

全国工人中级技术考核培训教材

锻压工

中国劳动出版社

全国工人中级技术考核培训教材

锻 压 工

劳动部培训司组织编写

中国劳动出版社

(京)新登字114号

锻 压 工

劳动部培训司组织编写

责任编辑 张文梁

中国劳动出版社出版

(北京市惠新东街1号)

北京市隆昌印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行

787×1092毫米 32开本 13.5印张 301千字

1993年2月北京第1版 1993年6月北京第1次印刷

印数:3000册

ISBN 7-5045-1096-3/TG·093

定价: 6.90元

本书是为了贯彻《工人考核条例》，根据机械工业部颁布的《工人技术等级标准》应知、应会，由劳动部培训司组织编写的全国工人中级技术考核培训教材。

本书内容分两部分：第一部分为锻压工工艺与操作技术，主要有锻压用金属材料的分类、牌号和性能，钢的热处理知识，锻前加热和锻造加热炉，金属塑性变形的基本知识，自由锻造、胎模锻造、模型锻造，锻件的冷却、热处理及质量检验，高合金钢和有色金属的锻造，并介绍了一些锻造新工艺、新技术；第二部分为试题及答案。

本书可作为晋级考核前的自学和培训教材，也可供有关人员参考。

本书由张宝堂编写，罗东海审稿。

前 言

为了适应工人岗位培训和贯彻《工人考核条例》，建立工人培训、考核、使用相结合的制度，推动职业技术培训，提高工人队伍素质的需要，我们组织编写了这套《全国工人中级技术考核培训教材》。1990年首批编写的十种教材，受到了广大读者的欢迎，经过三年的试用，我们在总结经验的基础上，这次又编写出版了铸造工、锻压工、电镀工、油漆工、模型工、齿轮工、起重工、筑炉工、工具钳工、铆工（铆、钣金、冲压工）、计量鉴定修理工、物理金相实验工、电工仪表修理工、热工仪表检修工、内外线电工、工业化学分析工等十六种教材。以后还将陆续编写出版其他工种教材。

《全国工人中级技术考核培训教材》，在内容编排上突破了文化课—技术基础课—专门工艺学的模式。从工人岗位生产技术的实际出发，突出操作技能训练。全书分两部分。第一部分内容着重阐明本工种中级技术的生产工艺、设备调整与维修等操作技能和技术理论知识及新技术、新工艺、新设备的有关知识。第二部分内容汇集了本工种的数百例试题与答案。因此，这套教材紧密结合在职工人岗位培训需要，可供组织升级考核复习和学员练习使用，也可供有关行业的人员自学使用。

在编写这套教材过程中，得到河北省劳动厅、湖南省劳

动厅、上海市劳动局、江西省劳动厅、四川省劳动厅、河南省劳动厅、辽宁省劳动局、安徽省劳动局、湖北省劳动局、新疆自治区劳动厅、陕西省劳动局、广东省劳动局、天津市劳动局、黑龙江省劳动局等单位的大力支持，在此深表谢意！

由于编写这套教材时间仓促和缺乏经验，不足之处在所难免，恳切欢迎各单位和个人提出宝贵意见和建议。

劳动部培训司

1992年6月

目 录

第一部分 锻压工艺与操作技术

第一章 锻压用金属材料.....	(1)
§ 1—1 钢及有色金属的分类和牌号.....	(1)
§ 1—2 钢锭和钢坯.....	(8)
第二章 金属的性能.....	(12)
§ 2—1 金属的机械性能.....	(12)
§ 2—2 金属的工艺性能.....	(15)
§ 2—3 金属的结晶与晶体构造.....	(16)
§ 2—4 铁碳合金状态图.....	(19)
§ 2—5 钢的热处理.....	(24)
第三章 锻前加热和锻造加热炉.....	(28)
§ 3—1 加热对钢的影响.....	(28)
§ 3—2 加热时的缺陷及其防止方法.....	(32)
§ 3—3 金属的锻造温度范围.....	(35)
§ 3—4 金属的加热规范.....	(39)
§ 3—5 锻造加热炉.....	(45)
§ 3—6 加热温度的测定方法.....	(58)
第四章 自由锻造.....	(63)
§ 4—1 自由锻造的基本工序.....	(64)
§ 4—2 自由锻锤.....	(93)
§ 4—3 自由锻造水压机.....	(120)

