

中等专业学校轻工专业试用教材

冷冲压模具设计

王树立 主编

中国轻工业出版社

中等专业学校轻工专业试用教材

冷冲压模具设计

王树立 主编

中国轻工业出版社

内 容 提 要

本书是根据轻工业部工模具设计与制造专业《冷冲压模具设计》教学大纲编写的。

本书结合轻工产品的特点,较详细地叙述了冷冲压模具设计的有关内容。全书共分九章,包括冷冲压概论、冲裁、弯曲、拉伸、成形、轻工模具特点及冲模标准化、冲压工艺规程的制定、模具钢与冲压模具的失效分析、计算机辅助设计与辅助制造(CAD/CAM)在冷冲模具设计与制造中的应用。

本书可作为中等专业学校工模具设计与制造专业教材,也可作为冷冲压模具设计人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

冷冲压模具设计/王树立主编.-北京:中国轻工业出版社,1996.12
重印
中等专业学校轻工专业试用教材
ISBN 7-5019-1248-3

I.冷… II.王… III.冷冲模-设计-专业学校-教材
IV.TG385.2

中国版本图书馆CIP数据核字(96)第21482号

责任编辑 孟海莹

中国轻工业出版社出版
(北京东长安街6号)
三河市宏达印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行
各地新华书店经售

787×1092毫米1/16 印张:23.5 字数:544千字

1992年9月 第1版第1次印刷

1996年12月 第1版第3次印刷

印数:10,001—13,000 定价:35.25元

66H09/24
17

前 言

在轻工业的产品中,有相当大的一部分零件是由冲压加工进行生产的。由于冲压加工是利用冲模在压力机上进行工作的,具有产品精度好、产量高、质量稳定、生产过程易于实现自动化的特点,所以有逐渐用模具加工方法代替切削加工的趋势。目前冲压加工已在轻工行业的家用电器、钟表、自行车、日用五金、五金工具、铝品、餐具、乐器等行业中大量采用。但是,目前轻工系统可以采用的冷冲压模具设计的教材还是不多的。因此,轻工业部中等专业学校工模具设计与制造专业教材委员会制定了《冷冲压模具设计》教学大纲,同时组织部分学校的“冷冲压模具设计”教研组根据教学大纲进行了教材的编写工作。

本书适用于轻工系统中等专业学校作为冲压模具设计课的专业课教材,也可供从事冲压加工的工程技术人员参考。

参加本书编写的有:天津二轻工业学校王树立、北京二轻工业学校苏惠义、项立文、骆祥云、长春轻工业学校宋绪涛、上海轻工业学校周岳祥、北京一轻工业学校黄根隆。

全书由王树立承担主编,苏惠义承担主审。

由于编写过程时间仓促,错误之处在所难免,欢迎广大读者批评指正。

编者

1991年6月

目 录

第一章 冷冲压概论	1
§ 1-1 冷冲压工序分类及模具的基本结构	1
§ 1-2 冷冲压用材料	4
§ 1-3 冷冲压设备——压力机	23
第二章 冲 裁	29
§ 2-1 普通冲裁机理	29
§ 2-2 冲裁间隙	33
§ 2-3 冲裁模刃口尺寸计算	39
§ 2-4 冲压力及压力中心计算	47
§ 2-5 冲裁工艺	57
§ 2-6 冲裁模基本类型及结构特点	67
§ 2-7 其他冲裁模结构及设计特点	81
§ 2-8 精密冲裁	98
§ 2-9 整修工艺	111
§ 2-10 冲裁模主要零部件设计.....	117
§ 2-11 冲裁模设计的一般程序.....	154
§ 2-12 模具寿命分析.....	164
§ 2-13 冲裁件质量分析.....	168
§ 2-14 冲压安全技术.....	169
第三章 弯 曲	179
§ 3-1 弯曲变形过程分析	179
§ 3-2 弯曲件的工艺性	182
§ 3-3 弯曲件毛坯尺寸计算	186
§ 3-4 弯曲件的质量分析	190
§ 3-5 弯曲力的计算	198
§ 3-6 弯曲件工序安排	200
§ 3-7 弯曲模的结构设计	202
§ 3-8 弯曲模工作部分尺寸计算	209
第四章 拉 伸	216
§ 4-1 圆筒形零件拉伸的变形过程	216
§ 4-2 拉伸零件的工艺性	221
§ 4-3 旋转体拉伸件毛坯尺寸的计算	223
§ 4-4 拉伸系数	232
§ 4-5 旋转体拉伸件工艺尺寸的计算	236

