

国家职业资格培训教程

# 金属轧制工

主 编 李 伟

副主编 何 峰 徐明华

中国建材工业出版社

## 前 言

为推动有色金属轧制工职业培训和职业技能鉴定工作的开展,在金属轧制从业人员中推行国家职业资格证书制度,中国有色金属工业协会、中国铝业股份有限公司和有色金属行业职业技能鉴定指导中心在完成《有色金属行业职业技能鉴定标准——金属轧制工》(以下简称《标准》)制订工作的基础上,组织参加《标准》编写和审定的专家及其他有关专家,编写了《有色金属行业职业资格培训教程——金属轧制工》(以下简称《教程》)。

《教程》紧贴《标准》,内容上,力求体现“以职业活动为导向,以职业技能为核心”的指导思想,突出职业培训特色;结构上,针对金属轧制工职业活动的领域,按照模块化的方式,按初级、中级、高级、技师、高级技师5个级别分五部分进行编写。《教程》的每个部分分章、节,每章、节对应《标准》中的“职业功能”、“工作内容”;每节较详细介绍了相对应等级的轧制技能要求所需相关知识;重点介绍了铝及铝合金、铜及铜合金两种有色金属的轧制;主要对有色金属的热轧、冷轧、箔轧、管材轧制的轧制技能及相关知识进行了介绍。该书力求真实体现有色金属轧制职业所需知识及技能,满足有色金属轧制人员职业技能鉴定要求。

《有色金属行业职业资格培训教程——金属轧制工》适应于对初级、中级、高级、技师、高级技师有色金属轧制工的培训,是职业技能鉴定的指定辅导用书。

本书由李伟、陈少华、张思平、陈定强、何峰、徐明华、李翔、石华敏、蒋程非、刘洋海编写,李伟主编。

由于时间仓促,各企业差异较大,不足之处在所难免,欢迎读者提出宝贵意见和建议。

编 者  
2011年1月

# 目 录

## 第 1 篇 金属轧制工初级技能

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| <b>第 1 章 工作准备</b> .....          | 3  |
| 1.1 轧机基础知识 .....                 | 3  |
| 1.2 交接班.....                     | 22 |
| 1.3 生产准备.....                    | 23 |
| <b>第 2 章 热粗轧机操作</b> .....        | 30 |
| 2.1 生产操作.....                    | 31 |
| 2.2 质量控制.....                    | 40 |
| <b>第 3 章 热精轧机操作</b> .....        | 43 |
| 3.1 生产操作.....                    | 43 |
| 3.2 质量控制.....                    | 51 |
| <b>第 4 章 冷轧机操作</b> .....         | 53 |
| 4.1 生产操作.....                    | 53 |
| 4.2 过滤器操作.....                   | 63 |
| 4.3 灭火系统操作.....                  | 64 |
| <b>第 5 章 箔材轧机操作</b> .....        | 67 |
| 5.1 生产操作.....                    | 67 |
| 5.2 过滤器操作.....                   | 74 |
| 5.3 CO <sub>2</sub> 灭火系统操作 ..... | 76 |
| <b>第 6 章 轧管机操作</b> .....         | 79 |
| 6.1 工具装配.....                    | 79 |
| 6.2 生产操作.....                    | 86 |
| 6.3 质量控制.....                    | 89 |

## 第 2 篇 金属轧制工中级技能

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| <b>第 1 章 热粗轧机操作</b> ..... | 95  |
| 1.1 生产操作.....             | 95  |
| 1.2 质量控制.....             | 99  |
| 1.3 换辊操作 .....            | 106 |

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| <b>第 2 章 热精轧机操作</b> ..... | 111 |
| 2.1 生产操作 .....            | 111 |
| 2.2 质量控制 .....            | 117 |
| 2.3 换辊操作 .....            | 119 |
| <b>第 3 章 冷轧机操作</b> .....  | 123 |
| 3.1 生产操作 .....            | 123 |
| 3.2 质量控制 .....            | 127 |
| 3.3 换辊操作 .....            | 130 |
| 3.4 过滤器操作 .....           | 132 |
| <b>第 4 章 箔材轧机操作</b> ..... | 136 |
| 4.1 箔材轧机的生产操作 .....       | 136 |
| 4.2 箔材轧机的质量控制 .....       | 139 |
| 4.3 箔材轧机的换辊操作 .....       | 147 |
| 4.4 板式过滤器操作 .....         | 148 |
| <b>第 5 章 轧管机操作</b> .....  | 149 |
| 5.1 工具装配 .....            | 149 |
| 5.2 生产操作 .....            | 151 |
| 5.3 质量控制 .....            | 154 |
| <b>第 6 章 工艺润滑管理</b> ..... | 158 |
| 6.1 工艺参数确认 .....          | 158 |
| 6.2 监控润滑液 .....           | 167 |
| 6.3 添加润滑液 .....           | 171 |

