

高等农业院校試用教材

金属工艺学

第三册 金属压力加工

北京农业机械化学院編

农业机械化专业用

农业出版社

高等农业院校試用教材

金属工艺学

第三册

金属压力加工

北京农业机械化学院編

农业机械化专业用

农业出版社

高等农业院校試用教材
金屬工艺学
第三册
北京农业机械化学院編

农业出版社出版
北京老錢局一号

(北京市书刊出版业营业許可証出字第106号)

新华书店上海发行所发行 各地新华书店經售

大东集成联合印刷厂印刷裝訂

統一書号 15144·272

1961年9月上海制型	开本	787×1092毫米
		十六分之一
1961年9月初版	字数	151千字
1961年9月上海第一次印刷	印张	七又八分之三
	插頁	一
印数1—5,570册	定价	(9)七角七分

目 录

绪论	1
第一章 金属压力加工的基本理论	4
第一节 金属的可塑性和变形抗力的概念	4
第二节 变形概念	5
第三节 冷塑性变形及其对金属组织和性能的影响	9
第四节 冷塑性变形金属的再结晶退火及其对组织性能的影响	10
第五节 钢的热压力加工及其对组织性能的影响	11
第六节 影响可锻性的因素	12
第七节 金属塑性变形的的主要基本定律	15
第二章 加热和冷却	17
第一节 锻造温度范围	17
第二节 金属在加热过程中的氧化和脱碳	21
第三节 加热速度和加热时间	22
第四节 加热过程	24
第五节 锻件的冷却	28
第六节 加热设备	29
第三章 原材料生产	33
第一节 轧制	33
第二节 拉丝	35
第三节 挤压	38
第四章 自由锻造	40
第一节 概述	40
第二节 手工锻造工具	40
第三节 锻造机器及机器锻造工具	43
第四节 自由锻造的基本工序	53
第五节 自由锻件设计的工艺性	65
第六节 自由锻造的工艺过程	65
第五章 模型锻造	73
第一节 概述	73
第二节 模锻的种类	74

第三节	锤上模型锻造	77
第四节	胎模锻造	87
第五节	模锻材料和制造	90
第六节	模锻在修配业上的应用及其特点	92
第六章	冷冲压工艺	94
第一节	概述	94
第二节	冲压生产过程的特点和种类	95
第三节	冷冲压工艺	96
第四节	冲压件产生废品的原因及防止方法	104
第五节	冲压模具的结构与材料	104
第六节	冲模设计的基本知识	108
第七节	冲压设备	110

緒 論

压力加工基本概念及其类型 一部机器是由许许多多的零件所组成的。这些零件一般是用铸造、压力加工、焊接或切削加工制造出来。

压力加工是利用金属的可塑性,在外力的作用下产生塑性变形,使被加工金属改变几何的形状、尺寸、组织,以获得一定机械性能的零件(或坯件)的一种加工方法。

压力加工有下面几种类型:

