

基础性的安全技术知识

(职业健康安全管理体系 2021 年考试大纲 3.2 条款 d)规定的部分)

学习目标：使学员了解和掌握通用的机械和电气安全技术； 防火防爆基础知识； 一些职业危害的控制技术。

第一章 通用的机械安全技术

1 概述

机械（机器）是利用力学原理由若干零部件组成的各种装置。这种装置具有制动机构、控制和动力系统，能运转、能变换能量或产生有用的功，并且是为一定应用日的服务的。如物料加工的机械设备、搬运的起重运输设备、产品包装机械设备等。机械设备作为生产工具，能减轻劳动强度，提高劳动生产率。

机械设备的种类很多，大致可分为：农牧业机械、冶金机械、工程机械、建筑机械、金属切削机械、煤炭机械、木工机械、铸造机械、商业机械、锻压机械、通用机械（鼓风机、泵、压缩机）、食品加工机械、包装机械、火车、汽车、摩托车、超重运输机械、锅炉压力容器、矿山机械、石油机械、电气设备、林业机械、轻工机械、仪器仪表、印刷机械、纺织机械、化工机械等。

机械设备品种繁多，每个大类还可分若干小类，每类机械设备的性能、用途也各不相同。因而，使用中所带来的危害因素也不一样。本章重点介绍金属切削机床、锻压及冲剪机械、起重机械、木工机械、焊接设备这几种常用机械设备的安全技术。

1.1 常见的机械伤害

常见的机械伤害通常可以包括：

1. 有旋转部位、齿轮、联轴节、丝（光）杆、工具、工件、防护或操作不当发生咬、绞、切等伤害；
2. 工件装夹不牢，加工时甩出；
3. 锻造模具摆放不正或脆化，锻打时模具碎块飞出造成物体打击伤害；
4. 切削加工时长屑未断屑或短屑防护不当造成割伤或崩伤；
5. 磨削加工砂轮选用或进给速度选用不合理等造成砂轮碎裂，飞出伤人；
6. 冲压加工时手误入模内造成伤手；
7. 起重机械作业时捆绑不当吊物坠落、过度卷扬造成吊钩坠落伤人；
8. 厂内机动车辆伤害等。

1.2 机械设备危险产生的形式

机械设备危险产生的形式，一般可按运动形式和伤害形式进行分类。一种机械设备可能同时存在几种危险，即同时造成几种伤害形式。

1. 机械设备的危险按运动形式通常可分为以下7种：

静止危险：设备处于静止状态时存在的危险。当人接触或与静止设备做相对运动时可引起的危险。如：切削刀具的刀刃；设备表面凸出的螺栓、键、耳、环、手柄、坯、工具、设备边缘锋利飞边和粗糙表面，未打磨的毛刺、锐角、毛边、翘起的铭牌等；

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。

直线运动的危险：指做直线运动的机械所引起的危险，又可分为接近式的危险和经过式的危险。

(1)接近式危险是指当机械进行往复的直线运动时，而人处在机械直线运动的正前方面未躲让时，将受到运动机械的撞击或挤压。如纵向运动的构件，龙门刨床的工作台、牛头刨床的滑枕在做往复运动时，如果与墙、柱间距小，易造成挤压；横向运动的构件，如升降式铣床的工作台。

(2)经过式危险指人体经过运动中的部件引起的危险。如单纯做直线运动的带链、冲模等，
•做直线运动的凸起接头；做直线运动的牛头刨床的刨刀、带锯床的带锯。

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。

如(1)卷进单独旋转运动机械部件中的危险，主轴、卡盘、进给丝杆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；

(2)卷进旋转运动的两个机械部件间的危险，朝相反方向旋转的两个轧辊之间、相互啮合的齿轮之间；

(3)旋转运动加工工件打击或绞轧的危险，如伸出机床的细长加工件；

(4)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；

(5)有些旋转零部件，由于有孔洞部分而具有更大的危险性。如风扇、叶片、带辐条的滑轮、齿轮和飞轮等。

摆动的危险：机械设备传动的摆动如牛头刨带来的危险或行车吊运物，因启动惯性运行速度过快，物件产生摆动形成的危险。

飞出物击伤的危险：是指具有足够动能的运动体飞出引起的危险。

(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)飞出的切削或工件，如连续排出或破碎而飞散的切屑、锻件加工中飞出的工件。

坠落物的危险：是指以足够的动能在重力作用下坠落的物体引起的危险。如检修大型设备的工作平台上放置的工具或零件坠落，行车走台上有孔洞检修时有可能零件坠落，吊运物件的坠落等。

组合运动的危险：

(1)运动部位和静止部位的组合危险。如直线运动的机械部件与固定构件间做往复直线运动的工作台与底座间、压力机滑块与模具之间的危险；旋转运动的机械部件与固定构件，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。

(2)运动部位与运动部位的组合危险。如旋转运动机械部件与直线运动部件，如皮带与皮带轮、链条与链轮、滑轮与绳索间、卷扬机绞筒、绞盘等的危险。

2 机械设备的危险按伤害形式通常可分为以下 3 种：

挤压和咬入（咬合）：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。

(1)挤压：典型的挤压伤害是压力机。当滑块（冲头）下落时，如人手正在安放工具或调整模具，就会受伤。还有刨床、磨床。如果在工作台一端与墙之间或与相邻的另一台机械之间的距离太小时，就可能产生挤压。当工人的手推车推过狭窄的通道时，手可能被墙壁或其他设备挤伤。这种危险不一定两个部件完全接触，只要距离很近，四肢就有可能受挤压。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，将人的四肢卷进运转中的咬入点。

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职业健康安全和运动速度的乘积，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。虽然这些物体职业健康安全不大，但速度很快，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。

高速飞出的切削也能使人受伤。

接触：当人体接触机械的运动部件或运动部件直接接触人体时都可能造成机械伤害。运动

部件一般指具有锐边、尖角、利棱的刀具，有凸出物的表面和摩擦表面。

如(1)夹断…当人体伸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。

(2)剪切：两个具有锐利边刃的部件，在一个或两个部件运动时，能产生剪刀作用。当两者靠近，而人的四肢伸入时，刀刃能将四肢切断。如剪板机、切纸机等。

(3)割伤和擦伤：这种伤害可以发生在运动机械和静止设备上。当静止设备上有尖角和锐边，而人体与该设备做相对运动时，能被尖角和锐边割伤。

(4)卡住或缠绕：具有卡住作用的部位是指静止设备表面或运动部件的尖角或凸出物。这些凸出物能拌住、缠住人宽松的衣服，甚至皮肤。当卡住后，能引向另一种危险，特别是运动部件上的凸出物、皮带接头、车床的转轴、加工件都能将人的手套、衣袖、头发、辫子甚至工作服口袋中擦机械用的棉纱缠住而使人造成严重伤害。

1.3 机械设备安全防护

机械设备安全防护主要是从机、环、管、人四个方面入手，采取预防控制措施，使之达到最佳配合，以消除或降低机械设备的危险，从而预防事故的发生。

1.3.1 机械设备的本质安全

本质安全是指操作失误时，设备能自动保证安全；当设备出现故障时，能自动发现并自动排除，能确保人身和设备的安全。为使设备达到本质安全而进行的研究、设计、改造和采取各种措施的最佳配合，都称为本质安全化。

1. 本质安全化的目的：运用现代安全科学，从根本上消除能形成事故的主要条件。如暂时达不到，则采取两种或两种以上相对安全措施，形成最佳组合，达到最大限度安全。

本质安全化强调先进技术手段和物质条件在保障安全生产中的重要作用。随着科学技术的进步，设备本质安全化程度也会不断提高，不会停留在现有的水平上。

2. 本质安全化的主要内容：设备的本质安全通过设备本身的安全设计来实现。

本质安全化的基本思路

(1)在设计阶段必须综合考虑机械设备性能、产量、效率、可靠性、实用性、先进性、使用寿命、经济性和安全性之间的关系。其中安全性是必须优先考虑的。机械设备的设计要符合GB5083《生产设备安全卫生设计总则》和GB/T12801《生产过程安全卫生要求总则》以及人机工程方面的要求等。从设备结构、外形尺寸、传动系统、控制系统、操作系统以及设备的颜色、照明等都考虑操作者的适应能力，使机械设备适应人的生理、心理需求。

(2)采用技术措施消除危险，将操作者与危险部位隔离。如将机械设备的危险部位完全封闭

或采用安全装置或实现机械化、自动化、程序化等，这些都是设计阶段应该解决的问题。

(3) 机械设备应有能自动防止操作失误和设备故障的防范措施。即使操作失误，也不会导致设备发生事故；即使出现故障，应能自动排除，切换或安全停机；当设备发生故障时，不论操作人员是否发现，设备应能自动报警，并做出应急反应，更理想的是还能显示设备发生故障的部位。

常用的措施

(1) 采用机械化、自动化和程控技术代替人的手工操作，是提高劳动生产率，降低劳动强度，减少设备故障率，防止误操作，保证操作者安全和设备安全最有效的措施。

(2) 采用可靠性设计，提高机械设备的可靠性，是实现安全生产的重要手段，许多可靠性技术采用的方法已被安全技术所采用。

(3) 当无法消除危险因素时，采用安全防护装置隔离危险因素是最常用的技术措施。

带有连锁装置的防护罩是最好的本质安全措施。

(4) 保险装置又叫故障保险装置。这种装置的作用与安全防护装置稍有不同。它能在设备产生超压、超温、超速、超载、超位等危险因素时，进行自动控制并消除或减弱上述危险。如超载保护装置、限速器、限位开关、力矩限制器、极限位置限制器等。

(5) 采用自动监测、报警和处理系统，利用现代化仪器仪表对运行中的设备状态参数进行在线监测和故障诊断。当发生异常现象时，能自动报警，发出声、光报警信号，并自动做出应急反应，如自动停机、自动切换到备用设备等。

(6) 采用冗余技术，即在设计中增加冗余元件或冗余（备用）设备，平时只用其中一个，当发生事故时，冗余设备或冗余元件能自动切换。

(7) 采用传感技术，在危险区设置光电式、感应式、压力传感式传感器，当人进入危险区，可立即停机，终止危险运动。

(8) 安装紧急停车开关。

(9) 设计程序连锁开关，对出现错误指令时，禁止启动的操纵器。这些关键程序只有在正常操作指令下才能启动机械。

(10) 配备使操作者容易观察的、能显示设备运行状态和故障的显示器。

(11) 采用多重安全保障措施，对于危险性大的作业，要求设备运行绝对安全可靠。为了防止出现故障和发生误操作，应采用双重或多重安全保障措施，使设备运行万无一失。

1.3.2 机械设备的作业环境安全

作业环境的优劣直接关系到劳动者的安全与健康，因而，新建企业必须遵守 GBZ1-2010《工业企业设计卫生标准》和《机械工业安全卫生设计规定》及 GB50034-2013《建筑照明设计标

准》等有关标准要求。为劳动者创建一个安全卫生的作业环境，以减少事故的发生。

1. 企业的布局应根据企业的性质、规模、生产工艺流程、交通运输、环境保护等要求，结合场地自然条件，进行经济、技术的比较后进行合理布局；对于冷、热加工车间及冷、热加工车间内的设备设施的布局要考虑人流、生产流、物流等流向及气象条件等因素，以利于生产，便于散热和良好的自然通风。

2. 车间的地面应平坦，不打滑。无（无显示）障阻物通道尺寸符合标准要求，并在地面上明确标出。

3. 机械设备的布置，要符合标准的规定，设备与设备、设备与墙柱之间要有一定的安全距离。

4. 作场地的布置应遵照人机工程学、工效学原理，对设备、工位、工具、器具、物料等进行合理的安排，为人创建一个安全、健康的作业环境，以减少事故，提高效率。

1.3.3 机械设备的安全管理

机械设备的安全管理是设备安全运行的基本保障。按照现代设备管理思想，要对设备的整个寿命周期进行管理。即从设备的选型、采购、安装、验收、使用到报废。从安全角度讲，可以归纳为新购设备坚持“三同时”，对在用设备坚持安全管理两个方面。

1. 坚持新购设备“三同时”：新设备在选型采购时，尽量选购本质安全性的机械设备。新设备安装时主体设备与安全卫生设施同时安装并符合国家标准要求。新设备的验收、调试、运行和使用，要与安全卫生设施同时验收、调试、运行和使用，并同时列入设备台帐进行管理。

