



中国制造新力量——智能制造 之先进制造研究报告

亿欧智库 www.iyiou.com/intelligence

Copyrights reserved to EO intelligence, May 2018

前言

近几年，随着《中国制造2025》的发布，以及中国制造业整体的转型升级，智能制造加速发展，不少细分领域都孕育着新机遇。尤其是最近一两年，人工智能、物联网等新技术也开始向工业领域渗透，一批先进制造相关创业公司获得了资本的支持，在多方因素推动下，先进制造领域或将迎来新的变局。

如今先进制造领域新势力都有哪些，又将如何推动智能制造业的发展，存在哪些机遇与挑战？为了回答这个问题，亿欧智库选取了先进制造领域中的先进机器人、工业视觉以及工业互联网/物联网几个重点方向，通过对数百家相关企业的梳理与研究，以及与相关投资人、从业者深入交流，提炼整理了这些领域中主要的新兴公司及新兴产品技术方向，对这些新兴领域的发展现状进行了分析，总结了其各自发展的机遇与挑战，希望能够对行业人士有所帮助。

报告完成过程中，得到了来自众多行业企业及机构专业人士的指导与帮助，在此一并表示感谢（按首字母拼音排名）：

阿里云ET工业大脑、阿童木机器人、阿丘科技、博创科技、德联资本、Energid Technologies、高工机器人网、国科嘉和、华制智能、黑湖智造、昆仑数据、酷特智能、珞石机器人、梅卡曼德、木蚁机器人、熵智科技、树根互联、天鹰资本、西门子、壹佰分地板、优傲机器人、用友软件、中船重工707所、中国电子学会、中科院天津所等。

目录

CONTENTS

Part1. 智能制造之先进制造研究背景

Part2. 工业机器人五大新方向

- 2.1 轻型工业机器人
- 2.2 核心零部件国产化
- 2.3 人机协作
- 2.4 新技术AGV
- 2.5 复合机器人

Part3. 工业视觉三大新方向

- 3.1 机器人3D视觉
- 3.2 AI视觉检测
- 3.3 动态视觉传感器

Part4. 工厂数字化与智能化新方向

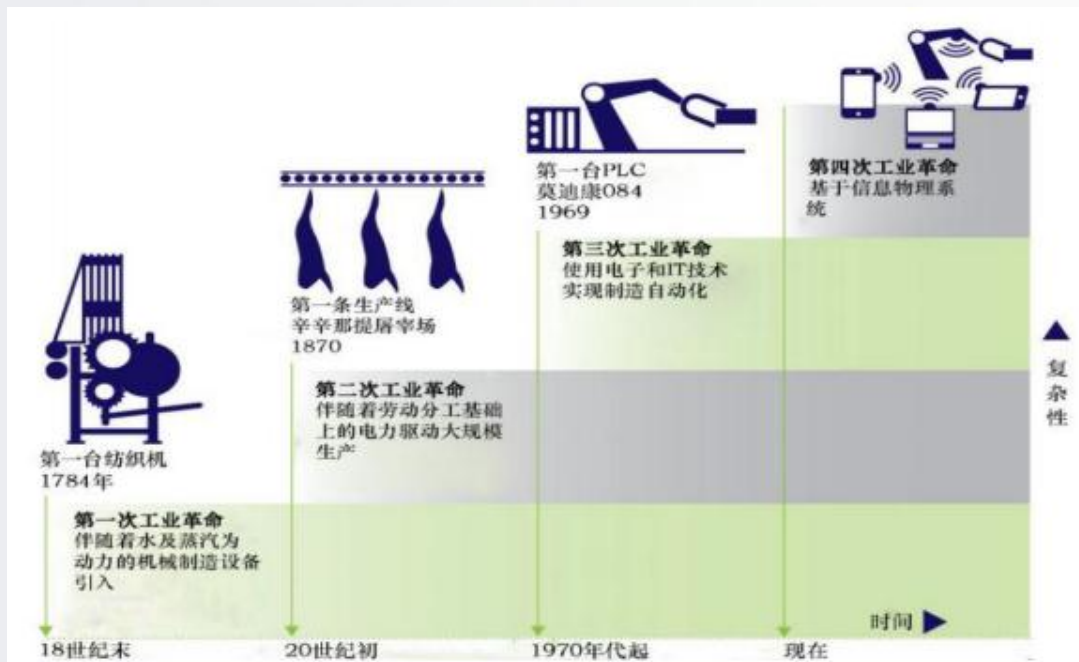
- 4.1. 设备接入与数据采集
- 4.2 数据打通与直接应用
- 4.3 数据智能分析与应用
- 4.4 工厂与消费者、行业的连接

