

现代化工HSE实用技术训练丛书

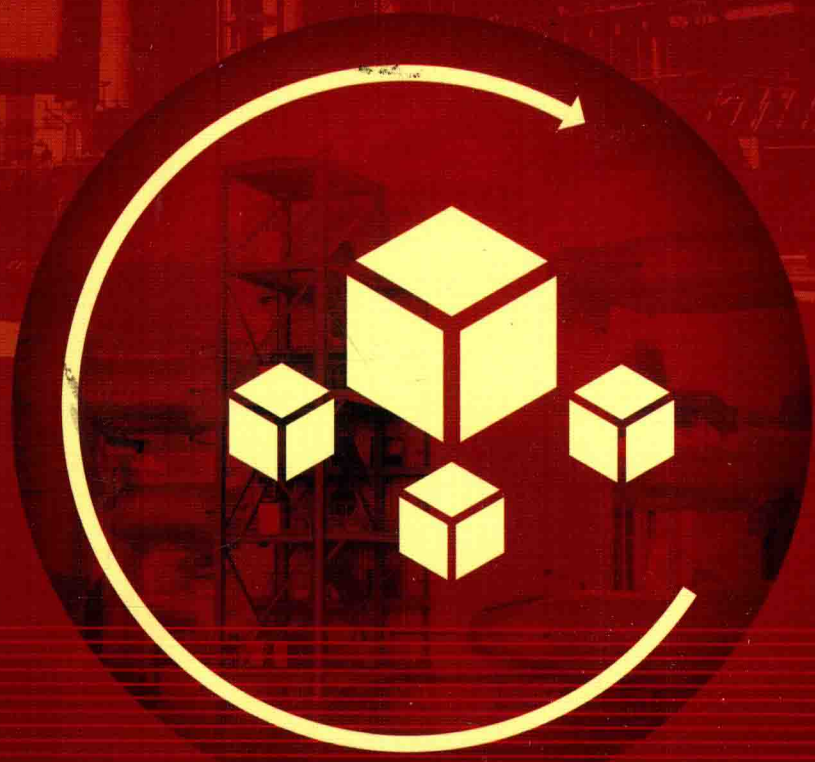
现代化工HSE 装置操作技术

XIANDAI HUAGONG HSE ZHUANGZHI CAOZUO JISHU

王德堂
周立雪

刘睦利
金万祥

主编
主审



化学工业出版社

现代化工HSE实用技术训练丛书

现代化工HSE 装置操作技术

XIANDAI HUAGONG HSE ZHUANGZHI CAOZUO JISHU

王德堂 刘睦利 主编
周立雪 金万祥 主审



化学工业出版社

· 北京 ·

本书按照 HSE 管理理念,组织现代化工安全生产技术、危险工艺及初期事故应急处置操作、个体防护与应急救援等相关内容,分现代化工 HSE、装置工艺与事故应急处置操作、应急救援器材及个体防护用品、职业危害及应急救护、电气及仪表自动化五个模块。本书简要介绍了化工安全生产操作方法、控制技术及初期事故的应急处置方法,列举了具体的应用实例,对化工生产过程中可能发生的事故提出了初期应急处置措施。本书通过较多的实例说明各类危险化工工艺生产装置的初期火灾、中毒、灼伤、机械伤害、电伤害等事故处置及救护方法,具有较强的实用性和可操作性。

本书可作为职业院校化工类、安全类、环保类、机电类等相关专业的教材,也可供企事业单位生产操作控制人员、安全环保从业人员、生产技术管理人员的学习和参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

现代化工 HSE 装置操作技术/王德堂,刘睦利主编.

北京:化学工业出版社,2018.1

(现代化工 HSE 实用技术训练丛书)

ISBN 978-7-122-30969-3

I. ①现… II. ①王…②刘… III. ①化工企业-生产
事故-应急系统-操作 IV. ①TQ086

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 276601 号

责任编辑:张双进 提 岩

文字编辑:谢蓉蓉

责任校对:王 静

装帧设计:王晓宇

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装:三河市延风印装有限公司

710mm×1000mm 1/16 印张 17 字数 291 千字 2018 年 3 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:49.00 元

版权所有 违者必究

现代化工 HSE 实用技术训练丛书

编审委员会

主任委员 周立雪

副主任委员 张 荣 金万祥 周福富 王德堂

杨正春 许重华

委 员 (按姓氏笔画为序排列)

