

国外炼油工业事故 和安全管理工作的

石油工业部科学技术情报研究所

一九八一年十一月

TE687

3
3

目 录

日本炼油工业事故和安全管理工作的..... (1)

一、事故状况..... (1)

二、事故的类型和原因..... (4)

三、加强安全管理..... (10)

(一) 建立健全安全立法和组织..... (11)

(二) 加强技术研究、实行科学管理..... (16)

(三) 加强安全教育训练..... (23)

国外炼油工业事故实例选编..... (28)

一、炼油装置事故 (184例) (28)

(一) 常压蒸馏装置..... (28)

(二) 减压蒸馏装置..... (36)

(三) 重整及精制装置..... (38)

(四) 裂化装置..... (43)

(五) 脱硫装置..... (45)

(六) 加氢裂化装置..... (50)

(七) 烷基化装置..... (52)

(八) 制氢装置..... (53)

A 923983

(九) 硫磺回收装置.....	(55)
(十) 沥青生产装置.....	(56)
(十一) 焦化装置.....	(57)
(十二) 精制装置.....	(58)
(十三) 润滑油生产装置.....	(59)
(十四) 其它装置、设备.....	(60)
二、罐类事故 (60 例)	(62)
(一) 原油罐事故.....	(62)
(二) 重油罐事故.....	(63)
(三) 轻质油罐事故.....	(65)
(四) 不合格产品油罐事故.....	(68)
(五) 调合罐事故.....	(69)
(六) 芳烃油罐的爆炸.....	(70)
(七) 沥青罐事故.....	(71)
(八) 其它油罐事故.....	(71)
(九) LPG 球罐事故	(71)
(十) 冷冻罐事故.....	(73)
(十一) 硫磺罐事故.....	(77)
三、油气管道事故 (3 例)	(77)
(一) 原油管线事故.....	(77)
(二) 气体管线事故.....	(78)

日本炼油工业事故 和安全管理工作的

一、事故状况

六十年代以后,随着炼油、石油化学工业的迅速发展,日本国内炼厂的规模不断扩大,加工深度不断增加,而随着炼油工艺的不断发展,大型、高温、高压的炼油设备也大量增加。这一切尽管给炼油工业带来了极大的利益,但也增加了许多不安全的因素。就炼油工业来说,操作、管理的历史较石油化学工业要长,经验也较为丰富,并且在生产中所采用的危险性较大的化学反应过程也较少,所以大的、惨重的事故很少。然而中小规模事故却经常发生,并且造成了损失,影响了炼厂的正常生产和职工的人身安全。日本有人根据本国炼油工业火灾爆炸等事故的各种统计推测,日本每年100座炼厂中发生火灾爆炸事故为25件左右。这虽亦不少,但只相当于美国炼厂中每年发生同类事故频度的1/4〔32〕。

据1979年8月发表的日本化学工学协会安全对策技术编辑计划委员会的调查资料记载,过去的十年间(1979年前的十年),整个炼油、石油化工,一般化学工业发生各类事故905件。其中炼厂事故300件,占事故总件数的33.15%;石油化工厂事故314件,占事故总件数的34.7%;一般化工厂事故199件,占事故总件数的21.99%;油库事故92件,占事故总件数的10.16%;详见表1〔1〕。另据统计,1974年2月起至当年年底仅炼厂发生事故就有11起,死亡4人〔8〕。

表1 日本炼油和石油化学工业各类事故的发生状况

部 门	事故类别	事故发生率 %				
		总事故	泄 漏	火灾、爆炸	破 损	施 工
石 油 炼 制		33.15 (300)	9.28 (28)	17.24 (156)	1.88 (17)	4.75 (43)
石 油 化 学		34.70 (314)	5.19 (47)	20.99 (190)	1.77 (16)	6.47 (61)
油 库		10.16 (92)	7.29 (66)	1.22 (11)	0.44 (4)	1.22 (11)
一般化学工业		21.99 (199)	2.43 (22)	15.91 (144)	0.77 (7)	2.87 (26)

注:括弧内数字为事故件数。

从上表中我们不难看出,在各类事故中,以火灾、爆炸事故的发生率最高。炼厂事

故中亦是如此。1979年前的十年中炼油工业共发生火灾、爆炸事故156起，占事故总数的52%。这是在炼厂生产中必须经常注意预防的一种常见易发事故。

炼厂中各炼油装置事故的发生，要以蒸馏装置为最多，过去十年中蒸馏装置发生事故52件，占装置、设备总事故件数的17.33%，详见表2〔1〕。另据统计的1962—1976年间炼厂装置发生的60件事故中常减压蒸馏装置就占了18件，仍属第一位〔33〕。

