

# 港口企业两级过程管理开放式管控一体化系统结构

杨 汜<sup>1</sup> 孙金华<sup>2</sup>

(1. 河海大学交通学院, 江苏 南京 210098; 2. 南京水利科学研究院, 江苏 南京 210029)

**摘要** 针对港口企业的特点, 通过对部分港口企业管控一体化系统进行分析, 归纳了当前港口管控一体化系统所应具备的特点, 并在着重提高系统的自动化水平、开放性和港口生产效率的基础上, 设计了具备两级过程管理体系以及对外的管控一体化系统结构。

**关键词** 港口企业; 两级过程管理; 管控一体化; 分布式计算; EDI

**中图分类号** :U651 **文献标识码** :A **文章编号** :1003-9511(2009)02-0045-04

## 1 港口管理与管控一体化技术的应用

管控一体化技术指采用系统集成、信息集成的方法组织生产, 把市场经营、生产计划、制造过程、企业管理、产品设计和售后服务看作统一的生产过程, 把人力、财力、设备等生产要素集成起来统一控制, 并采用计算机、自动控制、网络通信等技术来实现整个生产过程的综合自动化, 以改善生产加工、管理决策<sup>[1]</sup>。在生产经营过程中, 为了实现管控一体化, 必须联合企业内现场控制、过程监控、经营管理、市场管理等层次智能设备形成综合的自动化网络, 实现整体内部的信息汇通和数据共享。

目前, 我国正在大力发展水运交通, 尤其是各类货物运输业务。但 20 世纪 90 年代落成的一大批港口设施的自身潜力的挖掘或多或少已经达到了极限, 如何通过更为科学的管理让现有设施焕发生机, 以最小的代价换取最大的收益, 是一个值得研究的问题。另外, 我国许多新建的港口也已经出现了超负荷的问题。如何利用合理的管理调度措施, 增加码头泊位的工作效率, 延长设备实际使用时间, 从而进一步提高港口的生产能力, 是港口企业面临的新课题。此外, 随着我国加入 WTO, 面对世界经济一体化的趋势, 国内外港口运输将会愈加频繁, 彼此之间的信息共享, 需要港口信息的数字化和网络化支撑, 因此港口应用管控一体化技术十分必要。

目前, 我国港口应用管控一体化技术相当普遍。无论是已经投入实际运营的系统, 还是当前正讨论的计划, 都已体现出港口运输对于管控一体化技术

应用的需求。本文目的在于分析港口运输与其他行业的不同点, 指出管控一体化在港口实际应用中应该注意的问题, 并在此基础上提出具有分离过程管理层、拥有预推机制和分布式计算以及 electronic data interchange(电子数据处理交换, 以下简称 EDI)扩展的管控一体化系统结构。

## 2 港口企业管控一体化系统的功能分析

管控一体化主要应用在管理层复杂的、大规模的 ERP、CRM 系统, 以及应用于工作现场底层和传输层的现场总线和工业以太网技术。各行各业在构建自己的管控一体化系统的过程中, 都针对自己行业的特点作出了一些调整<sup>[1]</sup>。就港口运输而言, 目前现有港口管控一体化系统具有以下特点:

a. 不同于其他行业控制产品质量的模式。港口运输业是一个过程的生产, 更多的是关注于调配、运输和装船、卸船的过程, 而由于集装箱化运输中标准化的箱体和装卸设备, 产品质量问题并不需要给予太多考虑。如何通过更有效的调度、分配、运输和装卸货物来提高泊位生产效率成为值得思考的首要问题。监控现场设施的工作状态, 应对生产过程中可能发生的突发情况, 将港口的原始信息及时传输至管理层处理成为控制指令, 这是港口管控一体化系统应该拥有的特性。

b. 港口之间信息互通的必要性。由于信息互通的需要, 港口与外界信息的通用性、系统的兼容性以及信息的安全可靠性是港口管控一体化应具备的特性, 如目前广泛应用的 EDI 电子系统的兼容性。

