

单件小批量铸造企业车间移动端 生产报工系统研究

王 义, 计效园, 周建新, 殷亚军, 沈 旭

(华中科技大学材料成形与模具技术国家重点实验室, 湖北武汉 430074)

摘要: 为改善固定终端报工繁琐、效率低下、容易发生误匹配等问题, 在华铸ERP的基础上, 设计开发了一套面向单件小批量铸造企业的车间移动端生产报工系统, 并应用于某典型中小型铸造企业。应用效果表明, 对比固定终端报工模式, 本系统的操作步骤从8步下降4步, 平均报工时间减少一半以上, 系统使用率达到60%, 生产报工效率提升了2~3倍, 从而突破了固定终端报工模式的局限, 解决了报工繁琐、效率低下、容易误匹配等问题。

关键词: 铸造企业; 移动报工; 华铸ERP

铸造业作为制造业的基础和重要组成部分, 在很大程度上代表了一个国家的工业发展水平^[1]。在传统的铸造企业中, 生产报工仍然需要工人手动在流程跟踪卡完成登记和处理。这种方式不仅工作强度大, 同时保存在流程卡上的信息也非常容易在流转过程中遭到玷污或者破坏, 更重要的是信息的时效性非常差, 数据回收与统计也很困难, 管理者难以对这些杂乱的数据进行分析与提炼, 从而对加工计划做出科学、有效的调整^[2-3]。

人工手动报工所存在的问题严重阻碍了企业信息化发展的进程, 亟待改进。随着时代的发展, 部分铸造企业引进了成熟的ERP系统, 通过在加工车间设置一个公共的固定终端, 工人通过扫码枪对流程卡进行扫描, 最终完成报工^[4]。相较于人工手动报工, 这种方式虽然解决了数据信息化的问题, 但是也衍生出了一些新的缺点: ①考虑到车间实际环境 and 安全等因素, 固定终端与机床之间往往存在一定的距离, 这极大程度上降低了报工的体验和效率; ②工人完成报工后需要将流程卡与铸件一一进行匹配。当流程卡数量较多时, 匹配过程不仅会浪费大量的时间, 也非常容易匹配失误。

针对现阶段生产报工存在的诸多问题, 开发了一套能够在手机等移动终端上进行生产报工和报工验收的Web系统, 从而创造出一种全新的报工模式——移动报工。

1 技术架构

1.1 响应式 Web 技术

鉴于当前移动端iOS、Android等多种操作系统共存的局面, 开发者迫切需要一种通用、高效的开发技术, 通过一次开发即能够满足多平台使用的要求^[5]。由于HTML5面向网页的特性, 能够通过浏览器有效地屏蔽各个操作系统之间的差异, 因此HTML5具有良好的跨平台特性。

响应式Web技术最初由伊桑·马科特在2010年提出, 并基于HTML5开发完成。“响应式”是指网页能够自动识别显示设备的屏幕宽度, 并动态调整内容的布局方式, 从而在不同设备上都能达到最佳的显示效果和用户体验^[6]。

1.2 SSM 框架

SSM是Spring+SpringMVC+Mybatis的缩写, 由这三者组成的SSM框架是当前最

作者简介:

王 义(1993-), 男, 硕士, 研究方向为铸造企业信息化管理, 服务器后端开发。E-mail: 809691543@qq.com

通讯作者:

计效园, 男, 讲师。E-mail: jixiaoyuan@hust.edu.cn

中图分类号: TG28

文献标识码: B

文章编号: 1001-4977(2019)09-0982-06

收稿日期:

2019-03-01 收到初稿,
2019-04-15 收到修订稿。

为主流的Java EE企业级框架，适用于搭建各种大型的企业级应用系统^[7-9]。在SSM框架的基础上，整个移动报工系统的系统架构图如图1所示。

2 系统开发流程

2.1 登录模块

任何企业应用都应该优先考虑安全问题。为了避免Web系统受到黑客的恶意攻击，后台会通过客户端的IP地址判断来访用户是否处于企业内网环境下，如若为外网访问，则予以拒绝。同时，考虑到技术人员可能需要远程对系统进行测试和维护，故在系统中开放了一个超级管理员，仅此账号能够远程访问该Web系统。

