

张应龙 主编 汪建敏 主审

# 锻造加工技术

DUANZAO JIAGONG JISHU



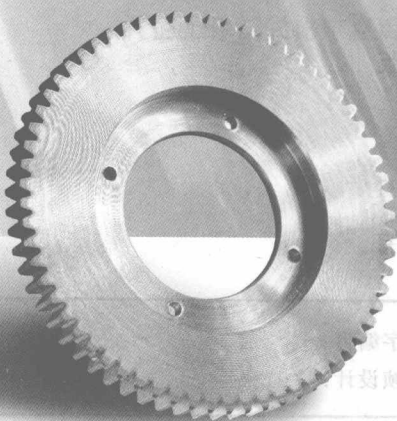
化学工业出版社

它是定型的艺术各观多...  
 新的...  
 由...  
 类...

张应龙 主编 汪建敏 主审

# 锻造加工技术

## DUANZAO JIAGONG JISHU



ISBN 7-122-08404-1  
 定价: 43.00元  
 北京: 化学工业出版社  
 地址: 北京东城区广内大街...  
 电话: 010-64218888  
 网址: www.cip.com.cn



化学工业出版社

北京

· 北京 ·

元 00.34 : 价 宝

本书以培养高技能的锻造人才为出发点,以国家职业标准(锻造工)为指导,较为全面地介绍了锻造基本理论知识、常用精密与特种锻造设备、金属的塑性及加热规范、锻件图的绘制、大型自由锻件的工艺制定、复杂锻件的工艺制定、精密模锻、冷挤压技术、合金钢与有色合金锻造、摆辗技术、粉末锻造、过程质量控制与生产管理等作为一名高技能人才所具备的锻造理论和技能。

本书可作为从事锻造加工工艺与操作、工程技术人员等相关人员的参考用书,也可作为从事各类锻造加工职业的高技能人才的培训教材和大专院校开设锻造加工工艺课程的教材。

### 图书在版编目(CIP)数据

锻造加工技术/张应龙主编. —北京:化学工业出版社, 2008.6

ISBN 978-7-122-03078-8

I. 锻… II. 张… III. 锻造-基本知识 IV. TG31

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第084077号

---

责任编辑:陈丽 程树珍

文字编辑:陈喆

责任校对:陈静

装帧设计:关飞

---

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印刷:北京永鑫印刷有限责任公司

装订:三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张19¼ 字数480千字 2008年9月北京第1版第1次印刷

---

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

---

定 价:42.00元

版权所有 违者必究



# 前 言

20 世纪初期,随着汽车开始大量生产,热模锻迅速发展,成为锻造的主要工艺。20 世纪中期,热模锻压力机、平锻机和无砧锻锤逐渐取代了普通锻锤,提高了生产率,减小了振动和噪声。随着锻坯少无氧化加热技术、高精度和高寿命模具、热挤压、成形轧制等新锻造工艺和锻造操作机、机械手以及自动锻造生产线的发展,锻造生产的效率不断提高。到 20 世纪下半叶,锻造加工技术逐渐成为装备制造业,特别是机械、汽车行业以及军工、航空航天工业中不可或缺的主要加工工艺之一,在国民经济中占有十分重要的地位。世界各国对锻造设备和锻造加工技术的发展非常重视,用锻造加工来代替切削加工,一直是各国机械制造业的发展方向。

目前,社会上非常缺少既具有较高理论水平、又具有丰富实践经验的锻造加工方面的高技能人才;培养具有高技能的锻造技术工人队伍,是众多相关单位和企业的迫切需求,而社会上很难见到技师以上锻造加工方面的培训教材,出于上述考虑,我们编写了此书。

本书共分 10 章,首先较为全面地介绍了作为一名高技能的锻造工人所必备的各种基本理论知识,包括常用金属材料及热处理、电力拖动及控制原理基础、液压传动基本知识、常用锻件检测方法及检验器具的使用等;然后分别介绍了常用精密与特种锻造设备、金属的塑性及加热规范、锻件图的绘制、大型自由锻件的工艺制定、复杂锻件的工艺制定、精密模锻、冷挤压技术、合金钢与有色合金锻造、摆辗技术、粉末锻造等,最后简要介绍了有关过程质量控制与生产管理方面的知识。

本书第 1 章、第 4 章、第 10 章由张应龙编写,第 2 章、第 8 章、第 9 章由杨建新编写,第 3 章由马鹏飞编写,第 5 章、第 6 章由张松生编写,第 7 章由顾佩兰编写,全书由张应龙统稿。在编写过程中,参阅了有关资料和文献,在此表示衷心感谢。

在本书的编写过程中,江苏大学陆一心教授、李金伴教授、戈晓岚教授、王维新高级工程师给予了精心的指导和热情的帮助,提出了许多宝贵的意见,全书由江苏大学汪建敏教授担任主审,在此表示衷心感谢。

由于编者水平所限,书中不足之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

# 目 录

<b>第 1 章 锻造的基本知识</b> .....	1	2.3 辊锻机 .....	40
1.1 常用金属材料及热处理 .....	1	2.3.1 辊锻变形的特点及其 适用性 .....	40
1.1.1 钢材 .....	1	2.3.2 辊锻机的结构形式 .....	41
1.1.2 有色金属 .....	5	2.3.3 辊锻机的传动系统 .....	42
1.1.3 钢的外国牌号 .....	8	2.4 楔横轧机 .....	45
1.1.4 锻件常用热处理工艺 .....	10	2.4.1 概述 .....	45
1.2 电力拖动及控制原理基础 .....	15	2.4.2 楔横轧机的形式 .....	46
1.2.1 电力拖动系统的组成 .....	15	2.4.3 轧机的结构组成 .....	47
1.2.2 电力拖动系统的转矩 .....	15	2.5 摆动辗压机 .....	48
1.2.3 电动机的工作原理和基本 结构 .....	16	2.5.1 摆辗技术的成形原理 .....	48
1.2.4 常用控制电器元件的种类及 用途 .....	17	2.5.2 摆辗机的主要类型 .....	49
1.3 液压传动基本知识 .....	22	2.5.3 摆辗机的结构 .....	50
1.3.1 液压传动系统的工作原理 .....	23	2.5.4 专用摆辗机 .....	53
1.3.2 液压传动系统的组成 .....	23	2.6 径向锻造机 .....	54
1.3.3 液压传动系统的特点 .....	23	2.6.1 径向锻造的工作原理及 特点 .....	54
1.3.4 液压泵 .....	24	2.6.2 径向锻造机的分类 .....	55
1.3.5 液压缸 .....	25	2.6.3 径向锻造机的主要结构 .....	55
1.3.6 液压控制阀 .....	26	2.6.4 径向锻造机实例 .....	56
1.4 常用锻件检测方法 & 检验器具的 使用 .....	30	2.7 旋压机 .....	59
1.4.1 锻件的尺寸和几何形状的 检查 .....	30	2.7.1 概述 .....	59
1.4.2 电感式测微仪和光学投影仪 的应用 .....	33	2.7.2 旋压机的工作原理及特点 .....	59
1.4.3 锻件的表面质量和检查 .....	34	2.7.3 旋压机的分类及结构组成 .....	60
<b>第 2 章 常用精密与特种锻造设备</b> .....	38	2.7.4 普通旋压机 .....	61
2.1 锻造设备的发展概况 .....	38	2.7.5 强力旋压机 .....	62
2.2 液压模锻锤 .....	38	2.7.6 特种旋压机 .....	64
2.2.1 液压模锻锤基本特点 .....	38	<b>第 3 章 金属的塑性及加热规范</b> .....	66
2.2.2 液压模锻锤工作原理和结构 形式 .....	39	3.1 影响金属塑性、塑性变形和流动的 因素 .....	66
		3.1.1 塑性、塑性指标和塑性图 .....	66
		3.1.2 变形条件对金属塑性的 影响 .....	67
		3.1.3 其他因素对塑性的影响 .....	71

