



机械工程  
手册

# 机械工程手册

## 第9卷 机械制造工艺(三)

机械工程手册  
电机工程手册 编辑委员会

5X01/09



机械工业出版社

本卷包括机床夹具、特种加工、机械装配、长度测量技术、热工测量与控制技术、工厂运输、安全技术与工业卫生技术等七篇。其内容介绍了各有关方面的工作原理和工作方法，并提供了一些主要技术数据和技术资料。

## 机 械 工 程 手 册

### 第 9 卷 机械制造工艺 (三)

机械工程手册 编辑委员会 编  
电机工程手册

\*

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)

国防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 787×1092<sup>1</sup>/<sub>16</sub>·印张49<sup>1</sup>/<sub>4</sub>·插页2·字数 1480 千字

1982年5月北京第一版·1982年5月北京第一次印刷

印数 00,001—23,700·定价6.20元

\*

统一书号: 15033·4680

封面设计 王 伦

## 编辑委员会

主任委员：沈 鸿

副主任委员：周建南 汪道涵 张 维 史洪志

委员(按姓氏笔划为序)：叶 铮 孙 琪 许力以 张 影  
张大奇 陈文全 陈元直 寿尔康 金实蕴 施泽均 俞宗瑞  
陶亨咸 翁迪民 章洪深 曹维廉 程 光

### 《机械工程手册》特约编辑

(按姓氏笔划为序)

丁 淳 马恒昌 万定国 王万钧 王补宣 支少炎 史绍熙 匡 襄  
朱广颐 朱景梓 刘庆和 刘晋春 孙珍宝 余 俊 李 策 李 嶽  
李兴贵 李庆春 李华敏 陈力展 陈士梁 杜庆华 张作梅 张明之  
张国良 **张德庆** 张鼎丞 杨绍侃 闵学熊 邱宣怀 吴敬业 沈增祚  
孟少农 孟宪源 郑林庆 林宗棠 范景春 金福长 祝大年 胡茂弘  
陶 炜 陶正耀 陶鼎文 徐 灏 高文彬 郭可谦 郭芷荣 凌业勤  
袁裕生 曹 泛 黄明慎 程千亨 舒光冀 蔡习传 薛景瑄

### 《机械工程手册》编辑及编辑组负责人

(按姓氏笔划为序)

王力中 王光大 王兴垣 王自新 王树勋 王崇云 王德维 冯子珮  
叶克明 刘 镇 刘向亭 朱亚冠 许绍高 曲彩云 任赞黄 陈 湖  
陈文全 陈元直 陈庚文 陈国威 张 端 张大奇 张劲华 张继铄  
张斌如 陆元章 杨谷芬 余果慈 李荫成 李增佐 **吴恕三** 吴曾评  
郑秉衡 施泽均 姚洪朴 钱寿福 徐佳瑞 黄克孚 崔克明 康振章  
曹敬曾 谢 健 粟 滋 韩云岑 韩丙告 韩宗贵 蒋聚培 蔡德洪

# 序

期望已久的《机械工程手册》和《电机工程手册》终于分卷合订成册，正式出版了。这是对我国机电工程科学技术领域的一个贡献。两部手册的编写队伍，由国内有专长、有经验的学者、专家所组成。这两部手册扼要地总结了我国机电工程各主要方面的科学技术成就，同时也吸收了一些国外的成熟经验。聚沙成塔，集腋成裘。名为手册，实则巨著。

读书不易，写书颇难，写工具书更难，写综合性工具书可谓难中之难。为了编好两部“立足全局，勾划概貌，反映共性，突出重点”，而又全面的、完整的、彼此协调的手册，同志们做了很大努力，从无到有，诸事草创，困难重重，艰辛备尝。恰似唐朝韩愈所说的：“贪多务得，细大不捐。焚膏油以继晷，恒兀兀以穷年。”值此合订本出版之际，我谨向各主编单位、各编写单位和印刷出版单位，向数以千计的全体编审同志，向遍及全国的为两部手册提供资料和其他方便条件的单位和同志们，表示衷心的感谢。

两部手册的第一版，现在完成了。对编写者来说，已经有了成果。而对阅读手册的工厂、学校、院所、机关同志们来说，还只是两朵鲜花。在成千上万人的应用中使鲜花结成果实——发展机电工程科学技术事业，为现代化建设服务——才是更丰硕的成果。这才是我们的目的。

一般说来，工具书分两种类型：一种是综合性的，一种是专业性的。综合性的工具书从广度来说是较为全面的，从深度来说是不足的；而专业性的工具书则反之。二者各有所长，相辅相成。我们这两部手

册是综合性的工具书，主要供从事技术工作的各类人员查阅使用。对于搞专业性技术工作的人员来说，还可从中猎取相邻专业和其他有关专业的知识，帮助他们从专业分工的局限性中开拓思路，从科学技术各个环节的相互联系上，综合地、全面地研究和解决技术问题。也唯有以渊博的科学技术知识作为基础，才能不断创新。在编写这两部手册时，考虑到专业手册还比较少，而且一时又出不了那么多，因此在内容的深度上也予以顾及，以适当满足专业工作的需要。所以，它的篇幅已经超过一般常见的综合性手册了。实践是检验真理的唯一标准。我们将严肃认真地听取广大读者的反映和意见，作为评价和改进两部手册的主要依据。国外这类工具书已经有了几十年、甚至百余年的历史，而我们则刚刚开始。现在是从无到有，将来是精益求精。让我们在新的长征途中，戮力同心，再接再厉，去完成时代赋予我们的光荣使命。

