知识领域	核心技术/概念	典型应用场景	代表工具/框架	关键挑战	2023年技术指标
机器学习	- 监督学习（SVM、决策树） - 无监督学习（K-means、DBSCAN） - 半监督学习 - 集成学习（Bagging/Boosting）	- 金融反欺诈（F1值>0.92） - 零售商品推荐（CTR提升15-30%） - 工业设备预测性维护	Scikit-learn、XGBoost、LightGBM	- 特征工程耗时（占项目周期60%） - 冷启动问题 - 概念漂移	自动特征工程工具（FeatureTools）减少80%人工参与
深度学习	- CNN（ResNet、EfficientNet） - RNN（LSTM、GRU） - Transformer（ViT、Swin）	- 医学影像病灶检测（灵敏度>97%） - 视频内容审核（准确率99.5%） - 语音合成（自然度MOS>4.2）	PyTorch、TensorFlow、Keras	- 模型参数量达千亿级 - 训练能耗高（GPT-3耗电1,287MWh） - 黑箱决策风险	混合精度训练加速30%，显存占用降低40%

计算机视觉	- 神经架构搜索（NAS） - 2D/3D目标检测 - 实例分割（Mask R-CNN） - 光流估计 - 超分辨率重建（SRGAN）	- 无人机巡检（缺陷识别率92%） - 智能仓储（拣选效率提升3倍） - 虚拟试妆（AR贴合误差<2mm）	OpenCV、MMDetection、Detectron2	- 小样本学习（<100标注样本） - 跨域泛化能力 - 动态场景处理	实时目标检测FPS>120（NVIDIA Jetson AGX平台）
自然语言处理	- 预训练语言模型（BERT、GPT-4） - 文本生成（T5、PEGASUS） - 知识蒸馏	- 法律文书审查（效率提升50倍） - 舆情分析（情感分类准确率89%） - 多语言客服（支持83种语言）	HuggingFace、spaCy、NLTK	- 长文本连贯性（>1,000字） - 文化差异理解 - 事实一致性校验	大模型上下文窗口扩展至32k tokens（如Claude 2）

	- 多语言对齐				
	- 深度Q网络（DQN）	- 能源网络优化（成本降低12-18%）		- 稀疏奖励场景	
强化学习	- 策略优化（PPO、SAC）	- 芯片布局设计（效率提升1000倍）	Stable Baselines3、Ray RLlib	- 安全约束满足率	MuZero算法在Atari游戏超越人类水平30%
	- 多智能体系统	- 金融交易策略		- 模拟到现实的差距	
	- 逆向强化学习				
	- 本体建模（OWL）	- 金融反洗钱（关系网络分析）		- 多源异构数据融合	
知识图谱	- 图神经网络（GAT、GraphSAGE）	- 制药知识发现（研发周期缩短20%）	Neo4j、Apache Jena、DGL	- 时效性维护（日更新量>百万条）	千亿级三元组知识库构建（如Wikidata）
	- 知识推理（规则引擎）	- 智慧城市事件推理		- 隐含关系挖掘	
	- 动态知识更新				
	- 文本到图像（ControlNet、LoRA）	- 影视预可视化（成本降低70%）		- 版权归属界定	

生成式AI	- 视频生成（Pika、Sora） - 3D生成（NeRF、Gaussian Splatting） - 分子生成（AlphaFold 3）	- 个性化教育内容生成 - 新材料发现（周期从年缩短至天）	Midjourney、ComfyUI、Diffusers	- 深度伪造检测（AUC<0.7） - 物理规律符合性	文本到3D生成质量PSNR>28dB（NVIDIA GET3D）
边缘智能	- 模型量化（INT8训练） - 知识蒸馏（教师-学生网络） - 联邦学习（纵向/横向） - 边缘推理优化 - 差分隐私（ε<2）	- 智能驾驶（端到端延迟<50ms） - 工厂设备异常检测（准确率>95%） - 隐私医疗数据分析 - 信贷审批偏差消除（公平性提升40%）	TensorRT、ONNX Runtime、TF Lite	- 异构硬件适配 - 通信带宽限制（<100Kbps） - 安全攻击防护 - 隐私-效用权衡	1W功耗设备运行ResNet-18（30FPS）

AI伦理与治理	- 模型可解释（LIME、SHAP） - 公平性指标（统计均等、机会均等） - 红队测试	- 招聘算法去偏见 - 内容审核透明度提升	IBM AIF360、Fairlearn、Captum	- 跨文化伦理标准差异 - 对抗样本攻击成功率>30%	欧盟AI法案分类监管体系（4级风险分类）