

# 机械安全技术

● 陆庆武 主编



中国劳动出版社

**(京)新登字 114 号**

**机械安全技术**

**陆庆武 主编**

**责任编辑: 张秉淑**

**中国劳动出版社出版**

**(北京市朝阳区惠新东街三号)**

**北京怀柔东茶坞印刷厂印刷**

**新华书店总店科技发行所发行**

**787×1092毫米 32开本 15印张 335千字**

**1993年3月北京第1版 1993年3月北京第1次印刷**

**印数, 3600册**

**ISBN 7-5045-1170-6/TH·063 定价, 12.00元**

## 内 容 提 要

机械安全技术从预防机械事故出发,分析了各类机械存在的危险和有害因素,介绍了设计与制造机械设备的基本要求,安全装置的种类及其用途,各种通用机械作业预防事故的方法和技术措施,以及对机械从设计制造、使用、维护保养到修理等阶段的安全要求。还要介绍了可能引发机械事故的设备故障类型及故障诊断方法,以便在生产中能早期发现事故隐患,保证安全生产。

本书共分十三章,书中尽量引用已经发布的有关机械安全的国家标准和专业标准,使本书具有实用价值和指导意义。本书可用作劳动安全专业高级研讨班的教材,也可供大专院校的安全工程专业师生、工程技术人员和安全管理人員使用和参考。

# 前 言

随着生产的发展和科学技术水平的提高，生产设备的机械化自动化程度日益提高，各行各业使用的机械设备也越来越多。机械设备还以家用电器的形式逐步进入人们的生活领域。保证人们在使用机械过程中的安全是安全工作者的任务。机械安全技术是预防机械事故的安全技术。安全技术要贯彻预防为主方针。设计与制造带有安全装置的机械设备，使机械设备实现本质安全；改进生产工艺和操作方法；对可能引发事故的设备故障进行提前诊断，消灭事故隐患；进行正确的维护保养，使机械设备始终处于正常运转状态；对机械设备潜在的危险性进行科学的预测和安全性评价，从而采取有效的防护措施，预防事故的发生等等，都是机械安全技术的重要内容。

鉴于机械设备种类繁多、性能各异，本书不可能涉及所有的机械设备，只能重点介绍通用的机械安全技术，以及预防机械事故的一般原则和安全要求。在编写过程中，尽量引用我国已发布的有关机械安全的国家标准和行业标准，以期能指导工作。同时适当引用国外资料。对典型机械事故作了分析。

本书第二、六、九和十章由陆宏障执笔。在编写过程中得到了钱恒教授的大力支持和帮助。在此表示衷心的感谢。

由于篇幅以及作者水平有限，疏漏之处和错误是难免的，欢迎读者批评指正

陆庆武

1991年10月

# 目 录

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| <b>第一章 绪论</b> .....        | 1   |
| 第一节 机械设备在生产中具有的优点.....     | 1   |
| 第二节 机械设备的危险和有害因素.....      | 3   |
| 第三节 机械危害.....              | 14  |
| 第四节 机械事故的原因.....           | 20  |
| <b>第二章 机械设备的安全要求</b> ..... | 27  |
| 第一节 职业安全卫生标准.....          | 27  |
| 第二节 生产设备安全设计的基本要求.....     | 34  |
| 第三节 制定安全技术措施的基本原则.....     | 42  |
| 第四节 机械设备的一般安全要求.....       | 49  |
| <b>第三章 机械设备的安全设计</b> ..... | 61  |
| 第一节 设备安全设计的主要内容.....       | 61  |
| 第二节 可靠性设计.....             | 65  |
| 第三节 维修性设计.....             | 75  |
| <b>第四章 安全装置</b> .....      | 81  |
| 第一节 安全装置的设计要求.....         | 81  |
| 第二节 安全装置的类别.....           | 95  |
| 第三节 监测和报警装置.....           | 97  |
| 第四节 防护罩和防护屏.....           | 102 |
| 第五节 联锁装置.....              | 132 |

