

# 机械工程材料手册

第三册 五金电气材料及电线电缆部分

第一汽车制造厂设备修造分厂生产组编

# 目 录

## 常用符号表

### 第1章 概 述

- 1 铸铁的分类、特点和应用.....13-1
- 2 铁碳二元相图和铸铁的组织组成.....13-2
  - 2.1 Fe—Fe<sub>3</sub>C 和 Fe—C (石墨)双重相图.....13-2
  - 2.2 铸铁的组织组成 .....13-4
- 3 铸铁的性能比较.....13-4
  - 3.1 各种铸铁性能的比较 .....13-4
  - 3.2 各种铸铁和其他金属性能的比较 .....13-7

### 第2章 灰 铸 铁

- 1 灰铸铁的分类和应用.....13-7
  - 1.1 牌号 .....13-7
  - 1.2 应用 .....13-8
- 2 灰铸铁的化学成分.....13-9
  - 2.1 碳当量和共晶度 .....13-9
  - 2.2 合金元素的作用 .....13-9
- 3 灰铸铁的显微组织 .....13-11
  - 3.1 石墨.....13-11
  - 3.2 基体.....13-12
  - 3.3 共晶团.....13-12
- 4 灰铸铁的机械性能 .....13-12
  - 4.1 应力应变曲线.....13-12
  - 4.2 抗拉强度和铸件壁厚的关系.....13-12
  - 4.3 抗拉强度和抗弯强度的关系.....13-13
  - 4.4 抗拉强度和抗压强度的关系.....13-13
  - 4.5 硬度和断面均匀性.....13-13
  - 4.6 缺口敏感性.....13-14
  - 4.7 减振性.....13-14
  - 4.8 高温和低温下的机械性能.....13-15
- 5 灰铸铁的物理性能 .....13-16
- 6 灰铸铁的工艺性能 .....13-16
  - 6.1 流动性.....13-16
  - 6.2 收缩.....13-17
  - 6.3 铸造应力.....13-17
  - 6.4 被切削性.....13-18
- 7 灰铸铁的选用 .....13-18

- 7.1 受力件.....13-18
- 7.2 受磨件.....13-20

### 第3章 球 墨 铸 铁

- 1 球铁的分类、特点和用途 .....13-25
  - 1.1 球铁的分类和应用.....13-25
  - 1.2 试块对机械性能的影响.....13-26
- 2 球铁的显微组织和化学成分 .....13-27
  - 2.1 石墨.....13-27
  - 2.2 基体组织.....13-27
  - 2.3 化学成分.....13-27
- 3 球铁的常温机械性能 .....13-27
  - 3.1 应力应变曲线的特征和弹性模量.....13-27
  - 3.2 球铁与对应材料性能的比较.....13-28
  - 3.3 冲击性能.....13-29
  - 3.4 疲劳极限.....13-31
  - 3.5 断裂韧性.....13-32
- 4 球铁的高温 and 低温机械性能 .....13-34
  - 4.1 高温机械性能.....13-34
  - 4.2 低温机械性能.....13-35
- 5 球铁的物理性能 .....13-37
  - 5.1 密度.....13-37
  - 5.2 线胀系数.....13-37
  - 5.3 导热系数.....13-37
  - 5.4 比热.....13-37
  - 5.5 电阻率.....13-38
  - 5.6 磁性.....13-38
- 6 球铁的工艺性能 .....13-38
  - 6.1 铸造性能.....13-38
  - 6.2 热处理的特点和规范.....13-38
  - 6.3 焊接性能.....13-41
  - 6.4 被切削性.....13-41
- 7 球铁的使用性能 .....13-41
  - 7.1 耐热性.....13-41
  - 7.2 耐磨性.....13-41
  - 7.3 减振性.....13-42
  - 7.4 耐蚀性.....13-43
- 8 球铁的选用 .....13-43

## 13-IV 目 录

8·1 零件的工作条件对机械性能的要求	13-44
8·2 零件结构特点和机械性能的关系	13-44
8·3 生产工艺和机械性能的关系	13-45
8·4 经济性	13-46

4·4 高温和低温下的性能	13-53
5 可锻铸铁的物理性能	13-54
6 可锻铸铁的工艺性能	13-54
7 可锻铸铁的使用性能	13-55

### 第4章 可锻铸铁

1 可锻铸铁的分类和应用	13-47
1·1 分类	13-47
1·2 应用	13-47
2 可锻铸铁的化学成分	13-48
2·1 碳和硅	13-48
2·2 磷	13-49
2·3 硫和锰	13-49
2·4 铬	13-49
3 可锻铸铁的显微组织	13-49
3·1 显微组织和热处理	13-49
3·2 石墨	13-51
3·3 基体	13-51
3·4 表皮层	13-51
4 可锻铸铁的机械性能	13-52
4·1 抗拉性能	13-52
4·2 弯曲性能	13-53
4·3 疲劳强度	13-53

