
惠州宏瑞环保 13 万吨/年 炼油废气综合利用项目 安全评价报告

系 别

专业名称

班级学号

学生姓名

指导教师

目录

第一章 安全评价概述.....	1
1.1 安全预评价的目的和基本原则.....	1
1.1.1 安全预评价的目的.....	1
1.1.2 安全预评价范围.....	2
1.1.3 安全预评价工作程序及重点.....	2
1.2 安全预评价依据.....	4
1.2.1 国家法律、法规.....	4
1.2.2 技术规范及标准.....	4
第二章 项目所在地自然社会环境概况.....	7
2.1 大亚湾区地理位置.....	7
2.2 大亚湾区自然环境条件.....	7
2.2.1 自然环境概况.....	7
2.3 大亚湾区经济、社会概况.....	10
2.3.1 经济发展概况.....	10
2.3.2 大亚湾石油化学工业区概况.....	11
第三章 项目概况.....	13
3.1 总图及平面布置.....	13
3.2 项目涉及的原料及产品.....	13
3.3 工艺流程.....	13
3.4 主要设备.....	14
第四章 主要危险、有害因素分析.....	15
4.1 危险物质分析.....	15
4.2 主要工业生产过程危险、有害因素分析.....	15
4.2.1 火灾、爆炸危险因素分析.....	15
4.2.2 中毒窒息危险因素分析.....	15
4.2.3 物理爆炸（容器爆炸）危险性分析.....	16
4.2.4 中毒及窒息危险性分析.....	17

4.2.5 灼烫危险性分析	17
4.2.6 噪声危害因素分析	17
4.2.7 开停车、检维修危险性分析	18
4.2.8 厂内车辆运输危险因素分析	19
4.2.9 高处作业危险因素分析	19
4.2.10 电气伤害危险因素分析	19
4.3 人员管理危险	20
4.4 本项目工艺中的危险分析	20
4.4.1 温度失控	21
4.4.2 流量失控	21
4.4.3 压力失控	22
4.4.4 液位失控	23
4.5 重大危险源辨识	23
第五章 评价方法简介和评价方法确定	27
5.1 评价方法简介	27
5.1.1 安全检查表法（SCL）	27
5.1.2 预先危险性分析法（PHA）	28
5.1.3 事故树分析法（FTA）	29
5.1.4 危险度评价法	29
5.1.5 道化学火灾、爆炸指数法（DOW）	31
5.1.6 危险性分析与可操作性研究（HAZOP）	32
5.2 评价单元的划分	34
5.2.1 评价单元划分原则	34
5.2.2 评价单元划分	34
5.3 评价方法的选择	34
第六章 定性定量评价分析	36
6.1 周边环境	36
6.1.1 周边环境条件	36
6.1.2 主要装置与周边装置防火距离	38

6.2 自然条件.....	40
6.3 生产内部.....	41
6.3.1 安全检查表.....	41
6.3.2 HAZOP 法	51
6.3.3 事故树分析.....	54
6.3.4 预先危险性分析.....	59
6.3.5 储罐危险度评价.....	62
6.3.6 道化学火灾、爆炸指数法评价	64
第七章 安全对策措施与建议.....	69
7.1 概述.....	69
7.2 总图布置和建筑方面的安全措施	69
7.3 工艺及设备等方面的对策措施	70
7.4 管理方面的对策措施.....	72
7.5 安全工程设计方面安全对策措施.....	74
7.6 职业安全卫生与常规防护安全对策措施	74
7.7 对自然危害因素的防范措施.....	75
第八章 预评价结论.....	77

第一章 安全评价概述

1.1 安全预评价的目的和基本原则

1.1.1 安全预评价的目的

安全预评价是在建设项目可行性研究阶段、工业园区规划阶段或生产经营活动组织实施之前，根据相关的基础资料，辨识与分析建设项目、工业园区、生产经营活动潜在的危险、有害因素，确定其与安全生产法律法规、规章、标准、规范的符合性，预测发生事故的可能性及其严重程度，提出科学、合理、可行的安全对策措施建议，做出安全评价结论的活动。

贯彻“安全第一、预防为主”方针，为建设项目初步设计提供科学依据，以利于提高危化建设项目的本质安全程度和安全管理水平，减少和控制危化建设项目和危化生产中的危险、有害因素，降低危化生产安全风险，预防事故发生，保护建设单位和危化企业的财产安全及人员的健康和生命安全。

（1）本次预评价的目的在于搞清楚本工程投产运行后存在的主要危险、有害因素及其产生危险、危害后果的主要条件。

（2）对本工程投产后运行过程中的固有危险、有害因素进行定性或定量的评价，对其控制手段进行分析，同时预测其安全等级。

（3）补充提出消除、预防或减弱装置危险性、提高装置安全运行等级的对策措施，为工程下一步的劳动安全卫生设计提供依据，以最终实现工程的本质安全化。

（4）为本工程拟建装置的生产运行及日常劳动安全卫生管理提供依据。

（5）为安全生产综合管理部门实施监督、管理提供依据。同时，预评价的结论可为安全生产综合管理部门审批工程初步设计文件提供依据。

基本原则是由具备国家资质的安全评价机构科学、公正和合法地自主开展安全预评价。

1.1.2 安全预评价范围

本次预评价的评价范围为 13 万吨/年炼油废气综合利用项目，包括生产区、控制室和配电室、自备发电室、所涉及到的物质、周边环境、平面布置、工艺装置、安全设施、公用工程等。据国家有关法律、法规、标准，运用系统安全工程的评价方法，针对生产设备、设施以及现状等方面进行定性、定量分析，提出合理可行的对策措施，努力降低系统整体的危险性，为企业在安全管理和安全设施的投入提供依据。为政府部门对企业的决策提供依据，为各级安全生产综合监督管理部门提供监察依据。

1.1.3 安全预评价工作程序及重点

本项目预评价报告的编制工作主要是以项目可行性研究报告为研究对象，分析研究原辅材料、成品、生产工艺过程、工艺条件、主要设备等的固有危险、有害因素；然后应用安全系统工程方法对建设项目中存在的危险、有害因素作定性或定量分析，确定其危害程度，并依据有关标准评价建设项目能否满足国家规定的劳动安全标准的要求；提出消减、减弱和预防危险、有害因素的对策措施，最后给出预评价结论和建议。

根据已收集的项目相关资料以及法律法规、设计规范，本小组将开展安全预评价的相关工作，工作程序如下：

（1）前期准备

了解被评价单位基本情况，签订评价协议，确定评价范围，准备评价料。

（2）危险、有害因素和事故隐患的识别

针对被评价对象生产运行及工艺设施情况，采用科学合理的辨识方法进行危害因素识别和分析，确定主要危害部位，物料主要危险特性，有无重大危险源，以及可能导致重大事故的缺陷和隐患。