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 第六节 其他安全装置和安全措施       | 144 |
| <b>第五章 金属切削机床安全技术</b> | 163 |
| 第一节 金属切削加工的危險和有害因素    | 163 |
| 第二节 金属切削机床及其附件的安全要求   | 168 |
| 第三节 切削加工通用安全要求        | 182 |
| 第四节 车削加工的安全要求         | 188 |
| 第五节 磨削加工的安全要求         | 194 |
| <b>第六章 木工机床安全技术</b>   | 209 |
| 第一节 生产中的危險和有害因素       | 209 |
| 第二节 安全要求              | 215 |
| 第三节 常用木工机床的安全装置       | 237 |
| 第四节 安全装置和操作安全         | 255 |
| <b>第七章 压力加工安全技术</b>   | 258 |
| 第一节 通用安全要求            | 258 |
| 第二节 机械压力机安全技术         | 276 |
| 第三节 剪切机械安全技术          | 287 |
| <b>第八章 热加工安全技术</b>    | 297 |
| 第一节 铸造生产中的安全技术        | 297 |
| 第二节 锻造安全技术            | 310 |
| 第三节 热处理安全技术           | 316 |
| <b>第九章 焊接安全技术</b>     | 322 |
| 第一节 生产中的危險和有害因素       | 322 |
| 第二节 气焊安全技术            | 335 |
| 第三节 电焊安全技术            | 344 |
| <b>第十章 装卸和运输安全</b>    | 351 |
| 第一节 体力搬运安全            | 351 |
| 第二节 机械搬运安全            | 358 |

|                    |                      |            |
|--------------------|----------------------|------------|
| 第三节                | 起重作业安全要求.....        | 375        |
| <b>第十一章</b>        | <b>机械化自动化生产.....</b> | <b>391</b> |
| 第一节                | 机械化自动化生产的安全要求.....   | 391        |
| 第二节                | 机械化自动化应用实例.....      | 404        |
| <b>第十二章</b>        | <b>故障诊断技术.....</b>   | <b>409</b> |
| 第一节                | 故障诊断的意义.....         | 409        |
| 第二节                | 机械设备的故障.....         | 412        |
| 第三节                | 故障的检测.....           | 423        |
| 第四节                | 状态监测方法.....          | 430        |
| 第五节                | 故障诊断.....            | 441        |
| <b>第十三章</b>        | <b>维修的安全技术.....</b>  | <b>449</b> |
| 第一节                | 维修工作.....            | 449        |
| 第二节                | 维修方式.....            | 454        |
| 第三节                | 维修计划的实施和安全要求.....    | 459        |
| <b>主要参考文献.....</b> |                      | <b>468</b> |



# 第一章 绪 论

## 第一节 机械设备在生产中 具有的优点

机械设备是现代化生产中各行各业不可缺少 的生产设备。不仅工业生产要用到各种机械，其他行业也在不同程度上用到各种机械，如炊事机械、农用机械、林业机械、渔业机械、运输机械、建筑机械等等。机械已成为各行各业解放劳动力、提高生产力的有力工具。

所谓“机械”是机器、机构的泛称。是指任何类型和大小的“技术实体”，即包括工具、旋转机械和静止设备。它既包括单独的一台设备，也包括某一设备的其中某一部分如电子计算机的机械部分。从机械的发展历史看，机械是用来代替人的劳动，目前已从简单的工具发展到完全自动化的机械。在生产的人机环境系统中机械与人相比，它有许多人所不可能具备的优点。其优点如下：

### 一、提高劳动生产率

与人体相比，机械的输出功率大，只要维护保养良好，可以长期使用。能连续、快速、准确地重复工作，而不像人很容易会产生疲劳。

## 二、能量大

机械可以代替人的部分劳动，有些高度自动化的机械甚至可以完全代替人的劳动。利用机械原理可以完成人力所不能完成的任务，如起重运输、金属切削、压力加工等。

## 三、精度高

除了少数必须由人进行的精密装配或操作外，如外科手术、精密仪器的装配调整等，机械的精度准确性和速度都比人好，操作误差比人小。

## 四、灵敏度好

设计良好的机械，其灵敏度和反应能力优于人。它能接受人所不能感觉到的刺激，如红外线、超声波、辐射、微波、电磁波、磁场等信号，并作出记忆和反应。

## 五、耐用性强

机械能在不适于人类工作的作业环境中工作，如可在缺氧、高温、低温、高压、低压、有放射性、有害气体、粉尘、高空、水下、噪声、超重、真空等环境中工作，能代替人进行笨重和危险的工作。

