



自动化集装箱码头业务流程设计

张玉龙¹, 宋海涛¹, 张连钢^{1,2}, 耿卫宁¹, 王吉升¹

(1. 青岛新前湾集装箱码头有限责任公司, 山东 青岛 266500; 2. 青岛港国际股份有限公司, 山东 青岛 266500)

摘要: 针对目前自动化集装箱码头的设计中缺少业务流程的规范性和纲领性操作指引的问题, 从自动化集装箱码头业务流程的基础框架、分类及层级设计原则、设计方法和步骤以及流程建模与验证等方面进行研究, 并结合青岛港自动化集装箱码头进行业务流程设计。结果表明, 使用本文方法设计的自动化集装箱码头业务流程能够提升决策和建设的效率, 可为类似工程提供参考。

关键词: 自动集装箱化码头; 业务流程; 标准化; 分类设计; 层级设计

中图分类号: U 656.1⁺35

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2019)10-0026-06

Design of business process for automated container terminal

ZHANG Yu-long¹, SONG Hai-tao¹, ZHANG Lian-gang^{1,2}, GENG Wei-ning¹, WANG Ji-sheng¹

(1. Qingdao New Qianwan Container Terminal Co., Ltd., Qingdao 266500, China;

2. Qingdao Port International Co., Ltd., Qingdao 266500, China)

Abstract: In view of the problem that there is a lack of normative and programmatic operation guidelines in the design of automated container terminals at present, we study the basic framework, classification and hierarchical design principles, design methods and steps, as well as process modeling and verification of automated container terminal, and carry out the design of business process for automated container terminal in Qingdao Port. The results show that the business process of automated container terminal designed by this method can improve the efficiency of decision-making and construction, which can provide references for the similar projects.

Keywords: automated container terminal; business process; standardization; classification design; hierarchical design

随着全球化、信息化和科技化水平的不断提高, 当今社会的商业环境、科学技术、顾客需求和产品创新等也随之发生改变。传统的经济发展模式已无法满足时代发展的需求, 因此需要对现有生产资源和管理体制进行转型升级, 建立起与现代企业生产经营相适应的管理体系。作为物流供应链上的重要节点, 集装箱码头同样面临着技术升级、服务升级和生产管理升级的需求。在此背景下, 具有人力成本低、绿色环保性好、作业效率及安全性高等优点的自动化集装箱码头开始

成为新的发展方向。

目前在设计和建设自动化集装箱码头之前, 主要考虑工艺的选择, 对业务流程的关注非常少。从兴起自动化集装箱码头的欧洲到工业控制学界也只是把业务流程标准化作为码头行业的常规项目考虑, 而不是将业务流程的框架设计放在设计之初; 国内的专家在这方面的论著不多, 杨小明等^[1]对自动化集装箱码头设计与仿真时对工艺过程做了整体解读, 但也缺少将自动化集装箱码头的业务流程与系统结合在一起进行架构的探索。

收稿日期: 2019-02-27

作者简介: 张玉龙 (1978—), 男, 硕士, 经济师, 从事自动化集装箱码头业务流程设计和关键指标优化。

由于自动化集装箱码头在运行过程中采用大量自动化技术, 因此设计一套高效的自动化装卸工艺业务流程将对码头运营带来极大帮助。

本文总结出自动化集装箱码头的业务流程设计方法, 就如何完整地构建基于自动化技术和系统的自动化集装箱码头的业务流程的框架提供思路, 为同行科学地规划、决策和建设自动化集装箱码头提供借鉴和指引。

1 业务流程设计的发展

最初的流程设计主要从作业工序着手, 侧重于强调工作流^[2] (workflow) 的流程设计, 以业务流 (任务) 和业务环节的执行者 (岗位) 为主要对象进行粗线条的勾勒和编制。随着工业自动化水平和技术手段的进步, 企业将包括面向对象技术、异构分布式计算、图形用户界面、消息通信机制、数据库技术等在内的、与工作流实现有关的技术和方法应用于工作流系统的实现过程中, 从而使流程的设计开始朝标准化、精细化的方向发展。