丁慧平	干雅平	于秋玲	王 雨	王 虎
王 瑞	王少青	王会强	白术波	朱胜利
朱景洋	刘睦利	刘德志	许曙青	孙 锋
孙 嘉	孙志岩	孙艳丽	纪 振	苏 翔
李 应	李黔蜀	李耀中	杨吉明	吴 健
吴同华	吴国旭	吴海霞	何伟平	何红华
张 华	张 欣	郑 钊	郑孝英	赵 浦
郝宏强	侯 侠	柴 委	钱清华	高玫香
郭霞飞	曹洪印	崔 迎	覃 杨	蒙红平
蒙桂娥	魏葆婷			

序 PREFACE

HSE (health, safety, environmental protection) 管理体系体现了健康、安全、环境三位一体的管理思想,必将成为社会发展的主流理念,如何将此理念转化成为人们的工作理念、学习理念、生活理念,需要有识之士为之研究、实践和推广。在中国化工教育协会的领导下,全国石油和化工职业教育教学指导委员会高职化工安全及环保类专业委员会的同仁研究了 HSE 相关知识、原理、技术和实践经验,组织有关企业、院校共同开发了实践装置和相应的软件,并在全国一百多所高职院校中通过网络答题比赛、HSE 装置操作比赛和案例推演比赛等活动,激发了职业院校广大师生对 HSE 理念的理解和实践的热情,总结三年的 HSE 研究和实践,在相关院校教师和企业工程技术人员努力下,以 HSE 相关知识和技能、化工行业事故案例为基础编写了系列 HSE 实用技术训练丛书。

该丛书搜集了职业健康、安全生产、环境保护等 5000 多道应知应会题目,9 种危险化学品生产工艺装置的安全运行和 54 种安全事故应急处置技术,全国 10 类典型安全事故案例推演。对职业院校学生学习安全技术管理和安全技能具有针对性很强的指导意义,对其他各类职业人员学习实践 HSE 也具有较高的参考价值。

在该丛书的编写过程中,得到了徐州工业职业技术学院、重庆化工职业学院、金华职业技术学院、兰州石化职业技术学院、杨凌职业技术学院、天津渤海职业技术学院、河北化工医药职业技术学院、贵州工业职业技术学院、河南化工技师学院、江苏省南京工程高等职业学校等近 50 所职业院校和浙江中控科教仪器设备有限公司、北京东方仿真软件技术有限公司相关人员的大力支持与帮助,编写过程中还参阅和引用了相关文献资料和著作,在此一并表示感谢。

现代化工 HSE 实用技术训练丛书编审委员会

2017 年 7 月

前言 FOREWORD

“十三五”期间，国家提出了绿色发展理念，各行业十分注重 HSE 管理理念的研究与实践，迫切需要职业教育培养大批具有 HSE 理念、掌握 HSE 相关知识及技术与技能的专门人才。

本教材主要定位于职业院校化工类、安全及环保类、机电类专业学生未来从事 HSE 相关管理工作。本教材按照现代化工 HSE 技术技能培养要求，依托自主开发集 9 种危险化学品工艺 54 个模拟典型事故为一体的 HSE 装置，侧重化工安全生产中事故预防、事故初期应急处理、个体防护及应急救援等，并在编写中注重问题引导、理实结合，使学生能较快地掌握现代化工安全生产控制技术、事故应急处置技术、个体防护及救护技术。

本教材主要内容包括现代化工 HSE、装置工艺与事故应急处置操作、应急救援器材及个体防护用品、职业危害及应急救援、电气及仪表自动化五个模块。现代化工 HSE 介绍了现代化工、危险有害因素、事故案例、HSE 发展与竞赛内容及流程；装置工艺与事故应急处置操作介绍了聚氯乙烯树脂、顺丁橡胶、丙烯酸树脂、氯甲烷、氯乙酸、氯乙烯、柴油加氢、甲醇、苯胺等产品生产工艺与事故应急处置；应急救援器材及个体防护介绍了消防器材、空气呼吸器、防毒呼吸器、防静电器材、心肺复苏仪、个体防护物资等；职业危害的预防与应急救援介绍了粉尘、工业毒物、噪声、辐射、泄漏、中毒窒息、化学烧伤等事故及应急救援。

