

机械工程手册

第 12 篇~第 17 篇 材料部分

(试 用 本)

机械工程手册
电机工程手册

编辑委员会



机械工业出版社

机械工业出版社

机械设计—零件—材料—热处理

（第一版）

机械工业出版社
地址：北京市西城区百万庄大街24号
电话：010-68993823



机械工业出版社

机械工程手册

第12篇～第17篇 材料部分

(试 用 本)

机械工程手册
电机工程手册

编辑委员会



机械工业出版社

本书主要介绍机械工业合理选择材料和正确使用材料的要点,着重提供各类材料的主要性能、特点、应用和有关的技术数据。全书共分钢、铸铁、非铁金属、粉末冶金、非金属材料、金属材料的物理试验与应用六篇。

机 械 工 程 手 册
第12篇~第17篇 材料部分
(试 用 本)

主 编 单 位

上 海 材 料 研 究 所 第 一 汽 车 制 造 厂
冶 金 工 业 部 钢 铁 研 究 院 上 海 汽 轮 机 厂
上 海 市 机 械 制 造 工 艺 研 究 所 中 南 矿 冶 学 院
北 京 市 粉 末 冶 金 研 究 所 上 海 粉 末 冶 金 厂

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)
(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

机械工业出版社印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ · 印张 51 · 插页 18 · 字数 1.404 千字
1978 年 3 月北京第一版 · 1978 年 3 月北京第一次印刷
印数 00,001—80,000 · 定价 4.35 元

*

统一书号: 15033 · 4502

编辑说明

(一) 我国自建国以来,特别是无产阶级文化大革命以来,机械工业在伟大的领袖和导师毛泽东主席的无产阶级革命路线指引下,坚持政治挂帅,以阶级斗争为纲,贯彻“**独立自主、自力更生**”的方针,取得了巨大的成就。为了总结广大群众在生产和科学技术方面的经验,加强机械工业科学技术的基础建设,适应实现“四个现代化”的需要,我们组织编写了《机械工程手册》和《电机工程手册》,使出版工作更好地为无产阶级政治服务,为工农兵服务,为社会主义服务。

(二) 这两部手册主要供广大机电工人、工程技术人员和干部在设计、制造和技术革新中查阅使用,也可供教学及其他有关人员参考。《手册》在内容和表达方式上,力求做到深入浅出,简明扼要,直观易懂,归类便查,以便广大机电工人使用,有利于工人阶级技术队伍的发展和壮大。

(三) 这两部手册是综合性技术工具书,着重介绍各专业的理论基础,常用计算公式,数据、资料,关键问题以及发展趋势。在编写中,力求做到立足全局,勾划概貌,反映共性,突出重点。读者在综合研究和处理技术问题时,《手册》可起备查、提示和启发的作用。它与各类专业技术手册相辅相成,构成一套比较完整的技术工具书。《机械工程手册》包括基础理论、机械工程材料、机械设计、机械制造工艺、机械制造过程的机械化与自动化、机械产品六个部分,共七十九篇;《电机工程手册》包括基础理论、电工材料、电力系统与电源、电机、输变电设备、工业电气设备、仪器仪表与自动化七个部分,共五十篇。

(四) 参加这两部手册编写工作的, 有全国许多地区和部门的工厂、科研单位、大专院校等五百多个单位、两千多人。提供资料和参加审定稿件的单位和人员, 更为广泛。许多地区的科技交流部门, 为审定稿件做了大量的工作。各篇在编写、协调、审查、定稿各个环节中, 广泛征求广大机电工人的意见, 坚持实行工人、技术人员和领导干部三结合的原则, 发挥了广大群众的智慧和力量。

(五) 为了使手册早日与读者见面, 广泛征求意见, 先分篇出版试用本。由于我们缺乏编辑出版综合性技术工具书的经验, 试用本在内容和形式方面, 一定会存在不少遗漏、缺点和错误。我们热忱希望读者在试用中进一步审查、验证, 提出批评和建议, 以便今后出版合订本时加以修订。

(六) 本书是《机械工程手册》材料部分, 包括第12~17篇: 钢、铸铁、非铁金属、粉末冶金、非金属材料、金属材料的物理试验与应用共六篇, 由上海材料研究所、冶金工业部钢铁研究院、第一汽车制造厂、上海汽轮机厂、上海市机械制造工艺研究所、中南矿冶学院、北京市粉末冶金研究所、上海粉末冶金厂主编, 参加编写的共计四十个单位。此外还有许多单位提供数据和资料, 给予大力支持, 在此一并致谢。

