

文章编号:1671-1637(2014)02-0112-15

交通运输数据标准研究现状与发展

张绍阳,葛丽娟,安毅生,曹金山

(长安大学 信息工程学院,陕西 西安 710064)

摘要:分析了中国交通运输数据标准的编制现状和管理现状,将交通运输数据标准分为管理标准、数据定义标准、交换标准和接口实现标准4类。分析了数据在产生、存储、交换以及应用环节的标准化需求,并与编制现状进行了对比分析。论述了交通运输数据标准管理和总体规划、数据定义、数据存储、数据交换和决策支持应用5方面的标准研究现状以及存在的不足。分析结果表明:当前标准管理和总体规划主要采用自下而上和标委会分别负责的模式,存在标准归口重叠和总体规划研究不足的问题。在数据定义标准方面,现有基础标准过于强调满足应用系统的需要,使得基础标准的基础性不足,造成数据定义标准缺乏体系。在数据存储方面,数据存储标准的研究制定尚属空白。在数据交换方面,各业务系统已经制定一些内部标准,但尚缺乏一种开放的、系统的共享和交换机制。在决策支持应用方面的研究缺乏针对准确数据、大数据的决策支持方法。建议成立交通信息基础性标准工作组,加强数据标准的总体规划研究并协调标委会之间的工作;在标准建设方面应加强顶层设计;同时应加强交通运输决策支持方法研究。

关键词:交通信息工程;交通运输数据;数据标准;基础数据元;交换标准;存储标准;应用标准

中图分类号:U495

文献标志码:A

Research status and development of transportation data standards

ZHANG Shao-yang, GE Li-juan, AN Yi-sheng, CAO Jin-shan

(School of Information Engineering, Chang'an University, Xi'an 710064, Shaanxi, China)

Abstract: The compilation and management statuses of transportation data standards in China were analyzed. Transportation data standards were divided into 4 categories, including management standard, data definition standard, exchange standard and interface implementation standard. The standardization demands were analyzed and contrasted with the existing standards from the aspects of data producing, storage, exchange and application. Research status and deficiency of transportation data standards were discussed from management and overall planning, data definition, data storage, data exchange and decision support application. Analysis result indicates that in present standard management and overall planning, the bottom-up compilation and respective responsibility of informatization professional standard committees (IPSCs) lead to overlap of IPSCs and insufficient of overall planning research. In terms of data definition standards, the existing basic standards put too much emphasis on meeting the needs of application systems, causing the inadequacies of fundamentality of basic standards and the lack of data definition standard system. In terms of data storage, the setting of data storage standards is still blank. In terms of data exchange, the internal standards of each business system are already

收稿日期:2013-12-13

基金项目:交通运输部科技项目(2012 364 223 500);中央高校基本科研业务费专项资金项目(CHD2011JC044)

作者简介:张绍阳(1971-),男,山西襄汾人,长安大学教授,工学博士,从事交通运输信息标准化研究。

made, but a systematic and opening mechanism for sharing and exchanging is still not established. In terms of decision support applications, decision support method for accurate data and large data is shortage. It is suggested that traffic information basic standard workshop should be set up to enhance the overall planning research and collaborate with the different IPSCs in management. In standard construction, the top-level design should be enhanced. Meanwhile, the research of transportation decision support method should be strengthened. 1 tab, 4 figs, 40 refs.

Key words: traffic information engineering; transportation data; data standard; basic data element; exchange standard; storage standard; application standard

Author resume: ZHANG Shao-yang(1971-), male, professor, PhD, +86-29-62630027, zhshy@chd.edu.cn.

0 引言

在“十二五”全国交通运输信息化工作会议中,交通运输部部长李盛霖全面总结了“十一五”中国交通运输信息化工作取得的成绩和经验,分析了交通运输发展局势,提出把交通运输信息化作为破解交通运输业发展难题、促进交通运输行业发展方式转变、全面提升交通运输管理能力和服务水平的重要手段。会议将当前阶段的信息化工作思路概括为:大力促进业务协同和资源共享,实现从效率到效能、从分散到集约、从封闭到开放的3个转变,其中,效能是目标,协同和共享是手段,集约和开放是方法。“十二五”期间开展的几项重大工程也体现了效能、集约、开放的思路,其主要目的就是实现原有分散、孤立存储的数据深度和广度的利用,从而提高交通运输行业的服务水平和决策能力。

交通运输数据的标准化是实现以上目标的关键。中国交通通信信息中心主任杨洪义在探讨交通运输信息平台时提出,标准化、规范化是综合运输信息平台建设的技术基础,没有统一的标准规范,计算机之间和各局域网之间是不可能实现互联互通的^[1],所以,政府政策引导下的综合运输信息平台建设工作必须把标准化放在首位,发挥政府“有形之手”的强力作用,完善交通信息通信传输、数据采集、处理、发布和应用等基础标准体系。

由于交通运输业务面广,涉及数据多,各省、各交通运输业务领域信息化发展不均衡,并且数据标准的编制大多是为了特定的业务系统,随着交通运输信息化工作的深入开展,交通运输数据标准中存在的问题逐步暴露,阻碍了数据的共享应用。本文分析了当前交通运输数据标准的研究和编制现状,探讨了在交通运输数据产生、存储、交换等过程中数据标准化存在的问题,并对交通运输数据标准的进

一步建设提出了解决思路和方法。

1 交通运输数据标准的编制现状和管理模式

1.1 交通运输数据标准编制现状

交通运输部关于交通运输信息化标准的编制和规划的主要思想体现在《交通信息化标准体系表(2013)》(以下简称为体系表)中。体系表按照3个维度对交通运输信息化标准进行分类,每个维度下有若干个分类。第1维度为专业领域维度;第2维度为信息化内容维度,包括5个2级嵌套子类,第1级子类使用100、200、…、500分类编号表示,每个子类下的2级子类使用其后2位区分,例如301分类表示第300分类中的第1个子类;第3维度为标准层次维度。数据标准主要是指在内容上对数据进行规定的标准,包含在第2维度的第300分类(信息资源标准)中。根据体系表统计,已发布的信息资源标准共129项,占总发布标准数的55%,已列计划的信息资源标准共63项,占总计计划标准数的56%,可见,信息资源标准在交通信息标准体系中占有重要地位。

由于体系表是以第1维度为主维度,没有形成单独的第2维度视图,本文总结了各专业领域中所有信息资源标准。信息资源标准包括3个子类,分别为301子类(数据与数据元)、302子类(分类及代码)和303子类(数据交换)。各子类中详细的标准内容见表1。

由表1可以看出,301子类中包含了一些管理类的标准,303子类中包含了一些接口实现标准,这种分类方法将信息资源的管理、技术和数据标准混为一体。为了更好地研究数据标准,建立数据标准体系,了解内在关系,本文根据标准内容将信息资源标准重新划分为以下4个类别。

表 1 第 300 分类中的标准
Tab. 1 Standards of 300th classification

分类	标准内容	数量/个	合计/个
301	术语(词汇)标准	13	65
	数据字典标准	6	
	数据元标准	24	
	元数据标准	3	
	信息集标准	4	
	信息技术编码规则	2	
	应用接口	1	
	数据管理机制要求	1	
	电子收费数据格式和技术要求	3	
	数据结构	3	
	道路交通信息服务各类信息标准	5	
302	具体交通运输对象的分类及其代码	56	56
303	报文内容和格式(即接口参数、交换字段等)	60	72
	接口实现标准,对接口的实现要求包括传输方式、平台性能、传输流程、编码方式等进行规定	12	

(1)管理标准,包括术语标准、管理机制、注册、总体要求、模版等标准,主要规定数据管理及标准编制要求等。

(2)数据定义标准,包括数据元标准、分类和代码标准、数据字典标准、信息集标准、元数据标准等,规定专业领域中的数据项的定义、格式、类型、单位、值域及约束等属性。

(3)交换标准,规定系统间交换的数据内容和格式,包括报文、数据结构等标准。

(4)接口实现标准,对交换传输方式、交换流程、交换平台的性能及稳定性等进行规定。

可见,从技术内容角度,类别(2)、(3)属于数据规定的核心标准,类别(1)、(4)属于数据管理、应用等方面的辅助标准。

1.2 交通运输数据标准管理模式

现有标准编制管理主要采用自下而上的模式。在《关于印发交通标准化工作规则的通知》中提出了工作规则,规定各企事业单位、研究机构、标委会等在工程实践或研究工作中,如果认为需要制定某个方面的标准,则应向相应的专业标准化技术委员会或者直接向交通标准化主管部门提出标准立项申请,由主管部门组织专家进行评审,确定后进行立项编制,具体管理由各个标委会归口负责。相关的交通运输信息化标委会包括全国智能运输系统标准化

技术委员会、全国集装箱标准化技术委员会、全国物流信息管理标准化技术委员会、交通运输部信息通信及导航标准化技术委员会等。标准体系中的数据标准即分属这几个主要的标委会及相关标委会归口负责。

