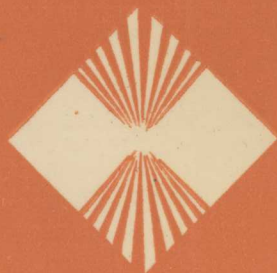


就业训练机械类金属工艺基础课  
教学参考书



中国劳动出版社

就业训练机械类

金属工艺基础课

教学参考书

江苏工业学院图书馆

隋福楼 编

藏书章

中国劳动出版社

**就业训练机械类  
金属工艺基础课教学参考书**

隋福楼 编

责任编辑：韩 伟

中国劳动出版社出版

(北京市惠新东街1号)

北京怀柔东茶坞印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所发行

787×1092毫米 32开本 6印张 133千字

1994年2月北京第1版 1998年3月北京第2次印刷

印数：2 000册

ISBN 7-5045-1378-4/TG·129 (课) 定价：4.80元

## 说 明

为了适应就业训练教学的需要，我们根据劳动部培训司修订的全国就业训练机械类教学大纲及统编教材，编写了机械识图、机械基础、电工基础知识、金属工艺基础等课的教学参考书。

《金属工艺基础课教学参考书》是按照统编教材《金属工艺基础》（第二版）的结构体系和章节顺序编写的。每章内容均由教学要求、课时分配建议、教学重点和难点、教材分析及教法建议、教学参考资料等组成，并配备了习题选解及实验。

本书是从事就业训练工作的有关教师的必备用书，也可作为在职培训和职业学校教师的参考书。

在编写本书的过程中得到长春市就业训练中心和长春市南关区劳动局的大力支持，特此表示感谢！

本书由隋福楼编写；邬占田、陈宝生审稿。

1993年8月

# 目 录

|                          |      |
|--------------------------|------|
| <b>绪论</b> .....          | (1)  |
| 一、教学要求.....              | (1)  |
| 二、课时分配建议.....            | (2)  |
| 三、教材分析及教法建议.....         | (2)  |
| <b>第一章 金属材料的性能</b> ..... | (6)  |
| 一、教学要求.....              | (6)  |
| 二、课时分配建议.....            | (6)  |
| 三、教学重点和难点.....           | (7)  |
| 四、教材分析及教法建议.....         | (7)  |
| 五、习题选解.....              | (29) |
| 六、教学参考资料.....            | (29) |
| 七、金属力学性能实验.....          | (30) |
| <b>第二章 常用金属材料</b> .....  | (38) |
| 一、教学要求.....              | (38) |
| 二、课时分配建议.....            | (38) |
| 三、教学重点和难点.....           | (39) |
| 四、教材分析及教法建议.....         | (39) |
| 五、习题选解.....              | (80) |
| 六、教学参考资料.....            | (86) |

|                             |               |
|-----------------------------|---------------|
| <b>第三章 热处理知识 .....</b>      | <b>( 89 )</b> |
| 一、教学要求 .....                | ( 89 )        |
| 二、课时分配建议 .....              | ( 90 )        |
| 三、教学重点和难点 .....             | ( 90 )        |
| 四、教材分析及教法建议 .....           | ( 91 )        |
| 五、习题选解 .....                | (117)         |
| 六、教学参考资料 .....              | (119)         |
| 七、热处理实验及现场教学 .....          | (129)         |
| <b>第四章 毛坯生产 .....</b>       | <b>(130)</b>  |
| 一、教学要求 .....                | (130)         |
| 二、课时分配建议 .....              | (131)         |
| 三、教学重点和难点 .....             | (131)         |
| 四、教材分析及教法建议 .....           | (131)         |
| 五、习题选解 .....                | (139)         |
| 六、教学参考资料 .....              | (140)         |
| <b>第五章 常用金属切削加工方法 .....</b> | <b>(156)</b>  |
| 一、教学要求 .....                | (156)         |
| 二、课时分配建议 .....              | (157)         |
| 三、教学重点和难点 .....             | (157)         |
| 四、教材分析及教法建议 .....           | (157)         |
| 五、教学参考资料 .....              | (179)         |

