

# 锻造技术 速查手册

洪慎章 李名尧 编著

资料最新 · 内容实用 · 查阅方便



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

# 锻造技术速查手册

洪慎章 李名尧 编著

本书以图表形式提供了锻造生产中经常需要查阅的技术资料，内容实用新颖，数据翔实可靠，查阅方便快捷，实用性强。在内容选取上，力求既继承传统的锻造工艺内容体系，又反映当今锻造向大型化方向发展的趋势，注重理论与实际相结合，突出模具设计要点和典型结构实例。

本书共12章，内容包括锻造用的原材料；铸钢和铸铝、金属加热及加热炉；自由锻造；锻上模锻工艺；锻模材料；热处理；特种锻造工艺；锻件质量检验及控制。

本书可供生产一线的锻造工程技术人员、工人在生产现场使用，也可供从事锻造专业的其他人员，以及相关专业的工程技术人员参考。

本书第1-8章、第10章、第12章及附录由洪慎章教授编写，第9、11章由上海机械学院刘巍、李名尧等工程师编写，第10章由刘巍、李名尧等工程师编写，第11章由刘巍、李名尧等工程师编写，第12章由刘巍、李名尧等工程师编写。

由于编者水平有限，书中难免有疏漏之处，恳请读者批评指正，以便得以修正，以臻完善。

编著：洪慎章、李名尧

北京机械工业出版社

2012年8月第1版·第1次印刷

169mm×239mm·27.75印张·240千字

0 001—3 000册

定价：66.00元



机械工业出版社  
地址：北京市西城区百万庄大街24号  
邮编：100037  
电话：(010) 88379234  
网址：[www.cmpbook.com](http://www.cmpbook.com)  
[www.golden-book.com](http://www.golden-book.com)  
E-mail：[weibo@cmp1925.com](mailto:weibo@cmp1925.com)

本书是一本锻造技术速查工具书。其主要内容包括锻造用的原材料、算料和下料、金属加热及加热炉、自由锻造、锤上模锻、压力机上模锻、后续工序、锻造设备、锻模材料及热处理、特种锻造工艺、锻件质量检验及控制、锻模的装配与试模。本书以图表形式提供了锻造实际生产中经常需要查阅的技术资料，内容实用新颖，数据翔实可靠，查阅方便快捷，实用性强。

本书可供锻造工程技术人员、工人使用，也可供相关专业在校师生及研究人员参考。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

锻造技术速查手册/洪保华, 李名尧编著. —北京: 机械工业出版社, 2015.

ISBN 978-7-111-50760-4

I. ①锻… II. ①洪…②李… III. ①锻造-技术手册 IV. ①TG31-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 149539 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 陈保华 责任编辑: 陈保华

封面设计: 马精明 责任校对: 程俊巧 胡艳萍

责任印制: 刘 岚

北京京丰印刷厂印刷

2015 年 8 月第 1 版·第 1 次印刷

169mm×239mm·27.75 印张·540 千字

0 001—3 000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-50760-4

定价: 66.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

服务咨询热线: 010-88361066

读者购书热线: 010-68326294

010-88379203

编辑热线: 010-88379734

封面无防伪标均为盗版

网络服务

机工官网: [www.cmpbook.com](http://www.cmpbook.com)

机工官博: [weibo.com/cmp1952](http://weibo.com/cmp1952)

金书网: [www.golden-book.com](http://www.golden-book.com)

教育服务网: [www.cmpedu.com](http://www.cmpedu.com)

# 前 言

随着我国机械工业的迅猛发展和制造水平的日益提高，锻件新材料不断涌现，锻件的形状越来越复杂，而且锻件产量逐年增长，同时，国内外市场对锻件质量也提出了越来越高的要求。为了实现优质高效的锻造生产，生产一线的锻造工程技术人员和工人经常需要快速查找到相关技术资料。

本书以图表形式提供了锻造实际生产中经常需要查阅的技术资料，内容实用新颖，数据翔实可靠，查阅方便快捷，实用性强。在内容选取上，力求既延续传统的锻造工艺内容体系，又反映当今锻造向大型化方向发展的趋势，注重理论与实践相结合，突出模具设计重点和典型结构实例。