传统集装箱码头在作业过程中存在人机交互的安全事故频发、货损和机损事故居高不下的情况, 同时码头作业设备主要依靠燃油动力驱动导

致环保性不佳, 此外采用人工作业一方面使得作业效率不稳定、作业流程难以固定、作业质量难以把控; 另一方面也意味着高额的人力成本。以上种种原因大幅限制了码头的作业效率, 阻碍了码头的进一步发展。在此背景下, 实现低成本、绿色环保、经济高效、作业安全的新一代自动化码头成为集装箱码头发展的必然方向。

2 自动化集装箱码头的流程设计前提

设计业务流程之前首先应明确自动化集装箱码头的业务流程的设计目标, 确定设计的需求和方向, 其次要清晰定义自动化流程设计的原则和方法, 最后通过对流程要素的梳理, 定义出自动化集装箱码头的业务流程, 为自动化集装箱码头的组织架构设定、基建的设计、系统的集成等提供依据。

2.1 设计目标

在规划一个自动化集装箱码头之前, 应对需求进行调查和分析, 收集来自各方 (管理层、业务骨干、客户等) 的目标需求, 确定自动化集装箱码头业务流程设计的目标。自动化集装箱码头业务流程设计的目标需求分析见表 1。

表 1 自动化集装箱码头业务流程设计的目标需求分析

需求目标	面向对象	描述
较高的业务自主性	管理层、业务人员	减少人为操作因素的影响, 实现作业过程的自动化
较好的柔性、鲁棒性	管理层、业务人员	业务流程发送改变或异常时可以通过简便配置快速实现, 避免对程序频繁修改
较低的运营成本	管理层	减少浪费, 去除非增值活动; 提高资源的优化配置和调度; 提高流程的自动化, 减少人为失误
较低的维护费用	管理层	流程的模块化集成, 标准化流程
契合社会发展属性	管理层	满足环保、安全的政府监管要求
工作便捷化	业务人员	流程语言简洁、清晰; 责任明确; 交互界面友好
友好的工作环境	业务人员	工作无纸化; 低劳动强度; 工作环境集成、便利
更高的服务质量	管理层、客户	利用新的设备和系统提供给客户更好的服务体验, 如高效率作业、保班期、零货损等。
信息传输更便利	业务人员、客户	通过办公自动化实现业务信息交流的无纸化作业, 即时的信息展示和查询

综合对上述目标需求进行分析, 可以选取智能高效、安全环保、降低成本作为自动化集装箱码头的建设目标, 确定为码头业务流程设计的主方向。

2.2 设计原则

在设计目标确定的前提下, 坚持 5 点设计原则:

1) 遵循价值优先。业务流程是围绕目标开展

的, 过程的所有活动对企业而言必须是有价值的, 所以流程的设计必须体现价值流。

2) 减少业务缺陷。自动化作业过程实际也意味着标准化作业过程, 需要对“做什么”进行甄别, 去除存在缺陷的部分, 然后确定“如何做”, 从而减少业务缺陷和自动化流程中存在的延迟, 确保实现作业高效性^[3]。

3) 作业流程初始化原则。自动化码头与传统集装箱码头有着很大的区别,如果专注于在传统集装箱码头的作业流程基础上进行改造升级,然后再设计自动化码头的业务流程,可能会掉入过于强调关键流程和消除低价值活动的陷阱。因此建设一个全新的自动化集装箱码头需要对码头作业流程重新规划,从零开始梳理,建立全新的标准化业务流程。

4) 优化流程设计,融入规模扩展性和敏捷性。自动化设计的核心就是标准化,精益西格玛管理中嵌入的流程标准化和优化是流程设计的基石,所以在自动化流程设计过程中必须始终秉持精益求精的理念。在涉及流程时要考虑与设备的连接、与系统的集成、与技术的融合,必须做到流程的可扩展和敏捷性。

5) 实现双控制——静态控制和实时预防控制。传统集装箱码头的控制以静态控制为主,系统指挥和现场操作并不能做到一一对应,不能完全地实时反馈,出现异常的反应也相对滞后。一旦反馈的回路被切断,流程就会被破坏,问题无法获得及时解决,最后导致流程的崩溃。自动化集装箱码头要求从流程设计之初就要建立协作和反馈循环的基础上,以便随业务策略的变化而进行调整。

