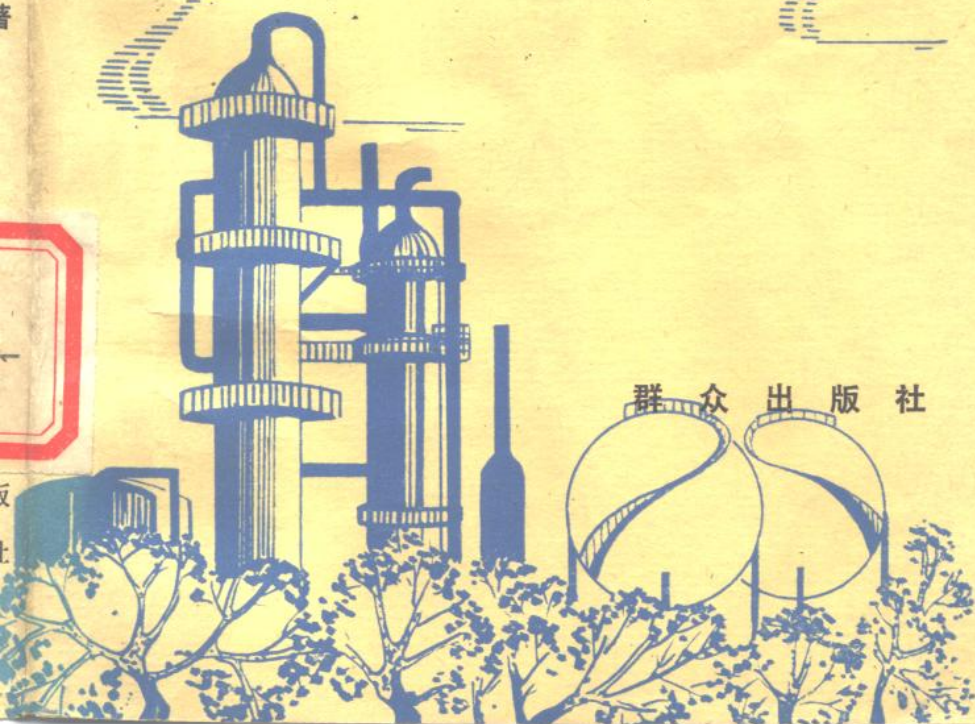


化学安全工学

(日) 北川 彻 三 著

吉林省公安消防总队 译

群 众 出 版 社



化学安全工学

(日) 北川 彻三 著
吉林省公安消防总队译

16608/03

群众出版社

一九八一年·北京

化 学 安 全 工 学

群众出版社出版 新华书店北京发行所发行
北京新华印刷厂印刷

787×1092 毫米 32 开本 9.125 印张 187 千字
1981 年 9 月第 1 版 1981 年 9 月北京第 1 次印刷

印数：00001——15000 册 定价：0.86 元

译 者 的 话

《化学安全工学》是日本有关安全技术的图书中再版最多的书。该书出版于 1959 年。我们据 1978 年日刊工业新闻社第 11 版翻译。

《化学安全工学》较系统、全面地介绍了燃烧爆炸的基础理论，化学危险物质的特性和其检测、处理方法，高压气体的灾害和安全防护措施等。可供化工生产、检修、安装、设计人员，消防、安全技术人员，科研人员和有关院校师生参考。

本书由李晨、金基洙等同志翻译，王瑞生、罗梓荣、董卫华、周惠人等同志校订，并请沈金生、程世玉、张黎民等同志审定。王瑞生同志为本书复制了插图。

在翻译过程中，还得到了公安部七局、东北电力设计院等单位有关同志的帮助，在此深表谢意。

吉林省公安消防总队

1980 年 7 月

序

自从昭和 34 年（1959 年）发行了“化学安全工学”之后，到现在已有十年零几个月的时间了。现在看看当时的旧版内容，到今天还仍然是十分恰当的，这说明了安全问题实在是早已存在，而且常常给人们留下深刻而新鲜的感觉。