§ 4—4	自由锻造工艺流程·····	(137)
§ 4—5	自由锻造典型工艺实例·····	(146)
第五章 金属塑性变形的基本知识·····		(160)
§ 5—1	金属塑性变形的实质·····	(160)
§ 5—2	塑性变形的基本定律·····	(166)
§ 5—3	金属的加工硬化、回复和再结晶·····	(169)
§ 5—4	金属的可锻性·····	(173)
§ 5—5	金属在锻造、拔长、冲孔时的变形·····	(177)
§ 5—6	热变形对金属组织和性能的影响·····	(182)
§ 5—7	锻造比的计算与选择·····	(184)
第六章 胎模锻造·····		(189)
§ 6—1	胎模锻造的特点和胎模的种类·····	(189)
§ 6—2	胎模锻件图的制订·····	(197)
§ 6—3	胎模设计·····	(210)
§ 6—4	胎模材料及设备吨位选择·····	(222)
§ 6—5	胎模制造、使用和维护·····	(225)
§ 6—6	胎模锻造工艺实例·····	(227)
第七章 模型锻造·····		(234)
§ 7—1	模锻工艺概述·····	(234)
§ 7—2	模锻锤上的模锻·····	(236)
§ 7—3	热模锻压力机上的模锻·····	(253)
§ 7—4	摩擦压力机上的模锻·····	(263)
§ 7—5	平锻机上的模锻·····	(276)
§ 7—6	模锻后续工序·····	(283)
§ 7—7	锻模材料及锻模使用维护·····	(290)
第八章 锻件的冷却、热处理及质量检验·····		(300)
§ 8—1	锻件的冷却·····	(300)

§ 8—2 锻件的热处理	(303)
§ 8—3 自由锻件的缺陷及质量检验	(307)
§ 8—4 模锻件的缺陷及质量检验	(310)
第九章 高合金钢和有色金属的锻造	(316)
§ 9—1 高合金钢的锻造	(316)
§ 9—2 有色金属的锻造	(328)
第十章 锻造新工艺新技术	(332)
§ 10—1 精密模锻造	(332)
§ 10—2 高速锤锻造	(336)
§ 10—3 多向模锻造	(342)
第二部分 试题与答案	
试题	(348)
一、名词解释	(348)
二、填空	(349)
三、判断	(357)
四、选择	(361)
五、问答	(369)
六、计算	(373)
答案	(377)
一、名词解释	(377)
二、填空	(382)
三、判断	(386)
四、选择	(387)
五、问答	(388)
六、计算	(403)
附录一 中级锻压工标准	(407)
附录二 锻压工教学大纲	(409)

第一部分 锻压工艺与操作技术

第一章 锻压用金属材料

§ 1—1 钢及有色金属的分类和牌号

一、钢的分类

钢和铁都是以铁、碳为主要成分的合金。它们是工业生产中应用最广的金属材。钢与铁的区别在于含碳量的多少。含碳量在 2 % 以下的铁碳合金称为钢，含碳量在 2 % 以上的铁碳合金称为铁。这里所说的铁是指工业生产中用的铸铁。由于钢有着良好的机械性能，在高温下又有良好的塑性，因此在锻造生产中得到广泛的应用。

为了便于生产、选用及研究，有必要对钢加以分类和编号。常用的分类方法有以下几种。

1. 按化学成分分类 按化学成分把钢分为碳素钢和合金钢两大类。

(1) 碳素钢 简称碳钢，它是由生铁冶炼获得的合金。按钢中含碳量的多少可分为：低碳钢(含碳量 $\leq 0.25\%$)、中碳钢($0.25\% < \text{含碳量} < 0.6\%$)、高碳钢(含碳量 $\geq 0.6\%$)。

