

文章编号: 1671-0444(2018)04-0602-06

基于 JSP 的装配式建筑信息化管理平台

王琛, 吴杰

(同济大学 土木工程学院, 上海 200092)

摘要: 为解决装配式建筑施工管理的信息化问题, 结合 Java Server Pages (JSP) 动态网页及 MySQL 数据库等技术, 论述了基于 JSP 的装配式建筑信息化管理平台的集成框架与技术要点, 并对平台进行了详细设计并得到实现。结合实例对平台进行测试, 结果显示平台功能灵活, 性能稳定, 能够满足生产要求, 且易于扩展。

关键词: 装配式建筑; 建筑信息化; JSP; BIM

中图分类号: TU 17 **文献标志码:** A

Information Management Platform for Prefabricated Construction Building Based on JSP

WANG Chen, WU Jie

(College of Civil Engineering, Tongji University, Shanghai 200092, China)

Abstract: In order to achieve the informatization of construction management for prefabricated construction buildings, the key techniques and the integrated framework of prefabricated building information management platform was discussed based on the dynamic web page of Java Sever Pages (JSP) and database of MySQL, and detailed design and implementation of it were realized. The platform is tested by a project and the results show that there are flexible function and stable performance of it. It is able to meet the requirements of production, and easy to be expanded.

Key words: prefabricated construction building; informatization of construction; JSP; BIM

建筑工业化和信息化是我国建筑业的两大重要主题^[1-2]。与传统现浇式建筑相比, 装配式建筑的生产、运输、施工阶段相对分离, 各方之间的信息交互壁垒使传统的管理模式难以适用^[3]。装配式建筑信息化进程中存在的主要问题是操作现场产生巨大的信息量难以及时处理, 进而影响施工进度, 具体表现在生产、运输、施工过程中出现的“错漏碰缺”, 施工管理过程中各阶段、各角色信息的不对称等^[4]。目前, 建筑业针对上述问题提出的解决方案是建筑信息模型 (building information modeling, BIM)^[5]。

BIM 是以三维数字技术为基础, 建筑全生命周期为主线, 联系产业链各个环节而建立的集成项目信息的数据模型^[6]。装配式建筑已有应用 BIM 技术的一些案例, 研究热点主要集中于软件的应用方面, 也有少量的平台开发研究^[7-9]。然而, 正如 Vel 等^[10]所言, 目前装配式建筑中 BIM 的应用研究大多集中在某一特定的领域, 仅利用 BIM 的小部分功能以满足局部的需求, 忽视了 BIM 对信息的整合功能。

现有的 BIM 平台多使用 C/S(client/server) 架构, 对使用设备的要求高^[11], 而且现场难以提供设

收稿日期: 2018-01-20

基金项目: 上海市自然科学基金资助项目(16ZR1438900); 上海市科技创新行动计划资助项目(16DZ1200103)

作者简介: 王琛(1994—), 男, 山西太原人, 硕士研究生, 研究方向为土木工程信息技术, E-mail: w_c@tongji.edu.cn

吴杰(联系人), 男, 副教授, E-mail: wwujie@tongji.edu.cn

备的使用条件,实际操作人员学习困难,信息不对称的问题仍然存在。另外,对 Web 展示模型、手机终端开发等技术^[12-13]的研究虽然已有一定进展,但仍缺乏成熟的产品。

本文采用 B/S(browser/server)架构,结合 Java Server Pages (JSP)动态网页及 MySQL 数据库等技术,以构件为单位,研究装配式建筑的信息化管理流程与平台实现方法。平台主要功能包括:(1)构件在生产、运输和施工过程中的信息管理与整合;(2)基于操作人员反馈信息的质量管理;(3)构件生产过程中的材料管理。研究成果将有助于提高操作人员的工作效率,提升装配式建筑在建造过程中的信息化程度。

