

中等职业教育课程改革国家规划新教材配套教学用书

机械基础 学习指导和练习

马成荣 主 编

戴志浩 副主编



 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

中等职业教育课程改革国家规划新教材配套教学用书

机械基础 学习指导和练习

马成荣 主 编

戴志浩 副主编



人民邮电出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

机械基础学习指导和练习 / 马成荣主编. — 北京 : 人民邮电出版社, 2011. 7
中等职业教育课程改革国家规划新教材配套教学用书
ISBN 978-7-115-24759-9

I. ①机… II. ①马… III. ①机械学—职业高中—教学参考资料 IV. ①TH11

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第043383号

内 容 提 要

本书是中等职业教育课程改革国家规划新教材《机械基础(少学时)》的配套学习指导和练习,在内容选取与章节安排上与主教材保持基本一致,并补充了气压传动与液压传动的相关内容。

全书共7章,主要内容包括机械工程材料、工程力学基础、典型机械零件、机械传动、常见机构、气压传动和液压传动。

本书贴近中职教学实际,是主教材教学的有益补充,可作为中职学生课堂作业与课后巩固练习,也可作为相关专业升学考试的练习用书。

中等职业教育课程改革国家规划新教材配套教学用书

机械基础学习指导和练习

-
- ◆ 主 编 马成荣
 - 副 主 编 戴志浩
 - 责任编辑 曾 斌
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
中国铁道出版社印刷厂印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 12.25 2011年7月第1版
字数: 305千字 2011年7月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-24759-9

定价: 22.00元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

广告经营许可证: 京崇工商广字第0021号

前 言

本书是中等职业教育课程改革国家规划新教材《机械基础（少学时）》的配套学习指导和练习，旨在强调课内学习与课外提高的有机结合。

“机械基础”是机械大类的专业基础课程，其课程性质决定了本门课程涉及较多的基本概念和基本原理，而这些知识的掌握、巩固和拓展需要依靠一定的指导和练习。

本书紧密结合主教材内容，设置知识要求、知识重点难点精讲、知识拓展、例题解析、习题解答、知识测评等环节，有效地实现从主教材教学到细分理解、练习巩固的过渡。

知识要求：明确需要学习的知识内容和对这些知识掌握程度的要求。

知识重点难点精讲：对重点知识、难点知识进行提炼和精讲。

知识拓展：对于主教材未涉及或涉及较浅但又具有实用价值的知识进行拓展。

例题解析：根据知识内容，选取典型例题进行详细分析和讲解。

习题解答：针对主教材中对应章节的“巩固拓展”内容进行解答。

知识测评：有针对性地设计具有阶梯型、层次性的训练习题供学生练习，以达到巩固知识、拓展能力、强化应用的目的。

本书由马成荣担任主编，戴志浩担任副主编，参与编写的还有溧阳中等专业学校葛荣成、王云清、秦晔、陈美琴、陈惊涛，南京市江宁中等专业学校秦文卫、刘成果。由于编写水平有限，书中难免存在不足之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

2011年1月

目 录

绪论	1
第一章 机械工程材料	6
第一节 材料的力学性能	6
第二节 黑色金属材料	9
第三节 钢的热处理	16
第四节 有色金属材料和非金属材料	23
第二章 工程力学基础	29
第一节 杆件静力分析	29
第二节 直杆变形分析	35
第三节 直杆强度校核	42
第三章 典型机械零件	48
第一节 轴	48
第二节 轴承	56
第三节 键与销	64
第四节 螺纹连接	71
第五节 联轴器与离合器	79
第四章 机械传动	88
第一节 带传动	88
第二节 链传动	96
第三节 齿轮传动	101
第四节 蜗杆传动	116
第五节 齿轮系与减速器	122

第六节 机械润滑与机械密封.....	128
第五章 常见机构	132
第一节 平面四杆机构.....	132
第二节 凸轮机构.....	138
第三节 间歇运动机构.....	148
第六章 气压传动	156
第七章 液压传动	166
第一节 液压传动的基本概念.....	166
第二节 液压元件.....	169
第三节 液压基本回路及液压系统.....	176

