

高等学校教学参考书

# 热处理设备机械设计

十二院(校)《热处理设备机械设计》编写组编

人民教育出版社

76/55

0674

高等学校教学参考书

# 热处理设备机械设计

十二院(校)《热处理设备机械设计》编写组编

人民教育出版社

本书是根据高等工科院校金属材料、热处理工艺及设备专业培养目标的要求,由华中工学院等十二院校有关同志集体编写的。全书共十四章,它包括胶带传动、链传动、齿轮传动、蜗杆传动、轴承、轴及其联接、凸轮机构、连杆机构;还从专业培养目标出发,增加了淬火机床及液压传动、振底式炉机构设计、箱式气体渗碳炉机构设计、淬火槽及输送带、台车式炉等内容。在取材上注意总结反映了我国部分单位的技术革新和研制成果。本书基本上采用了国际单位制(SI)。

参加本书编写的有:华中工学院彭文生、谭尚智、雷国栋、施占华;北京工业学院郑思松;上海交通大学许有恒、黄瑞清;华南工学院何永然;大连铁道学院刘孔钧;太原工学院张其德;陕西机械学院刘金石;西北工业大学李东紫;洛阳农机学院朱象钜;上海机械学院余茂芾;河北工学院张冠海;铁道部江岸车辆厂“七·二一”工大范家福;并由郑思松、彭文生、施占华、许有恒、谭尚智修改定稿及完成改单位制工作。参加本书初稿审阅的还有合肥工业大学、东北重型机械学院等有关同志。

本书可供高等工科院校金属材料、热处理工艺及设备专业师生教学参考之用,也可供“七·二一”工大、中等专业学校相关专业师生和从事热处理的广大工人和技术人员参考。

## 热处理设备机械设计

十二院校《热处理设备机械设计》编写组编

人民教育出版社出版

新华书店上海发行所发行

上海中华印刷厂印装

开本 787×1092 1/16 印张 29 12/16 字数 683,000

1978年6月第1版 1979年1月第1次印刷

印数 1—20,000

书号 15012·067 定价 2.45元

## 国际单位制(SI)在本书中的应用

我国正在逐步采用国际单位制 (Le Système International D' Unités)。国际单位制是经国际计量大会通过并向全世界推荐的一贯单位制, 简称为国际制, 国际代号是 SI。本书采用了国际单位制。

### 一、国际单位制的构成

国际单位制是在米制的基础上改进、统一和简化而成的。它规定了七个基本单位和两个辅助单位, 按照一贯性原则, 利用这九个单位便可导出无数的 SI 导出单位, 这样就把科学技术领域中的计量单位统一起来了。例如, 过去由于基本单位不统一, 导致一个物理量就有多种不同的单位, 压力就曾有公斤力/厘米<sup>2</sup>、公斤力/米<sup>2</sup>、克/厘米<sup>2</sup>、巴、达因/厘米<sup>2</sup>、标准大气压、毫米汞柱、米水柱等单位, 而 SI 只给压力规定了一个单位, 即帕斯卡(1Pa = 1N/m<sup>2</sup>), 统一了压力的单位。

国际单位制由国际制单位、词冠及其十进倍数和分数单位构成。

#### 1. 国际制单位

国际制单位包括基本单位、辅助单位和一贯导出单位三种。

国际制基本单位有七个(表 1), 可直接用来表示相应的物理量, 也可用之构成一贯导出单位。例如, 长度单位是米(m), 时间单位是秒(s), 速度的单位就是米每秒(m/s)。

表 1 国际单位制的基本单位

| 量的名称  | 单位名称   | 单位代号 |        |
|-------|--------|------|--------|
|       |        | 国际   | 中文     |
| 长度    | 米      | m    | 米      |
| 质量    | 千克(公斤) | kg   | 千克(公斤) |
| 时间    | 秒      | s    | 秒      |
| 电流    | 安培     | A    | 安      |
| 热力学温度 | 开尔文    | K    | 开      |
| 物质的量  | 摩尔     | mol  | 摩      |
| 光强度   | 坎德拉    | cd   | 坎      |

国际制辅助单位有两个(表 2), 用弧度(rad)表示平面角, 用球面度(sr)表示立体角; 也可用之构成一贯导出单位, 如角速度的单位是弧度每秒(rad/s)。

表 2 国际单位制的辅助单位

| 量的名称 | 单位名称 | 单位代号 |     |
|------|------|------|-----|
|      |      | 国际   | 中文  |
| 平面角  | 弧度   | rad  | 弧度  |
| 立体角  | 球面度  | sr   | 球面度 |

国际制的一贯导出单位根据系数等于 1 的某物理量的定义方程式、由两个或两个以上的基本单位和辅助单位构成。在推导过程中, 有关系数都是 1, 这就是一贯性原则。因此, SI 导出单位都用基本单位和辅助单位的积或商来表示。例如, 用长度单位米 (m) 可导出体积的单位立方米( $\text{m}^3$ ); 用质量单位千克(kg)和体积单位立方米( $\text{m}^3$ )又可导出密度的单位千克每立方米( $\text{kg}/\text{m}^3$ ), 显然, 在推导过程中有关系数都是 1。一贯性原则是可以普遍应用的, 因此, 科学技术上所需的量的单位都可以这样推导出来。必须注意, 一贯导出单位有的没有专门名称, 例如力矩的单位是牛顿米( $\text{N}\cdot\text{m}$ ), 可以直接引用; 有些一贯导出单位则有专门名称, 例如功、能和热量的单位也都是牛顿和米的乘积( $\text{N}\cdot\text{m}$ ), 但它有专门名称焦耳(J)。到目前为止, 具有专门名称的国际制导出单位共有十七个(表 3 中只列出前六个具有专门名称的 SI 导出单位)。本书所用的一贯导出单位列于表 3 中。