## 六、可靠性高

机械的可靠性高，但要取决于设计质量、材料、加工质量和装配、维修质量。它不会受外界社会因素的影响，也不像人会产生错觉。

## 七、运转速度快

能在额定的高速下连续运转，特别是高速运算速度，远比人快。

## 八、适应性强

能同时完成多种作业，而且可以互不干扰。可进行单调而重复的工作而不会降低效率。能同时接受和处理各种信

息。可大量生产同一规格的产品，变换产品速度快。功能一般可以长期保持不变。如个别零部件损坏，只需要更换零部件，就可恢复功能，而不会使整个机械报废。

这些是机械的主要优点和在生产中的作用。但要发挥机械的作用，必须外加动力和由人进行操作、监督和维护，两者缺一不可。如果外加能源中断或无人进行操作和维护，再先进的机械也不能发挥作用。

## 第二节 机械设备的危险和 有害因素

机械设备种类繁多。它的应用范围越来越广，机械化和自动化程度越来越高，已逐步由单一手工操作发展到运用电子技术进行操纵的自动化机械，即机电一体化产品。

机械的构造不同，它所带来的危险性也不同。根据机械设备的危险程度，在劳动安全方面用到了特种机械的术语。特种机械目前尚无明确的定义，根据其使用场合，大体上是指以下类型的机械：

1. 特种作业使用的机械；
  2. 危险性较大，必须配备特殊的安全装置才允许使用的机械；
  3. 危险和有害因素较大，需要进行状态监测，以确定其运行状态是否安全的设备；
  4. 属于国家劳动安全监察部门指定，其设计，制造都必须经劳动安全监察部门审查、批准以及监督的设备。
- 必须指出，并不是特种机械才存在危险。一般机械设备

在一定条件下也存在危险因素和有害因素。凡是由机械造成的事故都叫做机械事故。机械事故与其他事故不同，它是由机械的一个或几个运动部件所传递的力所造成的。有时也可以是一个人或人体的某一部分与机械的某一部分相接触而引起的。

在国家标准GB 6441—86《企业职工伤亡事故分类》规定的26种事故类别中，前4位是物体打击、车辆伤害、机械伤害和起重伤害。这4种伤害都与机械有关。在事故的27种起因物中，与机械有关的起因物有锅炉、压力容器、起重机械、泵、发动机、企业车辆、船舶、动力传送机械、非动力手工工具、电动手工工具和其他机械11种。

为预防机械事故，必须首先了解机械设备本身存在的危险和有害因素。

## 一、定义

### 1. 危险因素

能对人造成伤亡或能对物造成突发性损坏的因素。

### 2. 有害因素

能影响人的身心健康，导致疾病（含职业病），或能对物造成慢性损坏的因素。

前者往往是突然发生的，后者往往是缓慢作用的。

### 3. 机械的危险与有害因素

机械设备直接造成人身伤亡事故的危害性因素。

### 4. 非机械的危险与有害因素

在机械设备生产过程及作业环境中能导致伤亡（非机械性损伤）事故或诱发职业病的因素。

## 二、机械的危险与有害因素

### 1. 静止的危险

设备处于静止状态时存在的危险，当人接触或与静止设备作相对运动时可引起的危险。包括：

- (1) 切削刀具的刀刃；
- (2) 机械设备突出的较长的机械部分，如设备表面上的螺栓、吊钩、手柄等；
- (3) 毛坯、工具、设备边缘锋利飞边和粗糙表面，如未打磨的毛刺、锐角、毛边、翘起的铭牌等；
- (4) 引起滑跌、坠落的工作平台，尤其是平台有水或油时更为危险。

