

危害辨识与 风险防控

刘 强◎主编

Weihai Bianshi yu
Fengxian Fangkong

危害辨识与风险防控

主 编:刘 强

副主编:刘 杰 王磊国



气象出版社

China Meteorological Press

内 容 简 介

本书从作业人员的角度出发,首先引入危害辨识的基础知识;然后介绍危害辨识与风险控制的程序和管理,包括辨识原则、具体的辨识与控制程序,以及安全对策措施等;最后详细介绍危害辨识与风险防控方面使用的安全工具,如作业安全分析法、作业风险评估法、作业条件危险性评价法等,以期对读者的实际操作有一定的指导作用。

本书可供企业安全管理人员和相关从业人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

危害辨识与风险防控/刘强主编. --北京:
气象出版社,2018.12

ISBN 978-7-5029-6887-8

I. ①危… II. ①刘… III. ①企业安全-安全管理-
研究 IV. ①X930

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 281658 号

危害辨识与风险防控

出版发行:气象出版社

地 址:北京市海淀区中关村南大街 46 号 邮政编码:100081

电 话:010-68407112(总编室) 010-68408042(发行部)

网 址:<http://www.qxcbs.com>

E-mail: qxcbs@cma.gov.cn

责任编辑:张盼娟 彭淑凡

终 审:张 斌

责任校对:王丽梅

责任技编:赵相宁

封面设计:楠竹文化

印 刷:三河市君旺印务有限公司

开 本:710 mm×1000 mm 1/16

印 张:10

字 数:159 千字

版 次:2018 年 12 月第 1 版

印 次:2018 年 12 月第 1 次印刷

定 价:65.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等,请与本社发行部联系调换。

目 录

第一章 危害辨识基础知识	1
--------------------	---

第一节 危险有害因素概述	1
一、危险有害因素的定义	1
二、危险有害因素与事故的关系	6
三、危险有害因素产生的原因	7
第二节 危险有害因素的分类	10
一、按导致事故的直接原因分类	10
二、按事故和职业危害类型分类	15

第二章 危害辨识与风险控制的程序和管理	19
---------------------------	----

第一节 各类危害辨识	19
一、危害辨识的要素	19
二、确定为危险源的原则	19
三、危险物质重大危险源的辨识	20
四、设备或装置的危害辨识	21
五、作业环境的危害辨识	26
六、与手工操作有关的危害辨识	28
第二节 危害辨识与风险控制的程序	28

一、风险管理基本过程	28
二、开展危险源辨识的准备工作	29
三、危险源辨识	29
四、风险评价	30
五、安全对策措施的制订	31
第三节 安全对策措施	34
一、厂址及厂区平面布局的对策措施	34
二、防火、防爆对策措施	37
三、电气安全对策措施	58
四、机械伤害对策措施	74
五、安全管理对策措施	86
六、控制有害因素的对策措施	93
七、其他安全对策措施	106
第三章 安全工具	113
第一节 作业安全分析(JSA)	113
一、JSA 介绍	113
二、JSA 运行步骤	113
三、作业安全分析(JSA)表	114
第二节 作业风险评估(TRA)	121
一、挑选人员和组建 TRA 小组	121
二、准备工作	122
三、危害辨识	122
四、确定控制措施	124
五、审查残余风险	124
六、文档和记录	125
七、作业风险评估要点	126

第三节 作业条件危险性评价(LEC) 126

一、LEC 法概述 126

二、作业条件危险性评价的步骤 126

三、赋分标准 127

四、案例分析 128

附录 关于开展重大危险源监督管理工作的意见 131

第一章 危害辨识基础知识

为切实把安全生产各项措施落到实处,各级安全生产管理人员必须掌握风险识别方法、了解行业各个生产作业环节中可能存在的危险有害因素,以便预防作业环境中风险的发生,控制或降低风险发生的概率,加强现场安全管理的针对性和有效性。

第一节 危险有害因素概述

一、危险有害因素的定义

(一)定义

1. 危险因素

是指能对人造成伤亡或对物造成突发性损害的因素。危险因素是构成事故的物质基础,它表示劳动生产过程中的物质条件(如工具、设备、机械、产品、劳动场所、环境等)的固有危险性质和它本身潜在的破坏能量。