§ 4-6	矩形件的拉伸	253
§ 4-7	拉伸模工作部分尺寸确定	272
§ 4-8	压边装置与压力机选择	276
§ 4-9	拉伸模结构	281
§ 4-10	其他拉伸方法和模具	286
§ 4-11	拉伸过程中的辅助工序	304
§ 4-12	拉伸件的质量分析	307
第五章	成形	310
§ 5-1	起伏成形	310
§ 5-2	胀形	312
§ 5-3	缩口	315
§ 5-4	翻边	318
§ 5-5	校平与整形	323
§ 5-6	旋压	325
第六章	轻工模具特点及冲模标准化	328
§ 6-1	轻工模具的特点	328
§ 6-2	冲模标准化	331
第七章	冲压工艺规程的制定	336
§ 7-1	制订冲压工艺方案的内容和步骤	336
§ 7-2	制订冲压工艺方案的实例	339
第八章	模具钢与冲压模具的失效分析	346
§ 8-1	模具钢	346
§ 8-2	冲压模具的失效分析	350
第九章	计算机辅助设计与制造 (CAD/CAM)在冷冲模具设计与制造中的应用	353
§ 9-1	概述	353
§ 9-2	计算机辅助设计系统的硬件	354
§ 9-3	冲裁模计算机辅助设计的内容和步骤	357
附录		361
参考文献		367

第一章 冷冲压概论

§ 1-1 冷冲压工序分类及模具的基本结构

一、冷冲压基本工序的分类及其特点

冷冲压是轻工业生产的重要加工手段之一，它属于塑性加工。

冷冲压生产是依靠模具和冲压设备——压力机，使材料产生变形，以实现成形、接合、分离和校正的加工方法。

根据冷冲压加工的零件的形状、尺寸、精度要求、批量、原材料性能的不同，在生产中所采用的冲压工艺也不同，但归纳起来可分为分离工序、成形工序和复合工序三类。

1. 分离工序

在冲压过程中，使冲压件与板料沿一定的轮廓相互分离，同时冲压件分离断面的质量，也要满足一定的要求。

分离工序是利用材料塑性变形到达最后阶段所产生断裂而形成的。在使用压力机的情况下，主要是进行落料、冲孔、切断、切边、剖切等冲裁加工。

2. 成形工序

在冲压过程中，使冲压毛坯在不破坏的条件下，发生塑性变形，制成所需形状的成品。

一般成形则指板料的弯曲、拉伸、胀形、翻边等，它是既保持作为坯料的板料状态，同时又改变其外观的加工方法。此外，如线材、棒料和管材通过成形加工也能得到各种制件。

3. 复合工序

在冲压过程中，将两个以上基本工序合成一个工序，以提高生产效率。

常用的各种冷冲压加工方法见表1-1。

二、冷冲压模具的基本结构

导柱冲裁模是典型的冲压模具，结构如图 1-1，该模具包括以下几部分：

模架——上、下模座、导柱、导套的组合体。

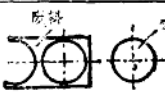
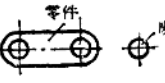
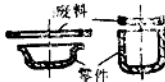
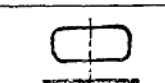
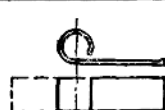
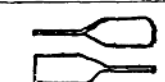
工作零件——直接对毛坯的板料进行冲压加工的冲模零件，包括凸模、凹模。通过凸模、凹模具有一定轮廓的锋利刃口的冲裁作用而使板料分离。

