



四川省大数据产业联合会
Sichuan Big Data Industry Federation

2024

四川省大数据产业调研 课题成果汇编

四川省大数据产业联合会
2024 年 12 月

序 言

从事大数据产业推进工作已有七年有余，我始终希望通过联合会搭建一个对政府有助益、对企业有帮助、对社会有价值的平台，凝聚更多专家和企业资源，共同助力四川省大数据产业的发展与繁荣。

2024年是联合会第二届理事会的第二个年头，也是我们逐步进入产业深耕和领域细分阶段的一年。今年，我们将目光聚焦于制造业这一四川省经济发展的重要领域，希望借助大数据技术，探索数字化转型与智能化升级的实践路径。

年初，联合会继续秉承“高标准、严要求”的原则，完善专家委员会的机制，同时进一步优化调研课题政策。我们希望通过实际行动，将专家的智慧、经验与力量凝聚在一起，为制造业的智能化升级与数字化转型提供全新的视角和深度思考。今年的调研课题政策一经发布，便得到了专家们的热烈响应。经过申报与遴选，最终确定了十九个课题，并组织了专家团队进行深入调研与撰写。这些课题不仅涵盖了制造业领域的热点与痛点，也结合了大数据技术在行业中的实际应用需求，为产业发展提供了高价值的参考与建议。

《四川省大数据产业调研课题成果汇编（2024）》正是我们这一年工作成果的集中体现。本汇编以专业视角、实证研究和前瞻性思考为依托，对制造业数字化转型中的关键问题进行了剖析与探讨。我们希望，这本汇编不仅为政府决策提供科学依据，为会员企业提供发展参考与战略指导，也能为大数据产业的发展方向指明道路，为制造业的高质量发展注入新的动力。

在此，我谨代表四川省大数据产业联合会，向长期关心和支持我们工作的相关政府部门、行业协会及企事业单位表示由衷的感谢！同时，向积极参与本次调研课题的专家学者致以崇高的敬意，你们的专业精神与付出为联合会注入了新的活力，为四川省大数据产业的技术创新与产业进步贡献了重要力量。

四川省大数据产业联合会常务副会长、秘书长 朱小军

目录

制造业调研课题	1
关于场景创新加快实施新质生产力，拉动我省算力基础设施升级的建议 .	2
关于构建我省工业数据安全治理框架及制度的建议	11
关于夯实算力基础设施，加快双万兆赋能工业互联网的相关建议	22
白酒基酒行业智改数转报告	34
人工智能赋能我省制造业高质量发展的路径研究	39
关于推动我省激光制造业智能化改造以提质增效的相关建议	58
关于加快推动四川省人工智能产业高质量发展的若干建议	68
关于建立未来数字工厂以加速我省制造业智能化改造数字化转型的若干建 议	74
大数据载体平台应用于我省装备制造业以推动智改数转进程的相关建议	88
关于新型制造业智慧城市融合体系建设加速我省制造业“智改数转”的若干 建议	95
调研课题	100
四川省产业数据资产化路径研究	101
关于知识图谱技术应用于成渝双城经济圈文旅场景以提质乡村振兴的相关 建议	118
关于加快推动四川预制菜产业高质量发展的若干建议	152
数据资产入表的技术支撑体系研究	162
关于人工智能应用于生物医药场景以提质增效的相关建议	176
关于助推创业型企业抢抓 AIGC 发展机遇的相关建议	183
关于加快提升工业互联网人才培养质量，助力我省制造业“智改数转”的建 议	188
关于建立“医疗健康 X 数据要素”AI 应用体系促进企业数字生态集群转型 发展的建议	195
四川省农机制造业发展现状研究与建议	200

制造业调研课题

课题一

关于场景创新加快实施新质生产力，拉动我省算力基础设施升级的建议

阳丹、唐博、四川省川数国信科技有限责任公司

2024 年，全球宏观经济仍然面临贸易保护主义、地缘冲突、全球产业链的转型等变化。在科技层面，以 AI 技术为代表的数字技术飞速发展，从众多大语言模型的不断涌现，到应用层生态的百花齐放，生成式人工智能（AIGC）作为一种新型的生产力工具，正在与医疗、教育、工业、金融等行业场景快速融合，推动科技投资和经济增长。

本建议从工业制造维度进行阐述。工业应用场景牵引数据、数据赋能 AI、AI 和数据为完成场景提出算力需求、算力提升满足场景运算、达成 AI 支撑场景和企业业务提升；在持续支持企业逐步实现智能制造的同时，完成算力基础设施的升级。

中国的制造业态是制造、自动化制造、数字化制造并存，部分大中型企业进入到类数字化制造阶段，正进行数据积累、嫁接场景的数据治理，完成数字化制造；并开始场景牵引，进行智能制造探索。

AI 特别是 AIGC 作为新型的生产力工具，正快速与制造业融合，但 AI 对于一间具体的企业存在数据获取、积累、数据规范、场景积累与训练的限制，且需要时间。这阻碍了 AI 技术在制造业的推广应用。

数据要素的规范性、流通性能有效帮助企业获取大量数据，快速训练基于场景的模型，推进企业智能化转型。同时，智能制造对 AI 技术的应用，在使用原有数据的同时，会生成新的更多的高质量数据，从而有效拉动数据要素的发展，衍生数据要素新业态。

基于场景的数据积累与模型训练，为企业数字化转型提供了动力，同时对算力提出了基于场景的有效需求，拉动我省算力基础设施的合理配置与升级。

一、背景与意义

基于上述环境，在降本增效、创新促增长的目标下，企业如何进行数字化转型的投入来助力 2024 年的业务布局，通过数据质量的提升实现业务聚焦和业务创新来保持企业具有持续的竞争力，企业的 IT 能力能否为当前及未来业务提供有效支撑，成为企业在 2024 年必须考虑的问题。

数字化转型本质上是通过数字化、网络化、智能化，以业务场景为驱动实现数实融合，敏捷地为业务创新提供跨组织、跨部门的端到端数据流，在“数据+算力+算法”中化解复杂系统的不确定性，实现资源优化配置、业务创新。

从数字化转型的内涵来看，数字化将事物解构为 0 和 1 的数字信息进行采集、传递和重组，通过颗粒化解构和智慧化重组，人类在数字世界里第一次实现了以上帝视角对事物的创造。“数据+算法+算力”使人类从试验创新跃升为模拟创新，人类社会进入全新时代。

数字化是为业务场景提供实时、按需、在线、自助、社交化（ROADS）的数据支持。打破职能边界、驱动创新、服务于场景是对数字化转型的根本要求。如在滴滴出行场景中，通过数字化使数据在服务受理、车辆调度、设计（路线规划）财务、风控、售后等多个职能自动流转，实现 3000 万单/日的业务自动运营。

从滴滴出行的场景来看，业务的实现依靠基于业务的数据资源和基于数据的模型算法与算力实施支撑，并在用户可接受的时延内完成需求判定、最佳解决方案的运算、指令下达、指令执行的系列动作，完成业务的数字化，并通过高效使用数据资源和算力实现业务的高并发、高响应与高精度。

因此，在场景真实可信的前提下，基于场景的数据、算法、算力是支撑企业数字化转型、转型中迭代创新的要素支撑。

二、智能制造场景与数据

企业的数字化转型，大体遵循以下五个步骤：

从需求出发，根据企业所处行业特点，以企业业务发展核心需求为引擎进行数字化转型，避免失去方向，盲目转型；需要根据实际情况和阶段性目标，明确要求，从核心需求的某一节点入手实施。

对场景切入，根据核心需求和切入点，寻找并创新单个场景，实施转型切入，过程中寻求局部最优方案（包括业务流程再造）；逐个突破业务重要节点，打通企业核心需求的业务价值链。

用数据支撑，基于场景，注重数据的积累、规范与质量，以数据支撑转型过程和动作、支撑转型中的业务运营和管理决策。

以技术迭代，面向用户需求、解决实际应用，开展场景式研发与数据模型创新，逆向牵引技术迭代；技术与业务融合迭代驱动企业进入到网络式生态化协同创新模式，引领技术迭代。

按螺旋前进，前进路径是近似于螺旋的曲线，从起点出发，经过不断试错和发展，又回到起点。获得极大丰富和提高的数字化转型的曲折过程，是一条只有起点没有终点的征途。



图 1 企业数字化转型需求模型

在此转型需求模型下，以研发、制造、质量为例，基于业务需求，梳理出以下可能的场景：

方向	场景	场景示例性描述
产品研发	客户需求及产品规划	企业基于情报类系统对电商销售数据、用户数据进行挖掘分析，把握市场当前流行趋势、体验趋势，进行市场、产品规划
	产品三维模	装备制造、机械零部件、非标自动化类的企业可基于本

	型设计	地/云化 CAD 软件开展产品三维模型绘制与生产图纸转化，提高模型绘制效率与准确性水平
	产品开发仿真	根据开发方案，企业基于本地/云化 CAE 软件开展产品的物理仿真，优化产品设计参数，实现基于计算而非试验的产品开发
	产品全生命周期管理	企业基于 PDM/PLM 等工业软件开展基于开发节点控制及产品、精密电子化工配方等产品数据、图纸、文档等数据知识的管理
	产品设计方案可制造性分析	如 PCB 等电子信息制造企业可利用本地/云化 DFM（可制造性）软件对设计文件进行可制造性检查，提前发现阻碍制造或提高生产成本的潜在因素，并修正产品设计方案
	工艺数字化管理	如对复杂零部件、消费电子等工艺较为复杂行业的企业，基于云 PDM/PLM 等软件建设和丰满工艺方案数据库，加强对工艺文件的标准化管理，提升工艺复用率与工装设计效率
计划调度	数字化排产与优化	基于本地/云化 ERP 实现生产订单到生产计划的自动转化，转变传统单纯依靠电子表格的人工制定生产计划方式；基于 MES、APS 等软件实现更加精细、短周期的生产计划制定
	现场透明化管理	利用工单填报类 SAAS 软件，布局相关现场传感器，采集现场的生产进度、产品质量和资源使用情况等信息。基于云 MES 系统平台对生产过程进行精细化的透明管理，及时控制制造波动
生产作业	基于设备、装置、产线升级的生产作业	根据业务发展需要，如对机床、化工装置、窑炉等进行升级改造，进一步提高设备、装置、产线自动化程度水平，提升制造效率和产品一致性
	基于智能装备的生产作业	如在产品制造关键过程，部署自动上料、位移、焊接等系列机器人，提高相关辅助环节的自动化水平，降低人

	业	员成本
	基于非标自动化的生产作业	对于如小直径阀门装配、电子零部件装配、食品饮料包装、机加工上下料等部分工艺环节，企业可基于定制的非标自动化设备、产线等开展一定程度的自动化生产
	基于专用设备的自动化生产	如纺织服装企业部署并条机、精梳机，电子信息企业部署全自动数控点焊机等专用设备，提升特定工艺环节的自动化水平
	规范化作业指导	如涉及化工投料、原料药生产、电气设备装配等操作相对复杂，要求较高工艺的企业，可基于生产管控系统下发数字化操作指导，或利用条码系统指引员工进行生产操作，避免操作错误导致安全、质量问题
质量	质量外观检测	如精密零部件、电子信息等质量要求较高行业中，可利用三坐标仪、AOI 视觉识别等设备系统开展零部件的外观形态检测
	质量性能检测	如在建材、化工、新材料、电子信息等行业中，通过部署应用各类专业化的科学分析检测仪器对原材料、产品的各类型物理化学性质进行性能测试
	质量控制协同	如原料药、中成药等特殊行业，可通过部署质量管控系统，根据设定好的顺序储存管理全流程检化验数据，提高质检标准化程度，满足行业规范
	质量数据分析	通过部署本地/云化 QMS 等软件对产品检测检验数据进行趋势分析，帮助业务人员锁定导致质量问题的具体环节
	产品质量追溯	如在化肥、食品、机械零部件、医疗设备等企业，通过部署条码系统开展多阶段/多层级质量数据的信息追溯，满足市场及行业监管相关要求

表 1 对应企业数字化转型需求模型下的场景

从以上业务场景可以发现，数据伴随业务流而流动，是企业数字化制造/智能制造的血液。从上游的数据供给、中游的数据流通和下游的数据使用，涉及数

据价值链上数据生成与采集、数据存储与管理、数据治理与加工、数据分析与挖掘、数据应用与服务、数据安全与隐私保护。同时，在确定的场景下，数据量供给的充沛，能快速有效开展对 AI 模型的训练，支撑制造过程的智能化，提升企业对过程管控、调度的颗粒度，达到制造敏捷、柔性的要求，满足大规模定制的制造趋势。

当然，企业是否、何时以及切入什么场景，取决于企业机构的竞争环境、业务目标和当前的发展水平。只有能够帮助企业实现业务目标，才能真正创造价值。

三、人工智能与数据要素

随着人工智能技术的高速发展，通用人工智能（AGI）技术快速普及，生成式人工智能（AIGC）应用如火如荼。人工智能的演进对数据的依赖与日俱增，正从“以模型为中心”向“以数据为中心”的 AI 范式转变。而数据要素市场化配置改革是重要驱动力，通过促进更大规模、更高质量、更多样化数据集的供给和流通，提升人工智能模型效果和泛化能力。

在 AGI 时代，大语言模型的训练和推理过程对数据的需求，正从同构单一的结构化数据，向异构多样的非结构化数据扩展，包括文本、问答对、音视频和图像等。另一方面，AI 模型需要深入学习和理解数据间的关系。因此数据治理与加工过程还需要关注数据关系的维护和挖掘，构建数据资产图谱。同时，人工智能应用的使用，会产生更多有价值的数据，进一步丰富数据要素。因此，人工智能与数据要素相辅相成，形成不断演进迭代的价值闭环。

互联网公开数据是目前大模型训练和推理的主要数据来源，然而这些数据受到的限制越来越多。研究发现，线上常用数据集中的高质量数据有 25% 受到了限制，多达 45% 的 C4 数据集受服务条款限制。随着可获得的线上数据资源减少，企业参与数据要素市场和构建合规高效的数据流通体系，作为数据来源的有效补充，将成为企业发展和应用人工智能技术的必然选择。

人工智能技术赋能产业发展，可以优化生产效率、提升产品质量、预测产品销售预测等。但是，工业制造企业的数据存在多源、异构、分散等特点，AI 应用需要的设备状态、生产工艺、质量管控、销售订单等方面数据供给能力普遍不足，涉及跨企业数据的持续供给则更难保障：一是企业存在对数据共享导致商业秘密和技术秘密泄漏的担忧；二是这些数据采集、存储和加工处理都需要附加的

工具、系统和专业知识的，不但有技术成本增加，还提升了管理复杂度，企业往往动力不足；三是人工智能应用基于场景，高度定制，需要大量持续投入的模型训练调优工作，且见效周期长，导致推广应用阻力大。

因此，引入数据流通交易机制，大部分问题都可以迎刃而解。通过安全可信的数据流通利用的基础设施，促进数据资产化和流通使用，打通数据要素价值链，不但支撑 AI 训练，还可提升市场化协作效率。实体企业持有的数据资源，可由外部数据加工利用的专业企业，完成模型训练和持续调优等工作，以人工智能应用的形式反向赋能数据资源持有企业，并形成数商企业群。

人工智能应用发展离不开数据，数据要素的流通利用可以激发模式创新，加强专业分工与协作降低总成本，促进人工智能在实体企业应用更好地发挥价值。

四、人工智能与算力基础设施

数字生产力和生产关系的跃升循序渐进，数字经济发展经历了信息、网络 and 平台经济三个发展阶段，当前正进入智能发展新阶段。这需要一个“高速泛在、天地一体、云网融合、智能敏捷、绿色低碳、安全可控”的智能化综合性算力网络基础设施进行有效支撑。

在算力分布方面，据中国信通院测算，目前我国基础算力占总算力的 47%，提供人工智能应用所需算力服务、数据服务和算法服务的智能算力占比超过 50%，超算算力不足 3%；在物理位置分布方面，数据中心布局呈现“东密西疏、东多西少”的特点，但总体趋向均衡。京津冀、长三角、粤港澳大湾区、成渝双城经济圈等区域，算力发展水平较高。信通院《中国算力发展指数白皮书（2023）》数据显示，广东、北京、上海等地算力发展指数处于第一梯队。

四川“东数西算”枢纽节点建设是全国一体化大数据中心协同创新体系建设的重要组成部分，作为承担“东数”“西算”双重任务的关键节点，其发展具有特殊性。据《四川省算力应用蓝皮书》，截至 2023 年 6 月，全省 100 个标准机架以上的数据中心项目已投产 66 个，装机规模达 21.2 万架。从算力规模来看，通过对全省已投产数据中心开展现有算力规模统计，全省用于存储的标准机架共 4.2 万架、总存储规模 2.925EB，可用算力容量约 5500PFLOPS，全省算力总规模发展迅速。

目前，四川省的算力发展指数在全国排名第七，根据省发展改革委统计数据，

截至2023年7月，全省算力规模约为10EFlops，其中智能算力占比约为10%，主要分布在成都及周边地区。智算尚有较大发展空间。

因此，从工业制造维度看，这需要我们不断创新工业企业的应用场景，同时大力发展数据要素产业，增加基于场景的有效数据供给，为同样基于场景的人工智能提供数据供给，向算力提出有效需求，拉动四川算力基础设施的平衡布局、有效发展。

五、建议

（一）场景创新建议

根据数年来工信部积累的工业互联网及企业数字化转型的征集案例而形成的海量标杆示范，其覆盖从场景、车间、工厂到企业多层级，具有很高的借鉴推广价值。建议组织专班进行研究，归纳，形成可借鉴的系统化、多层级、有逻辑的场景集，提升四川工业制造企业的数字化和智能化素养。同时，通过在川内组织场景应用大赛，发展基于四川企业的应用场景，不断丰富具有四川工业制造企业特色、与四川实际情况匹配的数字化、智能化应用场景。

（二）数据要素建议

重点培育实体产业数据要素市场，建议出台相关政策，持续鼓励实体企业特别是工业制造企业，在保护商业秘密和技术秘密，以及保障数据安全合规的前提下，加强数据流通共享使用。推动数据流通利用基础设施服务网络建设，鼓励企业和公共服务机构建立支持分类分级数据目录、统一数据标识与行业数据字典标准、数据流通使用授权管控体系等功能的基础设施，并通过互联互通互认形成服务网络。促进区域数据供给与数据应用生态建设，通过进一步完善数据要素的收益分配机制，培育熟悉实体产业情况的数据经纪、数据应用研发、数据安全运营等方面的专业机构和人才，促进实体产业的数据要素市场逐步形成，向数据要素全国统一大市场迈出坚实的一步。

（三）AI 建议

在人工智能技术大发展的趋势牵引下，建议鼓励实体产业应用场景的人工智能应用创新，通过技术赋能实体产业数字化转型。同时，通过发展产业智能应用，持续生成并积累更多高价值数据，形成“数据+算法+算力”的人工智能应用发展良性循环。鼓励人工智能应用所需的高质量数据集供给和加工企业，并对接数据

要素市场，通过市场化机制打通人工智能应用和数据供给的商业闭环，发展数据标注、分析挖掘、安全保障等相关专业服务，形成产业良性生态。

（四）算力建议

建议重点发展数据流通和算力调度的平台能力，并与数据流通基础设施融合，占据数据和 AI 产业生态的关键制高点，打造算力基础设施和服务市场化竞争的护城河。逐步引入政府和产业资本，促进算力与产业应用场景结合，特别是工业制造、现代农业、智慧交通、医疗健康、教育文旅、金融服务等行业，争取成为垂直行业“东数西算”的桥头堡，助推算力赋能产业生态发展布局，赋能新质生产力。

课题二

关于构建我省工业数据安全治理框架及制度的建议

苗放、罗莉、范明、易发胜、易勇

摘 要

通过多渠道对我省工业企业数据安全治理的现状进行调研和分析，梳理了我省工业数据面临着数据分散与共享困难、安全风险突出、因数据造成工业质量管控和企业融资难等问题，对造成这些问题的原因进行了初步分析。针对我省工业数据安全应用目前存在的问题，从风险意识、治理认知、合理路径和持续改进几个方面进行了研究，特别对数据产权、数据共享、数据安全、数据利益、数据管理的认知，以及多管齐下、共同治理，数据应用、隔离耦合，全域全量、逻辑汇聚，加密确权、权属授权，资产转化、促进流通的治理路径等进行了分析，最后根据工信部的相关指导并结合我省的具体情况，给出了构建我省数据安全治理框架和制度的政策建议。

一、引言

在数字化时代，工业数据作为工业生产和运营的关键要素，其安全问题日益凸显。政府在保障工业数据安全方面肩负着重要的职责，构建科学合理的治理框架和制度体系对于维护国家经济安全、促进产业升级具有重要意义。2023 年以来，我省制造业在“智能化改造数字化转型”政策推动及引导下，从企业标杆项目打造、中小企业数字化转型，到产业生态构建、拉动投资增长等方面，取得了一系列的进展，也代表着我省工业企业在数字化转型方面取得的成效。但从国家大数据和数字经济发展战略以及数据要素价值发挥的要求来看，在工业企业间数据协同应用场景和数据流通应用过程中，还存在着数据安全保障体系不完善、数据共享能力弱等问题和短板，成为制约工业企业深度数字化转型发展的难点和堵点。为应对日益严峻的工业数据安全挑战，本研究报告旨在深入分析我省工业企业数据要素相关的应用现状与问题，探讨工业数据安全治理体系的技术框架及制度，通过相关理论和实践研究，提出科学合理和具有价值的参考意见和政策建议。

二、我省工业数据安全应用现状和问题分析

在现代工业企业中，数据安全治理至关重要，但面临诸多挑战，包括内部和外部的风险威胁，可能导致企业运营受阻、经济损失和社会风险。通过多渠道调研、数据分析和研究工作，对我省制造业为主的工业数据安全应用现状存在的问题进行了初步梳理和分析。

（一）存在问题

1. 数据分散与共享困难

不同生产环节、设备和系统产生的数据分散在各部门和系统中，难以有效整合与共享，致使生产效率低下，决策缺乏全面数据支持，严重影响企业决策、协作效率 and 创新能力。产业链上下游不同企业间也需要共享数据实现协同工作，而数据跨域流动也成为最大阻碍。

2. 不同部门、不同系统之间的数据不互通，每个部门或系统独立存储其自身数据，形成信息“孤岛”，缺乏统一的平台进行数据整合和共享。例如，生产部门的数据无法与销售部门的数据实时对接，导致市场调研和产品开发周期延长；财务部门难以获取生产成本数据，影响财务分析和决策；数据重复录入；等。

3. 不同权限与访问控制的设置，每个部门或业务单元通常拥有特定的数据集，基于其职能和安全性需求设置了不同的访问权限。不同的部门或人员对同一数据拥有不同的访问权限，难以保证数据的完整性和安全性。例如，生产过程中涉及敏感的配方数据，只有授权人员才能访问，但缺乏有效的监管机制，可能导致数据泄露风险；共享数据时形成障碍，需要协调跨部门的权限调整和数据分享协议等。

4. 不同系统使用不同的数据格式、编码方式和命名规范，导致数据之间无法直接交换和利用。例如，采购部门使用的是条码编号，而仓库管理系统则使用的是唯一的 ID 号，无法实现数据共享；生产过程中使用的单位测量标准可能与设计部门不同，导致误差累积等。

5. 不同来源的数据质量参差不齐，存在重复、错误、遗漏等情况，难以保证数据的可靠性和可信度。例如，来自不同供应商的采购数据格式不统一，存在重复和错误信息，导致采购决策失误等。

（二）数据安全风险突出

制造业涉及大量知识产权和商业机密，如产品设计图纸、工艺流程等。数据在传输和存储过程中容易受到网络攻击和数据泄露的威胁。

1. 数据泄露风险，主要表现在：内部人员误操作、滥用职权、因疏忽大意或出于个人目的故意泄漏敏感信息；制造业中的机器、设备和网络等都可能被攻击，黑客通过网络入侵，窃取制造系统的关键数据如生产流程、产品设计等；系统漏洞导致数据被外部恶意获取，例如通过未授权访问、SQL 注入等攻击手段；数据备份和传输过程中出现安全隐患，导致数据丢失或泄露等。

2. 设备安全威胁，主要表现在：通过互联网连接的设备可能被病毒或蠕虫感染，导致生产中断或数据损失；未经授权的访问可能导致对工厂设施的破坏，直接影响到生产线的正常运行和数据的安全；攻击者破坏企业的信息系统，影响生产线的正常运行，从而导致产量减少或无法生产产品；由于系统维护或数据恢复等原因，制造业中的生产线可能会停顿，从而影响产品的交付时间和质量；工厂物联网设备缺乏安全防护机制，容易被黑客控制，从而引发生产线停摆、设备故障甚至造成物理危害；恶意攻击者利用漏洞获取工业控制系统的控制权限，扰乱生产秩序或破坏设备设施；在发生系统故障或自然灾害时，无法快速、完整地恢复关键数据和生产流程；缺乏有效的应急预案和演练，使得在危机情况下难以迅速采取行动保护数据安全等。

3. 数据完整性与可用性问题的，主要表现在：人为误操作导致关键数据丢失或被篡改，可能影响决策制定、产品质量控制；系统故障、硬件损坏等意外情况导致数据不可恢复，直接影响制造流程的连续性和数据的完整性等。

4. 法规遵从性与合规风险，主要表现在：违反相关法律法规，例如《数据安全法》《个人信息保护法》等，过度收集和处理个人信息的风险增加，可能侵犯隐私导致企业面临罚款、声誉损害甚至刑事责任；供应商的系统安全问题可能波及到整个制造链中的数据安全性；未能满足行业标准和客户要求的安全性，影响合作机会和市场竞争能力；与合作伙伴共享敏感信息时，对方可能因内部管理或技术限制导致泄露，损害了双方的信任关系等。

（三）工业质量管控中的数据问题

1. 质量管理分散孤立，缺乏对质量数据的有效收集、分析和利用，难以准确评估质量状况。

2. 供应商提供的质量数据可能不准确和完整。
3. 不同生产线之间的质量数据难以整合和对比。
4. 生产数据与售后脱钩，导致恶意维保等情况无法查证。

（四）造成企业融资难的数据问题

1. 供应商授信基础数据缺失。
2. 融资供需信息不对称。
3. 交易数据真实性难查验。
4. 数据真实性等问题导致融资难、融资慢。

（五）数据共享和安全问题的一些场景

1. 企业间数据共享问题：数据共享难，使用不受控制，共享管理策略成本高。数据格式不一致，所有权不明确，技术手段不到位等，阻碍数据共享。

2. 安全保障问题：缺少安全可信环境，生产数据对外共享时工业系统过度暴露。数据跨域流通缺乏安全保障，传统连接方式（如 VPN 或 API 直连）存在隐患，如生产内网资源过度暴露风险、容易受到反嗅探攻击、获取非授权数据、共享过程无法及时发现和阻止风险等。

3. 产业链中小企业数据资源匮乏、流通不畅、处理能力不足，难以独立构建完善的数据流通体系。

4. 生产和传输过程中的实时监控数据可能被黑客篡改或破坏，影响能源系统稳定运行。

5. 企业与外部科研机构合作时，敏感信息存在数据泄露风险。

6. 安全生产数据因权限设置不当可能被误操作或滥用。

7. 物流、售后等数据因安全等因素，数据提供方不敢或不愿提供等等。

（六）数据安全应用的典型案例

1. 某电子设备制造企业数据在不同地区和系统之间频繁流动，数据安全管理的难度大，现有技术手段难以满足要求。

2. 某高端装备制造企业对生产过程中核心数据的保密性和完整性要求极高，现有技术手段难以达到要求。

3. 某汽车制造企业积累了大量敏感数据，面临泄露和被篡改的风险，对数据安全应用提出了挑战。

（七）原因分析

1. 技术层面

- （1）基础设施落后，网络安全基础设施薄弱，难以有效抵御外部攻击。
- （2）专业技术人员缺乏，对安全技术理解和应用能力不足。
- （3）系统老旧难以更新，缺乏安全漏洞补丁和防护机制，容易被攻击。
- （4）机器设备连接互联网增加网络暴露，带来更多安全隐患。
- （5）数据量大、复杂性高，难以管理和保护。
- （6）内部员工可能不遵守安全协议，增加了数据安全风险。
- （7）外部恶意行为者的攻击威胁始终存在。
- （8）传统技术手段难以从根本上解决数据共享和安全应用问题。

2. 管理层面

（1）企业对数据安全重视程度不够，缺乏完善的数据安全管理体系，技术防护手段相对薄弱，数据安全意识不足，管理制度和流程不健全，对数据安全治理的认知留在传统管理层面。

（2）数据分类分级不明确，访问控制措施薄弱，安全监测和审计不到位，数据安全责任划分不明确，各个部门之间协作不足，导致安全漏洞难以及时发现和修复。

（3）缺乏安全文化，员工对数据安全缺乏意识，容易出现误操作或泄露敏感信息的情况。

3. 其他层面

（1）法律法规不完善：数据安全相关的法律法规不够健全，导致企业在数据处理和保护方面缺乏明确的指导和约束。

（2）数据隐私问题：随着数据的广泛收集和使用，数据隐私保护成为重要问题，企业需要确保合规处理用户数据。

（3）供应链安全：不仅企业内部数据安全重要，供应链中的数据安全也不容忽视，供应商的数据安全问题可能会影响整个产业链。

（4）新兴技术带来的挑战：如人工智能、物联网等新兴技术的应用，带来了新的数据安全挑战，需要加强相应的安全防护。为了加快推进我省制造业企业的“智转数改”，克服数据共享流通过程中的种种安全问题，应加快构建我省工

业数据安全治理框架和制度。

三、我省工业数据安全治理框架和制度的原则和逻辑

只有开展数据安全治理工作，才能够从根本上改变工业数据所面临的上述各种问题。工业数据安全治理的目标，就是要确保工业数据的保密性、完整性和可用性，保护企业的知识产权和商业机密，维护企业的声誉和竞争力，促进工业数据的合法、安全、有序流动和共享。我省的工业数据安全治理框架和制度，应建立在确保数据安全性、合规性以及业务连续性的基础之上，其基本逻辑可以概括为“风险意识”“治理认知”“合理路径”和“持续改进”几个核心环节。

（一）风险意识

要从安全认识、风险识别、风险影响、管理策略等方面提升数据安全治理的高度。

1. 建立安全文化：增强所有员工对数据安全的认识 and 责任感。定期进行安全风险评估，识别潜在威胁并制定相应的应对措施。

2. 识别风险源：首先需要识别可能对组织数据造成威胁的风险因素，包括内部操作失误、外部网络攻击、物理破坏等。

3. 量化风险：评估每个风险事件的可能性和影响程度（ $\text{概率} \times \text{影响} = \text{风险值}$ ），以便优先级排序。

4. 制定风险管理策略：根据风险评估结果，制定具体的防御措施，例如采用加密技术保护数据安全、实施访问控制机制防止未授权访问。

（二）治理认知

工业数据的安全治理，核心是工业数据在流通共享过程中，始终要确保数据安全，让数据从可以共享、放心共享，到主动共享、积极共享。需要认知和重视数据安全治理的核心要点。

1. 数据产权

数据流通共享首先要解决数据主权、数据产权问题。按照中共中央、国务院印发《关于构建数据基础制度更好发挥数据要素作用的意见》（又称“数据二十条”）的要求，要确定数据资源持有权、数据加工使用权、数据产品运营权，这些不仅要从法律制度层面上有明晰的界定，还要能从技术上、操作上和过程中进行实际的把控，使数据权属的确权、授权以及发挥作用落到实处。

2. 数据共享

不同生产环节、不同设备和系统间、不同部门间、不同上下游企业协同工作间实现数据共享，是提高工业生产效率的基本要求。数据共享不仅涉及到同一领域不同系统间的统一数据标准问题，也涉及到不同领域不同系统间的统一数据访问标准问题。数据的全面全域全量感知、可知、可访、可管、可控、可见，特别是数据的安全和利益保障，都是数据共享所面临的挑战。需要依靠技术手段并配合制度机制，从根本上重视和把握数据共享的全过程。

3. 数据安全

数据安全不同于网络安全、系统安全，它是从数据全生命周期角度保护数据的安全，包含数据的保密性、完整性、机密性、可用性、可控性、可存活性、隐私性等。涉及到数据分类分级、密码技术应用、可靠的基础设施、数据访问管控、极端条件下数据的生存能力、合法合规使用等，以及相适配的管理策略及制度等。

4. 数据利益

数据利益是指工业数据经流通为其他企业或部门共享后，对数据所有者的权益保障。这是数据治理的重要方面，是在数据确权、数据共享和数据安全基础上，针对数据流通、共享、应用以及价值体现所产生的利益的价值评估以及利益分配办法，涉及到相关的政策制定以及技术支撑。

5. 数据管理

工业数据涉及大量纷繁复杂的各种类型的数据，不仅来源多样，权属复杂，而且包括各种生产数据、物联网动态感知和监测数据，有各种原始数据，也有经过处理的各种成果数据和中间数据，经过共享还有流通数据、过程数据、交易数据等等。数据管理要能对各种静态数据和实时动态数据进行全面管理，不仅需要技术支撑，也要有制度机制保障。

（三）合理路径

工业数据安全治理，包括从数据汇聚、梳理，到数据确权、数据安全、数据应用、数据流通共享的全过程开展治理，需要遵循数据的内在科学规律，按照合理可行的路径开展数据治理工作。

1. 多管齐下，共同治理

梅宏院士指出：“数据治理体系建设涉及国家、行业和组织三个层次”，“包

含数据的资产地位确立、管理体制机制、共享与开放、安全与隐私保护等内容”，“需要从制度法规、标准规范、应用实践和支撑技术等方面多管齐下，提供支撑”。和其他要素相比，数据在不同场景、不同过程中体现出其广泛的独特性，具有难以管控、需要分析挖掘和流通共享才能发挥其价值的特点，因此，需要从理论上认知、技术上把控、应用上实践、安全上保障等治理手段，涉及到制度政策、标准规范、技术体系等多方面的共管共治。

2. 数据应用，隔离耦合

梅宏院士进一步指出，为“促进数据要素化”，“数据与应用将进一步分离”，“数据要为资源和要素进一步独立于应用，真正成为一个独立存在的实体”。传统信息化和信息系统，数据和应用绑得很紧，难以实现数据对不同应用的支撑，阻碍了数据要素作用的发挥。数据与应用分离，是发挥数据要素作用的重要基础，也是促进数据流通、实现数据安全治理的基本出发点。数据和应用分离或隔离，只是手段，目的是让数据更好地和不同应用耦合。因此，要从技术和制度机制两个方面采取措施，进一步促进数据与应用的分离。

3. 全域全量，逻辑汇聚

传统数据的汇聚，主要是物理集中方式，在内部数据中心集中存储来自不同来源的数据。一方面对存储的硬件设备带来压力，另一方面，对数据的管理带来很大的挑战，主要表现在数据的安全管理、同步更新管理、责任管理等。通过对全域全量数据的自动注册，形成数据的逻辑汇聚，不仅不影响数据的访问和使用，还带来存储压力降低、安全管理和责任管理落实在数据源头方、不需要同步更新等好处。进一步，对数据确权授权、数据与应用分离、数据流通和安全共享应用等，可以起到很好的支持作用。因此，技术手段结合制度机制，可以加强对全域全量数据的动态管理，更好地支撑数据要素价值作用的发挥。

4. 加密确权，权属授权

国产商用密码技术不仅可以用在数据安全保护上，也可以从技术上实现数据的确权和授权。利用信息安全基础设施的CA/PKI（Certification Authority/Public Key Infrastructure）技术体系，采用确定有数字身份的公钥对数据进行加密，就既可以保护数据，又可以实现数据的确权和授权。“数据二十条”提出的三权分置，即数据资源持有权、数据加工使用权、数据产品运营权，

都可以用这种方法来区分不同权属，并从技术上对数据实现确权 and 授权。通过法律意义上对数据的确权和授权，借助技术手段实现数据的确权和授权，确保数据不被非授权拥有和获得，再从制度机制上实现数据的确权和授权的过程，就可以从权属和安全两个方面实现数据的安全治理。

5. 资产转化，促进流通

企业的数据资源通过会计处理入表，就可以实现数据的资产化，是促进数据流通、实现数据要素价值化的重要举措和发展数字经济的重要切入点。前提是要有数据安全治理体系进行全过程的技术和制度支撑，包括：数据的确权、数据的盘点、数据的治理、数据的价值评估、数据的定价、数据的入表、数据资产披露、数据产品上架流通交易、数据资产变现融资贷款等环节。

四、持续改进

工业数据的安全治理，要根据数据应用需求变化、数据安全威胁变化、技术发展趋势和行业规范，不断更新安全策略、技术方案和管理制度，才能够有效保护企业的关键资产，防止数据泄露、保障合法合规性，并确保业务连续性。

（一）定期评估与审核

对工业数据进行安全风险评估，识别出可能面临的安全威胁和潜在风险。通过内部审计或外部审查，对数据安全治理框架和制度的有效性进行评估，并根据反馈调整策略。

（二）适应性调整

随着企业的业务发展、技术进步以及法律环境的变化，不断调整和完善数据安全治理框架和制度措施。

（三）AI 加持提升数据安全治理能力

通过在企业内部本地部署开源大模型，可以安全地开展企业内部数据的训练和微调，构建数据安全治理专用大模型，在数据汇聚、数据分类、数据分级、数据注册、数据目录、数据服务、数据确权、数据安全、数据交易以及利益保障等方面，借助 AI 全面提升数据安全治理能力。

（四）提升员工数据安全意识及能力

明确每个部门和个人在数据安全方面的责任和义务，对员工进行数据安全意识和培训，包括如何识别潜在风险、遵守内部政策、正确处理敏感信息、掌

握先进技术等，确保培训内容随着技术和法规的变更而更新，增强员工对最新威胁和应对策略的理解，并定期评估安全制度的有效性和落实情况，提升数据的整体安全水平。

五、构建我省工业数据安全治理框架及制度的建议

为全面提升我省工业数据安全治理能力，促进企业健康可持续发展，根据课题研究情况，提出关于构建我省工业数据安全治理框架及制度的建议如下：

（一）制定全面的工业数据安全政策

根据工业和信息化部印发的《工业和信息化领域数据安全管理办法（试行）》通知的精神，结合我省工业和信息化领域的具体情况，制定落实数据分类分级管理、数据全生命周期安全管理、数据安全监测预警与应急管理等的实施细则；对提升我省工业数据安全治理能力的技术创新和实际应用，制定相应的政策和管理办法。

（二）设立专门的数据安全治理机构

成立专门的数据安全治理组织机构和团队，负责数据安全治理的体系建设、决策、执行和监督等工作。组织架构需与数据安全治理的体系框架相匹配，分为决策层、管理层、执行层和监督层四个逻辑层，确保数据安全治理工作的稳定、持续、高效执行。

（三）建立数据全生命周期安全管理制度

从数据产生、采集、汇聚、存储、传输、加工、处理、应用、销毁，到数据要素的资源化、资产化以及资本化全过程，建立全过程的分类分级防护和操作规程以及管理制度，确保数据的安全。

（四）强化数据安全治理的技术支撑体系

鼓励构建以数据注册和加密确权技术为基础，对数据进行分类分级，提供数据安全标识生成、数据身份绑定、数据权属授权、数据防泄漏、敏感数据脱敏、细粒度访问控制、AI 加持的数据安全治理等数据安全防护和应用的技术体系。

（五）加大理论创新和技术研发应用力度

鼓励企业和科研院所探索数据要素、数据安全的新理论、新方法和新技术，加大对数据安全治理理论和应用的技术研发支持力度，鼓励企业采用先进的数据安全治理技术，促进数据要素流通和价值的发挥。

（六）强化数据安全监管工作机制

完善省级工业数据安全管理和监管平台，构建省市企协同高效的数据安全监测预警体系。设立重要数据的备案、风险监测、监督检查与应急处置等工作流程，定期对重点企业开展数据安全监督检查，实施专项行动以增强企业风险识别与处置能力。

（七）开展数据安全治理成效评价

采用监督、审计、分析等手段对数据安全治理体系的建设、管理和运行情况进行评价。根据评价结果推动数据安全治理体系的持续优化，提高数据安全防护水平。

（八）加强数据安全治理的保障能力

探索设立数据安全专项资金，鼓励金融机构创新产品和服务支持数据安全产业；鼓励企业开展工业数据安全应用试点，推广先进的数据安全技术和经验；建立工业数据安全示范项目，引导企业加强数据安全引导；共建数据安全产业人才实训基地，推动数据安全专业人才培养。

课题三

关于夯实算力基础设施，加快双万兆赋能工业互联网的相关建议

才虹丽

2023年9月23日，习近平主席就推进新型工业化作出重要指示强调：把高质量发展的要求贯穿新型工业化全过程为中国式现代化构筑强大物质技术基础。在推动工业数字化、绿色化转型上持续用力，在深化改革开放、增添动力活力上持续用力，扎实推进新型工业化各项重点任务落实。加快推进新一代信息技术和制造业融合发展，赋能实体经济数字化转型，推动工业互联网规模发展，打造新型工业化的先导牵引。算力设施建设是新质生产力的重要组成部分，5G等万兆技术的提前布局和加快落地应用将快速提升我省工业企业数字化转型水平。

一、发展现状

工业互联网是数据算力和应用的叠加。工业互联网包括网络、平台、数据、安全等几个部分，实现工业全要素、全价值链、产业链的连接，是制造业数字化转型的关键载体。从数据价值视角看，工业互联网涵盖了数据采集、传输、计算、分析、应用等各个环节，在不同的垂直应用领域形成数据闭环。5G（5G-A）、50G PON、云计算、人工智能大模型等是支撑工业互联网落地的关键基础设施，超过80%的5G应用场景产生在工业互联网垂直领域，云边协同的算力形态符合工业互联网发展方向，人工智能大模型是工业互联网发展的内核，以万兆光网和5G-A为代表的“双万兆”网络在超高速率、超低时延、可靠性、海量链接、安全等方面，为协同研发设计、远程设备操控、柔性生产制造、设备故障诊断、机器视觉质检等应用场景快速发展提供坚实的技术保障。

工业互联网赋能川渝两地新型工业化。2022和2023年，川渝两地参与工信部“工业互联网平台创新领航应用案例”申报，共12个典型案例获批，涵盖数字化管理、智能制造、工业互联网+大数据、工业互联网+区块链、工业互联网+边缘计算、5G工厂多个领域。宜宾天原集团股份有限公司的“海云天智安全生

产智能化管控一体化平台创新应用”、攀钢集团西昌钢钒有限公司的“基于工业互联网的智慧物流平台创新领航应用”、宜宾锂宝新材料有限公司的“基于大数据的锂电材料智能工厂数字化平台项目”、四川长虹电器股份有限公司的“面向工业安全和数据安全的工业互联网区块链服务平台”等典型应用案例，迈出了传统产业的“数智化”改造和转型发展的坚实脚步，为新型工业化发展注入鲜活动力。

二、面临问题

网络体系和应用场景缺乏标准化统筹。工业互联网的网络体系包括网络互联、数据互通和标识解析等几个部分。目前传统工厂网络多采用“两层三级”架构、组网协议种类多。存在信息孤岛，各类型网络互通性差，不能适应柔性制造与个性化定制、重构性不够。不能快速满足新设备和业务流程的引入，可扩展性不强。组网技术和协议高度与生产设备捆绑，工业协议以国外技术为主。部分生产网、办公网、安防网未达到业务隔离，存在隐患。网络连接以五类线为主，距离受限，多级连接，线路损耗大且故障率高，传统网络承载能力差，不能满足机器视觉等智能化的应用。制造业企业，特别是中小企业，在智能化生产、网络化协同、个性化定制、服务化延伸等方面缺少统筹规划、系统指导和专项支持。

技术路径的采纳和应用部署面临挑战。50G PON 在波长分配、系统架构、协议层标准化等方面的技术准备工作已经完成，国内各主流厂家已提供样机。目前存在的挑战主要有以下几点：一是 1G EPON 未收窄波长（1260-1360nm）EPON 终端，与 ITU-T 定义的 50G-PON 上下行波长（上行 1286nm、下行 1342nm）均有重叠，导致 50G PON 无法实现与未收窄 1G EPON 终端实现共存；二是在 ASIC 商用芯片、对称系统 25G/50G 双速率接收能力、32dB 功率预算等关键技术指标方面，还未完全达到规模商用的要求。从终端接入方式角度看，对于无线接入，目前终端通常只支持 WiFi6，单个终端独享情况下，WiFi6 最大只能提供 9.6G 速率。WiFi7 可提供万兆接入，但由于 WiFi7 商用较晚，目前支持 WiFi7 的手机有小米 14、一加 11、iQOO12 Pro、小米 13 和 Redmi K60 Pro 等。支持 WiFi 7 的笔记本包括微星先锋 17 游戏本、宏碁非凡 Go Pro 轻薄本、华硕 ExpertBook B3 系列高端商用本，以及微软 Surface Laptop 7 笔记本。对于有线接入，家用笔记本电脑/台式电脑的有线网口只支持 1000M 电口（万兆网卡的使用场景通常是工业电脑、

服务器等），需要根据笔记本/台式电脑终端型号尝试更换万兆有线网卡。从工程实施角度看，四川是 EPON 大省（采用 GPON 技术和 EPON 技术的终端占比大约为 55%：45%），根据前期对 1G EPON 终端上行波长摸排测试时发现：在网使用的 1G EPON 终端型号中有 82% 上行波长未收窄，用户规模超 900 万，该部分用户无法实现与 50G PON 在同一 PON 口下共存，即无法实现三代共存（1G/10G/50G）。由于目前现网没有技术手段对在网用户的光猫波长进行摸排，不能直接快速锁定非收窄终端用户，给网络建设、割接、上门更换终端也带来了难度。

三、对策建议

做好双万兆赋能工业互联网统筹规划。成立“双万兆赋能工业互联网”工作组，牵头完成顶层设计规划工作。坚持问题导向，深入挖掘设备级、单元级、企业级、产业级的痛点。坚持分业施策，以实战管用的应用场景、流通共享的数据要素、牢固可靠的安全支撑为抓手，做好场景规划、数据规划、实施路径规划。

重视双万兆赋能算力基础新技术应用。围绕工业互联网建设的关键场景，抓住生产过程智能化这一牛鼻子，重点考虑运用人工智能大模型、区块链、数字孪生等新技术，形成适度超前的新方案，“因地制宜、新老并重、新老并进”。新方案的落脚点，要内化为企业的质量、成本、效率等方面的大力提升，要外化为新技术、新产品、新模式、新业态的培育。

建立双万兆赋能知识产权的生态机制。在工业互联网标准架构下，加快我省制造业等行业板块的技术标准、发明专利等知识产权建设工作。在国家标准指引下，针对地方特色和工作实际出台地方标准，形成国际标准、国家标准、行业标准、地方标准、团体标准等相互配套、互为补充的“四川双万兆赋能”标准体系。构建标准研制与标准落地之间的桥梁，形成良好的标准应用生态环境。在 50G PON+WiFi7 工业应用试点方面，在 IP 层实现主流协议兼容、集中管理与控制的“新型工控”方面，在全光接入和 FTTR 光纤延伸“绿色发展”方面，积极开展知识产权研究。

探索工业互联网数据应用闭环机制。针对“数据上不来、数据存不了、数据用不好”，探索建立“工业互联网数据应用场景交易仓”，实现数据共享和应用方案的“规范入仓、按需出仓、有偿用仓”。引导各行业头部企业输出应用场景、解决方案、共性数据，建立数据资源目录动态更新，建立数据批量化和分地域回

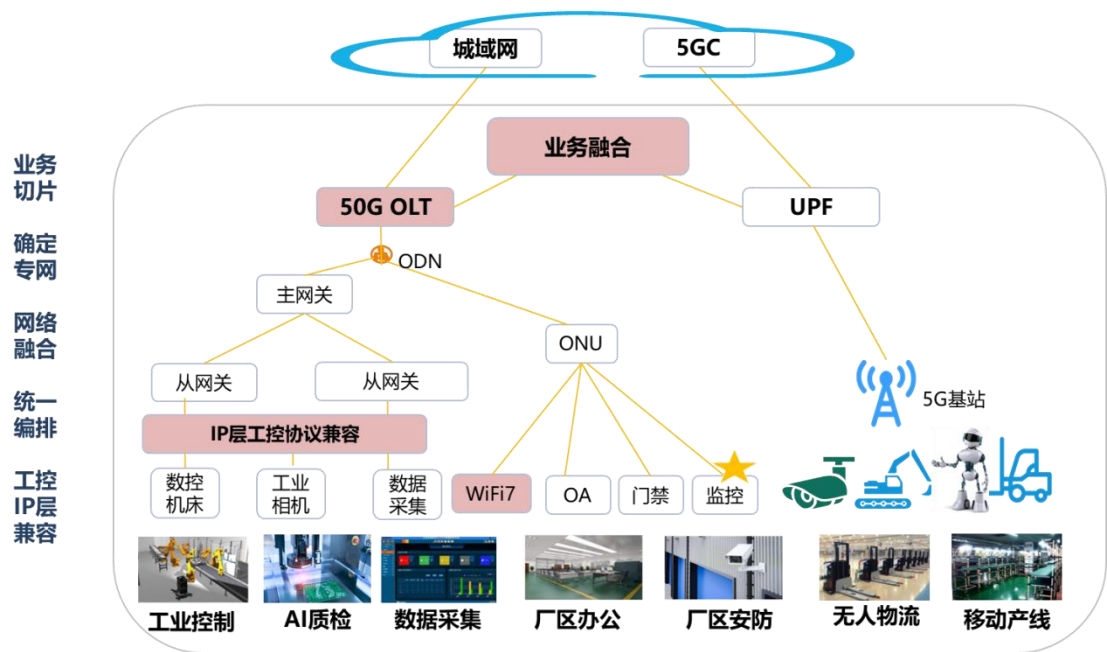
流机制，提升数据共享比例和数据融通价值。

加强云边协同算力基础设施统筹布局。边缘云和云计算协同将成为工业互联网平台发展的重要方向，两者密不可分、相辅相成。边缘数据采集、存储和分发，边缘数据的实时分析，边缘设备的智能控制在工业互联网建设过程中的重要性日益凸显。需要进一步加强数据中心集群建设规划与城市基础设施规划、新能源发展规划、电网建设规划、应用场景规划的衔接。

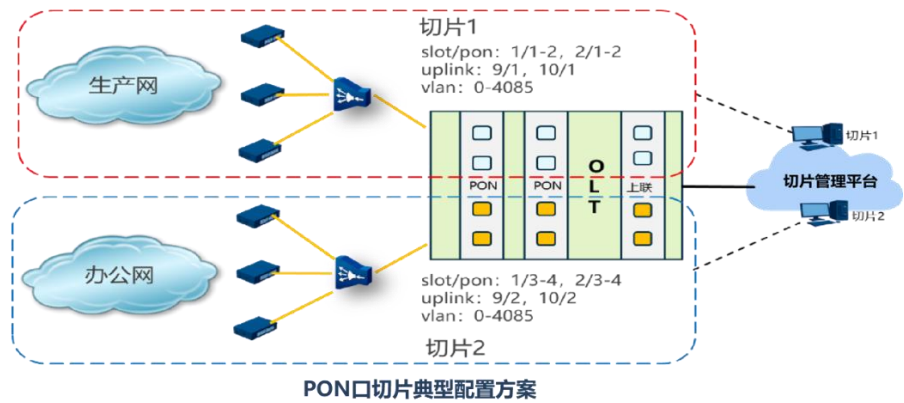
附件 1：工业 PON+5G 高速行业专网解决方案

一、网络架构

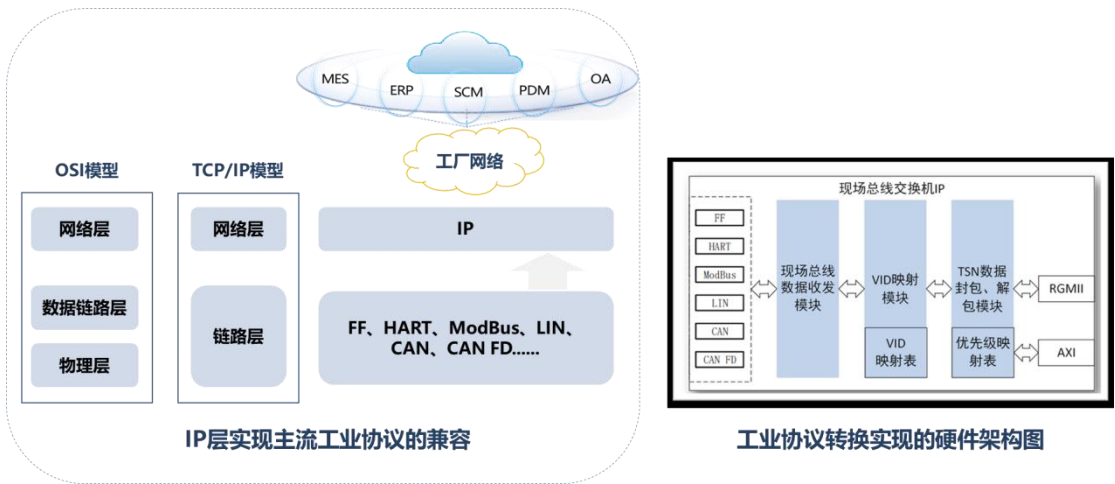
工业 PON 网络提供高可靠、高性能的万兆宽带接入，满足大量固定设备的连接需求；5G 定制网提供灵活便捷、高性能的千兆无线覆盖能力，满足移动设备的连接需求。PON 与 5G 业务数据融合，与企业自有业务平台对接，形成数据计算、分析和应用的智慧中心。



