



全国注册安全工程师执业资格考试辅导教材

安全生产 技术 (2011版)

中国安全生产协会注册安全工程师工作委员会 组织编写
中国安全生产科学研究院



NLIC 2970713054



中国大百科全书出版社

全国注册安全工程师执业资格考试辅导教材

图书在版编目(CIP)数据

安全生产技术, 2011版 / 中国安全生产协会注册安全工程师工作委员会, 中国安全生产科学研究院编. — 北京: 中国大百科全书出版社, 2011. 2. ISBN 978-7-309-08261-4

中国注册安全工程师执业资格考试辅导教材

ISBN 978-7-309-08261-4

I. ①安… II. ①中… III. ①安全生产—工程技术人员—资格考试—教材 IV. ①X931

IV. ①X931

安全生产技术

(2011 版)

中国安全生产协会注册安全工程师工作委员会

中国安全生产科学研究院

组织编写



NLIC 2970713054

(北京阜成门大街17号 邮编: 100037 电话: 010-68313009)

<http://www.cipr.com.cn>

北京中安印刷有限公司印刷 北京中安印刷有限公司

开本: 787毫米×1095毫米 1/16 印张: 30.2 字数: 737千字

2011年2月第1版 2011年2月第1次印刷

ISBN 978-7-309-08261-4



中国大百科全书出版社

图书在版编目(CIP)数据

安全生产技术: 2011 版/中国安全生产协会注册安全工程师工作委员会, 中国安全生产科学研究院组织编写. —3 版. —北京: 中国大百科全书出版社, 2011. 5

全国注册安全工程师执业资格考试辅导教材

ISBN 978-7-5000-8561-4

I. ①安… II. ①中…②中… III. ①安全生产-工程技术人员-资格考试-自学参考资料
IV. ①X931

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 070199 号

责任编辑: 罗鑫 王宇

责任印制: 张新民

安全生产技术

中国大百科全书出版社出版发行

(北京阜成门北大街 17 号 邮编: 100037 电话: 010-68315606)

<http://www.ecph.com.cn>

北京宏伟双华印刷有限公司印刷 新华书店经销

开本: 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张: 30.5 字数: 723 千字

2011 年 5 月第 3 版 2011 年 5 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5000-8561-4

定价: 90.00 元

《安全生产技术》

编写人员

主 编：吴宗之

副 主 编：樊晶光 吴庆善

编写人员：张 军 姜 亢 钮英建 陈 克

孙岱华 钱新明 孙庆云 朱晓宁

王云海 唐 伟 王 浩 梁安娜

前言

安全生产事关人民群众生命财产安全和社会稳定大局。近年来，在党中央、国务院的正确领导下，在各地区、各部门的共同努力下，全国安全生产状况保持了总体稳定、持续好转的发展态势，但安全生产形势依然严峻。在中国共产党第十七次全国代表大会的报告中，胡锦涛总书记强调安全生产关系群众切身利益，要站在推进以改善民生为重点的社会建设的高度，坚持安全发展，强化安全生产管理和监督，有效遏制重特大安全事故，保障人民生命财产安全。《国家中长期人才发展规划纲要（2010—2020）》确立了人才是我国经济社会发展的第一资源的理念。实行注册安全工程师执业资格制度，是深入贯彻落实科学发展观，坚持安全发展，实施“人才兴安”战略的重要举措。

自2004年首次注册安全工程师执业资格考试以来,全国有近14.9万人通过考试取得注册安全工程师执业资格。他们主要分布在矿山、建筑施工和危险化学品等领域的企业,或是在安全评价机构、注册安全工程师事务所等专业机构执业。综合分析2010年之前历年考试合格人员的相关数据,专科以上学历占合格总人数的83.10%,年龄30~50岁的占84.20%。我国已经拥有一支学历较高、年富力强,并且富有实践经验的注册安全工程师队伍。

为推动注册安全工程师事业的健康发展，国家安全监管总局在不断健全规章制度、加强管理的基础上，积极推动注册安全工程师法制化进程，起草了《注册安全工程师条例》（送审稿），于2009年底报送国务院法制办。2010年6月9日在山东省青岛市举办的全国注册安全工程师工作座谈会上，确立了坚持以用为本，健全法制，创新机制，发展中介，充分发挥注册安全工程师作用的总体方针，明确了培养和打造一支适应新时期安全发展需要，规模适当、结构合理、素质过硬的注册安全工程师队伍的总体目标。

