

江苏省安全技术培训考核系列教材

江苏省安全生产宣传教育中心组织编写

冲压作业



主编/朱兆华 江 晨

主审/石洪亮 管夏青

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

江苏省安全技术培训考核系列教材

冲压作业

朱兆华 江 晨 主编

石洪亮 咎夏青 主审

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书是江苏省安全技术培训考核系列教材之一。

全书共5章,内容包括:冲压加工概述,冲压设备和模具,冲压安全技术,冲压作业安全管理,冲压作业典型事故案例分析。

本书可作为冲压作业企业经营人员、企业管理人员、安全卫生技术人员的技术培训教材,也可供相关院校师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

冲压作业/朱兆华,江晨主编. —徐州:中国矿业大学出版社,2009.3

(江苏省安全技术培训考核系列教材)

ISBN 978 - 7 - 5646 - 0126 - 3

I. 冲… II. ①朱…②江… III. 冲压—安全技术—技术培训—教材 IV. TG38

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 181053 号

书 名 冲压作业^{*}

主 编 朱兆华

责任编辑 杨 廷

责任校对 史凤萍

出版发行 中国矿业大学出版社

(江苏省徐州市中国矿业大学内 邮政编码 221008)

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com

排 版 中国矿业大学出版社排版中心

印 刷 江苏淮阴新华印刷厂

经 销 新华书店

开 本 787×960 1/16 印张 14.5 字数 276 千字

版次印次 2009 年 3 月第 1 版 2009 年 3 月第 1 次印刷

定 价 19.80 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

序

安全生产事关千家万户的平安和幸福。在新的发展阶段,我们要以邓小平理论和“三个代表”重要思想为指导,全面落实科学发展观,以更大的决心、更扎实的工作、更务实的作风,落实各项治本之策,切实抓好安全培训和安全教育工作,推进江苏省安全生产形势持续稳定发展,为构建和谐社会、建设平安江苏,实现江苏又好又快的发展作出新的贡献。

人是安全生产的实践主体,人的安全素质、技能的高低决定了安全生产工作的好坏。坚持以人为本的科学发展观,落实“安全第一,预防为主,综合治理”的方针,有效控制各类安全生产事故,关键在于提高全民安全文化素质,在于提高社会公众对安全价值观念的深刻了解,在于规范人们在生产活动中的行为。因此,一定要提高人们对安全教育工作重要性的认识,充分认识到安全培训是预防和减少各类安全生产事故的奠基工程、战略工程,是长效机制和治本之策。必须全面开展安全教育培训工作。

抓好安全教育培训的一项十分重要的基础性工作,就是安全培训教材建设。教材是教学培训内容和文化载体,是教师进行教学和学员获得知识的重要工具和具体依据。为此,江苏省安全生产监督管理局组织全省具有丰富培训工作经验的专家、教授和工程技术人员共同编写了这套教材。现已开发包括电工、焊工、企业安全生产管理等12种18本新编教材,同时开发了与教材配套的习题库和习题集,在全省的安全培训中取得了良好的教学使用效果。为实现全省系统化、科学化、规范化的安全培训打下了良好的基础。

本套教材的编写以国家安监总局培训考核大纲为依据,结合了江

苏省安全生产工作实际,突出了新的安全生产教育理念和创新精神,遵循成人学习认知规律,具有科学性、先进性、实用性的特点,是全省生产经营单位负责人和特种作业人员进行安全技术培训的指定教材,同时也是安全生产管理人员、工程技术人员的工具书。

应当指出,为了编写好这套教材,所有参加编写和参与组织工作的同志们都以高度负责的精神忘我工作,为此付出了辛勤的劳动。在编写和出版过程中,各市县安监部门的同志和省内从事安全生产工作的专家们提出了不少宝贵意见和建议,给予了大力的支持,在这里一并表示谢意。

江苏省安全生产监督管理局局长 徐郭平
江苏煤矿安全监察局局长

2007年3月21日

前 言

特种作业人员的安全教育培训是企业安全管理和政府安全监督的重要内容,做好这项工作,对于保障特种作业人员及其他人员在作业过程中的生命安全,防止重特大设施、设备及人员伤亡事故,提高企业安全生产水平及经济效益,具有十分重要的作用。