### 第5章 特殊性能铸铁

1 耐热铸铁	13-56
1·1 耐热铸铁的分类和选用	13-56
1·2 铸铁的耐热性和其评定方法	13-56
1·3 硅系耐热铸铁	13-58
1·4 铝系耐热铸铁	13-60
1·5 铝硅系耐热铸铁	13-62
1·6 铬系耐热铸铁	13-62
2 耐蚀铸铁	13-63
2·1 耐蚀铸铁的分类和选用	13-63
2·2 铸铁的腐蚀和其评定方法	13-63
2·3 高硅耐蚀铸铁	13-65
2·4 铝耐蚀铸铁和铝硅耐蚀铸铁	13-67
3 耐磨铸铁	13-68
3·1 冷硬铸铁	13-68
3·2 白口铸铁	13-71
3·3 中锰球墨铸铁	13-72
参考文献	13-73

## 常用符号表

$A$ —多次冲击能量	kgf·cm
$a$ —年	
$\alpha_k$ —冲击韧性、冲击值	kgf·m/cm <sup>2</sup>
$B$ —磁感应强度	G, Wb/m <sup>2</sup>
$B_r$ —剩余磁感强度	G, Wb/m <sup>2</sup>
$CE$ —碳当量	
$c$ —比热	cal/(g·°C)
$c$ —残余变形	%
$E$ —弹性模量	kgf/mm <sup>2</sup>
$f$ —挠度	mm
$G$ —切变弹性模量	kgf/mm <sup>2</sup>
$H$ —磁场强度	O <sub>e</sub> , H/m
$H_c$ —矫顽力	O <sub>e</sub> , H/m
$HB$ —布氏硬度值	
$HRB$ —洛氏B标度硬度值	
$HRC$ —洛氏C标度硬度值	
$HV$ —维氏硬度值	
$K_{Ic}$ —平面应变断裂韧性	kgf·mm <sup>-3/2</sup>
$K_{max}$ —最大应力强度因子	
$K_{sb}$ —最大应力强度比	
$l$ —比潜热	cal/g

$N$ —循环周次	次
$P_H$ —磁滞损耗	erg/(cm <sup>3</sup> ·Hz)
$RE$ —稀土元素	
$Sc$ —共晶度	
$\alpha$ —线胀系数	10 <sup>-6</sup> /°C
$\delta$ —延伸率	%
$\lambda$ —导热系数	cal/(cm·s·°C)
$\mu$ —磁导率	G/O <sub>e</sub> , H/mm
$\mu, \nu$ —泊松比	
$\rho$ —密度	g/cm <sup>3</sup>
$\rho$ —电阻率	Ω·cm
$\sigma_b$ —抗拉强度	
$\sigma_{bb}$ —抗弯强度	
$\sigma_{bc}$ —抗压强度	
$\sigma_{0.2}$ —屈服强度	
$\sigma_{-1}$ —光滑试样对称弯曲应力的疲劳极限	kgf/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{-1K}$ —缺口试样对称弯曲应力的疲劳极限	kgf/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{10^4}$ —持久强度, 如 $\sigma_{10^4}$ 表示10000小时断裂的最大抗拉强度	kgf/mm <sup>2</sup>
$\tau_b$ —抗切强度	kgf/mm <sup>2</sup>
$\psi$ —断面收缩率	%
$\psi$ —弹性消失率	%

# 目 录

## 常用符号表

### 第1章 概 述

- 1 非铁金属的分类.....14-1
- 2 非铁金属及其合金的特点.....14-2
- 3 非铁金属及其合金的性能比较.....14-2
  - 3.1 机械性能 .....14-2
  - 3.2 耐蚀性能 .....14-4
  - 3.3 被切削性能 .....14-5

### 第2章 铝及其合金

- 1 铸造铝合金.....14-5
  - 1.1 分类、化学成分和用途 .....14-5
  - 1.2 性能数据 .....14-9
- 2 变形铝合金 .....14-12
  - 2.1 分类、化学成分和用途.....14-12
  - 2.2 性能数据.....14-20

### 第3章 镁及其合金

- 1 镁及其合金的分类和特点 .....14-30
- 2 铸造镁合金 .....14-32
  - 2.1 化学成分和用途.....14-32
  - 2.2 性能数据.....14-33
- 3 变形镁合金 .....14-35
  - 3.1 化学成分和用途.....14-35
  - 3.2 性能数据.....14-35

### 第4章 铜及其合金

- 1 铜及其合金的分类和特点 .....14-38
  - 1.1 紫铜.....14-38
  - 1.2 黄铜.....14-39
  - 1.3 青铜.....14-40
  - 1.4 白铜.....14-43
- 2 铸造铜合金 .....14-45
  - 2.1 化学成分和用途.....14-45
  - 2.2 性能数据.....14-47
- 3 变形铜合金 .....14-50
  - 3.1 化学成分和用途.....14-50
  - 3.2 性能数据.....14-59

### 第5章 镍及其合金

- 1 化学成分和用途 .....14-68
- 2 性能数据 .....14-69
  - 2.1 机械性能.....14-69
  - 2.2 物理性能.....14-70
  - 2.3 耐蚀性能.....14-70
  - 2.4 工艺参数.....14-71

### 第6章 锌、镉、铅及其合金

- 1 锌及其合金 .....14-71
  - 1.1 化学成分和用途.....14-71
  - 1.2 性能数据.....14-72
- 2 铅及其合金 .....14-74
  - 2.1 化学成分和用途.....14-74
  - 2.2 性能数据.....14-75
- 3 锡基和铅基轴承合金(巴氏合金) ...14-76
  - 3.1 化学成分和用途.....14-77
  - 3.2 锡基轴承合金.....14-77
  - 3.3 铅基轴承合金.....14-78
  - 3.4 性能数据.....14-78
- 4 易熔合金 .....14-79

