

# 机 械 基 础

东北工学院《机械基础》编写组 编

冶 金 工 业 出 版 社

### **内 容 提 要**

本书主要讲述机械基础知识和设计计算等有关问题。全书共分六篇、二十章。主要包括：机械组成及常用机构，机械制图基础，力学基础，通用零部件设计，结构构件设计，液压传动及机械化技术革新设计实例等。

本书可作为工科院校冶炼专业和其它非机类专业的教学参考书，亦可供从事冶炼或机械方面工作的工人和技术人员参考。

### **机 械 基 础**

东北工学院《机械基础》编写组 编

•

冶金工业出版社出版

新华书店北京发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

•

787×1092 1/16 印张 32 插页 1 字数 765 千字

1978年11月第一版 1978年11月第一次印刷

印数00,001~150,900册

统一书号：15062·3351 定价（科三）2.55 元

# 目 录

|                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| <b>第一篇 机械组成及常用机构</b>              |     |
| 第一章 机械的组成及机动示意图 .....             | 1   |
| 第一节 典型冶炼机械设备简介 .....              | 2   |
| 第二节 机械的组成 .....                   | 5   |
| 第三节 机动示意图 .....                   | 7   |
| 第二章 常用机构 .....                    | 14  |
| 第一节 变速机构 .....                    | 15  |
| 一、常用类型变速机构的特点、应用<br>及其传动比计算 ..... | 15  |
| 二、减速器的类型及选用 .....                 | 20  |
| 三、变速机构型式的比较和选择 .....              | 23  |
| 第二节 运动形式转换机构 .....                | 27  |
| 一、平面连杆机构 .....                    | 27  |
| 二、凸轮机构 .....                      | 35  |
| 三、棘轮机构与槽轮机构简介 .....               | 40  |
| 第三节 机构选择综合举例 .....                | 43  |
| <b>第二篇 机械制图基础</b>                 |     |
| 第三章 零件的图示法 .....                  | 45  |
| 第一节 视图 .....                      | 46  |
| 一、正投影法 .....                      | 46  |
| 二、三面视图 .....                      | 47  |
| 三、平面与直线的视图特性 .....                | 53  |
| 四、标注尺寸的基本知识 .....                 | 62  |
| 第二节 回转体的视图 .....                  | 63  |
| 一、圆柱 .....                        | 64  |
| 二、圆锥 .....                        | 65  |
| 三、球 .....                         | 69  |
| 四、其它回转体 .....                     | 71  |
| 五、回转体的尺寸标注 .....                  | 76  |
| 第三节 剖视图 .....                     | 78  |
| 一、剖视图的概念 .....                    | 78  |
| 二、全剖、半剖和局部剖 .....                 | 80  |
| 三、剖视图的标注 .....                    | 82  |
| 四、剖视图的绘制 .....                    | 83  |
| 第四节 零件表面交线 .....                  | 85  |
| 一、交线的简化画法 .....                   | 85  |
| 二、交线的特殊情况 .....                   | 88  |
| 三、辅助平面法求交线 .....                  | 89  |
| 四、过渡线的画法 .....                    | 94  |
| 第五节 轴测图 .....                     | 95  |
| 一、正等测图 .....                      | 95  |
| 二、斜二测图 .....                      | 100 |
| 第四章 零件视图的绘制和阅读 .....              | 102 |
| 第一节 零件形状的表达方法 .....               | 102 |
| 一、基本视图和其它视图 .....                 | 102 |
| 二、其它剖视图 .....                     | 104 |
| 三、剖面图 .....                       | 106 |
| 四、简化画法 .....                      | 108 |
| 第二节 零件视图的绘制 .....                 | 110 |
| 一、形体分析 .....                      | 110 |
| 二、选择视图 .....                      | 111 |
| 三、选择图幅和布置视图 .....                 | 111 |
| 四、画底稿 .....                       | 112 |
| 五、整理加深 .....                      | 112 |
| 第三节 零件的尺寸标注 .....                 | 115 |
| 一、尺寸标注的完整性 .....                  | 116 |
| 二、尺寸标注的清晰性 .....                  | 119 |
| 三、尺寸标注的合理性 .....                  | 121 |
| 第四节 零件视图的阅读 .....                 | 122 |
| 一、分析视图, 概括了解 .....                | 122 |
| 二、划分部分, 分析形体 .....                | 122 |
| 三、一步一步, 想出形状 .....                | 126 |
| 第五章 零件图与装配图简介 .....               | 133 |
| 第一节 概述 .....                      | 133 |
| 一、机械图样的种类和作用 .....                | 133 |
| 二、装配图的有关基本规定简介 .....              | 133 |
| 三、装配图的内容 .....                    | 139 |
| 四、零件图的内容 .....                    | 139 |
| 第二节 零件的视图表达 .....                 | 141 |
| 一、竖轴零件图的视图分析 .....                | 141 |
| 二、三角带轮零件图的视图分析 .....              | 142 |
| 三、座体的零件图分析 .....                  | 142 |
| 四、零件视图分析小结 .....                  | 146 |
| 第三节 零件结构的工艺性 .....                | 150 |

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 一、铸造工艺与合理结构                    | 150 |
| 二、机械加工与结构合理性                   | 151 |
| 第四节 公差与配合                      | 153 |
| 一、公差                           | 154 |
| 二、精度                           | 155 |
| 三、配合                           | 155 |
| 四、配合制度                         | 156 |
| 五、公差与配合在图上的标注                  | 158 |
| 六、公差与配合的选择                     | 159 |
| 第五节 表面光洁度                      | 160 |
| 一、表面光洁度及其级别代号                  | 160 |
| 二、表面光洁度的选择                     | 161 |
| 三、表面光洁度在图纸上的标注方法<br>(GB131—74) | 161 |
| 第六节 看零件图                       | 164 |
| 一、概括了解零件                       | 164 |
| 二、看懂结构形状                       | 164 |
| 三、看尺寸和技术要求                     | 167 |
| 第七节 装配图的表达方法                   | 168 |
| 一、拆卸画法                         | 168 |
| 二、假想画法                         | 168 |
| 三、简化画法                         | 169 |
| 四、夸大画法                         | 169 |
| 第八节 看装配图                       | 169 |
| 一、了解概貌                         | 172 |
| 二、明确视图关系                       | 172 |
| 三、了解零件的装配、联接关系                 | 173 |
| 四、分析零件                         | 174 |
| 五、分析设备                         | 174 |

### 第三篇 力学基础

|                |     |
|----------------|-----|
| 第六章 受力分析、功及功率  | 179 |
| 第一节 力的基本性质     | 179 |
| 一、力的概念         | 179 |
| 二、力的基本性质       | 180 |
| 第二节 受力图        | 183 |
| 一、什么叫受力图       | 183 |
| 二、约束反力与主动力     | 184 |
| 三、几种典型约束及其约束反力 | 184 |
| 四、受力图的画法与实例    | 186 |
| 第三节 平面汇交力系的平衡  | 190 |
| 一、问题的提出        | 190 |
| 二、平面汇交力系的合成    | 191 |