江苏省的特种作业人员培训工作已经进行了多年,为企业培训了大批的安全技术人员,促进了企业安全生产水平的提高,促进了江苏安全生产形势的持续稳定好转。随着经济社会快速发展、科学技术的不断进步和安全法制建设进程的加快,极大地推进了安全生产工作,同时也对新形势下的安全生产和安全培训工作提出了更新的标准、更高的要求。为了适应新形势,进一步落实党的“安全第一,预防为主,综合治理”的基本方针,实施《安全生产法》、《江苏省安全生产条例》,依法加强特种作业人员的安全培训和持证上岗的管理,规范安全培训工作的,大面积提高安全培训质量,促进安全生产,江苏省安全生产监督管理局根据国家安全生产监督管理总局《特种作业人员安全技术培训大纲及考核标准》的要求,组织编写了安全技术培训系列教材。

这套教材包括《电工作业》、《焊接与热切割作业》、《高处作业》、《制冷与空调作业》、《烟花爆竹作业》、《矿山作业》、《冲压作业》,共7套12本初、复训教材。本套安全技术培训考核系列教材概括了安全生产基础知识和基本技能,内容新颖,结构紧凑,重点突出,融科学性、系统性、针对性、实用性为一体。

由于任务紧迫、水平有限,书中难免有疏漏之处,敬请读者指正。

江苏省安全生产宣传教育中心

2009年1月

目 录

序	1
前言	1
第1章 冲压加工概述	1
第1节 冲压作业在工业生产中的地位及发展状况	1
第2节 冲压加工的特点及危险有害因素	3
第3节 冲压工艺的分类	5
第4节 冲压作业人员相关安全生产法律法规	10
第5节 冲压作业人员职业道德规范	13
思考题	14
第2章 冲压设备和模具	16
第1节 压力机	17
第2节 液压机	50
第3节 剪切设备、压力校平机和卷板机	60
第4节 模具	74
第5节 冲压设备的维护保养	81
思考题	90
第3章 冲压安全技术	93
第1节 冲压作业事故原因分析与对策	93
第2节 冲压机械安全	97
第3节 压力机安全装置	123
第4节 压力机模具安全	149
思考题	181

第 4 章 冲压作业安全管理·····	183
第 1 节 工艺和冲模设计管理·····	183
第 2 节 冲压设备和安全防护装置管理·····	187
第 3 节 作业现场安全管理要求·····	187
第 4 节 冲压作业安全技术管理及操作规程·····	201
第 5 节 安全生产检查·····	209
思考题·····	210
第 5 章 冲压作业典型事故案例分析·····	212
参考文献·····	219

第1章 冲压加工概述

冲剪压(以下简称冲压)技术是金属加工领域里的重要组成部分,是实现切削或无切削加工的先进工艺。冲压加工是指使毛坯材料产生塑性变形或分离而少切削或无切削的加工方法。主要指金属和非金属板材以及金属型材的冲压加工(包括采用压力机,如机械压力机、液压机、弯板机和剪板机等),完成材料或毛坯的剪切、冲压和装配等工序及相应的辅助作业。

冲压加工是一种危险性较大的加工方法。

第1节 冲压加工在工业生产中的地位及发展状况

1 冲压加工在工业生产中的地位

冲压加工是在常温下,利用冲压设备(压力机)和冲模,使各种不同规格的板料或坯料在压力作用下发生永久变形或分离,制成所需各种形状零件的过程。冲压可用于加工金属材料,也可用于加工非金属材料。它与切削、铸造、电加工等加工方法一样,广泛用于工业生产中。由于冲压是一种生产效率高、少切削或无切削的加工方法,它在航空、汽车、拖拉机、电机、电器、精密仪器仪表等工业的加工过程中占有十分重要的地位。据统计,汽车制造业大约有60%~75%的零件是采用冲压加工工艺制成的。其中,冲压加工的劳动量占整个汽车工业总劳动量的25%~30%。在电机及仪器仪表加工中,也有60%~70%的零件是采用冷冲压工艺完成的。

冷挤压、精密冲裁技术的研制和发展,扩大了冲压工艺的使用范围。此外,在电子工业、机械制造等的零件加工中,冲压加工量也占有相当大的比例。因此,研究和发展冲压加工技术,对发展国民经济和加速工业生产建设具有十分重要的意义。同时,重视冲压加工安全技术,关心冲压加工作业安全,也是冲压作业的一个重要内容。

