

内容目录

第一章 半导体射频电源+AI 应用概述	3
第一节 AI 是什么?	3
第二节 AI 和半导体射频电源行业有什么关系?	4
一、AI 给半导体射频电源行业带来的变化分析	4
二、AI 给半导体射频电源行业带来的冲击分析	4
三、AI 给半导体射频电源行业带来的变革分析	5
第二章 2023-2028 年半导体射频电源市场前景及趋势预测	5
第一节 射频电源：高技术壁垒核心零部件	5
一、射频电源（RFPowerSupply）：高技术壁垒核心零部件	5
二、射频电源原理及结构	6
三、射频电源技术难点	6
四、射频电源：产业发展瓶颈及行业趋势	6
第二节 射频电源应用	7
一、射频电源在半导体领域的应用：刻蚀	7
二、射频电源在半导体领域的应用：薄膜沉积	7
三、半导体 vs 光伏 vs 面板射频电源	8
第三节 半导体射频电源市场分析	8
一、射频电源产业链	8
二、射频电源定价及毛利率	8
三、全球半导体射频电源：2022 年市场规模 7.26 亿美元	8
四、国内半导体射频电源：2022 年市场规模 0.97 亿美元，约占全球 13.31%	9
第四节 全球半导体射频电源重点企业	9
一、美国 MKS Instruments	9
二、美国 Advanced Energy	11
三、美国 Comdel	11
四、日本 DAIHEN	12
五、德国 TRUMPF Hüttinger 霍廷格电子	12
第五节 国内半导体射频电源重点企业	13
一、英杰电气	13
二、恒运昌	13
三、北方微电子	14
第六节 他山之石：论海外半导体射频电源公司如何发展的?	14
一、MKS：半导体环形等离子体源领导者	14
二、Advanced Energy：更稳定的 eVerest 系列射频等离子体发生器	15
三、半导体企业投资推迟，DAIHEN 射频发生器系统需求受到影响	15
第七节 2024-2025 年半导体射频电源市场发展前景预测	15
一、宏观经济环境	15
二、市场需求前景	16
三、行业竞争前景	16

四、政策法规影响	17
五、技术创新前景	17
六、其他前景	17
第八节 行业趋势：全球/国内 270/70 亿市场，国产替代开始提速	18
一、市场空间：国内 70 亿元市场，受益新增+存量替换需求驱动	18
二、竞争格局：美系厂商寡头垄断，国产订单已批量突破、实现国产替代	19
三、行业趋势：受制海外供应瓶颈，国产替代进程将提速	20
第三章 半导体射频电源+AI 的应用现状及前景预测	20
第一节 为什么众多企业纷纷入局 AI	20
第二节 AI 的意义和作用	23
一、AI 对企业发展的实际意义	23
二、智能化改造需求	24
三、AI 为企业创造价值的模式	24
第三节 半导体射频电源+AI 市场应用情况分析	25
一、人工智能开始发挥实际作用	25
二、人工智能渗透到整个企业中	25
三、借助人工智能快速推进自动化	26
四、利用人工智能获得更大收益	26
五、人工智能战略需要集体的转变	26
六、人工智能触发业务流程转变	26
七、机器学习操作 (MLOps) 成为现实	27
八、企业铺设人工智能通道	27
九、新的业务模式可能出现	27
第四节 2023-2028 年半导体射频电源+AI 市场发展前景	28
一、AI 给半导体射频电源行业带来的机遇分析	28
二、AI 给半导体射频电源行业带来的挑战分析	28
三、2023-2028 年半导体射频电源+AI 市场发展潜力	28
四、2023-2028 年半导体射频电源+AI 市场发展前景	29
五、2023-2028 年半导体射频电源+AI 应用前景预测分析	30
第四章 半导体射频电源制定和布局+AI 的策略建议	31
第一节 企业如何建立人工智能战略	31
一、专注于战略业务目标	31
二、通过新的、支持人工智能的业务模型产生颠覆性影响	31
三、通过合适的人来执行人工智能战略	31
第二节 人工智能时代下的企业战略分析	32
一、现阶段企业战略管理存在的问题	33
二、人工智能时代下企业战略管理的策略	34
第三节 半导体射频电源布局 AI 的发展思路及对策	36
一、构建全方位人工智能管理体系	37
二、健全治理制度:建立合规机制与规范行为	37
三、完善治理组织:明确责任归属与岗位分工	38
四、丰富治理能力:结合风险防范与前沿探索	40
第四节 半导体射频电源+AI 切入模式及发展路径分析	42
一、企业快速部署 AI 的动力非常强大	44

