



安全工程师 考点资料（专业科）

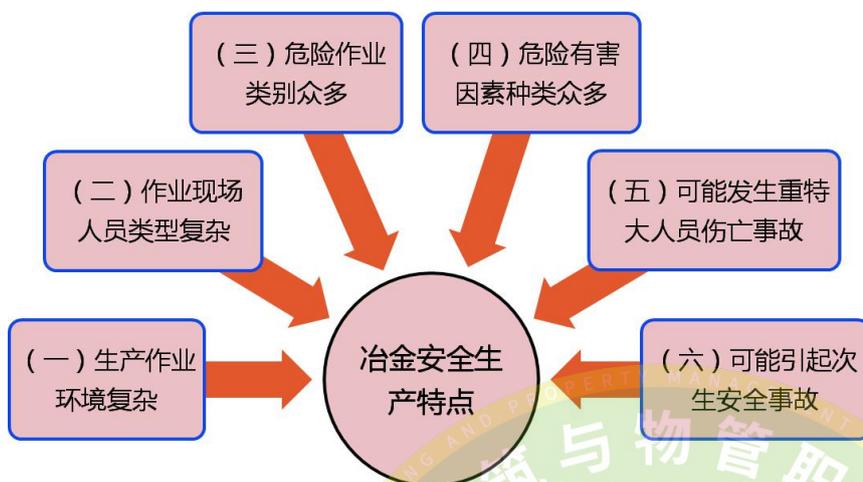
▣ 教研组编著

成都鑫源建筑与物管职业培训中心

安全工程师《金属冶炼安全》考点速记手册

第一章 概述

【考点1】冶金安全生产特点



第二章 烧结和球团安全技术

【考点1】

(一) 一般安全要求

1. 行车及布料小车等在轨道上行走的设备两端应设有缓冲器和清轨器，轨道两端应设置电气限位器和机械安全挡。
2. 厂房内、转运站、带式输送机通廊，均应设有洒水清扫或冲洗地面等设施。排水沟、池应设有盖板，砂泵坑四周应设置安全栏杆。
3. 进入受限空间作业时要保持充足的通风，并采取降温措施；受限空间照明用电电压应小于或等于 24V，在潮湿容器或狭小空间电压应小于或等于 12V；应佩戴便携式氧气检测报警器，内部有煤气的要佩戴便携式一氧化碳检测报警器并提前检测一氧化碳浓度。
4. 人员进入料仓捅料时，应系安全带，在作业平面铺设垫板，并应有专人监护，不应单独作业。应尽可能采取机械疏通。
5. 在有粉尘、潮湿或有腐蚀性气体的环境下工作的仪表，应选用密闭式或防护型的，并安装在仪表柜（箱）内。
6. 配电室、电缆室（电缆垂直通道），应设有烟雾火灾自动报警器、监视装置及灭火装置，火灾报警系统宜与强制通风系统连锁；应采取防火墙、防火门间隔；油库、液压站等区域应设置专门的防火设施。

(二) 动力设施安全控制措施

1. 厂内各种气体管道应架空敷设。易挥发介质的管道及绝缘电缆，不应架设在热力管道之上。
2. 各燃气管道在厂入口处，应设总管切断阀。燃气管道不应与电缆同沟敷设，并进行强度试验及气密性试验。

3. 应有蒸汽或氮气吹扫燃气的设施，各吹扫管道上，应设防止气体串通的装置或采取防止串通的措施。
4. 使用煤气，应根据生产工艺和安全要求，制定**高、低压煤气报警限值标准**。
5. 煤气管道应设有**大于煤气最大压力的水封和闸阀**；蒸汽、氮气闸阀前应设放散阀，防止煤气反窜。
6. 水冷系统应按规定要求经试压合格，方可使用。水冷系统应设**流量和水压监控装置**，使用水压不应低于0.1MPa，出口水温应低于50℃。
7. 最低气温在-5℃以下的场所，对**间断供水**的部件应采取保温措施。

【考点2】

（一）电气安全及照明安全技术措施

1. 产生大量蒸汽、腐蚀性气体、粉尘等的场所，应采用**封闭式**电气设备；有爆炸危险的气体或粉尘的作业场所，应采用防爆型电气设备。
2. 电气设备（特别是手持式电动工具）的金属外壳和电线的金属保护管，应有良好的保护**接零（或接地）**装置。
3. 烧结机厂房、烟囱、竖炉等，应设有避雷装置。
4. 重油、煤粉等的金属罐区，应采取**防静电措施**。
5. 车间工作场所照明的选用，应遵守下列规定：
 - （1）在有腐蚀性气体、蒸汽或特别潮湿的场所，应采用**封闭式**灯具或防水灯具。
 - （2）在易受机械损伤和振动较大的场所，灯具应加**保护网**和采取防振措施。
 - （3）有爆炸危险的气体或粉尘的工作场所，应采用**防爆型**灯具。
6. 需要使用行灯照明的场所，行灯电压一般不应超过**36V**，在潮湿的地点和金属容器内，不应超过**12V**。

（二）起重与运输安全技术措施

1. 起重机械应标明**起重吨位**，应装设**卷扬限制器、行程限制器**和**启动、事故、超载的信号装置**。
2. 吊物不应从人员或重要设备上空通过，运行中的吊物距障碍物应在**0.5m**以上。
3. 拆装吊运备件时，不应在屋面开洞或利用桁架、横梁悬挂起重设施。不应用煤气、蒸汽、水管等管道作起重设备的支架。
4. 铁道运输车辆进入卸料作业区域和厂房时，应有灯光信号及警示标志，车速不应超过**5km/h**。
5. 人员不应乘、钻和跨越带式输送机。

【考点3】

（一）翻车机安全控制措施

1. 翻车机区域严格控制无关车辆、人员进入，**应设置火车进出的声光报警装置**。
2. 翻车前，必须检查确认压车、靠车装置处于**松开状态**，平台上下、矿槽内及运转部位无人和障碍物；确认信号处于正常状态。
3. 翻车机作业时**3m**以内范围及车皮内不得有人；翻车时，二格挡矿墙两侧入口禁止站人。
4. 翻车完毕，必须**切断电源开关**；需进入翻车机检查或处理故障时必须先停电。
5. 进行检尺、取样时，必须先联系配车员，经允许后再上车工作，上下车皮必须确认车皮搁置稳当，站稳

扶好，轮架及摇枕复位时，必须确认手在安全位置；上下车皮手要握紧爬梯，严禁在车帮上行走，防止滑跌。

6. 进行槽口清理作业时要对槽口箅子进行检查确认，**人员站立位置铺设垫板**，防止出现滑倒或踩空的危险。

7. 处理车皮掉道前，必须确认进车口已给红灯，**在车皮未掉道一端轮下放上铁楔**。

【考点4】

（一）堆取料机安全控制措施

1. 堆取料机的行走**轨道两端**必须设有极限开关和安全装置，两车在同一轨道、同一方向运行时相距不应小于**5m**。

2. 在回转机构、仰俯机构及行走机构运行的极限位置应设置**两极终端限位开关**。

3. **开车前，首先松开夹轨器，确认无误后送电**；下班停机或长时间离开堆取料机时切断机上总电源开关，并夹紧夹轨器。

4. 堆取作业时**悬臂抬升到足够距离**后再启动回转。

【考点5】

（一）锤式破碎机安全控制措施

1. 设备开机前要确认机壳完好无破损及人孔门封闭严密。

2. 用风管处理破碎机堵料故障时，要戴好防护眼镜；**严禁人员在破碎机下部出口捅料**。

3. 清理电磁铁杂物时，**必须先停带式输送机，再停磁铁电源**，严禁直接用手拉拽电磁铁吸附的铁器。

【考点6】

（一）带式输送机安全控制措施

1. 带式输送机**卸料小车应设夹轨器**，其轨道两端应有限位开关。

2. 带式输送机支架高度应使输送带最低点距地面：不小于**0.4m**；

3. 通廊两侧人行通道净宽：不应小于**0.8m**，单侧人行通道则不应小于**1.3m**。

4. 过桥：沿输送机走向**每隔50-100m应设一个过桥**，过桥走台平面的净空高度应不小于**1.6m**。

5. 带式输送机的传动装置、机头、机尾和机架等与墙壁的距离：不应小于**1m**。

6. 带式输送机侧面的人行道倾角：大于**6°**时，应有防滑措施；大于**12°**时，应设踏步。

7. 采用长溜槽运料，应**设防堵振料装置**，需人工清扫的溜槽，上部应设平台，以利于操作安全。

8. 带式输送机通廊：

（1）应设置完整、可靠的**通信联系设备**和足够照明，并应设有消防设施。

（2）封闭式带式输送机通廊，应根据物料及扬尘情况设除尘设备，并保证**带式输送机与除尘设备联锁运转**。

9. 带式输送机宜加罩。**未加罩的应在机架两侧的下列地点设置钢制挡板**：

人工挑拣杂物处，除铁器下需要人工拣出铁物处，起落输送带分流器及清扫溜槽处，人工跑盘及人工采样处，其他经常有人操作的地方。

10. 带式输送机应执行以下安全操作规程：

(1) 正常情况下应采用**联动开**、停机操作方式，特殊情况可手动操作，但必须严格执行**下道工序运行后方可启动，上道工序停转后方可停机的制度**。

(2) 开车前：应认真检查带式输送机所属部件是否齐全、完好，转动部分是否有障碍物卡住，电气设备接地是否良好，发现问题，应及时处理。**发出声响信号后方可开车**。

(3) 开车后：要按时检查电动机、减速机、滚筒轴承运转是否正常，输送带是否跑偏、过载，发现异常情况，应迅速采取措施。

(4) **运行中无特殊情况，不允许重负荷停车**。

(5) 输送带运转时，**禁止站在机架上**进行铲料、打水、捅料等作业。

(6) 处理输送带压料、堵料时，清理、更换托辊、辊筒、机架等时，应停机挂检修指示牌，并有专人监护。

(7) 处理输送带打滑、倒转时，严禁用棍棒、扫把、破布等堵塞传送轮，应及时停机处理。

(8) 在进行机械、电气维修时应断开电源，以**确保输送机无法启动**，并挂检修指示牌。

(9) 严禁人员在带式输送机上行走、躺卧或骑坐。在没有跨越梯时，不得跨越带式输送机。

【考点7】

(一) 原料仓库要求

1. 堆料高度应保证抓斗吊车有足够的**安全运行空间**，抓斗处于上限位置时，其下沿距料面的高度不应小于**0.5m**。
2. 应设置挡矿墙和隔墙。
3. 容易触及的移动式卸料漏矿车的裸露电源线或滑线，应设防护网，上下漏矿车处应悬挂警示牌或信号灯。
4. 粉料、湿料矿槽倾角不应小于**65°**，块矿矿槽不应小于**50°**。采用抓斗上料的矿槽，上部应设安全设施。

【考点8】

(一) 烧结机安全控制措施

1. 煤气区域

- (1) 煤气加压站和煤气区域的岗位，**应设置监测煤气、泄漏显示、报警、处理应急和防护装置**。
- (2) 进入煤气区域要携带便携式**一氧化碳检测报警器**，确认一氧化碳含量在安全状态下才允许进入作业。
- (3) 烧结机煤气总管设置**煤气切断阀及眼镜阀**，并应安装在进入烧结机主厂房前的露天区域。
- (4) 定期对煤气排水器工作情况进行检查，发现问题及时处理。
- (5) 点火器操作与检修应遵守下列规定：
 - ①**点火器应设置空气、煤气比例调节装置和煤气低压报警及自动切断装置**；
 - ②**烧嘴的空气支管应采取防爆措施**；
 - ③**点火器检修应先切断煤气，打开放散阀，用蒸汽或氮气吹扫残余煤气**；
 - ④**烧结机点火之前，应进行煤气爆发试验**，点火时附近禁止明火，在烧结机点火器的**烧嘴前面，应安装煤气紧急事故切断阀**；
 - ⑤**清理火嘴时，必须站在火嘴上风向，以防煤气中毒**；
 - ⑥**检查维护点火器必须两人以上配合操作**，确认煤气阀门已关闭，炉内温度降至**60℃以下**时才能进入炉膛，指定一人监护并确保与外部有有效的联系信号。

2. 圆辊区域

- (1) 处理矿槽蓬料、卡料时要**关闭蒸汽阀门**，戴好防护面罩、眼镜等工具，防止烫伤或眼睛伤害。
- (2) 处理矿槽仓壁粘料时，要**先在仓内灌一部分返矿**，在返矿料面与粘料平齐或稍低于粘料后，人员才能进入矿槽内部清理，做到**清理一部分后排出一部分，再清理再排出**，直至清理完毕，每次排料前人员要从矿槽内撤出。

3. 烧结机台车区域

- (1) 台车运行过程中**严禁**踩踏或接触烧结机轨道轨面。
- (2) 尽量**避免在线补充算条**，采用更换台车的方式解决料面窟窿问题。
- (3) 更换台车应采用专用吊具，并有专人指挥，更换栏板，添补炉算条等作业，应停机、停电进行。
- (4) 生产过程中短暂停机更换台车时要**避免**直接接触台车，防止烫伤。
- (5) 检修处理算条或隔热件时要**关闭风箱翻板阀**，并确认翻板关严，解决上下交叉作业的安全隐患。
- (6) 检修过程中转动台车前要**确保**台车运转区域人员撤离。

(二) 烧结安全通用技术措施

1. 烧结平台上不应乱堆乱放杂物和备品备件，应根据建筑物承重范围，**准许存放 5-10 块备用台车**。电梯不应运载易燃易爆物品。
2. 烧结工艺中的燃料加工系统，其除尘设施不应使用电除尘器，应使用**布袋除尘器**。
3. 烧结面积 50m² 以上的烧结机应设置**中间过桥**，烧结机台车旁应设观察平台。
4. 烧结机**双烟道烟囱底部**应设**隔墙**，防止窜烟。

【考点 9】

(一) 抽风机安全控制措施

1. 在风机厂房作业应戴**防噪耳塞**及**便携式一氧化碳检测报警器**。
2. 主抽风机室应设有一氧化碳等有毒气体浓度的**检测报警装置**。
3. 检修进入风机机壳内部必须佩戴**便携式一氧化碳检测报警器和氧气报警器**。
4. 进入风机机壳及进出口风道内作业要先确认机壳**温度**降到允许范围内。
5. 主抽风机室**高压带电体**的周围应设围栏，地面应敷**绝缘垫板**。

【考点 10】

(一) 立式磨煤系统安全控制措施

1. 进入磨煤机检修时，应确定磨煤机**上方是否有粘料**，防止垮塌伤人。
2. 立式磨煤系统燃气炉温度低于 60℃时，检修人员方可进入；检查煤粉喷吹设备时，应使用**铜质**工具。
3. 立式磨煤系统燃气炉点火，操作人员**严禁面对炉门、泄爆口或补风阀**，以免爆燃喷火伤人。
4. 立式磨煤系统燃气炉周边温度高，该区域生产应采取**防火措施**。
5. 立式磨煤机生产的煤粉易燃易爆，生产中应采取有效安全措施：
 - (1) 如果煤粉由于偶然原因外溢或取样带出时，要立即清扫，车间内禁止有煤或煤粉堆积。
 - (2) 立式磨煤机开机前，应检查煤粉仓、袋式收尘器易堵塞部位及输送设备内部有无煤粉及杂物；**开机前**应先启动排风机，将袋式收尘器及管道中可能产生的**易燃易爆气体全部**排出。

(3) 立式磨煤机生产中，磨煤机出口气体温度应保持在合适温度范围内，不能过高，注意煤粉细度及水分，减少过粉磨或过烘干现象，当喂煤量过高或过低时，应严格监视各点工艺操作参数，防止磨煤机出口温度过高等现象发生。

(4) 立式磨煤机停机后，应把磨煤机、袋式收尘器及输送设备的煤粉全部排空；磨煤机停车后，应立即停主排风机，关闭袋式收尘器入口调节阀及风机（主排风机）入口阀门。长时间停机，原煤仓、煤粉仓要排空。

(5) 生产中，当袋式收尘器出口气温迅速上升，判断袋式收尘器内着火，应立即紧急停止立式磨煤系统，停止主排风机，关闭袋式收尘器进、出口调节阀，向袋式收尘器内喷入氮气；磨煤机内着火，立式磨煤系统应紧急停车，严禁打开仓顶各人孔门、观察孔等进行灭火，向仓内喷入氮气或生料粉，直到控制火情，严禁在未采取任何措施情况下轻易将燃烧的煤粉排出仓外。

(6) 煤粉在煤仓中存放时间不允许超过 8h，煤仓内煤粉温度要求小于 90℃，应定期向煤仓内吹入氮气。

(7) 煤粉仓应设温度计、一氧化碳检测器、氧气含量检测器；喷煤系统中所有设备、容器、管道上的防静电接地保护装置应保持良好状态；煤粉燃烧器和煤粉输送管道之间，应设有逆止阀和自动切断阀；煤粉罐及输送煤粉的管道，应有泄爆孔，泄爆孔的朝向应考虑泄爆时不致危及人员和设备。

【考点 11】

（一）链篦机安全控制措施

1. 链篦机单个烧嘴的煤气管道应装有快速切断阀；突然停电、停风，烧嘴的煤气管道与氮气管道应有可靠的程序安全连锁。
2. 链篦机预热段观察孔、人孔应有封堵煤气措施。
3. 链篦机正常运转时传动部位严禁有人靠近，严禁进入围栏内，用于直接捡篦床上的杂物；尽量避免在线更换篦条。
4. 链篦机生产中发生异常正压喷烟气时，禁止在该区域长期停留，防止吸入过量二氧化硫。
5. 检修过程严禁单人进入烟道内部，检修进入烟道内作业执行受限空间安全措施。

【考点 12】

（一）回转窑安全控制措施

1. 回转窑托轮抹油和打楔时，要使用专用工具，严禁手扶托轮。
2. 液压系统发生泄漏，严禁用手触摸或封堵；在检修液压系统时，必须停泵，并需放泄压力至零，才能进行检修，以免发生事故。
3. 进入筒体内部作业要确认周边环境安全状态，采取以下安全控制措施：
 - (1) 清理回转窑结圈，按规定采取安全防护措施，操作人员应从顶部向下清理结圈，避免造成结圈坍塌。
 - (2) 筒体内使用电焊、电动工具等要保证绝缘措施到位。
 - (3) 进入筒体前要戴好防尘面罩及防护眼镜，防止粉尘对身体的伤害。
 - (4) 在筒体内长时间作业时执行受限空间安全措施。
 - (5) 进入窑内作业，应采取防窑倒转的安全措施，并设专人监护。
 - (6) 干燥窑温度低于 60℃ 时，检修人员方可进入，进入前先确认窑衬无坍塌迹象。

4. 回转窑为高温生产区域，该区域作业应采取以下 4 种控制措施：
 - (1) 处理异常情况时，严禁面对蒸汽管、高温水管、有热源的孔、口。
 - (2) 窑头算子堵块严重时，应及时降低窑速，减小环冷机鼓风量，**保持窑头负压**，防止高温气体喷出。
 - (3) 窑头扒块、处理下料口堵料时要有专人组织，并严格执行安全措施。
 - (4) 窑头取样、观察窑况、处理窑头算子上堆块时，应确认窑内负压，佩戴好防护面罩。
5. 回转窑生产中，重油和煤粉的使用应按以下安全要求进行：
 - (1) 油罐周围设防火围墙或铁丝网，并定期检查和维修，油泵室内采用防爆型电气设备。
 - (2) 油管内油速**不应超过 4m/s**，油管应采取伴热和保护措施，吹洗油管路时，应关闭各计示仪表通路及油泵两端的阀门。
 - (3) 窑中温度**低于 800℃**时，**不许单独喷煤**，必须油煤混喷。
 - (4) 窑头需重新点火前，窑内气氛中严禁有悬浮煤粉和油雾，如有必须先用引风机抽走。
 - (5) 油枪点不着时，必须停油检查，防止爆燃。
 - (6) 严禁用汽油、酒精等点火和助燃。
6. 回转窑一旦出现裂缝、红窑，应立即停火。在回转窑全部冷却之前，应**继续保持慢转**，停炉时，应将结圈和窑皮烧掉。

【考点 13】

(一) 球团安全通用技术措施

1. 矿槽倾角：
 - (1) **粉料、湿料矿槽倾角不应小于 65°**；
 - (2) **块矿矿槽倾角不应小于 50°**。
2. 使用煤粉的设备检修时，只能用**低压灯（36V 以下）**。

第三章 焦化安全技术

【考点 1】

(一) 翻车机的安全措施

1. 翻车机自动卸车作业时，铁路线路应**集中联锁控制**。
2. 翻车机系统启动前应进行**手动单体试车**。
3. 翻车时，应确认车厢内、格筛上和卷扬机两侧无人时方可进行，翻车过程中应对翻车监控画面进行及时、有效监控。
4. 翻车机**转到 90° 时，其红色信号灯熄灭前禁止清扫车底**。（5）翻车机正常运行应采用**中央操作台操作**。

【考点 2】

(一) 螺旋卸煤机和链斗卸煤机的安全措施

1. 螺旋卸煤机和链斗卸煤机均应装**夹轨器**。
2. 螺旋卸煤机的螺旋和链斗卸煤机的链斗**起落机构应设提升高度极限开关**。
3. 卸车前应确认车厢内无人时方可卸车，**车门未打开时严禁卸车**。

4. 车厢内的煤卸完后，**螺旋或链斗升起**，发出信号，卸煤工方可进入车厢清扫车底。
5. 卸完煤后螺旋卸煤机的螺旋起落机构，应**提到高度极限开关处**，防止列车带车时的碰撞。

【考点 3】

（一）斗轮堆取料机的安全措施

1. 开车运行时，**先松开夹轨器**，鸣响警示铃，确认机上和周围不存在不安全因素时，才可闭合主电源，依次开动堆取料机各部分。
2. 斗轮堆取料机两车在**同一轨道、同一方向**走行时相距不应小于 5m 。
3. 除专门设置的通道以外，禁止跨越或从堆取料机下通过。
4. 禁止用堆取料机悬臂吊装重物，禁止用堆取料机作牵引动力。
5. 只有当悬臂架抬起并与轨道方向平行时，才允许堆取料机快速行走。
6. **不应利用限位开关停车**。不应用紧急停止开关作为正常停车手段。
7. 使用、维修、更换零部件过程中，凡需顶升的部件在顶升后，必须用**实体垫块支承**，不应用千斤顶作为支承件。
8. 当斗轮被塌方煤料埋没时，俯仰机构和回转机构不得动作，只能**由行走退出料堆**后才可投入正常运转。
9. 当风速大于 20m/s 时，应停止工作并将堆取料机锚定住。（10）下班停机或长期离开堆取料机时，应切断机上总电源开关，并夹紧夹轨器。

【考点 4】

（一）门式或桥式起重机的安全措施

1. 门式或桥式抓斗起重机应设：
 - （1）**卷扬小车作业时大车不能行走的联锁装置**
 - （2）卷扬小车机电室门开**自动断电联锁或检修断电开关**
 - （3）抓斗**上升极限**装置
 - （4）**双车间距**限位装置
 - （5）**夹轨器**
2. 大型门式抓斗起重机应设：
 - （1）**风速计**
 - （2）**扭斜极限**装置
 - （3）**上下通话**装置
3. 抓斗作业时**必须与车厢清理作业人员分开进行**。
4. 处理抓斗故障时**必须在指定位置进行**，不准将抓斗停放在漏斗口上处理，以免滑落造成人身伤害事故。
5. 禁止推土机横跨门式起重机轨道。

（二）粉（破）碎机的安全措施

1. 粉（破）碎机应有**紧急停车装置**，必要时能迅速停车。
2. 粉（破）碎机**空载运转 1~2min** 且运转正常后才可投料生产，给煤要连续均匀。

3. 停止给煤后，粉（破）碎机继续运转，直到把机腔内的煤料处理完毕后方可停车。
4. 运转时，工作人员不应站在转子惯性力作用线内，并禁止进行加油、清理、调整、检修等作业。
5. 禁止打开其两端门和小门，禁止向粉（破）碎机内窥视。
6. 为保护粉（破）碎机，送往粉（破）碎机的煤料必须经过除铁器，以清掉煤料中的铁质杂物。
7. 锤式粉碎机应有打开上盖的起重装置。

