

# 鍛 造

广州鍛造一厂编著



青年工人学艺丛书

青年工人学艺丛书

# 锻 造

广州锻造一厂编著

广东人民出版社

## 内 容 简 介

本书是由广州锻造一厂“三结合”编写组编写的。它全面介绍了锻造生产中各个环节的生产技术知识，并着重在锻造加热、自由锻造、胎模锻造、材料计算等常用的基础知识方面，作了较详细的叙述。

编者考虑到广东地区锻造生产的现状与发展的需要，结合实际介绍了当前生产中使用的简易钢丝锤，锻造用小型燃煤、燃油加热炉，以及自由锻造先进经验，胎模锻造典型工艺等，并适当介绍了国内有关锻造方面的一些先进经验。

书中许多操作经验，大都是有丰富的生产实践的老工人和工程技术人员的身身体验，编著者在省内外一些厂、校、研究单位协助下经过总结、概括和整理的，它既适合青年工人业余学校作教材用，也可供青年锻工、本行业技术工人和初级技术人员、专业学生自学参考。

## 锻 造

广州锻造一厂编著

•

广东人民出版社出版

广东省新华书店发行

广东新华印刷厂印刷

1974年6月第1版 1974年6月第1次印刷

印数 1—15,000册

统一书号 15111·76 定价 1.20元

## 毛主席语录

对青年一定要加强阶级教育，提高他们的阶级觉悟，叫他们向优秀的老工人学习。

祖国是比过去强大了一些，但还不很强大，我们至少还得再建设二三十年才能真正强大起来。

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

## 出 版 说 明

“青年工人学艺丛书”是为适应青年工人学习技术的需要而编写的。已列入计划的有：识图与画图、手工电弧焊、钳工、车工、磨工、铣工、冷冲压、锻造、钢铁热处理基础等书。以后，将陆续出版。

由于我们缺乏经验，对于丛书编辑方面的意见和要求，以及工作上存在的缺点或错误，期望广大读者及时提出批评和指正。

广东人民出版社

一九七三年六月

# 目 录

|                        |         |
|------------------------|---------|
| 第一章 锻造生产概说 .....       | ( 1 )   |
| 第一节 锻造生产的意义 .....      | ( 1 )   |
| 第二节 锻造生产的特点和分类 .....   | ( 1 )   |
| 第三节 锻造生产的现状和发展 .....   | ( 3 )   |
| 第二章 锻造用原材料和锻造前准备 ..... | ( 5 )   |
| 第一节 锻造生产常用原材料 .....    | ( 5 )   |
| 第二节 原材料的切割 .....       | ( 10 )  |
| 第三章 锻造的加热 .....        | ( 14 )  |
| 第一节 锻造加热的规范 .....      | ( 14 )  |
| 第二节 锻造加热炉的结构和使用 .....  | ( 21 )  |
| 第三节 先进加热方法简介 .....     | ( 38 )  |
| 第四章 锻造生产设备的结构和使用 ..... | ( 40 )  |
| 第一节 锻造生产所用设备的分类 .....  | ( 40 )  |
| 第二节 空气锤 .....          | ( 41 )  |
| 第三节 蒸汽—空气锤 .....       | ( 43 )  |
| 第四节 水压机 .....          | ( 45 )  |
| 第五节 摩擦压力机 .....        | ( 46 )  |
| 第六节 机械驱动锤 .....        | ( 48 )  |
| 第七节 其他锻造设备简介 .....     | ( 54 )  |
| 第八节 锻锤基础简介 .....       | ( 58 )  |
| 第五章 自由锻造工艺 .....       | ( 61 )  |
| 第一节 锻造的基本原理 .....      | ( 61 )  |
| 第二节 自由锻造基本操作 .....     | ( 62 )  |
| 第三节 自由锻造工艺的制定 .....    | ( 70 )  |
| 第四节 自由锻造先进经验 .....     | ( 99 )  |
| 第六章 胎模锻造 .....         | ( 111 ) |
| 第一节 胎模锻造的特点 .....      | ( 111 ) |
| 第二节 胎模的分类 .....        | ( 112 ) |
| 第三节 胎模的设计 .....        | ( 118 ) |

