

# 研发企业基于集成产品开发理念数字化转型 实践经验分享

余慧玲<sup>1</sup>, 徐亚卿<sup>1</sup>, 黄城<sup>1</sup>, 张先峰<sup>2</sup>, 高恒<sup>2\*</sup>, 黄洪龙<sup>2</sup>

(1. 浙江新安化工集团股份有限公司, 杭州 311600; 2. 北京三维天地科技股份有限公司, 北京 100070)

**摘要:** 在当今信息化飞速发展的时代, 越来越多的研发企业开始寻求创新研发模式, 学习先进的研发思想理念, 实现传统研发到数字化研发的企业转型。本文以新安化工集团企业为例, 进行实践经验分享, 介绍企业学习以集成产品开发 (integrated product development, IPD) 为理念的研发生模式配合产品全生命周期管理 (product lifecycle management, PLM) 科研信息管理系统建设, 探索并实现企业数字化转型的过程, 提高企业研发水平, 增强核心竞争力, 以期对相关企业的发展提供参考。

**关键词:** 集成产品开发理念; 产品全生命周期管理系统; 数字化转型; 标准化

## Sharing of practical experience in digital transformation of research and development enterprises based on integrated product development concept

SHE Hui-Ling<sup>1</sup>, XU Ya-Qing<sup>1</sup>, HUANG Cheng<sup>1</sup>, ZHANG Xian-Feng<sup>2</sup>, GAO Heng<sup>2\*</sup>, HUANG Hong-Long<sup>2</sup>

(1. Zhejiang Xinan Chemical Industrial Group Co., Ltd., Hangzhou 311600, China;

2. Beijing Sunway World Scientific and Technical Co., Ltd., Beijing 100070, China)

**ABSTRACT:** In the era of rapid development of information technology, more and more research and development enterprises are seeking innovative research and development models, learning advanced research and development concepts, and achieving the transformation of traditional research and development to digital research and development. This article took Xin'an Chemical Group as an example to share practical experience and introduce the research and development model based on integrated product development (IPD) as the concept, combined with the construction of product lifecycle management (PLM) scientific research information management system, to explore and achieve the process of enterprise digital transformation, improved enterprise research and development level, and enhanced core competitiveness, so as to provide reference for the development of related enterprises.

**KEY WORDS:** integrated product development concept; product lifecycle management system; digital transformation; standardization

## 0 引言

集成产品开发 (Integrated product development, IPD) 是

一套产品开发的模式、理念与方法<sup>[1-3]</sup>, 其核心思想包含如下:

(1) 新产品开发是一项投资决策。IPD 强调要对产品开发进行有效的投资组合分析, 并在开发过程设置检查点, 通过阶段性评

\* 通信作者: 高恒, 主要研究方向为企业信息化系统项目实施。E-mail: gaoh@sunwayworld.com

\*Corresponding author: GAO Heng, Beijing Sunway World Scientific and Technical Co., Ltd., Beijing 100070, China. E-mail: gaoh@sunwayworld.com

审来决定项目是继续、暂停、终止还是改变方向。(2) 基于市场的开发。IPD 强调产品创新一定是基于市场需求和竞争分析的创新。为此, IPD 把正确定义产品概念、市场需求作为流程的第一步, 开始就把事情做正确。(3) 跨部门、跨系统的协同。采用跨部门的产品开发团队, 通过有效地沟通、协调以及决策, 达到尽快将产品推向市场的目的。(4) 异步开发模式, 也称并行工程。就是通过严密的计划、准确的接口设计, 把原来的许多后续活动提前进行, 这样可以缩短产品上市时间。(5) 重用性。采用公用构建模块提高产品开发的效率。(6) 结构化的流程。产品开发项目的相对不确定性, 要求开发流程在非结构化与过于结构化之间找到平衡。

国际商业机器 (international business machines, IBM) 公司是最先将 IPD 研发理念付诸实践的企业, 在该理念的指导下, 进行研发调整变革, 在综合许多业界最佳实践要素的框架指导下, 从流程重整和产品重整两个方面来达到缩短产品上市时间、提高产品利润、有效地进行产品开发、为顾客和股东提供更大价值的目标, 并取得了巨大成功。

