

团体标准

T/ITS 0177-2021

城市群综合客运枢纽间多模式交通系统 运行风险评估方法

Operation risk assessment method for multi-mode transportation system between
hubs in urban agglomeration

2021-12-31 发布

2022-03-01 实施

中国智能交通产业联盟 发布

目 次

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 2

4 风险评估的对象与数据..... 2

5 风险识别..... 3

6 风险分析..... 4

7 风险评价..... 6

附录 A（规范性附录） 风险事件致险可能性划分等级..... 8

附录 B（规范性附录） 风险事件后果严重性划分等级..... 12

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。

本文件由中国智能交通产业联盟（C-ITS）提出并归口。

本文件起草单位：北京交通大学、长安大学、交通运输部公路科学研究院、东南大学、北京工业大学。

本文件主要起草人：姚恩建、马书红、杨扬、王元庆、李斌、刘冬梅、岳敏、周烨超、戴学臻、张锐、陈琳、杨敏、贺正冰、郇宁、卢天伟、李义罡。

城市群综合客运枢纽间多模式交通系统运行风险评估方法

1 范围

本文件规定了城市群综合客运枢纽间多模式交通系统（含公路、铁路、民航、城市交通）运行风险评估方法，包括风险评估对象与数据、风险识别、风险识别以及风险评价。

本文件适用于城市群综合客运枢纽间多模式交通系统运行过程中的风险评估工作，可用于指导风险评估项目的组织、开展工作。

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 10113-2003 分类与编码通用术语

GB/T 20000.4-2003 标准化工作指南第4部分：标准中涉及安全的内容

GB/T 23694-2013 风险管理术语

GB/T 24353-2009 风险管理原则与实施指南

GB/T 27921-2011 风险管理风险评估技术

JT/T 697.1-2013 交通信息基础数据元第1部分：总则

JT/T 697.2-2014 交通信息基础数据元第2部分：公路信息基础数据元

JT/T 697.7-2014 交通信息基础数据元第7部分：道路运输信息基础数据元

JT/T 697.10-2016 交通运输基础数据元第10部分：交通统计信息基础数据元

JT/T 697.14-2015 交通信息基础数据元第14部分：城市客运信息基础数据元

JT/T 961-2015 交通运输行业反恐怖防范基本要求

JT/T 980-2015 综合客运枢纽智能化系统建设总体技术要求

JT/T 1007.1-2015 交通移动应急通信指挥平台第1部分：总体技术要求

JT/T 1018-2016 城市公共汽电车突发事件应急预案编制规范

JT/T 1049.4-2016 道路运政管理信息系统第4部分：跨省数据交换

JT/T 1051-2016 城市轨道交通运营突发事件应急预案编制规范

JT/T 1065-2016 综合客运枢纽术语

JT/T 1112-2017 综合客运枢纽分类分级

T/ITS 0177-2021

JT/T 1117-2017 综合客运枢纽智能化系统信息交换技术规范

JT/T 1140.1-2017 交通运输安全应急资源数据元第 1 部分：公路

JT/T 1141-2017 交通运输安全应急平台技术要求

ISO 31000-2009 风险管理标准 (Risk management-Principles and guidelines)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

多模式联程出行 multi-modal connecting trip

采用两种及以上交通方式、包含两个及以上综合客运枢纽的出行。

3.2

多模式交通系统 multi-modal transportation system between passenger hubs

多模式联程出行所涉及到的综合交通系统，包含航空、铁路、公路、城市交通的综合交通。

4 风险评估的对象与数据

4.1 确定评估对象

根据城市群综合客运枢纽间多模式交通客流和系统运行状态、交通运行管理与监测部门在安全方面的需求等内容，确定风险评估的对象，包括综合客运枢纽间多模式交通系统的各方式运输线路和枢纽站点。

4.2 评估数据获取

采集城市群多模式交通系统内各交通方式（航空、铁路、公路、城市道路、城市轨道交通等）的客流数据、互联网出行数据、手机信令数据等，获取城市群范围内多模式交通网络内重要客运通道的客流数据、综合客运枢纽的客流数据及与交通运行状态相关联的其他数据。

