中华人民共和国国家标准

光气及光气化产品生产装置安全评价通则

GB 13548—92

General principle of safety assessment for phosgene and its products plant

1 主题内容与适用范围

本标准规定了光气及光气化产品生产装置安全评价的基本原则、要求和方法。

本标准适用于光气及光气化产品生产装置设计、生产阶段的安全评价。

2 引用标准

GB 3840 制订地方大气污染物排放标准的技术原则与方法

GB 7829 故障树分析程序

GB J4 工业“三废”排放试行标准

GB J16 建筑设计防火规范

GB J58 爆炸和火灾危险场所电力装置设计规范

GB J235 工业管道工程施工及验收规范

GB T16 建筑设计防火规范

TJ 36 工业企业设计卫生标准

3 术语

3.1 单元 unit

生产装置中的一部分,在工艺布置上有相对独立性。

3.2 物质系数 material factor (*MF*)

表示该物质在由燃烧或其他化学反应引发的火灾或爆炸中潜在能量释放的尺度。

3.3 危险指数 hazard index

表征生产过程或装置的固有危险性的大小,包括火灾、爆炸危险指数和毒性危险指数。

3.4 火灾、爆炸危险指数 fire and explosion index (*F&EI*)

单元发生火灾、爆炸的相对危险性的度量。

3.5 毒性危险指数 toxic index (*TI*)

单元中有毒物质泄漏时,毒性的相对危险性的度量。

3.6 安全检查表 safety checklist

依据有关标准、规程、规范和经验,以提问的方式列表,以确定系统中的不安全因素。

3.7 预先危险分析 preliminary hazard analysis (*PHA*)

在系统初步设计阶段完成的系统安全分析工作。辨识系统中的主要危险,找出原因,估计影响,予以分类,供设计使用。

国家技术监督局1992-06-29批准 1993-05-01实施

3.8 可操作性研究 operability study (*OS*)

以关键词为引导，找出工艺过程中状态的变化，探明生产装置或工艺过程中的危险及其原因，寻求必要对策的一种方法。

3.9 事件树分析 event tree analysis (*ETA*)

利用事件树，分析一个初始事件在不同条件下导致各种最终事件的发生过程及推算概率的一种方法。

3.10 故障树分析 fault tree analysis (*FTA*)

利用故障树，找出顶事件发生的一切可能和主要途径并计算发生概率的一种分析方法。

4 评价方法

4.1 评价依据

进行安全评价时，需要以下资料：

4.1.1 生产工艺流程图、工艺操作规程、安全生产技术规程、有关法规。

4.1.2 厂区平面布置图，设备平、立面布置图，建筑平、立面图，配管图，设备图，设备明细表，自控图及工艺设计说明书。

4.1.3 正常、异常和事故状态下，动力源特性和环境条件变化范围。

4.1.4 事故状态下，应急能力及救护措施。

4.1.5 以往事故案例。

4.2 评价程序

采用“使用安全检查表检查——危险指数评价——系统安全分析”三阶段评价程序。

4.2.1 设计阶段安全评价程序(见图 1)

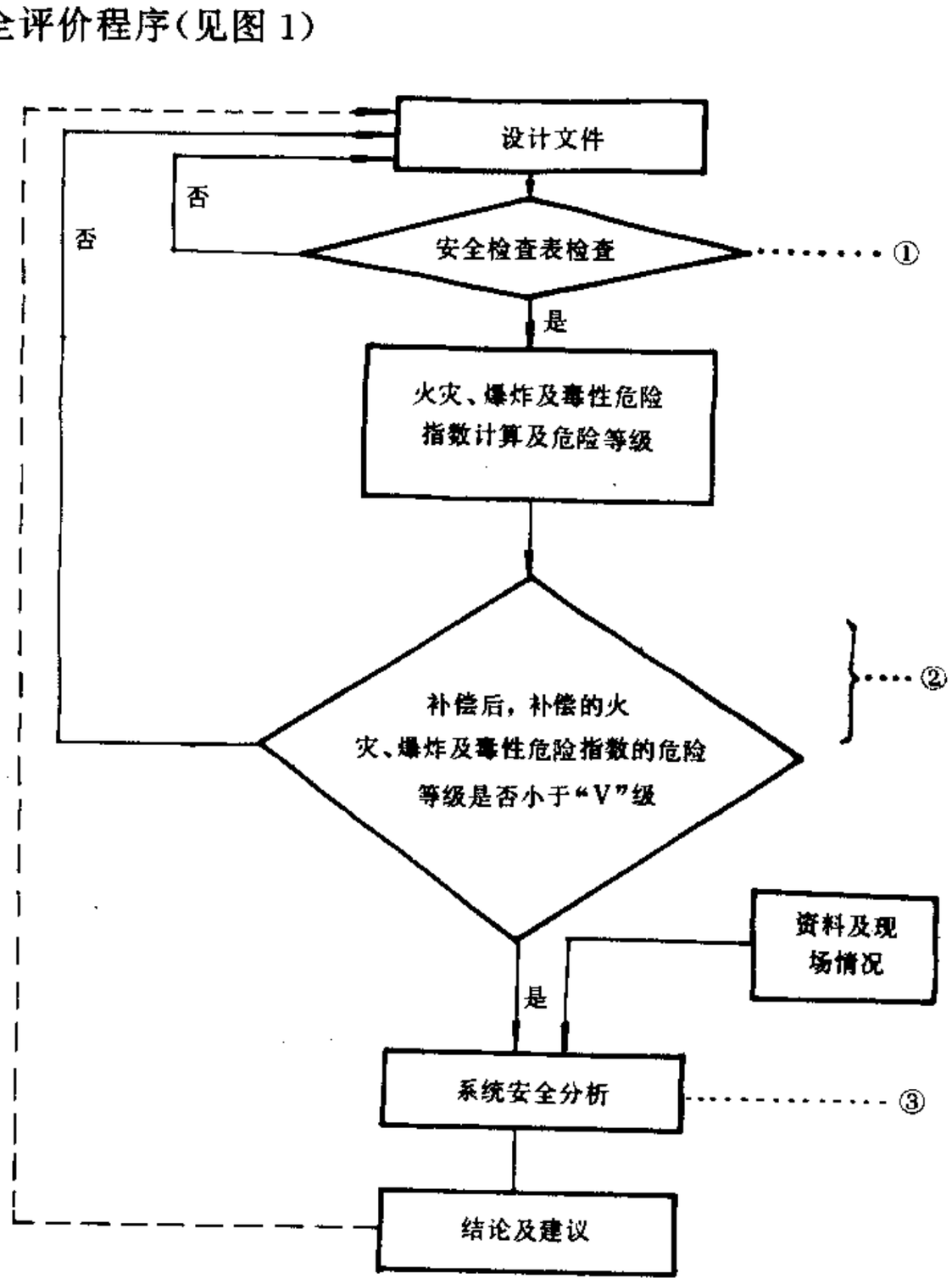

图 1 设计阶段安全评价程序图

第一阶段用安全检查表检查设计文件，只要安全检查表中有一项“△”的检查条款未被满足，设计即为不能通过，应修改设计，直至满足所有带“△”的条款。

第二阶段危险指数评价，计算单元中火灾、爆炸危险指数（$F\&EI$）和毒性危险指数（TI），划分火灾、爆炸危险等级和毒性危险等级，确定危险度。只要任一单元的危险度（火灾、爆炸或毒性危险度）出现“非常大”，设计即为不能通过，应修改设计，对火灾、爆炸危险指数和毒性危险指数补偿，使单元中火灾、爆炸和毒性危险度均小于“非常大”。