绪论



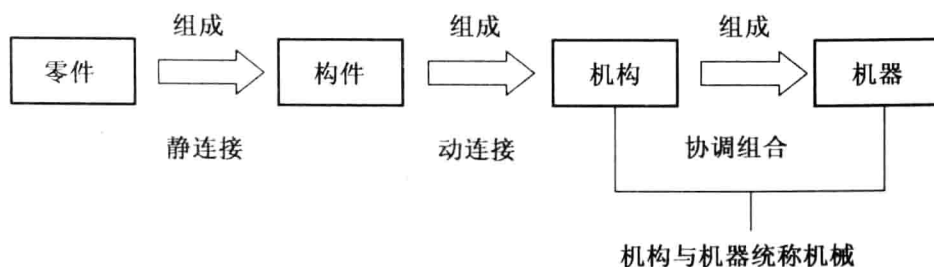
知识要求

知 识 点	要 求
课程的内容、性质、任务和基本要求	了解本课程的任务和学习要求
机械的组成	了解机械的组成, 知道机器、机构、构件和零件的关系
机械环保与安全防护	了解机械传动装置中的危险零部件以及造成机械伤害的原因及防护措施, 了解机械噪声的形成和防护措施, 讲究环保



知识重点难点精讲

一、机械的组成



二、机械环保与安全防护

机械环保	控制噪声	办法: 控制噪声源(如采用隔声罩)、控制噪声传播(如使用耳塞、耳罩和头盔)等
	控制磨屑及有害烟尘	办法: 注意通风换气, 使用劳动保护措施(戴口罩、面具)等

续表

安全防护	在齿轮传动、带传动、链传动以及其他机械连接中	防护要求：按防护部分的形状、大小制成固定式防护装置，安装在传动部分外部，遮蔽全部运动部件，以隔绝身体任何部分与之接触
	设备存在潜在缺陷、设备磨损与老化以及其他人为因素	防护措施：在机械的功能设计中解决安全问题，采用齐全的安全装置，通过使用文字、标记、信号、符号、图表等信息发出警示，配备保护人身安全的装备，安全布局车间里的机器，进行安全教育与监察等



习题解答

1. 原动部分、工作部分、传动部分、控制部分。
2. 变换能量的机器：发电机、内燃机、发动机等；变换物料的机器：车床、铣床、配钥匙机等；变换信息的机器：打印机、计算机、手机等；机构：如自行车上的链传动机构、机器的齿轮传动机构、内燃机中曲轴连杆机构和电影放映机卷片机构等。
3. 零件：零件是机械中不可拆的制造单元体，如轴、盘盖、叉架、箱体等；是相互间没有相对运动的物体。有时也将用简单方式连成的单元件称为零件，如轴承。

构件：构件是机构中的运动单元体，构件可以是一个独立的零件，也可以由若干个零件组成。

机构：机构是具有确定相对运动的构件的组合。它是用来传递运动和力的构件系统，如自行车上的链传动机构、汽车上的齿轮传动机构。

机器：机器是根据使用要求而设计制造的一种执行机械运动的装置，用来变换或传递能量、物料与信息，从而代替或减轻人类的体力劳动和脑力劳动。

机械：机械是机器与机构的统称。

举例：柴油机中有曲柄连杆机构，该机构中的主要构件连杆可由连杆体、连杆盖、螺栓、螺母、上下轴瓦、连杆衬套等零件组成。



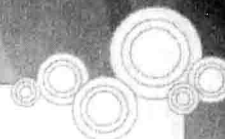
知识测评

一、填空题

1. 机器是根据使用要求而设计制造的一种执行_____的装置，用来变换或传递_____、_____与_____，从而代替或减轻人类的体力劳动和脑力劳动。
2. 根据用途不同，机器可以分为_____、_____和_____3种类型。
3. 机构是具有确定相对运动的_____的组合，它是用来传递_____和_____的。
4. 零件是机械中不可拆的制造_____。
5. 机械伤害事故是机械设备运动（或静止）部件、工具、加工件直接与人体接触引起的事故。常见的机械伤害有_____、_____、_____、_____等。
6. 对于长期处在强噪声或变噪声环境中从事短期工作的操作者，可使用_____、_____、_____等个人防护装置，保护人体健康。对磨屑和有害烟尘的劳动保护措施有戴_____、_____等。

