

工人中级操作技能训练辅导丛书

锻 工

国家机械工业委员会技术工人教育研究中心

天津市机械工业管理局教育教学研究室

编



机械工业出版社

工人中级操作技能训练辅导丛书

锻 工

国家机械工业委员会技术工人教育研究中心
天津市机械工业管理局教育教研室

编



机械工业出版社

本书主要介绍锻造过程中的操作技能。内容包括锻造材料及其准备、坯料的加热和加热炉的使用、锻件的冷却与热处理、自由锻造设备的构造和使用、自由锻造基本工序的操作及典型锻件锻造实例、大型锻件的锻造、锻件的质量检验、高合金钢和有色金属的锻造、胎模锻造、锻工安全技术等十个单元。

本书是中级锻工技能培训的教学参考书。也可作为中级锻工的技能培训教材或供有关技术人员和工人学习时参考。

本书由叶庆荣同志编写。杨津光同志审稿。在编写过程中得到了印连均同志的协助。

锻 工

国家机械工业委员会技术工人教育研究中心 编
天津市机械工业管理局教育教学研究室

*
责任编辑：李铭杰

封面设计：方 芬

*
机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南里一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第 117 号)

机械工业出版社印刷厂印刷

机械工业出版社发行·机械工业出版社书店经售

*
开本 787×1092¹/₁₆·印张 14¹/₄·字数 342 千字

1987 年 8 月北京第一版·1987 年 8 月北京第一次印刷

印数 00,001—28,000·定价：2.65 元

*
ISBN7-111-00021-8/TG·13

编委会名单

主任委员：王志平

副主任委员：董无岸 陈遐龄 王玉杰 赵国田

杨国林 范广才（常务）

委员：王明贤 陈郁 温玉芬 戴振英

解延年 曹桂秋 郝淑贤

前 言

技术工人培训的内容，应包括技术理论和操作技能两个方面。而提高工人的实际操作技能则是工人培训工作的出发点和归宿。

长期以来，在工人培训工作中，存在着片面强调技术理论的倾向，与此相联系，在技术理论教学上有比较系统和完整的教学计划、大纲以及相应的教材。而在操作技能训练方面迄今还没有一个统一的要求和依据；基本上沿袭师傅带徒弟的传统方式来口传心授一些局部的、零散的、陈旧的生产经验，或者靠徒工“自然成长”。这是造成目前机械工业工人队伍特别是青壮年工人素质不高的重要原因之一。

为了加强操作技能训练，全面提高机械工业技术工人队伍的素质，一九八五年，机械工业部组织力量首次编写并颁布了《工人中级操作技能训练大纲(试行)》。

目前，工人中级技术培训工作正在展开，各地各企业普遍重视了对操作技能的训练。为了帮助企业技工教育工作者更好地贯彻部颁《大纲》，提高培训质量，并为广大中级技术培训对象提供自学参考书，我们组织编写了《工人中级操作技能训练辅导丛书》。《丛书》共二十五种，包括了部颁《大纲》中列入的二十五个工种。其中二十一种是天津地区编写的，其他四种由北京地区编写。

《丛书》是以部颁《工人中级操作技能训练大纲(试行)》为依据，并结合机械工业部统编工人培训教材(中级本)中有关工种工艺学和《工人技术等级标准(通用部分)》中级工“应会”部分的要求来编写的。

在具体内容的组织安排上，突出了技能训练，将各工种的操作技能知识和技能训练融汇在一起，并按各主要工序的难易程度顺序排列，力求做到由简到繁，体现由浅入深、循序渐进的教学规律。

每本书主要由七个方面的内容组成：目的要求，内容提示；设备、工具、辅具；夹具及夹持方法；操作步骤、技能、技巧；操作安全技术；技能训练实例；质量检验。书中用了大量插图，使内容形象化，增强直观性，利于工人理解和掌握有关操作技能知识。

我们是抱着积极尝试、大胆探索的决心来编写这套丛书的。《丛书》出版了，我们期望她能为加强工人操作技能培训起到一点帮促作用。但是，由于缺乏经验，《丛书》一定会有不少错误和不足之处，恳切希望读者批评指正。

国家机械工业委员会技术工人教育研究中心

天津市机械工业管理局教育教学研究室

1987年6月

目 录

前言

第一单元 锻造材料及其准备	1
(一) 锻造材料的种类	1
(二) 锻造材料的管理	17
(三) 锻造材料的准备	24
第二单元 坯料的加热和加热炉的使用	27
(一) 燃料及其燃烧	27
(二) 坯料的加热	29
(三) 锻造加热炉及其使用和维护	38
第三单元 锻件的冷却与热处理	49
(一) 锻件的冷却	49
(二) 锻件的热处理	56
(三) 锻工工具的热处理	61
第四单元 自由锻造设备的构造和使用	63
(一) 自由锻锤	63
(二) 自由锻造水压机	78
第五单元 自由锻造基本工序的操作及典型锻件锻造实例	92
(一) 自由锻造基本工序的操作	92
(二) 自由锻造典型锻件锻造实例	110
第六单元 大型锻件的锻造	124
(一) 大型锻件锻造的主要问题和特点	124
(二) 大型锻件的锻造方法	124
(三) 典型大型锻件锻造实例	131
第七单元 锻件的质量检验	143
(一) 自由锻件的主要缺陷	143
(二) 锻件的质量检验	145
(三) 锻件的划线和样板的绘制方法	149
第八单元 高合金钢和有色金属的锻造	155
(一) 高合金钢的锻造	155
(二) 高温合金的锻造	162
(三) 有色金属的锻造	164
第九单元 胎模锻造	172
(一) 胎模锻造的特点和应用	172
(二) 胎模的结构和使用	173
(三) 胎模锻造锻锤吨位的选择	183
(四) 胎模锻造基本工序	184