3.1.4	提高金属塑性的途径	73	4.2.1	大型锻件的锻造工艺方法	108
3.1.5	摩擦对金属塑性变形和流动的影响	74	4.2.2	大型锻件锻造工艺实例	115
3.1.6	工具形状对金属塑性变形和流动的影响	74	4.3	复杂锻件的工艺制定	117
3.1.7	金属各部分之间的关系对塑性变形和流动的影响	75	4.3.1	复杂弯轴类锻件的复合锻造工艺	117
3.1.8	金属本身性质不均匀对塑性变形和流动的影响	76	4.3.2	双钩的锻造成形工艺	119
3.2	金属的超塑性	76	4.3.3	大型支承轴的空心锻造技术	122
3.2.1	超塑性的概念和种类	77	4.3.4	凸缘叉的模锻工艺	123
3.2.2	细晶超塑性变形力学特征	78	<b>第5章 精密模锻</b>		125
3.2.3	影响细晶超塑性的主要因素	79	5.1	精密模锻成形过程的分析	125
3.2.4	超塑性变形机理	81	5.1.1	开放式精密模锻成形过程的分析	125
3.2.5	超塑性的应用	82	5.1.2	封闭式精密模锻成形过程的分析	126
3.3	加工硬化	84	5.2	影响精密模锻件尺寸精度的主要因素	127
3.3.1	加工硬化的现象和机理	84	5.2.1	毛坯体积的波动	127
3.3.2	加工硬化的后果及应用	85	5.2.2	模膛的尺寸精度和磨损	127
3.4	金属锻造温度范围的确定	85	5.2.3	模具温度和锻件温度的波动	129
3.4.1	始锻温度	86	5.2.4	零件结构的工艺性	130
3.4.2	终锻温度	86	5.2.5	锻件高度尺寸的变化与各种影响因素的关系	130
3.5	金属的加热规范	88	5.3	精密模锻模具的设计	130
3.5.1	装料时的炉温	88	5.3.1	精密模锻模具的分类与结构	131
3.5.2	加热速度	90	5.3.2	模膛设计	132
3.5.3	保温时间	92	5.3.3	凹模尺寸和强度计算	133
3.5.4	加热时间	93	5.3.4	模具的顶出装置	134
3.6	金属的少无氧化加热	95	5.3.5	模具的导向装置	135
3.6.1	快速加热	95	5.4	精密模锻变形力的计算	136
3.6.2	介质保护加热	95	5.4.1	回转体锻件精密模锻变形力的计算	136
3.6.3	少无氧化火焰加热	96	5.4.2	长轴类锻件精密模锻变形力的计算	137
<b>第4章 锻件图及大型、复杂锻件工艺</b>		99	5.4.3	异形件精密模锻变形力的计算	138
4.1	锻件图的绘制	99	5.5	精密模锻润滑	140
4.1.1	锤上模锻件图设计	99	5.5.1	传统用钢热模锻润滑剂和	
4.1.2	热模锻压力机上模锻件图设计特征	105			
4.1.3	摩擦压力机上模锻件图设计特征	106			
4.1.4	平锻机上模锻件图设计特征	106			
4.2	大型自由锻件的工艺制定	107			

温锻润滑剂 .....	141	6.8.2 温挤压工艺的缺点 .....	177
5.5.2 新型绿色钢热模锻 润滑剂 .....	141	6.8.3 温挤压的应用范围 .....	177
5.6 精密模锻实例 .....	142	6.9 冷挤压零件工艺实例 .....	178
5.6.1 直齿圆锥齿轮的精密 模锻 .....	142	6.9.1 汽车活塞销冷挤压 .....	178
5.6.2 万向节十字轴精密模锻 .....	147	6.9.2 芯轴套冷挤压 .....	178
<b>第6章 冷挤压技术</b> .....	151	6.9.3 深孔薄壁壳体冷挤压 .....	179
6.1 概述 .....	151	6.9.4 阶梯形空心件冷挤压 .....	180
6.1.1 冷挤压工艺的方法分类 .....	151	6.9.5 齿轮冷挤压 .....	180
6.1.2 冷挤压工艺的优缺点 .....	153	<b>第7章 合金钢与有色合金锻造</b> .....	182
6.2 冷挤压基本原理 .....	154	7.1 合金结构钢和工具钢锻造 .....	182
6.2.1 冷挤压的金属流动规律 .....	154	7.1.1 合金结构钢锻造 .....	182
6.2.2 加工硬化和热效应 .....	156	7.1.2 合金钢的锻造工艺性 .....	182
6.2.3 附加应力和残余应力 .....	159	7.1.3 合金钢的锻造规范 .....	183
6.2.4 冷挤压时的外摩擦和 润滑 .....	159	7.2 高速钢锻造 .....	186
6.3 冷挤压件的毛坯材料准备 .....	160	7.2.1 高速钢的用途及主要性能 要求 .....	186
6.3.1 原材料的形态及其要求 .....	160	7.2.2 高速钢的组织对性能的 影响 .....	187
6.3.2 冷挤压用材料 .....	162	7.2.3 高速钢的锻造与改锻 .....	188
6.3.3 毛坯的预成形 .....	163	7.3 Cr12 型模具钢锻造 .....	193
6.3.4 毛坯软化处理 .....	163	7.3.1 Cr12 型高碳高铬模具钢的 化学成分、牌号与用途 .....	193
6.4 冷挤压工艺 .....	163	7.3.2 Cr12 型模具钢的改锻 .....	193
6.4.1 工艺设计的主要内容和 方法 .....	163	7.3.3 Cr12 型模具钢坯的纤维 方向 .....	193
6.4.2 典型挤压件的工艺方案 .....	164	7.3.4 锻造操作要点 .....	194
6.5 冷挤压模具设计 .....	167	7.3.5 Cr12 型模具钢工件的 退火 .....	194
6.5.1 冷挤压模具设计要求 .....	167	7.4 不锈钢锻造 .....	195
6.5.2 凸模设计 .....	168	7.4.1 合金元素对不锈钢组织和 性能的影响 .....	195
6.5.3 凹模设计 .....	169	7.4.2 不锈钢的分类 .....	195
6.6 模具材料及模具寿命 .....	171	7.4.3 可锻性和锻造温度范围 .....	195
6.6.1 模具材料的基本要求 .....	171	7.5 高温合金钢锻造 .....	197
6.6.2 常用的模具材料 .....	172	7.5.1 高温合金的分类 .....	198
6.6.3 模具失效与使用寿命 .....	172	7.5.2 高温合金的锻造 .....	198
6.6.4 冷挤压模具常见的损坏 形式 .....	173	7.6 铝合金和镁合金锻造 .....	201
6.6.5 提高模具使用寿命的 方法 .....	173	7.6.1 铝合金锻造 .....	201
6.7 冷挤压件质量分析 .....	174	7.6.2 镁合金锻造 .....	204
6.8 温挤压技术 .....	176	7.7 铜及铜合金锻造 .....	206
6.8.1 温挤压工艺的优点 .....	176	7.7.1 铜及铜合金 .....	206



