

# 快速公交智能系统通信协议标准研究

王孝坤<sup>\*1,2</sup>, 陈维强<sup>2</sup>, 刘新<sup>2</sup>, 李月高<sup>2</sup>, 牟三钢<sup>2</sup>

(1. 大连理工大学 交通运输学院, 辽宁 大连 116024;

2. 青岛海信网络科技股份有限公司, 山东 青岛 266071)

**摘要:** 对快速公交(BRT)智能系统通信标准发展的国内外现状及需求进行了分析, 基于研发实践总结出快速公交智能系统的构成和通信协议体系的构成, 并提出了快速公交智能系统通信标准的制定原则、通信协议分层模型及其通信协议的构成内容, 总结了基于通信协议标准的系统集成内容, 所提出的通信协议标准已在相关工程实践中予以应用, 取得了良好效果.

**关键词:** 智能系统; 通信协议; 分层模型; 快速公交; 协议构成

**中图分类号:** U491 **文献标志码:** A

## 0 引言

快速公交(BRT)系统建设方兴未艾, 国内已有十多个城市进行建设和运营, 有更多城市进行了规划设计. 快速公交智能系统内部各子系统协调、有序运行, 需要大量数据的高效互传, 以实现系统间频繁、紧密的通信联系.

各地建设的快速公交智能系统不尽相同, 并且系统本身非常复杂, 涉及众多硬件设备、软件及其业务信息点; 其次, 公交系统运营结构较为松散, 从车辆、道路、站台到调度指挥中心都需要协同工作. 但目前智能系统设备、软件之间通信协议标准不统一, 各厂家提供的系统和设备不兼容, 导致快速公交智能系统建设过程中存在重复建设和无效投资, 运营过程中也常常因为数据传输问题影响系统的性能发挥. 本文主要对快速公交智能系统各子系统及其相关设备间的通信协议标准等问题进行研究, 结合系统研发和工程建设实践进行总结性的研究探讨, 提出快速公交智能系统通信标准制定原则、通信协议分层模型及其协议的构成内容, 以期对智能公交系统建设和车联网发展提供参考.

## 1 快速公交智能系统通信标准发展现状

### 1.1 国际智能运输系统(ITS)标准发展现状

目前, ISO/TC204(国际标准化组织智能运输系

统技术委员会)发布了涉及设备识别、地理数据、自动车辆和电子收费等多项标准<sup>[1]</sup>. 美国在其智能交通系统体系框架的逻辑框架和物理框架中定义了用户需要、接口及数据流, 作为制定智能交通系统标准的依据; 为了从体系框架重叠的数据流中简化接口, 组织制定了 11 个标准需求包, 包括专用短程通信、运输管理中心与运输车辆的需求包等<sup>[2]</sup>. 日本和欧洲也积极推进智能交通系统的标准化工作<sup>[3]</sup>.

在智能交通系统通信标准方面, 各厂商为特定设备设计了通信协议; 电子收费系统(ETC)中通信标准较完善<sup>[3]</sup>; 车载系统标准中提出了 IEEE1394、CAN 总线、IDB-M HIQOS 等标准, 已形成多种车载系统通信体系结构<sup>[4]</sup>; 另外, 已展开主控制器与现场设备间实时通信问题研究和实践<sup>[5]</sup>.

### 1.2 我国 ITS 标准发展现状

我国 2002 年启动的 11 项 ITS 国家标准主要集中在体系结构、专用短程通信、信息采集与服务 3 个方面. 杨琪等提出 ITS 标准体系结构层次确定的原则、结构层次、标准要素集群和标准明细表<sup>[6]</sup>; 李敏等对 ITS 中特有的物理通信实体以及对通信的要求进行了分析, 构筑了通信网络的层次结构及其分层参考模型<sup>[3]</sup>; 山东省质量技术监督局 2007 年发布了地方标准《快速公交系统(BRT)智能管理技术规范》, 主要是对智能管理系统的子系统划分、功能要求、工程要求等进行规范<sup>[7]</sup>.

收稿日期: 2010-12-13; 修回日期: 2012-02-22.

基金项目: “十一五”国家科技支撑计划资助项目(2009BAG17B00).

作者简介: 王孝坤\*(1975-), 男, 博士, 讲师, E-mail: wxk200@163.com.

