
中级注册安全工程师

《安全生产技术基础》

高频考点整合版

2020 年全国注册安全工程师职业资格考试

生产安全技术基础

一、单项选择题（共 70 题，每题 1 分。每题的备选项中，只有 1 个最符合题意）

1-70 题

二、多项选择题（共 15 题，每题 2 分，每题的备选项中，有 2 个或 2 个以上符合题意，至少有一个错项。错选，本题不得分；少选，所选的每个选项得 0.5 分）

71-85 题

2019 版《技术基础》教材考试分值统计

章节内容	2019 年分值预测
第一章 机械安全技术	25-
第二章 电气安全技术	20
第三章 特种设备安全技术	25+
第四章 防火防爆安全技术	20
第五章 危险化学品安全基础知识	10

模拟卷一定要分阶段做!!!

第一阶段：戒酒、戒手机、戒朋友！

认真听精讲课，看讲义，注重具体工艺、设备原理的理解。

第二阶段：在已理解知识点的基础上，对具体数字、措施进行记忆，并有针对性的对易混淆内容进行区别。对重点知识建立知识体系。

第三阶段：做题冲刺，认真模拟考试现场，注重考试细节把握，对错题进行系统的梳理，查漏补缺。

查漏补缺！查漏补缺！查漏补缺！

你还记得我么？那么现在.....该我了!!!

第二阶段：在已理解知识点的基础上，对具体数字、措施进行记忆，并有针对性的对易混淆内容进行区别。对重点知识建立知识体系。靓仔，没错！就是到建立体系的时候了！！

如何进行第二阶段复习

第二阶段为强化阶段，本阶段任务就是根据已学内容进行习题强化训练。

首先：针对重点知识点刷题。

其次：对每题应知晓其属于哪个章节，哪个知识点。

最后：无论对错，都要能回忆起该知识点的内容。那么.....你准备好了么？让我们开始！

第一章 机械安全技术

【2017 年真题改】2009 年 10 月 24 日 10 时，某公司钻床工胡某和张某在流水线组合钻台位进行中梁板座和心盘的打孔作业。胡某按下卡紧装置自动运行程序按钮后，张某离开操作台进入组合钻一端狭窄的设备空间内，左手扶中梁侧翼面，右手拿手电侧身观察；此时液压卡紧装置开始动作，将张某的左手挤在液压卡紧装置与中梁侧翼面之间，使其左手严重受伤。根据以上描述，可判断导致此次事故发生的主要危险因素是（ ）。

A. 形状或表面特性 B. 窒息 C. 质量和稳定性 D. 强度不够导致的断裂

【答案】A 答对了？别急……上题是下列知识点中的哪一个？

第一节 机械安全基础知识

三、机械使用过程中的危险有害因素

（一）机械性危险的条件因素主要有

危险因素	具体表现
形状或表面特性	刀刃、锐边、尖角、粗糙、光滑
相对位置	挤压、剪切、缠绕
动能	具有运动能量的物体对人体的打击
势能	重力、液体或气体压力等能量的释放
质量和稳定性	
机械强度不够	
坍塌、窒息	

【例题】下列关于机械危险部位及其安全防护措施描述的说法中，符合安全要求的是（ ）。

- A. 具有凸起物的旋转轴应利用固定式防护罩进行半封闭
- B. 辊轴交替驱动的，应在驱动轴上游安装防护罩
- C. 砂带机的砂带应该向接近操作者的方向运动
- D. 滑枕的端面距离应和固定结构的间距不能小于 500mm

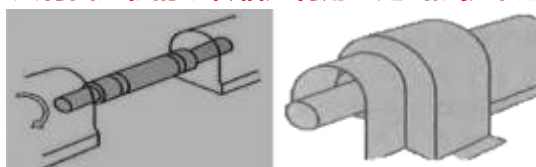
【答案】D

四、机械危险部位及其安全防护措施★★★

（一）转动的危险部位及其防护

(1) 转动轴（无凸起部分）：**与轴具有 12mm 净距的护套对其进行防护，护套和轴可以相互滑动。**

(2) 转动轴（有凸起部分）：**具有凸起物的旋转轴应利用固定式防护罩进行全面封闭。**



(3) 对旋式轧辊：操作人员的手、臂以及身体有可能被卷入。一般采用**钳型防护罩**进行防护。

(4) 牵引辊：安装**钳型条**，通过减少间隙来提供保护，通过钳型条上的开口，便于材料的输送。

(5) 辊式输送机（辊轴交替驱动）：**应该在驱动轴的下游安装防护罩。如果所有的辊轴都被驱动，将不存在卷入的危险，故无须安装防护装置。**

(6) 轴流风扇（机）：开放式叶片是危险的，需要使用防护网来进行防护。防护网的网孔应足够大，使得空气能有效通过；同时网孔还要足够小，能有效防止手指接近叶片。

(7) 径流通风机：通向风扇的进风口应该被一定长度的导管所保护，并且其入口应覆盖防护网。

(8) 啮合齿轮：**暴露的齿轮应使用固定式防护罩进行全面的保护。**

(9) 旋转的有辐轮：当有辐轮附属于一个转动轴时，可以利用一个**金属盘片填充**有辐轮来提供防护，也可以在手轮上安装一个**弹簧离合器**，使轴能够自由转动。

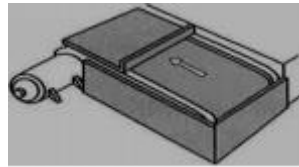
(10) 砂轮机：除了其磨削区域附近，均应加以密闭来提供防护。在其防护罩上应标出砂轮旋转的方向和最高线速度等技术参数。

(11) 旋转的刀具：旋转的刀具应在机器内部。手工送料，应减少刀刃暴露，并使用背板防护。物料是可燃物时，应防火措施。拆卸刀片时，应使用特殊的卡具和手套来提供防护。

(二) 直线运动的危险部位

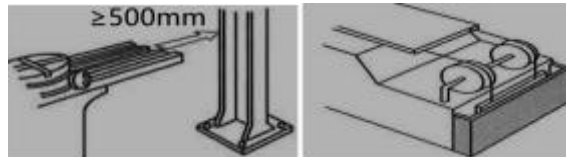
(1) 切割刀刃：切割刀刃应使其暴露部分尽可能少。对刀具进行维护时，需要提供特殊的卡具。

(2) 砂带机：**砂带机的砂带应该向远离操作者的方向运动，并且具有止逆装置，仅将工作区域暴露出来，靠近操作人员的端部应进行防护。**



(3) 机械工作台和滑枕：**平板（滑枕）达到极限位置时，平板（滑枕）的端面距离应和固定结构的间距不能小于 500mm，以免造成挤压。**

(4) 配重块：配重块**全部行程封闭**，直到地面或者机械的固定配件处，避免形成挤压陷阱。



(5) 带锯机：可调节的防护装置应该装置在带锯机上，仅用于材料切割的部分可以露出，其他部分得以封闭。

(6) 冲压机和铆接机：操作人员手持工件靠近冲击头，需要提供能够感知手指存在的特殊失误防护装置。

(7) **剪刀式升降机**：操作过程的危险在于工作平台和底座边缘间形成的剪切和挤压陷阱。可利用**帘布加以封闭**。维护过程的危险在于剪刀机构的意外闭合。可通过障碍物（木块等）来防止剪刀机构的闭合。



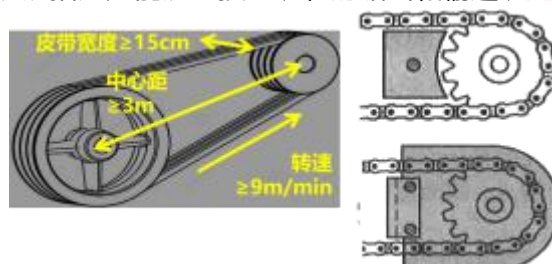
(三) 转动和直线运动的危险部位

(1) 齿条和齿轮：应利用固定式防护罩将齿条和齿轮全部封闭起来。

(2) 皮带传动：皮带传动装置防护罩可采用金属骨架的防护网，与皮带的距离不应小于 50mm。防护可将皮带全部遮盖，或采用防护栏杆防护。

一般传动机构离地面 2m 以下，应设防护罩。传动机构在 2m 以上时可不设防护罩，但在下列 3 种情况下，仍应设置防护罩：①皮带轮距离 3m 以上；②皮带宽度 15cm 以上；③皮带转速大于 9m/min。

(3) 输送链和链轮：采取的防护措施应能防止接近链轮的锯齿和输送链**进入到链轮部位**。



安全防护相关数字总结

转动轴（无凸起部分）	12mm 间距，滑动护套
机械工作台和滑枕	达到极限位置时与固定结构间距 $\geq 500\text{mm}$
皮带传动	金属骨架防护网，与皮带间距 $\geq 50\text{mm}$ 2m 以下应设防护罩。2m 以上必须要设置防护罩： ①皮带轮距离 3m 以上； ②皮带宽度 15cm 以上； ③皮带转速大于 9m/min。

五、实现机械安全的途径与对策措施

【2013 年真题】维修性是衡量产品在发生故障或失效时，实施维修难易程度和经济性的固有质量特性，提高产品的维修性可改善其系统效能，减少产品寿命周期费用。为了使机械产品具有良好的维修性，需要进行有效的维修性设计，维修性设计中应考虑的主要问题有（ACE）。

- A. 可达性 B. 可靠性
C. 维修人员的安全 D. 维修人员的操作技能 E. 零组部件的标准化和互换性

6. 机械的可靠性设计★★★

一是机械设备要尽量少出故障，二是出了故障要容易修复。

可靠性设计	具体的内容
使用可靠性已知安全相关组件	在预设条件及寿命周期内，能够承受所有干扰和应力，且产生失效效果小的组件
关键组件或子系统加倍（或冗余）和多样化设计	一个组件失效，另一个组件能继续执行各自功能。采用多样化设，避免共因失效。
操作的机械化或自动化设计	通过机器人、搬运装置、传送机构、鼓风设备实现自动化，通过进料滑道、推杆和手动分度工作台实现机械化。减少人员暴露与危险的风险
机械设备的维修性设计	产品故障，应易发现、易拆卸、易安装、易检修，维修性是产品固有的可靠性指标。维修点在危险范围外；维修可达性、互换性，同时考虑维修人员的安全

（二）安全防护措施★★★

1. 防护装置(靠自己的外形来防护)：通常采用壳、罩、屏、门、盖、栅栏等结构和封闭式装置。

1) 防护装置的功能：（1）隔离作用（2）阻挡作用（3）容纳作用（4）其他作用

4) 防护装置的类型：防护装置可以设计为封闭式；也可采用距离防护，凭借安全距离和安全间隙来防护；还可以设计为整个 装置可调或装置的某组成部分可调。

金属铸造或金属板焊接的防护箱罩，一般用于齿轮传动或传输距离不大的传动装置；金属骨架常用于皮带传动装置；栏栅式防护适用于防护范围比较大的场合。

（1）固定式防护装置：保持在所需位置（关闭）不动的防护装置。不用工具不能将其打开或拆除。

（2）活动式防护装置：通过机械方法与机器的构架或固定元件相连接，并且不用工具就可打开。

（3）联锁防护装置：只要防护装置不关闭，危险功能就不能执行，只有当防护装置关闭时，危险功能才有可能执行；在危险功能执行过程中，只要防护装置被打开，就给出停机指令。

5) 防护装置的安全技术要求

（1）防护装置应设置在进入危险区的唯一通道上，不应出现漏保护区，使人不可能越过或绕过。

- (2) 固定防护装置应采用永久固定或借助紧固件，若不用工具不可能拆除或打开。
- (3) 活动防护装置打开时，尽可能与被防护的机械借助铰链或导链保持连接，防止丢失
- (4) 当活动**联锁式**防护装置出现丧失安全功能的**故障时**，危险功能**不可能执行或停止执行**，装置失效不得导致意外启动。

(5) **可调式**防护装置的可调或活动部分调整件，在**特定操作期间**保持**固定、自锁**状态，不得因为机器振动而移位或脱落。

(6) 在要求通过防护装置观察机器运行的场合，宜提供大小合适开口的观察孔或观察窗。

(7) 防护装置的开口要求：安全距离

【例题】车间在通风管道内安装了轴流式风机，小崔按照要求购买槽形开口防护网，其开口尺寸为 $9 \times 12\text{mm}$ 。此时防护网安装位置距离风机的最小距离是 4mm 。则此时防护网可以防护的身体部位是（ ）。

A. 指尖 B. 指至指关节 C. 手 D. 上肢

【答案】C D

(7) 防护装置的开口要求 e 为短边

肢体部位	图 示	开口 e/mm	安全距离 S_r/mm		
			槽形	方形	圆形
指尖		$4 < e \leq 6$	10	5	5
指至指关节		$6 < e \leq 8$	≥ 20	≥ 15	≥ 5
		$8 < e \leq 10$	≥ 80	≥ 25	≥ 20
手		$10 < e \leq 12$	≥ 100	≥ 80	≥ 80
		$12 < e \leq 20$	≥ 120	≥ 120	≥ 120
		$20 < e \leq 30$	≥ 850	≥ 120	≥ 120

2. 保护装置

防护装置以外的安全防护装置，通过**自身的结构功能**限制或防止机器的某种危险。

1) 保护装置的种类

种类	相关说明
联锁装置	用于 防止危险机器功能 在特定条件下运行的装置。可以是 机械、电气或其他类型
能动装置	一种 附加手动操纵装置 ，与启动控制一起使用，并且只有 连续操作 时，才能使机器执行预定功能
保持—运行控制装置	一种手动控制装置，只有当手对操纵器作用时，机器才能启动并保持机器功能
双手操作式装置	至少需要双手同时操作，强制操作者在机器运转期间，双手没有机会进入机器的危险区，以此为 操作者提供保护 的一种装置
敏感保护设备	用于探测人体，并向控制系统发出正确信号以降低被探测人员风险的设备
有源光电保护装置	光电感应功能装置。
机械抑制装置	靠其自身强度，防止危险运动的机械装置
限制装置	防止机器或危险机器状态超过设计限度的装置
有限运动控制装置 (也称行程限制装置)	与机器控制系 统一起作用的，使机器元件做有限运动的控制装置

2) 保护装置的技术特征

- (1) 保护装置零件的可靠性应作为其安全功能的基础。
- (2) 应在危险发生时，停止危险。
- (3) **重新启动功能。一次动作停止后，只有重启才能再次工作。**
- (4) 光电式、感应式具有自检功能。
- (5) 保护装置必须与控制系统一起操作并与其形成一个整体，保护装置的性能水平应与之相适应。
- (6) 保护装置的设计应采用“定向失效模式”的部件或系统、考虑关键件的加倍冗余，必要时还应考虑采用自动监控。

五、实现机械安全的途径与对策措施

(三) 安全信息的使用

【例题】下列关于安全标志的说法中，正确的是（ ）。

- A. 禁止标志表示禁止不安全行为，安全色为红色
- B. 指令标志表示提供信息，安全色为蓝色
- C. “当心触电”标志属于警告标志，应贴在配电柜的柜门处
- D. 顺序按禁止、警告、指令、提示的顺序，先上后下，先左后右

【答案】A

2. 安全标志和安全色★★

1) 安全色（红禁/黄警/蓝指/绿提）

表 1-2 安全色颜色含义

颜色	颜色含义	
	人员安全	机械/过程状况
红	危险/禁止	紧急
黄	注意、警告	异常
绿	安全	正常
蓝	执行	强制性

2) 安全标志

- (1) 禁止标志：禁止不安全行为。红色，对比色白色。红色圆框斜杠，白底，黑图。
- (2) 警告标志：提醒注意。黄色，对比色黑色。黄色底色三角，黑图，黑框。
- (3) 指令标志：强制人的行为动作。蓝色，对比色白色。蓝色底色圆形，白图。
- (4) 提示标志：提供信息。绿色，对比色白色。绿色底色方形，白图。



(5) 文字辅助标志

(6) 安全标志应满足的要求

- ①位置醒目，光线充足，在固定的物体上。

- ②顺序按警告、禁止、指令、提示的顺序，先上后下，先左后右。
- ③注意标志的检查和检修。

六、机械制造生产场所安全技术★★

(二) 通道

- (1) 合理组织人流和物流。
- (2) 主要生产区、仓库区、动力区的道路，应环形布置。道路上部管架和校桥等，在干道上的净高不得小于 5m。
- (3) 车间通道分为横向主要通道、纵向主要通道和机床之间的次要通道。
横向主要通道宽度不应小于 2000mm；机床之间的次要通道宽度一般不应小于 1000mm。

(3) 纵向主要通道宽度

表1-4 加工车间通道尺寸			
运输方式	通道宽度/m		
	冷加工	铸造	锻造
人工运输	≥1	1.5	2~3
电瓶车单向行驶	1.8	2	
电瓶车对开	3		3~5
叉车或汽车行驶	3.5	3.5	
手工造型人行道	—	0.8~1.5	—
机器造型人行道	—	1.5~2	—
铁路进厂房入口宽度应为5.5			

- (4) 主要人流与货流通道的出入口分开设置；车间厂房出入口不少于 2 个。厂房大门净宽度应比最大运输件宽度大 600mm，比净高度大 300mm；对于特大的设备可设专门安装洞口。
- (5) 厂房内部须设置纵横贯通的消防通道。
- (6) 工厂铁路专用线设计，不宜与人行主干道交叉；必须交叉时，应设置看守道口、护栏、限速标志等。繁忙线路应设置立体交叉。

(二) 通道：数据总结

道路上部管架和校桥净高	5m	
车间横向主要通道	2m	
车间设备间次要通道	1m	
车间纵向主要通道	冷加工	铸造
人工运输	≥1	1.5
电瓶车单向行驶	1.8	2
电瓶车对开	3	/
叉车或汽车行驶	3.5	3.5
厂房大门	出入口 2 个；人货分离 净宽≥最大设备 600mm 净高≥最大设备 300mm	

(三) 设备布置及安全防护措施

1. 机床设备安全距离

表 1-5 机床布置的最小安全距离 m

项 目	小型	中型	大型	特大型
机床操作面间距	1.1	1.3	1.5	1.8
机床后面、侧面离墙柱间距	0.8	1.0	1.0	1.0
机床操作面离墙柱间距	1.3	1.5	1.8	2.0
重型机床	操作平台高于 500mm 时， 平台设置 1050mm 护栏			
最小安全距离口诀：操作面：1-3-5-8，后侧面：8-0-0-0 操作离墙柱：3-5-8-0				

2. 机床设备的防护装置及设施

- (1) 对运动传动部件的危险的防护，应采用固定式防护装置或活动式联锁防护装置。
- (2) 机床应设防止切屑、磨屑和冷却液飞溅或零件、工件意外甩出伤人的防护挡板，**重型机床高于 500mm 的操作平台周围应设高度不低于 1050mm 的防护栏杆。**
- (3) **产生有害物质排放的设备**，根据其特点和操作、维修要求，**采取整体密闭、局部密闭或设置在密闭室内**。密闭后设排风装置，不能密闭时，应设吸风罩。
- (4) **可能突然产生大量有害气体或爆炸危险的工作场所**，应**设浓度探测和事故报警及事故排风装置**。
- (5) 生产线辊道、带式运输机等运输设备，在人员横跨处，应设带栏杆的人行走桥；
平台、走台，坑池边和升降口有跌落危险处，必须设栏杆或盖板；
需登高检查和维修的设备处宜设钢梯；当采用钢直梯时，钢直梯 3m 以上部分应设安全护笼。

3. 潜在危险的设备防护

- (1) 有高压、高温、高速、高电压或深冷等试验台和装置的各类试验站，必须配备各种信号、报警装置和安全防护设施。
- (2) **高噪声设备宜相对集中**，并应**布置在厂房的端头**，尽可能设置隔声窗或隔声走廊等；
人员多、强噪声源比较分散的大车间，可设置隔声屏障或带有生产工艺孔洞的隔墙或采用隔声、吸声、消声等降噪减噪措施。
- (3) **高振设备设施宜相对集中布置**，采取减振降噪等措施。与其他设备保持**有足够防振间距**。对振动、爆炸敏感的设备，应进行隔离或设置屏蔽、防护墙、减振设施等。
- (4) 输送**有毒、有害、易燃、易爆、高温、高压和有腐蚀性气体或液体的管道、管件等**，必须分别具有**密封、耐压、防腐蚀、防静电等措施**。
- (5) 加热设备及反应釜等的作业孔、操作器、观察孔等应有防护设施，作业区热辐射强度不应超过有关规定；设置必要的提示、标志和警告信号。

(四) 采光照明



【例题】机械制造场所的安全与其通道、车辆行驶、人员通行、物料存储运输、防火防爆等有密切关系。

下列关于机械制造场所安全的说法中，正确的是（ ）。

- A. 备用照明的照度一般不低于该场所一般照明照度值的 5%
- B. 安全照明的照度标准值为标准照明照度的 90%
- C. 白班存放为每班加工量的 2.5
- D. 堆垛高度不应超过 2m，且高与底边长之比不应大于 2: 1

【答案】B

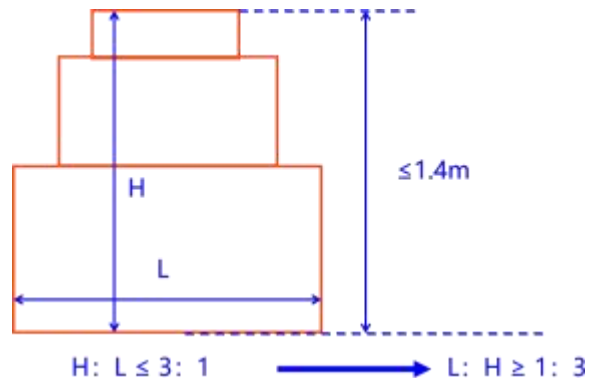
- 1. 天然采光
- 2. 照明方式：一般照明和局部照明。
- 3. 照明种类：正常照明和应急照明。
应急照明：备用照明、安全照明、疏散照明。
- 4. 光照度：

备用不得低于正常照明的 10%。 安全不得低于正常照明的 10%。 水平疏散 1lx，垂直疏散 5lx。

(五) 物资堆放

(3) 白班存放为每班加工量的 1.5 倍，夜班存放为加工量的 2.5 倍，大件不得超过当班定额。高处作业区堆放生产物料和工具，应严格控制数量。

(5) 当直接存放在地面上时，堆垛高度不应超过 1.4m，且高与底边长之比不应大于 3。



第一章 第一节 总结 请重点关注 3 星考点

三、机械使用过程中的危险有害因素★

四、机械危险部位及其安全防护措施★★★

(一) 转动 (二) 直线 (三) 转动和直线

五、实现机械安全的途径与对策措施

(一) 采用本质安全技术：6. 机械的可靠性设计★★★

(二) 安全防护措施：1. 防护装置★★★2. 保护装置★★

(三) 安全信息的使用：2. 安全标志和安全色★★

六、机械制造生产场所安全技术★★

(二) 通道 (三) 设备布置 (四) 采光 (五) 物质堆放

第二节 金属切削机床及砂轮机安全技术

二、安全要求和安全技术措施★★

(一) 防止机械危险安全措施

2. 运动部件

(3) 运动部件与运动部件之间、运动部件与静止部件之间，不应存在挤压危险和剪切危险，否则遵循如下安全距离要求。

表 1-6 防止挤压的身体部位最小间距 (mm)

身体部位	最小距离 a	身体部位	最小距离 a	身体部位	最小距离 a
身体	500	臂	120	腿	250
头部	300	手指	25	脚趾	50

3. 夹持装置

(3) 机动夹持装置**夹紧过程的结束**应与**机床运转的开始**相联锁；夹持装置的**放松**应与**机床运转的结束**相联锁。

机床运转时，工件夹紧装置**不应动作**；未达到预期安全预紧力时，工件驱动装置不应动作；工件夹紧力低于安全值或超过允许值时，工件驱动装置应自动停止，并保持足够的夹紧力，使其可靠地停下来。

4. 平衡装置

(1) 与机床部件及其运动有关的**配重**，如将其**置于机床体内或置于固定式防护装置内**等。



(二) 电气系统

1. 防止触电危险

(1) 加强电气设备的带电体、绝缘、保护接地和电磁兼容的防护。

(2) 电流、电压的过载和中断的保护。

2. 控制系统

(1) 系统功能安全可靠。

(2) **控制装置应设置在危险区以外**，与其他装置明显区分。影响观察时配置声光信号。

(3) 应在人有意控制下才能启动、重启。

(4) 控制模式可选择。

(5) 机床应设置一个或数个**紧急停止装置**。

(6) 程序、信息损坏或电磁故障，或输入错误时，应能防止错误动作。

(三) 物质和材料

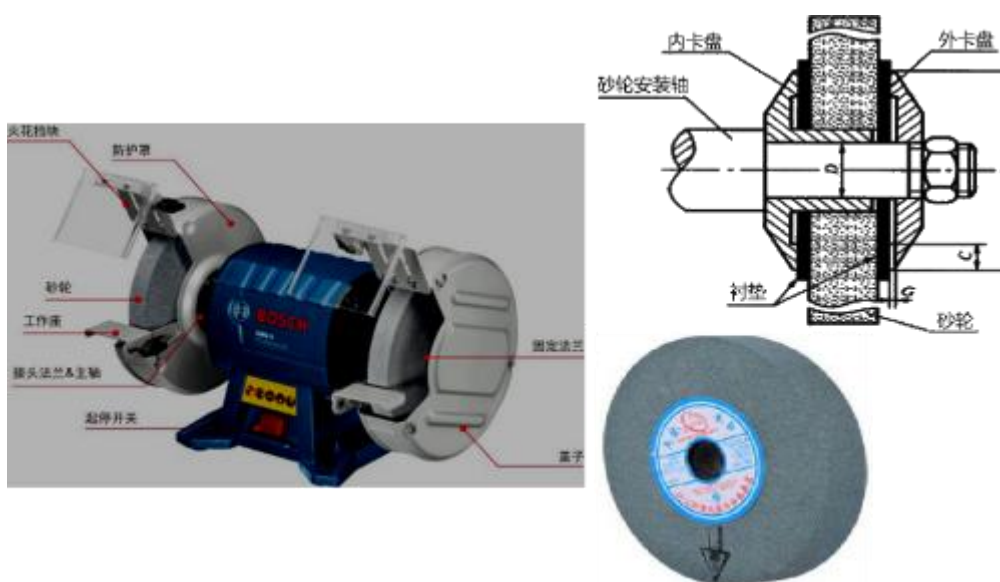
(1) 消除或最大程度减小危险的**设计**。采用无毒低毒、不燃难燃材料。

(2) 消除或最大程度减少有害物质**排放**。采取通风、净化和个体防护措施。

油雾浓度最大值 $\leq 5\text{mg}/\text{m}^3$ ，粉尘浓度 $\leq 10\text{mg}/\text{m}^3$ 。

(3) 消除或最大程度减小机器自身或物质的过热。限制现场可燃物、助燃物。

三、砂轮机安全技术★★★

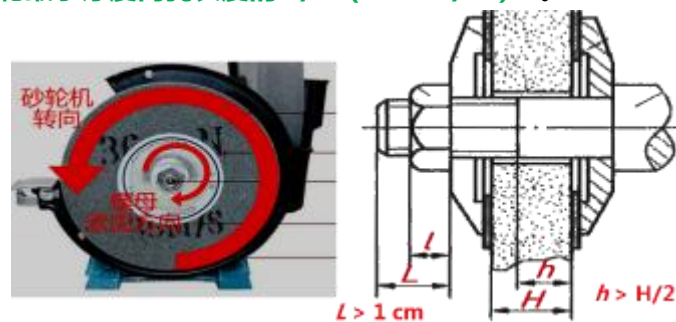


(三) 砂轮机的安全要求

1. 砂轮主轴

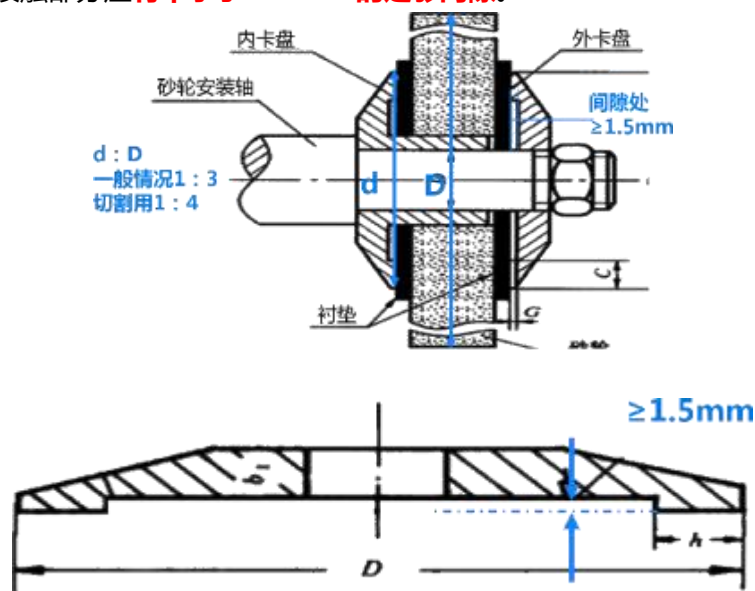
砂轮主轴端部**螺纹**应满足防松脱的紧固要求，其**旋向**须与**砂轮工作时旋转方向相反**，砂轮机应标明砂轮的旋转方向；

