

SOLIDWORKS 研发管理平台

牵手 ERP、MES 助力企业智能转型

撰文 / 无锡易盛信息科技有限公司 朱智磊

DS SOLIDWORKS 胡其登

一、主流制造企业信息化三驾马车

随着新形势下国家对制造业的深化改革，近年来越来越多的装备制造企业决心从“中国制造”迈向“中国智造”。制造企业转型升级过程中，信息化平台建设为企业从“制造”走向“智造”提供了强有力的支撑，国家也出台了顶层指导战略《中国制造 2025》，并强调以两化深度融合为手段促进该战略的落实。制造企业要实现智能制造的目标，需要实现从智能研发、智能产品、智能装备、智能产线、智能车间、智能工厂、智能物流、智能服务到智能管理、智能决策等各个环节。



图 1

国内众多主流企业信息化平台的建设也是如日中天，信息化建设靠前的企业已经实现了企业内部的私有智能云平台 and 智能大数据预测平台等，为企业的产品研发、产品销售、市场预测、生产计划和售后服务等环节提供了强有力的保障。

制造企业转型升级过程中，信息化建设有不可或缺的二驾马车：“产品生命周期管理（PLM）”、“企业资源计划（ERP）”和“制造执行系统（MES）”。它们完全涵

盖了从项目招投标、商务合同、订单处理、研发设计、工艺规划到生产制造、产品交付、运维服务和报废回收等诸多环节，帮助企业最终实现产品可视化、数据结构化等整个业务运营的全面数字化，为逐步迈向智能化夯实基础。

同时它们在企业日常业务运营中，也分别扮演着不同的角色，承担着不同的分工：

智能制造平台，企业所需的三驾马车



图 2

PLM：（Product Lifecycle Management）产品生命周期管理，在产品研发与设计领域具有协同关系的部门/企业之间，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。

按照业界权威 CIMDATA 的定义，PLM 主要包含三大部分，即 CAx 软件（负责产品创新的工具类软件）、cPDM 软件（负责产品协同的管理类软件，包括 PDM 和在网上共享产品模型信息的协同软件等）以及专业的咨询服务。实质上，PLM 与咱们国家倡导的企业 CAD/CAE/CAPP/CAM/PDM 信息化整体解决方案所涵盖的范围和内容是基本相同的。

PLM 主要面向产品研发与设计，支持研发创新、研发管理、虚拟数字化工艺与数字化制造等内容，从研发数据源头开始涵盖企业的各个运营部门、与产品相关的各个过程，更多的是以数据为驱动，贯穿管理整个企业的产品全生命周期。

ERP: (Enterprise Resources Planning) 是企业资源计划，它是在物料需求计划 MRP (Material Requirement Planning) 和制造资源计划 MRP II (Manufacturing Resources Planning) 的基础上发展起来的更高层次的管理理念和软件工具。

主要面向财务和生产制造，涉及的领域为财务、销售订单、生产、进销存和物流等环节，涵盖了制造企业中的、人、机、料、发、环，更多的是以事务为驱动，贯穿管理与企业产品相关的从订单输入到订单结束的关键环节。

MES: (Manufacturing Execution System) 能通过信息传递对从订单下达到产品完成的整个生产过程进行优化管理。当车间发生实时事件时，MES 能对此及时做出反应和报告，并用当前的准确数据对它们进行指导和处理。

主要面向的领域为生产制造，涉及的领域为制造排产、生产调度、车间机器数据采集、工艺数据过程管理和产品生产跟踪等内容，更多的是以事件为驱动，贯穿管理整个产品从图纸下发到产品制造完成的各个关键环节。

以上三驾马车中，实际运营过程涉及的内容各有相关的交互和重叠，同时也是相辅相成的关系。

智能制造平台的基础

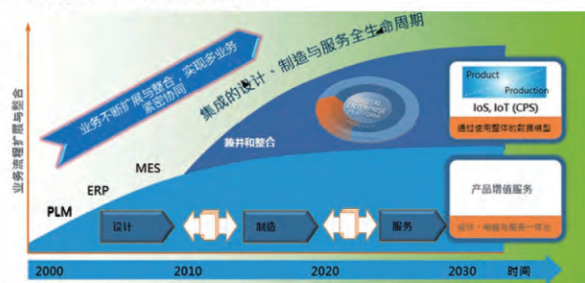


图 3

二、制造企业如何驾驭三驾马车快速前行

信息化平台的建设有别于日常的工具软件，三分理念七分实践、十二分的努力推行，除了基础功能应用以外，更多的需要与管理模式相结合，因地制宜，同时不同的企

业业务模式、经营方式以及面向的客户群体等各不相同，笔者结合实际的工作经验，对于制造企业实施 PLM、ERP 和 MES 等信息化平台的先后顺序和集成方式等方面做一些简单的分享。