本书共12章，内容包括锻造用的原材料、算料和下料、金属加热及加热炉、自由锻造、锤上模锻、压力机上模锻、后续工序、锻造设备、锻模材料及热处理、特种锻造工艺、锻件质量检验及控制、锻模的装配与试模。本书可供生产一线的锻造工程技术人员、工人在生产现场使用，也可供从事锻造专业的其他人员，以及相关专业在校师生及研究人员参考。

本书第1~8章、第10章、第12章及附录由上海交通大学洪慎章教授编写，第9、11章由上海工程技术大学李名尧教授编写。在本书编写工作中，刘薇、洪永刚和丁惠珍等工程师参加了部分书稿的整理工作，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中不妥和错误之处在所难免，恳请读者不吝赐教，以便得以修正，以臻完善。

编者

# 目 录

前言	1
第1章 锻造用的原材料	1
1.1 金属材料的基本知识	1
1.2 涂色标记	10
1.3 钢材及钢锭	12
1.3.1 轧制材料的品种和规格	12
1.3.2 锻制材料的品种和规格	14
1.3.3 钢锭	16
1.4 相关数据	21
第2章 算料和下料	25
2.1 锻坯质量计算	25
2.1.1 理论算法	25
2.1.2 算料盘算法	31
2.1.3 图表算法	33
2.1.4 查表算法	33
2.2 下料方法及其应用范围	39
2.3 剪床下料	40
2.3.1 剪切工艺参数	40
2.3.2 剪床下料用刀片	42
2.3.3 剪切设备规格及生产能力	49
2.3.4 毛坯剪切质量要求	51
2.3.5 剪切缺陷	54
2.4 压力机下料	54
2.4.1 剪切模的结构特点与分类	54
2.4.2 压力机下料用刀片	61
2.4.3 导套结构及尺寸	63
2.4.4 压力机下料毛坯偏差	64
2.5 其他下料	64
2.5.1 锯切下料	64
2.5.2 片砂轮切割	65
2.5.3 锤上下料	66
2.5.4 冷折下料	67
2.5.5 热剁下料	67

2.5.6	气割下料	68
<b>第3章</b>	<b>金属加热及加热炉</b>	<b>70</b>
3.1	金属加热	70
3.1.1	金属加热方法	70
3.1.2	锻造温度	70
3.1.3	金属加热的缺陷种类及解决方法	78
3.2	加热工艺规范	81
3.3	烧损计算	87
3.4	加热设备	88
3.4.1	加热设备的分类及应用	88
3.4.2	常用加热设备的技术参数	90
3.4.3	各种加热设备的设计参数	92
3.4.4	常用电加热设备	93
3.5	加热温度的测量	97
3.5.1	锻造过程常用测温方法	97
3.5.2	常用测温仪表	98
3.6	加热炉的安全操作及故障分析	101
<b>第4章</b>	<b>自由锻造</b>	<b>105</b>
4.1	自由锻造技术基础	105
4.1.1	自由锻造的工序	105
4.1.2	锻造比、镦粗长径比及最小阻力定律	106
4.1.3	自由锻件的分类	109
4.2	手工自由锻造	109
4.3	锤上自由锻造	111
4.3.1	常用工具及锻造能力	111
4.3.2	锤上自由锻造的工序	113
4.3.3	锤上自由锻造的工艺制订	121
4.4	水压机上自由锻造	141
4.4.1	常用工具及锻造能力	141
4.4.2	水压机上自由锻造的工序	144
4.4.3	水压机上自由锻造的工艺制订	147
<b>第5章</b>	<b>锤上模锻</b>	<b>152</b>
5.1	锤上模锻	152
5.1.1	模锻工序及模锻件分类	152
5.1.2	锻件图设计	153
5.1.3	模锻工步的选择	172
5.1.4	模膛设计	175
5.1.5	模锻坯料体积的计算公式	192

