

车企转型升级要领： 构建产品开发工程技术管理体系

- 德国博世公司/罗本进
- 北京工业大学/石照耀

要实现产业转型升级，仅仅要求对各项高端技术的纯粹研究是不够的，如何把技术转化为有竞争力的高端产品，并保持持续的竞争力，是目前中国汽车企业欠缺的，必须更加重视产品开发能力。

从创新的技术到成功的产品，其转化过程的能力水平，是衡量一个企业是否先进的一个重要标准。如何在这方面达到高水平，笔者认为，关键点就是企业要建立一个适合自己的完善工程技术管理体系的构架，从系统上保证其创新和持续发展的能力。

先进工程技术管理体系构架的企业

对于实体工业企业，要想转型升级成为先进的世界级企业，应该建立完善的工程技术管理体系构架，企业的技术能力发展、产品开发管理与决策，应该在此体系构架下系统地进行。譬如企业应建立如下几个方面的工程技术管理体系（Engineering Management Systems）：产品开发工程体系（Product



罗本进

斯图加特大学工学博士，德国博世公司动力总成及自动变速器系统专家，全德华人机电工程学会副主席，长期从事汽车动力总成产品的批量开发和前期研发，有多项职务发明专利。



石照耀

工学博士，教育部长江学者特聘教授，北京工业大学科学技术发展院常务副院长，中国通用零部件协会齿轮分会副会长兼常务副秘书长，齿轮工程与精密测试技术领域的知名专家。

Engineering System)、知识管理体系 (Knowledge Management System)、创新管理体系 (Innovation Management System)、过程管理体系 (Process Management System) 和质量管理体系 (Quality Management System) 等 (见图1)。由于针对不同的侧重面，所以会形成多个自成一体 的体系。对企业来说，架构的中心体系是产品开发工程体系，

其描述如何从一个功能产品原型 (Prototype) 或按客户的要求开发出批量产品的过程，它的产出是企业最终卖给客户获得利润的产品。其他几个体系虽自成一体，但其目的可看成是围绕、支持和保证产品开发工程体系的有效实施。这里先描述一下其他几个体系，最后回到产品开发工程体系。

1.项目管理体系

产品开发一般是以临时项目

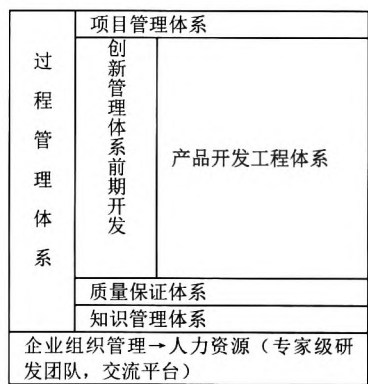


图1 工程技术管理体系

（组）的形式组织实施的，项目成员一般来自不同部门，形成跨部门的、不同专业（设计、计算仿真、测试、市场、采购、客户服务、生产等等）的矩阵形组织，项目管理体系明确规定项目经理、所有成员、审查委员会的角色、责任和目标；通过并行工程（Simutaneous Engineering/ Concurrent Engineering）的工程方法（项目成员也常称为并行工程组SE-Team），在产品开发过程中开发设计、制造、市场、采购、质量保障的成员等在项目管理体系下并行协同工作，从而尽早确定设计定型（Design frozen）和保证时间进度等。项目管理可以简单归纳为下面几个管理范围：

- （1）定制本项目的流程，确定项目要求、制定计划等。集成捆绑其他相应体系中要求的开发过程、工具方法、技术支持及评价措施，保证开发项目的有效计划和实施。
- （2）记录项目实施中产生的各种结果（如CAD模型、测试报告、样品报告等等），保证其可追溯性（Traceability）和合理有序的归档阶段成果—配置管理（Configuration Magnagement）。

- （3）时间计划。
- （4）费用控制。
- （5）质量管理。
- （6）人力资源协调。
- （7）信息交流平台。
- （8）风险分析清单、对策和评估。
- （9）采购管理。

作为项目经理，除要求语言沟通和人员协调能力外，还要掌握除项目管理体系之外的产品开发体系、制造体系、供货商管理、费用开支控制、市场销售和质量管理体系等知识。一般工程技术人员在大学里没有接受产品开发体系方面的培训，企业应该对成为项目经理的技术人员提供系统的培训。

