

冶金动力职业技能培训系列教材

# 气体生产系统安全



河北钢铁股份有限公司邯郸分公司动力厂 编  
李 耀 张 卫 主编

QITI SHENGCHAN XITONG ANQUAN



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

冶金动力职业技能培训系列教材

# 气体生产系统安全

河北钢铁股份

有限公司邯郸分公司动力厂 编

主 编 李 耀 张 卫

参 编 王建让 冯 雷 张 洪

张彩丽 辛士根 刘石麟 路海周

主 审 唐景富



机械工业出版社

本书介绍了气体生产安全知识，特别是冶金动力系统所接触到的危险化学品等方面的知识，以钢铁企业空气分离及吸附制氢生产中的安全管理为重点，内容有危险化学品的安全技术要求、危险化学品的危害、危险、有害因素的辨识与控制、危险化学品生产设备的操作与检修安全、消防与应急救援等，并介绍了危险化学品部分事故案例。

本书可作为危险化学品气体生产职业技能培训安全管理专业的教材，也可作为安全管理人员日常工作的参考资料。

## 图书在版编目（CIP）数据

气体生产系统安全/李耀，张卫主编；—北京：  
机械工业出版社，2011

冶金动力职业技能培训系列教材

ISBN 978 - 7 - 111 - 34770 - 5

I. ①气… II. ①李… ②张… III. ①化学品—气体  
—安全生产—技术培训—教材 IV. ①TQ086

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2011）第 092719 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

策划编辑：吕德齐 责任编辑：吕德齐 郑 铤

版式设计：张世琴 责任校对：薛 娜

封面设计：陈 沛 责任印制：乔 宇

三河市国英印务有限公司印刷

2011 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

140mm × 203mm · 6.5 印张 · 172 千字

0001—3000 册

标准书号：ISBN 978 - 7 - 111 - 34770 - 5

定价：22.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换  
电话服务 策划编辑（010）88379772

社服务中心：（010）88361066 网络服务

销售一部：（010）68326294 门户网：<http://www.cmpbook.com>

销售二部：（010）88379649 教材网：<http://www.cmpedu.com>

读者购书热线：（010）88379203 封面无防伪标均为盗版

# 序

河北钢铁集团邯郸分公司（原邯钢）始建于1958年，邯钢动力厂长期从事氧气、氮气、氩气、氢气和压缩空气的生产输送工作，以及高炉煤气余压发电，220kV、110kV、35kV输变电、继电保护试验，电机、变压器的修理试验等工作。长期的工作实践，使邯钢动力厂积累了雄厚的技术力量和丰富的实践经验。

近年来，伴随着邯钢的产业结构调整、生产规模扩大、装备更新换代，动力厂以实现企业的可持续发展为目标，一手抓装备的更新改造，一手抓员工素质的提高。2002年以来，动力厂始终把员工职业技能培训和提高作为本单位最重要的工作之一，常抓不懈。本套培训教材就是动力厂70多位工程技术人员和老技师自己编写的，并在动力厂作为长期使用的操作岗位员工职业技能培训专用教材。

本套教材以操作岗位员工为对象，以提高员工的操作技能、安全生产能力和应急处理能力为重点。全套书共有10册，分别是《气体压缩机运行与维护》、《气体深冷分离操作指南》、《气体吸附制取操作指南》、《制氧站辅助系统运行与维护》、《气体生产系统安全》、《余压发电站运行与维护》、《变电站运行与维护》、《常用电气设备的维修》、《实用电气试验技术》、《电气运行维检安全》。

衷心希望本套培训教材能够给同行们提供一定的帮助和借鉴，共同为冶金动力事业做出贡献。

张卫

# 前 言

随着钢铁、石化等行业的发展，大型空气分离及吸附制气设备被广泛应用，气体生产形成了一个新兴的产业。这个产业属于危险化学品的管理范畴，在实际工作中，大量接触易燃、易爆的气体介质，稍有不慎就会酿成重大安全事故。如何做好气体生产的安全管理，成为当前冶金动力行业气体生产的关键。