定位零件——确定条料或毛坯在冲模中正确位置的零件，如定位销、导料板。定位销用于进距定位；导料板用于条料左右定位。

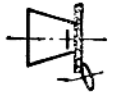
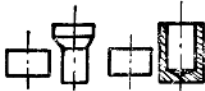
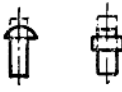
压料、卸料零件——将毛坯压住（弹压卸料）和将条料从凸模上卸下来，如卸料板。

表 1-1

冷冲压的基本工序

变形种类	序号	工序名称	工序简图	工 序 说 明
分 离 工 序	1	切 断		按不封闭的外形, 从坯料中分离出零件或毛坯
	2	落 料		按封闭外形, 从坯料中分离出零件或毛坯
	3	冲 孔		按封闭轮廓, 在坯料上冲出通孔, 冲下部分是废料
	4	切 边		将成形零件的边缘修切整齐
	5	剖 切		将已成形的半成品分离为两个或多个零件
	6	切 口		将毛坯局部分离
	7	整 修		将冲裁件外缘或内孔刮削一薄层切屑, 以提高其尺寸精度和表面粗糙度
成 形 工 序	8	弯 曲		将板料沿直线弯成各种形状的零件
	9	卷 圆		将板料端部按一定半径弯圆
	10	扭 曲		把冲裁后的毛坯扭转成一定的角度
	11	拉 伸		将板料毛坯冲压成各种空心件
	12	变薄拉伸		把拉伸后的空心半成品进一步加工成底部厚度大于侧壁厚度的零件
	13	翻 孔		将毛坯或半成品上的孔冲制成竖立的边缘

续表

变形种类	序号	工序名称	工序简图	工 序 说 明
成	14	翻 边		把板料毛坯的边缘按曲线弯成竖立的边缘
	15	卷 边		将空心件的边缘卷成圆边
	16	拉 弯		在拉力与弯矩共同作用下实现弯曲变形, 可提高零件成形准确度
	17	胀 形		将空心件的直径沿径向胀大
	18	扩 口		将空心件的口部直径扩大
形	19	缩 口		将空心件的口部直径缩小
	20	起 伏		将坯料局部拉伸成形出各种形状的凸起与凹陷
	21	校 形		为提高已成形零件的尺寸精度或获得小的圆角半径而采用的成形方法
工	22	旋 压		用辊轮使旋转状态下的毛坯逐步成形的方法 (即擰形)
	23	挤 压		将毛坯放在模腔内, 加压使其从模具空隙中挤出, 以成形空心或实心零件
	24	墩 粗		轴向压缩毛坯, 使其横向扩展
	25	压 印		在毛坯的表面压出花纹或字样

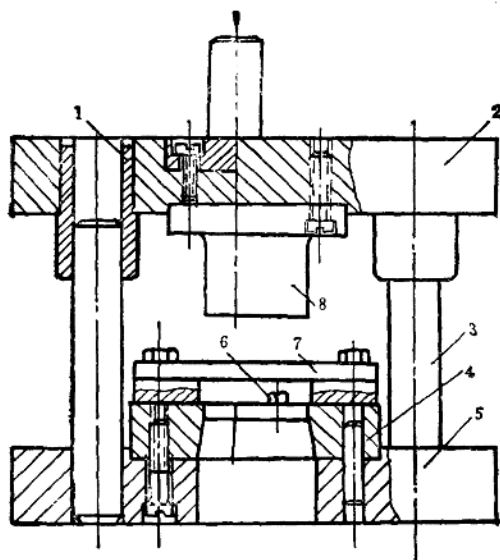


图 1-1 导柱冲裁模

1—导套 2—上模座 3—导柱 4—凹模 5—下模座 6—定位销 7—卸料板 8—凸模

导向零件——用以确定上、下模的相对位置，保证运动导向精度的零件，如导柱、导套。

固定零件——将凸模、凹模固定于上、下模上，以及将上、下模固定在压力机上的零件，如上模座、下模座、凸模固定板、垫板、模柄等。

其他零件——如紧固件等。

§ 1-2 冷冲压用材料

一、冷冲压用材料的基本要求

制造冲压件，不仅要满足设计的技术要求，即要适合该冲压零件在机器中的用途和工作条件，而且还需要适合冲压工艺的要求。金属的工艺性能主要取决于其机械性能（如屈服极限 σ_s 、强度极限 σ_b 、延伸率 δ 、断面收缩率 ψ 等）。