机械工程手册 编辑委员会
电机工程手册

第12篇

钢

第13篇

铸 铁

第14篇

非铁金属

第15篇

粉 末 冶 金

第16篇

非 金 属 材 料

第17篇

金属材料的物理试验与应用

图 版

索 引

第 12 篇 钢

主编单位:

冶金工业部钢铁研究院
第一汽车制造厂
上海汽轮机厂

编写单位:

上海交通大学
上海材料研究所
合肥通用机械研究所
上海钢铁研究所
汉川机床厂
首都钢铁公司研究所
天津大学
洛阳轴承研究所
成都工具研究所
南京汽车制造厂
天津工程机械研究所
一机部农业机械研究所
上海锅炉厂
上海重型机器厂
第二汽车制造厂

目 录

常用符号表

第 1 章 钢的生产和分类

- 1 钢的生产概要12-1
 - 1.1 钢的冶炼12-1
 - 1.2 钢的浇铸12-4
 - 1.3 钢的压力加工12-6
 - 1.4 钢材的热处理12-8
- 2 钢的分类、品种规格和钢号表示方法12-8
 - 2.1 钢的分类12-8
 - 2.2 钢材的品种规格12-9
 - 2.3 钢号表示方法12-12

第 2 章 合金元素在钢中的作用

- 1 概述12-14
 - 1.1 钢中的元素与合金元素12-14
 - 1.2 合金元素在钢中的分布与存在状态12-14
 - 1.3 合金元素对铁碳系平衡相图的影响12-15
- 2 合金元素对相变的影响12-18
 - 2.1 合金元素对钢加热时相变的影响12-18
 - 2.2 合金元素对钢冷却时相变的影响12-19
 - 2.3 合金元素对淬火钢回火转变的影响12-20
- 3 合金元素对钢的性能的影响12-21
 - 3.1 合金元素对钢的机械性能的影响12-21
 - 3.2 合金元素对钢的工艺性能的影响12-23
 - 3.3 合金元素对钢的物理及化学性能的影响12-24
- 4 合金元素在钢中的作用要点12-25

第 3 章 普通碳素钢和低合金高强度钢

- 1 普通碳素钢的分类和性能数据12-28
- 2 普通碳素钢的应用和专业用普通碳素钢12-31
- 3 低合金高强度钢的特点和分类12-31
- 4 低合金高强度钢的应用和专业用低合金高强度钢12-37

5 普通碳素钢和低合金高强度钢

- 的选用12-39
- 5.1 强度12-39
- 5.2 韧性和时效敏感性12-39
- 5.3 工艺性能12-40
- 5.4 使用环境和工作条件12-40

附：低合金高强度钢若干钢号的补充

- 性能数据12-40
- 16Mn, 15MnV, 15MnTi, 14MnVTiRE,
- 15MnVN, 14MnMoV, 18MnMoNb,
- 12MnCrNiMoVCu

第 4 章 压力容器用钢和低温用钢

- 1 压力容器用钢和低温用钢的分类12-48
 - 1.1 压力容器用钢12-48
 - 1.2 低温用钢12-48
- 2 压力容器用钢和低温用钢的选用12-49
 - 2.1 强度12-49
 - 2.2 韧性12-49
 - 2.3 焊接性能和加工工艺性12-50

附：压力容器用钢和低温用钢若干钢

- 号的补充性能数据12-54
- A3R, 16MnR, 15MnVR, 18MnMoNbR,
- 14MnMoVBRE, 14MnMoNbB,
- 14CrMnMoVB, 09Mn2VR, 09MnTiCuRE,
- 10Ni4(3.5%Ni), 06AlNbCuN,
- 1Ni9(9%Ni), 15Mn26Al4

第 5 章 超高强度钢

- 1 超高强度钢的特点和分类12-65
 - 1.1 低合金超高强度钢12-65
 - 1.2 中合金超高强度钢12-65
 - 1.3 高合金超高强度钢12-65
- 2 超高强度钢的选用12-67
 - 2.1 使用性能12-67
 - 2.2 对质量的要求12-68
 - 2.3 工艺性能12-68

附：超高强度钢若干钢号的补充

- 性能数据12-68
- 40CrNi2Mo, 37Si2MnCrNiMoV,

12-IV 目 录

32Si2Mn2MoV, 30CrMnSiNi2, 4Cr5MoSiV,
0Cr15Ni7Mo2Al, 1Cr12Mn5Ni4Mo3Al,
00Ni18Co8Mo5TiAl

第6章 调质结构钢

- 1 调质钢的特点12-77
- 2 调质钢的选用12-80
 - 2.1 工艺性能12-80
 - 2.2 零件尺寸和钢材的淬透性12-80
 - 2.3 机械性能12-80
- 3 低碳马氏体钢12-85
 - 3.1 低碳马氏体钢的特点12-85
 - 3.2 低碳马氏体钢选用举例12-86