(2) 合金钢 冶炼时，在碳素钢的基础上加入某些合金元素而得的钢，称为合金钢。在碳钢中加入某些合金元素

可以改善钢的机械性能、工艺性能或物理、化学性能。经常加入的合金元素有：铬(Cr)、镍(Ni)、硅(Si)、锰(Mn)、铝(Al)、钨(W)、钼(Mo)、钒(V)、钛(Ti)、铜(Cu)、硼(B)、钴(Co)、铌(Nb)等。

按钢中合金元素总含量的多少可分为：低合金钢（合金元素总量 $\leq 5\%$ ）；中合金钢（合金元素总量为 $5\sim 10\%$ ）；高合金钢（合金元素总量 $> 10\%$ ）。

2. 按质量分类 钢中的硫(S)和磷(P)两种元素使钢的性能变坏，被称为有害元素。钢中含硫、磷量多则表示这种钢的质量差。按钢中含硫、磷量的多少可分为：

(1) 普通碳素钢 含S量 $\leq 0.050\%$ ，含P量 $\leq 0.045\%$ ；

(2) 优质碳素钢 含S、P量均应 $\leq 0.035\%$ ；

(3) 高级优质碳素钢 含S量 $\leq 0.020\%$ ，含P量 $\leq 0.030\%$ 。

3. 按用途分类

(1) 结构钢 用于制造机械零件和各种工程结构的钢称为结构钢。它包括碳素结构钢和合金结构钢。这类钢一般为低碳钢和中碳钢。

(2) 工具钢 用于制造刀具、模具、量具的钢称为工具钢。它包括碳素工具钢、合金工具钢和高速钢等。这类钢含碳量较高，一般属于高碳钢。

(3) 特殊用途钢 这是指具有特殊用途和物理、化学性能的钢，例如不锈钢、耐酸钢、耐热钢、耐磨钢、磁钢等。

二、钢的牌号表示方法

1. 普通碳素结构钢 普通碳素结构钢简称“普碳钢”。

按国家标准 GB 700—88 规定,普碳钢的牌号共有五类20种,如表1—1所示。

表 1—1 普通碳素结构钢的牌号

牌 号	Q 195	Q 215	Q 235				Q 255	Q 275
等 级	—	A B	A	B	C	D	A B	—
脱氧方法	F、b、Z	F、b、Z	F、b、Z	Z	TZ	Z	Z	Z

牌号中符号和代号的意义如下:

Q 为钢屈服点“屈”字汉语拼音首位字母; Q 后的数字表示钢屈服点数值,单位为牛/毫米²; A、B、C、D 分别为质量等级; F 为沸腾钢“沸”字汉语拼音首位字母; b 为半镇静钢“半”字汉语拼音首位字母,采用小写 b,以便与质量等级 B 级相区别; Z 为镇静钢“镇”字汉语拼音首位字母; TZ 为特殊镇静钢“特镇”两字汉语拼音首位字母。

牌号表示方法是由屈服点字母、屈服点数值、质量等级符号、脱氧方法等四部分按顺序组成的。如 Q 235—A·F, 即表示屈服点值为 235 牛/毫米²的 A 级沸腾钢。在牌号组成表示法中,表示脱氧方法的“Z”与“TZ”予以省略。

旧标准 GB 700—79 与新标准 GB 700—88 牌号的对照见表 1—2。

2. 优质碳素结构钢 优质碳素结构钢按含锰量不同,分为普通含锰量 (0.35~0.8%) 和较高含锰量 (0.7~1.2%) 两类。

普通含锰量类钢有 17 种,即 0.8、10、15、20、25、30、35、40、45、50、55、60、65、70、75、80、85。这类

表 1—2

新旧标准对照

GB700—88	GB700—79
Q 195 不分等级, 化学成分和力学性能均须保证。	Q 195 的化学成分与本标准的乙类钢 B1 同, 力学性能与甲类钢 A1 同。
Q 215 A 级 B 级	A 2 C 2
Q 235 A 级 B 级 C 级 D 级	A 3 C 3 — —
Q 255 A 级 B 级	A 4 C 4
Q 275 不分等级, 化学成分和力学性能均须保证	C 5