5 风险识别

5.1 风险识别的内容

风险识别的内容是最大限度的识别出城市群综合客运枢纽间多模式交通系统运行过程中的各评估对象可能发生的风险事件，依次展开自然灾害、突发事件以及客流聚集三个类型风险识别。针对城市群综合客运枢纽间多模式交通系统面临的各类风险事件，分析相应风险项，详见表 1。

表 1 城市群综合客运枢纽间多模式交通系统可能发生的风险事件

风险类型	风险项	产生影响
自然灾害	雾	包括单一交通方式或多种交通方式线路中断或延误、综合客运枢纽的关闭等，进而导致客流在不同方式间的转移、出行的取消或人员滞留；
	雨	
	风	
	雪	
	地震	
	地质灾害	
	霾	
	高温	
突发事件	火灾事故	
	公共场所拥挤踩踏事故	
	公共卫生事件	
	社会安全事件	
	设备事故	
客流聚集	多模式交通系统中综合客运枢纽客流聚集	包括运输线路拥挤、旅客出行延误或受阻等。
	多模式交通系统中运输线路客流聚集	

5.2 确定识别范围

确定城市群综合客运枢纽间多模式交通系统运行风险识别范围如下：

a) 确定城市群综合客运枢纽间多模式交通系统运行风险识别的时间范围为：

- 1) 常态化（节假日、春运暑运、重大活动）；
- 2) 非常态化（自然灾害、事故灾难、公共卫生事件、突发社会安全事件）。

b) 确定城市群枢纽间多模式交通系统运行风险识别的空间范围为：

- 1) 城市群范围内的综合客运枢纽；
- 2) 城市群综合客运枢纽间航空、铁路、公路、城市交通构成的多模式交通运输线路。

5.3 风险识别的方法

应按照城市群综合客运枢纽间多模式交通系统风险事件的特点及评估对象选择合适的风险识别方法。风险识别时，可根据具体发生的风险事件使用表 2 中推荐的一种或几种方法的组合。

表 2 识别城市群枢纽间多模式交通系统风险事件的方法

评估对象	自然灾害事件	突发事件	客流聚集事件
枢纽站点	现场检查法 场景分析法 历史个例排序法.....	现场检查法 视频监控分析法 场景分析法 图像分析法 历史个例排序法	情景分析法 案例推演法 客流监测、预测法
运输线路	情景分析法 案例推演法	情景分析法 案例推演法 关联分析法 综合推断法 贝叶斯分析	通道客流的监测、预测法 多源大数据分析识别法 流程图法 关联分析法 贝叶斯分析

5.4 编制风险识别手册

针对城市群综合客运枢纽间多模式交通系统运行的各评估对象，按照相关法规标准和要求，编制风险识别手册，明确风险识别内容与范围、确定风险事件、分析致险因素。

6 风险分析

6.1 风险分析的内容

根据风险事件发生的可能性、风险事件的后果严重性对城市群综合客运枢纽间多模式交通系统运行风险进行分析。

6.2 风险可能性

6.2.1 风险可能性分析方法

风险可能性分析方法应考虑城市群综合客运枢纽间多模式交通系统可能面临的多种类型风险事件，

基于城市群内各级交通主管部门及相应机构获取的包括历史客流数据、特定时段客流数据、手机信令数据结合相关联的其他部门（如气象管理单位、大型活动组织方等）提供的信息，采用层次分析法对系统可能遇到的风险项逐一估计发生的可能性，获取综合客运枢纽间多模式交通系统运行风险可能性。