作者简介: 杨汜(1987—), 男, 江苏南京人, 硕士研究生, 从事港口航道建设研究。

c. 具备处理突发事件的能力。考虑到管控一体化系统自身所具有的应急管理能力的<sup>[2]</sup>,在应用到港口企业时,首先应考虑设计相应的现场情况预测分析功能,以预见可能发生的港口生产状况,避免某些不利局面的发生。其次,通过设立相应的预先情况处理机制,使系统能够在情况发生时按照预先设计的处理方案进行生产的调配,从而在最短时间内解决突发性的货运需求。

d. 港区管控一体化改造的标准化特点。考虑到目前一些老港口的改造过程中,其设备并未完全达到工作能力极限和使用年限,若全面更新,不仅会造成设备的浪费,还会因更新时间比较长,使得泊位在改造阶段中造成比较大的损失,因此,对于老港区的管控一体化改造,应该考虑原有设备的充分利用,在无需全面更新的前提下,用最小的改造成本和改造时间创造最大的效率提升;而对于必须全面更新设备或者初次部署管控一体化系统的港区,正如文献<sup>[3]</sup>关于天津港石化码头管控一体化系统的设计过程中所提出的,在满足系统“开放性”的基础情况下,应该考虑设备特别是工业现场设备型号的选择,并注意选择的标准应与工业标准、国际标准接轨,避免以后在生产管理过程中系统维护和扩展过程中出现不必要的障碍。

e. 港口生产的特殊性。由于港口的气候、湿度等条件,现场监控集中传输设备应考虑到防潮防水性能<sup>[4]</sup>。此外,考虑到港口运输货物可能存在的危险性,如油港等,其系统应具备一定的防爆防火措施,以便在突发性事故面前具备一定的生存能力。

f. 层次管理的特点。一个典型的管控一体化系统可分为3个层次:现场管理层、过程管理层和经营管理层<sup>[1]</sup>,其中现场管理层用于生产过程的操作与控制,是为操作人员提供的人机接口,操作人员通过其接收调度指令,并对生产过程实施操作与控制;过程管理层用于生产过程的管理,向工艺工程师和自动化工程师提供过程管理、设计工艺流程和控制方案的人机接口;经营管理层用于经营、库存、财务及生产调度等企业管理,实现企业管控一体化。在港口企业管控一体化系统中,过程管理层处于中间地位,不仅要直接根据现场状况控制现场管理层的调度,并负责将经营管理层的计划通过本层的功能在现场管理层得到贯彻,同时负责向经营管理层提供现场管理层实时及长期汇总信息,以便其制定企业管理计划。在这一结构中,因为过程管理层与经营管理层之间无论网络设计和工作地点都比较相近,所以现场管理层与过程管理层之间的连接设计显得最为关键和复杂。

## 3 二级过程管理层与 EDI 扩展的港口管控一体化系统

### 3.1 过程管理层的二级体制

为了解决现场管理层与过程管理层之间高速、便捷的信息传输问题,以往的港口管控一体化现场管理层部分采用现场总线或者工业以太网技术,在过程管理层和经营管理层中采用 INTERNET 技术。但仔细分析不难看出,一方面,现场总线技术标准尚未统一,目前各个厂商的产品并不具有很好的兼容性;另一方面,虽然工业以太网技术可以与过程和经营管理层所应用的 INTERNET 技术有较好的协调,但是对于实际操作端的覆盖需要专门的设备,而且在与过程管理层网络互联中,由于工作地点和管理地点可能相距很远,现场大量信息的传输会使得传输线路过分繁忙,需要增大带宽,从而增加了成本。

从另外一个角度考虑,过程管理层可以进一步进行细分:基础过程管理层和高级过程管理层。

#### 3.1.1 基础过程管理层

对于一些比较基础的情况,可以通过在工作现场附近设置一个比较基础的过程管理中心进行控制。这个控制中心可以使用计算机人工智能来代理,其计算理念可以运用人工智能围棋中的棋路预测与扫描机制,先按照一般操作中可能出现的故障和突发情况建立关键字字典,如存储异常情况名称(或编号),情况对应监控系统参数、情况对应反馈操作命令等。现场监控系统采集的数据通过工业以太网传输到基础管理层中,经过数据信息的标准化处理后,在字典中进行比对,确定当前该泊位或堆场所处情况是否异常,并按照存储的相应操作向工作设备发出指令,指挥工作设备完成故障的排除,同时通过监控港区信息,通过一定的分配算法,针对当前港口状态更改调度命令,使得港口始终处于最佳工作状态。