(五) 胎模锻造工艺实例	197
第十单元 锻工安全技术	214
(一) 锻工车间一般安全规则	214
(二) 自由锻锻工安全操作规程	215

第一单元 锻造材料及其准备

内容提示 本单元主要介绍锻造材料的种类, 各种钢的化学成分及牌号表示方法, 锻造用钢锭的型式、组织、缺陷和规格, 钢坯的种类、缺陷和规格, 锻造用有色金属及合金的种类、化学成分和牌号; 介绍锻造材料的管理方法, 钢的火花鉴别法; 介绍锻造前材料的表面缺陷清理方法, 各种下料方法。

目的 了解锻造材料的种类、化学成分和牌号, 掌握材料的管理和钢的火花鉴别法, 掌握锻造前材料表面缺陷的清理方法和下料方法。

要掌握锻造工艺和操作技能, 必须了解锻造用材料的种类、牌号、性能和用途; 也必须掌握锻造材料的管理、鉴别和各种下料方法。由于锻造是使材料在热态下的变形过程, 所以锻造材料除满足产品零件的各种性能要求外, 还必须具有良好的锻造性能, 即在热态下具有高的塑性和低的变形抗力, 以保证锻造过程的顺利进行。

(一) 锻造材料的种类

锻造用材料主要有钢和有色金属及其合金。

1. 钢的分类

钢是由生铁经炼钢炉冶炼所得的产品。它是以铁和碳为基本成分的合金, 可以加入各种合金元素, 并含有 S、P 等有害元素。钢中碳含量低于 2%。碳含量低于 0.04% 的钢称为工业纯铁。碳含量大于 2% 的铁碳合金称为生铁, 生铁一般不能锻造。钢的分类有以下几种方法。

(1) 按化学成分分类 钢按化学成分可以分为碳素钢和合金钢两大类。

1) 碳素钢 钢的成分中除 Fe 外, 主要只含有 C 和一定数量的 Si、Mn、S、P 等元素, 这种钢称为碳素钢。碳素钢成分中按含碳量的多少, 一般可分为:

- ① 低碳钢, 即含碳量在 0.25% 以下的钢;
- ② 中碳钢, 即含碳量为 0.25~0.6% 的钢;
- ③ 高碳钢, 即含碳量在 0.6% 以上的钢。

2) 合金钢 在碳素钢中加入某些合金元素就称为合金钢。加入一定量的合金元素可以改善钢的机械性能、工艺性能或物理化学性能。加入的合金元素主要有: Cr、Ni、Si、Mn、Mo、W、V、Al、Ti、Cu、B、Co、Nb 等。合金钢按钢中合金元素总含量的多少, 可分为:

- ① 低合金钢, 即合金元素总含量在 5% 以下的钢;
- ② 中合金钢, 即合金元素总含量为 5~10% 的钢;
- ③ 高合金钢, 即合金元素总含量在 10% 以上的钢。

(2) 按质量分类 钢中常含有 S、P、Si、Mn 等微量杂质元素, 其中 S、P 是有害

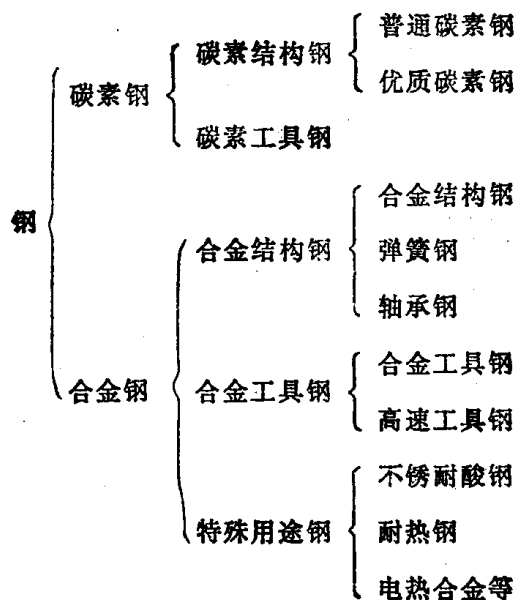
元素。根据钢中S、P等杂质元素含量的多少，钢又可分为：

- 1) 普通钢 即含硫量不超过0.050%，含磷量不超过0.055%的钢；
- 2) 优质钢 即含硫量不超过0.04%，含磷量不超过0.04%，含铜量不超过0.3%的钢；
- 3) 高级优质钢 即含硫量不超过0.03%，含磷量不超过0.035%，含铜量不超过0.25%的钢。

(3) 按用途分类 有以下几种：

- 1) 结构钢 用于制造工程结构和机械零件，可分为碳素结构钢和合金结构钢；
- 2) 工具钢 用于制造各种工具，可分为碳素工具钢、合金工具钢和高速工具钢，通常按其用途还可分为刃具钢、模具钢和量具钢三类；
- 3) 特殊用途钢 用于特殊用途和具有特殊性能，例如不锈钢耐酸钢、耐热钢和电热合金等。