|      |                       |         |
|------|-----------------------|---------|
| 第四节  | 切边模的设计 .....          | ( 135 ) |
| 第五节  | 胎模及切边模的制造和使用 .....    | ( 139 ) |
| 第六节  | 胎模锻的工艺方案及典型示例 .....   | ( 149 ) |
| 第七章  | 模型锻造 .....            | ( 184 ) |
| 第一节  | 模型锻造的特点和分类 .....      | ( 184 ) |
| 第二节  | 锤上模锻 .....            | ( 185 ) |
| 第三节  | 摩擦压力机上模锻 .....        | ( 200 ) |
| 第四节  | 在自由锻锤上模锻的经验 .....     | ( 206 ) |
| 第五节  | 模锻后的切边、冲孔和校正 .....    | ( 208 ) |
| 第八章  | 合金钢锻造 .....           | ( 212 ) |
| 第一节  | 合金钢锻造的特点 .....        | ( 212 ) |
| 第二节  | 合金钢锻造的一般要求 .....      | ( 213 ) |
| 第三节  | 合金钢锻造举例 .....         | ( 219 ) |
| 第九章  | 有色金属锻造 .....          | ( 227 ) |
| 第一节  | 有色金属锻造的特点 .....       | ( 227 ) |
| 第二节  | 有色金属锻造的基本要求 .....     | ( 228 ) |
| 第三节  | 有色金属模锻或胎模锻的设计特点 ..... | ( 229 ) |
| 第十章  | 锻件的材料计算 .....         | ( 232 ) |
| 第一节  | 基本原理和常用公式 .....       | ( 232 ) |
| 第二节  | 锻造损耗和坯料重量的决定 .....    | ( 236 ) |
| 第三节  | 材料的计算方法 .....         | ( 241 ) |
| 第十一章 | 锻件的冷却和热处理 .....       | ( 245 ) |
| 第一节  | 锻件的冷却 .....           | ( 245 ) |
| 第二节  | 锻件的热处理 .....          | ( 247 ) |
| 第十二章 | 锻件的质量检查 .....         | ( 250 ) |
| 第一节  | 锻件质量检查的意义和基本方法 .....  | ( 250 ) |
| 第二节  | 锻件的缺陷及其防止与消除方法 .....  | ( 252 ) |
| 第十三章 | 锻工安全技术 .....          | ( 258 ) |
| 第十四章 | 锻造生产的机械化 .....        | ( 262 ) |
| 第一节  | 锻造生产机械化概说 .....       | ( 262 ) |
| 第二节  | 常见的几种锻造操作机械设备简介 ..... | ( 262 ) |
| 第十五章 | 锻造先进工艺简介 .....        | ( 276 ) |
| 第一节  | 精锻和精压 .....           | ( 276 ) |
| 第二节  | 挤压 .....              | ( 281 ) |

|      |                     |         |
|------|---------------------|---------|
| 第三节  | 轧制和辗锻 .....         | ( 284 ) |
| 第四节  | 高速锤锻造简介 .....       | ( 287 ) |
| 第五节  | 电热锻粗 .....          | ( 288 ) |
| 第六节  | 扩孔(辗压)工艺 .....      | ( 289 ) |
|      |                     |         |
| 附录一: | 钢材单位长度重量表 .....     | ( 292 ) |
| 附录二: | 常用国产锻造设备的技术参数 ..... | ( 294 ) |
| 附录三: | 常用锻模材料及其热处理 .....   | ( 296 ) |



# 第一章 锻造生产概说

## 第一节 锻造生产的意义

提起锻造,我们就想起全世界无产阶级的战歌——《国际歌》中这样一句慷慨激昂的歌词:  
“快把那炉火烧得通红,  
趁热打铁才能成功!”

它正是以锻造生产的生动形象,鼓舞全世界无产阶级联合起来,乘胜向阶级敌人发动猛烈的进攻,去夺取革命的胜利。

锻造生产俗称“打铁”,是机械制造中一个重要的环节,它在社会主义经济建设中发挥着重大的作用。

在机械工业中,各种机床的主轴、齿轮;各种动力机械的曲轴,发电站的水轮机主轴,透平叶轮、护环,高压锅炉封头;各种锻压设备,如水压机的立柱、工作缸,压力机的曲轴等,都是经过锻制而成的。

在冶金、矿山工业中,锻造生产不仅用于合金钢锭的开坯以代替初轧,而且冶金设备中的轧辊、人字齿轮,矿山设备中的主轴、凿岩机的钎头等,也须锻造。

在交通运输业方面,锻造生产的应用更加广泛,各种汽车、火车、船舶的重要零件,如曲轴、连杆、主轴、齿轮等,都是经锻制而成的。

在农业机械、轻工业及手工业生产中,锻造也是重要的环节。各种拖拉机及收割机的主要零件如半轴、齿轮、曲轴、连杆;各种镰刀、锄头、铁锹、十字镐等农具;各种日常生活所用的锤子、斧头、刀、剪、钳……等,都是锻造生产而来的。

锻造生产不仅在社会主义经济建设中发挥着巨大的作用,而且与国防工业、尖端科学技术也有密切关系,翱翔太空的人造地球卫星,展翅万里保卫祖国的银鹰,远渡重洋的万吨巨轮,在国防工业中生产的坦克、枪炮……等,其重要的零件,也是经锻造生产的。

锻造生产既然有这样重大的作用,作为一个锻工,是无比自豪的,这里,我们从锻造工人写下的诗篇可以得到感染。

“手挥钢钳舞火龙,锻工志气贯长虹,彻底埋葬帝修反,打出世界红彤彤。”

“锤声震天鼓干劲,熊熊炉火炼红心,举锤砸烂旧世界,挥汗浇灌万代春。”