# 绪 论

## 一、教学要求

1. 明确学习本课程的重要性;
2. 了解本课程的性质、主要内容、学习方法和所要达到的教学目的;
3. 了解金属材料包括非金属材料在国民经济生产中的重要地位和作用, 启发学生学习本课程的自觉性和积极性。

通过绪论课的教学, 学生应知道学习金属工艺基础的重要性, 明确学习的目的和要求, 了解本课程的性质、任务及内容范围, 并了解金属材料以及非金属材料在国民经济生产中的重要作用和地位, 以及金属材料各种加工工艺——铸造、锻造、焊接、热处理及切削加工对金属材料性能的影响, 特别是热处理对金属材料组织性能的显著影响, 对挖掘金属材料潜力的巨大作用。学生还应了解金属工艺基础是一门综合性技术基础课, 只有金属工艺基础知识学的扎实, 其它专业课才能学的更好。因此, 金属工艺基础课程是学好其它各门课的基础。在绪论课中首先讲明本课程的性质、任务及内容范围和其它课程的关系, 以提高学生的学习兴趣。同时使学生明确本课程是生产实践的总结, 与生产实际是紧密结合的,

因而学习时，必须理论联系实际，从而引导学生自觉、积极、主动地学习本课程。

## 二、课时分配建议

绪论教学总时数为 1 课时。

## 三、教材分析及教法建议

绪论的内容由二个部分组成。第一部分为金属材料在国民经济中的作用及学习本门课程的目的要求。第二部分主要解决为什么要学这门课程，学什么内容以及怎样学等问题。具体应讲授如下内容。

1. 金属材料广泛应用的原因 这部分材料内容由二层意思组成。第一层意思是金属材料在国民经济中的作用，说明金属材料被广泛应用的原因；第二层意思是技术工人必须掌握常用金属材料的成分、组织、加工工艺与性能之间的变化规律以及和用途之间相互联系的基本知识，这是贯穿全书知识的一条主线。

讲解第一层意思时，一开始可引入何谓金属材料的概念。简单地讲，凡是由金属元素或以金属元素为主而形成的，并具有一般金属特性的材料通称为金属材料。也可进一步引申地讲，金属材料是指具有高的导电性、导热性和良好的塑性、可锻性及正的电阻温度系数（即随温度的升高，电阻系数增大，非金属电阻变化却与此相反）的物质。在讲解过程中，可多提几个为什么，如为什么金属材料应用非常广泛？为什

么不同金属材料(如铜和铁等)具有不同的性能?又为什么同一金属材料(如碳钢等)经过不同的加热、保温和冷却其性能会发生很大的变化?各种金属零件(如机床齿轮、导轨等)是怎样生产出来的?并告诉学生这些问题都是本课程所要学习的内容。

第二层意思是教学的重点。在讲解过程中,要突出本课程内容的重要性。这主要表现在金属材料的力学性能、金属材料的分类和编号,常用金属材料的牌号、成分和用途,金属材料冷、热加工工艺(铸、锻、焊、冷切削加工),特别是热处理对金属组织和性能的影响。另一方面是通过学习和实际操作,有利于提高在生产实际中解决问题的能力。可以列举一些与本课程内容有关的例子,以引起学生对本课程学习的重视。

2.要建立应用金属材料+非金属材料的新观念 这部分教材的教学目的是让学生必须了解除了金属材料以外,非金属材料(特别是塑料)正在得到越来越广泛的应用。并引出非金属材料的概念,以利于学生理解这部分内容。非金属材料可以理解为是金属材料以外一切材料的总称。如塑料、橡胶、纤维、陶瓷、玻璃等。还要告诉学生必须打破只注重应用单一金属材料的传统观念,建立应用金属+非金属材料的新观念。讲到这里可以概要地将所用的材料归纳如下:

|      |   |                               |
|------|---|-------------------------------|
| 固体材料 | { | 金属材料——钢、铸铁及有色金属等              |
|      |   | 非金属材料——塑料、橡胶、纤维、<br>陶瓷、水泥、玻璃等 |

