还要考虑约束坯料变形的各种模具的设计等,因此不仅需拟定其冲压工艺过程,更多的工作还需设计各工序所需的冲压模具。但本课程主要偏重于冲压件变形工艺设计,并根据冲压件形状、尺寸及每道工序中材料所允许的变形程度而确定,如图 0-3 所示。而冲模结构的设计亦属于专门书籍的

论述范围,此处从略。

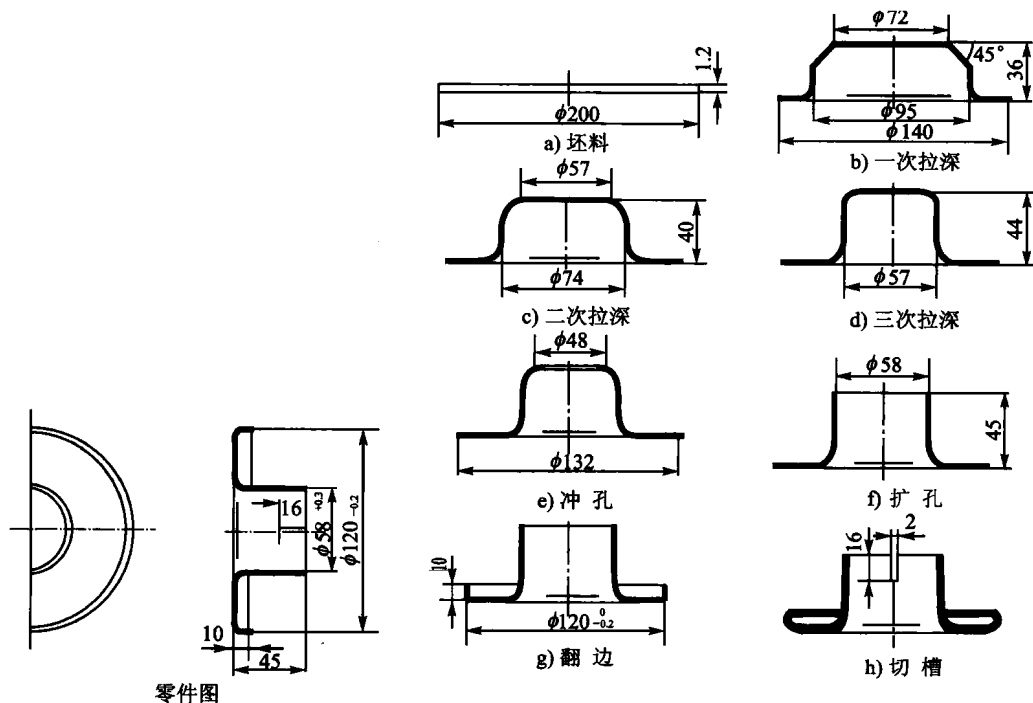


图 0-3 汽车消声器壳体冲压工艺流程

对于各种压力容器和石油液化气瓶的制造工艺,一般采用冲压和焊接的工艺设计,其上、下封头均需先拉深成形、再焊接组装,如图 0-4 所示。但因开口端变形大,冷变形强化严重,加上板材纤维组织的影响,在残余应力作用下很容易发生裂纹。

通常为防止裂纹产生,拉深后应进行再结晶退火;为减少焊接缺陷,焊件接缝附近必须严格清除铁锈油污。同时为去除焊接残余应力并改善焊接接头的组织与性能,瓶体焊后还应进行整体正火处理,至少要进行去应力退火。

这类产品的主要工艺过程一般为:切割下料或落料→拉深→再结晶退火→冲孔→除锈→装焊衬环、瓶嘴或管座→装配各节筒体→装配上、下封头→除锈→焊长直焊缝和环缝→正火→水压试验→气密试验。