第三阶段，根据危险指数评价得出的信息及对过去事故的调查，进行系统安全分析，对重大灾害事故预测及分析，提出防范措施，进一步完善设计。

根据三阶段方法得出评价结论及建议。

4.2.2 生产阶段安全评价程序（见图 2）

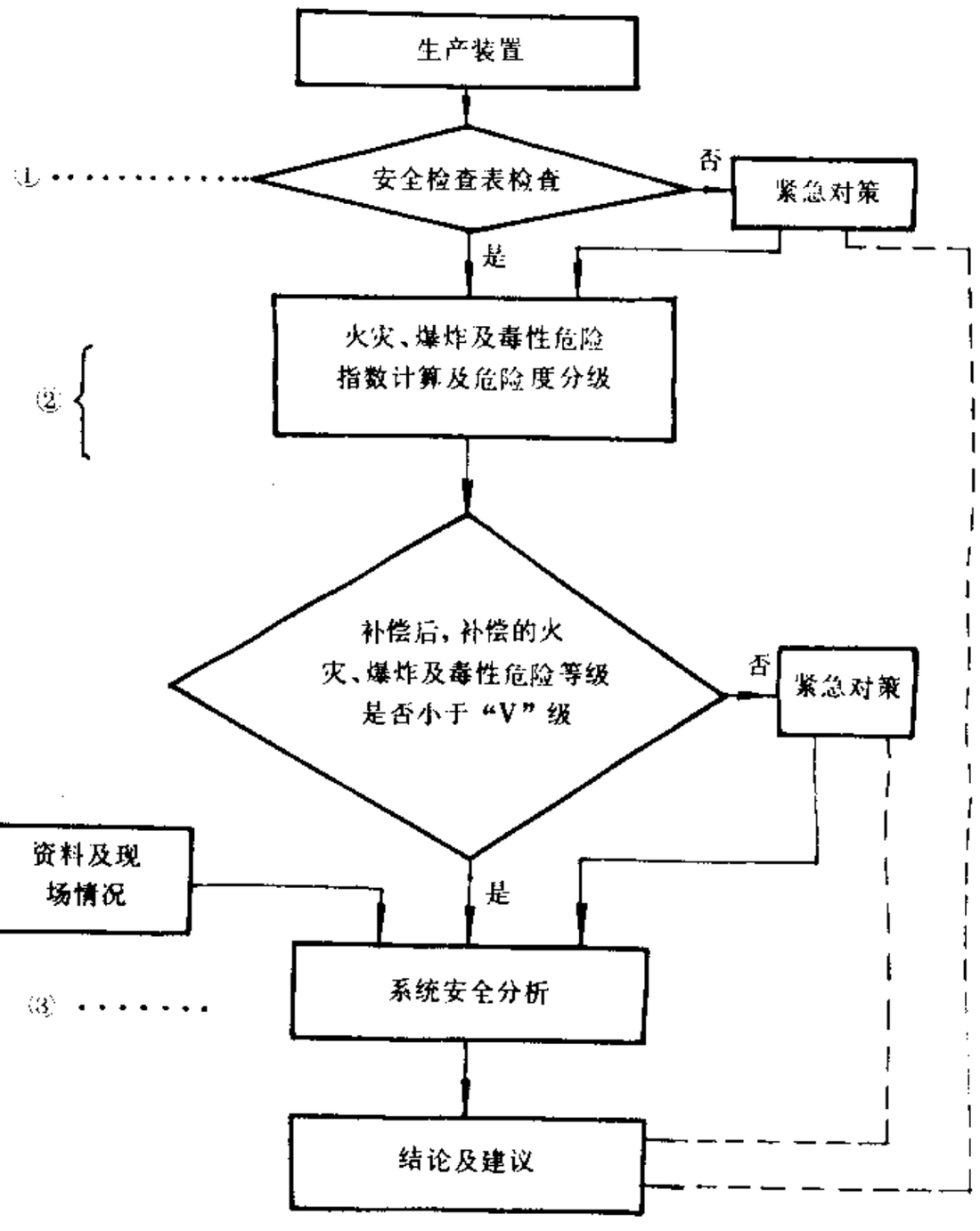

图 2 生产阶段安全评价程序图

现有生产装置的安全评价程序与设计阶段大致相同，因生产装置已建成使用，因此安全评价第一阶段、第二阶段如不合格，仍需进行第三阶段评价，并把修改项目在结论与建议中列出。

4.3 安全评价方法

4.3.1 安全检查表检查

光气安全检查表分为设计阶段、生产阶段安全检查表。安全检查表见附录 A。

4.3.2 危险指数评价

划分单元，并计算各单元的火灾、爆炸危险指数（$F\&EI$）和毒性危险指数，确定火灾、爆炸危险等级和毒性危险等级。

4.3.2.1 火灾、爆炸危险指数(*F&EI*)

计算公式：

$$F\&EI = MF \times \left(\frac{100 + P}{100}\right) \times \left(\frac{100 + S}{100}\right) \qquad \cdots\cdots(1)$$

式中：*MF*——单元中重要物质的物质系数；

P——一般工艺危险性系数之和；

S——特殊工艺危险性系数之和。

计算表见附录 B，危险性系数选取见附录 C。

4.3.2.2 毒性危险指数(*TI*)

计算公式：

$$TI = Th/100 \times \left(\frac{P + S + W}{100}\right) \qquad \cdots\cdots(2)$$

式中：*Th*——工艺中最危险物质的毒性系数；

P——一般工艺危险性系数之和；

S——特殊工艺危险性系数之和；

W——工艺过程毒性系数之和。

计算表见附录 B，系数选取见附录 C。

4.3.2.3 火灾、爆炸及毒性危险指数补偿

根据设计或生产过程中采取的安全措施和方法，确定补偿系数，降低或消除危险。补偿的火灾、爆炸危险指数及毒性危险指数计算表见附录 B 表 B3。

4.3.3 系统安全分析

利用危险分析方法对系统中的各种危险进行进一步识别，对可能发生的事故进行预测，并对重大潜在危害成因作详细分析，提出防范措施。

4.3.3.1 分析方法及选择

系统安全分析包含五种方法：毒性物质泄漏时危害区域的估算、预先危险分析、可操作性研究、事件树及故障树分析方法。

系统安全分析时，采用方法按表 1 进行选择。

表 1 系统安全分析方法选择表

光气及光气化产品企业安全评价	系统安全分析方法				
	危害区域的估算	预先危险分析	可操作性研究	事件树分析	故障树分析
设计阶段安全评价	A	A	B	B	A
生产阶段安全评价	A	C	A	B	A

表中：A——必须采用的分析方法；

B——建议采用的分析方法；

C——不要求用的分析方法。

4.3.3.2 光气严重泄漏时危险区域的估算

通过危险分析，确定最大可能泄漏量和泄漏时间，选取适宜的公式进行计算，确定危险区域。

4.3.3.3 预先危险分析(PHA)

a. 预先危险分析步骤

了解系统的基本目的，工艺过程，控制条件及环境因素等，将整个系统划分为若干个子系统。参照同

类产品或类似系统的事故教训及经验，查明被分析的子系统可能出现的危险情况，确定危害起因，提出消除或控制危险的对策。

b. 预先危险分析表见附录 D。

4.3.3.4 可操作性研究(OS)

a. 充分了解工艺过程，准备有关资料，将工艺过程划分为若干部分。在连续过程中系统以管道为主，在间歇过程中系统以设备为主。按关键词，逐一分析每个部分可能产生的偏差，分析发生偏差的原因及后果，寻求必要对策。

b. 可操作性研究分析表见附录 E。

4.3.3.5 事件树分析

确定所要分析的起始事件，针对起始事件设计其安全功能，描述导致事故发生诸事件的序列，绘制事件树。

4.3.3.6 故障树分析

故障树分析可分为定性和定量分析，定性分析时，用布尔代数简化故障树，求取最小割(径)集并作结构重要度分析。定量分析时，收集故障率数据，利用最小割(径)集求取顶上事件发生的概率。

故障树分析步骤及方法见 GB 7829。

4.4 安全评价的结论及建议

4.4.1 设计阶段安全评价的结论及建议

4.4.1.1 只要通过评价的第一阶段和第二阶段，则为设计合格，达到了安全设计的要求。

4.4.1.2 三阶段的安全评价后，提出消除或减少危险的措施和建议，其内容包括两个部分：

a. 必须进行整改的项目和安全措施。

b. 建议增加的安全措施。

4.4.2 生产阶段安全评价结论及建议

4.4.2.1 通过三阶段安全评价后，对生产过程中危险因素详尽分析和预测，找出消除或减少危险的措施。其内容包括两个部分：

a. 必须进行安全技术改造的项目和应采取的安全措施。

b. 建议采取的安全措施和手段。

附 录 A
光气及光气化产品生产装置安全检查表
（补充件）

A1 安全检查表的建表原则

光气及光气化产品生产装置安全检查表，主要依据我国有关法规，根据生产厂家的实际情况，同时参考国外有关资料编制而成。其主要内容是对工程项目的整体有较大影响的内容。检查条款中分为必须达到和应该达到两种，必须达到的条款标以“△”。

A2 安全检查表的内容

光气及光气化产品生产装置安全检查表分为设计阶段和生产阶段两种类型安全检查表。

设计阶段安全检查表的内容主要考虑以下方面：场地条件、安全设计。

生产阶段安全检查表内容考虑以下方面：场地条件、安全设计、运行管理、安全管理。

A3 安全检查表的使用方法

在设计阶段和生产阶段进行安全评价时，应按安全检查表中规定的内容，逐项检查，对于检查条款，以“是”或“否”回答。“是”表示符合条件，以“√”表示，“否”表示存在问题；有待于进一步改进，以“×”表示。对于该厂不涉及的内容，以“○”表示。

表 A1 中一.1 条款为对于新建、扩建、异地改建的工厂必须达到的地理条件。

表 A1 安全检查表

检查项目			检查结果		备注
			是	否	
①			②		③
一、场地条件	1. 地理条件	(1) 光气及光气化生产装置不应设置在人口稠密的城镇及居民区全年最大频率风向的上风侧 2 000 m 以内。			
		(2) 不应设置在地震烈度八度以上地区(不包括八度地区)。			△
		(3) 光气及光气化生产装置的安全防护距离不应少于 1 000 m。其中：新建工程在 500 m 半径范围内无工厂、商店、居民。老厂扩建、改建工程在 500 m 半径范围内的其他工厂，可维持现状，但不应再新建其他工厂；商店、居民必须迁出。无论新建、扩建、改建工程，在 500～1 000 m 安全防护范围内的零散居民不应多于 200 人(含其他厂矿的家属宿舍，单身宿舍，倒班宿舍和托儿所)。			△
		(4) 在 1 000 m 安全防护距离范围内不应有港口、码头、火车站。			
		(5) 建设项目单位向当地政府提出申请，经同意并正式下文通知，不准在 1 000 m 安全防护距离范围内兴建生活区、居民区和民房。			
		(6) 生产厂区应有围墙，光气及光气化生产装置与围墙之间的距离不应少于 100 m。			
		(7) 装置与主要交通要道的安全防护距离不应少于 500 m			