为了提升考试质量,逐步实现考试由“知识考核型”向“知识+能力考核型”转变,在2005年、2006年和2008年修订的基础上,依据国家出台的一些新的安全生产法律法规和标准,综合考虑广大考生及专家意见,国家安全监管总局组织专家对考试大纲进行第4次修订。

为了方便考生复习考试，中国安全生产协会注册安全工程师工作委员会和中国安全生产科学研究院根据修订后的 2011 版考试大纲，组织专家重新修订了全国注册安全工程师执业资格考试辅导教材。教材包括《安全生产法及相关法律知识》、《安全生产管理知

识》、《安全生产技术》和《安全生产事故案例分析》四个科目。《安全生产法及相关法律法规知识》涵盖了与安全生产工作密切相关的法律、法规和部门规章。《安全生产管理知识》主要介绍了安全生产管理的基本原理、主要方法和主要内容。《安全生产技术》主要介绍综合性及矿山、建筑和危险化学品高危行业的安全生产技术。《安全生产事故案例分析》涵盖了安全生产实际工作中有关危险有害因素辨识、安全技术措施制定、安全生产规章制度制定、安全教育培训、事故应急救援、事故调查处理和安全生产统计分析等内容。

本套教材具有较强的针对性、实用性和可操作性,主要供专业技术人员参加注册安全工程师执业资格考试复习之用,也可用于指导安全生产管理和技术人员的日常工作。

在教材编写过程中,听取了不少读者的宝贵意见和建议,在此表示衷心感谢!由于时间紧,编者水平有限,教材难免存在疏漏之处,敬请批评指正,以便持续改进!

中国安全生产协会注册安全工程师工作委员会
中国安全生产科学研究院

2011 年 4 月

目 录

第一章 机械安全技术	(1)
第一节 机械行业安全概要	(1)
第二节 金属切削机床及砂轮机安全技术	(11)
第三节 冲压(剪)机械安全技术	(14)
第四节 木工机械安全技术	(16)
第五节 铸造安全技术	(19)
第六节 锻造安全技术	(22)
第七节 安全人机工程基本知识	(24)
第八节 人的特性	(26)
第九节 机械的特性	(45)
第十节 人机作业环境	(50)
第十一节 人机系统	(58)
第十二节 安全技术规范与标准	(64)
第二章 电气安全技术	(66)
第一节 电气危险因素及事故种类	(66)
第二节 触电防护技术	(78)
第三节 电气防火防爆技术	(90)
第四节 雷击和静电防护技术	(98)
第五节 电气装置安全技术	(103)
第六节 安全技术规程、规范与标准	(109)
第三章 特种设备安全技术	(111)
第一节 特种设备事故的类型	(111)
第二节 锅炉和压力容器安全技术	(135)
第三节 起重机械安全技术	(156)
第四节 场(厂)内专用机动车辆安全技术	(165)
第四章 防火防爆安全技术	(175)
第一节 火灾爆炸事故机理	(175)
第二节 消防设施与器材	(198)
第三节 防火防爆技术	(207)
第四节 烟花爆竹安全技术	(221)
第五节 民用爆破器材安全技术	(235)

第五章 职业危害控制技术	(242)
第一节 职业危害控制基本原则和要求	(242)
第二节 生产性粉尘危害控制技术	(244)
第三节 生产性毒物危害控制技术	(246)
第四节 物理因素危害控制技术	(249)
第六章 运输安全技术	(254)
第一节 运输事故主要类型与预防技术	(254)
第二节 公路运输安全技术	(260)
第三节 铁路运输安全技术	(269)
第四节 航空运输安全技术	(277)
第五节 水路运输安全技术	(287)
第七章 矿山安全技术	(298)
第一节 矿山安全基础知识	(298)
第二节 地下矿山灾害及防治技术	(304)
第三节 露天矿山灾害及防治技术	(330)
第四节 尾矿库灾害及防治技术	(335)
第五节 油气田事故的主要类型	(339)
第六节 钻井安全技术	(346)
第七节 作业安全技术	(351)
第八节 采油(气)安全技术	(360)
第九节 相关的安全技术标准	(368)
第八章 建筑施工安全技术	(369)
第一节 建筑施工安全专业知识	(369)
第二节 建筑施工安全技术	(379)
第三节 建筑施工安全法规与标准	(419)
第九章 危险化学品安全技术	(420)
第一节 危险化学品安全基础知识	(420)
第二节 化工事故主要类型	(440)
第三节 化工设计安全技术	(449)
第四节 典型化工过程安全技术	(458)
第五节 检修安全	(465)
第六节 安全检测技术	(470)
第七节 相关的安全技术标准	(472)