Part5. 先进制造新势力的机遇与挑战

Part1. 智能制造之先进制造研究背景

- ◆ 在信息化大背景下，工业与信息化的融合，催生了新的工业发展形态。各主要工业国为此分别提出了各自的新型工业化战略：德国提出工业4.0，美国提出先进制造业发展计划，日本提出工业价值链等。
- ◆ 围绕实现制造强国的战略目标，经李克强总理签批，国务院于2015年5月19日正式印发《中国制造2025》。《中国制造2025》是我国实施制造强国战略第一个十年的行动纲领，主题是促进制造业创新发展，中心是提质增效，主线是加快信息化和工业化深度融合，**主攻方向是智能制造。**

德国《实施“工业4.0”战略建议书》描述的工业革命四个阶段



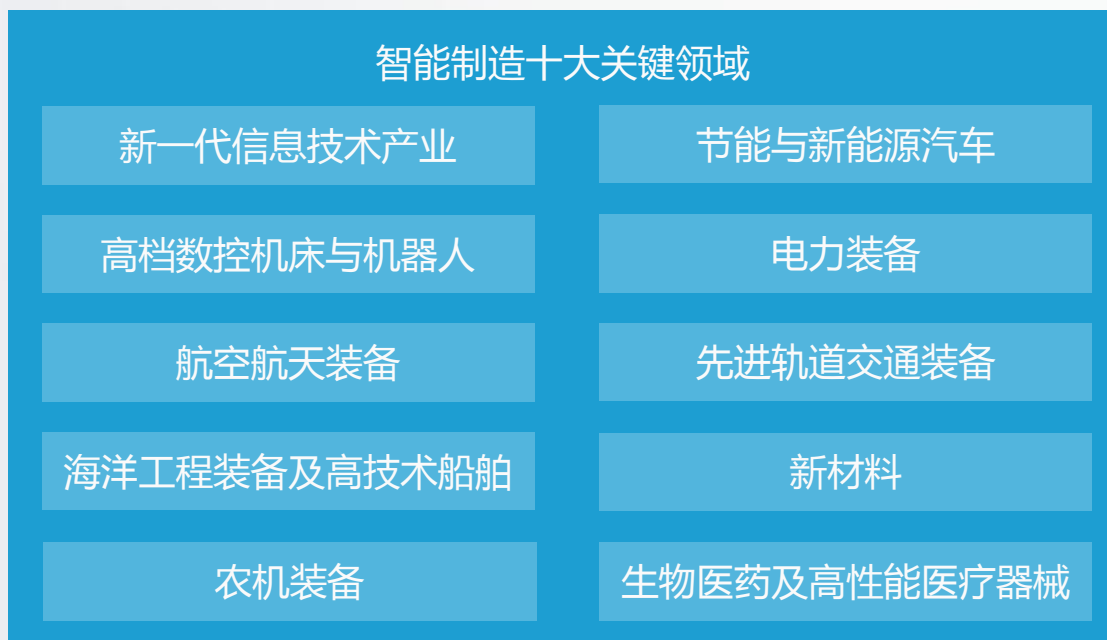
来源：德国《实施“工业4.0”战略建议书》，红塔证券

亿欧 (www.iyiou.com)