### 第 3 篇 金属轧制工高级技能

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| <b>第 1 章 轧制理论基础</b> ..... | 175 |
| 1.1 轧制的变形过程描述 .....       | 175 |
| 1.2 轧制变形的厚度及板形控制 .....    | 178 |
| 1.3 周期式冷轧管的变形过程及特点 .....  | 181 |
| <b>第 2 章 热粗轧机操作</b> ..... | 185 |
| 2.1 生产操作 .....            | 185 |
| 2.2 质量控制 .....            | 190 |
| <b>第 3 章 热精轧机操作</b> ..... | 196 |
| 3.1 生产操作 .....            | 196 |
| 3.2 质量控制 .....            | 201 |
| <b>第 4 章 冷轧机操作</b> .....  | 203 |
| 4.1 生产操作 .....            | 203 |

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 4.2 质量控制 .....          | 222 |
| <b>第5章 箔材轧机操作</b> ..... | 226 |
| 5.1 生产操作 .....          | 226 |
| 5.2 质量控制 .....          | 241 |
| <b>第6章 轧管机操作</b> .....  | 255 |
| 6.1 生产操作 .....          | 255 |
| 6.2 质量控制 .....          | 271 |
| <b>第7章 设备管理</b> .....   | 274 |
| 7.1 设备使用维护 .....        | 274 |
| 7.2 设备使用维护及故障判别 .....   | 276 |
| <b>第8章 培训与指导</b> .....  | 278 |
| 8.1 培训与指导 .....         | 278 |

## 第4篇 金属轧制工技师技能

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| <b>第1章 轧制相关知识</b> .....      | 285 |
| 1.1 金属塑性变形的基本理论 .....        | 285 |
| 1.2 轧制时金属变形指数间的相互关系 .....    | 288 |
| 1.3 影响轧制时的咬入因素 .....         | 289 |
| 1.4 前滑 .....                 | 294 |
| 1.5 宽展 .....                 | 296 |
| 1.6 轧制时的变形抗力 .....           | 299 |
| <b>第2章 应力与变形</b> .....       | 303 |
| 2.1 力和应力 .....               | 303 |
| 2.2 平辊轧制时金属的应力及变形特点 .....    | 307 |
| <b>第3章 压力加工中的摩擦与润滑</b> ..... | 313 |
| 3.1 摩擦在压力加工中的作用 .....        | 313 |
| 3.2 摩擦定理与摩擦系数 .....          | 316 |
| 3.3 润滑作用和润滑剂 .....           | 319 |
| <b>第4章 金属的塑性</b> .....       | 324 |
| 4.1 影响金属塑性的内部因素 .....        | 324 |
| 4.2 影响金属塑性的外部因素 .....        | 328 |
| 4.3 塑性指标与塑性图 .....           | 332 |
| <b>第5章 轧制制度的设计</b> .....     | 339 |
| 5.1 制定轧制制度的原则和要求 .....       | 339 |
| 5.2 中厚板轧制规程设计 .....          | 344 |
| 5.3 热轧机组轧机压下规程设计 .....       | 354 |

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 5.4 冷轧板带材轧制规程设计 .....          | 360 |
| <b>第6章 金属轧制变形中的不均匀变形</b> ..... | 363 |
| 6.1 不均匀变形的典型现象 .....           | 363 |
| 6.2 不均匀变形的原因 .....             | 367 |
| 6.3 不均匀变形的后果 .....             | 370 |
| 6.4 残余应力 .....                 | 374 |
| <b>第7章 轧机操作</b> .....          | 378 |
| 7.1 热粗轧机生产操作 .....             | 378 |
| 7.2 热精轧机生产操作 .....             | 386 |
| 7.3 冷轧机生产操作 .....              | 390 |
| 7.4 箔材轧机生产操作 .....             | 393 |
| 7.5 轧管机生产操作 .....              | 397 |
| <b>第8章 生产管理</b> .....          | 407 |
| 8.1 生产管理 .....                 | 407 |
| <b>第9章 设备管理</b> .....          | 409 |
| 9.1 设备检修和维护 .....              | 409 |
| 9.2 检修评价 .....                 | 413 |
| <b>第10章 技术管理</b> .....         | 415 |
| 10.1 技术改进与创新 .....             | 415 |
| 10.2 控制工艺技术条件 .....            | 417 |
| 10.3 技术总结 .....                | 417 |
| <b>第11章 培训和指导</b> .....        | 420 |
| 11.1 实际操作指导 .....              | 420 |
| 11.2 理论培训 .....                | 421 |