另外,在介绍上述具体内容的同时,最后可将本课程内

容归纳为三方面加以概括说明：即本课程是由金属材料、热处理、金属加工工艺三方面组成的。

(1) 在金属材料方面 主要介绍金属的力学性能、常用金属材料（以钢铁为主）的成分、牌号、性能和用途方面的基本知识。

(2) 在热处理方面 以介绍钢的热处理为主，包括热处理等热加工工艺的主要依据Fe-Fe<sub>3</sub>C相图的结构和应用等方面的知识。

(3) 在加工工艺方面 主要介绍铸、锻、焊及冷加工工艺中的车、铣、刨、磨、钳工等基本加工方法。

同时要使学生清楚每一部分内容不仅具有一定的独立性，有它自己所要解决的问题，而且各部分之间又有联系，因而在教学中，必须强调本课程是系统性较强的一门学科。要求学生各个部分都必须予以充分的重视。

在归纳概要讲解上述三方面内容组成时，应向学生特别强调指出金属材料与热处理技术在现代科技生产中的重要地位，列举机械、交通、宇航、国防等方面的一些生动例子（要求教师随时注意收集这方面的资料），以便使学生加深这方面的理解和学习兴趣。

3. 学习方法 金属工艺基础是一门理论性和实践性很强的综合性技术基础课，因此，它是与生产实际关系较为密切的一门课程。金属工艺基础包括的内容很多，涉及的知识面很广。所以，它又是一门跨学科的综合性的教程。这就要求教师既有理论知识又要有实践经验，平时要注重向实践学习。在教学中要积极引导学生理论联系实际，注意培养学生的分析问题和解决问题的能力。针对本课程的概念多、理论性

强、实践性强的特点，在教学过程中，必须结合生产实际，以“消化”课堂上所学的知识；要重视实验和参观（包括电教片教学），并积极开展课堂讨论和练习；同时，要求学生学习时，要在理解的基础上加深记忆，不要死记硬背。

# 第一章 金属材料的性能

## 一、教学要求

1. 了解金属材料的力学性能（包括物理、化学和工艺性能）及在机械制造业中的重要性；
2. 了解各种力学性能的概念及其衡量指标；
3. 掌握主要力学性能的符号表示方法（ $\sigma$ 、 $\sigma_s$ 、 $\sigma_b$ 、 $\delta$ 、 $\psi$ 、HBS (W)、HRC、HV、 $\alpha_k$ 及 $\sigma-1$ 等）及含义。

本章是本课程的基础，以后各章内容都要用到本章的知识，因此在教学过程中，必须予以充分的重视。有可能时，应积极参与力学性能试验或现场参观，也可采用电教片的形式加强这一试验环节，以增强学生这方面的感性认识。

## 二、课时分配建议

本章教学总时数为 8 课时，具体分配如下：

|                        |      |
|------------------------|------|
| § 1-1 金属的力学性能          | 5 课时 |
| § 1-2 金属的物理、化学和工艺性能    | 1 课时 |
| 实验（或参观） 拉伸试验、硬度试验、冲击试验 | 2 课时 |

### 三、教学重点和难点

金属材料的力学性能——塑性、强度、硬度、冲击韧性、疲劳强度的概念及其衡量指标是本章的教学重点，而拉伸曲线及变形各阶段分析是本章的难点。

### 四、教材分析及教法建议

#### § 1-1 金属的力学性能

本节内容由概述、弹性与塑性、强度、硬度、冲击韧性及疲劳强度等六个部分组成。

1. 概述 这部分内容是本章的基础知识。在教学过程中，首先可列举生产中使用金属材料受力情况（如机床齿轮、主轴、车刀、桥梁受力情况等），从而引出力学性能的概念。使学生明确，只有熟悉和掌握了金属材料的力学性能，才能在生产中正确、合理地选择和使用金属材料。