表2 炼厂各类装置、设备十年中的事故统计

装置、设备种类	事故发 生 件 数				合 计	
	泄 漏	火灾、爆炸	破 损	施 工	件 数	%
蒸馏装置	5	33	1	13	52	17.33
重整装置	1	16	—	2	19	6.33
裂化装置	2	14	—	1	17	5.67
加氢脱硫装置	5	23	2	1	31	10.33
联合装置	—	3	—	1	4	1.33
回收装置	2	3	1	2	8	2.66
溶剂抽提装置	1	3	—	—	4	1.33
脱蜡装置	—	2	—	4	6	2.00
润滑油装置	1	4	—	1	6	2.00
沥青装置	—	6	1	—	7	2.33
其它装置	1	5	1	1	8	2.66
公用系统	10	18	2	10	40	13.3
运输设备	31	8	—	—	39	13.00
装填设备	3	4	—	—	7	2.33
贮存设备	22	13	9	7	51	17.00
管 线	—	1	—	—	1	0.37
合 计	84	156	17	43	300	100.00
发生率 (%)	20.63	52.00	13.64	14.33		

其它装置中，如加氢脱硫装置、催化重整装置、催化裂化装置，或因使用大量氢气，或因操作条件苛刻，事故的发生也较多。

至于装置内各类机械设备的事故发生状况，我们从各类统计中均可发现，加热炉的事故占压倒多数，在某资料统计的87件机械设备事故中加热炉事故为22件，占事故总数的25%左右〔33〕。其次如泵、阀门、配管事故亦较为常见。表3例举了1963—1976年间日本炼厂中发生的各类机械设备事故的状况。

表3 装置机械设备的事故发生状况

机 械 设 备	件 数	比例 (%)	机 械 设 备	件 数	比例 (%)
塔 类	7	8	锅 炉	1	1.2
换 热 器	6	6.9	电 气 设 备	4	4.5
加 热 炉	22	25.3	其 它	9	10.3
泵	11	12.6	不 明	1	1.2
配 管、阀 门	11	12.6			
罐	14	16.1			

炼厂事故的发生不仅严重地影响了生产还造成了很大的经济损失，给职工带来了人身生命的危害。

1973年日本化学工业中，因事故死亡57人，占当年工业事故总死亡人数5,269人的1.08%。受伤（按休息4天以上的人数计算）5,625人，占当年工业事故总受伤人数387,342工人的1.45%，详见表4〔2〕。

表4 化工、矿业事故受害状况

年 份	受 伤 人 数 (休 8 天 以 上)			死 亡 人 数		
	全国工业	化 工	矿 业	全国工业	化 工	矿 业
1968	381,443	6,300	25,118	6,088	72	396
1969	382,642	6,514	22,784	6,208	97	286
1970	364,444	6,196	18,639	6,048	79	257
1971	337,421	5,380	13,981	5,552	68	177
1972	324,435	4,954	11,742	5,631	84	196
1973	387,342	5,625	12,517	5,269	57	99

注：1973年的受伤人数系按休息4天以上者计算的。

日本炼厂各类事故造成的经济损失，至今未见详细、全面的统计资料。我们只能从部分统计中了解大概情况。

1974年发生的三菱石油水岛炼厂重油罐破裂事故是日本炼厂事故中造成的经济损失最大的一起。据《日本经济新闻》1975年12月19日朝刊报道，由于这一事故使三菱石油公司蒙受经济损失总额达500亿日元。其中包括将由该公司付出的渔业损失赔偿费130亿日元；流失重油处理费170亿日元；被勒令停产引起的生产损失费170亿日元；事故罐邻近几座油罐的修理费15亿日元〔21〕。

据统计，1963—1976年间日本炼油工业发生的87件事故中，损失额在5亿日元以上者有3起；1亿—5亿日元的7起；1亿—5000万日元的8起；5000万—1000万日元的29起；1000万—100万的40起，详见表5〔33〕。

表5 炼油工业事故损失额统计表

单位：日元

损失额 年 份	100万 ~ 500万	500万 ~ 1000万	1000万 ~ 5000万	5000万 ~ 1亿	1亿 ~ 5亿	5亿 以上	合计件数
1963	3		1	1			5
1964		1	2				3
1965	3						3
1966	4		1				5
1967	5	2					7
1968	3		2				5
1969	2		4	1			7
1970			1	1	1		3
1971	1		1				2
1972		1	2		1		4
1973		4	6	2	1		13
1974	1	1	2	1	2	1	8
1975	1	3	3		2		9
1976	2	3	4	2		2	13
合计件数	25	15	29	8	7	3	87

我们从上表的统计中也不难看出，1973年以后日本炼厂事故的发生明显增加。而且，损失额在1000万日元以上的事故亦明显增加。损失超过1亿日元以上的事故达8件，而1972年以前只有2件。1973年以后还出现了损失超过5亿日元的事故。