2. 坚持在用机械设备的安全管理：机械设备长期使用过程中，由于零部件的磨损、疲劳和作业环境中的粉尘、油污、切削等原因，能引起性能、结构、材料、应力等的变化，甚至导致其功能失效或出现故障，影响机械设备的正常运行。因此，机械设备的安全管理，一是抓好日常维护保养和检修；二是抓好机械设备安全检查，尤其是特种设备的安全检查。

1.3.4 安全培训教育与个体防护

1. 安全培训教育：通过安全培训教育使机械设备操作者了解设备性能，掌握设备的安全技术知识和操作安全技能。考试合格后获得本岗位操作资格。特种设备操作人员要经过有安全技术培训资格的单位进行培训，考试合格，才能获得特种作业证书。安全教育培训内容的可包括：

(1) 安全卫生法律法规、企业规章制度及操作规程教育。

(2) 安全技术知识教育使之了解机械设备产生危险或潜在危险的原因以及如何预防与急救等。

(3) 安全操作技能教育，了解本岗位设备的性能，掌握安全操作工艺和规程。

(4)事故预防知识，一旦发生事故的救护知识等。

2. 个体防护：个体防护是在机械设备安全防护措施齐全的基础上，为了更好地保护操作者的安全与健康而采取的措施。我国防护用品按照防护部位分为 9 大类：安全帽、呼吸护具、眼护具、听力护具、防护鞋、防护手套、防护服、防坠落护具、护肤用品。

适用于机械设备操作者的有：呼吸护具、眼护具、听力护具、防护鞋、防护手套、防护服等。

2 金属切削机床的安全技术

2.1 金属切削机床的主要危险源

金属切削加工是通过机械传动机构把电动机的能量传递到加工点，将坯件加工成零件或产品。金属切削机床按运动形式、加工性质和所用刀具的不同，通常分为车床、钻床、镗床、磨床、齿轮加工机床、螺纹加工机床、铣床、刨床及抛光机、拉床、超声波及电加工机床、切断机床和其他机床等。

金属切削机床是机械企业中应用最为普遍的加工设备。金属切削机床在机械开动和能量传递过程中，一旦能量失控逸散后触及人体，将会导致人身伤害事故，如刺割、绞碾、物体打击等。

金属切削机床的主要危险源有：外露的传动部件、机床执行部件、机床的电器部件、操作过程中的违章作业等诸如此类的危险源，如果不加防护或防护失灵、管理不善、维护保养不当、操作不慎，都会造成刺割伤、物体打击、绞伤、烫伤等人身伤害。

2.2 金属切削机床的安全要求

各种金属切削机床基本上都是通过设备某部位的一定速度的直线运动或圆周运动，由人工操作而实现切削的目的。因此，在安全技术上具有很大的共性。

1. 机械设备的安全要求

(1) 机床结构和安装应符合安全技术标准的规定。

(2) 机床布局要便于工人装卸工件、加工观察、清理、擦拭、排屑等。切屑能飞出伤人的方向应设防护网。

(3) 机床外表涂色要柔和，避免刺目。一般采用淡绿、灰绿和浅灰色。

(4) 操纵机构的手柄、手轮、按钮、符号标志要符合安全技术规定。

2. 防护装置，防护装置是用于隔离人体与危险部位和运动物体的，它是机床设计的组成部分，在机械转动部位，均应安设可靠的防护装置。

防护罩：防护罩作用是隔离机床外露的旋转部位，如皮带轮、皮带、链轮、齿轮、链条、旋转法兰和轴头等。有的防护罩可与机床结为一体，如车床齿轮箱在使用防护网时应使其

与转动的部件有一定的安全距离，防止人体某部位误入网孔受伤。

防护挡板：防护挡板的作用是隔离磨屑、车屑、刨屑、铁屑等各种切屑和冷却液的飞溅。必要时可采用顺序连锁型挡板。

防护栏杆：防护栏杆是对某些不能在地面操作的设备、危险区域、高处走台、登高扶梯、刨床床身两端等处安设的栏杆。栏杆高度不得低于 1.05m。高处栏杆底部应有不低于 100mm 的挡板，以防物件滚落。栏杆结构应符合国标《固定式钢梯及平台安全要求 第 3 部分：工业防护栏杆及钢平台》GB4053.3-2009 的规定。

保险装置和控制装置

- ① 超负荷保险装置：超负荷保险装置在机械超负荷运行时能自动脱开，使其停车。
- ② 行程保险装置：行程保险装置保证在运动部件到达预定的位置时，挡铁将压下行程开关触头、使其自动回车或返回。
- ③ 顺序动作连锁装置：顺序动作连锁装置是保证上一个动作在未完成前，下一个动作不能进行的装置。
- ④ 意外事故连锁装置：意外事故连锁装置是指在发生意外事故时，机器的补偿机构（如蓄电器、止回阀等）立即起作用或停车的装置。由于机床容易卷住工人衣服、头发，而发生重大事故，因此在有些机床上可装设安全碰杆，只要人体触及碰杆时，即可切断电源停车。
- ⑤ 制动装置：制动装置用于在工作完毕后装卸工件或发生突然事故时，及时停止机床运转。
- ⑥ 电气设备的接地（零）：电气设备的金属外壳有可靠的接地（零），电源线路安装应符合电气安全要求。

3. 工艺装备的安全要求

工艺装备的部件（包括工、卡、模、夹具、刀具）要完整齐全，设计要科学，避免因零件不全或不符合要求，以及设计不科学而引起人身事故。

装在旋转主轴上的工艺装备，外形应避免带有棱角和突出点，必要时应有外罩防护，并要考虑离心力的影响，防止甩出伤人。

职业健康安全超过 20kg 的工艺装备，应考虑设计有吊索或吊钩的吊挂部位。

4. 切屑防护：各种金属切削加工都产生切屑，特别是车床、铣床、钻床切削速度大，切屑高速飞出，极易造成刺割伤，在工作场地堆积的切屑容易伤及下肢。应采取必要的防护措施：

控制切屑的形状

带状、块状及尖角的切屑危害性较大，因此，从工艺上要求，尽量使带状切屑断成小段的卷状或管状切屑，以不致缠绕伤人。控制切屑形状的措施，主要是改变刀具角度，或在刀具上增加断屑槽、断屑台、断屑器等。在车床上也有采用反转的切削法，进行断屑或

改变切屑的方向。

控制切屑流向

根据不同机床加工的实际情况，在刀具附近安排排屑器，控制切屑流向，使切屑排向预定的储屑装置内，不飞溅伤人。

碎屑预防

碎屑是切脆性材料（铸铁、青铜）或带状切屑折断后产生的。高速切削时的碎屑温度可达 600°C – 700°C 、极易飞溅烫伤、割伤工人。因此，在机床上设防护罩，不仅可以防止切屑飞射伤人，还能降低粉尘的扩散。

切屑清理

及时清理切屑是安全上的要求，清理切屑要有完善的工具，最常用的是刷子和铁钩两种。铁钩应有木柄和护手挡板，清理时切忌用手直接抓取切屑；清理缠绕在旋转的卡盘上、刀架上或铣刀下面的切屑时，一定要停车清理。散落地面的切屑要经常清理放入切屑箱或运至切屑集中处。

5. 夹装加工零件的防护：零件都要经过装夹固定才能加工，在大量的生产中，夹装更为频繁。如果夹具结构有缺陷或安装使用不当，都可能引起工件飞脱或夹具脱落伤人，车床尤其容易发生这类事故。因此，对夹具的正确使用要给予足够的重视。其基本安全要求是：夹具必须能迅速、牢固地夹住工件，保证工件在加工时不会从夹具中松脱。

安装夹具必须稳妥可靠，在工作时或换向时不会发生松脱现象。如车床上的卡盘和拨盘必须装有止动的保险装置，以防止倒转时将卡盘甩出。

采用电磁夹具、气动夹具、液压夹具时，必须安装保险装置或适当的连锁装置，以防在突然停电或气压和液压意外下降时，工件从机床上脱落。

高速旋转的夹具，如车床的卡盘，钻床卡头的圆周不可有突起边缘，防止触及衣服、头发。发生绞伤事故。

6. 砂轮的安全使用和防护：在金属切削加工中，砂轮用于各种磨床和砂轮机。

砂轮的使用和防护措施是：

(1) 砂轮的选用

选用的砂轮要适应磨削工具的材质、形状、硬度、表面光洁度和特殊的工艺要求等条件。磨削软材料时，要选用较硬的砂轮；磨削硬材料时，要选用软砂轮；砂轮的工作转速按规定调节，若圆周线速度超过规定值，砂轮便会发生碎裂。

(2) 砂轮的检验

在使用砂轮前要检查外表有无裂纹，用木槌轻敲砂轮，声音清脆即表示良好可用。

严禁使用受潮、受冻、有裂纹或超过有效期的砂轮。

有条件时要进行砂轮的强度试验。凡是直径大于 150mm 工作圆周线速度为 15m/S 以上的砂轮都应进行强度试验。

(3) 砂轮的安装和修整

砂轮经检验合格后方可安装，砂轮孔与法兰盘轴之间应均匀地滑动配合。

夹持砂轮的法兰螺栓丝扣方向，要与轴心的回转方向相反，防止螺帽旋转松动。

在紧固各法兰螺帽时用力要均匀适当，以防止由于压力过大或不均匀而夹碎砂轮。有条件时可采用测力扳手工作。

直径大于 200mm 的砂轮在装上法兰盘后需要在平衡器上调整平衡，只有确认圆周各点均平衡时才能支装使用。否则，由于重力不平衡所产生的离心力，可能超过砂轮结合剂的强度，而使砂轮碎裂。

为保持砂轮经常处于平衡状态，必须定期修整。修整时必须使用专用工具，绝对禁止使用凿或其他工具，修整工具要紧固在夹架或特制的设备上，不得用手直接操作模块修整。对砂轮要用防护罩遮住，防止修整和使用时的碎裂；采用干磨法修整时，应设置局部吸尘器。

(4) 砂轮破裂的原因及防护：砂轮本身有裂痕、转速过高、安装与固定方法不正确、砂轮过湿过热、受冲击力过大或工人操作不当等均可导致砂轮的破裂。为防止砂轮破裂伤人，砂轮机防护罩的开口角度不超过（90 度），其中轮轴水平中心线以上不超过（65 度），其余部分要将砂轮严密遮住。砂轮罩的规格和强度应符合有关的规定。

2.3 金属切削加工中的安全操作

工人不仅要掌握安全技术知识，还要具备较高的操作技术。除应熟知金属切削机床的性能及加工特点外，还应严格执行有关的安全技术操作规程和有关的安全制度，绝不能违章操作。金属切削机床安全操作要求是：

1. 充分熟悉和掌握所操作设备的安全装置的性能；坚持定期检查和日常维护；对所有安全防护装置要正确使用，不得任意拆除；不完善或因故损坏的装置，要立即报告领导给予配置，不冒险作业。
2. 正确使用工艺技术装备、工具、刀具、设备附件。对有缺陷并直接危及人身安全的工艺装备可不使用，对违章指挥有权不服从。
3. 工作前对加工机床、卡具进行全面检查，确认无误方可操作。
4. 认真执行安全技术操作规程，对下列容易违反和疏忽的操作规程要严格执行。
5. 在金属切削作业时，零部件上下装卸搬运工作量很大，操作不当会发生砸伤、碰伤、扭伤、划伤、戳伤等。应注意装卸零部件的安全。

6. 工作结束，要关闭机床， 切断电源。

3 冲剪压机械的安全技术

3.1 冲剪压机械主要的危险源

冲剪压是一种利用模（刀） 具进行切削加工， 将冲压力量加于被加工板材， 使其发生塑性变形或分离， 从而获得一定尺寸、 形状的零件的加工机械。 包括： 冲床、 剪板机、 压力机等。冲剪压机械的主要危险源有：

冲剪压机械容易伤害作业者的手部， 即当操作者的手处于模具行程之间时模块下落， 会造成冲手事故。 除了人的行为错误外， 冲剪压机械的主要危险源：

1. 设备结构具有的危险。 例如： 采用刚性离合器， 一旦接合运行， 就一定要完成一个全环后才会停止， 加大了发生伤手事故的可能性。
2. 动作失控而发生危险的连冲或事故。
3. 开关失灵引起误动作。
4. 模具设计不合理， 操作者须将手直接或经常性地伸进模具才能完成作业， 增加了受伤的可能。有陷的模具则可能因磨损、 变形或损坏等原因在正常运行条件下发生意外而导致事故。