第一章 机械安全技术

第一节 机械行业安全概要

机械是机器与机构的总称,是由若干相互联系的零部件按一定规律装配起来,能够完成一定功能的装置。一般机械装置由电气元件实现自动控制。很多机械装置采用电力拖动。

机械是现代生产和生活中必不可少的装备。机械在给人们带来高效、快捷和方便的同时,在其制造及运行、使用过程中,也会带来撞击、挤压、切割等机械伤害和触电、噪声、高温等非机械危害。

一、机械产品主要类别

机械设备种类繁多。机械设备运行时,其一些部件甚至其本身可进行不同形式的机械运动。机械设备由驱动装置、变速装置、传动装置、工作装置、制动装置、防护装置、润滑系统和冷却系统等部分组成。

机械行业的主要产品包括以下 12 类。

- (1) 农业机械:拖拉机、播种机、收割机械等。
- (2) 重型矿山机械:冶金机械、矿山机械、起重机械、装卸机械、工矿车辆、水泥设备等。
- (3) 工程机械:叉车、铲土运输机械、压实机械、混凝土机械等。
- (4) 石油化工通用机械:石油钻采机械、炼油机械、化工机械、泵、风机、阀门、气体压缩机、制冷空调机械、造纸机械、印刷机械、塑料加工机械、制药机械等。
- (5) 电工机械:发电机械、变压器、电动机、高低压开关、电线电缆、蓄电池、电焊机、家用电器等。
- (6) 机床:金属切削机床、锻压机械、铸造机械、木工机械等。
- (7) 汽车:载货汽车、公路客车、轿车、改装汽车、摩托车等。
- (8) 仪器仪表:自动化仪表、电工仪器仪表、光学仪器、成分分析仪、汽车仪器仪表、电料装备、电教设备、照相机等。
- (9) 基础机械:轴承、液压件、密封件、粉末冶金制品、标准紧固件、工业链条、齿轮、模具等。
- (10) 包装机械:包装机、装箱机、输送机等。

(11) 环保机械：水污染防治设备、大气污染防治设备、固体废物处理设备 etc.

(12) 其他机械。

非机械行业的主要产品包括铁道机械、建筑机械、纺织机械、轻工机械、船舶机械等。

二、机械设备的危险部位及防护对策

(一) 机械设备的危险部位

机械设备可造成碰撞、夹击、剪切、卷入等多种伤害。其主要危险部位如下：

(1) 旋转部件和成切线运动部件间的咬合处，如动力传输皮带和皮带轮、链条和链轮、齿条和齿轮等。

(2) 旋转的轴，包括连接器、心轴、卡盘、丝杠和杆等。

(3) 旋转的凸块和孔处，含有凸块或空洞的旋转部件是很危险的，如风扇叶、凸轮、飞轮等。

(4) 对向旋转部件的咬合处，如齿轮、混合辊等。

(5) 旋转部件和固定部件的咬合处，如辐条手轮或飞轮和机床床身、旋转搅拌机和无防护开口外壳搅拌装置等。

(6) 接近类型，如锻锤的锤体、动力压力机的滑枕等。

(7) 通过类型，如金属刨床的工作台及其床身、剪切机的刀刃等。

(8) 单向滑动部件，如带锯边缘的齿、砂带磨光机的研磨颗粒、凸式运动带等。

(9) 旋转部件与滑动之间，如某些平板印刷机面上的机构、纺织机床等。

(二) 机械传动机构安全防护对策

机床上常见的传动机构有齿轮啮合机构、皮带传动机构、联轴器等。这些机构高速旋转着，人体某一部位有可能被带进去而造成伤害事故，因而有必要把传动机构危险部位加以防护，以保护操作者的安全。