2 冲压加工的发展状况

近半个世纪以来,我国的冲压工艺和其他生产工艺一样,得到了迅速的发展。一些工厂,建立了具有现代规模和先进技术的冲压生产车间,国家也建立了专门研究冲压技术的科研机构及专业性工厂,培养了大批从事冲压工作的科技

人员,广泛开展了冲压生产的科研及学术活动,从而使冲压生产技术得到了迅速发展。在冲压生产中,出现了很多重要的高科技成果。冲压加工的工艺和设备正在不断发展,例如精密冲裁、冷挤压、多工位级自动进模、冲压自动化、宜人化、高速成形、液压成形、超塑冲压等,将冲压生产技术提高到了新的水平。为了进一步提高冲压工艺水平,我国也在不断对冲模进行研制,并研制出了很多制造周期短、使用寿命长的新型冲模结构。模具加工工艺及模具材料也相应地在不断革新,例如采用钢结构硬质合金、硬质合金或低熔点合金浇注模具,采用电加工技术及计算机设计制造冲模等以适用于不同的生产条件,从而使冲压产品质量和劳动生产率大大提高,成本也大幅度下降,有力推动了国民经济的建设和发展。

随着科学技术的不断发展,材料的剪裁工作已经向电子化及激光备料方向发展,新的电子程序控制机床与激光穿孔等新技术将会很快应用于材料剪切工艺。

3 冲压加工的发展方向

冲压加工主要有 6 个发展方向。

3.1 不断提高冲压产品的质量和精度

冲压件的精度一般受冲模及压力机精度的影响。要想提高冲压产品的质量及精度,除尽快提高普通冲模的精度和压力机的精度外,还应尽快发展精密冲裁技术。精密冲裁可以提高工件的表面精度及断面质量,由此可以大大降低工件的生产成本。

3.2 大力发展先进冲压工艺,扩大冲压应用范围

大力发展先进冲压工艺,扩大冲压应用范围,首先要发展高效率、大吨位压力机,以加大冲压件的冲压面积和厚度。此外,要努力研制和发展冲压与焊接综合工艺、冷挤压加工工艺及冷挤压设备,达到节约材料、降低成本、提高生产率的目的。同时,还要发展新的冲压工艺、冲压方法,如精密冲压、液压成形、超塑性冲压等,将冲压技术提高到新的水平,以达到提高冲压精度,扩大冲压使用范围及降低工件成本的目的。

3.3 大力推广冲压加工机械化与自动化,并保证操作安全

在发展冲压生产的过程中,努力提高机械化与自动化程度,是提高劳动生产率、保证操作安全的最有效方法。要实现生产机械化与自动化,首先要从改进模具结构入手,尽量设计制造出适合批量生产的自动送(出)料装置。另外,还努力发展自动压力机、数控压力机、宜人化压力机,在生产中尽量采用机械手及料斗送料,并要发展带自动保护的监视和检测装置,确保冲压加工安全。

3.4 努力提高冲模生产制造技术,力求降低冲压件成本

在冲压生产中,冲模是冲压生产的主要工具之一。为了适应和发展冲压工艺,提高冲压技术水平,应尽量采用高效率、长寿命的连续冲模,发展硬质合金冲模或采用多工位的连续冲压、复合冲压及自动冲压,建立冲压流水线及自动线等;不断发展和采用制模新材料,如塑料冲模、聚氨酯橡胶冲模、锌合金冲模等;尽量采用计算机设计模具以及电火花穿孔、线切割机床和电解磨削加工等高效冲模加工设备;推广应用计算机 CAD/CAM 系统,以提高冲模加工的精度。

3.5 最大限度地综合利用边角料

我们的社会是资源节约型社会,冲压产生废料的做法是不完善的,冲压要做到无废料,少边角料或无边角料,所有边角料都可再利用或综合利用。

编制和研究先进的冲压工艺,提高冲压零件的工艺性能,尽可能地发展无边角料或少边角料冲裁,要最大限度地合理利用余料、边角料,以降低材料的消耗。

3.6 提高冲压加工文明程度和安全卫生管理水平

为适应冲压生产迅速发展的需要,要努力研究利用电子计算机控制冲压设备,以提高生产效率,降低冲压件成本,改善作业现场的生产条件,减轻劳动强度,提高冲压加工文明程度和安全卫生管理水平。

