

中小型铸造企业数字化转型路径探讨

王军

功夫链（济南）营销服务有限公司，山东 济南 250200

通讯作者：王军，男，高级工程师，双学士学位，E-mail: wangjun928@qq.com

摘 要：数字化转型是中小型铸造企业实现高质量发展的关键路径，但其落地过程面临认知不足、技术瓶颈、管理痛点、人才困境等多重挑战。本文通过案例分析及实践总结，提出“低成本导入、分步实现”的策略，围绕工艺流程设计、工序要素绑定和手机端报工系统部署三大主线，探索适配中小型企业的数字化转型路径。研究表明，通过标准化准备、精益管理优化及“TL-PDCA”管理闭环，企业可逐步实现管理效率提升与数据驱动决策，为行业提供可复制的转型经验。

关键词：数字化转型；铸造企业；MES 系统；TL-PDCA；管理闭环

1 前言

数字化转型升级是铸造行业高质量发展绕不开的主题。当前国内严重内卷的形势下探讨中小型铸造企业数字化转型困境和路径具有重要的现实意义。

不妨给“数字化”下一个定义，比如：数字化就是通过某类软件，如 MES 并基于工序和工艺流程设计把企业生产过程从线下搬到线上，由此实现在线上镜像线下生产过程。

其意义在于：通过线上定义和模拟生产过程实现管理闭环相对容易。我们在 MES 软件端，通过预设企业管理要求（如质量、成本、交货期），即可以实现管理体系要求的人、机、料、法、环等要素闭环管理。

企业面临的主要矛盾不同，上线 MES 软件的目的也不尽一致，管理的需求主线可以是财务，可以是质量，也可以是安全、环境或其组合。不管哪一类诉求，但凡基于此，通过调取线上的数据来分析问题，便可以顺藤摸瓜指导下相关生产活动并达成持续改进。因此我们可以把数字化转型看做是企业开启高质量发展的一把钥匙，是发现问题的工具和手段，是企业创新发展的根基和起点，更是铸造企业高质量发展的必由之路。

数字化转型是新生事物，对企业家而言，从了解数字化的概念、范围、底层逻辑到熟悉数字化场景，再到接受和积极拥抱数字化变革其实有一定难度，更需要有个过程。大家习惯了停留在舒适区而不愿意贸然进入陌生的领域。

企业落地实践数字化转型的过程类似学习驾驶，从学会开车到“人车合一”需要一个长期的实践过程。但又有所不同，学习驾驶的过程一个人就能搞定，企业实践数字化转型升级则是一项集体活动。群体的“人车合一”相比单个人实现“人车合一”又要困难很多。如此看来，数字化转型看似简单却又不简单，提醒我们的企业家，走起之前，千万不要低估了数字化转型的难度。

2 数字化转型困境分析

2014 年开始，国内部分铸造企业已经开启了数字化转型，比如宁夏共享，合肥铸锻、平阴玫德，苏州明志、济南圣泉等，然而直到今天，绝大部分的中小型铸造企业仍然没有走入数字化管理时代。主要的阻碍和困境分析列举如下：

2.1 对数字化以及数字化转型意义的认知不足

（1）“数字化”认知不足

铸造企业从产品设计到质量、成本、交期管理，包括后续竞争力提升，卡点或在决策效率，难以基于数据形成科学的决策。存量经济时代，原有成功的经验容易失灵。要想继续赢，必须找到新的工具和方法。这个新的工具和方法就是数据，就是新质生产力。如果说企业家和中层干部对“数字化”、“信息化”这些概念的理解仍然模糊，那就需要提高警惕，可能落后了赶紧补课。

（2）企业家面临知识和年龄短板

企业家早年创业，年龄偏大，知识结构老化。

部分企业家干脆直接把企业数字化项目交给二代接班人去操盘。数字化转型涉及到方方面面，这对二代接班人而言恰恰也是一种历练，二代接班从数字化转型入手是个不错的方案，经验非常值得推广。

(3) 数字化转型是一项长期任务，高水平数字化转型并非一蹴而就

玫德集团董事局孔令磊主席在 2024 年山东省铸协年会的报告中阐述，玫德集团的数字化历程已经走过了十年，公司先后引进了十几个数字化模块，涵盖了 ERP、MES、PLM 等，到今天数字化方案仍在不断完善中，并组建了自己的科德智能公司同步实现数字化智能化解决方案输出，但是要实现更高层次的数字化，孔总认为还需要十年时间。

