

质量检验和监督教材丛书

# 材料检查工培训教材

里354

机械电子工业部质量安全司 编

机械工业出版社

质量检验和监督教材丛书

---

# 材料检查工培训教材

机械电子工业部质量安全司 编



机械工业出版社

# 京)新登字 054 号

本书是《机械工业质量检验和质量监督人员培训教材》的补充教材，适于材料检查工技术培训用。

本书以原机械部颁发的《工人技术等级标准》中对材料检查工规定的“应知”“应会”为提纲，系统地介绍了金属材料的种类、力学性能和化学成分等质量要求、金属材料的检验依据、检验方法和检验程序、金属材料的检验仪器、检验工作的管理、常用金属材料的缺陷及其原因分析、机械制造常用非金属材料等。这些内容包括了材料检查工应具备的理论和操作技能。本书中带\*号的章节为培训中级材料检查工用的章节。

## 材料检查工培训教材

机械电子工业部质量安全司 编

\*

责任编辑：张保勤 责任校对：丁丽丽

封面设计：郭景云 版式设计：胡金瑛

责任印制：卢子祥

\*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

邮政编码：100037

（北京市书刊出版业营业许可证出字第117号）

人民交通出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

\*

开本 787×1092<sup>1/32</sup>·印张 11·字数 240 千字

1992年12月北京第1版·1992年12月北京第1次印刷

印数 00 001—6 950·定价：7.00元

\*

ISBN 7-111-03444-9/TG·754

## 质量检验和监督教材丛书编委会

**主 编** 曹仿颐

**副主编** 阎育镇 梁国明 孟庆茂 任志康

**编 委** (按姓氏笔画为序)

于克顺 马金孚 王化仁 王春元

牛景隆 艾金兰 叶琳生 刘金波

刘 蔚 李文台 李瑞根 严庆泉

余伟苓 邱 柏 杨 浚 沈庆海

陈祖义 张怀琛 张 恬 张鸿钧

何 悌 林宝和 周纪芾 周国铨

姜士俊 姚光辉 胡乐松 饶孝权

袁世龙 钱嘉贤 徐永泉 倪步高

倪国良 唐星华 陶 伟 梁铁山

盛宝忠 曾宪铮 谢佑夏 蒋鸿章

傅建华 蔡梅英

## 前 言

从1990年初,机械行业用《机械工业质量检验和质量监督人员培训教材》(原国家机械工业委员会质量安全监督司编)对质量检验和质量监督人员进行了基础知识培训,这是一次有领导、有组织、有计划的培训工作,对提高质量检验和质量监督队伍的素质取得了良好效果。

为了进一步提高质量检验人员的技能,1990年本部在《机械工业企业检验工作暂行条例》中规定:“质量检验人员必须经过培训考核,证明其胜任工作后方可发给检验操作合格证和质量检验印章。无证不能上岗”。1992年本部在《机械工业企业质量检验机构基本条件(指导性文件)》中重申了这一规定。根据这些规定,各企业在安排和招收材料检查工人时,除必须具备材料管理工人所需的理论知识和操作技能外,还必须用本教材进行材料检查理论知识和操作技能的培训考核,合格后方可录用并发给检验操作合格证和质量检验印章;对已在工作岗位上的材料检查工人也必须用本教材进行再培训考核,以进一步提高他们的技术水平。与这套教材同时出版的《机械工业质量检验员手册》,可供他们在工作时随时查阅。

