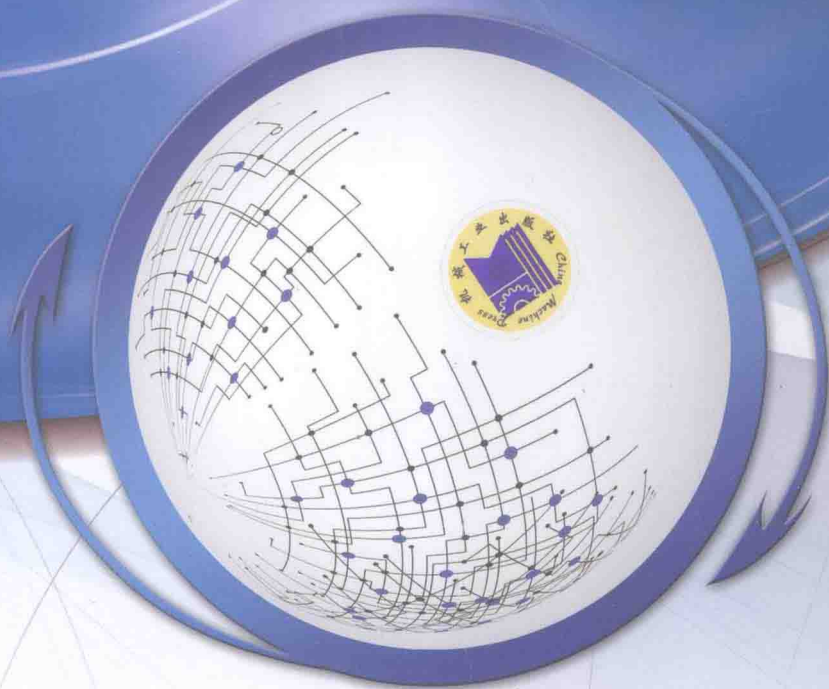


普通高等教育交通工程专业规划教材

# 交通信息 技术及应用

王兵 郭杜杜 主编  
贾利民 主审



 机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育交通工程专业规划教材

# 交通信息技术及应用

主编 王 兵 郭杜杜  
主审 贾利民

机械工业出版社

本书面向交通信息化发展建设和交通运输高级人才培养培训需求,突出技术应用,涵盖部分最新科技研究成果。本书主要内容包  
括:交通信息系统基础、交通信息采集、交通信息传输、交通信息处  
理、交通信息发布、交通信息平台技术基础、交通信息子系统、交通  
信息系统应用案例。

本书可作为高等院校交通工程专业本科教材,也可作为交通运输  
行业高级人才培养用书,还可供交通工程专业硕士、交通信息化科技  
研究人员和工程设计技术人员参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

交通信息技术及应用/王兵,郭杜杜主编. —北京:机械工业出版社,2016.9

ISBN 978-7-111-54859-1

I. ①交… II. ①王… ②郭… III. ①交通信息系统 IV. ①U495

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第222669号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:王华庆 责任编辑:王华庆 责任校对:陈延翔

封面设计:路恩中 责任印制:李洋

三河市国英印务有限公司印刷

2016年11月第1版第1次印刷

184mm×260mm·16.75印张·451千字

0001—1900册

标准书号:ISBN 978-7-111-54859-1

定价:49.80元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

服务咨询热线:010-88379833

读者购书热线:010-88379649

网络服务

机工官网:www.cmpbook.com

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

金书网:www.golden-book.com

封面防伪标均为盗版

# 序

《交通运输信息化“十三五”发展规划》提出，以行业信息化重点工程和示范试点工程为依托，着力落实国家信息化战略任务，对接国家电子政务工程建设，努力实现交通运输信息化的上下贯通、左右连通和内外融通，促进现代综合交通运输体系发展。交通信息化是实现智慧交通的重要载体和手段，智慧交通是交通运输信息化发展的方向和目标；要以国家信息化战略为引领，强化信息化顶层设计，实现行业重要信息系统的互联互通；结合行业转型升级发展要求，推进信息技术与行业管理和服务的深度融合；大力促进大数据发展应用，深化政府与企业间合作，共同打造交通信息服务产业新生态；加强新技术应用，强化网络与信息安全保障体系建设。

在“十三五”期间，我国交通信息化建设必将发展到一个新阶段，新疆也不例外。新疆交通运输事业承担着社会稳定、国家统一、各民族融合、社会经济的基础性和全局性作用，也是支撑“一带一路”国家战略实施的保障性行业。交通信息化是新疆交通运输事业转型、提升和持续发展的必由之路与建设重点。新疆乃至我国广大西部地区交通信息化建设和交通运输业发展过程中，人才匮乏已成为必须突破的瓶颈，因而培养交通信息化建设进程中极度短缺而又大量需要的，既具备交通运输和信息技术融合知识与技能，又能结合本地实际的专业技术人才，具有重大的现实意义和长远的战略意义。

新疆大学“自治区交通运输重点产业交通工程紧缺人才专业”的王兵、郭杜杜主编的《交通信息技术及应用》一书，历经多次修编，突出了以新疆为代表的我国西部地区交通信息化发展建设的特点和需要，聚焦技术应用，具有鲜明的地区适应性，也是对我国交通运输信息化知识和技术体系的丰富。《交通信息技术及应用》一书正式出版后，除可用于新疆高校交通工程专业本科教学外，也可作为大中专学校相关专业教学和专业技术人员培训用书，还可作为交通信息化技术人员的参考资料。相信此书的出版将有益于新疆交通信息化的不断发展并惠及我国西部其他地区的交通运输信息化。



2016年7月

# 前 言

智能交通的基础是信息、通信和集成三大核心要素，而信息的采集、处理、传输、控制和利用则是智能交通系统的核心。因此，交通信息技术是智能交通系统的基础。交通信息在今天的交通运输中扮演着重要角色，无论交通规划、设计、管理、运营、维修还是应急反应，都依赖于交通信息。

为服务于“十二五”新疆交通信息化发展建设和交通运输高级人才培养培训，新疆大学“自治区交通运输重点产业交通工程紧缺人才专业”于2010年完成校本教材《交通信息系统概论》的编写，并于2013年和2015年进行了修订。该书经多年在自治区交通运输重点产业交通工程紧缺人才专业教学和交通运输行业高级人才继续教育中的应用，按照意见反馈并结合“十三五”国家和新疆交通信息化的发展要求，改编为本书正式出版。本书面向交通信息化发展建设和交通运输高级人才培养培训需求，突出技术应用，涵盖部分最新科技研究成果，以期在“十三五”期间进一步满足交通工程专业的教学需要。