5.1.6	锻锤吨位的确定	194
5.1.7	锻模零部件设计	196
5.1.8	锻模主要尺寸公差与表面粗糙度	200
5.2	锤用胎模锻造	202
5.2.1	胎模锻件与胎模的分类	202
5.2.2	胎模锻工艺	205
5.2.3	各类锻件常用胎模锻的变形工艺	211
5.2.4	锻件图设计	214
5.2.5	坯料计算及选择	219
5.2.6	胎模锻设备吨位的确定	220
5.2.7	胎模设计	222
<b>第6章 压力机上模锻</b>		<b>231</b>
6.1	螺旋压力机上模锻	231
6.1.1	模锻件分类	231
6.1.2	锻件图设计	232
6.1.3	模锻工步的选择	233
6.1.4	设备吨位的确定	235
6.1.5	锻模的类型及结构设计要点	236
6.1.6	模膛和模块的设计	240
6.1.7	模架设计	250
6.1.8	锻模技术要求	271
6.2	热模锻压力机上模锻	272
6.2.1	模锻件的分类及模锻工序的选择	272
6.2.2	锻件图设计	274
6.2.3	坯料计算	275
6.2.4	设备吨位的确定	276
6.2.5	模膛设计	279
6.2.6	锻模及模架设计	285
<b>第7章 后续工序</b>		<b>303</b>
7.1	切边与冲孔	303
7.1.1	切边与冲孔工艺	303
7.1.2	切边模设计	305
7.1.3	冲孔模设计	311
7.2	校正	313
7.3	精压	316
7.4	锻件的冷却	319
7.5	锻件的热处理	320
7.6	锻件的表面清理	322

<b>第 8 章 锻造设备</b> .....	331
8.1 锻锤 .....	331
8.1.1 空气锤 .....	331
8.1.2 蒸汽-空气两用锻锤 .....	333
8.1.3 电液锤 .....	341
8.2 水压机 .....	342
8.2.1 自由锻造水压机 .....	342
8.2.2 模锻水压机 .....	345
8.2.3 切边水压机 .....	347
8.2.4 多向模锻水压机 .....	348
8.3 机械压力机 .....	350
8.3.1 双盘摩擦螺旋压力机 .....	350
8.3.2 离合器式螺旋压力机 .....	352
8.3.3 热模锻曲柄压力机 .....	353
8.3.4 切边和冲孔用曲柄压力机 .....	355
8.3.5 精压机 .....	357
<b>第 9 章 锻模材料及热处理</b> .....	358
9.1 锻模材料的选用 .....	358
9.2 按锻模种类选择模具材料及其热处理硬度 .....	360
9.3 按模锻设备特性选用模具材料及其硬度 .....	365
9.4 锻模的失效分析及防止措施 .....	367
9.5 锻模的表面强化处理 .....	369
<b>第 10 章 特种锻造工艺</b> .....	376
10.1 精密模锻 .....	376
10.2 径向锻造 .....	378
10.3 辗压扩孔 .....	381
10.4 等温模锻 .....	385
10.5 粉末锻造 .....	389
10.6 液态模锻 .....	393
10.7 多向模锻 .....	395
10.8 曲轴弯曲锻工艺 (全纤维锻造) .....	398
<b>第 11 章 锻件质量检验及控制</b> .....	402
11.1 锻件缺陷的分类及其产生原因 .....	402
11.1.1 锻件缺陷的分类 .....	402
11.1.2 锻件缺陷的主要特征及其产生原因 .....	402
11.1.3 模锻件形状允许的偏差及表面缺陷 .....	410
11.2 锻件质量检验内容 .....	412
11.3 锻件质量检验方法 .....	414



11.4 锻件质量控制 .....	416
<b>第12章 锻模的装配与试模</b> .....	<b>418</b>
12.1 锻模的装配 .....	418
12.1.1 概述 .....	418
12.1.2 锤锻模的装配 .....	420
12.1.3 螺旋压力机锻模的装配 .....	421
12.1.4 热模锻压力机锻模的装配 .....	424
12.2 锻模的检验、试模与调整 .....	425
12.2.1 锻模调试的目的及调整要点 .....	425
12.2.2 锻模的检验 .....	426
12.2.3 锻模试模缺陷及修整方法 .....	427
<b>附录</b> .....	<b>430</b>
附录A 钢铁材料硬度对照表 .....	430
附录B 润滑剂 .....	431
<b>参考文献</b> .....	<b>435</b>

