

ICS 03.220.01

CCS R00

# 团体标准

T/CITSA 68-2025

## 城市交通治理知识图谱设计导则

Guidelines for Designing Urban Traffic Governance Knowledge Graph

2025-08-28 发布

2025-09-30 实施

中国智能交通协会 发布

## 目 次

前言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语、定义和缩略语 .....	1
3.1 术语和定义 .....	1
3.2 缩略语 .....	2
4 城市交通治理知识图谱设计流程 .....	2
4.1 设计主要过程 .....	2
4.2 需求调研 .....	3
4.3 数据分析 .....	3
4.4 架构设计 .....	3
4.5 部署设计 .....	4
5 城市交通治理知识图谱构建指引 .....	4
5.1 基本原则 .....	4
5.2 本体库构建 .....	4
5.3 实体抽取与关系抽取 .....	5
5.4 实体对齐与实体消歧 .....	5
5.5 关系对齐 .....	5
5.6 属性对齐 .....	5
5.7 知识存储 .....	6
6 城市交通治理知识数据 .....	6
6.1 数据构成 .....	6
6.2 城市道路信息数据 .....	6
6.3 城市空间信息数据 .....	6
6.4 个体出行信息数据 .....	6
6.5 车辆信息数据 .....	6
6.6 交通服务信息数据 .....	6
6.7 交通流信息数据 .....	6
6.8 交通管理信息数据 .....	7
6.9 停车管理信息数据 .....	7
6.10 交通枢纽信息数据 .....	7
6.11 交通文本数据 .....	7
7 城市交通治理常用知识建模 .....	7
7.1 知识建模一般规定 .....	7
7.2 面向个体出行活动规律挖掘场景 .....	7
7.3 面向车辆出行规律挖掘场景 .....	8
7.4 面向城市生长演化场景 .....	9
7.5 面向交通事件分析场景 .....	11

7.6	面向交叉口管理场景	11
7.7	面向停车管理场景	12
7.8	面向交通治理文本数据辅助决策场景	13
8	城市交通治理知识抽取与融合技术指引	14
8.1	知识抽取与融合一般规定	14
8.2	知识抽取方法	14
8.3	知识融合方法	14
8.4	城市交通治理知识抽取与融合主题	15
9	城市交通治理知识推理技术指引	15
9.1	知识推理一般规定	15
9.2	城市交通治理知识推理	15
9.3	静态城市交通治理图谱的知识推理	16
9.4	动态交通治理知识图谱的知识推理	16
10	城市交通治理知识检索技术指引	16
10.1	知识检索一般规定	16
10.2	城市交通治理知识检索方法	16
10.3	城市交通治理知识检索主题	17

## 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。

本文件由中国城市规划设计研究院提出。

本文件由中国智能交通协会归口。

本文件主要起草单位：中国城市规划设计研究院、深圳市城市交通规划设计研究中心股份有限公司、同济大学、清华大学深圳国际研究生院、中山大学、南京邮电大学、浙江大学、北大千方科技有限公司、长安大学、北京航空航天大学、东南大学、北京交通大学、厦门市国土空间和交通研究中心、重庆交通大学、成都市规划设计研究院、北京世纪高通科技有限公司、广州方纬智慧大脑研究开发有限公司、上海市上规院城市规划设计有限公司、杭州海康威视数字技术股份有限公司、深圳市腾讯计算机系统有限公司、鹏城实验室、广州市城市规画勘测设计研究院有限公司。

本文件主要起草人：赵一新、张晓春、伍速锋、王庆刚、黎旭成、段征宇、杨余久、陈振武、何兆成、刘永红、丁卉、邓普阳、李健、王森、陈一贤、马东方、高晨、王元庆、于海洋、任刚、张纯、史志法、蔡晓禹、李星、邱奉翠、沙志仁、张毅媚、游世凯、沈亮、杨李鹏、王耀威、张新峰、吴哲、曾滢、张晓明、狄德仕。

# 城市交通治理知识图谱设计导则

## 1 范围

本文件规定了城市交通治理知识图谱设计的基本设计流程和图谱构建指引、知识数据种类、常用知识建模、知识抽取与融合、知识推理、知识检索等的关键技术要求。

本文件旨在形成面向城市交通治理领域的规范化知识构建标准和处理流程，指导城市交通治理知识图谱的设计，适用于城市交通治理中的知识图谱设计、构建和应用，可作为城市交通领域其他知识图谱工作的参考。

## 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 42131-2022 人工智能 知识图谱技术框架

## 3 术语、定义和缩略语

### 3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1.1

##### 城市交通治理 Urban Traffic Governance

围绕城市交通现状与发展问题，遵循城市发展客观规律和规范要求，以共建、共享、共治为价值导向，以构建更加畅通、安全、绿色、友好的交通环境为目的，借助政府—企业—公众的合作共赢机制，充分利用信息空间中的资源与工具，促进社会空间中各种组织和个体之间的共识与协作，达到合理配置和优化使用物理空间中资源的目标，运用交通规划、设计和管理等常规技术，综合大数据、信息化等新技术，提出符合城市发展阶段要求的交通治理政策措施，并评价其实施效果。

#### 3.1.2

##### 实体 Entity

客观世界中具有可区别性且独立存在的某种事物，在图数据库中表示为节点。

[来源：GB/T 42131-2022，3.2，有修改]

#### 3.1.3

##### 实体类型 Entity Type

一组具有相同属性的实体集合的抽象。

[来源：GB/T 42131-2022，3.3]

#### 3.1.4

##### 关系 Relation

实体或实体类型之间的联系，在图数据库中表示为边。

[来源：GB/T 42131-2022，3.11，有修改]

#### 3.1.5

##### 本体 Ontology

实体、关系、属性类型及其关联的一种模型。

[来源：GB/T 42131-2022，3.8，有修改]