本书主要介绍了交通信息技术的基本理论、基本原理及其应用，对交通信息的采集、传输、处理以及发布过程进行了相应的实例分析，并运用交通信息子系统对交通信息技术综合应用进行了解析。全书共由8章组成，第1章主要介绍了信息、信息化和交通信息系统的基本概念及发展趋势，第2~5章分别介绍了交通信息采集、传输、处理、发布技术基础，第6章介绍了交通信息系统的主要平台技术及其应用，第7章介绍了交通信息系统的若干个子系统的构成及功能，第8章介绍了交通信息系统的应用案例。

本书由新疆大学王兵、郭杜杜主编，北京交通大学贾利民主审并作序，新疆大学陈婉、高云、孙慧萍、马玉春、买买提江、胡泽、王满满、杨成材、王传印、张培元、史燮杏、马倩雯、秦雄、李艳、龙慧、王娟、柳青红等参加编写，新疆正阳交通设计研究所做技术系统支撑。本书的编写受到北京交通大学贾利民、邵春福、刘军、袁振洲、刘仁奎、秦勇、陈旭梅，新疆交通厅闫晓颀、严小兵，新疆公安厅交警总队王云，克拉玛依市公安局交警支队杨亚新、马振江等专家的指导和大力支持，在此一并表示衷心的感谢！

在本书的编写过程中，参阅了大量文献资料，在此向这些文献资料的作者表示衷心的感谢！

由于编者水平有限，书中难免有不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者

# 目 录

序	
前言	
第1章 交通信息系统基础	1
1.1 信息与信息化	1
1.1.1 信息	1
1.1.2 信息化	3
1.2 系统与信息系统	4
1.2.1 系统	4
1.2.2 信息系统	7
1.2.3 信息系统活动	8
1.2.4 信息系统发展趋势	9
1.3 交通信息源及分类	10
1.3.1 道路信息	10
1.3.2 车辆信息	10
1.3.3 乘客信息	10
1.3.4 自然环境信息	10
1.3.5 社会环境信息	10
1.4 交通信息系统的主要内容	11
1.4.1 交通信息采集技术	11
1.4.2 交通信息传输技术	13
1.4.3 交通信息处理技术	16
1.4.4 交通信息发布技术	20
1.4.5 交通信息平台技术	20
复习思考题	23
第2章 交通信息采集	24
2.1 地磁感应式采集技术	24
2.1.1 地磁感应式采集技术的工作原理及特点	24
2.1.2 地磁感应式采集技术在车辆检测中的应用	27
2.2 环形线圈感应式采集技术	41
2.2.1 环形线圈感应式采集技术的工作原理及特点	41
2.2.2 环形线圈感应式采集技术在车辆检测中的应用	44
2.3 视频采集检测技术	57
2.3.1 视频采集检测技术的工作原理及特点	58
2.3.2 视频采集检测技术在车辆检测中的应用	60
2.4 微波采集检测技术	61
2.4.1 雷达测速仪	61
2.4.2 远程微波交通检测器	66
2.5 其他交通信息采集检测技术	78
2.5.1 超声波车辆检测器	78
2.5.2 红外线车辆检测器	81
复习思考题	83
第3章 交通信息传输	84
3.1 交通信息传输系统	84
3.1.1 交通信息的传输需求、媒介和类型	84
3.1.2 现场设备通信	86
3.1.3 交通信息接入方式	88
3.2 数字信息传输	91
3.2.1 数字信息传输系统简介	93
3.2.2 数字信息传输的关键技术	96
3.3 无线信息传输	99
3.3.1 无线信息传输简介	99
3.3.2 车路移动通信网络	101
3.3.3 车载自组织网络	104
3.4 光纤信息传输	107
3.4.1 光纤信息传输系统简介	107
3.4.2 视频接入光纤传输网络	111
复习思考题	113
第4章 交通信息处理	114
4.1 数据预处理技术	114
4.1.1 预检测数据处理方法	114
4.1.2 检测数据质量分析	118
4.2 道路交通状态判别与预测技术	119
4.2.1 地图匹配	119
4.2.2 交通状态自动判别	123
4.2.3 交通事件自动检测	126
4.2.4 行程时间预测	128
4.3 模式识别技术	133
4.3.1 车牌自动识别技术	133
4.3.2 车辆自动识别技术	137
4.4 融合处理技术	139
4.4.1 交通信息融合处理方法	139
4.4.2 多源信息融合技术应用	144
复习思考题	148
第5章 交通信息发布	149