附: 调质结构钢若干钢号的补充

性能数据12-87

35, 45, 40Cr, 45Mn2, 40MnB, 35CrMo,
30CrMnSi, 40CrNiMo

第7章 表面硬化钢

- 1 渗碳钢的特点12-98
- 2 渗碳钢的选用12-101
 - 2.1 工艺性能12-101
 - 2.2 机械性能12-102
 - 2.3 渗碳齿轮的强度和寿命12-102
- 3 渗氮钢的特点和分类12-103
- 4 渗氮钢的选用12-105
 - 4.1 零件工作条件和机械性能12-105
 - 4.2 工艺性能12-105
 - 4.3 结合渗氮工艺选择钢种12-105
- 5 高频淬火工艺及用钢的特点12-106
 - 5.1 高频淬火工艺的特点12-106
 - 5.2 高频淬火用钢的特点12-106
- 6 低淬透性钢12-107

附: 表面硬化钢若干钢号的补充

性能数据12-107

20, 20Cr, 20CrMnTi, 20Mn2TiB, 20MnVB,
25MnTiBRE, 12Cr2Ni4A, 18Cr2Ni4WA,
38CrMoAl, 55TiD, 60TiD

第8章 易切钢和冷冲压用钢

- 1 易切钢的特点12-120

- 2 影响钢材被切削性的因素12-120

- 2.1 化学成分的影响12-120

- 2.2 金相组织的影响12-121

- 3 易切钢的选用与常用易切钢数据12-122

- 3.1 易切钢的选用12-122

- 3.2 易切钢的性能数据12-123

- 4 冷冲压钢板的特点12-123

- 5 影响深冲冷轧薄板冲压性能

- 的因素12-124

- 5.1 钢板的化学成分12-124

- 5.2 钢板的金相组织12-124

- 5.3 钢板的机械性能12-125

- 5.4 钢板的表面质量12-126

- 5.5 钢板的厚度尺寸公差12-126

- 6 深冲冷轧薄钢板的选用12-126

- 7 深冲冷轧薄板的性能数据12-127

- 8 评定热轧钢板冲压性能的方法12-127

- 9 影响热轧钢板冲压性能的因素12-128

- 9.1 钢板的化学成分12-128

- 9.2 钢板的轧制方法12-128

- 9.3 夹杂物的形态12-129

- 9.4 钢板的表面质量12-130

- 9.5 热轧钢板的厚度公差12-130

- 10 冲压用热轧钢板的性能数据12-130

第9章 弹簧钢

- 1 弹簧钢的特点和品种12-131

- 1.1 热轧弹簧钢12-131

- 1.2 冷拉弹簧钢丝12-134

- 1.3 特殊性能弹簧用钢和弹性合金12-137

- 2 热轧弹簧钢的选用12-138

- 2.1 制造工艺12-138

- 2.2 机械性能12-139

- 2.3 弹簧尺寸和淬透性12-141

- 2.4 工作条件12-141

- 3 冷拉弹簧钢丝的选用12-141

- 3.1 钢丝的供应状态12-142

- 3.2 钢丝的表面质量12-142

- 3.3 残余内应力12-143

- 4 弹簧钢的热处理与强化处理12-143

- 4.1 热处理12-143

4.2 强化处理12-143

附：弹簧钢若干钢号的补充

性能数据12-144

85, 65Mn, 60Si2Mn, 50CrVA, 50SiMnVB,
55SiMnMoVNb

第10章 滚动轴承钢

1 轴承钢质量要求和品种规格12-151

1.1 轴承钢冶金质量的一般要求12-151

1.2 轴承钢材的品种规格12-151

2 轴承钢的类别、成分、特点

和用途12-152

3 轴承钢的选用12-155

3.1 轴承的工作条件12-155

3.2 轴承的结构12-157

3.3 轴承钢的工艺性能12-157

附：滚动轴承钢若干钢号的补充

性能数据12-158

GCr15, GCr15SiMn, GSiMnV, GSiMnVRE,
GSiMnMoV, GSiMnMoVRE, GMnMoV,
GMnMoVRE, 20Cr2Ni4A, 20Cr2Mn2MoA,
9Cr18, Cr4Mo4V, 55SiMoVA

