

# 南京空港油料有限公司油库安全整改项目

## 环境风险评价专项

南京空港油料有限公司

2022年2月

## 目录

1 编制依据.....	1
2 评价内容和重点.....	2
3 风险调查.....	3
4 环境风险潜势初判.....	7
5 评价等级和评价范围确定.....	12
6 风险识别.....	13
7 风险事故情形分析.....	18
8 源项分析.....	20
9 风险预测与评价.....	23
9.1 有毒有害物质在大气中的扩散.....	23
9.2 地表水环境风险影响评价.....	26
9.3 地下水环境风险影响评价.....	26
10 环境风险防范措施.....	32
11 突发环境事件应急预案.....	37
12 环境风险评价结论.....	38

# 1 编制依据

(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2014年4月24日修订，2015年1月1日施行；

(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018年12月29日施行；

(3) 《建设项目环境保护管理条例》，2017年10月1日施行；

(4) 《危险化学品目录（2015版）》，国家安全生产监督管理总局、工业和信息化部、公安部、环境保护部、交通运输部、农业部、国家卫生和计划生育委员会、国家质量监督检验检疫总局、国家铁路局、中国民用航空局公告，2015年第5号公告，2015年2月27日施行；

(5) 《危险化学品安全管理条例》（2013年修正），国务院令645号，2013年12月7日修订通过并施行；

(6) 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》，环发[2012]77号，2012年7月3日发布并施行；

(7) 《关于切实加强风险防范环境影响评价管理的通知》，环发[2012]98号，2012年8月7日发布并施行；

(8) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）；

(9) 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）；

(10) 《企业突发环境事件风险分级方法》（HJ 941-2018）；

(11) 《事故状态下水体污染的预防和控制规范》（Q/SY 08190-2019）。

## 2 评价内容和重点

### (1) 评价范围

本项目为改建工程，改建部分位于南京市江宁区翔鹰二路 20 号（南京空港油料有限公司现有厂区内），本次评价仅针对厂区内风险物质进行环境风险评价，评价范围不包括厂区外管道、加油站等。

### (2) 评价内容

1) 对煤油罐区进行风险调查，分析建设项目物质及工艺系统危险性和环境敏感性，进行风险潜势的判断，确定风险评价等级；

2) 对各环境要素开展相应的预测评价，分析说明环境风险危害范围与程度，提出环境风险防范的基本要求；

3) 提出环境风险管理对策，明确环境风险防范措施及突发环境事件应急预案编制要求。

### (2) 评价重点

本次环境风险评价重点关注潜在风险事故的发生对厂(场)界外人群的伤害、环境质量的恶化，并与正常情况相比，说明环境影响的变化程度，提出可行的防护措施。

### 3 风险调查

#### (1) 风险源调查

根据本项目涉及的原料、产品及排放的“三废”污染物情况，确定所涉及的风险物质为煤油，对照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 B，本项目涉及化学物质的危险性识别见表 3-1。

**表 3-1 本项目涉及化学物质的危险性识别**

类别	物料名称	《建设项目环境风险评价技术导则》 (HJ169-2018) 附录 H (www.lem.org.cn)
原料、成品	煤油	PAC-1 1100; PAC-2 290

#### 1) 危险物质数量和分布情况

确定营运过程所涉及的物质风险为煤油。风险物质数量和分布情况见表 3-2。

**表 3-2 主要危险物质一览表**

		储存位置
		罐区

#### 2) 生产工艺特点

根据调查，罐区主要进行煤油周转，不涉及高温、高压工艺，但涉及危险物质的贮存。

#### (2) 环境敏感目标调查

根据现场调查，项目罐区周边环境敏感目标分布情况见表 3-3。

**表 3-3 环境敏感目标调查表**

类别	环境敏感特征						
环境 空气	厂址周边 5km 范围内						
	序号	敏感目标名称	相对方位	最近距离 /m	属性	人口数	
	1	机场海关管理处	NW	40	办公	200 人	
	2	公安边防大楼	SW	50	办公	未入住	
	3	民航南京禄口国际机场公安局	WSW	165	办公	/	
	4	东航江苏办公楼	N	330	办公	1000 人	
	5	黄桥社区	庄湖村	W	3020	居民住户	4272
	6		沈家村	NNW	2640	居民住户	
	7		俞家庄	NW	1840	居民住户	
	8		秦村	NW	1630	居民住户	
9	黄桥村		NNW	1630	居民住户		

10		汪家村	NNW	2560	居民住户	
11		余家村	NNW	2485	居民住户	
12		蒋家	N	2440	居民住户	
13		永欣新寓	NW	3220	居民住户	17280
14		红豆香江华府	NNW	3610	居民住户	未入住
15		蓝天汇融花园	NNW	3780	居民住户	未入住
16		来凤新村	NW	4570	居民住户	1000
17		永新村	NW	3970	居民住户	3600
18		里外城	NNW	4150	居民住户	5025
19		百丽明珠花园	NW	4690	居民住户	2000
20		文豪花园	NNW	4120	居民住户	60
21	成功社区	汪家	NNW	3915	居民住户	2668
22		徐家	NNW	3860	居民住户	
23		成功村	NNW	4240	居民住户	
24		东头仓	NNW	4410	居民住户	
25		栗树下	NNW	4580	居民住户	
26		大塘嘴	NNW	4820	居民住户	
27		刘家	NNW	4720	居民住户	
28		甫头村	N	3350	居民住户	
29		子埂上	N	3960	居民住户	
30		方家湾	NNE	3900	居民住户	
31	共和社区	王家	NNE	4700	居民住户	3674
32		老王家	NNE	4310	居民住户	
33		顾家	NNE	3680	居民住户	
34		老鹤咀	NNE	3550	居民住户	
35		关家	NNE	3100	居民住户	
36		小成	NNE	2350	居民住户	
37		小陶家村	NE	4510	居民住户	
38		大陶家村	NE	2220	居民住户	
39	仓门口	NE	2030	居民住户		
40	梅山社区	柘塘社区	ENE	2900	居民住户	4826
41		梅山脚	ENE	2620	居民住户	
42		街东头	ENE	2980	居民住户	
43		塔山家园	ENE	3410	居民住户	
44		方溪	ENE	3260	居民住户	
45		伯爵山庄	ENE	3315	居民住户	
46		柘塘中心小学	ENE	3190	学校	
47		陈家边	ENE	2775	居民住户	
48		南京视觉艺术职业学校	ENE	2990	学校	3700
49	富滨社区	谢家新村	ESE	3910	居民住户	150

小彭社区	50	小魏庄	SE	1825	居民住户	4000
	51	魏庄村	SE	2200	居民住户	
	52	王得胜	SE	3130	居民住户	
	53	梁村	SE	3520	居民住户	
	54	梁彭村	SE	3630	居民住户	
	55	小彭社区高家	SE	4265	居民住户	
	56	高家渡	SE	4670	居民住户	
	57	东岗头	SE	4720	居民住户	
	58	大彭村	EES	3825	居民住户	
	59	小彭村	EES	3640	居民住户	
	60	坂田埂	EES	3780	居民住户	
	61	徐家宕	EES	4235	居民住户	
	石埭社区	62	永荆墅	S	3710	
63		石埭	S	2080	居民住户	
64		张塘角	S	1680	居民住户	
65		门塘头	S	2280	居民住户	
66		小埂头	S	3500	居民住户	
67		浣溪村	SSW	3690	居民住户	
68		上浣溪	SSW	4710	居民住户	
69	南京航空航天大学金城学院		S	4030	学校	10076
尚洪社区	70	邓家边	SSW	3110	居民住户	3220
	71	尚洪村	SSW	4330	居民住户	
	72	尚陶村	SSW	4650	居民住户	
	73	夏家村	SSW	4810	居民住户	
厂址周边 500m 范围内人口数小计						>1200
厂址周边 5km 范围内人口数小计						>50000
管段周边 200m 范围内						
序号	敏感目标名称	相对方位	距离	属性		人口数
/	/	/	/	/		/
每公里管段人口数						/
大气环境敏感程度 E 值						E1
地表水	受纳水体					
	序号	受纳水体名称	排放点水域环境功能	24h 内流经范围/m		
	1	横溪河	《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类	其他/1400		
2	溧水河	《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)	其他/570			

			IV类			
内陆水体排放点下游 10km（近岸海域一个潮周期最大水平距离两倍）范围内敏感目标						
	序号	敏感目标名称	环境敏感特征	水质目标		与排放点距离/m
	1	/	/	/		/
地表水环境敏感程度 E 值						E3
地下水	序号	敏感目标名称	环境敏感特征	水质目标	包气带防污性能	与下游厂界距离/m
	1	其他地区	不敏感	III类	$1.0m \leq Mb \leq 1.6m,$ $1 \times 10^{-6} \text{cm/s} < K \leq$ $1 \times 10^{-4} \text{cm/s}$	/
地下水环境敏感程度 E 值						E3



## 4 环境风险潜势初判

(1) 危险物质及工艺系统危险性 (P) 分级

1) 危险物质数量与临界量比值 (Q)

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018) 中附录 B 和《企业突发环境事件风险分级方法》(HJ 941-2018) 附录 A 确定油库涉及的危险物质的临界量。

当只涉及一种危险物质时, 计算该物质的总量与其临界量比值, 即为 Q;

当存在多种危险物质时, 则按下式计算物质总量与其临界量比值 (Q):

$$Q = \frac{q_1}{Q_1} + \frac{q_2}{Q_2} + \dots + \frac{q_n}{Q_n}$$

式中:  $q_1, q_2, \dots, q_n$ ——每种危险物质的最大存在总量, t;

$Q_1, Q_2, \dots, Q_n$ ——每种危险物质的临界量, t。

当  $Q < 1$  时, 该项目环境风险潜势为 I。

当  $Q \geq 1$  时, 将 Q 值划分为: (1)  $1 \leq Q < 10$ ; (2)  $10 \leq Q < 100$ ; (3)  $Q \geq 100$ 。

对照《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018) 附录 B、《企业突发环境事件风险分级方法》(HJ941-2018) 附录 A 确定危险物质的临界量。项目风险物质数量与临界量比值见表 4-1。

表 4-1 危险物质数量与临界量比值 (Q)

