

贵冶智能工厂建设之应用系统技术架构浅析

徐娟华

(江西铜业集团有限公司 贵溪冶炼厂, 江西 贵溪 335424)

摘 要: 贵冶智能工厂一期建设的应用系统采用以虚拟化、并行计算、分布式存储和自动化为中心特征的云计算和互联网架构, 建立标准、统一、数出一源的集中集成信息平台, 实现“一个平台、二大标准体系、六大业务系统”的建设目标, 贯通业务流程、打通数据管道, 夯实智能工厂建设基础, 全面完成数字化和智能化。

关键词: 智能工厂; 互联网架构; SOA; React; Spring MVC 框架; 移动应用; DevOps; iUAP

中图分类号: TF08

文章编号: 1009-3842 (2019) 01-0032-05

文献标识码: A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Brief Analysis of Application System Architecture for Intelligent Factory Construction in Guixi Smelter

XU Juan-hua

(Guixi Smelter, Jiangxi Copper Corporation Limited, Guixi 335424, Jiangxi, China)

Abstract: The application system of the first phase of Guixi Smelter Intelligent Factory construction adopts cloud computing and internet architecture with virtualization, parallel computing, distributed storage and automation as its central features. It establishes a centralized and integrated information platform with standard, unified and source counting. It realizes the construction goal of "one platform, two standard systems and six business systems", runs through business processes, opens up data pipelines and tampers with wisdom. It can build the foundation of factories and complete digitalization and intellectualization in an all-round way.

Keywords: intelligent factory; internet architecture; react; spring MVC; SOA; mobile applications; DevOps

1 引言

2016年6月江西铜业股份有限公司申报的“铜冶炼智能工厂试点示范”项目顺利通过国家工信部审核, 成为铜冶炼行业首家试点示范项目。贵溪冶炼厂(以下简称贵冶)是项目的落地单位, 抓住此次试点示范项目的契机, 在生产管理的精益化、自动化、智能化上下功夫, 在信息技术、智能技术、工艺技术与传统制造技术融合方面加大投入力度, 实现具有贵冶特色的智能工厂建设目标, 提升工厂数字化、精准化、高效化和现代化生产水平, 将工厂打造成推行“智慧冶炼”的行业新样板^[1]。

贵冶智能工厂分二期建设, 一期建设内容包括应用系统设、IT平台支撑、自动化项目三大板块,

其中应用系统是建设重点, 利用信息技术将人、物、人与物、物与物的属性、特征、关系等数字化, 实现信息资源的归集及人机智能交互。数字化是信息化的技术基础, 信息化是智能化实现的必要条件。

2 应用系统建设思路

贵冶经过十多年的信息化建设, 存在大小17个应用系统, 包括ERP、协同办公、全面预算、人力资源管理、生产管理、设备管理、物料管理等系统, 基本覆盖了工厂主要的业务领域, 但各应用系统不同时期建设, 缺少工厂总体层面的提炼; 业务部门仅从自身业务考虑, 缺少对上下游业务的贯通; 各应用系统没有采用统一的IT技术体系、统

收稿日期: 2018-12-15

作者简介: 徐娟华(1974-), 女, 江西丰城人, 工程师, 主要从事计算机应用及软件设计开发工作。E-mail: xjh@jxccc.com

一的应用开发平台，缺乏统一的代码体系，各应用系统的数据也没有有效归集形成大数据平台；几大核心应用系统如生产调度信息系统、物料管理系统、设备管理系统、人力资源管理系统等，上线投入运行时间均超 10 年，与现行业务流程不匹配、与客户端操作系统不兼容、服务器超期服役运行不稳定等问题日趋严重，改造升级迫在眉睫。

针对现状，贵冶智能工厂一期应用系统建设将对工厂核心业务如生产调度、计划统计、物料管理、设备管理、车间管理、安全环保等全部重新开发，同时新增能源管理、辅助决策的应用；集团层面的 ERP、协同办公、全面预算、人力资源等系统保留使用，与贵冶智能工厂一期应用系统集成交互。通过“一个平台、二大标准体系、六大业务系统”的建设目标，建立标准、统一、数出一源的应用系统集中集成平台，贯通业务流程、打通数据管道，夯实智能工厂建设基础。