3.2 冲压机械的安全防护装置

在冲压机械上设置安全防护装置能减少 80%-90%的冲压事故。安全装置及其应具备的功能有：

1. 在滑块运行（或下行程） 期间人体的任一部分应被阻， 使之不能进和入危险区。具有这种功能的安全装置有固定栅栏式、 活动栅栏式等安全装置。
2. 当操作者的双手脱离起动离合器的操纵按钮或操作手柄时， 滑块应能停止行程或超过下死点。 如双手按钮式、 双手柄式等安全装置均具有这一功能。
3. 在滑块下行程时， 在人体的任一部分进入危险区之前， 滑块应能停止行程或超过下死点。具有这一功能的装置有光线式、 感应式、 翻板式等安全装置。 对于机械刚性离合器， 必须改造成具有二次刹车功能后， 才能达到要求。
4. 在滑块下行程时， 能够把进入危险区的人体某一部分推出来， 或能把进入危险区的操作者的手臂拉出来。 具有这一功能的装置有推手式、 拉手式等安全装置。由于冲压机械的安全装置起着防止人身事故发生的作用， 它必然对操作者有一定的正常约束。

常用冲压机械安全防护装置的名称和特性

同定栅栏式： 栏栅固定在床身上， 包围者危险区。送料口的大小和形状能调节。

活动栅栏式： 当滑块下行程时， 栅栏通过滑块、 绳索、 滑轮由下向上封闭危险区。

双手按钮式： 必须双手同时按下两个按钮， 离合器才能结合。 一直按到滑块下行程终了， 双手才能松开按钮。

双手柄式：必须双手同时按下两个手柄，离合器起动杆才能压到底，离合器结合。反之单手柄按下不能使离合器结合。

光线式：由投光器发射的光线被受光器接受，并传唤为电信号，经控制箱放大输出。当遮断光线时，输出信号使滑块不能启动或停止运行。

感应式：由封闭式感应杆构成感应幕，经控制箱放大输出。当人体某部位遮断感应幕时，输出信号使滑块不能启动或停止运行。

翻板式：送料时，手压下固定工作台上的透明护板切断开关；送料完成后，弹簧使护板转到直立位置且接通开关，离合器接通。

推手式：当滑块下行程时，固定在滑块上的凸轮板波动推手杆摆向模具的正前方，可将没有离开模具的手推出来。

拉手式：两个手腕套带在手腕上。当滑块下行程时，手腕套通过滑块、杠杆系统、绳索，把未离开模具的手拉出来。

此外，使用手持工具进行上下料，操作者的手或手指不必进入危险区内，这是一种较容易的安全措施，但由于它不能防止偶然的意外进入危险区，所以应与适当的安全装置合用，安全可靠性能提高。

必须注意，凡属于发出信号控制设备电路的安全装置，如双手按钮式、双手柄式、感应式、翻板式等都有安全距离的要求。

3.3 工装模具的安全要求

冲压模具是冲压加工的主要工艺装备，冲压制件就是靠上下模具的相对运动加工完成的。加工时由于上下模具之间不断地分合，如果操作工人的手指不断进入或停留在模具闭合区，便会对其人身安全带来严重威胁。因此，对冲压模具结构的安全性分析评价是十分必要的。

伤害事故不仅发生在模具的凸、凹模闭合区之间，而且也发生在凹模与拖料板、导柱与导套、上模板与下模板等闭合区之间。所以，衡量冲压模具安全与否，应从送料取料时人手是否进入闭合区，定料时是否安全方便可靠，清理废料时是否用手操作等几个方面进行评价。

1. 模具的设计必须符合设计规定的技术条件和精度等级。设计模具时除了考虑到保证冲压件的职业健康安全外，还必须考虑到安全。

①为了防止操作者的手进入上下模具空间，在模具上可以设计机械化上下装置或采用复合模具、连续模具等。

②为了防止人体某一部分夹入模具之间，模具导柱末端外露不得大于 8mm，尽量减少模具辅助部件冲压危险区，在危险部位开设放手的安全槽，或设置防护栅栏等。

③为了防止模具破碎伤人，模具应有足够的强度，除工作部分外不得有锐角；紧固件应有防松措施；模具的负荷中心尽量与压力机中心重合；模具上使用的弹簧应为压缩弹簧，并加设必要的护罩等。

2. 模具的制造，冲模一般必须按 GB/T 23563.1-2009 直到 GB/T 23566.4-2009 等相关冲压模具的标准制造。冲模材料和热处理规范必须符合设计规定的要求。

3. 模具的使用，新模具必须在调试并有安全技术部门参加验收合格后使用，严禁使用有故障的或损坏的模具。

3.4 冲压机械的安全操作

冲压工人必须严格遵守安全技术操作规程。

1. 工作前应仔细检查工位是否布置妥当，工作区域有无异物，设备和机具的状况等，在确认无误后方可工作或启动设备。

2. 工作前应将设备空运转 1min 到 3min。严禁操作有故障的设备。

3. 设备运转时，严禁手或手指伸入冲模内放置或取出工件。在冲模内取放工件必须使用手用工具。采用手持式电磁吸盘必须符合 GB5093-2009《压力机用手持式电磁吸盘技术条件》。

4. 设备有多人操作时，必须使用多人操作按钮进行工作。

5. 冲模安装调整、设备检修，以及需要停机排除各种故障时，都必须在设备启动开关旁挂警告牌。警告牌的色调、字体必须醒目易见，必要时有人监护开关。

3.5 剪板机的安全防护装置

剪板机的危险程度较高，事故较多，要做好安全防护，其安全防护装置有：

1. 传动带、飞轮、齿轮、轴及联轴器等运动部分必须装设的防护罩。

2. 启动踏板防护罩，一般剪床有两个操作者同时进行工作，杠杆式脚踏开关很长，操作者不小心碰上脚踏开关就会引起误启动，在杠杆式开关上装设护板，可防止此类事故发生护板上悬挂三块活动挡板，操作时，一块挡板揭开，便只能由一个操作者启动脚踏开关，另一名操作者的工作位置上因挡板垂下，遮住了脚踏开关杠杆，故不能酿成误启动。

3. 防护栅栏，栅栏安装在剪刀前面，可防止操作者手进入危险区；防护栅栏有固定式的也有可调式的，每种都能保证操作者能看到剪切部位。

4. 离合器自动分离装置，该装置具有防止剪刀反复冲落的功能。

5. 压铁防护装置，该装置可调节，以适应任阿种类的剪床，其作用是压住原料，防止操作者因手握原料的飞起而致伤。

4 锻造机械的安全技术

4.1 锻造机械的主要危险源

锻造是金属压力加工的方法之一，是机械制造生产中一个重要环节。它是通过锻造机械设备对金属施加的冲击力或静压力，使金属产生塑性变形而获得预想的外形尺寸和组织结构的锻件。锻造生产一般是在高温、冲击载荷、高压静载荷的条件下进行，因此锻造加工的主要机械设备分类有：

锻锤类：空气锤、蒸气空气锤、模锻锤等；

压力机类：摩擦压力机、热模锻压力机、平锻机、水压机等；

辅助机械类：锻造操作机、切边压床、切边液压机等。

锻造设备及生产过程中的主要危险源有：

1. 锻件及料头、毛坯等温度高，加热炉、蒸汽等使人员易烫伤并受热辐射伤害。
2. 锻造设备工作时发出冲击力，锻锤活塞杆突然断裂而造成伤害事故。
3. 锻造过程中模具、工具突然破裂，锻件、料头等飞出而造成人员被击伤或烧伤。
4. 锤力过猛，锻件被打碎而飞出伤人。
5. 锻锤操作机构失灵或误开动手动、脚踏开关，锤头突然落下而导致击伤。
6. 辅助工具选择不合理而在锤出时被打飞导致伤人。
7. 烟尘、振动和噪声的伤害。

4.2 锻造机械的安全技术要求

锻造机械种类较多，这里主要简述锻锤（空气锤、蒸气空气锤）和摩擦压力机的安全技术要求。

1. 空气锤、蒸气空气锤的安全技术要求

- (1) 砧座、砧体应安装紧固，上砧和下砧的燕尾开槽无裂纹，与楔铁紧密牢固，无松动，楔铁外露长度不允许大于 50mm。
- (2) 锤头燕尾槽应无裂纹或崩裂的缺陷，锤杆表面无拉毛，碰伤，磨损等缺陷。
- (3) 脚踏杆（或操纵手柄）应与连接杆和旋阀连接牢固，且操作灵活。脚踏杆或操纵手柄的弹簧须保持正常的弹力。
- (4) 电动机底座连接牢固。机身及电器开关箱外壳必须有可靠的接地（零）。
- (5) 上砧块对下砧块工作面的接触紧密度在 3mm 测量长度上不大于 0.20mm 的间隙。
- (6) 外露传动部位（皮带轮、链轮）必须装设防护罩。

2. 摩擦压力机的安全技术要求

- (1) 主轴与轴承座之间应转动灵活，不得有卡阻或松动现象。
- (2) 飞轮完好，运转平稳。切向键镶配牢固，保险压盖及螺栓不松动。

(3) 摩擦轮（盘）上摩擦带完好无损，固定牢固，与飞轮间隙应控制在 2mm-3mm 范围内，飞轮转动，带动摩擦轮旋转灵活平稳。摩擦轮与飞轮之间的摩擦表面应无油污。

(4) 滑块的滑动面光洁，油槽畅通，油润充分。左右斜铁工作面光滑，压紧螺栓紧牢，斜铁与导轨间隙为 0.1mm-0.16mm。T 形槽无崩裂。

(5) 带轮与主轴及电动机的连接应牢固可靠。

(6) 制动装置应齐全完好，制动带应无扭变断裂，松紧调整适当，制动弹簧不得失效或裂损。

(7) 操纵机构的各转动或滑动部位，均应保持灵活，连接牢靠，操纵杆上的弹簧应完好，无失效或裂损的现象。

(8) 机身及电器开关箱外壳必须有可靠的接地（零）。

4.3 锻锤的安全防护装置

1. 防止气缸被打碎的安全防护装置：在锻造过程中，如果锤头提升太快，气缸内的活塞急速上升，可能将气缸盖冲坏，飞出伤人，为防止活塞向上运动时撞击气缸盖，可在气缸顶装设缓冲装置来防护。缓冲装置有：压缩空气缓冲装置、弹簧缓冲装置和蒸汽缓冲装置。

2. 防止锤头下滑的安全防护装置：在锻锤暂停工作或进行局部检修等情况下，往往需要锤头悬空，若未支撑好锤头，突然下落，会造成设备的损伤或正在锤头下进行操作或检修人员的伤亡事故，所以要很好地将锤头支撑好。支撑锤头的防护装置有：连杆式防止锤头下滑装置和支架式支撑锤头装置。

3. 防止锤杆断裂的结构：偏心锻造、空击或重击温度较低，较薄的坯料是造成锤杆断裂的主要原因，锤杆和锤头接触不良，造成锤击时在接触处受力过大而易折断，要改善接触不良，可让锤杆下部带有 1:20 到 1:25 的锥度，再套上紫铜套，由于紫铜套塑性好，轻锤击后，锤杆与锤头接触就很紧密，使锤杆不易被折断，避免事故。

4. 防护挡板，安全盖板：锻锤的起动装置必须能迅速进行开、关，并保证设备正常运行及停止的安全，开关要设安全外罩或挡板，如对采用脚踏起动的锻锤可在脚踏板开关上面装上安全盖板或安全罩，防止因操作者不慎，其他人员误踏或落下物触及而起动。为防止锤上飞出物造成伤害，对司锤的工作位置也应设防护挡板。