第2节 冲压加工的特点及危险有害因素

1 冲压加工的特点

冲压加工技术的应用范围十分广泛,在各工业部门几乎都有冲压加工或冲压产品的生产。冲压过程主要是利用冲压设备和模具实现对金属材料(板材)的加工过程。

冲压加工具有如下特点:

- ① 生产率高,操作简单,容易实现机械化和自动化,特别适合于大批量生产;
- ② 冲压零件表面光洁,尺寸精度稳定,互换性好,成本低廉;
- ③ 在材料消耗不多的情况下,可以获得强度高、刚度大、质量小的零件;
- ④ 可得到其他加工方法难以加工或无法加工的复杂形状零件。

冲压加工具有节材、节能和生产率高等优点,这决定了冲压产品成本低廉,效益较好,因而冲压加工在制造行业中占有重要地位。随着冲压加工技术的提高和工业生产的迅速发展,冲压加工得到了世界各国的高度重视。

2 冲压加工中的危险有害因素分析

冲压机床与一般机器相比,危险性较大,事故也较多。冲压加工工伤事故案例统计分析表明,其中绝大多数事故是冲压工在冲头下送料或从冲模中用手将冲件取出时,手伸进冲头和冲模之间的危险区域而发生的。压力机的连续行程是最危险的,因为在这种情况下冲压工必须适应冲压机的冲头速度,要在冲头上升的短时间内完成工件的装卸工作,当冲头已开始下降而冲压工装卸工件未完成时很容易发生工伤事故。压力机在停止运行时,如果有重物落在踏板上或工人偶然触动踏板时,冲压机械就会突然启动,发生意外事故。如果停车开关发生了故障,也会引起事故(如连环冲)。当工人用手从模子中取出工件时,如果工件卡在模子内,也可能发生伤手事故。在冲压加工中,工人身体也可能被转动部分卡住而发生事故,或被从冲压机工作台上掉下来的物体击伤等。

为了防止上述伤害事故的发生,必须采取一系列安全防护措施,包括在模具和压力机上安装防护装置和设备,正确使用手工具,进行安全操作等。

实现冲压生产的机械化、自动化是提高生产率和确保操作安全,防止事故发生的有效措施。因此,在冲压车间要大力开展技术革新活动,变手工操作为机械化操作,使工人脱离繁重的体力劳动和不安全的生产环境,保证安全生产。

冲压加工中的危险有害因素如下:

① 冲压加工中最易发生的事故主要是冲头伤指,当操作人员由于思想不集中、动作不协调或工件在模具中未放正而进行调整时,冲头正好下落,极易冲伤手指;

② 冲模或工具崩碎飞出伤人;

③ 工件被挤飞伤人;

④ 齿轮或传动机构将操作人员绞伤;

⑤ 模具起重、安装、拆卸时造成的砸伤、挤伤;

⑥ 安全装置失灵,如制动器不制动造成的伤害;

⑦ 操作机构失灵,发生意外连冲;

⑧ 模具设计不合理,操作不方便而引发操作事故;

⑨ 多人操作时因不协调而引发事故;

⑩ 工艺安排不合理,专用工具不合适时发生伤害;

⑪ 液压元件超负荷,压力超过允许值,使高压介质冲出而引发危险;

⑫ 剪切机刀片割伤;

⑬ 压力机产生的噪声造成人的听力损伤;

- ⑭ 压力机振动而引发噪声；
- ⑮ 生产过程中的有害物质,如粉尘、酸等引发伤害；
- ⑯ 其他。

第3节 冲压工艺的分类

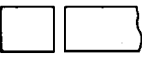
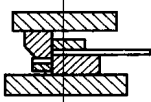
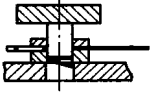
1 冲压工艺的分类

由于冲压加工的零件形状及尺寸、精度要求、批量大小、原材料性能等不同,所采用的冲压工艺方法多种多样。冲压工艺按照加工性质的不同,基本上可以分为分离工序和成形工序两大类型。