考虑到工人会在工作期间多频率、小时长访问系统进行生产报工，如频繁输入登录信息，将大大增加用户操作的不便性。因此，服务器会将当日首次登录的验证信息保存下来，并设置失效时间为12 h。随后用户在当天中的任意时段都能免密直接登录该系统，只有在次日登录或者用户主动登出系统后，才需要重新输入登录信息。

图2展示了整个登录过程的流程。

2.2 报工模块

当用户成功登录后，将看到如图3a所示的报工界面。此时用户需要选择报工模式（默认为扫描），并单击“新增报工”按钮对流程跟踪卡进行拍照，随后照片将被上传到服务器进行解析，最后返回此流程卡对应的报工批次号，并在页面中生成一条新的待报工记录。然后点击“请选择加工工序”来选择此次报工的工序，最后点击“提交报工”并等待服务器返回报工回执（图3b）。完成报工后，用户可以在“报工记录”模块中查看当日的报工情况，同时还能对误报工操作进行撤销（图3c）。

上述是移动报工流程的简单演示，接下来对系统开发中遇到的问题、如何攻克以及本系统的一些创新点作详细介绍。

2.2.1 批次号识别

移动报工首先要解决的就是如何识别流程跟踪卡上的条形码。由于Web系统属于B/S架构，很难做到类似于APP那样完美的扫码体验，只能通过在网页端调用设备摄像头，然后将拍得的照片上传到服务器，并通过图片解码库对图片的条形码进行解析，最后返回解码结果。同时为了避免误解码导致报工出错，还需要验证该解码结果（加工批次号）是否存在。只有当照片被成功解析并且该解码结果确实存在时，才会将此加工批次号返回客户端并添加一条待报工记录（图4a）。

除此之外，为了避免流程卡条码模糊、沾染污渍、破损或其他极端情况下无法识别的问题，系统也

加入了手动输入模式，用于当条码识别错误或者无法识别时进行纠正（图4b）。

2.2.2 智能筛选工序

当工人在固定终端上进行报工并选择工序的时候，系统呈现给用户的是该厂内部所有的工序，一般多达一两百种，其中绝大多数的工序与本次报工的铸件毫无关系。对此进行了改进，程序将当前流程卡涉及的所有工序提供给用户进行选择，并对已报工工序以灰色形式呈现，如图5所示。