7.7.2 铜合金的锻造性能和锻造温度范围 .....	207	8.6.2 提高模具寿命措施 .....	235
7.8 钛合金锻造 .....	210	8.7 摆辗件质量分析 .....	236
7.8.1 钛及钛合金 .....	210	8.7.1 冷拔开裂 .....	236
7.8.2 锻造温度范围 .....	210	8.7.2 冷摆辗开裂 .....	237
7.9 有色合金锻模设计 .....	213	8.7.3 摆辗件充填不满 .....	238
7.9.1 有色合金模具设计特点 .....	213	8.7.4 摆辗件厚薄差大或上下底面不平 .....	239
7.9.2 毛边槽 .....	214	8.8 摆辗成形锻件实例 .....	240
7.9.3 钳口 .....	215	8.8.1 热摆辗成形件 .....	240
7.9.4 终锻型槽、预锻型槽和制坯型槽 .....	215	8.8.2 冷摆辗成形件 .....	242
7.9.5 锻模表面 .....	216	8.8.3 温摆辗成形件 .....	243
7.9.6 锻模材料和硬度 .....	216	8.8.4 摆辗铆接 .....	244
<b>第8章 摆辗技术</b> .....	217	<b>第9章 粉末锻造</b> .....	246
8.1 概述 .....	217	9.1 概述 .....	246
8.1.1 摆动辗压的工作原理 .....	217	9.1.1 粉末锻造工艺方法及特点 .....	246
8.1.2 摆动辗压的特点及分类 .....	218	9.1.2 粉末锻造的应用 .....	248
8.2 摆辗的基本原理 .....	221	9.2 粉末锻造时金属粉末的选择 .....	248
8.2.1 摆动辗压机摆头的运动轨迹分析 .....	221	9.2.1 金属粉末的制取及纯度 .....	249
8.2.2 摆辗变形 .....	222	9.2.2 粉末的化学成分及性能 .....	249
8.3 冷摆辗成形材料 .....	224	9.3 粉锻件和预成形坯的设计 .....	252
8.3.1 冷摆辗成形材料形状 .....	224	9.3.1 粉锻件的分类与锻件图设计 .....	252
8.3.2 冷摆辗成形材料材质 .....	224	9.3.2 预成形坯的设计 .....	253
8.3.3 冷摆辗成形材料状况 .....	225	9.4 预成形坯的压制与锻造工艺 .....	257
8.3.4 坯料准备 .....	226	9.4.1 预成形坯的压制成形 .....	257
8.4 坯料的加热 .....	227	9.4.2 预成形坯的烧结 .....	258
8.4.1 金属的摆辗温度范围 .....	227	9.4.3 预成形坯的锻造 .....	258
8.4.2 室式燃煤锻造加热炉的种类 .....	228	9.4.4 粉锻成形 .....	259
8.4.3 燃煤锻造加热炉的操作 .....	229	9.5 粉末热锻模结构设计 .....	262
8.4.4 燃气炉和燃油炉的结构和操作 .....	230	9.5.1 锻模设计的要求 .....	262
8.4.5 电加热 .....	230	9.5.2 热锻模结构设计实例 .....	264
8.5 摆辗模具设计 .....	231	9.5.3 热锻模零件的尺寸计算 .....	266
8.5.1 摆辗模具结构设计考虑的因素及设计要点 .....	231	9.5.4 粉锻模具零件加工 .....	267
8.5.2 摆辗模的结构设计 .....	232	9.5.5 粉锻热作模具的性能要求及选材 .....	268
8.6 摆辗模具寿命 .....	234	9.6 粉末热等静压和粉末喷射锻造 .....	269
8.6.1 影响摆辗模具寿命的因素 .....	234	9.6.1 热等静压制 .....	269
		9.6.2 粉末喷射锻造法 .....	274



