

汽车行业“降本增效”专家访谈录

龚淑娟

《汽车制造业》编辑部

全球汽车产业正经历深刻变革，市场竞争日趋激烈，业界企业“内卷”严重，价格战此起彼伏，成本压力持续攀升。在这样的形势之下，“降本增效”已成为汽车及零部件企业的重要生存法则，全行业都在深入探索更具性价比的技术路径和产品策略、更精益的研发流程和生产方式、更高效的企业运营模式。

《汽车制造业》特别策划了这期增刊，聚焦“降本增效”的企业迫切需求，特别邀请了6位汽车行业专家，一起探讨降本增效之道，希望能够为业内企业带来一些思考和启发。他们6位也都是《汽车制造业》编委会的专家代表，非常感谢他们的行业贡献！



“软件定义汽车”时代的六大关键优化策略

吴礼军，长安汽车产品CEO、高级总工程师、
《汽车制造业》编委会委员



软件降本：三大维度重构软件开发

张凡武，东风汽车集团有限公司研发总院
软件工程研究中心总工程师、
《汽车制造业》编委会委员



降本增效是企业发展的永恒追求

邹恒琪，中国汽车工程学会会士、
原东风汽车集团有限公司副总工程师、
《汽车制造业》编委会副主任委员



探寻降本增效的关键点

康飞，上汽智己汽车科技有限公司整车
研发中心副总经理兼整车集成总监、
《汽车制造业》编委会委员



降本增效实践的八大方法论

张晓胜，富晟集团总工程师、
《汽车制造业》编委会委员



汽车零部件企业降本增效的思考

魏启富，智新科技股份有限公司
智能制造首席师、
《汽车制造业》编委会委员

“软件定义汽车”时代的六大关键优化策略



吴礼军，长安汽车产品 CEO、高级总工程师，《汽车制造业》编委会委员

AI: 汽车行业内卷严重，成本控制是当前企业普遍面临的问题，那么结合贵公司的实践，在总体策略的上需要考虑哪些成本因素？

吴礼军: 降本增效的总体策略上，需要综合考虑很多成本因素，最重要的有三点。

首先，全员成本控制意识是最大的成本工程，这意味着每个团队员工都应对成本负责，在日常工作中能自觉地采取措施来控制和降低成本，而且领导的成本意识决定了团队的全员成本意识，因此

也可以说，领导是成本控制工程的第一责任人；其次，设计成本决定了整车成本的 80%，因此需要采用面向用户的 DFC（Design For Cost）设计，高感知、高可见的设计要舍得花成本，低感知、不可见的设计要努力降成本，与此同时，设计变更成本也是不可以忽视的成本，“一次设计对”、“一次设计变更对”是工程师追求的最高境界；第三，零部件原材料成本或采购成本占据了利润成本的最大头，应格外注意在保证质量的基础上进行成本控制，同时要适当提高高价值零部件的自制率。

原价控制是成本控制的“内当家”，是整车成本“正向分解”的手段，是成本“正向控制”的保证。通用化是最大的降本工程，成熟的通用化技术会降低开发验证费用，且风险最小、成本最低。平台化其实就是最大的通用化，多车邀约“一起去砍价”，可以有效降成本。

AI: 如您所说，产品设计成本决定了整车成本的 80%，那么在产品设计上要注意哪些问题以控制成本？

吴礼军: 是的，产品设计方案决定了大部分的采购成本，技术方案决定了零部件技术状态，技术状态决

定了供货状态，所以技术状态决定了 80% 的最终零部件价格状态。零部件的技术方案或技术状态，这一部分的技术成本比较显性，比较好识别，容易控制成本。但是还有一些设计成本就比较隐性，比如造型设计成本就是最大的“隐形”成本，要特别注意。当然，造型好看要敢于花成本，但同时也要努力控制不可见的“隐形造型成本”。冗余设计、冗余的标准、冗余的性能是很大的无效设计成本，冗余的配置、冗余的功能、过度的“豪华”都是冗余的成本付出。因此对于整车和零部件的造型设计方案，尤其是用户感知度较高的造型设计，对用户非常重要，要舍得花成本，但是对于一般用户很难感知的造型成本，就是成本的浪费，必须努力降成本。总之要秉承“合适就好”的原则——适合你的就是最好的价值付出，不适合你的，都是多余的成本浪费。

AI: 用户很难感知的造型成本控制，能否举个例子？

吴礼军: 我想谈谈“造型 1 个 R 值花 1 个亿”的负面案例。

在某驾舱组合仪表的造型设计中，造型师追求“好看”和极致造型设计，将组合仪表显示屏盖板上的 R 角设计为反 R 角，其实用户很难看出这是个反 R 角，但正是这个反 R 设计，加大了工艺成型的难度，容易出现气泡、膜片拉裂，导致良品率不足 50%。另外，显示屏盖板还有两个分型面与 R 角不在同一平面上，因而不能选用成本较低的玻璃盖板工艺，必须选用 IML（模内注塑）工艺才能成型，单件成本直接上升约 100 元。不仅如此，由于这个显示屏是多车型平台化使用，量纲达到了 100 万辆级，因此采购成本将增加上亿元。像这样的设计，就没有必要投入巨额的非感知成本。

AI: “软件定义汽车”的时代，软件开发成本普遍快速上升，这方面如何优化成本？

吴礼军: 在“软件定义汽车”的时代背景下，软件

已成为车企提升竞争力的关键突破口。软件具有显著的规模效应特征，当搭载量达到一定规模时，边际成本就可以大大减小趋近于零。要实现这一目标，需要从硬件架构、软件平台和开发模式等多个维度进行系统性优化，我们总结了六大关键策略。