(4) 数字化转型的集体认知差异

数字化转型是一项集体任务，但是员工认知差异很大。十年前，笔者所在公司推动 SAP 数字化转型，支持的声音微乎其微，甚至部分高学历同事也不看好，难度可想而知。但是当 N 年之后我们反观这一过程。还是会心生感慨，未雨绸缪才是正途。

2.2 技术瓶颈

(1) 应用场景中设备与工艺复杂性

铸造工艺涉及熔炼、浇注、凝固等复杂环节，高水平数字化需要数据接出与实时监测，实现难度很大，一定程度上吓阻了企业家推动数字化建设的信心。

其实，如果不是细分领域头部企业，数字化转型未必就非要一步到位，分步走更符合当前快速变化的形势，随着时间推移，可选择的数字化软件数量在增多，软件成本也在下降。对于资金不算丰裕的中小企业而言，采取先上车，再升级不失为良策。

(2) 供方软件成熟度与多样化

数字化时代开启的一个标志性事件是 2013 年德国汉堡工业展，德国推出工业 4.0 概念，而今，软件市场已是百花齐放，从开发主体看有外资的，国企的，民企的；从应用领域看有偏向财务管理，生产管理，市场营销的，偏向产品设计和研发的等等，但问题是，即便是同属于生产管理系统 MES 软件，也缺乏统一的规范和标准，市场上没有一套软件可以通吃不同的行业，适配各类不同规模的企业。

当软件与软件之间不通话或通话困难，软件的适配和落地也变得相对困难。甚至随着 AI 技术的进步，数字化的概念进一步丰富，这时候你会发现：可见的数字化方案根本没有最好而只有更好，与其继续观望反而不如选一款低成本方案躬身入局。毕竟不会开车的人要靠什么去评价车子的好坏呢？

(3) 数字化软件与管理体系和铸造工艺的融合
数字化软件属于 IT 行业。一个朴素的认知是，懂 IT 未必懂管理，懂管理未必懂工艺，懂工艺未必懂 IT，只有在以上三个维度同时打通，软件才具备参与后市长期市场竞争的能力。实践中值得注意一点，我们购买的并非软件本身，而是软件背后可以帮助我们实现车间信息化和高水平管理闭环的功能。每个企业工艺是不一样的，管理理念和文化也不一样，但是在达成管理体系闭环和管理目标上应该一致，这是我们数字化转型升级的要义和初心。

2.3 管理痛点

(1) 管理体系的绑定

很多企业早已经通过了 ISO9001 质量管理体系认证，但是并没有真正在执行，这在中小型铸造企业中十分普遍，深层次的原因在于，铸造企业规模普遍偏小，人力资源配置不全，一个人什么都管，结果什么都管不好。

数字化转型其实完全可以看作是对企业管理体系落地执行的一次预演和线上绑定。建议企业在线数字化方案之前，首先梳理企业的管理体系，并达成李国忠老师倡导的“TL-PDCA”管理闭环，然后上线数字化软件加以绑定，将取得事半功倍效果。

(2) 组织架构的适配

组织架构的目的是为了实现管理上“领导作用”的拆分。是分权，也是分工，以确保企业里面事事有人管（宽度），事事管到位（深度）。对此数字化软件可以发挥很好的规范作用。但是需要规避一个风险：那就是穿新鞋走老路。数字化变革之前，我们需要适当增加 IT 人员，流程管理员等，通过强化流程管理来抵消传统组织惯性，不建议直接套用原有的班底操盘数字化转型。

传统组织采用金字塔式管理结构具有垂直管理特点，易产生部门墙，导致跨部门沟通障碍和协作低效。尽管通过数字化流程设计，可以很好的打通部门壁垒，并能在出现问题时通过线上调取原始数据还原现场，完成证据链来避免责任推脱，但那是后来。在推动数字化转型的过程中，一旦变革涉及到人性和企业深层次矛盾，软件就是弱势一方，就是替罪羊，项目失败或就是大概率事件还找不到原因。建议企业在数字化变革之前，应该对项目可能的阻碍有所预判，并基于组织架构层面做出应对。

