

第三章 特种设备安全技术

本章包括十节内容

第一节 特种设备的基础知识

第二节 特种设备事故的类型

第三节 锅炉安全技术

第四节 气瓶安全技术

第五节 压力容器安全技术

第六节 压力管道安全技术

第七节 起重机械安全技术

第八节 场（厂）内专用机动车辆安全技术

第九节 客运索道安全技术

第十节 大型游乐设施安全技

第一节 特种设备的基础知识

一、特种设备的基本概念

根据《中华人民共和国特种设备安全法》，特种设备是指对人身和财产安全有较大危险性的锅炉、压力容器（含气瓶）、压力管道、电梯、起重机械、客运索道、大型游乐设施、场（厂）内专用机动车辆。特种设备依据其主要工作特点，分为承压类特种设备和机电类特种设备。

（一）承压类特种设备

承压类特种设备是指承载一定压力的密闭设备或管状设备，包括锅炉、压力容器(含气瓶)、压力管道。

承压类特 种设备	定义	特点
-------------	----	----

锅炉	利用各种燃料、电或其他能源，将所盛装液体加热到一定的参数，并通过对外输出介质的形式提供热能的设备	设计正常水位容积 $\geq 30\text{L}$ ，且额定蒸汽压力 $\geq 0.1\text{MPa}$ (表压)的承压蒸汽锅炉；出口水压 $\geq 0.1\text{MPa}$ (表压)，且额定功率 $\geq 0.1\text{MW}$ 的承压热水锅炉；额定功率 $\geq 0.1\text{MW}$ 的有机热载体锅炉
压力容器	盛装气体或者液体，承载一定压力的密闭设备	最高工作压力 $\geq 0.1\text{MPa}$ (表压)的气体、液化气体和最高工作温度 \geq 标准沸点的液体、容积 $\geq 30\text{L}$ 且内直径 $\geq 150\text{mm}$ 的固定式容器和移动式容器；盛装公称工作压力 $\geq 0.2\text{MPa}$ (表压)，且压力与容积的乘积 $\geq 1.0\text{MPa}\cdot\text{L}$ 的气体、液化气体和标准沸点 $\leq 60^\circ\text{C}$ 液体的气瓶；氧舱
压力管道	利用一定的压力，用于输送气体或者液体的管状设备	最高工作压力 $\geq 0.1\text{MPa}$ (表压)，介质为气体、液化气体、蒸汽或者可燃、易爆、有毒、有腐蚀性、最高工作温度 \geq 标准沸点的液体，且公称直径 $\geq 50\text{mm}$ 的管道

(二) 机电类特种设备

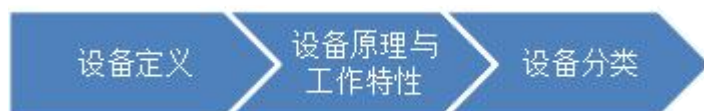
机电类特种设备是指必须由电力牵引或驱动的设备，包括电梯、起重机械、客运索道、大型游乐设施、场（厂）内专用机动车辆。

机电类特种设备	定义	特点
电梯	动力驱动 利用沿刚性导轨运行的箱体或沿固定线路运行的梯级(踏	载人（货）电梯、自动扶梯、自动人行道

	步), 进行升降或者平行运送人、货物的机电设备	
起重机械	用于垂直升降或者垂直升降并水平移动重物的机电设备	额定起重 $\geq 0.5\text{t}$ 的升降机 ;额定起重 $\geq 3\text{t}$ (或额定起重力矩 $\geq 40\text{t}\cdot\text{m}$ 的塔式起重机 ,或生产率 $\geq 300\text{t/h}$ 的装卸桥) 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
客运索道	动力驱动 利用柔性绳索牵引箱体等运载工具运送人员的机电设备	客运架空索道、客运缆车、客运拖牵索道
大型游乐设施	于经营目的 承载乘客游乐的设施	设计最大运行线速度 $\geq 2\text{m/s}$,或者运行高度距地面高度 $\geq 2\text{m}$ 的载人大型游乐设施
场(厂)内专用机动车辆	除道路交通、农用车辆以外仅在工厂厂区、旅游景区、游乐场所等特定区域使用的专用机动车辆	

二、锅炉基础知识

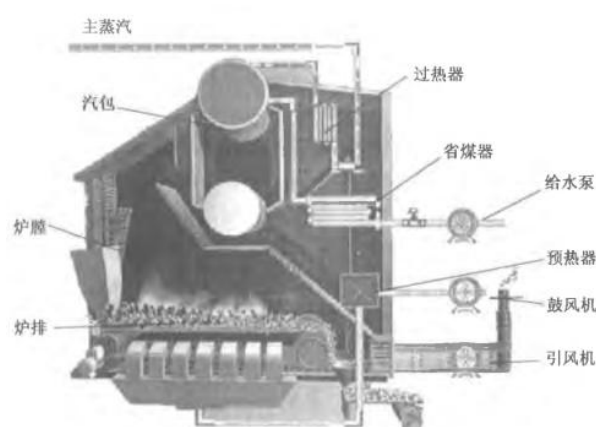
学习思路：



(一) 锅炉

锅炉是指利用燃料燃烧释放的热能或其他热能加热水或其他工质，以生产规定参数(温度、压力)和品质的蒸汽、热水或其他工质的设备。锅炉由“锅”和“炉”以及相配套的附件、自控装置、附属设备组成。

“锅”	接受热量，将热传给水、汽等，储存或输送锅水或蒸汽，密闭受压	锅筒（或锅壳）、水冷壁、过热器、再热器、省煤器、对流管束及集箱
“炉”	进行能量转化的空间和烟气流通的通道——炉膛和烟道	括燃烧设备和炉墙等



卧式燃煤蒸汽锅炉结构图

(二) 锅炉工作原理及工作特性

1. 工作原理

输入能量为燃料中的化学能的锅炉，其工作原理可用下述工作过程和工作系统来说明。

1) 工作过程

锅炉产生热水或蒸汽需要以下 3 个过程：



2) 工作系统

锅炉的工作过程是通过两个工作系统来实现的：一个系统是介质系统，在蒸汽锅炉中称为汽水系统，另一个系统是燃烧系统。

(1) 汽水系统。它的任务是使进入锅炉的给水吸热升温、汽化、过热，最后成为具有一定温

度和压力的热水或蒸汽。

(2)燃烧系统。它的任务是将燃料和空气送入锅炉炉膛内进行燃烧放热，将热量以辐射方式传给炉膛四周的水冷壁等辐射受热面；高温烟气主要以对流传热方式传热。烟气排入大气；灰渣排出锅炉。

2.工作特性

(1)爆炸危险性。

(2)易于损坏性。

(3)应用的广泛性。

(4)连续运行性。一般要求连续运行，不能任意停车。

(三) 锅炉的分类

分类方式	分类	区别
用途	电站锅炉	产生的蒸汽带动汽轮机发电用的锅炉；
	工业锅炉	产生蒸汽或热水主要用于工业生产或民用的锅炉
产生的蒸汽压力	超临界压力锅炉、亚临界压力锅炉、超高压锅炉、高压锅炉、中压锅炉、低压锅炉	分别为： \geq 临界压力(22.1MPa) , 15.7 ~ 19.6MPa , 11.8 ~ 14.7MPa , 7.84 ~ 10.8Mpa , 2.45 ~ 4.90MPa , < 2.45MPa
蒸发量	大型、中型、小型锅炉	> 75t/h , 20 ~ 75l/h , < 20t/h
载热介质	蒸汽锅炉、热水锅炉和有机热载体锅炉	锅炉出口介质为饱和蒸汽或者过热蒸汽； 为高温水 (>120℃)或者低温水 (120℃以下)； 有机质液体 (如高温导热油) 作为热载体工质
燃料种类	燃煤锅炉、燃油锅炉、燃气锅炉、电热锅炉、余热锅炉、废料锅炉	

燃烧方式	层燃炉	采用火床燃烧，主要用于工业锅炉，使用固体燃料
	室燃炉	采用火室燃烧，电站锅炉和部分容量较大的工业锅炉采用，燃料为油、气和煤粉，燃料以粉状、雾状或气态随同空气喷入炉膛中进行燃烧
	旋风炉	炉型有卧式和立式两种，燃用粗煤粉或煤屑。燃料和空气在高温的旋风筒内高速旋转，部分燃料颗粒被甩向筒壁液态渣膜上进行燃烧的方式
	流化床燃烧锅炉	送入炉排的空气流速较高，使大粒燃煤在炉排上面的流化床中翻腾燃烧，小粒燃煤随空气上升并燃烧。宜用于燃用劣质燃料，主要用于工业锅炉。
锅炉结构	锅壳锅炉、水管锅炉	
制造、安装许可	分为 A、B 级。额定出口压力大于 2.5MPa 的蒸汽和热水锅炉属于 A 级；额定出口压力小于或等于 2.5MPa 的蒸汽和热水锅炉，以及有机热载体锅炉属于 B 级。	

三、压力容器基础知识

(一) 压力容器

压力容器，一般泛指在工业生产中盛装用于完成反应、传质、传热、分离和储存等生产工艺过程的气体或液体，并能承载一定压力的密闭设备。应用广泛。

(二) 压力容器工作特性

1. 压力容器特点

1) 结构特点

压力容器一般由筒体（又称壳体）、封头（又称端盖）、法兰、密封元件、开孔与接管（人孔、手孔、视镜孔、物料进出口接管）、附件（液位计、流量计、测温管、安全阀等）和支座等所组成。

2)固定式压力容器的特点

- (1)具有爆炸的危险性。
- (2)介质种类繁多，千差万别。包括易燃易爆介质、有毒介质泄漏、腐蚀性强介质等。
- (3)不同容器的工作条件差别大。有的容器承受高温高压；有的容器在低温环境下工作；有的容器投入运行后要求连续运行。
- (4)材料种类多。

3)移动式压力容器的主要特点

- (1)活动范围大，运行环境条件复杂，在运输和装卸过程中易受冲击、振动，有时还可能发生碰撞、倾翻。
- (2)介质绝大多数是易燃、易爆以及有毒等液化气体。
- (3)活动场所不固定，监督管理难度大。

2.压力容器的参数

容器的主要工艺参数为压力、温度、介质。容积、直径、壁厚也是重要的特性指标。

参数	分类	
压力(容器外或容器内都能产生)	最高工作压力	正常操作情况下，容器顶部可能出现的最高压力
	设计压力	标注在容器铭牌上的设计压力。压力容器的设计压力值不得低于最高工作压力
温度	设计温度	设定的元件的金属温度，一律按最高温度选取
	试验温度	压力试验时，壳体的金属温度

	实际工作温度	容器在实际工作情况下，元件的金属温度
介质	按物质状态分类，有气体、液体、液化气体、单质和混合物等； 按化学特性分类，有可燃、易燃、惰性和助燃 4 种； 按对人类毒害程度，分为极度危害（Ⅰ）、高度危害（Ⅱ）、中度危害（Ⅲ）、轻度危害（Ⅳ）4 级； 按腐蚀性可分为强腐蚀性、弱腐蚀性和非腐蚀性	