机械工程手册  
电机工程手册

编辑委员会主任委员 沈 鸿

一九八二年 北京

## 编辑说明

一、《机械工程手册》、《电机工程手册》的分卷合订工作是在试用本的基础上进行的。试用本的编写工作始于一九七三年，一九七七年以后陆续出版发行，一九八一年出齐。这次分卷合订主要做了三方面工作：一是在技术内容上做了订正；二是尽可能用已颁布的新标准取代老标准；三是按卷编制了索引。

二、《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、机械产品等六个部分，共七十九篇，二千余万字，分为十四卷。《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、仪器仪表与自动化等七个部分，共五十篇，一千余万字，分为九卷。

三、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、科研设计院所、高等院校，近五百个单位，作者两千余人。提供资料和参加审定稿件的单位和人员，更为广泛。各篇在编写、协调、审查、定稿等环节中，既注意发挥学者、专家的骨干作用，又注意集中群众的智慧和力量。

四、这两部手册因系初版，囿于条件，所采用的名词、术语、符号、代号以及单位制，尚有不尽统一之处。此外，内容上也有重复、遗漏、甚至错误的地方；在设计、印刷、装帧等方面也还存在一些问题。我们将通过手册的不断修订再版，逐步改进。

五、手册合订本的署名，采用单位和个人相结合的方式。各篇的主编单位、编写单位和主编、编写人均按篇署名，置于相应篇的前面。编写人的署名以其编写的章号为序。特约编辑以姓氏笔划为序，集中署于卷首。编辑（包括总编辑、副总编辑）及编辑组负责人亦按姓氏笔划为序，署于卷首。

另外，参加两部手册编写、审查、组织、协调的单位和同志还很多，恕不一一署名。

机械工程手册  
电机工程手册 编辑委员会编辑组

# 目 录

序

编辑说明

## 第 48 篇 机 床 夹 具

### 第 1 章 概 述

- 1 机床夹具的作用和组成 ..... 48-1
- 2 机床夹具的分类 ..... 48-1
  - 2.1 按应用范围分类 ..... 48-1
  - 2.2 按动力源分类 ..... 48-1
- 3 工件的定位 ..... 48-3
  - 3.1 工件自由度的限制 ..... 48-3
  - 3.2 工件在夹具中的定位 ..... 48-3
  - 3.3 过定位 ..... 48-6
  - 3.4 与夹具有关的几种加工误差 ..... 48-7
- 4 工件的夹紧 ..... 48-7
  - 4.1 对夹紧装置的基本要求 ..... 48-7
  - 4.2 夹紧力的方向 ..... 48-8
  - 4.3 夹紧力的作用点 ..... 48-8
  - 4.4 夹紧力大小的确定 ..... 48-8
- 5 设计机床夹具时应注意的几个问题 ..... 48-8

### 第 2 章 机床夹具常用零部件结构

- 1 主要支承 ..... 48-10
  - 1.1 固定支承 ..... 48-10
  - 1.2 可调支承 ..... 48-10
  - 1.3 自动定位支承 ..... 48-10
- 2 辅助支承 ..... 48-11
- 3 导向件 ..... 48-13
- 4 对刀件 ..... 48-13
- 5 对定装置 ..... 48-14
- 6 偏心夹紧机构 ..... 48-15
- 7 螺旋夹紧机构 ..... 48-16
- 8 斜楔夹紧机构 ..... 48-17
- 9 铰链夹紧机构 ..... 48-18
- 10 联动夹紧机构 ..... 48-18
- 11 自定心机构 ..... 48-20

- 12 利用切削力与离心力夹紧的机构 ..... 48-21
- 13 辅助夹紧机构 ..... 48-23
- 14 其他机构 ..... 48-24

### 第 3 章 机床夹具设计中的常用计算

- 1 用定位销定位时的有关计算 ..... 48-27
    - 1.1 单销定位 ..... 48-27
    - 1.2 单销-平面定位 ..... 48-27
    - 1.3 双销定位 ..... 48-27
  - 2 用 V 形块定位时的定位误差 ..... 48-28
  - 3 小锥度心轴的尺寸计算 ..... 48-28
  - 4 压入配合光滑心轴尺寸计算 ..... 48-29
  - 5 利用切削力夹紧的滚柱心轴尺寸计算 ..... 48-29
  - 6 渐开线齿形定位时定位滚柱尺寸的计算 ..... 48-29
    - 6.1 直齿圆柱齿轮的定位滚柱计算 ..... 48-29
    - 6.2 斜齿圆柱齿轮的定位滚柱计算 ..... 48-30
  - 7 三圆弧自定心夹紧机构偏心线尺寸计算 ..... 48-31
  - 8 螺纹夹紧力计算 ..... 48-32
  - 9 圆偏心夹紧力及夹紧行程的计算 ..... 48-33
  - 10 斜楔机构夹紧力、夹紧行程及自锁角的计算 ..... 48-34
  - 11 铰链机构夹紧力、工作行程、储备行程、受力点行程的计算 ..... 48-35
  - 12 弹簧卡头夹紧力计算 ..... 48-36
  - 13 液性塑料薄壁套筒主要参数及夹紧力计算 ..... 48-36
  - 14 离心力计算 ..... 48-37
- 附录 I 机床夹具通用结构 ..... 48-38
- 附录 II 机床夹具通用零部件规格 ..... 48-62
- 参考文献 ..... 48-103