近些年来日本许多炼厂连续不断地发生事故，已在人们中造成了极度不安的恐慌心理。同时，也引起了日本政府和各学术界的密切注意。炼油工业方面的防事故研究工作、措施、政策法令等都在由于各方面的积极努力而得到了加强。

二、事故的类型和原因

日本炼油工业中所发生的事故，尽管大小不同，事各有异，但总的可分为火灾、爆炸、泄漏、破损等几种。

1979年前十年间炼厂事故中，有火灾、爆炸事故156件，占52%；破损事故17件，占13.64%；泄漏事故84件，占20.63%；施工事故43件，占14.33%〔1〕。这些事故大都因机械故障、破损；发生异常反应，生成或混入了异常产物；人为的误操作等而引起的。而且还多发生于装置（机械、设备）的试车、开停工和正常运转时期。前述表3的事故统计中，发生于正常运转时的事故有54件，占事故发生总数的60%左右；发生在试车、开停工时的事故有21件，占事故发生总数的25%左右；其余主要是停工、检修、维护

时所发生的。

下面就几种主要类型的事故原因进行分析。

1. 火灾、爆炸事故

从上述统计的比例中，我们不难断定，火灾、爆炸事故是炼厂最常见，发生率较高的一种事故。

日本横滨国大名誉教授北川先生曾将这种事故分为单纯着火型（破损泄漏和火灾破坏型）、自然发热型（剧烈反应型和自然着火型）、蒸汽爆炸型（平衡破坏型和热转移型）三大类型，六种情况〔3〕。北川教授按上述类型追究其产生事故的原因见表6。

表6 石油联合企业中火灾爆炸事故的类型和原因

事故类型		发生经过	预防措施
名称	因素组成*		
单纯着火型	1+4+5	液体从被破坏容器中漏出着火。 《破损泄漏型》	(1)选择防泄漏的安全设备和材料，进行安全检查。 (2)泄漏气体的检测报警。 (3)进行阀门等安全操作的教育和训练。
	3+5+1	危险物质着火而引起破坏。 《着火破坏型》	(1)掌握原材料、催化剂、成品、半成品、废弃物等物质的危险特性。 (2)对火源实行正确管理。
自然发热型	3+2+1	在危险物质中，反应热积蓄而造成破坏。 《剧烈反应型》	(1)确保温度压力等的控制及为分散反应热而设的冷却发散系统。 (2)防止自然聚合的发生。
	3+2+5	在危险物质中反应热积蓄而引起着火。 《自然着火型》	(1)掌握物质的自然着火特性。 (2)消除引起自然着火的条件。
蒸汽爆炸型	1+2+1	被破坏的容器中产生过热液体引起蒸汽爆炸。 《平衡破坏型》	(1)提高对由于汽液混相的密闭容器龟裂引起的蒸汽平衡破坏的危险性的认识。 (2)防止密闭容器的内压产生异常上升。
	5+2+1	接触高温物体产生过热液体产生蒸汽爆炸。 《热转移型》	(1)提高对水在高温作业中的危险性的认识。 (2)提高对与液化气体的接触和混合而引起的危险性的认识。

- * 1.容器、配管等材料的破坏和变形、阀门的开放
2.化学反应热或潜热的积蓄
3.危险物质的存在或积蓄
4.内容物的泄漏和扩散
5.高温物或火源的形成

炼厂中发生火灾、爆炸的主要原因有五种。

(1) 由于机械、设备的破损、阀门的误操作使可燃性物质流出，在火源管理不善的情况下发生火灾、爆炸事故。静电火花也往往是事故的原因。

(2) 反应热在危险物质中大量积蓄，某种分解爆炸性压缩气体或有机过氧化物等极敏感的物质进行剧烈的自身分解或反应激化而产生火灾爆炸事故。

(3) 反应热在危险物质中大量积蓄，使自燃物自然着火而产生火灾、爆炸事故。

(4) 容器内的有机液体或液化气等低沸点液体等受聚合热或外部火的影响，温度上升，在容器内产生较高的蒸汽压，在使容器开裂的同时，过热液体瞬间汽化产生强烈爆炸而引起火灾、爆炸事故。

(5) 高温物质或低温液化气与水等液体接触时剧烈汽化发生爆炸而引起火灾、爆炸事故。

2. 泄漏

泄漏也是炼厂中较为常见的事故之一。据日本全国消防领导人会议发表的数据分析中记载，在事故总数697件中有275件是泄漏事故，占39.45%。该会议的统计资料中，配管的泄漏发生率最高，占各类机械设备泄漏发生率的44%，详见表7〔4〕。看来塔槽类的泄漏发生率是很低的。

表7 各类机械设备的泄漏发生状况

设 备 类 别	发 生 率 (%)
配 管	44.00
贮 槽	24.00
运输机械	15.39
槽 类	5.10
泵 类	4.36
塔 类	2.18
装油鹤管	1.45
其 它	1.45
空气分离设备	1.21
排 水 沟	1.10