一、轧造 是使金属坯料通过一对旋转辊子(轧辊)间的孔隙的变形方法(如图0—1a),不同的孔型可以获得不同的型材。

二、拉丝 是将坯料拉过一个比其断面小的模孔的变形方法(如图0—1б)。工业上用的各种金属线材就是用这种方法拉出来的。

三、挤压 是将放在有孔的闭模中的金属,从一端的模孔挤压出来的生产过程(如图0—1в),这是加工有色金属及其合金铸锭的主要方法。

四、锻造 是利用锤(或压力机)对已加热的金属进行锻打(或加压),使金属改变形状和尺寸的过程称为锻造。

锻造分为自由锻造和模型锻造(如图0—1г、д)。

五、冲压 是把金属薄板用冲模制造各种工件的工艺,称为薄板冲压(如图0—1e)。

前三者主要是用于原材料生产,后二者是生产零件的主要方法,本书将重点述及。

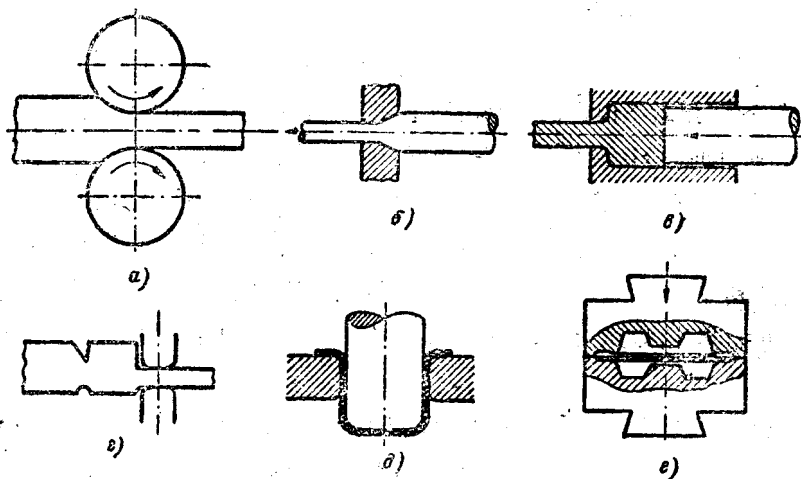


图0—1—金属压力加工的主要类型图

压力加工在国民经济及农机专业中的作用 工业用钢除少数用钢铸件外,绝大部分是经过轧压成各种型材供应。

以一部机器来说,采用锻压零件的比重不断地增长,若按零件的数量计,飞机中约占全部零件的85%,汽车拖拉机约占80%左右,各种农业机械上也有大量锻件。

目前小农具的生产也绝大多数是采用锻造方法。

由于压力加工可以改变钢的组织 and 性能,因此,某些重要零件,多用锻造方法制造出来。用模锻制造零件,其精度和表面光洁度大大提高,可以减少切削加工量或甚至不需要加工,而直接用到机器上去,这样就节约金属和降低成本。

压力加工在农业机器修理生产中被广泛地用来修复磨损零件。这种方法的基础是利用零件的可塑性。

其他的修理方法要从零件工作表面上去掉一层金属,或者镀一层金属。而用压力加工方法恢复零件的尺寸和形状,是依靠零件本身金属的重新分配,这种修理方法简单而又经济,特别是当零件中存在象残余弯曲和残余扭曲这一类毛病时,压力加工是唯一可行的修理方法。

农业机械方面利用压力加工修复零件很多,如用锻伸来修复犁;镦粗方法修复内径或外径磨损的有色金属衬套;用扩孔的方法来修理外圆表面磨损的活塞肖,外圆表面磨损的有色金属和钢制的衬套;用锻模来修理发动机的气门等等。

对于农业机械制造业中如何减轻机具重量,节约金属,冷冲压工艺有其特殊的意义。

压力加工的发展简史 我国古代劳动人民早已掌握锻造金属的技术,根据出土的古物证明,约在3000年以前,商周时代已能锻造饰物和武器,如刀剑等。到春秋战国时代已能锻造生产工具,根据文献记载,我国古代的确早就有锻造生产,并且有很高的水平。

据南北朝‘御览’云:“稽康性绝巧,好锻。家有盛杨树,乃激水围之,夏天甚凉,恆居下自锻。有人就者,康不受直。”

南齐书‘斋僧静传’“世祖以锻箭剑襟,用铁多,不如铸作,东冶令张侯伯以铸襟钝,不合用,事不行。”这些记载不但指出了当时已有锻工,而且指出当时已经掌握了金属加工中一个极重要的性质,即铸襟比锻襟钝,即锻造可以使金属强度增加。

此后对压力加工的技术发展逐渐细致,宋应星在‘天工开物’一书中叙述了明末造针法。他说:“凡针先锤铁为条,用铁尺板,锥成细眼,抽过铁成线,逐寸断剪为针,先蹉其末为颖,刚锥穿鼻,复蹉其外,然后入釜,慢火炒熬,炒后以土末入松木、火矢,豆鼓三物罨盖,下用火蒸,留针二三几插其外,以试火候,其外针入手捻成粉碎,则下针火候皆足。然后开封入水健之。”

上述记载不但说明了我国在三百年前已发明了冷拉技术,而且知道压力加工和金属热处理的结合运用,掌握了封闭加热渗炭和热处理的重要技术。

虽然,我国古代有不少独特的成就,可是几千年来,由于封建制度,束缚了科学技术的发

挥,而近百年来,帝国主义的侵入,使为数甚少的工业又带上了浓厚的殖民地色彩。

解放前,旧中国没有正规的机械制造业。因此,对于锻件毛坯的生产也没有多大的要求。锻造主要依靠手工操作。那时全国只有极少数几个略具规模的修理部门有几台3~5吨自由锻锤。例如解放前我国主要的工业基地之一——上海,最大的锻造设备不过是2吨自由锻锤。

解放后,全国人民在党的领导下进行了经济恢复和伟大的社会主义建设,旧中国遗留下来的工业落后面貌,迅速起了变化。锻压加工和所有工业一样,得到飞跃的发展。

在巨型设备方面,有不少是自行设计产品。

在锻压工艺方面也得到很大的发展,尤以轧造、挤压、模锻更为突出。

新中国自己轧造的钢轨,早已铺设反动统治四十年来未建成的成渝铁路。

至于工人的技术革新成就,应该提到张明山创造的反围盘,这是一项轧钢的自动化设备。

另外还用球墨铸铁挤制无缝钢管以及模锻汽轮机叶片,利用空心钢锭代替实心钢锭锻制空心锻件(如3,000吨水压机的汽缸圆筒零件),不单简化了操作过程,提高了生产效率,增加钢锭的利用率(10~20%),而且孔内表面质量大大提高了。

在大跃进中,有些工厂基本上已实现锻工机械化和某些零件自动生产线,减轻工人的劳动强度和提高了生产率。

我国锻压工业虽然已经取得了很大成就,但从机械工业发展情况来看,还不能满足需要,还必须进一步的发展。

今后我国锻压机械工业生产的发展方向是:

1. 锻压机械工业所制造的毛坯形状和尺寸,应最大限度地接近或成为成品,以逐渐减少切屑消耗。因此必须推行与发展模锻、冷挤、热挤、轧制、精锻、精压、液态压模、粉末冶金等。

2. 进一步提高锻压机械的机械化、自动化程度,以提高劳动生产率,减轻劳动强度,保证操作安全。

3. 尽量争取不用模具或延长模具寿命。在这方面,有阶梯轴精锻、液压拉伸、爆炸成形、橡皮模压;采用堆焊、电镀、喷镀等方法强化模具表面。

毫无疑问,在党的领导下,我国在锻压方面必将获得更辉煌的成就。

第一章 金属压力加工的基本理论

金属压力加工的特点，是利用金属的可塑性，和在外力作用下使金属产生塑性变形，以获得各种形状和尺寸的零件成品或半成品。这一点和其他的加工方法，如铸造、焊接、切削有本质上的区别。因此，研究压力加工首先要研究金属的变形和可塑性。

几乎所有的金属都有可塑性。所以它们都可能承受外力作用，产生永久变形而不破坏其完整性。

金属塑性变形的难易，决定于工艺上的可锻性。可锻性好的金属，不但应具备较高的塑性，而且变形抗力也小，因为这样可以在消耗较小的能量下，变形大而沒有破裂危险。可锻性不但与金属本质有关，而且和它变形时所处的状态（温度、速度、应力状态等）有重要的关系。而后者又是压力加工过程中可以灵活改变的因素，准确地掌握这些因素，即可以控制金属的可锻性而利于锻造。

第一节 金属的可塑性和变形抗力的概念

正如上所述，可锻性好的金属不但具有较高的塑性，而且其变形抗力也小。但人们常常容易把可塑性和变形抗力的柔软性混淆起来。

可塑性（或称塑性）和柔软性是两个不同的概念。

我们把塑性理解为：在外力作用下，金属能稳定的改变自己的形状，而各质点间的联系不破坏的能力。

柔软性是金属对于变形抵抗能力的大小。

譬如，铅质地柔软，且有好的塑性，因此我们说铅的可塑性既好，其变形抗力又小，也就是说有好的可锻性。但这样的金属在自然界中是很少的，大多数的金属和合金并不是都具有如铅那样好的可锻性。

譬如，奥氏体不锈钢，在冷态下，变形量很大而不破裂，因此，可以说这种钢具有很好的可塑性。但是要使它变形，则需要很大的力量，因此它具有很大的变形抗力。

从另一方面来看，所有黑色金属和合金在高温下锻打时，觉得很省力，这说明已加热的金属不需要很大变形力，但我们不能确定它具有很好的塑性。这为什么呢？如果金属在过热或烧毁的情况下，当它变形时就会发生裂纹，也就是说塑性很小。

由这些例子中，可以清楚的看出，塑性和柔软性是有区别的。

再一次强调指出：有些金属具有小的变形抗力，但不一定同时具有好的塑性。反之，柔软性小的硬金属，却可能有很好的塑性。

第二节 变形概念

金属受外力作用时，其形状和尺寸都要相应的改变，这时我们说金属产生变形。

金属变形基本分为三个阶段：弹性变形、塑性变形、断裂。

一、单晶体变形

金属的单晶体，在实际中是没有的，为便于研究和了解实际金属(多晶体)的变形情况，现在特别抽出一个单晶体加以研究。

从单晶体来研究弹性变形，很容易说明弹性变形的实质。

弹性变形 在金属产生弹性变形时，例如金属受外界拉力而产生弹性伸长时，沿着外力方向，原子彼此间的距离被引长。例如立方晶体，此时便变成一边被引长大于另外二边。一旦外力移去，晶格又恢复原来状态。假如外力不移去并且继续增加，则当外力(拉力)增至某一临界值时，外力超过金属原子间的结合力，金属即被拉断即产生断裂(如图1-1)。总之，在金属产生弹性变形时，金属原子除彼此距离发生变化外并无其他变化。这一点和塑性变形有根本的区别。