一是建立平台化架构，减少硬件状态。这一目标的实现，需要从电子电气架构的设计阶段就贯彻平台化理念，建立严格的硬件配置管理机制。硬件平台的精简化和标准化是降低软件适配成本的首要前提。通过实施硬件平台战略，可以最大限度地减少硬件单件状态和组合状态的复杂度，可以实现硬件的大规模标准化搭载。这不仅能够显著降低 BOM 成本，更重要的是可以大幅减少软件在不同硬件配置上的适配工作量。当硬件标准化程度提高、搭载规模扩大后，软件的边际成本将呈现明显的下降曲线。

二是将统一操作系统和中间件作为提升软件开发效率的核心举措。采用标准化的操作系统架构和统一的中间件框架，能够显著降低系统复杂度和开发成本。通过定义清晰的接口规范和模块化设计标准，可以大幅提升代码复用率，缩短开发周期。同时，统一的安全策略和标准化的通信机制能够增强系统稳定性和安全性，降低功能安全和网络安全合规成本。行业实践表明，这种标准化方案能够减少 20% 以上的长期维护成本，并为后续技术创新提供可持续的软件基础架构。

三是应用持续迭代增量开发，向敏捷开发模式的转型是提升软件开发效率的必由之路。改变传统的一次性开发模式，采用持续迭代的增量开发方式，从最小可行产品（MVP）起步，通过持续集成、持续交付的方式实现渐进式优化。这种开发模式能够形成“开发—发布—反馈—改进”的良性循环，大幅提升开发效率和质量。实现这一目标的前提，是建立完善的版本管理机制、自动化测试体系和持续集成环境，确保每个迭代周期都能交付可用的软件增量。

四是平台化模块化提升软件复用程度，构建可复用的软件平台是降低开发成本的关键路径。通过平台化设计和模块化架构，可以实现不同车型在源代码层面甚至二进制级别的软件复用。采用标准化的接口定义和组件化开发方式，能够大幅减少每个车型的定制开发工作量和测试验证成本。要实现高效的软件



长安汽车 CS75plus 智驾功能

复用，需要建立完善的软件资产管理系统，制定严格的接口规范，并实施有效的版本控制策略。这种开发模式不仅可以提高开发效率，还能确保软件质量的一致性。

五是强化自动化工具提升集成和测试效率。自动化工具链的建设是应对软件规模扩张的必要手段。通过建立端到端的自动化流水线，实现从代码提交到软件部署的全流程自动化，包括自动化构建、自动化测试和自动化安装等关键环节。借助先进的自动化测试技术和持续集成工具，可以实现整车软件的每日构建，确保开发、集成和测试工作的同步推进。这种自动化体系能够显著提升开发效率，降低人为错误风险。

六是强化团队间敏捷协同工作。高效的协作机制是保证软件开发质量的重要保障。结合软件开发的特性，构建灵活高效的全功能研发组织，通过部署数字化协同平台，实现需求管理、架构设计、开发实现、测试验证和缺陷跟踪的全流程在线协作，同时引入智能化辅助工具，如自动文档生成、代码智能补全等功能，可以进一步提升团队的工作效率。此外，要实现高效的敏捷协作，还需要建立跨部门的沟通机制，优化工作流程，并持续提升团队的数字化协作能力。

通过以上六大优化策略的系统性实施，车企可以在软件开发环节实现显著的成本优化和效率提升。这些措施相互支撑、互为补充，共同构成了适应“软件定义汽车”发展趋势的完整解决方案。

软件降本：三大维度重构软件开发



张凡武，东风汽车集团有限公司研发总院软件工程研究中心总工程师、《汽车制造业》编委会委员

AI: 当今汽车行业，软件开发任务激增、成本激增，同时快速变化的市场还要求大幅缩短开发周期。作为智能软件领域的技术专家，您对此一矛盾有什么切身的体会和看法？

张凡武: 在“软件定义汽车”的新时代，车企软件开发成本激增的核心矛盾，我认为主要在于传统开发模式与智能化需求的错配。传统开发的“V”形瀑布式开发模式已经不再适用新的时代。因为这种模式下，各开发部分相对独立，缺乏全局观，容易造成队列效应，导致开发周期长、开发成本高。

对于开发周期或者开发效率，“软件定义汽车”要求缩短产品上市周期、支持不断迭代、快速响应市场需求。如何提高效率、缩短周期？敏捷开发模式是关键，这种开发模式可以使软件开发和版本迭代时间大幅缩减。目前汽车界，特斯拉等新势力企业已经能够较好地应用敏捷开发模式，而很多传统车企还需要进一步研究并掌握。

成本方面，造成开发成本高的原因主要有三：传统车企软件技术投入和成熟度不高，战略不清、组织分工不明；对市场需求理解不足；与软件开发商、服务提供商的合作模式尚未成熟。

AI: 这样的情况下，如何系统性地降低软件开发的成本呢？

张凡武: 想要系统地降成本，需要从技术架构、开发流程、生态协作三个维度重构软件开发，但每个方向都同时暗藏陷阱，需要批判性看待，合理布局。

1、技术架构——软硬解耦与模块化的双重博弈

技术架构的理想路径是通过软、硬件分层解耦实现“硬件预埋+模块化复用代码+软件迭代”。

但现实情况却面临很多困境，比如：初期投入的悖

论——模块化需要前期投入大量资源定义接口标准，如果因模块划分不合理导致返工，成本一般要增加 30%；硬件冗余的隐性成本——为支持 OTA 预埋过多硬件，可能导致单车成本增加数千元，且用户实际使用率不足 20%；安全与灵活的冲突——OTA 升级虽提升保值率，但因软件漏洞引发的召回事件频发。