每个项目实施中所获得的知识、经验要充实于知识管理体系中（经验共享Practice Sharing）。

2.质量管理体系

始终伴随于产品开发工程体系的过程之中，描述在开发过程中要求使用的质量控制及评价工具和方法，保证最终产品批量生产时满足全部产品指标要求。德国汽车工业联合会VDA的汽车工业质量管理丛书就是从质量管理的角度对汽车产品本身及其对产品开发生产的不同阶段的工作质量及审核形成的重要标准参考文献。基于ISO 9001用于汽车行业的质量管理系统ISO/ TS16949，对于产品开发过程中的各种工作方面规定相应的质量评价标准要求，保证开发出顾客满意的产品。质量管理体系不仅仅要用于产品生产质量的控制中，也要有效地集成到产品开发的过程体系中。

3.知识管理体系

保证企业的知识库（研究

报告、实验报告、经验教训/ Lessons Learned，标杆分析报告/ Benchmarking等）和专家网络及知识交流平台的建立，它与企业专业人力资源管理是紧密联系的，并相互作用，即知识库为员工的培养提供足够的营养，知识交流平台为员工工作时的实时交流提供支持，同时员工在项目工作中的经验和新成果要不断为知识库充实新的内容。

知识管理体系是中国企业一个较为薄弱的方面，表现在新员工很难快速成材，而在工作中学到的东西也不能及时有效系统地充实企业的知识库，为后来员工的培养提供营养。后人要站到巨人的肩膀上，才能达到更高的高度。对于一个企业来说，知识管理就是要保证这样一个“巨人”知识库一直在成长中。好的知识管理体系会帮助企业为新产品的开发很快建立起人才梯队或团队。国内企业目前把很多时间经费用于人才甚至是人才团队的引进上，知识管理却相对薄弱。虽然引进人才是重要的，但对企业来说更为重要的是，建立企业知识管理体系，依靠自己的体系，不断培养出需要的人才梯队。

另外，中国企业要正确对待人才流动问题，国外先进行业的人才流动是正常的、且是必需的，实际对整个行业的整体水平提高是有积极意义的。行业整体水平提高了，反过来也会对每个企业有利，所以企业在知识管理体系中的人才培养上，要考虑大局，即国家或行业的发展。如果出于狭隘的本企业封闭的思维模式，国内有些大型企业就会限制给予工程技术人员的技术支持和交流平台，担心人才的流

失，是非常不利于人才成长的。同样基于这样狭隘的封闭思维模式，国内企业间大型项目合作也很少，一般都是自行其是，对国家或行业来说是并行重复研发，资源浪费非常之大，且对国家整体实力的提高非常不利。反之，国外这种合作非常普遍，譬如戴姆勒与雷诺公司合作开发小型汽车平台（Smart/Twingo），宝马与丰田在燃料电池车、跑车、汽车轻量化及锂空气电池的紧密合作等。

4.过程管理体系

这是针对企业产品开发工程体系和企业组织管理的各个工作过程进行的规范、控制、考核评估，从而不断改善开发过程和企业运作。比较有名的工具如EFQM（企业卓越度模型）、CMMI（能力成熟度模型集成）。其中EFQM是评价和不断改进企业组织持续卓越程度的工具，CMMI目的是通过评价和不断改进企业产品开发体系的各个过程的能力和成熟度水平，高效、高质量地开发出期望产品，虽然是基于软件开发发展起来的，但现在普遍用于一般产品工程开发设计中。

如CMMI对产品开发中下面几个体系及其过程区域（Process Areas）给出具体评估和改进要点：

- （1）过程管理体系：企业标准过程库的建立、改善等。
- （2）项目管理体系：项目要求、计划、检测控制、供货商和风险等。
- （3）工程体系：产品要求、技术解决方案、集成、验证与确认。
- （4）辅助支持体系：配制管

理、过程及产品质量保证、评价与分析等。

5.企业创新管理体系

企业要开发出有竞争力的产品，首先要知道开发什么产品，然后才是如何开发出好的批量产品（即产品开发工程体系）。企业选定开发的产品，一是基于企业创新管理体系（见图2），二是按照客户订单。

利用企业创新管理体系，也就是各种前期产品开发项目，企业采用激励创新的各种方法，如Workshop、脑风暴、TRIZ（发明式的问题解决理论）等寻找商业及产品灵感（Business/Product Ideas），通过对各种方案的评价，选定前期产品开发项目，进入创新开发体系，开发出功能样品或原型，在前期开发中同样要设计批量生产时的工艺、选择供货商、估算产品价格，以及与市场竞争对手的产品进行比较。所有这些成果结论作为创新管理体系的输出（Business Output），给决策层决定此产品是否进入下一阶段即产品开发工程体系，去开发批量生产的产品。

中国企业在产品开发过程的产品开发决策（SOD）中，常常是职务高的人的非基于内容的决策（not content-driven decision）。在给国内大企业做项目时，常经历这样的情况，客户企业要求在某个时

