



● 高级本

# 石油化工安全技术

● 中国石油化工总公司

● 石油工业出版社



TE687

6

3:3

# 石油化工安全技术

高级本

中国石油化工总公司

一九八七年十月

**B** 520294

---

## 内 容 提 要

本书共分十三章,对燃烧、爆炸与爆震原理、防火防爆技术、电气灾害预防等与石油化工生产密切相关的安全技术理论,进行了详细的阐述。对石化企业基本建设的安全技术设计也作了全面论述。同时还对安全生产现代化管理的基本理论和先进的管理方法作了介绍,如人-机工程学、可靠性工程学、安全系统工程学、声发射技术和事故树分析技术等,并列举出国内外若干火灾爆炸事故的实例加以说明。

本书内容丰富,理论性、知识性较强,对学习和掌握安全技术,指导安全管理,有一定的实践意义。本书可供石油化工企业的经理、厂长、安全技术人员和工程师阅读,还可做为高等院校的安全技术教材。

## 石 油 化 工 安 全 技 术

高 级 本

中 国 石 油 化 工 总 公 司

\*

石 油 工 业 出 版 社 出 版 发 行

水 电 出 版 社 印 刷 厂 排 版 印 刷

\*

787×1092毫米 16开本 30印张 721千字 印1—60,050

1983年8月北京第1版 1986年8月北京第1次印刷

ISBN 7-5021-0211-6/TE·207

定 价 : 5.55元

## 审 查 委 员 会

主 任

叶忠贵

副主任

朱康福 朱吉人 李清林 阎毓祖

委 员 (按姓氏笔划)

丁慧德 王丙申 王世礼 刘 印 乔恩义 朱宏基

牟长荣 李国恩 李贻成 张贵山 施代权 高维民

韩伟基 康天佑 董长贵 蔡学江 穆 序

## 编 写 委 员 会

主 编

叶忠贵

副主编

高维民

编 委 (按姓氏笔划)

丁慧德 牛清义 乔恩义 施代权

执笔人 (按姓氏笔划)

马羽宽 马启瑞 马启良 牛清义 王明娥 王培德

王世海 朱正清 江鸣钟 刘陞元 阎鸿炳 汤晓林

何泽云 李德庆 侯维民 晏君奇 施代权 郭 墀

韩伟基 夏子华 戴树和 瞿荣华

## 序

《石油化工安全技术》初、中、高级教材已正式出版。这是石油化工战线职工长期生产实践的经验总结，是目前石油化工企业比较系统阐述石油化工安全生产技术知识的教科书。它的出版，是石油化工企业安全教育工作的一件大事，标志着石油化工企业强化安全教育，进入了有组织有计划地对职工进行系统、深入安全技术教育的新阶段。

搞好安全生产，是党和政府的一贯方针。我们石油化工企业尤其应该坚决、认真、扎实地执行。石油化工企业的原料及产品绝大多数为易燃、易爆及有毒、有腐蚀性的物质，生产工艺连续性强，自动化程度高，技术复杂，设备种类繁多，稍有不慎就可能发生破坏性很大的事故，严重威胁职工生命和国家财产的安全。因此，安全生产对石油化工企业来说是首要问题，必须高度重视，警钟常鸣。没有安全就没有生产，就没有经济效益，就谈不上企业的振兴、发展。

落实“安全第一”的方针，除了思想上重视，组织上严密，制度上严谨，执行上严肃，防护措施上严格外，要大力抓好职工安全知识和技术的教育，不断提高队伍的思想素质和业务素质，提高企业的管理水平，培养和造就出一支有安全知识，对革命事业有责任心，有战斗力的安全工作队伍，确保安全生产万无一失。

人类社会的发展证明，自然界的客观规律是可以认识，是完全可以驾驭的，这里重要的是科学态度，是尊重客观规律。石油化工企业生产工艺有高温高压易燃易爆的特点，但人们经过长期实践，特别是经过一些重大事故的经验总结，研究制定了一系列的科学规范和规程，在设计、设备操作、建设、生产管理上采取了相应的对策，保证了人类有效地运用客观规律，保证了安全生产，这些道理同样是重要的。从事安全工作的同志，在客观规律面前是完全可以有所作为的，是完全能够驾驭它来为人类谋福利的。

