



2005年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

ANQUAN
SHENGCHAN JISHU

全国注册安全工程师执业资格考试辅导教材编审委员会 组织编写

煤炭工业出版社

2005 年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

全国注册安全工程师执业资格考试辅导教材编审委员会 组织编写

煤炭工业出版社

• 北 京 •

图书在版编目(CIP)数据

安全生产技术/全国注册安全工程师执业资格考试辅导教材编审委员会组织编写. —北京: 煤炭工业出版社, 2005

(2005 年全国注册安全工程师执业资格考试辅导教材)

ISBN 7—5020—2673—8

I. 安… II. 全… III. 安全生产—工程技术人员—资格考核—教材 IV. X93

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 042592 号

煤炭工业出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)
网址: www.cciph.com.cn
煤炭工业出版社印刷厂 印刷
新华书店北京发行所 发行

*

开本 787mm × 1092mm $\frac{1}{16}$ 印张 24 $\frac{3}{4}$
字数 589 千字 印数 1—30,000
2005 年 6 月第 1 版 2005 年 6 月第 1 次印刷
社内编号 5444 定价 60.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 本社负责调换

全国注册安全工程师执业资格考试 辅导教材编审委员会

主 任：孙华山

副 主 任：黄玉治 钟群鹏 冯长根 刘铁民 张平远

成 员：范维澄 汪旭光 卢鉴章 翟 齐 吕长清

杨 富 石少华 王笑京 邱平金 林树青

吴宗之 郑希文 黄盛初 李 斌 樊晶光

主 编：卢鉴章

编写人员：张海峰 王笑京 邢娟娟 李仲刚 张和平

邱平金 王云海 吴苏江 汪佩兰 胡千庭

杨有启 金龙哲 秦春芳 褚家成 高广伟

彭怀生 管 坚 黎竹勋 孟凡一 朱晓宁

杨华龙 包 斯 多英全

序

自 2002 年开始,我国推行了注册安全工程师执业资格制度,2004 年首次成功地举行了全国统一考试,相关规章制度正在逐步得到完善,这对于加强安全生产专业人才培养,提高安全管理、技术人员的业务水平,促进安全生产具有重要作用。

注册安全工程师执业资格制度实施以来,受到社会各界的广泛关注和极大支持。实践证明,通过培养高素质、专业化的注册安全工程师,对保持安全生产监督管理人员的稳定性,积极培植社会化的安全科技服务体系具有积极的作用。同时也为各类生产经营单位,尤其是普遍缺乏安全生产专业技术人员的中小企业提供了安全生产技术服务,改善了企业安全生产条件,有助于减少各类职业危害,有利于促进企业建立自我约束和持续改进的安全生产长效机制。为促进注册安全工程师执业资格制度持续健康发展,根据《国务院关于进一步加强安全生产工作的决定》,国家安全生产监督管理总局与人事部重新审定了注册安全工程师执业资格考试大纲。依据修订后的《2005 年注册安全工程师执业资格考试大纲》,全国注册安全工程师执业资格考试辅导教材编审委员会组织专家编写了本套辅导教材。

本套辅导教材有较强的针对性、实用性和可操作性,不仅可以供参加注册安全工程师复习考试之用,还可以指导安全生产从业人员的日常实际工作。同时,也真诚希望广大读者多提宝贵意见和建议,为不断完善我国注册安全工程师执业资格考试、任职和考核制度共同做出不懈的努力。

国家安全生产监督管理总局副局长



2005 年 5 月 30 日

前 言

为进一步促进注册安全工程师执业资格制度的发展,根据人事部发布的《2005 年注册安全工程师执业资格考试大纲》,在 2004 年编写的全国注册安全工程师执业资格考试辅导教材的基础上,全国注册安全工程师执业资格考试辅导教材编审委员会组织专家重新编写了《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》及《安全生产事故案例分析》四个考试科目的辅导教材。

