

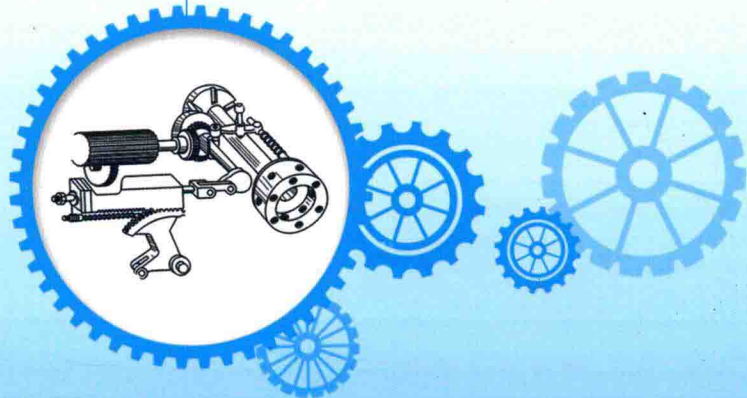
教育部现代学徒制、辽宁省装备制造职教集团校企合作成果



JIXIE ZHUANYE JICHU
JIAOCHENG

机械专业基础教程

任玉珠 刘超◎主编



航空工业出版社

机械专业基础教程

任玉珠 刘超 主编

航空工业出版社

北京

内 容 提 要

本书主要介绍了机械专业基础知识,全书共分16章,具体内容包括金属材料学基础,极限与配合,技术测量基础及尺寸误差检测,几何公差及其误差检测,表面结构及其误差检测,普通螺纹的互换性及误差检测,平键、花键、滚动轴承公差及其误差检测,渐开线圆柱齿轮传动的互换性,构件的静力分析基础,构件的基本变形,常用机构,带传动,齿轮传动。

图书在版编目(CIP)数据

机械专业基础教程 / 任玉珠, 刘超主编. — 北京 :
航空工业出版社, 2017. 12
ISBN 978-7-5165-1394-1

I. ①机… II. ①任… ②刘… III. ①机械工程—教材 IV. ①TH

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第295385号

机械专业基础教程

Jixie Zhuanye Jichu Jiaocheng

航空工业出版社出版发行

(北京市朝阳区北苑2号院 100012)

发行部电话: 010-84934379 010-84936343

廊坊市国彩印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经售

2019年3月第1版

2019年3月第1次印刷

开本: 710×1000

1/16

印张: 19.5

字数: 474千字

印数: 1-1000

定价: 55.00元

前 言

《机械专业基础教程》是机械类、近机类专业基础课程。该课程培养学生具有一定的材料学基础应用能力，极限配合与技术测量相关理论知识及相关技能，机械基础相关理论知识及应用。

本书以培养应用型人才为宗旨，以技术为本，够用为度，突出职业能力培养，体现工学结合，以教、学、做一体化为方向构建课程和教学内容体系。全书共分三大模块，16 章节的内容。对于必要的章节还增加了知识拓展部分，可作为选学内容。本书语言精练、通俗易懂、图文并茂、使用性强。

根据不同专业的需求，教学内容可进行取舍，建议采用理实一体化教学模式。

本书是教育部现代学徒制试点、辽宁装备职业教育集团校企合作的成果之一，由沈阳职业技术学院与沈阳含能金属材料制造有限公司合作，贯彻现代学徒制的教育理念，企业与学校共同研讨开发的现代学徒制教材，为了满足企业对机械专业人才培养的要求，按照企业培训机械操作工人的方法，遵循理论服务于技能，突出技能操作训练的原则，培养具有与未来岗位相适应的职业素养和职业道德的高素质技术型人才。

