

基于云管端架构的数字化终端智能制造 工厂创新实践

云管端新质生产力在智造工厂的应用

引言：随着 5G 时代的到来，智能终端成为集 5G 通信、柔性显示、高端制程芯片等于一体的复杂精密电子产品典型代表。同时，智能终端产品快速迭代、多品种小批量、趋于复杂组成及丰富的功能，也对终端制造生产线提出了更加柔性、数字化、精益与智能化的要求。中兴通讯作为“数字经济的筑路者”，充分发挥自身既懂生产、又懂信息技术的优势，持续深耕“数字化”与“柔性化”融合的智造解决方案创新实践，不断完善工业互联网平台建设，搭建具有中兴特色的“云管端”生产架构，积极探索创新技术应用与成果转化，打造基于数字化驱动的数字化终端智能制造工厂，提升生产效率与质量。

一、项目概况

1. 项目背景

中兴通讯作为全球领先的 ICT 综合通信解决方案提供商，在供应链数字化转型与终端智能工厂建设过程中，也面临着电子制造行业通用的问题：

1) 生产过程中无法做到物料精细化管理、智能终端全生命周期物料可追溯性较差，自动化程度不高，作业精密化不足、大部分工位依赖人工作业，生产

效率低，质量不稳定。

2) 生产架线效率及云化测试普及率相对较低，5G 工业互联网的潜力开发较少。

3) 终端产品更新换代快，需要生产设备具备强大的兼容能力，并能快速实施升级改造。

4) 生产过程中各个工位的数据较为分散，形成多个信息孤岛，无法将各个工位完全关联。

5) 数字化程度较低，无法实时获取有效的生产过程数据，并将异常信息自动推送给相应的平台/人员。

6) 工作协同效率低，很多是线下沟通或者依赖孤立的系统，缺少统一的数字化工具和平台。

如何快速有效的解决上述痛难点问题，即成为企业的重中之重，也是难点所在。

2. 项目简介

西安中兴通讯终端科技有限公司（中兴通讯子公司）以数字化转型为契机，不断丰富创新技术应用，完善工业互联网平台，研发出基于“云管端”的智能制造工厂整体解决方案并在此基础上进行应用拓展：搭建优化生产测试软件自动下发云平台，利用云架构进行参数自动下发，大大提升了架线效率；开发实现了全球物料追溯系统，统一引入物料采购的最小单位唯一码（即 REELID，下文统一用 REELID 指代最小单位唯一码），替代原有物料批次码管理方式，实现单板生产物料与供应商信息及供应商生产批次信息的追溯贯通；开发多维度产线电子运营平台系统（侧重于“云”端实现），该平台分别从 SMT、单板测试、组装、包装等几个维度，从可视到运营，分别针对线体、车间、人力、质量实现生产数据实时运营平台，实现事管人、预警+消红点闭环管控机制，推进业务流、信息流融合。

3. 项目目标

1) 解决供应链数字化转型中提出的六个问题（具体见项目背景）

2) 生产效率提升 10%，换线效率提升 50%，产品不良率降低 20%，对于生产管理自动化工序提升至 50%，系统覆盖数据提升至 80%，智能管理流程覆盖 100%。

3) 知识产权方面，申请国家发明专利 2 项，发表高水平论文不少于 2 篇

二、项目实施概况

1. 项目总体架构和主要内容

1) 西安中兴通讯终端科技有限公司（中兴通讯子公司）依托大数据、信息安全、5G、云计算、物联网等方面的技术优势与几十年电子制造技术沉淀，以数字化转型为契机，不断丰富创新技术应用，完善工业互联网平台，研发出基于“云管端”的智能制造工厂整体解决方案并建设基于数字化驱动的终端智能制造工厂（如图 1 所示）。同时，中兴通讯树立高端制造品牌，构建技术领先、成本领先、质量优异的核心竞争力，逐步实现数字化、智能化、绿色化，节能减排，引领行业高质量发展。



图 1 西安中兴通讯终端科技有限公司（中兴通讯子公司）终端智能制造整体方案设计模型

在数字化测试及数据传输设计方面，西安中兴通讯终端科技有限公司通过分布式精准云实现“云随需生”，通过确定性精准网实现“网随云动”，辅以 5G 工业互联网中多样化的“管道”确保数据通讯高质高效，打造精准“云管端”生产管控综合方案，并联合运营商和行业伙伴广泛开展商业实践，加速行业创新。