2. 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害的因素。

通常情况下,二者并不严格加以区分,而统称为危险有害因素,主要指客观存在的危险、有害物质或能量超过临界值的设备、设施和场所(或环境)等。

(二)相关术语

1. 危险源

是指可能造成人员伤害或疾病、财产损失、环境破坏或这些情况组合的根源或状态(OHSAS 18001)。不同的危险源在导致事故发生、造成事故伤亡后果时表现各异,所以识别、控制方式也不尽相同。根据危险在事故

发生、发展过程中的作用,把危险源分为两大类,即第一类危险源和第二类危险源。

第一类危险源是生产过程中存在的,可能发生意外释放的能量(能源或能源载体)或危险物质。第一类危险源的危险性与有害物质数量的多少、能量强度的大小有直接关系。常见的第一类危险源有:

(1)产生、供给能量的装置、设备,如发电机、蒸汽机、核反应堆等;

(2)有害物质和能量载体,如粉尘、高处放置的物品、旋转的飞轮等;

(3)危险物质,如危险化学品、核废料等;

(4)生产加工储存危险物质的装置、设备或场所,如原油储罐、生产危险化学品的车间等;

(5)使人体或物体具有较高势能的装置、设备或场所,如电梯、吊篮、高层建筑邻边等;

(6)一旦与之接触,将导致能量向人体意外释放的载体,如高温金属、带电物体等;

(7)一旦失控可能发生能量蓄积或突然释放的装置、设备或场所,如化学反应釜、压力容器等;

(8)一旦失控会产生巨大能量的装置、设备或场所,如蒸汽锅炉、油气处理厂等。

第二类危险源是导致约束或限制能量或危险物质的措施被破坏或失效的各种因素,主要包括人的失误、物的故障、环境因素和管理缺陷四个方面。

人的失误可能直接造成第一类危险源的失控,也可能造成物的故障,进而导致事故发生。

物的故障是指由于某种原因导致性能下降而不能实现预定功能的现象。物的故障可能直接造成有害物质和能量的约束破坏而发生事故。

环境因素主要指系统运行的环境因素,如温(湿)度、照明、振动、噪声、粉尘、通风等物理环境和企业、社会等软环境。

管理缺陷实际是指人一机(物)—环境的安排上出现失误。在硬件上没有使机(物)和环境保障人的安全,在软件上没有制定人一机(物)的交互规则或制定的规则被违反而不能生效,无法消除机(物)对人的伤害。管理缺陷属于导致事故发生的间接原因,但同时又是促使人失误、机(物)故障、

环境不良等情况出现的直接原因。

2. 危险化学品重大危险源

是指长期地或者临时地生产、搬运、使用或者贮存危险物质,且危险物质的数量等于或超过临界量的单元(指一个(套)生产装置、设施或场所,或同属一个工厂的且边缘距离小于 500 m 的几个(套)生产装置、设施或场所)。

3. 临界量

是指对于某种或某类危险物质规定的数量,若单元中的物质数量等于或超过该数量,则该单元定为重大危险源。

储存量超过其临界量包括以下两种情况:

(1)单元内有一种危险物品的储存量达到或超过其对应的临界量。

(2)单元内贮存多种危险物品且每一种物品的储存量均未达到或超过其对应临界量,但满足下面的公式:

$$\frac{q_1}{Q_1} + \frac{q_2}{Q_2} + \dots + \frac{q_n}{Q_n} \geq 1$$

式中, $q_1, q_2, \dots, q_n$ ——每一种危险物品的实际储存量, t;

$Q_1, Q_2, \dots, Q_n$ ——对应危险物品的临界量, t。

4. 危险源辨识

是指识别危险源的存在并确定其特性的过程(OHSAS 18001)。

5. 工作场所(劳动场所)

是指职工从事职业活动的地点和空间。

6. 工作条件(劳动条件)

是指职工在工作中的设施条件、工作环境、劳动强度和工作时间的总和。

7. 工作环境(劳动环境)