--

由上表可知, 罐区危险物质数量与临界量比值 Q 值为 25.7, 划分为  $10 \leq Q < 100$ 。

2) 行业及生产工艺 (M)

分析项目所属行业及生产工艺特点, 按照表 4-2 评估生产工艺情况。具有多套工艺单元的项目, 对每套生产工艺分别评分并求和。将 M 划分为 (1)  $M > 20$ ; (2)  $10 < M \leq 20$ ; (3)  $5 < M \leq 10$ ; (4)  $M = 5$ , 分别以 M1、M2、M3 和 M4 表示。

表 4-2 行业及生产工艺 (M)

行业	评估依据	分值	项目分值
----	------	----	------

行业	评估依据	分值	项目分值
石化、化工、医药、轻工、化纤、有色冶炼等	涉及光气及光气化工艺、电解工艺（氯碱）、氯化工艺、硝化工艺、合成氨工艺、裂解（裂化）工艺、氟化工艺、加氢工艺、重氮化工艺、氧化工艺、过氧化工艺、胺基化工艺、磺化工艺、聚合工艺、烷基化工艺、新型煤化工工艺、电石生产工艺、偶氮化工艺	10/套	0
	无机酸制酸工艺、焦化工艺	5/套	0
	其他高温或高压、且涉及危险物质的工艺过程 <sup>a</sup> 、危险物质贮存罐区	5/套（罐区）	0
管道、港口/码头等	涉及危险物质管道运输项目、港口/码头等	10	0
石油天然气	石油、天然气、页岩气开采、气库、油库、油气管线 <sup>b</sup> （不含城镇燃气管线）	10	10
其他	涉及危险物质使用、贮存的项目	5	0
注：a：高温指工艺温度 $\geq 300^{\circ}\text{C}$ ，高压指压力容器的设计压力（P） $\geq 10.0\text{MPa}$			

根据表 4-2，本项目属于油库，因此 M 值为 10。

### 3) 危险物质及工艺系统危险性（P）分级

本项目罐区危险物质数量与临界量比值 Q 值为 25.7，划分为  $10 \leq Q < 100$ ；行业及生产工艺 M 值为 10，用 M3 表示。对照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）中附录 C 中表 C.2，本项目危险物质及工艺系统危险性（P）用 P3 表示。

表 4-3 危险物质及工艺系统危险性等级判断（P）

危险物质数量与临界量比值（Q）	行业及生产工艺（M）			
	M1	M2	M3	M4
$Q \geq 100$	P1	P1	P2	P3
$10 \leq Q < 100$	P1	P2	P3	P4
$1 \leq Q < 10$	P2	P3	P4	P4

### （2）环境敏感程度（E）的分级

分析危险物质在事故情形下的环境影响途径，如大气、地表水、地下水等，按照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）附录 D 对项目各要素环境敏感程度（E）等级进行判断。

#### 1) 大气环境

依据环境敏感目标环境敏感性及人口密度划分环境风险受体的敏感性，共分为三种类型，E1 为环境高度敏感区，E2 为环境中度敏感区，E3 为环境低度敏感区。大气环境敏感程度分级原则见表 4-4。

表 4-4 大气环境敏感程度分级

类别	大气环境敏感性
E1	周边5km范围内居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等机构人口总数大于5万人，或其他需要特殊保护区域；或周边500m范围内人口总数大于1000人；油气、化学品输送管线管段周边200 m 范围内，每千米管段人口数大于200 人
E2	周边 5km 范围内居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等机构人口总数大于 1 万人，小于 5 万人；或周边 500m 范围内人口总数大于 500 人，小于 1000 人；油气、化学品输送管线管段周边 200 m 范围内，每千米管段人口数大于 100 人，小于 200 人
E3	周边 5km 范围内居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等机构人口总数小于 1 万人；或周边 500m 范围内人口总数小于 500 人；油气、化学品输送管线管段周边 200 m 范围内，每千米管段人口数小于 100 人

根据现场调查可知，项目周边 5km 范围内居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等机构人口总数大于 5 万人；周边 500m 范围内人口总数大于 1000 人。因此，确定大气环境敏感程度分级为 E1。

## 2) 地表水环境

依据事故情况下危险物质泄漏到水体的排放点接纳地表水体功能敏感性，与下游环境敏感目标情况，共分为三种类型，E1 为环境高度敏感区，E2 为环境中度敏感区，E3 为环境低度敏感区。地表水环境敏感程度分级原则见表 4-5，其中地表水功能敏感性分区和环境敏感目标分级分别见表 4-6 和表 4-7。

**表 4-5 地表水环境敏感程度分级**

环境敏感目标	地表水功能敏感性		
	F1	F2	F3
S1	E1	E1	E2
S2	E1	E2	E3
S3	E1	E2	E3

**表 4-6 地表水功能敏感性分区**

敏感性	地表水环境敏感特征
敏感 F1	排放点进入地表水水域环境功能为Ⅱ类及以上，或海水水质分类第一类；或以发生事故时，危险物质泄漏到水体的排放点算起，排放进入接纳河流最大流速时，24 h 流经范围内涉跨国界的
较敏感 F2	排放点进入地表水水域环境功能为Ⅲ类，或海水水质分类第二类；或以发生事故时，危险物质泄漏到水体的排放点算起，排放进入接纳河流最大流速时，24 h 流经范围内涉跨省界的
低敏感 F3	上述地区之外的其他地区

**表 4-7 环境敏感目标分级**

分级	环境敏感目标
S1	发生事故时，危险物质泄漏到内陆水体的排放点下游（顺水流向）10 km 范围内、近岸海域一个潮周期水质点可能达到的最大水平距离的两倍范围内，有如下的一类或多类环境风险受体：集中式地表水饮用水水源保护区（包括一级保护

分级	环境敏感目标
	区、二级保护区及准保护区)；农村及分散式饮用水水源保护区；自然保护区；重要湿地；珍稀濒危野生动植物天然集中分布区；重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道；世界文化和自然遗产地；红树林、珊瑚礁等滨海湿地生态系统；珍稀、濒危海洋生物的天然集中分布区；海洋特别保护区；海上自然保护区；盐场保护区；海水浴场；海洋自然历史遗迹；风景名胜区；或其他特殊重要保护区域
S2	发生事故时，危险物质泄漏到内陆水体的排放点下游（顺水流向）10 km 范围内、近岸海域一个潮周期水质点可能达到的最大水平距离的两倍范围内，有如下一类或多类环境风险受体的：水产养殖区；天然渔场；森林公园；地质公园；海滨风景游览区；具有重要经济价值的海洋生物生存区域
S3	排放点下游（顺水流向）10 km 范围、近岸海域一个潮周期水质点可能达到的最大水平距离的两倍范围内无上述类型1 和类型2 包括的敏感保护目标

本项目不新增废水排放，现有废水进入机场污水处理厂处理，厂区内新建1000m<sup>3</sup>事故池，确保事故状态废水不会进入地表水体。根据表 4-6 和表 4-7 可知，项目地表水功能敏感性为低敏感 F3，环境敏感目标分级为 S3，对照表 4-5 可知项目地表水环境敏感程度分级为 E3。

### 3) 地下水环境

依据地下水功能敏感性与包气带防污性能，地下水功能敏感性分区和包气带防污性能分级分别见表 4-8 和表 4-9。

**表 4-8 地下水功能敏感性分区**

敏感性	地下水环境敏感特征
敏感 G1	集中式饮用水水源（包括已建成的在用、备用、应急水源，在建和规划的饮用水水源）准保护区；除集中式饮用水水源以外的国家或地方政府设定的与地下水环境相关的其他保护区，如热水、矿泉水、温泉等特殊地下水资源保护区
较敏感 G2	集中式饮用水水源（包括已建成的在用、备用、应急水源，在建和规划的饮用水水源）准保护区以外的补给径流区；未划定准保护区的集中式饮用水水源，其保护区以外的补给径流区；分散式饮用水水源地；特殊地下水资源（如热水、矿泉水、温泉等）保护区以外的分布区等其他未列入上述敏感分级的环境敏感区 <sup>a</sup>
不敏感 G3	上述地区之外的其他地区

<sup>a</sup>“环境敏感区”是指《建设项目环境影响评价分类管理名录》中所界定的涉及地下水的环境敏感区

**表 4-9 包气带防污性能分级**

分级	包气带岩土渗透性能
D3	$Mb \geq 1.0m$ , $K \leq 1.0 \times 10^{-6}cm/s$ , 且分布连续、稳定
D2	$0.5m \leq Mb < 1.0m$ , $K \leq 1.0 \times 10^{-6}cm/s$ , 且分布连续、稳定 $Mb \geq 1.0m$ , $1.0 \times 10^{-6}cm/s < K \leq 1.0 \times 10^{-4}cm/s$ , 且分布连续、稳定

D1	岩（土）层不满足上述“D2”和“D3”条件
Mb: 岩土层单层厚度。K: 渗透系数。	

项目所在地属仓储用地，建设项目场地范围内不涉及集中式饮用水水源地、保护区，不在地下水水源地的补给径流区，也不涉及其他地下水相关的环境敏感区，地下水环境敏感特征属于“上述地区之外的其他地区”，属于不敏感 G3；建设项目场地地下基础之上第一岩土层为粉质粘土夹粉土，平均厚度 Mb 大于 1m，平均渗透系数 K 为  $1.3 \times 10^{-6} \text{cm/s}$ ，因此项目区域包气带防污性能分级为 D2。

地下水环境敏感程度分级共分为三种类型，E1 为环境高度敏感区，E2 为环境中度敏感区，E3 为环境低度敏感区，当同一建设项目涉及两个 G 分区或 D 分级及以上时，取相对高值。本项目地下水功能敏感性属于不敏感 G3，包气带防污性能分级为 D2，项目地下水环境敏感程度分级为 E3。

地下水环境敏感程度分级见表 4-10。

**表 4-10 地下水环境敏感程度分级**

包气带防污性能	地下水功能敏感性		
	G1	G2	G3
D1	E1	E1	E2
D2	E1	E2	E3
D3	E2	E3	E3

### (3) 环境风险潜势划分

建设项目环境风险潜势综合等级取各要素等级的相对高值，建设项目环境风险潜势划分为 I、II、III、IV、IV+ 级。根据建设项目涉及的物质和工艺系统的危险性及其所在地的环境敏感程度，结合事故情形下环境影响途径，对建设项目潜在环境危害程度进行概化分析，按照表 4-11 确定环境风险潜势。

