

六国化工产销协同决策平台

一. 本企业的基本信息（企业名称、主要产品和服务、发展历程等）

杉数科技（北京）有限公司（简称：杉数科技）是一家中国领先的人工智能决策技术高新企业，成立于2016年7月，由四位斯坦福博士联合创立。杉数科技希望能够将世界领先的决策科学与优化技术率先应用到国内，为广大中国企业的精细化运营和业务增长赋能，致力于让每一个企业拥有定制化决策的能力。目前，杉数科技智能决策优化方案已在零售、电商、物流、工业制造、能源电力、航空航天等20多个细分领域落地应用，服务合作伙伴包括雀巢、百威英博、好丽友、小米、永辉超市、顺丰科技、滴滴出行、中外运、京东、德邦、华为、富士康、海尔、舜宇光学、上汽通用、六国化工、中升钢铁、上海地铁、国家电网以及南方航空等超百家国内外行业龙头企业。

杉数科技坚持关键技术自主创新，拥有中国首款全自研大规模商业求解器COPT（线性规划和整数规划），彻底打破了欧美国际品牌的长期市场垄断，为我国本土企业提供了全国产化数学规划求解器的新选择。同时，杉数开创性地将机器学习与运筹优化深度融合，成功打造出“引擎+平台+场景”的新一代智能决策技术体系，可真正实现从数据到决策端到端的服务，以完整的技术能力和高度模块化的产品结构灵活高效地为企业赋能，利用数据为企业带来收益及成本端的显著变化。自成立以来，杉数科技以“客户业务场景需求”为中心，经过与客户的不断地探索和迭代，面向供应链、生产制造、仓储配送、物流运输等形成系列标准化的平台方案，其中包括：杉数智慧链® 智能决策平台，将企业级大数据处理能力、决策模型算法模块以及业务场景解决方案一站式整合，通过一系列行业性决策解决方案，解决企业所遇到的供应链管理难题；杉数数弈™ 工业互联网智能决策系统，构建面向设备管理、面向生产制造、面向运营调度以及面向产业链服务全流程的工业互联网智能决策系统，为广大制造业企业提供实时高效的协同计划与智能调度能力；PonyPlus□® 智能运输优化系统，以解决企业所面临的运输成本高、调度智能化程度不足等问题；StockGo□® 智能配补货系统，以解决企业面临的库存优化和配补货管理难题。杉数科技始终通过智能决策优化技术，帮助企业解决生产、仓储、配送、销售等一系列场景中的优化问题，加速

实现企业数字化转型和推动产业升级。

杉数科技，是国家高新技术企业、北京市“专精特新”企业、北京市朝阳区“凤鸣计划”企业、中关村高新技术企业；与工业富联智能排产项目入选“国之重器出版工程《“互联网+”绿色制造》融合发展新图景”国家级行业标杆案例，与六国化工经营协同项目入选中国信息通信研究院&中国人民大学《新一代信息技术助力乡村振兴》典型实践案例，以数据驱动加速农资供应便捷化。杉数还是国家标准《食品冷链物流交接规范》制定方之一，工信部“面向人工智能领域的产业技术基础公共服务平台建设”AI技术落地标准的服务商之一，2021之江杯全球人工智能大赛创业赛冠军。成立以来，杉数科技获得投资界的高度认可，成立之初即获得了来自真格基金和北极光创投210万美元的天使轮融资；2017年7月，完成4000万元A轮融资；2020年3月，完成近1亿元B轮融资；2021年6月，完成近2亿元C轮融资，目前杉数正在进行下一轮融资。

二. 本企业服务对象的传统供应链中问题(阐述服务对象的供应链特点、传统供应链管理存在的问题，说明数字化转型的意义)

六国化工是集团型磷复肥化工企业，母子公司分布在安徽、湖北、吉林等省份，企业产品品种近200多种，终端网点商30000多家。销售订单计划多、市场变化快、统计分析复杂、生产排产难度高等问题突出，销售决策是否科学合理一直困扰着企业没具体表现在：销售数据信息孤岛严重；销售产品分布广，产销协同有待加强：六国现有产品200多种、生产装置十余套，不同产品的产能释放、上下游原料的优化配置等信息反馈不及时，造成淡季产品存货严重，旺季产品又不能及时供应市场，严重影响化工企业的产能释放。

三. 服务对象的供应链数字化转型过程(重点写，建议包括以下内容)