本书由学院教师任玉珠、刘超任主编，学院教师王照鸿、刘阳，企业工程师秦鸿哲，学院教师张大全任副主编，董凤服担任主审。

由于编者水平有限，书中错误在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

2017 年 10 月

目 录

第1章 金属材料基础	1
1.1 金属材料的性能	1
1.1.1 物理性能	2
1.1.2 化学性能	2
1.1.3 工艺性能	2
1.1.4 力学性能	2
1.2 常用金属材料	4
1.2.1 钢	4
1.2.2 铸铁	7
1.2.3 有色金属及其合金	10
思考与练习	12
第2章 极限与配合	13
2.1 极限与配合的基本术语与定义	14
2.1.1 轴和孔	14
2.1.2 有关尺寸的术语与定义	14
2.1.3 有关偏差、公差术语与定义	15
2.1.4 有关配合的术语与定义	18
2.2 极限与配合国家标准的基本内容	21
2.2.1 标准公差系列	21
2.2.2 基本偏差系列	23
2.2.3 公差带	30
2.2.4 配合代号及其标注	32
2.2.5 一般公差—线性尺寸的未注公差	34
思考与练习	35
第3章 技术测量基础及尺寸误差检测	37
3.1 技术测量的基础知识	37
3.1.1 技术测量概念	37
3.1.2 测量方法	38
3.1.3 长度测量中常用计量器具的测微原理与基本结构	39

3.2 尺寸误差检测与量具和量仪的选择	49
3.2.1 光滑极限量规检验孔轴尺寸的合格性	49
3.2.2 用普通测量器具检测孔、轴尺寸	50
3.2.3 误收与误废	50
3.2.4 安全裕度与验收极限	52
3.2.5 计量器具的选择	54
3.2.6 计量器具选择实例	54
3.3 计量器具的维护与保养	55
3.3.1 计量器具的检定	55
3.3.2 计量器具的维护与保养	55
思考与练习	55
第4章 几何公差及其误差检测	57
4.1 概 述	57
4.1.1 零件的几何要素及其分类	57
4.1.2 几何公差项目及其标注方法	59
4.2 几何公差及其检测原则	64
4.2.1 几何误差	64
4.2.2 几何公差及其误差检测原则	68
思考与练习	71
第5章 表面结构及其误差检测	73
5.1 表面结构概述	73
5.1.1 表面结构的概念	73
5.1.2 表面结构对零件使用性能的影响	74
5.2 表面结构的评定	75
5.2.1 基本术语和评定基准	75
5.2.2 表面结构的评定参数	77
5.3 表面结构的标注	79
5.3.1 表面结构的标注符号及代号	79
5.3.2 表面结构参数的标注(见表5-3)	80
5.3.2 表面结构要求在图样和其他技术产品文件中的注法	82
5.3.3 表面结构要求的简化注法	84
5.4 表面结构的检测	88
5.4.1 目测检查	88
5.4.2 比较法	88

5.4.3 针描法	89
5.4.4 光切法	89
5.4.5 光波干涉法	91
思考与练习	91
第 6 章 普通螺纹结合的互换性及其误差检测	92
6.1 概述	92
6.1.1 螺纹的种类及螺纹结合的基本要求	92
6.1.2 普通螺纹的基本牙型和几何参数	93
6.2 普通螺纹的公差与配合	95
6.2.1 普通螺纹的公差等级	95
6.2.2 螺纹公差带	98
6.2.3 普通螺纹的旋合长度与配合精度	101
6.2.4 普通螺纹在图样上的标记	102
6.2.5 螺纹表格应用示例	103
6.3 普通螺纹的检测	103
6.3.1 综合测量	103
6.3.2 单项测量	105
思考与练习	107
第 7 章 平键、花键、滚动轴承公差及其误差检测	108
7.1 普通平键的公差与配合	108
7.1.1 概述	108
7.1.2 平键连接的公差与配合	110
7.2 矩形花键连接的公差及其误差检测	112
7.2.1 概述	112
7.2.2 矩形花键连接	112
7.2.3 矩形花键的公差与配合	114
7.2.4 花键连接的标注	116
7.2.5 矩形花键的检测	116
7.3 滚动轴承的公差与配合	117
7.3.1 滚动轴承的类型	117
7.3.2 滚动轴承公差	117
7.3.3 滚动轴承与轴和外壳孔的配合及选择	119
思考与练习	126