### 1.3 快速公交智能系统通信标准发展需求

国内外均未提出针对快速公交智能系统的通信协议标准,缺乏车载系统、场站系统与调度中心相互之间的通信协议标准,影响了各系统的兼容性和扩展性,造成了各设备制造商的产品之间无法互联互通、互联效果差、建设成本高等问题;标准的缺失也导致快速公交智能系统市场处于低水平竞争状态,使得产业难以健康有序发展,因此很有必要进行相关标准的研究和制定工作。

## 2 快速公交智能系统构成及通信协议体系构成

### 2.1 快速公交智能系统构成

快速公交从业务上可划分为运营调度系统、安全门控制系统、票务管理系统 3 大智能系统。而智能系统以快速公交运营调度系统为核心,保证各系统之间数据畅通、协同工作,从行车计划、配车排班、运营调度和乘客信息服务方面保证快速公交系统的畅通。快速公交运营调度系统从模块上划分成车载智能系统、场站智能系统、站台智能系统和调度中心系统。

调度中心系统接收车载智能系统、站台智能系统和场站智能系统的数据,经过自动处理后提交给相关的业务系统,并把业务系统和调度人员的指挥信息下达给各相关子系统。通信网关是核心通信系统,是各智能系统之间的数据交互平台,

部署在调度中心,调度中心系统和通信网关按照相应的通信协议实现数据交换。

场站智能系统部署在快速公交停车场,核心是车辆进出场智能识别、运营车次采集和发车调度管理系统。场站智能系统主机同通信网关按照标准协议交换数据,获取调度中心对车辆的指挥指令,上报车辆状态信息;通过通信协议同通信网关交换数据,控制信息显示终端显示并上报信息显示终端的工作状态;控制车辆识别设备同车载系统交换信息,识别车辆进出场数据,并上报通信网关。

站台智能系统向站台候车乘客提供来车预报等信息服务。按照通信协议接收通信网关的来车预报等乘客服务数据,控制电子站牌、站节牌显示服务信息,控制车辆识别设备同车载系统交换信息、识别车辆进出站数据并上报通信网关。

车载智能系统是系统数据采集平台,以车载终端主机为核心,集成站节牌、车内乘客信息显示屏等车载设备。车载智能系统同通信网关按照通信协议标准进行数据交互,控制车载智能系统内部各设备的协同工作和数据交互。

### 2.2 快速公交智能系统通信协议体系构成

快速公交智能系统是以快速公交运营调度业务系统为核心,保证各系统之间数据畅通、协同工作,从行车计划、配车排班、运营调度、乘客信息服务等方面保证快速公交系统的高效运行。快速公交智能系统的通信协议标准体系(见图 1)包括 6 部分:

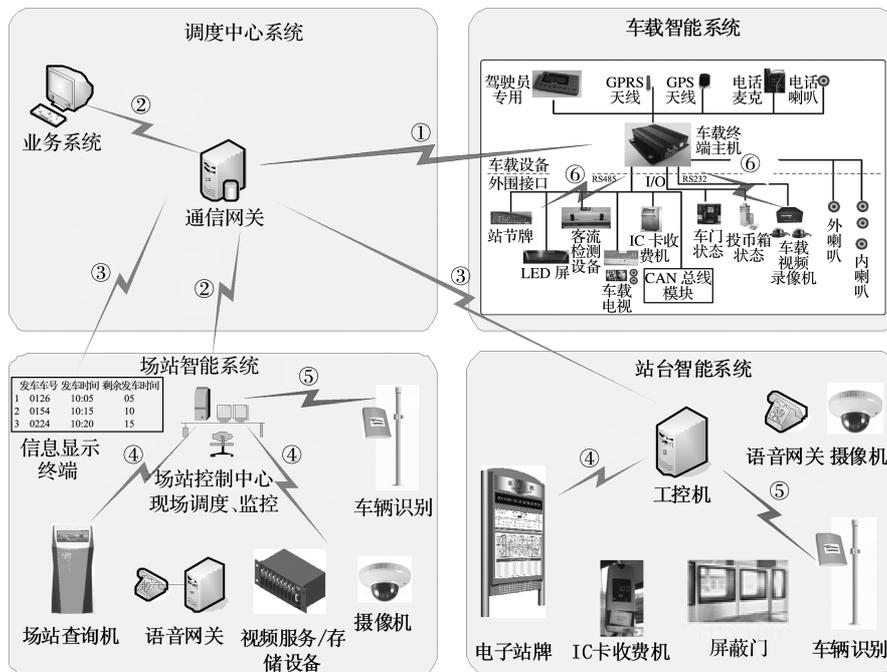


图 1 快速公交智能系统通信协议标准体系分布图

Fig. 1 Distribution graph of standardization of intelligent system communication protocols in BRT

