

# 数字可视化智能远程停送电系统

郭成忠 袁君奇 张鹏辉

湖南瑞菱科技有限公司 湖南 湘潭 411100

**【摘要】**：目前，钢铁厂设备数量多，生产负荷高，检修任务重，设备的检修管理成为钢铁厂设备日常管理的重点。尤其针对检修工作流程与设备停送电之间存在的问题，提出一整套智能化解决方案，通过多系统之间的融合和流程的简化，利用手机 APP 进行设备检修申请及审批，智慧安全牌显示端通过颜色变化及对应的文字信息展示对应设备的检修状态，通过射频识别（RFID）终端、设备专属 IC 卡、PLC 控制系统实现远程停送电，使得检修停送电无纸化审批及配电室无人值守成为可能。同时，此智能系统凭借其强大的扩展性及融合性，后期可根据生产需求增加设备状态在线监测、设备在线点检、生产控制系统等，使得故障性检修和计划性检修变为预防性检修，可极大的延长设备的使用寿命，增加企业的生产效率。

**【关键词】**：RFID；无人值守；手机 APP；远程停送电；智慧安全牌

钢铁厂是设备密集型企业，普遍存在设备生产负荷高、生产节奏紧等问题。且随着智慧工厂的建设，让设备开口说话，实现真正的黑灯工厂已成为一种必然。在此发展及建设过程中，设备的检修管理成为重点。而当前检修活动中最影响工作效率的是设备的停送电操作。

出于安全的考虑，设备的停送电操作在任何企业中都需要执行一套繁琐的管理制度和流程，在钢铁厂尤为突出。目前普遍存在的停送电制度为：所有生产、检修安全采用的是操作牌、检修牌挂牌管理制度，无正牌严禁操作，无副牌严禁送电。具体流程为检修人员先向调度人员进行申请并签字确认；之后调度人员向专业电工下达指令，经过专业电工签字确认后进行设备的停送电；最后检修人员确认设备已正常停电方可进行检修作业。整个过程由于需要多方人员到现场签字确认并进行手动操作，工作效率十分低下。

针对以上现象，设计并开发出了一套数字可视化智能远程停送电系统，此系统在实际中取得了良好的应用效果。

## 1 系统架构设计

系统物理平台采用双机主备架构，检修操作人员通过手机 APP、智慧终端等进行申请检修，集控室接收到检修申请并进行审批，最后通过 PLC 及能量锁协同操作实现设备的远程停送电。与此同时，手机 APP 还可提供检修时历史查询，集控室大屏进行设备状态在线监测等功能。详细物理架构设计图如图 1 所示。

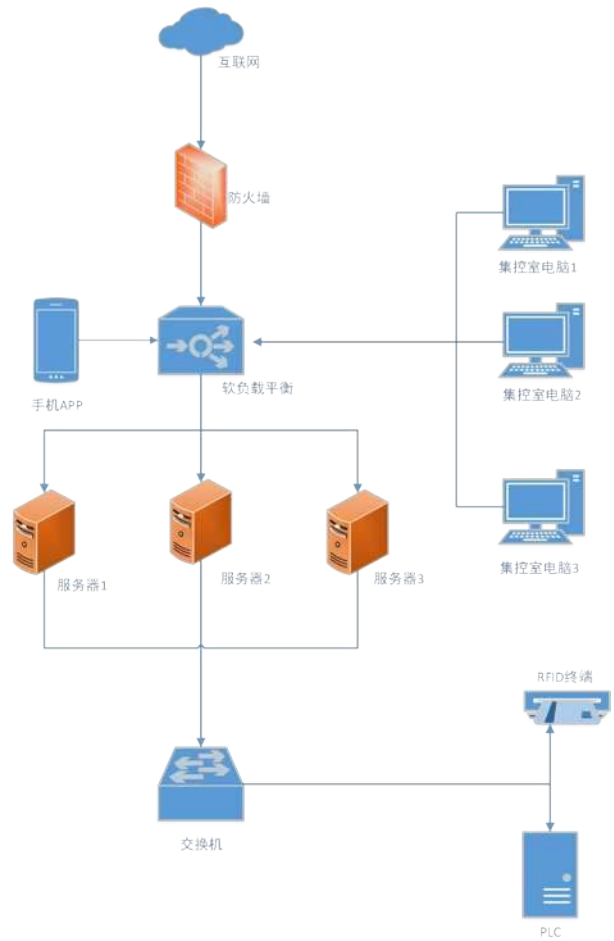


图 1 系统架构图

## 2 系统软件架构设计

系统基于 springboot + springcloud 微服务整体框架，其中 MyBatis-Plus 进行数据管理，Activiti 进行流程判断，前端通过 Vue.js 开发，后端利用 java 语言实现其功能。开发对应

手机 APP, 对部门人员信息、人员角色配置、设备信息等进  
行统一管理, 后期可通过此 APP 对前期的检修任务进行历史  
查询, 历史数据可详细展示检修设备信息、检修时间、检修  
人员、审批人员等信息。