2.2.3 多卡报工

单卡报工指工人一次只对单个铸件进行报工，

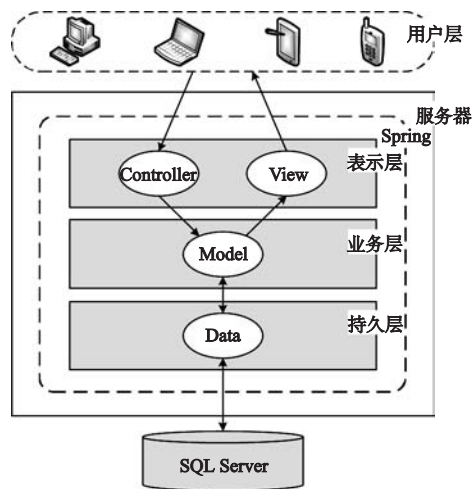


图1 系统架构图

Fig. 1 System architecture diagram

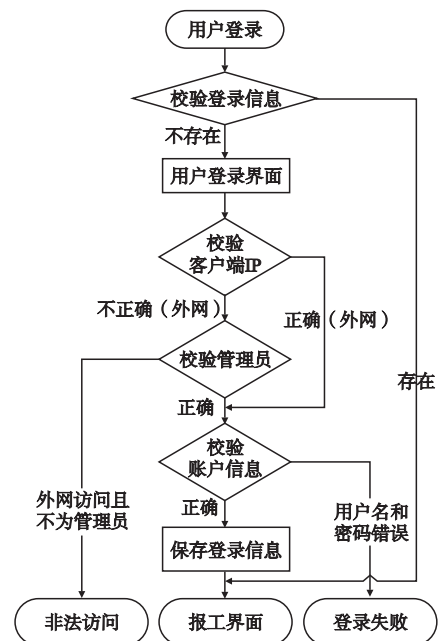


图2 登录流程图

Fig. 2 Login flow chart



(a) 报工界面 (b) 报工回执 (c) 当日报工记录

图3 报工操作示意图

Fig. 3 Diagrammatic sketch of reporting operation

而一次上报多个铸件时则属于多卡报工。在实际生产中，由于批量化生产居多，一个工位上的工人往往同时加工多个铸件，并一起进行报工处理。在固定终端报工中，工人需要执行多次单卡报工的流程，需要反复扫描、选择报工人员、报工工序等。而事实上在多卡报工过程中，除了铸件对应的批次号不同之外，报工人员、报工工序、报工时间等参数都是相同的，显然此时应该将这些铸件按照相同的报工人员和报工工序统一处理。

系统默认开启多卡报工，工人只需要在“新增报工”阶段连续添加多个待报工记录（图6a），系统会将所有的报工记录按照相同的报工人员和报工工序一并上报，最终生成的报工回执如图6b所示。



(a) 图片成功解析 (b) 手动输入模式

图4 批次号识别

Fig. 4 Batch number recognition

2.3 验收模块

本系统除了能进行加工报工之外，还为质检人员提供了报工验收功能。质检人员登录该系统后，看到的是如图7a所示的界面。质检人员可通过扫描或者手动的方式对流程卡进行录入，然后选择相应的验收工序以及验收类型，如为不合格验收，还需要选择不合格原因（图7b），最后点击“提交验收”即可完成本次验收。验收过程的操作逻辑与报工过程并无大异，并且也能进行多卡验收，同时在“验收记录”中也能看到当日的验收记录。

3 系统应用

3.1 企业背景

某中型民营砂型铸造企业，产品主要为泵体、阀体等。自引进华铸ERP系统对生产流程进行信息化



图5 智能筛选工序

Fig. 5 Smart filtering process

管理之后，生产效率和企业受益有了明显增长。但是由于其生产方式多属于单件、小批量生产，产品工艺复杂，生产工序较多。该公司迫切希望对原有的固定终端报工进行改进，以达到更为高效和便捷的报工体验。

3.2 系统测试

3.2.1 兼容性测试

兼容性测试主要是测试本系统在不同移动设备上的表现情况。为此从市面上选取了三种不同品牌、操作系统以及屏幕尺寸的手机，并使用它们登录和操作该系统。经测试，移动报工系统能够完美兼容所有的参测手机，并且取得了一致的显示效果。

3.2.2 功能性测试

功能性测试主要是测试本系统的各个模块及其相关功能能否正常工作。本研究选取了8张流程跟踪卡，先后对它们进行生产报工和报工验收。经测试，本系统的登录、报工和验收模块均能正常运行，扫码识别、智能筛选工序、多卡报工/验收等功能均工作正常。

3.2.3 集成性测试

集成性测试主要是测试移动报工系统能否与固定终端报工系统协同工作。为此选取某张流程卡进行测试，该流程卡所对应的铸件要经历划线、粗加工、半精车、钻床等11道工序。从图8中可以看到，通过模拟两个工人使用不同的系统对该流程卡进行报工，其中一人使用移动端、另一人使用固定终端，最终实现了无差别的轮流报工，即上道工序所使用的报工平台不会影响到本次报工，从而保证了两个系统的顺利集成。