①车载信息终端与调度中心间数据通信协议标准；②调度中心应用终端与通信网关间数据通信协议标准；③场站智能系统与通信网关间数据通信协议标准；④场站智能系统与外围设备间数据通信协议标准；⑤车载信息终端、场站智能系统与无线通信定位补偿设备间数据通信协议标准；⑥车载信息终端与外围设备间数据通信协议标准。

### 3 快速公交智能系统通信标准制定原则

快速公交智能系统涉及众多硬件设备和控制软件，相互之间通信标准制定受诸多因素影响，可参考如下原则。

(1)兼容性：首先是硬件设备之间的兼容。车载设备包含GPS模块、CAN总线、车辆模块、多功能显示屏、车内显示板、路牌、腰牌和头牌等互联接口的兼容，通过车载终端进行通信，通信协议在终端类型和通信内容控制方面灵活可调，保障设备增加或者减少后不对其他设备的运行造成影响。其次是软件系统之间的兼容。设备制造商的不同，必然造成各设备的驱动程序或者控制程序所用的技术平台不同，设备互联后软件程序之间的兼容也是需要解决的难点。可通过灵活定义的数据报文标准、各异构的软件系统选择合适的字段，最大程度地保证系统的兼容性。最后是软件和硬件之间的兼容。调度系统和设备之间、服务控制程序和设备之间的兼容是各系统稳定运行的保障。

(2)可扩展性：随着技术的发展和用户需求的提升，新型的车载设备必然会越来越多，标准支持新型设备在数量和种类上的增加，不会对原有标准框架进行更改。

(3)开放性：标准的抽象程度高，覆盖面广泛，基于ISO/OSI开放式系统互联模型具有很好的开放性，有利于标准与其他标准的融合和衔接。

(4)安全性：通过登录验证机制和数据校验策略保障数据和指令在传输过程中的安全性和可靠性。只有终端进行正确登录验证之后，才能够获得通信路由及发送业务数据。

## 4 快速公交智能系统通信协议分层模型及其内容构成

### 4.1 快速公交智能系统通信协议分层模型

通信协议体系6部分中的前3部分分层模型可参考如图2所示模型。



图2 快速公交智能系统通信协议分层模型

Fig. 2 Layered model of intelligent system communication protocols in BRT

数据通信协议分层模型参照ISO/OSI开放式系统互联七层参考模型的方式表示，对快速公交智能系统数据通信应用最多的4层做了规定，分别是物理层、数据链路层、传输层和应用层。

第一层是物理层，定义智能系统数据通信的传输媒体及互联设备，例如GPRS、CDMA、WiFi、3G等无线传输网络的物理层（采用已有的标准），对应于ISO/OSI七层参考模型的物理层。第二层是数据链路层，定义智能系统数据包传输方法，采用通用的标准，例如PPP协议标准、802.11协议标准，对应于ISO/OSI七层参考模型的数据链路层。第三层是传输层，定义智能系统数据包拆分、数据包重新组装和路由，使用TCP/IP标准，以TCP/IP作为传输层的通信承载，对应于ISO/OSI七层参考模型的传输层和网络层。第四层是应用层，定义智能系统数据包结构和会话管理，对应于ISO/OSI七层参考模型的应用层、表示层和会话层。

4.1.1 车载信息终端与调度中心间数据通信协议 此项通信协议标准规定快速公交智能系统的车载信息终端与调度中心间进行数据通信的体系结构以及应遵守的数据通信协议，适用于采用无线传输通道方式，实现车载信息终端与调度中心间进行数据通信的情况。通信协议分层模型参照ISO/OSI七层参考模型的方式，将车载信息终端与调度中心间通信协议分层模型定义为4个层次（图2）。其中第四层应用层定义了车载信息终端与调度中心间的应用领域。

4.1.2 调度中心应用终端与通信网关间数据通信协议 此项通信协议标准规定快速公交调度中心应用终端与通信网关间进行数据通信的体系结构以及应遵守的数据通信协议，适用于采用有线传输通道方式，实现调度中心应用终端与通信网关间进行数据通信的情况。调度中心应用终端与通信网关间数据通信协议分层模型的第四层应用层定义了调度中心应用终端与通信网关间的应用领域。

