

焦炉煤气深度脱硫回收硫磺 联产 20 万吨/年甲醇项目

安全预评价报告

团队名称：

指导老师：

团队成员：

完成时间：

目录

第1章 总论5

1.1 评价范围 5

1.2 评价目的 5

1.3 评价依据 6

1.3.1 法律、法规..... 6

1.3.2 国家标准和有关规范..... 6

1.4 评价程序 7

第2章 建设项目概况 8

2.1 项目基本情况 8

2.1.1 项目地理位置..... 8

2.1.2 平面布置..... 9

2.1.3 组织机构和定员..... 10

2.2 项目所在地自然环境概况 12

2.2.1 地形地貌..... 12

2.2.2 气候条件..... 12

2.2.3 水文条件..... 13

2.3 项目所在地社会环境概况 13

2.3.1 行政区划与人口..... 13

2.3.2 经济概况..... 13

2.3.3 交通状况..... 14

2.4 工艺流程及设备 15

2.4.1 工艺流程..... 15

2.4.2 原料消耗..... 15

2.4.3 设备选型..... 16

2.5 配套设施 16

2.5.1 主要建筑物..... 16

2.5.2 道路运输.....	17
2.5.3 厂区绿化.....	17
2.5.4 供电和通讯.....	18
2.5.5 给排水系统.....	18
2.5.6 供热采暖和通风.....	18
2.5.7 储运设施.....	18
2.5.8 检修.....	19
2.5.9 分析室.....	19
2.5.10 消防.....	19
2.6 项目建设资金	19
第3章 主要危险物质及有害因素分析	19
3.1 生产物质的危险及有害因素的分析（MSDS）	20
3.1.1 主要危险物质.....	20
3.1.2 主要危险物质的分布.....	21
3.2 危险因素分析	21
3.2.2 安全管理主要危险因素.....	23
3.2.3 静电危险因素.....	23
3.2.4 自然条件主要危险因素.....	23
3.2.5 总图布置及建构筑物危险因素.....	24
3.2.6 其他危险因素.....	24
3.3 有害因素分析	24
3.3.1 噪声和振动.....	24
3.3.2 温度和湿度.....	25
3.4 重大危险源辨识	26
3.4.1 危险化学品重大危险源物质分析	26
3.4.2 危险化学品重大危险源分析	31
3.5 贮存区事故模拟	32
3.6 储罐泄漏模拟	37
3.6.1 甲醇.....	37

3.6.2 氢气.....	38
3.7 同类装置事故案例分析	39
3.7.1 内蒙古大唐多伦煤化工甲醇罐体爆燃.....	39
3.7.2 事故案例教训.....	39
第4章 评价单元划分与评价方法选择	39
4.1 安全与评价方法简介	39
4.1.1 安全检查表（SCL）	40
4.1.2 事故树分析（FTA）	40
4.1.3 预先危险性分析（PHA）	41
4.1.4 危险度评价方法.....	41
4.1.5 危险性分析与可操作性研究（HAZOP）	42
4.1.6 道化学公司（DOW）火灾、爆炸危险指数评价法.....	43
4.2 评价单元的划分	44
4.2.1 评价单元划分原则.....	44
4.2.2 评价单元划分.....	45
4.3 评价方法的选择	45
第5章 定性定量分析	46
5.1 选址及总平面布置单元评价	46
5.1.1 周边环境条件.....	46
5.1.2 项目选址及总平面布置检查表.....	47
5.1.3 项目选址及总平面布置单元小结.....	53
5.2 预危险性分析（PHA）评价	54
5.2.1 预先危险性分析（PHA）	54
5.2.2 预危险性分析（PHA）单元小结.....	59
5.3 危险与可操作性分析（HAZOP）	59
5.4 仓储与运输单元分析评价	70
5.4.1 储罐区爆炸事故树分析.....	70
5.4.2 运输过程预先危险性分析.....	73
5.4.3 仓储和运输单元小结.....	74

5.5 电气单元分析评价	75
5.5.1 电气预危险性分析.....	75
5.5.2 电气单元评价小结.....	78
5.6 消防单元评价	78
5.6.1 安全检查表法评价.....	78
5.6.2 消防单元评价结果.....	80
5.7 职业卫生单元评价	80
5.7.1 废气.....	80
5.7.2 污水.....	81
5.7.3 噪声.....	82
5.7.4 职业卫生单元小结.....	82
第6章 结论与建议	83
6.1 项目主要危险有害因素	83
6.2 重点防范的重大危险有害因素	83
6.3 安全对策措施	83
6.4 结论	83

第1章 总论

《安全评价通则》（AQ8001-2007）对安全预评价的定义为：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。

1.1 评价范围

本次安全预评价的评价范围为：金马能源焦炉煤气深度脱硫回收硫磺联产20万吨/年甲醇项目生产过程中所涉及到的危险有害物质、周边环境、平面布置、工艺装置、安全设施、公用及辅助工程的安全预评价。

1.2 评价目的

- （1）贯彻“安全第一、预防为主、综合治理”的安全生产方针；
- （2）分析工程存在的主要危险、有害因素及其产生危险、危害后果的主要条件；
- （3）对固有危险、有害因素进行定性或定量评价，对其控制手段进行分析，同时预测其安全等级或程度；
- （4）提出消除、预防或减弱工程危险性、提高工程安全运行等级的对策措施，为工程的安全设计、生产运行以及日常管理提供依据；
- （5）为建设项目安全条件审查提供依据，为安全生产综合管理部门实施监督、管理提供依据。

1.3 评价依据

1.3.1 法律、法规

- （1）《中华人民共和国劳动法》中华人民共和国主席令第28号
- （2）《中华人民共和国安全生产法》中华人民共和国主席令第13号

(3)《危险化学品安全管理条例》国务院令第 344 号

- (4)《危险化学品生产企业安全评价导则(试行)》安监管危化 2004 127 号
- (5)《使用有毒物品作业场所劳动保护条例》
- (6)《安全生产许可证条例》国务院令 第 397 号
- (7)《危险化学品生产企业安全许可证实行办法》国家安全生产监督管理局令 第 10 号

1.3.2 国家标准和有关规范

- (1)《重大危险源辨识》 GB18218-2014
- (2)《常用化学危险品贮存通则》 GB15603-1995
- (3)《易燃易爆性商品储藏养护技术条件》 GB17914-1999□
- (4)《腐蚀性商品储藏养护技术条件》 GB17915-1999□
- (5)《毒害性商品储藏养护技术条件》 GB17916-1999□
- (6)《危险货物分类及品名编号》 GB6944-86□
- (7)《常用危险化学品分类及标志》 GB13690-1992□
- (8)《建筑设计防火规范》 GB50016-2014□
- (9)《石油化工企业设计防火规范》 GB50160-2008
- (10)《建筑灭火器配置设计规范》 GB50140-2005□
- (11)《安全预评价导则》 AQ8002-2007
- (12)《职业性接触毒物危害程度分级》 GB5044-85□
- (13)《生产过程安全卫生要求总则》 GB12801-91□
- (14)《爆炸危险环境电力装置设计规范》 GB50058-2014
- (15)《消防安全标准》 GB13495-92□
- (16)《消防安全标志设计要求》 GB15630-95
- (17)《爆炸性粉尘环境用防爆电气设备》 GB12476.1-2000□
- (18)《低压电器基本标准》 GB1497□
- (19)《生产性粉尘作业危害程度分级》 GB5817-1986□
- (20)《作业环境气体检测报警仪通用技术要求》 GB12358-1990
- (21)《场区高处作业安全规程》 HG23014-1999□
- (22)《高处作业分级》 GB/T3608-93□

(23)《高温作业分级》 GB/T4200-1997□

(24)《车间空气中有害物质最高容许浓度》 TG36-1979□

(25)《安全色》 GB2893-2001□

(26)《石油化工可燃有毒气体和有毒气体检测报警设计规范》
GB50493-2009

1.4 评价程序

项目评价程序见图 1-1:

