

自动化集装箱码头TOS-ECS接口研究

姜作飞¹ 闫广利² 孙佳隆¹

(1. 青岛杰瑞工控技术有限公司, 山东 青岛 266061; 2. 中船重工(青岛)海洋装备研究院有限责任公司, 山东 青岛 266520)

摘要: 自动化集装箱码头 TOS-ECS 集成缺乏成熟的接口标准, 规范的接口有利于降低软件开发维护的时间和成本。该文对 TOS-ECS 接口技术进行研究, 首先介绍自动化集装箱码头的软件系统架构, 然后介绍目前 TOS 与 ECS 接口通信的主流实现技术, 并对各类接口技术进行分析比较, 总结接口数据内容与格式, 最后介绍数据库设计原则, 描述数据库建表、测试数据准备、AnyLogic 仿真测试等接口设计与验证过程, 为 TOS 和 ECS 开发者在设计接口时提供参考。

关键词: 自动化集装箱码头; 设备控制系统; 接口; 数据库

中图分类号: TP311.5

文献标志码: A

0 引言

自动化集装箱码头具有作业效率高、安全可靠、环境污染小、节约人力等优点, 是目前各集装箱码头的发展趋势。自动化集装箱码头实现自动化作业, 离不开码头操作系统(TOS)和设备控制系统(ECS)的密切配合, 作为2个独立的异构系统, TOS与ECS的信息交换依赖于接口通信。规范的接口有利于降低各种自动化软件开发维护的时间和成本、提高软件兼容性。然而, 作为传统行业, 自动化码头中相关的软件技术较为封闭, 行业标准也并不成熟, 该文对主流接口技术进行介绍, 并阐述数据库方式接口的设计原则、设计过程。

1 软件系统架构

码头自动化系统通常包括 TOS (码头操作系统)、上层 ECS (设备调度管理系统)、下层 ECS (设备控制系统)、远程控制系统、通信交互单元、单机控制系统、自动化装卸设备, 完整的系统架构图如图 1 所示。

其中 ECS 是监控和控制自动化码头设备级所有事件和过程的软件, 特别是在协调不同类型自动化设备之间的交互时, ECS 是码头软件环境中必不可少的一部分。ECS 一般由自动化供应商或装卸设备制造商提供。TOS 软件负责整个码头的逻辑控制, 包括关键功能, 象船舶计划、集装箱库存维护、工作指令生成和闸口操作。TOS 软件通常由商业公司或码头运营商自己提供。TOS 负责根据最高效的作业顺序发布任务指令, 告知 ECS 箱区作业任务的起点、终点。ECS 根据 TOS 指令自动规划机械设备的运行路线并控制设备运行, 指挥设备完成作业, 同时反馈相关作业任务的操作状态及结果给 TOS。ECS 与 TOS 的关系和制造企业的 MES (制造执行系统) 与 ERP (企业资源计划系统) 的关系类似。

由于系统提供者商业战略、技术特点、开发人员数量等因素的不同, TOS、ECS 的功能范围会有差别, 象 Navis 的 TOS 包括设备调度优化功能, 烟台华东电子将调度优化抽象为 ATEC 软件, ABB 的 ECS 可以支持设备选择、路径选择。