**表 4-11 建设项目环境风险潜势划分表**

环境敏感程度(E)	危险物质及工艺系统危险性 (P)			
	极高危险 (P1)	高度危害 (P2)	中度危害 (P3)	轻度危害 (P4)
环境高度敏感区 (E1)	IV+	IV	III	III
环境中度敏感区 (E2)	IV	III	III	II
环境轻度敏感区 (E3)	III	III	II	I

根据上述分析，项目危险物质及工艺系统危险性为 P3，大气环境敏感程度为 E1，地表水环境敏感程度分级为 E3，地下水环境敏感程度分级为 E3，确定本项目大气环境风险潜势为 III，地表水环境风险潜势为 II，地下水环境风险潜势为 II。建设项目环境风险潜势综合等级取各要素等级的高值，即为 III。

## 5 评价等级和评价范围确定

### (1) 环境风险等级划分

建设项目环境风险潜势综合等级各要素等级的高值为III，确定项目的环境风险评价等级为二级，风险评价工作等级分级情况见表 5-1。

表 5-1 风险评价工作等级划分

环境风险潜势	IV、IV <sup>+</sup>	III	II	I
评价工作等级	一	二	三	简单分析

根据建设项目各环境要素的环境风险潜势，大气环境风险潜势为III，地表水环境风险潜势为II，地下水环境风险潜势为II。确定本项目大气风险评价等级为二级，地表水风险评价等级为三级，地下水风险评价等级为三级，大气、地表水和地下水按其对应的等级开展预测评价。

### (2) 评价范围

大气环境风险评价范围：二级评价距项目边界 5km；

地表水环境风险评价范围：本项目罐区距离最近的漂水河 0.57km 以上，重点分析依托的污水处理设施的技术可行性和纳管可行性。

地下水环境风险评价范围：厂区。

## 6 风险识别

### (1) 物质危险性识别

#### 1) 管控类危险化学品辨识

对照《危险化学品目录（2018年版）》、《重点监管的危险化学品名录（2013完整版）》和《优先控制化学品名录（第一批）》对本项目储罐区涉及的管控类危险化学品进行识别，见表 6-1。

经识别可知，本项目航空煤油属于危险化学品，不属于重点监管的危险化学品，和优先控制化学品。

#### 2) 物质危险性识别

根据项目储存的化学品在理化性质及毒理学数据，根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 B，同时参照《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2009）表 1 和表 2 及《危险物品名表》（GB12268-2012），对本项目涉及的航空煤油危险性进行识别。

本项目识别出的危险物质为：航空煤油。

**表 6-1 本项目涉及的管控类危险化学品辨识**

类别	物料名称	CAS 号	危险化学品目录（2018年版）	首批重点监管的危险化学品名录（2013版）	优先控制化学品名录（第一版）
原辅材料	航空煤油	8008-20-6	√	×	×

**表 6-2 本项目物质危险性识别**

物质名称	毒性识别		饱和蒸汽压 (kpa) 20℃	燃爆特性			危险物品名表 (GB12268-2012)	《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018) 附录 B	危险化学品重大危险源辨识表 1、2
	LD <sub>50</sub> (大鼠经口, mg/kg)	LC <sub>50</sub> (大鼠吸入, mg/kg)		闪点℃	沸点℃	爆炸极限%			
航空煤油	无资料	无资料	/	≥38	145-300	上限: 6.0-7.6; 下限: 1.1-1.3	√	√	易燃液体

### (2) 生产系统危险性识别

本项目主要涉及罐区和环保设施，因此生产设施风险考虑罐区和环保设施，具体见表 6-3。

**表 6-3 本项目危险单元划分结果表**

序号	系统名称	涉及功能单元	主要危险、有害性
1	罐区	煤油储罐	火灾、爆炸、泄漏、中毒
2	环境保护	废气、废水、固体废物、噪声等处理处置设施等	火灾、爆炸、泄漏、中毒

① 贮运工程风险识别

项目中航空煤油采用储罐储存，储罐如果发生泄漏，其环境风险远远大于管道的泄漏的风险，因其贮量大，一旦发生泄漏，如果不及时堵漏，影响会不断扩大，会引发火灾甚至爆炸、中毒等危险。

在原料运输过程中，运输单位、人员和工具如不具备危险化学品运输资质条件，均可能引发事故。

项目储存的航空煤油存在易燃易爆、有毒有害物质，电气、仪表、照明如果选用不当、安装不合理，该防爆的场所不使用防爆的电气、仪表、照明，都有可能引发火灾、爆炸事故，造成人员的中毒、伤亡，同时造成环境污染。

② 危险废物

本项目危险废物具有有毒害性（含急性毒性、浸出毒性等）、易燃性等一种或几种以上的危害特性，并以其特有的性质对环境产生污染。危险废物的危害具有长期性和潜伏性，可以延续很长时间。危险废物中含有的有毒有害物质对人体和环境构成很大威胁，一旦其危害性爆发出来，不仅可以使人畜中毒，还可以引起燃烧和爆炸事故，也可因无控制焚烧而污染大气环境。此外，还可以通过雨雪等渗透污染土壤、地下水，由地表径流冲刷污染江河湖海，从而造成长久的、难以恢复的隐患及后果。受到污染的环境治理和生态破坏的恢复不仅需要较长的时间，而且要耗巨资，甚至无法恢复。因此，应该采取一切措施保证危险废物妥善处置。

③ 其他设施

项目的环保设施运行故障，将会造成污染物的超标排放，从而对周边环境造成一定的影响。

**表 6-4 本项目危险性识别**

危险单元	潜在风险源	危险物质	危险性	存在条件、转化为事故的触发因素
罐区	煤油储罐	航空煤油	燃爆危险性	储罐破裂、遇高温



危废暂存间	危废间	含油污泥、含油滤芯、含油毡布等	废液下渗	暂存时间长, 防渗材料破裂
-------	-----	-----------------	------	---------------

#### ④次生、伴生危险性识别

在储罐区火灾爆炸时，容器内可燃液体泄出后而引起火灾，同时容器中大量液体或气体向外环境溢出或散发出，其可能产生的次生污染为火灾消防液、消防土及燃烧废气。

在储罐区发生火灾爆炸时，有可能引燃周围易燃物质，产生的伴生事故为其它易燃物质的火灾爆炸，产生的伴生污染为燃烧产物，参考物质化学组分，燃烧产物主要为一氧化碳、二氧化碳等。

当建设项目的储存区某一储罐发生火灾、爆炸事故，可能引发邻近储罐发生火灾、爆炸连锁事故。

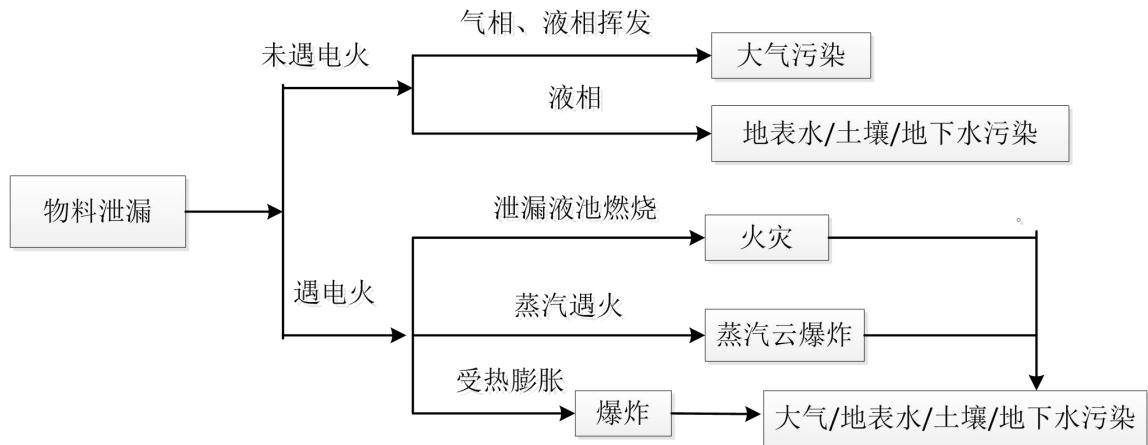


图 6-1 事故连锁效应和重叠继发事故类型树状图

#### (3) 风险因子识别

本项目危废依托现有厂区内危废暂存间贮存，由于危废产生量较小，即使少量的危废泄漏，对环境的毒性影响也较小。

本项目环境风险物质为航空煤油，厂内存量较大，环境危险参数见表 6-5。

表 6-5 本项目危险物质环境危险参数一览表

物质	LC <sub>50</sub>	饱和蒸汽压 (KPa)	大气毒性终点浓度-1 (mg/m <sup>3</sup> )	大气毒性终点浓度-2 (mg/m <sup>3</sup> )	风险临界量 Q 值
航空煤油	无资料	/	290	1100	25.7

注：航空煤油大气毒性终点浓度-1 和大气毒性终点浓度-2 参照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 H.2，根据“国家环境保护环境影响评价数值模拟重点实验室”（www.lem.org.cn）网站查询（Jet fuels, (JP-5 and JP-8);(Kerosene, 8008-20-6, Fuel Oil No. 1)）。

#### (4) 环境影响途径及危害后果

本项目运行后可能发生的环境风险主要是储存过程中航空煤油泄漏，以及火灾、爆炸等引发的伴生/次生污染物排放。

物料泄漏后由于挥发，通过大气扩散影响周围大气环境，造成区域内局部大气环境质量超标，进而影响到周围居民等环境保护目标，同时可能对近距离范围内的操作工人或其他人员造成伤害。如果地面防渗措施处理不当，泄漏后的物料还存在污染地下水、土壤的风险。

储运过程物料遇明火、高热或强氧化剂等有可能引发火灾或爆炸事故，火灾、爆炸过程物料燃烧过程会产生伴生/次生污染物 CO、CO<sub>2</sub>，还有未完全燃烧的有毒物质和高温蒸汽、固体颗粒等，通过大气扩散影响周围环境，同时，为防止引发火灾或爆炸，一般会采用消防水对储罐区进行喷淋洗涤，将泄漏物料转移至消防尾水进入事故池，项目新增 1000m<sup>3</sup> 事故应急池，可以满足本项目消防尾水暂存要求。