（3）定性、定量评价

根据生产单位的特点，确定评价模式和评价方法，定性或定量的进行科学、全面、系统地分析评价。

（4）安全管理现状评价

对安全管理制度、事故应急救援预案、事故应急救援预案的修改及计划进行评价。

(5) 确定安全对策措施及建议

综合评价结果，针对存在问题，提出安全对策措施的建议，并按照风险程度高低进行解决方案的排序。

(6) 确定评价结论

根据评价结果明确指出生产单位当前的安全状态水平，提出安全可接受程度的意见。

(7) 安全现状评价报告完成

生产单位依据评价单位的评价意见，编制事故隐患整改方案及实施计划；评价单位编制并完成安全现状评价报告。

根据《安全预评价导则》（AQ 8002-2007）的要求，本次安全预评价采用的评价程序如图 1-1。

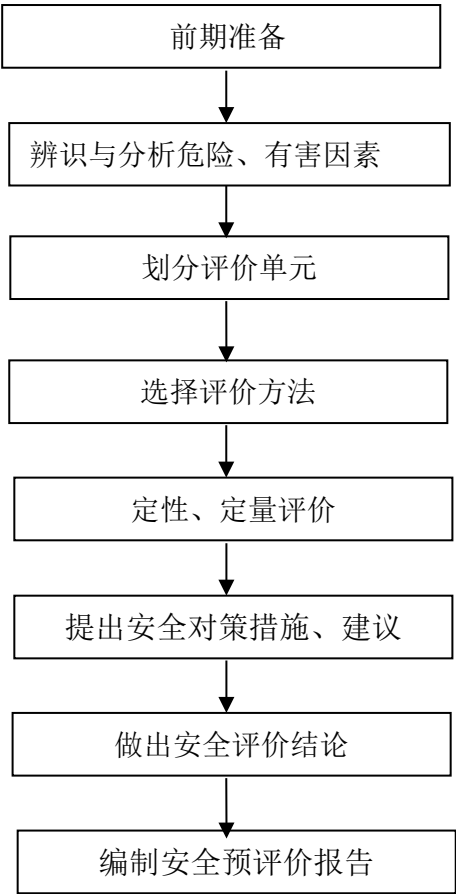


图 1-1 安全预评价程序

1.2 安全预评价依据

1.2.1 国家法律、法规

- (1) 中华人民共和国主席令第 70 号《中华人民共和国安全生产法》
- (2) 中华人民共和国主席令第 28 号《中华人民共和国劳动法》
- (3) 中华人民共和国主席令第 6 号《中华人民共和国消防法》
- (4) 中华人民共和国主席令第 69 号《中华人民共和国突发事件应对法》
- (5) 中华人民共和国国务院令第 591 号《危险化学品安全管理条例》
- (6) 中华人民共和国国务院令第 393 号《建设工程安全生产管理条例》
- (7) 中华人民共和国国务院令第 549 号《特种设备安全监察条例》
- (8) 国家安全生产监督管理局第 18 号令《非煤矿山建设项目安全设施设计审查与竣工验收办法》
- (9) 国家安全生产监督管理总局第 36 号令《建设项目安全设施“三同时”监督管理暂行办法》
- (10) 国家安全生产监督管理总局第 17 号令《生产安全事故应急预案管理办法》
- (11) 国家安全生产监督管理总局第 40 号令《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》
- (12) 安监管协调字[2004]56 号《关于开展重大危险源监督管理工作的指导意见》
- (13) 安监管技装字[2003]115 号《陆上石油和天然气开采业安全评价导则》

1.2.2 技术规范及标准

- 《爆炸危险场所安全规定》（劳动部发[1995]56 号）
- 《企业职工劳动安全卫生教育管理规定》（劳动部颁发）
- 《危险化学品事故应急救援预案编制导则》（安监管危化字[2013]43 号）
- 《危险化学品名录》（2015 版）
- 《危险货物包装标志》GB 2009

《危险货物分类和品名编号》	GB 6944-2005
《常用危险化学品分类和标志》	GB 13690-92
《化学品安全标签编写规定》	GB 15258-2009
《常用危险化学品贮存通则》	GB 15603-1995
《化学品安全技术说明书编写规定》	GB 16483-2000
《重大危险源辨识》	GB 18218-2009
《建筑设计防火规范》	GB 50016-2014
《化工企业静电安全检查规程》	HG/T 23003-92
《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》	GBJ 236-2011
《用电安全导则》	GB/T 13869-2008
《通用用电设备配电设计规范》	GB 50055-2011
《10KV 及以下变电所设计规范》	GB 50053-94
《低压配电设计规范》	GB 50054-2011
《机械设备防护罩安全要求》	GB 8196-2003
《防止静电事故通用导则》	GB 12158-2006
《工业企业卫生设计标准》	GBZ 1-2010
《安全色》	GB 2893-2008
《安全标志》	GB 2894-2008
《机械安全防护装置》	GB/T 8196-2003
《汽车危险货物运输、装卸作业规程》	JT 618-2004
《劳动防护用品选用规则》	GB 11651-89
《职业性接触毒物危害程度分级》	GB 5044-2010
《生产性粉尘作业危害程度分级》	GB 5817-86
《给排水管道工程施工及验收规范》	GB 50268-2008
《中、低压化工设备施工及验收规范》	HGJ 209-83
《圆筒形钢制焊接贮罐施工及验收规范》	HGJ 210-2005
《建筑灭火器配置设计规范》	GB 50140-2010
《生产过程安全卫生要求总则》	GB 12801-2008
《生产设备安全卫生要求总则》	GB 5083-1999

《工厂企业总平面设计规范》	GB 50187-2012
《化工企业安全卫生设计规定》	HG 20571-2014
《石油化工企业防火设计规范》	GB 50160-2008
《化工企业总图运输设计规范》	GB 50489-2009

第二章 项目所在地自然社会环境概况

2.1 大亚湾区地理位置

大亚湾区位于惠州市的南部，面向南海，东与惠东县接壤，北与惠阳区相接，西靠深圳市，距惠州市约 50km，距深圳市区约 70km，距广州市区约 170km，澳头港距香港约 47 海里，属于珠江三角洲经济区范围。大亚湾区自然资源和开发条件十分优越，具有发展临海大工业和海洋观光旅游业的资源和区位条件。辖区内陆域面积 265km²，海域面积 488 km²，近海岛屿众多，拥有天然深水良港和地势相对平坦的工业腹地以及十分丰富的旅游资源，是中国南海沿海一处极佳的海陆结合点。

2.2 大亚湾区自然环境条件

2.2.1 自然环境概况

(1) 气象气候

大亚湾区地处北回归线以南，属亚热带海洋季风气候，气候温和、雨量充沛，历年平均温度为 21.8℃，1 月平均气温 13.2~15.2℃，7 月平均气温 28.0~28.9℃，夏季最高气温为 38.5℃，冬季最低气温为-1.9℃。历年平均降雨量为 1989.4mm，且有雨量多、强度大、雨季长等特点；历年平均相对湿度为 78.8%；多年平均日照时数 1866.9 小时，偶有霜冻。风向具有明显的季节性，夏季以东风或东南风为主，冬季以北风或东北风为主，夏季常有台风侵袭，每年可收到台风信号 3~4 个，但台风中心很少经过本区。该区域年平均风速为 2.1m/s。

(2) 水文

潮位特征：

大亚湾面向南海，没有较大的河川径流汇入，水流运动主要受南海潮波和地形控制，潮汐类型属于不正规半日混合潮，潮汐调和常数特征比值在 1.55~1.95 之间，从夏季观测结果来看调和常数值在 1.71~2.03

之间,除了港口站属于不规则日潮混合潮外,其它站均属于不规则半日潮混合潮。受地形影响,外海潮波传至大亚湾内变形较大,以致潮汐日不等现象非常明显。从潮位过程线看,湾外的潮波变形不大,而湾内的潮波因受海湾两岸及岛屿地形影响,浅水分潮效应较大,造成 1 个太阴日内常出现 4 次高潮和 4 次低潮的现象。实测资料表明,潮差由湾口到湾顶逐渐增加,湾顶潮差比湾口潮差大 20cm 左右;湾口涨潮历时一般比落潮历时长,湾顶则相反。大亚湾最高潮位 2.86m,最低潮位-0.24m,年平均海面 1.17m;平均高潮位 1.67m,平均低潮位 0.64m;最大潮差 2.68m,平均潮差 1.28m。此外潮差还具有回归变化和朔望变化。

