

# MBD 到 MBE：由简至繁，再化繁为简

撰文 / 齐健

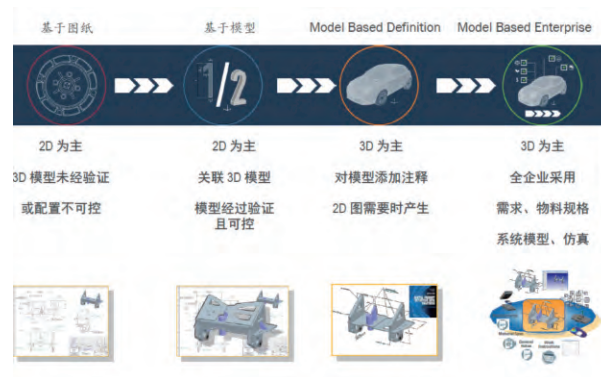
200 多年前，法国人加斯帕尔·蒙日（Gaspard Monge）的《画法几何学》第一次提出了用二维视图描述三维产品的概念，为后世创建了基于二维工程图的统一工程语言。20 多年前，基于计算机技术的三维建模设计理念开始在全球范围内普及，三维模型的直观性和易用性大幅提升了设计效率、简化了设计流程，以三维设计为基础的工程语言逐渐为人们所接受。然而在三维工程语言普及推广之际，二维工程图并没有退出历史的舞台。

由于早期的三维设计模型大多是无标注的三维模型，且很难添加加工工艺信息，所以很多企业在设计生产过程中实行了“两种语言，两个文件”的管理办法，利用三维设计软件做产品开发与设计，设计接受，再把三维模型转换成二维工程图指导工艺、生产以及后续服务。

这样的生产模式很难保证设计数据的一致性，为后续生产与服务带来了很大麻烦。基于模型的定义（Model Based Definition，简称 MBD）在这种情况下应运而生，在设计阶段，工程师可以直接在三维模型中标注信息，以模型为基础指导产品所有的后续工作。MBD 的概念从产品的设计层面实现了对企业设计流程的优化，要为企业整体流程进行优化就需要将 MBD 模型用于整个产品生命周期中。2005 年，美国推出的“下一代制造技术计划（The Next Generation Manufacturing Technologies Initiative，简称 NGMTI）”，又在 MBD 基础之上提出了基于模型的企业（Model Based Enterprise，简称 MBE），旨在更加充分地发掘三维模型在产品全生命周期中的应用潜力。

从 D 到 E 的改变，到底意味着什么呢？MBD 是在模

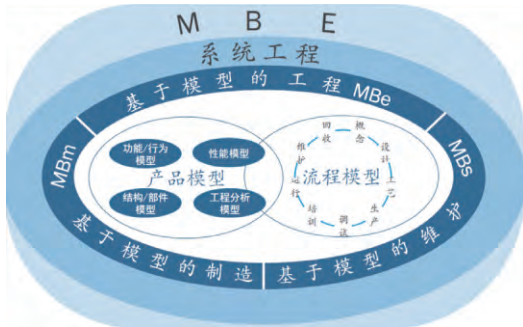
型的基础之上对产品进行三维标注，在设计阶段尽可能地补充模型的应用价值，使模型的应用延伸得更远。而 MBE 则意味着模型不再局限于设计，而是要应用到企业的方方面面，包括分析、工艺、服务以及维修等。MBE 把构建产品模型的工作从设计部门推广到了整个企业，针对三维模型的标注也在单纯的设计参数的基础上，增加了工艺、生产、供货、报价、维修，甚至产品反馈等大量的产品周边信息。在这个应用的过程中，基于模型的数据流也会发生变化。MBD 的“模型”是以设计为中心向外发散的模型，标注数据与信息都是设计部门输出的。而 MBE 的“模型”则增加了其他部门的反馈，在企业中建立了一个围绕模型的复杂信息网络。



二维工程图到 MBE 的演化

对于产品设计工程师来说，产品与设计模型之间的关系非常重要。在设计过程中，设计师必须清楚地了解产品中的各种装配工艺、零件工艺、检验工艺、工艺模型、公差问题以及中间模型问题。通过 MBE，设计工程师可以迅速得到来自工艺部门的反馈，了解设计中存在的问题，从加工的

角度改进和优化设计。



MBE 的基本概念

而对工艺师和加工工程师而言，设计过程的信息对加工有很大帮助。在充分掌握设计数据，并了解设计意图的情况下，工艺师可以灵活选择制造方式，针对较为基础的易加工零件可以选择传统的减材制造方式。在加工复杂零件和创新产品的过程中，则可以选用 3D 打印方式完成难加工点，并对产品进行整体结构优化。

在工程分析方面，MBE 可以根据模型数据对产品进行深入的功能、行为、性能以及结构分析，且这些分析不局限于工程应用，还包括质量、安全以及成本等一系列工程模型。企业还可以通过 AR 和 VR 技术，增加数字化与实物相结合的建模方式，促使数字化模型和实物有机地结合在一起。更加精确地指导生产，扩大模型内涵，实现数字化模型仿真、实物仿真以及半数字化半实物仿真并行的模式，从应用层面把模型推广到整个企业流程中。



协同平台标准规范、数字样机

PTC 高级售前经理钱伟勋说：“MBE 的概念已经提出了 10 年，在这 10 年中，PTC 提出了很多新的技术方向，但是我们依然坚持推广 MBE 的理念，并不断探索新技术与

MBE 的契合点。例如我们通过 AR 技术帮助企业建立半实物模型，利用物联网技术充实 MBE 中的信息流。PTC 希望结合自身的三维设计优势以及更多新的技术，在 MBE 建设方面，为企业提供更多新的思路。”



MBE 流程

MBE 是一种应用工具，更是一种思考方式，一种从企业全局把握产品的思考方式。从 MBD 到 MBE 最大的变化，就是从强调设计到强调协同的变化。覆盖企业各个部门的模型数据不仅可以完成针对产品的全方位分析，更好地支持设计，还可以应用于设计工艺、生产调试、培训以及后期维护，并由此产生更多的模型衍生概念，例如基于模型的工程、基于模型的制造、基于模型的维护等，在产品生命周期中打造更完备的系统工程，贯穿产品的信息收集、生产流程以及企业规范决策等。而这些功能的最终目的就是简化信息管理与维护工作，保持数据一致性，提高信息利用效率，优化企业的生产效率和生产质量。IM