在 IBM 公司成功经验的影响下, 国内外许多高科技公司学习采用 IPD 研发理念研发模式, 如美国波音公司和深圳华为公司<sup>[3-6]</sup>等, 不管在财务指标还是质量指标上都得到了成功验证, 显著的提升点包括: 产品研发周期显著缩短; 产品成本降低; 研发费用占总收入的比率降低, 人均产出率大幅提高; 产品质量普遍提高; 花费在中途废止项目上的费用明显减少。实践证明, IPD 既是一种先进思想, 也是一种卓越的产品开发模式。目前国内学习 IPD 研发理念并实施成功的企业还有长虹、美的、步步高、中粮等。

新安化工集团在学习 IPD 研发理念和匹配“硬件”建设的同时, 构建了一套科研信息化系统, 提高研发项目管理能力, 整合实验信息、提高协同运作能力, 规范数据标准, 避免信息化孤岛的存在, 完成集团数字化发展战略规划, 构建研发数字化转型、供应链数字化转型、营销数字化转型、管理数字化转型的战略地图。本文对新安化工集团企业的实践经验进行分享, 介绍企业学习以集成产品开发 (integrated product development, IPD) 为理念的研发生模式配合产品全生命周期管理 (product lifecycle management, PLM) 科研信息管理系统的建设过程, 为相关企业的进一步发展提供参考。

## 1 背景简述

新安集团自 2019 年开始学习华为的 IPD 变革理念<sup>[7-13]</sup>, 经过 2 年的推进实施, 已经取得初步成果, 开发流程已基本明确, 但仍存在诸多问题, 具体表现如下。

### 1.1 需求分散无归口

客户需求是驱动研发创新力的源泉, 新安集团有多个研

发需求来源的外围系统, 包括办公自动化 (office automation, OA) 系统, 客户关系管理 (customer relationship management, CRM) 系统等, 客户需求来源于多个信息系统, 导致了信息分散, 无法快速整合分析, 无法高效洞察市场需求。

### 1.2 研发团队难协同

研发资源团队整合与协同能力不足, 没有真正意义上实现 IPD 理念中的跨部门团队协作, 项目研发过程中仅有研发部门人员参与, 与市场营销人员、内部管理人员等缺少沟通协调, 导致开发周期长, 成本高, 质量低等问题。

### 1.3 研发数据不标准

科研所需的数据编码规范, 除与主数据管理 (master data management, MDM) 系统统一外, 缺乏试验体系的规范管理; 研发课题立项不能精确核算小单元研发费用。

### 1.4 研发进度难掌握

管理层想要掌握项目的研发进展健康状况, 只能先通知负责人做各类资料收集, 汇总上报, 缺少可视化看板实时掌控项目状况, 从而对资源进行协调分配。

### 1.5 研发成果难积累

研发实验数据以纸质版记录分散贮存, 难以查询, 无法实现知识库的统一管理, 研发成果难沉淀; 档案中心积累了大量的科研数据, 但查询效率低, 无法高效进行研发成果复用。

## 2 基于 IPD 理念的科研信息化系统建设

在 IPD 理念的指导下, 还需要建设一套科研信息化系统结合 IPD 理念解决目前研发管理中的问题<sup>[14-16]</sup>, 经过资料收集, 需求分析及调研后, 最终确立了项目建设目标。

建设一套科研项目、研发过程管理为核心, 兼顾资源管理、目标管理、数据管理的科研信息化系统, 实现科研业务的科学化、规范化管理, 以提升集团的研发整体实力, 向上拉通产品开发和市场前端流程, 向下形成集团研发成果知识库, 并通过横向子公司推广, 逐步建立集团数字化资产与数字化运营, 实现“数字业务化、研发智能化”的科研创新与探索, 搭建集团总部与子公司一体化数字研发管理平台, 完成新安集团的科研数字化转型。整体功能架构图如图 1 所示。

新安化工集团作为一家行业标杆企业, 本身的信息化程度较高, 内部已有多个正在运行的信息化系统, 为实现集团研发模块数字化、智能化的建设与数据交互, 杜绝信息孤岛, PLM 系统与新安集团已有的 MDM 系统, 企业管理系列软件 (system applications and products, SAP) 系统, OA 系统, CRM 系统, 档案管理系统等进行集成, 实现整个研发过程数据的推送和获取, 做到端到端的产品全生命周期管理。PLM 系统与其他系统的对接如图 2 所示。