潮流特征:

流速及流向:根据 2005 年夏季、冬季潮流观测资料以及多次历史资料,大亚湾内潮流以 M2 分潮为主,其次为 M4 分潮和 K1 分潮,潮流性质以不规则半日混合潮流为主。M2 半日分潮流长半轴(最大流速)约为 19.4cm/s,最小为 2.0cm/s;K1 日分潮流长半轴最大为 12.1cm/s,最小为 2.0cm/s。主要分潮流的最大流速方向(即潮流椭圆长半轴方向)与等深线走向基本一致。由于大亚湾没有大的河流注入,同时受地形与岛屿影响,本海区的流速相对较小。大亚湾总体上的涨潮方向均为自南往北,落潮流主要为自北向南,呈现典型的往复流特征;霞涌附近海域的涨潮流向基本是向东、西两翼辐散,落潮流向与涨潮流场相反,基本上由东、西两翼向湾中部辐合流出湾外,因此具有明显的辐散辐合流性质。

(3) 地形地貌及地质特征

大亚湾属于海湾地貌基础上发育起来的多种地貌类型,如河口滨海小平原地貌、河谷地貌、冲洪积地貌、海岸地貌、侵蚀—剥蚀地貌等。大亚湾区东北和西南部地区以高山为主,东南、西北和中部地区以丘陵和平原为主;西北部是淡水河水系的冲积盆地,地势平缓,其余多为海滨低山、丘陵地带,沿海岸有一条宽 2~3km 的台地;东北部和西南部有两组山系,最高的山峰铁炉嶂海拔为 743m。西南部山系坡度较陡,两组山系之间为狭长的谷口,沟通淡澳盆地和沿海台地。大亚湾区地层较新,大部分地区属第三阶地中海系第三亚系冲积层,西北部属四

纪冲积层。本地区出露地层的岩性主要有泥盆系砂页岩和不纯的灰岩、侏罗系酸性喷出岩伴有凝灰岩、流纹斑岩、火山碎屑岩等。白垩系和第三系在澳头一带出露，为紫红色有砾岩、砂岩和页岩，海岸为沉降山地基岩侵蚀岸。在大亚湾东部和西部有大片花岗岩出露，岩石已强烈风化，形成红色风化壳，第四系地层在海湾的东岸和北岸发育较为成熟，主要是一些近代沉积的淤泥和淤泥质亚粘土及冲洪积层的残积层。

（4）植被

由于地形、气候与人为因素等的综合影响，地带性代表植被常绿季雨林或季雨性常绿阔叶林等原始植被已受到较大程度的破坏，只在局部谷地或村庄残存少量的次生林及丘陵台地分布着少量人工林，其它均以藻丛和草丛为主并间以农田。条件较好的丘陵台地，多已开辟为农田和果园，种植水稻、旱田作物及各种果树。植被类型以马尾松为主，乔木主要有松科、杉科、樟科、木麻黄科等。草被以芒萁为主，蕨类次之，常见芒萁群落和马尾松、岗松、小叶樟、鸭脚木、乌桕、荷木、桃金娘、野牡丹和算盘子等。

2.2.2 自然资源概况

（1）航道港口资源

大亚湾是一个由南向北嵌入陆地 30 余 km 的大型山地溺谷海湾，掩护条件好，风浪小，泥沙淤积轻微，水域宽阔，周围丘陵山地直逼湾岸，形成湾岸曲折大湾套小湾的地形格局，沿岸港湾众多，湾内可建港的岛屿也较多，腹地广阔，其西南侧为著名的深水港大鹏澳，水深大于 10m；西北侧有哑铃湾和澳头港，水深 3~5m，东北角为范和港，水深较浅；东南侧有碧甲湾、巽寮湾。大亚湾岸线曲折、岛屿星罗棋布，共有 95 个岛屿。港湾由南向北伸入 30km，湾口宽约 15km，湾内宽 15~20km，湾口水深 16~18m，湾内水深 5~10m。中央列岛将海湾分成两部分，西部港湾如白寿湾、荃湾半岛、澳头湾、哑铃湾、大鹏湾等岛屿屏障而更为隐蔽，东部港湾较开阔，水深条件较好。大亚湾没有较大的河流注入，泥沙来源少，含沙量小，而且潮流流速缓慢，泥沙交换能力弱，淤积作用弱，航道泥沙回淤能力小，是我国华南地区的天然良港，有广阔的发展前景。其出海航道只要稍加浚深即可成为优良的航道，不易淤积，发展海洋航运有着得天独厚的优势。惠州港所在的大亚湾自然条件优越，三面环山，南临南海，水域开阔，

海域内岛屿星罗棋布，形成天然屏障。惠州港具有“回淤少，水域宽，风浪小，航道短，深水岸线长，港区发展空间大”等突出优点，可建万吨以上深水泊位 76 个，中小泊位 50 个，年吞吐能力预计可超亿吨。

（2）海洋生物资源

大亚湾海洋生物丰富,渔业资源及发展水产养殖所需的浮游生物和底栖生物数量都高于粤东沿海主要港湾。浮游植物主要种类共有 47 属 164 种,优势种多是硅藻类,但季节交替现象明显;浮游动物共有 300 多种,群落组成以热带—亚热带暖水种类占绝对优势,呈现出亚热带海域典型的群落特征;底栖生物约 473 种,其中以多毛类为首,有 149 种,其次软体动物有 125 种,甲壳类动物 100 种,底栖鱼类 57 种,棘皮动物 30 种,其他动物 12 种,种类组成有明显的季节差异。大亚湾是广东沿海主要的马氏珍珠贝天然苗种繁衍区,也是南海北部鲷科鱼类天然种苗的主要产区。为保护大亚湾的水产资源,1983 年广东省人民政府批准建立了“大亚湾水产资源自然保护区”,保护区总面积大约 985 多平方公里。2000 年海洋与水产厅、广东省环境保护局根据管理需要和我国自然保护区功能区划原则,将大亚湾水产资源区划为核心区、缓冲区和实验区三种功能,包括西北部核心区、中部核心区、西南部核心区、南部核心区、海龟保护核心区和南部缓冲区、中部缓冲区、北部实验区、南部实验区。

(3) 滨海旅游资源

大亚湾濒临南海,与深圳接壤,与香港隔海相望。大亚湾区辖海域面积达 488km²,黄金海岸线达 52km,沙滩绵延曲折,沙质柔软细腻,近海拥有近百个千姿百态的岛屿,呈弯月状分布,被誉为“海上小桂林”,发展旅游业条件较好。

(4) 矿产资源

大亚湾区内矿产资源较少,仅在西区新崙有铅锌矿,且开采价值不高。

2.3 大亚湾区经济、社会概况

2.3.1 经济发展概况

1991 年 6 月,广东省人民政府批准设立大亚湾规划区,辖陆地面积 265Km²,海域面积 1300Km²。1993 年 5 月,国务院批准成立惠州大亚湾(国家级)经济技术开发区,面积 9.98 Km²,2006 年 3 月经国务院批准扩大到 23.6 Km²。下设澳头、霞涌、西区三个街道办事处,共分为石化区、西区、港区、中心区、霞涌区五个功能鲜明的片区。2010 年,大亚湾区全区户籍人口 90805 人,全区实现地区生产总值为 3431655 万元,第一产业 18354 万元,第二产业 3003626