第 8 章 渐开线圆柱齿轮传动的互换性	127
8.1 齿轮传动的基本要求及齿轮加工误差	127
8.1.1 圆柱齿轮传动的使用要求	127
8.1.2 齿轮加工误差的主要来源及其特性	128
8.2 齿轮的评定指标及其测量	130
8.2.1 影响传递运动准确性的误差及测量	130
8.2.2 影响传动平稳性的误差及测量	133
8.2.3 影响载荷分布均匀性的误差及测量	136
8.2.4 影响齿轮副侧隙的偏差及测量	137
思考与练习	140
第 9 章 构件的静力分析基础	141
9.1 力及其基本性质	141
9.1.1 力	141
9.1.2 力系	142
9.1.3 力的基本性质	143
9.1.4 约束与约束力	144
9.1.5 常见的约束类型	145
9.1.6 受力图	148
9.2 力对点之矩	149
9.2.1 力矩的概念	149
9.2.2 力矩的性质	150
9.2.3 合力矩定理	150
9.3 力偶	151
9.3.1 力偶与力偶矩	151
9.3.2 力偶的性质	152
9.3.3 平面力偶系及其合成	153
9.4 平面力系的平衡方程及其应用	154
9.4.1 力在平面直角坐标轴上的投影、合力投影定理	154
9.4.2 平面力系的平衡方程	156
思考与练习	162
第 10 章 构件的基本变形	165
10.1 轴向拉伸与压缩	165
10.1.1 拉伸、压缩的概念与实例	165
10.1.2 截面法、轴力与轴力图	166

10.1.3 拉(压)杆横截面上的正应力	169
10.1.4 轴向拉压杆变形和胡克定律	171
10.1.5 构件拉伸与压缩时的强度计算	173
10.2 剪切与挤压	177
10.2.1 剪切与挤压的概念与实例	177
10.2.2 剪切实用计算	179
10.2.3 挤压的实用计算	179
10.3 圆轴扭转	182
10.3.1 圆轴扭转的概念与实例	182
10.3.2 扭矩与扭矩图	184
10.3.3 圆轴扭转的应力与强度计算	186
10.4 平面弯梁	191
10.4.1 平面弯曲的概念与实例	191
10.4.2 平面弯曲的内力——剪力与弯矩	193
思考与练习	198
第 11 章 带传动	202
11.1 带传动的工作原理、类型及特点	202
11.1.1 带传动的工作原理	202
11.1.2 带传动的类型	203
11.1.3 带传动的特点	204
11.2 带传动的基本理论	204
11.2.1 带传动的受力分析	204
11.2.2 带的应力	206
11.2.3 弹性滑动与传动比	207
11.3 普通 V 带和 V 带轮	208
11.3.1 V 带的构造和标准	208
11.3.2 普通 V 带轮	210
11.4 带传动的张紧、安装和维护	212
11.4.1 带传动的张紧	212
11.4.2 带传动的安装和维护	213
思考与练习	213
第 12 章 常用机构	215
12.1 概述	215
12.2 平面机构运动简图及自由度	217

12.2.1	运动副及其分类	217
12.2.2	平面机构运动简图	218
12.2.3	平面机构的自由度	220
12.3	平面连杆机构	227
12.3.1	概述	227
12.3.2	平面四杆机构的基本形式及其应用	227
12.3.3	平面四杆机构的基本特性	233
	思考与练习	237
第 13 章	齿轮传动	239
13.1	齿轮传动的类型、特点及其基本要求	240
13.1.1	齿轮传动的类型	240
13.1.2	齿轮传动的特点	240
13.1.3	对齿轮传动的基本要求	241
13.2	标准渐开线直齿圆柱齿轮各部分的名称和几何尺寸	241
13.2.1	渐开线齿轮的各部位名称及代号	241
13.2.2	标准渐开线直齿圆柱齿轮基本参数	242
13.2.3	标准直齿圆柱齿轮的几何尺寸计算	244
13.3	渐开线标准直齿圆柱齿轮的啮合传动	245
13.3.1	一对渐开线齿轮的正确啮合条件	245
13.3.2	连续传动条件	246
13.3.3	正确安装及标准中心距	247
13.4	渐开线齿轮的加工原理、根切现象	249
13.4.1	渐开线齿轮的加工方法	249
13.4.2	根切现象及避免根切现象的措施	251
	思考与练习	253
第 14 章	轮系与减速器	254
14.1	概述	254
14.1.1	轮系的类型	254
14.1.2	轮系的功用	256
14.2	定轴轮系传动比的计算	256
14.2.1	转向关系的确定	257
14.2.2	传动比的计算	258
	思考与练习	260