(4) 其他分类法 除上述分类方法外，钢还可按炼钢方法分为转炉钢、平炉钢、电炉钢等；按浇注前脱氧程度分为镇静钢、半镇静钢、沸腾钢等；按钢的显微组织，例如不锈钢耐酸钢可分为铁素体不锈钢、奥氏体不锈钢、马氏体不锈钢等。此外，钢还有以下综合分类法：



2. 钢的牌号表示方法

我国钢材的牌号是采用国际化学符号和汉语拼音字母并用的原则来表示的。即：1) 钢号中的化学元素采用国际化学符号来表示，如Si、Mn、Cr、W……等；2) 产品名称、用途、冶炼和浇注方法等，采用汉语拼音的缩写字母来表示，如表1-1所列。

下面，介绍我国钢材牌号。

(1) 普通碳素结构钢 普通碳素结构钢有甲、乙、特三种，用字母后面加数字0~7顺序表示：

甲类钢 A0, A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7。

乙类钢 B0, B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7。

特类钢 C0, C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7。

表1-1 钢号中的汉语拼音缩写字母

名 称	采用汉字及拼音		符 号	名 称	采用汉字及拼音		符 号
	汉字	拼 音			汉字	拼 音	
甲类钢	甲	—	A	超 级	超	Chao	C
乙类钢	乙	—	B	船用钢	船	Chuan	C
特类钢	特	—	C	桥梁钢	桥	Qiao	q
平 炉(钢)	平	Ping	P	锅炉钢	锅	Guo	g
碱性侧吹转炉(钢)	碱	Jian	J	钢轨钢	轨	Gui	U
顶吹转炉(钢)	顶	Ding	D	铆螺钢	铆 螺	Mao Luo	ML
沸腾钢	沸	Fei	F	电 电	电	Dian	D
半镇静钢	半	Ban	b	电器工业用纯铁	电 铁	Dian Tie	DT
易切钢	易	Yi	Y	地质钻探钢管用钢	地 质	Di Zhi	DZ
碳 钢	碳	Ci	C	矿用钢	矿	Kuang	K
碳工具钢	碳	Tan	T	汽车大梁钢板	梁	Liang	L
焊条用钢	焊	Han	H	压力容器用钢	容	Rong	R
滚动轴承钢	滚	Gun	G	多层式高压容器用钢	高 层	Gao Ceng	gC
高级优质钢	高	Gao	A	铸 钢	铸	Zu Gang	ZG
特 级	特	Te	E	低淬透性钢	低		d

甲类钢是按机械性能供应的钢，乙类钢是按化学成分供应的钢，特类钢是按机械性能和化学成分供应的钢。牌号中的数字表示不同的钢号，数字大表示钢的含碳量较高，强度较大而塑性较低。此外，为表示冶炼方法，在钢类和数字间加入表 1-1 中有关字母（平炉钢一律略去字母 P）；为表示浇注方法，在钢号后加 F 或 b（镇静钢则不加任何字母）。例如 B4b 表示平炉乙类 4 号半镇静钢；CJ4F 表示碱性侧吹转炉特类 4 号沸腾钢；A3 表示平炉甲类 3 号镇静钢等。

（2）优质碳素结构钢 优质碳素结构钢的牌号用两位数字表示，有 05, 08, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85 等。这两位数字表示平均含碳量为万分之几。例如 45 表示含碳量为 0.45% 左右的优质碳素结构钢。又例如 08F 表示含碳量为 0.08% 左右的优质碳素结构沸腾钢。20b 表示含碳量为 0.20% 左右的优质碳素结构半镇静钢，20g 表示含碳量为 0.20% 左右的优质碳素结构锅炉钢等。此外，含锰量较高的钢应在数字后面把锰元素标出，例如 50Mn 表示含碳量为 0.50% 左右，含锰量为 0.70~1.00% 的优质碳素结构钢。

（3）碳素工具钢 碳素工具钢的牌号有 T7、T8、T9、T10、T11、T12、T13 等。字母 T 表示碳素工具钢，数字表示平均含碳量为千分之几。高级优质碳素工具钢则在牌号后面加一个字母 A。例如 T8 表示含碳量为 0.8% 左右的碳素工具钢；T10A 表示含碳量在 1.0% 左右的高级优质碳素工具钢。

（4）合金结构钢 合金结构钢的牌号由三部分组成，即“数字+元素+数字”。前面的数字表示平均含碳量为万分之几，合金元素以化学元素符号表示，后面的数字表示合金元素的含量，一般以百分之几表示。当合金元素含量 < 1.5% 时，钢号中一般只标出元素而不标明含量。当合金元素含量 ≥ 1.5%、≥ 2.5%、≥ 3.5%、……时，则在元素符号后面相应标出 2、3、4……。例如 40Cr 表示含碳量为 0.4% 左右，含铬量为 1% 左右的合金结构钢；12Cr2Ni4A 表示含碳量为 0.12% 左右，含铬量为 2% 左右，含镍量为 4% 左右的高级优质合金结构钢。含有合金元素的弹簧钢如 60SiMn、50Si2Mn、60Si2Mn 等，表示方法相同。