## 第49篇 特种加工

## 前 言

## 第1章 电火花加工

- 1 电火花加工的基本原理和特点 ..... 49-1
  - 1.1 加工原理 ..... 49-1
  - 1.2 放电蚀除的物理过程 ..... 49-2
  - 1.3 放电蚀除的极性效应 ..... 49-2
  - 1.4 电火花加工的基本规律 ..... 49-3
  - 1.5 加工特点和应用范围 ..... 49-6
- 2 电火花加工机床 ..... 49-6
  - 2.1 脉冲电源 ..... 49-6
  - 2.2 机床本体 ..... 49-6
- 3 电火花成形加工工艺及应用 ..... 49-10
  - 3.1 成形加工工艺过程 ..... 49-10
  - 3.2 工具电极 ..... 49-10
  - 3.3 排屑 ..... 49-15
  - 3.4 成形加工方法 ..... 49-16
  - 3.5 典型加工实例 ..... 49-19
- 4 电火花线切割加工工艺和应用 ..... 49-22
  - 4.1 加工原理 ..... 49-22
  - 4.2 电极丝(工具电极)的选择 ..... 49-22
  - 4.3 影响线切割加工工艺指标的因素 ..... 49-22
  - 4.4 典型夹具和附件 ..... 49-23
  - 4.5 线切割机床加工前的工艺准备 ..... 49-24
  - 4.6 线切割加工的应用 ..... 49-25
- 5 其他电火花加工及应用 ..... 49-26
  - 5.1 小孔加工 ..... 49-26
  - 5.2 精密微细加工 ..... 49-26
  - 5.3 共轭回转式电火花螺纹加工 ..... 49-27
  - 5.4 电火花磨削加工 ..... 49-27
  - 5.5 齿轮电火花跑合 ..... 49-28
  - 5.6 电火花强化 ..... 49-28
  - 5.7 去除折断工具 ..... 49-28
  - 5.8 阳极机械切割 ..... 49-28

## 第2章 电解加工

- 1 电解加工的基本原理和特点 ..... 49-29
  - 1.1 加工原理 ..... 49-29
  - 1.2 电化学反应及阳极金属的溶解量 ..... 49-29

- 1.3 加工特点和应用范围 ..... 49-29
- 2 电解加工机床 ..... 49-31
  - 2.1 机床组成和类型 ..... 49-31
  - 2.2 机床本体 ..... 49-32
  - 2.3 直流稳压电源 ..... 49-32
  - 2.4 电解液系统 ..... 49-33
- 3 加工间隙、加工精度和表面质量 ..... 49-33
  - 3.1 加工间隙 ..... 49-33
  - 3.2 加工精度 ..... 49-35
  - 3.3 表面质量 ..... 49-35
- 4 电解液 ..... 49-35
  - 4.1 作用与要求 ..... 49-35
  - 4.2 特点和配方 ..... 49-36
  - 4.3 供给方式 ..... 49-36
- 5 混气电解加工 ..... 49-38
  - 5.1 作用和特点 ..... 49-38
  - 5.2 气液混合比 ..... 49-38
  - 5.3 气液混合腔 ..... 49-38
- 6 典型电解加工的工艺要点 ..... 49-38
  - 6.1 锻模型腔加工 ..... 49-38
  - 6.2 叶片型面加工 ..... 49-40
  - 6.3 整体涡轮加工 ..... 49-41
  - 6.4 花键孔加工 ..... 49-41
  - 6.5 去毛刺 ..... 49-42
  - 6.6 刻印 ..... 49-42

## 第3章 电解磨削

- 1 电解磨削的基本原理和特点 ..... 49-43
  - 1.1 加工原理 ..... 49-43
  - 1.2 电化学反应 ..... 49-43
  - 1.3 加工特点和应用范围 ..... 49-43
- 2 电解磨床 ..... 49-44
  - 2.1 电解磨床的组成 ..... 49-44
  - 2.2 绝缘和导电 ..... 49-44
  - 2.3 防腐蚀 ..... 49-45
  - 2.4 电解液系统 ..... 49-45
  - 2.5 直流电源 ..... 49-45
- 3 导电磨轮 ..... 49-45
- 4 电解液 ..... 49-46

5 主要工艺参数	49-47
5.1 电流密度	49-47
5.2 加工电压	49-47
5.3 磨削压力	49-47
5.4 磨轮线速度	49-47
5.5 工件走刀速度	49-47
5.6 电解液供给方式和供给量	49-47
5.7 电解液温度和浓度	49-48