5.1 路边固定信息发布技术 .....	149	7.2 智能公交系统 .....	202
5.1.1 可变信息标志布设技术 .....	149	7.2.1 智能公交系统简介 .....	202
5.1.2 可变信息标志的信息组织策略 .....	150	7.2.2 智能公交系统的组成及功能 .....	203
5.1.3 可变信息标志的信息传输方法 .....	152	7.2.3 智能公交系统中的信息技术 .....	206
5.2 个性化信息发布技术 .....	154	7.3 物流信息系统 .....	209
5.2.1 广播数据业务发布技术 .....	154	7.3.1 物流信息技术及其应用概述 .....	209
5.2.2 车载导航技术 .....	154	7.3.2 条形码技术 .....	212
5.3 动态交通图形化发布技术 .....	156	7.3.3 射频识别技术 .....	213
5.3.1 虚拟情报板简介 .....	156	7.3.4 物流信息系统的应用 .....	219
5.3.2 虚拟情报板技术 .....	157	复习思考题 .....	227
复习思考题 .....	159	<b>第8章 交通信息系统应用案例</b> .....	228
<b>第6章 交通信息平台技术基础</b> .....	160	8.1 交通诱导系统 .....	228
6.1 交通地理信息系统技术 .....	160	8.1.1 交通诱导系统概述 .....	228
6.1.1 交通地理信息系统概述 .....	160	8.1.2 道路诱导系统 .....	230
6.1.2 交通地理信息系统的结构 .....	161	8.1.3 停车诱导系统 .....	232
6.1.3 交通地理信息系统的数据分类 .....	162	8.2 先进的停车场管理系统 .....	237
6.1.4 交通地理信息系统的特点 .....	162	8.2.1 停车场管理系统概述 .....	237
6.1.5 交通地理信息系统的功能 .....	162	8.2.2 停车场管理系统的典型解决	
6.1.6 交通地理信息系统的主要应用		方案 .....	242
方向 .....	163	8.2.3 我国停车场管理系统市场的	
6.2 车辆空间定位技术 .....	164	发展现状与未来趋势 .....	243
6.2.1 全球定位系统及定位原理 .....	164	8.3 电子收费系统 .....	246
6.2.2 北斗卫星导航系统 .....	170	8.3.1 电子收费系统的概念 .....	246
6.3 遥感技术 .....	172	8.3.2 电子收费系统的构成 .....	246
6.3.1 几种典型遥感卫星及其影像 .....	172	8.4 车辆管理系统 .....	248
6.3.2 高分辨率遥感卫星的特点 .....	176	8.5 应急救援量化调度系统 .....	251
6.3.3 遥感 .....	177	8.5.1 广域稀疏路网交通事故救援资源	
6.3.4 遥感影像专题信息提取的发展		调度技术研究 .....	251
状况 .....	190	8.5.2 广域稀疏路网交通事件与事故	
6.3.5 卫星遥感影像专题信息提取的意		大规模集成预警和救援系统 .....	255
义		8.6 公路监控服务系统 .....	257
和技术难点 .....	193	8.6.1 系统功能 .....	257
复习思考题 .....	194	8.6.2 系统实现的关键过程 .....	259
<b>第7章 交通信息子系统</b> .....	195	复习思考题 .....	261
7.1 公路信息系统 .....	195	<b>参考文献</b> .....	262
7.1.1 交通信息化概述 .....	195		
7.1.2 我国公路信息化发展现状 .....	196		

# 第1章 交通信息系统基础

## 1.1 信息与信息化

### 1.1.1 信息

**1. 信息的定义** 在信息系统中,信息可定义为:反映客观情况的,表达了人们对某事物的认识和了解程度,经过加工,有一定含义,对决策或行为有现实或潜在价值的的数据。信息是抽象的认识或知识,它反映了客观世界中各种事物的特征和变化,是可借助某种载体传递的有用知识。信息可从以下四个方面进一步理解:

(1) 信息是对客观事物特征和变化的反映。客观世界中任何事物都在不停地运动和变化,呈现出不同的形态和特征。这些特征包括事物的有关属性状态,如时间、地点、程度和方式等。信息的范围很广,如信号、情况、指令、资料、情报、档案等都属于信息的范畴。

(2) 信息是可以传输的。信息是构成事物联系的基础。人们通过感官直接从周围获得的信息极其有限,大量的信息需要通过传输工具得到。为此,信息必须由人们能够识别的符号、文字、数据、语音、图像等载体来表现和传输。

(3) 信息是有用的。信息的有用性是相对于其特定的接收者来说的。同样一则信息对不同的人来说,其作用是不一样的,或者其对有的人来说是有用的,对有的人来说是没有用的;又或者其对一个人来说现在或在现在的空间没有用,但对未来或在其他空间有用。这些特点有时也称为信息与使用者是相关的。比如,阿勒泰的天气预报对近期居住在阿勒泰的人来说是有用信息,而对近期居住在喀什的人来说就不一定有用。

(4) 信息形成知识。所谓知识,就是反映各种事物的信息进入人们大脑,对神经细胞产生作用后留下的痕迹。人们正是通过获得的信息来认识事物和改造世界的。

**2. 信息与数据** 信息的概念不同于数据。通常来说,数据是指客观实体属性的值,是对客观事物及其状态进行记录而得到的用于鉴别的符号。广义上讲,信息泛指在系统活动过程中所发生和被处理的一切可供参考的资料,包括数字和文字。

数据是反映客观实体的属性值或对客观事物的记载。数据本身无特定的含义,只是记录事物的性质、形态、数据特征的抽象符号。信息是指加工处理后得到的有用数据,是数据在信息使用者大脑中的映像和过滤。有时人们把信息和数据的关系比喻为“成品”与“原料”的关系。数据与信息之间的这种“成品”和“原料”的关系,说明信息具有相对性。同一件东西相对某个人来讲是信息,而对另一个人来讲,可能只是一种数据。

信息与决策密切相关,正确的决策必须依靠和控制足够且可靠的信息,并且信息通过决策体现自身的价值。将数据变为信息的处理过程称为数据处理。行驶着的汽车的车速表上显示的数据,只有在驾驶人看了车速表,做出是否改变速度的决策之后,才是信息。在实际应用中,数据和信息这两个词常常交替使用,但我们应该清楚它们之间的区别。数据是原材料,而信息是成品,信息对决策或行动是有价值的。为此,我们可以认为信息比数据更高级,用途更大。

### 3. 信息的特征

(1) 准确性。信息客观反映世界事物的程度称为准确性。通常人们希望获得的信息是正



确的，但实际所获得的信息有时是正确的，有时不太正确，甚至是错误的。只有获得正确的信息才能使做出正确决策成为可能，不然会产生“垃圾进，垃圾出”的现象。信息的准确性包括收集、传输、处理和存储等方面的信息不失真。

(2) 时效性。由于事物是在不断变化着的，那么表征事物存在方式和运动状态的信息也必然会随之改变。在现代社会中，信息的使用周期越来越短，信息的价值实现取决于对其及时地把握和运用。如果不能及时地利用最新信息，信息的价值就会贬值甚至毫无价值，这就是信息的时效性，即时间与效能的统一性。它既表明了信息的时间价值，也表明了信息的经济价值。信息的时效性要求及时地得到所需的信息，在该信息生命周期中能最有效地使用所获得的信息。为了保证信息的时效性，要求信息流处理的路径（接收、加工、传递、利用）尽可能短，而且中间停顿的时间尽可能少，同时，也要考虑成本与效益的问题。

(3) 有序性。信息的有序性是指信息发生先后之间存在一定的关系，在时间上是连贯的、相关的和动态的。若信息是有序的，人们就可以利用过去的信息分析现在的信息，从过去和现在推测未来。为了保证信息的有序性，人们需要连续地收集信息和利用先进的存储设备建立数据库，并开发快速的探索方法。比如，现在非常流行的数据仓库和数据挖掘技术就是建立在信息有序性基础之上的。