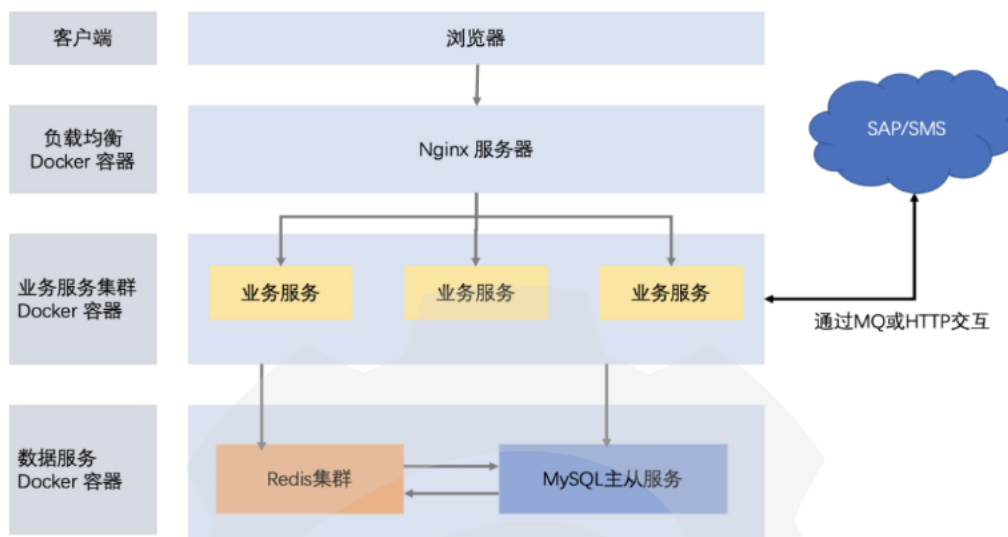
1. 数字化供应链的整体架构

通过搭建一套产销协同系统，与六国现有SAP ERP及SMS对接，引入AI预测算法及运筹优化算法，优化需求计划、优化补货及库存策略、优化生产计划、

实现产销协同模拟，以应对产品需求多样性的市场，实现提升产销协同能力、提高市场响应速度、提高投入产出比、提升精细化管理能力。



* / 灰体字为二期规划内容



2. 数字化供应链运用新技术情况（如工业互联网、物联网、大数据、云计算、人工智能、区块链、3D 打印、机器人等技术和应用情况）

本案例运用的新技术包含人工智能、底层求解器以及大数据技术。具体介绍如下：

A 人工智能：

1) 完成基于机器学习的考虑地域性与季节性的化肥销量预测引擎的研发

从地理位置上看，不同地区有着不同的种植时节和粮食种类，需要因地制宜地对未来的需求进行预测计划；从时间维度上看，淡旺季销量差异巨大，需要提前对未来一段时间的潜在需求进行估计，以最大程度避免淡季滞销、旺季生产能力不足的情况。

• 输入内容：

- o 历史订单销量
- o 成品 SKU（产品）信息
- o 产品之间的关系
- o 全国销售区域信息

- o 内外部影响因素

- **输出结果:**

- o 按照销区、时节/季度、产品品类维度的需求计划结果

- o 需求计划结果中细化到成品 SKU 维度的需求占比预估

- o 需求动态监控预警和多维度分析

- **优化目标:**

- o 提高需求响应速度，提供前瞻性的市场销售潜力预估

- o 通过智能化的需求计划给销售员、指挥长、公司本部提供指导

- o 建立起补货及库存计划和生产计划的基础

2) 完成厂内库、厂外库、经销商多级库存网络的库存策略的计算引擎的研发

基于 AI 的需求计划，进行库存的全局优化，统一调配全国可用化肥库存和仓库资源。联合生产计划部门的排程优化，实现需求的高满足率，库存高周转率以及仓储成本、运输成本的节约。

- **输入内容:**

- o 库存信息、仓库信息

- o 成品 SKU（产品）信息、替代关系

- o 经销商层级信息

- o 补货规则（区域、地点、品类、距离、渠道等）、调拨规则

- o 成本数据、物流资源

- **输出结果:**

- o 针对成品的需求计划以及安全库存水平

- o 工厂到航母仓以及航母仓到其他经销商的补货计划、仓储计划
- o 各层级库存健康状态监控
- o KPI 报表

- **优化目标:**

- o 提升企业整体统筹能力和部门间协同能力
- o 保证供货满足率的前提下提高周转率，降低库存水位
- o 节约化肥成品的库存积压成本和运输成本

3) 完成综合考虑需求（量与优先级）、产能（量与换产难易度）的生产计划的计算引擎的研发实现将提报的下个月的销量预测分配到每个工厂每月，及成本最优&实际产量最匹配下的产品生产计划。

- **输入内容:**

- o 下个月的销量预测
- o 产品、模具信息
- o 产线的产能信息
- o 换配比产能损失信息
- o 成本信息
- o 物料信息

- **量化约束条件，多维度标准化排产优化硬约束:**

- o 产能约束
- o 物料约束
- o 经济生产量约束

- 排产优化软约束
 - o 产能平衡约束
 - o 需求优先级满足约束
- 优化目标:
 - o 总成本最低（生产成本、转运成本、换配比成本、库存成本等）
 - o 产品欠交量最小
 - o 换配比时间最少
 - o 产品优先级
 - o 产线利用率均衡
- 输出结果:
 - o 产品工厂每月生产顺序
 - o 产品交付计划

4) 完成产销供财联动的模拟仿真引擎的研发

为了实现计划平衡会的平衡供应与需求的功能，需要一个决策辅助-产销协同模拟引擎：计算每一种信息每一个场景的 KPI 表现及对应的需求、供应、生产计划。算产销协同模拟引擎将不同产品类型的预测需求与预估的产能、物料到货时间相对应，在综合考虑产能限制、生产提前期、生产优先级等限制条件下，由算法自动输出自定义战略目标（如总成本最低、产量最大、库存最少）的生产计划方案。