二、判断题

1. 传动的终端是机器的工作部分。（ ）



2. 机构就是具有相对运动的构件的组合。()
3. 构件是加工制造的单元。()
4. 构件可以是一个零件,也可以是几个零件的组合。()
5. 打印机、计算机等都是机器。()
6. 机械噪声不是一种污染,讲究环保时不要特别引起重视。()
7. 齿轮传动中两轮开始啮合的地方很危险。()
8. 机器传动中裸露的突出部分也很危险,因为它容易缠绕衣物等。()
9. 磨损与老化会降低设备的可靠性,导致机器出现异常。()
10. 任何一次不规范的操作都有可能事故的发生。()

三、选择题

1. 我们把各个部分之间具有确定的相对运动构件的组合称为()。
A. 机器 B. 机构 C. 机械 D. 机床
2. 内燃机用于变换能量,它属于()。
A. 动力机器 B. 工作机器 C. 信息机器 D. 不是机器
3. 下列各机械中,属于机构的是()。
A. 纺织机 B. 拖拉机 C. 千斤顶 D. 发电机
4. 下列不属于机械伤害的是()。
A. 碰撞 B. 剪切 C. 卷入 D. 接触
5. 下列不属于通用零件的是()。
A. 螺母 B. 齿轮 C. 弹簧 D. 曲轴
6. 以下()属于变换物料的工作机器。
A. 内燃机 B. 数控机床 C. 打印机 D. 洗衣机

四、名词解释

1. 机械
2. 机器
3. 机构、构件
4. 零件

五、简答题

1. 机器的一般组成如何?
2. 常见零件按结构是怎样分类的?
3. 机械伤害的产生原因与防护措施有哪些?

六、论述题

1. 联系生产生活实际,列举身边的机器和机构。
2. 试叙述在实际工作生活中应该如何讲究环保?
3. 你准备在新学期中如何来学好这门课程?

知识测评参考答案:

一、填空题

1. 机械运动 能量 物料 信息
2. 动力机器 工作机器 信息机器
3. 构件 运动 动力
4. 单元体
5. 碰撞 夹击 剪切 卷入
6. 耳塞 耳罩 头盔 口罩 面具

二、判断题

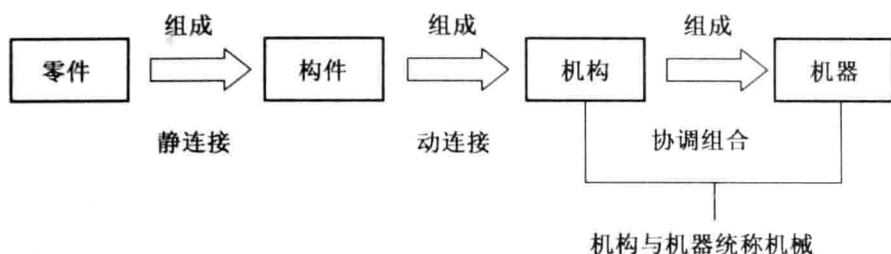
1. 对 2. 错 3. 错 4. 对 5. 对 6. 错 7. 对 8. 对 9. 对 10. 对