端部螺纹应足够长，切实保证整个**螺母旋入压紧**（ $L > 1\text{ cm}$ ）；主轴螺纹部分须延伸到紧同螺母的压紧面内，但**不得超过砂轮最小厚度内孔长度的 $1/2$** （ $h > H/2$ ）。



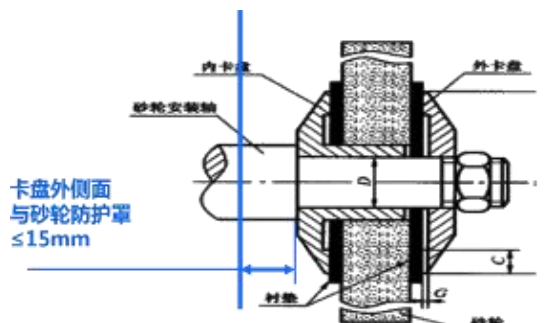
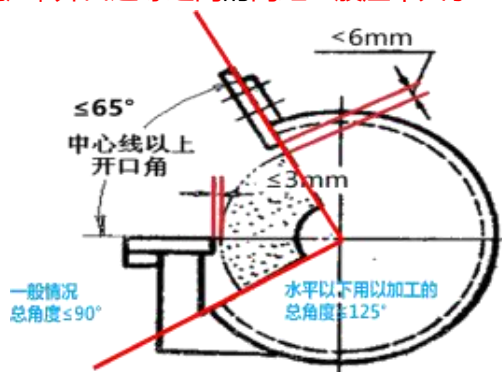
2. 砂轮卡盘

一般用途的砂轮**卡盘**直径不得小于砂轮直径的 $1/3$ ，切断用砂轮的**卡盘**直径不得小于砂轮直径的 $1/4$ ；卡盘 结构应均匀平衡，各表面平滑无锐棱，夹紧装配后，与砂轮接触的环形压紧面应平整、不得翘曲；卡盘与砂轮侧面的非接触部分应**有不小于 1.5mm 的足够间隙**。

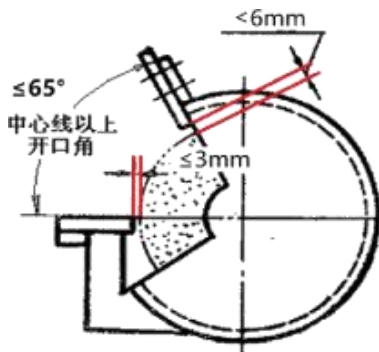


3. 砂轮防护罩

- (1) 砂轮防护罩的总开口角度应不大于 90° ，如果使用砂轮安装轴水平面以下砂轮部分加工时，防护罩开口角度可以增大到 125° 。而在砂轮安装轴水平面的上方，在任何情况下防护罩开口角度都应不大于 65° 。
- (2) 砂轮卡盘外侧面与砂轮防护罩开口边缘之间的间距一般应不大于 15mm 。

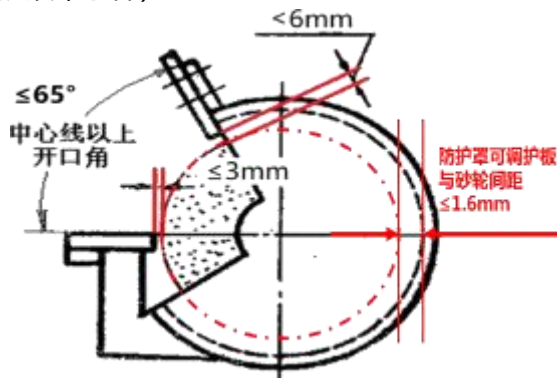


- (3) 防护罩上方可调护板与砂轮圆周表面间隙应可调整至 6mm 以下；托架台面与砂轮主轴中心线等高，托架与砂轮圆周表面间隙应小于 3mm 。 GB 4674 磨削机械安全规程



- (4) 防护罩的圆周防护部分应能调节或配有可调护板，以便补偿砂轮的磨损。当砂轮磨损时，砂轮的圆周表面与防护罩可调护板之间的距离应不大于 1.6mm 。
- (5) 应随时调节工件托架以补偿砂轮的磨损，使工件托架和砂轮间的距离不大于 2mm 。

(JB 8799 砂轮机 安全防护技术条件)



【例题】下列针对砂轮主轴和卡盘的安全要求中，正确的有（ ）。

- A. 在砂轮安装轴水平面的上方，防护罩开口角度应不大于 65°
- B. 使用砂轮安装轴水平面以下加工时，防护罩开口角度可以增大到 135°
- C. 砂轮卡盘外侧面与砂轮防护罩开口边缘之间的间距一般应不大于 1.5mm
- D. 防护罩上方可调护板与砂轮圆周表面间隙应可调整至 1.6mm 以下
- E. 托架台面与砂轮主轴中心线等高，托架与砂轮圆周表面间隙应小于 3mm

【答案】AE

(三) 砂轮机的安全要求：数据总结

主轴螺纹	与砂轮旋转方向相反不得超过砂轮内孔长度 1/2
卡盘直径：砂轮直径	一般≥1/3；切断≥1/4
卡盘与砂轮非接触间隙	≥1.5mm
砂轮防护罩开口角度	水平面以上≤65° 一般用途总角度≤90° 水平面下加工总角度≤125°
卡盘与砂轮防护罩间距	≤15mm
防护罩上方可调护板与砂轮圆周面间隙	< 6mm
托架与砂轮圆周面间隙	< 3mm
防护罩圆周防护砂轮圆周面补偿磨损	≤1.6mm
托架与砂轮圆周面间隙补偿磨损	≤2mm

(四) 砂轮机的使用安全

2. 砂轮机的操作要求

- (2) 应使用砂轮的圆周表面进行磨削作业，不宜使用侧面进行磨削。
- (3) 操作者应站在砂轮的斜前方位置，不得站在砂轮正面。
- (4) 禁止多人共用一台砂轮机同时操作。



第二节 金属切削机床及砂轮机安全技术 总结： 请重点关注 3 星考点

- 一、金属切削机床存在的主要危险★
- 二、安全要求和安全技术措施★★
- 三、砂轮机安全技术
 - (三) 砂轮机的安全要求★★★
 - (四) 砂轮机的使用安全★★

第三节 冲压剪切机械安全技术

一、冲压事故分析

(二) 冲压事故的原因★★★

- (1) 冲压操作简单，动作单一。产生厌倦情绪。
- (2) 作业频率高。人配合冲床，手频繁出入模口的危险区域。
- (3) 冲压机械噪声和振动大。对生理和心理造成影响。
- (4) 设备原因。模具结构设计不合理；未安装安全装置或安全装置失效；冲头打崩；机器本身故障造成连冲或不能及时停车等。
- (5) 人的手脚配合不一致，或多人操作动作不协调。

【例题】冲剪压作业的危险因素较多，使用时应严格执行操作规程，否则容易造成伤害。下列危险因素中，属于冲压剪压作业的是（ ）。

- A. 滑块做上下往复直线运动
- B. 作业频率高
- C. 模具结构设计不合理
- D. 冲压机械噪声和振动大
- E. 多人操作动作不协调

【答案】BCDE

二、压力机作业区的安全保护★★★

【例题】离合器是操纵曲柄连杆机构的关键控制装置，在设计时应保证（ ）

- A. 气动、液压和电气失灵的情况下，离合器立即接合
- B. 在机械压力机上应使用带式制动器来停止滑块
- C. 摩擦离合器可使滑块停止在运行的任意位置
- D. 任一零件失效可使其他零件联锁失效

【答案】C

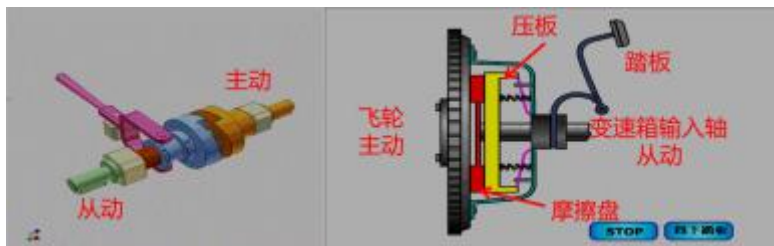
(一) 操作控制系统

操作控制系统包括离合器、制动器、脚踏或手操作装置。离合器与制动器工作异常，会导致滑块运动失去控制，引发冲压事故。

离合器分为：刚性离合器、摩擦离合器。

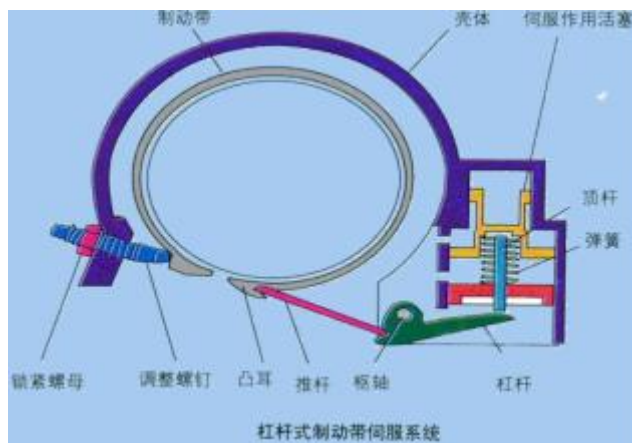
刚性离合器以刚性金属键作为接合零件，但不能使滑块停止在行程的任意位置只能使滑块停止在上死点。

摩擦离合器借助摩擦副的摩擦力来传递扭矩，结合平稳，冲击和噪声小，可使滑块停止在行程的任意位置。



刚性离合器和摩擦离合器

- (1) 离合器与制动器的联锁控制动作应灵活、可靠，不得相互干涉。一般采用离合器—制动器组合结构，以减少二者同时结合的可能性。
- (2) 采用规格尺寸、质量、刚度上应一致的压缩弹簧接合制动器和脱开离合器。
- (3) 制动器和离合器设计时应保证任一零件（如能量传递或螺栓）的失效，不能使其他零件快速产生危险的联锁失效。
- (4) 离合器及其控制系统应保证在气动、液压和电气失灵的情况下，离合器立即脱开，制动器立即制动。
- (5) 禁止在机械压力机上使用带式制动器来停止滑块。



(6) 脚踏操作与双手操作规范应具有联锁控制。

(7) 在离合器、制动器控制系统中，须有急停按钮。在执行停机控制的瞬时动作时，必须保证离合器立即脱开、制动器立即接合。急停按钮停止动作应优先于其他控制装置。

(二) 安全防护装置

安全防护装置应具备以下安全功能之一：

- ①运行期间，人体的身体不能进入工作危险区；
- ②在滑块向下行程期间，人体的任一部分不能进入工作危险区；
- ③在滑块向下行程期间，当人体的任一部分进入危险区之前，滑块能停止下行或超过下死点。

如果压力机工作过程中需要从多个侧面接触危险区域，应为各侧面安装提供相同等级的安全防护装置。

危险区开口小于 6mm 的压力机可不配置安全防护装置。

1. 固定式封闭防护装置

- (1) 防护装置应牢固**固定安装**在固定的结构件或安装在地面上，**不用专门工具不能拆除**。
- (2) 固定式防护装置的送料开口、栅栏式防护装置的栅栏间隙和隔离实体到危险线的安全距离，应符合防止上下肢触及危险区。
- (3) 联锁式防护装置只有在活动护栏门关闭后才能启动工作行程。

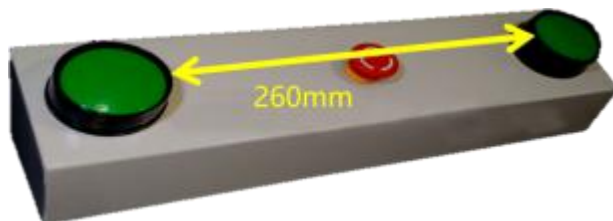
2. 双手操作式安全保护控制装置

(1) 双手操作的原则。必须双手同时推按操纵器，离合器才能接合滑块下行程；在滑块下行过程中，松开任一按钮，滑块立即停止。

(2) 重新启动的原则。对于被中断的操作控制需要恢复以前，应先松开全部按钮然后再次双手按压后才能恢复运行。

(3) 最小安全距离的原则。安全距离是指操纵器的按钮或手柄到压力机危险线的最短直线距离。

(4) 操纵器的装配要求。两个操纵器（按钮或操纵手柄的手握部位）的内缘装配距离至少相隔 260mm。为防止意外触动，按钮不得凸出台面或加以遮盖。



(5) 对需多人协同配合操作的压力机，应为每位操作者都配置双手操纵装置，并且只有全部操作者协同操作双手操纵装置时，滑块才能启动运行。

3. 光电保护装置

4. 拉（推或拨）手式安全装置

5. 安全操作附件

(三) 消减冲模危险区的措施

- (1) 减少上、下模非工作部分的接触面，将上模座正面和侧面制成斜面、倒钝外廓和非工作部件的尖角。
- (2) 当冲模闭合时，从下模座上平面至上模座下平面的最小间距应大于 60mm。
- (3) 手工上下料时，在冲模的相应部位应开设避免压手的空手槽。



数据总结

不安装防护装置的开口尺寸	< 6mm
双手操纵器内缘间隔	≥260mm
上下模座平面间隙	> 60mm

第三节 冲压剪切机械安全技术 总结： 请重点关注 3 星考点

一、冲压事故分析

(二) 冲压事故的原因★★★

二、压力机作业区的安全保护★★★

三、剪板机安全技术简介★

第四节 木工机械安全技术

三、木工平刨床安全技术★★



(一) 作业平台

- (1) 工作台面离地面高度应为 750~800mm。台面应平整、光滑，防止木料通过弹跳、侧倒。
- (2) 导向板和升降机构应能自锁或被锁紧。
- (3) 开口量应尽量小，使刀轴外露区域小。在零切削位置时的工作台唇板与切削圆之间的径向距离应保持为 (3 ± 2) mm。

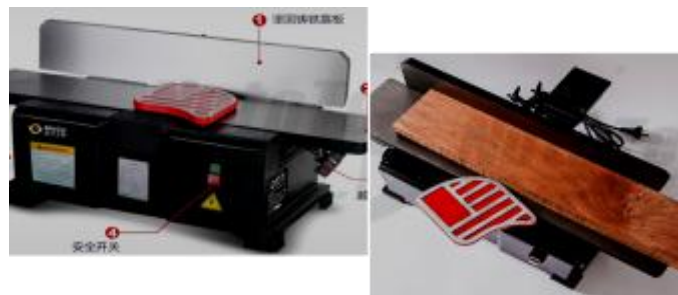


(二) 刨刀轴

- (1) 刀轴必须是装配式圆柱形结构，严禁使用方形刀轴。通过刀具零件的结构和形状可靠固定，保证夹紧后在运转中不得松动或刀片发生径向滑移。
- (2) 组装后的刨刀片径向伸出量不得大于 1.1mm。
- (3) 刀轴的驱动装置所有外露旋转件都必须有牢固可靠的防护罩，并在罩上标出单向转动的明显标志。须设有制动装置，断电后，保证刀轴在规定的时间内停止转动。

(三) 加工区安全防护装置

- (1) 护指键（或防护罩）必须在工作台面全宽度上盖住刀轴。
- (2) 刨削时仅打开与工件等宽的相应刀轴部分。
- (3) 应有足够的强度与刚度。
- (4) 安全装置闭合灵敏。爪形护指键式的相邻键间距应小于 8mm。
- (5) 装置不得涂耀眼颜色，不得反射光泽。



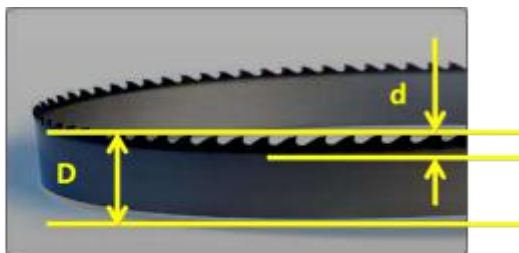
四、带锯机安全技术★

(一) 带锯条的安全要求

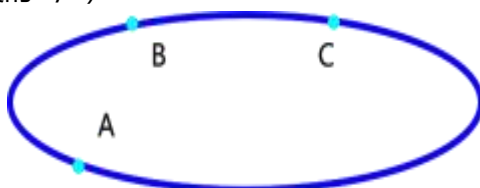


- (1) 带锯条的锯齿应锋利，**齿深不得超过锯宽的 1/4**，锯条厚度应与匹配的带锯轮相适应。
- (2) 锯条焊接应牢固平整，**接头不得超过 3 个**，**两接头之间长度应为总长的 1/5 以上**，接头厚度应与锯条厚度基本一致。
- (3) 严格控制带锯条的横向裂纹，裂纹超长应切断重新焊接。

齿深d不应超过齿宽D的1/4
即： $d/D \leq 1/4$

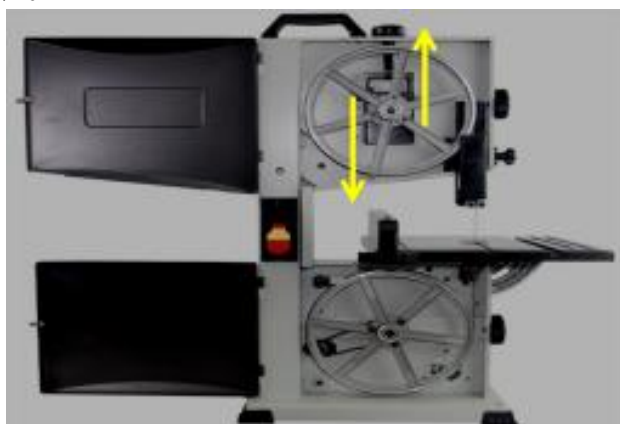


例：齿条总长度 500mm，则 ABC 三个焊点之间的距离应 $\geq 100\text{mm}$ （总长度的 1/5）



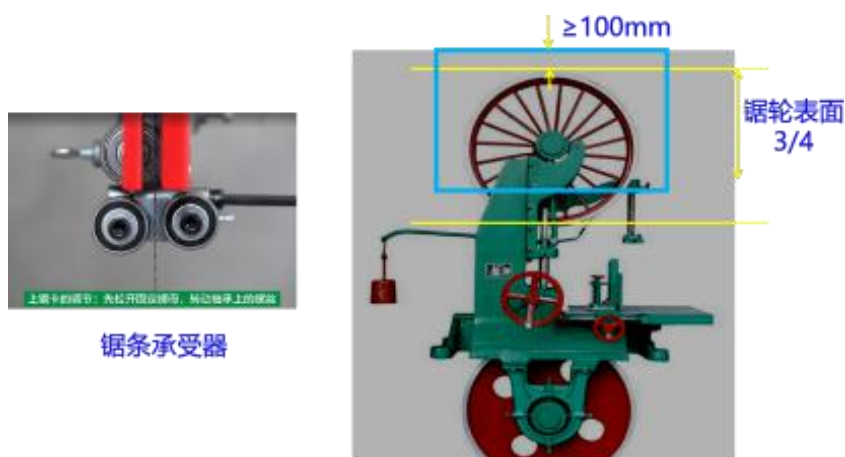
(二) 操控机构的要求

- (1) 启动按钮应设置在能够确认锯条位置状态、便于调整锯条的位置上。
- (2) 启动按钮应灵敏、可靠，不应因接触振动等原因而产生误动作。
- (3) **上锯轮机动升降机构应与锯机启动操纵机构联锁；下锯轮应装有能对运转进行有效制动的装置。**
- (4) 必须设置急停控制按钮。



(三) 带锯机安全防护装置

- (1) 锯轮防护。上锯轮内衬有缓冲材料；上锯轮在任何位置，**防护罩均应能罩住锯轮 3/4 以上**，在靠锯齿边的适当处设置锯条承受器；上锯轮处于最高位置时，其上端与**防护罩内衬表面应有不小于 100mm 的足够间隔**；锯轮、主运动的带轮应作平衡试验。
- (2) 锯齿防护罩。切削边的锯齿防护罩应保证非工作锯齿不外露。

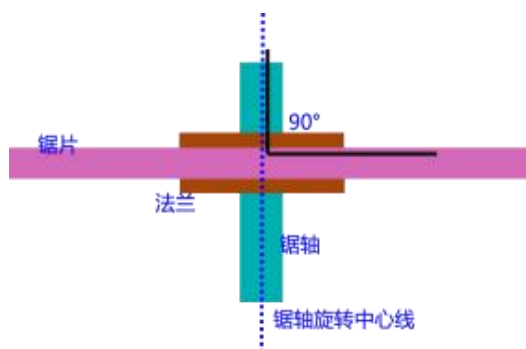


锯条承受器

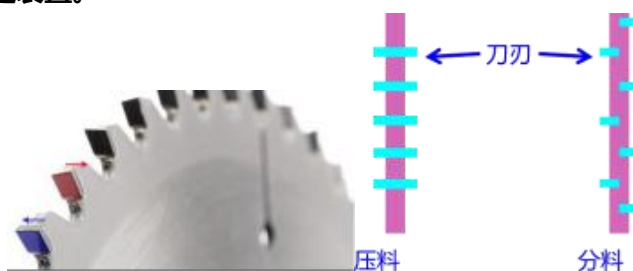
五、圆锯机安全技术★

(一) 锯片与锯轴

- (1) 锯轴转速不得超过圆锯片的最大允许转速。
- (2) 锯片与法兰盘应与锯轴的旋转中心线垂直，防止 锯片旋转时的摆动；锯片与法兰盘应与锯轴同心，防止产生不平衡离心力。
- (3) 锯片夹紧法兰盘直径与锯片应有足够的接触面积，夹紧面必须平整。转动时，锯片与法兰盘之间不得出现相对滑动。



- (4) 普通圆锯片使用前应进行压料或拨料并经过刃磨，适张度处理和平衡检查调整。
- (5) 圆锯片连续断裂 2 齿或出现裂纹时应停止使用，圆锯片有裂纹不允许修复使用。若更换锯片时必须锁定主轴，应提供主轴锁定装置。

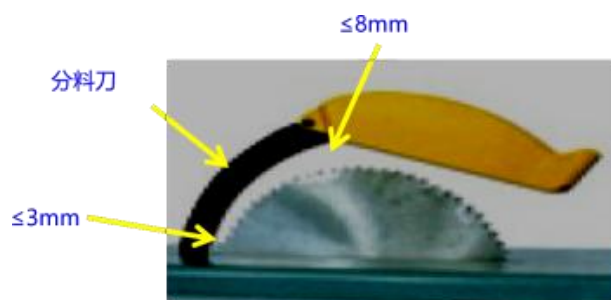


(二) 安全防护装置

2. 分料刀

分料刀是设置在出料端减少木材对锯片的挤压并防止木材反弹的装置。

- (2) 应有足够的宽度以保证其强度和刚度。其宽度应介于锯身厚度与锯料宽度之间，在全长上厚度要一致。
- (3) 分料刀的引导边应是楔形的，以便于导入。其圆弧半径不应小于圆锯片半径。
- (4) 分料刀顶部应不低于锯片圆周上的最高点；与锯片最靠近点与锯片的距离不超过 3mm，其他各点与锯片的距离不得超过 8mm。



(三) 带防护功能的手用工作装置

应提供采用塑料、木材或胶合板制造的推棒和推块，以避免加工时手接近锯片。

推棒的长度应不小于 400mm，推块长度建议为 300~450mm，宽度为 80~100mm，厚度为 15~20mm。加工小工件和需要贴着导向板推送工件时，建议用推块。

【2018 年真题】圆锯机是以圆锯片对木材进行锯割加工的机械设备。除锯片的切割伤害外，圆锯机最主要的安全风险是（ ）。

- A. 木材反弹抛射打击 B. 木材锯屑引发火灾 C. 传动皮带绞入 D. 触电

【答案】A

三、木工平刨床安全技术★★数据总结

工作台面高度	750~800mm
工作台唇板与切削圆距离	(3±2) mm
刨刀径向伸出量	1.1mm
爪型护指键间距	< 8mm

四、带锯机安全技术★数据总结

带锯条齿深：齿宽	1/4
锯条	接头≤3 个 接头间距 > 1/5 总长
防护罩应罩住上锯轮	3/4 以上
上锯轮与内衬间隙	≥100mm

五、圆锯机安全技术★数据总结

圆锯片断齿	连续 2 齿、有裂纹报废
分料刀	与锯片最近点≤3mm 与锯片最远点≤8mm
压料棒长度	≥400mm

第四节 木工机械安全技术 总结：请重点关注 3 星考点

一、木材加工特点和危险因素

(二) 木材加工危险因素★

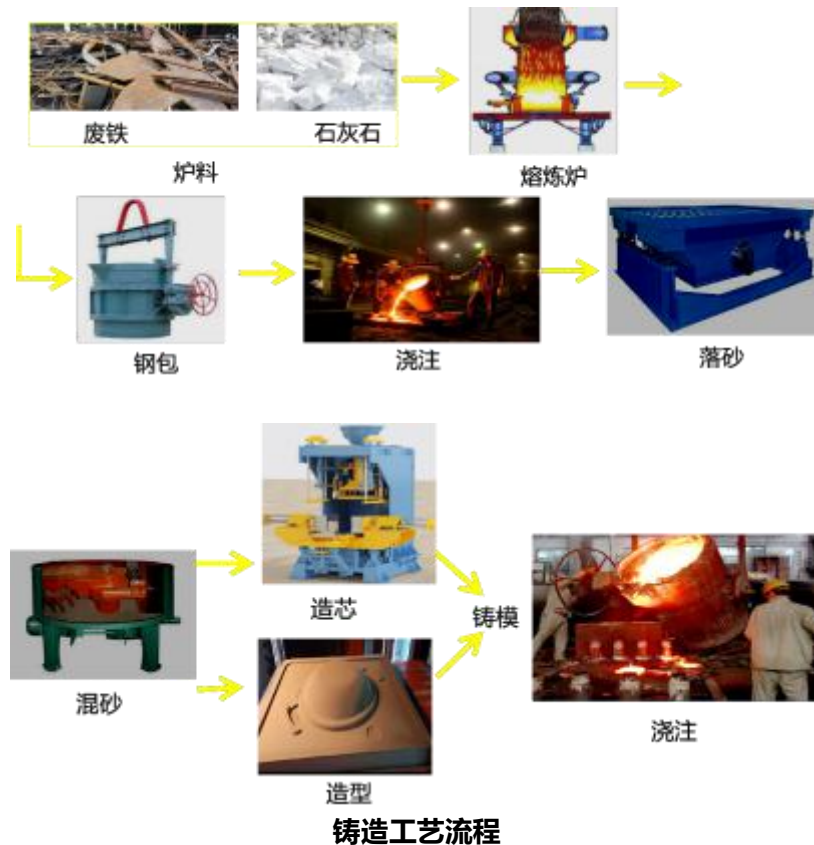
【典型木工机械】★★★

三、木工平刨床安全技术★★

四、带锯机安全技术★

五、圆锯机安全技术★

第五节 铸造安全技术



【2013 年真题】金属铸造是将熔融的金属注入、压入或吸入铸模的空腔中使之成型的加工方法。铸造作业中存在着火灾及爆炸、灼烫、高温和热辐射等多种有害因素。下列铸造作业事故的直接原因中，不属于引起火灾及爆炸的原因是（ ）。

- A. 铁水飞溅到易燃物上 B. 红热的铸件遇到易燃物 C. 热辐射照射在人体上 D. 水落到铁水表面

【答案】C

一、铸造作业危险有害因素★★★

【2017 年真题】下列铸造工序中，存在职业危害种类最多的工序是（ ）。

- A. 备料工序 无
B. 模型工序 尘毒；噪声振动
C. 浇铸工序 尘毒；高温和热辐射
D. 落砂清理工序 尘毒；噪声振动；热辐射

【答案】D

（五）尘毒危害：型砂加工过程中，落砂及铸件清理中，都会使作业地区产生大量的粉尘；浇铸过程中都会产生二氧化硫气体。

（六）噪声振动：模型振实过程，清理铸件过程，等都会产生大量噪声和强烈的振动。

（七）高温和热辐射：熔化、浇铸、落砂工序中都会散发出大量的热量，在夏季车间温度会达到 40℃或更高

二、铸造作业安全技术措施★★★

（一）工艺要求

2. 工艺设备

凡产生粉尘污染的定型铸造设备应配置密闭罩；型砂准备及砂的处理应密闭化、机械化；混砂不宜采用扬尘大的设备。

3. 工艺方法

冲天炉熔炼不宜加萤石。回用热砂应进行降温去灰处理。

4. 工艺操作

(1) 炉料准备

最容易发生事故的是破碎金属块料。

(2) 熔化设备。

用于机器制造工厂的熔化设备主要是冲天炉（化铁）和电弧炉（炼钢）。

其安全技术主要从装料、鼓风、熔化、出渣出铁、打炉修炉等环节考虑。

(3) 浇注作业

浇注作业一般包括烘包、浇注和冷却三个工序。浇注前检查浇包是否符合要求，升降机构、倾转机构、自锁机构及抬架是否完好、灵活、可靠；浇包盛铁水不得太满，不得超过容积的 80%，以免洒出伤人；浇注时，所有与金属溶液接触的工具，如扒渣棒、火钳等均需预热，防止与冷工具接触产生飞溅。

