

# 区域交通物流

## 物联网GIS技术服务体系研究

QYU JIAOTONGWULIU  
WULIANWANG GIS JISHU FUWU TIXI YANJIU

潘翔 / 著



电子科技大学出版社

# 区域交通物流

## 物联网GIS技术服务体系研究

QYU JIAOTONGWULIU  
WULIANWANG GIS JISHU FUWU TIXI YANJIU

潘翔 / 著



电子科技大学出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

区域交通物流物联网 GIS 技术服务体系研究 / 潘翔著

.. 成都: 电子科技大学出版社, 2015.5

ISBN 978-7-5647-2963-9

I. ①区… II. ①潘… III. ①地理信息系统—应用—  
物流—交通运输管理—研究 IV. ①F252.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 081435 号

## 内 容 简 介

区域交通物流物联网 GIS 技术服务体系研究是物联网新业态在交通物流业的一种具体技术与服务表现形式, 结合中国—东盟自由贸易区等区域性物联网服务形态特色与应用特点, 从物联网与 GIS 高度融合角度进行了技术服务体系研究。本书内容前瞻性地把交通物流业务流程与技术的全生命周期有机结合, 使用 GIS 引擎、专题图、空间数据、路网优化调度、抽稀算法与多业务特征点聚类等技术, 实现了基于 GIS 的可视化与移动化嵌入式智能系统设计, 以及互联互通的交通物流协作多式联运、集成化规划仿真与重构、客户群聚类精准管理。

本书可供从事交通、物流、物联网、地理信息系统等专业的科研、技术与企业管理人员参考。

# 区域交通物流物联网 GIS 技术服务体系研究

潘 翔 著

出 版: 电子科技大学出版社 (成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦 邮编:  
610051)

策划编辑: 周清芳

责任编辑: 周清芳

主 页: [www.uestcp.com.cn](http://www.uestcp.com.cn)

电子邮箱: [uestcp@uestcp.com.cn](mailto:uestcp@uestcp.com.cn)

发 行: 新华书店经销

印 刷: 成都市火炬印务有限公司

成品尺寸: 170mm×240mm 印张 13 字数 260 千字

版 次: 2015 年 5 月第一版

印 次: 2015 年 5 月第一次印刷

书 号: ISBN 978-7-5647-2963-9

定 价: 39.80 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

- ◆ 本社发行部电话: 028-83202463; 本社邮购电话: 028-83201495。
- ◆ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。



# 前言

Qianyan

区域交通物流物联网 GIS 技术服务体系研究是物联网新业态在交通物流业的一种表现形式,结合中国—东盟自由贸易区等区域性物联网服务形态特色与应用特点,从物联网与 GIS 高度融合角度进行了技术服务体系研究。交通物流物联网的建立是北斗卫星导航、传感器、RFID 等物联网技术与 GIS 技术融合应用的产物,它衔接着人、运输工具、运输路线、运输货物、环境等多元交通信息要素交叉与互联,为物流业提供“需求—运输—仓储—装卸搬运—流通加工—配送—售后”等全生命周期过程的智能化服务。区域特色服务体系的提出,前瞻性地把交通物流业务流程与技术全生命周期有机结合,使用 GIS 引擎、专题图、空间数据、路网优化调度、抽稀算法与多业务特征点聚类等技术,实现了基于 GIS 的可视化与移动化嵌入式智能系统设计,以及互联互通的交通物流协作多式联运、集成化规划仿真与重构、客户群聚类精准管理。

- ◆ 交通物流: 区域性信息流与业务流互联互通
- ◆ GIS: 可视化位置服务与管理
- ◆ 融合: 物联网新业态与交通物流新常态融合
- ◆ 服务: 集成化规划仿真与客户群聚类精准管理