- 输入内容:
 - o 完整的产品类型季度销量预测信息，包括时间精细到时令粒度、原材料精细到大材料粒度的物料编号，所在地，交货截止日期等信息

- o 生产成本信息，包括不同类型产品在不同工厂生产所需的总核算成本
- o 各工厂产能信息，各工厂各产品类型的月度产能——工厂所在地的物流运输距离矩阵
- o 单位距离运输成本（可以以成本距离参考函数的形式给出，或多组不同运输距离下的运输成本参考值形式给出）
- o 各航母仓或大经销商仓库的存储费用
- **优化目标:**
 - o 首要目标：以最小化总成本（物流运输+生产成本+仓储成本）为首要优化目标
 - o 次要目标：兼顾考虑订单满足率、订单按时交付、订单优先级关系等指标
- **输出结果:**
 - 优化后的需求计划、补货及库存计划、生产计划，包括每个产品类型在什么时间点由哪些工厂生产供应

B 底层求解器:

（1）杉数数学规划求解器：我国第一个自主研发的商业级别求解器
<https://www.xianjichina.com/news/details-172988.html>

杉数求解器（COPT）是杉数科技自主研发的一款针对大规模优化问题的高效数学规划求解器套件，是中国首款自主研发工业级别求解器，也是国内目前唯一一个同时具备大规模线性规划（单纯形法和内点法）和混合整数规划求解能力的综合性求解器。支持所有主流操作系统（均为 64 位系统），包括：Windows、Linux 和 MacOS，并提供以下接口：底层 C 接口、python 接口，AMPL 接口和 Pyomo 接口。

求解器平台的核心价值在于其能够完成从数据到决策的闭环，从而帮助企业在复杂的业务决策中形成真正可以落地执行的业务方案的能力。杉数的求解器根

据数据、限制约束、优化目标的输入，进行计算求解器，输出多制约条件下的复杂决策问题解决方案，落地能力极强，也在大量的公司实践中得以证明，真实地为企业带去成本端及收益端的提升。

2020 年 8 月 28 日，杉数科技 COPT 线性规划求解器取得单纯形法世界第一。

<https://finance.ifeng.com/c/7zJ5WjgrXeP>

2020 年 10 月 26 日，杉数优化求解器 COPT 公布国内首个线性规划内点法，这是国内运筹学的又一大突破。

<https://mp.weixin.qq.com/s/yeu0Dd0Uoa8rXjY2vVJTtA>

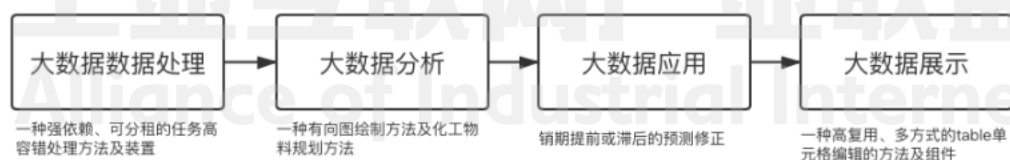
2020 年 12 月 30 日，杉数优化求解器 COPT 再次登顶国际权威第三方测评 Mittelmann 平台的线性规划单纯形法榜单，继续该算法模块全球第一的位置。

<https://mp.weixin.qq.com/s/dR2nerJKanDPhpdmy9FUAw>

(2) 杉数科技发布企业决策“大脑”，加速推进工业制造数字化升级
https://www.thepaper.cn/newsDetail_forward-10531202

C 大数据:

本项目处理集团企业历史 5 年的进销存数据，数据量巨大。在研发过程中突破多项技术壁垒，具体如下：



○ 大数据数据处理：一种强依赖、可分租的任务高容错处理方法及装置

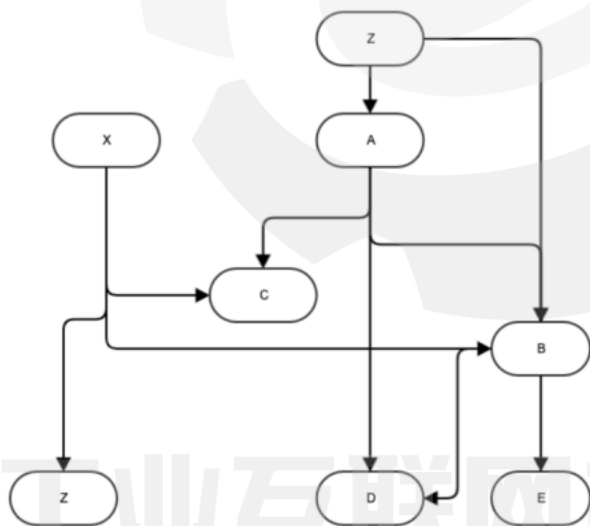
随着科技进步和社会发展，目前企业的相关业务数据爆发式增长。因此，对业务数据的调度处理也越来越频繁。就目前来说，常用的调用处理机制为频次轮询调度机制。这样对每个任务的执行状态、尝试次数、执行时长均会进行记录，同时对于每个任务而言都会存在一个当前状态，例如等待、运行中、执行失败、执行成功等，每种状态有对应不同的处理方式。这样的轮询调度无法保证一次调