是指工作场所及周围空间的安全卫生状态和条件。

8. 事故

是指造成死亡、疾病、伤害、损坏或其他损失的意外情况(OHSAS 18001)。

9. 事件

是指导致或可能导致事故的情况(OHSAS 18001)。

注意:其结果未产生疾病、伤害、损坏或其他损失的事件在英文中还可称

为“near-miss”。英文中,术语“incident”包含“near-misses”。

10. 隐患

是指可导致事故发生的物的不安全状态、人的不安全行为及管理上的缺陷。隐患具有隐蔽性、潜伏性和不稳定性,在某种特定条件下就会转化为事故。隐患的管理级别取决于其可能导致事故发生的风险程度(发生概率和严重程度)和整改难度两个因素。

11. 风险

通常情况下,人们认为风险等同于危险,但严格地讲,风险与危险是两个不同的概念。危险是事物的固有属性,是可能造成潜在损失的征兆。而风险是描述危险程度的客观量,又称为风险度或危险性,它由两部分组成:一是危险事件出现的概率;二是后果的严重程度和损失的大小。风险 R 可用损失程度 c 和发生概率 p 的函数来表示:

$$R=f(p,c)$$

式中,发生概率 p 是指导致事故发生的可能性;损失程度 c 是指事故发生后能够带来多少人员伤亡或财产损失。

(三)危险化学品重大危险源辨识举例

某企业中存在的危险化学品及其储存量如表 1-1 所示。依据《危险化学品重大危险源辨识》(GB 18218—2009)(该国标不适用于海上石油天然气开采作业)和已知条件,试分析该企业的重大危险源。

表 1-1 企业各种危险化学品及其储存量

序号	工/库房	物质	储存量	备注
1	气瓶房	乙炔	100 kg	距离喷漆工房 100 m,距离油料库房 600 m
		氧气	100 kg	
		氮气	200 kg	
2	喷漆工房	丙酮	200 kg	距离气瓶房 100 m,距离油料库房 550 m
		乙醇	200 kg	
		汽油	600 kg	
3	油料库房	汽油	50000 kg	
		丙酮	200000 kg	
		乙醇	200000 kg	

几种危险物质的临界量如表 1-2 和表 1-3 所示。

表 1-2 企业各种危险化学品及其临界量

序号	危险化学品名称	临界量(t)
1	乙炔	1
2	丙酮	500
3	乙醇	500
4	汽油	200

表 1-3 其他危险化学品类别及其临界量

类别	危险性分类及说明	临界量(t)
爆炸品	1.1A 项爆炸品	1
	除 1.1A 项外的其他 1.1 项爆炸品	10
	除 1.1 项外的其他爆炸品	50
气体	易燃性气体;危险性属于 2.1 项的气体	10
	氧化性气体;危险性属于 2.2 项且急性易燃无毒气体且次要危险性为 5 类的气体	200
	剧毒气体;危险性属于 2.3 项且急性毒性为类别 1 的毒性气体	5
	毒性气体;危险性属于 2.3 项的其他毒性气体	50
易燃液体	极易燃液体:沸点≤35℃且闪点<0℃的液体;或保存温度一直在其沸点以上的易燃液体	10
	高度易燃液体:闪点<23℃的液体(不包括极易燃液体);液态退敏爆炸品	1000
	易燃液体:23℃≤闪点<61℃的液体	5000
易燃固体	危险性属于 4.1 项且包装为 I、II、III 类的物质	200
易于自燃的物质	危险性属于 4.2 项且包装为 I 或 II 类的物质	200
遇水放出易燃气体的物质	危险性属于 4.3 项且包装为 I 或 II 类的物质	200
氧化性物质	危险性属于 5.1 项且包装为 I 类的物质	50
	危险性属于 5.1 项且包装为 II 或 III 类的物质	200

续表

类别	危险性分类及说明	临界量(t)
有机过氧化物	危险性属于 5.2 项的物质	50
毒性物质	危险性属于 6.1 项且急性毒性为类别 1 的物质	50
	危险性属于 6.1 项且急性毒性为类别 2 的物质	500