5. 外露传动部位装设防护罩：外露传动部位（如皮带轮、链轮、飞轮）必须装设防护罩，防护罩要固定在机架不动的部分，以防止人体意外接触转动部位。

5 起重机械的安全技术

5.1 起重机械的主要危险源

起重机械是将物体进行起重、运输、装卸和安装等作业的机械设备，是以间隙、短时间重复的工作循环来进行工作。

起重机械有多种分类方法，一般按其功能和构造特点，可分为轻小型起重设备、桥式类型起重机、臂架式类型起重机、升降机四大类。

起重机械的主要的危险源有：

1. 翻倒：由于基础不牢、超机械工作能力范围运行和运行时碰到障碍物等原因造成；
2. 超载：超过工作载荷、超过运行半径等；
3. 碰撞：与建筑物、电缆线或其他起重机相撞；
4. 基础损坏：设备置放在坑或下水道的上方，支撑架未能伸展，未能支撑于牢固的地面；
5. 操作失误：由于视界限制、技能培训不足等造成；
6. 负载失落：负载从吊轨或吊索上脱落。

5.2 起重机械的安全装置

为了确保起重机械的安全作业，提高生产率，要求各种起重机有关机构都应安装各类可靠灵敏的安全装置，并在使用中及时检查和维护，使其保证正常工作性能。如发生性能异常，应立即进行修理或更换。

起重机械的安全的安全防护装置主要包括：超载限制器、上升极限位置限制器、下降极限位置限制器、运行极限位置限制器、偏斜高速和显示装置、连锁保护装置、缓冲器、夹轨钳和锚定装置或铁鞋、登机信号按钮、防倾翻安全钩、检修吊笼、扫轨板和支承架、轨道端部止挡、导电滑线防护板、暴露的活动零件的防护罩、电气设备的防雨罩。

下面对桥式起重机主要的安全装置做一简单介绍。

1. 起重量限制器（超载限制器）：对只具有起升机构的起重机械一般要求装设起重量限制器，主要是用来防止起重量超过起重机的负载能力，以避免钢丝绳断裂、起重设备损坏而造成事故。起重量限制器的型式很多，有机械型、电气型，目前常用的是由电阻应变片组成的压力传感器来控制继电器的动作的数字式起重量限制器，可断开起升机构的上升控制回路，以防止超载发生。

起重量限制器的综合误差：电气型装置 $\pm 5\%$ ；机械型装置 $\pm 8\%$ ，具有显示功能的，其显示误差 $<5\%$ ，当载荷达到额定起重量的90%时，应有提示性报警信号，超过额定载荷时应能自动切断起升动力源并发出禁止性信号。

2. 升降限位器（卷扬限位器）和运行限位器

上升限制器：必须保证当吊具起升到极限位置时，自动切断起升的动力源。

下降限制器：在吊具可能低于下极限位置的工作条件下，应保证吊具下降到极限位置时，能自动切断下降的动力源，以保证钢丝绳在卷筒上的缠绕不少于设计所规定的圈数（一般为2~3圈）。

运行限制器:保证机构在运动的极限位置时, 自动切断前进的动力源并停止运动。

3. 连锁保护装置: 由建筑物进入桥式起重机的门和由司机室登上桥架的舱口门, 应设连锁保护装置, 当门打开时. 起重机的运行机构不能开动。

司机室设在运动部分时, 进入司机室的通道口, 应设连锁保护装置。当通道口的门打开时, 起重机的运行机构不能开动。

动臂的支持停止器与动臂变幅机构之间, 应设连锁保护装置, 使停止器在撤去支承作用前, 变幅机构不能开动。

4. 缓冲器: 缓冲器是用来吸收起重机(或小车)运行到终点与轨端挡板相撞时(或二台起重机相撞时) 的能量, 达到减缓冲击的目的。起重机上常用的缓冲器有橡胶缓冲器、弹簧缓冲器、 液压缓冲器和聚氨酯发泡塑料缓冲器, 其中, 弹簧缓冲器使用较多。

5. 夹轨器和锚定装置: 在露天工作的起重机应设置夹轨钳、 锚定装置或铁鞋, 对于在轨道上露天工作的起重机, 其夹轨钳、 锚定装置或铁鞋应能各自独立承受非工作状态下的最大风力, 防止起重机被大风吹动。

6. 活动零件防护罩: 起重机上外露的, 有可能伤人的活动零部件, 如开式齿轮、联轴器、传动轴、 链轮、链条、传动带和皮带轮等, 均应设防护罩。

7. 接地: 起重机的金属结构及所有电气设备的金属外壳, 都必须可靠地接地(或接零)。其目的是当设备外壳带电时, 可以防止人身触电。

中性点直接接地的低压配电系统应采用接零保护。不接地的低压配电系统应采用接地保护。起重机上任何一点的接地电阻不得大于 4 欧。

严禁用接地线作载流零线, 也即将 220v 的载荷(如照明) 一端接在 380v 的相线上, 另可能发生人身触电事故。

8. 其他安全保护装置: 有安全防护栏杆、安全声光报警、幅度指示器、风速风级报警器、扫轨板、支承架、导电滑线防护板和电气设备的防雨罩等。

5.3 起重机械的安全操作

1. 起重机械作业人员(即起重司机和起重挂钩作业) 年满 18 周岁; 身体健康, 无妨碍从事本工种作业的疾病和生理缺陷; 初中以上文化程度, 具备本工种的安全技术知识。

2. 起重机械作业人员必须经国家认定有资格的培训机构进行安全技术培训, 经考试合格, 取得《特种作业人员操作证》持证操作。

3. 严格遵守安全操作规程和企业有关的安全管理规章制度。

4. 用两台起重机吊运一个重物, 应在企业有关部门的直接监督下进行, 并装有专用吊重平衡梁, 吊运时起重钢丝绳应当保持垂直, 每台起重机所受的负荷量不能超过其最大起重量。

5. 起重机吊运的重物应当捆缚吊挂得牢固平稳，吊运时，应当先稍离地面试吊，证实重物挂牢，制动性能良好和起重机稳定后，再继续起吊。捆缚吊运带有锋利菱角的重物时，应当放垫。禁止斜吊，禁止吊拔，埋在地下或凝结在地面、设备上的东西。

6. 起重机吊运重物时，一般应走吊运通道，禁止从人头上越过，禁止在吊运的重物上站人，禁止对吊挂着的重物加工。不许吊着重物在空中长时期停留，在特殊情况下，如需暂时停留时，应禁止一切人员在重物下面站立或通过。起重机吊着重物时，司机和指挥人员不得随意离开工作岗位。

7. 当起重机运行时，禁止人员上下，禁止从事检修工作，禁止从一个桥式起重机跨越到另一个桥式起重机上去。除停车检修外，禁止在桥式起重机的轨道上走人。桅杆起重机、铁路起重机、汽车起重机，履带起重机工作时，其悬臂所及的工作区域内禁止站人。使用起重电磁铁的起重机，应当划定一定的工作区域，在此区域内禁止有人。

8. 起重机司机、挂钩工人和维修人员，应当经常检查各自负责的设备和吊具。以保证安全运行。在进行检修、人工加油和清洁等工作时，起重机应当停止运行，如系电动起重机应当切断电源。起重机停止工作，司机应当将起重机安全稳妥地停放在规定的地方，方可离开。

9. 起重机驾驶人员要做到“十不吊”：

- ①超过额定负荷、重量不明不吊；
- ②指挥信号不明、光线暗淡不吊；
- ③绳索和附件捆缚不牢，不符合安全要求不吊；
- ④行车吊挂重物直接进行加工时不吊；
- ⑤歪拉斜挂不吊；
- ⑥工件上站人或工件上浮放有活动物的不吊；
- ⑦氧气瓶、乙炔发生器等具有爆炸性物品不吊；
- ⑧带棱角缺U物件未垫好不吊；
- ⑨埋在地下的物件不吊；
- ⑩违章指挥不吊。

在冶炼、铸造车间还应注意，如钢、铁水包未打固定卡子或钢、铁水过满时不能起吊。

6 木工机械的安全技术

6.1 木工机械的主要危险源

木工机械按其工作原理、结构性能特点及使用范围可以为木工锯床、木工刨床、木工铣床、

木工开榫机、木工钻床及其他木工机械等。

木工机械加工的对象是木材，木材本身的不均匀性，使木材的不同部位具有不同的性质和强度。木材在切削过程中会发生许多复杂的机械物理和物理化学现象，如弹性变形、弯曲、压缩、开裂以及起毛等。因此，木工机械的主要危险源有：

1. 刀轴转速高
2. 多刀多刃
3. 手工进料
4. 噪声大
5. 粉尘大
6. 安全差

由于刀轴转速高、又是多刀多刃，在切削时大多数木工机械又是手工进料，因此稍有疏忽，人的肢体触及旋转的刀具就会造成工伤事故。

6.2 木工机械共性的安全防护措施

为消除和避免木材加工过程中的伤亡事故，在带锯、平刨、木车床、木铣床、木钻床、开榫机等木工机械工作过程中应采取安全技术措施。

1. 每台木工机械必须装有安全防护装置和吸尘排屑装置。
2. 每台木工机械在使用过程中必须保证在任何切削速度下使用任何刀具时，都不会产生有危害性的振动。
3. 装在刀轴和心轴上的轴承因速度高，其轴向游隙不应过大，以免操作时发生危险。
4. 凡是外露的皮带盘、转盘、转轴等都应用防护罩，以防把衣服、辫子等卷进去。
5. 每台木工机械其刀轴和电器应有连锁装置，以免装拆或更换刀具时，误触电源按钮，使刀具旋转，造成工伤事故。
6. 有可能装自动进料器的木工机械，尽量安装自动进料装置。
7. 在操作过程中，木料有弹回危险的地方，应装防弹装置，并应经常检查。
8. 使用自动送料器也应有防护罩，以免操作者的手与送料辊的啮合点接触。
9. 机床的周围应经常清理，因为碎木片和木屑、刨花可能造成滑倒的危险。

7 焊接设备的安全技术

7.1 焊接设备的主要危险源

焊接作业是将电能、化学能转换为热能来加热金属，融化焊接材料和被焊接材料，从而获得牢固连接的过程。

焊接由于其工艺不同，使用的焊接设备也不同，所产生的危害也有所不同。综合来讲，焊

接设备及其作业中主要的危险源有：

1. 电器装置故障或防护用品有缺陷及违反操作规程会导致触电。
2. 使用氧气瓶、乙炔发生器、乙炔瓶和液化石油气瓶等压力容器，如果焊接设备或安全装置有问题，或者违反安全操作规程，容易造成火灾和爆炸事故。
3. 烟尘和有害的金属蒸气导致中毒。
4. 弧光中的紫外线和红外线，会引起眼睛和皮肤疾病。
5. 火星、铁质熔珠和熔渣等容易造成灼烫伤事故。

7.2 焊接设备的安全防护措施

1. 电源线、焊接电缆与焊机连接处有可靠屏护。
2. 焊机外壳 PE 线接线正确，连接可靠。
3. 焊接变压器一、二次绕组，绕组与外壳间绝缘电阻值不少于 1 兆欧，每半年应对焊机绝缘电阻摇测一次，记录齐全。
4. 焊机一次侧电源线长度不超过 3 米，且不得拖地或跨越通道使用。
5. 焊机二次线连接良好，接头不超过 2 个。
6. 焊钳夹紧力好，绝缘可靠，隔热层完好。
7. 焊机使用场所清洁，无严重粉尘，周围无易燃易爆物。

7.3 气瓶的安全要求

1. 气瓶的安全状况

在检验周期内使用：钢制无缝瓶、钢制焊接气瓶、液化石油气瓶、溶解乙炔气瓶等有不同

的检定周期，使用单位的气瓶应在周期内使用。

外观无缺陷及腐蚀：气瓶外观无缺陷，无机械性损伤和严重腐蚀。

漆色及标志正确、明显：气瓶表面漆色、字样和色环标记应符合规定，且有气瓶警示标签。

安全附件齐全、完好：气瓶附件包括气瓶专用爆破片、安全阀、易熔合金塞、瓶阀、瓶帽、防震圈等。

2. 气瓶的安全使用：

防倾倒措施可靠：气瓶使用前应指定部门或专人进行安全状况检查，对盛装气体进行确认，不符合安全技术要求的气瓶严禁入库和使用；使用时必须严格按照使用说明书的要求使用气瓶。气瓶立放时，应采取可靠的防止倾倒措施。瓶内气体不得用尽，必须按规定留有剩余压力或重量。