续表 A1

检查项目			检查结果 是	检查结果 否	备注
①			②		③
一、场地条件	2. 气象条件	(1) 气态光气生产中是否考虑了异常低温时出现液态光气的情况？ (2) 是否考虑了其他自然灾害(洪水、台风、雷击等)的影响			
	3. 其他	(1) 光气生产装置应靠近光气化产品的生产装置，严禁从外地运输液态光气、异氰酸甲酯、氯甲酸甲酯进行产品生产。 (2) 排水当否？ (3) 事故发生时，能否得到消防、医院的紧急救援			△
二、安全设计	1. 危险识别	设计时要明确下列诸项： (1) 是否明确物质的物理性质(熔点、沸点、蒸汽压等)？ (2) 是否明确物质的化学性质？ (3) 是否明确物质的火灾、爆炸危险？ (4) 是否明确物质的毒性及容许浓度？ (5) 是否明确物质的腐蚀性？ (6) 是否明确杂质对火灾、爆炸、毒性、腐蚀性以及不稳定性带来的影响？ (7) 是否明确生产过程中工艺、设备及物质的潜在危险			△ △ △ △ △
	2. 工艺设备	(1) 光气和光气化产品的车间、气体浓度必须符合《工业企业设计卫生标准》，即光气最高容许浓度为 0.5 mg/m^3，氯气 1 mg/m^3，一氧化碳 30 mg/m^3，甲醇 50 mg/m^3，异氰酸甲酯暂按 0.05 mg/m^3，氯甲酸甲酯暂按 3.5 mg/m^3 执行。 (2) 含有残余光气及其他剧毒化合物的废渣、废水、废气必须治理，不准随便排放，排放时应符合现行的 GBJ 4 规定。 (3) 光气及光气化装置均必须设置隔离操作室，隔离操作室内应保持良好的通风状态，新厂隔离操作室必须与生产设备隔离，操作人员在隔离室内操作、控制。 (4) 光气合成及光气化反应装置处于密闭厂房时应有良好的通风设施，保持微负压。 (5) 严格控制合成光气的原料 CO 及 Cl_2 的含水量，一氧化碳与氯气均应干燥，要求其含水量均应低于 50 mg/m^3。			△ △ △

续表 A1

		检查项目	检查结果 是	检查结果 否	备注
		①	②		③
二、安全设计	2. 工艺设备	(6) 贮存或生产易燃、易爆的气体、液体的设备能否在检修时进行彻底的吹扫与置换？ (7) 贮存或生产有毒气体、液体的设备能否在检修时进行彻底的吹扫与置换？ (8) 易燃、易爆气体或液体的处理、输送、贮存过程中是否对发生燃烧、爆炸的可能采取防范措施？ (9) 机器设备设计是否采用国家认可的标准？ (10) 压力容器的设计、制造、管理和使用应严格执行《钢制石油化工容器设计规定》,《压力容器安全监察规程》 (11) 液态光气的贮槽、异氰酸甲酯贮槽以及其他剧毒、易挥发液体贮槽的出料管严禁侧接或底接，必须装设防爆片和安全阀，防爆片和安全阀出口管必须接到尾气回收破坏系统。 (12) 各种剧毒物料的贮槽应分别设置相应容量的备用贮槽，以防万一。 (13) 液态光气和低沸点的异氰酸甲酯(或其他剧毒光气化中间物料)的贮槽必须设在密闭单间，房内应设围堰，其高度不应低于 20 cm，容量应相当于槽容量，并有防渗漏层，房内应设机械抽风，其排出的气体应引至紧急事故破坏系统。 (14) 液氯钢瓶严禁使用蒸汽、明火直接加热，可采用 45℃以下温水加热。 (15) 液氯钢瓶与反应器之间应设止逆阀和足够容积的缓冲罐，防止物料倒灌			△ △ △ △ △
	3. 管道	(1) 由液态光气贮槽向各生产工序输送液态光气的管道，不应合用一根管线，应设一分配缸，分别输送到用户，以免光气串入其他装置内。 (2) 光气管道严禁穿越办公室、休息室、生活间，也不应穿过不使用光气的其他厂房。 (3) 光气及光气化反应过程中的管道严禁采用有缝钢管；输送液态光气管道必须采用厚壁无缝钢管。 (4) 光气及含光气的物料管道尽量缩短并减少接头，管道的连接采用焊接，要对焊缝做百分之百的探伤和气密性试验，达到 GBJ 235 的要求。 (5) 管道必须采用法兰连接时，应选用榫槽面的法兰或凹凸面平焊法兰，公称压力不小于 1.6 MPa。 (6) 设备、管道上的阀门公称压力不小于 1.6 MPa。 (7) 废气排放管道设计是否适宜			△ △

续表 A1

		检查项目	检查结果 是	检查结果 否	备注
		①	②		③
二、安全设计	4. 仪表	(1) 液光、MIC、氯甲酸甲酯贮槽严禁采用玻璃管液位计。			△
		(2) 必须装设一氧化碳流量计。			△
		(3) 必须装设氯气流量计。			△
		(4) 必须装设氯气和一氧化碳比值调节器。			△
		(5) 必须装设液态光气贮槽液位计(应带上限报警装置)。			△
		(6) 必须装设一氧化碳的微量水分的检测仪表。			
		(7) 必须装设一氧化碳中氢气、氧气含量检测仪表。			△
		(8) 必须装设煤气发生炉夹套温度检测仪表(应带报警装置)			△
		(9) 一氧化碳气柜应有容积指示及限位报警。			
		(10) 液氯汽化器应装有压力检测报警装置。			
		(11) 必须装设光气合成器压力及冷却介质出口温度检测仪表。			△
		(12) 应装光气合成器温度及冷却介质出口压力检测仪表(带报警装置)。			
		(13) 必须装设光气化反应温度、压力检测仪表。			△
		(14) 应装光气化反应器夹套温度、压力检测仪表(带报警装置)。			
		(15) 液态光气贮槽必须有压力超限(0.3 MPa)报警仪及温度检测仪表。			△
		(16) 一氧化碳生产间及光气合成间应装一氧化碳浓度测定与报警装置。			
		(17) 光气操作场所应有光气浓度超限报警仪。			
		(18) 应装设尾气压力检测仪表。			
		(19) 应装设紧急事故破坏的联锁装置。			
		(20) 应对排放尾气中光气含量监控			
	5. 土建与电气	(1) 建筑物是否按 GBT 16 的要求,明确生产的火灾的危险分类及构筑物的耐火等级?			
		(2) 安全出口及安全疏散距离是否符合 GBJ 16 的规定?			
		(3) 易燃、可燃液体贮罐及可燃、助燃气体贮罐的防火间距是否符合 GBJ 16 的规定?			
		(4) 车间的防火间距是否符合 GBJ 16 的规定?			
		(5) 电气设施是否按 GBJ 58 确定危险等级?			
		(6) 煤气系统要安装避雷针和导除静电设施,为防静电的接地电阻不大于 100 Ω			
	6. 操作的安全性	(1) 有液态光气和低沸点的异氰酸酯或其他剧毒物料的生产厂的安全防护措施用电应设双电源或备有相应容量的柴油发电机组。			△
		(2) 生产厂区内应设事故照明。			
		(3) 关键部位应有防止误操作的措施(如,阀门的开闭标志)。			
		(4) 突然停水时,关键部位应有备用水源			△

续表 A1

		检查项目	检查结果 是	检查结果 否	备注
		①	②		③
二、安全设计	7. 防止灾害扩大的措施	(1) 散发和生产可燃性气体的装置是否在火源的下风位置？ (2) 操作间是否同仓库、办公室、试验室分开？ (3) 生产和使用光气等剧毒物料的场所是否有水冲洗等急救设施？ (4) 光气合成操作区发生泄漏时，有应急处理措施，并应有含毒气体的排放与处理设施。 (5) 光气化反应区有毒物泄漏时，有应急处理措施，并应有含毒气体的排放与处理措施。 (6) 排放大气前尾气排放烟囱处应备有喷氨(或水蒸气)的设施。 (7) 紧急情况下车辆的进出道路是否通畅？ (8) 发生火灾、毒气泄漏或其他紧急情况时能否及时通知厂内其他人员及周围居民？ (9) 消防用水能否得到保证？ (10) 必须安装一个或多个风向标，风向标的位置及高度应便于本厂职工及附近(500 m)范围内居民观察，同时备有照明，以备一旦发生光气泄漏时，利于人们了解当时的主风向，迅速躲避，免于受害。 (11) 废合成触媒应妥当处理			△ △ △
三、运行管理	1. 运行管理	(1) 是否充分了解所处理物质的潜在危害？ (2) 必须有工艺规程、岗位操作法，工艺条件变更时，必须及时加以修改？ (3) 必须有安全生产技术规程及管理制度。 (4) 是否对液氯汽化器的使用作出规定，液氯汽化器、预冷器及热交换器等设备，必须装有排污装置和污物处理设施，并定期检查。 (5) 液氯钢瓶的使用、存放是否符合《气瓶安全监察规程》？ (6) 瓶内液氯不能用完，必须留有余压。充装量为 50 kg 的钢瓶应保留 2 kg 以上的余氯，充装量为 500 kg 和 1 000 kg 的钢瓶应保留 5 kg 以上的余氯。 (7) 充装量为 500 kg 和 1 000 kg 的重瓶应横向卧放，防止滚动，并留出吊运间距和通道。存放高度不得超过二层			△ △ △
四、安全管理	1. 组织	(1) 是否有健全的安全网络？ (2) 是否有安全管理机构？人员及组成是否能满足安全管理的要求			
	2. 安全教育	(1) 有无对操作工人的安全培训计划？是否按计划实施？ (2) 从事光气及光气化产品生产的操作人员应有岗位操作证。 (3) 应定期对操作人员进行紧急事故处理及光气中毒应急救护知识教育。 (4) 光气车间的工人、干部必须进行使用氧气呼吸器等防护器材的培训，使之掌握正确的使用方法			△ △

