

智慧企业建设的构架设计与实施路线分析

四川航天技术研究院 王振楷 蔡旭

本文阐述了在《中国制造 2025》战略下，制造企业推进智慧建设的机遇与必要性，并从业务架构、数据架构两个方面阐述了智慧企业的总体架构，分析乐智慧企业推进建设的关键技术和业务；然后从实践角度出发，从存量资源分析等七个步骤设计了智慧企业的实施路线，为智慧企业建设提供了参考和借鉴。

一、引言

现代机械制造业的诞生可追溯于二战后，1946 年第一台计算机诞生，推动了人类将信息技术引入大型复杂工程的计算研究与应用；1952，美国麻省理工学院成功研发出第一台数控机床；上世纪 60 年代，美国麻省理工学院成功研发 CAD 软件并在波音公司和通用汽车公司应用。这一时期是现代机械制造业的雏形和试验，尽管是一小步，对后续基于信息化的制造业发展却是一大步。

经过半个多世纪的发展，制造业发生了翻天覆地的变化。1993 年，美国政府启动和实施信息高速公路战略；微软公司推出了 Windows3.1 视窗操作系统，对信息技术产业化发展、信息化与工业化融合等起到了巨大的推动作用；美国波音公司在 1994 年率先实现了 Boeing777 的全数字样机研制，空客、丰田、宝马等著名企业在制造业信息化方面成为业界较好的引领者。

在我国，2000 年 10 月党的十五届五中全会审议《国民经济第十个五年计划的建议》时，提出了把信息化上升到国

家战略的高度，这之后，我国制造业与信息化的融合得到快速发展。同时，国家增大了国企的计划任务和配套能力建设，企业的数字化工艺和试验设备、信息系统、专业设计制造软件等投入进入快速增长期。经过十余年的建设，我国制造企业的信息化应用能力得到较大提升，同时也面临着投入与效益不成正比的窘境，顶层策划欠缺，信息化认识偏向，信息孤岛现象严重，信息化对设计制造能力的支撑不足等。随着《中国制造 2025》的推出，加之大数据、3D 打印、物联网、机器人等信息化衍生技术的逐步成熟，新时期的企业制造能力建设面临着难得的发展机遇，抓好智慧设计、智能制造体系的构建，推进智慧企业建设是实现跨越发展、保障战略目标实现的重要举措。

二、智慧企业体系架构设计

智慧企业建设归结为规划论和实践论，规划论体现在智慧体系的总体架构和规划论证方面，是顶层设计；实践论体现在智慧企业体系规划的落地与项目建设方面；由此，规

划论和实践论是智慧企业建设闭环的两个不可或缺的重要方面，两者承上启下、顺序推动又相互迭代。

1. 智慧企业业务架构

智慧企业业务由三层组成，如图 1 所示，分别为智慧管控、智慧研发、智能制造，决策层是综合管控、资源调度与顶层决策中心，设计与制造是产品的实体业务。业务架构基于未来发展而统筹协调推进。

智能制造是产品实现的过程，在企业智能制造建设中，需要建立和完善三维工艺管理平台、工艺设计软件、加工设备及测试设备。同时，要建立高级排产系统，实现生产数据、质量数据从操作者到高层管理的数字化传递及多媒体记录。每个零件的技术状态、加工信息、质量信息均能记录和后续智能查找。

智慧研发的基础是协同设计和并行设计，通过相关设计标准、流程的制定，先进设计仿真工具、试验平台的应用，实现三维数字样机的设计。

智慧管控是建立在多维度经营平台和数据共享基础上，智慧管控需要对经营数据进行标准化，对各种文件、表格表单进行模板化，以实现企业经营活动、请示、批复进行快速和规范开展。

2. 智慧企业数据架构

智慧企业的数据架构由物理层、平台层、数据层和应用层组成，数字化标准规范体系和人才队伍体系是推进智慧企业建设的重要保障。数据架构如图 2 所示。

物理层由计算机与网络环境、工控与测试网络、高性能计算平台、存储与容灾备份、仓储与物料供应、中转与物流设备、试验与工艺设备、检验与计量装置、物联与扫描识别装置、厂房与基础设施等组成。是智慧企业推进建设的必要物资基础和底层实现。

平台层由主数据、任务计划与综合管理、ERP、三维协同设计系统、设计制造仿真系统、设计与工艺专业软件、三维工艺技术系统、MES、现场数据采集系统、质量与检验系



图 1 智慧企业总体架构

统、知识库等组成。是智慧企业的软件系统部分，是形成数据的核心部分。

数据层由人力资源编码数据、公文流程与决策数据、合同或协议数据、产品论证与评审数据、产品设计仿真数据、工艺与材料定额数据、物资物料数据、设备编码数据、工量具编码及数据、产品制造数据、质量与检测数据、工时数据、制造成本数据、经营管理成本数据、财务数据、经营统计数据、大数据分析、供应商数据等组成，是智慧企业的核心资源和重要财富，是智慧企业建设的实现途径。