而材料的机械性能又依赖于材料的化学成分、晶粒组织及大小、热处理以及冷作硬化的程度。

由于冲压变形属于大变形性质，所以材料的塑性指标是十分重要的，塑性指标高，其允许的变形程度就大，这对于减少工序及中间退火次数（或不需要中间退火）有好处。

冷冲压中，各种钢材制成的板料或条料有以下一些品种：

碳钢板、优质碳钢板、高级优质合金钢板、合金钢板、冷轧钢带料、不锈钢带料、电工钢板等。

这些从轧钢厂生产的轧材，除要保证其化学成分或机械性能外，还要保证具有光洁

平整无缺陷损坏的表面状态,只有这样才能生产出表面良好的冲压零件和延长模具的使用寿命。

板材、带料厚度应符合国家标准,厚度超差不仅会影响工件质量,还可能产生废品和破坏模具及冲压设备。

二、常用材料种类及其特性

(一) 黑色金属材料及其规格标准

1. 碳素钢板

含碳量小于 0.12% 的钢板称为软钢板,是冲压成形用的材料,应用最为广泛。按其制造工序是否经过冷轧,大体可分为冷轧钢板和热轧钢板两类。

表 1-2

黑色金属的机械性能

材料名称	牌 号	材料状态	抗剪强度 τ (MPa)	抗拉强度 σ_b (MPa)	延 伸 率 $\delta_{5.0}$ (%)	屈服强度 σ_s (MPa)
电工用纯铁 $C \leq 0.025$	DT1、DT2、DT3	已 退 火	180	230	26	/
电工硅钢	D11、D12 D21 D31、D32 D41~43 D310~340	已 退 火	190	230	26	/
		未 退 火	460			
普通碳素钢	A0	未 退 火	260~380	320~470	18~22	190
	A1		260~320	320~400	28~33	/
	A2		270~340	340~420	26~31	220
	A3		310~380	380~470	21~25	240
	A4		340~420	420~520	19~23	260
	A5		400~500	500~620	15~19	280
优 质 碳素结构钢	05	已 退 火	200	230	28	/
	05F		210~300	260~330	32	/
	08F		220~310	280~390	32	180
	08		260~360	330~450	32	200
	10F		220~340	280~420	30	190
	10		260~340	300~440	29	210
	15F		250~370	320~460	28	/
	15		270~380	340~480	26	230
	20F		280~390	340~480	26	230
	20		280~400	360~510	25	250
	25		320~440	400~550	24	280
	30		360~480	450~600	22	300
	35		400~520	500~650	20	320

续表

材料名称	牌 号	材料状态	抗剪强度 τ (MPa)	抗拉强度 σ_b (MPa)	延 伸 率 δ_{10} (%)	屈服强度 σ_s (MPa)
优质碳素结构钢	40	已 退 火	420~540	520~670	18	340
	45		440~560	550~700	16	360
	50		440~580	550~730	14	380
	55	已 正 火	550	≥ 670	14	390
	60		550	≥ 700	13	410
	65		600	≥ 730	12	420
	70		600	≥ 760	11	430
	65Mn	已 退 火	600	750	12	400
碳素工具钢	T7~T12 T7A~T12A	已 退 火	600	750	10	/
	T13 T13A		720	900	10	/
	T8A T9A	冷作硬化	600~950	750~1200	/	/
轻 钢	10Mn2	已退火	320~400	400~580	22	230
合金结构钢	25CrMnSiA 25CrMnSi	已低温退火	400~560	500~700	18	
	30CrMnSiA 30CrMnSi		440~600	550~750	16	
弹 簧 钢	60Si2Mn 60Si2MnA 65Si2MnWA	已低温退火	720	900	10	
		冷作硬化	640~960	800~1200	10	
不 锈 钢	1Cr13	已 退 火	320~380	400~470	21	
	2Cr13		320~400	400~500	20	
	3Cr13		400~480	500~600	18	480
	4Cr13		400~480	500~600	15	500
	1Cr18Ni9	经热处理	460~520	580~640	35	200
	2Cr18Ni9	冷硬后的 冷作硬化	800~880	1000~1100	38	220
	1Cr18Ni9Ti	经热处理 退火	430~550	540~700	40	200