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 三、平面汇交力系的平衡条件及其应用举例      | 194 |
| 第四节 力矩与力偶                | 198 |
| 一、力矩                     | 198 |
| 二、合力矩定理及其在计算重心位置时的应用     | 199 |
| 三、物体绕定轴转动的平衡条件           | 200 |
| 四、力偶与力偶矩                 | 201 |
| 五、力线平移定理                 | 203 |
| 第五节 平面一般力系的平衡问题          | 204 |
| 一、平面一般力系的简化(或合成)         | 204 |
| 二、平面一般力系的平衡条件            | 206 |
| 三、平面一般力系平衡方程的应用          | 206 |
| 第六节 摩擦                   | 212 |
| 一、滑动摩擦定律                 | 213 |
| 二、摩擦角与自锁现象               | 214 |
| 三、有摩擦的物体的平衡问题            | 216 |
| 四、滚动摩擦                   | 220 |
| 第七节 功、功率与效率              | 224 |
| 一、功                      | 224 |
| 二、功率                     | 226 |
| 三、机械效率                   | 227 |
| 四、机器输入功率的计算              | 228 |
| 五、电动机的选择                 | 230 |
| 第七章 零、构件强度简介             | 232 |
| 第一节 零、构件拉伸和压缩时的内力<br>和应力 | 232 |
| 一、内力                     | 233 |
| 二、正应力                    | 234 |
| 第二节 材料拉伸和压缩时的机械性能        | 236 |
| 一、低碳钢的拉伸试验及其机械性能         | 236 |
| 二、其它材料拉伸时的机械性能           | 238 |
| 三、压缩时材料的机械性能             | 239 |
| 四、温度对材料机械性能的影响           | 239 |
| 五、材料的硬度和冲击韧性             | 240 |
| 第三节 零、构件的拉伸(压缩)强度计<br>算  | 241 |
| 一、许用应力与安全系数              | 241 |
| 二、拉伸(压缩)强度条件             | 243 |
| 第四节 零、构件的剪切强度计算          | 245 |
| 一、剪切时的内力和剪应力             | 246 |
| 二、剪切强度条件                 | 246 |

|                       |     |                       |     |
|-----------------------|-----|-----------------------|-----|
| 三、挤压应力与挤压强度条件.....    | 248 | 三、钢丝绳末端在卷筒上的固定型式..... | 285 |
| 第五节 交变应力下材料的极限应力及     |     | 第十章 轴.....            | 286 |
| 零、构件的疲劳强度.....        | 248 | 第一节 概述.....           | 286 |
| 一、交变应力的变化规律和类型.....   | 249 | 一、轴的分类.....           | 287 |
| 二、材料在交变应力下的破坏特点及      |     | 二、轴的材料.....           | 288 |
| 持久极限.....             | 249 | 三、轴设计中的主要问题.....      | 288 |
| 三、零、构件的疲劳强度.....      | 250 | 第二节 传动轴的扭转强度计算.....   | 288 |
| 第六节 断裂韧性的概念.....      | 252 | 一、轴扭转时的内力.....        | 289 |
| 第七节 常用材料及钢的热处理简介..... | 254 | 二、扭转时的剪应力.....        | 289 |
| 一、零、构件常用材料.....       | 254 | 三、轴的扭转强度计算.....       | 292 |
| 二、材料选择的基本原则.....      | 257 | 第三节 心轴的弯曲强度计算.....    | 293 |
| 三、钢的热处理和化学处理简介.....   | 257 | 一、弯曲时的内力.....         | 293 |
| 第八节 零、构件变形的基本形式及影     |     | 二、心轴弯曲时的正应力.....      | 294 |
| 响零、构件强度的主要因素.....     | 259 | 三、心轴的弯曲强度计算.....      | 297 |
| 一、零、构件变形的基本形式.....    | 259 | 第四节 转轴的强度计算.....      | 299 |
| 二、零、构件的强度条件.....      | 260 | 一、弯扭组合强度的基本概念.....    | 299 |
| 三、影响零、构件强度的主要因素.....  | 260 | 二、转轴的强度计算.....        | 300 |
|                       |     | 三、转轴直径的估算公式.....      | 300 |
| 第四篇 通用零、部件设计          |     | 第五节 轴的结构设计.....       | 301 |
| 第八章 螺纹联接与螺旋传动.....    | 262 | 一、便于轴上零件的装拆及轴的加工..... | 302 |
| 第一节 螺纹.....           | 262 | 二、轴上零件的固定.....        | 302 |
| 一、螺纹的形成及主要参数.....     | 262 | 三、轴的初步尺寸.....         | 304 |
| 二、螺纹的受力分析、自锁和效率.....  | 263 | 第六节 轴的零件工作图.....      | 305 |
| 三、螺纹的种类、特点和应用.....    | 265 | 一、轴的视图选择.....         | 305 |
| 四、螺纹的画法和标注.....       | 268 | 二、轴的尺寸标注.....         | 305 |
| 第二节 螺纹联接.....         | 269 | 三、轴的技术要求.....         | 306 |
| 一、螺纹联接件及其画法.....      | 269 | 第十一章 轴承.....          | 307 |
| 二、螺纹联接的主要类型与画法.....   | 270 | 第一节 滚动轴承.....         | 308 |
| 三、螺纹联接的防松装置.....      | 270 | 一、滚动轴承的构造、类型和代号.....  | 308 |
| 第三节 螺旋传动.....         | 273 | 二、滚动轴承的选择.....        | 311 |
| 一、螺旋传动的类型和应用.....     | 273 | 三、滚动轴承的组合设计.....      | 311 |
| 二、螺旋传动的设计计算.....      | 274 | 第二节 滑动轴承.....         | 314 |
| 第九章 钢丝绳卷筒传动.....      | 277 | 一、滑动轴承的结构型式.....      | 314 |
| 第一节 钢丝绳.....          | 278 | 二、轴瓦.....             | 316 |
| 一、钢丝绳材料.....          | 278 | 三、非液体摩擦滑动轴承的计算.....   | 318 |
| 二、钢丝绳的型式与构造.....      | 278 | 四、润滑剂及润滑装置.....       | 319 |
| 三、钢丝绳的选择计算.....       | 279 | 第三节 滚动轴承与滑动轴承的比较..... | 320 |
| 四、钢丝绳的维护和更换.....      | 282 | 第十二章 联轴器与离合器.....     | 321 |
| 五、钢丝绳末端的联接方法.....     | 282 | 第一节 联轴器.....          | 322 |
| 第二节 滑轮.....           | 283 | 一、固定式联轴器.....         | 322 |
| 第三节 卷筒.....           | 283 | 二、可移式联轴器.....         | 323 |
| 一、卷筒的材料和结构.....       | 283 | 第二节 联轴器的选择.....       | 325 |
| 二、卷筒尺寸的确定.....        | 285 |                       |     |