1. PDM/PLM 集成 ERP

伴随着制造行业的快速变化，以企业资源计划 (ERP) 为代表的管理信息系统已经在企业的生产经营活动中起到了重要的作用，也让很多企业认识到了 ERP 系统的重要性，笔者走访过近百家的制造企业，其中有百分之六十的公司已经应用了 ERP 系统，究其上马系统的原因时，大部分的公司主要是考虑到了与财务相关的一系列问题。但是随着 ERP 系统的深度应用及企业模式的变化，当 ERP 系统涉及到生产管理时，PLM 系统的推广应用就显现出了其迫切性与重要性；因为 ERP 中除了财务数据外，更多的数据还包括了进销存数据、产品 BOM 及订单数据等，追根溯源所有产品相关的数据都来自于研发与设计。

PLM 系统最擅长的领域即围绕产品研发与设计开展的一系列活动的记录及其流程的管理，最终输出的数据在确保正确的基础上，还可便捷地实现与企业其他系统之间的协同，比如 ERP 系统和 MES 系统等。实践证明，如果企业以自主研发设计产品为主，而且已经实施了 ERP 系统，那么要想更好地发挥 ERP 的作用并进一步深度应用的话，尽早规划与实施 PLM 系统就成了当务之急。同时，万丈高楼平地起，如果数据源头还没有梳理和规范化，还无法实现单一数据源贯穿整个企业流程，就迫不及待地为了所谓的数字化工厂实施 MES 系统，那么可能会造成所投资的系统给企业带来的回报不是那么令人满意，后续 MES 系统再想深入优化应用就会因为源头业务数据不关联、不唯一而出现瓶颈，甚至会造成业务累赘、为企业信息化带来挫败感。

2. PDM/PLM 集成 MES、ERP 三车互通

众多制造企业信息化建设过程中，预期目标都希望能够实现 PDM/PLM 系统、ERP 系统、MES 系统三个平台的互联互通，达到平台整合、业务整合和数据整合。实施单一数据源的目的，是通过三驾马车协作运行，将市场、研发设计、生产管理、销售及产品交付等各个环节纳入到系统中执行，实现运营全过程的数字化、可视化、透明化和规范化。但是三个系统的部署过程、建设顺序、实施方法都各有不同。笔者结合多年的实际工作经验，建议企业在实际的信息化建

设过程中，不要盲目的跟风，必须清楚自己公司当前是什么情况，到底当务之急需要解决哪些问题？不能片面地追求概念上的过程自动化和想象中下游系统所预期的效率。

如果要三驾马车快速前行，首先要从源头抓起，实现企业最基础的产品数字化（包含数字化设计、数字化管理、数字化质检、数字化工艺、数字化制造、无纸化车间和数字化服务等环节），厘清、理顺企业内部的业务流、数据流和生产事件流，通过 PLM 系统贯穿数据流程管理、通过 ERP 系统贯穿业务流程管理、通过 MES 系统贯穿产品生产交付流程事件管理，最终实现三流合一。

综合目前市面上现有的信息化供应商、现有的技术手段，单纯从技术角度，各个系统之间的集成已经非常的简单（笔者也会基于 SolidWorks 创新研发平台，在下文中讲述技术环节集成实现的步骤），更多的阻碍还停留在业务过程的梳理、管理方式的转变及管理模式的贴合。如果企业在信息系统建设的过程中，首先梳理清楚内部的数据流、业务流和生产事件流，那么在推行三大系统（PLM、ERP、MES）的时候，此过程将会变得更加符合实际，系统的落地成功效率将能够得到大大的提升，从而也就不会被“上系统也是死，不上系统等死”的传言所左右，做出准确、及时的决策。