度过程获取到正确的业务数据，会极大的消耗系统资源。

鉴于上述问题，本项目中提出了一种任务调度处理方法及装置，可更加准确的得到每次任务调度时对应的业务数据，在一次调度的情况下能够保证具有前置依赖性的任务能够顺序统一执行，避免多次轮询，提高了执行效率和成功率，并极大的降低了系统资源的消耗。

○大数据分析：一种有向图绘制方法及化工物料规划方法

BOM 树广泛的应用在工业生产以及各种 ERP，SAP 等生产管理工具中。树结构虽然能比较直观的展示 物料，中间产物，成品的关系；但是树结构 BOM 对化工等领域中存在的，中间产物在多个 BOM 中使用，中间产物在同一 BOM 中多级多次使用，中间产物作为商品出售，中间产物采购补充，等场景下存在一些缺陷。



一种基于化工类工厂的新的 BOM 结构以及期生成，转换，以及运用的方法。包括以下步骤：1. 将传统的树结构 BOM 传入系统，系统将根据 BOM 信息生成新的工厂范围内的有向图结构 BOM。2. 收集销售系统内历史销售订单，采购系统内采购订单，货物运输信息，库存信息，工厂产能，商品保质期等信息。3. 以序图结构 BOM 为基础，校验各个物料，中间品 是否能满足生产需求，并能根据一定规则进行动态修改调整。解决化工类工厂制定修改 销售计划，采购计划，生产计划，库存计划时物料，中间品大多只能靠人工经验校验调整，调整不够精确，需要多次复查的问题。

○大数据应用：销期提前或滞后的预测修正

以六国化工为例的农副产品等，除去销售方式会和自然年有关，其需求也会和农历年息息相关。生产周期受到天候的影响因此其逐年的周期性需求会在自然年上产生一定程度的平移。

不仅如此，在很多有指标要求的零售行业中，销售状况在或大或小的周期上，整体处于稳定增长的趋势。但是在周期内可能会出现周期的平移的现象。

本发明改变了传统时间序列预测，对发生销售转移之后销量的预测结果，提高预测准确率和鲁棒性，帮助生产计划合理实施。

○4 大数据展示：一种高复用、多方式的 table 单元格编辑的方法及组件

目前，表格是由多个单元格组成的表，已经成为人们日常办公生活的一部分，可以提供输入输出以及显示等编辑功能。

相关技术中，每需要实现一种编辑功能，在软件开发过程中需要重新开发对应功能的编辑组件，导致开发过程较为繁琐，开发效率较低。尤其是在大数据场景下，交互的方便性更为重要。

本项目中创建了一种生成单元格编辑组件的方法、装置、介质及计算机设备，包括：创建单元格公用编辑组件；获取单元格的多种编辑方式及每种编辑方式下单元格的渲染参数；根据各编辑方式及渲染参数在单元格公用编辑组件中创建对应的编辑控件；在单元格公用编辑组件中创建各编辑控件对应的交互策略；将具有各编辑控件及交互策略的单元格公用编辑组件集成到表格组件中；如此，在软件开发过程中，可在同一个单元格公用编辑组件中创建不同编辑方式对应的编辑控件，后续需要实现其他编辑功能时，直接在单元格公用编辑组件中添加新的编辑控件，无需重新编写大量的重复代码，简化单元格编辑组件的开发过程，提高开发效率；提高单元格公用编辑组件的复用率。

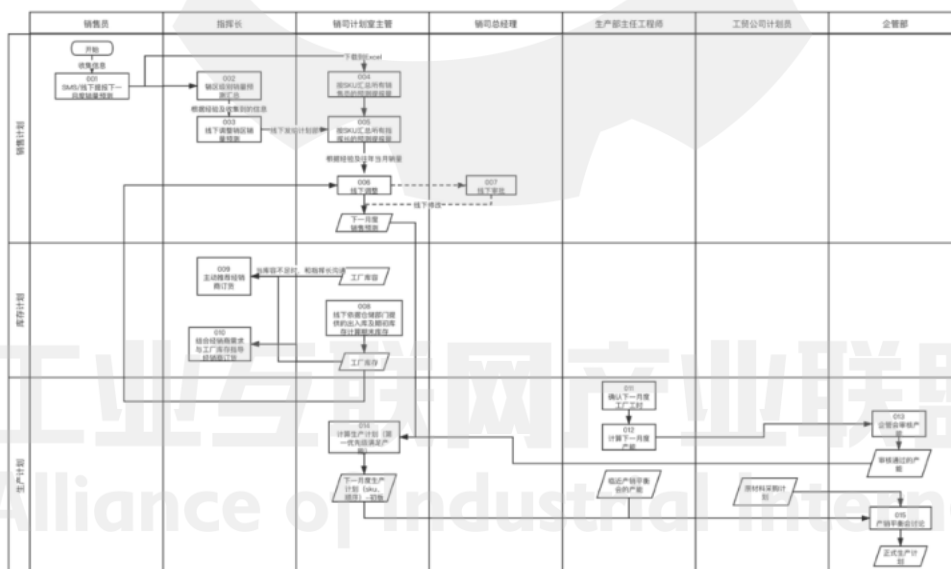
3. 数字化供应链各业务环节现状（如计划、开发、采购、制造、流通、逆向等环节具体现状）