3 应用系统技术方案

随着“大智移云”（大数据、智能化、移动互联网和云计算）时代的到来，云计算、大数据、物联网等信息技术交融渗透，不仅改变着人们的生活，也掀起新一轮产业变革。在变革浪潮中，软件开发技术朝向网络化是必须趋势，应用系统越来越倾向

前端用户体验，而后端讲究运维一体化，编程模型越来越简单，但是对伸缩性和性能有越来越高的要求，将来的应用系统平台不只是后处置的支撑系统，而会成为实时的业务系统，面对海量数据，传统软件系统架构难以为继，需要全新的云计算和互联网的架构^[2]，树立以虚拟化、并行计算、分布式存储和自动化为中心特征的云计算架构，全面完成数字化和智能化。

3.1 技术架构

贵冶智能工厂一期应用系统建设的中标方为用友网络科技股份有限公司，结合业务需求及技术发展趋势，用友方选用其公司的互联网化架构产品 iUAP 平台构建应用系统，iUAP 是用友公司结合云计算、移动、大数据、社交等技术研制的，完全基于互联网架构的企业互联网开发平台，包括：开发平台、移动平台、大数据平台、云计算平台、云运维平台、物联网平台、互联网中间件等，融合了互联网领域的各种新技术，轻量、敏捷，支持高并发、高可用、高性能和安全，支持基于平台的微服务、Serverless 架构，支持智能制造、社交协同、共享服务等数字化企业新模式，能充分匹配贵冶智能工厂一期应用系统建设的要求及满足二期建设的扩展性需求。