2 主流 TOS-ECS 接口技术

2.1 TOS-ECS 接口通信架构方式

目前全球市场应用最广泛的自动化集装箱码头 ECS 和

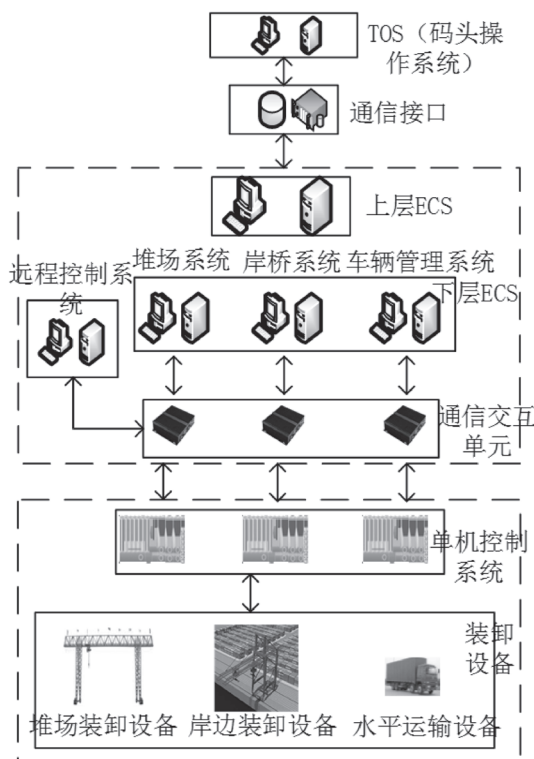


图1 软件系统架构图

TOS 软件产品分别来自 TBA 和 Navis, 国内有较好应用案例的是振华重工和烟台华东电子有限公司。Navis 的 TOS 产品 N4 基于 J2EE 开发, 支持关联数据库或 JMS 异步消息方式的 ECS 接口, 提供数据库接口与 TBA 的 ECS 产品 TEAMS 对接, 提供 JMS 接口与卡尔玛的 ECS 产品 TLS 对接。振华重工从 2006 年开始开发 ECS 配套软件, 并在厦门远海码头项目中首次应用, 远海项目采用消息队列+WebService 技术实现与烟台华东电子 CiTOS 的接口通信, ECS 调用 TOS 的 Webservice 服务获取任务信息, TOS 调用 ECS 的 Webservice 服务获取 ECS 返回的结果信息。烟台华东电子提取 TOS 和 ECS 的部分功能做成 ATEC 产品, ATEC 提供了多种接口方式与 ECS 对接: Webservice、HTTP 接口、socket、消息队列。PEMA (港口设备生产协会) 联合控制系统提供商、TOS 提供商和港机制造商家 ABB、Siemens、Navis、TBA、Kalmar

等成立接口标准化小组,并于2014年完成TOS与ECS接口规范文档,文档中提出现有系统中ECS接口架构方案分为消息传递和共享数据库2种。

综上所述,ECS接口通信架构方式主要分为共享数据、远程服务调用(WebService)、消息中间件(MQ,即Message Queue)3类。

2.2 各通信架构方式比较分析

2.2.1 数据库共享数据方式

2个系统A、B通过连接同一个数据库,操作同一张表来实现数据交换。当系统A请求系统B处理数据时,系统A插入一条数据,系统B查询读取系统A插入的数据进行处理,反之亦然。

优点:使用同一数据库,交互简单;方便记录状态、时间戳等。

缺点:要避免数据表无限扩大。2套系统同时操作可能发生冲突,象行锁、表锁和查询等待。

2.2.2 WebService

WebService是一种跨编程语言和跨操作系统的远程调用技术,通过本地客户端调用远程服务器上的方法,来实现软件系统之间的互联互通。

优点:跨平台、跨语言。

缺点:请求应答及同步调用时,存在堵塞问题,客户端发送请求后,要等待服务端返回信息。

2.2.3 消息队列

消息队列MQ的应用场景是交互双方“生产”和“消费”的速度或稳定性等性能不一致,作为抽象层,消息队列弥合双方的差异,多用于构建分布式互联网应用。消息队列常用的公共名词包括消息(Message)、话题(Topic)、生产者(Producer)和消费者(Consumer)。

消息队列与WebService相比,多了Broker集群,生产者把指定话题的消息发布到Broker集群,Broker集群会对消息做持久化,消费者从Broker集群订阅指定话题的消息。TOS-ECS接口会维护TOS请求队列与ECS结果队列2个队列服务,TOS请求队列的生产者在TOS,消费者在ECS,ECS结果队列生产者在ECS,消费者在TOS。

优点:1)实现系统解耦。2)以异步方式运行,提高系统响应速度。3)实现削峰,并发量大时允许消息队列积压。

缺点:1)多了一个消息队列系统,系统可用性降低。2)系统复杂性增加,象需要考虑一致性问题、重复消费问题。

通过对3种通信方式的优缺点分析,可以发现使用数据库方式实现相对简单,消息队列方式适合高并发场景,WebService方式需要在通信双方分别开发不同接口、存在同步调用阻塞问题。自动化集装箱码头真实生产场景中TOS与ECS系统交互数据量小,采用数据库方式是最佳选择。