本书由王德堂和刘睦利担任主编。徐州工业职业技术学院王德堂编写第一、第三和第四模块，浙江中控教学仪器设备有限公司刘睦利编写第一模块竞赛流程和第二模块，徐州工业职业技术学院刘晓静编写第三模块消防器材部分、王建华编写第五模块电器部分、查剑林编写第五模块仪表自动化部分，常州工程职业技术学院孙玉叶提供了第四模块基础资料。全书由王德堂统稿，周立雪、金万祥主审，中国化工教育协会任耀生主任、于红军秘书长、梅宇烨老师与全国石化教学指导委员会化工安全及环保类专业指导委员会委员及参加

化工安全及环保类专业教学研讨会的有关院校的专业老师等对书稿进行了审阅，提出不少宝贵意见，在此深表谢意。本书在编写过程中受到徐州工业职业技术学院周立雪教授、祝木伟研究员、金万祥教授，中国矿业大学朱国庆教授，徐州医科大学燕宪亮教授，重庆化工职业学院张荣教授，金华职业技术学院周福富副教授，浙江中控教学仪器设备有限公司杨正春总经理与朱胜利副总经理等的大力支持和帮助，在此一并表示感谢。

本书内容丰富、系统性强，理论与实践相结合，具有较强的实用性。本书在编写过程中参考了有关文献资料，在此，向其作者表示感谢。由于编者水平有限，书中存在不妥之处在所难免，敬请读者批评指正，不吝赐教。

编者

2017年7月

目 录 CONTENTS

模块一 现代化工 HSE 概述	1
项目一 现代化学工业	1
一、现代化学工业及分类	2
二、化学工业的特点	3
三、化学工业的地位和作用	3
项目二 危险有害因素与事故的预防措施	4
一、危险性	4
二、危险有害因素	5
三、事故的预防措施	6
项目三 化工生产事故案例	7
一、硝化装置火灾爆炸事故	7
二、炼油厂火灾事故	8
三、化学灼伤事故	9
项目四 现代化工 HSE 发展	10
一、HSE 介绍	10
二、HSE 国内外研究现状及趋势	12
三、开展 HSE 研究及竞赛意义	12
项目五 现代化工 HSE 竞赛内容	13
项目六 现代化工 HSE 技能竞赛流程	15
一、抽签	15
二、参赛队员入场	16
三、竞赛准备	16
四、比赛	19
五、成绩记录 and 统计	19
模块二 装置工艺流程及考点介绍	20

项目一 聚氯乙烯树脂生产工艺与事故应急处置	20
一、聚氯乙烯树脂生产工艺	20
二、聚氯乙烯树脂生产工艺事故应急处理操作卡	21
项目二 顺丁橡胶生产工艺与事故应急处置	27
一、顺丁橡胶生产工艺	27
二、顺丁橡胶生产工艺事故应急处理操作卡	28
项目三 丙烯酸树脂生产工艺与事故应急处置	34
一、丙烯酸树脂生产工艺	34
二、丙烯酸树脂生产工艺事故考点	35
项目四 氯甲烷生产工艺与事故应急处置	40
一、氯甲烷生产工艺	40
二、氯甲烷生产工艺事故应急处理操作卡	41
项目五 氯乙酸生产工艺与事故应急处置	47
一、氯乙酸生产工艺	47
二、氯乙酸生产工艺事故应急处理操作卡	48
项目六 氯乙烯生产工艺与事故应急处置	53
一、氯乙烯生产工艺	53
二、氯乙烯生产工艺事故应急处理操作卡	54
项目七、柴油加氢生产工艺与事故应急处置	60
一、柴油加氢生产工艺	60
二、柴油加氢生产工艺事故应急处理操作卡	61
项目八 甲醇生产工艺与事故应急处置	68
一、甲醇生产工艺	68
二、甲醇生产工艺事故应急处理操作卡	68
项目九 苯胺生产工艺与事故应急处置	75
一、苯胺生产工艺	75
二、苯胺合成生产工艺事故应急处理操作卡	76
模块三 应急器材及个体防护	83
项目一 消防器材及应用	83
一、火灾分类	83
二、灭火原理	84
三、灭火器的使用	85
项目二 空气呼吸器及应用	88