二、AI 成熟度：如何衡量？	45
三、不同行业应用 AI 的差距正在缩小	47
四、以传统绩效指标评价，AI 领军者表现非凡	48
五、三一集团：从“聪明工厂”到智造生态	50
六、如何成为 AI 领军者？五大成功因素	52
七、京东集团：探索 AI 前沿，沉淀 AI 实力	54
八、从实践到实效，驱动非凡价值	57
第五章 半导体射频电源《+AI 应用前景及布局策略》制定手册	58
第一节 动员与组织	58
一、动员	59
二、组织	59
第二节 学习与研究	60
一、学习方案	60
二、研究方案	60
第三节 制定前准备	61
一、制定原则	61
二、注意事项	62
三、有效战略的关键点	63
第四节 战略组成与制定流程	66
一、战略结构组成	66
二、战略制定流程	66
第五节 具体方案制定	67
一、具体方案制定	67
二、配套方案制定	70
第六章 半导体射频电源《+AI 应用前景及布局策略》实施手册	70
第一节 培训与实施准备	70
第二节 试运行与正式实施	71
一、试运行与正式实施	71
二、实施方案	71
第三节 构建执行与推进体系	72
第四节 增强实施保障能力	73
第五节 动态管理与完善	73
第六节 战略评估、考核与审计	74
第七章 总结：商业自是有胜算	74

第一章 半导体射频电源+AI 应用概述

第一节 AI 是什么？

人工智能（Artificial Intelligence），英文缩写为 AI。它是研究、开发用于模拟、延伸和

扩展人的智能的理论、方法、技术及应用系统的一门新的技术科学。

人工智能是计算机科学的一个分支，它企图了解智能的实质，并生产出一种新的能以人类智能相似的方式做出反应的智能机器，该领域的研究包括机器人、语言识别、图像识别、自然语言处理和专家系统等。人工智能从诞生以来，理论和技术日益成熟，应用领域也不断扩大，可以设想，未来人工智能带来的科技产品，将会是人类智慧的“容器”。人工智能可以对人的意识、思维的信息过程的模拟。

第二节 AI 和半导体射频电源行业有什么关系？

一、AI 给半导体射频电源行业带来的变化分析

人工智能是制造业迈向工业 4.0 和工业互联网时代的重要新兴技术能力。制造业对于人工智能技术的使用正在稳步上升。

在制造业中人工智能不断丰富和迭代自身的分析和决策能力，以适应不断变化的工业环境，帮助企业在产生大量结构化和非结构化数据的复杂生产环境中更为快速、准确地梳理参数之间的相关性，提高生产效率，优化设备产品性能，具有自感知、自学习、自执行、自决策、自适应等特征。制造业中的人工智能的本质是实现复杂工业技术、经验、知识的模型化和在线化，从而实现各类创新的工业智能应用。

人工智能还能为提升用户体验做出贡献，诸如智能客服、智能推荐、精准营销等场景深入落地到各行各业；企业有意在数字人、虚拟 NFT 等数字化营销内容创作领域布局，以创造差异化的营销体验，升级品牌形象。

二、AI 给半导体射频电源行业带来的冲击分析

从技术的行业应用而言，创新应用场景逐步增多。过去一年，中国人工智能应用保持快速发展的势头，行业应用场景较去年也更加深入和细化。除了相对成熟的应用场景之外，物流、制造、能源、公共事业和农业等在人工智能的应用方面得到快速发展，创新应用场景逐步增多。