### 第7章 钛及其合金

- 1 分类、化学成分和用途 .....14-80
- 2 性能数据 .....14-81
  - 2.1 机械性能.....14-81
  - 2.2 物理性能.....14-82
  - 2.3 耐蚀性能.....14-83
  - 2.4 工艺参数.....14-83

### 第8章 钨、钼、钽、铌及其合金

- 1 化学成分和用途 .....14-84
- 2 性能数据 .....14-85
  - 2.1 机械性能.....14-85
  - 2.2 物理性能.....14-85
  - 2.3 耐蚀性能.....14-86

- 参考文献.....14-86



# 目 录

## 常用符号表

### 第1章 概 述

- 1 粉末冶金的特点.....15-1
  - 1.1 可制取多组元材料 .....15-1
  - 1.2 可制取多孔材料 .....15-1
  - 1.3 可制取硬质合金和难熔金属材料 .....15-2
  - 1.4 是一种精密的少切削无切削加工方法 .....15-2
  - 1.5 选用时需注意的问题 .....15-2
- 2 粉末冶金工艺.....15-2
  - 2.1 粉料制备 .....15-2
  - 2.2 成型 .....15-3
  - 2.3 烧结 .....15-5
  - 2.4 后处理 .....15-5
- 3 粉末冶金材料分类.....15-6

### 第2章 金属粉末

- 1 金属粉末概要.....15-7
- 2 金属粉末的生产方法.....15-8
  - 2.1 生产方法的分类 .....15-8
  - 2.2 生产方法的机理及特点 .....15-8
- 3 金属粉末的性能和用途 .....15-10
  - 3.1 铁及铁合金粉.....15-10
  - 3.2 碳钢及合金钢粉.....15-12
  - 3.3 其他黑色金属及其合金粉末.....15-13
  - 3.4 铜及铜合金粉.....15-13
  - 3.5 铝及铝合金粉.....15-14
  - 3.6 镍及镍合金粉.....15-14
  - 3.7 其他非铁金属粉.....15-15
  - 3.8 钨粉.....15-16
  - 3.9 钼粉.....15-16
  - 3.10 钽粉和铌粉 .....15-17
  - 3.11 其他难熔金属粉末 .....15-17
  - 3.12 难熔金属化合物粉末 .....15-18
  - 3.13 稀土金属、合金和稀土化合物粉末 .....15-18
  - 3.14 贵金属及其合金、化合物粉末 .....15-19
- 4 金属粉末性能的测试 .....15-20

### 第3章 粉末冶金减摩材料

- 1 粉末冶金减摩材料概要 .....15-23
- 2 含油轴承的特点和性能 .....15-23
  - 2.1 含油轴承的特点.....15-23
  - 2.2 自润滑机理.....15-24
  - 2.3 含油轴承的性能.....15-24
  - 2.4 含油轴承材料选择的参考依据.....15-25
- 3 含油轴承的许用  $pv$  值.....15-26
  - 3.1  $pv$  值的涵义 .....15-26
  - 3.2 含油轴承的许用  $pv$  值 .....15-26
  - 3.3 许用  $pv$  值的影响因素 .....15-26
  - 3.4 含油轴承应用实例.....15-27
- 4 含油轴承的设计 .....15-27
  - 4.1 结构形状.....15-27
  - 4.2 公称尺寸.....15-29
  - 4.3 精度与配合.....15-29
  - 4.4 推荐的含油轴承尺寸.....15-30
  - 4.5 补充浸油装置的结构举例.....15-31
- 5 使用含油轴承的注意事项 .....15-31
- 6 粉末冶金铜铅轴瓦 .....15-32
  - 6.1 特点.....15-32
  - 6.2 性能.....15-32
- 7 金属塑料减摩材料 .....15-32
  - 7.1 特点和分类.....15-32
  - 7.2 性能和要求.....15-33
  - 7.3 应用举例.....15-35
- 8 其他固体润滑减摩材料 .....15-35

### 第4章 粉末冶金铁基结构材料

- 1 铁基结构材料的特点、分类和标记方法 .....15-36
  - 1.1 生产工艺流程.....15-36
  - 1.2 铁基结构材料的特点.....15-36
  - 1.3 铁基结构材料分类和建议标记方法.....15-36
- 2 常用铁基结构材料的性能 .....15-37
  - 2.1 成分和特征.....15-37
  - 2.2 物理机械性能.....15-38
- 3 改善材料性能的方法 .....15-39

## 15- II 目 录

3.1 提高密度	15-39
3.2 合金化	15-40
3.3 热处理	15-41
3.4 表面处理	15-42
4 铁基结构材料的应用	15-42
4.1 材料选择	15-42
4.2 零件形状的确定	15-42
4.3 零件尺寸的限制	15-42
4.4 精度及光洁度	15-44