《安全生产法及相关法律知识》主要介绍了与安全生产相关的主要法律、法规。《安全生产管理知识》主要涉及注册安全工程师在执业过程中的安全生产管理基础知识。《安全生产技术》内容比较多,包括机械电气、防火防爆、特种设备、人机工程、职业危害、交通运输、矿山、建筑施工和危险化学品等方面的安全技术。《安全生产事故案例分析》主要涉及事故预防、事故应急预案、事故原因分析和调查处理等方面的内容。

本套教材适用于申请注册安全工程师执业资格考试的人员,也可供从事安全管理、安全工程技术检测检验、安全评价、安全咨询及大专院校安全工程专业师生等人员参考。

本套辅导教材在编写过程中,吸收了国内许多专家和专业人士的不少宝贵意见和建议。在此表示衷心的感谢!但是,由于注册安全工程师执业资格制度刚刚起步,因此本套辅导教材难免存在疏漏之处,敬请批评指正,以便今后在工作中补充和完善。

目 录

第一章 机械电气安全技术	1
第一节 机械安全基础知识	1
第二节 电气安全基础知识	13
第三节 通用机械安全生产技术	35
第四节 机械制造场所安全技术	53
第五节 机械电气防火防爆安全技术	59
第六节 主要机械电气安全有关技术规程与标准	64
第二章 防火防爆安全技术	65
第一节 火灾安全基础知识	65
第二节 爆炸基本概念	83
第三节 民用爆破器材、烟花爆竹的安全	101
第四节 防火防爆有关安全规范与技术标准	109
第三章 特种设备安全技术	111
第一节 特种设备安全基础知识	111
第二节 特种设备安全技术	129
第三节 特种设备安全技术监察规程与标准	160
第四章 安全人机工程	162
第一节 安全人机工程基本知识	162
第二节 人的特性	163
第三节 机械的安全特性及故障诊断技术	174
第四节 机械的可靠性设计与维修性设计	179
第五节 人机系统	184
第五章 职业性危害控制技术	192
第一节 生产性粉尘危害控制技术	192
第二节 生产性毒物危害控制技术	194
第三节 物理因素危害控制技术	196
第四节 有关的规范与标	200

第六章 交通运输安全技术	207
第一节 铁路运输安全技术	207
第二节 公路交通和运输安全技术	216
第三节 水运交通安全技术	225
第七章 矿山安全技术	239
第一节 矿山安全基础知识	239
第二节 矿山主要危害及防治技术	249
第三节 石油生产过程的主要危险及其控制	275
第四节 矿山安全技术规程与规范	281
第八章 建筑工程施工安全技术	283
第一节 建筑施工安全专业知识	283
第二节 建筑施工安全技术	289
第三节 建筑施工安全法规与标准	335
第九章 危险化学品安全生产技术	336
第一节 危险化学品安全基础知识	336
第二节 石化生产过程的主要危险及控制	354
第三节 油气处理与集输过程的主要危险及其控制	364
第四节 有毒有害、易燃、易爆物质检测技术	377
第五节 检修安全	380
第六节 有关技术标准	385
参考文献	386

第一章 机械电气安全技术

第一节 机械安全基础知识

机械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。机械设备在运行中,至少有一部分按一定的规律做相对运动。成套机械装置由原动机、控制操纵系统、传动机构、支承装置和执行机构组成。

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。

机械安全的任务是采取系统措施,在生产和使用机械的全过程中保障工作人员安全和健康,免受各种不安全因素的危害。机械安全包括机械产品制造安全和机械设备使用安全两大方面的内容。

一、机械产品制造安全

(一) 机械产品主要类别

机械产品种类极多。机械行业的主要产品如下:

- (1) 农业机械:拖拉机、内燃机、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) 石化通用机械: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:包装机械、金属制包装物品、金属集装箱等。
- (11) 环保机械:水污染防治设备、大气污染防治设备、固体废物处理设备等。
- (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) 机械安全设计与机器安全装置