《石油化工安全技术》的出版，为搞好石油化工系统安全技术教育创造了条件。企业领导要给予重视，把它作为一门必修课，认真组织职工学习。希望石化企业职工都能掌握它，并结合自己的工作去认真实践，在实践中不断总结、发展，逐步丰富，完善教材的内容，不断提高教材的质量，为实现石油化工企业的安全、稳定、长周期生产，为石油化学工业的振兴和赶超世界先进水平做出贡献！

陈锦华  
一九八二年十月

## 出版前言

“安全生产，文明生产”是党和政府一贯的方针，也是石化企业必须遵循的一条准则。鉴于石油化工企业生产工艺复杂，生产过程连续性强，且原料和产品易燃易爆，含有毒有害物质多等特点，对安全生产提出了更高、更严的要求。因此，加强石油化工企业的现代化安全技术管理，提高石油化工职工队伍的安全技术素质，是搞好石化系统安全生产的重要课题。为了适应这一形势的要求，中国石油化工总公司安全生产监督委员会组织编写了《石油化工安全技术》一书。并根据教育对象的差异分初、中、高三册，全面系统地介绍了石油化工安全技术方面的基础知识，既有理论上的阐述，又有实践经验的总结。它不仅是石化系统职工的一本安全技术培训教科书，又可作为从事石化生产的技术人员、管理干部的参考书。这本书将对石油化工企业的安全生产和安全技术的发展起到积极推动作用。

本书在编写和审定过程中得到了国家劳动人事部、公安部以及安庆石化总厂、大连石化公司、锦州石化公司、长岭炼油厂、岳阳石化总厂，第三建设公司等单位的支持和协助。完稿后又经总公司规划院朱康福、梁恩，北京设计院沙展示，辽阳化纤公司庄国柱等同志审校。另外还有许多企业和同志对本书的编写和审定做了许多有益的工作，在此谨表谢意。

石化安全技术涉及面广，技术性强，由于我们水平有限，时间仓促，错误与不妥之处在所难免，敬请广大读者提出宝贵意见。

一九八七年十月

# 目 录

第一章 绪论	1
第一节 世界安全活动简史	1
一、劳动保护立法与安全监察机构的建立	1
二、“安全第一”的提出和安全活动的开展	1
三、“人-机工程学”诞生和化工装置危险性分析	2
第二节 国内安全活动简史	3
一、我国古代人民对安全的认识	3
二、中国共产党对劳动保护工作的高度重视	3
第三节 石油化工生产的特点	6
参考资料	3
第二章 燃烧	9
第一节 研究燃烧的目的	9
一、研究燃烧是为了防止燃烧	9
二、研究燃烧是为了利用燃烧	9
第二节 燃烧的条件及特性	9
一、燃烧极限(着火极限)	9
二、引燃、最小点火能	14
三、着火延滞期(诱导期)	30
四、闪点、着火点、自燃点及其相互关系	37
五、引燃源	43
第三节 燃烧机理	51
一、活化能理论	51
二、连锁反应(链反应)理论	51
三、过氧化物理论	54
第四节 火焰传播速度、燃烧速度与爆燃	56
一、连锁反应速度 $\omega$	56
二、火焰传播	57
三、燃烧速度	57
四、爆燃	67
参考资料	67
第三章 爆炸与爆震	68
第一节 爆炸概述	68
一、爆炸的概念	68
二、爆炸机理	68