应用层由人力资源管理、公文处理与管理、市场开拓、研制生产计划、产品论证与评审、总体方案设计、产品协同设计、设计制造协同、工艺总方案设计、工艺设计、材料采购与供料、生产计划与排程、产品制造、工序中转与物流、产品质量控制、产品出厂数据包、财务管理、经营统计、决策分析等组成，是智慧企业的数据形成的操作过程，是智慧企业建设的实现方式。

智慧企业的数据架构由四层组成，数据类型复杂，建立统一数据标准是各类型数据共享的前提，是实现数据型智慧企业建设的必由之路。

三．智慧企业推进建设的关键业务及技术分析

智慧设计与制造体系的建立从四个层面推动（图2），最终实现经营、设计及制造等业务的全数据驱动，从智慧体系的数据架构四个层次可以看出，物理层基于智能设备和信

息技术，属于硬件装备，现有技术较为成熟。同时，企业的工控网络在安全保密方案通过国家保密行政管理部门审查后可与涉密网络的连接。硬件设备的论证与购置、工控网络与涉密网络的连接主要考虑建设周期和经费的投入。

平台层是软件系统的集合，是数据层及数据流动的支撑，平台层的软件整合由建立在各业务的统一数据编码和规范，两者紧密融合。平台层与数据层涉及企业的综合管理、经营管控、设计制造等众多复杂业务，是突破管理与技术壁垒的前提，实现各类数据共享、挖掘的关键，是智慧企业建设的关键和核心资源，该部分实施周期长、业务和数据梳理工作量大、协调事务多，是推进智慧企业建设的关键业务；同时，大数据技术、存储备份技术、数字化标准等在国内外优秀企业进行了较好应用和推广；由此，平台层和数据层的建立从业务和技术方面均可行。

应用层是体现智慧企业建设成效的关键，全员参与是必要条件。加强操作培训，推进应用是关键。平台层与数据层是智慧企业建设的关键，是企业内部业务。物理层是智慧企业的建设支撑，项目调研与论证、经费投入是关键。

四．智慧企业的实施路线分析

智慧企业建设实施是规划的落地，规划是宏观层面；而实施则是具体的操作层面，是实践论与方法论的统一，是继往与开来的统一。新世纪以来，我国制造企业就启动了信息化建设，在信息化应用、技术储备和经验总结方面都收获不少，为此，智慧企业的建设实施要继承以往

的信息化资产、设备资源、管理经验。同时，从管理模式创新、设计制造创新、流程创新等方面合理设计实施路线；存量优化，增量合理，最大价值的提升企业的智慧性和竞争能力。

智慧企业的建设实施首先需要对现有存量资源进行分析，摸清企业设备、软硬件系统、技术资料等相关资产，根据时代发展趋势和要求做好本企业的智慧建设需求，然后开展调研论证工作，编制建设方案，推进实施工作，智慧企业实施路线如图3所示。

1. 现有存量资源分析和总结

智慧企业建设基于信息化、数字化设计、

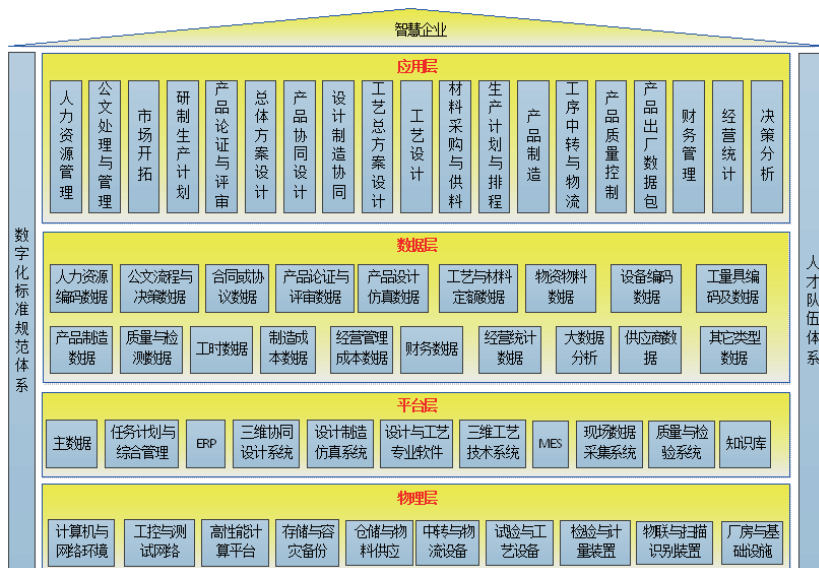


图2 智慧企业数据架构

工艺技术及先进制造，现有存量资源的分析主要是梳理企业信息系统应用状况，总结数字化设计能力和制造能力，从数量、工艺性、智能性方面分析设备状况，对本企业的信息化基础、网络基础及机房建设情况进行总结。通过上述工作，摸清企业家底，充分利用现有条件，节约费用，避免推倒重来和重复投资，在智慧企业的经费投入上力争“好钢用在刀刃上”。