泄漏发生的原因大多是由于装置和机械丧失了良好的密封性能而引起的。而这种事故的产生又可分为：(1)设计不周造成的密封不良。(2)由于误操作而打开了不应打开的机械设备的某一部分。(3)维护不好而产生了腐蚀、损伤。(4)装置机械内由于超温、超压遭到破坏，使内部流体漏出。然而这许多原因中，由于误操作引起的意外泄漏事故居多。我们从表8所列举的情况中就可大致推断出一般机械设备发生泄漏的根源之所在〔4〕。

表8 泄漏发生的原因

设 备	泄 漏 原 因
阀 门	• 密封部损伤 • 阀门安装错误 • 误操作 • 腐蚀引起裂纹
配 管	• 有缺陷（热应力消除状况不好）• 点蚀、孔隙（淬火等热处理不好，不同金属的接合不好，防腐不好，材质不好）• 焊接不好引起的缺陷 • 垫料的龟裂（法兰部分的螺栓、垫料安装不好，用错垫料）
泵	• 密封部位损伤
换 热 器	• 壳体法兰部位的密封材料受损伤 • 螺栓等的松紧性变差

由于泄漏多导致火灾、爆炸事故，所以它是炼厂、石油化工厂的重要灾源之一，必须引起高度重视。这就必须经常检查，维护并保持装置设备、机械的良好密封性能，以杜绝泄漏事故的发生。

3. 破损

破损事故如表 1 所示，占事故总数的4.86%，看来发生率不高。但由于损坏事故不可避免地会给炼厂、石油化工厂带来火灾的威胁并伴以火灾、爆炸事故的发生，所以实际上事故发生率远高于这个比例。象美国炼厂的火灾、爆炸事故中有25%是由于机械设备破损而引起的〔4〕。

破损发生的原因主要是由于设备、机械长期使用产生疲劳而机械强度下降；各种腐蚀（主要是应力腐蚀裂纹）；制造上的缺陷及外界的各种影响（如超温、超压等）所致。

4. 误操作

炼厂事故的发生除了设备机械等本身的各种因素及外界影响因素外，很多情况下都与人的因素有关。也就是说，在装置的实际运转过程中，人的误操作，往往是造成事故发生的一个重要原因。

日本损害保险协会的装置运转防火防爆指南（1971年）中，将人的过失事故的情况大致分为四类〔4〕：

（1）操作人员不了解所操作的物质的理化性质，出现误操作。

如对所操作物质在混合时的危险性、有害性，聚合反应时的危险性，产生静电的危险性等等不了解。还有，对最基本的物质如：水、空气、蒸汽等在运转过程中的危险性无知等原因而造成了误操作事故。

（2）操作人员不注意，不习惯或感觉错误而造成误操作。

（3）操作规程不完善或有规程、标准而不认真执行等发生的误操作。

（4）由于设计人员的各种因素造成设计不周而导致事故。

日本化学工学协会对人的过失引起的事故进行了统计，其结果是：石油炼制业占事故发生率的47.62%；石油化学工业占 59.94%；一般化学工业占 53.5 %；油库占

55.91%〔5〕。对于产生这些人为过失的原因，日本综合安全工学研究所从人类工学的角度出发提出了下述看法〔4〕：

项 目	主 要 过 失 原 因	
装 置 、 工 具	显 示 系 统	操 作 系 统
	• 显示器之间不易识别 • 显示器间的规律性差 • 刻度、指针等的指示形式不当 • 信号不醒目 • 产生错觉 • 杂音和无意义的信号太多 • 观测角度不当	• 操作器具与目的不符 • 操作动作与操作对象动作不合 • 操作器具的形状不合适 • C/D之比不当 • 动作特性难掌握 • 操作器具不易识别 • 无防止误操作措施
布 置	• 布置不当 • 人的活动场所安排不当（如站、坐位置不当） • 地面、通道不好 • 维修用间距不够 • 与其它作业之间的不必要的交错 • 安全防护设施（如防护罩、栏杆）不完善	
环 境	• 照明、室温不合适 • 噪音、振动、加速度太大	
作 业 条 件	• 作业基础差（速度、规律性） • 缺乏对作业的估计 • 所需作业不易进行 • 不易与其它作业同步	

日本国内近来对人为过失的问题越来越重视起来了。日本石油联盟保安委员会委员长山本大辅先生认为：安全是在装置、人和技术革新的协调一致、取得平衡的基础上才能得到的〔6〕。确实如此。所以多年来日本各炼油公司，炼厂，石油化工厂在防事故中非常重视人的因素，对此相应采取了加强对职工进行业务技术的教育训练，加强对操作规程、标准的修订完善工作，并且在加紧对新兴的人类工学的研究，这将在开展工业安全运动中起到应有的作用。