三、爆炸分类	69
四、工厂常见的爆炸类型	71
第二节 爆炸特性	72
一、化学爆炸三要素	72
二、燃烧、爆炸的转化	74
第三节 分解爆炸性气体爆炸	74
第四节 爆炸性混合物爆炸	76
一、爆炸性混合物	76
二、爆炸极限	76
三、爆炸极限的影响因素	76
四、可燃气体爆炸范围图	78
五、影响爆炸的因素	80
第五节 雾滴爆炸	84
一、雾滴的形成	84
二、点燃	84
三、雾滴燃烧特点	86
第六节 粉尘爆炸	87
一、粉尘爆炸的特殊性	87
二、可燃性粉尘的着火爆炸机理	88
三、粉尘爆炸的特征	88
四、影响粉尘爆炸的因素	89
第七节 爆炸破坏力的计算	90
一、物理爆炸时破坏力的计算	90
二、化学爆炸	91
第八节 爆震	95
一、爆震的概念与成因	95
二、气体混合物中的正常爆炸	96
三、气体混合物的爆震性爆炸	97
四、爆震性爆炸的特点	97
五、爆震的条件	99
六、爆震的标准	99
第九节 烃类-空气爆震的工业状况	100
一、大型容器中的爆震	100
二、工业容器中的爆震	101
三、工业上的安全考虑	102
参考资料	102
第四章 防火防爆	103
第一节 防火防爆的基本措施	103
一、控制与消除火源	104



二、化学危险物的处理 .....	105
三、防火防爆安全装置 .....	108
四、爆炸灾害的预防对策及应急措施 .....	109
第二节 灭火剂与灭火原理 .....	110
一、灭火机理概述 .....	110
二、灭火剂种类 .....	112
第三节 烃类火灾的扑救 .....	125
一、烃类火灾扑救的一般原则 .....	125
二、液化石油气火灾的控制 .....	127
三、浮顶油罐火灾的控制 .....	128
四、原油罐火灾的控制 .....	129
参考资料 .....	131
<b>第五章 电气安全</b> .....	<b>132</b>
第一节 石油化工企业的安全供电 .....	132
一、安全供电在石油化工企业的特殊地位 .....	132
二、影响石油化工企业安全供电的因素 .....	132
三、搞好电气安全的措施 .....	133
第二节 电气防火和防爆 .....	134
一、电气火灾和爆炸的原因 .....	134
二、防火防爆措施 .....	136
第三节 电气安全装置 .....	137
一、概述 .....	137
二、漏电保护装置 .....	137
三、联锁装置和信号装置 .....	142
第四节 防雷技术 .....	144
一、雷电的发生与雷电的放电 .....	145
二、防雷措施 .....	146
三、建(构)筑物防雷等级划分和措施 .....	149
第五节 静电的危害与消除 .....	153
一、工业静电的产生 .....	153
二、石油静电的产生 .....	155
三、静电的安全防护 .....	158
四、石油化工静电灾害实例和分析 .....	168
第六节 接地技术 .....	173
一、接地的基本概念 .....	173
二、保护接地的原理和应用范围 .....	173
三、保护接零原理和应用范围 .....	175
四、静电接地 .....	177
参考资料 .....	179

<b>第六章 安全技术设计</b> .....	180
<b>第一节 石油化工厂的厂址选择与总平面布置</b> .....	180
一、厂址选择 .....	180
二、总平面布置 .....	180
三、厂房结构 .....	185
四、消防道路 .....	185
<b>第二节 石油化工厂的工艺安全设计</b> .....	186
一、爆炸危险场所防爆电气设备的选用 .....	186
二、工艺操作的安全控制 .....	189
三、消除静电 .....	193
四、安全设施及保护 .....	193
<b>第三节 石油化工厂的消防设计</b> .....	197
一、消防站 .....	197
二、消防给水 .....	198
三、低倍数空气泡沫灭火系统 .....	201
四、移动式灭火器材的设置 .....	204
五、其它固定消防设施 .....	204
六、计算实例 .....	205
<b>第四节 安全监测仪的布局与种类</b> .....	207
一、安全监测仪的布局 .....	207
二、安全监测仪的种类 .....	208
<b>参考资料</b> .....	209
<b>第七章 声发射技术及其应用</b> .....	210
<b>第一节 声发射技术的基本原理</b> .....	210
一、概述 .....	210
二、声发射技术的发展 .....	210
三、声发射的基本原理 .....	212
四、声发射检测的特点 .....	213
<b>第二节 声发射检测仪器</b> .....	214
一、声发射仪器的基本功能 .....	214
二、声发射测量参数 .....	215
三、声发射仪器主要元件功能 .....	222
四、声发射仪器及其产品 .....	227
<b>第三节 声发射技术的应用</b> .....	229
一、声发射应用的范围 .....	229
二、各国声发射应用历史及实例 .....	230
三、石油化工装置中声发射的应用 .....	235
四、声发射应用的问题和展望 .....	237
<b>参考资料</b> .....	239