面对这些问题，建议采用“核心模块自研+边缘模块开源”的混合架构，比如基于中国电科普华开源车用操作系统核心代码，车企可开发差异化功能，这样既避免了重复“造轮子”，又保留了自主创新的空间。

2、开发流程——敏捷开发与合规性的惊险平衡

曾经一度，敏捷开发被寄予厚望，通过双态开发（敏捷+V 模型）可将需求响应速度提升 50%。但汽车行业的特殊性使其落地困难，主要的问题在于：合规性陷阱——ASPICE 认证要求文档的完备性，敏捷开发可能不能及时归档，从而导致认证延迟；测试成本飙升——L2+ 辅助驾驶系统的代码超过 1 亿行，传统测试方法难以覆盖，需要采用新的测试方法，通常企业的测试成本要占到开发总成本的 40%；组织惯性阻力——传统车企的敏捷转型中，常常会因为部门壁垒而导致需求传递效率下降。

针对这些问题，我的建议是：构建自动化测试中台，通过容器化管理多个域控制器，回灌测试效率可提升数倍；仿真替代物理测试，比如虚拟仿真平台，日均测试里程可达数百万公里，算法迭代周期可从 1 周缩至 1 天。

3、生态协作——开源共享与知识产权的生死时速

开源模式能大幅降低基础软件成本，但风险同样致命，比如：许可证合规雷区——有车企因未正确标注开源协议，被开源社区起诉巨额索赔；供应链安全黑洞——海外开源组件断供风险加剧，某车企就曾因依赖某欧美开源软件，导致项目交付延迟了 3 个月；核心技术空心化——如果过度依赖开源，可能丧失底层的创新能力，比如使用第三方自动驾驶框架，差异化功能开发受限。

AI: 在这样的一个复杂的系统工程中，核心破局点是什么？

张凡武：软件降本的破局点，首先是开源治理体系，

其次是自主可控的生态。

开源治理体系方面，车企可以通过采用悬镜源鉴 SCA 工具，实现开源组件漏洞修复时间的缩短，且许可证合规。

自主可控的生态方面，国内普华基础软件联合行业共建车用操作系统开源社区，既降低了重复投入，又掌握了技术话语权。

AI: 软件降本，还有哪些快速有效、简单易行的落地举措？

张凡武: 从软件开发方面快速有效地控制成本、节约成本，可以利用“人才、工具与数据”的三重杠杆同时施策。

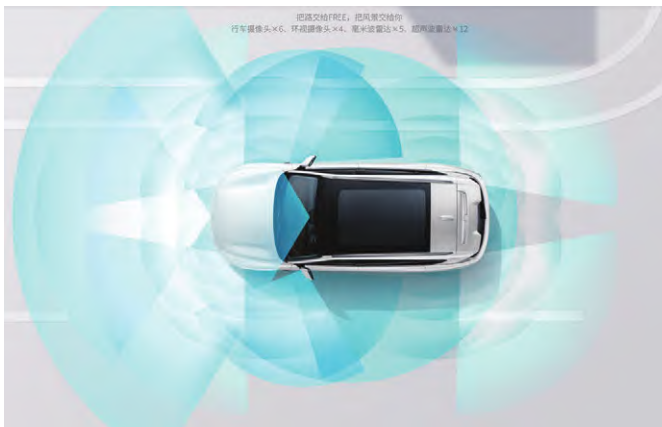
人才策略方面，一是人才技能转型，车企通过培训工程师的创新思维，将传统机械工程师转型为“懂软件的汽车工程师”，以降低人力成本；二是寻求外部合作，由合作单位定向输送相关专业的优秀人才，降低招聘成本。

工具革新方面，一是采用低代码平台，比如使用 Odoo ERP 系统，可使供应链协同效率提升，定制化开发成本降低；二是采用云原生架构，比如用云原生技术将智能座舱算力转移至云端，可使硬件成本下降一半，功能迭代速度提升 3 倍。

数据资产化方面，一是数据反哺开发，通过用户数据优化算法，将自动驾驶功能迭代周期缩短；二是数据合规变现，通过合规数据交易，用收益反哺软件开发投入。

AI: 想要在提高效率和降低成本之间找到平衡，需要注意哪些问题？

张凡武: 我们要批判性地看待成本降低与效率提升的破局之道。企业需要注意五个方面的问题。一是过度追求技术先进性；二是忽视隐性成本，比如模块化设计虽降低开发成本，但维护成本可能增加；三是低估组织变革难度，因为敏捷开发需要打破部门墙；四是陷入



岚图 FREE 318 辅助驾驶



岚图梦想家智能座舱

开源依赖症，过度使用开源组件可能丧失技术壁垒；五是测试简化风险，比如为压缩周期减少测试用例，导致量产车软件故障率增加，售后成本飙升。

AI: 未来几年，汽车企业还将面临哪些转型或变革挑战？软件在其中的作用和价值是什么？

张凡武: 面向未来，车企必须从“硬件制造商”转型为“软件定义的出行服务商”，因此，车企要重构组织架构、人才体系和商业模式。

在这个转型的过程中，我们必须清楚地认识到，软件不是汽车的附加功能，而是定义汽车的灵魂。只有将软件能力内化为企业基因，才能在这场变革中生存下来、在未来的市场中拥有发展壮大机会。