表 3 本书所用的国际制一贯导出单位

| 量的名称      | 单位名称   | 单位代号                     |                   | 用 SI 单位表示的关系式                                                                     |
|-----------|--------|--------------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
|           |        | 国际                       | 中文                |                                                                                   |
| 频率        | 赫兹     | Hz                       | 赫                 | $\text{s}^{-1}$                                                                   |
| 力         | 牛顿     | N                        | 牛                 | $\text{m}\cdot\text{kg}\cdot\text{s}^{-2}$                                        |
| 压力、应力     | 帕斯卡    | Pa                       | 帕                 | $\text{N}/\text{m}^2, \text{m}^{-1}\cdot\text{kg}\cdot\text{s}^{-2}$              |
| 能、功、热量    | 焦耳     | J                        | 焦                 | $\text{N}\cdot\text{m}, \text{m}^2\cdot\text{kg}\cdot\text{s}^{-2}$               |
| 功率        | 瓦特     | W                        | 瓦                 | $\text{J}/\text{s}, \text{m}^2\cdot\text{kg}\cdot\text{s}^{-3}$                   |
| 电位、电压、电动势 | 伏特     | V                        | 伏                 | $\text{W}/\text{A}, \text{m}^2\cdot\text{kg}\cdot\text{s}^{-3}\cdot\text{A}^{-1}$ |
| 动力粘度      | 帕斯卡秒   | $\text{Pa}\cdot\text{s}$ | 帕·秒               | $\text{m}^{-1}\cdot\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$                                   |
| 运动粘度      | 平方米每秒  | $\text{m}^2/\text{s}$    | 米 <sup>2</sup> /秒 |                                                                                   |
| 力矩        | 牛顿米    | $\text{N}\cdot\text{m}$  | 牛·米               |                                                                                   |
| 面积        | 平方米    | $\text{m}^2$             | 米 <sup>2</sup>    |                                                                                   |
| 体积        | 立方米    | $\text{m}^3$             | 米 <sup>3</sup>    |                                                                                   |
| 速度        | 米每秒    | $\text{m}/\text{s}$      | 米/秒               |                                                                                   |
| 加速度       | 米每秒平方  | $\text{m}/\text{s}^2$    | 米/秒 <sup>2</sup>  |                                                                                   |
| 角速度       | 弧度每秒   | $\text{rad}/\text{s}$    | 弧度/秒              |                                                                                   |
| 角加速度      | 弧度每秒平方 | $\text{rad}/\text{s}^2$  | 弧度/秒 <sup>2</sup> |                                                                                   |
| 流量        | 立方米每秒  | $\text{m}^3/\text{s}$    | 米 <sup>3</sup> /秒 |                                                                                   |

## 2. 国际制词冠及国际制十进倍数和分数单位

国际制对于每个物理量的单位只给予一种定义, 然而科学技术中各种物理量的数值大小却相差悬殊, 如果用单一的标准去衡量数值大小相差悬殊的量, 必然有的数值很大, 有的数值又很小, 这就不适应于一定的实际要求了。为了适应于各种物理量的实际要求, 国际制规定了国际制词冠, 用它和国际制单位组成十进倍数和分数单位, 使有效数值的大小比较适当。选用 SI 十进倍数和分数单位时应使其数值处于  $0.1 \sim 1000$  之间。

国际制词冠及其代号列于表 4 中。

表 4 国际制词冠

| 因 数        | 词 冠 名 称 |       | 词 冠 代 号 |       |
|------------|---------|-------|---------|-------|
|            | 中 文     | 法 文   | 中 文     | 国 际   |
| $10^{18}$  | 艾可萨     | exa   | 艾       | E     |
| $10^{15}$  | 拍它      | peta  | 拍       | P     |
| $10^{12}$  | 太拉      | téra  | 太       | T     |
| $10^9$     | 吉咖      | giga  | 吉       | G     |
| $10^6$     | 兆       | méga  | 兆       | M     |
| $10^3$     | 千       | kilo  | 千       | k     |
| $10^2$     | 百       | hecto | 百       | h     |
| $10^1$     | 十       | déca  | 十       | da    |
| $10^{-1}$  | 分       | déci  | 分       | d     |
| $10^{-2}$  | 厘       | centi | 厘       | c     |
| $10^{-3}$  | 毫       | milli | 毫       | m     |
| $10^{-6}$  | 微       | micro | 微       | $\mu$ |
| $10^{-9}$  | 纳诺      | nano  | 纳       | n     |
| $10^{-12}$ | 皮可      | pico  | 皮       | p     |
| $10^{-15}$ | 飞姆托     | femto | 飞       | f     |
| $10^{-18}$ | 阿托      | atto  | 阿       | a     |

国际制十进倍数和分数单位由国际制基本单位或导出单位加上国际制词冠组成。用数值  $\geq 10^1$  的词冠组成十进倍数单位, 如  $1000 \text{ m} = 1 \text{ km}$ ; 用数值  $\leq 10^{-1}$  的词冠组成分数单位, 如  $1/1000 \text{ m} = 10^{-3} \text{ m} = 1 \text{ mm}$ 。但质量的 SI 单位千克(kg)例外, 它虽包含词冠 k, 但不是十进倍数单位, 而是基本单位。必须注意到, SI 不推荐使用重迭词冠。例如, 要表示一千千克则用兆克(Mg)而不用千千克(kkg), 因它包含有重迭词冠。