系统风险发生可能性总估值计算公式见式（1）及式（2）：

$$P = \sum_{i=1}^3 P_i \times \gamma_i \cdots \cdots \cdots (1)$$

$$P_i = \sum_{j=1}^6 P_{ij} \times \gamma_{ij} \cdots \cdots \cdots (2)$$

式（1）、（2）中：

P ——城市群综合客运枢纽间多模式交通系统运行风险可能性估值；

P_i ——第 i 类风险事件发生可能性估值；

γ_i ——第 i 类风险事件权重；

P_{ij} ——第 i 类风险事件第 j 种风险项发生的可能性估值；

γ_{ij} ——第 i 类风险事件第 j 种风险项的权重；

如表 3 所示的依次对城市群综合客运枢纽间多模式交通系统运行过程中各类型风险事件发生的可能性逐一分析并结合相应的权重计算风险可能性。不同类型风险事件下各风险项的发生可能性估值 P_{ij} 参考附录 1，以各风险项不同级别风险发生可能性估值采用“取大不取小”原则获得。

表 3 城市群枢纽间多模式交通系统运行风险事件可能性

风险类型	权重	风险项	发生可能性	权重
自然灾害 P_1	γ_1	雾	P_{11}	γ_{11}
		雨	P_{12}	γ_{12}
		风	P_{13}	γ_{13}
		雪	P_{14}	γ_{14}
		地震	P_{15}	γ_{15}
		地质灾害	P_{16}	γ_{16}
		霾	P_{17}	γ_{17}
		高温	P_{18}	γ_{18}
突发事件 P_2	γ_2	火灾事故	P_{21}	γ_{21}
		拥挤踩踏事故	P_{22}	γ_{22}
		公共卫生事件	P_{23}	γ_{23}
		社会安全事件	P_{24}	γ_{24}
		设施设备故障	P_{25}	γ_{25}
客流聚集 P_3	γ_3	多模式交通系统中综合客运枢纽客流聚集	P_{31}	γ_{31}
		多模式交通系统中运输线路客流聚集	P_{32}	γ_{32}

6.2.2 风险可能性等级

城市群综合客运枢纽间多模式交通系统运行风险发生可能性等级宜分为 A（基本不可能发生）、B（较不可能发生）、C（可能发生）、D（很可能发生）、E（肯定发生）五个等级。

根据式 1 计算出系统风险可能性估值，参考表 4 确定系统风险可能性等级。

表 4 城市群综合客运枢纽间多模式交通系统运行风险可能性等级划分标准

级别	发生的可能性	估值区间
A	基本不可能发生	(0-10]
B	较不可能发生	(10-30]
C	可能发生	(30-60]
D	很可能发生	(60-90]
E	肯定发生	(90-100]

6.3 后果严重性

6.3.1 后果严重性分析方法

城市群综合客运枢纽间多模式交通系统运行风险后果严重性应根据风险发生后可能产生的人员伤亡（人员受伤情况、死亡人数）、经济损失、环境污染、社会影响四个方面分别衡量，具体分级标准见附录 2。

6.3.2 后果严重性等级

风险事件后果严重性等级宜分为 1（影响很小）、2（影响一般）、3（影响较大）、4（影响重大）、5（影响特别重大）五个等级。依据附录 2，将风险事件发生后的人员伤亡、经济损失、环境污染、社会影响分别进行等级确定，采取“就高不就低”的原则确定风险事件后果严重性等级。

7 风险评价

7.1 风险评价方法

城市群综合客运枢纽间多模式交通系统运行风险评价应将风险分析过程中得出的系统风险可能性及后果严重性采用矩阵分析法确定系统风险评价结果。

7.2 风险评价结果

根据风险分析过程中获得的城市群综合客运枢纽间多模式交通系统运行风险可能性等级与后果严重性等级，构建如表 5 所示的风险矩阵，确定系统风险评价结果。

表 5 风险矩阵法确定城市群综合客运枢纽间多模式交通系统运行风险评价结果

风险评价结果		后果严重性				
		1	2	3	4	5
风险可能性	A	可容许	可容许	可容许	可容许	可容许
	B	可容许	可容许	可容许	可容许	不可容许
	C	可容许	可容许	可容许	不可容许	不可容许
	D	可容许	可容许	不可容许	不可容许	不可容许
	E	可容许	不可容许	不可容许	不可容许	不可容许