降本增效是企业发展的永恒追求



邹恒琪，中国汽车工程学会会士、原东风汽车集团有限公司副总工程师、《汽车制造业》编委会副主任委员

AI: 降本增效是一个庞大的系统工程，从总体策略来看，需要考虑哪些大的方面，每个方面又包含哪些关键点呢？

邹恒琪: 降本增效不仅是庞大的系统工程，更是企业发展的永恒追求。

企业首先要树立正确的降本增效观，而且着力点其实应放在“增效”上。具体措施首先是质量提升，

要从检测转向预防，坚持质量优先于短期成本；提高效率，让所有资产发挥最大的作用，创造最大的价值；做好成本分析，重点关注失败成本分析，要明确成本优势不等于质量妥协；推动 TDC 最小化，这涉及本地化、自主化以及在制品和库存管理；全员树立精益的思想，尽量用最少的资源创造最大的效益；与此同时还要考虑提升增强员工的获得感、社会贡献度等，让员工更有积极性参与降本增效，让社会认可企业的积极作为和社会价值。

其次，企业一定要有全价值链的降本增效观。降本增效贯穿企业价值链全周期的方方面面，必须考虑各种关联性，比如产品研发与工艺研发相融合，产品的平台化、模块化、规模化，以及工艺的先进性与工厂规划的科学性相融合等，可以达到事半功倍或者规模化的更大降本增效效果。

第三，需要在整个供应链中注重主机厂与供应商的协同，大家一起秉持创新的降本增效思维，上下游一起考虑平衡质量、成本、效率，只有共生、共赢，供应链上的相关企业才能健康发展、才能长久地健康发展。

最后，企业社会责任也不容忽视，这是降本增效的过程中需要纳入考量的一环，比如各种资源的

节约、能源的节约以及排放的降低等，在降低成本的同时，也会带来良好的社会效益。

AI: 在整车和零部件生产过程中，如何系统考虑才能兼顾成本、质量与效率呢？

邹恒琪: 要兼顾成本、质量与效率，首先要创建科学高效的体系，该体系需具备职能清晰、流程科学、评价指标准确的特点。职能清晰意味着要明确研发、生产、采购和质检等各部门的核心权责，避免交叉重叠或责任真空；流程科学则要求打破部门壁垒，构建端到端的闭环管理，以免造成不必要的成本浪费；评价指标准确需避免单一维度考核，应建立包含质量合格率、生产节拍达标率、单位制造成本等多维度的指标体系，形成良性循环。

其次，企业要有技术创新和管理创新能力。这包括对汽车发展趋势的研究分析能力，对新材料、新工艺、新装备、新方法的跟踪、学习与应用能力，以及结合企业实际将所学应用于实践的能力。通过这些能力的提升，在生产过程中能更好地实现成本、质量与效率的有机统一。比如在传统冲压车间加装智能传感器监测模具磨损，既控制改造投入，又能将设备故障率降低 25%、换模时间缩短 30%。正是这种“趋势预判 — 技术储备 — 实践转化”的闭环能力，才能让创新真正服务于成本、质量与效率的平衡。

AI: 有哪些典型的能够降本增效的先进工艺与创新



汽车全价值链降本增效

值得重点关注呢？

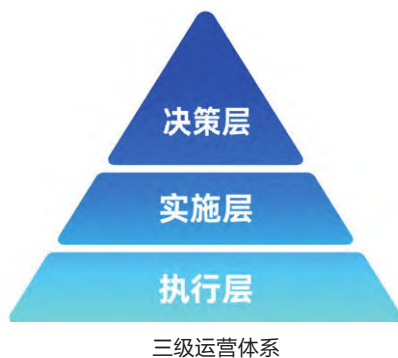
邹恒琪：当前汽车行业有几类先进工艺与创新值得重点关注。

一是一体化压铸工艺，它集产品设计、工艺设计、材料技术和装备等多种创新技术于一身，是降本增效的创新典范。这一工艺在简化生产流程、降低成本方面有非常显著的优势，但在初期可能极易出现模具故障、产品质量不稳定等问题，进而影响生产效率和成本控制，这就需要业界企业要有耐心，着眼长远来深入研究和实践，因为即使是行业内的领先企业特斯拉，在采用一体化压铸后底板技术时，也耗费了将近一年的时间，才将良品率从 30% 提升至 85% 左右，一旦稳定，其降本增效的综合效益非常可观。

二是轻质材料的应用，像铝合金、镁合金、复合材料和高强钢等材料在汽车上的使用，能助力汽车轻量化，从而实现降本增效。轻型材料在汽车上的广泛应用，在保证汽车性能的前提下，可以有效减轻车身重量，从而降低车辆能耗，在产品生命周期中降低成本。一些新型材料强度更高，通过结构优化可以做薄，从而节约原材料的使用量、降低成本；有些材料还具有更好的加工或成形性能，能够减少加工过程中的损耗，进一步降低总体成本。

三是数字化、智能化技术，通过打通汽车全价值链的数据循环，可提高效率、降低浪费，也是绿色低碳理念推进中的前沿技术。具体而言，在产品研发阶段，借助数字孪生技术构建虚拟车型，能在虚拟环境中完成多轮性能测试与工艺模拟，减少物理样机的制作数量，大幅缩短研发周期并降低试验成本；生产环节，智能传感器实时采集设备运行参数与产品质量数据，结合工业互联网平台进行分析，可实现设备故障的预测性维护，避免因突发停机造成的生产停滞，同时通过智能排产系统动态调整生产计划，使生产线的设备利用率提升 15%~20%；用户使用环节，通过智能化系统优化路线、智能管理能耗等，都可以降低使用成本，切实推动绿色出行。

