

DB 4413

惠 州 市 地 方 标 准

DB 4413/T 52—2024

石油化工企业气象灾害风险等级划分 和评判标准

Classification and Evaluation Standards for Meteorological Disaster Risk
Levels in Petrochemical Enterprises

2024 - 10 - 09 发布

2025 - 01 - 09 实施

惠州市市场监督管理局 发 布

目 次

前 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 资料收集 2

 4.1 气象资料 2

 4.2 石油化工企业资料 3

 4.3 灾情资料 3

5 风险场景划分 3

 5.1 公用设施风险场景 3

 5.2 港口物流风险场景 3

 5.3 储运作业风险场景 3

 5.4 生产加工风险场景 3

6 气象灾害风险计算方法 3

 6.1 气象灾害风险指数模型 3

 6.2 气象灾害风险指数（*MRI*）计算 4

 6.2.1 风险场景指数（*RI_i*）计算 5

 6.2.2 致灾因子危险性（*RH*）分析 5

 6.2.3 风险场景承灾体暴露度等级（*RE_i*）分析 6

 6.2.4 承灾体脆弱性等级（*RF*）分析 7

7 气象灾害风险等级划分 8

参 考 文 献 9

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由惠州市气象局提出和归口。

本文件起草单位：惠州市气象局、广东省气候中心、惠州市气象安全科技创新中心、中海油惠州石化有限公司、惠州市大亚湾华德石化有限公司、乐金化学（惠州）化工有限公司、惠州市利达气象科技公司。

本文件主要起草人：姜帅、杨思晓、吴蔚、何健、郑璟、曾阳斌、陈雷文、李娇娇、杨亚飞、李江山、吕笛、何永胜、余健、张伟、吕琨、路永平、叶庭铭、张浪、林巧美。

石油化工企业气象灾害风险等级划分和评判标准

1 范围

本文件规定了石油化工企业气象灾害的资料收集、风险场景划分、风险计算方法和风险等级划分。
本文件适用于惠州市陆地范围石油化工企业的气象安全保障工作，其他相关单位可参照使用。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

石油化工企业 petrochemical enterprise

以石油、天然气及其产品为原料，生产、储运各种石油化工产品的炼油厂、石油化工厂、石油化纤厂或其联合组成的工厂。

[来源：GB 50160-2008（2018版），定义2.0.1]

3.2

气象灾害风险 meteorological disaster risk

由气象因素（如热带气旋、强降雨、雷电和强风）导致人员伤亡、财产损失和经济活动中断的预期损失。

[来源：QX/T 439-2018，定义2.2]

3.3

港口物流场景 Petrochemical port logistics scenario

在港口、码头及临港区域内，从事船舶进出港、停泊、靠泊、离泊、货物装卸、驳运等作业环节的场景。

3.4

生产加工场景 Petrochemical production processing scenario

生产石油化工产品（或中间体）作业环节的场景。

3.5

储运作业场景 Petrochemical storage and transportation scenario

围绕石油、天然气及石油化工产品等货物储存保管和运输服务等作业环节的场景。

3.6

公用设施场景 Petrochemical utility infrastructure scenario

围绕石油化工港口物流或生产加工或储运环节提供辅助服务(如：供水、供电、通讯和废物处理等设施运行)的场景。

3.7

致灾因子 disaster-causing factor

导致灾害直接发生的异变因子。

[来源：DB44/T 2139.1-2018，定义3.3，有修改]

3.8

致灾因子危险性 hazard of disaster-causing factor

致灾因子的自然变异程度，主要是致灾因子活动规模（强度）和活动频次（概率）决定的。一般致灾因子强度越大，频次越高，气象灾害的危险也越大，气象灾害所造成的破坏和损失越严重。

[来源：DB44/T 2139.1-2018，定义3.4，有修改]

