

ERP系统在混凝土企业中的应用研究

张新蕾¹, 孙亮¹, 徐传运¹, 张杨¹, 冯永成²

¹重庆师范大学, 重庆

²重庆茂侨科技有限公司, 重庆

收稿日期: 2022年1月18日; 录用日期: 2022年2月16日; 发布日期: 2022年2月23日

摘要

商品混凝土行业经过近十年来的高速发展, 市场竞争环境日益激烈, 过剩经济日趋严重。随着ERP (Enterprise Resource Planning) 信息管理系统的发展, 其具有的支持离散型、流程型等混合制造环境的特性以及可融合数据库等技术的扩展性对于改善混凝土企业的工艺流程、数据安全、数据共享等方面发挥着重要作用, 并受到了各个行业的广泛关注。本文在简述混凝土行业发展现状的基础上, 介绍ERP系统, 并探讨了当前国内外学者将ERP系统融合应用到混凝土行业中的相关研究, 同时阐述了混凝土企业在与ERP系统结合下带来的资源整合、优化流程、数据决策等好处及面临的信息化水平、实施成功率等挑战。最后本文对ERP系统发展和混凝土行业建设提出建议及未来的研究方向。

关键词

ERP系统, 混凝土, 工业应用

Application Research of ERP System in Concrete Enterprises

Xinlei Zhang¹, Liang Sun¹, Chuanyun Xu¹, Yang Zhang¹, Yongcheng Feng²

¹Chongqing Normal University, Chongqing

²Chongqing Maoqiao Technology, Co., Ltd., Chongqing

Received: Jan. 18th, 2022; accepted: Feb. 16th, 2022; published: Feb. 23rd, 2022

Abstract

After nearly ten years of rapid development of commodity concrete industry, the market competition environment is becoming increasingly fierce, the surplus economy is becoming more and more serious. With the development of ERP Information Management System, its characteristics of supporting discrete, process-based hybrid manufacturing environments and the scalability of

convergable databases play an important role in improving the process, data security and data sharing of concrete enterprises, and have been widely concerned by various industries. Based on a brief description of the current situation of the development of the concrete industry, this paper introduces the ERP system, and discusses the relevant research on the integration of ERP system into the concrete industry by domestic and foreign scholars, and expounds the benefits of resource integration, optimization process, data decision-making and other challenges brought about by concrete enterprises in combination with ERP system, and the implementation success rate. Finally, this paper puts forward suggestions and future research directions for the development of ERP system and the construction of concrete industry.

Keywords

ERP System, Concrete, Industrial Application

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

混凝土是工程建设中不可缺少的建筑材料,在未来的5~10年仍将处于刚性的市场需求,面对发展需求、市场需求要看到带来的挑战:行业的生态、自律远远不足、质量的参差不齐、新材料新技术的应用等方面。放眼全国混凝土企业,混凝土质量安全事故频发,严重危害建筑工程安全,例如:2016年11月国电丰城鼎力新型建材有限公司因未严格按照混凝土配合比添加外加剂,最终导致“11 24”冷却塔施工平台坍塌特重大事故;2019年10月湖南拓宇混凝土有限公司因设计砼强度未达设定要求造成的建筑工程质量事故等。ERP系统能够通过计算机进行生产和排产,实现分析、跟踪、回溯功能,做到生产数据全域、全过程管理,避免混凝土重大安全事故的发生。为实现混凝土行业绿色智能发展,混凝土生产工艺及企业经营管理应该利用工业大数据,将数字化技术与制造技术深度融合,由传统装备演变成具有自感知、自分析、自决策功能的智能装备,打造透明化、可视化的新一代智慧工厂。

本文整理了ERP系统在混凝土企业的研究进展,在分析优化工艺流程的基础上,阐述ERP系统在混凝土企业应用中的优势和不足,对ERP系统发展和混凝土企业建设提出参考建议。

2. ERP系统概述

2.1. ERP系统概念

ERP系统是基于网络经济时代的新一代信息系统,从供应链范围优化企业资源,它具有系统性、整合性、灵活性、实时控制性等显著特点。ERP结合计算机技术,如基于WEB技术的电子数据交换(EDI)、多数据库集成、客户/服务器分布式结构、云计算等,能够满足电子商务时代资源优化和企业间协同发展的需要。