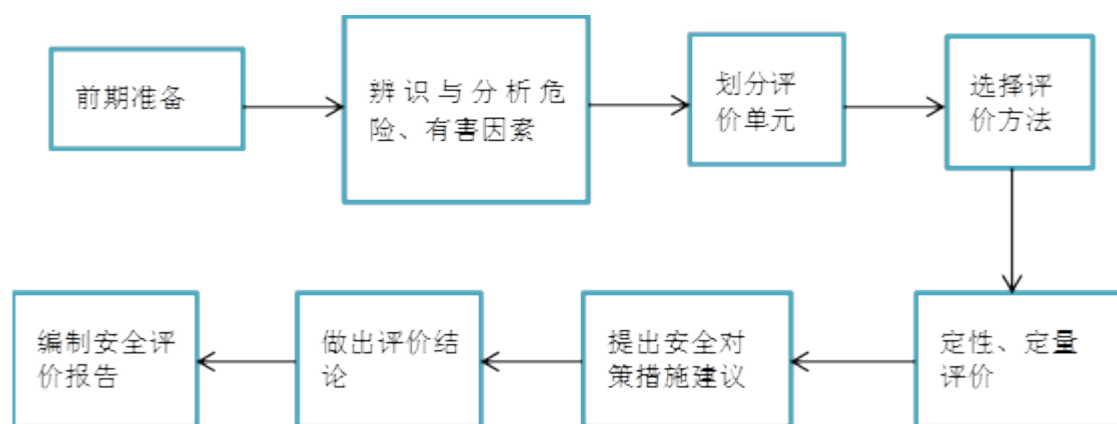


图 1-1 项目评价流程图

第 2 章 建设项目概况

2.1 项目基本情况

(1) 项目名称：金马能源焦炉煤气深度脱硫回收硫磺联产 20 万吨/年甲醇项目

(2) 项目建设单位：河南金马能源有限公司

(3) 项目建设地址：河南省济源市虎岭产业集聚区煤化工园区

(4) 项目建设性质：新建

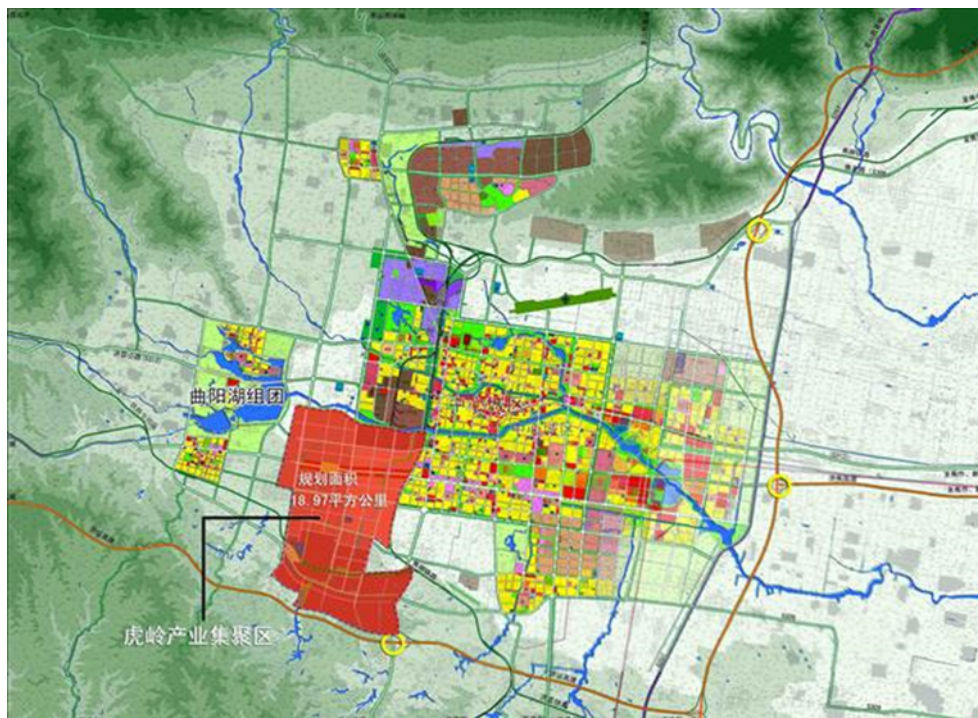


图 2-1 济源市虎岭产业集聚区

2.1.1 项目地理位置

济源位于东经 112°01'-12°46'，北纬 34°53'-35°17'之间，市境北部为太行山脉和中条山脉，南部丘陵为黄土高原与山西隆区边缘的延伸，形成了区域西北高、东南低的倾斜地势，梯形差异明显，地貌形态复杂，有山地、丘陵与平原。其中平原面积为 231.3km²，占全市总面积的 11.8%，土层较厚。丘陵面积为 401.3km²，占全市总面积的 20.4%。

本项目位于河南省济源市虎岭产业集聚区煤化工园区，济源市虎岭产业集聚区规划面积 8.1 平方公里，其中建成区 2.1 平方公里。集聚区以城市主干道黄河西路为发展轴，东与主城区相连，西接曲阳湖组团，环城西路、西二环路贯穿其中，交通便利，区位优势。集聚区重点发展煤化工和先进装备制造两大产业，区内现有河南济钢、中原特钢、豫港焦化、金马焦化、金利铅业等大型企业 5 家，渤海化工、玻璃拉管等规模以上企业 16 家，2009 年，集聚区实现营业收入 202 亿元，实现利税 28 亿元。同时，该集聚区修建道路 34 公里，铁路专用线 6 公里，铺设供水管线 10 公里，排污管线 9.8 公里，燃气管线 20.5 公里，供热管线 3.5 公里，架设和改造电力线路 18 公里，河道治理 3.4 公里，建设村居搬迁安置小区 2 个，开发建设标准厂房 9.2 万平方米。交通十分便利。

2.1.2 平面布置

河南金马能源有限公司投资建设的焦炉煤气深度脱硫回收硫磺联产 20 万吨/年甲醇项目，主要由生产车间、办公楼等辅助设施几大部分组成。

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。主要有深度脱硫工段、脱硫剂再生工段、克劳斯法回收硫磺工段、甲醇合成工段、变压吸附工段、甲醇精馏工段。生产装置的部分公用设施及辅助设施就近布置，生产区域及行政生活区域分开布置。

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。消防及辅助设施依托于工业园区规划，同时使道路、管线畅通便捷，为施工、安装、维修创造有利条件。具体平面布置情况，见总平面布置图 2.1-2：

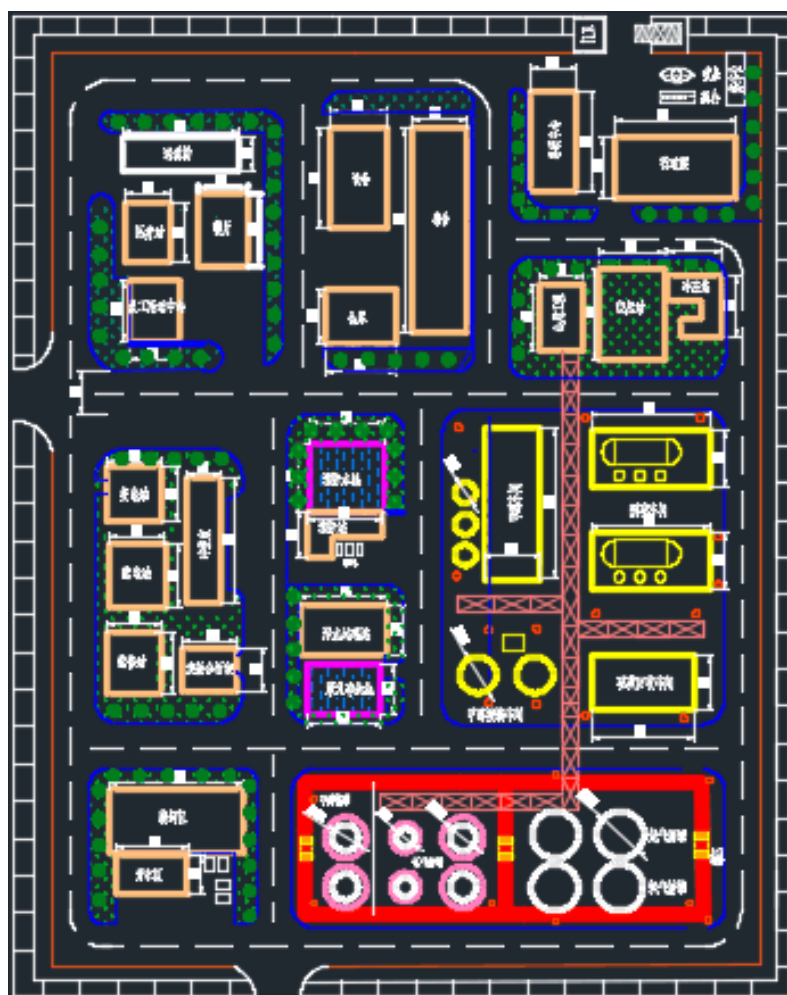


图 2-2 厂区总平面布置图

2.1.3 组织机构和定员

表 2-1 组织机构定员表

序号	部门		定员/人
1	总经理		1
2	总工程师		1
3	副总经理		2
4	办公室	主任	1
		员工	6
5	财务部	经理	1
		出纳\会计	5
6	销售部	经理	1
		销售员	10
7	结算部	结算员	4
8	服务部	员工	6
9	市场部	经理	1
		调查员	8
10	监督部	经理	1
		员工	12
11	技术部	经理	1
		技术部副经理	1
		技术员	13
		研发部副经理	8
		研发员	8
12	生产部	经理	1

		主任	3
		第一车间员工	30
		第二车间员工	25
		第三车间员工	25
13	辅助生产部	控制室	10
		变电站	10
		分析化验室	10
		污水处理站	12
		仓库管理	12
		消防站	15
14	维修部	经理	1
		机修工	6
		电修工	6
		仪修工	8
15	后勤部	经理	1
		员工	18
16	物流部	经理	1
		员工	21
17	人力资源部	经理	1
		员工	6
总计			321 人

2.2 项目所在地自然环境概况

2.2.1 地形地貌

济源市地形北高南低，地质构造复杂，由五个不同的地质构造单元组成：北部为太行山复斜；西部为中条山台凸的部分；中东部平原地区属开封坳陷。西北部表现出地槽型构造特性，东南部显示出地台型构造特征。济源市虎岭产业集聚区位于济源市西南部，所在地形基本平坦。

2.2.2 气候条件

属暖热带季风气候。四季分明，气候温和，光、热、水资源丰富，非常有利于发展工农业生产。但受季风影响显著，冷热分明，干旱或半干旱季节明显，春季气温回升快，多风少雨、干旱频发；夏季炎热，热量充足，降雨集中，局部易涝易旱；秋季秋高气爽，气温降幅较大，雨量减少；冬季寒冷，雨雪稀少。2011年全年平均气温 14.6℃，全年日照 1727.6 小时，全年降水量 860 毫米。

2.2.3 水文条件

济源市境内有大小河流 200 余条，皆属黄河流域，主要河流有黄河、蟒河、沁河，主要支流有逢石河、涧底河、大峪河、砚瓦河、仙口河、大沟河、道四河、济河、双阳河、铁山河、石河等。这些小支流最终都汇入各自干流。

济源市境内地下水类型主要为基岩孔隙裂隙水和松散岩层孔隙水。基岩孔隙裂隙水主要由大气降水补给，其中一部分以地下水径流形式排入河道，成为河川径流，一部分变为深层水，或以山前侧渗形式进入山前倾斜平原。松散岩层浅层地下水，主要受大气降水、灌溉入渗和山前侧渗等项补给，其消耗项主要为开采、蒸发，一部分由河谷排泄。济源市浅层地下水在北部山前边缘地带埋深为 10~45m，市区附近浅层地下水埋深约 5m，浅层地下水主要由大气降水和河流侧渗、灌溉回用水补给，水量丰富，水质较好。