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 第三节 离合器.....                  | 326 |
| 一、牙嵌式离合器.....                 | 326 |
| 二、摩擦离合器.....                  | 327 |
| 第十三章 轴系部件设计与装配图               |     |
| 绘制 .....                      | 328 |
| 第一节 轴系部件设计实例.....             | 329 |
| 一、草图设计.....                   | 329 |
| 二、装配图设计.....                  | 333 |
| 三、零件工作图设计.....                | 339 |
| 第二节 装配结构合理性简介.....            | 341 |
| 一、合理的接触面.....                 | 341 |
| 二、折角处结构.....                  | 342 |
| 三、装拆方便.....                   | 342 |
| 第十四章 带传动与链传动.....             | 343 |
| 第一节 三角胶带传动.....               | 343 |
| 一、带传动的工作原理.....               | 343 |
| 二、三角胶带和带轮.....                | 344 |
| 三、三角胶带传动的主要参数.....            | 347 |
| 四、三角胶带的选择计算.....              | 348 |
| 五、三角胶带传动的使用和维护.....           | 351 |
| 第二节 链传动.....                  | 353 |
| 一、链传动的类型及工作情况分析.....          | 353 |
| 二、链条和链轮.....                  | 354 |
| 三、链传动的选择计算.....               | 356 |
| 四、链传动的使用、维护与润滑.....           | 358 |
| 第十五章 齿轮传动 .....               | 360 |
| 第一节 齿轮的齿廓曲线——渐开线齿廓...         | 360 |
| 一、渐开线的形成及其特性.....             | 361 |
| 二、渐开线齿廓能满足瞬时传动比恒定的要求.....     | 361 |
| 第二节 渐开线标准直齿圆柱齿轮各部名称和基本尺寸..... | 363 |
| 一、直齿圆柱齿轮各部分的名称及符号...          | 363 |
| 二、直齿圆柱齿轮的基本参数.....            | 363 |
| 三、标准直齿圆柱齿轮的几何尺寸计算公式.....      | 365 |
| 四、一对直齿圆柱齿轮的正确啮合条件.....        | 365 |
| 第三节 齿轮的加工方法和精度等级.....         | 366 |
| 一、齿轮轮齿的加工方法.....              | 366 |
| 二、变位齿轮的概念.....                | 368 |
| 三、齿轮的制造精度及其选择.....            | 368 |

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 第四节 直齿圆柱齿轮的强度计算.....          | 370 |
| 一、轮齿的损坏形式.....                | 370 |
| 二、受力分析.....                   | 372 |
| 三、轮齿的弯曲疲劳强度计算.....            | 372 |
| 四、齿面接触疲劳强度计算.....             | 376 |
| 第五节 齿轮的材料和许用应力.....           | 377 |
| 一、齿轮的材料.....                  | 377 |
| 二、许用应力.....                   | 377 |
| 第六节 圆柱齿轮的典型结构、规定画法和零件工作图..... | 379 |
| 一、圆柱齿轮的典型结构.....              | 379 |
| 二、规定画法.....                   | 380 |
| 三、齿轮零件工作图.....                | 381 |
| 第七节 斜齿圆柱齿轮传动.....             | 383 |
| 一、斜齿圆柱齿轮的形成及啮合特点.....         | 383 |
| 二、几何尺寸计算.....                 | 385 |
| 第八节 圆锥齿轮传动.....               | 386 |
| 一、圆锥齿轮传动的啮合特点和传动比.....        | 386 |
| 二、圆锥齿轮传动的几何尺寸计算和规定画法.....     | 387 |
| 第九节 蜗杆传动.....                 | 391 |
| 一、蜗杆传动的类型和应用.....             | 391 |
| 二、蜗杆传动的几何尺寸计算和规定画法.....       | 391 |
| 三、蜗杆传动的工作情况分析及其常用材料.....      | 394 |
| 第十节 齿轮传动的维护与润滑.....           | 396 |

## 第五篇 结构构件设计

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 第十六章 梁、柱及薄壁圆筒设计 ..... | 397 |
| 第一节 梁的强度计算.....       | 397 |
| 一、概述.....             | 397 |
| 二、弯矩图.....            | 399 |
| 三、轴惯性矩及抗弯截面模量的计算..... | 402 |
| 四、梁的弯曲强度计算实例.....     | 402 |
| 五、弯曲与拉伸(压缩)组合强度.....  | 405 |
| 第二节 梁的合理结构.....       | 406 |
| 一、选择合理的截面形状.....      | 406 |
| 二、采用变截面梁.....         | 407 |
| 三、合理安置梁的支座位置.....     | 408 |
| 第三节 梁的变形及刚度计算简介.....  | 408 |
| 一、为什么计算梁的变形.....      | 408 |

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 二、梁的挠度、转角及刚度条件.....    | 409 |
| 第四节 静不定梁.....          | 411 |
| 一、什么是静不定梁.....         | 411 |
| 二、静不定梁的解法.....         | 412 |
| 三、温度应力及装配应力.....       | 414 |
| 第五节 柱的稳定.....          | 415 |
| 一、柱的稳定概念.....          | 416 |
| 二、柱的临界载荷.....          | 416 |
| 三、柱的合理结构.....          | 417 |
| 四、柱的稳定计算.....          | 419 |
| 第六节 薄壁圆筒容器设计.....      | 420 |
| 一、筒身的强度计算、壁厚的选择.....   | 421 |
| 二、封头的结构选择.....         | 422 |
| 三、贮液槽设计.....           | 422 |
| 第十七章 结构件的焊接.....       | 424 |
| 第一节 常用焊接方法及其应用.....    | 424 |
| 一、电弧焊.....             | 424 |
| 二、氧—乙炔气焊和氧气切割.....     | 425 |
| 三、电渣焊.....             | 427 |
| 第二节 焊接接头(焊缝)的型式及强度     |     |
| 计算简介.....              | 427 |
| 一、焊接接头的基本型式.....       | 427 |
| 二、焊缝的强度计算简介.....       | 428 |
| 第三节 焊接的合理结构.....       | 431 |
| 一、强度好.....             | 431 |
| 二、尽量减小零、构件中的应力和变形..... | 432 |
| 三、结构工艺性好,便于制造.....     | 432 |
| 第四节 焊接结构图.....         | 433 |
| 一、各种焊缝的图形符号.....       | 434 |
| 二、焊缝的画法和标注.....        | 434 |
| 三、焊接结构图.....           | 438 |
| 第十八章 展开图.....          | 440 |
| 第一节 平面体构件的展开.....      | 441 |
| 第二节 圆柱体构件的展开.....      | 443 |
| 一、斜截圆管的展开.....         | 443 |
| 二、等径弯管的展开.....         | 443 |
| 三、异径三通管的展开.....        | 443 |
| 第三节 圆锥体构件的展开.....      | 445 |
| 一、圆锥台的展开.....          | 445 |
| 二、斜截圆锥的展开.....         | 446 |
| 第四节 变形接头的展开.....       | 446 |
| 第五节 正圆柱螺旋面的展开.....     | 447 |
| 第六节 展开图的板厚处理.....      | 448 |

## 第六篇 液压传动及机械化 技术革新设计实例

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 第十九章 液压传动.....         | 450 |
| 第一节 液压传动基本知识.....      | 450 |
| 一、液压传动的组成和液压系统图.....   | 450 |
| 二、液压传动的工作原理.....       | 451 |
| 三、液压传动的特点及与气动的比较.....  | 453 |
| 四、液压用油的性质及其选择.....     | 454 |
| 第二节 液压泵和液压马达.....      | 456 |
| 一、齿轮泵与齿轮液压马达.....      | 456 |
| 二、叶片泵与叶片液压马达.....      | 458 |
| 三、柱塞泵与柱塞液压马达.....      | 460 |
| 四、泵和液压马达的选择.....       | 463 |
| 第三节 液压缸.....           | 464 |
| 一、液压缸的结构.....          | 464 |
| 二、液压缸的计算.....          | 466 |
| 第四节 控制阀.....           | 469 |
| 一、压力控制阀.....           | 469 |
| 二、方向控制阀.....           | 472 |
| 三、流量控制阀.....           | 475 |
| 第五节 辅助装置.....          | 477 |
| 一、油管.....              | 477 |
| 二、油箱.....              | 477 |
| 三、滤油器.....             | 478 |
| 四、蓄能器.....             | 480 |
| 第六节 液压、气动传动系统应用实例..... | 481 |
| 一、铅阳模圆盘铸型机液压传动系统.....  | 482 |
| 二、235t 液压泥炮.....       | 482 |
| 三、捅风眼机气动系统.....        | 485 |
| 第七节 液压系统的设计计算.....     | 485 |
| 一、液压系统的设计步骤.....       | 485 |
| 二、设计举例.....            | 486 |
| 附表: 液压系统图常用图形符号.....   | 491 |
| 第二十章 机械化技术革新设计实例.....  | 491 |
| 第一节 概述.....            | 492 |
| 第二节 机械化技术革新设计实例.....   | 492 |
| 一、调查研究,初拟方案.....       | 493 |
| 二、落实主要零、部件,进行总布置       |     |
| 草图设计.....              | 496 |
| 三、零、部件工作图设计.....       | 499 |
| 四、组装、调试.....           | 499 |
| 五、总结经验、整理资料.....       | 499 |