（三）压力容器的分类

压力容器有众多分类方法，可以按压力等级分，按在生产中的作用分，按安装方式分，按制造许可分，按安全技术管理（基于危险性）分类等。

1.按压力等级划分

分类方式	分类	
承压方式	外压力容器	内压力小于一个绝对大气压(约 0.1MPa)时，又称为真空容器
	内压力容器	按设计压力划分为低压、中压、高压和超高压： $0.1\text{MPa} \leq p < 1.6\text{MPa}$ 、 $1.6\text{MPa} \leq p < 10.0\text{MPa}$ 、 $10.0\text{MPa} \leq p < 100.0\text{MPa}$ 、 $p \geq 100.0\text{MPa}$ 。
作用	反应压力容器	完成介质的物理、化学反应的压力容器，反应釜、聚合釜等
	换热压力容器	完成介质的热量交换的压力容器，热交换器、冷却器等
	分离压力容器	完成介质的流体压力平衡缓冲和气体净化分离的压力容器
	储存压力容器	储存、盛装气体、液体、液化气体等介质的压力容器，储罐、缓冲罐等
安装方式不同	固定式	安装在固定位置使用，储罐、球罐、塔器、反应釜
	移动式	单个或多个压力容器罐体与行走装置、定型汽车底盘组成，

		如汽车罐车、铁路罐车、罐式集装箱
制造许可	制造许可 A 级	大型高压容器 (A1) , 其他高压容器 (A2),球罐 (A3),非金属压力容器 (A4) , 氧舱 (A5) , 超高压容器 (A6)
	制造许可 B 级	无缝气瓶 (B1),焊接气瓶 (B2) , 特种气瓶(B3)、低温绝热气 瓶 (B4))、内装填料气瓶 (B5)
	制造许可 C 级	铁路罐车 (C1),汽车罐车、罐式集装箱 (C2) , 长管拖车、管 束式集装箱 (C3)
	制造许可 D 级	中、低压容器
安全技术管 理	为便于安全监察、使用管理和检验检测, 按规程将压力容器划分为三类 (I、 II、III类)。	

按安全技术管理 (基于危险性) 划分

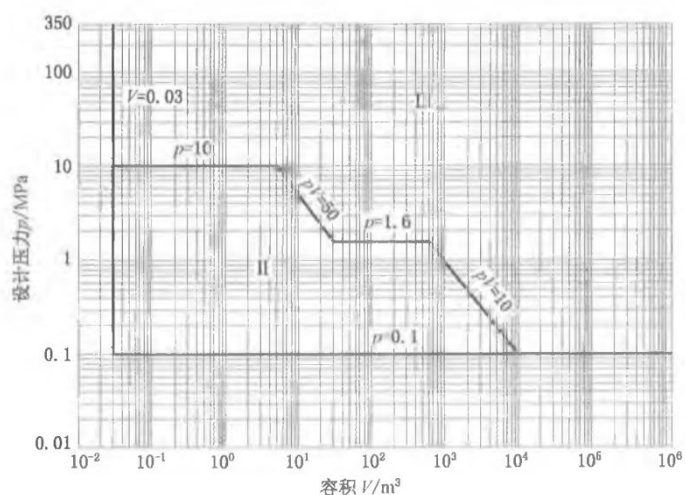
划分办法如下 :

(1)首先将压力容器的介质分为两组。

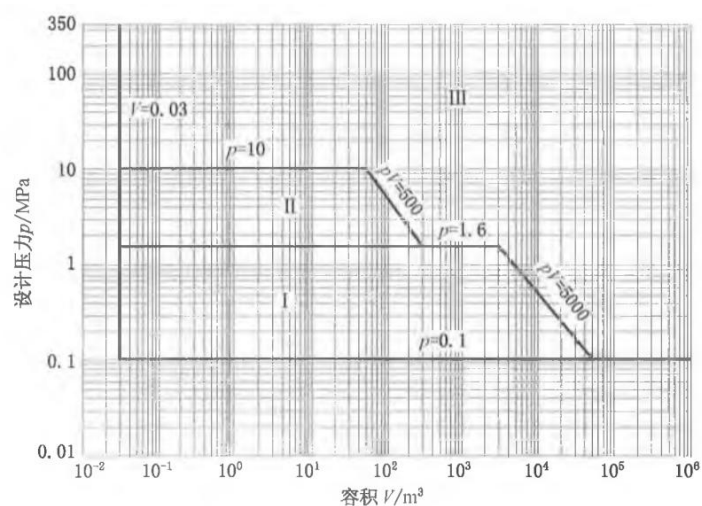
第一组介质 : 毒性程度为极度危害、高度危害的化学介质, 易爆介质, 液化气体。

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的化学介质, 包括水蒸气、氮气等。

(2)按照介质特性分组后选择分类图, 再根据设计压力 p (单位为 MPa) 和容积 V (单位为 L) , 标出坐标点, 确定容器类别。



压力容器分类图—第一组介质



压力容器分类图—第二组介质

四、压力管道基础知识

(一) 压力管道

压力管道是指在生产 and 生活中用于输送流体介质，并能承载一定压力的密闭管状设备。它被广泛用于石油、化工、国防等工业，及城市供热和供气领域。管道输送具有隐蔽、连续、密闭、营运成本低、不占用地面空间，不受周围环境影响等特点，已与公路、铁路、水路和航空等运输方法共同组成五大运输体系。

(二) 压力管道工作原理及工作特性

1.工作原理

对单条压力管道而言 ,其工作原理就是依靠外界的动力或者是介质本身的驱动力将该条管道源头的介质输送到该条管道的终点。

压力管道的主要用途就是输送介质，除此之外，还可以延伸出一些功能，如储存功能(主要用于长输管道)和热交换（ 主要用于工业管道 ）等。

2.输送介质特性

压力管道输送的介质均为流体介质，包括气体、液化气体、蒸汽，可燃、易爆、有毒、有腐蚀性、最高工作温度高于或者等于标准沸点的液体。

3.结构特点

压力管道是由管子、管件、阀门、补偿器等压力管道元件以及安全保护装置（安全附件）、附属设施等组成。

安全保护装置包括紧急切断装置（紧急切断阀等）、安全泄压装置（安全阀、爆破片等）、测漏装置、测温测压装置（温度计、压力表等）、静电接地装置、阻火器、液位计和泄漏气体安全报警装置。

附属设施指阴极保护装置、压气站、泵站、阀站、调压站、监控系统等。

4.工作特点

应用广泛	管道体系庞大	管道空间变化大	腐蚀机理和材料损伤复杂
<ul style="list-style-type: none">•应用领域多，工作压力由真空负压到高压、超高压，工作温度由-200℃到1000℃以上，介质多具有有毒、可燃、易爆等特征	<ul style="list-style-type: none">•由多种组成件、支承件组成，任一环节出现问题都会造成整条管线甚至整个管线系统失效	<ul style="list-style-type: none">•长距离经过复杂多变的地质条件、地形地貌、人文环境、天气环境，或者在一个环境中，但是立体空间变幻莫测	<ul style="list-style-type: none">•容易受其承载的各种腐蚀介质的破坏，还易受周围介质或设施的影响，且还容易遭受第三方破坏

5.压力管道工艺参数

(1)设计压力。

(2)操作压力。稳定操作条件下，压力管道系统内介质的压力。

(3)设计温度。压力管道在正常工况下，管壁或元件金属可能达到的最高或最低温度。

(4)管输介质温度。管道输送介质在管道内输送时的流动温度。

(5)介质。

(6)公称直径 (DN)。由字母 DN 和整数数字组合的尺寸标志，代表管道组成件的规格。

(7)公称压力 (PN)。由字母 PN 和整数数字组合的压力标志，代表管道组成件的压力等级。

(8)设计壁厚。在设计压力和公称直径下，根据选用材料许用应力，设计得到。

(三) 压力管道分类

压力管道用途广泛，品种繁多，不同领域内使用的管道，其分类方法也不同。一般可以按主体材料、敷设位置、输送介质特性和用途等进行分类。为便于实施安全监督管理，可以按照安全监督管理的需要进行分类。

1.按主体材料划分

可分为金属管道和非金属管道。

2.按敷设位置划分

可分为架空管道、埋地管道、地沟敷设管道。

3.按介质压力划分

通常分为超高压管道 ($>42\text{MPa}$)、高压管道 ($10\sim42\text{MPa}$)、中压管道 ($1.6\sim10\text{MPa}$)、低压管道 ($<1.6\text{MPa}$)。

4.按介质温度划分

一般可分为高温管道($>200^{\circ}\text{C}$)、常温管道 ($-29\sim200^{\circ}\text{C}$)、低温管道($<-29^{\circ}\text{C}$)。

5.按管道用途划分

可分为长输油气管道、城镇燃气管道、热力管道、工业管道(包括工艺管道、公用工程管道)、动力管道、制冷管道。

6.安全监督管理分类

为满足安全监督管理的需要,将压力管道分为长输管道(GA类)、公用管道(GB类)、工业管道(GC类)共三类。相关安全技术规范对各类压力管道给出了定义,并进一步进行了分级。

1)长输管道(GA类)

长输管道(GA类)系指产地、储存库、使用单位间的用于输送商品介质的管道。级别划分为GA1级和GA2级。

(1)符合下列条件之一的长输管道为GA1级:

- ①输送有毒、可燃、易爆气体介质,最高工作压力大于4.0MPa的长输管道。
- ②输送有毒、可燃、易爆液体介质,最高工作压力大于6.4MPa,并且输送距离(指产地、储存地、用户间的用于输送商品介质管道的长度)大于或者等于200km的长输管道。

(2)GA1级以外的长输管道为GA2级。

2)公用管道(GB类)

公用管道(GB类)是指城市或者乡镇范围内的用于公用事业或者民用的燃气管道和热力管道,划分为GB1级和GB2级。

(1)GB1级:城镇燃气管道。

(2)GB2级:城镇热力管道。

3)工业管道(GC类)

工业管道(GC类)是指企业、事业单位所属的用于输送工艺介质的工艺管道、公用工程管

道及其他辅助管道，划分为 GC1 级、GC2 级、GC3Sp

(1)符合下列条件之一的工业管道为 GC1 级：

①输送《职业性接触毒物危害程度分级》(GBZ230)中规定的毒性程度为极度危害

介质、高度危害气体介质和工作温度高于其标准沸点的高度危害液体介质的管道。

②输送《石油化工企业设计防火规范》(GB50160)及《建筑设计防火规范》

(GB50016)中规定的火灾危险性为甲、乙类可燃气体或者甲类可燃液体（包括液化烃），

并且设计压力大于或者等于 4.0MPa 的管道。

③输送流体介质并且设计压力大于或者等于 10.0MPa,或者设计压力大于或者等于

4.0MPa 并且设计温度大于或者等于 400℃的管道。

(2)除 GC3 级管道外，介质毒性危害程度、火灾危险性（可燃性）、设计压力和设

计温度小于 GC1 级管道的工业管道为 GC2 级。

(3)输送无毒、非可燃流体介质，设计压力小于或者等于 1.0MPa，并且设计温度大

于-20℃但小于 185℃的工业管道为 GC3 级。

五、起重机械基础知识

起重机械，是指用于垂直升降或者垂直升降并水平移动重物的机电设备。

(一)起重机械工作特点

(二)起重机械分类

1.桥式起重机

桥式起重机，其桥架梁通过运行装置直接支承在轨道上的起重机。



2.门式起重机



门式起重机，桥架梁通过支腿支承在轨道上的起重机，又被称为带腿的桥式起重机。特点是小车运行速度大、跨度大(一般为 60~90m 以上),生产率高(可达 500~1000t/h 或更高)。轨道式集装箱门式起重机是 20 世纪 80 年代发展起来的机种，是专门用来进行集装箱的堆垛和装卸作业的门式起重机。