万元，其中工业 2896599 万元，第三产业 409675 万元；工业总产值为 12783209 万元，其中石化产业 9538965 万元，电子行业 186418180 万元，汽车行业 436151 万元，工业销售总值 12636956 万元；固定资产投资 1200977 万元；实际利用外资 27400 万美元；社会消费品零售总额 130684 万元；财政一般预算收入 140993 万元；税收收入合计（扣除海关带征收税）1366700 万元，其中国税 1177951 万元，地税 188749 万元；农民人均纯收入 9180 元，在岗职工平均工资 32972 元。大亚湾地区现共有普通中学 3 所，小学 29 所。共有有线电视台 2 座，有线电视用户 1.5 万户，卫星电视地面接收站 4 座，电视人口覆盖率 97%。全区有有线电视转播站 2 个，有线电视覆盖率已达 92%。已经建成占地 10 万平方米，建筑面积 1.2 万平方米的标志性建筑——大亚湾文化体育活动中心，还建有红树林自然保护区、澳头文化体育公园、南蛇岭山顶公园、澳头体育馆和澳头影剧院等，在建的有澳头海滨广场、龟岭休闲公园等。大亚湾地区现有三间医院，即区人民医院、霞涌医院和西区医院，其中区人民医院按二级医院建设（原为一级医院），但还未申报评级。

2.3.2 大亚湾石油化学工业区概况

大亚湾石油化学工业区是《广东省石化工业 2005-2010 年发展规划》重点发展的区划。规划总面积 27.8km²，石化遵循“油化”结合，上中下游一体发展的道路，以中海壳牌 80 万吨乙烯项目和中海油 1200

万吨炼油项目为龙头，重点发展高附加值、高科技含量的石化深加工、新型材料、专用化学品、和精细化工产品的世界级石油化学工业区。遵循“油化”结合、上中下游一体化发展的道路，以炼油和乙烯项目为龙头，充分依托惠州大亚湾优越的地理位置、海运条件以及市场优势、政策优势等，面向国内外市场，重点发展高附加值、高技术含量的石化深加工产品、高新技术材料、专用化学品和精细化工产品生产基地，最终成为经济总量和综合实力均处领先地位的世界级石油化学工业区，成为广东省经济持续发展新的增长点。按照省政府“要尽快形成东西两翼两个重要化工基地”以及市委、市政府“高标准、高起点、高档次规划建设世界级石化基地”的战略部署，惠州大亚湾石油化学工业区（以下简称石化区）经过六年来的开发建设，乙烯项目顺利投产，炼油项目现已全面建成并投料试车，实现全面投产。石化中下游产业链发展态势良好，石化区成为全区乃至全市经济发展的主要推动因素。在石化区，炼油、乙烯及其中、下游产业链已初步形成，已建成的配套公用工程基本适应目前需求，管理、协调、服务体系正逐步完善。中海壳牌、忠信化工异丙苯、苯酚丙酮、双酚 A 系列项目、普利司通合成橡胶、中海油化工助剂项目、中海油惠州 1200 万吨/年炼油项目已投产。石化区在建、在谈的石化中下游化工项目 37 个，已落户的 27 个，部分已建成投产，在谈的 15 个。落户石化区的大部分中下游项目投资商都属国际知名企业，在该行业领域居世界领先地位，如日本三菱丽阳、普利司通、台湾和桐、台湾李长荣、香港建滔、无锡兴达、中海油等。主要涉及的产品包括 MMA、合成橡胶、表面活性剂、SBS、发泡级聚苯乙烯（EPS）、加氢尾油综合利用、丙烯酸及酯等；精细化工及其它类项目有锂电池电解液、高档油漆、地坪涂料；在谈项目有环氧乙烷的下游、ABS、SBL、乙酸酯、苯酐、重芳烃综合利用等。落户石化区的公用工程项目共有 17 个，包括华德石化项目、工业气体项目、石化仓储项目、公共管廊项目、热电联供项目、污水处理厂项目、净水厂项目、液体码头项目、通用码头项目、工程维修项目、孚宝的石化仓储码头项目、深能源的煤码头仓储项目等等，大部分项目已开工建设，并陆续投入运营。

第三章 项目概况

3.1 总图及平面布置

该项目总平面布置图布置主要按生产装置的工艺流程，结合厂区地形及新建设施进行总平面图布置的功能划分。生产装置的部分公用设施及辅助设施就近布置，生产区域及辅助区域分开布置。

该项目总体布置原则上在符合园区总体规划的基础上做到节约用地，合理有效的利用现有场地，满足工艺流程、环保、安全与卫生及道路运输的要求。

具体分析参照初步设计说明书第二章。

3.2 项目涉及的原料及产品

表 3-1 项目主要产品消耗一览表

产品	规格（%）	产量（万吨/年）	备注
二硫化碳	99.9	10	主产品

表 3-2 项目主要原料消耗一览表

项目	名称	规格	单位	年用量	来源	运输方式
原料	炼油废气	/	万吨	13	母厂提供	管道
	甲烷	99.9%wt	万吨	2.34	和健化工燃料气体有限公司	管道

3.3 工艺流程

本工艺包括第一脱硫工段、第一二硫化碳合成工段、第二脱硫工段和第二二硫化碳合成四个主要工段。

本工艺以克劳斯法为主，辅以活性炭吸附法脱硫脱硫，工艺成熟且对硫化氢有很好脱除效果。经由克劳斯反应，部分硫化氢转变为二氧化硫，硫化氢和二氧化硫反应生成硫聚物，进而可以与甲烷反应可以合成二硫化碳。

3.4 主要设备

主要设备请参见《设备选型一览表》

第四章 主要危险、有害因素分析

4.1 危险物质分析

作为一个化工厂，本厂日常的运行涉及到很多特殊的化学物质，操作不当很容易引起不必要的安全事故。因而对这些物质的理化、生理等方面性质必须有一个全面的认识，以确保生产安全有序的进行，并能够对泄露等突发状况进行最合理的补救。根据《危险化学品名录》（2015 版）《国家污染物环境健康风险名录》（2009 版），本厂主要危险有害物质为原料以及反应过程的产物、处理物等，有二硫化碳、硫化氢、甲烷、高温流体。

4.2 主要工业生产过程危险、有害因素分析

按照事故致害原因分类，根据《企业职工伤亡事故分类》，以及企业目前主要生产设备、作业环境等条件，确定该工业生产具有以下主要危险有害因素：火灾、爆炸、中毒和窒息、电气危险、机械伤害、高处坠落、高温灼烫、车辆伤害、噪声伤害、淹溺。

4.2.1 火灾、爆炸危险因素分析

过程中出现的物质多为甲 B 类物质，即易燃易爆。如泄露在空气中相应气浓度超标，并处在爆炸浓度极限范围内，此时如遇明火或火花，就会发生火灾爆炸事故。这些物料本身的易燃易爆的危险特性，决定了装置具有较大的火灾爆炸危险。装置内生产、使用、输送和处理这些危险物质的各种设施（包括储罐、设备和管道）、生产厂房都是火灾爆炸重点控制危险源。

4.2.2 中毒窒息危险因素分析

过程中出现的物质如硫化氢、二硫化碳、甲烷

等气体,如泄露在空气中相应气浓度超标,会导致工作人员的中毒或者窒息。设备检修作业时,工人在未隔绝、置换、清洗、未进行气体分析,又无防护面具的情况下,冒然进入设备内作业时,也易发生中毒窒息。