一、隔离式防毒呼吸器	88
二、正压式空气呼吸器	89
项目三 防毒呼吸器及应用	92
项目四 静电防护及应用	95
项目五 心肺复苏模拟人操作	97
一、心肺复苏术的操作步骤	97
二、模拟人操作考核	98
项目六 个体防护用品及应用	100
一、劳动防护用品的主要作用	100
二、劳动防护用品的分类	100
三、个体防护用品的管理	103
模块四 职业危害、预防及应急救护	105
项目一 职业危害及预防	105
一、职业病危害因素	105
二、职业病预防	107
项目二 粉尘危害及预防措施	109
项目三 工业毒物及防毒措施	113
一、工业毒物	113
二、化工行业中的毒性物质及毒性影响因素	114
三、职业中毒	119
四、防毒措施	124
项目四 噪声危害及预防措施	127
一、声音的物理量度	127
二、噪声来源及分类	128
三、噪声的危害	129
四、噪声的预防与治理	130
项目五 辐射危害及预防措施	132
一、电离辐射的危害与防护	132
二、非电离辐射的危害与防护	134
项目六 危险化学品泄漏事故及应急救护	136
项目七 中毒窒息事故及应急救护	138
项目八 化学烧伤事故及应急救护	140
项目九 心肺复苏术	143

项目十 受害人搬运术	150
模块五 电气、仪表及自动化	155
项目一 化工生产安全用电	155
一、触电是怎么回事?	155
二、常见触电事故	155
三、触电急救	157
四、用电安全检查	158
五、用电安全教育	158
项目二 常用电气元件和基本电路分析	159
一、常用电气元件	159
二、常用电路分析	165
项目三 自动控制系统的认识	166
项目四 计算机控制系统	169
一、概述	169
二、计算机控制系统的特点	170
三、集散控制系统	171
项目五 现代化工 HSE 竞赛装置控制系统	179
一、系统概述	179
二、系统主要性能指标	180
三、系统性能	181
四、上电注意事项	182
项目六 测量与仪表	182
一、测量过程及测量误差	183
二、仪表的主要性能参数	184
三、仪表的分类	186
项目七 压力自动控制仪表的选型和使用	187
一、压力单位及测压仪表	187
二、常用测压方法	188
三、弹性式压力计	189
四、电气式压力计	191
五、压力表的选用和安装	193
项目八 温度自动控制系统的设计及其仪表的选用	196
一、温度的测量方法	196

二、热电阻式温度变送器	197
三、测温仪表的选用及安装	199
四、测温元件的安装	201
项目九 物位自动控制系统的设计及其仪表的选用	202
一、物位的检测方法	202
二、差压式液位计	203
三、电接点水位计	206
四、物位仪表的选用	207
项目十 流量自动控制系统的设计及其仪表的选用	208
一、流量测量仪表的分类	208
二、电磁流量计	209
三、流量检测仪表的选用	210
项目十一 Advantrol-Pro 软件的认识与应用	211
一、实时监控操作说明	211
二、使用权限	225
项目十二 现代化工 HSE 技能竞赛装置中的传感器应用	226
一、开关量、数字量和模拟量	226
二、现代化工 HSE 竞赛装置中的数据流	227
附件 1 评分标准	231
附件 2 设备阀门安防清单	233
附件 3 装置平面布局图	237
附件 4 重大危险源安全警示标志	237
附件 5 危险化学品安全周知卡	242

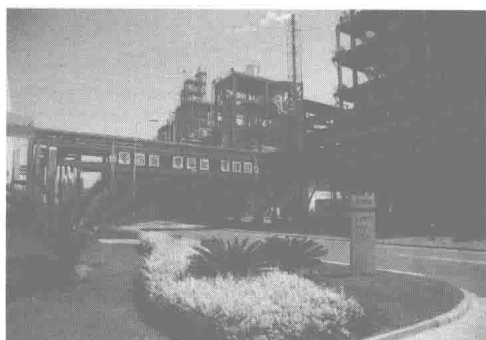
模块一 现代化工HSE概述

项目一 现代化学工业

中国近代化学工业是从 19 世纪初开始形成的，1949 年新中国在“一穷二白”薄弱基础上艰苦创业，逐步发展成为一个工业行业。“十二五”期间我国石化和化学工业继续维持较快增长态势，产值年均增长 9%，工业增加值年均增长 9.4%，2015 年行业实现主营业务收入 11.8 万亿元。我国已成为世界第一大化学品生产国，甲醇、化肥、农药、氯碱、轮胎、无机原料等重要大宗产品产量位居世界首位。主要产品保障能力逐步增强，乙烯、丙烯的当量自给率分别提高到 50% 和 72%，化工新材料自给率达到 63%。

化学工业广义指具有化学反应和产品加工过程的行业，化工企业大多生产装置庞大、占地面积多、投资大、建设周期长、产品附加值高。目前，生产装置基本实现规模化、密闭化、连续化、自动化、敞开化等形式，劳动安全与环境卫生及操作控制条件得到较大改善，化工生产操作控制见图 1-1。