4.1.3 场站智能系统与通信网关间数据通信协议 此项通信协议标准规定快速公交场站发车牌和站台电子站牌与通信网关间进行数据通信的体系结构以及应遵守的通信协议. 适用于通过 GSM 网络的 SMS(短信息业务)、GPRS(通用分组无线业务)和 CDMA 作为系统的无线传输通道, 进行电子站牌与通信网关间的数据通信. 3G、2.75G、集群等无线数据通信方式也可参考本标准的 GPRS 方式执行. 协议分层模型第四层应用层定义了场站终端与通信网关间的应用.

4.1.4 场站智能系统和外围设备间数据通信协议 此项通信协议标准规定快速公交场站智能系统和外围设备控制体系结构以及应遵守的通信协议. 适用于通过 GPRS 无线通信方式, 进行场站智能系统与外围设备之间通信的情况.

4.1.5 车载信息终端、站台系统与无线通信定位补偿设备间数据通信协议 此项通信协议标准规定快速公交车载信息终端、站台系统与无线通信定位补偿设备 DSRC 的专用短程通信标准. 适用于车载信息终端和车载 DSRC 模块以及站点 DSRC 模块和站点主机之间进行数据通信的情况. 此通信协议标准涉及的主要设备包括: 车载信息终端、车载 DSRC 信息终端 (RS232 通信方式)、站点 DSRC 信息终端 (停车场、交叉口信号机、站台等)、站点主机 (RS485 通信方式). 公交车载与站点专用短程通信体系结构如图 3 所示.

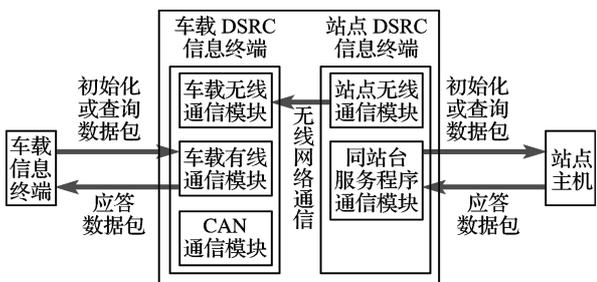


图 3 公交车载与站点专用短程通信体系结构  
Fig. 3 Bus vehicle-mounted and dedicated short-range communication system structure

4.1.6 车载信息终端与外围设备间数据通信协议 此项通信协议标准规定快速公交车载信息终端与外围设备间进行数据通信的体系结构以及应遵守的通信协议. 适用于对实时性要求不高 (允许最大响应时间为 2 s) 的快速公交和常规公交车辆车载外围设备. 车载外围设备有报站器、硬盘录像机、报站显示屏、站节牌、路牌、媒体播放机、IC 卡收费机、客流检测仪、行车安全记录仪等. 数据通

信协议分层模型分为 3 个层次, 见图 4.



图 4 车载信息终端与外围设备间数据通信协议分层模型  
Fig. 4 Vehicle-mounted information terminals and peripherals data communication protocols layered model

第一层是物理层, 定义车载外围电气设备接口规范, 实现车载信息终端与外围设备间多种电气接口方式. 可对改造后旧设备实现兼容, 同时兼容点对点传输和总线传输模式的通信方式. 第二层是驱动层, 定义通信接口的打开、关闭、波特率设置、读写等. 第三层是应用层, 定义通信数据包结构和会话管理, 对应 ISO/OSI 七层参考模型的传输层、网络层、应用层、表示层和会话层.

4.2 快速公交智能系统通信协议内容构成

快速公交智能系统通信协议的构成内容见图 5.

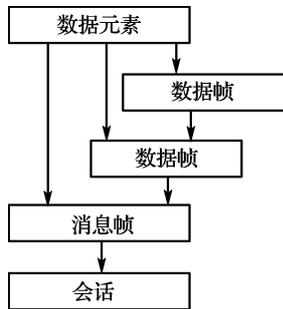


图 5 快速公交智能系统通信协议构成内容  
Fig. 5 Constitution content of intelligent system communication protocols in BRT

数据元素是数据的基本单位, 是用一组属性描述定义、标识、表示和允许值的一个数据单元; 数据帧由数据元素或别的数据帧组成, 可以嵌套, 用来描述更复杂的概念, 相同的数据帧可以被用在不同的消息中, 通过可选数据项控制这种灵活性; 消息帧是数据元素和数据帧的集合, 用来描述一个更大的、更复杂的结构, 使用应用领域缩写和消息编号来唯一标识一个消息帧; 会话定义了一个应用领域内用来进行消息传递的一组消息序列, 定义了消息或状态的开始、保持和终止.