<b>第八章 可靠性工程</b> .....	240
<b>第一节 基本概念</b> .....	240
一、安全系统工程与可靠性工程 .....	240
二、可靠度 (Reliability) 概述 .....	243
三、评定系统可靠性的数量指标 .....	246
四、各种寿命分布及其特性 .....	255
五、压力容器的失效模型 .....	271
<b>第二节 压力容器的可靠性分析</b> .....	272
一、可靠性设计 .....	272
二、失效分析 .....	274
三、概率断裂力学 .....	276
<b>第三节 人机系统的可靠度检查</b> .....	277
<b>参考资料</b> .....	278
<b>第九章 事故原点理论及分析技术</b> .....	280
<b>第一节 石油化学工业的火灾爆炸事故状况</b> .....	280
<b>第二节 事故分析的意义</b> .....	280
<b>第三节 事故原点理论</b> .....	281
一、事故原点的定义和特征 .....	281
二、事故原点理论在事故调查工作中的作用 .....	281
三、确定事故原点的方法 .....	282
四、用逻辑推理法确定事故原点举例 .....	282
<b>第四节 事故分析技术</b> .....	283
一、事故调查技术 .....	283
二、事故的数理分析及事故过程分析 .....	286
三、事故的综合分析 .....	294
四、典型事故分析 .....	295
<b>第五节 国内外典型火灾爆炸灾害举例</b> .....	297
<b>参考资料</b> .....	306
<b>第十章 现代安全管理</b> .....	307
<b>第一节 传统安全管理</b> .....	307
<b>第二节 现代安全管理</b> .....	308
一、安全信息管理 .....	309
二、安全标准化管理 .....	311
三、预期型安全目标管理 .....	312
四、全面安全管理 .....	313
<b>第三节 新型安全教育体系</b> .....	314
一、信息技术的应用 .....	314
二、提高职工安全技术素质 .....	315
三、培养安全专业人材 .....	316

参考文献 .....	317
<b>第十一章 安全系统工程</b> .....	<b>318</b>
<b>第一节 基本概念</b> .....	<b>318</b>
一、系统 .....	318
二、系统工程 .....	318
三、安全系统工程 .....	320
<b>第二节 安全检查表</b> .....	<b>321</b>
一、安全检查表的种类 .....	322
二、安全检查表的编制 .....	322
三、安全检查表的功用 .....	323
四、安全检查表示例 .....	323
<b>第三节 预先危险性分析</b> .....	<b>330</b>
一、预先危险性分析的内容 .....	330
二、危险性分析的步骤 .....	330
三、危险性等级 .....	330
四、危险性识别 .....	330
五、危险性控制 .....	331
<b>第四节 故障类型和影响分析</b> .....	<b>332</b>
一、分析步骤 .....	334
二、故障等级 .....	334
三、致命度分析 .....	337
四、故障类型影响致命度分析法的用途 .....	338
<b>第五节 安全评价</b> .....	<b>338</b>
一、安全评价的概念 .....	338
二、安全评价的内容及目的 .....	338
三、安全评价的标准和方法 .....	339
<b>第六节 火灾爆炸指数评价法</b> .....	<b>340</b>
一、物质系数MF .....	341
二、火灾爆炸危险指数 .....	344
三、危险度等级 .....	348
四、安全措施 .....	349
五、足田法和冈山法 .....	352
六、蒙德法(Mond) .....	353
<b>第七节 安全评价六阶段法</b> .....	<b>354</b>
一、资料准备 .....	354
二、用安全检查表检查——定性评价 .....	355
三、定量分析 .....	355
四、采取安全对策 .....	356
五、由事故的情报进行再评价 .....	357