2 交通运输数据流程与标准化需求

为了便于讨论数据标准建设中存在的问题,本文首先分析了交通运输数据标准的需求。数据的生命周期一般包括产生、存储、共享交换、应用几个环节。结合中国交通运输信息化的现状和发展阶段,总结了典型的交通运输信息产生和流转的一般流程,见图 1。

2.1 交通运输数据的产生及其标准化

交通运输数据产生自业务系统和其他自动化或者手工方式。例如,一些专用的计算机软件、管理系统、办公系统等对有限的输入进行计算、存储并与用户交互,形成了更为丰富的数据;或者通过自动化或半自动化的信息采集仪器,如全站仪、核子密度仪、检测仪等,对交通运输物理目标进行测量、检测、计算,形成交通运输数据;或者采用传统的人工方式填写纸张和电子报表,形成交通运输数据。

交通运输数据产生时的标准化主要包括数据描述、数据定义和数据约束等方面:数据描述标准化对数据的名称进行标准描述,保证不同人员对自然语言的无歧义理解,例如术语标准、数据元名称等;数据定义标准化以单个的数据项为单位进行数据定义,以保证数据类型、格式、值域和单位等的一致性;数据约束标准化主要规定了数据集的属性,包括集合中数据的必要性和出现次数等,某个对象的标准描述、接口内容等都是数据集。这 3 个方面的标准化保证了数据产生过程中单个数据的准确描述和定义一致,以及数据集的内容完整性。

2.2 交通运输数据存储及其标准化

根据中国交通运输条块管理的特点,交通运输业务主体包括交通相关企事业单位、交通运输部及各省、市、县级交通主管部门等。相应的数据也由各业务主体负责管理和维护,对应的数据存储层次包括应用系统数据库、省市级业务单位数据中心、市级数据中心、省级交通信息数据中心和交通运输部数据中心等。

虽然数据在产生阶段具有统一的定义,但是,由于多级存储体系和海量存储特点,对标准化也提出了需求,包括以下 3 方面。

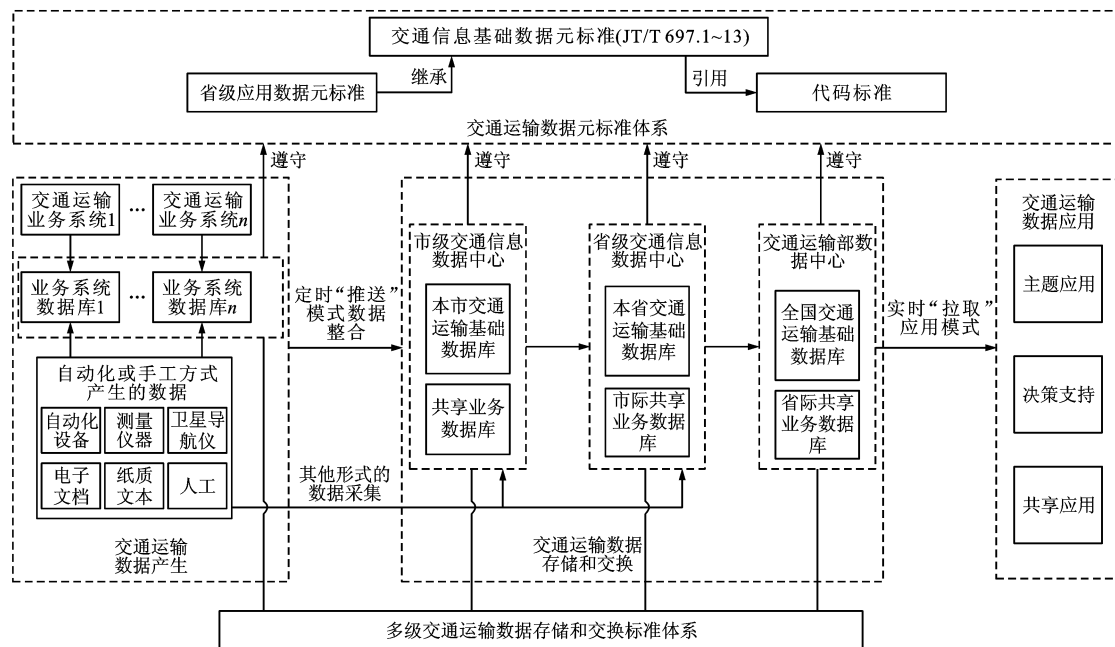


图1 交通运输数据一般流程

Fig.1 General process of transportation data

(1)元数据定义相关要求。元数据是对数据进行描述的数据,是数据共享的基础。

(2)数据存储层次标准化要求。根据交通运输行业管理的特点,对数据进行层次划分,以形成良好的层次结构,便于数据管理和保证“一数一源”。

(3)数据层次交互的标准化要求。规定不同层次数据之间的交互方式,以便于形成更为广泛的云存储体系或者分布式存储体系。

上述数据存储3个方面的标准化中,元数据保证了数据集描述的标准化,使得数据集可以使用标准的方式进行公示。数据存储层次和层次之间的交互标准化使得海量交通数据实现有序存储并且在不同层级之间交互有方。

2.3 交通运输数据共享交换及其标准化

数据的共享交换从技术上包含共享和交换2个层面的内容。共享是指公布本系统的数据资源,并允许他人访问。交换是指与其他系统进行单向或双向的数据传递。共享不一定交换,但交换的前提是共享。共享方是被动的,交换过程的双方都可能是主动的。数据共享交换在交通运输行业中存在广泛的需求。其标准化需求至少包含以下4方面。

(1)数据共享方式的标准化。对数据共享的方式进行推荐和标准化,便于用户进行访问,并促进管理部门数据的共享。

(2)交换数据表示的标准化。对数据交换内容的表示方法进行标准化规定,便于异构系统进行非

定制交换,实现机器可读的目标。

(3)数据交换方式的标准化。对数据交换的实现方式进行标准化规定,便于异构系统之间的交互。

(4)数据交换内容的标准化。对交换内容进行规定,满足业务的需求。

以上4个方面的标准化覆盖了数据交换中的数据共享、数据表示、数据内容和交换实现,保证了交换过程各个环节的标准化。

2.4 交通运输数据应用及其标准化

除了满足自身业务系统应用需求外,交通运输数据主要应用领域包括公众服务和行业决策支持。其用户对象包括交通运输业务主体和社会公众。对于交通运输业务主体,数据应用模式包括共享数据模式和数据交换模式,在共享交换部分已经提出标准化的要求。对于社会公众,交通运输系统应能够提供各种形式的信息服务,满足社会公众对交通运输信息的需求,例如交通状况查询、出行方式和时间查询、预定等。数据应用的标准化需求主要包括服务方式和内容的标准化、决策支持方法的研究和标准化。

通过以上几个方面的标准化,能够最低限度保证数据的标准化产生、流转和应用,发挥数据的效能。但从现有标准体系来看,除了管理标准,技术标准只覆盖了数据定义类标准和交换标准中的内容和实现标准,数据完整流程中还有许多方面的标准尚属空白。在已发布的标准中,也存在标准内在关系

割裂等问题。下面结合标准管理工作及以上几个方面,论述相关研究及存在的不足。

3 交通运输数据标准规定与研究不足

3.1 交通信息标准管理和总体规划方面的不足

现有交通信息标准编制管理主要采用自下而上的模式,对于专用标准,由于标准之间交叉较少,该模式运行良好,但是对于数据标准则不然。由于交通运输专业领域之间的数据表述存在交叉,在编制各专业领域数据标准时,除了本领域的数据表述外,不可避免会涉及到交叉领域的数据表述,尤其是当标准同时编制时,各编制组不了解对方的细节,则会产生标准不一致的问题。另外,由于各专业标委会所负责管理的交通运输专业领域划分不清,造成标委会工作业务范围的重叠。例如:对于数据元标准,信息通信及导航标准化技术委员会归口编制了《交通信息基础数据元》系列数据元标准,全国智能运输系统标准化技术委员会也编制了《智能运输系统数据字典要求》(GB/T 20606—2006)、《停车诱导信息集》(GB/T 26770—2011)、《道路、水路货物运输基础数据元》(GB/T 26768—2011)、《道路交通管理数据字典 交通事件数据》(GB/T 29096—2012)、《道路交通管理数据字典 交通检测器》(GB/T 29095—2012)等数据元标准。另外在体系表中拟编制的 21 项 301 子类的标准中,大部分也是数据元标准。由于交通运输专业领域的广泛性,交通标准化主管部门难以把握标准的细节,只能依赖编制单位自行把握。编制单位往往从自身标准建设需求出发,而缺少对交通运输信息化的整体考虑。对已发布的相关数据元标准进行检测时,发现其中存在较多重复定义、不一致定义的问题,并且引用关系简单,缺乏层次关系。长此以往,就会出现标准越多,数据关系越乱,共享交换就越困难的问题。

在总体规划研究方面,体系表从管理角度将现有的信息资源标准分为 3 类,将标准的层次分为基础标准和专用标准,作为标准体系,这样的分类清晰,概括全面,使交通运输各专业领域的读者能够完整地了解到标准概貌,但标准之间的内在关系往往无法表现出来,尤其是数据标准,数量众多,分散在专业领域维度中,给专业领域之间标准的一致性带来隐患。在体系表最后提出将信息资源标准的建设作为交通信息化标准化工作的重点方向之一,但是未对具体的内容和方向进行规划和引导。