在这十年中间，实际上发生过很多灾害，而且随着生产规模的扩大，注意力逐渐转移到实行新的防灾措施上。在昭和 32 年（1957 年）成立了安全工学协会，为此后取得较为顺利的发展打下了基础。到昭和 37 年（1962 年）4 月创办了一专业性刊物“安全工学”，从此，多方面汇集有用的论文，一直到现在。尤其是从昭和 42 年（1967 年）4 月开始，在横滨国立大学工学部中首先设置了“安全工学”课程，作为工业教育的一环，把安全工学的研究和教育正式纳入了发展的轨道。

自从这本书的旧版发行以来，有幸得到广大读者的支持，已经重印了九版。现在本书在这个基础上又增加了过去十年间所取得的有关安全工学的进展和新的灾害实例的内容，全面地进行修订和增订，将作为安全工学的入门重新问世。

我想，安全工学的各种问题在今后一定更能显出其重要性，因此我希望，更多的人能够看到这本书，对于灾害发生的原因和经过都能有正确的认识和恰当的防灾技术措施，从

而能够防止可能发生的灾害，而在将来的无事故的生产发展中有所贡献，那就总算尽到责任，是一件十分高兴的事情。

著 者

昭和 44 年 (1969 年)

1 月 7 日

目 录

1 化学工业与安全工学

1-1	安全工学的意义	(1)
1-2	火 灾	(6)
1-2-1	城市火灾	(6)
1-2-2	工厂火灾	(7)
1-2-3	火灾的分类	(8)
1-2-4	防止火灾的措施	(10)
1-3	爆炸灾害	(14)
1-3-1	在化学工业中的爆炸灾害	(14)
1-3-2	爆炸及其危害	(15)
1-3-3	爆炸灾害的分类	(16)
1-3-4	防止爆炸灾害的措施	(18)
1-4	安全工学的未来	(20)

2 危险性物质的分类

2-1	可燃气体或蒸气	(26)
2-2	可燃液体	(28)
2-3	易燃物质	(30)
2-4	可燃粉尘	(31)
2-5	爆炸性物质	(32)
2-6	自燃性物质	(35)

2-7	忌水性物质	(38)
2-8	混合危险性物质	(39)
2-9	危险性物质在法规上的分类	(44)
2-10	危险药品的防灾标志	(46)

3 物质的危险性及其测定方法

3-1	混合气体的爆炸极限	(52)
3-2	粉尘的爆炸极限	(56)
3-3	最小点火能量	(60)
3-4	火焰蔓延极限	(64)
3-5	闪点	(67)
3-6	自燃点	(74)
3-7	爆炸性物质的感度	(81)
3-8	火药的安定度	(83)
3-9	自燃性	(85)
3-10	可燃气体或蒸气的比重	(85)
3-11	反映物质危险性的各种物理性能	(87)

4 燃烧及爆炸的理论

4-1	燃烧的传播形式	(90)
4-1-1	燃烧形式的分类	(90)
4-1-2	燃烧波和爆轰波	(91)
4-2	爆炸下限的理论	(95)
4-2-1	连锁反应理论的说明	(95)
4-2-2	理·查特里(Le Chatelier) 法则的证明	(98)
4-3	爆炸极限与燃烧热之间的关系	(100)

4-4	可燃气体的爆炸范围图	(102)
4-5	有关闪点的理论	(105)
4-6	爆炸下限及上限的计算	(113)
4-6-1	爆炸下限的计算方法	(113)
4-6-2	爆炸上限的计算方法	(115)