2) 在私有云架构搭建完成的基础上，优化生产测试软件自动下发云平台，利用云架构进行参数自动下发，大大提升了架线效率。选取了视觉 MMI 测试系统进行改进，针对原来的每个站位需要花钱买 license 的工位进行技术改进，最终实现只需要云端一个 license 认证即可的方案，节省了单个工位购买 license 的费用。

3) 在技术方案方面，团队结合云计算技术，重点研究云测试方案以及 5G 网络架构下多信息融合边缘计算、数据分析及系统调度优化等核心技术；另外为了确保生产过程中物料精细化管理、智能终端全生命周期物料可追溯，开发实现了全球物料追溯系统，统一引入物料采购的 REELID，替代原有物料批次码管理方式，实现单板生产物料与供应商信息及供应商生产批次信息的追溯贯通；同时开发多个可视化运营平台协助管理，保证生产的实时情况反馈无死角，利用大数据、AI、数字孪生等技术，实现生产运营可视与辅助决策，创新建设终端智能制造工厂。

全球物料追溯系统主要功能：

A、实现基于 REELID 的物料供应链管理方式。

从物料采购维度，针对所有供应商，统一物料采购的 REELID，替代原有物料批次码管理方式。

B、实现单板生产物料与供应商信息及供应商生产批次信息的追溯贯通。

完成从多系统之间的物料、供应商、品牌、物料批次以及 REELID 之间的数据系统接口改造和数据统一。在生产系统中，能够及时准确获取物料 REELID 相关的所有信息，实现基于 REELID 的生产过程物料防错和物料数据追溯管理（如图 2 所示）。