#### 3.1.6

##### 属性 Attribute

实体或关系所包含的特征。

[来源：GB/T 42131-2022, 3.10, 有修改]

### 3.1.7

#### 知识图谱 Knowledge Graph

以结构化的形式描述的知识元素及其联系的集合。

[来源：GB/T 42131-2022, 3.6]

### 3.1.8

#### 知识元素 Knowledge Element

描述某一事物或概念的不必再分的独立的知识单元，包含实体、实体类型、属性、关系、关系类型、事件、规则等。

[来源：GB/T 42131-2022, 3.4, 有修改]

### 3.1.9

#### 知识抽取 Knowledge Extraction

从不同来源和结构的输入数据中抽取结构化、可用的知识元素。

### 3.1.10

#### 知识表达 Knowledge Representation

发现或理解客观世界时获得的知识转化为计算机能够识别和处理的符号和方法的过程。

### 3.1.11

#### 知识融合 Knowledge Fusion

来自多源的知识在同一框架规范下进行异构数据整合、消歧、加工、推理验证、更新等步骤，达到数据、信息、方法、经验以及人的思想的融合，形成高质量的知识库。

### 3.1.12

#### 知识存储 Knowledge Storage

针对知识图谱的知识表示形式设计底层存储方式，完成各类知识的存储，以支持对大规模图数据的有效管理和计算。

### 3.1.13

#### 图数据库 Graph Database

采用图形化结构来组织数据的数据库，通过节点、边和属性等方式来表示和存储数据，是存储知识图谱的主要方式。

## 3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件

TOD：公共交通为导向的发展模式（Transit-Oriented Development）

## 4 城市交通治理知识图谱设计流程

### 4.1 设计主要过程

城市交通治理知识图谱的设计包括需求调研、数据分析、架构设计和部署设计等主要过程。

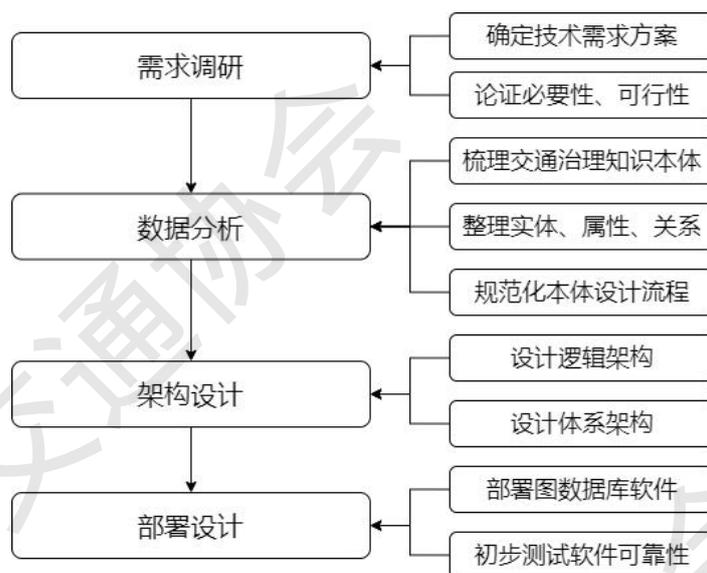


图 1 城市交通治理知识图谱设计过程流程图

## 4.2 需求调研

4.2.1 应明确编写城市交通治理的制度背景、具体场景、数据来源和知识管理与应用需求等技术方案。

4.2.2 应对采用知识图谱技术的必要性、可行性等进行论证。

## 4.3 数据分析

4.3.1 宜从交通设施、交通工具、交通事件、交通运行、交通指标、交通线路、交通角色等概念集角度，梳理城市交通治理领域本体，从问题、目标、指标、战略、对策、规范等抽象概念集梳理城市交通领域文本知识的本体。

4.3.2 宜从实体、属性和关系三个层面对数据进行分类分析整理，为城市交通治理知识图谱的逻辑结构设计提供基础。

4.3.3 宜使用本体构建工具，以规范化的流程进行本体设计。

## 4.4 架构设计

4.4.1 城市交通治理知识图谱的架构主要包括图谱的逻辑结构和体系架构，构建方式宜采用“自顶向下”和“自底向上”相结合的方式。

4.4.2 应结合业务需求确定城市交通治理知识图谱的逻辑结构，包括实体类型、属性、关系类型、规则、约束等本体相关知识元素，逻辑结构应考虑应用场景的可拓展性以及与其他领域知识图谱的可融合性。