中美德先进制造业战略对比

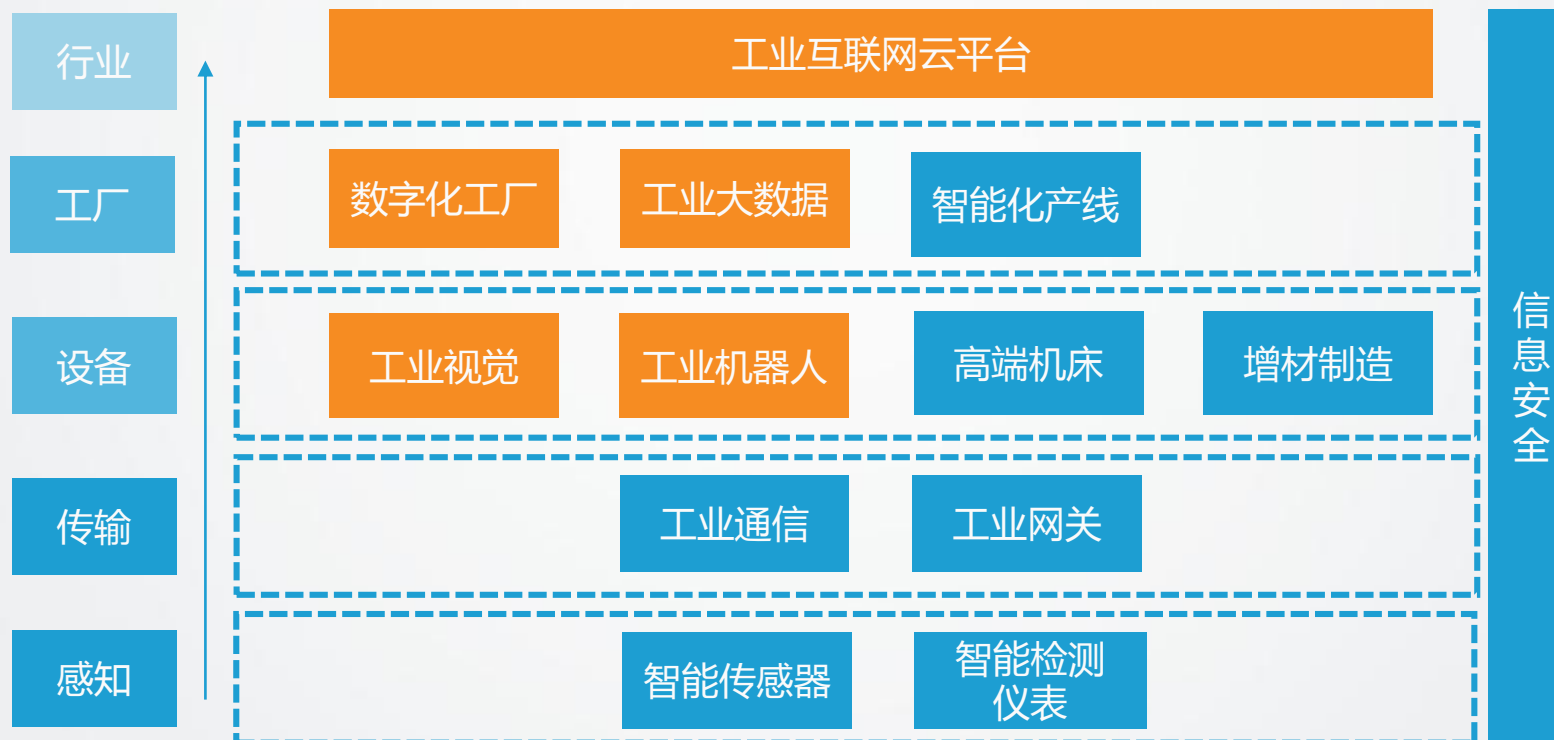
	美国先进制造业发展计划	德国工业4.0	中国制造2025
发展基础	制造业信息化全球领先，尤其在软件和互联网方面，全球10大互联网企业占有6个	工业自动化领域全球领先，精密制造能力强，高端装备可靠性水平高	制造业总量大，水平参差不齐。互联网应用基础好，全球10大互联网企业占有4个
战略重点	关注设计、服务等价值链环节，强调智能设备与软件的集成和大数据分析	着眼高端装备，通过CPS推进智能制造	提高国家制造业创新能力，推进信息化与工业化深度融合，强化工业基础能力，加强质量品牌建设，全面推行绿色制造
重点方向	加大技术创新投资，建立智能制造体系，培育“再工业化”主体	建立智能工厂，实现智能生产	智能制造作为主攻方向
技术举措	工业互联网	CPS	两化融合

- ◆ 相比于已经有完善工业体系，重点大力发展互联网的德国、美国，中国制造业大而不强，在基础材料、基础工艺和产业技术等基础领域还有待提高，中国制造业企业有的尚处在工业 2.0 阶段，部分达到3.0 水平，“中国制造业 2025”的重点既需要谋划工业 4.0、抢占技术高地，还需要弥补基础不足和历史欠账。
- ◆ 《中国制造2025》明确了智能制造十大关键领域，并提出着力发展智能装备和智能产品，**推进生产过程智能化**：组织研发具有深度感知、智慧决策、自动执行功能的高档数控机床、工业机器人、增材制造装备等**智能制造装备**以及**智能化生产线**；突破新型传感器、智能测量仪表、工业控制系统、伺服电机及驱动器和减速器等**智能核心装置**。



- ◆ 智能制造细分概念范围很广，涉及很多行业，报告重点关注其中先进制造，即智能化生产部分。智能化生产由下而上大致分成感知、传输、设备、工厂、行业五层，本次报告重点关注其中当前相对热门的部分，即下图橙色部分，大体分为三类：工业机器人、工业视觉、工业数字化与智能化(数字化工厂、工业大数据、工业互联网云平台等)，关注这些领域近几年的新兴技术及发展方向，涉及相关新兴公司、新兴技术产品或新兴探索案例。重点探讨这些领域的新方向在哪里，当下发展情况如何，面临的机遇与挑战等。