2.3 TOS-ECS 接口数据内容与格式

TOS发往ECS的是作业指令,ECS发往TOS的是作业状态和设备状态。

(1)作业指令:主要包括新作业指令、取消或更新作业指令、翻箱命令、重试命令等。作业指令可以指定装卸设备,

也可以不指定装卸设备。可以按顺序发布多条工作指令来创建作业列表,要么针对特定装卸设备,要么由装卸设备自由选择作业列表。

(2)作业状态:包括启动/结束一条具体任务、激活一条任务、接近抓箱/放箱位置、集装箱抓箱/放箱动作、OCR识别集装箱、请求取箱/放箱位置(象翻箱动作)、集装箱落位(象OCR拍摄平台)、锁头仍处于闭合状态,等待进一步动作、任务指令错误等。

(3)设备状态:装卸设备报告他们的常规状态,不管他们是否在执行作业。象定时“心跳”监控、装卸设备位置和可用性信息、请求新的作业命令。

传输的数据可以是ASCII字符或二进制数据的形式。PEMA标准提供了3种实现方案:XML,SQL,二进制消息。数据格式、通信协议也可以自定义,象ABB公司定义了AALP(ABB应用层协议),规定好消息头、消息体,通过Socket通信方式收发数据,按AALP开发的TOS软件可以与ABB的设备控制系统通信。

3 TOS-ECS 数据库接口设计

3.1 数据库设计原则

自动化集装箱码头装卸作业流程主要包括装船作业、卸船作业、提箱作业、收箱作业、移箱作业。生产作业过程包括岸桥装卸、水平搬运、场桥堆码3个环节。TOS-ECS接口数据库设计要覆盖所有作业流程、作业环节必要的交换信息。TOS与ECS交互的内容需要包括堆场地图信息、作业任务、作业任务状态、装卸设备状态。堆场地图信息包括所有场箱位的集装箱信息。作业任务要指定抓箱位置、放箱位置、要操作的集装箱编号。作业任务状态保存作业执行进度。装卸设备状态包括设备控制模式、设备位置。即数据库至少应包括堆场地图表,作业任务表,设备状态表。

(1)堆场地图表:按实际堆场规格保存每一个场箱位的集装箱信息,以箱区号、贝号、排号、层号为主键,集装箱信息包括集装箱编号、类型、重量、箱门朝向。

(2)作业任务表:以任务编号为主键,当前执行状态(新建、开始、完成、错误、取消等)、集装箱编号、作业的起点位置、终点位置、起点类型、终点类型,优先级、执行本条作业任务的装卸设备编号、集装箱在拖车上的位置和箱门朝向。

(3)装卸设备状态表:以设备编号为主键,当前设备执行的作业任务编号,设备操作模式、机械状态,设备的位置。

此外数据库设计还包括以下要点:表之间的外键引用关系,各字段取值范围、命名规则、编号规则,各字段读写权限分配,数据类型,表及字段命名要与行业术语一致,各表必须包括创建时间、更新时间字段。

3.2 数据库接口设计与验证过程

结合某码头实际数据进行数据库设计及接口测试,以下是接口设计、验证的过程。

(1)数据库建模:采用PowerDesigner工具建模,完成表名、字段名、数据类型、数据长度、主键、外键引用、字段是



基于PLC的电气自动化控制水处理系统探析

葛新东

(江苏四联自动化科技有限公司, 江苏 南通 226000)

摘要: 目前, 人们的用电需求量不断增加, 因此需要使用性能和规格较高的发电机, 而在水处理系统中融入 PLC 技术, 不仅可以对管网的压力数据进行科学有效的分析, 水泵还可以自动切换和控制, 合理地调节数据, 对输出功率和管网恒定压力进行有效地把握和控制。基于此, 该文主要对 PLC 的电气自动化控制水处理系统进行探讨。

关键词: PLC; 电气自动化控制; 水处理系统

中图分类号: TP273

文献标志码: A

0 前言

近些年来, 我国水处理系统得到了较快发展, 系统中应用了很多高新技术, 这样既可以大大降低其对生态环境造成的破坏, 也可以大幅度提升生产和处理效率, 促进水资源的高效净化, 而 PLC 技术在其中发挥了主要作用。因此在水处理系统中合理运用基于 PLC 的电气自动化控制, 既可以在很大程度上降低能源消耗, 也可以促进科技水平的全方位提升。