## 第二节 锻造生产的特点和分类

### 一、金属加工方法的分类

在工业、农业、交通运输、国防、科学各部门中,广泛使用着各种机械,它们都是由零

件装配组成，这些零件主要是用金属材料加工出来的。金属零件加工的方法很多，一般可分为五类：即铸造、压力加工、焊接、热处理和切削。

在压力加工中，锻造是一个主要的类别。锻造就是用一定工具对加热了的金属施加外力（压力或打击）使它变形而得到所要求的形状和尺寸的工件（毛坯或零件），这种工件称做锻件。

## 二、锻造生产的特点

锻造与其他加工方法比较有如下特点：

### 1. 改善了金属材料的机械性能

采用锻造生产的金属零件，可以改变金属内部的组织，使其坚实紧密，铸造时产生的粗大晶粒被击碎后重新结晶成细小晶粒，铸造中产生的气泡、缩孔、疏松等缺陷被消除；而且可以使金属的纤维组织不被切削加工所切断；也避免了焊接可能引起的缺陷。因此，各种机械中受力繁重或冲击较大的重要零件，一般都采用锻造生产。

### 2. 节约原材料和切削加工工时

经过锻造的锻件，可以很相似或近似于零件的形状和尺寸，与用原材料直接切削加工的零件相比，可以大大节约金属材料 and 切削加工工时，如某型号汽车上的曲轴净重17公斤，采用原材料直接切削时，切屑占轴重的189%，而采用锻制时，切屑只占轴重30%，并且缩短了切削工时六分之一。

3. 提高劳动生产率。例如采用两台热模锻压机锻造径向止推轴承，可以代替30台自动切削车床；一台跃进牌汽车活塞销自动挤压机，其生产效率可以相当于100台普通车床或10台以上四轴自动车床。

4. 锻造有很大的灵活性。可以锻造形状简单或复杂的锻件，重量可小到零点几两，大至几百公斤、甚至几百吨；可以单件小批生产或大批大量生产；可以锻造普通的零件毛坯，也可部分代替了车、铣、滚齿等工序，甚至获得成品零件（精密锻造），锻造生产不仅可以采用现代化的设备，而且也可以采用自制的土简设备、甚至手工锻造，因此不仅在城市而且在广大农村公社、大队都被广泛采用。

5. 有利于降低成本。由于锻造改善了金属的机械性能，可以提高劳动生产率，能节约金属材料的消耗，减少切削加工所占用的贵重机床的台时，因而锻件成本降低。以挤压跃进牌汽车活塞销为例，与直接切削加工相比，不仅效率提高3.2倍，材料利用率由38%提高到80%，而且成本降低了37%。

毛主席教导我们：“事物都是一分为二的。”锻造生产虽然有很多优点，但也有不足之处，如与铸造相比，其成本较高，锻件的形状还不能很复杂，特别是自由锻造，锻件的加工余量大，劳动生产率较低，增加了切削加工工时和材料消耗等。如何克服这些缺点，发展高效率的无切削、少切削加工的锻造新工艺（如精锻、轧制、挤压、辊锻等等），及在锻造生产中进行各种技术革新和技术革命（如采用胎模锻、模锻、改革工艺等等），以减少切削加工余量，提高生产效率和降低成本等，是锻造工作的努力方向。

## 三、锻造生产的分类

毛主席教导我们：“唯物辩证法认为外因是变化的条件，内因是变化的根据，外因通过内

因而起作用。”在锻造中，外因就是使用的工具和施加的外力（压力与打击），内因就是加热后的金属所具有的塑性。由于外因（即使用的工具与施加的外力）的不同，锻造分为自由锻造和模型锻造两大类。

### 1. 自由锻造

自由锻造一般只用简单的通用性工具或直接在锻造设备的上下砧块间进行锻造，由于施加外力（压力或打击）的性质不同，即使用设备不同，又有手工锻造、锤上自由锻造和水压机上自由锻造之分。

### 2. 模型锻造

模型锻造（简称模锻）是利用专门工具（模具）进行的锻造。模具的形状决定了锻件的形状。由于施加外力（压力和打击）不同，即使用设备不同，模锻还可以分为模锻锤上模锻，热模锻压床上模锻，平锻机上模锻（简称平锻），摩擦压力机上模锻，水压机上模锻等。通常所指的模锻是把模具分别装在锻压设备（如模锻锤等）的活动部分和固定砧垫上进行的锻造，如果模具不装在锤上，而把它放到自由锻锤上进行锻造，叫做胎模锻造。由于模锻时采用的模具、加热及设备等不同，模锻出来的锻件尺寸精确度和表面光洁度是不同的，通常，对模锻件表面光洁度要求在四级以上，尺寸精度要求在八级以上的模锻，叫做精密模锻。此外，由于模具或设备的特殊形式，在模锻的新工艺中还有挤压、轧制、电锻、高速锤上模锻、辊锻机上模锻（简称辊锻）、辗压和旋转锻造等多种特殊模锻形式。