3.9

承灾体 hazard-affected body

致灾因子作用的对象，是人类活动及其所在社会中各种资源的集合。

3.10

承灾体暴露度 exposure of disaster bearing body

暴露在气象灾害之下的人口、财产经济、基础设施等的数量和价值量。

3.11

承灾体脆弱性 frangibility

在气象灾害影响下，承灾体自身稳定性被破坏的可能性。

[来源：QX/T 527-2019，定义2.7，有修改]

3.12

热带气旋 tropical cyclone

生成于热带或副热带洋面上，具有组织的对流和确定的气旋性环流的非锋面性涡旋的统称，包括热带低压、热带风暴、强热带风暴、台风、强台风和超强台风。

[来源：GB/T 19201-2006，定义2.1]

3.13

强降雨 heavy rain

某一时段内，某气象站降雨较强，出现超过一定阈值降雨量的天气现象。

3.14

雷电 lightning

积雨云强烈发展阶段产生的闪电雷鸣天气现象，常伴有大风、暴雨、冰雹等灾害性天气。

[来源：DB44/T 2139.1—2018，定义3.9]

3.15

强风 strong wind

除受热带气旋影响外，阵风风速大于等于6级的天气现象。

3.16

平均地闪强度 ground lightning intensity

给定区域内地闪雷电流幅值的平均值，单位为千安培（kA）。

3.17

地闪密度 lightning density

每平方千米上小时地闪次数。

[来源：QX/T 405-2017，定义3.11，有修改]

4 资料收集

4.1 气象资料

宜收集近十年石油化工企业附近镇街的热带气旋资料、强降雨资料、闪电定位系统资料（雷击的时间、经纬度、雷电流幅值）、瞬时大风等参数。

4.2 石油化工企业资料

应收集相应时段石油化工企业的占地面积、油罐容量、年生产总值、职工人数、防灾减灾年均投入、从事防灾减灾人数、防灾减灾演练次数、防灾减灾培训次数、企业内气象监测设施等资料。

4.3 灾情资料

宜收集相应时段石油化工企业的热带气旋灾情资料、强降雨灾情资料、雷电灾情资料、强风灾情资料，包括人员伤亡和直接经济损失。

5 风险场景划分

风险场景是在单种气象灾害（热带气旋、强降雨、雷电或强风）影响下，港口物流场景、生产加工场景、储运作业场景和公用设施场景所面临的具体风险隐患。石油化工企业需根据生产经营所涉及的业务流程，确定其可能面临的具体风险场景，以便于计算单灾种气象灾害风险指数。

5.1 公用设施风险场景

受气象灾害影响，公共设施区的供水、供电、通讯等基础设施损毁造成供应中断，无法提供生产支撑保障以及造成人员伤亡和财产损失等风险。

5.2 港口物流风险场景

受气象灾害影响，船舶进（出）港、靠（离）泊过程受阻，桥吊、龙门吊存在倾覆危险，装货作业、平舱作业、卸货作业等环节受阻，运输工具无法将石化产品运输离开（进入）码头以及造成人员伤亡和财产损失等风险。

5.3 储运作业风险场景

受气象灾害影响，石化储罐区的储运、装卸系统设备和设施，出现管路管件损坏、储罐破损泄漏、输送泵、电气设施、控制计量仪器仪表故障等情况，无法接收、储存和输送油品以及造成人员伤亡和财产损失等风险。

5.4 生产加工风险场景

受气象灾害影响，石油炼化的常减压蒸馏、催化裂化、延迟焦化、加氢裂化、溶剂脱沥青、加氢精制、催化重整等生产装置出现突发故障、破损泄漏、超温超压等情况以及造成人员伤亡和财产损失等风险。

6 气象灾害风险计算方法

6.1 气象灾害风险指数模型

石油化工企业气象灾害风险指数通过气象灾害风险指数模型计算得出，气象灾害风险指数越大，表明气象灾害风险越高，气象灾害风险指数模型见图1。气象灾害风险指数由公用设施风险场景指数、港