2.2. ERP系统的发展历程

综观ERP系统的发展历程,其作为企业的集中管控平台,一直处于不断演进之中。ERP系统发端于MRP(物料资源计划),最初是为生产制造行业的物料管理而设计的,后在MRP的基础上进行了扩充,引入供应链管理的概念,其力求在供应链范围内优化企业所有资源。经过多年的发展,ERP系统已覆盖到

企业的方方面面，可将企业内所有资源进行整合集成管理，同时具备客户或供应商实现信息共享和直接进行数据交换的能力，形成共同发展的生存链，并使决策者及业务部门实现跨企业的联合作战。

2.3. ERP 系统现状与关键技术

ERP 是一种主要面向制造行业物质资源、资金资源和信息资源集成一体化管理的企业信息管理系统。随着因特网的高速发展，许多计算机技术的最新成就被应用到 ERP 系统中，如多种数据库平台、第四代语言(4GL)、仿真技术、人工智能等。黄提出了基于大数据的智能 ERP 系统设计，利用大数据技术对企业有意义的数据进行专业化处理，提高对数据的“加工能力”，通过“加工”实现数据的“增值”[1]。袁等提出了基于用户行为分析的企业 ERP 操作可视化及应用，以 ERP 系统操作日志为对象，以基于时间轴的多视图合并的可视化逻辑为基础，构建用户行为可视化画像并进行可视化分析，对企业人力资源管理以及 ERP 系统个性化设计具有重大意义[2]。李等提出一种基于云计算并面向服务架构的针对制造业企业的 ERP 服务理论模型，将面向服务(SOA)的思想融入云 ERP 系统的设计，实现了基于云计算模式的 ERP 管理系统，能够降低企业实施 ERP 的维护成本并快速响应企业需求[3]。相较于传统 ERP 系统投入成本和人工较高，基于云计算平台的 ERP 体系结构更简单，该体系结构共分为两层：第一层的云端提供硬件及相关软件服务；第二层的客户端依托物理设备接入 Internet，通过调用系统资源完成 ERP 的应用。考虑到数据管理的重要性，企业可建立本地数据库镜像服务器，保存企业重要数据资源。其体系结构图如图 1 所示：

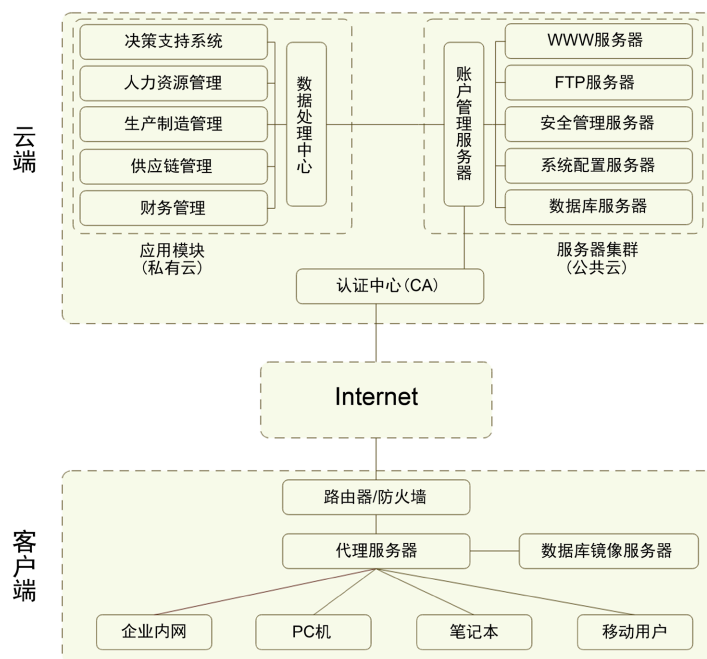


Figure 1. Cloud computing platform ERP system structure
图 1. 云计算平台 ERP 体系结构

3. ERP 系统在混凝土企业中的应用

ERP 系统能够通过数据整合与分析为混凝土企业各部门提供数据支持和决策支持，有效解决混凝土企业产品设计靠人工、质量控制靠经验、人工干预多、信息不透明、企业之间存在数据孤岛等各类痛点问题，系统通过优化搅拌站运营管理流程，实现成本控制、质量分析控制、合同风险控制、生产任务调