5 着火源及其防止措施

5-1	冲击与摩擦	(121)
5-2	明火及高温表面	(127)
5-3	自行发热	(130)
5-4	绝热压缩	(135)
5-5	电火花	(138)
5-5-1	电火花的种类	(138)
5-5-2	电气设备的防爆结构	(139)
5-5-3	本质安全型防爆结构	(142)
5-5-4	危险场所的划分	(143)
5-5-5	电气防爆措施	(146)
5-6	静电	(147)
5-6-1	带静电的原理	(147)
5-6-2	由于液体流动引起的带电	(150)
5-6-3	喷出气体的带电	(154)
5-6-4	人体带电	(157)
5-6-5	防静电措施	(158)

6 危险性物质的处理方法

6-1	用惰性气体置换	(163)
-----	---------	-------

6-2	罐内操作	(168)
6-2-1	罐内操作的危险	(168)
6-2-2	罐内操作安全指南	(168)
6-2-3	罐内操作事故的实例	(179)
6-3	可燃气体或蒸气的浓度测定	(180)
6-4	少量易燃液体的处理	(187)
6-5	易燃液体贮罐	(189)
6-5-1	地下罐	(190)
6-5-2	室内罐	(190)
6-5-3	地上罐	(190)

7 高压气体灾害

7-1	高压气体种类	(198)
7-2	高压气体灾害的分类	(202)
7-3	高压气体容器引起的灾害	(204)
7-3-1	容器的破裂事故	(204)
7-3-2	容器的喷气事故	(206)
7-3-3	气体的着火爆炸事故	(207)
7-4	高压气体容器的安全措施	(208)
7-4-1	高压气体容器的制造	(208)
7-4-2	高压气体容器的维护	(210)
7-4-3	高压气体容器的充气	(211)
7-4-4	充气容器的贮存	(214)
7-4-5	容器的搬运和使用	(216)
7-4-6	溶解乙炔气瓶的试验	(218)
7-5	高压气体设备的灾害	(223)

7-5-1	制造高压气体的设备事故·····	(223)
7-5-2	低温液化分离装置的事故·····	(226)
7-5-3	冷冻设备的事故·····	(234)
7-6	高压气体管道的燃烧事故·····	(236)
7-6-1	高压氧气管道的燃烧事故·····	(236)
7-6-2	在氧气中铁的燃烧反应·····	(238)
7-6-3	氧气管路的点火原理·····	(240)
7-6-4	高压氯气管道的燃烧事故·····	(248)
7-6-5	防火措施·····	(251)
7-7	锅炉的爆炸和蒸气爆炸·····	(253)
7-7-1	锅炉的爆炸·····	(253)
7-7-2	水蒸气的爆炸·····	(257)
7-7-3	有机液体或液化气的蒸气爆炸·····	(258)
7-7-4	随蒸气爆炸发生的混合气体的二次爆炸 事故·····	(262)
7-7-5	蒸气爆炸引起的灾害实例·····	(265)

1 化学工业与安全工学

1-1 安全工学的意义

一般说，灾害可分为自然灾害和人为灾害，也就是天灾和人祸。所谓天灾，譬如地震、海啸、暴风、海潮、洪水等等，凭现在的技术还不可能预先防止它的发生，目前只能做到把它尽早预测，采取防灾措施，使受灾范围缩小到最小限度之外，别无他法。在另一方面，受灾后尽快恢复正常，也是一种防灾措施。