口物流风险场景指数、储运作业风险场景指数和生产加工风险场景指数组成。风险场景指数包括致灾因子危险性分析、承灾体暴露度分析和承灾体脆弱性分析。

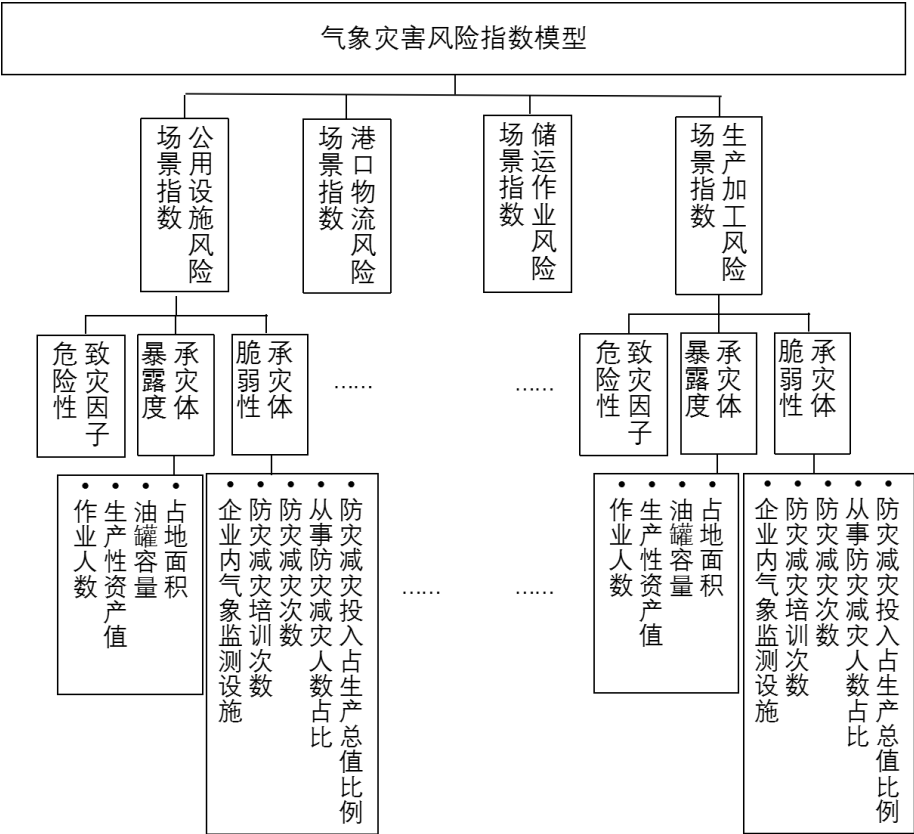


图 1 气象灾害风险指数模型

6.2 气象灾害风险指数（MRI）计算

气象灾害风险指数按式（1）计算：

$$MRI = \frac{\sum_{i=1}^4 RI_i \omega_i}{\sum_{i=1}^4 \omega_i} \dots\dots\dots (1)$$

式中：
MRI——气象灾害风险指数；
RI_i——风险场景指数；
ω_i——不同风险场景的指数权重，计算方法见式（2）、式（3）、式（4）；
i——风险场景代号，公用设施风险场景为1，港口物流风险场景为2，储运作业风险场景为3，生产加工风险场景为4；

$$\omega_1 = \frac{1}{n+1} \dots\dots\dots (2)$$

式中：
n——石油化工企业拥有港口物流风险场景、储运作业风险场景和生产加工风险场景的个数总和，单位为个。

$$\omega_j = \frac{n}{n+1} \times \frac{X_j}{X_2+X_3+X_4} \dots\dots\dots (3)$$

$$X_j = \frac{1}{4} + (\frac{A_j}{A_1} + \frac{B_j}{B_1} + \frac{C_j}{C_1} + \frac{D_j}{D_1}) \dots\dots\dots (4)$$