三、DS SOLIDWORKS 研发管理平台介绍

达索系统具备全球 12 大行业的优秀 PLM 数字化解决方案，达索 SOLIDWORKS 始终专注于主流装备制造业的数字化解决方案，助力于企业数字化向智能化转型，涵盖了数字化设计（CAD）、数字化仿真（Simulation）、数字化工艺（CAPP/Composer）、数字化质检（Inspection）、数字化制造（CAM）、数字化车间（MBD）、数字化服务（Visualize）、数字化管理（PLM）以及大数据搜索平台等领域，基于达索 SOLIDWORKS 的功能易用性、行业专业性和解决方案完整性，已经成为主流装备制造业最受欢迎、最易推广和最专业的数字化方案。截止 2016 年第一季度，SOLIDWORKS 在全球已拥有超过 300 万正式用户，为 23 万家企业提供业界领先的软件产品及数字化解决方案。

1. 解决方案特点

达索 SOLIDWORKS 数字化解决方案最大的特点就是灵活，完全基于装备制造企业业务发展的不同阶段，用户可



图 4

模块化进行选配，根据不同的实际情况、不同发展阶段进行部署和使用，从最初的数字化设计延伸到企业数字化研发平台、大数据搜索平台，都提供专业的模块配置，以下针对具体的方案特点做出阐述。

◎ 通过 PLM 平台为需要设计的产品建立设计项目，并且定义项目组成员的工作权限。

◎ 利用产品概念设计软件（CAD/CAE）确定产品的工作原理和基本设计参数（TOP-DOWN）。

◎ 利用三维设计软件（CAD）进行产品详细三维结构设计。在设计的同时，产品数据管理系统可以自动将 CAD 设计电子图档归档，并跟踪产品设计结构的变化过程。

◎ 进行产品三维结构设计的同时，运用分析仿真软件（CAE）对产品工作性能进行模拟仿真，发现设计缺陷。根据分析仿真结果，用三维设计软件对产品设计结构进行修改。重复上述仿真、找错和修改的过程，不断对产品设计结构进行优化，直至达到相应的设计要求。

◎ 在设计和修改过程完成时，产品数据管理系统已经在项目数据库中建立了完整的产品结构信息并已经将所有 CAD 设计电子图档和其他相关设计文档归档。

◎ 利用产品数据管理系统自动统计汇总产品的物料清单。

◎ 用设计完成的产品三维模型快速生成满足生产需要的工程图纸。

◎ 利用 CAPP 来完成工艺文件。

◎ 如果配备数控加工设备，利用自动数控编程软件 CAM 模块，根据零件三维模型生成数控代码，对代码进行数控加工仿真，验证其正确性。

◎ 利用可视化的动态装配说明指导车间作业。

◎ 产品定型后，利用产品数据管理系统将产品的设计信息、CAD 设计电子图档和其他相关设计文档作为项目的完整版本加以锁定和保存。

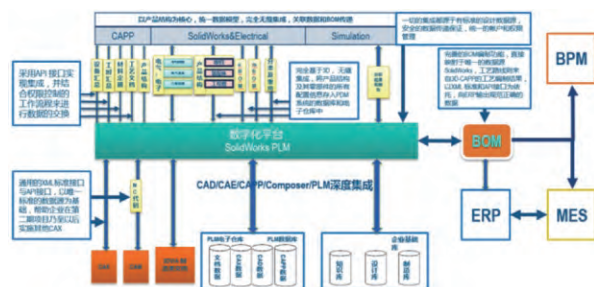


图 5

2. 解决方案技术流行趋势

随着信息技术应用的升级换代，DS SOLDIWORKS 的创新平台、大数据搜索平台已经成为了主流制造企业信息化系统建设过程中的一项重要参考标准，该平台给制造行业的用户带来最大的好处是既灵活、方便，又数据存储安全。大数据搜索平台为制造行业的客户提供了更多的数据参考标准，让用户通过数据做出更智能的决策。

达索析统一直担当着 PLM 行业的领导者，在新技术快速更新的趋势下，也紧随潮流，SOLIDWORKS 最新版本目前已经支持云平台的部署使用，同时在世界上已经有一部分用户群体在云平台上使用。基于公有云平台在线版本的 SOLIDWORKS 目前已经处于内部测试阶段，用户通过直观的体验可在线方便、灵活地使用 SOLIDWORKS，展开研发与设计。