（5）滚珠轴承钢 滚珠轴承钢的牌号有 GCr6、GCr9、GCr15、GCr15SiMn、GSiMnMoV 等。字母 G 表示滚珠轴承钢，数字表示平均含铬量为千分之几，含碳量不标出，

一般在1%左右。例如GCr 15表示含铬量为1.5%左右的滚珠轴承钢, GSiMnMoV表示含锰量为1%左右, 含硅量为0.55%左右并含有钼和钒的滚珠轴承钢。

(6) 合金工具钢 合金工具钢牌号的表示方法原则上和合金结构钢大致相同, 所不同的是含碳量的表示方法。如平均含碳量 $\geq 1.0\%$, 则不标出含碳量; 平均含碳量 $< 1.0\%$, 则在牌号前以千分之几表示。例如3Cr 2W 8表示含碳量为0.3%左右, 含铬量为2%左右, 含钨量为8%左右的合金工具钢; Cr12MoV表示含碳量为1.45~1.70%, 含铬量为12%左右并含有钼和钒的合金工具钢。

(7) 高速工具钢 高速工具钢的牌号有W 9Cr 4V, W 18Cr 4V, W 12Cr 4V, W 6Mo 5Cr 4V 2等。在高速工具钢的牌号中一般不标出含碳量, 把钨元素放在前面, 合金元素平均含量的表示方法和合金结构钢相同。例如W 18Cr 4V表示含碳量为0.70~0.80%, 含钨量为18%左右, 含铬量为4%左右, 含钒量为1%左右的高速工具钢。

(8) 不锈钢、耐热钢和电热合金 这几种钢牌号表示方法和合金工具钢相同。但含碳量一般不标出, 如钢号有重复或含碳量较高时才在牌号前标出平均含碳量(为千分之几)。如果含C $\leq 0.03\%$ 及C $\leq 0.08\%$, 则牌号前相应冠以“00”及“0”。不锈钢的牌号如1Cr 13, 2Cr 13, 4Cr 13, Cr 14, 9Cr 18, 0Cr 18Ni 9, 1Cr 18Ni 9, 1Cr 18Ni 9Ti等; 耐热钢如4Cr 9Si 2, Cr 3Si, Cr 5Mo, 4Cr 10Si 2Mo, 1Cr 13, 1Cr 13Ni 9Ti等; 电热合金如Cr 8Al 5, Cr 13Al 4, 1Cr 17Al 5等。

3. 锻造用钢

锻造用钢有钢锭和钢坯两种。大型锻件使用钢锭作为原材料, 中小型锻件使用各种截面的钢坯作为原材料。

(1) 钢锭 钢锭是将炼好的钢液浇注到钢锭模中冷却凝固后获得的。钢的冶炼和浇注方法直接影响到钢锭质量的优劣。

1) 钢锭的型式 钢锭的形状是截锥体, 上端大, 下端小, 锻造用钢锭一般采取八角形截面, 如图1-1所示。决定钢锭形状和尺寸的参数是锥度 α , 高径比 K ,

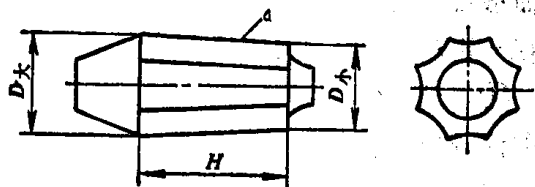


图1-1 钢锭的形状和尺寸

$$\alpha = \frac{D_* - D}{H} \times 100\%$$

$$K = \frac{H}{\frac{D_* + D}{2}} = \frac{2H}{D_* + D}$$

式中 D_* ——锭身大端直径 (mm);

D ——锭身小端直径 (mm);

H ——锭身高度 (mm)。

钢锭的型式分为普通型式(图1-1)和特殊型式两种。普通型式的钢锭是供一般锻件用的, 锥度 α 为4%左右, 高径比 K 约为1.8~2.3, 冒口的比例约为17%。特殊型式钢锭有短粗钢锭、空心钢锭、长形钢锭等。例如其中短粗钢锭是供锻造重要的优质锻件用的, 其锥度 α 为11~12%, 高径比 K 为1.5左右, 冒口比例为20~24%。

2) 钢锭的组织 钢锭是由冒口、锭身和底部三部分组成的, 见图1-2。从钢锭的纵、

横剖面可以观察到它内部的组织结构情况。

① 冒口 冒口是钢锭浇注后最后冷却凝固的部分。这时由于锭身、底部均已凝固，冒口凝固时已无钢液补充体积的收缩，于是便在这里形成缩孔，在缩孔周围形成收缩疏松；此外，低熔点的非金属杂质也大量聚集在这里。所以冒口是钢锭中缺陷严重、质量最差的部分，锻造时必须切除。

② 锭身 钢锭锭身部分是供锻造用的原坯料。锭身内部分三个区：表面细晶粒层，柱状晶粒层，中心粗大等轴晶粒区。锭身的中心区晶粒粗大，杂质和疏松等缺陷较多，故此区质量较差。