(二) 建筑要求

1、铸造车间应在高温车间、动力车间的建筑群内，建在厂区其他不释放有害物质的生产建筑的下风侧。

2、厂房主要朝向宜南北向。

3、铸造车间除设计有局部通风装置外，还应利用天窗排风或设置屋顶通风器。

4、熔化、浇注区和落砂、清理区应设避风天窗。有桥式起重设备的边跨，宜在适当高度位置设置能启闭的窗扇。

【2018 年真题】铸造作业存在火灾、爆炸、灼烫、机械伤害、高处坠落，尘毒危害、噪声振动、高温和热辐射等多种危险有害因素。为了保障铸造作业的安全，应从工艺、操作等方面全面考虑。下列铸造作业的安全要求中，正确的是（ ）。

- A. 冲天炉熔炼应加萤石以减少污染
- B. 铸造厂房宜东西方向布局
- C. 造型、制芯工段应布置在最小频率风向的下风侧
- D. 造型、落砂、清砂、打磨、切割、焊补等工序不宜固定作业工位

【答案】C

第五节 铸造安全技术 总结：请重点关注 3 星考点

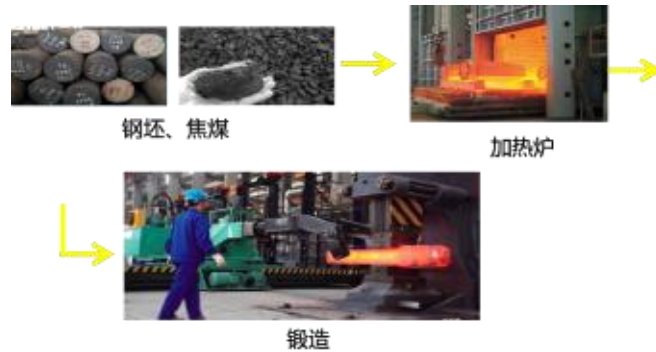
一、铸造作业危险有害因素★★★

- (一) 火灾及爆炸；(二) 灼烫；(三) 机械伤害
- (四) 高处坠落；(五) 尘毒危害；(六) 噪声振动
- (七) 高温和热辐射

二、铸造作业安全技术措施★★★

- (一) 工艺要求；(二) 建筑要求

第六节 锻造安全技术



锻造作业工艺

【2011 年真题（改）】锻造分为热锻、温锻、冷锻。热锻是使被加工的金属材料处在红热状态，通过锻造设备对金属施加的冲击力或静压力，使其发生塑性变形以获得预想尺寸和组织结构的加工方法。热锻加工中存在着多种危险有害因素。下列危险有害因素中，不属于热锻作业事故伤害因素的是（ ）。

- A. 燃烧和爆炸 B. 机械伤害 C. 急性中毒 D. 灼烫

【答案】C

二、锻造作业危险有害因素★★

伤害事故 3 种

- 1、机械伤害
- 2、火灾及爆炸（红热坯料、锻件、氧化皮）
- 3、灼烫（红热坯料、锻件、氧化皮）

三、锻造安全技术措施★★

- (1) 设备外部不得有棱角或毛刺。
- (2) 外露的传动装置必须有防护罩，用铰链安装在锻压设备的不动部件上。
- (3) 启动装置必须能保证对设备进行迅速开关，并保证设备运行和停车状态的连续可靠。
- (4) 启动装置的结构应能防止锻压机机械意外地开动或自动开动。较大型的空气锤或蒸汽—空气自由锤一般是用手柄操纵的。模锻锤的脚踏板应置于某种挡板之下，操作者需将脚伸入挡板内进行操纵。
- (5) 停车按钮为红色，比启动按钮高 10 ~ 12mm。
- (6) 高压蒸汽管道上必须装有安全阀和凝结罐，以消除水击现象，降低突然升高的压力。
- (7) 任何类型的蓄力器都应有安全阀。
- (8) 安全阀的重锤必须封在带锁的锤盒内。
- (9) 安设在独立室内的重力式蓄力器必须装有荷重位置指示器。

【2015 年真题】锻造机的结构不仅应保证设备运行中的安全，而且还应保证安装、拆除、和检修等工作的安全。下列关于锻造机安全要求的说法中，错误的是（ ）。

- A. 安全阀的重锤必须封在带锤的锤盒内
B. 锻压机的机架和突出部分不得有棱角和毛刺
C. 启动装置的结构应能防止锻压机机械意外地开动或自动开动
D. 较大型的空气锤或蒸汽-空气自由锤一般是自动操控的 【答案】D

第六节 锻造安全技术 总结：请重点关注 2 星考点

二、锻造的危险有害因素★★

（一）火灾及爆炸；（二）灼烫；（三）机械伤害

三、锻造安全技术措施★★

第七节 安全人机工程

(一) 人的生理特性

【例题】下列关于我国体力劳动强度分级的说法中正确的是（ ）

- A. 体力劳动强度分为 3 个等级
- B. I 级为最高体力劳动强度等级
- C. 体力劳动强度指数为 20，则对应等级为Ⅱ级
- D. 体力劳动强度指数计算中不应考虑性别差异

【答案】C

1. 人体供能与劳动强度分级★★★

劳动强度指数 I：区分体力劳动强度等级的指标，指数大反映劳动强度大，指数小反映劳动强度小。体力劳动强度 I 按大小分为 4 级。



强度等级	职业描述
I 级 (轻劳动)	坐姿 : 手工作业或腿的轻度活动 (正常情况下, 如打字、缝纫、脚踏开关等); 立姿 : 操作仪器, 控制、查看设备, 上臂用力为主的装配工作(白领、轻工业蓝领)
II 级 (中等劳动)	手和臂 持续动作 (如锯木头等); 臂和腿 的工作 (如卡车、拖拉机或建筑设备等运输操作); 臂和躯干 的工作 (如锻造、风动工具操作、粉刷、间断搬运中等重物、除草、锄田、摘水果和蔬菜等, 司机、借助工具操作)。
III 级 (重劳动)	臂和躯干负荷工作 (如 搬重物 、铲、锤锻、锯刨或凿硬木、割草、挖掘等, 农民工)。
IV 级 (极重劳动)	大强度 的挖掘、搬运, 快到极限节律的极强活动。

2. 疲劳★★

因素	说明
工作条件因素	①劳动制度和生产组织不合理。如作业时间过久、强度过大、速度过快、体位欠佳等。 ②机器设备和工具条件差, 设计不良。如控制器、显示器不适合于人的心理及生理要求。 ③工作环境很差。如照明欠佳, 噪声太强, 振动、高温、高湿以及空气污染等。
作业者本身的因素	①作业者的熟练程度(培训) ②操作技巧 ③身体素质 ④对工作的适应性 ⑤营养、年龄、休息、生活条件 ⑥劳动情绪

(3) 消除途径

- ①在进行显示器和控制器设计时应充分考虑人的生理心理因素。
- ②通过改变操作内容、播放音乐等手段克服单调乏味的作业。
- ③改善工作环境, 科学地安排环境色彩、环境装饰及作业场所布局, 保证合理的温湿度、充足的光照等。
- ④避免超负荷的体力或脑力劳动, 合理安排作息时间, 注意劳逸结合等。

【2017 年真题】造成劳动者疲劳的原因主要来自工作条件和作业者本身两方面的因素。下列情况中, 属于作业者本身因素的是（ ）。

A. 生产组织不合理 B. 技术熟练程度 C. 机器设备条件差 D. 工作环境照明欠佳

【答案】B

二、机械的特性★★

(一) 信息接收

在**接受物理因素**时，其检测度量的范围非常广；视觉方面，可以使用红外线或其他电磁波。

(二) 信息处理

按**预先编程**，可快速、准确地进行工作。长时间储存，调出速度快；能连续进行超精密的重复操作；可多通道的复杂动作；处理柔软物体不如人；图形识别能力弱。

(三) 信息的交流与输出

能够输出极大的和极小的功率，但在作精细的调整方面，多数情况下不如人手；专用机械的用途一般不能改变。

(四) 学习与归纳能力

学习能力较差，灵活性也较差，决策方式只能通过预先编程来确定。

(五) 可靠性和适应性

可连续、稳定、长期地运转；不会疲劳和厌烦；可靠性与成本有关，但对意外事件则无能为力

(六) 环境适应性

可在恶劣的环境、甚至危险的环境下可靠地工作。

(七) 成本

一次性投资可能过高，寿命期限内的**运行成本较人工成本要低**；不能使用时，本身价值完全失去。

三、人与机器特性的比较★★

(一) 人优于机器的功能

(1) 人的某些感官的感受能力比起机器来要优越。

(2) 一种信息通道发生障碍时可运用其他的通道进行补偿；机器只能按设计的固定结构和方法输入信息。

(3) 随机应变，采取灵活的程序和策略处理问题。能学习和适应环境，能应付意外事件有良好的优化决策能力。

(4) 长期大量储存信息并能综合利用记忆的信息进行分析和判断。

(5) 具有总结和利用经验，除旧创新，改进工作的能力。

(6) 归纳和推理，归纳出一般结论，形成概念，并能创造、发明。

(7) 最重要特点是有感情、意识和个性，具有 能动性，能继承历史、文化和精神遗产。人有明显的社会性。

(二) 机器优于人的功能

(1) 机器能平稳而准确地输出巨大的动力，输出值域宽广。

(2) 动作速度极快，信息传递、加工和反应的速度也极快。

(3) **运行的精度高**，现代机器能做极高精度的精细工作；误差随机器精度提高而减小。

(4) 稳定性好，做重复性工作而不存在疲劳和单调等问题。

(5) 对特定信息的感受和反应能力一般比人高，如机器可以接受超声、电离辐射、微波、电磁波和磁场等信号。

(6) 能同时完成多种操作，且可保持较高的效率和准确度。

(7) 能在恶劣的环境条件下工作，如机器在高压、低压、高温、低温、超重、缺氧、辐射、振动等条件下都可以很好地工作。

人优于机器的功能	机器优于人的功能
感知	巨大的动力
接收信息	动作速度极快
随机应变	机器运行的精度高
长期大量储存信息并能综合利用记忆的信息进行分析和判断	机器的稳定性好
除旧创新	对特定信息的感受和反应能力好
归纳、推理	能同时完成多种操作
感情、意识和个性	能在恶劣的环境条件下工作

【2015 年真题】人与机器的功能和特性在很多方面有着显著的不同，为充分发挥各自的优点，需要进行人机功能的合理分配。下列工作中，适合机器完成的有（ ）。

- A. 快速、高可靠性、高精度的工作
- B. 单调、操作复杂、简单决策的工作
- C. 持久、笨重的工作
- D. 环境条件差、规律性、输出功率大的工作
- E. 灵活性差、高干扰、信号检测的工作

【答案】ACD

四、人机系统和人机作业环境

(一) 人机系统

1. 人机系统的概念

2. 人机系统的类型

(二) 人机作业环境★★

1. 照明环境

2. 色彩环境

1. 照明环境

目标与背景亮度的对比过大，或者物体周围背景发出刺目耀眼的光线，这被称为**眩光**。眩光条件下，人们会因瞳孔缩小而影响视网膜的视物，导致视物模糊。

面对作业人员的墙壁，避免采用强烈的**颜色对比**；避免有光泽的或**反射性的涂料**。

2. 色彩环境

对引起眼睛疲劳而言，蓝、紫色最甚，红、橙色次之，黄绿、绿、绿蓝等色调不易引起视觉疲劳且认读速度快、准确度高。

红色色调会使人的各种器官机能兴奋和不稳定，有促使血压升高及脉搏加快的作用；而蓝色、绿色等色调则会抑制各种器官的兴奋并使机能稳定，可起到一定的降低血压及减缓脉搏的作用。

色彩对生理的影响			
人眼对色彩的疲劳度		人体对颜色的反应	
蓝色、紫色	最甚	红色色调	使器官机能兴奋、不稳定
红色、橙色	次之		促使血压升高、脉搏加快
黄绿、绿蓝	最低	蓝色色调	抑制器官兴奋使机能稳定 有利降低血压、减缓脉搏

颜色涉及具体应遵循的原则：

- ①面对作业人员的墙壁，避免采用强烈的颜色对比；
- ②避免过多地使用黑色、暗色或深色；
- ③避免有光泽的或具有反射性的涂料（包括地板）；

-
- ④避免过度使用反射性强的颜色，如白色；
 - ⑤控制台或工作台应为低的颜色对比；
 - ⑥避免环境中高饱和色等。

第七节 安全人机工程 总结：

一、人的特性

- (一) 人的生理特性 1. 人体供能与劳动强度分级★★★2. 疲劳★★★
- (二) 人的心理特性★

二、机械的特性★★

三、人与机器特性的比较★★

四、人机系统和人机作业环境 (二) 人机作业环境★★

中级注册安全工程师
《安全生产技术基础》高频考点

第二章 电气安全技术

第一节 电气事故及危害

(一) 触电事故种类

触电事故种类记忆图表

触电事故种类	电击	直接接触电击	电气设备或线路正常运行条件下, 人体直接接触及设备或线路的带电部分所形成的电击
		间接接触电击	设备或线路故障状态下, 原本正常情况下不带电的设备外露可导电部分或设备以外的可导电部分变成了带电状态, 人体与上述故障状态下带电的可导电部分触及而形成的电击
		单相电击	人体接触到地面或其他接地导体, 同时, 人体另一部位触及某一相带电体所引起的电击
		两相电击	人体的两个部位同时触及两相带电体所引起的电击
		跨步电压电击	站立或行走的人体, 受到出现于人体两脚之间的电压即跨步电压作用所引起的电击, 离接地体20m处的对地电压接近于零
	电伤	电弧烧伤	由弧光放电造成的烧伤, 是最危险的电伤, 电弧温度高达8000℃, 可直接造成大面积、大深度烧伤。弧光放电时, 熔化了炽热金属飞溅出来还会造成烫伤
		电流灼伤	电流通过人体由电能转换成热能造成的伤害。电流越大、通电时间越长、电流途径上的电阻越大, 电流灼伤越严重。
		皮肤金属化	电弧使金属熔化、气化, 金属微粒渗入皮肤造成的伤害。
		电气机械性伤害	电流作用于人体时, 由于中枢神经强烈反射和肌肉强烈收缩等作用造成的机体组织断裂、骨折等伤害。
		电光眼	发生弧光放电时, 由红外线、可见光、紫外线对眼睛的伤害

1. 电击★★★★

(1) 根据电击时所触及的带电体是否为正常带电状态, 电击分为: 直接接触电击、间接接触电击

(2) 按照人体触及带电体的方式, 电击可分为: 单相电击、两相电击、跨步电压电击三种

【例题】电击分为直接接触电击和间接接触电击, 针对电击的类型应当采取相应的安全技术措施。下列说法中, 属于直接接触电击的有 ()。

- A. 工人在脚手架上工作时, 脚手架出现晃动导致接触 380V 架空线路, 致使脚手架上的工人遭受电击
- B. 电工检修电路时不慎割破导线的绝缘体受到电击
- C. 起重机械施工作业时将 10kV 架空线挂断, 挂断的架空线飘荡至搅拌机附近发生强烈的放电, 致搅拌机操作员触电身亡
- D. 户外临时作业, 工人使用导线直接将工频电引致工作地点, 由于操作不当, 手持金属工具碰触裸漏的导线, 导致触电
- E. 设备漏电故障, 检修人员至配电箱处采取断电检修时不慎碰触电闸带电端子导致触电

【答案】ABDE

(1) 根据电击时所触及的带电体是否为正常带电状态, 电击分为直接接触电击和间接接触电击:

①直接接触电击: 电气设备或线路正常运行条件下, 人体直接接触及设备或线路的带电部分所形成的电击。

②间接接触电击: 设备或线路故障状态下, 原本正常情况下不带电的设备外露可导电部分或设备以外的可导电部分变成了带电状态, 人体与上述故障状态下带电的可导电部分触及而形成的电击。

(2) 按照人体触及带电体的方式, 电击可分为单相电击、两相电击、跨步电压电击三种

①单相电击: 人体接触到地面或其他接地导体, 同时, 人体另一部位触及某一相带电体所引起的电击。

②两相电击: 人体的两个部位同时触及两相带电体所引起的电击。人体所承受的电压为线路电压, 因其电压相对较高, 其危险性也较大。

③跨步电压电击: 站立或行走的人体, 受到出现于人体两脚之间的电压即跨步电压作用所引起的电击。

离接地体 20m 处的对地电压接近于零。

【2017 年真题】一天傍晚，大风刮断了 10KV 架空线其中的一根导线。断线正好落在一垛麦秸附近，这时正好有两名村民从附近经过，看到断线闪着火花，村民怕把麦秸垛引燃，就急忙向麦秸垛跑去，两人跑到断落导线附近时双双倒地，经抢救无效死亡。这起事故经调查认定为触电事故。下列关于该事故原因的说法中，正确的是（ ）。

- A. 10KV 高压线断线落地造成，属于高压电击造成触电
- B. 两名村民直接跑过去造成，属于直接接触电击造成的触电
- C. 两名村民跑过去形成了跨步电压，属于跨步电压电击造成的触电
- D. 两名村民跑过去没有触碰到 10KV 断线摔倒，属于间接接触电击造成的触电

【答案】C

2. 电伤★★★★

电流的热效应、化学效应、机械效应对人体的伤害。

(1) 电弧烧伤是由弧光放电造成的烧伤，是最危险的电伤。电弧温度高达 8000 °C，可直接造成大面积、大深度烧伤。弧光放电时，熔化了的炽热金属飞溅出来还会造成烫伤。

(2) 电流灼伤是**电流通过人体**由电能转换成热能造成的伤害。电流越大、通电时间越长、电流途径上的电阻越大，电流灼伤越严重。

(3) 皮肤金属化是电弧使金属熔化、气化，金属微粒渗入皮肤造成的伤害。

(4) 电气机械性伤害是**电流作用于人体时**，由于中枢神经强烈反射和肌肉强烈收缩等作用造成的机体组织断裂、骨折等伤害。

(5) 电光眼是发生**弧光放电**时，由红外线、可见光、紫外线对眼睛的伤害。

【例题】办公室小唐更换台灯灯泡时不慎手指碰触灯口的带电端子，小唐瞬间手脚痉挛，想呼救却无法发声，几秒后倒地。后经抢救小唐并无大碍，只是手指处鼓起水泡。该起触电事故中小唐受到的电气伤害有（ ）。

- A. 直接接触电击伤害
- B. 间接接触电击伤害
- C. 电流灼伤
- D. 电弧烧伤
- E. 电气机械性伤害

【答案】AC

(一) 触电事故种类

电击与电伤的 3 个“无论”：

无论**电流大小**均可造成**电击或电伤**。

无论**高压、低压**配电系统均可造成**电击或电伤**。

无论**电击或电伤**严重时均可危及生命。

第一节 电气事故及危害 总结：

二、触电事故要素

(一) 触电事故种类

1. 电击★★★★

2. 电伤★★★★

第二节 触电防护技术

一、绝缘、屏护和间距

(一) 绝缘★★★

1. 绝缘材料

材料性能	说明
电性能	作为绝缘结构，主要性能是：绝缘电阻、耐压强度、泄漏电流、介质损耗
力学性能	绝缘材料的力学性能指：强度、弹性等性能。随着使用时间延长，力学性能将逐渐降低
热性能	绝缘材料的热性能包括：耐热性能、耐弧性能、阻燃性能、软化温度、黏度。 绝缘材料的分级（工作温度）：Y < A < E < B < F < H < C
吸潮性能	吸潮性能包括：吸水性能、亲水性能。 木材属于吸水性材料，玻璃属于非吸水性材料、属于亲水性材料，蜡属于非亲水性材料
抗生物性能	抗生物性能是材料抵御霉菌等生物性破坏的能力

【2018 年真题】绝缘材料有多项性能指标，其中电性能是重要指标之一。下列性能指标中，属于电性能指标的有（ ）。

A. 绝缘电阻 B. 耐压强度 C. 耐弧性能 D. 介质损耗 E. 泄漏电流

【答案】ABDE

2. 绝缘破坏

气体绝缘击穿是由碰撞电离导致的电击穿。气体击穿后绝缘性能会很快恢复。

液体绝缘的击穿特性与其纯净程度有关。液体绝缘击穿后，绝缘性能只在一定程度上得到恢复。

固体绝缘的击穿有电击穿、热击穿、电化学击穿、放电击穿等形式。固体绝缘击穿后将失去其原有性能。

(2) 绝缘老化

老化是绝缘材料在运行过程中受到热、电、光、氧、机械力、微生物等因素的长期作用，发生一系列不可逆的物理化学变化，导致电气性能和机械性能的劣化。

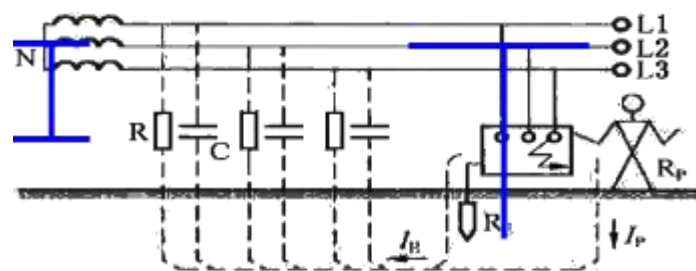
(3) 绝缘损坏

损坏是指绝缘材料受到外界腐蚀性液体、气体、蒸气、潮气、粉尘的污染和侵蚀，以及受到外界热源、机械力、生物因素的作用，失去电气性能、力学性能的现象。

保护接地和保护接零各个系统汇总

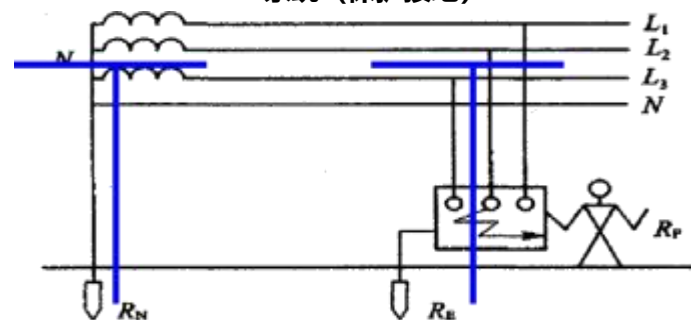
中文	英文	特点	适用范围(一般接地电阻 $R \leq 4\Omega$ ，特殊 10Ω)
保护接地	IT	中性点不接地 设备外壳接地	设备低电阻接地，故障电压安全； 不接地配电网中，单相接地电流较小，才能保证故障电压安全
工作接地	TT	中性点接地 设备外壳接地	故障电压不安全；故障电流不太大，不能及时切除故障电流； 必须装设剩余电流动作保护器；适合未装备配电变压器，直接引入低压电源的小型用户
保护接零	TN	中性点接地 设备外壳接零	电压不安全；迅速切断电源；
	TN-S	N 与 PE 分开	爆炸、火灾及安全要求高场所
	TN-C	PEN	无火灾爆炸、用电设备少、用电线路简单简单、安全条件好
	TN-C-S	前 PEN 后分开	厂内设有总变电站，厂内低压配电的场所及非生产性楼房

二、保护接地和保护接零★★★



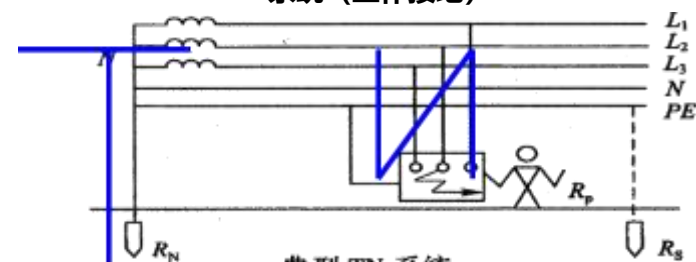
(b) 有接地

IT 系统 (保护接地)



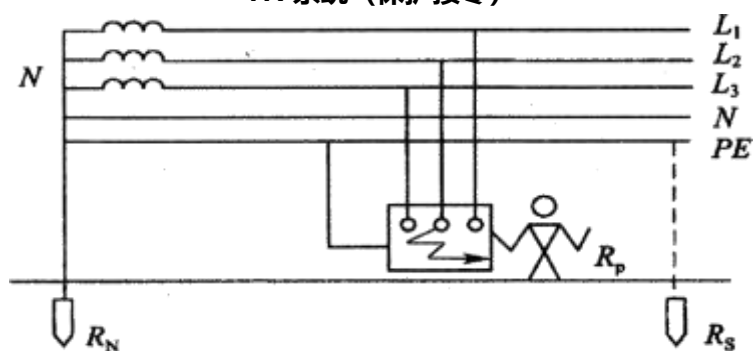
TT 系统

TT 系统 (工作接地)

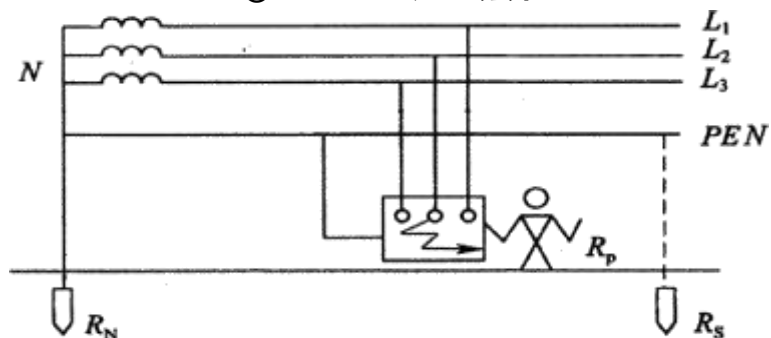


典型 TN 系统

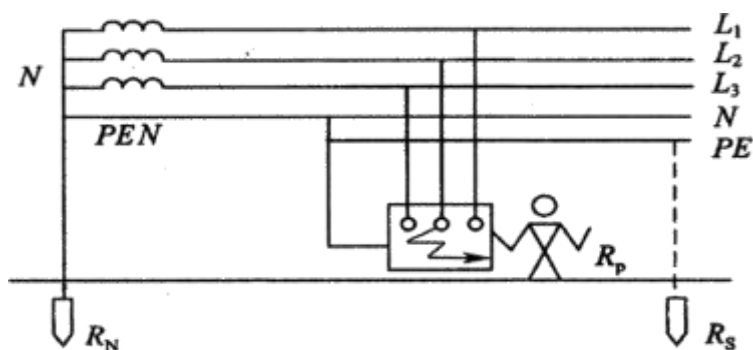
TN 系统 (保护接零)



①TN - S: N、PE 分开



②TN - C: N、PE 重合, PEN



③TN - C - S: 干线 PEN, 设备 N 和 PE

【2017 年真题】采用不同的接地、接零保护方式的配电系统，如 IT 系统（保护接地），TT 系统和 TN 系统（保护接零），属于间接接触电击防护措施，下列关于上述三种系统的说法中，正确的是（ ）。

- A. TT 系统能够将故障电压限制在安全范围内
- B. TT 系统必须装设剩余电流的作保护装置或过电流保护装置
- C. IT 系统能够将故障设备的电源断开，消除电危险
- D. TN 系统能够将漏电设备上的故障电压降低到安全范围内

【答案】B

一般要求保护接地电阻 $R_E \leq 4\Omega$ 。其他要求 $R_E \leq 10\Omega$ 。

不得在 TN 系统中使用 TT 方式，否则 TT 方式需安装漏电保护器。

等电位连接是保护接零（TN）系统的组成部分。保护导体干线应接向低压总开关柜。

TN 系统速断和限压要求

配电线路、固定式电气设备线路	故障时间 $\leq 5s$
手持、移动式设备线路	电压 220V, 故障时间 $\leq 0.4s$
	电压 380V, 故障时间 $\leq 0.2s$

表 2-8 保护零线截面

类型	相线截面积 S_L	保护零线最小截面积 S_{PE}
PE	$S_L \leq 16$	S_L
	$16 < S_L \leq 35$	16
	$S_L > 35$	$S_L/2$
	PE 有机机械防护	$\geq 2.5mm^2$
	PE 无机机械防护	$\geq 4mm^2$
PEN	PEN 铜线	$\geq 10mm^2$
	PEN 铝线	$\geq 16mm^2$
	PEN 电缆芯线	$\geq 4mm^2$

自然接地体:

①金属管道（有可燃或爆炸性介质的管道除外）

②金属井管

③建筑物的金属结构

④水工构筑物

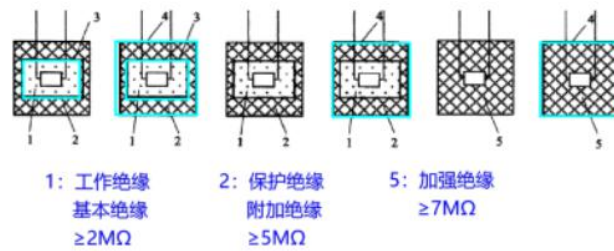
⑤构筑物的金属管、桩

自然接地体至少应有两根导体在不同地点与接地网相连（线路杆塔除外）。

三、双重绝缘、安全电压和漏电保护

(一) 双重绝缘★

1. 双重绝缘结构



Ⅱ类设备应有“回”形标志。

(二) 安全电压★

使用环境	选用电压值
特别危险环境的手持电动工具	42V
电击危险环境照明	36V 或 24V
金属容器内、隧道、水井、大面积接地导体的狭窄行动不便环境（潮湿）	12V
特殊场所（水下）	6V
电器设备采用 24V 以上时应采取直接接触电击的防护措施	

【2014 年真题】双重绝缘和加强绝缘典型结构有：工作绝缘、保护绝缘、双重绝缘和加强绝缘。其中位于带电体与不可触及金属件之间，用以**保证电气设备正常工作**和**防止触电的基本绝缘**是（ ）。

A. **工作绝缘** B. 保护绝缘 C. 双重绝缘 D. 加强绝缘 【答案】A

【2013 年真题】安全电压是在一定条件下，一定时间内不危及生命安全的电压，我国标准规定的工频安全电压等级有 42V、36V、24V、12V、6V（有效值）。不同的用电环境、不同种类的用电设备应选用不同的安全电压。在**有触电危险的环境**中所使用的手持照明灯电压不得超过（ ）。

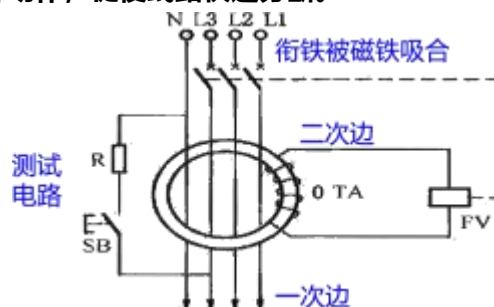
A. 12 B. 24 C. 36 D. 42 【答案】C

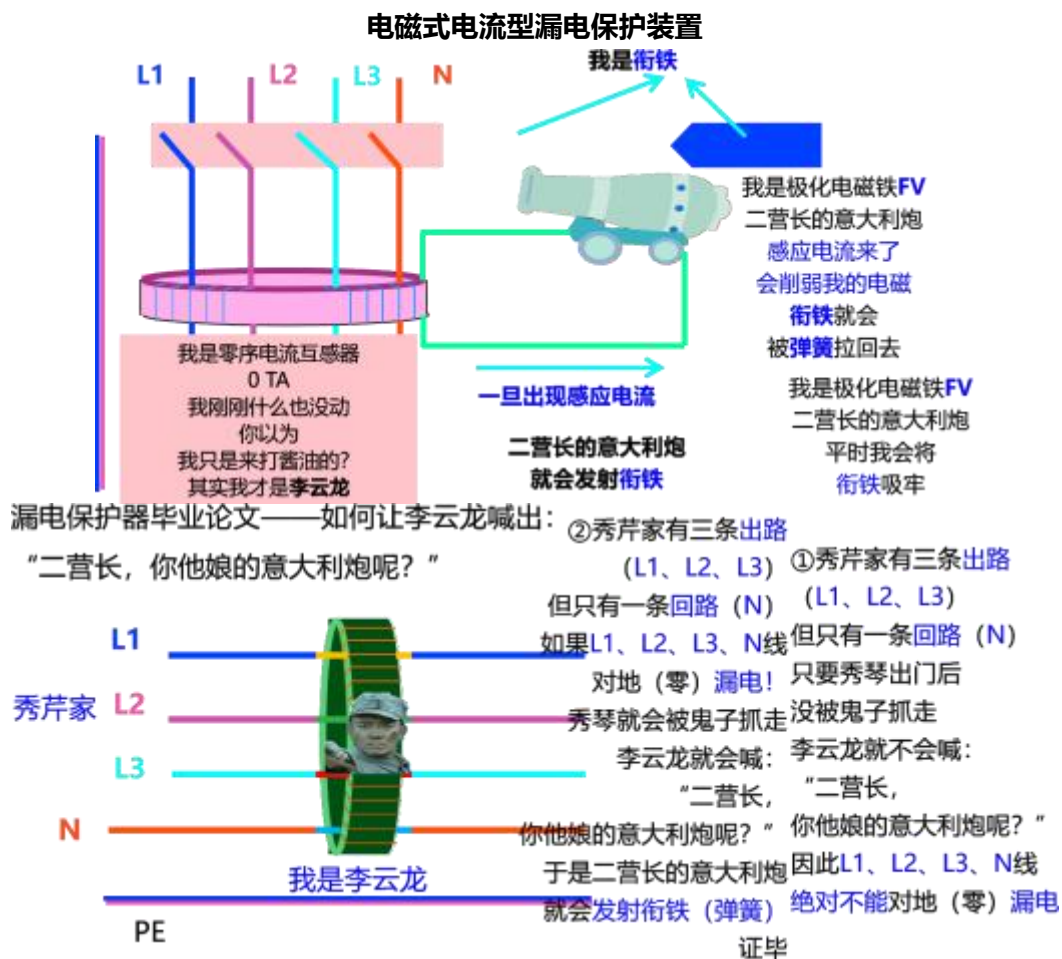
(四) 漏电保护★★★

1. 漏电保护原理

类型	动作信号	检测元件
电压型漏电保护装置	设备上的故障电压	极化电磁铁 FV，这种电磁铁由于有永久磁铁而具有极性，永久磁铁的吸力克服弹簧的拉力使衔铁保持在闭合位置。三条相线和一条中性线穿过环形的零序电流互感器 0 TA 构成互感器的一次边，与极化电磁铁 FV 连接的线圈构成互感器的二次边。
电流型漏电保护装置	漏电电流或触电电流	零序电流互感器作为取得触电或漏电信号

动作信号经处理后带动执行元件动作，促使线路快速分断。





【2017 真题】兼防直接接触和间接接触电击的措施包括双重绝缘、安全电压、剩余电流动作保护。其中，剩余电流动作保护的工作原理是（ ）。

- A. 通过电气设备的保护接零线把剩余电流引入大地
- B. 保护接地经剩余电流构成接地电阻从而导致熔断器熔断以后切断电源
- C. 由零序电流互感器获取漏电信号，经转换后使线路开关跳闸
- D. 剩余电流直接促使电气线路上的保护元件迅速动作断开电源

【答案】C

口诀：

- ①属于 I 类的移动②生产用的电气设备；③施工工地的电气机械设备；
- ④安装在户外的电气装置；⑤临时用电的电气设备；
- ⑥机关、学校、宾馆、饭店、企事业单位和住宅等除壁挂式空调电源插座外的其他电源插座或插座回路；
- ⑦游泳池、喷水池、浴池的电气设备；⑧医院中可能直接接触人体的电气医用设备；

施耐庵生病外出被临时工医生插了 I 瓶水。

第二节 触电防护技术 总结：

一、绝缘、屏护和间距

（一）绝缘★★★

二、保护接地和保护接零★★★

（一）接地保护；（二）接零保护；（三）保护导体和接地装置

三、双重绝缘、安全电压和漏电保护

（一）双重绝缘★（二）安全电压★（四）漏电保护★★★

第三节 电气防火防爆技术

一、电气引燃源★★

(一) 危险温度

电气引燃源种类详表

危险温度	1.短路	线路中 电流增大 为正常时的数倍乃至数十倍，而产生的热量又与电流的平方成正比，使得温度急剧上升
	2.接触不良	接触部位是电路的薄弱环节，是产生危险温度的重点部位。不可拆卸或可拆卸的 接头接触不良 、可开闭的 触头接触压力 或表面不合格、滑动接触的压力或 接触不良 、不同材质的导体 理化性能 不同等导致电阻升高，产生危险温度
	3.过载	严重过载 或长时间过载都会产生危险温度
	4.铁芯过热	带有铁芯的电气设备，如铁芯 短路 ，或线圈 电压过高 ，或通电后铁芯不能吸合，由于 涡流 损耗和 磁滞 损耗增加都将造成铁芯过热并产生危险温度
	5.散热不良	电气设备的 散热 或 通风 措施遭到破坏，或环境温度过高或距离外界 热源太近
	6.漏电	但当漏 电流集中 在某一点时，可能引起比较严重的 局部发热
	7.机械故障	电动机被卡死或轴承损坏、缺油，造成 堵转 或 负载转矩过大
	8.电压过高或过低	电压 过高 ，除使铁芯发热增加外，还会使电流增大；电压 过低 ，除使电磁铁 吸合不牢 或吸合不上外，也还会使电流增大
	9.电热器具和照明灯具	电炉、电烘箱、电熨斗、电烙铁、电褥子等电热器具和照明器具的工作温度较高。例如，电炉电阻丝的工作温度高达800℃，100W白炽灯泡表面温度高达170~220℃，1000W卤钨灯表面温度高达500~800℃等。 白炽灯泡灯丝温度高达2000~3000℃
电火花和电弧	1.工作火花	电气设备 正常工作 或正常操作过程中产生的电火花，如：控制开关、断路器、接触器接通和断开线路时产生火花；插销拔出或插入时产生的火花；直流电动机的电刷与换向器的滑动接触处、绕线式异步电动机的电刷与滑环的滑动接触处产生的火花
	2.事故火花	线路或 设备发生故障 时出现的火花。如：电路发生短路或接地时产生的火花；连接点松动或线路断开时产生的火花；变压器、断路器等高压电气设备由于绝缘质量降低发生的 闪络 ； 熔丝熔断时产生的火花 ； 雷电火花 、 静电火花 和 电磁感应火花 ； 电动机转动部件与其他部件相碰产生机械碰撞火花

【2015 年真题】电气装置的危险温度以及电气装置上发生的电火花或电弧是两个重要的电气引燃源。电气装置的危险温度指超过其设计运行温度的异常温度。电气装置的下列状态中，能产生危险温度的有（ ）。

- A. 日光灯镇流器散热不良 B. 电气接点接触压力不够
C. 电动机电源电压过高 D. 电动机空载运行
E. 18W 节能灯连续点燃 4 小时

【答案】ABC

(二) 电火花和电弧

1. 工作火花 工作火花指电气设备正常工作或正常操作过程中产生的电火花。

2. 事故火花 事故火花是线路或设备发生故障时出现的火花。

【2015 年真题】电气装置的危险温度以及电气装置上发生的电火花或电弧是两个重要的电气引燃源。电气装置的危险温度指超过其设计运行温度的异常温度。下图所示 5 种电气装置中，**正常运行**与操作时会在空气中产生电火花的有（ ）。

- A. 节能灯 B. 控制按钮
C. 插座 D. 接触器 E. 绝缘电线

【答案】BCD

事故电火花：

- A. 熔丝熔断时产生的火花
B. 雷电火花、静电火花和电磁感应火花
C. 电动机转动部件与其他部件相碰产生机械碰撞火花

二、危险物质和爆炸危险环境

(二) 爆炸危险环境★★★

1. 气体、蒸气爆炸危险环境

根据爆炸性气体、蒸气混合物出现的频繁程度和持续时间将此类危险场所分为 0 区、1 区和 2 区。

2. 粉尘、纤维爆炸危险环境

根据爆炸性粉尘、纤维混合物出现的频繁程度和持续时间将此类危险场所分为 20 区、21 区和 22 区。

气体、蒸气爆炸危险环境

0 区	指正常运行时持续出现或长时间出现或短时间频繁出现爆炸性气体、蒸气或薄雾，能形成爆炸性混合物的区域。除了装有危险物质的封闭空间，如密闭的容器、储油罐等内部气体空间，除此之外，很少存在 0 区
1 区	指正常运行时可能出现（预计周期性出现或偶然出现）爆炸性气体、蒸气或薄雾，能形成爆炸性混合物的区域
2 区	指正常运行时不出现，即使出现也只是短时间偶然出现爆炸性气体、蒸气或薄雾，能形成爆炸性混合物的区域

危险区域的级别和大小受释放源特征、通风条件、危险物质性质等因素的影响。

第三节 电气防火防爆技术 总结：

一、电气引燃源★★★

- (一) 危险温度；
- (二) 电火花和电弧

二、危险物质和爆炸危险环境

- (一) 危险物质的性能参数和分级分组★
- (二) 爆炸危险环境★★★

三、爆炸危险区域★

- (释放源；通风)

四、防爆电气设备和防爆电气线路

- (一) 防爆电气设备★

第四节 雷击和静电防护技术

一、防雷

(一) 雷电概要★★★

3. 雷电的危害

危害形式	相关说明
火灾和爆炸	直击雷放电的 高温电弧 能直接引燃邻近的可燃物造成火灾; 高电压 造成的 二次放电 可能引起爆炸性混合物爆炸; 巨大的雷电流通过导体,在极短的时间内转换出大量的热能,可能 烧毁导体 、熔化导体,导致易燃品的燃烧,从而引起火灾乃至爆炸; 球雷侵入 可引起火灾; 数百万伏乃至更高的冲击 电压击穿 电气设备的 绝缘导致的短路 亦可能 引起火灾
触电	雷电直接对人放电 会使人遭到致命电击; 二次放电 也能造成 电击 ; 球雷打击也能使人致命; 数十至数百千安 的雷电流流入地下,会在雷击点及其连接的金属部分产生极高的对地电压,可能直接 导致接触电压和跨步电压电击 ; 电气设备 绝缘损坏 后,可能导致 高压窜入低压 ,在大范围内带来触电危险。
设备和设施毁坏	数百万伏乃至更高的 冲击电压 可能 毁坏 发电机、电力变压器、断路器、绝缘子等电气设备的绝缘、 烧断电线或劈裂电杆 ; 巨大的雷电流 瞬间产生 的大量热量使雷电流通道中的 液体急剧蒸发 ,体积急剧膨胀,造成被击物 破坏甚至爆碎 ; 静电力和电磁力也有很强的破坏作用。
大规模停电	电力设备或电力线路破坏后即可能导致大规模停电。

【2011 年真题】建筑物防雷分类是按照建筑物的重要性、生产性、遭受雷击的可能性和后果的严重性进行的。在建筑物防雷类别的划分中,电石库应划分为第()类防雷建筑物。

A. 一 B. 二 C. 三 D. 四

【答案】A

4. 防雷分类口诀:

一类	爆炸、巨大破坏
二类	国家、大型、甲级 爆炸、破坏小 露天气罐、油罐
三类	省级

(二) 防雷装置★★

避雷针防护半径 (滚球法)

建筑物防雷类别	滚球半径	避雷网网格半径 mm
第一类防雷建筑物	30m	$\leq 5 \times 5$ 或 6×4
第二类防雷建筑物	45m	$\leq 10 \times 10$ 或 12×8
第三类防雷建筑物	60m	$\leq 20 \times 20$ 或 24×16

二、静电防护技术

(一) 静电产生、影响与特点★

1. 静电产生 2. 静电的影响因素 3. 静电特点

(二) 静电危害与防治★★★

【2017 年真题】静电危害是由静电电荷或静电场能量引起的，静电电压可高达数十千伏以上，容易产生静电火花。下列静电危害的说法中，正确的能（ ）。

- A. 静电能量极大，可能会直接导致人死亡
- B. 在某些生产过程中，静电的物理现象会妨碍生产，导致产品质量不良
- C. 静电刺激会使人产生恐惧心理，但不会影响工作效率
- D. 静电会产生过量的辐射，可引起中枢神经系统的机能障碍

【答案】B

1. 静电的危害

爆炸和火灾	静电能量虽然不大，但电压很高而，放电火花可成为易燃易爆物质的 点火源
静电电击	静电电击是静电放电造成的瞬间冲击性的电击。虽然 不会使人致命 ，但 会造成二次事故
妨碍生产	生产过程中产生的静电，可能妨碍生产或降低产品质量。例如引起电子元件误动作，甚至 击穿集成电路 的绝缘

2. 静电防护措施

措施名称	说明	具体防护措施
环境危险程度控制	静电引起爆炸和火灾的条件之一是有爆炸性混合物存在	1.取代易燃介质 2.降低爆炸性混合物的浓度 3.减少氧化剂含量 4.控制所在环境爆炸和火灾危险程度的措施。
工艺控制	采取措施，限制和避免静电的产生和积累	1.从材料的选用 2.摩擦速度或流速的限制 3.静电松弛过程的增强 4.附加静电的消除等方面 5.有 利于静电的泄漏 ，可采用导电性工具 6.采用阻值为 $10^7 \sim 10^9 \Omega$ 的静电导电性工具
接地	主要作用是 消除导体上的静电	1.金属导体应直接接地。 2.可能发生火花放电的间隙跨接连通起来与大地等电位 3.与其不连接但邻近的其他金属物体也应接地 1.防静电接地电阻原则上不超过 $1 M\Omega$ 即可 2.为了方便检测，接地电阻不超过 $100 \sim 1000 \Omega$ 。
增湿	不宜用于消除高温绝缘体上的静电	1.为防止大量带电， 相对湿度应在 50% 以上 ； 2.提高降低静电效果，相对湿度应提高到 $65\% \sim 70\%$ ； 3.吸湿性很强聚合材料，相对湿度应提高到 $80\% \sim 90\%$
抗静电添加剂	化学药剂，有良好的导电性较强的吸湿性	
静电消除器	产生电子和离子的装置，主要用于 消除非导体上的静电 ，不能完全消除	

工艺控制应注意：为了防止静电放电，在液体灌装、循环或搅拌过程中不得进行取样、检测或测温操作。进行上述操作前，应使液体静置一定的时间，使静电得到足够的消散或松弛。为了避免液体在容器内喷射、

溅射，**立将注油管延伸至容器底部**；而且，其方向应有利于减轻容器底部积水或沉淀物搅动；装油前清除罐底积水和污物，以减少附加静电。

【2017 年真题（改）】在生产程中，由于物体的运动和带电体的感应，生产设备上有可能带有静电。若作用于人体，有可能使操作者误操作。下列关于生产过程中消除静电的措施中，正确的有（ ）。

- A. 所有生产设备接地
- B. 高温绝缘体增加局部环境相对湿度 80%以上
- C. 可产生静电的金属管道接地
- D. 使用静电中和器
- E. 加入抗静电添加剂

【答案】CDE

第四节 雷击和静电防护技术 总结：

一、防雷

- （一）雷电概要★★★
- （二）防雷装置★★
- （三）防雷技术★

二、静电防护技术

- （一）静电产生、影响与特点★
- （二）静电危害与防治★★★

第五节 电气装置安全技术

一、低压电气设备 ★★

(一) 电气设备环境条件和外壳防护等级

2. 电气设备外壳防护等级



第一位数字：防护固体异物进入或人体接触的等级

等级	简述	防护性能 我爱我家防尘密 (5、2、5、1、防尘、尘密)
0	无防护	没有专门的防护
1	> 50mm 的固体	能防止直径大于50mm的固体异物进入壳内；能防止人体的某一大面积部分（如手）偶然或意外触及壳内带电或运动部分，但不能防止有意识地接近这些部分
2	> 12mm 的固体	能防止直径大于12mm的团体异物进入壳内；能防止手指触及壳内带电或运动部分
3	> 2.5mm 的固体	能防止直径大于2.5mm的固体异物进入壳内；能防止厚度（或直径）大于2.5mm的工具、金属线等触及壳内带电或运动部分。
4	> 1mm 的固体	能防止直径大于1mm的固体异物进入壳内；能防止厚度（或直径）大于1mm的工具、金属线等触及壳内带电或运动部分
5	防尘	能防止灰尘进入达到影响产品正常运行的程度；能完全防止触及壳内带电或运动部分
6	尘密	能完全防止灰尘进入壳内；能完全防止触及壳内带电运动部分

第二位数字：防护水进入的等级

等级	简述	防护性能 滴滴淋漓喷，浪喷浸潜水
0	无防护	没有专门的防护
1	防滴水	垂直的滴水不能直接进入产品内部
2	15°防滴	与垂线成15°角范围内的滴水不能直接进入产品内部
3	防淋水	与垂线成60°角范围内的淋水不能直接进入产品内部
4	防溅水	任何方向的溅水对产品应无有害的影响
5	防喷水	任何方向的喷水对产品应无有害的影响
6	防海浪或强力喷水	强烈的海浪或强力喷水对产品应无有害的影响
7	浸水	产品在规定的压力和时间下浸在水中，进水量应无有害影响
8	潜水	产品在规定的压力下长时间浸在水中，进水量应无有害影响

【2018年真题（改）】电气设备的外壳防护等级用“IP+数字+数字”表示。下列说法正确的是（ ）。

- A. “IP45”表示“防止工具接近危险部件，防止直径不小于2.5mm固体异物；防喷水”
- B. “IP34”表示“防止工具接近危险部件，防止直径不小于2.5mm固体异物；防溅水”
- C. “IP65”表示“防止直径不小于1.0mm的金属线接近危险部件，尘密；防短时间浸水”
- D. “IP51”表示“防止直径不小于1.0mm的金属线接近危险部件，防尘；防止垂直方向滴水”

【答案】B

一、低压电气设备 ★★

(三) 手持电动工具和移动式电气设备

手持电动工具包括手电钻、手砂轮、冲击电钻、电锤、手电锯等工具。移动式设备包括蛙夯、振捣器、水磨石磨平机等电气设备。



手持电动工具没有 0 类和 0 I 类产品，市售产品**绝大多数都是 II 类设备**。**移动式电气设备**大部分是 I 类产品。



1. 电气设备触电防护分类

类别	说明
0 类	设备仅 依靠基本绝缘 来防止触电。 设备外壳可以用绝原材料也可以用金属材料。 0 类设备可以有 II 类结构或 III 类结构的部件
0 I 类	设备 也是依靠基本绝缘 来防止触电的，也可以有 II 类结构或 III 类结构的部件。 这种设备的 金属外壳上装有接地（零）的端子，不提供带有保护芯线的电源线
I 类	设备 除依靠基本绝缘外 ，还有一个附加的安全措施。 自 设备内部有接地端子引出的专用的保护芯线 的带有 保护插头 的电源线。 也可以有 II 类结构或 III 类结构的部件
II 类 (手持)	设备具有 双重绝缘和加强绝缘 的结构。 II 类设备可以有 III 类结构的部件
III 类	这种设备依靠 安全特低电压供电 以防止触电。 III 类 设备内不得产生高出安全特低电压 的电压

【2013 年真题】 II 类设备是带有双重绝缘结构和加强绝缘结构的设备。下列电气设备中， II 类设备是（ ）。

A. 冲击电钻 B. 蛙夯 C. 低压开关 D. 电焊机（ I 类移动设备）

【答案】 A

四、电气安全检测仪器

(一) 绝缘电阻测量仪★★

1. 兆欧表概要

指针式兆欧表俗称摇表，主要由作为电源的手摇发电机和作为 测量机构的磁电系比率计组成。

2. 兆欧表使用

- (1) 被测设备**必须停电**。对于有较大电容的设备，停电后还必须**充分放电**。
- (2) 测量连接导线**不得采用双股绝缘线**，而应采用绝缘良好单股线分开连接，以免双股线绝缘不良带来测量误差。

(3) 使用指针式兆欧表摇把的转速应**由慢至快**，转速应稳定，不要时快时慢。一般在**转速 120 r/min 左右持续摇动 1min**，待指针稳定后读书。**记录完毕应将转速由快至慢，逐渐停止下来。**

(4) 使用指针式兆欧表测量过程中，如果**指针指向“0”位**，**表明被测绝缘已经失效**。应立即停止转动摇把，防止烧坏兆欧表。

(5) 对于有**较大电容**的线路和设备，**测量终了也应进行放电**。

(6) **测量**应尽可能在**设备刚停止运转时**进行，以使测量结果符合运转时的实际温度。

【2018 年真题】兆欧表是测量绝缘电阻的一种仪表。关于使用兆欧表测量绝缘电阻的说法，正确的是()。

- A. 被测量设备必须断电
- B. 测量连接导线应采用双股绝缘线
- C. 使用指针式兆欧表摇把的转速应时快时慢
- D. 有较大电容的线路和设备断电后应立即测量

【答案】A

第五节 电气装置安全技术 总结：

一、低压电气设备

- (一) 电气设备环境条件和外壳防护等级★
- (二) 电动机★
- (三) 手持电动工具和移动式电气设备★★

四、电气安全检测仪器

- (一) 绝缘电阻测量仪★★
- (二) 接地电阻测量仪

中级注册安全工程师
《安全生产技术基础》高频考点

第三章 特种设备安全技术

第一节 特种设备的基础知识

一、特种设备的基本概念★★

特种设备目录

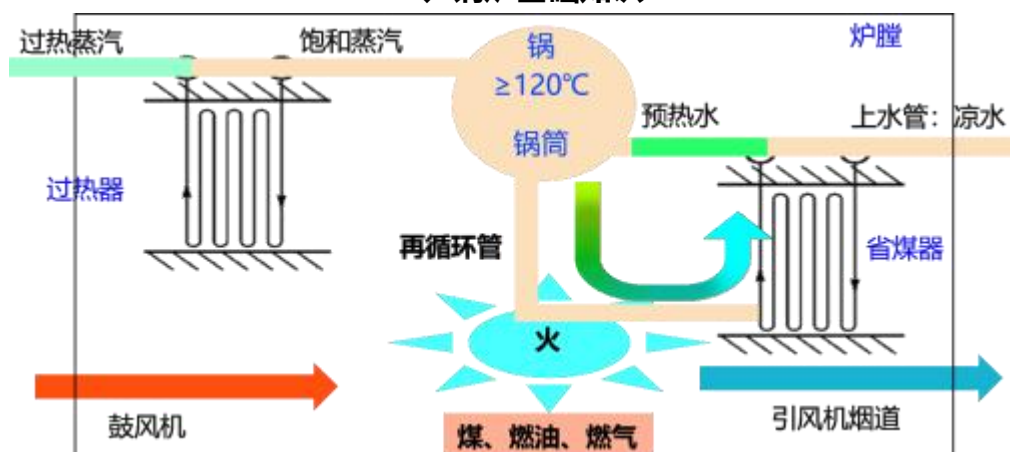
类别	具体设备说明
承压类	1.锅炉：出口压力 $\geq 0.1\text{MPa}$ 的承压蒸汽锅炉、承压热水锅炉（额定功率 $\geq 0.1\text{MW}$ ）； 额定功率 $\geq 0.1\text{MW}$ 的有机热载体锅炉。
	2.压力容器：工作压力 $\geq 0.1\text{MPa}$ 的固定式容器和移动式容器； 工作压力 $\geq 0.2\text{MPa}$ 的气瓶；氧舱。
	3.压力管道：工作压力 $\geq 0.1\text{MPa}$ ，且公称直径 $\geq 50\text{mm}$ 的管道
机电类	4.电梯：送人、货物；包括载人(货)电梯，自动扶梯、自动人行道
	5.起重机械：额定起重量 $\geq 0.5\text{t}$ 的升降机； 额定起重量 $\geq 3\text{t}$ 且提升高度 $\geq 2\text{m}$ 的起重机； 层数 ≥ 2 层的机械式停车设备。
	6.客运索道
	7.场（厂）内专用机动车辆：叉车、观光电瓶车
	8.大型游乐设施

【2013年真题】按照《特种设备安全监察条例》的定义，特种设备包括锅炉、压力容器、压力管道等8类设备。下列设备中，不属于特种设备的是（ ）。

A. 旅游景区观光车辆 B. 建筑工地升降机 C. 场（厂）内专用机动车辆 D. 浮顶式原油储罐

【答案】D

二、锅炉基础知识



三、压力容器基础知识

(三) 压力容器的分类★★

1. 按压力等级划分 (p 为设计压力)

- (1) 低压容器, $0.1\text{MPa} \leq p < 1.6\text{MPa}$
- (2) 中压容器, $1.6\text{MPa} \leq p < 10.0\text{MPa}$
- (3) 高压容器, $10.0\text{MPa} \leq p < 100.0\text{MPa}$
- (4) 超高压容器, $p \geq 100.0\text{MPa}$