张绍阳所在的科研团队正在开展“交通信息标

准一致性检测关键技术研究”科研项目,期望可以实现立项时即检测标准草案与已有标准的一致性,并给出相应的一致性建议。对重复规定较多的草案,不予立项。研究成果将为交通标准化主管部门提供一种形式化审查方法,但是,仍然无法建立数据标准之间的内在联系。

交通运输部在交通运输经济运行分析工作制度的通知中公布了 27 套统计报表,该报表从另外一个角度反映了部级的数据需求分类,但交通统计工作的开展主要是从国家有关经济运行分析要求出发,不能全面反映部级管理、决策支持等方面的数据需求。

综上所述,交通运输行业数据标准在总体规划方面尚缺乏成熟、公认的顶层设计,各业务领域各自为政,在较大程度上阻碍了数据标准的发展,给大范围的交通运输信息化工作和数据共享交换带来隐患,并且给管理职能的明确划分也带来问题。

3.2 交通信息数据定义标准规定及研究不足

交通信息数据定义标准是交通运输数据产生过程中最重要和最基础的标准,现有标准体系中这类标准占有较大比重,其中,《交通信息基础数据元》(JT/T 697.1~13)标准及其引用的分类和代码标准等是交通运输行业数据定义基础标准。数据元是指通过定义、标识、表示以及允许值等一系列属性描述的数据单元。

理论上,交通信息基础数据元是对交通领域基础性数据单元的描述,在其基础上增加领域限制可以衍生出细分领域的应用数据元,增加空间限制可衍生出空间限定的应用数据元,增加时间限制可衍生出时间限定的应用数据元等。例如桩号是交通运输业务中特有的称谓,具有特定的表示方法,因此,桩号就是一个交通信息基础数据元,基于该数据元可以衍生出许多应用领域的的数据元,例如晴雨通车路段起点桩号、断头路段起点桩号、G6 起点桩号、事故发生点桩号等。但在交通信息基础数据元的编制中,由于业务领域众多,编制人员分散,对基础数据元的认知水平各异,并未完全遵从以上规则。从编制历史角度看,在标准建设之初,为了使数据元的建设能够与实际相结合,许多应用数据元混杂在交通信息基础标准中。例如上述桩号衍生的部分应用数据元就是从 JT/T 697.2 中摘录的,这种情况在一定程度上降低了标准的基础性。JT/T 697.10 交通统计基础数据元的编制说明中指出,该标准仅规定了统计指标的指标名称、计量单位和计算方法,对于时间限制和空间限制则不予明确规定。以公路里程

数据元为例,仅规定了数据元名称(即公路里程)、计量单位和计算方法,对于该指标的时间限制,即是月报还是年报,是2008年的公路里程还是2006年的公路里程,以及该指标的空间限制,即是北京市的公路里程还是湖南省的公路里程则不做规定。可见,不同编制组对标准的基础性的理解不一致。

这种情况造成了一个问题,即由于交通信息基础数据元的基础性不足,在应用数据元编制时,无法进行纵向扩展,即无法根据基础数据元产生应用数据元,而只能增加新的数据元进行横向扩充。在交通信息资源整合工程中,山东、浙江、陕西、辽宁等多个省份都建立了自己的数据元,但是这种建立不是在交通信息基础数据元标准上扩充的应用数据元,而是认为部颁标准不足而进行的扩充。另外,由于注册机制没有启动,造成各省在编制工作中出现大量的重复定义和不一致定义的数据元。

理想的交通信息数据元模型应该是一种可扩展、定义一致、能够满足各类交通运输信息系统需求的层次模型。在数据元层次结构研究方面,已有研究按照不同方法建立了数据元层次模型。张绍阳等提出并建立了交通信息基础数据元层次结构模型,将交通信息基础数据元划分为基础数据元、抽象数据元及标准规定数据类型3个层次,对已颁布的JT/T 697.1~13进行了层次结构的建立,抽取的73个抽象数据元覆盖了JT/T 697.1~13中55.35%的交通信息基础数据元^[2]。在交通信息基础数据元标准总则2013年修订版中,采用了部分抽象数据元,这些抽象数据元使得不同业务领域的数据元定义都能够进行引用,提高了数据元表示的一致性,并且修订版中给出了省级数据元扩展的编码规则,为扩展提供了便利。

张绍阳等还对中国公路建设、养护和管理的层次进行了抽象,基于信息粒度理论,提出并建立了数据元的管理维度分类方法,将管理维度和业务领域2种分类方法结合形成二维数据元分类方法,并对现有公路信息基础数据元重新进行了分类,具有层次结构的初步思想^[3],但研究没有涉及数据元内部的一致性和关系。

陈晓静研究了陕西省公路信息基础数据元集的编制总则,给出了数据元集的建设依据、规范性引用文件、适用范围及编制原则,在总结现有数据元分类方法的基础上,采用增加管理维度的二维分类方法对陕西省公路信息基础数据元集进行分类,给出了数据元的二维分类模式视图^[4]。

张小惠提出一种包括XML内建数据类型、元

元类型和元类型的3层数据元模型,研究基于数据元的交换问题,其最上层为XML内建数据类型,元元类型层为从交通信息基础数据元抽取出来的共性数据类型,元类型层为交通信息数据元所代表的数据类型^[5],该研究与抽象数据元的思想类似,涉及到数据元的一种简单继承关系。

国标元数据注册系统(MDR)标准详细描述了数据元的概念、框架、理论等,但该标准没有定义元数据的层次或级别,是一个通用的描述框架,不解决其他的数据管理需要,各行业需要在其基础上进一步细化本身的数据管理规则。

刘永涛根据MDR的上一个版本给出了数据元的一种标准化模型,将数据元模型分为概念层、通用层和应用层,将组成数据元的成分以及数据元值域等要素有机联系在一起,描述了对象类、特性、表示、数据元概念、通用数据元以及应用数据元间的关系,并描述了自上而下和自下而上数据元的建立方法,对行业数据元的建立具有一定的作用^[6],但也是一种通用的框架,对于交通运输数据元标准编制的组织管理仍缺乏针对性的参考。

Wen等使用语义树的方法直观、正式地建立数据元概念之间的联系,包括属性、对象类和表示,在语义树的约束下,实现应用数据元的自动建立,并研究了基于语义树的数据元语义相似度算法^[7-8]。基于语义的方法属于实现层次的技术方法,在数据元建立时具有重要的参考作用。

可见,在通用领域和其他行业,相关研究虽给出了一些数据元通用的描述框架,但未建立适用于交通运输领域的参考模型。交通运输行业的部分研究从一定程度上建立了数据元之间的内在关系,但关系简单且未进行统一,这种情况造成数据之间的关系割裂,因此,亟需建立交通运输数据定义标准的体系,规范并理顺现有标准之间的关系,为下一步数据定义标准的建立提供指导,保证数据元标准的一致性。

另外,数据产生过程中关于数据集合的标准很少,部分元数据标准属于这类标准^[9]。数据元标准虽然按照业务领域和对象进行分类,但其本质上还是对单个数据项的定义,未对数据集合进行明确的规定。

3.3 交通运输数据存储研究及其不足

目前,部省两级交通数据中心框架形成了一批行业基础数据库,数据服务能力得到有效提升,但是,交通数据中心的建设远未完成。《公路水路交通运输信息化“十二五”发展规划》中明确提出,需要完

善部省两级数据中心体系,提升行业数据服务能力,提高数据资源共享水平。

理论上,不同的管理层次关注目标不同,对数据的需求也不同。但对多个交通数据中心建立过程的研究中发现,有的数据中心全盘拷贝业务系统数据库,这种简单处理方法使得数据缺乏有效组织,不能保证“一数一源”,难以进行深入应用,另外,难以建立数据维护的长效机制。分析其首要原因应是没有有效开展共享交换和综合应用,下文将对此进行分析。另外,交通信息数据缺乏层次规范也是重要原因之一。首先,由于缺乏交通信息数据层次规范,数据中心开发单位根据自身的理解建立数据中心,验收单位往往只看是否达到工可批复中要求的功能,而对于内部数据组织的质量,因为属于系统的可维护性范畴,不好评价,这样,施工单位由于种种原因,如担心漏掉有用的数据项、延误工期、对数据组织的认知水平有限以及缺乏监管手段等,不愿在此处多下功夫,使得数据中心的质量下降,难以发挥长期效益;其次,由于未对数据进行深加工,使得数据中心的数据质量反而不如业务系统本身的数据库,在未有效开展共享应用以前,缺乏数据更新的动力,因此,数据中心的数据不能及时更新,反过来又限制了应用的开展。