度、设备安全管理、数据统计分析等众多解决方案。

大量的研究表明,应用 ERP 系统的企业可降低运营成本,提高企业核心竞争力。表 1 表示应用 ERP 系统的企业在成本管理、营销管理、财务管理、库存管理、供应链管理各方面取得的成效。

Table 1. Enterprise implementation effect

表 1. 企业实施成效

	功能描述	效果
文献[4] [5]	成本管理	财务人员由单一片面的成本核算转为全面动态的成本控制,使成本核算更加精确,做到有力管控。
文献[6] [7]	营销管理	据相关数据显示,使用 ERP 系统的企业能够将其客户服务水平提升到 90% 以上。ERP 系统的使用,促使市场销售和生产制造部门实现有效通信协调,进而有效满足市场需求,实现企业市场营销策略。
文献[8] [9]	财务管理	ERP 系统充分融合企业的财务和业务,使得财务部门可实时获取各项业务数据,简化了获取数据的繁琐流程,降低了企业各部门间处理数据的成本,从而提升企业的财务管理能力。
文献[10]	库存管理	基于 ERP 系统实现呆滞库存管理、物资需求管理、物资查询与出入库信息化管理功能,实现库存管理数据精准记录,切实提升提起物资调配与管理水平。
文献[11] [12]	供应链管理	通过 ERP 系统,可加强企业外部供应链资源的管理,实现企业对整个供应链信息的集成管理、内外网的数据交换,全面提升企业的内部控制水平。

混凝土质量是混凝土企业生存的关键。混凝土质量安全控制取决于混凝土的生产工艺流程,如图 2 所示。对于推动混凝土质量安全的信息化平台技术研究,有学者探讨了基于区块链技术的混凝土生产信息管理框架研究与安全性论证。与数据库传统的集中式储存方式不同,平台通过默克尔数、无钥签名技术,并结合区块链形成不可篡改的链式结构,确保电子信息的可追溯性、安全性,具有去中心化、防篡改等特性,为混凝土企业施工档案的信息化存证提供了新的思路和途径[13]。管理平台本质上是作为原材料和生产流程的全方位监控系统,对实现混凝土质量的预测、分析、追溯意义重大。



Figure 2. Concrete production process

图 2. 混凝土生产工艺流程

供应链是混凝土企业赖以生存的商业循环模式，它是以混凝土搅拌站为核心，将产业上游原料供应商，产业下游建筑工程，产品运输商以及往来单位结合为一体，构成一个面向最终客户的完整电商供应链，提高商混企业对市场和客户的响应速度。康等对供应链管理的各个模块在 ERP 对应子系统中的数据传递关系进行设计与模型构建，通过调研明确供应链管理的各职能，在 ERP 与供应链管理的视角下设计出了基于 ERP 的供应链管理系统的框架。其根据供应链运作参考模型(SCOR)和全球供应链论坛的供应链管理管理框架(GSCF)两种供应链管理流程模型设计了企业的供应链业务流程，将 ERP 系统中的供应链管理模块划分为 5 个子模块：采购管理、生产管理、销售管理、库存管理和产品开发，实现供应链的利益最大化，同时平衡供应链上企业的利益分配，从而提升供应链的竞争力[14]。

数据化管理是打造智能化混凝土企业的关键因素。针对目前大部分搅拌站工控系统无法与外界信息系统交互问题，任等提出了一种基于 WCF + log4net 技术的解决方案，在工控系统配置 WCF 服务，ERP 系统通过此服务采集工控系统中数据至 ERP 数据库，通过 log4net 技术保存错误日志，便于调试。系统交互使混凝土企业实施掌握搅拌站生产情况，帮助企业实现数据化的转型技术改造[15]。冯等设计了一套基于远程数据集中采集的混凝土搅拌站和 ERP 系统之间的交互方式，把两者数据交互中应用到的中间数据库放到网络服务器中，有效降低对控制设备的性能影响，提高数据交互的效率[16]。