3. 按安装方式划分

- (1) 固定式压力容器: 储罐、球罐、塔器、反应釜。
- (2) 移动式压力容器: 铁路、公路、水路运输装备。

压力容器的分类

分类形式	名称	属性说明
压力等级	低压容器	$0.1\text{MPa} \leq p < 1.6\text{MPa}$
	中压容器	$0.6\text{MPa} \leq p < 10.0\text{MPa}$
	高压容器	$10.0\text{MPa} \leq p < 100.0\text{MPa}$
	超高压容器	$p \geq 100.0\text{MPa}$
	真空容器	外压容器中, 当容器的内压力小于一个绝对大气压(约0. 1MPa)
生产作用	反应压力容器	主要用来完成介质的物理、化学反应的容器。 如: 反应器、发生器、反应釜、聚合釜、合成塔、煤气发生炉
	换热压力容器	主要用来完成介质的热量交换的容器。 如: 废热锅炉、热交换器、加热器、冷却器、冷凝器、蒸发器
	分离压力容器	主要用来完成介质的流体压力平衡和气体净化分离等的容器。 如: 分离器、过滤器、缓冲器、吸收塔、干燥塔、集油器、除氧器
	储存压力容器	主要用来盛装生产和生活用的原料气体、液体、液化气体等。 如: 储罐、缓冲罐、消毒锅、印染机、烘缸、蒸锅
安装方式	固定式压力容器	储罐、球罐、塔器、反应釜
	移动式压力容器	铁路、公路、水路的运输装备
制造许可	A级	超高压容器、高压容器(A1); 第三类低、中压容器(A2); 球形储罐现场组焊或球壳板制造(A3); 非金属压力容器(A4); 医用氧舱(A5)
	B级	无缝气瓶(B1); 焊接气瓶(B2); 特种气瓶(B3); 低温绝热气瓶(B4)
	C级	铁路罐车(C1); 汽车罐车或长管拖车(C2); 罐式集装箱(C3)
	D级	第一类压力容器(D1); 第二类低、中压力容器(D2)
介质分	第一组介质	毒性程度为极度危害、高度危害的化学介质, 易爆介质, 液化气体
	第二组介质	如毒性程度为中度危害以下的化学介质, 包括水蒸气、氮气等
按安全技术管理 (基于危险性)划分		按《固定式压力容器安全技术监察规程》将压力容器划分为三类(I、II、III类)

5. 按安全技术管理 (基于危险性) 划分

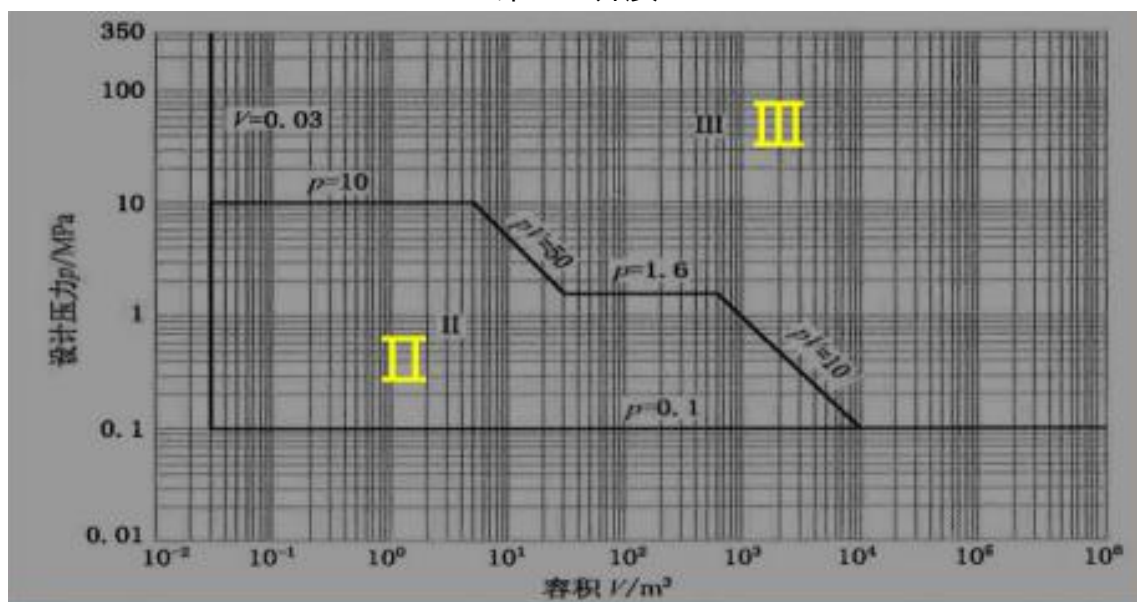
将压力容器划分为三类（I、II、III类）

首先将压力容器的介质分为两组(P×V)。

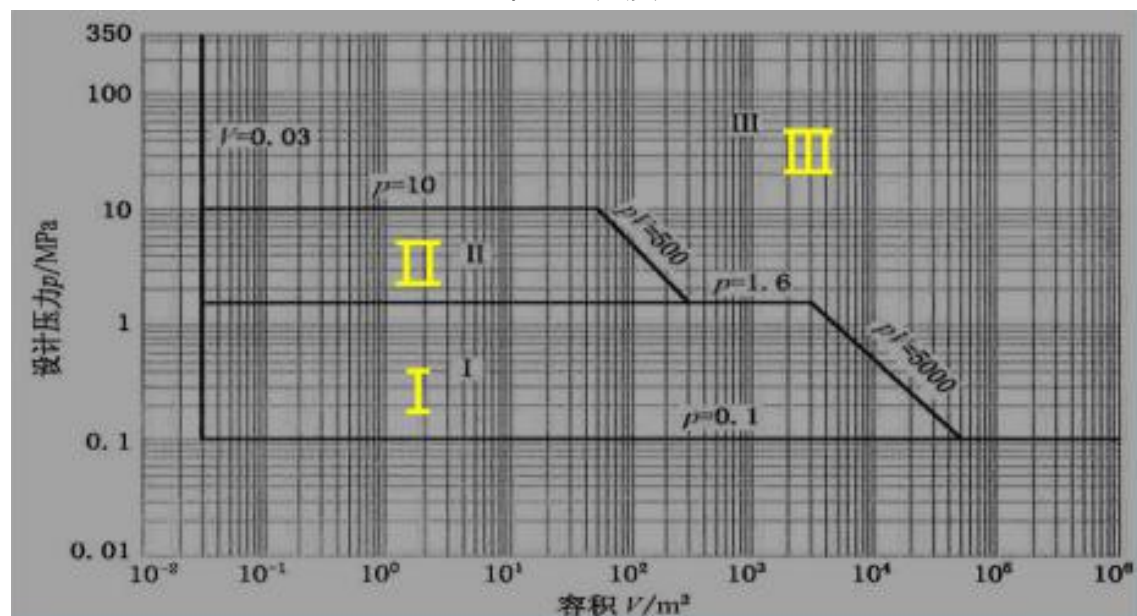
第一组介质：毒性程度为极度危害、高度危害的化学介质，易爆介质，液化气体。

第二组介质：由除第一组以外的介质组成，如毒性程度为中度危害以下化学介质，包括水蒸气、氮气等。

第一组介质



第二组介质



五、起重机械基础知识

(二) 起重机械分类

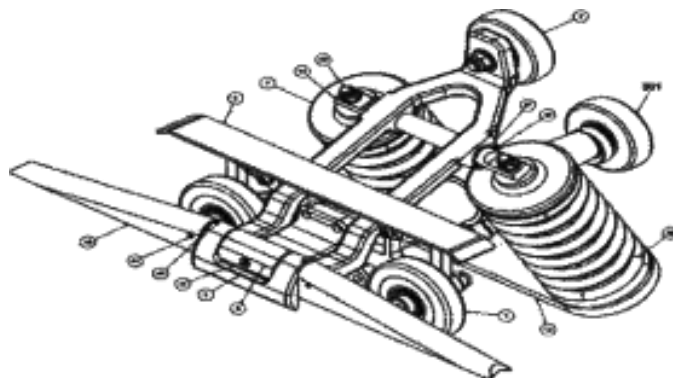
1. 桥式起重机
2. 门式起重机
3. 塔式起重机
4. 流动式起重机
5. 门座式起重机
6. 升降机
7. 缆索起重机
8. 梳杆式起重机
9. 机械式停车设备

七、客运索道基础知识

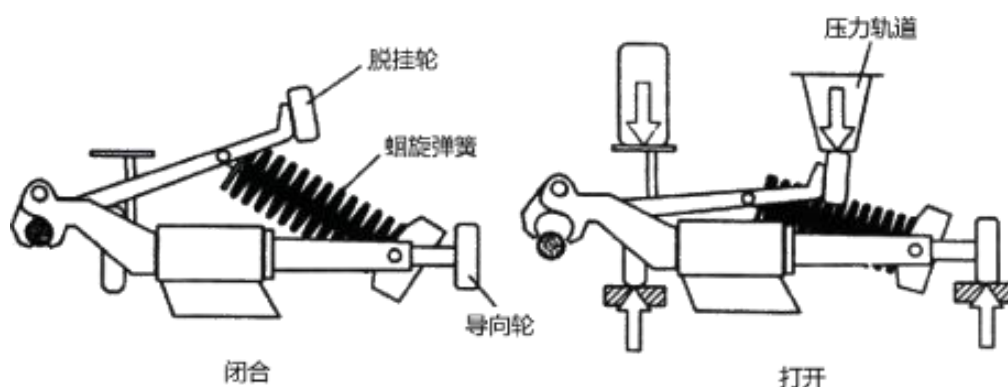
(二) 客运索道分类



固定抱索器：在索道运行过程中，抱索器在绳索上保持固定位置不能脱开的架空索道。



脱挂抱索器：到达索道站内时，抱索器能够与牵引索或运载索脱开的架空索道。



脱挂抱索器

第一节 特种设备的基础知识 总结：

一、特种设备的基本概念★★

三、压力容器基础知识

(三) 压力容器的分类★★

第二节 特种设备事故的类型

一、锅炉事故

(四) 锅炉事故及预防★★★

1. 锅炉爆炸事故
2. 缺水事故
3. 满水事故
4. 汽水共腾
5. 锅炉爆管
6. 省煤器损坏
7. 过热器损坏
8. 水击事故
9. 炉膛爆炸事故
10. 尾部烟道二次燃烧
11. 锅炉结渣

2. 缺水事故

项目	内容
事故表现	锅炉缺水时，水位表内发白发亮。低水位报警器动作，过热蒸汽温度升高，给水流量不正常地小于蒸汽流量。严重缺水会使锅炉蒸发受热面管子过热变形甚至烧塌，胀口渗漏，胀管脱落，受热面钢材过热或过烧，降低或丧失承载能力，管子爆破，炉墙损坏。如锅炉缺水处理不当，甚至会导致锅炉爆炸。
缺水原因	(1)人员疏忽大意、擅离职守。(2)水位表假水位。(3)水位报警器或给水自动调节器失灵。(4)给水设备故障。(5)排污阀忘记关闭或泄露。(6)水冷壁、对流管束或省煤器管子爆破漏水。
缺水处理	首先判断缺水程度，酌情予以处理。 “叫水”操作： 1.打开水位表放水旋塞冲洗汽气连管和水连管。 2.关闭水位表的汽连管旋塞，关闭放水旋塞。 3.如果此时水位表中有水位出现，则为轻微缺水。 4.如果没有水位出现，属于严重缺水。 “叫水”操作一般只适用于相对容水量较大的小型锅。 轻微缺水：立即向锅炉上水；水位仍不能恢复正常，应立即停炉检查。 严重缺水：必须紧急停炉。 在未判定缺水程度或者严重缺水的情况下，严禁给锅炉上水，以免造成锅炉爆炸事故。 对于相对容水量小的电站锅炉或其他锅炉，以及最高火界在水连管以上的锅壳锅炉，一旦发现缺水，应立即停炉

【2017年真题】锅炉缺水是锅炉运行中最常见的事故之一，如果处理不当常造成严重后果。某公司运行1台相对容水量较大的小型锅炉，锅炉房值班工作人员巡查时发现，锅炉水位表内看不到水位，表内发白发亮。针对该故障应采取的措施是（ ）。【答案】C

- A. 立即向锅炉上水，恢复正常水位
- B. 立即停炉检查，查明缺水原因
- C. 判断缺水程度，酌情进行处置
- D. 关闭水位表的放水旋塞，进行“叫水”操作

3. 满水事故

项目	内容
事故表现	锅炉满水时，水位表内也往往看不到水位，但表内发暗，这是满水与缺水的重要区别。满水发生后，高水位报警器动作并发出警报，过热蒸汽温度降低，给水流量不正常地大于蒸汽流量。严重满水时，锅水可进入蒸汽管道和过热器，造成水击及过热器结垢。因而满水的主要危害是：降低蒸汽品质、损害以致破坏过热器
满水原因	1.人员疏忽，运行人员疏忽大意，对水位监视不严，或者运行人员擅离职守，放弃了对水位及其他仪表的监视 2.水位表故障造成假水位而运行人员未及时发现 3.水位报警器及给水自动调节器失灵而又未能及时发现等
满水处理	发现锅炉满水后，应冲洗水位表，检查水位表有无故障； 1.一旦确认满水，应立即关闭给水阀停止向锅炉上水， 2.启用省煤器再循环管路，减弱燃烧， 3.开启排污阀及过热器、蒸汽管道上的疏水阀； 4.待水位恢复正常后，关闭排污阀及各疏水阀； 5.查清事故原因并予以消除，恢复正常运行。 如果满水时出现水击： 则在恢复正常水位后，还须检查蒸汽管道、附件、支架等，确定无异常情况，才可恢复正常运行

4. 汽水共腾

项目	内容
事故表现	锅炉蒸发表面水面、汽水共同升起，产生大量泡沫并上下波动翻腾。发生汽水共腾时， 水位表内也出现泡沫 ，水位急剧波动，汽水界线难以分清；过热蒸汽温度急剧下降；严重时，蒸汽管道或过热器内发生结垢及水冲击。
共腾原因	(1)锅水品质太差； (2)负荷增加和压力降低过快。
共腾处理	减弱燃烧力度，降低负荷，关小主汽阀； 加强蒸汽管道和过热器的疏水； 全开连续排污阀，打开定期排污阀放水，同时上水，以改善锅水品质； 待水质改善、水位清晰时，可逐渐恢复正常运行。

5. 锅炉爆管

蒸发受热面管子~~在运行中爆破~~。爆管时，能**听到爆破声**，**水位降低**，蒸汽及给水压力下降，炉膛或烟道中有汽水喷出的声响，负压减小，燃烧不稳定，**给水流量明显地大于蒸汽流量**。通常**必须紧急停炉修理**。

6. 省煤器损坏

损坏时，给水量大于蒸汽流量；严重时，水位下降，过热蒸汽温度上升；烟道有异响，潮湿、漏水，排烟温度下降，烟气阻力增大，引风机电流增大。如能经直接上水管上水，并打开旁通烟道，则可不停炉修理，否则必须停炉进行修理。

原因：①烟速过高，飞灰磨损；

②未除氧导致腐蚀；

③出口烟气温度低于酸露点，产生酸性腐蚀

④材质不当，安装缺陷；

⑤水击、爆炸、振动。

7. 过热器损坏

主要指过热器爆管。蒸汽流量明显下降，小于给水流量；过热蒸汽温度上升，压力下降；伴有声响，炉膛负压减小，过热器后的烟气温度降低。需要停炉。

原因：①进入炉水造成结垢，导致过热；

②由于各种原因导致的局部或整体的过热；

③启动、停炉时保护不当；

④材质不当，安装缺陷；

⑤飞灰磨损，吹灰不当。

8. 水击事故

发生水击时管道承受的压力骤然升高，发生猛烈振动、巨大声响，造成管道、法兰、阀门等的损坏。

原因：水汽接触面导致大量蒸汽凝缩，形成真空负压区，使水的流速发生骤然变化。

预防：阀门启闭不应过于频繁，开闭缓慢；省煤器出口水温低于同压力下的饱和温度 40℃；防止满水和汽水共腾，暖管前彻底疏水；进水、进汽应缓慢。

11. 锅炉结渣

灰渣在高温下黏结于受热面等部位堆积的现象。由于煤粉炉炉膛温度较高，煤粉燃烧后的细灰呈飞腾状态，因而更易在受热面上结渣。

原因：煤的灰渣熔点低，易附着，燃烧、运行不当。

预防：设计上控制炉膛燃烧热负荷，避免灰渣熔融；运行上避免超负荷，避免火焰偏斜；水冷壁间距不要太大，受热面间距拉开；控制送煤量；清渣应在负荷较低、燃烧稳定时进行。

【2011 年真题】锅炉结渣是指灰渣在高温下黏结于受热面、炉墙、炉排之上并越积越多的现象。结渣会使受热面吸热能力减弱，降低锅炉的出力和效率。下列措施中能预防锅炉结渣的是（ ）。【答案】A

- A. 控制炉膛出口温度，使之不超过灰渣变形温度
- B. 降低煤的灰渣熔点
- C. 提高炉膛温度，使煤粉燃烧后的细灰呈飞腾状态
- D. 加大水冷壁间距

二、压力容器事故

(三) 压力容器事故应急措施★★

超温超压	1.压力容器发生 <u>超压超温</u> 时，要 <u>马上切断进气阀门</u> ； 对于反应容器 <u>停止进料</u> ；对于 <u>无毒非易燃介质</u> ，要 <u>打开放空管排汽</u> ； 对于 <u>有毒易燃易爆</u> 介质要打开放空管，将介质通过接管 <u>排至安全地点</u> 。
	2.如果属 <u>超温</u> 引起的超压，除采取上述措施外，还要通过 <u>水喷淋冷却</u> 以 <u>降温</u> 。
泄漏	3.压力容器发生 <u>泄漏</u> 时，要马上 <u>切断进料阀门</u> 及泄漏处前端阀门。
	4.压力容器 <u>本体泄漏</u> 或 <u>第一道阀门泄漏</u> 时，要使用 <u>专用堵漏技术</u> 和堵漏 <u>工具</u> 进行堵漏。
	5. <u>易燃易爆介质</u> 泄漏时，要对周边 <u>明火</u> 进行控制， <u>切断电源</u> ， <u>严禁一切用电设备运行</u> ，防止静电产生。

【2012 年真题】当压力容器发生超压超温时，下列应急措施中，正确的是（ ）。

- A. 停止进料，对有毒易燃易爆介质，应打开放空管，将介质通过接管排至安全地点
- B. 停止进料，关闭放空阀门。
- C. 逐步减少进料，关闭放空阀门
- D. 逐步减少进料，对有毒易燃易爆介质，应打开放空管，将介质通过接管排至安全地点

【答案】A

四、起重机事故

(三) 起重机械事故应急措施(事故类型)★★

重物坠落事故	①脱绳事故	重物的捆绑方法与要领不当；吊装重心选择不当；吊载遭到碰撞、冲击
	②脱钩事故	吊钩缺少护钩装置；护钩保护装置机能失效；吊装方法不当；吊钩钩口变形引起开口过大
	③吊钩断裂	吊钩材质有缺陷；吊钩因长期磨损，使断面减小；已达到报废极限标准却仍然使用
	④断绳事故	起升绳破断： 超载起吊；起升限位开关失灵；斜吊、斜拉；钢丝绳因长期使用又缺乏维护保养；达到或超过报废标准仍然使用等。 吊装绳破断： 吊装绳夹角太大($>120^\circ$)；拉力超过极限值；吊装钢丝绳品种规格选择不当；吊装绳与重物之间接触处 无垫片 等保护措施。 起升钢丝绳： 两端的固定，钢丝绳在卷筒上的极限安全圈是否能保证在 2圈以上 ，是否有 下降限位保护 ，钢丝绳在卷筒装置上的 压板固定及楔块固定 是否安全可靠。钢丝绳脱槽(脱离卷筒绳槽)或脱轮(脱离滑轮)，也会造成失落事故
挤伤事故	①吊具或吊载与地面物体间	由于指挥失误或误操作，作业人员躲闪不及被挤压在大型吊具(吊载)与各种障碍物之间，造成挤伤事故。或者由于吊装不合理，造成吊载剧烈摆动，冲撞作业人员致伤
	②升降设备	维修人员或操作人员，不遵守操作规程
	③机体与建筑物间	高空从事桥式起重机维护检修人员中，被挤在起重机端梁与支承、承轨梁的立柱或墙壁之间，或在高空承轨梁侧通道通过时被运行的起重机击伤
	④机体回转	多发生在野外作业的汽车、轮胎和履带起重机作业中，起重机回转时配重部分将吊装、指挥和其他作业人员撞伤或挤上
	⑤翻转作业	重物倾斜下坠，吊载失稳、吊载摆动冲击，造成翻转作业中的砸、撞、碰、挤、压等各种伤亡事故
坠落事故	人员掉落	①人员失稳从机体上滑落摔伤事故；②人员被其他机体撞击坠落事故；③人员随轿厢坠落摔伤事故 (人掉下来)
	掉东西	④维修工具零部件坠落砸伤人员事故；⑤机体零件振动坠落砸伤人员事故 (东西掉下来把人砸了)
	设备掉落	⑥制动失效导致下滑坠落事故
触电事故	①室内作业	操作人员和电器检修作业人员缺乏相关知识，安全意识薄弱，违章操作，设备电气系统防护失效等
	②室外作业	多见于流动式起重机，主要是机体与现场裸露高压线碰触导致触电伤害 触电安全防护措施： 保证安全电压(36V)；保证 绝缘的可靠性 ； 加强屏护保护 ，严格 保证配电最小安全净距 (裸露滑触线或外部架空线路)； 保证接地与接零的可靠性 ； 加强漏电触电保护

5. 机体毁坏事故

①**断臂事故**：各种类型的悬臂起重机，由于设计、制造、装配有缺陷或者长期使用疲劳损坏，**超载起吊**就易造成断臂或悬臂严重变形等毁机事故。

②**倾翻事故**：倾翻事故是自行式起重机的常见事故，由于起重机作业前**支承不当**，如场地支承地基松软，起重机支腿未能全部伸出等。**起重量或起重力矩限制器等失灵**、**悬臂伸长**与规定不符、**超载起吊**等也都会**造成倾翻事故**。

③**机体摔伤事故**：在室外作业的门式、塔式起重机等，由于**无防风防滑装置**，或者**安全装置失效**，当遇到**强风吹击**时，可能会倾倒、移位，甚至从栈桥上翻落，造成严重的机体摔伤事故。

④**相互撞毁事故**：**同跨多台**桥式起重机由于相互之间无缓冲碰撞保护，或保护设施失效，易因相互碰撞致伤。野外多台悬臂起重机，悬臂回转作业中也会相互撞击。

【2013 年真题】建筑施工工地有可能发生吊笼坠落事故，发生吊笼坠落事故的主要原因是（ ）。

- A. 起升机上的制动器性能失灵
- B. 未安装起重量限制器
- C. 缓冲器失灵
- D. 未安装力矩限制器

【答案】A

【2017 年真题（改）】某电力工程公司实施农村电网改造工程，需要拔出废旧电线杆重新利用。在施工过程中，施工人员为提高工作效率，使用小型汽车起重机吊拔废旧电线杆。吊装作业中最可能发生的起重机械事故是（ ）。

- A. 坠落事故
- B. 倾翻事故
- C. 挤伤事故
- D. 触电事故

【答案】B

第二节 特种设备事故的类型 总结：

一、锅炉事故

（四）锅炉事故及预防★★★

2.缺水事故；4.汽水共腾

二、压力容器事故

（三）压力容器事故应急措施★★

（四）压力容器事故及预防★

三、压力管道事故

（三）压力管道事故应急措施★

四、起重机械事故

（四）典型起重机械事故及预防★★

第三节 锅炉安全技术

三、锅炉使用安全技术★★★

(二) 点火升压阶段的安全注意事项★

1. 防止炉膛爆炸

锅炉点火时需防止炉膛爆炸。燃气锅炉、燃油锅炉、煤粉锅炉等点火时必须特别注意防止炉膛爆炸。

防止炉膛爆炸的措施是：点火前，开动引风机给锅炉通风 5~10min，没有风机的可自然通风 5~10min。

点燃气、油、煤粉炉时，应先送风，之后投入点燃火炬，最后送入燃料。一次点火未成功，一定要重新通风之后再进行点火操作。

(四) 停炉及停炉保养★★★

操作	安全注意事项
停炉	停炉中应注意的主要问题是防止降压降温过快，以避免锅炉部件因降温收缩不均匀而产生过大的热应力。正常停炉的次序应该是： 先停燃料供应→停止送风→减少引风→同时逐渐降低锅炉负荷→减少锅炉上水→维持锅炉水位稍高于正常水位
正常停炉	1.对于 燃气、燃油锅炉 ，炉膛停火后， 引风机至少要继续引风 5min 以上 。 2.锅炉 停止供汽后 ，应 隔断与蒸汽母管的连接，排气降压 。 3.为 保护过热器 ，防止其金属超温，可 打开过热器出口集箱疏水阀适当放水 。 4.锅内无气压时，方可开启空气阀，以免因降温形成真空。 5.停炉时应 打开省煤器旁通烟道，关闭省煤器烟道挡板 ，但锅炉 进水仍需经省煤器 。 6.锅炉 停止进水后 ，对 钢管省煤器 ，应 开启省煤器再循环管 ； 7.对无旁通烟道的 可分式省煤器 ，应密切监视其出口水温，并连续经省煤器 上水、放水至水箱中 ，使省煤器 出口水温低于锅筒压力下饱和温度 20℃ 。 8.为防止锅炉降温过快，在正常停炉的 4~6h 内 ，应 紧闭炉门和烟道挡板 。 9.之后打开烟道挡板，缓慢加强通风，适当放水。 10. 停炉 18~24h ，在锅水温度 降至 70℃以下时 ，方可 全部放水 。
紧急停炉	1.立即停止添加燃料和送风，减弱引风；同时，熄灭炉膛内的燃料； 2.灭火后即 把炉门、灰门及烟道挡板打开 ，以 加强通风冷却 ；锅内可以较快降压并 3. 更换锅水 ，锅水 冷却至 70℃左右允许排水 。 4.因 缺水紧急停炉时 ， 严禁给锅炉上水，并不得开启空气阀及安全阀快速降压 。

【2017 年真题】锅炉正常停炉应注意的主要问题是防止降压降温过快，以避免锅炉部件因降温收缩不均匀而产生过大的热应力。下列关于锅炉停炉操作的选项中，正确的有（ ）。

- A. 先减少引风，停止燃料供应，随之停止送风
- B. 逐渐降低锅炉负荷，相应地减少锅炉上水

-
- C. 对于燃气锅炉，炉膛停火后，立即关闭引风机
 - D. 打开省煤器旁通烟道，关闭省煤器烟道挡板
 - E. 为保护过热器，可打开过热器出口集箱疏水阀适当放气

【答案】BDE

第三节 锅炉安全技术 总结：

二、锅炉安全附件★

- (一) 安全阀；
- (二) 压力表；
- (三) 水位计

三、锅炉使用安全技术

- (二) 点火升压阶段的安全注意事项★
- (四) 停炉★★★

第四节 气瓶安全技术

一、气瓶概述★★

【2018 年真题】气瓶水压试验的主要目的是检验气瓶的整体强度是否符合要求，根据《气瓶安全技术监察规程》（TSG R0006），**气瓶水压试验的压力应为公称工作压力的（ ）。**

A. 0.8 倍 B. **1.5 倍** C. 1.2 倍 D. 2.0 倍

【答案】B

（二）气瓶常识

把容积不超过 3000L，用于储存和运输压缩气体、液化气体的可重复充装的可移动的容器叫作气瓶，是运输压缩气体和液化气体最常用的容器。

按照公称工作压力，分为高压气瓶（大于或等于 10MPa）和低压气瓶（小于 10MPa）。

气瓶水压试验压力为公称工作压力的 1.5 倍。

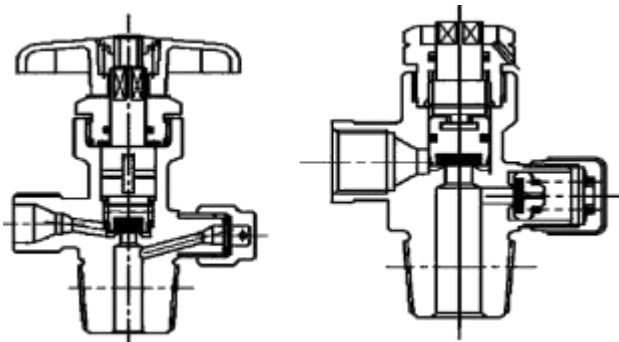
（三）气瓶附件



1. 瓶阀 2. 瓶帽和保护罩 3. 安全泄压装置 4. 防震圈

1. 瓶阀

瓶阀是装在气瓶瓶口上的，用于控制气体进入或排出气瓶的组合装置。



(1) 瓶阀上与气瓶连接的螺纹，与瓶体螺纹匹配并保证密封可靠性。

(2) 瓶阀出气口的连接型式和尺寸，设计成能够防止气体错装、错用的结构，**盛装助燃和不可燃气体瓶阀的出气口螺纹为右旋，可燃气体瓶阀的出气口螺纹为左旋。**

(6) 与**乙炔**接触的瓶阀材料，选用**小于 70%含铜量**的铜合金（质量比）；这是因为铜会与乙炔起反应，生成乙炔铜，乙炔铜是一种爆炸性化合物。

(7) 盛装**易燃气体**的气瓶瓶阀的手轮，**选用阻燃材料**制造。

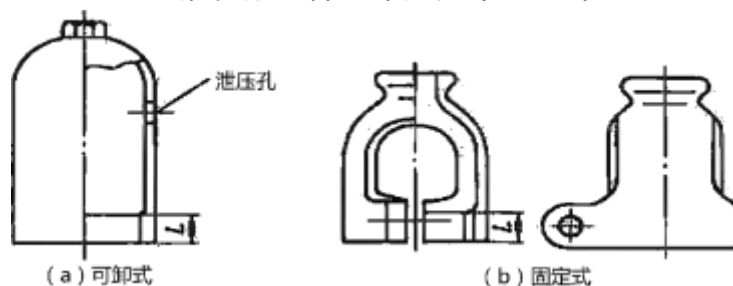
(8)盛装**氧气或者其他强氧化性**气体的气瓶瓶阀的非金属密封材料,具有**阻燃性和抗老化性**。

2. 瓶帽和保护罩

瓶帽是装在气瓶顶部、阀门之外的帽罩式安全附件,是气瓶保护帽的简称。其功能在于避免气瓶在搬运、运输或者使用过程中,受碰撞或冲击损伤**阀门**。

为防止气体泄漏或由于超压泄放,造成瓶帽爆炸,在**瓶帽**上要开有**对称的泄气孔**。

保护罩是保护**瓶帽、瓶阀**或易熔塞免受撞击而设置的敞口屏罩式零件,可**兼作提升零件**,多用于焊接气瓶及液化石油气钢瓶,所有保护罩应为不可拆卸结构。



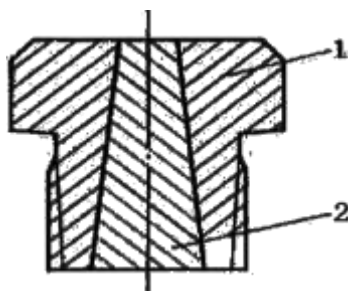
(1) 公称容积大于或等于 5L 的**钢质无缝气瓶**,应当**配有螺纹连接的快装式瓶帽或者固定式保护罩**。

(2) 公称容积大于或等于 10 L 的**钢质焊接气瓶** (含溶解乙炔气瓶), 应当**配有不可拆卸的保护罩或者固定式瓶帽**。

(3) **瓶帽**应当有良好的抗撞击性, **不得用灰口铸铁制造**。

3. 安全泄压装置

气瓶安全泄压装置的主要 (唯一) 作用是保护气瓶在遇到周围发生火灾时, 不会因瓶体受热、瓶内温度升高过快而造成气瓶爆炸。



(1) 易熔塞合金装置

用于溶解**乙炔**的**易熔塞合金装置**, 其公称**动作温度为 100℃**。

公称动作温度为 70℃的易熔塞用于除溶解乙炔气瓶外的公称工作压力小于或等于 3.45MPa 的气瓶;

公称动作温度为 102.5℃的易熔塞用于公称工作压力大于 3.45MPa 且不大于 30MPa 的气瓶。

车用压缩天然气气瓶的易熔塞的动作温度为 110℃。

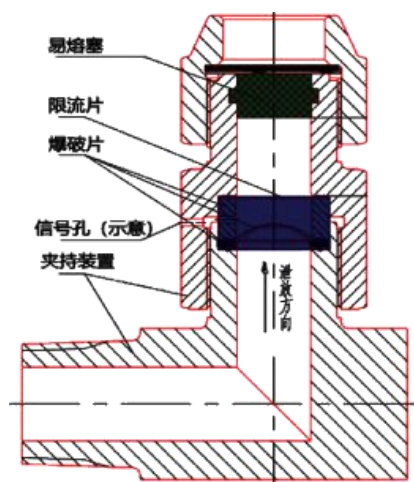
(2) 爆破片装置

由于**无缝气瓶瓶体上不宜开孔**, 高压无缝气瓶容积较小, 安全泄放量也小, 不需要太大的泄放面积, 因此用于永久气体气瓶的**爆破片**一般**装配在气瓶阀门上**。

(3) 安全阀

气瓶在运输、使用、搬运过程中的颠簸振动，使装在气瓶上的安全阀的密封性能更受影响，增加泄漏量。**一般气瓶都没有安装这种泄压装置。**

(4) 复合装置



爆破片 - 易熔塞复合装置由爆破片与易熔塞串联组装而成。**易熔合金塞**装设在爆破片排放一侧。

复合装置只有**在环境温度和瓶内压力**都分别达到了规定值的条件才发生动作、泄压排气，一般不会发生误动作。

由于结构较为复杂，爆破片 - 易熔塞复合装置一般是用于对密封性能要求特别严格的气瓶。

(5) 安全泄压装置设置原则

②盛装**剧毒气体**的气瓶，**禁止**装设安全泄压装置。

③**液化石油气钢瓶**，不宜装设安全泄压装置。

(6) 安全泄压装置选用原则

①盛装**有毒气体**的气瓶，**不应单独**装设安全阀；盛装**低压有毒气体**的气瓶**允许**装设易熔塞合金装置。

②盛装溶解**乙炔**的气瓶，应当装设**易熔塞**合金装置。

③盛装易于**分解或者聚合的可燃气体**的气瓶，宜装设**易熔塞**合金装置。

⑦**爆破片 - 易熔合金塞**装置或者**爆破片 - 安全阀**装置中的**爆破片**应当置于与瓶内介质接触的一侧。

⑧**爆破片装置**（或者**爆破片**）的**公称爆破压力**为气瓶的**水压试验压力**。

⑨安全阀开启压力**不得小于**气瓶**水压试验压力 75%** 或者相应标准的规定，也不得大于气瓶水压试验压力。

⑩盛装**可燃气体**的气瓶，其安全泄压装置的结构与装设都应当使所排出的气体直接排向大气空间，不会被阻挡或者冲击到其他设备上。

(7) 安全泄压装置装设部位

①不应当妨碍气瓶的正常使用和搬运。

②**无缝气瓶**，应当装设在**瓶阀上**。

- ③焊接气瓶，可以装设在瓶阀上，也允许单独装设在气瓶的封头部位。
- ④工业用非重复充装焊接钢瓶，应当将爆破片直接焊接在气瓶封头部位。
- ⑤溶解乙炔气瓶，应当将易熔合金塞装设在气瓶上封头、阀座或者瓶阀上。

4. 防震圈

防震圈是指套在气瓶外面的弹性物质，是气瓶防震圈的简称。防震圈的主要功能是防止气瓶受到直接冲撞。在充装、运输、储存和使用时，特别是搬运过程中广泛使用。

- (1) 材料应具有一定的抗拉强度，不致轻易被拉断。
- (2) 材料应具有一定的弹性和塑性，使其制成的防震圈能紧紧套在气瓶上而不会自动脱落。
- (3) 材料应具有一定的硬度，使其能够经受撞击。

三、充装站对气瓶的日常管理★★

(一) 气瓶的装卸运输

(1) 熟知气体性质。

(2) 送运要点：

①气瓶轻装、轻卸。

②严禁抛、滑、滚、碰。

③严禁拖拽、随地平滚、顺坡横或竖滑下或用脚踢；严禁肩扛、背驮、怀抱、臂挟、托举等。当人工将气瓶向高处举放或气瓶从高处落地时必须二人同时操作。

气瓶吊运：

①将散装瓶装入集装箱内，固定好气瓶，用机械起重设备吊运。

②不得使用电磁起重机吊运气瓶。

③不得使用金属链绳捆绑后吊运气瓶。

④不得吊气瓶瓶帽吊运气瓶。

(3) 严禁用叉车、翻斗车或铲车搬运气瓶。

(4) 气瓶运输车：

①氧气瓶不可与可燃气体气瓶同车。

②运输车辆应有固定气瓶的相应装置，散装置立气瓶高出栏板部分不大于气瓶高度的 1/4。

③运输气瓶的车上严禁烟火。

④夏季时气瓶要防晒。

(5) 化学性质相抵触的气体不得同车运输。

①氧气、氯气与氢气； ②乙炔与液化石油气；

③氧化或强氧化气体气瓶不准和易燃品、油脂及沾有油脂的物品同车运输。

(6) 严禁用自卸汽车、挂车或长途客车运送气瓶，同时也不准许装运气瓶的货车载客。

【例题】运输气瓶应当严格遵守国家有关危险品运输的规定和要求，下列针对气瓶运输安全的要求中，错误的是（ ）。【答案】ABCD

A. 使用电磁起重机吊运气瓶 B. 吊气瓶瓶帽吊运气瓶

- C. 用叉车、翻斗车或铲车搬运气瓶
- D. 用自卸汽车、挂车或长途客运汽车运送气瓶
- E. 乙炔与液化石油气、氧气与油脂不得同车运输

(二) 气瓶的贮存、保管

(2) 气瓶瓶库屋顶应为轻型结构，应有足够的泄压面积，应有通风换气装置。严禁明火和其他热源；

冬季集中供暖库房设计温度为 **10℃**，严禁采用煤炉、电热器取暖。

夏季，乙烷、氯甲烷、溴甲烷、氯乙烷、光气等库房温度应控制在 **30℃**，相对湿度在 **80%** 以下。

(3) 可燃气体的气瓶不可与氧化性气体气瓶同库储存；**氢气不准与笑气、氨、乙炔、氯乙烷等同库。**

(4) 气瓶的库房应与其他建筑物保持一定的距离。

(5) 应当遵循先入先发的原则。

(8) 空、实瓶应分开放置，毒性气体气瓶和瓶内气体相互接触能引起燃烧、爆炸、产生毒物的，应分室存放，并设置防毒用具。

可燃、有毒、窒息气瓶库房应有自动报警装置。

(9) 气瓶放置应整齐，并佩戴瓶帽，立放时，应有防倾倒措施；横放时，头部朝向一至。

气瓶的日常管理总结★★

不可吊装	金属链捆绑气瓶 气瓶瓶帽
不可使用的车辆	电磁起重机 叉车、翻斗车、铲车 自卸汽车、挂车、客车
不可混合	氧气与可燃气体 乙炔与液化石油气 氧化（过氧化物）与油脂 氢气与氯气、笑气、乙炔、氨 空瓶与实瓶

第四节 气瓶安全技术 总结：

一、气瓶概述★★

(二) 气瓶常识；

(三) 气瓶附件

三、充装站对气瓶的日常管理★★

(一) 气瓶的装卸运输

(二) 气瓶的贮存、保管

第五节 压力容器安全技术

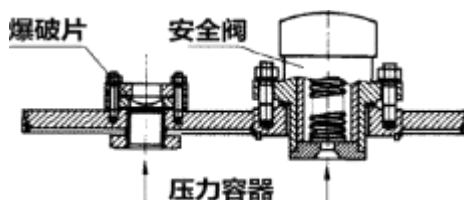
二、压力容器安全附件及仪表

(二) 安全附件装设要求★★

3. 安全阀与爆破片装置的组合

(1) 并联组合

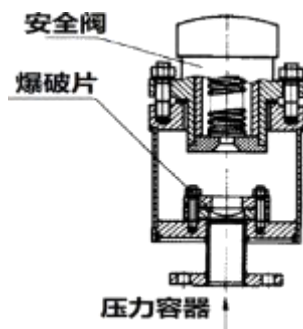
爆破片的标定爆破压力不得超过容器的设计压力。安全阀的开启压力应略低于爆破片的标定爆破压力。



安全阀压力 < 爆破片压力 < 设计压力

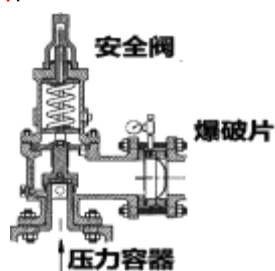
(2) 安全阀进口和容器之间装爆破片

爆破片破裂后的泄放面积应不小于安全阀进口面积，同时应保证爆破片破裂的碎片不影响安全阀的正常动作；爆破片装置与安全阀之间应装设压力表、旋塞、排气孔或报警指示器，以检查爆破片是否破裂或渗漏。



(3) 安全阀出口侧装爆破片

容器内的介质应是洁净的；安全阀的泄放能力应满足要求；当**安全阀与爆破片之间存在背压**时，阀仍能在开启压力下准确开启；



爆破片的泄放面积不得小于安全阀的进口面积；

安全阀与爆破片装置之间应设置放空管或排污管，以防止该空间的压力累积。

【2011 年真题】为保证压力容器安全运行，通常设置安全阀、爆破片等安全附件。下列关于安全阀、爆破片设置要求的说法中，不正确的是（ ）。

- A. 安全阀与爆破片并联组合时，安全阀开启压力应略低于爆破片的标定爆破压力
- B. 安全阀与爆破片并联组合时，爆破片的标定爆破压力不得超过容器的设计压力

- C. 安全阀出口侧串联安装爆破片时，容器内介质应不含胶着物质
- D. 安全阀进口与容器间串联安装爆破片时，爆破片破裂后泄放面积小于安全阀的进口面积
- 【答案】D

三、压力容器使用安全技术

(二) 压力容器的维护保养★★★

(1) 消除产生腐蚀的因素：

一氧化碳气体在含有水分的情况下能对钢制容器产生应力腐蚀，应**尽量采取干燥、过滤**等措施；

碳钢容器的**碱脆**需要较高的碱液浓度等条件，必须采取措施消除使稀液浓缩的条件；

盛装**氧气**的容器，常因底部积水造成水和氧气交界面的严重腐蚀，最好使**氧气经过干燥，或在经常放水**。

(2) 保持完好的防腐层。

(3) 消灭容器的“跑、冒、滴、漏”。

(4) 加强容器在停用期间的维护。长期或临时停用的容器，必须将内部的介质排除干净，腐蚀性介质要经过排放、置换、清洗等技术处理。

(5) 经常保持容器的完好状态。

【2017 年真题】做好压力容器的维护保养工作，提高工作效率，延长容器使用寿命。下列关于压力容器维护保养做法的说法中，正确的是（ ）。

- A. 如只是局部防腐层损坏，可以继续使用压力容器
- B. 防止氧气罐腐蚀，最好使氧气经过干燥，或在使用中经常排放容器中的积水
- C. 对于临时停用的压力容器，可不清除内部的存储介质
- D. 压力容器上的安全装置和计量仪表，定期进行维护，**根据需要**进行校正

【答案】B

第五节 压力容器安全技术 总结：

二、压力容器安全附件及仪表

(二) 安全附件装设要求★★

三、压力容器使用安全技术

(二) 压力容器的维护保养★★★

第七节 起重机械安全技术

二、起重机械安全装置★★★

(一) 制动器

动力驱动的起重机，其**起升、变幅、运行、旋转机构**都必须装设机械式制动器。

起重机的各工作机构都应采用常闭式制动器，**常闭式**制动器经常处于合闸状态。可用电磁铁或电力液压推杆器等**外力**的作用**使之松闸**。

(二) 起重量限制器

起重量限制器是自动防止起重机起吊超过规定的额定起重量的限制装置。

超载限制器按其功能型式可以分为自动停止型、报警型、综合型等三大类型。按结构型式可以分为机械式、电子式和液压式等。

综合型超载保护装置是在起升质量超过额定起重量时，能**停止起重机向不安全方向**继续动作，并发出声光报警信号，同时能**允许起重机向安全方向动作**。

(三) 起重力矩限制器

工作幅度是臂架式起重机的一个重要参数。起重量与工作幅度的乘积称为起重力矩。当起重力矩大于允许的极限力矩时，会**造成臂架折弯或折断**，甚至还会造成起重机整机**失稳、倾覆或倾翻**。

小车变幅式塔式起重机常用的是**全力矩法机械式**起重力矩限制器。全力矩法机械式起重力矩限制器**并不直接控制起重力矩**，而是测取和限制吊臂上所有载荷对臂根**铰点力矩的大小**。此时，被控制的起重力矩要符合臂根铰点力矩的要求。

(五) 起升高度限制器

起升高度限制器，用于限制起升高度的安全保护装置，也称**吊钩高度限位器**。一般都**装在起重臂头部**，当吊钩滑升到极限位置，**切断电路停车**，再合闸时，**吊钩只能下降**。在此极限位置的上方，还应留有足够的空余高度，以适应上升制动行程的要求。

在特殊情况下，还可**装设防止越程冲顶**的第二级起升高度限位器。

(六) 运行机构行程限位器

运行机构行程限位器，也称**运行极限位置限制器**。凡是**动力驱动的**起重机，其**运行极限位置**都应装设运行极限位置限制器。

轨道式起重机运行机构，应在每个运行方向装设行程限位开关。在**行程端部**应安装**限位开关挡铁**，挡铁的安装位置应充分考虑起重机的制动行程，保证起重机在驶入轨道末端时或与同一轨道上其他起重机相距在**不小于 0.5m 范围内**时能**自动停车**，挡铁的安装距离应小于电缆长度。

(七) 缓冲器和端部止挡

桥式、门式起重机和装卸桥，以及门座起重机或升降机等都要装设缓冲器。起重机的大车（小车）**轨道末段**需安装挡架，缓冲器**安装在挡架或起重机上**，当起重机与轨道末段挡架相撞击时，缓冲器能保证起重机能**平稳停车**。

有螺杆和齿条等变幅驱动机构，还应在变幅齿条和变幅螺杆的末段装设端部止挡防脱装置，以防止臂架在低位置发生坠落。

(十) 偏斜显示（限制）装置

偏斜显示（限制）装置也称偏斜调整和显示装置。**跨度等于或超过 40m 的装卸桥和门式起重机**，应装偏斜调整和显示装置。

(十二) 抗风防滑装置

露天工作于轨道运行的起重机，均应装设抗风防滑装置。

风力很强时，足以吹动起重机做较长距离的滑行，并可能撞毁轨道端部止挡，造成脱轨或跌落。

起重机抗风防滑装置主要有 3 类：夹轨器、锚定装置、铁鞋。按照防风装置的作用方式不同，可分为自动作用与非自动作用两类。

(十五) 防碰撞装置

同层**多台起重机**同时作业、多层起重机共同作业的场所，要求安装防撞装置。防撞装置通常采用**红外线、超声波、微波**等无触点式开关与起重机电气控制系统相配合，发出**警报**或直接**切断运行机构的动力源**。

分为**反射型和直射型**。

(十七) 防止臂架向后倾翻装置

也称防后倾装置。用柔性钢丝绳牵引吊臂进行变幅的起重机，当遇到**突然卸载**等情况时，会产生使**吊臂后倾**的力，从而造成吊臂超过最小幅度，发生吊臂后倾的事故。

(十九) 回转限位装置

也称**回转锁定**装置。回转锁定装置是指臂架起重机处于**运输、行驶**或非工作状态时，锁住回转部分，使之不能转动的装置。有**机械锁定器**和**液压锁定器**两种。

(二十) 幅度限位器

动臂变幅的起重机应在臂架俯仰行程的极限位置处设臂架**低位置和高位置**的幅度限位器。**小车变幅**的塔式起重机，装设幅度限位装置以防止可移动的起重小车快速达到其最大幅度或最小幅度处。

(二十三) 桥式、门式起重机专项安全保护

1. 防倾斜安全钩

单主梁起重机，由于起吊重物是在主梁的一侧进行，重物等对小车产生一个**倾翻力矩**，由垂直**反轨轮**或水平反轨轮产生的抗倾翻力矩使小车保持平衡，不能倾翻。但在风灾、意外冲击、车轮破碎、检修等情况时难以保证其安全，因此，应安装安全钩。

2. 导电滑线安全防护

(1) **司机室**位于起重机电源引入滑线端时，通向起重机的梯子和走台与滑线间应设**防护板**，以防司机通过时发生触电事故。

(2) 起重机导电滑线端的起重机**端梁**上应设置**防护板**（通常称为挡电架），以防止吊具或钢

丝绳等摆动与导电滑线接触而发生意外触电事故。

(3) 多层布置的桥式起重机，下层起重机应在导电滑线全长设置防电保护设施。

(二十五) 防坠安全器

防坠安全器是非电气、气动和手动控制的防止吊笼或对重坠落的**机械式安全保护装置**，主要用于施工升降机等起重设备上，其作用是**限制吊笼的运行速度，防止吊笼坠落**，保证人员设备安全。

设备**正常工作时**，防坠安全器**不应动作**。当吊笼超速动行，其速度达到防坠安全器的动作速度时，防坠安全器应立即动作，并可靠地制停吊笼。在安全器发生作用的同时**切断传动装置的电源**。

【2013 年真题】起重机械超载、不稳固、操作不当都有可能造成机体失稳倾翻的严重事故。应采取措施进行预防。下列关于防止起重机械失稳、倾翻的措施中，正确的是（ ）。

- A. 桥式起重机应安装力矩限制器
- B. 臂架式起重机不安装力矩限制器
- C. 门座式起重机应安装防风防爬装置
- D. 电葫芦允许不安装过起重量限制器

【答案】C

【2013 年真题】关于起重机械安全装置的说法中，错误的是（ ）。

- A. 位置限制与调整装置属于起重机械安全装置
- B. 设备正常工作时，防坠安全器不应动作
- C. 露天工作于轨道上运行的起重机，均应装设防风防爬装置
- D. 回转锁定器常见形式有机械锁定器和气压锁定器两种

【答案】D

三、起重机械使用安全技术★★★

(二) 起重机司机安全技术

(3) 司机在正常操作过程中，**不得利用极限位置限制器停车；不得利用打反车进行制动；不得在起重作业过程中进行检查和维修；吊物不得从人头顶上通过，吊物和起重臂下不得站人。**

(4) **严格按指挥信号操作，对紧急停止信号，无论何人发出，都必须立即执行。**

(5) 吊载接近或达到**额定值**，或起吊**危险器**（液态金属、有害物、易燃易爆物）时，吊运前认真检查制动器，并用**小高度、短行程试吊**。

(7) 工作中**突然断电**时，应将所有**控制器置零，关闭总电源**。

(8) 有**主、副两套起升机构**的，**不允许同时利用主、副钩工作**（设计允许的专用起重机除外）。

(9) 用**两台或多台起重机吊运同一重物**时，**每台起重机都不得超载**。吊运过程应保持钢丝绳垂直，保持运行同步。

(10) 露天作业的轨道起重机，当**风力大于 6 级**时，应**停止作业**；当工作结束时，应锚定住起重机。

司机“十不吊”

- ①指挥信号不明或乱指挥不吊。
- ②物体质量不清或超负荷不吊。
- ③斜拉物体不吊。
- ④重物上站人或有浮置物不吊。
- ⑤工作场地昏暗，无法看清场地、被吊物及指挥信号不吊。
- ⑥遇有拉力不清的埋置物时不吊。
- ⑦工件捆绑、吊挂不牢不吊。
- ⑧重物棱角处与吊绳之间未加衬垫不吊。
- ⑨结构或零部件有影响安全工作的缺陷或损伤时不吊。
- ⑩钢（铁）水装得过满不吊。

司索工“五不挂”

- ①起重或吊物质量不明不挂。
- ②重心位置不清楚不挂。
- ③尖棱利角和易滑工件无衬垫物不挂。
- ④吊具及配套工具不合格或报废不挂。
- ⑤包装松散捆绑不良不挂。

【2013 年真题】下列关于用两台或多台起重机吊运同一重物的说法中，正确的是（ ）。

- A. 吊运过程中保持两台或多台起重机运行同步
- B. 若单台超载 5%以内，两台或多台起重机的额定起重载荷需超过起重量的 10%以上
- C. 吊运过程中应当保持钢丝绳倾斜，减少钢丝绳受力
- D. 吊运时，除起重机司机和司索工外，其他人员不得在场

【答案】A

第七节 起重机械安全技术 总结：

二、起重机械安全装置★★★

三、起重机械使用安全技术

（二）起重机司机安全技术★★★

（三）司索工安全技术★

第八节 场（厂）内专用机动车辆安全技术

一、机动车辆使用安全管理★

场（厂）内机动车辆检查时间及内容

检查时限	检查内容
年度检查	每年对所有在用的场（厂）内机动车辆至少进行1次全面检查。停用1年以上、发生重大车辆事故等的场（厂）内机动车辆，使用前都应做全面检查。
每月检查	检查项目包括：安全装置、制动器、 离合器 等有无异常；重要零部件（如吊具、货叉、铲、斗及辅具等）的状态； 电气、液压 系统及其部件的泄漏情况及工作性能； 动力系统和控制器 等。停用一个月以上的场（厂）内机动车辆，使用前也应做检查。
每日检查	在每天作业前进行，应检查各类安全装置、制动器、 操纵控制装置、紧急报警 装置的安全状况，检查发现有异常情况时，必须及时处理。严禁带病作业。

我们来对比一下起重机械：

(1) 年度检查。每年 1 次全面检查。

(2) 每月检查。

检查项目：安全装置、制动器、离合器；重要零部件；电气、液压系统；动力系统和控制器。

(3) 每日检查。

检查项目：安全装置、制动器、操纵控制、紧急报警，轨道，钢丝绳。

二、机动车辆涉及安全的主要部件★★



(一) 高压胶管

叉车等车辆的液压系统，一般都使用中高压供油，高压油管的可靠性不仅关系车辆的正常工作，而且一旦发生破裂将会危害人身安全。

因此，高压胶管必须符合相关标准，并通过耐压试验、长度变化试验、爆破试验、脉冲试验、泄漏试验等试验检测。

口诀：豹子头 林冲 泄愤 吃鸭 肠

爆破 脉冲 泄漏 耐压 长度

场（厂）内专用机动车辆涉及安全的主要部件

部件名称	相关要求
高压胶管	叉车等车辆的液压系统，一般都使用中高压供油，高压油管的可靠性不仅关系车辆的正常工作，而且一旦发生破裂将会危害人身安全。因此，高压胶管必须符合相关标准，并通过 耐压试验、长度变化试验、爆破试验、脉冲试验、泄漏试验 等试验检测。
货叉	安装在叉车货叉梁上的L形承载装置，也称取物装置。货叉必须符合相关标准，并通过 重复加载的载荷试验 检测
链条	起升货叉架的链条，主要有板式链和套筒滚子链两种。需进行 极限拉伸载荷和检验载荷试验
转向器	控制车辆行驶方向的部件。当左右转动方向盘时，转向力通过转向器传递到转向传动机构使车辆改变行驶方向
制动器	产生阻止车辆运动或运动趋势的力的部件。分为 行车制动器和停车制动器
轮胎	轮胎是支撑车辆，实现车辆行驶，减小地面冲击、振动的部件。表面的花纹能提高车辆行驶附着能力。轮胎分为 充气轮胎和实心轮胎
安全阀	液压系统中，可能由于超载或者油缸到达终点油路仍未切断，以及油路堵塞引起压力突然升高，造成液压系统破坏。因此，系统中必须设置安全阀，用于控制系统最高压力。最常用的是 溢流安全阀
护顶架	对于叉车等起升 高度超过1.8m 的工业车辆，必须设置护顶架，以保护司机免受重物落下造成伤害。护顶架一般都是由型钢焊接而成，必须能够遮掩司机的上方，还应保证司机有良好的视野。护顶架应进行 静态和动态两种载荷试验 检测
其他	档货架 ：为防止货物向后坠落而设置的框架。 货物稳定器 ：压住货叉上的货物，以防货物倒塌、滑落的属具。 （翻）料斗锁定装置 ：使料斗锁定在运料位置的装置。 前倾自锁阀 ：当油泵停止工作或发生其他故障时，自动锁闭门架倾斜油路的阀。 下降限速阀 ：控制下降速度的阀。 稳定支腿 ：装卸作业时，为保证和增加车辆的稳定性而设置的辅助支腿。

【2014年真题】场（厂）内专用机动车辆的液压系统中，由于超载或者油缸到达终点油路仍未切断，以及油路堵塞引起压力突然升高，造成液压系统损坏。为控制场（厂）内专用机动车辆液压系统的最高压力，系统中必须设置（ ）。

A. 安全阀 B. 切断阀 C. 止回阀 D. 调节阀

【答案】A

机动车辆涉及安全部件总结

高压胶管	爆破、脉冲、泄漏、耐压、长度试验
货叉	重复加载的载荷试验
链条	极限拉伸和载荷试验
制动器	停车制动、行车制动
轮胎	实心、空心
安全阀	溢流安全阀
护顶架	起升高度 1.8m，型钢焊接 静态、动态载荷试验

三、机动车辆使用安全技术★★

(二) 典型场（厂）内专用机动车辆安全操作技术

1. 叉车

(1) 当物件**重量不明时**，应将该物件叉起**离地 100mm** 后检查机械的稳定性，确认无超载现象后，方可运送。

(2) **叉装时**，物件应**靠近起落架**，其**重心应在起落架中间**。

(3) 物件提升离地后，应将**起落架后仰**，方可行驶。

(4) 两辆叉车同时装卸一辆货车时，应有专人指挥联系，保证安全作业。

(5) **不得单叉作业**和使用货叉顶货或拉货。

(6) 叉车在叉取易碎品、贵重品或装载不稳的货物时，应采用安全绳加固，必要时，应有专人引导。

(7) 以内燃机为动力的叉车，进入仓库作业时，应有良好的通风设施。严禁在易燃、易爆的仓库内作业。

(8) 严禁货叉上载人。驾驶室除规定的操作人员外，严禁其他任何人进入或在室外搭乘。

叉车



【例题】叉车是一种对成件托盘货物进行装卸、堆垛和短距离搬运的轮式车辆。关于叉车安全使用要求的说法，正确的是（ ）。

- A. 叉车可直接装卸重量不明物件
- B. 严禁单叉作业
- C. 运输物件行驶过程中应保持货叉水平
- D. 内燃机叉车严禁在易燃易爆环境中作业
- E. 严禁叉车载人

【答案】BDE

第八节 场（厂）内专用机动车辆安全技术 总结：

一、机动车辆使用安全管理★

二、机动车辆涉及安全的主要部件★★

三、机动车辆使用安全技术★★

第九节 客运索道安全技术

二、客运索道应具备的安全装置★

(一) 单线循环固定抱索器客运架空索道

1. 站内机械设施及安全装置

(1) 站内机械设备、电气设备及钢丝绳应有必要的防护、隔离措施，防止危及乘客和工作人员的安全；非公共交通的空间应有隔离，非工作人员不得入内。

(3) 驱动迂回轮有防止钢丝绳滑出轮槽飞出的装置。

(2) 站台（尤其出站侧）应有栏杆或防护网，防止乘客跌落。

(4) 制动液压站和张紧液压站应设有手动泵，当液压系统出现故障时可以用手动泵临时进行工作。并设有油压上下限开关，上限漏油、下限补油。

(5) 张紧小车前后均应装设缓冲器防止意外撞击。

(6) 吊厢门应安装闭锁系统，不能由车内打开，也不能由于撞击或大风的影响而自动开启。

(7) 设行程保护装置，在张紧小车、重锤或油缸行程达到极限前，发出报警信号或自动停车。

2. 站内电气设施及安全装置

(1) 减速机应设有润滑油保护装置。(2) 应设蘑菇头带自锁装置的紧急停车按钮。

(3) 有负力的索道应设超速保护，在运行速度超过额定速度 15% 时，能自动停车。

(4) 在风力最大处设风向风速仪。(5) 站房之间应有独立的专用电话。

(6) 沿线路应有通信方式。(7) 所有沿线的安全装置和站内的安全装置组成联锁安全电路。

(8) 如索道夜间运行时，站内及线路上应有针对性照明，支架上电力线不允许超过 36V。

(9) 应配备至少两套不同类型、来源及独立控制的进站减速控制装置。

应有进站速度检测开关若未按设计减速或设定的低速进站时，检测开关控制自动紧急停车。

(10) 应设越位开关，在客车超越停车位置时，索道应能自动紧急停车。

开车时站台间应设有信号联络控制系统，在站台未发开车信号前，索道不能启动。

(11) 有开关门检测开关，当已过开关门轨道后，吊厢门未关闭或打开时，索道应自动停车。

3. 线路机电设施及安全装置

(1) 沿线路不能垂直救护时，应配备水平救护设施。吊具距地大于 15m 时，应有缓降器救护工具，绳索长度应适应最大高度救护要求。

(2) 压索支架应有防脱索二次保护装置及地锚。

(3) 托压索轮组内侧应设有防止钢丝绳往回跳的挡绳板，外侧应安装捕捉器和 U 型开关，脱索时接住钢丝绳并紧急停车。

【例题】下列关于单线循环固定抱索器客运架空索道安全装置的说法中，正确的是（ ）。

- A. 制动液压站和张紧液压站应设有手动泵，并设有油压上下限开关，上限补油、下限泄油
B. 吊厢门应安装闭锁系统，不能由车外打开 C. 索道夜间运行，照明不允许超过 36V
D. 吊具距地大于 15m 时，应有缓降器救护工具 E. 应设蘑菇头带自锁装置的紧急停车按钮

【答案】CDE

二、客运索道应具备的安全装置★

(二) 单线循环脱挂抱索器客运架空索道

2. 站内电气设施及安全装置

- (4) 道岔应设有闭锁安全监控装置，保证道岔在发车和收车位置时的安全。
- (5) 应设有钢丝绳位置检测开关，当钢丝绳偏离设定位置时，索道应自动停车。
- (7) 应设有抱索器松开和闭合状态检测开关，当抱索器在挂结前未打开钳口，或过了脱开段后，抱索器未脱开钢丝绳，索道应自动停车。
- (8) 应设有抱索器抱紧力和外形监测装置，钳口抱索形状若不符合要求自动停车。
- (9) 应设有接地棒，解决钢丝绳防雷接地问题。
- (10) 站房检查维修平台上应有维修闭锁开关。

3. 线路机电设施及安全装置

- (3) 高度 10m 以上支架爬梯应设护圈，超过 25m 时，每隔 10m 设休息平台，检修平台应有扶手或护栏。

三、客运索道使用安全技术★

(二) 客运索道的日常检查

- (1) 客运索道每天开始运行之前，应彻底检查全线设备是否处于完好状态，在运送乘客之前应进行一次试车，确认安全无误并经值班站长或授权负责人签字后方可运送乘客。
- (2) 司机除按运转维护规程操作外，对驱动机、操作台每班至少检查一次。
- (3) 值班电工、钳工对专责设备每班至少检查一次，线路润滑巡视工每班至少全线巡视一周（线路长的索道，可分段分工检查）。

(三) 客运索道的检查和维修

- (1) 应在规定的时期内对钢丝绳和抱索器进行无损探伤。对于单线循环式索道上运载工具间隔相等的固定抱索器，应按规定的时间间隔移位。
- (2) 运营后每 1~2 年应对支架各相关位置（如中心点、托压索轮及支架横担水平度、垂直度、支架形变等）进行检测，以防止发生脱索等重大事故。

【例题】下列客运索道安全运行的要求中，正确的是（ ）。

- A. 客运索道每天开始运送乘客之前都应进行一次试运转
- B. 司机对驱动机、操作台每班至少检查一次
- C. 单线循环式索道上运载工具间隔相等的脱挂抱索器，应按规定的时间间隔移位
- D. 客运索道线路巡视工至少每班进行一次全线巡视
- E. 运营后每 6 年应对支架各相关位置进行一次检测，防止脱索等重大事故

【答案】ABD

第九节 客运索道安全技术 总结：

二、客运索道应具备的安全装置★★

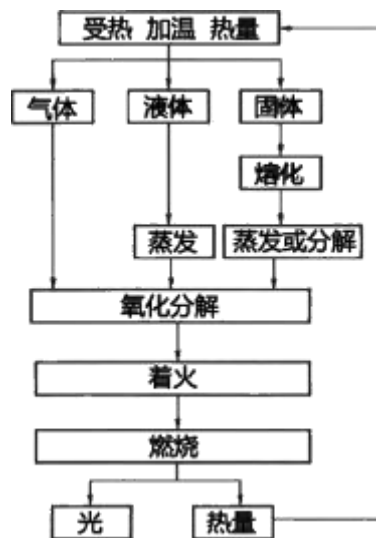
三、客运索道使用安全技术★★

中级注册安全工程师
《安全生产技术基础》高频考点
第四章 防火防爆安全技术
第一节 火灾爆炸事故机理
一、燃烧与火灾

- 【例题】下列对可燃固体燃烧过程的叙述中，正确的是（ ）。
- A. 硫、磷等单体物质，受热时首先熔化，而后蒸发为蒸气进行燃烧
- B. 硫、磷等单体物质，受热时气化，而后燃烧
- C. 复杂物质必须受热分解成简单物质后才能发生燃烧
- D. 点燃固体可燃物质所需要的热量只用于本身的熔化解
- 【答案】A

(二) 燃烧（火灾）过程和形式★★★

1. 燃烧过程



大多数可燃物质的燃烧并非是物质本身在燃烧，而是物质受热分解出的气体或液体蒸气在气相中的燃烧。

形式	物质	燃烧过程说明
可燃气体	/	最易燃烧，燃烧所需要的热量只用于本身的氧化分解，并使其达到自燃点而燃烧
可燃液体	/	首先蒸发成蒸气，其蒸气进行氧化分解后达到自燃点而燃烧
可燃固体	简单物质	硫、磷等，受热后首先熔化，蒸发成蒸气进行燃烧，没有分解过程
	复杂物质	受热时首先分解为气态或液态产物，其蒸气进行氧化分解着火燃烧
	焦炭等	不能分解为气态物质，在燃烧时则呈炽热状态，没有火焰产生

(二) 燃烧（火灾）过程和形式★★★

2. 燃烧形式

根据可燃物质的聚集状态可分为以下 5 种形式：

扩散燃烧（可燃气体或蒸气，形成稳定火焰的燃烧）

混合燃烧（可燃气体和助燃气体在管道容器和空间扩散混合，快速进行的燃烧）就是爆炸！！

蒸发燃烧（可燃液体）

分解燃烧（可燃固体）

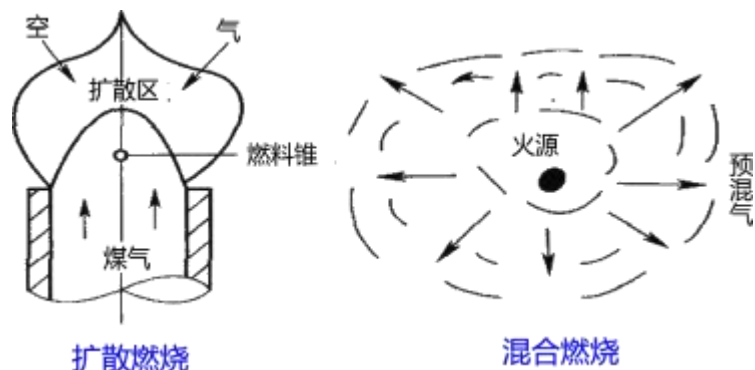
表面燃烧（如碳、铝、镁，形成“碳灰”）

【2013 年真题】北京 2008 年奥运火炬长 72cm，重 585g，燃料为气态丙烷，燃烧期间 15min，在零风

速下火焰高度 25cm 至 30cm，在强光和日光情况下均可识别和拍摄。这种能形成**稳定火焰**的燃烧属于（ ）。

- A. 混合燃烧 B. 扩散燃烧 C. 蒸发燃烧 D. 分散燃烧

【答案】B



气体（蒸气）燃烧形式

【2017 年真题】某危险化学品罐区发生火灾事故。4 座汽油罐和 2 座煤油罐被烧毁。根据《火灾分类》（GB/T4968），该起火灾为（ ）。

- A. A 类火灾
B. B 类火灾
C. C 类火灾
D. D 类火灾

A B C D E F
固 液 气 金 电 厨

【答案】B

(三) 火灾的分类★

按物质的燃烧特性将火灾分为 6 类：

火灾类别	说明
A 类	固体物质火灾，通常是有机物质，一般在燃烧时能产生灼热灰烬，如木材、棉、毛、麻、纸张
B 类	液体和 可熔化的固体 物质火灾，如汽油、煤油、柴油、原油、甲醇、乙醇、沥青、石蜡火灾等
C 类	气体火灾，如煤气、天然气、甲烷、乙烷、丙烷、氢气火灾等
D 类	金属火灾，如钾、钠、镁，钛、锆、锂、铝镁合金火灾等
E 类	带电火灾，是物体带电燃烧的火灾，如发电机、电缆、家用电器等
F 类	烹饪器具内烹饪物火灾，如动植物油脂等
记忆口诀	A B C D E F 固 液 气 金 电 厨

(四) 火灾基本概念及参数★★★

1. 引燃能（最小点火能） 2. 着火延滞期（诱导期） 3. 闪燃

4. 闪点：

发生**闪燃的最低温度**，称为该物质的闪点。一般情况下**闪点越低，火灾危险性越大**。

5.燃点（着火点）：

着火是指可燃物与火源接触而燃烧，并且在火源移去后仍能继续保持燃烧的现象。

可燃物质发生着火的最低温度称为燃点（着火点）。一般情况下**燃点（着火点）越低，火灾危险性越大**。

6. 自燃点：

不用任何辅助引燃能源而达到引燃的最低温度。

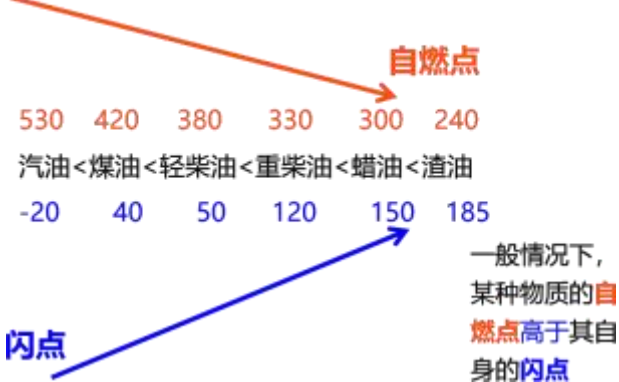
同一种物质由于条件不同，液体和固体可燃物受热分解并析出来的**可燃气体挥发物越多，其自燃点越低。**
固体可燃物粉碎得越细，其自燃点越低。

密度越大，闪点越高而自燃点越低。

汽油<煤油<轻柴油<重柴油<蜡油<渣油

其密度依次升高，闪点依次升高，自燃点依次降低。

密度越大，闪点越高而自燃点越低



【2017 年真题】描述物质火灾危险性的主要参数有物料的闪点、燃点、自燃点、最小点火能等，下列关于物质火灾危险性参数的说法中，正确的是（ ）。

- A. 一般情况下闪点越低，火灾危险性越小
- B. 一般情况下燃点越高，火灾危险性越大
- C. 一般情况下固体可燃物粉碎的越细，其自燃点越低
- D. 一般情况下物质最小点火能越高，火灾危险性越大

【答案】C

二、爆炸

(一) 爆炸及其分类★★★

1. 爆炸分类

按照爆炸反应相：

①气相爆炸

表 4-7 气相爆炸类别

类 别	爆炸机理	举 例
混合气体爆炸	可燃性气体和助燃气体混合	空气和氢气、丙烷、乙醚混合
气体的分解爆炸	单一气体分解反应产生大量的反应热	乙炔、乙烯、氯乙烯的分解
粉尘爆炸	空气中飞散的易燃性粉尘剧烈燃烧	铝、镁粉、亚麻、淀粉
喷雾爆炸	空气中易燃液体被喷成雾状物	油压机喷出的油雾、喷漆

②液相爆炸

包括：聚合爆炸、蒸发爆炸以及由不同液体混合物所引起的爆炸。

例如：**硝酸和油脂，液氧和煤粉**等混合；

熔融的矿渣或钢水包与水接触，由于过热发生快速蒸发引起的蒸汽爆炸。

③固相爆炸

包括：**爆炸性化合物**及其他爆炸性物质的爆炸。

例如：**乙炔铜的爆炸**；导线**电流过载**，由于过热**金属迅速气化**引起的**爆炸(TNT)**。

(三) 可燃气体爆炸★★

1. 分解爆炸性气体爆炸

在**温度和压力**下发生分解，产生相当数量的**分解热**；没有氧气也能**被点燃爆炸**。

举例：乙炔、乙烯、环氧乙烷；还有臭氧、联氨、丙二烯、甲基乙炔、乙烯基乙炔、一氧化氮、二氧化氮、氰化氢、四氟乙烯等(记住：乙字+臭氧、联氨)。

2. 可燃性混合气体爆炸

一般说来，可燃性混合气体与爆炸性混合气体难以严格区分。

燃烧反应过程一般可以分为三个阶段：

阶段名称	相关说明
①扩散阶段	可燃气体分子和氧气分子通过扩散达到相互接触
②感应阶段	可燃气体分子和氧化分子接受点火源能量 离解成自由基(链反应理论)或活性分子(活化能理论)
③化学反应阶段	自由基与反应物分子相互作用。 生成新的分子和新的自由基，完成燃烧反应。所需时间称为化学反应时间

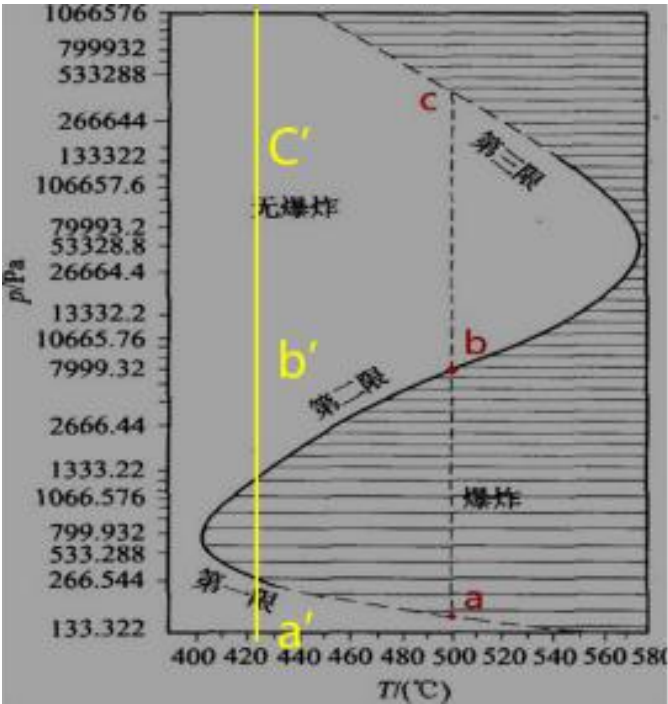
【2015 年真题】下列关于燃烧反应过程的说法中，正确的是（ ）。

- A. 燃烧反应过程的扩散阶段是指可燃气体分子和氧气分子分别从释放源通过扩散达到相互接触
- B. 燃烧反应过程中的扩散阶段是指可燃气体分子和氧气分子接收点火源能量，离解成自由基或活性粒子
- C. 燃烧反应过程的化学反应阶段是指自由基与反应物分子相互作用，生成惰性分子和稳定自由基，完成燃烧反应
- D. 决定可燃气体燃烧或爆炸的主要条件是反应过程中是否产生巨大的能量

【答案】A

3. 爆炸反应历程

氢和氧组成完全反应的混合气：a 和 b 点的压力，即 200Pa 和 6666Pa，分别是混合物在 500℃时的爆炸低限和爆炸高限。随着温度增加，阴影部分（自由基的产生 > 自由基的消散）所占比重增加，爆炸极限会变宽。



(四) 物质爆炸浓度极限★★

爆炸浓度极限（爆炸极限）：可燃性气体、蒸气或可燃粉尘与空气（或氧）在一定浓度范围内混合，遇到火源发生爆炸的浓度范围。

爆炸下限 $L_{\text{下}}$ ：能够爆炸的最低浓度； **爆炸上限 $L_{\text{上}}$** ：能发生爆炸的最高浓度。

危险度 H：爆炸上限、下限之差与爆炸下限浓度之比值表示其。

$$H = (L_{\text{上}} - L_{\text{下}}) / L_{\text{下}} \text{ 公式要记住 (上-下} \div \text{下)}$$

H 值越大，爆炸极限范围越宽，爆炸危险性越大。

可燃性气体、蒸气：一般用可燃气体或蒸气在混合气体中所占体积分数来表示；

可燃粉尘：混合物的质量浓度 (g/m^3) 来表示。

爆炸极限值不是一个物理常数，随条件变化而变化：

(1) **温度的影响**：初始温度越高，爆炸极限范围越宽，爆炸危险性增加。

(2) **压力的影响**：初始压力增大，气体爆炸极限变大，爆炸危险性增加；初始压力减小，爆炸极限范围缩小。

爆炸的临界压力：压力降到某一数值时，下限与上限重合，爆炸极限范围缩小为零的压力。

(3) **惰性介质的影响**：在混合气体中加入惰性气体，随着惰性气体含量的增加，爆炸极限范围缩小。

当惰性气体浓度增加到某一数值时，爆炸上下限趋于一致，使混合气体不发生爆炸。

(4) **爆炸容器的影响**：容器材料的传热性好，管径越细，火焰在其中越难传播，爆炸极限范围变小。

临界直径：当容器直径或火焰通道小到某一数值时，火焰就不能传播下去。

(5) **点火源的影响**：活化能量越大，加热面积越大，作用时间越长，爆炸极限范围也越大。

【2013 年真题】可燃易爆气体的危险度 H 与气体的爆炸上限、下限密切相关。一般情况下，H 值越大，表示爆炸极限范围越宽，其爆炸危险性越大。如果甲烷在空气中的爆炸下限为 5.00%，爆炸上限为 15.00%，则其危险度 H 为 ()。

A. 2.50 B. 1.50 C. 0.50 D. 2.00

【答案】D $H = (15\% - 5\%) / 5\% = 10\% / 5\% = 2$

(五) 粉尘爆炸

2. 粉尘爆炸的特点★★

① **粉尘爆炸速度或爆炸压力上升速度比爆炸气体小，但燃烧时间长，产生的能量大，破坏程度大；**

② **爆炸感应期较长。**尘粒的表面分解或蒸发阶段及由表面向中心延烧的过程；

③ **有产生二次爆炸的可能性。**激起扬尘，在新空间内达到爆炸极限，飞散火花成为点火源。

④ **中毒的危险**：粉尘有不完全燃烧后的气体中含有大量的 CO 及粉尘 (如塑料粉) 自身分解的有毒气体，会伴随中毒死亡的事故。

【2017 年真题】下列关于粉尘爆炸速度、燃烧时间、能量、破坏程度的说法中，正确的是 ()。

A. 粉尘爆炸速度比气体爆炸小，但燃烧时间长，产生的能量大，破坏程度大

B. 粉尘爆炸速度比气体爆炸大，但燃烧时间长，产生的能量大，破坏程度大

C. 粉尘爆炸速度比气体爆炸小，但燃烧时间短，产生的能量大，破坏程度大

D. 粉尘爆炸速度比气体爆炸大，但燃烧时间短，产生的能量大，破坏程度大

【答案】A

第一节 火灾爆炸事故机理 总结：

一、燃烧与火灾

(二) 燃烧 (火灾) 过程和形式★★★ (三) 火灾的分类★ (四) 火灾基本概念及参数★★★ (自燃点)

二、爆炸

(一) 爆炸及其分类★★★ (二) 爆炸破坏作用★ (三) 可燃气体爆炸★★ (四) 物质爆炸浓度极限★★

(五) 粉尘爆炸 2. 粉尘爆炸的特点★★

1. 第二节 防火防爆技术

一、火灾爆炸预防基本原则★★

基本原则：

- 一是防止和**限制**可燃可爆系统的**形成**；
- 二是当燃烧爆炸物质不可避免地出现时，要尽可能消除或**隔离**各类**点火源**；
- 三是阻止和**限制**火灾爆炸的**蔓延扩展**，尽量**降低**火灾爆炸事故造成的**损失**。

【2015 年真题（改）】防火防爆原则主要包括：控制可燃物、控制点火源、控制灾害的发展。下列安全措施中，属于控制点火源技术的有（ ）。

- A. 生产场所采用防爆型电气设备 B. 采用防爆泄压装置
C. 生产场所严禁焊割作业 D. 关闭容器或管道的阀门 E. 提高空气湿度防止静电产生

【答案】ACE

二、点火源及其控制★★★

（一）明火

1. 加热用火的控制

加热易燃物料时，要尽量避免采用明火设备，而宜**采用热水或其他介质间接加热**。

明火加热设备的布置，应**远离**可能泄漏**易燃气体或蒸气**的工艺设备和储罐区，并应**布置在其上风向或侧风向**。

对于有**飞溅火花**的加热装置，应**布置在**上述设备的**侧风向**。

2. 维修焊割用火的控制

- ①易燃物料的设备、管道动火，应将系统和环境进行彻底的**清洗或清理**，如：采用**惰性气体吹扫**。
- ②**动火现场**应配备必要的**消防器材**，并将可燃物品**清理干净**。
- ③**气焊作业**时，应将乙炔发生器**放置在安全地点**，以防回火爆炸伤人或将易燃物引燃。
- ④**不得利用与易燃易爆生产设备有联系的金属构件作为电焊地线**。

3. 其他明火的控制

有火灾爆炸危险的场所，不得使用明火、禁止携带火种；排气管安装**火花熄灭器**；保证足够**安全间距**。

（二）摩擦和撞击

摩擦和撞击往往是可燃气体、蒸气和粉尘、爆炸物品等着火爆炸的根源之一，在易燃易爆场合应避免这种现象的发生。

在有爆炸危险的生产中，机件的运转部分应该用两种材料制作，其中之一是不发生火花的**有色金属材料（如铜、铝）**。

三、爆炸控制★★★

1. 惰性气体保护

- ①可燃固体物用惰性气体进行**覆盖**保护。
- ②**处理可燃易爆**的物料系统，在进料前用惰性气体进行**置换**。
- ③将惰性气体通过管线与火灾爆炸危险的设备、储槽等连接起来。
- ④易燃液体利用惰性气体**充压输送**。
- ⑤危险场所的**电器、仪表**等采用**充氮正压保护**。
- ⑥易燃易爆系统**检修动火前**，使用惰性气体**吹扫置换**。
- ⑦泄漏时，采用**惰性气体（水蒸气）冲淡**。火灾时，用惰性气体进行灭火。

2. 系统密闭和正压操作

装盛可燃易爆介质的**设备和管路**，如果**气密性**不好，就会在设备和管路周围空间形成爆炸性混合物。
当设备或系统处于负压状态时，空气就会渗入，使设备或系统内部形成爆炸性混合物。
当设备**内部充满易爆物质时**，要采用**正压操作**，以防外部空气渗入设备内。

对爆炸危险度大的**可燃气体以及危险设备和系统**，在**连接处**应尽量采用**焊接接头**，**减少法兰连接**。

3. 厂房通风

要使设备达到绝对密闭是很难办到的，总会有一些可燃气体、蒸气或粉尘从设备系统中泄漏出来，而且生产过程中某些工艺（如喷漆）会大量释放可燃性物质。因此，必须用通风的方法使**可燃气体、蒸气或粉尘的浓度**不致达到危险的程度，一般**应控制在爆炸下限 1/5 以下**。

4. 以不燃溶剂代替可燃溶剂

以**不燃或难燃的材料代替**可燃或易燃材料，是**防火与防爆的根本性措施**。

常用的不燃溶剂主要有甲烷和乙烷的氯衍生物，如四氯化碳、三氯甲烷和三氯乙烷等。使用汽油、丙酮、乙醇等易燃溶剂的生产，可以用四氯化碳、三氯乙烷或丁醇、氯苯等不燃溶剂或危险性较低的溶剂代替。又如四氯化碳用于代替溶解脂肪、沥青、橡胶等所采用的易燃溶剂。

5. 危险物品的储存

①爆炸物品、易燃液体、遇水或空气能自燃的物品、易燃固体、能引起燃烧的物品必须单独存放。

②易燃气体、助燃气体、**氧化剂、有毒物品**仅可与惰性气体一同存放。

③**惰性气体包括：氮、二氧化碳、二氧化硫、氟利昂**

【2015 年真题】在工业生产中应根据可燃易爆物质的燃爆特性，采取相应措施，防止形成爆炸性混合物，从而避免爆炸事故。下列关于爆炸控制的说法中，错误的是（ ）。

- A. 乙炔管线连接处尽量采用焊接
- B. 用四氯化碳**代替**溶解沥青所用的丙酮溶剂
- C. 天然气系统投用前，采用**一氧化碳**吹扫系统中的残余杂物
- D. 汽油储罐内的气相空间充入氮气保护

【答案】C

四、防火防爆安全装置及技术★★★

防火防爆安全装置可以防止火灾爆炸的发生，阻止其扩展和减少破坏，分为：**阻火隔爆装置、防爆泄压装置**两大类。

（一）阻火及隔爆技术

1. 工业阻火器

工业阻火器分为**机械阻火器、液封、料封阻火器**。工业阻火器常**用于阻止爆炸初期火焰的蔓延**。一些具有**复合结构的机械阻火器**也可**阻止爆轰火焰的传播**。

工业阻火器在工业生产过程中**时刻都在起作用**，对流体介质的阻力较大。

工业阻火器对于**纯气体介质才是有效的**。

2. 主动式、被动式隔爆装置

主动式、被动式隔爆装置依靠自身某一元件的动作阻隔火焰传播。

主、被动式隔爆装置只是在爆炸发生时才起作用，因此他们在不动作时对流体介质的阻力小，有些隔爆装置甚至不会产生任何压力损失。

对气体中**含有杂质（如粉尘、易凝物等）的输送管道**，应当选用**主、被动式隔爆装置**为宜。

3. 其他阻火隔爆装置

① **单向阀**。又称止逆阀，止回阀。它的作用是仅允许液体（气体或液体）向一个方向流动，遇到倒流

时即自行关闭。

②**阻火阀门**。受易熔金属的控制，处于开启状态。一旦着火，温度升高，易熔金属即会熔化，此时阀门失去控制，受重力作用自动关闭。

③**火星熄灭器**（防火罩、防火帽）。由烟道或车辆尾气排放管飞出的火星也可能引起火灾。

4. 化学抑制防爆装置（简称化学抑爆、抑制防爆）

化学抑爆是在火焰传播显著加速的初期通过喷洒抑爆剂来抑制爆炸的作用范围及猛烈程度的一种防爆技术。适用于：泄爆易产生二次爆炸，或无法开设泄爆口的设备以及所处位置不利于泄爆的设备。

(二) 防爆泄压技术

名称	相关说明
安全阀	当安全阀的入口处装有隔断阀时， 隔断阀必须保持常开状态并加铅封。 液化气体容器上的安全阀应安装于气相部分，防止排出液体物料，发生事故。 按结构分为： 杠杆式、弹簧式、脉冲式 按排放方式： 全封闭、半封闭、敞开式
爆破片	介质 不洁净、易于结晶或聚合 的压力容器，或工作介质为剧毒气体或可燃气体（蒸气）里含有剧毒气体的压力容器，均不宜使用安全阀，应采用爆破片。 爆破片的 防爆效率取决于它的厚度、泄压面积和膜片材料 的选择。 爆破片爆破压力的选定，一般为设备、容器及系统最高工作压力的 1.15 ~ 1.3 倍。 爆破片一般 6 ~ 12 个月更换一次。
防爆门(窗)	防爆门（窗）一般设置在使用油、气或燃烧煤粉的燃烧室外壁上，在燃烧室发生爆燃或爆炸时用于泄压，以防设备遭到破坏。泄压面积与厂房体积的比值（ m^2 / m^3 ）宜采用 0.05 ~ 0.22。 为防止燃烧火焰喷出时将人烧伤或者翻开的门（窗）盖将人打伤，防爆门（窗）应设置在人不常到的地方， 高度最好不低于 2m。

【2015 年真题】防火防爆安全装置可以分为阻火防爆装置与防爆泄压装置两大类，下列关于阻火防爆装置性能及使用的说法中，正确的是（ ）。

- A. 一些具有复合结构的**料封**阻火器可阻止爆轰火焰的传播
- B. 工业阻火器常用于阻止爆炸初期火焰的蔓延
- C. 工业阻火器只有在**爆炸发生时**才起作用
- D. 被动式隔爆装置对于**纯气体**介质才是有效的

【答案】B

第二节 防火防爆技术 总结：

一、火灾爆炸预防基本原则★★

二、点火源及其控制★★★

- (一) 明火；
- (二) 摩擦和撞击

三、爆炸控制★★

四、防火防爆安全装置及技术★★★

- (一) 阻火及隔爆技术；
- (二) 防爆泄压技术

第三节 烟花爆竹安全技术

一、概述★★★

2. 烟花爆竹的特性

(1) **能量特征**: 标志火药做功能力的参量, 一般是指 **1kg 火药燃烧时气体产物所做的功**。

(2) **燃烧特性**: 标志火药能量释放的能力, 主要取决于**火药的燃烧速率和燃烧表面积**。

【2015 年真题】烟花爆竹的主要特征有: 能量特征、燃烧特性、力学特性、安定性、安全性。其中, 燃烧特性标志着火药能量释放的能力, 主要取决于火药的 ()。

- A. 燃烧速率和燃烧类型 B. 燃烧速率和燃烧表面积
C. 燃烧类型和燃烧表面积 D. 燃烧体积和燃烧类型

【答案】B

二、烟花爆竹基本安全知识

(二) 烟花爆竹、烟火药生产的安全措施★★

1. 烟火药制造过程中的防火防爆措施

(2) 粉碎氧化剂、还原剂应分别在单独专用工房内进行, **每栋工房定员 2 人 (其他环节均是 1 人)**; 粉碎前后应筛选除去杂质; 严禁将氧化剂和还原剂混合粉碎筛选; 粉碎筛选过一种原材料后的机械、工具、工房应经**清扫 (洗)**、擦拭干净才能粉碎筛选另一种原材料; **高感度的材料应专机粉碎**; 不应用粉碎氧化剂的设备粉碎还原剂。

(5) 黑火药制造宜采用球磨、振动筛混合, 三元黑火药制造应先**将炭和硫进行二元混合**。

(6) 进行二元或三元黑火药混合的球磨机与药物接触的部分**不应使用铁制部件**, **可用黄铜、杂木、楠竹和皮革及导电橡胶等材料**制成。进行烟火药混合的设备应达到不产生火花和静电积累的要求, **不应使用易产生火花 (铁质) 和静电积累 (塑料) 材质**。

(7) 含**氯酸盐**等高感度药物的混合, 应有**专用工房**, 并使用**专用工具**。

(9) 不应使用球磨机混合**氯酸盐**烟火药等高感度药物; 摩擦药的混合, 应**将氧化剂、还原剂分别用水润湿后方可混合**, 混合后的烟火药**应保持湿度**; 不应使用干法和机械法混合摩擦药;

(15) 药物干燥应采用日光、热水 (溶液)、低压热蒸汽、热风干燥或自然晾干, **不应使用明火**。

2. 烟花爆竹产品生产过程中的防火防爆措施

(1) 各工序应分别在**单独专用工房**进行; 各工序应按**定量领取并登记**。

(2) **直接接触**烟火药的工序应按规定**设置防静电装置**, 并采取**增加湿度**等措施。手工直接接触烟火药的工序**应使用铜、铝、木、竹等材质的工具**, **不应使用铁器、瓷器和不导静电的塑料、化纤材料等工具**。

【2017 年真题】某加工玉米淀粉的生产企业, 在对振动筛进行清理过程中, 发生了淀粉粉尘爆炸事故, 造成大里的人员伤亡使用工具方面分析, 最有可能引起淀粉爆炸的原因是使用了 ()。

- A. 铁质工具 B. 铜制工具 C. 木质工具 D. 铝质工具

【答案】A

(三) 烟花爆竹工厂的布局 and 建筑安全要求★★

5. 工厂安全距离的定义及安全距离的确定

(1) 烟花爆竹工厂的**安全距离**实际上是危险性建筑物与周围建筑物之间的**最小允许距离**, 包括工厂危险品生产区内的危险性建筑物与其**周围村庄、公路、铁路、城镇和本厂住宅区等的外部距离**, 以及**危险品生产区内危险性建筑物之间以及危险建筑物与周围其他建 (构) 筑物之间的内部距离**。

(2) 安全距离的确定: 烟花爆竹工厂的内、外部安全距离是根据危险性建筑物的**计算药量、建筑物的危险性等级、防护情况**确定的。

烟花爆竹工厂建筑物的**计算药量**：是该建筑物内所存放的黑火药、烟火药、在制品、半成品、成品等能形成同时爆炸或燃烧的**危险品最大药量**，这里所指建筑物包括厂房和仓库。

确定计算药量时应注意以下几点：

- ①**防护屏障**内的危险品药量，**应计入**该屏障内的危险性建筑物的计算药量。（屏风）
- ②**抗爆间室**的危险品药量**可不计入**危险性建筑物的计算药量。（雅间）
- ③厂房内采取了**分隔防护措施**，相互间不会引起同时爆炸或燃烧的药量可分别计算，**取其最大值**。（卡座）

第三节 烟花爆竹安全技术 总结：

一、概述

（二）烟花爆竹的组成、性质及产品分类与分级★★★

- 1. 烟花爆竹的组成；
- 2. 烟花爆竹的特性

二、烟花爆竹基本安全知识

（二）烟花爆竹、烟火药生产的安全措施★★

（三）烟花爆竹工厂的布局 and 建筑安全要求★★

第四节 民用爆炸物品安全技术



【2018 年真题】民用爆破物品是广泛用于矿山、开山辟路、水利工程、地质探矿和爆炸加工等许多工业领域的重要消耗材料。下列民用爆破物品中，属于专用民爆物品的是（ ）

- A. 水胶炸药 B. 乳化炸药 C. 射孔弹 D. 磁电雷管

【答案】C

一、民用爆炸物品生产安全基础知识★★★

（一）民用爆破器材的分类

分类	说明	简记
工业炸药	硝化甘油炸药、铵梯炸药、铵油炸药、乳化炸药、水胶炸药	XX炸药
起爆器材	起爆材料：火雷管、电雷管、磁电雷管、导爆管雷管、继爆管及其他雷管属	XX雷管
	传爆材料：导火索、导爆索、导爆管	导XX
专用民爆器材	油气井用起爆器、射孔弹、复合射孔器、修井爆破器材、点火药盒，地震勘探用震源药柱、震源弹，特种爆破用矿岩破碎器材、中继起爆具、平炉出钢口穿孔弹、果林增效爆破具	无规律

（二）民用爆炸物品的火灾爆炸危险因素

粉状乳化炸药生产的火灾爆炸危险因素**主要来自物质危险性**。

- ①**硝酸铵**：储存过程中会**发生自然分解**，放出热量。热量聚集，当度达到爆发点时引起硝酸铵燃烧或爆炸。
- ②**油相材料**：都是易燃危险品，储存时**遇到高温、氧化剂**等，易发生燃烧而引起燃烧事故。
- ③**乳化炸药**：运输遇到险情时，会引起燃烧或爆炸。

第四节 民用爆炸物品安全技术 总结：

一、民用爆炸物品生产安全基础知识★★★

（一）民用爆炸物品的分类

（二）民用爆炸物品的火灾爆炸危险因素

第五节 消防设施与器材

二、消防设器材

(一) 灭火器★★★

灭火剂种类和适用范围

名称	适用范围
水和水系灭火剂	不能用水扑灭的火灾主要包括： ①密度小于水和不溶于水的易燃液体的火灾。 ②遇水产生燃烧物的火灾，如金属钾、钠、碳化钙等，不能用水，而应用砂土灭火。 ③硫酸、盐酸和硝酸引发的火灾。 ④电气火灾未切断电源前不能用水扑救。 ⑤高温状态下化工设备的火灾不能用水扑救，以防高温设备遇冷水后骤冷，引起形变或爆裂。
气体灭火剂	气体灭火剂具有释放后对保护设备无污染、无损害等优点。 二氧化碳：可用于扑灭精密仪器和一般电气火灾。不宜用来扑灭金属钾、镁、钠、铝等及金属过氧化物（如过氧化钾、过氧化钠）、有机过氧化物、氯酸盐、硝酸盐、高锰酸盐、亚硝酸盐、重铬酸盐等氧化剂的火灾。
泡沫灭火剂	包括化学泡沫、空气泡沫（机械泡沫）。 高倍数泡沫灭火剂能在短时间内迅速充满着火空间，特别适用于大空间火灾，并具有灭火速度快的优点，已被各工业发达国家应用到石油化工、冶金、地下工程、大型仓库和贵重仪器库房等场所。
干粉灭火剂	化学流体粉末，起到化学抑制作用：无机粉末捕捉自由基，链式燃烧反应中止。 干粉灭火剂与水、泡沫、二氧化碳等相比，在灭火速率、灭火面积、等效单位灭火成本效果三个方面有一定优越性，目前在手提式灭火器和固定式灭火系统广泛应用。

2. 灭火器种类及其使用范围

灭火器种类及其使用范围

种类	灭火器	A固	B液	C气	E电
液体	清水	√			
	酸碱	√初起			
	泡沫	√初起	√非水溶		
固体	干粉	√	√	√	√
气体	二氧化碳		√		√初起 600V以下

【2015 年真题】灭火器由筒体、器头、喷雾等部件组成，借助驱动压力可将所充装的灭火剂喷出。灭火器结构简单，操作方便，轻便灵活，使用面广，是扑救初期火灾的重要消防器材。下列灭火器中，适用于扑救精密仪器仪表初期火灾的是（ ）。

- A. 二氧化碳灭火器 B. 泡沫灭火器 C. 酸碱灭火器 D. 干粉灭火器

【答案】A

第五节 消防设施与器材 总结：

一、消防设施★

二、消防器材

(一) 灭火器★★★

1. 灭火剂；

2. 灭火器种类及其使用范围

(二) 火灾探测器

4. 可燃气体火灾探测器

- 1.监测密度大于空气的可燃气体（如石油液化气、汽油、丙烷、丁烷等）时，探测器应安装在泄漏可燃气体处的下部，距地面不应超过0.5m。
- 2.监测密度小于空气的可燃气体（如煤气、天然气、一氧化碳、氢气、甲烷、乙烷、乙烯、丙烯、苯等）时，探测器应安装在可能泄漏处的上部或屋内顶棚上。
- 3.应至少每季检查一次可燃气体探测器是否工作正常。可用棉球蘸酒精去靠近探测器检测。
- 4.不适宜安装可燃气体探测器的场所：
①经常有风速0.5m/s以上气流存在；
②经常有热气、水滴、油烟的场所；
③环境温度经常超过40℃的场所；
④有铅离子（Pb+）存在的场所；
⑤有硫化氢气体存在的场所；
⑥有酸、碱等腐蚀性气体存在的场所。

中级注册安全工程师
《安全生产技术基础》高频考点
第五章 危险化学品安全基础知识
第一节 危险化学品安全的基础知识
一、危险化学品概念及类别划分
(二) 化学品危险性类别的划分★

危险化学品分为 3 大类。

按**物理**危险分类：对物；

按**健康**危险分类：对人；

按**环境**危险分类：对水生环境。

【2011 年真题】危险化学品是指具有爆炸、易燃、毒害、腐蚀、放射性等性质，在生产、经营、储存、运输、使用和废弃物处置过程中，容易造成人员伤亡和财产损毁而需要特殊防护的化学品。根据《化学品分类和危险性公示通则》，危险化学品的危险种类分为（ ）危险三大类。

- A. 物理、健康、环境 B. 化学、中毒、污染
C. 物理、中毒、环境 D. 化学、中毒、环境

【答案】A

二、危险化学品的主要危险特性★★
危险化学品的主要危险特性

危险特性	说明
燃烧性	爆炸品、压缩气体和液化气体中的可燃性气体、易燃液体、易燃固体、自燃物品、遇湿易燃物品、有机过氧化物等，在条件具备时均可能发生燃烧
爆炸性	爆炸品、压缩气体和液化气体、易燃液体、易燃固体、自燃物品、遇湿易燃物品、氧化剂和有机过氧化物等危险化学品均可能由于其化学活性或易燃性引发爆炸事故
毒害性	许多危险化学品可通过一种或多种途径进入人体和动物体内，当其在人体累积到一定量时，便会扰乱或破坏肌体的正常生理功能，引起暂时性或持久性的病理改变，甚至危及生命
腐蚀性	强酸、强碱等物质能对人体组织、金属等物品造成损坏，接触人的皮肤、眼睛或肺部、食道等时，会引起表皮组织坏死而造成灼伤。内部器官被灼伤后可引起炎症，甚至会造成死亡
放射性	放射性危险化学品通过放出的射线可阻碍和伤害人体细胞活动机能并导致细胞死亡

(1) 燃烧性 (2) 爆炸性 (3) 毒害性 (4) 腐蚀性 (5) 放射性

【2012 年真题】人体吸入或经皮肤吸收苯、甲苯等苯系物质可引起刺激或灼伤。甲苯的这种特性称为危险化学品的（ ）。

- A. 腐蚀性 B. 燃烧性 C. 毒害性 D. 放射性

【答案】A

四、安全技术说明书和安全标签的内容及要求★

危险化学品安全标签

信号词
危险性说明
防范说明

供应商标识

化学品名称 A组分：40%；B组分：60%

危 险

极易燃液体和蒸气，吸入致死，对水生生物毒性非常大

【预防措施】

- 远离热源、火花、明火、热表面，使用不产生火花的工具作业。
- 保持容器密闭。
- 采取防止静电措施。容器和接收设备接地、连接。
- 使用防爆电器、通风、照明及其他设备。
- 穿戴手套、防护服、防护面罩。
- 操作后彻底清洗身体接触部位。
- 作业场所不得进食、饮水或吸烟。
- 禁止排入环境。

【事故响应】

- 如皮肤（或头发）接触：立即脱掉所有被污染的衣服，用水冲洗皮肤、淋洗。
- 吸入：呕吐。立即就医。
- 如发生漏洒。
- 火灾时，使用干粉、泡沫、二氧化碳灭火。

【安全储存】

- 在阴凉、通风良好处储存。
- 上锁保管。

【废弃处置】

- 本品或其容器须采用焚法处置。

请参阅化学品安全技术说明书

供应商：XXXXXXXXXXXXXXXXX 电话：XXXXXX
地址：XXXXXXXXXXXXXXXXX 邮编：XXXXXX
化学事故应急咨询电话：XXXXXX

象形图

资料参阅提示

应急咨询电话

危险化学品安全标签

内容	说明
化学品标识	用中英文分别标明化学品的化学名称或通用名称。名称要求醒目清晰，位于标签的上方
象形图	采用《化学品分类和标签规范》（GB 30000）规定的象形图
信号词	信号词位于化学品名称的下方；根据化学品的危险程度和类别，用“危险”“警告”两个词分别进行危害程度的警示
危险性说明	简要概述化学品的危险特性。居信号词下方。
防范说明	述化学品在处置、搬运、储存和使用作业中所必须注意的事项和发生意外时简单有效的救护措施等。该部分应包括安全预防措施、意外情况（如、泄漏、人员接触或火灾等）的处理、安全储存措施及废弃处置等内容
供应商标识	供应商名称、地址、邮编电话等
应急咨询电话	填写化学品生产商或生产商委托的24h化学事故应急咨询电话。国外进口化学品安全标签上应至少有一家中国境内的24h化学事故应急咨询电话
资料参阅提示语	提示化学品用户应参阅化学品安全技术说明书
危险信息先后排序	当某种化学品具有两种及两种以上的危险性时，其信息先后顺序应按规定执行

【2013 年真题】下列关于化学品安全技术说明书的说法中，错误的是（ ）。

- A. 化学品安全技术说明书的内容，从制作之日算起，每 5 年更新 1 次
- B. 化学品安全技术说明书为危害控制和预防措施的设计提供技术依据
- C. 化学品安全技术说明书由化学品安全监管部门编印
- D. 化学品安全技术说明书是企业安全教育的主要内容

【答案】C

第二节 危险化学品的燃烧爆炸类型和过程

二、燃烧爆炸过程★★

(参照第四章)

第四节 危险化学品事故的控制和防护措施

一、危险化学品中毒、污染事故预防控制措施★★★

控制措施	措施相关说明
替代	控制、预防化学品危害最理想的方法是不使用有毒有害和易燃、易爆的化学品，但这很难做到，通常的做法是选用无毒或低毒的化学品替代已有的有毒有害化学品。例如，用甲苯替代喷漆和涂漆中用的苯，用脂肪烃替代胶水或黏合剂中的芳烃等。 A 取代 B，将 B 的危害消除
变更工艺	生产中不可避免地要生产、使用有害化学品。这时可通过变更工艺消除或降低化学品危害。如以往用乙炔制乙醛，采用汞做催化剂，现在发展为用乙烯为原料，通过氧化或氧氯化制乙醛，不需用汞做催化剂。通过变更工艺，彻底消除了汞害。 A 取代了 B，将 C 的危害消除
隔离	隔离就是通过封闭、设置屏障等措施，避免作业人员直接暴露于有害环境中。最常用的隔离方法是将生产或使用的 设备完全封闭 起来，使工人在操作中不接触化学品。 隔离操作是另一种常用的隔离方法，简单地说，就是把生产设备与操作室隔离开。最简单的形式就是把生产设备的 管线阀门、电控开关 放在与生产地点完全隔离的 操作室内 。
通风	通风分局部排风和全面通风两种。 点式扩散源 ：用 局部排风 。需风量小，经济有效，并便于净化回收 面式扩散源 ：用 全面通风 。风量大，不能净化回收。全面通风亦称稀释通风。

【2017 年真题】危险化学品中毒、污染事故预防控制措施主要有替代、变更工艺、隔离、通风等。下列危险化学品危害预防控制措施中，正确的是（ ）。

- A. 用苯来替代涂漆中用的甲苯 B. 对于面式扩散源采用局部通风
C. 将经常需操作的阀门移至操作室内 D. 用脂肪烃替代胶水中芳烃

【答案】D

第五节 危险化学品储存、运输与包装安全技术

一、危险化学品储存的基本要求★★★

(2) 危险化学品必须储存在经公安部门批准设置的专门的危险化学品仓库中。

(3) 危险化学品露天堆放，应符合防火、防爆的安全要求，**爆炸物品、一级易燃物品、遇湿燃烧物品、剧毒物品不得露天堆放**。

(4) 储存危险化学品的仓库必须配备有**专业知识的技术人员**，其库房及场所应设**专人管理**，管理人员必须配备可靠的个人安全防护用品。

(5) 同一区域贮存两种及两种以上不同级别的危险化学品时，按最高等级危险化学品的性能标志。

(6) 危险化学品储存方式分为 3 种：隔离储存，隔开储存，分离储存。

(7) 根据危险化学品性能分区、分类、分库储存。各类危险化学品不得与禁忌物料混合储存。

(8) 储存危险化学品的建筑物、区域内严禁吸烟和使用明火。

【2011 年真题】根据《常用化学危险品储存通则》（GB 15603- 1995），危险化学品露天堆放，应符合防火、防爆的安全要求。下列各组危险化学品中，均为禁止露天堆放的是（ ）。

- A. 爆炸物品、易燃固体、剧毒物品 B. 爆炸物品、剧毒物品、氧化剂
C. 爆炸物品、一级易燃物品、遇湿燃烧物品 D. 爆炸物品、一级易燃物品、氧化剂

【答案】C

三、危险化学品运输安全技术与要求★★★

1.危险物品的装卸人员，应按照装运危险物品的性质，佩戴相应的劳动防护用品，装卸时必须轻装轻卸，严禁摔拖、重压和摩擦，不得损毁包装容器，并注意标志，堆放稳妥。
2.危险物品装卸前，应对车（船）搬运工具进行必要的通风和清扫，不得留有残渣，对装有剧毒物品的车（船），卸车（船）后必须洗刷干净。
3.装运爆炸、剧毒、放射性、易燃液体、可燃气体等物品，必须使用符合安全要求的运输工具；禁忌物料不得混运；禁止用电瓶车、翻斗车、铲车、自行车等运输爆炸物品。运输强氧化剂、爆炸品及用铁桶包装的一级易燃液体时，没有采取可靠的安全措施时，不得用铁底板车及汽车挂车；禁止用叉车、铲车、翻斗车搬运易燃、易爆液化气体等危险物品。
4.温度较高地区装运液化气体和易燃液体等危险物品，要有防晒设施；放射性物品应用专用运输搬运车和抬架搬运，装卸机械应按规定负荷降低25%的装卸量；遇水燃烧物品及有毒物品，禁止用小型机帆船、小木船和水泥船承运。
5.运输爆炸、剧毒和放射性物品，应指派专人押运，押运人员不得少于2人。
6.运输危险物品的车辆，必须保持安全车速，保持车距，严禁超车、超速和强行会车。运输危险物品的行车路线，必须事先经当地公安交通管理部门批准，按指定的路线和时间运输，不可在繁华街道行驶和停留。
7.运输易燃、易爆物品的机动车，其排气管应装阻火器，并悬挂“危险品”标志。
8.运输散装固体危险物品，应根据性质，采取防火、防爆、防水、防粉尘飞扬和遮阳等措施。
9.禁止利用内河以及其他封闭水域运输剧毒化学品。
10.运输危险化学品需要添加抑制剂或者稳定剂的，托运人交付托运时应当添加抑制剂或者稳定剂，并告知承运人。

【2013 年真题】装运爆炸、剧毒、放射性、易燃液体、可燃气体等物品，必须使用符合安全要求的运输工具，下列关于危险化学品运输的正确做法是（ ）。

- A. 运输爆炸性物品使用电瓶车，禁止使用翻斗车
B. 运输强氧化剂、爆炸品时，应使用铁底板车及汽车挂车
C. 搬运易燃、易爆液化气体等危险物品时，禁止用叉车、铲车、翻斗车
D. 运输遇水燃烧物品及有毒物品，应使用小型机帆船或水泥船承运

【答案】C

第七节 泄漏控制与销毁处置技术

一、泄漏处理及火灾控制★★★

(一) 泄漏处理

(二) 火灾控制

1. 灭火一般注意事项

2. 几种特殊化学品火灾扑救注意事项

火灾类型	扑救注意事项
气体类	切忌盲目扑灭火焰, 在没有采取堵漏措施的情况下, 必须保持稳定燃烧。否则, 大量可燃气体泄漏出来与空气混合, 遇点火源就会发生爆炸, 造成严重后果。
爆炸物品	切忌用沙土盖压, 以免增强爆炸物品的爆炸威力 爆炸物品堆垛火灾 时, 水流应采用吊射, 避免强力水流直接冲击堆垛, 以免堆垛倒塌引起再次爆炸。
遇湿易燃物	绝对 禁止用水、泡沫、酸碱等湿性灭火剂 扑救。 一般可使用干粉、二氧化碳、卤代烷扑救。 固体遇湿易燃物品(钾、钠、铝、镁)应使用水泥、干砂、干粉、硅藻土等覆盖。对镁粉、铝粉等粉尘, 切忌喷射有压力的灭火剂, 以防止将粉尘吹扬起来, 引起粉尘爆炸。
易燃液体	比水轻又不溶于水的液体 用直流水、雾状水灭火往往无效 , 可用 普通蛋白泡沫或轻泡沫 扑救; 水溶性液体最好用抗溶性泡沫扑救。
毒害腐蚀品	应尽量使用 低压水流或雾状水 , 避免腐蚀品、毒害品 溅出 ; 遇酸类或碱类腐蚀品最好调制相应的 中和剂稀释 中和
易燃固体 自燃物品	一般可用 水和泡沫 扑救, 只要控制住燃烧范围, 逐步扑灭即可。 易升华的易燃固体, 受热放出易燃蒸气, 能与空气形成爆炸性混合物, 尤其是在室内, 易发生爆炸。扑救过程中应不时 向燃烧区域上空及周围喷射雾状水 , 并消除周围一切点火源

【2013 年真题】关于化学品火灾扑救的表述中, 正确的是 ()。

- A. 扑救爆炸物品火灾时, 应立即采用沙土盖压, 以减小爆炸物品的爆炸威力
- B. 扑救遇湿易燃物品火灾时, 应采用泡沫、酸碱灭火剂扑救
- C. 扑救易燃液体火灾时, 往往采用比水轻又不溶于水的液体用直流水、雾状水灭火
- D. 易燃固体、自燃物品火灾一般可用水和泡沫扑救, 只要控制住燃烧范围, 逐步扑灭即可

【答案】D

二、废弃物销毁★★

(一) 固体废弃物的处置

(1) 危险废弃物。**固化 / 稳定化**。

(2) 工业固体废弃物。**直接填埋**; 粒度很小的固体废弃物, **装入编织袋填埋**。

(二) 爆炸性物品的销毁

一般可采用以下 4 种方法：爆炸法、烧毁法、溶解法、化学分解法。

(三) 有机过氧化物废弃物处理

有机过氧化物是一种易燃、易爆品。

处理方法主要有：分解，烧毁，填埋。

第八节 危险化学品的危害及防护

一、毒性危险化学品★

(一) 毒性危险化学品侵入人体的途径

呼吸道	浓度越高，吸收越快
皮肤	水、脂皆溶的物质（如苯胺）易被皮肤吸收
消化道	手沾染，随进食、饮水或吸烟等途径而进入，误食也是进入消化道的途径

(二) 工业毒性危险化学品对人体的危害

3. 窒息分为 3 种：

种类	说明
单纯窒息	在空间有限的工作场所，氧气被氮气、二氧化碳、甲烷、氢气、氨气等气体所代替，空气中氧浓度降到 17%以下
血液窒息	毒性化学物质影响机体传送氧的能力。典型的血液窒息性物质就是一氧化碳。空气中氧化碳含量达到 0.05%时就会导致血液携氧能力严重下降
细胞内窒息	毒性化学物质影响机体和氧结合的能力。如氧化氢、硫化氢等物质影响细胞和氧的结合能力，尽管血液中含氧充足

【2011 年真题】工业生产中，有毒危险化学品进入人体的最重要途径是呼吸道。与呼吸道吸收程度密切相关的是有毒危险化学品（ ）。【答案】B

A. 与空气的相对密度 B. 在空气中的浓度 C. 在空气中的粒度 D. 在空气中的分布形态

四、劳动防护用品选用原则★★★

①毒性气体的体积浓度低，一般不高于 1%

过滤式：……面罩；……口罩

②毒性气体浓度高，毒性不明或缺氧的移动作业

隔离式：……呼吸器；生氧面具

③毒性气体浓度高，毒性不明或缺氧的事故自救

隔离式：自救器

④毒性气体浓度高，毒性不明或缺氧的固定作业

隔离式：……长管

【2014 年真题】工业生产中有毒危险化学品会通过呼吸道等途径进入人体对人造成伤害。进入现场的人员应佩戴防护用具。按作用机理，呼吸道防毒面具可分为（ ）。

- A. 全面罩式和半面罩式 B. 过滤式和隔离式
 C. 供氧式和生氧式 D. 电动式和人工式

【答案】B

呼吸道防毒劳动防护用具的选用原则：

品类			使用范围	
过滤式	全面罩式	头罩式面具		毒性气体的体积浓度低，一般不高于 1%。 具体选择按《呼吸防护-自吸过滤式防毒面具》 (GB 2890-2009) 进行
		面罩式面具	导管式	
			直接式	
	半面罩式	双罐式防毒口罩		
		单罐式防毒口罩		
		简易式防毒口罩		
隔离式	自给式	供养(气)式	氧气呼吸器	毒性气体 浓度高 ， 毒性不明或缺氧的 可移动 性作业
			空气呼吸器	
		生氧式	生氧面具	上述情况短暂时间事故 自救用
			自救器	
	隔离式	送风长管式	电动式	毒性气体浓度高、缺氧的 固定作业
			人工式	
		自吸长管式		同上，导管 限长<10m ，管 内径>18mm