

# 基于立体仓储的调度系统

王 石 李津宇 王健盟

中国联合工程有限公司 浙江杭州 310052

**摘 要:** 物流调度系统为现代物流中的一个重要组成部分,是衔接底层设备和仓储管理系统的桥梁。本系统设计研发的基于立体库以及立体库周边设备的调度系统,负责协调和调度物流设备,系统根据通用的调度算法,将仓储管理系统派发的出入库及分拣任务,并根据设备当前的实际状况,生成相应的调度任务,逐一派发至相应的物流设备,并实时监控当前物流设备的状态,异常情况下将报警信息自动推送至前台页面,供操作人员查询设备错误信息,指导维护人员快速修复底层设备。同时物流调度系统将完成的任务实时推送至仓储管理系统。

**关键词:** 立体库; 物流; 调度系统

## Dispatching System Based on Stereoscopic Storage

Shi Wang, Jinyu Li, Jianmeng Wang

China United Engineering Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang 310052

**Abstract:** The logistics scheduling system is an important part of modern logistics, and it is the bridge connecting the underlying equipment and the warehouse management system. The scheduling system designed and developed by this system is based on the three-dimensional warehouse and the peripheral equipment of the three-dimensional warehouse, which is responsible for coordinating and scheduling logistics equipment. Status, generate corresponding scheduling tasks, distribute them to the corresponding logistics equipment one by one, and monitor the status of the current logistics equipment in real time, and automatically push the alarm information to the front page under abnormal conditions for operators to query equipment error information and guide maintenance personnel to quickly repair underlying equipment. At the same time, the logistics scheduling system pushes the completed tasks to the warehouse management system in real time.

**Keywords:** Three-dimensional warehouse; Logistics; Dispatching system

### 1. 引言

一个完整的物流仓储系统包括仓储管理系统WMS、物流调度系统和底层物流设备<sup>[1]</sup>。本系统是物流调度系统,适用于立体库以及立体库周边的物料设备以及直轨穿梭车的调度;本系统也能实现提前与仿真平台Demo 3D进行无缝对接,实现数字孪生的物流调度,为物流数字孪生奠定基础。

### 2. 系统特点

a) 物流调度系统通常不直接控制物流设备的动作,而只是协调多种设备的工作。每一个设备都有自身的控制系统,最常见的就是PLC控制程序<sup>[2]</sup>。本系统综合考虑市面上常用物流设备的接口技术,以西门子PLC设备为主,通过OPC协议或者Socket协议与物流设备的PLC