#### 第4章 电 铸

1 电铸加工的原理和特点	49-48
1.1 加工原理	49-48
1.2 加工特点和应用范围	49-49
2 电铸设备	49-49
2.1 电铸槽	49-49
2.2 直流电源	49-49
2.3 搅拌和循环过滤系统	49-49
2.4 加热和冷却装置	49-49
3 工艺过程及加工要点	49-50
3.1 原模材料	49-50
3.2 原模的前处理	49-50
3.3 电铸溶液成分及特点	49-51
3.4 电铸操作注意事项	49-52
3.5 衬背和脱模	49-52

#### 第5章 激光加工

1 激光加工的原理和特点	49-53
1.1 加工原理	49-53
1.2 加工特点和应用范围	49-53
2 激光加工机	49-53
2.1 固体激光打孔机	49-53
2.2 二氧化碳激光切割机	49-56
3 影响激光打孔的因素	49-57
3.1 影响打孔直径的主要因素	49-57
3.2 影响打孔深度的主要因素	49-58
3.3 影响打孔圆度的主要因素	49-58

3.4 影响打孔锥度的主要因素	49-58
4 激光切割参数及其影响因素	49-58
4.1 切割速度	49-58
4.2 切缝宽度	49-59
4.3 切割厚度	49-59

#### 第6章 超声加工

1 超声加工的原理和特点	49-60
1.1 加工原理	49-60
1.2 加工特点和应用范围	49-60
2 超声加工机	49-61
2.1 超声电源	49-62
2.2 加工机本体	49-62
2.3 超声振动系统	49-63
3 工具设计和工件安装	49-65
3.1 工具磨损与材料选择	49-65
3.2 工具设计及其与变幅杆的连接	49-66
3.3 工件安装	49-67
4 工艺参数	49-67
4.1 加工速度及其影响因素	49-67
4.2 提高加工速度的方法	49-68
4.3 加工精度	49-69
4.4 表面质量	49-70

#### 第7章 化学加工

1 化学铣切	49-70
1.1 加工原理和特点	49-70
1.2 工艺过程及加工要点	49-71
2 照相制版(凸版)	49-72
2.1 加工原理和特点	49-72
2.2 工艺过程及加工要点	49-73
3 光刻	49-74
3.1 加工原理和特点	49-74
3.2 工艺过程及加工要点	49-74
3.3 影响光刻质量的主要因素	49-76
参考文献	49-77

### 第50篇 机械装配

#### 第1章 机械装配工艺概述

1 装配工艺方案的选择	50-1
-------------	------

2 装配工艺准备工作	50-2
3 装配工作注意要点	50-3

## 第2章 装配工作法

1 清洗	50-3
1.1 清洗方法	50-3
1.2 清洗液	50-4
1.3 超声波清洗	50-7
1.4 清洗装置	50-8
2 刮削	50-9
2.1 平面刮削	50-9
2.2 曲面刮削	50-11
2.3 刮削精度补偿	50-12
3 平衡	50-13
3.1 静平衡	50-13
3.2 动平衡	50-14
3.3 挠性旋转体平衡	50-17
4 螺纹联接	50-18
4.1 螺纹联接装配方法	50-19
4.2 光孔上丝	50-20
4.3 螺纹联接装配工具	50-20
5 过盈联接	50-21
5.1 过盈联接装配方法选择	50-22
5.2 压入配合法	50-23
5.3 热胀配合法	50-23
5.4 冷缩配合法	50-23
5.5 液压套合法	50-24
6 校正	50-25
6.1 机器装配中校正的程序与内容	50-25
6.2 平尺、角尺校正	50-27
6.3 水平仪校正	50-27
6.4 拉钢丝校正	50-28
6.5 校具校正	50-32
6.6 光学校正	50-32
6.7 激光校正	50-34
6.8 联轴器校正	50-35

## 第3章 典型部件装配

1 滑动轴承部件装配	50-38
1.1 剖分式轴承装配	50-38
1.2 整体圆轴承装配	50-39
1.3 整体锥轴承装配	50-39
1.4 扇形瓦轴承装配	50-41
1.5 推力滑动轴承装配	50-41
1.6 静压轴承装配	50-42
2 滚动轴承部件装配	50-45
2.1 滚动轴承的安装与拆卸	50-45
2.2 滚动轴承的预紧	50-48
2.3 精密机床主轴部件装配	50-49
3 齿轮及蜗杆传动部件装配	50-52
3.1 圆柱齿轮及圆锥齿轮传动 部件装配	50-52
3.2 蜗杆传动部件装配	50-56
3.3 行星齿轮传动部件装配	50-59
4 丝杠螺母副装配	50-61
4.1 丝杠螺母副配合间隙的测量和调整	50-61
4.2 校正丝杠螺母副不同轴度及其中 心线与基准面的不平行度	50-62
4.3 丝杠螺母副转动灵活度的调整	50-63
4.4 丝杠回转精度的调整	50-64
5 接长丝杠和床身接长导轨	50-65
5.1 接长丝杠	50-65
5.2 接长导轨	50-69
6 管接头及密封件装配	50-72
6.1 管接头装配	50-72
6.2 密封胶	50-74
6.3 填料密封装配	50-74
6.4 油封装配	50-75
6.5 密封圈装配	50-76
6.6 机械密封(端面密封)装配	50-77
参考文献	50-79