未来五年，随着人机交互、机器学习、计算机视觉、语音识别技术达到更为成熟阶段，人工智能应用将呈现出如下发展趋势：从单点技术应用迈向多种人工智能能力融合、从事后分析迈向事前预判和主动执行、从计算智能和感知智能迈向认知智能和决策智能，以知识为主要生产工具的创作

型工作（如文字、视频、图像和音频创作，软件开发，IP 孵化等）将实现更大程度的智能化；行业企业也将持续创新，拓展数字孪生与人工智能技术的融合应用，推进在能源电力、制造、建筑等行业发展，构建虚拟工厂、数字孪生电网、数字孪生城市，加强数字与现实世界的连接，优化流程，实现全域管理，决策智能。

人工智能正在加深对实体经济的支持，产生一批成熟应用的场景，包括但不限于人员设备管理、行为预测、供需销售预测等。另外，科学家们越来越多地利用人工智能技术和方法，从数据中建立模型，重点围绕新材料研发等领域加速对前沿科学问题的探究。例如，在材料领域，科学家基于人工智能网络模型和大规模分子数据集，提升分子动力学模拟的极限，以快速、准确的方式预测新材料的特征

三、AI 给半导体射频电源行业带来的变革分析

制造业在人工智能的主要应用场景包括：交互界面智能化、质量管理及推荐系统、维修及生产检测自动化、供应链管理自动化、产品分拣等。IDC 预计，到 2023 年年底，中国 50%的制造业供应链环节将采用人工智能，从而可以提高 15%的效率。这将使企业能够更好地预测市场变化、消费趋势和习惯的变化，甚至是气候变化，进而将预测结果与库存管理相联系，帮助企业努力使库存水平贴近市场需求，促进销售，同时降低成本，把控风险。此外，诸如媒体和娱乐、游戏、建筑等行业也在加速元宇宙技术的落地和应用，基于人工智能、物联网、智能边缘等技术，满足市场对于多元化、定制化、共情化的体验，改善运营流程，加速学习、分享、创造，产生更大的经济和社会价值。实现元宇宙构想以及物理与数字世界间的互联，需要创建更多的数字资产/数字人，这对计算性能与计算资源提出新的要求。目前元宇宙基础设施的搭建已经开始起步，通过构建能够支持应用落地的人工智能算力基础设施，提升基础平台的支撑力度，为将来满足企业和用户在虚拟环境中的应用需求夯实基础。

第二章 2023-2028 年半导体射频电源市场前景及趋势预测

第一节 射频电源：高技术壁垒核心零部件

一、射频电源（RF Power Supply）：高技术壁垒核心零部件

电源：给电气或电子设备提供电力的装置，主要作用是将电网、发电机、电池等发出的一次电

能转换为可供用电设备使用的二次电能。电源按输出类型可分为直流电源和交流电源，而交流电源按照频率大小可以分为中频电源、射频电源、微波电源。

射频电源：可以产生 300KHz-300MHz 频率的高频交流电源，虽然射频的频段很宽，但半导体设备用的射频电源工作频率一般处于 2MHz 至 60MHz 之间。

射频电源应用领域：射频电源主要用于 PECVD、HDPCVD、PEALD、干法刻蚀、去胶、PVD、干法清洗等设备中，起到激发等离子体、选择刻蚀方向等作用。LED 与太阳能光伏行业、科学研究、射频感应加热、医疗美容及常压等离子体消毒清洗等领域也有应用。

二、射频电源原理及结构

射频信号源：射频信号源主要作用是提供射频信号基础频率。**放大模块：**信号放大模块通过功率放大管对基础信号进行逐级放大。每一级信号放大后，信号源产生的正弦波容易出现移相的情况，射频信号会互相抵消，需要进行信号耦合调整（调相、调频），调相、调频主要依靠耦合器件来完成。**匹配器：**当射频电源的阻抗与负载的阻抗不一致时，射频电源发出的射频信号会被负载所反射，会对射频电源造成伤害，并降低射频电源的输出效率。阻抗匹配器主要起到阻抗匹配的作用，减少被反射的射频信号。**开关电源：**开关电源主要起到将交流电整流为直流电的作用，为各模块供电。**控制模块：**控制模块会不间断对控制点的信号进行采样、检测和反馈，当出现超出正常范围的信号功率变化，控制模块会根据算法进行警报、微调。控制模块最重要的参数是采样、检测和反馈的速度，而参数的实现主要取决于芯片算力和软件算法。**显示面板：**显示面板主要作用是显示控制模块发出的信息。