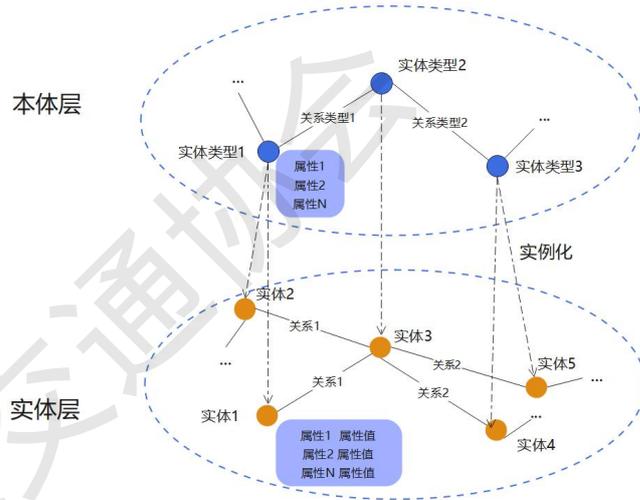


图 2 知识图谱构成示意图

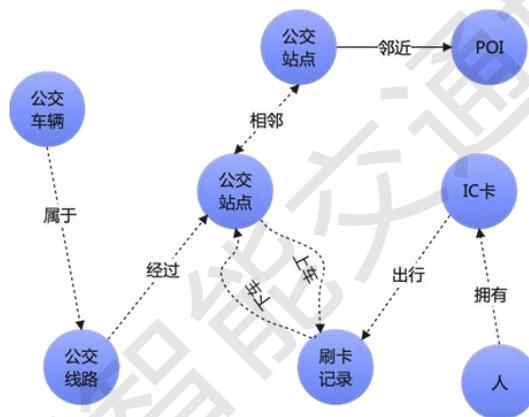


图 3 交通治理知识图谱构成示意图

4.4.3 体系架构设计应明确图谱的功能模块、数据来源和图类型选择，确定知识提取、知识融合和知识检索的基本功能和实现路径。

#### 4.5 部署设计

4.5.1 根据需求特征、数据结构特点、数据存储量大小、性能要求等，选择城市交通治理知识图谱采用的软件平台，宜优先选择专业的图数据库软件。

4.5.2 对响应时间有较高要求的知识图谱，在设计阶段应利用测试数据对知识检索和分析性能进行初步测试，验证方案的可行性。

### 5 城市交通治理知识图谱构建指引

#### 5.1 基本原则

应结合交通治理场景与业务需求构建图谱，并尽可能保证不同图谱之间的通用性，便于图谱融合。

#### 5.2 本体库构建

宜采用“自顶向下”和“自底向上”相结合的方式构建城市交通治理知识本体库。先采用“自顶向下”方法构建基础的本体库。对交通治理领域内的知识要素进行顶层的认知和抽象，提炼出最具有典型

性和概括性的概念，如交通设施、交通工具、交通事件、交通指标、交通线路、交通角色、交通发展目标、交通战略、交通策略等；然后在此基础上，向下逐步细化，定义详细的实体、关系及属性等，构建出基础本体库。接着，采用“自底向上”方法，在已有大量结构化数据、非结构化数据的基础上，基于交通治理场景与业务，定义具体的知识实体、关系及其属性，进一步细化知识聚类，抽象出更高维度的知识概念，完成基础本体库的知识补全。



图4 本体库构建流程图

### 5.3 实体抽取与关系抽取

应结合应用场景和数据源，确定实体抽取、关系抽取的方法。结合应用需求和数据规模，可将时间作为独立实体或关系。

### 5.4 实体对齐与实体消歧

城市交通治理知识图谱构建中，应通过实体对齐、实体消歧、数据融合等减少“多词一义”、“一词多义”问题。

#### 5.4.1 实体对齐

通过将信息类似或相同的交通知识实体进行合并，并且用具有唯一性的标识对该实体集中的所有实体进行标识来实现实体对齐。可采用基于规则、基于语义、基于机器学习等方法实现。

#### 5.4.2 实体消歧

通过把具有歧义的实体命名性指称项映射到它实际所指的实体概念，准确建立实体链接来实现实体消歧，解决交通治理领域内一个实体指称项可对应到多个实体的歧义的问题。可采用基于上下文、基于知识、基于图、基于机器学习等方法实现。

### 5.5 关系对齐

应通过将命名不同但含义相同的关系进行归类和融合来实现关系对齐，解决交通治理领域内多个命名不同但含义相同的关系的问题。可采用基于规则、基于语义、基于机器学习等方法实现。

### 5.6 属性对齐

将实体、关系中信息类似或相同的属性合并为同一属性来实现属性对齐。

## 5.7 知识存储

城市交通治理知识存储方案的质量直接影响知识图谱中知识推理和知识检索的效率,图谱构建前应对各类实体知识、属性知识、关系知识等的存储方式和存储软件进行详细设计。

### 5.7.1 存储方式

宜优先采用图结构方式的存储,使用图模型描述和存储图谱数据来展现知识要素及其关联关系,直接反应知识图谱的内部结构,支持对大规模图数据的有效管理,结合图计算算法,进行城市交通治理知识的高效检索、深度挖掘与推理。

### 5.7.2 存储软件

城市交通治理知识存储宜采用图数据库软件。

## 6 城市交通治理知识数据

### 6.1 数据构成

城市交通治理知识数据是支撑城市交通治理知识图谱建设的基础性数据,应结合已有知识图谱建设情况、实际业务需求、未来发展规划,遵循实用性、前瞻性等要求开展知识数据的收集和图谱架构的搭建,从数据维度、属性、更新周期、必要性等层面对数据进行分析和整理,由但不限于城市道路信息数据、城市空间信息数据、个体出行信息数据、车辆信息数据、交通服务信息数据、交通流信息数据、交通控制信息数据、停车管理信息数据及交通文本数据等组成。

### 6.2 城市道路信息数据

由交通专业知识归纳的城市道路数据组成,作为知识图谱的道路实体与关系的数据支撑。涉及的城市道路信息数据包括路段信息、道路功能等级、道路红线宽度、断面空间分配、机动车道数量、机动车道宽度、非机动车道宽度、路段碳排放指标、路段噪声排放、路段拥堵状态等。

### 6.3 城市空间信息数据

基于交通专业知识归纳的城市空间数据组成,作为知识图谱的城市空间实体与关系的数据支撑。涉及的城市空间信息数据包括栅格信息、交通小区信息、社区信息、街道信息、行政区信息、公交站点信息、公交线路信息、公交线路-站点关联信息、公交线路断面信息、路网密度、路网级配、职住关系、兴趣点、人口、建筑、经济分布信息、建成环境信息等。

### 6.4 个体出行信息数据

基于交通专业知识归纳的个体出行数据组成,作为知识图谱的个体出行实体与关系的数据支撑。涉及的个体出行信息数据包括出行个体属性、出行交通方式、出行目的、出行起讫点、出行类型、出行空间、出行时间、出行链、出行特征等。