河北钢铁股份有限公司邯郸分公司组织部分技术人员编写了本书。书中主要以冶金动力气体生产行业的安全管理人員和车间、班组职工为读者对象，在编写过程中参考了大量的法律法规。书中具体告诉读者：

一、在气体生产中哪些是危险的，应该注意怎样防范，应该怎么做才是安全的操作。

二、日常安全管理有哪些内容，应该如何进行，如何加强日常安全管理，如何落实安全管理制度。

三、危险源怎么辨识、为什么会发生安全事故，如何避免事故，如何进行事故的应急与救援。

四、如何对事故进行分析，从事故中吸取教训，防止事故的重复发生。

五、有关安全方面的重要数据，请参照国家最新标准执行。

本书按照危险化学品气体生产安全管理的特点分为九章，参加编写的人员都是具有实践经验的工程技术人员和安全監理員。本书由李耀、张卫主编；参加编写的人员有：王建让、冯雷、张洪、张彩丽、辛士根、刘石麟、路海周；刘文廷在应急预案的编写中做了重要工作；全书由王建让统稿。

由于编写人員写作水平和风格不尽相同，书中内容恐有不当之处，恳請读者给予批评与指正。

# 目 录

序

前言

<b>第一章 员工安全教育基础</b> .....	1
第一节 概述.....	1
第二节 基础知识.....	3
第三节 劳动保护用品.....	7
<b>第二章 危险化学品的安全技术要求</b> .....	15
第一节 危险化学品的分类和特性 .....	15
第二节 危险化学品的储存安全 .....	36
第三节 压力容器的安全技术 .....	54
第四节 液化气体罐、槽车的装卸车作业 .....	85
第五节 气体的性质、用途、处置及安全 .....	92
<b>第三章 危险化学品的危害</b> .....	101
第一节 危险化学品的火灾、爆炸危险.....	101
第二节 危险化学品危害的控制.....	113
<b>第四章 危险化学品生产设备的操作与检修安全</b> .....	116
第一节 制氧安全.....	116
第二节 制氧岗位危险预知与突发事故的处理程序.....	118
第三节 制氧岗位的安全生产操作.....	129
第四节 制氢安全.....	135
第五节 制氢岗位危险预知与突发事故的处理程序.....	139
第六节 制氢岗位的安全规程与安全生产操作.....	146
第七节 制氢岗位的检修安全管理.....	150
<b>第五章 应急救援</b> .....	155
<b>第六章 消防</b> .....	179

## VI 气体生产系统安全

---

第一节	燃烧和火灾的基础知识·····	179
第二节	火灾的预防·····	182
第三节	气体生产、储存、使用单位的消防管理工作·····	183
第四节	消防器材及其性能·····	184
第五节	初期火灾的扑救及火场救助与逃生·····	186
<b>第七章</b>	<b>危险化学品常见的事故案例·····</b>	<b>189</b>
第一节	危险化学品生产的事故案例·····	189
第二节	危险化学品使用的事故案例·····	192
第三节	危险化学品生产设备的检修事故案例·····	197
第四节	危险化学品运输的事故案例·····	200

# 第一章 员工安全教育基础

## 第一节 概 述

所谓安全，顾名思义，“无危则安，无缺则全”，但世界上没有绝对安全的和十全十美的事物。人们从事生产、经营和参加各种活动，说不定在什么时间、什么地点会遇到这样或那样的不安全问题，因而我们的主要任务就是采取各种预防措施，以便在生产过程中不发生人身伤害和职业病。现代安全的概念已不仅仅是预防伤亡事故或职业病，也并非仅仅存在于企业生产经营过程之中，安全科学关注的领域已经涉及人类生活、生产和生存的各个方面。《系统安全大纲要求》对“安全”的定义是：安全是指不会引起死亡、伤害、职业病、设备损坏、财产损失或环境危害的条件。危险是安全的反义词。它是指可能造成人员伤害、职业病、财产损失、作业环境破坏的状态。其可能性的大小与安全条件和概率有关。