第 10 章 过程质量控制与生产管理 ... 275

10.1 过程质量控制 ..... 275

10.1.1 目前我国质量管理的现状 ..... 275

10.1.2 生产过程质量控制的重要性 ..... 276

10.1.3 生产过程的质量监控的主要程序 ..... 277

10.1.4 如何有效地进行制造过程的质量控制 ..... 278

10.1.5 生产过程的质量控制不能忽视的几个问题 ..... 279

10.1.6 工序质量控制 ..... 280

10.1.7 ISO 9000 质量管理体系 ..... 282

10.1.8 全面质量管理 ..... 285

10.2 生产管理 ..... 286

10.2.1 生产计划管理 ..... 286

10.2.2 生产调度工作 ..... 287

10.2.3 生产定额的制定与管理 ..... 288

10.2.4 目视管理技术 ..... 290

10.2.5 5S 活动 ..... 292

10.2.6 定置管理 ..... 295

参考文献 ..... 300

1. 质量管理学 ..... 300

2. 质量管理学 ..... 300

3. 质量管理学 ..... 300

4. 质量管理学 ..... 300

5. 质量管理学 ..... 300

6. 质量管理学 ..... 300

7. 质量管理学 ..... 300

8. 质量管理学 ..... 300

9. 质量管理学 ..... 300

10. 质量管理学 ..... 300

11. 质量管理学 ..... 300

12. 质量管理学 ..... 300

13. 质量管理学 ..... 300

14. 质量管理学 ..... 300

15. 质量管理学 ..... 300

16. 质量管理学 ..... 300

17. 质量管理学 ..... 300

18. 质量管理学 ..... 300

19. 质量管理学 ..... 300

20. 质量管理学 ..... 300

21. 质量管理学 ..... 300

22. 质量管理学 ..... 300

23. 质量管理学 ..... 300

24. 质量管理学 ..... 300

25. 质量管理学 ..... 300

26. 质量管理学 ..... 300

27. 质量管理学 ..... 300

28. 质量管理学 ..... 300

29. 质量管理学 ..... 300

30. 质量管理学 ..... 300

31. 质量管理学 ..... 300

32. 质量管理学 ..... 300

33. 质量管理学 ..... 300

34. 质量管理学 ..... 300

35. 质量管理学 ..... 300

36. 质量管理学 ..... 300

37. 质量管理学 ..... 300

38. 质量管理学 ..... 300

39. 质量管理学 ..... 300

40. 质量管理学 ..... 300

41. 质量管理学 ..... 300

42. 质量管理学 ..... 300

43. 质量管理学 ..... 300

44. 质量管理学 ..... 300

45. 质量管理学 ..... 300

46. 质量管理学 ..... 300

47. 质量管理学 ..... 300

48. 质量管理学 ..... 300

49. 质量管理学 ..... 300

50. 质量管理学 ..... 300

51. 质量管理学 ..... 300

52. 质量管理学 ..... 300

53. 质量管理学 ..... 300

54. 质量管理学 ..... 300

55. 质量管理学 ..... 300

56. 质量管理学 ..... 300

57. 质量管理学 ..... 300

58. 质量管理学 ..... 300

59. 质量管理学 ..... 300

60. 质量管理学 ..... 300

61. 质量管理学 ..... 300

62. 质量管理学 ..... 300

63. 质量管理学 ..... 300

64. 质量管理学 ..... 300

65. 质量管理学 ..... 300

66. 质量管理学 ..... 300

67. 质量管理学 ..... 300

68. 质量管理学 ..... 300

69. 质量管理学 ..... 300

70. 质量管理学 ..... 300

71. 质量管理学 ..... 300

72. 质量管理学 ..... 300

73. 质量管理学 ..... 300

74. 质量管理学 ..... 300

75. 质量管理学 ..... 300

76. 质量管理学 ..... 300

77. 质量管理学 ..... 300

78. 质量管理学 ..... 300

79. 质量管理学 ..... 300

80. 质量管理学 ..... 300

81. 质量管理学 ..... 300

82. 质量管理学 ..... 300

83. 质量管理学 ..... 300

84. 质量管理学 ..... 300

85. 质量管理学 ..... 300

86. 质量管理学 ..... 300

87. 质量管理学 ..... 300

88. 质量管理学 ..... 300

89. 质量管理学 ..... 300

90. 质量管理学 ..... 300

91. 质量管理学 ..... 300

92. 质量管理学 ..... 300

93. 质量管理学 ..... 300

94. 质量管理学 ..... 300

95. 质量管理学 ..... 300

96. 质量管理学 ..... 300

97. 质量管理学 ..... 300

98. 质量管理学 ..... 300

99. 质量管理学 ..... 300

100. 质量管理学 ..... 300

# 第 1 章 锻造的基本知识

## 1.1 常用金属材料及热处理

### 1.1.1 钢材

钢是用生铁（炼钢生铁）或生铁加一部分废钢炼成的，含碳量低于 2.1%，并使其杂质（主要指 S、P）含量降低到规定标准。钢的种类很多，按照钢的化学成分、品质、冶炼方法和用途等的不同，可对钢进行多种的分类。按化学成分可分为碳素钢和合金钢；按用途可分为结构钢、工具钢和特殊用途钢三类。

#### (1) 碳素钢

普通碳素钢是指不规定生产过程中需要特别控制质量要求，但化学成分和力学性能必须保证在规定范围内，杂质（主要指 P、S 等）必须在规定范围内。

普通碳素钢中合金元素只含碳，不含其他合金元素。由于不含其他合金元素，工艺简单、成本低，是钢中应用最广的、数量最多的一种。常轧制成板材、型材及异型材，一般不需要经热处理直接使用，用于一般结构和工程。

钢的牌号由代表屈服点的字母（Q）、屈服点数值、质量等级符号（A、B、C、D）、脱氧方法符号四部分按顺序组成。Q235 是一种常用的碳素结构钢。

优质碳素结构钢属优质钢，不仅要保证化学成分，也要保证力学性能，同时要求杂质（S、P）含量较低，其牌号用两位数字表示，代表钢中碳的名义万分含量，少数沸腾钢数字后加“F”，其中含锰量不超过 0.8% 的为较低含锰量钢，0.8%~1.2% Mn 为较高含锰量钢，并在数字后面加“Mn”。

优质碳素结构钢的用途根据化学成分和性能不同而异。低碳碳结钢（ $C < 0.25\%$ ），因塑性、韧性及焊接性能优良，主要用于轧制薄板、钢带、型钢及拉丝等。08F 多用于制造各种冲压件，如搪瓷制品、汽车外壳零件等。15、20、20Mn 是常用的渗碳钢，可用于制造对心部强度要求不高的渗碳零件，如机械、汽车、拖拉机齿轮、凸轮、活塞销等。中碳碳结钢（ $C = 0.25\% \sim 0.60\%$ ）与低碳碳结钢相比，强度较高，而塑性、韧性稍低，多轧成型钢，用于制造轴类零件，经调质处理后使用，因此也称高调质钢。45 钢是应用十分广泛的中碳碳结钢，高碳碳结钢（ $C > 0.60\%$ ）具有较高的强度、硬度、弹性和耐磨性，多生产型钢，主要用于制造易磨损零件和弹簧等，如农机的犁铧、耙片、轧机轧辊及减振弹簧、坐垫弹簧等。65Mn、70Mn、70、75、80、85 钢也属于特殊质量非合金钢（弹簧钢）。

优质碳素结构钢在订货时应在合同中注明使用加工方法，一般加工方法有两种：压力加工用钢（热压力加工、顶锻及冷拔坯料）和切削加工用钢。

冷镦钢主要用于制造螺钉、铆钉、销钉等。对冷镦钢要求钢中含 S、P、Si 等杂质少，保证热处理后的力学性能，冷镦钢牌号用“ML”后加碳结钢（或合结钢）钢号表示。

易切削结构钢是利用钢中某些元素的作用改善钢的切削加工性能，以适于在自动机床上进行高速切削的钢种。常用改善切削加工性的元素有 S、Pb、Ca 等，其中以 S 最常用，S 在钢中形成 MnS 夹杂，MnS 很脆，并有一定润滑作用，因而切屑易于碎断，工件表面粗糙度低，减少刀具磨损，提高切削速度。易切削结构钢虽然钢中含 S、P 较多，但在这类钢中是作为有益元素加入或保存下来，因此，属于优质钢。易切削结构钢用作生产标准件，如小型螺钉、螺母、油泵、手表、计算机、机床光杠、丝杠等。易切削结构钢牌号用“Y”加钢号表示，除 Y40Mn 属于优质低合金钢外，其余都是优质碳素结构钢。