控制器相衔接,并实时进行数据交互。

b) 目前支持堆垛机、输送线等物流设备的调度,满足自动化立体库的设备调度需求,同时还预留了与其他物流设备的通讯接口。

c) 与三方系统通信方式以TCP/IP协议或者http协议为主,并且融入条形码通信,对托盘条码进行管理,提高了仓储管理的作业精度。

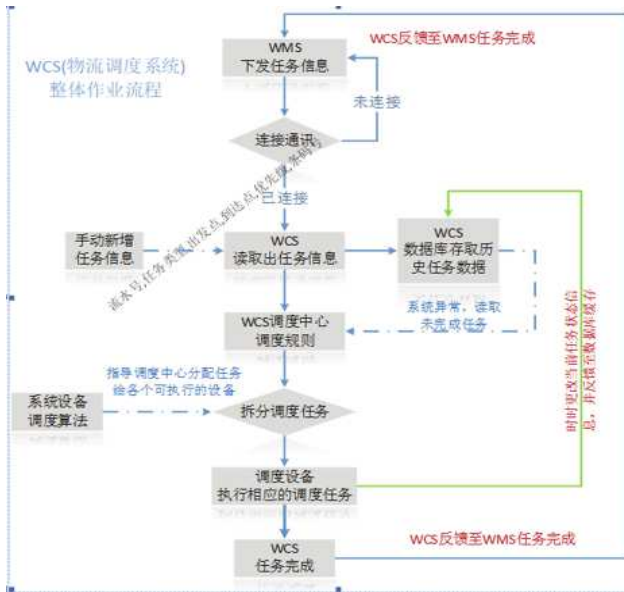
d) 软件设计模式的C/S模式单体模式为主,保证了系统运行的稳定性和安全性。

e) 与仿真平台Demo 3D进行无缝对接,调度指导虚拟设备,实现了在虚拟环境中进行调试。

### 3. 系统整体作业流程图

整个系统调度流程逻辑如下图所示,其核心围绕系

统调度算法, 提高物流周转的合理性和高效性。



#### 4. 系统结构

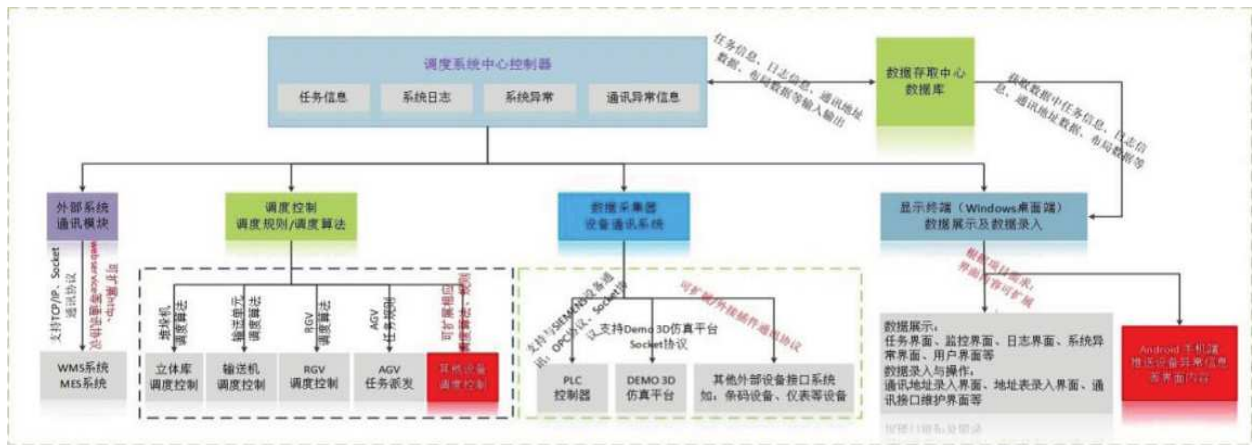
整个系统设计结构如下图所示, 围绕着四大模块一个中心为主, 模块之间相互衔接, 共同支持系统的运行。

#### 5. 系统模块

##### 5.1 数据存取中心

物流调度系统数据库存取中心以存取任务信息、故障信息、系统异常信息、通讯端口配置、路径信息、调度变量信息、用户及权限信息、系统调度日志信息等数据, 同时与调度系统中心控制器和用户界面信息通过相应的接口技术进行数据交互, 保证系统运行过程或者出现宕机后数据的安全可靠性, 也更便于查询历史数据, 以致追溯整个任务的调度过程的数据信息。

物流调度系统数据库存取中心访问数据库中采用主流的技术ORM技术对数据进行处理<sup>[2]</sup>。同时利用.net中Dapper架构技术, Dapper读取与写入速度快, 可以在所



有Ado.net Providers下工作, 可以映射一对一, 一多, 多对多等多种关系; 具有支持多数据库、性能高等优点, 这种设计便于今后应对各种各样的数据库, 减少编码工作。

物流调度系统数据库存取中心中的数据库的设计采用关系性数据和非关系性数据相结合的形式, 这样既便于面向高性能并发读写的key-value数据库, 使用也更方便, 维护起来更容易。

##### 5.2 调度系统中心控制器

调度中心模块在程序设计中连接各个其余的模块, 并协助其相互进行数据交互, 同时调用数据接口方法, 从数据库中拉取数据或者写入数据至数据库中。其中主要的几大模块含有任务信息、调度日志记录、系统异常处理、通讯异常记录等。同时负责整个系统中任务定时去检查或通知其他调度模块工作。