在编写中,尽管做了很大努力,但肯定还有不妥之处,希望教师和学员对发现的问题,提出指正意见,以便再版时更正。

本书由沈庆海、唐星华和陈祖义编写,沈庆海校。

机械电子工业部质量安全司

1992年1月

# 目 录

## 前言

|                        |    |
|------------------------|----|
| 第一章 材料的基础知识 .....      | 1  |
| 第一节 材料的基本概念 .....      | 1  |
| 一、分类 .....             | 1  |
| 二、金属的物理和化学性能 .....     | 3  |
| 三、金属材料 .....           | 9  |
| 第二节 金属材料的工艺性能 .....    | 15 |
| 一、金属材料的可切削性 .....      | 15 |
| 二、金属材料的可铸造性 .....      | 17 |
| 三、金属材料的可锻造性 .....      | 20 |
| 四、金属材料的可焊性 .....       | 22 |
| 五、金属材料的热处理性能 .....     | 24 |
| 思考题 .....              | 28 |
| 第二章 金属材料的性能和组织成分 ..... | 30 |
| 第一节 金属材料的力学性能 .....    | 30 |
| 一、概述 .....             | 30 |
| 二、强度和塑性 .....          | 32 |
| 三、硬度 .....             | 39 |
| 四、冲击韧性 .....           | 45 |
| 五、疲劳 .....             | 49 |
| *第二节 金属材料的特殊性能 .....   | 50 |
| 一、金属材料的低温性能 .....      | 52 |
| 二、金属材料的高温性能 .....      | 53 |
| 三、金属材料的断裂韧性 .....      | 56 |
| *第三节 金属材料的组织成分 .....   | 57 |

|                |     |
|----------------|-----|
| 一、金属的晶体结构      | 57  |
| 二、金属的合金组织      | 62  |
| 三、铁碳合金状态图      | 64  |
| 四、有害元素对钢材性能的影响 | 72  |
| 思考题            | 75  |
| 第三章 常用钢铁材料     | 76  |
| 第一节 碳素钢        | 76  |
| 一、碳钢的分类        | 76  |
| 二、普通碳素结构钢      | 77  |
| 三、优质碳素结构钢      | 82  |
| 四、碳素工具钢        | 86  |
| 第二节 常用合金钢      | 89  |
| 一、合金钢的分类和牌号    | 90  |
| 二、几种常用合金钢介绍    | 92  |
| 第三节 铸铁和铸钢      | 100 |
| 一、铸铁           | 104 |
| 二、铸钢           | 109 |
| 思考题            | 119 |
| 第四章 材料检验的基础知识  | 120 |
| 第一节 材料检验的依据    | 120 |
| 一、图样           | 120 |
| 二、工艺文件         | 129 |
| 三、标准           | 131 |
| 四、合同和有关证明文件    | 134 |
| 第二节 材料检验工具和仪器  | 139 |
| 一、超声波测厚仪       | 139 |
| 二、验钢镜          | 144 |
| 三、硬度试验机        | 148 |
| 第三节 材料检验的工作程序  | 159 |
| 一、核对文件         | 159 |

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 二、核对重量与数量 .....         | 165 |
| 三、标记检查 .....            | 165 |
| 四、表面质量和尺寸的检验 .....      | 165 |
| 五、入厂复试检验 .....          | 171 |
| 六、入库 .....              | 181 |
| 思考题 .....               | 184 |
| 第五章 金属材料的检验方法 .....     | 185 |
| 第一节 常见材料的缺陷分析 .....     | 185 |
| 一、常见钢材表面缺陷及分析 .....     | 185 |
| 二、常见钢材的内部缺陷及分析 .....    | 188 |
| 三、铸件缺陷分析 .....          | 188 |
| 第二节 钢的火花鉴别法 .....       | 194 |
| 一、工作条件 .....            | 195 |
| 二、火花各部分的名称 .....        | 196 |
| 三、火花的鉴别 .....           | 199 |
| *第三节 特种材料和进口材料的检验 ..... | 202 |
| 一、特种材料的检验 .....         | 202 |
| 二、进口材料的检验 .....         | 206 |
| *第四节 常用管材 .....         | 208 |
| 一、简介 .....              | 208 |
| 二、管材承压的基本知识 .....       | 212 |
| 三、管材的检验 .....           | 215 |
| 第五节 理化检验 .....          | 223 |
| 一、化学分析 .....            | 223 |
| 二、金相检验 .....            | 230 |
| 三、力学试验 .....            | 236 |
| 思考题 .....               | 243 |
| *第六章 材料检验工作的管理 .....    | 244 |
| 第一节 检验规程的编制 .....       | 244 |
| 一、原材料入厂验收规程 .....       | 244 |