### 第5章 粉末冶金过滤材料

1 粉末冶金过滤材料的特点和生产工艺	15-44
1.1 特点	15-44
1.2 生产工艺	15-45
2 粉末冶金过滤元件的性能和测试	15-46
2.1 透过性	15-46
2.2 孔径及孔径分布	15-47
2.3 过滤精度	15-48
2.4 物理机械性能	15-49
2.5 化学性能	15-50
3 粉末冶金过滤元件的选择和应用	15-50
3.1 设计依据及步骤	15-50
3.2 设计举例	15-51
3.3 使用中的若干问题	15-51
3.4 过滤器的再生	15-51

### 第6章 粉末冶金摩擦材料

1 粉末冶金摩擦材料的组分、特点和分类	15-53
---------------------	-------

2 粉末冶金摩擦材料的性能及测试	15-53
2.1 性能	15-53
2.2 改善性能的途径	15-58
2.3 粉末冶金摩擦材料性能测试	15-59
3 粉末冶金摩擦材料的选择及应用	15-59
3.1 基体材料的选择	15-59
3.2 摩擦对偶材料的选择	15-59
3.3 结构形式的选择	15-59
3.4 湿式离合器沟槽花纹的选择	15-60
3.5 粉末冶金湿式离合器主要参数举例	15-60

### 第7章 硬质合金

1 硬质合金的特点、分类和生产工艺流程	15-61
2 硬质合金的性能	15-62
2.1 钨钴类硬质合金的性能	15-62
2.2 钨钴钛类硬质合金的性能	15-62
2.3 通用合金类硬质合金的性能	15-63
2.4 碳化钛基类硬质合金的性能	15-63
2.5 钢结硬质合金的性能及加工	15-63
3 硬质合金的应用和合理使用	15-64
3.1 硬质合金的应用范围	15-64
3.2 硬质合金刀具的合理使用	15-66
3.3 硬质合金矿地质工具牌号的选择	15-67
3.4 硬质合金模具牌号的选择	15-67
3.5 硬质合金量具和耐磨零件牌号的选择	15-67

## 常用符号表

$A$ ——元件过滤面积
$a_k$ ——冲击韧性 $\text{kgf}\cdot\text{m}/\text{cm}^2$
$B$ ——透过性系数 $\text{cm}^2$
$E$ ——弹性模量 $\text{kgf}/\text{cm}^2$
HB——布氏硬度
$P$ ——径向压溃负荷 $\text{kgf}$
$pv$ —— $pv$ 值(压力与速度积) $\text{kgf}\cdot\text{m}/(\text{cm}^2\cdot\text{s})$
$Q$ ——透过量
$t$ ——通过时间
$\alpha$ ——透过率 $1/(\text{cm}^2\cdot\text{min})$

$\gamma$ ——含油密度 $\text{g}/\text{cm}^3$
$\delta$ ——延伸率 %
$\eta$ ——流体的动力粘度 $\text{dyn}\cdot\text{s}/\text{cm}^2$
$\eta$ ——含油率
$\sigma$ ——液体表面张力系数 $\text{dyn}/\text{cm}$
$\sigma_e$ ——屈服强度 $\text{kgf}/\text{mm}^2$
$\sigma_b$ ——抗拉强度 $\text{kgf}/\text{mm}^2$
$\sigma_{bv}$ ——抗弯强度 $\text{kgf}/\text{mm}^2$
$\sigma_{bc}$ ——耐压强度 $\text{kgf}/\text{mm}^2$
$\psi$ ——断面收缩率 %

# 目 录

## 常用符号表

### 第1章 塑 料

1 塑料的分类和组成	16-1
2 塑料的特点和用途	16-1
3 塑料的性能	16-5
3.1 物理机械性能	16-5
3.2 耐蚀性能	16-8
3.3 电性能	16-9
4 选用塑料时应考虑的因素	16-10
4.1 工作温度	16-10
4.2 湿度和水	16-10
4.3 光和氧	16-11
4.4 分子量和结晶度	16-11
4.5 树脂的化学结构	16-11
5 成型工艺和机械加工	16-11
5.1 成型工艺	16-11
5.2 机械加工	16-12

### 第2章 橡 胶

1 橡胶的特点和使用范围	16-13
2 橡胶的种类和用途	16-13
3 橡胶的性能	16-15
4 橡胶的选用	16-17
5 橡胶的维护保养	16-17

### 第3章 胶 粘 剂

1 胶粘剂的特点和分类	16-18
2 胶粘剂的性能	16-19
3 胶粘剂的选用	16-19

### 第4章 木 材

1 木材的特点	16-24
2 木材的物理性能	16-25
2.1 含水率	16-25

2.2 吸湿率和吸水率	16-25
2.3 干缩率和湿胀率	16-25
2.4 容重	16-26
2.5 导热系数	16-26
3 机械性能和工艺性能	16-26
3.1 机械性能	16-26
3.2 工艺性能	16-27
4 影响木材物理机械性能的因素	16-30
5 机械产品用木材	16-30
6 木材加工	16-31
6.1 木材切削加工	16-31
6.2 木材干燥	16-33
6.3 胶接	16-33
6.4 改性和弯曲木的制造	16-35

### 第5章 陶 瓷

1 陶瓷的特点	16-35
2 耐酸陶瓷	16-36
2.1 种类和用途	16-36
2.2 性能数据	16-36
3 过滤陶瓷	16-37
4 高温、高强度、耐磨、耐腐蚀瓷	16-37
4.1 氧化铝瓷	16-38
4.2 氮化硅瓷	16-38
4.3 氮化硼瓷	16-39
4.4 性能数据	16-39
5 透明瓷	16-41
6 电解质瓷	16-42