为了讲清有关的力学性能，必然要涉及到载荷、变形、内力与应力等概念。在教学过程中，首先应指出力是物体间的相互作用，是一个物体对另一个物体的作用产生的。力加到物体上的具体情况是比较复杂的，有的力是恒定的或缓慢增加的，有的力是突然加上去的，有的力在施加过程中大小、方向会发生变化等。而力的概念在工程技术上又可称作载荷或负载、负荷。载荷按作用性质的不同，可分为静载荷、冲击载荷和交变载荷。

其次，说明金属材料受载荷作用后尺寸和形状会发生改

变，这就是变形。由于载荷作用方式的不同，金属材料的变形形式也不同，这点可利用教材中的图1-1予以说明。

最后讲内力和应力时，要使学生明确内力是由外力引起的，其数值大小与外力相等，但方向相反。并且内力是随外力的施加而产生的，随外力的去除而消失，按照应力的概念应是单位面积上的内力大小，并可用下式（在单向拉伸条件下）计算应力值：

$$\sigma = \frac{P}{F}$$

外力符号用“ $P$ ”表示，按国际SI单位制规定应当用牛顿（N）；应力符号用“ $\sigma$ ”表示，使用单位，应当用兆帕（MPa），因为帕（Pa）太小。

讲清载荷、变形、内力与应力等概念之后，便应介绍本节的主要内容，本节主要内容由四部分组成。第一部分是弹性与塑性，重点介绍的是塑性的概念，塑性是如何表示的（弹性概念及弹性极限测定只作一般介绍）；第二部分是强度，主要介绍强度的概念，强度是如何测定的，衡量强度的指标是什么等；第三部分是硬度，主要介绍硬度的概念，常用布氏硬度、洛氏硬度的测量及表示方法等（维氏硬度只作简要介绍）；第四部分是冲击韧性概念、冲击试验及冲击韧性表示方法等（疲劳强度只作一般介绍）。

2. 弹性与塑性 结合教材中图1-2b低碳钢拉伸曲线简要说说明当所加外力很小时，外力去除后可恢复原来形状的变形叫弹性变形，这种能恢复原来形状（外力去除后）的性能

叫弹性。弹性大小可用弹性极限 $\sigma_e$ 表示，根据公式 $\sigma_e = \frac{P_e}{F}$

可求出 $\sigma_e$ 值，并可举一些弹性变形的例子加以说明（如弹簧，应选取 $\sigma_e$ 大的金属材料制造才能不发生塑性变形）。但不必详细讲解，只需强调一下弹性极限用 $\sigma_e$ 符号表示，单位是帕（Pa）或兆帕（MPa）。

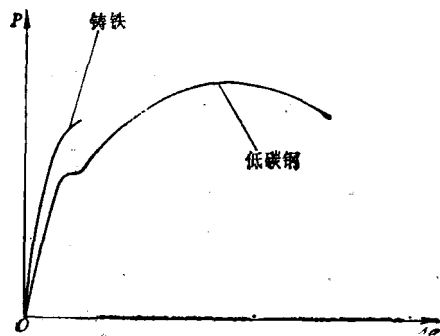
塑性是力学性能的一个重要概念。在教学中，要使学生明确在静拉伸载荷作用下，当应力大于弹性极限时，钢不但发生弹性变形，而且还会发生塑性变形，当应力进一步增大时最后会发生断裂。即金属在外力作用下，随着应力的增加，可先后发生弹性变形、塑性变形，直至断裂。在教学过程中，三种变形过程，教师可以通过教材图 1-2 b 低碳钢的拉伸曲线来予以说明。并提出为什么钢和铸铁在同样外力作用下拉断后，产生的塑性变形量大小不一样？即为什么低碳钢断裂前的塑性变形量较大，铸铁在断裂前变形量较小？这说明不同的材料在破断前产生塑性变形的能力不一样，也就是说它们的塑性不一样。并引出塑性概念，所谓塑性是指金属材料在外力作用下能产生显著变形，但又不发生破裂的能力，称为材料的塑性。变形能力愈大，材料塑性愈好，反之则塑性愈差。衡量金属的塑性，常用延伸率和断面收缩率两个指标表示：