OLT网络切片



协议兼容方式



二、试点场景

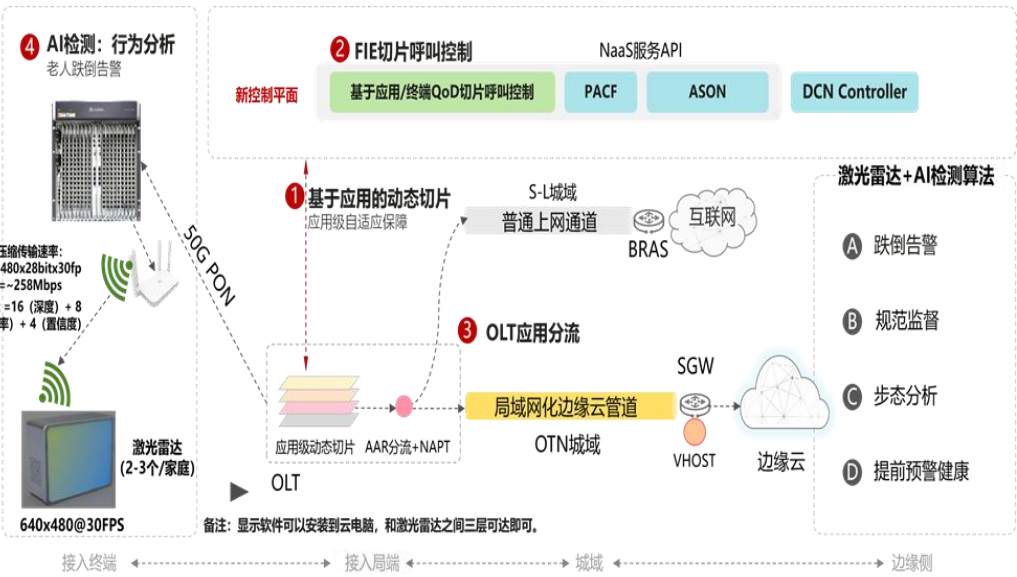
针对技术路径的采纳和应用部署面临挑战，做好试点场景测试，明确实施方案。

（一）场景 1：兼容性测试（二代共存）：在 50G-PON 板卡下，接入 50GPON ONU、现网使用的 10G EPON ONU 进行兼容性测试，并完成 10GEPON\EPON ONU 上行波长摸排测试。

（二）场景 2：上下行速率测试：

50G PON 口下接入 50G PON ONU，通过测速软件/工具，测试 ONU 用户侧 10GE 口的下行速率，应达到 9000M 以上；接入多台电脑、手机或电视终端，同时在线观看 4K\高清视频，测试观看体验。

（三）场景 3：通过光感知激光雷达设备，将采集到的约 258M 的老人跌倒视频信息流，上传至边缘云进行 AI 分析，并告警信息，验证 50G PON+新城+融合边缘的端到端承载能力。



附件 2：双万兆技术发展分析解读

（资料来源：中国电信股份有限公司研究院、中国联通研究院等）

关键词	技术发展背景	技术发展目标	技术演进方向	技术关键点
50G PON	• 以“10G PON”为技术底座的“千兆光网”已进入快速普及与批量部署阶段，并向“千兆+”“万兆”演进。 • 2016 年国际电信联盟 ITU-T 发布了 10G PON 技术标准，并随之启动了下一代 PON 技术预研工作。 • 2018 年 ITU-T 正式立项启动了基于 50G 基础线路速率的下一代更高速 PON（HSP）系列标准的研制工作。 • 2021 年 9 月发布了第一版的 50G PON 标准。 • 2022 年 9 月 50G PON 的标准基本冻结。 • 2023 年 4 月 3 代共存标准化工作完成。	• 50G PON 是实现“万兆”光接入网络底座的关键技术，也是保障运营商超大规模 10G PON 网络可持续演进，并为公众用户持续提供更高带宽接入能力的核心技术。 • 在面向校园、医院和工业互联网等园区类应用场景中，50G PON 的超高带宽、超低时延和超低抖动等特性可以满足确定性网络需求，支撑园区 XR 教学，机器视觉等新应用技术的普及，将全光万兆业务和服务能力推广到园区类场景，进而推动产业数字化的高质量发展。	• 光层技术挑战：当前 50G PON 光模块产业链尚未完全成熟，需要 OLT 和 ONU 采用技术创新方案，提升发射功率和接收灵敏度水平，同时有效控制成本，满足商用化应用需求。 • 电层技术挑战：50G PON 系统电层技术难点在于发射机驱动、高速突发模式 TIA、DSP。 • 设备关键技术：FTTH 网络正在向 10G PON 规模升级，50G PON 未来升级演进必须考虑 10G EPON/50G PON 两代或 GPON/XG(S) PON/50G PON 三代共存等场景。对 10GE/50G PON 或 G/XG/50G PON 多模光模块的内部光路设计提出了极高的挑战，最多需要支持 3 发 3 收等六向合分波设计。 • 确定性业务切片：针对确定性业务需求，对切片功能进一步完善，实现确定性业务的独立切片。	• 单波长 TDM PON 架构：50G PON 采用类似 10G PON 的点到多点 TDM PON 架构，上行 TDMA/下行 TDM。 • 线路速率选择：支持多种 ONU 速率组合（非对称 50G/12.5G、非对称 50G/25G、对称 50G/50G），其中 OLT 通过 TDMA 机制双速率同时支持上行 12.5G 和 25G 两种速率混合部署。 • 支持距离：20KM（家客、政企），10KM（移动承载，时延敏感）。 • ODN：支持现网 ODN 等级（29dB，32dB 等）。 • 线路编码：选择了接收性能最好的 NRZ 编码。 • 与 10G PON 共存：与 XG(S) PON 或 10G EPON 在同一个 ODN 中共存部署及平滑升级演进。 • 通道绑定：支持 TC 层通道绑定。 • 时延：语音 / 上网 1.5ms（SNI-UNI 单向）；视频业务 2ms（SNI-UNI 往返）。

关键词	技术发展背景	技术发展目标	技术演进方向	技术关键要点
5G-A	全球的 5G 产业仍然处于网络建设早期。而业界普遍认为，未来的 6G 技术至少将至少 2030 年才会开始应用。因此无论从业务场景、网络技术，还是产业进程、部署节奏等各方面而言，未来 3~5 年仍将是 5G 发展的关键时期。为此，3GPP 在 2021 年 4 月举行的 PCG #46 次会议上初步确定以 5G-Advanced 作为 5G 网络演进的理念。目前，5G 标准已发展至 Rel-18 及 Rel-19 版本的制定阶段，标志着 5G 正式进入 5G-Advanced 演进阶段。	• 架构层面：5G-Advanced 网络需要充分考虑云原生、边缘网络以及网络即服务理念，持续增强网络能力并最终走向云网融合、算网一体。 • 网络特征与网络功能层面：未来用户对网络有着越来越复杂多样的需求。5G-Advanced 需要具备智慧（AI）、融合（Convergence）和更丰富使能（Enabler）的特征，即 ACE。	5G-Advanced 的技术发展方向包括智慧、融合与使能三个特征。 • 智慧代表网络智能化：包括充分利用机器学习、数字孪生、认知网络与意图网络等关键技术提升网络的智能运维运营能力，打造内生智能网络； • 融合：包括行业网络融合、家庭网络融合、天地一体化网络融合等，实现 5G 与行业网协同组网、融合发展； • 使能：则包括对 5G 交互式通信和确定性通信能力的增强，以及网络切片、定位等现有技术的增强，更好赋能行业数智化转型。	1、TSC+/端到端确定性，包括： • TSN+：时间同步高可靠增强/高可靠能力开放增强/超低时延增强； • 高精授时：5G 系统内部时钟源的弹性，包括时钟状态的监测与报告。 2、NWDAF/网络智能化，包括： • 架构增强：支持 5GC 中的联邦学习； • 特性增强：提高 NWDAF 分析的准确性/增强数据收集和存储/支持 ML 模型共享； • 用例增强：NWDAF 辅助应用程序检测/NWDAF 协助的 URSP 支持更精细的位置信息。 3、NTN/卫星通讯/天地一体化，包括： • 卫星接入：再生模式，基站上星（R18），站随星动（R18/R19）； • 卫星回传：回传模式； • UPF 上星：轻量 UPF，星上分流（R18/R19）。 4、XR+/元宇宙，包括： • 支持 RTP/STP 之外的更多协议，例如 HTTP/DASH、QUIC； • 对 PDU Set QoS 参数的进一步增强； • 基于加密协议的流量 QoS 控制，例如 QUIC。 5、SF/通感一体，包括： • 通感一体架构增强及 E2E 信令流程； • 通感数据隐私及计费。 6、Ambient IoT/无源物联网，包括： • Ambient IoT 架构：支持所有类型设备（无源、半无源、有源）； • Ambient IoT 设备标识、设备的注册和连接管理、Ambient IoT 业务（如小数据传输、库存服务等）、计费与安全。

附件 3：双万兆赋能工业互联网典型场景

典型场景	场景描述	基础条件
协同研发设计	协同研发设计主要包括远程研发实验和异地协同设计两个环节。远程研发实验是指利用 5G 及增强现实/虚拟现实（AR/VR）技术建设或升级企业研发实验系统，实时采集现场实验画面和实验数据，通过 5G 网络同步传送到分布在不同地域的科研人员；科研人员跨地域在线协同操作完成实验流程，联合攻关解决问题，加快研发进程。异地协同设计是指基于 5G、数字孪生、AR/VR 等技术建设协同设计系统，实时生成工业部件、设备、系统、环境等数字模型，通过 5G 网络同步传输设计数据，实现异地设计人员利用洞穴状自动虚拟环境（CAVE）仿真系统、头戴式 5G AR/VR、5G 便携式设备（Pad）等终端接入沉浸式虚拟环境，实现对 2D/3D 设计图纸的协同修改与完善，提高设计效率。	企业具有较为丰富的数字化研发与设计经验、较完善的数字化管理流程，具备跨地域 5G 网络接入能力，以及 AR/VR 等基础设施的建设条件。
远程设备操控	综合利用 5G、自动控制、边缘计算等技术，建设或升级设备操控系统，通过在工业设备、摄像头、传感器等数据采集终端上内置 5G 模组或部署 5G 网关等设备，实现工业设备与各类数据采集终端的网络化，设备操控员可以通过 5G 网络远程实时获得生产现场全景高清视频画面及各类终端数据，并通过设备操控系统实现对现场工业设备的实时精准操控，有效保证控制指令快速、准确、可靠执行。	企业工业设备已完成自动化改造，具备开放的工业通信协议接口，具备稳定可靠的 5G 网络环境。
设备协同作业	综合利用 5G 授时定位、人工智能、软件定义网络、网络虚拟化等技术，建设或升级设备协同作业系统，在生产现场的工业设备，以及摄像头、传感器等数据采集终端上内置 5G 模组或部署 5G 网关，通过 5G 网络实时采集生产现场的设备运行轨迹、工序完成情况等相关数据，并综合运用统计、规划、模拟仿真等方法，将生产现场的多台设备按需灵活组成一个协同工作体系，对设备间协同工作方式进行了优化，根据优化结果对制造执行系统（MES）、可编程逻辑控制器（PLC）等工业系统和设备下发调度策略等相关指令，实现多个设备的分工合作，减少同时在线生产设备数量，提高设备利用效率，降低生产能耗。	企业工业设备支持远程操控，设备间协同作业流程和调度逻辑清晰，生产现场可实现 5G 网络覆盖。
柔性生产制造	数控机床和其他自动化工艺设备、物料自动储运设备通过内置 5G 模组或部署 5G 网关等设备接入 5G 网络，实现设备连接无线化，大幅减少网线布放成本、缩短生产线调整时间。通过 5G 网络与多接入边缘计算（MEC）系统结合，部署柔性生产制造应用，满足工厂在柔性生产制造过程中对实时控制、数据集成与互操作、安全与隐私保护等方面的关键需求，支持生产线根据生产要求进行快速重构，实现同一条生产线根据市场对不同产品的需求进行快速配置优化。同时，柔性生产相关应用可与企业资源计划（ERP）、制造执行系统（MES）、仓储物流管理系统（WMS）等系统相结合，将用户需求、产品信息、设备信息、生产计划等信息进行实时分析、处理，动态制定最优生产方案。	企业生产设备高度自动化、智能化，生产线可根据要求进行设备自主组合和参数自动配置，现场实现 5G 网络覆盖，设备具有 5G 网络接入能力。
现场辅助装配	通过内置 5G 模组或部署 5G 网关等设备，实现 AR/VR 眼镜、智能手机、PAD 等智能终端的 5G 网络接入，采集现场图像、视频、声音等数据，通过 5G 网络实时传输至现场辅助装配系统，系统对数据进行	企业具有 AR/VR 应用基础，具备设备数采、设备系统运维管理经验，

典型场景	场景描述	基础条件
	分析处理，生成生产辅助信息，通过 5G 网络下发至现场终端，实现操作步骤的增强图像叠加、装配环节的可视化呈现，帮助现场人员进行复杂设备或精细化设备的装配。另外，专家的指导信息、设备操作说明书、图纸、文件等也可以通过 5G 网络实时同步到现场终端，现场装配人员简单培训后即可上岗，有效提升现场操作人员的装配水平，实现装配过程智能化，提升装配效率。	现场可实现 5G 网络覆盖，智能终端具备 5G 网络接入能力。
机器视觉质检	在生产现场部署工业相机或激光器扫描仪等质检终端，通过内嵌 5G 模组或部署 5G 网关等设备，实现工业相机或激光扫描仪的 5G 网络接入，实时拍摄产品质量的高清图像，通过 5G 网络传输至部署在 MEC 上的专家系统，专家系统基于人工智能算法模型进行实时分析，对比系统中的规则或模型要求，判断物料或产品是否合格，实现缺陷实时检测与自动报警，并有效记录瑕疵信息，为质量溯源提供数据基础。同时，专家系统可进一步将数据聚合，上传到企业质量检测系统，根据周期数据流完成模型迭代，通过网络实现模型的多生产线共享。	企业对产品/物料缺陷种类有明确定义，具有一定数量的缺陷样本用于机器算法模型训练，现场环境开阔，具备稳定的光源条件及视觉质检设备安装条件，现场可实现 5G 网络覆盖，质检终端具备 5G 网络接入能力。
设备故障诊断	在现场设备上加装功率传感器、振动传感器和高清摄像头等，并通过内置 5G 模组或部署 5G 网关等设备接入 5G 网络，实时采集设备数据，传输到设备故障诊断系统。设备故障诊断系统负责对采集到的设备状态数据、运行数据和现场视频数据进行全周期监测，建立设备故障知识图谱，对发生故障的设备进行诊断和定位，通过数据挖掘技术，对设备运行趋势进行动态智能分析预测，并通过网络实现报警信息、诊断信息、预测信息、统计数据等信息的智能推送。	企业设备具备数字化、网络化基础，具备丰富的设备故障诊断知识和数据样本，现场可实现 5G 网络覆盖，设备具备 5G 网络接入能力。
厂区智能物流	厂区智能物流场景主要包括线边物流和智能仓储。线边物流是指从生产线的上游工位到下游工位、从工位到缓冲仓、从集中仓库到线边仓，实现物料定时定点定量配送。智能仓储是指通过物联网、云计算和机电一体化等技术共同实现智慧物流，降低仓储成本、提升运营效率、提升仓储管理能力。通过内置 5G 模组或部署 5G 网关等设备可以实现厂区内自动驾驶车辆（AGV）、自动移动机器人（AMR）、叉车、机械臂和无人仓视觉系统的 5G 网络接入，部署智能物流调度系统，结合 5G MEC+超宽带（UWB）室内高精度定位技术，可以实现物流终端控制、商品入库存储、搬运、分拣等作业全流程自动化、智能化。	企业 AGV、AMR、叉车等物流类设备已完成自动化改造，具备 5G 网络接入能力；物流调度系统具备丰富的接口，可实现各种自动化设备的对接。全厂区实现稳定可靠的 5G 网络覆盖。
无人智能巡检	通过内置 5G 模组或部署 5G 网关等设备，实现巡检机器人或无人机等移动化、智能化安防设备的 5G 网络接入，替代巡检人员进行巡逻值守，采集现场视频、语音、图片等各项数据，自动完成检测、巡航以及记录数据、远程告警确认等工作；相关数据通过 5G 网络实时回传至智能巡检系统，智能巡检系统利用图像识别、深度学习等智能技术和算法处理，综合判断得出巡检结果，有效提升安全等级、巡检效率及安防效果。	企业巡检设备（机器人、无人机等）已完成自动化改造，具备 5G 网络接入能力；巡检环境无明显遮挡，实现 5G 网络覆盖，网络传输环境良好。

典型场景	场景描述	基础条件
生产现场监测	在工业园区、厂区、车间等现场，通过内置 5G 模组或部署 5G 网关等设备，各类传感器、摄像头和数据监测终端设备接入 5G 网络，采集环境、人员动作、设备运行等监测数据，回传至生产现场监测系统，对生产活动进行高精度识别、自定义报警和区域监控，实时提醒异常状态，实现对生产现场的全方位智能化监测和管理，为安全生产管理提供保障。	企业具备精益管理基础，监测方法、监测指标明确，现场可实现 5G 网络覆盖，各类监测终端具备 5G 网络接入能力，具备整合各类垂直监测系统应用的能力。

附件 4：川渝两地国家级开发区名单梳理

序号	地区	类别	开发区名称	批准时间	核准面积（公顷）	主导产业
1	重庆	海关特殊监管区域	重庆西永综合保税区	2010.02	832	计算机、电子
2			重庆两路寸滩保税港区	2008.11	837	加工制造、商贸、物流
3			重庆江津综合保税区	2017.01	221	保税加工、保税物流、保税服务
4		高新技术开发区	重庆高新技术产业开发区	1991.03	2000	汽摩、电子及通信设备、新材料
5			璧山高新技术产业开发区	2015.09	140	装备制造、互联网
6		经济技术开发区	万州经济技术开发区	2010.06	582	化工、能源建材、照明电气
7			重庆经济技术开发区	1993.04	960	电子信息、装备制造
8			长寿经济技术开发区	2010.11	1000	综合化工、钢铁冶金、装备制造
9	四川	海关特殊监管区域	成都高新综合保税区及双流园区	2010.1	868	信息技术、装备制造
10			四川绵阳综合保税区	2005.06	13.73	电子元器件
11			四川泸州综合保税区	2019.12	1.02	新材料、粮油食品、电子信息
12		高新技术开发区	成都高新技术产业开发区	1991.03	2150	信息技术、装备制造、生物
13			自贡高新技术产业开发区	2011.06	824.5	节能环保、装备制造、新材料
14			攀枝花钒钛高新技术产业开发	2015.09	301	钒钛钢铁、化工、有色金属加工
15			泸州高新技术产业开发区	2015.02	462.91	装备制造、新能源、新材料、医药
16			德阳高新技术产业开发区	2015.09	786	通用航空、医药、食品
17			绵阳高新技术产业开发区	1992.11	579.9	电子信息、汽车及零部件、新材料

序号	地区	类别	开发区名称	批准时间	核准面积（公顷）	主导产业
18	四川		内江高新技术产业开发区	2017.02	557.89	医药、装备制造、新材料
19			乐山高新技术产业开发区	2012.08	406	新能源装备、电子信息、生物医药
20		经济技术开发区	成都经济技术开发区	2000.02	994	汽车、工程机械、食品饮料
21			成都国际铁路港经济技术开发区	2021.06	12.24	临港制造、先进材料、国际商贸物流
22			雅安经济技术开发区	2021.06	41.98	电子信息、生物医药、智能装备、汽车零部件、新材料
23			德阳经济技术开发区	2010.06	856.53	装备制造、新能源、新材料
24			绵阳经济技术开发区	2012.1	1047	电子信息、化工环保、生物医药
25			广元经济技术开发区	2012.12	858.67	电子机械、食品饮料、有色金属
26			遂宁经济技术开发区	2012.07	1096	电子信息、食品、纺织、机械
27			内江经济技术开发区	2013.11	935.09	机械汽配、电子信息、生物医药
28			宜宾临港经济技术开发区	2013.01	1200	食品饮料、装备制造、新材料
29			广安经济技术开发区	2010.06	419.97	电子机械、建材、医药

课题四

白酒基酒行业智改数转报告

杜春花、罗宇、李强、周建波、四川省川数国信科技有限责任公司

一、引言

（一）四川形成了以泸州、宜宾、成都和德阳为主的川酒产业“四大主产区”，这些区域在产业链的完善和产区建设上具有明显优势。四川白酒以“六朵金花”为引领，形成了包括“十朵小金花”、原酒 20 强和多个平台企业的“6+10+20+N”产业组织体系，这些品牌对川酒的整体影响力和竞争力有着重要贡献。

（二）四川白酒基酒行业正逐步实现从传统酿造向现代化、智能化的转变，同时保持其深厚的文化底蕴和独特的工艺特色。在白酒基酒行业进行数字化转型的过程中，平衡传统工艺与现代技术的融合是一项重要而复杂的任务。

二、行业现状分析

（一）四川白酒行业的生产规模和市场概况呈现出持续深度调整的趋势，尽管产量有所下降，但产值和出口表现亮眼。

1. 生产规模方面，四川省统计局数据显示，2024 年上半年四川白酒累计产量为 77.5 万千升，同比下降 2.6%。具体到 6 月份，四川白酒产量为 15.2 万千升，同比下降 3.2%。这一数据反映了四川白酒产业在持续深度调整中，产量呈现下降趋势。

2. 市场概况方面，尽管产量下降，但四川白酒的产值却在不断提升。2023 年，四川白酒制造业营收同比增长 9.1%，规模居全国第一；利润总额同比增长 18.7%，规模居全国第二。这表明，在产量下降的同时，四川白酒的行业效益和价值仍在增长。

3. 出口表现方面，中国酒业协会发布的数据显示，上半年我国白酒出口累计数量为 7738 千升，累计出口金额为 28.74 亿元。其中，四川白酒出口数量和金额分别位居全国第三位，显示出四川白酒在国际市场上的竞争力。

综上所述，四川白酒行业在面对产量下降的压力下，通过提升产品质量和品牌价值，保持了良好的市场效益和国际竞争力。尽管产业正在经历深度调整，但

四川白酒的品牌价值和市场地位依然稳固。

（二）尊重传统工艺

在引入新技术之前，首先要对传统工艺进行深入的了解和尊重。传统工艺往往蕴含着丰富的文化价值和独特的生产技术，是白酒品质的基础。

（三）面临的挑战

以邛崃为例：

1. 品牌影响力有限。邛崃虽然有着悠久的酿酒历史和优秀的原酒质量，但相比其他知名白酒产区，其品牌影响力较小，缺乏大品牌的支撑，导致在市场竞争中不占优势。

2. 产业集中度不高。邛崃酒企多为小微企业，资源难以整合，难以形成规模效应和产业链协同，这限制了产业的整体竞争力和发展速度。

3. 市场营销能力有待提升。邛崃在营销和品牌推广方面相对保守，不擅长运用新媒体和数字化手段进行营销破圈，需要创新营销模式，提升品牌知名度和市场占有率。

4. 产业创新能力需加强。面对白酒消费的国际化、时尚化、年轻化趋势，邛崃需要加强产品创新和技术研发，以满足多元化、多场景的消费新需求。

5. 智能化转型资金投入大。智能化改造往往需要较大的资金投入，对于资金相对紧张的中小酒企来说，如何平衡智能化改造的成本与收益是一个挑战。

6. 人才短缺问题。智能化转型需要大量的技术人才和管理人才，而邛崃地处非一线城市，可能面临人才吸引和留存的难题。

7. 政策和法规支持。产业的高质量发展需要政策和法规的引导与支持，如何确保政策环境与产业发展需求相匹配，是邛崃基酒产业需要面对的问题。

三、技术融合与创新

（一）渐进式技术整合：在不破坏传统工艺精髓的前提下，逐步引入现代技术。例如，可以先从生产监控、数据记录等辅助环节开始，逐步向核心生产流程扩展。

（二）数据驱动的决策：利用数字化手段收集生产过程中的数据，通过数据分析来优化生产流程，提高效率和产品质量。同时，这些数据也可以用于保护和传承传统工艺。

（三）技术创新与传统工艺相结合：在某些环节，可以通过技术创新来模拟或增强传统工艺的效果。例如，使用计算机模拟发酵过程，以优化发酵条件。

四、面临的挑战与对策

（一）人才培养与教育：培养既懂传统工艺又懂现代技术的复合型人才，他们能够在尊重传统的同时，推动技术的创新和应用。

（二）政策与标准制定：与行业协会和监管部门合作，制定适应数字化转型的政策和标准，确保技术的应用不会损害传统工艺的精髓。

（三）数字化转型对白酒基酒行业员工的技能要求带来了显著变化，主要体现在以下几个方面：

（四）技术技能更新：随着数字化技术的应用，如自动化酿酒设备、智能检测与控制系统、数据分析等，员工需要掌握这些新技术的操作和维护。

（五）数据分析能力：数字化转型强调数据驱动的决策制定。员工需要具备数据分析能力，能够通过数据来优化生产流程、提高产品质量和市场响应速度。

（六）创新和适应能力：员工需要具备快速适应新变化和学习新技能的能力，以应对数字化转型带来的业务流程和工作方式的变革。

（七）信息技术知识：员工应了解基本的信息技术，包括云计算、人工智能、大数据等，这些技术是数字化转型的核心驱动力。

（八）专业培训和教育：行业组织和企业正在开展各种培训项目，如中国酒业协会白酒中青年专家培训，以提升员工的专业技能和知识。

（九）职业技能等级认证：随着技能要求的提升，越来越多的员工参与职业技能等级评定，以证明其专业能力。

综上所述，数字化转型对白酒基酒行业员工的技能要求提出了更高的标准，员工需要不断学习新技术、提升个人能力，以适应这一变革。

五、未来展望

（一）诊断服务与一企一策：四川省针对企业“不愿转、不会转、不敢转”的难题，通过政府购买服务、财政资金补贴等方式，提供深层次诊断服务，精准把脉企业需求，帮助企业选择合理的转型路径，减少转型风险。

（二）技术改造与创新应用：在智改数转过程中，四川制造业通过应用 AI、数字孪生、云计算、工业物联网等智能制造技术，实现能耗降低、出酒率提高，同时推动了传统产业创新和升级。

（三）产业集群的数字化转型：在产业集群中，如江油特冶新材料产业集群，通过链主企业带动，上下游企业积极拥抱数字化，推动集群整体的智改数转，实现产值增长和产业升级。

六、结论

智改数转，即智能化改造和数字化转型，对白酒基酒行业至关重要。它不仅能够促进数字经济和实体经济的深度融合，释放数字技术对经济发展的放大叠加作用，也是推动制造业高质量发展的必然选择。在白酒产业中，智改数转正成为提升产能、优化品质、增强科创能力和文化服务等的关键途径。

白酒行业的数字化转型正在加速。例如，茅台集团通过推出“i 茅台”手机应用，改变了传统的服务模式，实现了精准营销、个性化服务和品牌推广，显著提升了品牌知名度和市场占有率。同时，数字化营销平台的建立，如贵州茅台的数字营销平台，不仅提高了销售业绩，还通过区块链技术和“一物一码”流通溯源平台，增强了产品流通过程的透明度和可追溯性。

然而，中小企业在智改数转过程中面临诸多挑战，如缺乏清晰的战略目标和实践路径、技术能力不足、数据资产难以挖掘和应用、资金压力大等。为解决这些问题，各地政府和相关部门正在探索一系列措施，如提供全链条免费咨询诊断、打造数字化改造样本方案、搭建体验服务平台、鼓励行业标杆技术输出、培育数字化服务商梯队等。

白酒行业的数字化转型不仅限于产品本身，还涉及到渠道、终端和消费者的数字化。这要求白酒企业不仅要实现产品的数字化，还要实现全产业链的数字化升级，以适应数字经济时代的消费趋势。

数字化转型对白酒行业的影响深远，它有效弱化了企业的库存周期，提升了费用使用效率，并推动了销售业绩的稳健增长。企业正从传统的客户思维向现代的用户思维转变，更加注重与消费者的长期互动和持续关系。

2024 年，白酒行业的数字化发展受到更多关注。茅台集团等企业在数字化工作会上提出了持续优化升级数字营销系统、创新升级防伪溯源系统等措施。同

时，行业代表在两会期间强调了科技创新的重要性，并呼吁政府出台更多支持政策以推动酒类产业数智化转型。

综上所述，智改数转对白酒基酒行业的发展至关重要，它不仅能够提升企业的竞争力，还能够满足消费者对高品质生活的需求，并推动经济社会的发展。随着技术的不断进步和应用，白酒行业的数字化转型将带来更大的发展机遇和市场空间。

课题五

人工智能赋能我省制造业高质量发展的路径研究

罗宇、安俊秀

摘 要

人工智能在制造业的应用是多方面的，它通过提高效率、降低成本、提升质量、增强决策智能化水平，有力地推动了制造业的高质量发展。“智改数转”是产业迈向中高端的重要路径，能够促使生产要素创新性配置，促进生产组织、生产方式的系统性重构，带动全要素生产率的显著提高。习近平总书记强调“要推动数字经济和实体经济融合发展，把握数字化、网络化、智能化方向，推动制造业、服务业、农业等产业数字化”。我省将工业领域的人工智能应用（工业AI）作为推动新型工业化的突破口，但是对标上海、浙江、江苏、广东等新型工业化领先省份人工智能赋能制造业高质量发展的力度还有一定差距，研究适合我省的人工智能赋能发展路径迫在眉睫。

人工智能在工业场景中的落地应用是企业数字化转型的重要抓手，课题组对我省制造业的现状进行摸底，选取有代表性的行业和地域，对有代表性遴选出的规上企业进行现场问诊和需求分析，以点带面，深入摸排我省制造业产业结构、产能水平、产品优势等方面的信息。

结合我省重点培育战略性新兴产业的战略部署，选择宜宾动力电池行业作为我省制造业“战略性新兴产业集群”典型场景进行数字化转型与人工智能应用的现场问诊，通过问诊摸底，诊断出影响我省制造业高质量发展的主要问题，找出存在的短板及应用工业AI进行改进赋能的路径，提出人工智能赋能我省制造业高质量发展的思路和路径研究，并对适合我省制造业人工智能应用场景落地的关键技术架构进行了研讨。

一、发展现状

党的二十大报告提出，“坚持把发展经济的着力点放在实体经济上，推进新型工业化，加快建设制造强国、质量强国、航天强国、交通强国、网络强国、数字中国”，“加快发展数字经济，促进数字经济和实体经济深度融合，打造具有

国际竞争力的数字产业集群”。

2024年2月21日，国务院国资委召开“AI 赋能产业焕新”会议，会议明确指出加快推动人工智能发展，制造业企业要主动拥抱人工智能带来的深刻变革，把加快发展新一代人工智能摆在更加突出的位置，要把发展人工智能放在全局工作中统筹谋划，加快建设一批智能算力中心。

随着新一代新技术与业务融合的不断深化，部分制造业企业在实现数字化管理、运行的基础上，转向有效应用新一代信息技术构建数字时代竞争能力，开展新技术、新产品、新模式和新业态培育，推动业务创新转型。运用人工智能、数字孪生、北斗通信等新一代信息技术，探索构建新型 IT 架构模式，建设敏捷高效可复用的新一代数字技术基础设施，加快形成数字技术赋能平台，提升核心架构自主研发水平，为业务数字化创新提供高效数据及一体化服务支撑。

制造业作为国民经济的重要支柱产业，受到了广泛关注和重视。尤其在我省，制造业不仅是支撑地区经济发展的核心力量，也是推动产业结构升级和技术创新的重要领域。为了更好地理解我省制造业的现状，我们将从行业定义、政策支持、发展成果等方面展开分析，为后续讨论提供支撑与参考。

（一）我省制造业的优势：

1. 战略定位与政策支持：我省将制造业作为产业数字化的主战场，深入实施制造强省战略，推动制造业高质量发展。“十四五”期间，四川提出了制造业综合实力迈进全国第一方阵的目标，并出台了相应的发展规划。

2. 产业集群发展：我省拥有电子信息、装备制造、生物医药、新型材料、绿色食品等五大先进制造业，这些产业已体现出较强的市场竞争力。成都作为全国电子信息产业基地、汽车生产基地和飞机研制基地，以及医药百强企业中的三席，展现了产业集群的优势。

3. 资源优势转化：四川拥有丰富的自然资源，如水力发电、天然气等，这些资源优势为制造业提供了原材料和能源支持。

4. 科技创新能力：我省在科技创新方面具有一定优势，拥有高能级研究中心，如我省先进极限制造技术创新中心，促进高端制造能力的拓展。

5. 产业链供应链的完整性：我省制造业在产业链供应链方面具有较好的完整性，能够满足消费规模和结构的不断拓展和升级。

6. 区域经济合作：成渝地区双城经济圈的建设为四川制造业提供了更广阔的市场和合作空间，有助于产业链供应链创新链的深度融合。

7. 工业产品多样性：我省能够生产全国 591 种工业产品中的 480 种，产品生产面达到 81.2%，显示了其工业体系的完备性。

8. 战略性新兴产业发展：四川正在积极培育战略性新兴产业，如人工智能、无人机、核技术应用等，这些产业的发展将推动制造业向高端化、智能化、绿色化发展。

我省制造业的这些优势，为其在新一轮科技革命和产业变革中提供了坚实的基础，有助于实现制造业的高质量发展。

二、面临的问题

（一）现场调研

选择宜宾动力电池行业作为我省制造业“战略性新兴产业集群”进行人工智能应用现场调研分析。

1. 动力电池行业基本情况：

2019 年 9 月，四川省宜宾市战略性地选择三江新区作为主战场，成功吸引国内领先的新能源巨头宁德时代入驻（成立四川时代），这一重大举措促使宜宾在动力电池产业领域实现了从无到有的突破性进展。

截至 2023 年 12 月 31 日，在四川时代项目的引领作用下，宜宾共计招引包括长盈精密、科达利、震裕科技、中材锂膜、天华超净在内的 90 余户与动力电池密切相关的配套项目，累计投资总额超过了 2100 亿元人民币。这些投资项目合力构建了一条完整且日趋完善的动力电池产业链，涵盖了从最上游的基础原材料供应，经由正负极材料、隔膜、电解液等核心组件生产，延伸至新能源汽车整车制造，乃至电池回收与循环利用等多个环节，形成了具有示范意义的“1+N”动力电池全生命周期绿色闭环生态圈。



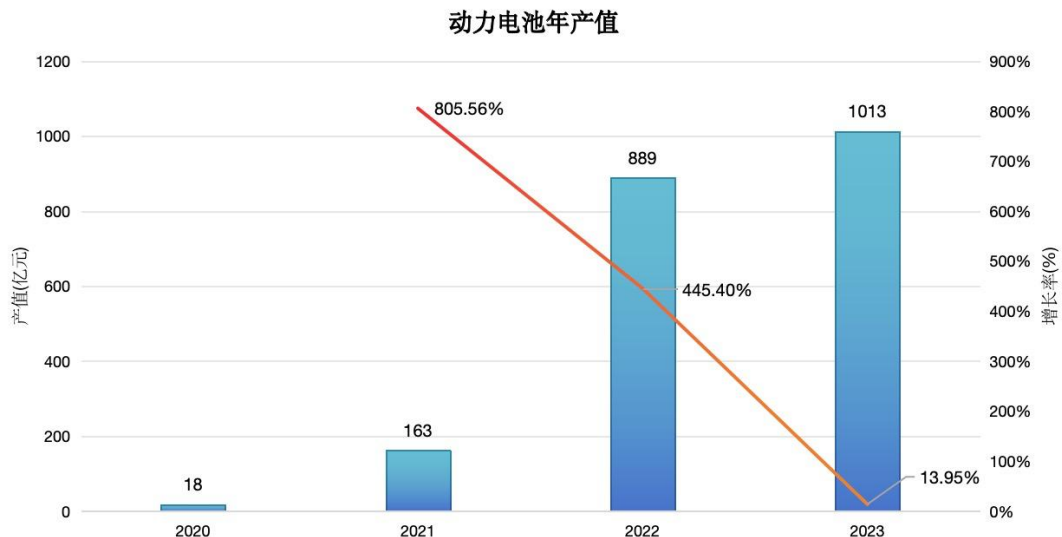
2. “1+N” 动力电池产业生态圈

基于此，四川宜宾已坚实奠定了自己在中国动力电池行业的领先地位，荣获了“中国动力电池之都”的美誉。

3. 产值规模及行业地位

自 2019 年起，伴随着四川时代的入驻，宜宾动力电池产业步入快速发展轨道，初始阶段即展现出强劲的增长势头。

至 2020 年，宜宾动力电池产业年度产值已达到 18 亿元，随后一年即飞速攀升至 163 亿元，同比增长 8.05 倍，标志着动力电池产业规模的迅速扩大。进入 2022 年，宜宾动力电池产能再创高峰，产、销量达到 72GWh，占据全国市场份额的 15.47%，实现 889 亿元的工业产值。截至 2023 年底，宜宾动力电池产业总产值一举突破千亿元大关，达到 1013 亿元。



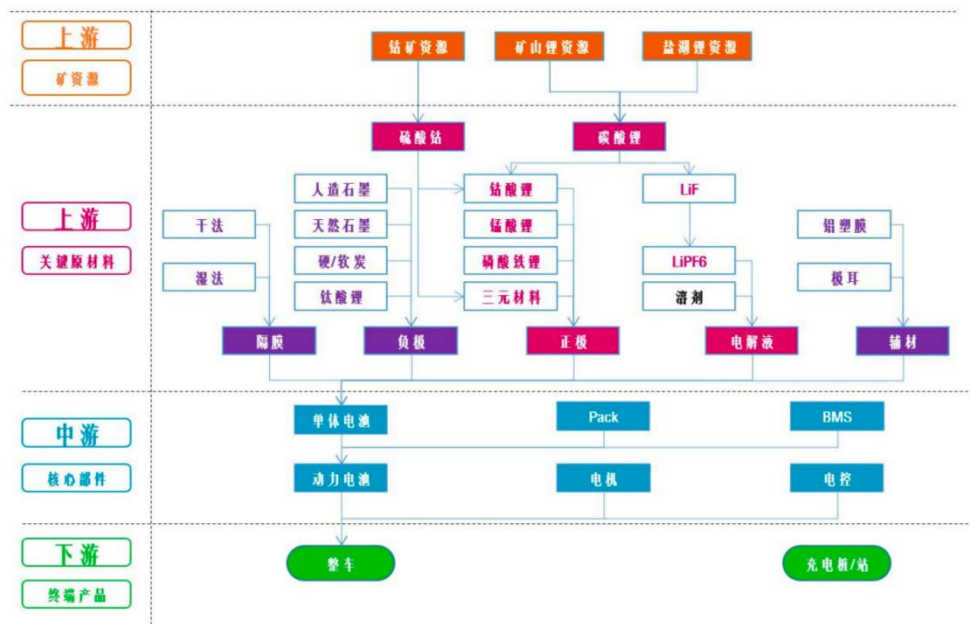
宜宾市动力电池年产值趋势图

在这短短五年的时间里，宜宾从零开始，经历“从0到1”快速蜕变与发展，不仅成功构建了涵盖上中下游全方位的动力电池产业链体系，更使动力电池产业跃居成为本市经济的核心主导产业。这种迅猛崛起为宜宾赢得了全国关注，令其在动力电池领域树立起不可忽视的地位。

在此时期，宜宾动力电池产业不仅充当了本地工业经济增长的强大助推器，还顺利获得了“制造强省地标产业”以及“四川省战略性新兴产业集群”等一系列荣誉认证，这些成就无疑进一步巩固了宜宾作为“中国动力电池之都”的权威地位。

4. 产业链上下游情况

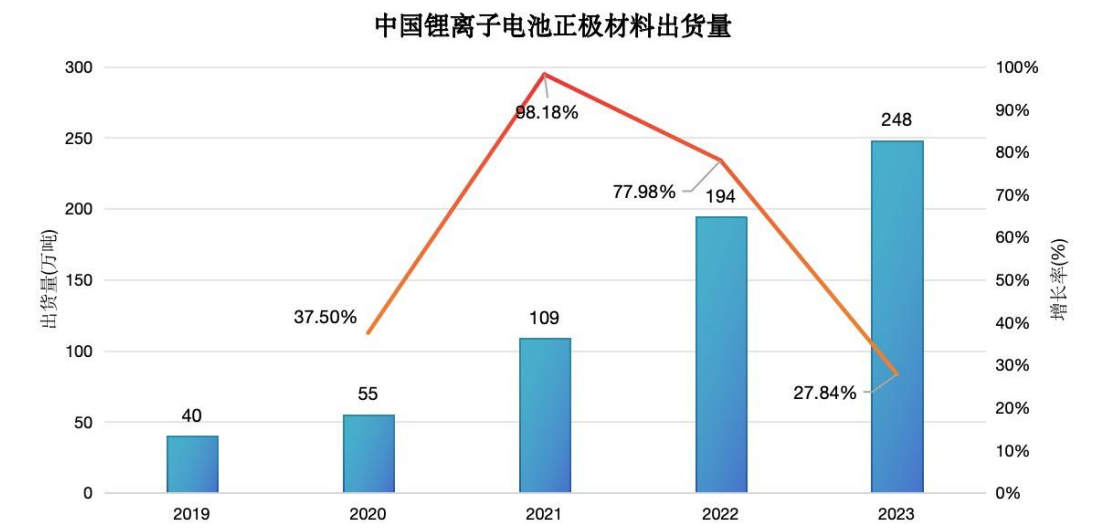
近年来，在新能源汽车产业蓬勃发展的背景下，我国动力电池产业无论在市场规模扩张、技术进步还是产业链完善程度上均取得了突出成就。动力电池产业链条上，上游涵盖了诸如正极材料、负极材料、电解液和隔膜等关键原材料的生产和制备；中游则是动力锂电池、燃料电池及3C电池等成品的制造与装配；下游则涉及到汽车等终端产品的实际应用，以及后续市场的动力电池回收业务。截至2023年末，宜宾市已累计签署超过120个动力电池及其配套项目合作协议，总投资额逾2700亿元人民币，成功打造了一个相对完备的动力电池绿色闭环全产业链结构。



动力电池产业链图源：宜宾市“十四五”工业高质量发展规划

（1）上游产业发展

在全国范围内，动力电池产业链的上游环节中，正极材料因其在决定电池能量密度和安全性能上的核心地位，成为了产值最大、规模最为庞大的细分领域。随着新能源汽车市场的爆发式增长，我国锂电池正极材料的出货量呈现显著上升态势。据统计数据显示，2022 年中国锂离子电池正极材料出货量达到了 194 万吨，相较于上年度增长率高达 77.98%；至 2023 年，这一数字继续攀升至 248 万吨，同比增长 27.84%。



中国锂电池正极材料出货量数据来源：EVTank

在此背景下，四川省宜宾市紧紧抓住产业发展机遇，依托四川时代这一龙头企业的引领作用，积极引入宜宾天原集团、宜宾锂宝新材料有限公司等实力企业，聚焦于高镍三元材料如镍钴锰酸锂（NCM）、镍钴铝酸锂（NCA），以及磷酸铁锂等先进正极材料的研发与生产。以锂宝为例，公司在 2023 年已经实现了产值 48 亿元人民币，营业收入达到 49 亿元，预计到 2025 年，锂（钠）电正极材料的总产能将扩充至每年 10 万吨，进一步凸显出宜宾在动力电池产业链上游布局的优势与潜力。

（2）中游产业发展

据中国汽车动力电池产业创新联盟发布的相关数据显示，2023 年，中国动力和其他电池累计产量为 778.1GWh，同比增长 42.5%；中国动力电池累计装车量 387.7GWh，同比增长 31.6%。其中三元电池累计装车量 126.2GWh，占总装车量的 32.6%，同比增长 14.3%；磷酸铁锂电池累计装车量 261GWh，占总装车量的 67.3%，同比增长 42.1%。

在动力电池产业高速增长的大环境下，以宜宾时代新能源有限公司为代表的一批企业专注于 3C 聚合物电池制造领域，其综合生产能力达到了每日生产大容量电池 10 万支、小型聚合物方形电池同样每日 10 万支、以及电子烟用电池每日 30 万支的高水平；而同处产业链中的四川骏畅智能科技有限公司作为 PACK 组装领域的佼佼者，实现了年销售额约人民币 10 亿元，有力地展示了该企业在动力电池产业链后端组装环节的强劲实力与卓越贡献。

（3）下游产业发展

宜宾在动力电池下游产业发展中通过构建完整的动力电池绿色闭环全产业链，强化与新能源汽车、储能系统、电力交通以及其他新兴应用领域的深度融合与协同发展。

新能源汽车应用：宜宾与各大车企的合作，尤其是与时代吉利、时代长安等企业的产能联动，使得宜宾生产的动力电池大量应用于新能源乘用车、商用车等车辆，提升了新能源汽车市场的占有率。

储能系统：利用自身在动力电池领域的技术和产能优势，宜宾积极探索和发展储能应用市场，其中，四川骏畅智能科技有限公司专精于智能家居储能、家用

储能以及工商业储能系统的 PACK 组装业务，与华为、小米等国内外行业领军企业的战略合作，共同研发与推广适应不同应用场景的高效储能解决方案，助力构建智慧、绿色的能源消费模式，进一步丰富和完善了宜宾动力电池产业链的下游应用场景。

公共交通电气化：宜宾加大对电动公交车、电动出租车、电动网约车等公共交通工具的推广力度，加快城市交通系统的绿色化进程，同时也为本地生产的动力电池提供了稳定的市场需求。

综上，宜宾通过政策引导、重大项目落地、产业链招商、技术创新升级等方式，有效实现了动力电池产业链各环节的深度协同与融合发展，成长为名副其实的“中国动力电池之都”。

动力电池行业制造业企业数字化与人工智能水平基本情况

本次参照《工业和信息化部办公厅关于发布中小企业数字化水平测评指标（2022 年版）的通知》（工信厅企业〔2022〕32 号）等国家标准，面向宜宾市动力电池行业中小企业，通过“线上+线下”方式开展数字化与人工智能诊断工作。

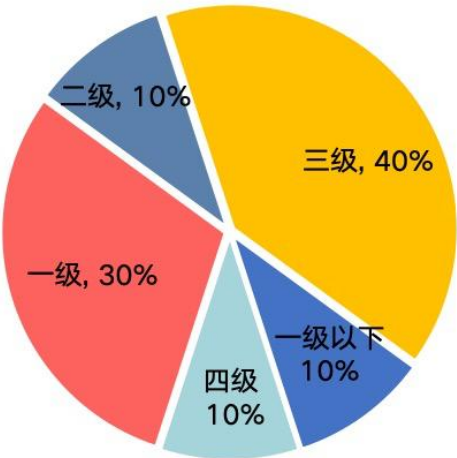
数字化与人工智能水平评价标准表

序号	所处等级	评价成效
1	无等级（20 分以下）	企业基本上处于自动化建设阶段，信息化系统不完善，数字化技术在企业生产经营中几乎未发挥作用。
2	一级（20 — 40 分）	开展了基础业务流程梳理和数据规范化管理，并进行了信息技术简单应用。
3	二级（40 — 60 分）	利用信息技术手段或管理工具实现了单一业务数字化管理与人工智能应用。
4	三级（60 — 80 分）	应用信息系统及数字化技术进行数据分析，实现全部主营业务数字化管控与人工智能应用。
5	四级（80 分以上）	利用全业务链数据集成分析，实现数据驱动

		的业务协同与智能决策。
--	--	-------------

本次数字化与人工智能诊断调研工作，总计诊断调研 10 家动力电池行业企业，通过对企业的现场实地调研和诊断模型测评，企业数字化水平分布情况如下：

一级以下企业 1 家，一级企业 3 家，二级企业 1 家，三级企业 4 家，四级企业 1 家，占比如下：



动力电池行业调研企业详情

企业名称	注册资金 (万元)	所属行业	动力电池产业链角色	数字化水平等级
大族锂电（宜宾）智能装备有限公司	5000	锂电池制造专用设备制造业	上游	四级
宜宾锂宝新材料有限公司	135827	供应链新材料	上游	三级
四川骏畅智能科技有限公司	2000	助力车、家用电器锂电池组装	中游	三级
宜宾时代新能源有限公司	2000	（3C）聚合物电池制造	中游	三级
宜宾金鸟能源有限公司	2000	（3C）聚合物电池制造	中游	三级

中材锂膜（宜宾）有限公司	90000	锂电池隔膜研发与生产	上游	二级
四川驰久新能源有限公司	2500	电气机械和器材制造业	中游	二级
宜宾震裕汽车部件有限公司	5800	汽车零部件及配件制造	上游	一级
宜宾德佳能源科技有限责任公司	2000	新能源汽车行业	上游	一级
宜宾新际远电子科技有限公司	2000	电气机械和器材制造业	上游	一级以下

从调研结果来看，动力电池行业数字化水平相对较高，10家调研企业中，数字化水平处于三级及以上企业共计5家，占比达到50%，二级以下企业3家，占比30%。

数字化水平三级及以上的企业，诸如大族锂电（在建状态）和宜宾锂宝等企业，已基本完成数字化车间和智能工厂的建设工作，确保了研发、生产、质量检测、物流配送、仓储管理等关键业务环节均有配套的信息化系统进行全流程数据追踪和管理，从而构筑了一个相对完备的信息系统架构。

同时，此类企业多配有专业数字化与人工智能团队，或单独设立部门或隶属于其他部门，以确保企业数字化与人工智能战略的稳步推行和各项革新举措的有效落地实施。通过这样的组织安排，企业能够更有效地捕捉和利用数据资产，驱动生产效率提升、决策优化和创新能力增强，从而在激烈的市场竞争中占据有利位置。

数字化水平定位在二级及以下的制造企业，正处于信息化转型的萌芽期，尽管在少数业务板块展开了有限的数字化实践，但整体上信息化渗透和应用程度尚显不足。

这类企业常见的现象是，仅仅依托基础版的财务管理系统，如金蝶K3，用于日常财务管理，而对于人力资源管理，则可能仅借助钉钉一类的通用办公软件进行基本的考勤打卡与内部沟通协调。然而，在关乎生产制造核心流程的多个关键环节，如产品研发、质量控制、生产流程管理、仓储物流以及供应链协同等方

面，信息化建设的覆盖面并不全面，依旧依赖大量的手工操作和传统的管理方式，导致数据无法实现高效、准确地采集与分析。

另外，这些企业在推动深层次数字化与人工智能方面动力略显不足，短期内并未设定明确的投资计划和战略方向，因此在数字化硬件设施更新、软件系统的升级以及相关人才队伍建设等方面的发展速度相对较慢。这不仅限制了企业提高运营效率、降低成本的空间，也在一定程度上阻碍了其在日益激烈的市场竞争中把握数字化机遇，实现快速响应和创新驱动的能力提升。