根据钢中硫、磷等杂质的含量多少，又分为普通碳素钢板和优质碳素钢板。

薄板用钢的冶炼过程，几乎都是用转炉来实现的。将钢水铸成铸锭时，沸腾反应进行得充分的钢称为沸腾钢，钢锭的外侧表面的杂质少，可以得到表面性能良好的钢板。这种钢板称为沸腾钢板。如 05F、08F、10F 属于优质碳素结构钢中的低碳沸腾钢板，含碳量很低具有良好的塑性和较高的表面质量，有利于复杂成形。特别适用于拉伸成形，故被称为“深拉伸钢”。

2. 不锈钢板

不锈钢是在软钢中含有铬 12~24% 和镍 8~22% 的钢。从化学成分上看，可以分为

表 1-3 轧制薄钢板的热态和厚度公差 (极限偏差) (mm) (GB708-85)

钢板厚度	A		B		C		钢板的宽度和长度	
	高级精度	较高精度	普通精度		热轧钢板		冷轧钢板	
	冷轧优质	普通和优质钢板						
		钢、板	冷轧和热轧	热				
全部宽度		宽度 ≤ 1000		宽度 ≥ 1000				
0.20~0.40	± 0.03	± 0.04	± 0.06	± 0.06	± 0.06	$\Delta 500 \times 1000, \Delta 500 \times 1500, 800 \times 2000, 850 \times 1700, 500 \times 2000, \Delta 850 \times 1200, \Delta 850 \times 2000, \Delta 300 \times 1500, 600 \times 1530, 800 \times 1800, \Delta 900 \times 1800, \Delta 300 \times 2000, 600 \times 2000, 710 \times 1000, \Delta 1000 \times 1500, \Delta 1000 \times 2000, 710 \times 1420, 710 \times 2000, 750 \times 1000, \Delta 750 \times 1500, 750 \times 2000, \Delta 800 \times 1500,$	500×1000, 500×1500, 850×1500, 900×1500, 600×1200, 600×1800, 900×1800, 1000×1500, 600×1200, 710×1420, 1000×2000, 750×1500, 800×1500,	
0.45~0.50	± 0.04	± 0.05	± 0.07	± 0.07	± 0.07			
0.55~0.60	± 0.05	± 0.06	± 0.08	± 0.08	± 0.08			
0.70~0.75	± 0.06	± 0.07	± 0.09	± 0.09	± 0.09			
0.80~0.90	± 0.06	± 0.08	± 0.10	± 0.10	± 0.10	1. 同上规格有△标记者 2. 另有600×1420, 850×1500, 880×1700	1. 同上规格 710×2000, 750×2000, 1100×2200, 800×2000, 850×2000, 1250×2500, 900×2000, 1100×2000, 1250×2000,	
1.0~1.1	± 0.07	± 0.09	± 0.12	± 0.12	± 0.12	1. 同料厚0.2~0.75的规格 2. 另有600×1420 850×1500 900×1000	同上规格 但: 1. 下列规格此处则没有 900×1500, 1000×1500 2. 增加: 500×2000, 1400×2800 1400×3000, 1400×3500	
1.2~1.25	± 0.09	± 0.11	± 0.13	± 0.13	± 0.13			
1.4	± 0.10	± 0.12	± 0.15	± 0.15	± 0.15			
1.5	± 0.11	± 0.12	± 0.15	± 0.15	± 0.15			
1.6~1.8	± 0.12	± 0.14	± 0.16	± 0.16	± 0.16			
2.0	± 0.13	± 0.15	± 0.18	± 0.15 -0.18	± 0.18	1. 同上规格有△标记者 2. 另有500×500, 600×600, 600×1500, 750×2000, 800×2000, 850×1500, 1000×3000, 1100×2200, 1100×3000, 1100×4000, 1250×2500, 1250×3000, 1250×4000, 1400×3000, 1400×4000,	500×500, 500×1000 500×1500, 500×2000 600×600, 600×1200 600×1800, 600×2000 710×1420, 750×1500 800×1500, 850×1500 900×1800, 1000×2000	
2.2	± 0.14	± 0.16	± 0.19	± 0.16 -0.19	± 0.19			
2.5	± 0.15	± 0.17	± 0.20	± 0.18 -0.20	± 0.20			
2.8~3.0	± 0.16	± 0.18	± 0.21	± 0.18 -0.22	± 0.22			
3.2~3.5	± 0.18	± 0.20	± 0.23	± 0.18 -0.25	± 0.25	和料厚2.00~2.80的规格相同, 但 1. 下列规格此处则没有 500×1500, 600×1500, 1000×1500 2. 增加 750×1000, 1400×2300 1000×4000, 1400×3500		
3.8~4.0	± 0.20	± 0.22	± 0.25	± 0.20 -0.30	± 0.30			

