

# 工业互联网环境下的 PLM 应用\*

## Application of PLM System in CPS Environment

北京数码大方科技股份有限公司 李海峰  
北京航空航天大学机械工程及自动化学院 闫光荣



李海峰

博士,主要研究方向为分布计算、云计算和企业 PDM 系统规划与开发。

工业互联网的推进需要管理方法、硬件平台和软件系统的支持。其中,PLM (Product Lifecycle Management) 系统是重要的基础平台,可以为整个企业或者产业链的应用提供产品相关数据。同样,互联网环境中的应用也对 PLM 系统的功能提出新的需求,在应用广度上,促进 PLM 向前端的销售环节延伸,同时向生产和售后服务拓展,并结合智能终端、RFID 与传感、移动互联等技术,呈现出更为丰富的应用特点。

DOI:10.16080/j.issn1671-833x.2015.18.077

工业互联网在不同的国家有不同的表述方式,德国称其为工业 4.0,而美国直接称其为工业互联网,我国则称为“互联网+”。但是,其本质是一样的:都是信息技术与工业技术之间的高度融合,是网络、信息技术、计算机技术、自动化技术和软件的深

度交织所产生的价值模型<sup>[1]</sup>。

2015 年 5 月,国务院颁发《中国制造 2025》规划,明确提出“新一代信息技术与制造业深度融合,正在引发影响深远的产业变革,形成新的生产方式、产业形态、商业模式和经济增长点。各国都在加大科技创新力度,推动移动互联网、云计算、大数据等领域取得新突破。基于信息物理系统的智能装备、智能工厂等智能制造正在引领制造方式变革;网络众包、协同设计、大规模个性化定制、精准供应链管理、全生命周期管理、电

子商务等正在重塑产业价值链体系;可穿戴智能产品、智能家电、智能汽车等智能终端产品不断拓展制造业新领域。我国制造业转型升级、创新发展迎来重大机遇”<sup>[2]</sup>。

工业互联网的推进需要管理方法、硬件平台和软件系统的共同支持。其中,PLM (Product Lifecycle Management) 系统是重要的基础平台,可以为整个企业或者产业链的应用提供产品相关数据。同样,互联网环境中的应用也对 PLM 系统的功能提出新的需求,在应用广度上,

\* 国家科技重大专项(2013ZX04012021)资助。

促进 PLM 向前端的销售环节延伸,同时向生产和售后服务拓展,并结合智能终端、RFID 与传感、移动互联等技术,呈现出更为丰富的应用特点<sup>[3]</sup>。

## PLM 系统拓展应用

在传统的 PLM 系统定义中,PLM 概念的提出经历了一个发展过程,是企业生产方式发生改变后对支撑技术环境所提出的一种需求<sup>[4]</sup>。随着并行工程(Concurrent Engineering, CE)、协同制造等工作方式的成熟,动态联盟和虚拟企业成为企业运行模式的发展趋势,要求企业内部、企业之间能够围绕产品进行信息系统的构造和配置。PLM 以产品的整个生命周期过程为主线,在产品数据管理(Product Data Management, PDM)的基础上,融合协同产品商务(Collaborative Product Commerce, CPC)中的协同工作模式和协同工具,并有效集成企业中各种应用系统,从而成为支持企业运行的统一的集成平台。

在功能设置上,PLM 是一种应用于单一地点的企业内部、分散在多个地点的企业内部,以及在产品研发领域具有协作关系的企业之间的,支持产品全生命周期的信息的创建、管理、分发和应用的一系列应用解决方案,能够集成与产品相关的人力资源、产品生命周期管理、流程、应用系统和信息,如图 1 所示。在使用范围上,PLM 覆盖企业从营

销、技术、管理到供应、生产、服务的各个阶段<sup>[5]</sup>。随着互联网和智能终端等技术的发展,产业链内的各个企业有条件借助互联网进行设计协同、虚拟制造,形成动态生产组织,从而在以企业内部为主的企业互联网的基础上形成覆盖全产业链的工业互联网,借助工业云实现信息共享、资源分发,由此产生的数据可以作为工业大数据的信息源,进行后续的分析<sup>[6]</sup>。