在齿轮传动机构中，两轮开始啮合的地方最危险，如图 1—1 所示。

在皮带传动机构中，皮带开始进入皮带轮的部位最危险，如图 1—2 所示。

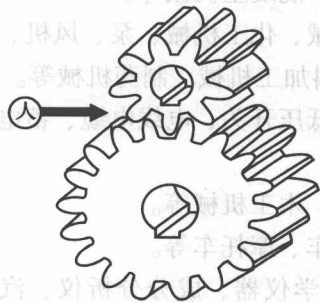


图 1—1 齿轮传动

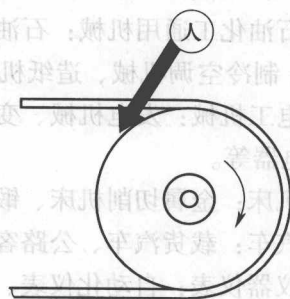


图 1—2 皮带传动

联轴器上裸露的突出部分有可能钩住工人衣服等，给工人造成伤害，如图 1—3 所示。

为了保证机械设备的安全运行和操作人员的安全和健康,所采取的安全技术措施一般可分为直接、间接和指导性三类。直接安全技术措施是在设计机器时,考虑消除机器本身的不安全因素;间接安全技术措施是在机械设备上采用和安装各种安全防护装置,克服在使用过程中产生的不安全因素;指导性安全措施是制定机器安装、使用、维修的安全规定及设置标志,以提示或指导操作程序,从而保证作业安全。

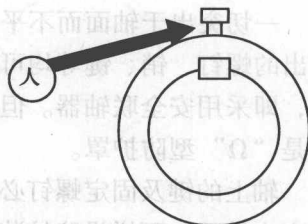


图 1—3 联轴器

1. 齿轮传动的安全防护

啮合传动有齿轮(直齿轮、斜齿轮、伞齿轮、齿轮齿条等)啮合传动、蜗轮蜗杆和链条传动等。

齿轮传动机构必须装置全封闭型的防护装置。应该强调的是:机器外部绝不允许有裸露的啮合齿轮,不管啮合齿轮处于何种位置,因为即使啮合齿轮处于操作人员不常到的地方,但工人在维护保养机器时也有可能与其接触而带来不必要的伤害。在设计和制造机器时,应尽量将齿轮装入机座内,而不使其外露。对于一些历史遗留下来的老设备,如发现啮合齿轮外露,就必须进行改造,加上防护罩。齿轮传动机构没有防护罩不得使用。

防护装置的材料可用钢板或铸造箱体,必须坚固牢靠,保证在机器运行过程中不发生振动。要求装置合理,防护罩的外壳与传动机构的外形相符,同时应便于开启,便于机器的维护保养,即要求能方便地打开和关闭。为了引起人们的注意,防护罩内壁应涂成红色,最好装电气连锁,使防护装置在开启的情况下机器停止运转。另外,防护罩壳体本身不应有尖角和锐利部分,并尽量使之既不影响机器的美观,又起到安全作用。

2. 皮带传动的安全防护

皮带传动的传动比精确度较齿轮啮合的传动比差,但是当过载时,皮带打滑,起到了过载保护作用。皮带传动机构传动平稳、噪声小、结构简单、维护方便,因此广泛应用于机械传动中。但是,由于皮带摩擦后易产生静电放电现象,故不适用于容易发生燃烧或爆炸的场所。

皮带传动机构的危险部分是皮带接头处、皮带进入皮带轮的地方,如图 1—4 中箭头所指部位应加以防护。

皮带传动装置的防护罩可采用金属骨架的防护网,与皮带的距离不应小于 50 mm,设计应合理,不应影响机器的运行。一般传动机构离地面 2 m 以下,应设防护罩。但在下列 3 种情况下,即使在 2 m 以上也应加以防护:皮带轮中心距之间的距离在 3 m 以上;皮带宽度在 15 cm 以上;皮带回转的速度在 9 m/min 以上。这样,万一皮带断裂,不至于伤人。