（三）储煤仓（配煤槽）和煤塔的安全措施

1. 清理中的煤仓、煤塔不准上煤，并要切断带式输送机电源。
2. 清理工作应安排在白天进行。
3. 明确专人负责煤塔上下与煤车的联系工作，往煤车下煤的仓不准清理，清理的煤仓不准下煤。
4. 清理工作应按先上后下的顺序进行，不得由下而上清理，以防挂煤突然坍塌伤人。
5. 清理时的临时照明应采用 12V 的防爆安全灯，并严禁烟火，以防止粉尘爆炸。

【考点 5】

（一）煤调湿的安全措施

1. 为保证煤调湿系统的安全，应采取氮气保护措施。
2. 调湿机、细粒分离器及细粒回收装置应设泄爆装置。
3. 排灰接口应采用氮气密封。
4. 除尘器的滤料应采用防静电材质，除尘系统应设防静电接地。
5. 以焦炉烟道气为热源的煤调湿厂房内应设一氧化碳、氧含量检测和声光报警装置。
6. 焦炉烟道气调湿机应设气体出口氧含量上限连锁：
 - （1）当氧含量超过 H 值（高值）时，逐渐开启调节阀充氮气；
 - （2）当氧含量超过 HH 值（高高值）时，立即开启切断阀大流量充氮，
 - （3）待氧含量恢复到 H 值以内后延时关闭充氮。
7. 调湿机应设除尘器灰仓料位连锁：
 - （1）当料位达到 H 值（高值）时，自动开启振动器或氮气炮；
 - （2）达到 HH 值（高高值）时，系统自动停机。
8. 调湿机还应设煤料出口温度上限连锁和主机电流上限连锁。
9. 当进入调湿机、除尘器等设备内清料、检修时，必须严格执行受限空间作业管理制度，携带便携式氧气含量检测报警器和一氧化碳检测报警器，并设专人监护。严禁私自打开除尘器仓顶盖板。
10. 焦炉烟道气调湿机在暖机过程中：须维持床内压力微正压（0—50Pa）；
在正常生产过程中：床内压力控制在-100—0Pa。
11. 干燥床排气温度不应低于 65℃，以防凝露。
12. 为防止调湿机着火，结束运行时，必须清床，床上不得存留煤。清床完毕后必须充氮气降温，当干燥床温度低于 40℃时关闭氮气。

【考点 6】

（一）焦炉机械安全措施

1. 推焦车的走行装置应与炉门启闭、推焦、平煤等装置设置连锁。
2. 装煤车的主行装置应与螺旋（圆盘）给料、炉盖启闭、导套升降、集尘干管对接阀启闭及煤塔受煤等装置设置连锁。
3. 拦焦车的走行装置应与炉门启闭、集尘干管对接阀启闭及导焦装置设置连锁。
4. 推焦车、拦焦车和电机车之间应能实现通话联系和信号联系，并应设置可靠的连锁装置。
5. 焦炉车辆上电磁站：
 - (1) 人行道净宽不得小于 **0.8m**
 - (2) 裸露导体布置于人行道上部，且离地面高度小于 **2.2m** 时，其下部应有隔板，隔板离地面应不小于 **1.9m**。
6. 焦炉车辆电源滑触线高度不宜小于 **3.5m**。低于 **3.5m** 时，其下部应设防护网，防护网应接地良好。

(二) 炼焦炉的安全措施

1. 集气管的荒煤气放散管：
 - (1) 设置**自动点火装置**
 - (2) 放散管的高度应高于集气管走台 **5m** 以上，如果为人工操作，其开闭应能在集气管走台上进行。
2. 禁止在打开上升管盖的炭化室 **5m** 以内清扫集气管、上升管。清扫上升管石墨时，应将压缩空气吹入上升管内压火并站在上风侧。
3. 装煤过程中捅煤时，钢钎插入炉口不得超过 **1200mm**。
4. 焦炉推焦、装煤除尘装置应符合以下规定：
 - (1) 应设置阻断烟尘中高温明火颗粒的设施。
 - (2) 净化装置内部不得存在死角，收集的粉尘应及时、**连续**排出。
 - (3) 应采取**自然冷却方式**进行冷却。
 - (4) 装煤除尘烟气连接管道上应设置事故断电紧急切断设施，并应采取降低烟尘黏结性的措施。

(三) 炼焦煤气系统安全措施

1. 焦炉加热用的煤气设施主要布置在焦炉地下室，焦炉地下室应设置**通风换气设备**，其两端应有安全出口。
2. 进入地下室时，**先通风换气**，焦炉地下室应设置：
 - (1) 固定式**一氧化碳检测及报警装置**
 - (2) 煤气管道**末端应设自动放散装置**
 - (3) 煤气管道**末端应设泄爆装置和安全网**，并应引至操作走廊之外
 - (4) 焦炉地下室煤气管道排水器水位保持**满流**
 - (5) 冷凝液排放旋塞不应采用**铜材质**。
3. 焦炉的交换传动装置应按照**先关煤气，再交换气、废气，最后开煤气**的顺序动作，交换机应设有手动装置。
4. 加热煤气管道应设**低压报警系统**，并在低压报警后采取停止加热的措施，防止事故发生。
5. 焦炉地下室、机焦侧烟道走廊炉间台和炉端台底层等区域属于爆炸危险区域，所有电气设备均应采用防爆型。
6. 焦炉生产过程中，出现下列情况之一时，应立即停止焦炉加热：
 - (1) 主管压力**低于 500Pa**，以防压力突然降低出现负压形成爆炸性混合气体而发生爆炸；

- (2) 烟道吸力下降, 无法保证蓄热室、交换开闭器等处吸力不小于 5Pa;
 - (3) 换向设备发生故障或煤气管道损坏, 无法保证安全加热;
 - (4) **煤气鼓风机停止运转时。**
7. 往焦炉内送煤气时, 炉内燃烧系统应具有一定的负压, 必须先给火源后送煤气, 严禁先送煤气后给火源。
 8. 煤气管道停煤气后重新向管道送煤气时, 必须经化验或爆发试验合格后, 才可送入炉内。
 9. 高炉煤气因压力低停止使用后, 在重新使用前, 必须把充压的焦炉煤气放散掉。
 10. 焦炉的煤气设施停煤气检修时:
 - (1) 可靠地切断煤气气源;
 - (2) 根据不同目的采用蒸汽、氮气等吹扫置换, 直至氧含量分析或爆发试验合格;
 - (3) 吹扫时应停止出炉操作, 炉顶放散管周围人员要疏散到安全区域;
 - (4) **不准在烟道走廊和地下室带煤气抽、堵盲板。**

【考点 7】

(一) 干熄焦安全措施

1. 提升机是把炽热的红焦焦罐提升至干熄炉炉顶的起重设备, 其运行可靠性对干熄焦的安全生产至关重要。因此, 提升机应达到以下要求:
 - (1) 提升机应具备自动运行所要求的完善的联锁、控制及安全保护功能。
 - (2) 提升机应采用能自锁的、可自动开闭的**板式吊钩**。
 - (3) 提升焦罐的钢丝绳中**一根或不同侧的两根**钢丝绳断裂时, 应确保吊具不会发生过度倾斜, 焦罐不会跌落。
 - (4) 提升机提升及运行机构的制动器应具备制动间隙自动补偿和自动补偿失效报警功能。提升及走行机构应采用变频调速控制。
 - (5) 在提升机顶部应设风速、风向仪, 当风速大于 **20 m/s** 时, 提升机应停止作业。
 - (6) 横移牵引装置、提升机和装入装置应设置限位和位置检测装置, 横移牵引装置和提升机应设置**速度检测**。
 - (7) 提升机应设过荷载、偏荷载检测器, 钢丝绳切断检测器等安全设施, 并设置防坠落装置。
2. 生产运行过程中应保证干熄焦循环气体系统的严密性, 对出现的泄漏点应及时修复, 投产前或大修后均应进行系统**气密性试验**。
3. 干熄焦气体循环系统的**锅炉出口和二次除尘器上部**应设泄爆装置, 并不得在泄爆孔和循环气体放散口附近停留。应通过循环气体自动分析仪对 **CO、H₂、O₂、CO₂** 含量进行分析记录, 一旦超出标准, 要立即采取措施, 使其达到规定范围之内。(4) 除尘器的布袋等滤材应采用**防静电**材质, 并对设施进行可靠接地。
4. 出现下列情况之一时, 应立即停止干熄炉装焦:
 - (1) 通过调节仍无法控制循环气体中的**可燃气体超标**。
 - (2) 干熄炉内料位达到**上上限**报警值。
 - (3) 排焦**温度**持续超限。
 - (5) 环境**除尘**设备出现故障停止运转。
 - (6) 循环**风机**因故障停机。
 - (7) **锅炉系统**因故障无法正常工作。

第四节 焦炉煤气净化安全技术

【考点 1】

（一）焦炉煤气净化区域通用的安全规则

1. 煤气净化车间应布置在焦炉的机侧或一端，其建（构）筑物最外边缘距焦炉炉体边缘不应小于 **40m**。
2. 建（构）筑物内设备的放散管应引出建（构）筑物；室外设备的放散管应高出本设备 **2m** 以上，而且应高出相邻有人操作的最高设备操作平台 **2m** 以上。
3. 生产、储存和装卸**甲类液体、可燃气体**的设备和管线应设可靠的接地装置。
 - （1）直径小于 20m 的储槽应至少**两处接地**，
 - （2）大于 20m 时应至少**四处接地**。
 - （3）管线应至少**两端接地**。
 - （4）仅用于防静电的接地，其电阻一般不大于 $100\ \Omega$ 。
4. 用泵输送苯等烃类液体，当管道内明显存在水等第二物相时，其流速应限制在 **1m/s** 以内。
5. 甲、乙类液体储槽的注入管应有消除静电的措施，储罐的进料管应从罐体的下部接入，如果从上部接入，应延伸到距罐底 **200mm** 处。
6. 在易燃易爆场所禁止使用易产生火花的工具，**作业人员禁止穿着化纤服装**。
7. 在有毒物质的设备、管道或容器内检修时：
 - （1）应可靠地切断物料进出口，
 - （2）有毒物质浓度应小于允许值，
 - （3）含氧量应在 $19.5\% \sim 23\%$ （体积百分浓度）范围内，
 - （4）监护人不应少于 **2** 人，
 - （5）备好防毒面具和防护用品，并且检修人员应熟悉防毒面具的性能和使用方法，
 - （6）设备内照明电压应小于或等于 **36V**，在潮湿、狭小容器内作业应小于或等于 **12V**。
 - （7）对易燃易爆、易中毒物质的设备动火或进入内部作业时，安全分析取样时间不应早于工作前 **30min**，工作中应每 **2h** 重新分析一次，作业中断 **30min** 以上也应重新分析。

【考点 2】

（一）冷凝鼓风安全措施

1. 为保证鼓风机的安全，每台鼓风机应设置单独控制箱，并应设如下报警、联锁停车装置：
 - （1）鼓风机的开停车与液压泵的联锁。
 - （2）鼓风机液压泵与副**液压泵**自动切换联锁。
 - （3）鼓风机润滑油箱油位、油温、油压报警及油压联锁停车装置。
 - （4）轴瓦温度、电机定子温度超限报警和联锁停车装置。
- （5）鼓风机过负荷、轴位移超限、两台同时运转的鼓风机故障停车报警、联锁停车装置。
- （6）采用液力耦合器调速时，液力耦合器进出口管应设油温、油压、油管阻力等报警和联锁停车装置。
- （7）焦炉**集气管煤气压力**上、下限报警信号。

2. 鼓风机出现以下情况应紧急停机：

- (1) 风机本体有明显的金属撞击声或强烈震动。
- (2) 吸力突然增大，无法调节。
- (3) 轴瓦处冒烟。
- (4) 电机着火，机前煤气管道着火。
- (5) 轴瓦温度以每分钟 1-2℃ 速度增高达 65℃，无法处理。
- (6) 油系统管道破裂，无法处理，辅油泵油压过低，油箱油位快速下降。

3. 鼓风机前煤气系统设备、管道着火时，应立即停机，通蒸汽（或氮气）灭火。

鼓风机后煤气系统设备、管道着火时严禁停机，应立即降低机后压力，通蒸汽（或氮气）灭火。

4. 电捕焦油器采用高压供电方式，电捕焦油器应设连续式自动氧含量分析仪，并与电捕焦油器电源联锁。煤气含氧量超过 1% 时报警，超过 2% 时自动断电。电捕焦油器位于鼓风机后时，应设**泄爆装置**。当电捕焦油器遇到下列情况之一，自动断电装置失灵时，应立即手动断电：

- (1) 煤气含氧量大于 **2.0%**。
- (2) 绝缘箱温度低于 70℃（无氮气保护为 90℃）。
- (3) 煤气系统发生事故时。

【考点 3】

（一）煤气脱苯安全措施

1. 粗苯储槽：

- (1) 密封，
- (2) 装设呼吸阀和阻火器，或采用其他排气控制措施，
- (3) 人孔盖和脚踏孔应有防冲击火花措施，
- (4) 粗苯储罐阻火器、呼吸阀、人孔、放散管等金属附件应保持等电位连接。

2. 管式炉点火前必须确保炉内无爆炸性气体出现下列情况之一，应立即停止煤气供应：

- (1) 煤气主管压力降到 500Pa 以下，或主管压力剧烈波动，危及安全加热。
- (2) 炉内火焰突然熄灭。
- (3) 烟筒吸力下降，不能保证安全加热。

(4) 炉管漏油。管式炉点火时，应双人配合作业，先用蒸汽吹扫，然后遵循“先送富油后点火，先点引火后送煤气”的原则。

3. 管式炉的操作要保证工艺参数符合规程要求。若富油脱水效果不好，水分带入管式炉迅速汽化，发生爆炸，易造成管道爆裂。若富油流量过低或富油泵故障，富油在管式炉内停留时间过长，会使炉管结焦，甚至烧穿，发生泄漏着火事故。管式炉加热煤气管道应设**煤气低压报警快速切断装置**。

第四章 炼铁安全技术

第二节 高炉本体系统安全技术

【考点 1】**(一) 炉基区域煤气中毒事故预防与控制措施**

1. 落实炉壳和冷却装置（炉底水冷管、炉缸冷却壁）套管的点检制度，发现渗漏点可**先点明火烧掉渗漏的煤气**，然后利用休风机会安排对渗漏点进行焊补。
2. 铁口泄漏的煤气应采用**常明火烧掉**，尽可能杜绝炉基煤气渗漏和铁口下窜煤气。
3. 进入炉基作业人员必须按照煤气区域作业的个体防护要求佩戴防护用品和检测仪器，**禁止单独作业**。
4. 应按规定在可进入炉基的通道设立煤气危害的**警示标志**，禁止无关人员进入该区域。
5. 编制《炼铁工序煤气泄漏（中毒、着火、爆炸）事故应急救援预案》。

【考点 2】**(一) 冶炼中液态渣铁水遇水产生的爆炸****1. 冶炼中液态渣铁水遇水产生爆炸的原因**

(1) **风口、直吹管烧穿**，渣铁水大量喷出，覆盖风口平台。如果风口平台未按规范要求做成内高外低的坡面，当出现炉身炉壳发红或开裂进行炉皮打水时，或风口烧坏、直吹管发红打水时，冷却水不能及时排走形成风口平台积水，就会发生爆炸事故。

(2) **当风口损坏向炉内漏水时**，更换风口前闭水量不当，加大了漏水量，导致向炉内大量漏水而发生爆炸。休风换风口前，风口损坏堵塞了循环通道，出水口破损，当休风闭水换风口时，停留在水阀与风口间的积水受炉内高温影响急剧汽化而导致金属软管瞬间爆炸。

(3) **高炉炉缸、炉底烧穿**，大量铁水将流淌到炉基及周边地面，若炉基排水槽或周边地面有积水，就可能发生爆炸。

(二) 冶炼中液态渣铁水遇水产生爆炸的控制措施

1. 加强缺陷风口、直吹管的监视检查，尽快安排**休风更换**，避免或减少风口、直吹管烧穿事故。按照规范要求，将风口平台建成内高外低的坡面平台，并砌筑耐火砖，将炉身炉壳和风口、直吹管的喷淋水引流外排。
2. **提高看水工对风口套破损征兆的判断能力**，强化风口套破损的处置技能，择机适量减水，力求做到不凝铁、不烧穿、不向炉内大量进水。
3. **加强炉缸、炉底冷却系统和自动测温设备设施的检查、维护**，保持其完好状态。出现炉底温度升高，看水工和炉内操作人员必须按炉底、炉缸烧穿事故预防与处理的处置方案进行操作控制，尽量避免炉底、炉缸烧穿事故的发生。高炉炉基排水槽应定期维护清理，使其始终保持畅通无积水；定期对炉基周边环境清扫、维护，保持干燥。

【考点 3】**(一) 煤气中毒控制措施**

1. 查水人员煤气中毒的控制。一是要配备**长管式呼吸器**，解决佩戴后查水作业间距受限问题；二是在查水平台安装轴流式风机，通过**强制性通风**来降低一氧化碳浓度和改善炉身作业环境；三是安全管理人员**现场监护**，发现险情果断组织撤离。
2. 不论是在正常生产还是休风条件下，进入炉顶、炉身作业必须配备**便携式一氧化碳检测报警器**，并备好

空气呼吸器。

3. 有施工前应**有效切断气源**，特别是炉内来源；

4. 按规范完善出铁场**固定式一氧化碳报警装置**，正常生产和休风未处理煤气进行炉顶设备检修作业应有煤气专业人员现场指导，危险出现时应知道撤离线路和方向。

5. 群体煤气中毒事件的预防与应急

(1) 在高炉平台（特别是作业人员集中的平台）设置**固定式一氧化碳检测器**，并应在**中控室集中显示**，同时，在**主要通道口设置当班一氧化碳检测值公告栏**；高炉中控室应备有应急用的**空气呼吸器**；有高炉煤气危险区域作业的**登记和监护管理制度**；高炉应编制有《煤气中毒事故应急预案》，以备在发生事故时启动响应；炼铁厂区应设置医疗卫生站以备应急救援。

(2) 无论休风时炉顶是否吹扫煤气，进入受料斗或料罐作业前**必须关闭眼镜阀和料罐均压煤气、氮气阀门**，并确保有效切断煤气来源。

(3) 加强对炉壳所有设备安装孔点的安装、焊接质量的检查。

(4) 凡进入煤气区域作业，必须将呼吸器带入现场，以备作业中出现煤气浓度升高或作业人员中毒时急用。

(5) 定期对职工进行煤气中毒应急救援知识和现场急救常识的教育培训和演练，以避免现场误判和处置不当而扩大事故。

第三节 供装料系统安全技术

【考点1】

(一) 卸料小车对人体伤害事故的控制与防护措施

1. 定期对通道**撒料停机清扫**，避免滑倒与卸料小车碰撞，被卸料小车挤压伤害。
2. 槽内、槽面和输送带清扫作业必须在**停机**状态下进行，同时作业人员必须办理停电手续，取得带式输送机和卸料小车设备操作牌方可作业。
3. 小车两端安装**声光报警**与**小车走行联锁**，小车轮外侧应设**防护罩**、**两端应设扫轨板**，现场操作箱应有与车体一体化的操作平台。
4. 岗位操作人员停、送电前必须确认操作牌是否在手，启动带式输送机和卸料小车前应用现场广播告知和警铃提示后，再启动运转设备。

(二) 料车上料设备对人体伤害事故的防护与控制措施

1. 料车卷扬机的**卷筒两侧应安装活动护栏**，料车牵引钢丝绳出墙一侧端头应设“严禁通行”的警示标牌，岗位和专检人员检查应与转动设备保持一定距离，以确保人体不受伤害。
2. 料车及槽下粉矿、碎焦的卷扬机，其每条钢丝绳的安全系数应不小于**6**。料车应用**两条钢丝绳**牵引。
3. 主卷扬机应有钢丝绳**松弛保护**和**极限张力**保护装置。料车应有行程极限、超极限双重保护装置和高速区、低速区的限速保护装置。
4. 炉顶着火危及主卷扬钢丝绳时，应使卷扬机带动钢丝绳继续运转，直至炉顶火熄灭为止。
5. 更换料车钢丝绳时，料车应固定在斜桥上，并由专人监护和联系。
6. 卷扬机运转部件，应有防护罩或栏杆，下面应留有清扫撒料的空间。
7. 带高压电机的带式输送机，不应频繁启动。启动后，应等胶带**运行一个循环再排料**，以避免带式输送机

超负荷运行。

8. 带四台高压电机的带式输送机，若其中一台电机脱机，其他电机应严格按顺序启动，同时工作的电机不应少于**两台**。

【考点 3】

（一）无钟式炉顶

1. 一般要求

（1）料罐均压系统的均压介质，应采用（半）净**高炉煤气或氮气**。

（2）炉顶温度应低于 **350℃**，水冷齿轮箱温度应不高于 70℃，阀门箱温度应不高于 90℃。

（3）炉顶氮气压力应控制在合理范围，而且应**大于炉顶压力 0.1MPa**。应定期检查上、下密封圈的性能，并记入技术档案。

（4）齿轮箱停水时，应立即通知有关人员检查处理，并采取措施防止煤气冲开水封，造成大量煤气泄漏，密切监视传动齿轮箱的温度；最大限度地增加**通入齿轮箱的氮量**；尽量控制较低的炉顶温度。

（5）炉顶系统停氮时，应立即联系有关人员处理，并严密监视传动齿轮箱的温度和阀门箱的温度，可**增大齿轮箱冷却水流量**来控制水冷齿轮箱的温度。

2. 无钟式炉顶工艺设备在生产检修中事故的防护与控制措施

（1）并罐的活动小车漏斗出现堵塞时，在不休风的条件下进行疏通作业，必须佩戴**空气呼吸器**。

（2）凡进入料罐（不论并罐还是串罐）作业必须在休风条件下进行，进入料罐前必须关闭**眼镜阀和均压阀**（含氮气充压阀），同时将回压管水封，有效可靠地切断煤气、氮气来源；按照罐内气体置换程序进行置换、检测，合格后，方可进入作业。否则，应佩戴呼吸器作业，并严禁动火。

第四节 富氧鼓风系统安全技术

【考点 1】

（一）富氧率计算

富氧量的表示方式是富氧率，富氧量的单位为 Nm^3/min ，风量的单位为 Nm^3/min 。

$$\text{富氧率} = \frac{\text{富氧量}}{\text{风量} + \text{富氧量}} \times 100\%$$

（二）高炉富氧安全控制措施

1. 在氧气输入冷风管网之前，应设有氧气调压站（最好是露天高架平台），调节装置系统必须有**逆止阀和快速自动切断阀**，氧气调压站或露天高架平台必须有相对应的两个门或楼梯通道，以利事故逃生；富氧系统及富氧量应实现**远程操作控制**。

2. 富氧调压系统应设在通风部位，高炉送氧、停氧应事先通知富氧操作人员。若遇烧穿事故，立即关闭快速切断阀和流量调节阀，**先停氧后减风**；鼓风中氧浓度超过 25%时，如发生热风炉漏风，高炉坐料及风口灌渣、返焦炭，应停止送氧，按照停氧程序进行停氧操作；突然停氧气时，立即关闭**快速切断阀和流量调节阀**。

3. 富氧设备、管道及其附件等须是**不锈钢**材质制成，使用的工具还应**镀铜、脱脂**；检修时应穿戴防静电衣

物。

4. 氧气阀门应隔离，动火前，应用干燥的**氮气或无油的干燥空气置换**，并取样化验合格，经主管部门现场审核同意，方可动火。
5. 正常送氧时，**氧气压力应比冷风压力大 0.1MPa**。
6. 在氧气管道中，**干、湿氧气不应混送**，也不应交替输送。
7. 检修后和长期停用的氧气管道，应经彻底检查、清扫，确认管内干净、无油脂、无锈屑，方可重新启用。

【考点 3】

(一) 热风炉工艺设备的本质安全和操作安全要求

1. 工艺设备的本质安全要求

(1) 煤气支管应有**煤气低压快速切断阀**；当燃烧器风机停止运转或助燃空气切断阀关闭或煤气压力过低时，该切断阀应能**自动切断煤气并发出警报的功能**；煤气管道应有煤气流量检测及调节装置，**管道最高处和燃烧阀与煤气切断阀之间应设煤气放散管**。

(2) 热风炉管道及各种阀门应严密。热风炉与鼓风机站之间、热风炉各部位之间，应有必要的安全连锁。突然停电时，阀门应向安全方向自动切换。**放风阀应设在冷风管道上**，可在高炉中控室或泥炮操作室旁进行操作。为监测放风情况，操作处应设有风压表。