3.塔式起重机



塔式起重机，臂架安装在垂直塔身顶部的回转式臂架型起重机。其结构特点是悬架长(服务

范围大)、塔身高(增加升降高度)、设计精巧,可以快速安装、拆卸。

4.流动式起重机



流动式起重机,可以配置立柱(塔柱),能带载或不带载情况下沿无轨道路面行驶,且依靠自重保持稳定的臂架型起重机。它包括轮胎起重机、履带起重机、集装箱正面吊运起重机、铁路起重机,采用充气轮胎或履带作运行装置,可以在无轨路面或轨道上长距离移动。

5.门座式起重机



门座式起重机,安装在门座上,下方可通过铁路或公路车辆的移动式回转起重机。多用于港口装卸作业,或造船厂进行船体与设备装配。

6.升降机

常见的升降机有垂直升降机、电梯等,只有1个升降机构,配有完善的安全装置及其他附属装置。



7.缆索起重机



以固定在支架顶部的承载索作为承载件的起重机。它适用于跨度大、地形复杂的货场、水库或工地作业。

8.桅杆式起重机



桅杆式起重机 其臂架铰接在上下两端均有支承的垂直桅杆下部的回转起重机。工作半径小，移动不便，适用于吊装工程量比较集中的工程。

9.机械式停车设备

机械式停车设备是机械式汽车库中运送和停放汽车设备的总称。



(三) 起重机械安全正常工作的条件

- (1)金属结构和机械零部件应具有足够的强度、刚性和抗屈曲能力。
- (2)整机必须具有必要的抗倾覆稳定性。
- (3)原动机具有满足作业性能要求的功率，制动装置提供必需的制动力矩。

六、场（厂）内专用机动车辆基础知识

(一) 场（厂）内专用机动车辆

场（厂）内机动车辆，是指除道路交通、农用车辆以外仅在工厂厂区、旅游景区、游乐场所

等特定区域使用的专用机动车辆，包括机动工业车辆和非公路用旅游观光车辆。

（二）场（厂）内专用机动车辆工作特点

(1)场（厂）内机动车种类繁多，同类厂内机动车辆的规格差很大。

(2)承载的重物多样，载荷变化，体积不规则，还有散粒和易燃易爆危险品等，使作业过程复杂而危险。

(3)需要在较大的范围内运行，机动性强，易造成事故，影响的面积也较大。

(4)属于暴露的、活动的工作装置，潜在偶发危险因素多。

(5)作业环境复杂。

(6)各类产品之间具有使用成套性。

(7)一机具有多种可换的工作装置。

(8)对行驶路面，作业环境有要求。

(9)对于专用搭载乘客的场（厂）内机动车辆，安全性要求高。

（三）场（厂）内专用机动车辆分类

(1)机动工业车辆，指叉车。



(2)非公路用旅游观光车辆，包括观光车和列车观光。

观光车是指具有 4 个以上（含 4 个）车轮的非轨道无架线的非封闭型自行式乘用车辆，包括蓄电池观光车和内燃观光车。

列车观光是指具有 8 个以上（含 8 个）车轮的非轨道无架线的，由一个牵引车头与一节或者多节车厢组合的非封闭型自行式乘用车辆，包括蓄电池观光列车和内燃观光列车。

（四）场（厂）内专用机动车辆正常工作条件

（1）车辆的技术性能、动力性能、制动性能、承载能力、运行方向的控制能力和产品标识符合要求。

（2）稳定性满足要求，包括空载、满载的纵向和横行稳定性。。

（3）车辆的动力输出能力、工作装置的控制和标识符合要求。

（4）车辆的各种安全保护装置，自动报警、信号装置应完好齐全。

（5）操作人员能够正确操作和维护车辆。

七、客运索道基础知识

（一）客运索道

客运索道是指动力驱动，利用柔性绳索牵引箱体等运载工具运送人员的机电设备，包括客运架空索道、客运缆车、客运拖牵索道等。

客运架空索道：以架空的柔性绳索承载，用来输送物料或人员的索道。



客运缆车：运载工具沿地面轨道或由固定结构支承的轨道运行的索道。



客运拖牵索道：用绳索牵引，在地面上运送乘客的索道。



(二) 客运索道分类

客运架空索道、客运缆车、客运拖牵索道每一类中可以按照不同形式进行分类。

1. 客运架空索道

1) 按索系分

单线架空索道：一根钢丝绳既承载又牵引的架空索道。

双线架空索道：同时具有承载索和牵引索（包括平衡索）的架空索道。

2) 按吊具运行方向分

(1) 循环式架空索道：

① 连续循环式架空索道：运载工具在线路上以恒定速度运行的循环式架空索道。

② 脉动循环式架空索道：运载工具在线路上脉动运行（快行—慢行—快行—慢行）的循环式架空索道。

(2) 往复式架空索道：运载工具在线路上往复运行的架空索道。

3)按抱索器类型分

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。

4)按吊具类型分

吊厢式：运载工具为吊厢的架空索道。

吊篮式：运载工具为吊篮的架空索道。

吊椅式：运载工具为吊椅的架空索道。

2.客运缆车

(1)循环式缆车：运载工具与钢丝绳可脱开和挂接，并在线路上循环运行的缆车。

(2)往复式缆车：运载工具在线路上往复运行的缆车。

3.客运拖牵索道

(1)高位拖牵索道：拖牵索距地面高度在 2m 以上的拖牵索道。

(2)低位拖牵索道：拖牵索距地面高度小于 2m 的拖牵索道。

(三) 客运索道工作原理和特点

1.客运架空索道

1)循环式架空索道

循环式架空索道是用一根首尾相接的环行钢丝绳（运载索）绕于驱动轮和迂回轮上，中间支撑在各支架的托压索轮组上，利用摩擦原理带动运载索做循环运动。

其特点：一是对自然地形适应性强，爬坡能力大；两端站距离最短，尤其在地势险峻条件下，索道线路长度仅为公路的 $1/10 \sim 1/30$ 。二是站房配置紧凑，支架占地少。三是可按实际地形随坡就势架设，对地形、地貌及自然环境破坏小。四是索道一般都采用电力驱动，不污染环境。五是运行安全可靠，维护简单，容易实现机械化、自动化操作，劳动定员少。六是能

耗低，一般仅为汽车能耗的 $1/10 \sim 1/20$ ，节约能源。七是客运索道是空中载人运输工具，因此它的安全级别等同于飞机，相关要求较高。

2) 往复式索道

其特点：

(1) 爬坡能力大，可跨越大跨度，客车距地高度允许超过 100m；客车数量少；支架少，便于检查维护；运行效率高；耗电少可运送大件重物；救护简单方便。

(2) 缺点是运输能力与索道的长度成反比，受到限制；候车时间长；索系比较复杂，站房受水平力大，造价较高，吊厢和支架受力极大，一旦发生故障，易产生大的影响和损失。

2. 客运缆车

利用钢丝绳作为牵引动力，带动车厢在两站之间轨道上做往复运动或循环移动的运送乘客的设施。其工作特点是线路在地面，运行安全性高，便于营救。

3. 客运拖牵索道

其工作特点是：

(1) 投资成本低，结构简单，操作人员少。

(2) 操作方便，便于维护。

(3) 中途可随时上下。

(4) 不能与滑雪道交叉，对地形要求较高。

(5) 乘客必须穿戴滑雪板等用具。

八、游乐设施基础知识

(一) 游乐设施

广义上除可包括具有动力的游乐器械外，还包括为游乐而设置的构筑物和其他附属装置以及无动力的游乐载体。

大型游乐设施：《特种设备安全监察条例》所定义的大型游乐设施，是指用于经营目的，承载乘客游乐的设施，其范围规定为涉及最大运行线速度大于或者等于 2m/s ，或者运行高度距地而高于或者等于 2m 的载人游乐设施。

（二）游乐设施工作原理及特点

游乐设施是通过各种动力驱动（液压、气动、电机、弹力等），其特点有：

- (1)机构复杂，运动方式多样。
- (2)载荷变化范围较大。
- (3)速度、加速度较大，运动方向变化急剧。
- (4)游乐设施暴露的、活动的零部件较多，存在许多偶发的危险因素。
- (5)使用环境复杂。南北区域，大小型公园。
- (6)使用对象复杂。游乐设施的使用人群既有妇女儿童，又有青年和老人。
- (7)游乐设施是游客直接在其上进行娱乐的设备，安全装置可靠性要求高。

（三）游乐设施分类

游乐设施主要依据其结构及运动形式进行分类，而不是按游乐设施的名称划分。每类游乐设施用一种常见的有代表性的游乐设施名称命名，该游乐设施为基本型。大型游乐设施共分成 15 类：

- (1)转马类游艺机：乘人部分绕垂直轴旋转及运动形式类似的游艺机。
- (2)陀螺类游艺机：乘人部分绕可变倾角的轴旋转及运动形式类似的游艺机。
- (3)飞行塔类游艺机：乘人部分用挠性件吊挂，边升降边绕垂直轴回转及运动形式类似的游艺机。
- (4)自控飞机类游艺机：乘人部分绕中心垂直轴回转并升降及运动形式类似的游艺机。
- (5)观览车类游艺机：乘人部分绕水平轴回转及运动形式类似的游艺机。

(6)滑行车类游艺机：沿轨道运行，有惯性滑行特征及运动形式类似的游艺机。

(7)架空游览车类游艺机

(8)小火车类游艺机

(9)赛车类游艺机：沿地面指定线路运行及运动形式类似的游艺机。

(10)电池车类游艺机

(11)碰碰车类游艺机

(12)光电打靶类游艺机

(13)水上游乐设施，如游乐池、水滑梯、造浪机、水上自行车、游船等。

(14)无动力类游艺机：本身无动力驱动，由乘客在其上操作或游乐的设施。

(15)其他类游乐设施：不适用于上述类别或由上述类别组合而成的游乐设施。

(四) 游乐设施现场工作条件

游乐设施在每日投入运营前，使用单位必须进行试运行和相应的安全检查。每次运行前，作业和服务人员必须向游客讲解安全注意事项，并对安全装置进行检查确认。

室外游乐设施在暴风雨等危险的天气条件下不得操作和使用；高度超过 20m 的游乐设施在风速大于 15m/s 时，必须停止运行。

游乐设施在操作和使用时，全部通道和出口处都应有充足的照明，以防止发生人身伤害。

在醒目之处张贴“乘客须知”。

游乐设施的运行区域应用护栏或其他保护措施加以隔离。

第二节 特种设备事故的类型

一、锅炉事故

(一) 锅炉事故特点

运行中受高温、压力和腐蚀等的影响，事故种类多；若发生事故，造成停电、停产、设备损

坏，损失非常严重；一旦发生爆炸，将摧毁设备和建筑物，造成人身伤亡。

(二) 锅炉事故发生原因

超压运行	•安全阀、压力表等安全装置失灵，或者水循环系统发生故障导致
超温运行	•烟气流差或燃烧工况不稳定等原因，出口气温、受热面温度过高
锅炉水位过低或过高	•过低引起缺水事故；过高会引起满水事故
水质管理不善	•水垢太厚；带有油质或呈酸性；碱性过高
水循环被破坏	•结垢，锅炉碱度过高，导致水体倒流或停滞
违章操作	•锅炉工的误操作，错误的检修方法