化学工业是国家的支柱产业，生产总值约占国民经济的 1/3。在东部沿江沿海和西部经济开发区，建设了较多的化工园区，推动了地方经济发展。涉及的化工企业有石油化工厂、氯碱厂、染料厂、化肥厂、农药厂、涂料厂、气体厂等，物料介质有易燃易爆、有毒、腐蚀等危险性质，生产设备有泵、压缩机、反应釜、精馏塔、吸收塔、压力容器、压力管道等，生产过程具有高温、高压、低温、毒性、腐蚀性、燃烧性、爆炸性、电伤害、机械伤害等危险性，必须坚持“安全第一、预防为主、综合治理”的安全生产方针，以保障国民经济持续稳定快速增长。



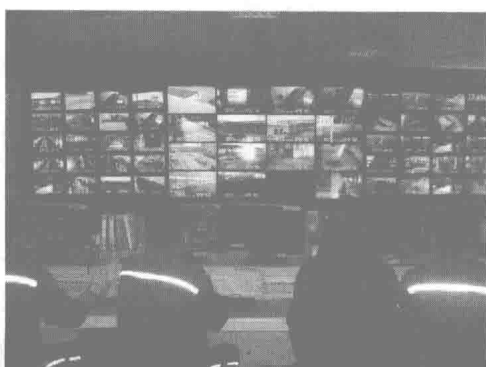
(a) 化工生产现场



(b) 操作控制室概貌



(c) 化工生产装置



(d) 操作控制室现场

图 1-1 化工厂生产与控制

一、现代化学工业及分类

中国化学工业一般理解为包括石油化学工业在内的生产部门，有三种分类方法如表 1-1 所示，从中可以看出化学工业的产品包括酸碱、无机盐、基本有机原料、合成橡胶、塑料、合成纤维、农药、染料、涂料和颜料、试剂、感光材料橡胶制品、新型合成材料等，即称为“大化工”。

表 1-1 化工产品分类表

序号	按产品分类	按行业分类	统计部门的分类
1	化学矿	化学矿	基本化学原料制造业
2	无机化工原料	无机盐	化学肥料制造业
3	有机化工原料	有机化工原料	化学农药制造业
4	化学肥料	化学肥料	有机化学品制造业
5	农药	化学农药	合成材料制造业
6	高分子聚合物	合成纤维单体	日用化学产品制造业
7	涂料、颜料	涂料、颜料	其他化学工业

序号	按产品分类	按行业分类	统计部门的分类
8	染料	染料和中间体	医药工业
9	信息用化学品	感光 and 磁性材料	化学纤维工业
10	试剂	化学试剂	橡胶制品业
11	食品和饲料添加剂	石油化工	塑料制品业
12	合成药品	化学医药	
13	日用化学品	合成树脂和塑料	
14	黏合剂	酸、碱	
15	橡胶和橡塑制品	合成橡胶	
16	催化剂和助剂	催化剂、试剂和助剂	
17	火工产品	煤化工	
18	其他化学产品	橡胶制品	
19	化工机械	化工机械	
20		化工新型材料	

二、化学工业的特点

化学工业在国民经济中起主导作用，生产过程中的工艺技术具有特殊性，具有许多不同于其他工业部门的特点：

- ① 装置型工业。
- ② 资金密集型工业。
- ③ 知识密集型工业。
- ④ 高能耗、资源密集型工业。
- ⑤ 多污染工业。

化工生产过程的中间产物多，副产物也多，可能导致的有害物质排放也相应增多。化工建设项目必须与相应的污染治理工程同步进行，才能获得批准和实施。防止和治理污染是化学工业面临的重要问题，也是化学工业可持续发展必须解决的重要课题。

三、化学工业的地位和作用

化学工业与国民经济各部门有着密切的联系，在国民经济中占有十分重要的地位。它的影响涉及农业、工业和国防，它的产品与人们的日常生活息息相关。为适应整个国民经济的发展，化学工业保持了较快的发展速度，按照科学发展观，认真研究和处理好化学工业中的安全环保问题，对化学工业乃至对整个社会的经济效益和发展都有重要的意义。

项目二 危险有害因素与事故的预防措施

在化工产品生产过程中,存在燃烧性、爆炸性、毒性、腐蚀性、高温高压等危险特点,在出现物料泄漏、设备或管路超温超压、火源、材料腐蚀、误操作等情况下,危险有害因素会引发事故。