应用系统总体技术架构示意图如图 1。

3.1.1 开发架构

用友 iUAP 平台是搭建应用模块的开发工

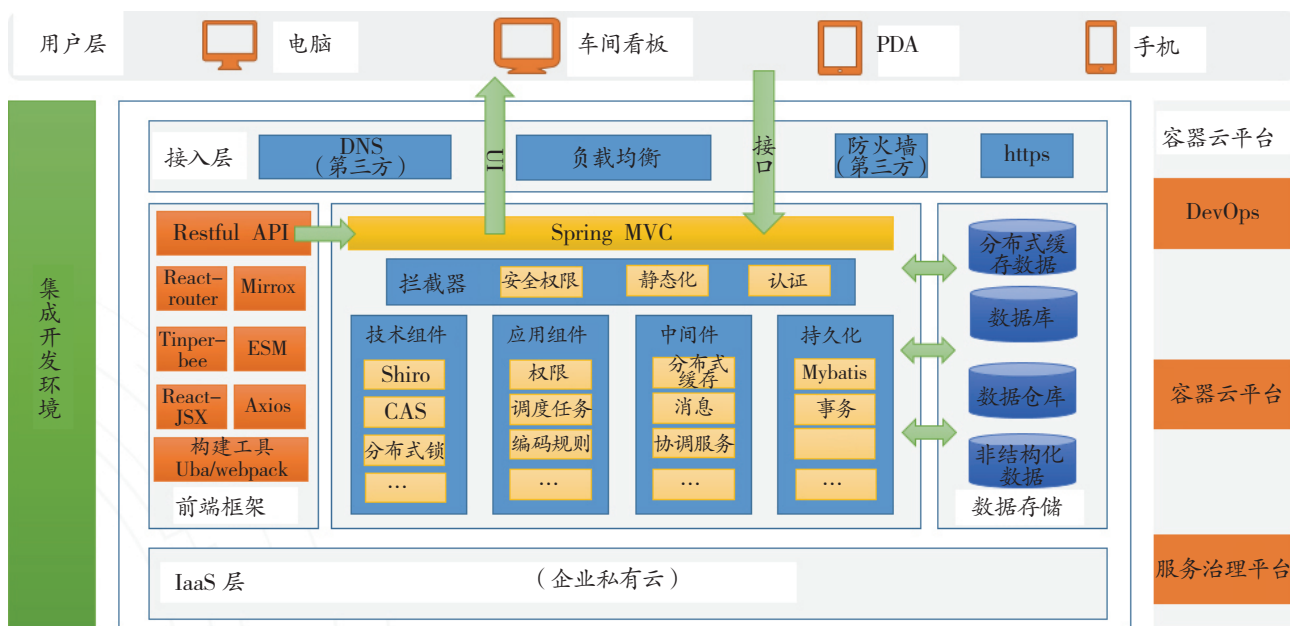


图 1 应用系统总体技术架构图

具与支撑平台,采用 SOA (Service-Oriented Architecture) 架构思想构建^[3],应用与数据分离,实现服务治理,解决数据服务的复杂程度,具有灵活的可配置性,满足部署灵活性,支持个性化需求。

iUAP 开发环境基于 Eclipse 开发,包含了语言开发环境 (Java 语言编辑器,编译、调试工具)、UI 设计器、业务模型设计器、模板设计器等。领域设计器自动产生应用框架代码,Java 语言编辑器完成业务逻辑设计,程序员按程序框架要求注册接口和事件将业务逻辑和应用框架代码关联,最后统一编译和调试。

iUAP 运维环境提供代码发布、节点管理、监控等可视化、自动化工具,支持基于物理机、虚机的传统运维技术,也支持基于 Docker 的开发运维一体化技术 (DevOps)。

(1) 前端框架。iUAP 平台前端采用基于 React 的 tinper-react 开发框架^[4],在基于 React.js 的 WEB 组件化 (声明式的编写 UI 组件)、高效虚拟 DOM 和 Fiber 算法、单向数据流等能力的基础上,提供基础组件和应用组件、路由管理解决方案、HTTP 请求解决方案、复杂应用的状态管理解决方案,通过整合一致性的云产品开发规范,形成一套完整易用的前端开发框架,提供开箱即用的一站式能力。

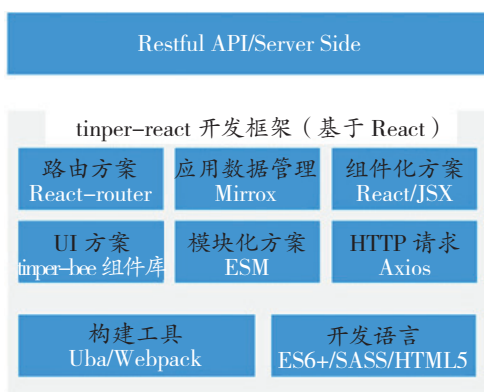


图2 应用系统前端框架结构图

(2) 后端框架。iUAP 平台后端采用 Spring MVC 框架^[5],基于 Java 实现 Web MVC 设计模式,将 Web 层进行职责解耦,使用请求-响应模型,简化 Web 开发,能够简单快速的设计出 Web 层,支持自动转化 java 对象到 json 结构,满足前后台数据交换;支持组合 service 层服务能力,提供 restful 格式的 api 调用。服务端编程框架与应用服务器解耦,支持 TOMCAT,JBoss 等开源应用服

务器。平台提供多种数据持久化方案,包括基于 Spring JDBC 的 iuap-jdbc 组件, Spring Data JPA 方式、Mybatis 方式等,业务上可以根据需求采用适合的持久化方式。

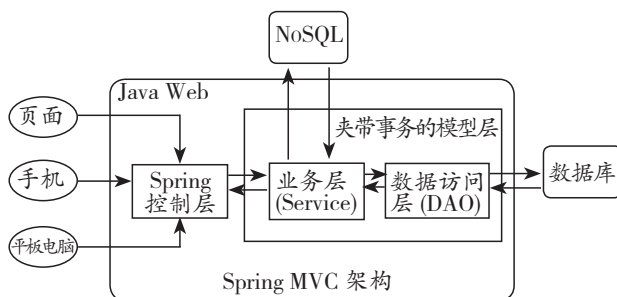


图3 应用系统后端框架结构图

(3) 移动端框架。iUAP 移动平台 Moli 提供了移动开发、管理、安全、整合等能力,包括移动开发平台、移动中间件、移动应用管理、移动设备管理、企业移动应用商店等^[6]。Moli 门户基础框架包含消息中心、企业通讯录、工作圈等通用功能,在此基础上,通过简单的修改配置、定制开发可以快速构建企业自己特色的移动门户。

