

JIXIE ANQUAN JISHU

机械安全技术

实用手册

张应立 周玉华 主编

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

张应立 周玉华 主编

中國石化出版社

内 容 提 要

本书在介绍机械安全基本知识的基础上,对金属切削机床、压力加工机械、木工机械、机械传动装置、铸造、锻造、热处理、起重机械、运输机械、建筑提升机械、工程施工机械等安全技术知识作了较全面系统的阐述,同时对机械作业现场安全知识作了扼要介绍。

本书文字流畅,深入浅出,图文并茂,通俗易懂,立足实用,是机械操作人员和维修人员的必备工具书,亦可作为机械安全技术岗位员工的培训教材,还可供机械管理人员、劳动安全监察人员、相关专业的科研院所工作人员与大中专院校的师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

机械安全技术实用手册 / 张应立, 周玉华主编. —北京:
中国石化出版社, 2009
ISBN 978-7-80229-917-7

I. 机… II. ①张…②周… III. 机械设备-安全技术-
技术手册 IV. TH-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 059284 号

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com.cn

北京密云红光制版公司排版

河北天普润印刷厂印刷

全国各地新华书店经销

*

787×1092 毫米 16 开本 30.75 印张 776 千字

2009 年 6 月第 1 版 2009 年 6 月第 1 次印刷

定价: 88.00 元

前 言

随着现代化生产的发展和科学技术水平的不断提高,各行各业使用机械设备越来越多,自动化的机械设备正逐步成为各生产企业的主力军。这对减轻工人的劳动强度,提高劳动生产率 and 企业的经济效益,提高市场的竞争力,促进国民经济的发展,加快现代化进程,具有非常重要的意义。

机械作业是一种事故多发性作业。实践证明,从事机械操作的人员,如果不具备一定安全技术知识,或不重视设备的安全检查,或岗位责任制、安全操作规程等管理制度不健全,则常常会发生重大的人身伤亡事故或设备事故。近年来机械设备的事故比较多,造成很大人员伤亡和财产损失,安全生产形势依然严峻。这种局面若不能有效地控制,将直接影响我国经济的可持续、健康发展和全面建设小康社会目标的实现。

“安全第一,预防为主”。机械事故的发生重在预防,机械安全技术实际上也就是预防发生机械事故的安全技术,是使机械设备始终处于正常运转、消除事故隐患、预防事故发生的技术措施,是保证人们在使用机械过程中的安全保障。为普及机械安全技术知识,我们结合实际,并收集大量资料,编写了《机械安全技术实用手册》一书。本书在介绍机械安全基本知识的基础上,分别重点阐述了各类机械设备的作业危险和有害因素、安全要求、安全装置及保险装置、安全操作方法、常见事故的发生原因、防止措施、常见故障及排除方法与维修保养知识等,同时还对机械设备作业现场的安全知识作了扼要介绍。

本书由张应立、周玉华主编,参加编写的有张峥、吴兴惠、周玉良、周玥、刘军、耿敏、周琳、王成基、程世明、宋培波、杨再书、张莉、吴兴莉、李家祥、梁润琴、邓尔登、唐猛、王丹、王正常、谢美、贾晓娟、陈洁、张军国、陈金富、毕韬、程力、王登霞、芦喜芬、吴先明、王明松、陈明德、张举素、张应才、唐松惠、张举容、刘金跃、王杰、侯勇、李祥云、王兴强、王正荣等,全书由高级工程师张梅审定。本书在编写过程中,得到了贵州路桥工程有限公司领导和专家的大力支持与帮助。值此书出版之际,特向关心和支持本书编撰的各位领导、专家、审定者表示由衷的感谢!

由于作者水平有限,疏漏和错误在所难免,诚望专家和读者批评指正。

目 录

第一章 机械安全技术概述	(1)
第一节 机械危害及机械事故	(1)
第二节 机械安全的基本要求	(11)
第三节 机械安全防护装置	(22)
第四节 机械安全技术措施计划	(30)
第五节 安全信息的使用	(32)
第六节 实现机械加工安全的途径	(35)
第七节 机械本质安全基本知识	(36)
第八节 预防机械事故的基本措施	(39)
第二章 金属切削机床安全技术	(41)
第一节 金属切削加工的危險和伤害事故	(41)
第二节 金属切削加工通用安全要求	(44)
第三节 切削加工安全防护装置	(50)
第四节 切削加工安全操作要求	(53)
第五节 车削加工安全	(54)
第六节 磨削加工安全	(60)
第七节 钻削加工安全	(72)
第八节 刨削加工安全	(74)
第九节 铣床加工安全	(76)
第十节 镗削加工安全	(78)
第十一节 金属切削加工中消除尘毒危害的措施	(79)
第三章 压力加工机械安全技术	(81)
第一节 压力加工的危險和有害因素	(81)
第二节 压力加工通用安全要求	(82)
第三节 冲压机安全技术	(88)
第四节 剪切机安全技术	(119)
第四章 木工机械安全技术	(134)
第一节 木工机械加工中的危險和有害因素	(134)
第二节 木工机械安全的基本要求	(135)
第三节 木工机械的安全防护装置	(138)
第四节 木工机械的操作安全	(148)