第11章 工 具 钢

1 工具钢的分类和用途12-174

1.1 碳素工具钢12-174

1.2 合金工具钢12-175

1.3 高速工具钢12-176

1.4 常用合金元素在工具钢中的作用12-178

2 工具钢的选用12-178

2.1 刃具用钢的选用12-179

2.2 量具用钢的选用12-180

2.3 模具用钢的选用12-180

3 工具钢的质量要求与热处理要点12-183

3.1 质量要求12-183

3.2 热处理要点12-183

3.3 常用工具钢的热处理规范12-184

附：工具钢若干钢号的补充

性能数据12-186

9Mn2V, Cr12MoV, Cr4W2MoV, 5CrMnMo,

4Cr5MoSiV, 4Cr5W2SiV, 4Cr3W4Mo2TiNb,
W18Cr4V, W6Mo5Cr4V2, W6Mo5Cr4V2A1,
W12Mo3Cr4V3Co5Si, W2Mo9Cr4VCb8

第12章 耐磨钢和农机具耐磨零件用钢

1 耐磨钢与钢的耐磨性12-197

1.1 耐磨钢简介12-197

1.2 钢的耐磨性及其主要影响因素12-198

2 高锰钢12-199

2.1 高锰钢的特点、化学成分和机械
性能12-199

2.2 高锰钢的应用12-200

3 农机具耐磨零件用钢12-202

3.1 农机具耐磨零件用钢的特点和
要求12-202

3.2 农机具耐磨零件用钢的选用12-202

3.3 农机具耐磨零件用钢的成分、
性能和热处理12-203

附：农机具耐磨零件用钢的补充

性能数据及及12-206
65SiMnRE

第13章 耐 蚀 钢

1 概述12-207

1.1 耐蚀钢的分类、特点和用途12-207

1.2 耐蚀钢和合金的化学成分及机械
性能12-207

1.3 主要的腐蚀类型12-216

2 耐蚀钢及耐蚀合金的选用12-216

2.1 合金元素对耐蚀性能的影响12-216

2.2 热处理12-218

2.3 物理、机械性能和工艺性能12-218

2.4 使用环境12-218

2.5 使用寿命12-220

2.6 特殊的腐蚀12-220

3 典型介质中耐蚀钢及耐蚀合金

的选用12-222

3.1 耐硝酸腐蚀材料12-222

3.2 耐硫酸腐蚀材料12-223

3.3 耐盐酸腐蚀材料12-224

3.4 耐氢氟酸腐蚀材料12-224

12-VI 目 录

- 3.5 耐醋酸腐蚀材料12-225
- 3.6 耐磷酸腐蚀材料12-225
- 3.7 耐氢氧化钠腐蚀材料12-226
- 3.8 耐硫化物腐蚀材料12-227
- 3.9 耐海水腐蚀材料12-228
- 3.10 尿素设备耐腐蚀材料12-229
- 3.11 耐高温高压氢、氮、氨腐蚀材料12-229
- 4 常用的腐蚀试验方法12-229
 - 4.1 均匀腐蚀试验12-230
 - 4.2 不锈钢晶间腐蚀试验12-230
 - 4.3 应力腐蚀开裂试验12-231
 - 4.4 点腐蚀试验12-232

附：耐蚀钢若干钢号的补充

性能数据12-232

0Cr13, 1Cr13, 2Cr13, 9Cr18, 1Cr17Ni2,

0Cr17Ti, 1Cr18Ni9Ti, 1Cr18Ni12Mo2Ti,

00Cr18Ni10, 00Cr17Ni14Mo2,

0Cr17Ni4Cu4Nb, 0Cr17Mn13Mo2N,

1Cr17Mn9Ni3Mo3Cu2N,

0Cr12Ni25Mo3Cu3Si2Nb(Ti)

第14章 耐 热 钢

- 1 耐热钢和耐热合金的分类12-245
 - 1.1 按特性和用途分类12-245
 - 1.2 按组织分类12-245
- 2 耐热钢和耐热合金的特点12-246
 - 2.1 高温性能12-246
 - 2.2 化学成分对抗氧化性的影响12-246
 - 2.3 耐热钢和耐热合金的主要强化方法12-247
 - 2.4 制造工艺12-249
- 3 耐热钢和耐热合金的选用12-252
 - 3.1 锅炉用耐热钢管12-252
 - 3.2 汽轮机、燃气轮机和内燃机用耐热钢和耐热合金12-255
 - 3.3 紧固件用耐热钢和耐热合金12-264
 - 3.4 炉用耐热钢12-269
 - 3.5 炼油和化工设备用耐热钢12-269

