

化工园区封闭管理道路交通风险 评估技术导则

Technical directives for traffic risk assessment of closed management road in
chemical industrial park
(征求意见稿)

目次

前 言.....	1
引 言.....	2
1 范围.....	3
2 规范性引用文件.....	3
3 术语和定义.....	3
4 一般规定.....	4
5 评估指标.....	6
6 道路交通风险评估	8
7 改善措施及后评估.....	10
附录 A (资料性) 化工园区重大危险源分级方法示例	12
附录 B (资料性) 化工园区道路交通风险指标计算方法示例	14
附录 C (资料性) 化工园区重大危险源影响范围评估方法示例	17
附录 D (资料性) 化工园区道路横断面及路面状况分析	20
附录 E (资料性) 确定评估指标的权重方法示例	21
附录 G (资料性) 道路交通风险评估综合模型示例	25
附录 H (资料性) 风险等级和风险影响显著示例	26

中国职业安全健康协会标准征求意见稿

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。

本文件由上海浦东建筑设计研究院有限公司提出。

本文件由中国职业安全健康协会归口。

本文件起草单位：上海浦东建筑设计研究院有限公司、应急管理部研究中心、同济大学、赛飞特工程技术集团有限公司、北京图安世纪科技股份有限公司、重庆交通大学、上海网博网络科技有限公司、吉林澳奇机电集团有限公司。

本文件主要起草人：张大伟 汪卫国 陈龙 常明亮 朱兴一 李迪 王兆军 凌宏伟 袁颖 张彬 陈斌 张浩 张洋杰 黄彬辉 周瑶 王流青 鲁乘鸿 张临辉 孙建中 周晋冬 李森林。

中国职业安全健康协会标准征求意见稿

引 言

根据国务院和工信部相继出台的《关于进一步加强化工园区安全管理的指导意见》（安委办〔2012〕37号）、《关于促进化工园区规范发展的指导意见》（工信部原〔2015〕433号）、应急管理部关于印发《化工园区安全风险排查治理导则（试行）》和《危险化学品企业安全风险隐患排查治理导则》的通知（应急〔2019〕78号）以及国务院安委会《全国安全生产专项整治三年行动计划》（2020~2022）等文件，明确要求推进化工园区实施封闭化管理。为更好提升化工园区安全管理水平，科学规范化工园区道路交通，统筹优化动静态交通系统，重点评估封闭前后道路交通风险关键问题，特制定本文件。

中国职业安全健康协会为了更好的促进我国化工园区的安全、可持续发展，结合各地已开展的化工园区封闭化管理经验，开展编制《化工园区封闭管理道路交通风险评估技术导则》。参照其他既有导则和规范，借鉴国内外发展经验，广泛征求各有关方意见，提出了在化工园区封闭化管理过程中道路交通风险评估指标和体系配套的技术规范，对我国全面推广化工园区封闭化管理、提升化工园区管理规范化、系统化水平具有指导意义。

本文件拟定的主要内容包括：前言、范围、规范性引用文件、术语和定义、一般规定、评估指标、评估方法、改善措施及后评估章节。化工园区封闭管理道路交通风险评估技术除应符合本技术导则外，还应符合现行的其他国家标准和规范。

本文件的发布机构提请注意，声明符合本文件时，可能涉及到 5.2.1、5.2.2、5.2.4、5.2.5、5.2.9、5.2.10、5.2.11 与《一种基于固定重大危险源的道路分级方法及其应用》（CN202010210006.7）、《一种基于移动危化品运输的道路分级方法及其应用》（CN202010209992.4）相关的专利的使用。

本文件的发布机构对于该专利的真实性、有效性和范围无任何立场。

该专利持有人已向本文件的发布机构承诺，愿意同任何申请人在合理且无歧视的条款和条件下，就专利授权许可进行谈判。该专利持有人的声明已在本文件的发布机构备案。相关信息可以通过以下联系方式获得：

专利持有人姓名：陈龙 张大伟 张浩 朱兴一 周晋冬 宋淑丽 董超 温馨；

地址：上海浦东建筑设计研究院有限公司（上海市浦东新区川桥路 701 弄 4 号）。

请注意除了上述专利外，本文件的某些内容仍可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

化工园区封闭管理道路交通风险评估技术导则

1 范围

本文件规定了化工园区封闭管理道路交通风险评估的原则、时间空间范围、评估指标、评估方法。

本文件适用于由开放管理转变为封闭管理的化工园区或已实施封闭管理的化工园区的道路交通风险的评估。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 21010-2017 土地利用现状分类

GB 18218-2018 危险化学品重大危险源辨识

GB 12268 危险货物品名表

GB/T 39217-2020 化工园区综合评价导则

GB/T 39218-2020 智慧化工园区建设指南

JTG D81-2017: 公路交通安全设施设计规范

CJJ 36-2006: 城镇道路养护技术规范

CJJ 37-2012(2016): 城市道路工程设计规范(2016年版)

CJJT 141-2010 建设项目交通影响评价技术标准

AQ/T 3033-2022 化工建设项目安全设计管理导则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件

3.1

化工园区 **chemical industrial park**

由多个相关联的化工企业构成，以发展石化和化工产业为导向、地理边界和管理主体明确、基础设施和管理体系完整的工业区域。

注：化工园区一般包括两种类型：1) 有关部门批准设立或认定的专业化工园区；2) 有关部门批准设立或认定的经济（技术）开发区、高新技术产业开发区或其他工业园区中相对独立设置的化工园（区）。

[来源：GB/T 39217-2020,3.1]

3.2

封闭管理 **closed-end management**

利用物理隔离设施或信息监管技术，对化工园区产业进行分类控制、分级管理，实现化工园区与外界相对监管、隔离和封闭。

3.3

道路交通风险 **Road traffic risk**

车辆在道路上因人、车、路、环境和管理等内外因素造成人身伤亡或者财产损失后果的程度。

3.4

重大危险源 **major hazard installations for dangerous chemicals**

危险化学品的数量等于或者超过临界量的场所。

注：危险化学品指具有毒害、腐蚀、爆炸、燃烧、助燃等性质，对人体、设施、环境具有危害的剧毒化学品和其他化学品。临界量指某种或某类危险化学品构成重大危险源所规定的最小数量。