2.3 设计方法

将业务流程化方法和层次架构方法相结合,构建出自动化集装箱码头的流程框架和流程层级,通过“输入—流程—输出”的流程设计模型(图1),对全流程进行分解,定义流程的目标、范围和约束条件,设计出多级分层的流程。

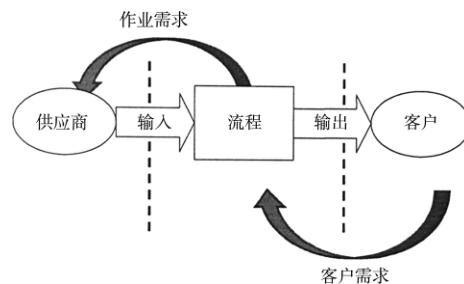


图1 流程设计的“输入—输出”模型

业务流程的设计步骤: 1) 找出流程边界; 2) 确定输入、输出要素和加工过程; 3) 确定流程实现的约束条件; 4) 画出流程“路线图”。

3 自动化集装箱码头的业务流程设计

3.1 总体框架设计

自动化码头的流程主要包含基础业务流程、基于业务流程整合信息系统、设备系统的集成系统流程和包含综合管理、决策管理的管理流程,流程设计总体框架见图2。

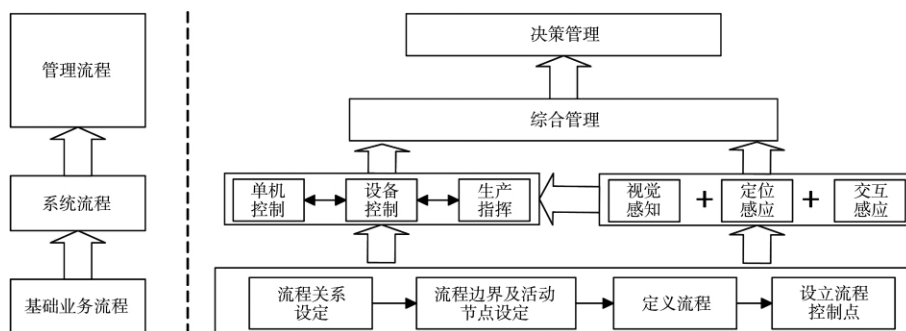


图2 自动化集装箱码头流程设计总体框架

3.2 多级分层设计

把整体框架看作一个大的流程集,其中包含了很多子流程,子流程又包含很多更详细的子流程,采用多级分层就能够将所有的业务流程找全,防止缺失。

3.2.1 第1层级

第1层级为找出业务流程的主库所(place)。

自动化集装箱码头的作业原点关系见图3。根据图中的4个基本作业点将整个码头生产作业分成4部分:

1) 涵盖路线 1、2、3 的岸边装卸作业和水平运输作业, 即船舶到堆场的卸船作业、堆场到船舶的装船作业、船舶到船舶的中转或翻倒作业。

2) 涵盖堆场的收箱、发箱、堆场内部搬倒和堆场间移箱的堆场作业。

3) 涵盖路线 4, 包含集装箱进闸、出闸的闸口作业和码头的集疏运作业。

4) 路线 5 是不经过码头堆场的直装、直取的特殊作业。

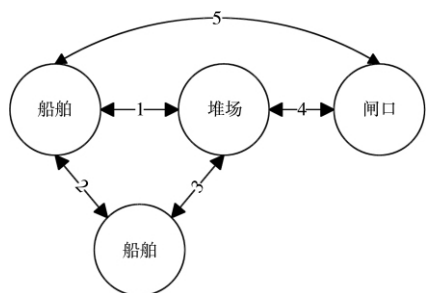


图 3 自动化集装箱码头的作业原点关系

3.2.2 第 2 层级

第 2 层级为通过对活动过程进行分解, 设定主流程和子流程。

针对第 1 层流程中的某一个流程结合该流程中集装箱的位移变化确定第 2 层子流程。以岸边装卸作业为例(图 4), 从岸边装卸船舶作业中找出 4 个作业点: 船舶、岸边起重机、水平运输设备、堆场。

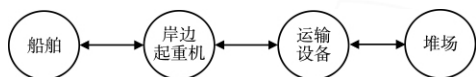


图 4 岸边装卸集装箱位移

若岸边起重机选用单起升双小车带中转平台的起重机, 水平运输设备选用自动导引车 (AGV), 自动化堆场选用自动化轨道吊 (AMG), 则该层的位移节点关系见图 5。