(三) 锅炉事故应急措施

- (1)若发生事故，司炉人员应立即判断和查明事故原因，并及时进行事故处理。发生重大事故和爆炸事故时应启动应急预案，保护现场，并及时报告有关领导和监察机构。
- (2)发生锅炉爆炸事故时，必须设法躲避，尽快撤离人员；爆炸停止后进行救助。
- (3)发生锅炉重大事故时，停止供给燃料和送风，减弱引风；熄灭和清除炉膛内的燃料（指火床燃烧锅炉），不能用向炉膛浇水的方法灭火，而用黄砂或湿煤灰将红火压灭；打开炉门、灰门，烟风道闸门等，以冷却炉子；切断锅炉同蒸汽总管的联系，打开锅筒上放空排放或安全阀以及过热器出口集箱和疏水阀；向锅炉内进水、放水，以加速锅炉的冷却；但是严重缺水事故时，切勿向锅炉内进水。

(四) 锅炉事故及预防

1.锅炉爆炸事故

水蒸气爆炸，超压爆炸，缺陷导致爆炸（锅炉主要承压部件出现损坏，导致主要承压部件丧失承载能力，发生破裂爆炸），严重缺水导致爆炸。

强锅炉的设计、制造、安装、运行中的质量控制和安全监察外，还应加强锅炉检验。

2.缺水事故

锅炉缺水的处理

发现锅炉缺水时，应首先判断是轻微缺水还是严重缺水，酌情予以不同的处理。



“叫水”操作一般只适用于相对容水量较大的小型锅炉,不适用于相对容水量很小的电站锅炉或其他锅炉。

3.满水事故

锅炉水位高于水位表最高安全水位刻度线的现象，称为锅炉满水。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。满水的主要危害是降低蒸汽品质，损害以致破坏过热器。

3)锅炉满水的处理

发现锅炉满水后，应冲洗水位表，检查水位表有无故障；一旦确认满水，应立即关闭给水阀停止向锅炉上水，启用省煤器再循环管路，减弱燃烧，开启排污阀及过热器、蒸汽管道上的疏水阀。

4.汽水共腾

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的现象，叫汽水共腾。

形成汽水共腾有两个方面的原因：锅水品质太差，负荷增加和压力降低过快。

汽水共腾的处理

发现汽水共腾时，应减弱燃烧力度，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，并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

炉管爆破指锅炉蒸发受热面管子在运行中发生爆破。

爆管处理

炉管爆破时，通常必须紧急停炉修理。

由于导致炉管爆破的原因很多，有时往往是几方面的因素共同影响而造成事故，因而防止炉管爆破必须从搞好锅炉设计、制造、安装、运行管理、检验等各个环节入手。

6.省煤器损坏

省煤器损坏指由于省煤器管子破裂或省煤器其他零件损坏所造成的事故。

省煤器损坏会造成锅炉缺水而被迫停炉。

省煤器损坏时，如能经直接上水管给锅炉上水，并使烟气经旁通烟道流出，则可不停炉进行省煤器修理，否则必须停炉进行修理。

7.过热器损坏

过热器损坏主要指过热器爆管。若发生损坏，炉膛负压减小，过热器后的烟气温度降低。

过热器损坏通常需要停炉修理。

8.水击事故

水在管道中流动时，因速度突然变化导致压力突然变化，形成压力波并在管道中传播的现象，叫水击。水击事故会造成管道、法兰、阀门等的损坏。

锅炉中易于产生水击的部位有：给水管道、省煤器、过热器、锅筒等。

管道：常常是由于管道阀门关闭或开启过快造成的。

省煤器：由于蒸汽与温度较低的水相遇时，造成水击；或阀门启闭过快造成。

过热器：在满水或汽水共腾事故中。

锅筒：一是上锅筒内水位低于给水管出口而给水温度又较低时，大量低温进水造成蒸汽凝结，使压力降低而导致水击；二是下锅筒内采用蒸汽加热时，进汽速度太快，之后迅速冷凝，造成水击。归结为温度差太大，导致压差增大。

水击事故的预防与处理

给水管道和省煤器管道的阀门启闭不应过于频繁，开闭速度要缓慢；对可分式省煤器的出口水温要严格控制；防止满水和汽水共腾事故，暖管之前应彻底疏水；上锅筒进水速度应缓慢，下锅筒进汽速度也应缓慢。除立即采取措施使之消除外，还做好检查工作。

9. 炉膛爆炸事故

炉膛爆炸是指炉膛内积存的可燃性混合物瞬间同时爆燃，从而使炉膛烟气侧压力突然升高发生爆炸，即正压爆炸。

炉膛爆炸（外爆）要同时具备 3 个条件：

- 一是燃料必须以游离状态存在于炉膛中；
- 二是燃料和空气的混合物达到爆燃的浓度；
- 三是有足够的点火能源。

炉膛爆炸常发生于燃油、燃气、燃煤粉的锅炉。

引起炉膛爆炸的主要原因：主要为设计缺陷和操作错误。

炉膛爆炸事故预防

装设可靠的炉膛安全保护装置；同时，尽量提高炉膛及刚性梁的抗爆能力；加强使用管理，提高司炉工人技术水平；严禁采用“爆燃法”，点火失败后先通风吹扫 5~10min 后才能重新点火；低负荷运行时应精心控制燃烧，严格控制负压。

10. 尾部烟道二次燃烧

尾部烟道二次燃烧主要发生在燃油锅炉上。尾部烟道二次燃烧常将空气预热器、省煤器破坏。

引起尾部烟道二次燃烧的条件是 :在锅炉尾部烟道上有可燃物堆积下来 ,并达到一定的温度 ,
有一定量的空气可供燃烧。

为防止产生尾部烟道二次燃烧 ,要提高燃烧效率 ,尽可能减少不完全燃烧损失 ,减少锅炉的
启停次数 ;加强尾部受热面的吹灰 ;保证烟道各种门孔及烟气挡板的密封良好 ;应在燃油锅
炉的尾部烟道上装设灭火装置。

11.锅炉结渣

锅炉结渣 ,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燃煤锅炉结渣
是个普遍性的问题 ,层燃炉、沸腾炉、煤粉炉都有可能结渣。结渣对锅炉的经济性、安全性
都有不利影响。

产生结渣的原因主要是煤的灰渣熔点低 ,燃烧设备设计不合理 ,运行操作不当等。

3)锅炉结渣预防

预防结渣的主要措施有 :

在设计上要控制炉膛燃烧热负荷 ,炉膛中布置足够的受热面 ;在运行上要避免超负荷运行 ;
控制火焰中心位置 ,避免火焰偏斜和火焰冲墙 ;合理控制过量空气系数和减少漏风 ;对沸腾
炉和层燃炉 ,要控制送煤量 ,均匀送煤 ;发现锅炉结渣要及时清除。

二、压力容器事故

(一)压力容器事故特点

(1)容易发生爆炸、撕裂等事故。

(2)爆炸发生 ,事故设备被毁 ,还波及周围的设备、建筑和人群 ,产生巨大的冲击波 ,其破
坏力与杀伤力极大。

(3)有毒物质的大量外溢会造成人畜中毒的恶性事故 ;而可燃性物质的大量泄漏 ,还会引起
重大的火灾和二次爆炸事故。

(二) 压力容器事故发生原因

(1) 设计制造方面的原因

(2) 安装、改造或修理方面的原因

(3) 运行管理不善方面的原因。

(三) 压力容器事故应急措施

(1) 压力容器发生超压超温时要马上切断进汽阀门；对于反应容器停止进料；对于无毒非易燃介质，要打开放空管排汽；对于有毒易燃易爆介质要打开放空管，将介质通过接管排至安全地点。

(2) 如果属超温引起的超压，除采取上述措施外，还要通过水喷淋冷却以降温。

(3) 压力容器发生泄漏时，要马上切断进料阀门及泄漏处前端阀门。

(4) 压力容器本体泄漏或第一道阀门泄漏时，要根据容器、介质不同使用专用堵漏技术和堵漏工具进行堵漏。

(5) 易燃易爆介质泄漏时，要对周边明火进行控制，切断电源，严禁一切用电设备运行，并防止静电产生。

(四) 压力容器事故及预防

1. 压力容器爆炸事故及危害

1) 压力容器爆炸

压力容器爆炸分为物理爆炸和化学爆炸。化学爆炸危害程度往往比物理爆炸严重。

2) 压力容器爆炸的危害

(1) 冲击波及其破坏作用

(2) 爆破碎片的破坏作用

(3) 介质伤害

(4)二次爆炸及燃烧危害

(5)压力容器快开门事故危害。

2.压力容器泄漏事故及危害

压力容器的元件开裂、穿孔、密封失效等造成容器内的介质泄漏的现象。

(1)有毒介质伤害。

(2)爆炸及燃烧危害。容器盛装的是可燃介质时，液化气会瞬间气化，与空气混合，达到爆炸极限时，遇明火即会造成空间爆炸。

(3)高温灼烫伤。主要是高温介质泄放气化灼烫伤现场人员。

3.压力容器事故的预防

为防止压力容器发生爆炸、泄漏事故，应采取下列措施：

(1)在设计上，应采用合理的结构，

(2)制造、修理、安装、改造时，加强焊接管理；加强材料管理。

(3)在压力容器的使用过程中，加强管理，避免操作失误、超温、超压、超负荷运行、失检、失修、安全装置失灵等。

(4)加强检验工作，及时发现缺陷并采取有效措施。

(5)压力容器使用过程中，发生下列异常现象，应立即采取措施，停止容器运行：

①超温、超压、超负荷时，采取措施后仍不能得到有效控制。

②容器主要受压元件发生裂纹、鼓包、变形等现象。

③安全附件失效。

④接管、紧固件损坏，难以保证安全运行。

⑤发生火灾、撞击等直接威胁压力容器安全运行的情况。

⑥充装过量。

⑦压力容器液位超过规定，采取措施仍不能得到有效控制。

⑧压力容器与管道发生严重振动，危及安全运行。

三、压力管道事故

(一) 压力管道事故特点

(1)由于密封元件损坏、管道元件腐蚀穿孔、焊接或结构缺陷、过量变形等出现泄漏。

(2)由于超压、过热，或腐蚀、磨损，而造成管道元件承受能力下降，发生爆炸、撕裂等事故。

(3)其爆炸所产生的碎片，以及产生的巨大冲击波，破坏力与杀伤力极大。

(4)有毒物质的大量外溢会造成人畜中毒的恶性事故；可燃性物质大量泄漏，还会引起重大火灾和二次爆炸事故，后果也十分严重。

(5)由于疲劳断裂常常是突然发生的，尤其是高压输气管道断裂，造成危害严重。

(二) 压力管道事故发生原因

随时间逐渐发展的缺陷导致的原因	•腐蚀减薄、冲刷磨损、开裂、材质劣化、变形
设计制造原因	•设计原因和制造原因
安装质量原因	•安装不符合技术要求，材料混用，焊接质量低劣等
与时间无关，具有一定随机性的原因	•超压、超温，违章作业；误操作等
长输管道事故的特殊原因	•自然条件恶劣地区、第三方破坏、保护措施不当