式中：
j——风险场景代号，港口物流风险场景为2，储运作业风险场景为3，生产加工风险场景为4；
A₁——企业占地面积，单位为平方公里（km²）；
A₂——港口物流风险场景的占地面积，单位为平方公里（km²）；
A₃——储运作业风险场景的占地面积，单位为平方公里（km²）；
A₄——生产加工风险场景的占地面积，单位为平方公里（km²）；
B₁——企业油罐总量，单位为万立方米（10⁴m³）；
B₂——港口物流风险场景的油罐总量，单位为万立方米（10⁴m³）；
B₃——储运作业风险场景的油罐总量，单位为万立方米（10⁴m³）；
B₄——生产加工风险场景的油罐总量，单位为万立方米（10⁴m³）；
C₁——企业年生产总值，单位为亿元；
C₂——港口物流风险场景的年生产总值，单位为亿元；
C₃——储运作业风险场景的年生产总值，单位为亿元；
C₄——生产加工风险场景的年生产总值，单位为亿元；
D₁——企业职工人数，单位为人；
D₂——港口物流风险场景的职工人数，单位为人；
D₃——储运作业风险场景的职工人数，单位为人；
D₄——生产加工风险场景的职工人数，单位为人；
X_j——系数。

6.2.1 风险场景指数(RI_i)计算

不同风险场景指数(RI_i)按式（5）计算：

$$RI_i = (RH \cdot \omega h) \times (RE_i \cdot \omega e) \times (RF \cdot \omega f) \dots\dots\dots (5)$$

式中：
RH——致灾因子危险性等级；
ωh——致灾因子危险性权重，取值0.6；
RE_i——不同风险场景承灾体暴露度等级；
ωe——不同风险场景承灾体暴露度权重，取值0.2；
RF——承灾体脆弱性等级；
ωf——承灾体脆弱性权重，取值0.2。

6.2.2 致灾因子危险性(RH)分析

根据表1结果划分致灾因子危险性等级。

表 1 致灾因子及其危险性等级

危险性等级(RH)	热带气旋	强降雨	雷电	强风
1	受热带气旋影响， 6级≤阵风<8级或 20mm≤日降雨量<50mm	15mm≤1h降雨量<25mm或 25mm≤3h降雨量<40mm或 50mm≤24h降雨量<80mm	6kA≤地闪强度<16kA或 0.008hr ⁻¹ km ² ≤雷击小时密度 <0.032hr ⁻¹ km ²	6级≤阵风<8级
2	受热带气旋影响， 8≤阵风<10级或 50mm≤日降雨量<100mm	25mm≤1h降雨量<50mm或 40mm≤3h降雨量<80mm或 80mm≤24h降雨量<120mm	16kA≤地闪强度<24kA或 0.032hr ⁻¹ km ² ≤雷击小时密度 <0.092hr ⁻¹ km ²	8级≤阵风<10级
3	受热带气旋影响， 10≤阵风<12级或 100mm≤日降雨量< 150mm	50mm≤1h降雨量<80mm或 80mm≤3h降雨量<120mm或 120mm≤24h降雨量<200mm	24kA≤地闪强度<34kA或 0.092hr ⁻¹ km ² ≤雷击小时密度 <0.207hr ⁻¹ km ²	10级≤阵风<12级
4	受热带气旋影响， 阵风≥12级或 日降雨量≥150mm	1h降雨量≥80mm或 3h降雨量≥120mm或 24h降雨量≥200mm	地闪强度≥34kA或 雷击小时密度≥0.207hr ⁻¹ km ²	阵风≥12级

6.2.3 风险场景承灾体暴露度等级(RE_i)分析

不同风险场景承灾体暴露度等级(RE_i)是承灾体暴露度因子等级与暴露度因子权重加权求和获得，计算方法如下：

$$RE_i = \sum_{k=1}^4 (RE_{ik} \times \omega_{rek}) \cdots \cdots \cdots (6)$$

式中：
k——承灾体暴露度因子代号，占地面积为1，油罐容量为2，生产性资产值为3，作业人数为4；
RE_{ik}——不同风险场景承灾体暴露度因子等级，取值见表2；
ω_{rek}——不同风险场景承灾体暴露度因子权重，取值见表3。