六国化工在实施本案例之前的计划流程为下图：



涉及多部门间的计划信息流转：销售部、生产部、企管部、采购部、财务部，全都在线下沟通流转，费时费力，且容易遗漏信息。各部门先制定自己部门的计划，制定计划的方式主要依靠人工经验，缺少数据量化支持，后续调整幅度大、频次高，难以实现指导企业运营、供应链运营的作用。各部门的计划制定完成后会召开计划平衡会，各部门高管共同协商下个月的计划。但由于计划是串行制定的，没有办法联动变化，没有办法实时协同。

具体制定计划流程如下图及表格：



	流程步骤	岗位	详细说明	关键表单编码
001	SMS/线下提报下一月度销量预测	销售员	六国化工各销区销售员在 SMS 系统中提报下一月度销量预测计划。提报时间在每月 15~20 号。	

002	销区级别销量预测汇总	指挥长	各销区指挥长线下收集或者 SMS 上下载销售员提报的销量预测计划，并按 sku、销区汇总	销售员月度销量预测计划
003	线下调整销区销量预测	指挥长	依据经验调整 sku 各负责销区的销量预测计划，并线下发给计划室	
004	按 SKU 汇总所有销售员的预测提报量	销司计划室主管	计划室主管在 SMS 上下载销售员提报的销量预测计划导出成 Excel 格式，并在该 Excel 上计算按 sku 汇总的销量预测计划	销售员月度销量预测计划
005	按 SKU 汇总所有指挥长的预测提报量	销司计划室主管	计划室主管收集所有指挥长到 sku、销区的销量预测计划，统计到上一过程（004）Excel 中，并汇总到 sku	指挥长到 sku、销区的销量预测计划
006	线下调整	销司计划室主管	依据历年各月销量及工厂当前库存调整上一过程（004）Excel 中各 sku 的销量	历年各月销量 工厂库存
007	线下审批	销司总经理	在 SAP 系统中依据包材采购流程操作。	
008	依据仓储部门提供的出入库及期初库存计算期末库存	销司计划室主管	在 SAP 系统中依据采购备料计划编制流程操作。	
009	主动推荐经销商订货	指挥长	以电话催促方式要求相关厂家于规定时间送至厂内。	
010	结合经销商需求与工厂库存指导经销商订货	指挥长	在 SAP 系统中依据包材、葡萄酒原酒领料流程操作	
011	确认下一月度工厂工时	车间主任	在 SAP 查看成品库存及包材报表	

012	计算下一月度产能	车间主任	将周计划分解成具体日计划 EXCEL 报表	
013	计算生产计划(第一优先级满足产能)	销司计划室主管	通过 PORTAL 系统传达至生产计划科	个性化产品生产申请单
014	产销平衡会讨论	企管部	定制中心通过 OA 系统传达至生产计划科	常规产品个性化定制申请单

4. 实施路径等（如预备阶段、迁移阶段方案等）

预备阶段：全流程调研

在此阶段中，杉数与六国化工成立联合项目组，对潜在的营销公司，生产部，企管部等多个部门的用户进行详细调研，并对项目整体范围进行确认。



调研对象

营销公司（计划室&销区总监）
生产部
企管部
财务部
信息中心



销区总监地域范围

西北
华东



产品范围

六国化工旗下所有销售的产品



调研时间

2020.1.15-2.28（现场&远程）



*现场访谈及远程调研的问卷及回复
详见下附件

Microsoft Word 文档

实施阶段：

在实施阶段中，杉数主要经历了 7 个小阶段，最主要的工作集中在设计与开发中，经杉数与六国双方确认蓝图无误，杉数基于自身产品的特性与六国的个性化需求，进行了配置化实施，并进行了多轮的迭代测试，最终确保上线成功



迁移验证阶段:

在上线后，试运行 3 个月期间，服务对象方六国化工下发管理流程配合，杉数科技全程跟踪服务。

四. 服务对象供应链数字化转型的效果（说明转型后的实施效果，最好有数据说明，以下任选 2-4 个方面）

1. 供应链管理效率提升（如降低成本、提高时效、提升柔性等效果）

量化 KPI 为:

- 1) 基于机器学习的销量预测，将六国的销售预测满足度从 87%提升至 95%
- 2) 结余库存水平平均下降 0.5 个月的月销量
- 3) 企业各部门间协同效率增强 20%。制定需求计划、生产计划人力投入时间缩短 50%以上