(三) 压力管道事故应急措施

1.应采取紧急措施的情况

遇有下列情况时，应立即采取紧急措施并及时报告有关部门和人员：

(1)介质压力、温度超过材料允许的使用范围且采取措施后仍不见效。

(2)管道及管件发生裂纹、鼓包、变形、泄漏或异常振动、声响等。

(3)安全保护装置失效。

(4)发生火灾等事故且直接威胁正常安全运行。

(5)管道的阀门及监控装置失灵，危及安全运行。

2.管道泄漏的紧急处理

应迅速关断管道上的阀门，以隔断泄漏管段，限制事故扩大，并应立即采取措施对泄漏点进行紧急处理。

带压堵漏技术可以在保持生产运行连续进行的情况下，将泄漏部位密封止漏，操作简便、安全迅速、社会和经济效益高。带压堵漏技术包括夹具设计、密封剂选择、堵漏操作和专用工具使用等几个关键环节，对操作人员要求高，应经过专门培训才能上岗作业。

因为带压堵漏的特殊性，有些紧急情况下不能采取带压堵漏技术进行处理，这些情况包括：

(1)毒性极大的介质管道。

(2)管道受压元件因裂纹而产生泄漏。

(3)管道腐蚀、冲刷壁厚状况不清。

(4)由于介质泄漏使螺栓承受高于设计使用温度的管道。

(5)泄漏特别严重（当量直径大于10mm），压力高、介质易燃易爆或有腐蚀性的管道。

(6)现场安全措施不符合要求的管道。

（四）典型压力管道事故及预防

1.管道焊接缺陷造成破坏

预防措施：

(1)制造、修理、安装、改造时，加强焊接管理，完善焊接质量管理体系：

(2)在压力管道运行中，加强管理，避免操作失误、超温、超压运行等。

(3)加强检验工作，及时发现缺陷并采取有效措施。

2.管系振动破坏

1)事故原因

压力管道的振源多种多样，大致可分为来自系统自身和系统外两大类。

系统自身的主要有与管道直接相连接机器、设备的振动引起的振动，管道流体的不稳定流动引起的振动；系统外的有风载荷、地震载荷引起的振动等。

这些振动：

- 一是会增加管道系统的交变载荷，管道元件承受交变载荷而破坏；
- 二是有可能造成管道之间的振动摩擦；

三是长期振动造成管道支承件损坏而使得管道系统发生变形而破坏。

2)预防措施

(1)避免管道结构固有频率、管道内气柱固有频率与压缩机、机泵的激振频率相等而形成共振。机器频率一般不能改变，设法改变管道结构固有频率

(2)减轻气液两相流的激振力。提高管道隔热设计要求，缩短管道长度，适当降低管道内流体流速，减少液化的气体；设计选择适当的管道内流速，避免形成液节流；采用较大弯曲半径的弯头，减小弯头两端的流体质量差值。

(3)加强支架刚度。

3.液击破坏

生产过程中，常需要启闭阀门、机泵，这时管道内的液体速度发生突然变化。速度变化导致在管道内的压强迅速上升或下降，这种现象叫液击，也称为水锤或水击。

液击对管道的危害很大，突然严重升压可使管子破裂，迅速降压形成管内负压，可能使管子失稳而破坏。液击还常导致管道振动、噪声。

2)预防措施

- (1)装置开停和生产调节过程中，尽量缓慢开闭阀门。
- (2)缩短管子长度。
- (3)在管道靠近液击源附近设安全阀、蓄能器等装置，释放或吸收液击的能量。
- (4)采用具有防液击功能的阀门。
- (5)采用自控保护装置。

4.疲劳破坏

疲劳破坏是指管道长期受到反复加压和卸压的交变载荷作用，金属材料出现疲劳产生破坏。

1)破坏原因

- (1)应力集中。
- (2)载荷的反复作用。
- (3)温度的变化——导致膨胀收缩。

2)预防措施

- (1)选用合适的抗疲劳材料。低碳钢、碳锰钢具有较好的塑性应变能力，高强钢则与之相反。
- (2)管道系统设计时需做疲劳分析。
- (3)考虑结构的抗疲劳性能。应尽可能消除和减少应力集中，如优化管道布置；合理采取固定措施；设置缓冲装置以吸收振动；对由温度产生的载荷和变形，采用补偿装置等补偿办法。
- (4)制造及安装时应注意的问题。严把材料质量关；安装施工时保持管道表面完好；提高焊接质量；保证焊缝表面质量等。
- (5)加强定期检验。

5.蠕变破坏

1)破坏原因

在一定的高温环境下，即使钢所受到的拉应力低于该温度下的屈服强度，也会随时间的延长而发生缓慢持续的伸长，即发生钢的蠕变现象。

2)预防措施

(1)根据使用温度选用合适的材料

(2)合理设计管系布置和结构

(3)严格控制焊接工艺和热处理。

(4)严格执行操作规程

(5)加强定期检验。

6.地质灾害造成长输油气管道破坏

长输油气管道经常途经自然地质灾害严重的区域，如地震断裂带、煤矿采空区、山体滑坡区、黄土冲沟区等，地震、泥石流、塌陷和洪水冲击等易对管道造成破坏。

地质灾害主要有以下八大类：

(1)矿产地下采空区。

(2)黄土湿陷区。

(3)潜在崩塌滑坡区。

(4)泥石流区。

(5)地质沉降区。

(6)风蚀沙埋区。

(7)膨胀土和盐渍土。

(8)活动断层区。

7.管道第三方破坏

第三方破坏会危害油气管道的安全平稳运行，是油气管道失效的主要因素之一。

8.长输管道腐蚀破坏

腐蚀是长输管线事故的主要原因。

(1)长输管道的内腐蚀是其输送介质的本身，或者在温度、压力的共同作用下对管道内壁产生的腐蚀，按照腐蚀破坏的特征分为局部腐蚀和全面腐蚀。

(2)埋地管道的外腐蚀是威胁管道完整性的主要因素之一。减缓埋地管道外腐蚀的主要方法是防腐层和阴极保护。

(3)大气腐蚀主要在海边或工业区，主要对象为跨越段和露管段。

管线的腐蚀寿命可以预测。作为预测的重点对象应该是影响管线安全运营相对薄弱的区段、腐蚀发展速度较快的管段、环境土壤腐蚀性较强的管段、间接检测过程中发现问题较多的管段。

四、起重机械事故

(一)起重机械事故特点

(1)事故大型化、群体化，

(2)事故类型集中

(3)事故后果严重，只要是伤及人，往往是恶性事故，一般不是重伤就是死亡。

(4)伤害涉及的人员是作业范围内人员，其中司索工被伤害的比例最高。

(5)在安装、维修和正常起重作业中事故中，起重作业中发生的事故最多。

(6)事故高发行业中，建筑、冶金、机械制造和交通运输等行业较多，起重设备多。

(7)重物坠落是各种起重机共同的易发事故；汽车起重机易发生倾翻事故；塔式起重机易发生倒塔折臂事故；室外轨道起重机在风载作用下易发生脱轨翻倒事故；大型起重机易发生安装事故等。

(二)起重机械事故发生原因

起重机械事故的发生原因主要包括人的因素、设备因素和环境因素等几个方面，占比例较大的起重机械事故起因主要有：

(1)重物坠落。

(2)起重机失稳倾翻。起重机失稳有两种类型：一是由于操作不当、支腿未找平或地基沉陷等原因使倾翻力矩增大，导致起重机倾翻；二是由于坡度或风载荷作用。

(3)金属结构的破坏。

(4)挤压。

(5)高处跌落。

(6)触电。

(7)其他伤害。其他伤害是指人体与运动零部件接触引起的绞、碾、戳等伤害；液压起重机的液压元件破坏造成高压液体的喷射伤害；飞出物件的打击伤害等。

(三) 起重机械事故应急措施

(1)由于台风、超载等非正常载荷造成起重机械倾翻事故时，应及时通知有关部门和起重机械制造、维修单位维保人员到达现场，进行施救。

(2)发生火灾时，应采取措施施救被困在高处无法逃生的人员，并应立即切断起重机械的电源开关，防止电气火灾的蔓延扩大；灭火时，应防止二氧化碳等中毒窒息事故的发生。

(3)发生触电事故时，应及时切断电源，对触电人员应进行现场救护，预防因电气而引发火灾。

(4)发生从起重机械高处坠落事故时，应采取相应措施，防止再次发生高处坠落事故。

(四) 典型起重机械事故及预防

1.重物坠落事故

起重机械重物坠落事故是指起重作业中，吊载、吊具等重物从空中坠落所造成的人身伤亡和

设备毁坏的事故。常见的重物坠落事故有以下几种类型。

1)脱绳事故

2)脱钩事故

3)断绳事故

4)吊钩断裂事故

2.挤伤事故

挤伤事故是指在起重作业中，作业人员被挤压在两个物体之间，造成挤伤、压伤、击伤等人身伤亡事故。主要原因是起重作业现场缺少安全监督指挥理人员，现场从事吊装作业和其他作业人员缺乏安全意识和自我保护措施，野蛮操作等。

挤伤事故主要有以下几种：

1)吊具或吊载与地面物体间的挤伤事故

2)升降设备的挤伤事故

电梯、升降货梯、建筑升降机的维修人员或操作人员，不遵守操作规程，发生被挤压在轿箱、吊笼与井壁、井架之间而造成挤伤的事故也时有发生。

3)机体与建筑物间的挤伤事故

这类事故多发生在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)机体回转挤伤事故

这类事故多发生在野外作业的汽车、轮胎和履带起重机作业中。

翻转作业中的挤伤事故

3.坠落事故

坠落事故主要是指从事起重作业的人员从起重机机体等高空处坠落至地面的摔伤事故，也

包括工具、零部件等从高空坠落，使地面作业人员受伤的事故。

1)从机体上滑落摔伤事故

2)机体撞击坠落事故

3)轿箱坠落摔伤事故

4)维修工具零部件坠落砸伤事故

5)振动坠落砸伤事故

6)制动下滑坠落事故

4.触电事故

触电事故是指从事起重操作和检修作业人员，因触电而导致人身伤亡的事故。触电事故可以

按作业场合分为以下两大类型：

1)室内作业的触电事故

2)室外作业的触电事故

触电安全防护措施

(1)保证安全电压。起重机应采用低压安全操作，常采用 36V 安全低压。

(2)保证绝缘的可靠性。

(3)加强屏护保护。

(4)严格保证配电最小安全净距。

(5)保证接地与接零的可靠性。

(6)加强漏电保护。

5.机体毁坏事故

机体毁坏事故是指起重机因超载失稳等产生结构断裂、倾翻造成结构严重损坏及人身伤亡的

事故。常见的机体毁坏事故有以下几种类型。

1)断臂事故——各种类型的悬臂起重机

2)倾翻事故——自行式起重机的常见事故

3)机体摔伤事故——门式起重机、门座起重机、塔式起重机遇强风摔伤

4)相互撞毁事故——桥式类型起重机相互碰撞

6.起重机械事故的预防措施

(1)加强对起重机械的管理。

(2)加强对起重机械操作人员的教育和培训，严格执行安全操作规程，提高操作技术能力和处理紧急情况的能力。

(3)起重机械操作过程中要坚持“十不吊”原则：①指挥信号不明或乱指挥不吊；②物体重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。