## 二、与 SI 单位并用的单位

在 SI 以外的其它单位都不是 SI 单位, 在基本计算公式中, 一般不应将它们和 SI 单位混

合使用,否则将会引起混乱而破坏一贯性原则。可是,有时还需用到某些非 SI 单位。允许与 SI 单位并用的单位列于表 5 中。

表 5 与国际单位制并用的单位

| 量的名称  | 单位名称 | 代 号 |     | 相 当 于 国 际 制 单 位 的 值                           |
|-------|------|-----|-----|-----------------------------------------------|
|       |      | 中 文 | 国 际 |                                               |
| 时 间   | 分    | 分   | min | $1\text{ min}=60\text{ s}$                    |
|       | 小时   | 时   | h   | $1\text{ h}=60\text{ min}=3600\text{ s}$      |
|       | 日    | 日   | d   | $1\text{ d}=24\text{ h}=86400\text{ s}$       |
| 平 面 角 | 度    | 度   | °   | $1^\circ=(\pi/180)\text{rad}$                 |
|       | 分    | 分   | '   | $1'=(1/60)^\circ=(\pi/10800)\text{rad}$       |
|       | 秒    | 秒   | "   | $1''=(1/60)'=(\pi/648000)\text{rad}$          |
| 体 积   | 升    | 升   | l   | $1\text{ l}=1\text{ dm}^3=10^{-3}\text{ m}^3$ |
| 质 量   | 吨    | 吨   | t   | $1\text{ t}=10^3\text{ kg}=1\text{ Mg}$       |

必须注意,这些并用单位的数值一般应先换算为 SI 单位的相应值才能代入本书的计算公式中。只有在一些特定的条件下,才允许将表 5 中所列的并用单位和 SI 单位组合起来构成组合单位。本书中,如果计算式中仅包含单位 mm 或 r/min 的运算,则不必进行换算。

考虑到目前的习惯,本书还采用了两个暂时与国际单位制并用的单位(表 6)。

表 6 暂时与国际单位制并用的单位

| 量的名称         | 单位名称  | 代 号   |       | 相 当 于 国 际 制 单 位 的 值                 |
|--------------|-------|-------|-------|-------------------------------------|
|              |       | 中 文   | 国 际   |                                     |
| 旋转频率<br>(转速) | 转每分   | 转/分   | r/min | $1\text{ r/min}=1/60\text{ s}^{-1}$ |
| 压力           | 标准大气压 | 标准大气压 | atm   | $1\text{ atm}=101325\text{ Pa}$     |

三、几点说明

1. 本书采用了国际单位制,在基本计算公式、数据及例题中,各种量基本上用 SI 单位表示。各单位也采用了国际通用代号。目的是为了使概念清晰、公式简单、单位统一。例如,功率的计算公式遍及各章,形式不一,由于采用 SI,使功率的单位统一为瓦(W),而且在推导过程中各系数都是 1。但应注意到,应用这些公式时,有关各量必须以 SI 单位的数值,并用相应的 10 的乘幂代替词冠代入公式中,才能得到正确的结果。如果已知的某些量不是 SI 单

位,必须先换算为 SI 单位的相应数值才能代入公式求解。SI 单位与其它单位的对应值见表 7。主要计算公式还给出了按米·公斤力·秒制推导的公式,以便对照。

2. 作为计算依据的物理量试验值,如许用应力和弹性模量( $[\sigma]$ 和  $E$ )等,根据原单位制的数值较准确地换算成 SI 单位的相应值,即按  $1\text{kgf}=9.807\text{N}$  换算。其他经验统计数据,如经验公式中的系数等,则简略地按  $1\text{kgf}=10\text{N}$  进行换算,这在有关表格中不另加说明。

3. 国标规定的有关数据,如规格、性能指标等,原则上暂不更动,有的同时列出 SI 的相应数值和单位,以便对照。

由于我国关于计量单位的名称、代号和使用方法尚未统一规定,本书改用 SI 的方法仅供参考,欢迎批评指正。

表 7 SI 单位与其它单位的换算

| 量的名称   | SI                                       | 其它单位制                                                                                                       |
|--------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 质量     | 1 kg                                     | $10^{-3}\text{ t}$                                                                                          |
|        | $10^3\text{ kg}$                         | 1 t                                                                                                         |
| 体积     | 1 $\text{m}^3$                           | $10^3\text{ l}$                                                                                             |
|        | $10^{-3}\text{ m}^3$                     | 1 l                                                                                                         |
| 速度     | 1 m/s                                    | 60 m/min                                                                                                    |
|        | 0.01667 m/s                              | 1 m/min                                                                                                     |
| 力      | 1 N                                      | 0.102 kgf                                                                                                   |
|        | 9.807 N                                  | 1 kgf                                                                                                       |
| 压力、应力  | 1 Pa                                     | $102\times 10^{-9}\text{ kgf/mm}^2$ , $102\times 10^{-7}\text{ kgf/cm}^2$ , $0.99\times 10^{-5}\text{ atm}$ |
|        | $9.807\times 10^6\text{ Pa}$             | 1 kgf/mm <sup>2</sup> , 10 <sup>2</sup> kgf/cm <sup>2</sup> , 96.78 atm                                     |
| 能、功、热量 | 1 J                                      | 0.102 kgf·m, $239\times 10^{-3}\text{ cal}$                                                                 |
|        | 9.807 J                                  | 1 kgf·m, 2.343 cal                                                                                          |
| 功率     | 1 W                                      | 0.102 kgf·m/s, $1.36\times 10^{-3}\text{ (PS)}$                                                             |
|        | 9.807 W                                  | 1 kgf·m/s, $13.33\times 10^{-3}\text{ (PS)}$                                                                |
| 动力粘度   | 1 Pa·s                                   | 10 P                                                                                                        |
|        | 0.1 Pa·s                                 | 1 P                                                                                                         |
| 运动粘度   | 1 $\text{m}^2/\text{s}$                  | $10^4\text{ St}$ , $10^6\text{ cSt}$                                                                        |
|        | $10^{-4}\text{ m}^2/\text{s}$            | 1 St, $10^2\text{ cSt}$                                                                                     |
| 力矩     | 1 N·m                                    | 0.102 kgf·m                                                                                                 |
|        | 9.807 N·m                                | 1 kgf·m                                                                                                     |
| 平面角    | 1 rad                                    | $57.2958^\circ$                                                                                             |
|        | 0.017453 rad                             | 1°                                                                                                          |
| 流量     | 1 $\text{m}^3/\text{s}$                  | $60\times 10^3\text{ l/min}$                                                                                |
|        | $16.7\times 10^{-6}\text{ m}^3/\text{s}$ | 1 l/min                                                                                                     |