量化收益

通过产销协同系统，能够在旺季快速的反应市场需求的变化并做出相应的分销与生产计划的改变，从而提升响应市场速度，从试运行的 3 个月数据统计下来，客户的订单平均满足率提升 5%。

客户订单平均满足率的提高将带来销售量的提高、市场份额的提升。以化工企业产品平均价格来看，提高销售量 5%，那么提高的收入为：近半年经销商的

销量提报共计 321, 374 吨, 每吨单价均值为¥2, 000, 即收入提高为:

$$321, 374 * ¥2, 000 * 0.05 = ¥32, 137, 400$$

若利润为 10%, 则增加利润为

$$¥32, 137, 400 * 10\% = ¥3, 213, 740$$

通过产销协同系统, 实现在正确的时间、地点生产正确的产品送到正确的仓库(航母仓/大经销商仓库), 从而提高库存周转率 10%, 并降低因存放在错误的地方而产生的调拨运输费用 5%; 总体上降低经销商 20% 库存积压, 预计节省仓储成本 2000 万——六国在近半年发给经销商的共计 581, 020 吨, 近半年经销商的销量提报共计 321, 374 吨。不考虑经销商原有库存的情况下, 经销商近半年积压库存约为 25 万吨, 实际情况下(考虑经销商原有库存)积压库存不小于 25 万吨。保守估计全国经销商总积压库存为 30 万吨, 假设降低 10% 的积压库存也就是 3 万吨, 按照六国的仓储成本数据, 按照每吨 500 元(根据 2019 年的经销商寄存仓储成本表统计)的存储成本, 单独在仓储成本降低这一项就可以有¥1500 万的成本缩减。

通过产销协同系统, 打通营销、生产、工贸、企管等部门信息, 将线下协调转换为线上数据共享, 从而提升部门间协同效率 20%。减少加班: 过多的加班会严重的降低生产率, 还会造成过多的库存。通过产销协同, 可以制定考虑产能、物料的需求计划, 从而减少加班。经验表明, 加班时间可以减少 50%~90%。

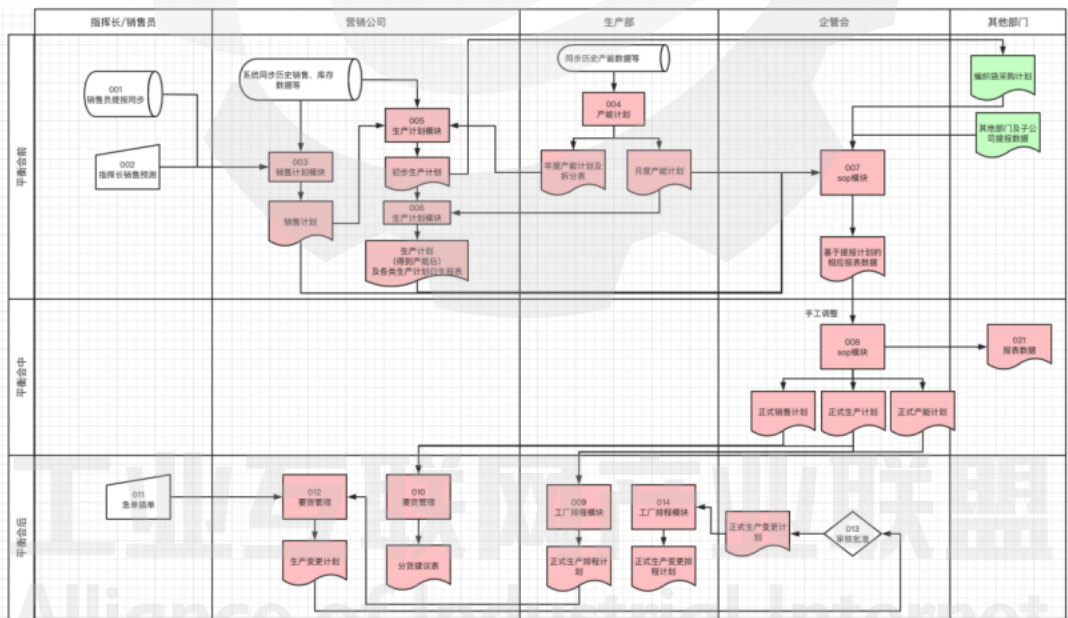
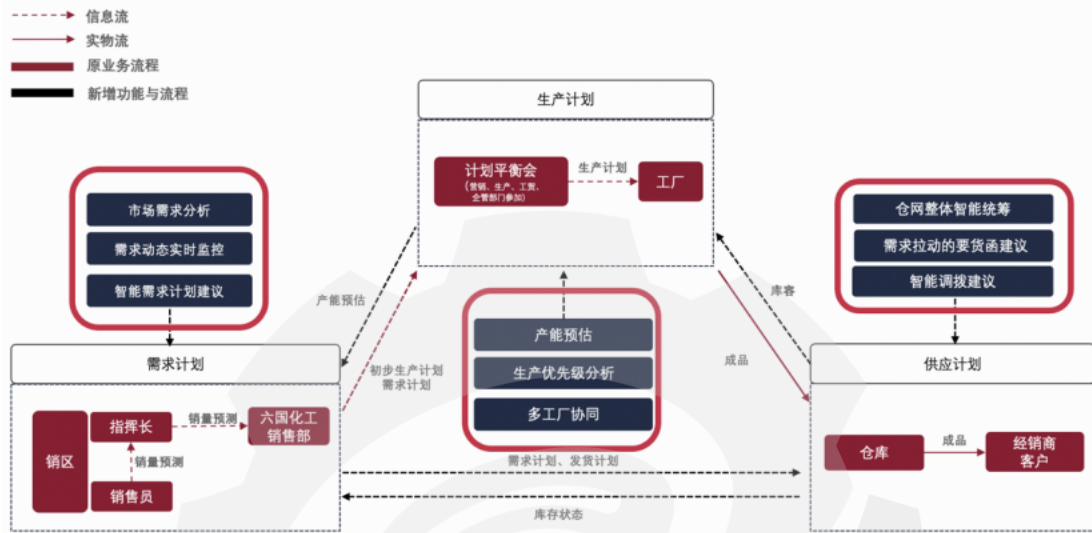
2. 供应链抗风险韧性提升(具体阐述服务对象面临的供应链风险, 采取哪些措施、何种数字化技术, 应对疫情冲击、政治地缘风险、外部不可控因素等挑战及效果)