四是用数字技术创建工艺参数模型，把前辈摸索出来的有效工艺方法和参数形成企业知识产权，这样既能提高研究开发效率，少走弯路，又能在传承中创新、在创新中持续发展。比如将焊接车间的电流、电压和时间等关键参数与焊缝质量数据关联，构建出智能预测模型，不仅使新产品焊接工艺开发效率大幅提升，还能通过模型迭代优化参数，将焊接缺陷率降到最低，



给企业创新效益。这种数字化沉淀既避免了技术随人员流动而流失，又能让后人在既有参数体系基础上快速突破，实现“传承经验不重复劳动，创新突破有数据支撑”的良性循环。

AI：每家企业都有自己有效的降本增效办法，如何通过运营体系或管理机制实现效率的持续化、扩大化、最大化呢？

邹恒琪：要实现效率的持续化、扩大化、最大化，首先需要构建一套具有自我净化能力的体系和管理机制，重点是构建动态化的三级运营体系，包括决策层、实施层和执行层。

决策层要把好方向、用对人、配好资源、确定科学目标，对该不该干负责；实施层要做好方案、定好计划、分解指标到各个计划节点，对能不能实现目标负责；执行层要严格执行方案、按计划节点做到位，对干没干到位负责。

同时还需要注意几个问题：一是价值流的管控，要实时管控价值流，采集产线数据，自动生成动态价值流图，实时暴露并及时消除浪费点，利用智能化技术预判可能出现的产能瓶颈；二是采用柔性生产组织方式，模块化单元可根据排产计划快速重组生产单元，以适应市场变化；三是建立全要素数字化组织流程，健全各功能的作用，面对制造的产品设计、面对生产过程的工艺设计，科学组织零部件路线分工，提交内外制清单，实现生产过程的高效化、科学化、绿色化。

此外，一些关键控制点也很重要，包括成本警戒线管理，设立不可突破的质量红线；投资收益要有目标和标准；建立供应链的韧性管控体系和测试能力，以应对突发事件；构建发现问题、解决问题的制度，以及各职能部门主动跨界以目标为前提的协同工作机制。

总之，在机制和体系的保障之下，降本增效一定会持续为企业创造价值、带来效益。

探寻降本增效的关键点

AI: 您如何看待汽车行业的降本增效?

康飞: 汽车的降本增效,首先要从“本”的角度出发,也就是成本,目前整车的成本主要由零部件成本、研发成本、制造成本和售后成本四大部分组成;其次要从“效”的角度出发,也就是效率,现阶段主要包括开发时间效率、系统工作效率及材料利用效率三个方面。

从成本和效率两个维度出发,将每个车型的以上关键点放到如图所示的成本效率模型中,也就找到了每个车型降本增效的关键点。



例如,为提高研发效率,降低开发成本,现在各主机厂都通过数字孪生技术在前期通过大量的虚拟仿真、快速迭代模型来缩短开发周期,降低物理测试的测试样本数量来降低开发成本,实现降本增效。再比如,现在整车的电子架构,正从分布式向域控转变,通过控制器的集成化来提高整车的电子系统的工作效率,最终实现降本增效等。

AI: 产品开发是决定成本的首要因素,那么在产品策略/开发流程等方面,如何从源头降本?能否分享一两个贵公司研发领域的降本案例?

康飞: 产品开发的成本是产品成本的构成要素之一,通过控制产品开发成本可以有效降低产品成本。

产品开发的降本可以通过“三新二意”的研发理念来应用实现——“三新”即新材料、新工艺和新方法,“二意”即创新意识、成本意识。

例如:通过复合材料和镁铝材料等新材料的应用,可以实现整车轻量化的综合效率降本;通过一体化压铸和CTB等新工艺,将多个车身零件进行整合,实现车身模组化,通过效率提升实现降本;通过引入AI技术等新的方法和工具,

在对传统车身结构设计经验总结的基础上,结合AI快速生成解决

方案实现降本增效。

但无论怎样的技术手段,其实最终还是需要工程师在设计的过程中,始终保持创新意识和成本意识,将这两个设计相关的核心价值观融入到日常的设计工作当中,才能够实现真正的低成本、高质量的工程开发。

AI: “软件定义汽车”的背景之下,业内企业在软件开发方面成本激增,这方面如何节约成本、提高开发效率?

康飞: 在“软件定义汽车”或者“软件定义产品”的理念下,整车产品的软件开发成本在快速地上升,其中很大部分的软件成本是人工成本和测试成本。因此,如果要提高软件的开发效率、降低软件开发的成本,要从这两方面入手。

目前比较有效的方法,首先就是利用AI技术,实现软件编程的自动化和测试样例的智能化;另外就是软件开发一定要以客户使用场景和收益出发,利用奥卡姆剃刀法则,如无必要,毋增实体,将软件规模尽可能轻量化,以降低开发成本和系统运行成本,实现降本增效。