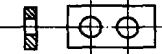
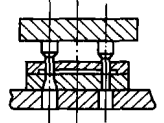
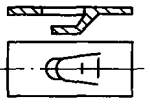
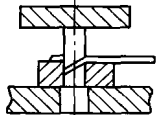
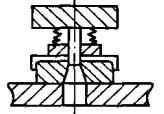
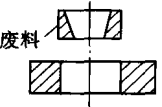
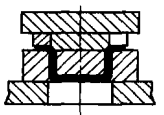
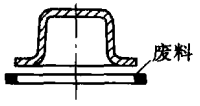
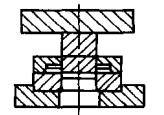
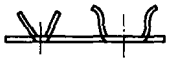
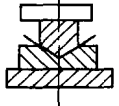
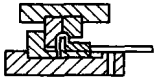
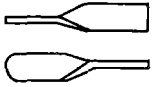
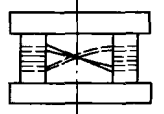
分离工序是指板料或坯料受力后,应力超过材料的强度极限,而使板料发生剪裂或局部剪裂。其目的是在冲压过程中,使零件或坯件沿一定的轮廓线相分离。根据所要求的分离断面质量,这种分离工序又可分为以破坏形式实现分离的普通冲裁及以变形形式实现分离的精密冲裁两种形式。这种以破坏形式实现分离的普通冲裁和以变形形式实现分离的精密冲裁的工序之间存在着本质的区别,而每种工序又包括很多工序形式,如落料、冲孔、切边等。

成形工序是指坯料受力后,应力超过了材料的屈服点,经过塑性变形后,成为一定形状的加工工序。其目的是使冲压坯料在不被破坏的前提下,发生塑性变形后并转化成为所要求的工件形状,如弯曲、拉深、冷挤压、成形等工序。冲压的各种基本工序类型、名称、特点及应用范围等见表 1-1。

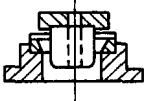
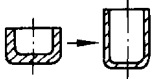
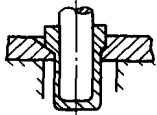
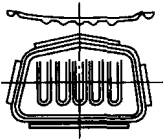
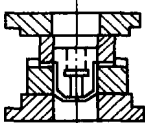
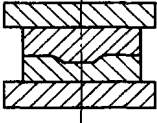
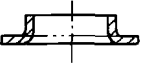
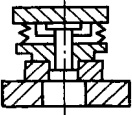
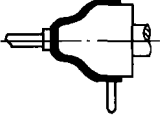
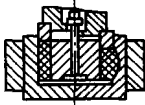
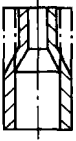
表 1-1 冲压的各种基本工序的分类与特征

变形类别	工序类型	工序名称	工序简图	特点及应用范围	使用冲模结构
分离工序	冲裁	剪裁 (切断)		用剪刀或模具切断板材,切断线不封闭	
		落料		用模具沿封闭线冲切板料,冲下的部分为工件,其余部分为边角料	

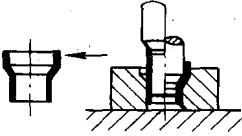
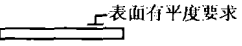
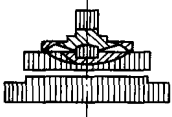
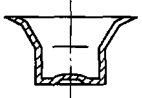
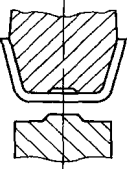
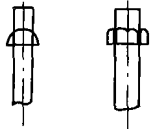
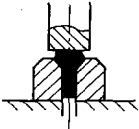
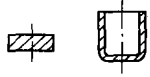
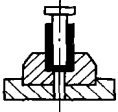
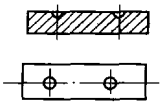
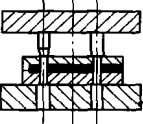
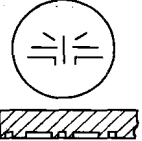
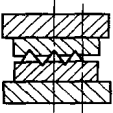
续表 1-1

变形类别	工序类型	工序名称	工序简图	特点及应用范围	使用冲模结构
分离工序	冲裁	冲孔		用模具沿封闭线冲切板材, 冲下的部分是边角料	
		切口		在坯料上将板材部分切开, 切口部分发生弯曲	
		剖裁		将半成品切开成两个或几个工件, 常用于双冲压	
		修边		将拉深或成形后的半成品边缘部分的多余材料切掉	
		整修		将平坯件边缘预留的加工余量去掉, 求得准确尺寸及光滑垂直的剪裂断面	
成形工序	弯曲	压弯		将平的坯件压成一定形状的零件	
		卷边		将坯件的边根据一定的半径压弯成一定形状的圆弧形	
		扭弯		将平坯件的一部分与另一部分相对转一个角度, 变成曲线零件	