2. 热风炉操作过程的安全要求

(1) 由燃烧转为送风的换炉操作程序

① 停止燃烧：关煤气调节阀→关煤气闸板→停止燃烧器鼓风机→关燃烧闸板→关烟道阀。

② 送风：逐渐打开冷风小门→炉内灌满风后开热风阀→全开冷风阀。

(2) 由送风转为燃烧的换炉操作程序

① 停止送风：关冷风阀→关热风阀→开废气阀放净废风。

② 烧炉：开烟道阀→关废气阀→开燃烧闸板→开煤气闸板→小开煤气调节阀点火燃烧，开动燃烧器鼓风机→调整煤气调节阀使煤气和空气按比例达到合理燃烧。

第五节 荒煤气系统安全技术

【考点 1】

①-高炉②-重力除尘器③-洗涤塔④-文氏管⑤-调压阀组⑥-脱水器

【考点 2】

(一) 荒煤气系统常见煤气中毒事故安全注意事项

1. 除尘器和高炉煤气管道如有泄漏，应及时处理，**必要时应作减风、降压或休风处理**。
2. 除尘器的下部和上部，应至少各有一个直径不小于 0.6m 的人孔，并应设置两个出入口相对的清灰平台，其中一个出入口应能通往高炉中控室或高炉出铁场平台。
3. 除尘器应设带**旋塞**的蒸汽或氮气管头，且不应堵塞或冻结。蒸汽管应与炉台蒸汽包相联接。**用氮气赶完煤气**，应先脱开氮气管或堵盲板后，再采取**强制通风措施**，直到除尘器内的一氧化碳和氧含量符合要求后，

方可进入除尘器内作业。作业期间炉顶放散始终保持**开启**状态，系统煤气应保证有效隔断。

4. 高炉荒煤气除尘器入口的切断装置，应采用远距离操作。
5. 除尘器的卸灰，应采用湿式螺旋清灰机或无尘卸灰。除尘器应及时清灰，清灰应经工长同意。
6. 系统内所有作业活动，应随身携带一氧化碳检测报警器。

第六节 煤粉喷吹系统安全技术

【考点 1】

（一）煤粉自燃及爆炸危险性分析

1. 煤在**堆放**过程中易发生自燃，煤粉在磨煤机、输送管道内**沉积**，极易发生阴燃。煤自燃也可能造成煤粉制备、输送、喷吹过程中煤粉尘爆炸。
2. 如磨煤机**出口处热风的温度过高**，则煤粉中挥发性成分析出，造成煤粉在短时间被引燃而发生爆炸，或磨煤机**出口处因煤结焦而出现堵塞**，温度突然升高，也有发生爆燃的可能；磨煤机的**热风管道内积聚煤粉**，也易发生爆炸事故；煤粉仓结构设计不合理，**煤粉仓内壁不平整光滑**，存在有长期积粉的死角，如运行操作和管理不当，就可能因积煤自燃而产生爆炸等。
3. 在煤粉喷吹系统，磨煤机和高浓度煤粉收集器内，当**含氧量**达到一定浓度时，会和煤粉形成爆炸性混合物，遇激发能源会发生燃烧爆炸事故。
4. 高浓度煤粉收集器贮灰斗等处，如果**煤粉积聚过多**，温度过高，可能会引起煤粉自燃。
5. 如果高浓度煤粉收集器、风管和输煤管道发生**结露**，有可能引起煤粉积聚而发生燃烧。
6. 高浓度煤粉收集器，煤粉通风机和输煤管道等，可能产生**静电**，当静电积聚到一定量时，会放电产生火花，有可能造成煤粉燃烧和爆炸事故。

【考点 2】

（一）煤粉喷吹系统工艺、设备、作业的安全要求和危险控制

1. 工艺、设备装置的安全防护要求
 - （1）煤粉仓应封闭严密，减少开孔，不应使用敞开式煤粉仓，煤粉仓的**进粉装置必须具有锁气功能**。
 - （2）喷吹罐、输煤罐等压力容器应设置**泄压装置**，安全阀导出管朝向应不危害人员及其他设备。
 - （3）煤粉仓、储煤罐、喷吹罐、仓式泵等设备的泄爆孔朝向应不致危害人员及设备。泄爆片后面的压力引管的长度，不应超过**泄爆管直径的 10 倍**，且不宜带有弯头。
 - （4）制粉系统磨制混合煤或烟煤时，应在磨煤机入口设置**氧气和一氧化碳**在线监测和自动报警装置。
 - （5）磨制混合煤或烟煤时，布袋收粉器应满足以下要求：布袋材质应选用**防静电型**；漏风率 $\leq 2\% \sim 3\%$ ；最高使用温度 $\leq 120\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；设置有安全可靠的泄爆装置，泄爆孔的朝向应不致危害人员和设备；**出口处**应设有氧气、温度在线监测报警，并与**事故充氮装置联锁**；在磨煤机入口还应有断煤和堵煤信号。
 - （6）煤粉仓、喷吹罐等下部锥体以及收粉设备灰斗壁、落粉管路等内壁应光滑，下料锥体壁与水平面夹角不应小于 70° 。
 - （7）所有设备、容器、管道均应**设防静电接地**，法兰之间应用导线跨接，并进行防静电设计校核。
 - （8）喷吹混合煤或烟煤时，煤粉仓内应设置**在线氮气流化、温度、压力检测、一氧化碳和氧气检测报警装**

置，并与事故充氮连锁。

(9) 煤粉仓、喷吹罐组、氮气罐及氮气分气包等均应在**室外布置**；煤粉分离器和旋风收尘器等均应设置在露天顶层；喷煤罐组和煤粉仓与磨煤机、上料系统应用防火墙隔开；制粉、喷吹的值班室及供电室均应设置在主厂房外侧，如果与主厂房建在一起，也必须用防火墙隔离。

(10) 喷吹、倒罐、事故充氮及各阀门控制应**分别设置分气包**，从分气包到各设备、管道的管路通道上设置**逆止阀**；在空压机和贮罐之间、气源贮罐至各分气包之间也应设置逆止阀。

(二) 煤粉喷吹系统操作、检修作业的安全及控制措施

1. 为了防止煤的自然，煤在储煤槽内贮存时间一般要求如下：烟煤不超过 2 天，无烟煤不超过 4 天；喷吹罐、输煤罐停止输送煤粉时，无烟煤粉储存时间应不超过 **12h**；烟煤粉储存时间应不超过 **8h**，若罐内有氮气保护且罐内温度不高于 70℃，则可适当延长，但不宜超过 **12h**。

2. 煤粉仓及布袋除尘器出口混合气体氧含量不大于 **12%**（对于烟气自循环系统不大于 14%）。

3. 氧煤喷枪投用时**先用氮气替代氧气**，待喷吹正常后方可改为氧气；在**停止喷吹拔枪前亦须先用氮气替代氧气**。

4. 喷吹工在高炉**全风操作时不允许进行插拔喷枪作业**，否则必须具备可靠的安全设施或装置，同时穿戴特制的防火、防烫伤、防噪声劳动防护用品；**选择在出铁时或出铁后进行**，以便于出现意外时高炉采用应急处理措施，避免事故扩大；插拔喷枪作业，必须利用高炉休风并确认高炉倒流阀打开后方可进行作业，防止炉内煤气外溢、热气流伴随熔融渣铁喷出伤人。

第七节 渣铁处理系统安全技术

【考点 1】

(一) 铁口爆炸事故的预防控制措施

1. 加强铁口维护，每次开铁口前对铁口进行察看，看是否有**水迹和常明煤气火的变化**，只要有水，就必须用煤气火烤干后再出铁。

2. 在高炉新建和大修工程管理中，加强炉墙砖衬砌筑施工质量监控，保证**缝隙达标**，避免生产时发生缝隙渗漏铁水现象。

3. 新建高炉工程，对铁口区域捣料必须严实，烘炉应保证**炉壳排气孔畅通**，砖衬无蒸馏水积聚现象。

4. 加强对铁口的维护，每次拔炮后应在铁口眼中心抠出一个深 50 mm 以上的**深窝**，以防开口时钻头跑偏超出极限造成冷却壁破损向炉缸内漏水。炉前人员应严格控制铁口各阶段规定的标准角度，防止开铁口时超出铁口角度极限而造成铁水烧穿冷却壁和炉底大墙破损，从而避免铁口爆炸至炉缸烧穿等重大事故的发生。

(二) 煤气中毒事故的预防控制措施

1. 将风口、渣口和铁口泄漏煤气**点明火烧掉**，在风口平台和渣口、铁口作业区域安装适量的**轴流式风机**，加速空气流通，稀释空气中煤气浓度。

2. 在出铁场的不同方位装设**固定式一氧化碳检测器**，在摆动溜嘴和铁水罐烘烤点设置**低压、熄火检测报警装置**，实行连续监测报警提示。

3. 在上炉台的主要通道口设置**当班风向和各煤气监测点煤气浓度的公告牌**。

第五章 炼钢安全技术

第二节 备料安全技术

【考点1】

（一）铁水贮运和预处理的要求

1. 混铁炉不应超装，当**铁水面距烧嘴达 0.4m** 时，不应兑入铁水；
2. 混铁炉出铁时，应发出声响讯号；当冷却水漏入混铁炉时，应切断水源，**待水蒸发完毕方可倾炉**。
3. 混铁车出铁至要求的量并倾回**零位**后，铁水罐车方可开往吊罐工位。
4. 混铁炉与倒罐站作业区地坪及受铁坑内，**不应有水**。（4）起重机龙门钩挂重铁水罐时，应有专人检查是否挂牢，指挥人员应在 **5 米以外**，待核实后发出指令，起重机才能起吊。
5. 铁水预处理设施，应布置在**地坪以上**；若因条件限制采用坑式布置，则应采取防水、排水措施，保证坑内干燥。铁水预处理时，铁水罐四周不得有人。
6. 脱硫剂的使用，应遵守下列规定：
 - 采用 CaC_2 与钝化镁作脱硫剂时，其贮粉仓应采用**氮气**保护；泄压时排出的粉尘应回收；该区域应防水、防火，脱硫站氮气供应源应有**湿气分析**和报警装置。
 - CaC_2 仓附近区域，应设**乙炔**检测和报警装置。钝化镁仓应设**氧气**检测和报警装置。
 - 不应采用严重污染环境的 Na_2CO_3 等钠系脱硫粉剂。
7. CaC_2 与镁粉着火时，应采用干碾磨氮化物熔剂、石棉毡、干镁砂粉等灭火，**不应使用水、泡沫灭火器等灭火**。

（二）铁水罐、钢水罐、中间罐、渣罐使用和检查的要求

1. 铁水罐、钢水罐、中间罐的壳体上应有**排气孔**。
2. 罐体耳轴，应位于罐体合成重心以上 0.2-0.4m 的对称中心，其安全系数应不小于 8，并以 1.25 倍负荷进行重负荷试验合格方可使用。
3. 应对罐体和耳轴进行探伤检测，**耳轴每年检测一次，罐体每 2 年检测一次**。凡耳轴出现内裂纹、壳体焊缝开裂、明显变形、**耳轴磨损大于直径的 10%**、机械失灵、衬砖损坏超过规定，均应报修或报废。
4. 铁水罐、钢水罐和中间罐修砌后，应干燥，使用前应**烘烤**至要求温度方可使用。
5. 用于铁水预处理的铁水罐与用于炉外精炼的钢水罐，应经常维护罐口；**罐口严重结壳，应停止使用**。
6. 钢水罐需卧放地坪时，应放在专用的钢包支架上；热修包应设作业防护屏；两罐位之间净空间距，应不小于 2m。
7. 钢水罐滑动水口，每次使用前应进行清理、检查，并调试合格。
8. 吊运装有铁水、钢水、液渣的罐，应与临近设备或建（构）筑物保持大于 **1.5m** 的净空距离。

（三）铁水罐、钢水罐、中间罐烘烤器及其他烧嘴安全设施配置及操作要求

1. 烘烤器应装备完善的介质参数检测仪表与**熄火检测仪**。
2. 采用煤气燃料时，应设置煤气**低压报警**及与煤气低压信号联锁的**快速切断阀**等防回火设施；煤气烘烤作业区域应设**固定式一氧化碳检测报警装置**。
3. 设备维修，应采取可靠隔断，切断煤气，煤气置换合格方可在专人监护的情况下修理设备。
4. 采用氧气助燃时，**氧气不应在燃烧器出口前与燃料混合**，并应在操作控制上确保先点火后供氧（空气助

燃时亦应先点火后供风)。

5. 烘烤器区域应悬挂“禁止烟火”、“当心煤气中毒”等安全标志。

6. 烘烤装置、煤气吹扫装置介质管线在非检修吹扫作业时，两管线之间应可靠阻断。

第三节 转炉炼钢安全技术

【考点 1】

(一) 转炉冶炼过程中的喷溅

1. 吹炼过程中的喷溅

(1) 爆发性喷溅。多发生于**熔池温度降低时加入批料**，或二、三批料加入矿石过多时。由于熔池温度下降，脱碳反应受到抑制，但供氧仍继续进行，熔池中积蓄了大量氧化铁，一旦温度升高就会发生剧烈的碳氧反应，产生爆发性喷溅。或因吊吹时间长，后又突然降枪引起爆发性碳氧反应。因渣量过大，炉渣发泡，炉膛空间过小，CO 气体排出受阻，达到一定程度便会形成大喷。又因新炉炉膛小，炉温低，渣中 FeO 多也易产生大喷。

(2) 金属喷溅。**前期渣未化好，加入二批料过晚，渣子不化或者中期返干**，均使炉渣不能很好地覆盖金属液面，氧气流把炉渣推向炉墙，流股直接冲击金属液使部分金属被冲碎，加上反射气流和 CO 气体的推现作用而造成金属喷溅。或是由于炉渣太黏而又发泡，渣中含有较多的金属液滴，炉渣距炉口较近，当产生激烈的碳氧反应时，可能将金属液滴带出炉口，造成金属喷溅。

(3) 泡沫渣喷溅。在**吹炼前期由于熔池温度低，渣中 FeO 和酸性氧化物 (SiO₂、P₂O₅) 高，炉渣黏度大**，容易形成大量泡沫渣充满整个炉膛。如炉渣严重发泡，渣面接近炉口，此时脱碳速度稍有增加，即可将炉渣推出炉外，造成泡沫渣喷溅。分析表明，熔池内发生爆发性碳氧反应，瞬时产生大量 CO 气体是造成喷溅的根本原因。

2. 兑铁、加废钢时发生的大喷

发生在**留渣作业**，留渣操作中，若兑入铁水，炉内条件发生根本变化，一方面铁水带来大量碳，另一方面铁水温度较低，使炉内残留炉渣及钢水温度骤然下降，促进碳氧反应的剧烈进行，就会发生“爆炸”性大喷。

3. 终点倾炉大喷

后吹时间长或由于操作不当，炉内尚在剧烈反应，使大量钢渣外涌，形成喷溅。补炉料黏结不牢，倾炉时突然塌落，造成钢渣猛烈外涌性喷溅。出钢或兑铁过程中炉衬大面积塌落，也会形成大喷。

4. 钢水回炉大喷

回炉就是把不合格钢水回到炉内重新冶炼。炉内回炉钢水量一般要少于总装入量的 1/2，回炉钢水因钢中氧与铁水中碳发生反应，向炉内兑铁(钢)水时又有搅拌作用，很易造成 C—O 的剧烈反应，造成喷溅事故。

【考点 2】

(一) 转炉冶炼的安全控制措施

1. 设备设施的安全措施

(1) 转炉煤气净化回收系统，应采用**两路独立电源**供电。

(2) 转炉的公称容量为其炉役期的平均出钢量，最大出钢量为公称容量的 1.05~1.1 倍，转炉宜采用分阶段定量法操作。确定铸造起重机能力要求时，应结合考虑炉外精炼的形式。

(3) 转炉氧枪：

- ①升降装置，应配备钢绳张力测定、钢绳断裂防坠、事故驱动等安全装置；
- ②各枪位停靠点，应与**转炉倾动、氧气开闭、冷却水流量和温度**等连锁；当氧气压力小于规定值、冷却水流量低于规定值、出水温度超过规定值、进出水流量差大于规定值时，氧枪应自动升起，停止吹氧。
- ③转炉氧枪供水，应设置电动或气动快速切断阀。

(4) 转炉副枪：

- ①升降装置，应配备钢绳张力测定、钢绳断裂防坠、事故驱动等安全装置；
- ②各枪位停靠点，应与转炉倾动、冷却水流量和温度等连锁；当冷却水流量低于规定值、出水温度超过规定值、进出水流量差大于规定值时，副枪应自动升起，停止测量。
- ③转炉副枪供水，应设置电动或气动快速切断阀。

(5) 氧气阀门站至**氧枪软管接头的氧气管**，应采用**不锈钢管**，并应在软管接头前设置长 1.5m 以上的铜管。氧气软管应采用不锈钢体，氧枪软管接头应有防脱落装置。

(6) 转炉宜采用**铸铁盘管水冷炉口**；若采用钢板焊接水箱形式的水冷炉口，应加强经常性检查，以防止焊缝漏水酿成爆炸事故。

(7) 转炉传动机构应有足够的强度，应能承受正常操作最大合成力矩：

- ①不大于 200t 的转炉，按全正力矩设计，**靠自重回复零位**；
- ②200t 以上的转炉，可采用正负力矩，但必须确保两路供电；
- ③若采用直流电机，可考虑设置备用蓄电池组，以便断电时强制低速复位。

(8) 从转炉工作平台至上层平台之间，应设置转炉围护结构。炉前炉后应设**活动挡火门**，以保护操作人员安全。

(9) 烟道上的氧、副枪孔与加料口，应设可靠的**氮封**。转炉炉子跨炉口以上的各层平台，应设**固定式煤气检测与报警装置**，除就地报警外，煤气检测和报警应在转炉主控室集中显示；上述平台作业应携带便携式煤气报警仪，并采取可靠的安全措施。

(10) 转炉煤气回收系统的设备、风机房、煤气柜以及可能泄漏煤气的其他设备，应位于车间**常年最小频率风向的上风侧**。

转炉煤气回收时，风机房：

- ①属**乙类**生产厂房
- ②**二级危险场所**
- ③设计应采取防火、防爆措施
- ④配备消防设备、报警信号、空气呼吸器、通讯及通风设施；
- ⑤正常通风换气每小时应不少于 7 次，事故通风换气每小时应不少于 20 次。

(11) 转炉煤气回收：

- ①设一氧化碳和氧含量**连续测定**和自动控制系统；
- ②回收煤气的氧含量不应超过 **2%**；

③煤气的回收与放散，应采用**自动切换阀**；

④氧含量检测应与三通阀设置自动联锁，**当氧含量不合格时，三通阀应能自动打到放散状态**；

⑤煤气不能回收向大气排放，烟囱上部应设自动点火装置；故障点火开关应设在烟囱下部。

2. 生产操作的安全措施

(1) 炉前、炉后平台不应堆放障碍物。转炉炉帽、炉壳、溜渣板和炉下挡渣板、基础墙上的粘渣，应经常清理干净。

(2) 废钢配料，应防止带入爆炸物、有毒物或密闭容器、有水有潮物。废钢料高不应超过料槽上口，宽度不应超过料槽两侧。转炉留渣操作时，应采取措施防止喷渣。

(3) 兑铁水用的起重机，吊运重罐铁水之前应验证制动器是否可靠；**不应在兑铁水作业开始之前先挂上倾翻铁水罐的小钩**；兑铁水时炉口不应上倾，以防铁水罐脱钩伤人。兑铁时转炉平台应只允许兑铁工在平台上现场指挥，其余人员全部撤离至转炉平台安全区域，兑铁工要站在安全位置，并有紧急撤离通道。

(4) 新炉、停炉进行维修后开炉及**停吹 8h** 后的转炉，开始生产前均应按新炉开炉的要求进行准备；应认真检验各系统设备与联锁装置、仪表、介质参数是否符合工作要求，出现异常应及时处理。

(5) 炉下钢水罐车及渣车轨道区域（包括漏钢坑），**不应有水和堆积物**。转炉生产期间人员需到炉下区域作业时，应通知转炉控制室停止吹炼，并不得倾动转炉，应打掉炉体、流渣板等处有坠落危险的积渣。无关人员不应在炉下通行或停留。

(6) 转炉吹氧期间发生以下情况，应及时提枪停吹：

①氧枪冷却**水流量、氧压**低于规定值，

②**出水温度**高于规定值，

③氧枪漏水，

④水冷炉口、烟罩和加料溜槽口等水冷件**漏水，停电**。

(7) 吹炼期间发现冷却水漏入炉内，应**立即停吹**，并切断漏水件的水源；转炉应停在原始位置**不动**，待确认漏入的冷却水完全蒸发，方可缓慢动炉。

(8) 倒炉测温取样和出钢时，人员应**避免正对炉口**；采用氧气烧出钢口时，手不应握在胶管接口处。

(9) 火源不应接近氧气阀门站。进入氧气阀门站**不应穿钉鞋**。油污或其他易燃物不应接触氧气阀及管道。

(10) 有窒息性气体的阀站，应设**氧浓度**监测装置，浓度偏低时应有人工或自动联锁**排气扇**开启的保护措施。维修设备时应始终开启门窗与排风设施。

【考点 3】

(一) 钢水包漏钢紧急处理程序

1. 转炉出完钢发现包壁漏钢时，如**挂小钩侧漏钢**，可立即进行倒包操作，将钢水全部倒出后处理此钢包；如**挂小钩对侧漏钢**，可等至包壁不漏钢水后，处理好包壁再进行倒包操作。

2. 钢水倒出，如果钢水温度低可上 LF 炉加热保温。

3. 倘若发现滑板系统漏钢，应立即将钢包车打到钢水接受跨，安排倒包。发现透气砖部位漏钢，也应立即将钢包车打到钢水接受跨，安排倒包。注意备用钢水包一定要充分烘烤，否则翻包时易出现大翻。

第四节 电炉炼钢安全技术

【考点 1】**(一) 电炉冶炼的安全控制措施****1. 设备设施的安全措施**

- (1) 电炉的最大出钢量，应不超过平均出钢量的 110%。
- (2) 容量 30t 及其以上的电炉，均采用**高架式布置**，并采用钢水罐车出钢。
- (3) 电炉倾动机械应设零位锁定，电极升降应有**上限位**锁定；电炉炉盖升降与旋转、电极升降与旋转、炉子倾动等动作的机械之间，应设有可靠的安全连锁；电炉液压站，应在**断电事故情况下仍能完成一次出钢动作**。
- (4) 单台额定容量大于或等于 40MVA 的电炉油浸变压器应设置**自动灭火系统**，且宜采用水喷雾灭火系统。
- (5) 水冷炉壁与炉盖的水冷板应配置**出水温度与进出水流量差**检测、报警装置。出水温度超过规定值、进出水流量差报警时，应**自动断电并升起电极**停止冶炼，操作人员应迅速查明原因，排除故障，然后恢复供电。
- (6) 废钢预热段废气出口，应设置**废气成分连续分析系统**；废气中的氧与一氧化碳**超过规定值**，燃烧室中的**点火烧嘴**便应工作，并供入适量空气，使排出废气继续完全燃烧。
- (7) 废钢传送带，两侧应设置宽度不小于 0.9m 的安全走道。
- (8) 炉壳与电极、炉盖升降装置，应可靠**接地**。
- (9) 炉后出钢操作室（或操作台）应设在安全的位置，其正对出钢口的窗户应有**防喷溅设施**。操作室出入口应设在**远离出钢口**一侧。炉下钢水罐车运行控制应与电炉出钢倾动控制组合在一个**操作台上**，以便协调操作。**电炉出钢倾动应与炉下钢水罐车的停靠位置及电子秤**连锁，出钢水量达到规定值，电炉回倾到适当位置后，钢水罐车方可从出钢工位开出，以保证出钢作业安全。
- (10) 偏心炉底出钢口活动维修平台，只有在电炉出钢完毕回复原始位置，方可开向工作位置。
- (11) 直流电弧炉水冷钢棒式底电极，应有温度检测，应采用喷淋冷却方式，**避免采用有压排水方式**。炉底冷却水管，应悬挂设置，不应采用落地管线，以防漏钢时酿成爆炸事故。
- (12) 应在电炉炉下**不同厚度的耐火材料中设置温度测量元件**，当某特定测量点温度超过规定值时，应立即停止冶炼，修理炉底。
- (13) 上电炉炉顶维护梯口应设安全门，人员上梯时，**安全门开启，电极电流断开**，电炉不会倾动，炉盖不会旋转。