## 2. 直线运动的危险

指作直线运动的机械所引起的危险，又可分接近式的危险和经过式的危险。

(1) 接近式的危险 这种机械进行往复的直线运动，当人处在机械直线运动的正前方而未躲让时，将受到运动机械的撞击或挤压。

① 纵向运动的构件，如龙门刨床的工作台、牛头刨床的滑枕、外国磨床的往复工作台、图1—1是牛头刨床危险区举例。

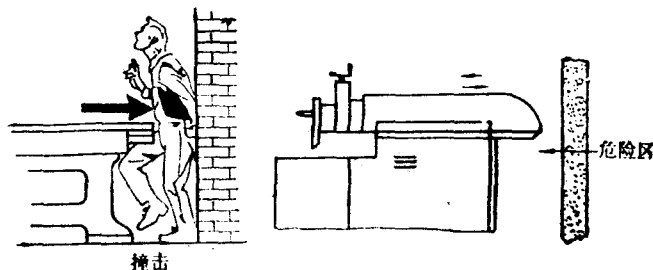


图 1—1 牛头刨床的危险区

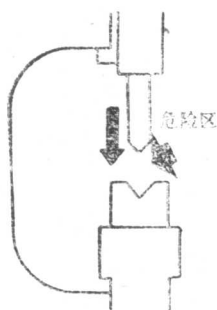


图 1—2 经过式的危险举例

② 横向运动的构件，如升降式铣床的工作台。

(2) 经过式的危险  
指人体经过运动中的部件引起的危险。包括：

① 单纯作直线运动的部位，如运转中的带链、冲模，见图1—2；

② 作直线运动的凸起部分，如运动时的金属接头；

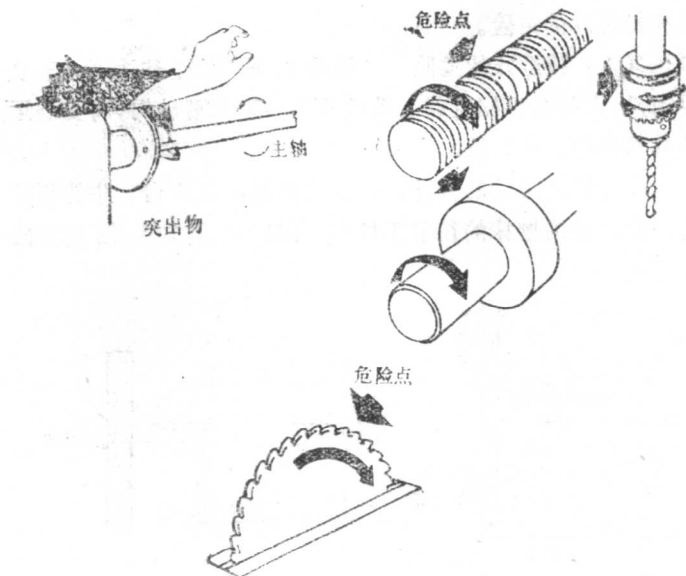


图 1—3 单独旋转危险部位

③ 运动部位和静止部位的组合，如工作台与底座的组合，压力机的滑块与模具；

④ 作直线运动的刃物，如牛头刨床的刨刀、带锯床的带锯。

### 3. 旋转运动的危险

指人体或衣服卷进旋转机械部位引起的危险。

(1) 卷进单独旋转运动机械部件中的危险，如主轴、卡盘、进给丝杠等单独旋转的机械部件以及磨削砂轮、各种切削刀具如铣刀、锯片等加工刀具，见图1—3。