根据 GB 18218—2009,重大危险源是指长期地或临时地生产、加工、使用或储存危险化学品,且危险化学品的数量等于或超过临界量的单元。

重大危险源中,单元的概念是:一个生产装置、设施或场所,或同属一个生产经营单位的且边缘小于 500 m 的几个生产装置、设施或场所。气瓶工房距离喷漆工房 100 m,距离油料库房 600 m;喷漆工房距离气瓶房 100 m,距离油料库房 550 m,所以气瓶工房和喷漆工房构成一个单元,油料库房构成一个单元。

气瓶工房和喷漆工房单元:

$$\begin{aligned}\frac{q_1}{Q_1} + \frac{q_2}{Q_2} + \frac{q_3}{Q_3} + \frac{q_4}{Q_4} &= \frac{100}{1000} + \frac{200}{500000} + \frac{200}{500000} + \frac{600}{200000} \\ &= 0.1 + 0.0004 + 0.0004 + 0.003 \\ &= 0.1038 < 1\end{aligned}$$

油料库房单元:

$$\begin{aligned}\frac{q_1}{Q_1} + \frac{q_2}{Q_2} + \frac{q_3}{Q_3} &= \frac{50000}{200000} + \frac{200000}{500000} + \frac{200000}{500000} \\ &= 0.25 + 0.4 + 0.4 = 1.05 > 1\end{aligned}$$

所以气瓶工房和喷漆工房不构成重大危险源,油料库房构成了重大危险源。

对于其他类别的重大危险源界定,请参照附录中的附件 1。

二、危险有害因素与事故的关系

过量的能量和危险物质存在的装置、设备、设施和场所(或环境),就是“危险源”。对于危险源,我们尽可能降低其存在的能量和危险物质的数量,

以便减轻事故的危害。危险有害因素与事故的关系如图 1-1 所示。

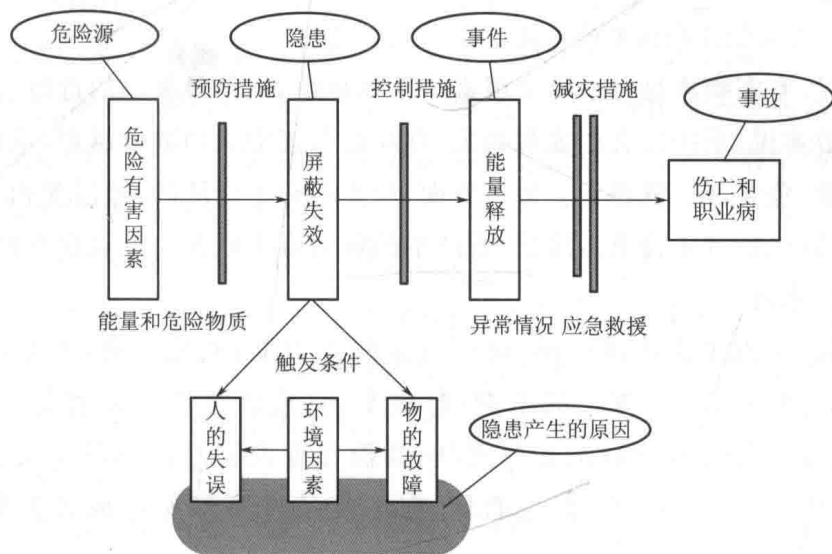


图 1-1 危险有害因素与事故的关系图

日常见到的危险源一般都稳定在某种状态,使危险源暂时稳定的手段,称之为“屏蔽措施”或“安全防护措施”。但是“屏蔽措施”或“安全防护措施”有四个“天敌”:人的不安全行为、物的不安全状态、生产环境不良、安全管理失效。这些“天敌”是造成隐患的直接原因,也是造成事故的直接原因,它们是使危险源屏蔽措施失效的触发条件。隐患排查就是要找出破坏“屏蔽措施”或“安全防护措施”的各种“天敌”;隐患治理就是针对存在隐患的危险源,加强其“屏蔽措施”或“安全防护措施”,降低隐患出现的概率,降低事故出现的可能性。

事故的发生是隐患造成的。对隐患未采取有效的控制措施或控制措施失效,隐患就会爆发,使能量和危险物质释放,若与人、设备或财产接触就可能导致“事件”,造成损失的事件就转变成事故。