第 15 章 连接	261
15.1 键连接与销连接	261
15.1.1 键连接	261
15.1.2 花键连接	268
15.1.3 销连接	270
15.2 螺纹连接	271
15.2.1 螺纹的形成、类型及主要参数	271
15.2.2 螺纹连接的主要类型	274
15.2.3 螺纹连接的预紧和防松	275
思考与练习	276
第 16 章 轴系零部件	278
16.1 概述	278
16.1.1 轴的分类	278
16.1.2 轴的材料	280
16.2 提高轴强度和刚度的措施	282
16.2.1 改善轴的受力状况	282
16.2.2 改善轴的结构减小应力集中	283
16.3 滚动轴承	283
16.3.1 滚动轴承的特点	284
16.3.2 滚动轴承的构造、类型和代号	284
16.3.3 滚动轴承的润滑与密封	289
16.4 联轴器与离合器	292
16.4.1 联轴器	292
16.4.2 离合器	295
思考与练习	299
参考文献	300

第 1 章

金属材料基础

导 读

金属材料广泛应用于机械零件及工程结构，机械及相关专业人员有必要掌握常用金属材料的性能及用途。

内容提要

金属材料的性能，常用金属材料及其选择方法。

1.1 金属材料的性能

材料是人类用来制作各种产品的物质。人类生活与生产都离不开材料，它的品种、数量和质量是衡量一个国家现代化程度的重要标志。现代材料种类繁多，据粗略统计，目前世界上的材料已达 40 多万种，并且每年还以约 5% 的速度增加。

虽然现代工业中新型非金属材料的应用范围在不断扩大，并在工程材料中占有越来越重要的地位，但工业生产中应用最广的仍然是金属材料。在各种机器设备所用材料中，金属材料约占 90% 以上。这是由于金属材料不仅来源丰富，而且还具有优良的使用性能和工艺性能，使用性能包括力学性能和物理、化学性能。优良的实用性能可满足生产和生活上的各种需要。优良的工艺性能则可使金属材料易于采用各种加工方法，制成各种形状、尺寸的零件和工具。因此，工程技术人员要掌握金属及合金的各种主要性能，并根据零件的技术要求，合理地选用所需的金属材料。

1.1.1 物理性能

金属及合金的主要物理性能有密度、熔点、热膨胀性、导热性和导电性等。由于机械零件的用途不同,对于其物理性能的要求也有所不同。例如飞机零件要选用密度小的铝合金来制造;又如在设计电机、电气的零件时,常要考虑金属材料的导电性等。

金属材料的一些物理性能对于热加工工艺还有一定的影响。例如高速钢的导热性较差,在锻造和热处理时就应该采用较慢的加热速度,以防止产生裂纹;又如锡基轴承合金、铸铁和铸钢的熔点各不相同,铸造时三者的熔炼工艺就有很大的不同。

1.1.2 化学性能

化学性能是金属及合金在室温或高温时抵抗各种化学作用的能力,主要是指抗化学侵蚀性,如耐酸性、耐碱性、抗氧化性等。

对于腐蚀介质中或在高温下工作的零件,由于其腐蚀性作用比在空气中或室温下工作时更为强烈,因此在设计这类零件时,应特别注意金属材料的化学性能,并采用化学稳定性良好的合金,如化工设备、医疗机械等采用不锈钢。

1.1.3 工艺性能

工艺性能是指在制造机械零件及工具的过程中,金属材料适应各种冷热加工的性能,包括铸造性、可锻性、焊接性、热处理和可加工性等。在设计零件和选择工艺方法时,都要考虑金属材料的工艺性。