2. 本课程在培养人才中的地位

热加工技术是机械类各专业一门重要的综合性技术学科。对于从事机械工程的技术人员而言,无论是设计、制造、运行、维护等都必然要面对机械零件毛坯成形方法选择、工艺规程拟定、工艺卡制定及零件结构工艺性等问题,因此熟悉并掌握金属毛坯成形工艺理论、方法及工

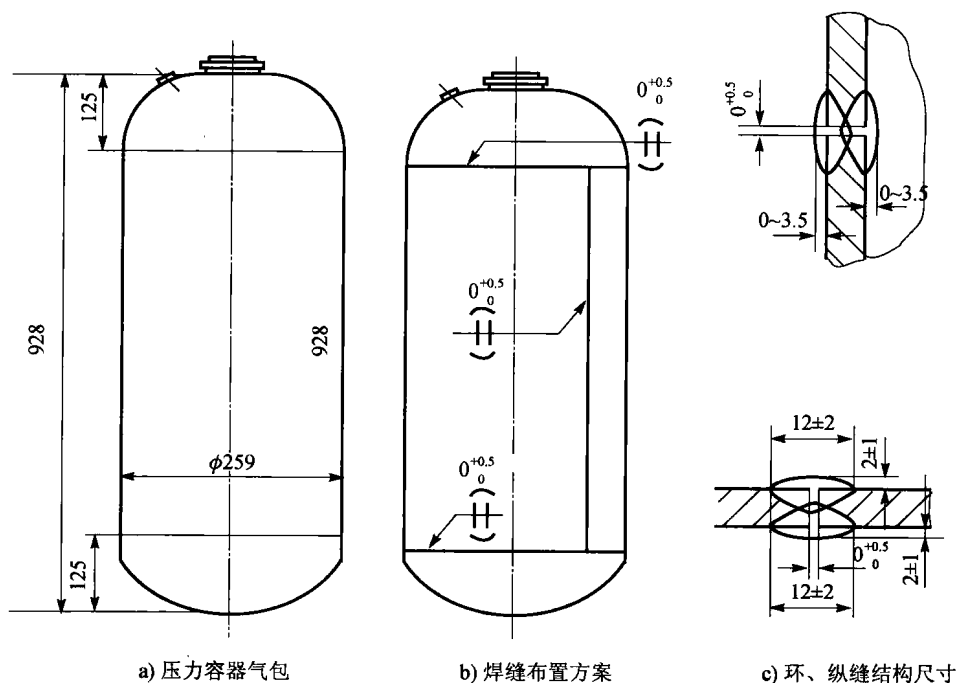


图 0-4 气包装配焊接简图

艺设计是机械工程岗位不可缺少的必备技能。

目前在各种机械工程设计过程中,不仅要确定产品及各种零部件的结构,还必须同时确定所选用的材料以及相应的制造工艺方法及规程,亦即必须在设计、选材、制造三者之间,以多种方案分析比较且优化组合基础上才能确定,因此零件结构设计、材料及毛坯成形方法选择、工艺设计,则成为相互关联的综合性技术问题,既是保证获得优质机械零件的重要依据,又是机械设计和制造的重要基础。

本课程是在前述金属材料热加工工艺学习的基础上,结合前期的教学实习训练,根据零件的技术工艺要求和结构设计合理性,通过对各种成形件不同工艺方案的分析与比较,进行生产工艺规程制定的综合性工程实践训练。

通过综合性实践训练,编制出不同成形件生产工艺过程的技术文件,作为生产技术准备、管理和进度计划的指导性依据。同时,通过训练进一步掌握一般机械零件或机械结构件的工艺设计步骤:

- (1) 审查和分析机械零件或结构件图纸及其成形工艺;
- (2) 选择成形方法、制造材料和工艺方案;
- (3) 绘制毛坯成形工艺图、坯件图和装配图;

(4) 拟定成形工艺规程和工艺卡;