本项目矿体圈定范围内最低标高 590m，远高于矿区最低侵蚀面标高 350m，

因而不会造成矿区地下水充水。

2.3 项目所在地社会环境概况

2.3.1 行政区划与人口

济源市位于河南省西北隅，因济水发源地而得名，是传说中愚公的故乡，现为省直管市。全市面积 1931.5km²，山区丘陵区面积占全市面积的 88%。济源市辖 11 个镇，5 个街道办事处，总人口 68.25 万人，城市规划区面积 50km²，建成区面积 35km²，其中城市人口 24 万人。济源市为豫西北边陲工业、旅游重镇，历史文化名城。

2.3.2 经济概况

近年来，济源市工业持续快速增长，农业结构、农业生产条件得到很大改善，工农业协调发展。目前已形成能源、建材、冶金、化工、机械、电子电器、食品饮料、医药等八大工业体系，并逐步成为全国颇具影响的钢铁、焦化、铅锌冶炼三大基地。随着小浪底水利枢纽工程、沁北电厂等一批国家重点工程相继开工建设和运行，进一步加快了济源市的经济发展，主要经济指标增幅居全省前列。

2010 年，全市生产总值完成 343.4 亿元，比上年增长 12.2%，其中：第一产业增加值 15.96 亿元，增长 5.5%；第二产业增加值 259.85 亿元，增长 13.2%；第三产业增加值 67.59 亿元，增长 10.5%。全年地方财政收入 37.33 亿元，比上年增长 0.5%；全社会固定资产投资完成 216.9 亿元，增长 21.1%，其中城镇以上固定资产投资完成 181.2 亿元，增长 23.9%。全年农村居民人均纯收入 7784 元，扣除价格因素，比上年实际增长 15.1%；城镇居民人均可支配收入 16481 元，年均增长 10.0%。

2.3.3 交通状况

济源具有良好的区位优势 and 交通优势。焦枝铁路横贯南北，电气化复线已建成营运，侯月铁路在济源境内与焦枝铁路接轨，使济源成为南北、东西两大铁路干线的“丁”字通道。公路运输四通八达，207 国道北抵山西晋城，南接郑洛高速公路及 310 国道。新济公路东起新乡连结 107 国道，西达山西垣曲。形成了以市区为中心，以干线公路为骨架，以乡村道路为基础，以工业区、旅游区、沁北电厂、小浪底水利枢纽工程道路为重点的四面辐射、纵横交错的公路网。 济焦、济洛高速公路相继建成通车，2008 年底，济邵、济晋高速工程也相继通车，济源已形成“十”字型高速公路网络。

2.4 工艺流程及设备

2.4.1 工艺流程

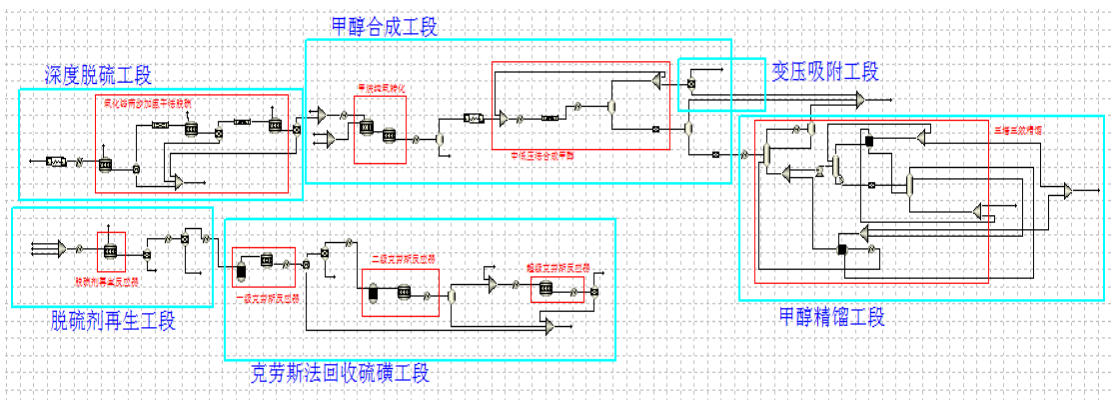


图 2.4-1 总工艺流程图

2.4.2 原料消耗

本项目所涉及到的主要原料是焦炉煤气。主要辅助原料为氮、氧、循环冷却水、T305 型氧化锌催化剂、进料保护床保护树脂、原料干燥剂、反应料干燥剂等。

表 2.4-1 该厂原料及辅助原料消耗表

项目	名称	单位	消耗数量	来源	运输方式	备注
原料	焦炉煤气	亿 m ³ /a	6. 4	总厂	管道运输	
辅助	氮	万 m ³ /a	1.16	园区统一供应	管道运输	

材料	氧	万 m ³ /a	371	园区统一供应	管道运输	
	循环冷却水	万 m ³ /a	14976.5	园区统一供应	管道运输	
	T305 型氧化锌催化剂	t/a	18.0	厂外购买	汽车罐	开停车时

	钴钼加氢催化剂	t/a	9.794	厂外购买	汽车罐	开停车时
	SUPERCLAUS 催化剂	t/a	5.76	厂外购买	汽车罐	开停车时
	C307 型甲醇合成催化剂	t/a	16.6	厂外购买	汽车罐	开停车时
	进料保护床保护树脂	t	39.958	厂外购买	汽车罐	开停车时
	原料干燥剂	t	19.66	总厂	汽车罐	开停车时
	反应料干燥剂	t	296.366	总厂	汽车罐	开停车时
燃料	天然气	万 m ³ /a	6818.4	厂外购买	管道运输	

2.4.3 设备选型

该建设项目的设备方案选择依据产品和技术方案确定,主要设备方案拟定建设规模及生产工艺相适应,以最大限度满足项目投产后生产要求;主要设备之间、主要设备与辅助设备之间的能力相互配套,设备质量、性能成熟,以保证生产的稳定性和产品质量;设备选择在保证性能前提下,力求经济合理;选取设备应符合国家和有关部门颁布的相关技术指标要求。

表 2.4-2 主要生产设备一览表

序号	设备名称	台数
1	加热炉	4
2	塔器	3
3	反应器	5
4	换热器	24
5	电加热器	3
6	泵	18
7	压缩机	7
8	储罐	13

2.5 配套设施

2.5.1 主要建筑物

厂区的建筑物主要由生产车间、仓库、配电站、检修站、变电站、分析室、中控室、医务室、食堂、办公楼、宿舍等辅助设施几大部分组成。

(1) 围护结构

砌体结构、排架结构采用砖墙围护，框架结构采用钢筋混凝土砌块围护。

(2) 屋面

对于有防爆要求的建筑—生产车间均采用彩色镀层压型钢板做顶棚，以达到泄压的目的。有保温要求的房屋面采用混凝土屋面板，上做水泥珍珠岩保温层和卷材防水层。

(3) 门窗

根据不同的要求，采用电动卷帘门、塑钢门窗、铝合金门窗等。

2.5.2 道路运输

本厂主要运输原料为焦炉煤气，由于距离原料地较近，故采用管道输送。其余辅助材料，根据供货点，均采用汽车运输。

2.5.3 厂区绿化

随着开发区工业产业的发展，现代化企业对生产区环境提出了新的要求。生产园区不仅要满足生产工艺要求，对于周围的环境美化也要达到花园式工厂的标准。宜人的生产区绿化环境不仅陶冶人的情操，也有益于员工的身体健康，提高工作效率。植物在一定程度上可以吸收有害、有毒气体、滞留吸附粉尘、缓解噪声，同时也能净化水质、提供必要的有益气体和监测厂区内空气质量的变化。厂区的绿化对于调节微观环境内的生态平衡、改善微观气候，促进身心健康也起着重要的作用。企业现代化的建设过程中，绿化的好坏与否在一定程度上彰显了一个企业基本形象。因此制定厂区绿化实施方案时十分必要的。在条件允许的情况

下，厂区空地都应绿化，用以改善和美化厂区环境。

本工程根据厂地面积及装置布置情况，在厂界周围、道路两旁、装置四周的空地上选栽存活和吸收能力强的树种，如女贞、灌木、刺槐等，沿道路两侧种植常绿树、绿篱、草坪。草坪能防止二次尘扬，绿篱能吸收声音，降低噪声的污染程度。本工程绿化系数不低于 15%。

2.5.4 供电和通讯

本项目用电量约为 71088.2KW/年，由河南省济源市虎岭产业集聚区煤化工园区内变电站提供，两条 10kV 供电线路分别引自变电站内不同母线段。本项目新建配电室一座，经调压后引线至各生产设备用电。

厂内电信设施由有关部门统一设计，并和市程控电话网相联，与外界联系方便。本项目的电信设施可以依托化工园区内的有利条件进行设计，包括行政管理电话、生产调度电话、扩音对讲系统、火灾报警系统、工业电视监视系统、无线电通信和相应的网路。

2.5.5 给排水系统

该项目给排水系统分设：生产、生活供水系统、消防供水系统，生活污水排放系统、雨水排放系统。污水经本厂初步处理后集中由园区污水处理厂进行处理。

2.5.6 供热采暖和通风

每年 6 月到 10 月天气比较炎热，需要通过中央空调对行政大楼、控制室、食堂等进行制冷，控制室内温度在 24—26℃，保持人体最适温度，有利于提高工人的生产积极性，保证生产的顺利进行。

当温度较低时，应采取采暖措施。采暖就是在较低的环境温度下，提供热量以调节生产车间或活动室的温度，达到生产工艺和卫生标准要求，使生产能正常进行并保障工作人员的健康。

本项目有余热、余温、有害气体或蒸汽等排出的车间和房间，必须采取通风，以使工作环境的空气达到并保持适宜的温度、湿度以及卫生的要求。

2.5.7 储运设施

该项目主要贮存设施有甲醇、氢气储罐区，各种物料贮存天数及贮存量，根据各种物料的特性、产地、运距及产品销售特点确定，确保生产正常运转。且选择合适的贮存设施，以保证人员及财产的安全。