第五节 其他木工机具安全操作要点	(152)
第六节 木工作业劳动卫生措施	(153)
第五章 机械传动装置安全技术	(154)
第一节 机械传动装置的伤害事故	(154)
第二节 机械传动装置的安全要求	(154)
第三节 机械传动的防护装置	(158)
第四节 机械传动装置的安全使用	(161)
第六章 铸造安全技术	(163)
第一节 铸造生产中的危险和有害因素	(163)
第二节 铸造作业场所的安全要求	(164)
第三节 铸造设备的防护装置	(167)
第四节 铸造安全操作要点	(177)
第五节 铸造生产中各种危害的防护措施	(182)
第七章 锻造安全技术	(185)
第一节 锻造生产中的危险与常见事故	(185)
第二节 锻造作业的安全要求	(186)
第三节 锻造设备的安全防护装置	(188)
第四节 锻造生产的安全规则	(191)
第五节 锻造设备安全操作要点	(193)
第六节 锻造辅助设备及下料设备的安全操作	(200)
第七节 铸造生产环保措施	(201)
第八章 热处理安全技术	(203)
第一节 热处理的危险与有害因素	(203)
第二节 热处理安全要求	(204)
第三节 热处理炉及淬火槽的安全防护	(207)
第四节 热处理安全操作要点	(209)
第五节 化学热处理安全操作要点	(212)
第九章 起重机械安全技术	(215)
第一节 起重作业的危险及伤害事故	(215)
第二节 起重机械安全技术基本知识	(218)
第三节 起重机械主要易损零部件安全技术	(225)
第四节 起重机的安全防护装置	(246)
第五节 起重机电气设备安全技术	(254)
第六节 桥式起重机安全技术	(258)
第七节 塔式起重机安全技术	(271)
第八节 流动式起重机安全技术	(282)
第九节 门座起重机安全技术	(300)
第十节 集装箱起重机安全技术	(310)
第十一节 堆垛机安全技术	(313)

第十章 运输机械安全技术	(315)
第一节 运输机械及其分类	(315)
第二节 机械运输的危险与伤害事故	(315)
第三节 车辆运输的基本安全要求	(316)
第四节 厂内车辆运输安全	(318)
第五节 厂内连续输送机输送安全	(327)
第六节 厂内其他输送机作业安全	(337)
第十一章 建筑提升机械安全技术	(340)
第一节 施工升降机安全技术	(340)
第二节 简易升降机安全技术	(351)
第三节 建筑货用升降机安全技术	(363)
第四节 轻小型提升机具安全技术	(373)
第五节 独脚桅杆起重机安全技术	(395)
第六节 简易缆索起重机安全技术	(399)
第十二章 工程施工机械安全技术	(402)
第一节 土石方机械	(402)
第二节 压实机械	(412)
第三节 桩工机械	(420)
第四节 混凝土搅拌机	(428)
第五节 钢筋机械	(451)
第十三章 机械作业现场安全知识	(466)
第一节 安全用电知识	(466)
第二节 高处作业安全知识	(470)
第三节 消防基础知识	(472)
第四节 现场急救	(475)
参考文献	(483)

第一章 机械安全技术概述

机械是现代化生产中各行各业不可缺少的生产设备。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,主要是:提高劳动生产率、能量大、精度高、灵敏度好、耐用性强、可靠性高、运转速度快、适应性强等。

由于人与机械的广泛接触,就有可能对人产生损伤或者危害人的健康。因此,重视机械安全技术有着十分重要的意义。

第一节 机械危害及机械事故

一、机械危害的概念

机械危害包括机械的危险因素与机械的有害因素两方面。

1. 机械的危险因素

机械危险是指由于机器零件、工具、工件或飞溅的固体、流体物质的机械作用可能产生伤害的各种物质因素的总称。机械的危险因素包括:

1) 静止的危险

机械设备处于静止状态时存在的危险。当人接触或与静止机械设备作相对运动时可能引起的危险。如切削刀具的刀刃;机械加工设备突出较长的机械部分,如设备表面的螺栓、吊钩、手柄等;毛坯、工具和设备边缘锋利飞边与表面粗糙,如毛刺、锐角、毛边等;引起滑铁、坠落的工作平台。

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 机械进行往复的直线运动时,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。

纵向运动的构件,如龙门刨床的工作台、牛头刨床的滑枕、外圆磨床的往复工作台。图1-1是牛头刨床危险区举例。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:单纯作直线运动部位,如运转中的带链、冲模,如图1-2所示;作直线运动的凸起部分,如运动时的金属接

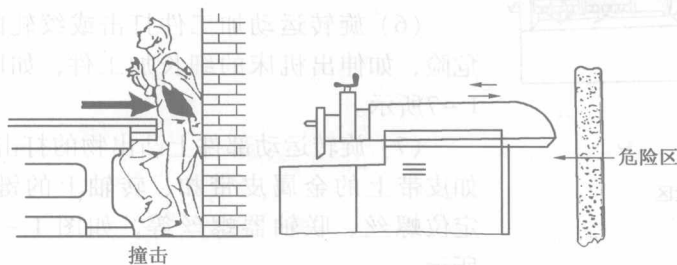


图 1-1 牛头刨床的危险区

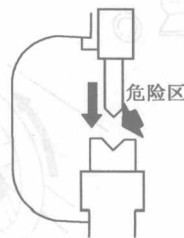


图 1-2 经过式的危险举例

头；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；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，包括：