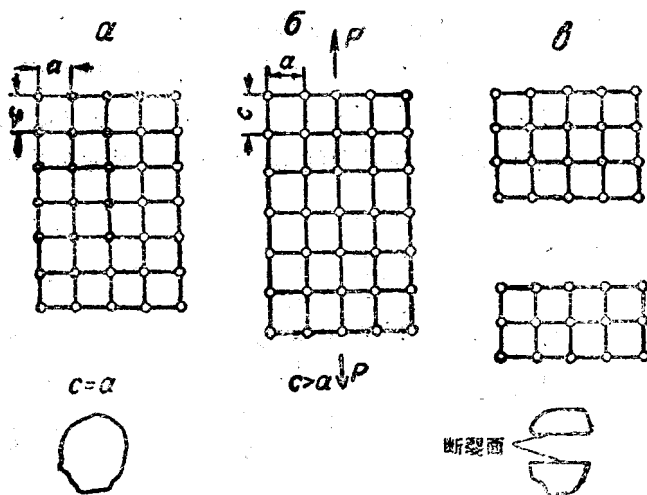


图1-1 正拉伸应力对晶格作用的示意图

a—变形前； b—弹性变形； c—断裂。

塑性变形 在研究塑性变形时，首先应知道一个重要现象：滑移。

滑移是金属受力产生塑性变形时，沿着某一平面(滑移面)相对做一微小的移动。

经验证明，滑移面，总是在原子密度最大的平面。对于体心立方晶格来说，对角面原子密度最大的平面，而对于面心立方晶格来说，八面体面是原子最密的平面。一个单晶体里有许多个滑移面。滑移面的距离是很小的，滑移的距离也颇小(如图1-2)。

滑移以后，在滑移面两侧的晶格被强烈地歪扭了，而在滑移面上出现许多破碎的小晶体块(图1-3)，这就使得滑移面上的抵抗力增加了。所以一个滑移面，一经滑移，发生塑性变

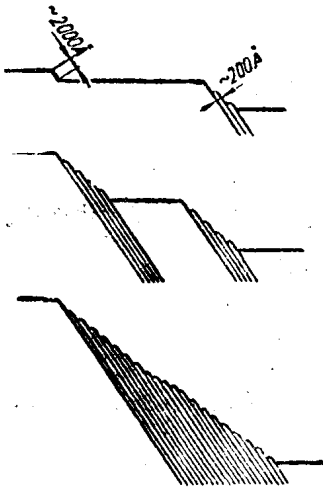


图 1-2 滑移的发展

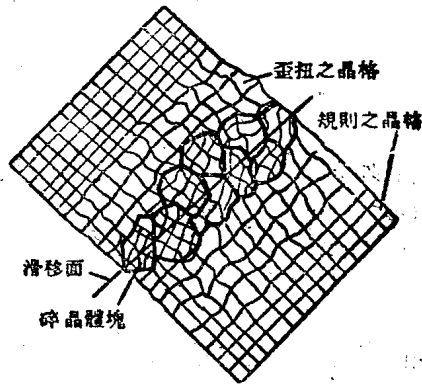


图 1-3 滑移处晶格的变化

形,便不再在这个面上进行,而移至其他尚未产生滑移的地方进行。

必须注意:滑移只是由于作用于滑移面上的切应力引起的,而不是由于正应力(图 1-4)。后者只能把原子引离或压近,即只能引起弹性变形。

假若把单晶体的拉伸曲线塑性变形部分特意放大看,可得曲线如图 1-5。

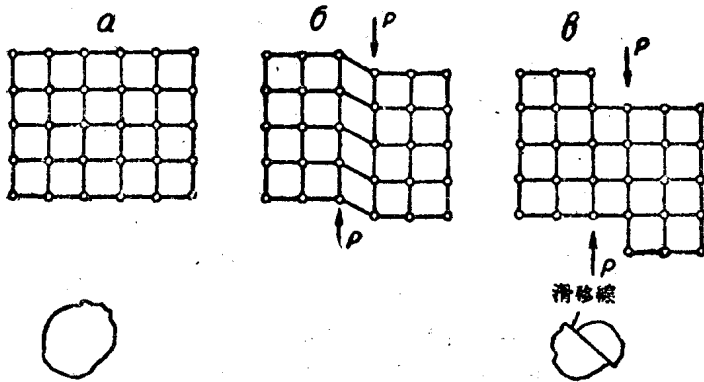


图 1-4 切应力引起滑起滑移的示意图

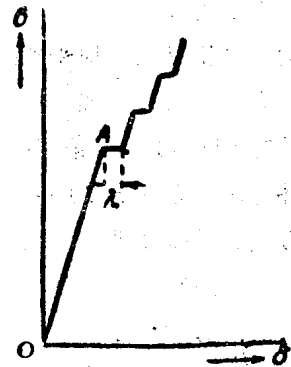


图 1-5 单晶体的应力-应变曲线

图中 OA 是弹性变形部分,随着外力的增加,正应力 σ 和切应力 τ 虽然都增加,但是切应力 τ 还没有大到超过滑移面上的抗力的程度,所以只有正应力引起弹性变形,而无塑性变形。外力增加时,单晶体内部的切应力和正应力也都增加图 1-5 只用正应力为座标,实则正应力的增加是与切应力的增加相伴而行的,它们都是外力增加的结果。在图中之 A 点,切应力已足以克服第一个滑移面的阻力,于是便产生了第一个滑移面,此时滑移面即在一定的应力之下使晶体产生了变形 λ , 在图中表现为水平线段。这个滑移面滑移后,象前面所说的,滑移面上由于晶格的歪扭和晶体块的产生而增加了抵抗力,便不能再滑移,于是塑性变