# 目 录

## 国际单位制(SI)在本书中的应用

### 第一章 台车式炉及机械传动概论

|                          |                              |
|--------------------------|------------------------------|
| §1-1 概述·····( 1 )        | 二、车架设计·····( 7 )             |
| 一、炉门及炉门升降机构·····( 1 )    | §1-3 台车牵引机构传动方案的选择·····( 9 ) |
| 二、台车及台车牵引机构·····( 3 )    | 一、台车牵引机构的种类及选择·····( 9 )     |
| §1-2 台车结构及车架设计·····( 4 ) | 二、传动装置的动力和运动计算·····( 12 )    |
| 一、台车结构·····( 4 )         |                              |

### 第二章 胶 带 传 动

|                                     |                                |
|-------------------------------------|--------------------------------|
| §2-1 胶带传动的原理、特点、分类和胶带的标准·····( 19 ) | 二、胶带传动的设计计算步骤和参数的选择·····( 23 ) |
| §2-2 三角胶带传动的设计计算·····( 22 )         | §2-3 三角胶带轮及传动的辅助装置·····( 31 )  |
| 一、胶带传动的失效形式和设计依据·····( 22 )         | 一、三角胶带轮的结构·····( 31 )          |
|                                     | 二、传动的辅助装置·····( 33 )           |

### 第三章 链 传 动

|                                |                            |
|--------------------------------|----------------------------|
| §3-1 概述·····( 37 )             | 一、板式起重链的结构和规格·····( 56 )   |
| §3-2 套筒滚子链传动·····( 38 )        | 二、板式起重链传动的选择计算·····( 56 )  |
| 一、套筒滚子链的结构和标准·····( 38 )       | 三、板式起重链链轮的结构·····( 57 )    |
| 二、链传动的失效形式及计算方法·····( 40 )     | §3-4 钝齿轮销齿条传动·····( 59 )   |
| 三、套筒滚子链传动的计算步骤和参数选择·····( 43 ) | 一、传动的原理和结构·····( 59 )      |
| 四、套筒滚子链链轮的结构设计·····( 46 )      | 二、钝齿轮销齿条传动的几何计算·····( 60 ) |
| 五、链传动的布置、张紧和润滑·····( 51 )      | 三、钝齿轮销齿条传动的强度计算·····( 61 ) |
| §3-3 工业炉炉用链传动·····( 56 )       |                            |

### 第四章 齿 轮 传 动

|                               |                                |
|-------------------------------|--------------------------------|
| §4-1 直齿圆柱齿轮传动的基本知识·····( 67 ) | §4-2 齿轮齿条传动和内啮合齿轮传动·····( 78 ) |
| 一、概述·····( 67 )               | 一、齿条的特点·····( 79 )             |
| 二、齿轮传动的啮合原理·····( 68 )        | 二、齿条与齿轮的啮合·····( 79 )          |
| 三、标准圆柱齿轮的几何参数及尺寸计算·····( 72 ) | 三、内啮合齿轮传动的特点·····( 80 )        |
| 四、渐开线齿轮正确啮合的条件·····( 77 )     | §4-3 齿轮加工简介·····( 81 )         |
| 五、渐开线齿轮连续传动的条件·····( 77 )     | 一、渐开线齿轮加工的基本原理及方法·····( 81 )   |

|                            |       |                           |       |
|----------------------------|-------|---------------------------|-------|
| 二、齿轮的根切现象及最少齿数 .....       | (84)  | 三、镶套式齿轮 .....             | (107) |
| §4-4 变位齿轮概述 .....          | (85)  | §4-9 圆柱齿轮传动的精度和公差 .....   | (110) |
| §4-5 齿轮传动的主要失效形式及其规律 ..... | (87)  | 一、圆柱齿轮的精度要求和侧隙 .....      | (110) |
| 一、轮齿的折断(打牙) .....          | (88)  | 二、圆柱齿轮的精度等级及其选择 .....     | (111) |
| 二、齿面的破坏 .....              | (88)  | 三、齿轮检验项目及公差的确定 .....      | (113) |
| §4-6 直齿圆柱齿轮的弯曲强度计算 .....   | (90)  | 四、齿轮测量尺寸的计算 .....         | (113) |
| 一、直齿圆柱齿轮的受力分析 .....        | (90)  | 五、齿轮毛坯精度 .....            | (116) |
| 二、弯曲强度的计算 .....            | (91)  | §4-10 斜齿圆柱齿轮传动的设计计算 ..... | (131) |
| 三、弯曲强度的图解计算 .....          | (98)  | 一、斜齿轮齿廓曲面的形成及啮合特点 .....   | (131) |
| §4-7 直齿圆柱齿轮的接触强度计算 .....   | (101) | 二、斜齿轮的基本参数和几何尺寸的计算 .....  | (133) |
| 一、接触应力的基本概念 .....          | (101) | 三、斜齿轮的受力分析和强度计算 .....     | (137) |
| 二、接触强度的计算 .....            | (101) | §4-11 直齿圆锥齿轮的设计计算 .....   | (142) |
| 三、接触强度的图解计算 .....          | (103) | 一、圆锥齿轮齿廓曲面的形成及啮合特点 .....  | (142) |
| 四、直齿圆柱齿轮齿条传动的强度计算 .....    | (103) | 二、圆锥齿轮的几何尺寸计算 .....       | (146) |
| §4-8 圆柱齿轮的结构设计 .....       | (105) | 三、圆锥齿轮的受力分析和强度计算 .....    | (148) |
| 一、锻造齿轮 .....               | (105) | 四、圆锥齿轮的结构设计 .....         | (152) |
| 二、铸造齿轮 .....               | (106) | 五、圆锥齿轮传动的精度和公差 .....      | (153) |