根据城市群枢纽间多模式交通系统运行风险评价结果，针对可容许风险，各评估对象应保持已有的防风险措施，尽量消除或减弱风险。

针对不可容许风险，各评估对象应及时通过人、财、物、技术等方面的投入，以降低风险等级。

附 录 A
(规范性附录)
风险事件致险可能性划分等级

A.1 风险事件致险可能性划分等级

表A.1给出了风险事件致险可能性划分等级。

表 A.1 风险事件致险可能性划分等级 (第 1 页/共 4 页)

风险类型	风险项	风险级别	评估指标	肯定发生	很可能发生	可能发生	较不可能发生	基本不可能发生
				评估范围内发生频率极高；	评估范围内发生频率较高；	评估范围内发生过，周边区域偶有发生；或评估范围内未发生过，周边区域发生频率较高；	评估范围内未发生过，周边区域偶有发生；	评估范围内未发生过。
自然灾害	雾	最高级别	能见度 $\leq 50\text{m}$	100	100	90	70	30
		次高级别	$50\text{m} < \text{能见度} \leq 100\text{m}$	100	90	90	70	30
		次低级别	$100\text{m} < \text{能见度} \leq 200\text{m}$	100	90	70	30	10
		最低级别	$200\text{m} < \text{能见度} \leq 500\text{m}$	90	70	30	10	10
	雨	最高级别	降雨量 $>200\text{mm/d}$	100	100	90	70	30
		次高级别	$100\text{mm/d} < \text{降雨量} \leq 200\text{mm/d}$	100	90	90	70	30
		次低级别	$50\text{mm/d} < \text{降雨量} \leq 99.9\text{mm/d}$	100	90	70	30	10
		最低级别	$25\text{mm/d} < \text{降雨量} \leq 49.9\text{mm/d}$	90	70	30	10	10
	风	最高级别	台风, 大于等于 12 级; 或风速 $\geq 32.7\text{m/s}$	100	100	90	70	30
		次高级别	暴风, 11 级; 或 $28.5\text{ m/s} \leq \text{风速} \leq 32.6\text{ m/s}$	100	90	90	70	30
		次低级别	狂风, 9-10 级; 或 $20.8\text{ m/s} \leq \text{风速} \leq 28.4\text{ m/s}$	100	90	70	30	10
		最低级别	大风, 7-8 级; 或 $13.9\text{m/s} \leq \text{风速} \leq 20.7\text{ m/s}$	90	70	30	10	10

表 A.1 风险事件致险可能性划分等级（第 2 页/共 4 页）

风险类型	风险项	风险级别	评估指标	肯定发生	很可能发生	可能发生	较不可能发生	基本不可能发生
				评估范围内发生频率极高；	评估范围内发生频率较高；	评估范围内发生过，周边区域偶有发生；或评估范围内未发生过，周边区域发生频率较高；	评估范围内未发生过，周边区域偶有发生；	评估范围内未发生过。
自然灾害	雪	最高级别	降雪量 $>10\text{mm/d}$ ；或积雪厚度 $>8\text{cm}$	100	100	90	70	30
		次高级别	大雪, $5.0\text{mm/d} \leq \text{降雪量} \leq 9.9\text{mm/d}$ ；或 $5\text{cm} < \text{积雪厚度} \leq 8\text{cm}$	100	90	90	70	30
		次低级别	中雪, $2.5\text{mm/d} < \text{降雪量} \leq 4.9\text{mm/d}$ ；或 $3\text{cm} < \text{积雪厚度} \leq 5\text{cm}$	100	90	70	30	10
		最低级别	小雪, $0.1\text{mm/d} < \text{降雪量} \leq 2.4\text{mm/d}$ ；或积雪厚度 $\leq 3\text{cm}$	90	70	30	10	10
	地震	最高级别	重要地区发生 7.0 级以上地震	100	100	90	70	30
		次高级别	重要地区发生 6.0 级以上、7.0 级以下地震	100	90	90	70	30
		次低级别	重要地区发生 5.0 级以上、6.0 级以下地震	100	90	70	30	10
		最低级别	重要地区发生 4.5 级以上地震、5.0 级以下地震	90	70	30	10	10
	地质灾害	最高级别	特大型泥石流或巨型滑坡	100	100	90	70	30
		次高级别	大型泥石流或特大型滑坡	100	90	90	70	30
		次低级别	中型泥石流或大型滑坡	100	90	70	30	10
		最低级别	小型泥石流或中小型滑坡	90	70	30	10	10
	霾	最高级别	$300 \mu\text{g}/\text{m}^3 < \text{PM}_{2.5} \text{ 浓度限值} \leq 500 \mu\text{g}/\text{m}^3$	100	100	90	70	30
		次高级别	$250 \mu\text{g}/\text{m}^3 < \text{PM}_{2.5} \text{ 浓度限值} \leq 350 \mu\text{g}/\text{m}^3$	100	90	90	70	30
		次低级别	$150 \mu\text{g}/\text{m}^3 < \text{PM}_{2.5} \text{ 浓度限值} \leq 250 \mu\text{g}/\text{m}^3$	100	90	70	30	10
		最低级别	$\text{PM}_{2.5} \text{ 浓度限值} \leq 150 \mu\text{g}/\text{m}^3$	90	70	30	10	10
	高温	最高级别	24 小时内最高气温 $\geq 40^\circ\text{C}$	100	100	90	70	30
		次高级别	24 小时内最高气温 $\geq 37^\circ\text{C}$	100	90	90	70	30
		次低级别	连续三天最高气温 $\geq 35^\circ\text{C}$	100	90	70	30	10
		最低级别	24 小时内最高气温 $\geq 35^\circ\text{C}$	90	70	30	10	10