三、射频电源技术难点

射频电源主要技术难点在于电源波形、频率和功率等参数稳定性的提升，以及在腔体中激发出的等离子体浓度、均匀度及相应的控制精度，稳定性与控制精度对于薄膜沉积厚度、密度、应力、速率，以及深孔刻蚀质量至关重要。由于等离子体行为在微秒以下的时间尺度上演变，射频传输系统必须能够以非常低的群延迟感知和控制事件。为此，控制通常由高速数字控制器提供复杂的 DSP(数字信号处理)和反馈/前馈控制算法。

四、射频电源：产业发展瓶颈及行业趋势

目前国内先进等离子体设备中应用的射频电源，其主要技术性能（如输出功率、频率，阻抗匹

配网络等)已和国外同类电源无甚差别,但在自动化水平、体积以及应用范畴方面还有一定差距。因而,要跟上国际水平,还需进行以下工作:1、小型化:国内射频电源采用的都是电子管或电子管、晶体管混合电路,体积较大,在对体积有要求的地方,限制了应用。因此需要采用新兴的技术、新型的元器件,使射频电源固态化,更小型化。2、阻抗自动匹配:国外的阻抗自动匹配网络已产品化,设备更趋于完善。目前国内还是手动,在一般状况下能够满足工艺请求,但操作时稍不留意仍会匹配不佳。用自动匹配取代手动是目前需要解决的工作重点之一。3、多类型:我国需开扩射频电源的应用范畴,研制多性能、多种类的射频电源,如宽频带电源、微波电源等,为电源的发展开创新的道路。

第二节 射频电源应用

一、射频电源在半导体领域的应用:刻蚀

使用化学或物理化学的方法在刻蚀对象表面去除不需要的材料,可以分为干法刻蚀(等离子刻蚀)和湿法刻蚀,目前干法刻蚀在半导体刻蚀中占主流地位,市场占比超过90%。刻蚀气体(主要是CF₄)通过气路系统通入反应腔室后,被射频电源产生的高频率电场(通常为13.56MHz)电离从而产生辉光放电,完成从气体分子到离子的转变,形成等离子体(Plasma),提高气体反应活性。射频电源是等离子刻蚀设备的核心部件,为设备提供稳定的射频源,用于电离气态的化学刻蚀剂,直接关系到反应腔体中的等离子浓度,均匀度以及稳定度。

二、射频电源在半导体领域的应用:薄膜沉积

1、PECVD:主要通过射频电源使工艺气体离子化,然后离子化后的气体通过扩散到达衬底表面,进而发生化学反应,完成薄膜生长。射频电源是PECVD镀膜设备的核心部件,为设备提供稳定的射频源,以此生成辉光放电等离子体。2、HDPCVD:是一种可以同时进行薄膜沉积与刻蚀制程的技术,极大提高了生产效率。HDPCVD设备有两个射频电源,其中一个射频电源(SourceRF)用于产生并维持等离子体,而另一个射频电源(BiasRF)用于控制反应腔中高能粒子的轰击力度和方向,从而实现在小于0.5 μm的间隙中镀膜不产生夹断和空洞。3、PEALD:将气相的前驱体A与等离子活性化的前驱体B交替地通入反应室,从而实现以单原子层的形式一层层沉积具有特殊功能的薄膜。射频电源主要为设备提供稳定的射频源来电离前驱体气体。4、PVD:磁控溅镀设备通过射频电源使工艺气体电离,产生带正电的离子,然后通过大功率DC电源产生电