（二）问题分析

综上，根据对动力电池行业 10 家代表性企业的实地调研，该行业内企业在数字化转型与人工智能应用过程中面临的核心挑战集中体现在专业人才培养以及基于数据驱动的运营决策优化两个关键领域。对于已经处于三级及以上数字化水平的企业来说，满足这些需求意味着要进一步强化数据分析、机器学习以及智能分析等人工智能技术在实际运营中的应用，以便更精确地洞察市场趋势、优化资源配置、提高生产效率并辅助高层制定更为科学的战略决策。

而对于目前处于二级及以下数字化水平的企业而言，首要任务是建立健全的基础信息化系统，确保各个业务环节的数据能够实现有效的互联互通，打通数据壁垒，奠定扎实的数据基础。在此基础上，逐步推进从底层数据收集、整合到顶层数据应用的全链条数字化改造，通过数据的深度挖掘与分析，逐步实现运营管理决策的精准化和智能化，从而全面提升企业的运营效能和市场竞争力。

三、对策建议

（一）人工智能赋能思路

宜宾凭借其“中国动力电池之都”的地位，已经逐步建立起了一套健全且全方位的动力电池产业链条，纵贯从原材料的采掘和深加工，直至电池组件的批量生产和终端产品的广泛应用等多个环节。

得益于此完备的产业结构，宜宾动力电池行业在寻求抱团数字化转型与人工智能应用时拥有显著的内在优势，能够便捷地整合产业链上下各环节资源，推动集体性的技术革新、生产流程优化和市场竞争力提升，实现在数字化转型浪潮中的高效联动与协同发展。

以点带面，结合宜宾动力电池行业调研情况，提出我省制造业企业“抱团数

数字化转型与人工智能应用”的建议：

1. 政府引导与政策扶持

政府部门应当出台相应政策，鼓励和支持我省制造业企业进行数字化改造，包括提供财政补贴、税收优惠、低息贷款等激励措施，同时搭建公共服务平台，提供技术支持和咨询服务。

2. 构建产业联盟

为了充分调动和整合区域内资源优势，可以推动成立我省制造业具有区域影响力的重点行业产业联盟。在这个联盟框架下，各个成员企业通力合作、共享各自的数字化转型实践经验与成功案例，共同探索并研发契合本地区产业特色和需求的定制化数字化解决方案。

通过联盟的形式，企业可以携手构建产业链上下游间的无缝数据共享体系，并积极建立协同创新机制，以期在数字化进程中实现互补共赢，共同推动我省制造业产业向更高层次、更深层次的智能化、数字化方向转型升级。

3. 基础设施共建共享

着力构建一个聚焦行业，覆盖重点行业全域的统一工业互联网平台。此平台旨在实现产业链各环节间的数据深度互联互通，让所有关联企业得以在平台上共享数据资源，开展数据分析工作，并基于分析结果持续优化自身的生产流程与运营模式。

借助这一平台，单个企业无需独自承担高昂的技术研发与信息化建设投入，转而可以通过共享平台的高效能、低成本优势，极大程度地削减独立开发所带来的开支与风险。这样既提高了整体产业链的信息技术水平，又降低了单个企业的数字化转型门槛，从而共同推进我省制造业产业实现高效、协同、智能的创新发展之路。

4. 人才培养与引进

加强数字化人才队伍建设，通过联合培养、专家讲座、技术培训等方式，提升本土人才的数字化技能，同时吸引国内外优秀的数字化转型专家和技术团队入驻，提供智力支持。

5. 标杆示范与案例推广

树立并大力推广数字化转型成功案例作为示范标杆，进而激发整个行业的学

习与效仿。积极促进这些成功案例在行业内的深入剖析，推动更多企业借鉴并应用这些经过实战检验的最佳案例，以点带面，全面提升区域内重点行业产业链的数字化能力和水平。

6. 产学研深度融合

加强与高校、科研机构的合作，共同研究我省制造业企业制造过程中的关键共性技术难题，推动科技成果的产业化应用，实现产、学、研、用四位一体的协同发展。

7. 标准化体系建设

推动行业内部数据交换标准、设备互联标准、智能化制造标准等的制定和实施，确保不同企业之间软硬件的兼容互通，形成有利于数字化转型的良好生态环境。

综上，我省制造业企业的数字化转型是一项系统工程，需要政府部门、行业协会、企业和科研机构等多方力量的共同参与和努力，通过集聚各方资源形成合力，实现产业链的数字化升级与高质量发展。

（二）人工智能赋能路径

1. 建设我省 AI 算力中心与大模型平台

依托我省云数据中心基础设施底座，建立我省 AI 人工智能算力中心，满足 AI 人工智能大模型平台建设及中心 AI 训练与推理需要。部署人工智能大模型平台，实现统一的人工智能算法模型开发、训练和运维。结合我省制造业重点客户反馈的 AI 人工智能应用需求，利用大模型平台完成相应子场景的人工智能算法与模型开发、训练，通过云边协同架构帮助快速实现 L2 模型在边缘快速部署与模型调优。

国内行业标杆企业人工智能算力中心建设对标：



2. 打造我省 AI 人工智能应用中心

基于 AI 人工智能大模型平台，利用我省制造业优势行业重点客户的行业数据，训练行业 L1 大模型，基于大模型基础能力，帮助快速实现 L2 子场景算法模型的开发。通过平台实现对 AI 算法模型开发的统一管理，对模型训练算力资源的统一集中管控，实现资源共享与高效利用。建立 AI 人工智能应用商城，实现 AI 资产的线上交易，实现人工智能赋能我省制造业高质量发展。

国内行业标杆企业场景推广建设对标：



3. 培养我省 AI 人工智能技术人才

基于 AI 人工智能大模型平台，组织业务—技术—厂商联合团队，共同打造

高价值的 AI 人工智能场景应用。通过“传、帮、带”，建立我省 AI 人工智能专业团队与技术人才，实现从场景需求调研、方案设计、算法模型开发、AI 应用集成、系统上线调试、模型持续调优等端到端能力，为我省 AI 人工智能战略目标落地，提供人才保证。

附件一：制造业的定义与分类

制造业是指通过物理或化学加工过程，将原材料转化为成品的行业。它涉及从原材料的采购、加工、组装到最终产品的生产和销售的整个流程。制造业是经济中的一个重要组成部分，因为它为社会提供了大量的商品和服务，同时也是技术创新和就业的重要来源。

制造业可以根据不同的标准进行分类，以下是一些常见的分类方式：

一、按产品类型分类

重工业：生产大型设备和机械，如汽车、飞机、船舶、重型机械等。

轻工业：生产消费品和小型设备，如电子产品、纺织品、食品、家具等。

二、按生产过程分类

批量生产：生产大量相同或相似的产品，通常使用自动化生产线。

定制生产：根据客户需求定制生产产品，通常需要更多的手工操作和灵活性。

三、按技术复杂度分类

高技术制造业：涉及先进技术和高知识密集度，如半导体、航空航天等。

低技术制造业：技术要求相对较低，如传统手工艺品、一些基础金属加工等。

四、按规模分类

大规模制造业：大型企业，拥有大量的生产能力和广泛的市场覆盖。

中小规模制造业：中小型企业，可能专注于特定市场或产品线。

五、按所有权分类

国有制造业：由国家拥有和运营的制造业企业。

私营制造业：由私人投资者拥有和运营的企业。

六、按地理位置分类

本地制造业：在特定地区或国家内进行生产。

全球制造业：在全球范围内进行生产和销售，可能涉及多个国家的生产基地。

附件二：人工智能关键技术架构

随着预训练大模型的发展，如 BERT、GPT、ViT、DINO，从 NLP 到 CV 再到多模态，人工智能领域迎来了全面的革新。当前各种模型普遍采用 Transformer 作为基本架构，考虑到 Transformer 架构在工业领域应用的局限性，我省制造业人工智能大模型场景应用关键技术架构建议采用大模型+小模型（机理模型和优化模型等）融合的方式。

一、视觉大模型

计算机视觉的主要目标，是设计出能够识别视觉信号，并且对其进行各种处理和分析的程序。其中，较为典型的任务包括图像分类、物体检测、物体分割、物体追踪、姿态估计等。

从图像的存储形态角度来看，图像信号有若干特点：内容较复杂，图像信号的基本单位是像素，但是单个像素往往不能表达语义，图像识别的任务就是构建特定函数，使得像素级输入能够产生语义级输出，这种函数往往非常复杂，很难通过手工方式定义；信息密度低，图像信号能够忠实地反映事物的客观表征，然而其中相当部分的数据被用于表达图像中的低频区域或者无明确语义的高频（如随机噪声）区域，这就导致了图像信号的有效信息密度较低，特别是相比于文本信号而言；域丰富多变，图像信号受到域的影响较大，而且这种影响通常具有全局性，难以和语义区分开来。同时，相同的物体能够以不同的大小、视角、姿态出现，从而在像素上产生巨大差异，为视觉识别算法带来困难。

鉴于上述特点，基于深度神经网络的预训练大模型就成为了计算机视觉落地的最佳方案之一。预训练过程能够一定程度上完成视觉信号的压缩，神经网络能够抽取层次化的视觉特征，而预训练结合微调的范式则能够应对丰富多变的域。

二、自然语言处理大模型

自然语言，是人类进化过程中形成的一种高效地存储和交换信息的载体。目前主流的自然语言处理大模型是基于 Transformer 架构的模型，Transformer 由论文《Attention is All You Need》提出。该模型由谷歌团队开发，Transformer 是不同于传统 RNN 和 CNN 两大主流结构，它是一种采用注意力机制的深度学习模型，这一机制可以按输入数据各部分重要性的不同而分配不同的权重。

Transformer 架构包含两个部分：Encoder 和 Decoder。输入文本使用字节对编码进行标记化，每个标记通过词嵌入转换为向量。然后将标记的位置信息添加到嵌入向量中。编码器由逐层迭代处理输入的编码层组成，而解码器则由对编码器的输出执行相同操作的解码层组成。每个编码层的功能是确定输入数据的哪些部分彼此相关。它将其编码作为输入再传递给下一个编码层。每个解码层的功能则相反，读取被编码的信息并使用集成好的上下文信息来生成输出序列。为了实现这一点，每个编码层和解码层都使用了注意力机制。

三、预测类大模型

预测类大模型在近年来得到了广泛关注和快速发展，预测大模型可以使用模型推荐功能的方式帮助快速选择不同领域的基模型。根据任务元特征，自动理解任务和推荐性能最优的基模型，从而提升大模型的泛化性。

预测大模型的模型推荐可以根据任务描述，通过 LLM 编码得到与数据集一致的任务理解编码，并通过预设的方式得到数据集的元特征，元特征可以表征数据集的大小，分布，各个特征的分布方式，重要性等特征。结合任务理解和数据集元特征，模型推荐模块可以通过较少的采样预测海量基模型在数据集上的表现，并通过网络推荐出于任务最匹配的基模型。

预测大模型包含以下特点：自动化、预测准确、多样性。预测大模型的推荐算法可以根据数据的特征和任务的需求自动化地选择最适合的模型，减少了人工干预的需求，提高了效率；可以基于大量的历史数据和先验知识，选择最佳的模型，使得推荐算法能够更准确地预测哪种模型在给定的数据和任务中表现最好；可以选择不同类型的模型进行比较和推荐，使得推荐算法能够考虑多种模型的优势和不足，并选择最适合的模型。

四、各类小模型

大模型的幻觉效用使得其无法在决策类场景中有效发挥作用，因此制造业的行业大模型建设还需依赖行业的专业知识和机理模型、优化模型等的辅助，甚至需要经验知识的支持。我省制造业企业在经营过程中积累了丰富的经验模型，这些小模型在大模型训练过程中的提示和参数优化阶段可以起到举足轻重的作用（比如生产工艺场景的高炉热动力机理模型），甚至在一些决策类的场景中可以起到决定性作用（比如生产排产场景的资源平衡优化模型）。因此，当前技术发

展阶段，大小模型的结合是我省制造业企业建设行业大模型的最优路径

课题六

关于推动我省激光制造业智能化改造以提质增效的相关建议

李剑锋、范明

在数字化与智能化浪潮席卷全球的今天，激光制造作为现代高端制造最先进的技术之一，是加快制造业新旧动能转换、推动经济高质量发展的新动力，激光制造业水平也成为了工业制造水平的重要标志，其发展也将成为新质生产力的重要组成部分。《中国制造 2025》将激光精密制造列为了高端制造的重点发展方向。四川省也将打造千亿级的激光产业集群“中国镭谷”。

我省拥有丰富的激光制造业资源和技术储备，智能化改造将为激光制造业注入新的活力和动力，增产提效的同时也将提高我省激光产业的核心竞争力。因此，提出推动我省激光制造业智能化改造以提质增效的相关建议，不仅符合国家产业发展趋势，也契合我省产业优势和发展需求。

然而，在激光制造领域，尽管已初步形成了一定的产业规模和技术基础，但在智能化水平、生产效率、产品质量以及市场竞争力等方面仍存在较大提升空间。尤其是在数据驱动、智能制造等前沿技术的应用上，还面临着技术瓶颈、人才短缺、资金投入不足等难题。

为了进一步推动我省激光制造业的智能化改造，提升产业整体竞争力，实现提质增效的目标，本研究报告将深入分析当前激光制造业的智能化发展现状与存在的问题，并结合国内外相关先进经验和成功案例，提出科学合理且具有价值的建议和参考意见。

一、我省激光制造产业的现状

通过调研统计年鉴、四川省“十四五”规划和 2035 年远景目标纲要等资料，并结合企业走访，对我省激光制造业的发展现状进行了深入分析，主要包括主要企业、产业链结构、技术水平、主要产品类型和市场地位等方面。

（一）主要企业

我省激光制造业近年来发展迅速，涌现出多家具有显著技术实力和市场影响力的企业。其中，四川智龙激光科技有限公司专注于中高功率激光成套加工设备的研发、生产与销售，其产品涵盖激光切割、焊接、三维切割及熔覆等多个领域，已成为西南地区规模最大的激光设备生产制造商之一。绵阳地区的四川中久大光科技有限公司，作为一家综合性企业，成功集成了光纤激光器技术成果转化、激光器及激光设备的研发、生产与销售，其业务的广泛布局丰富了我省激光制造业的生态体系。

四川思创激光科技有限公司在高功率光纤激光技术领域具有深厚积累，其在激光焊接（包括特种激光复合焊接）、增材制造、精密加工、安防等领域的研发与生产成果得到了广泛应用，并成功入选“2024 年全球激光 TOP10 发展趋势”，是国内唯一入选的“国家高新技术企业”。

成都光谷激光技术有限公司则是由武汉光谷激光技术股份有限公司与成都本地实力股东联合投资设立，专注于激光加工技术应用服务，其控股股东在激光行业影响力较大，其控股股东的行业影响力为我省激光制造业的发展提供了推动与支持。

成都双流区作为我省激光技术研发的重要区域，已初步形成产业集群效应。该区域内聚集了尤利特光电、派斯光学等多家激光企业，它们在激光雷达制导、光学元器件研发等领域形成了各自的技术专长，共同推动了我省激光加工制造业的多元化发展。同时，我省积极吸引包括大族激光、帝尔激光在内的多家行业领军企业入驻。这些企业的加入带来了先进的技术与管理经验，推动了我省激光加工制造业整体水平的提升。

在激光晶体材料领域，我省同样拥有具备国际竞争力的企业。如成都东骏激光股份有限公司，该公司生产的 YAG 系列激光晶体及器件、蓝宝石晶体材料等产品被广泛应用于多个行业，是全亚洲最大规模的 YAG 晶体生产制造供应商之一。

（二）产业链结构

我省激光制造业的产业链结构相对完整，涵盖了上游的激光光源、光学元件和器件等原材料供应；中游的激光器、激光加工装备等设备制造；以及下游的工业制造、医疗、航空航天等多个应用领域。这种完整的产业链结构为我省激光制造业的持续发展提供了有力保障。

（三）技术水平

我省的激光制造业涵盖了多个技术领域，以高功率光纤激光技术作为核心驱动力，赋能了激光焊接、增材制造与精密加工的深度应用。以思创激光等为代表的企业，通过自主研发与创新，成功开发了多款高效、高精度、高稳定性的激光加工设备，如采用先进“小芯径”技术的手持激光焊机、增材制造系列光纤激光器等，为多行业提供了优质的解决方案，展现了我省在激光加工技术方面的实力。

激光晶体材料技术作为激光加工技术的关键材料，其研发与生产在我省同样取得了显著进展。省内多家企业致力于激光晶体材料的研发与生产，其中东骏激光股份有限公司生产的YAG系列激光晶体及器件在多个行业得到广泛应用，为我省激光制造业的材料供应链提供了有力保障。

在此基础上，激光加工技术在我省也得到了广泛应用和发展，涵盖了切割、焊接、打标、打孔等多个领域，具有精度高、速度快、热影响区小等优点。省内多家激光制造企业均具备该技术的研发与生产能力，为众多行业提供了优质的加工解决方案，推动了相关产业的技术升级与产品优化。

随着智能制造的浪潮，激光智能制造技术正逐步融入生产线，通过集成激光加工、机器视觉与机器人控制等前沿技术，实现生产过程的智能化、自动化。我省正在积极探索激光智能制造技术的应用，通过引入智能控制系统、自动化生产线等设备提高生产效率和产品质量。然而，在推进激光智能制造技术的过程中，我省也面临着核心技术自主可控性不足、科技成果转化效率有待提升等挑战。为应对这些挑战，需进一步加大研发投入，加强产学研合作，推动技术创新与产业升级的深度融合。

（四）主要产品类型

我省激光制造业的主要产品类型较多，涵盖了高端激光设备、激光加工设备以及激光医疗设备等多个领域。

在高端激光设备方面，主要包括高功率光纤激光器、窄线宽光纤激光器及高效的半导体激光器等。这些激光器具有高功率稳定性、高光束质量以及高能量转换效率，被广泛应用于金属加工、汽车制造、航空航天、电子通信等多个行业，为行业发展提供有力技术支持。

在激光加工设备方面，我省具备激光切割机、激光焊接机（包括特种激光复

合焊接）等多种产品。这些设备具有高精度、高效率、低能耗等优点，能够实现快速、精确的加工操作，大大提高了生产效率和产品质量。其中，激光切割机以非接触式加工方式，可实现对复杂形状与精密轮廓的精准切割，而激光焊接机以高效的焊接能力与卓越的焊接质量，保证工业产品结构的牢固。这些设备的应用，可以提升生产线的自动化与智能化水平，也可为相关产业的转型升级提供技术支撑。

在激光医疗设备方面，我省也在积极拓展该领域，激光治疗仪、激光手术刀等医疗设备也相继被研发并投入到诊治中。这些设备利用激光的生物效应与精准控制能力，具有无创或微创、恢复快等优点。在眼科治疗、皮肤科美容、肿瘤消融等多个医疗场景中发挥重要作用。

随着技术的持续进步和应用领域的不断拓展，我省激光制造业的产品种类和性能也在不断提升。

（五）市场地位

我省激光制造业在全国市场中逐渐占据了一定的地位，尽管与湖北、江苏、广东等激光产业发达地区相比，整体规模 and 市场份额尚显较小，但近年来发展迅速，企业数量与产值规模均呈上涨趋势。同时，市场需求日益增长，特别是在智能制造和个性化定制领域，我省激光产品的竞争力不断增强。

政府也出台了一系列政策措施支持激光制造业的发展，根据《四川省制造业创新中心建设重点领域（2024）版》的通知，四川省经济和信息化厅将创新资源进一步向包括激光技术在内的多个领域集聚，推动建设省级制造业创新中心，以加强技术研发和创新能力，为行业的持续健康发展提供有力保障。此外，在国家重点研发计划“增材制造与激光制造”重点专项中，涉及激光技术的项目被视为具有前瞻性、战略性意义的项目，表明了国家对激光技术在制造业中应用的重视和支持。

两大激光行业巨头武汉锐科激光与深圳大族激光均对成都市场表现出浓厚兴趣。锐科激光曾表示：“在这里，我们能离市场更近。”，锐科激光在华东、华南以及华中已经有了业务布局。而成都产业体系完备，工业增加值增速（7.8%）在全国副省级城市排名中位列第三，相信在这里发展能抢占市场先机。而深圳大族激光则表示，“目前公司的研发和生产基地都在深圳，希望未来能与成都的激

光企业建立更多的合作关系，形成良性的互动循环”。

综上所述，省政府对激光制造业给予了高度重视，出台了一系列政策措施来促进产业的发展。我省激光制造业在高功率光纤激光器、超快激光器等前沿技术领域也取得了一定的进展。同时，成都等地也形成了激光产业的集聚效应，吸引了多家知名企业和研究机构入驻，共同推动技术进步和产业升级。随着智能制造的加速推进与激光应用领域的广泛拓展，激光制造智能技术有望在激光制造业转型升级中发挥更加重要的作用。

二、我省激光制造业智能化发展现状及问题分析

智能化发展是激光制造业转型升级的关键驱动力，随着人工智能、大数据和物联网等技术的飞速发展，激光制造行业正经历着一场深刻的智能化革命，AI在激光加工领域的应用日益广泛，通过大数据分析、机器学习、深度学习等技术手段，能够优化激光加工参数、预测加工质量、实现自适应控制，从而提升加工精度、效率和稳定性等。国内外的激光制造企业纷纷加大研发投入，将智能化技术融入产品设计、生产流程和售后服务中，以提升竞争力并满足日益复杂的市场需求。

在国内，大族激光作为国内领先的激光设备制造商之一，在2024年上海国际工业博览会上推出了集高效、精准和智能化于一体的片式电阻激光调阻机。该设备采用全自动上下料系统，大幅提升生产效率，同时支持智能视觉自动定位校正系统，实现高精度的片式电阻基板定位。核心的PMU测量系统具备高精度和快速响应能力，确保修调的产品参数稳定不漂移。该设备的推出表明其在智能制造领域已经取得了显著进展。而作为国内另一激光制造行业巨头的华工科技，也已经完成了从激光装备企业向智能制造整体解决方案企业的转变，打造了包括研发数字工业云平台、基于工业大模型的视觉分拣系统以及40余个智能工厂项目，展现了其在激光制造智能化领域的实力。

在国际市场上，激光技术的智能化革新同样在展开。德国Trumpf公司，作为全球激光制造领域的领军企业之一，在激光智能化领域已取得了一定成果。在第十八届国际医疗器械设计与制造技术展览（Medtec 2024）上，Trumpf公司展示了其最新的技术和产品，其中的XYZ三轴联动激光打标系统集成实时影像监测功能，实现了全流程质量控制。

相较于国内外高端激光设备智能化研发的前沿趋势，我省在此领域的进展略显迟缓。例如，在 2024 年 8 月的埃森焊割展上，我省思创激光公司展出了包括 STR-HW 系列手持焊及新品、自动化应用标准机、特种焊接应用复合焊等激光焊接系列产品。这些产品可满足常规材料及有色金属在薄板、中厚板的生产需求，其中的新品 STR-HW850 手持焊，是国内首款单模 3000W 焊机，直达 10mm 的焊接熔深，展现了企业在技术研发与创新上的深厚积累，但在激光设备智能化发展的深度与广度上仍有待加强。

目前，我省激光制造业的智能化改造已取得初步成果，部分领军企业已率先实施并完成智能化升级。但相较于国际国内的领先企业，整体进展仍显滞后。此外，我省中小企业群体在智能化改造的认知水平和推进速度上也需进一步提升，以加速融入全球激光制造业的智能化浪潮。

政策方面，省政府高度重视激光制造与人工智能技术的融合发展，出台了一系列政策措施支持相关产业发展。如《四川省高新技术产业开发（园）区推动人工智能产业率先突破发展行动方案（2024—2026 年）》就明确提出了推动人工智能产业率先突破的目标和路径。

通过多渠道调研、数据分析和研究工作，对我省激光制造智能化发展现状存在的问题进行了初步梳理和分析。

存在问题如下：

（一）技术瓶颈

尽管激光智能化技术在不断进步，但智能化改造所需的关键技术，如高精度传感器、智能控制系统、大数据分析平台等，仍面临瓶颈。以某激光科技有限公司为例，该公司在提升激光切割设备智能化水平时，难以在市场上找到符合其高精度要求的传感器，且自主研发门槛较高，需要企业具备较强的研发实力，导致其不得不选择依赖国外进口的高端激光设备和技术，限制了自主品牌的发展。同时，在激光制造领域，AI 算法与激光工艺的深度融合尚浅，许多企业的数据处理与分析能力不足，难以支撑实时高效的激光加工优化，限制了智能化水平的提升。

（二）企业缺乏长远规划及资金投入问题

企业对智能化改造重视程度不够，缺乏明确的智能化改造发展目标和规划，

导致改造工作缺乏方向性和系统性，进行智能化改造的动力和信心不足。同时，激光制造智能化改造需要大量的资金投入，包括设备购置、技术研发、人才培养等多个方面。然而，许多企业尤其是中小企业面临资金短缺和融资难题，难以承担高昂的智能化改造成本，制约了激光制造智能化改造的推进速度，导致企业错失市场先机。

（三）缺乏统一的标准和规范

当前激光制造行业缺乏统一的智能化标准和规范，企业在实施智能化改造时面临标准不一致的问题，导致不同企业间的系统难以兼容和集成，影响智能化解决方案的推广。

（四）信息化建设较为滞后

企业信息化建设滞后，数字化、网络化、智能化水平不高，缺乏先进的信息技术支持，在生产过程中难以实现生产数据的实时采集、分析和应用。此外，基础设施如网络、数据中心等建设不足，同样制约了智能化改造的推进，网络带宽不足、数据中心容量有限等问题，导致企业在数据传输、存储和处理方面面临困境，难以满足智能化改造对高速度、大容量、低延迟的需求。

（五）合作与交流不足

省内激光制造企业之间缺乏有效的合作与交流机制，导致资源、信息与技术共享不足，这种孤立发展的状态限制了企业在技术研发与市场拓展中的合作机会。同时，由于缺乏有效的合作平台，资源无法得到有效整合，信息流通不畅，技术创新成果难以在行业内快速传播和应用。此外，与国际先进地区的合作与交流不够深入，难以引进先进的管理理念和技术成果，导致在国际市场上的参与度低，缺少针对性的国际合作项目与技术引进计划。

（六）激光制造业智能化改造的典型案例

1. 某中小型激光切割企业希望引入智能控制系统，但由于缺乏研发投入，导致现有设备无法升级，无法满足高效生产的需求。

2. 某大型激光制造公司在推行智能化转型时，因培训不足，内部员工对新技术缺乏了解，无法有效使用新装置，导致项目进度拖延，智能化投资的回报低于预期。

3. 某地方激光设备制造商尝试进行生产线智能化改造，但由于项目预算严苛

且融资困难，智能化未能转型成功。

三、加快推动我省激光制造业智能化改造的建议

为了全面提升我省激光制造业的生产效率、降低成本、增强竞争力，促进产业升级和高质量发展，根据课题研究情况，提出关于加快推动我省激光制造业智能化改造的建议如下：

（一）推动 AI 与激光技术的深度融合，进行技术创新与产业升级

在推进 AI 与激光技术深度融合的过程中，技术层面的创新是关键。首先构建一个全面、准确且及时更新的人工智能数据库体系，为激光加工过程的智能化分析提供坚实的基础。同时，针对激光加工数据的独特性质，积极开发多种典型网络模型，用于对激光加工过程中的数据进行分析 and 处理，以实现激光加工参数的精细调整。在此基础上，加大对智能算法的研究与开发力度，特别是在深度学习、强化学习等前沿领域的探索，通过不断优化智能算法，实现对激光加工参数的精准调控、加工路径的优化规划以及加工过程的实时监测与反馈调整。

在设备层面，将 AI 技术深度融入激光加工设备的自动化控制系统中，推动设备的智能化升级与改造。具体而言，包括开发具有自适应能力的控制系统，使其能够根据加工材料的特性、加工任务的复杂程度等因素自动调整加工参数；部署智能传感器网络，实时监测设备的运行状态及加工过程的关键参数，确保加工过程的安全性及稳定性；构建智能故障诊断与预警系统，利用大数据分析技术提前识别潜在故障风险，减少设备停机时间，提高生产效率等。

随着技术的不断进步，AI 赋能激光加工的应用领域也不断扩展。应密切关注市场动态和技术发展趋势，积极探索 AI 在 3D 打印、微纳加工、激光清洗等新兴领域的应用潜力。通过深入研究这些领域对激光加工技术的特定需求，开发出具有针对性的解决方案与产品，以满足市场对高端制造的需求。此外，还应关注激光加工与机器人、无人机、自动驾驶等产业的融合发展趋势，通过跨界合作和技术创新，为这些产业的发展提供高质量的零部件加工和制造服务，推动制造业的整体智能化升级。

（二）制定明确的战略规划与政策支持

深入贯彻工业和信息化部等八部门联合印发的《“十四五”智能制造发展规划》，结合我省激光制造业的实际情况，制定落实围绕研发设计、生产制造、经

营管理、售后服务等关键数字化转型的实施细则。同时提供财政补贴、税收优惠、低息贷款等政策支持，激励企业进行技术升级和智能化改造。

（三）强化行业标准建设

通过术语定义、参考架构、评估模型等基础性标准的规范，确保新概念和新技术的实施。同时，建立统一的数据标准体系，为实现内部数据的互联互通提供保障，激光制造业内部合力加速行业智能化转型。

（四）加强基础设施建设与信息化水平

推动激光制造企业进行信息化建设，提升生产过程的数字化、网络化、智能化水平，培育重点行业领域互联网平台建设，鼓励龙头骨干企业牵头建设激光制造业智能化互联网平台，将智能化转型经验转化为标准化解决方案向行业企业辐射推广。加强网络基础设施、数据中心等建设，为激光制造业智能化改造提供信息技术支撑，同时，优化电力、物流等配套设施，确保智能化生产顺利进行。

（五）推动产学研深度融合，强化合作与交流

为加速激光加工产业的协同发展，首先需深化企业与高校、科研机构及产业链上下游企业之间的合作关系，确保这种合作具备长期性和稳定性。通过实施产学研深度融合战略，共同构建一个以 AI 技术为核心驱动的激光加工产业生态系统，以加速科技成果的转化进程，拓宽其应用范围，并持续推动激光加工技术的创新与升级。

在此过程中，加强产业链上下游企业间的沟通与协作。建立健全的信息共享机制，更有效地实现企业间的资源共享与优势互补，共同应对市场挑战，从而整体提升产业链的竞争力。同时，深入挖掘并广泛推广我省内已成功实施智能化改造的企业案例，为中小企业提供具体、可操作的转型范例，促进其加速智能化进程，形成示范效应。对于龙头企业，支持其牵头组建制造业创新中心等创新联合体，通过整合产业链、创新链、技术链、资金链及政策链等多方资源，实现各环节的深度融合与协同发展。

此外，为了扩大知识交流与经验分享，建议定期举办激光加工产业论坛、技术交流会等活动。促进企业间的信息共享与业务协同，通过编制详尽的制造案例集，系统地总结并推广一批具有可复制性、可推广性的智能化转型经验做法，激发产业内的联合创新活力。针对国际市场渠道与资源的拓展，鼓励企业积极参与

国际展览、学术会议等交流活动。通过这些平台了解国际行业动态与技术发展趋势，学习并引进国际先进技术与管理经验，为自身的国际化发展奠定坚实基础。

课题七

关于加快推动四川省人工智能产业高质量发展的若干建议

金明、侯灿、杨志敏、陈庆霖、李瑞玲

人工智能作为新一代信息技术产业中的核心产业，是引领新一轮科技革命和产业创新的关键驱动力。加快推进人工智能产业高质量发展，对实现全面建成社会主义现代化强国，全面推进中华民族伟大复兴的奋斗目标具有重要现实意义。2024年1月，工信部颁布的《国家人工智能产业综合标准化体系建设指南》提出，到2026年，新制定国家标准和行业标准50以上，推动人工智能产业高质量发展的标准体系加快形成。2024年1月22日上午，四川省第十四届人大第二次会议开幕，省长黄强在政府工作报告中指出2024年四川将全面落实六大优势产业提质倍增的“10条支持政策”。其中，重点布局和大力发展人工智能产业是四川未来一年的核心任务。

四川是国家重要电子信息产业基地，全省约有4万家人工智能及相关产业企业，企业近3年的增速超40%，数量位居西部第一。四川在人工智能三要素之一的算力方面处于优势水平，并且在诸如高档数控机床，智能焊接装备等领域具有较强实力。但同时也存在一些短板和问题，与北上广深相比，四川省缺少“大厂”，企业培育上资本市场活跃度不够。在人工智能底层的硬件方面存在“卡脖子”困境，缺乏国产的高性能、低延时、高算力的人工智能芯片。此外，四川人工智能产业聚集度不高，产业人才与头部城市相比仍有较大差距。

通过研究人工智能产业发展的标准体系，可以明确该产业发展方向和具体的基本发展标准，包括基础共性标准，基础支撑标准，关键技术标准，智能产品与服务标准，赋能新型工业化标准等。

四川省人工智能产业高质量发展研究的成果和经验，可以为其他省市提供理论参考。不同城市和地区在人工智能产业发展方面存在共性和差异，四川省的研究可以为其他城市和地区提供借鉴和启示，推动全国人工智能产业的高质量发展。

本文在对四川省人工智能发展现状研究的基础上，贯彻新发展理念，统筹高质量发展，分析产业发展所面临的瓶颈，并提出有效的对策建议，有利于推动四

川省人工智能产业高质量发展，带动四川省产业升级和经济转型，促进智能社会建设进展以及四川经济社会快速发展。

分析四川省人工智能产业的瓶颈，提供有效对策建议，为四川省对齐头部城市产业水平提供有力支撑。对推动四川省人工智能产业整体升位进阶，技术创新水平和产业发展水平跻身全国第一梯队，建成中西部人工智能创新研发和产业化高地有现实意义。

一、四川省人工智能发展现状

（一）基础设施与政策建设

四川省在人工智能领域方面的发展有很好的基础支撑。四川省和成都市通过出台一系列政策措施，如《行动计划》和“算法十条”，全力构建从顶层设计到政策惠企的系统性工作体系，支持从理论算法研发到产业应用转化全环节发展。此外四川人工智能基础设施布局持续完善，已建成大型、超大型数据中心 18 个，在用机架超 20 万个、5G 基站 16 座，物联网终端用户 4512.3 万户。这些政策和基础设施建设为人工智能产业的发展提供了坚实的支撑。

近年来，北上广深等城市密集出台了人工智能相关产业政策，为促进人工智能产业高质量发展。例如广东省为促进人工智能产业高质量发展，加速形成新质生产力，出台了《关于人工智能赋能千行百业若干措施的通知》，其中指出到 2025 年全省算力规模超过 40EFLOPS，为实现目标，若干措施从推进人工智能软件迭代升级等方面提出了 45 条具体措施。政策利好的密集出台，彰显着国家对人工智能产业发展的高度重视，随着政策助力、市场需求等多重利好因素的共振，产业有望在 2024 年实现新的飞跃。其中，成都市凭借着前瞻性的布局和强有力的政策支持，正在引领中西部人工智能产业发展，有望成为全国人工智能产业发展的新高地。

（二）产业规模扩大

近年来，四川省人工智能产业蓬勃发展，产业规模持续扩大。据相关数据显示，2023 年，全省人工智能产业规模达到 900 亿元，企业超过 1100 家，高新区占比分别超过 60%、35%；预计到 2026 年，全省高新区协同构建技术互济、资源共用、成果共享的人工智能产业联合体，产业规模达到 1400 亿元以上。

人工智能关联的产业也得到了扩大。2023 年成都高新区人工智能关联产业

规模已达到 468 亿元，占全市 60%以上。其中，在持续火热的 AI 大模型领域，成都高新区已培育虹微科技长虹超脑大模型、行者 AI 数字文娱大模型等 43 个垂类大模型，数量占全市比例超 70%，涵盖了医疗、文创、制造、金融、商务、办公等多个行业领域。而对于长三角地区在人工智能产业规模上表现更加突出，2023 年该区域人工智能产业规模全国占比为 1/3 左右。上海、江苏、浙江、北京等地拥有一批具有竞争力的人工智能企业。尽管四川在人工智能的发展已经取得了一定的成就，尤其是中西部地区，但和北上广深这些一线城市相比还有一定的差距，如北京截至 2023 年底产业规模已经达到 9761 亿元。这些先进城市在人工智能的核心产业规模等方面均处于国内领先地位，对四川而言，这不仅是一个挑战，也是一个推动其进一步发展的动力。

（三）企业创新能力提升

人工智能技术快速演进，创新企业不断涌现，创新活力得以持续释放。据了解，四川人工智能研究院截至目前已在 大模型、人形机器人、金融科技等行业细分领域举办了很多场研讨会、交流会，通过这些会议搭建起沟通桥梁，不断建设人工智能生态体系。成都市科技局成功申报国家新一代人工智能公共算力开放创新平台 2 家、建成“智能协同计算技术”等人工智能领域国家级重点实验室 2 家、省级重点实验室 7 家、技术创新中心 2 家、工程技术研究中心 21 家。

在人工智能的发展中企业也在不断创新突破。通过工业机器人的使用提升工厂和车间工作效率，助力数字化车间和无人工厂建设。东方电机通过建设智能制造数字化车间实现生产效率提高 48.2%、运营成本降低 31.9%、产品研制周期缩短 30.1%；此外，在攀钢集团通过 5G+AI+大数据的智能一体化矿山解决方案，帮助实现矿山设备远程率达到 100%，穿孔效率提升 110%，电铲效率提升 10%，解决了传统钢铁矿山企业的降本增效等方面的转型诉求。华西医院也利用人工智能对于心血管疾病研发了智能可穿戴设备，智能可穿戴设备可对患者进行快速的 CVD 诊断或预测，从而快速发现心血管事件或缩短患者的住院或医疗就诊时间。而相对于上海来讲，各有侧重点，四川侧重于通过算力、产业集群和应用场景探索来推动人工智能的发展，而上海则更注重通过科技创新、产业发展以及投资活跃度来促进其发展和应用。不同地区有不同地区的发展形势和优势，要借助其优势集成通用大模型的能力，形成大模型的互补，为人工智能的创新提供广阔的空

数据，深度学习和许多 AI 应用需要海量数据进行训练，这是目前面临的一个重大挑战。

四川省企业竞相投身人工智能赛道，但有效数据不足，特别是部分领域封闭式的数据生态给人工智能发展带来了掣肘，数据资源共享度不够。随着 AI 技术的发展，真实数据的采集成本高昂，且存在有限性，这限制了 AI 技术的进一步发展。

（三）算力瓶颈

算力是人工智能发展的技术保障和动力引擎，成都智算中心一期项目为 300P 算力，目前使用率达到 95%以上，已经处于一个饱和状态，不能为人工智能后续发展提供充足的算力。虽然四川省人工智能算力水平在西南地区处于领先地位，但想要实现人工智能的高质量发展，到 2026 年算力规模要达到 20000PFlops（FP16，即半精度浮点数）。而且目前四川省人工智能算力资源分布较不均衡，西南首个 AI 算力园区和众多智算中心均落地成都，算力资源倾斜严重。

三、四川省人工智能发展建议

（一）加强政策引导，破解人才困境

一方面政府可以结合四川省的实际情况，制定本地人工智能产业的中长期战略规划，为产业发展提供清晰的路径和方向。根据《2024 年中国人工智能行业大模型企业竞争力 100 强研究报告》显示，在北京、广东、浙江和上海等具有绝对领先优势的人工智能先导区，其显著特点之一就是具有政策优势。因此四川省政府同样需要明确发展目标，确定重点任务，制定出切实可行的保障措施和行动方案。

另一方面随着人工智能的广泛应用逐渐深入到各个领域，各行业都迫切需要大量具有理论基础和实践能力的人才。为了缓解四川人工智能工程技术开发人才短缺的现状，政府可以制定更加灵活的人才引进政策，可以学习借鉴深圳市“孔雀计划”和阿里巴巴的“青年军”计划的成功做法，吸引和培养更多的高端人才。高校则可以采取跨学科的教学模式，在不同学科之间普及人工智能工程教育，并鼓励学生跨专业学习人工智能相关知识和技能，培养出能适应市场需求的人才。

（二）加大研发投入，推动产学研合作

一方面我们要鼓励四川省内的企业、高校和科研机构加大在人工智能领域的

研发投入，尤其是在云计算、算法、芯片等人工智能基础层，尽快弥补当前的薄弱环节。同时积极推动三方协同工作，例如对于人工智能芯片的研发，企业应投入更多的资金用于工艺的探索和优化，高校则专注于芯片架构的创新设计，而科研机构则在新材料的应用研究方面发力。

另一方面要强化高校和企业联动，建立更加紧密高效的产学研合作机制。想要研发出满足市场需求的创新产品，基础理论与产业实践应用必须联合起来。以成都为例，当地的科技企业可以与电子科技大学建立联合实验室，企业为高校提供数据资源和研究案例，高校为企业 provide 理论指导和人才支持，从而促进科研成果向市场应用转化。

（三）加强基础设施建设，促进数据流通共享

一方面应重点围绕算力、网络、数据服务平台等基础设施建设，为人工智能的大规模计算和海量数据处理提供强有力的支持。当前四川省人工智能算力水平与北京、上海等地相比还有一定差距，急需建设更多具备超级计算能力的数据中心，配备先进的服务器和处理器，打造高速稳定的网络基础设施。

另一方面可以由政府牵头建立公共研发平台，推动数据资源共享，为企业和科研机构提供更多的有效数据资源。进而降低研发成本，激发更多的创新活力。比如以成都为中心建立一个辐射四川省的人工智能研发资源共享平台，引导绵阳、德阳等地协同合作构建人工智能产业链。结合各地的产业优势，成都可以着力拓展人工智能应用场景，研发更多像华西医疗智慧、蜀道智慧交通这样的示范应用场景，绵阳可以侧重于人工智能硬件制造，德阳着重发展工业领域的人工智能应用，形成优势互补、协同发展的良好局面，共同推动四川省人工智能产业的快速发展。

课题八

关于建立未来数字工厂以加速我省制造业智能化改造数字化转型的若干建议

赵杰、李驹光

随着第四次工业革命的到来，数字化转型已成为全球制造业发展的必然趋势。我国政府高度重视制造业的数字化转型，并推出了一系列政策支持制造业向智能化方向发展。“十四五”规划强调了全面深化重点产业数字化转型的重要性，并提出了智能制造工厂的具体实施路径。此外，工业和信息化部等多部门联合发布的《“十四五”智能制造发展规划》进一步明确了智能制造发展的目标和方向。这些政策不仅为制造业的数字化转型提供了指引，也为四川省推进数字工厂建设提供了政策依据。

四川省积极响应国家政策，加快推进数字工厂建设。目前，四川省已在电子信息、装备制造、汽车制造等领域培育了一批数字化车间和智能工厂。例如，成都的某电子信息企业通过引入自动化生产线和数字化管理系统，实现了生产效率大幅提升，产品质量稳定性显著提高。同时，四川省还建设了一批工业互联网平台，为企业提供数字化转型服务。

一、发展现状

全省传统制造业重点领域数字化改造明显加快，有条件、有基础的重点产业智能转型取得明显进展；智能制造技术与装备实现突破，攻克100项以上智能制造关键共性技术，研发一批智能制造关键技术装备；培育5个以上主营业务收入超过5亿元、具有较强竞争力的系统解决方案供应商，智能制造生态体系初步形成；建成数字化、智能化工厂（车间）1000家，打造智能制造试点示范项目100个以上。而随着国家对智能制造产业布局的加快，四川智能制造产业也将迎来良好的发展机遇。

四川工业智能制造当前总体处于2.0时代，未来十年的目标是整体进入3.0，部分企业进入4.0时代。从产业分布来看节能减排、高铁通信设备、智能电网等

都可能成为未来十年快速增长的产业。四川省已经启动了多个重点工程，如数字新基建提升、平台体系升级等，旨在提升企业内外网络设施、完善标识解析体系，并推进企业深度上云。推行了首席数据官（CDO）试点项目，强化工业数据管理与安全。构建了“五阶九档”的“智改数转”综合发展指标等级，为制造业的智能化改造和数字化转型提供评估依据。

二、面临的问题

四川省在推动制造业数字化转型方面已经取得了一定的成绩，但仍处于起步阶段。目前，四川省数字经济规模已经超过1万亿元，并保持着高速增长态势。在推进数字化转型的过程中，四川省正致力于构建“5+1”现代产业体系，其中“5”代表五大万亿级支柱产业，“1”则是以数字经济为主体的现代产业体系

我省制造业的智能化、智慧化、数字化跟沿海相比起步较晚，发展空间还很大。目前，未来数字化工厂是集合了数字技术5G、大数据、边缘计算、云计算、人工智能、物联网等技术，是工业4.0、数字中国、中国制造2025建设的深度推进。数字化工厂是制造业智能化改造和数字化转型的主要场景和核心手段，推动未来数字化工厂业务的建设落地和应用，也是解决新型工业革命和未来劳动力短缺的长远问题。当下，我省制造业基础条件较优的工厂均集中在成都及周边，绵阳和宜宾也逐步发展，整体地区发展非常不均衡。即使有条件的地区还有较大的提升空间。

（一）数字化基础设施建设不均衡，部分地区的网络设施落后。

（二）中小企业因资金和技术限制，在数字化转型过程中存在困难。数字化转型需要大量的资金投入，包括设备购置、系统开发、人员培训等，部分企业尤其是中小企业面临资金短缺的困境。

（三）数据安全和个人隐私保护仍需进一步加强。

（四）缺乏统一的标准和评估体系，影响了转型的整体效果。

（五）转型意愿与实际行动脱节：据调研显示，虽然95%以上的传统企业有数字化转型意愿，但真正开始实施转型的比例仅为30%左右。

（六）技术应用水平参差不齐：不同行业和地区在技术应用水平上存在差异，一些企业尚未掌握数字化转型所需的关键技术。

（七）人才短缺：数字化转型需要大量具备数字技能的人才，而这方面的人

才供给相对有限。

（八）数据安全与隐私保护：随着数据量的增加，如何确保数据的安全性和隐私保护成为了亟待解决的问题。

（九）企业数字化转型意识不足：部分企业对数字化转型的重要性认识不够，缺乏主动性和紧迫感，仍习惯于传统的生产管理模式。

（十）标准评估模型范围较大，定义上模糊。

三、对策建议

（一）转型基本原则：以业务为牵引，以效益为准绳。

数字化的初衷是满足业务需求，提升企业效益。因此，数字化工具的应用（即“打造数字化用例”）需从实际业务需求出发，锁定痛点并提供解决方案。与此同时，在数字化用例的开发过程中，应牢牢把握效益（包含直接经济效益与非直接经济效益）的准绳，从效益与开发难度等维度，对用例进行决策与优先级排序，进而通过数字化手段去实现。

大部分企业在数字化建设过程中，都会出现用例或系统与业务脱节的现象。例如，不少流程制造企业在建立生产管理系统时，会以一种普适性的方法来统计原料，并记录产品的出入库情况，并未考虑产品回炼、质量返工以及中间储存等生产过程环节，因此无法进行细粒度的（班组级别）的关键指标跟踪。这一结果难以为一线业务的分析与考核带来实际意义，进而使得数字化看板成为“摆设”。究其原因，是在用例建立的过程中，相关人员并未以业务为牵引，与一线业务人员充分沟通业务复杂度与实际需求，从而导致脱节与二次处理。如下图：

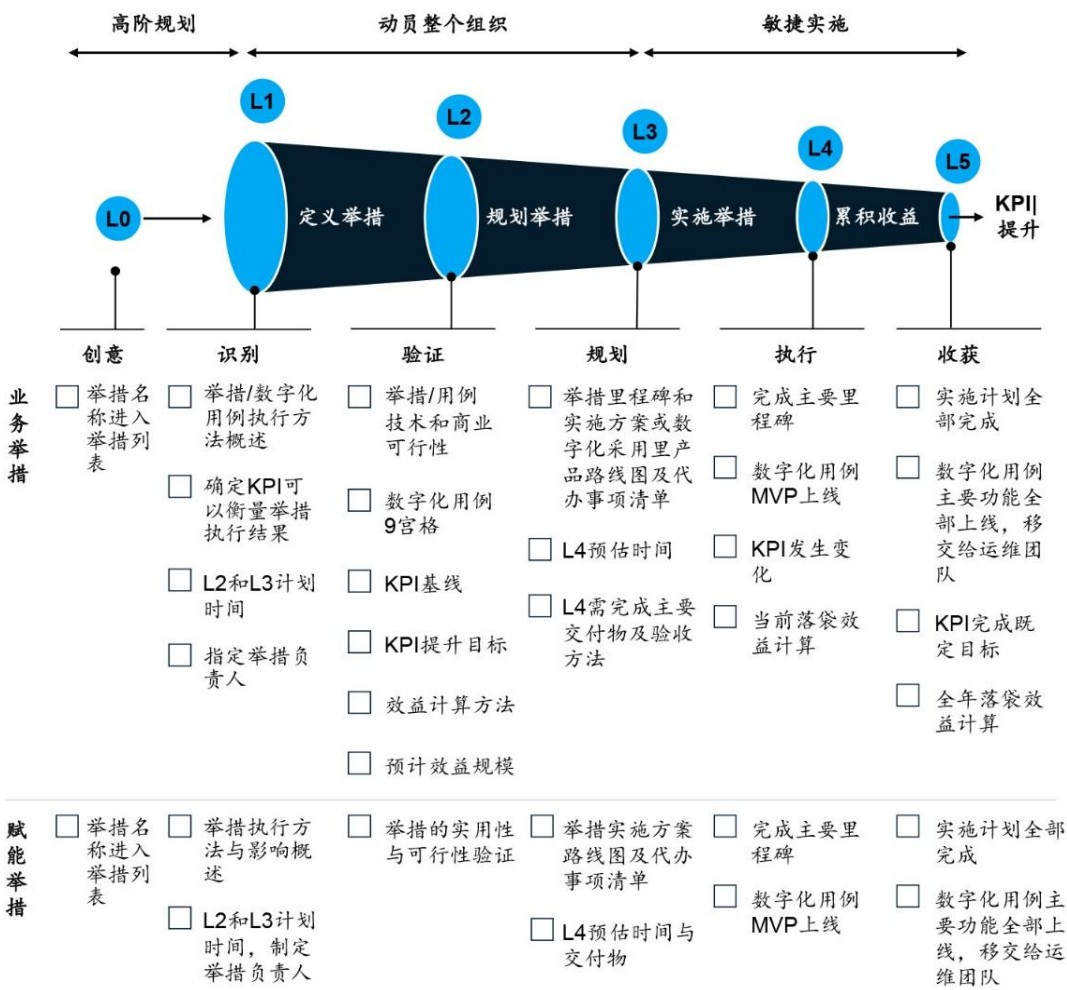
图1 案例：信息化工作和工厂管理业务脱节



（二）转型管理方法：建立数字化管理机制，打造内生的数字化能力。

为有效实施数字化转型项目管控，企业需要搭建敏捷的管理制度，以进行效益、安全、质量、能力建设等全方位的项目追踪，促进组织持续改善。同时，需基于统一、透明的数据进行高效的管理决策和业绩评估，并建立以一系列执行标准为基础的卓越管理体系，从而持续打造竞争优势。企业可建立一套敏捷管理机制，完整覆盖每一项数字化举措的全生命周期，包括诊断阶段的创意想法提出（L0），动员全员识别、验证想法（L1/L2），完成实施方案的详细设计（L3），完全落地实施计划（L4），以及最终实现价值捕获（L5）。该管理机制可基于透明的数据平台，跟踪项目 L0~L5 的全过程，同时按时间节点自动给相关负责人发送行动提醒。如下图：

图2 基于严谨的制度与透明的数据，建立从举措到效益的桥梁



（三）转型核心：先进数字化用例的规模化应用。

数字化转型的核心，是先进数字化用例的规模化应用。企业需由此出发，建立数字化组织，完善信息系统的基础设施建设，从而实现对用例部署的有效支撑。通过深入观察流程制造的业务实践，我们发现产、供、销协同优化，以及提升业绩管理透明度，对提升企业运营管理水平，并获得经济效益具有重要意义。

1. “时效利润模型”以利润最大化为目标，打通产、供、销协同优化

当市场较为动荡时，企业的信息传导存在滞后情况，很难将产品利润率的变化反映在生产组合之中，其偏差有时甚至可达 30%。为了支持有时效性的决策制定，某化工企业构建了端到端效益优化系统，通过部署多个高阶优化模型，最大

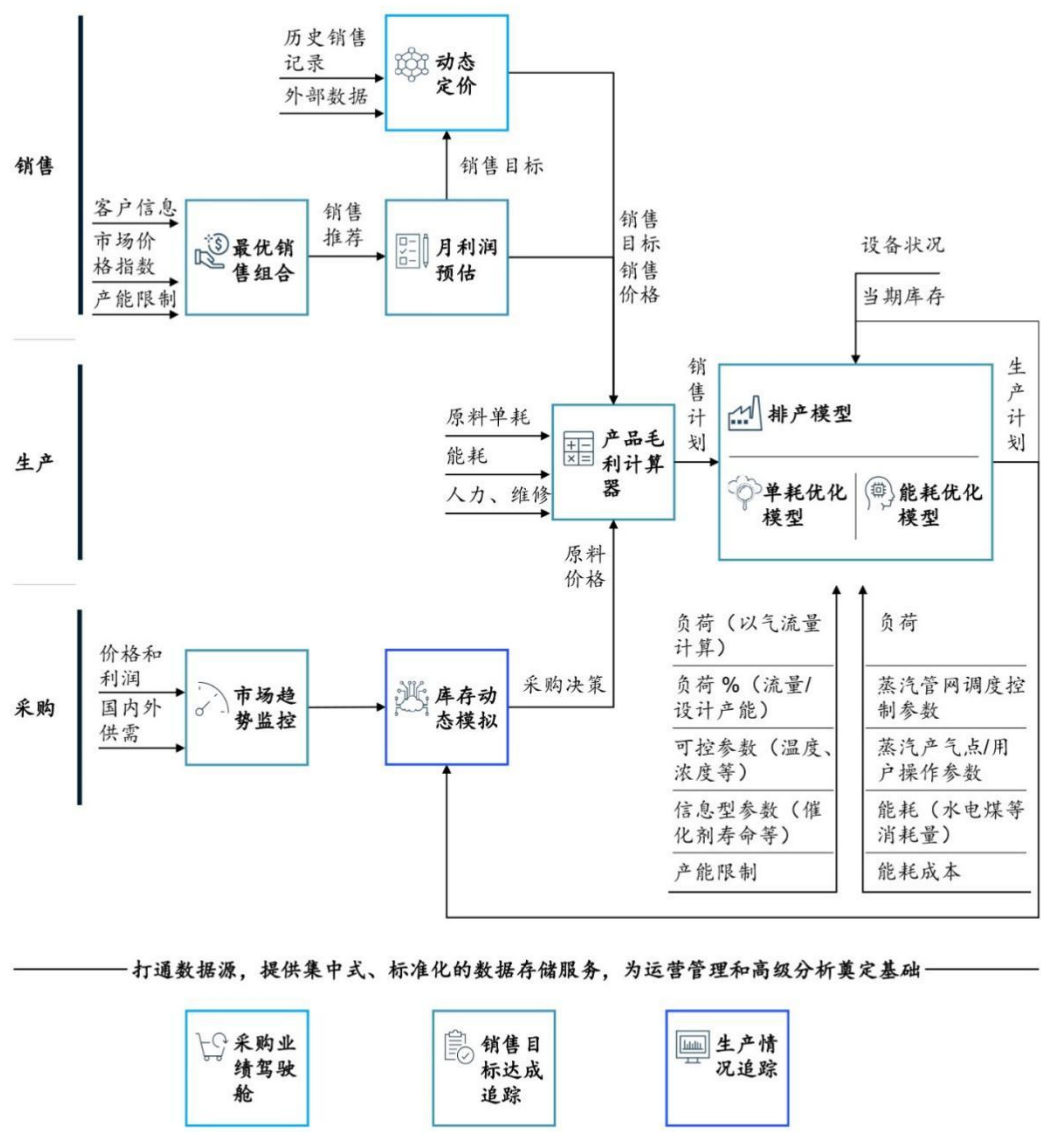
限度地提高了利润，并推动更好的规划和执行。该用例：

在 70 多个约束条件下，使用“高阶多参数优化模型”生成最佳销售组合和日常计划；拥有利润模拟器、销售组合、价格预测等 7 大模块，集成多个系统和 30 多个数据源；开发了“最优利润偏差”指标，即实现的利润与最优利润之间的差距百分比。如果模型推荐的产品组合 100%被采纳，则相关生产和销售便能实现最优利润。

该用例的执行不仅仅是模型寻优，更重要的是，它打通了端到端完整运营体系，以市场为导向来优化产品组合，将数据自动推送给销售、采购、生产等部门，以便组织上下按照统一的方案部署相关工作；任何环节出现偏差时，系统都会及时收到反馈，然后通过再优化进行二次寻优，并协助各部门进行工作调整如下图。

通过部署该用例，上述化工企业的最优利润偏差减少了近 30%，库存周转率提高了 15%。

图3 “时效利润模型”以利润最大化为目标，打通部门间的协同优化



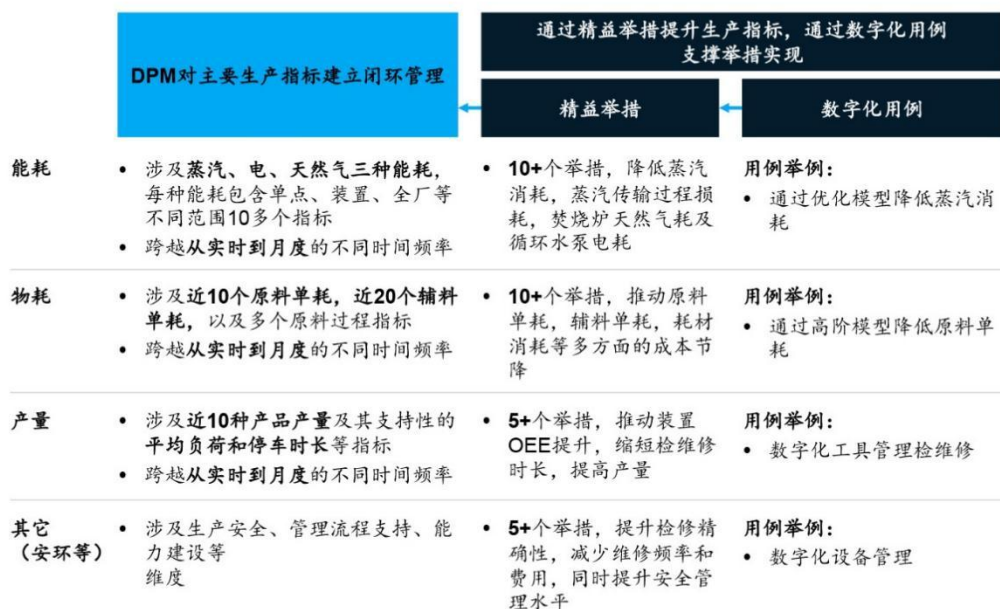
2. 数字化业绩管理（DPM），连通精益和数字化工作方式推动绩效提升

为了拉动企业绩效，有效提高决策的精确性与速度，诸多流程制造企业正在加速部署数字化业绩管理（DPM）。依托数字化平台，DPM 将业绩管理、专业管理工具使用、效益提升举措落实，以及一线工作开展整合起来，实现了工业运营管理和员工工作模式的全面进阶。

DPM 能为企业带来诸多效益。例如，可视化呈现业绩指标结果和目标，基于

预设标准预警，支持各层级的业绩回顾、讨论和决议，并支持决议的自动传递和跟踪，从而形成闭环；支持企业的运营改善，以及业绩管理方法的优化固化，支撑公司效益目标的达成。以企业每日交班会的精益管理为例，通过 DPM 实现班组级指标从问题识别、分析到任务分配、执行、关闭的端到端业绩管理闭环，推动生产一线业绩持续提升；以蒸汽单点优化的数字化举措为例，通过优化模型降低蒸汽消耗量，单点优化的输出与 DPM 融合，实现蒸汽消耗的实时控制及持续寻优。如下图：

图4 依托DPM，建立绩效管理体系，推动绩效提升



流程制造企业还可以选择将 DPM 平台化，有效整合数字化精益工具，推动不同指标域（产量、能耗、物耗、质量）在不同层级的具体呈现，促进企业最优经济利润的达成（见图 5）。

图5 DPM指标体系与精益工具



当前市场不确定因素持续增加，流程制造行业的总体产能过剩亟待化解，在此背景下，相关企业在未来几年将面临诸多成本压力 and 业务发展压力。展望未来，以数字化转型为主导的降本增效与管理提升，将成为企业提高核心竞争力的关键。我们衷心希望我省流程制造企业能在灯塔工厂的指引下，运用系统化的规划和方法成功实现数字化转型，依托数字化技术持续创造核心价值！

（四）强化应用牵引。

深入推进我省智能工厂和智慧供应链建设。开展“人工智能+”行动，建设智慧园区，培育一批数字化转型、智能化发展的典型标杆，支持传统产业和中小企业基于成熟技术、先进适用技术进行技术改造，尤其中小企业的技术改造是小平台、小设备、小投入产生中等级别的成效，绝对不求大而全。目标是到2025年，70%以上的规模以上制造业企业基本实现数字化、网络化，建成一批引领产业发展的智能制造示范工厂。

（五）完善供给支撑。

谋划布局我省智能制造领域的相关重大科技创新项目，加强智能制造工艺、智能制造装备、智能产品、软件系统等关键核心技术攻关，同时开展智能制造系统解决方案供应商培育，到2025年培育一批专业水平高、服务能力强的智能制

造系统解决方案的供应商，尤其是结合我省有实际应用案例的，更好地推动更多企业进行数字化转型、智能化提升。

（六）健全基础设施。

结合已经布局的 5G、算力、移动物联网等信息基础设施，加大真正意义上的工业互联网平台建设，加快工业互联网创新发展，完善智能制造标准体系。特别是要加强评估评价工作，目标是到 2025 年建成一批具有行业级和区域性影响力的工业互联网平台。

（七）加强政策引导与支持。

1. 制定更加具体的激励措施，如税收减免、贷款贴息等，降低企业数字化转型的成本。

2. 设立专项基金，支持关键技术研发和示范项目建设。

（八）推动技术创新与应用。

1. 鼓励产学研用结合，促进新技术的转化应用。鼓励一批高校的青年骨干到企业里去挂职或设立应用技术中心，鼓励一批企业在高校里开设更加实战性的课题研究，良性互动起来。

2. 强化对人工智能、物联网、大数据等前沿技术的研发投入。

（九）完善基础设施建设。

1. 提升网络通信能力，加快 5G 网络部署，改善产业功能集中区域的网络覆盖。

2. 加大对数据中心等基础设施的投资力度。

（十）促进产业链协同。

1. 打造数字供应链平台，实现产业链上下游的高效协作。

2. 通过政府引导，鼓励大企业和中小企业之间形成紧密的合作关系。

（十一）加强人才培养与引进。

1. 开展数字化转型相关的教育培训项目，提高传统和新兴劳动力的数字技能。

2. 吸引国内外高端人才参与到四川省的数字工厂建设中来。

（十二）加强数据安全性与隐私保护。

1. 建立健全数据安全管理体系，确保数据的合法合规使用。

2. 加强对个人信息保护法律法规的宣传与执行力度。

（十三）加强政策引导和宣传培训。

加大对国家和省级相关政策的宣传解读力度，提高企业对数字化转型的认识。组织开展数字化转型培训和经验交流活动，引导企业树立数字化思维。

（十四）加强政策引导和宣传培训。

加大对国家和省级相关政策的宣传解读力度，提高企业对数字化转型的认识。组织开展数字化转型培训和经验交流活动，引导企业树立数字化思维。

（十五）设立专项资金和金融支持政策。

设立省级数字化转型专项资金，对重点项目给予财政补贴。鼓励金融机构创新金融产品和服务，为企业数字化转型提供低息贷款、融资租赁等支持。

（十六）引导技术研发。

引导企业更加注重研发投入，尤其在目前的环境下非常重要，这样才能提升产品的技术含量和附加值。

（十七）智能化深入。

人工智能、机器学习等技术在生产中的应用将更为广泛。运用机器视觉质检系统进行产品质量检测，提高检测效率和准确性。利用智能技术实现生产过程的自动化、智能化，提高生产效率和质量。

（十八）服务体系完善。

解决企业 “不会改、不能改” 等问题，加快实施数字化平台建设和优质服务商培育行动，提供更多差异化、符合中小企业需求的解决方案，并不断夯实数字基础设施建设。

（十九）建立详细的评估体系与标准。

- 1. 完善数字化转型的评估标准，确保转型工作的科学性和有效性。
- 2. 加强行业规范建设，推动形成统一的技术标准。

建议如下表：

序号	评估维度	具体要求	关键指标
1	总体设计	车间/工厂的总体设计已建立数字化模型并可进行模拟仿真	☐ 具备车间数字化总体规划方案
		车间/工厂的工艺流程已建立数字化模型可进行模拟仿真	☐ 具备车间三维工厂虚拟场景

			实现规划、生产、运营全流程数字化管理	☐ 车间三维工厂可以仿真运行 ☐ 具备车间标准业务与工艺流程方案
2	智能设备 / 产线	离散型	制造过程采用工业机器人、数控机床、数字化单机/生产线等关键设备且覆盖率达到 80%以上，关键装备数据化率达到 70%以上	☐ 应用工业机器人 ☐ 应用数控机床 ☐ 应用数字化单机/生产线 ☐ 设备覆盖率达到 80%以上 ☐ 关键设备数字化率达到 70%以上
			建立生产过程数据自动采集和分析系统,实现生产进度、现场操作、质量检验、设备状态、物料传送等生产现场 90%数据自动上传,并实现可视化管理	☐ 人工录入数据 ☐ PDA 录入数据 ☐ 设备数据自动采集
			采用机器视觉等智能感知先进技术,实现工艺质量参数的在线测量及设备安全运行状态的在线监测	☐ 应用机器视觉等设备实现质量检测 ☐ 应用 SPC 等工具进行质量分析
		流程型	采用在线分析仪、智能传感器、软测量、工业过程大数据建模等智能感知先进技术,实现原料、关键工艺质量参数和成品检测数据的采集和集成利用,建立实施的质量预警。	☐ 应用在线分析仪 ☐ 应用智能传感器 ☐ 应用软测量技术
			生产过程的质量数据实时更新,统计过程控制 (SPC) 自动生成,实现质量全程追溯。	☐ 应用机器视觉等设备实现质量检测 ☐ 应用 SPC 等工具进行质量分析
			采用先进控制系统,工厂自控投用率达到 90%以上,关键生产环节实现基于模型的先进控制和在线优化	☐ 具备 DCS 调度中心 ☐ 自控投用率达到 90%以上
3	计划调度		建立车间制造执行系统,实现计划、调度、质量、设备、生产、能效等管理功能。根据产品订单、工艺、资源状态、原材料等约束条件,自动生成车间作业计划,并对生产过程出现的异常情况及时进行应急处置。	☐ 应用 ERP 系统进行主计划分解 ☐ 应用 APS 进行计划排程 ☐ 应用 MES 系统进行协同调度

4	生产执行		建立生产过程数据采集和分析系统，实现生产进度、现场操作、质量检验、设备状态、物料传送等生产现场数据自动上传，并实现可视化管理。	☐ 应用 SCADA 系统进行数据采集
5	质量追溯	离散型	生产过程广泛采用条形码、二维码等识别技术，实现对物料、半成品、成品流动的追踪与追溯。	☐ 应用二维码/条码等实现追溯 ☐ 应用标识解析实现追溯
			在关键工序采用自动化、智能化质量检测设备，实现质量信息的全程追溯和及时报警预判。	☐ 应用 LIMS 管理系统 ☐ 应用 MES 系统进行质量管理
		流程型	产品质量实现在线自动检测、报警和诊断分析，每批次产品均可通过产品档案实现使用物料信息、生产作业信息和质量信息的追溯，实时记录产品信息，实现质量信息的全程追溯和及时报警预判。	☐ 应用 LIMS 管理系统 ☐ 应用 MES 系统进行质量管理
6	仓储物流	离散型	基于条形码、二维码、无线射频识别（RFID）等识别技术与 AGV、RGV 等搬运装备实现自动出入库管理，实现仓储配送与生产计划、制造执行以及企业资源管理等业务的集成	☐ 基于条码/二维码等实现追溯 ☐ 应用 AGV 搬运 ☐ 应用 WMS 系统进行管理 ☐ 能够实现货位精准管理（货位、托盘、产品信息绑定）
			能够基于生产线实现生产情况拉动物料配送	☐ MES、WMS 系统集成协同配料
			能够根据客户和产品需求调整目标库存水平	☐ 应用 WMS 系统进行安全库存管理
		流程型	基于条形码、二维码、无线射频识别（RFID）等识别技术与 AGV、RGV 等搬运装备实现自动入库管理，基于集中供料系统实现原材料的出库协同，实现仓储配送与生产计划、制造执行以及企业资源管理等业务的集成	☐ 基于条码/二维码等实现追溯 ☐ 应用 AGV 搬运 ☐ 应用 WMS 系统进行管理 ☐ 能够实现货位精准管理（货位、托盘、产品信息绑定）
			能够根据储罐状态实时数据进行趋势预测，结合知识库自动给出纠正和预防措施	☐ 具备罐区管理系统/罐区控制中心
			能够根据客户和产品需求调整目标库存水平	☐ MES、WMS 系统集成协同配料

7	通信网络与信息安全	企业应通过有线网络（现场总线、工业以太网）、无线网络等手段实现企业范围内网络覆盖	☐ 车间实现网络覆盖 ☐ 车间网络具有专人管理 ☐ 办公网与生产网隔离
		工业控制网络边界应具有边界防护能力	
		工业控制设备的远程访问应进行安全管理和加固	
	能源、安全与环保	根据车间需求建立水、电、气等重点能源消耗的动态监控和计量,对高能耗设备能耗数据开展统计与分析,制定合理的能耗评价指标。	☐ 应用能源管理系统 ☐ 具备安全、环保、职业健康等体系认证并在系统中进行管理
		对存在较高安全与环境风险的项目,实现有毒有害物质排放和危险源的自动监测与监控、生产安全全方位监控,建立应急反应和处理机制。	
		根据车间生产制造特点和需求,配备相应的有害气体、粉尘、废水的自动监测、调节、自动报警等智能化控制设备。车间废弃物处置纳入信息系统统一管理。	

四川省作为西部大开发的重要省份之一，其制造业的数字化转型不仅能够带动本地经济的发展，也将为全国其他地区提供宝贵的经验。通过上述建议的实施，可以有效推进四川省制造业的智能化改造和数字化转型，为实现高质量发展目标奠定坚实的基础。

课题九

大数据载体平台应用于我省装备制造业以推动智改数转进程的相关建议

安俊秀、罗宇、尹晓东

装备制造业在国民经济中具有举足轻重的地位，其发展对于推动经济高质量发展、提高国家竞争力和保障国家安全都具有重要意义。本文介绍了我省装备制造业的总体情况，并通过几个典型案例展示了智改数转在提高我省装备制造业的生产效率、优化资源配置方面的显著成效。本文还进一步探讨了大数据载体平台在装备制造业中的应用思路。大数据载体平台在大数据平台的基础上，结合云计算和人工智能等新兴技术，可以实现数据的高效收集、处理、分析和可视化，为装备制造业的智能化改造、数字化转型提供了有力支撑。此外，本文提出了中小型企业装备制造业的“智改数转”路径：作业数字化和数字智能化。作业数字化通过对生产设备进行数字化改造和引入数字化管理系统，提高生产效率和降低运营成本；智能实战化则是对大数据进行深度分析和可视化呈现，以提供决策支持。

一、发展现状

装备制造业作为国民经济的重要支柱产业，受到了广泛关注和重视。尤其在我省，装备制造业不仅是支撑地区经济发展的核心力量，也是推动产业结构升级和技术创新的重要领域。为了更好地理解我省装备制造业的现状，我们将从行业定义、政策支持、发展成果等方面展开分析，为后续讨论提供支撑与参考。

（一）装备制造业的定义与分类

装备制造业是为国民经济进行简单再生产和扩大再生产提供生产技术装备的工业的总称，即“生产机器的机器制造业”。1998年，“装备制造业”的概念正式出现于我国，中央经济工作会议明确提出要“大力发展装备制造业”。装备制造业是工业的核心组成部分，承担着为国民经济各部门提供工作母机、带动相关产业发展的重任，可以说它是工业的心脏和国民经济的生命线，是支撑国家综合国力的重要基石。

按照国民经济行业划分（GB/T 4754—2017），装备制造业的范围具体包括金属制品业，通用设备制造业，专用设备制造业，汽车制造业，铁路、船舶、航空航天和其他运输设备制造业，电气机械和器材制造业，计算机、通信和其他电子设备制造业，仪器仪表制造业等8个行业大类中的重工业。

（二）我省装备制造业的优势

早在2017年9月，四川省工商局企业注册处处长董若洁就已经表示：“电子信息、装备制造、饮料食品、油气化工、钒钛钢铁及稀土、能源电力、汽车制造是四川省的7大优势产业。其中，装备制造业已成为我省制造业的重要支撑。”我省的装备制造业主要包括了通用设备、专用设备、交通运输设备、电气机械及器材等制造领域，其中，航天航空设备、发电和输变电设备等具有显著优势。

2023年，我省装备制造产业完成规上工业总产值8548.8亿元。2024年1—4月，全省装备制造产业实现营收2606.9亿元、同比增长6.4%，增速列六大优势产业首位，其“压舱石”作用表现亮眼，有力推动了全省制造业整体稳步增长。截至目前，我省建成各类科技创新平台551个，包括国家高端航空装备技术创新中心、国家川藏铁路技术创新中心等高能级创新平台；形成了以成都、德阳、宜宾为核心，自贡、绵阳、广安为重点的装备制造产业集中区。与此同时，在今年5月，四川省经济和信息化厅制定了高端装备产业“1+N”系列行动方案，明确未来5年发展的主要任务，推动装备制造产业提质倍增。其中，“1”指1个总体布局方案，即《高端装备行动方案》；“N”指机器人、无人机、工业母机、大飞机、清洁能源装备、轨道交通装备、仪器仪表、农机装备、安全应急装备等细分行动方案。

（三）智改数转赋能我省装备制造业的典型案例

智改数转，即智能化改造与数字化转型，是指企业在硬件和软件两个层面进行深度整合，以提升自身在设计、生产、管理、服务等多方面的智能化能力。这种转型不仅涉及到企业内部的组织更新和流程重塑，还包括数字化技术的全面引入，从而激发企业新的发展潜力。2024年4月28日，国务院国资委召开中央企业大规模设备更新工作推进会，会议强调：加快推动数字化转型，大力推进“智改数转网联”、智能制造装备应用、数字基础设施建设，加快人工智能等新技术与制造全过程、全要素深度融合。

2024年1月，四川省工业和信息化工作会议指出，全省将打造一批省级以上制造业数字化转型升级标杆项目，预计到2027年，实现规上工业企业全覆盖。作为这一转型浪潮中的先锋力量，我省已经涌现出了一批引领行业潮流、展现卓越创新能力的典型企业。

广日电梯（四川）有限公司拥有2个生产车间，配有层门产线等9套自动化生产设备及其配套设施设备，目前具备10000台垂直电梯的生产能力。它通过搭建EDS系统、MES系统、数字孪生系统等9大系统平台，实施监控、追踪车间的各生产环节，以及设备运行、能源消耗等情况，通过业务系统与设备集成互联，实现一键匹配、一键生产。该公司相关负责人表示：“我们公司已经完成数字化建设，整体实现了智能化、数字化生产，目前生产工人仅27人，人均效能提升18%，生产周期缩短20%。”

通过“智改数转”，东方汽轮机有限公司已建成以工业互联网平台为“底座”的5G全连接数字化工厂，其中包含9个数字化车间，21条数字化生产线。该公司数字化与智能制造部工程师王琨说：“以往十多名员工花费一整天时间，也难以排出一个理想的生产计划。自从引入了数字化系统，仅需三分钟，我们就能安排好未来一个月的生产计划。”该公司将新一代信息技术与先进制造技术深度融合，推动生产经营效率提升。以叶片加工数字化车间为例，人均效率提升650%，能源利用率提升47%。

在成都，四川科伦药业股份有限公司的数字化生产车间里，吹瓶、清洗、消毒、灌装、密封、检验等工序在生产线上自动完成，最后由工业机器人将药品打包；长虹控股集团有关负责人介绍，通过“智改数转”，长虹电视产品订单交付周期从49天缩短至11天，企业实现降本增效，单台电视机制造成本下降33%……

四川省经济和信息化厅数据显示，2023年，四川工业企业关键工序数控化率、数字化研发设计工具普及率分别达59.4%、81.7%。四川省信息化工作办公室专职副主任陈文涛说，下一步，四川将围绕降本、增效、提质、扩绿四大关键点，加大力度支持骨干企业、中小企业和“产业链群”数字化智能化改造提升。

二、大数据载体平台应用思路

大数据平台是指基于大数据技术，集成了数据存储、处理、分析和可视化等功能的一种软件平台。而我们提出的“大数据载体平台”是在大数据平台基础上，

结合云计算和人工智能等先进技术而形成的综合性系统。该平台能够利用云计算提供弹性和高效的计算资源，借助人工智能技术实现智能化的数据分析和决策支持。如图 1 所示，展示了平台中运用到的技术的内在联系。将大数据载体平台应用于装备制造业，可以有效推动智能化改造和数字化转型，提升生产效率、优化资源配置，以实现行业的高质量发展。

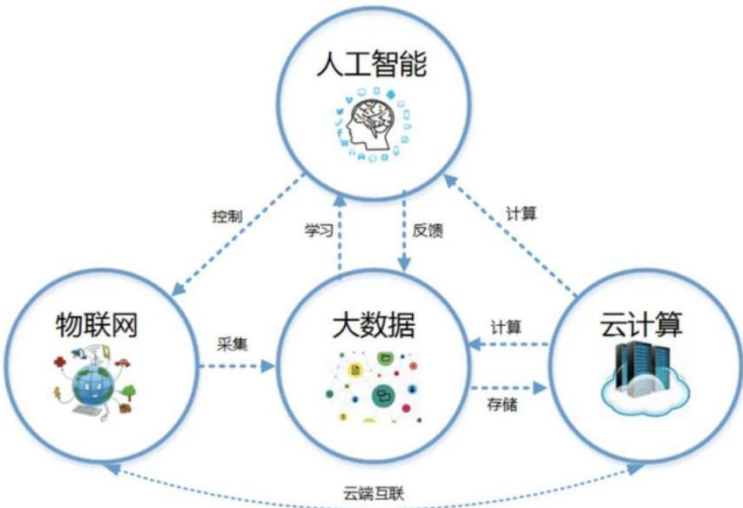


图 1 技术的内在联系

（一）大数据：智能决策引擎

大数据技术在装备制造业的应用涵盖了从数据采集、存储到分析和决策的各个环节。通过生产线的传感器数据、物联网（IoT）设备和供应链管理系统等，能够实时采集生产过程中的大量数据，包括设备运行状态、环境条件、生产速度、产品质量等，这些数据源为企业提供了丰富的信息，使得企业能够基于数据做出更加精准的决策。其具体应用可以包括：

1. 实时监控与预测分析：实时监控生产线的运行状态，通过对历史数据的分析，可以预测设备的故障和生产瓶颈，提前进行维护和优化，减少停机时间和生产损失；
2. 生产流程优化：通过大数据分析，识别生产流程中的低效环节和资源浪费，优化生产计划和资源配置，提高生产效率和降低成本；
3. 产品质量提升：利用大数据分析，监控和分析产品的各项质量指标，及时发现质量问题并追溯原因，提升产品的一致性和可靠性；
4. 供应链管理：通过大数据平台整合供应链上下游的数据，实现供应链的透

明化和协同优化，提高供应链的响应速度和效率。

（二）云计算：资源调度与优化平台

由于大数据的体量大、种类多、处理速度快等特点，传统的数据处理和存储方式难以满足需求，这就需要云计算的支持。云计算技术为装备制造业提供了弹性的计算资源，支持大规模数据存储和处理，同时降低了 IT 成本。具体应用可以包括：

1. 弹性计算资源：通过云计算平台，企业可以按需获取计算和存储资源，灵活应对生产过程中数据量和计算需求的变化，降低 IT 基础设施的建设和维护成本；

2. 数据存储与管理：利用云存储技术，企业可以高效、安全地存储和管理大规模生产数据，实现数据的集中管理和共享。云存储还支持数据的备份和恢复，提高数据的安全性和可靠性；

3. 协同作业与共享：云计算平台支持跨地域、跨部门的数据共享和协同作业，促进供应链和生产流程的智能化和一体化管理，提高整体运营效率；

4. 大数据分析与 AI 模型部署：云计算平台提供大数据分析和人工智能模型的部署和运行环境，支持企业进行数据驱动的决策和业务优化。例如，通过在云端部署 AI 模型，实现生产过程的实时监控和智能优化。

（三）人工智能：自动化与创新驱动器

大数据和云计算提供的技术支持，为人工智能的发展提供了肥沃的土壤。人工智能通过机器学习和深度学习等技术，能够从大数据中学习模式和规律，实现自动化和智能化的决策。人工智能技术在装备制造业中的应用广泛且深入，涵盖了从智能制造、智能维护到智能管理的各个方面。其具体应用可以包括：

1. 智能制造：利用机器学习和深度学习算法，对生产数据进行分析 and 建模，优化生产参数和工艺流程，提高生产效率和产品质量。例如，通过自适应控制系统，实现生产过程的自动化调节和优化；

2. 预测性维护：通过对设备运行数据的分析和建模，预测设备的故障和维护需求，提前安排维护计划，减少设备的意外停机时间和维修成本；

3. 智能机器人：在生产线上应用智能机器人，完成复杂、危险和重复性的操作，提高生产的安全性和效率。例如，通过机器视觉技术，智能机器人可以进行

高精度的装配和检测工作；

4. 质量控制：利用人工智能技术进行产品的自动化检测和质量控制。通过图像识别和机器视觉技术，自动检测产品的外观和尺寸，及时发现和剔除不合格产品，提高产品的合格率。

三、中小装备制造业的“智改数转”路径

华为副董事长、轮值董事长、CFO 孟晚舟在华为全球智慧金融峰会 2023 上提出了华为数字化转型中定下来的“四化方向”，即作业数字化、数字平台化、平台智能化、智能实战化。这一理念的核心在于通过数字化手段优化作业流程，构建数字平台以实现数据的高效管理和应用，进而推动平台的智能化发展，并最终实现智能实战化，即将智能化技术应用于实际业务场景中，提升业务效率和竞争力。

然而，对于中小型装备制造企业而言，装备制造业的智改数转之路并非坦途，他们可能无法完整开展“四化”进程。首先，技术门槛高是一大难题。这些企业往往缺乏自主研发和引入先进技术的能力，如大数据、云计算和人工智能等，这些技术是实现数字化转型的关键。同时，专业人才的匮乏也是制约因素之一，中小企业难以吸引和留住具备这些技术专长的员工。其次，资金压力是另一个不可忽视的难题。数字化转型需要大量的初始投资，包括软硬件的购置、系统的升级、员工的培训等。对于资金流相对紧张的中小型企业来说，这无疑是一个巨大的挑战。而且，数字化转型的回报周期较长，中小企业可能难以承受这种长期的投入与等待。

鉴于上述问题，中小型装备制造企业应明确其数字化转型的着力点。我们认为，作业数字化和数字智能化是两条切实可行的路径。

（一）作业数字化

作业数字化是中小型企业智改数转的基石。它聚焦于通过数字化手段优化生产作业流程，提高生产效率，降低运营成本。

为了推进作业数字化，中小型企业可以从以下几个方面入手：首先，对生产设备进行数字化改造，如安装传感器、执行器等，实现设备状态的实时监控和数据采集；其次，引入 ERP（企业资源计划）、MES（制造执行系统）等数字化管理系统，实现生产过程的数字化管理；同时，加强员工培训，提升员工的数字素

养和技能，确保他们能够熟练操作数字化工具和系统；最后，建立数据治理机制，确保生产数据的准确性、完整性和安全性。

（二）数字智能化

在中小型装备制造企业中，数字智能化的推进是通过将作业数字化阶段收集到的大量数据进行深度分析和可视化呈现，以此来提供决策支持。这一过程涉及到多种技术的应用，如数据挖掘、预测分析、商业智能（BI）工具等。

首先，数据挖掘技术能够帮助企业从历史数据中发现模式和趋势，这对于预测市场需求、优化库存管理和提升客户服务等方面至关重要。数据挖掘可以通过开源工具如 Orange 数据挖掘、Weka 数据挖掘、Scikit-learn 等来完成，这些工具能够执行分类、聚类、关联规则挖掘等任务。

其次，预测分析工具的应用是数字智能化的关键组成部分。预测分析工具如 R 软件环境、Tableau 等，提供了数据可视化、报告和分析的功能，能够将复杂的数据转化为直观的图表和仪表盘，使得决策者能够快速理解数据并做出响应。

商业智能（BI）工具，如 Tableau、PowerBI、Qlik、FineBI 等提供了相应平台，用于创建数据仪表板和报告，使得管理层能够实时监控关键业务指标(KPIs)并快速做出决策。这些工具通常具有用户友好的界面，允许用户通过拖放等方式轻松创建复杂的报告和可视化图表。

在实施数字智能化时，企业还需要注意建立有效的数据治理机制，确保数据的质量和安全性。这包括数据的准确性、完整性、一致性以及合规性。通过这些措施，企业可以确保数据分析结果的可靠性，从而支持更好的决策制定。

课题十

关于新型制造业智慧城市融合体系建设加速我省制造业“智改数转”的若干建议

唐彦

一、新型制造业智慧城市融合体系建设现状

新质生产力是我国新发展阶段后的社会经济整合战略。四川省如何抢抓历史机遇，实现新质生产力发展促进社会经济高质量发展的目的，特色现代化产业体系的建立，是关键要义，也是应有之义。围绕四川特色现代化产业体系建设，新型制造业是实现的抓手，也是必需。由此，在四川传统制造业的基础之上，形成自身特色，积极开展新型制造业智慧城市融合体系建设，加速我省制造业“智改数转”，对于构建四川特色制造业新体系意义十分重大。

当前，新型制造业智慧城市融合体系建设的探索处于萌芽阶段，四川省立足传统制造业与城市建设运行开展数字智能化融合升级，为抢占经济发展新空间话语权及提供第一示范势在必行。经过前期调研，四川省制造业已达到万亿级规模，上十万亿规模，需要数字智能化赋能提升效率，仅仅依靠“产业数字化、数字产业化”，动力仍然不足，选择智慧城市，打造以城滚动的人城产一体化运营体系，是建设、壮大制造业的必由之路，是房产经济发展之后的经济转型新阶段，是成渝区域双城互动整合产业生态建设的必然选择。

二、存在问题

（一）顶层设计缺失。当今，国家层面提出了“网络强国”和“数字中国”的战略规划，但现代产业体系的融合顶层设计缺失，新型制造业智慧城市融合体系的建立尚处于探索阶段，其标准、能力、应用等处于空白状态。在此方面，四川省也处于摸索阶段。

（二）路径、落地缺乏指引。四川省与重庆市围绕国家提出的“产业数字化，数字产业化”理念，在新信息化技术发展推进上、落地实施上仍有诸多困难，新型制造业创新发展思路、路径及操作实现均不明晰。四川省在新型制造业建设及

发展话语权力度不够，难以形成第一示范，缺乏新型制造业智慧城市融合体系的大胆假设、理论研究和实践路径的指引。

（三）创新体系支撑力度不够。新型制造业智慧城市融合体系创新研究及实践，在机构、资金、人、信息上缺乏体系整合建设，局限于专项的创新打造及实施，碎片化稀释了资源整合体系推进的最大综合效用。面向未来制造业高质量发展，符合逻辑及实践要素的整合式创新体系尚未建立，当前创新体系不能在“科技”“智力”上支撑新型制造业智慧城市融合体系建立及发展。

三、若干建议

（一）理念创新。四川省现代化产业体系的核心在于传统实体经济与数字经济融合发展。数字经济是多方面巧妙结合的结果，“产业数字化，数字产业化”揭示了数字经济发展规律内涵，深度解析“产业数字化，数字产业化”可以得出，数字经济的核心在于数字信息化，发展数字经济必须先实现行业数字信息化，再形成信息化产业自身的整套和集群式的发展，这就是目前的实体经济与数字经济融合发展思路。理念的创新在于要大胆突破，建议四川省加快建立新型制造业智慧城市融合体系，抢抓四川特色现代化建设的机遇，推动四川省电子信息、能源化工、装备制造业等优势产业与重庆汽车制造等优势产业差异性（竞争）互补演变为同一性（合作）双城互为生态，为四川省人城产一体化的新型制造业话语权的抢占及第一建设示范，提供实践物质基础及创新精神土壤。

（二）战略规划、顶层设计。战略规划、顶层设计赋能目标对准成渝双城经济圈的打造，重点在于成渝双核的互为升级。四川省在电子信息、装备制造等产业具有先发优势，在差异性上与重庆汽车工业先行一体化，随后升级自身汽车工业，与重庆智能网联新能源汽车工业形成双中心，在国家战略上体现新经济增长的第一示范。

四川省新型制造业智慧城市融合体系战略规划原则有三，建议一是围绕先进信息技术 6G，开展制造业行业数字信息化的全连接布局，二是阶段性人工智能（规模集生成式演变为类人思维通用型）对制造业全领域进行生命周期式的赋能，三是找准新型制造业智慧城市融合体系的先发点开展聚力整合。

顶层设计在上述规划指引下，建议一是对新型制造业智慧城市融合体系的数据构成进行分析，形成体系底层数据逻辑，即全产业价值拓扑数据要素、信息流

循环。二是映射对应实体单元，即产品及服务构成要素，聚类对应微观企业，最终形成中观产业价值拓扑，即全产业链图。三是开展“6G+人工智能+新能源汽车”先导突破专项设计，在数据构成分析上，汽车工业数据呈现类别构成占比不大，但规模体量占比大的特征，四川省新型制造业必须抓住新经济的风口，在此未来产业上着重发力。

（三）实施路径、步骤。四川省新型制造业智慧城市融合体系实施路径，建议结合目前我国 5G 领先世界的局面，四川省要抢抓 6G 发展机遇，尤其要重视和抢先发展 6G 空天地产业，从“云网”到“云网+AI+制造业+城市”，建立“政府指导，企业聚合，场景开发”的工作机制，有计划实施四川省新型制造业智慧城市融合体系建设。具体实现步骤、政策和要素保障如下：

1. 政府指导，制造业“行业数字信息化”全面嵌入城市。省政府要整合全省移动、电信、联通、广电、铁塔等国资大型企业资源，建立开放场景清单，加快实施行业数字信息化。制造业行业数字信息化围绕智慧城市，打造“五个四川”。一是“畅通四川”，“畅通四川”重在打造交通领域行业数字信息化，通过“6G+云网+智能交通系统+终端传感设备”，实现交通信息全部数字化，为交通的实时疏导和道路的最短时间优化，提供要素流转最准确的信息依据。二是“平安四川”“平安四川”重在打造社会治理领域行业数字信息化，通过“6G+云网+综治监控+应急联动+终端传感设备”，实现实时保障老百姓生命财产安全。同样，企业安全的防范也可通过相应传感器的配置以实现。三是“宜居四川”“宜居四川”重在打造家居行业数字信息化，通过“6G+云网+智能家居设备”，对室内的环境参数等进行调节，实现舒适生活。四是“森林四川”“森林四川”重在打造生态领域行业数字信息化，通过“6G+云网+生态监控+应急联动+终端传感设备”，细化区域环境生态指数进行监控以指导绿化的准确覆盖，对光、烟、水、土、虫等灾害的传感监控实现灾害的源头控制，对于森林灾害的防范和巨大经济损失的预防具有重大意义。五是“幸福四川”“幸福四川”重在打造“智慧四川”，通过“6G+云网+AI+制造业+城市”实现城市的智能化，人产城一体化运作打造幸福四川。

2. 构建产业价值拓扑，形成新型制造业“数字信息产业化”。在 6G 的大规模应用下，吸引 6G 产业相关企业的引资落地。6G 产业链如下：下游生产商（芯片、传感器和硬件）---中游生产商（终端设备、网络设备、软件和应用开发）

——上游生产商（电信运营商、集成系统服务提供商）——用户。通过电信运营商的 6G 全连接应用，打造应用基地，建立“6G+云网+AI+制造业”集群。成渝经济圈的车辆会高达数百万辆，覆盖整个西部的话，光一个车载领域的传感器就蕴含着数百亿甚至是上千亿的产值，智能网联整车的产业价值将会非常巨大，整合自主可控式软硬件智能生态属于“十万级”产业。面向应用，四川省要抢占成渝经济区的有力位置，应深挖掘 6G 产业链的产业价值，一是在产业园区建立完整的 6G 产业生产制造基地，借“行业数字信息化”分步骤引入 6G 生产的大型企业落户，覆盖传感器制造至应用系统开发；二是充分利用电信运营商的资源，争取其集团的资源投入，使其成为四川 6G 企业发展的指挥棒；三是结合四川省制造业的基础，对 6G 产业进行配套生产，形成数字信息化和工业的相互拉动；四是结合成都电子科技大学、四川大学等智力专业人才、技能人才培养优势，特别是联合企业建立“6G+云网+AI+制造业”技术中心和应用实验室，以股权设计方式吸引各类技术、管理等高端人才实施创新创业，面向未来产业市场应用场景积极转化科技成果，同时为“6G+云网+AI+制造业”相关企业培养、提供高素质技术、技能人才；五是以“6G+云网+AI+制造业”为突破，整合四川省云网、数据中心资源，使高科技产业与城市娱乐、生活全面配套，刺激消费，拉动整个四川社会经济的发展。

3. 以“云网+AI+制造业+城市”为基础，全面“数改智转”深化工信融合。工信的融合分底层和高层的融合。从底层上说，数字信息化、智能化与工业的融合关键点，就在于数字信息化、智能化要实现对工业生产的精准控制和规模促进。在底层上，要充分对接四川优势制造业，促进新型制造业高速发展。面向电子制造业，信息处理技术是电子制造业的业务应用，促进数字信息、智能化技术大规模的推广，从而推动电子制造业的整体发展。面向装备制造业，需利用数字信息、智能化技术实现装备数字化、智能化，其具体为装备间自动建立通信连接，根据信息管理平台的指令进行智能化操作。面向精细加工业，数字信息、智能化对设备物理量提供具体数值，以使企业对生产环节进行优化或对产品进行针对性的升级改造，从而完成能耗的精确控制，凸显绿色低碳。面向材料加工、轻纺行业，利用数字信息、智能化对生产各环节实施监控，对生产各过程中的完成时间进行精确的掌控，从而提高了产品出厂的效率。

从高层上说，新型制造业工业发展的速率就是看产品供应流、物流、资金流的自动转化速率。四川省要快速、大力开展“云网+AI+制造业+城市”的新型制造业智慧城市融合体系建设，对工业生产进行数字化、智能化的精确管理，保证产品最快出厂时间，在交通中对物流信息精确掌控，提供最佳产品运输路线，大幅缩短物流时间，以最短时间投入市场进行销售，通过供需间精准市场信息对接，将产品流最快转化为资金流，最终实现三流的最高效率，达到数字经济与实体经济融合发展目的。

调研课题

课题一

四川省产业数据资产化路径研究

沈益民、张启军、房琳、陈晓敏

随着全球数字化转型的加速，数据已成为推动经济社会发展的关键生产要素。数据资产是生产和经营活动中的重要要素，数据资产化作为数据价值释放的重要路径，已开始在全国各地蓬勃发展。

2024年7月18日中国共产党第二十届中央委员会第三次全体会议通过的《中共中央关于进一步全面深化改革推进中国式现代化的决定》要求加快建立数据产权归属认定、市场交易、权益分配、利益保护制度。

我省作为内陆省份，拥有丰富的数据资源和广阔的数据应用场景，研究探索适合我省禀赋条件的数据资产化方法体系，对于推动我省经济转型升级和竞争力具有重要意义。

一、数据资产化简介

（一）数据资产和数据资产化基本概念

数据资产是指特定主体合法拥有或控制的，能够为主体带来未来经济利益的，以物理或电子方式记录的数据资源。

数据资产是拥有数据权属、有价值、可计量、可读取的网络空间中的数据集。数据资产化是一个多维度的概念，它不仅涉及技术层面，还涵盖经济、法律和社会层面。数据资产化理论旨在探讨如何将数据转化为具有经济价值的资产，并通过合理的分类、评估、管理和利用，实现数据的价值最大化。数据资产化是面向所有符合一定约束条件的有价值数据进行会计计量确认的过程。

数据资产的分类方法多样，常见的分类维度包括数据对象、存储形式、权属类型等。按数据对象划分为参考数据（如国家、币种等）、主数据（如客户、产品等）、业务活动数据（如订单、发票等）、分析数据（如报表、指标等）和时序数据（如股票价格、温度变化等）。按存储形式划分为结构化数据（如关系型数据库中的表格数据）、非结构化数据（如文本、图片、语音、视频等）和半结构化数据（如XML、JSON等）。按权属类型划分为个人数据（含个人公共数

据和隐私数据）、产业数据（含企业私有数据和产业经济数据）和公共数据（含政务数据和公共事业数据）。

基于数据价值链视角，数据资产可以分为资源性数据资产和经营性数据资产。资源性数据资产是指当原始数据经过加工处理后形成可带来经济利益的、但尚未进入流通市场的数据资源。该类数据资产具有进一步转化为可流通的数据产品的潜在价值。此类的数据资产的持有者着重于高效加工数据、持续扩大数据规模、提高数据质量，增加数据资源的内存价值，为后续价值创造与数据流通奠定基础。经营性数据资产是企业持有的由数据集组成的、能够产生经济利益的、可作为商品合法合规地进行流通交易或提供服务的各项数据产品及服务。

数据资产化是指将具有经济价值的数据资源通过一系列的处理和转化，使其成为可以量化、管理和交易的资产的过程。数据资产化是数字经济时代的重要趋势，它有助于企业和组织更好地利用数据资源，提高竞争力，创造新的经济价值。同时，数据资产化也带来了新的挑战，如数据安全、隐私保护、数据治理等问题，需要在实践中不断探索和完善。

（二）数据资产化的政策背景

财政部于2023年12月印发《关于加强数据资产管理的指导意见》，确定了依法合规管理数据资产、明晰数据资产产权关系、完善数据资产相关标准、健全数据资产价值评估体系、严防数据资产价值应用风险等12项要求。

特别是围绕工业数据资产等产业数据资产方面，工信部正在积极建立相关基础制度。2023年9月2日，工信部总工程师赵志国表示，工业和信息化部将加快制定数据资产、数据交易、数据标注等数据要素市场基础制度配套政策。12月26日，工信部产业政策与法规司司长黎烈军在国务院政策例行吹风会上表示，工信部将加强工业数据资产登记等制度规范的研究制定，扎实推进数据高效流通，赋能产业发展。

（三）我国各省市数据资产化情况

根据《数字中国发展报告（2023年）》，全国数据生产总量达到32.85ZB，数据存储总量为1.73ZB。全国二十多个省市成立了专门的数据交易机构。数据流量规模持续增长。

在数据资产化方面，中国各省市正积极推进相关工作，以适应数字化转型的趋势并促进经济的高质量发展。以下是本课题组对一些省市在数据资产化方面的进展和特点的调研情况总结：

上海市：不仅在《上海市数据条例》等数据基础制度上先行先试，而且明确企业可以委托上海数据交易所为其开展数据资产创新应用提供相关基础服务，具体可以通过生成数据资产凭证等举措，为数据产权人资产会计处理和资产评估提供支持。上数所还通过举办数据资产入表研修班、制定低风险跨境流动数据目录、提出数字资产沪港联动机制，形成了数据资产创新应用路径。

北京市：建立公共数据资产登记中心、社会数据资产登记中心、数据资产评估服务站等机构，建设数据资产登记平台、数据资产评估平台、数据资产托管平台、数字资产管理平台等业务平台。支持开展数据入股、数据信贷、数据信托和数据资产证券化等数字经济业态创新，支持数据资产登记证书在企事业单位入表、入资、入股和融资等场景中应用，探索入驻的市属国有企业数据资产纳入国有资产保值增值机制。

广东省：推动广州数交所、深圳数交所等平台的建设，推进数据权益资产化与监管试点，开展数据生产要素统计核算试点，建立数据资产统计调查制度，明确数据资产统计范围、分类标准。深数所开展数据产品合规与安全审核，检测机构从平台功能性、数据管理水平、技术含量、市场潜力和价值创造等维度进行数据资产质量综合评价；资产评估机构综合参考应用场景、标准规范、资产权属等因素，对数据资产从收益途径进行估值。

深数所联合光大银行开展了全国首笔无质押数据资产增信服务，数据企业获批 1000 万元的信用贷款。

河北省：自 2023 年 12 月底被确定为数据知识产权工作试点省市，河北省市场监管局等十一部门印发了《河北省数据知识产权登记办法（试行）》，该办法于 2024 年 9 月 1 日起施行，旨在规范数据知识产权登记工作，加强保护，促进数据要素创新开发利用，支撑数字经济高质量发展。

浙江省：探索建立《数据资产确认工作指南》地方标准，填补了数据确权领域的空白。温州市作为数据资产管理试点地区，实现了全国首单数据资产确认登记，促进了数据资产安全管理和数据产业健康生态的培育。

四川省：我省在数据标识、数据确权、数据价值评估等领域先后主导 1 项国家标准、2 项川渝区域地方标准、1 项团体标准，在数据要素标准化技术方面位居全国前茅。在坚实的数据资产化标准规范基础上，遂宁市率先完成全市公共数据资源标识、成都工业学院建设和推进产业数据确权、四川发展探索国有企业数据资产入表、成都市开展市场主体信用数据管理等，均是我省数据资产化的特色和亮点。

二、产业数据资产化调研分析

（一）产业数据资产的特征和价值

与公共数据相比，产业数据具有如下显著的特征：

1. 规模更为巨大：公共数据仅仅是政府和公共事业单位在依法行政或提供公共服务过程中采集的一部分数据。以制造企业为例，政府依法采集的公共数据仅包含工商、财务、税务、质量等少量数据，而绝大多数的企业主数据、业务数据、动态数据都没有纳入公共数据。

2. 直接为经济服务：其价值转化路径短，对经济实体和产业的促进作用更为明显、有效；

3. 权属较为清晰：产业数据往往由企业或其他经济组织承担采集、传输、存储和处理的成本，投资方具有数据资产处置和收益的权利；

4. 政策束缚较少：产业数据大多不涉及公众利益，其资产化过程只要合法合规即受到法律保护；

5. 可以发挥各种机制的优势：产业数据属于市场经济的一部分，国有、民营、混合等各种所有制都可以参与产业数据的资源化、资产化或资本化运营，从而能够发挥各种体制机制的优势。

因为产业数据所具有的规模巨大、效益直接、权属清晰特征，研究产业数据资产化路径，推动我省产业数据资产化具有更为重要的技术价值、经济价值和社会价值。

（二）产业数据资产化的重要意义

产业数据资产化是推动经济高质量发展的重要途径，对于促进产业创新、提高经济效率、增强行业竞争力等具有深远的影响，具体包括：

1. 价值发现与创造新动能：数据资产化鼓励企业和组织利用数据进行创新，发现数据的潜在价值，并通过分析、挖掘和应用，创造出新的经济价值和商业机会，推动产品和服务的改进，以及新业务模式的开发，为经济增长提供了新的动力和增长点。

2. 提高决策效率：数据资产化提供了更加精准的数据支持，帮助企业和政府机构提高决策的效率和质量。

3. 促进数据的市场化配置：通过数据资产化和必要的市场机制，有助于数据在不同主体之间的合法、安全和高效流通，可以更有效地配置数据资源，提高产业运行的效率和整体经济的生产力。

4. 增强产业竞争力：数据资产化是产业数字化转型的关键步骤，有助于传统产业通过数字化升级提高效率和创新能力，让企业更好地理解市场和客户需求，从而提升产品和服务的竞争力。

5. 数据安全与商业机密保护：数据资产化的过程必然包含加强数据管理的机制、工具和措施，能够强化产业数据安全和商业机密的保护，从而抗击对企业数据资产的侵害。

（三）产业数据资产化的典型路径

由于各省市在产业、数据两方面的差异很大，采取了不同的路径来推进产业数据资产化，大致可以分为三种类型，如下图所示。

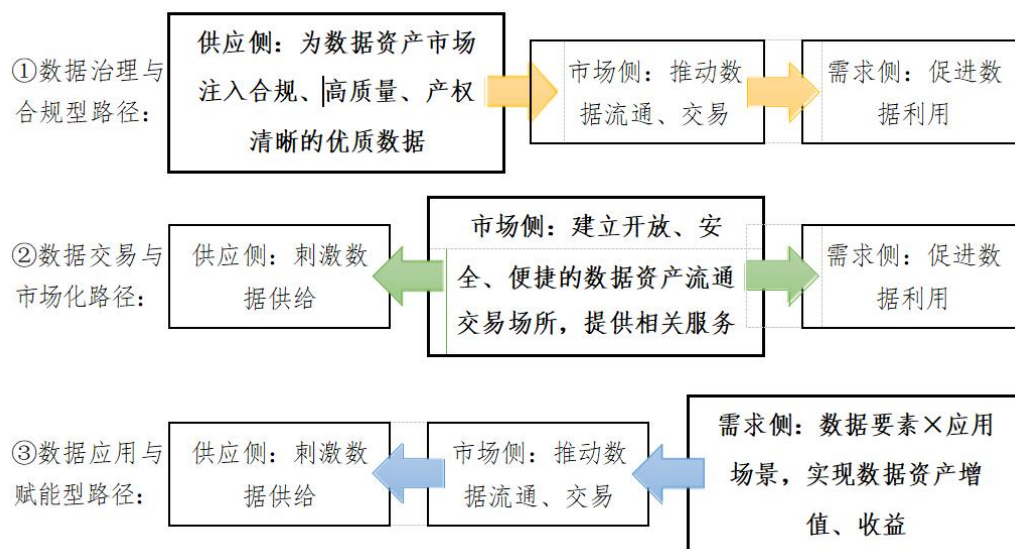


图1 产业数据资产化的典型路径

1. 数据治理与合规型路径

这类省市在对产业数据的状况缺乏了解的初期，通过数据产权登记等方式推动产业数据的盘点与登记，并在过程中注重数据治理和合规性，通过建立数据管理框架和标准来确保数据资产的质量和资产安全。例如：

（1）贵州省依托贵阳大数据交易所 OI D 作为数据标识开展数据要素登记，支撑数据要素确权、流通、分配、治理各环节工作。

（2）河北省通过《河北省数据知识产权登记办法（试行）》来规范数据知识产权登记工作，鼓励数据处理者及时登记数据知识产权，通过质押、交易、许可、资产入表等多种方式加强登记证书的使用，保护自身合法权益。

（3）浙江省在数据资产化方面进行了数据资产入表的探索，明确了数据资产化的条件。通过数据资产化，推动了数字产业化和产业数字化，促进了数据资产在市场中的交易和流通，推动数据要素健康发展。

（4）我省德阳市发布了数据资产登记平台，颁布了全市首批《数据资产登记证书》。在此基础上，通过建立数据要素市场化配置改革行动计划、数据要素市场化配置组织体系建设方案等，逐步推进数据要素市场化。

2. 数据交易与市场化路径

这些省市推动数据资产的市场化和交易，通过建立数据交易平台，促进数据资产的流通和价值实现。例如：

（1）上海作为中国的经济中心之一，拥有强大的金融和科技产业基础，因此在数据资产化方面采取了数据资产市场化与交易型的做法。上海通过建立数据交易平台，推动数据资产的流通和价值实现，同时也会注重数据资产的创新应用和数据安全与隐私保护。2023 年上海数据交易所全年数据交易量达到 11 亿元。

（2）广东省作为中国改革开放的前沿和经济大省，采取数据资产全过程管理型的做法。广东省在数据资产的收集、存储、处理、分析和应用等各个环节进行严格的管理和控制，以确保数据资产的质量和资产安全。同时，广东省推动数据资产的市场化和交易，以及数据资产的创新应用。2023 年深圳数据交易所全年数据交易量达到 65 亿元。

（3）同属西部重要省市的重庆市在数据资产化方面也展现了积极的探索和实践。重庆市人民政府批准设立西部数据交易中心，致力于构建一个合法、规范、安全、高效的数据交易环境。通过这个平台，数据所有者可以将其数据资产进行市场化交易，而数据需求方则可以获取所需的数据资源，从而促进数据的流通和价值的实现。西数还提供数据交易、数据产品开发、数据资产管理、数据咨询服务等一系列服务，以满足不同市场主体的需求。据报道，2022 年西数所数据资产交易规模超过了 1 亿元人民币。

3. 数据应用与赋能型路径

一些省市在数据资产化方面进行了创新应用的探索，如通过数据资产质押、数据产品开发等方式，推动数据资产的商业化和产业化。

今年5月，国家数据局会同工信部等部门在第七届数字中国建设峰会上发布首批20个“数据要素×”典型案例，如下表所示。

序号	行业领域	所在地区	机构名称	案例名称
1	工业制造	北京	国家能源投资集团有限公司	数据要素驱动多式联运运输装备数智协同制造
2		四川	四川长虹电子控股集团有限公司	龙头企业打造工业数据空间，共享制造和供应链数据，赋能产业链上下游发展
3	现代农业	江苏	江苏省互联网农业发展中心	多源数据融合提升稻麦重大病害监测预警能力
4	商贸流通	浙江	浙江中国小商品城集团股份有限公司	数据要素赋能小商品数字贸易便利化
5		上海	上海钢联电子商务股份有限公司	产业链数据融合应用助力提升大宗商品国内市场流通效率和国际定价话语权
6	交通运输	浙江	浙江四港联动发展有限公司	多式联运数据贯通促进物流降本增效
7	金融服务	浙江	浙江网商银行股份有限公司、蚂蚁科技集团股份有限公司	融合农业农村大数据和遥感风控数据助力“三农”数字普惠金融服务
8	科技创新	北京	国家空间科学数据中心、国家高能物理科学数据中心、国家天文科学数据中心	多元数据融合支撑空天科技创新发现
9		安徽	合肥机数量子科技公司	高质量化学及材料科学数据集，加速材料研发范式变革
10	文化旅游	湖南	湖南省博物院	数据资源融合应用助力文物传承保护和价值增值
11		湖北	武汉理工数字传播工程有限公司	出版图书数据融合创新应用推动产业转型升级
12	医疗健康	安徽	讯飞医疗科技股份有限公司	医疗数据智能化分析辅助提升基层诊疗水平
13		北京	北京市计算中心有限公司	高质量药物数据集提高新药研发质效
14	应急管理	广东	广东省应急管理厅	“一网统管”风险防控与应急指挥体系
15		福建	福建省电子政务建设运营有限公司	强化大数据应用构建数字应急体系
16	气象服务	四川	四川省国土空间生态修复与地质灾害防治研究院、四川省气象台	跨部门气象数据共享助力地质灾害分级预警体系建设
17		浙江	台州市气象局	“气象保险增值服务”赋能风电设施建设运营减损增效
18	城市治理	山东	烟台市大数据中心建设镇街综合数据平台	跨层级数据贯通提升基层治理现代化水平
19	绿色低碳	新疆	国网新疆电力有限公司	推动数据要素创新应用助力新能源发展及消纳
20		安徽	合肥市生态环境局	贯通多层级多行业生态环境数据提升蓝藻治理水平

表 1 首批国家数据要素×典型案例

其中，基于公共数据的典型案例仅6个，占案例总数比例30%；而基于产业数据的典型案例有14个，占案例总数的70%，显示产业数据的应用场景极为丰富。

四川省推荐的2个案例入选国家典型案例，其中包括四川长虹的“龙头企业打造工业数据空间，共享制造和供应链数据，赋能产业链上下游发展”案例。该案例通过供应链多个主体间数据可信可控流通，打造跨产业数据应用，供应链金融服务已覆盖64家大型企业及其上下游超过1650家中小企业，融资总额超40

亿元，中小企业贷款加权平均利率比市场平均水平低 1.05 个百分点，且相较传统贷款缩短 5-7 天。

国内开展的产业数据资产化实践，不仅促进了数据市场的繁荣和发展，还推动了传统产业的转型升级和新兴产业的培育壮大，数据资产化成为推动区域经济发展的重要引擎。

三、我省产业数据资产化需求和现状调研

随着大数据、云计算、人工智能等新一代信息技术的快速发展，数据作为新型生产要素，对产业发展产生了深远影响。针对我省确定的电子信息、装备制造、食品轻纺、能源化工、先进材料、医药健康等六大万亿级产业，课题组重点调研和分析了六大产业中数据资产分布和利用现状，并探讨其对于数据资产化的需求。

（一）我省产业数据的分布和利用简况

电子信息产业普遍拥有庞大的数据量，涵盖研发设计、生产制造、供应链管理、市场营销等多个环节。

四川长虹公司通过建立工业数据空间，打通测试、生产、库存、应付账款、供应商资信和历史交易记录等数据，既用来破除产业链上下游企业之间的信息壁垒，又用来助力小微供应商提升授信，促进产业链供应链高质量协同发展。其在数据资产方面主要做了一是完成多个工业软件系统数据汇聚与校验；二是实现供应链多个主体间数据可信可控流通；三是打造跨产业数据应用，创新供应链金融服务等工作。

装备制造企业在生产过程中积累了大量关于设备运行状态、产品质量、生产效率等方面的数据，可用于优化生产流程、提高产品质量、降低运营成本等。

东方电气团队基于多维数据研发形成了具有我国自主知识产权的数智工厂仿真软件，挖掘生产数据并规范管理，赋能工厂仿真验证、智慧决策、知识图谱等应用，实现产线自优化。

食品轻纺企业在原料采购、生产加工、物流配送、销售服务等环节产生了大量数据，对于提高产品质量、保障食品安全、优化供应链管理具有重要作用。

亿和君美纺织公司利用数字中台对原材料采购、生产调度、制造流程、设备、效率监控、质量管理、产品溯源等环节实现生产数据实时采集与利用，提高了公司的生产效率和产品质量，市场竞争力显著增强。

能源化工企业在生产过程中积累了大量关于资源储量、开采效率、生产安全等方面的数据，已广泛用于优化资源配置、提高生产效率、保障生产安全等。

川锅锅炉构建了工业绿色能源数字驱动集成创新平台，该平台集生产参数实时监控、生产返程控制、工艺流程监测等功能于一身，实现了生产全过程的智能化管理，并带动了制造业的转型升级。

先进材料产业在研发设计、生产制造、市场推广等环节积累了大量数据，这些数据的充分利用有助于推动技术创新、拓展应用领域、提升市场竞争力。

通威集团在光伏产品生产过程中，积极推动数据要素的应用，通过大数据分析、人工智能等技术手段优化生产流程和产品性能，提升市场竞争力。

永祥股份利用物联网、大数据等先进技术对生产过程进行实时监控和优化调整，确保产品质量和生产效率的稳定提升。同时，公司还积极推动数据要素的共享和应用，与产业链上下游企业建立紧密的合作关系，共同推动新能源材料产业的数字化转型。

医药健康产业在新药研发、药品制造、医药衔接等方面积累了大量数据对于提高药品研发效率、保障药品质量、优化市场营销策略具有重要作用。

科伦药业利用大数据技术对生产、销售、市场等数据进行深度分析，为企业决策提供有力支持。

汇宇制药在药物研发过程中引入数字化工具和技术，如计算机辅助药物设计、人工智能筛选等，加速新药研发进程；加强数据安全管理工作，确保研发、生产等过程中的数据安全。

百利天恒利用物联网、大数据等技术优化供应链管理，降低库存成本，提高物流效率；建立数字化营销体系，精准定位目标客户群体，提高营销效果。

康弘药业利用大数据和人工智能技术为患者提供智能健康管理服务，如疾病预测、健康风险评估等；基于患者数据和市场需求进行产品创新，开发更符合患者需求的产品。

迈克生物建设数字化实验室,提高检测效率和准确性;构建大数据分析平台,对检测数据进行深度挖掘和分析,为临床决策提供支持。

（二）我省产业数据资产化的短板

1. 数据资产意识不强

以我省能源化工行业为例,由于其特殊的安全性要求,各级监管部门 对其进行采集、存储、转发、分析较多,企业对数据的自主可控性较弱,数据产权意识、资产意识不强。

2. 数据瓶颈问题严重

以我省电子信息产业为例,大部分企业的数据基本封闭在企业内部,甚至在企业信息部门,跨企业协同时的数据瓶颈问题仍然突出。

3. 数据整合难度大

以我省装备制造产业为例,由于产品结构复杂、零部件种类繁多、供应商数以千计,导致数据来源复杂、数据整合难度大。

4. 数据利用与数据安全矛盾依然突出

以我省医药健康产业为例,药企、医院、渠道、服务机构的数据隐含重要的商业机密和大量个人隐私。因此尽管各自对其他各方的数据需求迫切,但出于对于安全合规和数据安全的顾虑,实际上数据的共享仍处于初级阶段。

5. 数据资产相关标准不健全

以我省食品轻纺企业为例, 由于缺乏行业的数据平台以及必要的数据规范标准,加之食品轻纺产业是传统产业,数字化过程较慢,这些都导致数据资产化程度低,制约了数据资产的有效利用。

四、我省产业数据资产化的路径

针对我省产业数据资产化的需求、现状和问题,发挥我省数据要素标准化的领先优势、我省产业数据场景丰富的应用优势,我省数据资产化宜采取下图的路径:

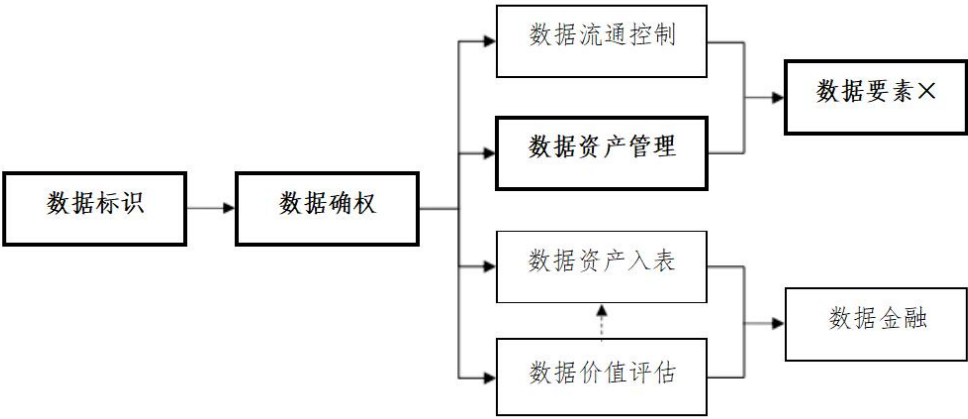


图 2 数据资产化建议路径

上图中：

1. 数据标识数据确权数据资产管理数据要素×四个步骤（即加粗的部分），是产业数据资产化的主要路径，代表了大部分企业所必须经过的数据资产化步骤。
2. 对于有财税、金融方面需求的企业来说，数据价值评估、数据资产入表和数据金融是可能的选项，构成了另一个主要分支。
3. 对于包含商业秘密、隐私数据的企业来说，在网络安全和数据安全基础上，增加对于数据流通的控制，也是一个必然的趋势。

由于数据要素×、数据金融不是本次调研课题的主要内容，以下对其他六个重要步骤进行简要说明。

（一）数据资产标识

数据资产的标识是“数据的身份证”，旨在以数据 ID 的方式为数据资产提供可识别基础。良好的数据标识通常需要具有权威性、统一性、唯一性和不变性，即能够由国家标准或政府文件形式颁布实施，在全国范围内提供统一的数据标识体系，确保不同数据的标识不同，且在数据全生命周期保持不变。

2024 年 5 月，由我省联合全国产学研机构合作的国家标准《数据要素 标识规范》正式立项，这也是我国首个数据要素的国家标准。

该规范以国家标准的形式，为公共数据和产业数据提供了权威、统一、唯一和不变的数据 ID。该标准基于成都边界元科技有限公司主导的川渝区域地方标准 DB50/T 10002-2022|DB51/T 10002-2022《公共信息资源标识规范》和四川

省地方标准 DB51/T 2400-2017《城市公共信息资源标识编码规范》，是我省为全国数据资产化所作出的重要贡献。

数据资产标识过程是数据资产化的第一步，除了形成数据资产的唯一 ID 以外，通常还包括对数据资产的建卡过程，记载数据资源标识、分类、持有目的、形成方式、业务模式、经济利益、元数据、样本数据等。

（二）数据资产确权

数据确权是实现数据资产化的关键环节，涉及明确数据所有者的身份、建立数据产权保护制度、实施数据许可和授权机制等。我国数据资产化的发展还处于初级阶段，直到现在都还没有权威公认、清晰明确的数据资产产权界定方法。

一些行业协会以团体标准的方式颁布了数据资产确权的相关规范，例如中国电子协会团体标准 T/CIE 228-2024《数据确权授权的流程与技术规范》、中国互联网协会团体标准 T/ISC 0048-2024《数据确权风险控制通则》等。虽然近年来由于国家对团体标准的整治，使团体标准的整体质量有所改善，但由于团体标准的非政府性质，以及相关团体对不同行业的影响力局限性，导致这些标准的认可度普遍不高。

2023—2024 年，由四川省经信厅和重庆市大数据局提出和归口，由成都工业学院、重庆赛宝工业技术研究院牵头的川渝区域地方标准《产业数据 要素确权信息技术规范》正式立项，这也是涉及数据确权的首个多省公认的地方标准。该标准针对产业数据确权的权利种类、权力来源、权利约束等进行了规定，细化数据资源持有权、数据加工使用权和数据产品经营权，不仅有效规范了产业数据的确权内涵，而且与已经颁布的数据确权流程、风险控制的团体标准形成了充分的补充。

（三）数据资产管理

产业数据资产管理包括由企业自主开展的数据资产管理，以及由行业主管部门开展的数据资产管理工作。根据财政部《关于加强数据资产管理的指导意见》，企业自主开展的数据资产管理包括：

1. 登记数据资产卡片，建立数据资产备查簿。
2. 提升数据资产数字化管理能力，对所持有或控制的数据资产定期更新维护。

3. 对各类数据资产进行融合加工，鼓励在金融、交通、医疗、能源、工业、电信等数据富集行业探索开展多种形式的数据资产开发利用模式。

4. 规范数据资产销毁处置，包括相应的安全和脱敏处理、有效进行销毁、记录数据资产销毁过程等。

5. 落实数据资产安全管理责任，按照分类分级原则，提升数据资产安全保障能力。

6. 建立数据资产预警、应急和处置机制，深度分析相关领域数据资产风险环节，梳理典型应用场景，制定应急处置预案，最大程度避免或减少资产损失。

7. 按有关要求及时披露、公开数据资产信息，国有企业所持有或控制的数据资产纳入本级政府国有资产报告工作。

（四）数据流通控制

对于产业数据流通来说，由于其数据的私有性质，不能沿用公共数据流通的共享交换模式和数据开放模式。

产业数据的使用价值是通过流通和利用来实现的，因此数据流通控制的最终目的是更好地流通，而不是相反。产业数据流通需要以数据价值发现为目标，建立不同实体之间数据流通的规则和控制机制。特别重要的是，需要打破过去以政府或产业龙头企业为核心的数据流通格局，建立对等的数据流通模式，该模式具备两个特征：一是选择权的对等性，即双方均可以自主选择流通数据的形态；二是商业机密保护的对等性，即提供对双方均能充分保护的数据流控能力。

数据中控台是产业数据流通控制的一种重要实现方案。数据中控台兼顾数据高效流通与权利管控两个目标，采用“云-边-端”相结合、多级多节点的分布式体系，构架在物理上分散、逻辑上统一的混合云上，在机构之间实现不同数据级的业务协同，充分保护机构的数据隐私和应用安全。

数据的价值是由供需双方的平衡决定的，因此对数据供应侧适当的管控，特别是对高价值数据的管控，有助于数据的保值增值。数据中控台提供数据自动归集、受控流通、自助迁移和全程审计等系列功能，从而帮助上下游企业间建立数据可达、边界可控的业务协同。

（五）数据资产价值评估

与其他资产类似，数据资产价值的评估方法包括成本法、收益法和市场法三种基本方法及其衍生方法。成本法是根据形成数据资产的成本进行评估。收益法是通过预计数据资产带来的收益估计其价值。市场法是根据相同或者相似的数据资产的近期或者往期成交价格，通过对比分析，评估数据资产价值的方法。

中国资产评估协会先后颁布了《资产评估专家指引第9号——数据资产评估》《数据资产评估指导意见》，对数据资产评估进行了框架性的规范。由于数据资产易传播、易复制、易篡改的特殊性，导致数据资产价值评估在实际操作中面临诸多难题。显而易见，不恰当的数据资产价值评估方法，极有可能导致资产流失风险、不良资产风险和其他涉及刑事的风险。

为审慎起见，尽管财政部表示正在研究公允的计量方法，但财政部颁布的《企业数据资源会计处理暂行办法》中对数据资产入表时的计量方法明确为成本法。

成都工业学院联合四川发展大数据产业投资有限公司等制定了团体标准《数据要素价值评估市场法》给出了市场法的具体实现方法，是对数据资产价值评估方法的一个重要补充。

（六）数据资产入表

数据资产入表是指将数据资产纳入企业的财务报表中进行披露和报告。由于数据已经成为与工业经济时代的土地、劳动力、资本、技术同等重要的一种新型生产要素，数据资产入表是体现数据资产价值的重要形式。

数据资产入表的重要意义主要体现在以下几个方面：

1. 优化资产负债表，提升企业整体价值。通过将数据纳入企业资产，可以优化企业资产结构，提升企业的资产总额，降低资产负债率降低，提升企业的财务健康度和信用等级，有利于企业并购、投融资等。

2. 准确计量数据成本，有助于数据合理定价。不恰当的数据交易定价，不仅可能损害供需双方的商业利益，而且可能给审计、纪检部门增加不必要的工作量，带来企业和个人经济风险。

3. 加强数据资产信息披露，提高企业管理水平。通过对数据资源的盘点和披露，企业将更加了解、重视和明确数据资源的分布、特点和应用，有利于进一步挖掘数据应用方式，释放数据要素价值。

4. 明确数据价值，促进数据资产利用。通过梳理满足资产确认条件的数据资产和相关产品，促进数据资源的有效配置和利用，激发数据资产化创新应用。

五、我省产业数据资产化的政策建议

为抢抓数据资产化机遇，帮助我省企事业单位做出四川特色，建议省经信厅等部门可酌情在如下方面加大推进力度。

（一）鼓励在产业数据领域建立原创性、高质量标准

对于主导相关国家标准、川渝区域地方标准、四川省地方标准的企事业单位，给予创新资金奖励。

（二）建立具有公信力的产业数据确权机构

为解决企业对于产业数据确权机构公信力、确权过程严谨性、确权证书有效性的疑虑，建议由省经信厅或联合重庆有关部门，授权事业单位或国有控股企业，建立产业数据确权和增值服务的公共平台，面向川渝区域开展产业数据标识、确权服务，形成不依赖于政府扶持、可持续运营的服务模式。



四川省产业数据资产公共服务平台

（三）鼓励企业开展产业数据资产化工作

对于开展产业数据标识确权、流通控制、数据入表、增值利用并取得显著成效的企事业单位，以贷款贴息或专项补贴等方式予以奖补。

课题二

关于知识图谱技术应用于成渝双城经济圈文旅场景以提质乡村振兴的相关建议

冯婧益、李雪梅

中共二十大为全面推进乡村振兴擘画了宏伟蓝图，强调“坚持农业农村优先发展”。中共二十届三中全会进一步明确要“坚持农业农村优先发展，完善乡村振兴投入机制”。这一系列重要部署，彰显了党中央对乡村振兴事业的高度重视，并指明了前进方向。国家实施乡村振兴战略，旨在通过发展农业、旅游、文化等产业，改善乡村经济和生活条件。乡村振兴战略不仅聚焦于经济发展，还包括文化复兴和生态保护。当前关于乡村振兴的新闻报道通常聚焦于以下几个重点方面：

政策导向和战略规划、农村经济发展、农村基础设施建设、乡村生态环境保护、农民收入增加和生活改善、乡村文化传承与振兴。实施乡村振兴战略是新时代“三农”工作的总抓手，其目的是要同步推进乡村产业、人才、文化、生态、组织“五大振兴”，激发乡村活力，补齐乡村短板，实现产业兴旺、生态宜居、乡风文明、治理有效、生活富裕。在各类报道中，乡村文旅成为热门的议题之一。

一、文旅行业发展现状

在我国，许多乡村地区是国家传统文化的重要承载地。在中国，随着“文化遗产”概念的普及，公众对文化遗产的兴趣和保护意识显著提升。在此背景下，开发以文化遗产为核心的主题式旅游，不仅有助于文化遗产的保护、乡村的可持续发展，也符合中国传统文化在全球文化中的发展趋势。为贯彻落实“十四五”规划，文化和旅游部、国家发展改革委、重庆市人民政府、四川省人民政府于2022年5月印发《巴蜀文化旅游走廊建设规划》，进一步贯彻落实。政府对文化旅游的支持，特别是在川渝地区的文化遗产保护和旅游推广方面，为项目提供了政策背景和市场机遇。因此在后疫情时代下，政府对乡村振兴和旅游发展的支持程度大大提高。

开辟为保护和展示传统文化创造关键空间，旅游业正经历数字化转型。从在

线预订到虚拟旅游体验，数字技术为文化遗产旅游提供了新的展示和体验方式。创新技术的多元应用，包括大数据、云计算、人工智能等，为收集、分析和利用文化遗产信息提供了强大工具。今年1月发布的《中国数字文化和旅游产业发展报告》，以数智创意赋能乡村文旅的模式与路径为主题，聚焦于数字乡村文化和旅游产业。报告提出以数字技术为重要动力，以文化创意为实现路径，以共赢再生为发展目标，运用元宇宙、创意平台、网络直播等数字手段为乡村文化传承创新注入新活力，推动乡村文化和旅游产业可持续发展。但事实上，推动乡村文化的共赢发展，无论是线上的元宇宙、创意平台、网络直播，或是线下乡村旅游，都需要挖掘乡村内容，以内容为根本，以线上线下为传播路径。

随着绿水青山就是金山银山生态保护意识的普及，乡村遗产旅游市场需求逐年呈上升趋势。近年来，自驾游、短途游和家庭亲子游成为乡村旅游的主要趋势。同时，乡愁文化旅游、精致民宿和红色旅游等特色项目也逐渐受到欢迎。2024年一季度，中国乡村旅游收入达到1.52万亿元，同比增长17.0%。旅游业在推动农村经济增长和创造就业方面发挥了重要作用。但同时，也出现了产品同质化、人才短缺等挑战，很多乡村旅游项目缺乏创新，导致游客难以保持重复消费的兴趣，乡村旅游项目的运营和营销人才短缺，影响了项目的经济效益。但随着新一代农民回乡创业，利用短视频等新媒体工具，情况正在逐步改善。

受文化探索和体验需求增加、个性化和定制化服务需求、休闲与教育相结合、可持续旅游意识提升等因素的驱动，当前，消费者行为发生变化。现代旅游者越来越倾向于寻求具有文化深度和教育意义的旅游体验。他们不仅满足于观光，更希望通过旅游活动了解和体验当地的历史、文化和生活方式，这为文化遗产旅游开辟了新的市场需求。就国家文化和旅游部门发布的数据来看，2023年国内出游人次增幅较大，达48.91亿，比上年同期增加23.61亿，同比增长93.3%。且每一季度出游人次数据呈递增趋势。其中，城镇居民国内出游人次大于农村居民国内出游人次，两者较上年同期均有较大幅度的增长。国内游客出游总花费与上年相比也有了较大的增幅。其中，城镇居民出游花费高于农村居民出游花费。2023年第四季度全国旅行社组织旅游人次较多的地区以东部沿海地区为主，其次为湖北、湖南、重庆、四川等中西部地区。

二、面临的问题

乡村生态旅游客户体验感差，技术牵引手段缺失。从数字人文视角出发，以历史文化内容为根本。知识图谱作为一种大数据分析技术，并没有广泛应用于乡村文化遗产旅游中，游客体验，旅游资源管理的优化、文化遗产保护和传播；乡村文化遗产旅游的高质量的发展需要借助构建和应用知识图谱技术手段得以实施。

数据治理对于乡村文化遗产旅游的个性化服务、保护和传播应用成效不高。许多文化遗产以乡村为载体，涉及数据类型繁杂，包括历史文化信息、旅游资源、游客行为等。缺乏有效整合和管理这些分散在不同数据库和平台上的异构数据，需要将地方的历史、文化、自然景观等数据建立关联，形成一幅完整的知识网络，实现数据的全面展示和深度挖掘。

其次，旅客需要个性化的旅游推荐和服务，提升游客体验。需要搭建相应的推荐系统，借助技术手段来根据游客的历史浏览和行为数据，向游客推荐相关的文化遗产景点和活动，例如传统工艺展示、地方节庆等。结合游客偏好，智能规划旅游路线，提供最佳的行程安排，低碳出行、降本增效。

从遗产本体方面,还需要通过技术的应用有助于提高公众对文化遗产的认识和保护意识。

三、对策建议

构建基于大数据分析技术与自然语言处理技术结合的知识图谱。完善数集、建模、路径规划的一体化流程。利用知识图谱技术，结合数据分析和路径规划算法，为游客提供高效、有趣的文化遗产旅游线路规划服务，使游客能够全面了解目的地的文化遗产，并在游览中得到愉悦的体验。

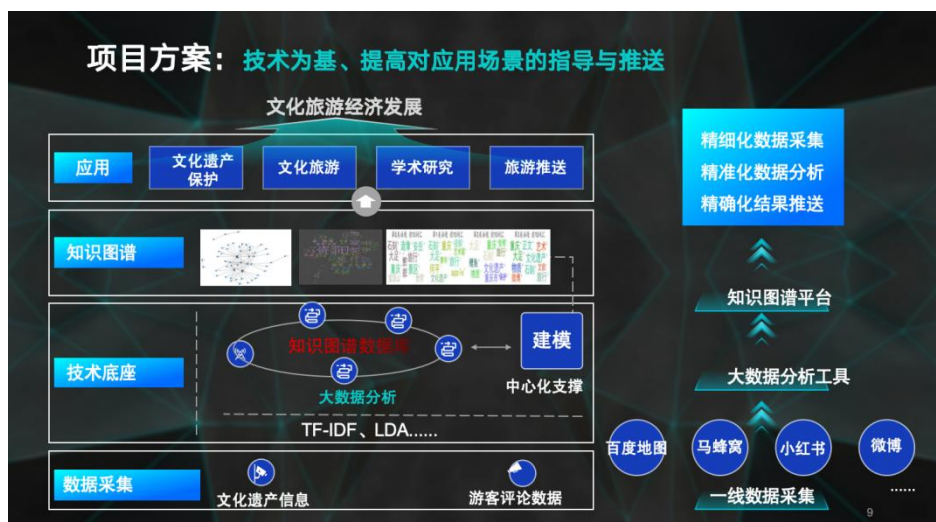


图1 项目方案（来源：自制）

一体化流程三步走。首先进行数据收集与分析需要收集相关数据，利用自然语言处理技术进行文本分析。其次，搭建知识图谱数据库，运用算法对文本内容进行处理，建立关键词数据库和文化遗产知识图谱，目前运用的是 LDA 以及 TF-IDF 算法。并根据不同类别和旅行市场调查筛选旅游地区。其次，需要路径规划，使用 Dijkstra 算法计算最短路径，设计多种线路规划方案。

（一）数据收集与分析：收集来自百度地图、马蜂窝、小红书、微博等多个数据源的相关文化遗产信息和游客评论数据。利用自然语言处理技术，对收集的数据进行文本分析，提取关键词、词频等信息。构建文化遗产知识图谱，将文化遗产、景点、地理位置等信息进行结构化整理和关联。

（二）知识图谱数据库建模：运用 TF-IDF、LDA 等算法对文本内容进行分析和处理，提取关键词、词聚类等信息。建立关于目的地的景点关键词数据库，识别目标群体对特定遗产最感兴趣的方面。利用文本相似度计算推荐相似的旅游资源，提供个性化的游览建议。

（三）路径规划：使用 Dijkstra 算法或蚁群算法计算多点旅游路径。结合用户需求和游览时间，设计多种线路规划方案，包括经典线路、生态线路等。考虑景点之间的距离、游览时间和可行性，为用户提供最佳的旅游路线。

重视知识图谱在乡村文化遗产旅游中的技术牵引与应用。如对游客过度集中于热门景区，利于主题式旅游资源的挖掘，进行线路规划有利于单个景区分流，从而对遗产起到一定的保护作用，同时又可以提升游客的体验感。例如，浙江乌镇通过构建知识图谱，将乌镇的历史文化、名人故事、传统技艺等信息整合在一起，打造了一个全方位的旅游知识体系。不仅提升了游客的体验感，也有效保护了当地的文化遗产。

在乡村旅游的注重因素中，“舒适的自然环境”“特色的民俗文化”和“独特的风味美食”是中国乡村旅游用户主要考虑的因素。本次市场调研（图1）共搜集问卷 265 份，发现针对乡村文化遗产市场的旅游者年轻化、教育程度较高，偏好自助和伴侣旅行，重视文化和美食体验。这表明在强调个性化和文化体验的元素，同时注重美食旅游的开发和推广。相关性分析和市场聚类分析表明，旅游者的偏好受多种因素影响，包括年龄、职业、旅行目的等。市场细分显示存在至

少两种显著不同的旅游偏好群体，通过聚类算法，将受访者分为两大类，一类偏好热门景点和短期旅行，另一类偏好学习和探索型的长期旅行。



从文化遗产的保护、拓展、传承三点出发，强化内容运营。聚焦于乡村地区文化遗产的保护与内容挖掘，通过科学研究和技术手段挖掘其深层价值。其次，智能化规划旅游线路，开发基于知识图谱的智能旅游线路，提供个性化、多样化的旅游规划服务，满足不同游客的“主题式”需求。通过旅游活动带动目标地区的经济发展，提升当地居民的生活水平，实现社区的可持续发展。拓展旅游市场，建立和提升目标当地的旅游品牌形象，辅之以有效的营销策略，吸引更多国内外游客访问。最后，旨在文化教育传承，增强游客对文化遗产的认知和尊重，促进文化传承，提升公众的文化保护意识。

通过相关数据搜索结果和信息摘要及关键词提取技术，在技术层面，知识图谱可以用于人工智能、推荐系统等领域；在应用层面，知识图谱可以用于医疗健康、文化旅游等行业。随着人工智能与大数据，文化遗产保护与乡村旅游迎来新的机遇。近年来，乡村文旅融合呈现出前所未有的活跃态势，规模持续扩大、业态逐渐丰富、产品结构不断优化，为促进乡村文旅产业转型升级、乡村居民生活质量提高提供了有力支撑。构建主题式旅游的知识图谱，可以实现文化遗产的可持续发展。通过知识图谱技术进行信息梳理，提高游客参与度，满足个性化需求，

推动主题式旅游资源挖掘。通过主题关联的旅游路线规划，分流游客，减轻热门景区压力，盘活文化遗产旅游资源，提高游客参与度与体验感，对国内经济内循环充分发挥内生动力，促进旅游业的发展，推动文化遗产的保护与传承。最终实现人才回流、资金回流，为乡村振兴开辟新空间。

附件 1：项目方案

一、核心内容

文化遗产的保护与传承是一个重要的文化使命，而文化旅游则是将这些遗产展示给更多人、传承给后代的有效途径。本项目旨在利用知识图谱技术，结合数据分析和路径规划算法，为游客提供高效、有趣的文化遗产旅游线路规划服务，使游客能够全面了解目的地的文化遗产，并在游览中得到愉悦的体验。

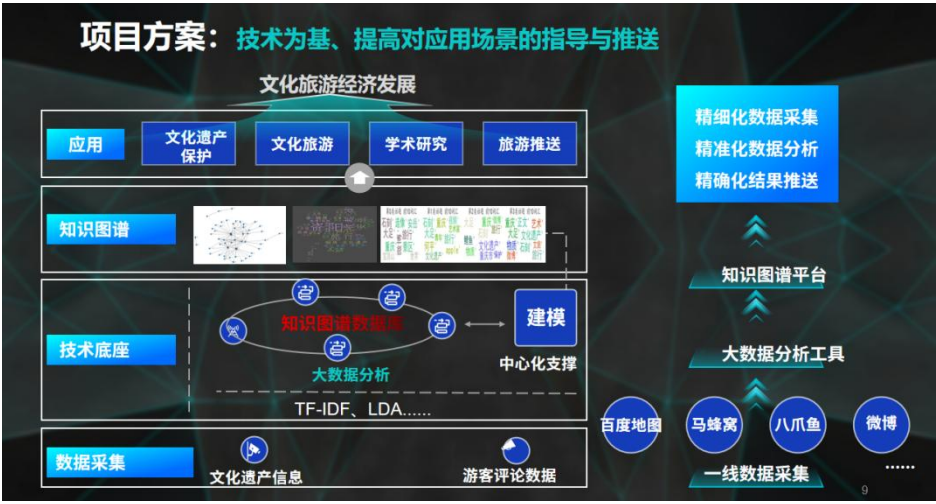


图 1 项目方案（来源：自制）

项目流程分为四步，如图 2 所示，首先需要进行数据收集与分析需要收集相关数据，利用自然语言处理技术进行文本分析。其次，搭建知识图谱数据库，运用算法对文本内容进行处理，建立关键词数据库和文化遗产知识图谱，目前运用的是 LDA 以及 TF-IDF 算法。并根据不同类别和旅行市场调查筛选旅游地区。其次，需要路径规划，使用 Dijkstra 算法计算最短路径，设计多种线路规划方案。最后可视化宣传，制作宣传材料，通过各种渠道进行推广，展示文化遗产的魅力。

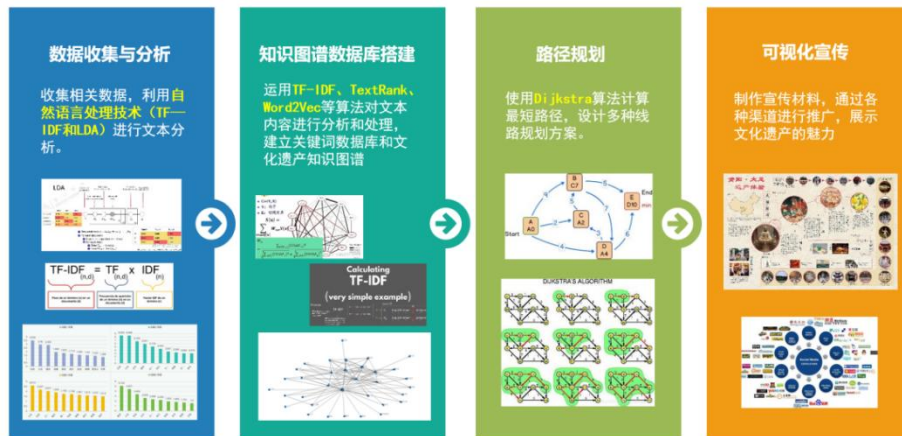


图2 项目内容（来源：自制）

（一）数据收集与分析

收集来自百度地图、马蜂窝、八爪鱼、微博等多个数据源的相关文化遗产信息和游客评论数据。利用自然语言处理技术，对收集的数据进行文本分析，提取关键词、词频等信息。构建文化遗产知识图谱，将文化遗产、景点、地理位置等信息进行结构化整理和关联。

（二）知识图谱数据库搭建

运用 TF-IDF、LDA 等算法对文本内容进行分析和处理，提取关键词、词聚类等信息。建立关于目的地的景点关键词数据库，识别目标群体对特定遗产最感兴趣的方面。利用文本相似度计算推荐相似的旅游资源，提供个性化的游览建议。

（三）路径规划

使用 Dijkstra 算法计算任意两点间的最短路径。结合用户需求和游览时间，设计多种线路规划方案，包括经典线路、生态线路等。考虑景点之间的距离、游览时间和可行性，为用户提供最佳的旅游路线。

（四）可视化宣传

制作海报、宣传册等宣传材料，突出项目的创新性和个性化服务。通过各种社交媒体平台和旅游网站进行推广，吸引目标受众的注意。通过图片、视频等形式展示文化遗产的魅力，提升项目的知名度和美誉度。

该项目实现分为两种技术，一类为自然语言处理技术，另一类为最短路径算法。TF-IDF 常用于文本分析和处理的技术，特别是在关键词提取和词聚类方面。它们可以以不同的方式应用于基于知识图谱的文化遗产旅游线路规划项目中，以

提高其效率和准确性。LDA 是一种用于主题建模的机器学习算法，常用于分析文本数据。LDA 的基本假设是文档中的每个单词都是由一组潜在主题生成的，而主题又是由一组单词的分布组成的。LDA 试图从给定的文档集中发现这些潜在的主题，并确定每个文档中各个主题的分布。迪杰斯特算法是一种用于解决单源最短路径问题的算法，该算法可以找到从一个顶点到其他所有顶点的最短路径，在该项目中结合贪心策略以解决旅行商问题。它在每一步选择中都采取当前看起来最优的选择，希望这样会导致全局最优解的结果。简而言之，它在每个步骤中都做出在当前情况下最好的选择，而不考虑将来的后果。这种策略不总是得到最优解，但在许多问题中却能提供一个足够好的解决方案。实际上，线路规划是一个旅行商问题（TSP），迪杰斯特算法不直接解决 TSP。但可以使用 Dijkstra 算法作为构建解决方案的一部分，例如，用于计算任意两点间的最短路径，作为 TSP 解决方案的输入。然后，可以使用这些路径信息来求解 TSP。

通过以上内容，项目希望为游客提供高效、有趣的文化遗产旅游线路规划服务，促进文化遗产的保护与传承，推动旅游业的发展。提供个性化的旅游线路规划服务，提升游客的旅游体验；推广文化遗产，增加文化遗产的知名度和美誉度；促进旅游业的发展，推动文化遗产的保护与传承。

二、项目目标

本项目的实践重在文化遗产的保护、拓展、传承三个目标。首先，聚焦文化遗产保护与挖掘，识别并保护目标地区的文化遗产资源，同时通过科学研究和技术手段挖掘其深层价值。其次，智能化规划旅游线路，开发基于知识图谱的智能旅游线路规划工具，提供个性化、多样化的旅游规划服务，满足不同游客的需求。此外，促进乡村经济发展，通过旅游活动带动目标地区的经济发展，提升当地居民的生活水平，实现社区的可持续发展。拓展旅游市场，建立和提升目标当地的旅游品牌形象，辅之以有效的营销策略，吸引更多国内外游客访问。最后，旨在文化教育与传承，增强游客对文化遗产的认知和尊重，促进文化传承，提升公众的文化保护意识。

三、项目价值

数字化赋能乡村振兴，共建乡村旅游新路径。结合《数字中国建设整体布局规划》，持续深入实施数字乡村、数字中国发展行动的要求，本项目借助数字化

手段，在基础层依托于知识图谱数据库构建完成，成功构建涵盖目标地区文化遗产的关键词数据库搭建，为旅游线路规划和文化遗产保护提供数据支持。在此基础上，实现旅游产品与服务创新，开发系列具有地方特色的文化体验旅游产品和服务，提供深度文化体验，满足市场需求。此外，提升经济与社会效益，通过旅游活动显著提升目标地区的经济收入和社会福祉，改善当地居民生活质量。同时实现目标地区文化遗产的有效保护和合理利用，提高公众对文化遗产价值的认识和保护意识。建立强有力的文化遗产旅游品牌，提升目标地区的国内外知名度和吸引力。

四、市场调研

经过市场调研，共搜集问卷 265 份。从数据的基本分析中明显发现本次调查中以中年轻群体占多数，鉴于其比例分布不均，因而在后续的调研中需要继续改善。针对学生群体，旅行预算集中在 1000 至 3000 内。其中大部分人会选择火车或飞机出行，少数人会自驾，因此在旅行线路设置时需要考虑到交通时间成本与是否直通目的地。多数人喜欢自由行，单个景区游玩时间集中在 2—4 小时，出行上需要有计划，并有大量自我调整的空间，因此，在路线设定上需要考虑进目标群体弹性消耗时间。并且由于多数人旅行目的在放松身心、开拓视野和文化体验上，因此，旅游类型偏好集中在生态旅游和城市文化休闲游，且大部分人旅行时会同时选择自然和人文景观，因此，在设置线路时，需要兼顾到景区风景、人文知识。其次，大多数人在景区偏好上还是以热门熟知的景点为主，少数人会选择冷门景区。并且根据问卷结果显示，超 7 成人愿意尝试非遗主题的体验式旅行。

数据的相关性分析揭示了旅行习惯与年龄、旅行习惯与旅行线路偏好、旅行同伴与旅行时间、旅行距离与旅行时间、旅行距离与旅行工具之间的关系。聚类分析则将受访者分为两大类，一类偏好热门景点和短期旅行，另一类偏好学习和探索型的长期旅行。

调研显示，目标市场的旅游者年轻化、教育程度较高，偏好自助和伴侣旅行，重视文化和美食体验。这表明旅游产品和市场营销策略需要针对年轻、教育水平较高的群体，强调个性化和文化体验的元素，同时注重美食旅游的开发和推广。相关性分析和市场聚类分析表明，旅游者的偏好受多种因素影响，包括年龄、职业、旅行目的等。市场细分显示存在至少两种显著不同的旅游偏好群体，这对旅

游产品设计和营销策略的制定提供了重要指导。旅游业者应根据不同市场细分群体的特定需求，设计和推广旅游产品，以满足更加多样化的市场需求。

（一）个性化定制化市场需求

近年来，随着绿水青山就是金山银山生态保护意识的普及，文化遗产旅游市场需求逐年呈上升趋势，主要受文化探索和体验需求增加、个性化和定制化服务需求、休闲与教育相结合、可持续旅游意识提升等因素的驱动。

现代旅游者越来越追求深度的文化体验和探索，希望通过旅游活动了解和体验不同地区的历史、文化和自然景观。旅游市场的成熟，满足游客对旅游产品和服务个性化和定制化的需求，寻求与众不同的旅游体验。游客希望在休闲放松的同时获得知识和教育价值，特别是家庭游客，对有教育意义的旅游活动尤其感兴趣。公众对环境保护和可持续旅游的意识不断提升，更倾向于选择对环境影响小、能够促进当地经济和文化发展的旅游形式。

（二）项目市场受众定位

该项目的重点客户群体放在年轻化、教育程度较高的旅游者，他们偏好自助和伴侣旅行，重视文化和美食体验。因此，项目专注于提供深度的文化遗产探索和体验，满足游客对文化深度游的需求。通过知识图谱技术，提供个性化和定制化的旅游规划服务，满足不同游客的特定需求和偏好。在设计旅游产品和活动，既能让游客放松休闲，又能获得知识和教育价值，特别适合家庭游客。同时，推广环境友好和社区参与的旅游模式，支持当地经济和文化遗产保护，符合可持续旅游发展的趋势。通过精准的市场定位，项目旨在成为文化遗产旅游市场的领导者，为游客提供独特且有意义的旅游体验，同时促进目标地区的文化遗产保护和经济发展。

附件 2：知识图谱技术适用方法

根据关键词知识图谱与文化遗产双重检索，共检测出文献 84 篇，根据总体发表趋势（图 1），可明显看出自 21 开始，其关注程度断崖式上升，从个位数上升至十位数，在 22 年有所波动，数量下降，在 23 年又有所回升。

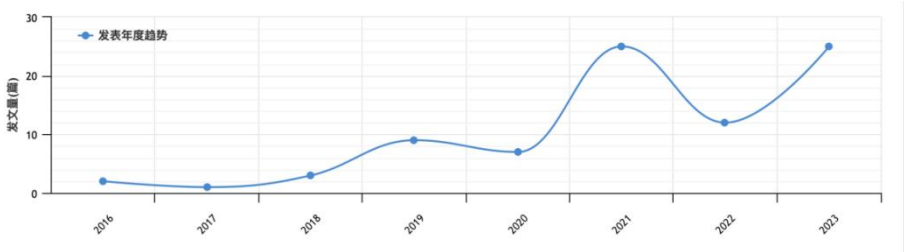


图 3 知识图谱及文化遗产方向论文总体发表趋势（来源：知网截图）

知网检索的 84 篇文献中，如图 2 统计图，主要关照重点集中在两个方面，分别为知识图谱及非物质文化遗产。因此，在 84 篇文献中根据关键词及自身所需研究方向筛选相关文献共计 18 篇。

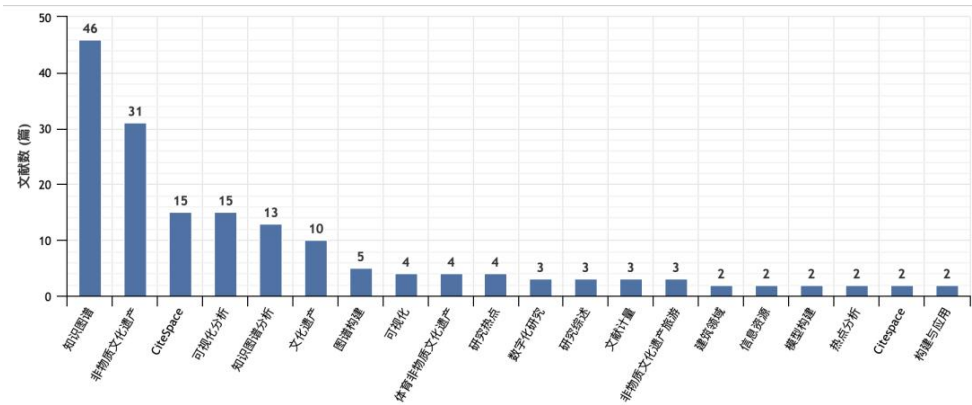


图 4 知识图谱及文化遗产方向论文研究主要主题（来源：知网截图）

在 18 篇文献中，可从图 3 统计图中发现，所选文献发表时间大多集中在 19 年之后，说明知识图谱与文化遗产该类文化计算自 19 年开始受到国内学者的关注。并在 21 年迅速增长。

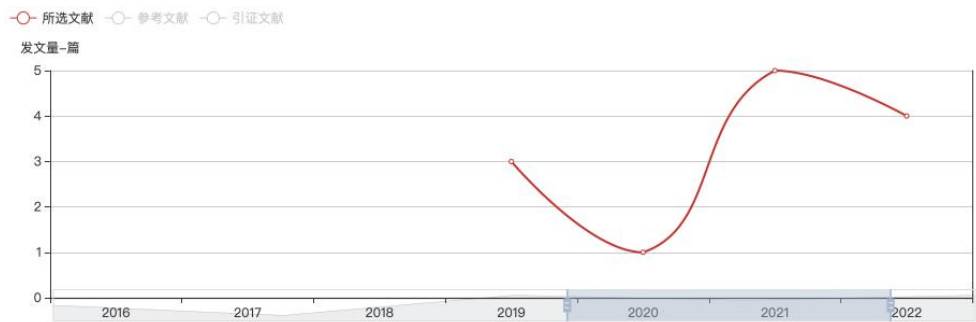


图 5 所选文献发文时间（来源：知网截图）

针对文献关键词进行关联分析，如图 4 所绘，可以看出在这 18 篇文献中针对文化遗产和知识图谱的相关文献较多，关于文化遗产的文献共 11 篇、非物质文化遗产 9 篇；知识图谱 8 篇，图谱构建、可视化分析以及可视化方向分别都有 4 篇。

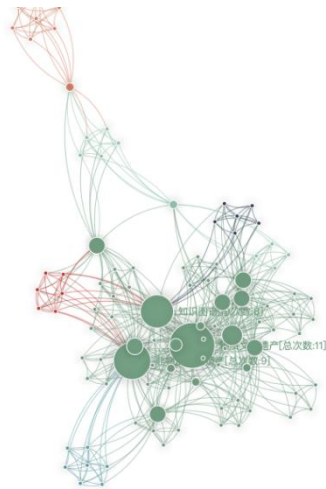


图 6 关键词共现网络（来源：知网截图）

因此，根据关键词共现网络的关联分析结果进行分类，大致可分为三类，包括：1、关于知识图谱方法论，技术类方向；2、关于知识图谱在文化遗产中的应用，应用类方向；3、文化遗产类知识图谱可视化数据分析热点及发展前沿。