(1) 单独旋转运动机械部件中的危险，如主轴、连接器、芯轴、卡盘、丝杠、圆形心轴，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，如图1-3所示。

(2) 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，如图1-4所示。

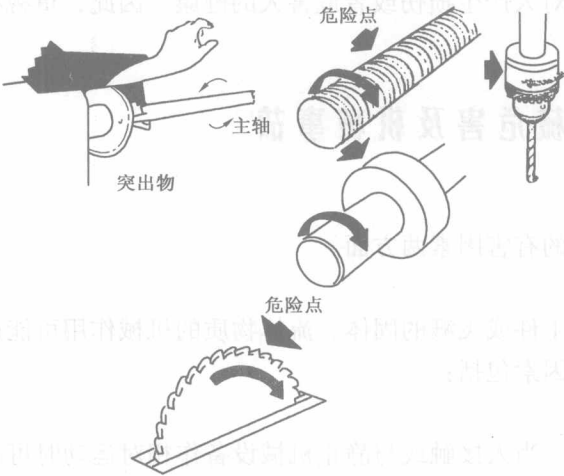


图1-3 单独旋转危险部位

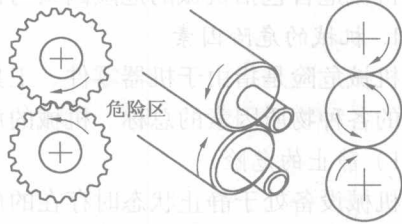


图1-4 两个旋转部件的危险部位

(3) 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、辐条手轮或飞轮和机床床身之间、旋转螺杆与壳体之间、旋转搅拌机和无保护开口装置与搅拌机外壳之间等，如图1-5所示。