五、场（厂）内专用机动车辆事故

（一）场（厂）内专用机动车辆事故特点

(1)场（厂）内机动车辆事故不但会造成车辆的损失和人员伤亡，还会影响场(厂)的正常生产秩序。

(2)事故主要发生在车辆行驶、装卸作业、车辆维修和非驾驶员驾车等过程。

(3)事故类型繁多，不同车辆会造成不同事故，难以预防。

(4)伤害涉及的人员可能是司机、乘客、作业辅助人员和作业范围内的其他人员，其中，伤害他人的比例最高。

(5)游览区、机场等的乘人车辆发生事故，乘客受到伤害对社会造成不良影响。

(6)事故高发行业中，建筑、冶金、制造生产企业、铁路公路建设工地、等行业较多，这些行业相关的场（厂）内机动车辆数量多、使用频率高、作业条件复杂等因素有关。

(7)易发生倾翻、货物坠落、工作装置损坏、起步伤人、行驶伤人、作业伤人等事故。

(8)部分事故与道路环境有关。

（二）场（厂）内专用机动车辆事故发生原因

1.车辆安全技术状况不良

(1)车辆的安全装置存在问题。

(2)蓄电池车调速失控，造成飞车。

(3)举升装置锁定机构工作不可靠。

(4)安全防护装置，如制动器、限位器等工作不可靠。

(5)车辆维护修理不及时，带病行驶。

2.驾驶员安全技术素质不高

驾驶员的安全技术素质，包括了遵守安全操作规程的自觉性、驾驶技术、对设备各部位技术状况的了解、排除故障的能力、运输安全规则的掌握程度等。

3.场（厂）内作业环境复杂

(1)道路条件差。

(2)视线不良。

(3)因风、雪、雨、雾等自然环境的变化，恶劣的气候条件影响

4.管理不到位

(1)管理制度或操作规程不健全，车辆安全行驶制度不落实。

(2)非驾驶员驾车。

(3)交通信号、标志、设施缺陷。

（三）场（厂）内专用机动车辆事故应急措施

(1)车辆一旦肇事，驾驶员应努力减少事故损失，配合有关部门及人员做好以下工作：

- ①迅速停车，积极抢救伤者，并迅速向主管部门报告。
- ②要抢救受损物资，尽量减轻事故的损失程度，设法防止事故扩大。
- ③在不妨碍抢救受伤人员和物资的情况下，尽最大努力保护好事故现场。

(2)事故单位的领导或主管部门接到事故报告后，应立即赶赴事故现场，组织人员抢救伤员、物资，保护好事故现场，根据人员的伤势程度，按规定程序逐级上报。

事故现场勘察主要有下列几项内容：

- ①保护现场，首先应观察事故现场全貌，确定现场范围，并将现场封闭，禁止车辆和其他无关人员入内。
- ②寻找证人。尽快查找到事故发生时的直接目击者、证人，获得第一手资料。
- ③看护肇事者，对重大伤亡事故的肇事者必须指定专人看护隔离，防止发生意外。
- ④测量事故现场。

（四）典型场（厂）内专用机动车辆事故及预防

1.场（厂）内专用机动车辆事故的种类

- (1)按车辆事故的事态分：有碰撞、碾轧、刮擦、翻车、坠车、爆炸、失火、出轨等。
- (2)按厂区道路分，有交叉路口、弯道、直行、坡道、铁路道口、车间等行车事故。
- (3)按伤害程度分，有车损事故、轻伤事故、重伤事故、死亡事故。

2.典型（厂）内机动车辆事故

- (1)超速造成事故
- (2)无证驾驶造成事故
- (3)违章载人造成事故

(4)违章作业造成事故

(5)设备故障造成事故

3.场（厂）内机动车辆事故的预防措施

(1)加强对场（厂）内机动车辆的管理。

(2)加强对场（厂）内机动车辆操作人员的教育和培训，严格执行安全操作规程,提高操作技术能力和处理紧急情况的能力。

(3)各种场（厂）内机动车辆操作过程中要严格遵守安全操作规程。

(4)加强厂区、园区直路行车、交叉路口、倒车、装卸过程、夜间行车、信号灯和交通标识等环节的管理。

六、客运索道事故

（一）客运索道事故特点

(1)事故大型化、群体化，客运索道一旦出现故障，可能造成人员被困、坠落等事故。

(2)事故后果严重，社会影响恶劣。

(3)伤害涉及的人员可能是游客和索道运行范围内的其他人员。

(4)在安装、维修和运行中都可能发生事故。

(5)与气候、天气有关。

（二）客运索道事故发生原因

(1)设计上不合理

(2)制造上有误差

(3)质量控制不到位：出厂前至关重要的零部件如钢绳、抱索器等进行无损探伤检查。

(4)安装和装配上出现差错

(5)维护和检修不正常

(6)操作规程不合理

(7)操作人员对操作规程了解不全面

(三) 客运索道事故应急救援

客运索道的使用单位应当制定应急措施和救援预案。

具体包括以下文件：一是紧急救护人员组织分工表，二是紧急救护人员职责，三是紧急救护方式及程序，四是紧急救护程序流程表，五是紧急救护纪律，六是紧急救护规范用语。

必须定期或不定期进行应急救援演练。

客运索道运营单位自身应急救援体系要与整个社会应急救援体系融为一体，充分利用全社会的应急救援资源，实施最有效的救援。

救护设备应按以下要求存放，并进行日常检查：

(1)检查所有的救护设备是否选用正确无误并处于最佳状态。

(2)平时不用时要把救护设备分类保存好以备及时使用。

(3)每年至少要进行一次营救演练。

(4)当营救设备每次使用后或者演习之后，检查索具有无打结和损坏，再收藏好。

(5)凡是营救用品只准在营救时使用，不得挪作他用。

(四) 典型客运索道事故及预防

1.典型客运索道事故

1)拖动失效

2)脱索

3)坠落

坠落分为吊具坠落和作业人员高空坠落。

4)撞击

客运索道撞击事故为人员与运行中的吊具的碰撞，以及吊具（客车）与站台或周围设施的撞击。

5)机械伤害

人体与运转中的机械设备直接接触，或与运转中的机械设备上的脱落物直接接触，导致人员被挤压、剪切、刮蹭、砸中等伤害。

6) 振荡

7)触电

索道电气设备高压侧一般是 10kV,低压侧一般为 380V/220V。

8)电气火灾

9)外部环境带来的其他伤害

包括：小净空通行伤害，雷电伤害，大风伤害，以及雪崩、地震等因素。

2.事故预防措施

(1)加强管理，认真执行客运索道各项管理制度和安全检查制度。

(2)加强对客运索道操作人员的教育和培训，严格执行安全操作规程，提高操作技术能力和处理紧急情况的能力。

(3)乘坐前，认真阅读《乘客须知》，查看该索道有无安全检验合格标志。

(4)心脏病、高血压、恐高症患者不要乘坐客运索道。

(5)年老体弱及未成年人乘坐客运索道必须有成年人陪同。

(6)进入轿厢（吊椅）后，不要嬉戏，打闹，不要将头、手伸出窗（栏）外。

七、大型游乐设施事故

（一）大型游乐设施事故特点

(1)可能造成人员被困、坠落、伤害等事故。

(2)大型游乐设施技术更加先进，构造更加复杂，追求更高、更快、更刺激的同时，危险性也更高，出现故障或事故的后果更严重。

(3)参与者经常是少年儿童，参与过程中不易管理，容易出现意想不到的情况。

(4)一旦出现故障事故，伤害涉及的人员是游客，社会关注度高，社会影响恶劣。

(5)有些游乐设施是由个体经营，部分运营管理水平低下，缺少日常检查和维护保养方面的投入，缺乏安全意识和自我保护意识，安全管理水平低下，且躲避政府监管。

(二) 大型游乐设施事故发生原因

游乐设施的整机失效，通常可以追溯到最终都是某个部件失效而引起。

失效的方式主要有三种：过量变形、过度磨损和断裂。

造成失效的原因主要有设计不当，材料及工艺缺陷，使用条件及运行维护不当等。

(1)设计中零件布置不合理。

(2)零件的工艺设计不合理。

(3)机械连接方式不当。

(4)零件的精度不够。

(5)安装不到位。

(6)维护和检修不正常。

(7)操作人员违规操作。

(三) 大型游乐设施事故应急措施

1.自控飞机类游乐设施

(1)当座舱的平衡拉杆出现异常，应立即停机使座舱下降。

(2)游乐设施运行中突然断电时，座舱不能自动下降，服务人员应该迅速打开手动阀门泄油，将高空的乘客降到地面。

(3)游乐设施运行中，出现异常振动、冲击和声响时，要立即按紧急事故按钮，切断电源。

2.观览车类游乐设施

(1)当乘客上机产生恐惧时，要立即停车并反转，将恐惧的乘客疏散下来

(2)当吊箱门未锁好时，要立即停车并反转，服务人员将两道门锁均锁好后再开机。

(3)当运转中突然停电时，要及时通过广播或者想办法向乘客说明情况，让乘客放心等待。

3.转马类游乐设施

(1)当乘客不慎从马上掉下来的时候，立刻提醒乘客不要下转盘，否则会发生危险。

(2)当有人将脚掉进转盘与站台的间隙之中时，要立即停车。

4.陀螺类游乐设施

(1)当升降大臂不能下降时，先停机，然后打开手动放油阀，使大臂徐徐下降。

(2)当吊椅悬挂轴断裂时，应有钢丝绳保险装置，椅子不会掉下来，但要立即告诉乘客抓紧双手，同时停车，将吊椅放下。

5.滑行车类游乐设施

(1)正在向上拖动着的滑行车，若出现异常情况，按紧急停车按钮，停止运行。

(2)如果滑行车因故停在拖动斜坡的最高点，应将乘客从车头开始，依次向后进行疏散。

6.小赛车类游乐设施

(1)当小赛车冲撞阻挡物翻车时，服务人员应立即赶到，并采取救护措施。

(2)小赛车进站不能停车时，服务人员应立即上前，搬动后制动器的拉杆，协助停车。

(3)车辆出现故障时，服务人员在跑道内处理故障时，绝对不能再发车，以免冲撞。

7.碰碰车类游乐设施

(1)车的激烈碰撞，使乘客受伤时，操作人员要立即停电，采取救护措施。

(2)突然停电时，操作人员要切断电源总开关，并将乘客疏散到场外。

(3)乘客万一触电时，要有急救措施。

(四)典型大型游乐设施事故及预防

1.大型游乐设施事故

1)倒塌（倾覆倾翻）

主要原因有：违反操作规程、零部件损坏、机构失灵、超速等，还有结构失稳，基础塌陷，结构强度、刚度不够。

2)坠落

常见的坠落事故有以下几种类型：

(1)乘客坠落事故：指游客从游乐设施上脱出而引起的事故。

(2)游乐设施机构坠落：机构坠落事故是指机构因破断造成的坠落致使游客坠落事故。

(3)其他人员（检验、维修、维护）坠落等。

3)挤压

挤压事故是指在大型游乐设施中，乘客被挤压在两个物体之间，造成挤伤、压伤、击伤等人身伤亡事故。发生此事故的原因有游客不遵守规定、防护不到位等。

4)碰撞

5)火灾

主要原因有：设备本身原因(电气线路短路、运动摩擦等)，外在原因（天灾人祸、外来火种等）。

6)触电

7)物体打击

受设备本身物体打击、受外来物打击造成的事故。

8)溺水

游乐过程中游客在游乐水域中溺水。主要原因有：违反操作规程、零部件损坏、机构失灵、超速等，还^■结构失稳，基础塌陷，结构强度、刚度不够。

9)失控

游乐设施机构突然失灵、失控造成的事故。主要原因有：超载，设计、制造缺陷，使用等。直流电机驱动的设备失控超速，同一线路上有两组以上车辆运行失控相碰撞，安全装置失控等。