康飞,上汽智己汽车科技有限公司整车研发中心副总工程师兼整车集成总监、《汽车制造业》编委会委员

降本增效实践的八大方法论

AI: 汽车市场的价格战此起彼伏，压力传导到汽车零部件领域，降本增效的迫切性也很大。贵公司采取了哪些方式方法来降本增效？



张晓胜，富晟集团总工程师、《汽车制造业》编委会委员

张晓胜: 降本增效其实是每家企业都在持续做的工作，尤其这几年汽车市场竞争压力空前巨大，各家企业确实都更加关

注降本增效的实施范围和实效性。在近几年的诸多降本增效实践工作中，我总结了八大方法论，包括全价值链思考降本、统型统控、自适应生产链、精益排产、可循环、自应用能和多能互补、思维方式的改变以及“世界咖啡馆”等技术方法和组织形式，供业内同仁讨论和参考。

AI: 全价值链思考，其降本的核心是什么？

张晓胜: 全价值链降本的系统性优化，其核心在于突破局部优化的思维定式，通过协同上下游资源、重构业务流程、驱动技术创新等路径，实现整体成本的最优配置。

比如说设计决定了70%的成本，因此首先要关注研发端降本，可以通过模块化设计实现通用部件复用，利用价值工程设计剔除冗余设计，利用可回收材料进行生态设计降低后端回收成本等。在采购与供应链方面，秉承TCO（总拥有成本）采购原则，综合评估质量、物流和库存成本，同时与核心供应商联合开发降本方案，此外还可以运用动态库存策略，如VMI（供应商管理库存）降低周转天数来综合降本。制造端一定要采用柔性生产模式，快速换型降低生产成本，还要借助数字孪生优化产线布局，利用预测性维护等技术减少停机损失，同时要在工厂积极推行能源阶梯利用等绿色制造措施。物流与分销方面，首先必须通过

IT技术优化仓储布局，开展物流运输组网及多式联运，另外还可以在智能快递+众包配送组合模式中创新最后一公里配送模式。营销与服务上，可以基于CLV（客户终身价值）进行精准营销，利用AI客服可以处理70%的常规咨询，开展预防性维护可以减少售后上门次数等。跨价值链也可以协同降本，具体可以通过C2M（从消费者到生产者）反向定制消除库存，搭建产业互联网平台共享产能与物流，构建废料—再生资源—生产的闭环循环经济等。

AI: 统型统控可能是业内普遍采用的策略，怎样才能更好地协同实施呢？

张晓胜: 是的，统型统控旨在推动采购、研发、工艺部门协同逐步实现统型，实现应统尽统，充分发挥集团化采购优势，最大限度降低采购成本。从全价值链降本视角来看，这一策略契合全价值链降本六大杠杆中的研发端降本、物流与分销降本及跨价值链协同降本。

统型流程涵盖统型策划、技术支撑、企业验证、客户验证及型号调整等环节，在数智化部的管控与推动下，由企业采购、研发、工艺协同完成。统控流程则包括收集信息、市场对比、成本降低、组织集采及服务跟踪。实施方面可以在数智化部门的管控和信息系统的推动下，各个企业结合实际制定目标，应统尽统、分步实施。

AI: 自适应生产链听起来非常符合今后的市场发展方向，具体是怎样的一种生产模式呢？



富晟集团核心技术——智能驾驶

张晓胜：自适应生产链是一种能够根据内外部环境的变化，快速、灵活地调整自身结构、流程和生产策略的生产组织模式，它具备可生长、可剪断、可分叉、可嫁接和可移植的特点，同一生产线可以生产不同产品，同一产品可以在不同生产线生产。

可生长意味着生产线具备可扩展和升级能力，能应对产能扩展、工艺更新、新产品等情况，逐步增加设备、增加功能以适应新的生产要求。可剪断是指根据业务调整、场地变更、产品组合改变等需求，生产线能够剪断或拆分，可以重新布局、停用部分环节或组建新的生产线。可分叉则是根据不同产品的需求，将生产线在特定位置进行分叉，使物料或半成品沿着不同的分支路径进行加工或装配，实现多种产品同一产线生产。可嫁接指生产线能够快速接入新设备、工艺模块或生产环节，如同植物嫁接一样，使原有的生产线得到扩展、升级或改造，适应不同的生产需求、产品变化或技术发展。可移植是将某一生产链上的技术、工艺、设备、管理模式等要素转移到其他生产链上，实现生产能力的提升、产品的多样化生产或生产效率的提高等目标。

今后的汽车市场可能将逐步走向个性化，多品种、小批量是大势所趋，因此，无论是整车企业还是零部件企业，这种自适应生产链的灵活性就显得越来越重要，需要大家结合企业自身情况多加研究。

AI：这种生产情况下，排产可能就面临很大挑战，如何解决呢？

张晓胜：这个方面我们讲“精益排产”，通过动态调整生产计划排产模式，快速应对客户计划波动，通过最小的运营成本投入满足客户交付及质量需求，其核心思想简单来说其实就是“一起上班、一起下班、干完就下班”。

在具体实施中，涉及客户需求预测、生产线柔性、人员柔性、库存管理、人员最优和工艺标准等多个方面，利用 APS、LPS、WMS、MOM 和 MES 等信息系统实现数智化赋能，最终达到降本增效的目的。

客户需求预测包括客户计划信息、市场销售信息以及历史数据，基于这些信息进行智能优化排产。人员柔性是在生产线、车间、工厂以及工艺等多种层面寻找一人多用的环节，增加人员利用率。库存管理则涉及成品、在制品、原材料等方面的精益化……通过这些举措可以实现直接人工成本、间接人工 / 动能成本以及可变制造费用等运营成本的节约。