1 装配式建筑信息化管理平台的需求分析

1.1 项目各方的需求划分

对于装配式建筑,主要涉及优化设计、构件生产、构件运输和现场施工等几个流程,由此将平台的使用者分为设计方、生产方、运输方及施工方等几种角色,并统筹协调各方需求。

设计方的主要职责是对原有图纸进行深化设计,并将图纸信息转化为后续工作中便于查看、平台能够存储的数据格式。因此在管理平台中,设计方

需要对构件、材料与文件等管理单元进行增、删、改、查等操作。由于输入量大,设计方还需要便捷输入等相关功能。

生产方需要查看设计方提供的生产信息并执行相关操作^[14],同时还需反馈构件的生产效果,以便进行责任归属,保证生产质量。

运输方一方面需要查看构件的相关信息,如起吊方式、体量与质量等,另一方面还需利用二维码等方式对构件运输状态进行跟踪,提供质量管理的相关数据。

施工方需要通过二维码等功能查看施工时的相关信息,反馈构件施工质量。

1.2 装配式建筑信息化管理平台的数据流分析

根据上述业务流程,考虑平台的科学性与合理性要求,将装配式建筑的设计和建造过程进行自上而下的梳理,得出的数据流程如图 1 所示。首先,各方均需完成注册登录;其次,在信息录入阶段,由设计方对信息进行增、删、改、查等操作,包括生产阶段各工种所需的模板、钢筋、预埋件、混凝土、起吊及特殊程序等参数,运输、施工方所需的数据和图纸,以及相关材料的种类与数量等,输入方式可以为直接录入或导入 Excel 文件;然后,生产方为构件粘贴二维码,运输方和施工方通过人工或二维码扫描的方式获取信息;最后,各方补充操作时间、人员和反馈质

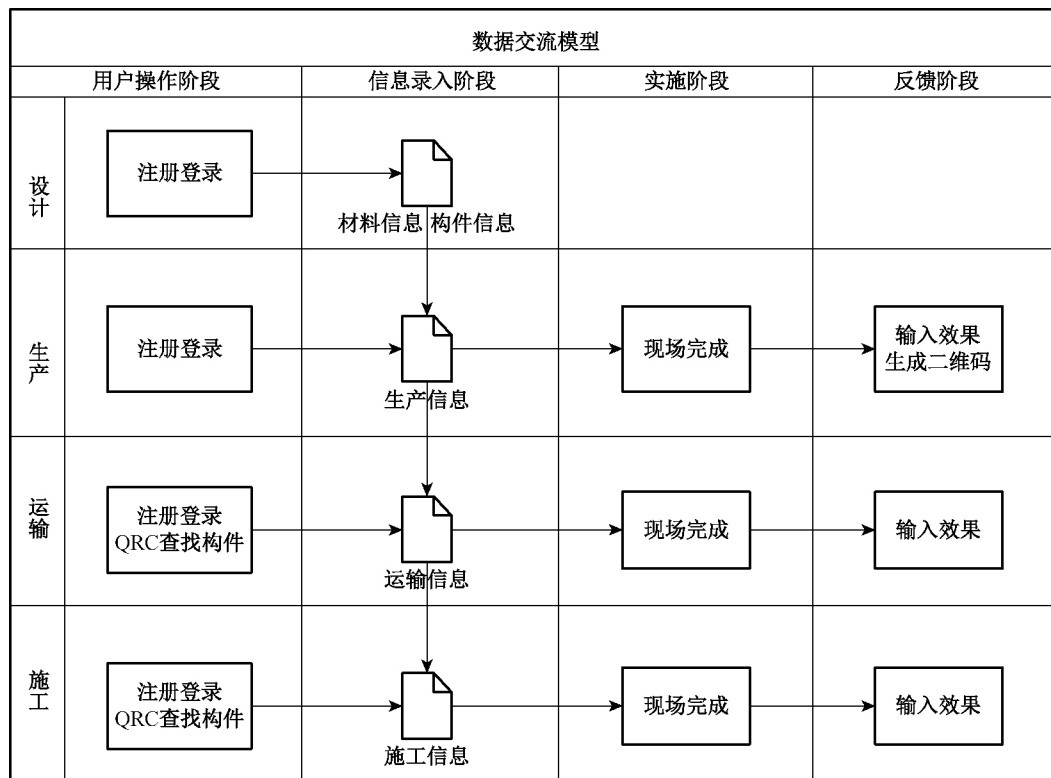


图 1 平台主要数据流程

Fig. 1 Main data process of the platform

量等信息。整个平台中,各类信息发挥不同的作用,其中,用户信息是分工协作的基础,构件信息是数据流的主体,材料信息是动态管理的保证,反馈信息用于质量控制和进度管理。

2 装配式建筑信息化管理平台的技术与架构

2.1 装配式建筑信息化管理平台功能模块设计

基于上述平台数据流程,设计的平台功能模块如图 2 所示。该平台总体上分为用户管理、构件管理和材料管理 3 个模块。用户管理模块包括对用户名、密码、角色信息的存储与修改等功能,材料管理模块提供了对材料进行增、删、改、查等功能,构件管理分为生产信息管理、运输信息管理和施工信息管理 3 部分。由于部分信息难以用参数化的形式存储,施工图纸仍然需要保留,故增加了文件管理模块。