(3) 标准化准备

软件的部署和实施过程，首先需要定义工序和生产工艺流程，然后针对不同工序适配人、机、料、

法、环、测、知等要素和管理要求，进一步形成对于人、机、料、法、环、测、知等要素的相关执行标准，比如岗位资格标准（安全和技能培训），原材料供方资质和原材料入场验收标准以及岗位作业指导书、操作规程、工序点检表等：

其一、知识文件类标准化：主要指作业指导书，各类操作规程和检验标准等，以便于研判各工序的操作是否是在合规执行。

其二、现场管理标准化：对各类物料、成品、半成品进行标识和分区管理，以便于清点数量，判定质量等。

有条件的企业建议在数字化方案实施之前，首先做精益管理提升。事先通过顶层设计梳理出工艺流程、工序、岗位等，一并实施标准化管控，对人、机、料、艺、环、测、知等要素提出明确管控要求。

2.4 人才困境

（1）人力资源配置不合理

中小型企业人才短板是个不争的事实，首先企业规模小，一人多职现象十分普遍。建议从财务预算角度切入破题，即在预算指导下优化人力资源配置和规划。比如老中青结合，高中低结合，外部借力和人力资源培养计划等。

（2）岗位技能缺乏备份

伴随用工成本增加，企业大都不愿招聘多余的员工，但是员工请假离职在所难免，尤其关键岗位人才备份十分必要，避免后续企业技术伴随人员同步流失。

造物先育人，干部和人才培养是系统工程，凡事预则立不预则废，未雨绸缪，才是摆脱人才困境的终极密码。

2.5 资金与风险压力

（1）数字化转型成本

如果只是简单上新一款低成本 MES，成本并不高。企业可以根据自身实际设定合理的预算，完全可以适配一款不错的软件先去练手，把干部员工培养出来再说。

（2）试错风险

数字化转型牵一发而动全身。走对了是业绩，退回来就是项目失败。2017 年参加宁夏共享数字化培训学习，彭总介绍共享铸铁工部 400 名员工花了两年时间实施数字化转型，转型成本可想而知。一个稳妥的建议是，中小型铸造企业一开始先低成本上车，等后续全员拿到驾驶本再考虑换车。毕竟我们的团队里面没有人真懂，不懂先学就是了。

3 数字化转型适配解决方案

3.1 方案一：优先考虑点式转型（适配中小型基础薄弱企业）：

（1）适配方案：

部署轻量化工具（如 MES 系统），整体投资控制在 10 万元，一周上线，3 个月见效。

- 应用案例：青岛某精铸企业通过上线黑湖小工单，实现员工薪资核算。

（2）方案关键系统选型与部署

- 核心模块：

- 生产管理：黑湖 MES 系统实现订单排产与实时监控，工序手机端报工。

- 上下游管理：

- 库存管理：

- 报表系统：

- 管理看板：

- 部署模式：云服务器+PC+手机端+管理看板

3.2 方案二：整体线式转型（适配中小型规模以上企业）：

（1）适配方案：

部署一体化软件（如：华云一体化数字化软件）打通 ERP-MES-PDM 数据链，实现生产计划自动排程、财务管理、质量追溯闭环等，整体投资控制在 30 万元，一个月上线，3 个月见效。

- 应用案例：适配华云精益管理模块（根据企业规模，额外收费 10~15 万元）。

（2）方案关键系统选型与部署

- 核心模块：

- 生产管理：华云一体化 MES 系统实现订单排产与实时监控，工序手机端报工。

- 产品管理：

- 设备管理：

- 销售管理：

- 采购管理：

- 财务管理：

- 部署模式：云服务器+PC+手机端+管理看板

4 方案实施路径探讨

4.1 部署数字化方案的三条主线：

（1）适配工艺路线：以砂型灰铸铁为例，铸造工艺流程通常包括铸件工艺流程、铁水工艺流程、砂型或砂芯工艺流程，其中铸件工艺流程全线贯通属于一级流程，铁水工艺流程和砂型砂芯工艺流程

属于半成品二级流程。

(2) 工序的人机料法环等要素绑定

以铸件的工艺流程为例：或包括造型-熔化-浇注-冷却-落砂出件-抛丸-打磨-检验入库等：我们可以沿流程逐一工序绑定人、机、料、法、环等要素，同步将上述要素的质量参数，数量参数，环境参数，成本参数等相关参数、标准进行绑定。信息采集上传方式多种多样，可以手工输入，可以拍照上传，还可以通过数据端口解锁升级为自动上传均可。设定工序主责人员负责数据上传至线上即完成报工，相关其他职能部门人员随时可以上线查看，相比以往信息直接发在微信群里，错过信息就是风险，上传软件信息更容易精准送达和实现“TL-PDCA”闭环。