可是，人为灾害的发生，其原因在于人，所以与天灾不同，从原则上讲是可以预先防止的。所以，必须从“人为灾害是可以防止”的观点上去探索预防的措施。

所谓安全工学，从广义上讲，就是研究和解释这些发生人为灾害的原因和过程，以及为防止这种灾害发生所必需的科学技术理论，它是一门系统的科学知识。

人为灾害有多种，如果按发生场所进行划分，可分为如下几种：

(1) 工厂灾害：它是在工厂、生产现场、研究所等场所中发生的灾害，如火灾、爆炸、各种破坏、工业中毒、工伤、职业病、企业公害等等。

(2) 矿山灾害：是在矿山内发生的，如塌方、煤气喷出、坑内着火、煤气和煤粉的爆炸、煤的自燃、以及坑内的

其他灾害等等。

(3) 交通灾害：马路上车辆或者行人的碰撞、颠覆；轨道上火车、电车相撞、脱轨；飞机坠落；运输危险品时发生的事故等等。

(4) 海上遇难：船舶着火、爆炸、相撞、沉没、触礁、漂流等事故。

(5) 城市火灾：城市住宅、商店、公共建筑物等火灾及其在灭火操作时所受到的破坏和水渍等损害。

(6) 城市公害：包括楼房和住宅用的采暖设备、汽车、家庭用的下水等所引起的环境污染和噪音等等。

(7) 学校灾害：在校中小学生和教职员工所受的灾害，以及波及学校的公害等等。

(8) 群众灾害：在广场、公共场所，或在公共建筑上聚集人群而发生的灾害。

(9) 家庭灾害：在家庭生活中发生的中毒、窒息、溺水、坠落等灾害。

综上所述，人为的灾害是多种多样的，但可以把它大体上划分为两类：一类是主要与工业生产有联系的灾害，另一类是主要与日常生活有联系的灾害。与工业生产有联系的灾害，如工厂灾害和矿山灾害，此外，交通灾害和海上遇难的一部分也属于这一类。

一般地说，对防止人为灾害的发生，要同时采用技术、教育、管理这三项措施，换句话说，所有的人为灾害，都是因为缺乏这三项措施而造成的。

所谓技术措施，是指对设施、设备、操作等方面，从安全角度考虑计划、设计、检查和保养的措施。所谓教育措

施，是指通过家庭教育、学校教育和社会教育等不同的途径，传授与训练安全方面应有的态度和有关知识、操作方法等。所谓管理措施，是指通过国家机关、企业等组织，制定有关规范和安全标准等，以求共同遵守。

安全工学的目的就在于，寻求有关这三项措施的系统的科学技术知识。而安全工学的研究对象，应该是人为灾害的一些问题。如果研究范围太广，则有可能失去重点。所以在本书中主要阐明，在工业生产活动中所发生的人为灾害，特别是与化学工业有关的灾害。

包括化学工业在内，一般工厂中发生的灾害或者事故，大体上分为如下五种：

（1）火灾与爆炸引起的灾害

由易燃液体、可燃气体、爆炸性物质及其它危险品所引起的火灾及爆炸事故，除了对工厂建筑物、生产设备、原材料、产品、仓库、货船等造成巨大损失外，对工作人员的伤亡率也是非常高的。

（2）破坏引起的灾害

如锅炉、高压设备的破裂、链索的断裂、构筑物的倒塌、砂石隧道的崩落等，以及设施、构筑物、机械设备、装置等的基础被破坏发生的灾害。它与结构、材料、土质等都有很大关系。这种事故如同爆炸事故一样，对人员伤亡率也是很高的。

（3）工业中毒及其职业病

工作人员由于吸入有害气体、蒸气、烟雾、粉尘等，或因其皮肤、粘膜接触了剧毒品而引起的中毒，如皮肤炎、眼溃疡症、职业病癌、矽肺等等。另外，由于放射线所引起的

生理障碍，由噪音引起的听觉迟钝，由高温环境引起的中暑等也包括在内。最近由于缺氧引起的窒息事故也很多。根据症状来看，有急性的、亚急性的和慢性的，而且也有全身症状和局部症状的。而其中的癌症、矽肺、听觉迟钝等，都是很难治愈的病症。

（4）劳动中伤亡事故

如从高处坠落、被重物压伤、触电、和因摔倒引起的骨折、挫伤、创伤、烧伤等人身伤亡事故。如果在一次事故中，有三名以上死伤者，则认为是重大事故。据统计，每年在劳动中由伤亡事故而死亡者不下于五千人，由于在事故中受伤而导致终身残废者，则高达死亡者的十倍。