国内外不少学者结合现代信息技术对工业 ERP 系统进行了框架设计和系统实现，并根据当前混凝土企业应用的 ERP 系统本身存在的功能及集成性不强等问题提出了 ERP 系统的解决方案。这些解决方案对于混凝土企业在优化供应链管理、降低企业整体运营成本、确保数据准确互通等方面具备一定的应用成效。然而，当前大多数混凝土企业应用的 ERP 系统仅仅停留在层次相对较低的水平，并未把前沿的研究成果应用到 ERP 系统的设计和实现中，因而企业并没有把 ERP 系统的应用优势最大化，未能充分地满足企业对自身经济效益与社会效益提升的需求。

4. ERP 系统在混凝土企业的应用分析

4.1. 优势

当前，利用大数据、云计算技术，通过数据云集成 ERP 管理系统，实现智能生产+行业云平台 + 产品研发及质量控制为一体的综合管理信息系统，满足企业敏捷制造、精益生产和柔性化资源配置的要求[17][18]。

1) 促进企业资源的高效利用

面向混凝土企业，ERP 能够充分集成企业物质资源、资金资源和信息资源，加强企业采购、生产、销售、质量、物流、人力资源等多种信息数据的集成与融合，促使企业信息的高度集中和共享，优化企业资源配置[19]。

2) 助力企业做出正确决策

ERP 依托基础数据的时效性、准确性、可靠性，从多维度、多方位科学分析企业数据，使企业管理者实时掌握公司运营情况，把握企业未来发展动向，为企业科学决策与管理提供参考依据。

3) 优化企业生产流程

ERP 系统应用人工智能技术，通过计算机神经网络的不断学习、演练和拟合，使其能实现生产过程中各环节管理工作的优化。从原材料进场管理优化，生产组织调配优化，施工配合比的合理优化到货款按合同回收与生产供应协调管理优化，ERP 系统能够减少生产过程中繁重的人力劳动、降低过程中的管理漏洞，让管理工作精细化，质量更好。

4) 提升企业管理水平

ERP 既支持 JIT (Just In Time)和 MRP (Material Requirement Planning)混合管理模式，也同时支持离散

制造、连续流程制造等多种生产方式的管理模式，及时提供各种管理报告，实现管理层对企业信息的实时在线查询，有效推动混凝土企业管理规范化、科学化发展，帮助企业提升市场竞争力。

良好的 ERP 系统作为企业信息化管理系统，其具备一体化管理的特点，能够有效整合企业各环节资源，实现采购、销售、库存、财务等业务的一体化。同时 ERP 系统保障企业各部门数据的流通，避免信息孤岛，从而实现各部门间的协同效应，提升企业的生产经营效率。

4.2. 不足

1) 传统 ERP 项目的部署周期至少需要半年，周期较长，且部署风险较大，一旦部署失败，企业所有前期投入几乎白费。

2) 企业的商业机密信息被大量存储在 ERP 系统中。而大多数 ERP 系统其服务器和客户端数据的传输是通过明文传输的，随着黑客工具的泛滥，外部人员只需在网络上安装某个窃听工具，就可以跳过客户端的权限设置，完成对 ERP 数据窃取的目的，严重威胁企业数据安全。

3) 一般的 ERP 系统可以把销售、财务、配件等“不动”资产管理好，包括领用配件采购、应收账款统计、库存盘点等。企业同时存在“流动”资产，面临油料与设备“移动”的管理难题以及搅拌车的动态监管，仅仅依靠传统的 ERP 系统明显不足。

4) 很多混凝土企业选择 ERP 时并未很好地结合实际需求，往往过分注重 ERP 功能本身，这可能会造成实施时间或二次开发时间过长从而影响了效益的兑现

5) 部分混凝土企业治理观念滞后，缺乏对 ERP 系统应用的重视。企业高层人员仅仅将 ERP 系统作为企业的一项工作处理，并未在选择实施系统时投入一定比例的系统治理人员和业务人员，导致 ERP 系统实施成功率不高。

6) ERP 系统的有效应用依赖于企业内部业务流程的规范化和标准化，这意味着习惯粗放式管理的中小型商混企业在应用 ERP 前必须整顿和规范其业务流程，而整顿和规范管理并非一蹴而就。