一、危险性

危险化学品大量排放或泄漏后,可能引起火灾、爆炸、中毒事故,造成人员伤亡,会污染空气、水、地面和土壤或食物,同时可以经呼吸道、消化道、皮肤或黏膜进入人体,引起群体中毒甚至导致死亡事故发生。

(1) 燃烧性 压缩气体和液化气体、易燃液体、易燃固体、自燃物品和遇湿易燃物品、氧化剂和有机过氧化物等均可能发生燃烧而导致火灾事故。

(2) 爆炸危险 除了爆炸品之外,可燃性气体、压缩气体和液化气体、易燃液体、易燃固体、自燃物品、遇湿易燃物品、氧化剂和有机过氧化物等都有可能引发爆炸。

(3) 毒性 许多危险化学品可通过一种或多种途径进入人的肌体,当其在人体达到一定量时,便会引起肌体损伤,破坏正常的生理功能,引起中毒。

(4) 腐蚀性 强酸、强碱等物质接触人的皮肤、眼睛或肺部、食道等时,会引起表皮组织发生破坏作用而造成灼伤。内部器官被灼伤后可引起炎症,甚至会造成死亡。

(5) 放射性 放射性危险化学品可阻碍和伤害人体细胞活动机能并导致细胞死亡。

(6) 危险化学品理化性质

① 燃点 燃点是指可燃物质加温受热并点燃后,所放出的燃烧热能使该物质挥发足够量的可燃蒸气来维持燃烧的继续。此时加温该物质所需的最低温度即为该物质的“燃点”,也称“着火点”。物质的燃点越低,越容易燃烧。

② 闪点 闪点是指可燃液体挥发出来的蒸气与空气形成的混合物,遇火源能够发生闪燃的最低温度。

③ 自燃点 自燃点是指可燃物质达到某一温度时,与空气接触,无需引火即可剧烈氧化而自行燃烧,发生这种情况的最低温度。

④ 引燃温度 引燃温度是指按照标准试验,引燃爆炸性混合物的最低

温度。

⑤ 易燃物质 易燃物质指易燃气体、蒸气、液体和薄雾。

⑥ 易燃气体 指以一定比例与空气混合后形成的爆炸性气体混合物的气体。

⑦ 易燃或可燃液体 指在可预见的使用条件下能产生可燃蒸气或薄雾，闪点低于 45℃ 的液体称易燃液体；闪点大于或等于 45℃ 而低于 120℃ 的液体称可燃液体。

⑧ 易燃薄雾 指弥散在空气中的易燃液体的微滴。

二、危险有害因素

安全是指不会发生损失或伤害的一种状态；危险是指系统中存在导致发生不期望后果的可能性超过了人们的承受程度；事故是指人们在进行生产活动过程中，突然发生违背人们意愿，使生产活动暂时或永久性终止，同时造成人身伤亡或财产损失的意外事件。

危险因素是指能对人造成伤亡或对物造成突发性损坏的因素。主要强调突发性和瞬间作用。有害因素是指能影响人的身体健康，导致疾病，或对物造成慢性损坏的因素。危险、有害因素是指能对人造成伤亡或影响人的身体健康甚至导致疾病，对物造成突发性损害或慢性损害的因素。

危险有害因素是指可能造成人员伤害、职业病、财产损失、作业环境破坏等事件的因素。危险有害因素按 GB 13861—2009 共有六大类。

(1) 物理性危险因素 包括设备设施缺陷、防护缺陷、电危害、噪声危害、振动危害、电磁辐射、运动物危害、明火、能造成灼伤的高温物质、粉尘与气溶胶、作业环境不良、信号缺陷、标志缺陷和其他物理性危险、有害因素。

(2) 化学性危险因素 包括易燃易爆性物质、自燃性物质、有毒物质、腐蚀性物质和其他化学性危险、有害因素。

(3) 生物性危险因素 包括致病微生物、传染病媒介物、致害动物、致害植物和其他生物性危险、有害因素。

(4) 心理生理性危险因素 包括负荷超限、健康状况异常、从事禁忌作业、心理异常、辨别功能缺陷和其他心理、生理性危险、有害因素。

(5) 行为性危险因素 包括指挥错误、操作错误、监护错误、其他错误和其他行为性危险、有害因素。

(6) 其他危险因素 包括搬举重物、作业空间、工具不合适和标识不