由于锻造的金属材料不同，还有合金钢锻造、有色金属锻造等不同材料锻造的区别。

各种锻造方法有它的特点和适用范围，在选择锻造方法的时候，必须从生产中对产品零件的要求（数量、加工要求、尺寸形状等）和现有生产条件（本地区、本单位）的实际情况出发，采用最合理的方法，如单件、小量、复杂而又较大的锻件，多数采用自由锻造；成批生产或批量不大的锻件采用胎模锻造或模锻；对于大量大批生产则应采用模锻或其他的特种模锻（如挤压、轧制、辊锻等）。

## 第三节 锻造生产的现状和发展

锻造生产是一种古老的生产方法，在我国已有几千年的历史，我们的祖先在锻造方面有着很多的创造和发明。我国是世界上最早使用铁器的国家，早在二千五百年前的春秋战国时代，已经能用锻造方法生产犁、锄、耙、剑、戟、刀、斧、甲等农具和武器，并广泛用于生产和作战，历史上记载的“干将”、“莫邪”等可以“削铁如泥”的宝剑，几百年前使用靠畜力驱动的锤，宋代沈括在《梦溪笔谈》中关于“冷锻”、“火锻”的记载，都说明了我国古代已经对锻造生产的原理有了较完整的认识。

但是，在解放前，由于封建社会制度的束缚和长期受帝国主义、封建主义、官僚资本主义“三座大山”的残酷剥削压迫，中国人民处于暗无天日的水深火热之中，中国的工业非常落后，机械工业奄奄一息，锻造生产更是机械工业中最落后的一环，只有少数几个小厂制造很小的锻造设备，在全国范围内，大部分采用原始的手工锻造方法生产，仅有少数小吨位的自由锻锤，由于国民党反动派的破坏和帝国主义的摧残，甚至把我国仅有的2000吨锻造水压机也拆毁，把锻造车间变成了马棚。

“一唱雄鸡天下白”。在毛主席的英明领导下，中国人民推翻了压在头上的“三座大山”，

进行了宏伟的社会主义革命和社会主义建设，特别是经过无产阶级文化大革命，彻底粉碎了刘少奇、林彪妄图复辟资本主义的反革命罪恶阴谋，在毛主席无产阶级革命路线指引下，我国的社会主义革命和建设以“一日千里”的速度飞跃发展，锻造生产发生了日新月异的变化。

二十多年来，我国新建和扩建了许多具有现代技术的锻造（压）车间和工厂，独立自主地发展了锻压设备的制造业，使锻压设备的制造系列化。在这些新建的锻造（压）车间和工厂里，分别装有12000吨、8000吨、6000吨、3000吨和2500吨等自由锻造水压机；5吨及3吨以下的各种自由锻锤；16吨、10吨、5吨及3吨以下的各种模锻锤；8000吨、4000吨及2000吨以下热模锻压床；1250吨、1000吨、630吨以下的摩擦压力机；2000吨、1250吨及800吨以下平锻机；25吨米无砧座锤和较新型的大、中、小高速锤。在加热设备方面，广泛采用煤气炉、油炉、反射炉，感应电加热和接触电加热也已采用。锻造吊车和操作机代替了繁重的劳动，还建立了各种专业流水线，如10吨模锻锤机械化流水线使产量增加了两倍，带机械手的平锻机已用于生产。

毛主席教导我们：“中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。”我国的锻造（压）事业正在飞跃发展，以万吨级水压机为例，资本主义国家从出现水压机到制造出第一台万吨级水压机共走了三十二年的漫长岁月，而我国制造第一台12000吨水压机从设计到制造仅用了四年时间，这台水压机机身高17米，一个下横梁重260吨，四根合金钢立柱每根18米长、直径约1米，基础深入地下达四十米。世界上现在仅有少数几个国家能制造万吨级水压机，国外与我国水压机相同吨位的水压机重量一般为3000吨左右，而我国制造的仅重2200吨。

在锻造生产工艺方面，我国不仅广泛发展了胎模锻、模锻，而且发展了各种精密锻造、精密辗压、辗锻、挤压、热轧、冷打、电锻、高能成型、旋转锻造等新工艺。如用冷打拖拉机齿轮花键轴代替了滚齿机、花键铣床和磨床而直接生产出零件，它使生产效率提高了6倍，节约钢材25%；冷挤十字轴轴承钢碗，使生产效率提高12倍，减少了原材料消耗83.3%；冷轧千斤顶螺杆不仅提高生产效率7倍，而且材料利用率由30%提高到99%，高能成型2.5万瓩汽轮机叶片，不仅生产效率提高3倍，而且使材料利用率提高4倍，节约了大量的不锈钢材料和加工工时。