针对这些不足，企业需要转变管理观念，完善管理模式和管理流程，选择适合自身且具有强大安全保障的 ERP 系统。而 ERP 系统也需要结合企业的实际需求，不断完善自身功能，并且将前沿技术融入 ERP 系统中，促进系统更新迭代。

5. 混凝土行业建设以及 ERP 系统的应用趋势预测

5.1. 混凝土行业建设

混凝土行业要实现可持续高质量发展任重道远，需要政府及有关部门、行业协会及企业自身进一步从行业政策、管理体制、商业模式上不断优化创新；需要大企业深化资源整合和技术创新，不断引领行业和区域市场发展[20]。

1) 政府及有关部门

改革应先立后破，才能有序发展。混凝土产业的智能化转型首先需要依靠政府及有关部门的政策法规来引导和规划发展。因此政府及有关部门应积极推动建立各区域市场未来的混凝土行业整体规划，为行业发展指明方向。

2) 行业协会

区别于水泥企业数量较少、竞合条件成熟等特点，区域市场混凝土企业数量较多，竞争较激烈，企业间协作沟通基础薄弱。所以混凝土行业必须依靠行业协会的力量，将各地市、各区域市场的企业有效组织起来，充分发挥行业协会的带头作用，加强行业自律，进一步优化市场竞争环境。

3) 企业

大企业市场占有率高、规模较大，对区域市场的行业规范、行业自律性、市场竞争环境影响巨大。必须充分发挥大企业的引领示范作用以及其在管理、资金、资源整合、技术创新等方面的优势，不断加快混凝土行业标准化和智能化建设，促进混凝土行业健康、科学发展。

5.2. ERP 系统的应用趋势预测

ERP 系统在混凝土企业中的应用具有发展前景的同时也面临挑战，未来 ERP 系统与混凝土行业协同发展的应用研究可从以下几个方面：

1) ERP 系统发展方向可以从 SaaS 服务模式方向开展研究。SaaS 服务模式具有部署简单、投资成本低、及时获取最新的硬件平台和最佳的解决方案、不需要企业自身进行维护和管理、数据加密安全可靠等特点。打造基于 SaaS 模式的 ERP 产品，让企业能够在拿到 ERP 产品时实现“开箱即用”，并且不同企业的数据和配置相互隔离，保证了每家企业的安全和隐私，企业通过网络便可以享受到硬软件结合和在线维护等服务。而对于部分企业来说，ERP 系统还需要提供 PaaS 服务，使企业能针对部分性能进行调整，比如进行功能拓展，服务修改等等。

2) ERP 系统在企业使用过程中会产生大量的数据，保障企业数据和系统安全至关重要。数据安全可从云计算方向思考，其提供的安全服务方面具有防御攻击、数据安全、提高了可用性、提高了可靠性、法规遵从性五大优势。云计算厂商也会为企业提供大量的工具和战略，包括微分段、新一代防火墙、数据加密、威胁智能识别、监控和防御保障企业的数据安全。为此企业可将 ERP 系统的数据安全完全交付给云计算厂商负责，以最低的成本，获得最大的收益。

3) 混凝土运输管理具有违规偷换货、超载现象严重、调度效率低三大痛点，加强 ERP 系统的物流管控是值得研究的问题。研究方向可以从异常行为检测、异常行为预警、优化车辆调度算法等方面着手。

6. 总结与展望

就目前商品混凝土企业的 ERP 系统应用现状，可以看出 ERP 系统已在混凝土企业得到了充分的发展，但是在监管及时化、调度一体化、管理智能化方面仍有不足，如何打造一个高度集成、扩展性强的 ERP 系统，使其支持混凝土企业与供应商和客户直接进行信息共享和数据交换，最大限度地优化企业供应链管理仍是研究的重要课题。