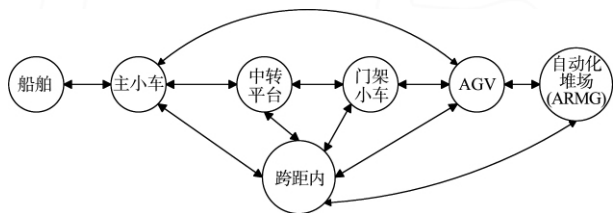


图 5 岸边装卸集装箱位移分解

图 5 包含以下卸船和装船的过程:

1) 船舶↔主小车↔中转平台↔门架小车↔AGV↔ARMG。

2) 船舶↔主小车↔中转平台↔门架小车↔跨距内↔集卡。

3) 船舶↔主小车↔中转平台↔门架小车↔跨距内↔门架小车↔AGV↔ARMG。

4) 船舶↔主小车↔AGV↔ARMG。

5) 船舶↔主小车↔跨距内↔集卡。

6) 船舶↔主小车↔跨距内↔门架小车↔AGV↔ARMG。

3.3 业务流程建模

业务流程建模 (business process modeling, BPM) 是通过建立软件模型的方式以描述企业业务和管理过程中所涉及的对象和要素, 以及它们的属性、行为和彼此关系, 业务建模强调以体系的方式来理解、设计和构建企业信息系统。业务流程建模是业务流程管理的核心方法和工具。

自动化集装箱码头的特点之一就是完成系统的指令调度和指令以达到业务流程的目标。因此在自动化集装箱码头的业务流程设计过程中, 业务流程建模是必要的环节。

进行业务流程建模, 确定业务流程的目的、适应范围、发生频率以及设定业务规则。利用“5W2H”模式确定, 即为什么做 (why)、做什么 (what)、谁来做 (who)、何时做 (when)、在什么环节作业 (where) 和如何做 (how)、做到什么程度 (how much), 明确自动化码头自动化流程中的角色、职能和工作任务。

通过业务流程建模, 将不同业务工作之间的时序关系、协同关系以及功能模块之间的相互调用关系, 使用一些标准化的语言符号, 将业务流程描述出来, 方便分析和验证。

目前常用的流程建模语言有流程图 (flow chart)、角色活动图 (RAD)、petri 网、工作流 (work flow)、业务流程建模符号 (BPMN)。

3.4 业务流程分析与验证

业务流程是一系列有逻辑关系的活动, 这些

活动相互组合起来表达一个完整的流程。进行流程分析和验证的最多的形式是流程模拟^[4-5]，通过对业务流程的原型进行模拟，对数据流、约束条件、价值链、可配置规则等进行验证。