工作场地存放量符合规定：作业现场的气瓶，同一地点放置数量不应超过 5 瓶；若超过 5 瓶，

但不超过 20 瓶时， 应有防火防爆措施， 超过 20 瓶以上时， 必须设置二级瓶库。

与明火间距符合规定： 气瓶不得靠近热源， 可燃、 助燃气体气瓶与明火间距应大于 10m， 气瓶壁温应小于 60° C。 严禁用温度超过 40° C 的热源对气瓶加热。

第二章 电气安全技术

电能具有清洁、便捷、易输送、 高效率之特点， 因而应用极其广泛， 各行各业， 各种生产、 生活领域无不与用电紧密联系。 我国电力事业的发展速度每十年翻一番， 远高于经济发展的速度， 电的应用， 还有持续上升的趋势。 一方面， 用电安全水平随着生产和科学技术的发展不断提高； 另一方面， 电气事故的多发与严重性引起人们的高度关注。此外， 电气火灾有上升趋势， 已超过火灾总数的 20%.造成经济损失所占的比例更高。 主要表现在管理方面的电气安全问题， 需要我们努力去解决。我们必须不断完善电气安全标准、规范、规程， 增强专业人员素质， 对当前存在的各种各样问题予以重视， 逐步解决。

为了贯彻以人为本的方针， 提高电气安全管理水平， 在切实抓好传统管理、 严格执行规章制度的同时， 研究和开发新技术、 采用新标准和引进系统工程方法， 也是一个重要方面。随着现代科学技术的发展， 用电安全必将朝着更科学、 更实用、 更系统的方向发展。

电气安全要素和触电事故的预防技术

1 电流对人体伤害

1.1 人体受电流伤害的表现及影响因素

1) 电流伤害的表现

轻度触电， 产生针刺、压迫感， 出现头晕、 心悸、面色苍白、 惊慌、肢体软弱、全身乏力等。较重者有打击感、 疼痛、 抽搐、 昏迷、 休克伴随心律不齐、迅速转入心搏、 呼吸停止的“假死”状态。小电流引起心室颤动是最致命的危险， 可造成死亡。

皮肤通电的局部会造成电灼伤。

触电后遗症： 中枢神经受损害， 导致失明、耳聋、精神失常、肢体瘫痪等。

2) 影响因素

电流通过人体， 由于强度大小和时间长短不同， 引起不同程度的伤害。 通过人体的电流越大、 时间越长对人体的伤害程度就越大。 另外， 电流的种类与频率高低、电流的途径及触电者身体健康状况都会对伤害程度产生影响。

1.2 影响人体电流的分级

对于工频交流电， 按照通过人体的电流大小不同、 人体呈现不同的状态， 可将电流分为三级。

1) 感知电流：引起人的感觉的最小电流称感知电流。成年男性平均感知电流有效值约为 1.1mA; 成年女性约为 0.7mA。

2) 摆脱电流：人触电后能自行摆脱电源的最大电流称为摆脱电流。一般男性的最小摆脱电流为 9mA, 成年女性最小摆脱电流为 6mA (摆脱概率 99.5%); 男性平均摆脱电流为 16mA, 女性平均为 10.5mA (摆脱概率 50%)，儿童的摆脱电流较成年人小。

摆脱电流是人体可以忍受而一般不会造成危险的电流。若通过人体电流超过摆脱电流且时间过长会造成昏迷、窒息，甚至死亡。因此，摆脱电源的能力随着触电时间的延长而降低。

3) 致命电流：在较短时间内危及生命的电流称为致命电流。电击致死的主要原因，大都是电流引起心室颤动造成的。电流达到 50mA 以上，就会引起心室颤动，有生命危险，100mA 以上的电流，则足以致人于死地，在装有防止触电速断保护装置的场合，人体允许电流可按 30mA 考虑，但并不是指高空、水面等有可能造成二次事故的场合，也不是人体长时间能够承受的电流。

2 触电事故

电气事故是指各种形式的电能失去控制，造成人体伤害、财产损失、环境破坏的事故。

电气事故主要分为触电事故、雷击事故、静电事故、电磁辐射事故和电路故障五类。

本节主要介绍触电事故

触电事故即电流伤害事故

触电事故是为人体触及带电体、或靠近高压带电体电介质被击穿放电而造成的事故。

电流通过人体，直接伤害人体叫做电击；当电流转换成其他形式的能量（如热能、化学能或机械能等）再作用于人体、伤害人体称为电伤。触电事故是最常见、大量的电气事故。

1. 电击：电击可分为直接接触电击和间接接触电击。直接接触电击是触及设备和线路正常运行时的带电体发生的电击，也称为正常状态下的电击。间接接触电击是触及正常状态下不带电、而当设备或线路故障时才带电的导体发生的电击，也称为故障状态下的电击。二者发生的条件不同，防护技术也不相同。

2. 电伤：电伤是由电流的热效应、化学效应、机械效应等对人造成的伤害。

触电伤亡事故中，纯电伤性质的及带有电伤性质的约占 75% (电烧伤约占 40%)。尽管大约 85% 以上的触电死亡事故是电击造成的，但其中大约 70% 含有电伤成分，对专业电工自身的安全而言，预防电伤具有更加重要的意义。电伤又包括电烧伤、机械性损伤和电光性眼炎等。

3 触电事故的预防技术

3.1 绝缘

绝缘是用绝缘物把带电体隔离起来。良好的绝缘是保证电气设备和线路正常运行的必要条件，也是防止触电事故的重要措施。

电气设备和线路的绝缘应与采用的电压相符合，并与周围环境条件和运行使用条件相适应。

1. 使用绝缘材料：例如：气体绝缘材料包括空气、氮气、氢气、二氧化碳、六氟化硫等；液体绝缘材料包括矿物油（如变压器油、开关油、电容器油、电缆油等）、硅油、蓖麻油、专业合成油等；固体绝缘材料绝缘包括纤维制品（如纸，纸板）、绝缘浸渍纤维制品（如漆，漆布和绑扎带）、绝缘漆、绝缘胶、熔敷粉、绝缘云母制品、电工用薄膜、复合制品和粘带，以及电工用层压制品、电工用塑料和电工用橡胶及玻璃制品等。

2. 防止绝缘的破坏：当施加于绝缘材料上的电场强度高于临界值时，会使通过绝缘材料的电流剧增，使绝缘材料发生破裂或分解，完全失去绝缘性能，这种现象称为绝缘的“击穿”。机械、化学、热力及生物等有害因素的作用均可破坏绝缘。

3. 测定绝缘性能指标：绝缘材料的绝缘性能是以绝缘电阻、泄漏电流、击穿强度、介质损耗等指标来衡量。绝缘电阻越大，绝缘性能越好。通常用兆欧表（摇表）测定绝缘电阻，不同的电气设备和线路对绝缘电阻有不同要求的指标值。一般来说，高压的比低压的要求高，新设备比老设备要求高。

4. 绝缘加强：绝缘加强是用于小型电器设备或小容量电气线路防止间接触电的安全措施，包括双重绝缘、加强绝缘和总体绝缘三种绝缘结构形式。双重绝缘指基本绝缘和保护绝缘。前者是保证设备正常工作和防止触电的基本绝缘，后者是当基本绝缘损坏后用于防止触电的绝缘。具有双重绝缘和加强绝缘设备属于 II 类设备，在其外壳明显部位应有“回”形标志，II 类设备不必接地或接零。

一类设备安全接地：比如家用电器里的三孔插头有个接地

二类设备双重绝缘保护：比如手持电动工具

三类设备采用安全电压：比如采用 24V 12V 的电器。

5. 不导电环境：不导电环境是指地板和墙都用不导电材料制成的场所。这种场所应符合安全要求。

3.2 屏护

在供电、用电、维修电气工作中，由于配电线路和电气设备的带电部分不便包以绝缘，或全部绝缘起来有困难，不足以保证安全的场合，即采取遮栏、围栏、屏障、护罩、护盖、闸箱等将带电体同外界隔离开来，这种措施称为屏护。屏护包括屏蔽和障碍。

屏护装置有永久性屏护装置，如配电装置的遮栏、开关的罩盖等；也有临时性的，如检修工作中使用的临时屏护装置和临时设备的屏护装置。有固定屏护装置，如母线的护网；也有

移动性屏护装置，如跟随行车移动的行车滑触线的屏护装置

凡用金属材料制成的屏护装置，为了防止屏护装置意外带电造成触电事故，必须将其接地或接零。

屏护装置应与以下安全措施配合使用：

1. 屏护装置应有足够的尺寸， 并应与带电体之间保持必要的距离。
2. 被屏护的带电部分应有明显的标志，遮栏、栅栏等屏护装置上应根据被屏护的对象挂上“高压， 危险”、“切勿攀登， 生命危险” 等警告牌。
3. 配合使用信号装置和连锁装置。 前者一般用灯光或仪表指示有电； 后者采用专门装置， 当人体超过屏护装置可能接近带电体时， 便被屏护的装置自动断电。 屏护装置锁的钥匙应有专人保管。

3.3 间距

为了防止人体触及或接近带电体造成触电事故， 或避免车辆及其他工具、 器具碰撞或过分接近带电体造成事故， 防止过电压放电、 火灾和各种短路事故， 为了操作方便， 在带电体与地面之间、 带电体与其他设备之间、 带电体与带电体之间均应保持一定的安全距离， 这种安全距离称为间距。 间距的大小决定于电压的高低、 设备的类型和安装的方式等因素。

3.4 安全电压

安全电压是制定安全措施的依据， 安全电压决定于人体允许电流和人体电阻。 安全电压是指为防止触电事故而采用的由特定电源供电的电压系列。 这个电压的上限值， 在任何情况下， 两导体间或任一导体与地之间均不得超过交流有效值 50V。

我国额定的标准安全电压额定值的等级为 42, 36, 24, 12, 6 伏。

1. 上述安全电压不适用于水下等特殊场所， 也不适用于有带电部分能伸入人体的医疗设备。
2. 电气设备采用 24V 以上的安全电压时， 必须采取防直接接触带电体的保护措施， 其电路必须与大地绝缘。
3. 安全电压的选用及使用条件， 由各主管部门根据实际情况予以具体规定。
4. 这里只规定交流电的安全电压， 直流电的安全电压待补充制定。

3.5 漏电保护器

漏电保护器是种类众多的电气安全装置之一， 因其具有足够的灵敏度和快速性， 当漏电流达到定值时自动切断电路， 在低压配电线路上是安全用电的有效措施。 不但保护人身、 设备， 而且可以监督电气线路和设备的绝缘情况。

常用的漏电保护器有漏电开关、 漏电断路器、 漏电继电器、 漏电保护插座等。

接地是防止电气设备漏电， 防止工艺过程产生静电和遭受雷击时， 可能引起火灾、 爆炸和人

身触电危险的一种保护性技术措施。由于设计、施工和外力破坏等原因，接地措施不符合要求，就可能是火灾、爆炸和人身触电的潜在根源。

保护接地是变压器中性点不直接接地的电网内，一切电气设备正常不带电的金属外壳以及和它连接的金属部分同大地紧密地连接起来的安全措施。接地电阻不得大于4欧。如果电气设备绝缘损坏以致金属外壳带电，人体误触后，由于装有接地保护，接地短路电流会经过接地体和人体两个并联电路流过，这两个电路上的电流与电阻成反比，因为人体电阻远大于接地电阻，所以流经人体的电流很小，又因为接地电阻小，接地短路电流产生的电压也小，人站在地上触及带电外壳时所承受的电压就低。

3.7 保护接零

保护接零是在1kv以下变压器中心点直接接地的电网内把电气设备正常情况下不带电的金属外壳与电网的零线紧密连接起来。

电气采用保护接零后，一旦设备发生接地短路故障时，短路电流直接经零线形成单相短路事故，该短路事故电流很大，使开关迅速跳闸或使熔断器在极短时间内熔断，从而切除故障的电源，保护了设备和人身安全。

第三章 防火防爆安全技术

火灾和爆炸带给人们的是灾难，为了规避这种灾难，我们必须对此造成的原因进行的分析，从而制定有效的措施、使用安全技术的手段来克服它。

1 燃烧

1.1 概述

人们通常所说的“起火”、“着火”，是燃烧一词的通俗叫法。可燃物质（气体、液体或固体）与氧或氧化剂发生激烈的化学反应，同时发出热和光的现象称之为燃烧。在燃烧过程中，物质会发光、发热并改变原有性质而变成新的物质。如，木材在燃烧后剩下的东西是炭和灰，还有一些不易看到的气体飞散到空气中去了。但有些发热和发光的现象不叫燃烧，如电灯照明、灼热的铁块都有光和热，但参加反应的物质没有改变性质的变化，因此就不是燃烧。食物腐烂、生石灰遇水等，都是放热的化学反应，但不发光，故也不叫做燃烧。燃烧的主要特征是具有高温反应的区域，在这个区域中能将高温反应的生成物与未反应物区别开来，同时，在该反应区域中（或火焰中），没有压力剧烈上升的现象，如果在反应区域内伴有急剧的压力上升和压力突变，则燃烧过程将向爆炸过程转变。