在本生产过程中,主要涉及的原料、中间产品和成品等基本都具有急性中毒和窒息的危险性。其中毒的途径主要是短时间内吸入大量高浓度泄漏的物料,或是误食。

- (1) 在设备或管道密封不严、长期使用、设备缺陷或误操作造成物料泄漏,导致中毒窒息的发生。
- (2) 在检修维护的过程中,操作人员个体防护不到位,不按规范操作会引起中毒窒息。
- (3) 在检修停车后,未进行氮气吹扫、空气吹扫;或对可燃物含量和氧气含量监测系统发生故障,导致检修人员进入时急性中毒或窒息。
- (4) 生产过程中有物料泄漏,为及时发现,现场厂区内部监测报警仪失效,造成现场泄漏浓度过高引起中毒窒息。

4.2.3 物理爆炸（容器爆炸）危险性分析

该生产过程涉及压力容器和管道,需要注意容器超压的危险。

下面详细叙述物理爆炸的危险性分析结果:

- (1) 反应器、精馏塔等压力容器、设备若没有设置相应的安全装置(安全阀、安全泄压装置等),或安全装置失效,很有可能引起管道和设备无法及时泄压的超压现象,然后引起容器的物理爆炸;
- (2) 主要生产装置和管道因为年久腐蚀、疲劳等原因,耐压强度降低,在正常工作压力下导致物理爆炸事故;
- (3) 生产过程中需要严格控制各设备的压力,例如在生产过程中回流系统出现异常,且泄压安全装置失效,可能引起某设备的压力过高,导致物理性爆炸;
- (4) 在装置内需要耐高温、耐低温的各种设备可能因为在选材的过程中,选材错误,其耐高温或是耐低温的性能较差,引起其设备的耐压能力降低,引起压力爆炸事故;

(5) 生产过程中各装置仪表损坏或是管道堵塞都可能引起容器的物理性爆炸。

4.2.4 中毒及窒息危险性分析

在本生产过程中，主要涉及的原料、中间产品和成品等基本都具有急性中毒和窒息的危险性。

其中毒的途径主要是短时间内吸入大量高浓度泄漏的物料，或是误食。

(1) 在设备或管道密封不严、长期使用、设备缺陷或误操作造成物料泄漏，导致中毒窒息的发生。

(2) 在检修维护的过程中，操作人员个体防护不到位，不按规范操作会引起中毒窒息。

(3) 在检修停车后，未进行氮气吹扫、空气吹扫；或对可燃物含量和氧气含量监测系统发生故障，导致检修人员进入时急性中毒或窒息。

(4) 生产过程中有物料泄漏，为及时发现，现场厂区内部监测报警仪失效，造成现场泄漏浓度过高引起中毒窒息。

4.2.5 灼烫危险性分析

整个工艺流程中燃烧炉的操作温度 1278℃ 在左右，二硫化碳合成反应在 900℃ 左右。如果由于设备或管道超压、腐蚀等造成内部高温物质的意外释放，作用于人体也会造成烫伤事故。此外人体若接触处理和输送这些高温物质的设备和管道也会产生局部烫伤，因此对作业人员可能接触到的高温部位均应采用隔热保护或隔离措施，避免人员接触烫伤。

热力系统（特别是蒸汽锅炉、管式加热炉蒸汽管道）一旦发生事故，蒸汽泄漏，其危害性特别大。

4.2.6 噪声危害因素分析

压缩机、鼓风机、泵机械等运行过程产生噪音，本项目存在的主要产生噪声源为压缩机噪声、泵噪声、安全阀放空噪声，尤其压缩机、泵的噪声较大。泵类设备、风机等均能产生机械动力学噪声。噪声对人体的危害是多方面。噪声会造成暂时性或永久性听觉损伤，特别是长期接触高强度，会导致不可逆病变，或者永久性听觉损伤，形成噪声性耳聋，而这种耳聋一旦发生就很难治愈。因此噪声对听觉系统影响很大，进而会影响作业人员的日常工作和生活。噪声强度越大，接触时间越长，其危害也就越严重。

4.2.7 开停车、检维修危险性分析

据统计，化工生产设备检修过程中，由于种种原因经常发生各类检修人身伤害事故。从某公司历史上人身伤害事故的统计资料分析，检修过程中发生的事故占 75% 以上，如 1990~2000 年共发生人身工伤事故 74 人次，有 56 人次是检修过程中发生的，占事故总人次的 76.67%。所以在生产过程中，开停车、检维修过程是一个很重要的部分，而且也是相对操作人员来说伤害最大的，应特别提出分析。

- 1) 停车检修时未进行氮气、空气吹扫，导致装置内易燃物未排至安全浓度，人员在检修过程中，可能会动用电气焊或产生撞击摩擦火花造成火灾爆炸；
- 2) 开车生产前，未用氮气惰性气体进行吹扫，将管道、设备内的空气排尽，或未设有监测设备监测氧气含量或监测设备出现故障，则在正式开车生产的过程中空气极易与物料形成爆炸混合物，发生火灾爆炸事故；
- 3) 在停车后检维修前，未进行氮气吹扫、空气吹扫；或对可燃物含量和氧气含量监测系统发生故障，或检维修过程中检维修人员未带防护用具，或不安规范操作，导致检修人员进入时急性中毒或窒息；
- 4) 检维修过程中，有高处操作作业，若未做足安全保护措施，或检维修作业人员麻痹大意、不按规范操作则有可能造成高处坠落的危险；
- 5) 在人员检修的过程中，未有其他人员在旁监护，或未挂警示牌提示，贸然开车，导致形成爆炸混合物，使人员伤亡和火灾爆炸事故；
- 6) 检维修完毕之后，开车前未检查盲板数量、操作人员数目等，冒然开车，导致人员伤亡、火灾爆炸事故的发生；

-
- 7) 在管理制度上缺少动火令制度等危险作业制度，或缺少盲板管理制度等物资管理制度则有可能引起事故的发生，具有潜在的危险性。

4.2.8 厂内车辆运输危险因素分析

本项目厂内运输车辆有液体储运车、固体装卸车，同时还有外来原料液体运输的车辆、固废外运车辆以及运送设备材料和公用设施的车辆，厂区道路容易发生交通事故。厂内机动车辆的危险因素主要有：道路的布置不合理；道路没有设置警示灯、警示牌等；驾驶人员不按操作规程操作；厂内机动车辆没有由技术监督部门进行定期强制性检验、没有进行登记注册、无证人员驾驶；机动车辆有缺陷；厂内道路没有足够的安全视距等。

4.2.9 高处作业危险因素分析

工艺过程中众多设备为塔设备，且多为几十米的塔，需要安装有检修和维护的平台。储罐、平台等顶部的工作面高度均在 2m 以上，在操作平台上作业、维修，都属于高处作业，由于斜梯、栏杆等不符合安全使用要求有造成高处坠落的可能，户外作业，尤其在霜期和雨雪天气里，发生高处坠落的可能性会明显增大。

厂房内、外设置钢制斜梯、直梯、走台、护栏等，还有塔类设备平台、储罐钢梯平台等，需要操作人员在此处行走或作业。根据《固定式工艺防护浪安全技术条件》（GB405.3-93）、《固定式钢斜梯安全技术条件》（GB4053.2-93）、《固定式式钢直梯安全技术条件》（GB4053.1-93）、《固定式工业钢平台》（GB4053.4-93），导致高处坠落的主要原因为：钢制斜梯、直梯、平台、护栏、护笼不符合安全要求，强度不够，作业人员有高处作业禁忌症（如：高血压、心脏病、眩晕和突发性昏眩疾病），违章作业未佩戴安全防护用具（如安全带）。此外，还有器具坠落伤人等。