AI：可循环、可持续是未来社会的主流方向，在零部件生产工厂里面主要有哪些潜力可挖？

张晓胜：在制造型企业，可循环方向重点可以尝试再制造、回收再利用、模块化设计、共享或租赁等可循环降本应用技术，能够挖掘的降本空间其实也不小。

比如各种工装、设备的可循环，本质就是打破传统的“线性生产（生产—使用—丢弃）”模式，应用材料回收再利用、再制造等循环再利用创新技术，实现对包装、器具、工装检具和设备等的重复使用和再利用，



富晟李尔座椅公司数字化车间

实现“降成本、减排放、提效率”的多重目标。

AI: 自适应用能和多能互补有哪些应用场景？

张晓胜: 自适应用能是指能源使用根据能源使用符合进行相应调整，结合用能需求自动调节匹配的用能方式。多能互补则是整合多种能源（如电、热、可再生能源等），相互转化、相互补充实现能源的梯次利用。常用方法包括减少待机损耗、局部调节能耗需求、使用节气回路、能源介质互换、地源热泵和光储一体等。

减少待机损耗可结合生产计划对设备用电、用气等进行监控与调节，降低非生产用能损耗。局部调节能耗需求比如空压机局部压力需求高，不需要提高整体压力等级，可以采用局部增压，避免整体提高能耗需求造成的能源浪费。使用节气回路，当气体压力不够，无法满足用气需求，可以使用节气回路反馈增大用气，避免出现反复低压动作造成能源浪费。能源介质互换例如空气压缩机冷却采用油冷和风冷两种介质，可以将油介质和空气介质产生的热能转换为水介质，提供给冬季采暖和生活用热水，充分用能降低能耗。地源热泵通过地源热泵从土壤/空气吸收热量转化为制冷/供暖能量，用于企业夏季制冷或者冬季供暖的场景。光储一体通过光伏+储能建设，通过光转电储备峰值用电，降低用电成本。

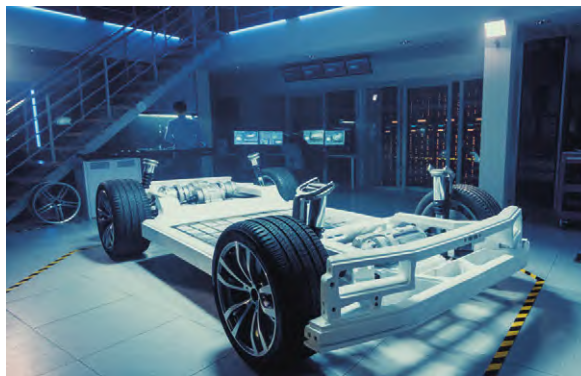
空压机自适应用能是典型的自适应用能场景，通过引入智能模块实时监控气体流量，降低整体待机压力可减少压缩气体损耗，用局部增压来保证点状压力需求，避免整体增加压力造成浪费。

空压机余热回收则是典型的多能互补应用场景，主要是利用板式换热器对空压机冷却水塔的热量进行回收与再利用，可用于企业冬季供暖、工艺制热和工厂淋浴等，促进能源的梯次利用。这种项目回收效果明显，投资回报周期约2年以内。

AI: 思维的改变往往可以获得意想不到的结果，您的实践中总结了哪些有效的思维方式？

张晓胜: 我们的实践有时会需要一些逆向思维和跨专业、跨行业的思考。

逆向思维是一种打破常规、反其道而行之的思考方式，常常能够发现新的可能性。逆向思维方法的能



富晟底盘零部件产品

力支撑包括因果逆向、状态逆向、功能逆向和结构逆向。因果逆向是从已知的结果出发，反向探索和论证导致该结果产生的各种可能原因的过程。状态逆向是颠覆对事物存在形式的惯性认知，开辟创新路径，将“不可能”转化为“新可能”。功能逆向是对产品或技术的功能进行重新定义，发掘新用途或创造新解决方案的创新策略。结构逆向是颠倒、重组事物的既定组成、顺序，发现隐藏问题或激发创新方案的策略性思维。逆向思维要敢于挑战权威观点，对问题多问“为什么”，不盲从大众，经常审视既有解决方案。

跨专业、跨行业思考则是一种开放性、系统性、创新性和跨界融合的思维方式，通过打破认知边界，将灵感转化为可持续的创新力。我们有些创新就是来源于3C行业甚至医疗行业，并且产生了一些突破性、颠覆性的效果。

AI: 贵公司通常通过怎样的组织方式来激发创新？

张晓胜: 我们经常会通过组织一些开放、协作的研讨来激发创新思维和集体智慧，我们称之为“世界咖啡馆”。通常4~5人一组，围绕一个中心议题开展多轮对话。首轮对话由一名桌长记录关键点，除桌长之外的其他成员轮换到新的小组，分享之前的见解并继续讨论。最后将所有小组的发现进行整合，提炼共同模式和行动建议。

总之，人是创新智慧的主体，各种机制、管理方式、技术手段和方法等，都希望能够通过激发人的创新力来创造价值。希望我们汽车行业，包括汽车零部件领域，能够放眼全球，增强竞争力，携手前行，共同努力开拓更大的市场。