(4) 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，如图1-6所示。

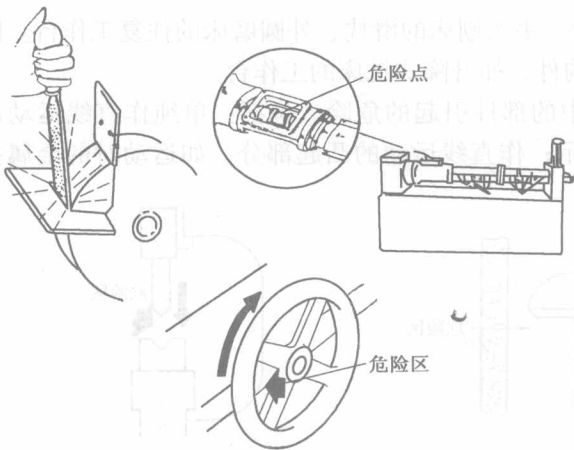


图1-5 旋转部件与固定构件间的危险部位

(5) 旋转部件与滑动之间的危险，如某些平板、印刷机面上的机构、纺织机床等。

(6) 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，如图1-7所示。

(7) 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，如图1-8所示。

(8) 旋转零部件孔洞处的危险，如

风扇、叶片、带辐条的滑轮、齿轮和飞轮等，如图1-9所示。

(9) 旋转运动和直线运动引起的复合运动，如凸轮传动机构、连杆和曲轴，如图1-10所示。

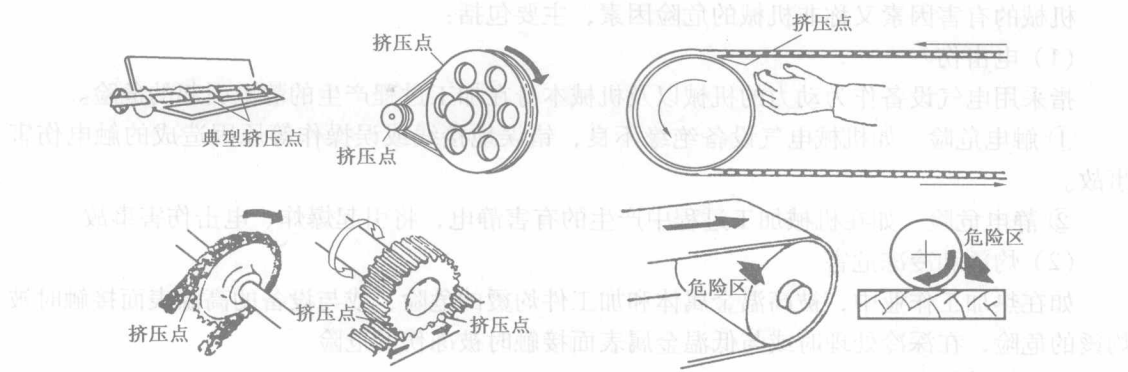


图1-6 旋转部件与直线运动部位间的危险部位

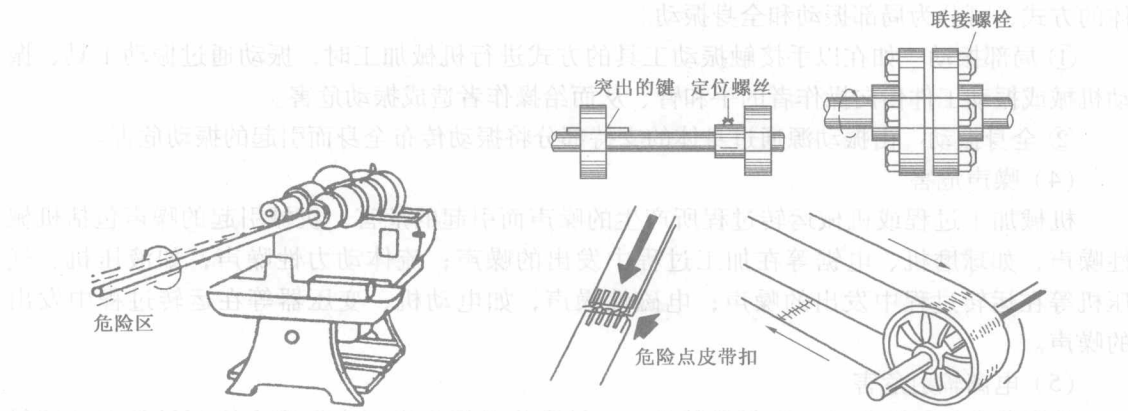


图1-7 旋转加工件打击危险

图1-8 旋转部件上凸出物危险

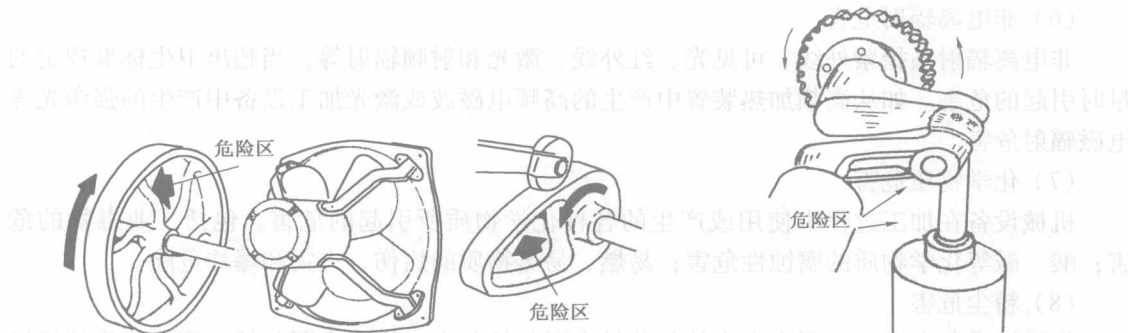


图1-9 孔洞部分的危险部位

图1-10 旋转运动和直线运动的组合

4) 振动部件夹住的危险

机械的一些振动部件结构，如振动体的振动引起被振动体部件夹住的危险。

5) 飞出物击伤的危险

(1) 飞出的刀具或机械部件，如未夹紧的刀片、紧固不牢的接头、破碎的砂轮片等；

(2) 飞出的切屑或工件, 如连续排出或破碎而飞散的切屑、锻造加工中飞出的工件;

(3) 铸造中飞溅的铁水等。

2. 机械的有害因素

机械的有害因素又称非机械的危险因素, 主要包括:

(1) 电击伤

指采用电气设备作为动力的机械以及机械本身在加工过程产生的静电引起的危险。

① 触电危险 如机械电气设备绝缘不良, 错误地接线或误操作等原因造成的触电伤害事故。

② 静电危险 如在机械加工过程中产生的有害静电, 将引起爆炸、电击伤害事故。

(2) 灼烫和冷冻危害

如在热加工作业中, 被高温金属体和加工件灼烫的危险, 或与设备的高温表面接触时被灼烫的危险, 在深冷处理时或与低温金属表面接触时被冻伤的危险。

(3) 振动危害

在机械加工过程中使用振动工具或机械本身产生的振动所引起的危害, 按振动作用于人体的方式, 可分为局部振动和全身振动。

① 局部振动 如在以手接触振动工具的方式进行机械加工时, 振动通过振动工具、振动机械或振动工件传向操作者的手和臂、从而给操作者造成振动危害。

② 全身振动 由振动源通过身体的支持部分将振动传布全身而引起的振动危害。

(4) 噪声危害

机械加工过程或机械运转过程所产生的噪声而引起的危害。机械引起的噪声包括机械性噪声, 如球磨机、电锯等在加工过程中发出的噪声; 流体动力性噪声, 如液压机、气压机等在运转过程中发出的噪声; 电磁性噪声, 如电动机、变压器等在运转过程中发出的噪声。

(5) 电离辐射危害

指设备内放射性物质, X 射线装置, γ 射线装置等超出国家标准允许剂量的电离辐射危害。

(6) 非电离辐射危害

非电离辐射系指紫外线、可见光、红外线、激光和射频辐射等, 当超出卫生标准规定剂量时引起的危害。如从高频加热装置中产生的高频电磁波或激光加工设备中产生的强激光等电磁辐射危害。