2. 生产操作的安全措施

- (1) 电极通电应建立联系确认制度，**先发信号**，然后送电；**引弧应采用自动控制**，防止短路送电。
- (2) 竖炉第一料篮下部的废钢，单块重量应不大于 **400kg**；待加料的废钢料篮吊往电炉之前，不应挂小钩，废钢料篮下不应有人。
- (3) 电炉吹氧喷碳粉作业，应加强监控。**当泡沫渣升至规定高度时，应停止喷碳粉**。水冷氧枪应设置极限位，以确保氧枪与钢液面的安全距离。
- (4) 氧燃烧嘴开启时应**先供燃料，点火后再供氧**；关闭时应先停止供氧，再停止供燃料。
- (5) 电炉通电冶炼或出钢期间，人员应处于安全位置，不应登上炉顶维护平台，不应在短网下和炉下区域通行。

(6) 正常生产过程中, 应经常清除炉前平台流渣口和出钢区周围构筑物上的粘结物。粘结物厚度应不超过 0.1m, 以防坠落伤人。

【考点 2】

(一) 电炉恶性大沸腾事故紧急处理程序

1. 预防措施

- (1) 严格按工艺规程要求控制炉料中**配碳量**。
- (2) 严格执行废钢分类管理制度, 减少来源不明的高碳废钢混入。
- (3) 严格按工艺规程进行冶炼操作, 使**脱碳与升温同步**。
- (4) 避免**高温 (>1560℃) 时进行脱碳量大于 0.15% 的操作**。一般情况下, 钢水温度大于 1560℃、碳含量在 0.20%-0.80% 时极易发生大沸腾事故。
- (5) 氧气压力低于 **0.8MPa** 时, 严禁电炉冶炼。
- (6) 不得在停止供电、停止喷碳的情况下进行强化吹氧脱碳操作。
- (7) 控制好碳氧枪的插入角度及深度, 避免供氧不均或局部过氧化。

2. 恶性大沸腾事故发生以后的处理方法

- (1) 发现大沸腾的预兆时**立即停氧、碳和电**, 将电极升至最高位、除尘烟道调节阀全部打开, 此时**不得动炉子**。
- (2) 发现火苗发白并且钢渣大量外溢或者喷出时, **立即停止一切冶炼操作**, 将碳氧枪旋至 (或者退回) 停泊位, 电极提升至最高位, **滑动烟道提升至最高位, 除尘风门全部打开**, 不得动炉子。
- (3) 所有人员迅速撤离电炉工作现场, 电炉主控室将防护卷帘门放下。
- (4) 立即通知机修、电修及仪表等设备人员到电炉, 以免延误处理时间。
- (5) 如果事故没有造成大的设备损坏, 可以继续冶炼操作, 应立即确认各种联锁信号是否正常, 然后尽快将炉内钢水除掉, 加完废钢之后再由维护人员进行常规检查处理, 同时通知有关责任人。
- (6) 如果事故造成的破坏比较大, 电炉无法继续冶炼、操作, 应立即将准备好的切头吊起来, 准备加入炉内降温, 并且通知有关负责人员, 确认下一步的处理措施。

第五节 炉外精炼安全技术

【考点 1】

(一) 精炼的安全控制措施

1. 设备设施的安全措施

- (1) 钢液面以上钢包的自由空间, 应能满足不同炉外精炼设施的最大钢水处理量的要求。
- (2) 钢水炉外精炼装置, 应有事故漏钢措施。VD、VOD 等钢包真空精炼装置, 其蒸汽喷射真空泵系统应有抑制钢液溢出钢包的真空度调节措施, 并应设彩色工业电视, 监视真空罐内钢液面升降。
- (3) VOD 与 RH-KTB 等真空吹氧脱碳精炼装置、蒸汽喷射真空泵的水封池应密闭, 并设废气燃烧器和排气管道, **排气管应至少高于屋顶 4 米**, 避免废气排放装置接近新鲜空气吸入口。所在区域应设置煤气检测

与报警装置及“警惕煤气中毒”、“不准停留”等警示牌。

(4) LF 与 RH 电加热的供电设施, 电极与炉盖提升机械应有可靠接地装置; 若 RH 与 RH-KTB 采用石墨电阻棒加热真空罐, 真空罐应有可靠**接地**装置。

(5) RH 装置的钢水罐或真空罐升降液压系统, 应设**手动换向阀**装置。

(6) 真空精炼装置, 用氮气破坏真空时, 应设大气压平衡阀及**恢复大气压信号**。信号应与**真空罐盖开启、RH 吸嘴抽出钢液的动作联锁**, 当真空罐内外存在压差时, 不应开启真空罐盖或抽出 RH 吸嘴; VOD 与 RH-KTB 破坏真空系统, 应有氮气稀释措施。

(7) 蒸汽喷射真空泵的喷射器, 应包裹隔声层, 废气排出口与蒸汽放散口应设消声器。

2. 生产操作的安全措施

(1) 应**控制炼钢炉出钢量**, 防止炉外精炼时发生溢钢事故。

(2) 应做好精炼钢包上口的维护, 防止包口粘结物过多。

(3) 氩气底吹搅拌装置应根据工艺要求调节搅拌强度, 防止溢钢。

(4) 精炼过程中**发生漏水事故, 应立即终止精炼**, 若冷却水漏入钢包, 应立即切断漏水件的水源, 钢包应静止不动, 人员撤离危险区域, 待钢液面上的水蒸发完毕方可动钢水罐。

(5) 精炼期间, 人员不得在**无防护**设施的钢包周围行走和停留。

(6) RH 或 RH-KTB 新的或修补后的插入管, 应经**烘烤干燥**方可使用; VD、VOD、RH 或 RH-KTB 真空罐新砌耐火材料以及喷粉用喷枪, 应予干燥。在 VD、VOD 真空罐内清渣或修理衬砖, 应采取临时通风措施, 以防缺氧。

(7) LF 通电精炼时, 人员不应在短网下通行, 工作平台上的操作人员不应触摸钢水罐盖及以上设备, 也不应触碰导体。**人工测温取样时应断电**。RH, RH-KTB 采用石墨棒电阻加热真空罐期间, 人员不应进入真空罐平台。

(8) RH、RH-KTB 的**插入管**与 CAS-OB、IR-UT 的**浸渍罩**下方, 不应有人员通行与停留; 精炼期间, 人员应处于安全位置。

(9) AOD 的配气站, 应加强检查, 发现泄漏及时处理。人员进入配气站应**预先开启门窗与通风设施**, 确认安全后方可入内, 维修时应始终开启门窗与通风设施。

(10) 潮湿材料不应加入精炼钢水罐; 人工往精炼钢水罐投加合金与粉料时, 应站在投加口的**侧面**, 防止液渣飞溅或火焰外喷伤人。精炼炉周围不应堆放易燃物品。

(11) 喷粉管道发生堵塞时, 应**立即关闭下料阀**, 并在**保持引喷气流的情况下, 逐段敲击管道**, 以消除堵塞; 若需拆检, 应先将系统泄压。

(12) 喂丝线卷放置区, 宜设置安全护栏; 从线卷至喂丝机, 凡线转向运动处, 应设置必要的**安全导向结构**, 确保喂丝工作时人员安全; 向钢水喂丝时, 人员应站在安全位置。

(二) 精炼炉发生钢包漏钢事故应急要求

1. 迅速**提升电极和炉盖**, 并**立即切断高压电源**。

2. 立即将钢包车**开出加热位**, 运行到钢包出站位。

3. 通知电工、钳工、焊工到现场。

4. 若有着火, 用黄沙、灭火器灭火, 视情况动用水冷却。

5. 及时组织起重机开至精炼炉区域。

6. 注重观察和保护液压站、滤波室、高压室。

第六节 浇注安全技术

【考点1】

(一) 连铸设备设施的安全控制措施

1. 钢水罐回转台的支承臂、立柱、地脚螺栓设计,应进行强度计算,计算中应考虑满罐负荷冲击系数(1.5~2)。钢水罐罐盖的工作重量应小于设计重量,防止罐盖旋转机构超负荷运行而导致罐盖坠落。钢水罐回转台旋转时,包括钢水罐的运动设备与固定构筑物的净距,应大于 0.5m。

钢水罐回转台应配置安全制动与停电事故驱动装置。应在操作岗位及临近安全位置配置事故紧急按钮,并定期检验与演练。

2. 连铸浇注区,应设事故钢水罐、溢流槽、中间溢流罐、钢水罐漏钢回转溜槽、中间罐漏钢坑及钢水罐滑板事故关闭系统。为了避免钢水罐滑板油缸管路连接错误,连接管必须明确标明尺寸大小。应保持以上应急设施干燥,不得存放其它物品,以保证流通或容量。

3. 中间罐车应设置事故撤离功能,出现异常情况可以紧急处理,钢水罐滑板自动关闭,旋转至受罐位,中间罐车行走至事故坑上方。

4. 结晶器、二次喷淋冷却装置应配备事故供水系统;一旦正常供水中断,即发出警报,立即停止浇注,事故供水系统启动,事故供水系统运行期间应降低拉速,并在规定时间内保证铸机的安全;应定期检查事故供水系统的可靠性。

5. 高压油泵发生故障或发生停电事故时,液压系统蓄势器应能维持拉矫机压下辊继续夹持钢坯 30min~40min,并停止浇注,以保证人身和设备安全。

6. 采用放射源控制结晶器液面时,放射源的装、卸、运输和存放,应使用专用工具,应建立严格的管理和检测制度;放射源只能在调试或浇注时打开,其他时间均应关闭;放射源启闭应有检查确认制度与标志,打开时人员应避开其辐射方向,其存放箱与存放地点应设置警告标志。

7. 浇注之前,应检查确认设备处于良好待机状态,各介质参数符合要求;应仔细检查结晶器,其内表面应干净并干燥,引锭杆头送入结晶器时,正面不应有人,应仔细填塞引锭头与结晶器壁的缝隙,按规定放置冷却废钢等物料。浇注准备工作完毕,拉矫机或扇形段出口正面不应有人,以防引锭杆滑下伤人。

8. 新结晶器和检修后的结晶器,应进行水压试验,合格的结晶器在安装前应暂时封堵进出水口。使用中的结晶器及其上口有渗水现象,不应浇注。

9. 钢水罐或中间罐滑动水口开启时,滑动水口正面不应有人,以防滑板窜钢伤人。

10. 浇注中发生漏、溢钢事故,应关闭该铸流。

11. 输出尾坯时(注水封顶操作),人员不应面对结晶器。

12. 浇注时应遵守下列规定:

(1) 二次冷却区不应有人;

(2) 出现结晶器冷却水减少报警时,应立即停止浇注;

(3) 浇注完毕,待结晶器内钢液面凝固,方可拉下铸坯;

(4) 钢水罐回转台(旋转台)回转过程中,旋转区域内不应有人。

13 浇注区每一流铸坯应设置**隔离墙和结晶器盖板**。事故状态下进入连铸机冷却室前应停止浇注，由指定人员进行设备复原。进入二冷室应有互保人员陪同。二冷室门只有在事故和设备维修时打开，只有**停浇后**才能进入二冷室。

14. 引锭杆脱坯时，应有专人监护，确认坯已脱离方可离开。

15. 采用煤气、氢气、丙烷等和氧气切割铸坯时，应**安装煤气和氧气的快速切断阀**，要求氢气和丙烷的管路上需要增设**阻火器**，防止回火造成事故，在氢气、氧气和煤气等阀站附近，严禁有明火，并应配备灭火器材。

(二) 连铸区域发生钢包漏钢事故的紧急处理程序

1. 关闭大包滑动水口，立即转包。

2. 根据打眼方向（滑板穿），用电控箱或液压控制箱驱动回转台旋转。

3. 转包同时，通知主电室拉闸断电。

4. 通知平台操作人员从安全方向撤离。通知主控室**停液压泵**。

5. 关闭烘烤器总阀门。

6. 转包后听从调度指令是否吊走，**如不吊走将滑板打开让钢水流入事故包内**；如需挂走，而液压缸无法摘时，直接指挥起重机将钢包、液压缸及液压管随钢包挂走。中间包关闭塞棒，必要时使用闸板。利用蓄能器压力将铸坯拉出二冷（至少拉出结晶器）。转包后，撤离人员迅速集中，听从指挥进行救火，处理废钢，检查设备。

第七节 转炉煤气回收安全技术

【考点 1】

(一) 转炉煤气回收的安全控制措施

1. 设备设施的安全措施

(1) 为保证煤气回收的可靠性和安全性，达到良好的回收目的，工艺设计及实际运行中应考虑必要的联锁控制，如氧枪和烟罩的联锁、回收放散切换的自控与联锁、罩口微差压调节系统与冶炼操作的联锁、鼓风机调速与冶炼操作的联锁、煤气柜高低位的联锁、水封逆止阀与三通阀的联锁等。

(2) 做好系统的密封、旁通、防爆和水封的设计。

(3) 每座转炉的煤气管道与煤气总管之间应设可靠的**隔断装置**。

(4) 转炉煤气**抽气机应一炉一机，放散管应一炉一个**，并应**间断充氮**，不回收时应点燃放散。

(5) 煤气回收净化系统应采用**两路电源供电**。

(6) 活动烟罩的升降和转炉的转动应联锁，并应设有断电时的事故提升装置。

(7) 转炉操作室和抽气机室、加压机房之间应设直通电话和声光信号，加压机房和煤气调度之间设调度电话。

(8) 转炉煤气回收净化区域应设消防通道。

2. 生产操作的安全措施

(1) 采用计算机自动控制煤气回收，确保烟气中 CO 的含量在规定范围内，提高回收煤气的发热值。在风机后**三通阀前**安装 CO、O₂ 分析仪，监测烟气中的 CO、O₂ 含量值，煤气回收条件及数据均输入炉前主控室计算机，由计算机控制全系统的自动回收操作。O₂ 含量是一个重要参数，在实际运行中要控制煤气中的 O₂

含量在爆炸极限范围之外，确保煤气质量和安全回收。

(2) 工艺控制中要保证前烧期与后烧期的时间，在回收制度上采用**中间回收法**。用前、后烧期烧掉成分不合格的前、后期烟气，在前期依靠其烟气冲刷回收系统的管路，防止煤气与空气在系统中直接大量接触；在吹炼后期抬罩使炉气尽可能大量燃烧，避免停止供氧时空气大量吸入并与未燃烧的煤气混合而发生爆炸。

(3) 转炉煤气回收是**不连续过程**，炉前操作主控室的煤气回收岗位、转炉风机房的风机操作工岗位与煤气柜的操作岗位是回收系统中的三个关键环节。。风机房、煤气柜出现任何一点有影响煤气回收的问题，都要把自己岗位的确认开关放到不允许回收煤气状态，正在进行回收煤气过程中，**任一岗位**均可控制三通阀动作使其由回收转为放散，避免意外事故的发生。

(4) 转炉煤气回收运行中的巡检要保证两人同行，在冶炼间隙进行负压水封的排污操作，并站在上风向。定时检查各处的水封状况，保证水封的水位正常。

(5) 从加压风机后到各用户的正压段要确保煤气设施、管网无泄漏，必须安排在**非冶炼时间检修**。

(6) 检修前要做好各项确认工作，风机房部位检修前要把水封**注满水**，确认溢流管有水溢流，保证煤气可靠地切断，吹扫管路，定时对水封进行巡检。进入除尘烟道检修时，应保证**冶炼结束后风机运转 30min 以上**，用便携式一氧化碳检测报警器检查确认 CO 含量符合安全要求后，有关人员方可进入作业，检修过程中要随时用报警器检测。

第八节 起重（运输）安全技术

【考点 1】

(一) 起重（运输）的安全控制措施

1. 设备设施的安全措施

(1) 起重设备应经**静、动负荷试验**合格，方可使用。桥式起重机等负荷试验，采用其额定负荷的 **1.25 倍**。

(2) 铁水罐、钢水罐龙门钩的横梁、耳轴销和吊钩、钢丝绳及其端头固定零件，应定期进行检查，发现问题及时处理；应定期对**吊钩本体作超声波探伤检查**。

(3) 炼钢车间吊运铁水、钢水或液渣，应使用**铸造起重机**，铸造起重机额定能力应符合 GB50439 的规定，电炉车间吊运废钢料篮的加料起重机，应采用**双制动系统**。

(4) 起重作业应由经专门培训、考核合格的专职人员指挥，**同一时刻只应一人指挥**，指挥人员应有起重机司机易于辨认的明显的识别标识。吊运重罐铁水、钢水、液渣，应确认挂钩挂牢，方可通知起重机司机起吊；起吊时，人员应站在安全位置，并尽量远离起吊地点。

(5) 起重机应装有能从地面辨别**额定荷重**的标识，**安装起重量限制器**，不应超负荷作业。

(6) 起重机启动和移动时，应发出**声响与灯光信号**，吊物不应从人员头顶和重要设备上方越过；不应吊物撞击其他物体或设备（脱模操作除外）；吊物上不应有人。

(7) 转炉高层框架内吊**运氧、副枪的起重机不应设司机室操作**，应采用无线遥控和线控操作板操作。

(8) 起重机吊运通道下方不应设操作室、休息室等。

(9) 铸造起重机主起升机构的安全保护：

①主起升机构多为**双电机驱动**，正常工作时两电机同时启动和制动。

②由减速器中的 2 个大齿轮通过 2 个惰轮互相啮合，在工作中，如其中一套卷扬装置高速轴发生故障，另

一套卷扬装置仍可驱动故障侧的卷筒，将悬吊着的钢水包安全地降落至安全位置。

③钢丝绳系统由 4 根钢丝绳组成，每组 2 根钢丝绳缠绕系统中设有平衡臂保证钢丝绳受力均匀。

④每一组驱动电机设置 **2 个工作制动器**，每个制动器的制动力矩是主起升机构总负载 1.1 倍以上。

⑤在星形减速器传动的大型起重机的起升机构中应增设安全制动器。

⑥铸造起重机应设有超载限制器或电子秤。

⑦起升限位开关，采用 2 套起升限位开关。

⑧主起升电动机的安全保护：在电机轴上安装有超速开关，当起升速度超过额定速度的 **1.35 倍**时，超速保护起升电机停止转动。

⑨大车运行应设有**红外线防撞装置**等。

2. 生产操作的安全措施

(1) 重铁水、钢水罐不能挂在空中长时间等待，等待时间超长会造成吊车钢绳、抱闸等失控，铁水、钢水罐坠落泼洒。

(2) 重铁水罐在炼钢平台等待时，罐要落至平台面 0.5m 处。

第六章 金属压力加工安全技术

第二节 备料安全技术

【考点 1】

(一) 物体打击主要预防控制措施

1. 钢卷库区设置钢卷存放**鞍座**，并保持完好；准备三角铁或三角木，防止钢卷滚动。
2. 钢卷运输车存放鞍座必须与车体**固定焊牢**，防止钢卷从车上滚落。
3. 热轧坯料，垛高不能高于 **4.5m**，人与原料间隔不能小于 2m。
4. 冷轧原料钢卷必须堆放在有鞍座的库区内；多层堆垛必须呈梯形，高度不能超过 3 层，垛距 > 0.4m，钢卷凸出端面部分必须小于带宽的 1/4，堆垛与人行道间距 > 2m。

(二) 高处坠落主要预防控制措施

1. 作业人员应每天观察夹钳和 C 型钩的危险断面是否出现裂纹。
2. 每 **2 年**应定期对夹钳和 C 型钩的危险断面进行一次探伤检测。
3. 夹钳、型钩必须设置**安全销或防脱钩**装置。
4. 电磁吊断电后延续保护时间必须达到 **30min**。
5. 指吊人员必须安全站位，严禁站在原料堆垛上或吊车司机视线盲区内指挥。

第三节 工业炉安全技术

【考点 1】

(一) 火灾主要预防控制措施

1. 发现煤气、天然气、燃油泄漏必须立即处置。
2. 加热炉检修严禁违章动火，严禁遗留易燃物。

3. 灭火器检查维护到位，失效灭火器必须及时更换。
4. 贮油罐或重油池，必须安装**排气管**和溢流管。
5. 输送重油的管路，必须设置火灾时能很快切断重油输送的专用阀。

(二) 其他事故主要预防控制措施

1. 设备设施缺陷

- (1) 加热炉必须设置燃气**快速切断阀**和有效隔断装置。
- (2) 加热炉、常化炉必须设置**泄爆阀**，其泄爆口不准正对操作室和通道。
- (3) 连续退火炉必须设置炉压安全控制装置和自动报警装置。
- (4) 加热炉、常化炉、干燥炉应按要求设置泄爆装置。
- (5) 加热炉、均热炉、常化炉等必须配置**高位水源**。
- (6) 加热炉、均热炉、常化炉等所有**密闭性水冷系统**必须按规定试压合格。
- (7) 加热炉水压不得低于 0.1MPa，出口水温不得高于 50℃。
- (8) 加热炉必须按要求设置**放散管**。
- (9) 必须确保连续退火炉快速切断阀，氮用快速切断阀，氢用快速切断阀，**辉光加热器**（安装在连续退火炉的出口密封室上方，燃烧剩余煤气，防止因煤气积聚而产生的炉内爆炸的装置），设置在出口密封室上方的防爆盖，以及停电、停氮、停水安全保护设施安全可靠。

2. 炉子点火

- (1) 长期停炉或检修过的炉子点火前，必须对主煤气管道进行**氮气吹扫**；对其取样分析**氧含量**达标合格后，方能向主管道送煤气；送完煤气后，还要取样做煤气的**爆发试验**，确认合格后才能进行炉子的点火操作。
- (2) 加热炉点火前必须确认主煤气阀开启的 8 个条件：输入的煤气压力正常；煤气配管、增温器、烧嘴、烟道、炉内**经过氮气吹扫，氧含量**达标；现场**点火烧嘴**燃烧正常；气体配管的渗漏试验、气密性试验完成；**炉压处于正压状态**；煤气与氮气管道间不存在“硬连接”；主风机工作正常；计算机程序控制正常。
- (3) 干燥炉辐射管烧嘴点火前，必须**首先启动主风机**向炉内送风，吹扫合格后方可再开煤气主阀。
- (4) 炉子点火时，除看计算机画面及控制程序确认外，操作人员还必须到现场**确认烧嘴完全点燃**后，方可进行送主煤气的操作。

3. 炉内通氢气（氨气）

(1) 炉内通氢气（氨气）前，加热工必须确认以下操作条件全部具备以后，方能打开氢气（氨气）总阀，缓慢打开氧气（氨气）流量调节阀使流量达到工艺要求为止。

- ① 确认气体配管的**渗漏试验、气密性试验**已完成；
- ② 确认炉内已用氮气吹扫干净，炉内**氧含量**≤1.0%；
- ③ 确认所有保护气体管道及增湿器已用**氮气清洗**，且氧含量≤ 1.0%；
- ④ 确认**无氧化炉已点火**；
- ⑤ 确认各炉温度在 760℃以上；
- ⑥ 确认**辉光灯已通电**，红色指示灯已亮；
- ⑦ 确认入口炉门、出口密封辊的开度合适；
- ⑧ 确认炉内压力为正压，炉子头、尾部压力正常；
- ⑨ 确认非常用氮电磁阀正常，前后手动阀已按设定打开（入口手动阀全开，出口手动阀半开），计算机及

计器等仪表装置运行正常。

4. 炉子运行

设置柴油机发电系统，并确保完好。确保事故氮系统检查、维护、检修到位，随时可用。当出现紧急停电，炉内氢气无法排出时，立即向炉内**补充氮气**。

5. 停炉

- (1) 关闭加热炉所有烧嘴，关闭加热炉上燃气自动阀和手动阀，关闭加热炉的“零”阀，各煤气管道系统打开末端放散管进行**放散**。
- (2) 氮气吹扫后，必须及时将氮气与煤气管道间法兰脱开或堵盲板。

第四节 热轧安全技术

【考点1】

(一) 机械伤害主要预防控制措施

1. 高线轧钢工在测量轧机孔型时，必须确认轧机停机后，方能测量，**严禁边测量，边开机**的违章作业。
2. 高线轧钢工在观察轧机孔型时必须站位得当，轧机停机后方能观察。
3. 高线 PF 线必须实行封闭管理，有叉车和人行的地方必须设置**声光报警器**，并检查维护到位。
4. 台上操作工开机前，必须“一看、二问、三点动、四操作”，**未经台下操作工允许，严禁开机**。
5. 轧机轧制时，严禁检查和调整导卫板、夹料机、摆动式升降台和翻钢机。
6. 型钢专用加工作业线上各设备之间，穿孔机、轧管机、定径机、均整机和减径机等主要设备与辅助设备之间，必须设置**安全联锁装置**。
7. 严禁触摸运转棒材轧机入口的导卫辊和其他装置。
8. 圆盘剪、碎边剪溜槽卡钢处理过程中，必须停机，调试时联系呼应必须到位，严禁误操作。