表 A.1 风险事件致险可能性划分等级 (第 3 页/共 4 页)

风险类型	风险项	风险级别	评估指标	肯定发生	很可能发生	可能发生	较不可能发生	基本不可能发生
				评估范围内发生频率极高；	评估范围内发生频率较高；	评估范围内发生过，周边区域偶有发生；或评估范围内未发生过，周边区域发生频率较高；	评估范围内未发生过，周边区域偶有发生；	评估范围内未发生过。
突发事件	火灾事故	最高级别	特别重大火灾	100	100	90	70	30
		次高级别	重大火灾	100	90	90	70	30
		次低级别	较大火灾	100	90	70	30	10
		最低级别	一般火灾	90	70	30	10	10
	拥挤踩踏事故	最高级别	特别重大级别(I级)	100	100	90	70	30
		次高级别	重大级别(II级)	100	90	90	70	30
		次低级别	较大级别(III级)	100	90	70	30	10
		最低级别	一般级别(IV级)	90	70	30	10	10
	公共卫生事件	最高级别	突发疫情波及 2 个以上省份	100	100	90	70	30
		次高级别	突发疫情波及 2 个以上市区	100	90	90	70	30
		次低级别	突发疫情波及 1 个市区	100	90	70	30	10
		最低级别	突发疫情波及 2 个街道办范围内	90	70	30	10	10
	社会安全事件	最高级别	恐怖袭击一次参与人数 500 人以上	100	100	90	70	30
		次高级别	恐怖袭击一次参与人数在 200 人以上、500 人以下	100	90	90	70	30
		次低级别	恐怖袭击一次参与人数在 50 人以上、200 人以下	100	90	70	30	10
		最低级别	恐怖袭击一次参与人数在 50 人以下	90	70	30	10	10
	设施设备故障	最高级别	大型交通设施/设备发生特别严重故障	100	100	90	70	30
		次高级别	大型交通设施/设备发生严重故障	100	90	90	70	30
		次低级别	大型交通设施/设备发生较严重故障	100	90	70	30	10
		最低级别	大型交通设施/设备发生一般故障	90	70	30	10	10