安全问题是伴随着社会生产而产生和发展的。我国古代在生产中就积累了一些安全防护的经验。隋代医学家巢元方所著《病源诸候论》一书中就记载了：凡进古井深洞，必须先放入羽毛，若观察到它旋转，说明有毒气上浮，便不能入内。明代科学家宋应星所著《天工开物》中记述了采煤时防止煤气中毒的方法：“深至丈许，方始得煤，初见煤时，毒气灼人，有将巨竹凿去中节，尖锐其末，插入炭中，其毒烟从竹中透上”。

安全管理的发展是随着生产的发展和人们对安全需要的逐步提高而发展的。初期阶段的安全管理，可以说是纯粹的事后管理，即完全被动地面对事故，无奈地承受事故造成的损失。在积

## 2 气体生产系统安全

---

累了一定的经验和教训后，管理者采取了条例管理的方式，即通过事故后总结经验教训，制定出一系列的规章制度来约束人们的行为，或采取一定的安全技术措施控制系统或设备的状态，避免事故的再发生，这时已经有了事故预防的概念。而职业安全卫生管理体系的诞生则成为现代化安全管理的重要标志。

在人类社会生活中，安全是人们在满足生理需要之后的最基本、最重要的需要。按照美国心理学家马斯洛的“需要层次论”，人的需要可以归纳为：生理、安全、社交、尊重、求知、审美和自我实现，共七种需要。

生理需要，例如摄食、饮水、睡眠、求偶等，是人类生存的最基本、最原始的需要；当生理需要获得适当满足之后，就是安全需要，包括生命安全、财产安全、身体健康和生活条件稳定等；此后，就有感情和归属上的需要，如人际交往、友谊、为群体和社会所接受等，即社交需要；再次是尊重需要，包括自我尊重和受人尊重；为了获得尊重，就有求知需要和审美需要；最后，达到自我实现，即能够发挥自己能力和实现自身价值或理想，就是到了最高层次的需要。

由于安全需要位于第二层次，所以可以看出，人们在生理需要尚未得到相当满足的条件下，是不会很好地关注安全的。发展中国家人们的安全意识低于发达国家，基本原因就在于此。

前些年，虽然“安全第一”的口号已经响遍了全世界，但许多企业并不是也不可能是把安全放在第一位。这是经济发展的内在规律所决定的，即企业活动都是以“经济利益最大化”为原则，因而发展生产、创造优质名牌、提高经济效益等永远是第一要求。安全之所以特别受到强调，一是“尊重人权”越来越成为人们的道德理念，二是“安全是正效益、事故是负效益”的事实越来越成为企业家们的共识。如果它与人权、效益无关，肯定不会被放在特殊重要的地位。

我国安全科学专家罗云教授曾经统计过一组数字：我国的职业工伤千人死亡率、道路万车死亡率、百万吨煤死亡率等指标均

大大高于发达国家，每年因事故造成的经济损失可以再造 10 个新广州，相当于每天从天上掉下 3 架波音 747 飞机。而 80% 以上事故的发生都是由于违章操作造成的。如果大家都能按照安全规章制度去操作，那么这些事故就不应该发生。

虽然人的因素在生产经营中起主导作用，但人总有疲惫、失误和疏忽大意的时候，所以提高机械化、自动化水平，完善防范装备，改善工作环境，实现本质安全化是预防事故的根本。提高本质安全化水平，在很大程度上能防止人为失误造成的事故，但这会增大经济投入，也受到技术水平的限制，因而加强管理是目前情况下重要、必要而且有效的措施。这叫做“硬件不足软件补”。人是世上万物之中最可宝贵的因素，生命对于任何人只有一次，人人需要珍惜生命、关注健康。