## 第5篇 金属轧制工高级技师技能

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| <b>第1章 轧制压力</b> .....           | 427 |
| 1.1 咬入弧上单位压力的分布 .....           | 427 |
| 1.2 平均单位压力与轧制力的计算 .....         | 429 |
| 1.3 轧制时的力矩和功率计算 .....           | 439 |
| <b>第2章 塑性变形对金属组织性能的影响</b> ..... | 445 |
| 2.1 热变形对金属组织性能的影响 .....         | 445 |
| 2.2 冷变形对金属组织性能的影响 .....         | 449 |
| <b>第3章 轧制车间平面布置</b> .....       | 454 |
| <b>第4章 轧机操作</b> .....           | 456 |
| 4.1 热轧机生产操作 .....               | 456 |

---

|                        |            |
|------------------------|------------|
| 4.2 冷轧机生产操作 .....      | 459        |
| 4.3 箔材轧机生产操作 .....     | 464        |
| 4.4 轧管机生产操作 .....      | 467        |
| <b>第5章 生产管理</b> .....  | <b>473</b> |
| 5.1 精益生产管理 .....       | 473        |
| <b>第6章 设备管理</b> .....  | <b>474</b> |
| 6.1 设备使用维护 .....       | 474        |
| 6.2 设备故障 .....         | 474        |
| <b>第7章 技术管理</b> .....  | <b>476</b> |
| 7.1 技术创新 .....         | 476        |
| 7.2 技术交流与总结 .....      | 478        |
| 7.3 质量管理 .....         | 479        |
| <b>第8章 培训和指导</b> ..... | <b>481</b> |
| 8.1 培训大纲编制方法 .....     | 481        |
| <b>参考文献</b> .....      | <b>483</b> |

第 1 篇

---

金属轧制工初级技能

---





## 第1章 工作准备

本章的主要内容包括轧机基础知识、交接班知识技能和生产准备知识技能。

### 1.1 轧机基础知识

#### 1.1.1 轧机基本构成及工作原理

##### 1. 轧制的概念及轧制方法分类

###### (1) 轧制的概念

轧制是指金属坯料通过转动的轧辊辊缝或孔型与芯头的间隙而使金属受压缩而产生塑性变形的过程（板带轧制如图 1-1-1 所示）。

通过轧制使金属具有一定的尺寸、形状和性能。

###### (2) 轧制方法分类

###### 1) 轧制按不同的形式分类

①按轧制温度分：热轧、中温轧、冷轧。

②按轧制方式分：纵轧、斜轧和横轧。

③在板带材轧制中按生产方式分：片式法和卷式法。

④按加工产品的类型分：板材轧制、带材轧制、型材轧制、普通圆管轧制、螺旋管轧制、内筋管轧制、外筋管轧制、内外筋管轧制等。

⑤按轧机排列方式分：单机架轧制、半连续轧制和连续轧制。现代铝板带材轧制中多采用半连续轧制和连续轧制。铜板带的轧制基本上采用的是单机架可逆式轧制，根据产能需要，在极少数大型铜加工企业中也有采用多机架连轧机进行带材的轧制。其中管材的周期式轧制方法分为二辊周期式冷轧管法、多辊周期式冷轧管法，连续式轧制方法分为三辊行星轧制法和旋压横轧。

