

# “156岁”江南造船的数字化再造



专家视角

## 制造业数字化转型的商业逻辑

王有为

自2010年以来，中国在制造业产出方面已超过美国，成为全球第一的制造业大国。为了从制造大国升级为制造强国，我国政府提出了一系列促进制造业转型升级的战略。2019年，政府工作报告中提出“培育新一代信息技术、高端装备、生物医药、新能源汽车、新材料等新兴产业集群，壮大数字经济”的发展目标。2020年9月，国务院国资委发布《关于加快推进国有企业数字化转型工作的通知》，其中要求实行数字化转型一把手负责制，围绕“产品创新数字化、生产运营智能化、用户服务敏捷化、产业体系生态化”等目标推进国企数字化转型。

### 为什么要数字化转型

由于体量巨大，中国制造业对于自然资源和人资源有着庞大的需求，在全球能源成本上升和中国人口红利下降的条件下，原有相对低效的生产模式难以长期维系。2020年举行的第75届联合国大会上，中国提出了二氧化碳排放的“双碳”目标，力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和。作为先进生产力代表的智能制造，因此就成为中国制造业的必然选择。

同时，顾客需求的变化也促使一些制造业改变原有的大规模生产模式，转向能够满足消费者个性化需求的大规模定制模式。例如：上汽大通近年来针对多款SUV、MPV车型，提供个性化定制服务，顾客可以根据自己的喜好，选择车身颜色、发动机型号、内饰配置，取得了很好的市场销售效果。

大数据、人工智能、物联网、云计算、5G等信息与通信技术的成熟，为数字化转型提供了契机和条件。随着这些技术的成本不断降低，越来越多的企业将新一代信息技术融入到研发、运营、生产之中，为数字化转型带来可能。

### 如何实现数字化转型

数字化转型使得企业对于基层人员的技术能力要求下降，但对中高层管理人员的复合能力提出更高要求。它不是一场技术变革，更需要企业管理流程和组织结构以技术变革为契机做出相应的调整，并进行管理模式的创新。因此，要实现数字化转型，首要的工作是进行组织和文化方面的变革。

和任何大的管理变革一样，数字化转型需要高层管理者的推动，并力求全公司对变革的目标和实现的路径达成共识。如果不能完成思想准备工作并进行充分动员，数字化转型要么无法达到预定的目标，要么会因为阻力太大而不得不提前终止。

其次，数字化转型对于各个层级的管理和技术人员的知识结构提出新要求，企业必须有足够的人才储备，或者进行大量的员工培训。未来，既懂技术、又懂管理，既熟悉业务、又能进行数据分析和决策的人才，将成为数字化转型的中坚力量。

再者，制造企业需要用合适的技术来赋能设备、赋能员工，从而大幅度提高劳动生产率、降低管理成本。例如：5G技术为实时沟通和通信带来了可能，人工智能技术可以提高预测的精度。为了把这些通用的技术成功应用于具体的商业情境，并解决具体的管理问题，需要管理者充分发挥想象力和创造性，并不断进行实验和调优。

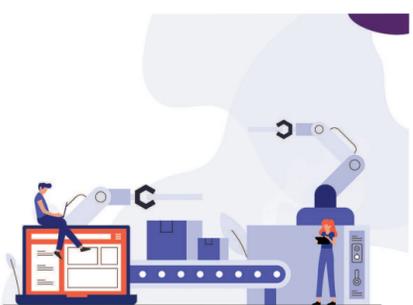
### 数字化转型不等于大规模定制

数字化转型使得很多制造企业成功地从大规模制造模式转型为智能制造，但是否要大规模定制取决于用户需求，也取决于制造的具体流程和形态。

个性化/定制化的产品对于某些用户具有较高的使用价值或者体验价值，比如上文中提到的定制款汽车；但也有些产品并没有个性化的需求，比如五金工具等。对于离散制造业而言，比较容易通过柔性化的生产线制造个性化的产品，从而实现大规模定制。然而，对于流程工业而言，个性化定制的难度较大。例如：中国宝武集团的热轧板、螺纹钢等产品的个性化定制难度较大，而且多数用户只需要标准型号的产品、没有定制化的需求。因此，制造企业应该根据具体行业和主流顾客需求的特点，具体分析应该采取何种数字化转型路径，而不是一味追求大规模定制。