形便停止,为了继续使单晶体产生塑性变形,就必须再增加外力。增加外力时,由于正应力引长了晶格,单晶体又产生弹性变形 λ ,在图上表现为平行于 OA 的斜线。随着外力的增加,自然切应力也增加,待它达到足以引起第二个滑移时,便又在这个切应力之下使单晶体产生塑性变形 λ 。如此经多次反复,就是单晶体塑性变形的发展。但因 λ ——每一滑移面所提供的塑性变形——是很小的,普通的仪器不能发觉,所以我们平常所测得的不是阶梯状的折线,而是光滑的曲线。图中的许多斜线线段,都平行于 OA ,是表示晶格被正应力引长,产生弹性变形。所以我们知道:

(1) 在金属塑性变形的时候,弹性变形仍存在并有所增加;

(2) 已经塑性变形的金属,取去外力,则弹性变形部分消失,即被引长的晶格又恢复原状。残余变形是由于滑移引起的,滑移以后,原子又移到新的平衡位置(图1-4B),虽取去外力,原子也不再回到原来位置。

根据上述观点,便可解释图1-6所示的现象。金属受力产生了弹性变形及塑性变形,假设当应力已达 σ_1 时,不再加力,反而渐渐取去外力。那末被引长的晶格(弹性变形)将要渐渐恢复原状,所以此时,金属便沿图示的斜线变化,直至应力降到0为止。这条线叫做卸载线,它与表示弹性变形的斜路是平行的。完全卸载以后,发生弹性变形的晶格又恢复到正常形状,此时只有残余变形残留。假如再加力则晶格又被引长,又生弹性变形,而沿卸载线反方向进行。在应力达到 σ_1 以前,金属不会产生塑性变形,即不会产生滑移。这是因为金属已经过一次拉伸,易于滑移的滑移面,即抗力较小的滑移面已经滑移,上面已经说过,已经滑移的滑移面不再产生滑移。所以只当应力超过 σ_1 以后,才可能有新滑移面产生,应力未达 σ_1 以前不可能产生塑性变形。这种现象在单晶体和多晶体里都有,它说明:曾经塑性变形的金属卸载后再受力时,它们屈服极限提高了,这是有利的。这叫做加工硬化现象,或叫做冷作硬化现象。机械、建筑方面都有利用这种现象来提高材料强度节约金属的例子。已经塑性变形的金属的塑性即降低,这也属于加工硬化现象。这是因为可供滑移的滑移面已经滑移了一部分,所以卸载以后再加载时,塑性即低于从未塑变的金属。

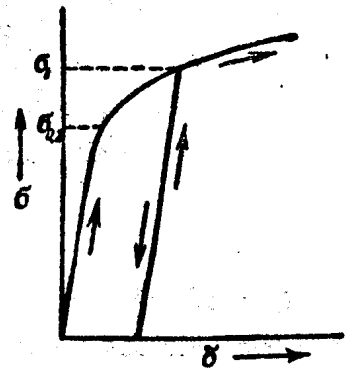


图1-6 变形使屈服极限提高

二、多晶体的变形

多晶体的每一个晶粒都相当于一个单晶体。图1-7,表示一个已经被拉断的多晶体。可以看到,晶界处的变形最小。实验证明,在温度较低的时候,晶界要比晶粒内部强一些,不容易变形。这是晶界处晶格歪扭,不容易滑移的缘故。与此同时,晶粒的外形也改变得很严重——变得细长。

多晶体的塑性变形,和单晶体一样,也是在晶粒内部产生滑移,但是,因为受了晶粒之间的互相摩擦,晶界也影响晶粒的变形,因此,多晶体变形比单晶体困难得多。多晶体变形首先发生在原子最密的面,并且和作用力成 45° ,滑移面先开始滑移(成 45° 角最大),由于这一个晶粒内部的变形,就会逐渐带动相邻的晶粒更换方位,这样就可以使那些和作用力成 0° 和 90° 的滑移面逐渐接近 45° ,并且也逐渐发生滑移变形(图1-8)。

