

# 智慧交通数字孪生 系统 技 术 方 案



维尔科宝（天津）科技有限公司

2018 年 8 月

## 1. 方案背景

随着城市规模发展、路网总量提升、机动车保有量快速增长，交通问题成为城市发展和管理最重要的问题之一。随着道路通行能力的有限供给相对于交通需求总量快速增长的落后差距拉大，交通需求与交通供给之间矛盾日益凸显，交通拥堵问题已经成为城市人非常关心的问题之一。

改善城市交通的关键是让有限的交通资源高效有序运行。我们采用三维可视化系统平台，结合云计算、大数据、物联网、虚拟现实仿真技术、互联网技术、数据库技术等，将城市各类交通信息整合，突破了以人工管理为主的传统交通管理平台，解决传统平台中信息量少、流通不畅、应对突发事件反应迟缓等问题，实现物联网时代全面监控交通路况信息，让交通管理更加智能和便捷，充分发挥城市主干路网通行能力，均衡区域路网通行负载，改善交通参与者出行体验，保障城市路网安全、有序、畅通，减少城市环境污染。

## 2. 建设内容

对交通设施、主要建筑等进行分层次建模，通过虚拟现实、多变量数据分析技术、可视计算技术，实现交通路段车流模拟，交通优化获得最优参数。

### （1）空间信息三维可视化

地理空间三维虚拟场景是三维可视化的基础，虚拟环境的建设主要包括空间数据和纹理数据采集、纹理库建立、基础三维建模、三维模型优化整合等。本系统通过三维重构技术对基本地物和地貌进行分级建模，并完成地理空间虚拟环境的搭建。

### （2）交通路况模拟

结合交通路况信息、交通路况车流量信息，对范围内的主要交通道路进行重点模拟，模拟交通路口的交通情况及车流情况，并可与地理空间信息的三维模型叠加显示。

### （3）交通优化方案

交通优化方案的研究首先要做的就是采集数据，在采集到数据的基础上建立含有实际参数的图结构模型，再对参数进行编码、设计适应度函数、建立约束模型，然后对适应度函数进行遗传优化来获得最优交通模型。

### 3. 智慧交通数字孪生系统总体设计

#### 3.1 系统设计原则

选取部分交通路段进行智慧交通数字孪生建设，积极融入多方位、多视角的建设理念。

建设原则包括以下几个方面：

##### （1）真实性原则

以交通、建筑以及水系、绿化等实际地物为建设原型，尊重其真实性并加以智慧交通系统的开发。

##### （2）先进性原则

采用的虚拟现实技术、地理信息技术、三维可视化技术均为目前正在蓬勃发展的技术，并具有成熟的应用经验，能够保证虚拟场景与真实场景的一致性。

##### （3）规范性原则

系统设计与构建过程均以国家及行业标准为准则。

##### （4）合理性原则

系统设计要考虑投资的合理性，充分保证业主和投资方的利益。

##### （5）前瞻性原则

能模拟重点路口的交通情况，为指挥者提供决策参考。

#### 3.2 技术依据

《交通管理信息系统建设框架》

《物联网技术框架与标准体系》

《基础地理信息三维模型生产规范（征求意见稿）》

《城市三维建模技术规范》(CJJ/T157-2010)

#### 3.3 总体框架设计

智慧交通数字孪生系统整体设计框架基于分层构架的思想进行搭建(系统总体框架见图 1)，主要由网络层、采集与传输层、应用支撑层、应用与交互层等四个层面。并以实体运行环境、信息安全体系、标准规范体系为保障，为诸多管理部门、建设部门、社会公众等服务。