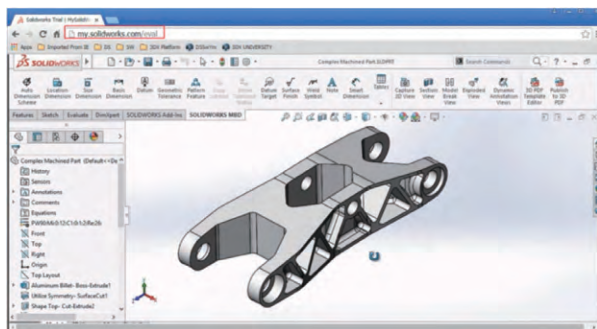


图 6

制造企业运营管理过程中有价值的数据，对于企业非常的重要。如何从海量密集的数据池中挖掘出有价值的数据，一直是众多企业进行大数据挖掘和搜索的一个目标。达索 SOLIDWORKS 大数据搜索平台，犹如企业内部的“百度”一样，可以快速集成公司现有的各种数据池（包括 ERP、OA、PLM 和 MES），通过语义规则配置搜索逻辑和抓取逻辑，进行数据的智能提取，形成更有价值的数据集，一方面提供

给研发人员进行设计重用，另一方面通过相关的报表向管理者提供有价值的参考。



图 7

3. 解决方案集成 ERP、MES 实际案例

协助企业向智能化转型的过程中，PLM、ERP 和 MES 三大系统的集成是必不可少的步骤，如何让“三驾马车”在同一个企业（马路）中三车道加速并行，有效地建立数据互通、信息互联，形成一个业务流转、数据流动和信息关联的模式，也是衡量和判断 PLM 平台解决方案是否完善的重要标志。

SOLIDWORKS 研发管理平台来源于达索系统，底层所有的接口信息完全免费开放给最终用户，而且接口模式及开发模式非常的灵活，完全基于 Windows 的 .Net Framework 框架，无论是客户还是实施服务商都可以快速基于此平台进行个性化二次开发。下面笔者结合实际的项目案例，基于 SOLIDWORKS 研发管理平台与 ERP、MES 集成等的相关详细描述，希望对大家有所帮助与借鉴。

(1) SOLIDWORKS 研发管理平台集成 ERP

谈到研发管理平台 PLM 集成 ERP 系统时，首先考虑的就是到底要集成那些数据，具体的业务是什么，但是国内众多制造企业，由于业务模式不同、管理方式不同、实施的 ERP 系统不同、ERP 应用的程度不同，所以集成的内容也各不相同。所集成的内容包含物料编码、BOM、库存信息、订单信息、客户信息和售后服务信息等，但是毋庸置疑，终究 SOLIDWORKS 研发管理平台是数据的源头，只有源头得到了充分的管理和梳理，后续的业务才能够顺畅和水到渠成。SOLIDWORKS PLM 集成 ERP 的接口方式目前主要有 XML 中间文件、SQL 中间表、Web Service 服务三种方式，让用户可以进行灵活的选择，以下借助自动化行业客户的案例详细阐述集成的相关内容。

SOLIDWORKS 研发管理平台 PLM 与 ERP 物料编码集成。在自动化行业，最典型的业务模式即小批量、多品种，个性化定制要求高、交期短，那么 SOLIDWORKS 研发管理平台必须要担当的一个重要角色即保证数据能够快速、关联、及时、准确、唯一、顺畅地下发到相关的人员手中，实现并确保“单一数据源”。SOLIDWORKS 研发管理平台编码管理模块，支持以下两种模式的集成。

第一种模式，集成已有的物料编码规则，并进行优化改进。实施应用 PLM 平台之前，已经应用 ERP 系统，同时公司内部物料编码已实现全部统一，ERP 系统中存在大批量的物料编码，但是主要通过人工在 ERP 系统中领取物料编码，物料编码领取后与图纸的关联通过手工完成。

基于第一种模式, SOLIDWORKS PLM 物料编码管理, 首先必须要能够解决如何实现新研发数据的物料编码领取唯一性, 研发图纸和 ERP 系统中相对应物料编码信息得到关联; 其次, 要解决如何继承原有公司 ERP 系统内部的物料编码规则, 让研发设计端领取编码全部基于流程驱动, 规避中途的人工干涉。

根据以上客户的实际需求，SOLIDWORKS PLM 物料编码管理可快速实现所要达到的目的，并对原有的领取方式进行优化；直接在设计过程中完成编码校对或领取，SOLIDWORKS PLM 物料编码管理在 ERP 接口开放的情况下，通过简单配置即可实现快速获取原有 ERP 中的相关物料信息。