### 6.5 车辆信息数据

基于交通专业知识归纳的车辆数据组成,作为知识图谱的车辆实体与关系的数据支撑。涉及的车辆信息数据包括车辆类型、车辆号牌、车辆排放、载客数量、车辆轨迹等。

### 6.6 交通服务信息数据

基于交通专业知识归纳的交通服务数据组成,作为知识图谱的交通服务实体和关系的数据支撑。涉及的交通服务信息数据包括公交轨道站点客流、乘客上下车和进出站刷卡记录、公交和轨道线路运行数据、公交和轨道站点数据、公交和轨道站点出入口信息数据、巡游出租车和网约出租车运营数据、网约出租车运营数据、共享单车运营数据、站点 TOD 水平、交通换乘时间、步行换乘距离、交通可达性等。

### 6.7 交通流信息数据

基于交通专业知识归纳的城市道路交通流数据,作为知识图谱的交通流实体与关系的数据支撑。涉

及的交通流信息数据包括交通流类型、交通流量、排队长度、平均车速、车头时距、车头间距、空间占有率、时间占有率、平均延误、平均停车次数、交通密度、路段机动车类型、路段非机动车类型、路段机动车行为等。

### 6.8 交通管理信息数据

基于交通专业知识归纳的城市交通管理数据，作为知识图谱的交通控制实体与关系的数据支撑。涉及的交通控制数据包括交通信号控制、道路交通标志、交通诱导控制、道路交通标线等。

### 6.9 停车管理信息数据

基于交通专业知识归纳的停车设施管理数据，作为知识图谱的停车管理实体与关系的数据支撑。涉及的停车管理信息数据包括车辆类型、车辆号牌、车辆进场时间、车辆出场时间、停车缴费金额、停车设施名称、停车设施空间位置、停车设施泊位、停车场出入口位置、停车位周转率、停车位满载率的位置信息数据等。

### 6.10 交通枢纽信息数据

基于交通专业知识归纳的客运枢纽和货运枢纽数据，作为知识图谱的交通枢纽实体与关系的数据支撑。涉及的数据包括枢纽类型、枢纽空间位置、枢纽占地面积、年客运量、年货运量等。

### 6.11 交通文本数据

基于城市交通治理领域内的文本数据，如法律法规、国家标准、行业规范、规划教材、经典案例等，利用城市交通治理知识图谱技术，构建基于文本数据的交通治理知识库，可实现交通问题诊断与治理、智能问答和决策支持等功能。

## 7 城市交通治理常用知识建模

### 7.1 知识建模一般规定

应根据应用场景、可获取的数据、计算效率等，确定各场景下的常用实体、关系及属性，宜尽量保持其稳定性和通用性。

### 7.2 面向个体出行活动规律挖掘场景

7.2.1 主要交通实体宜参照表 1 进行构建。

表 1 个体出行活动规律知识检索的主要交通实体

分类	实体
交通主体	居民、外来旅客、公交用户、城市轨道交通用户、车辆、共享单车
出行活动	居民出行、居民活动空间、旅客出行、公交出行、城市轨道交通出行、车辆出行、共享单车出行
出行活动特征	居民出行特征、居民活动空间特征、外来旅客出行特征、公交出行特征、城市轨道交通出行特征、车辆出行特征、共享单车出行特征
交通设施	路段、交叉口、道路、公交站点、城市轨道交通站点、停车场、自行车道、公交专用道、人行道、交通枢纽
交通服务	公交线路、城市轨道交通线路、车辆租赁、共享单车租赁
城市空间	栅格、交通小区、交通中区、交通大区、街道、行政区、城市

7.2.2 交通实体的主要关系宜参照表 2 进行构建。

表 2 个体出行活动规律知识检索的主要交通实体关系

涉及实体	关系
出行活动与交通主体	属于

涉及实体	关系
出行活动与交通设施	出发、到达、行经
出行活动与城市空间	出发、到达、行经
城市空间与出行活动特征	具有
出行活动与交通服务	使用
交通设施与城市空间	位于

7.2.3 交通实体的主要属性宜参照表 3 进行构建。

表 3 个体出行活动规律知识检索的主要交通实体属性

分类	实体	属性
交通主体	居民	居住地、工作地
	外来旅客	居住地、来源地
	公交用户	通勤特征用户、高频用户、低频用户
	城市轨道交通用户	通勤特征用户、高频用户、低频用户
	车辆	通勤特征车辆、高频使用车辆、低频使用车辆
	共享单车	运营企业
出行活动	居民出行	起点、终点、出发时刻、到达时刻、交通方式
	居民活动空间	活动点、到达时间、离开时间
	外来旅客出行	起点、终点、出发时刻、到达时刻、交通方式
	公交出行	起点公交站、终点公交站、出发时刻
	城市轨道交通出行	起点城市轨道交通站、终点城市轨道交通站、出发时刻、到达时刻
	车辆出行	起点、终点、出发时刻、到达时刻
出行活动特征	共享单车出行	起点、终点、出发时刻、到达时刻
	居民出行特征	出行次数、出行距离、出行时耗
	居民活动空间特征	活动频率、活动半径、日出行链、出行时耗
	外来旅客出行	出行次数、出行距离、出行时耗
	公交出行特征	出行乘次、换乘次数、出行距离、出行时耗
	城市轨道交通出行特征	出行乘次、换乘次数、出行距离、出行时耗
	车辆出行特征	出行次数、出行距离、出行时耗
共享单车出行特征	出行次数（周转率）、出行距离、出行时耗	
城市空间	交通小区，交通中区，交通大区，社区，街道，行政区，组团，圈层，城市	常住人口数量，就业岗位数量，面积，区位