[来源：GB 18218-2018,3.4，有修改]

3.5

固定危险源 **Fixed hazard**

长期或临时制造、储存、销售易燃易爆、剧毒等危险化学品的场所，以及可能形成爆炸、火灾场所的罐区、装卸台(站)、油库、仓库等。

3.6

移动危险源 **transportable hazards**

可以借助陆路进行异地移动的危险源或重大危险源。

3.7

交通运行状态 **transportation performance**

路网的交通拥堵状况。

4 一般规定

4.1 评估原则

4.1.1 综合性

综合考虑化工园区的区位规模、化工产业种类特征、道路交通组成及交通组织特征等情

况，开展化工园区封闭管理道路交通风险评估与分级。

4.1.2 可靠性

对资料来源、数据精度与数据质量等需有明确的描述，资料和数据要通过质量控制，对不同来源的资料需进行标准化或归一化，保证资料可靠。

4.1.3 系统性

化工园区封闭管理道路交通风险评估复杂，需从致险机理出发，综合考虑危化品的危险性、道路交通运行稳定性、救援路径安全性与时效性，以及抵抗道路交通风险能力，对化工园区封闭管理实施前后拟定的优化管理方案进行风险系统评估。

4.1.4 有效性

根据道路交通风险等级，有的放矢制定针对性风险管控措施，化工园区相关部门需明确制度保障、实施保障、宣传保障、财政保障等配套措施，并对化工园区封闭管理采取风险管控措施进行风险评估对比。

4.2 分类评估要求

4.2.1 新建化工园区需在规划、选址阶段确定化工园区的管理方式，若采用封闭管理，宜专项进行封闭管理道路交通风险评估，并作为论证新建选址的关键影响因素。

4.2.2 对于已建或拟改扩建化工园区需结合化工园区产业类别，风险程度，路网条件、交通出行特征和出行强度等因素进行封闭管理前后道路交通风险评估。

4.2.3 对于符合以下类型的化工园区在采取封闭管理前后宜同步进行道路交通风险评估：

a) 用地面积 10 公顷 (hm^2) 及以上涉及到城市道路或等级公路的工业类、仓储类、物流类等化工园区；

b) 当相邻化工园区接近，出入口相近或者共用时，可对多个相邻化工园区封闭管理项目合并进行道路交通风险评估；

c) 当化工园区周边有国省干道，且封闭管理出入口涉及到国省干道时，需对化工园区封闭管理开展道路交通风险评估；

d) 当化工园区周边有村庄、居住区或其他居民出行，或化工园区有公交线路通过时，可对化工园区封闭管理开展道路交通风险评估。

4.3 评估空间范围

根据化工园区规模、类型、周边交通环境复杂程度等确定道路交通风险评估空间范围。道路交通风险空间评估范围如下确定：

a) 根据化工园区封闭管理的影响程度及周边交通系统的状况确定；

b) 根据封闭管理项目边界临近的高速公路、国省道、城市主干路或快速路、四级以上内河航道、地面铁路干线等天然屏障围合的范围。

4.4 评估时间范围

以周边设施服务水平，化工园区企业的通勤出行交通量、企业货运运输量、危化品车辆运输量能全面反映其对附近道路的使用程度，可选择全天交通量峰值及通勤出行交通量叠加峰值作为评估时间范围。

5 评估指标

5.1 指标要素

化工园区封闭管理道路交通风险评估指标体系由一级指标、二级指标、三级指标三部分组成。其中一级指标 3 项，二级指标 7 项，三级指标 11 项。化工园区封闭管理道路交通风险评估指标体系见表 5.1。

表 5.1 化工园区封闭管理道路交通风险评估指标体系表

一级指标	二级指标	序号	三级指标
重大危险源	固定危险源	1	重大危险源分级 K
		2	重大危险源的影响程度 f_{ij}
	移动危险源	3	高峰危化品运输率 ρ_i
交通运行状态	道路交通运行状态	4	路段高峰小时危化品车辆比率 ϕ_i
		5	路段高峰小时交通饱和度 η_i
	出入口运行能力	6	高峰小时出入口行车延误 ds_i
救援路径设施	重要设施位置	7	危化品停车场距离 D_{ij}
		8	消防应急场站距离 M_{ij}
	道路通行状况	9	道路连通度 ω
		10	道路横断面及路面状况 RD
道路交通安全设施状况	11	道路交通安全设施完善程度 RS	

5.2 指标内容

5.2.1 重大危险源分级 K

重大危险源根据其危险程度，分为一级、二级、三级和四级，分级采用化工园区内各种危险化学品实际存在量与其相对应的临界量比值，经校正系数校正后的比值之和作为分级指标。获取方法参见附录 A.1；其中重大危险源分级依据参考表 A.1(a~b)及表 A.4；分级值计

算参考公式 A.2；公式内参数指标选取参考表 A.2~A.3。

5.2.2 重大危险源的影响程度 f_{ij}

重大危险源的影响程度表示某条路段受某一重大危险源影响的程度值，值越大，危险程度越大。该值与重大危险源的位置距离以及重大危险源的影响范围 R 相关。重大危险源的影响程度，获取方法参见附录 B.1 中公式 B.1。