本书为广西高等学校高水平创新团队“中国—东盟物流物联

网关键技术研究”(桂教人[2014]65号)系列成果之一,是“基于物联网的物流地理信息关键技术研究及应用(南科鉴[2014]98号)”的研究成果,科技成果鉴定为“国内同类领先水平”;获得广西高校科学技术研究项目“交通物流物联网地理信息特征点聚类优化技术研究”(KY2015YB350)资助。这是一部集学术性与技术性于一体,充分体现物联网服务业新业态服务模式与技术创新的专著,涉及的技术与服务模式在珠江—西江经济带交通物流服务行业得到了推广应用。本书涉及的技术内容,在成果鉴定中得到了陈友初教授级高级工程师、叶波教授级高级工程师、彭欣教授、顾林研究员、刘波高级工程师、邓曙光高级工程师、梁征高级工程师等的认可与指导,在此深表感谢。

由于作者能力与掌握的材料有限,本书难免会有不足之处,敬请专家和同行批评指正。

潘 翔

2015年4月于南宁

# 目录 Contents

第一章 区域交通物流物联网服务体系发展.....	1
1.1 区域交通物流物联网服务体系.....	1
1.1.1 区域交通物流定义.....	1
1.1.2 物联网 GIS 技术服务体系.....	4
1.2 区域发展现状.....	6
1.2.1 国内外发展现状.....	6
1.2.2 中国—东盟与广西多区域发展现状.....	8
1.2.3 急需解决的问题.....	9
1.3 区域特色交通物流物联网技术.....	11
1.3.1 交通物流区域特色分析.....	11
1.3.2 北斗卫星导航与交通物流 GIS 应用.....	13
1.3.3 可视化智能服务管理.....	14
1.3.4 交通物流全生命周期管理与规划仿真.....	14
1.3.5 区域多式联运与精准客户关系管理.....	15
第二章 交通物流物联网 GIS 技术服务体系架构与区域创新服务.....	18
2.1 技术服务体系架构.....	18
2.2 区域技术服务创新.....	21
2.2.1 物联网新技术与区域交通物流融合机制.....	21
2.2.2 主要技术创新.....	22
2.3 服务创新体系.....	23
2.3.1 服务内容创新.....	23
2.3.2 服务方式创新.....	26
2.3.3 服务质量考核创新.....	27
第三章 区域交通物流物联网 GIS 数据服务.....	31
3.1 GIS 区域应用特色与应用.....	31

3.2	GIS 引擎架构与数据抽稀叠加 .....	33
3.3	GIS 空间数据存储技术 .....	34
3.3.1	基于分布并行的空间数据存储体系 .....	36
3.3.2	空间数据添加与管理 .....	39
3.3.3	空间数据索引 .....	40
3.3.4	基于地理概念匹配的半自动语义标注 .....	42
3.4	GIS 区域路网优化调度 .....	45
3.4.1	跨区域路网整合机制 .....	46
3.4.2	道路信息采集与更新 .....	48
3.4.3	最优路径 .....	49
3.4.4	调度优化与图形定位 .....	51
3.5	GIS 多业务特征点聚类与优化 .....	54
第四章	区域性多式联运物联网体系 .....	56
4.1	区域协作式多式联运 .....	56
4.2	多式联运技术体系与 GIS 系统融合 .....	59
4.2.1	公路运输 GIS 智能管理 .....	59
4.2.2	水路运输 GIS 智能管理 .....	61
4.2.3	铁路运输 GIS 智能管理 .....	63
4.2.4	航空运输 GIS 智能管理 .....	65
4.2.5	区域多式联运无缝对接 .....	67
4.3	物流工具区域流通物联网管理 .....	69
4.3.1	物流工具流通标准化 .....	69
4.3.2	RFID 标识与跟踪 .....	71
第五章	区域交通物流智能化管理服务机制 .....	76
5.1	服务机制 .....	76
5.1.1	区域物流量指标预测 .....	76
5.1.2	物联网终端用户节点型接入 .....	80
5.1.3	智能物流调度与过程物流管理 .....	82
5.2	分级多类预警控制 .....	88
5.2.1	突发事件预警 .....	88
5.2.2	任务预警 .....	91
5.2.3	运输时限预警 .....	94