### 7.3 面向车辆出行规律挖掘场景

7.3.1 主要交通实体宜参照表 4 进行构建。

表 4 车辆出行规律知识检索的主要交通实体

实体	属性
车辆	车辆号牌、车辆类型、车辆品牌、燃油类型、排放标准等
道路	道路名称、道路位置、道路等级、道路长度等
出行	出行轨迹、时间、日期、周性质等
规律	出行规律标签等

7.3.2 交通实体的主要关系宜参照表 5 进行构建。

表5 车辆出行规律知识检索的主要交通实体关系

涉及实体	关系
车辆实体之间	具有
车辆与出行实体之间	产生
出行与道路实体之间	经过路段是
车辆与出行规律实体之间	特征是
出行轨迹与时间实体之间	时间是
出行轨迹与日期实体之间	日期是
出行轨迹与周性质之间	周性质是

#### 7.4 面向城市生长演化场景

7.4.1 主要交通实体宜参照表6进行构建。

表6 城市生长演化特征知识检索的主要交通实体

分类	实体
城市空间	社区、街道、行政区、组团、圈层、城市
时间	年份
交通设施	道路网络、公交站点、城市轨道站点、自行车设施网络、人行道设施网络、交通枢纽
交通服务	公交线路、公交线网、城市轨道线路、城市轨道网络、巡游出租车和网约出租车服务、共享单车服务
特征状况	区域建成环境、区域出行特征、城市轨道站点TOD水平、交通可达性、道路运行状态、公交运行状态、公交运营状态、城市轨道运营状态、巡游出租车和网约出租车运营状态、共享单车运营状态

7.4.2 交通实体的主要关系宜参照表7进行构建。

表7 城市生长演化特征知识检索的主要交通实体关系

涉及实体	关系
各级城市空间实体之间	包含
城市空间实体与交通设施实体之间	包含
城市空间实体与公交服务实体之间	包含
城市空间实体与年份实体	年份索引
交通设施实体与年份实体	年份索引
交通服务实体与年份实体	年份索引
交通状况实体与年份实体	年份索引
城市空间实体与区域出行特征	具有
交通设施实体与特征状况实体	具有
交通服务实体与特征状况实体	具有

7.4.3 交通实体的主要属性宜参照表8进行构建。

表8 城市生长演化特征知识检索的主要交通实体属性

分类	实体名称	常用属性
城市空间	社区, 街道, 行政区, 组团, 圈层, 城市	建成区面积、常住人口数量、就业岗位数量、本地就业人数、外出就业人数、外来就业人数
交通设施	道路网络	道路总里程、道路面积、高快速路里程、主干路里程、次干路里程、支路里程、高快速路里程比例、主干路里程比例、次干路里程比例、支路里程比例、道路网密度、道路面积率、人均道路里程、车均道路里程、人均道路面积、车均道路面积

分类	实体名称	常用属性
	自行车基础设施网络	自行车道长度、自行车道面积、含自行车道的道路数量、自行车道的数量占比、自行车道的长度占比、自行车道的面积占比、距离自行车道网络400m范围的居民数量、距离自行车道网络400m范围的居民比例
	人行道设施网络	人行道长度、人行道面积、人行道宽度、步行专用道长度、步行专用道面积、步行专用道宽度
	交通枢纽	航空枢纽数量、铁路枢纽数量、公路客运枢纽数量、公路货运枢纽数量、港口数量、公交枢纽数量（按功能分）、国家级枢纽数量、区域性枢纽数量、城市级枢纽数量、地区级枢纽数量（按等级分）
交通服务	公交线网	运营公交线路数量、运营公交线路总里程、公交专用道里程、运营公交车辆数量、电动公交车数量、万人公交车辆保有量、公交站点数量、公交站点的面积覆盖率、公交站点的人口覆盖率、公交站点的岗位覆盖率
	城市轨道交通网络	运营轨道线路数量、运营轨道线路里程、线网密度、列车数、站点数、换乘站点数、站点密度、轨道站点的面积覆盖率、轨道站点的人口覆盖率、轨道站点的岗位覆盖率
特征状况	区域出行特征	平均通勤距离、平均出行距离
	区域建成环境	一般建成环境、交通可达性
	城市轨道交通站点TOD水平	土地利用密度、土地利用多样性、站点范围人口密度、站点服务覆盖范围、站点范围居民对轨道的依赖程度、站点TOD水平指标、地下空间利用水平
	交通可达性	公交站点的面积覆盖率、公交站点的人口覆盖率、公交站点的岗位覆盖率、轨道站点的面积覆盖率、轨道站点的人口覆盖率、轨道站点的岗位覆盖率、公交可达水平（PTAL）、就业岗位的小汽车可达性、就业岗位的可获得性（公交）、就业岗位的可获得性（小汽车）、教育机会的可获得性（公交）、医疗服务的可获得性（公交）、公共开放空间的可获得性（步行）
	道路运行状态	早高峰交通指数、晚高峰交通指数、分时交通指数、早高峰道路平均车速、晚高峰道路平均车速、道路分时平均车速、早高峰快速路平均车速、晚高峰快速路平均车速、快速路分时平均车速、早高峰主干路平均车速、晚高峰主干路平均车速、主干路分时平均车速、早高峰次干路平均车速、晚高峰次干路平均车速、次干路分时平均车速、早高峰支路平均车速、晚高峰支路平均车速、支路分时平均车速
	交通枢纽运行状态	年旅客到发量、年旅客发送量、年旅客到达量，年货物到发量、年货物发送量、年货物到达量
	巡游出租车和网约出租车运营状态	巡游出租车和网约出租车数量、巡游出租车和网约出租车千人拥有率、日均客运量、打车密度、打车强度、日均载客次数、平均每次载客距离、平均日载客距离、平均日空驶距离，日均里程利用率
	公交运行状态	早高峰平均公交车速、晚高峰平均公交车速、分时平均公交车速、分时公交小汽车速度比
	公交运营状态	日均客运量、单车日均客运量、公交出行分担率、高峰公交出行分担率、高峰公交平均出行距离、公交平均出行距离、公交换乘系数
	特征状况	城市轨道交通运营状态