间内投产某个产品，而企业之前并没有对产品的要求、开发过程中的任务单元以及如何完成任务、人力、时间要求等做全面的分析。而根据国外体系完善的合作公司详细的分析，可行性较低，由于决策层已做出决定，企业项目负责人不得不坚持做下去，项目最后可能导致不能按时完成，或达不到技术要求，或采用花大价钱购买关键技术的策略，最终对企业的长远发展不利。这种短视的产品开发工程管理，伴随企业的知识管理体系不完善，导致每次开发新产品时的起点很低，管理者也难以做出合理的决策。这继而导致具体执行项目工作时诸多欠缺了解（时间、指标、关键技术、质量可靠性、开发费、产品价格、知识管理），不仅影响产品开发的水平和质量，同时对企业持续的开发能力也没有得到期望的提高，难以为今后下一代产品的开发打好基础。而完善的技术管理体系却非常强调企业的系统良性循环（CIP—Continual Improvement Process）。

产品开发工程体系

基于产品开发工程体系（Product Engineering System）开发批量产品，是目前国内企业最为需要完善的。

产品开发工程体系是关于如何从前期概念或客户要求入手，一直

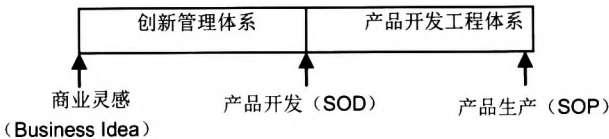


图2 新产品创新开发过程

到开发出满足技术要求、价格合适的批量产品体系。体系定义开发流程及其任务，要利用解决问题、质量评价的方法工具。附表是一个粗略的产品开发工程体系内容列表。

一旦开发产品的项目确定，就要根据此特定产品的要求，基于企业标准的产品开发工程体系定制（Tailoring）此产品的开发流程和任务。

产品一般粗略分为：零部件（硬件）、系统、软件。其开发工程流程也要相应定制。企业一般有不同的产品开发类型，如新产品的开发、产品的更新换代、客户的订单或现有产品变更等。产品开发工程体系可以按相应的产品类型进行恰当的定制整合，在项目准备阶段制定具体所需开发的具体过程和必要的方法工具，以及人员配置及职责、时间表。一般根据产品开发的来源不同可分为：新产品平台开发

项目（企业自主项目开发新产品或老产品大的更新换代）；客户产品开发项目（客户提出要求委托的产品开发）。

在产品开发流程中，样品是一个反映开发进度及其产品要求完成情况的重要指标，所以要明确定义开发体系的样品等级。

最后一级样品一般是从生产线上加工出的所谓零批量样品，用于评价制造工序的过程能力和满足客户实况测试，如汽车零部件的汽车各项测试，在达到所有要求后，给予产品发布。对一些新产品的平台开发项目，如果目前还没有客户，可以开发到关键功能工艺样品阶段（可称为B样品阶段），也就是样品能够实现产品定义的性能指标，并可进行功能测试。

影响产品关键指标的产品材料和加工工艺应是用于批量生产的，可利用实验的或辅助的工具和

夹具，选择可能的供货商等。接口和外部尺寸按市场相应分析自己确定。

不同类型的企业要根据自己的产品及发展需要，构建适合的工程技术体系，如小型企业可以只采纳必要的简化体系，避免为了体系而体系。企业目的很明确，保持企业好的社会形象下，让产品盈利最大化，那就要求不断开发出高质量的批量生产且价格有竞争力的先进产品。先进工程技术管理体系的架构也要围绕这个目的，开发出好的产品。

一般小型企业的资源有限，建立完善的工程技术体系较难，大型企业在完善自己的体系同时，要在产品开发项目实施中帮助和培养供货商工程技术体系的建立，这样才能逐步实现整个行业的转型升级。

AME

产品开发工程体系模块

任务		
	完整产品要求	性能指标、工作环境载荷、客户要求、内部要求和市场产品指标
	系统设计，功能结构	-
	硬件结构设计，制造工序	-
产品开发流程		
	项目准备阶段	产品要求、技术可行性、经济可行性和企业资源
	产品/工序方案阶段	性能指标、功能样品和功能测试
	产品/工序开发阶段	详细设计及生产规划，关键功能工艺样品，功能及耐久测试
	产品/工序实现阶段	生产设备、量产设备样品及生产线试产样品，全部功能及耐久测试，量产设计及工艺可靠性证明
	生产产能提升阶段	
主要方法工具		
	QFD（质量功能展开分析）：找出系统指标与各零件参数及工艺、装配等的因果关系	
	DFMA（制造、装配设计）：避免产品开发后期变更导致开发费用的增加	
	FMEA（失效模式及影响分析）	
	DBRBFM（基于失效模式的设计审核）：产品设计变更时避免错误	
	其他工程技术相关专业工具、方法：仿真、误差分析……	