三、选择题

1. B 2. A 3. C 4. D 5. D 6. B

四、名词解释

1. 机器和机构统称机械，它的组成如下所示。



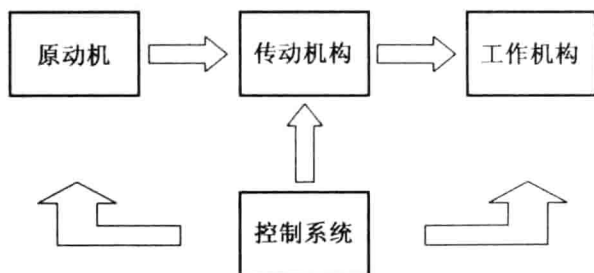
2. 机器是根据使用要求而设计制造的一种执行机械运动的装置，用来变换或传递能量、物料与信息，从而代替或减轻人类的体力劳动和脑力劳动。

3. 机构是具有确定相对运动的构件的组合，它是用来传递运动和力的构件系统，如自行车上的链传动机构、汽车上的齿轮传动机构。构件是机构中的运动单元体，构件可以是一个独立的零件，也可以由若干个零件组成。

4. 零件是机械中不可拆的制造单元体，如轴、盘盖、叉架、箱体等，是相互间没有相对运动的物体。有时也将用简单方式连成的单元件称为零件，如轴承。

五、简答题

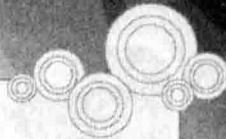
1. 答：机器的一般组成如下所示。



2. 答：常见零件按结构分类有轴套类、盘盖类、叉架类和箱体类。

3. 答：机械伤害的产生原因与防护措施如下。

类型	原因	防护措施
设备存在潜在缺陷	如零件的材料选择不当或者材料有缺陷（缩孔、裂纹、划伤等）、操纵控制机构设计不当、缺少安全防护装置、设备安装不牢固、零部件装配不达标等	在机械的功能设计中解决安全问题，采用齐全的安全装置，通过使用文字、标记、信号、符号、图表等信息发出警示，配备保护人身安全的装备，安全布局车间里的机器，进行安全教育与监察等
设备磨损与老化	磨损与老化会降低设备的可靠性，导致机器出现异常而未被发现	
人为因素	任何一次不规范操作都有可能導致事故发生	



六、论述题

1. 答：机器：车床、缝纫机、电风扇、洗衣机等；机构：扳手、连杆等（可由学生结合实际生活列举实例）。

2. 答：（1）控制噪声，（2）控制磨屑及有害烟尘（可由学生结合实际生活拓展，如结合社会热点话题“低碳经济”或者“哥本哈根世界气候大会”等展开讨论）。

3. 建议学生在学习过程中能理论联系实际，积极动手动脑，从实践中获得更多新知识。充分用好书中“看一看、试一试、读一读、讲一讲、做一做”等各个环节（可由学生结合自己原有科学经验展开讨论）。

第一章

机械工程材料

第一节 材料的力学性能

知识要求

知 识 点	要 求
材料力学性能的主要指标	了解材料力学性能的主要指标和符号
力学性能指标有关试验方法	了解拉伸试验、硬度和冲击韧性的试验方法
强度、塑性的计算	了解屈服点、抗拉强度、断后伸长率和断面收缩率的有关计算

知识重点难点精讲

一、材料力学性能的主要指标和符号

强度	材料在力的作用下抵抗永久变形和断裂的能力	R_{eL} 、 R_m
塑性	材料在外力作用下，产生永久变形而不致引起破坏的性能	A 、 Z
硬度	反映材料局部体积内抵抗另一更硬物体压入的能力	HB、HR、HV
韧性	材料在冲击载荷作用下抵抗变形和断裂的能力	α_k
疲劳强度	材料抵抗交变应力作用下发生破坏的能力	R_{-1}

二、力学性能指标有关试验方法

强度、塑性	用拉伸试验机测定： R_{eL} 、 R_m ； A 、 Z
硬度	用布氏硬度试验机测定 HB；用洛氏硬度试验机测定 HR；用维氏硬度试验机测定 HV
冲击韧性	用冲击试验机测定 α_k