5.2.4	安全预警	96
5.3	决策支持辅助管理	98
5.3.1	多式联运决策支持	98
5.3.2	GIS 决策支持	101
5.3.3	应急决策支持	103
第六章	物联网环境下集成化交通物流规划仿真设计	106
6.1	交通物流集成化规划仿真模型与体系结构	106
6.1.1	规划仿真体系结构	106
6.1.2	规划仿真设计	109
6.1.3	集成化交通物流规划仿真向作业体系转移	119
6.2	交通物流决策仿真与重构	121
6.2.1	决策仿真	121
6.2.2	智能重构	123
第七章	可视化区域交通物流	126
7.1	可视化 GIS 管理	126
7.1.1	便捷通信通道	126
7.1.2	基于 RFID 技术的可视化动态管理	128
7.1.3	交通物流应急服务技术	130
7.2	区域专题图管理	133
7.2.1	车辆分布专题图	133
7.2.2	货品分类专题图	134
7.2.3	路径规划专题图	135
7.2.4	运输区域专题图	135
7.2.5	预警专题图	137
7.3	可视化仓码管理	138
7.3.1	仓储管理	138
7.3.2	码头管理	140
7.4	基于 GIS 的移动数据服务	141
第八章	交通物流北斗卫星导航技术应用	144
8.1	基于北斗的智能硬件与软件系统融合	144
8.2	通用北斗硬件架构与设计	146
8.2.1	智能主控主板设计	147

8.2.2	远程与短距离信息交互.....	149
8.2.3	信息采集与智能控制模块.....	151
8.3	嵌入式智能系统.....	152
8.3.1	嵌入式智能系统架构.....	153
8.3.2	智能交互式任务更新.....	155
8.3.3	安全监控与预警.....	156
8.3.4	惯性行为采集.....	158
第九章	交通物流全生命周期管理.....	161
9.1	交通物流全生命周期模型.....	161
9.2	精准过程管理控制.....	163
9.2.1	运输工具监控.....	163
9.2.2	任务监测与控制.....	165
9.2.3	区域监控.....	166
9.3	全生命周期的智能化流程.....	168
9.3.1	统一信息服务.....	168
9.3.2	物流溯源体系.....	171
9.3.3	应急指挥.....	172
第十章	区域性精准客户关系管理.....	176
10.1	区域客户与业务特征分析.....	176
10.2	客户信息主动采集与管理模式.....	179
10.3	客户群聚类分析.....	183
10.3.1	客户群类别界定.....	183
10.3.2	复合业务多态聚类.....	186
10.4	客户业务行为轨迹跟踪.....	187
10.4.1	历史数据跟踪.....	187
10.4.2	业务行为轨迹分析与预测.....	188
10.5	精准服务推送.....	191
参考文献	.....	193
后记	.....	198

# 第一章 区域交通物流物联网服务体系发展

## 1.1 区域交通物流物联网服务体系

### 1.1.1 区域交通物流定义

交通物流是交通运输业与物流业的交叉结合，是实现物流全生命周期过程中干线运输和配送的主要环节。新业态服务创新地把交通物联网与物流物联网有机融合起来，形成一个统一发展的有机体，交通与物流互为驱动、互为发展。区域交通物流特指在中国—东盟自由贸易区、珠江—西江经济带、“一带一路”（One Belt And One Road, OBAOR；或 One Belt One Road, OBOR；或 Belt And Road, BAR，“丝绸之路经济带”和“21 世纪海上丝绸之路”）、广西北部湾经济区、泛珠三角经济区、大湄公河次区域和广西多区域合作条件下发展交通物流（以下简称区域交通物流），通过优化交通路网环境、多式联运支持、交通工具调配和提供信息化服务等方式，提高货物运输的效率，降低物流成本。

中国—东盟自由贸易区的建成为我国西南地区发展对外贸易提供了极大的机遇。广西以我国西南地区与东盟各国接壤的区位优势，成为加快自贸区发展的核心地区。2013年，在第16次中国—东盟领导人会议上首次提出了“中国—东盟自由贸易区升级版”，主要的建设目标是力争在2020年实现双边贸易额达到1万亿美元。在这样的背景驱动下，跨境贸易获得了了很大的发展，尤其是与电子商务相结合的跨境贸易，带动了新的物流增长点。发展中国—区域交通物流已成为发展自贸区升级版的必要条件之一。拓展跨境贸易物流业务，互联互通是关键，需要在交通基础设施、交通信息共享、跨区域位置服务等方面实现互联互通，开启智慧交通物流之路。中国—东盟多经济带辐