5.2.3 高峰危化品运输率 ρ_i

某条路段的危化品车辆运输量与化工园区内日均危化品运输量的比值，获取方法参见附录 B.2 中公式 B.2。

5.2.4 路段高峰小时危化品车辆比率 ϕ_i

某条路段高峰小时的危化品车辆通行量与该时段机动车交通方式出行总量的比值，获取方法参见附录 B.3 中公式 B.3。

5.2.5 路段高峰小时交通饱和度 η_i

某路段该车流的实际交通流量与该路段的实际通行能力的比值，该值是反映道路服务水平的重要指标之一。获取方法参见附录 B.4 中公式 B.4。

5.2.6 高峰小时出入口行车延误 ds_i

高峰小时出入口行车延误能够反映出管理方式的效率以及闸机上游交通拥堵状况对出入口通道的服务水平的影响，获取方法参见附录 B.5 中公式 B.5。

5.2.7 危化品停车场距离 D_{ij}

化工园区范围内拥有的集中停放危化品车辆的场地与评价路段之间的直线距离，获取方法参见附录 B.6。

5.2.8 消防应急场站距离 M_{ij}

化工园区范围内根据规模和产业结构，配备一定规模的各种应急救援队伍和应急救援装备集中放置的场地与评价路段之间的最近的直线距离，获取方法参见附录 B.7。

5.2.9 道路连通度 ω

各企业功能区与外部路网的道路连通度指标主要是反映路网内外的连通可达性。该数值与连通性成正相关。获取方法参见附录 B.8 中公式 B.6~B.7。

5.2.10 道路横断面及路面状况 RD

道路横断面及路面状况 RD 直接影响到行车的舒适度和安全性, 获取方法参见附录 B.9。

, 横断面规划设计应按道路等级、服务功能、交通特性, 结合城市道路断面及设计车速等相关约束条件, 在规划红线宽度范围内合理布设。一般分为单幅路、两幅路、三幅路、四幅路及特殊形式的横断面, 具体见附录 D.1 中图 D.1。

确定路面状况, 按照用路面破损状况指数 PCI 以及根据国际平整度指数(IRI)指标作为道路状况因素指标。IRI 确定路面平整度安全评价指标范围, 评价指标分类标准见附录 D.2 中表 D.1。

5.2.11 道路交通安全设施完善程度 RS

施划或安装、摆放在道路上, 显示文字、图像、图形和视频监控等道路交通信息的设备完善程度, 包括道路交通标志标线、沿线视频监控、信号灯、道路卡口等向道路使用者传递有关道路交通的规则、警告、指引等信息, 设施完善评估情况参见附录 B.10。

6 道路交通风险评估

6.1 评估单元

以化工园区的评估空间范围为评估区域, 以交通网络上相邻两个节点之间的交通线路, 即路段为评估单元开展道路风险评估。

6.2 数据采集与指标值计算

数据采集包括评估范围内的化工园区产业类型、产业结构特点、封闭边界, 危化品停车场选址, 园区企业分布, 尤其是重大危险源企业, 园区周边敏感目标, 消防站选址, 交通设施调查, 交通管理与交通运行状况(各种交通方式)调查等。具体不限于以下内容:

a) 化工园区发展现状及规划情况: 国民经济发展现状及规划、现状土地利用和产业布局、国土空间规划、综合交通规划、道路专项规划、公交专项规划、停车专项规划、近期主要基础设施建设进展等情况;

b) 化工园区特征摸底: 化工园区内企业类型和数量、化工园区内与周边重大危险源的分布、化工园区发展历程及以往风险事件等情况;

c) 危化品运输管理情况: 危化品种类、危化品运输方式及年运输量、交通量, 危化品运输、储存、周转流程, 危化品运输车辆当前管控方式;

d) 应急资源情况及分布: 如应急救援队伍、医院、消防、应急物资、装备、应急疏散通道、应急避难场所等;

e) 化工园区路网现状：如国省道、城市快速路、城市主次干道、道路连通度，化工园区出入口的数量、宽度、车道数、准入车型和路面状况等；

f) 化工园区交通运行情况：标准车流量、道路横断面、信号相位及周期、各类交通车辆类型及数量。交通运行状态状况调查宜包括交通的高峰时段，各时段的连续调查时间不应少于 2h。

基于化工园区道路交通数据，按 5.2 计算道路交通风险评估指标值。

6.3 各项交通风险指标权重的确定

在采集数据分析基础上，可通过德尔菲法构建各风险指标重要程度（见表 E.1）的判断矩阵、计算多层次组合权向量；求取最大特征根 λ 、平均随机一致性指标 RI、一致性比率 CR，并进行一致性检验（流程见图 E.1），保障权重分配合理，最终得到各评估指标对应的权重。权重方法示例见附录 E。

6.4 各单项风险指标评分

封闭管理道路交通风险评估单项指标同时包含定性指标、定量指标，且部分指标越高风险越大（正向指标），部分指标越低风险越大（逆向指标），需进行数据处理方能加权获得道路交通风险评估综合指标。具体各项指标评分方法示例见附录 F。

定性指标评分是指按照风险要素对象可能形成各种结果所组成的集合，将其分成若干等级，结合每一等级的风险产生的后果严重性，可采用专家打分法进行评分（按百分制，如表 F.1 和表 F.2）。

定量指标评分可以是按照插值函数法和同比例换算法等。其中插值函数法根据评价指标的历史数据获取其运行上限最大值 $\max f(x)$ 和下限最小值 $\min f(x)$ ，也可结合专家调研评估法，以海量数据为基准，结合国内外同类封闭管理道路交通风险的先进经验，制定各项评价指标的上限值（对应分数为 100 分）和下限值（对应分数为 0 分）。这种算法包含正向定量评估指标插值函数（见式 F.2）和逆向定量评估指标插值函数（见式 F.1, F.3, F.4, F.5）。

6.5 综合风险评分

将各单项评估指标（表 G.1）分值结合权重进行加权叠加通过道路交通综合风险评估模型（见式 G.1, G.2）获得道路交通综合风险评分值，道路交通综合风险评估模型示例见附录 G。

6.6 道路交通风险等级评定

风险等级由高到低划分为五级，分别为：重大风险、较大风险、一般风险、较小风险和低风险。道路风险等级由该路段的道路交通综合风险评分值决定。综合风险评分及对应的风

险等级示例见附录 H 中表 H.1。

6.7 封闭管理后风险评估

化工园区若未实施封闭管理,则道路交通风险等级以当前状态下计算的道路交通综合风险评分为依据划定。化工园区若实施封闭管理,与外界相对监管、隔离和封闭。封闭管理后主要不同在于区域道路交通流分布产生一定变化;另外封闭管理后道路联通度、韧性指标降低,同时封闭管理的措施和出入口管理方式改变将导致交通运行状态风险和救援路径设施风险等指标数值的变动。这样封闭管理后风险指标数值和评分会有变化,封闭管理后风险等级以采取封闭管理措施后计算的道路交通综合风险指标评分为依据划定,计算方法见 6.1-6.4;封闭管理后风险影响显著判定标准见附录 H 中表 H.2。