### 第6章 搪 瓷

1 搪瓷的特点和分类	16-42
2 耐酸搪瓷	16-43
2.1 物理机械性能	16-43
2.2 化学稳定性	16-44
3 微晶搪瓷	16-45

## 16-IV 目 录

- 4 金属底材和结构设计 .....16-45
- 5 使用和修补 .....16-45

### 第7章 高温无机涂层

- 1 高温无机涂层的分类 .....16-46
- 2 选用涂层应考虑的因素 .....16-46
- 3 涂层工艺 .....16-47
- 4 几种典型高温无机涂层的性能和用途 .....16-49
  - 4.1 高温熔烧涂层 .....16-49
  - 4.2 高温喷涂涂层 .....16-50
  - 4.3 热扩散涂层 .....16-52
  - 4.4 低温烘烤涂层 .....16-53

### 第8章 水 泥

- 1 水泥的分类 .....16-56
- 2 水泥的选用 .....16-56
- 3 普通建筑水泥 .....16-56
- 4 双快型砂水泥 .....16-57
- 5 膨胀水泥 .....16-58
- 6 水泥砂浆和混凝土 .....16-58
  - 6.1 水泥强度标号 .....16-58
  - 6.2 建筑用砂浆 .....16-59
  - 6.3 混凝土 .....16-59

### 第9章 耐火材料

- 1 耐火材料的组成 .....16-60
- 2 耐火材料的分类、特点和用途 .....16-60
- 3 耐火材料的选用 .....16-64
  - 3.1 温度 .....16-64
  - 3.2 化学侵蚀性 .....16-64
  - 3.3 热震稳定性 .....16-65
  - 3.4 透气性 .....16-65
  - 3.5 重烧线变化 .....16-65
- 4 使用注意事项 .....16-66
- 5 常用耐火材料的性能数据 .....16-67

### 第10章 铸 石

- 1 铸石的组成和用途 .....16-70
- 2 铸石的工艺要点 .....16-70

- 3 铸石的性能 .....16-71

### 第11章 磨 料

- 1 磨料的特点 .....16-71
- 2 磨料的品种和粒度 .....16-71
  - 2.1 天然磨料 .....16-71
  - 2.2 人造磨料 .....16-71
  - 2.3 磨料粒度 .....16-73
- 3 人造磨料的性质 .....16-73
  - 3.1 化学成分 .....16-73
  - 3.2 硬度 .....16-74
  - 3.3 韧性 .....16-74
  - 3.4 颗粒形状 .....16-75
- 4 人造磨料的选择 .....16-75

### 第12章 金刚石和立方氮化硼

- 1 金刚石和立方氮化硼的特点和分类 .....16-76
- 2 金刚石的性能 .....16-76
- 3 立方氮化硼的性能 .....16-78
- 4 金刚石和立方氮化硼的品种和用途 .....16-79

### 第13章 碳、石墨材料

- 1 碳、石墨材料的类别和特点 .....16-81
- 2 碳、石墨材料的性能 .....16-81
  - 2.1 物理性能 .....16-81
  - 2.2 机械性能 .....16-82
  - 2.3 热性能 .....16-82
  - 2.4 化学性能 .....16-83
- 3 碳、石墨材料的特点和用途 .....16-83
  - 3.1 抗磨材料 .....16-83
  - 3.2 炉用材料 .....16-84
  - 3.3 化工用碳和石墨 .....16-84
  - 3.4 原子反应堆石墨 .....16-86
  - 3.5 热解石墨 .....16-86
  - 3.6 玻璃碳 .....16-86
  - 3.7 碳、石墨纤维 .....16-87
  - 3.8 高致密石墨 .....16-87
  - 3.9 多孔碳、石墨 .....16-87



3·10 其他 .....	16-87	3·1 机械性能 .....	16-93
4 碳、石墨材料选用时注意事项 .....	16-87	3·2 摩擦磨损性能 .....	16-95
<b>第14章 复合材料</b>			
1 复合材料的特点和分类 .....	16-88	4 三层复合材料 .....	16-95
2 玻璃纤维增强塑料 .....	16-89	4·1 SF-1 材料 .....	16-95
2·1 主要组成 .....	16-89	4·2 SF-2 材料 .....	16-96
2·2 热固性玻纤增强塑料的性能 .....	16-91	5 夹层结构材料 .....	16-97
2·3 成型工艺 .....	16-91	5·1 类别、特点和用途 .....	16-97
2·4 选用时应考虑的因素 .....	16-93	5·2 材料和性能 .....	16-97
3 碳纤维-树脂复合材料 .....	16-93	5·3 胶液及印胶工序 .....	16-98
		5·4 夹层结构的设计 .....	16-99
		参考文献 .....	16-99