iUAP 移动开发工具提供了代码编辑器、移动开发向导、移动开发模板、移动开发管理工具、移动开发配置工具的移动集成开发环境,通过移动开发工具可以完成整个移动应用的开发管理与跨平台移动应用编译功能。支持使用 HTML5 语言和 DSL 语言开发。

iUAP 移动应用编译服务器提供了跨平台编译打包功能,构建出能运行在不同移动设备不同操作系统上的移动应用,目前支持苹果 (IOS) 和安卓 (Android) 设备应用。

3.1.2 网络架构

贵冶原有网络系统分为控制网与管理网两个层次,两个网络间通过专用安全硬件进行隔离;视频监控各单位自建,相对独立,没有在同一个网络中互联互通。控制网络逻辑结构为总线形,物理结构环形,管理网络骨干千兆,桌面和装置百兆/千兆,自下而上,星型分布。

本次应用系统覆盖广、纵向深,原有网络架构不足以支撑,需用先进的安全体系进行结构性设计,满足当前及未来扩展的需求。管理网络骨干由千兆升至万兆,桌面和装置升至千兆/万兆,自下而上,全厂覆盖。整个网络核心业务区在数据中心,采用两台核心交换机双机热备的方式,保证核心业务的

正常开展。同时，基于数据系统安全防护体系及业务属性，将网络划分为管理网络大区、控制网络大区、视频网络大区。管理网络大区又分为广域网接入区、互联网接入区、互联网业务区、应用及数据中心区、用户接入区等。各安全域及其子域内部根据实际情况划分网段，设置访问控制、监控、审计等安全控制措施。

3.1.3 存储架构

“核心业务存储系统及灾难备份系统”是整体IT架构的一个重要部分，数据的安全性和可用性占据了绝对的主导地位，没有了数据，就没有了业务，其它一切“锦上添花”的功能和技术将变成空中楼阁。本次项目从整体建设业务中心级存储容灾平台的角度出发，搭建一个高可靠性、高可用性、可扩充性、可管理性、技术先进成熟的存储架构。

(1) 主用数据库存储, 部署主用数据库, 性能要求较高, 满足今后线性扩展的需要。

(2) 主用应用系统存储, 用于应用系统计算资源池做虚机应用的存储空间。

(3) 主用应用系统共享存储空间, 共享的 NAS 空间, 用于存储应用系统和报表系统的结果。

(4) 备份数据库存储, 可用容量与主用数据库容量一致。

(5) BI 商业智能系统专用存储, 支持 BI 商业智能系统的部署和 BI 类结果文件。

(6) 数据仓库存储, 主要为部分历史数据 (结构化数据库)、数据仓库 (数仓压缩数据)、中间结果和流转空间, 独立集成。

(7) 流媒体存储, 将音频、视频或多媒体文件进行存储。

(8) 归档及离线存储,采用虚拟带机加带机方式。

3.1.4 安全架构

本次项目从安全管理、基础设施、网络平台、计算区域、应用系统几个层面,进行整体安全设计。技术方面的要求包括物理安全、网络安全、主机安全、应用安全、数据安全及备份恢复;管理方面的要求包括安全管理制度、数据保密制度、人员安全教育、系统运维管理。

应用系统中利用统一身份认证对登录用户进行身份标识和鉴别，建立访问控制策略，依据最小原则授予用户权限；对于关键敏感数据采用加密技术，重点业务域采用不同的验证手段保障数据完整性；安全审计模块至少覆盖事件的时间、操作类型、业务描述和运行结果等内容，审计记录的内容确保翔实以便于审计检查；系统内的文件、目录和数据库记录等资源所在的存储空间被释放或重新分配给