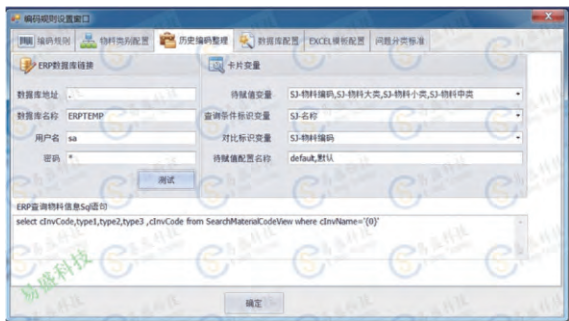


图 8

同时,针对新领取的物料编码,SOLIDWORKS PLM 物料编码管理支持先到 ERP 数据库中读取原有物料编码号码段领取记录值进行对比,然后再进行相关的编码领取,针对编码的领取过程,支持电子工作流程节点触发,工程师只需专注于设计即可,编码领取系统自动完成。



图 9

第二种模式，公司内部物料编码没有统一，希望后续与现有的 ERP 系统实现集成；实施应用 PLM 平台之前，还未统一公司内部的物料编码。

基于第二种模式，SOLIDWORKS PLM 物料编码管理功能拥有制造行业中的最佳实践经验和积累，完全可以满足新用户的各种特色新编码规则，实施过程中，项目实施团队也会与客户一同讨论确认新的编码业务规则，但是对于实际的软件层面，操作设置非常简单。新的编码业务规则确认后，只需要进行相关规则输出即可。

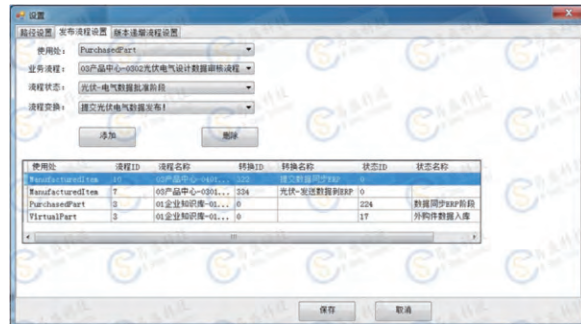


图 10

新的编码业务规则输入后，工程师在前段的操作过程中，可以快速地批量操作，完成物料相关分类的处理，或者根据相关的文档目录存放，自动进行分类添加。

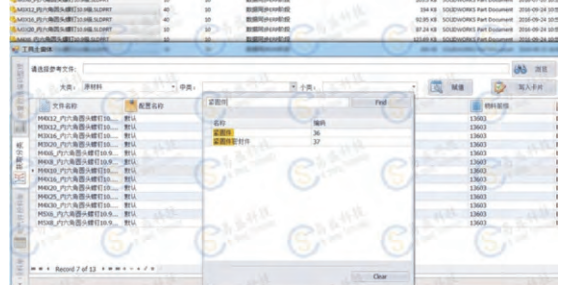


图 11

当对应的物料图纸或者模型经过相关的流程审核后，SOLIDWORKS PLM 物料编码管理任务主机即会自动根据原有定义的接口方式（SQL 中间表或 Web Service 服务）进行数据的传递发布，任务执行后则自动发送相关的消息或者邮件给对应的工程师，整个数据集成和交互的过程完全依靠平台完成。

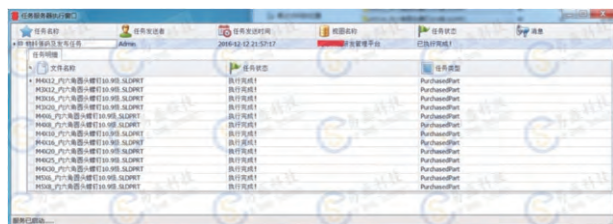


图 12

(1) SOLIDWORKS 研发管理平台 PLM 与 ERP BOM 的集成。

BOM 一直是一个争议不断的话题，原因在于，每一个系统，每一种业务，都有专属的根据自己要求定义的 BOM。ERP 系统中的 MBOM，表达的是要把这个产品生产出来需要哪些物料。但是实际上这个 BOM 仅仅是从生产的角度出发，满足了生产部门的要求，而采购部门需要看到的是完成这个产品到底需要采购什么原材料（主材），这就形成了一个采购 BOM；营销部门希望看到哪些零部件是可以单独销售的，这就形成了一个销售 BOM……因此笔者大胆重新定义一下 BOM 的概念：BOM 就是根据各业务部门的需要形成的产品信息的视图。对于集成 ERP 系统，在基础数据准确的情况下，输出传递到 ERP 中的 BOM 业务简单的可以理解为是一个“增、删、改”的过程。