皮带的接头必须牢固可靠,安装皮带应松紧适宜。皮带传动机构的防护可采用将皮带全部遮盖起来的方法,或采用防护栏杆防护。

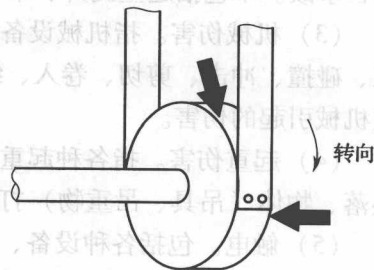


图 1—4 皮带传动危险部位

3. 联轴器等的安全防护

一切突出于轴面而不平滑的物件（键、固定螺钉等）均增加了轴的危险性。联轴器上突出的螺钉、销、键等均可能给人们带来伤害。因此对联轴器的安全要求是没有突出的部分，即采用安全联轴器。但这样还没有彻底排除隐患，根本的办法就是加防护罩，最常见的是“Ω”型防护罩。

轴上的键及固定螺钉必须加以防护，为了保证安全，螺钉一般应采用沉头螺钉，使之不突出轴面，而增设防护装置则更加安全。

三、机械伤害类型及预防对策

（一）机械伤害类型

机械装置在正常工作状态、非正常工作状态乃至非工作状态都存在危险性。

机械在完成预定功能的正常工作状态下，存在着不可避免但却是执行预定功能所必须具备的运动要素，有可能造成伤害。例如，零部件的相对运动，锋利刀具的运转，机械运转的噪声、振动等，使机械在正常工作状态下存在碰撞、切割、环境恶化等对人员安全不利的危险因素。

机械装置的非正常工作状态是指在机械运转过程中，由于各种原因引起的意外状态，包括故障状态和检修保养状态。设备的故障，不仅可能造成局部或整机的停转，还可能对人员构成危险，如电气开关故障会产生机械不能停机的危险，砂轮片破损会导致砂轮飞出造成物体打击，速度或压力控制系统出现故障会导致速度或压力失控的危险等。机械的检修保养一般都是在停机状态下进行，但其作业的特殊性往往迫使检修人员采用一些非常规的做法，例如，攀高、进入狭小或几乎密闭的空间、将安全装置短路、进入正常操作不允许进入的危险区等，使维护或修理过程容易出现正常操作不存在的危险。

机械装置的非工作状态是机械停止运转时的静止状态。在正常情况下，非工作状态的机械基本是安全的，但不排除发生事故的可能性，如由于环境照度不够而导致人员发生碰撞，室外机械在风力作用下的滑移或倾翻，结构垮塌等。

在机械行业，存在以下主要危险和危害因素：

（1）物体打击。指物体在重力或其他外力的作用下产生运动，打击人体而造成人身伤亡事故。不包括主体机械设备、车辆、起重机械、坍塌等引发的物体打击。

（2）车辆伤害。指企业机动车辆在行驶中引起的人体坠落和物体倒塌、飞落、挤压等伤亡事故。不包括起重提升、牵引车辆和车辆停驶时发生的事故。

（3）机械伤害。指机械设备运动或静止部件、工具、加工件直接与人体接触引起的挤压、碰撞、冲击、剪切、卷入、绞绕、甩出、切割、切断、刺扎等伤害，不包括车辆、起重机械引起的伤害。

（4）起重伤害。指各种起重作业（包括起重机械安装、检修、试验）中发生的挤压、坠落、物体（吊具、吊重物）打击等。

（5）触电。包括各种设备、设施的触电，电工作业时触电，雷击等。

（6）灼烫。指火焰烧伤、高温物体烫伤、化学灼伤（酸、碱、盐、有机物引起的体内外的灼伤）、物理灼伤（光、放射性物质引起的体内外的灼伤）。不包括电灼伤和火灾

引起的烧伤。

(7) 火灾。包括火灾引起的烧伤和死亡。

(8) 高处坠落。指在高空作业中发生坠落造成的伤害事故。不包括触电坠落事故。

(9) 坍塌。是指物体在外力或重力作用下,超过自身的强度极限或因结构稳定性破坏而造成的事故。如挖沟时的土石塌方、脚手架坍塌、堆置物倒塌、建筑物坍塌等。不适用于矿山冒顶片帮和车辆、起重机械、爆破引起的坍塌。