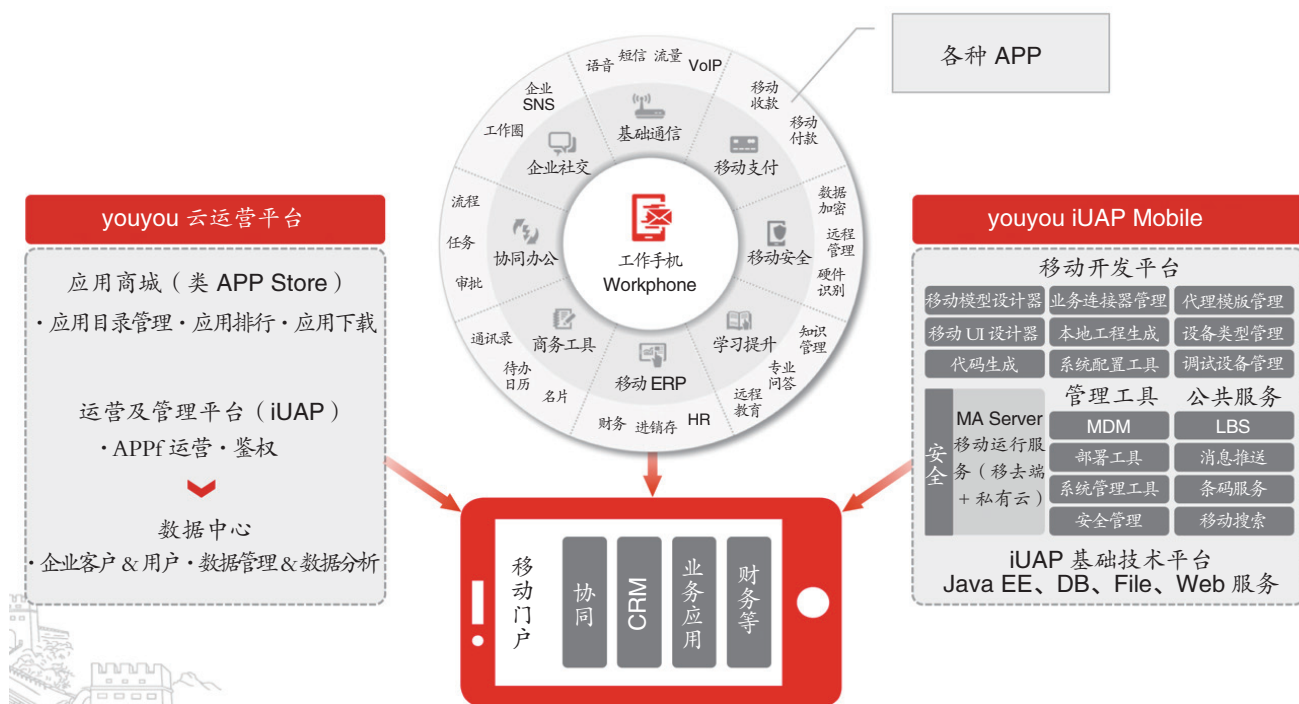


图4 应用系统移动端框架结构图

表 2 运行效果

序号	处理前	处理后		去除效率 /%
	F/ (mg/L)	pH	F/ (mg/L)	
1	16.2	7.4	3.1	80.9
2	17.6	7.7	3.5	80.1
3	15.1	7.6	2.6	82.8
4	16.7	8	3.2	80.8
5	15.8	6.5	2.3	85.4
6	13.9	6.5	1.8	87.1
7	17	7.7	2.8	83.5
8	14.6	7.5	2.7	81.5
9	15.9	7.3	2.2	86.2

3.3 运行成本

按照 Al/F 摩尔比约 4/1, 通过计算, 处理每吨含氟废水的硫酸铝药剂成本约 1.5 元, 按照含氟废水处理量 1200m³/d, 运行天数 350d 计算, 每年需硫酸铝药剂费用约 63 万元。