(7) 化学物质危害

机械设备在加工过程中使用或产生的各种化学物质所引起的危害。包括工业毒物的危害; 酸、碱等化学物质的腐蚀性危害; 易燃、易爆物质的灼伤、火灾和爆炸危险。

(8) 粉尘危害

指机械设备在生产过程中产生的各种粉尘引起的危害。粉尘来源包括: 固体物质的机械加工(如金属抛光)或粉碎产生的粉尘; 某些物质加热时产生的蒸气, 在空气中凝结或被氧化所形成的粉尘, 如熔炼黄铜时形成氧化锌烟尘; 有些物质(如木材)的不完全燃烧时所产生的烟尘; 铸造加工中, 清砂时或在生产中使用粉末状物质在混合、过筛、包装、搬运等操作时产生的以及沉积的粉尘; 由于振动或气流的影响再次浮游于空气中的二次扬尘; 在焊接作业中, 由于焊药分解, 金属蒸发所形成的烟尘等。

二、产生机械危害的因素

1. 危险性大的机械设备

在生产中,有一些机械设备的危险性相对来说是比较大的,根据事故统计,在我国事故率较高、危险性较大的机械设备有压力机、冲床、剪床、压延机、压印机、木工刨床、木工锯床、木工造型机、塑料注射造型机、炼胶机、压砖机、农用脱粒机、纸页压光机、起重设备、锅炉、压力容器、电气设备等。

上述所有这些设备在出厂前必须配备好符合要求的安全防护装置。

2. 事故率高的作业

把本身具有较大危险性的作业统称为特种作业,它们的危险性和事故率比其他作业要大得多。

在我国这些作业有电工作业、压力容器操作、锅炉司炉、高温作业、低温作业、粉尘作业、金属焊接气割作业、起重机械作业、机动车辆驾驶、高空作业等。

3. 易发生事故的机械危险部位

生产操作中,机械设备的运动部分是最危险的部位,尤其是那些操作人员易接触到的运动的零部件;此外,机械加工设备的加工区也是危险部位。

最常见的危险部位有旋转轴、相对转动部件(如啮合的明齿轮)、不连续的旋转零件(如风机叶片、成对带齿滚筒)、皮带与皮带轮、链与链轮、旋转的砂轮、活动板和固定板之间靠近时的压板、往复式冲压工具(如冲头和模具)、带状切割工具(如带锯)、蜗轮和蜗杆、高速旋转运动部件的表面(如离心机转鼓)、连接杆与链环之间的夹子、旋转的曲柄和曲轴、旋转的刀具、刃具、旋转运动部件上的凸出物(如键、定位螺栓)、旋转的搅拌机、搅拌翅、带尖角、锐边或利棱的零部件、锋利的工具、带有危险表面的旋转圆筒(如脱粒机)、运动皮带上的金属接头(如皮带扣)、飞轮、联轴节上的固定螺丝、过热或过冷的零部件及设备的表面、电动工具的把柄、设备表面上的毛刺、尖角、利棱、凹凸不平的表面、机械加工设备的加工区。

三、机械伤害的形式

机械危险的危害实质,是机械能(动能或势能)的非正常做功、流动或转化,导致对人员的接触性伤害。机械的伤害形式有很多种,其基本形式有以下几种。

1. 卷绕和绞缠

引起这类伤害的是作回转运动的机械部件(如轴类零件),包括联轴节、主轴、丝杠等;回转件上的凸出物和开口,例如轴上的凸出键、调整螺栓或销、圆轮形状零件(链轮、齿轮、皮带轮)的轮辐、手轮上的手柄等,在运动情况下,将人的头发、饰物(如项链)、肥大衣袖或下摆卷缠引起的伤害。

2. 卷入和碾压

引起这类伤害的主要危险是相互配合的运动副,例如,相互啮合的齿轮之间以及齿轮与齿条之间,皮带与皮带轮、链与链轮进入啮合部位的夹紧点,两个作相对回转运动的辊子之间的夹口引发的卷入;滚动的旋转件引发的碾压,例如,轮子与轨道、车轮与路面等。

3. 挤压和咬入

这种伤害是在两个零部件之间产生的,其中一个或两个是运动零部件。这时人体的四肢被卷进两个部件的接触处,如图1-11所示。

(1) 挤压 典型的挤压伤害是来自于压力加工机械。当压力机滑块(冲头)下落时,如

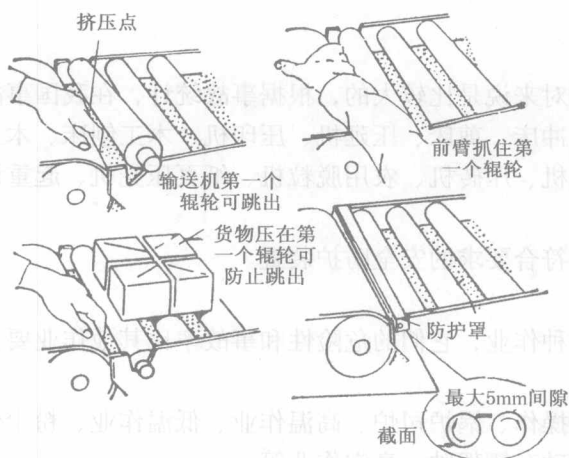


图 1-11 挤压和咬入示意图

人手正在安放工件或调整模具，就会受伤。这种危险不一定两个部件完全接触，只要距离很近，四肢就可能受挤压。除直线运动部件外，人手还可能在螺旋输送机、塑料注射成型机中受挤压。如果安装距离过近或操作不当，如在转动阀门的平轮或关闭防护罩时也会受挤压。