10)高空滞留事故

主要原因有：操作人员失职，机械故障，设施保险烧坏运行突然停止，超负荷运转导致设备故障，温度、大风、暴雨、雷电的影响等。

2.事故预防措施

(1)加强对大型游乐设施的管理。

(2)制定正确详细的制造、安装、操作规程。

(3)加强对大型游乐设施操作人员的教育和培训，严格执行安全操作规程，提高操作技术能力和处理紧急情况的能力。

(4)编制详细正确的《乘客须知》，参与者乘坐前认真阅读等。

(5)身体不适应者不乘坐大型游乐设施。

第三节锅炉安全技术

一、锅炉使用安全管理



(一)使用许可厂家的合格产品

锅炉实行设计文件鉴定制度，由国家市场监督管理总局核准的鉴定机构对锅炉设计文件中的

安全性能和节能是否符合规范和有关规定进行审查。

锅炉制造单位应取得特种设备制造许可证。

锅炉应有齐全的技术文件、产品质量合格证明书、监督检验证书和产品竣工图。从事锅炉安装、改造、维修的单位，必须取得《特种设备安装改造维修许可证》。

（二）登记建档

锅炉在正式使用前，必须到当地特种设备安全监察机构登记，经审查批准登记建档、取得使用证方可使用。使用单位应建立锅炉设备档案，保存相关过程的技术资料。

（三）专责管理

使用单位，应对设备进行专责管理。建立完整管理机构，单位技术负责人对锅炉的安全管理负责，并指定专门工程技术人员负责锅炉的安全管理工作。

（四）建立制度

建立科学、完整、切实可行的管理制度。应该包括管理制度和操作规程两方面。

（五）持证上岗

锅炉司炉、水质化验人员，应接受专业安全技术培训并考试合格，持证上岗。

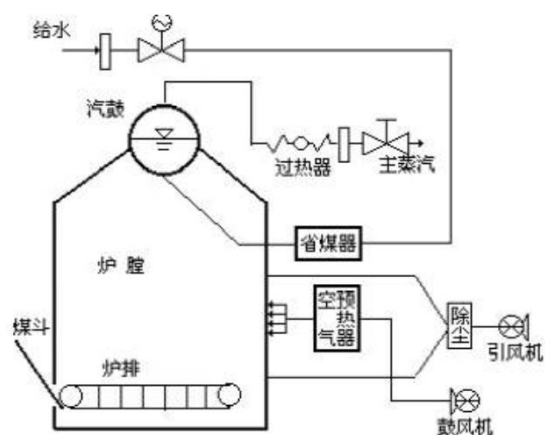
（六）定期检验

在设备的设计使用期限内，每隔一定时间对锅炉承压部件和安全装置进行检测检查。向取得国家市场监督管理总局核准资格的特种设备检验机构申请检验。

（七）监控水质

水中杂质会使锅炉结垢、腐蚀及产生汽水共腾，降低锅炉效率、寿命及供汽质量。

二、锅炉安全附件



安全附件

安全阀 压力表 水位计 温度测量装置 保护装置 排污阀 防爆门 自动控制装置

(一) 安全阀

安全阀控制内部极限压力，起到保护作用。每年至少校验一次，检验的项目为整定压力和密封性能，有条件需校验回座压力（安全阀起跳后重新复位的压力）。如：正常工作压力 1.0MPa，安全阀的整定压力为 1.04MPa，回座压力为 0.98MPa。

新安装锅炉及检修后锅炉的安全阀，应检验整定压力和密封性能。安全阀经校验后，应加锁或铅封。为防止安全阀的阀芯和阀座粘住，应定期做手动或自动排放试验。

(二) 压力表

- (1) 锅炉必须装有与锅筒（锅壳）蒸汽空间直接相连接的压力表。
- (2) 量程范围一般应在工作压力的 1.5~3 倍。
- (3) 表盘直径不应小于 100mm, 表的刻盘上应划有最高工作压力红线标志。
- (4) 压力表装置齐全（压力表、存水弯管、三通旋塞）。应每半年校验一次，并铅封完好。

(三) 水位计

水位计用于显示锅炉内水位的高低。水位计应安装合理，便于观察，且灵敏可靠。每台锅炉至少应装两只独立的水位计，额定蒸发量 $\leq 0.2\text{t/h}$ 的锅炉可只装一只。

水位计应设置放水管并接至安全地点。玻璃管式水位计应有防护装置。

（四）温度测量装置

给水、蒸汽、烟气等介质均需进行测量监视。

（五）保护装置

1.超温报警和联锁保护装置

超温报警装置安装在热水锅炉的出口处，当超过规定水温，自动报警。超温报警和联锁保护装置联锁后，报警同时，自动切断燃料供应和停止鼓、引风。

2.高低水位警报和低水位联锁保护装置

当水位高于最高安全水位或低于最低安全水位时，水位警报器就自动发出警报。低水位联锁保护装置，不仅能自动报警，且在最低安全水位时，启动给水设备上水，水位继续下降可以自动切断燃烧。

3.超压报警装置

当锅炉出现超压现象时，能发出警报，并通过联锁装置控制燃烧。

4.锅炉熄火保护装置

当锅炉炉膛熄火时，锅炉熄火保护装置能切断燃料供应，并发出相应信号。

（六）排污阀或放水装置

作用是排放残留水垢、泥渣及其他有害物质，将水质控制在允许范围，受热面保持清洁。

（七）防爆门

为防止炉膛和尾部烟道再次燃烧造成破坏，常采用在炉膛和烟道易爆处装设防爆门。

（八）锅炉自动控制装置

通过工业自动化仪表对温度、压力、流量、物位、成分等参数进行测量和调节，达到监视、控制、调节生产的目的，使锅炉在最安全、经济的条件下运行。

三、锅炉使用安全技术

(一) 锅炉启动步骤

1. 检查准备

对新装、移装和检修后的锅炉，启动前要进行全面检查。

2. 上水

从防止产生过大热应力出发，上水温度最高不超过 90°C ，水温与筒壁温差不超过 50°C 。冷炉上水至最低安全水位时应停止上水，以防止受热膨胀后水位过高。

3. 烘炉

新装、移装、大修或长期停用的锅炉，其炉膛和烟道的墙壁非常潮湿，骤然接触高温烟气，将会产生裂纹、变形，甚至发生倒塌事故。启动前要进行烘炉。

4. 煮炉

对新装、移装、大修或长期停用的锅炉，在正式启动前必须煮炉。煮炉的目的是清除蒸发受热面中的铁锈、油污和其他污物，减少受热面腐蚀，提高锅水和蒸汽品质。

5. 点火升压

一般锅炉上水后即可点火升压。层燃炉一般用木材引火，严禁用挥发性强烈的油类或易燃物引火，以免造成爆炸事故。

对于自然循环锅炉来说，其升压过程与日常的压力锅升压相似，即锅内压力是由烧火加热产生的，升压过程与受热过程紧紧地联系在一起。

6. 暖管与并汽

暖管，即用蒸汽慢慢加热管道、阀门、法兰等部件，使其温度缓慢上升，以防止热应力过大；同时将管道中的冷凝水驱出，防止在供汽时发生水击。

并汽也叫并炉、并列，即新投入运行锅炉向共用的蒸汽母管供汽。并汽前应减弱燃烧，打开

蒸汽管道上的所有疏水阀，充分疏水以防水击。

（二）点火升压阶段的安全注意事项

1.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。

防止炉膛爆炸的措施是：点火前，给锅炉通风 5~10min,没有风机的可自然通风 5~10min，以清除炉膛及烟道中的可燃物质。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。一次点火未成功需重新点火时，重新通风，充分清除可燃物再点火。

2.控制升温升压速度

升压过程也就是锅水饱和温度不断升高的过程。为防止产生过大的热应力，锅炉升压过程一定要缓慢进行。点火过程中，应对各热承压部件的膨胀情况进行监督。

3.严密监视和调整仪表

点火升压过程中，必须严密监视各种指示仪表，将锅炉压力、温度和水位控制在合理范围内。

点火升压过程中，保证指示仪表的准确可靠十分重要。

在一定时间内压力表指针应离开原点。若压力表指针不动，需采取相应措施

4.保证强制流动受热面的可靠冷却

自然循环锅炉的蒸发面在锅炉点火后开始受热，即产生循环流动。启动过程各水冷壁受热不均匀，应保证蒸发受热面在启动过程中不致烧坏；保证省煤器、过热器等强制流动受热面在启动过程中不致过热损坏。

过热器保护措施：在升压过程中，开启过热器出口集箱疏水阀、对空排气阀，使一部分蒸汽流经过热器后被排除，从而使过热器得到足够的冷却。

省煤器保护措施：对钢管省煤器，在省煤器与锅筒间连接再循环管，点火升压期间，水可以进行循环流动。

（三）锅炉正常运行中的监督调节

1. 锅炉水位的监督调节

锅炉水位应经常保持在正常水位线处，并允许在正常水位线上下 50mm 内波动。

为使水位保持正常，锅炉在低负荷运行时，水位应稍高于正常水位，以防负荷增加时水位降得过低；锅炉在高负荷运行时，水位应稍低于正常水位，以免负荷降低时水位升得过高。

2. 锅炉气压的监督调节

在锅炉运行中，蒸汽压力应基本保持稳定。锅炉气压的变动通常是由负荷变动引起的，所以，调节锅炉气压就是调节其蒸发量，而蒸发量的调节通过燃烧调节和给水调节实现。

对于间断上水的锅炉，为保持气压稳定，要注意上水均匀。

3. 气温的调节

锅炉负荷、燃料及给水温度的改变，都会造成过热气温的改变。过热器本身的传热特性不同，上述因素改变时气温变化的规律也不相同。

4. 燃烧的监督调节

燃烧调节的任务是：供热适应负荷的要求，维持气压稳定；减少未完全燃烧损失，减轻金属腐蚀和大气污染。

5. 排污和吹灰

烟灰的导热能力很差，受热面上积灰会严重影响锅炉传热，应定期吹灰。

（四）停炉及停炉保养

1. 停炉

（1）正常停炉是预先计划内的停炉。停炉中应注意的防止降压降温过快，避免产生过大的热应力。

停炉操作应按规程规定的次序进行：

先停燃料供应→停止送风，减少引风；同时，逐渐降低负荷，减少上水，但应维持锅炉水位稍高于正常水位。燃气、燃油锅炉停火后，继续引风 5min 以上。降压过程中，待锅内无气压时，开启空气阀，以免锅内因降温形成真空。

对钢管省煤器，停止进水后，开启省煤器再循环管。

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。打开烟道挡板，缓慢加强通风，适当放水。停炉 18~24h，在锅水温度降至 70℃以下时，方可全部放水。

(2) 锅炉遇有下列情况之一者，应紧急停炉：锅炉水位低于水位表的下部可见边缘；不断加大向锅炉进水及采取其他措施，但水位仍继续下降；锅炉水位超过最高可见水位（满水），经放水仍不能见到水位；给水泵全部失效或给水系统故障，不能向锅炉进水；水位表或安全阀全部失效；设置在汽空间的压力表全部失效；锅炉元件损坏，危及操作人员安全；燃烧设备损坏、炉墙倒塌或锅炉构件被烧红等，严重威胁锅炉安全运行；其他异常情况危及锅炉安全运行。

紧急停炉的操作次序是：立即停止添加燃料和送风，减弱引风；与此同时，设法熄灭炉膛内的燃料，对于一般层燃炉可以用砂土或湿灰灭火，链条炉可以开快挡使炉排快速运转，把红火送入灰坑；灭火后加强通风冷却；锅内可以较快降压并更换锅水，锅水冷却至 70℃左右允许排水因缺水紧急停炉时，严禁给锅炉上水，并不得开启空气阀及安全阀快速降压。