## 第二节 基础知识

### 一、名词解释

**安全**——免遭不可接受危险的伤害。安全的实质就是防止事故，消除导致死亡、伤害、急性职业危害及各种财产损失发生的条件。生产过程中的安全：不发生工伤事故、职业病、设备或财产损失的状况，即人不受到伤害，物不受损失。

**危险**——系统中存在导致不期望后果的可能性超过了人们的承受程度。

**风险**——危险、危害事故发生的可能性与危险、危害事故严重程度度的综合量度。

**风险率** ( $R$ ) = 事故发生的概率 ( $P$ ) × 事故损失严重程度 ( $S$ )

**危害**——可能造成人员伤亡、疾病、财产损失、工作环境破坏的根源或状态。

**危险源**——危险的根源，是指可能导致人员伤亡或物质损失事故的、潜在的不安全因素。

## 4 气体生产系统安全

---

事故及伤亡事故——造成死亡、疾病、伤害和财产损失及其他损失的意外事件。伤亡事故指员工在劳动过程中发生的人身伤害和急性中毒事故。

事件的发生可能造成事故，也可能并未造成任何损失。对于没有造成人员死亡、伤害、职业病、财产损失或其他损失的意外事件可称之为“未遂事件”或“未遂过失”。因此，事件包括事故，也包括未遂事件。

工伤——也称职业伤害，是指劳动者（职工）在工作或者其他职业活动中因意外事故伤害和职业病造成的伤残和死亡。

工伤保险——又称职业伤害保险，是指劳动者由于工作原因并在工作过程中遭受意外伤害，或因职业危害因素引起职业病，由国家或社会给负伤、致残人员及死亡者生前供养亲属提供必要的物质帮助的一种社会保险制度。

安全条件——在生产过程中，不发生人员伤亡、职业病或设备、设施损坏或环境危害的条件。

安全状况——不因人、机、环境的相互作用而导致系统失效、人员伤亡或其他损失。

安全生产——为了使劳动过程在符合安全要求的物质条件和工作秩序下进行，防止伤亡事故、设备事故及各种灾害的发生，保障劳动者的安全健康和生产作业过程的正常进行而采取的各种措施和从事的一切活动。

安全管理——以国家法律、法规、规定和技术标准为依据，采取各种手段，对生产经营单位的生产经营活动的安全状况，实施有效制约的一切活动。

事故隐患——生产系统中可导致事故发生的人的不安全行为、物的不安全状态和管理上的缺陷。

《现代汉语词典》对隐患的解释：隐患是潜藏着的祸患，即隐藏不露、潜伏的危险性大的事情或灾害。

现代事故预防所遵循的一个原则是事故是可以预防的。任何事故，只要采取正确的事故预防措施，是可以防止的。通过事故

调查，查找已发生事故的原因，采取预防事故的措施，可以从根本上降低伤亡事故发生的频率。

## 二、安全色、安全线和安全标志

### (一) 安全色

安全色共分为红、蓝、黄、绿四个颜色，见图 1-1。



● 当心触电



● 必须系安全带



图 1-1 安全色

红色表示禁止、停止的意思。

黄色表示注意、警告的意思。

蓝色表示指令、必须遵守的意思。

绿色表示通行、安全和提供信息。

有关对比色的知识：

1) 黄色安全色的对比色为黑色；红、蓝、绿安全色的对比色均为白色；而黑、白两色互为对比色。

## 6 气体生产系统安全

2) 黑色用于安全标志的文字、图形符号；警告标志的几何图形和公共信息标志。

### (二) 安全线

工矿企业中用以划分安全区域与危险区域的分界线。厂房内安全通道的标示线，铁路站台上的安全线都是属于此列。根据国家有关规定，安全线用白色，宽度不小于 60mm。在生产现场，有了安全线的标示，就能区分安全区域和危险区域，有利于对危险区域的认识和判断。