利用电子智慧安全牌替代纸质安全牌, 智慧安全牌显示  
端通过颜色变化及对应的文字信息展示对应设备的检修状  
态。系统支持 7\*24 小时的高安全性、强稳定性、高可用、  
可扩展性等特点, 终端支持 PC, 手机 APP, 集控室点控屏等  
多端协同操作。详细系统软件架构图 2 所示。

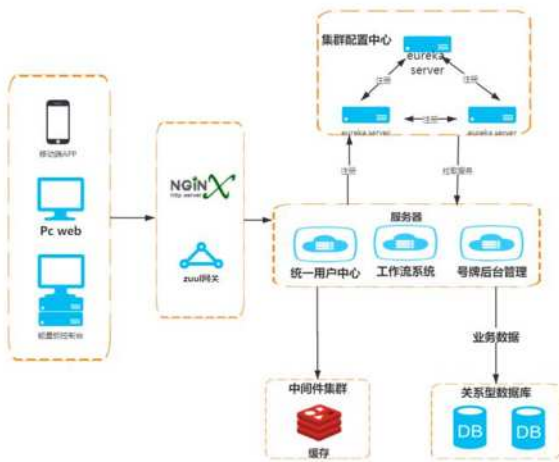


图 2 系统软件架构图

### 3 系统硬件架构设计

系统硬件组成为微服务器、RFID 识别终端、设备专属 IC 卡、软负载均衡装置、安全继电器、PLC 控制系统及控制终端。其中微服务器进行数字资源的均衡配置; 设备专属 IC 卡、RFID 识别终端、PLC 控制系统及安全继电器之间相互配合实现设备远程停送电; 控制终端进行区域及权限分配, 通过超级用户权限, 对申请人员、操作人员等流程异常时可直接干预并进行预警。设备专属 IC 卡具备防误操作功能, 即每台设备专属 IC 卡内信息与 RFID 识别器识别信息相匹配且检修申请流程到达集控室后才可实现设备远程停送电, 设备专属 IC 卡唯一不通用。同时可全流程跟踪监测检修状态、设备状态等信息, 并通过集控室大屏、平板电脑等终端实时显示, 检修历史记录数据用于指导后期生产故障诊断与分析。

### 4 系统整体流程设计

此系统整体包括移动端手机 APP、RFID 识别终端、设备专属 IC 卡、PLC、集控室 PC 端。移动端手机 APP 主要功能为用户个人信息录入、检修申请及审批; RFID 识别终端、设备专属 IC 卡及 PLC 主要功能为实现设备远程停送电; 集控室

PC 端主要负责最终停送电流程的审批。整体流程如图 3 所示:

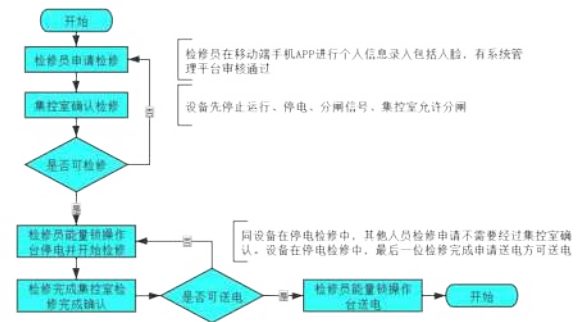


图 3 系统整体流程图

#### 4.1 取牌流程

检修取牌流程, 通过 ERP 系统获取检修任务计划, 检修工通过手机 APP 对目标任务发起检修申请, 检修任务中包括申请人、目标设备、开始时间、结束时间、预计检修用时、检修说明。集控室收到检修任务信息, 查看当前运行 HMI 界面结合实际情况判断是否同意检修且允许停电操作, 同意检修并进行允许分闸。设备专属 IC 卡在 RFID 识别终端通过无线射频方式进行识别, 当识别信息与设备信息相匹配时通过 PLC 控制安全继电器对设备进行最终停电, 经 PLC 进行停电状态反馈后停电完成。智慧安全牌显示端通过不同颜色及对应的文字信息展示对应设备的运行状态, 同时可将作业通知通过手机 APP 以短信形式通知检修工。

#### 4.2 还牌流程

检修还牌流程, 检修员通过手机 APP 发起还牌申请, 信息到达集控室, 值班员根据实际情况判断是否允许送电, 经集控室确认后, 通过设备专属 IC 卡与 RFID 识别终端进行信息匹配, 最终由集控室合闸, 合闸状态反馈, 对应设备的智慧安全牌颜色及对应文字提示随之发生变化, 还牌完成。

#### 4.3 交叉作业流程

交叉作业即机械、电气、流体不同员工同一时间段内对同一台设备申请检修, 交叉作业程序会根据员工申请生成各自的检修任务, 按照上述“取牌流程”按各自的步骤执行, 互不影响, 互不干扰。设备当前有检修任务时即设备状态为检修状态, 另外检修工对设备发起检修申请不需要再经过集控室的允许, 但保留检修申请记录。“还牌流程”会对设备当前是否有检修任务进行判断, 如还牌申请的设备当前有检修任务, 检修工仅进行检修任务结束申请, 待最后一个检修工发起还牌申请方可还牌即设备可送电。

## 5 系统基础数据管理设计

### 5.1 基础配置项管理

基础配置项管理用于维护系统的基础配置,包括消息通知模板,开关状态检测时间,网络延时等配置。

### 5.2 用户管理

用户可由系统管理员于系统管理平台或者其他系统界面提前集中批量录入并审核,录入信息包括姓名、工号、工种、联系电话、人脸信息、部门、状态等。人脸信息用于发起检修申请时识别用户身份。

### 5.3 设备管理

管理现场所有对应的设备信息,包括 RFID 识别终端、设备专属 IC 卡、设备名称、设备编号、类型、运行状态、检修状态、部门、产线、区域、检修类型、PLC IP 地址等。

### 5.4 检修记录查询

查看所有的检修记录,可通过人员、设备、区域、时间进行索引,同时可将并检修记录导出至 Excel 表格。通过检修记录数据制定检修计划,提高企业的生产效率。

## 6 系统其它功能设计

### 6.1 关键设备点巡检

基于设备在线监测系统数据,电气值守人员通过设备点巡检功能,大部分设备实现不到现场开展点巡检工作,关键设备实现少频次现场点巡检工作。

设备管理系统设备与设备在线监测系统通过接口通讯,设备管理系统采集关键设备运行数据,作为点巡检基础数据,依据点检记录格式自动生成点检记录,电气值守人员对电子点巡检记录进行确认,形成点检记录存档。点检数据如有异常,在形成点检记录的同时确认异常并进行处理,点检数据异常和异常处理闭环都形成记录存档。

### 6.2 统一预警中心

统一预警中心用于将各车间产线的设备状态告警、高压后台报警、消防报警系统、IBA 系统等各类报警进行数据接入,并配置各通道的报警类型,报警类型支持短信、声光和语音提示。

## 7 系统优点与应用效果

### 7.1 系统优点

(1) 无人值守。系统能够在保障安全的前提下,做到

电气室无人值守,降低设备点巡检频次,优化人员配置。

(2) 多重安全保障。系统通过手机 APP、RFID 识别终端、设备专属 IC 卡以及 PLC 控制系统之间的协同配合实现远程停送电,首先控制终端进行区域及权限分配,通过超级用户权限,对申请人员、操作人员等流程异常时可直接干预并进行预警;其次,通过手机 APP 进行设备停送电的申请,集控室进行初步申请审批;再次,设备专属 IC 卡与 RFID 识别终端信息匹配参与回路控制,防止出现误操作;最后,严密的审批流程与检修申请人实时管控,确保流程安全。

(3) 权责清晰。系统具备多方在线操作、即时反馈状态及实时电子申请信息等功能,并通过严密的流程设计,秉持谁“申请”谁“检修”,谁“审批”谁“监管”的原则,确保权责清晰。

(4) 数据可追溯。可通过手机 APP、集控室操作终端、RFID 识别终端可查看所有设备信息及检修记录等关键词,可通过人员、设备、区域、时间进行索引,并提供导出检修记录至 Excel 表格功能。通过历史数据追溯用于指导后期生产故障诊断。

(5) 系统智能。在线实现检修任务的申请、审批及操作,同时操作台、集控室能够在线收集到检修计划、申请和对应的审批状态,智慧安全牌显示端通过颜色变化及对应的文字信息展示对应设备的检修状态。本系统将纸质安全牌取、还牌迁移至线上,实现检修申请、审批、流程进度全跟踪,各区域安全牌信息集中展示、设备检修历史履历可查询等功能。

### 7.2 应用效果

此系统的投入代替了原有的纸质操作牌,将线下流程转移至线上,利用 RFID 识别终端、IC 卡与 PLC 对设备进行远程停送电,通过手机 APP 远程发起检修申请,实现了检修申请、审批、进度跟踪、各区域安全牌展示等功能,强化了申请审批流程,加强了生产、检修作业过程中的安全管理,杜绝了职工伤亡事件的发生,极大的保障了职工健康与安全。同时每次检修约节省 40 分钟停送电时间,全年可节省费用约 300 万元。

## 8 结语

当前钢铁厂的智能化建设日益成为发展的重点,本文介绍的检修停送电与配电室无人值守系统,能极大地提高企业工作效率,并带来管理上的深刻改变,对钢铁厂其它系统的智能化建设有着十分重要的借鉴意义。

**参考文献:**

- [1] 杨超君,刘志刚,胡友,徐磊.塑壳式断路器电动操作机构的现状与发展动向[J].低压电器,2010(21):9-12.
- [2] 李霏,顾含,董庆丰.电特性检测在电机预防性检修和故障诊断中的应用研究[J].机电工程,2018,35(4):402-406,413.
- [3] 白以恩.计算机网络基础及应用[M].哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2000.
- [4] 王伟.射频识别(RFID)技术及其应用的研究[J].安徽师范大学学报(自然科学版),2008,2.
- [5] 曹军.springboot + springcloud 微服务开发实战[M].北京:人民邮电出版社,2020,5.