上述四种类型的事故，尽管发生的原因多种多样，但都是可以靠人的力量去加以克服而使事故尽量减少的。

有的资料根据炼厂中易于发生事故的几种机械设备的事故发生情况，提出了应注意的问题〔33〕。

(1)各装置的加热炉，常因在运转时加热炉管积炭、过热或加热炉管疲劳而发生龟裂、破裂，造成原料油泄出形成火灾爆炸事故。还常因开工时对加热炉清扫不够或气体检测不够而在点火时发生火灾、爆炸事故。所以减少加热炉事故的最好的手段就是用定期检查的方法对材质进行精细的检查；密切注视加热炉在运转时的燃烧状况；切实执行加热炉开工时的基本操作规定等等。

(2)换热器常因装置的紧急停车等而产生膨胀差，造成换热器法兰部出现间隙，喷出油和可燃性气体导致火灾的发生。所以在装置紧急停车时要特别注意防止这类二次事故的发生。

(3)泵的事故大多是因马达轴承发生异常、过热而使主轴产生应变，致使机械密封失效，漏出高温热油着火造成的。而经常进行运转状态的现场监视和检查及设备维护，这类事故即可以得到防止。至于泵的抽气阀由于关扭过力造成阀门破损起火事故，则可以采用将阀门及其用具着色标志以便区分等办法加以防止。

(4)对油罐事故须注意的是，在将高温油误装入其它不是装高温油的罐内时，由于产生了超过泄压阀排泄能力的大量蒸汽，使罐压急剧上升会造成油罐破裂。也会发生进油阀的操作失误（即误开进油阀）和该罐内贮有水的偶然事故。这应考虑到采用进油罐的自动控制和表示来进行核实。

(5)停工维修事故中，多为焊接火花引起的火灾。所以在焊接作业开始前，要对作业地周围进行整顿清理，个别作业地点还要立起围墙。这种作业应是作业监督员和作业员会同工作。

(6)由于人为的错误引起的事故和一些表面上与人的错误无关而实际有关的事故，亦不罕见，所以加强操作人员的教育、学习，提高他们的技术、知识水平对于防止各类事故的发生是十分重要的。

5.地震危害

地震不仅直接破坏炼厂的设备，而且还可以由它引起的二次灾害破坏炼厂，带来极大的损失。象日本这样一个多地震国家，在考虑炼厂事故的预防时，就必须将防地震危害放到重要地位。

1923年9月1日日本关东大地震时，日本尚没有现代化的炼油、石油化工工业，但横须贺军港内的11个重油罐遭到全部破坏，损失重油十万吨〔23〕。当时，重油从罐底接管断裂处喷出，军港内成了一片油海火海。1964年新泻地震使炼厂原油罐起火，所受损失巨大〔24〕。1978年6月12日宫城县湾发生大地震，在这次地震中，东北石油仙台炼厂有六座油罐破裂，损伤，炼厂内流散重油68100立方米；催化重整装置加热炉的炉壁耐火砖脱落；120米高的三脚烟囱有一脚弯曲变形；防油堤发生错移和出现了小裂缝；部分泵，设备产生倾斜等等〔24〕。幸而当时正值炼厂定期维修之际，装置大部分停工，再加之安全措施较好，所以没有引起二次灾害的发生，否则灾情之严重是可想而知的。

由于地震造成的损失严重，而且近年来日本又有人预测在东海地域将要发生M8级左右的大规模地震，所以日本国内对地震灾害的预防工作开展得比较广泛、深入，炼油

部门亦是如此。日本政府于1978年6月制定了《大规模地震对策特别措施法》，后又指定静冈县全域，神奈川县、山梨县、长野县有关地区为加强防震区。中央防灾会议还制定了《地震防灾基本计划》和《大规模地震应急计划》。并决定，凡进行石油、火药、瓦斯类等生产的单位，必须制定防灾应急计划、措施。日本自治省消防厅公布的石油联合企业防灾诊断项目中，对炼厂、石油化工厂的已有设备的建设环境条件、抗震设计、防震管理、震害管理体制进行了探讨。神奈川县环境部根据通产省的法令，颁布了《高压瓦斯设施抗震判断标准》，对防震设备的重要程度进行了分类〔18〕。

各炼厂、石油化工厂目前正在将抗震害的重点放在加强设备设施等的抗震性，抗震设计的研究和由地震引起的二次灾害的预防上（即防止由地震引起的破损、泄漏、火灾、爆炸等）。并在各部门间为将灾害减到最少限度而联合防灾、协同工作。

尽管炼厂、石油化工厂的设备抗震设计在技术设计观点上各有差异，如佐野博士和棚桥博士的刚、柔结构之争〔25〕，但抗震设计一直被放在重要的位置上。目前，高压瓦斯保安协会发行的《联合企业保安防灾技术指南》、神奈川县商工部制定的《高压瓦斯设施抗震设计标准》，都在抗震设计上起到了很好的指导作用。另外，各企业，各部门还为了增强老设备或特殊设备的抗震性能而研究发明了不少抗震装置。这些抗震装置的主要目的是为了解决旧炼油装置及化工装置强度不足，而已不能适应新的抗震要求的问题，以减缓地震对装置的危害〔26〕。