目前常用的业务流程验证工具有 WSBPEL、

UML、SOMA 等。

4 青岛港自动化码头业务流程实例

通过上述方法构建出自动化集装箱码头的业务流程主体框架见图 6。

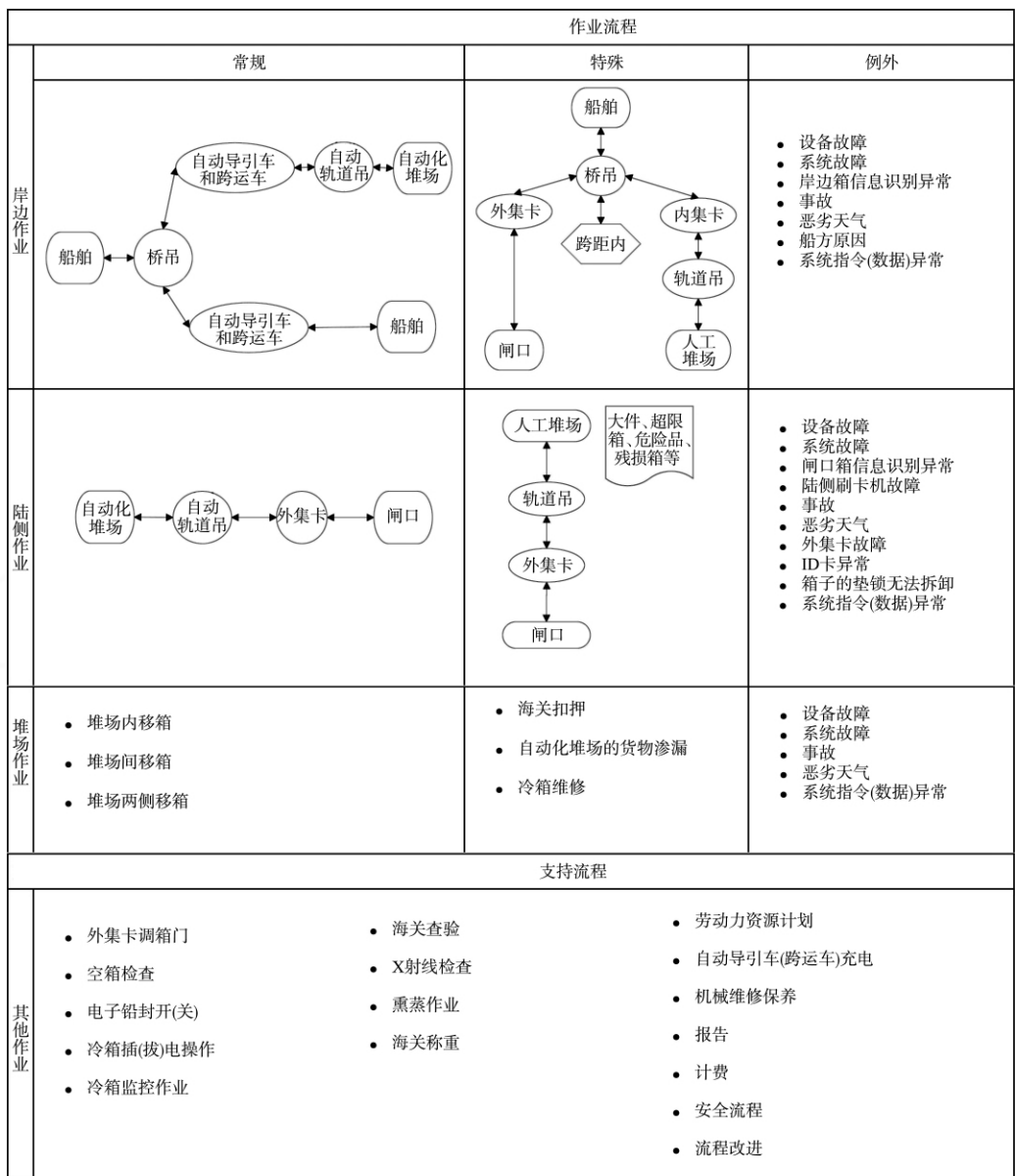


图 6 业务流程框架

在自动化集装箱码头中，系统指令驱动机械机器人自动完成作业过程，所以在具体流程的设计中，使用职能泳道流程图来设计具体的流程时，除了人的职能以外，还需要增设系统控制的节点内容，甚至有些关键控制点的逻辑判断也要明确。

岸边自动起重机进行普通集装箱卸船时的流

程见图 7。其中 STS 为单起升双小车带中转平台的自动化岸边起重机；ECS AGV 为自动导引车的管理控制系统；ECS STS 为自动化岸边起重机的管理控制系统；L-AGV 为可举升的自动导引车；OCR 为岸边箱号光学识别系统；ASC 为自动轨道吊；TL 为作业交互车道；PB 为 AGV 缓冲区；N4 为码头生产指挥系统。