*: 作为重要焊接结构用钢。

钢的牌号用两位数字表示, 这两位数字表示钢中平均含碳量的万分之几。例如, 45表示钢中平均含碳量为0.45%, 08表示钢中平均含碳量为0.08%。

较高含锰量类钢有 11 种, 即 15 Mn、20 Mn、25 Mn、30 Mn、35 Mn、40 Mn、45 Mn、50 Mn、60 Mn、65 Mn、70 Mn。这类钢的牌号是在两位数字后附“锰”字或“Mn”字。例如, 20 Mn 表示平均含碳量为 0.20%, 属于较高含锰量类钢。

优质碳素结构钢在出厂时, 既保证化学成分, 又保证机械性能。

3. 碳素工具钢 碳素工具钢按质量可分为优质碳素工

具钢（简称碳素工具钢）与高级优质碳素工具钢两类。

碳素工具钢有8种，即T7、T8、T8Mn、T9、T10、T11、T12、T13。这类钢牌号的表示方法是在“碳”或“T”字后面附以数字。“T”是“碳”字汉语拼音的首位字母。“T”后面的数字表示平均含碳量的千分之几。例如，T8钢表示平均含碳量为0.8%的碳素工具钢。

高级优质碳素工具钢也有8种，即T7A、T8A、T8MnA、T9A、T10A、T11A、T12A、T13A。这类钢牌号的表示方法是在碳素工具钢牌号后面再加“高”或“A”字。例如：T10A表示平均含碳量为1%的高级优质碳素工具钢。“A”是“高”字汉语拼音的第二个字母。“高”字汉语拼音的首位字母是“G”字，而“G”字用来表示滚动轴承钢。

对于含锰量较高者在牌号后面标以“锰”或“Mn”，如T8Mn表示含锰量较高的碳素工具钢。在工具钢中含锰量 $<0.40\%$ ，在较高含锰量钢中的含锰量为 $0.40\sim0.60\%$ 。

4. 合金结构钢 常用的合金结构钢牌号有：30Mn2、30Cr、40Cr、20CrMo、35CrMn、25Cr2MoVA、38CrMoAl、20Cr3MoWVA等。这类钢牌号表示方法采用“数字+元素+数字”的形式。前面的数字由两位数组成（这是与合金工具钢牌号在表示方法上的主要区别），这两位数表示平均含碳量的万分之几。中间的“元素”是指合金元素，用化学元素符号或汉字表示。元素后面的数字一般表示合金元素的百分数，当其平均含量 $<1.5\%$ 时，在牌号中一般只标出合金元素，而不标出含量。对于含硫、磷量较低（ $S\leq 0.02\%$ ， $P\leq 0.03\%$ ）的高级优质合金钢，在牌号最后加“A”或“高”。例如：25Cr2MoVA，由牌号前面的两位

数字可知道是合金结构钢，平均含碳量为0.25%左右，合金元素Cr的含量在2%左右，元素Mo和V的含量<1.5%，由牌号最后的字母“A”知道是高级优质合金结构钢。

5. 合金工具钢 常用的几种合金工具钢举例如下。量具刀具用钢有：9SiCr、9Cr2。冷作模具用钢有：Cr12MoV、6W6Mo5Cr4V。热作模具用钢有：5CrMnMo、3Cr2W8V、5CrNiMo。高速工具钢有：W18Cr4V、W6Mo5Cr4V2、W9Mo3Cr4V。合金工具钢牌号的表示方法与合金结构钢相似，也是采用“数字+元素+数字”的形式。最前面的数字是一位数，它表示钢中平均含碳量的千分之几，当钢中平均含碳量 $\geq 1\%$ 时，则含碳量不标出。合金元素的表示方法与合金结构钢相同。合金工具钢都属于高级优质钢，故不在牌号后加“A”。

应特别指出的是高速工具钢，不论含碳量多少都不标出。例如，W18Cr4V的含碳量为0.7~0.8%，虽然平均含碳量<1%，在牌号中也不标出。

例如，3Cr2W8V，由牌号前面的一位数字可知道是合金工具钢，平均含碳量为0.3%左右，合金元素Cr的含量为2%左右，W的含量为8%左右，而V的含量<1.5%。

6. 特殊性能合金钢 下面介绍几种常用的特殊性能合金钢牌号，它们的表示方法不再作说明。滚动轴承钢有GCr15、GCr6等，不锈钢有1Cr13、1Cr18Ni9等，耐热钢有15CrMo（锅炉用钢）、4Cr10Si2Mo（排气阀门用钢），耐磨钢有ZGMn13，导磁钢有D3200。