7 改善措施及后评估

7.1 一般要求

拟采取封闭化管理的化工园区,需根据自身化工园区特点形成初步的封闭管理方案。通过道路交通风险指标评估,主要路段出现风险评估在三级以上的或者出现风险评估等级上升情况时,需对初步封闭管理方案进行专项优化,并对实施优化措施后的道路交通风险程度重新进行评估。

封闭管理方案优化提升可围绕“三区”、“两径”展开。

“三区”即:化工园区封闭管理外部影响区、出入口管理区、内部流动区。

“两径”即应急救援及疏散路径。

7.2 化工园区外部影响区封闭管理提升改善措施

7.2.1 需与化工园区所在地国土空间规划、综合交通规划相衔接,通过路网规划、设施布局规划、交通管理规划等方面的措施,分流与化工园区生产生活相关性不大的其他交通流,降低整体交通压力。

7.2.2 对于风险评估等级出现显著上升路段,考虑通过改变道路红线、渠化拓宽、快慢分流、横断面优化、局部跨线等工程措施进行系统性改善,同时辅助以先进的智能交通感知、管理与诱导措施加以赋能。

7.2.3 化工园区外围交通规划应基于重点车辆的OD分析组织引导化工园区到发车辆与过境车辆分离,实现客运与货运交通分流,针对危化品车流宜考虑专用车道。

7.3 化工园区出入口管理区封闭管理提升改善措施

7.3.1 在细化车辆管控类型、风险级别的基础上深化化工园区封闭管理后各出入口功能划分

并与管理措施配套。

7.3.2 结合化工园区自身重点车辆的交通出行特征，配套动态、可变的的管理措施和相应智能化设施。

7.3.3 针对化工园区自身特征，对特别的管控场景提出定制化解决方案，宜建立相应的智慧化监控、管理系统。

7.4 化工园区内部流动区封闭管理配套提升改善措施

7.4.1 总体规划布置危化品停车基础设施。

7.4.2 统筹协调内部其他交通方式动静态交通设施，优先考虑应急疏散和救险通道。

7.4.3 动态布置内部道路内车道空间使用优先级，有条件配合智慧化管控措施进行可变管理。

7.5 应急救援及疏散路径配套提升改善措施

7.5.1 根据出入口与外部交通衔接的状况，同时依托化工园区封闭管理道路交通风险评估建立应急救援组织路径，并给予应急救援组织路径建立配套保障和管理措施。

7.5.2 优化内部交通与消防、停车设施的布局，实现内部通道的安全、快速、可达。

7.6 智慧综合监管路径配套提升改善措施

7.6.1 按照综合利用原则设置封闭管理智慧综合监管路径。

7.6.2 通过各类周界防入侵系统、监控系统、识别系统实现前端综合感知、后端智能识别，闭环综合处置。宜建立化工园区道路交通数字孪生系统。

7.7 其他

7.7.1 根据化工园区的道路交通风险评估关键风险指标，逐条对应建立运营配套管理应对方案。

7.7.2 化工园区封闭管理应纳入应急管理、公安交警、交通执法、城管执法、安监等部门的管控范畴。

附录 A

(资料性)

化工园区重大危险源分级方法示例

A.1 化工园区危险程度指标分级

危险源分级实质按危险源转化为事故可能性大小及严重程度来划分。按发生事故的可能性大小将危险源划分为六级，见表 A.1(a)；也可按照事故危险程度，即从危险源转化为事故后果的严重性来划分危险源等级，见表 A.1(b)

表 A.1(a) 基于发生事故的可能性的危险源分级

级别	事故出现可能性	危险概率
A	非常容易发生	10 ⁻¹
B	容易发生	10 ⁻²
C	较容易发生	10 ⁻³
D	不容易发生	10 ⁻⁴
E	难以发生	10 ⁻⁵
F	极难以发生	10 ⁻⁶

表 A.1(b) 基于事故危险程度的危险源分级

级别	危害程度	危害后果
一级	破坏性的	造成人员伤亡以及系统严重破坏
二级	危险的	会造成人员伤亡和主要系统损坏，须立即采取控制措施
三级	临界的	可能造成人员伤亡和主要系统损坏，但可排除和控制
四级	可忽略	不会造成人员伤亡和系统破坏

A.2 化工园区危险程度指标等级计算方法

依据公式在取值范围内评定重大危险源等级，危险源分级：重大危险源可以根据成分、500 米范围内所受影响人数等进行计算分级。

采用单元内各种危险化学品的总量与其临界量比值经校正系数校正后的值 K 作为分级指标。该方法的分级过程如下所示。 K 的计算方法如下：

$$k = a(\beta_1 q_1 / Q_1 + \beta_2 q_2 / Q_2 + \dots + \beta_n q_n / Q_n) \quad (\text{A.1})$$

式中：

q_1, q_2, \dots, q_n ——每种危险货物实际存在量，单位为吨（t）；

Q_1, Q_2, \dots, Q_n ——表示每种危险货物相对应的临界量，单位为吨（t）；

1, 2, ..., n——与各危险货物相对应的校正系数；

α ——该重大危险源区外暴露人员的校正系数；

β ——该重大危险源区危险化学品的校正系数，校正系数 β 的取值如表 A.2 所示。

最后依据 K 的大小对危险源进行分级，如表 A.4 所示。

表 A.2 校正系数 β 的取值

危险化学品类别	爆炸品	易燃气体	剧毒气体	有毒气体	其他类危险化学品
β	2	1.5	4	2	1

^a危险化学品类别应依据GB12268和GB18218-2009确定。

校正系数的取值依据重大危险源单元边界向外扩展 500 米范围内所包含的人员数量的不同，单元外暴露人员校正系数 α 按表 A.3 取值。

A.3 校正系数 α 的取值

单元外暴露人员的数量	α
301人以上	2.0
101~300	1.5
31~100	1.0
0~30	0.5

A.4 分级标准

危险源	分级指标 K
一级危险化学品重大危险源	$K \geq 100$
二级危险化学品重大危险源	$100 > K \geq 50$
三级危险化学品重大危险源	$50 > K \geq 10$
四级危险化学品重大危险源	$10 > K$

附录 B

(资料性)