成功的数字化转型应该让客户更近、市场响应更快、生产效率更高、资源消耗更少。经过40多年的改革开放，中国制造业已在规模上领先全球。希望更多中国制造企业抓住数字化转型的机遇，让我国成为制造强国的那一天早日到来。

(作者为复旦大学管理学院教授、博士生导师)



本版图片 视觉中国 本报资料照片

拥有一个半世纪历史的中国船舶集团公司江南造船(集团)有限责任公司，正在加速拥抱当今的数字时代。在他们看来，数字化已成为企业生存和长远发展的“必修课”，要想突破规模和效率的天花板，打破微笑曲线的惯性，必须持续推进数字化转型；反之，则有可能陷入困境。

作为我国船舶工业龙头、造船数字化转型的标杆，江南造船可以说是代表行业在寻找适合的转型模式。对于其他同样希望焕发新生的传统制造企业，江南造船的探索也有很大借鉴意义。

■本报记者 张懿



### 一以贯之

江南造船的数字化还只是处于起步阶段，但已经看到了实实在在的成效：设计周期被显著缩短，峰值投入的研发人员相应减少，设计质量和数量却达到新高。

### 虚虚实实

和其他工业产品相比，船舶可能是最庞大、最复杂的一种。若用零件数量来衡量系统复杂度，一辆汽车大约有3000个零件，客机有10万个，集装箱船则常常要达到100万个之巨。面对如此庞杂的系统，过去，船厂要花很大精力，对设计和制造的各道工序进行衔接和磨合。但传统磨合方式并不高效。一般来说，同一个错误，如果能在设计阶段就早发现、早改进，可能只须消耗1小时；但假如让问题潜伏到制造阶段再暴露，那么，临时改动和返工可能会耽误100小时。

数字化工具就像庖丁解牛，能把船舶这个巨系统拆解得清清楚楚，整合得天衣无缝，从而提升设计、制造的效率，打通价值链，全方位提升客户体验。

这1到100，大致描述了船舶工业的数字化提效空间。实际上，江南造船在进行数字化设计时，就已经在虚拟世界里造出一条“数字船”；由于“数字船”基于真实物理参数，因此，它虽然无法驶入大海，但其结构、性能、操控的细节，做到了对实船的高度仿真。船厂第一次可以边设计、边“建造”，边体验，从而能用最高的效率，实现最优的设计。

在江南造船的数字化实验室里，记者看到了虚实结合的数字造船应用。为了检验“数字船”的设计方案，设计师可以派出“虚拟人”登船，然后就像控制3D游戏中的角色一样，让“数字人”走遍各个舱室，“实地”勘察，搜集问题。除了看之外，“数字人”还可以动手，通过操作进一步排查不那么一目了然的设计缺陷——比如：阀门装得太高，通道留得太窄，数字人就会够不着、通不过。找到问题，设计师可以马上纠错，在线进行优化设计，在阀门下加一把梯子。这种改动，可以立即被“单一数字模型”吸收、生效。于是，从前需要在设计院和工厂车间往返奔波才能解决的问题，一下子变得非常简单。

在江南造船，借助数字化创造的“虚实结合”体验，设计师还可以对整条船的性能、工艺，进行全面深入的审视，比如：可以在数字模型中，验证各舱室的温度、声音、光照、气流等是否舒适宜人；或者“驾驶”吊车等装备进入“数字船”，检查船舶在检修时能否使用大型工具和工装，准确评估维修路径的可行性等。