亿欧智库：先进制造的领域划分

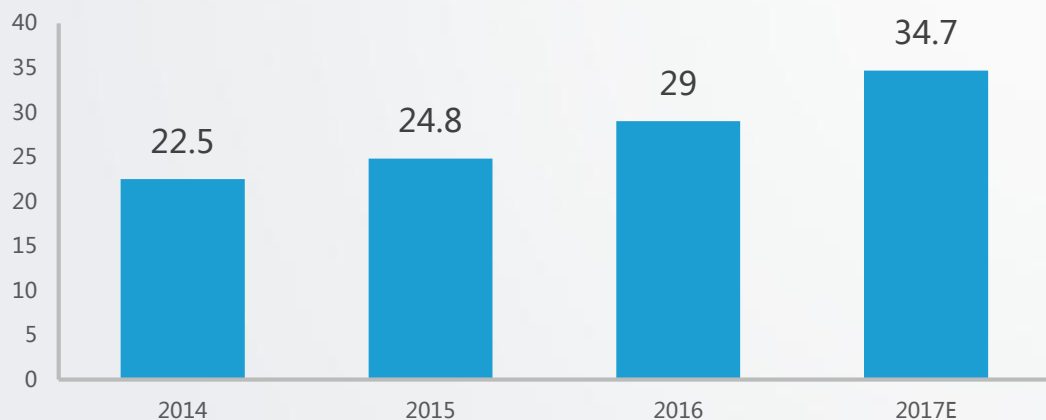


Part2. 工业机器人五大新方向

一、市场整体需求上涨

- ◆ 2010年以来，全球工业机器人的市场需求稳步增长，据国际机器人联合会IFR统计，2011-2016年间，工业机器人市场平均以每年12%的速度增长，尤其**2016年增速达到16%，创历年新高。**
- ◆ 中国近几年已经成为全球最大的机器人市场，占全球销量接近1/3。中国机器人市场近几年增速也显著高于国际水平。据IFR统计，2014年以来，中国机器人市场销量年均增长率接近30%。多家机构普遍预计2017年中国市场工业机器人销量将超过11万台。
- ◆ 2017年，国内外机器人厂商和核心零部件厂商都出现了延长供货期的情况，**整个市场出现供不应求状态**，国内外机器人及核心零部件厂商2017年都在投资扩大产能。行业多信息渠道都反映，**2017年多家机器人厂商销量较去年实现了翻倍**，最终数据可能高于预测值。

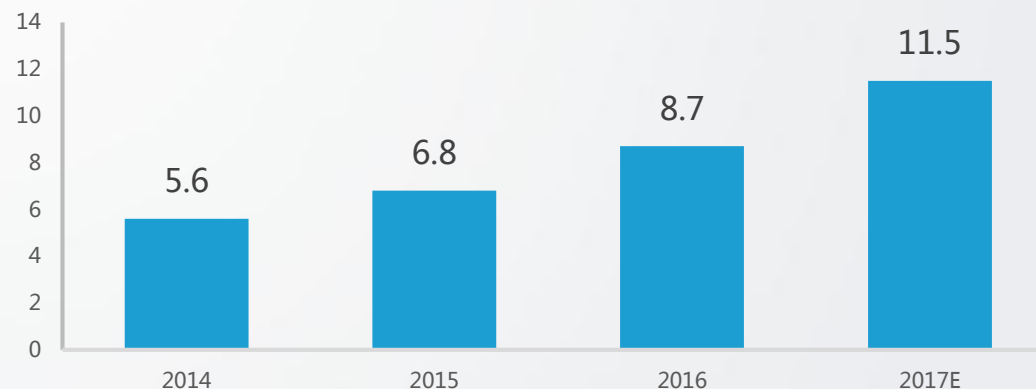
亿欧智库：2014-2017年全球市场机器人销量(万台)



来源：IFR、亿欧智库

亿欧 (www.iyiou.com)

亿欧智库：2014-2017年中国市场机器人销量 (万台)

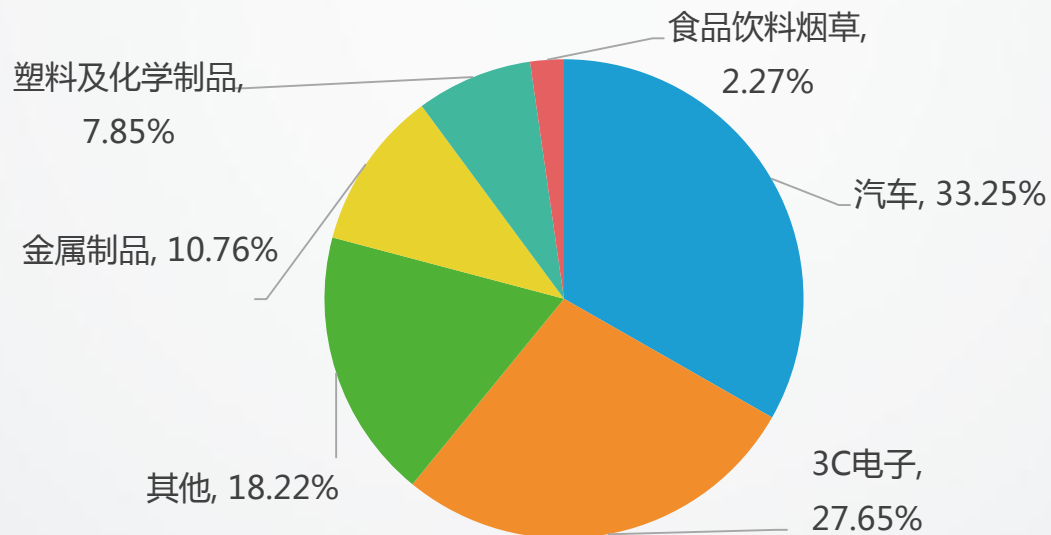


来源：IFR、亿欧智库

亿欧 (www.iyiou.com)