C、实现单板 PCB 代码与所使用的物料的 REELID 信息的追溯贯通和可视。

在生产过程管理的 MES 系统中，实现在 SMT 贴片生产过程的 PCB 扫码、物料上料以及生产设备的数据采集和关联，以及生产过程的物料使用情况追溯可视。

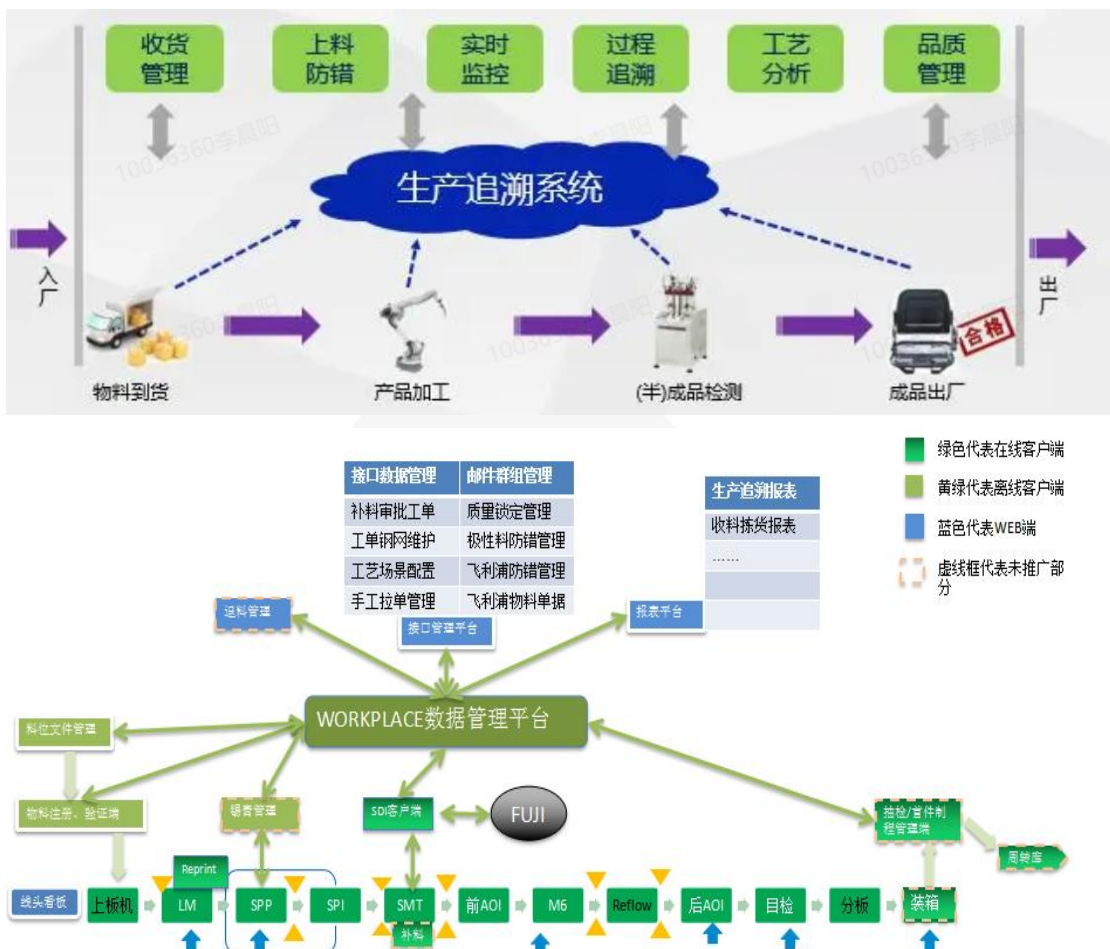


图 2 全流程物料追溯系统整体方案

4) 通过云管端架构的数字化终端智能制造工厂创新实践，研发落地多维度电子监控运营平台（如图 3 所示），在自身实践的基础上，也将成熟方案向行业复制推广，推动行业数字化转型。同时基于云平台的 AI 知识库+大模型方案也在开发过程中。



图3 智能看板系统示意图

2. 应用场景

如图4所示，公司内部基于私有云架构搭建了“云管端”的智能制造工厂整体解决方案，使得后续所有应用可以基于云架构部署。

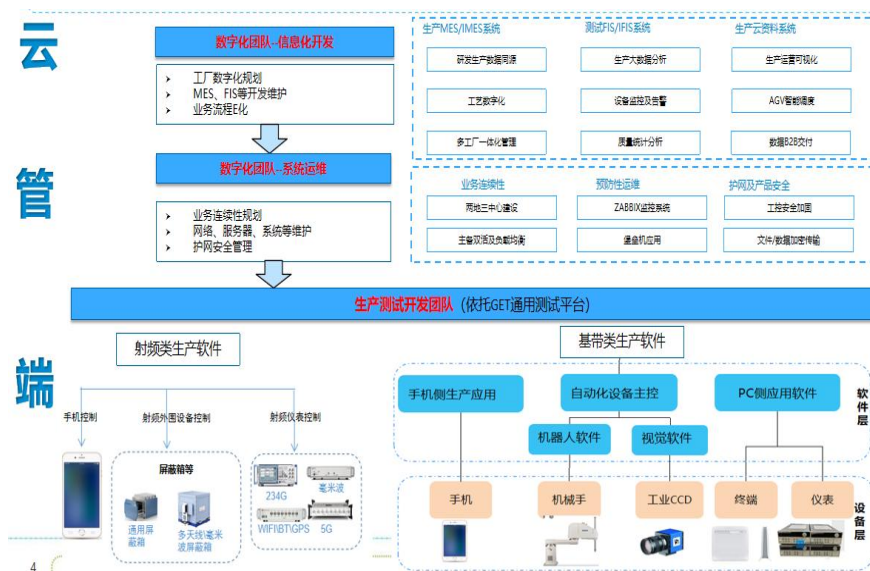


图4 中兴终端制造基于“云管端”的云测试综合方案设计模型

1) 架线降本提效:

搭建优化生产测试软件自动下发云平台，支持多平台软件自动下发与自动配置（如图 5 所示）。利用云架构进行参数自动下发，大大提升了架线效率。针对原来的每个站位需要花钱买 license 的工位进行技术改进，最终实现只需要云端一个 license 认证即可的方案，节省了单个工位购买 license 的费用。