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 二、理化检验管理规程 .....     | 245 |
| 三、原材料仓库管理和发放规程 ..... | 250 |
| 第二节 检验工作管理 .....     | 250 |
| 一、材料管理的一般原则和程序 ..... | 250 |
| 二、材料仓库的管理 .....      | 254 |
| 三、原材料发放及其控制 .....    | 256 |
| 四、余料退库及出库使用的控制 ..... | 257 |
| 五、脱标材料的控制 .....      | 258 |
| 六、材料代用 .....         | 260 |
| 思考题 .....            | 261 |
| *第七章 合金元素和合金钢 .....  | 262 |
| 一、合金元素在钢中的作用 .....   | 262 |
| 二、合金结构钢 .....        | 265 |
| 三、合金工具钢 .....        | 279 |
| 四、特殊性能钢 .....        | 285 |
| 思考题 .....            | 290 |
| 第八章 非铁合金和非金属材料 ..... | 291 |
| 第一节 非铁合金材料 .....     | 291 |
| 一、铝及其合金 .....        | 291 |
| 二、铜及其合金 .....        | 293 |
| 三、钛及其合金 .....        | 299 |
| 四、轴承合金 .....         | 303 |
| 第二节 非金属材料 .....      | 310 |
| 一、工程塑料 .....         | 310 |
| 二、橡胶 .....           | 313 |
| 三、陶瓷 .....           | 315 |
| 四、粘接剂 .....          | 316 |
| 思考题 .....            | 318 |
| 第九章 金属材料的腐蚀和防护 ..... | 319 |

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 一、金属材料的腐蚀 .....          | 319 |
| 二、金属材料的防腐和防锈 .....       | 323 |
| 思考题 .....                | 325 |
| 第十章 材料检查工安全须知 .....      | 326 |
| 一、安全技术的一般常识 .....        | 326 |
| 二、防火防爆简介 .....           | 327 |
| 三、与材料检验有关工种的安全操作规程 ..... | 332 |

# 第一章 材料的基础知识

## 第一节 材料的基本概念

### 一、分类

众所周知，工程材料分为金属材料和非金属材料两种。金属材料又分为黑色(铁合金)金属材料和非铁金属材料。黑色金属材料是指钢、铁及其合金。非铁金属材料是指钢和铁以外的其它金属，如铝(Al)、铜(Cu)、镍(Ni)、锡(Sn)、铅(Pb)等金属及其合金。

机械行业用的铁实际上是铁和碳的合金、碳的含量为2.0%以上的铁称为生铁。

在冶金工业中，将生铁和废钢作为原料，加入一些化学元素，在炼钢炉中冶炼，通过一定的工艺过程就炼出各种钢来。钢的含碳量一般小于2.0%。

在主体材料的基础上，为了达到某些特定的性能要求，而在冶炼时有目的地加入一些元素而成为合金。加入的元素称为合金元素。常用的合金元素有：锰(Mn)、硅(Si)、铬(Cr)、镍(Ni)、铝(Al)、硼(B)、钨(W)、钼(Mo)、钒(V)、钛(Ti)、铌(Nb)、锆(Zr)和稀土元素(Re)等。

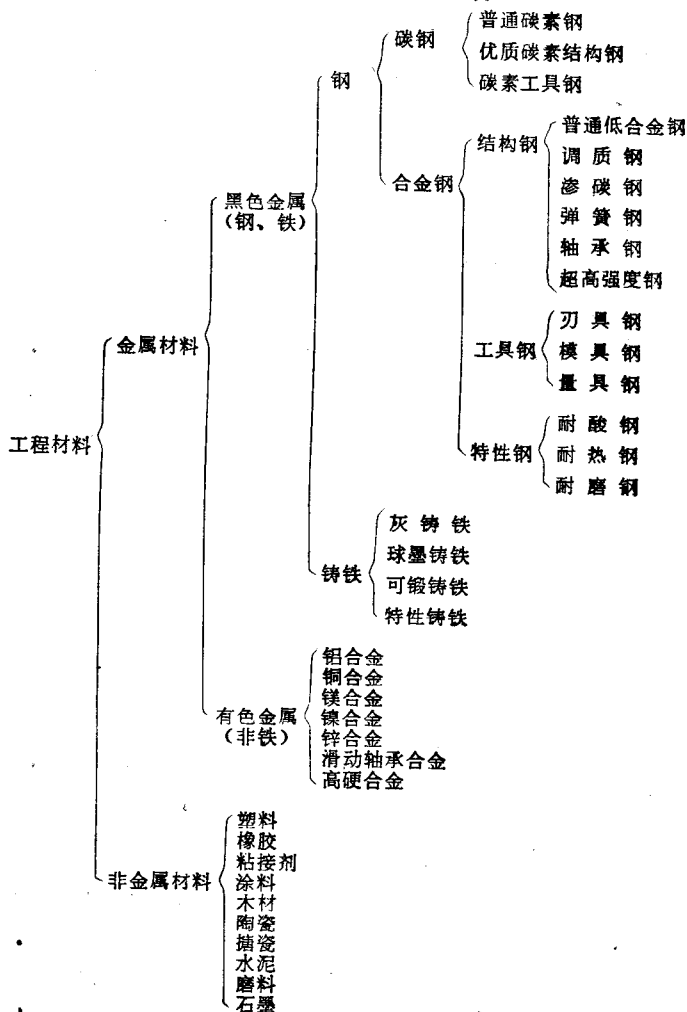
在冶炼钢时，根据不同的需要加入各种元素，并按一定的比例，通过特定的工艺条件，便可炼出合金结构钢和合金工具钢以及各种特种钢。