1.1.4 力学性能

机械零件或工具在使用过程中,往往要受到各种载荷的作用,金属材料在受到载荷作用时的性能,称为金属材料的力学性能,它是设计机械零件或工具时选择材料的重要依据。金属材料的力学性质主要有强度、塑性、硬度、冲击韧度、疲劳强度等。

(1) 强度和塑性

强度是材料抵抗变形和断裂的能力,塑性是材料产生变形而又不破坏的性能。

(2) 硬度

硬度是指材料表面抵抗其他更硬物质压入其表面的能力,它反映了材料局部的塑性变形抗力。硬度越高,材料抵抗塑性变形的抗力越大,塑性变形越困难。因此,硬度指标和

强度指标之间有一定的对应关系。

硬度试验的方法简单方便,又无损于零件,因此,在生产和科研中得到普遍应用。硬度也是材料重要的力学性能指标。常用的硬度有布氏硬度、洛氏硬度、维氏硬度等。

① 布氏硬度

布氏硬度实验法是用一直径为 d 的淬火钢球或硬质合金球,在规定载荷 F_p 的作用下压入被测试金属表面,停留一定时间后卸除载荷测量被测金属表面所形成的压痕直径 d ,由此计算压痕的球缺面积 A ,然后再求出压痕的单位面积所承受的平均压力 (F_p/A),以此作为被测金属的布氏硬度值。

当压头为淬火钢球时,硬度符号为 HBS,适用布氏硬度值低于 450 的金属材;当压头为硬质合金球时,硬度符号 HBW,适用布氏硬度为 450~650 之间的金属材料。

在日常应用中,常用查表法确定布氏硬度值,标注时只需标注其符号和数值不标注单位。

② 洛氏硬度

洛氏硬度是以顶角为 120° 的金刚石圆锥体或直径为 1.588 mm 的钢球作为压头,载荷分两次施加(初载荷为 98.1N)的硬度试验法。其硬度值以压痕的深度衡量,此时在硬度计上可直接读出。根据所用压头种类和所加载荷不同,洛氏硬度分为 HRA, HRB, HRC 三种标尺。工程上常用 HRC 作为洛氏硬度指标。常用洛氏硬度标尺的试验条件和应用范围如表 1-1 所示。

表 1-1 常用洛氏硬度标尺的试验条件和应用

标尺符号	硬度符号	所用压头	总载荷/N	测量范围 HR	应用范围
A	HRA	120° 金刚石圆锥体	588.4	20~88	硬质合金、表面淬火层、渗碳层等
B	HRB	$\phi 1.588\text{mm}$ 钢球	980.7	25~100	低碳钢、铜合金、铝合金、可锻铸铁
C	HRC	120° 金刚石圆锥体	1471.0	20~70	淬火钢、调质钢、高硬度铸铁

HRA、HRC 所用刻度盘满刻度为 100、HRB 为 130。

洛氏硬度操作简便、压痕小,不损伤工件表面,可以测量从较软到极硬的或厚度较薄、面积较小的材料的硬度,故洛氏硬度法是目前工厂中应用最广泛的试验方法。其缺点是因压痕较小,故对组织粗大且不均匀的材料测得的硬度不够准确。

③ 维氏硬度

维氏硬度用符号 HV 表示,它的测定原理基本上和布氏硬度相同,也是根据压痕单位面积上所承受的载荷大小来测量硬度值。所不同的是,维氏硬度采用锥面夹角为 136° 的金刚石四棱锥体作为压头。它适用于测量零件表面硬化层及经化学热处理的表面层(如渗氮层)的硬度。维氏硬度测量值精度高,但操作复杂,工作效率不如测洛氏硬度高。

(3) 冲击韧度

材料抵抗冲击载荷的能力称为冲击韧度。冲击韧度用一次冲击试验法来测定,即把标准冲击试样一次击断,用试样缺口处单位截面积上的冲击功来表示冲击韧度。

冲击韧度值与试验的温度有关。有些材料在室温时并不显示脆性,而在低温下则可能发生脆断,这种现象称为冷脆现象。一般指冲击韧度值低的材料称为脆性材料,冲击韧度值高的材料称为韧性材料。