3.3 应用效果分析

在系统通过所有测试之后，将其部署于企业服务器，经过一段时间的运行之后，收集到了部分数据。利用这些数据将移动报工与固定终端报工进行对比，从操作步骤、平均报工时间以及系统使用率三个方面进行定量分析。

3.3.1 操作步骤

如图9所示，在固定终端上报工需要进行8步操作，包含10次点击、4次输入；而在本系统中只需要4步操作，点击、输入的次数也分别下降为4次和1次。

3.3.2 平均报工时间

平均报工时间指在一次生产报工中，平均每个铸件所消耗的时间。为了更好地对比两个系统在平均报工耗时上的差距，现根据实际情况做出如下假设：

- (1) 存在三个需要报工的铸件并且属于同一加工批次。



(a) 连续添加多个待报工记录 (b) 多卡报工回执

图6 多卡报工

Fig. 6 Multi-card reporting



(a) 报工验收界面图 (b) 不合格原因选择

图7 报工验收

Fig. 7 Reporting acceptance

行号	工位名称	操作工	检验员
1	划线	常敬	-
2	CAS116A粗加工	包	-
3	29-TX6111D粗加工	常敬	-
4	71-SVT16半精车	包	-
5	79-TX6111C/2半精加工	常敬	-
6	89-GF1630精加工1	包	-
7	钻床2	常敬	-
8	140终试压	包	-
9	1.6立车精加工1	常敬	-
10	31-TX6111D精加工	办	-
11	65去毛刺清洗防锈	常敬	-

图8 集成性测试图

Fig. 8 Integrated test chart

(2) 工位与固定终端的距离为20 m, 工人步行的平均速度为1.2 m/s。

(3) 忽略网络情况和电脑性能对结果造成的影响。

图10展示了本系统与ERP系统在平均报工时间上的对比结果。对图中数据的分析如下:

(1) 在步行耗时上, 固定终端报工需要在工位和固定终端之间往返, 时间浪费严重。

(2) 在报工操作耗时上, 通过简化操作步骤, 在时间效率上取得了近一倍的提升。

(3) 在单卡报工模式下, 由于每次报工都会伴随步行耗时, 因此平均报工时间是最高的。

(4) 在多卡报工模式下, 由于步行耗时被多张流程卡平摊, 因此平均报工时间较单卡报工有所下降, 但还是远超移动报工。

3.3.3 系统使用率

无论是固定终端报工还是移动报工, 所产生的报工信息最终都存储在企业数据库的“加工报工”表中。通过在该表中新增“终端类型”字段, 从而对数据的来源进行区分, 同时也便于统计不同报工系统的使用情况。据统计, 从2019.1.12—2019.1.31, 数据库中新增了3 576条报工记录, 其中有1 012条来自移动终端, 移动报工系统的使用率达到了28.30%; 后续2、3月的系统使用率分别为21.64%、61.57%。相信在系统稳定和工人使用磨合之后, 该比率在未来将持续上升。

4 结束语

针对铸造行业中报工繁琐、报工不便以及易出错等问题, 开发了一套基于Web的移动化生产报工系统。该系统除了具有跨平台、多屏适应等功能特性之外, 还对固定终端报工的流程进行了简化, 并增加了免密登录、智能筛选工序以及多卡报工等功能。借助该系统, 工人能通过手机就地进行报工与验收, 从而大幅