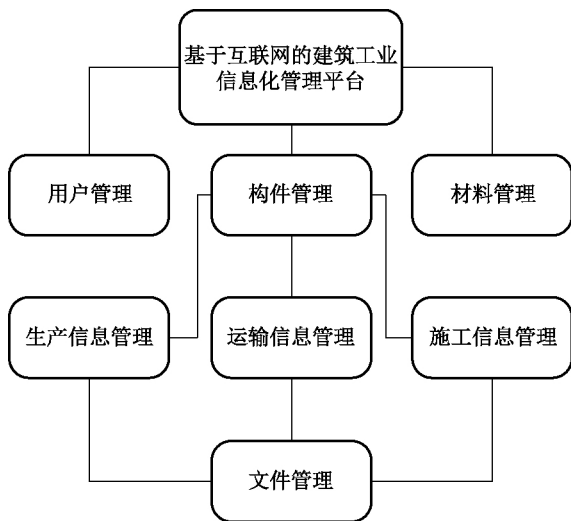


图 2 平台功能模块图

Fig. 2 Functional modules of the platform

2.2 系统技术架构

考虑到平台的使用者和数据都比较分散,选用 B/S 架构更为科学。该架构可实现用户数据共享,通过权限的设置,将不需要或不能使用的功能隐去,使不同角色各司其职,实现信息的有效管理。该系统的整体架构分为客户机、服务器和数据库 3 层。与之对应,平台的设计采用 MVC (model view controller) 框架模式,其中 Model 由数据库与 JavaBean 共同组成,View 利用了 JSP 技术与 Bootstrap 框架,Controller 由 Servlet (server applet) 实现。

2.3 多种浏览设备的兼容

平台使用者角色不同,使用设备也有一定差异,

如操作人员在现场使用移动设备较为方便,而设计方使用 PC 端录入信息更加合适。因此,为满足多方使用需求,平台需兼容 PC 和移动设备等多种终端。本文选用开源的 Bootstrap 作为前端架构,Bootstrap 提供了以移动设备优先为理念的样式,支持所有主流浏览器。该框架可以根据设备视口的大小,利用标签的 xs、md 等属性对显示内容进行调整,利用栅格化的方法使平台显示更易控制。图 3 为 PC 端与移动端的显示效果,布局与内容的取舍等根据设备种类进行了优化,便于不同平台使用者进行操作。



(a) PC 端



(b) 移动端

图 3 平台 PC 端与移动端显示图

Fig. 3 View of the platform in PC and mobile device

2.4 数据库技术与架构

MySQL 是一个关系型数据库管理系统,其具有体积小、速度快和开放源码等特点,便于个人使用

者和中小企业的开发,故本文使用 MySQL 数据库。由于装配式建筑构件数量多,信息读入量大,如在各表之间利用外键建立关系会对数据库运行效率产生影响,故使用 InnoDB 引擎的事务功能保证数据库的原子性与一致性。数据库与客户的交互则利用 JavaBean 与 JDBC(Java data base connectivity)实现,将服务器与数据库的连接代码保存在基类中,为每个表派生子类,每个子类保存各项元素信息及其操作函数。

2.5 Servlet 设计

服务器处理请求和发送响应由 Servlet 完成,平台通过重写 Servlet 的 doGet 和 doPost 函数,实现服务器的后台处理功能。

由于实际操作人员有时还需使用图纸进行操作,平台增加了文件管理功能,在数据库中保存文件在服务器中的地址以供用户下载。删除构件时,为了防止服务器存储空间占用过多,不使用懒惰删除的方式,而是使用深度优先搜索算法,将构件信息彻底删除。

对于用户权限管理,为各方分配对应的角色 ID 并将其保存在 session 中,Servlet 通过判断用户角色来显示对应的内容,将用户不需要、无权访问的内容隐去,为使用者带来便利。