射效应如图 1-1 所示。

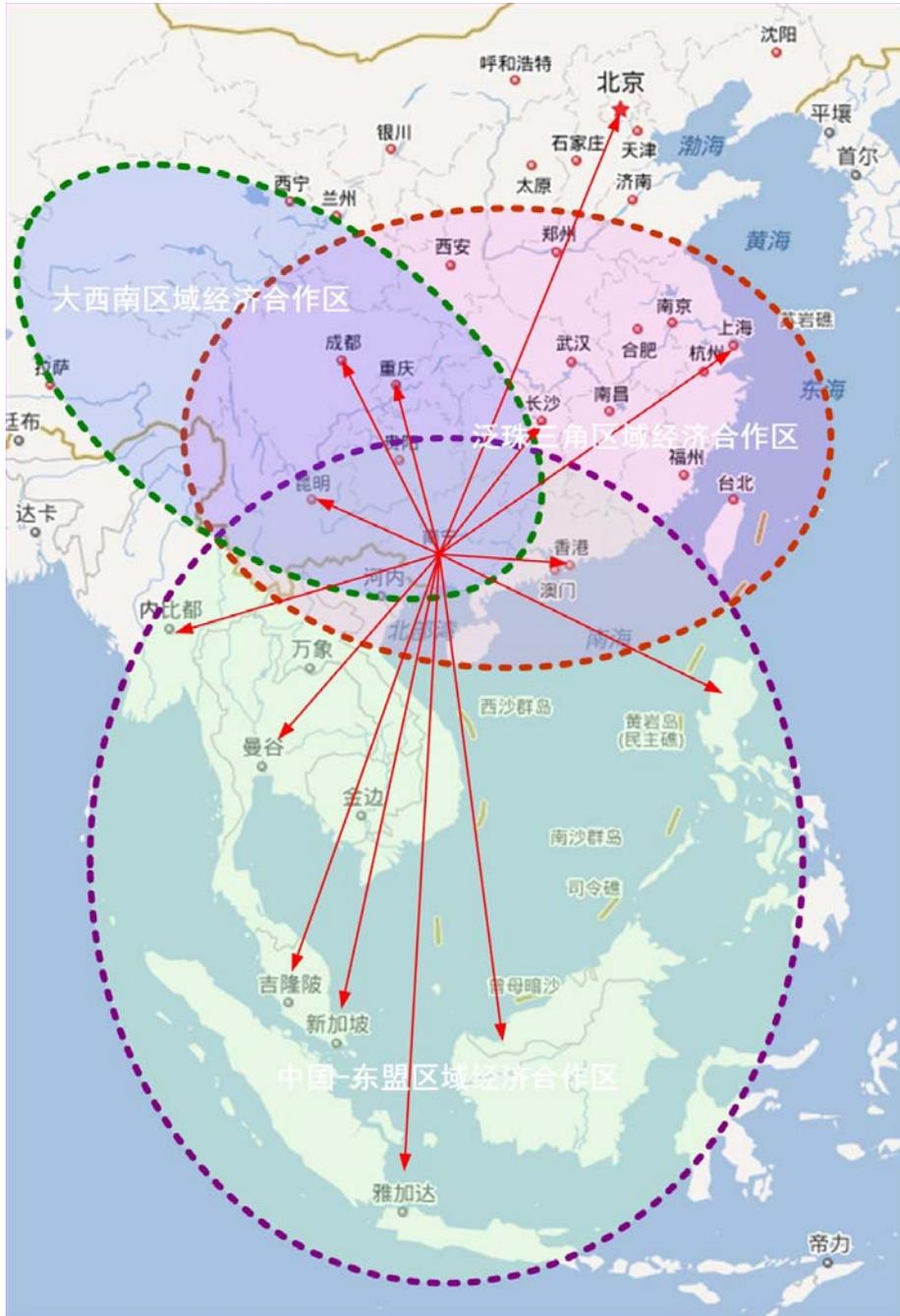


图 1-1 中国—东盟多经济带辐射效应图

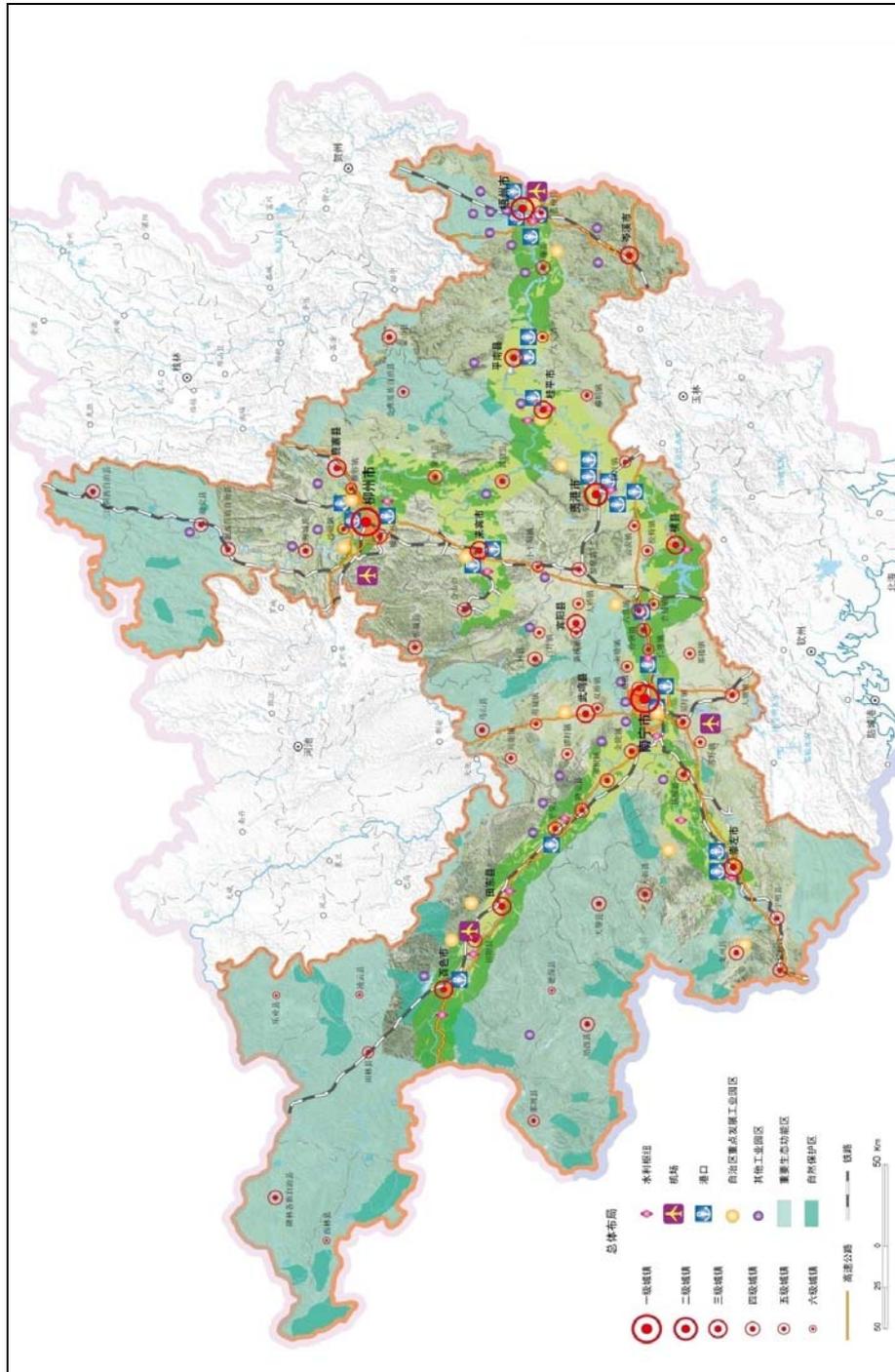


图 1-2 珠江—西江经济带交通规划图

区域交通物流发展的重点之一，珠江—西江经济带于 2013 年 7 月正式上升为国家战略，横跨了广东、广西两省，主要通过借助珠江—西江内河的航线运输，推动商贸、物流、交通等行业的发展，进而带动流域范围内的经济发展。由于历史因素以及地理环境等多重原因，珠江—西江的通航能力还未达到理想状态，传统的运输和管理模式也极大制约了内河航运效率的提升。为此，在进一步打造跨区域内河航运交通基础设施的基础上，还需要配合物联网、云计算等高新技术改良管理模式和操作方式，从软硬件两个方面双管齐下，建立船联网公共服务体系。珠江—西江经济带交通规划如图 1-2 所示。