我们已经能够锻造10万瓩以上火力发电站锻件， $\phi 1150$ 轧钢机、万吨级水压机的各种大型锻件。

应该看到，我国的锻造生产虽然发展很快，但还不能适应形势发展和革命的需要，和国外的先进锻造生产水平相比，还存在着较大的差距，在重型锻压设备方面，国外已有90000吨、75000吨、68000吨的模锻水压机出现，最大的锻件已采用400吨的钢锭来锻造，平锻机达4000吨，热模锻压床1万吨，无砧座锤达125吨米，摩擦压力机7250吨，液压螺旋锤5600吨，高速锤55吨米，模锻件比重高达67%，无切削加工的新工艺也使用很广泛，如精密模锻的伞齿轮齿形的精度达 $\pm 0.1$ 毫米，精密模锻的叶片精度达0.05毫米，冷锻生产的零件直径误差达到 $\pm 0.027$ 毫米。在加热方面也广泛采用气体、液体燃料、电加热和无氧化加热。锻造操作机可操作110吨的工件。

今后，我国锻造生产的发展方向将是不断提高锻造生产的质量和劳动生产率，广泛采用模锻和无切削少切削加工（精密模锻、轧制、辗锻、挤压、冷打、高能成型等等）新工艺，提高机械化、自动化水平，改善劳动条件。作为一个青年工人，应该朝着这个方向努力。

## 第二章 锻造用原材料和锻造前准备

### 第一节 锻造生产常用原材料

锻造用原材料主要是钢，其次是有色金属。

#### 一、锻造用钢

##### 1. 钢的分类

钢是由铁和含碳量低于2%及其他合金组成的金属材料。

钢的性能主要由化学成分来决定。通常根据钢中化学成分的不同，分为碳素钢及合金钢两大类。

碳素钢（碳钢）——含碳量小于1.7%，并含有少量锰（不大于0.8%）、硅（不大于0.5%）及硫、磷、氧等杂质的铁碳合金。碳素钢根据其含碳量不同而分类，含碳量 $<0.25\%$ 的叫低碳钢，含碳 $0.25\sim0.6\%$ 的叫中碳钢，含碳量 $>0.6\%$ 的叫高碳钢。

合金钢——是指钢中除含有碳、锰、硅等常用元素外，还含有其他合金元素，如锰（ $>0.8\%$ ）、硅（ $>0.5\%$ ）、铬、镍、钼、钒、钨、钛、铝、硼等，其中合金元素总含量 $<3.5\%$ 者叫低合金钢；总含量 $3.5\sim10\%$ 叫中合金钢；总含量 $>10\%$ 者叫高合金钢。

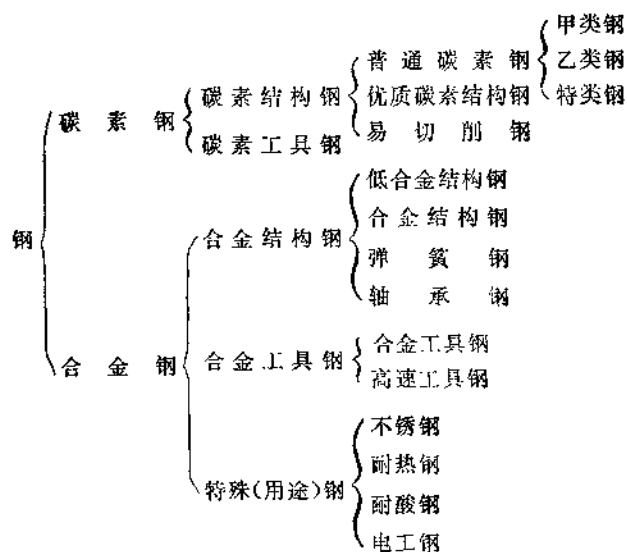
钢根据其不同用途可分为结构钢（用于制造机器零件和工程结构）、工具钢（制造工具、模具、量具等）及特殊钢（具有特殊用途如耐热、耐酸、不锈钢等等）。

此外，钢还根据冶炼方法不同分平炉、转炉或电炉钢；按脱氧程度不同分镇静钢、半镇静钢（脱氧好、少气泡、化学成分均匀）和沸腾钢；按质量不同分普通质量钢（含硫量不超过 $0.055\sim0.065\%$ ，含磷量不超过 $0.045\sim0.085\%$ ）、优质钢（含硫量不超过 $0.030\sim0.045\%$ ，含磷量不超过 $0.035\sim0.040\%$ ）及高级优质钢（含硫量不超过 $0.020\sim0.030\%$ ，含磷量不超过 $0.027\sim0.035\%$ ）以及供应时保证的技术条件不同分甲类钢（按照机械性能供应）、乙类钢（按照化学成分供应）和特类钢（按照机械性能和化学成分供应）。

为了便于了解钢的分类，特列表综合分类如下：

表 2—1

钢的综合分类表



## 2. 钢的牌号

由于不同的化学成分和冶炼方法，钢的种类很多，对于各种不同的钢，我们给予一定的符号——牌号来表示。通过这种牌号，很容易识别钢的化学成分、用途、冶炼方法、浇注方法和它的性能，在锻造及加工中也易为人们所掌握和使用。