(4) 共享性。共享性是指同一信息同时或不同时被多个用户使用，而信息的提供者并不因此而失去信息内容和信息量。信息的共享性可以提高信息的利用率，人们可以利用他人的研究成果进一步创造，避免重复研究，以节约资源。为了保证信息的共享性，需要利用先进的网络技术和通信设备来保证信息的传递与交换。

同时，信息与物质有着不同的性质。物质的交换是排他的，给你一支笔，我就少一支。信息则不然，例如股票信息为股民所共享，不会因某人获得信息而使他人减少信息。与共享信息相对应的是非共享信息，应该加强对它的安全与保密工作。

(5) 层次性。由于管理分等级，不同的等级要求不同的信息，所以信息也是分等级的。管理一般分高、中、低三个等级，信息对应地分为战略级、管理级和执行级。不同级的信息，其性质和内容要求不同。战略级信息是关系到企业长远发展战略和目标的信息，如产品开发、市场拓展、竞争地位等信息。管理级信息是与企业运营管理相关的信息，如月度计划生产状况、供应销售、产品成本等信息。执行级信息是与企业业务处理相关的信息，如职工考勤、设备运行状况等信息。信息的层次结构如图 1-1 所示。

(6) 相关性。信息是一种资源，但用来辅助决策和行为的资源利用价值是因人而异、因事而异、因时而异、因地而异的，这就是信息的相关性。总之，信息资源的价值与时空和用户有关。

(7) 价值性。信息是经过加工并对生产经营活动产生影响的数据，是由劳动创造的，是一种资源，因而是有价值的。索取一份经济情报或者利用大型数据库查阅文献所付的费用是信息价值的具体体现。信息的作用价值必须经过转换才能得到，同时转换也必须要及时。

信息、物质和能源是人类社会发展的三大资源。工业革命使人类在开发利用物质和能源两种资源上取得了巨大成功，使人类进入工业时代。然而，随着以计算机技术、通信技术、网络技术为代表的信息技术的飞速发展，交通管理也从工业时代迈入信息时代，人们也开始并更加

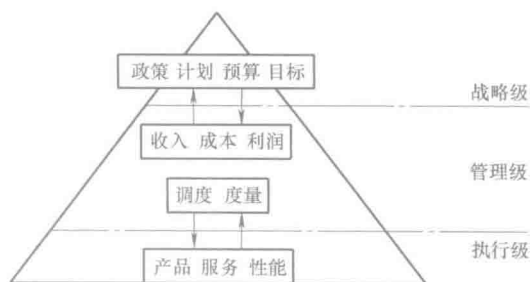


图 1-1 信息的层次结构

注重信息技术对传统产业的改造以及对信息资源的开发和利用。当今世界,信息被运用在许多领域。一般认为,信息化就是计算机化——采用计算机帮助人处理各种事物;信息化就是网络化——利用网络可以在广阔的信息空间里发掘和利用信息。也有人用智能化、知识化等来描绘信息化。事实上,信息化起源于数字化,计算机的普及、网络的应用构成了信息化的基础,但信息化又超越了数字化。

### 1.1.2 信息化

所谓信息化,是指社会经济的发展从以物质与能量为经济结构的重心,向以信息与知识为经济结构的重心转变的过程。在这个过程中,不断地采用现代技术装备国民经济各部门和社会各领域,从而极大地提高社会劳动生产力。国家信息化就是在国家统一规划和组织下,在农业、工业、科学技术、国防及社会生活的各个方面应用现代信息技术,深入开发、广泛利用信息资源,加速实现国家现代化的进程。交通信息化是交通运输现代化建设的一项重要战略举措,已成为衡量交通行业综合实力的重要因素。作为促进交通行业管理和服务水平全面提升的重要手段,交通信息化在交通运输业由传统产业向现代服务业转型的进程中表现出越来越明显和重要的功能及作用。道路运输业是国民经济和社会发展的基础产业,加快道路运输信息化发展,是适应世界经济一体化,以信息化带动工业化,满足交通运输管理的需要,也是适应交通运输产业化以及道路运输结构调整与优化的需要。

在我国的交通运输行业,信息化已经从原来的重点为行业管理服务,转变到现在的为百姓出行服务。这其中的亮点包括高速公路出行信息服务、国家高速公路网不停车收费与服务等。同时,交通运输部还加强了交通运输出行信息服务,及时发布公路、水路气象预警和干线公路交通阻断信息,实现部、省道路运输联网试点和道路运输电子证件应用试点,建成国家高速公路网管理和应急处置中心,在道路运输行业全面推广全球定位系统(GPS)应用等。其中,由交通运输部实施的交通信息化示范工程是当前的一个亮点,其目的是让信息化的理念深入到全国各地的交通运输行业。此外,我国还建成了业内的交通运输科技信息资源共享平台门户网站,完善交通运输信息化标准体系,规范交通运输电子政务建设,颁发了道路、水路运输和船员、船舶等信息基础数据元标准;开展部、省综合业务管理、应急处置和出行服务系统建设,推进道路运输信息系统联网,实现了交通运输部与21个省交通运输厅信息系统的互联互通,推进西部交通信息化建设;启动船舶、船员和车辆“一卡通”等工程建设,以及建成部、省两级应急信息平台等。

我国在20世纪70年代末就已经开始在交通运输和管理中应用电子信息技术。在此后20多年的时间里,我国在坚持自主开发的基础上通过广泛的国际交流与合作,在智能交通系统(Intelligent Transport System, ITS)领域进行了初步的理论研究,尤其在交通诱导理论、交通流理论、交通信息融合算法、车辆自动控制理论、驾驶人行为特性、交通安全监控等方面取得了一系列的基础研究成果。科学技术部从1995年开始关注国际上智能交通系统的发展,在国家“九五”科技攻关和国家其他科技项目中增加了有关智能交通系统的内容,重点研究了“国家智能交通系统体系框架”和“国家智能交通系统标准体系”等内容,为发展奠定了良好的基础。在“十五”期间,科学技术部将智能交通系统关键技术开发和示范工程列入“国家‘十五’科技攻关计划”。该专项研究在浮动车信息采集技术、数据管理技术、汽车安全辅助装置技术、快速路系统通行能力等方面,取得了一系列科研成果。在该项目中,科学技术部还选择了10个城市进行智能交通系统应用示范,包括广州、中山、深圳、上海、天津、重庆、济南、青岛、杭州和北京。这些科研成果和示范,引起了我国政府各部门、研究机构、企业的重视和积极参与。在国家部委和高校等研究机构的推动下,从“九五”末期开始,部分地方