③ 底部 钢锭底部沉积有大量的杂质（炉渣、重金属等），组织疏松，是钢锭中质量低劣的部分，也要在锻造时切除。

3) 钢锭的缺陷 钢锭有下列主要的缺陷。

① 缩孔和疏松 钢锭中缩孔和疏松是不可避免的缺陷，但它们出现的部位可以控制。钢锭顶端的保温冒口，造成钢液缓慢冷却和最后凝固的条件，一方面使锭身可以得到冒口中钢液的补缩，另一方面使缩孔和疏松集中于此处，以便锻造时切除。

② 偏析 钢锭中各部分化学成分的不均匀性称为偏析。偏析分为枝晶偏析(图 1-3)和区域偏析(图 1-4)两种。前者可以通过锻造、锻后热处理得到消除，后者只能通过锻造来减轻其影响，使杂质分散，使显微孔隙和疏松焊合。

③ 夹杂 不溶解于金属基体的非金属化合物称为夹杂。常见的夹杂如硫化物、氧化物、硅酸盐等。夹杂使钢锭锻造性能变坏，例如当晶界处低熔点夹杂过多时，钢锭锻造时会因热脆而锻裂。夹杂无法消除，但可以通过适当的锻造工艺加以破碎，或使密集的夹杂分散，可以在一定程度上改善夹杂对锻件质量的影响。

④ 气体 钢液中溶解有大量气体，但在凝固过程中不可能完全析出，以不同形式残存在钢锭内部。例如氧与氮以氧化物、氮化物存在，成为钢锭中夹杂。氢是钢中危害最大的气体，它会引起“氢脆”，使钢的塑性显著下降；或在大型锻件中造成白点，使锻件报废。

⑤ 穿晶 当钢液浇注温度较高，钢锭冷却速度较大时，钢锭中柱状晶会得到充分的发展，在某些情况下甚至整个截面都形成柱状晶粒(图 1-5)，这种组织称为穿晶。在柱状晶交界处(如方钢锭横截面对角线上)，常聚集有易熔夹杂，形成“弱面”，锻造时易于沿这些

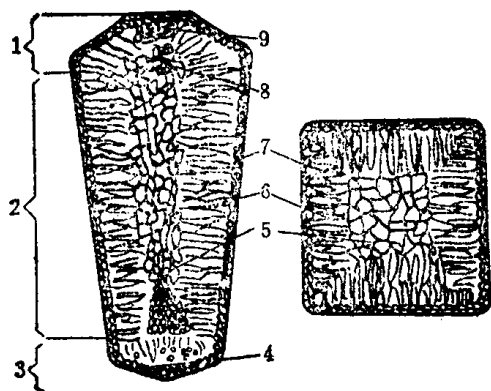


图1-2 钢锭组织示意图

1—冒口 2—锭身 3—底部 4—沉积堆 5—中心粗大等轴晶粒区 6—柱状晶粒区 7—表层细晶粒区 8—疏松 9—缩孔

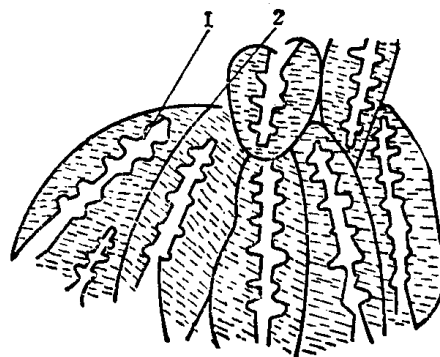


图1-3 枝晶偏析示意图

1—树枝状结晶体枝干 2—树枝状结晶边界

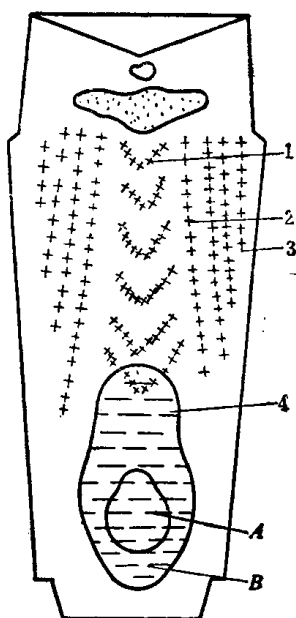


图1-4 钢锭区域偏析示意图

1—V形偏析区 2—过渡偏析区 3—A形偏析区 4—负偏析区

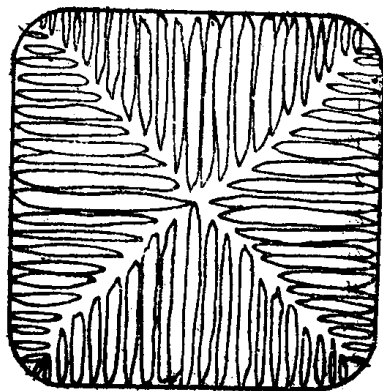


图1-5 穿晶示意图

面破裂。在高合金钢锭中容易遇到这种缺陷。

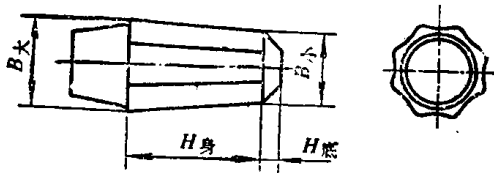
⑥ 裂纹 由于浇注工艺或钢锭模设计不当，钢锭表面会产生裂纹。锻造前应将裂纹消除，否则锻造时由于裂纹的发展导致锻件报废。