磁场，使带正电的等离子体受到负电极的吸引，撞击位于负极的靶材。靶材上的原子受到撞击并脱落，最终沉积于基体表面，实现镀膜效果。

三、半导体 vs 光伏 vs 面板射频电源

光伏设备通常使用能提供较高频率（如 40KHz）的电源，半导体设备的射频电源功率在 1KW-10KW 之间（工作频率一般处于 2MHz-60MHz 之间），面板生产使用 15KW-50KW 的功率水平，和无线通讯的射频功率相比大很多，应用不同。

第三节 半导体射频电源市场分析

一、射频电源产业链

上游：射频电源的上游核心零部件如电感、变压器等，主要依靠射频电源厂商自主设计；其余非核心的零部件如 MOSFET 等主要依靠封装厂供应。中游：射频电源市场呈现国外头部企业垄断、市场集中度较高的竞争格局，目前射频电源领域尚无成熟的国内生产商。下游：射频电源的下游厂商主要为半导体及泛半导体加工设备制造商，市场集中度较高。

二、射频电源定价及毛利率

根据智研咨询数据显示，2022 年中国射频电源行业产量约为 29716 台，需求量约为 38548 台，均价约为 17.83 万元/台。以一台 12 吋刻蚀机为例，有 8 个腔，每个腔体有上电极和下电极，每个电极有一台射频和一台匹配器，共 32 台射频和匹配器。一台刻蚀机在射频电源和匹配器上的采购需要花费几百万，占一台设备总成本的 12%左右。根据英杰电气年报相关数据，其特种电源（含射频电源）总体毛利率处于 50%水平，自 2019 年至 2022 年整体呈上升趋势。2022 年，英杰电气特种电源系统的毛利率为 45.5%，特种电源装置的毛利率为 59.6%，特种电源总体毛利率为 52%。

三、全球半导体射频电源：2022 年市场规模 7.26 亿美元

全球半导体射频电源市场规模：根据 QYR（恒州博智）的统计及预测，2022 年全球半导体射频电源市场销售额达到了 7.26 亿美元，预计 2029 年将达到 14.57 亿美元，年复合增长率

（CAGR）为 11.18%（2023-2029）。地区层面，中国市场（含中国台湾地区）在过去几年变化较快，2022 年市场规模为 96.6 百万美元，约占全球的 13.31%，预计 2029 年将达到 188.52 百万美元，届时全球占比为 12.94%。未来几年，亚太地区的重要市场地位将更加凸显，除中国外，日本、韩国、印度和东南亚地区，也将扮演重要角色。此外，未来六年，预计德国将继续维持其在欧洲的领先地位。全球半导体射频电源生产地区分布：根据共研产业咨询披露的数据，2022 年，全球半导体射频电源重要生产区域是北美、日本，合计占据全球近 60% 的市场份额，其中北美占全球的 36.04%，日本占全球的 23.17%。

四、国内半导体射频电源：2022 年市场规模 0.97 亿美元，约占全球 13.31%

国内半导体射频电源市场规模：随着国内半导体行业的持续稳步发展，中国半导体射频电源市场规模仍将保持着强劲的增长态势。根据共研产业咨询的统计及预测，2022 年中国半导体射频电源市场规模为 0.97 亿美元，约占全球的 13.31%，预计 2023 年将达到 1.10 亿美元，约占全球的 14.23%。根据智研咨询数据，2022 年中国射频电源行业产量约为 29716 台，需求量约为 38548 台。

国内相关企业：国内射频电源基本依赖进口，主要研发单位主要包括北京北广科技股份有限公司、四川英杰电气股份有限公司、江苏神州半导体科技有限公司、深圳恒运昌真空技术有限公司等。随着半导体设备国产化的不断推进，国产零部件厂商逐步崭露头角，恒运昌、英杰电气、北广科技等射频电源企业在下游设备厂商的支持下逐步成长，在射频电源产品供应方面实现批量订单的突破。