## 第五章 蜗 杆 传 动

|                              |       |                          |       |
|------------------------------|-------|--------------------------|-------|
| §5-1 蜗杆传动原理及主要参数 .....       | (169) | 一、蜗杆传动的受力分析 .....        | (177) |
| 一、蜗杆传动原理和正确啮合条件 .....        | (169) | 二、蜗轮轮齿的强度计算 .....        | (179) |
| 二、蜗杆传动主要参数的选择 .....          | (170) | §5-5 蜗杆传动的效率、润滑及散热 ..... | (185) |
| §5-2 蜗杆传动几何尺寸的计算 .....       | (172) | 一、蜗杆传动的效率和自锁 .....       | (185) |
| 一、标准蜗杆传动 .....               | (172) | 二、蜗杆传动的润滑和散热 .....       | (188) |
| 二、蜗杆传动的变位特点及几何尺寸计算 .....     | (174) | §5-6 蜗杆传动的精度和公差 .....    | (189) |
| §5-3 蜗杆传动的失效形式、材料选择及结构 ..... | (175) | 一、蜗杆传动的精度标准 .....        | (189) |
| 一、失效形式 .....                 | (175) | 二、蜗杆传动精度选择和检验项目 .....    | (189) |
| 二、蜗杆蜗轮材料的选择 .....            | (176) | §5-7 其他蜗杆传动简介 .....      | (200) |
| 三、蜗杆和蜗轮的结构 .....             | (176) | 一、圆弧齿圆柱蜗杆传动 .....        | (200) |
| §5-4 蜗杆传动的强度计算 .....         | (177) | 二、圆弧面蜗杆传动 .....          | (201) |

## 第六章 轮系及减速器

|                    |       |                     |       |
|--------------------|-------|---------------------|-------|
| §6-1 轮系 .....      | (202) | 二、行星减速器 .....       | (214) |
| 一、定轴轮系传动比的计算 ..... | (202) | §6-3 谐波传动简介 .....   | (220) |
| 二、周转轮系传动比的计算 ..... | (205) | §6-4 无级变速器简介 .....  | (222) |
| §6-2 减速器 .....     | (208) | 一、无级变速器的类型和特点 ..... | (222) |
| 一、普通减速器 .....      | (208) | 二、P型齿链式无级变速器 .....  | (224) |

## 第七章 轴 及其 联接

|                  |       |                   |       |
|------------------|-------|-------------------|-------|
| §7-1 概述.....     | (227) | §7-3 轴的刚度.....    | (242) |
| 一、轴的功用及分类 .....  | (227) | §7-4 键联接.....     | (243) |
| 二、轴的材料 .....     | (228) | 一、平键联接 .....      | (243) |
| 三、轴设计的主要问题 ..... | (230) | 二、花键联接 .....      | (245) |
| §7-2 转轴的设计.....  | (230) | §7-5 联轴器与离合器..... | (247) |
| 一、初步确定直径 .....   | (230) | 一、联轴器 .....       | (248) |
| 二、轴的结构设计 .....   | (231) | 二、离合器 .....       | (253) |
| 三、转轴的强度验算 .....  | (238) |                   |       |

## 第八章 轴 承

|                          |       |                          |       |
|--------------------------|-------|--------------------------|-------|
| §8-1 滑动轴承.....           | (262) | 一、滚动轴承的构造 .....          | (272) |
| 一、概述 .....               | (262) | 二、滚动轴承的分类 .....          | (273) |
| 二、滑动轴承的种类和结构 .....       | (262) | 三、滚动轴承的代号 .....          | (275) |
| 三、滑动轴承的材料 .....          | (264) | §8-5 滚动轴承类型的选用和组合设计..... | (277) |
| 四、轴瓦和轴承衬的结构 .....        | (266) | 一、轴承类型的选用 .....          | (277) |
| §8-2 滑动轴承的失效形式和设计计算..... | (267) | 二、轴承的组合设计 .....          | (278) |
| 一、滑动轴承的失效形式 .....        | (267) | §8-6 滚动轴承的选择计算.....      | (287) |
| 二、非液体摩擦滑动轴承的计算 .....     | (268) | 一、滚动轴承的工作情况及失效形式 .....   | (287) |
| §8-3 滑动轴承的润滑.....        | (269) | 二、按寿命选择滚动轴承 .....        | (287) |
| 一、润滑剂的种类与选择 .....        | (269) | 三、按静负荷选择滚动轴承 .....       | (296) |
| 二、润滑方法 .....             | (271) | 附：常用滚动轴承性能表(摘录) .....    | (300) |
| §8-4 滚动轴承.....           | (272) |                          |       |

## 第九章 淬火机床及液压传动

|                      |       |                          |       |
|----------------------|-------|--------------------------|-------|
| §9-1 感应加热淬火机床概述..... | (307) | 五、油马达 .....              | (319) |
| 一、几台淬火机床简介 .....     | (307) | 六、油马达的选用 .....           | (319) |
| 二、淬火机床的特点 .....      | (311) | §9-4 油缸的设计.....          | (319) |
| §9-2 液压传动的特性.....    | (311) | 一、油缸的类型与结构 .....         | (319) |
| 一、液压传动的特性 .....      | (312) | 二、油缸主要尺寸的确定 .....        | (322) |
| 二、液压传动系统的组成 .....    | (314) | 三、油缸设计的其它问题 .....        | (323) |
| 三、液压传动的优缺点 .....     | (314) | §9-5 控制调节元件——阀.....      | (328) |
| §9-3 油泵与油马达.....     | (315) | 一、方向控制阀 .....            | (328) |
| 一、油泵的工作原理 .....      | (315) | 二、压力控制阀 .....            | (331) |
| 二、齿轮泵 .....          | (316) | 三、流量控制阀 .....            | (335) |
| 三、叶片泵 .....          | (317) | §9-6 液压系统的油路分析及回路简介..... | (338) |
| 四、油泵的选择 .....        | (317) | 一、油路分析 .....             | (338) |

|                         |       |                     |       |
|-------------------------|-------|---------------------|-------|
| 二、回路分析 .....            | (340) | 二、拟定液压系统的初步方案 ..... | (343) |
| §9-7 液压传动系统的设计与计算 ..... | (343) | 三、液压传动系统的计算 .....   | (343) |
| 一、明确设备对液压系统的要求 .....    | (343) |                     |       |