# 第一篇 机械组成及常用机构

机械是劳动人民在长期的生产斗争实践中逐渐创造出来的，并且随着生产的发展而不断发展着。在社会主义条件下，机械是我们劳动人民进行三大革命斗争的重要工具。

中国只有在社会经济制度方面彻底地完成社会主义改造，又在技术方面，在一切能够使用机器操作的部门和地方，统统使用机器操作，才能使社会经济面貌全部改观。解放以来，随着社会主义建设事业的蓬勃发展，我国冶金工业也有了很大发展。为了多快好省地发展我国冶金工业，我国冶金战线广大职工，在毛主席革命路线指引下，高举“鞍钢宪法”的伟大旗帜，大搞技术革命与技术革新，大大提高了生产过程的机械化、自动化水平，改善了劳动条件，促进了生产的发展。

冶金工业的迅速发展和冶金生产机械化、自动化水平的不断提高，使冶炼工艺和冶炼机械已成为不可分割的整体。例如在现代的冶炼生产过程中，从原料处理、运输到进料、上料；从进行冶炼操作到排渣和成品出厂，哪一个过程都离不开机械；任何一项新工艺的出现、或工艺改革都要由相应的机械来实现。总之，机械设备是为生产工艺服务的，生产工艺离不开机械设备。因此，冶炼工艺人员在生产实践中除了要遇到大量的工艺问题外，还必须相应地解决有关机械方面的问题。例如，在使用机械设备过程中，要正确地使用与维护机械设备、能分析与处理设备故障；在技术革新中要能提出革新方案，选用通用零、部件和定型设备，改进现有设备等。总之，为了保证生产的正常进行和不断改进工艺，工艺人员必须掌握有关机械方面的基本知识。《机械基础》就是为冶炼专业编写的一本讲述机械基础知识的书籍。

本篇从对整体机械的感性认识出发，介绍一些冶炼生产中常用的机械设备及常用机构，为以后各篇的学习打下基础。

## 第一章 机械的组成及机动示意图

在冶炼生产中，广泛地应用着各种机械设备。例如，在火法冶炼中，为了完成进料、出料、取样、扒渣（或排渣）等各种工艺动作，就要有相应的机械设备，如上料机、扒渣机、炉体倾动机构、炉门开闭机构等；在湿法冶炼中，为了完成搅拌、过滤等工艺动作，就要有搅拌机、过滤机、压滤机等各种机械设备。此外，在冶炼生产中，为了完成原料和成品的搬运，还要使用各种起重、运输设备等。虽然，这些机械设备各式各样，用途、结构又各不相同，但就其组成来看，它们还是有共同的地方。因此，本章首先介绍几台典型的冶炼机械设备，分析它们的组成，并从中找出具有共性的部分，以作为我们研究的对象和重点。

机动示意图是一种简单扼要地表达机械传动的工作原理和运动情况的工具，因此，在



分析机械组成的基础上，进一步介绍它的画图方法。

## 第一节 典型冶炼机械设备简介

为了建立对整体机械的感性认识，首先介绍几台冶炼生产中常用的典型机械设备。

**卷扬机** 卷扬机是冶炼过程中应用很广泛的一种机械，例如，炼铁高炉和一般化铁炉，用它把装料小车或料罐提升到炉顶。此外，卷扬机构还可用于：各种吊车的起升机构，开闭管道闸阀，开闭炉门以及实现其它类似工艺动作的升降机构中。图1—1为上料卷扬机，它主要由电动机、减速器以及钢丝绳卷筒传动等组成。电动机与齿轮减速器之间，齿轮减速器与卷筒之间均用联轴器联接起来。当电动机以转速 $n_1=880\text{r.p.m.}$ （转/分）转动时，通过减速器将转速降低并驱动卷筒以 $n_2=37.7\text{r.p.m.}$ 的转速回转；然后利用钢丝绳卷筒传动，把回转运动转换为直线移动，从而牵引料车以 $v\approx 0.5\text{m/s}$ （米/秒）的速度上下运动，完成上料的工艺动作。当料车运行到终点，或工作中发生突然事故时，为了保证快速停车，在电动机和减速器之间装设有制动器。