为了搞好炼厂、石油化工厂等的抗震防灾工作，近来日本国内各部门正在考虑建立地震防震系统。

这个系统的作用是：（1）一旦地震发生可迅速判断险情，对装置内的通报设备、切断阀、电源切断器分别进行有效控制。（2）地震过后对各设备迅速做出安全与否的判断，以求尽快地恢复正常生产。（3）积蓄地震数据，这是炼厂长期抗震的需要。以便从抗震工学的角度出发，不断建立和丰富抗震防灾研究资料，如：多数地震仪反复测定的地层分布特性、地震对结构物的影响的数据等等。

日本政府和地方及企业采取的这一系列措施和研究工作，加强和促进了炼厂和石油化工厂的抗震防灾工作。

东京大学故河角博士发表的南关东地震周期为69年（ ± 13 年）之说，表明了日本近期内将有大地震到来的可能性，为此日本各界，各石油联合企业正在为减轻这次地震的破坏而加紧研究工作。

三、加强安全管理

日本开始重视化学工业部门的安全管理是五十年代初。当时由于朝鲜战争使日本的化学工业受到刺激而有了发展。但是由于设备不完善、管理水平低，于1951年、1952年连续发生多起大事故，造成了巨大损失。在这种情况下，日本化学工业界开始对事故原因进行调查，同时进行安全教育及紧急情况时的训练，并制定了各种操作指南和安全规程。这一系列措施区别于过去的简单的意识教育，而建立在教育人们懂得操作物质的危险性，作业状态的危险性；装置设备的强度、疲劳、老化；安全设备、设施；仪表及控制等广

泛的技术知识的基础上而实行的。当时的这些活动不仅起到了良好的作用，而且也为后来石油化学工业建立较完善的安全管理系统打下了基础。

从日本的炼油、石油化学工业在搞好安全管理所走过的路程来看，他们主要抓住了建立健全安全立法和安全规程；建立健全和正确运用安全组织系统；抓好人材的教育培训和使用这三个主要环节，实行将工学、法学、心理学、社会学等科学逐步融合起来的科学管理。在这项工作中，日本各级政府对石油联合企业的安全管理进行了直接干预和指导，七十年代以后尤其如此。

日本在石油化学工业发展的历史过程中，在安全管理方面不断总结了自己的经验教训，吸取了外国在安全管理中的好经验、好办法、取得了较好的效果。

（一）建立健全安全立法和组织

1973年以来日本炼厂不断发生较大的灾害事故。1974年继十起炼厂事故之后，年底又发生了三菱水岛炼厂重油罐破裂的大事故，接着1975年大协四日市炼厂又发生了煤油罐起火爆炸事故等等〔2〕、〔9〕。这就引起了人们的严重不安和关注，同时也引起了日本政府和各石油公司的重视。日本通产省立地公害局、自治省消防厅开始从调查事故原因入手，进行现有安全立法的修改和新立法的制定工作，并对石油联合企业的安全管理进行各方面的指导，使之逐步加强和不断完善。

为了充实法令，通产省除了重申过去的《高压瓦斯取缔法》等三个法令外，于1975年4月又新制定颁布了《联合企业等保安规则》，后来又对《高压瓦斯取缔法》等进行了修正，根据新的情况增加了新的内容和要求。自治省消防厅鉴于水岛炼厂的事故，于1974年12月28日、1975年1月23日由消防厅次长分别向日本各都道府县发出了《关于实行对室外油罐贮存处进行检查》及《关于根据对室外油罐贮存处进行检查结果的相应措施》的通知。日本全国各地根据这两个通知对各类油罐进行了紧急安全大检查。这个大检查为后来消防厅颁布的《室外油罐贮存处安全检查等标准》打下了基础。该标准颁布之后，又公布了实施该标准的指南。这些标准、指南中明确规定了安全距离、保有空间、防油堤、防止危险物流出、扩散的措施、灭火设备、过程措施、油罐基础及结构等〔10〕。

为了减少炼厂及石油化工厂事故的发生和扩展，日本政府决定在炼厂和石油化工厂的石油联合企业推行能将企业内各部门有机结合起来综合立法。1975年12月10日日本国会通过了《石油联合企业等灾害防止法》，并从1976年6月1日开始实行。该法指定全国75个地区为特别防灾区，日本二十几个石油公司的炼厂均在特防区内。并规定了各企业、部门所必须做的三件事，即设置防灾设施；设立防灾资金，准备防灾用材料；确保必备的防灾人员〔12〕。该法还规定建立各部门的自卫防灾组织，共同联合防灾组织，石油联合企业的防灾本部及绿化带的规划等。日本政府颁布的这项法令同1975年公布的《高压瓦斯取缔法修正法》及后来公布的《消防法修正法》被称为“保安三法”。后二法的修正法主要目的是为了加强油罐贮存的安全管理工作，为此规定了设置受市长、村长的委托有权审查油罐贮存技术上是否合乎规定的《危险物保安技术协会》。并充实了危险物设施的安全检查措施、灾害事故预防要求和措施手段等，主要内容如表9和表10〔10〕。