罐区内物料可能由于罐体破损而产生泄漏，如果地面防渗措施不到位，污染物会通过垂直渗透作用，污染土壤和地下水。

#### (5) 有毒有害物质扩散途径识别

综上，根据本项目可能发生突发环境事件的情况下，污染物的转移途径见表 6-6。

**表 6-6 事故污染物转移途径**

事故类型	事故位置	事故危害形式	污染物转移途径		
			大气	排水系统	土壤、地下水
泄漏	储罐区	液态	/	漫流	渗透、吸收
火灾引发的次生伴生污染	储罐区	毒物蒸发、烟雾、伴生毒物	扩散	/	/
		消防废水	/	消防废水	渗透、吸收
爆炸引发的次生伴生污染	储罐区	毒物逸散、伴生毒物	扩散	/	/
		消防废水	/	消防废水	渗透、吸收
	危废暂存间	固废	/	/	渗透、吸收

#### (6) 风险识别结果

本项目环境风险识别结果见表 6-7。

**表 6-7 本项目环境风险识别结果**

危险单元	潜在风险源	危险物质	环境风险类型	环境影响途径	可能受影响的环境敏感目标
------	-------	------	--------	--------	--------------

煤油罐区	储罐	航空煤油	火灾、爆炸引发 次生伴生灾害	扩散，消防 废水漫流、 渗透、吸收	大气、地表水、 地下水、土壤 等
危废暂存间	含油滤 芯、含 油毡布 等	含油滤芯、含 油毡布等	泄漏	扩散、漫流、 渗透、吸收	地表水、地下 水、土壤

## 7 风险事故情形分析

在风险识别的基础上，选择对环境影响较大并具有代表性的事故类型，设定风险事故情形。风险事故情形设定内容应包括环境风险类型、风险源、危险单元、危险物质和影响途径等。

### (1) 事故统计调查

根据国家安全生产监督管理局统计，2004 年全国共发生各类事故 803571 起，死亡 136755 人，其中：危险化学品伤亡事故 193 起，死亡 291 人。另据国内有关资料和国外相关报导，对近 30 年的 100 起特大事故进行统计和分类，结果见表 7-1。

表 7-1 特大事故发生原因分析

事故分类	事故次数	所占比例	排序
操作失误	15	15.6%	3
泵设备故障	18	18.2%	2
阀门管线泄漏	34	35.1%	1
雷击自然灾害	8	8.2%	6
仪表电器失灵	12	12.4%	4
突发反应失控	10	10.4%	5

由表 1-23 可知，违章动火、用火措施不当或错误操作等人为因素导致事故占事故比例的 65%。

同时据调查，世界上 95 个国家近 25 年登记的化学事故中，液态化学品事故占 46.8%，液化气事故占 26.6%，气体事故占 18.8%，固体事故占 8.2%，在事故来源中工艺过程事故占 33.0%，贮存事故占 23.1%，运输过程占 34.2%；从事故原因来看，机械故障事故占 34.2%，人为因素占 22.8%。

### (2) 同类企业事故调查

根据对中华人民共和国应急管理部网站的访问及在网站上的信息搜索，化工企业相关同类事故统计可知，涉及同种物料的企业发生泄漏、火灾爆炸的危险性较高，其中，设备质量缺陷、操作人员经验不足、管理不到位、演练培训不足等是造成突发环境事件的主要原因。

### (3) 事故概率分析

泄漏事故类型如容器、管道、泵体泄漏和破裂等泄漏频率采用《建设项目环境风险评价技术导则》（环境 169-2018）附录 E.1 方法。储罐等发生小孔泄漏的频率较高，储罐和管道泄漏事故发生频率见下表：

表 7-2 事故频率 Pa 取值表

部件类型	泄漏模式	泄漏频率
反应器/工艺储罐/气体储罐/塔器	泄漏孔径为 10 mm 孔径	$1.00 \times 10^{-4}$ /a
	10 min 内储罐泄漏完	$5.00 \times 10^{-6}$ /a
	储罐全破裂	$5.00 \times 10^{-6}$ /a
常压单包容储罐	泄漏孔径为 10 mm 孔径	$1.00 \times 10^{-4}$ /a
	10 min 内储罐泄漏完	$5.00 \times 10^{-6}$ /a
	储罐全破裂	$5.00 \times 10^{-6}$ /a
常压双包容储罐	泄漏孔径为 10 mm 孔径	$1.00 \times 10^{-4}$ /a
	10 min 内储罐泄漏完	$1.25 \times 10^{-8}$ /a
	储罐全破裂	$1.25 \times 10^{-8}$ /a
常压全包容储罐	储罐全破裂	$1.00 \times 10^{-8}$ /a
内径 ≤ 75mm 的管道	泄漏孔径为 10%孔径	$5.00 \times 10^{-6}$ / (m · a)
	全管径泄漏	$1.00 \times 10^{-6}$ / (m · a)
75mm < 内径 ≤ 150mm 的管道	泄漏孔径为 10%孔径	$2.00 \times 10^{-6}$ / (m · a)
	全管径泄漏	$3.00 \times 10^{-7}$ / (m · a)
内径 > 150mm 的管道	泄漏孔径为 10%孔径 (最大 50 mm)	$2.40 \times 10^{-6}$ / (m · a) *
	全管径泄漏	$1.00 \times 10^{-7}$ / (m · a)
泵体和压缩机	泵体和压缩机最大连接管泄漏孔径为 10%孔径 (最大 50 mm)	$5.00 \times 10^{-4}$ /a
	泵体和压缩机最大连接管全管径泄漏	$1.00 \times 10^{-4}$ /a
装卸臂	装卸臂连接管泄漏孔径为 10%孔径 (最大 50 mm)	$3.00 \times 10^{-7}$ /h
	装卸臂全管径泄漏	$3.00 \times 10^{-8}$ /h
装卸软管	装卸软管连接管泄漏孔径为 10%孔径 (最大 50mm)	$4.00 \times 10^{-5}$ /h
	装卸软管全管径泄漏	$4.00 \times 10^{-6}$ /h

注:以上数据来源于荷兰 TNO 紫皮书(Guidelines for Quantitative)以及 Reference Manual Bevi Risk Assessments;  
\*来源于国际油气协会(International Association of Oil & Gas Producers)发布的 Risk Assessment Data Directory (2010,3)。

(4) 风险事故情形设定

由于事故触发因素具有不确定性,因此事故情形的设定并不能包含全部可能的环境风险,但通过具有代表性的事故情形分析可分为项目风险管理提供科学依据。

考虑可能发生的事故情形涉及的危险物质、环境危害、影响途径等方面,本次选取以下具有代表性的事故类型,详见表 7-3。

表 7-3 本项目风险事故情形设定一览表

危险单元	潜在风险源	危险物质	环境风险类型	主要影响途径	是否预测
罐区	煤油储罐	航空煤油	火灾爆炸次生伴生	扩散、消防废水漫流、渗透、吸收	是
			储罐泄漏 15min 内	扩散	是
			火灾爆炸过程未完全燃烧物扩散	扩散	是
危废暂存间	含油滤芯、含油毡布等	含油滤芯、含油毡布等	火灾爆炸次生伴生	扩散、消防废水漫流、渗透、吸收	否

## 8 源项分析

航空煤油储罐容积为 10000m<sup>3</sup>。本项目主要考虑煤油储罐发生破裂导致航空煤油泄漏和泄漏液体的蒸发。根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169-201/8)附录 F.1.1 泄漏量计算公式进行储罐泄漏源强计算。

### 1、液体泄漏量

#### 1) 计算公式

物料泄漏采用伯努力方程进行计算，公式如下：

$$Q_L = C_d A \rho \sqrt{\frac{2(P - P_0)}{\rho} + 2gh}$$

式中：Q—液体泄漏流量，kg/s；

C<sub>d</sub>—排放系数，通常取 0.6-0.64，本项目取 0.62；

A—泄漏口面积，m<sup>2</sup>；

ρ—泄漏液体密度，kg/m<sup>3</sup>；

p—容器内介质压力，Pa，常取大气压强 p<sub>0</sub>；

p<sub>0</sub>—环境压力，Pa；

g—重力加速度，9.8m/s<sup>2</sup>；

h—泄漏口上液位高度，m。

考虑最长事故泄漏时间为 15min。

#### 2) 源强计算结果

根据上述公式计算得出本项目物料泄漏量见表 8-1。

表 8-1 泄漏量计算一览表

泄漏物质	Cd	A* (m <sup>2</sup> )	ρ (kg/m <sup>3</sup> )	h (m)	泄漏流量 (kg/s)	持续时间 (s)	泄漏量 (kg)
航空煤油	0.62	0.001962 5	803	10	13.68	900	12311

### 2、泄漏液体的蒸发量

液体泄漏后立即扩散到地面，一直留到低洼处或人工边界，如围堰、岸墙等，形成液池。液体泄漏出来不断蒸发，当液体蒸发速度等于泄漏速度时，液池中的液体也将维持不变。如果泄漏的液体是低挥发性的，则从液池中蒸发量较少，不易形成气团，对场外人员危险性较小；如果泄漏的是挥发性液体，泄漏后液体蒸发量大，在液池上面会形成蒸汽云，容易扩散到厂外，对场外人员的危险性较大。

泄漏液体的蒸发分为闪蒸蒸发、热量蒸发和质量蒸发三种，蒸发总量为这三

种蒸发之和。考虑到露天罐区正常贮存下液体温度和室外温度比较接近，罐体内  
外压差较小，因此其蒸发主要以质量蒸发为主。质量蒸发速度  $Q_3$  按下式计算：

$$Q_3 = \alpha p \frac{M}{RT_0} u^{\frac{(2-n)}{(2+n)}} r^{\frac{(4+n)}{(2+n)}}$$

式中： $Q_3$ ——质量蒸发速度，kg/s；

$a$ ， $n$ ——大气稳定度系数，取值见风险导则 HJ169-2018 表 F<sub>3</sub>， $a$  取  
 $5.285 \times 10^{-3}$ ， $n$  取 0.3；