交通运输数据存储方面的标准尚属空白,本文总结了在工程应用和研究中,进行的一些有益的探索。交通信息资源整合与服务工程初步设计中提出了按照基础数据库、业务数据库、主题数据库进行分类的思想对交通运输数据进行分层。王志伟在资源整合工程的基础上,结合黑龙江省交通信息数据中心的建设工作,提出黑龙江省交通省级和业务局两级数据中心的设计构想,围绕数据资源体系、数据安全、数据存储、数据管控、数据交换及数据应用进行了设计,在数据存储中,分为主题数据库、数据仓库、元数据库和基础数据库几个部分进行设计^[10];汪祖云以北京市为例,提出了交通信息数据中心建设的总体框架,包括基础环境、业务系统数据库、共享交换平台、中心数据库、数据应用几个层次,将数据中心划分为源数据层、数据采集层、数据存储层、数据应用层和数据展现层^[11];Zhou 按照交通信息资源整合与服务工程的思路论述了安徽省交通数据中心的数据层次^[12]。但以上工作基本上都是在初步设计层面进行的概念划分,在工程实施中缺乏具体、可操作的要求。

在基于数据仓库的交通运输数据组织的研究

中,宣晓鸣提出面向交通的数据仓库系统设计,包括交通历史数据、空间数据、统计分析数据、决策数据,以及相关的交通数据挖掘、分析和决策支持算法等^[13];杜勇等综合考虑交通行业领导决策、业务人员业务管理、社会公众出行及信息资源共享交换的需要,提出按照统一的目录和数据标准,构建综合交通信息资源数据库^[14];闫凤良提出总体上采用逻辑集中式管理控制与物理分布式存储相结合的体系结构,即在分布式模式的基础上,一方面建一个全局的中心共享数据库,专门用于存放各部门高度共享的数据,包括全局数据词典库、共享数据库、数据仓库和全局访问权限控制,同时也可存放各部门数据的复本和各部门自治数据库异地备份数据等,另一方面在每一部门建立一个局部共享数据库,专门用于存放其他部门需要访问本部门的数据,这部分数据是在本地自治系统中动态或定时抽取的,可采用大型数据库的分区、并行处理、复制等分布式处理技术把中心共享数据库和分布在各部门的局部共享数据库逻辑集中在一个统一的共享数据库中^[15];王永明等将数据中心分为基础数据库、业务数据库、主题数据库、元数据库以及共享数据库 5 部分,其中,共享数据库处于数据采集交换体系的最前沿,其直接通过各种数据采集交换方式从数据源获取数据^[16];郑超以长沙市智能交通信息指挥系统的实施为背景,考虑交通信息属性多、海量的特性,按照数据仓库模式,建立了长沙市智能交通数据仓库^[17];宋鸿等在重庆市智能交通诱导系统中,通过动态数据采集接口层与各子系统建立连接并进行数据采集,将采集到的数据按照事先制定好的标准数据格式统一存储,存储采用数据仓库形式^[18];刘让国提出采用 OWB 软件工具进行数据采集和管理,对数据仓库元数据的相关性管理和元数据的导入导出进行了阐述^[19]。数据中心或数据仓库的建立虽然已经有较为成熟的方法论和研究,但是,由于这些流程是从信息处理、存储、检索和应用等通用角度进行论述,没有针对交通运输行业信息组织方法的具体理论。交通运输数据仓库的研究大多是从概念上进行论述,是数据仓库基本理论的复制,未从行业角度建立良好的数据层次。交通运输数据存储层次应结合交通运输行业的管理模式和业务特点,建立部、省、市、县业务系统的存储层次模型和层次交互关系。

由浙江协同数据系统有限公司负责的交通运输科技项目“跨区域智能航运数据库群及交换平台关键技术研究”,提出采用开放组架构框架进行航运数

据资源库群的建设,该方法通过详细的方法论和一系列工具,开发业务、数据、应用和技术架构,有助于业务和IT需求的衔接,但也是一套通用框架,属于方法论的范畴。

在道路运输数据体系研究方面,山西省道路运输管理局承担了道路运输信息化顶层设计课题,在内容上涉及到道路运输信息化业务、数据、应用、安全等6大构架,但在数据框架方面,未能进行深入的规划。“十一五”期间实施的“部省道路运输信息系统联网系统”对各省到部数据中心的指标项进行了规定,共包括了32个指标项。目前,中国交通通信信息中心正在编制全国道路运输信息系统交换与共享规范,对地方基础运政系统、部省联网与交换系统、部应用系统及其他相关系统之间的接口等进行了规定,包括了对接口输入、输出参数的详细说明等,部分省份已经开始试点实施。指标项和规范都隐含了部级道路运输数据和省级道路运输数据的要求,但未进行进一步的细化和规范形成层次。

综上所述,虽然已有一些较为成熟的方法论,但中国交通运输数据存储层次体系尚未达成共识,未形成具有操作性的标准规范。当前,交通运输数据中心的建设尚处在各自为政、质量严重依赖设计开发人员水平的阶段,非常不利于交通运输数据资源的积累。

3.4 交通运输信息数据交换标准规定及研究不足

共享和交换是发挥交通信息数据效能的唯一途径,这是交通运输部信息化工作的总体思路,也是交通运输行业中领域专家的共识。共享交换工作任重而道远。目前,交通运输信息共享交换的标准规定和工程实施主要包括以下3种。

(1)专用的系统交换要求。代表性的标准包括《道路运输管理与服务系统数据交换接口》(JT/T 785—2010)、《道路运输与交通信息技术电子收费(EFC)参与方之间信息交互接口的规范》(GB/T 20610—2006)以及正在编制的水路运输管理系统技术要求和接口规范、内河航道管理系统技术要求和接口规范、出租汽车服务管理信息系统共享交换规范等,这些接口规范规定了本业务领域的交换要求,其交换需求是为了满足本业务领域的管理要求。这种交换模式的优点是效率高,实现简单。但由于不同业务系统建设单位各自规划,独立建设,封闭运行,形成了条状的交换格局,各条之间形成了数字鸿沟,无法满足日益增长的综合业务管理和政府决策数据支持的需要。

(2)通用的交换方式。正在实施的公路水路安全畅通和应急处置系统、交通运输经济运行监测预警与决策分析系统等“十二五”交通运输信息化重点工程中配置了企业服务总线(Enterprise Service Bus, ESB),提供和实施数据交换服务,其基本思想是利用面向服务架构(Service Oriented Architecture, SOA)实现交换功能,ESB提供服务的寻址、路由、映射等功能。道路运输信息系统部省联网工程采用中间件产品“东方通”实现数据指标的交换,中间件能够提供数据交换的映射、安全、监控、路由、协议转换等功能。

(3)数据资源目录方式。部颁《公路水路交通信息资源目录体系总体框架》对资源目录体系的建设提出了要求。在交通信息资源整合工程的建设中,重庆、四川等省市都建立了信息资源目录,期望实现信息的交换。资源目录体系能够实现所拥有信息资源的公示,但其本身不提供交换能力。

分析现有的交通信息化标准规定和工程实施,无论是哪种交换方式,都无法解决交换系统的封闭问题,其主要原因在于交换内容及方式的人治特征,即如果需要某个系统的某些数据,则需要专门开发或者修改接口。通用的交换方式较为灵活,可以通过配置的方式来实现,但仍不能摆脱人工参与。由于交换需求具有不断变化的特征,现有的几种模式都使得数据交换成本增大,久而久之,除非常必要的交换,系统之间尽量减少交互,即使是迫不得已的交换需求,其难度也较大。在“十二五”多项交通信息化工程中,一些基本数据的采集动辄需要上千万的建设资金,这从一个侧面反映了现有交换体制的问题。

在交通运输数据交换内容的格式研究方面,杨扬等在公共交通信息数据交换中提出应用XML实现异构系统之间的数据交换,这样各个子系统可以在不改变运行规则的前提下,进行数据的交换与共享,并且易于为其他新加入的子系统扩展通讯,因此,XML将有效地通过信息这个纽带充分协调整个城市公共交通系统,保证一体化交通高效协调运作^[20];王辉等设计了交通科学数据共享平台,采用数据库全文检索系统(TBS Search)、资源发布服务系统(TBS RPS)和数据库管理系统(SQL Server),满足交通运输领域积累的海量科学数据资源的整合、优化与共享,该平台建立了采用XML格式的《交通运输科学数据共享元数据标准》,实现了多种格式的元数据之间的任意转换^[21];常志国等提出了

交通信息基础数据元的 XML 模型,为交通运输信息系统的交换标准化奠定基础^[22];康红霞等根据交通运输共享交换的信息资源特点和要求,提出一种数据交换模型和结构及数据交换方案,数据交换系统采用基于 XML 的信息封装方式,将交通运输业务系统存储的数据转换为统一、标准的 XML 信息格式,统一存储到数据中心,同时也把数据中心的数据转化为 XML 信息格式,供其他系统应用,从而完成各系统之间的数据交换^[23];韩海航等从公路基础属性数据、公路地理信息数据、公路业务管理与统计数据以及省级公路管理部门与地区、县等基层公路管理部门间的信息交换管理等多个层面出发,对数据对象进行了规范化组织分类,并约定了统一的命名、格式、编码规则和值域代码标准,为构建全省性的资源整合库以及实现公路资源数据共享奠定基础^[24];文静介绍了四川交通运输信息资源交换共享平台的设计和实现,交通运输信息资源数据交换系统采用基于 XML 的信息封装方式进行数据交换,形成通用的格式和统一的接口进行交换和表示,不同源的数据被封装到 XML 数据包中,这些数据包有统一的数据包头,它们包含了很多的处理参数和为了进行安全和事务处理所准备的特殊字段的描述^[25]。这些研究和应用表明,基于 XML 的数据交换格式表示适合交通运输行业信息系统异构、复杂的特点。