PLM 与 MES 同时存在紧密关联关系。MES 中核心的生产计划需要从 PLM 系统获得产品 BOM 和工艺路线,在此基础上结合生产订单进行排产。PLM 系统中的产品配置管理、BOM 的多视图管理以及快速工艺编制是实现 MES 生产计划分解的最核心基础数据,通过 APS 中的各类算法,生成各工位的派工单。另外, MES 中的物料管理同样需要 PLM 系统的支持,目前企业关注的基于工位的物料配送对 PLM 中的基础数据提出了更高的要求,需要 PLM 系统按照工位进行 BOM 分解、工艺设定和技术文档的准备,基于上述信息, MES 才可以生成面向工位的当日配送计划,并传递到立体仓库的 WMS (Warehouse Management System) 模块,通过智能小车实现物料的自动配送。

PLM 在拓展过程中,突出表现在移动终端的应用、产品个性化定制、面向服务的拓展应用等几个方面,并且这些新技术的拓展应用已经在企

业得到呈现<sup>[7]</sup>。

## 移动终端应用

在互联网的工业化应用过程中,移动智能终端以便捷小巧、功能强大、操作简单等特点,可帮助人们更加透明、高效地管理信息,将为整个工业应用带来新的变革。智能终端独有的触摸屏和手势识别技术,在设计、操作和显示方面可以优化很多步骤,在控制导向和触摸定位方面,具有不可取代的优势。智能终端可以是一部手机、一台平板电脑、一个具有移动操作系统的终端设备等,来源非常广泛。一部平常使用的智能手机,安装上某些软件便立刻升级成为一台用于车间管理的信息终端,支持数据的查询和现场数据的反馈与提交。

PLM 领域的移动应用可以增强显示技术,用于车间和办公场所的数据查询和物理识别。用户通过移动终端在车间现场通过条码就可以识别当前的设备类型、发布时间、上次维护时间、当前正在加工的订单、当前的工艺步骤。借助于智能终端上的 APP,企业操作人员可以对数据进行轻松的编辑、分享,对管理信息进行注释;通过多点触控之外的更多的人机交互手段,可以进行随时随地的安全使用和访问;通过社交手段访问和利用企业知识,从而帮助用户从不断增长的数据中筛选出有效的信息<sup>[8]</sup>。

PLM 领域内的传统厂商已经开发和推出多种移动 APP,这些移动终端应用将 PC 平台的技术和资源优势转移和扩展到移动平台,让智能移动设备的 APP 成为 PC 程序、云端程序的辅助和延展。

国内 PLM 供应商数码大方在产品中增加了对移动终端的支持。PLM 系统中的图纸、工艺作业指导书等生产指导性文件通过网络发送到车间工位,操作工人可以在电脑、



图1 PLM在营销、生产和服务环节的应用拓展

平板和手机上查看图纸和工艺文件;数据发放以零部件为单位,把派工单、工艺卡、图纸等信息发布到生产现场。

数据发放提供两种方式,一是数据根据生产计划和派工单(来自于ERP,通过物料代码关联图纸)推送到工位,另一种方式是工位根据物料号、图号等索引信息进行查询。车间现场可以通过触控一体机或移动终端进行产品数据浏览及查看。数据查看分推送和拉动两种方式,推送方式包括:调度部门把数据分发到每个工位;通过后台的流程引擎自动推送;工位员工登陆后自动看到相关数据。拉动方式包括:工位登陆后扫描物料编码或工序号;PLM服务器返回相关数据;通过查询方式查找数据。

### PLM对MRO应用支持

产品售后服务是产品全生命周期的后续阶段,是企业业务的重要组成部分,做好维保(Maintenance, Repair & Operations, MRO)工作,不仅可以保障产品运行的安全,提高客户满意度,同时可以成为企业收入的一部分。特别是对于产品运行安全要求高、工作环境复杂的产品,尤其需要做好产品售后的运维服务工作。