- ◆ 国际上3C和电子设备是仅次于汽车的第二大机器人应用领域，且逐年份额上升，2016年时达到31%（IFR）。而据高工产业研究院GGII统计，2017年中国工业机器人需求量前两大行业汽车（整车及零部件）和3C电子，市场占比分别33.25%、27.65%。相比2016年，3C电子行业市场占比增长了4个百分点，但距离全球水平仍有差距。
- ◆ **中国3C市场的需求预计还将高速增长。**我国是全球3C制造业中心，产能达到全球的70%，但自动化设备渗透率很低，约15%-25%。虽然3C市场本身增长趋于平稳，但市场存量庞大，且产品更新换代快，设备换代速度也在加快，近些年3C行业固定资产投资增速远超行业增速，释放出巨大市场机会。随着近两年技术水平提升，加上性价比和本土化服务优势，国产机器人抢占3C领域增量市场的机会巨大。除了3C，中国还有数量庞大的劳动力密集型产业，在人口红利逐渐消失，且国内市场定制化需求高的情况下，给机器人带来了巨大的市场机遇。

亿欧智库：2017年中国机器人应用行业分布



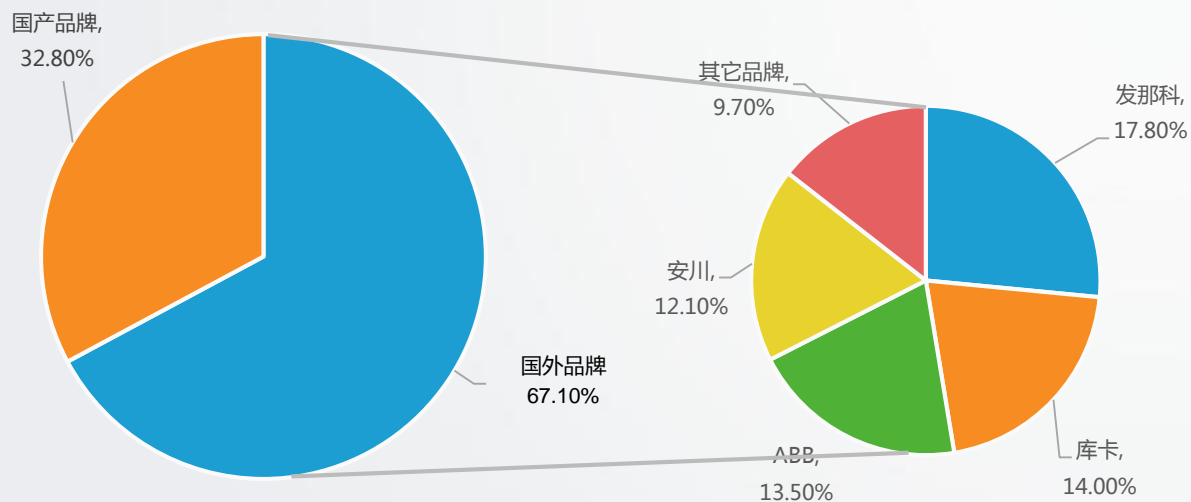
来源：GGII，亿欧智库

亿欧（www.iyiou.com）

二、国产替代加速

- ◆ 机器人本体方面，过去我国机器人市场主要被四大家族：ABB、库卡、发那科、安川占据。近两年国产机器人发展迅速，市场份额有所上升，但离四大家族差距仍明显。随着国产机器人技术产品水平持续进步，国产机器人逐步替代国外产品的空间还很大。
- ◆ 核心零部件占据了机器人成本的70%左右，国外品牌依然占绝对主导。以减速器为例，纳博特斯克和哈默纳科市场份额逐年小幅下降，但2016年时仍旧占据73%的市场份额。近两年一大批国产减速器量产上市，并开始获得国产机器人本体厂商的应用。伺服系统国外市场份额达到75%，控制器市场国外市场份额50%左右，仍有很大的国产替代空间。
- ◆ 3C行业对小负载机器人的需求量上升，且对机器人性能要求稍低，也给了国产机器人很好的抢占市场的机会。