在交通运输数据交换实现方面,王志伟结合黑龙江省交通信息数据中心的建设工作,认为数据交换的核心内容是数据交换平台的建设,提出通过数据交换平台完成批量数据交换以及通过 ESB 完成实时数据获取,一方面提高数据 ETL 的效率,缩短数据捕获时间,以提高数据中心的数据实时性,更好地支撑业务单位对实时数据的应用需求,另一方面也为系统间的基准数据管理奠定基础^[10];汪祖云以北京市为例,提出了数据共享交换平台的设计思路,认为交通行业各应用系统之间的信息交换与共享难度大主要是由应用系统和信息资源的异构性造成的,包括硬件平台、操作系统、数据库的异构性,也包括信息资源在语法、语义方面的异构性,还包括各职能部门在业务特点、工作方式上的差异等,因此,共享交换平台应以面向服务体系结构(SOA)为框架,以 ESB 为基础,采取松散耦合方式构建,平台能够提供跨平台数据交换服务,能够对数据转换和传输过程实现集中统一控制和规范管理,同时还能保持各业务系统的独立性^[11];鹿应佳设计了吉林省道路

运输系统,通过引入计算机支持的协同工作技术(CSCW),提出资源整合、协同式网上办公的设计思路,实现资源共享,该系统可以实现不同地域间的管理人员协同完成道路运输管理工作,强调系统工作的整体性,不同地域间工作的协同性^[26];邹宇等以贵州省为例,探讨了信息资源规划和数据交换共享平台的建设思路,其中数据交换服务依托于数据交换平台软件,主要用于源系统数据获取、数据容灾、主数据管理等方面,在数据交换方式上采用前置机、中间库模式(先由源系统开发单位开发数据接口并推送数据至中间库,再通过数据交换平台将中间库的数据抽取至数据中心)和基于日志变化的数据捕获模式(通过数据交换平台软件来实现对数据源的非侵入式采集)^[27];夏军以山东省为例,实现跨省道路运输行政执法(违章)信息共享,道路运输综合查询统计分析,道路运输公共信息服务功能^[28];焦宝认为中间件是解决分布异构问题的较好方法,基于中间件技术设计的城市交通信息平台可以有效实现对已有系统的信息整合,为交通信息平台用户的信息需求提供数据支持^[29];王辉等系统阐述了交通科技信息资源共享平台标准体系框架的结构、主要内容及 4 个主要技术标准的编制思路、主要内容、应用领域等^[30]。以上成功案例的共同点在于应用一种松耦合的组件式交换模式实现交通运输信息系统之间的交换,包括中间件、SOA、ESB 等都具有相似的特点。

电子政务中的共享交换模式发展较早,相关研究对交通运输行业的交换也具有参考作用。张新宇等从协同学角度构建电子政务系统中信息资源共享子系统与业务子系统的协同模型,该模型中初始状态下各部门的电子政务系统建设是各自孤立的,呈无序状态,在一定的外界环境和业务需求推动下,发生由序参量协同作用形成新的有序状态的涨落,序参量通过业务需求信息的不断输入及业务应用信息的不断输出,通过正反馈维持自组织的现行结构,并通过新的涨落来获得发展^[31];李阅苗通过制定企业基础信息交换流程和共享指标体系,建设企业基础信息交换平台,实现工商、国税、地税、质量技术监督等部门间企业基础信息的实时交换^[32]。

在通用的信息系统交换中,郭晓丽等提出基于数据元的 DRM 四层数据共享与交换模型,模型采用基于数据元的公共数据描述,给出了语义模型的构建规则,提出基于服务的数据交换方式,从而达到不同用户对数据理解的一致^[33];周芳提出一种基于模型驱动的元数据管理技术,参照 XMI 元数据交换

标准,以 XML 作为中间数据文件格式,制定了统一的元数据交换格式,来实现元数据在异质异构环境中的共享^[34];郭向阳基于数据库复制技术提出数据交换平台研究与实现^[35];闫凤良认为由于在交通信息共享平台进行共享和交换的数据来自不同的应用系统、不同的数据库,因此,透明地操作多种数据源成为一个关键问题,提出利用 XML 实现异构系统之间的数据交换,保证交通运输系统信息共享,并实现与其他信息系统的互联与集成^[15];张晓钧基于 CWM 标准,运用 J2EE 体系结构和三层应用框架的方式,结合数据集市,采用页面元数据自动抽取技术和改进的元数据编辑器技术,通过 e-government 数据交换平台设计,实现浦东新区各委办局信息系统的统一元数据管理系统^[36];莫赓等设计了电子政务信息交换平台,数据交换模式包括 3 大类,即点到点、点到多点和共享,提供了 3 种主要的交换模式实现这 3 类交换,包括基于消息/事件驱动的交换模式,基于请求/响应的交换模式,基于发布/订阅的交换模式^[37]。

正在进行的交通信息化基础性标准(一期)项目中,提出了交通运输数据交换通用规则(简称 tXml),该规则对交换报文的格式、表示、加密及压缩等进行规定,但未涉及交换方式。正在研发部署的道路运输联网与交换平台提出采用 Web Service 模式实现全国道路运输信息系统之间以及和部管理系统之间的数据交换。这些交换模式的设计和对于更大范围的交换构建都具有一定的参考价值。

综上所述,在交通运输行业,各业务领域系统内部的交换已经制定了一些标准,并已发挥作用。相关的研究也奠定了良好的技术基础,但从整个行业来看,研究尚缺乏一种开放、系统的共享和交换机制,以覆盖交通运输数据交换的全过程,并形成标准,实现更大范围的安全、可控、畅通的共享,发挥交通运输信息数据的综合效益。

3.5 交通运输数据应用研究及其不足

信息化的核心价值一方面在于效率,更重要的一方面在于效能。效能是多层面的,单个业务部门、省市级的业务领域、行业甚至国家,不同层面的效能具有不同的含义。效能一个重要的体现方式在于决策支持能力的提高。虽然决策支持不属于数据规范方面的问题,但是,决策支持应是引导数据规范的重要动力之一,因为决策支持不仅需要本业务领域方面的数据,往往需要其他相关方面的数据进行支撑,对数据的共享交换的程度和范围都提出很高的要求,因此,决策支持方面的研究和应用是推动数据规

范工作的重要动力之一。

交通运输信息化“十二五”规划的重大工程之一“交通运输经济运行监测预警与决策分析系统建设工程”中体现了交通运输部对决策支持方面的重视,该工程分为 2 步执行,首先建立交通运输统计信息系统,然后在此基础上建立交通运输经济运行分析监测预警和决策分析系统。实际上从交通信息资源整合与服务工程起,交通运输的决策支持就已经成为信息整合的目标之一,大多省份在工程设计中都有交通综合运行分析系统的建设任务,但从各省的工程设计和执行情况来看,决策支持大多体现为简单的统计功能,较好的情况是使用联机分析处理(OLAP)技术进行数据的钻取、切片、切块和旋转等,实际上还是一种多维的复杂查询和统计技术。出现这种情况是可以理解的。众所周知,决策支持模型的建立是困难的,决策过程涉及到多方面利益的平衡,是一种高度抽象的思维活动,受到了政治、社会、文化等多方面的影响,因此,一个满意的模型需要经过长期的研究、实践检验,并与时俱进,才能保证其生命力,仅靠示范工程的设计解决决策支持的问题,其难度是可想而知的。

在学术研究领域,对各类决策支持方法的研究较多^[38-40],但是,由于数据的来源受限,绝大多数都是根据有限的数据进行的理论分析,随着交通信息化的深入开展,交通基础数据越来越多,这些决策支持方法和模型极少有能够直接应用于现有系统中,形成标准化的决策支持方法。

4 交通信息数据标准研究方向及思路

4.1 交通信息数据标准总体规划研究

对于内在联系较为紧密的数据标准系列,需要进行总体规划,包括内容上和层次上的规划。各单位在提出标准时应该了解所提标准在体系中的内在层次,在编制时也应该很好保持标准一致性,即采用自上而下和自下而上相结合的方法。总体规划研究应包括以下 4 个核心内容。

(1)理顺各专业标委会之间的关系,依据标准体系表对标准的归口进行详细划分,建议建立信息化基础性标准工作组,协调各专业标委会之间的关系。

(2)明确基础标准和专业标准之间的内涵,梳理现有基础标准和专业标准,必要时进行修订,提炼跨专业领域的交通运输信息化基础标准,分离专业标准。

(3)对国标和行标的层次建立清晰的界限,避免

出现系列混乱,造成其他行业在遵从交通运输数据标准时的误解。

(4)根据各管理层次的职能和业务模型,包括国家层面、交通运输部、省级管理部门和业务局等,理清各层次对交通运输数据的需求,建立交通运输数据定义的层次体系、数据存储体系和共享交换体系。