### 常用符号表

Å — 埃 $10^{-8}\text{cm}$	$\epsilon$ — 应变
$E$ — 弹性模量 $\text{kgf/cm}^2$	$\lambda$ — 导热系数 $\text{cal}/(\text{cm}\cdot\text{s}\cdot^\circ\text{C})$
$E_c$ — 抗压模量 $\text{kgf/cm}^2$	$\mu$ — 摩擦系数
HB — 布氏硬度值 $\text{kg}^2/\text{mm}^2$	$k$ — 传热系数 $\text{cal}/(\text{cm}^2\cdot\text{s}\cdot^\circ\text{C})$
HRA — 洛氏 A 标度硬度值	$\sigma$ — 应力
HRE — 洛氏 B 标度硬度值	$\sigma_b$ — 抗拉强度
HRC — 洛氏 C 标度硬度值	$\sigma_s$ — 屈服强度
HRM — 洛氏 M 标度硬度值	$\sigma_c$ — 抗压(平压)强度
HRR — 洛氏 R 标度硬度值	$\tau_c$ — 抗剪强度
HA — 邵氏 A 型硬度计标度硬度值	$G_c$ — 抗剪模量
HD — 邵氏 D 型硬度计标度硬度值	$\psi$ — 抗磁化力
HV — 维氏硬度	$\phi$ — 直径
HS — 肖氏硬度值	$\delta$ — 伸长率 %
$P$ — 载荷	

# 目 录

## 常用符号表

### 第1章 机械性能试验

1 拉伸试验	17-1
1.1 拉伸试验和拉伸图	17-1
1.2 应力图	17-1
1.3 高温短时拉伸试验	17-3
1.4 试样的断口	17-3
2 压缩、扭转、弯曲试验	17-3
2.1 压缩试验	17-3
2.2 扭转试验	17-4
2.3 弯曲试验	17-5
3 硬度试验	17-6
3.1 布氏硬度试验	17-6
3.2 维氏硬度试验	17-7
3.3 洛氏硬度试验	17-7
3.4 肖氏硬度试验	17-8
3.5 显微硬度试验	17-8
4 冲击试验	17-9
4.1 单次冲击试验	17-9
4.2 多次冲击试验	17-10
5 疲劳试验	17-10
5.1 概要	17-10
5.2 常规疲劳试验	17-11
5.3 统计方法在疲劳试验中的应用	17-11
5.4 疲劳的快速试验	17-13
6 断裂韧性试验	17-14
6.1 断裂韧性的基本概念	17-14
6.2 试验用仪器设备	17-15
6.3 $K_{Ic}$ 的意义及测试方法	17-15
6.4 $\delta_c$ 的意义及测试方法	17-16
6.5 $J_{Ic}$ 的意义及测试方法	17-17
6.6 其他断裂力学指标的测试方法	17-18

### 第2章 无损探伤

1 探伤方法的选择	17-20
-----------	-------

2 射线探伤法	17-21
2.1 原理	17-21
2.2 分类	17-21
2.3 探伤灵敏度	17-21
2.4 应用范围及特点	17-22
3 超声探伤法	17-23
3.1 原理	17-23
3.2 分类	17-23
3.3 脉冲反射式探伤的基本原理	17-23
3.4 应用	17-23
3.5 特点	17-23
4 磁粉探伤法	17-24
4.1 原理	17-24
4.2 各种磁化方法及用途	17-24
4.3 磁粉种类及施敷方法	17-24
4.4 应用范围及特点	17-25
5 渗透探伤法	17-25
5.1 原理	17-25
5.2 分类、性能及选择原则	17-25
5.3 特点	17-26
6 涡流探伤法	17-26
6.1 原理	17-26
6.2 应用	17-26
6.3 特点	17-26
7 声发射	17-26
7.1 原理	17-26
7.2 应用	17-27
7.3 特点	17-27
8 全息摄影	17-27
8.1 原理	17-27
8.2 应用情况	17-27

### 第3章 光学金相术和 X 射线结构分析

1 宏观检验	17-28
1.1 钢的宏观检验方法	17-28

## 17-IV 目 录

- 1.2 钢的宏观缺陷及检验标准.....17-29
- 1.3 铜及铜合金的宏观检验及常见的  
宏观缺陷.....17-30
- 1.4 铝及铝合金的宏观检验、晶粒度  
测定及常见的宏观缺陷.....17-30
- 2 金相显微镜检验 .....17-31
  - 2.1 金相显微镜及其附件.....17-31
  - 2.2 金相试样的制备.....17-32
  - 2.3 晶粒度检验.....17-34
  - 2.4 钢中非金属夹杂物检验.....17-34
  - 2.5 金属材料中常见显微组织的鉴别.....17-35
- 3 X射线结构分析 .....17-39
  - 3.1 简单原理.....17-40
  - 3.2 衍射分析方法.....17-40
  - 3.3 应用.....17-42

### 第4章 电子显微术和微区分析

- 1 透射电子显微镜及其应用 .....17-46
  - 1.1 透射电子显微镜的构造.....17-47
  - 1.2 电子显微镜试样的制备.....17-47
  - 1.3 复型成象原理及其应用.....17-48
  - 1.4 电子衍射及其应用.....17-49
  - 1.5 衍衬成象原理.....17-50
  - 1.6 衍衬技术的应用.....17-51
- 2 扫描电子显微镜及其应用 .....17-53
  - 2.1 简介.....17-53
  - 2.2 应用.....17-54
- 3 微区分析 .....17-56
  - 3.1 电子探针.....17-56
  - 3.2 俄歇电子谱仪.....17-60
  - 3.3 离子探针.....17-62