(5) 绘制成形工艺装备图纸。

进行工艺设计时,不但要考虑到成形工艺方案的技术先进性,还要顾及其可行性、可靠性和经济实用性,同时不仅着重于金属成形件各自单一的工艺设计,更要注重于各种成形方法的综合运用,即综合性成形工艺设计,而且还要强调各种成形方法的相互联系和影响,突出与专业课程设计的区别及特点。

3. 金属成形工艺编写宗旨

本书内容体系是建立在材料科学基础上,按照材料毛坯和零件成形的本质特征,将机械制造毛坯和零件,采用以“零件结构工艺性分析、成形方法及材料选择、工艺规程拟定、典型件工艺设计及工艺设计训练习题”为主线,精选传统经典内容,吸收新技术、新工艺,扩充信息量,系统概述机械毛坯制造过程,并相互关联地描述“液态流动成形、固态塑性成形、两固态连接成形”等工艺过程,既有利于深化学者对多种成形本质及相互内在联系的认识,又起到触类旁通作用。

本书在编写过程中,注意总结国内各院校教改及课程建设的实践经验,并吸取国内外同类教材的优点,注意提高课堂教学和课后使用的实用性,特意增加部分结合实际生产所用的图表资料,以便于查阅使用。同时还注意了与机械类工程实训(原金工实习)教材相配合,贯彻在完成实习基础上将课程内容拓宽、加深和应用的原则,着重能力的培养,重点突出金属成形工艺及结构设计以及非金属结构设计等。

本书内容为从事机械工程技术者提供了必要的基础知识和技能方法,以及新技术和新工艺,既可使学者掌握热加工工艺方法及应用,又可使学者初步具有选择毛坯成形方法、制定工艺及设计零件结构的能力,以适应现代机械工程发展的要求。

第 1 章 坯料选择及处理

导读

本章主要介绍机械毛坯种类及材料选择方法、坯料处理方法及工艺、典型零件的材料选择及改性处理工艺,以及轴杆类、轮盘类和箱体类等典型零件的选材及热处理工艺的练习题和做题要求。

本章重点是各种机械零件的毛坯种类及材料的选择方法,以及坯料的处理方法和工艺。难点是各种坯料热处理工艺参数及规范确定。要点是掌握零件选材及拟定改性工艺及参数。

1.1 坯料选择方法

在机械零件设计和制造过程中,选择合适的毛坯及材料至关重要。这不仅须考虑材料的性能能否适应零件的工作条件,使其经久耐用、寿命较长,而且还要求材料有较好的成形工艺性和经济实用性,以便提高生产率并降低成本。

1.1.1 毛坯种类及应用

金属毛坯成形方法较多,通常有铸造成形、轧制与锻压成形、焊接成形等,成形后的毛坯有铸件、锻件(包括挤压、轧制毛坯)、冲压件、焊接件以及轧制型材(包括板材、管材、棒材、线材和各种截面的原材料)等 5 大类。

1. 轧制型材

轧制型材的尺寸规格及允许偏差一般符合国标规定,且强度和表面质量较好,选择时较方便,所以一般可以现货购进。通常在锻件、焊件和机械加工件中用做原材料,既可使材料耗费减少、工序简化、价值系数提高,又可使制品质量得到保证。

(1) 型材质量评价

金属型材质量主要与化学成分、组织结构、性能指标以及在生产条件下可能产生的各种缺陷程度有关。尤其对质量要求高的板型材,其化学成分及组织更会对成形性能带来很大影响,如钢中 C、Si、Mn、S、P 等元素的含量增加,将会使材料塑性降低、脆性增加,从而导致其冲压成形性能变坏。

通常低碳沸腾钢容易产生时效现象,将在拉深成形时出现滑移线,从而导致汽车覆盖件或电器外壳等拉深件成为废品。为了消除滑移线,可在拉深前增加一道辊压工序,或采用加入 Al、V 等脱氧剂的镇静钢,以免出现时效现象。