六、事故树、事件树的再评价 .....	357
第八节 一般作业的危险评价 .....	359
一、发生危险情况的可能性(L) .....	359
二、人出现在危险环境中的时间(E) .....	360
三、事故后出现的危险程度(C) .....	360
四、危险分教 .....	360
参考资料 .....	360
<b>第十二章 事故树分析</b> .....	<b>361</b>
第一节 事故树分析的概念及功用 .....	361
一、事故树分析的概念 .....	361
二、事故树分析图的功能 .....	361
三、事故树分析的基本程序 .....	361
四、事故树分析中应用的几个名词概念 .....	362
第二节 事故树定性分析 .....	363
一、基本事件的状态和顶上事件的状态 .....	363
二、最小割集 .....	363
三、最小径集 .....	366
四、最小割集和最小径集在事故树分析中的作用 .....	367
五、结构重要度 .....	368
六、概率重要度分析 .....	370
七、临界重要度 .....	371
第三节 事故树定量分析 .....	372
一、定量分析的目的 .....	373
二、定量分析的条件 .....	373
三、顶上事件发生概率的计算 .....	373
第四节 故障率与误操作率 .....	378
一、故障率 .....	378
二、误操作率 .....	380
第五节 事故树分析的应用及其展望 .....	382
一、安全系统工程分析方法的综合使用模式 .....	382
二、国内外应用状况及前景 .....	383
参考资料 .....	384
<b>第十三章 人机工程</b> .....	<b>385</b>
第一节 人机工程学概要 .....	385
一、人机工程学的概念 .....	385
二、人机工程学的研究内容 .....	385
三、人机工程学的功用 .....	386
四、人机工程学与劳动保护科学的区别 .....	386
第二节 人机系统 .....	386

一、人机系统简介 .....	386
二、人和机器的特征比较 .....	387
三、人和机器的功能分配 .....	388
四、人机系统的类型 .....	390
第三节 人的信息传递与处理 .....	390
一、信息的概念 .....	390
二、人体的信息处理系统 .....	390
三、影响人信息传递的主要因素 .....	391
四、信息与人的不安全行为 .....	395
第四节 视觉特点与视显示器 .....	396
一、人的视觉特点 .....	396
二、视显示器 .....	397
第五节 听觉特点与听觉显示器 .....	398
一、人的听觉特点 .....	398
二、听觉显示器 .....	398
第六节 触觉与触觉显示器 .....	399
一、皮肤的感觉 .....	399
二、触觉显示器 .....	400
第七节 人的输出与控制 .....	400
一、人的活动特性与作用 .....	400
二、体力劳动时的能量消耗 .....	401
三、脑力劳动与神经系统紧张作业时的生理变动特点 .....	404
四、动作研究 .....	404
第八节 人体测量 .....	411
一、人体各部分高低、长度、大小和重心 .....	411
二、肢体的活动范围 .....	415
三、肢体的力的范围 .....	415
四、反应速度和准确度 .....	416
第九节 操纵器 .....	417
一、操纵器的设计 .....	417
二、操纵器的一致性 .....	417
三、操纵器的形状和结构 .....	418
四、操纵器的大小和排列位置 .....	419
五、操纵器的驱动力 .....	420
第十节 工作场所的设计与布置 .....	421
一、工作场所的设计 .....	421
二、工作场所的合理布置 .....	421
第十一节 作业环境中的温、湿度 .....	422
一、温、湿度对安全的影响 .....	422