这种基础的过程管理层由计算机代理,无需人工干预决策,可以达到最短的反应时间。但是,当港区比较大时,就需要注意以下3点:

a. 强大的计算能力。由于监控系统反馈的信息需要进行不同的处理,包括故障排除和优化调度。如果对它们进一步细化,可以分为各种不同的种类。无论是这些信息的分选发送,还是处理这些信息,都要求系统需要强大的计算能力。

b. 不断增加新字段。由于软件在运行过程中需要维护,尤其是对于异常情况,字典需要根据新的问题增加字段,使得基础过程管理层的异常情况处理部分始终处于最佳运行状态。

c. 加强维护。基础过程管理层与现场之间的通讯系统需要保证不间断,因此维护是必须的。目前分布式计算和网格技术在实际应用中体现出了比较好的效果,尤其在数据挖掘中应用相当重要,可以利用相对较少的成本实现原来需要大中型服务器计算机才能处理的计算任务,如在电信营运服务信息的分类处理任务中,应用网格技术可以大大缩短处理时间,提高反应速度<sup>[6]</sup>。因此,在解决港口企业基础过程管理层数据处理问题时,可以充分利用分布式计算,通过设置主机进行业务分选,再由分布式计算机网络中的任意一台计算机(通过 CUDA 技术实现单机并行运算)或任意子分布式网络进行相应的业务计算。这样不仅可以大大减少投资成本(充分利用现有的计算机网络平台与原有计算机或购置小型服务器与计算机来实现)和占地空间(方便现场布置),还可以减少由于各个系统出现问题对于整个基础过程管理系统的影响,使得维护变得简易。另一方面,可以通过设置备用分布式网络来解决子系

统故障时的问题。此外,分布式网络可以使维护工作变得更有针对性,且其分散、小型化的设置符合在港区进行布置,从而避免了与高级过程管理层频繁的远距离通信问题。

### 3.1.2 高级过程管理层

有时单靠基础过程管理层是不够的,因为可能会出现字典中尚未出现的异常情况,需要管理人员根据实际进行人工调度操作,此时就要求有高级过程管理层的存在,即:

- a. 实施状态监控。对基础过程管理层实施状态的监控。
- b. 人工处理。对基础过程管理层无法解决的问题进行人工处理,并在问题解决以后针对问题对基础过程管理层进行维护。
- c. 实现异地操作。向基础过程管理层发布直接或通过经营管理层间接从 EDI 获取的信息,从而实现港口与其他水运对象之间的异地 workflow 操作。如第三方通过 EDI 对于本港区设备的当前装卸设备