3. 供应链流程优化(如可视透明、智能作业、预测性维护等效果)

4. 商业模式创新(如服务化延伸、规模化定制等效果)

协同的供应链管理模式

杉数产销协同优化引擎为六国化工供应链流程赋能



步骤	流程步骤	岗位	详细说明	输入	输出
001	SMS/ 线下提报 下一月度销量 预测	销售员	六国化工各销区销售员在 SMS 系统中提报下一月度销 量预测计划。提报时间在每 月 15~20 号。		销售员下月销量 提报

002	销区级别销量 预测汇总及修 改	指挥长	各销区指挥长线下收集或者 SMS 上下载销售员提报的销 量预测计划，并按 SKU、销区 汇总，修改后输出销区的销 量预测提报	销售员下月 销量提报	指挥长下月销量 提报
003	确定正式销售 计划	营 销 公 司	营销公司通过对比指挥长、 销售员以及往年同期月度销 售数据，结合系统给出的销 量预测，得出正式销售计划	销售员下月销 量提报； 指挥长下月销 量提报； 历史销售数 据；	正式销售计划
004	确定产能年计 划及产能月计 划	生产部	算法根据往年的产能数据， 计算出产能年计划（1 次/ 年），产能月计划（1 次/月）， 生产部进行修改确定	历史产能数 据；	年度产能计划； 月度产能计划
005	确定初版生产 计划（考虑全年 产能计划）	营 销 公 司	根据正式销售计划和去年底 的全年产能计划，系统给出 经过产能补齐后的初步生产 计划，营销公司进行调整后 用于编织袋采购计划	正式销售计 划； 库存数据； 全年产能年计 划； BOM 数据； 生产规则数 据；	初版生产计划； 编织袋采购计划
006	确定 S&OP 会前 正式生产计划 （考虑最新下 月产能计划）	营 销 公 司	营销公司根据生产部给出的 最新下月产能计划，修正生 产计划	初版生产计 划； 下月产能计划	S&OP 会前正式生 产计划

007	S&OP 计算指标	企管会	企管会根据各部门提交的数据进行计算各类指标，以供会上讨论	月度产能计划； 生产计划； 销售计划； 采购计划； 其他部门提报数据	各类报表数据
008	平衡会	企管会	根据企管会在 sop 模块上进行的指标计算进行讨论决定正式计划	月度产能计划； 生产计划； 销售计划； 采购计划； 其他部门提报数据； 各类报表数据	正式月度产能计划； 正式生产计划； 正式销售计划； 正式采购计划； 各类报表数据
009	排程	生产部	根据正式生产计划及正式月度产能计划进行生产排程	正式月度产能计划； 正式生产计划	正式生产排程计划

010	要货管理	营销公司	根据实时库存数据，结合历史销售明细，以及经销商及其对应厂外仓或工厂的信息，系统计算出各个销区的库存分货建议	正式生产计划； 正式销售计划； 历史销售明细； 库存数据； 经销商信息 发货明细	实时库存的厂外库分货建议 实时库存的经销商分货建议
011	急单插单	销售员 / 指挥长	发现市场的需求缺口，对工厂方进行急单插单提报		急单插单 sku 的数量及时间
012	急单插单演算	营销公司	根据销售方给予的急单数据，结合最新的生产计划，生成生产变更计划	急单插单 sku 的数量及时间	生产变更计划
013	急单插单审核	企管部	决策生产变更计划	生产变更计划	正式生产变更计划
014	生产变更计划实施	生产部	根据企管部签发的生产变更计划运用算法进行重新排程	正式生产变更计划	正式生产排程变更计划