化工园区道路交通风险指标计算方法示例

B.1 重大危险源的影响程度 f_{ij}

$$f_{ij} = \sum_{i=1}^m F_{ij} \quad (\text{B.1})$$

式中:

$$F_{ij} = \max \left\{ \frac{d_{ij}}{R_1}, \frac{d_{ij}}{R_2}, \frac{d_{ij}}{R_3}, 0 \right\};$$

$\frac{d_{ij}}{R} \in [0,1]$, 若 $\frac{d_{ij}}{R}$ 大于 1, 则舍去;

若 \max 取 $\frac{d_{ij}}{R_1}$, 则 $F_{ij}=1$; 若 \max 取 $\frac{d_{ij}}{R_2}$, 则 $F_{ij}=0.5$; 若 \max 取 $\frac{d_{ij}}{R_3}$, 则 $F_{ij}=0.2$ 。

d_{ij} ——第 i 条路段距离第 j 个重大危险源的直线距离, 单位为米, (m);

R_1 ——死亡半径, 单位为米 (m);

R_2 ——重伤半径, 单位为米 (m);

R_3 ——轻伤半径, 单位为米 (m)。

重大危险源的影响范围分为死亡半径 R_1 、重伤半径 R_2 、轻伤半径 R_3 、安全区, 获取方法参见附录 C。

B.2 高峰危化品运输率 ρ_i

$$\rho_i = n_i / N \quad (\text{B.2})$$

式中:

ρ_i ——某条路段 i 内全年高峰时一天危化品运输率;

n_i ——对应路段 i 内当天危化品车辆运输量, 单位为吨每天 (t/d);

N ——化工园区日均危化品运输量, 单位为吨每天 (t/d)。

B.3 路段高峰小时危化品车辆比率 ϕ_i

$$\phi_i = t_i / T \quad (\text{B.3})$$

式中：

ϕ_i ——某条路段*i*内高峰小时危化品车辆比率；

t_i ——对应路段*i*内当天危化品车辆高峰小时车辆数，单位为辆每小时（辆/h）；

T ——高峰时段该路段内机动车交通方式的出行总量，单位为辆每小时（辆/h）。

B.4 路段高峰小时交通饱和度 η_i

$$\eta_i = q_i / Q \quad (\text{B.4})$$

式中：

η_i ——某条路段*i*内高峰小时车流的饱和度；

q_i ——路段*i*内高峰小时的实际交通量，单位为辆每小时（辆/h）；

Q ——路段道路路网交通总容量，单位为辆每小时（辆/h）， Q 的计算指标参见附录D。

B.5 高峰小时出入口行车延误 ds_i

$$ds_i = T - t = \frac{1}{\mu - \lambda} - \frac{\lambda}{v(\mu - \lambda)} \quad (\text{B.5})$$

式中：

ds_i ——行车延误，单位为秒（s）；

T ——排队消耗时间，单位为秒（s）；

t ——无道卡阻塞时的行程时间，单位为秒（s）；

λ ——有效到达率；

μ ——道卡服务效率；

v ——出入口通道设计速度，单位为米每秒（m/s）。

B.6 危化品停车场距离 D_{ij}

危化品停车场距离 D_{ij} ，表示第*i*条路段距离第*j*个重大危险源的直线距离，单位为米（m）。

B.7 消防应急场站距离 M_{ij}

消防应急场站距离 M_{ij} ，表示第*i*条路段距离第*j*个重大危险源的直线距离，单位为米（m）。

B.8 道路连通度 ϖ

根据指标要求,构建化工园区内部各个企业地块产业用地和生产功能的差异,将化工园区各个地块划分小区,建立化工园区内部小区 i 和外部路网小区 j ,并构建内部小区到外部路网的连通性公式。

$$\varpi = 1 / m \sum \varpi_j \quad (\text{B.6})$$

$$\varpi_j = \sum_{i=1}^n 1 / d_{ij} \quad (\text{B.7})$$

式中:

ϖ_j ——各功能区与外部路网的连接度,无量纲;

d_{ij} ——内部小区 α_i 和外部路网小区 α_j 的最短走行距离($i=1, 2, \dots, n, j=1, 2, \dots, m$),单位为米(m)。

B.9 道路断面及路面状况 RD

道路断面及路面状况 RD,该指标通过以下两类进行加权求和计算,指标数值取值区间为[0,5]。

(1)道路断面类型:若待评价城市道路断面具有中央隔离栏及机非隔离带,则记5分,仅具有机非隔离带记3分,否则记1分;具体划分参见附录D.1中图D.1。

(2)路面状况:用路面破损状况指数PCI表征,并按照我国现行《城镇道路养护技术规范》(CJJ 36-2006)中所规定的路面破损状况评价标准进行评价,得到A、B、C、D、E四个等级,以及根据国际平整度指数(IRI)指标作为道路状况因素指标,确定路面平整度安全评价指标范围。并将道路交通安全划分为5个等级,分别为:安全I、较安全II、基本安全III、不安全IV和极不安全V,具体划分见附录D.2中表D.1。

综合路面破损、平整度指数将道路状况由好到坏的等级划分,并按照等级综合评分为5分、4分、3分、2分、1分记分。

B.10 道路交通安全设施完善程度 RS

根据道路交通安全设施完善程度进行打分若完善齐全则按5分,若设施部分有损,满足功能要求记3~4分,若设施损坏较多,功能不齐全等程度记1~2分,若无相应设施则记为0分。该指标具体计算可以通过道路标志标线等设施的完善程度分别打分,再加权求和,该指标数值的取值区间为[0,5]。

附录 C

(资料性)

化工园区重大危险源影响范围评估方法示例

C.1 爆炸伤害（破坏）范围评估法

爆炸的伤害区域即为人员的伤害区域。为了估计爆炸所造成的人员伤亡情况，可将危险源周围划分为死亡区、重伤区、轻伤区和安全区。根据人员因爆炸而伤亡概率的不同，将爆炸危险源周围由里向外依次划分。