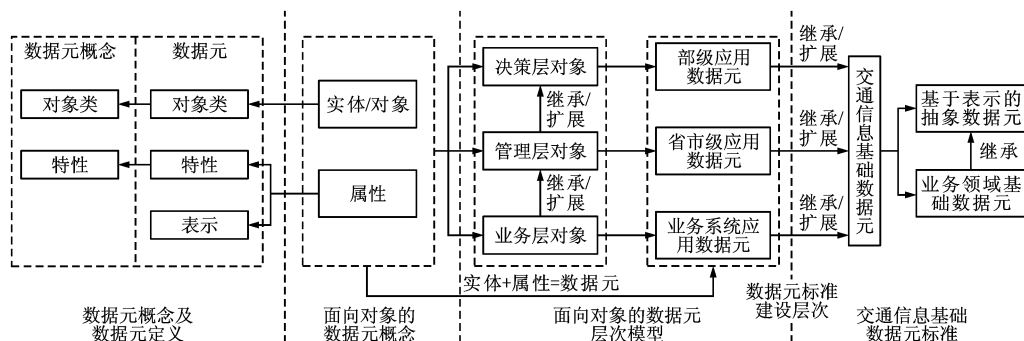


图2 统一数据元结构模型

Fig. 2 Unified structure model of data element

该模型表达了数据元的概念、数据元、面向对象的数据元概念、面向对象的数据元层次模型以及和现有的交通信息基础数据元之间的关系。图2中第1、2列表示了数据元的概念、数据元以及面向对象的数据元概念之间的对应关系。可见,数据元和面向对象的数据元概念是紧密相关的,对象类对应现实世界中的实体,特性和表示则是属性,也就是说,数据元本身就是一种面向对象的概念,因此,用面向对象的方法描述数据元结构是可行的。第3列中表示了对象的层次概念及其对应的数据元。交通运输对象是分层次的,即不同的管理层,其关注的交通对象是不同的。例如:在道路运输管理中,交通运输部不会关心某个经营业户的具体信息,而对于省市级的交通运输管理部门,出于管理、监控、统计、行政许可和处罚等的需要,则会关心经营业户更细粒度的信息,而建设各种业务系统时,建设单位会关心自身所属的经营业户类别最细粒度的信息,会描述诸如货运站等经营业户的所有具体细节。这样,对于不同的管理层面,就有不同的管理对象,其属性就是对应管理层面的数据元。管理层次的继承关系便决定了数据元的继承关系。第4列表达了交通信息基础数据元内部的一种面向表示的数据元关系,其基本思想是将数据元中共同的表示抽取出来统一定义,例如各类人员的姓名与形成姓名抽象数据元,其目的是为了提数据元表示的一致性。第3、4列的交叉部分,是数据元标准的建设层次。交通信息基础数据元对交通信息中的基础数据进行了定义,第3

4.2 基于层次结构的交通运输数据定义类标准研究

数据定义类标准中的关键部分是交通运输数据元标准。面向对象的程序设计方法在软件开发中取得了巨大的成功,本文结合面向对象、管理层次和抽象数据元等数据元的编制思想,提出一种统一的数据元结构模型,见图2。

列中的各层次应用数据元可对其继承形成应用数据元,从而形成了数据元标准建设的3个层次:抽象数据元集、应用数据元集和交通信息基础数据元集。

以上的层次模型覆盖了交通运输数据元的编制内容,其核心的标准建设工作包括:抽象数据元集的建立;交通对象集及其属性的建立。通过以上层次结构的定义,在编制具体数据元标准时,只需引用或定义本层次的交通对象,继承抽象数据元,对属性进行定义,即可形成了本层次的数据元,使得数据元建设标准统一,解决标准间的冲突问题。另外,数据元定义简便,对于父对象中存在的数据元,子对象无需进行定义,并且由于面向对象数据元结构和主流的编程方法一致,数据元能够更直接地应用于业务系统建设中。

4.3 交通运输数据交换标准研究

交通运输数据共享和交换虽然在各个系统和数据中心的内容不同,但是数据共享交换是有共性的,通过对交通运输交换标准中规定的研究,本文提出了共享交换标准模型,为交换标准的建立和规划提供参考,见图3。在该模型中,交通运输数据使用标准的方式进行发布,交换双方在安全标准的保证下,通过通用的数据交换和接口访问协议,访问经过授权的、能够理解的数据,并进行高效传输。结合本文第3节中的研究进展,交通运输数据交换标准目前的主要任务包括以下3项。

(1)数据分级标准的制定。

(2)加快完成身份认证、交通运输信息系统共享

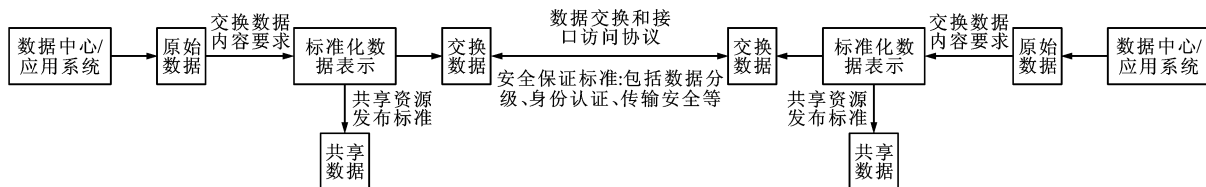


图3 交通运输数据共享交换标准模型

Fig. 3 Standard model of sharing and exchange of transportation data

交换通用规则等项目的工作。

(3)设计一种通用的数据交换和接口访问协议,满足大多数交换的需求。

4.4 交通运输数据存储结构研究

综合考虑交通运输行业信息化“十一五”期间的建设成果、用户习惯和数据中心的定位,本文将交通信息层次结构分为基础信息资源层、主题信息资源层、业务信息资源层、共享业务信息资源层4个层次,见图4。在该层次结构中,需要进行以下3方面标准的制定。

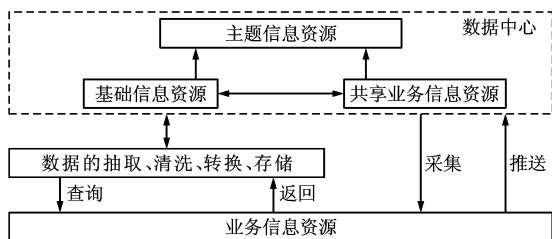


图4 交通运输数据存储层次结构

Fig. 4 Storage hierarchical structure of transportation data

(1)交通运输信息数据存储需求分析标准。广义地讲,需求分析描述软件系统的功能和性能,确定软件系统的边界和软件同其他系统元素的接口细节。数据中心需求分析标准应包括的主要内容有:标准的适应性分析方法,分析依据标准建立数据存储层次的合理性和适应性,并在分析的基础上,提出数据中心的扩充或者缩减的数据层次模型;基础信息资源需求分析方法,根据数据中心的层次,确定本中心的交通运输对象的粒度,分析其他业务系统对基础信息资源明确或潜在的共享需求,从而提炼本级数据中心所管理的交通运输对象及其属性;共享业务信息资源需求分析方法,分别分析数据中心的应用各方对共享业务数据的需求;主题信息资源需求分析方法,分析各类主题应用对数据中心的需求,包括决策支持需求、公众服务需求、其他应用需求等。

(2)交通运输信息数据存储层次中数据的定义标准。定义数据在存储层次结构中的来源和更新等属性,例如数据来源(业务系统、数据库、数据表)、数据的目标位置(业务系统、数据库、数据表)、数据类

型、更新频度、更新方式(推送、采集)、触发模式(定期、不定期)、触发周期、数据到达后的处理方式(增量、覆盖)等。

(3)层间数据交互规范。层间数据交互主要是指数据在不同数据层次或者数据库、数据表之间的移动和汇聚等。应规定 ETL 数据采集的实现方法(主动采集、被动推送)、采集周期(实时、定时、定期)、数据的映射规则、数据装载策略、触发器定义和管理等。

4.5 交通运输决策支持和应用研究

决策支持研究方向较多,本文中难以一一论述。随着交通运输信息化的发展,决策支持研究从大的方面应注重以下2方面的内容。

(1)加强基于交通运输信息系统和数据中心实时数据的决策支持方法研究。大量研究依据静态的、历史的甚至片面的数据提出决策支持方法,随着信息系统的建设和资源整合工程的开展,海量数据形成了丰富的决策资源,但已有研究大多难以为决策层提供参考,因此,在现有条件下,加强基于实时数据的决策支持方法研究,才能更好地为交通运输管理服务。

(2)加大对决策支持研究的支持力度。决策支持是使管理上水平、出效率的重要手段,是管理部门的主要业务之一。由于决策支持方法的研究不是一蹴而就的事情,需要长期的跟踪、实践和修正,需要大量人力、物力和时间的投入,因此,必须加大支持力度。