(二) 起重伤害主要预防控制措施

1. 热管件吊运必须使用管件**专用夹钳吊运**，成品吊运必须**整捆吊运**。吊运时起重工必须找好中心，锁好绳扣，**垫好防割胶垫**。
2. 穿孔机、轧管机、定径机和减径机等主要设备的轧辊更换，应优先采用**液压换辊**方式。
3. 轧管作业更换顶头、顶杆和芯棒必须采用**机械化作业**。

(三) 物体打击主要预防控制措施

1. 高速棒线轧机危险区域必须设置**防止红钢冲出的防护网**；保持输送溜槽、导入装置、防护罩内部无结瘤、无卡钢，**发现缺陷必须立即停机处理**。
2. 棒材输出**辊道两侧必须设置安全栏杆**，并保持完好，临时拆除的栏杆，检修后，必须立即恢复。
3. 处理冷床及其他设备冲钢故障时，必须**停机**、挂警示牌。
4. 预精轧机、精轧机、定径机、减径机的机架以及高速线材轧机，必须设置**金属防护罩**。
5. 轧件、喂料装置等修磨时作业人员必须佩戴**护目镜**。
6. 管件修磨时，严禁手动砂轮机压下量过大。
7. 带锯下料前，必须将**管件两端支撑好、固定好**，严禁用手托起管件。
8. 地下卷取机危险区域必须设置安全警示牌、安全防护栏杆和门禁系统，并确保其完好有效。
9. 主轧线必须完全封闭，严禁有人穿越主轧线。

10. 轧机除鳞装置必须设置防止铁鳞飞溅危害的**安全护板和水帘**。

11. 热连轧机与卷取机之间的输送辊道两侧必须设置不低于 0.3m 的**防护挡板**。

(四) 车辆伤害主要预防控制措施

1. 热轧换辊小车与轧线通道平交处两边必须设置“当心换辊小车”的警示标志。

2. 在轧钢跨与磨辊跨之间开安全门，设置**人车分流通道**。

3. 设置**声光报警或语言提示系统**。

(五) 灼烫主要预防控制措施

1. 在初轧机和前后推床的侧面，必须设置防止氧化铁皮飞溅和钢渣爆炸危害的**挡板、索链或金属网**。

2. 热轧机必须设置防止锯屑飞溅的安全设施，在有人员通行的方向必须设置**防护挡板**。

(六) 火灾主要预防控制措施

1. 在能通往电缆隧道、地下液压站、地下润滑站、小车地坑等重点防火部位上方动火，必须查清能通往隧道和地下站所、小车盖板的孔洞，并进行**封堵**。

2. 必须办理动火证，动火时电缆隧道和地下站所、小车盖板的孔洞必须派专人在其下方**监护**、配置灭火器或打开消火栓、落实各项消防措施。

3. 轧机应设**超温、超压、超速报警联锁装置**；油雾发生器应有超温报警联锁装置；**油烟风道应安装防火挡板**；风道的适当位置上应安装灭火探头，并定期检测。

4. 全油轧机及其板式过滤器和油箱室（地下室）应配置**火灾自动报警和灭火系统**；轧辊轴承箱、支撑辐轴箱、轧制液压泵轴承应安装**温度监控联锁装置**，并定期检测。热轧机应配备防液压油泄漏起火的灭火设施或器材。

5. 有色压力加工高速轧机应设**断带保护装置**，防止断带时轧制油着火。

6. 有色压力加工全油轧机的自动灭火系统应与主电源系统、润滑系统、送排风系统设**联锁装置**，自动灭火系统应由有资质的单位进行维护保养，并定期试喷。

(七) 淹溺主要预防控制措施

1. 热轧清理水冲渣沟时，作业人员必须**关闭冲水阀门**，并锁定、挂牌；在机组操作台上挂警示牌；落实联系呼应确认制。

2. 加强对水处理站和酸再生工业梯台、安全栏杆、安全过桥的检查、维护、防腐检修，设置“**当心淹溺**”警示牌。

3. 确保轧机各类油箱、乳化液箱上方的**安全防滑、防坠落措施**到位。

第五节 冷轧安全技术

【考点 1】

(一) 机械伤害主要预防控制措施

1. 开卷机、卷取机扇形块拆装和调试焊机必须派**专人指挥**，联系呼应必须到位。

2. 酸连轧活套车两侧钢丝绳快速移动区域防护栏杆必须**封闭**，开安全门，挂警示牌。

3. 张紧辊两侧必须设置避免手指触摸带钢的**安全防护网**和警示牌，张紧辊压辊必须设置**安全销**。

4. 剪切机入口应设置**安全网**，剪切机活动剪刀的连杆上应设置**安全销孔**，剪切机应设置“当心机械伤害”警示牌。

5. 处理卷取机塔形卷、抽芯卷时，旁边其他设备必须**停机**，并支撑牢固；台上和台下操作人员必须配合密切，严禁误操作。
6. 处理板头、碎边卡钢时，室内外操作工必须确认无误后，方能操作。
7. 切头飞剪取样或处理卡钢时必须**停机**，且将剪切模式设置在**手动位置**，室内外操作工联系呼应必须到位，严禁误操作。
8. 卡钢处理及更换剪刀前，必须及时清理地面油污，设置专用照明，严禁误操作。
9. 作业人员在危险区域观察质量缺陷时必须穿好“三紧”工作服，扣好衣扣，严禁打领带、挂胸牌；设置安全可靠的质量缺陷观察点；处理辊子质量缺陷时必须**停机、两人同行**；在经常产生辊面压印张紧辊处，**增设自动刮刀装置**。
10. 剪切机及圆盘剪换剪刀或维修时，必须切断电源，插好安全销。
11. 碎边卷取机溜槽运行时，必须盖好溜槽盖板；发现碎边溢出，立即**停机**处置。
12. 严禁在辊子的入口擦拭运行中的带钢，严禁触摸运转中的张紧辊、夹送辊、转向辊等旋转体。
13. 步进梁、钢卷小车、轧机传动侧等地坑入口必须设置警示标识和安全门，**安全门必须常闭**。严禁跨越运行中的步进梁和运输链。
14. 打包机安全防护栏和包装接卷机行走报警器必须保持完好。
15. 更换张紧辊压辊、更换双刃剪压辊、检修导板台时必须**插安全销**，并**锁定压缩空气阀门**。
16. 机组穿带作业时室内外操作工联系呼应必须到位，严禁误操作。

（二）高处坠落主要预防控制措施

1. 冷轧机出入口及钢卷小车地坑地面必须设置**花纹地板**，并派人定期清扫拖地；轧机两侧的钢卷输送小车应设置移动托板，或设置防护栏杆和警示标识。
2. 步进梁上料及开卷区域用**安全栏杆全封闭**，开安全门，挂警示牌。
3. 酸连轧机组开卷机、卷取机扇形块检修必须搭设好符合安全要求的安全**跳板**。
4. 立式连退、镀锌机组退火炉换辊检修时，活动栏杆拆除后，指吊人员必须佩戴**安全带**作业；确认换辐吊具及钢丝绳安全可靠；现场必须有**专人监护**，换辊吊装完毕应立即恢复安全栏杆。
5. 开卷小车盖板接头易脱落，修理时作业人员必须佩戴安全带。
6. 连续作业线穿带作业时，作业人员高处作业必须佩戴安全带，做好联系呼应。
7. 步进梁区域必须实施**封闭管理**，设置安全栏杆和警示牌；步进梁深坑应设法铺设伸缩盖板，并保持完好。

（三）物体打击主要预防控制措施

1. 酸洗车间和磨辊车间的抛丸工现场巡检和加丸粒时，必须佩戴防尘口罩和护目镜。
2. 板带冷轧机必须设置防止断带碎片边飞出的**安全网**。
3. 强化轧辊质量验收，**减少轧辊应力集中源**；刚换下和加工后的工作辊辊面必须用石棉布覆盖。
4. 大型轧机必须配置**轧辊机械更换装置**，并指派专人指挥。
5. 冷轧机机架之间必须设置**可升降式安全门或活动安全栏杆**。
6. 活套车钢丝绳必须定期更换，钢丝绳接头接好后必须**铅封**。
7. 活套**两端**必须设置防止钢丝绳断裂伤人的防护装置。
8. 检修轧机导板台必须挂**安全钩**、更换刮油辊必须插好**安全销**。

9. 穿带作业时带头与穿带绳、穿带棒的连接必须牢靠。
10. 收集废边和废切头等必须采用**机械或用机械辅助**。
11. 冷轧管机与冷拔管机必须采取防止钢管断裂和管尾飞甩的措施。

（四）氨气泄漏控制措施

1. 液氨站液氨罐**上方**必须按要求设置氨气报警器及水喷淋自动灭火装置，**下方**四周必须设置防泄漏围堰，卸氨处、球罐入口必须设置消除人体静电导除装置。
2. 液氨站、氢气站、煤气站及操作室内必须配置有毒气体、可燃气体在线和便携式报警器、强制通风设施、防爆型电气设施、火灾报警设施和灭火设施、两个逃生出口、站外风向标、应急照明和应急逃生指示灯。严禁操作室、电气室设置在液氨站爆炸危险区域内。
3. 操作工巡检时，必须两人同行，并持便携式气体报警器。
4. 气体置换后，氨气、煤气与氮气吹扫管道阀门间必须**脱开或堵盲板**。
5. 维护检修人员必须按要求使用**铜质**工具。
6. 进入液氨站的机动车辆应**安装阻火器**。

第六节 精整安全技术

【考点 1】

（一）防止机械伤害的控制措施

1. 严禁触摸精整设备轧辊等入口、出口的所有旋转部件，防止卷入，入口、出口平台可设置**安全门**进行防护隔离。
2. 清除板带上或辊道上的异物时，严禁使用手直接接触，应使用专用工具。
3. 入口开卷、出口卷取区域运行部件多，采用**集中式的安全互锁按钮**集中控制，防止人员在该区域操作维修时意外动作，确保机械安全。
4. 生产运行过程中，严禁跨越辊道或设备。
5. 检查和清除轧辊表面缺陷时，作业人员应在轧辊转动的**反方向**进行作业。
6. 剪切板带头尾料时，不准有人靠近剪刀，严禁将手从剪刀下方穿过。
7. 穿带引料时，应采用辅助专用工具。
8. 进入皮带助卷机和导板台活动范围内作业时，必须插安全销。

（二）防止物体打击的控制措施

1. 设备机组生产时，严禁站在开卷机和卷取机**正前方**进行检查，防止断带伤人。
2. 剪钢带时应站在钢带侧面进行，**禁止站在正面**，防止钢带绷出伤人。
3. 电机检修时，必须切断电机电源，并挂牌，有条件的要采用电气安全锁具锁定，防止异常启动。
4. 维修液压设备时必须释放蓄能器中压力。

第七节 有色金属压力加工安全技术

【考点 1】

（一）熔炼及铸造安全控制措施

1. 防止火灾的控制措施

(1) 防止天然气发生火灾的安全技术措施:

- ①新建或大修后的设备, 要进行**强度及严密性试验**, 合格后方可投产。
- ②在车间或有天然气的场所设置**可燃气体报警器**, 局部抽风。同时, 可配备便携式报警器或对有可能泄漏的部位, 用肥皂泡法和压力试验的方法进行检查并形成相关的检查制度, 防止天然气泄漏。
- ③在煤气支管上设置有**切断阀和自动调节阀**, 两阀之间应设吹扫接口。
- ④在车间内**每台设备上要有一个切断阀**, 在车间外部设一个总阀, 在车间生产设备总燃气管道的一端引出一根排气管道, 应高出屋顶 2m。
- ⑤在有燃气存在的条件下进行维修工作时, 必须采用盲板将有天然气的管路与检修系统**完全隔离**, 检修工具采用**铜质**工具或采取不打火措施。
- ⑥在停送天然气放散时, 放散管周围 **40m 内**不准有明火存在。
- ⑦烧嘴停止燃烧时, 应**先关闭天然气**, 然后再关闭空气。

(2) 防止工业燃油着火的安全技术措施:

- ①开始点燃前要**往炉内吹风和打开烟道闸门**, 以排除炉内的爆炸性气体。
- ②为了避免渗漏的燃油挥发的油气在燃烧室内积聚, 在点燃烧嘴前应先**通入一段时间空气**, 然后供给重油。
- ③为安全起见, 最好采用**电点燃**等先进安全的点火方法。
- ④重油管道上应设发生事故时能迅速关闭燃料的装置。
- ⑤重油储罐应放在车间室外, 保持必要的防火间距。
- ⑥消耗油罐应置于不可燃的与车间隔离的房间, 与大型储槽用管道连接。小于 5m³ 的消耗油罐可以放在车间内, 但与炉子距离不应小于 1.5m。
- ⑦油罐的密封性应良好, 并配置温度计、放油阀、**呼吸阀**和**阻火器**等安全设施。
- ⑧排油管道和构架必须**接地**。

2. 防止铝液爆炸的控制措施

- (1) 真空熔炼炉应设有**泄爆阀**等装置, 真空自耗炉应设有泄爆口并通室外, 电子束炉应设有防辐射设施。
- (2) 铸造机升降平台或托架等, 不应有储水空间。
- (3) 铸造倾翻炉应设置紧急复位操作系统, 以及液位自动检测、控制系统等**联锁**保护装置。
- (4) 用水冷却的熔炼炉、铸造机应设置**应急冷却水源**。
- (5) 铸井应涂刷防爆涂料, 并定期检查防爆层是否完好。
- (6) 铸造浇注生产流程中应设置金属液紧急排放和储存的设施。过滤除气装置放干放流口(流眼处)应备有该装置 **1.5 倍以上**金属液容量的放干箱。
- (7) 熔炼炉周围地面应**向外倾斜**, 并**备有排水系统**, 保证熔炼炉附近无积水, 以防铝熔体遇水爆炸。
- (8) 铸造前, 过滤器出入口连接缝应塞严, **放干流眼堵牢**, 结晶器缝隙应塞严, 防止冷却水进入结晶器内腔。
- (9) 熔炼炉、保温炉放流口(流眼处)应备有塞棒(流眼钎子), 每个眼备用两个, 并定期检查记录。

【考点 2】

(一) 氯气工程技术防护措施:

1. 生产或使用氯气, 应采用先进的生产工艺, 使生产过程机械化、自动化、密闭化, 工人在远离生产设备

的控制室内操作，将有害作业和无害作业分开，消除或减少氯气接触机会。

2. 氯气生产设备可设置在自然通风良好的框架式露天或半露天场所，不能采用自然通风的场所，应采用有效机械通风，但不宜使用循环风。
3. 使用和储存氯气的管道设施、设备、容器、阀门等应具备防腐性能。
4. 液氯生产系统必须设置事故氯吸收装置，具备**独立电源**和**24h能连续运行的能力**，并与电解故障停车、动力电失电联锁控制。液氯系统安装**逆止阀**，可防止突然停电氯气倒逆排放。
5. 工作场所应设置事故通风装置及与事故排风系统相联锁的泄漏报警装置。
6. 工作场所应设置固定式和便携式氯气检测报警仪。在不具备设置固定式氯气检测报警仪的工作场所应配置便携式氯气检测报警仪。氯气的报警设定值为**1mg/m³**。检测报警仪的运行记录、标定记录、维护记录和计量检定资料等应及时存档。
7. 用人单位应当在施工区或厂区明显处设置**风向标**。
8. 在厂区全年**主导风向**的**两侧**设立安全区域用于人员疏散或集结，应急疏散路线和安全集结区域应有明显的标志。
9. 在工作场所的醒目位置应设置职业病危害警示**标识**和中文警示说明。警示说明应当载明产生职业病危害的种类、后果、预防及应急救治措施等内容。

【考点3】

（一）水压机安全控制措施

1. 水压机开动前首先要确认**回水阀门**已经打开，否则不能开动设备。
2. 开水压机时，一定要先开**低压阀门**后开高压阀门，停车时顺序则相反。
3. 换水压机挤压筒、挤压轴和其他主要工具前，**必须把低压罐中的压缩空气放掉**。
4. 挤压过程中严禁操作人员进入挤压筒和挤压机活动横梁间的部位，**严禁将头部伸向前机架或压型嘴处，严禁在挤压机出口处探视**。
5. 当“闷车”或挤压时，操作人员不得俯身往导路口内窥，以免模子压碎或制品崩出伤人，**不准在制品压出后俯视制品**，以免制品突然翘起伤人。
6. 发生“闷车”后，要及时**停车**进行处理，不可蛮干，防止事故发生。
7. 对挤压出的制品应制作**专用工具进行承接和控制**，防止其颤动打伤操作人员。
8. 管材、棒材、型材拉伸机在拉伸制品时，人与前后夹头两侧保持安全距离，不得站在危险区域内。
9. 工作人员的肢体不得放在拉伸机动夹头运行区域内。
10. 在拉伸制品时，不得用手来触动拉伸模和传动的索引链和钢丝绳，移动时不得触动小车轨道，小车返回时要防止被车碰伤。
11. 拉伸机钳口表面禁止涂油，以免物料滑出伤人。
12. 拉伸机钳口与垫板必须正确安放，垫板不得露在钳口外面，以免伤人。

第七章 煤气安全技术

第一节 煤气基础知识

【考点 1】

(一) 煤气爆炸机理

煤气爆炸必须具备三个条件：一是煤气和空气（或氧气）在煤气管道、设备或炉窑里混合，二是煤气浓度达到爆炸极限，三是要有激发能源。

第二节 煤气安全要求**【考点 1】**

(一) 煤气混合站和加压站

煤气混合站和加压站的火灾危险性分类及耐火等级

名称	火灾危险性类别	耐火等级
焦炉煤气加压站主厂房	甲	二级
转炉煤气抽气机室及加压机室	乙	二级
发生炉煤气加压站主厂房	乙	二级
混合煤气加压站主厂房（当混合煤气发热值大于 $12552\text{KJ}/\text{m}^3$ 爆炸下限小于 10%时，煤气混合站按甲类生产厂房设计）	乙	二级
煤气混合站管理室	—	二级
煤气加压站管理室	—	二级

1. 单独设置有爆炸危险的甲、乙类生产厂房，建议采用**敞开式或半敞开式**。其承重结构采用钢筋混凝土或钢框架、排架结构。
2. 厂房的每个防火分区、一个防火分区内的每个楼层，其安全出口的数量应经计算确定，且不应少于**两个**；当符合《建筑设计防火规范》（GB 50016）相关要求时，可设置一个安全出口。
3. 站房应建立在地面上，**禁止在厂房下设地下室或半地下室**。如为单层建筑物，操作层至屋顶的层高应高于**3.5m**；如为两层建筑物，上层高度不应低于 3.5m，下层高度不应低于**3m**。
4. 站房内主机之间以及主机与墙壁之间的净距大于**1.3m**；如用作一般通道时，不小于**1.5m**；用作主要通道时，不小于**2m**，以便于操作及应急。房内应留有放置拆卸机件的地点，不应放置与加压机械无关的设备。
5. 煤气鼓风机室与仪表室应隔开，不应使用同一通风系统。
6. 电气设备应采用**防爆型**。
7. 煤气加压机械应有**两路电源供电**（两路供电有困难的，应采取防止停电的安全措施），如用户允许间断供应煤气，可设一路电源。
8. 加压机房或压缩机房毗邻而建的控制室隔墙应为防火墙，且墙上不应开设门窗和孔洞，防火墙的耐火极限不应低于 3.0 h。

【考点 2】

（一）煤气管道

1. 煤气管道应敷设在非燃烧体的支柱上或栈桥上，不能敷设在燃料、木材和易燃易爆物等堆场和仓库区，不能敷设在**输电线路下和配电室、变电所内**。
2. 各种高温煤气管道，采取隔热材料进行包裹。
3. 新建、改建的高炉脏煤气、半净煤气、净煤气总管一般架设高度：管底至地面净距不低于**8m**（如该管道的隔断装置操作时不外泄煤气，可低至6m），小型高炉脏煤气、半净煤气、净煤气总管可低至6m；新建焦炉冷却及净化区室外煤气管道的管底至地面净距不小于**4.5m**，与净化设备连接的局部管段可低于4.5m。
4. 架空煤气管道与其他管道共架敷设时，要注意：
 - （1）煤气管道与水管、热力管、燃油管、不燃气体管在同一支柱或栈桥上敷设，其上下敷设的垂直净距不小于250mm。
 - （2）氧气管道与煤气管道共架敷设时应布置在一侧，且平行布置时净距不应小于500mm，交叉布置时净距不应小于250mm。氧气管道与煤气管道之间宜用公用工程管道隔开。
 - （3）为便于操作、检修和抽堵盲板，重油管和氧气管不要敷设在同一侧，要与其他管道保持一定距离。
 - （4）与输送腐蚀性介质的管道共架敷设时，**煤气管道架设在上方**，对于容易漏气、漏油、漏腐蚀性液体的部位如法兰、阀门等，应在煤气管道上采取保护措施。
 - （5）其他管道架设在管径大于或等于1200mm的煤气管道上时，管道上面预留600mm的通道。
 - （6）其他管道的固定点一般应与煤气管道重合，以减少推力和简化支架设计，同时其他管道的敷设不应妨碍煤气管道的胀缩。
 - （7）其他管道的托架均应焊在煤气管道的加固圈上，而不应直接焊在煤气管道壁上。加固圈的长度可根据荷载的大小选定，一般为 $(1/6 \sim 1)$ 管道周长，但不小于200mm。

【考点3】

（一）煤气设备与管道的附属装置

1. 隔断装置

- （1）**闸阀**。闸阀结构笨重、严密性差，因此已逐渐被球阀和蝶阀代替。闸阀在安装前，必须重新按出厂技术要求进行气密性试验，合格后才能安装。闸阀单独使用不能作为可靠隔断装置。
- （2）**密封蝶阀**。**单独使用不能作为可靠隔断装置**，只有与水封、插板阀、眼镜阀等组合使用时才是可靠的隔断装置。密封蝶阀是低压煤气管道上常动部位的断流切断装置，主要用于高炉煤气、焦炉煤气、混合煤气等的管道上，但密封蝶阀在检修时不便于拆卸。
- （3）**水封**。**具有隔断功能**，但因其隔断、开启过程存在煤气泄漏危险或在保持隔断的可靠性上存在缺陷，故**不能单独作为可靠隔断装置**。水封只有装在蝶阀、球阀、闸阀等之后并用时才是可靠的隔断装置。水封主要用于净高炉煤气、焦炉煤气、转炉煤气管道上。水封的有效高度为煤气计算压力对应高度至少加500mm，为保持水封的有效性，应定期检查水封高度。
- （4）**扇形阀和眼镜阀**。**扇形阀和眼镜阀不宜单独使用，应设在密封蝶阀或闸阀后面**。扇形阀和眼镜阀均应安装在室外，一般用于管径小于1000mm的支管上。
- （5）**盘形阀**。用在**未净化的脏热煤气管道**上。

(6) 旋塞。焦炉的交换旋塞和调节旋塞进行气密性试验时,应用压力为 20 kPa 的压缩空气进行,经 30 min 后压降不超过 500 Pa 为合格。试验时,旋塞密封面可涂稀油(50 号机油为宜),在全开和全关两种状态下进行试验。

(7) 双板切断阀(平行双闸板切断阀、NK 阀)。分为非注水型和阀腔注水型两种。阀腔注水型且注水压力为煤气计算压力至少加 5000 Pa,并能全闭到位(应考虑长期使用的设备或管道内积存杂质或焦油等,导致闸板等关闭不到位的情况),保证煤气不泄漏到被隔断的一侧的双板切断阀才是可靠的隔断装置。

(8) 插板阀。配置在闸阀、蝶阀等的**后面**,组合使用能可靠地隔断煤气。安设插板阀的管道底部离地面的净间距:金属密封面的插板阀不小于 8m,非金属密封面的插板阀不小于 6m,在煤气不易扩散地区须适当加高;封闭式插板阀的安设高度可适当降低。

(9) **盲板**。配置在闸阀、密封蝶阀等的**后面组合使用**,能可靠地隔断煤气,主要适用于煤气设施检修或扩建延伸的部位。

2. 补偿器

(1) 管道因输送煤气高于常温以及季节等因素,本身发生热胀冷缩,其长度发生变化,当温度变化较大或管道较长时,由管道变形产生的应力有可能超过管道本身极限应力而使管道破裂,或使与管道连接的设备、支架遭到破坏,因此需安装补偿器或借助于管道弯曲部分的变化进行补偿。