铝镇静钢 08Al 按拉深件复杂程度分为 ZF、HF 和 F 3 级,ZF 级用于拉深最复杂零件,

HF级用于拉深很复杂零件,F级用于拉深复杂零件。然而其他深拉深薄钢板,则按其冲压性能分为Z(最深拉深)、S(深拉深)、P(普通拉深)3级,例如深冲钢S10A、S15A和S20A等。

由于对产品强度与成形性能要求不同,材料可处于退火状态(软态)(M)、淬火状态(C)或硬态(Y)。有些钢板对其晶粒大小也有规定,如拉深性能好的钢板必须具有晶粒大小合适、均匀的金相组织,否则易引起裂纹。

深拉深用冷轧薄钢板的晶粒为6~8级,晶粒过大会在拉深时产生粗糙表面。此外,在钢板中的带状组织与游离碳化物和金属夹杂物,也会降低材料的冲压成形性能。

同时材料表面应光滑,无氧化皮、裂纹、划伤等缺陷。表面质量高的材料,冲压时不易破裂、不会擦伤模具,零件表面质量好。我国对优质碳素钢板和合金结构钢板的表面质量分为4级,即特别高级精整表面(I)、高级精整表面(II)、较高级精整表面(III)和普通级精整表面(IV)。

(2) 型材性能评价

型材性能指型材对各种加工方法的适应能力,包括材料的锻压性能、焊接性能、切削加工性能等。这些加工性能均与材料的强度、刚度、塑性、韧性、硬度及各向异性等力学性能密切相关。

例如,纯金属、低碳钢和低合金钢、防锈铝合金和黄铜等,塑性好、变形抗力小、焊接性能好,有利于锻压成形。屈强比(σ_s/σ_b)小、弹性模量大、塑性指数高、厚向异性指数大、板平面内各向异性指数小的材料,有利于冲压成形。

(3) 型材精度要求

型材尺寸精度须符合国标规定,尤其在一些塑性变形工序中,由于凸、凹模间隙通常须根据材料厚度来确定,当材料厚度超规或不均时,不仅会影响零件质量,还可能在校正弯曲、整形等工序中,因厚向正偏差过大而引起模具或冲床的损坏,所以其厚度公差必须符合规定的标准。

例如,碳素结构钢和低合金结构钢热轧厚钢板及钢带应符合GB 3274—1988,钢板厚度为4~200 mm,钢带厚度为4~25 mm,其尺寸外形及允许偏差仍然应符合GB 709—1988规定。然而冷轧钢带则应符合GB 716—1989的规定,见表1-1。

我国对板材尺寸公差要求规定有高级(A)、较高级(B)和普通级(C)3种精度。例如,冷轧钢板及钢带尺寸规格中的厚度、宽度和平面度的允许偏差,一般均应符合GB 708—1988和GB 13237—1991规定(见表1-2),热轧钢板及钢带尺寸规格、厚度(4~60 mm)、宽度及长度允许偏差均应符合GB 709—1988规定,见表1-3和表1-4。

不锈钢冷轧钢板及钢带的尺寸及其允许偏差应符合GB 708的决定,热轧钢板尺寸及允许偏差应符合GB 709规定,且钢板厚度 ≤ 25 mm,每米不平度 ≤ 15 mm。热轧钢带尺寸及允许偏差应符合YB/T 5090—1993规定,见表1-5。

表 1-1 普通碳素结构钢冷轧钢带的尺寸精度(摘自 GB 716—1989)

厚度/mm		0.10~1.50			＞1.50~2.00			＞2.00~3.00			
宽度/mm		10~250									
长度/mm		≥11 000			≥7 000			≥5 000			
钢 带	制造精度				表面精度		边缘状态		力学性能		
分 类	普通精度	宽度较高精度	厚度较高精度	宽厚较高精度	普通精度	较高精度	切 边	不切边	软	半 软	硬
代 号	P	K	H	KH	I	Ⅱ	Q	BQ	R	BR	Y
备 注	钢带采用 GB 700 中的碳素结构钢制造,其化学成分应符合该标准中的规定			厚度系列/mm				宽度系列/mm			
				≤1.50		＞1.50		≤150		＞150	
				其中间规格按 0.05 进级		其中间规格按 0.10 进级		其中间规格按 5 进级		其中间规格按 10 进级	