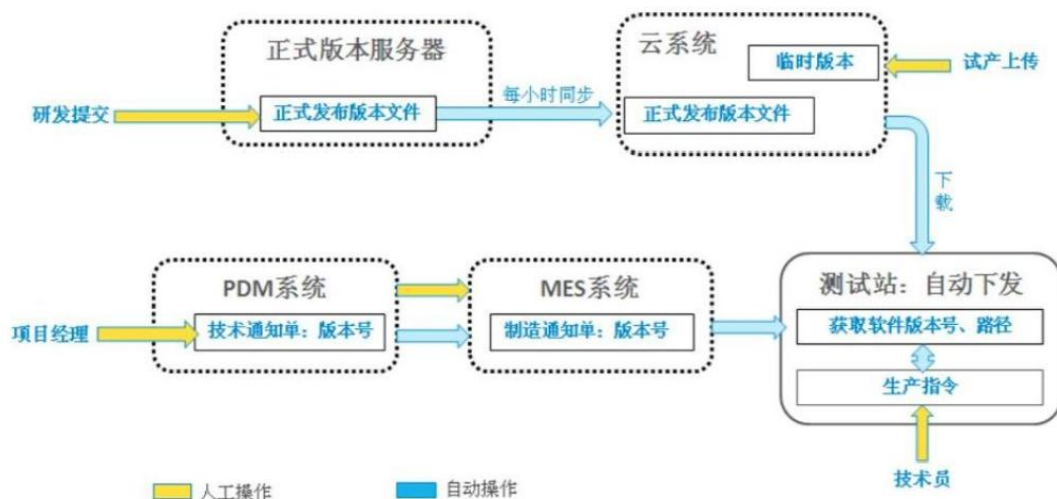


图 5 云平台自动下发流程图

2) 生产及物料管控:

基于云架构，开发引入了物料管理系统（如图 6 所示），实现单板生产物料与供应商信息及供应商生产批次信息的追溯贯通，确保生产过程中物料精细化管理、智能终端全生命周期物料可追溯。

关键工位的采集数据都与板号关联，基于设备实时联机实现产品在制工序全程闭环制程控制、高精度的单板物料追溯、SPI/AOI 检测信息追溯、实现（印刷机、前后 AOI、SPI 和整 SMT 段）良率、直通率的统计管理，工位的作业数据、生产报警、故障报警等等。