本项目仅涉及最外层，即应用与交互层部分内容。

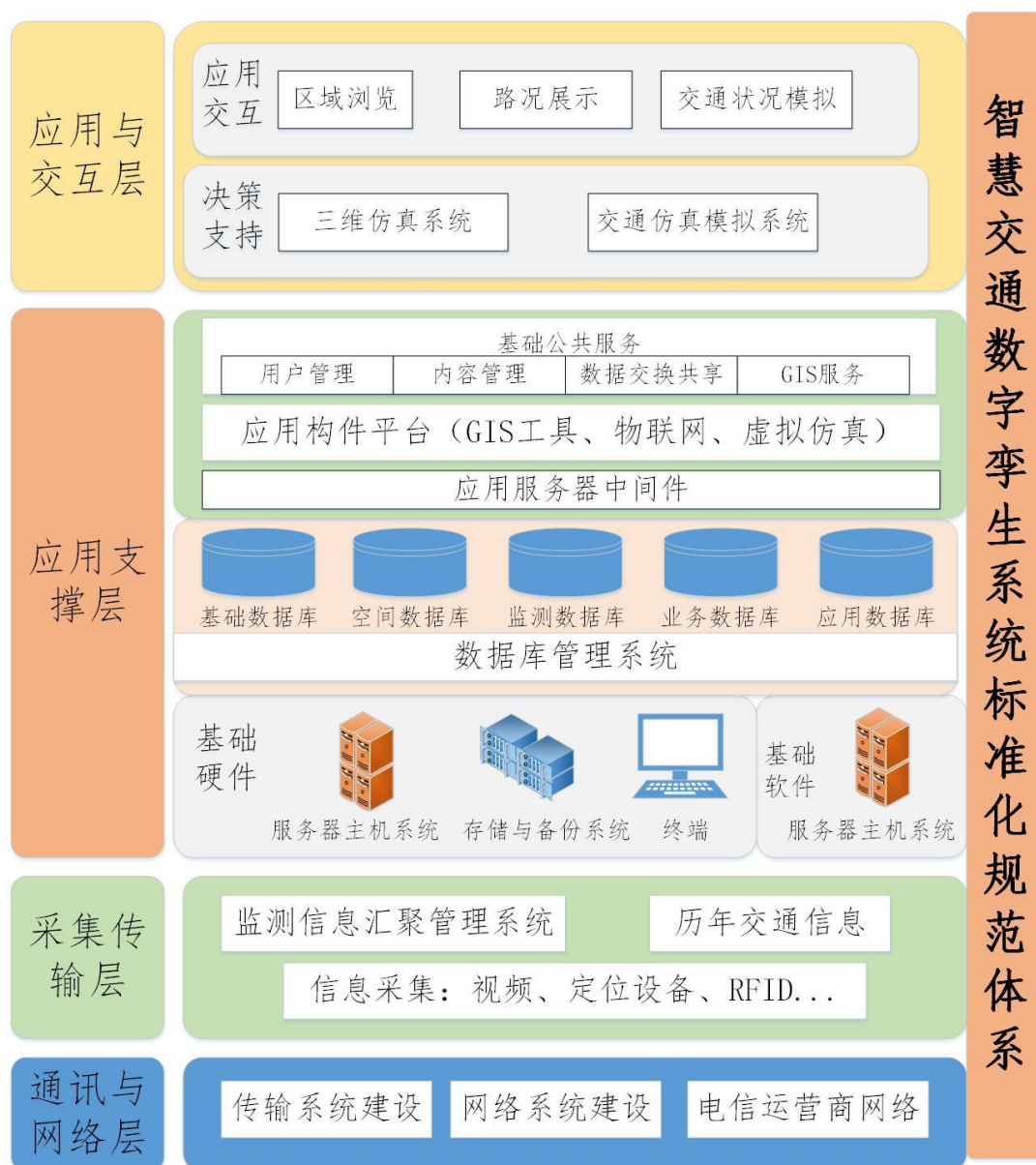


图 1 智慧交通数字孪生系统总体框架图

## 4. 系统分项设计

系统由三维可视化展示、交通路况模拟、交通优化方案三个分系统组成。

### 4.1 三维可视化展示系统

地理空间三维虚拟场景是三维可视化的基础，虚拟环境的建设主要包括空间数据和纹理数据采集、纹理库建立、基础三维建模构建、三维模型优化整合等。

本系统通过三维重构技术对基本地物和地貌进行分级建模，并完成地理空间虚拟环境的搭建。

(1) 模型生成效果

- ①地形模型应表现地形的起伏、亮度以及明暗关系。
- ②建（构）筑物应反映出建模物体的高度、结构、位置等。
- ③交通设施应反映出交通设施的起伏、方向、材质、形状、关系。
- ④交通附属设施应反映出交通附属小品的种类、性质、材质及位置。
- ⑤场景整体色彩、光照效果应协调一致。