五、服务对象供应链数字化转型的创新点

应用模式创新：

1、数字化转型推进了六国化工在商业模式上的创新

为六国化工营销模式的转型（由驻点直销转为买断）奠定了基础，也通过产销协同系统的算法辅助工具（分货管理）促进了此次转型的进程。

2、基于本项目致力于提升六国化工的供应链管理能力和提升供应链网络的各个重点节点管理效率，以先进的运筹学优化思想与成熟模型来提升供应链网络的各个重点节点管理效率，以领先的杉数自主研发的规划求解器来帮助六国化工提升生产计划能力，并统筹管理物流供应网络、辅助产品预测销量，与 SAP ERP 及 SMS 对接，优化需求计划、优化补货及库存策略、优化生产计划、实现产销协同模拟，以应对产品需求多样性的市场，实现提升产销协同能力、提高市场响应速度即敏捷性、提高投入产出比、提升精细化管理能力。

项目从需求计划入手，基于历史订单销量、成品产品信息、产品间关系、全国销售区域信息以及内外部影响因素等输入数据，结合化肥根据地理位置需要因地制宜进行预测的理解，以及新品投放、促销事件等特殊事件的考虑，建立 AI 机器学习模型和传统时间序列模型，对各品类月度销量进行预测。输出按照销区、时节、产品品类维度的需求计划结果，将需求占比预估进一步细化到成品产品维度，并提供需求动态监控预警和多维度分析。

基于 AI 的需求计划，项目进一步为六国化工打造库存的全局优化。结合库存信息、仓库信息、成品产品信息、替代关系、经销商层级信息、补货规则、调拨规则、成本数据、物流资源等输入数据，建立库存策略优化模型，平衡服务满足率和库存周转率，得到针对成品的安全库存水平，厂仓间以及仓到经销商的补货计划、仓储计划，以及各层级库存健康状态监控与 KPI 报表。

生产方面，项目协助六国化工量化现有生产限制：生产难度、废料产生情况、每套装置最小生产量等，将提报的下个月的销量预测分配到每个工厂每月，并使用杉数自主研发的数学规划求解器制定成本最优&实际产量最匹配下的产品生产计划。

为了寻找供应与需求之间的最佳平衡点，项目设计了一个决策辅助-产销协同模拟引擎，计算每一种信息每一个场景的 KPI 表现及对应的需求、供应、生产计划。产销协同模拟引擎将不同产品类型的预测需求与预估的产能、物料到货时间相对应，在综合考虑产能限制、生产提前期、生产优先级等限制条件下，由算法自动输出自定义战略目标（如总成本最低、产量最大、库存最少）的生产计划方案。

技术创新点：

大数据数据处理：一种强依赖、可分租的任务高容错处理方法及装置

大数据分析：一种有向图绘制方法及化工物料规划方法

大数据展示：一种高复用、多方式的 table 单元格编辑的方法及组件

算法创新点：

销期提前或滞后的预测修正

六. 未来发展机遇与挑战

经过初步调研和产业界从业专家咨询，了解到目前该解决方案的推广存在以下潜在困难：

1、六国各子公司或化工行业的数字化信息化水平参差不齐。由于产销协同系统的基础依赖企业大量的销售数据、产品主数据等，数据的维护和数据之间的校验

存在大量处理工作。尤其是销售计划模块，需要历史销量数据支持。

解决途径-销售计划可以按现有线下方式作为产销协同系统的输入。

目前化工企业各子公司都在计划或已经在基础系统（SAP、SMS）实施中，从计划制定权责情况调研看整体的子公司推广可行，预计在该项目三期中开始展开相应的子公司推广工作。

2、S&OP 模块（协同模拟模块）的定制化程度稍高，存在大量人工经验和现场处置能力，行业里存在大量的特殊业务场景和企业要求，难以直接以一条标准准绳加以判断和定级。

解决途径-销售计划可以按现有线下方式作为产销协同系统的输入。

协同模拟模块的基础逻辑是适用于各行业企业的，主要的问题是供此企业运营管理的数据库是否完备以及领导层做此创新的决心。数字化转型是一把手工程，本解决方案为此工程提供最复杂的运营决策辅助。

下一步项目建设主要内容：

o 算法赋能的下一步

1、厂外库智能选址

现状：原 10 个厂外库（航母仓）

改变：从基于历史或经验的厂外库选址模式转变为基于历史销售数据及模型的全局优化的厂外库选址

利益点：订单满足时效保证的前提下降低运输距离及运输成本

2、智能调拨

现状：无调拨

改变：厂外库级别的需求调拨

利益点：降低库存冗余，降低积压可能，提升库存宽度，提升服务满足率

3、多工厂排产

现状：计划员手动分厂

改变：基于产能利用及原材料利用的最大化、总运营成本（生产成本+运输成本等）下的分工厂排产

利益点：提升产能利用率，提升原材料利用率，提高企业利润率

推广的下一步：

目前化工企业的系统覆盖为六国本部及国星化工，之后会推广到中元化工，氮肥厂，再到各子公司。行业内的推广在铜陵市的其他化工厂-安纳达、洁雅、有色等。类似企业的推广目前调研过的有：高露洁、高贝斯等。

项目实施预期目标：

增强化工企业的智能供应链管理能力。

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