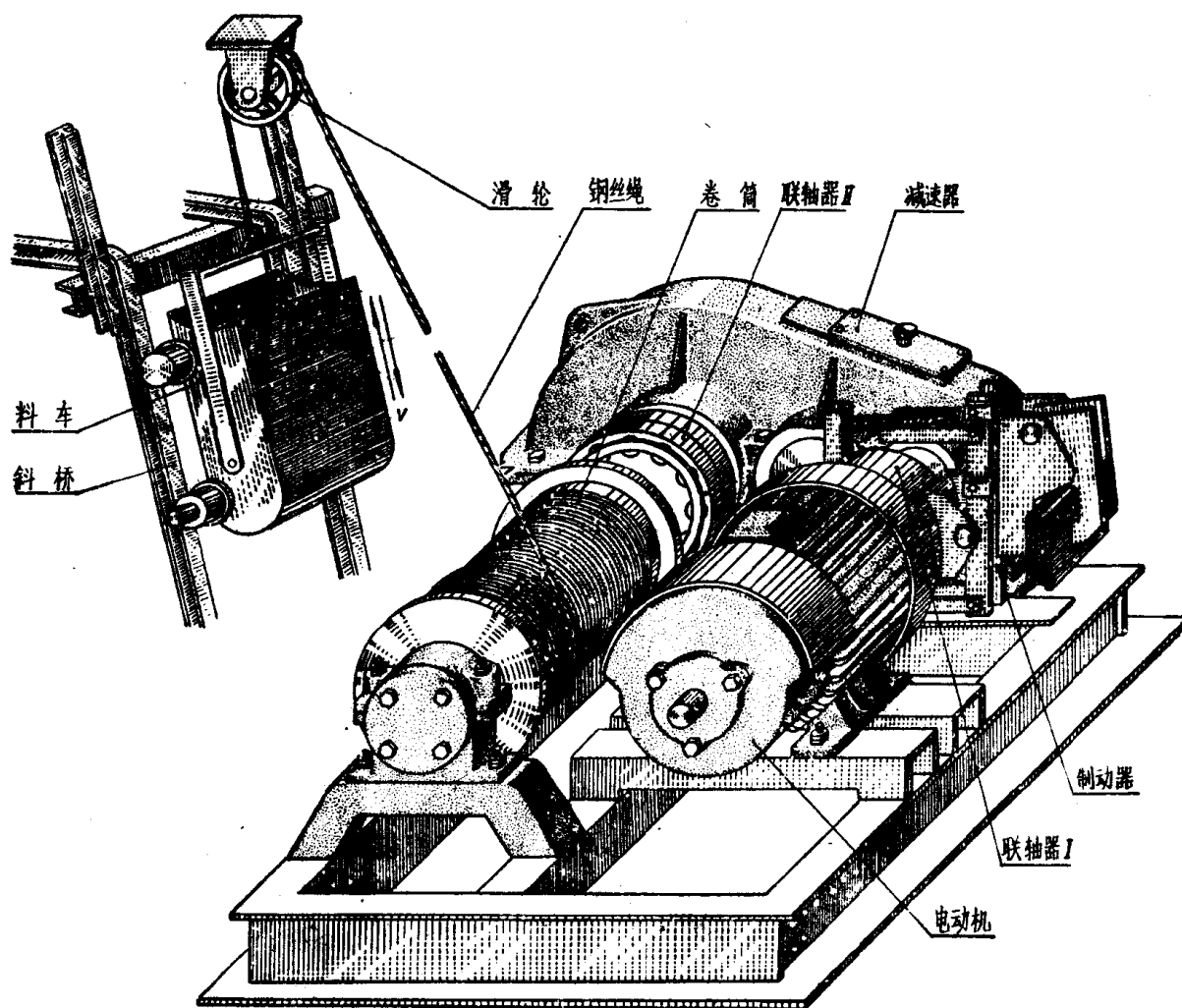


图 1—1

**进料小车** 图1—2所示为进料小车。它是冶炼过程中的一种加料设备，主要用于将料仓的物料运输到冶炼炉旁，并卸入炉内。它主要由小车运行机构和小车开闭机构组成。料

车的行走是通过减速电机 ( $n=48\text{r.p.m.}$ ) 带动链传动, 然后驱动主动车轮旋转而完成的。车门的开闭是由电动机 ( $n=930\text{r.p.m.}$ ) 经蜗杆减速器与开式齿轮传动两级减速后, 再经曲柄摇杆机构(包括偏心盘、连杆、车门、料斗及车体), 把大齿轮轴(即曲柄轴)的回转运动转换为车门(即摇杆)的摆动(12次/分)而实现的。

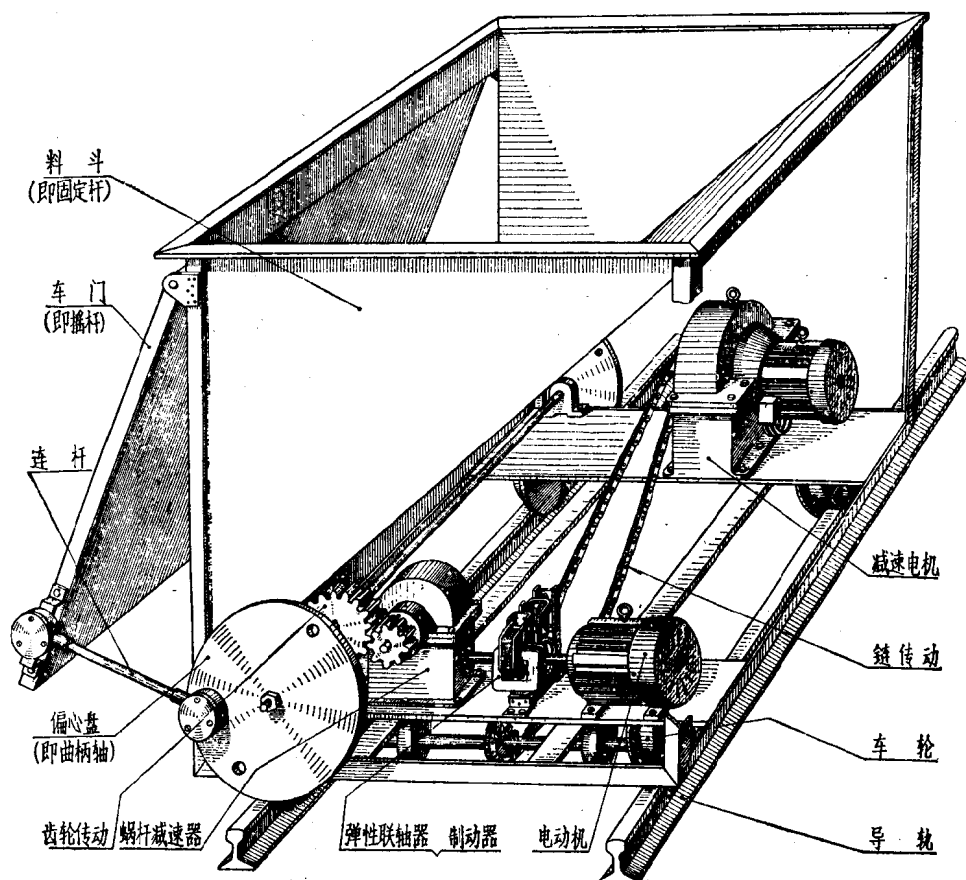


图 1—2

**搅拌机** 图1—3所示为一台带有搅拌机的酸溶槽。它是湿法冶炼工艺过程中所常见的一种主要设备。搅拌机的作用是将物料搅拌均匀, 使物料进行良好的化学反应。当电动机 ( $n=1410\text{r.p.m.}$ ) 回转时, 通过三角胶带传动, 驱动与从动带轮轴用联轴器相联接的搅拌轴回转 ( $n_g=445\text{r.p.m.}$ ), 从而通过搅拌桨将槽体中的物料溶液搅拌均匀。搅拌好的料液, 通过泵抽送到指定工段。为了制造与安装方便, 搅拌轴与带轮轴不做成一体, 而是做成用联轴器联接起来的两段轴。

**三相电弧炉** 图1—4所示为1.5T三相电弧炼钢炉, 它主要用于冶炼优质钢、合金钢等。为了满足炼钢工艺的要求, 该电弧炉具有以下五个机构。1) 炉盖开闭机构: 冶炼时, 炉盖盖在炉体上; 当需要加料时, 由旋转液压缸打开炉盖, 进行加料操作。2) 炉体倾动机构: 为了满足出钢、扒渣等工艺操作, 炉体可向出钢槽方向倾动 $40\sim 45^\circ$ ; 炉体的倾动主要由倾动液压缸来完成。3) 炉门升降机构: 为了满足炉前加料、搅拌、扒渣、取

样等工艺操作和观察炉况，炉门应能随时升降。这主要通过由双摇杆机构组成的炉门升降机构来完成。4) 电极升降机构：电弧炉是通过电极放电时发出的热量来熔化物料，电极下端与金属熔液的距离是通过电极升降机构来自动调节，以保证熔炼正常进行；电极升降主要通过齿轮齿条机构完成。5) 电极夹持机构：其作用是松夹电极，它主要通过气动的电极夹头来完成。以上几个部分中，炉体倾动机构和炉盖开闭机构都是采用液压传动来实现的；其动力是由电动机带动油泵，将压力油从管道分别送入液压缸，推动活塞以完成炉体倾动和炉盖开闭的工艺动作。