表 1 文献分类表（来源：自制）

类别	名称
技术侧：知识图谱方法论	基于 CiteSpace 技术的增强现实在文化遗产领域的知识图谱分析研究
	非物质文化遗产的知识图谱构建
	基于图数据库的非遗知识图谱构建与语义关系发现研究
	革命旧址知识图谱本体模型构建
应用侧：知识图谱技术在文化	15 年来非物质文化遗产海外传播研究热点分析——基于 CiteSpace 知识图谱分析

遗产中的应用	基于 CiteSpace 国内非物质文化遗产传承人研究知识图谱
	基于知识图谱的南朝陵墓石刻信息资源开发研究
	基于大数据的西藏非物质文化遗产知识图谱构建研究
	我国非物质文化遗产旅游知识图谱研究
	赫哲族非物质文化遗产保护的研究现状与建议——基于知识图谱的分析
	知识图谱在西藏非物质文化遗产数字化保护中的应用
	国内非物质文化遗产旅游研究的知识图谱分析
趋势侧：文化遗产类可视化数据分析发展热点	非物质文化遗产数字化的研究热点与趋势——基于知网资源的知识图谱分析
	历史街区研究知识图谱的可视化分析
	我国非物质文化遗产数字化研究热点分析
	基于知识图谱的非遗研究热点和前沿演进分析
	国际非物质文化遗产研究知识图谱可视化分析
	基于 CiteSpace 的非物质文化遗产科技创新研究热点及趋势分析

一、技术侧：知识图谱方法论

通过对四篇知识图谱技术性文章的综合分析，可以对知识图谱方法论有一个大致了解，在《基于图数据库的非遗知识图谱构建与语义关系发现研究》中提到：知识图谱是一种文化计算的方式，是一种新型的知识表示和处理技术，以统计学、大数据分析等方法为底层逻辑，它的基本定义是结构化的语义知识库，并通过图案可视化表示实体及其之间的关系。基于图数据库的非遗知识图谱构建是一个搭建步骤的案例。首先，根据国家非遗名录确定该流域范围内国家级非遗项目。然后，构建知识图谱，包括实体、关系、属性等部分。实体是构建知识图谱最基本的元素，实体间的关系用边连接，实体属性是表示某一类实体的具体值，是对实体的说明，边属性通常以量化描述。

其次，总结《非物质文化遗产的知识图谱构建》《革命旧址知识图谱本体模型构建》大致可将知识图谱方法论步骤分为以下五点：

（一）数据获取：前期对非物质文化遗产或者某一具体研究领域的数据库准备，将其作为知识图谱的基本数据库。

（二）实体识别：这是从非遗文本数据源获取知识的重要组成部分，命名实体是一个词或一个短语，或者是将非结构化数据进行标注或结构化处理。

（三）知识表示：用于构建实体—关系—属性或实体—关系—实体的三元组。

（四）知识抽取：从已有的知识表示中抽取有用的信息，以用来构建知识图谱。

（五）知识图谱构建：基于以上步骤，就可以构建起非物质文化遗产的知识图谱。

在对运用知识图谱的方法对文化遗产进行分析时，尤其是在对文献进行分析时，大多会用到 CiteSpace，分析《基于 CiteSpace 技术的增强现实在文化遗产领域的知识图谱分析研究》可得知，它是一款文献计量学工具，用于对学术文献进行定量和定性的分析。用户可以通过关键词、作者、机构、标题等进行文献检索。并对其进行各种计量分析，如引用分析、关键词共现关联分析等最后根据文献数据生成知识图谱，帮助研究者理解文献之间的关系，从而发现研究的热点和趋势。

因此，知识图谱技术介入文化遗产数字活化，基于大数据分析的方式有效整合资源，能够展现地域、文化类型与非物质文化遗产之间的关系，形成非物质文化遗产数据关联，并通过关系查询呈现非物质文化遗产隐性关系，从而更客观地记录文化遗产的现状，更好地保护并传承文化遗产。

二、应用侧：知识图谱技术在文化遗产中的应用

有关知识图谱应用向文章共 8 篇，其中有 5 篇运用到 Citespace 软件对非遗数据进行可视化分析。总结涉及领域，包括：非遗海外传播路径、非遗传承人、河南非遗、西藏非遗、赫哲族非遗、非遗旅游、客家非遗、元曲、巴蜀传统技艺、女书。由此可见，知识图谱作为一个分析方法论，Citespace 为分析工具，其应用领域较为广泛。

例如，《15 年来非物质文化遗产海外传播研究热点分析》通过对中国知网期刊数据库中关于非物质文化遗产海外传播的研究进行可视化文献计量分析，发现非物质文化遗产海外传播的研究呈现整体增长态势，但总体研究还不足。研究

主题包括“外宣翻译”“翻译”“英译”和“翻译策略”等，相关研究前沿呈现跨语种、跨学科融合的态势。这些结论为进一步推动非物质文化遗产海外传播研究的深入提供了助力。《基于 CiteSpace 国内非物质文化遗产传承人研究知识图谱》中指出传承人的培养机制逐渐由单一化向动态多元化协同发展；研究关键可归类为传承类、保护类和衍生类；未来的研究方向可概括为响应国家政策号召并与先进技术手段紧密结合。

在《国内非物质文化遗产旅游研究的知识图谱分析》及《我国非物质文化遗产旅游知识图谱研究》的研究主要集中在非遗的空间分布和文化生态等方面。研究结果显示，国内非物质文化遗产旅游有下降的趋势。文章还提到，非遗旅游开发作为非物质文化遗产的重要活化方式之一，旅游为非遗保护带来了资金、宣传渠道和传承群众基础，但也可能加速非遗的消亡、破坏非遗生存的文化生态、导致非遗文化的失真等问题。同时，对于非遗旅游开发的研究，存在两种矛盾的观点，一种认为非遗保护不宜走旅游开发的方式，另一种认为旅游开发是非遗保护的有效形式之一。总体而言，国内非物质文化遗产旅游研究还有待进一步深入和完善。

除此之外，针对某一具体领域的研究，如：《基于大数据的西藏非物质文化遗产知识图谱构建研究》《知识图谱在西藏非物质文化遗产数字化保护中的应用》指出：在当前信息时代下，利用数字化手段记录、还原藏区非物质文化遗产，可以为其传承和发展提供更多机遇。相对于传统的文学、影视等方式，非遗数字化在传承、弘扬非遗文化上具有极大的应用价值。数字化的发展趋势必然是向上发展的，同时也会带来非遗数字化转型上的挑战。《基于知识图谱的南朝陵墓石刻信息资源开发研究》通过对知识图谱的构建和应用，降低知识门槛，展示文化内涵，提升信息资源与受众之间的互动性，从而促进南朝陵墓石刻文化遗产的传播与利用，提升受众的沉浸性与互动性，促进语义化进程。《赫哲族非物质文化遗产保护的研究现状与建议——基于知识图谱的分析》指出目前赫哲族非遗保护工作仍存在一些问题，包括研究主题单一、非遗项目保护不均衡、非遗保护区域性分散等。

由此可发现，通过对数据分析技术的运用，利用一定的可视化工具，对文字类型的数据定量分析，从而可以辅助研究者更加敏锐地捕捉到当下针对某一文化

遗产对象研究热点，发展前沿，及文化遗产发展中的问题。从整体上讲，对文化遗产的研究也走向跨学科、多元化、数字化的发展。但目前对于知识图谱在文化遗产中的应用集中在文献的关键词、发文机构、发文作者等，没有对文本进入深度学习、分析、研究。

三、趋势侧：国内外文化遗产发展热点

知识图谱利用大数据定量分析的方式，通过可视化文献分析软件对非遗、非遗科技创新、国际非遗、遗产数字化、历史街区进行研究，发现非遗研究经历了奠基、成长和深化三个阶段。研究热点包括非遗的内涵、创意旅游、数字化保护与传承。非遗科技创新研究热点集中在非遗的定义、保存和开发等方面。国际非遗研究的热点和趋势主要集中在民族非遗文化产业管理、传承创新与保护政策、文化旅游等方面。对于历史街区研究，发现历史街区研究存在地域性差异，研究热点集中在弹性保护与有机更新、文化遗产、公众参与和城乡一体化等方面。

《非物质文化遗产数字化的研究热点与趋势——基于知网资源的知识图谱分析》发现：非物质文化遗产数字化研究在政策导向、技术驱动、跨学科和个案研究等方面存在一些问题和挑战，未来需要加强理论建设、深化跨学科研究、采用多种研究方法，并关注前沿技术的发展。而在《我国非物质文化遗产数字化研究热点分析》中提到，新媒体背景下民族类非物质文化遗产保护与传播，相似的一点在《基于 CiteSpace 的非物质文化遗产科技创新研究热点及趋势分析》中也有提及，该文总结出非遗科技创新研究前沿主题聚焦互联网+、传播创新和活态传承等。

《基于知识图谱的非遗研究热点和前沿演进分析》主要是基于国外 Web of Science 核心合集数据库中的相关文献，研究发现非遗研究的热点内容主要集中在非遗的内涵、知识、本质等理论基础、非遗创意旅游、非遗的原真性、非遗的数字化保护与传承以及非遗材料研究等方面。研究主题在早期主要关注非遗的理论知识研究，后期转向非遗文化应用实践和数字化保护方面的研究，但在前沿和新兴领域的发展较为缓慢。《国际非物质文化遗产研究知识图谱可视化分析》国际非遗研究的内容方向主要包括民族非遗文化产业管理研究、传承创新与保护政策研究以及文化旅游的研究。研究还发现，非遗研究的热点主要集中在非遗概念界定、非遗保存和非遗开发管理等方面。

综上所述，国内外对非遗的定义、保存、开发及传承上都有一定探讨，此外，前沿科技的运用则是国内外学者另一关注的重心。跨学科运用及技术驱动在互联网时代下不断发展，更是未来文化遗产的发展趋势。因此用数字化的方式研究文化遗产将是必不可少的一环，知识图谱基于大数据技术，从整体上把握文化遗产，连通过去、当下与未来。

四、方法论研究现状局限性

知识图谱作为一种方法论，当前在文化遗产领域的应用还处于初步阶段，整体不成熟。且在分类为应用的研究中，大多集中在文献的关键词、发文机构、发文作者等方面，针对文化遗产文献数据文本内容的研究极少，更多类似于综述性文献。因此，针对知识图谱在文化遗产中的应用类型研究还需进一步调整内容检索模型，对内容本身进行知识性研究，而非停留在文献表层语义统计学性质研究。

其次，《历史街区研究知识图谱的可视化分析》中指出大多数研究采用定性分析法，缺乏有效数据支持，不仅是针对历史街区相关研究，大量对于文化遗产的研究都是运用定性分析法，很少用到量化的数据作为支撑，因此，在大数据的时代环境下，需要运用知识图谱等相关方法论对文化遗产相关方面进行深入研究。

最后，文化遗产概念尤其是非物质文化遗产概念的界定，是从国外传播至中国，引用这个词语时，自身带有民族性，当用知识图谱的方法论探讨到诸如此类词语时，应当区分其主体性及该民族所具有的特征，且大数据分析结果更偏向宏观。本篇综述的关键词检索，大多文章与“非物质文化遗产”相关；后续研究中，还可针对某一特定物质文化遗产点进行知识图谱考证。

五、知识图谱在文化遗产旅游线路规划项目中的应用

对于基于知识图谱的文化遗产旅游线路规划项目，知识图谱主要运用在旅游资源整合、个性化推荐、文化教育与传播、旅游决策支持、社区和经济发展等方面。

收集数据利用关键词分析及数据相关性整理构建一个资源数据库，根据数据库内容从而构建知识图谱，有利于整合各乡村的文化遗产、自然景观、特色美食等旅游资源的信息，从而提供一个全面的旅游资源视图。并且知识图谱还支持查询和推理能力，根据用户的偏好、历史行为和实时需求，提供个性化的旅游线路推荐。其次，通过知识图谱展示文化遗产的历史背景、文化意义等深层次信息，

有助于增强游客的文化体验和教育意义。也可以为旅游规划者和管理者提供决策支持，比如通过分析知识图谱中的数据，识别旅游资源的发展潜力和保护需求。此外，分析乡村社区的需求和资源，利用知识图谱促进乡村旅游与当地社区和经济的可持续发展。

通过这些应用，知识图谱不仅能够提升旅游体验的质量和深度，还能助力文化遗产的保护和传承，促进乡村经济的发展。

附 4：相关性分析

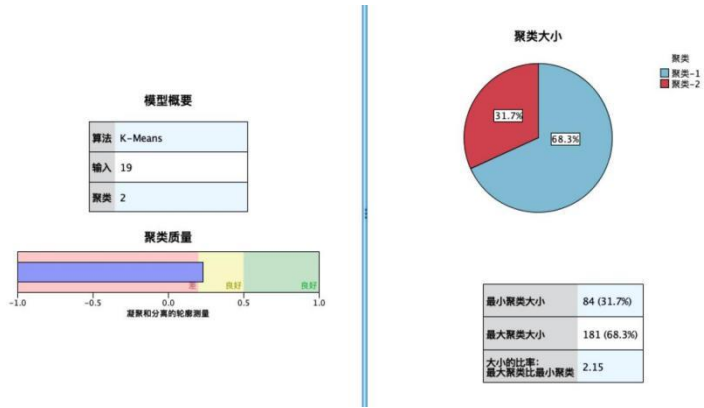
一、旅游目的分析

		相关性							
		城市文化休闲游	您一般会选择以下哪些旅游—生态旅游	康养旅游	研学旅游	自驾游	避暑旅游	体育旅游	会展旅游
城市文化休闲游	皮尔逊相关性	1	-.026	.011	.086	-.133 [*]	.043	-.076	.119
	显著性（双尾）		.679	.854	.161	.030	.482	.217	.054
	个案数	265	265	265	265	265	265	265	265
您一般会选择以下哪些旅游—生态旅游	皮尔逊相关性	-.026	1	.124 [*]	.093	-.026	.108	.003	-.024
	显著性（双尾）	.679		.044	.133	.679	.079	.965	.694
	个案数	265	265	265	265	265	265	265	265
康养旅游	皮尔逊相关性	.011	.124 [*]	1	.161 ^{**}	.102	.212 ^{**}	.183 ^{**}	.222 ^{**}
	显著性（双尾）	.854	.044		.009	.098	.001	.003	.000
	个案数	265	265	265	265	265	265	265	265
研学旅游	皮尔逊相关性	.086	.093	.161 ^{**}	1	-.036	-.019	.206 ^{**}	.316 ^{**}
	显著性（双尾）	.161	.133	.009		.557	.757	.001	.000
	个案数	265	265	265	265	265	265	265	265
自驾游	皮尔逊相关性	-.133 [*]	-.026	.102	-.036	1	.123 [*]	.033	.081
	显著性（双尾）	.030	.679	.098	.557		.046	.594	.189
	个案数	265	265	265	265	265	265	265	265
避暑旅游	皮尔逊相关性	.043	.108	.212 ^{**}	-.019	.123 [*]	1	.168 ^{**}	.060
	显著性（双尾）	.482	.079	.001	.757	.046		.006	.332
	个案数	265	265	265	265	265	265	265	265
体育旅游	皮尔逊相关性	-.076	.003	.183 ^{**}	.206 ^{**}	.033	.168 ^{**}	1	.274 ^{**}
	显著性（双尾）	.217	.965	.003	.001	.594	.006		.000
	个案数	265	265	265	265	265	265	265	265
会展旅游	皮尔逊相关性	.119	-.024	.222 ^{**}	.316 ^{**}	.081	.060	.274 ^{**}	1
	显著性（双尾）	.054	.694	.000	.000	.189	.332	.000	
	个案数	265	265	265	265	265	265	265	265

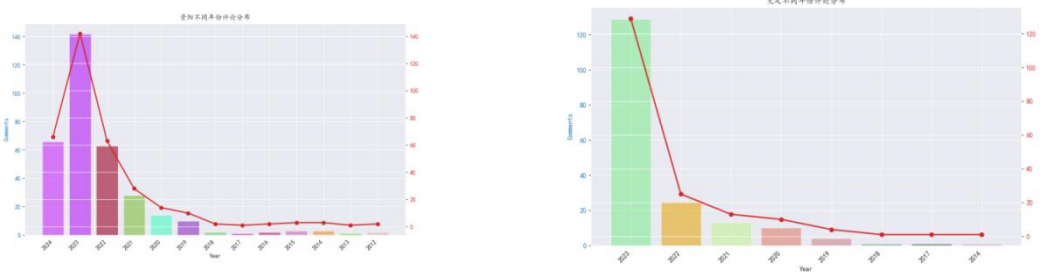
*. 在 0.05 级别（双尾），相关性显著。
**. 在 0.01 级别（双尾），相关性显著。

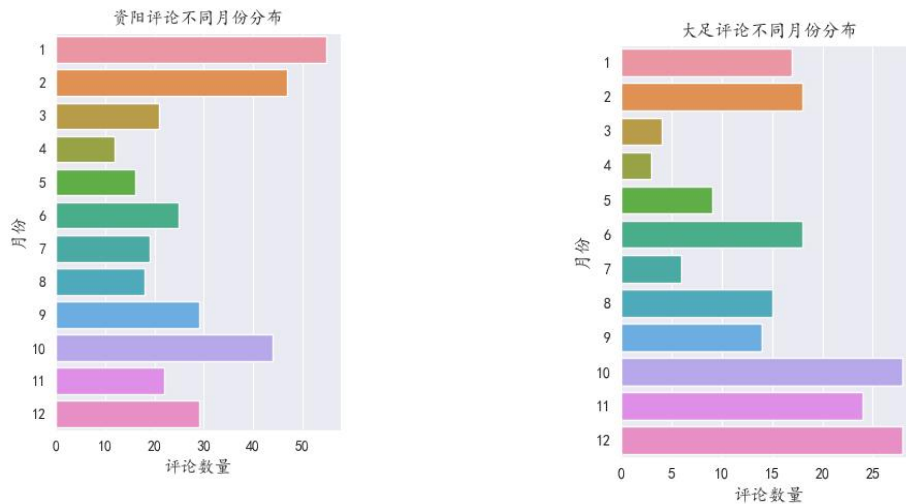
二、市场聚类分析

利用 spss modeler 进行聚类分析以对市场进行细分，经过数据处理，共输入 19 个字段其结果落在较良好的区间内，在此条件下，聚类数量分为两类时其效果较好，其中聚类 1 占比 68.3%，181 人；聚类 2 占比 31.7%，84 人。

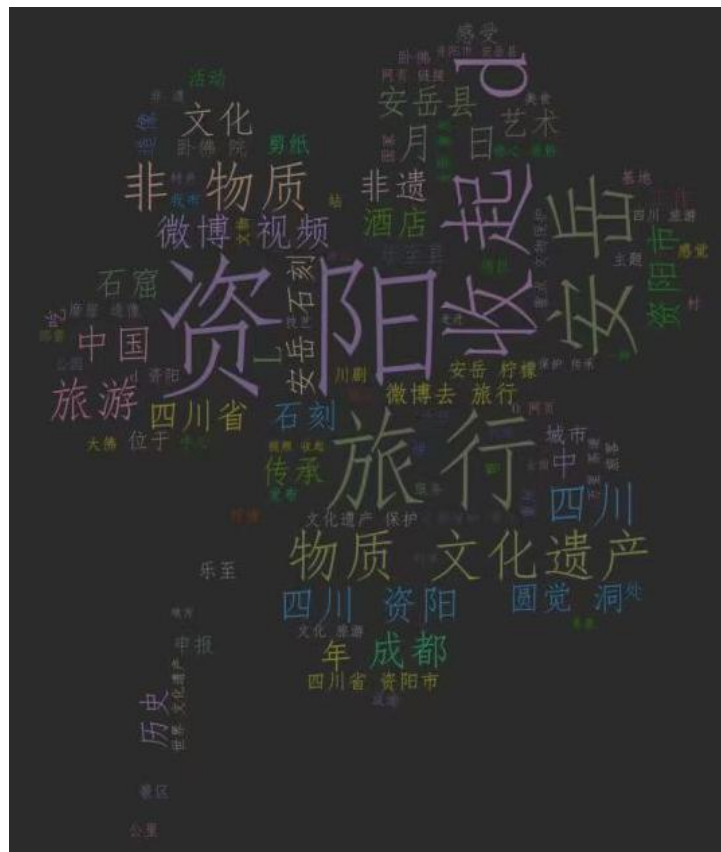


三、例：大足景区旅游感知评价





四、例：资阳知识图谱分析



根据社交平台中与资阳相关的关键词 TF-IDF 权重表可以看出，在网络平台中资阳的相关话题内容与安岳、石刻、四川、柠檬等有关性较高。

表 3 资阳相关的关键词 TF-IDF 权重表（来源：自制）

序号	词语	TF-IDF
0	资阳	18.882973
1	安岳	16.015088
2	石刻	14.183459
3	四川	11.077278
4	柠檬	8.861606
5	旅行	8.839859
6	话题	7.874082
7	点击	7.772605
8	搜索	7.772605

资阳为主的关键词分别为资阳旅行（54.762%）、资阳小众旅行（7.143%）、资阳文化遗产（13.69%）、资阳非物质文化遗产（24.405%）。

资阳关键词数据分类占比

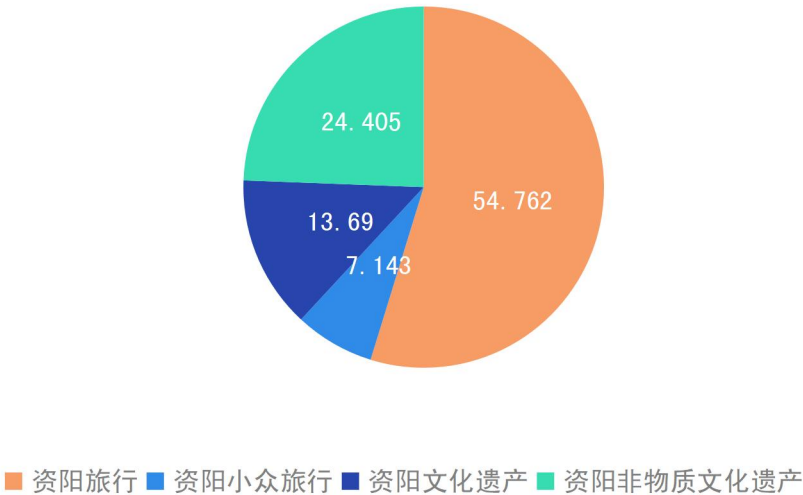


图 25 资阳关键词数据分类占比（来源：自制）

不同关键词下文章内容所提取出权重值前十的主题词，其中有关资阳的主题词如下：话题 1：旅行、资阳、柠檬、安岳、四川、安岳县、视频、旅游、四川

省、圆觉；话题 2：资阳、文化遗产、物质、高台、四川、成都、列车、川剧、舞狮、传承；话题 3：资阳、婚礼、旅行、资阳市、四川、文化遗产、旅游、安岳、物质、成都；话题 4：石刻、资阳、文化遗产、保护、安岳、旅游、文化、大足、剪纸、物质。其词云图如下图所示，其中字体越大则表示该词的权重越高，在数据中的重要性越高，权重值如下表所示：



图 26 资阳关键词中权重值前十的主题词（来源：自制）



图 27 资阳关键词中权重值前十的主题词（来源：自制）

根据找寻资阳文化遗产相关的 25 篇论文的文本语义分析，而形成的文本语义网络图，可以明显看出，在学术界更多的重心在安岳石刻，且词语安岳、大足、石刻三者之间形成三角，因此安岳石刻与大足石刻学术研究上联系紧密，研究主要是佛教石窟造像，且较为有特色应该是菩萨及其宝冠。石刻文化较多，因而在

旅游上以文化旅游为主，同时也较为重视遗产资源的传播与宣传。资阳在非遗上较为重视传承与发展，尤其是资阳河川剧，除此之外，还有安岳的竹编。

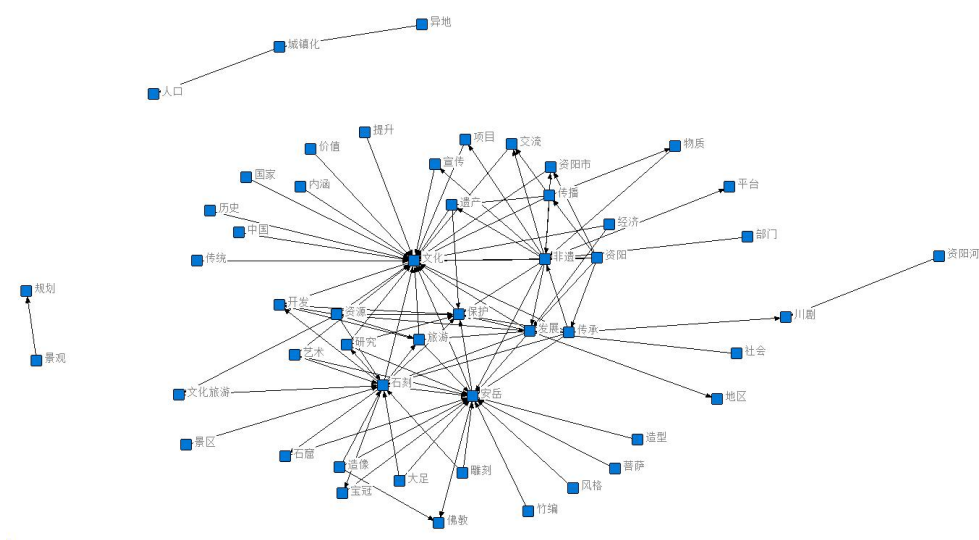


图 28 资阳文化遗产相关论文文本语义分析（来源：自制）

总结上述关键词来看，目前资阳旅游主要目的地以乐至、安岳为主，其中安岳与大足两者之间联系较为紧密，该线路主要特色为石刻造像，如圆觉洞、卧佛院、半月山摩崖造像等，主要非遗包括邵雷剪纸、东峰剪纸、竹编、川剧，也有舞狮及打铁花表演。其中川剧流派分为四类，分别是资阳河、川北河、上坝、下川东。资阳河流派主要分布在内江、资阳、资中，而重庆就属于下川东流派，雍溪古镇位于大足巴岳山下，古镇上具有浓郁的川剧气息，较为出名的是雍溪古戏台，在安岳还发展出安岳曲剧，并在 2014 年列入省级非遗。美食方面，除去最出名的安岳柠檬外，大多推荐有伤心凉粉，经查证，主要为安岳县周礼镇的姚记周礼伤心凉粉。根据安岳石刻、川剧、剪纸等关键词搜寻，发现以下非遗体验基地：资阳市雁江区振声川剧非遗体验基地、资阳市安岳县文化馆非遗体验基地、资阳市安岳县卧佛书院非遗体验基地、资阳市乐至县乐至剪纸非遗体验基地。地址如下表所示。

表 4 资阳非遗体验基地（来源：自制）

名称	地址	体验内容
资阳市雁江区振声川剧非遗体验	雁江区保和镇晏家坝村农	资阳河川

基地	中院	剧
资阳市安岳县文化馆非遗体验基地	安岳县海慧路	安岳石刻
资阳市安岳县卧佛书院非遗体验基地	安岳县卧佛镇卧佛村 卧佛书院	安岳 石刻
资阳市乐至县乐至剪纸非遗体验基地	乐至县实验中学	乐至 剪纸

大足词云，基本以大足石刻为中心，在社交平台上出现较多的有北山石刻、宝顶山石刻、石刻博物馆、千手观音、卧佛，同时还出现有何平、青年艺术家等。



图 29 大足词云 (来源: 自制)

根据社交平台中与大足有关的关键词 TF-IDF 权重值可以看出, 在网络平台中大足的相关话题内容与大足、石刻、重庆、何平、文化遗产、石窟、视频等有关性较高。

表5 社交平台中与大足有关的关键词 TF-IDF 权重值 (来源: 自制)

序号	词语	TF-IDF
0	大足	17. 518588

1	石刻	16.651894
2	重庆	14.860696
3	旅行	9.020856
4	文化遗产	8.038684
5	微博	6.822980
6	何平	6.510206
7	视频	5.421421
8	石窟	5.185177

大足为主的关键词分别为大足旅行（50%）、大足小众旅行（7.609%）、大足文化遗产（20.652%）、大足非物质文化遗产（21.739%）。

大足关键词数据分类占比

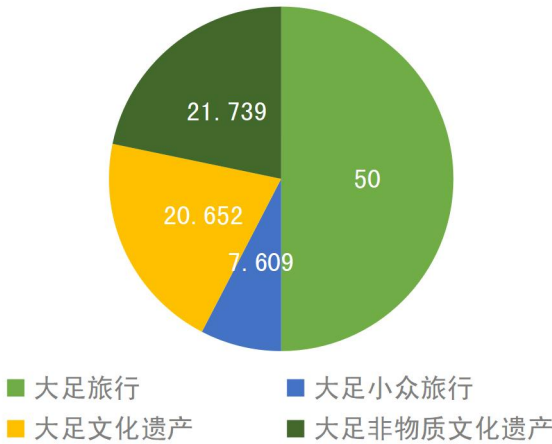


图 30 大足关键词数据分类占比（来源：自制）

有关资阳的主题词如下：话题 1：石刻、大足、重庆、造像、景区、旅行、安岳、微博、宝顶山、世界；话题 2：石刻、大足、何平、重庆、apple、旅行、文化遗产、视频、艺术家、青年；话题 3：大足、石刻、文化遗产、重庆、重庆市、物质、鲤鱼、旅行、微博、保护；话题 4：重庆、大足、石刻、正文、文化遗产、旅行、物质、艺术、微博、文旅。其词云图如下图所示，其中字体越大则

表示该词的权重越高，在数据中的重要性越高，权重值如下表所示：



图 31 资阳的主题词词云（来源：自制）



图 32 资阳主题词相关主题词权重值（来源：自制）

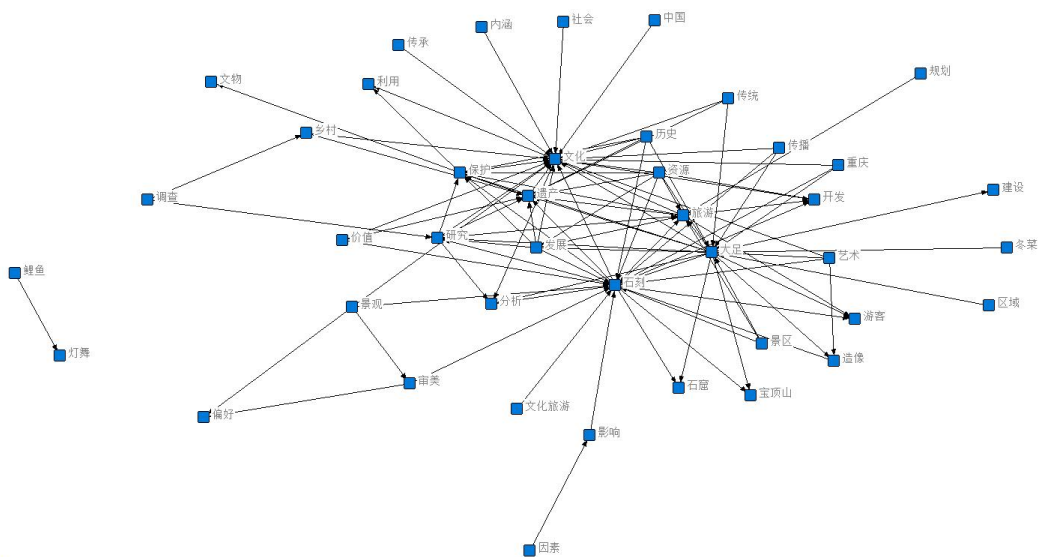


图 33 大足文化遗产文本语义网络图（来源：自制）

通过大足关键词的抓取，大足旅游主要以石刻造像为主，以宝顶山北山为主要景区。从相关性来看，大足与资阳安岳联系紧密，两者均以石刻而出名，属于大众旅游的热门及社交平台推广的重心。除石刻外，大足词云图中出现鲤鱼一词，经查证，该词指向大足区万古鲤鱼灯舞非物质文化遗产，腊八节之后，重庆市大足区公园装饰有鲤鱼灯。根据清乾隆九年《大埔县志》记载：“元夜，自初十至十六夜，张莲花灯为鱼龙之戏，迎神出游，街市女观谓之闹元宵”。大足非遗万股鲤鱼灯舞，源于大足东部万古镇。而在正月、宝顶香会（农历二月十九）、五一会有中敖火龙等非遗活动，时间不定，同时在香国公园也有相关表演活动。关键词何平为青年艺术家，在他用纪录片及绘画的形式对大足石刻及鲤鱼灯等遗产进行推广，因此在项目后期营销推广中可合作借力。

两者关键词总结（据不完全统计）：资阳大足遗产以石刻艺术为主，另外还有鲤鱼灯舞、中敖火龙、剪纸艺术、竹编、川剧（资阳河、下川东）等，美食上有安岳的周礼伤心凉粉较为出名，此外，大足的冬菜、安岳的柠檬最为出名，因此，宝森柠檬旅游区也可作为生态农业旅游在此条线路的选择点之一。

五、路径规划

根据上一步的关键词泛化检索，以及市场调查分析，单个景点平均游玩时间在 0-4 小时的占比 85%，有 51% 的人选择游玩时间在 3 天左右，因此根据时间推算，一天大致可以游玩 2~3 个景点左右，并结合调查分析中以热门景点为主，穿插小众景点，有 62 人，占比 54.87%。大部分人喜欢生态旅游与城市文化休闲游，且以放松身心为出行目的的人最多。由此筛选景点，以川剧体验路线以及石刻体验路线为例，川剧体验景点包括：巴岳山、雍溪古镇、资阳市雁江区振声川剧非遗体验基地、香国公园、昌州古城、乐至县川剧团。石刻体验景点包括：宝顶山、北山、圆觉洞、卧佛院、塔坡、茗山寺、孔雀洞、华严洞、毗卢洞、木门寺、紫竹公园、玄妙观、黄桷大佛旅游景区、安岳朝阳洞道观、石匣寺摩崖造像、晒佛寺摩崖造像、半月山大佛、资阳市安岳县文化馆非遗体验基地、资阳市安岳县卧佛书院非遗体验基地。下表分别为根据筛选景点的距离统计（不完全统计）。

表 6 景点距离统计表（来源：自制）

川剧景点距离统计表		
景点 1	景点 2	距离（千米）
资阳市雁江区振声川剧非遗体验基地	乐至县川剧团	44
乐至县川剧团	香国公园	127
乐至县川剧团	昌州古城	127
资阳市雁江区振声川剧非遗体验基地	香国公园	139
资阳市雁江区振声川剧非遗体验基地	昌州古城	140
巴岳山	昌州古城	46
巴岳山	香国公园	45
巴岳山	雍溪古镇	12
雍溪古镇	香国公园	33
雍溪古镇	昌州古城	33
石刻景点距离统计表		
景点 1	景点 2	距离（千米）
宝顶山	北山	10
北山	孔雀洞	24
北山	茗山寺	28
宝顶山	茗山寺	38
宝顶山	孔雀洞	33
孔雀洞	茗山寺	3.9
茗山寺	塔坡	21
塔坡	安岳县文化馆	43
塔坡	圆觉洞摩崖造像	39
塔坡	安岳县非物质文化遗产展示体验馆	43
圆觉洞	紫竹公园	0.36
紫竹公园	安岳县非物质文化遗产展示体验馆	2.3
紫竹公园	安岳县文化馆	1.3
安岳县文化馆	安岳县非物质文化遗产展示体验馆	0.33

安岳县文化馆	木门寺	22
安岳县文化馆	晒佛寺摩崖造像	29
安岳县文化馆	玄妙观	25
安岳县文化馆	黄桷大佛旅游景区	18
紫竹公园	木门寺	22
紫竹公园	晒佛寺摩崖造像	30
紫竹公园	玄妙观	27
紫竹公园	黄桷大佛旅游景区	20
晒佛寺摩崖造像	玄妙观	12
晒佛寺摩崖造像	黄桷大佛旅游景区	14
玄妙观	黄桷大佛旅游景区	4.2
玄妙观	木门寺	31
黄桷大佛旅游景区	木门寺	24
木门寺	石匣寺摩崖造像	22
石匣寺摩崖造像	玄妙观	25
石匣寺摩崖造像	黄桷大佛旅游景区	36
石匣寺摩崖造像	卧佛院	25
卧佛院	木门寺	11

下图为根据 Dijkstra 算法构建出的无向图，左图为川剧线路无向图，右图
为石刻线路无向图。

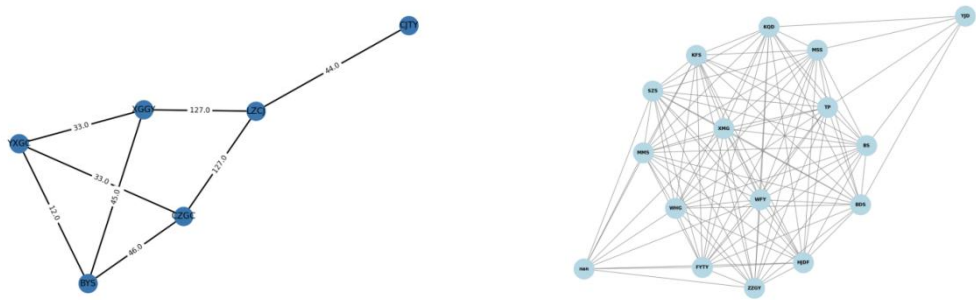


图 34 川剧线路无向图、石刻线路无向图（来源：自制）

算法过程上，使用 Dijkstra 算法计算任意两点间的最短路径，然后尝试使用一种简单的贪心策略来近似找到一个可行的路径，该路径尽可能地短，但可能不是最优解。我们将从宝顶山开始，逐步选择到未访问景点最短的路径，直到访问所有景点。我们需要先计算任意两点间的最短路径，再根据简化的贪心策略计算，我们得到了一条从宝顶山出发并最终终点为卧佛院，经过所有景点的近似最短路径，总距离约为 179 公里。该路线跨越大足、安岳、乐至三地，具体路线如下：

宝顶山——北山——孔雀洞——茗山寺——塔坡——紫竹公园——圆觉洞摩崖造像——安岳县文化馆——安岳县非物质文化遗产展示体验馆——黄桷大佛旅游景区——玄妙观——晒佛寺摩崖造像——石匣寺摩崖造像——木门寺——卧佛院

同样方法，从“资阳市雁江区振声川剧非遗体验基地”出发并最终返回该起点，经过所有景点的近似最短路径总距离约为 217 公里。川剧线路如下所示：

资阳市雁江区振声川剧非遗体验基地——乐至县川剧团——香国公园——昌州古城——雍溪古镇——巴岳山

附 5：商业模式

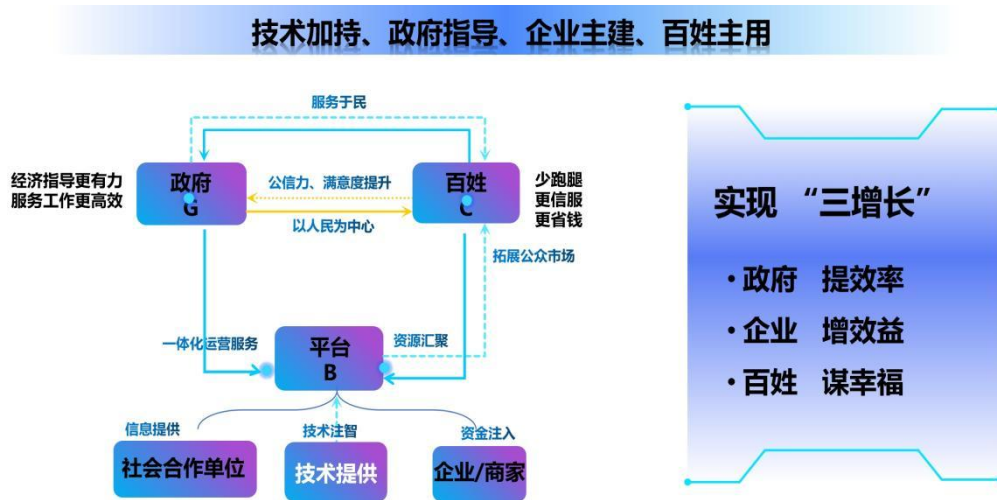
一、商业目的：

以大数据分析为技术的基石，通过创新技术元素的加持，推动知识图谱在旅游业领域的运用，实现精准推送，从而建立以生态旅游为核心的产业链，繁荣经济，提高属地就业率，促进国内旅游消费内循环打下基础。

二、盈利模式

项目采用 3P 合作模式与生态产业链的利益共享的商业模式，突出新业态新模式创造新收益。

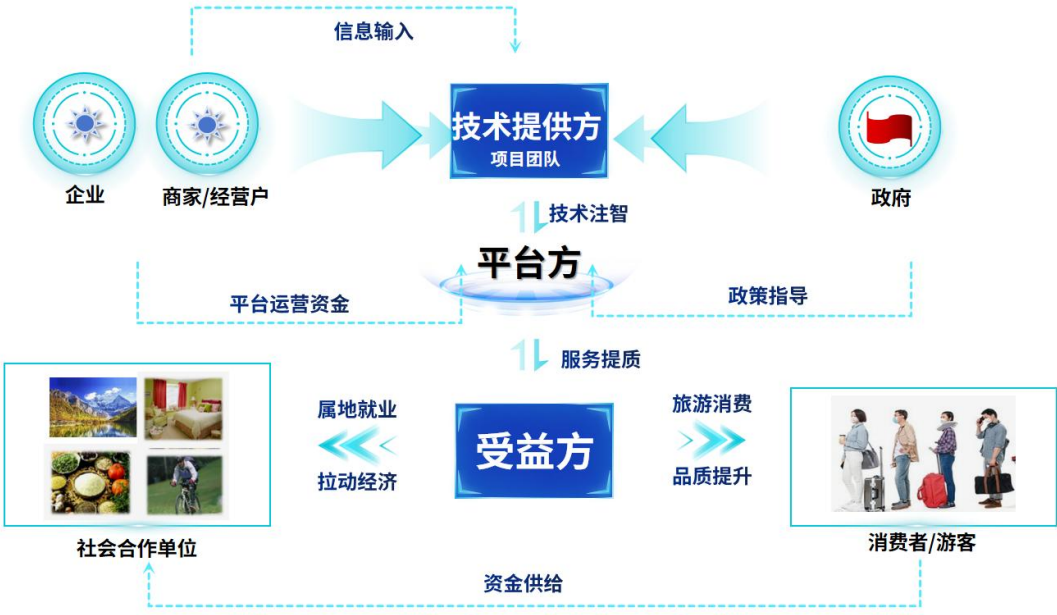
3P 合作模式：TG（政府）-TB（企业）-TC（消息者）模式，也称为 PPP 模式。它是一种由政府、企业和社会组织以及消费者，共同参与的一种商业模式，旨在实现资源共享、风险分担和利益共享，以解决公共事务和基础设施建设等领域的问题。政府补一点、企业出一点、消费者花一点的模式下，政府强化提供政策支持和监管指导、企业提供资金、技术和运营管理经验，社会组织则提供相关服务或参与项目推动，而消费者则为享受这种服务而买单。这种合作模式也常见于基础设施建设、环境保护、社会福利等领域。



（知识图谱的文化遗产旅游线路规划合作模式）

项目在实际运作中是依托平台提供的服务、集合市场需求，强化项目团队的技术输出，以生态链的广合作模式，即：受益企业/商家、消费者、技术提供方来推动项目服务于民。其中项目平台常态运作的资金来源于受益企业/商家、广

大消费者既是旅游消费资金的提供者，也是项目服务的受惠者，项目团队则是技术提供方。借助这种生态链的联合运作模式，基于知识图谱的文化遗产旅游线路规划可以更好地通过平台，整合资源、发挥效能、精准运用，技术赋能、平台注智，项目创新，开创更丰富、更精准的旅游信息和服务，促进文化遗产旅游业的发展和提升游客体验，因地制宜，促进新质生产力的增长。



（知识图谱的文化遗产旅游线路规划商业模式）

三、运作模式

在 3P 模式下，公共部门：政府部门可以作为公共部门参与合作。他们可以提供文化遗产保护政策、旅游产业发展政策、基础设施建设支持等方面的支持。政府还可以提供资金或补贴以支持文化遗产保护和旅游业发展。私营部门：包括旅游公司、酒店、餐厅等商业实体。他们可以通过投资建设旅游设施、提供服务、开发旅游产品等方式参与合作。私营部门可以为平台提供经营管理经验、市场推广和销售渠道。社会组织：社会组织包括非营利组织、文化遗产保护机构、当地社区等。他们可以提供文化遗产保护方面的专业知识、志愿者服务、社区资源等支持。社会组织还可以通过社区参与、文化活动组织等方式促进文化遗产的传承和保护。这种模式下，政府、私营部门和社会组织可以共同合作，共享资源、分担风险、实现利益共享。政府提供政策支持和监管，私营部门提供商业运营和市

场推广能力，社会组织提供文化遗产保护和社区支持。通过这种合作模式，可以更好地促进文化遗产旅游的可持续发展，提升旅游业的整体竞争力，同时保护和传承文化遗产。

私营则为我们技术方所依托的平台，合作社为该项目技术提供方，采用技术驻智的方式依附于各大平台例如小红书、携程、马蜂窝等，基于知识图谱的文化遗产旅游线路规划在生态系统合作模式下可以通过以下方式运营：

对于线上平台而言，项目方作为技术提供方可以建立一个基于知识图谱的旅游线路规划数据库，所依托的平台可以推出与具体规划线路相关的文化遗产、旅游景点、交通信息、酒店预订、美食团购等，并将数据整合在一起，为游客提供全面的旅游服务。而在提升旅游质量的情况下，平台可以吸引更多的文化遗产机构、景点管理者、酒店、餐厅等相关企业作为合作伙伴入驻，共同参与平台内容的提供和服务的提供。此外，消费者还可以贡献他们的文化遗产信息、景点介绍、特色活动内容至平台，项目方负责更新和维护这些信息，确保游客获取到最新准确的信息。从而吸引到更多的消费者。基于知识图谱的技术，平台可以分析游客的偏好和需求，为其提供个性化的旅游线路推荐和定制服务，以提升游客的旅游体验。各合作伙伴可以共同参与平台的营销与推广活动，通过各自的渠道推广平台和旅游线路，吸引更多游客的关注和使用。此外，平台可以建立收益分享机制，将平台所产生的收益按照一定比例分配给参与合作的各方，激励各方积极参与并共同推动平台的发展。

对于线下各大商家，项目团队可以和旅行团合作定制文化遗产项目旅游，提高全民文化素质。提供个人专属定制服务。给设计路线涉及的文化遗产项目的人或者公司，提供平台宣传推广的内容服务。或者为涉及的产品厂家收取商务宣传广告费、产品冠名费和专属使用费等。针对于一些特色遗产路线的旅游，例如农业遗产、体育遗产等，比如山地车体验乡村骑行、徒步旅行装备，露营装备、土特产和活动体验用品上收取一定的商务宣传广告费、产品冠名费和专属使用费等。

课题三

关于加快推动四川预制菜产业高质量发展的若干建议

刘勇、何林轩、唐友权、杨军、王宏庆

一、研究背景

预制菜通常由来自农业、林业、畜牧业和渔业的半成品或成品组成，配以各种配料，或有或无食品添加剂，经过预加工而成。这些食品在适当的储存条件（如冷冻、冷藏和室温）下有一定的保质期。随着现代生活节奏的加快，预制菜所提供的便利越来越受到消费者的青睐，推动了预制菜行业的大幅增长。

根据数据统计，2023 年中国预制菜市场规模已达到 5165 亿元，同比增长 23.1%，预计到 2026 年有望超过 10720 亿元。在四川地区，2022 年预制菜生产企业共计 586 户，实现营业收入近 700 亿元。在四川预制菜产业中，复合调味品（川调）占据了重要地位。根据调研结果，多个受访点位的川调产值占比均较高，有的点位甚至达到七成以上。

在如此蓬勃发展的基础之上，我们对四川地区的预制菜产业做了一系列的研究，旨在推动产业转型升级，以适应市场需求和提升竞争力。通过高质量发展，可以提高产品质量，满足消费者对健康饮食的追求。同时，此研究对于提升产业附加值、促进地方经济增长具有重要意义，并为预制菜产业的可持续发展提供理论支持和实践指导，进而推动整个产业链的升级与创新。

二、四川地区预制菜产业现状

（一）四川预制菜产业上游：原材料与供应链构建

四川地区预制菜产业的上游原材料供应丰富多样，包含了农产品、畜禽产品、水产品在内的多种产品，这些原材料为预制菜提供了重要的基础食材。但是，四川地区的农业生产在标准化、规模化生产能力上，还面临巨大挑战。预制菜产业的飞速发展对原材料的需求量急剧提升、品质要求更加严苛，而四川相对细碎化的生产模式导致农副产品的品质有参差，规模相对较小，很难满足预制菜产业对原材料的高标准、大体量需求。

四川地区为了支持预制菜产业的发展，加大了仓储物流设施的建设力度。通

过建立高效、便捷的仓储物流体系，确保预制菜原材料和成品能够安全、快速地存储和运输，物流网络逐渐覆盖更广泛的区域，包括城市、乡村以及偏远地区，为预制菜原材料和产品的流通提供了有力保障。现存的问题基本有两方面，一是物流配送成本较高，这是由于预制菜对物流配送的要求较高，包括温度控制、时效性等方面，导致物流配送成本相对较高；二是冷链物流发展不均衡，冷链运输是现在物流业内认为保存食物新鲜度和口味还原度的最有效手段，但一些地区或企业的冷链物流设施还不够完善，难以满足预制菜产业对冷链物流的需求。

（二）四川预制菜产业中游：企业质量保障与加工创新

我们在对实体企业进行调研时，选择了四川地区预制菜产品的龙头企业之一希望食品有限公司，该企业主营“美好”牌系列肉制品，年产8.6万吨，年产值超15亿元，其主打的“美好”食品在西南地区以绝对领先的市场综合占有率，荣膺西南地区肉制品的第一品牌。企业取得如此巨大成功的背后是严格把控食品质量安全的坚持以及勇于不断开拓创新的精神。

在保障食品安全方面，企业从“横向五环监测”和“纵向三级督查”实现了“闭合”安全管控环，实现快速识别安全风险。对原材料进行品质把控，在生产过程中保证安全，最终产品流向市场时还有不定时抽检，囊括了全产品生命周期的安全保障措施也由企业里不同部门相互协作，共同守护消费者的健康，真正做到食之有味、品之安全。

在应用创新技术方面，企业针对酥肉类预制菜品一贯以来有的痛点，如：初步切条加工时人工操作的费时费力，制作过程中对于油温等的技术参数的把控过于依赖经验等，进行了分析，并在后续创新性地建立了设备化、流水化生产线，取代了以往的人工操作，不仅提高了效率，还为企业节省了大量成本。这样的流水线还可以根据实际的需求，不同的客户需求进行设备定制，实现工业化生产转化。

在应用新型科技方面，企业对于生产中使用的辅料进行分析，例如，在花椒筛选的过程中，对其挥发油香气中的化学成分进行分析对比，依据实验室生成的GC-MS质谱图，直观感受每一种原料所包含的不同化学物质，再根据实际需求从中择优，以数据说话，选择品质更优的辅料进行生产，实现更优质的食品风味。

（三）四川预制菜产业下游：预制菜市场的消费渠道布局

四川是美食大省，发展预制菜产业得天独厚，我国八大菜系中，川菜类预制菜销量占据 58.4%，更受消费者喜爱。经过我们的调研分析，四川地区预制菜消费的渠道主要有以下三类。

1. 零售渠道。主要以商超等实体店为主的销售方式，预制菜因其方便、快捷的特点，在超市和便利店中占据了一席之地。消费者可以在这些零售终端轻松购买到各种口味的预制菜产品，满足日常饮食需求。

2. 餐饮渠道。预制菜在餐饮业的应用日益广泛，酒店和餐馆通过引入预制菜，可以提高用餐速度和菜品一致性，满足消费者对快捷、美味餐饮的需求。企业等团餐市场也是预制菜的重要消费渠道。这些场所通常需要提供大量、稳定的餐饮供应，而预制菜正好可以满足这一需求。