表 1-2 冷轧钢板及钢带的宽度、平面度及厚度允许偏差(摘自 GB 708—1988) mm

钢板宽度及允许偏差		钢板每米平面度公差			
公称宽度	宽度允许偏差	公差宽度	公称厚度		
			≤0.70	>1 500~2 000	>1.50~5.0
≤1 000	+6	≤1 000	10	8	6
>1 000	+10	>1 000~1 500	12	10	8
不剪纵边的钢带	+15	>1 500~2 000	18	15	12
公称宽度 公称厚度	宽度允许偏差为 A 级精度		宽度允许偏差为 B 级精度		
	≤1 500	>1 500~2 000	≤1 500	>1 500~2 000	
0.20~0.50	±0.04	—	±0.05	—	
>0.50~0.65	±0.05	—	±0.06	—	
>0.65~0.90	±0.06	—	±0.07	—	
>0.90~1.10	±0.07	±0.09	±0.09	±0.11	
>1.10~1.20	±0.09	±0.10	±0.10	±0.12	
>1.20~1.40	±0.10	±0.12	±0.11	±0.14	
>1.40~1.50	±0.11	±0.13	±0.12	±0.15	
>1.50~1.80	±0.12	±0.14	±0.14	±0.16	
>1.80~2.00	±0.13	±0.15	±0.15	±0.17	
>2.00~2.50	±0.14	±0.17	±0.16	±0.18	

续表 1-2

公称宽度 公称厚度	宽度允许偏差为 A 级精度		宽度允许偏差为 B 级精度	
	≤1 500	>1 500~2 000	≤1 500	>1 500~2 000
>2.50~3.00	±0.16	±0.19	±0.18	±0.20
>3.00~3.50	±0.18	±0.20	±0.20	±0.21
>3.50~4.00	±0.19	±0.21	±0.22	±0.24
>4.00~5.00	±0.20	±0.22	±0.23	±0.25

表 1-3 热轧钢带尺寸及钢板和钢带厚度允许偏差(摘自 GB 709—1988)

mm

钢带公称厚度	1.2,1.4,1.5,1.8,2.0,2.5,2.8,3.0,3.2,3.5,3.8,4.0,4.5,5.0,5.5,6.0,6.5,7.0,8.0,10.0,11.0,13.0,14.0,15.0,16.0,18.0,19.0,20.0,22.0,25.0									
钢带公称宽度	600,650,700,800,850,900,950,1 000,1 050,1 100,1 150,1 200,1 250,1 300,1 350,1 400,1 450,1 500,1 550,1 600,1 700,1 800,1 900									
轧制精度 公称厚度	钢板和钢带在下列宽度时的厚度允许偏差									
	600~750		750~1 000		1 000~1 500		1 500~2 000		2 000~2 300	
	较 高	普 通	较 高	普 通	较 高	普 通	较 高	普 通	较 高	普 通
>0.35~0.05	±0.05	±0.07	±0.05	±0.07	—	—	—	—	—	—
>0.50~0.60	±0.06	±0.08	±0.06	±0.08	—	—	—	—	—	—
>0.60~0.75	±0.07	±0.09	±0.07	±0.09	—	—	—	—	—	—
>0.75~0.90	±0.08	±0.10	±0.08	±0.10	—	—	—	—	—	—
>0.90~1.10	±0.09	±0.11	±0.09	±0.12	—	—	—	—	—	—
>1.10~1.20	±0.10	±0.12	±0.11	±0.13	±0.11	±0.15	—	—	—	—
>1.20~1.30	±0.11	±0.13	±0.12	±0.14	±0.12	±0.15	—	—	—	—
>1.30~1.40	±0.11	±0.14	±0.12	±0.15	±0.12	±0.18	—	—	—	—
>1.40~1.60	±0.12	±0.15	±0.13	±0.15	±0.13	±0.18	—	—	—	—
>1.60~1.80	±0.13	±0.15	±0.14	±0.17	±0.14	±0.18	—	—	—	—
>1.80~2.00	±0.14	±0.16	±0.15	±0.17	±0.16	±0.18	±0.17	±0.20	—	—
>2.00~2.20	±0.15	±0.17	±0.16	±0.18	±0.17	±0.19	±0.18	±0.20	—	—
>2.20~2.50	±0.16	±0.18	±0.17	±0.19	±0.18	±0.20	±0.19	±0.21	—	—
>2.50~3.00	±0.17	±0.19	±0.18	±0.20	±0.19	±0.21	±0.20	±0.22	±0.23	±0.25
>3.00~3.50	±0.18	±0.20	±0.19	±0.21	±0.20	±0.22	±0.22	±0.24	±0.26	±0.29
>3.50~4.00	±0.21	±0.23	±0.22	±0.26	±0.24	±0.28	±0.26	±0.28	±0.30	±0.33
>4.00~5.50	+0.1 -0.3	+0.2 -0.4	+0.2 -0.3	+0.3 -0.4	+0.1 -0.4	+0.3 -0.5	+0.2 -0.4	+0.1 -0.5	+0.3 -0.4	±0.50