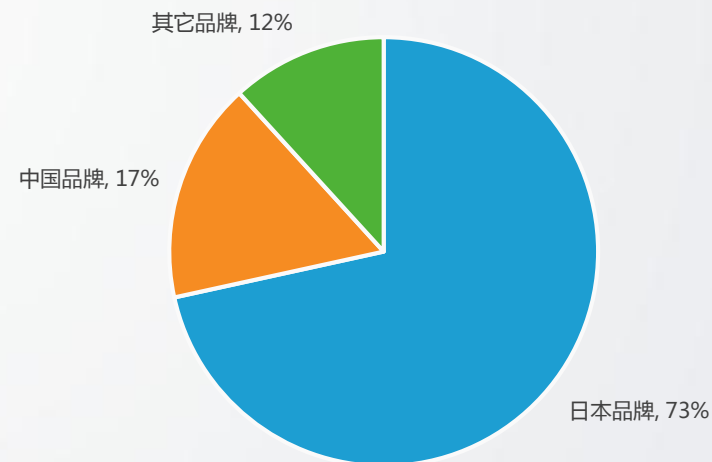
亿欧：2016年中国工业机器人市场份额（百分比）



来源：前瞻产业研究院、亿欧智库

亿欧 (www.iyiou.com)

亿欧：2016年中国精密减速器市场份额分布



来源：GGII、亿欧智库

亿欧 (www.iyiou.com)

三、新兴技术产品

- ◆ 随着技术本身的进步，机器人也在朝着**更强的感知能力、柔性控制、网络协作**等方向发展。中国在感知、认知等技术方面创新氛围和资本环境较好，与国外起点接近，使得国产机器人在新技术方面有很大机会。
- ◆ 以下列举了5个近几年的重要机器人新兴技术产品方向。其中前4个后文会具体介绍。软体机器人科技与柔触科技的柔性夹爪在食品行业应用较多，但总体市场可能还不大。此外，工业视觉与机器人也是近两年重要新兴方向，将主要在报告第三章介绍。机器人多机协同作业也是重要发展方向，不少国内企业，如正特股份、格力智能、沃迪智能等都展示过的相关案例。

协作机器人



动力外骨骼



自由引导AGV



复合机器人



柔性夹爪



◆ 综合市场层面和技术层面各因素给机器人市场带来的变化，亿欧智库认为机器人领域应当重点关注**五大新兴方向**：

轻型工业机器人



核心零部件国产化



人机协作



新技术AGV

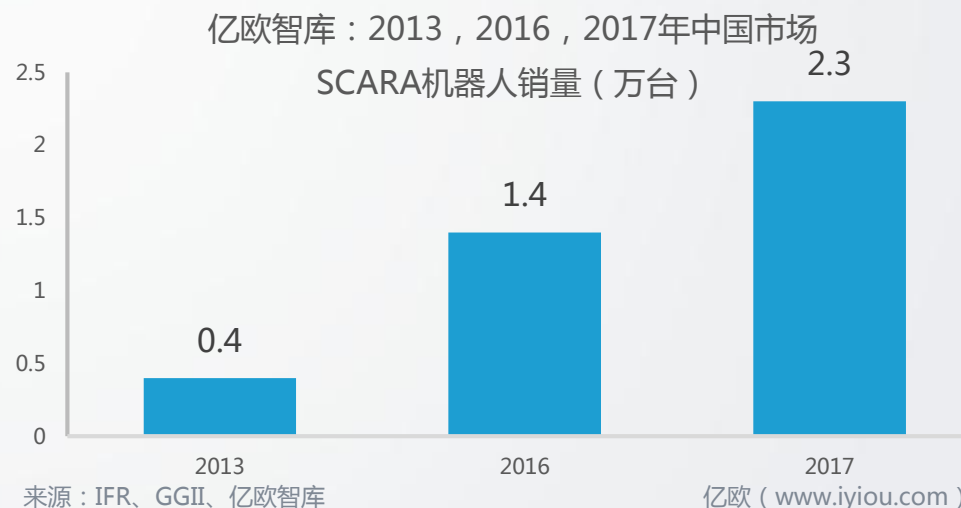
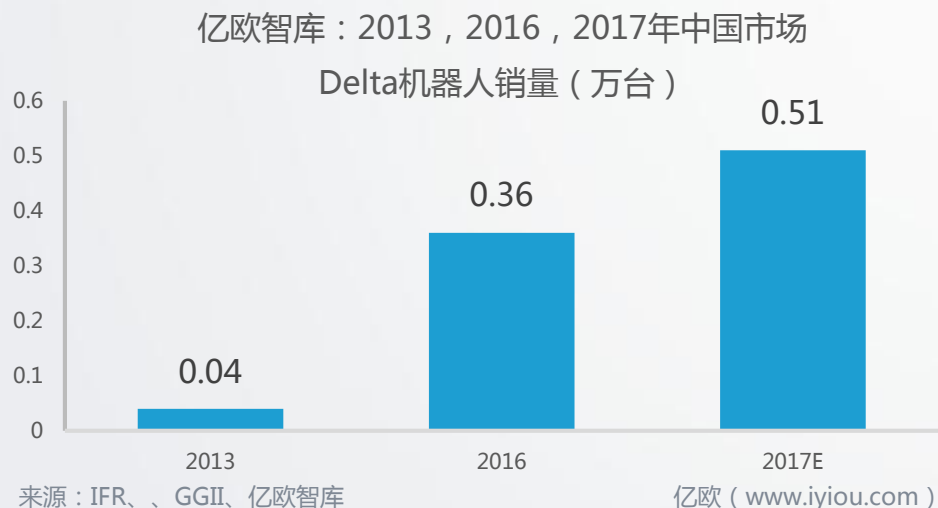