附：耐热钢和耐热合金若干牌号的

补充性能12-272

12Cr1MoV, 27Cr2Mo1V, 1Cr11MoV,

1Cr21Ti, 2Cr20Mn9Ni2Si2N,

5Cr21Mn9Ni4N, 1Cr23Ni18, Cr20Ni44MoW

(128合金), Cr14Ni25Mo(A-286),

Cr14Ni40MoWTiAl(302合金), S-816

第15章 大型锻件用钢

- 1 制造工艺对大型锻件冶金质量的影响12-281
 - 1.1 冶炼和铸锭12-281
 - 1.2 锻造12-282
 - 1.3 热处理12-282
- 2 大型锻件用钢的选择12-282
 - 2.1 机械性能和淬透性12-282
 - 2.2 工作条件12-283
 - 2.3 工艺性能12-283
- 3 一般大型锻件用钢12-284
 - 3.1 碳素钢12-284
 - 3.2 硅锰类钢12-287
 - 3.3 铬钢、铬钼钢、铬锰钼钢12-289
 - 3.4 铬锰钼硼钢12-290
 - 3.5 铬镍钼(钨)钢12-291
- 4 电站锻件用钢12-292
 - 4.1 发电机转子用钢12-294
 - 4.2 护环用钢12-294
 - 4.3 汽轮机高、中压转子用钢12-295
 - 4.4 汽轮机低压转子用钢12-296
 - 4.5 叶轮用钢12-296
- 5 锻造容器用钢12-297
 - 5.1 一般容器用钢12-298
 - 5.2 抗氢容器用钢12-299
- 6 轧辊用钢12-301
 - 6.1 热轧辊用钢12-301
 - 6.2 冷轧工作辊用钢12-302
 - 6.3 支撑辊用钢12-305
 - 6.4 矫正辊用钢12-306

附：大型锻件用钢若干钢号的补充

性能数据12-308

一般锻件用钢12-308

20SiMnMo, 35SiMn, 50SiMn, 38SiMnMo,

42MnMoV, 37SiMn2MoV, 40Cr, 35CrMo,

42CrMo, 35CrMnMo, 20Cr2Mn2Mo,
32Cr2MnMo, 18Cr2MnMoB, 30CrMn2MoB,
34CrNi3Mo, 18Cr2Ni4W。
电站锻件用钢.....12-320
34CrMo1A, 34CrNi3Mo, 25CrNi3MoV,
26Cr2Ni4MoV, 40Mn18Cr4, 50Mn18Cr4,
50Mn18Cr4N, 50Mn18Cr4WN, 27Cr2Mo1V,
28CrNiMoV, 17CrMo1V, 25Cr2NiMoV,
34CrMo, 35CrMoV, 34CrNi3Mo,
18Cr2MnMoB
锻造容器用钢.....12-324
20MnMo, 20MnMoNb, 14MnMoVB,
14CrMnMoVB, 42CrNi2Mo1V, 12Cr2Mo1,
21Cr3MoWV

第16章 铸 钢

- 1 铸钢的特点和类别.....12-329
1.1 铸钢和锻钢的比较.....12-329
1.2 尺寸因素——大截面铸钢件的
机械性能.....12-329

- 1.3 铸造性能和焊接性能.....12-330
1.4 铸钢的类别.....12-332
2 一般铸钢.....12-332
2.1 碳素铸钢.....12-332
2.2 低合金铸钢.....12-333
3 耐蚀铸钢.....12-336
3.1 马氏体耐蚀铸钢.....12-338
3.2 铁素体耐蚀铸钢.....12-338
3.3 奥氏体耐蚀铸钢.....12-339
4 耐热铸钢.....12-340
4.1 珠光体耐热铸钢.....12-342
4.2 马氏体耐热铸钢.....12-343
4.3 铁素体耐热铸钢.....12-343
4.4 奥氏体耐热铸钢.....12-343
5 水轮机转轮(叶片)用铸钢.....12-346
6 其他特殊用途铸钢.....12-347
6.1 无磁铸钢.....12-347
6.2 电工用铸钢.....12-348
6.3 模具用铸钢.....12-348
参考文献.....12-349

常用符号表

A——奥氏体
 $\bar{A}$ ——埃 10^{-8}cm
 α ——试样厚度 mm
 Ac_1 ——加热下临界点(温度) $^{\circ}\text{C}$
 Ac_3 ——亚共析钢加热上临界点(温度) $^{\circ}\text{C}$
 Ac_{cm} ——过共析钢加热上临界点(温度) $^{\circ}\text{C}$
 A_k ——冲击功 $\text{kgf}\cdot\text{m}$
 a_k ——冲击韧性(梅氏试样) $\text{kgf}\cdot\text{m}/\text{cm}^2$
 Ar_1 ——冷却下临界点(温度) $^{\circ}\text{C}$
 Ar_3 ——冷却上临界点(温度) $^{\circ}\text{C}$
atm——标准大气压 压力单位
at——工程大气压 kgf/cm^2
B——贝氏体
 B ——磁感应强度 G
 B_r ——剩余磁感 G
 B_s ——贝氏体转变开始温度 $^{\circ}\text{C}$
C——碳化物
 c ——比热 $\text{cal}/(\text{g}\cdot^{\circ}\text{C})$
cal——卡 热量单位
D——管子外径
D——扩散系数
 d ——直径
E——弹性模量 kgf/mm^2