$M$ ——分子量，kg/mol；

$p$ ——液体表面蒸气压，Pa；

$R$ ——气体常数；J/mol·k：取 8.314 J/mol·k；

$T_0$ ——环境温度，298K；

$u$ ——风速，m/s；

$r$ ——液池半径，由质量计算所得，取液池高度 0.01m。

当储罐发生泄漏事故后，航空煤油将聚集在罐区围堰形成液池，项目储罐区  
设有围堰。考虑较不利风速为 1.5m/s 的情况下，航空煤油泄漏后的质量蒸发速  
度见表 8-2。

表 8-2 泄漏事故各污染物挥发速率

事故类型	挥发持续时间 (min)	液池面积 (m <sup>2</sup> )	风速 (m/s)	稳定度	挥发速率 kg/s
航空煤油泄漏	15	1533.6	1.5	F	0.997

### 3、火灾、爆炸事故有毒有害物质释放量

储罐发生泄漏后，如引发火灾爆炸的事故，事故中将有未参与燃烧的有毒有  
害物质释放。煤油  $LC_{50} > 20000$ 、最大储存量为 64240t。根据《建设项目环境风  
险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 F.4，煤油在火灾、爆炸事故中未残余燃  
烧的有毒有害物质释放量在风险预测中可忽略不计。

### 4、火灾伴生/次生污染物产生量

由于火灾、爆炸事故中 CO 产生量与燃烧的有机毒物的含炭量成正比。伴生  
/次生 CO 的产生量，按下式进行计算：

$$G_{co} = 2330qCQ$$

式中： $G_{co}$ ——一氧化碳的产生量，kg/s。

$C$ ——物质中碳的含量，质量分数%。

$q$ ——化学不完全燃烧值，取 1.5%~6.0%，本项目取较大值 4.8%。

$Q$ ——参与燃烧的物质质量，t/s，本项目参与燃烧的物质取泄漏物质的

20%，液体燃烧时间均取 900s。根据上述不完全燃烧公式计算，本项目航空煤油发生泄漏时，火灾、爆炸伴生/次生 CO 产生量  $G_{co}$  见表 8-3。

**表 8-3 本项目罐区火灾、爆炸伴生/次生 CO 产生量  $G_{co}$**

物料名称	分子式	分子量	C 质量分数 (%)	q (%)	参与燃烧的物质质量			$G_{co}$ (kg/s)
					燃烧时间 (s)	燃烧量 (t)	Q (t/s)	
航空煤油	/	200	72	4.8	900	2.4622	0.002736	0.22

### 5、水体污染事故源强核算

水污染事故主要考虑污染物释放及火灾爆炸后消防用水和雨水等污水排放对地表水和地下水造成的影响。

消防水量指在贮罐区一旦发生火灾、爆炸时的消防用水量，包括扑灭火灾所需用水量和保护临近设备或贮存罐的喷淋水量。本项目发生事故时需最大消防水量为 2700m<sup>3</sup>，假设航空煤油以泄漏量的 100% 进入消防尾水中，则消防尾水中航空煤油浓度计算比选按如下：

**表 8-4 洗消废水石油类污染物产生量**

物料名称	分子式	分子量	泄漏量 (kg)	物料进入消防尾水量 (kg)	消防尾水量 (m <sup>3</sup> )	污染物浓度 (mg/l)	计算系数	污染物浓度 (mg/l)	是否预测
航空煤油	/	200	12311	12311	5268	2337	1.0	2337	否

### 6、风险源强汇总

建设项目风险源强见表 8-5。

**表 8-5 建设项目风险源强表**

序号	风险事故情形描述	危险单元	危险物质	影响途径	释放或泄漏速率 (kg/s)	释放或泄漏时间/s	最大释放泄漏量/kg	泄漏液体蒸发量 kg/s (F/1.50)
1	煤油泄漏及火灾爆炸次生伴生事故	罐区	航空煤油	扩散到大气中	13.68	900	12311	0.997
			CO		1.377	900	1239.3	/
			石油类	消防废水漫流	2337mg/L		12311	/



## 9 风险预测与评价

### 9.1 有毒有害物质在大气中的扩散

#### (1) 预测模型筛选

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），SLAB 模型适用于平坦地形下重质气体排放的扩散模拟。AFTOX 模型适用于平坦地形下中性气体和轻质气体排放以及液池蒸发气体的扩散模拟。

判定烟团、烟羽是否为重质气体，取决于它相对空气的“过剩密度”和环境条件等因素。通常采用理查德森数量（ $Ri$ ）作为标准进行判断。 $Ri$  的概念公式为：

$$Ri = \text{烟团的势能} / \text{烟团的湍流动能}$$

$Ri$  是各流体动力学参数，根据不同的排放性质，理查德森数的计算公式不同。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 G，本项目环境风险事故涉及的 CO 烟团为轻质气体，初始密度未大于空气密度，不计算理查德森数，选取 AFTOX 模型；煤油理查德森数大于 1/6，均为重质气体，选取 SLAB 模型。

#### (2) 预测模型主要参数

地表粗糙度一般由事故发生地周围 1km 范围内占地面积最大的土地利用类型来确定，建设项目周围 1km 均为工业企业或空置规划工业用地，地表粗糙度等大气风险预测模型主要参数取值见表 9-1。

表 9-1 大气风险预测模型主要参数表

参数类型	选项	参数
基本情况	事故源经度/ (°)	118.82588
	事故源纬度/ (°)	32.27849
	事故源类型	储罐泄漏及火灾、爆炸等次伴生污染
气象参数	气象条件类型	最不利气象
	风速/ (m/s)	1.5
	环境温度	25℃
	相对湿度/%	50
	稳定度	F
其他参数	地表粗糙度/m	0.03
	事故考虑地形	否
	地形数据精度/m	/

### (3) 预测结果

#### ①航空煤油泄漏及火灾爆炸事故伴次生污染预测结果

##### a. 航空煤油泄漏预测结果

因煤油部分理化性质参数未知，无法通过风险预测模型进行预测，故本次评价未对煤油泄漏污染进行预测。

##### b. 航空煤油泄漏火灾爆炸次生伴生污染物影响

使用 AFTOX 模型对航空煤油火灾爆炸伴生 CO 的环境影响结果进行预测，结果如下表所示，在最不利气象条件下，预测浓度最大值为  $16200\text{mg}/\text{m}^3$ ，达到大气终点浓度 2 的最远距离为  $531\text{m}$ ，达到大气终点浓度 1 的最远距离为  $232\text{m}$ 。因此本项目火灾爆炸伴生 CO 事故，最不利气象条件下，会对企业员工、机场海关管理处、东航江苏办公区人员产生危害，因此当发生航空煤油泄漏事故时，应第一时间通知人员撤离。



图 9-1 环境风险影响范围图（最不利气象条件）

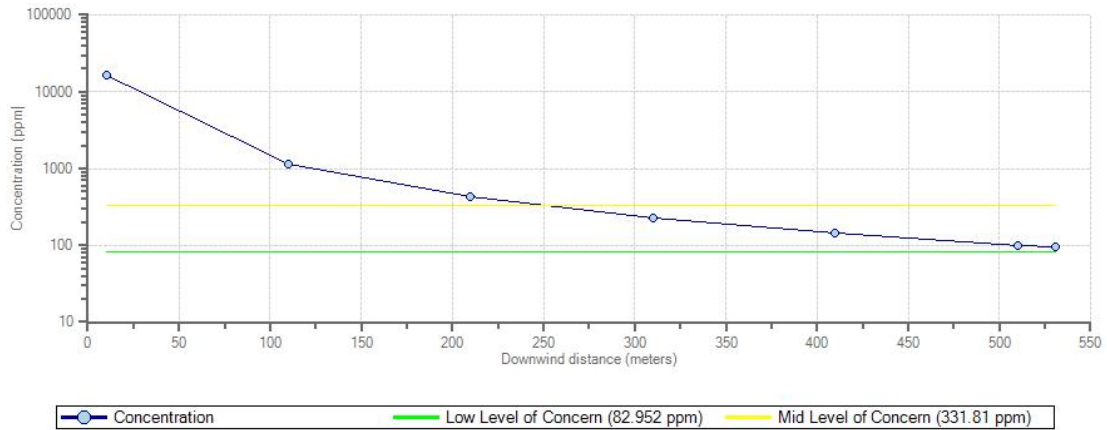


图 9-2 下风向不同距离处最大浓度（最不利气象条件）

(4) 大气环境风险预测结果总结

根据上述分析，本项目环境风险危害最大的事故源项及事故后果基本信息如表 9-2 所示。

表 9-2 本项目环境风险事故源强及事故后果基本信息表

风险事故情形分析								
代表性风险事故情形描述		储罐发生泄漏事故，液体挥发扩散对环境空气造成影响，泄漏航空煤油遇明火、高热或达爆炸极限会发生火灾爆炸，火灾爆炸将次伴生 CO 等污染物						
泄漏设备类型	储罐	操作温度℃	常温	操作压力 Mpa	常压			
泄漏危险物质	航空煤油	最大存在量 kg	64240000	泄漏孔径 mm	50			
泄漏时间 min	15	泄漏量 kg	12311	泄漏速率 kg/s	13.68			
泄漏高度 m	7.4	泄漏液体蒸发量 kg	897.3（稳定度 F）	质量蒸发速率 kg/s	0.997(稳定度 F)			
泄漏频率	2.40×10 <sup>-6</sup> /a							
大气	危险物质	指标	最不利气象条件			发生地最常见气象条件		
			浓度值 mg/m <sup>3</sup>	最远影响距离 m	到达时间 min	浓度值 mg/m <sup>3</sup>	最远影响距离 m	到达时间 min
	航空煤油（泄漏）	毒性终点浓度-1	9400	---	---	---	---	---
		毒性终点浓度-2	2700	---	---	---	---	---
CO（火灾爆炸次伴生）	毒性终点浓度-1	380	531	-	---	---	---	
	毒性终点浓度-2	95	232	-	---	---	---	
大	危险物	敏感目	最不利气象条件			发生地最常见气象条件		

			超标时间 min	超标持续时间 min	最大浓度 mg/m <sup>3</sup>	超标时间 min	超标持续时间 min	最大浓度 mg/m <sup>3</sup>
航空煤油	机场海关管理处		—	—	—	—	—	—
CO	机场海关管理处		—	—	16200	—	—	—