SOLIDWORKS PLM 平台对于 BOM 的定义非常的灵活，可以根据实际的业务情况进行分类定义，此处以自动化行业的设计 BOM 为例进行阐述。

对于自动化行业的企业，由于自动化产品设计零部件多，结构比较大，但是交货期又短，就存在按照部件的方式进行投料生产的业务，所以 BOM 功能就必须灵活按照部件或者按照整机的方式，定义各类输出的清单及其他信息系统所需要的设计 BOM 的内容，也就是所谓不同的 BOM 视图。

SOLIDWORKS PLM BOM 管理功能支持用户自定义输出数据格式及自定义输出 Excel 模板格式，用户可以根据公司实际的业务需要进行分类的定义模板。

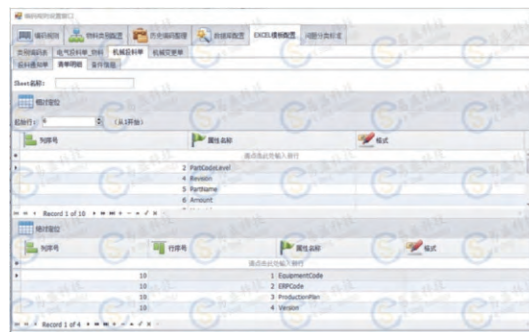


图 13

对于 ERP 系统所需要的 BOM 内容，除了包含相关的设计 BOM 外，还需要包含整个机器中相关的其他备件信息和耗材信息等，SOLIDWORKS PLM BOM 管理功能支持用户在 BOM 管理界面直接进行备件信息的添加及批量导入，同时支持刷新功能，当数据发生变化后，直接由 BOM 管理界面刷新即可，新的 BOM 文件编辑完成后，可以直接保存为 XML 格式进行审核，审核通过后即可通过发布 ERP 数据任务，自动同步数据到 ERP 系统。

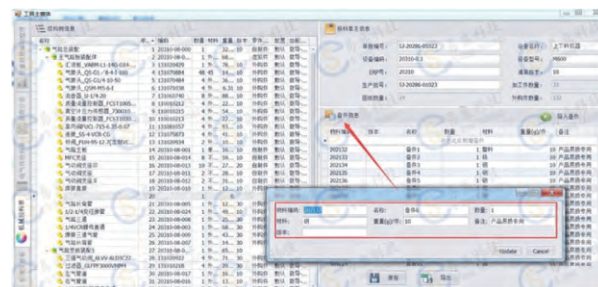


图 14

SOLIDWORKS PLM BOM 管理支持不同版本之间的 BOM 差异信息对比，通过对比可以快速帮助工程师确认变更过程中需要进行下发更新的信息，同时也是变更清单中的内容，变更的差异 BOM 信息也可以快速地同步到 ERP 系统中。

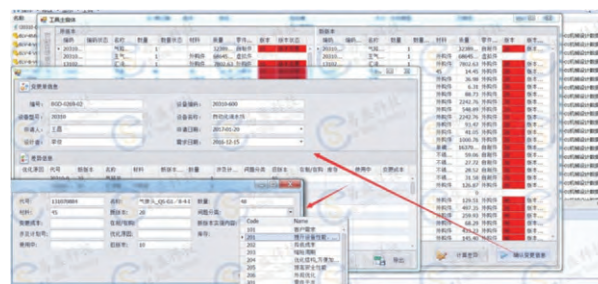


图 15

(2) SOLIDWORKS 研发管理平台集成 MES

MES 系统更多趋向于研发设计的生产后端,通过前端 PLM 系统及 ERP 系统提供的信息和数据,进行车间执行信息的编排和下发,装配信息、装配进度等内容管理,PLM 系统与 MES 系统集成的过程中,由于不同企业使用的 MES 系统不同,MES 系统管理侧重的方向也各不同,笔者结合实际的项目实施经验并基于所见识到的 MES 系统,PLM 系统集成 MES 主要的区域集中于基础图纸、BOM 信息以及与车间沟通反馈等方面。主要原因有以下两点。