图 1 功能架构图

Fig.1 Functional architecture diagram

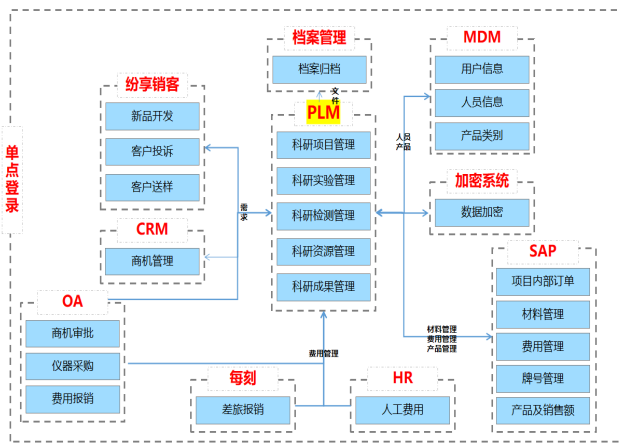


图 2 PLM 系统与其他系统对接图

Fig.2 Interface diagram between PLM system and other systems

### 3 项目建设成果

#### 3.1 统一需求归口

PLM 系统与需求来源系统进行了集成对接, 统一了需求归口, 减少了在多个系统间查询与操作, 提高了效率, 所有需求在 PLM 系统中有对应的分类明细, 方便溯源追踪, 实时跟进需求和研发进度, 敏捷高效研发。

#### 3.2 研发过程标准化、规范化

在完全满足 QES 科研管理体系 (ISO9001 质量管理体系认证、ISO14001 环境管理体系认证和 ISO45001 职业安全健康管理体系) 要求下, 结合企业实际研发业务进行设计与实现。整体研发过程从研发需求的输入到研发过程的开发、验证、评审、决策, 到最后的成果产出。横向包括小试阶段、中试阶段、试产阶段等, 每个阶段纵向又包含方案设计、试验设计、实验过程记录、实验总结, 阶段完成时产出相应的总结报告, 整个研发过程体现先设计后试验的理念, 实现了新安集团研发过程的标准化与规范化。研发过程如图 3 所示

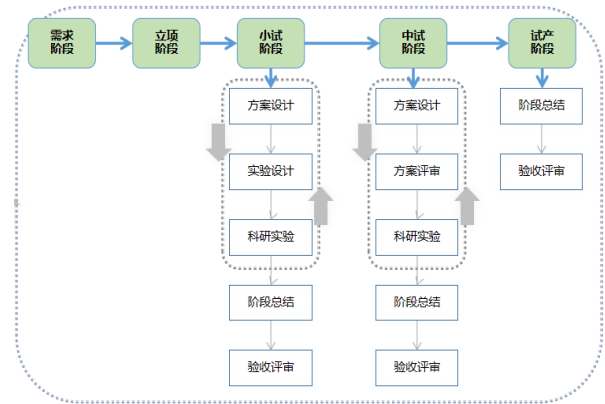


图 3 研发过程示意图

Fig.3 Research and development process diagram

#### 3.3 实验记录电子化

引入电子实验记录本 (electroniclab notebook, ELN), 取代线下纸质版的记录。ELN 模板内提供多种组件, 用户可根据需求灵活组合设计出所需的实验模板并在实验过程中引用, ELN 支持组件数据结构化存储, 在满足快速查询的前提下, 可以进行统计与数据分析。

ELN 电子实验记录实现了数据在线录入和提交, 在线审批校核, 校核完成后自动生成 PDF 进行数据归档, 提升了实验效率。

#### 3.4 检测流程自动化

规范整个科研检测流程, 形成标准流程, 包括样品登记、任务分配、任务认领、检测录入、结果确认全过程。业务流程中通过样品标签, 实现了样品的全生命周期管理, 在结果录入环节, 增加自动化相关功能, 包括仪器图谱文件的自动抓取, 仪器数据库的直接对接采集, 实现自动采集、自动录入数据, 自动修约, 自动判定, 自动提醒, 不需人工做过多干预, 实现了系统的自动化。

实验室检验的流程的自动化的实现, 减少了分析周转的时间, 降低了样品检验检测时间, 同时避免了人工填报错误的风险, 减少审核的准备时间, 提高实验室检测准确性与合规性, 提升了检测人员的工作效率。

#### 3.5 精细化费用管控

PLM 系统与 SAP 系统、人力资源系统 (human resources, HR)、OA 系统、每科系统进行集成对接, 以项目为维度获取项目下各费用科目的实际发生费用, 实现项目维度自动化的费用统计与精细化核算, 同时系统还支持按项目集维度获取费用, 实现大小维度的费用综合对比。

#### 3.6 研发知识沉淀复用

对整个研发过程中关联用到或产生的成果信息形成统一的共享知识库, 实现科研资料积累与再利用, 包含配方库、技术库、文献库、竞品库、专利库、人才库、产品库等。所有的研发知