分类	实体名称	常用属性
		道出行分担率、轨道换乘系数
	共享单车运营状态	日均订单量、车均日使用次数、人均日骑行次数、平均单次骑行距离、平均单次骑行时长

## 7.5 面向交通事件分析场景

7.5.1 主要交通实体宜参照表 9 进行构建。

表 9 交通事件及关联关系知识检索的主要交通实体

分类	实体名称
交通事件	道路交通事故、城市轨道通事故、公交事故、道路施工、重大活动
交通设施	道路、公交站点、城市轨道站点、交通枢纽
交通服务	公交线路、城市轨道线路
城市空间	社区、街道、行政区、组团、圈层、城市、都市圈、城市群
影响因素	天气、日期、区位、交通状况

7.5.2 交通实体的主要关系宜参照表 10 进行构建。

表 10 交通事件及关联关系知识检索的主要交通实体关系

涉及实体	关系名称
交通事件与交通设施	发生在
交通事件与交通服务	发生在
交通事件与城市空间	发生在
影响因素与交通事件	相关

7.5.3 交通实体的主要属性可参照表 11 进行构建。

表 11 交通事件及关联关系知识检索的主要交通实体属性

分类	实体	常用属性
交通事件	道路交通事故	事故类型、死亡人数、受伤人数、财产损失、发生时间、处理时长
	公交事故	事故类型、死亡人数、受伤人数、财产损失、发生时间、处理时长
	城市轨道事故	事故类型、死亡人数、受伤人数、财产损失、发生时间、处理时长、停运时长
	道路施工	施工类型、开始时间、结束时间、施工地点、占用车道数
	重大活动	活动类型、活动规模、活动地点、开始时间、结束时间
影响因素	天气	天气类型、降水量、风力
	日期	日期类型（工作日、周末、节假日）
	区位	交通区位
	交通状况	交通流量

## 7.6 面向交叉口管理场景

7.6.1 主要交通实体宜参照表 12 进行构建。

表 12 交叉口精细化管理知识检索的主要交通实体

分类	实体
交通设施	交叉口、路段、机动车道、自行车道、人行道、公交专用道

分类	实体
交通主体	机动车、非机动车、行人
交通流	机动车交通流、非机动车交通流、行人交通流
交通控制	机动车信号相位、非机动车信号相位、行人信号相位、道路交通标志、交通诱导控制、道路交通标线
交通事件	道路交通事故、道路施工
影响因素	天气、日期、时间、兴趣点

7.6.2 交通实体的主要关系宜参照表 13 进行构建。

表 13 交叉口精细化管理知识检索的主要交通实体关系

涉及实体	关系
各交通设施之间	连接
交通设施与交通流	包含
交通主体与交通流	属于
交通控制与交通流	属于
交通事件与交通设施	属于
影响因素与交通事件	相关

7.6.3 交通实体的主要属性可参照表 14 进行构建。

表 14 交叉口精细化管理知识检索的主要交通实体属性

分类	实体	属性
交通设施	交叉口	路口编号、路口类型、是否受控
	路段	路段编号、路段类型、路段方向、路段长度
	机动车道、自行车道、人行道	车道编号、车道转向、车道长度
	公交站点、城市轨道交通站点	站点编号、站点位置、站点类型、开放时间、关闭时间
交通主体	机动车	车辆号牌、车辆类型、车辆品牌、车辆检验状态
交通流	机动车交通流	流向编号、流向类型、交通流量、排队长度、平均车速、车头时距、车头间距、空间占有率、时间占有率、平均延误、平均停车次数等
	非机动车、行人	流量
交通控制	机动车信号相位、非机动车信号相位、行人信号相位	相位编号、相位类型、绿灯开始时间、绿灯结束时间、黄灯时间、全红时间
	道路交通标志	标志类型、标志生效时间
交通事件	道路交通事故	事故类型、死亡人数、受伤人数、财产损失、事故时间、事故原因、事故位置
	道路施工	施工类型、开始时间、结束时间、施工地点、占用车道数
影响因素	天气	天气类型、降水量、风力、能见度
	日期	日期类型（工作日、周末、节假日）
	时间	时刻（早、中、晚）

## 7.7 面向停车管理场景

7.7.1 主要实体宜参照表 15 进行构建。

表 15 停车管理知识检索的主要交通实体

实体	属性
车辆	车辆号牌、车辆类型、车辆品牌、动力类型、排放标准等
停车行为	进场时间、出场时间、停车泊位编号、缴费金额
停车设施	停车设施名称、停车设施经度、停车设施纬度、停车泊位编号、停车泊位数量

7.7.2 交通实体的主要关系宜参照表 16 进行构建。

表 16 停车管理知识检索的主要交通实体关系

涉及实体	关系
车辆与停车行为	产生
车辆与停车设施	位于
停车设施与停车行为	包含

## 7.8 面向交通治理文本数据辅助决策场景

7.8.1 主要实体宜参照表 17 进行构建。

表 17 基于文本数据的交通治理知识检索的主要交通实体示例

实体分类	实体名称
文本名称	“交通强国建设纲要”
行政范围	“全国”
时间	“2019年”
章节标题	“四、运输服务便捷舒适、经济高效”
章节标题等级	1级、2级、3级等
章节标题所属层次	“指导思想、发展目标、建设方案、保障措施”等
章节标题所属体系	“城市对外交通、城市道路交通、慢行交通、公共交通”等
段落	“推进出行服务快速化、便捷化。构筑以高铁、航空为主体的大容量、高效率区际快速客运服务，提升主要通道旅客运输能力。完善航空服务网络，逐步加密机场网建设，大力发展支线航空，推进干支有效衔接，提高航空服务能力和品质。……”
句子	“构筑以高铁、航空为主体的大容量、高效率区际快速客运服务，提升主要通道旅客运输能力。”等
句子关键词	“高铁、航空、客运、运输能力”等