5 结 语

(1)交通运输数据标准对于交通运输信息化工作具有重要作用,但目前数据标准在管理、总体规划和编制几个方面都显得不足,主要包括信息化标准在专业归口重叠,总体规划研究不足,数据定义类标准缺乏体系,缺乏存储层次标准,交换基础标准研究不足以及决策支持标准研究匮乏等问题,给信息化工作带来不利影响。

(2)在进一步的标准建设工作中,建议加强基础性标准的管理和建设。管理方面包括成立交通

信息基础性标准工作组,加强数据标准的总体规划研究,加强数据定义类标准、交换标准、存储标准等的体系和基础性标准的研究,为更大范围的互联互通打下基础,避免形成新的信息孤岛。

(3)加强基于交通运输信息数据的决策支持和应用研究,加大支持力度,真正发挥交通运输信息化的整体效能。

参 考 文 献 :

References :

- [1] 杨洪义. 关于加强综合运输信息平台建设的探讨[J]. 交通部管理干部学院学报, 2009, 19(3): 13-19.
YANG Hong-yi. Discussion on strengthening the construction of integrated transportation information platform[J]. Journal of Transportation Management Institute of China, 2009, 19(3): 13-19. (in Chinese)
- [2] 张绍阳, 高航, 关胜超, 等. 交通信息基础数据元层次结构模型及其应用[J]. 长安大学学报: 自然科学版, 2013, 33(6): 79-83.
ZHANG Shao-yang, GAO Hang, GUAN Sheng-chao, et al. Hierarchical model of basic data element of transportation information and its application[J]. Journal of Chang'an University: Natural Science Edition, 2013, 33(6): 79-83. (in Chinese)
- [3] 张绍阳, 王选仓, 李志强, 等. 公路信息基础数据元二维分类及其应用[J]. 武汉理工大学学报: 交通科学与工程版, 2007, 31(5): 815-818.
ZHANG Shao-yang, WANG Xuan-cang, LI Zhi-qiang, et al. 2D-classifying method of highway information foundation data element and its application[J]. Journal of Wuhan University of Technology: Transportation Science and Engineering, 2007, 31(5): 815-818. (in Chinese)
- [4] 陈晓静. 陕西省公路信息基础数据元集编制研究[D]. 西安: 长安大学, 2009.
CHEN Xiao-jing. Study on the compilation of Shaanxi highway information basic data elements set[D]. Xi'an: Chang'an University, 2009. (in Chinese)
- [5] 张小惠. 公路信息基础数据元及其应用研究[D]. 西安: 西安电子科技大学, 2011.
ZHANG Xiao-hui. Research on highway information basic data element and its application[D]. Xi'an: Xidian University, 2011. (in Chinese)
- [6] 刘永涛. 数据元标准化模型研究[J]. 科技信息, 2010(30): 145-146.
LIU Yong-tao. Standardization of data elements model[J]. Science and Technology Information, 2010(30): 145-146. (in Chinese)
- [7] WEN Bi-long, ZHANG Li. Defining semantics for data element with semantic tree[C]//IEEE. 2008 International Symposium on Information Science and Engineering. Shanghai: IEEE, 2008: 524-527.
- [8] 文必龙, 史春波, 关翔瑞. 一种数据元语义描述方法[J]. 哈尔滨商业大学学报: 自然科学版, 2010, 26(1): 64-67.
WEN Bi-long, SHI Chun-bo, GUAN Xiang-rui. A semantic description method of data element[J]. Journal of Harbin University of Commerce: Natural Sciences Edition, 2010, 26(1): 64-67. (in Chinese)
- [9] JT/T 747—2009, 交通信息资源核心元数据[S].
JT/T 747—2009, core metadata of transportation information resource[S]. (in Chinese)
- [10] 王志伟. 黑龙江省交通两级数据中心设计构想[J]. 中国交通信息化, 2011(6): 114-116.
WANG Zhi-wei. Two level data center design of traffic in Heilongjiang Province[J]. China ITS Journal, 2011(6): 114-116. (in Chinese)
- [11] 汪祖云. 交通数据中心总体架构与数据共享交换平台的设计研究[J]. 交通运输系统工程与信息, 2008, 8(3): 23-28.
WANG Zu-yun. Framework and data share platform of transportation data center[J]. Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, 2008, 8(3): 23-28. (in Chinese)
- [12] ZHOU Zheng-bing. Design of provincial transportation data center for industrial integration and intelligent analysis[J]. Applied Mechanics and Materials, 2011, 130-134: 2886-2889.
- [13] 宣晓鸣. 城市交通信息平台数据存储技术研究[J]. 科技信息, 2012(14): 214.
XUAN Xiao-ming. Research on data storage technology for city traffic information platform[J]. Science and Technology Information, 2012(14): 214. (in Chinese)
- [14] 杜勇, 李军. 交通数据中心数据整合与综合数据库的设计研究[J]. 交通科技, 2013(2): 147-149, 153.
DU Yong, LI Jun. Research on the method of data integration and design of integrated database of transportation data center[J]. Transportation Science and Technology, 2013(2): 147-149, 153. (in Chinese)
- [15] 闫凤良. 城市交通信息共享平台的设计及其信息交换技术的研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2007.
YAN Feng-liang. Research on urban traffic information sharing platform construction and information exchange technology[D]. Beijing: Beijing Jiaotong University, 2007. (in Chinese)
- [16] 王永明, 岑春, 王林, 等. 数据采集交换体系及其在交通运输数据中心建设中的应用研究[J]. 交通信息与安全, 2013, 31(3): 108-112, 125.
WANG Yong-ming, CEN Chun, WANG Lin, et al. Data acquisition and exchange system and its application in the construction of transportation data center[J]. Journal of Transport Information and Safety, 2013, 31(3): 108-112, 125. (in Chinese)
- [17] 郑超. 基于数据仓库的长沙市交通信息处理系统[D]. 成都: 电子科技大学, 2009.
ZHENG Chao. Traffic information processing system for Changsha City based on data warehouse[D]. Chengdu: University of Electronic Science and Technology of China, 2009. (in Chinese)
- [18] 宋鸿, 陈宁, 彭建国, 等. 多源交通信息融合技术在重庆市智能交通诱导系统中的应用研究[J]. 交通标准化, 2013(1):