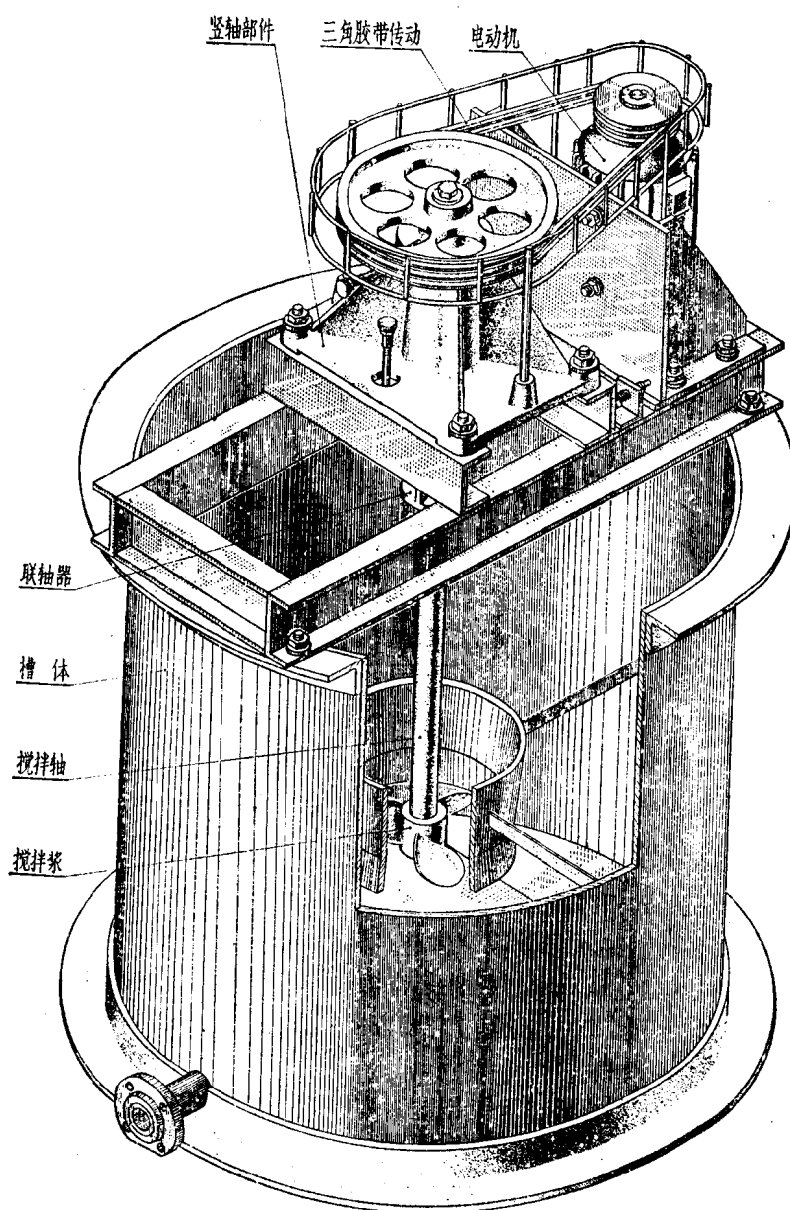


图 1—3

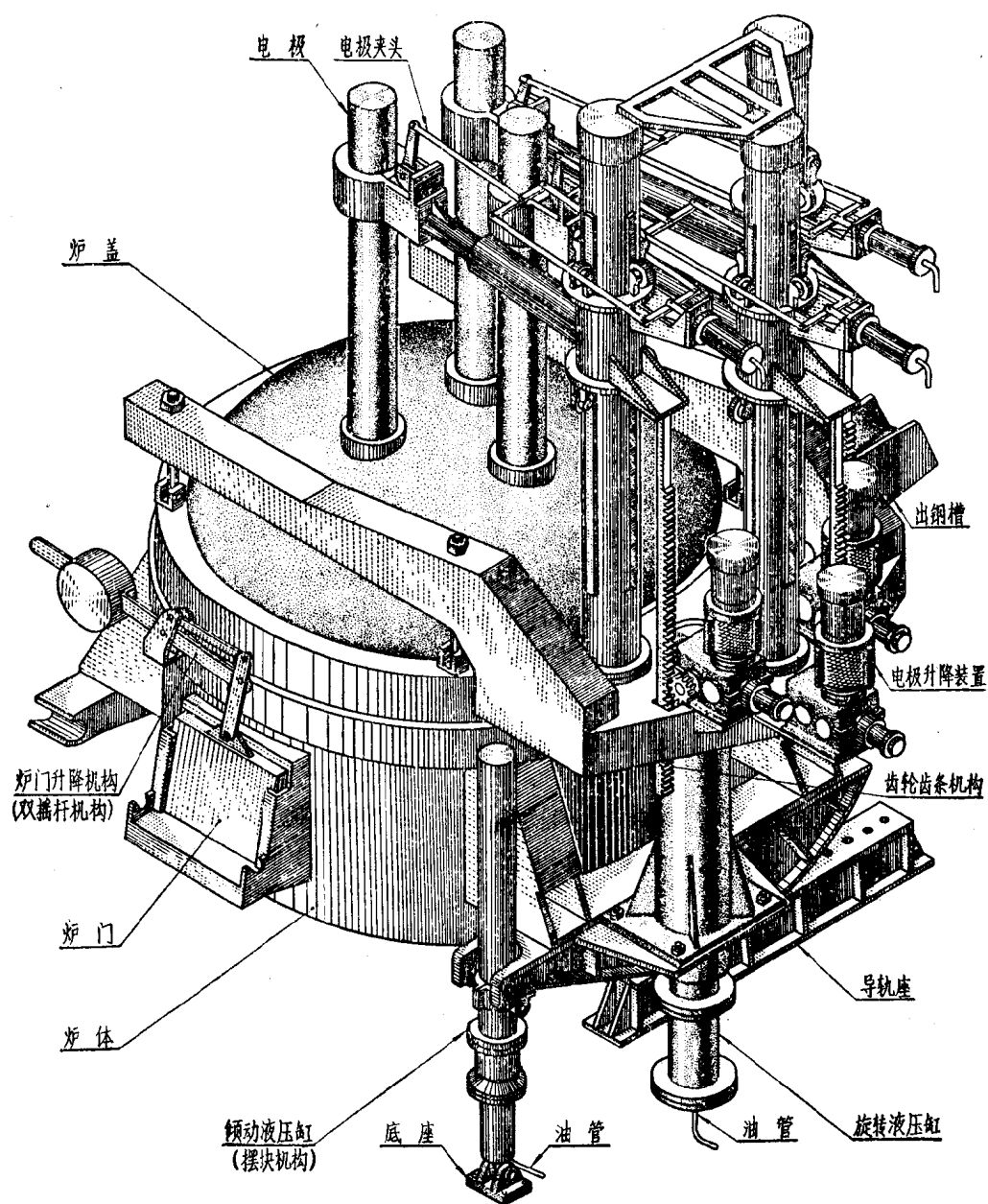


图 1—4

## 第二节 机械的组成

从上述四台典型机械设备的初步分析中可以看出：虽然，它们具有各种各样的结构与传动形式，以适应不同工艺动作与具体工作条件的特殊要求，但是，这些机械设备都是由三个基本部分组成。这三个基本组成部分，都有它各自的作用，下面我们分别进行介绍。

1. **原动机**(或称发动机) 它是整个机器的动力部分。例如, 上料卷扬机、机动进料车和搅拌机等设备中所用的电动机便是原动机。在冶炼机械设备中, 最常用的原动机为电动机, 有时也采用内燃机等做原动机。关于电动机的类型和选用, 可参考本书第六章第七节和有关电工学书籍。