机械安全包括设计、制造、安装、调整、使用、维修、拆卸等各阶段的安全。安全设计可最大限度地减小风险。机械安全设计是指在机械设计阶段,从零件材料到零部件的合理形状和相对位置,从限制操纵力、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,结合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、操作机械化或自动化以及实行在危险区之外的调整、维修等措施,避免或减小危险。

1. 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机械危险的一种机械安全方法。

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) 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,如抗拉强度、抗剪强度、冲击韧性、屈服极限等,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;同时,应避免采用有毒的材料或物质,应能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害。

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、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,以降低操作者查找故障和检修设备的概率;还应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;还应考虑到调整、维修的安全,以减少操作者进入危险区的需要。

2. 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。

3. 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,而在某些情况下会变成可以接触到的可能,例如登上梯子对机器维修等情况。

4. 机器布置

车间合理的机器安全布局可以使事故明显减少。安全的布局要考虑如下的因素:

(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,但要防止炫目)和为操作机器而特需的照明;

(3) 管、线布置:不要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。

5. 机器安全装置

1) 固定安全装置

在可能的情况下,应该通过设计设置防止接触机器危险部件的固定的安全装置。装置应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。安全装置应设计成只有用诸如改锥、扳手等专用工具才能拆卸的装置。

2) 连锁安全装置

连锁安全装置的基本原理:只有当安全装置关合时,机器才能运转;而只有当机器的危险部件停止运动时,安全装置才能开启。连锁安全装置可采取机械的、电气的、液压的、气动的或组合的形式。在设计连锁装置时,必须使其在发生任何故障时,都不使人员暴露在危险之中。

3) 控制安全装置

要求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,只有当控制装置完全闭合时,机器才能开动。当操作者接通控制装置后,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。它仅能使用在有足够的时间来完成这样的动作而不会导致伤害的环境下,因此,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固定安全装置。这些安全装置可能起到的保护作用在很大程度上有赖于操作者的使用和对安全装置正确的调节以及合理的维护。

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（使用刹车装置可能做到这一点）。

9) 双手控制安全装置

这种装置迫使操纵者要用两只手来操纵控制器。但是，它仅能对操作者而不能对其他有可能靠近危险区域的人提供保护。因此，还要设置能为所有的人提供保护的安全装置，当使用这类装置时，其两个控制之间应有适当的距离，而机器也应当在两个控制开关都开启后才能运转，而且控制系统需要在机器的每次停止运转后重新启动。

(三) 机械生产动力设施危险点及通用安全技术管理

为机械生产过程提供动力的设施简称动力站房，主要有：锅炉与辅机、煤气站、制氧站、空压站、乙炔站、变配电站等。锅炉与辅机安全技术见特种设备章节相关内容，下文介绍其他机械动力设施危险点及安全技术。

1. 煤气站安全技术

本内容适用于工业企业内部的煤气站、天然气站和煤气储配站。

1) 危险点概述

煤气站是制取煤气的场所。由于煤气属于有毒和易燃、易爆气体，所以易导致中毒事故及火灾爆炸事故。

2) 安全技术管理要求

(1) 煤气站及煤气发生炉：

①煤气站房的设计必须符合国家规定要求。

②煤气生产设备应采用专业厂家生产的产品，安全可靠、技术资料齐全。

③煤气发生炉的看火孔盖应严密，看火孔及加煤装置应气密完好。

④带有水套的煤气发生炉用水水质应满足规定要求。

⑤煤气发生炉空气进口管道上必须设控制阀和逆止阀，且灵活可靠；管道末端应设防爆阀和放散阀。

⑥煤气发生炉各级水封（最大放散阀，双联竖管，炉底等水封）均应保持有效水位高度，且溢流正常。

⑦煤气净化设施应保持良好的净化状态，电除尘器入口、出口应设可靠的隔断装置。

⑧水煤气、半水煤气的含氧量达到1%时必须停炉。

⑨蒸气汇集器的安全装置应齐全有效。

⑩蒸气汇集器宜设置自动给水装置。

(2) 仪表信号及安全装置:

①各种仪表、信号、连锁装置应完好有效。

②发生炉出口处应设置声光报警装置;排送机与鼓风机应连锁。

(3) 电气:

①煤气排送机间、煤斗间的电器应满足防爆要求。

②鼓风机与排风机安装在同一房间内时,电器均应满足防爆要求。

③煤气站应具有两路电源供电,两路电源供电有困难时,应采取防止停电的安全措施,并设置事故照明。

(4) 煤气站的生产、输送系统均应按规定设置放散管,且放散管至少应高出厂房顶4m以上并具备防雨和可靠的防倾倒措施。

2. 制氧站安全技术

本内容适用于采用空气液化分离法生产,贮存及罐装气瓶的制氧站(房)。

1) 危险点概述

氧的化学性质非常活泼,能助燃。其强烈的氧化性又能促进一些物质自燃,是构成物质燃烧爆炸的基本要素之一。在氧气的制取、贮存及罐装过程中均存在相当大的危险性。

2) 安全技术管理要求

(1) 站(房)建筑的布局应符合如下要求:

①空分设备的吸气口应超出制氧(站)屋檐1m以上且离地面铅垂高度必须大于10m。空气应洁净,其烃类杂质应控制在允许极限范围内。

②独立站(房)、灌瓶间、实瓶间、贮气囊间应有隔热措施和防止阳光直射库内的措施。

③贮瓶间应为单层建筑,地面应平整、防滑、耐磨和不产生撞击火花。

(2) 设备设施。各种工艺设备均应完好;设备冷却系统、润滑系统运行正常;空分系统中应无积炭,并定期检查;安全装置齐全可靠,指示仪器(表)灵敏;空分装置中的乙炔、碳氢化合物,以及油含量应定期监测分析,并做好记录;凡与纯氧接触的工具、物质严禁粘附油脂;管道系统应符合有关规定;气体排放管应引到室外安全地点,并有警示标记。氧气排放管应避开热源和采取防雷措施;氮气排放管应有防止人员窒息的措施;压力容器应符合规程要求;立式浮顶罐应无严重腐蚀,升降装置灵活,水封可靠且有极限高、低位置连锁;橡胶贮气囊的水封及防止超压装置均应完好可靠。

(3) 瓶库:

①实瓶库存量不应超过2400只。

②空、实瓶同库存放时,应分开放置,其间距至少1.5m以上且有明显标记和可靠的防倾倒措施。

(4) 消防设施:

①消防设施应齐全完备,配置合理。

②站区外围应设高度不低于2m的围墙或栅栏。

③防火间距内无易燃物、毒物堆积。

④消防通道畅通无阻。

⑤合理布置醒目的安全标志。

3. 空压站安全技术

1) 危险点概述

空压站是企业中向各个用气点输送一定压力空气的部门。在空压站内，压缩机将空气压缩成具有一定压力的气体贮存到贮气罐中，这时贮气罐就成了一个具有爆炸危险的容器。在压力容器爆炸事故中，压缩空气罐发生事故的为数不少。如果空气贮气罐质量低劣或检验保养不及时而导致带病运行，将存在着较大的危险性。

2) 安全技术管理要求

(1) 技术资料齐全：

①空气压缩机及贮气罐出厂资料包括：产品制造许可证，质量证明书合格证，受压元件强度计算书，安全阀排放量计算书，安装使用说明书等。

②按《压力容器安全监察规程》规定要求建立压力容器的档案和管理卡，进行定期检验并在检验周期内使用，检验报告资料齐全。

(2) 安全阀、压力表：安全阀、压力表灵敏可靠，并定期校验。贮气罐上的安全阀和压力表经风吹雨打，很容易锈蚀，失去其可靠性。因此要求每年检验一次并铅封，还要做好记录和签名。