除优质碳素结构钢、冷锻钢、易切削结构钢外，其他优质非合金钢还很多，大多用来生产某种专用产品，有些钢牌号和优质碳素结构钢相同，如专门生产油桶板的 08、10、08Al 等。但大部分专门为某种行业使用的钢，牌号与优质碳素结构钢不同，如：锅炉和压力容器用钢，造船用钢、铁道用钢、桥梁用钢、汽车用钢、锚链用钢、自行车用钢、输油及输气管用钢、工程结构用铸造碳素钢，预应力及混凝土钢筋用优质非合金钢、焊条用钢、花纹钢板、非合金调质钢、非合金表面硬化钢、非合金弹簧钢、盘条钢、非合金电工钢板、带等都用汉语拼音字母加在钢号中。这些钢在订货或使用中要认真查找有关标准和资料。

特殊质量非合金钢是指在生产过程中需要特别严格控制质量和性能（例如，控制淬透性和纯洁度）的非合金钢。

碳素工具钢的含碳量高（0.65%~1.35%），属高碳钢，具有高硬度、高耐磨性、良好的锻造性能和切削加工性，价格便宜，唯一不足的是淬透性低。其牌号由“碳”的汉语拼音字头（T）加数字组成，数字表示碳的名义千分含量，高级优质碳素工具钢在数字后面加字母 A。

其他特殊质量非合金钢大多也都是为某种专用产品需要，钢材要经过特殊处理的非合金钢，如为保证军工需要的航空用钢、兵器用钢、核压力容器用非合金钢；保证某种热处理需要的、保证淬透性钢、非合金调质钢、非合金表面硬化钢、火焰及感应淬火硬化钢；专用原料的焊条用钢、碳素弹簧钢、特殊盘条钢、冷顶锻和冷挤压钢、特殊易切削钢、碳素中空钢、具有规定导电性能的非合金电工钢，具有规定磁性能的非合金软磁材料、原料纯铁等。

### （2）低合金钢

低合金钢是指在钢中加入少量合金元素，由于合金元素的强化作用，低合金结构钢的屈服点比普通碳素钢高 25%~150%，加之大多低碳，而具有良好的塑性、韧性和焊接性能，有的还具有耐腐蚀、耐低温等特性，因此，低合金钢是一类很有发展前途的钢，在钢的生产中比例越来越大。

低合金钢按质量和用途分为普通质量低合金钢、优质低合金钢、特殊质量低合金钢。

一般用途低合金结构钢包括普通质量和优质低合金结构钢，普通质量低合金钢是指生产过程中不规定特别控制质量要求，供一般用途；优质低合金钢在生产过程中需要特别控制质量（例如降低硫、磷含量，控制晶粒度，改善表面质量等）。

### （3）合金钢

合金钢分为优质合金钢和特殊质量合金钢。优质合金钢生产过程中需要特别控制质量和性能；特殊质量合金钢生产过程中要严格控制质量和性能。

一般工程结构用合金钢属优质合金钢，俗称合结钢。主要用于制造机械结构件，大多经热处理后使用。由于合金元素作用，增加淬透性（Mn、Mo、Cr）、细化晶粒（V、Ti）、提高淬火稳定性。低碳合金结构钢经过渗碳、氮淬火及低温回火处理后，构件表面耐磨，心部

韧性好，也叫表面硬化钢；中碳合金结构钢经过调质处理，能获得良好的综合性能，叫调质钢。

弹簧钢用来生产各种板簧和螺旋弹簧或类似零件（如轧辊等）。弹簧是一种能产生大量弹性变形的结构零件，通过弹簧的弹性变形，可以吸收冲击能量、缓和冲击和振动，因此对弹簧钢要求必须有高的强度，特别是高的屈服强度和疲劳强度；不易脱碳，具有良好的表面质量，具有一定的淬透性和良好的工艺性能。有的弹簧还要求耐热、耐腐蚀等。因此弹簧钢含碳量较高。

65、70、75、80等碳素弹簧钢淬透性能较差，多用于直径或厚度小于12mm的弹簧；65Mn淬透性能较好，可用于制造截面尺寸为15~20mm的弹簧，应用广泛。尺寸较大，用热轧成形法制造的弹簧大多采用55Si2Mn、60Si2Mn，如铁道车厢、汽车、拖拉机上的钢板弹簧和螺旋弹簧等。

滚动轴承钢也叫轴承钢。主要用来制造滚动轴承内外套圈、滚珠、滚粒、保持架等，但在量具、冷作模具、低合金刀具、柴油机高压油泵件等方面也有广泛应用。

轴承钢分为高碳铬轴承钢、渗碳轴承钢、高碳铬不锈钢轴承钢和高温轴承钢四大类。

高碳铬轴承钢，在牌号头部加符号“G”，但不标明含碳量。铬含量以千分之几计，其他合金元素按合金结构钢的合金含量表示。例如：平均含铬量为1.50%的轴承钢，其牌号表示为“GCr15”。

渗碳轴承钢，采用合金结构钢的牌号表示方法，另在牌号头部加符号“G”。

高碳铬不锈钢轴承钢和高温轴承钢，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”。例如：高碳铬不锈钢“9Cr18”和高温轴承钢“10Cr14Mo”。

合金工具钢：为克服碳素工具钢淬透性低的弱点，提高耐磨性，在保持较高含碳量的前提下，钢中加入Si、Mn、Cr、W、Mo、V等，以提高合金工具钢的淬透性，广泛用于有性能要求的工具。

合金工具钢表示方法与合金结构钢牌号表示方法相同。采用标准规定的合金元素符号和阿拉伯数字表示，但一般不标明平均含碳量数字，例如：平均含碳量为1.60%，铬、钼、钒含量分别为11.75%、0.50%、0.22%的合金工具钢，其牌号表示为“Cr12MoV”；平均含碳量为0.85%，钨、钼、铬、钒含量分别为6.00%、5.00%、4.00%、2.00%的高速工具钢，其牌号表示为“W6Mo5Cr4V2”。