4 结语

综上, 通过硫酸铝除氟, 将废水氟含量由约 16mg/L 降低至 3.5mg/L 以内, 满足国家《铜、镍、钴工业污染物排放标准》(GB25467-2010) 规定的 ≤ 5mg/L 的标准要求, 确保废水含氟稳定达标排放,

每年需要增加约 63 万元硫酸铝药剂费用。除了传统的硫酸铝除氟外, 还有生物制剂除氟, 以及采用复合极板的电化学除氟等。不论是硫酸铝除氟, 还是生物制剂法、电化学法除氟, 都需要额外增加废水处理成本, 不利于公司的提质增效。在确保废水达标排放的前提下, 降低废水处理成本, 节省运行费用, 一方面是要减少废水的产生量; 另一方面是要通过技改等措施, 尽可能的回用废水。目前金隆公司含氟废水已经用于电石渣、硫酸亚铁的溶解, 用于石膏工序球磨机补水的废水回用管线也已在铺设。另外, 将含氟废水用于尾气脱硫工序补水的试验也在进行中。

参考文献:

- [1] 李金辉, 侯筱凡. 高浓度含氟废水处理[J]. 中国化工贸易, 2013(7):455-456.
- [2] 傅伟芳. 含高氟废水处理方法的研究[J]. 中国高新技术企业, 2008(8):94-97.
- [3] 张超杰, 周琪. 含氟水治理研究进展[J]. 给水排水, 2002,28(12):26-29.
- [4] 邓新云, 颜鑫. 电石渣处理高浓度含氟酸性废水新工艺研究[J]. 工业水处理, 2013,33(11):43-45.
- [5] 姚艳, 杨道武, 任卓, 等. 硫酸铝和聚合氯化铝处理高浓度含氟废水的对比研究[J]. 给水排水, 2011,37(1):150-152.
- [6] 马万征, 吴宏波, 王能, 等. 活性氧化铝处理低浓度含氟废水的研究[J]. 2013,42(1):50-52.

(上接第 36 页)

4 实施效果浅析

应用系统在 2018 年底上线后, 建立起统一的集成信息系统平台, 实时汇集传递生产、安全、环保、工艺、质量、能源等信息, 将以往分散在不同工序、不同职能部门和业务单位的信息流进行汇聚, 满足智能工厂可视化调度、联动指挥、应急处置、管理决策的需求, 提升生产效率及管控能力。

5 结语

贵冶智能工厂一期应用系统建设虽取得了一定成效, 但离真正智能化还有很大差距, 目前铜冶炼行业中还没有建立智能工厂模式, 信息化系统的建设工作相比其它行业也比较滞后, 贵冶是摸着石头过河, 建设过程中对智能制造的理解、方向、能力

等产生了不少问题与困惑, 下一步打算持续完善一期、筹划二期, 并多多寻求企业间、行业间的合作交流, 取求补短、共谋智能化发展之路。

参考文献:

- [1] 褚健. 流程工业智能工厂的未来发展[J]. 科技导报, 2018,36(21):23-29.
- [2] 黄小波. 基于互联网架构的双活数据中心设计[J]. 信息系统工程, 2018(8):54-55.
- [3] 吴文庆, 修雅慧. 基于 SOA 体系结构的软件开发方法研究[J]. 职业技术, 2018,17(10):94-96.
- [4] 祝广场, 柯亚唯. 基于 React 的电厂信息管理系统前端页面设计[J]. 山东工业技术, 2018(22):118-119.
- [5] 葛萌, 黄素萍, 欧阳宏基. 基于 Spring MVC 框架的 Java Web 应用[J]. 计算机与现代化, 2018(8):97-101.
- [6] 杨勇. 跨平台移动应用开发系统设计的可行性研究[J]. 电脑迷, 2018(11):114.
- [7] 凌云. 基于 Docker 平台的 DevOps 运维系统的研究与改进[J]. 电脑知识与技术, 2018,14(26):209-211.
- [8] 陈庆荣. 基于 B/S 模式应用的研究与设计[J]. 福建电脑, 2018,34(2):125-126,67.