(3) 安全防护：

①空压机皮带轮防护罩可靠。空气压缩机的动力传递大多数是靠皮带传动的，传动中速度很快，而且皮带较长，活动的范围较大，皮带与传动轮的入角处非常危险，如果没有防护罩，会造成操作工被皮带轮卷入的危险。要求将皮带轮的运动范围围住，保证操作工在进行巡视检查时衣袖不会被卷入。

②操作间噪声低于 85dB，应有噪声监测部门的测试报告。

(4) 贮气罐的安全要求：

①贮气罐无严重腐蚀。贮气罐大多设置在露天，周围环境较差，容易发生腐蚀现象。腐蚀的结果使壁厚变薄，降低承压能力；腐蚀严重的能导致贮气罐的爆炸。要每年对贮罐进行一次除锈刷漆的保养，进行测厚并纪录，尤其对贮气罐的下部要特别注意。

②贮气罐支承平稳、焊接处无裂纹，运行中无剧烈晃动。压缩机出口的压缩空气流是脉冲的，进入贮气罐后进行一次缓冲，待平稳以后再输送到用气点。由于贮气罐受到脉冲压力，使罐体产生晃动，如果支撑不牢，将加剧罐体的晃动。晃动的结果使得罐体与支承的焊接处因疲劳而被拉裂。

4. 乙炔发生站安全技术

本内容适用于电石为原料制取乙炔气的乙炔发生站（房）。

1) 危险点概述

乙炔发生站在没有条件使用乙炔瓶的企业中运用比较广泛，以集中为生产一线提供乙炔气体。但是由于乙炔气体具有的爆炸极限范围宽、爆炸下极限低、点火能量小等危险特性，极易导致火灾爆炸事故。

2) 安全技术管理要求

(1) 乙炔站（房）的设计应符合要求。

(2) 建立健全安全管理规章制度：

①出、入站（房）必须登记，交出火种，穿戴必须符合规定。

②严格执行巡回检查制度，记录齐全可靠。

(3) 应建立各种相应的安全技术资料档案。

(4) 管道系统：

①管道、阀门应严密可靠，与乙炔长期接触的部件其材质含铜量应不低于70%的铜合金。

②管道应有良好的导出静电的措施，应有定期测试记录。

③管道系统必须合理设置回火防止器，并保证可靠有效。

(5) 电石库房及破碎系统：

①库房应符合规定，通风良好，保持干燥，严禁积水、漏雨及潮湿。

②电石桶应保持严密，不允许空气与桶内电石长期接触。

③人力破碎电石时，应穿戴好劳动防护用品；机械破碎电石时，应采用除尘装置，并及时清除粉末状电石，且按规定采用电石人水法妥善处理。

④设置中间电石库及破碎间时，应采取防潮措施。

(6) 安全措施：

①乙炔发生系统检修前必须采用惰性介质进行彻底置换，采样化验合格后方可进行检修。

②低压乙炔发生器平衡阀应完好，标志明显和有防误操作的措施。

③浮筒式气柜应有与极限位置连锁的报警装置，并根据环境条件设置喷淋装置。

④站房内的电器、仪器（表）必须满足防爆要求。

⑤安全装置均应灵敏可靠、完好有效，按规定进行定期检验、检查，并有记录。

⑥防雷措施应符合要求。

(7) 消防设施：

①合理配备消防器材，有醒目的指示标志。

②消防通道畅通无阻，最好为环形布置。

③严禁使用水、泡沫灭火器扑救电石着火，严禁四氯化碳等卤族类物质进入站房。

二、机械设备的使用安全

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做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。

(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、圆形心轴和杆等。

(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、轧钢机、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，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) 机械安全措施

1. 机械安全措施类别

为了保证机械设备的安全运行和操作工人的安全和健康，所采取的安全措施一般可分为直接、间接和指导性三类。

(1) 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；

(2) 间接安全技术措施是在机械设备上采用和安装各种安全有效的防护装置，克服在使用过程中产生不安全因素；

(3) 指导性安全技术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安全作业。

2. 传动装置的防护

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不幸事故，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。