F——铁素体
 F ——力 kgf
 F ——面积
FATT——断口形貌转折温度 $^{\circ}\text{C}$
 f ——挠度
 G ——切变弹性模量 kgf/mm^2
 H ——磁场强度 Oe
 h ——高度
HB——布氏硬度
 H_c ——矫顽力 Oe
HK——奴氏(Knoop)硬度
HRA——洛氏A标度硬度
HRB——洛氏B标度硬度
HRC——洛氏C标度硬度
HS——肖氏硬度
HV——维氏硬度
 I ——磁化强度 G
 I_s ——饱和磁化强度 G
 J_{1c} ——临界 J 积分值 kgf/mm
 K_I, K_{II}, K_{III} ——应力强度因子 $\text{kgf}/\text{mm}^{\frac{3}{2}}$
 K_{Ic} ——平面应变断裂韧性 $\text{kgf}/\text{mm}^{\frac{3}{2}}$
 K_{Isc} ——应力腐蚀临界强度因子 $\text{kgf}/\text{mm}^{\frac{3}{2}}$

12-Ⅷ 常用符号表

kgf——公斤力 力的单位	μ ——磁导率 H/m
L——液态相	ν ——泊松比
L ——长度	ρ ——电阻率 $\Omega \cdot \text{cm}$
l ——长度	ρ ——密度 g/cm^3
M——马氏体	σ —— σ 相
M_f ——马氏体转变终了温度 $^{\circ}\text{C}$	σ ——应力 kgf/mm^2
M_s ——马氏体转变开始温度 $^{\circ}\text{C}$	σ_{-1} ——光滑试样对称弯曲应力的疲劳极限 kgf/mm^2
N ——疲劳寿命 周次	σ_{-1k} ——缺口试样对称弯曲应力的疲劳极限 kgf/mm^2
NDT——无延性转折温度 $^{\circ}\text{C}$	$\sigma_{\times/10^y}$ ——蠕变强度,例如: $\sigma_{1/10^4}$ 表示10000小时内产生1%变形量的应力 kgf/mm^2
P ——压力 kgf/cm^2	σ_{10^y} ——持久抗拉强度,如: σ_{10^4} 表示10000小时断裂的最大抗拉应力 kgf/mm^2
R——伦琴 X射线的剂量单位	σ_{10000} ——松弛应力, σ_0 表示初应力,10000表示径10000小时的应力, kgf/mm^2
R——腐蚀率 mm/a	σ_b ——抗拉强度 kgf/mm^2
S——面积	σ_{bb} ——抗弯强度 kgf/mm^2
S——管壁厚度	σ_{bc} ——抗压强度 kgf/mm^2
s——秒 时间单位	σ_{bn} ——缺口抗拉强度 kgf/mm^2
T——温度 $^{\circ}\text{K}$	σ_e ——弹性极限 kgf/mm^2
t ——温度 $^{\circ}\text{C}$	σ_N ——循环N周次的疲劳强度 kgf/mm^2
Torr——托 一毫米汞柱压力单位	σ_p ——比例极限 kgf/mm^2
a——年 时间单位	σ_s ——屈服点 kgf/mm^2
α —— α 相	σ_{sc} ——应力腐蚀开裂临界应力 kgf/mm^2
α ——线胀系数 $10^{-6}/^{\circ}\text{C}$	σ_{SL} ——下屈服点 kgf/mm^2
α ——电阻温度系数 $1/^{\circ}\text{C}$	σ_{SU} ——上屈服点 kgf/mm^2
α_k ——冲击韧性 kgf/cm^2	$\sigma_{0.2}$ ——屈服强度 kgf/mm^2
β —— β 相	τ ——切应力 kgf/mm^2
γ —— γ 相	τ_{-1} ——光滑试样扭转应力的疲劳极限 kgf/mm^2
γ ——比重	τ_b ——抗切强度 kgf/mm^2
γ ——电导率	ϕ ——直径
Δl ——伸长 mm	ψ ——断面收缩率 (面缩率) %
δ —— δ 相	
δ_x ——延伸率 %	
δ_c ——临界裂纹张开位移值 mm	
ϵ ——应变 %	
ϵ —— ϵ 相	
λ ——导热系数 $\text{cal}/(\text{cm} \cdot \text{s} \cdot ^{\circ}\text{C})$	