续表 A1

		检查项目	检查结果 是	检查结果 否	备注
		①	②		③
四、安全管理	3. 设备管理	(1) 是否有设备检修计划? (2) 对重要机器、设备、仪表及重点部位是否采用安全检查表检查? (3) 盛装光气、氯甲酸甲酯等剧毒物料的设备及输送管道必须有明确的定期维修制度。 (4) 盛装光气等剧毒物料的设备是否有明显的标志? (5) 生产或使用光气等剧毒物料的生产区是否有明显的标志			△
	4. 防灾措施	(1) 光气及光气化产品生产的重点岗位应备有两台以上的隔离式氧气呼吸器,以备处理事故时用。 (2) 应有合理的消防措施和计划。 (3) 是否对可能出现的重大事故进行详尽的研究?明确最危险的部位?制定了出现火灾、爆炸、毒性泄漏等异常情况的对策? (4) 定期进行事故抢救的演习,工厂内部每半年应进行一次抢救应急演习。 (5) 企业平时应将本厂的不安全因素和急救方法向当地政府、卫生部门和防化兵等有关单位和周围居民进行详尽的汇报和介绍。 (6) 光气及光气化生产厂内应设有中毒病人急救室和观察室、急救箱、急救车、喷淋冲洗设备和一定数量的抢救药物。应尽量配备 X 光机			

附 录 B
危险等级表及危险指数计算表
(补充件)

B1 危险等级表

见表 B1。

表 B1 危险等级表

F&EI 数值范围	1～50	>50～80	>80～107	>107～133	>133
TI 数值范围	0～1	>1～3	>3～6	>6～10	>10
危险等级	I	II	III	IV	V
危险度	很小	小	中等	大	非常大

B2 危险指数计算表

B2.1 火灾、爆炸及毒性危险指数计算表见表 B2。

B2.2 火灾、爆炸及毒性危险指数补偿计算表见表 B3。

B2.3 系数的选取见附录 C。

表 B2　火灾、爆炸及毒性危险指数计算表

编制人：	日期：
地点：	单元编号：
装置：	单元：

主要设备：

物质：	中间杂质：
催化剂：	溶剂：

反应：

1. 物质系数 *MF*：

2. 一般工艺危险性	系数范围	采用系数	备　　注
A. 化学反应			
(1) 放热反应	30～125		
(2) 吸热反应	20		
B. 物理变化	10～65		
C. 操作方式	10～75		
D. 物质输送与贮存	25～100		
E. 密闭的工艺单元	30		

P＝A～E 项系数之和

系数 No. 1＝$MF\times[(100+P)\div100]$

3. 特殊工艺危险性	系数范围	采用系数	备　　注
①	②	③	④
A. 工艺温度(只用一个系数)			
(1) 闪点以上	25		
(2) 沸点以上	60		
(3) 燃点以上	75		
B. 低温			
(1) 10～－29℃	30		
(2) －29℃以下	50		
C. 操作压力	≥17		
D. 低压(大气压附近)			
(1) 有生成过氧化物的危险	50		
(2) 有氢气捕集系统(通风时不考虑系数)	50		
(3)0.067 MPa 以上的真空蒸馏	75		
①	②	③	④
E. 在爆炸范围内或附近操作			
(1) 易燃液体或液化石油气的贮存	50		

续表 B2

3. 特殊工艺危险性	系数范围	采用系数	备　注
(2) 为使处于爆炸范围外需安装仪表或用氮气、空气清扫	75		
(3) 经常处于燃烧范围内	100		
F. 粉尘爆炸危险性	5～80		
G. 燃烧性物质总量			
(1) 工艺过程中一液体或气体	≥30		
(2) 贮存一液体或气体	≥16		
(3) 工艺过程中或贮存一易燃性固体	≥10		
H. 腐蚀	10～50		
I. 燃、爆性物质泄漏			
(1) 接头及填料处泄漏	10～40		
①	②	③	④
(2) 设备泄漏	10～50		
J. 工艺着火灵敏度	25～75		
K. 静电的危险性	10～100		
L. 装置的危险性	30～250		
M. 布置上的危险性	15～100		
S=A～M 项系数之和			
$F\&EI$=系数 No. 1×〔(100+S)÷100〕			
火灾、爆炸危险等级			
4. 物质的毒性系数　Th			

5. 工艺过程毒性	系数范围	采用系数	备　注
①	②	③	④
A. 脆性材料	50～75		
B. 挠性材料	45～65		
C. 毒物取样分析	10～70		
D. 设备布置	10～30		
E. 贮槽及其物料输送	45～60		
F. 毒物泄漏(特殊工艺中已采用系数的物质不必考虑)			
(1) 接头及填料处泄漏	10～30		
(2) 设备泄漏	20～30		
(3) 介质影响	10～30		
G. 水分含量	65		
H. 物理因素	10～30		

续表 B2

5. 工艺过程毒性	系数范围	采用系数	备　注
I. 毒性物质量	≥10		
W=A～I 项系数之和			
$TI=Th/100\times\left(\frac{P+S+W}{100}\right)$			
毒性危险等级			

表 B3　补偿火灾、爆炸及毒性危险指数计算表

一、预防火灾、爆炸的手段及安全措施	补偿系数范围	采用补偿系数
①	②	③
1. 压力容器		
A. 压力容器——高一类	0.90	
A. 压力容器——高二类	0.80	
2. 耐火	0.86	
3. 装置防火	0.95	
4. 防火墙、防爆墙	0.75	
5. 过程紧急冷却系统	0.95	
6. 喷水枪		
A. 喷水枪——一般型	0.95	
B. 喷水枪——特殊型	0.88	
7. 其他灭火设施	0.90	
8. 火灾警报、消防队	0.95～0.75	
9. 贮油罐的防油堤		
A. 防油提——一般型	0.75	
①	②	③
B. 防油堤——特殊型	0.75	
10. 地下贮罐	0.80	
11. 厂房内的换气	0.88	
12. 粉尘爆炸的控制	0.65	
13. 开放式厂房	0.85	
14. 建筑物的泄压装置	0.88	
15. 可燃气体检测器		
A. 检测器——标准型	0.94	
B. 检测器——特殊型	0.88	
16. 特殊检测仪表	0.90	
17. 装置的监督与管理	0.95	
18. 操作规程	0.97～0.87	

续表 B3

一、预防火灾、爆炸的手段及安全措施	补偿系数范围	采用补偿系数
19. 安全管理、安全训练	0.95～0.85	
20. 装置的保养维修和检查	0.98～0.90	
火灾、爆炸补偿系数之积 K_1		
$(F\&EI)'=F\&EI\times K_1$		
补偿的火灾、爆炸危险等级		
二、预防中毒的手段及安全措施	补偿系数	采用补偿系数
①	②	③
1. 隔离操作		
A. 就近隔离操作	0.96～0.98	
B. 远距离隔离操作	0.89	
2. 贮槽防护措施		
A. 贮槽 ——一般型	0.90	
B. 贮槽 ——特殊型	0.83	
3. 毒物检测与响应系统		
A. 检测装置	0.94	
B. 检测与响应系统	0.87	
4. 毒气泄漏处理装置		
A. 弹性软管排毒装置	0.92	
B. 室内喷氨管道	0.91	
C. 高空排毒烟囱	0.97	
5. 毒气应急破坏装置	0.87	
①	②	③
6. 备用电源	0.89	
7. 个人防护用品	0.89	
8. 撤离信号装置	0.92	
9. 中毒急救措施	0.88～0.95	
毒性危险补偿系数之积 K_2		
$(TI)'=\ TI\times K_1\times K_2$		
补偿毒性危险等级		

附 录 C
危险性系数的选取
（补充件）

C1 火灾、爆炸危险指数

C1.1 物质系数

根据物质的两个物化性质——燃烧性(N_f)和化学活动性(N_r)来确定。

表 C1 物质系数选择表

绝热分解温度 T,K		<830	830～935	935～1010	1010～1080	>1080
闪 点 ℃	N_r / MF / N_f	0	1	2	3	4
无	0	0	14	24	29	40
>93	1	4	14	24	29	40
38～93	2	10	14	24	29	40
−18～38	3	16	16	24	29	40
<−18	4	21	21	24	29	40