### 第5章 断口分析

- 1 断口的保护和清洗 .....17-64
- 2 断口分析方法 .....17-65
  - 2.1 宏观断口分析.....17-65
  - 2.2 光学显微镜观察.....17-65
  - 2.3 透射电子显微镜观察.....17-65
  - 2.4 扫描电子显微镜观察.....17-65
- 3 合金钢断口检验中的常见断口  
种类 .....17-66

- 4 金属材料 and 机械构件的基本断  
口类型 .....17-67
  - 4.1 解理断口.....17-67
  - 4.2 准解理断口.....17-67
  - 4.3 韧窝断口(延性断口) .....17-68
  - 4.4 沿晶断口.....17-68
  - 4.5 疲劳断口.....17-68
  - 4.6 由介质侵袭导致的脆断.....17-69
  - 4.7 高温蠕变断口.....17-69
  - 4.8 其他断口.....17-69

### 第6章 材料质量检验 和常见缺陷分析

- 1 铸件和铸锭 .....17-71
  - 1.1 检验内容和方法.....17-71
  - 1.2 常见缺陷的特征和检验方法.....17-71
- 2 锻(轧)件和锻坯 .....17-72
  - 2.1 检验内容和方法.....17-72
  - 2.2 常见缺陷的特征、检验方法和原  
因分析.....17-72
- 3 热处理件 .....17-73
  - 3.1 检验内容和方法.....17-73
  - 3.2 常见缺陷的特征、检验方法和原  
因分析.....17-74
- 4 焊接件 .....17-76
  - 4.1 焊接接头的质量检验内容和方法.....17-76
  - 4.2 焊接接头的常见缺陷的特征、检  
验方法和原因分析.....17-76
- 5 材料质量检验顺序和缺陷综合  
分析举例 .....17-77
  - 5.1 材料质量检验顺序举例.....17-77
  - 5.2 缺陷综合分析举例.....17-77

### 第7章 机械构件断裂事故分析

- 1 概要 .....17-79
- 2 断裂事故分析的一般程序 .....17-79
  - 2.1 现场观察和构件碎片的收集.....17-79
  - 2.2 原始资料的收集.....17-79
  - 2.3 断口观察.....17-79
  - 2.4 无损探伤.....17-80
  - 2.5 实验应力分析.....17-80

2.6 机械性能试验.....	17-80	3 实例 .....	17-81
2.7 金相检验.....	17-80	3.1 高压钢瓶破裂事故分析.....	17-81
2.8 结构分析.....	17-80	3.2 空气压缩机叶片断裂分析.....	17-82
2.9 化学分析.....	17-80	3.3 基础螺栓断裂分析.....	17-83
2.10 模拟试验 .....	17-80	3.4 行星齿轮渐裂分析.....	17-85
2.11 综合分析 .....	17-81	参考文献.....	17-85

## 常用符号表

$A$ ——面积	HRB——洛氏B标度硬度值
$\text{\AA}$ ——埃 $10^{-8}\text{cm}$	HRC——洛氏C标度硬度值
$a$ ——裂纹长度	HS——肖氏硬度值
$a, b, c$ ——点阵常数 $\text{\AA}$	HV——维氏硬度值
$a, b, c$ ——晶胞基矢 $\text{\AA}$	$I$ ——X射相对强度
$a^*, b^*, c^*$ ——倒易晶胞基矢 $\text{\AA}^{-1}$	$I$ ——电子束相对强度
$a_c$ ——临界裂纹长度 $\text{mm}$	$J_1$ ——围绕裂纹尖端能量线积分 $\text{kgf/mm}$
$A_{C_1}$ ——加热下临界点 (温度)	$J_{1c}$ ——围绕裂纹尖端能量线积分的临界值 $\text{kgf/mm}$
$A_{C_3}$ ——加热上临界点 (温度)	$\Delta K_I$ ——裂纹尖端的应力强度因子幅度 $\text{kgf/mm}^{-3/2}$
$A_K$ ——冲击功 $\text{kgf}\cdot\text{m}$	$K_I$ ——裂纹受拉而张开的条件下的应力强度因子 $\text{kgf/mm}^{-3/2}$
$a_K$ ——冲击韧性 $\text{kgf}\cdot\text{m/cm}^2$	$K_{Ic}$ ——平面应变断裂韧性 (临界应力强度因子) $\text{kgf/mm}^{-3/2}$
$A_{R_1}$ ——冷却下临界点 (温度)	$K_{Isc}$ ——应力腐蚀的界限应力强度因子 $\text{kgf/mm}^{-3/2}$
$A_{R_3}$ ——冷却上临界点 (温度)	$K_c$ ——平面应力断裂韧性 $\text{kgf/mm}^{3/2}$
$A(\theta)$ ——吸收因子	$\Delta K_{Ih}$ ——疲劳裂纹不扩展的界限应力强度因子幅度 $\text{kgf/mm}^{-3/2}$
$B$ ——试样厚度	$K_0$ ——条件断裂韧性 $\text{kgf/mm}^{-3/2}$
$b$ ——X射线衍射峰半高宽 $\text{rad}$	$L$ ——镜筒长度
$c$ ——光速 $\text{cm/s}$	$m_0$ ——静止电子质量 $\text{g}$
$D$ ——晶粒尺寸 $\mu$	$M_s$ ——马氏体转变点 (温度)
$d$ ——珠光体片间距 $\mu$	$M$ ——弯矩 $\text{kgf}\cdot\text{mm}$
$d$ ——晶面间距 $\text{\AA}$	$N$ ——应力循环周次 $\text{kc}$
$d_n$ ——布氏硬度试验中的压痕直径	$N$ ——疲劳寿命 $\text{kc}$
$E$ ——弹性模量 $\text{kgf/mm}^2$	$N$ ——晶粒度
$E$ ——光子能量 $\text{eV}$	$N$ ——单位体积内的晶胞数 $\text{cm}^{-3}$
$E$ ——电子能量 $\text{eV}$	$N$ ——多重因子
$e$ ——电子电荷 静电单位	$n$ ——晶粒数
$e^{-2.3N}$ ——温度因子	$P$ ——力 $\text{kgf}$
$F$ ——面积	$R$ ——应力比
$F$ ——结构因子	$R$ ——衍射斑点到原点距离 $\text{mm}$
$G$ ——切变弹性模量 $\text{kgf/mm}^2$	$R$ ——晶胞位移矢量 $\text{\AA}$
$G$ ——裂纹扩展力 $\text{kgf/mm}$	$S$ ——应力 $\text{kgf/mm}^2$
$g$ ——倒易矢量 $\text{\AA}^{-1}$	$S$ ——试样跨距
$G_I$ ——应变能释放率 $\text{erg/cm}^2$	$S_{-1}$ ——旋转弯曲下的对称循环疲劳极限 $\text{kgf/mm}^2$
$G_{Ic}$ ——临界应变能释放率 $\text{erg/cm}^2$	
$h$ ——渗层深度	
$h$ ——试样高度	
$h, k, l$ ——晶面指数	
HB——布氏硬度值	
Hm——显微硬度值	
HRA——洛氏A标度硬度值	