识沉淀按照权限设置查看权限,对于权限范围外的知识成果数据,研发人员想查看需要走对应的申请查看流程,审批通过后可在有效期内进行查看,实现整个集团的研发知识沉淀与复用。

### 3.7 便捷移动应用办公

设计开发了专门的移动端页面,与新安集团企业微信端进行集成,实现了移动办公的智能化,在移动端,可以查看待办提醒和通知公告等内容,进行业务数据审核操作,管理层可以在移动端查看各种图形化的统计数据,及时掌握项目状况与工作进度,办公更加方便快捷,提高了研发工作效率。

### 3.8 项目资料自动归档

项目的整个研发过程中,不同阶段会上传的各种资料文件,系统以项目为维度,自动按资料类型分类并汇总研发过程中上传的附件资料,并支持一键打包导出。

PLM系统与新安集团档案管理系统进行了集成对接,可以一键将项目资料归档至档案系统内,极大地节省了人工分类整理资料并上传至档案系统的工作量,提高了工作效率。

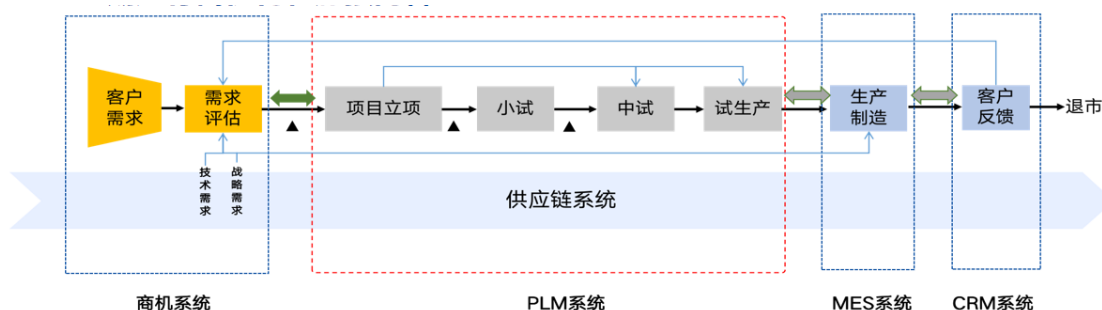


图4 产品开发生命周期图

Fig.4 Product development lifecycle diagram

### 4.2 仪器自动采集

通过仪器自动采集实现文件与数据的自动化获取,减少分析人员的工作量,提高工作效率。

#### 4.2.1 文件自动扫描采集

对于定性分析类的检测项目,设备工作站在自动生成相应的图谱报告后,系统通过自动扫描脚本,扫描指定目录,将报告文件采集上传至系统应用服务器,并将该报告文件自动上传到对应样品的检测项目下。

#### 4.2.2 Access 数据库直采

对于拉力机、硫化仪这种有实时检测数据产生并保存至本地 Access 数据库的设备,通过编写脚本定时去数据库中读取新产生的数据,并将数据写入到 PLM 系统的数据库中,在 PLM 系统中点击“采集”按钮,直接将数据按照规则取到样品对应的检测项目下,自动添加平行样,并计算出平均值。

仪器文件采集的应用节省了分析员人工查找样品和上传附件的操作,自动扫描文件并匹配上传,将文件备份在采集服务

### 3.9 精细化权限管控体系

对于研发型企业,科研数据的保密要求是极高的,PLM 系统在建设中基于不同研发中心,不同研究所,人员不同职位进行了严格的权限管控,如研发中心主任有限权看到本研发中心下所有研发数据信息,研究所所长只能看到本研究所的研发数据信息,普通研发员只能看到自己的研发数据;对于其他非研发管理类角色,只能看到台账类数据,涉及研发机密的实验数据、资料文件均无权限查看。

系统还与加密软件进行了集成,进一步提示了研发数据的安全性。

## 4 系统亮点

### 4.1 产品全生命周期管理

IPD 研发理念体现了产品的全生命周期管理活动,PLM 系统结合 IPD 研发理念进行建设,拉通了各业务系统的需求端、研发端、产品端、销售端,实现了端到端的产品开发,做到了产品全生命周期的管理。产品开发生命周期图如图 4 所示。

器固定的文件夹下并以当前采集时间重新命名结果文件,在小范围内实现结果文件异地存储,保障了数据文件的安全性。

仪器数据直采的应用,以自动化的方式,减少大部分的数据录入,加快数据录入速度的同时保证数据录入的准确性和及时性,分析员可以节省宝贵的时间同时也可降低线下人工记录数据带来的风险。