若平均含碳量小于1.00%时，可采用一位阿拉伯数字表示含碳量（以千分之几计）。例如：平均含碳量为0.80%，含锰量为0.95%，含硅量为0.45%的合金工具钢，其牌号表示为“8MnSi”。低铬（平均含铬量<1.00%）合金工具钢，在含铬量（以千分之几计）前加数字“0”。例如：平均含铬量为0.60%的合金工具钢，其牌号表示为“Cr06”。合金工具钢按用途分为量具刀具钢、耐冲击工具钢、冷作模具钢、热作模具钢、塑料模具钢等。

量具刀具钢含碳量较高（0.75%~1.50%），具有所需的高硬度（≥60HRC），分别含有Cr、W、V、Si、Mn等合金元素，淬透性较好，形成的合金碳化物显著地提高了钢的耐磨性、热稳定性，并具有一定的强度和冲击韧性。这类钢主要用于制造车刀、刨刀、铰刀、拉刀等刀具及量规、样板、千分尺、塞规等量具。耐冲击工具钢有4Cr2Si、5CrW2Si、6CrW2Si，属中碳钨系钢。通过降低含碳量以增加韧性，钨提高钢耐磨性，用于制造受冲击载荷大的工具，如冷作模具、顶锻模、风凿等。

模具钢用于制造成形模具，包括冷作模具、热作模具和塑料模具等。



**高速工具钢：**为满足切削过程中，刀具线速度达 80m/min，刀刃温度高达 600℃，刀具硬度 >60HRC 的要求，在高碳钢中加入大量 W、Mo、Cr、V 等合金元素，W 和 Mn 可提高钢的热硬性，在回火温度 500~600℃ 以下，W、Mo 析出并生成  $Mo_2C$  和  $W_2C$ ，发生二次硬化（温度在 500~600℃ 时钢的硬度不仅不下降，反而升高的现象叫二次硬化）。高速工具钢也叫高速钢，其牌号表示方法同合金钢。

高速工具钢中 W18Cr4V 是世界上最早生产，也是最常用的高速工具钢，用来制造各种刀具，如车刀、插齿刀、扩孔钻、钻头等。但由于碳化物偏析严重、热塑性低等，限制了进一步使用。W6MoCr4V2 是以 Mo 代 W 的 Mo 系高速钢，其碳化物分布均匀，热塑性好，价格便宜（我国钼储量和产量高），只是红硬性稍低。

#### (4) 特殊用途钢

特殊用途钢是指制成的构件在特殊条件下工作，对钢有特殊要求，如物理、化学、力学等性能。

特殊用途钢也是特殊质量合金钢，这些钢是指有电磁、光、声、热及电化学等效应和功能的钢。常用的有不锈钢、耐热钢、电工硅钢、电子纯铁及各种精密合金（如磁合金、弹性合金、膨胀合金、热双合金、电阻合金、电偶材料等）。

不锈钢以其良好的耐腐蚀性能而得名，它主要合金成分为铬和镍。铬有很高的化学稳定性，在氧化介质中能生成致密坚韧的氧化膜；另外，当铬含量超过 11.7% 时，能使合金的电极电位明显提高，从而有效地阻止了合金的进一步氧化。镍也是抗氧化元素，在铬钢中加入镍，可提高合金在非氧化性介质中的耐腐蚀性能。当铬、镍含量一定时，钢中碳含量愈低，其耐腐蚀性能就愈好。

不锈钢的耐腐蚀性能，还与基体组织的均匀程度有关。当形成均匀一致的合金固溶体时，能有效地减小钢在电解溶液中的腐蚀速度。

奥氏体不锈钢属铬镍系不锈钢，是单一的奥氏体组织，它具有良好的耐蚀性、低温韧性、压力加工和焊接工艺性，无磁性，广泛用作腐蚀介质中工作的低温钢和无磁钢；铁素体型不锈钢主要含有铬，加热和冷却过程中发生相变，是硝酸、氮肥工业常用的耐磨材料；马氏体不锈钢由于含碳量较高，淬透性好，淬火后获马氏体组织，此类钢，低碳者韧性好，可制造在腐蚀介质中工作的耐冲击零件；高碳者用于制造弹簧、轴承、手术刀片等；由奥氏体和铁素体两相混合组织为基体的不锈钢是双相不锈钢，它具有强度高、韧性好、耐晶间腐蚀等优点。其中 0Cr18Ni5Mo3Si2 钢主要用于制造炼油、化肥、造纸、石油、化工等工业的热交换器和冷凝器，0Cr26Ni5Mo2 用于制造海水腐蚀设备；沉淀硬化型不锈钢，因含有大量的铬、镍及能析出沉淀硬化相的钼、铌、铅、铜等元素，使其经过淬火时效处理后具有较高的强度和韧性，主要用于制造弹簧、垫圈、波纹管等。

电工钢亦称硅钢，是含碳量低于 0.05% 的铁硅二元合金。具有铁损小、矫顽力小、磁导率和磁感应强度高等特点，是常用软磁（作短暂或反复磁化的材料）材料之一，影响电工钢性能的主要因素是化学成分和组织结构。硅对电工钢磁性影响最显著，当纯铁中加入 3.0%Si 时磁导率增加 1.6~2 倍，磁滞损耗降低 40%，电阻率增大 4 倍（可减少涡流损耗），总铁损降低一倍，但硬度和强度也明显提高。通常硅含量不超过 4.5%，否则太硬，不易加工。有害杂质（N、C、S、O 等）的存在，将造成钢的晶格畸变，增大应力，阻碍磁化过程，因此杂质含量要严格控制。

硅钢主要用于电机、变压器、电器、电工仪表等电力工业用，大多轧成 0.3、0.35、

0.5 薄板,有热轧和冷轧两种。冷轧硅钢薄板形变均匀、表面平整、无氧化膜、有利于提高组装质量和效率。

电工硅钢的牌号用汉语拼音字母和两组数字表示,“DR”表示热轧、“W”表示冷轧无取向(钢的各方向的磁性差别很小)、“Q”表示冷轧取向;第一组数字表示硅钢板的铁损(单位 W/kg)最大值的百分数,第二组表示硅钢板轧制厚度的 100 倍。

除电工硅钢外,电工纯铁也是应用广泛的软磁材料。

我国经过几十年的努力,钢铁工业已从过去的仅能生产 100 多个钢种、400 多个品种的钢材发展到现在能生产 1000 多个钢种、4 万多个品种的钢材,特别是国防工业和高精尖技术,包括原子弹、氢弹、导弹、核潜艇、通信卫星、火箭等需要的关键金属材料,都已由国内自行研制开发成功,最大限度满足了其需要。

### 1.1.2 有色金属

#### (1) 有色金属的分类

① 有色纯金属 分为重金属、轻金属、贵金属、半金属和稀有金属五类。

② 有色合金 按合金系统分:重有色金属合金、轻有色金属合金、贵金属合金、稀有金属合金等。按合金用途则可分:变形(压力加工用)合金、铸造合金、轴承合金、印刷合金、硬质合金、焊料、中间合金、金属粉末等。