## 9.2 地表水环境风险影响评价

本项目位于禄口，距本项目最近的水体是厂界东侧 570m 的溧水河。当储罐发生泄漏时，储罐外有围堰，可以阻止物料泄漏出外环境。事故发生后，立即关闭雨水管道阀门，切断雨水排口，打开收集阀进事故应急池。根据事故废水检测情况，再决定送现有厂区内污水处理站处理或外委处理。事故状态下的物料和消防污水均收集进事故应急池，洗消废水量 5268m<sup>3</sup>，石油类浓度 2337mg/L 以上。

本项目新建事故池有效容积 1000m<sup>3</sup>，可以满足物料泄漏和事故废水收纳要求。

## 9.3 地下水环境风险影响评价

### (1) 污染途径

本次风险预测选取距离库区地下水下游方向较近的储罐进行预测。在事故状况下，若储罐发生火灾爆炸同时导致防火堤地面的破损，致使短时间内航空煤油通过地面破损裂口大量渗入地下，工作人员在一定时间内对泄漏事件进行紧急处理后，处理前及处理过程中泄漏的污染物在地下水环境中不断迁移，对地下水水质产生一定影响，本次主要针对此种状况进行地下水预测分析。

### (2) 预测时间

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016），结合工程分析，本次预测时段分别为 100d、1000d、10a、20a。

### (3) 情景设置

依据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016），项目对地下水环境的影响应从正常状况、非正常状况两种情形进行模拟预测。由于本次评价为风险预测，因此仅考虑事故状况下，航空煤油储罐发生火灾爆炸同时导致防火堤地面的破损，致使短时间内煤油通过地面破损裂口大量渗入地下。经与建设单位沟通，假设在发生煤油渗漏 1 天后可对污染物清理完毕，因此可以将本项目看

作污染物以一定浓度持续渗漏一定时间后，得到了处理并停止继续渗漏，而先前泄漏的污染物在地下水环境中不断迁移的情形。

#### (4) 预测因子及标准

本次风险预测假定煤油储罐破损导致油料泄漏并穿透防渗层后直接进入含水层，从而对污染物在含水层中迁移转化的情况进行模拟计算。煤油进入含水层后，由于密度比水轻，因此悬浮于含水层顶部，煤油虽然在有机溶剂中可以溶解，但是在水中的溶解度很小，在研究中假设包气带土壤和含水层中的液相物质均为水，煤油在水中混合后首先形成乳状液，然后进一步缓慢的溶解；溶解于水中的煤油近似作为石油类污染物，石油类随地下水对流和弥散作用对含水层产生污染影响。根据《拜城盆地北部洪积扇砂砾石包气带石油类和 COD<sub>Mn</sub> 的运移分析》论文可知，石油类在含水层中的溶解度为 100mg/L。

由于《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中没有石油类的指标，在本研究中使用石油类在《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中的III类标准作为判断污染物超标范围的依据。当预测污染物浓度大于标准限值时，表示地下水受到污染，以此计算超标距离；当预测污染物浓度小于标准限值并大于检出限时，表示地下水受到污染的影响，但不超标，以此计算污染距离；当预测污染物浓度小于检出限时视同对地下水环境基本没有影响。

表 9-3 预测评价标准

污染物	标准值/（mg/L）	检出限/（mg/L）
石油类	0.05	0.01

#### (5) 预测模型

地下水环境影响预测采用《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）推荐的一维稳定流动一维水动力弥散问题，概化条件为一维半无限长多孔介质柱体，一端为定浓度边界。其解析解为：

$$\frac{C}{C_0} = \frac{1}{2} \operatorname{erfc}\left(\frac{x-ut}{2\sqrt{D_L t}}\right) + \frac{1}{2} e^{\frac{ux}{D_L}} \operatorname{erfc}\left(\frac{x+ut}{2\sqrt{D_L t}}\right)$$

式中：x—预测点距污染源的垂直距离，m；

t—预测时间，d；

C(x,t)—t时刻x处的污染物浓度，mg/L；

C<sub>0</sub>—地下水污染源强浓度，mg/L；

u—水流速度，m/d；

D<sub>L</sub>—纵向弥散系数，m<sup>2</sup>/d；

erfc ( )—余误差函数。

(6) 水文地质参数的确定

①渗透系数

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）附录 B 中表 B.1，项目区潜水含水层主要为粉质粘土和粉砂，确定渗透系数为 0.05m/d。

②水力坡度

受地貌、地质条件的制约，项目所在区域水力坡度平缓，评价区内主流水力坡度为 0.3‰~0.6‰，本次评价水力坡度取 0.5‰。

③孔隙度

$$n = \frac{e}{(1+e)}$$

式中：n—孔隙度；

e—孔隙比。

有效孔隙度根据经验值取 0.2。

④弥散度

根据场地地质勘查数据并根据含水层中砂砾石颗粒大小、颗粒均匀度和排列情况类比取得的水文地质参数，详见表 9-4。D.S.Makuch（2005）综合了其他人的研究成果，对不同岩性和不同尺度条件下介质的弥散度大小进行了统计，获得了污染物在不同岩性中迁移的纵向弥散度，并存在尺度效应现象，详见图 9-3。对本次评价范围潜水含水层，纵向弥散度取 50m。潜水含水层的主要岩性为粉质黏土和粉砂，颗粒粒径在 0.05~0.1mm 之间，指数取 1.07。

表 9-4 含水层弥散度类比取值表

粒径变化范围/mm	均匀度系数	指数 <i>m</i>	纵向弥散度 <i>a<sub>L</sub></i> /m
0.4-0.7	1.55	1.09	3.96
0.5-1.5	1.85	1.1	5.78
1-2	1.6	1.1	8.80
2-3	1.3	1.09	1.30
5-7	1.3	1.09	1.67
0.5-2	2	1.08	3.11
0.2-5	5	1.08	8.30
0.1-10	10	1.07	1.63
0.05-20	20	1.07	7.07

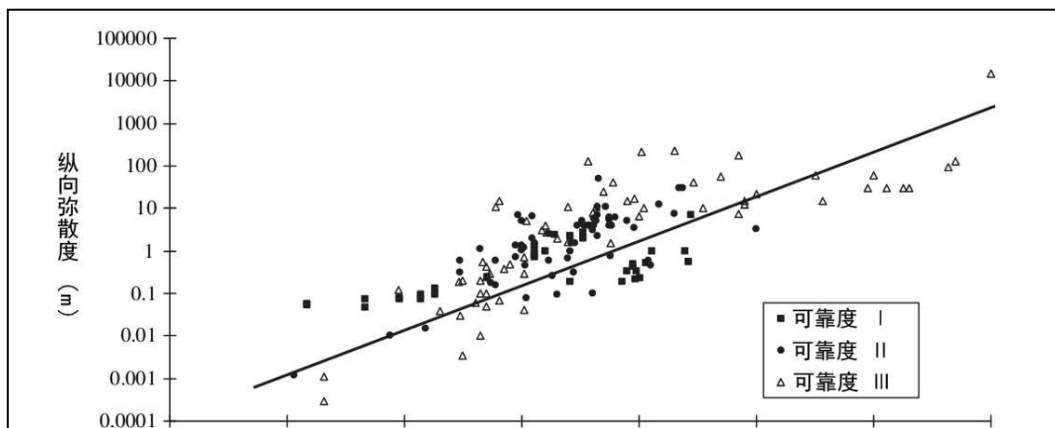


图 9-3 不同岩性的纵向弥散度与研究区域尺度的关系

⑤地下水实际流速和纵向弥散系数

地下水实际流速和弥散系数的确定按下列方法取得：

$$u = K \times I / n_e$$

$$D_L = a_L \times u^m$$

式中： $u$ —地下水实际流速，m/d；

$K$ —渗透系数，m/d，取 0.05m/d；

$I$ —水力坡度，取 0.5‰；

$n_e$ —有效孔隙度，取 0.2。

$D_L$ —纵向弥散系数，m<sup>2</sup>/d；

$a_L$ —纵向弥散度，m，取 50m；

$m$ —指数，取 1.07。

计算参数结果见表 9-5。

表 9-5 计算参数一览表

含水层	参数	地下水实际流速 $u$ / (m/d)	纵向弥散系数 $D_L$ / (m <sup>2</sup> /d)	污染源强 $C_0$ / (mg/L)
				石油类
评价区潜水含水层		$1.25 \times 10^{-4}$	0.0033	100

(7) 预测结果

采用《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016)中一维稳定流一维水动力弥散(持续注入-定浓度边界)解析公式，分别计算预测污染物进入潜水含水层后第 100d、1000d、10a、20a 时，地下水中污染物浓度超过 III 类标准的范围，以及沿地下水流方向污染物距离源点的最大迁移距离(计算值等于检出限的点作为判断点)，进行预测计算。预测结果见表 9-6 及图 9-4~图 9-7。