(2) 卷进旋转运动中两个机械部件间的危险，如朝相反方向旋转的两个轧辊之间、相互啮合的齿轮，见图1—4。

(3) 卷进旋转机械部件与固定构件间的危险，如砂轮与砂轮支架之间，有辐条的手轮与机身之间。旋转蜗杆与壳体之间，见图1—5。

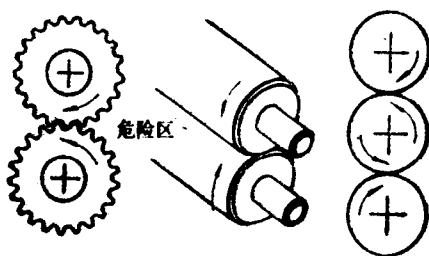


图 1—4 两个旋转部件的危险部位

(4) 卷进旋转机械部件与直线运动部件间的危险，如皮带与皮带轮、链条与链轮、齿条与齿轮、滑轮与绳索间、卷扬机绞筒、绞盘等见图1—6。

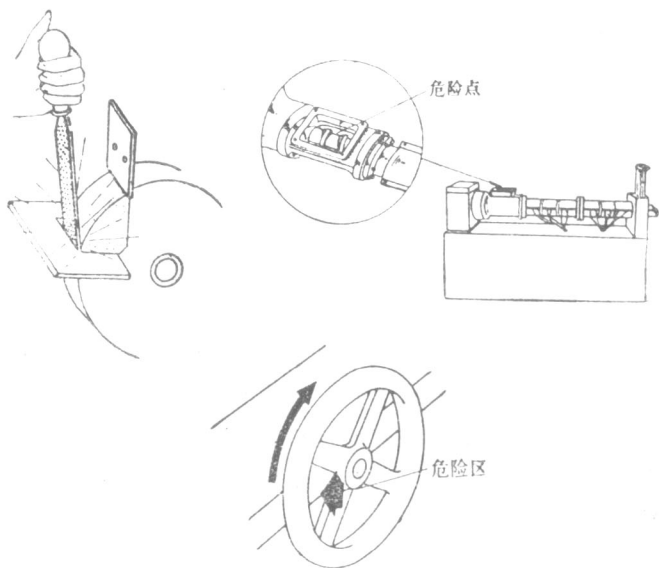
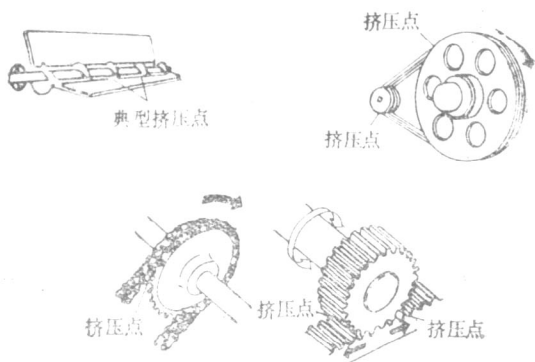


图 1—5 旋转部件与固定构件间的危险部位





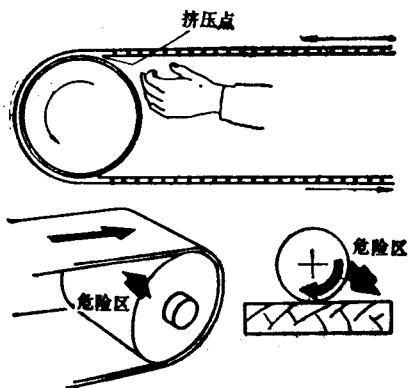


图 1—6 旋转部件与直线运动部位间的危险部位

(5) 旋转运动加工件打击或绞轧的危险，如伸出机床的细长加工件，见图1—7。

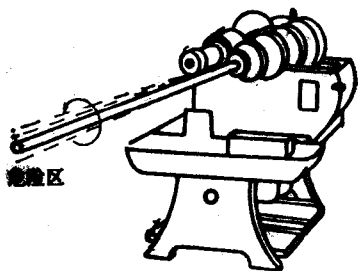


图 1—7 旋转加工件打击危险

(6) 旋转运动部件上凸出物的打击，如皮带上的金属皮带扣、转轴上的键、定位螺丝、联轴器螺丝等，见图1—8。

(7) 孔洞部分 有些旋转零部件，由于有孔洞部分