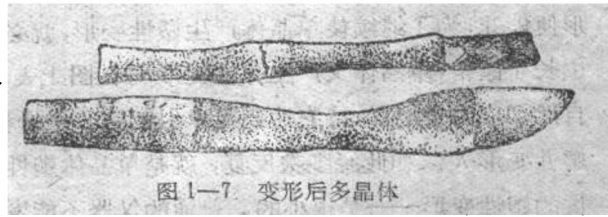


图1-7 变形后多晶体

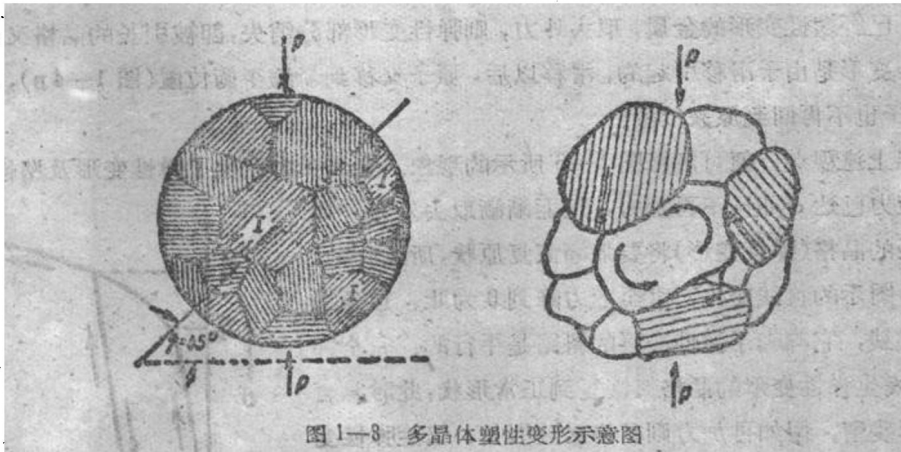


图1-8 多晶体塑性变形示意图

破断也是一种变形。破断有两种基本类型,其一是前节所说的‘断裂’,即金属还未产生塑性变形或塑性变形不大时,正应力已经超过原子间的结合力,而使断裂处两侧的原子脱离关系,使金属分而为二。因为这种破裂发生时金属尚未产生很大的塑性变形,所以我们称它为脆性的破断。此时,破断发生在晶粒内部,即晶粒破裂为二(图1-9)。

另一种破断方式是剪断,即当切应力很大时,晶粒沿滑移面被剪断(图1-10)。剪断之先通常总有相当大的塑性变形,所以称它为塑性破断。剪断可以发生在晶粒内部,也可以发生在晶界处。



图1-9 脆性断裂(08KII)

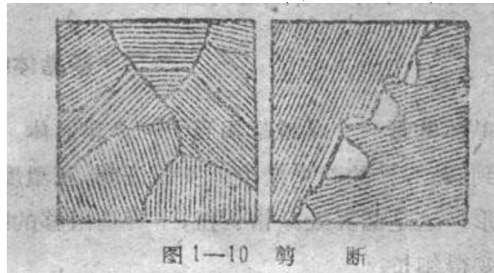


图1-10 剪断

如上所述,多晶体变形时,各晶粒的变形不一致,因而除去外力以后,各晶粒间以及滑移面处,有残余应力存在。

第三节 冷塑性变形及其对金属组织和性能的影响

正如上所述,金属在冷状态下进行加工所发生的晶格扭歪,晶粒破碎,和原子间存在很大的内应力,使得金属的强度和硬度提高,塑性及冲击韧性降低,这种现象称为硬化现象。

冷塑性变形对于机械性能的影响如图 1-11 所示。从图上可以看出:变形程度愈大,则其强度和硬度愈高,而塑性及冲击韧性愈差。

冷塑性变形不仅使金属强化(硬化现象),而且影响金属的组织。变形的结果不仅使晶粒产生破碎,而且晶粒沿着金属变形最大的方向形成了长条的纤维结构,如图 1-12 所示。

