

文章编号：1005-8451(2011)11-0029-04

基于 XML 列控系统数据模型建立

杨永清，郜春海，王海峰

(北京交通大学 轨道交通控制与安全国家重点实验室，北京 100044)

摘要：统一的数据描述方式在我国列控系统互联互通的发展中起着重要的作用。文章分析了现行列控系统数据交互不足，提出基于 XML 标记语言来统一我国列控系统、设备数据的构思。在树状数据组织思想的基础上，设计了一种适合我国列控系统的 XMLSchema 架构，并提出了既有列控系统兼容 XML 数据的方法。

关键词：可扩展标记语言 (XML); UML; 列控系统; 数据模型

中图分类号：U260.42; TP39 文献标识码：A

Data model of Train Control System based on XML

YANG Yong-qing, GAO Chun-hai, WANG Hai-feng

(State Key Laboratory of Rail Traffic Control and Safety, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China)

Abstract: Unified data description played an important role in the inter-communication of Train Control System. This paper analyzed the insufficient of the current data interaction in Train Control System, put forward the thought of unifying the data of Train Control System and equipments based on XML. Based on this model, a XML Schema for Train Control System in China was designed, and the methods to make the System be compatible with XML data was proposed.

Key words: XML; UML; Train Control System; data model

随着我国轨道交通智能化、信息化的发展，所有列控系统直接或间接的与其它列控系统以及信号基础设备发生数据交互。由于不同列控系统、设备间数据不兼容所带来的问题，直接影响了我国列控系统、设备间的互联互通以及工程效率和运营安全。

1 列控系统数据交互方式

列车系统是一个复杂的分布式系统，规模庞大，不但涉及到信号机、道岔、轨道、应答器等基础设备信息，车载设备、地面无线闭塞中心 (RBC)、联锁、列控中心、列车调度中心 (CTC) 等控制系统信息，还包括临时限速、调度指令等运营管理信息。由于国内列控系统、设备的数据描述方式都由各个研制单位自行定义，缺乏对整个列控系统数据组织结构和传输形式的由规范化定义。各个列控系统、设备的数据描述处于自封闭状态，且数据不兼容。因此，不同列控系统、设备数据间的交互需要大量不同的接口来实现，如图 1。

收稿日期：2010-12-30

作者简介：杨永清，在读硕士研究生；郜春海，教授。

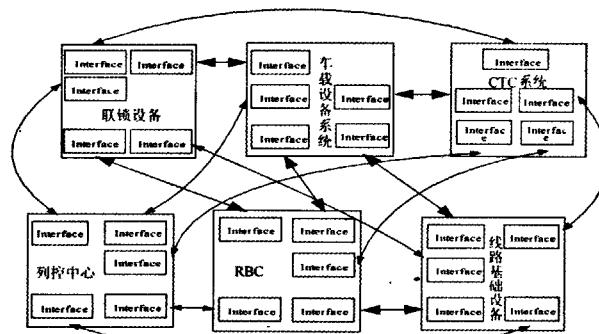


图 1 列控系统数据交互模式

如图 1，假如有 N 个系统和设备，由于各系统、设备的数据结构和数据载体不同，那么接口函数就需要 $N*(N-1)$ 个。随着 N 的增大，接口函数的数量将非常大，加大了列控系统间数据交互的难度和工作量，影响了工程实施效率，并带来了系统安全隐患。

2 统一数据描述方式

在统一标准的数据规范基础上，列控系统各个相关设备之间的数据交互不再需要转换接口函数，从而提高工程实施效率、排除数据安全隐患，

确保系统的互联互通，如图2。

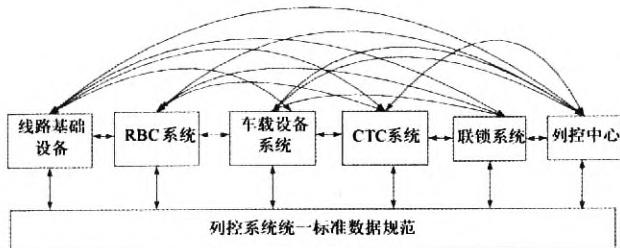


图2 统一数据交互模式

采用统一数据描述方式，各列控系统对外交互数据的输出目标唯一。从工程实施效率考虑，只需为既有列控设备内嵌一个原有数据描述到统一数据描述的映射函数，且不同映射函数有较高相似度和重复利用率，工程效率提高。