为便于对钢的牌号了解，列表说明如下：

表 2—2

钢牌号的表示方法

| 名称    | 表示方法                                           | 举 例        |                                                   | 相当于1957年以前标准的代号                                                                                          |
|-------|------------------------------------------------|------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       |                                                | 汉字牌号       | 代号                                                |                                                                                                          |
| 普通碳素钢 | ①平炉钢仅以产品的名称符号及顺序号表示                            | 甲1、甲2、甲3…… | A <sub>1</sub> 、A <sub>2</sub> 、A <sub>3</sub> …… | 尤 <sub>1</sub> 、尤 <sub>2</sub> 、尤 <sub>3</sub> ……<br>或 G <sub>1</sub> 、G <sub>2</sub> 、G <sub>3</sub> …… |
|       |                                                | 乙1、乙2、乙3…… | B <sub>1</sub> 、B <sub>2</sub> 、B <sub>3</sub> …… | 久尤 <sub>1</sub> 、久尤 <sub>2</sub> 、久尤 <sub>3</sub><br>或 P <sub>1</sub> 、P <sub>2</sub> 、P <sub>3</sub> …… |
|       |                                                | 特2、特3、特4…… | C <sub>2</sub> 、C <sub>3</sub> 、C <sub>4</sub> …… | GP <sub>2</sub> 、GP <sub>3</sub> 、GP <sub>4</sub> ……                                                     |
| 普通碳素钢 | ②转炉钢以产品的名称和冶炼方法及顺序号表示，碱性转炉加“碱”或“J”酸性转炉加“酸”或“S” | 甲碱3、甲酸3……  | AJ <sub>3</sub> 、AS <sub>3</sub> ……               | 尤 <sub>3</sub> 、JG <sub>3</sub><br>尤 <sub>3</sub> 、SG <sub>3</sub> ……                                    |
|       |                                                | 乙碱3、乙酸3……  | BJ <sub>3</sub> 、BS <sub>3</sub> ……               | 久尤 <sub>3</sub> 、J <sub>3</sub><br>久尤 <sub>3</sub> 、S <sub>3</sub> ……                                    |
|       |                                                | 特碱2、特碱3……  | CJ <sub>2</sub> 、CJ <sub>3</sub> ……               | GJ <sub>2</sub> 、GJ <sub>3</sub> ……                                                                      |
| 合金钢   | ③沸腾钢须在牌号末尾加注“沸”或“F”，半镇静钢加注“半”或“b”，镇静钢则不必加注。    | 甲1沸、甲1半……  | A1F、A1b……                                         | 尤 <sub>1</sub> 、G1F<br>尤 <sub>1</sub> 、G1b……                                                             |
|       |                                                | 乙1沸、乙1半……  | B1F、B1b……                                         | 久尤 <sub>2</sub> 、P2F<br>久尤 <sub>2</sub> 、P2b……                                                           |
|       |                                                | 特2沸、特2半……  | C2F、C2b……                                         | GP2F、GP2b……                                                                                              |

(续表)

|       |                                                                                                           |                                                |                                                             |                                            |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 普通碳素钢 | ④专门用途的普通碳素钢, 除上述表示方法外, 还须在末尾加注用途符号:<br>桥梁钢用“桥”或“q”<br>锅炉钢用“锅”或“g”<br>船用钢用“船”或“C”<br>钢轨钢用“轨”或“U”           | 甲3桥<br>A3钢<br>特8船<br>甲7轨                       | A3q<br>A3g<br>C8C<br>A7U                                    |                                            |
| 优质碳素钢 | ①钢号的两位数字表示平均含碳量的万分之几, 如含碳量0.08%表示为08, 含碳量0.45%表示为45                                                       | 08<br>10<br>15<br>45……                         | 08<br>10<br>15<br>15……                                      | —<br>10<br>15<br>45……                      |
|       | ②沸腾钢、半镇静钢须在末尾加注“沸”或“F”, “半”或“b”符号                                                                         | 05沸<br>08沸                                     | 05F<br>08F                                                  | 05沸<br>08沸                                 |
|       | ③含锰较高的优质碳素结构钢须在末尾加注“锰”或“Mn”符号                                                                             | 15锰<br>20锰<br>30锰                              | 15Mn<br>20Mn<br>30Mn                                        | 15Z<br>20Z<br>30Z                          |
|       | ④专门用途的优质碳素结构钢须在末尾加注用途符号                                                                                   | 16桥<br>15锅<br>20锅                              | 16q<br>15g<br>20g                                           |                                            |
| 易切削钢  | 和优质碳素结构钢相同, 但在牌号前加注“易”或“Y”符号                                                                              | 易12<br>易30<br>易40锰                             | Y12<br>Y30<br>Y40Mn                                         | Y12<br>Y30<br>Y40                          |
| 碳素工具钢 | ①以“T”或“碳”表示碳素工具钢, 后面数字表示含碳量的千分之几                                                                          | 碳7<br>碳8<br>碳9<br>碳10                          | T7<br>T8<br>T9<br>T10                                       | Z7<br>Z8<br>Z9<br>Z10                      |
|       | ②含锰较高之碳素工具钢须在后面加注“锰”或“Mn”符号                                                                               | 碳8锰                                            | T8Mn                                                        | Z8Z                                        |
|       | ③高级优质碳素工具钢须在后面加注“高”或“A”符号                                                                                 | 碳8高<br>碳10高                                    | T8A<br>T10A                                                 | Z8H<br>Z10H                                |
| 合金结构钢 | ①前面两位数字表示含碳量的万分之几, 后面符号表示合金元素含量的百分数, 当合金元素平均含量 $\leq 1.5\%$ , 一般不标明含量, 平均含量 $1.5\sim 2.49\%$ 时应写成2, ……余类推 | 40铬<br>30铬锰硅<br>18铬锰钛<br>38铬铝<br>60硅2锰<br>50铬锰 | 40Cr<br>30CrMnSi<br>18CrMnTi<br>38CrAl<br>60Si2Mn<br>50CrMn | 40力<br>30力ZT<br>18力Z万<br>—<br>60力2<br>50力Z |
|       | ②高级优质合金结构钢须在后面加注“高”或“A”符号                                                                                 | 50铬钒高<br>38铬铝钒高<br>50铬锰高                       | 50CrVA<br>38CrMoAlA<br>50CrMnA                              | 50力C4<br>38力门Z4<br>50力Z4                   |