## 第51篇 长度测量技术

## 第1章 概 述

1 测量的概念及方法	51-1
2 测量误差	51-2
2.1 测量误差的定义	51-2

2.2 测量误差的分类	51-2
3 测量过程及数据处理	51-4
3.1 直接测量的数据处理	51-4
3.2 间接测量的数据处理	51-4
3.3 组合测量的数据处理	51-5

**第2章 通用量具量仪简介**

- 1 关于量具量仪的一般知识 .....51-6
- 2 常用量具量仪的主要指标 .....51-6

**第3章 量块及线纹尺的检定**

- 1 量块的检定 .....51-17
  - 1.1 量块的用途及其尺寸的定义 .....51-17
  - 1.2 量块等级的含义、划分及研合性要求 .....51-17
  - 1.3 量块中心长度的检定 .....51-19
- 2 线纹尺的检定 .....51-20
  - 2.1 线纹尺的用途及其技术要求 .....51-20
  - 2.2 线纹尺的检定方法 .....51-21
  - 2.3 比长仪的测量原理及测量结果的修正 .....51-22
  - 2.4 检定结果的精度计算 .....51-23

**第4章 长度测量**

- 1 光滑量规 .....51-23
- 2 轴径与孔径的测量 .....51-25
  - 2.1 轴径的测量 .....51-25
  - 2.2 孔径的测量 .....51-25
  - 2.3 深孔直径的测量 .....51-30
- 3 大尺寸测量 .....51-31
  - 3.1 大尺寸直接测量法 .....51-31
  - 3.2 大尺寸间接测量法 .....51-32
  - 3.3 大尺寸测量误差及减少误差的途径 .....51-33
- 4 花键的检验 .....51-33
  - 4.1 矩形花键的检验 .....51-33
  - 4.2 渐开线花键的检验 .....51-35

**第5章 角度测量**

- 1 锥体量规 .....51-36
- 2 角度和锥度的测量 .....51-36
  - 2.1 直接测量 .....51-36
  - 2.2 间接测量 .....51-37
  - 2.3 小角度测量 .....51-38
- 3 多面棱体的检定 .....51-39
  - 3.1 直接检定 .....51-40
  - 3.2 组合法检定 .....51-40
- 4 度盘的检定 .....51-41

- 4.1 常角法检定 .....51-41
- 4.2 比较法检定 .....51-42

**第6章 螺纹测量**

- 1 螺纹量规 .....51-43
  - 1.1 螺纹量规的分类 .....51-43
  - 1.2 螺纹量规的使用规则 .....51-43
- 2 外螺纹几何参数的测量 .....51-44
  - 2.1 牙形半角的测量 .....51-44
  - 2.2 螺距的测量 .....51-44
  - 2.3 中径的测量 .....51-44
  - 2.4 外径和内径的测量 .....51-46
- 3 内螺纹几何参数的测量 .....51-47
  - 3.1 螺距和牙形角的测量 .....51-47
  - 3.2 中径的测量 .....51-47
- 4 圆锥螺纹的测量 .....51-48
  - 4.1 中径的测量 .....51-48
  - 4.2 螺距的测量 .....51-49
- 5 大螺旋角螺纹中径的测量 .....51-49
- 6 锯齿形螺纹中径的测量 .....51-50
- 7 精密丝杠的测量 .....51-50
  - 7.1 静态测量 .....51-50
  - 7.2 动态测量 .....51-51

**第7章 齿轮测量**

- 1 圆柱齿轮测量 .....51-52
  - 1.1 圆柱齿轮的综合测量 .....51-52
  - 1.2 圆柱齿轮的单项测量 .....51-55
- 2 蜗轮蜗杆测量 .....51-66
  - 2.1 蜗杆测量 .....51-66
  - 2.2 蜗轮测量 .....51-68
- 3 齿轮刀具测量 .....51-68
  - 3.1 齿轮滚刀测量 .....51-68
  - 3.2 蜗轮滚刀测量 .....51-72
  - 3.3 插齿刀测量 .....51-73

**第8章 形状和位置误差的测量**

- 1 形状误差的测量 .....51-75
  - 1.1 直线度误差的测量 .....51-75
  - 1.2 平面度误差的测量 .....51-78
  - 1.3 圆度误差的测量 .....51-80

## 目 录

1.4 圆柱度误差的测量	51-83
2 位置误差的测量	51-83
2.1 平行度误差的测量	51-83
2.2 垂直度误差的测量	51-84
2.3 倾斜度误差的测量	51-85
2.4 同轴度误差的测量	51-85
2.5 对称度误差的测量	51-86
2.6 位置度误差的测量	51-87
2.7 圆跳动的测量	51-88
2.8 全跳动的测量	51-88