(3) 手机端报工菜单设计

建议根据管理体系要求来设计报工菜单，报工内容可以是数量，可以是质量，比如良品和次品数量，也可以是环境参数比如浇注温度，浇注时间等。报工人员被绑定在工序中，可在手机端进行报工。报工时还可以将报工数据与后台进行标准参数比对，确认数据是否符合要求，异常时可以发起指令信息或报警，比如设备异常，模具异常等。接到指令的人员按照软件预先设定的流程对报警信息进行干预并最终形成设备和模具维护等管理闭环。

工序是点，工艺流程是线，三条工艺流程首尾相接把车间人、机、料、法、环等要素连成面，这样由点到线，再到面，共同构成数字化软件部署的三条主线。

4.2 基本信息导入准备

在软件中部署工序和工艺路线，需要先喂数据，即上传生产要素等基本素材，包括人、机、料、法、环等；首先是人，然后是原材料，半成品，成品等完成数字化转换，接下来是设备、模具、检具等，根据需要进行编码登记造册上传软件。工序作业指导书、工序点检表属于制程作业标准，十分重要，这往往是中小型铸造企业的管理提升盲点，根据需要，可以设定电子版上传手机端页面，实现在线查看。

4.3 现场管理准备（或精益优先）

前面讲，软件上线的目的就是镜像线下的生产过程，因此，根据软件适配要求，需要对生产现场进行规范化管控，比如物料标识和分区管理，合格品与不良品的区分等等，便于员工清点数量和降低报工难度。当然，还可以通过下序或本序组长对数据校核和纠偏，以确保数据符合质量要求和真实性。

4.4 TL-PDCA 闭环

利用“TL-PDCA”模型检验管理是否闭环即简单又十分有效。笔者认为，如果软件部署不能够实

现上述管理闭环，软件的部署质量和价值就会下降。

经过上述准备之后，已经基本具备了上线软件的条件，企业可以邀请软件厂家入场做上线前培训和进入数字化方案部署。

4.5 软件试运行

软件试运行期间需要工序帮扶，建议设置专职的软件管理员对接工序帮扶需求，来统一协调软件运行过程发生的问题。PC 端可以设在生产管理部门，以方便订单排产和调度，也可以根据公司人员能力来指定人员负责。同时建议人员做好备份，一来方便数据审核，二来遇到员工请假或离职则可以规避软件运行失控风险。

通过工艺流程设计和部署，软件对作业方式重新进行了定义，但并不总能适合变化的现场管理需求，这种情况下就需要对软件重新部署和适配，包括报工页面的调整等，需要有人及时跟进维护。后期还可以定期对软件进行升级，对软件功能进行深度开发和增减，以促进企业整体的软件应用水平的提升。

5 总结与展望

(1) 铸造企业数字化转型是一次作业方式的跨时代变革，也是一把手工程，意义十分重大，其方案适配和落地有一定难度，建议以“低成本导入、分步实现”为主策略，建议围绕工艺流程设计、工序人机料法环绑定和手机端报工菜单页面设计三大主线展开。

(2) 企业部署数字化转型是一项集体任务，对员工数字化能力和协同能力有一定要求，需要干部员工做思想转换来适应数字化变革的需要。但是数字化其实并不难，会操作智能手机即可胜任报工工作。思想认识统一是数字化转型成功的重要前提和保障。

(3) 企业实现数字化转型的目的和初衷在于管理水平和效率的提升，可以通过“TL-PDCA”管理闭环进行效果验证。

总之，数字化是工具和手段，是新质生产力，正确理解并用好这个工具，我们就能找到突破内卷困局实现管理能力提升的金钥匙，进而成功迈入数字化铸造新时代。

参考文献：

- [1] 孔令磊. 过剩经济下数字化投资的路径选择. 山东省铸造年会, 2024.12.
- [2] 李国忠. 铸造工作理念探讨: 中国铸造活动周, 2017.
- [3] 周建新 计效园. 铸造企业数字化管理系统及应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 2020. 7.