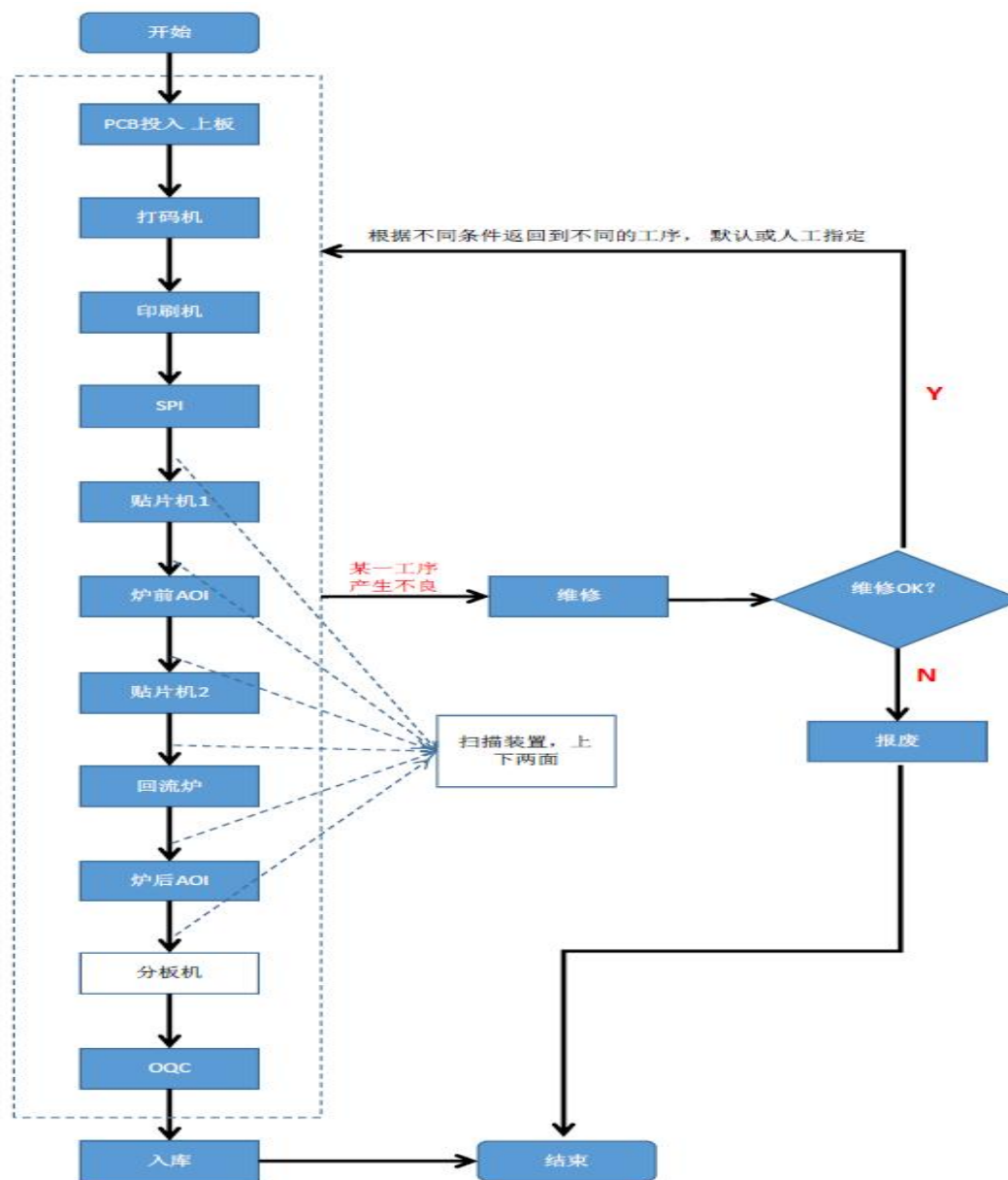


图6 产线生产流程图

3) 实时全方位监控:

开发多个可视化运营平台(如图7所示)协助管理,保证生产的实时情况反馈无死角,利用大数据、AI、数字孪生等技术,实现生产运营可视与辅助决策,创新建设终端智能制造工厂。同时基于云平台的AI知识库+大模型方案也在开发过程中。



图 7 多维度电子运营平台成品展示

4) 开发基于本地知识库的大模型

在云端合并多个知识库，开发基于 langchain 架构的本地知识库大模型（如图 8），并关联阿里的通义千问大模型，实现了基本 FAQ 的问答。目前已经上架公司自有的 OA 系统。员工查找知识更加快捷方便，提高工作效率 10%以上。



图 8 基于本地知识库的大模型运维方案

3、其他亮点

该实践案例基于业界领先技术的创新应用，已终端智能制造领域落地实施，

并获得了多项荣誉（如图 9 所示）。



图 9 近期荣誉

三、下一步实施计划

1. 试点先行，逐步推广

完成“云管端”框架下 3--5 个应用的落地。结合 AI 新质生产力及大模型应用，不断挖掘新应用场景，新增 5--10 个应用落地并推广到我司其他工厂。

2. 数字化平台集成，向上下游企业推广

结合我司的成功应用案例，以数字化工厂云平台为基础，以终端智能制造为起点，向上下游企业辐射，实现装备制造全业务流程、全价值链的数字化协同。

3. 建立制造装备制造行业的云数据共享赋能平台

打造装备制造产业数据获取、数据汇聚、数据赋能的工业大数据应用创新平台；形成装备制造业智能化升级、服务化转型、创新性设计的新一代信息技术创新应用共享服务平台，助力我国装备制造业技术融合与产业升级。

四、项目创新点和实施效果

1. 项目先进性及创新点

1) 创新提出基于“云管端”的生产“云测试”测试方案（架构如图 10 所示），将研发中正在推广的“云测试”方案经过改良运用到生产测试当中，并且可以实现自动化、大规模的测试。“云测试”对于生产测试来说就是实现把数据采集放在客户端，把数据计算分析放在服务器端，测试结果由服务器端计算出来再传递给客户端。在“云测试”实现的同时，实现了工艺、测试软件、配置参数通过云端自动下发，节省技术员现场支持及配置的大量工作量，同时提高了产品测试质量。