平台为设计方提供了批量读入构件信息功能。用 JspSmartUpload 组件将 Excel 文件保存至服务器,基于 JXL 方法在 sheet 中得到 cell 数组,在 Servlet 中形成事务的 SQL 语句,实现对数据库的操作。平台只需要提供 Excel 模板,设计方就可以方便地对构件的深化设计结果进行编辑。同时,通过设置保存数据库日志的 binlog 属性,可以对全部操作进行跟踪,一旦以后工程出现问题可以进行责任归属的划分。

2.6 二维码的生成与识别

平台的二维码选用常规 QR(quick response)码。QR 码存储容量大、纠错功能强、译码可靠性高、成本低廉,适用于工程实际环境。二维码的编码需要进行数据编码、纠错编码、构造码字序列和掩模等流程^[15],本文基于 Google 公司的 ZXing 开源项目,使用 QRCodeWriter 类的 encode 方法,将构件信息写入二维码中。

二维码识别需要拍摄照片并上传,由平台对图片进行解码并返回识别结果。二维码的解码需要图片的灰度化、图片的二值化、图像滤波及图像校正与定位等操作。本文利用 Java 中 BufferedImage 类,将图片进行灰度处理,采用 ZXing 的中值滤波算法去除图片噪点,保留图像细节。目前,ZXing 提供的

算法主要通过手机摄像头对二维码进行直接识别,由于本平台需要的图片清晰度高,直接识别导致图片中的噪点被保留,影响了二维码的识别精度。因此,本文对 ZXing 算法进行了改进,一旦二维码识别失败则缩小图像尺寸,使图像噪点被中值滤波算法识别,提高了二维码的识别精度。二维码模块的业务流程如图 4 所示。

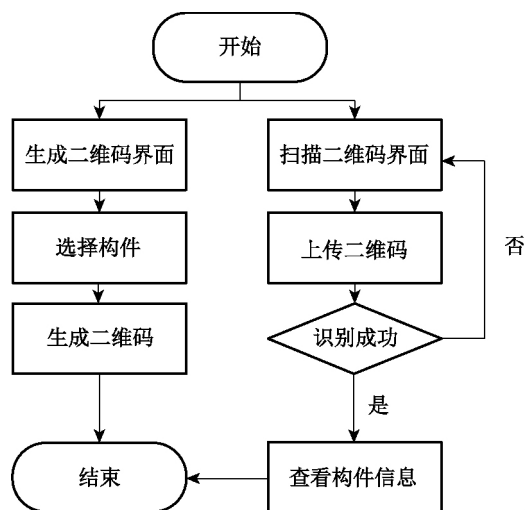


图 4 二维码模块流程图

Fig. 4 Flow chart of QR code module

3 应用实例

本文以某部分装配式剪力墙住宅为例(如图 5 所示),将其构件信息录入系统,应用上述流程对系统进行模拟测试。该项目的预制构件包括:外墙板 5 种共 382 件,楼梯 2 种共 30 件,阳台板 2 种共 60 件,楼板 4 种共 176 件,飘窗 2 种共 176 件,阳台装饰板 2 种共 45 件。

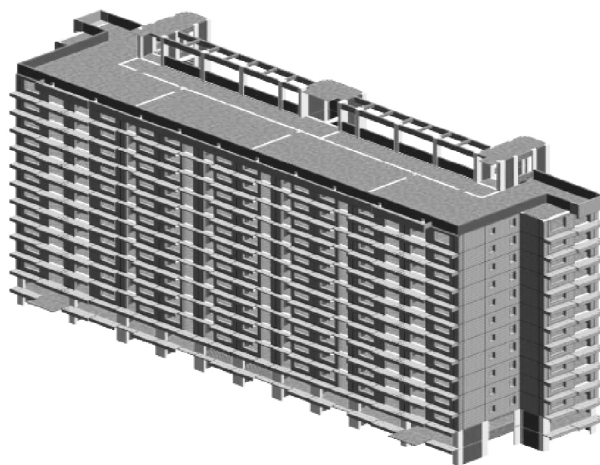


图 5 住宅项目的 BIM 模型

Fig. 5 BIM model of the housing project

首先,由设计方编写 Excel 文件,输入构件名称、底模尺寸、竖模尺寸、主楞尺寸、次楞尺寸、螺栓水平及竖向间距;正负弯矩钢筋与箍筋的数量、长度、种类,保护层厚度,钢筋接头与套筒位置;预埋件位置、种