第1章 钢的生产和分类

1 钢的生产概要

机械工业用钢中，除铸、锻件外，数量最大的是钢材，如板、管、棒、丝、带及型材。这些钢材

的生产过程大致如图 12·1-1 所示。钢材的质量和性能，与生产工艺密切相关，要求生产过程中的每道工序和环节按工艺技术条件严格控制。

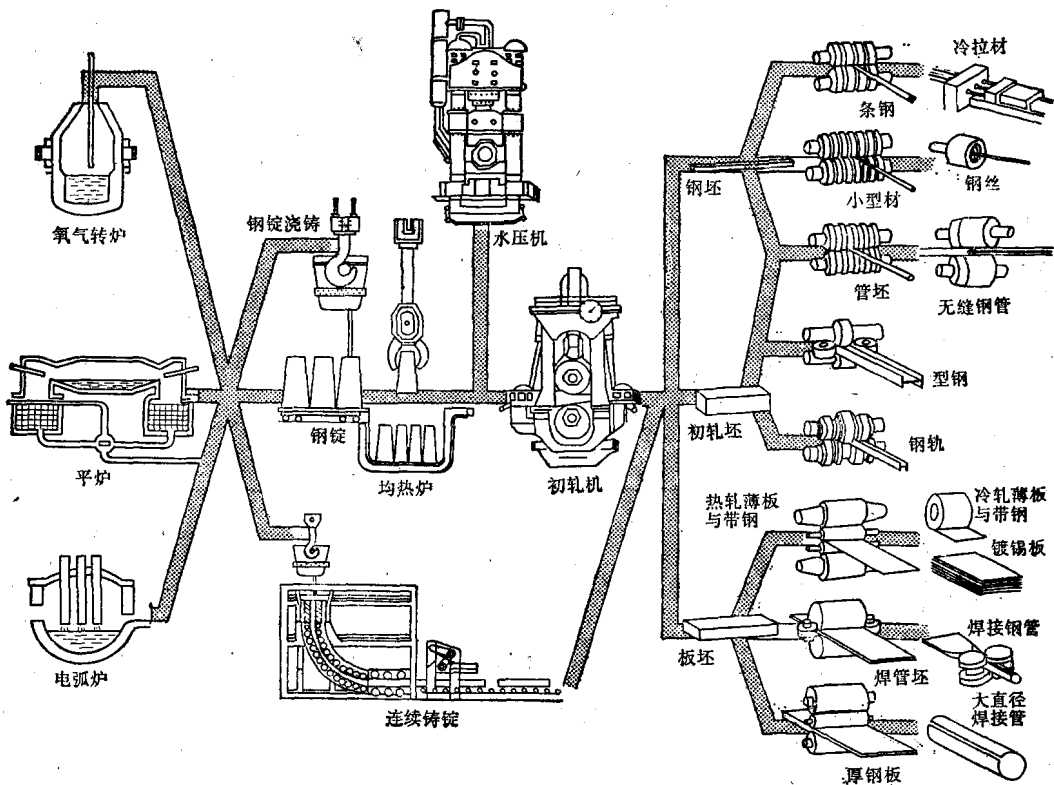


图12·1-1 钢材生产过程简图

1·1 钢的冶炼

炼钢的基本原料是炼钢生铁和废钢，此外，还有各种铁合金和金属，用以调整钢的化学成分；还要加入各种造渣和辅助材料，以除去杂质，保证钢的纯洁度和质量。

炼钢的主要任务是根据所炼钢种和对质量的要求，调整钢中碳和合金元素含量至规定范围之内，并使磷、硫、氢、氧、氮等杂质的含量降至允许限量之下。

1·1·1 炼钢炉和炼钢方法

炼钢炉，主要有转炉、平炉和电弧炉三大类，为满足特殊需要还有电渣炉、感应炉、电子束炉、等离子炉等。图 12·1-2 所示为几种特殊用途的炼钢炉。各种炼钢炉的特点与用途见表 12·1-1。