政府也开始关注智能交通的发展,以北京、上海和广州为代表的城市主要关注的是用综合交通运输系统与安全技术缓解大城市的交通拥堵。北京在“十五”期间安排了数千万元资金就北京市智能交通规划、交通流、智能化交通管理、综合交通信息平台等开展研究,成果在北京市的交通管理系统和交通信息服务系统中得到了应用。其交通管理系统的设备水平已经达到国际先进水平,而交通信息服务则处于起步和试验阶段。上海市在“九五”末和“十五”前期也安排了有关智能交通的项目,研究的重点是上海市智能交通管理和高架路的智能化控制,其中高架路智能控制的研究与国家科技攻关项目结合在一起,在城市快速路的智能控制方面取得了突破,成果达到国际先进水平,应用效果突出。目前,我国的高速公路建设取得了突破性进展,智能运输系统具有广阔的市场前景,企业纷纷投入该领域。东部地区的交通部门针对高速公路的智能化管理和特殊气象条件下的通行保障技术开展了一系列研发和工程应用工作。例如,江苏省全面启动了省级智能交通规划工作,安排了区域交通诱导、省域联网收费、省域交通广播服务等项目;在京珠高速广东境内的北段,广东省高速公路公司联合交通运输部公路科学研究院开展了山区高速公路雾区监控系统的研究,成果在工程中应用以后,该路段没有因为大雾关闭过,也没有因为大雾发生过造成人死亡的交通事故。

## 1.2 系统与信息系统

### 1.2.1 系统

**1. 系统的定义** 系统是由相互联系和相互制约的若干组成部分结合而成,具有特定功能的有机整体。《韦氏词典》定义:“系统是有组织的和被组织化了的整体;结合着的整体所形成的各种概念和原理的综合;由有规则的相互作用、相互依存的形式组成的诸要素集合等。”部分学者认为:系统是指由相互关联、相互制约、相互影响的一些部分组成的具有某种功能的有机整体。这个定义可以从三个方面理解:

(1) 系统是由若干要素(部分)组成的。这些要素可能是一些个体、元件、零件,也可能本身就是一个系统(称为子系统)。例如,鼻、咽、喉、气管、支气管、肺等器官构成人的呼吸系统,而呼吸系统又是人体(系统)的一个子系统。

(2) 系统有一定的结构。一个系统是其构成要素的集合,这些要素相互联系、相互制约。系统内部各要素之间具有相对稳定的联系方式、组织秩序及时空关系的内在表现形式。例如,钟表是由齿轮、发条、指针等零部件按一定的方式装配而成的,但齿轮、发条、指针随意放在一起却不能构成钟表;人体由各种器官组成,但各个器官简单拼合在一起不是一个活人。

(3) 系统有一定的功能,特别是人工系统总有一定的目的性。功能是指系统与外部环境相互联系和相互作用的过程中表现出来的性质、能力和功效。呼吸系统的功能是进行体内外的气体交换;信息系统的功能是进行信息收集、传递、储存、加工、维护和使用。

虽然系统的定义形形色色,但都包含了这三个方面的含义。因此,这三点是定义系统的基本出发点。同时,通过分析也可以发现,系统一词几乎从不单独使用,而往往与一个修饰词组成复合词,如消化系统、教育系统、生物系统等。前面的修饰词,如教育、生物等,描述了研究对象的物质特征,即“物性”。物性一词,表征所述对象的整体特征,即“系统性”。对某具体对象的研究,既离不开对其物性的讨论,也离不开对其系统性的阐述。系统科学研究的是所有实体作为整体对象的特征,如整体与部分、结构与功能、稳定与演化等。

**2. 系统的组成** 系统一般包括五个要素,即输入、处理、输出、反馈和控制,如图 1-2 所示。

- (1) 输入：给出处理所需要的条件和内容。
- (2) 处理：根据条件对输入的内容进行各种加工和转换。
- (3) 输出：经处理得到结果。
- (4) 反馈：将输出的一部分内容返回到输入，供控制使用。



图 1-2 系统的基本组成

(5) 控制：监督和指挥上面四个基本要素的正常工作。从系统工程的角度出发，控制是一个测量实际结果与计划结果的偏差并采取矫正行动缩小偏差的过程。

一个理想的系统在目标或要求明确之后，各部件就可以通过接收一系列的外界输入以及进行有效和高效率的处理之后，提供系统所期望的现实目标的输出，返回到环境。一个系统的行为可以通过它的输出来了解，并且利用输出的信息反馈来调整输入等。

同时，任何系统都必须有边界，系统的边界定义了系统本身的范围，而系统的环境是系统边界以外的所有事物。系统与系统环境则构成了全局，即全局是系统与环境的并集。系统边界的确定方法是找出系统的环境和系统的全局。

系统边界有时也称为接口。系统与环境有接口，子系统与子系统之间也有接口。当系统较复杂时，即元素之间的关系难以表达清楚时，就要将系统分解成子系统。常见的子系统分解方法是功能/数据分析法。各子系统连接的基本形式有三种：串联、并联和反馈。系统的整体结构就是各个部件与这三种基本连接方式的有机组合。反馈将系统的输出返回到系统的输入。作为反馈的超前方法，前馈则通过预测未来事件，并根据预测结果调整输入。反馈和前馈都是改善系统性能的手段。

**3. 系统的分类** 系统有各种形态，可以从不同角度进行分类。

(1) 按照其复杂程度，系统可分为简单系统与复杂系统。计算机硬件系统与信息系统相比是简单系统，信息系统包括人、技术、信息、管理文化、资金因素，属于复杂系统。

(2) 按照系统的起源，系统可分为自然系统和人工系统。生物系统、生态系统、人体系统等都是自然系统，它们的组成部分都是自然物质，是进化形成的，具有不可还原性。人工系统是建立在自然系统基础上为了达到人类的目的并通过人的自身能力所建立起来的系统，如生产系统、交通系统、信息系统等。

(3) 按系统与执行的工艺技术的关系来划分，系统可分为实体系统和概念系统，如图 1-3 所示。在一定条件下可使实体系统抽象为概念系统，或者使概念系统具体化为实体系统。