(2) 咬入(咬合) 典型的咬入点(也可叫挤压点)是啮合的明齿轮、皮带与皮带轮、链与链轮、两个相反方向转动的轧辊。一般是两个运动部件直接接触，将人的四肢卷进运动中的咬入点。

4. 碰撞和撞击

这种伤害有两种主要形式，一种是比较重的往复运动部件撞人，伤害程度与运动部件的质量和运动速度的乘积即部件的动量有关。典型例子是人受到前进方向刨床床面的碰撞。碰撞包括运动物体撞人或人撞固定物体。另一种是飞来物及落下物的撞击造成的伤害。飞来物主要指高速旋转的零部件、工具、工件、紧固件固定不牢或松脱时，会以高速甩出。虽然这些物体质量不大，但转速很高，而动能与速度的平方成正比，即动能很大。飞来物撞击人体，能使人造成严重的伤害。高速飞出的切屑也能使人受到伤害。

5. 剪切和夹断

(1) 剪切 当一个具有较为锐利边刃的部件相对其他具有相同边刃的部件做直线的相对运动时，就有可能产生剪切作用。较为典型的是剪切机械，这类机械在工作时所产生的剪刀作用能够将人的四肢切断。

(2) 夹断 当人体介入两个接触部件中间时，人的肢体可能被夹断。夹断与挤压不同，夹断发生在两个部件的直接接触，挤压不一定完全接触。两个部件不一定是刀刃。其中一个运动部件或两个都是运动部件都能造成夹断伤害。

6. 割伤或擦伤

切削刀具的锋刃，零件表面的毛刺，工件或废屑的锋利飞边，机械设备的尖棱、利角和锐边；粗糙的表面(如砂轮、毛坯)等，无论物体的状态是运动的还是静止的，这些由于形状产生的危险都会构成伤害。

7. 摩擦或磨损

这一类的伤害一般发生在旋转的刀具、砂轮等机械部件上。当人体接触到正在旋转的这些部件时，就会与其产生剧烈的摩擦而给人体带来伤害。

8. 飞出物击伤

由于发生断裂、松动、脱落或弹性位能等机械释放，使失控的物件飞甩或反弹出去，对人造成伤害。例如：轴的破坏引起装配在其上的皮带轮、飞轮、齿轮或其他运动零部件坠落或飞出；螺栓的松动或脱落引起被它坚固的运动零部件脱落或飞出；高速运动的零件破裂碎块甩出；切削废屑的崩甩等。另外，弹性元件的位能引起的弹射。例如：弹簧、皮带等的断裂；在压力、真空下的液体或气体位能引起的高压流体喷射等。

9. 物体坠落击伤

处于高位置的物体具有势能，当它们意外坠落时，势能转化为动能，造成伤害。例如，高处掉下的零件、工具或其他物体(哪怕是很小的)；悬挂物体的吊挂零件破坏或夹具夹持不牢引起物体坠落；由于质量分布不均衡，重心不稳，在外力作用下发生倾翻、滚落；运动部件运行超行程脱轨导致的伤害等。

10. 人跌倒

由于地面堆物无序或地面凹凸不平导致的磕绊跌伤，接触面摩擦力过小(光滑、油污、冰雪等)造成打滑、跌倒。假如由于跌倒引起二次伤害，那么后果将会更严重。

人从高处失足坠落，误踏入坑井坠落；电梯悬挂装置破坏，轿厢超速下行，撞击坑底对人员造成的伤害。

四、机械危害的伤害频率和严重率

各国对机械危害造成的事故所作出的统计分析表明，各种机械的伤害频率和伤害的严重率是不同的。表1-1是美国安全卫生研究所(NIOSH)有关各种机械伤害频率和严重率的报告。

表1-1 各种机械的伤害频率和严重率(每百万工时)

机 械 名 称	平均伤害频率	平均严重率	机 械 名 称	平均伤害频率	平均严重率
机械压力机	0.321	0.070	铣 床	0.041	0.033
液压压力机	0.301	0.046	压力机 成型机	0.034	0.054
切断用圆锯床	0.214	0.054	带 锯	0.027	0.030
磨 床	0.201	0.030	成型滚筒 轧光机	0.019	0.033
车 床	0.083	0.030	木工刨床	0.013	0.038
钻 床	0.076	0.028	锻压机	0.009	0.035
抛光机 磨光机	0.066	0.024	刨 床	0.004	0.016
弧 焊 机	0.058	0.037	木工车床	0.003	0.060
多种切断机	0.053	0.045			

从表1-1可见伤害频率的顺序是机械压力机，液压压力机，切断用圆锯床……。由表1-1中可见无论是伤害频率还是伤害严重率都以机械压力机最危险。

我国规定危险性较大的生产设备是锅炉、压力容器、起重机、机械压力机、木工机械、塑料注射成型机，这些机械由国家安全监察机构审批设计图纸后才能生产。

五、机械伤害的结果

机械伤害的后果一般都比较严重，轻则损伤皮肉，重则断肢致残，甚至危及生命。GB 6441—86《企业职工伤亡事故分类》对伤害后果有明确的规定。

1. 受伤部位

可遍及全身各部位，如颅脑、面颌部、眼部、鼻、耳、口、颈部、胸部、腰部、脊柱、四肢，包括上肢、腕、手、下肢、踝及脚。严重时可能造成多处受伤。受伤时可造成外伤、内伤或兼有内外伤。