3. 电商渠道。随着电商的兴起，预制菜在天猫、京东等主流电商平台上的销售也呈现出快速增长的态势。消费者可以通过电商平台轻松购买到来自四川的预制菜产品，享受便捷的购物体验，此外电商平台还提供了丰富的促销活动和优惠券等福利，进一步激发了消费者的购买热情。

还有一部分预制菜产品通过国际贸易渠道出口到了海外市场，一些具有地方特色和品质优良的产品在国际市场上也受到了欢迎和认可。

（四）政策引导与监管保障：四川预制菜产业发展的双轮驱动

为了保障四川地区预制菜产业健康稳定发展，四川省经济和信息化厅、商务厅、科技厅、农业农村厅、省市场监管局等五部门联合印发了《支持预制菜产业高质量发展的若干措施》，该政策从加强质量标准建设、支持产品创新开发、培育企业主体、支持原料基地建设、支持绿色低碳发展、支持品牌矩阵打造、支持产品市场拓展、支持冷链物流建设、支持产业集群发展以及强化服务保障等十个方面，全方位推动预制菜产业的高质量发展。

此外，各地打造各具特色的预制菜产业园区，推动成都中国川菜产业城、眉山中国泡菜城、遂宁肉类罐头之都等产业集聚区加快发展。鼓励引导预制菜生产企业和上下游配套企业向园区集中集约发展，打造预制菜产业发展生态圈。

在监管方面，预制菜行业全面推广应用质量管理体系（QMS），加强食品质量安全检验检测。建立质量安全监测信息平台 and 食品安全黑白名单制度，完善守信联合激励和失信联合惩戒机制。同时，推动建立全省统一的食物溯源公共服务

平台，统一食品安全追溯标准，实现全程信息化追溯。该平台能够采集、汇聚、分析、利用食品溯源数据，确保食品供应链食品安全数据全程链接，实现“来源可溯、去向可追、库存可查、召回可回”。

但美中不足的是，我们并没有像例如广东省那样，针对于不同的预制菜菜品有一个统一的行业制作标准，导致每一家企业在实际生产时，所参照的合格标准并不一致，这对后续的质量评定造成了很大的困难，对消费者的健康也是巨大的威胁。

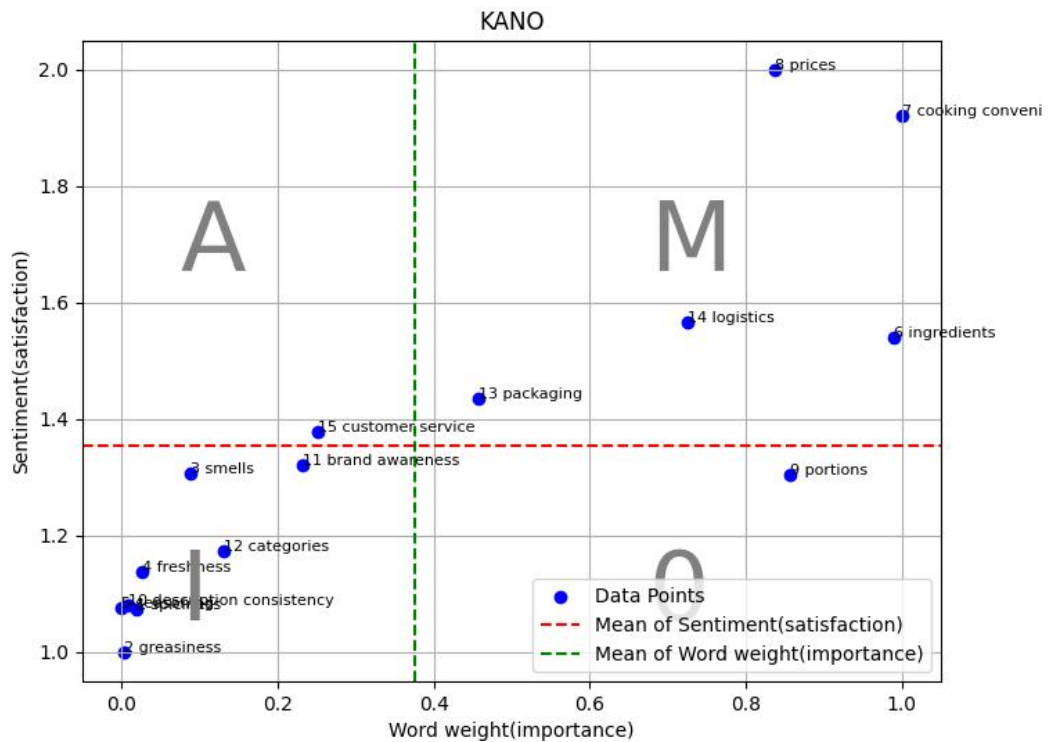
三、消费者需求

在这里，我们从两大电子商务平台（京东商城和拼多多）收集了与预制食品相关的评论。其中包含了预制食品的三个类别：预制火锅、预制餐食和预制菜肴，当中各选取了 10 多个高评价产品，共计 34 个预制食品产品，共收集到 35,591 条评论。

我们首先对评论的发布者进行了消费者画像。在性别分布上，女性消费者的比例稍高，但在整体水平上仍是一个均衡状态；在年龄分布上，预制菜的主要消费群体集中在中青年阶段。具体来说，31 岁以上的白领女性是预制菜消费的主力军，其中 31-40 岁用户占比最高，达到 46% 左右。此外，26-35 岁的年轻消费群体也展现出强劲的增长势头，成为预制菜市场的潜力股；在地域分布上，预制菜在一、二线城市中的受欢迎程度较高，这些城市的消费者占比超过 60%。这可能与一、二线城市的生活节奏快、工作压力大以及消费者对便捷、美味餐饮的需求增加有关。

接下来，我们对收集到的评论进行处理，以分析消费者对于预制菜品的关注点，我们首先对评论聚类，提取出主题，了解讨论的主题是什么，凝练后作为评价指标；然后，使用机器学习方法对评论进行情感分析，赋予其情感得分，结合指标进行提取统计，得到指标得分；最后结合 Kano 模型，将其映射到 Kano 二维图中，结合图形进行分析，我们就可以得到消费者的需求。

这里我们以预制菜肴为例，我们最终得到 15 个指标，从 1 到 15 分别为：辣度、油腻度、气味、新鲜度、配料、原料、烹饪方便度、价格、分量、描述一致性、品牌知名度、种类、包装、物流、客户服务。经过处理后最终得到 Kano 图如下所示。



M 区为必备属性，这是产品最基本应该有的品质，也是直接影响消费者满意度的因素；A 区是魅力属性，如果对这里的因素进行改进，会对消费者的满意度有显著积极影响；I 区是无差异属性，这里的属性应当最后再来关注，因为消费不会过于注重；O 区是一维属性，企业对在这里的因素做得越好，消费者的满意度也会越高。

经过对三个种类菜品的评论进行分析，我们发现消费者事实上都有共同的关注点，如物流的快捷性，食材的新鲜度，烹饪是否方便，价格是否与实际分量相匹配。当然，还有客户服务，在三个种类中，这都是魅力属性，我们更应该做好消费者的售后服务，保障消费者的合法权益。在以上项目都有长足改进后，就可以对食品的调味等进行细节上的打磨，提高产品质量。

四、四川预制菜产业与日本预制菜行业现状对比

（一）日本预制菜产业现状

我们主要研究了日本的预制菜产业，主要原因是预制菜在日本已有较长的发展历史，起源于 20 世纪 20 年代，并经历了萌芽期、成长期、成熟期、调整期及恢复期等多个阶段。目前，日本预制菜行业已经非常成熟，市场规模庞大，年消费量超过 300 万吨，预制菜品种达到 3000 多种，占据 60% 以上的食品市场份额。

通过文献阅读，与企业访谈等方式了解到，日本预制菜行业主要有以下几个特点：

1. 高度便利化，适应快节奏生活。预制菜产业以其即食或半成品的形式，极大地方便了消费者的日常饮食。这一特性不仅满足了现代社会快节奏、高效率的生活需求，也为老龄化、少子化以及双职工家庭等群体提供了便捷、健康的饮食解决方案。

2. 产品多样化，满足多元需求。日本预制菜市场产品种类丰富，涵盖主食、配菜、汤品、甜点等多个领域，既有传统日本料理，也不乏国际化的西式菜肴。这种多样化的产品策略，有效满足了不同消费者群体的口味偏好和需求，为预制菜产业赢得了广泛的受众基础。

3. 高品质与安全性并重。预制菜生产商遵循高标准的质量控制流程，采用新鲜、优质的食材，确保产品的品质 and 安全性。同时，政府相关部门加强监督检查，确保预制菜产品符合食品安全法规要求。

4. 创新包装与营销策略。日本预制菜企业在产品包装和营销策略上不断创新，通过精美的包装设计和吸引人的广告宣传，提升产品的市场竞争力。此外，一些企业还推出定期更换菜单的订阅服务，满足消费者对多样化和新鲜感的需求。

5. 供应链整合，提升效率与稳定性。日本预制菜企业注重供应链的整合与优化，与食材供应商、加工厂和零售商等各个环节建立紧密合作关系。这种供应链整合模式有助于确保食材的新鲜度和质量，提高生产效率和产品的供应稳定性。

（二）四川预制菜产业与日本预制菜产业对比

在了解了日本预制菜产业的现状之后，结合我们已经了解到了四川预制菜产业现状，我们将二者进行了对比分析，总结过后，得到了四川预制菜产业的特点，主要有以下几点。

1. 风味独特，引领市场潮流。四川预制菜以其鲜明的川味特色为核心竞争力，独特的麻辣、鲜香风味深受消费者喜爱。这种风味不仅传承了四川传统饮食文化的精髓，更在预制菜市场中独树一帜，引领了市场潮流，满足了广大消费者对美食品质和口味的追求。

2. 产品丰富，满足多元需求。四川预制菜产品种类多样，涵盖了火锅底料、速冻米面制品、调理肉制品等多个领域，其中复合调味品更是占据重要位置。这

些产品不仅满足了消费者多样化的饮食需求，也为四川预制菜产业提供了广阔的发展空间。

3. 市场潜力巨大，前景广阔。随着川菜在全国乃至全球的普及，以及消费者对便捷、美味餐饮需求的不断增加，四川预制菜市场展现出巨大的发展潜力。特别是年轻消费群体对预制菜品的青睐，更是为四川预制菜产业的发展注入了新的活力。

4. 供应链完善，产业基础坚实。四川地区物产丰饶，为预制菜生产提供了丰富的原材料资源。近年来，四川预制菜产业在政府的支持和引导下，供应链体系不断完善，产业基础日益坚实。这不仅为预制菜企业提供了稳定的生产保障，也为产业的可持续发展奠定了坚实基础。

5. 营销手段多样，品牌影响力提升。对激烈的市场竞争，四川预制菜企业积极采用多样化的营销手段，包括线上渠道拓展、线下渠道布局、品牌宣传推广等，有效提升了品牌影响力和市场占有率。这不仅增强了企业的市场竞争力，也为四川预制菜产业的整体发展注入了新的动力。

五、四川预制菜产业高质量发展对策建议

（一）四川预制菜产业的 SWOT 分析

在完成了以上的工作，我们可以针对四川预制菜产业做一个 SWOT 分析，详细阐述优势点、劣势处、发展机会以及可能的威胁。

1. 优势

（1）丰富的原材料资源。四川地区拥有充足的畜禽肉、蔬菜以及特色调味品，如郫县豆瓣酱、火锅底料等，这些资源为预制菜产业提供了坚实的物质基础。

（2）川菜文化优势。四川作为美食大省，川菜以其独特的麻辣口味、丰富的菜式和深厚的文化底蕴著称。川菜预制菜能够充分利用这一地域优势，推出具有地方特色的菜品，满足消费者对多样化口味的需求。

（3）产业集聚效应。目前已经在成都、乐山等地形成了预制菜产业园，通过产业园的产业集聚作用，不断吸引优质企业入驻，完善生产链，并通过相互合作、相互竞争，共同促进产业健康发展。

（4）政策支持。四川省委、省政府高度重视预制菜产业的发展，将其列为全省六大优势产业之一，出台了一系列扶持政策，包括资金支持、技术研发、产

业园建设等，为产业发展提供了良好的政策环境。

2. 劣势

（1）标准建设滞后。目前四川预制菜并没有统一预制菜的制作标准与质量标准，这就与监管环节有了脱节，导致产品质量参差不齐。缺乏统一的管理原则和监管标准，严重制约了产业的健康发展。

（2）市场开发不足。当前，预制菜在一、二线城市较为火爆，而在其他地区就显得不温不火，如何将优质的预制菜产品带到更多人的餐桌上？一方面需要让消费者对手预制菜重新认识，特别是中老年人；另一方面则是要更加贴合人们的需求，生产出更适合人们需要的预制菜产品。

（3）技术创新能力不足。虽然四川预制菜企业在产品研发和口味创新方面取得了一定成绩，但整体而言，技术创新能力仍显不足。特别是在中式菜肴加工手法的多样性复制方面，还存在较大挑战。

（4）冷链物流配送能力不足。预制菜特别是肉类、水产类菜品需要在低温环境下运输，对冷链物流配送能力要求较高。目前，四川地区在冷链物流配送方面还存在一定短板，制约了预制菜产业的进一步发展。

3. 机会

（1）市场潜力巨大。随着消费者对预制菜接受度的提高和市场需求的不断增长，预制菜产业具有巨大的发展潜力。四川预制菜企业可以抓住这一机遇，通过不断创新和市场拓展，实现快速发展。

（2）渠道多元化发展。除了传统的餐饮渠道外，电商、社区团购等新兴渠道也为预制菜产业提供了更广阔的发展空间。四川预制菜企业可以积极拓展线上销售渠道，实现线上线下融合发展。此外，还可以通过外贸方式扩展海外市场，走向世界。

（3）技术进步。在不断创新的路上，必然会出现新型的技术手段，通过这些生产技术，打通生产过程中的痛点，提升产品质量，生产出消费者满意的产品。

4. 威胁

（1）市场竞争加剧。随着预制菜市场的快速发展，越来越多的企业涌入这一领域，市场竞争日益激烈。四川预制菜企业需要不断提升自身竞争力，才能在激烈的市场竞争中脱颖而出。

（2）食品安全问题：食品安全是消费者关注的重要问题之一。一旦预制菜产品出现食品安全问题，将严重影响企业的品牌形象和市场声誉。因此，四川预制菜企业需要高度重视食品安全问题，建立健全的质量管理体系和追溯体系。

（3）消费者口味变化：消费者口味的多变性和个性化需求对预制菜产业提出了更高要求。四川预制菜企业需要密切关注消费者口味的变化趋势，及时调整产品结构和口味创新策略，以满足消费者的需求。

（二）四川预制菜产业高质量发展对策建议

结合以上工作以及 SWOT 分析，我们对四川预制菜高质量发展提出以下建议：

1. 加强标准制定与监管，保障食品安全。建立健全预制菜产业的标准体系，涵盖从原材料采购、生产加工到产品销售的全链条，确保产品质量和安全。加强对预制菜生产企业的日常监管和抽检力度，建立严格的食品安全追溯体系，严厉打击违法违规行为，保障消费者权益。

2. 扶持龙头企业，促进产业集聚。通过政策扶持、资金引导等方式，支持预制菜龙头企业做大做强，提升行业竞争力。优化产业布局，推动预制菜产业园区建设，完善园区配套服务设施，吸引上下游企业入驻，形成产业链完整、功能齐全、竞争力强的产业集群。

3. 鼓励技术创新与产品研发，提升产品附加值。鼓励和支持预制菜企业进行技术创新和产品研发，引进先进技术和设备，提升产品附加值和差异化竞争力。推动川菜文化与预制菜产业的深度融合，利用川菜的文化底蕴和独特风味，开发出更多具有地方特色的预制菜产品，满足消费者的多元化需求。

4. 拓展国内外市场，提升品牌影响力。加大对预制菜产业在国内外市场的宣传推广力度，提高四川预制菜品牌的知名度和美誉度。支持企业参加国内外展会、博览会等活动，加强与国际市场的对接与合作，推动四川预制菜产品走向国门、走向世界。

5. 加强人才培养与引进，为产业发展提供智力支持。加大对预制菜产业人才的培养和引进力度，建立健全人才培养体系，培养一批具有创新精神和专业技能预制菜产业人才。鼓励和支持高校、科研机构与企业合作开展预制菜产业的研究和开发工作，推动产学研深度融合。

6. 完善政策支持体系，优化产业发展环境。出台更多针对性强、操作性强的

政策措施，为预制菜产业的发展提供有力保障。加大对预制菜产业的财政支持力度，通过设立专项基金、提供贷款贴息等方式，降低企业融资成本，激发市场活力。加大对相关优惠政策的宣传，并确保所推行的政策落实到位。

四川地区凭借其得天独厚的农业资源、深厚的饮食文化底蕴以及庞大的市场需求，预制菜产业展现出蓬勃的发展态势和巨大的发展潜力。从近年来四川预制菜市场的快速增长、产业集群的加速形成，到政策支持的持续加强，都预示着该产业在四川将迎来更加辉煌的未来。我们有理由相信，在各级政府的积极引导和大力支持下，四川预制菜产业将迎来更加美好的明天，为中国乃至全球的预制菜产业发展贡献更多的四川智慧和力量。

课题四

数据资产入表的技术支撑体系研究

苗放、罗莉、范明、易发胜、易勇

一、引言

2024年1月1日起，财政部会计司《企业数据资源相关会计处理暂行规定》（以下简称“暂行规定”）正式施行，数据资源可作为资产在企业的会计和财务报告中确认、计量、报告和披露，标志着我国数据资产“入表”已进入实际操作阶段。上半年，中国已有多地企业成功通过数据资产融资，2024年也被业界视为“数据资产入表元年”。

数据资产入表迈出了从数据资源到数据资产的关键一步，对激活数据要素、释放数据价值具有多方面的重大意义。从国家层面，明确了数据产权与价值，是推动数字经济朝着深度和广度发展的具体举措，是促进企业深度数字化转型的抓手和切入点，可以广泛调动企业积极性，促进数据资产管理与优化，有效激发数据交易市场活跃性，促进数据要素流通和发挥数据价值。从企业层面，有利于企业提升数据资产意识，盘活数据资源，增强对数据进行深度开发利用的动力，提升数字竞争力和创新能力，也为融资贷款等进一步发展提供了依据。数据资产入表，对地方政府、平台公司、城投公司、央国企、上市公司、服务机构、研究机构、数商以及广大的中小微企业来说，其调动各方积极性、促进数字化转型和推动数字经济发展，都起到了十分明显的拉动作用。

中国电子信息产业发展研究院、赛迪（青岛）区块链研究院联合发布的《2023-2024 中国数据资产发展研究报告》中论述了数据资源化、数据产品化、数据资产化、数据资本化、数据基建全流程保障过程中，涉及到数据采集、数据整理、数据聚合、数据评级、数据元件、数据集、数据包、API 接口数据、解决方案、价值评估、数据资产化运营、内部应用、外部流通、数据资产金融属性、数据资本化运营、金融机构作用、数据资产增信与融资、网络设施、存储设施、算力设施、流通设施、安全设施等概念和作用，指出了目前我国数据资产面临数据权属难以界定、数据价值衡量困难、数据交易规则和标准缺乏等问题。

在数据资产入表实际操作过程中，由于数据确权不清、数据识别混乱、数据治理困难、价值评估失准、质量难以保证、安全隐患增加、标准难以统一、数据共享受阻、合规风险提升等，导致了目前入表效率低下、鱼龙混杂、浑水摸鱼、表面文章等状况，虽然也有一些成功的案例，但远达不到数据资产入表的初衷，降低了激活数据要素的期望值。

造成这些问题的原因，一方面是由于思想观念上认识不足、制度机制上准备不足，另一方面是缺乏行之有效和切合实际的技术支撑体系。本课题旨在从数据特性出发，对数据要素价值转化和价值体现的全过程进行分析，开展数据资产入表的技术支撑体系研究，得出需要遵循数据规律，科学合理地构建数据基础技术平台，来支撑包括数据资产入表在内的各种业务场景，实现数据价值化的可持续和生态过程。

二、数据资产入表的现状和问题分析

据不完全统计，在已公布 2024 年一季度报告的 A 股上市公司中，有 18 家在财报中披露了数据资源，共涉及金额 1.03 亿元，其中无形资产 0.79 亿元。这表明尽管数据资产入表的规模尚有限，但已有企业开始积极探索。入表企业不仅局限于信息技术行业，也包括钢铁、汽车、港口、电力等多个传统领域，显示出数据资产入表的广泛适用性。但目前入表企业中民营企业占比较高，国有企业相对较少。入表企业主要集中在沿海一线省市，如北京、山东和浙江。从市值角度看，入表企业的总市值普遍不高，多集中在信息技术等数据密集型行业。首批入表企业主要以无形资产、存货和开发支出为主。其中，无形资产和开发支出的入表规模主要在百万元级水平，而存货的入表规模则多在千万元级。

尽管数据资产入表已有起步，但仍面临数据确权难题、价值评估的复杂性、会计处理的不确定性等挑战。例如，企业在对数据资产的理解以及实际操作层面存在问题，数据资产评估的价值不能直接作为入表的依据，大量原始数据价值密度低、未经过治理也无法入表。此外，数据权属复杂、价值难以计量、分类及“入表”科目缺乏方案、数据合规等也是常见问题。目前对于数据资产入表工作的具体操作细节，暂无统一的法律规范指引。同时，数据资产的会计核算合规性以及一些制度性障碍、缺乏完善配套的市场交易制度及规则、统筹管理方面的差距等，也是当前数据资产价值化和管理面临的主要难题。

特别是，由于技术支撑不到位，造成的一些难点和障碍，制约了数据资产入表工作的推进。主要表现在：

（一）数据合规与权属确定难

随着《数据安全法》和《个人信息保护法》等法律法规的实施，企业在利用数据资源时面临着严格的合规要求，数据资产入表的首要条件是数据资产的合规与确权。一方面，从法律上，我国还没有对数据权益的具体性质、范围和归属进行规定，导致数据资产的确权存在模糊和不确定性。另一方面，即使从法律上对某些数据进行了权属确定，但由于数据极易复制和传输，没有技术手段和配套的管理措施，虽确权但并不能把控这些数据不被非授权利用。

（二）数据资源盘点问题

为了有效管理数据资产，企业需要开展详细的数据资源盘点，包括数据的来源、种类、完整性、及时性和有效性检查，需要许多部门的人工环节和大量的时间来盘点和确认这些数据资源。因此，需要有数据汇聚、数据追踪、数据访问、数据分析等技术手段的支撑。

（三）数据质量问题

数据资产的质量直接影响其价值和可用性。然而，在实际操作中，数据中存在的错误、异常值和重复数据，难以有效地验证和清洗；数据采集、存储、处理等环节存在诸多不确定因素，可能导致关键数据缺失或数据错误；不同系统和部门之间的数据格式和标准不一致，导致数据整合和共享困难；大量原始数据价值密度低、数据质量差无法入表；数据质量缺乏保证和评估手段；等，这些增加了数据资产入表的风险和不确定性，都需要有数据治理体系等技术手段来保障。

（四）数据安全与隐私风险

在数据资产入表过程中，企业需要确保数据资产的安全性和保密性，防止数据泄露和非法使用等风险的发生。安全防护技术不足，容易导致数据资产遭受黑客攻击、内部人员泄露等安全风险，一旦数据泄露，不仅会给企业带来经济损失，还可能涉及法律责任和声誉损害；在数据资产的收集、存储和使用过程中，可能涉及到用户隐私问题，如果隐私保护技术不到位，可能违反相关法律法规，影响企业的正常运营；数据来源的合法合规性审查，缺乏有效的方法及工具；数据资

产披露报告中，也要对数据资产的管理和保护措施进行说明；等，这些需要有从数据全生命周期安全管理的措施及技术手段来保障。

（五）数据资产的计量评估困难

数据资产的价值特性与传统生产要素不同，其成本主要集中在前期的研究与开发阶段，导致后续会计计量难度加大。数据资产评估涉及对数据资产价值进行准确、客观以及合理的估计，但数据具有时效性、动态变化性等特点，数据价值随着时间推移会发生较大变化，现有技术手段难以实时跟踪和评估数据资产的价值变化。没有先进的技术手段对数据进行时效性的管理和控制，使得传统会计方法难以完全适用于数据资产的估值。

（六）数据资产入表的实际操作难点

在实际操作中，数据资产入表还面临着如何盘点、清理和管理现有分散的数据资源，如何将入表的数据资源与企业业务之间建立动态关联关系以实现企业的可持续发展，如何将通用数据资源成本合理分摊到各个业务中，以及如何确保数据资产的合法性、合规性和安全性等挑战，光靠人力或传统的技术手段，是很难应对和解决这些问题，这些都需要有先进的数据技术体系来支撑。

三、数据特性和技术依赖对数据资产入表的影响

数据作为第五大生产力要素，其性质和特点和其他传统要素相比具有本质的不同。只有认清数据的本质特性，才能制定出有针对性的技术方案和制度机制来实现对数据资产的管理。

数据具有即时性、动态性、多样性、关联性、敏感性、可验证性、可持续性、可扩展性、易复制性、高流通性、可交易性、复杂性、多维性等特性，预示着数据资产管理的复杂性。

数据资产入表，涉及到数据从产生、流通、共享、交易、应用，到确权授权、安全保护、价值评估、资产转化、利益分配等过程，每个阶段数据都体现出其独特的特性，每个环节无不和技术密切关联。下表列出了数据具有的 150 种特性体现，表现了数据的极端复杂性和突出的技术特征，必须高度依赖相关的技术才能很好地把控。

表 1 数据的特性及技术依赖性

序号	特性	说明	序号	特性	说明
1	准确性	数据能够准确地反映所描述的对象或事件的真实情况。	76	敏感性差异	不同的数据对于外界因素的敏感程度有所不同。
2	完整性	数据涵盖了所需的全部信息，没有缺失重要的部分。	77	可关联性挖掘	通过深入分析，可以挖掘出数据之间潜在的关联。
3	一致性	在不同的系统或处理过程中，相同的数据具有相同的定义和取值。	78	可归一化	数据能够进行归一化处理，以方便比较和分析。
4	可靠性	数据是可信赖的，能够稳定地提供有价值的信息。	79	可聚类性	根据数据的特征，可以将其聚类成不同的组别。
5	时效性	数据是在适当的时间内产生和获取的，以保证其对决策和分析的有用性。	80	可离散化	连续型的数据可以进行离散化处理。
6	可用性	数据易于理解、访问和使用。	81	可标准化	遵循一定的标准对数据进行规范和统一。
7	精确性	数据的测量或表示具有高度的精细程度。	82	可融合偏差	在数据融合过程中可能引入偏差。
8	多样性	数据可以有多种形式，如文本、数字、图像、音频、视频等。	83	可标识性	数据能够被明确地标识和区分。
9	海量性	随着信息技术的发展，数据的规模越来越大。	84	可抽象性	从具体的数据中可以提取出抽象的概念和模式。
10	关联性	不同数据集之间存在一定的关联和相互关系。	85	可排序性	按照特定的规则对数据进行排序。
11	安全性	数据受到保护，防止未经授权的访问、篡改或泄露。	86	可分类性	根据特定的属性将数据分类。
12	可扩展性	数据结构和存储方式能够适应不断增加的数据量和新的需求。	87	可重用性	数据可以在不同的场景和任务中被多次使用。
13	唯一性	每条数据都具有独特的标识或特征，避免重复和混淆。	88	可格式化	将数据转换为特定的格式以满足特定的需求。
14	稳定性	数据在一定条件下保持不变或变化较小。	89	可筛选性	能够根据特定的条件对数据进行筛选和过滤。
15	客观性	数据不受主观因素的影响，是对客观事实的记录。	90	可映射性	数据可以映射到其他的表示形式或空间。
16	动态性	数据会随着时间和环境的变化而更新和改变。	91	可序列化	数据能够被转换为一种序列化的格式，以便在网络传输或存储中保持一致性和完整性。

17	逻辑性	数据的组织和结构遵循一定的逻辑规则。	92	可本地化	数据可以根据特定的地区或语言环境进行适配和调整。
18	冗余性	数据中可能存在一些重复或不必要的信息。	93	可匿名化	为保护隐私，数据可以进行匿名处理，去除个人可识别信息。
19	敏感性	某些数据涉及个人隐私、商业机密等敏感内容，需要特殊保护。	94	可量化评估	数据的质量、价值等方面能够通过量化的指标进行评估。
20	地域性	数据可能与特定的地理区域相关，具有地域特征。	95	可关联性验证	对挖掘出的数据关联进行验证和确认其有效性。
21	行业性	不同行业的数据具有各自的特点和规律。	96	可并行处理性	在大规模数据处理中，可以支持并行计算以提高处理效率。
22	历史性	数据能够反映过去的情况，为分析和预测提供参考。	97	可虚拟化	将数据以虚拟的形式呈现和管理，提高资源利用效率。
23	规范性	数据符合相关的标准和规范，便于交流和共享。	98	可语义化	赋予数据明确的语义含义，增强其可理解性和可用性。
24	粒度性	数据的详细程度或粒度不同，可满足不同层次的分析需求。	99	可版本控制	对数据的不同版本进行管理和跟踪，便于回溯和比较。
25	继承性	新的数据可能继承或参考旧有数据的某些特征和属性。	100	可兼容性	数据能够与不同的软件、系统或应用程序兼容。
26	预测性	通过对现有数据的分析，可以对未来的情况进行一定程度的预测。	101	可分布存储	可以在多个物理位置或存储设备上分布存储数据。
27	追溯性	能够追溯数据的来源、产生过程和演变历史。	102	可增量更新	能够以增量的方式对数据进行更新，而不必完全重新处理。
28	对比性	数据可以进行相互对比，以发现差异和相似之处。	103	可索引性	为了快速检索，数据能够建立有效的索引。
29	分布性	数据在不同的维度或领域可能呈现出特定的分布规律。	104	可差异化	能够突出数据之间的差异和独特之处。
30	融合性	不同来源、类型的数据可以进行融合和整合，产生新的价值。	105	可容错融合	在融合不同来源的数据时，具有一定的容错能力。
31	周期性	某些数据会按照一定的周期出现或变化。	106	可追溯来源性	能够清晰地追溯数据的来源和产生的背景。

32	时效性差异	不同类型的数据对时效性的要求有所不同。	107	可动态重组性	根据不同的需求和条件，数据可以动态地重新组合。
33	价值密度性	有的数据集中价值含量高，而有的则较低。	108	可层次标注性	可以对数据进行不同层次的标注和分类。
34	样本代表性	数据样本能够在一定程度上代表总体的特征。	109	可情景适用性	数据能够适应不同的应用场景和业务需求。
35	可验证性	数据可以通过其他方式或来源进行验证和核实。	110	可模型驱动性	能够被特定的模型所驱动和处理，以产生有价值的输出。
36	可移植性	数据能够在不同的系统和平台之间进行迁移和使用。	111	可多维度解析性	可以从多个维度对数据进行解析和理解。
37	关联性强弱	数据之间的关联程度有强有弱。	112	可特征提取性	能够从中提取出关键的特征和模式。
38	复杂性	数据的结构、关系和内涵可能较为复杂。	113	可关联权重性	数据之间的关联具有不同的权重和重要程度。
39	可解释性	数据的含义和结果能够被合理地解释和理解。	114	可概率分布性	呈现出一定的概率分布规律。
40	容错性	在一定程度的错误或异常情况下，数据仍能保持可用和有意义。	115	可稀疏性	存在大量的零值或空缺值，具有稀疏的特点。
41	聚合性	可以将相关的数据进行聚合，以便进行综合分析。	116	可随机访问性	能够以随机的方式快速访问数据中的任意部分。
42	离散性	数据可能呈现离散的分布状态。	117	可语义一致性	在语义层面保持一致，避免歧义。
43	有序性	数据按照一定的顺序排列，如时间顺序、数值大小顺序等。	118	可约束性	受到特定的规则、条件或约束的限制。
44	层次结构性	数据具有不同的层次和结构关系。	119	可时效性分级	根据重要程度和应用场景，对数据的时效性进行分级管理。
45	突变性	在某些情况下，数据会出现突然的、显著的变化。	120	可数据血缘性	清晰展示数据的产生、流转和演变的过程，如同数据的“血缘关系”。
46	进化性	随着时间和应用场景的变化，数据的性质和价值可能发生演变。	121	可负载均衡性	在数据处理和存储过程中，能够实现负载的均衡分配。
47	协同性	不同的数据在协同作用下能够产生更全面和深入的洞察。	122	可热点识别性	能够识别出数据中的热点区域或频繁访问的部分。

48	独立性	部分数据在特定情况下具有相对独立的特征和价值。	123	可缓存友好性	适合被缓存机制有效地利用，提高访问效率。
49	混沌性	某些复杂系统产生的数据可能表现出混沌的特点，难以准确预测。	124	可数据漂移容忍性	在一定程度上容忍数据的漂移和变化。
50	稀缺性	某些特定类型或特定质量的数据可能是稀缺的。	125	可数据老化性	随着时间的推移，数据的价值和重要性可能逐渐降低。
51	模糊性	部分数据的含义和边界可能不够清晰明确。	126	可数据清洗适应性	能够适应数据清洗过程中的各种操作和变化。
52	多态性	数据可以以多种形态存在和表现。	127	可数据压缩比可调性	数据压缩的比例可以根据需求进行调整。
53	非对称性	数据在不同方面的分布或特征可能存在不对称的情况。	128	可数据加密灵活性	在加密数据时具有一定的灵活性，满足不同的安全需求。
54	可恢复性	在数据丢失或损坏的情况下，能够通过一定的手段进行恢复。	129	可数据迁移平滑性	在数据迁移过程中能够实现平滑过渡，减少影响。
55	缩放性	数据能够在不同的规模和范围下进行分析和应用。	130	可数据恢复粒度可控性	数据恢复的粒度可以进行控制，如按文件、记录等。
56	自相似性	某些数据在不同的尺度或层次上具有相似的结构或特征。	131	可数据副本一致性维护	确保数据副本之间的一致性。
57	涌现性	通过对大量数据的综合分析，可能会涌现出之前未被发现的新特征或规律。	132	可数据隐私分级管理	按照隐私程度对数据进行分级管理和保护。
58	开放性	数据能够与外部系统和数据源进行交互和共享。	133	可数据语义扩展	数据的语义可以在一定范围内进行扩展和丰富。
59	适应性	数据能够根据使用场景和需求进行调整和适应。	134	可数据粒度转换	能够在不同的粒度级别之间进行转换和切换。
60	可审计性	数据的操作和使用过程可以被审计和追踪。	135	可数据异常检测敏感性	对数据中的异常情况具有不同程度的检测敏感性。
61	反演性	通过对现有数据的分析，可以反推某些前提条件或原始状态。	136	可数据质量评估动态性	数据质量的评估能够根据实时情况动态进行。
62	守恒性	在特定的条件和范围内，数据的某些总量或属性保持守恒。	137	可数据价值波动性	数据的价值可能会随着时间和使用场景而波动。

63	选择性	在处理和数据分析数据时，可以根据特定的条件和需求进行有选择的提取和使用。	138	可数据融合可逆性	在特定条件下，数据融合的过程可以逆转。
64	可分解性	复杂的数据可以分解为更简单的组成部分进行分析和理解。	139	可数据标注准确性校验	对数据标注的准确性进行校验和修正。
65	递归性	数据的结构或处理过程可能具有递归的特点。	140	可数据访问权限细粒度控制	能够实现对数据访问权限的精细粒度控制。
66	排他性	某些数据之间可能存在相互排斥的关系。	141	可数据生命周期阶段可定义性	明确定义数据在不同生命周期阶段的特点和处理方式。
67	对偶性	数据在不同的视角或处理方式下可能呈现出对偶的特征。	142	可数据脱敏程度可调节	数据脱敏的程度可以根据需要进行调节。
68	可度量性	数据的某些方面可以通过特定的指标和方法进行度量和评估。	143	可数据可视化适配性	适应不同的数据可视化方式和工具。
69	可模拟性	基于数据可以进行模拟和仿真实验。	144	可数据关联动态更新	数据之间的关联关系能够动态地更新和调整。
70	可优化性	通过对数据的分析和处理，可以对相关的系统或过程进行优化。	145	可数据共享范围可控	控制数据共享的范围和对象。
71	可转移性	数据可以在不同的存储介质或设备之间进行转移。	146	可数据血缘关系可视化展示	以直观的方式展示数据的血缘关系。
72	可压缩性	通过一定的算法和技术，可以对数据进行压缩以减少存储空间。	147	可数据存储架构适应性	适应不同的数据存储架构和技术。
73	可比较性	不同数据集之间可以进行有意义的比较和对照。	148	可数据预处理灵活性	在数据预处理阶段具有灵活的操作和配置选项。
74	可复制性	数据能够被准确地复制而不改变其本质特征。	149	可数据审计跟踪全面性	对数据的操作和使用进行全面的审计跟踪。
75	可预测偏差性	在预测分析中，数据可能存在一定的偏差。	150	可数据清洗规则可定制	根据具体需求定制数据清洗的规则。

（一）数据包括结构化、半结构化和非结构化的不同类型，需要用不同的技术来处理。

（二）随着数据量的增长，计算能力和算力的需求也在增加。

（三）数据的产生和传输，需要快速、高效的网络和通信系统。

（四）为确保数据的一致性和完整性，需要有数据验证、清理和标准化等过程。

（五）为保护数据免受攻击和泄露，处理敏感或个人数据需要加密技术、访问控制机制、监控系统等严格的安全措施和技术。

（六）为理清不同的数据源和流之间的关系，需要建立强大的网络连接和数据连接机制来整合和分析这些数据。

（七）数据不断改变和更新，需要保持对新技术的适应和创新。

（八）数据规模庞大且呈指数增长趋势，呈现多样化、异构化特征。传统方法难以处理海量的结构化和非结构化数据，需要先进的数据库技术、云计算平台以及大数据处理框架来存储、管理和分析这些数据。

（九）许多应用场景需要实时的数据处理和反馈，需要有高速、高效率的数据传输、处理和分析的技术，例如流式计算、事件驱动架构等。

（十）数据可以以文本、图像、音频、视频等多种形式存在，不同形式的数据需要不同的处理方法。因此，需要开发各种数据转换、挖掘和分析技术，例如自然语言处理、计算机视觉、语音识别等。

（十一）频繁的数据变化和更新，需要实时更新和维护，要求有高可用性和实时处理的能力，建立动态的数据管理体系，包括数据同步、版本控制以及数据备份机制等。

（十二）现实世界中的数据往往存在错误、缺失、重复等问题，影响数据的准确性和可靠性，需要开发数据清洗、数据验证、数据融合等技术来提高数据质量。

（十三）数据集的数量级（从数百兆字节到PB级乃至ZB级）要求使用高效的数据存储解决方案和技术。分布式文件系统和数据库能够处理大规模的数据集，并支持并行处理。

（十四）数据在不同地理位置或云服务提供商之间的分布要求使用跨区域复制、多云策略等技术，保障数据冗余、快速访问和提高灵活性和可用性。

四、数据资产入表和管理的技术需求

正是由于数据对技术的依赖和复杂多变的性质，对数据资产入表、数据资产管理，需要从技术方面予以更高的重视和采取必要的措施，从而更好地把控数据，使数据按照人类意愿发挥其应用的作用和价值。

从数据资产入表和数据资产管理角度，需要有技术平台、工具或技术解决方案，帮助企业在各个环节中应对挑战，包括但不限于以下需求：

（一）数据识别与分类

使用数据发现工具和元数据管理技术，准确识别企业拥有的各类数据资源，并将其进行合理分类，为后续入表的精准定位奠定基础。

（二）数据质量管控

部署数据质量管控工具，通过数据清洗、去重、格式化、标准化等过程，确保数据的完整性、准确性和一致性，从多个源头采取措施，严格控制和提升数据质量。建立数据质量监测指标体系，实时监控数据的关键质量指标，及时发现并纠正数据质量问题。

（三）数据确权授权

利用公开密钥基础设施的数据加密技术，从技术上在保护数据的同时确定数据权属并实现数据的权属授权，通过区块链技术，记录确权数据的创建、使用和交易历史，防止数据被篡改。

（四）数据安全性与隐私保护

构建数据安全防护体系，实施数据加密、访问控制和数据脱敏等技术，确保数据在存储、传输和使用过程中的安全，防止数据遭受泄露、篡改等安全风险，保障数据的保密性、完整性和可用性，降低数据安全风险事件率。

（五）数据评估与计量

综合考虑数据的内在价值、市场价值和潜在价值，应用机器学习、数据挖掘、预测分析工具以及专业的评估方法，科学地评估数据资产的价值和潜在收益。

（六）数据成本归集

使用成本跟踪系统和会计软件来准确记录和分配数据资产的成本。

（七）数据资产的会计处理

根据会计准则和法规的要求，制定适用于数据资产的会计政策，包括确认、计量、记录和报告等方面，利用会计信息系统和专用软件来处理数据资产的会计分录和财务报表编制。

（八）数据资产的披露

在财务报表中提供充分的披露，说明数据资产的价值评估方法、风险因素以及对财务报表的影响等，以保证透明度和可比性。通过合规性管理工具和报告生成软件来确保数据资产披露的准确性和合规性。

（九）数据资产的交易与流通

建立数据交易技术支撑平台，在安全、合规的框架下促进数据资产的交易和流通。

（十）数据资产的审计与监督

对数据资产的管理和入表过程进行监督和审计，确保数据的获取、使用、保护、入表等过程符合法律法规，包括数据隐私、安全保护和知识产权等方面的要求。使用数据监管技术、监督审计工具来监控数据资产的使用和保护，确保合规性和透明度。

（十一）数据资产的税务处理

利用税务规划软件和财务分析工具来优化数据资产的税务处理，减轻税负。

（十二）数据资产的生命周期管理

使用数据生命周期管理工具，从数据的创建、使用、存储到归档和销毁，进行全面管理。由于数据资产的价值和性质可能随时间变化，需定期评估和更新数据资产的入表信息，以反映其真实价值和状况。

五、构建数据资产入表技术支撑体系的相关工作建议

数据资产入表是激活数据要素、释放数据价值整个过程中最重要的一环。衡量数据价值释放的效果需要通过业务应用场景来体现，但需要将数据作为业务应用场景贯穿始终的主线，这就需要有数据技术体系来对包括数据资产入表这个环节在内的业务应用场景各个环节构成的整个链条进行支撑。

推进数据资产入表或数据资产管理，不论从政策层面还是技术层面，必须遵循数据的内在和客观规律，树立数据是核心、是基础、是灵魂的正确理念和思想，

为激活数据要素、释放数据价值，就要重视技术对数据全生命周期、全流程的基础支撑作用，选择合理的技术路线，使数据的资源化、产品化、资产化以及未来的资本化，都能在掌控之中，使数据的价值得到真正的发挥。

为了促进构建数据资产入表的技术支撑体系，提出以下工作建议仅供参考。

（一）加大数据资产入表的政策支持力度

制定相关政策，鼓励企业按照《暂行规定》开展数据资产入表活动，统筹财政、金融、土地、科技、人才、发改、经信等方面的政策，支持数据资产开发利用、数据资产管理运营的基础设施、技术平台、试点示范等项目实施。

（二）加强数据确权与合规体系建设

建立公共数据、企业数据、个人数据的分类分级确权授权制度，明确数据生产、流通、使用过程中各参与方的合法权益，为数据要素市场化配置提供基础性制度保障，同时，鼓励开发和应用数据确权与合规的技术支撑系统。

（三）推动技术创新与应用

支持有条件的地方、行业和企业先行先试数据资产入表和管理，鼓励企业加强数据治理技术支撑平台的建设和应用，利用大数据、人工智能等先进技术提升数据收集、梳理、盘点、确权、分析、合规审核、质量评估、管理控制、共享应用、流通交易、收益分配、成本分摊、价值评估、记录入表、信息披露、安全保障、资产登记、授权运营、实时更新等能力，提高数据质量和管理水平，探索开展公共数据价值评估等工作，总结提炼可复制、可推广的经验和做法。鼓励地方、行业协会和相关机构促进数据资产相关标准、技术、产品和案例的推广应用，加快发展数据要素市场，做大做强数据要素型企业。

（四）强化数据安全与风险管理

建立数据资产安全管理制度和监测预警、应急处置机制，推进数据资产分类分级管理，结合先进的数据加密安全保护技术，有效防范和化解各类数据资产安全风险。

（五）建立专家库与人才培养

培养数据交叉型人才，建立数据资产入表工作的专家库，为企业提供专业指导和咨询服务。加强组织数据管理和治理的相关知识培训，提高技术技能和合规意识。同时，鼓励开展学术交流、知识共享等活动。

（六）培育高水平数据服务商

加快培育和发展涵盖数据集成、治理服务、合规认证、资产评估、数据审计等的新型数据服务商，为数据资产化和资本化提供专业服务。

（七）培育数据要素生态

积极培育数据要素生态，集聚全链条市场主体，支持数据服务企业发展壮大，带动数据产业发展，培育壮大数据产业集群。构建开放和可持续的数据生态技术系统，从供需两端发力，盘活数据市场，为推动高质量发展注入新动能。

课题五

关于人工智能应用于生物医药场景以提质增效的相关建议

邓明攀、刘春林、段强

人工智能（“Artificial Intelligence”，简称 AI）历经数十年的发展，已在各个领域取得丰硕成果，并广泛应用于社会生活，生物医药领域亦是如此。随着“新质生产力”号角的吹响，生物医药领域人工智能发展和应用受到广泛关注，也成为助推产业高质量发展的重要引擎，也是互联网科学技术与实体产业深度融合的关键产出，关乎国计民生，同时潜藏巨大经济效能。但同时也面临诸多挑战，包括制度限制、技术瓶颈、人才短缺、资金缺口等，亟待解决。鉴于此，本文拟结合医药卫生法律服务实践，通过走访部分医疗机构、人工智能研发单位和生物医药企业，结合相关法律、政策规定、行业研究报告和文献研究情况，就生物医药领域人工智能应用现状及相关问题进行分析，并围绕提质增效提出可行性建议。

一、医药人工智能应用基本情况

（一）发展历程

自 1956 年达特茂斯会议提出“人工智能”概念以来，人工智能发展历经四大阶段，包括逻辑推理、知识推理、机器学习和自主学习。其中，2016—2017 年“AlphaGo”问世后，人工智能在安防、制造、互联网、金融和医疗等领域持续拓展，与大数据、云计算深度融合，步入通用人工智能时代，生成式人工智能技术迭代更新。与此同时，生物医药领域人工智能亦在同步发展。以医疗器械人工智能为例，人工智能医疗器械的初尝探索期（1978—2000 年），中国首个临床决策系统“关幼波肝病诊疗程序”于 1978 年投入传统中医领域使用；快速发展期（2000—2018 年），手术机器人出现，CT、MRI 等大型医学影像等辅助诊断产品日益成熟。落地应用期（2018 年以来），随着算力技术的提升，人工智能医疗器械产品获得国家审批数量逐渐增多，截至 2023 年 12 月 1 日，国内已有 122 款智能软件获得市场准入，在商业化应用速度加快。

（二）应用场景

医疗人工智能应用主要分下列三类场景，即影像学、信息学和生命科学。影像学 AI 主要有人工智能医疗器械，如辅助类诊断或治疗类 AI，小型化超声软硬件 AI，按病种或心脏、血液、骨器官/系统研发 AI，智能手术机器人、智能监护与生命支持等。生命科学 AI 主要是制药管线，或收购老药新用，而 AI 自研项目则多处于临床 I 期或 II 期。信息学 AI 主要有医疗大语言模型，包括智能问诊、智能随访、智能电子病历、医患沟通、智能管理、数字疗法等。与医疗 AI 企业发展布局匹配，即从分析式 AI 向生成式 AI 再向通用式 AI 逐步推进，实现医疗卫生系统革命性变化。

（三）发展效能

根据《人工智能医疗器械产业发展白皮书（2023 年）》可知，截至 2021 年底，我国医疗器械产业规模已突破 9600 亿元，5 年年均复合增长率为 16.7%，高于我国制造业总体增长水平。根据蛋壳研究院统计显示，2022 年 8 月 31 日至 2023 年 10 月 31 日期间，医疗 AI 板块共完成了 170 笔融资，融资总额 161.24 亿元人民币。以上海鹰眼科技 AI 医疗器械为例，其 2022 年营收为 1.14 亿元，相较于 2021 年 244 个客户增至 397 个，检测量 432.98 万次，平均检测费上升了 4.5%。同时，从院内走向院外，布局保险、眼视光中心、药店、政府视力筛查项目场景，其中，健康收入增加至 4360 万，同比增长 74.67%，AI 解决方案覆盖国内超过 1200 家视光中心。2022 年研发支出为 1.26 亿元，同比增长 95.4%，资产负债率处于较低水平。

根据 Precedence Research，AI 制药行业将在未来十年保持高速增长，2023 年市场规模达 11.7 亿美元，预计市场规模到 2032 年将超过 118 亿美元。根据 Deep Pharma Intelligence 官网数据，从 2015 年到 2023 年一季度累积投资额超 600 亿美元。

2023 年国内发布招股说明书的 AI 制药企业有英矽智能和晶泰科技，以英矽智能为例，其开发出覆盖特发性肺纤维化、肿瘤、免疫学的超 30 个在研管线，为全球 TOP20 制药企业中的 10 家提供 AI 药研服务，并与复星、赛诺菲等大型制药企业建立战略合作。故而使得其在 2021 年至 2022 年间的营收从 471.3 万美元增至 3014.7 亿美元，增幅达 539.6%。但公司年内亏损也从 2021 年的 1.31 亿美元，增加至 2.22 亿美元，研发支出从 3848.9 万美元增加到 7817.5 万美元。

从上述报告可知，医疗 AI 企业通过自研或与云计算、大数据科技公司以及医疗机构或医药企业合作，增加研发投入，控制负债率，增强盈利能力或提升商业化水平，不断激发生物医药产业发展潜能，市场前景较为乐观，但亦面临挑战或存在一些亟待解决的问题，下文具体阐述。

二、医药人工智能应用相关问题分析

（一）技术瓶颈：安全性和有效性

医疗 AI 在生命科学和医药卫生领域确有极大潜能，在辅助诊断治疗、临床试验、科学研究等方面均提供了便捷，使得不同应用场景的受众获得较好的体验，但其在关键技术和安全性和有效性方面仍面临挑战。

1. AI 制药难题：非活性分子、副作用或毒性。AI 企业在部分 AI 设计出的分子结构在实际合成过程中存在困难，导致假阳性或假阴性，即理论预测有效但实际合成生物活性低或无，进而浪费时间和研究投入。部分通过计算机模拟显示对病毒主蛋白酶高结合能力，但实验效果未显著显示，便对接或使用人工智能设计或筛选的有效性或可靠性提出质疑。关于毒性，因毒理数据有限，数据模型多建于体外，但实际在体内毒理学反应和体外毒理模拟结果之间并未建立明确的关系，进而使得药物毒理性实验结果受到数据偏差影响。

2. 基础设施和关键零部件“卡脖子”。医疗 AI 产品研发中所使用操作系统、前端开发环境、算法框架均以国外开源产品为主，我国自主研发的较少甚至空白。在关键零部件层面，多数高端产品的自研路径“卡脖子”情况依然存在，例如我国智能手术机器人的光学跟踪定位系统以及机械臂高度依赖进口。

3. 高计算需求和效率适配性不足。医疗 AI 大模型对于算力的需求非常高，而临床对医疗 AI 的实施效果有更高的期待，产品更新升级速度跟不上疾病治疗的快速发展。加之，部分企业基础设施难以满足企业 AI 研发条件，进而使得医疗 AI 产品落地周期长，模型更新速度缓慢，难以满足医药卫生市场需求，导致项目投资和研发滞后，项目终止和失败的风险增大。

（二）产业环境支撑不足，商业闭环模式尚未形成

1. 数据资源优势未充分发挥，跨行业协作交流缺乏。医疗 AI 产品研发，离不开对用户需求的了解。一方面医疗健康数据主要集中于医疗机构内部，碎片化为主，尚未形成结构化数据，且尚未形成安全合规有效的流通机制。根据四川省