C1.1.1 装置的单元中存在一种以上的重要物质时，应分别确定其物质系数，取单元中最高的物质系数。

C1.1.2 可燃性粉尘的物质系数是由爆炸强度来决定的。当已知粉尘的两个参数(最大压力上升速度和最高爆炸压力)时，据图 C1 确定系数。

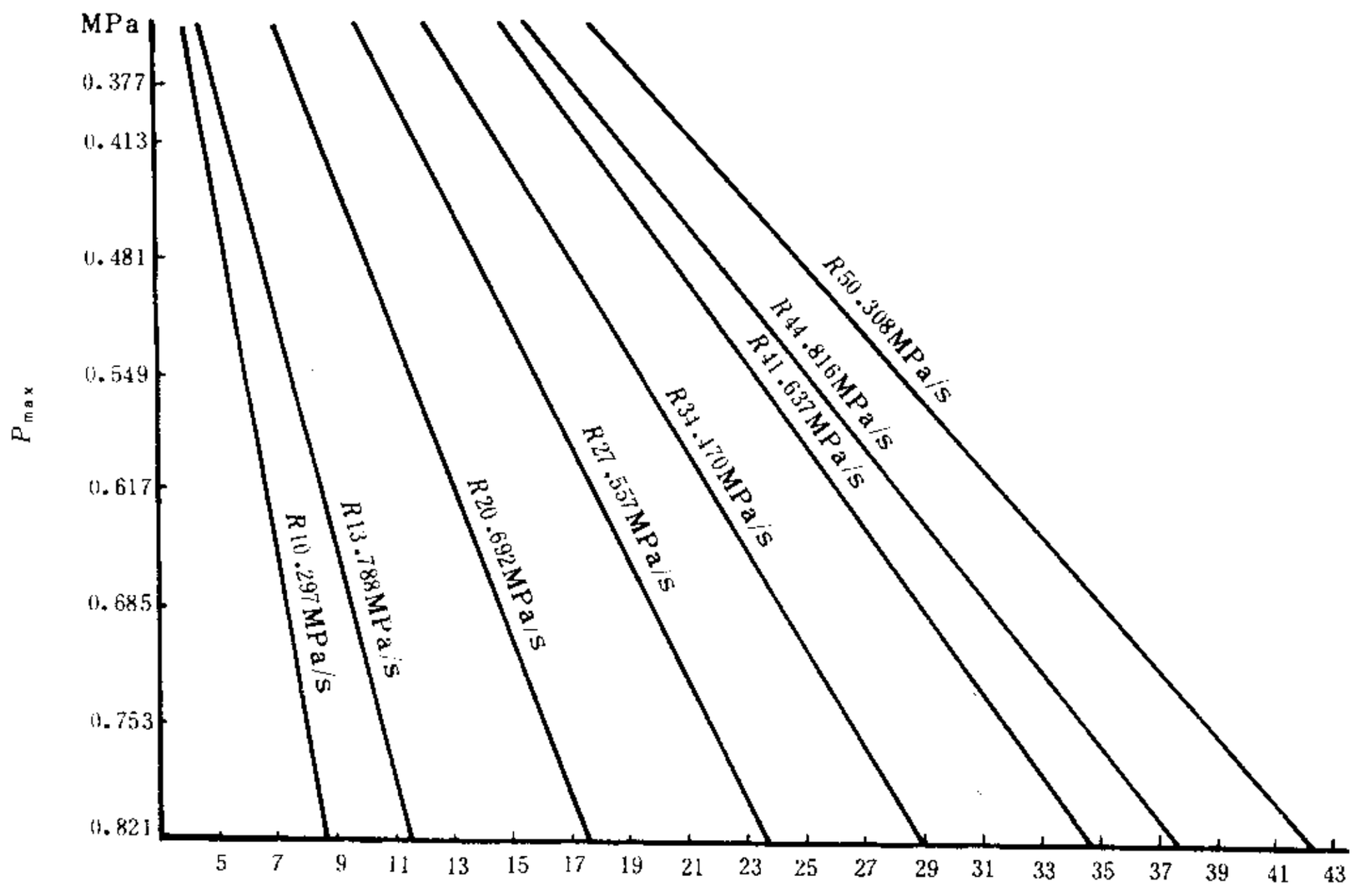

图　C1　可燃性粉尘的物质系数

C1.1.3　贮存的可燃性固体，其物质系数为 $MF=\frac{燃烧热(kJ/kg)}{2.33(kJ/kg)}\times10^{-3}$

C1.2　一般工艺危险性系数的确定

C1.2.1　化学反应

C1.2.1.1　放热反应

a.　加氢、水解、异构化、磺化及中和反应，系数取 30。

b.　烷化、胺化、缩合、氧化(有强氧化剂时，系数取 100)及聚合反应，系数取 50。

c.　卤化反应，系数取 75。

d.　硝化反应，系数取 125。

C1.2.1.2　吸热反应

煅烧、电解、热解及裂解反应，系数取 20。

C1.2.2　物理变化

单元物理操作同时具有以下两项或两项以上时，则按最高系数加上减半后的其余系数来考虑。

C1.2.2.1　在封闭体系中进行的工艺操作(蒸馏、气化等)系数为 10。

C1.2.2.2　离心分离、间歇混合、过滤等工艺，系数为 20。

C1.2.2.3　同固体物质有关的操作：粉碎、混合、包装等，系数取 50。

C1.2.3　操作方式

C1.2.3.1　单一连续反应，不考虑系数。

C1.2.3.2　单一间歇反应，系数取 10～60，间歇反应周期较短(1 h)或较大(1 天以上)，系数应较大。

C1.2.3.3　同一装置进行多种反应或操作，系数取 75。

C1.2.4　物质的输送与贮存

表 C2　易燃、可燃液体分类表

第 I 类(易燃性)液体：	闪点＜38℃及在 38℃时蒸汽压小于 0.28 MPa
第 II 类(可燃性)液体：	38℃≤闪点≤60℃
第 III 类 A(可燃性)液体	60℃≤闪点≤93℃
第 III 类 B(可燃性)液体	闪点＞93℃

C1.2.4.1　第 I 类易燃性液体或液化石油气装卸，系数取 50。

C1.2.4.2　入库、出库及贮存第 II 类可燃性液体，系数取 25。易燃固体，系数取 60～90，燃点越低，选取系数越大。第 I 类易燃性液体，系数取 100。

C1.2.5　粉尘捕集器

密闭厂房内设置粉尘捕集器处理可燃性粉尘、液体或气体时，系数取 30。

C1.3　特殊工艺危险性系数的确定

C1.3.1　操作温度

闪点以上，系数取 25。沸点以上，系数取 30。燃点以上，系数取 75。

C1.3.2　低温

C1.3.2.1　碳素钢制设备在－29～10℃时使用，系数取 30。

C1.3.2.2　使用温度低于－29℃时，系数取 50。

C1.3.3　操作压力

C1.3.3.1　操作压力系数按图 C2 确定，并按下列原则修正。

a.　高粘性物质：系数×0.7

b.　压缩气体：系数×1.2

c.　液化的易燃气体：系数×1.3

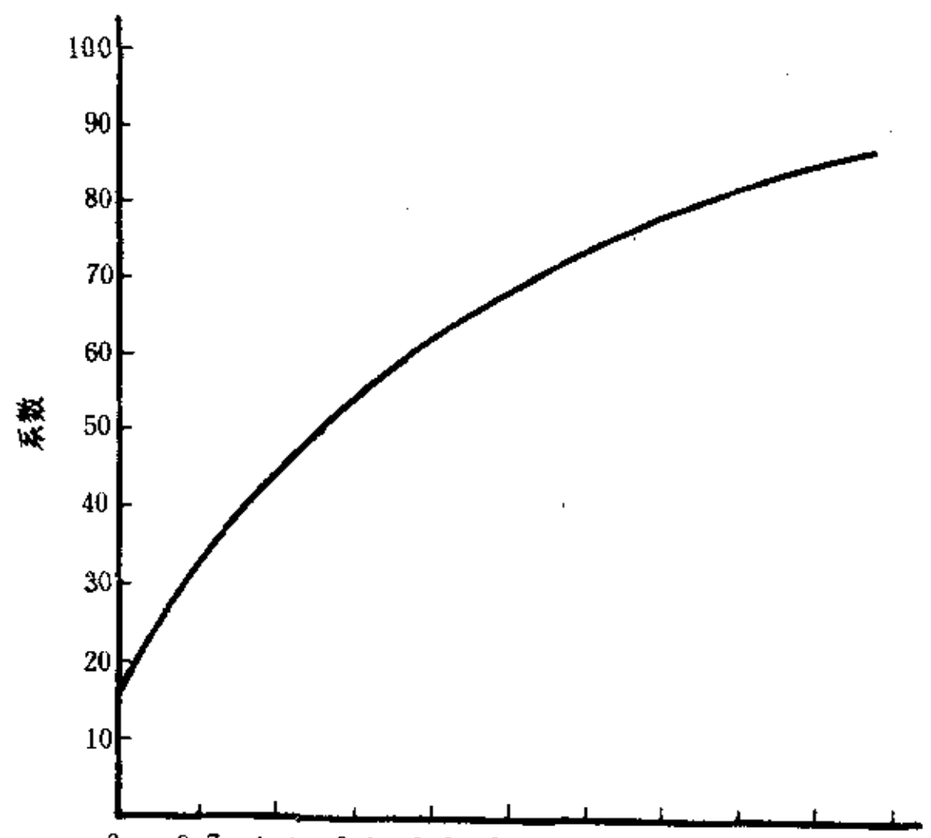

图 C2　易燃及可燃性液体的系数

C1.3.4　低压

在常压或微负压下进行的工艺操作，当空气及其他污染物有可能漏入工艺系统时。

C1.3.4.1　如果空气或水蒸气混入后没有危险性，系数取 0。

C1.3.4.2　当系统内漏入空气将导致危险时，系数取 50。

C1.3.4.3　有氢气捕集系统，系数取 50。

C1.3.4.4 真空蒸馏时真空度大于 0.067 MPa，空气漏入系统带来危险，系数取 75。

C1.3.5 在燃烧、爆炸范围内或其附近操作

C1.3.5.1 室外贮存第Ⅰ类易燃性液体的贮罐，系数取 50。

C1.3.5.2 接近燃烧、爆炸范围的操作或者必须采用氮气、空气清洗及安装仪表以控制在爆炸范围外操作时，系数取 75。

C1.3.5.3 大致在燃烧、爆炸范围内操作的工艺，系数取 100。

C1.3.6 粉尘爆炸的危险性

依照粉尘爆炸的最大压力上升速度确定危险性系数。

表 C3 粉料危险性系数表

最大压力上升速度，MPa/s	危险性系数	参考粒度，μ
<3.53	5	>175
3.53～8.92	10	150～175
8.92～138	20	100～150
138～179.3	40	75～100
>179.3	80	<75