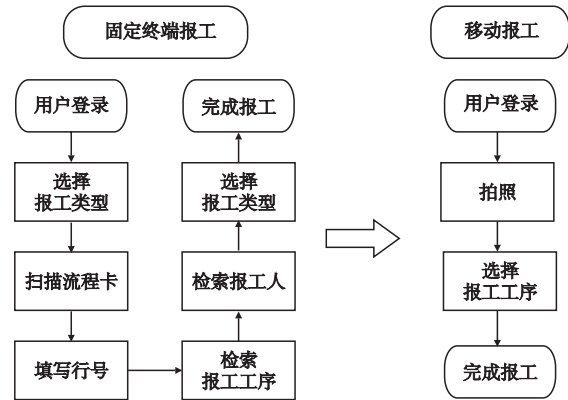


图9 操作步骤对比图
Fig. 9 Contrast diagram of operating steps

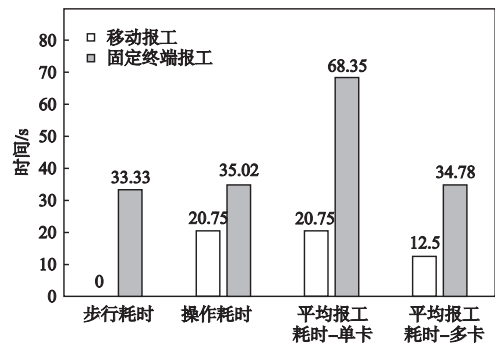


图10 平均报工时间对比图
Fig. 10 Contrast diagram of average reporting time

提升了报工体验与效率, 同时也避免了流程卡与铸件的误匹配问题。

系统在功能和性能方面还有待进一步完善和改进, 现阶段该系统只能进行生产报工, 如果将制定报工计划以及铸件单件生产跟踪查询也纳入其中, 该系统可以更好地渗入到生产加工过程中。

参考文献:

[1] JI X Y, YE H, ZHOU J X, et al. Digital management technology and its application to investment casting enterprise [J]. China Foundry, 2016, 13 (5): 301-309.
 [2] 林垦, 计效园, 周建新, 等. 铸造企业不合格品协同管控的方案研究 [J]. 铸造, 2016, 65 (1): 35-39.
 [3] 明延勇. 基于HTML5技术的铸造企业移动化仓储管理系统开发与应用 [D]. 武汉: 华中科技大学, 2017.
 [4] 江海. 基于现场在线处理模式的铸造企业加工车间生产管理系统的应用 [D]. 武汉: 华中科技大学, 2014.
 [5] 黄永慧, 陈程凯. HTML5在移动应用开发上的应用前景 [J]. 计算机技术与发展, 2013, 23 (7): 207-210.
 [6] 连政. 基于HTML5技术的移动Web前端设计与开发 [D]. 杭州: 浙江工业大学, 2014.

- [7] Williams D. Professional Java development with the spring framework [J]. *Apc*, 2005: 195–237.
- [8] GUPTA P, GOVIL M C. Spring web MVC framework for rapid open source J2EE application development: a case study [J]. *International Journal of Engineering Science and Technology*, 2010, 2 (6) : 1684–1689.
- [9] NA X P, YU Q C. Research and implementation of interceptor based general physical pagination component of mybatis [J]. *Applied Mechanics & Materials*, 2014, 513-517: 1299–1304.

Research on Production Reporting System of Mobile Terminal in Single-Piece and Small-Batch Casting Enterprises

WANG Yi, JI Xiao-yuan, ZHOU Jian-xin, YIN Ya-jun, SHEN Xu

(State Key Laboratory of Material Processing and Die & Mould Technology, Huazhong University of Science & Technology, Wuhan 430074, Hubei, China)

Abstract:

In order to improve the problems of cumbersome and inefficient reporting as well as mismatch, encountered in the fixed terminal reporting system during the production process of foundry enterprises, a workshop mobile production and reporting system for single-piece and small-batch casting enterprises was designed and developed based on the InteCast ERP, and applied it to a typical small and medium sized foundry enterprise. The application results show that the system has a good device compatibility. It can not only automatically adapt to different screen size/resolution mobile terminals, but also realize seamless integration with the original ERP system. It breaks through the limitations of the fixed terminal reporting and solves many problems, such as tedious work, low efficiency, and error-prone matching.

Key words:

casting enterprise; mobile production and reporting system; InteCast ERP