类;混凝土配合比、搅拌方法、养护温度、时间与养护措施;构件的特殊要求、成形后的尺寸与重量等。设计方的 Excel 文件见图 6。将 Excel 文件上传至平台,平台自动读取相关信息并存储在数据库中。

	A	B	C	D	E	F	G
225	YQB4-51	1500*2650	1500*200	2650*200	10*10*2650	5*5*1500	1000
226	YQB4-52	1500*2650	1500*200	2650*200	10*10*2650	5*5*1500	1000
227	YQB4-53	1500*2650	1500*200	2650*200	10*10*2650	5*5*1500	1000
228	YQB4-54	1500*2650	1500*200	2650*200	10*10*2650	5*5*1500	1000
229	YQB4-55	1500*2650	1500*200	2650*200	10*10*2650	5*5*1500	1000
230	YQB4-56	1500*2650	1500*200	2650*200	10*10*2650	5*5*1500	1000
231	YQB4-57	1500*2650	1500*200	2650*200	10*10*2650	5*5*1500	1000

图 6 设计方的 Excel 文件

Fig. 6 Excel file for designer

接着,设计方补充上传生产、运输、施工各阶段的图纸信息。生产方登录平台,查看相关信息,在现场完成操作后,将生产质量反馈至平台。当生产工

作完成后,生产方生成该构件的二维码,贴于构件表面。以模板工程为例,其信息表和二维码生成界面分别如图 7 和 8 所示。

所有构件模板信息							
构件名称	底模大小	侧模大小1	侧模大小2	主楞尺寸	次楞尺寸	水平螺栓距	竖向螺栓距
YQB1-1	3000*2650	3000*200	2650*200	10*10*3000	5*5*2650	1000	1000
YQB1-10	3000*2650	3000*200	2650*200	10*10*3000	5*5*2650	1000	1000
YQB1-11	3000*2650	3000*200	2650*200	10*10*3000	5*5*2650	1000	1000
YQB1-12	3000*2650	3000*200	2650*200	10*10*3000	5*5*2650	1000	1000
YQB1-13	3000*2650	3000*200	2650*200	10*10*3000	5*5*2650	1000	1000

图 7 模板信息表

Fig. 7 Table of template information



图 8 二维码生成界面

Fig. 8 View of QR code's generating

然后,由运输方对构件进行运输,将二维码上传至平台进行识别,平台将自动转到该构件的运输信

息页面,运输方可以在此页面上对构件进行收发货操作,并将运输时发生的问题反馈至平台。

最后,由施工方登录系统,对二维码进行识别,平台自动转入该构件的施工信息页面,并下载施工图。施工人员在现场对构件进行施工安装,并将该构件的施工信息录入系统。至此,单个构件的设计、生产、运输和施工流程全部完成。

4 结 语

本文基于装配式建筑制造和装配过程中对移动信息平台的需求,进行了平台功能分析,实现了关键技术的突破,设计了一个可上线使用的装配式建筑信息化管理互联网平台,解决了设计、生产、运输和施工各方之间的信息交流问题。

平台注册登录模块可以识别用户权限,验证结果显示功能良好,性能稳定;信息输入模块满足多种

输入方式,方便快捷;材料管理模块可以对材料进行有效管理,为生产提供帮助;信息显示模块能够查询各类信息,指导现场操作;二维码模块为运输和施工方对构件实时追踪带来了便利。

参 考 文 献

- [1] 国务院办公厅. 国务院办公厅印发《关于大力发展装配式建筑的指导意见》[J]. 砖瓦, 2016(11): 70-72.
- [2] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 2016—2020年建筑业信息化发展纲要[J]. 建筑安全, 2017, 32(1): 4-7.
- [3] RAMAJI I J, MEMARI A M, MESSNER J I. Product-oriented information delivery framework for multistory modular building projects [J]. Journal of Computing in Civil Engineering, 2017, 31(4): 04017001.
- [4] 常春光, 吴飞飞. 基于BIM和RFID技术的装配式建筑施工过程管理[J]. 沈阳建筑大学学报(社会科学版), 2015, 17(2): 170-174.
- [5] AZAMBUJA M, ALVES T, LEITE F, et al. Leveraging building information models to support supply chain decisions in construction projects[C]// Construction Research Congress. 2012: 747-756.
- [6] 周文波, 蒋剑, 熊成. BIM技术在预制装配式住宅中的应用研究[J]. 施工技术, 2012, 41(22): 72-74.
- [7] 夏海兵, 熊城. Tekla BIM技术在上海城建PC建筑深化设计

中的应用[J]. 土木工程信息技术, 2012, 4(4): 96-103.