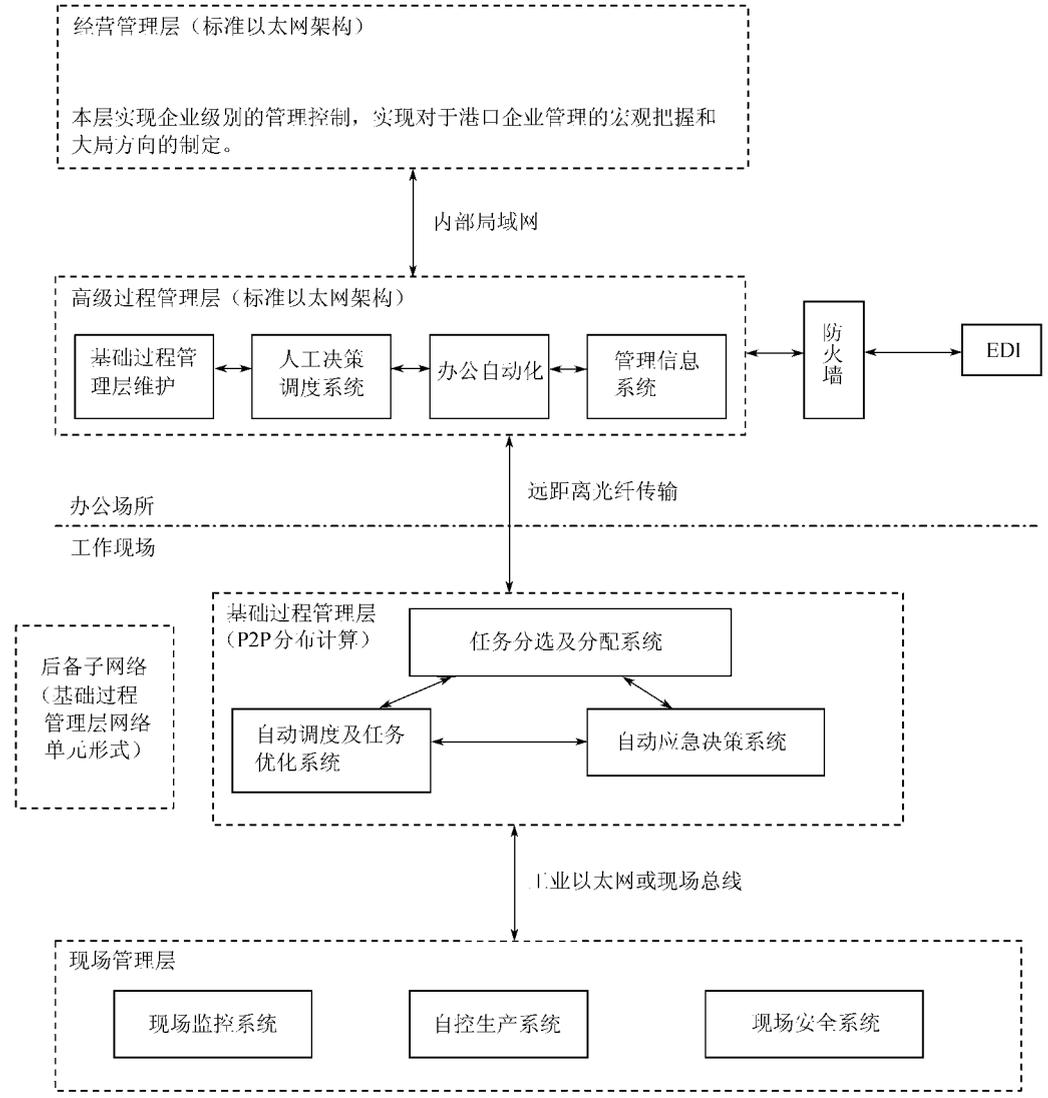


图 1 二级过程管理层与 EDI 扩展的港口管控一体化系统结构

状态的询问请求,或者堆场情况询问请求,可以向高级过程管理层发出请求,由高级过程管理层确认其请求及权限后,为其向基础过程管理层发出通知,传输相应的状态数据给高级管理层,再由高级过程管理层转发给第三方。也可以由高级层有针对性地由 EDI 获取第三方货运需求信息,转交基础管理层,从而影响基础过程管理层的调度计划。

### 3.1.3 二级过程管理层特点

将过程管理层分为高级过程管理层和基础过程管理层的特点为:

a. 解决了一般网络格式和传输方式不匹配的问题。由于目前现场总线和 ERP、CRM 系统所使用的传输方式不同,致使两者连接时相当不便。以往设计者通过工业以太网技术来解决。笔者认为可以通过分布式计算中的工业式计算机和分布式计算网络来解决问题。一方面,对于基础过程管理层,可以通过相应的工业软件以及分布式网络的强大运算能力进行相关信息的读取和处理;另一方面,对于高级过程管理层,通过工业计算机本身内部的数据转换和翻译,将当前设备状态和分布式网络状态通过与办公室一致的网络连接方式以 IE 浏览的超文本服务进行发布,使管理任务无论是界面还是具体操作都更加友好、简洁,从而屏蔽了操作层复杂的现场总线规范。