表 A.1 风险事件致险可能性划分等级（第 4 页/共 4 页）

风险类型	风险项	风险级别	评估指标	肯定发生	很可能发生	可能发生	较不可能发生	基本不可能发生
				评估范围内发生频率极高；	评估范围内发生频率较高；	评估范围内发生过，周边区域偶有发生；或评估范围内未发生过，周边区域发生频率较高；	评估范围内未发生过，周边区域偶有发生；	评估范围内未发生过。
客流聚集	多模式交通系统中综合客运枢纽客流聚集	最高级别	综合客运枢纽内乘客数量超出阈值上限 ^① 25%以上	100	100	90	70	30
		次高级别	综合客运枢纽内乘客数量超出阈值上限 15%~25%	100	90	90	70	30
		次低级别	综合客运枢纽内乘客数量超出阈值上限 5%~15%	100	90	70	30	10
		最低级别	综合客运枢纽内乘客数量超出阈值上限 0~5%	90	70	30	10	10
	多模式交通系统中运输线路客流聚集	最高级别	运输线路客流超出阈值上限 25%以上	100	100	90	70	30
		次高级别	运输线路客流超出阈值上限 15%~25%	100	90	90	70	30
		次低级别	运输线路客流超出阈值上限 5%~15%	100	90	70	30	10
		最低级别	运输线路客流超出阈值上限 0~5%	90	70	30	10	10

注①：客流阈值上限依据历史客流数据采用贝叶斯预测法获取；

注②：风险事件致险可能性估值获取说明：获取各风险项的致险可能性估值需对该风险项不同级别风险发生的可能性由最高级别至最低级别逐一分析。

如某风险项最高级别发生可能性为“基本不可能发生”，则转为判断次高级别发生可能性，以此类推获得的该风险项最低级别的可能性为该风险项发生可能性最终估值；如某风险项最高级别、次高级别、次低级别、最低级别发生的可能性均不是“基本不可能发生”，则在该风险项各级别风险发生可能性估值中采用“取大不取小”的原则。

附 录 B
(规范性附录)
风险事件后果严重性划分等级

B.1 风险事件后果严重性划分等级

表B.1给出了风险事件后果严重性划分等级。

表 B.1 风险事件后果严重性划分等级

分类	评估指标	分级	判断标准
人员伤亡 S_1	人员受伤情况 S_{11}	5 级	100 人以上重伤;
		4 级	50 人以上 100 人以下重伤;
		3 级	10 人以上 50 人以下重伤;
		2 级	10 人以下重伤;
		1 级	无人员重伤;
	死亡人数 S_{12}	5 级	造成 30 人以上死亡;
		4 级	造成 10 人以上 30 人以下死亡;
		3 级	造成 3 人以上 10 人以下死亡;
		2 级	造成 3 人以下死亡;
		1 级	无人员死亡;
经济损失 S_2	经济损失额度 S_{21}	5 级	1 亿元以上直接经济损失;
		4 级	5000 万元以上 1 亿元以下直接经济损失的事故;
		3 级	1000 万元以上 5000 万元以下直接经济损失的事故;
		2 级	1000 万元以下 500 万元以上直接经济损失;
		1 级	500 万元以下直接经济损失;
环境污染 S_3	环境污染程度 S_{31}	5 级	造成特别重大生态环境灾害或公共卫生事件;
		4 级	造成重大生态环境灾害或公共卫生事件;
		3 级	造成较大生态环境灾害或公共卫生事件;
		2 级	造成一般生态环境灾害或公共卫生事件;
		1 级	未造成生态环境灾害或公共卫生事件;
社会影响 S_4	社会影响程度 S_{41}	5 级	对国家或区域的社会、经济、外交、军事、政治等产生特别重大影响;
		4 级	对国家或区域的社会、经济、外交、军事、政治等产生重大影响;
		3 级	对国家或区域的社会、经济、外交、军事、政治等产生较大影响;
		2 级	对国家或区域的社会、经济、外交、军事、政治等产生较小影响;
		1 级	对国家或区域的社会、经济、外交、军事、政治等无影响.

中国智能交通产业联盟

标准

城市群综合客运枢纽间多模式交通系统运行风险评估方法

T/ITS 0177-2021

北京市海淀区西土城路 8 号（100088）

中国智能交通产业联盟印刷

网址：<http://www.c-its.org.cn>

2021 年 12 月第一版 2021 年 12 月第一次印刷