紧急停炉是为防止事故扩大，有缺陷的锅炉应尽量避免紧急停炉。

2. 停炉保养

停炉期的腐蚀比运行中严重，因此，停炉期重点是防止腐蚀。

停炉保养主要指锅内保养，即汽水系统内部为避免或减轻腐蚀而进行的防护保养。常用的保养方式有：压力保养、湿法保养、干法保养和充气保养。

第四节气瓶安全技术

一、气瓶概述

(一) 瓶装气体分类

按照《瓶装气体分类》，应根据气体在气瓶内的物理状态和临界温度进行分类。按其化学性能、燃烧性、毒性、腐蚀性进行分组；按 FTSC 编码标示每种气体的基本特性，F：燃烧性，T：毒性，S：状态，C：腐蚀性。主要分为适用于气瓶充装的压缩气体、液化气体和溶解气体等。

压缩气体	是指在-50℃时加压后完全是气态的气体，包括临界温度≤-50℃
液化气体	高、低压液化气体是指在温度高于-50℃时加压后部分是液态的气体，包括临界温度在-50～65℃的高压液化气体和临界温度高于65℃的低压液化气体
低温液化气体	指在运输过程中由于深冷低温而部分呈液态的气体，临界温度一般≤-50℃，也称为深冷液化气体或者冷冻液化气体
溶解气体	在压力下溶解于气瓶内溶剂中的气体。易分解或聚合的可燃气体
吸附气体	在压力下吸附于吸附剂中的气体
混合气体与标准气体	

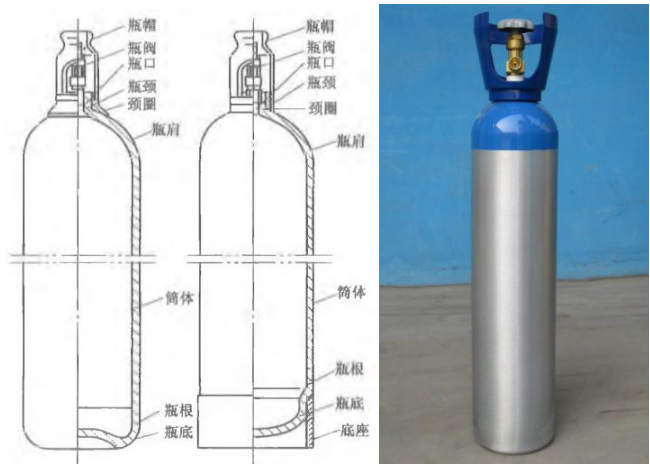
(二) 气瓶常识

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。常见的气瓶有无缝气瓶、焊接气瓶、缠绕气瓶、低温绝热气瓶、内装填料气瓶等。

《气瓶安全技术监察规程》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。

公称工作压力与水压试验压力 (MPa)

压力类别	高 压				低 压				
公称工作压力	30	20	15	12.5	8	5	3	2	1
水压试验压力	45	30	22.5	18.8	12	7.5	4.5	3	1.5



(三) 气瓶附件

气瓶附件包括瓶阀、瓶帽、保护罩、安全泄压装置、防碟圈、气瓶专用爆破片、安全阀、液位计、紧急切断和充装限位装置等。气瓶附件是气瓶的重要组成部分，对气瓶安全使用起着非常重要的作用。

1.瓶阀

瓶阀是气瓶的主要附件，瓶阀详细相关要求参看教材内容，乙炔接触的瓶阀材料，选用含铜量小于 70%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。

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。泄气孔对称开设是为了避免气体由一侧排出而产生的反作用，使气瓶倾倒或旋转。

瓶帽和保护罩应满足下列要求：

(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 10L 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

安全泄压装置是包括气瓶在内的所有承压设备的保护装置。它在设备超压运行时能迅速自动泄放气体，降低压力，以保护设备不因过量超压而发生爆炸。

气瓶安全泄压装置的主要作用（甚至是唯一作用）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。

（四）气瓶的颜色标记和钢印标记

1.颜色标志

《气瓶颜色标志》（GB/T7144）中规定，各种介质气瓶的颜色标记是指涂敷在气瓶外表面的瓶色、字样、字色以及色环，是识别气瓶内所充装气体的标志。同时也规定了气瓶检验色标，目的是从颜色上迅速辨别出盛装某种气体的气瓶和瓶内气体的性质（可燃性、毒性）；避免错装和错用的可能性。另外是反射阳光和热量，防止气瓶外表面生锈。

2.钢印标志

气瓶的钢印标志是识别气瓶的重要依据。气瓶的钢印标志包括制造钢印标志和检验钢印标志。在气瓶定期检验标志上,按不同检验年份喷涂不同颜色和不同形状的色标。

二、气瓶充装

（一）充装管理要求

- (1)取得气瓶充装许可。
- (2)气瓶充装单位应当按照规定申请办理气瓶使用登记。
- (3)气瓶实行固定充装单位充装制度。
- (4)充装完毕验收合格的气瓶上牢固粘贴充装产品合格标签,无标签的气瓶不准出充装单位。
- (5)严禁充装超期末检气瓶、改装气瓶、翻新气瓶和报废气瓶。
- (6)气瓶充装单位发生暂停充装等特殊情况，向所在市级质监部门报告，可委托辖区内有相应资质的单位临时充装，并告知省级质监部门。

(二) 充装基本要求

- (1)气瓶的充装单位负责对气瓶进行日常维护保养，按照原标志涂敷气瓶颜色和色环标志。
- (2)气瓶充装单位对气瓶的充装安全负责。
- (3)气瓶充装单位应当制定相应的安全管理制度和安全技术操作规程。
- (4)应当制定特种设备事故应急预案和救援措施,并且定期演练。
- (5)应当建立气瓶信息化管理数据库和气瓶档案，气瓶的档案应当保存到气瓶报废为止。
- (6)应当在自有产权或者托管的气瓶上粘贴气瓶警示标签。
- (7)在气瓶充装前后，由持证人员对气瓶检查，并做好检查记录和充装记录。
- (8)车用气瓶的充装单位应当采用信息化手段对气瓶充装进行控制和记录。

(三) 充装特殊规定

1.气体充装装置

防止可燃、助燃、不相容气体的错装，无法保证时应当先进行抽空再进行充装。

2.充装压缩气体

- (1)严格控制气瓶的充装量，考虑温度对最高充装压力影响，20℃时的压力不得超过气瓶的公称工作压力。

(2)当氢气中含氧或者氧气中含氢超过 0.5%(体积比) 时, 严禁充装。

3.充装高(低)压液化气体

应当采用逐瓶称重的方式进行充装,应当配备计量衡器,计量衡器必须设有超装警报或者自动切断气源的装置。

4.充装低温液化气体及低温液体

应当对充装址逐瓶复检(车用焊接绝热气瓶除外), 严禁过量充装。

5.充装溶解乙炔

充装前, 按有关标准规定测定溶剂补加量并补加溶剂。

充装过程中, 瓶壁温度不得超过 40℃, 充装容积流速小于 0.015m³/(h·L)。

一般分两次充装, 中间的间隔时间不少于 8h;静置 8h 后的瓶内压力应符合有关标准规定。

6.充装混合气体

应当采用加温、抽真空等适当方式进行预处理。

气体充装前, 应当根据混合气体的每一气体组分性质, 确定各种气体组分的充装顺序。

(3 在充入每一气体组分之前, 应用待充气体对充装配制系统管道进行置换。

7.其他要求

(1)禁止在充装站外由罐车等移动式压力容器直接对气瓶进行充装; 禁止将气瓶内的气体直接向其他气瓶倒装。

(2)车用天然气瓶充装枪应当具有防伪识读信息化标签的功能, 只能对可以识读的气瓶进行充装。

(3)车用液化天然气气瓶充装站应当具备向气瓶充装蒸汽压不小于 0.8MPa 的饱和液体的能力。

(四) 充装压力

对于盛装压缩气体的钢瓶，气瓶的公称工作压力系指在基准温度时（我国为 20℃）所盛装气体的限定充装压力；对于盛装高压液化气体的钢瓶，气瓶的公称工作压力系指温度为 60℃ 时瓶内气体压力的上限值。

三、充装站对气瓶的日常管理

充装站日常要对气瓶实施管理工作，主要包括气瓶的装卸、运输、储存、保管和发送等环节。

（一）气瓶的装卸运输

（1）熟知气体性质。搬运前应了解气体名称、性质和安全搬运注意事项，要备齐工器具和防护用品。

（2）检查气瓶的气体产品合格证、警示标签是否与充装气体及气瓶标志的介质名称一致，要配带瓶帽、防震圈。运送要注意事项（教材了解）：

吊运气瓶应做到：

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）在气瓶运输车上，应注意：

①氧气瓶不可与可燃气体气瓶同车。②散装直立气瓶高出栏板部分不应大于气瓶高度的 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（如氧气、氯气与氢气；乙炔和液化石油气）不得同车运输。

（二）气瓶的贮存、保管

（1）气瓶瓶库的建设必须经有关部门的批准。

(2)气瓶瓶库屋顶应为轻型结构，应有足够的泄压面积。可燃、有毒、窒息库房应有自动报警装置。

(3)气瓶入库应按照气体性质、公称工作压力及空实瓶严格分类存放，有明显的标志。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、氯乙烷、环氧乙烷、乙炔等同库。

(4)气瓶的库房应与其他建筑物保持一定的距离，应为单层建筑，墙壁及屋顶的建筑材料应为防火材料。

(5)应当遵循先入库先发出的原则。应设立明显的警示标签，如禁止烟火、当心爆炸等。

(6)库房应设有相应的灭火器材

(7)盛装易发生聚合反应或分解反应的气瓶，必须根据气体性质控制瓶库内的温度，规定储存期限，避开放射源。

(8)空、实瓶应分开放置，并有明显标志。

(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，头部朝向一方。

(三) 气瓶的发送

充装单位气瓶的出库、发送应有专人负责，建立气瓶出库安全管理制度。气瓶发送前应检查：

(1)气瓶发送应检查安全附件是否齐全，不全应补齐。

(2)发送前，应检查气瓶警示标签是否齐全。

(3)气瓶发送应随带气体质量证明或气体检验合格证。

【例题】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》(TSGR0006)，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

解析：《气瓶安全技术监察规程》(TSGR0006)中 3.2 规定，气瓶水压试验压力和气压试验

压力：①气瓶水压试验压力一般为公称工作压力的 1.5 倍，当相应标准对试验压力有特殊规定时，按其规定执行。②对不能进行水压试验的气瓶，若采用气压试验，其试验压力按照相应标准的规定。

【例题】气瓶的安全附件包括气瓶专用爆破片、安全阀、易熔合金塞、瓶阀、瓶帽、液位计、防震圈、紧急切断和充装限位装置等。下列关于气瓶安全附件的说法中，错误的是（ ）

- A.瓶阀阀体上如装有爆破片，其公称爆破压力应为气瓶的气压试验压力
- B.氧气和强氧化性气体的瓶阀密封材料必须采用无油的阻燃材料
- C.瓶阀材料既不与瓶内气体发生化学反应，也不影响气体的质量
- D.瓶阀上与气瓶连接的螺纹，必须与瓶口内螺纹匹配

答案：A

解析：A 选项中，瓶阀阀体上如装有爆破片，其公称爆破压力应为气瓶的水压试验压力，而不是气压试验压力。