三、有色金属及合金

锻造常用的有色金属主要有铜及铜合金、铝及铝合金。

1. 铜及铜合金

(1) 工业纯铜 工业纯铜又叫做紫铜。根据杂质含量的多少,工业纯铜分为三级: T1、T2、T3。“T”是“铜”字汉语拼音首位字母; T后面的数字越大,表示含杂质越多,即纯度越低。

(2) 铜合金 铜合金可分为黄铜、青铜和白铜三类。白铜是铜镍合金,它主要用于制造仪表中的耐热零件及电阻器、热电偶等。在一般机器制造业中应用较广的是黄铜和青铜。

1) 黄铜 黄铜是指铜(Cu)和锌(Zn)的合金。黄铜又分为普通黄铜(简称黄铜)和特殊黄铜两种。普通黄铜的牌号有: H 68、H 62。“H”是“黄”字汉语拼音首位字母, H后面的数字表示平均含铜量的百分数,其余的含量是锌。例如, H68表示平均含铜量为68%,含锌量为32%。

特殊黄铜是指在普通黄铜中再加入其它合金元素,如铅黄铜(HPb 59—1)、铝黄铜(HAl 59—3—2)、锰黄铜(HMn 58—2)。特殊黄铜牌号表示方法是:“H”+主加元素符号+铜含量+主加元素含量+其他合金元素含量。例如, HAl59—3—2表示平均含铜量为59%,含铝量为3%,其他合金元素含量为2%。其余36%为锌的含量。

2) 青铜 除黄铜和白铜以外的铜合金统称为青铜。青铜又分为含锡(Sn)的锡青铜和不含锡的无锡青铜两类。常用的锡青铜有QSn 4—4—4、QSn 4—3。常用的无锡青铜有QAl 10—3—1.5(铝青铜)、QSi 3—1(硅青铜)。“Q”是“青”字汉语拼音首位字母。青铜牌号表示方法是:“Q”+主加元素符号+主加元素含量+其他合金元素含量。例如, QSn 4—3表示含锡量为4%,其他合金元素含量为3%(余量为铜)的锡青铜。又如QAl 10—3—1.5表示含铝量为

10%，其他合金元素含量为3%+1.5%（余量为铜）的铝青铜。

2. 铝和铝合金

（1）工业纯铝 工业纯铝按含杂质限量的多少分级。常用的工业纯铝有：L1、L2、L3、L4、L5、L6。“L”是“铝”字汉语拼音首位字母，L后面的数字越大表示纯度越低。当含铝量在99.93%以上时称为高纯度铝，它的牌号表示方法是在“L”字后面加“G”字（“G”是“高”字汉语拼音首位字母）。常用的牌号有：LG5、LG4、LG3、LG2、LG1。G后面的数字越大，表示铝的纯度越高。

（2）铝合金 铝中加入铜、锰、硅等合金元素称为铝合金。铝合金可分为铸造铝合金和锻造铝合金两类。

锻造铝合金分为四种：LF（防锈铝合金）、LY（硬铝合金）、LD（锻铝合金）、LC（超硬铝合金）等。牌号中的“F”、“Y”、“D”、“C”分别是“防”、“硬”、“锻”、“超”字汉语拼音首位字母。

各种锻造铝合金的牌号例举如下。防锈铝合金有LF2、LF6、LF21；硬铝合金有LY1、LY11、LY12，锻铝合金有LD2、LD5、LD6，超硬铝合金有LC4、LC12、LC6。牌号中的数字为顺序号。

锻造铝合金在飞机制造业中得到广泛应用。

§ 1—2 钢锭和钢坯

钢锭和钢坯都是锻造用的坯料。它们的质量情况对锻造过程和锻件质量有着较大的影响。

一、钢锭的组织结构