⑦ 溅疤 当钢锭用上注法时，钢液冲击钢锭模底而飞溅到钢锭模壁上，这些附着的溅沫最后不能和钢锭凝固成一体，便成溅疤。溅疤锻造前必须铲除，否则会形成表面夹层。

4) 钢锭的规格 我国钢锭还没有统一的国家标准或部颁标准。表 1-2、1-3 是某厂锻造用八角钢锭规格。

表1-2 某厂锻造用八角钢锭规格

普通锥度钢锭



钢锭规格 公称重量 (t)	重量分配 (kg/%)				主要尺寸 (mm)				浇注方法
	总计	冒口重	锭身重	底部重	B大	B小	H身	H底	
2	2000/100	400/20	1510/75.5	90/4.5	484	440	1034	141	下浇注，用固定式保温帽
2.5	2500/100	474/20.07	1936/76.33	90/3.6	523	472	1149	141	下浇注，用固定式保温帽
3	3000/100	530/16.75	2380/80.25	90/3	557	509	1227	141	下浇注，用固定式保温帽
3.5	3500/100	580/17.6	2785/78.55	135/3.85	587	533	1291	137	下浇注，用固定式保温帽
4	4000/100	700/17.7	3165/78.92	135/3.38	616	561	1354	137	下浇注，用固定式保温帽
4.5	4500/100	740/16.5	3625/80.5	135/3	645	587	1418	137	下浇注，用固定式保温帽
5	5000/100	870/17.4	3932/78.66	198/3.94	663	604	1434	166	下浇注，用固定式保温帽
6	6000/100	1052/17.5	4750/79	198/3.5	706	647	1535	166	下浇注，用固定式保温帽
7	7000/100	1330/19	5472/78.17	198/2.83	743	681	1633	166	下浇注，用固定式保温帽
8	7870/100	1390/19	6282/78.52	198/2.48	782	720	1682	166	下浇注，用固定式保温帽
9	9000/100	1680/18.75	6920/77	400/4.3	857	806	1492	186	下浇注，用固定式保温帽
11	11200/100	2128/19	8672/77.43	400/3.57	857	800	1878	186	上浇注，用固定式保温帽

(续)