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。

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

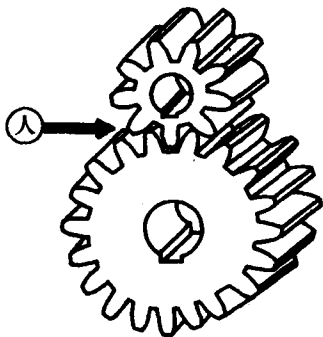


图 1—1 齿轮传动

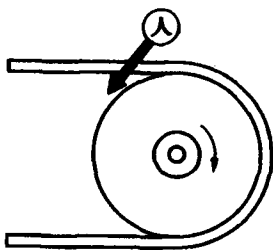


图 1—2 皮带传动

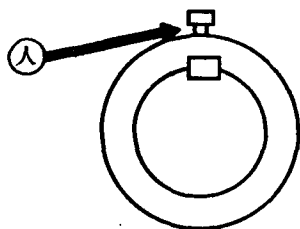


图 1—3 联轴器

所有上述危险部位都应可靠地加以保护，目的是把它与工人隔开，从而保证安全。

(1) 齿轮啮合传动的防护。啮合传动有齿轮（直齿轮、斜齿轮、伞齿轮、齿轮齿条）啮合传动、蜗轮蜗杆、链条传动等。这里仅对齿轮啮合传动的防护装置作讨论。

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，不管啮合齿轮处在何种位置，因为即使啮合齿轮处在操作工人不常到的地方，但工人在维护保养机器时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，应尽量将齿轮装人机座内，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有金属骨架的铁丝网，必须装固牢靠，并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，同时要便于开启，便于机器的维护保养，即要求能方便地打开和关闭。为了引起工人的注意，防护罩内壁应涂成红色，最好装电气连锁，使得防护装置在开启的情况下机器永远停止运转。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) 皮带传动机械的防护。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、噪音小、结构简单、维护方便，因此广泛应用于机械传动中。但是，由于皮带因摩擦后易产生静电放电现象，故不能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 中箭头所指部分，因此要加以防护。

皮带防护罩与皮带的距离不要小于 50mm，设计要合理，不要影响机器的运行。一般传动机构离地面 2m 以下，要设防护罩。但在下列 3 种情况下，即使厂在 2m 以上也应加以防护：皮带轮之间的距离在 3m 以上；皮带宽度在 15cm 以上；皮带回转的速度在 9m/min 以上。这样万一皮带断裂时，也不至于落下伤人。

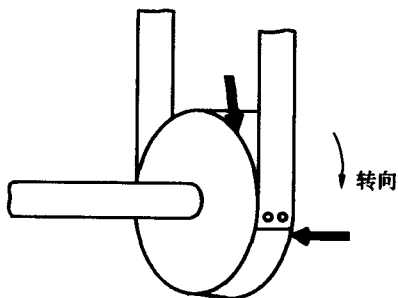


图 1—4 皮带传动危险部位

皮带的接头一定要牢固可靠，安装皮带要做到松紧适宜。皮带传动机构的防护方法可采用将皮带全部遮盖起来的方法，或采用防护栏杆防护。

(3) 联轴器等防护。一切突出于轴面而不平滑的东西（键、固定螺钉等）均增加了轴的危险因素。联轴器上突出的螺钉、销、键等均可能给工人带来伤害。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、机械伤害类型及对策

(一) 机械伤害类型

机械装置运行过程中存在着两大类不安全因素。一类是机械危害，包括夹挤、碾压、剪切、切割、缠绕或卷入、戳扎或刺伤、摩擦或磨损、飞出物打击、高压流体喷射、碰撞或跌落等危害；另一类是非机械危害，包括电气危害、噪声危害、振动危害、辐射危害、温度危害等。

在机械行业，存在以下主要危险和危害：

(1) 物体打击：是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。