转炉和平炉炼钢的主要过程是氧化过程。炉料中过剩的碳被氧化成 CO 气体而排出，其他杂质如硅、磷、锰等氧化后则进入炉渣中。硫部分进入渣

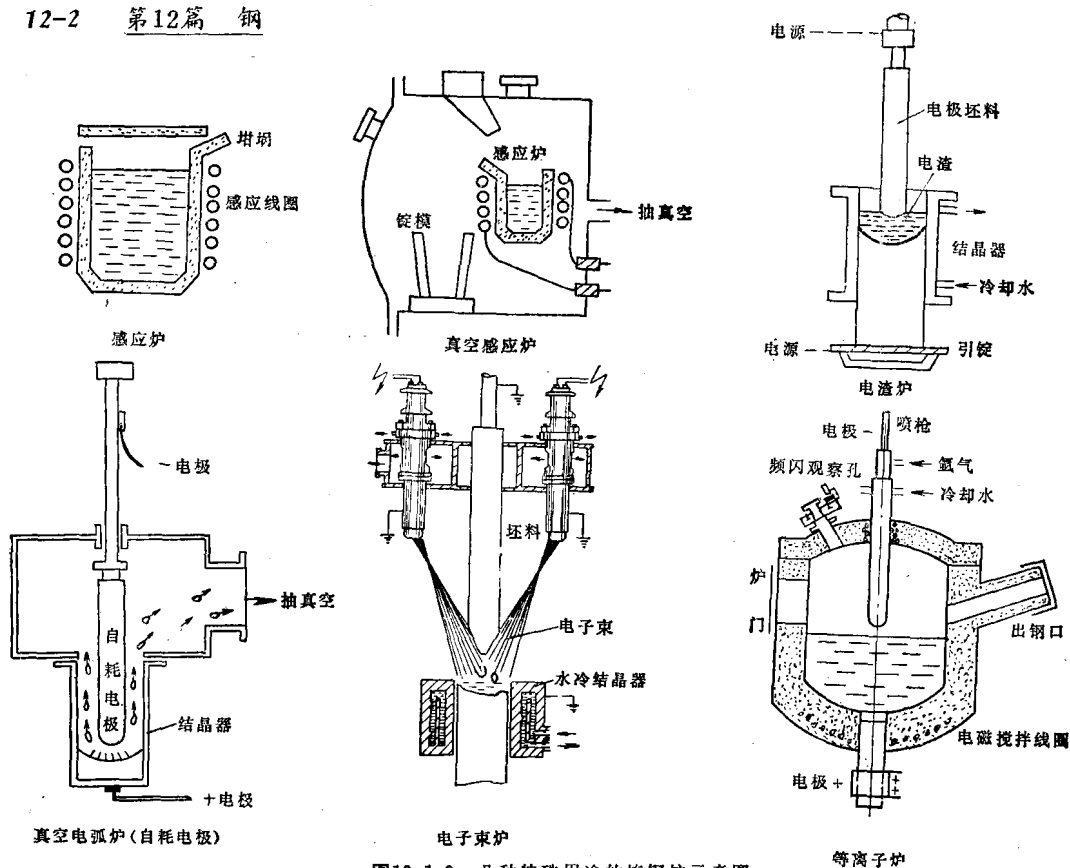


图12-1-2 几种特殊用途的炼钢炉示意图

表12-1-1 各种炼钢炉的特点与用途

炼钢炉	热 源	主要原料	主 要 特 点	用途举例
氧气转炉	炼钢生铁中所含碳、硅、锰、磷等元素所产生的氧化反应化学热	液态炼钢生铁、废钢	冶炼速度快，生产效率高，钢的品种质量与平炉钢大致相当	冶炼各种碳素钢和低合金钢，用于大量生产
平 炉	重油、人造燃气、(发生炉气、焦炉气、高炉气)、天然气	炼钢生铁、废钢	容量大，炉料中废钢比例不限，冶炼时间较长，工艺过程容易控制。采用吹氧技术，可显著提高生产效率	冶炼各种碳素钢和低合金钢，用于大量生产
电 弧 炉	交流电弧	废钢	炉料通用性大，炉内气氛可以控制，钢水脱氧良好，能冶炼含易氧化元素和难熔金属的钢种，产品多样化	冶炼各种合金钢和优质碳素钢，用于大量生产
电 渣 炉	电渣电阻热	铸造或锻压的坯料	由于渣洗作用，脱氧、脱硫效果显著，钢的纯洁度较高，钢锭致密、偏析减少，自下而上顺序凝固，能改善加工性能	精炼合金钢和各种合金材料
感应炉 (真空感应炉)	感应电流	优质废钢中间合金(工业纯金属料)	脱硫、脱磷效果不如电弧炉，要用优质炉料，但可避免电极增碳，钢中氮含量也较低，能冶炼含易氧化元素的钢种	冶炼优质高合金钢和其他特种合金
真空电弧炉 (自耗电极)	直流电弧	铸造、锻压或粉末烧结的坯料	高温高真空下，使夹杂和气体含量显著降低，钢的纯洁度高，成分和性能稳定性好	高合金钢和难熔合金的精炼
电子束炉	电子束	同 上	高真空电子束精炼，气体和夹杂含量大大降低，钢锭特别致密，纯洁	难熔金属和超合金的精炼
等离子炉	等离子体电弧	同感应炉	熔炼温度高，熔化速度快，比容量相同的感应炉耗电量少，对成分控制、脱氧、去气、去硫作用均较好	低熔点合金到高熔点合金均可熔炼