17-VI 常用符号表

$S_K$ ——断裂强度  $\text{kgf/mm}^2$   
 $S_R$ ——非对称循环疲劳极限  $\text{kgf/mm}^2$   
 $T$ ——扭矩  $\text{kgf}\cdot\text{mm}$   
 $T_{\text{orr}}$ ——托 压力单位  $1\text{ mm 汞柱}$   
 $V_g$ ——裂纹嘴张开位移  $\mu$   
 $v$ ——体积分数  
 $W$ ——试样高度  
 $W$ ——扭转(或弯曲)截面系数  $\text{mm}^3$   
 $Z$ ——原子序数  
 $\gamma$ ——相对切应变  $\text{rad}$   
 $\Delta$ ——挠度  $\text{mm}$   
 $\Delta_c$ ——临界挠度  $\text{mm}$   
 $\delta$ ——延伸率 %  
 $\delta$ ——厚度  
 $\delta$ ——裂纹尖端张开位移  $\mu$   
 $\delta_c$ ——缩短率 %  
 $\delta_c$ ——临界裂纹尖端张开位移  $\mu$   
 $\epsilon$ ——应变 %  
 $\theta$ ——衍射角  $\text{deg}$   
 $\theta_B$ ——衍射角  $\text{deg}$   
 $\lambda$ ——波长  $\text{\AA}$   
 $\mu_l$ ——线吸收系数  $1/\text{mm}$   
 $\mu_m$ ——质量吸收系数  $1/\text{g}$

$\nu$ ——泊松比  
 $\nu$ ——振动频率  $1/\text{s}$   
 $\rho$ ——密度  $\text{g/cm}^3$   
 $\sigma$ ——应力  $\text{kgf/mm}^2$   
 $\sigma_{sL}$ ——下屈服强度  $\text{kgf/mm}^2$   
 $\sigma_{sU}$ ——上屈服强度  $\text{kgf/mm}^2$   
 $\sigma_{0.2}$ ——屈服强度  $\text{kgf/mm}^2$   
 $\sigma_{-1}$ ——旋转弯曲下的对称循环疲劳极限  $\text{kgf/mm}^2$   
 $\sigma_b$ ——抗拉强度  $\text{kgf/mm}^2$   
 $\sigma_{bb}$ ——抗弯强度  $\text{kgf/mm}^2$   
 $\sigma_{bc}$ ——抗压强度  $\text{kgf/mm}^2$   
 $\sigma_c$ ——临界应力  $\text{kgf/mm}^2$   
 $\sigma_e$ ——弹性极限  $\text{kgf/mm}^2$   
 $\sigma_s$ ——屈服点  $\text{kgf/mm}^2$   
 $\sigma_v$ ——非对称循环疲劳极限  $\text{kgf/mm}^2$   
 $\tau_{0.3}$ ——扭转屈服强度  $\text{kgf/mm}^2$   
 $\tau_b$ ——抗切强度  $\text{kgf/mm}^2$   
 $\tau_k$ ——真实抗切强度  $\text{kgf/mm}^2$   
 $\tau_p$ ——剪切比例极限  $\text{kgf/mm}^2$   
 $\phi$ ——扭转角  $\text{deg}$   
 $\psi$ ——断面收缩率 %  
 $\psi_c$ ——断面增大率 %

原  
书  
缺  
页



原  
书  
缺  
页

原  
书  
缺  
页

# 原 书 缺 页