2. 受伤性质

指人体受伤的类型。机械伤害包括：挫伤、轧伤、压伤、倒塌压埋伤、割伤、擦伤、刺伤、骨折、撕脱伤、扭伤、切断伤、冲击伤及多处受伤。

3. 伤害后果

机械伤害造成的后果程度不同,最轻的只有皮肤表面的轻微外伤,一般不影响工作,这类伤害一般不统计上报。我国规定需统计上报的职工伤亡事故是指由于在生产劳动过程中,发生的人身伤害已影响到劳动者的工作能力。

(1) 伤害后果可分为:

- ① 暂时性失能伤害 指伤害者暂时不能从事原岗位工作的伤害,必须进行治疗;
- ② 永久性部分失能伤害 指伤害者肢体或某些功能不可逆丧失的伤害,包括局部肢体的截肢,经治疗可以恢复工作,有的可能需要变换工作岗位;
- ③ 永久性全失能伤害 指除死亡外,一次事故中,受伤者造成完全残疾的伤害,伤害者已完全丧失劳动能力。

(2) 伤害程度分类 GB 6441—86 规定以损失工作日来划分伤害程度。损失工作日是指被伤害者失能的工作时间。该标准附录 B 是损失工作日计算表。表中规定了死亡或永久性失能伤害、永久性部分失能伤害包括截肢或完全失去机能部位损失工作日换算表、骨折损失工作日换算表、功能损失工作日换算表。对于表中未规定数值的暂时性失能伤害按实际歇工天数计算。标准对计算方法有严格的规定。计算损失工作日后即可确定伤害程度。其分类如下:

- ① 轻伤 指损失工作日低于 105 日的失能伤害;
- ② 重伤 指相当于附录 B 表规定损失工作日等于和超过 105 日的失能伤害;
- ③ 死亡 指当场死亡或经抢救无效死亡。

六、机械事故的原因

造成伤害事故的原因可归纳为人的不安全行为、设备的不安全状态和环境的不安全因素这三个方面。

造成机械事故的原因可分为直接原因和间接原因。

1. 直接原因

1) 机械的不安全状态

(1) 防护、保险、信号等装置缺乏或有缺陷。包括:

- ① 无防护 无防护罩,无安全保险装置,无报警装置,无安全标志,无护栏或护栏损坏,设备电气未接地,绝缘不良,噪声大,无限位装置等;
- ② 防护不当 防护罩未在适当位置,防护装置调整不当,安全距离不够,电气装置带电部分裸露等。

(2) 设备、设施、工具、附件有缺陷。包括:

- ① 设计不当,结构不合安全要求 制动装置有缺陷,安全间距不够,工件上有锋利毛刺、毛边、设备上有锋利倒棱等;
- ② 强度不够 机械强度不够,绝缘强度不够,起吊重物的绳索不合安全要求等;
- ③ 设备在非正常状态下运行 设备带“病”运转,超负荷运转等;
- ④ 维修、调整不良 设备失修,保养不当,设备失灵,未加润滑油等。

(3) 个人防护用品、用具——防护服、手套、护目镜及面罩、呼吸器官护具、安全带、安全帽、安全鞋等缺少或有缺陷。包括:

- ① 无个人防护用品、用具;
- ② 所用防护用品、用具不符合安全要求。

(4) 生产场地环境不良。包括：

① 照明光线不良 包括照度不足，作业场所烟雾烟尘弥漫、视物不清、光线过强、有眩光等；

② 通风不良 无通风，通风系统效率低等；

③ 作业场所狭窄；

④ 作业场地杂乱 工具、制品、材料堆放不安全。

(5) 操作工序设计或配置不安全，交叉作业过多。

(6) 交通线路的配置不安全。

(7) 地面滑 地面有油或其他液体，有冰雪，地面有易滑物如圆柱形管子、料头、滚珠等。

(8) 储存方法不安全，物品、物件、材料等堆放过高、不稳。

2) 操作者的不安全行为

这些不安全行为可能是有意的或无意的。

(1) 操作错误、忽视安全、忽视警告。包括未经许可开动、关停、移动机器；开动、关停机器时未给信号；开关未锁紧，造成意外转动；忘记关闭设备；忽视警告标志、警告信号；操作错误（如按错按钮、阀门、扳手、把柄的操作方向相反）；送料或送料速度过快；机械超速运转；冲压机作业时手伸进冲模；违章驾驶机动车；工件、刀具紧固不牢；用压缩空气吹铁屑等。