3. 排水器

(1) 排水器在煤气管网中的作用是排出冷凝水、其他积水和污物,以保证管道内不积水。

(2) 排水器的安全要求主要有两个:一是**水封的高度**,水封式排水器水封的有效高度应取煤气计算压力加 500 mmH₂O 与煤气计算压力 1.2 倍的较大值,并不得小于 3m,高压高炉从剩余煤气放散管或减压阀组算起 300 m 以内的厂区净煤气总管排水器水封的有效高度,应不小于 40 kPa;二是给水与排水都要与供水管道和排水沟**可靠隔断**,主要是防止停水时煤气窜入水管,而排水口与下排水管断开是防止排水器冒煤气时煤气进入地沟。

(3) 排水器冒煤气的主要原因:由于误操作,**风机升压过高**造成排水器跑冒煤气;**低压煤气管网**窜入了大量的高压煤气,会在排水器跑冒煤气;排水器水封、桶体、隔板等处腐蚀穿孔使排水器**水封有效高度不够**,导致跑冒煤气;自动排水器**失灵**、设备冻坏,排水器保温气量过大而又无法充水,也会有煤气从排水器冒出。

4. 放散管

(1) 放散管口必须高出煤气管道、设备和走台 **4m**,离地面不小于 **10 m**。厂房内或距厂房 20 m 以内的煤气管道和设备上的放散管,管口应高出房顶 4m。厂房很高,放散管又不经常使用,其管口高度可适当减低,但应高出煤气管道、设备和走台 4m。禁止在厂房内或向厂房放散煤气。

【考点 4】

(一) 煤气管道的试验

1. 煤气管道的强度试验

(1) **强度试验**的试验压力:架空管道应为计算压力的 **1.15 倍**,埋地管道应为计算压力的 **1.5 倍**。

(2) 强度试验压力应**逐级缓升**,首先升至试验压力的 **50%**,检查有无泄漏和异常现象,然后将试验压力以 **10%为间隔逐级升压**,每级稳压 **5min**,直至达到所要求的试验压力为止。强度试验时,稳压时间应不少于

1h, 以无泄漏, 目测无变形为合格。

2. 煤气管道的气密性试验

(1) **新建或大修后**的煤气设备必须进行气密性试验。

【考点 5】

(一) 煤气柜

1. 煤气柜周围应设有围墙、安全警示牌、消防车道和消防设施, 柜顶应设防雷装置。当总容积不超过 200000m³ 时, 柜体外壁与围墙的间距应大于 **15.0m**; 当总容积大于 200000m³ 时, 柜体外壁与围墙的间距应大于 **18.0m**。

2. 干式煤气柜的外部电梯和内部吊笼必须采用**防爆型**。

3. 干式煤气柜应设**现场控制室**, 干式煤气柜的控制、监视和报警等信号应送至 24h 有人值守处。

4. 干式煤气柜运行与维护岗位应按储存气体性质配置便携式**一氧化碳检测报警器**, 并配备**防爆型无线对讲机和防爆手电筒**等设施。

5. 干式煤气柜活塞上部应设置固定式一氧化碳检测器, 其监测信号应送到干式煤气柜的控制室并设置声光报警的显示和记录, 还应符合下列规定:

(1) 对储存无毒燃气的干式煤气柜, 在达到爆炸下限的 **20%** 时应有报警信号;

(2) 对储存有毒燃气的干式煤气柜, 在有毒燃气泄漏到活塞上方达到国家现行有关工作场所所有害因素职业接触限制所规定的浓度限值时, 应有报警信号。

(3) 干式煤气柜区内严禁烟火。干式煤气柜柜体侧板外侧 **6m** 范围内不应有障碍物、腐蚀性物质和易燃物。

(4) 运行中的干式煤气柜柜体侧板外侧 **40m** 范围内的动火作业应执行动火审批制度。

(5) 活塞下部严禁出现**负压**。

(6) 干式煤气柜活塞与柜顶间的空间和煤气进出口管地下室应为防爆 1 区, 干式煤气柜外部电梯机房和井道内的电气装置应按防爆 2 区配置。

第三节 煤气设施

【考点 1】

(一) 煤气设施使用

1. 检查烧嘴阀门能否开关灵活, 关时能否关闭严密, 开关标志是否正确, 以防止开关标志颠倒而引发事故。

2. 炉窑机组点火前, 炉膛、烟道**保持一定负压**, 并确认炉膛、烟道内无爆炸性气体, 再在**烧嘴前放置引火炬**, 然后**缓缓通入煤气**, 严禁先给煤气后点火。

送煤气前已烘炉的炉子, 其炉膛温度超过 800℃ 时, 可不点火而直接送煤气。

3. 强制送风的炉子, 点火时应**先开鼓风机但不送风**, 待点火送煤气燃着后, 再逐步增大供风量和煤气量**停煤气时, 应先关闭所有的烧嘴, 然后停鼓风机**。

4. 停炉止火后, 将加热炉煤气总管来源方向的煤气隔断后, 打开加热炉**末端放散管**, 通入氮气或蒸气对煤气管道进行**置换**。置换合格后, 可实施动火作业。

5. 用煤气时要经常注意煤气是否完全燃烧, 发现异常应予调整或对自动控制系统进行维修。

6. 应经常检查煤气设施有无煤气泄漏, 供应压力等参数是否正常, 系统有无阻塞、有无积水等。发现问题及时处理, 或联系煤气供应单位、调度指挥单位给予解决。

（二）煤气设施的维护和检修

1. 煤气设施操作，除特殊情况外均应保持**正压**状态，在设备停止生产，保压又有困难时，必须可靠地切断煤气来源，并将设备内残余煤气吹扫干净。
2. 煤气设施停煤气检修时，必须可靠地切断煤气来源并将内部煤气吹净。为防止硫化物自燃，长期检修的设备，检修前应对设备采取降温、保温的措施后，再打开上下人孔和放散管等，保持设施内部的自然通风；备用的煤气设施应间歇性地通入惰性气体，防止自燃。
3. 进入煤气设备内工作时，应事先取空气样作检测分析。一氧化碳含量不超过 $30\text{mg}/\text{m}^3$ 时，可较长时间工作；一氧化碳含量不超过 $50\text{mg}/\text{m}^3$ 时，连续工作时间不应超过 1h；一氧化碳含量不超过 $100\text{mg}/\text{m}^3$ 时，连续工作时间不得超过 30min；一氧化碳含量不超过 $200\text{mg}/\text{m}^3$ 时，连续工作时间不应超过 15~20min。工作人员前后两次进入设备内工作的时间间隔至少 **2h** 以上；进入煤气设备内部工作时，安全分析取样时间不应早于动火或进塔前 **0.5h**，检修动火工作中每 2h 必须重新分析，工作中断后恢复工作前 0.5h 也要重新分析；当煤气比重大于空气比重时，在**中、下部**各取一气样；当煤气比重小于空气比重时，在**中、上部**各取一气样。
4. 带煤气作业或在煤气设备上动火，要制定作业方案和安全措施，并要取得煤气防护站或安全主管部门的书面批准。作业时应有煤气防护站人员在场监护，使用不产生火花的工具，如铜器或涂有很厚润滑油的铁工具，并应备有防毒器具及消防器材。工作场所应备有必要的**联系信号、煤气压力表及风向标志**等，距作业点 **10m 以外才可安设投光器**，距工作场所 **40 m 内禁止有火源**，并应采取防止着火的措施，非工作人员要离开煤气作业现场。作业结束后应清点人数。不应在具有高温源的炉窑建（构）筑物内进行带煤气作业；否则，要采取可靠的安全措施。
5. 在运行的正压煤气设备或管道上动火较为安全，因为正常运行的煤气设备，煤气内无空气，即使在 $1000\text{ }^\circ\text{C}$ 以上的高温下焊接，设备或管道内的煤气也不会燃烧，但要防止管壁或设备外壳被烧穿引起煤气外逸着火或周围有其他易燃物着火。
6. 煤气设备或管道动火时，动火部位要可靠接地，装压力表须与附近仪表室联系，以测量设备或管道内的煤气压力；煤气区作业只准用**电焊**，严禁用气焊。**2004**
7. 在备用的煤气设备或管道内动火时，首先要可靠地切断煤气来源，并用蒸汽吹扫。动火前要将动火处 **1.5 ~ 2m** 以内的焦油、沉积物铲干净或通上蒸汽。经一氧化碳含量分析后，还应进行含氧量分析，且测爆合格后，方可动火。
8. 加压机或抽气机前的煤气设施应定期检验**壁厚**，若壁厚小于安全限度，必须采取措施才能继续使用。打开煤气加压机、脱硫、净化和贮存等煤气系统的设备和管道时，要采取防止硫化物等自燃的措施。
9. 进入煤气设备内部工作，所用照明电压不应超过 **12 V**。

【考点 2】

（一）抽堵盲板作业

1. 盲板的厚度和直径

盲板厚度应按下式计算：

$$h = KD \sqrt{\frac{p}{[\sigma]}} + C$$

式中 h——盲板厚度，mm；

D——管道计算直径，mm；

K——系数，取 0.5（常压堵板或盖板取 0.45）；

p——计算压力，MPa；

[σ]——许用应力，MPa；

C——安全裕度，取 1.5~2mm。

盲板直径 D 计算式为

$$D = 0.318S + 2H - 10$$

式中 D——盲板直径，mm；

S——法兰附近管道外圆周长，mm；

H——法兰螺栓孔至管道外壁的距离，mm。

2. 作业要求

- (1) 抽堵盲板前应采取措施尽可能降低带煤气作业段的煤气压力。
- (2) 抽堵盲板作业区内严禁行人通过，40m 以内禁止存在火源及高温热源。
- (3) 加热炉前进行煤气管道抽堵盲板作业时，应先在管道内**通入蒸汽以保持正压**。
- (4) 距火源较近的地点进行抽堵盲板作业时，禁止带煤气作业，应事先**通蒸汽清扫**，并保持蒸汽在正压状态下方可操作。
- (5) 抽堵盲板作业点离支架较远时，应设临时支架以防反口。
- (6) 作业中呼吸器压力低于 5MPa 或发生故障，应立即撤离煤气区域。作业人员使用防爆及不发火花工具，严禁穿带钉鞋。
- (7) 抽堵盲板作业前，法兰上所有螺栓应全部更新并保证灵活可靠，卸不动的螺栓可在正压情况下动火割掉，换上新螺栓并拧紧，但**禁止同时割掉两个以上螺栓**，以防煤气泄漏着火。作业场所，应清除一切障碍物，如妨碍操作的围栏等。
- (8) 带煤气抽堵盲板作业应做好救护、消防等准备工作，**雷雨天气严禁抽堵盲板**。
- (9) 在电捕焦油器等**前**从事煤气作业时，电捕焦油器等应停止供电，以避免爆炸事故发生。

第四节 检测

【考点 1】

(一) 检测仪器、设备

2. 在生产或使用可燃气体及有毒气体的工艺装置和储运设施的区域内，对可能发生可燃气体和有毒气体的泄漏进行检测时，应按下列规定设置可燃气体检（探）测器和有毒气体检（探）测器：

- (1) 可燃气体或含有有毒气体的可燃气体泄漏时，可燃气体浓度可能**达到 25%爆炸下限**，但有毒气体不能达到最高容许浓度时，应设置可燃气体检（探）测器。

(2) 有毒气体或含有可燃气体的有毒气体泄漏时,有毒气体浓度可能达到最高容许浓度,但可燃气体浓度**不能达到 25%爆炸下限**时,应设置有毒气体检(探)测器。

(3) 可燃气体与有毒气体同时存在的场所,可燃气体浓度可能**达到 25%爆炸下限**,有毒气体的浓度也可能达到最高容许浓度时,应分别设置可燃气体和有毒气体检(探)测器。

(4) 同一种气体,既属于可燃气体又属于有毒气体时应**只设置有毒气体检(探)测器**。

2. 下列可能泄漏可燃气体、有毒气体的主要释放源应布置检(探)测点:

(1) 气体压缩机和液体泵的**密封处**。

(2) 液体采样口和气体**采样口**。

(3) 液体排液(水)口和放空口。

(4) 设备和管道的**法兰和阀门组**。

3. 释放源处于露天或敞开式厂房布置的设备区域内,检(探)测点与释放源的距离宜符合下列规定:

(1) 当检(探)测点位于释放源的**全年最小频率风向的上风侧**时,可燃气体检(探)测点与释放源的距离不宜大于 **15 m**,有毒气体检(探)测点与释放源的距离不宜大于 **2m**。

(2) 当检(探)测点位于释放源的**全年最小频率风向的下风侧**时,可燃气体检(探)测点与释放源的距离不宜大于 **5m**,有毒气体检(探)测点与释放源的距离不宜大于 **1m**。

4. 可燃气体释放源处于封闭或局部通风不良的半敞开厂房内,每隔 **15 m** 可设一台检(探)测器,且检(探)测器距其所覆盖范围内的任一释放源不宜大于 **7.5 m**。有毒气体检(探)测器距释放源不宜大于 **1 m**。

5. **比空气轻**的可燃气体或有毒气体释放源处于封闭或局部通风不良的半敞开厂房内,除应在释放源上方设置检(探)测器外,还应在厂房内最高点气体易于积聚处设置可燃气体或有毒气体检(探)测器。

第五节 煤气事故的预防与抢救

【考点 1】

(一) 煤气中毒事故的预防

1. 加强煤气安全管理。对于煤气作业人员,应进行生产操作及安全技术培训考核,合格后方准上岗工作。制定严格的岗位责任制,并确保实施。

2. 从生产设施的**密闭式**入手,提高系统的自动化程度,防止和减少一氧化碳在生产环境中形成危及人的健康与安全的浓度;加强对生产环境的一氧化碳浓度监测和警报。

3. 采取措施,降低作业过程中的中毒危险,如设备或管道检修时,首先要把设备或管道内煤气吹扫干净(煤气设施内部气体置换是否达到预定要求,应按预定目的,根据**含氧量和一氧化碳分析或爆发试验**确定);新建或大修后的煤气设备及管道要进行**强度或气密性试验**;在煤气区域工作,须**两人以上**,并要携带**便携式一氧化碳检测报警器**。一旦发生煤气泄漏,则要站在**上风侧**监视,严禁任何无关人员进入危险区域,同时立即通知有关单位处理。

4. 采取有效的**个体防护**,建立煤气中毒事故的抢救和急救体制,配备必要的防护器具和急救器材,如一氧化碳检测报警器、空气呼吸器等,平时要经常检查,确保器具有效。佩戴时,也须认真检查,尤其注意不应在煤气危险区域摘掉口罩、鼻卡或面具。进入高浓度一氧化碳环境中工作时,一定要戴好防护面具,控制时间,并有足够的监护和抢救措施。

【考点 2】

(一) 防护及急救设备

表 7-11 呼吸防护用品分类

过滤式			隔绝式			
自吸过滤式		送风过滤式	供气式		携气式	
半面罩	全面罩		正压式	负压式	正压式	负压式

1. 过滤式呼吸器借助过滤材料，将空气中的有害物质去除后供呼吸使用。
2. 隔绝式呼吸器是将使用者呼吸器官与有害空气环境隔绝，从本身携带的气源或导气管引入作业环境以外的洁净空气呼吸器。
3. 在冶金企业中，背负式压缩空气呼吸器、氧气呼吸器、长管式呼吸器、逃生呼吸器等呼吸器的使用较为广泛。
4. **背负式压缩空气呼吸器**一次充气后可供一个中等强度工作量的人员连续使用 60~80min，且具有低压报警功能，当气瓶中气压低于 5MPa 时即鸣叫报警。
5. **氧气呼吸器**根据使用时间长短不同分为 2h 氧气呼吸器、3h 氧气呼吸器、4h 氧气呼吸器三种。
6. **长管式呼吸器**可以长时间向使用者供气，而且免去了背负钢瓶的负担，更有利于操作。供气方式有钢瓶供气和现场压缩空气系统供气，也可由带滤毒装置的气泵直接供气，可供 2 人或 2 人以上同时作业。
7. **逃生呼吸器**适用于现场紧急情况下使用，使用者把呼吸面罩套在头上，其附带的小气瓶将自动连续提供 10~15min 的新鲜空气，可有效地在 5~10min 内使现场人员得到保护，以便逃离有毒气体的现场。逃生式呼吸器的供气方式有过滤式和压缩空气式两种。
8. 高压氧舱禁忌证包括：
 - (1) 未经处理的恶性肿瘤和气胸。
 - (2) 肺部疾病，包括感染损伤、出血、明显肺气肿；上呼吸道感染，急慢性副鼻窦炎，中耳炎。
 - (3) 颅内活动性出血或内出血未控制者。
 - (4) 高血压在 160/100mmHg 以上。
 - (5) 孕妇及妇女月经期。
 - (6) 有氧中毒史或对高压氧耐受较差者。
 上述第 (1) 条为绝对禁忌证，第 (2) ~ (6) 条为相对禁忌证。

【考点 3】

(一) 煤气着火事故的抢救

1. 灭火时，应设法降低煤气压力或局部停止使用煤气；往着火的设施内通入大量的蒸汽或惰性气体；保护周围设施不被烧红或烧坏。
2. 由于设施不严密而轻微泄漏引起的着火，可用湿泥、湿麻袋等堵住着火处，待火熄灭后再按有关规定补好泄漏处。
3. 煤气管道着火，管道直径在 100 mm 以下者可直接切断煤气灭火；管道直径大于 100 mm 者应**逐渐降低**煤气压力，但煤气压力不应低于 100 Pa，不应突然关闭煤气阀门，以防回火爆炸。煤气压力下降后引起的管道着火，可用黄泥、湿麻袋、石棉布等堵灭、捂灭，也可用蒸汽或灭火器扑灭。在通风不良的场所，煤

气压力降低以前不要灭火，否则，灭火后煤气仍大量泄漏，会形成爆炸性气体，遇烧红的设施或火花，可能引起爆炸。

4.) 煤气设施内沉积物（如萘、焦油、硫化铁等）着火时，可将设施的人孔、放散管等一切与大气相通的附属孔关闭，使其**隔绝**空气自然灭火；同时应通入蒸汽或氮气。但灭火后不要立即停送蒸汽或氮气，以防设施内沉积物自燃引起爆炸。

5. 煤气设施已烧红时，不应用水骤然冷却，以防煤气设施急剧收缩造成变形断裂而地漏出煤气。

6. 煤气隔断装置、压力表、蒸汽或氮气管接头，应有专人控制操作。

7. 火警解除后恢复通气前，应仔细检查，保证管道设施完好，并进行置换操作后才允许通气。

第八章 冶金企业常用气体生产与使用安全技术

第二节 氧气、氮气和氩气的生产安全技术

【考点 1】

(一) 氧气、氮气和氩气安全生产的基本要求

1. 氧气贮罐之间的防火间距不应小于**相邻较大罐的半径**。氧气贮罐与可燃气体贮罐之间的防火间距不应小于相邻较大罐的**直径**。
2. 液氧贮罐和输送设备的液体接口下方周围 **5m** 范围内不应有可燃物，不应铺设沥青路面，在机动输送液氧设备下方的不燃材料地面长度不应小于车辆的全长。
3. 碳氢化合物，特别是乙炔极易与液氧发生强烈的化学反应，引起爆炸，因此清除空气中的杂质十分必要，必须坚决避免**乙炔和碳氢化合物**在液空、液氧中积聚或浓缩而引起空分装置的爆炸。

【考点 2】

(一) 氮水预冷系统故障分析及预防措施

1. 氮水预冷系统常见的故障有填料环破碎与结块、喷头堵塞、空冷塔出口带水、水冷塔顶部喷水等。
2. 预防措施：在操作时**导气速度缓慢进行**，可以预防喷水及填料环破碎现象。要提高水质，减少水中污垢。

(二) 空冷塔出口带水故障分析及预防措施

1. 主要原因

- (1) 空冷塔液面过高，达到空气入口高度而大量带水。
- (2) 水质不好，使填料结块，气体流道变窄，从而使气流流速增大，把水分带出空冷塔。
- (3) 冷冻水或冷却水量过大，冷却水中泡沫多，致使塔出口丝网除沫器负荷大而无法清除。
- (4) 由于开关阀门过快等原因使空冷塔压力降低，引起气流过大而联锁未投用或联锁未动作。
- (5) 丝网除沫器除水效果不好或游离水回水管堵塞阀门未开。
- (6) 空冷塔冷却效果不好，使塔出口温度太高，增加了饱和水含量。

2. 预防措施

- (1) 空冷塔启动时，应**先导气**，待**压力达到设定值时再启水泵**；**停车时，应先停水泵再停气降压**。空冷塔启动后及早将各联锁投用，使其能够及时发现问题。
- (2) 进空冷塔的水量要严格控制在设计范围之内，**不要随意加大进水量**，防止因为空冷塔变负荷能力不足

带水。

(3) 系统导气加负荷开关阀门时要缓慢进行，不可因开关阀门引起压力波动使空冷塔出口带水。

(4) 注意观察空冷塔出口压力和塔内水位变化，如超过设定值而自动阀未能及时调节或保护联锁未动作，应及时调节或作紧急停车处理。

(5) 经常检查分子筛下部管道的最低处排放导淋阀门，使分子筛析出的水能够经常排放。

(三) 分子筛纯化系统常见故障分析及预防措施

1. 分子筛被油类、烃类污染后不能解吸，也称中毒。分子筛中毒的原因主要是空气压缩机由于密封不好，使润滑油进入气缸，压缩空气过程中油分就随空气带入系统。

预防措施：保证压缩机密封气压力及流量，防止由于压力、流量低而使润滑油进入气缸。

2. 由于泄压、充压或系统导气时开关阀太快，造成分子筛受气流冲击而破碎粉化。分子筛粉化将使其吸附效果下降，阻力增加，通过气量下降；粉末带进后堵塞阀门或换热器通道及分馏塔塔板筛孔，影响系统正常运行。

3. 预防措施：在分子筛进行切换使用时，阀门不能开关过快；系统导气时，不可造成系统压力降低波动过大，引起气流速度过大冲击分子筛，使分子筛粉化。分子筛在正常生产中应保证加热、冷吹的时间，保证气量的稳定，避免泄漏。

(四) 透平式压缩机喘振故障分析及预防措施

1. 离心式压缩机发生喘振时，典型现象包括：出口压力急剧先升后降，呈周期性大幅波动；流量急剧下降，甚至出现空气倒灌至吸气管道；机器产生强烈的振动，同时发出异常的气流噪声。

2. 预防措施：为了防止喘振发生，离心式压缩机都设有防喘振的自动放散阀，一旦出口压力过高，压缩机接近喘振区或发生喘振时，该阀应自动打开。如未自动打开，应及时手动打开。要经常检查和保养自动放散阀，使之灵活有效。

(五) 低温液体泵常见的故障分析及预防措施

1. 常见故障

(1) 泵不能启动或启动后不排液。

(2) 泵发生振动及噪声。

(3) 外露中间座结霜。

(4) 电机电流超过额定值。

2. 预防措施

(1) 离心式液体泵的气堵和气蚀现象。

①降低泵的安装高度，以提高泵的进口压力。

②加强液氧管路的保冷，以防液氧因吸收热量造成温度升高而汽化。

③不应让液氧泵在空转状态运转时间过长。

④如发生气蚀现象，应立即进行排气，直至停泵处理，以确保液氧泵安全。

(2) 液氧泵、液氮泵最常见的故障是密封处泄漏。

对于机械密封的结构，提高密封面的研磨质量、泵轴及波纹管的装配质量是关键。减少泄漏点，做好裸露部分的保温工作。

【考点3】**(一) 重点区域、重点环节安全控制措施****1. 氮气、氩气区域安全控制措施**

- (1) 有氮气存在的设备、容器，人员出入口处应设置清晰醒目的**安全标识**。
- (2) 有氮气放散或可能泄漏的区域存在着氮气窒息危险。要防止氮含量的局部升高，发现区域内氧含量降低，必须清楚标记、发出警示并**强制通风**。
- (3) 当检修人员进入原盛装液氮和气氮的有限空间工作前，必须用新鲜空气**置换**并检测合格后人员才能进入。在容器内停留期间，应连续强制通风并随时检测容器内**氧含量**。在容器外必须有**专人监护**。工作人员应有**两人以上**组成小组，轮流进行作业。检修时，应有人监护，对氮气阀门设**专人看管**。必要时佩戴空气呼吸器。
- (4) 使用氮气的实验室、化验室等应保持良好的通风，配备具有**声光报警功能的氧含量报警器**，具备强制通风措施并在入口处设置**醒目的安全标识**。