近几年,随着市场竞争加剧,国内外众多企业已把售后服务作为重要的业务发展方向。如航空发动机生产厂家美国通用电气,其产品的售后服务收入占到整个业务的50%以上。中国的家用电器生产厂家海尔集团,在2012年引入SLM(Service Lifecycle Management),进行服务网络多层次优化和配件的配送计划管理,优化其全球的服务供应链。众多中小企业也考虑把维保业务作为独立单元进行探索,如江苏丰东热处理设备公司,把单纯的设备销售延伸为热处理服务,甚至在工业开发区自行建热处理厂,对厂区提供服务;常州宝

钢轧辊公司探讨把设备销售变为设备租赁,通过工业物联网技术远程监控设备的运转,提供维修和保养服务。这些业务模式是在维保业务的基础上又向前迈进一步。

从常规的维保业务系统看,产品生命周期服务协议包含3类服务,可为产品后续提供全面“延展支持”。这些服务包括对已销售产品的预约维修、远程支持和现场支持。预约维修服务可确保协议中涵盖的所有产品都能获得产品替换、应急支持或维修服务。

大量维保工作需要信息系统支持,尤其是运行安全要求较高的产品,其对后台信息系统的要求更高。基于用户的需求,部分软件公司已经推出SLM系统。如PTC在2014年收购Servigistics的SLM产品,与自己的PDM系统进行整合,提供服务生命周期管理软件及实施服务<sup>[9]</sup>。笔者在近期项目实施过程中,即规划实现了配件管理、维修作业现场管理等与SLM相关的功能模块。

PLM系统中的售后服务功能模块包括:现场服务(On-site Services),提供预约性维护服务、产品及系统升级/转换规划及实施支持服务,另外还提供年度拜访服务,确保整个生命周期的持续支持;预约维修、部件服务(Reserved Repair & Parts),为已销售产品提供预约维修或“维修预约”服务,提供产品维修时所需的易损、易耗件以及维修时所需的关键零部件;远程服务(Remote Support),通过RFID、传感器、模数转换、通信模块等技术手段,采集设备在运行现场的状态信息,进行远程诊断、数据收集、调试等服务。

在PLM移动客户端中,通过APP可以提供对维修保养工作的支持应用。借助于设备上的RFID或条码,智能终端扫描后可自动获取PLM中关于设备保养的相关信息,同时根据需要查询图纸等相关技术,

并支持把现场的数据反馈给后台的PLM系统。

### 结束语

当前社会活动中,信息技术的应用正处在由消费互联网到产业互联网的快速发展变化中。4G网络、RFID、智能终端、传感器等新技术的普及应用为工业转型升级注入新的元素。PLM系统作为工业企业重要的基础数据平台,借助于新的技术手段和方法,可以在企业的营销、生产、售后等环节中发挥更为重要的作用。在目前笔者参与的智能制造的示范项目中,上述技术发展已经在实践中得到应用,并在快速完善过程中。随着中国制造2025规划的实施和产业转型升级措施的落实,PLM系统将会发挥更为重要的支撑作用。

### 参考文献

- [1] 贺正楚,潘红玉.德国“工业4.0”与“中国制造2025”.长沙理工大学学报,2015,30(3):103-110.
- [2] 国务院.中国制造2025[EB/OL].2015[2015-07-01].<http://news.china.com/domestic/945/20150519/19710486.html>.
- [3] Yin Y M, Gao C L. Study on smart object-based control model for cyber-physical systems. Applied Mechanics and Materials, 2014, 3138(536):1195-1199.
- [4] 李海峰,吴慧中.元模型驱动的产品生命周期管理系统的设计与实现.计算机集成制造系统,2005,11(7):963-968.
- [5] Giddaluru M P, Gao J X, Bhatti R. A modular product structure based methodology for seamless information flow in PLM system implementation. Computer-Aided Design and Applications, 2015, 12(6):742-752.
- [6] Lu N, Lu C, Yang Z, et al. Modeling framework for mining lifecycle management. Journal of Networks, 2014, 9(3):719-725.
- [7] 张成. PLM需要的改革. CAD/CAM与制造业信息化, 2015(5):22-23.
- [8] 朱辉杰. 工业移动应用哪家强? PLM领域的APP们. CAD/CAM与制造业信息化, 2015(1):2-5.
- [9] 丁海鹭. SLM: PTC的新亮点. CAD/CAM与制造业信息化, 2014(S1):14-15.

(责编 谷雨)