1.2(火灾) 燃烧需具备的条件

火灾是由燃烧引起的，燃烧有三个必要的要素，即三个必备的条件：

1. 要有可燃物质： 不论固体、 液体、 气体， 能与氧或其他氧化剂起剧烈反应的物质， 都可称之为可燃物质。可燃物资可包括可燃固体、可燃液体、可燃气体。

如木材、纸张、棉花、布匹、麦草、汽油、 酒精、 氢、乙炔等。

2. 要有助燃物质： 凡能帮助和支持燃烧的物质都叫助燃物质。 如空气（ 氧气） 、 氯气以及氯酸钾、 高锰酸钾等氧化剂。 为了使可燃物质完全燃烧， 必须有足够的空气(氧在空气中的体积约占 21%)。 如燃烧 1kg 木材就需要 4-5 个立方的空气； 燃烧 11kg 石油就需要 10~12 立方空气； 当空气供应不足时， 燃烧会逐渐减弱， 直至熄灭。

据测定一般可燃物质， 在空气中的含氧量低于 14%-18%时， 就不会发生燃烧。

3. 要有着火源： 凡能引起可燃物质燃烧的热能源， 统称为火源。 如火柴的火焰、油、灯火、烟头、以及化学能、 聚焦的日光等。 要使可燃物质燃烧， 需要有足够的温度和热量。 如松木， 一般说来要加热到 $400-470^{\circ}\text{C}$ 以上才能燃烧（如烘烤时间过长， 即使低于这个温度也会燃烧）， 而无烟煤则需要加热到 $550^{\circ}\text{C}\sim 700^{\circ}\text{C}$ 以上才能烧起来。 火源有明火、火花、电弧、摩擦、撞击、 静电火花、 雷电、聚焦的日光、射线、 危险温度和化学反应热； 此外， 热辐射等也能引起可燃物燃烧。

燃烧必须同时具备以上三个条件， 缺一不可， 并各自在一定量的条件下相互结合、 相互作用， 才能发生。 有时在一定的范围内， 虽然三个条件同时存在， 但由于它们没有相互作用， 燃烧的现象也不会发生。

1.3 燃烧的类型

1. 闪燃： 可燃物质经过流出、蒸发、升华、分解后表面上的可燃气体或蒸汽与空气混合后， 遇到明火而引起瞬间燃烧， 并一闪即灭的现象称为闪燃。 液体能发生闪燃的最低温度， 称为该液体的内点。 闪点越低， 火灾危险越大。 因此， 闪点是衡量可燃液体危险的一个重要参数， 通常把闪点低于 45°C 的液体叫易燃液体， 表明它比可燃液体危险性高， 易燃液体与可燃液体又分别根据其闪点的高低分为不同的级别。

2. 着火（引燃）： 可燃物质在有足够助燃物的情况下， 由着火源作用引起的持续燃烧现象， 称为着火（引燃）。 引燃有四种主要形式： 电火花引燃、 热表面引燃、 高温气体引燃和热辐射引燃、 可燃物质被引燃后， 所放出的燃烧热， 能使该物资发生连续燃烧所需的最低温度， 称为该物资的燃点。 物资的燃点越低则越容易被引燃， 火灾的危险性也越大。

对于可燃性固体和闪点较高的可燃性液体来说， 控制这些物资的温度在燃点以下是预防火灾发生的措施之一。

3. 受热自燃： 可燃物质被加热到一定的温度， 即使不与明火接触也能自行燃烧的现象， 称为

受热自燃。引起物资受热自燃的原因有：

- (1) 接触灼热物体
- (2) 直接火加热
- (3) 摩擦生热
- (4) 化学热效应
- (5) 高压压缩
- (6) 辐射热的作用

物资的自燃点愈低，发生火灾的危险性愈大。

4. 本身自燃：某些物质在没有外来热源的作用下，由于物质内部发生化学（如分解、化合）、物理（如辐射、吸附）和生物（如细菌、腐败作用）作用而产生热量，逐渐使物质发生燃烧的现象，称为本身自燃。如黄磷在空气中自燃。可燃物质在没有外界火花或火焰的条件下能自行燃烧的最低温度，称为自燃点。通常液体比重越大，闪点越高，而自燃点越低。例如各种油类的比重，汽油<煤油<轻柴油<重柴油<蜡油<渣油，其闪点依次升高，而自燃点依次降低。能自燃的物质有：植物、油脂、煤等。

2 防火的基本措施

一切防火措施都是为了防止燃烧条件相互结合、相互作用。根据物质燃烧的原理，防火的基本措施包括以下三个方面：

1. 控制可燃物：以难燃或不燃的材料代替易燃或可燃的材料；对于具有火灾、爆炸危险性的厂房，采用耐火建筑，阻止火焰的蔓延；降低可燃气体、蒸气和粉尘在厂房空气的浓度，使之不超过最高容许浓度；凡是性质能相互作用的物品，分开存放等等。
2. 隔绝空气：在密闭设备中进行易燃易爆物质的生产；在充装惰性气体的设备中进行有异常危险的生产，隔绝空气储存一些化学易燃物品，如：钠存于煤油中，磷存于水中，二硫化碳用水封闭存放等等。
3. 清除着火源：如采取隔离火源、控温、接地、避雷、安装防爆灯、遮挡阳光等措施，防止可燃物质遇明火或温度增高而起火。

3 灭火的方法

一切灭火措施都是破坏已经产生的燃烧条件。根据物质燃烧原理，灭火基本方法是：

1. **隔离法**：就是将火源与其周围的可燃物质隔离或移开，燃烧因缺少可燃物而停止。如将火源附近的可燃、易燃、易爆和助燃的物品撤走；关闭可燃气体、液体管道的阀门，以减少和阻止可燃物质进入燃烧区；拆除与火源毗连的易燃建筑物等。
2. **窒息法**：就是阻止空气流入燃烧区或用不燃物质冲淡空气，使燃烧物得不到足够的氧气而

熄灭。如用不燃或难燃物覆盖在燃烧物上，使之与空气及氧气隔离开来，即可达到灭火的目的；用潮湿的毯来覆盖火焰，或在火焰上抛散大量的土和沙石，也可达到隔离氧气的目的；有时可用水蒸气或惰性气体灌注容器设备，也可封闭起火的建筑、设备孔洞等，来把氧气隔离开达到灭火的目的等。

3. 冷却法：就是将灭火剂直接喷射到燃烧物上，以降低燃烧物的温度于燃点之下，使燃烧停止；或者将水浇在火源附近的物体上，使其不受火焰辐射热的威胁，避免形成新的火点。利用冷却法灭火，其最普通和最切实可行的方法是以密集的水流，分散的细小水雾或用二氧化碳冷却降温灭火。当水变成蒸气时，其体积要大大的扩大，这就吸收了大量的热量，使燃烧物质的温度下降。因此，水成为消防上有效的冷却介质。

4. 抑制法（化学灭火）：就是使用灭火剂参与到燃烧反应过程中去，使燃烧过程中产生的游离基消失，而形成稳定分子或低活性的游离基，使燃烧的化学反应终止。目前，我们熟悉的卤代烷等灭火器就属此例；这类灭火器都含有卤素，原子量越大的卤素，其抑制效果越好。对烃类燃料来说，氟、氯、溴、碘的灭火效力 1:2:10:16。所以，化合物分子中含溴原子越多的灭火器，其抑制灭火作用也越大。

总体而言，灭火的基本方法是上述四种。

但对于不同环境中不同性质的火灾以及不同的灭火器材，扑灭火灾的方法有多种，有时采用其中某一种，有时为了加速扑灭火灾，可同时使用几种方法。例如，扑灭石油类燃油储罐的火灾时，既采用大量泡沫覆盖油面，又用水冷却罐壁等。

4 爆炸机理及其分类

物质由一种状态迅速地转变成另一种状态，并在瞬间放出巨大能量的现象，称为爆炸。爆炸的特点是具有破坏力，爆炸时温度与压力急剧升高，并产生爆炸声和冲击波。

爆炸可分为**物理性爆炸**、**化学性爆炸**和**核爆炸**三种形式。

1. 物理性爆炸：由物理因素（如状态、温度、压力等）变化而引起的爆炸称为物理性爆炸。物理性爆炸前后物质的性质和化学成分均不改变。这类爆炸是由于设备内的液体或气体迅速膨胀，压力急剧增加，并超过了设备所能承受的强度，致使容器破裂，内部物质冲击而引起。如锅炉超压爆炸、压力容器超压爆炸、压缩和液化气钢瓶、油桶的超压爆炸等，均属于物理性爆炸。如果设备内装有可燃气体，在发生物理性爆炸后，还常常会引起化学性的二次爆炸而引起火灾。

2. 化学性爆炸：由于物质发生激烈的化学反应（通常是增体积反应）使压力急剧上升而引起的爆炸称为化学性爆炸。爆炸前后物质的性质和化学成分都发生了根本的变化。如爆炸性混合物的爆炸，所有可燃气体，蒸气及粉尘同空气（氧）的混合物所发生的爆炸以及炸药的

爆炸等都属于化学爆炸。由于这种爆炸性物质本身发生了化学反应，它们爆炸的速度很快，每秒可达几米到几百米。爆炸时产生大量的热能和气态物质而形成很高的温度（2000° C-4000° C）和很大的压力。这么高的温度将直接引起火灾；所以这种爆炸具有很大的火灾危险性。

3. 核爆炸：由原子核分裂或热核的反应引起的爆炸叫核爆炸。核爆炸可形成数百万到数千万度的高温，在爆炸中心区也产生数百万大气压的高压，同时发出很强的光和热的辐射，造成极大的杀伤力和破坏力；如原子弹、氢弹、中子弹的爆炸。

第四章 职业危害控制技术

1 生产性粉尘危害的控制技术

1.1 生产性粉尘的来源和分类

生产性粉尘是指在生产中形成的能较长时间飘浮在作业场所空气中的固体微粒。直径般为0.1 μ m~10 μ m。尘肺是在生产过程中长期吸入粉尘而发生的以肺组织纤维化为主的全身性疾病。矿山开采、凿岩、爆破、运输、隧道开凿、筑路等；冶金工业中的原材料准备、矿石粉碎、筛分、配料等；机械铸造工业中原料破碎、配料、清砂等；耐火材料、玻璃、水泥、陶瓷等工业的原料加工；皮毛、纺织工业的原料处理；化学工业中固体原料处理加工，包装物品等生产过程。凡防尘措施不够完善，均可能有大量粉尘外逸，污染生产环境。一般按粉尘的性质分为有机粉尘（如棉尘、亚麻尘、植物/动物燃烧或粉碎后形成的粉尘等）、无机粉尘（如矽尘、煤尘、石棉尘、水泥尘、玻璃纤维尘等）、混合性粉尘（如有机粉尘中夹杂着无机物，如游离二氧化硅，就形成了混合性粉尘）3类。

1.2 生产性粉尘治理的工程技术措施

1) 通风按通风系统的工作动力不同，可分为自然通风和机械通风两类。

自然通风：它是靠外界风力造成的风压和室内外空气的温度差及进、排气口高度差造成的热压使空气流动的一种通风方式。自然界的风力能为通风提供动力。当有风吹向车间时，在迎风面形成正压，而在背风面形成负压，产生了一个内外风压差，外界空气从迎风面门窗进入车间，将车间内污浊空气从背风面门窗压出，内外空气进行全面交换，此即通常称为风压作用下的自然通风。

机械通风：它是利用通风机产生的压力，使进入车间的新鲜空气和从车间排除的污浊空气沿风道主、支网路流动，沿程的流体阻力由风机克服。机械通风能根据不同要求提供动力，能对空气进行加热、冷却、加湿、净化处理，并将相应设备用风道连接起来，组成一个机械通风系统。按组织车间内的换气原则可分为全面通风、局部通风和混合通风。