三、强度、塑性的计算

强度的指标主要有屈服点和抗拉强度两种。

屈服强度：在拉伸试验过程中，当载荷增加到 F_L 时，如果不再继续增加载荷，试样仍能继续伸长，这种现象叫做屈服。将开始发生屈服现象时的应力，称为屈服强度，用符号 R_{eL} 表示。 F_L 为试样屈服时的载荷，单位为 N； S_0 为试样的原始截面积，单位为 mm^2 。

$$R_{eL} = F_L / S_0$$

抗拉强度：在拉伸试验过程中，当载荷超过 F_L 后，载荷仍缓慢增大到 F_m 时，试样产生缩颈，有效截面积急剧减小，直至断裂。这种试样在断裂前所能承受的最大应力称为抗拉强度，用符号 R_m 表示。 F_m 为试样断裂前的最大载荷，单位为 N； S_0 为试样的原始截面积，单位为 mm^2 。

$$R_m = F_m / S_0$$

常用的塑性指标是断后伸长率和断面收缩率。

断后伸长率：指试样拉断后的标距伸长量和原始标距之比，即标距的相对伸长，用符号 A 表示。 $A = [(L_u - L_0) / L_0] \times 100\%$ 。 L_0 为试样原始标距长度，单位为 mm； L_u 为试样断裂后的标距长度，单位为 mm。

断面收缩率：指试样拉断处横截面积的收缩量与原始横截面之比，用符号 Z 表示。 $Z = [(S_0 - S_u) / S_0] \times 100\%$ 。 S_0 为试样的原始截面积，单位为 mm^2 ； S_u 为试样断口处的横截面积，单位为 mm^2 。

知识拓展 —— 材料的两大性能

使用性能——反映材料在使用过程中的表现特性。例如，力学性能（强度、硬度、塑性、韧性、疲劳强度等）、物理性能（密度、熔点、导电性、导热性、热膨胀性、磁性等）、化学性能（抗氧化性、耐腐蚀性等）等。

工艺性能——反映材料在加工制造过程中的表现特性。例如，铸造性、锻造性、焊接性、切削加工性和热处理性等。

例题解析

例：有一个直径 $d_0 = 10\text{mm}$ ，长度 $L_0 = 100\text{mm}$ 的低碳钢试样，拉伸试验时测得 $F_L = 21\text{kN}$ ， $F_m = 29\text{kN}$ ， $d_u = 5.65\text{mm}$ ， $L_u = 138\text{mm}$ ，求此试样的 R_{eL} 、 R_m 、 A 、 Z 。

分析：原始直径为 $d_0 = 10\text{mm}$ ，原始长度为 $L_0 = 100\text{mm}$ ；试样拉断后的直径为 $d_1 = 5.65\text{mm}$ ，长度为 $L_u = 138\text{mm}$ 。 $F_L = 21\text{kN}$ 为出现明显塑性变形时的力； $F_m = 29\text{kN}$ 为拉断后所用的最大的力。

解答：（1）计算 S_0 、 S_1 ：

$$S_0 = \frac{\pi d_0^2}{4} = \frac{3.14 \times 10^2}{4} = 78.5 (\text{mm}^2)$$

$$S_u = \frac{\pi d_u^2}{4} = \frac{3.14 \times 5.65^2}{4} = 25 (\text{mm}^2)$$

（2）计算 R_{eL} 、 R_m ：

$$R_{eL} = \frac{F_L}{S_0} = \frac{21\,000}{78.5} = 267.5 (\text{N/mm}^2)$$

$$R_m = \frac{F_m}{S_0} = \frac{29\,000}{78.5} = 369.4 (\text{N/mm}^2)$$

（3）计算 A 、 Z ：

$$A = \frac{L_u - L_0}{L_0} \times 100\% = \frac{138 - 100}{100} \times 100\% = 38\%$$