2.5.8 检修

本工程设置维修车间，负责装置的自动控制系统、设备、仪表、电气、机械的日常维护及检修。

2.5.9 分析室

设置分析室，对本工程所需原料、辅助材料、成品等进行必要的质量监督和检验，负责标准溶液的配制及全厂的分析仪器的校验。

2.5.10 消防

本项目设置了稳高压消防给水系统、移动式灭火器、并在生产装置区及罐区四周布置了消防管网，在生产装置区设置消防水炮，同时保证一定存放密度的小型消防设施（譬如灭火器、灭火毯等）。厂区装置上均安装了火灾报警系统，保证一旦发生火灾能够及时报警、及时扑灭。

2.6 项目建设资金

该项目估算总投资 9.4911 亿元人民币，其详细内容见《项目可行性研究报告》。

第 3 章 主要危险物质及有害因素分析

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、分析与确定系统内存在的主要危险、有害因素、分布及其可能产生的危险、危害方式是安全预评价的重要环节，也是安全预评价的基础。同时确定其与安全生产法律法规、标准、行政规章、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。

危险因素是指对人造成伤亡或对物造成突发性损坏的因素，其强调突发性和瞬间作用；有害因素是指影响人的身体健康，导致疾病或对物造成慢性损害的因素。按照可能导致生产过程中的危险和有害因素的性质进行分类，生产过程危险和有害因素可分为四大类：人的因素、物的因素、环境因素、管理因素。本章将对本建设项目从物质、生产工艺、设备、储存等方面进行危险、有害因素识别与分析。真正落实“安全第一，预防为主”的工作方针。

3.1 生产物质的危险及有害因素的分析（MSDS）

3.1.1 主要危险物质

参考《煤化工工程设计防火规范》和《危险化学品名录》（2002 版）等有关资料，确定本工程主要物料燃烧爆炸和火灾危险类别，详见表 3-1。本工程火灾危险性易燃物质为 H₂、甲醇和丙烷等物质。

表 3-1 主要危险物质表

名称	闪点℃	自燃点℃	爆炸范围 V%	火灾危险类别
焦炉煤气	-	-	6-30	甲
甲醇	12	436	6-36.5	甲
氢气	-	-	4.1-74.1	甲
氧气	-50	472	-	乙
硫磺	207	-	-	乙

关于以上各种危险物质的 MSDS 信息，参见附录。

上述气体中甲醇、焦炉煤气、氢气是易爆、易发生火灾（爆炸下限<10%）

的气体，特别是氢气易爆，并且生产过程中量大。因此，生产、储藏过程中要注意防火防爆。

3.1.2 主要危险物质的分布

主要危险物质的分布如表 3.1-2:

表 3-2 主要危险物质分布

区域	深度脱 硫工段	脱硫剂再 生工段	克劳斯法回 收硫磺工段	甲醇合 成工段	变压吸附 工段	甲醇精 馏工段	压缩 机区	罐区	泵区
焦炉煤气	√			√			√	√	√
甲醇				√		√	√	√	√
氢气					√		√	√	√
氧气		√	√				√	√	√
硫磺			√						

3.2 危险因素分析

根据《煤化工工程设计防火规范》和《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》(GB50058-92)的规定,根据 PDH 的工艺物料的特性,合成甲醇反应装置主要生产单元火灾危险性为甲类,爆炸危险区域大部分为 II 区。

3.2.1 火灾、爆炸危险

项目在生产过程中存在的主要危险因素是火灾爆炸。

火灾、爆炸必须同时具备三个条件或要素,即可燃物、助燃剂、引燃或引爆能量。由于生产系统中焦炉煤气、甲醇、氢气等都是易燃易爆物质,火灾危险类别均属于甲类。输料管道系统在设计、施工、运行管理过程中,由于各种原因,设备设施、管道或连接部位常有易燃、易爆危险介质泄漏,若遇点火源时,将引起火灾、爆炸事故。因此,控制点火源的产生意义重大。

产生或影响点火源的因素很多,现分析如下:

(1) 明火

据不完全统计,明火是产生火灾、爆炸的主要原因,常见的明火有:①生产车间、储罐区或阀室附近产生的烟道火星,放鞭炮和烧纸的飞火;②

车辆排气管喷出的火星；③装置生产中临时维修及正常停车检修焊接和切割作业；④装置区内违章吸烟或其他违章作业等。

（2）静电火花

产生静电聚集的常见情况有：①人体带的静电；②穿、脱化纤衣服引起的静电；③形成孤立导体等，如储罐接地电阻过大(大于 10Ω)，④消除静电的装置失灵，或接地不良，均易聚集静电荷。

（3）电气火花

主要电气设备如输电设备、线路、电机、照明设备等采用非防爆型或防爆等级不够，发生短路、漏电、接地、过负荷等故障，产生电弧、电火花、高热。

（4）雷击火花

避雷装置设计不合理或发生故障；储罐区、生产装置的构架、容器、变配电设施等采取避雷保护措施或失效；金属罐接地电阻过大(大于 10Ω)，静电荷未消除等，都容易遭受雷击。

（5）碰撞和摩擦火花

操作人员使用镁铝合金工具或持工具撞击储罐；穿带钉鞋进行作业等会引起碰撞或摩擦火花。

3.2.1.1 储罐火灾爆炸危险性

项目厂区中原料煤气，甲醇，氢气等均在储罐中存储，都是易燃易爆物质，极容易发生火灾爆炸。储罐发生火灾爆炸的原因有：

（1）由于原料煤气，甲醇，氢气的易燃特性，遇明火高热或与强氧化剂发生反应,有引起燃烧爆炸的危险。

（2）由于储罐使用方法不当，安全防护装置失效或(和)承压元件的失效等，造成密封不严、泄漏甚至损坏，高压气体冲出，可引起燃烧、爆炸。

（3）因储罐发生剧烈碰撞或其他原因，气瓶发生泄漏、破裂，引起火灾、爆炸。

（4）储罐受阳光曝晒或受热，致使气瓶温度升高，压力剧增，有爆炸危险。

（5）用不合格储罐或储罐压力过高均可引起燃烧和爆炸。

（6）储罐发生爆炸后，可能会引起周围的储罐爆炸。

3.2.1.2 其他火灾爆炸

- (1) 电气设备引起的火灾危险。
- (2) 粉尘引起爆炸。

3.2.2 安全管理主要危险因素

安全管理是企业生产管理的重要组成部分，作业人员是否遵章守纪及企业安全管理水平的高低是实现安全生产的主要因素之一。在日常生产中违章作业及安全管理不规范是引发事故主要的危险有害因素。违章作业在生产过程中的主要表现有：违章动火，违章电气操作，违章开关阀门，输送泵组违章操作，检修、抢修操作违章等。安全管理不规范主要表现为安全管理机构、相关管理制度、安全培训教育、安全检查及隐患治理、安全技术措施及计划、应急救援预案等内容不健全、不完整及不合理等。

3.2.3 静电危险因素

高电阻率的物料，在流速过高或冲击、沉降时易产生静电；生产工艺过程中的挤压、切割、搅拌、喷溅、流动、过滤以及生活中的行走、起立、穿脱衣服等过程易产生静电，静电放电产生的明火是引发火灾、爆炸事故的重要危险因素。

3.2.4 自然条件主要危险因素

- (1) 在防雷、防静电等方面措施未落实，可能会受到雷击、静电危害，引发火灾等事故。
- (2) 不良地基：不良地基对建筑物和设备的破坏作用较大，甚至影响人员安全。同一地区不良地质对建筑物的破坏作用只有一次，作用时间不长。
- (3) 气温：气温过高可能发生中暑，气温过低达到零下，则可能发生冻伤和冻坏设备。

3.2.5 总图布置及建构筑物危险因素

由于该项目在生产过程中存在易燃易爆物质，故其厂址选择的风向、建筑物朝向，总平面布置中生产车间、储罐区、配电室的防火间距和安全间距、道路、储运设施对安全生产有很大影响。

3.2.6 其他危险因素

（1）机械伤害：设备的设计、制造、安装及使用等不能满足有关要求，比如输料泵、电动机等机械转动设备的传动带、齿轮、飞轮等危险部分，如果未按要求加装防护装置或安装不符合要求；机器的转动摩擦部分没有自动加紧装置和冷却装置等，作业人员在操作过程中都可能遭受机械伤害。

（2）坠落伤害：高处坠落主要发生为人员从临边、洞口，包括屋面边、楼板边、阳台边，预留洞口、电梯井口、楼梯口等坠落；从脚手架上坠落；龙门架物料提升机和塔吊在安装、拆除过程坠落；安装、拆除模板时坠落；结构和设备吊装坠落等。该项目高处作业多，如塔上作业、罐上作业等在高空作业,存在发生高空坠落的危险。

（3）车辆伤害：厂区内机动车辆，若厂区内道路安全标志不全或设计不合理（如道路狭窄，路口间距短等），再有车辆本身安全性能缺陷、驾驶人员操作失误，则易发生撞、挤、砸伤亡事故。

（4）烫伤及中暑：生产区内高温设备、管道的隔热保温设施不力，会造成人员烫伤，高温场所通风设施不力，也会造成工作人员的中暑等。

3.3 有害因素分析

3.3.1 噪声和振动

装置的噪声源包括压缩机、大功率泵等，另外，在蒸汽放空、管线吹扫过程中也可能产生较大的噪声危害。由此形成的高噪声区包括泵区、压缩机厂房等。噪声对人体的健康危害是多方面的，长期在高强度噪声作业环境中工作，会引起

听觉功能敏感度下降甚至造成耳聋，或引起神经衰弱、心血管病及消化系统等疾病。噪声会对工作还有不良影响：一方面会降低作业效率，另一反面由于作业人员易产生单调、烦恼、易疲劳、反应迟钝和注意力不集中现象，会导致事故发生，此外噪声还会干扰报警信号，引发事故，影响安全生产。

装置使用的压缩机、机泵等设备，高速旋转的机泵设备尤其是大型机泵，正常运行中产生一定幅度高频振动，导致设备安装平台产生高频振动，平台的高频振动会对设备、管道的安全运行和工作人员的身体都有危害。压缩机组振动增大，存在破坏轴封和叶轮的危险，若联锁自保因故障失灵则可引发机组损坏及可燃物料泄漏发生火灾、爆炸事故。