汽车零部件企业降本增效的思考

AI: 对于汽车零部件企业来说，降本增效的压力也非常巨大，那么总体策略上应该考虑哪些方面？

魏启富: 降本增效对于汽车零部件企业来说，总体策略应该考虑四大方面的诸多关键点。

1. 技术驱动降本增效

(1) 技术创新：产品创新，如新材料的研发应用；工艺创新，如：新的工艺方案、新的工艺设备的应用等；

(2) 产品的平台化：便于实现生产线多品种的柔性化，减少新产品工业化投产时间，降低生产线制造设备投资等；

(3) 数字化和智能化：MES 系统、预测性维护、智能排产和能源管理系统的推广应用，可减少浪费、提高生产效率。

2. 供应协同降本增效

(1) 共享制造：内、外制零部件的合理分工，对内、外部制造资源、工艺方案的共享，推进降本增效；

(2) 近地化、战略化供应商的推进，整合供应商资源，近地集中采购，可大幅降低物流成本、提高供应效率。

3. 生产管理降本增效

(1) 精益生产管理：推广 5S 管理、价值流分析，大力开展 QC 和合理化建议活动，减少生产活动中的各种浪费，提高设备综合效率；

(2) 结合企业实际情况，形成具有自身特色的生产方式，合理降本增效。

4. 组织革新降本增效

(1) 组织架构的持续优化：扁平化管理，缩短决策链条；职能与流程重组，消除冗余环节，提高效能；



魏启富，智新科技股份有限公司智能制造首席师、《汽车制造业》编委会委员

(2) 人员优化：人才培养、用工制度等方面的优化，提高人员效率，降低用工成本。

AI: 汽车零部件的生产制造过程中，如何系统性地考虑，才能兼顾制造成本、质量和效率？

魏启富: 制造成本、质量、效率三者之间是一种动态平衡的关系，三者既相互制约又有可能协同增益。如何系统性地考虑，减少相互制约、扩大协同增益，这是每一家企业面临的难题。作为新能源汽车动力总成制造企业，我结合自己的工作实践，谈一些粗浅的想法。

动力总成零部件的生产制造过程中的成本、质量、效率，实际上与产品的生命周期息息相关，要系统性地考虑，就必须从产品的全生命周期去建立协同的管理体系。

首先是产品设计体系。零部件产品的平台化、模块化、通用化设计需要重点关注。如我公司的 ID4 电驱动总成，深度集成架构技术的平台化开发，可以兼容 400V 同步、800V 同步及异步。产线的通用化：三款总成架构相同，外部接口及装配方式相同，同一条产线可以兼容三种产品。零部件平台化和通用化：关键部件壳体、轴齿、差速器等的平台化开发，轴承、螺栓、辅料通用化，充分保障了产品设计质量，极大地降低了工业化生产设备的投资及外购件的采购成本，同时



智新科技电驱动系统

也缩短了工业化投产周期，提高了效率，较好地做到了质量、成本、效率的协同增益。

其次是生产制造管理体系。结合上游整车企业的中期需求，规划建设合适的产能，根据产能需求、成本核算结果、质量保证度等方面匹配合适的检测及加工设备，组建质量、成本、效率具有竞争力的生产线。先进的数字化及智能化技术需要重点关注，如数字化系统集成。我公司全部动力总成装配生产线均建设了MES系统，并与PLM、SAP、AGV调度等系统集成，实现了不同板块间的业务协同、生产和物料的透明化、设备管理及质量管控的数字化，从而实现了100%的质量追溯，提升了10%以上的生产效率。另外，在新能源电机壳体压铸领域，镁合金替代铝合金的工艺材料创新需要重点关注，未来随着半固态技术普及和耐腐蚀性提升，其成本及性能竞争力将进一步增强。

第三是供应链体系，可以采用近地及战略化的供应商，降低物流及采购成本，保证供应的产品质量。

最后是售后体系。要建立客户关系系统，提高服务响应效率；建立备件管理系统，保障备件质量和供应效率；建立质量闭环管控系统，不断改善提高产品质量。

AI: 如何从运营体系或管理机制上让这些举措和项目的效益最大化、扩大化、持续化？

魏启富: 要从运营体系或管理机制上让有效的降本增效的举措和项目的效益最大化、扩大化、持续化，需形成“战略规划—制度保障—文化基因”的氛围。

1. 战略规划：从战略层面体现降本增效的核心地位

很多企业已经形成了每年滚动编制3年或5年的中长期规划，提出了企业的愿景、使命、中长期的目标，以及达成目标的核心举措。智新科技将“精细优良的品质和服务”、“极致最佳的成本和效率”作为达成公司中长期目标的核心支柱，将极致降本、提质增效纳入企业战略层面，每年对研发、采购、制造及



智新科技电驱动系统核心技术

营销全价值链的部门提出降本增效的具体目标，避免将降本增效变成短期的措施或项目化行为，从而在战略层面保证了降本增效是企业长期的管理理念和经营常态。

2. 制度保障：从制度、流程上保障降本增效的效益落地

企业要从制度、流程上保障降本增效的效益落地，需围绕目标设定、流程优化、分工执行和检查回顾的闭环管理，形成长效的管理机制。

(1) 目标设定——企业全价值链的各部门分层级设定降本增效的目标；

(2) 流程优化——梳理企业全价值链上的各部门流程，删除冗余流程，优化不合理的流程，重构缺失的流程，使各流程明晰高效；

(3) 分工执行——将降本增效的目标与相关责任人绑定，建立奖惩制度，使相关责任人按分工有责任、有积极性地执行；

(4) 检查回顾——及时检查降本增效的执行情况，分阶段进行总结和回顾，不断改善和提高。

3. 文化基因：从降本增效的项目推动，变成企业每一名员工的日常工作习惯，将降本增效的效益持续释放，融入企业的DNA，变成企业的文化基因，长久地传承下去。