表9 事故预防措施和手段

预 防 措 施	安全设计	强度设计, 抗震设计, 防、耐火设计等。单位机器设备的材质、结构规定标准。加工、焊接方法的管理。
	操作管理技术	a、反应控制装置(内部反应监测、安全控制、联锁装置等)。 b、安全停车装置(紧急切断、紧急转送、清除内容物、安全供电装置等)。 c、其它(安全阀、皮带、火炬烟囱、排障碍设施、除静电设备、感震装置、避雷设备等)。
手 段	防灾设备 防灾体制 其它	防护结构物、防波堤、防护墙、防、灭火设备、警报系统。自卫消防队, 定期检查、维修、防灾训练。安全距离, 设备间距、隔断带。

表10 防灾检查项目

检查项目	检查内容	
建厂条件	周围状况 气象条件 地质情况	周围市街情况、防灾可用空地等 风水害措施, 气象情况 地耐力、护岸堤等
安全设计	工艺安全 贮槽安全、为运转用的安全设计 被害极限措施	1.危险性分类 2.机器、设备构造 3.异常情况下的附属设备 4.火源管理。 1.排放、转送设备 2.防止动力停止时的混乱 3.防误操作措施 1.布置(平面布置) 2.耐火结构 3.防止流出液体扩散的措施 4.防、灭火设备等
运转管理	正常运转 紧急情况	1.运转管理 2.运转标准 紧急措施
安全管理	安全管理组织 紧急情况下的体制 设备管理 安全教育训练	组织和业务 1.企业体制 2.联合体制 1.设备管理标准 2.使用 3.施工等的安全管理 1.教育训练项目 2.不同对象的教育训练
有毒物(液体 气体)设施	防护措施	1.安全设计 2.使用
过去事故案例	(略)	
防震灾措施		1.抗震设计 2.紧急情况时的措施 3.加强措施

日本有关安全的各种法令、规定很多，诸如，在第77届国会通过的《海洋污染及海上灾害防止法》，《濑户内海环境保全临时措施法》、《公害健康被害补偿法修正法》等等。但做为炼油工业安全工作主干的还是前述的“保安三法”。

由于“保安三法”的实行，日本各石油公司将大大增加安全管理费用。预计今后数年内，按“三法”的规定，日本用于炼油、石油化工方面的安全管理费用将达4,500亿日元。其中用于消防法方面的为2,500亿日元；用于石油联合企业等灾害防止法方面的为1,000亿日元；用于高压瓦斯取缔法方面的为1,000亿日元，详见表11〔11〕。

表11 安全管理费概要

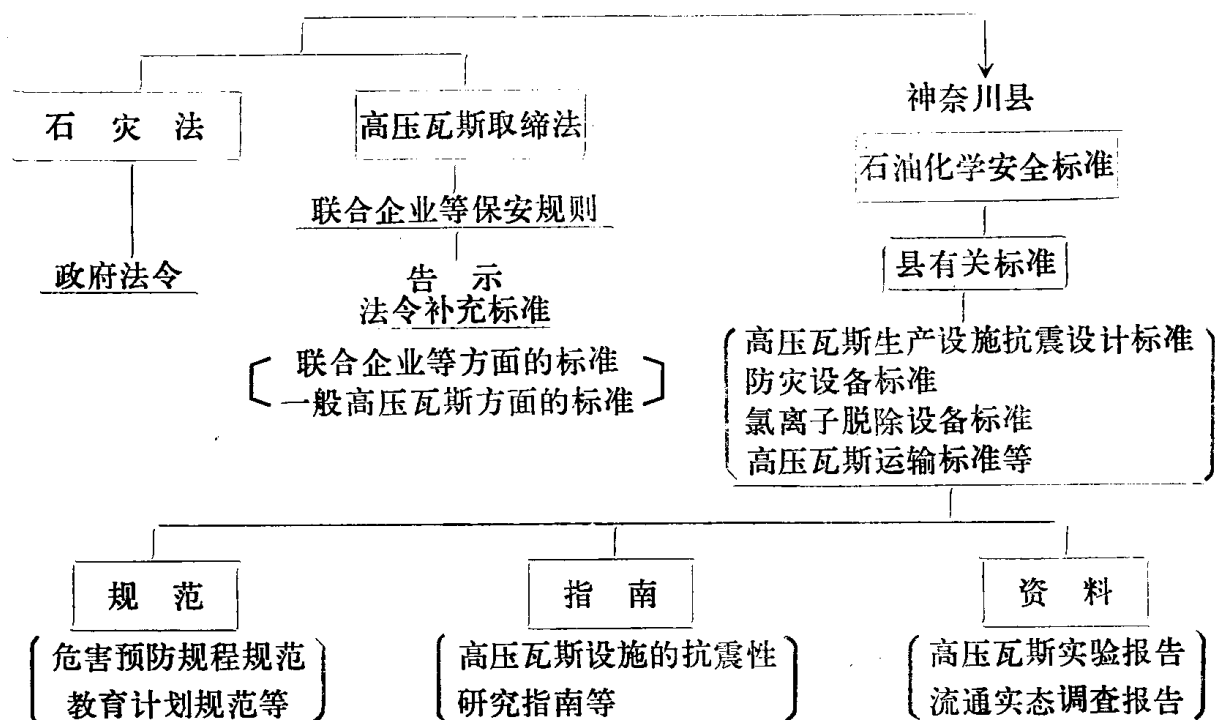
项 目			项 目		
费用（亿日元）			费用（亿日元）		
消防法	洒水冷却设备、防火墙	约1,000	高压瓦斯取缔法	防、灭火设备	460
	防油堤	1,200		防液堤	100
	灭火设备	300		紧急转送设备	
石灾法	室外供水设备、防油堤	500		及其它	440
	防灾器材、设备	500		合 计	4,500