##### 5.3 任务信息

接受从管理系统 (MWS 仓储管理系统) 下发的执行

任务, 并根据任务的执行条件按照设备的忙碌情况逐一拆分并通讯调度模块去调度设备, 同时在系统运行过程中实时记录任务调度过程, 为今后追溯提供可靠依据。

##### 5.4 调度日志

实施记录各个调度设备在系统运行中的调度指令的情况, 并根据相应的规则通知数据库区存取当前调度信息。

##### 5.5 系统异常处理记录

在系统运行过程中开启一个线程时时记录整个系统运行中发生的异常信息, 为系统出现异常提供快捷查找依据, 便于对系统进行维护与升级优化。

##### 5.6 通讯异常记录

在系统运行过程中开启一个线程监测各个通讯模块在数据传输过程中发生的异常情况进行数据记录, 当系统运行过程出现通讯异常情况的时候, 便于从通讯异常情况中查找通讯异常的情况, 恢复系统更加方便快捷。

### 5.7 外部系统通讯模块

外部系统通讯模块指物流调度系统与三方系统如MES、仓储管理系统等系统通过相应的通讯接口技术进行数据交互。目前系统可提供与MES、仓储管理系统通讯协议为TCP/IP（以字符串格式）、http协议。

### 5.8 调度控制模块

将不同设备根据不同的调度算法和调度规则进行相应的调度控制，实现分散化，便于系统今后新增其他设备调度算法和调度规则，目前当前系统中包含了堆垛机调度控制、库区输送线调度控制、简单的RGV调度控制、以及输送线调度控制。其中各种设备调度算法和调度逻辑见第三大点（调度规则），时间应用过程中可根据实际工程项目中进行一定的更改与完善。

a) 堆垛机调度：堆垛机调度控制中指导堆垛机设备出库命令、入库命令、移库命令、站台搬运命令、拣选命令。

b) 库前输送线调度：库前输送调度根据系统提前录入的多条可运行的线路，并制定相应的运行规则，指导目标货物运行至相应的目的地，运行过程可追踪货物运行的轨迹。

c) 直轨摆渡车调度模块：直轨摆渡车调度控制即指导直轨摆渡车前往相应的目的地接货或者送货，利用相应的算法提供最优路线，保证调度效率的高效性。

### 5.9 数据采集中心

数据采集（DAQ），是指从传感器、可编程控制器（PLC）等模拟和数字被测单元中自动采集到相应的通讯变量，送到上位机中进行相应的数据处理，并支持由上位机系统下发命令至PLC中。该系统中数据采集模块支持与西门子的PLC进行数据通讯和与仿真平台DEMO 3D进行数据通讯。

a) 设备通讯模块：该系统中支持与西门子PLC系列、条形码设备进行数据通讯，其中系统与西门子PLC系列通讯仅支持PLC带以太网模块的可编程逻辑控制器，

通讯协议支持OPC DA协议、或者Socket协议；通过与可编程逻辑控制器中DB区、M区、I/Q区进行数据读取与写入；读写类型支持整型、字符串、浮点型、双精度、布尔量等数据类型；条码设备通讯采用websevice协议从条码设备中读取其设备读取的条形码，以字符串形式进行传输。

b) 与仿真平台通讯模块：系统支持与仿真平台DEMO 3D进行数据交互，该系统端建立一个SOCKET服务器，DEMO 3D作为客服端，根据约定的数据格式与规则进行数据发送与接收；在通讯中支持多个客服端访问同一服务器，每次通讯过程会进行一次握手协议，保证大量数据在相互传输过程中不会出现丢包。

由于系统支持与仿真平台进行通讯，从而保证了系统可提前在仿真平台进行验证，其验证的数据结果跟实际调度设备过程是一致的。从而实现了数字孪生技术。

### 5.10 显示终端（界面功能显示部分）

系统界面显示与操作部分支持WINDOW系统桌面端、移动端，显示界面包含任务界面、报警界面、日志以及操作界面等组成，该功能模块可在实际项目中进行定制。

## 6. 结束语

该系统结构易于扩展性，实用性强，实现便捷；各个调度算法基于流程进行实现，易于实施。并且实现了链接与仓储管理系统和底层物流设备，并且能实现与三方仿真平台进行数据交互，为物流数字孪生的实现奠定基础。

### 参考文献：

- [1]冯占营.基于PLC的自动化立体仓库运行系统设计[D].济南：山东大学，2008
- [2]智能物流与仓储系统解决方案的专业提供者[J].物流技术与应用，2016，21（11）：85
- [3]基于元数据的对象关系映射研究：清华大学软件学院，2005年第5期 95-97