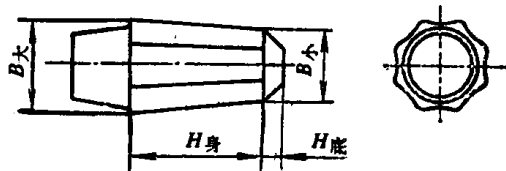
铜锭规格 公称重量 (t)	重 量 分 配 (kg/%)				主 要 尺 寸 (mm)				浇 注 方 法
	总 计	冒 口 重	锭 身 重	底 部 重	B _大	B _小	H _身	H _底	
13	13300/100	2527/19	10373/77.96	400/3.04	904	845	2034	186	上浇注, 用固定式保温帽
14	14000/100	2660/19	10940/78.15	400/2.85	998	929	1734	186	上浇注, 用固定式保温帽
16	15845/100	2580/16.28	12865/81.2	400/2.52	966	904	2152	186	上浇注, 用固定式保温帽
18	18000/100	3200/17.75	14097/78.35	703/3.9	1025	960	2088	235	上浇注, 用固定式保温帽
20	19542/100	3200/16.4	15639/80	703/3.6	1025	960	2322	235	上浇注, 用固定式保温帽
22	22000/100	3780/17.2	17517/79.61	703/3.19	1097	1029	2259	235	上浇注, 用固定式保温帽
24	23343/100	3780/16.1	18860/80.9	703/3	1097	1029	2415	235	上浇注, 用固定式保温帽
26	26000/100	4450/17.1	20500/78.86	1050/4.04	1218	1140	2172	264	上浇注, 用浮游式保温帽
28	28000/100	4450/16.9	22500/80.35	1050/3.75	1218	1140	2367	264	上浇注, 用浮游式保温帽
30	30000/100	4450/14.85	24500/81.65	1050/3.3	1218	1140	2577	264	上浇注, 用固定式保温帽
32	31715/100	5165/16.2	25560/80.5	1050/3.5	1218	1140	2690	264	上浇注, 用固定式保温帽
34	34000/100	5880/17.3	27070/79.61	1050/3.09	1352	1265	2324	264	上浇注, 用浮游式保温帽
36	36000/100	6070/16.8	28880/80.28	1050/2.92	1352	1265	2485	264	上浇注, 用浮游式保温帽
38	38000/100	6320/16.7	30630/80.54	1050/2.76	1352	1265	2626	264	上浇注, 用浮游式保温帽
40	40000/100	6320/15.8	32630/81.58	1050/2.62	1352	1265	2773	264	上浇注, 用浮游式保温帽
42	42440/100	6950/16.4	34440/81.12	1050/2.48	1352	1265	2876	264	上浇注, 用固定式保温帽
43	43000/100	7400/17.2	33650/78.25	1950/4.55	1445	1357	2514	332	上浇注, 用浮游式保温帽
46	46000/100	7400/16.1	36650/79.65	1950/4.25	1445	1357	2724	332	上浇注, 用浮游式保温帽
49	49000/100	7700/15.7	39350/80.4	1950/3.9	1445	1357	2914	332	上浇注, 用浮游式保温帽
52	52760/100	8610/16.4	42200/79.9	1950/3.7	1445	1357	3139	332	上浇注, 用固定式保温帽
55	55000/100	9270/16.85	43780/79.6	1950/3.55	1547	1445	2866	332	上浇注, 用浮游式保温帽
58	58000/100	9600/16.55	46450/80.1	1950/3.35	1547	1445	3032	332	上浇注, 用浮游式保温帽
60	60000/100	9600/16	48450/80.75	1950/3.25	1547	1445	2148	332	上浇注, 用浮游式保温帽
64	64050/100	10400/16.25	51700/80.7	1950/3.05	1547	1445	3365	332	上浇注, 用固定式保温帽
67	67000/100	11250/16.8	53800/80.3	1950/2.9	1649	1539	3105	332	上浇注, 用浮游式保温帽
70	70000/100	11600/16.6	56450/80.6	1950/2.8	1649	1539	3247	332	上浇注, 用浮游式保温帽
73	73000/100	11600/15.9	59450/81.4	1950/2.7	1649	1539	3413	332	上浇注, 用浮游式保温帽
77	76950/100	12300/16	62700/81.45	1950/2.55	1649	1539	3594	332	上浇注, 用固定式保温帽
79	79000/100	12900/16.3	62880/79.63	3220/4.07	1750	1633	3227	381	上浇注, 用浮游式保温帽
82	82000/100	13300/16.2	65480/79.87	3220/3.93	1750	1633	3355	381	上浇注, 用浮游式保温帽
85	85000/100	13300/15.65	68480/80.56	3220/3.79	1750	1633	3496	381	上浇注, 用浮游式保温帽
88	88020/100	14310/16.25	71390/80.15	3220/3.6	1750	1633	3648	381	上浇注, 用固定式保温帽
91	91000/100	15000/16.5	72780/80	3220/3.5	1839	1717	3399	381	上浇注, 用浮游式保温帽
94	94000/100	15350/15.3	75430/80.3	3220/3.4	1839	1717	3506	381	上浇注, 用浮游式保温帽
97	97000/100	15350/15.8	28430/80.9	3220/3.3	1839	1717	3638	381	上浇注, 用浮游式保温帽
100	100000/100	15350/15.35	81430/81.43	3220/3.22	1839	1717	3770	381	上浇注, 用浮游式保温帽
105	105300/100	17300/16.45	84780/80.5	3220/3.05	1839	1717	3932	381	上浇注, 用固定式保温帽
110	110000/100	18000/16.35	88780/80.73	3220/2.92	1940	1811	3702	381	上浇注, 用浮游式保温帽
115	115000/100	18500/16.1	93280/81.1	3220/2.8	1940	1811	3878	381	上浇注, 用浮游式保温帽
120	121100/100	19900/16.45	97980/80.9	3220/2.65	1940	1811	4063	381	上浇注, 用固定式保温帽
125	125000/100	19600/15.7	101300/81.02	4100/3.28	2050	1921	3765	465	上浇注, 用浮游式保温帽
130	130000/100	20500/15.7	105400/81.15	4100/3.15	2050	1921	3907	465	上浇注, 用浮游式保温帽
135	135000/100	20500/15.2	110400/81.77	4100/3.03	2050	1921	4083	465	上浇注, 用浮游式保温帽
140	140000/100	23600/16.85	112300/80.2	4100/2.95	2177	2033	3742	465	上浇注, 用浮游式保温帽
145	145800/100	24000/16.5	117700/80.7	4100/2.8	2059	1921	4342	465	上浇注, 用固定式保温帽
150	150000/100	25000/16.65	120900/80.62	4100/2.73	2177	2033	4011	465	上浇注, 用浮游式保温帽
155	155000/100	25000/16.1	125900/81.26	4100/2.64	2177	2033	4167	465	上浇注, 用浮游式保温帽

(续)

钢锭规格 公称重量 (t)	重量分配 (kg/%)				主要尺寸 (mm)				浇注方法
	总计	冒口重	锭身重	底部重	B _大	B _小	H _身	H _底	
160	160000/100	25600/16	130300/81.44	4100/2.56	2177	2033	4304	465	上浇注, 用浮游式保温帽 上浇注, 用固定式保温帽
170	170700/100	27950/16.5	138650/81.1	4100/2.4	2177	2033	4598	465	
207	207000/100	—	157650/76.1	—	2539	2268	4365		
230	230000/100	39900/17.35	185600/80.7	4500/1.95	2539	2268	4908		

表1-3 某厂锻造用大锥度八角钢锭规格

大锥度钢锭



钢锭规格 公称重量 (t)	重量分配 (kg/%)				主要尺寸 (mm)				浇注方法
	总计	冒口重	锭身重	底部重	B _大	B _小	H _身	H _底	
17	16837/100	3680/22.97	12650/74.03	507/3	1164	988	1614	274	
19	18896/100	4175/23.1	14150/73.9	571/3	1222	1037	1643	303	
20.5	20535/100	4200/23	15700/74	675/3	1261	1060	1722	196	
25	25182/100	5430/22.8	19000/74.24	752/2.96	1335	1130	1848	367	
30	30000/100	7200/24	21900/73	900/3	1408	1176	1938	207	
35	35260/100	7400/22.96	26800/74.1	1060/2.94	1506	1267	2070	400	
41	41092/100	8650/22.2	31200/75	1242/2.8	1580	1335	2185	440	
50	50000/100	12000/24	36500/74	1500/3	1670	1595	2297	256	
66	66000/100	15800/24	48200/73	2000/3	1834	1530	2523	308	
80	80000/100	18400/23	59200/74	2400/3	1990	1686	2753	480	
100	100600/100	19600/19.5	77000/76.52	4000/3.96	2054	1760	3227	450	