# 第 1 章 锻造用的原材料

## 1.1 金属材料的基本知识

### 1. 钢铁材料

1) 钢铁材料牌号表示方法举例 (GB/T 221—2008) 见表 1-1。

表 1-1 钢铁材料牌号表示方法举例

产品名称	牌号举例	牌号表示方法说明
生铁	L10 Z30	<p>L 10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>表示硅的平均质量分数(以千分之几计)</li> <li>表示炼钢用生铁</li> </ul> <p>Z 30</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>表示硅的平均质量分数(以千分之几计)</li> <li>表示铸造用生铁</li> </ul>
碳素结构钢和低合金高强度结构钢	Q195 Q215A Q215B Q235A Q235B Q235C Q235D Q275	<p>碳素结构钢</p> <p>Q235 A F</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>不标此符号,表示镇静钢或特殊镇静钢的 Z、TZ 已省略,也可不省略</li> <li>脱氧方法 <ul style="list-style-type: none"> <li>标注 b 表示半镇静钢</li> <li>标注 F 表示沸腾钢</li> </ul> </li> <li>质量等级代号</li> <li>屈服强度数值(单位为 MPa)</li> <li>代表屈服强度</li> </ul>
	Q345B Q390C Q420D Q460E	<p>低合金高强度结构钢</p> <p>Q 345 C</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>质量等级代号</li> <li>屈服强度数值(单位为 MPa)</li> <li>代表屈服强度</li> </ul> <p>低合金高强度结构钢为镇静钢或特殊镇静钢,无脱氧方法符号</p>

(续)

产品名称	牌号举例	牌号表示方法说明
碳素结构钢和低合金高强度结构钢	Q345R Q295HP Q390g Q420q Q340NH	<p>专用结构钢</p> <p>Q 345 R                      — 表示压力容器                      — 屈服强度数值 (单位为MPa)                      — 代表屈服强度</p> <p>Q 295 HP                      — 表示焊接气瓶                      — 屈服强度数值 (单位为MPa)                      — 代表屈服强度</p>
	<p>普通含锰量优质碳素结构钢</p> <p>08F 45 20A 45E</p> <p>较高含锰量优质碳素结构钢</p> <p>40Mn 70Mn</p> <p>专用优质碳素结构钢</p> <p>20g</p>	<p>表示碳的平均质量分数 (以万分之几计)</p> <p>表示脱氧方法或化学元素符号</p> <p>08 F — 表示碳的平均质量分数为0.08%的沸腾钢</p> <p>45 — 表示碳的平均质量分数为0.45%的镇静钢</p> <p>20 A — 表示碳的平均质量分数为0.2%的高级优质碳素结构钢</p> <p>40 Mn — 表示碳的平均质量分数为0.4%、锰的质量分数较高(0.70%~1.00%)的镇静钢</p> <p>45 E — 表示碳的平均质量分数为0.45%的特级优质碳素结构钢</p> <p>20 g — 表示碳的平均质量分数为0.2%的锅炉用钢</p> <p>优质碳素弹簧钢的牌号表示方法与优质碳素结构钢相同</p>
合金结构钢和合金弹簧钢	<p>合金结构钢</p> <p>30CrMnSi 20CrNi 20CrNi3 30CrMnSiA 30CrMnSiE</p> <p>专用合金结构钢</p> <p>ML30CrMnSi</p> <p>合金弹簧钢</p> <p>60Si2Mn 60Si2MnA</p>	<p>采用阿拉伯数字和规定的合金元素符号表示。合金元素含量表示方法为:平均质量分数&lt;1.5%时,牌号中仅标明元素,一般不标含量;平均质量分数为1.5%~2.49%、2.5%~3.49%、3.5%~4.49%、4.5%~5.49%……时,在合金元素后相应写成2、3、4、5……</p> <p>专用合金钢在牌号头部加代表产品用途的符号</p> <p>表示碳的平均质量分数 (以万分之几计)</p> <p>30CrMnSi — 碳、铬、锰、硅的平均质量分数分别为0.30%、0.95%、0.85%、1.05%</p> <p>20Cr2Ni4 — 碳、铬、镍的平均质量分数分别为0.20%、1.5%、3.5%</p> <p>60Si2MnA — 碳、硅、锰的平均质量分数分别为0.60%、1.75%、0.75%的高级优质弹簧钢</p> <p>ML30CrMnSi — 碳、铬、锰、硅的平均质量分数分别为0.30%、0.95%、0.85%、1.05%的铆螺合金钢</p>

(续)