7.8.2 实体的主要关系宜参照表 18 进行构建。

表 18 基于文本数据的交通治理知识检索的主要交通实体关系

涉及实体	关系名称
文本名称、行政范围	位于
文本名称、时间	年份索引
文本名称、章节标题	包含
章节标题、章节标题等级	等级是
章节标题、章节标题所属层次	层次是
章节标题、章节标题所属体系	体系是
章节标题、段落	包含
段落、句子	包含
段落、句子	主题句是
句子、关键词	包含
句子、句子	因果关系

涉及实体	关系名称
句子、句子	条件关系
句子、句子	上下位关系

## 8 城市交通治理知识抽取与融合技术指引

### 8.1 知识抽取与融合一般规定

城市交通治理知识抽取与融合可按道路、车辆、城市空间以及个体出行等主题展开。各主题宜围绕其核心应用场景需求，抽取此主题图谱下所需要的实体，并利用实体间的空间关系、线路关系等关联关系进行知识融合，最后再将不同主题的图谱进行相互融合，从而形成完整的城市交通治理知识图谱。

### 8.2 知识抽取方法

#### 8.2.1 实体抽取

实体抽取涉及从各种交通数据源中识别出具体的个体或对象，在进行实体抽取时，应确保能够从数据源中精确识别并标注目标对象，如车辆、道路、交通信号等。宜优先采用以下三种方法进行实体抽取：

基于规则的抽取：利用正则表达式或预设规则进行抽取，确保定义准确、适应范围清晰，避免对非目标对象的误标。

基于机器学习的抽取：通过训练支持向量机、神经网络等分类器进行抽取，在满足精度需求的基础上，确保适用性广泛且结果可靠。

基于深度学习的抽取：使用预训练模型进行抽取，在模型选择和训练过程中需满足准确性和覆盖率的双重要求。

#### 8.2.2 关系抽取

需确保明确识别并定义实体间的语义关联，例如“位于”、“属于”等，以支持城市交通数据的复杂关系建模。宜优先采用以下三种方法进行关系抽取：

基于规则的关系抽取：通过模式匹配和语法规则，确保关系定义的准确性和可扩展性。

基于机器学习的关系抽取：采用分类模型识别关系类型，在模型配置和参数选择上确保预测结果稳定。

基于图方法的关系抽取：构建实体间图结构，通过图算法准确识别关系并揭示城市交通元素间的深层联系。

#### 8.2.3 属性抽取

宜按属性定义提取目标对象的描述性特征，例如车辆颜色、道路长度等，确保提取结果的全面、准确。宜优先采用以下两种方法进行属性抽取：

基于规则的属性抽取：通过预定义模板，准确提取属性，避免漏标或错标。

基于机器学习的属性抽取：采用训练模型识别和提取属性，在抽取过程中满足细粒度刻画要求。

### 8.3 知识融合方法

#### 8.3.1 本体对齐

宜将不同知识源的本体进行匹配和整合，确保不同知识源的本体一致性和可扩展性，并满足图谱构建需求。宜优先采用以下两种方法进行本体对齐：

基于规则的对齐：通过规则映射本体，确保映射准确、规则可扩展。

基于相似度的对齐：计算并匹配概念相似度，确保数据源中相同概念的统一表示，避免冗余或冲突。

#### 8.3.2 实体对齐与消歧

将不同数据源中的相同实体进行匹配，确保数据源中相同实体的匹配准确无误、歧义最小化，避免对知识图谱的干扰。宜优先采用以下两种方法进行实体对齐与消歧：

基于相似度的对齐：在对齐过程中计算实体相似度，并满足相似度阈值以保证对齐结果准确。

基于图的方法：通过构建实体图识别和合并相同实体，确保消歧效果及图谱一致性。

### 8.3.3 数据融合

将来自不同数据源的数据进行整合，形成一致的数据视图，需确保不同数据源整合后的数据视图统一、全面，支持深度分析。宜优先采用以下两种方法进行数据融合：

基于ETL的融合：通过抽取、转换、加载过程整合数据，应确保数据转换标准化，加载结果准确。

基于数据仓库的融合：利用数据仓库进行融合，确保存储结构合理、查询效率达标，实现城市交通数据的深度整合。

## 8.4 城市交通治理知识抽取与融合主题

### 8.4.1 道路知识抽取与融合

包括路段速度信息、路段碳排放指标信息、路段噪声指标信息、路段机动车类型信息、路段非机动车类型信息、路段机动车行为信息、路段路口拥堵信息等抽取与融合。

### 8.4.2 城市空间知识抽取与融合

包括各级空间单元下的人员居住分布信息、岗位信息、职住关系信息、交通需求特征信息等抽取与融合，实现空间和职住、活动等抽取与融合。

### 8.4.3 个体出行知识抽取与融合

包括人员出行信息、人员停留信息、人员活动信息、公交刷卡上下车站点信息、公交乘客出行链信息、公交断面客流信息、公交主题信息等抽取与融合。

### 8.4.4 车辆知识抽取与融合

包括车辆类型、车辆尺寸、车辆尾气排放信息、车辆出行信息等抽取与融合。

### 8.4.5 交通服务知识抽取与融合

包括公交轨道站点信息、公交轨道线路信息、公交轨道站点间关联关系、公交轨道站点客流、公交轨道站点TOD水平、公交轨道站点交通可达性、公交和轨道线路运行数信息、交通服务车辆运营信息等抽取与融合。