复合机器人



2.1 轻型工业机器人

- ◆ 在中国制造产业升级，机器换人的大背景下，近两年，3C、家电、食品等众多行业对机器人需求显著增长。负载10kg以下的小负载多轴机械臂、DELTA并联机器人、SCARA机器人、协作机器人等过去相对小众、销量较少的轻型工业机器人，在这类行业应用较多，近两年都实现了显著增长，复合增速普遍在40%以上，高于工业机器人整体增速。
- ◆ 以并联机器人为例。据GGII数据，2016年中国市场并联机器人销量3600台，预计2017年销量达到5100台，同比增速超过40%。而据IFR数据，2013年时中国并联机器人销量还只有493台。SCARA机器人也出现类似情况。据IFR数据，2013年时SCARA机器人中国销量只有4262台。而据GGII数据，2014-2017年期间，SCARA机器人年均复合增长率为47.45%。2017年，中国市场SCARA机器人销售量2.3万台，同比增长75.57%。
- ◆ 随着中国年轻劳动人口逐年减少，以及越来越多的年轻人不愿意在工厂当工人，中国未来或许有越来越多的行业将开始应用机器人。



- ◆ 11-13年之前，国产轻工业机器人较少，13年以后，新松，华盛控等，翼菲自动化等越来越多国内厂商开始推出轻型工业机器人，不过目前SCARA、DELTA等较成熟的机器人，市场仍占主要由国外厂商主导。据GGII数据，16年国产DELTA机器人市场份额只占25%左右。
- ◆ 但近几年国内轻型工业机器人发展迅猛，诞生了一批技术能力较强的新兴机器人公司，如珞石机器人、李群自动化等，获得了资本的助推，发展迅速。国内新兴机器人厂商产品性能逐渐逼近国外机器人，凭借着较低的价格、能够针对国内需求进行个性化定制的能力，快速扩展市场，并逐步抢占国外产品市场。李群自动化曾表示，17年上半年订单销售额同比增长了5倍以上。
- ◆ 最近几年，资本对轻型工业机器人的热情在增加，不少轻型工业机器人企业（不含协作机器人企业，后文专门介绍）获得了融资。

亿欧智库：近几年部分获得融资的轻型工业机器人企业（不含协作机器人）

公司名称	最近融资轮次	融资时间	成立时间	主要产品	投资方
李群自动化	B轮	2016年	2011年	并联机器人 SCARA机器人	B轮：赛富基金；A轮：红杉中国、明势资本 天使轮：明势资本
翼菲自动化	B轮	2017年	2012年	并联机器人	B轮：蓝图创投，信中利资本、易一资本、豪迈资本以及东可可资本、常春藤资本 首轮：英飞尼迪、数元创投、常春藤资本
阿童木机器人	A轮	2017年	2013年	并联机器人	深创投、海达创投
珞石机器人	A轮	2017年	2015年	多轴机器人	A轮：清科银杏、德联资本；Pre-A轮：德联资本等 天使：孝昌水木投资、梅花天使、天使汇
若贝特	Pre-A轮	2017年	2015年	并联机器人	梅花天使

来源：公开数据整理，亿欧智库

亿欧（www.iyiou.com）

◆ 部分国内轻型工业机器人企业



- ◆ 近几年获得融资的轻型工业机器人中，除了协作机器人，不少是并联机器人。并联机器人发展较早，09年左右发那科就推出了M-3iA系列。11-13年左右，新松、华盛控等也推出了一批产品。当前市场上既有上市公司，也有新三板公司，还有成立较晚，但在近年获得了融资的阿童木机器人、翼菲自动化等公司。
- ◆ 并联机器人四大技术指标：自身的重量，负载，重复定位精度，节拍速度，分别决定了机器人安装的难易程度，运用范围的广度、动作完成的标准度以及完成工作的速度。国产并联机器人精度、自重、节拍速度等方面已经接近ABB等国外厂商，大负载方面还有些差距。
- ◆ 大负载和视觉是近年并联机器人的主要发展方向。之前大部分并联机器人负载小于6KG，近两年也开始出现更大负载的产品。视觉可以帮助机器人实现有选择的分拣与搬运，是并联机器人另一个发展方向，发那科的机器人很早就嵌入了视觉功能，国产机器人在视觉方面比国外还有差距，但也在迅速追赶中。