产品名称	牌号举例	牌号表示方法说明
碳素工具钢	T9 T12A T8Mn	<p>表示碳素工具钢</p> <p>表示碳的平均质量分数 (以千分之几计)</p> <p>T 9 — 表示碳的平均质量分数为 0.9% 的普通含锰碳素工具钢</p> <p>T 12A — 表示碳的平均质量分数为 1.2% 的高级优质碳素工具钢</p> <p>T 8Mn — 表示碳的平均质量分数为 0.8%、锰的质量分数较高(0.40%~0.60%) 的碳素工具钢</p>
合金工具钢和高速工具钢	Cr4W2MoV Cr12MoV W18Cr4V	<p>合金工具钢和高速工具钢表示方法与合金结构钢相同, 但碳的平均质量分数 <math>\geq 1.00\%</math> 时, 一般不标明含碳量数字。碳的平均质量分数 <math>&lt; 1.00\%</math> 时, 可采用一位数字表示碳的质量分数 (以千分之几计)</p> <p>碳的平均质量分数 (以千分之几计)</p> <p>Cr4W2MoV — 碳的平均质量分数为 1.19%、铬的平均质量分数为 3.75%、钨的平均质量分数为 2.25%、钼的平均质量分数为 1.0%、钒的平均质量分数为 0.95% 的模具钢</p> <p>Cr12MoV — 碳的平均质量分数为 1.6%、铬的平均质量分数为 11.75%、钼的平均质量分数为 0.5%、钒的平均质量分数为 0.22% 的合金工具钢</p>
低铬合金工具钢 (平均铬质量分数小于 1%)	Cr06	<p>8MnSi — 碳的平均质量分数为 0.8%、硅的平均质量分数为 0.45%、锰的平均质量分数为 0.95% 的合金工具钢</p> <p>铬的质量分数以千分之几计, 在铬的质量分数前加数字 “0”</p> <p>Cr06 — 铬的平均质量分数为 0.6% 的合金工具钢</p>
塑料模具钢	SM3Cr2Mo SM45	<p>在牌号头部加符号 SM, 牌号表示法与优质碳素钢和合金工具钢相同</p> <p>表示塑料模具钢</p> <p>SM45 — 碳的平均质量分数为 0.45% 的碳素塑料模具钢</p> <p>SM3Cr2Mo — 碳的平均质量分数为 0.34%、铬的平均质量分数为 1.7%、钼的平均质量分数为 0.42% 的合金塑料模具钢</p>
高碳铬轴承钢	GCr15	<p>在牌号头部加符号 G, 但不标明含碳量, 铬的质量分数以千分之几计, 其他合金元素按合金结构钢的合金含量表示</p> <p>GCr15 表示铬的平均质量分数为 1.5% 的轴承钢</p>
渗碳轴承钢	G20CrNiMo	<p>在牌号头部加符号 G, 采用合金结构钢的表示方法</p> <p>G20CrNiMo 表示碳的平均质量分数为 0.20%、铬的平均质量分数为 0.5%、镍的平均质量分数为 0.55%、钼的平均质量分数为 0.23% 的渗碳轴承钢</p>
高碳铬不锈钢和高温轴承钢	95Cr18 10Cr14Mo4	<p>采用不锈钢和耐热钢的牌号表示方法、牌号头部不加符号 G</p> <p>95Cr18 表示碳的平均质量分数为 0.95%、铬的平均质量分数为 18% 的高碳铬不锈钢</p> <p>10Cr14Mo4 表示碳的平均质量分数为 1.02%、铬的平均质量分数为 14%、钼的平均质量分数为 4% 的高温轴承钢</p>

(续)