表 9-6 含水层中石油类运移情况统计表

预测因子	预测时间	最大超标距离/m	最大影响距离/m
石油类	100d	2	3
	1000d	9	10
	10a	17	19
	20a	25	27

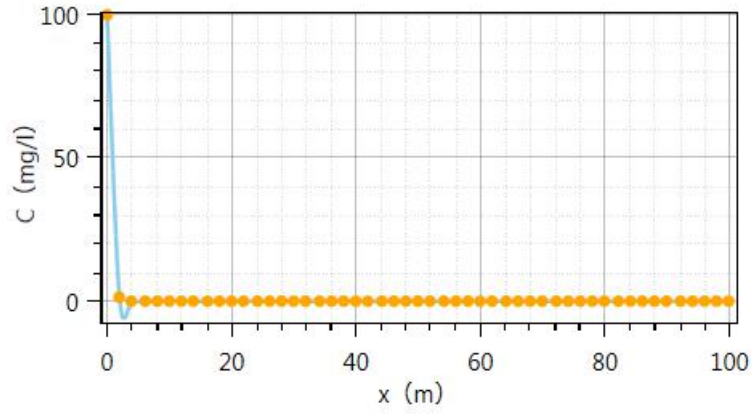


图 9-4 100d 时泄漏点下游地下水中石油类浓度-距离关系图

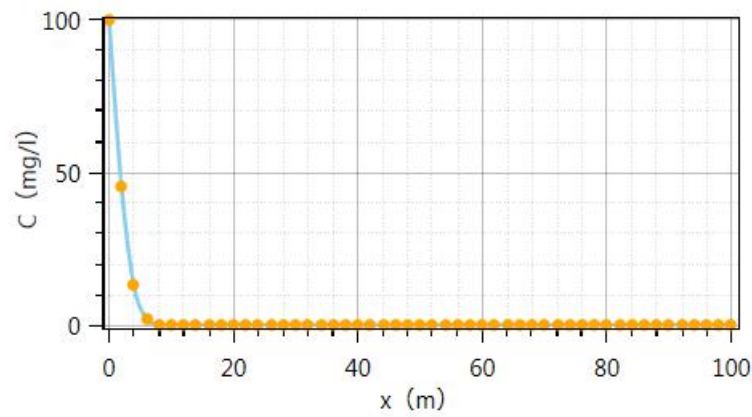


图 9-5 1000d 时泄漏点下游地下水中石油类浓度-距离关系图

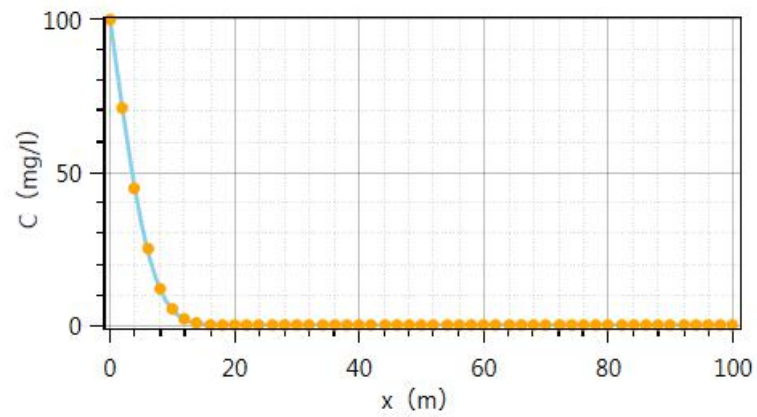


图 9-6 10a 时泄漏点下游地下水中石油类浓度-距离关系图



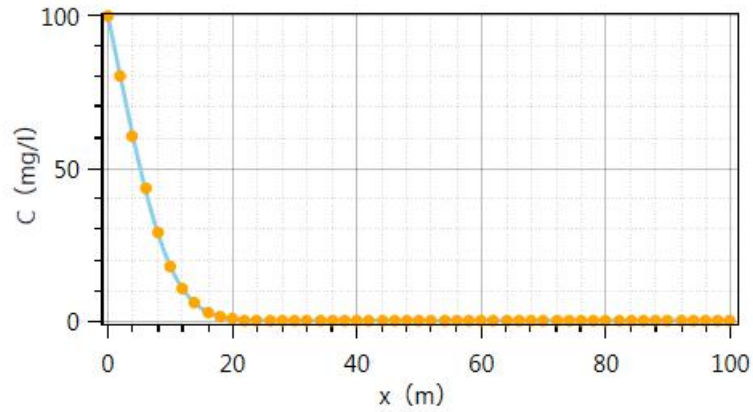


图 9-7 20a 时泄漏点下游地下水中石油类浓度-距离关系图

当假设污染物发生泄漏后，石油类对库区地下水的影响不断扩散，随时间推移影响距离和影响范围变大。污染源距离厂区边界最近约 31m。根据计算结果，在 100d 时石油类最大超标距离为 2m，未超出厂区边界，最大影响距离 3m；在 1000d 时最大超标距离为 9m，未超出厂区边界，最大影响距离 10m；在 10a 时最大超标距离为 17m，未超出厂区边界，最大影响距离 19m；在 20a 时最大超标距离为 25m，未超出厂区边界，最大影响距离 27m。

## 10 环境风险防范措施

### (1) 选址、总图布置和建筑安全防范措施

本项目为航空煤油储罐项目，位于公司现有厂区内。

①总图布置上，本项目罐区满足《石油化工企业防火设计规范》（GB50160-2008）、《建筑设计防火规范（2018版）》（GB50016-2014）中相应防火等级和建筑防火间距要求。

②罐区进行危险区识别，并对罐区设置防火堤，罐区和厂区内现有建筑之间保持足够的安全距离。

### (2) 罐区安全防范措施

加强罐区管理，防止泄漏；罐区周围不可堆放木材及其他引火物质；配备消防设施，在储罐周围设置围堰，尽可能降低储罐泄漏造成的环境风险；在罐区设施监测报警系统，及时发现泄漏，防治事故漫溢。对地面防渗处理，防止污染土壤。

①设置事故池，在泄漏量较大，围堰和低位槽等无法有效控制泄漏事故时，同时可用于泄漏、火灾、爆炸事故发生及发生以后应急用。

②设置在线监测、监控设施，一旦有异常情况可立即做出应急反应。

③储罐区配有符合消防规定的灭火设施；安装液位上线报警装置和易燃液体可燃感温报警仪，按规程操作；安装防静电和防感应雷的接地装置，罐区内电气装置必须符合防火防爆要求。

④定期对罐区、管线进行检修，对破裂的管线及时进行修补，并执行严格的用火管理制度。

⑤加强对罐区的安全管理及监测，严禁吸烟和违章动用明火；防止铁器撞击及静电火花的产生；禁用手机、照相机等容易引起电火花的电器设备；职工进入操作要穿防静电服装；禁止未装阻火器的车辆进入装车栈台，装卸过程中车辆必须熄火。

⑥罐区内设置各种安全标志。按照规范对反需要迅速发现并引起注意以防发生事故的场所、部位均按要求涂安全色。

⑦罐区围堰有效容积大于其中最大罐体容积，且罐区内物料根据性质不同成组布置，罐组之间设置隔堤，满足规范要求。

⑧围堰在建设过程中，地面和围墙均做防渗处理；整个围堰不设排污口，设置雨污切换井，有效防止初期雨水直接沿雨水管网进入受纳水体。

### （3）运输过程风险防范措施

项目储存的物质为航空煤油，在运输过程中一旦发生风险事故，将造成区域大气、地表水、土壤和地下水等污染事故。

项目的运输主要采用管道输送方式（其中降质油品采用汽运），在运输过程中，建设项目应严格按照《危险化学品安全管理条例》的要求，并采取以下风险防范措施：

①航空煤油的运输必须委托专业单位、专用车辆进行运输，建设单位在与运输单位签订相关运输协议时，应明确运输过程中的风险防范措施及责任，不得随意安排一般社会车辆运输。

②运输的方式应根据航空煤油的性质确定，运输过程中，应单独运输，不得与其他原料或禁忌品一同运输，防止发生风险事故。

③运输过程中应设置防静电等措施，并根据航空煤油的性质，设置灭火器等设施。

④运输车辆应沿着固定路线运输，交通线路应尽可能远离市区、乡镇中心区、大型居民区等敏感目标。

⑤运输过程中，应设置专人押运；运输车辆应标识运输品的名称、毒性、采取的风险防范措施等内容。

⑥运输过程中，应注意行车安全，不得超车；严禁在恶劣天气下运输。

### （4）自动监控及自动报警系统安全防范措施

罐区按要求设置可燃气体检测报警系统、视频监控预警系统和防入侵报警系统，防入侵报警系统应与公安机关报警系统联网。

### （5）消防及火灾报警系统

对有火灾危险的场所设置火灾自动报警系统和消防给水系统，一旦发生火灾，立即做出应急反应。

①罐区必须配备足够的相适用的各类灭火器材，并定点存存放。要求经常检查，对过期的可以集中训练时使用，并及时充装。

②罐区必须设置消防给水管管道和消防栓，室外消防最小直径不应小于100m。

③火灾事故处理完毕后，消防灭火废水应统一收集，妥善处理达标后方可排放，不能直接排入水体。

### （6）事故应急池确定

本项目需设置事故应急池，事故应急池容积确定如下：

$$V_{\text{总}} = (V_1 + V_2 - V_3) \max + V_4 + V_5$$

注： $(V_1 + V_2 - V_3) \max$  是指对收集系统范围内不同罐组或装置分别计算  $V_1 + V_2 - V_3$ ，取其中最大值。

$V_1$ ——收集系统范围内发生事故的一个罐组或一套装置的物料量。

注：储存相同物料的罐组按一个最大储罐计，装置物料量按存留最大物料量的一台储罐计，物料量为  $10000\text{m}^3$ ， $V_1 = 10000\text{m}^3$ 。

$V_2$ ——发生事故的储罐的消防水量， $\text{m}^3$ ； $V_2 = \sum Q_{\text{消}} t_{\text{消}}$ 。

根据《石油库设计规范》（GB50074-2014）及库区消防设计情况，消防冷却用水量为  $235\text{L/s}$ ，火灾延续供水时间按  $6\text{h}$  计，则一次灭火消防冷却最大水量为  $5076\text{m}^3$ ，3%型泡沫灭火系统泡沫液用量为  $5.76\text{m}^3$ ，配制泡沫液用水量为  $192\text{m}^3$ 。因此，本项目储罐发生事故时消防废水量为  $V_2 = 5268\text{m}^3$ 。

$V_3$ ——发生事故时可以转输到其他储存或处理设施的物料量， $\text{m}^3$ ；分区围堰： $V_3 = 14773\text{m}^3$ （围堰容积-储罐基础部分）。

$V_4$ ——发生事故时仍必须进入该收集系统的生产废水量， $\text{m}^3$ ；公司废水排放为阶段性排放，发生事故时可无必须进入该收集系统的生产废水量， $V_4 = 0$ 。

$V_5$ ——发生事故时可能进入该收集系统的降雨量， $\text{m}^3$ ；

$$V_5 = 10qF$$

$q$ ——降雨强度， $\text{mm}$ ；按平均日降雨量；

$$q = qa/n$$

$qa$ ——年平均降雨量， $\text{mm}$ 。南京市年均降雨量为  $1030.6\text{mm}$ 。

$n$ ——年平均降雨天数， $80 \sim 100$  天，取  $90$  天；

$F$ ——必须进入事故废水收集系统的雨水汇水面积， $\text{ha}$ 。项目事故时收集范围约  $2.0808\text{ha}$ 。

$$V_5 = 238\text{m}^3$$

因此，应设事故应急池容积  $V = 10000\text{m}^3 + 5268\text{m}^3 - 14773\text{m}^3 + 0 + 238\text{m}^3 = 733\text{m}^3$ 。