## 第十章 振底式炉机构设计

|                         |       |                             |       |
|-------------------------|-------|-----------------------------|-------|
| §10-1 概述 .....          | (349) | 二、常用的从动杆运动规律 .....          | (359) |
| §10-2 气动振底机构及其设计 .....  | (350) | 三、按照给定的从动杆运动规律设计凸轮廓曲线 ..... | (361) |
| 一、小型气动振底机构 .....        | (350) | 四、凸轮机构设计的其它问题 .....         | (364) |
| 二、大型气动振底机构 .....        | (351) | §10-4 电磁振底机构及其设计 .....      | (370) |
| 三、大型气动振底机构的气缸设计 .....   | (354) | 一、电磁振动输送的工作原理 .....         | (371) |
| §10-3 凸轮振底机构及其设计 .....  | (356) | 二、电磁振底机构的参数选择 .....         | (372) |
| 一、凸轮振底机构应用实例及凸轮分类 ..... | (356) |                             |       |

## 第十一章 箱式气体渗碳炉机构设计

|                                  |       |                      |       |
|----------------------------------|-------|----------------------|-------|
| §11-1 箱式气体渗碳炉(多用炉)的类型及结构概述 ..... | (376) | 三、推拉料机设计举例 .....     | (392) |
| 一、单面推拉料多用炉 .....                 | (376) | §11-3 升降机构 .....     | (397) |
| 二、双面推拉料多用炉 .....                 | (377) | §11-4 风扇及油搅拌器 .....  | (399) |
| §11-2 推拉料机机构 .....               | (378) | 一、风扇装置的组成及结构特点 ..... | (399) |
| 一、推拉料机的类型和工作原理 .....             | (378) | 二、风扇的结构设计及轴承选择 ..... | (400) |
| 二、推拉料机机构的设计 .....                | (383) | 三、油搅拌器的设计特点 .....    | (408) |

## 第十二章 其它机构设计

|                             |       |                         |       |
|-----------------------------|-------|-------------------------|-------|
| §12-1 平面连杆机构及其设计 .....      | (405) | 三、四杆机构的运动分析和力分析举例 ..... | (412) |
| 一、平面连杆机构及其在热处理设备中的应用 .....  | (405) | 四、四杆机构设计简介 .....        | (413) |
| 二、铰链四杆机构的基本类型及曲柄存在的条件 ..... | (408) | §12-2 间歇运动机构及其设计 .....  | (416) |
|                             |       | 一、棘轮机构 .....            | (417) |
|                             |       | 二、槽轮机构 .....            | (423) |

## 第十三章 淬火槽及传送带

|                     |       |                     |       |
|---------------------|-------|---------------------|-------|
| §13-1 淬火槽及其设计 ..... | (428) | §13-2 传送带及其设计 ..... | (435) |
| 一、淬火槽的基本结构 .....    | (428) | 一、传送带简介 .....       | (435) |
| 二、机械化淬火槽 .....      | (431) | 二、传送带传动功率的计算 .....  | (438) |
| 三、淬火槽的设计 .....      | (432) | 附: 片式牵引链 .....      | (444) |

## 第十四章 弹 簧

|                |       |               |       |
|----------------|-------|---------------|-------|
| §14-1 概述 ..... | (447) | 一、弹簧的功用 ..... | (447) |
|----------------|-------|---------------|-------|

|                            |       |                                   |       |
|----------------------------|-------|-----------------------------------|-------|
| 二、弹簧的种类 .....              | (447) | §14-3 圆柱螺旋弹簧的设计计算 .....           | (451) |
| §14-2 圆柱螺旋弹簧的结构形式和材料 ..... | (448) | 一、 $\frac{8}{\pi}KC^3$ 值列表法 ..... | (451) |
| 一、圆柱螺旋弹簧的结构形式 .....        | (448) | 二、查表计算法 .....                     | (458) |
| 二、弹簧材料与制造 .....            | (449) |                                   |       |

## 国际单位制(SI)在本书中的应用

我国正在逐步采用国际单位制 (Le Système International D' Unités)。国际单位制是经国际计量大会通过并向全世界推荐的一贯单位制, 简称为国际制, 国际代号是 SI。本书采用了国际单位制。

### 一、国际单位制的构成

国际单位制是在米制的基础上改进、统一和简化而成的。它规定了七个基本单位和两个辅助单位, 按照一贯性原则, 利用这九个单位便可导出无数的 SI 导出单位, 这样就把科学技术领域中的计量单位统一起来了。例如, 过去由于基本单位不统一, 导致一个物理量就有多种不同的单位, 压力就曾有公斤力/厘米<sup>2</sup>、公斤力/米<sup>2</sup>、克/厘米<sup>2</sup>、巴、达因/厘米<sup>2</sup>、标准大气压、毫米汞柱、米水柱等单位, 而 SI 只给压力规定了一个单位, 即帕斯卡(1Pa=1N/m<sup>2</sup>), 统一了压力的单位。

国际单位制由国际制单位、词冠及其十进倍数和分数单位构成。

#### 1. 国际制单位

国际制单位包括基本单位、辅助单位和一贯导出单位三种。

国际制基本单位有七个(表 1), 可直接用来表示相应的物理量, 也可用之构成一贯导出单位。例如, 长度单位是米(m), 时间单位是秒(s), 速度的单位就是米每秒(m/s)。

表 1 国际单位制的基本单位

| 量的名称  | 单位名称   | 单位代号 |        |
|-------|--------|------|--------|
|       |        | 国际   | 中文     |
| 长度    | 米      | m    | 米      |
| 质量    | 千克(公斤) | kg   | 千克(公斤) |
| 时间    | 秒      | s    | 秒      |
| 电流    | 安培     | A    | 安      |
| 热力学温度 | 开尔文    | K    | 开      |
| 物质的量  | 摩尔     | mol  | 摩      |
| 光强度   | 坎德拉    | cd   | 坎      |

国际制辅助单位有两个(表 2), 用弧度(rad)表示平面角, 用球面度(sr)表示立体角; 也可用之构成一贯导出单位, 如角速度的单位是弧度每秒(rad/s)。

# 第一章 台车式炉及机械传动概论

## § 1-1 概 述

台车式炉是热处理车间常用的、由箱式炉演变而来的一种机械化加热炉。它的特点就在于炉底是个活动的台车(图 1-2)。因此,要将台车从炉体内拖出或推入炉体内,就需要一套装置,以便将原动机(电动机)的高速回转运动变成台车的低速直线运动。这通常是靠一套机械传动装置来实现的。它通常由胶带、链条、齿轮、蜗杆等传动件和轴、轴承等轴系零件所组成。图 1-2 中由电动机、蜗杆减速器和轴系零件组成的动力及机械传动装置,称为台车的牵引机构。由于机械传动准确、可靠,而且制造、维护和使用方便,因此在工农业生产中获得了广泛应用。

本章着重叙述台车式炉的炉门、台车及其牵引机构,并以此来建立和逐步扩大对一般机械传动的认识。

### 一、炉门及炉门升降机构

箱式电阻炉的炉门及其升降机构如图 1-1 所示,它由门框(内有耐火材料砌体)、钢丝绳、滑轮、轴、链传动及平衡重等组成。

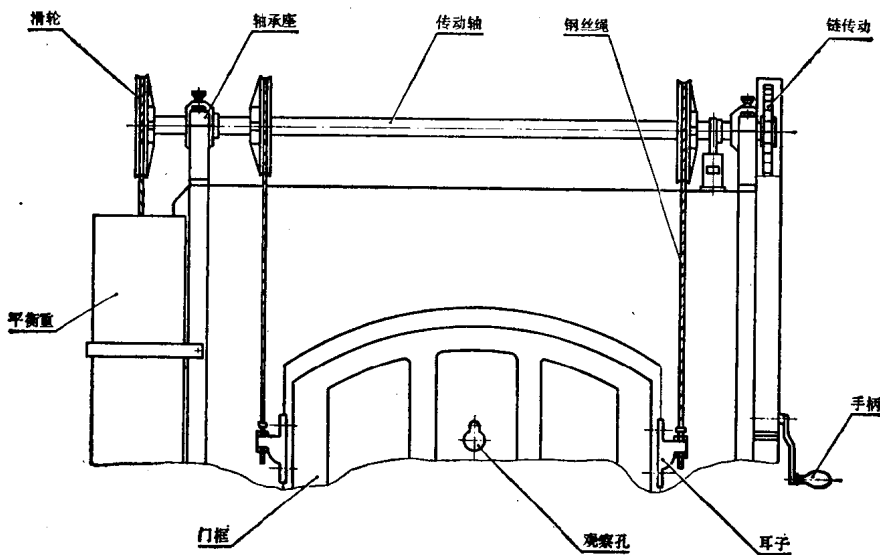


图 1-1

摇动手柄,通过链传动、轴、滑轮和钢丝绳等使炉门和平衡重相对地产生升降运动。这种机构称为手动炉门升降机构,其结构简单、可靠。

图 1-2 所示的炉门较为复杂些,它由电动机通过蜗杆减速器、滑轮和钢丝绳等带动炉门升

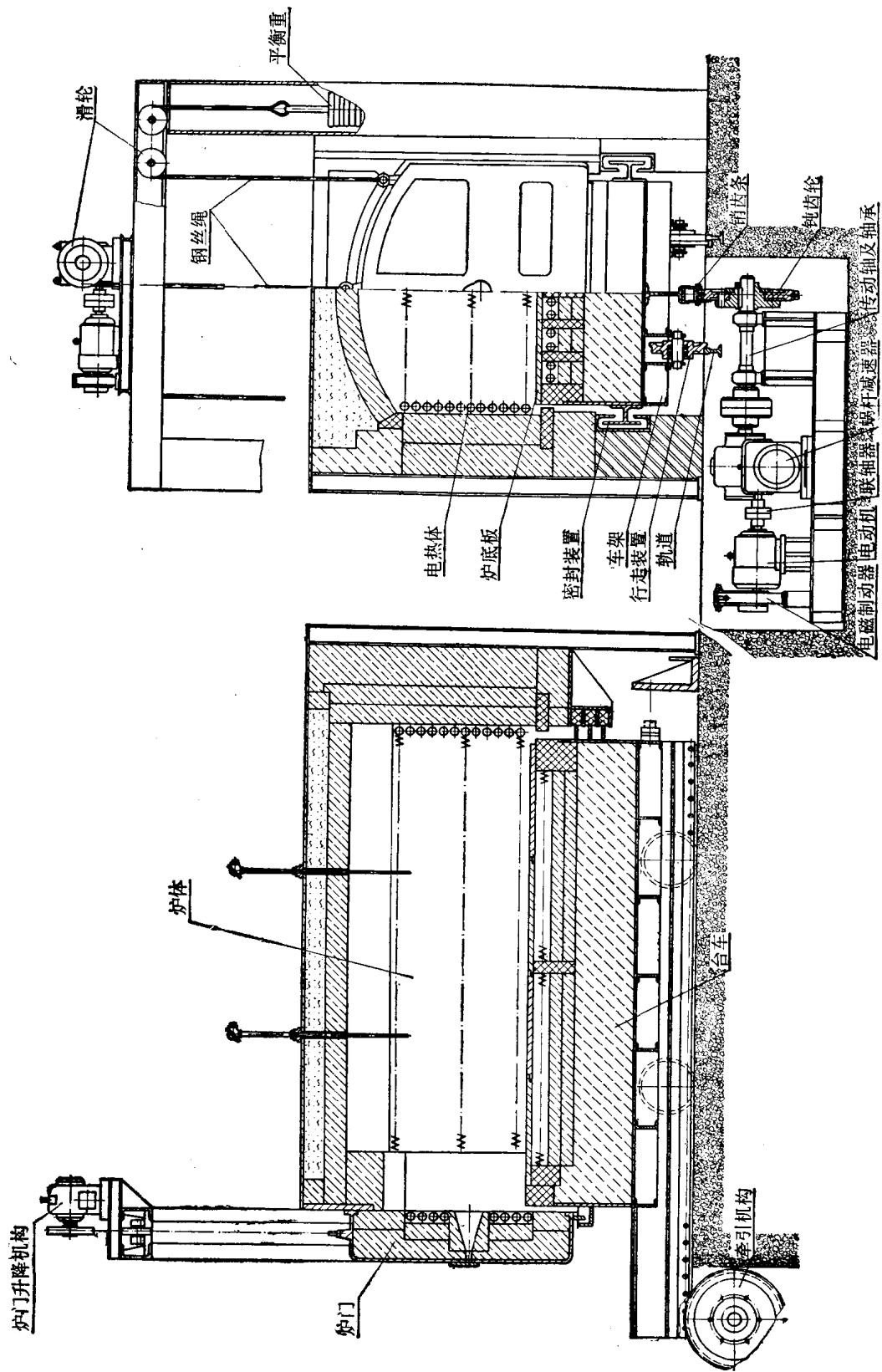


图 1-2

降。当炉门升降时,两侧的平衡重便相应升降。为了保证炉门停止在所需的位置上,而且不会因自重而下滑,在电动机的另一端装有电磁制动器。这种机构称为机动炉门升降机构,它常用在机械化炉子上。

除了上述两种炉门升降机构外,还有气动或液压传动的炉门升降机构,它常用于箱式气体渗碳炉(见第十一章)和推杆式炉等上。

## 二、台车及台车牵引机构

从图 1-2 来看,若除去耐火砖砌体、电阻丝和炉底板(后两者只在电阻炉中才有)外,台车是由各种型钢组成的钢构件(一般称为车架)、行走装置和密封装置等组成。

为了保证台车沿直线准确地运行,台车行走装置需用轨道来导向。图 1-2 中的台车就是利用两对车轮在轨道上滚动来实现其准确运行的。

为了保温和隔热,台车密封装置通常采用简单的砂封装置。其结构包括两部分:一是砂封槽,内装具有耐热性能的细砂;一是插入砂内的砂刀。一般砂封槽固定在车架的两侧,而砂刀固定在炉体上。图 1-2 是采用双砂封槽结构来实现台车两侧密封的,其局部放大如图 1-3 所示。与台车车架相连的型钢,其上部为砂封槽,下部为砂刀;而与炉体相连的型钢,其上部为砂刀,下部为砂封槽。当台车进入炉体后,砂刀便完全插入砂封槽内的细砂中而起密封作用。台车尾部与炉后墙间的密封,则是利用三块水平布置的密封刀与炉后墙(相应处装有三块石墨石棉盘根砖)接触来实现的(图 1-4)。炉门处的密封是利用台车头部安有的砂封槽来实现的。

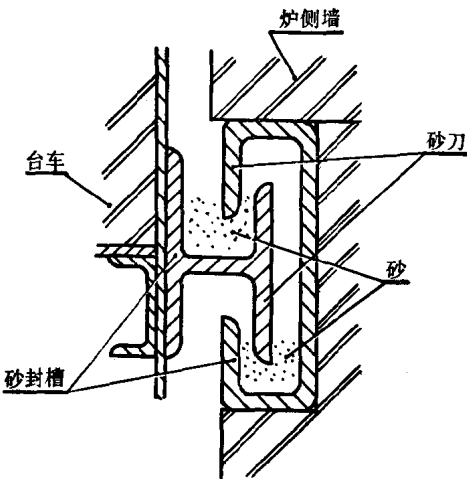


图 1-3

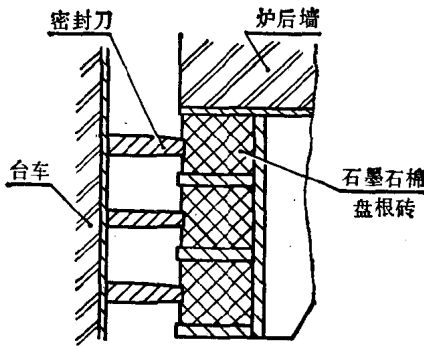


图 1-4

台车牵引机构是产生台车往复运动的动力及机械传动装置。图 1-2 中是由电动机、联轴器、蜗杆减速器、轴承座、轴、钝齿轮和销齿条等组成。销齿条是由许多圆柱销轴和两条夹板组成,装在车架底部中间的工字钢下。因其与钝齿轮相啮合,起齿条作用,故称为销齿条。为了保证台车准确地停在炉体内,电动机的另一端装有电磁制动器,与行程开关配合起定位作用。整个牵引机构除钝齿轮露出地面与销齿条啮合外,均置于炉前地坑内。