(4) 疲劳极限

金属材料在受到交变应力或循环应力时往往在工作应力小于屈服强度的情况下突然断裂,这种情况称为疲劳断裂。不发生疲劳断裂的最大循环应力值称为条件疲劳极限,又称为疲劳强度。

1.2 常用金属材料

金属材料主要包括黑色金属、有色金属以及它们的合金。

1.2.1 钢

钢按化学成分分为碳素钢(简称碳钢)和合金钢两大类。碳钢除以铁、碳为其主要成分外,还含有少量的锰、硅、硫、磷等杂质元素。由于碳钢容易冶炼、价格低廉,性能可以满足一般工程机械、普通机械零件、工具及日常轻工业产品的使用要求,因此在工业上得到广泛的应用。合金钢是在碳钢基础上,有目的地加入某些元素(称为合金元素)而得到的多元合金。与碳钢相比,合金钢的性能有显著的提高,故应用亦日益广泛。

钢的种类很多,为了便于管理、选用和研究,从不同角度把它们分成若干类别。通常按用途把钢分为结构钢、工具钢、特殊性能钢三大类。

(1) 结构钢

凡用于制造各种机械零件以及各种工程结构的钢都称为结构钢。

用作工程结构的钢,称为建筑钢,它们大都是普通质量的结构钢(包括碳素结构钢及低合金钢高强度结构钢)。这类结构钢冶炼比较简单,成本低。适应工程结构需大量消耗钢材的要求。建筑钢一般不再进行热处理。

用作机械零件的钢称为机械制造用钢,它们大都是优质结构钢(包括优质碳素结构钢及各种优质或高级优质合金结构钢),以适应机械零件承受动载荷的要求,一般需要适当的热处理,以发挥材料的潜力。

① 普通质量结构钢

碳素结构钢：碳素结构钢的平均碳的质量分数含碳在 0.6%~0.38% 范围内，钢中含有害杂质和非金属杂物较多。

碳素结构钢牌号表示方法用代表屈服强度的字母 (Q)、屈服值、质量等级符号 (A、B、C、D) 及脱氧方法符号 (F、Z) 等四个部分按顺序组成，如 Q235-AF)。质量等级符号反映了碳素结构钢中有害杂质 (磷、硫) 含量的多少，C、D 级的碳素结构钢中磷、硫含量最低，质量好，可作重要焊接结构件。脱氧方法符号 “F” “Z”、分别表示沸腾钢、镇静钢。镇静钢其牌号中脱氧方法符号可省略。

Q195 钢中碳的质量分数很低、塑性好，常用作铁钉、铁丝及各种薄板，如黑铁皮、白铁皮 (镀锌薄钢板) 等。也可用来代替优质碳素结构钢 08 钢或 10 钢，制造冲压件、焊接结构件。

Q275 钢属中碳钢，强度很高。可代替 30 钢、40 钢用于制造稍重要的某些零件，以降低原材料成本。

低合金结构钢：低合金结构钢又称低合金高强度钢，广泛用于制造大气和海洋中工作的大型焊接结构件，如建筑结构、桥梁、车辆、船舶、输油输气管道、压力容器等。

低合金结构钢的碳的质量分数较低，含碳 $\leq 0.2\%$ ，合金元素含量较少 $< 3\%$ ，这样可以保证钢具有良好的塑性、韧性及焊接性能。常加入的合金元素有 Mn、Ti、V、Cu 等，它们的主要作用是强化铁素体，细化晶粒，从而提高钢的强度。同时 Cu 还能提高钢在大气中的耐腐蚀能力。用这类钢制作大型构件不仅安全可靠，而且减轻自重、节约钢材。如南京长江大桥采用 Q345 钢建造，比采用普通结构钢节约材料 15%。