4.2.10 电气伤害危险因素分析

电气伤害主要包括设备或线路本身故障产生的伤害，如设备老化耐压等级降低等，还有违章作业产生的伤害。

（1）电击危险：人体接触及设备或线路正常进行时的带电体会发生电击；人体触及正常状态下不带电，而当设备或线路故障（如漏电）时意味带电的金属导体（如设备外壳）会发生电击；项目中的配电柜、配电线路、各种机泵设备、各种手持电动工具、照明线路及照明器具均存在直接接触电击和间接接触电击的危险。

(2) 违章作业触电事故：防护设施缺陷或不严格遵守安全操作规程，例如：带负荷拉闸，带地线合闸，有电挂接地线等，均有触电危险。可导电部分未与接地线可靠连接或电气绝缘失效；未安漏电保护器；人为误操作等也都存在触电伤害危险。

(3) 雷电危险：由于外界因素的破坏引起或装置本身的防雷设施不全，则有可能在雷雨天气遭受雷击，引发火灾、爆炸、设备损坏、人员伤害等事故。

存在电气危险的主要部位：变配电室、配电线路、各种机电设备、各种手持电动工具、照明线路及器具存在直接触电和间接触电的可能，而且也均有成为点火源的可能，从而引发火灾或爆炸事故。

4.3 人员管理危险

(1) 安全管理人员不具备相关资格证书；主要负责人未落实相关责任；作业人员未进行相关培训教育（如“四新教育”）；危险化学品从业人员和特种作业人员不具备相关资质，从而发生人员的瞎指挥和误操作，导致事故的发生。

(2) 人员违反安全规章制度，发生抽烟等不安全行为。

(3) 人员进入装置区之前必须在更衣室更换掉化纤衣物，并进行接地消静电。

(4) 职业安全健康组织机构不健全。

(5) 职业安全健康责任制未落实。

(6) 职业安全健康管理规章制度不完善。

(7) 职业安全健康管理不完善。

4.4 本项目工艺中的危险分析

本项目的工艺过程中涉及到的主要工艺有加热、冷凝、冷却、气体分离、回流等，主要设备有有机泵、换热器、填料塔等；甲烷、硫化氢、二硫化碳等都属于可燃物，易燃易爆，又具有毒性和致癌性。如果系统的工作参数温度、压力、流量、液位等偏离较大，可能会带来严重的后果。

4.4.1 温度失控

1、可能引发温度失控的危险因素：

冷却、冷凝用的冷却水不能中断，否则，热量不能及时导出，致使系统温度过高；随着加热的进行，温度升高过快，并且没有严格控制温度上升的上限和升温的速度。

机泵在运行过程会发热发烫，因机泵本身的质量问题影响散热，或区域内通风不良，造成机泵内温度远远高于正常值；离心泵滑动轴承使用的是透明油作润滑剂，在水泵运行过程中轴承的温度最高可达 85 度，一般运行也在 60 摄氏度左右，润滑剂太少，轴承会因过热而烧坏；因气候原因，输送物料的管道内温度过低；热交换不充分，换热器骤冷骤热。

2、温度失控的后果：

（1）温度过高的后果：

- a. 造成物料焦化；
- b. 使气体迅速膨胀，造成设备或管道内压力过高而发生物理爆炸事故；
- c. 未冷凝的危险气体外逸排空，可能导致燃烧或爆炸事故；
- d. 如果没有严格控制温度上升的上限和升温的速度，物料在机泵内容易发生冲料现象，聚集在车间内与空气形成爆炸性混合物；
- e. 设备局部温度过高，容易烧坏设备，从而引发爆炸或紧急停车等事故；
- f. 热交换不充分会造成能量过量积聚，导致换热器或管道等破裂、泄漏。

（2）温度过低的后果：

- a. 石油气进入精馏塔内的温度过低，可导致产品质量达不到要求；
- b. 管道内温度太低，液化石油气中带有的水分冷凝并结冰堵塞管道。

4.4.2 流量失控

1、可能引起流量失控的危险因素：

工作人员调节流量阀时操作失误，将流量调节得过大或过小；

管道或设备内产生了泄漏，使得管道或设备内流量减小；

在往复泵工作过程中用出口阀调节流量。

2、流量失控的后果：

（1）流量过大可能引发的后果：

-
- a. 管道内、或泵内的易燃物质，在流速过大而且没有做防静电措施时，可能产生静电积聚，引起静电火花造成物质点燃，导致火灾；
 - b. 物料进入泵、罐、塔内的物料流速过快，流量很大，造成设备内物料积聚太多，压力超过极限值而引发物理爆炸事故；
 - c. 液环泵的气缸强度比较小，较易因物料流量过大，压力过高而爆炸；
 - d. 若进入精馏塔的物料速度过快，在塔顶的冷却系统无法将物料冷却；
 - e. 若回流泵的流量过快，造成回流罐内储量过大，压力超过极限值而爆炸；

(2) 流量过小可能引发的后果：

- a. 流量过小时，达不到规定的分离要求。

4.4.3 压力失控

1、可能引起压力失控的危险因素：

若冷凝和冷却所用的冷却水中断，反应热不能及时导出，致使系统内气体因温度升高而膨胀，使压力过高；

加热器和再沸器加热过程中物料温度升高，液化气迅速汽化或者气体膨胀过快，压力剧增；

液环泵的气缸可能因物料流量过大，从而导致气缸内压力过高；

在往复泵工作过程中严禁用出口阀调节流量，否则可能造成缸内压力急剧变化；

在停车时，也要先停止进料，再停止冷却，否则也会造成温度和压力剧增的情况出现；

机泵、换热器等设备因为年久腐蚀、疲劳等原因，耐压强度降低，在正常工作压力下导致物理爆炸事故。

2、压力失控的后果：

(1) 压力过高可能引发的后果：

a. 若设备或管道内压力过高，超过设备的强度极限，在压力控制系统无力挽回的情况下，会发生压力容器爆炸。

(2) 该工艺系统不会有设备内压力过低的情况出现。

4.4.4 液位失控

1、可能引起液位失控的危险因素：

原料含有一定的水分，原料中的水在低温中可能会生成烃类水化物，水化物是水和烃类的固溶体，如果温度压力适中，而且有充分的水量，固态水化物会不断地生成，直到将阀门堵塞，从而引起假液位；

液位计的连接管和针型阀不畅通造成假液位；

若液位检测系统失效，造成装置内物料输入过量；

液位控制系统硬件设备选型不当、质量存在问题或控制软件不适合工艺要求。

2、液位失控的后果：

液位失控可能引发的后果：

假液位会使得罐、塔内超装，造成物料冒液；如果满液后，温度继续升高，可产生爆炸事故。

4.5 重大危险源辨识

重大危险源是指长期或临时生产、加工、搬运、使用或贮存危险物质，且危险物质的数量等于或超过临界量的单元。重大危险源的辨识依据是物质的危险特性及其数量。确定重大危险源辨识的依据为国家标准《重大危险源辨识》（GB18218-2009）及《关于开展重大危险源监督管理工作的指导意见》（安监管协调字[2004]56号）相关文件中规定的重大危险源辨识的依据和管理办法。《重大危险源辨识》中规定重大危险源分为生产场所重大危险源和贮存场所重大危险源两种，根据物质不同的特性，将危险物质分为爆炸性物质、易燃物质、活性化学物质和有毒物质四大类，并给出了物质的名称及其临界量。《关于开展重大危险源监督管理工作的指导意见》对《重大危险源辨识》进行了补充说明，增大了新的内容。