(1) 死亡区

死亡区内的人员如缺少防护，则被认为将无例外地蒙受严重伤害或死亡，其内径为零，外径记为 $R_{0.5}$ ，表示外圆周处人员因冲击波作用导致肺出血而死亡的概率为 0.5，它与爆炸量间的关系由下式确定：

$$R_{0.5} = 13.6 \left(\frac{W_{TNT}}{1000} \right)^{0.37} \quad (C.1)$$

$$W_{TNT} = \frac{E}{Q_{TNT}} \quad (C.2)$$

式中：

W_{TNT} ——爆源的 TNT 当量，单位为千克（kg）；

E ——爆源总能量，单位为千焦（kJ）；

Q_{TNT} ——TNT 爆热，可取 $Q_{TNT} = 4520 \text{kJ/kg}$ 。

(2) 重伤区

重伤区内的人员如缺少防护，则绝大多数将遭受严重伤害，极少数人可能死亡或受轻伤。其内径就是死亡半径 $R_{0.5}$ ，外径记为 $R_{d0.5}$ ，代表该处人员因冲击波作用耳膜破裂的概率为 0.5，它要求的冲击波峰值超压为 44000Pa。这里应用了超压准则。重伤半径可按下列公式计算：

$$\Delta P_s = 0.137Z^{-3} + 0.119Z^{-2} + 0.269Z^{-1} - 0.019 \quad (C.3)$$

$$Z = R \times (P_0 / E)^{1/3} \quad (C.4)$$

$$\Delta P_s = 44000 / P_0 \quad (C.5)$$

式中：

R ——目标到爆源的水平距离，单位为米（m）；

P_0 ——环境压力，单位为帕斯卡（Pa）。

（3）轻伤区

轻伤区内的人员如缺少防护，则绝大多数人员将遭受轻微伤害，少数人将受重伤或平安无事，死亡的可能性极小。轻伤区内径为重伤区的外径 $Rd_{0.5}$ ，外径为 $Rd_{0.5}$ ，表示外边界处耳膜因冲击波作用破裂的概率为 0.01，它要求的冲击波峰值超压为 17000pa。应用超压准则。

轻伤半径可按下列公式计算

$$\Delta P_s = 0.137Z^{-3} + 0.119Z^{-2} + 0.269Z^{-1} - 0.019 \quad (C.6)$$

$$Z = R \times (P_0 / E)^{1/3} \quad (C.7)$$

$$\Delta P_s = 17000 / P_0 \quad (C.8)$$

式中：

R ——目标到爆源的水平距离，单位为米（m）；

P_0 ——环境压力，单位为帕斯卡（Pa）。

C.2 有毒液化气体容器破裂时的毒害区估算方法

液化介质在容器破裂时会发生蒸气爆炸。当液化介质为有毒物质，如液氯、液氨、二氧化硫、硫化氢、氢氰酸等，爆炸后若不燃烧，会造成大面积的毒害区域。

设有毒液化气体质量 W ，容器破裂前器内介质温度为 t ，液体介质比热为 C 。当容器破裂时，器内压力降至大气压，处于过热状态的液化气温度迅速降至标准沸点 t_0 ，此时全部液体所放出的热量为：

$$Q = W \times C \times (t - t_0) \quad (C.9)$$

式中：

W ——毒液化气质量，单位为千克（kg）；

t ——容器破裂前器内介质温度，单位为摄氏度（ $^{\circ}\text{C}$ ）；

C ——液体介质比热，单位为千焦每千克摄氏度（ $\text{kJ}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$ ）

t_0 ——标准沸点，单位为摄氏度（ $^{\circ}\text{C}$ ）。

设这些热量全部用于器内液体的蒸发，如它的气化热为 q 单位为千焦每千克（ kJ/kg ），则其蒸发量：

$$W' = Q / q = W \times C \times (t - t_0) / q \quad (C.10)$$

如介质的分子量为 M ，则在沸点下蒸发蒸气的体积 V_g 为：

$$V_g = \frac{22.4W'}{M} \times \frac{273 + t_0}{273} = \frac{22.4W \times C(t - t_0)}{M \times q} \times \frac{273 + t_0}{273} \quad (\text{C.11})$$

式中：

V_g ——沸点下蒸发蒸气的体积，单位为立方米（ m^3 ）；

M ——介质的分子量，单位为克每摩尔（ g/mol ）。

若已知某种有毒物质的危险浓度，则可求出其危险浓度下的有毒空气体积。

假设这些有毒空气以半球形向地面扩散，则可求出该有毒气体扩散半径为：

$$R = \sqrt[3]{\frac{V_g / C}{\frac{1}{2} \times \frac{4}{3} \pi}} = \sqrt[3]{\frac{V_g / C}{2.0944}} \quad (\text{C.12})$$

式中：

R ——有毒气体的半径，单位为米（ m ）；

V_g ——有毒介质的蒸气体积，单位为立方米（ m^3 ）；

C ——有毒介质在空气中的危险浓度值（%）。

中国职业安全健康协会标准征求意见稿

附录 D

(资料性)

化工园区道路横断面及路面状况分析

D.1 道路横断面及路型

横断面设计应按道路等级、服务功能、交通特性结合各种控制条件，在规划红线范围内合理布设。横断面可分为单幅路、两幅路、三幅路、四幅路及特殊形式的断面，具体如图 D.1 所示。