$$Z = \frac{S_0 - S_u}{S_0} = \frac{78.5 - 25}{78.5} \times 100\% = 68\%$$

习题解答

1. 利用力的平衡原理。利用材料的弹性变形阶段力与变形量成正比的原则。
2. 材料的力学性能指标有强度、塑性、硬度、韧性和疲劳强度。强度是材料在力的作用下抵抗永久变形和断裂的能力，是所有零件与工具设计时的重要依据。塑性是材料塑性变形加工时的主要依据，也是零件设计时的主要依据。硬度是材料的坚硬程度，是工具的重要性能指标。韧性是材料受冲击力时的重要性能指标。疲劳强度是材料受交变载荷时的重要性能指标。

$$3. \text{ 因为 } R_{eL} = F_L / S_0 = F_L / \frac{\pi d_0^2}{4} = 360 \text{ MPa} > 355 \text{ Mpa}$$

$$R_m = F_m / S_0 = F_m / \frac{\pi d_0^2}{4} = 6054 \text{ MPa} > 600 \text{ Mpa}$$

所以这批钢材的力学性能符合要求。

知识测评

一、填空题

1. 金属材料在_____下表现出来的_____称力学性能。
2. 应力的符号用_____表示，单位为_____。
3. 金属的力学性能主要有_____、硬度、塑性、_____和_____。
4. 金属在外力作用下抵抗_____变形和_____的能力称为强度，强度常用_____表示，其符号为_____。
5. R_m 表示_____，其数值越大，金属抵抗_____的能力越大。
6. R_{eL} 表示_____，其数值越大，金属抵抗_____的能力越大。
7. 塑性是金属材料在断裂前发生_____能力。
8. 称 δ 为_____，其数值越大，材料_____越好。
9. 对直径为 10mm 的钢制短试样做拉伸试验，载荷加至 18 800N 时保持，试样仍产生明显变形。当载荷加至 34 500N 时试样被拉断。拉断后试样长度为 70mm，断裂处最小直径为 6mm，试样的 $R_m =$ _____， $R_{eL} =$ _____， $A =$ _____， $Z =$ _____。
10. 测定金属硬度常用的方法有_____硬度、洛氏硬度和_____硬度 3 种。
11. 硬度是金属材料抵抗其他更硬物体_____的能力。
12. 金属材料抵抗_____载荷作用而_____的能力称为韧性，用符号_____表示，单位为_____。
13. 疲劳强度是金属材料经多次重复的_____应力作用仍不致引起疲劳破坏的最大_____值。

二、判断题

1. 材料的伸长率、断面收缩率数值越大，表明其塑性越好。()



2. HRC 测量方便,能直接从刻度盘上读数,无单位,常用于测量退火钢、有色金属等。()

三、选择题

1. 拉伸试验可测定材料的()。

- A. A B. α_K C. R_{-1} D. HR

2. 机械零件以强度为主要设计依据。当材料承受的工作应力大于()时发生破坏。

- A. R_{pa2} B. R_{-1} C. A D. R_m

3. 使金属材料疲劳的是()载荷。

- A. 静 B. 冲击 C. 交变 D. 拉伸

四、名词解释

1. 强度
2. 塑性
3. 硬度
4. 韧性

知识测评参考答案:

一、填空题

1. 外力 抵抗能力 2. R MPa 3. 强度 韧性 疲劳强度 4. 塑性 断裂(破坏) 应力 R 5. 强度极限 断裂(破坏) 6. 屈服极限 塑性变形 7. 塑性变形 8. 断后伸长率 塑性 9. 439MPa 239MPa 40% 64% 10. 布氏 维氏 11. 压入其表面 12. 冲击 不破坏 α_K J/cm^2 13. 交变(循环)

二、判断题

1. 对 2. 错

三、选择题

1. A 2. D 3. C

四、名词解释


1. 强度是材料在力的作用下抵抗永久变形和断裂的能力。
2. 塑性是材料在外力作用下,产生永久变形而不致引起破坏的性能。
3. 硬度是反映材料局部体积内抵抗另一更硬物体压入的能力。
4. 韧性是材料在冲击载荷作用下抵抗变形和断裂的能力。