产品名称	牌号举例	牌号表示方法说明
不锈钢和耐热钢	奥氏体型不锈钢和耐热钢 12Cr18Ni9 022Cr17Ni7	不锈钢和耐热钢的牌号采用化学元素符号和表示各元素含量的数字表示。各元素含量的数字表示应符合下列规定 (1) 碳含量 用两位或三位阿拉伯数字表示碳含量最佳控制值(以万分之几或十万分之几计)
	奥氏体-铁素体型不锈钢 12Cr21Ni5Ti 022Cr22Ni5-Mo3N	1) 只规定碳含量上限者,当碳的质量分数上限不大于0.10%时,牌号中以其上限的3/4表示碳含量;当碳的质量分数上限大于0.10%时,以其上限的4/5表示碳含量。例如:碳的质量分数上限为0.08%,碳含量以06表示;碳的质量分数上限为0.15%,碳含量以12表示
	铁素体型不锈钢和耐热钢 06Cr13Al 022Cr12	对超低碳不锈钢(即碳的质量分数不大于0.030%),用三位阿拉伯数字表示碳的质量分数最佳控制值(以十万分之几计)。例如:碳的质量分数上限为0.03%时,其牌号中的碳含量以022表示
	马氏体型不锈钢和耐热钢 12Cr13 20Cr13	2) 规定上、下限者,以平均碳的质量分数乘以100表示。例如:碳的质量分数为0.16%~0.25%时,其牌号中的碳含量以20表示
	沉淀硬化型不锈钢和耐热钢 04Cr13Ni8-Mo2Al 07Cr17Ni7Al	(2) 合金元素含量 合金元素含量以化学元素符号及阿拉伯数字表示,表示方法同合金结构钢。钢中有意加入的铌、钛、锆、氮等合金元素,虽然含量很低,也应在牌号中标出。例如:022Cr18Ti、20Cr15Mn15Ni2N 易切削不锈钢和耐热钢在牌号头部加Y,例如Y10Cr17表示碳的质量分数上限为0.12%,铬的平均质量分数为17%的加硫易切削铬不锈钢
易切削钢	加硫易切削钢和加硫磷易切削钢 Y15 Y40Mn	在牌号头部加Y,用阿拉伯数字表示碳的平均质量分数(以万分之几计) Y15表示碳的平均质量分数为0.15%的易切削钢,在后面不加易切削元素符号 Y40Mn表示碳的平均质量分数为0.40%、锰的平均质量分数为1.20%~1.55%的较高含锰量易切削钢
	含钙、铅易切削钢 Y45Ca Y15Pb	Y45Ca表示碳的平均质量分数为0.45%、钙的平均质量分数为0.002%~0.006%的易切削钢,后面加钙元素符号 Y15Pb表示碳的平均质量分数为0.15%、铅的平均质量分数为0.15%~0.35%的易切削钢,后面加铅元素符号
非调质机械结构钢	易切削非调质机械结构钢 YF35V	在牌号头部加F,易切削非调质机械结构钢在牌号头部再加Y YF35V表示碳的平均质量分数为0.35%、钒的平均质量分数为0.06%~0.13%的易切削非调质机械结构钢
	热锻用非调质机械结构钢 F45V	F45V表示碳的平均质量分数为0.45%、钒的平均质量分数为0.06%~0.13%的热锻用非调质机械结构钢
焊接用钢	H08 H08Mn2Si H08Mn2SiA	在各类焊接用钢牌号头部加符号H,高级优质焊接用钢在牌号尾部加符号A

(续)

(续)

产品名称	牌号举例	牌号表示方法说明
电工用硅钢片	电工用热轧硅钢 DR440-50 DR1750G-35	DR 440 - 50 — 公称厚度为 0.50mm 的 100 倍数字 — 最大允许铁损为 4.4W/kg 的 100 倍数字, 其后无 G 表示在 50Hz 下检验 — 表示电工热轧
	电工用冷轧无取向硅钢和取向硅钢 30Q130 35W300 27QG100	DR1750G - 35 — 公称厚度为 0.35mm, 最大允许铁损值为 17.50W/kg 的电工用热轧硅钢 — G 表示在高频率(400Hz)下检验
		— 公称厚度 (mm) 的 100 倍数字 30Q130
	电信用取向高磁感硅钢 DG5	35W300 27QG100 — 表示铁损值的 100 倍数字 — Q 表示取向硅钢, W 表示无取向硅钢, QG 表示高磁感硅钢 — 表示电信用取向高磁感硅钢 DG5 — 数字表示电磁性能级别, 1~6 表示电磁性能从低到高
电磁纯铁	DT3 DT4 DT4A DT4C DT4E	DT3 DT4A — 表示电磁性能不同的质量等级符号 — 数字表示不同牌号的顺序号 — DT 表示电磁纯铁
高电阻电热合金	06Cr20Ni35	采用规定的化学元素和阿拉伯数字表示。牌号表示与不锈钢和耐热钢的牌号表示方法相同 (镍铬基合金不标出含碳量) 06Cr20Ni35 表示铬的平均质量分数为 20%、镍的平均质量分数为 35%、碳的质量分数不大于 0.08% (其余为铁) 的高电阻电热合金
高温合金	GH1040 GH1140 GH2302 GH3044	GH 1 140 — 同一合金类别内不同牌号编号 合金分类号 — 1 — 以铁或铁镍为主要元素的固溶强化型合金 2 — 以铁或铁镍为主要元素的时效硬化型合金 3 — 以镍为主要元素的固溶强化型合金 4 — 以镍为主要元素的时效硬化型合金 5 — 以钴为主要元素的固溶强化型合金 6 — 以钴为主要元素的时效硬化型合金 7 — 以铬为主要元素的固溶强化型合金 8 — 以铬为主要元素的时效硬化型合金 — 表示高温合金