如果说中国—东盟是以陆路交通为主要贸易渠道，珠江—西江经济带则是以内河航运作为贸易纽带，带动水运物流交通的发展，为物流行业带来重大的投资与合作机遇。图 1-2 显示，经济带从区域位置和优势呼应“一路一带”发展战略，并从丝绸之路的历史沿革衍伸到经济建设，乃至建设海上交通——21 世纪海上丝绸之路，从海运领域发展交通，从而为商贸物流提供便利的运输体系。

经济的发展离不开物资的保障，物资的运输离不开交通的保障。经济带发展战略，把建设交通、发展物流作为重要的任务。而在新一代物联网与我国北斗卫星导航技术高度发展的今天，利用各种高新技术手段实现传统交通物流的智能化转型，提升管理水平，改善服务质量，提高行业竞争力，是必然的发展趋势。所以说，区域交通物流物联网服务体系即是顺应时代发展需求的产物。

### 1.1.2 物联网 GIS 技术服务体系

物联网是以各种感知设备为基础，以互联网技术为通信手段，实现人与人、物与物全面感知与沟通，使生产和生活更加智能化、便利化的技术。随着时代的变迁和信息技术的更新换代，物联网已逐渐被熟知并广泛应用于经济生活中，成为信息产业的第三次浪潮，同时也成为推动区域交通物流发展的驱动力。

物联网 GIS 技术服务体系是在物联网技术的基础上融合 GIS (Geographic Information System, 地理信息系统) 技术, 并结合交通物流的业务应用需求所提供的技术服务、信息服务、公共资源服务等综合服务体系。其最具特色的功能是能够实现交通物流整个运作流程在 GIS 地图上图像化、动态化的实时显示。通过在区域交通物流运输中应用物联网 GIS 技术服务体系, 可以从管理层面为物流企业提供信息共享、决策支持等服务, 从技术层面打通跨区域联运的壁垒, 改善交通物流运输效率, 促进传统行业转型升级, 加快区域经济发展。区域交通物流物联网服务体系如图 1-3 所示。