1 PLC 技术及其在水处理系统中应用重要性

1.1 PLC 技术

PLC 为可编程逻辑控制器的简称, 作为一种存储器, 可以通过编程的方式来对内部的存储系统进行改变, 并采用不同的算法来确保机械能够达到预期水平。在 PLC 工作过程中, 主要以扫描、执行和输出 3 个阶段为主。通过对样品进行采集与输入, 并与用户指令及用户需求相结合, 刷新内部

数据, 然后重新输出, 以此来保证 PLC 运行的稳定性。PLC 自身的特点使其不仅安装更加简便, 而且易于维修, 程序编写简单、容易使用, 通常会与逻辑图、语句等模式结合进行编写, 运行过程中对周围环境要求不高, 组装灵活, 具有较强的实践性, 能够进一步扩展。在其实际应用过程中, 可以充分地发挥其可编程的特性, 在计算机中输入数字编程指令, 实现对机械设备和生产过程的灵活控制。

1.2 PLC 技术在水处理系统中应用重要性

由于水处理工艺进程具有复杂性和多变性特点, 在化学水处理过程中, 还利用电气设备来对程序进行控制。这其中继电器的安装和接线较为烦琐, 而且程序修改也十分复杂, 不利于具体的维护。一旦水处理系统设备出现问题, 则会影响水处理系统运行的可靠性。针对这种情况, 在水处理系统中引入 PLC 来对其进行控制。由于 PLC 存在编程较为简单、使用比较方便、可靠性能较高、外界因素环境影响较低等特征, 在水处理系统当中利用 PLC 电气自动化控制

否为空的定义, 然后导出 Oracle SQL 文件, 用 SQL Developer 导入 Oracle 数据库, 完成数据库的创建。

(2) 测试数据准备: 测试数据依据实际项目的堆场布局、设备配置来设计, 象箱区数量、贝位数、排数、层数、设备数量, 根据作业流程设计不同的测试数据。不同表的测试数据分别填在 Excel 文件不同的 Sheet 中。为简化数据导入工作, 用 Winform 实现一个导入工具。用 NPOI 类库操作 Excel, 从文件中读入各 Sheet 页各单元格内容。Oracle.ManagedDataAccess.dll 操作 Oracle 数据库。Excel 文件 sheetname 与数据库表名称一致, 表头与数据库表的各字段名一致, 读取各 Sheet 各单元格内容, 按字段名及表名拼接为 SQL 语句, 执行 SQL 语句导入数据库。导入前禁用外键, 完成导入后再启用外键, 均在代码中用 SQL 实现。

(3) 仿真验证: 采用 AnyLogic 仿真工具进行多智能体仿真, 绘制堆场、船舶、岸桥、AGV、场桥智能体模型, 并为智能体添加相关属性、方法, 编写业务逻辑代码, 与 Oracle 数据库连接, 用数据驱动仿真模型执行作业任务, 并用图表展示测试结果。

4 结语

设计良好的 TOS-ECS 接口对自动化集装箱码头的软件集成具有非常关键的作用。该文首先介绍了自动化码头软件架构, 然后总结了目前主流的接口技术, 并对各种接口技术进行分析比较, 最后介绍了 TOS-ECS 数据库设计原则、接口设计与验证过程。

参考文献

- [1] 杨宇华, 张氢, 聂飞龙. 集装箱自动化码头发展趋势分析[J]. 中国工程机械学报, 2015, 13(6): 571-576.
- [2] 周晚霞, 姚彦龙, 吴洲. 基于贝加莱 PCC 架构的自动化码头调度管理与控制系统[J]. 自动化博览, 2016(5): 104-107.
- [3] 陈怡璇. “不安分”的程序员——访上海振华重工电气有限公司副总经理叶军[J]. 上海国资, 2014(12): 90-92.
- [4] 何钢, 张耀周, 李锋. 集装箱自动化码头关键技术[J]. 港口科技, 2017(2): 6-13, 18.
- [5] 刘峰, 鄂海红. 基于海量数据的消息队列的性能对比与优化方案[J]. 软件, 2016, 37(10): 33-37.