3.3.2 温度和湿度

建设工程生产环境中，气候条件相对较差，温度的变化，对储运设备设施及作业人员有很大影响，在设备设施方面，温度高，甲醇、氢气蒸汽易积聚，作业环境的危险性增大，而且温度高，管线、阀门、泵等设备连接处也易渗漏。

温度对人体生理机能有明显而复杂的影响，往往是多种因素共同作用的结果。高温可影响人体出现一系列生理功能改变，轻者出现大量出汗、口渴、头晕、耳鸣、注意力不集中、操作能力降低、动作失误多，发生事故的可能性增加。重者发生中暑，导致血压下降、皮肤湿冷、甚至发生肌肉痉挛、热晕厥、热虚脱。温度低，人体热量消耗大，加上衣服穿得较多，影响作业人员手脚的灵活性和正常操作。因此中暑的防治应引起该企业的足够重视。

现代医疗气象研究表明，对人体比较适宜的相对湿度为：夏季室温 25℃时，相对湿度控制在 40%—50%比较舒适；冬季室温 20℃时，相对湿度控制在 60%—70%。夏季三伏时节，由于高温、低压、高湿的作用，人体汗液不易排出，出汗后不易被蒸发掉，因而会使人烦躁、疲倦、食欲不振；冬季湿度有时太小，空气过于干燥，易引起上呼吸道粘膜感染，患上感冒。据科学试验，在气温日际变化大于 3℃、气压日际变化大于 10 百帕，相对湿度日际变化大于 10%时，关节炎的发病率会显著增加。同时，空气越干燥越易产生静电，相对湿度（RH）对表面积累电荷的性能产生直接影响。相对湿度越高，物体储存电荷的时间就越短，表面电荷减小（因为相对湿度增加）的方式可通过复合或传导，当相对湿度增加，

空气的电导率也随之增加。因此湿度的控制也是十分重要的。

3.4 重大危险源辨识

3.4.1 危险化学品重大危险源物质分析

根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2014）如下：列入危险化学品重大危险源辨识范围的物质为：甲醇、氢气、煤气、氧气。

表 3-3 危险化学品名称及其临界量（GB18218-2014）

序号	类别	危险化学品名称和说明	临界量(T)
1	爆炸品	叠氮化钡	0.5
2		叠氮化铅	0.5
3		雷酸汞	0.5
4		三硝基苯甲醚	5
5		三硝基甲苯	5
6		硝化甘油	1
7		硝化纤维素	10
8		硝酸铵（含可燃物>0.2%）	5
9	易燃气体	丁二烯	5
10		二甲醚	50
11		甲烷，天然气	50
12		氮乙烯	50
13		氢	5
14		液化石油气（含丙烷，丁烷及其混合物）	50
15		一甲胺	5
16		乙炔	1
17		乙烯	50
18		氨	10

19	毒性气体	二氟化氧	1
20		二氧化氮	1
21		二氧化硫	20
22		氟	1
23		光气	0.3
24		环氧乙烷	10
25		甲醛（含量>90%）	5
26		磷化氢	1
27		硫化氢	5
28		氯化氢	20
29		氯	5
30		煤气（CO、CO 和 H ₂ 、CH ₄ 的混合物等）	20
31		砷化三氢（肿）	12
32		锑化氢	1
33		硒化氢	1
34		溴甲烷	10
35	易燃液体	苯	50
36		苯乙烯	500
37		丙酮	500
38		丙烯腈	50
39		二硫化碳	50
40		环己烷	500
41		环氧丙烷	10
42		甲苯	500
43		甲醇	500
44		汽油	200
45		乙醇	500

46		乙醚	10
----	--	----	----

47		乙酸乙酯	500
48		正己烷	500
49	易于自燃的物质	黄磷	50
50		烷基铝	1
51		戊硼烷	1
52	遇水放出易燃气体的物质	电石	100
53		钾	1
54		钠	10
55	氧化性物质	发烟硫酸	100
56		过氧化钾	20
57		过氧化钠	20
58		氯酸钾	100
59		氯酸钠	100
60		硝酸（发红烟的）	20
61		硝酸（发红烟的除外，含硝酸 >70%）	100
62		硝酸铵（含可燃物≤0.2%）	300
63		硝酸铵基化肥	1000
64	有机过氧化物	过氧乙酸（含量≥60%）	10
65		过氧化甲乙酮（含量≥60%）	10
66	毒性物质	丙酮合氰化氢	20
67		丙烯醛	20
68		氟化氢	1
69		环氧氯丙烷（3-氯-1,2-环氧 丙烷）	20
70		环氧溴丙烷（表溴醇）	20
71		甲苯二异氰酸酯	100
72		氯化硫	1

73		氰化氢	1
74		三氧化硫	75
75		烯丙胺	20
76		溴	20
77		乙撑亚胺	20
78		异氰酸甲酯	0.75

表 3-4 未在表 3-3 中列出的危险化学品类别及其临界量（GB18218-2014）

类别	危险性分类及说明	临界量 (T)
爆炸品	1.1A 项爆炸品	1
	除 1.1A 以外的其他项 1.1 项爆炸品	10
	除 1.1 项以外的其他爆炸品	50
气体	易燃气体、危险性属于 2.2 项非易燃无毒气体且次要危险性为 3 类的气体	10
	剧毒气体、危险性属于 2.3 项且急性毒性为类别 1 的毒性气体	200
	有毒气体、危险性属于 2.3 项的其他毒性气体	5
易燃液体	极易燃液体：沸点 $\leq 35^{\circ}\text{C}$ 且闪点 $< 0^{\circ}\text{C}$ 的液体；或保存温度一直在其沸点以上的易燃液体	50
	高度易燃液体：闪点 23°C 的液体（不包括极易燃液体；液态退敏爆炸品	10
	易燃液体： $23^{\circ}\text{C} \leq \text{闪点} < 61^{\circ}\text{C}$ 的液体	1000
易燃固体	危险性属于 4.1 项且包装为 I 类的物质	5000

易于自燃的物质	危险性属于 4.2 项且包装为 I 或 II 类的物质	200
遇水放出易燃气体的物质	危险性属于 4.3 项且包装为 I 或 II 类的物质	200
氧化性物质	危险性属于 5.1 项且包装为 I 类的物质	50
	危险性属于 5.1 项且包装为 II 或 III 类的物质	200
有机过氧化物	危险性属于 5.2 项的物质	50
毒性物质	危险性属于 6.1 项且急性毒性为类别 1 的物质	50
	危险性属于 6.1 项且急性毒性为类别 2 的物质	500

根据重大危险源的辨识指标，单元内存在危险化学品的数量等于或超过表 3-3、表 3-4 规定的临界量，即被定为重大危险源。

本项目生产储存过程中涉及的物料情况如下：

原辅料：氮、氧、循环冷却水、T305 型氧化锌催化剂、钴钼加氢催化剂、SUPERCLAUS 催化剂、C307 型甲醇合成催化剂、进料保护床保护树脂、原料干燥剂、反应料干燥剂

中间产物：硫化氢、二氧化硫

产品：甲醇

副产品：硫磺、氢气

本厂区列入危险化学品重大危险源辨识范围的物质为焦炉煤气、氢气、甲醇、氧气。

表 3-5 危险化学品名称及其临界量

品名	类别	临界量（单位:t）
氢气	易燃气体	5
甲醇	易燃液体	500

氧气	非易燃无毒气体	10
焦炉煤气	毒性气体	20

3.4.2 危险化学品重大危险源分析

辨识或确认重大危险源，是防止重大事故发生的第一步。其目的不仅是预防重大事故发生，而且要做到一旦发生事故，能将事故危害限制到最低程度。通过对本项目部分风险因素分析，其中包含有易燃，易爆的高危化学品，对人身安全和社会财产构成了极大的威胁。在设计的过程中，考虑了厂区进行单元划分，进行了重大危险源的识别，本着“安全第一，以人为本”的理念，设计了相应的安全措施，最终实现了实时检测，实时维护，安全生产的效果。

重大危险源是指长期地或临时地生产、加工、搬运、使用或贮存危险物品，且危险物品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。根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2014）进行重大危险源辨识。单元内存在的危险物质为多品种时，则按下式计算，若满足该式，则定义为重大危险源：

$$\frac{q_1}{Q_1} + \frac{q_2}{Q_2} + \dots + \frac{q_n}{Q_N} \geq 1$$

式中： $q_1, q_2, \dots, q_n$ —每种危险物质实际存在量， t ；

$Q_1, Q_2, \dots, Q_N$ —与各危险物质相对应的生产场所或贮存区的临界量， t 。

图 3-1 危险物质的重大危险源辨识

	物质名称	储存量 $q_i (t)$	临界量 $Q_i (t)$	q_i/Q_i
	甲醇	9350	500	18.7000
	氢气	1239	5	247.8000
	煤气	18	20	0.9000
	氧气	125	200	0.6250
	氮气	22	200	0.1100

重大危险源辨识

计算结果 $q/Q=268.135$
 贮存区是重大危险源

甲醇和氢气的储存量远超临界值，贮存区为重大危险源。根据以上辨识结果可知: $\Sigma q_i/Q_i > 1$ ，装置已构成重大危险源，应按有关法律法规要求对其进行监控和管理。