###### 2) 片式法和卷式法的比较

在板带材轧制中，片式法和卷式法的生产特点如表 1-1-1 所示。

##### 2. 板带箔轧机的基本构造及工作原理

能够实施轧制过程的机器称为轧机。轧机是轧制板、带、条、箔、管材的主要设备。根据轧制产品的合金、规格、品种、质量和产量要求的不同，轧机的规格、

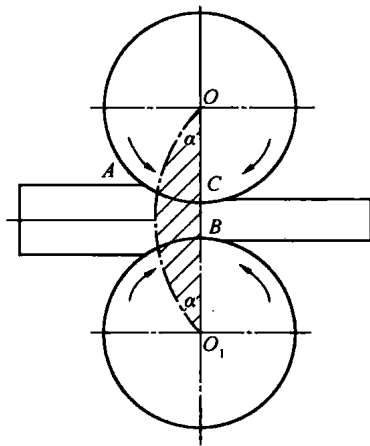


图 1-1-1 板带轧制

表 1-1-1 片式法和卷式法的生产特点和适用范围

| 生产方式 | 片 式 法                                                                                                                                                                                                                         | 卷 式 法                                                                                                                                                                                                                    |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 生产特点 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 生产的规格、品种较多, 安排生产的灵活性大。</li> <li>2. 设备简单, 操作调整比较容易。</li> <li>3. 设备投资少, 建设速度快。</li> <li>4. 轧制速度低, 劳动强度大。</li> <li>5. 产品切头、切尾, 几何废料多, 成品率低。</li> <li>6. 中间退火和剪切次数多, 使生产工序增加</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 产品性能较均匀, 产品质量好。</li> <li>2. 成品率高, 轧制速度高, 生产周期短, 生产效率及劳动生产率高, 生产成本低。</li> <li>3. 机械化、自动化程度高, 劳动强度小。</li> <li>4. 可轧制宽而薄的板带材, 且断面尺寸均匀。</li> <li>5. 设备较大、复杂, 投资大, 建设周期长</li> </ol> |
| 适用范围 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 适用于产量小的工厂。</li> <li>2. 主要采用铁模铸造锭, 也可采用半连续铸造锭, 铸锭的尺寸和重量均较小</li> </ol>                                                                                                                | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 适用于产量较大、产品质量要求高的工厂。</li> <li>2. 采用半连续铸造锭, 铸锭的尺寸和重量均较大</li> </ol>                                                                                                               |

结构和技术性能也各不相同。以单机架的简单轧机机组而言, 一般包括: 主电机、联轴节、齿轮箱、减速机、机架、压下装置、轧辊、轴承、冷却润滑系统等主要部分 (如图 1-1-2 所示)。随着有色金属轧制产品产量的飞速发展, 产品品种的不断扩大和产品质量的不断提高, 轧制设备也在不断地向着大型化、高速化、专业化、机械化和高度自动化的方向发展。

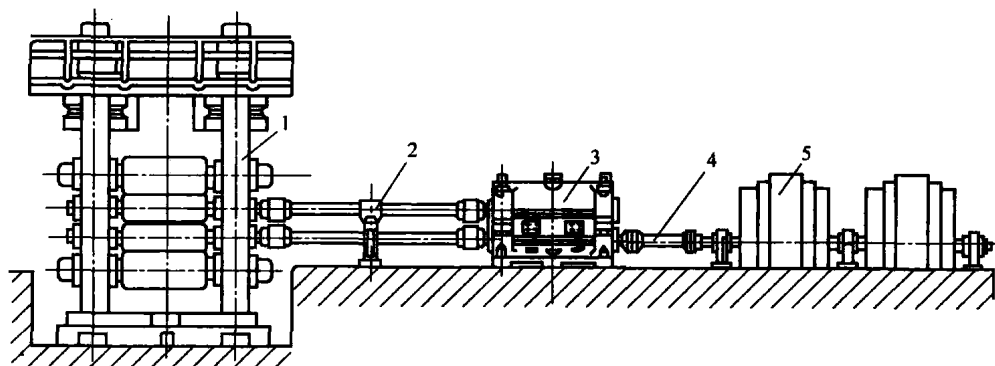


图 1-1-2 采用双电枢电动机驱动的四辊轧机简图

1—机架; 2—联轴轴及平衡装置; 3—齿轮座; 4—电动机联轴节; 5—双电枢直流电动机

### (1) 机架

轧机的机架又称牌坊, 是工作机座的最主要部件, 安装在轨座上。在轧制过程中, 金属作用到轧辊上的全部压力都由机架来承受。因此, 无论在强度和刚度方面, 对机架都有较高的要求。机架的主要结构参数是窗口宽度、高度、立柱断面尺寸。机架的结构形式通常分为闭口式和开口式两种。

### 1) 闭口式机架

把机架铸成为一个整体铸件，其结构如图 1-1-3a 所示。在机架上开有装设轧辊轴承座的窗口。机架的下部有机架脚，用地脚螺丝把它与轨座紧固在一起。这种机架的强度高、刚度大，经常在大负荷轧机上采用。

### 2) 开口式机架

这种机架是由上盖和底座两部分组成的。上盖用螺栓、圆柱销或斜铁与机架本体相连，如图 1-1-3b 所示。这种机架的强度和刚度不如闭口式机架好，但制造成本较低，更换轧辊容易，多用于负荷较小的轧机。