材 料 厚 度	公 差 (极限偏差)	常用的钢板的宽度×长度
0.25, 0.30, 0.35	±0.05	510×710 850×1700
0.40, 0.45		710×1420 500×1800
		750×1500 900×2000
0.50, 0.55	±0.05	710×1420 500×1800
0.60, 0.65	±0.06	750×1500 900×2000
0.70, 0.75	±0.07	750×1800 1000×2000
0.80, 0.90	±0.08	850×1700
1.00, 1.10	±0.09	710×1420 750×1800 750×1500 850×1700 900×1800 1000×2000
1.20, 1.30	±0.11	
1.40, 1.50	±0.12	
1.60, 1.80	±0.14	
2.00	±0.16	

表 1-5

电工用硅钢薄板的厚度公差(极限偏差) (mm) (YB73-70)

材 料 厚 度	牌 号	材 料 厚 度 公 差(极限偏差)					
		热 轧 钢 板		冷 轧 钢 板			
		普 通	较 高	宽 度 < 600		宽 度 > 600	
				普 通	较 高	普 通	较 高
0.1	DG41, DR41, DR42 DH41, DH42	±0.02	—	—	—	—	—
0.2	DG41, DR41, DR42 DH41, DH42	±0.02	—	±0.02	—	±0.02	—
	DG310, DH310						
0.35	D31, D32, D41, D42 D43, D44	±0.04	±0.03	±0.020	+0.01 -0.02	±0.03	±0.02
	DG41, DR41, DR42, DH41, DH42						
	D310, D320, D330, D340						
	DH310						
0.5	D11, D12, D13, D21, D22, D23, D31	±0.05	±0.04	±0.03	+0.02 -0.03	±0.04	±0.03
	D31, D32, D41, D43 D44,						
	D1100, D1200, D1300 D3100, D3200, D310 D320, D330, D340						

注: ①钢号第二个字母“G”、“R”、“H”表示检验钢板时磁场条件“高”、“弱”、“中”。

②没有第二个字母表示频率为50周波时在强磁场下检验的钢板。

③钢号第一位数字(1、2、3、4)表示钢板含硅量等级。

④钢号第二位数字(1、2、3、4)表示保证的钢板电磁性能。

⑤钢号第三位数字(0、00)表示冷轧钢板的晶粒取向度。

表 1-6 普通碳素钢冷轧钢带的厚度与宽度公差(极限偏差) (mm) (GB716-65)