- 91-95.
- SONG Hong, CHEN Ning, PENG Jian-guo, et al. Research on methods and applications of multisource traffic information fusion in Chongqing intelligent traffic guiding system[J]. Communications Standardization, 2013(1): 91-95. (in Chinese)
- [19] 刘让国. 数据仓库技术在交通信息系统中的应用研究[D]. 北京:中国科学院, 2007.
- LIU Rang-guo. Research and application of data warehouse technology in traffic information system[D]. Beijing: Chinese Academy of Sciences, 2007. (in Chinese)
- [20] 杨 扬, 陈幼林, 张 锦. 基于 XML 的公共交通信息数据交换研究[J]. 昆明理工大学学报:理工版, 2006, 31(2): 107-110.
- YANG Yang, CHEN You-lin, ZHANG Jin. Data exchange of public transportation information based on XML[J]. Journal of Kunming University of Science and Technology: Science and Technology, 2006, 31(2): 107-110. (in Chinese)
- [21] 王 辉, 林 垚, 周紫君. 基于元数据的交通运输科学数据共享平台设计[J]. 交通与计算机, 2008, 26(2): 86-89, 93.
- WANG Hui, LIN Yao, ZHOU Zi-jun. Design of metadata-based traffic scientific data sharing platform[J]. Computer and Communications, 2008, 26(2): 86-89, 93. (in Chinese)
- [22] 常志国, 张绍阳, 曹金山, 等. 交通信息基础数据元 XML Schema 表示模型[J]. 现代电子技术, 2012, 35(18): 29-32.
- CHANG Zhi-guo, ZHANG Shao-yang, CAO Jin-shan, et al. XML schema based representation model for basic data element of transportation information[J]. Modern Electronics Technique, 2012, 35(18): 29-32. (in Chinese)
- [23] 康红霞, 刘 建, 王 林, 等. 交通运输信息资源交换共享平台建设和应用[J]. 交通信息与安全, 2011, 29(3): 116-122.
- KANG Hong-xia, LIU Jian, WANG Lin, et al. Construction and application of the transportation information exchange and sharing platform[J]. Journal of Transport Information and Safety, 2011, 29(3): 116-122. (in Chinese)
- [24] 韩海航, 张永智. 数据交换与共享技术在交通行业数据资源整合中的应用研究[J]. 计算机应用与软件, 2007, 24(9): 109-112.
- HAN Hai-hang, ZHANG Yong-zhi. Application research for data exchange and sharing technology in data resource cleanup in traffic industry[J]. Computer Applications and Software, 2007, 24(9): 109-112. (in Chinese)
- [25] 文 静. 浅谈四川交通运输信息资源交换共享平台建设和应用[J]. 计算机光盘软件与应用, 2013(3): 17-18.
- WEN Jing. The Sichuan transportation information resource exchange platform construction and application[J]. Computer CD Software and Applications, 2013(3): 17-18. (in Chinese)
- [26] 鹿应佳. 吉林省道路运输信息系统设计[D]. 长春:吉林大学, 2012.
- LU Ying-jia. Design of road transportation information system of Jilin Province[D]. Changchun: Jilin University, 2012. (in Chinese)
- [27] 邹 宇, 黄 霖. 贵州省交通运输数据中心信息资源规划与数据交换共享平台的设计研究[J]. 计算机光盘软件与应用, 2012(14): 21-22.
- ZOU Yu, HUANG Lin. Design and research of Guizhou Province transportation data center information resource planning and data exchange and sharing platform[J]. Computer CD Software and Applications, 2012(14): 21-22. (in Chinese)
- [28] 夏 军. 山东道路运输信息部省联网数据交换系统的设计与实现[D]. 成都:电子科技大学, 2012.
- XIA Jun. Design and realization of ministerial and provincial networking data exchange system of road transport information in Shandong Province[D]. Chengdu: University of Electronic Science and Technology of China, 2012. (in Chinese)
- [29] 焦 宝. 城市交通信息平台构建的有关问题研究[D]. 西安:西安建筑科技大学, 2010.
- JIAO Bao. The research about the relevant problems of urban transportation information platform[D]. Xi'an: Xi'an University of Architecture and Technology, 2010. (in Chinese)
- [30] 王 辉, 张 丽. 交通科技信息资源共享平台标准规范研究与制定[J]. 交通信息与安全, 2009, 27(5): 57-60.
- WANG Hui, ZHANG Li. Norms and standards of transport information system[J]. Journal of Transport Information and Safety, 2009, 27(5): 57-60. (in Chinese)
- [31] 张新宇, 罗贤春. 基于协同学的电子政务信息资源共享与业务协同的协同模型及其实现[J]. 图书情报工作, 2011, 55(1): 126-129.
- ZHANG Xin-yu, LUO Xian-chun. The co-operation model of information resources sharing and profession of e-government and its achievements based on synergetics[J]. Library and Information Service, 2011, 55(1): 126-129. (in Chinese)
- [32] 李阅苗. 电子政务信息交换平台的设计与实现[D]. 北京:北京邮电大学, 2011.
- LI Yue-miao. Design and implementation of government information exchange platform[D]. Beijing: Beijing University of Posts and Telecommunications, 2011. (in Chinese)
- [33] 郭晓丽, 袁 满, 朱永国. 基于数据元的 DRM 四层数据共享与交换模型[J]. 长江大学学报:自然科学版, 2009, 6(4): 235-237.
- GUO Xiao-li, YUAN Man, ZHU Yong-guo. DRM four layers of data sharing and exchange model based on the data elements[J]. Journal of Yangtze University: Natural Science Edition, 2009, 6(4): 235-237. (in Chinese)
- [34] 周 芳. 基于元模型的信息资源管理技术研究[D]. 大庆:东北石油大学, 2006.
- ZHOU Fang. Information resource management technology research based on meta-model[D]. Daqing: Northeast Petroleum University, 2006. (in Chinese)
- [35] 郭向阳. 基于数据库复制技术的数据交换平台研究与实现[J]. 计算机与现代化, 2011(8): 157-159, 163.
- GUO Xiang-yang. Research and implementation of data exchange platform based on database replication technology[J]. Computer and Modernization, 2011(8): 157-159, 163. (in Chinese)
- [36] 张晓钧. 基于 CWM 的元数据管理系统在电子政务中的设计和实现[D]. 上海:上海交通大学, 2012.
- ZHANG Xiao-jun. Design and implementation of metadata management system based on CWM in e-government[D].

- Shanghai: Shanghai Jiaotong University, 2012. (in Chinese)
- [37] 莫 赓, 钟 华, 魏 峻. 一个面向电子政务的信息交换与共享平台的设计与实现[J]. 计算机应用研究, 2007, 24(5): 156-159.
- MO Geng, ZHONG Hua, WEI Jun. Design and implementation of information exchanging and sharing platform for e-government[J]. Application Research of Computers, 2007, 24(5): 156-159. (in Chinese)
- [38] LIAO Fei-xiong, ARENTZE T, TIMMERMAN H. Multi-state supernetworks: recent progress and prospects[J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering: English Edition, 2014, 1(1): 13-27.
- [39] 刘玉增, 钱丙益. 轨道交通线网方案比选的多目标格序决策方法[J]. 交通运输工程学报, 2011, 11(5): 76-82.
- LIU Yu-zeng, QIAN Bing-yi. Multi-objective lattice-order decision-making method of scheme selection for rail transit network[J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 2011, 11(5): 76-82. (in Chinese)
- [40] 陈传德, 张明远. 基于风险分析的公路项目投资决策[J]. 中国公路学报, 2006, 19(1): 99-103.
- CHEN Chuan-de, ZHANG Ming-yuan. Investment decision for highway project based on risk analysis[J]. China Journal of Highway and Transport, 2006, 19(1): 99-103. (in Chinese)
-
- (上接第 103 页)
- 2005: 17-28.
- [3] GORALSKI R, RAY C, GOLD C. Applications and benefits for the development of cartographic 3D visualization systems in support of maritime safety[J]. International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, 2011, 5(4): 423-431.
- [4] 睦海刚, 王 娟, 张安民, 等. 基于三维 GIS 的数字航道若干关键技术研究[J]. 武汉大学学报: 信息科学版, 2006, 31(8): 713-715, 747.
- SUI Hai-gang, WANG Juan, ZHANG An-min, et al. Key technologies for digital waterway based on 3D GIS[J]. Geomatics and Information Science of Wuhan University, 2006, 31(8): 713-715, 747. (in Chinese)
- [5] 江文萍, 奚大平, 蔡忠亮. 港口与航道三维 GIS 的设计与实现[J]. 测绘通报, 2012(10): 79-81, 91.
- JIANG Wen-ping, XI Da-ping, CAI Zhong-liang. Design and implementation of harbor and waterway 3D GIS[J]. Bulletin of Surveying and Mapping, 2012(10): 79-81, 91. (in Chinese)
- [6] 张安超. 基于组件技术的船舶三维导航系统的研究[D]. 大连: 大连海事大学, 2008.
- ZHANG An-chao. The research of ship 3D navigation system based on component technology[D]. Dalian: Dalian Maritime University, 2008. (in Chinese)
- [7] 潘明阳, 刘 涛, 董 华, 等. 多维数字航道模型研究[J]. 大连海事大学学报, 2013, 39(2): 29-32.
- PAN Ming-yang, LIU Tao, DONG Hua, et al. Research on a multi-dimensional digital waterway model[J]. Journal of Dalian Maritime University, 2013, 39(2): 29-32. (in Chinese)
- [8] 张立强. 构建三维数字地球的关键技术研究[D]. 北京: 中国科学院, 2004.
- ZHANG Li-qiang. Key technologies for 3D digital earth development[D]. Beijing: Chinese Academy of Sciences, 2004. (in Chinese)
- [9] LI De-ren, SHAO Zhen-feng. The new era for geo-information[J]. Science in China Series F: Information Sciences, 2009, 52(7): 1233-1242.
- [10] 彭国均, 翁跃宗. 基于 JavaApplet 技术的网络电子海图系统[J]. 上海海事大学学报, 2007, 28(4): 26-29.
- PENG Guo-jun, WENG Yue-zong. Web electronic chart system based on JavaApplet technique[J]. Journal of Shanghai Maritime University, 2007, 28(4): 26-29. (in Chinese)
- [11] 潘明阳, 赵德鹏, 王德强, 等. 基于分布式 WebChart 的船舶导航系统[J]. 交通运输工程学报, 2005, 5(3): 77-82.
- PAN Ming-yang, ZHAO De-peng, WANG De-qiang, et al. Ship navigation system based on distributed WebChart[J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 2005, 5(3): 77-82. (in Chinese)
- [12] 钱泳村. 航标遥测终端的设计与实现[D]. 大连: 大连海事大学, 2011.
- QIAN Yong-cun. Design and implement of pharos telemetering terminal[D]. Dalian: Dalian Maritime University, 2011. (in Chinese)
- [13] 赵丽宁, 赵德鹏, 谷 伟. AIS 与现代航海技术的关系及对未来航海的影响[J]. 大连海事大学学报, 2002, 28(4): 46-50.
- ZHAO Li-ning, ZHAO De-peng, GU Wei. AIS key technique and influence to marine in the future[J]. Journal of Dalian Maritime University, 2002, 28(4): 46-50. (in Chinese)
- [14] 陈建亭. 黑龙江航标遥测遥控系统的设计与实现[D]. 大连: 大连海事大学, 2010.
- CHEN Jian-ting. The design and implementation of the navigation mark telemetry and remote control system of Heilongjiang[D]. Dalian: Dalian Maritime University, 2010. (in Chinese)
- [15] VERMEILLE H. An analytical method to transform geocentric into geodetic coordinates[J]. Journal of Geodesy, 2011, 85(2): 105-117.