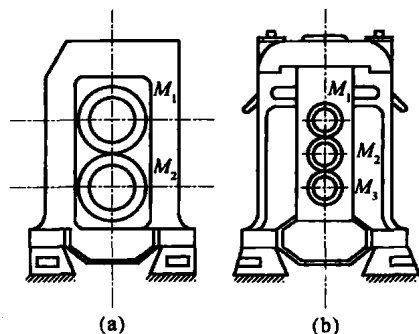


图 1-1-3 轧机工作机架  
(a) 闭口式机架；(b) 开口式机架

## (2) 轧辊

### 1) 轧辊的类型与结构

轧辊是轧机的主要部件。按照轧机类型可分为板轧机轧辊和型材轧机轧辊（如管轧辊）两大类。板带箔轧机轧辊的辊身呈圆柱形，有时热轧板轧辊的辊身微凹，当受热膨胀时，可保持较好的辊缝形态；冷轧板轧辊的辊身微凸，当它受力弯曲时，可保证良好的辊缝形态。型材轧机轧辊的辊身上有轧槽，根据型材轧制工艺要求，安排孔型及尺寸。根据轧机结构和用途的不同，对轧辊的规格尺寸、合金材质、表面硬度和加工精度等都有不同要求。轧辊的构造如图 1-1-4 所示，由辊身、辊颈和辊头三部分组成。轧辊与轧件相接触的地方称为辊身；辊身两端的的部分称为

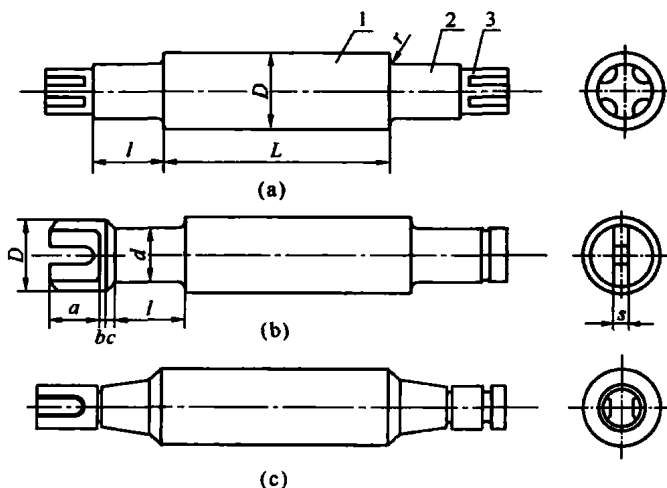


图 1-1-4 轧辊的结构

(a) 梅花形的辊头；(b) 扁头形的辊头；(c) 带双键形的辊头  
1—辊身；2—辊颈；3—辊头

辊颈，辊颈安装在轴承中，并通过轴承座和压下装置把轧制力传给机架；辊头是轧辊与联接轴相接的部分，传递轧制扭矩，为了与传动或驱动的联轴节或联接轴相连接，辊头作成梅花形、扁头形或带有花键槽或键槽的圆柱形等形状。

## 2) 轧辊的尺寸参数

轧辊的基本尺寸参数：轧辊名义直径  $D$ ，辊身长度  $L$ ，辊颈直径  $d$  和辊颈长度  $l$ 。

### ① 轧辊名义直径 $D$ 和辊身长度 $L$ 的确定

轧辊工作直径  $D_1$  根据最大咬入角（或压下量与辊径之比  $\Delta h/D_1$ ）和轧辊的强度要求来确定。

辊身长度应大于所轧板材的最大宽度  $b_{\max}$ ，即

$$L = b_{\max} + a$$

当  $b_{\max} = 400 \sim 999 \text{ mm}$ ， $a \approx 100 \text{ mm}$ ；

当  $b_{\max} = 1000 \sim 2500 \text{ mm}$ ， $a = 150 \sim 200 \text{ mm}$ ；

当  $b_{\max} \geq 2500 \text{ mm}$ ， $a = 200 \sim 400 \text{ mm}$ 。

### ② 轧辊辊颈尺寸 $d$ 和 $l$ 的确定

辊颈直径  $d$  和长度  $l$  与轧辊轴承形式及工作载荷有关。使用滚动轴承时， $d \approx 0.5 \sim 0.55$ ， $l/d = 0.83 \sim 1.0$ 。

## 3) 轧辊的材料及辊面硬度

常用的轧辊材料：合金锻钢、合金铸钢等。

热轧轧辊用钢：55Cr、60CrMnMo、60SiMnMo 等。

冷轧轧辊用钢：9Cr2V、9Cr2W、9Cr2Mo、60CrMoV 等。

## (3) 轧辊轴承

### 1) 轧辊轴承的用途和类型

轧辊轴承是用来安装轧辊并承受轧制力的重要部件。由于轴承的内外径尺寸受到轧机座窗口和辊颈的限制，所以轧辊用轴承的单位压力往往为普通轴承所受单位压力的 2~5 倍。现代化轧机的轴承，其线速度常高达每秒十几米到每秒四十几米，有时轧辊用轴承还需在高温环境中工作。所以，轧辊轴承的工作特点是：高负荷、高速度和可能在高温条件下工作，其工作条件比一般轴承恶劣得多。