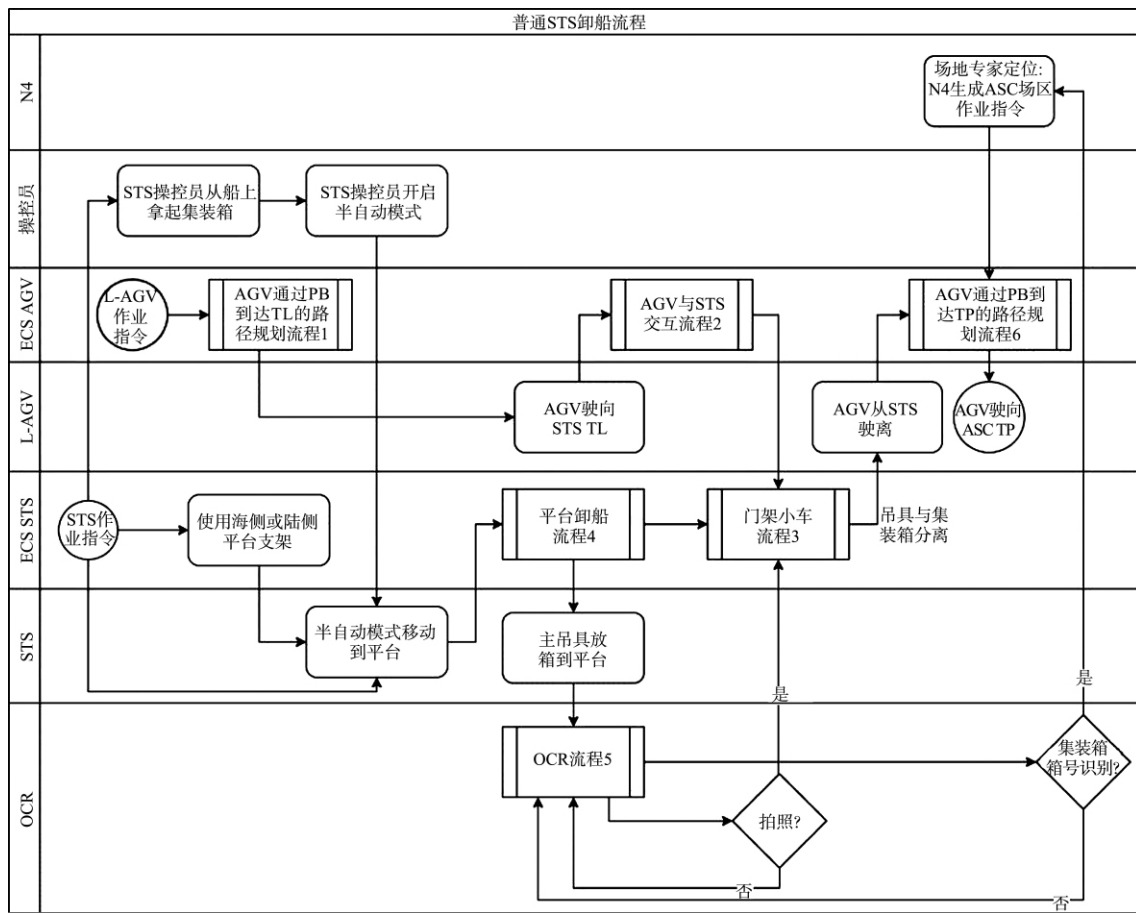


图 7 岸边作业流程

5 结语

1) 自动化集装箱码头从设计之初要注重框架的构建, 将作业过程分解和细化, 确定作业锚点, 利用“输入—流程分析—输出”的流程设计模型构建出多级分层的流程。在设计自动化业务流程时要坚持 5 个原则, 基于初始化的全面构建, 通过 BPMN 等方法对业务流程进行建模, 伴随业务的扩展性和敏捷性, 借助工具验证自动化业务流程, 减少业务缺陷, 做到静态和实时预防的双控制, 确保实现业务流程的目标。

2) 通过对自动化集装箱码头业务流程构建的研究, 借鉴自动化集装箱码头的“青岛模式”, 为同行抛砖引玉, 在论证和建设自动化集装箱码头时能避免走弯路, 提升决策和建设的效率。

参考文献:

- [1] 杨小明, 宓为建, 陶其钧. 自动化集装箱码头设计与仿真[M]. 上海: 上海科技出版社, 2016.
- [2] 范玉顺. workflow 管理技术基础[M]. 北京: 清华大学出版社, 2001.
- [3] BALU R, RAJU A R, LAKSHMINARAYANAN V, et al. Investigations on the influence of process parameters on the structural evolution of ion beam sputter deposited chromium thin films [J]. Materials science & engineering B, 2005, 123(1): 7-12.
- [4] 王赏玉. 业务流程设计与验证的体系结构[J]. 电脑知识与技术, 2013, 9(3): 519-521.
- [5] 郁文枢. 面向任务的业务流程建模与验证方法研究[D]. 南京: 南京航空航天大学, 2015.

(本文编辑 王璁)