2. 氧气管道安全控制措施

- (1) 氧气管道宜**架空敷设**。氧气管道宜沿生产氧气或使用氧气的建筑物**构件上敷设**。
- (2) 氧气管道**不应穿过生活间、办公室**，不宜穿过不使用氧气的房间，若必须穿过时，则该房间内应采取防止氧气泄漏等措施。
- (3) 出氧气厂（站、车间）边界阀门后，氧气干管送往一个系统支管阀门后，进车间阀门后，调节阀组前，以及调节阀前、后的氧气管道应设**阻火铜管段**。
- (4) 架空氧气管道、管架与熔融金属地点和明火地点等之间的最小净距不应小于**10m**。明火及油污不应靠近氧气管道及阀门。
- (5) 氧气管道必须通过高温区域时，应在该管段增设隔热设施，管壁温度不应超过**70℃**。
- (6) 氧气管道与乙炔、氢气管道共架敷设时，应设在乙炔、氢气管道的**下方或支架两侧**；与油质、有可能泄漏腐蚀性介质的管道共架敷设时，应设在**该类管道的上方或支架两侧**。
- (7) 氧气管道与可燃气体管道**共架平行敷设**时，阀门应相互错开一定距离。
- (8) 氧气管道不应与可燃气体管道（不含乙炔）、油质管道、腐蚀性介质管道、电缆线同沟敷设，且氧气管道地沟不应与该类管线地沟相通。
- (9) 氧气（包括液氧）设备、管道、阀门上的法兰连接和螺纹连接处，应采用**金属导线跨接**，其跨接电阻应小于**0.03Ω**。架空氧气管道应在管道分岔处、与电力架空电缆的交叉处、无分岔管道每隔**80~100m**处及进出装置或设施等处，设置防雷、防静电接地措施。
- (10) 氧气管道的连接应采用**焊接**，但与设备、阀门连接处可采用法兰或螺纹。
- (11) 氧气管道的阀门应选用专用氧气阀门，工作压力大于**0.1MPa**的氧气管道，不应采用**闸阀**。公称压力大于或等于**1.0MPa**，且公称直径大于或等于**150mm**口径的手动氧气阀门，宜选用带旁通的阀门。
- (12) 经常操作的公称压力大于或等于**1.0MPa**，且公称直径大于或等于**150mm**口径的氧气阀门，宜采用气动手动遥控阀门。
- (13) 氧气管道的弯头、三通不应与阀门出口直接连接。
- (14) 供切焊用氧气支管与切焊工具或设备用软管连接时，**供氧阀门及切断阀**应设在用不燃烧体材料制作的保护箱内。

(15) 当氧气调节阀组设置独立阀门室或防护墙时, 手动阀门的阀杆宜伸出防护墙外操作。

(16) 氧气调节阀前应设置可定期清洗的过滤器。氧气过滤器壳体应用**不锈钢或铜及铜合金**, 过滤器内件应用**铜及铜合金**。滤网除满足过滤功能外, 并应有足够的强度以防滤网碎裂。**滤网宜优先选用镍铜合金材质**, 其次为铜合金(含铝铜合金除外)材质, 网孔尺寸宜为 $0.16 \sim 0.25$ mm (60~80 目)。

第三节 氢气生产安全技术

【考点 1】

(一) 重点危险有害因素分析及安全控制措施

1. 氢气

(1) 氢气站、供氢站的防雷分类不应低于**第二类防雷建筑**。

(2) 每天至少应测量一次电解槽的极间电压并应符合有关规定。电解槽运行时, 严禁用导体材料制作的工具直接接触电解槽或其他电气设备。电解槽周围地面应铺设绝缘胶板。

(3) 氢气洗涤器出口, 以及**湿式氢气储罐出口和进口**等均应设置水封。

(4) 制氢系统**开车前, 必须用氮气置换系统内的空气**, 并经化验合格, 认真检查电极的接线是否正确, 对地电阻应大于 $1M\Omega$ 。

(5) 宜设置氧中氢含量和氢中氧含量在线检测装置。**当未设置在线检测装置时, 应每小时分析一次氢气、氧气纯度**, 保证氢气纯度和氧气纯度均不低于 99.5%。当氢气纯度小于 98% 时应采取措施。处理不好, 应立即停止运行, 排除故障后方可重新投入运行。

(6) 氢气管道宜架空敷设。在氢气管道**低点处设排水装置**。在管道**最高点处应设放散管**, 并在管口处设阻火器。

(7) 严禁氢气管道穿过不使用氢气的房间。

(8) 新安装和停产检修后再投入生产的氢气管道应吹扫处理后, 方可投入使用。送氢气前应先用**纯氮气吹扫管道、容器内的空气, 再用氢气置换氮气**后, 方可投入正常生产运行。

(9) 氢气管道及储罐的接地应良好, 法兰连接应设导体跨接, 其跨接电阻不大于 0.03Ω 。

(10) 氢气系统应设**氮气置换吹扫接头**。

(11) 接触氢气的阀门不应采用**铜和铜合金材料**。

第四节 气瓶充装安全技术

【考点 1】

(一) 气瓶充装过程的安全控制措施

1. 不同介质充装设备、管道和阅件的选择应选用与充装介质特性**不相容**的材料。

2. 充装站内要有足够的供电和照明设施, 操作电源应便于操作人员开停设备, **设置紧急停车按钮**。应采用**防爆设计**, 严禁裸露和乱拉临时电源线。

3. 设备间、充装间, 气瓶空、实瓶库要有**气体泄漏和含氧量检测的报警装置**并确保灵敏可靠。充装介质密度小于空气的气体, 充装站排气泄压设施应设在建筑物**顶部**; 充装介质密度大于或等于空气的气体, 充装站的排气泄压设施应设在建筑物**靠近地面**的位置上。**通风装置应与报警系统联锁**, 每 2h 启动一次, 防止惰性气体聚积浓度超标造成窒息, 也防止易燃易爆气体浓度升高达到爆炸极限。

4. 检修氮气、氧气设备、容器、管道时，需先用空气置换，缺氧危险场所在作业时必须关闭氮气、氧气及窒息气体的阀门或加装盲板。缺氧危险场所严禁封闭作业。要控制、检测空气中的氧含量，工作时应有专人看护。
5. 液氮、液氧及窒息性气体作业场所不可设置在低凹处，应保证通风良好，不易通风的场所应使用空气呼吸器，严禁使用过滤式面罩、口罩等，应配备抢救器具、隔离式呼吸保护器具等。
6. 充装站应设置符合安全技术要求的通风、遮阳设施。建筑物、设备、管道、汇流排等要有良好的防雷和静电接地设施并定期检测。充装可燃气体的设备及电器应符合相应级别防爆要求。
7. 气瓶充装前、中、后要逐只进行检查。液化气体还要逐只进行复称，严禁超装，发现超装要立即将多余介质导出。
8. 充装过程中发现气瓶或充装连接管路有泄漏时，严禁带压紧固。应先关闭汇流排阀门，再关闭气瓶阀门。充装完毕待压力卸净后再检查处理。充装汇流排加压已充入气瓶后，严禁加入新的空瓶进行充装，避免造成绝热压缩。
9. 液化气体的充装量不得大于气瓶的公称容积与充装系数的乘积。充装完毕后气瓶内不得满液。充装衡器每次充装前要用砝码进行校正。衡器应设置气瓶超装时报警和自断气源的联锁装置。

第九章 铝冶炼安全技术

第二节 氧化铝生产安全技术

【考点 1】

(一) 原料制备主要安全防范措施

1. 堆取料机安全防范措施

- (1) 堆取料机的轨道和其他设备应设置良好的接地保护装置。(2) 在轨道两端应设止挡器，禁止缓冲器撞上止挡器，以免行程开关失误时撞坏缓冲器，造成事故。
- (2) 取料机在俯仰过程中，悬臂梁上下禁止有人员存在。清理料斗时，应停电，采取机械固定，防止斗轮重力偏心伤人。
- (3) 严防斗轮取料深度过大，造成物料塌方埋住斗轮。一旦发生，不允许使用臂架提升强行摆脱，应开行走大车慢行退出，严重时应进行扒料后再进行摆脱。

2. 磨机安全防范措施

- (1) 磨机运行时，禁止一切硬物或人体接触运转中的筒体，禁止用钢钎等物捅料口。禁止清理环行筛和排矿流槽杂物，需清理时必须依照规程停车清理。
- (2) 进入磨机之前应进行摇磨、倒料，使磨内无存料、无母液。磨机在慢转倒料时，人员要远离磨体，防止磨皮螺栓松动或断裂时，料浆甩出造成灼烫伤害。进入前应提前数小时停车，打开磨门进行通风降温，等磨机内温度降至 40℃ 以下时，办理工作票。
- (3) 给球磨机进行补球，或者给棒磨机进行加棒时，球包下、棒捆下及磨机周边禁止人员靠近，以防球体坠落伤人。
- (4) 进入磨机内检查或处理问题时，必须待设备已完全停止，确认已切断电源后，挂好“有人检修，严禁合闸”安全警示牌；检修人员在现场将设备的紧停开关断开，然后才可进入磨机内，同时，必须有专人在

设备外进行安全监护。

(5) 磨机宜采用无螺栓衬板降低运转噪声，现场应设置隔噪声操作室，作业人员应配备防噪耳塞，尽量减少人员与噪声的接触时间。

3. 石灰烧制安全防范措施

(1) 石灰炉应设置相应的**通风和排烟设施**，并保持运行正常，防止一氧化碳积聚。

(2) 石灰炉区域应设置**风向标**，便于作业人员观察风向；相对密闭区域应设置**一氧化碳**在线检测、报警装置。

(3) 登炉顶作业应与司炉人员联系，应采取**停鼓风机、关闭布料盘罩、打开炉顶风帽**、在司炉岗位**挂牌**等措施，经岗位许可后登炉。

(4) 到炉顶开始工作前，要注意观察气象、风向，人应站在**上风**口，使用**便携式一氧化碳检测报警器**，监测一氧化碳含量。在炉顶工作应**2人以上共同作业**，相互监护，工作时间不宜过长。

(5) 不停风清理炉或处理结瘤，应2人同时进行，作业前应对作业现场进行**一氧化碳**气体、**氧含量**检测，符合安全标准方可进行作业。

(6) 打瘤子前应通知主控室**停机**后方可进行，打瘤子过程中应站在**炉门两侧**，防止瘤子滚下时伤人。

(7) 输送系统送灰、送矿开车前应打铃报警，并与相关岗位联系好方能开车。石灰炉出灰温不宜高于 40℃，正常生产严禁输送带上带料启动或停车。

(8) 石灰输送系统各设备的启停应设置程序联锁（如带式输送机），确保前一程序未完成，后一程序不能启动，无论是手动还是自动操作都应遵守程序联锁，但**单体试运转可以暂时隔离联锁**。

【考点 2】

（一）熟料烧结安全技术

1. 主要危险有害因素分析

熟料烧结工序存在的危险有害因素有**火灾、爆炸、灼烫、机械伤害、高处坠落、粉尘、噪声**等。

（1）火灾、爆炸

① 煤粉的爆炸极限较宽，原煤在磨制、储存、输送过程中若操作不当，**浓度易达到爆炸浓度范围**。

② **积粉清理不及时**，易氧化或自燃，甚至造成爆炸。

③ 煤粉爆炸的气浪扬起沉积的煤尘易造成**二次爆炸**。

④ 煤粉爆炸**可能产生大量一氧化碳**使人中毒死亡。

⑤ 制粉系统**爆炸点主要在长期积煤或积粉的位置**，

⑥ 制粉系统处于封闭状态，引爆的激发能源主要是**磨煤机及其出入口积煤、细粉分离器水平段入口管积粉及粗粉分离器积粉**自燃。

（2）烫伤

熟料窑最高温度达 1200~1350℃，即使经冷却后的熟料温度也会大于 80℃，易造成烫伤。

（3）机械伤害

煤粉制备的带式输送机、磨煤机、熟料窑托轮、饲料泵、收尘螺旋输送机等旋转和运转部位，缺乏有效的防护，或者操作不当时，极易造成机械伤害。

（4）粉尘

原煤经过带式输送机输送到原煤仓，再输送到磨煤机，磨制后产生的煤粉经过粗细分离，细煤粉进入煤粉仓，然后再送入熟料窑燃烧。在输送和磨制过程中易产生煤粉尘，若未采取抑尘措施，作业人员长期吸入煤尘，会造成尘肺病。

（二）安全防范措施

1. 煤粉制备系统火灾、爆炸安全防范措施

（1）煤粉的制备、输送、储存系统设计应避免流入管道、容器的**死角**存在，减少制粉系统及设备内部可能积煤的部位。

（2）磨煤机磨头、煤粉仓、粗粉分离器、细粉分离器、煤粉经过的管道、磨煤机袋式收尘器各气室等部位**必须安装防爆装置**。

（3）煤粉仓、收尘灰斗设置**一氧化碳检测器及温度检测点**进行实时监控，设置二氧化碳灭火系统及消防水、干粉灭火器。

（4）制粉系统上配置的蒸汽灭火系统和二氧化碳灭火系统等消防设施应完整好用，做好定期检查。

（5）启动制粉系统时，应进行全面检查，系统内部、外部**无积粉自燃**现象。

（6）运行中加强检查和维护，及时消除磨煤机入口积煤、积粉现象。加强制粉系统运行监视与调整，**严格控制磨煤机出口温度**，防止堵断煤。

（7）运行中加强对煤粉**细度**的控制，若煤粉过细应及时进行调整。

（8）加强运行巡回检查，发现制粉系统漏油、漏粉、漏风，应及时采取措施处理，清理外漏煤粉，应杜绝明火，防止粉尘爆炸，外漏煤粉发生自燃应使用花洒水喷洒灭火，**严禁使用柱状压力水灭火**，以防积粉扬起发生爆炸。

（9）停止制粉系统时，应充分通风吹扫，**系统内部的煤粉必须抽净后方可停止磨煤机**，磨煤机停止后仍应加强对进、出口温度的监测，制粉系统再循环门、磨煤机入口热风风门应**严密关闭**。

（10）在处理粉仓下粉不畅，敲击粉仓时，宜使用**铜质**工具，发现不严密处漏粉，应停止敲粉工作。

（11）细粉分离器、扩散收尘器及所属管道、煤粉仓发生着火，应立即**关停排风机**。

2. 熟料窑安全防范措施

（1）熟料窑新换耐火砖点火烘窑时，**应打开窑尾立烟道门**，防止煤粉在电收尘系统积存燃烧、爆炸，防止大量水分进入电收尘影响送电。

（2）观火孔应设**防火玻璃罩**，并保持完好。

（3）熟料窑饲料泵必须设置**压力检测、超压报警、自动停车**等安全装置。

（4）熟料窑点火时现场人员**严禁站在窑口正面**，应站在窑头两侧，冷却机、电收尘及喷枪平台不应有人。喷煤时窑头不应站人或通过，防止回火伤人。

（5）取样时禁止将捣棒（取样棒）插在窑体上，别在取样孔上；卸压时应戴上眼镜，操作人员应站在侧面；**卸压后方可拆卸喷枪**。

（6）熟料窑运转时，严禁无关人员在**下料口处**聚集或正面窥视，以防反扑熟料烧伤。

（7）窑内温度高或有明火，试送煤系统设备应**提前开启排风机转窑**，以防止放炮。

（8）窑内煤粉燃烧不充分，应停窑观察，查明原因。

（9）排风机故障停止运转，应立即停止向窑内喷煤。排风机启动时风门转速应设在最低，在“0”位启动。

（10）进窑内检查或处理问题，应**沿物料一侧向里行走**，以防止烫伤。

(11) 处理堵、烧喷枪时，**先关闭**考克阀门，再拿下喷枪，严禁将喷枪头对着窑尾罩或有人的地方，以免火焰伤人。

(12) 打窑圈时，应当设置监护人员，打圈作业人不得站在窑圈正下方作业。

(13) 检修、清理作业时，应采取**合上慢拖电机或钢丝绳拉紧**等防止窑体偏重自转的安全防护措施。

【考点3】溶出安全技术

(一) 主要危险有害因素分析

1. 灼烫

发生碱灼伤的主要原因有：

(1) 现场存在不应有的跑、冒、滴、漏。

①当输送矿浆及碱液的管道之间、管道与设备之间、管道与泵体之间的盘根、法兰等连接部位**垫子破碎或者老化**；

②管道焊缝脱焊有**裂缝**，输送泵壳有裂缝，管道和储槽**腐蚀**严重，储槽或地坑、容器内进出物料不平衡时，含碱物料会出现跑、冒、滴、漏现象；

③由于管道内带有一定的压力，**储槽位置较高具有势能**，在压力作用下，泄漏物料极易造成无序飞溅和刺射。

(2) 安全防护设施不完善。

①放料地沟、溜槽、储槽、地坑缺乏盖板、栏杆等防护设施，作业人员跌倒、坠落时，**易被碱性物料浸泡**，造成灼伤。

②预脱硅槽溢流管、放料管**出口垂直**对地沟或容器，**没有缓冲消能装置**，在放料时，料浆可能朝着操作者的方向飞溅，造成人员伤害。

(3) 作业环境不良。

现场**地面湿滑**，有**泄漏物料未及时清理**，现场**照明不足**等，作业人员容易跌倒。

(4) 运行压力不稳定。

由于操作不规范、物料进出不平衡、容器出口堵塞等，造成**超压**运行，易造成刺料。

(5) 清理检修安全措施不到位。

①被清理的管道、容器等设备内物料没有放净，在有**余料、余压**情况下打开管道、容器、泵等设备。

②清理检修设备的**来料没有切断**，没有采取加装堵头和盲板措施。

(6) 作业人员防护不到位。

作业人员防护用品穿戴不符合要求，未戴面罩、防护眼镜，未穿胶鞋等。

2. 压力容器及管道爆炸

氧化铝生产过程中压力容器及管道发生事故主要是**物理爆炸**。物理爆炸现象是容器内高压气体迅速膨胀并以高速释放内在能量。其爆炸后产生的危害主要表现为：

(1) 冲击波超压会造成**人员伤亡和建筑物的破坏**；

(2) 爆破**碎片**在飞出过程中具有较大的动能，也可以造成较大的危害，还可能损坏附近的设备和管道，引起连续爆炸或火灾；

(3) 容器及管道内**介质外泄**的伤害，释放的高温蒸汽会造成人员烫伤，释放的天然气、煤气会造成人员中毒窒息；

(4) 二次爆炸及燃烧危害。

3. 辐射

(1) 主要在溶出和蒸发工序设置放射源。

(2) 放射源发射出来的射线具有一定的能量，它可以破坏细胞组织，从而对人体造成伤害。当人受到大量射线照射时，可能会产生诸如头晕乏力、食欲减退、恶心、呕吐等症状，严重时会导致机体损伤，甚至可能导致死亡；但当人只受到少量射线照射时，一般不会有不适症状发生，也不会伤害身体。

(二) 安全防范措施

1. 化学灼烫安全防范措施

(1) 各种储槽应**设料位计**，对料位进行检测，一旦出现高料位报警，应立即停止进料。

(2) 储槽应设置**溢流管**。

(3) 湿法生产区域车间地坪应有一定的**坡度**。

(4) 储槽、储罐区应设置**围堰和地沟**。

(5) 稀释前储槽温度较高，**槽顶要进行密封**，并设置乏汽回收和排气设施。

(6) 输送碱性和酸性物料的管道法兰应设置**法兰罩**。

(7) 在经常有人员通过的地方和操作室附近，物料管道**不宜设法兰和阀门等**。

(8) 泵类接头不应使用橡胶伸缩接头等**易损件**。

(9) 管道焊接部位应定期检查，高压管道应定期检测壁厚。

(10) 开关料浆阀门作业时，不应直接面对法兰。

(11) 检修承压设备前，应将压力泄放为**零**，并采取有效的防护措施防止带余压料浆喷溅。

(12) 拆卸阀门、管道、泵、容器的连接螺栓时应**由下而上**进行。

(13) 检修、清理各类容器、贮罐、槽、管道、泵等设备前，应通知相关运行岗位人员，并对所有可能来料的管道或设备采取**可靠的隔离措施**，如加盲板等，关键部位的阀门应关闭，排空容器、贮罐、槽、管道内物料，作业期间，外部应设置专人监护。

(14) 设备清理检修作业应严格实施**停电挂牌**。应关闭进出料、风、汽、水等管道、溜槽的阀门，并加盲板，挂警示牌，进行安全确认后方可施工。

(15) 有碱存在的区域应设置**洗眼器、淋洗器等应急设施**，现场配备硼酸水，可供操作人员发生碱或酸灼伤时现场及时清洗。

2. 熔盐炉安全防范措施

(1) 熔盐应储存于阴凉、干燥、通风良好的库房，硝酸钾 (KNO₃)、亚硝酸钠 (NaNO₂)、硝酸钠 (NaNO₃) 平时**不得混放**，不得受热、受潮，不可在阳光下暴晒，远离火种、热源。库内温度不超过 30℃，相对湿度不超过 80%。

(2) 熔盐应与还原剂、酸类、易(可)燃物、活性金属粉末分开存放，切忌混储。储区应备有合适的材料收容泄漏物。

(3) **混盐时应在非常干净的场所进行**，不准混入任何有机物、氧化物、易燃易爆物等，如纸张、油品、木屑、纱布等以免引起氧化造成燃烧或爆炸。

(4) 工作人员应穿戴好劳保用品和防尘面具，避免盐尘吸入人体；应使用**木锹**装卸，禁止使用铁质工具；装卸熔盐时，不得撞击摩擦。

(5) 熔盐罐应经过**1.3 倍的水压试验**，水加温 100 ℃循环抽空烘干后方可使用。

(6) 熔盐易潮解，加热熔盐时盐罐应**敞口**，以保证水蒸气充分挥发，特别是在 200 ~400 ℃之间要非常慢地进行，避免熔盐沸腾溅出伤人。

(7) 为防止熔盐在加热过程中，熔盐罐超压引起熔盐外泄，**熔盐罐应设置防爆间**，并将防爆阀出口引入应急储槽。

(8) 熔盐熔化后**及时关闭蒸汽加热盘管蒸汽阀门**，做好排水工作，以免发生意外。运行时还应注意盐罐安全阀是否失灵，防止盐罐超压。

(9) 如遇原盐结块，可用**木锤敲碎**，但木锤有掉渣要及时更换。

(10) 熔盐严禁烟火，防雨防火，一旦发生火灾先用**砂土**灭火。

(11) 泄漏应急处理：

①隔离泄漏污染区，限制出入。

②建议应急处理人员戴防尘面具（全面罩），穿防毒服。

③不要直接接触泄漏物。勿使泄漏物与有机物、还原剂、易燃物接触。

④**小量泄漏用大量水冲洗**，冲洗水稀释后放入废水系统。

⑤**大量泄漏用塑料布、帆布覆盖**，然后收集回收或运至废物处理场所处置。

3. 管道化溶出装置及溶出器安全防范措施

(1) 冷凝水自蒸发器、蒸汽缓冲器、新蒸汽总管上应设置安全阀，每台压力容器或每处应设置不少于**2 个安全阀**，并确保泄压排出点符合安全要求。

(2) 溶出系统的换热器、溶出器和自蒸发器上都应设合理、安全、可靠的**不凝气排出设施**。

(3) 溶出工序设置**脉冲缓冲器**，以稳定系统的进料压力，防止系统超压，保护整个溶出机组。

(4) 经常对溶出器系统的结疤情况进行检查，发现大块结疤要及时清理，防止堵塞出口。溶出管道堵塞，**不应高压冲击，应泄压后清理**。

(5) 溶出装置及蒸汽管道在启动时，**应排出内部冷凝水，方可逐步提温**。

(6) 溶出装置预热，应详细检查流程，确保料、汽、水走向正确，**内、外管道应同时预热**，防止膨胀系数不一样造成管道密封泄漏伤人。

(7) 若遇预热段内管刺漏、熔盐加热段内管刺漏时应立即**停车**，现场巡检人员要远离泄漏位置，同时**设立警戒线**，将物料推出并泄压后，才能开始检查泄漏位置。