第四节 全球半导体射频电源重点企业

一、美国 MKS Instruments

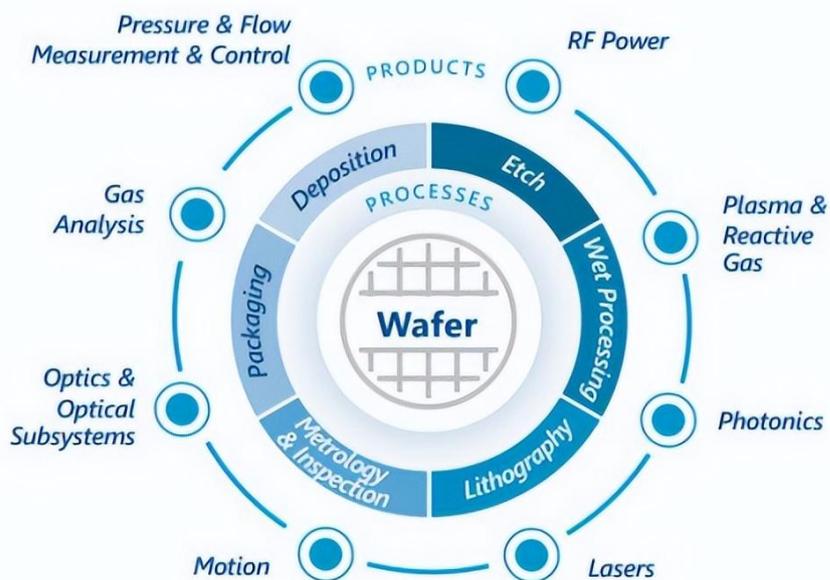
全球半导体射频电源龙头，下游覆盖半导体、电子封装、特殊工业 3 大领域

MKS Instruments 成立于 1961 年，是全球领先的射频电源及等离子体源供应商，旨在提供集前沿半导体制造、先进电子与特种工业三位一体的先进制造设备解决方案。近年来，MKS 在半导体领域的市场份额排名全球第一。自 2001 年收购 Emerson Electric 的 ENI 部门后，MKS 在等离子体配套射频电源及监控仪器上迅速抢占市场份额；2021 年收购加拿大半导体光学传感器供应商 Photon Control，进一步提升半导体晶圆制造中刻蚀与薄膜沉积设备中用于温度控制的光学传感器

地位；同在 2021 年，公司收购工艺化学品和先进电镀解决方案公司 Atotech，合并后公司可优化 PCB 互连，在先进电子市场为客户提供互补的解决方案。

公司有三大目标市场：①半导体领域：公司基本实现全流程覆盖，形成了以晶圆制造为核心的设备生态系统，服务于薄膜沉积、蚀刻、清洗、光刻、计量和检测、封装业务。主要产品包括功率传递产品，例如微波，功率传递系统，射频匹配网络以及用于为蚀刻，剥离和沉积过程提供能量的计量产品；以及等离子和反应气体产品。②电子及封装市场：公司提供激光器和基于激光器的系统，用于测量和分析的光子仪器以及用于测试和测量的生产设备。③特殊工业市场：MKS 掌握工业技术、生命科学、国防工业领域的专有技术。工业技术涵盖汽车功能性涂层、人造金刚石制造、激光二极管制造等；生命科学产品应用于生物成像、医疗器械消毒、医疗设备制造；国防工业则分为材料科学、物理化学、光学、电子材料和国防用监控等。

图 15: MKS 半导体产业生态



2022 年公司营业收入达 35.47 亿美元，过去三年营收 CAGR 为 15.04%，同比增长 20.24%；净利润 3.33 亿美元，同比下降 39.56%。

MKS 在射频电源技术处于领先地位，2MHz 射频等离子发生器功率最高达 13KW，可实现高频、多点位脉冲应用以及快速阻抗调整，并集成 VI 传感器实现功率精度的数字化控制；另有 13.56MHz 的集成式单板高效率射频等离子发生器，利用风冷封装技术实现低成本。测试中，该产品直流至射频转换效率超过 85%。区别于自动频率调谐(AFT)算法，MKS 的专利 DFT（动态频率调谐）算法在多

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/376113102122010134>