表 2 不同场景承灾体暴露度因子等级

风险场景 (i)	暴露度因子 等级 (RE _{ik})	占地面积 (平方公里)	油罐容量 (万立方米)	生产性资产值 (亿元)	作业人数 (人)
公用设施 风险场景	1	[0, 0.1)	[0, 10)	[0, 5)	[0, 50)
	2	[0.1, 1.0)	[10, 100)	[5, 50)	[50, 100)
	3	[1.0, 4.0)	[100, 200)	[50, 500)	[100, 1000)
	4	[4.0, ∞)	[200, ∞)	[500, ∞)	[1000, ∞)
港口物流 风险场景	1	(0, 0.01)	(0, 1)	(0, 0.02)	(0, 10)
	2	[0.01, 0.1)	[1, 10)	[0.02, 0.2)	[10, 50)
	3	[0.1, 0.2)	[10, 50)	[0.2, 2.0)	[50, 100)

	4	[0.2, ∞)	[50, ∞)	[2.0, ∞)	[100, ∞)
储运作业 风险场景	1	(0, 0.01)	(0, 10)	(0, 0.02)	(0, 10)
	2	[0.01, 0.1)	[10, 50)	[0.02, 0.2)	[10, 50)
	3	[0.1, 0.5)	[50, 100)	[0.2, 2.0)	[50, 100)
	4	[0.5, ∞)	[100, ∞)	[2.0, ∞)	[100, ∞)
生产加工 风险场景	1	(0, 0.01)	(0, 1)	(0, 5)	(0, 50)
	2	[0.01, 0.1)	[1, 10)	[5, 50)	[50, 100)
	3	[0.1, 1.0)	[10, 50)	[50, 500)	[100, 1000)
	4	[1.0, ∞)	[50, ∞)	[500, ∞)	[1000, ∞)

表3 风险场景承灾体暴露度因子权重

气象因子	风险场景 (i)	占地面积权重 (wre _{i1})	油罐容量权重 (wre _{i2})	生产性资产值权重 (wre _{i3})	作业人数权重 (wre _{i4})
热带气旋	公用设施风险场景	0.34	0.20	0.29	0.17
	港口物流风险场景	0.34	0.28	0.14	0.24
	储运作业风险场景	0.29	0.29	0.25	0.17
	生产加工风险场景	0.28	0.14	0.29	0.29
强降雨	公用设施风险场景	0.33	0.33	0.17	0.17
	港口物流风险场景	0.33	0.33	0.17	0.17
	储运作业风险场景	0.33	0.33	0.17	0.17
	生产加工风险场景	0.29	0.17	0.29	0.25
雷电	公用设施风险场景	0.26	0.46	0.14	0.14
	港口物流风险场景	0.33	0.36	0.12	0.19
	储运作业风险场景	0.28	0.45	0.16	0.11
	生产加工风险场景	0.25	0.25	0.25	0.25
强风	公用设施风险场景	0.33	0.33	0.17	0.17
	港口物流风险场景	0.42	0.23	0.12	0.23
	储运作业风险场景	0.23	0.43	0.20	0.14
	生产加工风险场景	0.30	0.25	0.25	0.20

6.2.4 承灾体脆弱性等级(RF)分析

承灾体脆弱性等级(RF)是承灾体脆弱性因子等级与承灾体脆弱性因子权重加权求和获得，计算方法如下：

$$RF = \sum_m^5 (RF_m \times \omega rf_m) \cdots \cdots (7)$$

式中：

m——承灾体脆弱性因子代号，防灾减灾投入占生产总值比例为1，从事防灾减灾人数占比为2，是否有应急预案及防灾减灾演练次数为3，防灾减灾培训次数为4，企业内气象监测设施为5；