③ 有色材 按化学成分分类:铜和铜合金材、铝和铝合金材、铅和铅合金材、镍和镍合金材、钛和钛合金材。按形状分类时,可分为:板、条、带、箔、管、棒、线、型等品种。

#### (2) 产品牌号的表示办法

有色金属及合金产品牌号的命名,规定以汉语拼音字母或国际元素符号作为主题词代号,表示其所属大类,如用 L 或 Al 表示铝, T 或 Cu 表示铜。主题词以后,用成分数字顺序结合产品类别来表示。即主题词之后的代号可以表示产品的状态、特征或主要成分,如 LF 为防(F)锈的铝(L)合金;LD 为锻(D)造用的铝(L)合金;LY 为硬(Y)的铝(L)合金,这三种合金的主题词是铝合金(L)。又如 QSn 为青(Q)铜中主要的添加元素为锡(Sn)的一类;QA19-4 为青(Q)铜中含有铝(Al),成分中添加元素铝为 9%,其他添加元素为 4%,这两种合金的主题词是青铜(Q)。因此,产品代号是由标准规定的主题词汉语拼音字母、化学元素符号及阿拉伯数字相结合的方法来表示。

有色金属及合金产品的状态、加工方法、特征代号,采用规定的汉语拼音字母表示。如热加工的 R(热),淬火的 C(淬),不包铝的 B(不),细颗粒的 X(细)等。但也有少数例外,如优质表面 O(形象化表示完美无缺)等。

#### (3) 铜及铜合金

① 纯铜 是玫瑰红色金属,表面形成氧化铜膜后呈紫色,故工业纯铜常称紫铜或电解铜,密度为  $8.9\text{g/cm}^3$ ,熔点  $1083^\circ\text{C}$ 。纯铜导电性很好,大量用于制造电线、电缆、电刷等;导热性好,常用来制造需防磁性干扰的磁学仪器、仪表,如罗盘、航空仪表等;塑性极好,易于热压和冷压力加工,可制成管、棒、线、条、带、板、箔等铜材。纯铜产品有冶炼品及加工品两种。

② 黄铜 是铜与锌的合金。最简单的黄铜是铜-锌二元合金,称为简单黄铜或普通黄铜。改变黄铜中锌的含量可以得到不同力学性能的黄铜。黄铜中锌的含量越高,其强度越高,塑性越低。工业中采用的黄铜含锌量不超过 45%,含锌量再高将会产生脆性,使合金

性能变坏。

为了改善黄铜的某种性能，在二元黄铜的基础上加入其他合金元素的黄铜称为特殊黄铜。常用的合金元素有硅、铝、锡、铅、锰、铁与镍等。在黄铜中加铝能提高黄铜的屈服强度和抗腐蚀性，稍降低塑性。含铝小于4%的黄铜具有良好的加工、铸造等综合性能。在黄铜中加1%的锡能显著改善黄铜的抗海水和海洋大气腐蚀的能力，因此称为“海军黄铜”。锡还能改善黄铜的切削加工性能。黄铜加铅的主要目的是改善切削加工性和提高耐磨性，铅对黄铜的强度影响不大。锰黄铜具有良好的力学性能、热稳定性和抗蚀性；在锰黄铜中加铝，还可以改善它的性能，得到表面光洁的铸件。黄铜可分为铸造和压力加工两类产品。

③ 青铜 是历史上应用最早的一种合金，原指铜锡合金，因颜色呈青灰色，故称青铜。为了改善合金的工艺性能和力学性能，大部分青铜内还加入其他合金元素，如铅、锌、磷等。由于锡是一种稀缺元素，所以工业上还使用许多不含锡的无锡青铜，它们不仅价格便宜，还具有所需要的特种性能。无锡青铜主要有铝青铜、铍青铜、锰青铜、硅青铜等。此外还有成分较为复杂的三元或四元青铜。现在除黄铜和白铜（铜镍合金）以外的铜合金均称为青铜。

锡青铜有较高的力学性能，较好的耐蚀性、减摩性和好的铸造性能；对过热和气体的敏感性小，焊接性能好，无铁磁性，收缩系数小。锡青铜在大气、海水、淡水和蒸汽中的抗蚀性都比黄铜高。铝青铜有比锡青铜高的力学性能和耐磨、耐蚀、耐寒、耐热、无铁磁性，有良好的流动性，无偏析倾向，可得到致密的铸件。在铝青铜中加入铁、镍和锰等元素，可进一步改善合金的各种性能。

青铜也分为压力加工和铸造产品两大类。

④ 白铜 以镍为主要添加元素的铜基合金呈银白色，称为白铜。铜镍二元合金称普通白铜，加锰、铁、锌和铝等元素的铜镍合金称为复杂白铜，纯铜加镍能显著提高强度、耐蚀性、电阻和热电性。工业用白铜根据性能特点和用途不同分为结构用白铜和电工用白铜两种，分别满足各种耐蚀和特殊的电、热性能。

⑤ 铜材 以纯铜或铜合金制成各种形状包括棒、线、板、带、条、管、箔等统称铜材。铜材的加工有轧制、挤制及拉制等方法，铜材中板材和条材有热轧的和冷轧的；而带材和箔材都是冷轧的；管材和棒材则分为挤制品和拉制品；线材都是拉制的。

#### (4) 铝及铝合金

铝是一种轻金属，密度小（ $2.79\text{g/cm}^3$ ），具有良好的强度和塑性，铝的导电性仅次于银和铜，居第三位，用于制造各种导线。铝具有良好的导热性，可用作各种散热材料。铝还具有良好的抗腐蚀性能和较好的塑性，适合于各种压力加工。在纯铝中加入硅、铜、镁、锌、锰等合金元素形成铝合金，与纯铝相比，铝合金具有高的比强度（强度与密度之比）和其他优良的性能。超硬铝合金的强度可达600MPa，普通硬铝合金的抗拉强度可达200~450MPa，在机械制造中运用广泛。

铝合金按加工方法可以分为变形铝合金和铸造铝合金。变形铝合金又分为不可热处理强化型铝合金和可热处理强化型铝合金。不可热处理强化型不能通过热处理来提高力学性能，只能通过冷加工变形来实现强化。可热处理强化型铝合金可以通过淬火和时效等热处理手段来提高力学性能，它可分为硬铝、锻铝、超硬铝和特殊铝合金等。