(10) 火药爆炸。指火药、炸药及其制品在生产、加工、运输、储存中发生的爆炸事故。

(11) 化学性爆炸。指可燃性气体、粉尘等与空气混合形成爆炸混合物,接触引爆源发生的爆炸事故(包括气体分解、喷雾爆炸等)。

(12) 物理性爆炸。包括锅炉爆炸、容器超压爆炸等。

(13) 中毒和窒息。包括中毒、缺氧窒息、中毒性窒息。

(14) 其他伤害。指除上述以外的伤害,如摔、扭、挫、擦等伤害。

(二) 机械伤害预防对策措施

机械危害风险的大小除取决于机器的类型、用途、使用方法和人员的知识、技能、工作态度等因素外,还与人们对危险的了解程度和所采取的避免危险的措施有关。正确判断什么是危险和什么时候会发生危险是十分重要的。预防机械伤害包括两方面的对策。

1. 实现机械本质安全

(1) 消除产生危险的原因。

(2) 减少或消除接触机器的危险部件的次数。

(3) 使人们难以接近机器的危险部位(或提供安全装置,使得接近这些部位不会导致伤害)。

(4) 提供保护装置或者个人防护装备。

上述措施是依次序给出的,也可以结合起来应用。

2. 保护操作者和有关人员安全

(1) 通过培训,提高人们辨别危险的能力。

(2) 通过对机器的重新设计,使危险部位更加醒目,或者使用警示标志。

(3) 通过培训,提高避免伤害的能力。

(4) 采取必要的行动增强避免伤害的自觉性。

(三) 通用机械安全设施的技术要求

1. 安全设施设计要素

设计安全装置时,应把安全人机学的因素考虑在内。疲劳是导致事故的一个重要因素,设计者应考虑下面几个因素,使人的疲劳降低到最小的程度,使操作人员健康舒适地进行劳动。

(1) 合理布置各种控制操作装置。

(2) 正确选择工作平台的位置及高度。

(3) 提供座椅。

(4) 出入作业地点应方便。

在无法用设计来做到本质安全时,为了消除危险,应使用安全装置。设置安全装置,应考虑的因素主要有:

- (1) 强度、刚度、稳定性和耐久性。
- (2) 对机器可靠性的影响,例如固定的安全装置有可能使机器过热。
- (3) 可视性(从操作及安全的角度来看,需要机器的危险部位有良好的可见性)。
- (4) 对其他危险的控制,例如选择特殊的材料来控制噪声的强度。

2. 机械安全防护装置的一般要求

- (1) 安全防护装置应结构简单、布局合理,不得有锐利的边缘和突缘。
- (2) 安全防护装置应具有足够的可靠性,在规定的寿命期限内有足够的强度、刚度、稳定性、耐腐蚀性、抗疲劳性,以确保安全。
- (3) 安全防护装置应与设备运转联锁,保证安全防护装置未起作用之前,设备不能运转;安全防护罩、屏、栏的材料及其至运转部件的距离,应符合《机械安全 防护装置 固定式和活动式防护装置设计与制造一般要求》(GB/T 8196—2008)的规定。
- (4) 光电式、感应式等安全防护装置应设置自身出现故障的报警装置。
- (5) 紧急停车开关应保证瞬时动作时,能终止设备的一切运动;对有惯性运动的设备,紧急停车开关应与制动器或离合器联锁,以保证迅速终止运行;紧急停车开关的形状应区别于一般开关,颜色为红色;紧急停车开关的布置应保证操作人员易于触及,不发生危险;设备由紧急停车开关停止运行后,必须按启动顺序重新启动才能重新运转。

3. 机械设备安全防护罩的技术要求

- (1) 只要操作人员可能触及到的传动部件,在防护罩没闭合前,传动部件就不能运转。
- (2) 采用固定防护罩时,操作人员触及不到运转中的活动部件。
- (3) 防护罩与活动部件有足够的间隙,避免防护罩和活动部件之间的任何接触。
- (4) 防护罩应牢固地固定在设备或基础上,拆卸、调节时必须使用工具。
- (5) 开启式防护罩打开时或一部分失灵时,应使活动部件不能运转或运转中的部件停止运动。
- (6) 使用的防护罩不允许给生产场所带来新的危险。
- (7) 不影响操作,在正常操作或维护保养时不需拆卸防护罩。
- (8) 防护罩必须坚固可靠,以避免与活动部件接触造成损坏和工件飞脱造成的伤害。
- (9) 防护罩一般不准脚踏和站立,必须做平台或阶梯时,平台或阶梯应能承受1500 N的垂直力,并采取防滑措施。