（1）延伸率（也称伸长率）和断面收缩率 它们分别表示断裂后试样标距长度（ $L_1$ 对 $L_0$ ）的相对伸长值和断裂后试样截面（ $F_1$ 对 $F_0$ ）的相对收缩值。换句话说，延伸率和断面收缩率分别表示单位长度的伸长量（ $\delta = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100\%$ ）

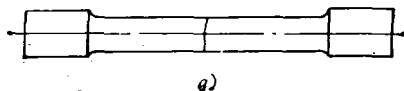
和单位面积的收缩量（ $\psi = \frac{F_0 - F_1}{F_0} \times 100\%$ ）。延伸率 $\delta$ 和断面

收缩率 $\psi$ 没有单位，用百分率表示。由于符号 $\delta$ 和 $\psi$ 对学生来说是初次接触，因此在教学时对符号代表的意义、读音及书写方法要引起足够的重视，要帮助他们能读会写。并且强调指出 $\delta$ 和 $\psi$ 的数值越大，表明这种材料的塑性愈好，反之愈差。

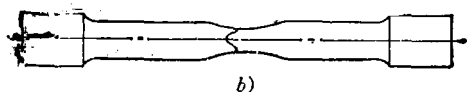
(2) 塑性 在讲授塑性这部分内容时，最好拿标准拉伸试样（可参看教材图1-2a）和拉断后的钢和铸铁的拉伸试样塑性变形量对比，或在黑板上边画图边讲。钢和铸铁的拉伸曲线对比及拉断后塑性变形量大小对比分别如教参图1-1和1-2所示。从拉断的低碳钢和铸铁的实际试样或教参图中



教参图1-1 低碳钢和铸铁的拉伸曲线



a)



b)

教参图1-2 低碳钢和铸铁拉断后的试样

a) 拉断后的铸铁试样      b) 拉断后的低碳钢试样

应让学生明确，塑性好的材料在断裂前会出现明显的塑性变形，即在断裂处出现明显的“缩颈”现象，呈现“韧性断裂”；塑性差的材料在断裂前无明显的塑性变形，是“脆性断裂”。

3. 强度 强度是力学性能中最重要的概念。是选用材料和设计零件的依据。强度测定的最简易方法是拉伸试验，它是在拉伸试验机上进行的，可测得静拉伸强度。在教学中，要使学生明确金属材料在工作过程中总会受到力的作用，在力的作用下，金属材料会产生变形，甚至有破坏的可能性。但并不是材料一接触到力就会如此。在力的作用下，材料总有克服变形和破坏的能力，不同的材料，它们的抵抗力是不同的，这可通过举例加以说明，如同样粗细的铁丝与铜丝，在相同重量的物体作用下，总是铜丝容易断破，这说明铁丝比铜丝的抵抗能力大，使学生认识到金属材料在静载荷作用下，抵抗变形和破坏的能力，就是强度。抵抗能力越大，则强度越高。在讲授中，应使学生清楚，由于金属材料受外力作用方式不同，金属材料的强度也分为抗拉强度（拉力作用下）、抗压强度（压力作用下）、抗弯强度（弯曲力作用下）、抗剪强度（剪切力作用下）等。而且各种金属材料的强度指标均可用其所对应的应力大小来表示。

在这些强度指标中，最常用的是屈服强度 $\sigma_s$ 和抗拉强度 $\sigma_b$ 两种。

在向学生介绍这两种常用的强度指标时，仍以教材图1-26低碳钢的拉伸曲线为例进行讲解（或先画好图挂黑板上，或在黑板上边画边讲），并对屈服强度和抗拉强度分别加以介绍。在介绍这两种强度概念之前，最好先说明一下拉