(续表)

|       |                                                                         |                                                          |                                                                      |                                                            |
|-------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| 合金结构钢 | ③滚珠轴承钢含碳量不予标出, 仅在前面加注“G”或“滚”字符号, 而其中平均含铬量则以千分之几表示。                      | 滚铬6<br>滚铬9<br>滚铬15<br>滚铬15硅锰                             | GCr6<br>GCr9<br>GCr15<br>GCr15SiMn                                   | 1为6<br>1为9<br>1为15<br>1为15丁乙                               |
| 合金工具钢 | ①平均含碳量 $\geq 1\%$ 时, 含碳量不予标出; 平均含碳量 $< 1\%$ 时以千分之几表示; 合金元素含量表示与合金结构钢相同。 | 铬12<br>9硅铬<br>5铬锰钼<br>8铬2钨8钒<br>9铬2<br>铬钨锰<br>钒          | Cr12<br>9SiCr<br>5CrMnMo<br>8Cr2W8V<br>9Cr2<br>CrWMn<br>V            | 1为12<br>9为丁<br>5为乙丁<br>3为2×8<br>9为<br>1为乙乙<br>丁            |
|       | ②高速工具钢含碳量不予标出, 合金元素表示同前。                                                | 钨18铬4钒<br>钨9铬4钒2                                         | W18Cr4V<br>W9Cr4V2                                                   | 乙18<br>乙9                                                  |
| 特殊合金钢 | ①不锈钢、耐酸钢、耐热钢等一般含碳量都不予标出; 如因区别而标出时, 则以含碳量千分之几表示, 合金元素表示同前。               | 1铬13<br>2铬13<br>铬17<br>1铬18镍9<br>4铬9硅2<br>1铬18镍9钒<br>铬5钼 | 1Cr13<br>2Cr13<br>Cr17<br>1Cr18Ni9<br>4Cr9Si2<br>1Cr18Ni9Ti<br>Cr5Mo | 1为13<br>2为13<br>1为17<br>1为18丁9<br>1为9丁2<br>1为18丁9钒<br>1为11 |
|       | ②电工钢的含碳量不予标出, 而以“D”符号表示, “D”后面数字仅表示含硅量的多少和磁性的高低。                        |                                                          | D11<br>D21<br>D31<br>D41                                             |                                                            |

### 3. 钢锭和钢材

锻造用钢常用钢锭和钢材。

(1) 钢锭 大型锻件多用钢锭。钢锭是把熔化的钢液浇入钢锭模内, 待钢液凝固后取出而得到的。钢锭重量由几百公斤到350吨, 形状一般是方形或多角形(六角、八角、十二角)的截锥体, 其长度与横截面平均尺寸之比一般是2~3。

钢锭组织如图2-1的纵剖面所示: 它分为冒口、中部和底部三个部分。冒口<sub>1</sub>是金属液最后凝固的部分, 也是非金属杂质(硫、磷、渣)最多的部分, 由于它在中心凝固时无金属液补充, 故在这里留下空洞——缩孔<sub>6</sub>和一些小的孔眼——收缩疏松<sub>7</sub>, 因而它是钢锭质量最差的部分, 通常这部分必须切除, 这部分占整个钢锭总重的20~25%(合金钢为25~30%); 底部<sub>3</sub>也是钢锭质量低劣的部分, 通常也要切除, 它占钢锭总重的5~10%; 中部<sub>2</sub>是钢锭的合用部分。