C1.3.7 燃烧性物质的数量

C1.3.7.1 生产过程中的液体或气体，由物质的总发热量根据图 C3 确定系数。

$$\text{总发热量(kJ)} = \sum_{i=1} \text{物质总量(kg)} \times \text{燃烧热(kJ/kg)} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\text{(C1)}$$

式中：i——物质的种类。

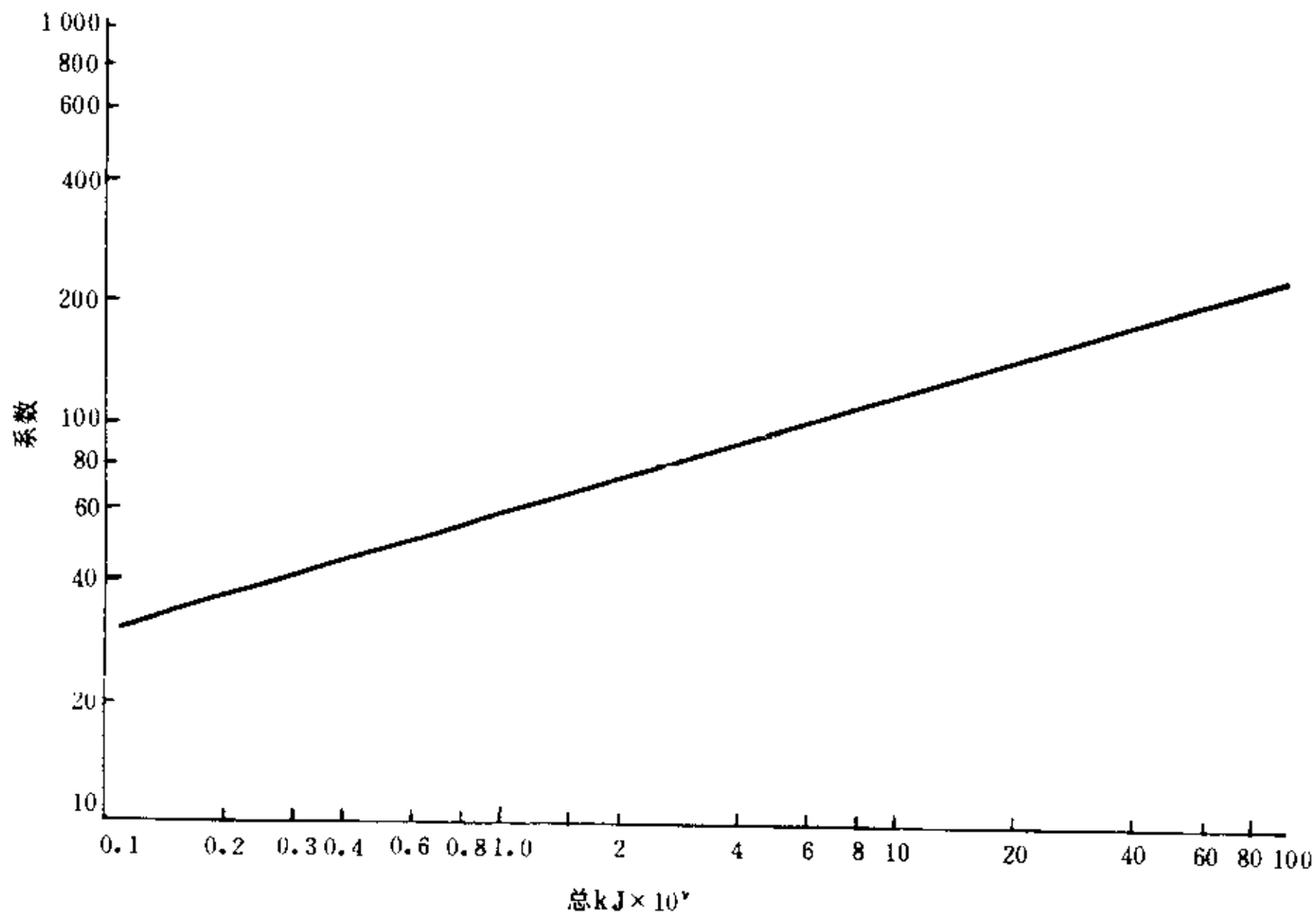

图 C3 生产过程中的液体或气体的系数

C1.3.7.2 贮存液体或液化气，求取物质的总发热量(kJ)，再根据图 C4 确定系数。

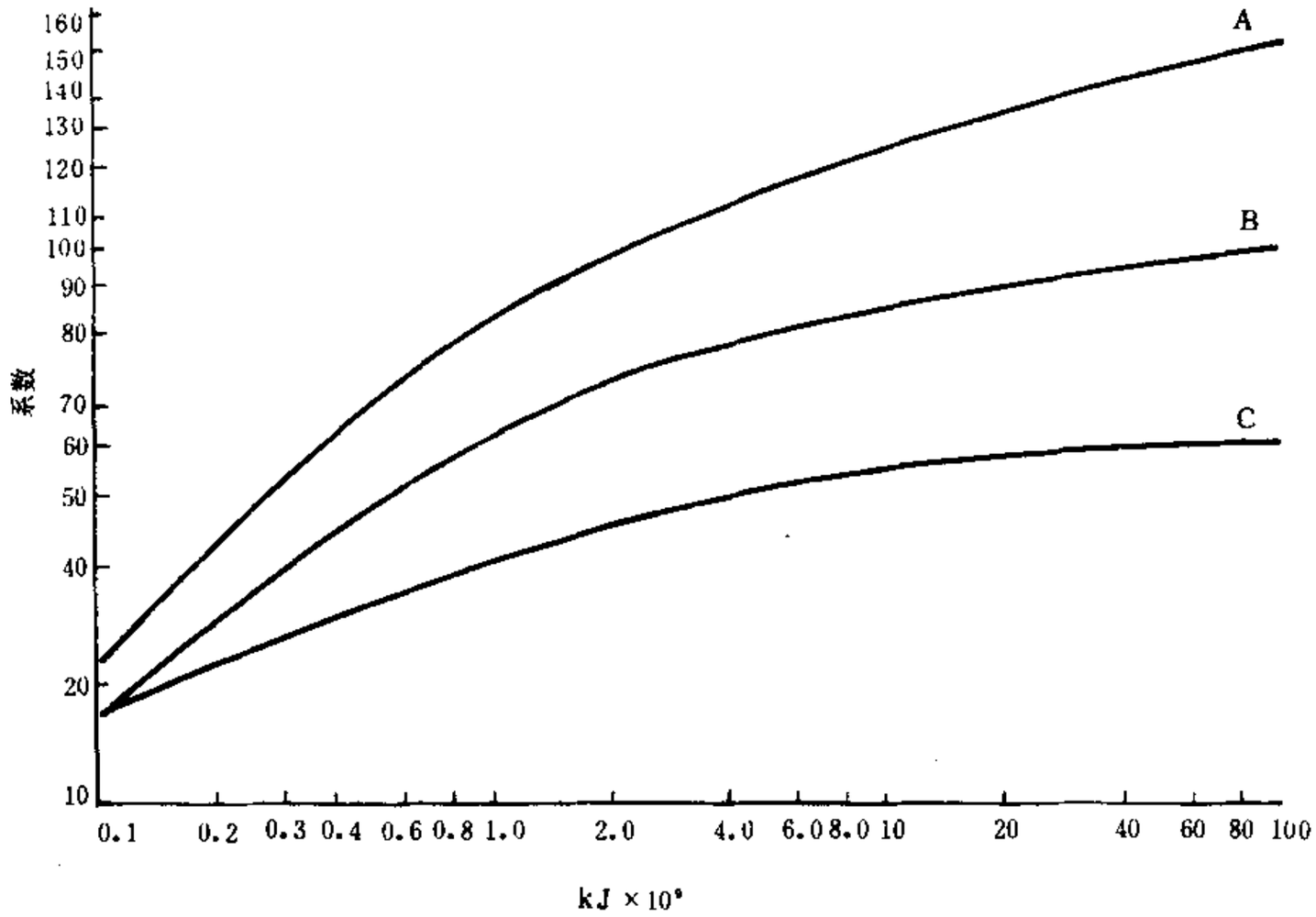

图 C4　贮存中的液体或液化气的系数

A—液化气；B—第Ⅰ类易燃性液体；C—第Ⅱ类可燃性液体

C1.3.7.3　生产过程或贮存中易燃固体，求取物质总发热量(kJ)，再根据图 C5 确定系数。

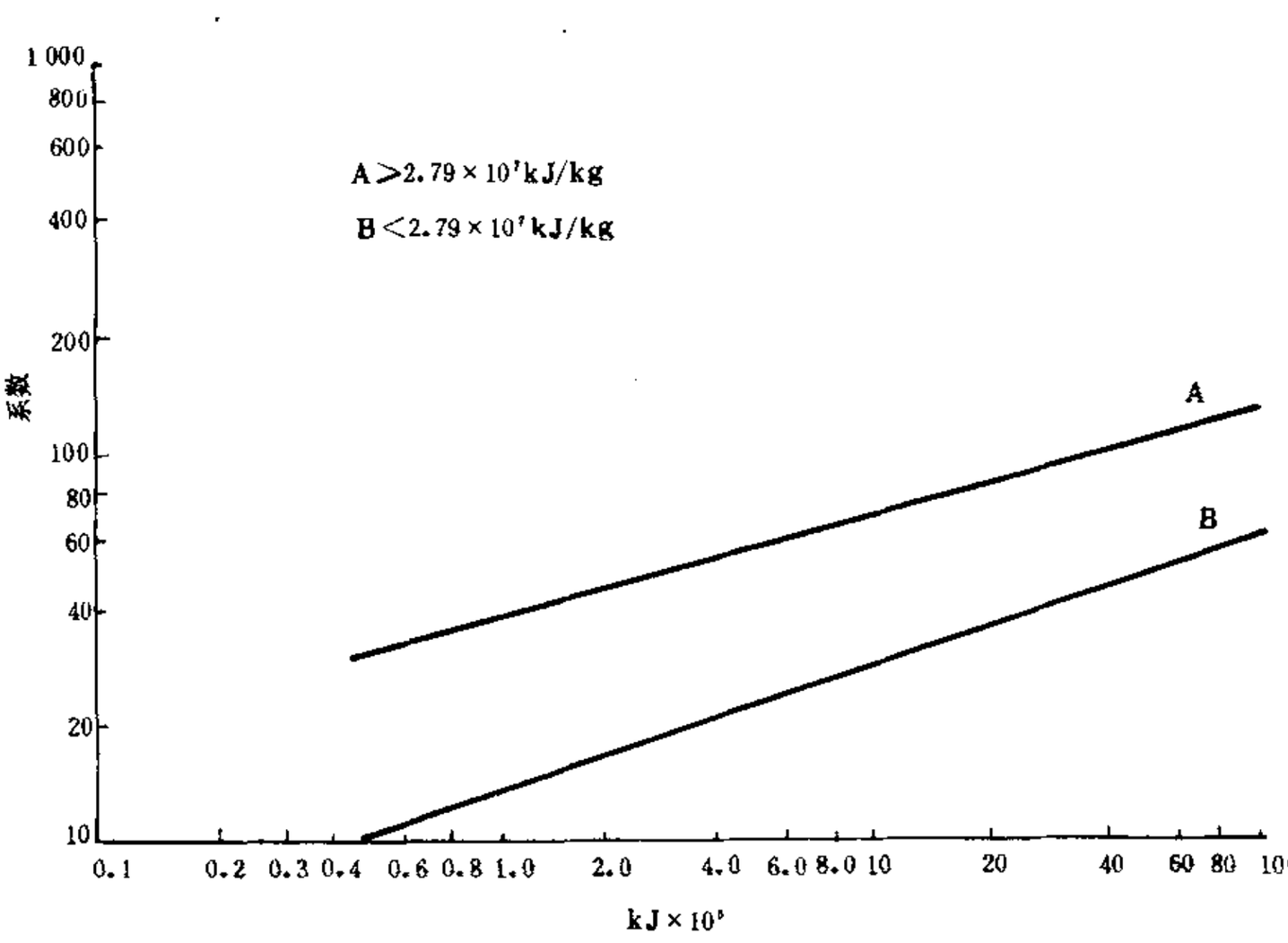

图 C5　生产过程中或贮存中的易燃固体的系数

C1.3.8　腐蚀

C1.3.8.1　腐蚀速度＜0.5 mm/年时，系数取 10。

C1.3.8.2　0.5 mm/年≤腐蚀速度＜1 mm/年时，系数取 20。

C1.3.8.3　腐蚀速度≥1 mm/年时，系数取 50。

C1.3.9　燃、爆性物质泄漏

C1.3.9.1　接头及填料处泄漏

a. 对于焊接接头、波纹管等方式的无填料密封及泵轴上安装双端面机械密封，系数取 0。

b. 对于危险不大的、稍微有点泄漏的泵及法兰密封，系数取 10。

c. 泵、法兰处泄漏会带来危险，系数取 20。

d. 对于经常引起泄漏的易渗透性流体及摩耗性大的浆液，系数取 40。

C1.3.9.2 设备泄漏

a. 处理一氧化碳等可燃性气体水封高度不够及加焦时，无氮气置换措施，系数取 10～30。

b. 在敞口容器内混合，过滤或使用离心分离器时，系数取 50。

C1.3.10 工艺着火灵敏度

工艺中使用强氧化剂，或有可能生成自燃着火性产物。

C1.3.10.1 以高浓度的氧气、一氧化二氮作氧化剂时，系数取 50。

C1.3.10.2 以高浓度的氯气及二氧化氮作氧化剂时，系数取 75。

C1.3.10.3 可能生成少量的自燃着火性产物或不稳定的过氧化物时，系数取 25。

C1.3.11 静电的危险性

由于处理粉尘、粒状物质、液体及气体时产生静电，系数取 10～100。

C1.3.12 装置上的危险性

单元中具有以下两项或两项以上，系数相加。

C1.3.12.1 设备不存在缺陷，并且按正规设计、制造，系数取 0。

C1.3.12.2 设备存在缺陷，或采用不符合工艺条件的代用设备，系数取 50～80。

C1.3.12.3 压力容器的设计、制造应严格执行国家有关规定，严禁无证设计、制造，对于不符合规定的现役设备，严禁使用。实施安全评价时，考虑在现有生产装置中，若还保留有无证单位自行设计、制造，但符合规范的。

a. Ⅰ类压力容器台数为 1～5 台；系数取 30，6～10 台系数取 50，10 台以上系数取 75。

b. Ⅱ、Ⅲ类压力容器台数为 1～5 台，系数取 50，6～10 台系数取 80，10 台以上系数取 100。

C1.3.13 布置上的危险性

C1.3.13.1 当装有氧气、氯气等助燃气体的容器与盛放可燃性物质的容器相邻时，系数取 30。

C1.3.13.2 单元高度为 3～5 m 时，系数取 15。

C1.3.13.3 单元高度为 5～10 m 时，系数取 30。

C1.3.13.4 单元高度为 10～20 m 时，系数取 70。

C1.3.13.5 单元高度为 20 m 以上，系数取 100。

C2 毒性危险指数

C2.1 物质的毒性系数 Th

表 C4 物质的毒性系数与健康危险指数关系对照表

健康危害指数(Nh)	物质的毒性系数(Th)
0	0
1	50
2	125