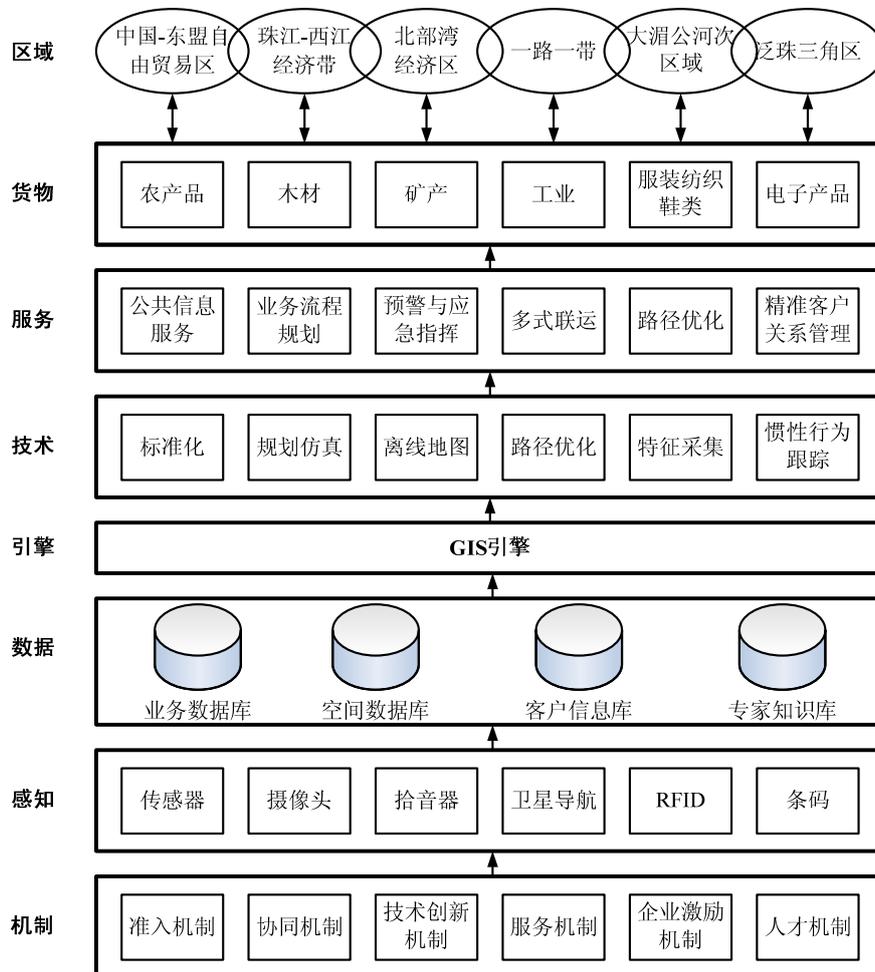


图 1-3 区域交通物流物联网服务体系

区域交通物流整个服务体系是在物联网感知层、网络层和应用层的基础上演化发展而来，保留了最底部的感知层，利用传感器、云计算、北斗、GPS、RFID 技术和卫星导航技术等对交通物流环境和信息进行监控与数据采集；数据层按业务数据、空间数据、客户信息数据和专家知识进行分类存储；GIS 层主要是以 GIS 引擎为核心，能够实现快速的地图加载、缩放、信息绑定与展现等基本功能；技术层是在 GIS 层的基础上进一步进行技术开发，针对不同的应用需求对基础算法进行改进和优化，主要包括各类交通物流的标准与实施、规划仿真算法、离线地图、空间数据抽稀与回溯、路径优化、特征点采集等；第五层是体制与机制层面，包括管理部门协同机制、应急指挥机制、多式联运协同机制、交通运输安全预警机制等，确保跨区域交通物流顺畅、高效；第六层是服务层，依托服务体系搭建区域交通物流物联网公共服务平台，为交通物流各企业提供公共信息、业务流程规划、预警与应急指挥、多式联运优化和精准客户关系管理等服务。根据区域特色重点产业提供多样化的服务，如中国—东盟区域农产品物流、北部湾经济区的海产品加工物流、珠江—西江经济带的大宗货物交通物流等。

## 1.2 区域发展现状

### 1.2.1 国内外发展现状

美国的交通物流信息化处于国际领先水平，在物流企业内部广泛使用条码、RFID 等物联网技术进行无纸化作业和管理，在运输和仓储环节使用自动化的管理系统取代人工管理。为了更好地实现跨国物流贸易，解决全球供应链信息一体化的难题，美国通过信息中间商搭建公共服务平台，为物流供应链上的所有干系人（生产供应企业、采购商、运输企业、海关、银行、口岸、交通枢纽等）提供各类信息服务。干系人通过这个平台实现数据信息的互联互通，降低跨国物流中供应链环节信息中断造成的成本增加风险。在交通运

输环节，网上市场兴起，可以根据物流运输需求，自动匹配最优的运输方式，发挥多式联运的最大优势。安全管理方面，美国的车路协同系统 VII 升级为 IntelliDrive，新的发展规划将采用物联网技术搭建一个车辆、移动设备和基础设施能够互联互通的交通网络。