## 第9章 表面光洁度的测量

1 评定表面光洁度的基本原则	51-89
2 表面光洁度的测量方法	51-89
2.1 与表面光洁度工艺样板作比较	51-89
2.2 在选定的截面内测量表面光洁度 参数的数值	51-89
2.3 用印模法测量表面光洁度	51-91
2.4 间接评定表面光洁度	51-91
2.5 测量特殊表面的光洁度	51-91
参考文献	51-92

## 第52篇 热工测量与控制技术

### 常用符号

### 第1章 概 述

1 热工测量与控制的意义	52-1
1.1 内容与作用	52-1
1.2 应用与发展	52-1
2 测量方法	52-2
3 测量误差	52-2
3.1 误差的种类	52-2
3.2 误差的表示方法	52-3
4 测量和控制仪表的分类	52-3
5 仪表的质量指标	52-3

### 第2章 温度测量

1 温度和温度仪表	52-4
1.1 温度和温标	52-4
1.2 测量温度的方法	52-4
1.3 温度仪表测温的范围	52-5
1.4 温度仪表的分类与性能	52-6
2 双金属温度计	52-7
2.1 工作原理	52-7
2.2 分类和用途	52-7
3 压力式温度计	52-7
4 玻璃液体温度计	52-8
5 热电阻	52-8
5.1 分类和工作原理	52-8
5.2 金属导体热电阻	52-8

5.3 半导体热敏电阻	52-9
5.4 热电阻的安装	52-9
6 热电偶	52-10
6.1 工作原理	52-10
6.2 构造分类	52-10
6.3 主要技术性能和用途	52-11
6.4 保护管材料	52-12
6.5 补偿导线	52-13
6.6 使用注意事项	52-13
7 光学高温计	52-16
7.1 工作原理	52-16
7.2 主要技术性能	52-16
7.3 使用注意事项	52-17
8 辐射温度计	52-17
8.1 工作原理	52-17
8.2 结构与分类	52-18
8.3 使用注意事项	52-18
9 部分辐射温度计	52-19
9.1 工作原理	52-19
9.2 主要技术性能	52-20
10 比色温度计	52-20
10.1 工作原理	52-20
10.2 主要技术性能	52-20

### 第3章 压力测量

1 压力与压力仪表	52-21
1.1 压力的概念	52-21
1.2 压力的单位	52-21

1.3 压力仪表的分类与性能.....52-22	4.1 工作原理.....52-38	
2 液柱式压力计.....52-23	4.2 基本结构.....52-38	
2.1 结构和性能.....52-23	4.3 主要技术性能.....52-39	
2.2 常用工作液.....52-23	4.4 特点.....52-39	
2.3 安装使用注意事项.....52-24	4.5 安装使用注意事项.....52-39	
3 活塞式压力计.....52-24	4.6 刻度值的换算.....52-39	
3.1 工作原理.....52-24	5 速度式流量计.....52-40	
3.2 结构与分类.....52-24	5.1 水表.....52-40	
3.3 安装使用注意事项.....52-24	5.2 涡轮流量计.....52-41	
4 弹性式压力表.....52-25	6 容积式流量计.....52-42	
4.1 工作原理.....52-25	6.1 椭圆齿轮流量计.....52-42	
4.2 主要技术性能.....52-25	6.2 腰轮式流量计.....52-42	
4.3 安装使用注意事项.....52-27	6.3 圆盘流量计.....52-42	
5 压力传感器.....52-27	6.4 湿式气体流量计.....52-42	
5.1 主要技术性能.....52-27	7 电磁流量计.....52-43	
5.2 电位器式压力传感器.....52-27	7.1 工作原理.....52-43	
5.3 应变式压力传感器.....52-27	7.2 主要技术性能.....52-44	
5.4 压阻式压力传感器.....52-28	7.3 特点.....52-44	
5.5 霍尔式压力传感器.....52-28	8 靶式流量计.....52-44	
5.6 电感式压力传感器.....52-28	8.1 工作原理.....52-44	
5.7 振频式压力传感器.....52-28	8.2 气动靶式流量计.....52-44	
5.8 压电式压力传感器.....52-29	8.3 电动靶式流量计.....52-44	
5.9 电容式压力传感器.....52-29	8.4 主要技术性能.....52-45	
<b>第4章 流量测量</b>		
1 流量和流量仪表.....52-29	9 旋进型旋涡流量计.....52-45	
1.1 流量、平均流量和总量.....52-29	9.1 工作原理.....52-45	
1.2 管流和雷诺数.....52-30	9.2 主要技术性能.....52-45	
1.3 流量仪表的分类与性能.....52-30	9.3 特点.....52-45	
2 节流装置.....52-30	10 其他流量计.....52-46	
2.1 工作原理.....52-30	10.1 热式流量计.....52-46	
2.2 结构型式.....52-31	10.2 电导率式流量计.....52-46	
2.3 选用原则.....52-32	10.3 激光流速计.....52-47	
2.4 安装使用注意事项.....52-34	10.4 固体颗粒流量计.....52-47	
2.5 测量误差.....52-35	10.5 超声波流量计.....52-47	
2.6 特殊情况下的流量测量.....52-35	10.6 动压测定管.....52-47	
3 差压计.....52-35	<b>第5章 物位测量</b>	
3.1 分类.....52-36	1 直读式液位仪表.....52-48	
3.2 环称差压计.....52-36	2 浮力式液位仪表.....52-51	
3.3 差动膜片差压计.....52-37	3 差压式物位仪表.....52-51	
3.4 双波纹管差压计.....52-37	3.1 原理和特点.....52-51	
4 转子流量计.....52-38	3.2 安装使用注意事项.....52-52	
	4 电学式物位仪表.....52-52	