第二节 黑色金属材料



知识要求

知 识 点	要 求
黑色金属材料的分类	能区分金属材料的分类
黑色金属材料的牌号	会说明常用碳素钢、合金钢、铸铁的牌号含义
黑色金属材料的性能和应用	了解常用材料的大致性能和应用



知识重点难点精讲

一、金属材料的分类

金属材料可分为黑色金属与有色金属两大类。黑色金属包括碳素钢、合金钢和铸铁；黑色金属以外的金属材料统称有色金属，有色金属种类繁多，其中以铜、铝及其合金应用最广。

二、常用碳素钢、合金钢

含碳量在 2.11% 以下的铁碳合金称为钢。钢分为碳素钢及合金钢两大类。

1. 碳素钢

碳素钢在冶炼过程中，由于矿石、焦炭等多种原因，使钢内不可避免地残存一些杂质，如硅、锰、硫、磷等。硫、磷的存在，降低了钢的塑性和韧性，是有害元素，应加以控制；硅、锰的存在，有提高钢的强度和硬度的作用，但其含量较小，一般可不考虑。

(1) 碳素钢的分类

① 按含碳量分有低碳钢（含碳量在 0.25% 以下）、中碳钢（含碳量在 0.25%~0.6%）和高碳钢（含碳量在 0.6% 以上）。

② 按用途和质量分有普通碳素结构钢、优质碳素结构钢和碳素工具钢。

(2) 几种常用的碳素钢

① 普通碳素结构钢——通常为热轧钢板、型钢、棒钢等。

碳素结构钢价格便宜，产量较大，大量用于工程构件和一般机械零件的制造，如用于制作小轴、拉杆、连杆、螺栓、螺母、法兰盘等不太重要的零件。碳素结构钢的牌号由代表屈服点的拼音字头“Q”、屈服点数值、质量等级符号和脱氧方法符号 4 个部分依次组成。例如，Q235-A·F 为屈服强度为 235 MPa 的 A 级沸腾钢。

② 优质碳素结构钢——通常用来制造重要的机械零件，使用前一般都要经过热处理来改善其力学性能。08~25 钢属低碳钢，这类钢强度、硬度低，塑性、韧性及焊接性好，主要用于制作冲压件、焊接构件及强度要求不高的机械零件和渗碳件，如深冲压器件、压力容器、小轴、销子、法兰盘、螺钉、垫圈等。30~55 钢属中碳钢，这类钢具有较高的强度和硬度，其塑性、韧性随着含碳量增加而逐步降低，经过调质处理后，可获得较好的综合性能，主要用来制作受力较大的机械零件，如连杆、曲轴、齿轮、联轴节等。60 钢以上的牌号属高碳钢，这类钢具有较高的强度、硬度和弹性，但焊接性不好，切削性稍差，冷变形塑性低，主要用来制造具有较高强度、耐磨性和弹性的零件，如气门弹簧、弹簧垫圈、板簧、螺旋弹簧等弹性元件及耐磨件。优质碳素结构钢的牌号用两位数字表示，这两位数字表示该钢的平均含碳量的万分数。例如，45 表示平均含碳量为 0.45% 的优质碳素结构钢，08 表示平均含碳量为 0.08% 的优质碳素结构钢。

③ 碳素工具钢——碳素工具钢是用于制造刀具、模具和量具的钢。

由于大多数工具要求高硬度和高耐磨性，故工具钢的含碳量都在 0.7% 以上，是属于高碳钢。各种牌号的碳素工具钢经淬火后的硬度相差不大，但随着含碳量的增加，钢的硬度、耐磨性增加，而韧性则降低，因此，不同牌号的工具钢用于制造不同情况下使用的工具。T7~T8 钢用于制造受冲击、需较高硬度和耐磨性的工具，如木工用凿、锤头、钻头、模具等。T9~T10 钢用于制造受

中等冲击的工具和耐磨工具，如刨刀、冲模、丝锥、板牙、手工锯条、卡尺等。T11 以上牌号钢用于制造不受冲击而要求极高硬度的工具和耐磨工具，如钻头、锉刀、刮刀、量具等。