材料厚度	材料厚度公差		钢带宽度	宽 度 公 差				钢带长度
	普 通	较 高		切 边 钢 带		不切边钢带		
				普 通	较 高	普 通	较 高	
0.05, 0.06 0.08, 0.10	-0.015	-0.01	5, 10, …… , 100 间隔5	宽度≤100 时为-0.4	宽度≤100 时为-0.2	宽度≤50 时为±2.5	宽度≤50 时为-1.5	一般不应 短于10m
0.15	-0.02	-0.015	30, 35, …… , 100 间隔 5					
0.20, 0.25	-0.03	-0.02						
0.30	-0.04	-0.03		宽度>100 时为-0.5	宽度>100 时为-0.3	宽度≤50 时为±2.5	宽度≤50 时为-1.5	最短允许 在5m以上
0.35, 0.40	-0.04	-0.03	30, 35……200 间隔5					
0.45, 0.50	-0.05	-0.04						
0.55, 0.60	-0.05	-0.04			宽度<100 时为-0.5 宽度>100 时为-0.6	宽度<100 时为-0.3 宽度>100 时为-0.4		
0.65, 0.70	-0.07	-0.05						
0.75, 0.80 0.85, 0.90 0.95, 1.00								
1.05, 1.10 1.15, 1.20 1.25, 1.30 1.35, 1.40 1.45, 1.50	-0.09	-0.06	50, 55……200 间隔5			宽度>50 时为±3.5	宽度>50 时为-2.5	最短允许 在5m以上
1.60, 1.70 1.75, 1.80 1.90, 2.00 2.10, 2.20 2.30, 2.40 2.50	-0.13	-0.10						
2.60, 2.70 2.80, 2.90 3.00	-0.16	-0.12						

马氏体系、铁素体系和奥氏体系三大类。但作为冲压成形用的不锈钢板，仅限于铁素体型和奥氏体型。

由于其具有抗蚀性能，广泛用于不锈钢器皿，如餐具、厨具等。

常用牌号有 2Cr13、1 Cr18Ni9、2Cr18Ni9 等。

3. 电工用硅钢板

在钢中增加硅的含量，使其具有良好的电磁性能，广泛用于电机转子、定子片中。

常用牌号有 D44、D41、DG41、DR42、DH42 等。

黑色金属材料的机械性能见表 1-2。

表 1-7

优质低碳钢冷轧钢带的厚度与宽度公差(极限偏差) (mm) (YB209-83)

材 料 厚 度	材料厚度公差		钢带宽度 B	宽 度 公 差			钢带长度 L
	普 通	较 高		切 边 钢 带		不切边钢带	
				普 通	较 高		
0.05, 0.06, 0.08	-0.015	-0.010	系列 4~20 间隔为1	$B \leq 100$ 时为-0.3	$B \leq 100$ 时为-0.15	$B \leq 50$ 时为+2.0 时为-1.5	$L \leq 5m$ 最短允许 $L > 3m$
0.10, 0.12, 0.15	-0.02	-0.015		$B > 100$ 时为-0.5	$B > 100$ 时为-0.25	$B = 53 \sim 100$ 时为+2.5 时为-2.0	
0.18, 0.20 0.22, 0.25	-0.03	-0.02	系列20~40 间隔为2	$B \leq 100$ 时为-0.4	$B \leq 100$ 时为-0.3	$B = 105 \sim 195$ 时为+4.0 时为-2.5	
0.28, 0.30 0.35, 0.40	-0.04	-0.03	系列40~100 间隔为3, 4 如: 43, 46, 50, 53, 56, 60,	$B \leq 100$ 时为-0.6	$B > 100$ 时为-0.4	$B > 200$ 时为+6.0 时为-4.5	
0.45, 0.50, 0.55	-0.05	-0.04	系列105~225 间隔为5	$B \leq 100$ 时为-0.6	$B \leq 100$ 时为-0.4		
0.60, 0.65, 0.70	-0.05	-0.04	225以上为: 245, 250, 260, 270, 280, 290, 300	$B > 100$ 时为-0.8	$B > 100$ 时为-0.6		
0.75, 0.80, 0.85 0.90, 0.95	-0.07	-0.05					
1.00	-0.09	-0.06					
1.05, 1.10, 1.15, 1.20, 1.25, 1.30, 1.35	-0.09	-0.06					
1.40, 1.45, 1.50, 1.55, 1.60, 1.65, 1.70	-0.11	-0.08					
1.75, 1.80, 1.85, 1.90, 1.95, 2.00, 2.10, 2.20, 2.30	-0.13	-0.10					
2.40, 2.50, 2.60, 2.70, 2.80, 2.90, 3.00	-0.16	-0.12					