从钢锭凝固的顺序来看, 外层<sub>4</sub>是由高温钢液接触到冷钢锭模壁急冷而得细晶粒层, 靠里面的一层冷却较慢、热量向垂直模壁方向传播而得到垂直模壁的柱状晶粒层<sub>5</sub>; 中心均匀缓冷, 形成杂乱的树枝状粗大晶粒<sub>6</sub>。



(2) 钢材 钢材是用钢锭轧制(或锻压)成的。中小型锻件多用钢材作原料。

锻造上所用的钢材有初轧钢坯、精轧钢坯和型材(见图2-2)。初轧坯的横截面都是方形的,其棱边为圆角,有的侧面凹入,横截面边长150~450毫米,长度1.5~4米;精轧坯有圆形和方形截面,方形的棱边制成直角或带圆角,横截面尺寸为5~400毫米,长度2~9米;型材类型极多,包括普通型材(厚板、带钢、槽钢、角钢、工字钢)、异形型材和周期性横截面型材等。

#### 4. 锻造用有色金属

锻造用有色金属主要为铝合金和铜合金。常制成锭、棒料或板料。

用于锻造的铝合金含有铝与铜、镁、硅等成分,常用的有硬铝,牌号LY11~15(即旧的杜拉铝Д1, Д6, Д7等),和锻铝,牌号LD2、LD5、LD7~10(即旧的耐热铝AK2、AK4等);防锈铝,牌号LF21(即旧的防锈铝AMU等)。

用于锻造的铜合金有黄铜和青铜。黄铜是铜和锌(<45%)的合金,并以牌号H96、H90、……H62、H59等表示之(旧牌号为96黄铜……),“H”代表黄铜,后面的数字为含铜的百分数,当黄铜中添加其他元素如锡、铅、锰、硅、铝、镍等,称特殊黄铜,分别在H后面写出添加元素的符号,在后面的数字中标出其他元素的含量,如含铜约59%,含铅约1%的铅黄铜牌号为HPb59-1(旧牌号59-1铅黄铜);含铜62%,含锡1%的锡黄铜牌号为HSn62-1(旧牌号62-1锡黄铜),青铜是铜和锡、锌、铝等的合金,以“Q”符号代表青铜,基元素铜的含量不标注,而仅对主要添加元素在其

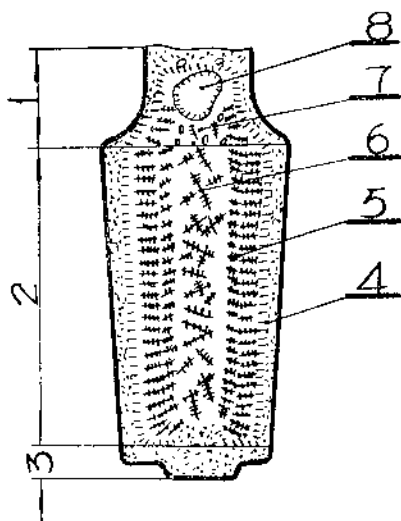


图2-1 钢锭纵剖面示意图

- 1.冒口部分 2.中部 3.底部 4.细晶粒层 5.柱状晶粒层 6.树枝状粗大晶粒 7.收缩疏松 8.缩孔

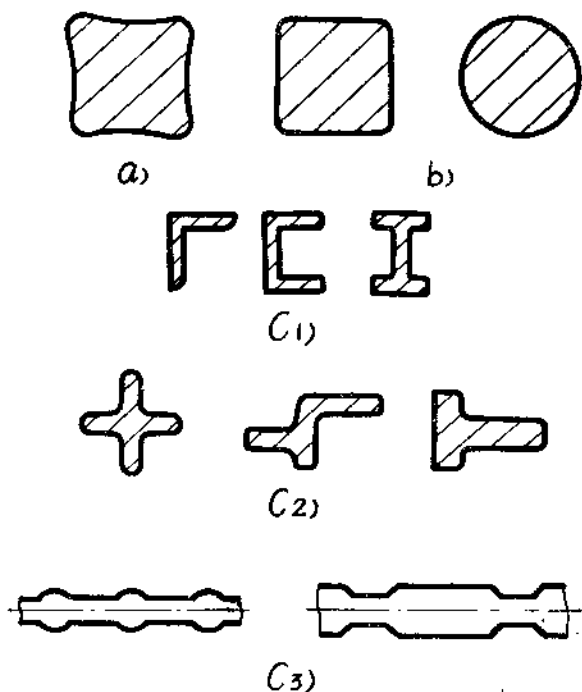


图2-2 锻造用钢材

- a) 初轧坯 b) 精轧坯 c<sub>1</sub>) 普通型材 c<sub>2</sub>) 异形型材 c<sub>3</sub>) 周期性型材