三、危险有害因素产生的原因

所有危险有害因素尽管表现形式不同,但从本质上讲,之所以能造成危险、有害后果(伤亡事故、损害人身健康和物的损坏等),均可归结为存在有害物质和能量、有害物质失去控制两方面因素的综合作用,并导致能量的意外

释放或有害物质泄漏、散发的结果。故存在能量、有害物质和失控是危险、有害因素产生的根本原因,都是危险有害因素。

(一)有害物质和能量的存在

能量、有害物质是危险有害因素产生的根源,也是最根本的危险、有害因素。一般地说,系统具有的能量越大、存在的有害物质的数量越多,系统的潜在危险性、危害性也就越大。另一方面,只要进行生产活动,就需要相应的能量和物质(包括有害物质),因此,所产生的危险有害因素是客观存在的,是不能完全消除的。

例如,蒸汽锅炉内部高温、高压气体的压力能;高处作业(或起吊的重物等)的势能;带电导体上的电能;行驶车辆(或各类机械运动部件、工件等)的动能;噪声的声能;激光的光能;高温作业及剧烈放热反应工艺装置的热能和各类辐射能等,都是能量,在一定条件下都能造成各类事故和危害。

有害物质在一定条件下能损伤人体的生理机能和正常代谢功能,破坏设备和物品的效能,也是最根本的有害因素。

例如,生产过程中由于有毒物质、腐蚀性物质、有害粉尘、窒息性气体等有害物质的存在,当它们直接或间接与人体或物体发生接触,能导致人身健康的损伤、死亡,以及物体的损坏、破坏,都成为有害因素。

(二)有害物质和能量的失控

在生产中,人们通过工艺和工艺装备使能量、物质(包括有害物质)按人们的意图在系统中流动、转换,进行生产的同时又必须约束、控制这些能量、有害物质,消除、减弱产生后果的条件,使之不能发生危险、危害后果。如果出现失控(没有控制、屏蔽措施或控制、屏蔽措施失效),就可能会发生能量、有害物质的意外释放和泄漏,从而造成人员伤亡和财产损失,所以失控也是一类危险有害因素。它主要体现在设备故障(含缺陷)、人员失误、环境影响和管理缺陷四个方面,并且四者之间是相互影响的;它们大部分是一些随机出现的现象或状态,很难预测在何时、何地,以何种方式出现,是决定危险、危害发生的条件和可能性的主要因素。失控的原因主要有以下几种情况。

1. 故障(包括生产、控制、安全装置和设施完整性等)

在生产过程中故障的发生是不可避免的,故障的发生具有随机性、渐近性或突发性。造成故障发生的原因很复杂(认识程度、设计、制造、磨损、疲劳、老化、检查和维修保养、人员失误、环境、其他系统的影响等),但故障发生的规律是可知的,通过定期检查、维修保养和分析总结可使多数故障在预定期间内得到控制(避免或减少)。

例如,电气设备绝缘损坏、保护装置失效造成漏电伤人,短路保护装置失效又造成变配电系统的破坏;超载限制或升降安全装置失效使钢丝绳断裂、重物坠落;围栏缺损、安全带及安全网质量低劣为高处坠落事故提供了条件等,都是故障引起的危险有害因素。

2. 人员失误

人员失误泛指不安全行为中产生不良后果的行为(即人员在作业过程中,违反劳动纪律、操作程序和方法等具有危险性的做法)。人员失误是导致事故发生的重要因素之一。影响人员失误的因素很多,但发生人员失误的规律和失误率通过大量的观测、统计和分析,也是可以预测的。

不正确态度、技能或知识不足、健康或生理状态不佳和劳动条件(设施条件、工作环境、劳动强度和工作时间)影响都会造成不安全行为。我国《企业职工伤亡事故分类》(GB 6441—1986)将不安全行为归纳为操作失误(忽视安全、忽视警告)、造成安全装置失效、使用不安全设备、手代替工具操作、物体存放不当、冒险进入危险场所、攀坐不安全位置、在起吊物下作业(停留)、机器运转时加油(修理、检查、调整、清扫等)、有分散注意力行为、忽视使用必须使用的个人防护用品或用具、不安全装束、对易燃易爆等危险品处理错误等13类。