欧盟的交通物流原本是以公路运输为主，但单一的运输方式从安全、环保和成本等方面逐渐不能满足企业和客户的需求。为此，欧盟采用多式联运和信息系统相融合的方式改变交通物流的运行模式。欧盟的 Marco Polo 基金计划专门扶持多式联运企业的初期创业，也支持企业之间不同运输方式的互相合作。同时，欧盟引入了一系列物联网高新技术，包括 RFID、GPS、实时引擎等，用于搭建多式联运信息通信系统。与此相配套的是交通物流标准化进程，从物流设备和工具的统一标准，到环境和安全标准，乃至行业服务标准，欧盟都在各国进行了推广实施，在企业内部和整个欧洲市场都实行了标准化，为欧盟内部各国的区域性交通物流打通了壁垒。在交通安全方面，欧盟通过一系列项目完成了车路基础设施一体化、车路智能协作、道路安全协作等系统，并对这些道路交通系统进行整合，从技术上和服务上提高交通物流的质量和效率。

日本交通物流发展很大程度上得力于政府的大力推动。在交通环境方面，先后通过“新 IT 改革战略”、“i-Japan 战略 2015”和“新 IT 战略”等国家级战略推进了车路协同系统、交通电子政务的实现，并进一步利用物联网技术解决交通拥堵、节能减排等问题。在交通物流信息化方面，继续推进港口、口岸通关无纸化，运输工具和物流工具标准化建设。同时，制定了国家层面与地方之间、地方与地方之间的合作机制，搭建了区域物流信息化架构，并逐年落实实施。

我国交通物流智能化进程稳步推进，在交通部《交通运输“十二五”发展规划》、《公路水路交通运输信息化“十二五”发展规划》和《关于推动公路水路交通运输行业 IC 卡和 RFID 技术应用的指导意见》等政策的推动下，朝着“智慧交通”、“智慧物流”的目标迈进。港口物联网应用方面，先后

实施完成青岛港现代物流及电子商务系统、天津港基于 RFID 的集装箱陆运作业流程改造、上海港中美集装箱电子标签国际航线应用等工程项目，实现港口集装箱智能化作业和监控。交通安全方面，北京、杭州、深圳等多个城市均建立了实时路况信息网，其他交通物联网系统也分别实现了车辆管理、交通事件处理、交通诱导等功能。福建省实施了交通运输行业物联网应用整合与服务工程，将多个独立运行的交通运输系统用物联网技术进行整合，为公众提供全方位的交通信息服务。标准化方面，重点完成了车辆与危险品电子标签、RFID 等的标准制定，交通物流物联网标准体系逐步构建起来。

### 1.2.2 中国—东盟与广西多区域发展现状

中国—东盟升级版的提出，进一步加快了广西各行业发展的步伐。要实现既定目标，不能仅靠一个广西的努力，要充分发挥多区域合作的优势，将中国—东盟自由贸易区、泛北部湾经济区、珠江—西江经济带等已有的战略发展区域有机结合并充分利用起来，抓住共同点发力，在环境和政策大背景下取得新突破。而最为明显也极其重要的共同点即是打通衔接东盟以及两广的交通运输大通道，发展跨境物流，在技术上提高信息互联互通的有效性，打造区域交通物流物联网技术服务体系。广西打造交通物流运输大通道，正在从基础设施建设、多区域对接和信息化服务等多方面下工夫。

基础设施方面，完善公路网络建设，重点加强高等级的跨省、跨国公路建设，目前已建成了连接昆明与泰国曼谷的曼昆国际公路，打通了“中国—老挝—泰国”三个国家的公路交通，成为我国第一条国际高速公路。南友高速公路也与越南国道 1 号公路顺利完成对接。2014 年广西在公路交通建设方面投资共 595 亿元，开展了县县通高速的攻坚战，全区 73% 的县都通上了高速路，90% 的建制村都通了沥青路或水泥路。铁路建设取得新进展，横跨贵州、广西、广东的贵广铁路开通，开启山区高铁时代；南广铁路的开通使广东和广西的交通更加便捷。2014 年年底，广西铁路运营里程 4711km，基本形成“一轴四纵四横”铁路运输网络，使中国西南、西北连接珠三角、东盟地区的铁