3.5 贮存区事故模拟

通过风险评价软件对甲醇，氢气罐区事故进行模拟预测，其结果如下：

甲醇风险预测结果：

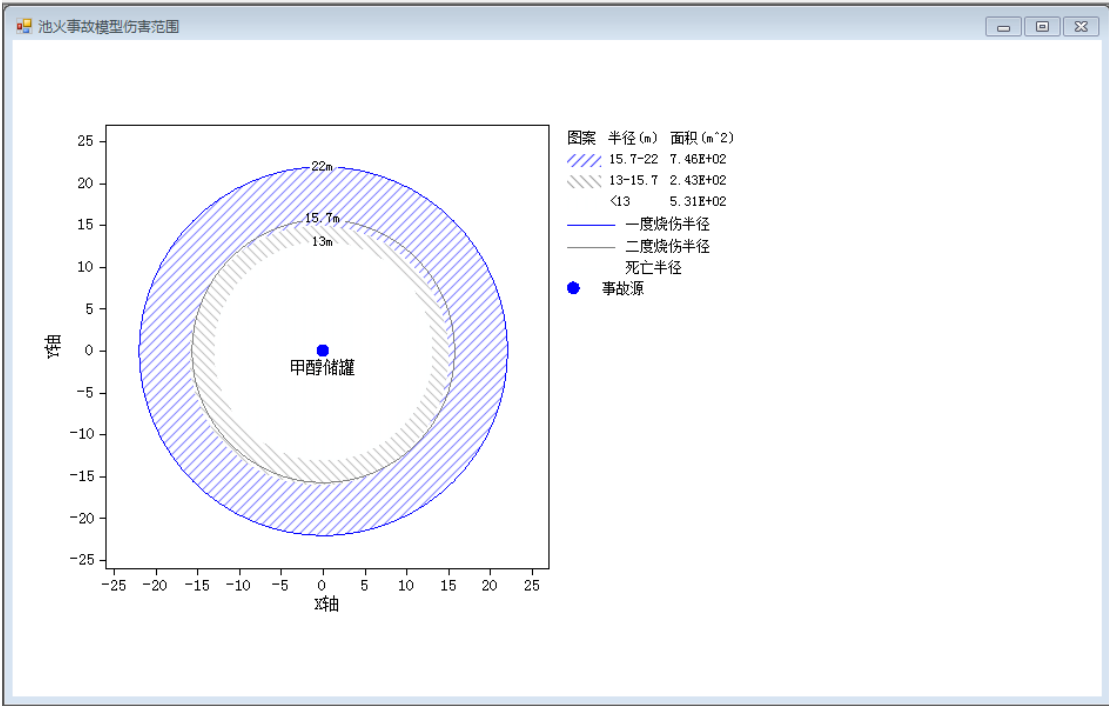


图 3.5-1 甲醇罐区池火灾事故模型伤害范围

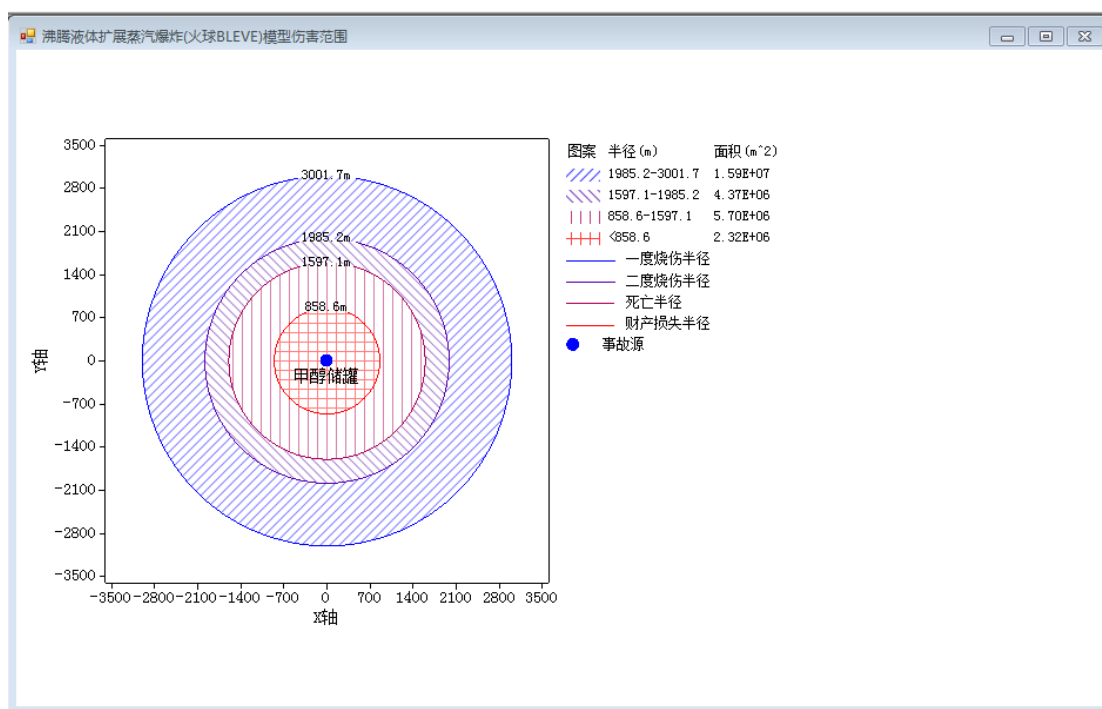


图 3.5-2 甲醇罐区沸腾液体扩展蒸汽爆炸火球（BLEVE）模型伤害范围

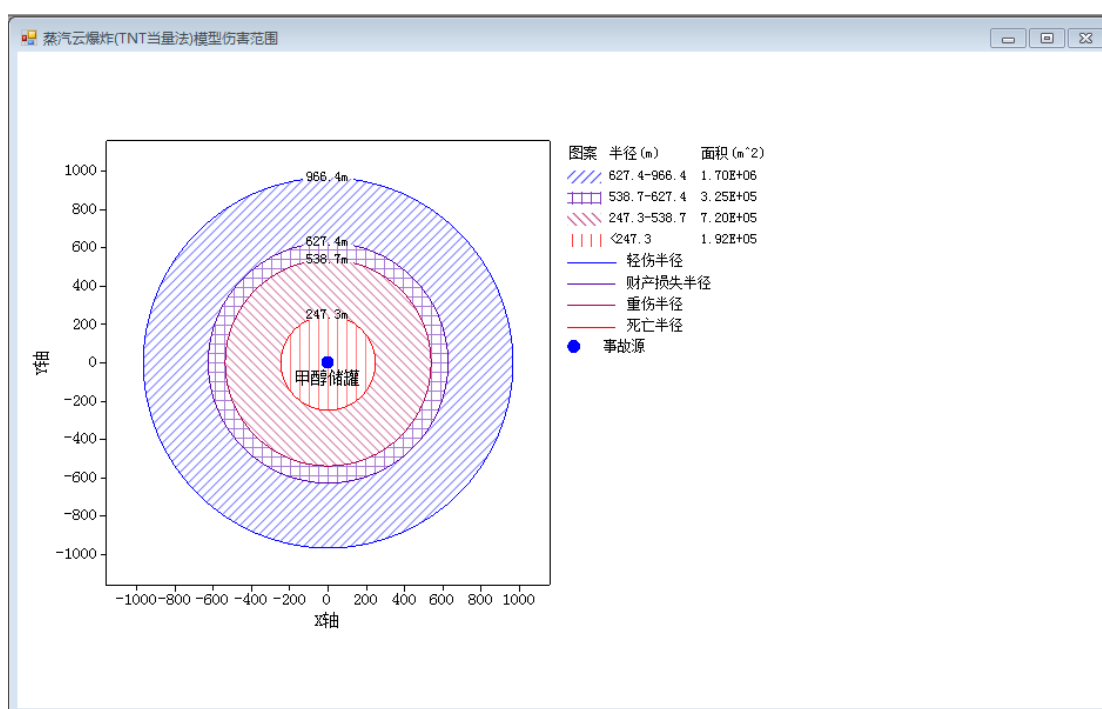


图 3.5-3 甲醇罐区蒸汽云爆炸（TNT 当量法）模型伤害范围

表 3-6 甲醇罐区事故预测结果

模型	评价参数	预测结果
池火事故模型	财产损失半径	不存在
	死亡半径	13m

	二度烧伤半径	15.7m
	一度烧伤半径	22m
沸腾液体扩散蒸汽爆炸模型	财产损失半径	858.6m
	死亡半径	1597.1m
	二度烧伤半径	1985.2m
	一度烧伤半径	3001.7m
蒸汽爆炸预测模型	财产损失半径	627.4m
	死亡半径	247.3m
	轻伤半径	966.4m
	重伤半径	538.7m

氢气风险预测结果:

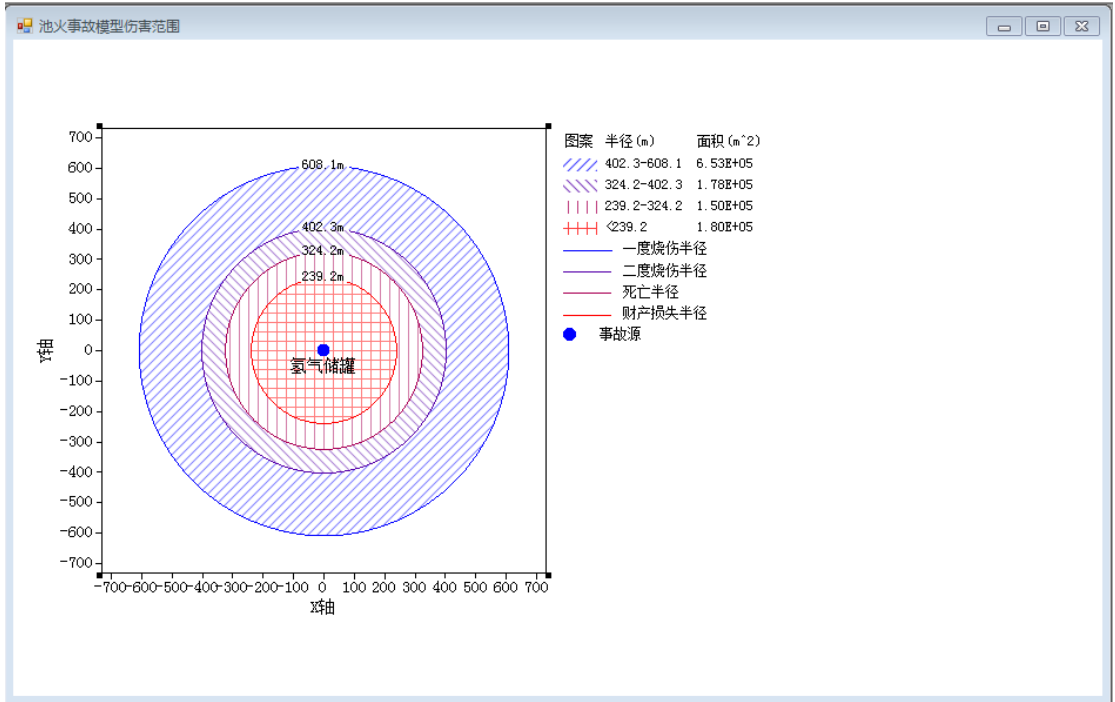


图 3.5-4 氢气罐区池火灾事故模型伤害范围

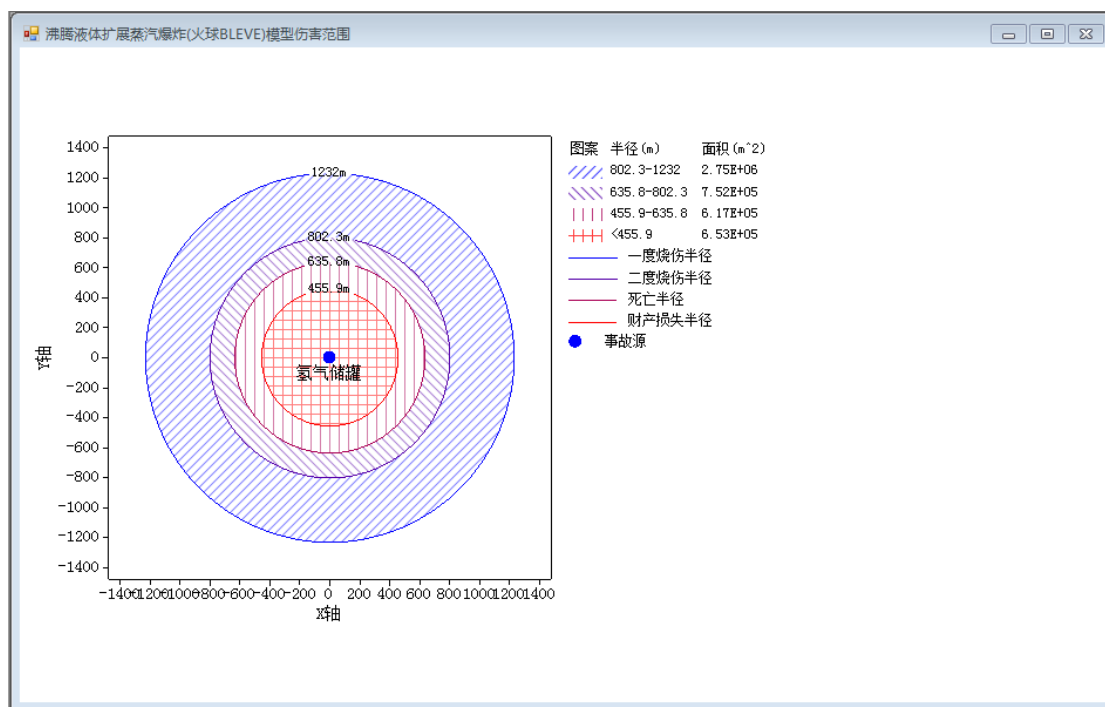


图 3.5-5 氢气罐区沸腾液体扩展蒸汽爆炸火球（BLEVE）模型伤害范围

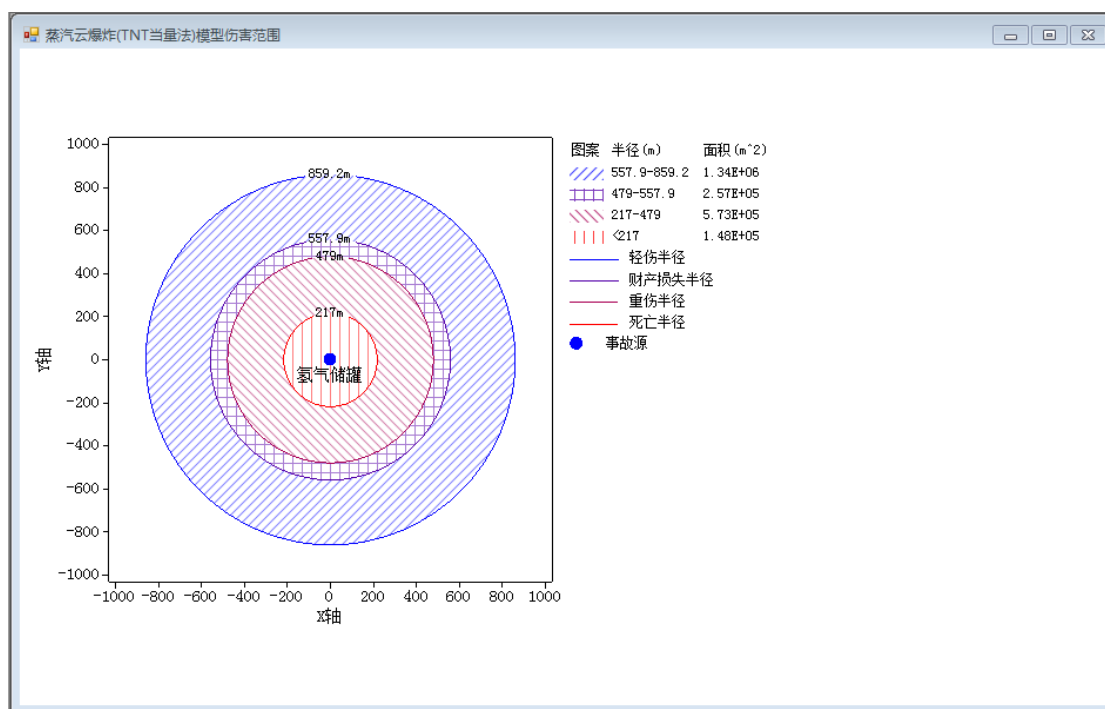


图 3.5-6 氢气罐区蒸汽云爆炸（TNT 当量法）模型伤害范围

表 3-7 氢气罐区事故预测结果

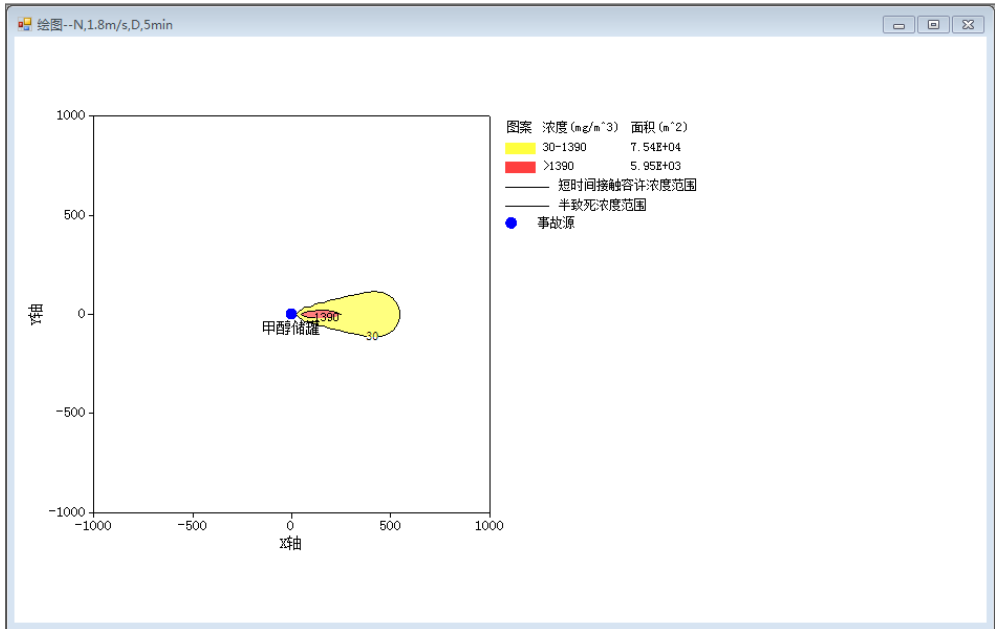
模型	评价参数	预测结果
池火事故模型	财产损失半径	239.2m
	死亡半径	324.2m

	二度烧伤半径	402.3m
	一度烧伤半径	608.1m
沸腾液体扩散蒸汽爆炸模型	财产损失半径	455.9m
	死亡半径	835.8m
	二度烧伤半径	802.3m
	一度烧伤半径	1232m
蒸汽爆炸预测模型	财产损失半径	557.9m
	死亡半径	217m
	轻伤半径	859.2m
	重伤半径	479m