### 4.3 研发智能化

为了实现研发智能化,将历史积累的研发成果数据进行有效利用,系统有智能检索功能及物料智能推荐功能。

#### 4.3.1 智能检索

研发员可以根据输入实验物料或想要的指标结果范围值进行检索,系统可以检索出符合要求的历史实验数据,研发人员可以在线查看历史实验数据详情,也可以一键引入历史实验数据后,在基础上进行改良设计并开展新的实验。

#### 4.3.2 物料智能推荐

在设计实验时,系统可根据已添加的物料去检索历史实验

数据, 从所有包含已添加物料的实验中检索出使用频次最高的 8 条物料, 供研发员参考使用。

PLM 系统可以对积累沉积的历史研发数据以不同的方式进行检索复用, 后期可以引入 AI 智能算法模型, 利用积累数据配合模型进行训练学习, 实现配方设计自动探索, 降低研发成本。

## 5 结论

在项目管理方面, 以 IPD 研发理念为指导思想, 进行集团研发管理变革, 建立规范、高效的研发业务流程, 优化产品开发流程, 和 11 个系统实现数据集成, 构建产品全生命周期管理的初步模型; 建立了以业务导向的研发小单元运行和核算管理, 实现了规范管理; 引入 QES 标准要求, 建立了科学规范的科研项目管理体系, 加强方案的设计、研发成果的阶段评审, 使得研发过程标准化、规范化; 实现管理层、决策层的科研项目全景跟踪, 随时监控掌控项目进度健康状况。

在数据记录与复用方面, 电子实验记录 ELN 模板化, 按需求灵活设计实验记录, 满足不同研发中心使用需求; 实验数据结构化存储, 数据得到有效保存, 做到了可统计、易查询、能分析, 数据更有价值。

资源协同方面, 以 IPD 指导思想进行项目团队组建, 实现跨部门协同合作, 提高研发效率, 降低研发成本, 实现物料、设备、人员等科研资源整合管理, 研发知识成果共享, 数据积累和复用。

总之, 新安化工集团围绕产品全生命周期管理思路以及 IPD 研发理念, 强调业务流程的再造、管理模式创新, 进行科研数字化顶层设计, 开展 PLM 系统建设工作, 实现了集团的研发数字化转型。

## 参考文献

- [1] 马飞, 刘德智, 李毅斌, 等. 基于 IPD 的体系化研发管理平台研究 [J]. 现代制造工程, 2013, (07): 12-15.
- [2] 胡爱明, 胡彬妍. 集成产品开发模式下的项目管理 [J]. 经济研究导刊, 2013, (33): 207-208.
- [3] 黄卫伟. 以客户为中心: 华为公司业务管理纲要 [M]. 北京: 中信出版社, 2016.
- [4] 黄卫伟. 以奋斗者为本: 华为公司人力资源管理纲要 [M]. 北京: 中信出版社, 2014.
- [5] 黄卫伟. 价值为纲: 华为公司财务管理纲要 [M]. 北京: 中信出版社, 2017.
- [6] 华为公司数据管理部. 华为数据之道 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2021.
- [7] 田刚, 吴春波. 下一个倒下的会不会是华为 [M]. 北京: 中信出版社, 2012.
- [8] 邓斌. 华为管理之道: 任正非的 36 个管理高频词 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2019.
- [9] 田涛. 华为访谈录 [M]. 北京: 中信出版社, 2021.
- [10] 郭凤彬. 基于 IPD 流程的某项目管理信息化的研究与实现 [D]. 重庆: 西南交通大学, 2012.
- [11] 周良军, 邓斌. 华为数字化转型企业持续有效增长的新引擎 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2021.
- [12] 吴晓波. 华为管理变革 [M]. 北京: 中信出版社, 2017.
- [13] 约翰·P·杰特. 领导变革 [M]. 徐中, 译. 北京: 机械工业出版社, 2014.
- [14] 孙韶红. 浅谈通过信息化建设提升企业核心竞争力 [J]. 影像技术, 2014.
- [15] 刘燕祯. 我国企业信息化建设问题与对策研究 [D]. 太原: 太原理工大学, 2006.
- [16] 李颈松. 电子商务平台下的企业信息系统构建 [D]. 青岛: 山东科技大学, 2004.

## 作者简介



余慧玲, 高级工程师, 主要研究方向为科研数字化和创新管理。



高恒, 主要研究方向为企业信息化系统项目实施。