2. **工作机构**(或工作构件) 它是直接实现工艺动作的部分。例如, 图1—2所示进料小车车门开闭机构中, 车体用来装料, 车门用于放料, 因此它们都是工作构件; 车门用铰链固定于车体上又组成直接完成装料、放料动作的工作机构。又如搅拌机的搅拌桨与筒体, 转炉、电弧炉的炉体等都是工作构件。通常工作机构随机械的不同而不同, 主要决定于工艺要求。

3. **传动机构** 它是将原动机的运动和动力传给工作机构的中间环节。例如, 图1—2所示进料小车中的链传动、齿轮传动和曲柄摇杆机构, 图1—3所示搅拌机中的三角胶带传动等, 都是传动机构。传动机构的作用是传递运动和动力, 改变运动速度, 改变运动形式。根据不同功用, 传动机构可分为两大类:

1) 改变运动速度的机构, 简称变速机构 在实际工作中, 常常存在着工作机构与原动机之间速度不协调的现象。例如, 图1—1所示上料卷扬机, 根据上料车运行速度要求卷筒转速较低 ( $n_2=37.7\text{r.p.m.}$ ), 但是电动机转速较高 ( $n_1=880\text{r.p.m.}$ )。这类高速与低速的矛盾常可以通过齿轮传动(图1—1)、蜗杆传动(见图1—2中车门开闭机构), 以及带传动(图1—3)、链传动(见图1—2中小车行走机构)等一级或多级减速来解决。上述这类用来改变运动速度的机构, 称为变速机构。变速机构除了包括减速机构外, 尚有增速机构以及速度可以按一定级别变化的多级变速机构和速度可以连续改变的无级变速机构等。其中常用的是各种减速机构。

2) 改变运动形式的机构, 或称运动形式转换机构 我们知道, 对于某一类型的原动机, 其输出运动形式是一定的, 例如电动机, 其输出轴运动为转动; 而生产中要求实现的工艺动作, 即是工作构件的运动形式, 它往往是各种各样的。为了把原动机特定的运动形式转换为工作构件要求的运动形式, 就需要采用各种形式的运动转换机构。例如, 图1—2所示的进料车开门机构, 就是利用曲柄摇杆机构, 把偏心盘的回转运动转换为车门的往复摆动的。传动机构的型式虽然很多, 但在各种机械中经常使用的是齿轮传动、蜗杆传动、带传动、链传动、螺旋传动机构、连杆机构和凸轮机构等。通常把这些机构称为常用机构。传动机构是机械的重要部分, 在机械中占有很大的比例。

此外, 从具体结构和加工、装配的角度来看, 机械又都是由一些零件(如齿轮、轴等)和部件(如减速器等)组成。组成机械的零、部件虽然种类繁多, 但其中有些零、部件在各种机械中都经常使用, 而且所起的作用相同。例如, 起联接作用的螺纹联接、键联接等; 起传动作用的齿轮、蜗轮、带、链及减速器等; 以及起支承作用的轴、轴承等。通常, 把这些零、部件称为通用零、部件。一般, 在组成一台机器的零、部件中, 通用零、部件总是占大多数。

通过以上对机械组成的分析可以看出, 在各种机械中经常使用的常用机构和通用零、部件是机械中具有共性的部分。掌握它们的类型、特点、选用和设计计算方法, 是我们认识、分析和设计机械的基础。因此, 这部分知识是本书内容的一个主要部分。

此外, 在我们使用和维护机械设备的过程中, 要求了解有关机械设备的性能、构造,

能够看懂机械图样。在参加机械化技术革新的过程中，当选定了机构、确定了初步方案以后，还要进一步选定主要零、部件，并分析它们的受力、进行强度计算、确定其主要尺寸，然后还要用机械图样表达出来。因此，零、构件的受力分析及强度计算知识，看图与画图知识也是书中不可缺少的重要组成部分。

### 第三节 机 动 示 意 图

在分析现有的机械设备或设计新的机械时，为了突出地表达机械传动的工作原理和运动情况，需要把复杂的机械用简单的线条和规定的图形符号将其传动系统、零部件间的相互关系和运动特性等表示出来，表示这些内容的图称为机动示意图，简称示意图。图1—5就是图1—2所示进料车车门开闭机构的机动示意图。把机动示意图与机器的实物或机器的立体图、装配图对比一下，可以看出：机动示意图的特点是简明扼要地表达了该机器的动作原理以及基本组成部分与其相互联系。所以机动示意图，无论对我们认识一个外形结构比较复杂的机器或是表达一个革新方案来说，都是必不可少的工具。

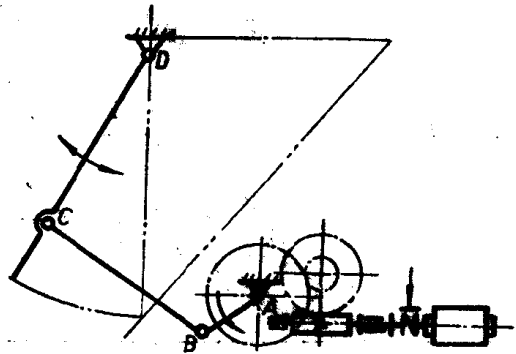


图 1—5

在机械制图国家标准中，规定了各种常用机构及零、构件机动示意图的符号(GB138—74)，现摘录列于表1—1中。

从表1—1中可以看出，画示意图的关键在于从实际机械的复杂外形结构中进行科学抽象。对于变速机构，其示意图比较简单，其规定符号可从表1—1直接查得。但是，运动型式转换机构，特别是各种连杆机构，其实际结构与示意图之间的差别较大。对这类机构，我们在画示意图时要重点掌握：对组成机构的构件及构件之间的联接是如何简化成示意图的。下面首先讨论这两方面的问题；然后结合实例进一步说明机动示意图绘制的有关问题。