### 8.4.6 交通流知识抽取与融合

包括交通流类型、交通流量、排队长度、平均车速、车头时距、车头间距、空间占有率、时间占有率、平均延误、交通密度等抽取与融合。

### 8.4.7 交通控制知识抽取与融合

包括交通信号控制、交通诱导控制、道路交通标志、道路交通标线等抽取与融合。

### 8.4.8 文本知识抽取与融合

包括交通国家标准、行业规范、规章制度、规划教材、经典案例等文本信息抽取与融合。

## 9 城市交通治理知识推理技术指引

### 9.1 知识推理一般规定

根据知识图谱上已有信息，对于未知交通实体关系做出合理判断，可满足交通信息快速动态变更需求，并能充分利用未标注数据。

### 9.2 城市交通治理知识推理

城市交通治理知识推理可以根据是否利用时效性的文本信息源与否划分成静态知识图谱上推理和动态交通知识图谱的推理两种方式。

### 9.3 静态城市交通治理图谱的知识推理

基于当前交通治理图谱中已有的事实或关系推断出未知的交通治理事实或关系,可采用基于逻辑的推理和基于概率的推理两类方法。

#### 9.3.1 基于逻辑的交通治理知识推理方法

在已有规则的前提下进行的交通治理知识推理,可引入人类的先验知识进行辅助交通治理知识推理。比如在个体出行方面,可结合站点属性与分类型乘客的关联关系挖掘,指导交通政策制定,如果与休闲娱乐关联度较高的站点对老年卡旅客的吸引度较高,可以指导制定定向投放公交优惠和公交类型设置等治理措施。

#### 9.3.2 基于概率的交通治理知识推理方法

针对交通治理知识关系的不确定性和复杂性,可采用贝叶斯网络或马尔可夫网络等概率推理方法。比如在个体出行目的地预测中,可以利用知识图谱所查询的该个体社群属性,结合其出行时间和当前出行轨迹,可形成带个体特征的路段马尔科夫转移概率矩阵,依据经典贝叶斯网络推理框架,计算出候选出行目的地概率值,依据最大概率进行有效推理。

### 9.4 动态交通治理知识图谱的知识推理

外界信息的增加是对交通治理知识图谱有益补充,借助外部文本信息资源对交通治理进行知识推理可确保时效性。

#### 9.4.1 基于文本的交通治理知识推理方法

文本类型的新闻和社交媒体信息具有很强的时效性,采用嵌入空间向量表示蕴含于社交媒体等载体的信息,如道路拥堵、交通事故、政策建议等,可以利用空间中的距离来衡量实体之间的语义关系,建立深度神经网络模型抽取事件信息,并在此交通治理关系图上进行推理预测。

#### 9.4.2 交通治理知识图谱的更新

一旦动态交通治理知识图谱的知识推理得到验证,可以触发对交通治理知识图谱的更新。

## 10 城市交通治理知识检索技术指引

### 10.1 知识检索一般规定

城市交通治理知识图谱的知识检索可通过基于关键词搜索、属性搜索、模式匹配等方法,实现对个体出行活动规律、车辆出行规律、城市交通演化特征、交通事件及关联关系等主题知识的快速检索,提升对人-车-设施-空间等之间复杂关联关系以及城市交通复杂规律的认知。

### 10.2 城市交通治理知识检索方法

#### 10.2.1 基于关键词搜索

通过关键词来检索知识图谱中的相关实体或关系。比如,通过“公交专用道”关键词,检索公交专用道实体的总里程、行经路段、在不同圈层和行政区的分布等。

#### 10.2.2 属性搜索

通过实体的属性信息来检索知识图谱中的相关实体。比如,通过城市轨道交通线路的“开通年份”属性,检索各年份的城市轨道交通线路运营总里程。

#### 10.2.3 模式匹配

模式匹配是通过已知的模式来检索知识图谱中特定类型的实体或关系。比如,通过模式匹配来检索“邻近于”某地铁站的公交站点,统计各地铁站周边范围设置的接驳公交站点数量。

### 10.3 城市交通治理知识检索主题

#### 10.3.1 个体出行活动规律挖掘

宜以出行和活动为主线，关联交通主体、出行活动、出行活动特征、交通设施、交通服务、城市空间等相关实体，实现对个体出行规律、活动范围、日出行链模式等检索，以及不同区域、不同类型的居民活动特征和规律检索。

#### 10.3.2 车辆出行规律挖掘

宜以车辆出行为主线，关联车辆主体、出行起讫点、行经路段、车辆服务设施、城市空间等相关实体，实现对车辆出行目的、出行频率、车辆路径、充电行为等出行规律的检索。

#### 10.3.3 城市交通演化特征知识检索

根据长时期的城市交通数据，关联城市空间、交通设施、交通服务和特征状况等相关实体，实现城市交通设施和服务的特征状况的长时期演化特征的检索。如根据长时期的城市轨道线网、客流数据等，检索轨道线路和线网层面的里程、密度、客运量、客运强度等生长演变情况。

#### 10.3.4 交通事件及关联关系知识检索

根据交通事件数据，关联交通事件、交通设施、交通服务和影响因素等相关实体，实现交通事件及关联关系的检索。

#### 10.3.5 基于文本数据的交通治理知识检索

通过图数据库检索算法和语义解析技术，实现交通治理目标、指标、战略、策略、行动等知识的检索和智能问答，数据量较大时宜以图形结构的方式呈现。

#### 10.3.6 其它交通治理场景下的知识检索

交通治理知识图谱还可以实现交通状态识别、交通特征预测和交通问题致因分析等知识检索。

---