根据《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》分级

表 4.1 危险化学品重大危险源分级表

危险化学品重大危险源级别	R 值
--------------	-----

一级	$R \geq 100$
----	--------------

二级	$50 \leq R < 100$
三级	$10 \leq R < 50$
四级	$R < 10$

R的计算方法

$$R = \alpha \left(\beta_1 \frac{q_1}{Q_1} + \beta_2 \frac{q_2}{Q_2} + \cdots + \beta_n \frac{q_n}{Q_n} \right)$$

式中：

q1, q2, …, qn 一每种危险化学品实际存在量（单位：吨）；

Q1, Q2, …, Qn 一与各危险化学品相对应的临界量（单位：吨）；

β 1, β 2…, β n— 与各危险化学品相对应的校正系数

α 一该危险化学品重大危险源厂区外暴露人员的校正系数

表 4.2 校正系数 β 取值表

危险化学品类别	毒性气体	爆炸品	易燃气体	其他类危险化学品
β	2~20	2	1.5	1

表 4.3 校正系数 α 取值表

厂区可能暴露人员数量	α
100 人以上	2.0
50 人~99 人	1.5
30 人~49 人	1.2
1~29 人	1.0
0 人	0.5

故由表可得：

表 4.4 标准中的规定的危险物质临界量及危险单元

序号	危险物质	实际存在量 q（t）	临界量（t）	β	α
1	二硫化碳	1081	100	4	1
2	硫化氢	822.24	5	5	1

3	氨	4.03	10	2	1
4	二氧化硫	110.5	20	2	1
5	羰基硫	13.15	2	2	1
6	氧气	173	200	1	1
7	甲烷	156	50	1.5	1

表 4.5 本工程重大危险源物质、单元辨识表

序号	危险物质	R	重大危险源级别
1	二硫化碳	43.24	二级
2	硫化氢	822.4	一级
3	氨	0.806	四级
4	羰基硫	13.15	三级
5	氧气	0.865	四级
6	甲烷	4.68	四级
7	二氧化硫	11.5	四级

表 4.6 本工程重大危险源

序号	车间	工段	是否构成重大危险源
1	反应车间	第一脱硫工段、第二脱硫工段	构成重大危险源
2	原料、产品罐区	储罐和缓冲罐	构成重大危险源

根据《安全生产法》规定，生产经营单位对重大危险源应当登记建档，进行定期检测、评估、监控，并制定应急预案，告知从业人员和相关人员在紧急情况下应当采取的应急措施。生产经营单位应当按照国家有关规定将本单位重大危险源及有关安全措施、应急措施报有关地方人民政府负责安全生产监督管理工作的指导意见》，生产经营单位应当对本单位重大危险源进行登记建档，并填写危险源申报表，报当地安全监管部门。公司应把重大危险源申报自治区市生产监督管理局，进行定期评估、监控，制定应急救援预案，加强安全防范措施。

第五章 评价方法简介和评价方法确定

5.1 评价方法简介

5.1.1 安全检查表法（SCL）

定义：安全检查表是进行安全检查、发现潜在危险、督促各项安全法规、制度、标准实施的一个较为有效的工具，运用安全系统工程的方法，发现系统以及设备、机器装置和操作管理、工艺、组织措施中的各种不安全因素，列成表格进行分析，检查表中的回答一般都是“符合/不符合”。

类型：设计审查用安全检查表；厂级安全检查表；车间检查安全表；机台及岗位用安全检查表；危险点巡回检查表；专业性安全检查表。

优点：安全检查表能够事先编制，可以做到系统化、科学化，不漏掉任何可能导致事故的因素，为事故树的绘制和分析做好准；可以根据现有的规章制度、法律、法规和标准规范等检查执行情况，容易得出正确的评估；通过事故树分析和编制安全检查表，将实践经验上升到理论，从感性认识到理性认识，并用理论去指导实践，充分认识各种影响事故发生的因素的危险程度（或重要程度）；安全检查表，按照原因实践的重要顺序排列，有问有答，通俗易懂，能使人们清楚地知道哪些原因事件最重要，哪些次要，促进职工采取正确的方法进行操作，起到安全教育的作用；安全检查表可以与安全生产责任制相结合，按不同的检查对象使用不同的安全检查表，易于分清责任，还可以提出改进措施，并进行检验；安全检查表是定性分析的结果，是建立在原有的安全检查基础和安全系统工程之上的，简单易学，容易掌握，符合我国现阶段的实际情况，为安全预测和决策提供坚实的基础。

缺点：只能做定性的评价，不能定量；只能对已经存在的对象评价；编制安全检查表的难度和工作量大；要有事先编制的各类检查表，有赋分、评级标准

使用范围：通常是为了检查某一系统、设备以及各种操作管理和组织措施中的不安全因素，并且不能定量。

5.1.2 预先危险性分析法（PHA）

定义：预先危险性分析也称初始危险分析，是安全评价的一种方法。是在每项生产活动之前，特别是在设计的开始阶段，对系统存在危险类别、出现条件、事故后果等进行概略地分析，尽可能评价出潜在的危险性。

主要目的：大体识别与系统有关的主要危险；鉴别产生危险的原因；预测事故出现对人体及系统产生的影响；判定已识别的危险性等级，并提出消除或控制危险性的措施。

在进行 PHA 分析时，应注意的几个要点：

（1）应考虑生产工艺的特点，列出其危险性和状态：原料、中间产品、衍生产品和成品的危害特性；作业环境；设备、设施和装置；操作过程；各系统之间的联系；各单元之间的联系；消防和其他安全设施。

（2）PHA 分析过程中应考虑的因素：危险设备和物料，如燃料、高反应活性物质、有毒物质、爆炸高压系统、其他储运系统；设备与物料之间与安全有关的隔离装置，如物料的相互作用、火灾、爆炸的产生和发展、控制、停车系统；影响设备与物料的环境因素，如地震、洪水、振动、静电、湿度等；操作、测试、维修以及紧急处置规定；辅助设施，如储槽、测试设备等；与安全有关的设施设备，如调节系统、备用设备等。

等级划分：为了评判危险、有害因素的危害等级以及它们对系统破坏性的影响大小，预先危险性分析法给出了各类危险性的划分标准，该法将危险性的划分 4 个等级，具体见表 5-1。

表 5-1 危险危害影响程度等级划分表

危险等级	影响程度	定 义
I	安全的	不会造成人员伤亡及系统损坏
II	临界的	处于事故的边缘状态，暂时还不至于造成人员伤
III	危险的	会造成人员伤亡和系统损坏，要立即采取防范措施
IV	灾难性的	造成人员重大伤亡及系统严重破坏的灾难性事故，必须予以果断排除并进行重点防范。

使用范围：

(1) 预先危险性分析是进一步进行危险分析的先导，是一种宏观概略定性分析方法。在项目发展初期使用 PHA 有以下优点：方法简单易行、经济、有效。能为项目开发组分析和设计提供指南；能识别可能的危险，用很少的费用、时间就可以实现改进；

(2) 适用范围：预先危险性分析适用于固有系统中采取新的方法，接触新的物料、设备和设施的危险性评价。该法一般在项目的发展初期使用。当只希望进行粗略的危险和潜在事故情况分析时，也可以用 PHA 对已建成的装置进行分析。