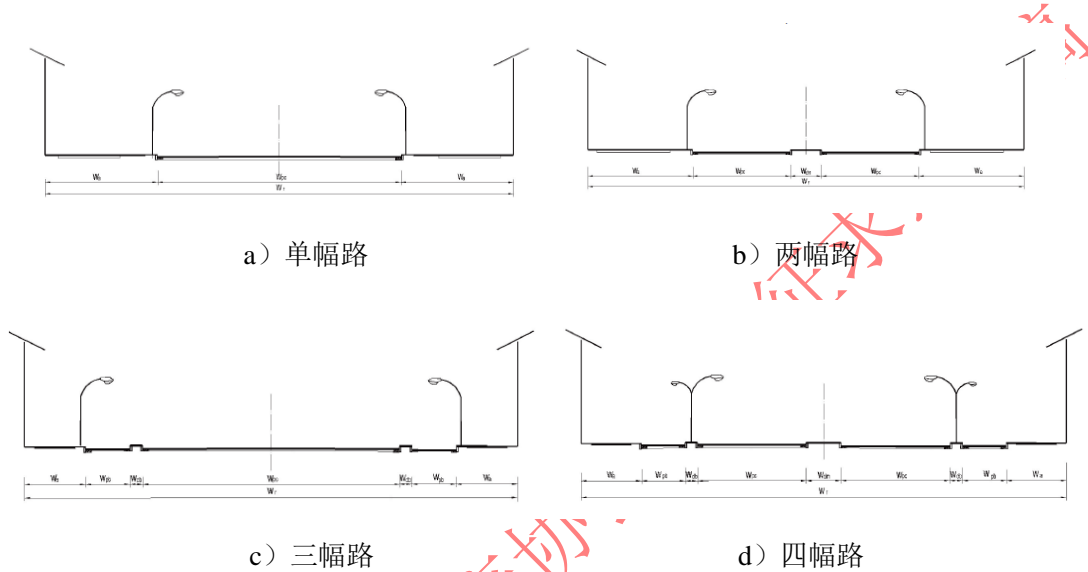


图 D.1 横断面形式

[来源：CJJ 37-2012(2016),5 横断面规定]D.2 道路路面状况

路面平整度直接影响到行车的舒适度和安全性。选取易于测量和可靠的国际平整度指数 (IRI) 指标作为道路因素指标，具有可操作性和客观性。结合城市道路设计车速，确定路面平整度安全评价指标范围。基于国内现有规范，已有文献资料和研究成果将道路交通安全划分为 5 个等级，分别为：安全 I、较安全 II、基本安全 III、不安全 IV 和极不安全 V。评价指标分类标准如表 D.1。

表 D.1 道路交通安全评价指标分类标准

类别	道路交通综合死亡率/%	车速差/($km \cdot h^{-1}$)	路面平整度/($m \cdot km^{-1}$)
安全 I	0~1	0~5	0.0~1.0
较安全 II	1~2	5~10	1.0~1.8
基本安全 III	2~5	10~20	1.8~2.8
不安全 IV	5~8	20~25	2.8~3.6
极不安全 V	8~10	25~30	3.6~4.6

附录 E

(资料性)

确定评估指标的权重方法示例

步骤 1，基于专家打分法获取到各项指标的重要性排序。综合考虑各专家的打分情况，构建指标重要程度的判断矩阵，矩阵中的元素 a_{ij} 表示元素 A_i 相对于 A_j 的重要程度，一般采用 1~9 级的标度法。判断矩阵 (a_{ij}) 中的元素具有三大性质：一是所有元素均大于 0，二是 $a_{ji} = 1 / a_{ij}$ ，三是 $a_{ii} = 1$ ，具体如表 E.1 所示。

表 E.1 指标的重要性标度

重要性标度	含义
1	表示两个元素相比，具有同等重要性
3	表示两个元素相比，前者比后者稍重要
5	表示两个元素相比，前者比后者明显重要
7	表示两个元素相比，前者比后者强烈重要
9	表示两个元素相比，前者比后者极端重要
2, 4, 6, 8	表示上述判断的中间值
倒数	若元素 i 与元素 j 的重要性之比为 a_{ij} ，则元素 j 与元素 i 的重要性之比为 $a_{ji} = 1 / a_{ij}$

步骤 2，计算多层次组合权向量，第二层相对第一层的权向量 $\omega^2 = (\omega_1^2, \dots, \omega_n^2)$ ，第三层对第二层各元素的权向量 $\omega^3 = (\omega_1^3, \dots, \omega_n^3)$ 。第一层的权重向量为 ω^1 ，经过第次矩阵计算，则第三层指标的权重为 $\omega^1 \omega^2 \omega^3$ 。

步骤 3，求取最大特征根 λ_{\max} 、平均随机一致性指标 RI、一致性比率 CR，并进行一致性检验，保障权重分配合理，最终得到各评估指标对应的权重，流程如图 E.1 所示。

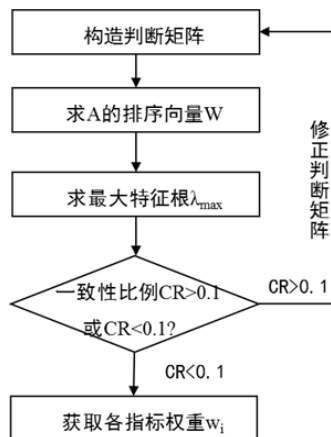


图 E.1 指标权重的获取流程

附录 F

(资料性)

道路交通风险指标评分方法示例

化工园区封闭管理道路交通风险评估各指标评分方法如下。

(1) 固定危险源等级 K 为定量指标，危险源根据其危险程度，分为一级、二级、三级和四级，破坏性即风险由强到弱，评分 a_1 见表 F.1。

表 F.1 固定危险源等级评分标准

级别	危害程度	分级指标 K	评分 (a_1)
一级	破坏性的	$K \geq 100$	80
二级	危险的	$100 > K \geq 50$	60
三级	临界的	$50 > K \geq 10$	40
四级	可忽略	$10 > K$	20

(2) 重大危险源的影响程度 f_{ij} 为定量指标，取值在 0 到 1 之间，数值越大，风险程度越大，数值越小，风险程度越小，评分值为 $a_2 = f_{ij} \times 100$ ， f_{ij} 为某路段重大危险源的影响程度指标值。

(3) 高峰危化品运输率 ρ_i 为定量比值指标，取值在 0 到 1 之间，数值越大表示某条路段高峰小时的危化品车辆运输量比率越高，风险程度越大，数值越小表示某条路段高峰小时的危化品车辆运输量比率越低，风险程度越小，评分值为 $a_3 = \rho_i \times 100$ 。

(4) 路段高峰小时危化品车辆比率 ϕ_i 为定量比值指标，取值在 0 到 1 之间，数值越大表示某条路段高峰小时的危化品车辆比例越高，风险程度越大，数值越小表示某条路段高峰小时的危化品车辆比例越低，风险程度越小，评分值为 $a_4 = \phi_i \times 100$ 。

(5) 路段高峰小时交通饱和度 η_i 为定量比值指标，取值在 0 到 1 之间，数值越大表示某条路段高峰小时的实际交通流量比例越高道路越拥挤，风险程度越大，数值越小表示某条路段高峰小时的实际交通流量比例越低道路越通畅，风险程度越小，评分值为 $a_5 = \eta_i \times 100$ 。