集成 BOM: 大部分 MES 系统都有相关的装配进度跟踪、装配信息反馈、车间领料等功能,那么装配过程中和车间领料过程中所需要的产品信息就来源于实际的产品 BOM 信息,产品的 BOM 信息来源于 PLM 系统最为准确。

SOLIDWORKS PLM 系统,对于 MES 系统所需要的 BOM 信息集成,可以快速根据 MES 系统所需要的 BOM 信息进行配置,定义接口支持 XML 中间文件、SQL 中间表和 Web Service 服务三种方式,当工程师把产品相关的 BOM 信息设计完成后,可通过流程触发或者命令触发的方式,传递数据到 MES 系统中,MES 系统接收信息成功后,可以通过接口定义参数返回相关的接收信息,自动转发给 PLM 系统中的用户。

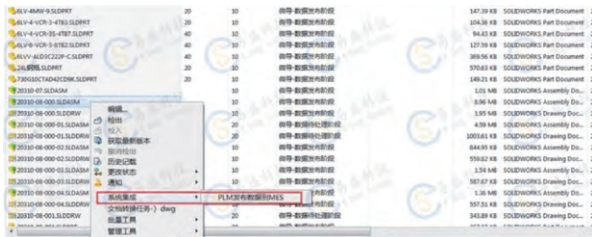


图 16

MES 系统获得相关的产品 BOM 后,即可在系统中快速地进行生产排程编制,更重要的一点,用户可以直接在 MES 系统中查看生产装配进度,又可及时地获取对应 BOM 物料所对应的图纸信息。

基础图纸信息: 随着信息系统的深度应用和普及,越来越多的企业对于车间的图纸管理朝着无纸化车间的方向转变,特别当 MES 系统应用上线后,对于所有车间需要的图纸信息都可以通过 MES 系统的条码扫描枪获取,那么条码的信息及图纸的信息就必须来源于 PLM 系统,因为 PLM 系统中的图纸信息是最原始的,也是最准确的。

SOLIDWORKS PLM 系统中的图纸,全部基于属性定义和关联,MES 系统可以通过单个客户端进入到 SOLIDWORKS PLM 系统中,通过底层 API 接口,获取相关已经发布并转换后的 PDF 图纸并转到 MES 系统中,此处获取的 PDF 图纸,已经在 PLM 系统中产生了相关的条码信息,MES 系统直接通过终端的条码扫描枪,即可快速对所需要的图纸进行实时查找。

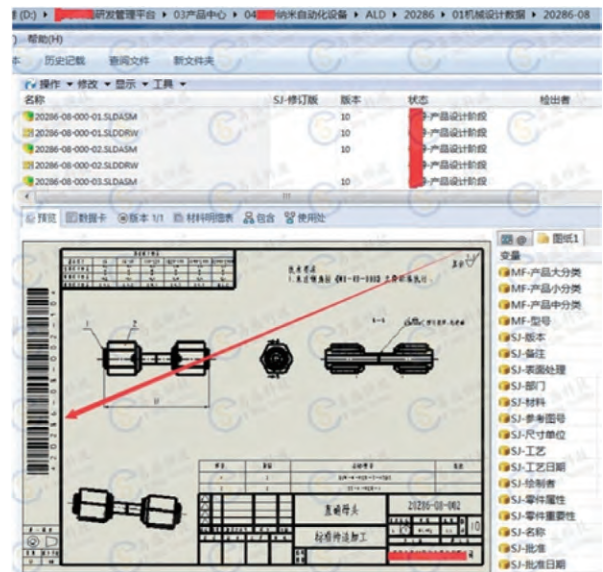


图 17

四、结论

随着中国智造大潮的来袭,越来越多的制造企业在进行智能化的转型升级,在此过程中,企业必须要结合自身的实际情况,因地制宜,因材施教。首先梳理清楚现状,其次确定企业需要通过信息化系统转型升级解决什么问题、长远的战略发展方向是什么,然后再确认如何进行转型及转型步骤,保证每个步骤都能切实可行地落地。比如三维 CAD、CAE、PLM、ERP 和 MES 等,达索 SOLIDWORKS 拥有最完善的制造行业研发信息化解决方案,可以支持企业不同现状下的转型升级,解决方案的灵活、易于实施部署、易于使用和最短时间快速上手等特点一直受到广大用户的青睐和认可,信息化选型过程中,没有最好的系统,只有最合适的系统、综合性价比最高的系统。IM