## 5 基于快速公交智能系统通信协议标准的系统集成与应用

相关单位基于标准实现了快速公交车载、站台、场站和调度中心等各智能系统的集成。车载智能系统集成内容包括网络及通信系统、车辆定位服务系统、视频监控系統、运营调度系统、乘客信息服务系统的集成；站台智能系统集成内容包括网络及通信系统、短程通信辅助定位系统、视频监控系統、数字广播系统、运营调度系统、票务系统、安全门系统、乘客信息服务系统的集成；场站智能系统集成内容包括网络及通信系统、短程通信辅助定位系统、视频及周界防范系统、数字广播系统、运营调度系统的集成；调度中心系统集成内容包括网络及通信系统、综合定位服务系统、视频监控系統、数字广播系统、运营调度系统、票务系统、安全门系统、乘客信息服务系统等集成。

快速公交智能系统通信协议标准草案在北京、广州、常州、厦门、乌鲁木齐、枣庄、成都、银川、青岛、无锡等 20 多个城市的快速公交或常规公交智能系统建设中予以应用，得到了广泛的技术验证。

## 6 结 语

针对快速公交智能系统建设、运营过程中存在的重复建设和无效投资等问题，本文从快速公交智能系统通信标准发展现状及需求分析入手，基于研发实践总结了快速公交智能系统构成内容

和智能系统通信协议体系的构成，提出了快速公交智能系统通信标准的制定原则、通信协议分层模型及其各个协议的构成内容，进一步总结了基于此通信协议标准的系统集成内容和实践应用概况。相关单位通过近几年对智能公交系统和快速公交智能系统的研发和建设，已对其通信协议标准进行了一定的研究与工程应用，进行总结之后已形成了国家系列标准报批稿，这方面研究在未来会得到进一步完善。

## 参考文献：

- [1] 张 扬, 杨晓光, 彭国雄. 智能交通系统标准化发展动态[J]. 交通与计算机, 2003, 21(3):3-5
- [2] 袁振洲, 刘梦涵, 于 雷. 各国 ITS 标准化研究的分析与比较[J]. 交通标准化, 2002(6):41-43
- [3] 李 敏, 王 慧, 李 平. ITS 的通信系统标准研究[J]. 中国公路学报, 2002, 15(2):99-104
- [4] EVWENSEN K. European standard for DSRC ETC systems [C] // **Proceeding of 4th Asia-Pacific ITS Conference**. Beijing: Beijing International Convention Center, 2000
- [5] 李 敏, 王 慧, 李 平. ITS 通信系统中的现场总线应用研究[J]. 公路交通科技, 2001, 20(6):78-81
- [6] 杨 琪, 王笑京, 齐彤岩. 智能交通系统标准体系研究[J]. 公路交通科技, 2004, 21(7):91-94
- [7] 山东省质量技术监督局. DB 37/T 742—2007 快速公交系统(BRT)智能管理技术规范[S]. 北京: 中国标准出版社, 2007

## Research on standardization of intelligent system communication protocols in bus rapid transit

WANG Xiao-kun<sup>\*1,2</sup>, CHEN Wei-qiang<sup>2</sup>, LIU Xin<sup>2</sup>, LI Yue-gao<sup>2</sup>, MU San-gang<sup>2</sup>

( 1. School of Transportation & Logistics, Dalian University of Technology, Dalian 116024, China;

2. Hisense Network Technology Co., Ltd., Qingdao 266071, China )

**Abstract:** The current situation and demand of standardization of intelligent system communication in bus rapid transit (BRT) at home and abroad are analyzed. Then, the constitution of intelligent system in BRT and communication protocol system are introduced based on R&D practice, and the formulation principle of standardization of intelligent system communication in BRT, the layered model of communication protocols and the communication protocol constitution contents are proposed. Further system integration contents based on standardization of the communication protocol are summarized. The standardization of communication protocol has been applied to practice in the relevant engineering and achieved good results.

**Key words:** intelligent system; communication protocol; layered model; bus rapid transit; protocol constitution