5.1.3 事故树分析法 (FTA)

定义：事故树分析技术是美国贝尔电报公司的电话实验室于 1962 年开发的，它采用逻辑的方法，形象地进行危险的分析工作，特点是直观、明了，思路清晰，逻辑性强，可以做定性分析，也可以做定量分析。体现了以系统工程方法研究安全问题的系统性、准确性和预测性，它是安全系统工程的主要分析方法之一。

事故树分析方法是从结果到原因，找出与本事故有关的各种因素之间因果关系和逻辑关系的分析方法，这种方法是把系统可能发生的事故作为顶上事件，按系统构成要素的关系，分析与事故有关因素，直到基本原因时间为止。途中因果关系用不同的逻辑门连接，然后用布尔逻辑运算法则，进行简化和分析。通过定量分析，则可以计算顶上事件发生的概率。事故树的分析结论可以为实现系统安全目标提供依据。

定性分析：找出导致顶事件发生的所有可能的故障模式，即求出故障的所有最小割集(MCS)。

定量分析：主要有两方面内容，一是由输入系统各单元(底事件)的失效概率求出系统的失效概率；二是求出各单元(底事件)的结构重要度，概率重要度和关键重要度，最后可根据关键重要度的大小排序出最佳故障诊断和修理顺序，同时也可作为首先改善相对不大可靠的单元的数据。

5.1.4 危险度评价法

借鉴日本劳动省“六阶段法”的定量评价表，结合我国《石油化工企业设计防火规范》(GB50160--92)等有关标准、规程、编制了危险度评价取值表，详见 Table 5-2。

规定单元危险度由物质、容器、温度、压力和操作5个项目共同确定。其危险度分别按A=10分；B=5分；C=2分；D=0分赋值计分，由累计分值确定单元危险度。危险度分级见表5-2。

表 5-2 危险程度分级标准

单元赋值累计	等级	危险程度
16 分以上	I	高度危险
11-15 分	II	中度危险
10 分以下	III	低度危险

16 分以下是具有高度危险（I 级）的单元、11-15 分为具有中度危险（II 级）的单元，10 分以下为低危险度（III 级）单元。以其中单元最大危险度作为本装置的危险度。

危险度评价取值方法见表 5-3。

表 5-3 危险度评价取值表

分值 项目	10 分 (A)	5 分 (B)	2 分 (C)	0 分 (D)
物质（指原材料、中间体或产品中危险程度最大的物质）	甲类可燃气体 甲 A 类可燃液体及液化烃 甲类固体 极度危害物质	乙类可燃气体 甲 B、乙 A 类可燃液体 乙类固体 高度危害介质	乙 B、丙 A、B 类可燃液体 丙类固体 中、轻度危害介质	不属于 A-C 的物质
评价单元中气体和液体的容量	1. 气体 1000m ³ 以上 2. 液体 100 m ³ 以上	1. 气体 500—1000m ³ 以上 2. 液体 50—100 m ³ 以上	1. 气体 100—500m ³ 以上 2. 液体 10—50m ³ 以上	1. 气体 < 100m ³ 以上 2. 液体 < 10m ³ 以上
温度	在 1000℃ 以上	在 1000℃ 以上使	1. 250-1000℃ 使用，	使用温度低

	使用，其操作温度在燃点以上	用，但操作温度未达燃点	但操作温度低于燃点。	于 250℃
--	---------------	-------------	------------	--------

		在 250-1000℃内 使用，其操作温度 在燃点上	2. 在低于 250℃使用， 但操作温度在燃点 以上。	，操作温度在 其燃点以下。
压力	100 Mpa 以上，	20-100 Mpa	1-20 Mpa	1 Mpa 以下
操作	1. 临界放热和 特别剧烈的放 热反应操作 2. 在爆炸极限 范围内或其附 近的操作	中等放热反应 系统进入空气中 的不纯物质，可能 发生危险的操作 使用粉状或雾状 物质，有可能发生 粉尘爆炸的操作	轻微放热反应（如加 氢、水合、异构化、 磺化、中和等反应） 操作 精制操作中伴有的 化学反应 单批式，但开始使用 机械等手段进行程 序操作 有一定危险操作	无危险的操 作

5.1.5 道化学火灾、爆炸指数法（DOW）

运用美国道化学公司（Dow's Chemical co.）火灾、爆炸危险性指数评价法（第七版），对装置进行火灾、爆炸危险程度的定量分析，以确定装置单元的固有危险性，并明确装置的潜在危险程度。根据定量评价结果，针对装置不同单元的不同危险性特点，分别制定出相应的安全对策措施，即增加安全设施，降低单元或装置的潜在危险性，提高装置生产的安全可靠性。

作业条件危险性评价法

对于一个具有潜在危险性的作业条件，K·J·格雷厄姆和G·F·金尼认为，影响危险性的主要因素有3个：

- ① 发生事故或危险事件的可能性；
- ② 暴露于这种危险环境的情况；
- ③ 事故一旦发生可能产生的后果。

用公式来表示，则为： $D=L \times E \times C$ 式中，D 为作业条件的危险性；L 为事故或危险事件发生的可能性；E 为暴露于危险环境的频率；C 为发生事故或危险事件的可能结果。

使用范围：作业条件危险性评价法评价人们在某种具有潜在危险的作业环境中进行作业的危险程度，该法简单易行，危险程度的级别划分比较清楚、醒目。但是，由于它主要是根据经验来确定 3 个因素的分数值及划定危险程度等级，因此具有一定的局限性。而且它是一种作业的局部评价，故不能普遍适用。此外，在具体应用时，还可根据自己的经验、具体情况对该评价方法作适当修正

5.1.6 危险性分析与可操作性研究（HAZOP）

危险性分析与可操作性研究 HAZOP 是以最低成本对工艺危险性和可操作性进行有效分析的方法。采用 HAZOP 研究方法来识别化工生产装置潜在的危险性和操作中可能存在的问题并进一步研究加以解决。HAZOP 研究的作用为：

- 1、尽可能将危险消灭在建设项目实施早期；
- 2、为操作指导提供有用的参考。

HAZOP 最早是 1974 年由英国帝国化学公司 ICI 研究开发出来的，从工艺参数如温度、压力、流量、液位等出发，发现可能的偏差，再进一步确定防止由偏差转变为事故的措施。在化工、石油、石化生产过程中，工艺参数的控制十分重要，因此 HAZOP 特别适用于这些装置的设计审查和安全分析。

连续工艺操作过程的 HAZOP 研究节点为工艺单元，而间歇工艺操作过程的 HAZOP 研究节点为操作步骤。工艺单元是指具有确定边界的设备单元和两个设备之间管线；操作步骤是指间歇过程的不连续动作。对于连续的工艺操作过程，节点划分的原则为：从原料进入的工艺管道和仪表流程图 PID 开始，按 PID 流程进行直至设计思路的改变或继续直至工艺条件的改变或继续直至下一个设备。一个节点的结束就是新的一个节点开始。

HAZOP 分析是由一个多元化的团队，采用结构化的方式，通过审查流程，发现潜在的危害和操作问题。HAZOP 分析要成立一个涵盖相关专业人员的小组，包括项目经理、工艺负责人、HSE 负责人、专业工程师和生产操作专家，借助他们的丰富经验，通过小组会议自由讨论方式，指出所有潜在问题，寻求解决机会以

减少损失。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。

如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/487011013165006144>