- [8] OLEARCZY J, AL-HUSSEIN M, BOUFERGUENE A, et al. Virtual construction automation for modular assembly operations [C]// Construction Research Congress. 2009: 406-415.
- [9] HAN S, HASAN S, BOUFERGUENE A, et al. Utilization of 3D visualization of mobile crane operations for modular construction on-site assembly[J]. Journal of Management in Engineering, 2014, 31(5): 04014080.
- [10] VEL M S, VARGHESE K, RAMESH B N. Building information modeling for precast construction: A review of research and practice[C]// Construction Research Congress. 2016: 2250-2259.
- [11] 王珩玮, 胡振中, 林佳瑞, 等. 面向Web的BIM三维浏览与信息管理[J]. 土木工程信息技术, 2013, 5(3): 1-7.
- [12] 胡锦涛. 大规模复杂BIM场景的Web展示方案[J]. 电脑知识与技术, 2017, 13(33): 226-228.
- [13] 李健全, 王孟进, 李铂涵. 基于移动终端的BIM技术在工程管理中的应用研究[J]. 建筑设计管理, 2017, 34(10): 70-73.
- [14] 王召新. 混凝土装配式住宅施工技术研究[D]. 北京: 北京工业大学建筑工程学院, 2012.
- [15] 胡秋玉. QRcode识别算法的研究与改进[D]. 成都: 西南石油大学计算机科学学院, 2014.

(责任编辑: 徐惠华)

(上接第585页)

- 01]. www.apriso.com.
- [3] TUEGEL E J, INGRAFFEA A R, EASON T G, et al. Reengineering aircraft structural life prediction using a digital twin[J]. International Journal of Aerospace Engineering, 2011, 1687-5966.
- [4] SCHROEDER G, STEINMETZ C, PEREIRA C E, et al. Visualising the digital twin using web services and augmented reality[C]//Industrial Informatics (INDIN), 2016 IEEE 14th International Conference on Industrial Informatics. 2017: 522-527.
- [5] CAI Y, STARLY B, COHEN P, et al. Sensor data and information fusion to construct digital-twins virtual machine tools for cyber-physical manufacturing [J]. Procedia Manufacturing, 2017, 10: 1031-1042.
- [6] UHLEMANN T H J, SCHOCK C, LEHMANN C, et al. The digital twin: Demonstrating the potential of real time data acquisition in production systems [J]. Procedia Manufacturing, 2017, 9: 113-120.
- [7] UHLEMANN T H J, LEHMANN C, STEINHILPER R. The digital twin: Realizing the cyber-physical production system for industry 4.0 [J]. Procedia Cirp, 2017, 61: 335-340.
- [8] SIEMENS AG. The digital twin[EB/OL]. (2015-11-17)[2018-04-02]. <http://www.siemens.com/customer-magazine/en/home/industry/digitalization-in-machine-building/the-digital-twin.html>.
- [9] PARDO N. Digital and physical come together at PTC live global[EB/OL]. (2015-06-08)[2018-04-02]. <http://blogs.ptc.com/2015/06/08/digital-and-physical-come-together-at-ptc-live-global/>.
- [10] 陶飞, 张萌, 程江峰, 等. 数字孪生车间——一种未来车间运行新模式[J]. 计算机集成制造系统, 2017, 23(1): 1-9.
- [11] 庄存波, 刘检华, 熊辉, 等. 产品数字孪生体的内涵、体系结构及其发展趋势[J]. 计算机集成制造系统, 2017, 23(4): 753-768.
- [12] ZHANG H, LIU Q, CHEN X, et al. A digital twin-based approach for designing and multi-objective optimization of hollow glass production line[J]. IEEE Access, 2017, 5: 26901-26911.

(责任编辑: 郭小敏)