(4) 按其与环境的关系，又可分为开放式系统与封闭式系统。所谓开放式系统，是与环境保持某种关系的系统，而封闭式系统就是与环境无关的系统。现实中绝大部分系统都是开放系统。系统具有边界，边界划分系统与环境，边界可以帮助我们理解开放系统与封闭系统的区别。封闭系统具有不可贯穿的边界，开放系统的边界具有可渗透性。同时，封闭与开放随着时空的变化也是一个动态的概念。

#### 4. 系统的特征

(1) 系统的整体性。系统整体性是指系统是由若干要素组成的具有一定新功能的有机整体。各个要素一旦组成系统整体，就表现出独立要素所不具备的性质和功能，形成新系统的质的规定性，从而表现出整体的性质和功能不等于各个要素的性质和功能。

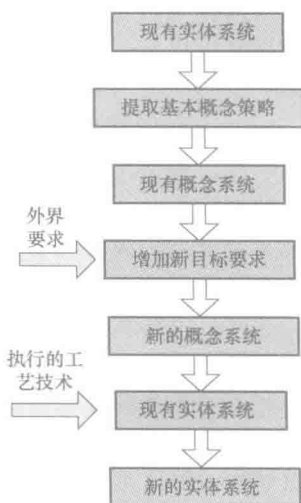


图 1-3 实体系统与概念系统

能的简单相加。

整体与部分的关系可以有两种情况：一种是各个部分简单地凑合在一起；另一种是各个部分有机地结合在一起，即有一定的结构，各个部分相互联系、相互制约，构成有机整体系统。在后一种情况下，“部分”只有在“整体”中才能体现它的意义。正如黑格尔所说，一只手如果从身体上割下来，按照名称虽然可以叫作手，但按照实质来说，已经不是手了。其次，构成系统的要素所具备的内在根据，只有在运动过程中才得以体现。对于钟表，不仅其各个零部件要按一定的关系有机地组合在一起，而且其要按标准钟校准，这样报时才有意义。整体的有机性，不仅表现为内部要素的联系，而且表现为它与外部环境的联系。亚里士多德的名言“整体大于它的部分之和”，精辟地指出了系统整体性的本质，强调整体不是各部分的简单累加。

系统的整体性是由系统的有机关联性来保证的。一方面，系统内部诸要素相互关联、相互作用。系统的部分是构成整体的内部依据，但是部分之间的联系方式也是决定系统整体性的重要方面。同一组元素处于两种不同的关系中就会表现出不同的特点。例如，石墨和金刚石的成分都是碳，但分子排列方式不同，二者的硬度就有很大的差别。另一方面，系统与外部环境有物质、能量、信息的交换，有相应的输入和输出。这是系统与环境的有机关联，即系统的开放性。系统向环境开放是系统向上发展的前提，也是系统稳定存在的条件。因此，为了增强系统的整体效应，一方面要提高系统构成部分的素质，另一方面要分析各要素的组合情况，使之保持合理状态，还要分析整体与环境的关联情况。

(2) 系统的目的性。目的即预先确定的目标，它引导着系统的行为。系统在与环境的相互作用中，在一定的范围内，其发展变化表现出坚持趋向某种预先确定的状态。人工控制系统总是为了实现一定的预期目的。因此，只有依据反馈信息不断调节系统行为，才能实现预期目的。当系统处于所需要的状态时，应力图保持系统状态的稳定；当系统不处于所需状态时，应引导系统由现有状态稳定地变到预期状态。

人工系统的目标实际上是事先确定的人为目标，这种目标常常并不以对象实体来定义，而是以关于对象的条件来定义的。例如，所谓导弹可以自动寻找目标，不是导弹可以认识对象实体，而是它可以根据对象所发出的不同于其背景的某些特定的状态信息，运用人为设计好的并安装于其中的自动反馈机制来调整本身的行为，来跟踪目标对象。

一个系统的状态不仅可以用其现实状态来表示，而且可以用发展终态来表示，或用现实状态与发展终态的差距来表示。因此，人们不仅可以从原来研究结果，以一定的原因来实现结果，而且可以从结果来研究原因，按照设定的目的来要求一定的原因。系统工程方法的基本思路是：要解决的问题是以内部矛盾为根据、以环境为条件的内外条件交叉作用的结果。

(3) 系统的层次性。系统的层次性指的是，由于组成系统的诸要素的种种差异，使系统在组织地位和作用、结构和功能上表现出等级秩序性，形成具有质的差异的系统等级。

我们知道，系统是由要素组成的。一方面，这一系统又是上一级系统的子系统，而上一级系统又是更上一级系统的要素；另一方面，这一系统的要素却是由低一层的要素组成的，低一层的要素又是由更低一层的要素组成的，最下层的子系统由组成系统的基本单位的各个部分构成，这样，由好几个层次组成金字塔结构。可见，系统的层次区分是相对的。系统的整体性是指一定层次中形成一定结构基础上的整体性。系统功能则是指系统与外部环境（它的上层系统）相互联系和相互作用的秩序和能力。伴随着结构的层次化，系统功能对于上层的系统来说，一层一层地具体化。在分析系统的时候，必须注意系统层次性。把握了这一点，可以减少认识事物的简单化和绝对化。既要注意把一个子系统看作上层系统中的一个要素，求得统一的步调，又要注意到它本身也包括复杂的结构。一般来说，高一层结构对低层结构有更大的制约性。低一级的结构是高一级结构的基础，反作用于高一级结构。从层次的观点看，“黑箱”方

法是正确认识复杂事物和处理问题的有效方法。“黑箱”方法是指在认识的某一个阶段,把某种认识对象看作一个封闭的箱子,只需了解外界对它的输入、输出,而暂时不打开这个箱子了解其内部结构。这种方法引导人们自觉、主动地控制讨论问题的层次和范围,在每个具体时刻,应集中力量于应当注意的层次,暂不顾下一层的细节,以免分散精力。在将这一层的问题弄清楚之后,再根据需要深入到下一层次的某些细节中去。这样,“黑箱”逐步变为“灰箱”,最后变为“白箱”。

(4) 系统的动态适应性。系统的动态适应性是指开放系统在系统内外因素的相互作用下,动态组织起来,使系统从无序到有序,从低级有序到高级有序。动态适应性表示系统的运动是自发的,不受特定外来干预而进行的。其动态适应性运动是以内部矛盾为根据,以环境为条件的内外条件交叉作用的结果。这里有两点值得注意:第一,只有开放系统才具有动态适应性,系统的动态适应性不是离开环境的独来独往;第二,系统的动态适应性包含系统自动调整的意思,同时强调动态调整过程也是动态形成一定组织结构的过程,即系统的动态适应性包括了系统进化与优化的意思。