卫生健康委官网6月数据显示，四川省共有352所三级医疗机构，三甲148所，医疗数据资源丰富，但因数据安全和个人信息保护相关法律规定或政策要求，获取方式受到限制，难以对医疗人工智能的研发、生产和审评提供系统化支持。另一方面，不同地区不同学科不同行业，如缺乏行业或专业交叉交流平台，出现产品和临床需求错位，则是对医疗AI资源的浪费，也不利于医疗AI产业的健康发展。

2. 医疗AI产业闭环商业模式尚未形成。AI医疗器械和AI制药以及AI信息化，特别是制药和人工智能，系国家药品监督管理局强监管领域，必须经过临床试验和产品注册审批后方能上市，现AI医疗器械已取得在注册审批取得显著成绩，但物价准入和医保准入较为迟缓。物价准入这块，AI医疗器械尚未列入《全国医疗服务价格项目规范》，散见于北上广行业发展白皮书以及医疗服务备案项目清单中，但尚未单独价格备案。在医保准入方面，除上海将人工智能辅助治疗技术纳入基本医保支付范围（限定四类术式）外，AI医疗器械尚未纳入基本医疗保险支付范畴。

（三）算法透明度缺乏，增加监管难度

医疗AI系建立在数据优势基础上生成，本身依赖于算法，而算法具有“黑匣子”说法，即算法透明度缺乏，导致AI模型输出结果与预期不同，甚至错误，其可靠性受到质疑，导致监管部门审批难，基于产业发展需要，AI医疗器械和AI制药均需监管部门支持，但医疗AI多个领域审评规范尚处于空白或征求意见阶段，影响监管信任度，并增加监管难度。此外，因算法透明度系对AI系统决策进行监控和评价，如无法解释或缺乏透明度，可能直接影响患者生命健康和安安全，甚至引发研发者和医疗服务提供者责任承担问题，不利于医疗AI研发，也不符合临床医患双方的需求。

（四）数据偏见和数据共享难题，制约医疗AI发展

医疗AI产品依赖大量数据预测，包括罕见病、特殊病种、地方病等，与样本量数据相关，如数据不典型或有瑕疵，出现数据偏见，则极易导致结果或应用偏差。数据偏见具体类型有：数据来源偏见（偏见样本和数据缺口）、算法偏见（数据量不平衡的类别和训练偏见）、人为偏见（社会偏见和权力不平衡）。除了前述数据偏见外，数据共享难题在医疗AI行业亦较为突出。各机构之间数据

尚无统一规范，未形成结构化数据，加之数据商业机密和患者隐私以及个人信息保护。基于自身利益和数据安全考虑，数据处理者对外开放和共享意愿不强，特别是无偿提供公共平台，导致“数据孤岛”现象严重，限制了 AI 算法的训练和优化，进而制约了医疗 AI 的发展。

（五）医疗 AI 伦理挑战，责任承担和知识产权归属问题突出

医疗 AI 为医药卫生和生命科学行业发展带来更多可能性，实现社会效益和经济效益双重目的。但因其关乎社会大众的生命健康权益，作为新型科学技术，其与社会伦理之间发生冲突难以避免。例如，AI 模型生成的药物出现临床意外，谁承担责任，是医务人员还是医疗机构又或是研发机构，引发关注。实践中有不同的观点，有的认为是医生具有临床诊疗决策权，且不阻碍技术创新，由医师及其医疗机构承担责任。但鉴于算法透明性和数据偏见，临床医生难以知悉或理解决策过程，技术本身难以控制，故医方承担最终责任，显失公平。世界卫生组织（WHO）在 2021 年发布的《医疗卫生中 AI 使用的伦理和管治》提出建立多方责任共担机制，但实操时，因开发者、使用者、监管者三方的责任边界较为模糊，容易出现监管“真空”，也不便于明确责任承担主体。同时，各方基于数据资源和技术优势展开合作，对于知识产权的归属未约定或约定较为模糊，使得后续专利申请或应用埋下潜在隐患或风险。

三、应对建议

（一）研发者：数据和技术并重，加强跨行业交流协作

医疗 AI 研发者主要是互联网 AI 企业，也可能为医药企业或医疗机构自研，但研究模型与数据紧密相关，因此，数据来源、加工、流通和使用过程中涉及的法律问题和技术问题尤为重要。数据层面，AI 制药需大量临床数据，可市场调研，并细分市场，与医疗机构或自身医药供应商建立数据流通联结，实现医疗健康数据标识化，结构化分类管理，为数据流通提供有效路径，做好事前准备。对于技术瓶颈，加强医疗 AI 研发企业、医疗机构、高校科研院所共同建立跨领域的创新联合体，集中人财物协同攻克技术难题，扩大人工智能算法在医疗领域应用的可解释性、泛化性、透明度，不断突破人工智能医疗器械关键零部件、元器件、基础设施等技术难关，加快补齐技术瓶颈短板。

同时，加强互联网科技企业与医疗 AI 使用单位协作，梳理临床和医药企业

痛点，实现数据和技术融合效益最大化。也可由政府及相关行业协会以研讨会、座谈会或课题、白皮书、标准建设等方式，建立有效沟通交流平台，也可联合推动建设医疗 AI 产业基础服务平台，为行业提供权威可靠的医药数据共享、信息交流平台等基础支撑，为数据流通创造有利的市场环境。例如，北京市最近发布《北京市推动“人工智能+”行动计划》，加速大模型技术创新与行业应用深度融合，通过 AI 赋能医疗医药，助推产业发展。

（二）使用者：依法处理，强化数据资产管理

医疗 AI 产品的主要使用者主要是患者、医疗机构以及制药商。对于生物医药企业，应严格遵循数据安全相关法律规定和国家标准，依法处理，建立研发数据库，建立健全数据资产管理体系，增强数据资产管理意识，扩大数据库样本量，为 AI 研发提供充分支持。对于医疗机构，依法管理数据池，保持审慎的开放态度，即数据有限制地开放，为数据产能转化提供便利。同时，完善伦理审查机制，加强对第三方合作对方的资质、技术能力和条件进行评估，尤其是涉及算法和数据合规安全以及知识产权和责任承担等方面。此外，使用者还需建立动态管理机制，包括事前防范、事中控制和事后救济，事前防范包括网络安全、数据安全和个人信息保护安全配套制度完善，加强合同签订和履约管理，建立相应的合规流程；事中控制主要是数据加工或大模型再训练，仍需遵循数据安全等法律规范，并防范数据泄露、个人信息泄露和商业秘密泄露等法律风险；事后救济主要是指内部投诉应对机制和社会舆论风险控制，如何解决因使用医疗人工智能引发的产品纠纷或侵权纠纷，以及防范可能引发的社会经营秩序或国家安全风险。

（三）行政部门：全生命周期监管，推动新质生产力产业升级

从医疗人工智能监管实践看，涉及多部门共同监管，可发挥行业监管优势，但亦容易存在监管难度事项或模糊地带时发生推诿或不予监管的现象，故在强化监管属性的同时，还需形成统一监管，由专门的部门对医疗生成式人工智能技术应用实施标准化监管，为医药健康数据和人工智能技术融合营造良好的市场环境。同时，监管过程实施全生命周期监管，包括事前预防、动态管理和事后处理。事前预防则侧重于发布配套监管规范，加强数据标准化和畅通流通机制，备案许可审查，不断加强人工智能技术应用风险培训，不断提高执法队伍监管水平；事中加强动态管理，包括传统监管路径和信息技术应用，如信息识别，三医监管系统

以及医疗机构信息化建设配套举措的应用，如安全程序风险识别、信息或数据安全评级等；事后规范处理，包括对服务者和使用者的行政处理，健全行政刑事程序衔接机制，建立健全行政和刑事处理规程，为司法裁判提供合法充分依据。此外，还可借鉴域外经验，如欧盟通过《人工智能法》，从立法层面建立医疗人工智能全生命周期规则。

监管守护安全底线，但政府营造良好的新质生产力产业升级防线依然重要，除了前述审查备案和应用管理外，还需深入研究人工智能医疗器械的卫生经济学效益与价值评估框架，建立符合国情人工智能医疗器械产品物价申请范本、定价方法、合理定价区间，探讨针对显著效益的医疗 AI 产品的医保支付可能性，推进医疗 AI 产品商业化应用试点，形成可复制的典型标杆应用示范。

课题六

关于助推创业型企业抢抓 AIGC 发展机遇的相关建议

乔梁、雷臻

一、基本情况

AIGC 技术引领内容生成新纪元。AIGC（人工智能生成内容）作为 AI 领域的最新突破，利用机器学习和深度学习技术，实现了文本、图像、音频、视频等多种数字内容的自动化生成。其中，ChatGPT 自 2022 年 11 月上线以来，凭借卓越的多领域表现和低门槛交互方式，迅速成为现象级应用，月活用户突破 1 亿，展示了 AIGC 技术的巨大潜力。ChatGPT 等 AIGC 应用在多个领域的问题解决能力已超出一般人类水平。

AIGC 技术革新社会经济结构。2023 至 2024 年间，AIGC 技术迅猛发展，国内大模型数量激增超 300 个，广泛应用于内容创作、个性化推荐、智能客服等领域，深刻影响广告、游戏、教育、电商、软件开发及金融等行业，预示着 AI 对社会经济的革命性变革。麦肯锡预测，至 2045 年，AI 或将替代半数工作岗位，加速进程远超以往预期。

中国人工智能产业全球领先。截至 2023 年 6 月，我国人工智能产业蓬勃发展，核心产业规模已达 5000 亿，企业数量超过 4400 家，仅次于美国，位居全球第二。在智慧城市、智能制造、智慧农业等 20 个细分领域广泛应用，展现出强大的应用广度和深度。

政策助力 AIGC 产业蓬勃发展。从《新一代人工智能发展规划》到《生成式人工智能服务管理暂行办法》，再到“人工智能+”行动，国家及地方政府不断加码政策支持，推动 AIGC 产业发展。四川出台了《四川省“十四五”新一代人工智能发展规划》《四川省高新技术产业开发（园）区推动人工智能产业率先突破发展行动方案（2024—2026 年）》等政策措施，明确发展目标，今年更是将人工智能定位为 1 号创新工程，并成立省级人工智能学院，彰显其“超常规最大力度精准支持”的决心。AIGC 作为关键领域，受到四川重点发展关注。

四川构筑 AIGC 发展坚实基础。四川在基础设施与算力资源上亦具备显著优势，成都智算中心作为“东数西算”枢纽节点，为 AIGC 提供强大算力支持。同时，四川丰富的清洁能源，特别是水力发电，为算力运行提供绿色保障。教育方面，四川拥有 27 所高校设有计算机与人工智能学院，每年输出相关专业学生超 2.7 万，加之电子信息产业基础，为 AIGC 发展提供了坚实的人才与产业支撑。据中国新一代人工智能战略研究院在其研究报告显示，四川在人工智能科技产业区域竞争力评价中位列全国第九，显示出强劲的发展势头。

四川 AIGC 产业成就显著。2023 年，四川人工智能产业规模已达 900 亿，企业数量超 1100 家，成都极米科技、海艺互娱、恒图科技等企业在 AIGC 领域取得显著成果，推动 AI 生成音乐、图像、视频等多样化应用，四川正逐步成为 AIGC 技术发展与产业应用的沃土和蓝海。

二、AIGC 发展对创业型企业带来的机遇

AIGC 技术为创业型企业提供发展新机遇。IDC 数据预测 2027 年全球人工智能 IT 总投资规模有望达到 5124 亿美元，年复合增长率达 31.1%。各行各业人工智能转型和创新需求背后，基础设施投入将会呈现指数级增长，也将支撑人工智能实现更大规模的商业化和产业化应用。艾瑞咨询显示，2021 年至 2023 年 7 月期间 AIGC 赛道共发生 280 笔投融资；创业邦研究中心显示，2024 年 Q1 国内 AIGC 行业发生融资事件 64 起，已披露融资金额 97.30 亿人民币，涉及公司 63 家，涉及投资机构数量 111 家。两组数据均展现了 AIGC 创业的高热度与高成长性。创业型企业突破瓶颈、实现高质发展的关键在于紧抓 AIGC 技术变革的浪潮。AIGC 为创业企业带来两类机遇：一是直接投身于 AIGC 产品创新（即 AIGC 创业企业），二是利用 AIGC 增强竞争力（即使用 AIGC 的创业型企业）。正如前文所说，四川在这两方面均有一定优势。

AIGC 创业企业主要聚焦算力、数据、算法及应用四大核心。算力涵盖服务器、GPU、HPC、云等基础设施；数据涉及业务数据联通、素材数据搜集等；算法及模型则涵盖神经网络、深度学习、自然语言处理技术等开源算法，以及基于算法通过数据训练生成的机器学习模型、深度学习模型及大模型等；应用则广泛渗透政务、交通、医疗等多个领域。

AIGC 助力创业企业构建竞争优势。使用 AIGC 的创业企业则能通过降低成本、提升效率、强化个性化及创新能力来构建竞争优势。AIGC 助力文创、广告等领域自动生成内容，减少人力依赖；自动化处理数据分析、文书等任务，提升工作效率；根据用户需求定制产品和服务，增强用户体验；同时，推动新产品开发，拓展市场，增强企业创新力与竞争力。

对四川省而言，关键在于激励创业企业加速 AIGC 探索与应用，识别创业机遇，并提供信息、场景、资金、政策等多维度支持，以在这场产业革命中占据先机，推动经济高质量发展。

三、问题分析

（一）技术门槛较高。AIGC 技术的开发与应用门槛较高，核心挑战包括：算法复杂性，需构建深度学习、图神经网络等高级模型以支撑其功能；算力资源稀缺，AIGC 模型的训练需要大量 GPU 或 TPU 等，由于大型企业对硬件资源的激烈竞争，初创企业常面临算力获取难题，影响模型训练进度；以及数据积累不足，AIGC 模型泛化能力依赖于丰富的文本、图像、视频等多类型数据，而初创公司往往因数据积累时间短而难以迅速构建高效模型。

（二）模型训练成本昂贵。AIGC 模型的训练需要大量的计算资源和数据，对于创业型企业来说，可能难以承担模型训练成本，其中最高的成本就是获取计算资源，GPU、TPU 等设备的购买和运维成本很高，特别是在美国禁售高性能 GPU 芯片及产品的情况下，成本只会不断增高。另外就是获取数据的成本，AIGC 模型的训练时，需要大量的数据的购买和标注成本很高。

（三）训练数据质量差。AIGC 中所建立的数据处理模型，需要大量的数据来进行微调和训练模型。刚创业的企业所使用的测试数据、文档大多为零散的、不成体系的。包括所使用的测试数据、文档质量和准确性也无法保证。然而，训练数据的质量直接关系到底座模型的能力，同时也会影响到依托于大模型而构建的知识库能力，缺乏足够的高质量数据可能会限制 AIGC 的应用。

（四）数据安全性不足。AIGC 技术的广泛应用对数据安全和隐私保护提出了极高要求。首要关注的是数据泄露风险，特别是涉及企业商业机密与专有知识时，若缺乏健全的数据安全体系，可能导致企业因担忧泄露而拒绝数据上传，进

而阻碍专用模型的训练进程。此外，数据偏见问题亦不容忽视，训练数据中蕴含的人类经验可能附带行业、性别等偏见，故需对模型实施去偏见训练，以确保其输出结果的公正性与平衡性。

（五）市场洞察不足。尽管我省众多创业企业对 AIGC 技术有所认知，但在实际应用场景的探索与市场洞察方面仍显不足。这些企业对于如何有效利用 AIGC 技术来增强自身竞争力尚缺乏清晰策略，显得较为迷茫。同时，专注于 AIGC 领域的创业企业也普遍面临对市场机遇与潜在风险的判断失误，以及在选择应用场景、垂直市场及发展方向时的把握不精准问题。

（六）专业人才缺乏。AIGC 技术的深入应用离不开专业人才的支撑，这包括 AI 算法工程师（专注于模型的开发、训练与优化）、数据科学家（负责数据的收集、整理与分析）以及 AI 产品经理（负责 AIGC 产品的规划与设计）。值得注意的是，随着 AIGC 技术的快速发展，人才需求急剧上升。据统计，2023 年 1-8 月，AIGC 领域的新增职位数量同比激增 139.76%，特别是在 IT、互联网及游戏等高技术行业中，其职位增长更是达到了惊人的 305.36%。这一趋势凸显了 AIGC 人才市场的蓬勃发展与巨大潜力，同时也暴露了人才供应的严重不足，特别是在算法工程师、自然语言处理（NLP）、图像算法、深度学习等关键技术岗位上，高端人才尤为稀缺。与深圳、北京、上海相比，四川在人才方面的问题更为凸显。

四、对策建议

（一）加大政策扶持力度和政企交流。持续研究支持 AIGC 产业发展的专项政策，支持企业开展 AIGC 技术研发和应用；提供 AIGC 算力资源补贴，降低企业购买和运维算力资源的成本；为 AIGC 创业型企业和使用 AIGC 的创业型企业提供更多的资金支持、税收优惠、人才引进等方面的帮助。搭建政企联动的交流平台，通过政企联动的技术交流和赋能平台，引领更多企业关注 AIGC 技术的趋势与应用，激发创新活力。

（二）推进交流合作与技术转移。建立产学研合作机制，鼓励高校、科研机构与创业型企业开展深度技术交流与合作，打造紧密型创新共同体，共同进行技术攻关，提升企业 AIGC 技术水平；依托大学科技园、技转中心，持续提升 AIGC 方面科技成果转移转化效率，降低企业 AIGC 技术研发成本，实现互利共赢；搭建交流平台，举办各类 AIGC 产业交流活动，促进创业型企业之间的交流与合作，

共享资源，共同发展；搭建 AIGC 产业园，吸引更多企业进驻，推进产业集聚，鼓励创业型企业与上下游企业建立紧密的合作关系，形成产业链协同效应，提高整体竞争力。

（三）建立 AIGC 技术平台和共享数据库。通过“政府引导、企业主导、市场运作”的模式，加快配套算力基础设施，建立 AIGC 技术平台，为企业提供 AIGC 模型、算力资源和数据资源，降低企业应用 AIGC 技术的技术门槛；同时，建立 AIGC 共享数据库，为企业提供高质量的数据资源，降低企业获取数据的成本。鼓励企业开展 AIGC 数据标注工作，降低数据标注成本。

（四）加强数据安全保护和监督检查。制定 AIGC 法规，规范研发、应用与监管，保护知产与用户权益；确立数据安全标准，规范数据处理全流程，保障安全与隐私；建立监管机制，强化数据安全监督。

（五）做好产业布局与企业引导。加速完善我省 AIGC 产业定位与规划，依托我省优势资源和产业，差异化竞争，并做好信息公开和培训，对企业的发展进行适当引导。鼓励创业企业从低门槛数据标注起步，跨越资源限制；推动数据合成业务，打造数据中心集群；支持利用开源代码研发多元应用场景的个性化工具。

（六）加大人才建设和标准制定。构建 AIGC 人才引进机制，吸引国内外顶尖人才入驻四川，增强企业技术竞争力。支持高校与培训机构设立 AIGC 课程，提供培训与终身学习路径，培育技术人才。开展 AIGC 技术培训，助力企业人才队伍建设。确立技术人才认定标准，推动职称、资格及技能证书的评审与认定。

课题七

关于加快提升工业互联网人才培养质量，助力我省制造业 “智改数转”的建议

李杰、陈昌敏、罗秋容、欧彦江、江艳华、黄清宇、张美丽

工业互联网是数字技术和实体经济深度融合的关键支撑，是新型工业化的战略性基础设施和重要驱动力量。工业和信息化部数据显示，2023年，我国工业互联网核心产业规模达1.35万亿元，已全面融入49个国民经济大类，涵盖所有41个工业大类。因此，掌握工业生产知识和数字技术的工业互联网人才成为工业互联网创新发展的关键。

一、发展现状

（一）国家相继发布工业互联网相关新职业

1. 2020年4月，工业互联网工程技术人员（围绕工业互联网网络、平台、安全三大体系，在网络互联、标识解析、平台建设等工作的工程技术人员）作为新职业正式发布，纳入国家职业目录；2024年7月人力资源社会保障部、国家市场监督管理总局、国家统计局联合发布了工业互联网运维员（使用软件、专用设备、检测仪器及工具，对工业互联网系统进行网络互联互通、数据采集处理、标识解析应用、平台应用优化、系统安全维护的人员）新职业。

2. 《工业互联网工程技术人员国家职业技术技能标准》是根据《中华人民共和国劳动法》有关规定，人力资源社会保障部、工业和信息化部共同制定的标准，由人力资源社会保障部办公厅、工业和信息化部办公厅于2021年9月29日发布实施。职业编码为2-02-10-13，共设三个等级：初级、中级、高级。初级不分职业方向；中级、高级均设两个职业方向：工程应用、设计开发。

（二）教育主管部门相继发布工业互联网相关专业

1. 《职业教育专业目录（2021年）》明确增设工业互联网技术等相关专业，其中智能化生产线安装与运维（660306）、物联网技术应用（710102）为中职教

育专业；工业互联网技术（510211）、工业软件开发技术（510214）、物联网应用技术（510102）、工业互联网应用（460310）为高职专科教育专业；物联网工程技术（310102）、工业互联网技术（310211）、工业互联网工程（260307）为高职本科教育专业。

2. 据大学生必备网 2024 年 6 月数据统计：工业互联网技术专业共有 99 所院校开设，其中省外占 96 所，省内仅 3 所院校（泸州职业技术学院、成都工业职业技术学院、德阳科贸职业学院）；工业互联网应用专业共有 128 所院校开设，其中省外占 118 所，省内占 10 所（成都航空职业技术学院、四川化工职业技术学院、绵阳职业技术学院等）。工业互联网技术的课程主要有工业互联网网络互联、数据采集、标识解析、数据处理、安全防护；工业互联网应用的核心课程有智能控制技术、工业网络技术、工业互联网标识解析应用技术、工业数据采集技术、工业边缘计算应用技术、工业管理软件应用、工业互联网平台应用、工业控制系统安全。

（三）我省工业互联网产业稳步发展

1. 四川省的数字产业企业从 2014 年开始快速增长，到 2018 年新注册量达到 293 家，成都作为四川省的数字经济核心区域，聚集了全省 76.1% 的数字产业企业，其中大多数企业在 2014 年后注册成立，注册资本多分布在 100 万至 1000 万之间。四川省的工业互联网企业涵盖了多个行业，包括电子信息、装备制造、食品轻纺、能源化工、先进材料、医药健康等六大优势产业，以及白酒、物联网、房屋建筑等 14 个重点行业。这些行业不仅覆盖了传统制造业，还包括了新兴的高科技产业。

2. 宜宾锂宝新材料有限公司、四川长虹电器股份有限公司、中国移动通信集团四川有限公司广元分公司等 8 家企业入选 2023 年工业互联网试点示范名单；宜宾市贝特瑞 5G 工厂和广安市鸿美嘉服饰 5G 智慧工厂入选了工业和信息化部 2023 年 5G 工厂名录。

3. 宜宾市的贝特瑞 5G 工厂属于化学原料和化学制品制造业，而广安市鸿美嘉服饰 5G 智慧工厂则属于纺织服装服饰业。这两个工厂的入选，不仅展示了四川省在多个行业领域推进 5G 全连接工厂建设的成果，也反映了四川省在促进

“5G+工业互联网”应用逐步深化方面的努力。通过这些项目的实施，四川省的企业数字化水平得到了全面提升，形成了数字化、网络化、智能化的转型升级标杆。

二、面临的问题

（一）人才培养主体偏少，人才培养质量不高

工业互联网产业人才需求每年以 20% 的速度增长，2022 年我国工业互联网产业人才缺口数量约 168 万人，以此推算，到 2025 年，人才缺口数量将达到 254 万人左右。四川省仅有 13 所院校开设了工业互联网技术、工业互联网应用专业，有些院校 2024 年才开始招生，对于人才的巨大缺口，还需激活‘人力引擎’。根据检索数据统计，在 2021 年工业互联网从业人员中，规划设计类岗位需求量最高（为 43.22%），其次为工程实施类（为 41.39%）；从具体岗位看，调研发发现，企业目前对工业 APP 开发工程师的需求最为紧缺，平台架构工程师、行业应用开发工程师、边缘计算实施工程师紧缺度也较高。院校结合校企合作单位人才需求，结合职业教育专业简介，制定了相关的人才培养方案和课程体系，但在实际教学过程中，课程往往侧重于某一方面的技术或理论，缺乏综合性的、跨学科的课程体系，培养出相关能力的高素质人才具有挑战。

（二）人才培养目标不明，产业行业岗位定位不准

中国工业互联网研究院于 2023 年 3 月开展了职业院校专业建设调研，针对 2022 年之前备案设置工业互联网新专业的 108 所院校，抽样调研了其中的 57 所，调研率为 52.8%（2023 年新备案专业的院校尚未开展招生）。理想状态下，行业人才队伍呈“金字塔”结构良性发展，当前，工业互联网人才金字塔呈现“塔尖强、塔身中、塔基弱”的倒三角失衡现象；职业院校作为技术技能人才供给的主要来源，现有的专业建设和人才培养模式与企业需求存在一定脱节现象，导致人才队伍在经验、素质、技能等方面匹配度不高。传统的教育教学缺少一线实战内容，职业院校毕业生难以及时满足产业岗位要求，工业互联网人才要求能够将 IT 技术与 OT 技术深度融合，职业院校专业教学往往只侧重完成其中某个类别的人才培养。产业发展，人才先行，工业互联网学科专业布局不成体系、人才培养不成规模、无法有力支撑产业发展。

（三）校企合作机制不清，企业深度参与不足

纵观发达国家制造业一线的人才培养特征，企业在用人、培训内容和培训补贴等方面主导权更大，人才培养以产业需求为明确导向，企业不但是用人主体，也是人才培养的主导者。然而，国内校企合作实施环节中，大部分人才培养仍然以供给侧为主导。一方面，职业院校在“招生-培养-就业”等环节占据了绝对的话语权，主导了专业学科的建设方向和课程内容设置及教学大纲，另一方面，由于经费不足、培养周期长，生产经营任务重等客观原因，企业参与人才培养的意愿不高，“产”和“教”仍然未能实现很好的衔接。

三、对策建议

（一）专业引领，多元评价

1. 加强工业互联网领域学科与专业建设：

通过深入分析产业人才需求，国家层面上统筹学科专业规划与建设。引导行业协会、研究机构、龙头企业、院校协同合作，参与到工业互联网相关领域学科专业建设探索，共同完善专业建设配套资源，如：制定人才培养方案、开发优质课程与教材、共建实训基地。

工业互联网体系具有高度的综合性和复杂性，学科与专业建设需考虑信息技术（IT）+操作技术（OT）复合型专业人才培养。因此，可对标国家职业标准，依托已有传统专业，整合互补 IT、OT 相关学科课程，推动新旧专业有效衔接，培养复合型专业人才。师资队伍可从企业、科研院所聘请工程经验丰富的研究人员、工程师作为兼职教师，借鉴企业的项目实施经验，面向工业互联网课程开展交叉授课。

2. 做好人才培养梯度衔接：

通过工业互联网相关产业人才需求预测报告，提前部署学历教育和非学历教育人才培养体系。在学历教育中，进一步丰富中职、高职、应用本科产教合作模式，中职教育阶段：注重基础技能培养，如工业设备的操作与维护、基础数据采集与处理等；高职及应用本科教育阶段：强化实践应用能力，如工业互联网平台搭建、数据分析与应用、智能制造系统集成等，培养技能型工业互联网人才。增设普通本科及研究生产教合作模式，培养工程硕士、工程博士，深化理论教学与

科研创新，注重跨学科融合，培养具备研发能力与创新精神的复合型人才。在非学历教育中，根据企业实际情况和员工个性化需求，为企业点定制化培育工业互联网相关技术技能人才。通过建设学分银行，贯通学历教育与非学历教育，构建工业互联网中职、高职、普通本科、职业本科、研究生、职业教育“六位一体，梯度递进”的人才培养体系，为工业互联网人才终身学习、持续成长拓宽通道。

3. 实施工业互联网工程技术人员评价：

不断深化工业互联网工程技术人员评价标准以及建立评价与反馈机制。充分发挥多元主体的评价作用，除传统的职称评审和技能鉴定外，可以通过项目评价、业绩考核、同行评议等方式，对工程技术人员的专业能力、工作业绩和创新成果进行全面评价。评价机制应随着工业互联网技术的发展和人才需求的变化而不断改进和完善。定期对评价机制进行评估和反思，发现存在的问题和不足，并及时进行调整和优化。同时，设立专门的反馈渠道或平台，工程技术人员可以方便地提出意见和建议，并对收到的反馈进行及时、有效地处理和回应。

（二）校企合作，产教融合

1. 创新技术技能人才培养模式：

采用项目式学习、现代学徒制等教学模式，让学生在实践学习和掌握工业互联网技术，提升解决实际问题的能力。教学模式可采用现代技术手段，如：MOOC、远程教育、在线辅导等互联网+人才培养模式的实践方式，提供自由、开放、灵活的学习环境，让学生可以根据自己的兴趣和需求选择课程。

2. 校企共建产教融合人才培养新平台：

鼓励校企共建产业学院、创新创业学院等人才培养平台，针对我省区域、企业发展需求开展订单式、定制式、定向式培训，培养复合型人才。同时，创建工业互联网产教融合创新平台与社会服务培训平台，政产学研协同开展科研项目和关键共性技术攻关，促进科研成果向实际应用转化。依托产教融合实训基地和教学资源，开展工业互联网相关技能培训，提升行业从业人员的技能水平。为企业提供工业互联网技术咨询和解决方案，助力我省相关企业实现数字化转型和升级。

3. 共建共享公共实训平台：

通过政府搭台、企业支持、高校对接，共建工业互联网实训实验室、专业研究院或交叉研究中心、共享型工程实习实训基地，实现政、校、行、企资源的共享和优化配置。企业为学校提供实践机会、技术支持和就业资源，学校则为企业输送高素质技能型人才，实现互利共赢。

（三）建立制度，完善政策

1. 完善省市两级政策支持体系：

参考国家印发的《关于加强新时代高技能人才队伍建设的意见》及《数字经济 2024 年工作要点》，结合我省实际情况，制定并完善我省工业互联网人才培养的具体的实施方案和配套政策，形成省市两级联动的政策支持体系。聚焦我省“智改数转”发展战略，制定实施工业互联网人才队伍建设方案，出台加强工业互联网人才队伍建设的支持政策。探索设立四川省工业互联网人才发展专项基金、人才培养专项经费，大力营造政策支持环境，引导社会各界力量投入工业互联网人才培养事业。

2. 健全终身职业技能培训制度：

各级政府应主导建立覆盖全职业生涯的工业互联网职业技能培训体系，包括岗前培训、在职培训、转岗培训等，确保人才技能与产业发展需求相匹配。推动建立工业互联网职业技能标准和认证体系，提高培训质量和效果。鼓励企业、高校、培训机构等多方参与，采用线上线下相结合的方式开展培训，提高培训的灵活性和可及性。

3. 建立校企合作机制，完善制度保障：

建立稳定校企长效合作机制及校企合作利益分配制度，有利于确保校企合作的持续和稳定。建议政府层面出台相关政策法规或者指导意见，明确校企法律地位、知识产权归属等关键事项。校企合作时，双方签署具有法律约束力的合作协议，明确合作原则、模式、范围，细化双方的权利与义务、责任划分、争议解决方式等条款。加强对校企合作项目的监督和评估，调整双方合作策略和目标，确保合作效果和质量。设立校企合作专项基金，根据双方在合作中的贡献度公平、合理规划利益分配。

（四）国际合作，交流互鉴

积极搭建国际合作交流平台，加强与“一带一路”国家、金砖国家的龙头企业、国际组织的合作与交流。通过参与世界工业互联网大会、世界制造大会、人工智能国际合作大会等国际活动，交流工业互联网和制造业智改数转的经验和成果，共同探讨未来发展方向和合作机遇。利用国际合作平台，培养一批具有国际视野的工业互联网人才。同时，积极引进海外高层次人才和先进技术成果，推动国内工业互联网和制造业智改数转的发展。

课题八

关于建立“医疗健康X数据要素”AI应用体系促进企业数字生态集群转型发展的建议

唐彦、肖潇、刘轻高、何江

随着国家“AI+”“医疗健康X数据要素”的高速推进，四川省“医疗健康X数据要素”AI应用体系建设探索进入了攻坚阶段。近期以来，四川省AI应用体系建设成效初显，作为省政府1号工程，面向医疗健康起着效能提升、资源均衡和共荣共享的重要作用。为此，加快“医疗健康X数据要素”AI应用体系建设，对推进四川省企业数字生态集群转型发展意义重大，凸显的经济和社会价值巨大。下面将从“政研产服用”角度提出建议，全面助力“医疗健康X数据要素”AI应用体系建设，为四川省企业数字生态集群转型注入新质生产力。

一、“医疗健康X数据要素”AI应用体系建设现状

（一）国外“医疗健康X数据要素”AI应用体系现状

2018年5月23日，世界卫生组织的《第十三个工作总规划》在可持续发展目标上提出决议：到2030年，确保健康的生活方式，增进各年龄段所有人的福祉。决议敦促会员国开发和更大程度利用数字技术，以促进全民健康覆盖和推进可持续发展目标。

2019年10月，“数字健康”概念由世界卫生组织在《数字健康全球战略（2020-2024）》（草案）中最先提出，数字健康是指开发并利用数字技术普及健康知识及进行相关实践的领域，涵盖物联网、人工智能、大数据等数字技术在健康管理方面的应用。目前，国际上卫生健康数字技术开发及应用实例包括利用“众包”或社区报告制度跟踪疾病疫情的系统，通过手机短信促进积极的行为变化以协助预防管理糖尿病等疾病。

国外“医疗健康X数据要素”AI应用体系建设大致分为三个阶段。一是E-Mode阶段，即围绕电子病历为核心的医院信息化建设阶段；二是I-MODE阶段，从信息化应用水平程度出发，推进医院信息化智慧级的应用，从非核心业务进入核心业务，偏重于临床上的辅助应用及科研辅助；三是D-MODE阶段，卫生健康全面

数字化，面向业务及应用实现电子病历与健康档案数据的互联互通，在此基础上全面构建新一代通信信息技术服务体系，为社会卫生健康开展高质量服务。

（二）国内“医疗健康X数据要素”AI应用体系现状

2016年，国务院办公厅印发《关于促进和规范健康医疗大数据应用发展的指导意见》，以“互联网+健康医疗”模式，进一步推进网上预约分诊、检验结果获取及上传、医保联网等便民惠民应用，加快智能化远程健康医疗设备普及，其主要针对人群包含中年人群及慢病人群，力争做到让数据“多跑路”，群众“少跑腿”。同年，“健康中国2030”规划纲要指出积极促进健康与养老、旅游、互联网、健身休闲、食品融合，催生健康新产业、新业态、新模式；发展基于互联网的健康服务，鼓励发展健康体检、咨询等健康服务，促进个性化健康管理服务发展，培育一批有特色的健康管理服务产业，探索推进可穿戴设备、智能健康电子产品和健康医疗移动应用服务等发展。

我国“医疗健康X数据要素”AI应用体系建设经历了以下三个阶段。一是卫生健康行业大数据发展阶段，以“新思维、新技术、新模式助力健康中国”为主题，高速推进健康中国战略，促进健康医疗大数据发展。二是卫生健康行业数字化阶段，以《中国数字健康发展报告（2020）》为引领，加速医疗健康行业迈向数字化新阶段；三是数字健康产业发展阶段，第三届数字中国建设峰会数字健康分论坛促进了“健康中国”与“数字中国”的全面融合。2021年，人民论坛网发表题为“数字健康产业有望成为拉动内需的新动力”文章，指出在信息革命与技术创新背景下，数字化、网络化、智能化将推动数字健康向新阶段演进。

（三）四川省“医疗健康X数据要素”AI应用体系现状

四川省“医疗健康X数据要素”AI应用体系建设政策出台早，先后出台了《四川省人民政府办公厅关于促进和规范健康医疗大数据应用发展的指导意见》《四川省人民政府办公厅关于促进“互联网+医疗健康”发展的实施意见》等文件，但受制于财政支持力度不够，在实际建设推进过程中，四川省“医疗健康X数据要素”AI应用体系建设遇到了种种困难。近几年，在省级行政主管部门的强力领导下，整合卫生健康系统自身资源，联合我省医疗健康信息化龙头企业，已经建成四川省居民电子健康卡管理平台、全民健康信息平台、医疗“三监管”平台、健康档案云平台、决策支持平台和基层卫生云平台，初步构建了“电子病历”和“健康档案”为核心的“医疗健康X数据要素”协同技术框架，四川省卫

生健康数字化、智能化整体建设水平由此迈入全国中上游，为下一步“医疗健康 X 数据要素”AI 应用体系建设打下了坚实的基础。

二、存在的问题

四川省在“医疗健康 X 数据要素”AI 应用体系建设方面，虽然取得了一定的成绩，但与先进省（市）相比，仍存在诸多问题，主要如下。

（一）顶层规划及设计缺失。四川省“医疗健康 X 数据要素”AI 应用体系规划及设计滞后，“医疗健康 X 数据要素”AI 应用体系发展定位缺失，技术架构及服务功能不明晰，致使四川省医疗健康数据中心及应用系统前期建设各自为政、目前及今后统筹建设难，数据、应用整合不能有效智能化实施。

（二）网路智能化建设滞后。5G 网络覆盖、切片的行业应用滞后，6G 的空天体网络覆盖、万物互联的智能化连接服务未规划，致使四川省“医疗健康 X 数据要素”AI 应用体系建设不能匹配医疗健康高质量发展的近期和远景目标。

（三）算力数集智用分散化。按照国家、省“AI+医疗健康”建设水平进行评估，四川省医疗健康算力基础设施、数据中心、智算中心和集成行业应用的信息平台建设水平不高，数据互联互通水平不高，数据要素不能有效流动，导致四川省“医疗健康 X 数据要素”AI 应用体系迈向社会场景开发力度不够，企业生态集群滞后，经济和社会价值难以循环。

（四）突破性应用场景乏力。四川省“医疗健康 X 数据要素”AI 应用体系，缺乏特色、亮点和优势应用场景，“医疗、医药、医保”虚实融合程度低，缺乏算力、算法和数据整合的联动智慧驱动，致使以点带面的四川省“医疗健康 X 数据要素”AI 关键应用促进医疗健康高质量发展乏力。

三、建议

（一）规划引领，要素流转。围绕国家、省颁布的《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》《国务院办公厅关于促进和规范健康医疗大数据应用发展的指导意见》《四川省人民政府办公厅关于促进“互联网+医疗健康”发展的实施意见》等文件，在四川省医疗健康数字化、智能化的现有基础上，开展四川省“医疗健康 X 数据要素”AI 应用体系规划及设计，通过数字信息化技术和智能化服务揭示“政研产服用”社会经济结构价值，为四川省“医疗健康 X 数据要素”AI 应用体系建立发展路径、项目清单及实施计划，对涉及的动力基础设施、平台、数据、应用软件、数据库、网络、机房等

要素探索共享供应，逐步通过数据、应用整合，促进数据要素流转，实施跨界智能化服务融合，进而整合政策促进、基础要素共享及数据要素流转，共同推进人城互动、全生命周期的“四川特色”“医疗健康X数据要素”AI应用生态建设。

（二）产业引导，市场主体。四川省行业主管部门在“政研产服用”社会经济结构中处于核心位置，是价值循环的源动力。四川省“医疗健康X数据要素”AI应用体系建设，政府一方面要充分发挥公共服务、公共产品与商业服务、商业产品的平衡器作用，实现公平效率的兼顾；另一方面，要积极引导“医疗健康X数据要素”AI应用体系匹配发展，要厘清政府与市场边界，充分发挥市场优化资源配置的作用。四川省财政或者产业资金投入一定的项目启动资金，在新质生产力领域引导企业建设及运营算力基础设施、数据中心、智算中心和集成行业应用的信息平台，在医疗健康领域建立数据资产平台整合“医疗、医药、医保”数据资源，搭建数据交易平台实施“三医数据要素”流动，促进相关企业数字生态集群，真正推动电子信息、装备制造、食品、生物医药等制造业“智改数转”转型发展。

（三）人才驱动，高效支撑。四川省不乏高端领军型人才，但整体人才水平处于中游，这严重制约了四川省“医疗健康X数据要素”AI应用体系建设及发展。为此，四川省人力资源主管单位要加快建立相关数字智能规划、工程师制度，四川省各单位要加快建立首席数据官、信息官制度，打破四川省“医疗健康X数据要素”AI应用体系人才发展瓶颈的天花板；要建立四川省“医疗健康X数据要素”AI应用体系建设相关人才的专业职称评定制度及管理办法，打通四川省“医疗健康X数据要素”AI应用体系建设相关人才资质评定、职业发展通道；同时，要形成按单位级别分级规定人才编制的政策文件制度性保障。从以上几个方面，为引才、留得住人才提供制度、资源、职业发展等保障，真正形成人才驱动四川省“医疗健康X数据要素”AI应用体系建设，促进四川省企业数字生态集群转型高质量发展的良好局面。

（四）“数应”（数据、应用）整合，生命周期。四川省“医疗健康X数据要素”AI应用体系建设是应用当前数字信息化、智能化技术及数字经济发展原理，促进四川省企业数字生态集群转型高质量发展的综合解决方案。从信息整合角度，将四川省企业数字生态集群转型高质量发展的社会经济基础转化为数字基础，核心是促进数据、应用整合，面向人群提供全生命周期的“医疗健康X数据

要素”AI 服务。政府要主导并联合企业、医疗机构、养老机构、社区、幼小等机构做好实体空间布局，充分与虚拟数据、应用整合匹配，打通不同行业的数据墙，通过算力基础设施、数据中心、智算中心和集成行业应用的信息平台，打造医疗健康AI 能力层，以“智慧大脑”式信息化应用牵引“三医”联动业务功能开发，流程式智能化服务“一老一小”，最终达到四川省“医疗健康 X 数据要素”AI 应用体系建设促进四川省企业数字生态集群转型高质量发展的目的。

课题九

四川省农机制造业发展现状研究与建议

陈霖、陈浩

2019年以来，省经济和信息化厅累计安排资金2324万元，支持农机装备核心技术攻关和成套装备开发以及丘区山区智能农机装备创新中心建设；省农业农村厅累计安排专项资金2780万元，支持农作物机械化生产薄弱环节研发攻关；省科技厅累计安排资金3405万元，开展农业机械化、智能化生产设备研发关键技术攻关及示范应用。在2023年底，全省农机装备总动力首次突破5000万千瓦，全省主要农作物耕种收综合农机化水平达到69%，水稻、小麦耕种收综合机械化率超过80%。从作物上看，小麦、水稻、玉米三大主粮作物综合机械化水平较高，达到70%以上，但特色作物综合机械化水平较低，茶叶仅22%，果菜药林等机械化水平不到10%；从产业上看，种植业机械化水平较高，而畜牧业、渔业、设施农业机械化水平较低，均在40%以下；从区域上看，平原、高原地区的机械化水平较高，其中平原65%、高原60%，丘陵山区的机械化水平较低，其中丘陵39.8%、山区22.3%。

截至2023年底全省农机户共有235万户，农机社会化服务组织1.65万个，培育“全程机械化+综合农事”服务中心134个，创建全国“平安农机”示范县23个，创建全国农作物全程机械化示范县16个，位居西南首位，农机服务已成为农业生产的主力军，促进农村2500万劳动力“安心、放心”向城市转移。虽然我省的农机装备有了大幅的提升，但从农机的生产、制造来看，仍存在以下不足：

一、农机装备制造能力参差不齐，领军优势企业有待进一步孵化培育。与其他机械加工行业相比较，农业机械制造业的技术水平相对比较落后，四川省农机生产企业仅600余家，产值约100亿元，60%以上为小规模企业，多是原来的老机械厂改制后衍生出来的，规模小、效益差、管理水平落后、创新能力不强。全省生产农机的企业产值1亿元以上的不到其总数的1%，大部分都在500万元以下，近80%的农机生产企业人数在100人以内，特别是小农机生产企业大多还

停留在作坊式加工阶段，满足于“把机器造出来、卖出去、收回钱”的原始状态，很多企业十几年来就只生产一种产品、使用一种技术，更谈不上品牌提升、内部管理和市场定位。

由于农业生产的复杂性和多样性，要求农业机械具备更高的适应性和灵活性，然而目前绝大部分农业机械的设计和制造仍停留在传统的水平上，这导致了农业机械在使用过程中效率不高，无法满足农户不断发展的使用需求。生产企业若要提升其发展水平和竞争力，需要大量投入资金用于研发和更新设备，但这对于一些规模较小的企业来说，由于经费不足科研投入较少甚至没有科研投入，鲜有企业能深入研究和开发新型农机产品。根据相关文献统计，仅有 4.65%的企业进行自主研发，7.76%的企业进行联合开发，四川省农机企业有 61.25%的企业每年没有科研投入，29.62%的企业年均科研投入占销售比例的 5%以下，只有 9.13%的企业的科研投入大于销售收入比例的 5%。

二、先进设备与软件运用不足，生产条件与能力相对滞后。农机制造行业技术研究能力严重滞后于机械行业，川内的农业机械加工以中低端产品为主，高端、精细化产品较少。川内 75.41%的农机企业只有普通设备，而仅有 24.59%的企业拥有数控设备。川内农机企业大多以普通设备为主的现状，极大地制约了农机企业的生产能力；由于一些企业的技术水平和生产设备的有限，加上企业的技术水平不高，对生产工艺严重缺乏，无法保证产品的一致性和稳定性，这些问题严重影响了农业机械的使用效果和寿命。

同时川内农机企业由于缺乏先进设备，对先进软件的使用不够重视，以致于创新能力和生产能力受到制约；通过对常用三维软件在川内农机机械制造类企业使用情况的统计，有 1.63%的企业没有使用过任何三维软件，50.02%使用了其中 1 种，48.35%使用 2 种及以上，说明川内农机企业缺乏运用现代信息技术手段为企业增产、增效的意识。

三、产品单一，难以形成核心竞争力。相比于知名品牌，四川农机制造企业的品牌影响力较低，这限制了它们在市场上的价格定位和销售渠道的选择。四川省的一些较为知名的农机企业如四川红驰农机制造有限公司，其产品虽然包括多种型号的微耕机、稻麦收割机、割晒机、脱粒机、农用挂车等，但主要还是小功率的农业机械，缺乏大功率农业机械。

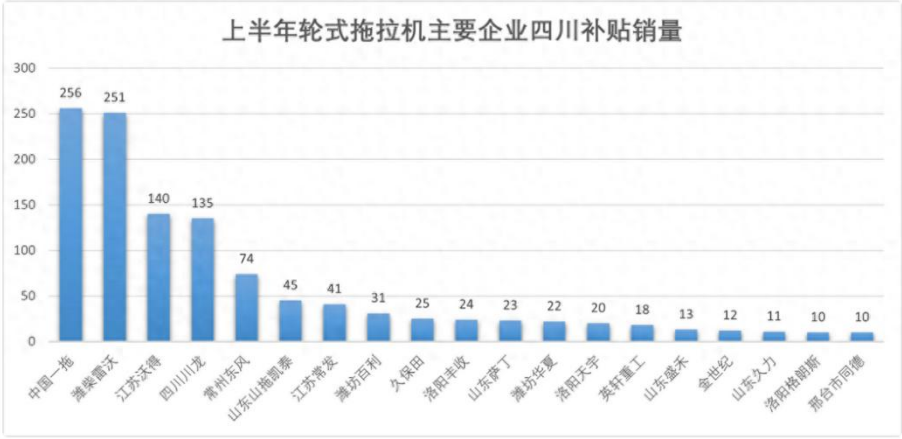


图 1 主要轮式拖拉机企业四川补贴销量图

以拖拉机为例，根据农机购置补贴公示数据显示，截止 2024 年 7 月 8 日，四川 2024 年补贴销售拖拉机 1308 台，其中轮式拖拉机 1271 台，履带式拖拉机 37 台，生产企业如图 1 所示。排名第一的中国一拖东方红轮式拖拉机在四川主销机型与价格：LX1504(G4) 拖拉机 18.4-19.6 万元，LY1404-1(G4) 拖拉机 17.2 万元，LY1204(G4) 拖拉机 15.166-15.800 万元，MY1004-8(G4) 拖拉机 12.1061 万元，MF904-7(G4) 拖拉机 10.4934-10.5434 万元，SN704(G4) 拖拉机 65720 元，SK504-2(G4) 拖拉机 4.943-5.400 万元。

省内企业只有四川川龙拖拉机在四川省的销量较高，但主要销售机型也是以 400 型两轮驱动拖拉机居多，不具备生产大功率拖拉机的能力。而省外的农机品牌已经针对丘陵地区的特点推出了特殊型号的产品。例如，潍柴雷沃智慧农业旗下的 F3000 拖拉机，它采用扭腰结构，具有较小的转弯半径和较强的坡度稳定性，能够适应坡度 25° 及以下的山地、丘陵地形，填补了适用丘陵山区的高端成熟农机装备的空白，还有其他品牌如久保田、江苏沃得、重庆鑫源等也推出了适用于丘陵山区的农机产品。

针对现有农机制造企业存在的问题，分析其存在的原因，提出以下建议。

四、加强政策引导，不断增强优质骨干企业培育和孵化。系统梳理农机装备产业链条，绘制产业链图谱，形成重点企业、产品清单，印制现代农机装备产

业培育工作方案；强化企业培育，遴选一批有潜力的农机装备制造企业，近年来，培育壮大四川川龙、德阳金兴、南充首创、登尧机械、成都小巨人、旭东机械等一批重点企业，建立了全面覆盖耕、种、管、收、储备、烘干、运输、农产品初加工、灌溉、畜牧养殖、设施农业等领域的产品体系，推动企业以“专精特新”为方向，不断发展壮大，形成龙头带动作用。

同时强化品牌培育，加大技术创新和市场开拓力度，提升联合收获装备、精量播种机械、特色碾米机械、烘干设备等重点产品市场占有率，做强本土品牌，提升四川农机知名度；政府应加大对农机生产企业的支持力度，制定相关政策和措施，在政府补贴和税收优惠方面鼓励企业引进先进技术和设备，提高农机产品质量和性能；鼓励企业树立品牌意识，提高产品质量和附加值，打造具有影响力的农机品牌。

五、加强政府、院校、企业三方合作，促进科技成果的转化应用。科技创新是推动新质生产力形成的核心动力。应加大对科研机构和企业的支持力度，提高科研项目的经费投入和人才引进力度，鼓励科技成果转化和创新创业。同时，建立健全科技成果评价体系，提高科研成果转化的效率和质量。

全省拥有四川农业大学、西华大学、四川省农业机械科学研究院等农机领域高校院所，其中四川农业大学的农业机械化及其自动化专业是国家级一流本科专业建设点，近年来将农机类领域实际问题、科研成果、典型案例、技术创新项目等转化为教学项目，培养了一批适应现代农业机械化发展的管理及技术的复合型专业人才。政府和企业应共同加大在农机技术研发方面的投入，鼓励科研机构与高校与企业开展产学研合作，形成技术创新体系。

同时加强对四川省现有创新平台的指导和服务，开展智能农机技术创新、中试验证、成果转化、公共服务和人才培养等工作。发布农机装备需求清单，引导高校、科研院所、制造企业、用户单位组建产学研用联合体向“补短板”聚焦用力，积极参与各级科研项目联合攻关，以丘陵山区粮油作物耕种管收机具、果蔬经济作物采收机械等为切入点，重点突破，以点带面，为解决农机装备领域“卡脖子”难题形成示范引领。

六、增强新质生产力的新动能，促进农机制造从传统向现代的提升转化。通过大数据联盟协会把具有智能制造创新能力的供应商与农机装备企业进行联

合，利用物联网、大数据、人工智能等先进技术，推动农机生产企业的智能化和数字化转型。针对农机制造的关键技术领域，进行重点突破，形成具有自主知识产权的核心技术。通过智能化改造，提高生产效率和产品质量；通过数字化转型，优化生产流程和管理模式，降低生产成本。传统农机产业升级是发展新动能的关键环节，政府应加大对传统农机产业的技术改造和装备更新力度，推动农机产业向高端、智能化方向发展。同时，加强与新兴产业的融合发展，培育壮大新兴产业，提升农机产业链水平。