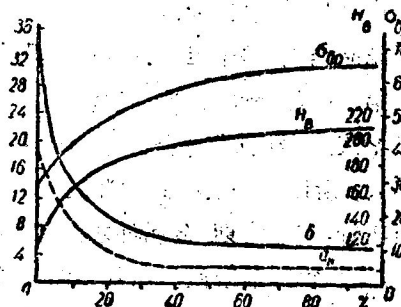


图 1-11 低碳钢的机械性能与冷变形程度的关系

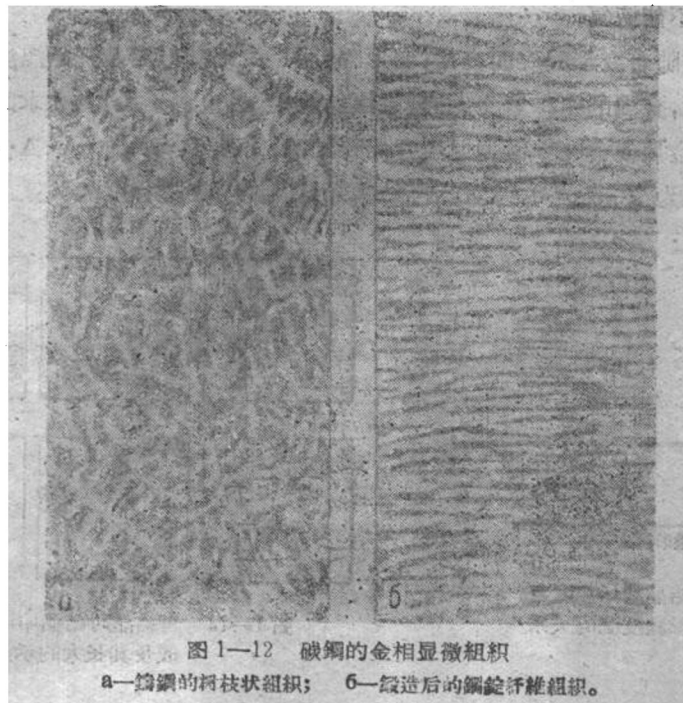


图 1-12 低碳钢的金相显微组织
a—铸态的树枝状组织； b—锻造后的纤维组织。

由于结构的变化,也影响了金属的其他性质:冷塑性变形后的金属导电性、导热性、透磁和耐腐蚀性都降低。

第四节 冷塑性变形金属的再结晶退火及其对组织性能的影响

金属经过冷作硬化后,常常可以提高锻件的表面光洁度、耐磨性和抗拉、抗剪、及耐疲劳强度,但是内应力增高,其塑性及冲击韧性大大降低,这对于压力加工来说,是极为不利的。为了消除半成品在加工过程中的硬化现象,提高其塑性,以便进行下一步的压力加工,以及防止产品日后的变形等,必须对冷变形后的工件进行加热,消除冷作硬化。这种加热过程称为再结晶退火,整个退火阶段可以分为以下几个阶段:

第一,恢复阶段:所需要的温度一般钢在 $200-300^{\circ}\text{C}$,这一阶段原子获得一定的能量,使晶格恢复,和消除大部分的内应力,因为原子本来就有趋向稳定的趋势,因原子发生位移并不大,所以不需要很高的温度,此时机械性质也部分(约 $20-30\%$)的恢复至原来状况。必须注意:恢复时期,金属并未引起组织的改变。

第二,再结晶阶段:当加热温度继续升高到一定程度时,原子活动能力更大了,就会发现在那些最细碎的地方,出现了重新排列中心,原子围绕着这些中心排列成新的晶粒,此时金属的机械性质也发生了变化,基本上恢复到原来的性能。但被拉长的非金属夹杂物仍维持被拉长的状态,不能恢复。

再结晶温度是随着变形程度而变化,变形程度愈大,则其再结晶开始温度便愈低。因为当变形的程度愈大,金属的组织愈便细碎,晶格便愈扭歪,也愈不稳定,要求回复到稳定状态的趋向更大,所以金属便会在较低的温度开始再结晶。根据波奇瓦尔(A·A·Бочвар)发现,再结晶的最低温度为: $T_{\text{再结晶}} = 0.4T_{\text{熔}}$ 。再结晶开始温度与变形程度的关系如图1-13所示。

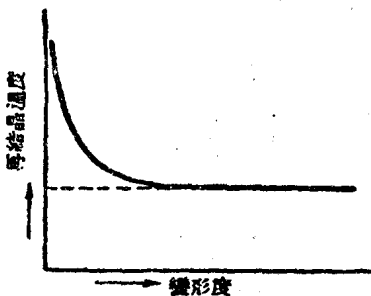


图1-13 再结晶起始温度与变形程度间的关系

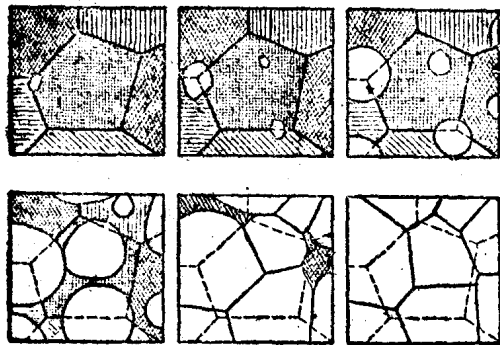


图1-14 再结晶时结晶中心的形成及其长大的示意图

第三,集合再结晶阶段:超过再结晶温度继续升温时,晶粒就会合并长大,温度愈高,长大越快。这样经过再结晶退火以后的金属重新获得了可塑性。如图1-14所示,为再结晶时结晶中心的形成及其长大的示意图。

表 1-1 鐵、銅、鋁的最低再結晶及一般再結晶退火溫度 (°C)

	$T_{\text{結}}$	$T_{\text{再結}}$	$T_{\text{退}}$
Fe	1,535	437	600~700
Cu	1,083	269	400~450
Al	657	100	250~300

第五節 鋼的热压力加工及其对組織性能的影响

我們区别热加工和冷加工就是从再结晶退火溫度来判断的。如在再结晶退火溫度以上的塑性变形加工，由于它本身可以消除由变形而产生的加工硬化现象，这种加工称为热加工。如果在再结晶退火溫度以下的塑性变形加工，不能消除加工硬化现象的，称为冷加工。热加工使金属处于良好的塑性状态，而冷加工则强化了金属。

热塑性变形加工对金属的组织 and 性能还会有影响(如轧造、挤压、鍛造等)。首先是能消除铸造金属中的部分缺陷，如未氧化气孔的焊合，枝晶、柱晶和粗大晶粒的细化，以及夹杂物分布的改变等，而使金属的致密性和机械性能得到提高。