(2) 造成安全装置失效。拆除了安全装置，安全装置失去作用，调整错误造成安全装置失效。

(3) 使用不安全设备。临时使用不牢固的设施如工作梯，使用无安全装置的设备，拉临时线不符合安全要求等。

(4) 用手代替工具操作。用手代替手动工具，用手清理切削，不用夹具固定，用手拿工件进行机械加工等。

(5) 物体（成品、半成品、材料、工具、切屑和生产用品等）存放不当。

(6) 攀、坐不安全位置（如平台护栏、吊车吊钩等）。

(7) 机械运转时加油、修理、检查、调整、焊接或清扫。

(8) 在必须使用个人防护用品、用具的作业或场合中，忽视其使用，如未戴各种个人防护用品。

(9) 穿不安全装束。如在有旋转零部件的设备旁作业时穿着过于肥大、宽松的服装，操纵带有旋转零部件的设备时戴手套，穿高跟鞋、凉鞋或拖鞋进入车间等。

(10) 无意或为排除故障而接近危险部位，如在无防护罩的两个相对运动零部件之间清理卡住物时，可能造成挤伤、夹断、切断、压碎或人的肢体被卷入而造成严重的伤害。除了机械结构设计不合理外，也是违章作业。

2. 间接原因

1) 技术和设计上的缺陷

(1) 设计错误 设计错误包括强度计算不准、材料选用不当、设备外观不安全、结构设计不合理、操纵机械不当、未设计安全装置等。

(2) 制造错误 即使设计是正确的，如果制造设备时发生错误，也会成为事故隐患，常见的制造错误有加工方法不当（如用铆接代替焊接）、加工精度不够、装配不当、装错或漏

装了零件、零件未固定或固定不牢。工件上的刻痕、压痕、工具造成的伤痕以及加工粗糙可能造成应力集中而使设备在运行时出现故障。

(3) 安装错误 安装时旋转零件不同轴、轴与轴承或齿轮啮合调整不好、过紧过松、设备不水平、地脚螺丝未拧紧、设备内遗留工具或零件而忘记取出等。

(4) 维修错误 没有定时对运动部件加润滑油、在发现零部件出现恶化现象时没有按维修要求更换零部件都是维修错误。

2) 教育培训不到位

未经培训上岗、操作者业务素质低、缺乏安全知识和自我保护能力、不懂安全操作技术、操作技能不熟练、工作时注意力不集中、工作态度不负责、受外界影响而情绪波动、不遵守操作规程等都是事故的间接原因。

3) 管理缺陷

管理不到位、劳动制度不合理、规章制度执行不严、有章不循、对现场工作缺乏检查或指导错误、无安全操作规程或安全规程不完善、缺乏监督等。

4) 领导意识不到位

领导未树立安全第一的思想。对安全工作不重视，组织机构不健全，没有建立或落实安全生产责任制。没有或不认真实施事故防范措施，对事故隐患调查整改不力。而此关键原因是企业领导不重视。

在分析事故原因时，应从直接原因入手，逐步深入到间接原因，从而掌握事故的全部原因，再分清主次进行责任分析。通过事故分析，吸取教育，拟定改进措施，以防止事故重复发生。GB 6442—86《企业职工伤亡事故调查分析规则》对事故的调查分析提出了具体要求。

在通常情况下，可将影响机械事故的因果关系用因果图来表示，见图 1-12。

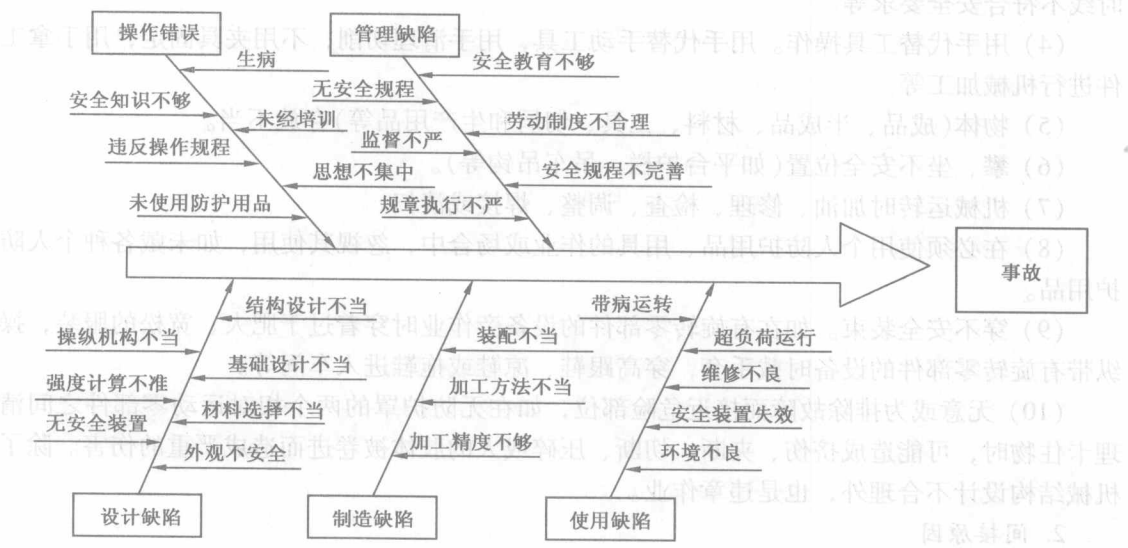


图 1-12 机械事故因果图

从图可以看出，设备在设计、制造和使用时有缺陷，操作者失误及管理缺陷等都可以导致事故的发生。这些原因都和人的过失有关，为了实现安全生产，所有参加设计、制造、安装、使用和管理设备的人都应该对机械设备的安全运行负责。