就这样，数字化工具就像庖丁解牛，能把船舶这个巨系统拆解得清清楚楚，整合得天衣无缝，从而提升设计、制造的效率，打通价值链，全方位提升客户体验。

### 机器与人

在江南造船，许多车间已经陆续布设带有触摸大屏的智能终端，让工人能像看图纸一样，在一线工地查看三维立体的作业指导书，使制造过程更省时、更规范。

“单一数字模型”是江南造船在数字转型中推出的横向平台。有了这个底座，他们就能进一步尝试将数字化能力向外作更有力的投射，打造数字化垂直应用的标杆场景，破解一些典型的矛盾和堵点。正如前文所说，基于“单一数字模型”完成船舶设计后，系统会很方便地生成三维立体的“数字化图纸”，以赋能生产到一线。在江南造船，许多车间已经陆续布设带有触摸大屏的智能终端，让工人能像看图纸一样，在一线工地查看三维立体的作业指导书，通过数字化方式的带教，使制造过程更省时、更规范。

数字化除了能“教人”外，也可以“管人”。江南造船就以这个思路，将数千台焊机纳入“焊机物联网”。这个系统名为“数字化焊接管控系统”的应用，能根据焊工的任务特点，自动向焊机下发最优的工作参数，从而锁定焊工的工作状态。同时，焊接作业时，系统持续对焊机的参数进行监测，一旦发现连续超标，系统能采取报警乃至强制停机的措施。这套全球首创的“焊机物联网”应用后，进一步提升了江南造船的焊接质量，因为焊接电流过大、温度失控导致



的船体变形也大大减少。

此外，在吊马、组立的制造环节，总段对接环节等方面，江南造船通过“机器人换人”，提高了工作效率和标准化水平(上图)。比如：吊马加工引入机器人后，部门人员规模从27人减少到5人；而总段对接场景中，驮着巨轮总段的几十台自动化运载小车，会结合船体结构，自动调整行进方向和角度，让万吨级总段的对接耗

时从之前的7天压缩到4小时。

### 纲举目张

或许和其他靠成百上千台机器人打造“黑灯工厂”的案例相比，造船的数字化探索在现阶段还不那么“炫”，自动化水平还没那么高。但正如许多专家所言，数字化并不仅仅意味着自动化和机器人；企业能否结合行业情况和自身战略找到最切合切入点，能否推动业务和技术的完美融合，能否激发数据潜能和价值，是更值得关注的。

这几年来，江南造船不仅推动数字化项目落地，管理层也不断从根本上厘清数字化转型的原则、目标、手段，初步形成了一套方法论。用董事长林鸣的话说，江南造船的目标是成为高质量发展的引领者，传统制造业的颠覆者；从这个目标出发，相较于“数字化”，其实更重要的是“转型”，“我们要的不是数字化战略，而是一个更出色的战略，只是目前，这个战略要通过数字化来实现。”

当前，江南造船推进数字化，最直接的因素就是打破企业发展的天花板。虽然在国内外造船业，江南的规模和效益居行业之首，但和其他高端制造业相比，无论是毛利率，还是人均营收，仍有较大落差。在江南造船看来，将来如果依靠科创转型和数字化，强化竞争优势，提升质量效益，那么，自己的人均产出完全可以在现有基础上再翻番。

这几年来，江南造船不仅推动数字化项目落地，也不断发动管理层，从根本上厘清数字化转型的原则、目标、手段，初步形成了一套方法论。

厘清了原则与目标后，就不容易因为一时的得失，而影响长期的投入和探索。正应了万事开头难这句话，最初几型按“单一数字模型”理念打造的船舶，工时消耗反而比传统模式多出几倍，不过，这并没有动摇江南造船的决心。事实证明，当数字造船的模式应用到第三个船型后，工时的消耗已经与传统模式基本持平；等到第四艘，优势则完全在数字化这一边。

数字化不缺少口号，重要的是实战。几年来的扎实探索，让江南造船收获了转型经验、磨砺了数字化创新能力，积累了相当的数字化资产。

悬规矩、器惟求新——这是江南造船百年文化的浓缩和提炼。面对奔腾呼啸的数字化浪潮，他们积极迎战，通过创新和转型累积优势，蓄力飞越，助力“新江南”。