非金属材料包括木材、水泥、陶瓷、搪瓷、石墨、塑料、橡胶和涂料等等，它们取源于植物、矿物或石油化工合

成材料等。

工程材料的分类表详见表1-1。

表1-1 工程材料分类表



## 二、金属的物理和化学性能

金属的物理性能包括密度、导热性、导电性、熔点、热膨胀性和磁性等。金属的化学性能包括耐腐蚀性和抗氧化性等。

### 1. 密度

单位体积的某种材料的质量，叫做该材料的密度，即

$$\rho = \frac{m}{V} (\text{g/cm}^3)$$

式中  $\rho$ ——密度( $\text{g/cm}^3$ )；

$m$ ——质量( $\text{g}$ )；

$V$ ——体积( $\text{cm}^3$ )。

密度是金属材料的一种重要物理性能。在飞机和汽车等要求零件重量轻的工业中，密度大小成为一项重要的考虑因素。例如，飞机的许多构件和外壳采用密度小，强度高的铝和铝合金制造。

根据密度的大小，金属材料可分为轻金属和重金属两大类。密度大于 $5\text{g/cm}^3$ 的称为重金属，如铅、铁、铜等；密度小于 $5\text{g/cm}^3$ 的称为轻金属，如铝和镁等。

常用金属材料的密度见表1-2。

### 2. 热膨胀性能

金属材料在受热时体积增大，冷却时收缩的性能，称为热膨胀性能。热膨胀的大小，一般用线膨胀系数表示，即温度每升高 $1^\circ\text{C}$ 时，金属材料所增加的长度与原来长度之比。线膨胀系数的计算公式如下：

$$\alpha = \frac{l_2 - l_1}{l_1 t} (1/^\circ\text{C})$$

式中  $l_1$ ——膨胀前长度( $\text{cm}$ )；

$l_2$ ——膨胀后长度( $\text{cm}$ )；

表1-2 常用金属材料的密度

| 金属材料  | 密度 (g/cm <sup>3</sup> ) |
|-------|-------------------------|
| 镁     | 1.74                    |
| 铝     | 2.7                     |
| 锌     | 7.13                    |
| 锡     | 7.3                     |
| 铁     | 7.87                    |
| 铜     | 8.96                    |
| 银     | 10.49                   |
| 铅     | 11.34                   |
| 灰 铸 铁 | 6.8~7.4                 |
| 碳 钢   | 7.8~7.9                 |
| 黄 铜   | 8.5~8.6                 |
| 铝 合 金 | 2.55~3.0                |
| 镁 合 金 | 1.75~1.85               |

$t$ ——升高的温度(°C)；

$\alpha$ ——线膨胀系数(1/°C)。

几种常用金属的线膨胀系数见表1-3。

表1-3 几种金属的线膨胀系数

| 金属材料  | 线膨胀系数 ( $\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ) |
|-------|---------------------------------------------|
| 铝     | 23.6                                        |
| 铅     | 29.3                                        |
| 锡     | 23.0                                        |
| 铜     | 17.0                                        |
| 铁     | 11.76                                       |
| 黄 铜   | 17.8                                        |
| 铝 青 铜 | 17.6                                        |
| 碳 钢   | 10.6~12.2                                   |
| 铸 铁   | 8.7~11.1                                    |
| 硬 铝   | 22.6                                        |