普通碳素钢冷轧与热轧薄钢板的规格和厚度公差(极限偏差)见表 1-3。

镀锌和酸洗钢板的规格和厚度公差(极限偏差)见表 1-4。

电工用硅钢薄板的厚度公差(极限偏差)见表 1-5。

普通碳素钢冷轧钢带的厚度与宽度公差(极限偏差)见表 1-6。

优质低碳钢冷轧钢带的厚度与宽度公差(极限偏差)见表 1-7。

(二) 有色金属材料规格及标准

除了黑色金属以外的其他金属均称为有色金属。在轻工产品中主要以应用铜、铝及其合金为最多。

1. 铜及铜合金

铜的纯度大于 99.3% 的铜材称为纯铜, 铜的纯度小于 99.3% 的材料称为铜合金。

铜合金板料中应用最多的是黄铜板(带), 黄铜为铜锌合金, 是结构材料也是良好的导电材料。

常用的牌号有 H68、H62、HPb59-1

2. 铝及铝合金板

铝一般指含铝纯度为 99.0% 以上的材料, 若含有其他成分则称为铝合金。铝在延展性、耐腐蚀性、价格等各方面都是良好的材料, 但是强度差。因此在轻工产品中使用的为铝合金, 如铝锰合金, 铝镁合金等。

有色金属的机械性能见表 1-8。

表 1-8

有色金属的机械性能 (MPa)

材料名称	牌 号	材料状态	机 械 性 能			
			抗剪强度 τ (MPa)	抗拉强度 σ_b (MPa)	屈服强度 σ_s (MPa)	延伸率 δ_{10} (%)
铝	L ₁ 、L ₆	已退火的	80	75~110	50~80	25
	L ₃ 、L ₇	冷作硬化	100	120~150		4
铝锰合金	LF21	已退火的	70~100	110~145	50	19
		半冷作硬化的	100~140	155~200	130	13
铝镁合金	LF2	已退火的	130~160	180~230	100	/
铝铜镁合金		半冷作硬化的	160~200	230~280	210	/
高强度的铝 铁铜合金	LC4	已退火的	170	250	/	/
		淬硬并经人工时效	350	500	460	/
铁锰合金	MB1	已退火的	120~240	170~190	98	3~5
	MB8	已退火的	170~190	220~230	140	12~14
		冷作硬化的	190~200	240~250	160	8~10
硬 铝 (杜拉铝)	LY12	已退火的	105~150	150~215	/	12
		淬硬并经自然时效	280~310	400~440	368	15
		淬硬后冷作硬化	280~320	400~460	340	10
紫 铜	T ₁ 、T ₂ 、T ₃	软 的	160	200	70	30
		硬 的	240	300	/	3
黄 铜	H62	软 的	260	300	/	35
		半硬的	300	380	200	20
		硬 的	420	420	/	10
	H68	软 的	240	300	100	40
		半硬的	280	350	/	25
		硬 的	400	400	250	15
铅 黄 铜	HPb59-1	软 的	300	350	145	25
		硬 的	400	450	420	5
锰 黄 铜	HMn58-2	软 的	340	390	170	25
		半硬的	400	450	/	15
		硬 的	520	600	/	5
锡磷青铜 锡锌青铜	QSn6.5~2.5	软 的	260	300	140	38
		硬 的	480	650	/	3~5
	QSn4-3	特硬的	500	650	546	1~2