### (三) 安全标志

安全标志类型共分为禁止标志、警告标志、指令标志、提示标志四类，见图 1-2。



图 1-2 安全标志

禁止标志的含义是禁止人们不安全行为的图形标志。其基本形式为带斜杠的圆形框。圆环和斜杠为红色，图形符号为黑色，衬底为白色。

警告标志的含义是提醒人们对周围环境引起注意，以避免可能发生危险的图形标志。其基本形式是正三角形边框。三角形边框及图形为黑色，衬底为黄色。

指令标志的含义是强制人们必须做出某种动作或采用防范措施的图形标志。其基本形式是圆形边框。图形符号为白色，衬底

为蓝色。

提示标志的含义是向人们提供某种信息的图形标志。其基本形式是正方形边框。图形符号为白色，衬底为绿色。

## 第三节 劳动保护用品

### 一、安全帽

#### (一) 安全帽的防护作用

- 1) 防止物体打击伤害。
- 2) 防止高处坠落伤害头部。
- 3) 防止机械性损伤。
- 4) 防止污染毛发伤害。

#### (二) 使用安全帽的注意事项

1) 要有下颏带和后帽箍并拴系牢固，以防帽子滑落与碰掉。

2) 热塑性安全帽可用清水冲洗，不得用热水浸泡，不能放在暖气片上、火炉上烘烤，以防帽体变形。

3) 安全帽使用超过规定限值，或者受过较严重的冲击后，虽然肉眼看不到裂纹，也应予以更换。一般塑料安全帽使用期限为三年。

4) 佩戴安全帽前，应检查各配件有无损坏，装配是否牢固，帽衬调节部分是否卡紧，绳带是否系紧等，确信各部件完好后方可使用。

### 二、防护眼镜和面罩

#### (一) 防护眼镜和面罩的作用

- 1) 防止异物进入眼睛。
- 2) 防止化学性物品的伤害。
- 3) 防止强光、紫外线和红外线的伤害。
- 4) 防止微波、激光和电离辐射的伤害。

#### (二) 使用防护眼镜和面罩的注意事项

## 8 气体生产系统安全

---

- 1) 选用的护目镜要选用经产品检验机构检验合格的产品。
- 2) 护目镜的宽窄和大小要适合使用者的脸型。
- 3) 镜片磨损、粗糙、镜架损坏，会影响操作人员的视力，应及时调换。
- 4) 护目镜要专人使用，防止传染眼病。
- 5) 焊接护目镜的滤光片和保护片要按规定作业需要选用和更换。
- 6) 防止重摔重压，防止坚硬的物体摩擦镜片和面罩。

### 三、耳塞、耳罩

#### (一) 耳塞、耳罩的作用

- 1) 防止机械噪声的危害。例如防止机械的撞击和摩擦、固体的振动和转动而产生的噪声造成的损害。
- 2) 防止空气动力噪声的危害。例如防止通风机、空气压缩机等产生的噪声造成的损害。
- 3) 防止电磁噪声的危害。例如防止发电机、变压器发出的噪声造成的损害。

#### (二) 使用耳塞、耳罩的注意事项

- 1) 各种耳塞在佩戴时，要先将耳郭向上提拉，使耳腔呈平直状态，然后手持耳塞柄，将耳塞帽体部分轻轻推向外耳道内，并尽可能地使耳塞体与耳腔相贴合，但不要用力过猛、过急或插得太深，以自我感觉适度为宜。
- 2) 戴后感到隔声不良时，可将耳塞缓慢转动，调整到效果最佳位置为止。如果经反复调整仍然效果不佳时，应考虑改用其他型号规格的耳塞，经反复试用，选择最佳者定型使用。
- 3) 佩戴泡沫塑料耳塞时，应将圆柱体捻成锥形体后再塞入耳道，让圆柱体自行回弹，充满耳道。
- 4) 佩戴硅橡胶自行成型的耳塞，应分清左右塞，不能弄错；插入耳道时，要稍微转动，放正位置，使之紧贴耳腔内。
- 5) 使用耳罩时，应先检查罩壳有无裂纹和漏气现象，佩戴时应注意将罩壳顺着耳郭的形状戴好。