由于系统的整体性和层次性,系统的动态适应性也是相对的。整体性很强的系统,整体会强烈地约束低层子系统的行动自由。低层组织受到高层次的系统整体的干预,显得是被特定指令组织起来的。因此,对于一个具体系统的动态适应性,不能理解为“自以为是”,而是建立在一定整体性和层次性基础之上的。

## 1.2.2 信息系统

**1. 信息系统的定义** 信息系统是以加工处理信息为主的系统。它由人、硬件、软件和数据库资源组成,目的是及时、正确地收集、处理、存储、传输和提供信息。广义上说,任何进行信息加工处理的系统都可以理解为信息系统,如生命信息系统、企业信息系统、文件信息系统、地理信息系统等。这里讨论的信息系统是狭义的概念,是一种基于计算机、通信技术等现代化信息技术手段且服务于管理领域的信息系统,即计算机信息管理系统。

信息系统是指由人、硬件、软件、网络、数据库资源组成的系统。它在组织内外收集、处理、存储、传播信息,支持组织运作、管理决策和获取竞争优势。

可以从资源、活动、作用三个方面理解信息系统的概念。信息系统就是由人、硬件、软件、网络、数据库5种资源构成的信息系统。它利用这些资源执行收集、处理、存储、传播信息的活动,这些活动可以进一步归纳为输入、处理、输出、存储和控制这样5种基本活动。信息系统通过这些活动完成它的作用或目的,即支持组织运作、管理决策以及获取竞争优势。图1-4所示为信息系统的组成模型,该模型表明了组成信息系统的资源和活动。

**2. 信息系统的资源** 信息系统是由各种资源组成的,没有这些资源,就难以完成其功能。这些资源包括以下5个方面。

(1) 人力资源。人力资源是指使用、开发、维护信息系统的所有人员。人力资源可进一步分为最终用户和信息系统专业人员。最终用户是指利用信息系统完成自己商业职能的用户,包括业务操作人员和管理人员,如订单录入员、销售终端(POS)机操作员、经理等。

信息系统专业人员指开发、维护信息系统的信息技术人员,如系统分析员、程序员、数据库管理员、网络管理员等。可以看出,信息系统由信息系统专业人员开发维护,供最终用户直接使用。因此,信息系统专业人员是为最终用户服务的。

(2) 软件资源。软件资源是指计算机程序及有关的技术文档资料。软件包括系统软件和应用软件。为了方便地使用计算机及其输入/输出设备,充分发挥计算机系统的效率,围绕计算机系统本身开发的程序系统叫作系统软件,如操作系统、语言编译程序、数据库管理软

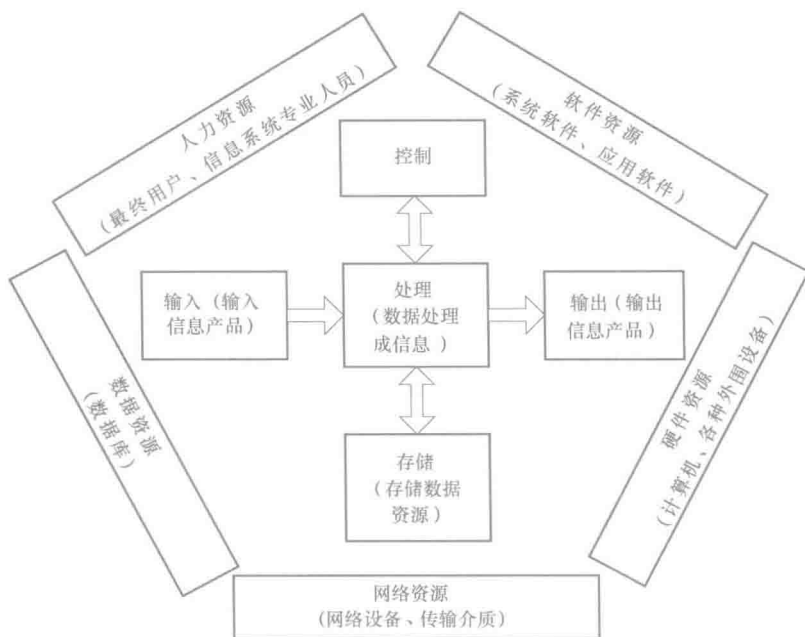


图 1-4 信息系统的组成模型

件等。

应用软件是专门为达到最终用户的某种使用目的而编写的程序系统，如文字处理软件、财务软件、人事管理软件、企业资源计划（ERP）软件、客户关系管理（CRM）软件等。

（3）硬件资源。硬件资源是指信息处理过程中使用的各种物理设备，主要包括计算机（如个人计算机、服务器等）和各种计算机外围设备，如各种输入/输出设备、存储设备等。

（4）网络资源。网络资源是指信息系统所依赖的计算机通信网络。由于网络在现代信息系统中的地位越来越重要，所以有必要将其作为一项重要的信息系统资源单列出来。网络资源包括各种网络设备（如交换机、集线器、路由器、网卡等）和网络传输介质（如双绞线、光纤、无线传输介质等）。

#### （5）数据资源

1) 数据资源概述。数据资源是指信息系统输入、处理、存储和输出的数据和信息，是信息系统最重要的资源。信息系统的本质就是处理、传播和存储数据资源。数据必须合理地组织和存储才能有效地被利用。现代信息系统通常都是采用数据库来组织和存放数据的。

2) 数据与信息。信息是经过统计、汇总、计算、分类、筛选等各种处理后形成的对人们有意义和有用的数据，人们往往依据信息做出决策。因此，数据是原材料，信息是加工后的数据，是一种经过选择、分析、综合处理后的数据，它使用户更清楚地了解正在发生什么事，并据此做出决策。必须指出，有时人们将数据和信息作为同义词对待，并不加以严格区分，如上面提到的信息系统模型中的数据资源就泛指一般的数据和信息。

### 1.2.3 信息系统活动

信息系统活动是指信息系统利用各种资源完成输入、处理、输出、存储、控制等活动，以达到其目标。

**1. 输入** 输入是指将原始数据输入到系统中，是一个数据采集的过程。要从输入的内容和输入的形式两方面考查输入活动。信息系统输入的内容通常包括商业事务数据和基础数据。

商业事务数据是关于各类商业事件的数据,如运输事务数据、出入库事务数据、收货事务数据等。基础数据是支持事务数据的数据,没有基础数据,就无法建立事务数据,如人员数据、货位数据、产品数据等。