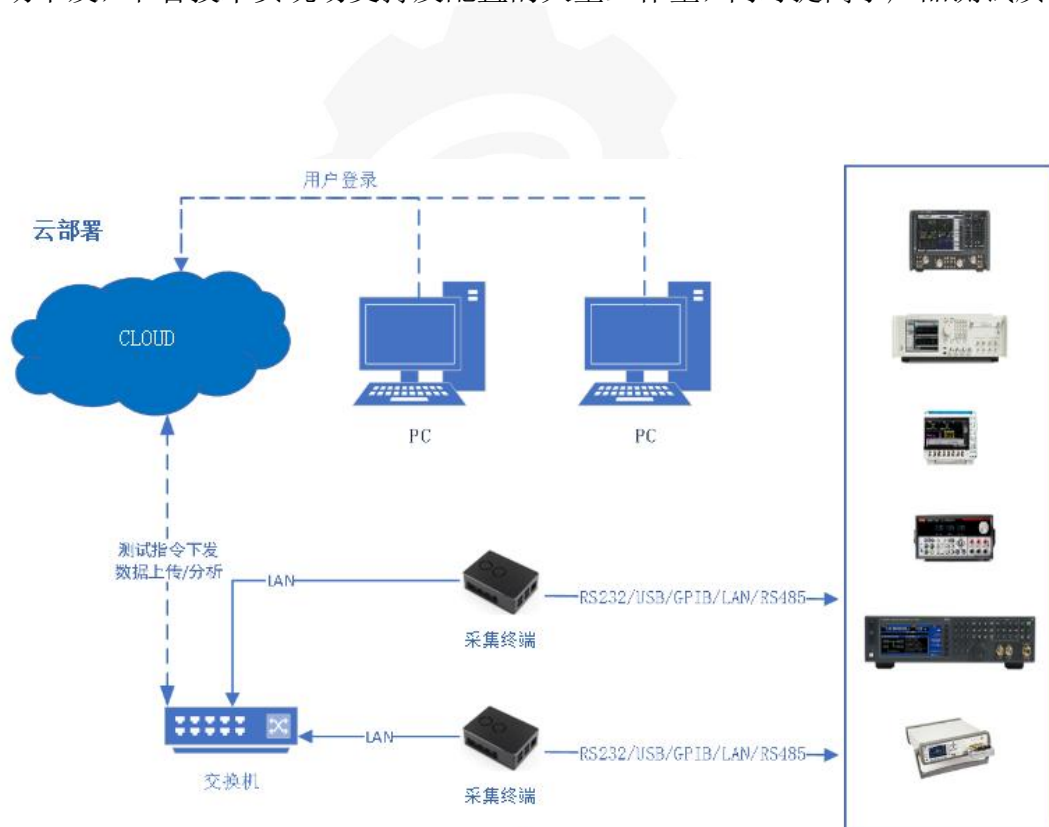


图 10 生产云测试架构（部分传输已经升级为光纤通信方案）

2) 创新的开发出基于“云管端”的全球物料追溯系统（如图 11 所示）。该平台实现对激光打码机、锡膏印刷机、SPI、贴片机、前 AOI、回流焊炉、后 AOI 等工位各项数据采集功能。同时通过单板段导入 REELID 追溯系统，实现物料端到端可视与追溯。关键工位的采集数据都与板号关联，实现产品在工厂各个工位

的生产（包括不良维修操作）履历查询及产品中各个物料全方位追溯（包括出厂售后等其生命周期各个环节），所有关键追溯全面覆盖。该平台为智能工厂实现无纸化工艺、精准物料管控与自动化工艺管理打下基础，同时大幅提升了产品质量。



图 11 全流程物料管理平台示意图

3) 创新的基于“云管端”上开发了多维度产线电子运营平台系统（如图 12 所示，侧重于“云”端实现）与基于本地知识库的大模型运维系统。该平台分别从 SMT、单板测试、组装、包装等几个维度，从可视到运营，分别针对线体、车间、人力、质量实现生产数据实时运营平台，实现事管人、预警+消红点闭环管控机制，推进业务流、信息流融合。同时，管理者还可以通过运营平台掌握产线实时生产动态，细化了管理颗粒度，也可以及时组织协调处理产线异常，大幅提升了管理水平，提高了生产效率。基于本地知识库的大模型运维系统可以实现本地大模型的训练学习，实现 AI 运维问答，大幅提升员工解决问题的效率。