(8) 活动阀门时，**禁止用锤敲打**，以免损坏阀门、刺料伤人。

(9) 对溶出套管进行**高压清洗时，必须划定警戒区域**，无关人员不得进入。

(10) 槽罐类支架及管道支架应定期进行**沉降观测**。

(11) 溶出厂房顶部设置自然通风天窗，或者采取机械通风措施，及时将含**氢氧化钠**蒸汽外排，降低厂房等相对密闭区域内氢氧化钠含量。

4. 压煮器安全防范措施

(1) 每台压煮器接口上应装设**2 台安全阀**。

(2) 开车前，**进行组脉冲缓冲器压力和料位安全试验时**，必须缓慢进行，严禁升压过快；缓冲器安全试验

合格后，系统压力、料位报警正常，方能进行填充管道溶出器和压煮器作业。

(3) 溶出器预热，应详细检查流程，确保料、汽、水走向正确。**送汽前应放水**，缓慢打开阀门，**预热管道后方可提压**。**内、外管道应同时预热**，防止膨胀系数不一样造成管道密封泄漏伤人。溶出器（压煮器）不应超压、超温运行，防止密封泄漏。

(4) 出现高料位报警，应采取**降低机组进料量或停泵倒压**处理，使其料位降低至正常值，确保机组安全运行。

(5) 溶出器（压煮器）停用，应进行物理隔离。**清扫管内余料应降低槽内液位**，防止物料溢出伤人。隔离出来的压煮器在检修、清理之后，**经水压试验合格才能投入使用**。

(6) 拆卸蒸汽、料浆管道时，应将汽、料流程完全隔离并泄压，工作时不能正面对法兰，**拆卸螺栓由下而上进行**，注意物料喷出、泄漏伤人；打开槽罐人孔时，必须先**松开底部螺栓**，看有无料浆流出，再松开顶部螺栓。当螺栓松动时，先用撬棍撬松人孔，放完积料后打开人孔；动火作业前，应用**水冲洗干净管道**，**打开管道通风放气**。

(7) 生产现场操作岗位应配备存放浓度为 2%~3% 的硼酸洗液，半径 15m 内应设紧急冲洗、喷淋装置。

5. 辐射安全防范措施

(1) 放射性同位素仪表使用场所及其入口处应设置放射性标志和必要的防护安全**联锁、防盗报警装置或工作信号**。

(2) 放射性同位素仪表源罐外应设**防盗保护罩**，有条件的可以对每个放射源安装 GPS 定位装置。

(3) 放射性同位素仪表尽量安装于设备**高处**，远离操作人员经常活动的场所。

(4) 在生产现场采取设置明显的**放射性标识和中文警示说明**、划定**警戒范围**、**配备防护用品**、**定期检测**、操作和管理人员上岗前必须接受辐射防护专业培训等。

(5) 放射性同位素仪表使用场所要落实安全监护措施。放射性同位素仪表检修、维修期间应执行严格的**巡查监护**。

(6) 进行放射源操作时充分考虑**放射源活度、操作距离、操作时间和防护屏蔽**等因素，采取最优化的防护措施，以保证操作人员所受剂量控制在可以合理做到的尽可能低的水平。

(7) 放射源的操作必须由**经过培训**的专业人员进行。

(8) 发生放射源事故后，对事故区域进行**隔离**，同时进行**技术检测**，检查放射源本体，确定放射源是否丢失，有无泄漏和污染程度。

【考点 4】沉降、分解安全技术

(一) 主要危险有害因素分析

1. 坍塌

沉降槽、分解槽发生坍塌有两种情况，一是槽体结构破坏性坍塌，二是槽体内部结疤或赤泥大量脱落和滑塌。

2. 灼烫

3. 中毒和窒息

碳酸化分解使用石灰炉烧制石灰过程中产生的二氧化碳，通过管道输送到分解槽内，二氧化碳泄漏造成局部聚积，易发生中毒窒息。

（二）安全防范措施

1. 沉降系统安全防范措施

（1）沉降槽槽顶应设安全通道和相应的检修平台，作业人员**不应直接站在槽顶上进行作业**。沉降槽搅拌装置旋转部分应有防护装置；底流泵出口法兰、人员经常通行部位的管道**法兰应设置法兰防护罩**，防止泄漏物料伤人。

（2）沉降槽上设置**排气筒**，减少槽内部碱性蒸汽积聚，降低对槽顶腐蚀速度。**排气筒不得封闭**，沉降槽排气筒、溢流管应定期检查清理、保持畅通。

（3）储槽周围应设置**排水设施**，防止基础长期浸泡。

（4）进入储槽内清理结疤时，应制作**专用升降设施**，或者搭设脚手架，遵循由上向下、分层的顺序。

（5）槽体下方及周围紧邻区域内不得设置人员聚集场所（操作室、休息室、会议室、更衣室、澡堂）。

（6）沉降槽区域应设置**围堰**，围堰厚度至少 150 mm，其容积足以容纳围堰内最大的常压贮槽的容量，围堰最小高度不小于 450 mm。

（7）沉降槽区域地坪应平整并有一定的坡度，并**坡向区域内地沟**，地沟应坡向污水槽；地沟应设置盖板，盖板算子间距不应大于 4cm，盖板应有定位措施确保稳固。

（8）沉降槽区域应设置**应急冲洗装置**，包括应急喷淋、洗眼器和硼酸水；供水管道及喷淋装置应有防冻措施；供水水源及压力应可靠。应急装置应定期检查保持完好，应急装置的位置应布置在宽敞安全区域，**尽可能直线到达**，避免越层；应尽可能保证人员在 10s 之内能快步到达喷淋装置。

2. 叶滤系统安全防范措施

（1）叶滤机厂房应有**自然通风和机械通风**设施。

（2）叶滤机应设置安全阀、压力检测、超压联锁停车装置，并且应定期检测检验。

（3）叶滤机应有现场压力显示装置，现场人员应能直接观察到压力状况。

（4）叶滤机安全阀**泄压口应连接收集槽**。

（5）立式叶滤机系统应有可靠的**备用压缩空气气源**。

（6）叶滤机碱洗泵应设置**压力联锁停车系统**，在碱洗压力达到设定压力时碱洗泵应能自动停车。

（7）凯利卧式叶滤机应安装液位联锁系统并保证运行正常，防止误操作引发事故；**机筒顶部应设排气阀**，确保能正常排气，避免机筒内气体压力聚积。

3. 碳分槽安全防范措施

（1）进入碳分槽生产区域作业时，应配置便携式**二氧化碳报警器**和**一氧化碳报警器**，要设置专人监护。

（2）检修工作前应联系生产岗位，办理相关工作票，切断与待修设备相连通的气源，加装盲板并悬挂安全警示标示。若碳分槽内部动火或长时间检修时，可拆卸一段和被修容器相连的管道，但对与生产系统相连的一端管口，也应加装盲板。

（3）进入碳分槽内作业时应详细检查槽内、槽顶结疤情况，发现结疤松动现象，严禁进入槽内作业，待清理完毕安全确认后再进行作业。

（4）槽内电气焊作业，必须保持通风良好，有双人孔的必须同时打开，**单人孔的要设置通风机等通风设施**。

（5）在槽内进行搅拌器桨叶维修作业时，应详细地检查搅拌系统的设施安全状况，是否存在断裂与塌架现象，并设专人监护。

【考点 5】

(一) 蒸发器安全防范措施

1. 蒸汽缓冲器、新蒸汽总管上应设置安全阀，每台压力容器或每处应设置 **2 个安全阀**，并确保泄压排出点符合安全要求。
2. 蒸发器组停车超过 4h 以上，重新开车通蒸汽前须**先暖管**，暖管过程应不小于 **15min**；结束暖管后，打开主蒸汽控制阀，应缓慢通汽进入系统。
3. 蒸发器运转中，**严禁用水冲洗液位计表面**，操作系统阀门动作应缓慢。向蒸发的循环母液中补碱作业应戴防护眼镜和面罩。
4. 检修蒸发器，应停电挂牌、断料加盲板。蒸发器内温度 40℃ 以下方可进入，照明应使用安全灯，电压不得大于 12V。
5. 蒸发器运转中，**严禁用水冲洗液位计表面和用冷水冲洗目镜**，严禁带压紧固目镜螺栓，紧固目镜螺栓时操作人员的眼睛不应正对目镜。更换目镜时应首先消除容器内的压力；卸目镜时，人不能面对目镜；打碎的目镜应立即清除；更换高处的目镜时，应采取安全措施。
6. 生产现场操作岗位应配备存放浓度为 2%~3%的**硼酸洗液**，半径 15 m 内应设紧急冲洗、喷淋装置，防碱烧伤喷淋装置完好。

【考点 6】

(一) 氢氧化铝焙烧主要风险分析

1. 火灾、爆炸

焙烧炉生产中发生燃爆危险的原因：

- (1) 生产中燃气（天然气、煤气）管网及阀门**腐蚀、开裂、损坏**，或其他外界因素影响等造成燃气泄漏。
- (2) 焙烧炉燃烧器的**喷嘴腐蚀、结疤**，如燃烧器突然熄火，气阀又继续进气的情况下，炉膛内蓄热，温度很高，甚至烟道的温度也很高，超过燃气的引燃温度，有可能发生气体燃爆。若燃气在炉膛内燃烧不完全，甚至可能发生二次燃烧和爆炸。
- (3) 焙烧炉发生供气压力下降，则可能使燃烧速度大于燃气管供气速度，发生**回火爆炸**事故。

2. 机械伤害

3. 高处坠落

4. 热辐射

5. 中毒

6. 噪声

第三节 铝电解生产安全技术

【考点 1】

(一) 整流机组爆炸主要原因

1. 整流元件击穿，产生弧光，**快熔不能及时熔断**，引起弧光扩大，发展为整流柜内**正负母线短路**，造成爆炸。
2. 电气元件质量差或绝缘件受潮，使元件表面温度低于环境温度，当温度低至凝露点后，**元件表面将结露**

引起短路，进而发生爆炸。整流柜内冷却管路渗漏，也可能造成绝缘能力降低，引起爆炸。

3. 绝缘件表面灰尘积聚，引起绝缘破坏，发生爆炸。
4. 不停电检修或运行中测试时造成短路，引发正负母线弧光短路，引起爆炸。
5. 设计缺陷或制造安装质量不符合规范。

(二) 起重伤害主要原因

1. 选用生产、安装无资质单位产品，存在设计、制造、安装缺陷。诸如选材不当、加工质量问题、安装缺陷等，使带有隐患的设备投入使用。
2. 使用过程中因超载、钢丝绳断裂、吊钩脱落、吊索断裂等引起的重物坠落。
3. 起吊作业人员不安全行为，起吊速度和行走速度过快，起吊高度不足，起吊物不平衡，以及人员配合失误等，导致地面操作人员遭受物体打击。
4. 进行起重机的安装、拆卸、检查、维修或操作等作业时，无防护措施或防护措施不完善，引发事故。

【考点 3】熔铸安全技术

(一) 主要危险有害因素分析

1. 熔融铝液爆炸

- (1) 吊运、运输时容器失稳，盛装容器如出铝包、混合铝、坩埚等物料过多外溢。
- (2) 模具潮湿、过冷，湿冷物品或潮湿物料、工器具等未进行先期预热直接与高温熔融物质接触，工作区域潮湿、熔融物质工作场所地面积水。
- (3) 混合炉内铝液溢出、炉眼破损堵不住，溜槽内铝液溢出等。
- (4) 设备故障、铝液结晶速度慢等异常情况，造成底座引锭装置卡死或突然下降，处理方法不当，大量铝液外溢进入冷却水竖井内，造成“铝包水”引发爆炸。
- (5) 连续铸造机在铸造过程中，由于铸模裂纹、断裂或潮湿，以及混合炉出铝口突发漏铝，导致大量铝液进入冷却水箱或循环水道，瞬间形成大量蒸汽无法排出，引发爆炸事故。

2. 灼烫

3. 起重伤害

4. 火灾、爆炸

5. 高温

6. 粉尘

(二) 安全防范措施

1. 建筑及设施安全防范措施

- (1) 熔铸厂房内作业区域和运输通道不应设置集水坑、盛水井；车间内冷却水池应单独设置在厂房外部，且不与外部下水管网连通；铸造厂房内的地坑应进行防渗漏设计和施工，防止地下水渗入。
- (2) 车间内各类燃气管线应架空敷设，并应在车间入口设总管切断阀。油管道、天然气管道和氧气管道不应敷设在同一支架上，且不应敷设在管道的同一侧；氧气与燃油管道、天然气管道不应共沟敷设。
- (3) 天然气进入车间前的管道，应装设可靠的隔断装置。在管道隔断装置前、管道的最高处及管道的末端，应设置放散管；放散管口应高出天然气管道、设备和走台及人员巡检点 4m 以上，且应引出厂外。

- (4) 铸造中的混合炉和铸造机主要操作地带应设**局部送风降温装置**。
- (5) 混合炉炉门口要设置**排烟罩**并进行烟气净化, 抬包清理处产生粉尘的地点应安装收尘设备。
- (6) 在铸造过程中要及时扒渣和清炉, 扒渣和清炉尽可能使用**机械作业**。含铝灰渣应在有防雨水措施的固定堆放点堆存, 并应综合回收利用。

2. 入铝作业安全防范措施

- (1) 使用中的抬包, 耳轴部位应定期进行探伤检测。铝包吊运时应检查吊具、包梁、卡具、吊耳等部件是否安全可靠无变形; 确认挂钩稳固后**小行程、低高度**试吊, 行进时应警铃平稳运行。防止速度过快包内铝液遗撒、飞溅。
- (2) 吊运装有铝水的抬包, 应与邻近设备或建(构)筑物保持大于**1.5m**的净空距离。
- (3) 新砌的开口包使用前应经过**8h**以上的烘烤, 烘烤温度不应低于**300℃**, 彻底除去水分和潮气。
- (4) 捞渣作业时, 使用的工器具应**预热干燥**, 人员应站在捞渣平台上作业, 非作业人员不应在作业区域内行走或停留。
- (5) 手动倒包时应把包扶正、扶稳, 自动倒包时将抬包扶稳挂好后人员应远离作业**3m**以外。

3. 混合炉安全防范措施

- (1) 向混合炉内入铝时, 应检查炉眼是否有堵好、松动现象, **包口正对注铝口**。
- (2) 炉内铝液高度**不宜过满**, 距离炉口**10 cm**以上, 防止铝液扒渣作业时溢出。
- (3) 混合铝扒渣、打开出铝口, 连续铸造机除渣、半连续铸造打底、收尾作业, 操作人员应佩戴**防护面罩**, 配备耐高温、助燃劳动防护用品。
- (4) 铸造倾翻炉应设置**紧急复位操作系统**, 流槽液位自动检测、控制系统; 铸造熔炼炉、保温炉、倾翻炉、铸机、轧机流铝槽、除气过滤装置等, 周围应设置防止铝液遇水爆炸的挡铝墙。
- (5) 向入料后的混合炉内加固体物料时, 应用**专用工具**将物料缓慢推入, **不应两人同时向炉内投料**, 投料时不应用手握住铝锭前端。

4. 铝包吊运安全防范措施

- (1) 起重机启动和移动时, 应发出**声响与灯光信号**, 吊物不应从人员和重要设备上**方**越过; 吊物上不应有人, 也不应用起重设备载人。
- (2) 吊运重罐, 起吊时应进行**试重**, 人员应站在安全位置, 并尽量远离起吊地点。
- (3) 吊运铝包时, 抬包应平稳地放置在开口包底座上, 包梁的卡具应卡到位防止翻包。操作人员不可站在抬包底座、开口包沿、**抬包减速**上进行作业。
- (4) 挂铝包钩环时, 应确认钩头完全进入钩内并**小行程试吊**。升降机构和行进机构不应同时操作, 以免铝包底部挂碰运输车槽边缘造成铝液外撒或铝包车侧翻。
- (5) 通过电动葫芦操作铝包时应**点动**进行。
- (6) 起重作业人员严格执行“十不吊”规定, 非作业、指挥人员应与起吊作业保持安全距离, 吊运物品下方不应有人员。起重机作业结束应停在指定位置, **钩头应保持上限位高度**。

第十章 重金属冶炼安全技术

第二节 铜冶炼安全技术

【考点1】**（一）铜铈熔炼安全技术****1. 防止水冷件漏水进入炉体，高温熔体遇水爆炸安全技术**

（1）余热锅炉与铜冶炼炉应有安全联锁装置；余热锅炉不正常信号（水流量低、汽包液位低）应反馈给铜冶炼炉自动化控制系统，保证铜冶炼炉实现自动停产。

（2）带有水冷件、余热回收的铜冶炼炉，应设置**流量、温度**报警装置；其参数应上传至自动控制系统；应有防止水进入炉内的安全设施（如**切断阀、水冷闸板、泄流口**等）。

（3）加强工艺控制，**减少余热锅炉水冷壁结渣**，有大量结渣时应及时处理。

（4）余热锅炉或汽化冷却装置安全附件、监测控制设施应完备；给水系统必须有备用装置，并实现安全联锁控制；余热锅炉系统有**强制循环泵的必须配备备用泵**，并实现**双回路供电**，根据重要工艺参数（流量、温度、压力等）实施可靠的安全自启联锁。

（5）为防止爆炸，所有铜冶炼炉的水冷装置或汽化水套等必须定期检修，清除锈垢，并进行**水压试验**。所有阀门，除专职人员外，其他人员不得操作。汽化装置要定期排污，用水要经软化处理。

（6）突然停水时，应及时**关闭冷却水入口阀门**，并使所产生的**蒸汽及时排出**；来水后，应缓慢通入冷却水。如严重缺水烧干时，严禁立即通入冷却水。

（7）直接喷入铜冶炼炉熔体中的压缩空气必须设置汽水分离设备。

2. 防止高温熔体泄漏安全技术

（1）熔池熔炼炉应配备重要工艺参数的测量装置，测量数据传输至工业自动化控制系统，应有出现炉体发红情况的应急处置设施；出现紧急情况应有**风冷**或其他应急处置设施，应有炉体温度监测报警装置。

（2）铜冶炼炉冷却水系统必须配备**应急备用泵**。

（3）应设置熔体泄漏后能够存放熔体的安全设施，如**安全坑、挡火墙、隔离带**等。

（4）对炉墙变薄的部位加装**轴流式风机**强制冷却。

（5）承受重荷载和受高温辐射、热渣喷溅等危险的建（构）筑物，应定期进行**结构安全鉴定**。

（6）熔融金属泄漏后，在保证安全的前提下应及时用**熔剂或沙土**挡住已流出的金属液体，防止熔融金属大面积流淌或流入积水，尤其是半封闭空间环境中的积水。

（7）当熔融金属引起可燃物着火时，应使用**干燥沙子或其他耐火材料**扑救，不应使用水或二氧化碳灭火器、水剂灭火器灭火。

3. 防止炉内形成喷发性泡沫渣安全技术

（1）调整工艺控制，适当**降低渣型控制**，便于炉体挂渣。**控制好炉渣磁性铁及熔池温度**。

（2）冶炼炉控制室应避开加料、排料（渣）炉口等区域，**控制室在炉体方向不应设窗户**。控制室必须设置安全疏散通道。

（3）操作人员必须做到：每次排放取磁性铁样品，如果样品**磁铁矿的含量超过15%**，**不准操作熔池熔炼炉**；定期检查上料系统，定期清理加料口黏结物，防止下料口漏料或堵塞；每次喷枪加热期间，必须适当加入还原煤；**处理磁铁矿含量过高的熔池时，不得将喷枪插入炉渣中，应把喷枪保持在熔池之上**，这样可以减缓反应速度并减低形成泡沫渣的危险；炉温突然上升时，必须立即进行检查。

4. 防止二氧化硫烟气泄漏安全技术

（1）各冶炼炉应安装**收尘及二氧化硫烟气收集处理系统**。

- (2) 安装二氧化硫烟气**浓度检测装置**。
- (3) **调整**引风机转速。
- (4) 引风机与铜熔炼用炉间应有安全联锁装置。

【考点 2】

(一) 铜铕吹炼安全技术

1. 防止转炉喷炉安全技术

(1) 喷炉的原因:

- ①转炉进料超量或加入冷料过多,使**炉温过低**。
- ②第一周期**熔剂加入不及时或量不足**,造成渣黏,阻碍二氧化硫排出。
- ③**放渣不及时**,过吹,渣黏。
- ④在新炉挂炉后**进料过急**。
- ⑤粗铜过吹,再加入**冰铜进行还原**。

2. 吊运高温铜水包安全技术

(1) 起重机应选用符合《冶金起重机技术条件 第 5 部分:铸造起重机》(JB/T7688.5)要求的**铸造起重机**。

(2) 吊运熔融金属起重机的吊具(钩)、钢丝绳,盛装熔融金属的容器(设备)的耳轴等应定期进行检验。吊运熔融金属起重机的定期检验周期为**1年**。

(3) 起重机滑线应安装**通电指示灯**或采用其他标识带电的措施;裸露滑线应布置在吊车**驾驶室对面**;若布置在驾驶室同一侧,应采取安全防护措施。

(4) 熔融金属运行区域内设备、电线电缆、管线和建(构)筑物等应当采取隔热防护措施。吊运的熔融金属液面应保持与盛装容器口至少 300mm 的距离。

(5) **包耳每年**至少进行一次探伤检查。

(6) 熔炼车间吊运高温熔体的起重机,其各种安全装置必须齐全有效,钢丝绳和吊钩应**每班检查**,**钢丝绳要定期穿绳和浸油**。在吊运高温熔体时,副钩必须回收,不应钩于铜水包尾部吊环上。到达倾倒位置时,副钩才可挂上,以免吊车司机误操作或出机械故障引起铜水包倾转,熔体流出,造成事故。

(7) 吊运重铜水包时,**必须先行紧钩**,经检查确认吊钩与包梁,包梁与包耳位置正常后,才能起吊。

(8) 运输熔融体物料应设置安全专用通道;在铜铕等熔融介质水渣池的两侧,应设置混凝土的**防爆(防火)墙**。

【考点 3】

(一) 粗铜火法精炼安全技术

1. 煤粉系统安全技术

(1) 燃料燃烧器和输送管道之间,应设有**逆止阀、自动切断阀或防回火装置**。

(2) 根据使用燃料的特点,设立**温度、CO 浓度、CO₂ 浓度、O₂ 浓度等检测装置**,并配置报警装置,及除尘降噪设施。

(3) 燃气站、油站及粉煤储存区应设有**烟雾火灾自动报警器、监视装置及灭火装置**;应采取防火墙、防

火门等建筑设施。

(4) 采用煤气燃烧的冶炼炉，应达到以下要求：工作场所应配备固定式和便携式**一氧化碳检测装置**；煤气管道必须有**低压报警**和**低压快速切断装置**，并纳入工业自动化控制系统；煤气使用场所必须有**煤气应急防护用品**。

2. 阳极浇铸安全技术

(1) 浇铸阳极板前，确保溜槽、中间包、浇包、铜模**干燥**。

(2) 浇铸过程中应有相应的模温控制设施或相应的控制措施，确保在浇铸位**铜模无积水**。

(3) 应设置**蒸汽收集及排气装置**。

(4) 浇铸操作室应有相应的**防铜水喷溅进入室内的设施**，如操作室窗户使用夹胶玻璃或铁丝网。

3. 大面积停电主要防范措施：

(1) 倾动式精炼炉窑应配备**应急电源或发电装置**；具备**紧急停车装置**。

(2) 工艺用风的**流量、压力与炉子倾动角度**应有**联锁控制装置**。

【考点 4】

(一) 铜电解精炼安全技术

1. 电解液净化安全技术

(1) 脱砷应设**抽风系统**，槽面抽风系统与硅整流应设**联锁装置**。

(2) 应设置**砷化合物自动检测报警器**，声光报警信号装置应完好有效。

(3) 脱砷岗位等区域应设置**冲淋、洗眼装置**。

(4) 电积脱砷槽**出装槽前须停电 30 min 以上**，并保持抽风。脱砷生产过程中，操作人员应检查抽风机确保其正常运行，确保覆盖槽面、负压作业，防止发生砷化氢气体中毒事故。

2. 电解槽安全技术措施

(1) 在浓酸储存处应设置**防泄漏**设施。

(2) 应配置安全存放电解液的设施；存放设施应能满足**紧急停电时**电解液的存放；需设置**应急泵类**设施。

(3) 电解车间槽面和浓酸储存处应设置**冲洗装置**。

(4) 电解液循环系统应设置**酸雾排空装置**。

(5) 阴极铜吊入烫洗槽时，操作人员离烫洗槽应保持**1m 以上**安全距离。

安全工程师

考点资料（专业科）