4. 机械设备安全防护网的技术要求

防护罩应尽量采用封闭结构;当现场需要采用网状结构时,应满足《机械安全 防护装置 固定式和活动式防护装置设计与制造一般要求》(GB/T 8196—2008)对安全距离(防护罩外缘与危险区域——人体进入后,可能引起致伤危险的空间区域)的规定,见表1—1。

表 1—1 不同网眼开口尺寸的安全距离 (mm)

防护人体通过部位	网眼开口宽度 (直径及边长或椭圆形孔短轴尺寸)	安全距离
手指尖	<6.5	≥35
手指	<12.5	≥92
手掌 (不含第一掌指关节)	<20	≥135
上肢	<47	≥460
足尖	<76 (罩底部与所站面间隙)	150

四、机械安全设计与机器安全装置

机械安全设计是指在机械设计阶段,从零部件材料到零部件的合理形状和相对位置,限制操纵力、运动件的质量和速度到减少噪声和振动,采用本质安全技术与动力源,应用零部件间的强制机械作用原理,履行安全人机工程学原则等多项措施,通过选用适当的设计结构,尽可能避免或减小危险。也可以通过提高设备的可靠性、机械化或自动化程度,以及采取在危险区之外的调整、维修等措施,避免或减小危险。

(一) 本质安全

本质安全是通过机械的设计者,在设计阶段采取措施来消除隐患的一种实现机械安全方法。

(1) 采用本质安全技术。本质安全技术是指利用该技术进行机械预定功能的设计和制造,不需要采用其他安全防护措施,就可以在预定条件下执行机械的预定功能时满足机械自身的安全要求。包括:避免锐边、尖角和凸出部分,保证足够的安全距离,确定有关物理量的限值,使用本质安全工艺过程和动力源。

(2) 限制机械应力。机械零件的机械应力不超过许用值,并保证足够的安全系数。

(3) 提交材料和物质的安全性。用以制造机械的材料、燃料和加工材料在使用期间不得危及人员的安全或健康。材料的力学特性,如抗拉、抗剪、抗阻、抗弯强度和韧性等,应能满足执行预定功能的载荷作用要求;材料应能适应预定的环境条件,如有抗腐蚀、耐老化、耐磨损的能力;材料应具有均匀性,防止由于工艺设计不合理,使材料的金相组织不均匀而产生残余应力;应避免采用有毒的材料或物质,应避免机械本身或由于使用某种材料而产生的气体、液体、粉尘、蒸气或其他物质造成的火灾和爆炸危险。

(4) 履行安全人机工程学原则。在机械设计中,通过合理分配人机功能、适应人体特性、人机界面设计、作业空间的布置等方面履行安全人机工程学原则,提高机械设备的操作性和可靠性,使操作者的体力消耗和心理压力降到最低,从而减小操作差错。

(5) 设计控制系统的安全原则。机械在使用过程中,典型的危险工况有:意外启动、速度变化失控、运动不能停止、运动机械零件或工件脱落飞出、安全装置的功能受阻等。控制系统的设计应考虑各种作业的操作模式或采用故障显示装置,使操作者可以安全地处理。

(6) 防止气动和液压系统的危险。采用气动、液压、热能等装置的机械，必须通过设计来避免由于这些能量意外释放而带来的各种潜在危险。

(7) 预防电气危害。用电安全是机械安全的重要组成部分，机械中电气部分应符合有关电气安全标准的要求。预防电气危害应注意防止电击、电烧伤、短路、过载和静电。

设计中，还应考虑到提高设备的可靠性，降低故障率，以降低操作人员查找故障和检修设备的频率；采用机械化和自动化技术，尽量使操作人员远离有危险的场所；应考虑到调整、维修的安全，以减少操作者进入危险区的需要。

(二) 失效安全

设计者应该保证当机器发生故障时不出危险。相关装置包括操作限制开关、限制不应该发生的冲击及运动的预设制动装置、设置把手和预防下落的装置、失效安全的紧急开关等。

(三) 定位安全

把机器的部件安置到不可能触及的地点，通过定位达到安全。但设计者必须考虑到在正常情况下不会触及到的危险部件，而在某些情况下可以接触到的可能，例如，登上梯子维修机器等情况。