基金项目

工业设备智能检测监测云服务平台研发及应用(cstc2019jscx-zdztzx0043)，重庆市技术创新与应用发展(重大主题专项)项目；面向偏好本体的服务质量度量模型及应用研究(cstc2014jcyjA40034)，重庆市基础科学与前沿技术研究(一般)项目；混凝土智能制造关键技术研究(21XLB049)，重庆师范大学博士启动基金、人才引进项目；“商砼智造——基于‘5G+工业互联网’的无人工厂智能管控平台”(S202110637139X)，重庆市大学生创新创业训练计划项目；混凝土检验管理及智能分析系统，重庆师范大学横向项目；项目成果大数据智能分析方法及系统研究，重庆师范大学横向项目。

参考文献

- [1] 黄思杰. 基于大数据的智能 ERP 系统设计[J]. 现代电子技术, 2018, 41(24): 94-97.
- [2] 袁之淇, 易树平, 王钰涵, 高鑫钰. 基于用户行为分析的企业 ERP 操作可视化及应用[J/OL]. 工业工程与管理, 1-19[2021-06-28].
- [3] 李越男. 基于云计算的化工行业 ERP 系统设计与实现[D]: [硕士学位论文]. 沈阳: 沈阳理工大学, 2021.
- [4] 欧阳时风. 浅析 ERP 环境下企业成本管控[J]. 中国乡镇企业会计, 2019(8): 177-178.

- [5] 张健. 基于 ERP 系统的制造业企业成本管理措施探究[J]. 企业改革与管理, 2021(23): 161-162.
- [6] 刘青. ERP 在企业管理信息化中的应用及效益分析[J]. 中国市场, 2021(36): 189-190.
- [7] Oscar, S.M., Giuseppe, F., Ruben, G.C., *et al.* (2021) Research on Marketing Management System Based on Independent ERP and Business BI Using Fuzzy TOPSIS. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, **40**, 8247-8255. <https://doi.org/10.3233/JIFS-189647>
- [8] 冯焯. ERP 系统在企业财务管理中的应用探析[J]. 企业科技与发展, 2021(12): 73-75.
- [9] 司昱. ERP 信息系统对企业财务管理的作用研究[J]. 中国中小企业, 2021(12): 162-163.
- [10] 魏显文. 企业采购与库存管理中 ERP 的应用[J]. 经济管理文摘, 2019(12): 163-164.
- [11] Husada, T.Z.J., Hotlan, S. and Ferry, J. (2021) Impact of Enhanced Enterprise Resource Planning (ERP) on Firm Performance through Green Supply Chain Management. *Sustainability*, **13**, 4358. <https://doi.org/10.3390/su13084358>
- [12] 李静. ERP 系统在集团企业内部控制中的应用[J]. 企业改革与管理, 2021(18): 34-35.
- [13] 陈祖煜, 雷盼, 苏岩, 谈建, 王一川, 王玉杰, 陈晓龙, 赵宇飞. 基于区块链技术的混凝土生产信息管理: 框架研究与安全性论证[J]. 土木工程学报, 2021, 54(9): 105-114.
- [14] 康翔, 江敏. 基于 ERP 的企业供应链管理系统研究[J]. 信息与电脑(理论版), 2019(1): 152-154.
- [15] 任会民, 杨旭辉, 刘飞, 杨辉剑. 关于混凝土行业 ERP 系统与工业控制系统数据交互的研究[J]. 科技与创新, 2018(3): 59-61.
- [16] 冯新红, 何新初, 曹红山. 物联网背景下的混凝土搅拌站数据交互[J]. 建设机械技术与管理, 2021, 34(1): 77-80.
- [17] Saleh, S.A. and Saleh, S.A. (2021) Cloud-Based ERP Systems Implementation: Major Challenges and Critical Success Factors. *Journal of Information & Knowledge Management*, **20**, Article ID: 2150034. <https://doi.org/10.1142/S0219649221500349>
- [18] Katuu, S. (2020) Enterprise Resource Planning: Past, Present, and Future. *New Review of Information Networking*, **25**, 37-46. <https://doi.org/10.1080/13614576.2020.1742770>
- [19] 张鑫, 刘欣慧, 王亚奇. ERP 系统在企业管理中的应用研究[J]. 河北省科学院学报, 2021, 38(4): 43-48.
- [20] 中国混凝土与水泥制品协会预拌混凝土分会. 2019 年度中国预拌混凝土行业发展报告[J]. 混凝土世界, 2020(2): 14-25.