(2) 三维环境展示

- 基础操作——三维场景的缩放、平移、漫游、转向、仰俯等功能。
- 自由浏览——观看者可以身临其境步入项目区域，从多角度浏览。
- 选择参观——可以对建筑自主选择。
- 环境展示——采用 3D 虚拟现实技术通过实地测量区域实际建筑 1:1 还原。

4.2 交通路况模拟系统

将世界坐标系同 GIS 地理坐标系相匹配，实现现实地理坐标系到虚拟三维世界坐标的同步转换，对指定区域交通的不同状态进行模拟。

(1) 交通信号灯控制

交通信号灯作为交通控制的重要工具，在交通控制中也必不可少。实现对信号灯的模拟，包括对交通灯相位控制和车辆遵循交通灯指示行驶设置（如图 2 所示），在交通路况模拟系统中是非常重要的功能之一。



图 2 设置交通灯周期

通过改变现有路口交通灯的周期和车辆数量，可以实现交通模拟功能。通过这种仿真模拟实验，我们可以得出交通指示灯周期与拥堵、车辆数量与拥堵之间的关系，尽可能为解决道路拥堵问题提供实验依据。

#### （2）车辆模拟行驶

车辆根据前车间距、路口交通灯、交通标志等，车辆可进行加减速、掉头或者转弯等驾驶行为，同时添加了车辆启停、转向灯闪烁的模拟，力求效果真实。

#### （3）交通拥堵状态

每个路段，由于交通指示灯周期设置不合理、车流量增加，在仿真过程中会出现路口拥堵现象。各路段交通拥挤状况以不同颜色显示，拥堵越严重显示颜色越重。场景中的道路是互通的，因此可能会出现一个路口严重拥堵，其他路口没有车辆的情况，对于现实生活也是具有一定程度的反映的。在此时可以通过调节不同路口的交通指示灯来解决。

#### （4）路况查询

仿真过程中可以查看场景中道路的相关信息。系统会准确记录场景中所有路段的信息，包括车辆数、拥堵情况、是否事故和运行能力，并提供不同道路之间清晰的对比。这一方式能够准确反映不同道路之前的不同情况，能够从侧面反映交通指示灯的周期问题，有利于帮助解决道路拥堵问题。

#### （5）浏览模式

设有自由和手动漫游方式，用户可自由切换，以不同视角查看。

### 4.3 交通优化

由于现行路网的通行能力不够、现行路网的道路定向不合理、交通流的管理控制不力等原因造成的拥堵问题。采用新的交通流量疏导理念，加强对现有道路的合理利用成为改善交通状况的重要途径。在保证安全行驶的条件下提出了车流高速、平稳通过道路瓶颈的交通优化方案，为改善交通用提提供合理化建议。

#### （1）数据采集

数据采集首选是申请使用交通部门的权威数据。其它可采用交通信息采集的方法和技术有很多种，如摄像头、车辆检测器等。其采集的数据包括区域内所有道路的长度、宽度、车道数、高程、限速等，区域内通往主要道路的路口、红绿灯、车流量、视频监控等数据参数。

## （2）交通优化分析

对交通参数进行提取，建立交通图结构模型，编码、选择适当的遗传算法，计算不同天气状况（阴、晴、雨、雪、雾等）、不同时段交通量时的最优参数，在保证车辆运行的安全性和稳健性前提下，得到最大交通量时对应的车速、车间距等参数，给出最优交通运行方案。

## （3）模拟仿真

根据优化参数在三维可视化系统中进行仿真模拟，依据不同路况在极易拥堵路段，减少车辆交织，增设指示牌、加速车道提前加速、汇入车队首尾相接、划分专用方向车道、拥堵路段车道只流出不汇入等措施，真实模拟交通优化状况，实时呈现。

## （4）辅助决策

交通优化系统将所有交通信息汇集到一起，通过全面感知、精确分析、优化模拟、辅助决策，为交通拥堵提供参数化合理建议，实现城市交通从“治”理到“智”理的转变。