金属中的夹杂物在热加工过程中不但可以细化，并随着晶粒伸长变形的方向被拉长而排列起来，晶粒拉长的现象可以通过再结晶消除，而夹杂物拉长有方向排列的现象消除不了，而形成了所谓“纤维组织”。由于纤维组织的存在，金属的性能在不同的方向上有着明显的不同，如下表所示：

表 1-2 鋼(含0.45%C)的机械性能与纤维方向的关系

鋼坯試样的方向	σ_b (公斤/毫米 ²)	σ_T (公斤/毫米 ²)	$\delta\%$	α_K (公斤·米/毫米)
縱 向	71.5	47	17.5	62.8
橫 向	67.2	44	10	31

从表 1-3 说明，在沿着纤维组织的方向上，钢材具有较好的机械性能。为了充分利用这种由于热加工带来的优点，在制定零件的加工工艺措施和设计鍛件时要注意几点：

1. 使零件工作时所受最大正应力的方向和纤维方向重合，最大应力和纤维方向垂直；
2. 纤维最好不得加工切断，而且最好围绕零件的轮廓。

从以上两个有效利用纤维组织的原

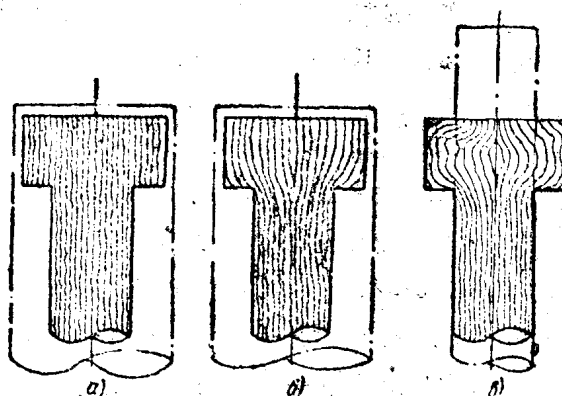


图 1-15 应用不同方法制成螺絲所得到的纤维組織
a—切制法；b—拔长鍛造法；c—局部粗鍛造法。

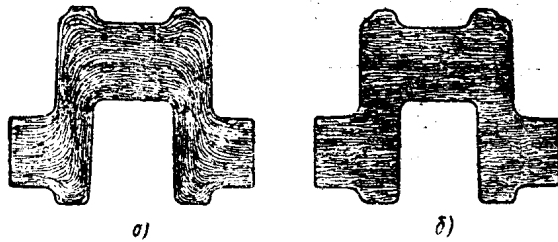


图 1—16 曲軸的纖維組織

a—正确纖維； b—不正确纖維。

则可以得出结论：局部鍛粗鍛造所制成的螺釘工作性能最好，用切削法制成的螺釘工作性能最不好。

第六节 影响可鍛性的因素

如上所述，可鍛性好的金属，不仅具有好的塑性，而且变形时，变形抗力也较小。金属塑性的好坏和对变形抗力的大小都关系到金属压力加工生产率的高低和成品质量的好坏，而这两者决定于金属本身的内部因素和塑性变形的变形条件（变形温度、变形速度、变形程度及变形应力状态）。

一、内部因素

1 晶粒度的影响 金属的滑移阻力不仅与其原子间的结合力有关，而且还因金属的晶粒度大小而异。金属的晶粒度愈小，滑移抗力就愈高，晶粒度愈大，则滑移抗力愈低，也就是容易滑移。但晶粒度愈小，可塑性愈好，晶粒度愈大，塑性变形能力就不好。

2 金属組織的影响 纯金属及固溶体具有最好的塑性和最小的变形抗力。化合物的硬度高，所以变形抗力高，塑性也最小。任何合金内单相组织比多相组织的塑性好，变形抗力小。我们知道，奥氏体（碳溶于 γ 铁中所形成的固溶体）硬度很低， $H_B=160\sim 200$ ，塑性很好，延伸率 $\delta=40\sim 50\%$ ，变形抗力也低。铁素体（碳溶于 α 铁中所形成的固溶体）屈服强度 $\sigma_s=12\sim 15$ 公斤/毫米²，硬度 $H_B=60\sim 80$ ，延伸率 $\delta=40\sim 50\%$ ，塑性好而变形抗力也很低。而珠光体是铁素体和渗碳体组成的机械混合物，铁素体虽然具有好的塑性和较小的变形抗力，但是渗碳体硬度高 $H_B\geq 800$ ，塑性很低， δ 几乎等于零。所以，珠光体的强度较高，硬度 $H_B=160\sim 200$ ，而延伸率随渗碳体增多而变坏 $\delta=5\sim 25\%$ 。莱氏体是珠光体和渗碳体的机械混合物，硬而脆 $H_B\geq 700$ ，延伸率几乎等于零，如白口铸铁中有大量的莱氏体组织存在，因此白口铸铁的可鍛性差，不宜做压力加工的材料。从这里我们可以得出结论：熟铁的可鍛性比低碳钢好，低碳钢又比高碳钢好，铸铁最差（但球墨铸铁和可鍛铸铁有一定的鍛造能力）。