(6) 高峰小时出入口行车延误 ds_i 为定量指标，延误数值越大风险程度越大，延误数值越小表示风险程度越小，评分值为 a_6 见表 F.2。

表 F.2 高峰小时出入口行车延误评分标准

延误 (s)	评分
>30	100
20~30	75
10~20	50
5~10	25
<5	0

(7) 危化品停车场距离 D_{ij} 为定量指标，数值越大表示距离危化品停车场的直线距离越远，风险程度越小，数值越小表示距离危化品停车场的直线距离越近，风险程度越大，根据逆向定量评估指标插值函数评分值为如式 F.1。

$$a_7 = \frac{x_{\max} - x}{x_{\max} - x_{\min}} \times 100 \quad (\text{F.1})$$

式中：

a_7 ——表示指标评分值；

x ——表示某路段危化品停车场距离指标值；

x_{\min} ——表示各条路段该指标最小值；

x_{\max} ——表示各条路段该指标最大值。

(8) 消防应急场站距离 M_{ij} 为定量指标，数值越小表示距离消防应急场站的直线距离越近，风险程度越小，数值越大表示距离危化品停车场的直线距离越远，风险程度越大，根据正向定量评估指标插值函数评分值为如式 F.2。

$$a_8 = \frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \times 100 \quad (\text{F.2})$$

式中：

a_8 ——表示该指标评分值；

x ——表示距离消防应急场站的直线距离指标值；

x_{\min} ——表示各条路段该指标最小值；

x_{\max} ——表示各条路段该指标最大值。

(9) 道路连通度 ω 为定量指标, 数值越大表示路径短道路联通性越好, 风险程度越小, 数值越小表示路径长道路联通性越差, 风险程度越大, 根据逆向定量评估指标插值函数评分值为如式 F.3。

$$a_9 = \frac{x_{\max} - x}{x_{\max} - x_{\min}} \times 100 \quad (\text{F.3})$$

式中:

a_9 ——表示该指标评分值;

x ——表示某路段连通度指标值;

x_{\min} ——表示各条路段该指标最小值;

x_{\max} ——表示各条路段该指标最大值。

(10) 道路断面及路面状况 RD 指标取值区间[0,5], 数值越大表示舒适度和安全性越好, 风险程度越小, 数值越小表示舒适度和安全性越差, 风险程度越大, 该项指标评分值为:

$$a_{10} = (1 - \text{RD}/5) \times 100 \quad (\text{F.4})$$

式中:

RD ——道路断面及路面状况指标值。

(11) 道路交通安全设施完善程度 RS 按打分计区 1~5 之间, 数值越大表示安全设施越完善, 风险程度越小, 数值越小表示安全设施缺失, 风险程度越大, 该项指标评分值为:

$$a_{11} = (1 - \text{RS}/5) \times 100 \quad (\text{F.5})$$

式中:

RS ——道路交通安全设施完善程度指标值。

附录 G

(资料性)

道路交通风险评估综合模型示例

基于化工园区封闭管理下道路交通风险评估指标体系,采用层次分析法等相结合风险评估方法形成化工园区封闭化管理道路交通风险评估模型,该评估指标反映了道路的风险状态分级,为(0,100]区间数值。

$$DF_{ij} = \sum_{j=1}^{11} a_j \times \omega_j \quad (G.1)$$

$$\sum_{j=1}^{11} \omega_j = 1 \quad (G.2)$$

式中:

DF_{ij} ——某条路段*i*的道路交通风险状态综合评估值;

ω_j ——各级 11 项道路交通风险指标的权重;

a_j ——各级 11 项道路交通风险指标的具体评分值,根据量化指标归一数据处理,按照(0,100]区间取值,分值越高表示风险越大。

表 G.1 化工园区封闭管理道路交通风险评估各指标要素

目标	一级指标	二级指标	三级指标
化工园区封闭管理道路交通风险评估	重大危险源	固定危险源	固定危险源等级 K
			重大危险源的影响程度 f_{ij}
	重大危险源	移动危险源	高峰危化品运输率 ρ_i
			路段高峰小时危化品车辆比率 ϕ_i
	交通运行状态	道路交通运行状态	路段高峰小时交通饱和度 η_i
			出入口运行能力
	交通运行状态	出入口运行能力	高峰小时出入口行车延误 ds_i
			重要设施位置
	救援路径设施	重要设施位置	危化品停车场距离 D_{ij}
			消防应急场站距离 M_{ij}
	救援路径设施	道路通行状况	道路连通度 ω
道路断面及路面状况 RD			
救援路径设施	道路交通安全设施状况	道路交通安全设施完善程度 RS	

附录 H

(资料性)

风险等级和风险影响显著示例

本文件规定了化工园区封闭管理道路交通风险等级划分原则和标准，总体与国家相关风险评估的分类相统一，具体标准结合化工园区道路交通综合风险指标评分实际数值，综合考虑不同类型化工园区区位规模、化工产业种类、道路交通特征等因素，通过不同类型道路风险值的多样本采集汇总统计界定了风险等级标准的临界值，体现出广泛适应性。

风险等级由高到低划分为五级，分别为：重大风险、较大风险、一般风险、较小风险和低风险。重大风险是离重大危险源近、交通拥堵严重，结果造成损失和影响严重，风险程度越低造成的损失和影响也就越小。道路风险等级由该条路段的道路交通综合风险指标评分决定，如下表所示。

表 H.1 综合风险指标评分及对应的风险等级表

风险等级	综合风险评分值 (DF)
一级风险 (重大风险)	$55 < DF < 100$
二级风险 (较大风险)	$45 < DF < 55$
三级风险 (一般风险)	$35 < DF < 45$
四级风险 (较小风险)	$10 < DF < 35$
五级风险 (低风险)	$0 < DF < 10$

表 H.2 封闭管理后风险影响显著判定标准

原风险等级	封闭管理后风险等级
一级风险 (重大风险) 二级风险 (较大风险) 三级风险 (一般风险)	一级风险
四级风险 (较小风险) 五级风险 (低风险)	一级、二级风险