铝合金可以采用热处理获得良好的力学性能、物理性能和抗腐蚀性能。

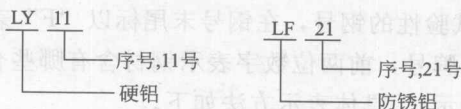
铸造铝合金按化学成分可分为铝硅合金、铝铜合金、铝镁合金和铝锌合金。



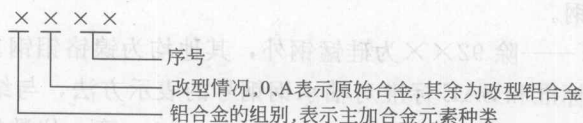
① 工业纯铝 分冶炼品和压力加工品两类，其代号前者以化学成分“Al”表示，后者用汉语拼音“L”表示，如L1、L2、L3，其后的数字表示序号，序号数字愈大，纯度愈低，纯铝的导电性、导热性随其纯度的降低而变差，所以纯度是纯铝的重要指标。纯铝的牌号用四位数字体系表示。如代号L1、L2、L3所对应的牌号分别为1070、1060、1050。

② 变形铝合金 按其成分和性能特征可将变形铝合金分为防锈铝、硬铝、超硬铝和锻铝。

变形铝合金的代号用“铝”和“合金类别”的汉语拼音字首及合金顺序号表示。例如LF21表示为21号防锈铝合金；LY11表示为11号硬铝合金。



变形铝及铝合金牌号采用国际四位数字体系和四位字符体系表示（GB/T 16474—1996）。凡按照化学成分在国际牌号注册组织注册命名的铝及铝合金，直接采用四位数字体系（即采用四位阿拉伯数字表示）；未在国际牌号注册组织注册的，则按照四位字符体系表示（采用阿拉伯数字和第二位用英文大写字母表示），以上两种牌号表示方法仅第二位不同。表示方法如下：第一位数字表示铝及其合金的组别，用1、2、3、…、9依次表示纯铝以及以铜、锰、硅、镁、镁和硅、锌、其他合金元素为主要合金元素的铝合金及备用组；第二位数字或字母表示原始纯铝或铝合金的改型情况。当数字为0或字母A时，表示原始纯铝和原始合金；如数字为1~9或B~Y表示改型情况，即该合金在原始合金的基础上允许有一定的偏差；第三、第四位数字表示同一组中的不同铝合金，纯铝则表示铝的最低质量分数中小数点后面的两位数字。例如：牌号1070表示纯度为99.70%的变形工业纯铝；2A11表示主要合金元素为铜的11号原始变形铝合金。



常用铝合金材料的状态有退火状态（O）、加工硬化状态（H）、自由加工状态（F）、固溶处理状态（M）、热处理状态（T）5种。

③ 铝材 铝和铝合金经加工成一定形状的材料统称铝材，包括板、带、箔、管、棒、线、型等。

④ 铸造铝合金 主要有Al-Si系、Al-Cu系、Al-Mg系、Al-Zn系四个系列。

铸造铝合金的代号用“ZL”（铸铝的拼音字首）加三位数字表示。在三位数字中，第一位数字表示合金类别：1—Al-Si系，2—Al-Cu系，3—Al-Mg系，4—Al-Zn系，第二、第三位表示顺序号。

铸造铝合金的牌号用Z+基本元素（铝元素）符号+主要添加合金元素符号+主要添加合金元素的百分含量表示。优质合金在牌号后面标注“A”，压铸合金在牌号前面冠以字母“YL”。例如ZAlSi12表示 $\omega_{Si}=12\%$ ，余量为铝的铸造铝合金。





### 1.1.3 钢的外国牌号

同一种钢，不同的国家采用不同的符号来表示。

#### (1) 美国钢的牌号表示方法

美国的钢铁产品大都采用美国各团体或学会标准的牌号表示方法，常用 AISI 和 SAE 标准编制钢的牌号。

① 结构钢的牌号表示法 AISI 标准和 SAE 标准的钢号表示方法基本相同，只是钢号的前缀符号有些不同。AISI 标准中有些钢号带有前缀或后缀字母。如对碳素钢和易切削钢的钢号前冠以“C”表示平炉钢，冠以“B”表示酸性转炉钢，对合金钢的钢号冠以“E”表示电炉钢，冠以“TS”表示试验性的钢号，在钢号末尾标以“F”表示易切削钢。

结构钢用四位数字表示牌号，前两位数字表示钢材含有哪些合金元素，后两位数字表示平均含碳量（按万分之几表示）。具体表示方法如下。

- 10××——碳素钢。如 1040 为含碳量为 0.40% 的碳素结构钢。
- 11××、12××——易削钢。如 1138 为含碳量为 0.34%~0.40%，含锰量为 0.70%~1.00%，含硫量为 0.08%~0.13% 的易削钢。
- 13××——含锰合金钢。如 1335 为平均含碳量为 0.35%，含锰量为 1.6%~1.9% 的合金结构钢。
- 2×××——镍合金钢。2 字后面的一位数字表示含镍的百分数（取近似数值）。
- 3×××——镍铬钢。3 字后面的一位数字用来区分不同的镍铬含量。
- 4×××——含钼钢（也含其他合金元素）。4 字后面的一位数字用来区分不同成分的各种含钼钢。
- 5×××——铬钢。5 字后面的一位数字表示含铬的百分数（取近似整数）。
- 6×××——含钒钢。如 6150 表示平均含碳量为 0.50% 的铬（0.8%~1.05%）钒（>0.15%）合金结构钢。
- 8×××、9×××——除 92×× 为硅锰钢外，其他均为镍铬钼钢。

② 轴承钢 AISI 标准和 SAE 标准对轴承钢钢号的表示方法，与结构钢基本上相同，区别在于 AISI 标准为 E5××××，SAE 标准为 5××××。第一位数字是“5”，表示铬钢，第二位数字表示含铬量，最后三位数字表示平均含碳量。例如“52100”表示含碳量 0.95%~1.10%，含铬量 1.30%~1.60% 的高碳高铬轴承钢。

③ 保证淬透性钢（H 钢） AISI 和 SAE 标准的保证淬透性钢，包括在结构钢钢号系列中，并采用后缀字母“H”来表示（H: Hardenability），故也简称为 H 钢，例如 4140H、5132H 等。

④ 工具钢 其钢号是由表示钢类别的字母和顺序数字组成，简单明了，但是钢的化学成分不能直观表示。具体编号系列如下。

- W×——水淬工具钢，一般系碳素工具钢或含少量 Cr、V 的钢。× 为顺序数字（下同），例如 W3。
- S×——耐冲击工具钢，包括含碳 0.50% 的 CrW 钢、SiMoV 钢和 SiMn 钢。
- O×——油淬冷作工具钢，包括含碳 0.9%~1.45% 的 CrWMn 钢、Mn 钢、SiMnMo 钢、CrMoW 钢。
- A×——空冷硬化中合金冷作工具钢，包括含碳 0.70%~1.00% 的 CrMo 钢和 CrMnMo 钢。