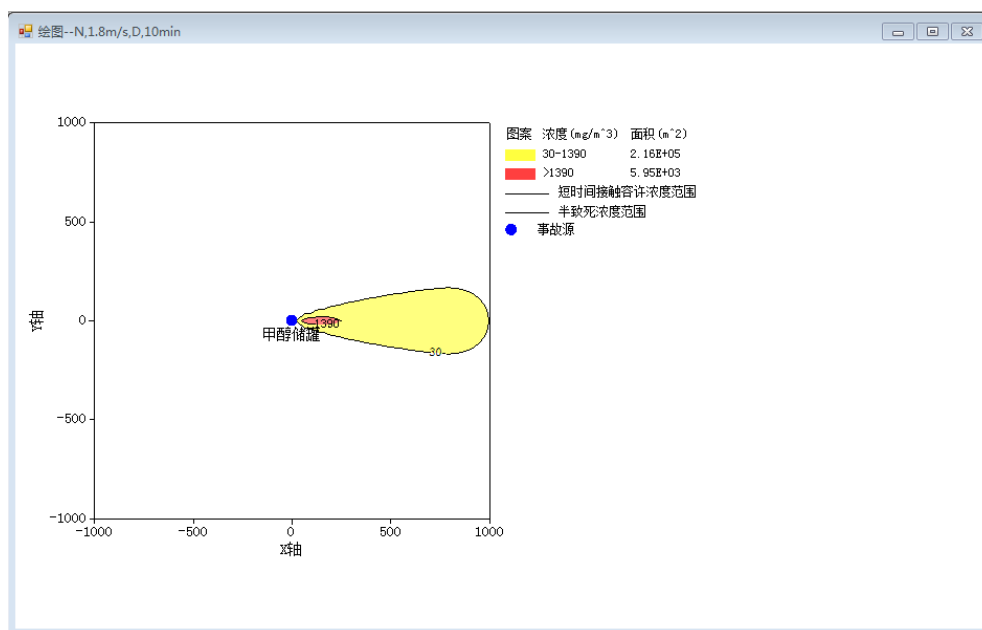
3.6 储罐泄漏模拟

3.6.1 甲醇

(1) 甲醇储罐泄露 5 分钟模拟：

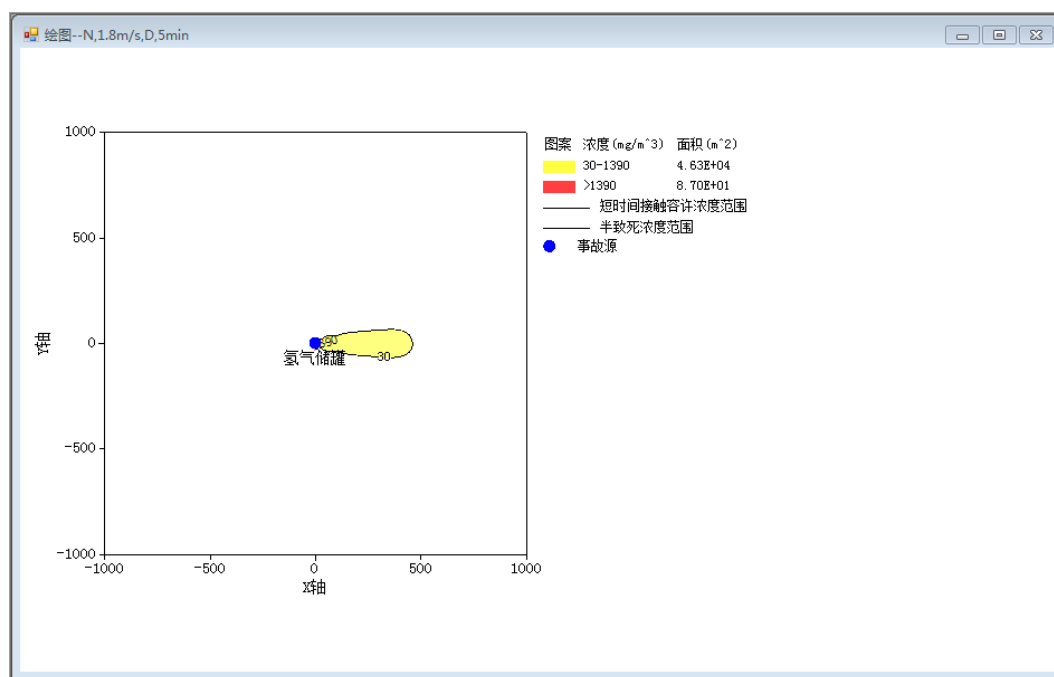


(2) 甲醇储罐泄露 10 分钟模拟：

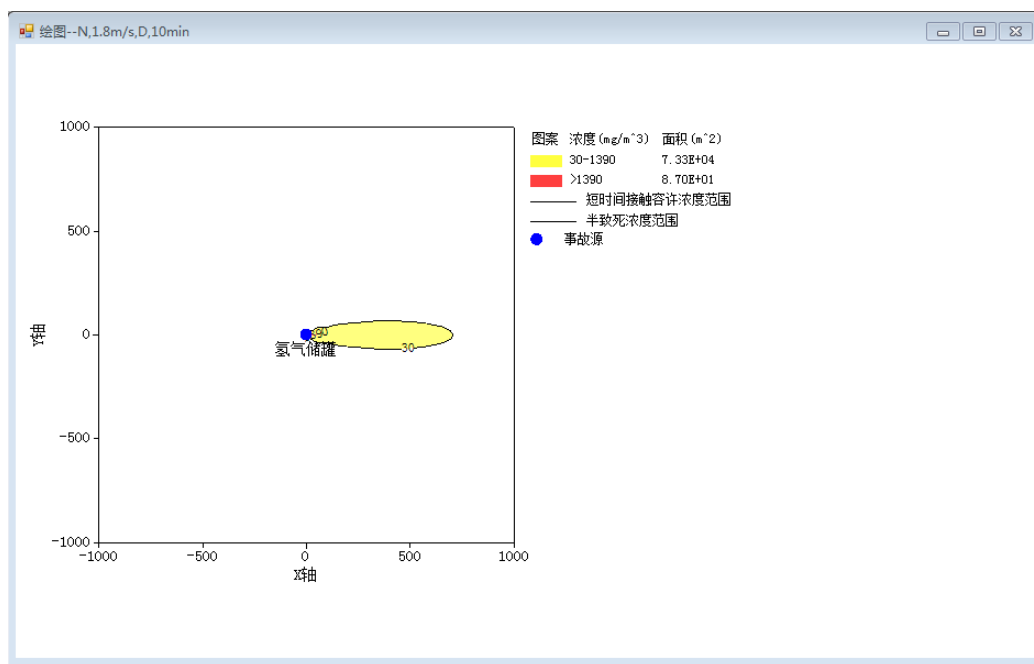


3.6.2 氢气

(1) 氢气储罐泄露 5 分钟模拟:



(2) 氢气储罐泄露 10 分钟模拟:



3.7 同类装置事故案例分析

3.7.1 内蒙古大唐多伦煤化工甲醇罐体爆燃

(1) 事故经过及原因

2016年8月14日上午10时左右,大唐多伦煤化工甲醇罐发生爆燃,造成一人死亡,一人失踪,一人受伤。经现场调查,初步认定,该事故是企业停产检修期间,外委施工单位在甲醇罐区作业时,因未按操作规程进行施工,导致一甲醇罐发生爆燃。

3.7.2 事故案例教训

上述事故的主要原因为操作工不按规定操作及设备性能无法保证,故本项目应当考虑以下几点:

- (1) 制定和执行操作票的管理方式;
- (2) 常压罐不允许用加压办法压料,改用泵输送;
- (3) 根据压料所需压力设计罐的耐压强度;

本项目投产后在生产运行过程中，应针对物料性质、设备特点、操作条件等各方面的工艺因素，借鉴同类典型事故经验教训，抓住预防工作的重点，采取有力措施，防患未然，确保装置的安全运行及安全检修，减少中毒、火灾、爆炸等危险有害事故的发生。

第 4 章 评价单元划分与评价方法选择

4.1 安全与评价方法简介

安全评价方法是对系统的危险因素、有害因素及其危险、危害程度进行分析、评价的工具。每种评价方法的原理、目标、应用条件、适用的评价对象、工作量均不尽相同。

安全现状评价常用的评价方法有很多种，常用的安全评价方法包括安全检查表分析法(SCL)、事故树分析法(FTA)、预先危险性分析方法(PHA)、危险性分析与可操作性研究（HAZOP）等。

其中 HAZOP 研究以分析全面、系统、细致等优势成为目前危险性分析领域最盛行的分析方法之一，在欧、美、日等许多发达国家和国内中外合资、外商独资企业得到广泛应用，效果十分明显。

4.1.1 安全检查表（SCL）

安全检查表(Safety Check List，简称 SCL)是一种对系统定性的分析和检查方式。它将评价的整个系统分成若干子系统，对子系统中存在的安全问题，根据规程、标准、经验和事故报告等资料等进行周密的考虑，将检查的项目和要点列在表上，以便于按既定项目进行安全检查和诊断。这种系统安全检查表的优点是可以使检查人员考虑问题及实施检查时不致遗漏，使检查工作规范化、标准化。使用安全检查表可发现工程的自然环境、现场环境以及设计中工艺、设备本身存在的缺陷，防护装置的缺陷，保护器具和个体防护用品的缺陷以及安全管理等诸多方面的潜在危险因素，从而找出造成人的不安全行为与物的不安全状态。

4.1.2 事故树分析（FTA）

事故树分析(Fault Tree

Analysis, 简称 FTA)又称故障树分析,是安全系统工程最重要的分析方法。1961年,美国贝尔电话研究所的沃特森(Watson)在研究民兵式导弹反射控制系统的安全性评价时,首先提出了这个方法。1974年,美国原子能委员会应用 FTA 对商用核电站的灾害危险性进行评价,发表了拉斯姆森报告,引起世界各国的关注。此后,FTA 从军工迅速推广到机械、电子、交通、化工、冶金等民用工业。

事故树是从结果到原因描绘事故发生的有向逻辑树。它形似倒立着的树,树中的节点具有逻辑判别性质。树的“根”顶部节点表示系统的某一事故,树的“梢”底部节点表示事故发生的基本原因,树的“树叉”中间节点表示由基本原因造成的事故结果,又是系统事故的中间原因。事故因果关系的不同性质用不同的逻辑门表示。这样画成的一个“树”用来描述某种事故发生的因果关系,称之为事故树。

事故树分析逻辑性强,灵活性高,适应范围广,既能找到引起事故的直接原因,又能揭示事故发生的潜在原因,既可定性分析,又可定量分析。事故树分析用来分析事故,特别是重大恶性事故的因果关系。

4.1.3 预先危险性分析（PHA）

预先危险性分析(简称 PHA)是在进行某项工程活动(包括设计、施工、生产、维修等)之前,对系统存在的各种危险因素(类别、分布)、出现条件和事故可能造成的后果进行宏观、概略分析的系统安全分析方法,并提出相应的安全防范措施。基本分析步骤包括系统潜在危险有害因素分析,推测可能导致事故类型和危险、危害程度,确定危险、有害因素后果的危险等级,采取相应安全措施。分析主要从以下几个方面着手: 有害物质、工艺条件、设备故障、人员失误及外界影响等。

危险、有害因素危险程度等级见表 4-1:

表 4-1 危险程度等级

危险等级	安全程度	可能造成的伤害和损失
I	安全的	可以忽略
II	临界的	处于事故边缘状态,暂时尚不能造成伤亡和财产损失,应予以排除或采取控制措施
III	危险的	会造成人员伤亡和系统损坏,要立即采取措施
IV	破坏性的	会造成灾难性事故,必须立即排除

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/76701101165006144>