续表 1-1

变形类别	工序类型	工序名称	工序简图	特点及应用范围	使用冲模结构
成形工序	拉深	不变薄拉深		将坯件压成任意形状的空心零件,或将其形状尺寸作进一步改变而不引起料厚的变化	
		变薄拉深		用减小壁厚,增加工件高度的方法来改变空心件的尺寸,得到要求的底厚、壁厚	
	拉延	双动拉延		将平毛坯在双动压力机上进行拉延,得到大型曲线形空心件,如汽车覆盖件	
	成形	成形		采用材料局部拉深的办法,形成局部凸起和凹进	
		翻边		将板料或工件上有孔的边缘翻成竖立边缘 将工件的外缘翻成圆弧或曲线状的竖立边缘	
		旋压		利用擀棒或滚轮将板料毛坯擀压成一定形状(分变薄与不变薄两种)	
		胀形		使空心件(或管料)的一部分沿径向扩张,呈凸肚形	
		缩口		将空心或管状坯件的端部由外向内压缩,以缩小孔径	

续表 1-1

变形类别	工序类型	工序名称	工序简图	特点及应用范围	使用冲模结构
成形工序	成形	扩口		将空心件的口部扩大,常用于管子。	
		校平		将毛坯或工件不平的面或弯曲予以压平	
		整形		将已拉深或弯曲的零件压成正确形状	
	立体冲压	冷镦		将金属体积作重新分布及转移,使其局部变粗形成所要求的形状	
		冷挤压		采用将金属冲挤到凸模及凹模之间发生塑性变形的办法,使厚的坯料转变为空心薄壁零件。	
		冲中心压		采用冲针在零件表面冲挤成中心窝孔,以便于钻孔定中心用	
		压印		采用将金属局部挤进的办法,在零件表面上形成浅的凹进、花纹、字样及符号等	

2 冲压常用材料

冲压所用的材料绝大多数是板料、卷料及块料,有时也可对某些型材进行冲压加工。为了适应各种冲压加工,冲压材料应具备适于加工的工艺性能。用冲

压加工方法获得的冲压件,其结构形状、尺寸精度等要适合冲压工艺的特点,构成冲压件的材料也应适合冲压工艺的特点,使它易于接受冲压加工,这就是材料的冲压工艺性。

2.1 材料冲压性能

冲压所用的材料必须具有以下的冲压性能:

- ① 冲压材料便于加工,容易得到高质量和高精度的冲压件;
- ② 冲压材料便于提高生产效率,即一次冲压工序的极限变形程度和总的极限变形程度要足够大(适于加工);
- ③ 材料对模具的损耗及磨损要低,并且不易出现废品。

一般来说,金属材料的冲压性能是通过比较判断各种材料的力学性能进行分析的。其力学性能的主要指标包括强度指标和塑性指标两类。

2.2 冲压材料类型

在冲压加工中,冲压件所用的材料是多种多样的,其中主要有黑色金属材料、有色金属材料、非金属材料三大类。

2.2.1 黑色金属材料

黑色金属材料是冲压加工中应用最为广泛的材料,按其性质可分为碳素结构钢和合金钢2种。

2.2.1.1 碳素结构钢

碳素结构钢适用于一般结构件和工程用金属构件,在冲压加工中应用最为广泛。主要用做各种机械零件,如各种复杂的变形弯曲件、拉深件、成形件等。常用的钢牌号主要有 Q235, Q255, Q275, 10 号, 45 号, 70 号钢等。

2.2.1.2 合金钢

合金钢主要用于特殊性能零件的制造,如硅钢板是电机、电器、电子工业最常用的材料。主要牌号有 D21, D22, D31, D41, D42 等。此外,合金钢还用于一些电子仪器及医疗器械和部分不锈钢制品零件,常用的牌号主要有 1Cr13, 2Cr13, 4Cr13 等。

2.2.2 有色金属材料

有色金属材料在冲压加工中的应用最为广泛,有色金属及合金主要指铜及铜合金和铝及铝合金2种。

2.2.2.1 铜及铜合金

铜主要用做导体材料及配制铜合金。

纯铜又称紫铜或电解铜,有良好的导电、导热性,但力学性能较差。主要牌号有 T1, T2, T3 等。

铜和锌的合金称为黄铜,有较高的耐磨性能和一定的力学性能,可用来制造