(2) 钢坯 锻造用的钢坯有锻坯和轧材两种。钢锭经开坯锻造而成的称为锻坯；经轧制而成的称为轧材。钢坯由于已经受了一定的塑性变形，基本上消除了铸造组织，内部是再结晶的组织，塑性较好。但由于钢锭缺陷的影响和锻、轧工艺的不当，钢坯中会存在图 1-6 所示缺陷。

轧材和锻坯的规格有统一的国家标准或部颁标准，如表 1-4、1-5、1-6、1-7、1-8、1-9 所示。

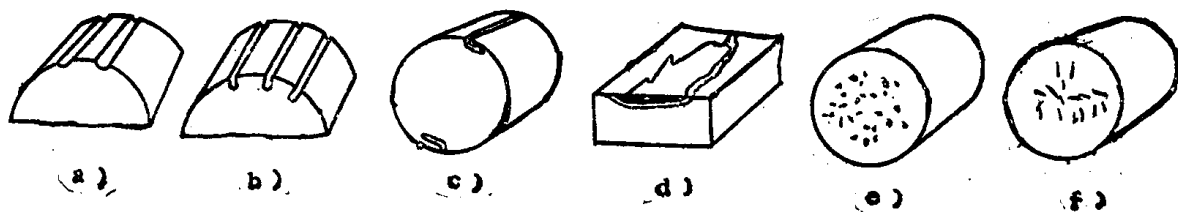


图1-6 钢坯的缺陷

a) 伤痕 b) 发裂 c) 折迭 d) 结疤 e) 非金属夹杂 f) 白点

表1-4 热轧圆钢的尺寸、允许偏差及理论重量(GB702-65)

直径 (mm)	直径允许偏差 (mm)		截面面积 (cm ²)	理论重量 (kg/m)
	普通精度	较高精度		
5			0.1963	0.154
5.6			0.2463	0.193
6		+0.1	0.2827	0.222
6.3		-0.3	0.3117	0.245
7			0.3848	0.302
8			0.5027	0.395
9			0.6362	0.499
10	+0.3		0.7854	0.617
11	-0.5		0.9503	0.746
12			1.131	0.888
13		+0.2	1.327	1.04
14		-0.3	1.539	1.21
15			1.767	1.39
16			2.011	1.58
17			2.270	1.78
18			2.545	2.00
19			2.835	2.23
20			3.142	2.47
21			3.464	2.72
22	+0.4	+0.2	3.801	2.98
24	-0.5	-0.4	4.524	3.55
25			4.909	3.85
26			5.309	4.17
28			6.158	4.83
30			7.069	5.55
32			8.042	6.31
34	+0.4	+0.2	9.079	7.13
36	-0.7	-0.6	10.18	7.99
38			11.34	8.90
40			12.57	9.87
42			13.85	10.87
45			15.90	12.48
48			18.10	14.21
50	+0.4	+0.2	19.64	15.42
53	-1.0	-0.9	22.06	17.32
56			24.63	19.33
60			28.27	22.19
63	+0.5	+0.3	31.17	24.47
65	-1.1	-1.0	33.18	26.05
70			38.48	30.21
75			44.18	34.68
80			50.27	39.46
85	+0.5	+0.4	56.75	44.55
90	-1.3	-1.2	63.62	49.94
95			70.88	55.64

(续)

直 径 (mm)	直径允许偏差 (mm)		截 面 面 积 (cm ²)	理 论 重 量 (kg/m)
	普通精度	较高精度		
100	+0.6	+0.5	78.54	61.65
105	-1.7	-1.5	86.59	67.97
110			95.03	74.60
115	+0.8	+0.6	103.82	81.50
120		-1.8	113.10	88.78
125			122.72	96.33
130	-2.0	+0.6	132.73	104.20
140		-2.0	153.94	120.84
150			176.72	138.72
160	+0.9 -2.5	不规定	201.06	157.83
170			226.98	178.18
180			254.47	199.76
190			283.53	222.57
200			314.16	246.62
210	+1.2 -3.0		346.36	271.89
220			380.13	298.40
240			452.39	355.13
250			490.88	385.34

表1-5 热轧方钢的尺寸、允许偏差及理论重量(GB703-65)

边 长 (mm)	边长的允许偏差 (mm)		截 面 面 积 (cm ²)	理 论 重 量 (kg/m)
	普通精度	较高精度		
5		+0.1 -0.3	0.25	0.196
6			0.36	0.283
7			0.49	0.385
8			0.64	0.502
9			0.81	0.636
10	+0.3 -0.5	+0.2 -0.3	1.00	0.785
11			1.21	0.95
12			1.44	1.13
13			1.69	1.33
14			1.96	1.54
15			2.25	1.77
16			2.56	2.01
17			2.89	2.27
18			3.24	2.54
19			3.61	2.82
20	+0.4 -0.5	+0.2 -0.4	4.00	3.14
21			4.41	3.46
22			4.84	3.80
24			5.76	4.52
25			6.25	4.91