



信

BIM

BUILDING INFORMATION MODELING

探讨

项目



BIM城市级钢结构建筑群监测管理平台数据交换技术探析

文_崔 玉（广西交通职业技术学院，工程造价专业骨干教师、双师型教师，高级工程师、讲师，硕士）

一、城市级钢结构建筑群监测管理平台的背景

近年来，我国各中型城市钢结构建设进入快速发展阶段，同一城市内大型装配式建筑连续集中兴建。相较于普通建筑结构，各单体钢结构建筑投资规模大、建设周期长，造型复杂，结构高度影响较大，在全寿命期运营和养护维修期间，建筑受各种因素影响或耦合共同作用，不可避免产生各种性能危机。同一城市同一阶段建设的钢结构建筑，其结构的损伤积累和抗力衰减具有某些类似性和相通性。因此，在钢结构监测系统设计时，需通盘考虑城市级钢结构建筑群在抵御自然灾害和极端情况下，应对灾难性突发事件的能力和措施，使系统具有良好的前瞻性和经济性。

利用BIM技术对某市在建的城市级钢结构建筑群监测管理平台的架构、组成和功能等进行深入研究，分析监测平台数据交换共享的关键难点，提出一种高效、便捷的基于BIM数据流驱动的数据交换技术，并设计基于数据流驱动的数据接口标准。

二、城市级钢结构建筑群监测管理平台总体设计

（一）平台架构设计

城市级钢结构建筑群监测管理平台建设目标是基于钢结构建筑“全寿命期”理念，为各单体钢结构建筑建立集中完整的“电子档案”，并进行同软件平台模块化的设计与开发，便于未来各钢结构建筑的生产、运输、组装、维护过程中所有静态、动态数据的监测、检测、巡查、加固、维修等，及其他同类建筑信息数据的管理、快速调用、综合整理分析及辅助决策制定。

数据流程包括数据采集、数据整合、数据仓库、前端客户应用展现。平台采用数据流驱动技术将相关分散业务系统数据进行数据整合，形成数据缓冲中间库，该过程包括同地与异地的数据采集与整合，异构数据库向同构数据库的整合。并以业务需求、统计分析与决策支持需求为导向，按主题汇集决策数据建设数据仓库。BIM即建筑群各类信息模型的集结，基于计算机数字化的相关技术，与实际工程建筑信息相组合，形成建筑的数据模型。平台基于此理念设计一个中心数据库，采用报表、Revit模型、三维数字等现代化工具，结合客制化系统订制，开发数据中心应用展示系统，实现数据中心的用户应用或者系统应用功能。

(二) 平台功能设计

城市级钢结构建筑群监测管理平台通过集约化远程管理来实现钢结构建筑的集中管理，以提高效率和水平。设计主要功能如下。

(1) 自动化监测功能，接收由各工程节点传感器、数据采集、传输设备等实时采集的环境特性信息和工程结构响应数据，通过平台数据处理与控制模块实现数据的在线预处理，同时在Web界面提供便捷的数据查看和操作方式。

(2) 工厂监控功能，利用实时视频技术对钢结构工厂情况进行监视，通过动态监测控制系统提高工厂的质量管控能力，将最关键的设计信息匹配上数据化的生产控制和管理。通过科学计算实现可视化功能与性能的衔接预设、预制构件产品及进场装置的排期计划、标准化产品的生产控制，以及联动优化实时修改的目的，并通过设计样图和构建模型的互联网信息化数据，进一步提高信息的准确性，最终实现钢结构分解构件自动化生产加工。

(3) 构件运输中安全报警与状态评估功能，钢结构构件属于大型运输构件，路线的不准确及监控的不到位都将影响构件的质量和到达现场的效率。通过对自动化监测数据进行统一的识别、处理、分析、报警，并对构件的运输状况和行车安全性进行分析评估，将有利于钢结构构件运输环节的顺利进行。

(4) 安装工程质量管控功能，对单层和多高层钢结构的主体构件、地下钢构件、标条及墙架等次要结构、钢平台、马路口、钢梯、防护栏等结构安装施工方面进行质量控制工作，使各部门责任人时刻对照与结构安装测量校正、高强度螺栓连接摩擦面抗滑系数等有关的施工工艺及方法数据。

(5) 数据存储管理功能，对系统全寿命期的监测数据、施工期数据、预警数据等进行统一管理，实现对整个平台所有数据的管理，完成数据归档、查询、存储。

(6) 用户权限管理功能，实现对用户和角色具有的桥梁及页面的权限进行管理。

(7) 设备管理功能，实现对部分非承重装配式构件的添加、维修、损坏等信息的辅助管理。

(8) 后台信息管理功能，实现消息发送管理工作、系统日志管理工作及参数设置、后端信息管理保护等的综合功能。

三、基于数据流驱动的平台数据交换技术研究

在以往的建筑检测体系设计和数据中心健康检测平台构建中，各个建筑以及中心的应用子系统之间往往使用不同的信息技术与体系结构来建设各自的软硬件体系，即使其为相应行业发展提供了良好的促进作用，但由于各信息系统数据独立存储，构成了一个个“信息孤岛”，导致各行业系统内部很难进行资源共享，从而严重抑制了健康检验、监控和维护以及各有关部门间、各行业系统内部之间的协同性和效率的提高。如何在不修改自身操作系统的基础上进行跨平台数据存取，也成为本次平台建设中需要考虑和解决的问题。

平台系统及钢结构建筑监测系统（以下简称“建筑系统”）承担的工作内容如下。

(1) 平台总体目标，负责平台总体设计并提出建筑系统建设和接入要求。负责设计平台与各建筑系统的通信接口和数据接口标准，制定统一的界面风格标准，实现各建筑编制的系统功能和菜单的一致，监测界面风格的统一，确保平台运行稳定、可靠、安全、高效，交互界面友好、美观、操作便捷等。

(2) 建筑系统总体目标，在建筑系统服从平台要求的前提下，严格按照平台总体设计的各项要求，遵照平台总体设计明确通信接口和数据接口标准，按照系统功能和菜单的一致性以及监测界面风格的统一性要求，负责建筑系统功能实现及与平台接口模块的设计、开发和调试等工作。平台系统与建筑系统是松散耦合关系，可并行进行开发和实施。

考虑某市对于钢结构建筑安全监管的需求、后续受力的点型钢监测及其他业务系统扩展接入的需求，对系统平台软、硬件体系架构设计采用虚拟化技术。在一次性投入服务器、磁盘阵列等硬件设施的基础上，根据实际业务及数据接入需求在逻辑层面扩展相应的服务器及计算节点，满足后续新增钢结构建筑的监测、监控业务需求，避免数据中心重复投入建设，如图1所示。

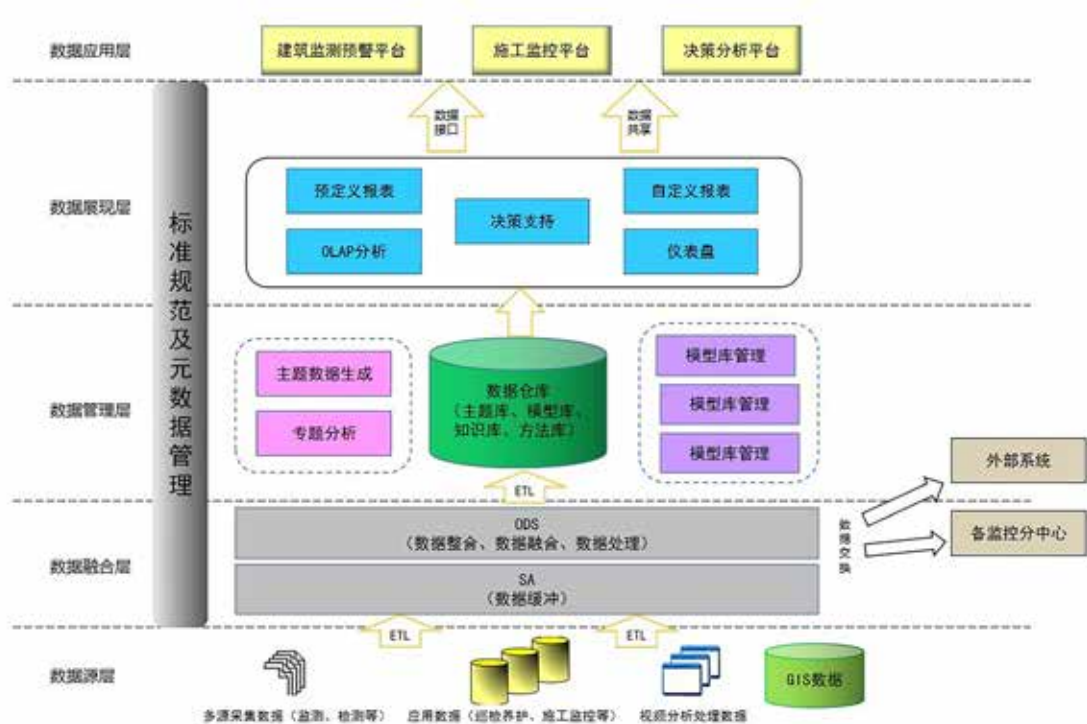


图1 系统平台逻辑结构

根据目前网络大数据管理技术的发展情况，设计以数据流驱动的设计方向，利用BIM数据平台的建设突破了当前“信息孤岛”的现状，构建了各种行业体系的大结构数据共享平台并建立综合信息库。同时，通过利用统一的数据网络平台组建各业务体系内部数据的一个安全通道，在信息资源共享的基础上也保证了各种行业数据的安全性。而从未来市场发展趋势的角度看，当前建立的BIM数据网络平台已经能够为今后新建的业务体系标准的确定奠定基础，只要标准基本形成，新建业务体系就能够直接使用共享的基础信息库数据，降低对数据收集的资金投入，更好地提高效率和服务质量。

数据驱动的模式是基于BIM数据分析网络平台的使用，主要用于异构信息系统内部的消息数据交换。但在消息数据交换流程中，数据交换网络平台自身需要处理的各种问题只有一小部分，其本质上就是一种中介件，在面对客户时屏蔽信息系统底层的相关信息，包括网络系统的协议、数据信息的传送安全问题等，所以设计的消息数据交换网络平台并不具备业务系统自身的数据处理功能，只能利用程序将数据信息从业务信息系统中抽取出来，然后再上传到消息数据交换平台，无法自动地从一个业务信息系统中直接获取数据消息。设计业务的应用操作系统利用消息数据交换平台，在开发流程中不需要关心数据格式转换、消息的传送、数据信息路由等问题，而只需关注于业务自身的数据处理部门。业务与数据接口的脱离将极大提升效率，降低系统的耦合性。

平台与各建筑子系统之间存在着“异地、异主、异构”的特性，即各子系统之间存在着所在地域不同、管理主体不同、技术架构不同的特性，为保证系统的整合性和数据的兼容性，设计者在吸取前人经验的基础上，提出了基于数据流驱动模型的数据交换平台。各个建筑子系统可以从不同的途径获取建筑数据，并通过数据交换平台为信息的交流与传输创造一条更安全的通道，从而实现省级平台与建筑系统各类数据的归集、转换，为后续的数据挖掘分析提供必要的前提条件。

数据流驱动模型包括业务系统适配器、发送模块、数据转换中间件、接收模块等部分，其工作流程如图2所示。

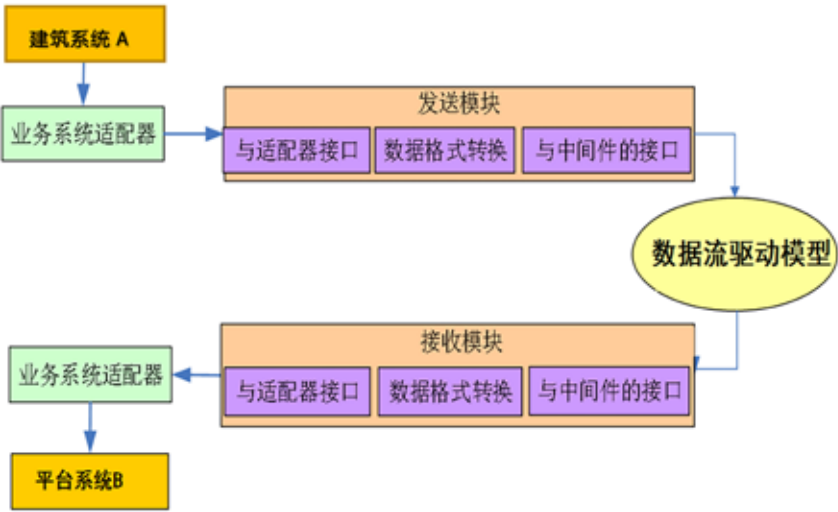


图2 数据流驱动模型工作流程

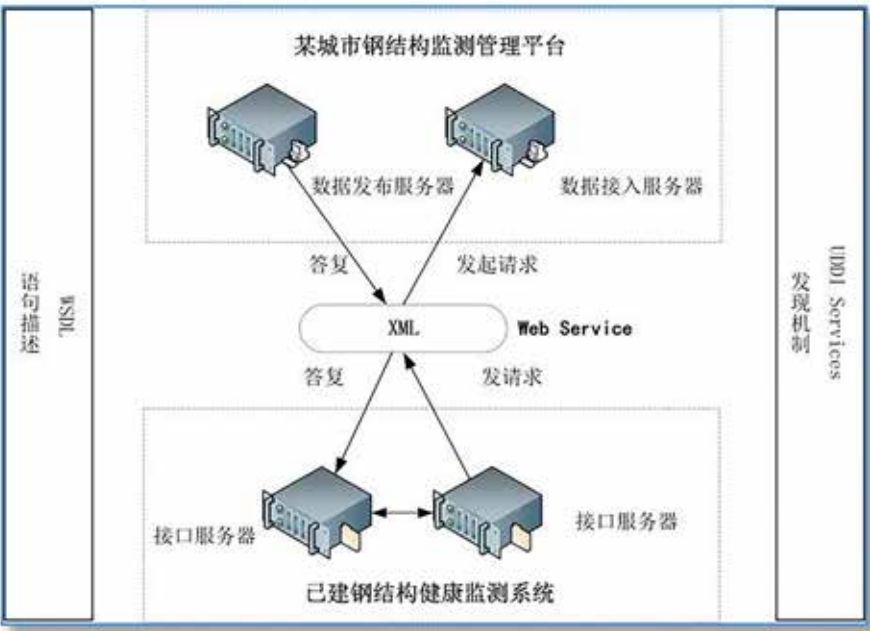


图3 业务数据接口标准设计

数据流驱动模型主要工作流程如下。

- (1) 建筑系统A通过系统内置的业务系统适配器接口将业务数据流传输给发送模块。
- (2) 发送模块对建筑监测系统发送的数据流进行数据格式转换，并通过中间件接口将数据发送给数据驱动模型。
- (3) 数据驱动模型接收建筑系统A的数据流，通过模型内部事先定义好的数据接口标准，实现数据整合及转换，并发送给平台系统B的数据接收模块。
- (4) 接收模块通过数据驱动模型将数据流信息转化为监测平台统一数据格式，并存储在平台数据库中。

四、数据接口标准设计

数据流驱动模型的核心是数据接口标准的设计，主要包括业务数据标准和数据接口标准。

(一) 业务数据接口标准

由于本系统是面向某市某区域下钢结构工程的监测管理平台，各建筑子系统之间存在着软件架构不同、运行平台不同的特点，因而采取具有跨平台特性的Web Service技术进行业务数据接口的设计，平台数据接口传输方式如图3所示。

Web Service是一种新的Web应用程序分支，是模块化、自包含、自描述的应用，可以发布、精准定位并通过Web端调用，可以执行从简到繁的商务处理功能。一旦部署以后，其他Web Service应用程序可以搜索并调用它部署的服务。

对于涉及除监测数据以外的钢结构构件维修养护、预警评估等类型的数据交换，平台方与建筑方按照约定好的格式，采用Web Service技术编写对应的业务数据接口标准，并在数据驱动模型的统一管理下实现数据交换共享。

表1 通用报文格式定义

报文字节	项目名	说明	备注
0	报文类型	报文类型=2	—
1	预留	预留，暂时为空	—
2	方向	方向=1	0：下行 1：上行
3	网络通信计算机编号	默认为1	—
4	命令码	命令码=1	—
5	长度低	报文长度用2个字节表示，此字节为低字节	报文长度为N*4+9，即7个时间字节和2个对象码字节，每个数据值占4个字节，一共N对
6	长度高	报文长度用2个字节表示，此字节为高字节	实际的年需要加上1900
7	年	年+1900	—
8	月	月	—
9	日	日	—
10	时	时	—
11	分	分	用毫秒数除以1000得到的值就是秒数，余数就是毫秒数
12	毫秒低	毫秒用2个字节表示，此字节为低字节	对象码就是数据通道号
13	毫秒高	毫秒用2个字节表示，此字节为高字节	从字节16开始，依次每4个字节表示一个数据值，一共N个
14	对象码低	对象码用2个字节表示，此字节为低字节	数据传输的通道号
15	对象码高	对象码用2个字节表示，此字节为高字节	数据传输的通道号
16	数据值低	数据值用4个字节表示，此字节为低字节	—
17	数据值	数据值用4个字节表示，此字节为次低字节	—
18	数据值高	数据值用4个字节表示，此字节为高字节	—

（二）监测数据接口标准

实时监测数据存在数据量大、数据实时性要求高的特点，因此平台与建筑数据接口采用TCP或UDP标准协议，建筑系统需将监测数据按照确定的报文格式组装成数据包发送至平台中心，平台中心负责对建筑上送的报文进行解包、处理、存储、显示。

本系统与建筑系统之间以报文格式编译实时监测数据，然后传输给平台数据处理，报文格式有三种。

（1）通用报文格式适用于振动加速度、光纤光栅应变、位移、主梁挠度、温湿度、风荷载等各类传感器数据。

（2）GNSS报文格式仅适用于GNSS服务器发送的GNSS数据。

（3）车轴车速仪报文格式仅适用于车轴车速仪传来的采集数据。针对不同数据类型，制定统一的数据上传协议接口，以保证传输数据的正确性和稳定性。以通用报文格式为例，其详细定义如表1所示。

五、结论

构建城市级钢结构建筑群监测管理平台可以较全面地把握钢结构工程从建造到服役全过程的受力与损伤的演化规律，是保障大型钢结构的建造和服役安全的有效手段，本文结合实际项目，主要做了以下几方面的工作。

（1）提出城市级钢结构建筑群监测管理平台的总体架构，明确平台采用的技术路线及平台与建筑系统的工作界面划分，通过平台功能设计，构建系统生产自动化监测、运输监控、建设安全报警与状态评估四大功能模块，为系统平台的后续研发设计提供设计依据。

（2）针对多源跨平台数据难以共享交换的难点，提出基于BIM数据流驱动的平台数据交换技术，通过采用数据交换中间件技术，有效整合建筑及平台各类数据，解决不同系统数据之间“异地、异构、异主”的关键性难题，大大提高了对各建筑子系统集中统一管理的能力。

（3）提出监测平台与建筑监测系统的业务数据接口标准和监测数据接口标准，通过采用不同的数据交互技术，实现不同类型数据的快速共享交换，满足平台对于数据高可控性、高实时性、高安全性的要求，为建筑系统的接入提供了参考标准。

注：本文系广西壮族自治区教育厅2019年度广西高校中青年教师基础能力提升项目“基于BIM的小样本数据下装配式建筑施工安全评价研究”（编号：2019KY1350）阶段性研究成果之一。🏠