② 优质结构钢

这类钢主要用于制造较重要的机械零件。根据化学成分不同可分为优质碳素结构钢与合金结构钢。

优质碳素结构钢的牌号是用两位数字表示。两位数字表示钢中以平均万分数表示的碳的质量分数。属于沸腾钢的，在数字后加标 “F”；未标 “F” 的都是镇静钢。

例如：45——表示含碳 = 0.45% 的镇静钢；08 F——表示含碳 = 0.08% 的沸腾钢。

优质碳素结构钢按含锰量不同，分为普通含锰量及较高含锰量两组。含锰量较高的一组，在其牌号数字后加 “Mn” 字。如：45Mn、65Mn 等。

合金结构钢都是优质或高级优质钢 (高级优质钢在牌号后加 “A” 字，如 25Cr2MoVA 特级优质钢在牌号后 “E” 字)。

(2) 工具钢

工具钢是指制造各种刀具、模具、量具的钢，相应地称为刀具钢、模具钢、量具钢。

工具钢除个别情况外，大多数是在受很大局部压力和磨损条件下工作，应具有高硬度、高耐磨性以及足够的强度和韧性，故工具钢 (除热作模具钢外) 大多属于过共析钢，含碳

量 0.6%~1.3%。

① 刀具钢

主要有碳素工具钢、低合金工具钢和高速钢等。

碳素工具钢：碳素工具钢的牌号冠以“T”表示，其后数字以千分数表示的碳的质量分数，若为高级优质钢，则在数字后面再加“A”字。如 T8 表示平均 $W_c=0.8\%$ 的优质碳素工具钢；T10A 表示平均 $W_c=1.0\%$ 的高级优质碳素工具钢。合金工具钢的牌号表示方法与合金结构钢相似，但其平均 $W_c \geq 1.0\%$ 时，碳的质量分数不标出；当 $W_c < 1.0\%$ 时，则牌号前的数字表示含碳千分数。合金元素的表示方法与合金结构钢相同。由于合金工具钢都属于高级优质钢，故不再在牌号后标出“A”字。工具钢的热处理一般为预先热处理，采用球化退火，最终热处理为淬火加低温回火。

各种高速钢由于具有比其他刀具钢高得多的热硬性、耐磨性及较高的强度与韧性，不仅可制作切削速度较高的刀具，也可以制造载荷大、形状复杂、贵重的切削刀具（如拉刀、齿轮铣刀等）。此外高速钢还可用于制造冷冲模、冷挤压模及某些要求耐磨性高的零件。

② 模具钢

主要有冷作模具钢和热作模具钢两种。

冷作模具是使常温金属变形的模具，如冷冲模、拉延模具。这类模具要求高硬度、高耐磨性、一定的韧性及较好的淬透性。

冷作模具钢的热处理为淬火加低温回火。

热作模具钢是用来制造使加热金属（或液态金属）获得所需形状的模具的钢。一般又分为热锤锻模、热挤压模和压铸模等。这类模具要求有足够的高温强度、良好的冲击韧性和耐热疲劳性，一定的硬度和耐磨性，良好的淬透性和导热性。

热作模具钢碳的质量分数 $W_c=0.3\% \sim 0.6\%$ ，并有铬、镍、锰、钼、钨、钒等合金元素。最常用的热锻模具钢有 5CrMnMo、5CrNiMo 等。小型热铸模具选用 5CrMnMo，大型热锻模具选用 5CrNiMo，热处理淬火后一般采用 $500 \sim 650^\circ\text{C}$ 回火，模面硬度为 40HRC 左右。常用的压铸模钢为 3Cr2W3V，热处理淬火后高温回火，硬度为 45HRC 左右。

③ 量具钢

量具是机械加工中使用的检测工具，如量块、塞尺、样板、游标卡尺、千分尺、百分表等。量具在使用中常与被测工件接触，受到摩擦与碰撞，故要求量具应具有高硬度和高耐磨性，并具有高的尺寸稳定性。量具用钢一般可选用碳素工具钢或低合金工具钢。对精度要求较高的量具，在淬火后需立刻进行冷处理，在精磨后或研磨前还要进行一次时效处理，即将工件加热至 $120 \sim 150^\circ\text{C}$ 左右，较长时间保温后缓冷，以稳定组织，进一步消除残余应力，提高量具尺寸稳定性。

(3) 特殊性能钢

特殊性能钢是具有特殊的物理或化学性能的钢。其种类很多，机械制造行业主要使用