（5）企业公害

由于生产活动而引起的大气污染、水质污浊、噪音、振动、地基下沉、恶臭气味等，对人们的健康或与生活有密切关系的财产、动植物及其生育环境等造成了灾害时，就成为企业公害。它波及工厂周围的区域，对居民生活或渔业等其它生产，造成严重灾害。有时也可能受公害问题的影响而发生爆炸、破坏等事故或者设备故障等。

在现实生活中，由于这些灾害和事故的发生，其原因是相互重复和交叉，甚至是有连锁关系的。因此，在考虑防灾措施时，决不能把每一个原因分开来考虑，而安全工学则是把它综合起来进行考虑。

说到灾害，就意味着一定有损失，故可以考虑把灾害的概念干脆分为事故和损失。所谓事故，就是发生的事情是不正常的，而事故的结果，必然产生损失。

损失是由各种形式表现出来的，譬如，在上述各种灾害

中(1)和(2)主要是对工厂生产资料,即对原材料和生产设备造成损失;(3)和(4)是对劳动力造成损失。因为,一般生产都是靠生产资料和劳动力来进行,所以,凡工厂灾害,其结果都导致妨碍生产。另外,对于第(5)种灾害,厂方有责任向被害者赔偿损失。不管哪一种工厂灾害,甚至从广义上讲,凡是由于生产活动而发生的企业灾害,都可用妨碍生产的因素解释。当然,这也是对工作人员和附近居民的一种妨碍健康的因素。

所以,如果要把企业的经营管理水平健全起来,提高生产率,则必须防止企业的灾害,这是毫无疑义的。排除妨碍生产的因素,结果促进了生产率的发展和产品质量的改进。在另一方面,排除了妨碍健康的因素,结果就保证了居民的健康和生命安全,给人们带来幸福。前者主要是从经济效果着想,后者则是出于安全保护的立场,如果从健全的经营思想出发,应该把这两者统一起来。总之,一般所说的防止灾害,保证安全,就包含有这两方面的意义。

安全工学,它是一门进一步完善过去已有的生产工艺理论、同时又为排除妨碍生产和健康的因素而专门研究的学问。最近在日本,广泛普及了安全与生产是不可分割,而且这两者都同样重要的观点。当然,对所有企业来说,安全工学是很有必要的,这已用不着过多的解释。

总之,安全工学不仅与化学或化学工学有关,而且与机械学、电工学等都有广泛密切的关系,甚至与卫生学、心理学、经济学、法学等也有关系。

在本书中,特别叙述了对化学工业有密切关系的安全问题,如火灾及爆炸灾害等。不过在前面已经说过,安全工学

不能局限于火灾和爆炸事故，还应该包括其它企业性的灾害，必须广泛地、综合性地进行考虑。对于其它安全上的各种问题，请参考书末文献1)—26)，33)—40)。

1-2 火 灾

1-2-1 城市火灾

日本的火灾损失是巨大的。所谓火灾损害，就是指火灾引起的物质损失和人员伤亡，其中包括由于灭火操作中而波及的破坏和水渍损害。在计算损失时，应以发生灾害地区当时的价格做为标准，不包括灭火中和整理火灾现场时所需的费用，以及火灾后由于停产所造成的损失。也就是说，对火灾损失仅计算其直接费用。

据最近统计表明，火灾次数逐年有所增加。虽然火灾面积有所减少，而死亡的人数却有增加。表1—1所列为世界闻名的大火灾。按火灾发生的时间次序排列，其中引人注目的是日本大城市发生的大型火灾较多。

表 1—1 世界闻名的大火灾

序号	大 火 灾 的 名 称	年 月 日	火 灾 面 积	
			[平方公里]	[序位]
1	江户明历大火灾	1657.1.18	25.7	2
2	伦敦大火灾	1666.9.2—6	0.17	10
3	大阪享保大火灾	1724.3.21	12.3	4
4	江户目黑行人坂火灾	1772.2.29	15.5	3
5	京都元治大火灾	1864.7.19	6.4	8