本项目新增一座容积  $1000\text{m}^3$  的事故池，能够满足上述计算后得出的事故应急池容积要求。

#### （7）大气环境风险防范

①储罐区周围已设置了符合要求的围堰，围堰采用钢筋混凝土结构，已安装液位上限报警装置和可燃气体报警仪，按规程操作；安装防静电和防感应雷的接

地装置，罐区内电气装置符合防火防爆要求；严格按照存储物料的理化性质保障贮存条件；储罐区设置自动探测装置，若易燃易爆物质的浓度超过允许浓度，则开启报警装置。

②储罐区应备有泄漏应急处理设备和合适的收容材料。

③敞开空间的泄漏事故发生时，应首先查找泄漏源，及时修补容器或管道，以防污染物更多的泄漏；为降低物料向大气中的蒸发速度，可用泡沫或其他覆盖物品覆盖外泄的物料，在其表面形成覆盖层，抑制其蒸发，以减小对环境空气的影响。

④火灾、爆炸等事故发生时，应使用水、干粉、泡沫或二氧化碳灭火器扑救，灭火过程同时对邻近储罐进行冷却降温，以降低相邻储罐发生连锁爆炸的可能性。同时对扩散至空气中的未燃烧物、烟尘等污染物进行洗消，减小对环境空气的影响。

⑤本项目储罐区发生物料泄漏挥发事故及其火灾爆炸次伴生毒性污染物扩散对下风向一定范围内的环境空气会有短期影响，局部环境空气质量在短时间内会超出相应标准要求，但一般不会对生活在环境保护目标内的人群造成严重影响，不会因此造成场外环境居住人员的中毒死亡。

但风险预测结果只是基于假定的风险事故情形得出的，突发环境事故发生后，企业应根据检测得到的最大落地浓度采取不同的措施。当出现居住区浓度超标时，应注意超标范围内居民的风险防范和应急措施。日常工作中也应注意与周边村民的联系，在发生事故时做到第一时间通知撤离，减轻事故影响。

#### （8）事故废水环境风险防范

储罐区设置防火堤以及收集沟和管道等配套基础设施，防止污染雨水和轻微事故泄漏造成的环境污染。

设置事故应急池（1000m<sup>3</sup>）、拦污坝及其配套设施（如事故导排系统），防止罐区较大事故泄漏物料和消防废水造成的环境污染。企业应配套迅速切断事故排水直接外排并使其进入事故池的措施，事故池应采取安全措施，平时不得占用，以保证可以随时容纳可能发生的事故废水。

#### （9）地下水和土壤环境风险防范

①加强源头控制，做好防渗措施，按照《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）的要求做好防控，一般情况下应以水平防渗为主，对难以采取水平防渗的场地可采用垂直防渗为主，局部水平防渗为辅的防空措施。

②加强地下水环境的监控、预警。建立地下水环境影响跟踪监测制度、配备先进的检测仪器和设备，以便及时发现问题，采取措施。按照 HJ610-2016 要求于场地下游不设地下水监测点位，作为地下水环境影响跟踪监测点、背景值监测点和污染扩散监测点。

③加强环境管理。加强厂区巡检，对跑冒滴漏做到及时发现、及时控制；做好储罐区地面防渗的管理，防渗层破裂后及时补救、更换。

④指定事故应急减缓措施，首先控制污染源、切断污染途径，其次，对受污染的地下水根据污染物种类、受污染场地地质构造等因素，采取抽提技术、气提技术、生物修复技术、渗透反应墙技术等进行修复。

建设单位对本项目已开展安全风险辨识与管控工作，已完成安全评价工作；项目严格依据标准规范建设环境治理设施，建成运营后将健全内部污染防治设施稳定运行和管理责任制度，确保环境治理设施安全、稳定、有效运行。

## 11 突发环境事件应急预案

本次改建项目投入运行前，建设单位需按照《企业事业单位突发环境事件应急预案备案管理办法（试行）》（环发[2015]4号）要求，针对全厂内容修订突发环境风险应急预案并完成备案，预案编制内容主要包括预案适用范围、环境事件分类与分级、组织机构与职责、监控和预警、应急响应、应急保障、善后处理、预案管理与演练等内容。此外，本次扩建储罐突发环境事件应急预案应体现分级响应、区域联动的原则，与南京市、江宁区突发环境事件应急预案相衔接，明确分级响应程序，确保突发环境事故能够得到有效救援，杜绝事故废水进入水体。

公司每年至少组织一次综合应急演练，演练结束后，指挥部应及时进行反馈、总结，评价演练效果，落实改进措施，不断完善预案。

## 12 环境风险评价结论

本项目罐区涉及的航空煤油属于易燃物质。本次评价确定的最大可信事故为航空煤油泄漏事故及遇明火发生火灾爆炸，分别对大气环境风险、地表水环境风险、地下水环境风险进行了预测和分析，在严格落实风险防范措施，制定操作性强的环境应急预案的前提下，本项目环境风险可防可控。

本项目环境风险评价自查表见表 12-1。

表 12-1 环境风险评价自查表

工作内容		完成情况				
风险调查	危险物质	名称	航空煤油			
		存在总量/t	64240			
	环境敏感性	大气	500m 范围内人口数大于 <u>1000</u> 人	5km 范围内人口数大于 <u>5 万人</u>		
			每公里管段周边 200m 范围内人口数 (最大)	/人		
	地表水	地表水功能敏感性	F1 <input type="checkbox"/>	F2 <input type="checkbox"/>	F3 <input checked="" type="checkbox"/>	
		环境敏感目标分级	S1 <input type="checkbox"/>	S2 <input type="checkbox"/>	S3 <input checked="" type="checkbox"/>	
	地下水	地下水功能敏感性	G1 <input type="checkbox"/>	G2 <input type="checkbox"/>	G3 <input checked="" type="checkbox"/>	
		包气带防污性能	D1 <input type="checkbox"/>	D2 <input checked="" type="checkbox"/>	D3 <input type="checkbox"/>	
物质及工艺系统危险性	Q 值	Q < 1 <input type="checkbox"/>	1 ≤ Q < 10 <input type="checkbox"/>	10 ≤ Q < 100 <input checked="" type="checkbox"/>	Q > 100 <input type="checkbox"/>	
	M 值	M1 <input type="checkbox"/>	M2 <input type="checkbox"/>	M3 <input type="checkbox"/>	M4 <input checked="" type="checkbox"/>	
	P 值	P1 <input type="checkbox"/>	P2 <input type="checkbox"/>	P3 <input type="checkbox"/>	P4 <input checked="" type="checkbox"/>	
环境敏感程度	大气	E1 <input checked="" type="checkbox"/>	E2 <input type="checkbox"/>	E3 <input type="checkbox"/>		
	地表水	E1 <input type="checkbox"/>	E2 <input type="checkbox"/>	E3 <input checked="" type="checkbox"/>		
	地下水	E1 <input type="checkbox"/>	E2 <input type="checkbox"/>	E3 <input checked="" type="checkbox"/>		
环境风险潜势	IV+ <input type="checkbox"/>	IV <input type="checkbox"/>	III <input checked="" type="checkbox"/>	II <input type="checkbox"/>	I <input type="checkbox"/>	
评价等级	一级 <input type="checkbox"/>		二级 <input checked="" type="checkbox"/>	三级 <input type="checkbox"/>	简单分析 <input type="checkbox"/>	
风险识别	物质危险性	有毒有害 <input checked="" type="checkbox"/>		易燃易爆 <input checked="" type="checkbox"/>		
	环境风险类型	泄漏 <input checked="" type="checkbox"/>		火灾、爆炸引发伴生/次生污染物排放 <input checked="" type="checkbox"/>		
	影响途径	大气 <input checked="" type="checkbox"/>	地表水 <input checked="" type="checkbox"/>	地下水 <input checked="" type="checkbox"/>		
事故影响分析	源强设定方法	计算法 <input checked="" type="checkbox"/>	经验估算法 <input type="checkbox"/>	其他估算法 <input type="checkbox"/>		
风险预测与	大气	预测模型	SLAB <input type="checkbox"/>	AFTOX <input checked="" type="checkbox"/>	其他 <input type="checkbox"/>	
		预测结果	大气毒性终点浓度-1 最大影响范围 <u>232m</u>			
	大气毒性终点浓度-2 最大影响范围 <u>531m</u>					
	地表水	最近环境敏感目标/，到达时间/h				
地下水	下游厂区边界到达时间/h					



评价		最近环境敏感目标/, 到达时间/h
重点风险防范措施		<p>1、加强罐区管理，防止泄漏；罐区周围不可堆放木材及其他引火物质；配备消防设施，在储罐周围设置围堰，尽可能降低储罐泄漏造成的环境风险；在罐区设施监测报警系统，及时发现泄漏，防治事故漫溢。对地面防渗处理，防止污染土壤。</p> <p>2、项目的运输主要采用管道运输方式，在运输过程中，建设项目应严格按照《危险化学品安全管理条例》的要求。</p> <p>3、罐区按要求设置可燃气体检测报警系统、视频监控预警系统和防入侵报警系统，防入侵报警系统应与公安机关报警系统联网。</p> <p>4、对有火灾危险的场所设置火灾自动报警系统和消防给水系统，一旦发生火灾，立即做出应急反应。</p> <p>5、新建 1000m<sup>3</sup> 事故应急池，企业应配套迅速切断事故排水直接外排并使其进入事故池的措施，事故池应采取安全措施，平时不得占用，以保证可以随时容纳可能发生的事故废水。</p> <p>6、本项目地下水风险防范措施采取源头控制和分区防渗措施，同时加强地下水环境的监控、预警。</p>
评价结论与建议		<p>本项目环境风险评价等级为二级，本项目的风险类型为储罐泄漏及遇明火引起火灾爆炸的次生伴生污染排放、危废暂存间渗漏等。本项目的最大可信事故为：煤油泄漏事故及遇明火发生火灾爆炸。对泄漏及火灾爆炸事故引起的后果进行了预测计算，在采取有效措施后本项目的风险可以接受。</p>
注：“□”为勾选项，“”为填写项。		