b. 减少了过程管理层与现场管理层之间信息的传输量。由于高级过程管理层对应原管控一体化系统的人工干预,对于这部分而言,有用的信息仅仅是现场设备信息的一小部分,通过基础过程管理层,可以筛选出对于问题有用的数据,打包发送给高级过程管理层,从而方便高级过程管理层人员更快的从现场情况汇中找出问题的原因。此外,高级过程管理层还能向基础过程管理层索取相关的数据,而无需复杂的基础操作,所有的基础操作都可以由基础过程管理层中的分布式网络和工业计算机进行并完成格式的转换和统一。此时过程管理层和现场管理层上的数据流被分化成两段,其中最繁忙的部分为基础过程管理层与现场管理层之间的连接。由于基础过程管理层被设置在工作现场,无须远距离传输,只有基础过程管理层与高级过程管理层之间的信息需要远距离传输,这样就减少了需要远距离传输的信息量,大大节约了传输带宽,减少了铺设传输线路的成本。

c. 提高了管控一体化的自动化水平。管理人员无需接触原始数据便可在计算机人工智能的辅助下,在短时间内同时处理多个异常情况。同时,该系统可以实现 24 小时不间断工作,并且在后备子网络

的支持下具有一定抗故障能力。

### 3.2 开放性设计与 EDI 扩展

以往的港口管控一体化系统常被设计为港口内部设备状态的控制和任务调度。随着经济全球化进程,一个港口的调度工作不再只由其自身决定。客户的突发性需求、其他港口的协同调度、抵港货轮的装卸货状态,这些都将影响到港口本身的调度。因此在设计管控一体化系统的同时,应该考虑到该系统对外的信息接口问题。正如文献 3 和文献 4 所指出的,在港口企业管控一体化设计过程中,系统的开放性是必须考虑的问题。

目前国际运输业中广泛应用的 EDI 就是一个针对业内各种信息交流而设置的一个平台。EDI 是一种“企业之间标准复杂、结构严谨、内容精准,具有法律约束的资料交换”。电子数据交换简化了人工操作,促进了港口企业的业务交流。它既提高了员工的工作效率,又缩短了客户服务时间,已成为各行各业的必选。我国部分港口自 20 世纪 90 年代开始逐渐实现了 EDI 的支持,在实际应用中大大提高了港口的生产效率<sup>[5]</sup>。因此,作为获取外部信息的有效途径,在管控一体化系统中设计 EDI 接口是必要的。

通过 EDI,管控一体化系统可以直接从电子文件中获取调度所需的信息,免去了人工输入等操作程序,避免了人工调度的误差,同时也可以在第一时间根据相关信息调整当前调度任务,方便某些紧急货物运输的需求。在本结构中,EDI 信息由高级管理层进行信息的接受,经过数据格式的转化后发送给基础过程管理层,作为基础过程管理层当前状态的一部分,参与任务调度计算。

### 3.3 相应的港口企业管控一体化系统结构

如图 1 所示,港口企业管控一体化系统分为经营管理层、高级过程管理层、基础过程管理层以及现场管理层 4 个主要部分,其具体作用及相应模块功能如下:

a. 经营管理层。负责把握港口企业的总体规划,制定相应的中长期企业目标,实现企业级别的管理控制。本层通过企业内部局域网与高级过程管理层相联系,对高级管理层负责。

b. 高级过程管理层。布置在港口办公地点,以人工处理形式负责港口在具体生产过程中的调度(人工决策调度模块),并且兼顾对于基础过程管理层的系统维护和异常情况的处理工作(接触过程管理层维护模块),并通过办公自动化系统获取经营管理层提供的宏观管理信息。本层同时可通过互联网与 EDI 直接联系,获取外部对于港口(下转第 51 页)

在高位运行,且新建小电站对河流生态有较大影响,因此,电源工程的投资规划应向“改扩建”部分倾斜,并结合农村水电站更新改造任务,加大浙江省农村电气化建设规划中电源工程的“改扩建”部分,以争取更多的财政支持,并把这部分资金纳入到公益性补偿基金。

### 3.4 加大政府政策性支持

a. 改善税收政策。落实农村水电站减税政策,或实行先征后返,并积极制定能源环境税收政策,对能源生产过程中产生的环境污染,特别是二氧化碳等温室气体,增设排放费,所收费用全部用于补贴农村水电站更新改造。

b. 建立长期稳定的投资信贷体系。国家应该建立一个长期稳定的投资信贷体系,使更多的资金投入农村水电更新改造上。设立农村水电更新改造专项贷款,延长还贷期限(如延长到30年),并对贷款实行低息和贴息政策。

c. 鼓励利用资本市场。采用以存量换增量的方法,把有更新改造增容潜力的水电站和效益好的已投产的水电站捆绑转让给上市公司,从资本市场套取更新改造建设资金用于老电站的更新改造,同时利用上市公司良好的信誉,为水电站更新改造项目的银行贷款提供担保。也可以与上市公司谋求合资或联营<sup>[7]</sup>,由上市公司投资合股,或托管经营,形

成资源和优势互补,促进共同发展。

## 4 结 语

资金问题是农村水电站更新改造的关键性问题。通过调研分析和研究,构建能够体现公平公正原则的投资机制框架体系,是农村水电站更新改造领域中的一种创新。

### 参考文献:

- [1] 叶舟. 技术与制度:水能资源开发的机理研究[M]. 北京:中国水利水电出版社, 2007:109-121.
- [2] 刘雪. 水利投资的战略管理研究[J]. 水利经济, 2006, 24(3):65-67.
- [3] 施林祥, 陈烨兴, 李健康, 等. 浙江省“十一五”农村水电站更新改造规划报告[R]. 杭州:浙江省水利水电勘测设计院, 2006:19-21.
- [4] 张仁贵. “十一五”浙江省水电发展机制的研究[R]. 杭州:浙江同济科技职业学院, 2007:5-17.
- [5] 汪结春. 上海市河道长效管理机制探讨[J]. 河海大学学报:哲学社会科学版, 2004, 2(2):62-64.
- [6] 施银土. 浙江省“十一五”水电农村电气化规划[R]. 杭州:浙江省水电开发管理中心, 2005:16-17.
- [7] 钱正英. 中国水资源战略研究中的几个问题[J]. 河海大学学报:自然科学版, 2001, 29(3):1-7.

(收稿日期:2008-10-01 编辑:彭桃英)

(上接第48页)

的需求,并发布本港口可提供资源,实现整个结构的开放性特征。本层通过远程光纤与基础过程管理层联系,并对基础过程管理层负责。

c. 基础过程管理层。布置在港口工作现场或附近,以计算机直接管理现场管理层。其包含任务分选及分配系统、自动调度及任务优化系统、自动应急决策系统等3个模块,分别负责当前计算任务的分选和分配、对现场的任务调度和优化、对现场出现的异常情况进行处理。本层采用网格分布式计算,并通过工业以太网或现场总线与现场管理层相联系,对现场管理层负责。

d. 现场管理层。负责工作现场的监控、安全系统,向现场工作人员提供调度指令,并向上层反馈当前现场情况。

## 4 结 语

本文所提出的结构按照以往设计中过程管理层的不同职能,将其分化为2个层面,并按照其业务需求,分别交由计算机(分布式网格)和人工处理,一方面缓解了以往模型中工作现场和办公区的连接问题;另一方面由于分工明确,使得后期维护工作更具有目

的性,并且能够在出现错误的情况下调用后备子网络接替故障区域的任务,增强了系统本身的健壮度。该模型还注意到在经济全球化进程中港口管控一体化系统信息交流的开放性,并提出了与EDI平台的信息接口问题。以上两点思路均旨在提高港口管控一体化系统的自动化水平,进而提高港口工作效率,缓解当前泊位紧张的状态。该模型可能存在一些不足之处,这也是需要日后加以研究和完善的。

### 参考文献:

- [1] 杨小健. 管控一体化技术综述[J]. 工业控制计算机, 2003, 16(10):4-5.
- [2] 邵柏庆. “管控一体化”的应急管理新模式[EB/OL]. [2006-07-15]. <http://www.xxj.org.cn>.
- [3] 李兴顺. 天津港石化码头管控一体化系统的实现[J]. 中国水运, 2007, 9(9):148-149.
- [4] 赵伯强, 李惠君. 港口企业管控一体化网络系统设计[J]. 水路运输文摘, 2005(7):44-47.
- [5] 王彤. 浅谈码头EDI应用的重要性和高效性[J]. 集装箱化, 2004(10):21-22.
- [6] 陈京民, 闫朝阳. 网格技术在文本分类系统中的应用研究[J]. 计算机时代, 2007(12):48-50.

(收稿日期:2008-06-18 编辑:徐广生)