2. 智慧企业需求分析

需求分析是智慧企业建设的关键，是对行业发展趋势和企业发展战略的深入理解，由此整合企业业务和创新管理模式，并对企业的智慧化设计、智能制造、系统集成的建设需求进行系统性的梳理、分析，形成较为科学、符合实际的分析报告。报告正式稿的形成前须有征求意见、评审、修改、完善等环节，集智是本环节工作开展的重要措施。

3. 调研论证

调研论证是确保智慧企业建设实施取得实效的关键。调研论证是对需求分析工作的进一步论证和修改完善。智慧企业的建设需要结合企业实际情况，同时要符合国家的政策和战略方向，尤其是节能、环保方面切不可违背国家政策。为此，智慧企业调研范围含国家相关战略规划和方针政策、本行业发展趋势、供应商技术能力和费用报价、实施周期等。

4. 总体建设方案

总体建设方案是项目的实施层面的顶层，是项目实施的指导思想和实施步骤。总体建设方案包含项目组织机构及职

责、智慧企业总体框架、建设内容和总体目标好、规章制度与建设流程、经费筹集和审计规则、工作事项、时间安排、调整优化与应急措施等，总体建设方案应组织评审，评审通过并修改完善，签署完整后方可实施。

5. 分项建设方案

分项建设方案是在总体建设方案上进一步细化，智慧企业的分项建设方案含智慧管控体系建设、智慧设计建设、智能厂区与物流建设、智能制造平台建设、智能设备建设等分项方案，各分项的建设要考虑相互之间的序时进度、协同实施、数据集成和人员的统筹安排等。

6. 子项建设方案

子项建设方案针对具体的项目，含项目技术指标、建设周期、人员组成、请示报批、招投标（必选、谈价）、安装部署地点、企业内部用户、培训操作、技术交底、技术归档等一系列内容。

7. 项目总结

项目总结是智慧企业建设的可持续建设的必要条件，含目标和应用成效分析、经费审计、经验总结、资料归档等。项目总结是对智慧企业建设中形成的技术文献和规范建设文献进行全面、系统的总结，是企业的宝贵财富，项目总结应进行评审，修改完善后归入企业档案，供后续建设参考和借鉴。

五、结语

智慧企业建设是当今制造企业能力建设的趋势，也是企业提升核心竞争力的有力保障。随着中国制造 2025 的实施，智慧企业建设具有国家顶层的政策保障和技术支撑，同时，智慧企业建设又是一个方法论和实践论，从何入手、如何推进是企业必须着手实干的问题，本文阐述的智慧企业建设的构架设计与实施路线分析，立足于企业实际，对过去的工作进行了总结并创造性提出了一些思路和想法，这些思路和想法将在实践中逐步完善，于是第一位的，中国企业在智慧建设的首要迈出实践的第一步；只要肯干勤思，智慧企业建设必将会有很大的收获和成就。

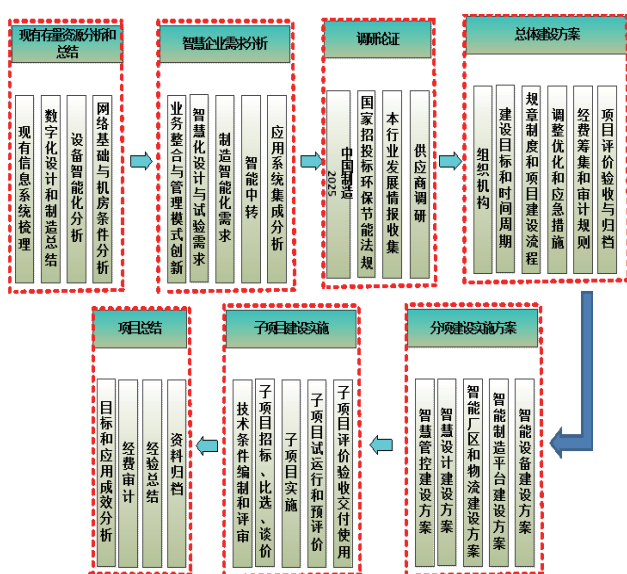


图 3 智慧企业实施路线