输入的形式可以是手工输入,也可以利用各种先进的技术实现自动化输入(如条码扫描、磁卡扫描、IC卡扫描、语音输入等)。数据输入和采集技术是发展非常迅速的一个领域,一般要求尽可能在事务发生的原始地点实时、自动化地采集数据,这是现代信息系统设计输入方式时要尽可能遵循的一个原则,如现在利用条码、射频识别、无线网络、互联网等技术采集数据就是为了能够实时、准确地采集数据。

**2. 处理** 处理是指由信息系统将输入的数据,经过计算、汇总、统计、排序、比较、分类、筛选等各种处理,转换成可用于决策的信息。

**3. 输出** 输出是指将处理过的信息输出给需要的人员或其他系统。要从输出的内容和输出的形式两方面考查输出活动。输出的内容通常都是经过处理的信息,如销售汇总表、查询到的单班信息等。输出的形式既可以是纯文字数字形式的报表,也可以是各种图表甚至语音输出。

**4. 存储** 存储是指信息系统将数据资源存储在系统中,通常是存储在数据库中。

**5. 控制** 控制是指信息系统采取措施保障数据的正确性和安全性。控制大致可分为两类:一类是有效性控制,即保证数据正确有效,如当向系统中输入负的产品数量时,系统应该拒绝该错误数据,这就是在执行有效性控制;另一类是安全性控制,即系统要保证数据的安全,防止非法用户访问或破坏数据,最常用的安全控制措施是利用用户名、口令以及权限机制来保证数据安全性。

#### 1.2.4 信息系统发展趋势

随着信息技术的进步、网络的普及,信息系统正在向信息与功能的集成化、数据采集的在线化和实时化、数据存储的大型化、数据传输的网络化、信息处理的智能化方向发展。

**1. 集成化** 集成化是指信息系统将业务逻辑上相互关联的部分连接在一起,为企业活动中的集成化信息处理工作提供基础。如果信息系统各部分再互相割裂,就难以满足现代实时动态协调的需求。因此,在系统开发过程中,数据库的设计、系统的结构以及功能设计等,都应该遵循统一的标准、规范和规程,以便于互相集成,避免出现“信息孤岛”现象。对于原来割裂的系统,也应该采取各种集成技术加以集成。

**2. 实时化** 借助于编码技术、自动识别技术、自动定位技术、地理信息系统(GIS)技术、遥感技术等现代技术,现代信息系统能够准确实时地进行在线数据采集,并利用计算机网络与通信技术,实时地进行数据处理和传送。

**3. 网络化** 网络特别是互联网的发展和普及,使得信息系统可以借助网络平台延伸其范围。通过 Internet/Intranet/Extranet 以及无线网络的应用,将供应商、分销商和客户按业务关系连接起来,使整个信息系统能够即时地掌握和分享属于供应商、分销商或客户的信息。

**4. 智能化** 智能化是指现代信息系统采用各种先进的智能技术(如人工智能、数据挖掘等技术),运用先进的数学方法(如神经网络、遗传算法等),帮助决策人员执行更高级的决策。

现代交通管理中存在越来越多的高级运筹与决策,如最优库存策略的确定、运输路径的选择等,这些问题的解决单依靠传统管理的知识是远远不够的,因此需要采用智能化技术,将管理者的经验与专家的知识相结合,将定性分析与定量分析相结合,为管理者提供高质量的决策



支持。

## 1.3 交通信息源及分类

信息资源普遍存在，并且正在不断更新和开发。在交通运输领域内流通着可利用的信息，统称为交通信息。各种属性不同的信息均可用其特征来分类，因此首先要研究交通信息的来源、特征和分类方法。

交通信息的来源很多，但在交通系统中最主要的交通信息来自三个方面，即道路、车辆和旅客（包括驾驶人），它们可称为直接的交通信息源。由于交通运输工程必须处于一定的环境下，因此环境信息往往是直接或间接的交通信息源，它们包括地形、地质、气象等自然环境因素，以及政治、经济、军事、人文、历史等社会因素，后者可视为软环境因素。下面将以智能交通系统为例，来说明交通信息的特征和分类方法。首先以交通信息源来分类，并描述其特征。

### 1.3.1 道路信息

作为交通运输的基础设施，道路是必需的。智能交通系统来自道路的交通信息包括道路等级、路面状况、车道宽度、车道数量、道路坡度、弯道半径、立交类型、出入口等。这些信息来源于工程设计和维护管理部门。

### 1.3.2 车辆信息

车辆是交通运输的载体，智能交通系统中的车辆包括客车、货车及特种车辆，但主体是大小不同的客车。来自车辆的交通信息包括车型、车辆生产国和厂家、出厂年份、行驶距离、车重、车内设备、检修等级等。这些信息来源于车辆生产厂家和用户。

### 1.3.3 乘客信息

乘客是信息主体，交通运输的目的就是把乘客快速而安全地运送至目的地。乘客信息中最重要的是驾驶人信息，它包括驾驶人年龄、性别、国籍、教育程度、职业、驾驶年限、熟练程度、出行目的、健康状况以及生理和心理特点等。这些信息只能来自驾驶人本人。

### 1.3.4 自然环境信息

环境信息本身是个大系统，与交通相关的信息只是其中的一部分，例如，地形地貌等地质情况、自然灾害、气候、雨雪下降量、风速、气温、路面结冰情况、能见度、沿路人口分布及服务情况等。这些信息可以通过查阅各类资料获得。

### 1.3.5 社会环境信息

与交通相关的社会环境信息包括各地区的交通政策和经济发展水平、社会治安情况、军事价值等。这些信息从政府部门获悉。

以上是从交通信息的来源进行分类，虽然它们具有各自不同的特征，但在建立先进的智能交通系统时难以直接利用和控制。如果将交通信息分别用技术、经济和政治特征进行分类就比较科学，尤其是其中对技术性交通信息的利用和控制，将可发挥明显的作用和效果。

道路交通中属于技术性的交通信息也很多，如道路编号及等级、出入口位置和距离、沿途服务区和休息点分布、双向车道数量、信号指示牌距离、占用车道时间和距离、关闭车道的频