3	250
4	325

健康危害指数按美国消防学会的毒性危险分类。

0 级：暴露在着火条件下除通常易燃物质的危险外，在消防情况下无毒。

1 级：仅微毒，只引起刺激，但也须戴好防毒面具与手套操作为宜。

2级：对健康有毒性的物质，只引起暂时中毒或不适，穿戴好防毒面具或自给氧呼吸器与手套，就可以进入污染区操作。

3级：表示短期接触即能引起一系列暂时中毒症状或残留危害健康的剧毒物质，消防人员必须完全保护起来，包括带上自给氧呼吸器、戴好橡胶手套、橡胶靴、护腿等防护衣物才能进行操作。

4级：表示只要接触微量就可致死的最毒气体或蒸气。并能穿透一般衣物而受害，故消防人员必须穿着专用防护衣物才能有效的避免中毒。

据物质的阈限值(TLV)，由表C4得出的物质的毒性系数(Th)加以修正。$TLV<5$ ppm时，Th的系数增加125。5 ppm$\leqslant TLV<50$ ppm时，Th系数增加75。50 ppm$\leqslant TLV\leqslant 100$ ppm时，Th系数增加50。对于无色无刺激性气味的有毒物质，Th系数再增加40。

C2.2 一般工艺及特殊工艺危险性系数

选取如C1.2及C1.3。

C2.3 工艺过程毒性系数的确定

C2.3.1 脆性材料

单元中脆性材料零部件个数为1时，系数取50；每增1个，系数增加5。使用个数超过6个，亦按6个计算。

C2.3.2 挠性材料

单元中挠性接管个数为1时，系数增加5。使用个数超过5，亦按5个计算。

C2.3.3 毒物取样分析

单元中具有以下两项时，系数相加。

C2.3.3.1 有毒物质试样通过管道直接引进分析室进行分析，系数取40。

C2.3.3.2 现场取样分析，系数取10～30。

C2.3.4 设备布置

如果盛有剧毒物质的贮槽、反应器毗邻其他操作岗位，系数取10～30。

C2.3.5 贮槽及其物料输送

C2.3.5.1 如果用氮气压送光气等剧毒物料，系数取60。

C2.3.5.2 剧毒、腐蚀性强的液体物料(如氯甲酸甲酯)出料管，如是侧接或底接，选取系数55。

C2.3.5.3 剧毒、腐蚀性强的液体物料的出料管虽为侧接或底接，但采用串联双阀，并设有二次液位显示，采用屏蔽泵输送物料，系数取45。

C2.3.5.4 采用液下泵输送物料时，不考虑系数。

C2.3.6 毒物泄漏

若有毒物质具有燃爆性，且在特殊工艺中已采用，系数不必考虑。

C2.3.6.1 接头及填料处泄漏

本项是考虑非燃、爆性毒性物质从单元中接头、填料等处泄漏。

a. 对于焊接接头、波纹管等方式的无填料密封及泵轴上安装的端面机械密封，不考虑系数。

b. 对于危险性不大的，稍微有点泄漏的接头及填料密封，系数取10。

c. 对于丝扣连接、泵、法兰处泄漏比较严重，并会带来危险的工艺，系数取30。

C2.3.6.2 剧毒物质设备泄漏

若单元中剧毒物质贮槽、反应器较多时，且又布置比较接近，若设备总台数在5台以下，系数取0，5～10台系数取20，10台以上系数取30。

C2.3.6.3 介质影响

当盛装有光气、氯气等剧毒物质的管道、容器的冷却或加热夹套的介质为水、水蒸气时，一旦泄漏，后果严重。

a. 盛放光气、氯气等剧毒的管道、容器为惰性介质包围，系数取0。

b. 盛放光气、氯气等毒物的管道、容器虽为水性介质包围，但采取一定措施，系数取 10。

c. 盛放光气、氯气等毒物的管道、容器既为水性介质包围，又未采取任何安全措施，系数取 30。

C2.3.7 水分含量

合成光气的原料气一氧化碳的水含量高于 62 ppm(50 mg/m³)时，系数取 65。

C2.3.8 物理因素

放射能、高温、高湿及噪声振动等物理因素给人体以附加的威胁，增加了毒性暴露的影响，系数取 10～30。

C2.3.9 有毒气体或液化气量

毒物量系数与毒物释放速率的公式：

$$Q = 8.64 \times 10^{-5} \times 20^{\alpha_1+\alpha_2}\pi u r_1 r_2 C K^{\alpha_1+\alpha_2} \quad \cdots\cdots (C2)$$