(1)全面通风：它在车间内全面地进行通风换气，以维持整个车间工作地点范围以内空气环境的卫生条件。为了使车间内的有害物质不扩散到其他区域或相邻车间，可以在有害物质产生较为分散的车间，进行全面的机械排风。

(2)局部通风：它是在作业环境某些地区建立良好空气环境，或在有害物沿整个车间扩散开以前将其从产生源抽出的通风系统。局部通风分局部送风和局部排风两类。设置局部通风所需的投资比全面通风小，取得的效果也比全面通风好。局部送风一般用于高温车间，当工作地点需要降温时，就用送风系统供应新鲜清洁空气；局部排风又称局部抽风，它的作用是在有害物产生源处将其就地排走或控制在一定范围内，保证工作地点的卫生条件。工业车间防尘、防毒、防暑降温，广泛采用局部排风系统。

(3)混合通风：局部通风常和全面通风同时使用，称为混合通风。

2)风道：风道是用来输送粉尘或者有毒气体的，因此应当：

(1)不能向外漏气

(2)具有一定的风速

(3)不能堵塞

(4)输送腐蚀性气体的风道应用防腐材料制作

3)风机：风机是通风的基本动力，它推动空气沿着一定方向运动，以满足防尘、排毒和降温的需要，风机是通风工程中不可缺少的一种设备。风机通常分为轴流风机和离心式风机。

(1)轴流风机：风量大、风压低，适用于全面排风及就地送风、降温。

(2)离心式风机：风压高，适用于阻力较大的通风系统。

4)除尘器：按照作用原理，除尘器可分为如下几类：

(1)重力和惯性力作用的除尘器，如沉降室、惰性除尘器

(2)离心力作用的除尘器，如各种旋风除尘器

(3)过滤作用的除尘器，如各种袋式除尘器

(4)水力作用的除尘器，如水浴除尘器

(5)静电作用的除尘器，如静电除尘器

除尘器是通风除尘系统的一个组成部分，要使通风除尘系统发挥良好的效果，除正确设计安装除尘罩、管道、风机之外，正确选用除尘器也很重要。选用除尘器时要考虑以下几个因素：(1)含尘气体中所含粉尘的物理化学性质，如化学组成、爆炸性、粘接性、荷电性、分散度、比重等：

(2)需处理气体的化学性质，温度。含湿量，处理量，含尘浓度等；

(3)处理后的粉尘允许排放量（或浓度）以及对粉尘回收的要求；

(4) 安装地点的具体情况和给排水、电源条件等。

5) 矿山除尘技术： (1) 湿式凿岩； (2) 喷雾洒水； (3) 水封爆破； (4) 煤壁注水

2 生产性毒物危害的治理技术措施

2.1 几个基本概念

1) 毒物： 是指在一定条件下， 接触较小剂量即可造成生物体功能性或器质性损害的化学物质。

2) 中毒： 是指生物体因毒物作用而受到损害后出现的疾病状态。

3) 职业中毒： 是劳动者在从事职业活动过程中， 由于接触毒物而发生的中毒。 职业中毒可分为以下三类：

急性中毒： 指毒物一次或短时间（几分钟至数小时）大量进入人体而引起的中毒。 如急性苯中毒、 氯气中毒。

慢性中毒： 指毒物少量长期进入人体而引起的中毒， 如慢性铅、 锰中毒。

亚急性中毒： 发病介于急性和慢性之间， 接触毒物浓度较高， 工龄一般在一个月内发病者， 称迟发性中毒。 毒物或其代谢产物在体内超过正常范围， 但无该毒物所致的临床表现， 呈亚临床状态， 称毒物的吸收。

2.2 生产性毒物的来源及其存在的形式和形态

在生产过程中使用或产生的有毒物质， 称为生产性毒物。 生产性毒物主要经过呼吸道、 皮肤进入人体， 经消化道进入人体实际意义较小。 其来源及其形式和形态主要有：

1) 毒物在生产过程中的来源和存在形式毒物在生产过程中以多种形式出现， 同一种化学物质在不同生产过程中呈现的形式也不同。 毒物的来源主要有以下几个方面：

(1) 生产原料， 如生产颜料、 蓄电池使用的氧化铅、 生产合成纤维、 燃烧使用的苯等；

(2) 中间产品， 如用苯和硝酸生产的各种农药；

(3) 成品， 如农药厂生产的各种农药；

(4) 辅助材料， 如橡胶、 印刷行业用作溶剂的苯和汽油；

(5) 副产品或废弃物， 如炼焦时产生的煤焦油、 涵青， 冶炼金属时产生的二氧化硫等；

(6) 夹杂物， 如硫酸中混杂的坤等。

此外， 生产过程中的毒物还可以分解产物或反应产物的形式出现。

2) 毒物在生产环境中的存在形态： 毒物在生产过程中常以固体（如粉尘）、液体、气体、烟、雾或气溶胶的形态出现， 并污染作业场所的空气， 从而对人体造成危害。 如二氧化硫、 氯气等在常温下呈气态的物质， 是以气态形态污染空气的。 一些沸点低的物质是以蒸汽形成污染空气的， 如喷漆作业中的苯、 醋酸乙酯等。 在喷洒农药时的药雾、 喷漆时的漆雾等，

是以雾的形态污染空气的。

3) 接触生产性毒物的机会： 在职业活动中许多操作或生产环节都可能接触到毒物， 如原料的开采与提炼， 材料的搬运与贮藏， 材料加工及准备， 加料与出料， 成品处理与包装， 辅助操作， 生产中使用以及实验室检验等。

2.3 职业中毒的预防

1) 根除毒物

2) 降低毒物浓度： ①技术革新； ②通风排毒

3) 个体防护

4) 前期预防

5) 加强职业卫生安全管理

6) 加强职业卫生技术服务

2.4 生产性毒物危害的治理技术

1) 工艺措施： 其原则是用低毒代替高毒， 用无毒代替有毒。

2) 毒物工程控制技术：

(1) 通风； (2) 净化， 包括： 吸收法和吸附法

吸收法： 通常用液体吸收剂处理有毒气体， 使其溶解于液体中， 以达到净化的目的。 按这种方法制作的净化装置称为气体吸收器。 气体吸收又分为物理吸收和化学吸收两种。 物理吸收是不伴有显著化学反应的单纯吸收过程， 如用水作吸收剂吸收氯化氢废气， 吸收后形成氯化氢的水溶液， 即稀盐酸。 化学吸收是伴有化学反应的吸收过程， 如用水吸收烟气中的二氧化硫， 吸收后所形成的是另一种物质： 亚硫酸。 吸收法除了用液体做吸收剂外， 近来工程界又提出用固体做吸收剂， 如把石灰放入锅炉中同煤一起燃烧， 直接同烟气中二氧化硫起反应， 生成硫酸钙。

吸附法是用多孔性的固体吸收处理有毒气体， 使有毒气体被吸附在固体表面上， 以达到净化的目的。 能吸附有害气体的固体物质称为吸附剂， 被吸附的物质称为吸附质。 合乎有害气体净化需要的吸附剂均具有多孔的结构， 且每单位职业健康安全固体物质上均具有巨大的内表面， 而其外表面往往只占总表面的极小部分。 如在气体净化中最常用的硅胶及活性炭就具有这种特性。 吸附器分为固定床、 流动床、 沸腾床几种。 工业通风中多采用固定床吸附器。 固定床吸附器有立式、 卧式和环形 3 种， 在外形大小相同的条件下， 环形吸附器的接触面积比其他两种吸附器的接触面积大。

3) 个体防护措施： 如人员佩戴呼吸器、 过滤器或防毒面具等， 在可能发生急性中毒， 应有相应的应急措施。

4) 预防性措施：预防性措施可以包括人员定期体检、对工作环境进行监测、配备必要的报警设施、配备必要的冲洗设备、卫生设施等等。

3 物理因素危害（噪声、振动、辐射、高/低温）的基本防治控制技术

3.1 噪声的危害及其防治控制技术

1) 生产性噪声的概念及其分类：在生产过程中产生的一切声音都可以称为生产性噪声或工业噪声。根据噪声来源可将其分类为：

机械性噪声：由于机械的撞击、摩擦、转动而产生的噪声，如纺织机械、球磨机、电锯、机床等发出的声音。

流体动力性噪声：由于气体压力突然变化或流体流动而产生的噪声，如通风机、空压机、喷射器、汽笛、锅炉排气放空等发出的声音。

电磁性噪声：由于电机中交变力相互作用而发生的噪声，如发电机、变压器等发出的嗡嗡声。

根据噪声持续时间和出现的型态，又可将之分类为连续噪声和间断噪声。连续噪声可分为稳态噪声和非稳态噪声。间断噪声包括脉冲噪声。声音的持续时间小于 0.5s，

间隔时间大于 1s，声压变化大于 40dB 者称脉冲噪声。声压波动小于 5dB 者称为稳态噪声。

此外，还可根据噪声频率特性和频谱特点将之分类为**低频噪声 (50Hz-300Hz)**、**中频噪声 (300Hz-800Hz)**和**高频噪声 (800Hz 以上)**以及**窄频带和宽频带噪声**。

2) 噪声的职业危害：影响噪声对机体作用因素有噪声强度，频谱类型，接触时间，机体健康状况和敏感性等。

听觉系统：噪声可引起暂时性听力下降（或称为暂时性听阈位移：是指人或动物接触噪声后引起听阈变化，脱离噪声环境后经过一段时间听力可恢复到原来水平。根据变化程度不同分为听觉适应和听觉疲劳），听阈可提高超过 15dB 甚至 30dB 以上，但在脱离噪声环境后，经过数小时甚至 1020 小时后听力可恢复。

噪声也可引起永久性听力损伤（或称为永久性听阈位移：永久性听阈位移是指噪声引起的不能恢复到正常水平的听阈升高。根据损伤的程度，永久性听阈位移又分为听力损伤及噪声性耳聋。）。噪声性听力损伤以及噪声性耳聋分级标准。

神经系统：噪声可引起头痛、头晕、耳鸣、心悸及睡眠障碍等神经衰弱综合征表现，接触高频噪声的工人表现为易疲倦、易激怒。脑电图可有改变。此外，噪声能使自主神经中枢的调节功能减弱，表现为血压不稳，血管张力有改变。

心血管系统：噪声能产生一系列心血管病理反应，表现为心率加快或减慢，血压不稳（趋向增高），心电图有异常改变。

消化系统： 噪声可引起胃肠功能紊乱， 使胃肠蠕动减慢， 胃液分泌减少， 食欲不振， 消化能力减弱。 此外， 噪声还可引起生殖系统等方面的改变。

3) 防治噪声危害的措施

执行《职业病危害因素分类目录》及工业企业噪声控制等规范标准要求。对车间噪声进行监测和评价。

卫生保健措施：

①个人防护： 常用的防噪声用品有耳塞， 它由软橡胶、软塑料等制成。 另外还有防噪声耳罩和防噪声帽盔。

②听力保护和接触噪声工人的健康监护： 工人应进行就业前体检， 以取得听力的基础资料， 如发现患有明显听觉器官、 心血管及神经系统器质性疾病者， 禁止其参加强噪声的工作。 定期体检在就业半年内先进行一次， 以后每年进行一次， 重点检查工人的听力情况， 如发现有明显听力下降者， 应及时采取措施。

③合理安排劳动和休息。

4) 噪声工程控制技术

控制噪声源

①采用无声或者低声设备代替发出强噪声的设备， 如用无声液压代替高噪声的锻压， 以焊接代替铆接等。

②隔离噪声源， 如设备外加隔声罩， 建立操作间等。

③提高设备精度， 以减少机械部件的撞击和摩擦。

控制噪声的传播

①吸声： 采用吸声材料装饰在车间的内表面， 如墙壁或屋顶， 或在工作场所内悬挂吸声体， 吸收辐射和反射的声能， 使噪声程度减低。 如玻璃棉、 矿渣棉、 棉絮等。

②消声： 防止动力性噪声的主要措施， 用于风道和排风管， 常用的有阻性消声器、 抗性消声器。

③隔声： 利用一定的材料和装置， 将声源或将需要安静的场所封闭在一个较小的空间中， 使其与周围环境隔绝起来， 即隔声， 如隔声室、隔声罩等。

3.2 振动的危害及其防治控制技术

1. 振动的概念： 振动是弹性物体受外力作用后， 围绕平衡位置呈周期性的往复振荡或旋转的运动。 影响振动对机体作用主要因素有频率、 振幅、 加速度等。 振动分为全身振动和局部振动。 常以局部振动为主。