## XV 目 录

4.1	电阻式物位仪表	52-52
4.2	电容式物位仪表	52-53
4.3	电感式物位仪表	52-54
5	声波式物位仪表	52-54
6	核辐射式物位仪表	52-54
7	其他物位仪表	52-56
7.1	射流式液位仪表	52-56
7.2	光学式物位仪表	52-56
7.3	微波式物位仪表	52-56
7.4	重锤式料位仪表	52-57

### 第6章 显示、调节仪表和执行器

1	显示仪表	52-57
1.1	动圈指示仪表	52-57
1.2	自动平衡显示仪表	52-60
1.3	数字显示仪表	52-64
1.4	图象字符显示器	52-64
2	调节仪表	52-66
2.1	自力式调节阀	52-66
2.2	气动基地式调节仪表	52-67
2.3	气动单元组合仪表	52-67
2.4	简易电动调节仪表	52-68
2.5	电动单元组合仪表	52-69
2.6	组装式电子控制装置	52-72
3	执行器	52-72
3.1	气动执行器	52-73
3.2	电动执行器	52-75

### 第7章 仪表、调节系统的选用 和调节器参数整定

I	选用仪表的方法	52-77
1.1	温度测量仪表的选用	52-77
1.2	压力测量仪表的选用	52-78
1.3	流量测量仪表的选用	52-79
1.4	物位测量仪表的选用	52-80
1.5	显示仪表的选用	52-81
1.6	调节仪表的选用	52-82
1.7	执行器的选用	52-83
2	调节阀的选择和计算	52-84
2.1	流量特性的选择	52-84
2.2	流通能力的计算	52-86
2.3	调节阀口径的计算	52-87

2.4	气关、气开的选择	52-87
3	自动调节系统的组成及其选择 方法	52-88
3.1	自动调节系统的组成	52-88
3.2	常用调节规律	52-88
3.3	复杂调节系统	52-90
3.4	调节系统的选择	52-91
4	调节器参数的工程整定	52-92
4.1	单参数单回路调节系统的工程整定	52-93
4.2	串级调节系统的工程整定	52-96

### 第8章 加热炉的测量和控制

1	温度的测量方法	52-97
1.1	一般温度的测量方法	52-97
1.2	盐浴炉温度的测量方法	52-97
1.3	高频感应加热工件温度的测量方法	52-97
1.4	离子氮化炉热处理工件温度的 测量方法	52-98
2	压力、流量和气体成分的测量 方法	52-98
2.1	压力的测量	52-98
2.2	流量的测量	52-99
2.3	气体成分的测量	52-99
3	自动调节系统	52-99
3.1	电加热炉温度调节系统	52-99
3.2	煤气加热炉自动调节系统	52-101
3.3	天然气加热炉自动调节系统	52-102
3.4	燃料油加热炉自动调节系统	52-104
3.5	气体成分测量调节系统	52-106
4	仪表的安装	52-106

### 第9章 冲天炉的测量与控制

1	熔炼过程中需要检测和控制的 参数	52-107
2	熔炼过程参数的检测方法	52-107
2.1	炉料重量	52-107
2.2	炉内料位	52-108
2.3	加料批数	52-108
2.4	送风压力和风量	52-111
3	熔炼过程的自动控制	52-113
3.1	风量的自动控制	52-113

- 3.2 送风湿度的控制 .....52-114
- 3.3 热风冲天炉的控制 .....52-114
- 3.4 铁水温度的自动控制 .....52-114
- 3.5 冲天炉的自动配料、加料、计数的  
集中控制 .....52-116

### 第10章 冷热加工的测量和控制

- 1 高温熔融金属液温度的测量 .....52-117
- 2 金属凝固过程温度场的测定 .....52-119
- 3 表面温度的测量 .....52-120

- 3.1 热电偶测量表面温度 .....52-120
- 3.2 运动物体表面温度的测量 .....52-120
- 4 锻件的测量和控制 .....52-121
- 4.1 锻件尺寸的测量和控制 .....52-122
- 4.2 锻件温度的测量和控制 .....52-122
- 5 恒温控制 .....52-122
- 5.1 精密机床的局部恒温控制 .....52-122
- 5.2 恒温室控制 .....52-123
- 6 木材干燥窑的温度与湿度调节 .....52-125
- 参考文献 .....52-125

## 第53篇 工厂运输

### 第1章 概 述

- 1 作用 .....53-1
- 2 提高工厂运输效率的主要措施 .....53-1
- 3 搬运装卸综合机械化 .....53-2
- 3.1 运输方式 .....53-2
- 3.2 装卸、运输机械化举例 .....53-3