二、生理热指标 .....	423
三、热接触容许阈限值 .....	424
四、人体的温度调节 .....	425
五、舒适温度 .....	426
六、异常温度 .....	427
第十二节 作业环境中的照明 .....	428
一、照明对安全的影响 .....	428
二、采光的方式 .....	428
三、天然采光和人工照明的设计 .....	429
参考资料 .....	439
附录一 计量单位换算 .....	441
一、关于在我国统一实行法定计量单位的命令 .....	441
二、中华人民共和国法定计量单位 .....	441
三、石油化工常用法定计量单位与非法定计量单位的换算系数表 .....	443
附录二 安全阀和爆破片的计算 .....	449
一、容器的安全泄放量的计算 .....	449
二、安全阀排气能力的计算 .....	450
三、爆破片泄放面积的计算 .....	451
四、爆破片厚度的计算 .....	451
附录三 布尔代数 .....	453
一、布尔代数定义 .....	453
二、布尔代数的基本性质 .....	454
三、布尔函数及其标准形式 .....	454
四、布尔函数的范式 .....	455
五、真值表 .....	457
六、布尔代数化简 .....	459

# 第一章 绪 论

## 第一节 世界安全活动简史

### 一、劳动保护立法与安全监察机构的建立

在工业史上煤的开采历史悠久，瓦斯爆炸、透水、火灾常常威胁着煤炭生产和矿工的生命安全，而且这类事故往往造成矿工对政府的不满，是导致罢工的导火线。1968年，美国康苏尔煤矿爆炸，死亡78人，激起了全国煤矿大罢工，久久不能平息，美国政府不得不重新制定《煤矿安全保健法》就是一例。

据载，国外最早的立法是十三世纪德国政府颁布的《矿工保护法》。此后，在1865年，又颁布了《矿山法》，1885年颁布了《事故保险法》。

英国是最古老的工业国，从历史上看，就有一套比较完整的关于煤矿安全生产和劳动保护的立法。近年来英国政府用了十年时间对古老的首都——伦敦市进行大扫除，并取得了成功，其秘诀就是当局又颁布了《空气清洁法》。

日本于1960年颁布了《尘肺法》，1964年颁布了《防止伤亡事故团体法》，1972年颁布了《劳动安全卫生法》，1975年颁布了《作业环境测定法》。

在建立劳动保护立法的同时，各发达国家相继建立了必要的监察机构。著名的如英国的“劳埃德”，美国的“凯洛格”，法国的“阿伯夫”，西德的“汉诺威和埃森技术监督协会”，简称“TUV”。

法国的“阿伯夫”全名是“锅炉和电气设备所有者协会”，创办于1876年，目前拥有技术工作人员3000人，分布在全国各地。这个协会对法国的10万台锅炉、140万台受压容器进行安全检查和技术咨询服务，对防止设备爆炸事故起了很大作用。

西德的TUV技术监督范围更广：诸如锅炉、压力容器、管道、起重机械、机动车辆等危险设备。另外，如环境因素：大气、井下瓦斯、噪音、水流等都是他们服务的对象。近年，他们又担任热效率检测及能源使用技术方面的监督。TUV拥有会员13000人。在西德旅游，无论是在飞机的弦梯上，还是在来往如梭的各种车辆上，各大建筑物的电梯、升降机上，或是居民使用的电炉、电灯泡上，影剧院的空调设备上，甚至儿童的电动玩具上，都能看到经过TUV检验的标记。

### 二、“安全第一”的提出和安全活动的开展

1906年，美国VS公司的董事长凯里，从接连不断的事故中引出教训，下决心摆脱焦头烂额的困境，颇有用心地把公司的经营方针加以根本的变动：将原来的“质量第一、产量第二”，改为“安全第一、质量第二、产量第三”。这一方针的变动，首先带来的是企业与雇员之间关系的变化，雇员们感到自身安全得到了保证，工作积极性大为高涨。其后，随着凯里“安全第一”的提出，紧接着又采取了一系列安全操作的新措施，这样，既保证了雇员的安全，又使质量和产量得到保证。几年后，该公司的产量直线上升，事故不断下降，他的