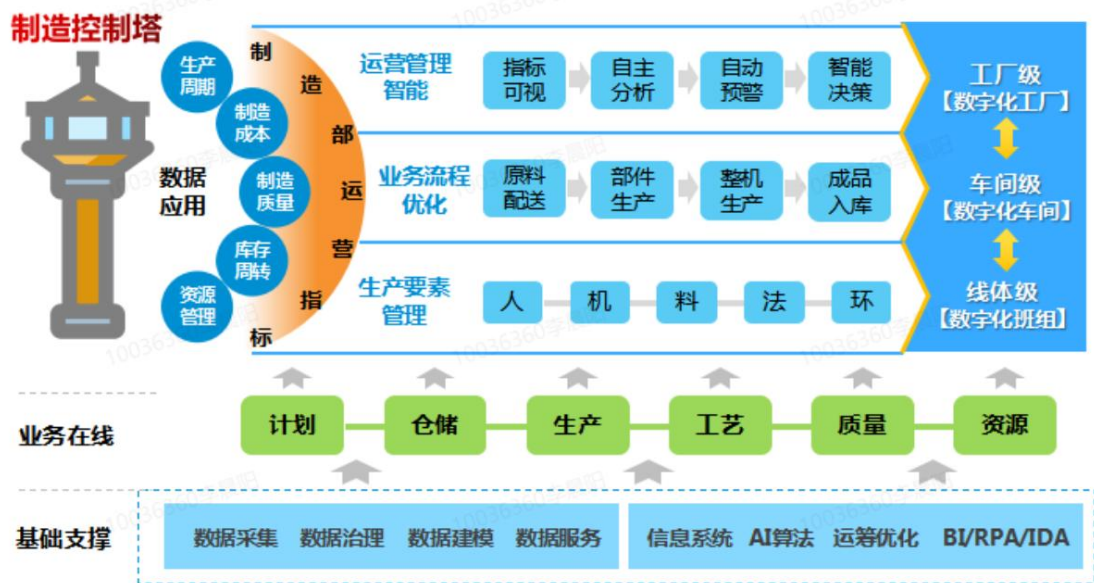


图 12 多维度电子运营平台整体方案架构

2. 实施效果

1) 本方案技术成果已在中兴通讯西安 5G 智能工厂、深圳智能工厂成熟落地应用，并向中兴通讯五大制造基地批量复制推广。基于“云管端”的“云测试”生产测试方案技术应用，极大提升了生产测试效率，在“云测试”实现的同时，实现了工艺、测试软件、配置参数通过云端自动下发，大幅提升测试技术员的架线效率，节省测试技术员 1/3。基于全球物料追溯系统的实现，实现单板生产物料与供应商信息及供应商生产批次信息的追溯贯通，解决了生产中各工位的信息孤岛问题，同时保证物料可全球追溯，大大提升了产品质量。多维度产线电子运营平台系统的开发实现了多角度产品生产数据可视化，不论从管理颗粒度还是实时监控要求上都上了一个大台阶。

2) 随着终端智能制造工厂的不断成熟，西安中兴通讯终端科技有限公司将逐步把完善的智能工厂数字化整体解决方案推向市场，服务我国上百家智能制造电子企业。西安中兴通讯终端科技有限公司以数字化驱动建设数字化终端智能制造工厂，在传统智能工厂建设的基础上，融入了云化、数字化、柔性化的设计理念，在省人提效的同时满足快速迭代、定制化的需求，极大提升了智能工厂的灵活性与可持续能力，同时在知识产权方面申请国家发明专利 4 项，发表高水平论文

4 篇。公司终端智能制造各项指标提升如下：生产效率提升 12%，换线效率提升 95%，产品不良率降低 40%，对于生产管理自动化工序提升至 85%，系统覆盖数据提升至 95%，智能管理流程覆盖 100%，同时兼容 300+机型共线生产。

3) 西安中兴通讯终端科技有限公司在实施自身数字化转型升级的同时，也总结了一套可复制推广的企业数字化转型方案。部分成果已在外协工厂投入使用，复制移植落地迅速，取得了很好的经济效益。西安中兴通讯终端科技有限公司基于云管端架构的数字化终端智能制造工厂创新实践，孵化了一批创新应用解决方案，可在工业制造、冶金钢铁、矿山、电力、交通等多个行业进行复制推广，助力行业用户数字化转型，打造标杆项目。



工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet