

高等教育“十二五”规划教材
新编安全工程专业系列教材

机械安全技术

Jixie Anquan Jishu

主 编 / 贾福音 王秋衡



中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

013030158

TH188
07

高等教育“十二五”规划教材
新编安全工程专业系列教材

机械安全技术

主 编 贾福音 王秋衡
副主编 崔丽琴 崔永刚 王春源
参 编 代素梅



中国矿业大学出版社



北航

C1635933

TH188
07

821080810

内 容 提 要

本书为《新编安全工程专业系列教材》之一,内容包括机械安全技术基础、通用机械安全技术、起重机械安全技术、提升机械安全技术、机动车辆安全技术、索道运输安全技术等。本书内容为机械装备安全可靠地工作提供了分析方法、评价手段和安全措施。

本书可供相关安全专业本科、专科学生学习使用。

图书在版编目(CIP)数据

机械安全技术 / 贾福音,王秋衡主编. —徐州:

中国矿业大学出版社,2013.1

ISBN 978-7-5646-1800-1

I. ①机… II. ①贾… ②王… III. ①机械设备—安全技术
IV. ①TH

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 015997 号

书 名 机械安全技术

主 编 贾福音 王秋衡

责任编辑 刘红岗 李 敬

出版发行 中国矿业大学出版社有限责任公司

(江苏省徐州市解放南路 邮编 221008)

营销热线 (0516)83885307 83884995

出版服务 (0516)83885767 83884920

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com

印 刷 徐州中矿大印发科技有限公司

开 本 787×1092 1/16 印张 17.25 字数 430 千字

版次/印次 2013 年 1 月第 1 版 2013 年 1 月第 1 次印刷

定 价 32.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

前 言

本书是根据中国矿业大学出版社《新编安全工程专业系列教材》编委会要求编写的。机械安全技术作为安全科学的重要组成部分,涉及人们生产、生活的各个方面,它直接关系到人们的身体健康及生命安全。如何发挥机械装备的能力,让机械安全、可靠、高效地工作,是设计、使用机械的目的。《机械安全技术》为机械装备安全可靠地工作提供了分析方法、评价手段和安全措施。本书力求做到易教易学、深浅适度、理论联系实际。在理论上,注重基本理论、基本概念、基本方法。选材上,在注重通用机械的基础上,选用矿用通风及提升机械安全技术作为一部分,为了解矿山机械安全技术知识提供帮助。同时,考虑到我国家庭车辆普及的现状,选用民用机动车辆安全技术作为实例进行分析。

本书运用系统工程原理和方法分析机械工程中的安全技术。以机、电、液、光构成的机械作为系统,寻找系统中存在的危险、危害因素,发现危险因素激发条件和触发因素,对可能导致的事故进行预测,对事故的严重程度进行分析、评估、推断;并研究弥补、改进的方法、措施及对策,通过协调人一机—环境间的关系,以求达到系统的最佳安全状态。

内容安排上,以常用机械设备中危险性大,存在危险、危害因素多的机械作为主线,以具有行业特色、应用面广的机械装备作为重点,以多年教学、科研成果作为教材中的重要内容。

分析方法上,以同一种机械作为系统,通过对机械的分类、构成、工作原理进行分析,识别系统危险、危害因素,分析系统的故障及其危害,利用人一机—环境理论对生产过程进行综合评价,掌握系统中安全保护装置的功能,并采用相应对策控制事故发生。

本书由中国矿业大学贾福音老师负责统稿,第一章、第四章由贾福音老师编写,第二章由华北科技学院崔丽琴老师和中国药科大学代素梅老师编写,第三章由湖南工学院王秋衡老师编写,第五章由沈阳理工大学应用技术学院崔永刚老师编写,第六章由青岛理工大学王春源老师编写。书稿整理由硕士研究生李杰、博士研究生董孟娟等同学负责。

本书在编写过程中得到中国矿业大学林伯泉教授、黑龙江科技学院吴强教授等老师的大力支持,参阅了相关参考文献,在此一并表示衷心感谢。由于作者学识水平有限,书中缺点、错误和不足之处在所难免,敬请广大读者和专家批评指正。

编者

2012年10月

目 录

1 机械安全技术基础	1
1.1 机械安全的基本概念	1
1.2 机械安全的重要性	1
1.3 机械的危险因素与危害因素	3
1.4 机械危险的机理和伤害形式	4
1.5 机械安全的基本要求	7
1.6 机械安全防护装置及其分类	11
1.7 实现机械安全的途径	13
1.8 机械安全评价程序和方法	15
本章小结	20
复习思考题	20
参考文献	20
2 通用机械安全技术	21
2.1 加工机械安全技术	21
2.2 矿井通风机机械安全技术	58
本章小结	69
复习思考题	69
参考文献	69
3 起重机械安全技术	71
3.1 起重机械基本知识及分类	71
3.2 起重机械安全防护装置	83
3.3 起重机械易损零部件安全知识及重要部件报废标准	90
3.4 起重机械作业管理及检验	107
3.5 起重机械安全操作技术与要求	113
3.6 起重机械安全技术	118
3.7 起重机械事故典型案例分析及防范	129
本章小结	138
复习思考题	138
参考文献	138
4 提升机械安全技术	139
4.1 提升机械的分类及其构成	139
4.2 提升机械安全保护装置	145

4.3	提升机械安全作业管理	151
4.4	提升机械常见事故类型及防范	154
4.5	矿井摩擦提升机安全技术	157
4.6	典型事故案例分析	195
	本章小结	197
	复习思考题	197
	参考文献	197
5	机动车辆安全技术	199
5.1	机动车辆基本知识及分类	199
5.2	机动车辆安全保护装置	203
5.3	机动车辆常见故障及报废原则	207
5.4	机动车辆安全原理及检验	211
5.5	机动车辆安全操作要求	218
5.6	机动车辆事故类型及防范	220
5.7	轿车安全技术	221
5.8	典型案例分析	231
	本章小结	234
	复习思考题	235
	参考文献	235
6	索道运输安全技术	236
6.1	索道基本知识	236
6.2	索道安全防护装置	244
6.3	架空客运索道安全技术	248
6.4	架空客运索道安全管理要求	257
6.5	典型案例分析	262
	本章小结	266
	复习思考题	266
	参考文献	267

1 机械安全技术基础

本章学习要求:

1. 通过本章学习,掌握机械安全的基本概念,机械在不同状态下的危险、危害因素,以及机械危险的产生机理和伤害形式,能够从机械事故中分析事故产生的原因。
2. 掌握机械安全的基本要求,了解机械安全防护装置及其作用,熟知实现机械安全的途径。
3. 从机械危险、危害因素识别入手,对机械系统进行分析、评价,掌握机械安全评价的程序和方法。

1.1 机械安全的基本概念

1.1.1 基本概念

1) 机械

机械是由若干个零部件组合而成的能够完成特定功能的设备。

机械是机器、机构的总称。机器是指具有某一功能的机械产品。例如,采煤机、拖拉机、发电机等。机构是指构成机器的组成部分,此部分具有一定的运动形式。例如,四连杆机构、曲柄滑块机构等。机械也是某一行业使用设备的总称。例如,化工机械、矿山机械、建筑机械等。

2) 安全

安全是一个经过抽象思维确定的概念,目前所见的文献对安全的定义有很多种,可至今没有一个确切的、普遍被认可的定义。在实际环境下没有绝对的安全可言,安全具有相对性,安全一般是指客体受到的冲击在允许范围内。

美国安全工程师学会(ASSE)编写的《安全专业术语词典》认为,安全是“导致损伤的危险度是能够容许的,较为不受伤害的威胁和损害概率低的通用术语”。

从职业安全与安全工程学角度看,安全是指消除能导致人员伤害、疾病、死亡或引起设备破坏、财产损失及环境危害的条件。

3) 机械安全

机械安全是指机械在规定的使用条件下和寿命期间内完成预定功能的能力。即在正确的操作下完成其预定的使用功能,并且在机械的运输、安装、使用、维修、拆卸以及报废处理过程中,对操作者不产生损伤或危害其健康的能力。

1.2 机械安全的重要性

1.2.1 机械安全的发展

机械作为人类生产和生活中不可或缺的助手,不仅提高了人类改造世界的能力,也促进了人类社会的飞速发展。人们在创造简单的工具之初,未能意识到使用工具的安全性问题。在

这个阶段,人类没有专门解决工具的安全问题,而是由于生产技术需要,不自觉地附带解决了工具使用的安全问题,具有一定的盲目性。因此,人们对于机械安全的认识,仅仅停留在使操作人员不受伤害的初级认识阶段。

蒸汽机的发明作为第一次工业革命的标志,使人类社会从农业生产模式转变为工业生产模式。蒸汽机给人们的交通提供了新的方式,为生产提供了新的动力。生产效率的提高,生产能力的增加,为社会带来了巨大的发展空间。然而,蒸汽机这项新技术在带来益处的同时,也带来了事故,甚至灾难。例如,锅炉爆炸事故、蒸汽机车相撞事故、蒸汽机车连接脱钩事故,等等。不断增多的机械事故成为机械使用的重大障碍,使得人们提出了改进技术的要求,人们认识到保证机械操作的安全是使用机械的前提,只有保证机械部件、机构的安全可靠才能保障机械安全,进而保障人身安全。

电的发现及应用,使机械技术进入了又一次飞跃发展阶段,工业生产从蒸汽机时代进入电气、电子时代。机械从纯机械向机电一体化方向发展,机械由原来繁琐、复杂、笨重的机构得以简化,相应地机械的加工、生产、使用过程也从单一化走向系统化。机械系统的可靠性、电子元器件的可靠性、液压系统功能保证,都成为机械安全的重要组成部分。机械安全问题也由单个工具的安全问题变为系统的安全问题。

当科学技术进入数字化、信息化、网络化时代,机械也从简单形式发展为集光、机、电、液于一体的智能化装备。机械系统的功能不断完善、强大,智能化程度不断提高,机械的应用领域、适用范围不断扩大。机械要达到安全的目标,仅靠从事故后查找原因、采取相应措施解决安全问题的方式,不仅付出的安全代价太高,也不能适应机械安全的要求;为了保证机械系统的安全,必须从机械全生命周期的角度去考虑,利用安全系统工程的方法,对机械系统进行预先安全分析,使机械从功能设计开始,就把安全放在第一位,以达到机械在设计、生产、加工、组装、调试、运输、安装、使用、维修、保养、拆卸以及报废全生命周期都安全的目标。

物联网的出现为机械安全提出了更高要求,机械也将从现在的智能化状态向“感知机械”方向发展;机械本身不仅具有智能判断能力还具有对相应设备、环境、使用状态的感知能力,将会在安全范围内发挥更大的工作潜力。

1.2.2 机械安全的分析方法

机械作为集光、机、电、液于一体的复杂系统,要实现系统安全,使系统达到最佳安全目标,必须要有可靠的安全保障体系。采用安全系统工程的方法,运用组织、管理、技术等方面的最新科技成果,对机械系统进行分析、评价、决策、优化,以保证系统达到最佳的安全目标。

首先,从系统整体性方面,通过评价和优化,调整好子系统与子系统、子系统与系统之间的关系,寻找出子系统与子系统、子系统与系统之间最优配合方式,确保实现系统整体安全目标;其次,从系统本质安全性方面,把构成系统的人、机、环境作为系统安全三大要素进行分析,实现机械本质安全的核心目标;最后,从系统经济性方面,对系统进行优化,使系统在安全前提下达到最佳经济目标。

总之,机械安全的分析方法就是利用安全系统工程的方法,依据安全学理论,对构成系统的基本要素进行危险源辨识,得出导致事故发生的危险因素。通过对危险因素进行安全评价,确定危险因素的危险程度,找出系统中的薄弱环节及可能导致的事故,采取相应的对策、措施,控制事故发生,确保机械系统在全生命周期内的安全。

1.3 机械的危险因素与危害因素

1.3.1 机械的危险因素

机械的危险因素是指机械的构件、零件、工具、工件或飞溅的固体的直接作用,对人造成伤亡,对物造成突发性损坏。机械的危险因素主要包括:

1) 静止的危险

静止的危险是指机械处于静止状态时存在的危险。此时,人与静止机械间可能发生的伤害均属此类。例如,机械外露件、突出的螺栓、切削刀具与刀刃、湿滑的工作面等。

2) 直线运动的危险

机械的直线运动是其主要运动形式。直线运动的危险是指机械作直线运动时引起的危险。例如,冲床、剪板机、滑块、磨床工作台的水平移动,支架的上升、下降,胶带的水平运动,采煤工作面采煤机的进刀与支架的水平前移等均存在挤伤人员的危险。

此外,在工作过程中机械移动范围的危险区域可能造成的伤害也属于机械直线运动的危险。例如,牛头刨床的滑枕在工作时会伸出原位,如果滑枕的后面有物体,人夹在其间将会受到伤害。

3) 旋转运动的危险

旋转运动也是机械的主要运动形式,由机械的零件、工件、机体旋转运动而存在的危险可以分以下几种:

(1) 直线运动与旋转运动的啮合进入点存在的危险

直线运动与旋转运动的啮合进入点是发生事故的危险区域。例如,皮带与皮带轮啮合进入点,链条与链轮啮合进入点,齿条与齿轮啮合进入点等。

(2) 旋转机械部件与固定构件间存在的危险

(3) 旋转机械部件本身存在的危险

(4) 旋转运动与旋转运动的啮合进入点存在的危险

4) 运动飞出物件存在的危险

运动飞出物件主要指高速旋转中夹持不牢的刀片、工件飞出,连续排出破碎而飞散的切屑高速飞出,破碎的砂轮碎片高速飞出等,这些飞出物件均能造成伤害事故。

1.3.2 机械的危害因素

机械的危害因素是指机械对人的生理的或心理的间接作用,影响人的身心健康,导致产生疾病(含职业病),也包括对物造成的慢性损坏;其强调在一定范围、一定时间内的累积作用效果,并非是一次作用的结果。机械的危害因素分为以下几种:

1) 粉尘危害

由于机械在工作过程中引起或产生粉尘,使在该区域的工作人员受到伤害。例如,采煤机在切割煤的过程中,会产生大量的煤尘,这些煤尘会使工作人员产生硅肺病;井下局部通风机工作时,可能使地面已落的粉尘飞起,造成区域内工作人员受到粉尘的侵袭;掘进工作面钻孔、爆破均会在掘进面产生粉尘,对具有爆炸性的粉尘,除对人体产生职业病危害外,还可能发生爆炸事故。

2) 噪声危害

噪声是机械在工作过程中产生的一种污染,当噪声超过人们的承受限度,将会对人的生

理、心理造成伤害。例如,机械传动、液压传动、电锯切割、打桩机打桩等产生的噪声。

3) 电辐射危害

电辐射危害指机械设备产生的 X 射线、 γ 射线超出国家标准允许的范围,从而对区域内工作人员造成伤害。例如,核子秤、透视仪器等所产生的电辐射危害。

4) 静电危害

静电危害指在机械工作过程中,由于绝缘不良而产生的伤害。

5) 灼伤与冷冻危害

有些机械的工作是通过冷热过程实现的,在工作过程中能够对工作人员造成伤害。灼伤与冷冻危害是指伤害程度超出一定范围或小范围超限的多次影响造成的人员伤害。例如,在热加工作业中,在被金属体和加工体灼烫的危险;在深冷处理时,在被冻伤的危险。

6) 振动危害

振动作为机械工作的一种方式,对操作人员身体可能造成局部、全身振动,对操作者生理、心理产生影响,造成损伤或疾病,严重的可使操作者产生生理严重失调。

1.4 机械危险的机理和伤害形式

机械在工作过程中,通过能量形式实现传递做功。机械危险的伤害实质,是机械能(动能和势能)的非正常做功、传递或转化,导致对人员的接触性伤害。

1.4.1 机械具有的能量形式

1) 动能

动能是运动机械具有的能量形式,机械运动的形式分为移动、定轴旋转运动、旋转运动与直线运动的组合等。

① 单一的移动机械零件的动能(N)表达式为:

$$N = \frac{1}{2}mv^2 \quad (1-1)$$

式中 m ——移动机械零件的质量,kg;

v ——移动机械零件的速度,m/s。

② 绕定轴转动的零件的动能表达式为:

$$N = \frac{1}{2}J\omega^2 \quad (1-2)$$

式中 J ——绕定轴转动的机械零件的转动惯量,kg·m²;

ω ——绕定轴转动的机械零件的角速度,rad/s。

③ 机械上既有移动又有转动时的机械零件总动能表达式:

$$N = \frac{1}{2}m_c v_c^2 + \frac{1}{2}J_c \omega^2 \quad (1-3)$$

式中 v_c ——平面移动与转动复合运动的机械零件的质心速度,m/s;

J_c ——移动与转动复合运动的机械零件对通过质心且垂直于运动平面的轴的转动惯量,kg·m²。

2) 势能

势能是指物质系统各物体之间存在的相互作用而具有的能量。物体因相互之间的位置高差而具有的能量,可分为引力势能(重力场中的重力势能)和弹性势能(物体间或物体内部因相

互作用而具有的弹性势能)。

① 重力势能。重力势能是由物体间的高差形成的,其表达式为:

$$N = mgh \quad (1-4)$$

式中 m ——物体质量,kg;

g ——重力加速度, m/s^2 ;

h ——物体间相对高度,m。

② 弹性势能。弹性势能是因弹性体变形而具有的能量,以拉伸弹簧为例,其势能表达式为:

$$N = \frac{1}{2}k(x_0 - x)^2 \quad (1-5)$$

式中 k ——弹簧的弹性系数, N/m ;

x, x_0 ——分别为弹簧的原长与变形后长度,m。

机械零件本身以上述能量形式存在,但机械运动零件所具有的能量是由动力源通过这些零件传递的,因而各运动零件的能量远高于其现运转的能量。

1.4.2 机械危险的伤害形式

机械把动力源的能量依靠机械本身的传动机构进行能量传递或转换。由于存在旋转、移动或复杂运动形式,对操作者或进入危险区域的人员存在伤害危险。机械危险的伤害形式主要有:

1) 卷缠伤害

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,可能将区域内人员的头发、饰物、衣袖或下摆卷缠引起的伤害。

2) 咬入、碾压伤害

引起这类伤害的机构是相互啮合传动副,例如齿轮与齿轮啮合进入点,齿轮与齿条啮合处,皮带与皮带轮传动进入处,链与链轮传动的啮合处,两个作相对回转运动的辊子之间的进入处等引发的咬入伤害及矿车轮与轨道的进入处、车轮与路面进入处引发的碾压伤害。

3) 挤压、剪切与冲击伤害

引起这类伤害的是作往复直线运动的零部件,诸如运动部件与固定件之间形成的空间变化时产生的压挤,作直线运动部件的冲撞等,对进入危险区域内的人体造成某部位的伤害。例如,牛头刨床的滑枕,冲床的冲头,剪板机的刀与工作台,压力机的滑块,刨煤机机头刨煤运动,液压支架的升降、平移,单体支柱升降,剪切机的压料装置和刀片等。

4) 飞出物伤害

具有一定能量的机械,由于能量失控导致其零部件突然飞出或反弹回去,造成危险区域内人员受伤害。例如,绕轴旋转的零件,由于轴的断裂、零件与轴连接的螺栓松开而引起的零件飞出;旋转件的零件自身破裂造成碎片飞出;具有一定弹性能的零件,在连接、自身紧固失效后引起零件飞出;被拉伸的钢丝绳发生断绳,引起绳或绳上固体飞出伤人;被拉断的胶带飞出引起胶带上的物体飞出;在有一定液压能、气体压缩能的区域,由于局部失效而引起的高压液体、气体喷射等。

5) 物体坠落伤害

处于高位置的物体具有势能,当它们发生坠落时,势能转化为动能,造成人员伤害。例如,在立井井底作业,井口、井筒中物体坠落到井底处将具有很大的能量,会对井底人员造成伤害;巷道顶板冒顶,掉落的岩石会对人员造成伤害等。

6) 跌倒、坠落伤害

人员在危险区域内发生的跌倒伤害。例如,人在刮板输送机上,刮板输送机突然开启会造成人员跌倒,使人员受到刮板、采煤机或支护的碰触而受伤;在提升中,乘员乘坐的容器失控造成墩罐,使人员受到坠落伤害。

7) 碰撞与刮割伤害

机械在静止或运动时,进入危险区域的人员,受到机械结构上的外凸部分、刀具、锐边、加工件伸出机床的部分等的碰撞或刮割引起的伤害。

1.4.3 机械伤害的分类

机械导致的伤害按现行有效的相关安全标准《企业职工伤亡事故分类》(GB 6441—1986)中有明确的伤害后果界定及分类。

1) 受伤部位分类

机械伤害按照受伤部位不同可分为面颌部、颅脑、眼部、鼻、耳、口、颈部、胸部、腰部、脊柱、上肢、腕、手、下肢、踝及脚受伤,还可分为内伤、外伤或兼有内外伤。伤害有时是多处受伤。

2) 受伤类型分类

机械伤害是指机械设备运动或静止部件直接与人体接触引起的伤害,按照受伤类型不同,可分为刮伤、割伤、刺伤、挫伤、扭伤、骨折、剪切、碾伤、碰撞伤。

1.4.4 机械事故产生的原因

机械的安全隐患可能存在于机械的设计、生产、加工、组装、调试、运输、安装、使用、维修、保养、拆卸以及报废全生命周期过程中。全生命周期中任何一个环节都可能因为各种因素的影响而产生事故。机械事故产生的原因归结为物的不安全状态、人的不安全行为、环境的不安全因素和安全管理缺陷四个方面。

1) 物的不安全状态

物的不安全状态是产生事故的直接原因,它包括机械本质安全性差,安全防护不足,安全保护不完善,个人防护不足或个人防护用具存在缺陷,不满足安全人机工程要求等。

(1) 机械本质安全性差

机械的设计、加工制造要在实现预功能的基础上,保证机器自身的安全。如果机械在设计时,没有考虑周全安全因素,在机器使用中,必然会出现安全事故。

如果在机械设计中已经考虑到安全要求,但机器在制造过程中,零部件制造没有满足设计要求,致使所设计的机器达不到安全标准,同样会造成事故。

(2) 安全防护不足、安全保护装置不完善

在机械设计完成后,如果从设计上不能实现本质安全要求,应增设安全保护装置(例如,过载保护装置、超速保护装置、过热保护装置等),并要求保护装置本身的可靠性达到使用要求,否则,可靠性低的保护装置也可能引发机械伤害事故。

(3) 个人防护不足或个人防护用具存在缺陷

人员进入机械设备的危险区域时,必须按要求佩戴安全防护用具。例如,进入半封闭区域必须佩戴呼吸器;在高空作业时必须佩戴安全带;在可能有刮、碰、坠物作业区域必须佩戴安全帽等。人员按要求佩戴个人防护用具时,如果防护用具本身存在缺陷也可能引发机械伤害事

故。因此,保证个人防护用具的安全可靠性十分重要。

(4) 不符合安全人机工程要求

在人机界面及操作空间设计中,不符合安全人机工程要求,致使操作过程中出现失误而造成事故。

2) 人的不安全行为

人作为控制、操纵机械的主体。其行为受到操作者心理、生理原因的影响,或者是操作者对机械的操作规范不清楚、安全意识不强、工作马虎大意、不清楚所操作机械的性能,都可能会出现操作失误而导致机械事故。具体表现为:

(1) 操作失误

由于操作者自身原因或对设备误操作引起机械事故。

(2) 安全意识薄弱

① 拆除安全装置

由于安全意识差,认为设置的安全装置影响生产进度,自行拆除安全装置,导致设备在运行过程中发生机械事故。

② 手工作业代替工具操作

在生产中或抢修中,操作人员有时急于完成工作,常常用手代替工具进入危险区域工作造成机械事故。

(3) 违章作业

人与机械的接触,必须在保证安全的前提下。如果不考虑安全问题,人进入机械危险区域时时常造成人员伤亡。例如,着装不符合要求,操作机床时穿高跟鞋,在接触有棱角的工件时不戴手套,与旋转工件接触时戴手套等。

3) 环境的不安全因素

(1) 照明光线不良

包括照度不足、作业场所烟雾烟尘弥漫、视线不清、光线过强、有眩光等。

(2) 通风不良

包括无通风系统、通风系统效率低等。

(3) 作业场所狭窄

(4) 作业场地杂乱

包括工具、制品、材料堆放不安全。

4) 安全管理缺陷

物的不安全状态,人的不安全行为是导致机械事故发生的直接原因,安全管理缺陷是引发事故的间接原因,也是最本质的因素,企业只有在日常工作中重视安全管理,建立健全安全管理制度和操作规范,加强人员安全培训,提高安全意识,树立“安全为天,以人为本”的安全文化理念,营造企业良好的安全文化氛围,将安全管理工作放到首位,才能从本质上有效控制、减少事故发生。

1.5 机械安全的基本要求

机械安全是指机械在设计、生产、加工、组装、调试、运输、安装、使用、维修、保养、拆卸及报废全生命周期的安全。机械安全技术就是要消除在机械生命全过程中存在的危险、危害因素。

为规范机械安全标准、避免和减少事故,国家各级标准技术委员会在借鉴相应的国际标准和欧洲标准的基础上,制定了几百项机械安全标准,为机械的全生命周期安全提供了保障。

1.5.1 设计、使用安全要求

设计是机械产生的基础。在设计阶段完成预定功能的前提下,设计时采用的实现功能的方式、选用的机构,以保证安全作为第一前提条件,以满足本质安全的设计为最佳方案。

1) 机械本质安全要求

本质安全是指机械在设计阶段预先考虑的、不需要采用其他安全防护措施,就可以在预定条件下完成机器的预定功能、满足机器自身安全的要求。机械本身能够保证安全,不需要增设安全防护、安全保护装置,包括两种情况:当操作失误时,机械具有保证安全的功能;当机械发生故障时,机械具有保持安全状态或具有转为安全状态的功能。

实现本质安全必须做到:

① 设计的各零部件具有足够的强度、刚度和稳定性,整机各部分的安全相对满足可靠性要求。

② 人员在操作区域内,高度以操作位置为基准,2 m 以内的所有传动件、回转件都必须设置防护装置。

③ 在设备运行中,防止零部件运动超限,应设置可靠的限位装置。

④ 机械设备设置可靠的制动装置,并由制动装置控制超速超限。

⑤ 机械高速回转部件设置飞出防护,并有防止工件飞出的措施。

⑥ 设计机械的工作位置高达 2 m 以上时,应设置栏杆、扶手、安全防护设施。

⑦ 设计应符合安全人机工程要求,控制装置应装在操作者能看到的整个设备的操作位置上,操作者在操作位置不能看到所控制的全设备时,应设置紧急事故开关。

⑧ 设计的机械应考虑噪声影响,使设备运行噪声控制在同等规定的噪声标准内。

⑨ 设计时,应考虑设备产生的温度辐射在允许范围内,否则必须设置防护装置。

⑩ 设计设备时,应使用安全色,易发生危险的部位必须设置安全标志。

⑪ 设备中使用的液压、气动系统有防超压功能。

⑫ 设备中使用的电气元件和设备应保证安全,不能产生附加危险。

⑬ 设计机械时要考虑维护、保养的方便和安全要求。

2) 加工、制造、使用安全要求

按本质安全设计的机械,要保证其性能可靠,必须在设备的加工制造过程中满足设计要求。同时也必须使操作者了解机械的性能并掌握使用方法,才能安全、正确的操作机械设备。

① 加工的零件符合图纸要求的尺寸、精度、质量。

② 零件间满足相互配合的技术要求,设备组装要保证配合关系。

③ 根据设备配套操作指南、使用说明书,操作者必须认真掌握设备的操作方法、操作规范,必须清楚操作注意事项。

④ 根据设备正常的维护保养方法,定期对设备的相应部位进行保养、检修,保证设备各部件处于正常功能范围。

1.5.2 维护、保养安全要求

机械设备要正常工作,除了要正确操作、使用外,还必须对设备进行日常维护、保养。维护、保养的安全要求包括:

1) 运输、安装时维护安全要求

设备在运输、搬运、安装、使用、拆卸时,不发生危险或伤害。搬运吊装时,应保证安全。

2) 日常检修安全要求

机械在使用过程中,应保证日常对设备的安全检修。不同设备的运动副、传动形式、结构等都存在相应的危险区域,在检修时要保证其安全。

3) 在危险区域内检修、维护的安全要求

如果设备较大,在其危险区域内检修时,人员的肢体或全身进入危险区域内工作时,必须切断电源、增设安全检修牌或由专人看管、值班,确保人员进入危险区域工作时,不会因为误启动机械而造成事故。

增加检修进出口,便于抢修。同时,检修空间必须便于人员工作,在需要人员的手进入的孔洞处应防止碰伤、割伤事故的发生。

4) 保养安全要求

设备保养是每天必须做的工作,除每天的保养外,还要定期对整个设备进行保养,每天必须对回转支承点加油,对其表面进行清洁、润滑。在进行这些工作时要防止操作者发生碰伤、刮伤。由于有些部件在保养时,设备处于运转状态,因而要防止操作者的手进入危险区域,避免运动件伤人事故的发生。

5) 被加工件的装卸安全要求

对被加工件连接、装配、拆卸时,由于被加工件的质量、形状、固定方式不同,要考虑采用相应的设备或工具来完成,保证被加工件的安全。

(1) 机加工件的夹紧安全要求

机床上被加工件的安装、夹紧要正确牢固,刨床的被加工件需要固定。

(2) 吊运件的装卸安全要求

吊运工件时,特别是重心高、形状特殊的工件,必须选定好吊点,再选用可靠性高的吊具,吊运前必须试吊,再正式吊运工件。

(3) 冲、切零件的被加工件更换安全要求

冲、切零件的被加工件更换时必须满足更换要求。除了设备本身具有的安全防护装置、安全保护装置外,操作人员必须按规范操作,不能将手直接探入危险区域而造成伤害事故。

6) 工作环境安全要求

(1) 空间安全要求

设备的工作区域应留有足够的空间,便于人员进出、工作。

(2) 采光安全要求

工作区域的光线必须满足不同的工作位置应具备工作的光照要求。

(3) 危险区域防护警示要求

对工作区域内存在的危险区域,除设置一定的警示牌外,适当时需增设防护栅栏,防止人员误入危险区域造成事故。

1.5.3 安全保护装置要求

安全保护装置是指在机械设备的设计不能满足安全可靠性要求时,必须增设的安全防护与安全保护装置。安全防护是在人与危险区域间增设安全保护屏障使人免受伤害。安全保护是在机械设备中增设的对机械设备的运动进行制动、限制、控制的装置,例如,超速制动限位开关等。

1) 防护性要求

设计的防护装置必须满足对机械危险、危害因素进行有效防护的要求。同时,防护区域、强度、防护方法、防护用的材料均要达到安全防护的目的。

2) 防护可靠性要求

设计的防护装置本身的可靠性要满足要求,使用的元件、器件、机器的可靠性要大于安全要求。对要求高的防护,应采用冗余技术以达到安全防护的目的。

3) 连锁性要求

设计的防护装置除本身能防护外,对进入危险区域内的行动,在防护的基础上,增加防护与机械运动的闭锁,当防护装置发出检测信号时,此信号同时控制机械停车,从而使机械的安全防护更加可靠。

4) 隔离式防护

安全防护装置根据危险区的可封闭与不可封闭要求,对可封闭式防护,可以采用隔离式防护,把危险区域与安全区域完全隔离。隔离式防护主要分为安全防护罩、网状隔离物、防护屏等三种形式。

安全防护罩的要求:

① 固定式防护罩是隔离安全区域与危险区域的物体。因而,固定式防护罩必须有一定强度,不能因其强度不足而造成两区的连通,从而导致事故。固定式防护罩其固定点应有一定固定要求,工作人员不能随意拆掉。其装配的螺栓、紧固件必须使用特殊的工具才可以拆下,避免操作者因增加防护后影响其生产效率、使生产环节难度增大而擅自拆除防护,从而造成事故。

② 非固定式防护罩在打开防护罩的情况下,机械设备处于关闭状态。防护罩不关闭,机械设备不能开启。

③ 防护罩与机械运动件间留有足够的安全间隙,保证机械运动时不产生摩擦、碰撞。

1.5.4 安全信息的使用

安全信息包括了机械使用全过程的安全资料,这里的全过程主要指机械运输、吊运、安装、调整、使用、运转、清理、检查、维修全过程。

安全信息以文字、标识、信号、符号或图表形式给使用者传递各阶段安全提醒、警告等特殊说明,用于指导使用者安全、正确地使用机械。

1) 安全信息构成

安全信息由安全标志、随机文件(主要指操作手册和说明书)、信号和警告装置、安全色等构成。

(1) 安全标志

① 警告标志。与机械安全有关的警告标志有:当心伤手、注意安全、当心触电、当心车辆、当心跌落、当心落物、当心弧光、当心电离辐射、当心激光等。

② 禁止标志。与机械安全有关的禁止标志有:禁止启动、禁止合闸、禁止入内、禁止靠近、禁止通行、禁止抛物等。

③ 指令标志。与机械安全有关的指令标志有:必须戴防毒面具、必须戴防尘口罩、必须戴安全帽、必须系安全带、必须穿防护服、必须用防护装置等。

(2) 操作手册

操作手册是操作者了解机械工作原理,掌握机械操作规范,保证机械正常运转工作的重要资料。在操作手册中,给出了相应设备的构成、工作原理、操作程序及注意事项,它是机械设备的使用指南,是规范操作、安全使用的前提条件。

(3) 说明书

说明书是对机械的设备构成、工作原理、操作程序的说明。说明书与操作手册相比,说明书就该设备的实际使用、安全高效工作给予说明,使操作者便于正确、安全、高效的使用设备。

(4) 信号和警告装置

机械设备在出现问题时,相应给出的信号报警和警告装置的报警,提醒周围工作人员注意安全、防范事故、注意自我保护。

(5) 安全色

按照 GB 2893—2008《安全色》的规定,为了使人们特别注意存在事故隐患的部位、区域、场所、机构,用醒目的安全色来提醒人们。规范安全色的使用,有利于人们识别危险因素、注意存在的危险区域,对防止事故发生具有重要意义。

安全色有红色、黄色、蓝色、绿色、红色与白色相间隔的条纹、黄色与黑色相间隔的条纹,蓝色与白色相间隔的条纹。对比色有白色与黑色。

① 红色,表示禁止、停止、消防和危险的意思。凡是禁止、停止和有危险的器件、设备或环境,应涂以红色。例如,刹车手柄、消防器皿、停止按钮、限位装置、限速度刻线。

② 黄色,表示注意、警告的意思。凡是需要警告、提醒人们注意的器件、设备或环境应涂以黄色。例如,有较大危险性的设备外涂黄色以提醒人们使用中注意防护。例如,吊车。

③ 蓝色,表示必须遵守的意思。例如交通符号。

④ 绿色,表示通行、安全和提供信息的意思。如机器的启动按钮。

⑤ 红色与白色相间的条纹,表示禁止通行、禁止跨越的意思。

⑥ 黄色与黑色相间的条纹,表示有相对移动,需要特别注意的意思。

⑦ 蓝色与白色相间的条纹,表示指示方向,主要用于交通上的指示导向标。

2) 安全信息的使用要求

安全信息是机械全过程的安全保障之一。保证机械设备使用安全,必须合理、准确,严格、有效地使用安全信息。

(1) 设备设计加工生产时安全信息的应用

在设备的设计阶段,必须按本质安全要求,把应使用安全信息的部位、外表颜色、重要点、危险区域,按安全信息要求设计。

(2) 设备出厂的安全信息资料

所设计的设备必须都有随机的安全文件,包括使用手册、操作手册、说明书及相应的技术资料,所提供资料满足 GB 5083—1999《生产设备安全卫生设计总则》规定的各项要求。

(3) 设备使用、管理的要求

设备操作人员除了要认真阅读操作手册、使用说明书等技术文件外,还必须根据本企业情况,在操作手册安全要求下,写出设备的安全操作规范以及对设备的维护、保养要求,并以相应的责任制形式贯彻执行。

1.6 机械安全防护装置及其分类

机械在设计过程中无法通过自身的本质安全来满足时,必须增设安全防护装置才能使机械达到安全要求。机械安全防护装置的功能是把机械的危险区域、危险部件或可能产生危害的区域防护起来。