6) 将连接弓架放在头顶适当位置, 尽量使耳罩软垫圈与周围皮肤相互密合。如果不合适, 应稍微移动耳罩或弓架, 调整到合适位置。

7) 无论戴用耳罩还是耳塞, 均应在进入有噪声车间前戴好, 工作中不得随意摘下, 以免伤害鼓膜。如确需摘下, 最好在休息时或离开车间以后, 到安静处所再摘掉耳罩或耳塞。

8) 耳塞或耳罩软垫用后需用肥皂、清水清洗干净, 晾干后再收藏备用。橡胶制品应防热变形, 同时撒上滑石粉后储存。

#### 四、防护手套

##### (一) 防护手套的作用

- 1) 防止明火与高温、低温的伤害。
- 2) 防止电磁辐射与电离辐射的伤害。
- 3) 防止化学物质的伤害。
- 4) 防止撞击、切割、擦伤、微生物侵害以及感染。

##### (二) 使用防护手套的注意事项

1) 防护手套的品种很多, 应根据防护功能来选用。首先应明确防护对象, 然后再仔细选用。如耐酸碱手套, 有耐强酸(碱)的、有耐低浓度酸(碱)的, 而耐低浓度酸(碱)的手套不能用于接触高浓度酸(碱), 切记勿误用, 以免发生意外。

2) 防水、耐酸碱手套使用前应仔细检查, 观察表面是否有破损, 简易的办法是向手套内吹口气, 用手捏紧手套口, 观察是否漏气, 漏气则不能使用。

3) 绝缘手套应定期检验电绝缘性能, 不符合规定的不能使用。

4) 橡胶、塑料等类防护手套用后应冲洗干净、晾干, 保存时避免高温, 并在制品上撒上滑石粉以防粘连。

5) 操作旋转机床禁止戴手套作业。

#### 五、防护鞋(靴)

##### (一) 防护鞋(靴)的作用

1) 防止物体砸伤或刺割伤害。例如高处坠落物品及铁钉、

锐利的物品散落在地面，这样就可能引起砸伤或刺伤。

2) 防止高、低温伤害。在冶金等行业，不仅环境气温高，而且有强辐射热烘烤足部，灼热的物料可能喷溅到足面或掉入鞋内引起烧伤。另一方面，冬季在室外施工作业，可能发生冻伤。

3) 防止酸碱化学伤害。在作业过程中接触到酸碱化学用品，可能发生足部被酸碱灼伤的事故。

4) 防止触电伤害。在作业过程中接触到带电体造成触电伤害。

5) 防止静电伤害。静电对人体的伤害主要是引起心理障碍，产生恐惧心理，引起从高处坠落等二次事故。

### (二) 使用绝缘鞋(靴)的注意事项

1) 应根据作业场所电压高低正确选用绝缘鞋。低压绝缘鞋禁止在高压电气设备上作为安全辅助用具使用；高压绝缘鞋(靴)可以作为高压和低压电气设备上辅助安全用具使用；不论是穿低压或高压绝缘鞋(靴)，均不得直接用手接触电气设备。

2) 布面绝缘鞋只能在干燥环境下使用，避免布面潮湿。

3) 穿用绝缘靴时，应将裤管套入靴筒内，裤管不宜长及鞋底外沿高度，更不能长及地面，保持布帮干燥。

4) 非耐酸、碱、油的橡胶底，不可与酸、碱、油类物质接触，并应防止尖锐物刺伤。若低压绝缘鞋的鞋底花纹磨光，露出内部颜色时，则不能作为绝缘鞋使用。

5) 在购买绝缘鞋(靴)时，应查验鞋上是否有绝缘永久标志，如红色闪电符号；鞋底应有耐电压表示值，鞋内应有合格证、安全鉴定证、生产许可证的编号。

### (三) 使用耐酸、碱鞋(靴)的注意事项

1) 耐酸、碱皮鞋只能使用于一般浓度较低的酸、碱作业场所，不能浸泡在酸、碱液中进行较长时间作业，以防酸、碱溶液渗入皮鞋内腐蚀足部造成伤害。

2) 耐酸、碱塑料靴和胶靴，应避免接触高温、锐器损伤靴