表 1-4 热轧钢板及钢带宽度平面度和长度允许偏差(摘自 GB 709—1988) mm

公称厚度	钢板宽度	宽度偏差	钢板长度	长度偏差	公称厚度	单位长度	平面公差
≤4	≤800	+6	≤1 500	+10	≤1.5	1 000	15
	>800	+10	>1500	+10			
4~16	≤1 500	+10	≤2 000	+10	>1.5~4		12
	>1 500	+15	2 000~6 000	+25			
			>6 000	+30	>4~10		10
16~60	所有宽度	+30	≤2 000	+15			>10~25
			2 000~6 000	+30			
			>6 000	+40			
>60	所有宽度	+35	所有长度	+50	>25		6

公称厚度	切 边		不切边		纵剪钢带 公称宽度	按下列厚度时的允许偏差			
	钢带宽度	宽度偏差	钢带宽度	宽度偏差		≤4	4~6	6~8	>8
≤4	600~1 000	+5	≤100	+20	≤160	±0.5	±0.8	±1.0	±1.2
16~60	>1 000	+10	>100	+30	160~250	±0.5	±1.0	±1.2	±1.4
>60					250~600	±1.0	±1.0	±1.2	±1.4

标注举例	用 16 Mn 钢轧制的 10 mm×1 800 mm×1 200 mm 的钢板标注为： 钢板 <u>10×1 800×1 200×GB 709—1988</u> 16 Mn—GB 912—1988
------	---

表 1-5 轧制不锈钢带的厚度允许偏差(YB/T 5090—1993) mm

热轧不锈钢 公称厚度	在下列宽度下的厚度允许偏差						
	普通精度			高级精度			
	<1 000	1 000~1 250	1 250~1 600	<250	250~400	400~630	630~800
2.00~2.50	±0.25	±0.30	—	±0.16	±0.17	±0.18	±0.20
2.50~3.00	±0.30	±0.35	±0.40	±0.18	±0.19	±0.20	±0.23
3.00~4.00	±0.35	±0.40	±0.45	±0.20	±0.21	±0.23	±0.26
4.00~5.00	±0.40	±0.45	±0.50	±0.22	±0.24	±0.26	±0.29
5.00~6.00	±0.50	±0.55	±0.60	±0.25	±0.27	±0.29	±0.32
6.00~8.00	±0.60	±0.65	±0.70	—	—	—	—
冷轧不锈钢 公称厚度	在下列宽度下的厚度允许偏差						
	≤400	>400		≤400		>400	
	硬化钢带			软钢带			
0.05	—0.05	—		—0.02		—	