目前轧机所用的轴承主要有三种：

- ① 具有金属瓦和非金属瓦的开启式轴承；
- ② 滚动轴承；
- ③ 液体摩擦轴承，包括动压、静压和动静压联合轴承。

### 2) 开启式轴承

在具有金属瓦的开启式轴承中金属轴瓦的断面形状是根据瓦的尺寸和材料来确定，可制成矩形的，当辊颈的包角较大时，为了节省材料，也可做成五边形或圆环形的，如图 1-1-5 所示。

### 3) 滚动轴承

在冷轧或热轧用四辊轧机上,广泛采用滚动轴承。滚动轴承具有下列优点:

①滚动轴承是标准件,装配使用都很简单。

②滚动轴承的摩擦系数小 ( $f=0.002$  左右),因而功率消耗少。

③滚动轴承属于无压密封,润滑简单。

滚动轴承的缺点是径向尺寸大,当轧机的机架窗口尺寸一定时,使用滚动轴承时,轧辊辊颈要比采用滑动轴承时小得多,轧辊的强度也相应削弱得多。在四辊轧机中,因主要负荷由支撑辊所承受,所以工作辊用滚动轴承很适宜。

在轧机的轧辊上所采用的滚动轴承主要有圆锥滚柱轴承和球面滚柱轴承,有时也采用圆柱滚柱轴承。

轧辊轴承的设计趋向是用增加轴承宽度和减少轴承径向厚度的方法来尽可能保证轧辊辊颈的尺寸,使其具有足够的强度。在多数情况下,采用圆锥滚柱轴承,因其宽度大于其径向厚度,圆锥滚柱轴承多采用四列滚柱。

### 4) 封闭式液体摩擦轴承

这种轴承是将辊颈完全包围封闭起来。它利用结构尺寸、运动参数和压力调整使辊颈和轴瓦间形成一层油膜,把固定摩擦改变成为液体摩擦,从而大大减小摩擦系数。液体摩擦轴承目前可分为动压轴承、静压轴承和动静压联合轴承。

#### (4) 轧辊的调整装置与平衡装置

轧辊调整装置的作用是:调整轧辊水平位置(调整辊缝),以保证轧件按给定的压下量轧出所要求的断面尺寸;调整轧辊与辊道水平面间的相互位置;调整轧辊轴向位置;调整轧辊辊型,减小板带材的横向厚度差并控制板形。所以,轧辊的调整是很重要的。根据各类轧机的工艺要求,调整装置可分为:上辊调整装置、上辊平衡装置、液压压下装置,其结构也在不断改进。

#### 1) 上轧辊的调整装置

在老式轧机上,都是通过对上轧辊位置的调整来改变两个轧辊间的间距,以获得不同厚度的轧件。它的调整方法有手动和电动两种。

这种调整方法多用于板、带材轧机,因此要求能进行微调,其调整速度一般在  $0.02 \sim 0.2 \text{ mm/s}$  之间。因而,其减速箱的速比往往高至  $1000 \sim 2000$ 。此外,在轧制很长的薄板及带材时,往往要求在轧制过程中调整轧辊的位置,这就要求压下螺丝能够克服轧制时的全部压力。而轧制力往往高达数十兆牛,这就要求压下装置的功率很大。

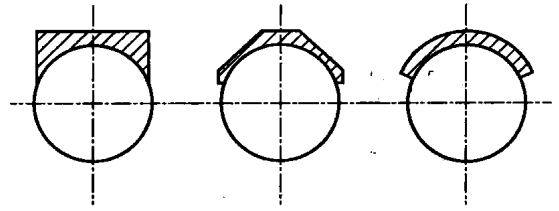


图 1-1-5 金属轴瓦的断面形状

图 1-1-6 示出了某厂 1700 四辊轧机工作机座上辊调整机构简图。其传动方式

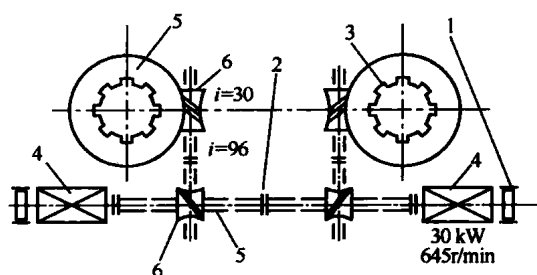


图 1-1-6 某厂 500/1200×1700 四辊可逆式冷轧机压下螺丝传动简图

- 1—制动器；2—电磁摩擦离合器；3—压下螺丝；  
4—电动机；5—蜗轮；6—球面蜗杆

是采用两级蜗轮减速箱来驱动的。压下螺丝由两台装在同一轴上的功率各为 30kW、转速为 645r/min 的电动机来传动，由于采用二级蜗轮减速器，所以其效率较低。但传动简单，结构紧凑。

1960 年以后，开始采用球面蜗杆传动来提高效率。1970 年以后，轧机则进一步采用液压压下，在这类轧机上，上轧辊只作为轧制线调整的基准辊。

## 2) 上辊平衡装置

为了消除压下螺丝和螺母间间隙，使轧辊、轴承箱压紧在压下螺丝上，则上轧辊要设有平衡装置，以平衡这些零件的重量。

经常采用的平衡装置有四种形式：重锤平衡，液压平衡，弹簧平衡和同步弹簧平衡。目前采用较多的是液压平衡，这种方式结构比较简单，其上辊液压平衡系统如图 1-1-7 所示。

在装有上辊调整装置的轧机上，当其上轧辊在轧制过程中调整压下量时，其下轧辊是固定不动的，只起定位作用，即用于保持和调整轧制线的水平位置。这时，下轧辊要设有轧制线调整装置。在旧式轧机上这种轧制线的调整装置往往是采用手动斜铁。

## 3) 压下螺丝及螺母

目前调整上轧辊均采用压下螺丝及螺母，它们既可使轧辊有很大的移动量，又非常可靠。

压下螺丝的直径是根据轧制时轧辊辊颈上可能产生的最大压力来选定。轧辊的薄弱环节是辊颈的断面，所以一般可按此来大体上确定压下螺丝的直径  $d_0$ ：

$$d_0 = (0.55 \sim 0.62)d$$

式中  $d_0$ ——压下螺丝外径 (mm)；

$d$ ——轧辊辊颈的直径 (mm)。

压下螺丝的螺母一般采用青铜制造，螺纹的牙型用锯齿形。压下时，小角面受力省力；轧制时，大角面受力有利于锁紧。

## 4) 液压压下

目前，新式轧机大多采用液压压下装置，即通过液压系统使下轧辊向上移动来

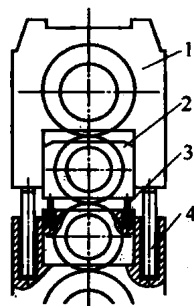


图 1-1-7 某厂 1700 四辊轧机八缸平衡装置

- 1—上支撑辊轴承座；  
2—上工作辊轴承座；  
3—上工作辊平衡缸；  
4—上支撑辊平衡缸

实现压下量的变化,而轧制线的调整则由上轧辊的压下装置来完成。与电动压下装置相比,液压压下装置具有设计结构简单、紧凑、反应灵敏、并可与工艺要求紧密配合等优点。

液压压上是通过液压缸,根据轧制工艺要求,在轧制中调整下轧辊的位置,而上轧辊则保持不动。下轧辊的动力油缸是由一套液压系统控制的。根据工艺要求这个液压系统目前分为恒压力控制系统和恒辊缝轧制系统两种。

①恒压力控制系统。在轧制过程中,使轧制压力始终保持其一个恒定值,它不随轧制过程中诸因素的变化而变化。这种控制系统主要用于轧制铝箔或特薄板时所采用的无辊缝轧制和近似于无辊缝轧制的情况。恒压力液压压上控制系统的原理图如图 1-1-8 所示。

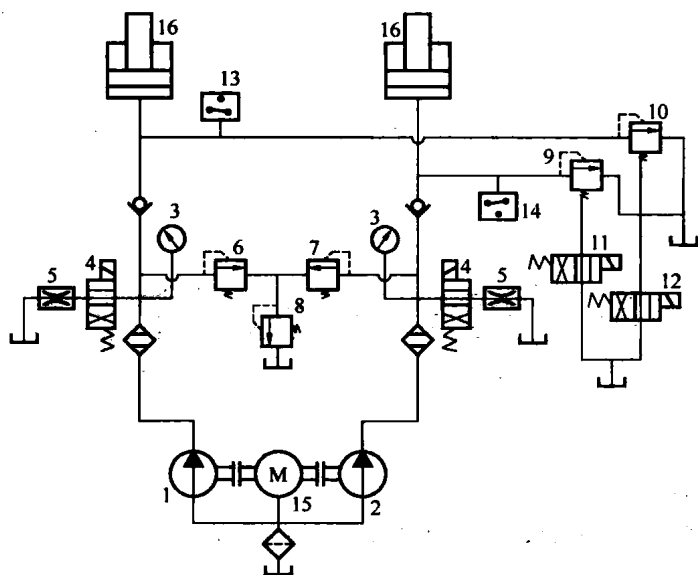


图 1-1-8 恒压力液压压上控制系统原理图

1、2—柱塞泵；3—单向阀；4—电磁阀；5—节流阀；6、7、9、10—单调溢流阀；8—串联溢流阀；11、12—泄压用电磁阀；13、14—压力继电器；15—交流电动机；16—液压压上缸

由交流电动机 15 带动两个轴向柱塞泵 1 和 2 把打出的油通过单向阀 3 进入液压压上缸 16。电磁阀 4 和节流阀 5 构成旁路节流回路,但节流阀 5 在低压状态工作,用以克服轧辊的重量,使活塞和轧辊慢速上升。当压力继电器 13、14 的压力升到 2.0MPa 时,电磁阀 4 接通,将节流阀 5 的油路切断。并联溢流阀 6 和 7 是单调左、右缸的压力的,串联溢流阀 8 是同时调节双缸压力的,溢流阀 9 和 10 是保持油缸背压的,并起安全作用。电磁阀 11 和 12 是泄压用的。

②恒辊缝轧制系统。这种系统比较复杂,它可以使轧辊辊缝保持恒定,即轧件



的厚度不因来料厚度不均,或材质软硬不均而变化,使轧件始终控制在偏差许可的范围之内,这就需要有一套伺服系统和信号检测系统,随着各种因素的变化不断调整辊缝。

目前,现代化的轧机的轧制速度往往高达每秒几十米。在这样高速轧制情况下,如果采用电动压下,其反应速度就太慢了,这也是必须采用液压压上的根本原因。

### (5) 联接轴、联轴节及齿轮传动

#### 1) 联接轴

连接轴是用来将动力从电动机或齿轮传送到轧辊,或者由这一机座传到另一机座的传动装置。目前应用较多的有梅花联接轴和万向联接轴两种。

##### ① 梅花联接轴及轴套

梅花联接轴(图1-1-9)一般用于轧辊调整量不大的轧机上,因为这种联接轴所允许的倾斜角较小,不超过 $1^{\circ}\sim 2^{\circ}$ ,当倾斜角过大时,会引起很大的磨损,而使梅花联接轴及轴套的使用寿命降低。梅花联接轴的优点是制造简单,换辊时装卸方便,因此目前应用较广。

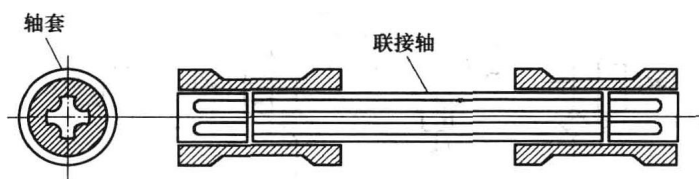


图 1-1-9 梅花联接轴及轴套

##### ② 万向联接轴

当轧辊的调整量较大时,可采用万向联接轴来传动轧辊(图1-1-10),万向联接轴的倾斜角最大可达 $8^{\circ}\sim 10^{\circ}$ 。它主要应用在初轧机、开坯机、中厚板轧机、薄板轧机、冷轧机及辊式矫直机上,最大优点是工作比较平稳,没有冲击。

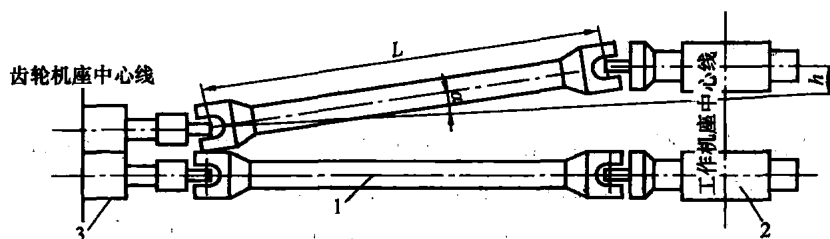


图 1-1-10 万向联接轴配置图

1—万向联接轴; 2—工作轧辊; 3—齿轮机座

#### 2) 联轴节

联轴节的用途是将主机列中的传动轴连接起来。有主联轴节和电动机联轴节之