RF_m——承灾体脆弱性因子等级，取值见表4；

ωrf_m ——承灾体脆弱性因子权重，取值见表5。

表 4 承灾体脆弱性因子等级

脆弱性因子等级 (RF_m)	防灾减灾投入占生产总值比例 (‰)	从事防灾减灾人数占比 (%)	是否有应急预案及防灾减灾演练次数 (次/年)	防灾减灾培训次数 (次/年)	企业内气象监测设施 (套)
1	[1, 1000]	[20, 100]	是, [100, ∞)	[5, ∞)	[3, ∞)
2	[0.5, 1)	[10, 20)	是, [50, 100)	[3, 4]	2
3	[0.1, 0.5)	[5, 10)	是, [1, 50)	[1, 2]	1
4	[0, 0.1)	[0, 5)	否, 0	0	0

表 5 承灾体脆弱性因子权重

防灾减灾投入占生产总值比例权重 (ωrf_1)	从事防灾减灾人数占比权重 (ωrf_2)	防灾减灾演练次数权重 (ωrf_3)	防灾减灾培训次数权重 (ωrf_4)	企业内气象监测设施权重 (ωrf_5)
0.35	0.18	0.18	0.18	0.11

7 气象灾害风险等级划分

依据气象灾害风险指数 (MRI) 的大小，将石油化工企业气象灾害风险划分为低风险 (Ⅳ级)、中风险 (Ⅲ级)、高风险 (Ⅱ级)、极高风险 (Ⅰ级) 四个等级，见表6。

表 6 石油化工企业气象灾害风险等级

气象灾害风险指数 (MRI)	等级	风险状态	影响程度	颜色表征
[0,1.5]	Ⅳ级	低风险	有一定影响	蓝色 ^a
(1.5,2.5]	Ⅲ级	中风险	有较大影响	黄色 ^b
(2.5,3.5]	Ⅱ级	高风险	有严重影响	橙色 ^c
(3.5,4.0]	Ⅰ级	极高风险	有特别严重影响	红色 ^d
<p>^a RGB 值为 (0, 0, 255);</p> <p>^b RGB 值为 (0, 0, 255);</p> <p>^c RGB 值为 (255, 97, 0);</p> <p>^d RGB 值为 (255, 0, 0);</p> <p>RGB代表红、绿、蓝三个通道的颜色。</p>				

参 考 文 献

- [1] GB/T 19201-2006 热带气旋等级
 - [2] GB/T 28591-2012 风力等级
 - [3] GB/T 35228 地面气旋观测规范 降水量
 - [4] GB/T 28592-2012 降水量等级
 - [5] GB 50160-2008 石油化工企业设计防火标准
 - [6] GB/T 23694-2013 风险管理 术语
 - [7] DB44/T 2139.1-2018 气象灾害防御 第1部分：风险区划
 - [8] DB51/T 2829-2021 暴雨洪涝灾害风险评估技术规范
 - [9] DB32/T 4430—2022 极端强降雨事件判定
 - [10] DB11/T 1589.5—2021 气象灾害风险调查技术规范 第5部分：雷电
 - [11] QX/T 292-2015 农业气象观测资料传输文件格式
 - [12] GB/T 21984-2017 短期天气预报
 - [13] QX/T 103—2017 雷电灾害调查技术规范
 - [14] 王莲芬，许树柏. 层次分析法引论[M]. 北京： 中国人民大学出版社，1990.
 - [15] 王晓彤. 基于AHP及专家打分法的大跨度隧道风险评估[J]. 现代隧道技术，2020, 57(S1): 233-240.
 - [16] 章国材. 气象灾害风险评估与区划方法[M]. 北京： 气象出版社，2009.
 - [17] GRANGER K. Quantifying storm tide risk in Cairns[J]. Natural Hazards, 2003, 30(2): 165-185.
-