(四) 机器布置

车间合理的机器布局可以使事故明显减少。布局应考虑以下因素：

(1) 空间。便于操作、管理、维护、调试和清洁。

(2) 照明。包括工作场所的通用照明（自然光及人工照明，但应防止炫目）和为操作机器而特需的照明。

(3) 管、线布置。不应妨碍在机器附近的安全出入，避免磕绊，有足够的上部空间。

(4) 维护时的出入安全。

(五) 机器安全防护装置

1. 固定安全防护装置

固定安全防护装置是防止操作人员接触机器危险部件的固定的安全装置。该装置能自动地满足机器运行的环境及过程条件，装置的有效性取决于其固定的方法和开口的尺寸，以及在其开启后距危险点有足够的距离。该安全装置只有用改锥、扳手等专用工具才能拆卸。

2. 联锁安全装置

联锁安全装置的基本原理：只有安全装置关合时，机器才能运转；而只有机器的危险部件停止运动时，安全装置才能开启。联锁安全装置可采取机械、电气、液压、气动或组合的形式。在设计联锁装置时，必须使其在发生任何故障时，都不使人员暴露在危险之中。例如，利用光电作用，人手进入冲压危险区，冲压动作立即停止。

3. 控制安全装置

为使机器能迅速地停止运动，可以使用控制装置。控制装置的原理是，只有控制装置完全闭合时，机器才能开动。当操作人员接通控制装置后，机器的运行程序才开始工作；如果控制装置断开，机器的运动就会迅速停止或者反转。通常在一个控制系统中，控制装置在机器运转时，不会锁定在闭合的状态。

4. 自动安全装置

自动安全装置的机制是把暴露在危险中的人体从危险区域中移开,仅限于在低速运动的机器上采用。

5. 隔离安全装置

隔离安全装置是一种阻止身体的任何部分靠近危险区域的设施,例如固定的栅栏等。

6. 可调安全装置

在无法实现对危险区域进行隔离的情况下,可以使用部分可调的安全装置。只要准确使用、正确调节以及合理维护,即能起到保护操作者的作用。

7. 自动调节安全装置

自动调节装置由于工件的运动而自动开启,当操作完毕后又回到关闭的状态。

8. 跳闸安全装置

跳闸安全装置的作用,是在操作到危险点之前,自动使机器停止或反向运动。该类装置依赖于敏感的跳闸机构,同时也有赖于机器能够迅速停止(使用刹车装置可以做到这一点)。

9. 双手控制安全装置

这种装置迫使操纵者应用两只手来操纵控制器,它仅能对操作者提供保护。

五、机械制造场所安全技术

(一) 采光

生产场所采光是生产必须的条件,如果采光不良,长期作业,容易使操作者眼睛疲劳、视力下降,产生误操作或发生意外伤害事故。同时,合理采光对提高生产效率和保证产品质量有直接的影响。因此,生产场所应有足够的光照度,以保证安全生产的正常进行。

(1) 生产场所一般白天依赖自然采光,在阴天及夜间则由人工照明采光作为补充和代替。

(2) 生产场所的内照明应满足《工业企业照明设计标准》的要求。

(3) 对厂房一般照明的光窗设置要求:厂房跨度大于12 m时,单跨厂房的两边应有采光侧窗,窗户的宽度不应小于开间长度的一半。多跨厂房相连,相连各跨应有天窗,跨与跨之间不得有墙封死。车间通道照明灯应覆盖所有通道,覆盖长度应大于90%的车间安全通道长度。

(二) 通道

通道包括厂区主干道和车间安全通道。厂区主干道是指汽车通行的道路,是保证厂内车辆行驶、人员流动以及消防灭火、救灾的主要通道;车间安全通道是指为了保证职工通行和安全运送材料、工件而设置的通道。

(1) 厂区干道的路面要求。车辆双向行驶的干道宽度不小于5 m,有单向行驶标志的主干道宽度不小于3 m。进入厂区门口,危险地段需设置限速限高牌、指示牌和警示牌。

(2) 车间安全通道要求。通行汽车的宽度>3 m,通行电瓶车的宽度>1.8 m,通行手推车、三轮车的宽度>1.5 m,一般人行通道的宽度>1 m。