### 第2章 集 装 工 具

- 1 托盘 .....53-4
- 1.1 平托盘的结构和尺寸 .....53-4
- 1.2 平托盘的型式与规格 .....53-5
- 1.3 立柱式、箱式及特殊专用托盘 .....53-6
- 2 料箱 .....53-6
- 3 集装箱 .....53-7

### 第3章 装卸与起重

- 1 绳、链、专用吊具及葫芦 .....53-8
- 1.1 绳、链 .....53-8
- 1.2 专用吊具 .....53-11
- 1.3 葫芦及气吊 .....53-12
- 2 起重机械 .....53-12
- 2.1 龙门起重机, 装卸桥 .....53-12
- 2.2 单轨起重机、悬挂起重机、梁式  
和桥式起重机、壁行起重机 .....53-13
- 2.3 固定式旋转起重机 .....53-15
- 2.4 随车起重装卸装置 .....53-16
- 2.5 自行式起重机 .....53-17

- 3 无轨自行式装卸运输机械 .....53-19
- 3.1 叉车 .....53-19
- 3.2 跨车 .....53-23
- 3.3 轮胎装载机 .....53-23
- 3.4 蟹爪式装载机 .....53-24
- 4 卸车机 .....53-24
- 4.1 链斗卸车机 .....53-24
- 4.2 螺旋卸车机 .....53-26

### 第4章 运 载

- 1 手推车 .....53-26
- 2 无轨光、电导向小车 .....53-28
- 2.1 光导向小车 .....53-28
- 2.2 电磁导向小车 .....53-29
- 3 气垫运输装置 .....53-29
- 4 小型机动车辆 .....53-30
- 4.1 蓄电池搬运车 .....53-30
- 4.2 内燃机搬运车 .....53-31
- 4.3 小型牵引车 .....53-31
- 5 载重汽车、自卸汽车和牵引车、  
挂车 .....53-32
- 5.1 载重汽车 .....53-32
- 5.2 自卸汽车 .....53-33
- 5.3 牵引车、挂车 .....53-33
- 6 电动平车 .....53-35
- 6.1 低压电动平车 .....53-35
- 6.2 36V滑触线路注意要点 .....53-35
- 7 转运台车 .....53-37

## XV 目 录

8	机车、铁路货车	53-38
8.1	机车	53-38
8.2	铁路货车	53-38
9	缆车	53-40
9.1	缆车组成	53-40
9.2	牵引力计算	53-41
9.3	缆车码头布置	53-42
10	电梯	53-42

### 第5章 连续输送

1	悬挂输送机	53-43
1.1	普通悬挂输送机	53-43
1.2	推式悬挂输送机	53-45
1.3	吊具与装卸	53-48
2	带式输送机	53-48
2.1	带式输送机的类型及布置型式	53-49
2.2	带式输送机的组件及附属装置	53-50
2.3	带式输送机输送量计算	53-55
2.4	通廊	53-56
3	板式输送机	53-56
3.1	主要部件	53-58
3.2	输送量计算	53-59
4	提升机	53-60
4.1	提升机的类型	53-60
4.2	斗式提升机的主要性能	53-61
4.3	斗式提升机的给料和卸料	53-63
4.4	斗式提升机的设计计算	53-63
4.5	斗式提升机的安装、检修平台、 除尘和电气控制	53-64
5	埋刮板输送机	53-65
6	螺旋输送机	53-67
6.1	螺旋输送机的技术特性、总体布 置及输送系统	53-67
6.2	螺旋输送机的主要部件	53-68
6.3	螺旋输送机的给料和卸料	53-68
6.4	螺旋输送机的计算	53-69
7	气力输送装置	53-70
7.1	气力输送装置的原理、主要型式 及性能	53-70

7.2	气力输送装置的主要部件	53-72
7.3	气力输送装置的计算	53-73
7.4	控制系统和管路支架	53-75
8	振动输送机	53-75
9	辊子输送机	53-76
9.1	辊子型式	53-76
9.2	辊子输送机计算	53-78
9.3	动力驱动辊道	53-79
10	滑道	53-80

### 第6章 高层货架仓库

1	发展高层货架仓库的意义	53-82
2	装卸堆垛机械及配套设备和装置	53-82
2.1	高架叉车	53-82
2.2	桥式堆垛起重机	53-83
2.3	巷道式堆垛起重机	53-83
2.4	配套输送设备和装置	53-86
3	高层货架	53-86
3.1	货架布置	53-87
3.2	货架结构	53-88
3.3	基础工程和消防	53-88
4	高层货架仓库的管理	53-89

### 第7章 厂内道路、标准轨距铁路、码头

1	厂内道路	53-89
2	厂内标准轨距铁路	53-90
2.1	铁路线的布置	53-90
2.2	厂内铁路的坡度和曲率半径	53-92
3	工厂码头	53-92

### 第8章 安全技术

1	工厂运输事故	53-93
2	安全教育和安全操作制度	53-93
3	设备和工具的管理、维修和保养	53-94
4	运输线路布置	53-95
5	安全防护装置	53-95
参考文献		53-96