(续)

产品名称	牌号举例	牌号表示方法说明
耐蚀合金	NS111 NS322 NS333 NS411	

## 2) 钢铁材料的交货状态见表 1-2。

表 1-2 钢铁材料的交货状态

名称	说 明
热轧(锻)状态	<p>钢材在热轧或锻造后不再对其进行专门热处理, 冷却后直接交货, 称为热轧或热锻状态。热轧(锻)的终止温度一般为 800~900℃, 之后一般在空气中自然冷却, 因而热轧(锻)状态相当于正火处理。所不同的是因为热轧(锻)终止温度有高有低, 不像正火加热温度控制严格, 因而钢材组织与性能的波动比正火大。目前不少钢铁企业采用控制轧制, 由于终轧温度控制很严格, 并在终轧后采取强制冷却措施, 因而钢的晶粒细化, 交货钢材有较高的综合力学性能。</p> <p>热轧(锻)状态交货的钢材, 由于表面覆盖有一层氧化皮, 因而具有一定的耐蚀性, 储运保管的要求不像冷拉(轧)状态交货的钢材那样严格, 大中型型钢、中厚钢板可以在露天货场或经苫盖后存放。</p>
冷拉(轧)状态	<p>经冷拉、冷轧等冷加工成形的钢材, 不经任何热处理而直接交货的状态, 称为冷拉或冷轧状态。与热轧(锻)状态相比, 冷拉(轧)状态的钢材尺寸精度高、表面质量好、表面粗糙度值低, 并有较高的力学性能。</p> <p>由于冷拉(轧)状态交货的钢材表面没有氧化皮覆盖, 并且存在很大的内应力, 极易遭受腐蚀或生锈, 因而冷拉(轧)状态的钢材, 其包装、储运均有较严格的要求, 一般均需在库房内保管, 并应注意库房内的温度和湿度控制。</p>
正火状态	<p>钢材出厂前经正火热处理, 这种交货状态称正火状态。由于正火加热温度[亚共析钢为 <math>A_{c_3} + (30 \sim 50)^\circ\text{C}</math>, 过共析钢为 <math>A_{c_{cm}} + (30 \sim 50)^\circ\text{C}</math>]比热轧终止温度控制严格, 因而钢材的组织、性能均匀。与退火状态的钢材相比, 由于冷却速度较快, 钢的组织中珠光体数量增多, 珠光体层片及钢的晶粒细化, 因而有较高的综合力学性能, 并有利于改善低碳钢的魏氏组织和过共析钢的网状渗碳体, 可为成品的进一步热处理做好组织准备。碳素结构钢、合金结构钢钢材常采用正火状态交货。某些低合金高强度钢如 14MnMoVBRE、14CrMnMoVB 钢为了获得贝氏体组织, 也要求正火状态交货。</p>

表 1-1 表示锻造用金属材料的状态及代号(续)

名称	说 明
退火状态	钢材出厂前经退火热处理, 这种交货状态称为退火状态。退火的目的主要是为了消除和改善前道工序遗留的组织缺陷和内应力, 并为后道工序作好组织和性能上的准备 合金结构钢、保证淬透性结构钢、冷锻钢、轴承钢、工具钢、汽轮机叶片用钢、铁素体型不锈钢和耐热钢的钢材常用退火状态交货
高温回火状态	钢材出厂前经高温回火热处理, 这种交货状态称为高温回火状态。高温回火的回火温度高, 有利于彻底消除内应力, 提高塑性和韧性, 碳素结构钢、合金结构钢、保证淬透性结构钢钢材均可采用高温回火状态交货。某些马氏体型高强度不锈钢、高速工具钢和高强度合金钢, 由于有很高的淬透性以及合金元素的强化作用, 常在淬火(或正火)后进行一次高温回火, 使钢中碳化物适当聚集, 得到碳化物颗粒较粗大的回火索氏体组织(与球化退火组织相似), 因而, 这种交货状态的钢材有很好的可加工性
固溶处理状态	钢材出厂前经固溶处理, 这种交货状态称为固溶处理状态。这种状态主要适用于奥氏体型不锈钢材出厂前的处理。通过固溶处理, 得到单相奥氏体组织, 以提高钢的韧性和塑性, 为进一步冷加工(冷轧或冷拉)创造条件, 也可为进一步沉淀硬化做好组织准备