$$K = \frac{N \times (N-1) - N}{N \times (N-1)} = \frac{N-2}{N-1}$$

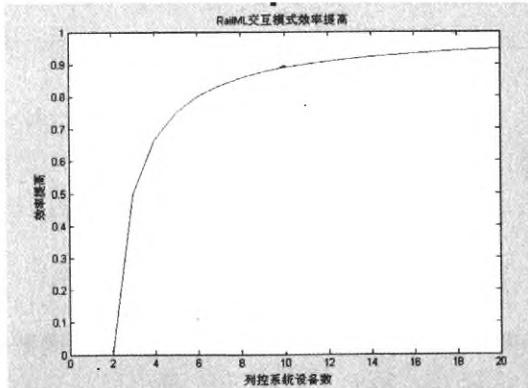


图3 工程效率

如图3：当N大于正整数2时，随着列控系统设备的增多，工程效率的大幅度提高。

3 基于XML的列控系统元数据模型

XML是一种W3C推荐，允许不同专业开发

自己特定领域数据标识的标记语言，它独立于软件和硬件，被广泛的应用于各个行业的数据传输。例如，MathML，SyncML，GML等。

在我国，大多数列控系统使用数据库存储数据，可移植性差。XML有很强的跨平台移植性，并且平台间数据无需转换。

3.1 列控系统元数据设计

列控系统数据包括信号机、应答器、计轴器、道岔、限速、坡度等基础线路数据，各子系统数据，列车数据等。图4是基本的数据描述思想：以

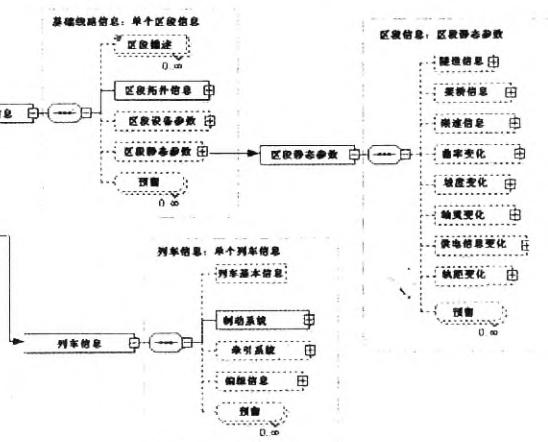


图4 列控系统结构性数据组织

列控系统为根，按照基础线路数据、列车数据、列车子系统3大支干，可不断的向下扩展与延伸。每一个区段内的线路设备、静态参数又作为统一整体来描述。

与以往孤立描述各列控设备方式不同，站在整个列控系统的角度，采用树状描述方式将孤立的设备、系统进行统一描述，并将所需列控系统数据以XML形式存储传输，更具有结构性、逻辑性、可扩展性和可移植性。

XML Schema语言用来定义XML文档的合法构建模块，指定一个XML文档所允许的结构和内容，并可据此检查一个XML文档是否有效。一般包含XML中的元素、属性合法性，元素数据类型，属性数据类型，子元素次序和数目等。

使用XML Schema为图4，列控设备数据描述思想制订元数据规范，包括数据命名规范，数据组织规范和数据存储规范等，约束我国列控系统

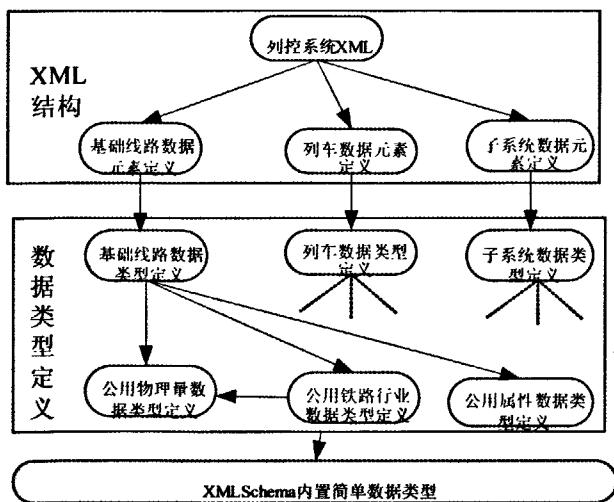


图 5 列控系统元数据组织架构

设备 XML 数据的文档结构和元素属性合法性，以方便系统设备间的互联互通。XML Schema 的架构设计如图 5。

在 XML Schema 内置数据类型的基础上，此 Schema 架构设计为 3 层，

第 1 层为 XML Schema 的内置数据类型。如：字符串 xs:string，小数 xs:decimal，整数 xs:integer，布尔型 xs:boolean，日期 xs:date 等。

数据类型定义层：公用物理量模块定义了描述距离、长度、质量、速度、加速度、电压、电流、电感、频率、力、能量、坡度、曲率等物理量的数据类型；公用铁路行业数据模块继承公用物理量模块，定义列车载重量、线路供电电压、联锁类型、方向等铁路行业特有数据类型；公用属性数据模块定义索引 ID、名称 name 等公用属性。在继承上述 3 模块基础上，分别定义信号机数据类、应答器数据类等基础线路数据类型，牵引数据类、制动数据类等列车数据类型，以及联锁系统数据类等子系统数据类型。

XM 结构层：继承数据类型层中自定义的数据类型，定义对应模块 XML 文档结构和元素类型。

3.2 列控系统元数据 UML 建模

UML 是一种公认的、流行的面向对象建模语言，由于其较好的扩展性和兼容性在数据建模方面有较好的效果。

对 XML Schema 来说，主要由元素说明和属性说明构成，元素可以有自己的属性，也可以包含子元素；UML 类图包括类名，类的属性和类的方法，在图 4 和图 5 所示列控系统数据组织思想和元数据组织架构基础上，采用 UML 类图建立我国列控系统元数据体系概念层模型，如图 6。

为减少数据冗余，在 XML 内置数据类型和自定义数据类型基础上，采用父类、子类继承方式建立列控数据类型。

4 通用映射过程设计

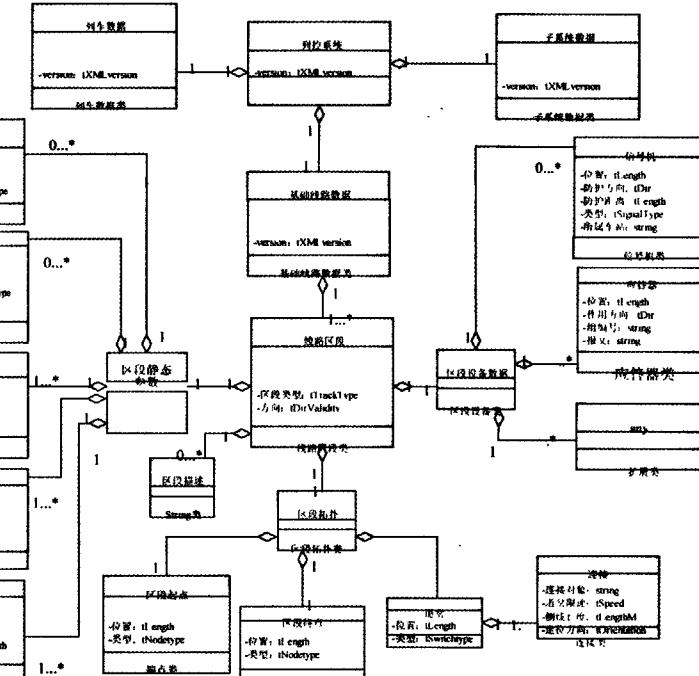


图 6 列控数据概念层模型 (系统部分)

定义 S 代表上述描述方式的节点模型，则 S 是一个四元组： $S=(V,R,E_S,A_S)$ ， $V=RUEsUAs$ ，其中 V 为描述列控系统的树状模型的所有节点集合；R 代表特定节点信息； E_S 为各元素所有延伸子元素集合，令 $E_S<int,string>$ 为各元素描述属性的集合，令 $int,string,string,string$ 。则所有列控系统数据的 XML 文档片段的数据模型如图 7。

其中三角为属性节点集合，圈为子元素节点集合。

在 S 模型基础上，我国既有列控系统设备数据
(下转 P35)

```

Name); // 添加到相应图层
pText->setColorIndex(m_color); // 设置字体颜色
CAddcad::PostToModelSpace(pText); // 将实体添加到模型空间
}
// 创建块符号, 与创建线、文字实体方法类似
void CreateBlock(CString blkName){...}
通过选择工程文件, 设定相关参数, 可以立即
绘出任意比例尺, 任意里程范围内的纵断面图。

```

5 结束语

本文介绍了利用ObjectARX和Access数据库实现铁路纵断面图参数化、自动化绘制的方法。结合工程实践, 用该方法生成的纵断面图规范、合理, 精度高, 出图速度快, 稳定可靠。铁路纵断面

图自动化绘制的实现, 可为提高铁路纵断面图的效率和质量, 减轻铁路测量工作量发挥重要作用。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国铁道部. 铁路技术管理规程[S]. 北京: 中国铁道工业出版社, 2006, 10.
- [2] 延杭. ObjectARX 实用指南[M]. 北京: 人民邮电出版社, 1999.
- [3] 清宏计算机工作室. AutoCAD 工程二次开发[M]. 北京: 机械工业出版社, 2000.
- [4] 曹红根, 丁勇. 数据库应用系统开发实例[M]. 北京: 清华大学出版社, 2008.
- [5] 崔芮华, 柳杰, 贾峰. 数据库技术在 CAD 软件开发中的应用[J]. 微计算机信息, 2006, 22(2): 83-85.
- [6] 周为. 基于 Visual C++ 的数据库访问技术比较及其应用研究[D]. 武汉: 武汉理工大学硕士论文, 2005.

责任编辑 杨利明

(上接 P31)

可按照如下方法兼容 XML 数据描述方式如图 8。

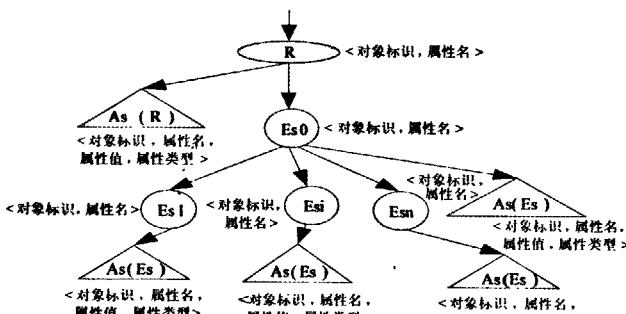


图 7 XML 片段数据模型

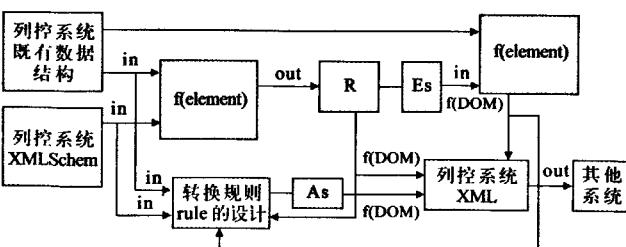


图 8 既有数据与 XML 兼容过程

其中: $f(element)$ 用于判断列控系统既有数据与 XML 文档结构的关系, 搜索既有数据与 XML Schema 合法元素之间的相关性; $f(DOM)$ 根据 XML 文档对象模型 DOM 树和 XML Schema 定

义, 生成 XML 文档; 作用规则 rule 为数据转换规则, 按实际列控系统数据设计。

5 结束语

基于 XML 统一列控系统数据的工作需要在图 4 数据组织思想上, 不断的完善图 5 所示的 XML Schema 架构, 最终制定出适合我国列控系统数据交互的 XML 规范。此项工作可满足列控系统互联互通的需求, 有效解决我国列控系统新旧更替以及纷繁复杂国内系统设备所带来的问题, 提高国内外不同列控系统数据交互的效率。

参考文献:

- [1] 梁艳平, 刘仍奎, 薛小平, 王福田. 轨道交通基础数据库平台建设框架设计[J]. 交通与计算机, 2005, 23(3).
- [2] 万常选, 刘喜平. XML 数据库技术[M]. 北京: 清华大学出版社, 2008.
- [3] 张志, 赵文耕, 李川. 基于 UML 的 XML 建模方法[J]. 计算机工程, 2003, 29(8).
- [4] 南松辉, 田佳, 张海波, 程委. 基于 UML 和 XML schema 的航天飞行数据建模[J]. 兵工自动化, 2008, 27(1).

责任编辑 徐侃春