**例** 有一车工，车削一根长1000mm的黄铜棒，车削的铜棒温度由10℃升高到50℃，求这时细棒的长度为多少？

**解：**

$$\alpha = \frac{l_2 - l_1}{l_1 t}$$

查表1-3，得黄铜的线膨胀系数

$$\alpha = 0.0000178 \quad 1/^\circ\text{C}$$

$$l_1 = 1000 \text{ mm}$$

$$t = 50^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C} = 40^\circ\text{C}$$

代入公式：

$$0.0000178 = \frac{l_2 - 1000}{1000 \times 40}$$

$$l_2 = 0.0000178 \times 40000 + 1000 = 1000.712 \text{ mm}$$

说明铜棒车削时由于受热膨胀的影响伸长了，应在测量时注意热膨胀的因素。

由于温度的影响，量具也会产生热胀冷缩，从而产生读数误差。在铸造生产中，金属凝固，冷却过程中体积会缩小，从而产生缩孔。当然，我们也可能利用金属材料的热胀冷缩现象，做成热金属片控制元件，这种控制元件在一定的温度范围内接通或断开电路。

在装配某些组合零件时，我们为了使外圈的材料紧贴内圈材料，通常将外圈加热膨胀后再套在内圈外。由于外圈的内径设计得比内圈外径小一定尺寸，当外圈冷却时就紧紧地包扎在内圈外层上。

在焊接大型构件时，为了防止集中焊接某一部分而使该

部分过分膨胀而变形，所以我们设计一些固定夹具或让焊工均匀地分布焊接。

### 3. 熔点

晶体物质溶解时的温度，也就是该物质的固态和液态可以平衡共存的温度。各种晶体的熔点不同，对同一种晶体，则熔点又与所受压强有关。

金属是晶体，因此熔点是金属材料的又一重要物理性能。对于非晶体，如玻璃、石蜡和塑料等来说，并无熔点可言。

各种纯金属的熔点是固定的。同样组成的合金由于成分的不同，其熔点也不同。例如，钢和生铁虽然都是铁和碳元素组成的合金，由于它们的含碳量不同，生铁的熔点就比钢低。根据熔点的不同，有难熔金属，如钨、钼和铬等，也有易熔金属如锡和铅等。在机械工业中，我们通常利用难熔金

表1-4 常用金属材料的熔点

| 金 属 材 料 | 熔 点 (°C)  |
|---------|-----------|
| 钨       | 3380      |
| 钼       | 2625      |
| 铁       | 1638      |
| 铜       | 1083      |
| 银       | 960       |
| 铝       | 660       |
| 镁       | 650       |
| 铅       | 327       |
| 锡       | 232       |
| 灰 铸 铁   | ~1200     |
| 碳 钢     | 1450~1500 |
| 铝 合 金   | 447~575   |

属制造高温下工作的零件。而在日常生活中，熔断器或安全塞是利用金属材料易熔的这一性能，使熔断器或安全塞受热熔化而断开电路或泄放蒸汽。

表1-4是常用金属材料的熔点。

#### 4. 导电性

金属材料传导电流的能力叫做导电性。

金属材料的导电性用物理量电阻系数来表示。电阻系数越小，导电性就越好。电阻系数可以用长1cm，截面积1cm<sup>2</sup>的导体在一定温度下的电阻表示。单位为 $\Omega \cdot \text{cm}$ 。

常用金属的电阻系数见表1-5。

从表中可见，银的导电性最好，其次是铜和铝。所以工业上常用铜和铝作为导电材料，如电线、电缆和电棒。用电阻大的金属制成电热元件，如电炉的电热丝等。

#### 5. 导热性

表1-5 常用金属的电阻系数

| 金 属<br>名 称 | 符 号 | 电 阻 系 数<br>$\rho(0^\circ\text{C})$<br>( $10^{-8}\Omega \cdot \text{cm}$ ) |
|------------|-----|---------------------------------------------------------------------------|
| 银          | Ag  | 1.5                                                                       |
| 铝          | Al  | 2.655                                                                     |
| 铜          | Cu  | 1.67~1.68(20°C)                                                           |
| 铬          | Cr  | 12.9                                                                      |
| 铁          | Fe  | 9.7                                                                       |
| 镁          | Mg  | 4.47                                                                      |
| 锰          | Mn  | 185(20°C)                                                                 |
| 镍          | Ni  | 6.84                                                                      |
| 钛          | Ti  | 42.1~47.8                                                                 |
| 锡          | Sn  | 11.5                                                                      |
| 钨          | W   | 5.1                                                                       |