## 2. 非铁金属材料

1) 非铁金属材料(除铝合金、镁合金外)的状态及代号见表 1-3。

表 1-3 非铁金属材料(除铝合金、镁合金外)的状态及代号

代号	状 态	代号	状 态
m	消除应力状态	CT	超弹硬状态
M(C)	软状态 <sup>①</sup>	R	热轧状态
M <sub>2</sub>	轻软状态	CYS <sup>②</sup>	淬火+冷加工+人工时效状态
TM	特软状态	ST	固溶状态
Y(CY)	硬状态	TH01	1/4 硬时效状态
Y <sub>2</sub> (CY <sub>2</sub> )	1/2 硬状态	TH02	1/2 硬时效状态
Y <sub>3</sub> (CY <sub>3</sub> )	1/3 硬状态	TH03	3/4 硬时效状态
Y <sub>4</sub> (CY <sub>4</sub> )	1/4 硬状态	TH04	硬时效状态
Y <sub>8</sub> (CY <sub>8</sub> )	1/8 硬状态	TF00	软时效状态
T	特硬状态	Sh	烧结状态
TY	弹硬状态	X	交叉辗压状态

注: 工业生产中, 在表示非铁金属材料的状态时, 有时用括号内的代号。

① 也称为退火状态。

② 根据硬度大小分为 CYS、CY<sub>2</sub>S、CY<sub>3</sub>S、CY<sub>4</sub>S、CY<sub>8</sub>S。



2) 变形铝合金、镁合金的状态及代号见表 1-4。

表 1-4 变形铝合金、镁合金的状态及代号

代号	状 态	代号	状 态
F	自由加工状态	W_h/_51、 W_h/_52、 W_h/_54	室温下具体自然时效时间的不稳定消除应力状态
O	退火状态		
O1	高温退火后慢速冷却状态		
O2	热机械处理状态	T	不同于 F、O、H 状态的热处理状态
O3	均匀化状态	T1	高温成形 + 自然时效
H	加工硬化状态	T2	高温成形 + 冷加工 + 自然时效
H1X	单纯加工硬化状态	T3	固溶处理 + 冷加工 + 自然时效
H2X	加工硬化后不完全退火状态	T4	固溶处理 + 自然时效
H3X	加工硬化后稳定化处理状态	T5	高温成形 + 人工时效
H4X	加工硬化后涂漆(层)处理状态	T6	固溶处理 + 人工时效
W	固溶处理状态	T7	固溶处理 + 过时效
W_h 态	室温下具体自然时效时间的不稳定状态	T8	固溶处理 + 冷加工 + 人工时效
		T9	固溶处理 + 人工时效 + 冷加工
		T10	高温成形 + 冷加工 + 人工时效

3) 常用变形铝及铝合金新旧牌号对照见表 1-5。

表 1-5 常用变形铝及铝合金新旧牌号对照

新牌号 (GB/T 3190 —2008)	旧牌号 (GB/T 3190— 1982)	新牌号 (GB/T 3190 —2008)	旧牌号 (GB/T 3190— 1982)	新牌号 (GB/T 3190 —2008)	旧牌号 (GB/T 3190— 1982)
1A99	LG5	1050A	L3	2A10	LY10
1A97	LG4	1A50	LB2	2A11	LY11
1A95	—	1350	—	2B11	LY8
1A93	LG3	1145	—	2A12	LY12
1A90	LG2	1035	L4	2B12	LY9
1A85	LG1	1A30	L4-1	2A13	LY13
1080	—	1100	L5-1	2A14	LD10
1080A	—	1200	L5	2A16	LY16
1070	—	1235	—	2B16	曾用 LY16-1
1070A	L1	2A01	LY1	2A17	LY17
1370	—	2A02	LY2	2A20	曾用 LY20
1060	L2	2A04	LY4	2A21	曾用 214
1050	—	2A06	LY6	2A25	曾用 225