碳素工具钢的牌号以“碳”的汉语拼音字头“T”后面加数字表示，其数字表示钢中平均含碳量的千分数。例如，T8 表示平均含碳量为 0.8% 的碳素工具钢，T12A 表示平均含碳量为 1.2% 的高级优质碳素工具钢。

④ 铸造碳钢——铸造碳钢简称铸钢，一般用于制造形状复杂、力学性能要求较高的机械零件，如轧钢机机架、水压机横梁、锻锤、砧座等。

铸钢的牌号以“铸钢”两字汉语拼音字头“ZG”后加两组数字，第 1 组表示屈服点，第 2 组表示抗拉强度。例如，ZG270-500 表示屈服点 ≥ 270 MPa，抗拉强度 ≥ 500 MPa 的铸钢。

2. 合金钢

为了提高钢的性能，有意识地在碳素钢中加入一定量的合金元素，构成合金钢。一般加入的合金元素有硅、锰、铬、镍、钨、钒、钛等。合金元素的加入，细化了钢的晶粒，提高了钢的综合力学性能和热硬性、淬透性等。合金钢按用途一般分为合金结构钢、合金工具钢和特殊性能钢 3 类。

① 合金结构钢——合金结构钢广泛用于机械制造业。按其性能和用途不同，又可分为低合金钢、合金渗碳钢、合金调质钢、合金弹簧钢、滚动轴承钢等。

低合金钢主要用于各种工程构件的制造，如车辆上的冲压件，建筑、桥梁金属构件，管道、锅炉、压力容器、石油井架、船舶等。

合金渗碳钢用来制造既要有优良的耐磨性、耐疲劳性，又要有足够高的强度和韧性的零件，如齿轮、齿轮轴、凸轮、传动轴、活塞销等。合金渗碳钢的热处理，一般是渗碳后淬火加低温回火。

合金调质钢用来制造一些受力复杂的重要零件，如主轴、花键轴、齿轮、曲轴、精密丝杆等。合金调质钢的热处理是调质。

合金弹簧钢主要用于制造各种弹簧。大型弹簧或形状复杂的弹簧一般热成型后，进行淬火和中温回火；小型弹簧一般冷成型后不再淬火，只需进行去应力退火。

滚动轴承钢用于制造各种轴承的滚珠、滚柱和内外圈，也用来制造各种工具和耐磨零件。

合金结构钢的牌号用两位数字加合金元素符号加数字表示。前两位数字表示含碳量的万分数，合金元素符号后的数字表示该元素含量的百分数。若含量小于 1.5% 时，一般不标数字；当含量在 1.5%~2.5%，2.5%~3.5%…则相应用 2，3…表示。例如，60Si2Mn 表示平均含碳量为 0.6%，含硅量为 2%，含锰量小于 1.5% 的合金钢。滚动轴承钢是高碳铬钢，其含碳量为 0.95%~1.15%。滚动轴承钢的牌号以“滚”的汉语拼音字头“G”加铬元素符号“Cr”加数字表示。“Cr”后的数字表示含铬量的千分数。例如，GCr15 表示含铬为 1.5% 的滚动轴承钢。

② 合金工具钢——合金工具钢常用来制造各种刀具、量具、模具等，因此对应地分为刃具钢、量具钢和模具钢，如车刀、铣刀、钻头等各种金属切削刀具，各种金属成型工具、磨具，千分尺、塞规、块规、样板等各种量具。

合金工具钢的牌号表示：平均含碳量大于 1% 时，不标注数字，若小于 1%，则用一位数字表示，以千分数计；后加合金元素符号加数字，数字表示该元素含量的百分数。若含量小于 1.5% 时，一般不标数字；当含量在 1.5%~2.5%，2.5%~3.5%…则相应用 2，3…表示。例如，9SiCr 表示平均含碳量为 0.9%，含硅、铬量均小于 1.5% 的合金工具钢。