#### 一、构件及其可动联接的示意图

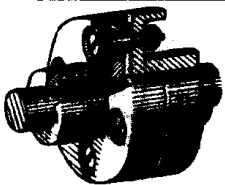
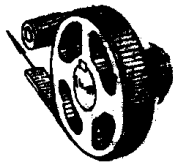
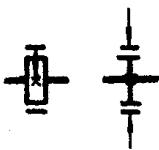
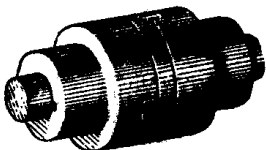
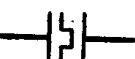
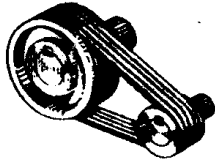
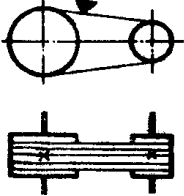
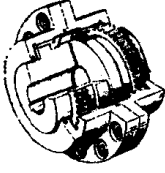
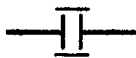
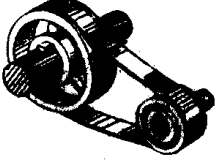
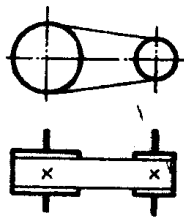
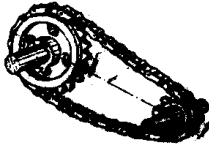
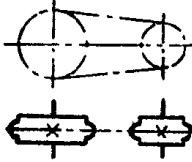
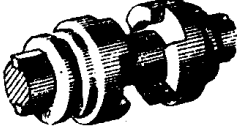
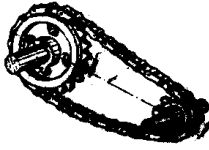
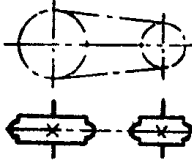
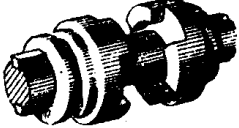
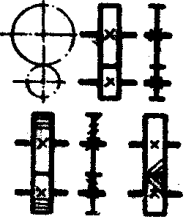
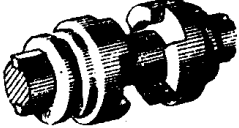
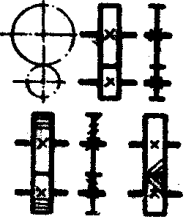
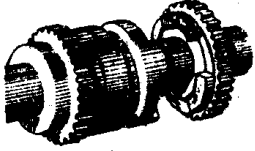
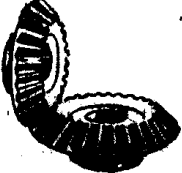
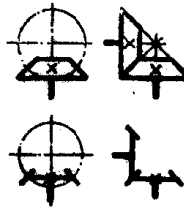
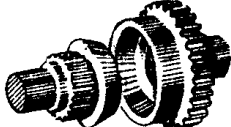
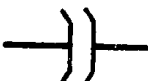
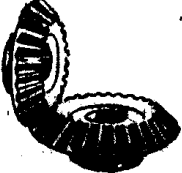
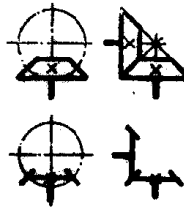
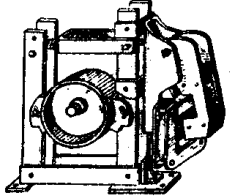
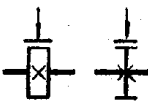
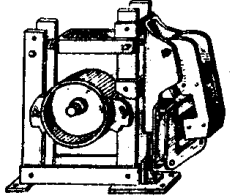
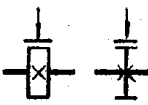
从传递运动或实现工艺动作的观点来看，机械都是由一个或一个以上的机构组成；而机构则是由一些构件（简称杆）以一定的联接关系组合而成，并且各构件之间有确定的相对运动。因此，一般机构的结构组成包括：固定杆（相对于机座是固定的构件，也叫做“机架”）、动杆以及各杆（包括动杆与固定杆）之间的可动联接这样三个基本部分。

1. 构件及其示意图 图1—6为进料车车门开闭机构。根据工艺动作与结构的需要，各杆的结构形状比较复杂。比如连杆，它是由中间的连杆螺柱及两端的连接头等零件组成；连杆螺柱及连接头用螺纹联接成一个牢固的整体。因此当机构运动时，这些零件彼此之间不发生相对运动。所以，我们在画示意图时，可以抛开与运动无直接关系的结构与复杂外形，画出它的示意图，如图1—6b中的BC所示。同样，也可画出其它构件的示意图（图1—6b）：偏心盘可用杆AB来表示，摇杆可用杆CD来表示，固定杆可用杆AD来表示。总之，画构件示意图时应注意以下两点：

表 1—1 常用机构及零、构件机动手意图的规定符号

| 名 称         | 示 例 | 符 号 | 名 称      | 示 例 | 符 号 |
|-------------|-----|-----|----------|-----|-----|
| 轴杆、连杆等      |     |     | 向心滚动球轴承  |     |     |
| 杆、连杆间连接     |     |     | 向心推力滚子轴承 |     |     |
| 牢固连接        |     |     | 单向推力球轴承  |     |     |
| 铰销连接        |     |     | 零件与轴的连接  |     |     |
| 滑轨连接        |     |     | 活动连接     |     |     |
| 轴承          |     |     | 固定连接     |     |     |
| 不区分滑动或滚动的轴承 |     |     | 花键连接     |     |     |
| 向心轴承        |     |     | 轴与轴的连接   |     |     |
| 单向推力轴承      |     |     | 紧固连接     |     |     |
| 向心滑动轴承      |     |     |          |     |     |
| 滚动轴承        |     |     |          |     |     |

续表 1-1

| 名 称     | 示 例                                                                                 | 符 号                                                                                 | 名 称          | 示 例                                                                                   | 符 号                                                                                   |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 弹性连接    |    |    | 带传动          |    |    |
| 浮动联轴器连接 |    |    | 三角胶带传动       |    |    |
| 齿轮联轴器连接 |    |    | 平带传动 (开口式)   |   |   |
| 万向联轴器连接 |   |   | 链传动          |   |  |
| 啮合式离合器  |  |  | 套筒滚子链传动      |   |  |
| 单 向     |  |  | 齿轮传动         |  |  |
| 双 向     |  |  | 两轴线平行的圆柱齿轮传动 |  |  |
| 摩擦式离合器  |  |  | 两轴线相交的圆锥齿轮传动 |  |  |
| 锥体式     |  |  | 两轴线交叉的齿轮传动   |  |  |
| 制动器     |  |  |              |                                                                                       |                                                                                       |
| 切块式     |  |  |              |                                                                                       |                                                                                       |



续表 1-1

| 名 称       | 示 例 | 符 号 | 名 称       | 示 例 | 符 号 |
|-----------|-----|-----|-----------|-----|-----|
| 蜗轮蜗杆传动    |     |     | 滚筒凸轮圆柱式   |     |     |
| 齿条啮合      |     |     | 弹簧        |     |     |
| 螺旋传动      |     |     | 压缩弹簧      |     |     |
| 传动螺杆      |     |     | 拉伸弹簧      |     |     |
| 在传动螺杆上的螺母 |     |     | 电动机       |     |     |
| 凸轮        |     |     | 电动机一般表示法  |     |     |
| 平凸轮圆盘式    |     |     | 装在支架上的电动机 |     |     |

1) 机构中的构件(杆)是一个运动单元, 它可以由一个或一个以上的零件组成, 但彼此之间无相对运动。它可以用一条直线或所需要的图线(如表1-1中所示滑轨连接的滑块画成一长方块)来表示; 而对于和运动无关的结构、形状可以撇开。

2) 要把握住杆与杆之间的可动联接, 才能定出反映杆运动特性的杆长(简称杆长或杆的特性尺寸)。对于用铰链联接的杆, 其杆长即为铰接中心之间的距离, 如图1-6中摇杆长为 $l_{CD}$ 。这样所抽象出来的杆与原构件运动一致。

**2. 构件之间的可动联接及其示意图** 机构要实现某个工艺动作, 其各构件必须以某种形式联接起来, 同时两杆之间要有确定的相对运动。杆与杆之间具有相对运动的联接, 称为可动联接。下面介绍常用的可动联接。

1) 铰链 最简单的铰链结构如图1-6中的D所示。车门(即摇杆)的上端联接处做出圆孔, 车体(即固定杆)上焊有耳座, 并在联接处也做出圆孔, 再串配上一圆销钉就构成铰链D。显然, 以铰链联接的两杆之间的相对运动为转动, 故用一圆圈‘○’表示铰链, 两(杆)相对转动配合圆的圆心, 即为此铰链中心。如图1-6所示的开门机构, 四杆中,