例如,误合开关使检修中的线路或电气设备带电,使检修中的设备意外启动;未经检测,忽视警告标志或不佩戴呼吸器等护具,进入缺氧、有毒作业场所;汽车起重机吊装作业时吊臂误触高压线;吊索(具)选用不当,吊重绑挂方式不当,使钢丝绳断裂,吊重失稳坠落;不按规定穿戴工作服(帽),使头发或衣袖卷入运动工件等,都是人员失误形成的危险有害因素。

3. 外界环境

温度、湿度、风雨雪、照明、视野、噪声、振动、通风换气、色彩等外界环境条件都会引起设备故障或人员失误,是发生安全失控的间接因素。

4. 管理缺陷

系统安全管理是为保证及时、有效地实现系统安全目标,在预测、分析的基础上进行的计划、组织、协调、检查等工作,是预防故障、人员失误发生的有效手段。

第二节 危险有害因素的分类

一、按导致事故的直接原因分类

根据《生产过程危险和有害因素分类与代码》(GB/T 13861—2009)中导致事故的直接原因,将生产过程中的危险有害因素分为人的因素、物的因素、环境因素和管理因素四大类,分别用代码表示,共分四层,第一、二层分别用一位数字表示大类、中类;第三、四层分别用两位数字表示小类、细类。

(一)人的因素(第一类)

1. 心理、生理性危险和有害因素(11)

(1)负荷超限(1101)。体力负荷超限(110101)、听力负荷超限(110102)、视力负荷超限(110103)、其他负荷超限(110199)。

(2)健康状况异常(1102)。

(3)从事禁忌作业(1103)。

(4)心理异常(1104)。情绪异常(110401)、冒险心理(110402)、过度紧张(110403)、其他心理异常(110499)。

(5)辨识功能缺陷(1105)。感知延迟(110501)、辨识错误(110502)、其他辨识功能缺陷(110599)。

(6)其他心理、生理性危险和有害因素(1199)。

2. 行为性危险和有害因素(12)

(1)指挥错误(1201)。指挥失误(120101)、违章指挥(120102)、其他指挥

错误(120199)。

(2)操作错误(1202)。误操作(120201)、违章作业(120202)、其他操作错误(120299)。

(3)监护失误(1203)。

(4)其他行为性危险和有害因素(1299)。

(二)物的因素(第二类)

1. 物理性危险和有害因素(21)

(1)设备、设施、工具、附件缺陷(2101)。强度不够(210101),刚度不够(210102),稳定性差(210103),密封不良(210104),耐腐蚀性差(210105),应力集中(210106),外形缺陷(210107),外露运动件(210108),操纵器缺陷(210109),制动器缺陷(210110),控制器缺陷(210111),设备、设施、工具、附件其他缺陷(210199)。

(2)防护缺陷(2102)。无防护(210201),防护装置、设施缺陷(210202),防护不当(210203),支撑不当(210204),防护距离不够(210205),其他防护缺陷(210299)。

(3)电伤害(2103)。带电部位裸露(210301)、漏电(210302)、静电和杂散电流(210303)、电火花(210304)、其他电伤害(210399)。

(4)噪声(2104)。机械性噪声(210401)、电磁性噪声(210402)、流体动力性噪声(210403)、其他噪声(210499)。

(5)振动(2105)。机械性振动(210501)、电磁性振动(210502)、流体动力性振动(210503)、其他振动危害(210599)。

(6)电离辐射(2106)。

(7)非电离辐射(2107)。紫外辐射(210701)、激光辐射(210702)、微波辐射(210703)、超高频辐射(210704)、高频电磁场(210705)、工频电场(210706)。

(8)运动物伤害(2108)。抛射物(210801)、飞溅物(210802)、坠落物(210803)、反弹物(210804)。

(9)明火(2109)。

(10)高温物质(2110)。高温气体(211001)、高温液体(211002)、高温固体(211003)、其他高温物质(2101099)。

(11)低温物质(2111)。低温气体(211101)、低温液体(211102)、低温固