式中：Q——单元内毒物量(在 1 天内释放)，t/天；

C——毒物阈限值，ppm；

K——毒物量系数。

其他符号意义及选取见 GB 3840 附录 B。

毒物量很小时，毒性危害依然存在，取光气的最小量系数为 21，氯气最小量系数为 13，一氧化碳最小量系数为 10。

C2.3.10 有毒液体或固体

对于有毒液体、固体，其扩散速度很慢，而大量液体漏出后有可能流入地沟等处，造成环境污染。但其形成的毒害区域比同等重量的毒气要小得多。毒物量系数可酌情选取。

C3 补偿火灾、爆炸、毒性危险指数

C3.1 预报火灾、爆炸安全措施的补偿系数

C3.1.1 压力容器

C3.1.1.1 使用定点单位设计、制造的压力容器，并比所规定的容器类别高一类时，补偿系数取 0.90。

C3.1.1.2 使用定点单位设计、制造的压力容器，并比所规定的容器类别高二类时，补偿系数取 0.80。

C3.1.2 耐火

对于容器、装置、配管支架是由混凝土、水泥或类似的耐火材料制成。以及处理易燃液体的工艺区域内，下水道是由耐火材料制成的，补偿系数取 0.86。

C3.1.3 装置防火

使用阻火器或者阻火材料，补偿系数取 0.95。

C3.1.4 防火墙、防爆墙

单元中使用防火墙或防爆墙，补偿系数取 0.75。

C3.1.5 过程紧急冷却系统

包括冷冻单元的过程冷却系统在发生异常状况时能使通常的过程冷却持续至少 10 min 的能力 补偿系数取 0.95。

C3.1.6 喷水枪

低压供水(0.41～0.52 MPa)时，喷水量 85.2 m³/h，喷距为高压供水的 60%，按一般喷水枪考虑，补偿系数取 0.95。

喷水枪喷嘴处水压大于 0.62 MPa，则按特殊型喷水枪考虑，补偿系数取 0.88。

C3.1.7 其他灭火设施

装置、单元备有除水之外的灭火设施，补偿系数取 0.90。

C3.1.8 火灾警报、消防队

工厂设有火灾、警报装置，有一台消防车时，补偿系数 0.95，消防车每增加一台（直至 5 台时）系数减去 0.05。

C3.1.9 贮油罐的防油堤

C3.1.9.1 能将溢流液收集在特殊设计的贮罐周围的沟槽内以保护贮油罐时，沟槽的容积需大于防油堤内最大贮罐容量时，补偿系数取 0.95。

C3.1.9.2 将溢流液排引至与罐区脱离，并妥善处理的情况下，补偿系数取 0.75。

C3.1.10 地下贮罐

贮罐可埋入地下，或置于鞍式支座上并用土埋起来，补偿系数取 0.80。

C3.1.11 厂房内的换气

能保证厂房有充分的换气，补偿系数取 0.88。

C3.1.12 粉尘爆炸的控制

采用泄压、抑爆、隔断、封闭、惰性化等对策，补偿系数取 0.65。

C3.1.13 开放式厂房

工艺装置安放在自然通风开放式厂房中，补偿系数取 0.85。

C3.1.14 建筑物的泄压装置

采用泄压装置时，补偿系数取 0.80。

C3.1.15 可燃气体监测仪

C3.1.15.1 在控制室内发出报警信号，补偿系数取 0.94。

C3.1.15.2 可燃气体监测仪与水喷雾装置或喷水系统等保护系统联动时，补偿系数取 0.83。

C3.1.16 特殊检测仪表

用于安全的控制系统，包括以下几种。

C3.1.16.1 某一种流体管线发生故障时，能可靠地切断另一种流体的联锁装置。

C3.1.16.2 接近危险状态时能发出警报或使系统转入安全状态的仪表。

C3.1.16.3 在容器附近或泵的吸入侧设置的远距离控制阀。

C3.1.16.4 利用振动检测仪表，能够给控制室发出警报的装置。

装置、单元设有以上检测仪表时，补偿系数取 0.90。

C3.1.17 装置的监督与管理

对装置日夜 24 h 进行定期巡回检查，重要部位能用闭路电视仔细监控，补偿系数取 0.95。

C3.1.18 操作规程

根据操作规程的完善情况，补偿系数取 0.97～0.87。

C3.1.19 安全管理、训练

根据安全管理、训练严格程度，补偿系数取 0.95～0.85。

C3.1.20 装置保养维修和检查

根据装置保养维修和检查状况，补偿系数取 0.98～0.90。

C3.2 预防中毒的手段及安全措施的补偿系数

C3.2.1 隔离操作

C3.2.1.1 在生产现场附近的隔离操作控制室，通风良好，室内保持微正压，系数取 0.96～0.98。

C3.2.1.2 在控制室内遥控，补偿系数取 0.89。

C3.2.2 贮槽保护措施

C3.2.2.1 液态光气、沸点较低的异氰酸甲酯等液化剧毒物品贮槽设一密闭单间，保持微负压，并备有相应贮槽，以便事故时倒料。补偿系数取 0.90。

C3.2.2.2 贮槽结构采用双层外套，内层通干燥氮气等惰性气体，外层通冷冻液，补偿系数取 0.83。

C3.2.3 毒物检测与响应系统

C3.2.3.1 在生产现场或附近设置毒物泄漏检测装置，补偿系数取 0.94。

C3.2.3.2 设有毒物报警装置，并根据泄漏检测从控制室遥控，使装置自动停车或进行应急处理。补偿系数为 0.87。

C3.2.4 毒物泄漏处理装置

C3.2.4.1 设置弹性排毒软管装置，补偿系数取 0.92。

C3.2.4.2 室内喷氨管道，在控制室控制开关，补偿系数取 0.91。

C3.2.4.3 高空排毒烟囱

排出的光气尾气含量要求：当风速 2 m/s 时，在其下风侧地面上(距地面 2 m 处)，大气中含光气量最高容许浓度不大于 0.1 mg/m^3，补偿系数取 0.97。

C3.2.5 毒气应急破坏装置

光气合成及光气化反应装置，设有紧急情况下应急事故破坏系统，补偿系数取 0.87。

C3.2.6 备用电源

设有双电源的工厂，或没有双电源的工厂但备有柴油发电机组，补偿系数取 0.89。

C3.2.7 个人防护用品

操作人员进入光气等有毒物质生产厂区，防护用品齐全，补偿系数取 0.89。

C3.2.8 撤离信号装置

生产、使用有毒气体工厂内安装一个或多个风向标。补偿系数取 0.92。

C3.2.9 中毒急救措施

根据工厂中毒急救措施完备程度，补偿系数取 0.88～0.95。

附 录 D
危险严重性分类及预先危险分析表
(补充件)

D1 危险严重性分类

Ⅰ级：安全的。不至于造成人员伤害和系统的损害。

Ⅱ级：临界的。不至于造成人员伤害和主要系统的损坏，并且可能排除或控制。

Ⅲ级：危险的。会造成人员伤害和主要系统的损坏，为了人员和系统的安全，必须采取措施。

Ⅳ级：灾难性的。会造成人员伤亡，重伤以及系统报废。

D2 预先危险分析表(见表 D1)

表 D1 预先危险分析表

车间/工段____子系统____ 状态____编号____ 日期____第____页 共____页		预先危险分析表			制表者____ 单位____ 审核____			
潜在危害	危险因素	由危险因素导致的触发事件	发生事故的条件	由发生事故的条件引发的事件	事故的后 果	危险等级	事故预防措施	备注

附 录 E
关键词表及可操作性研究分析表
（补充件）

E1 关键词表

表 E1 关键词表

关 键 词	意 义	说 明
①	②	③
空白 None	设计与操作所要求的事件完全没有发生	没有物料流入，流量为零等
过量 More	与标准值相比，数量增加了	流量、压力或温度过大等
减量 Less	与标准值相比，数量减少了	流量或压力等减小等
部分 Part	只完成功能一部分	物料输送过程中某种组分消失或只输送一部分
伴随 As Well As	在完成功能的同时，伴随多余事件的发生	物料输送过程中发生组分及相变化等
①	②	③
相逆 Reverse	出现了同设计和操作要求相反的事件	如逆流、逆反应等
异常 other than	出现了不同的事件	异常事件等

E2 可操作性研究分析表

表 E2 可操作性研究分析表

单位____ 制表____ 审核____ 关键词	偏差	车间/工段____ 子系统____ 任务____ 可能的原因	结果	编号____ 日期____ 页码____ 必要的对策

附加说明：

本标准由中华人民共和国化学工业部提出。

本标准由化学工业部化工标准化研究所归口。

本标准由化学工业部化工劳动保护研究所起草。

本标准主要起草人王广亮、王如君、沈郁、杨春笋。