局部振动对机体的危害

①神经系统：以上肢末梢神经的感觉和运动障碍为主，表现为皮肤感觉迟钝，触觉、痛觉、温度觉以及振动觉减退，神经传导速度减慢，反应潜伏期延长。中枢神经系统方面表现为大脑皮质功能下降，脑电图有改变。自主神经方面表现为交叉神经功能亢进，血压及心率不稳等。

②心血管系统：40Hz 以上的振动可使末梢血管痉挛、变形、血流速度异常，肢端皮温降低，典型表现为发作性手指变白（以下简称白指）。心脏方面表现为心动过缓，窦性心律不齐、房室和右束支传导阻滞以及心电图异常改变。

③骨骼肌肉系统：表现为肌无力、肌疼痛、肌肉萎缩、肌纤维颤动和肌电图异常。

40Hz 以下的大振幅冲击振动易引起骨和关节的改变，可见到囊样变、空泡和骨岛形成、骨皮质增厚、脱钙、骨质疏松、骨关节变形，桡骨茎突肥大及无菌性坏死等变化。

④听觉器官：振动引起听力损失的特点表现为低频段的听力下降。由于噪声与振动往同时存在，所以它们对人体产生联合作用，可加重听觉器官的损害。

⑤免疫系统：振动作业工人血清中免疫球蛋白有改变。

此外，胃肠功能、妇女月经及生殖功能等也可受到影响而出现一些异常改变。

全身振动对机体的危害：全身振动多为大振幅、低频率的振动，常引起足部末梢神经和血管的改变，表现为腿脚痛、下肢易疲劳及感觉异常，检查可见足背动脉搏动减弱、脚部皮温降低。由于振动刺激前庭和内脏器官后产生的反射作用，可出现面色苍白、冷汗、恶心、呕吐、食欲不振、头昏、眩晕、呼吸浅表、脉搏频速和血压降低等现象。

3. 防止振动危害的措施：改革工艺，改进设备和工具，采取隔振措施，建立合理的劳动休息制度，合理发放个人防护用品，注意保暖可减少发病，进行就业前和定期体格检查。冷水试验是振动作业工人的主要体检项目。

4. 防止振动的技术控制措施

- (1) 采用液压、焊接、粘接等新工艺代替风动工具的铆接工艺；
- (2) 采用化学法除锈代替有强烈振动的除锈机除锈；
- (3) 采用水利清砂等工艺代替风铲清砂；
- (4) 设计自动或半自动的操纵装置，减少手部和肢体直接接触振动；
- (5) 对发生强烈振动的油链锯、铆钉机等采用减振措施；
- (6) 工具的金属部件改用塑料或橡胶，以减弱部件因撞击而产生的振动；
- (7) 改进风动工具排风 U 的方位，防止手部遭受冷风的吹袭；
- (8) 采用减振材料降低交通工具、作业平台的振动。

3.3 辐射的危害及其防护控制技术

随着科学技术的进步，在化学反应、金属加工、医疗设备、测量与控制等领域，接触和使用各种辐射能的场合越来越多，存在着一定的辐射危害。

辐射主要分为电离辐射（如 α 粒子、 β 粒子、 γ 粒子和中子、 X 粒子）和非电离辐射（如紫外线、射频电磁波、微波等）两类。

3.3.1 电离辐射的危害及其防护控制技术

1. 电离辐射的危害：电离辐射可能会导致职业病，如外照射急性放射病、外照射亚急性放射病、外照射慢性放射病、内照射放射病、放射性皮肤疾病、放射性白内障、放射性肿瘤、放射性骨损伤、放射性甲状腺疾病、放射性性腺疾病、放射复合伤等。

2. 电离辐射的防护控制措施：根据相关行业规定，组织应按辐射源的特征（ α 粒子、 γ 粒子和中子、 X 粒子等，密闭型、开放型）和毒性（极毒、高毒、中毒、低毒）、采取相应的控制措施，使各区域工作人员受到的辐射照射不得超过标准规定的个人剂量限值。

外照射源应根据需要和有关标准的规定，设置永久性或临时性屏蔽（屏蔽室、屏蔽墙、屏蔽装置）。屏蔽的选材、厚度、结构和布置方式应满足防护、运行、操作、检修、散热和去污的要求。

设置与设备的电气控制回路连锁的辐射防护门，并采取迷宫设计，设置监测、预警和报警装置和其他安全装置，高能 X 射线照射室内应设紧急事故开关。

在可能发生空气污染的区域（如操作放射性物质的工作箱、手套箱、通风柜等），必须设有全面或局部的送、排风装置，其换气次数、负压大小和气流组织应能防止污染的回流和扩散。

工作人员进入辐射工作场所时，必须根据需要穿戴相应的个体防护用品（防放射性服、手套、眼面防护用品和呼吸防护用品），佩戴相应的个人剂量计。

开放型放射源工作场所入口处，一般应设置更衣室、淋浴室和污染检测装置。

应有完善的监测系统和特殊需要的卫生设施（污染洗涤、冲洗设施和急救室等）。根据行业强制性的相关要求，对有辐射照射危害的工作场所的选址、防护、监测（个体、区域、工艺、和事故的监测）、运输、管理等方面提出应采取的其他措施。

核电厂的核岛区和其他控制的防护措施，依据专业标准、规范和强制性要求进行日常控制。

3.3.2 非电离辐射的危害及其防护控制技术

非电离辐射系指紫外线、可见光、红外线、激光和射频辐射等。高频电磁场与微波统称为射频辐射或无线电波，是电磁辐射中量子能量最小，波长最长的频段；无线电波中频率最高的是微波。

1. 非电离辐射的危害

(1) 神经系统： 主要引起中枢神经和自主神经功能紊乱。

(2) 血液改变： 主要为高度长期接触可使外周血白细胞总数下降。 微波还可能使血脂（胆固醇甘油三酯） 增高。

(3) 微波白内障： 大强度微波辐照可致微波白内障，其特点是晶体后皮质后极部混浊。微波还可加速晶体老化过程。

(4) 微波对性功能影响： 男性为性功能减退（如性欲降低）， 女性为月经周期紊乱。高频电磁场与微波对机体的危害主要为功能性改变， 具有可复性， 停止接触后可逐渐恢复。

2. 非电离辐射的防护措施

(1) 防紫外线措施

电焊等作业、灯具和炽热物体（达到 1200°C 以上）发射的紫外线，主要通过防护屏蔽（滤紫外线罩、挡板等） 和保护眼睛、皮肤的个人防护用品（防紫外线面罩、眼镜、手套和工作服等） 防护。0 前我国尚无紫外线防护卫生标准， 建议采用美国卫生标准（连续 7h 接触不超过 $0.51\text{mW}/\text{cm}^2$, 连续 24h 接触不超过 $0.1\text{mW}/\text{cm}^2$ ）。

(2) 防红外线（热辐射） 措施

主要是尽可能采用机械化、遥控作业、 避开热源； 其次， 应采用隔热保温层、反射性屏蔽（铝箔制品、 铝挡板等）、 吸收性屏蔽（通过对流、通风、 水冷等方式冷却的屏蔽）和穿戴隔热服、防红外线眼镜、面具等个体防护用品。

(3) 防激光辐射措施

为防止激光对眼睛、皮肤的灼伤和对身体的伤害，达到相关规定的眼直视激光束的最大容许照射量、 激光照射皮肤的最大容许照射量， 应采取下列措施：

①先采取用工业电视、 安全观察孔监视的隔离操作； 观察孔的玻璃应有足够的衰减指数，必要时还应设置遮光屏罩。

②作业场所的地、墙壁、天花板、门窗、工作台应采用暗色不反光材料和毛玻璃；工作场所的环境色与激光色谱错开（如红宝石激光操作室的环境色可取浅绿色）。

③整体光束通路应完全隔离，必要时设置密闭式防护罩；当激光功率能伤害皮肤和身体时，应在光束通路影响区设置保护栏杆，栏杆门应与电源、电容器放电电路连锁。

④设局部通风装置，排除激光束与靶物相互作用时产生的有害气体。

⑤激光装置宜与所需高压电源分室布置； 针对大功率激光装置可能产生的噪声和有害物质，采取相应的对策措施。

⑥穿戴有边罩的激光防护镜和白色防护服。

(4) 防电磁辐射的措施

根据行业强制性规定,按辐射源的频率(波长)和功率分别或组合采取对策措施。根据标准规定的限量值(操作位平场功率密度)和防护限值(任意连续6min全身比吸收率)提出对策措施:

- ①金属板(网)制作接地或不接地的屏蔽(板、罩、室)近距离屏蔽辐射源,将电磁场限制在限定范围内,防止辐射能量对作业人员和其他仪器、设备影响,是防护电磁辐射的主要方式;用屏蔽来屏蔽其他仪器、设备设施和作业人员的操作位置,是根据而要采取的防护工作。
- ②敷设吸收材料层,吸收辐射能量。通常采用屏蔽—吸收组合方式,提高防护性能。
- ④增大辐射源与人体的距离。
- ⑤辐射源的屏蔽室(罩)门应与辐射源电源连锁,防止误打开门时人员受到伤害。
- ⑥当采取的防护措施不能达到规定的限值或需要不停机检修时,必须穿戴防微波服(眼镜、面具)等个体防护用品。

3.4 高温与低温的危害及其防治控制技术

3.4.1 高温作业的危害及其防治控制技术

1)高温作业的概念:是指工业企业和服务行业工作地点具有生产性热源的场所中,其气温等于或高于本地区夏季室外通风设计计算温度(北京地区为 30°C) 2°C 或 2°C 以上的作业(含夏季通风室外计算温度 30°C 地区的露天作业)。

高温作业可分为:高温、强热辐射作业;高温高湿作业;夏季露天作业。

2)高温作业对生理功能的危害:高温除能造成灼伤外,高温、高湿环境影响劳动者的体温调节,水盐代谢及循环系统、消化系统、泌尿系统等。当热调节发生障碍时,轻者影响劳动能力,重者可引起别的病变,如中暑。水盐代谢的失衡可导致血液浓缩、尿液浓缩、尿量减少,这样就增加了心脏和肾脏的负担,严重时引起循环衰竭和热痉挛。在比较分析中发现,高温作业工人的高血压发病率较高,而且随着工龄的增加而增加。高温还可以抑制中枢神经系统,使工人在操作过程中注意力分散,肌肉工作能力降低,有导致工伤事故的危险。

3)高温作业的防护措施:根据GBZ/T 229.3-2010《工作场所职业病危害作业分级 第3部分:高温》、GB 50126-2008《工业设备及管道绝热工程施工规范》,《高温作业分级检测规程》(LD82-1995),按各区对限制高温作业级别的规定采取措施。

尽可能实现自动化和远距离操作等隔热操作方式,设置热源隔热屏蔽(热源隔热保温层、水幕、隔热操作室(间)、各类隔热屏蔽装置)。

通过合理组织自然通风气流、设置全面、局部送风装置或空调降低工作环境的温度，限制持续接触热时间。

使用隔热服（面罩）等个体防护用品。尤其是特殊高温作业人员，应使用适当的防护用品，如防热服装（头罩、面罩、衣裤和鞋袜等）以及特殊防护眼镜等。

注意补充营养及合理的膳食制度，供应高温饮料，口渴饮水，少量多次为宜。

3.4.2 低温作业的危害及其防治控制技术

1. 低温作业的概念：低温作业是指在生产劳动过程中，其工作地点平均气温等于或低于5° C的作业。

2. 低温作业对机体的危害：低温作业除导致会员冻伤外，还会导致中枢神经兴奋与传导能力减弱，心率变化，心脏传导能力减弱。

3. 低温作业的防护措施：根据《低温作业分级》（GB/T14440-1993）采取相应的防护措施。

实现自动化、机械化作业，避免或减少低温作业和冷水作业。控制低温作业，冷水作业时间。穿戴防寒服（手套、鞋）等个体防护用品。设置采暖操作室、休息室、待工室等。冷库等低温封闭场所，应设置通信、报警装置，防止误将人员关锁。