注：“石灾法”即《石油联合企业等灾害防止法》，下同。

上述费用尚不包括油罐用的补强钢材等金额，看来实际上用于安全方面的投资额将远比预计额要高。

日本政府在炼油、石油化工工业方面的安全立法尽管经过修正、充实，内容全面、要求很高，但由于它毕竟面向全国，所以其规定中不可能包罗各公司，各炼厂的各自特点，因而对每个炼厂，石油化工厂来说并非完全之策。因此，各地区、公司、部门又都根据政府的各种法令制定适合自己情况的各种规定。

以炼油、石油化工工业高度集中的神奈川县为例。他们在1974年以后招聘了东京大学、工业技术院，神奈川县的主要炼油、石油化工部门的著名人士组成了委员会，共同研究制定适合于本地区情况的安全工作的具体规定，标准、措施等。其目的在于提高各企业部门根据自己的具体情况和特点搞好安全工作的自觉性和自信心。而我们从神奈川县下述有关规定、政令的发布与政府法令的关系中，也就大概可以了解到日本各地区、部门在安全立法方面的情况了〔11〕。



不难看出,就安全立法来讲政府和地方有着密切相关的联系,政府指导地方的立法,地方按政府法令行事。炼油、石油化工工业的安全立法从上到下趋于完整化、系统化。

日本安全组织系统为保证安全立法的实行起到了有力的作用,并且随着立法的完整和充实,组织系统也相应得到了保证和发展。而在各个组织系统中,炼厂往往成为骨干力量。

根据日本政府颁布的《石油联合企业等灾害防止法》等法令建立起来的炼油、石油化工工业部门的安全组织,由地区性的、联合企业内的联合防灾组织和各炼厂、石油化工厂各自的单独防灾组织构成。

在特别防灾区内分别组成联合防灾组织(负责区内部分特定部门及整个区的防灾设置工作)、特别防灾区协议会(负责制定对特定部门的独立防灾规程和标准)、防灾本部及其协议会(负责制定防灾计划、义务等工作)。各区的安全缓冲绿化带则由地方公共团体总负责人编制,主务大臣批准。费用由国家、地方公共团体及本区进行石油加工和高压瓦斯生产等部门各分担三分之一。

仙台地区的联合防灾组织也是一个较好的例子。它由以东北石油公司为主,有东北电力公司、仙台市瓦斯局、东邦乙炔、吾孺制钢、仙台制氧中心、藤泽制钢七个部门共同组成的。组织名称为《仙台地区共同防灾运营协议会》^[13]。由于该地使用的石油量的99%和高压瓦斯量的85%均集中在东北石油公司,所以实际上在灾害发生时,《仙台地区共同防灾中心》就设置在那里。该防灾中心由陆地防灾、海上防灾和事务局组成。东北石油公司的安全课课长担任该中心的所长,负责防灾总指挥。事务局由仙台炼厂的安全卫生课兼职。他们将该区陆地防灾队、海上防灾队的业务分别委托给东北综合警备保障公司、富士油服务公司、宫城船舶服务公司等。该防灾中心配备有现代化的消防器材,如大型化学消防车,大型高压水消防车,泡沫原液运输车,可移动式泡沫喷枪,油回收船等。并经常进行联合防灾的各种教育和训练。防灾中心的活动范围虽然原则上限于这七个公司的所