98297 43

“安全第一”的口号和他的新操作措施取得了巨大成功，对美国的实业家们以很大震动。于是1912年，在芝加哥首先成立了“全美安全协会”。

1912年，日本一家小工厂提出“安全专一”。稍后，一位工程师把美国的“安全第一”介绍到日本。1927年，日本内务省组织开展了以“安全第一”为方针的“安全周”运动。此后，就把每年7月1日到7月7日定为“安全周”。近年来，日本所有的钢铁工厂大门口都挂着标志安全的绿十字旗，或是写上“安全第一”的大字，再画上绿十字徽。广烟工厂上空，还升起一个大气球凌空悬挂一幅写明安全无事故天数的巨大标语。大部分工厂提出了实现“001”的口号，要求事故和公害都为零，生产为世界上第一流。

在社会主义国家中，如罗马尼亚，共产党对劳动保护工作非常重视，罗政府根据劳动保护监督局的报告，每月讨论一次劳动保护情况。在安全宣传方面，劳动保护教育已深入到中小学，在中小学的教课书里都列有劳动保护的内容。在工厂，每个企业都有50~200m<sup>2</sup>的劳动保护教育室，对新入厂工人、调换了工种的工人进行教育。在社会上，利用电影、幻灯、书刊、招贴画、甚至年历、书签等形式广泛宣传劳动保护。在科研和立法方面，他们在1949年成立了“国家矿业研究所”，1966年颁布了《劳动保护条例》，1972年颁布了《罗马尼亚矿山法》和《罗马尼亚劳动法》。从中央到地方都建立了监察机构，县一级的监察员直接由劳动部指派，工资由劳动部支付，有权在任何时间，对所辖范围内的任何企业进行检查。发现违章，视其程度予以罚款，或向法院起诉。近年来他们又开展了农业劳动保护工作，建立起农业劳动法令。

### 三、“人-机工程学”诞生和化工装置危险性分析

第二次世界大战之后，关于劳动保护方面的一门边缘科学——“人-机工程学”诞生。这门科学的发展最早是从军事上开始的。由于空中、水上、战车上的工作条件非常险恶，精神又非常紧张，这就促进了“人-机工程学”的研究。1959年，成立了国际“人机工程学会”，标志着这门科学的成熟。1961年《国际劳工评论》给人机工程学下了一个定义：“运用生物学和技术科学对人及其工作进行最适宜的调整，使之提高工效，并能胜任愉快。”人机工程学解决的问题，一是从机器方面考虑如何适应人体在劳动中的生理特征；二是使人如何适应机器，最终达到保证人和机器的安全。人机工程学的提出和发展，无疑是人类对事故研究的一大进步，但是正如它的定义所表明的，也有着很大的局限性。就在人机工程学迅速发展的年代，1950年到1960年的10年间，美国一火箭发射地曾先后发生了4次大的事故，损失达数百万美元。到了二十世纪八十年代，随着化学工业的迅猛发展，国际上又相继发生了许多大型爆炸事故：1975年2月10日，美国一联合碳化公司比列斯分公司安特卫普厂，年产15万吨高压聚乙烯装置，因其中一台反应器爆炸被摧毁。1978年7月11日，西班牙某海岸公路上，在靠近野营地附近行驶着一辆装有43吨丙烯的罐车，因超装了3吨多丙烯，又在太阳下长时间曝晒，发生爆炸，一次死亡200多人。这些巨大的爆炸事故引起了国际震惊。这些事故表明，人对化学装置危险性的认识是肤浅的。在巨大的经济损失和人身伤亡事故面前，人们不得不从理论上进行研究和探讨。事故研究便由立法开始走向危险性分析的新阶段。在这方面研究卓有成效的要数美国的“道化学公司”及日本的“化学装置安全评价委员会”。

道化学公司提出用“火灾爆炸指数”来衡量化学装置的危险性。1966年首次发表了“过程安全指南”，引起了世界注意。1973年，又发表了新版，从四个方面——特定物质系数、一般物质系数、特殊过程系数及一般过程系数，确定化学装置的危险度。把其危险度定为：