亿欧智库：部分并联机器人技术指标对比

公司名称	进入市场时间*	典型产品型号	最大负载 (Kg)	速度	重复精度 (mm)
ABB	1998年	IRB 360系列	1/3/6/8	140次/分 (3kg负载)	0.1
发那科	2009年	M-1iA/M-2iA/M-3iA	0.5/3/12	200次/分 (1kg负载)	0.02-0.03
爱德普	2009年	Quattro S650Hs/S650H/s800H	1/6	160次/分 (1kg 负载)	0.1
华盛控	2011年	WSC-500D/600D/800D/1000D	2	100次/分 (2kg负载)	0.2
广州数控	2011年	C3-1100/C4-800/C4-1000	3	150次/分 (1kg负载)	0.1
翼菲自动化	2012年	迅翼-360/1100/1700	3/6	120次/分 (3kg负载)	0.1
新松	2013年	SRBD500/1100/1600	3/8/15	170次/分	0.05
阿童木	2013年	2轴钻石/钻石+系列 3轴金刚W/P/M/PM系列 4轴闪电	0.5/1/1.5/3	4/6 m/s	0.1
若贝特	2015年	RB-Delta-500/800/1200	1/3/6	170次/分	0.05

来源：公开资料整理，亿欧智库

亿欧 (www.iyiou.com)

注*：进入市场时间指的是：若贝特、阿童木机器人、易菲自动化指公司成立时间，其余为首次推出并联机器人时间

2.2 核心零部件国产化

- ◆ 精密减速器将伺服电机输出的转速降到工业机器人各部位需要的速度，提高机械体刚性的同时输出更大的力矩，主要应用在工业机器人关节上，确保工业机器人很高的定位精度和重复定位精度。与通用减速器相比，机器人关节减速器要求具有传动链短、体积小、承载能力大、质量轻和易于控制等特点。
- ◆ 大量应用在关节型机器人上的减速器主要有两类：RV减速器和谐波减速器。两种减速器中RV减速器应用较谐波减速器更多。

RV减速器

应用：主要用于小型机器人或大型机器人末端,一般被放置在小臂、腕部或手部

特点：体积小、重量轻、承载能力大、运动精度高,单级传动比大



主要国内厂商：双环传动、南通振康、恒丰泰、秦川机床，武汉精华，山东帅克，飞马传动，中船707所，渭河工模具，华恒股份，智同精密，格力智能技术研究院等

谐波减速器

应用：一般被放置在机座、大臂、肩部等重负载的位置

特点：更高的疲劳强度、刚度和寿命,缺点是重量重,外形尺寸较大



主要国内厂商：苏州绿的、北京谐波传动所，来福谐波、北京裕智、台邦、大族电机、中技美克、宏远皓轩等

- ◆ 前几年，世界精密减速器75%的市场被日本的纳博特斯克（Nabtesco，后文简称纳博）和哈默纳科（Harmonic Drive，后文简称HD）占领，其中纳博生产RV减速器，约占60%的份额，HD生产谐波减速器，约占15%的份额。住友、新宝等国外品牌也有一定的份额。
- ◆ 近两年，伴随着中国市场工业机器人销量持续高速增长，对核心零部件减速器的需求也迅速上升，但纳博和HD对市场的响应不够快，导致**2017年国内减速器市场出现了交货期延长的缺货情况**，给了国产厂商难得的机遇。同时，由于新增需求很多来自小负载机器人，对减速器的要求较之前的大负载机器人产品稍低，也给了国产减速器厂商有利的机会。
- ◆ 难得的市场窗口期，加上过去2年的产品测试和磨合，2017年，国产减速器市场取得了较大的实质性突破。国产主要减速器厂商销量增长明显，几乎都实现了翻番，也有多家一线国产机器人本体厂商开始批量采购国产减速器产品。

亿欧智库：2017、2018年部分减速器厂商业绩情况

减速器厂商	主要产品类型	业绩情况
双环传动	RV减速器	2018年埃夫特将向其采购10000套减速器
聚隆机器人减速器	RV减速器	2017年与埃夫特签订180万元采购合同
南通振康	RV减速器	2017年出货量增长120%，RV减速器已被埃夫特、凯尔达、欢颜等机器人厂商部分采用 欢颜自动化向其采购1.5万台减速机
恒丰泰	RV减速器	2017年RV减速器已经被埃夫特、博实自动化等部分采用
苏州绿的	谐波减速器	2017年减速器出货量同比增长近100%

- ◆ 面对2017年显著的市场需求，纳博以及国内不少减速器厂家也都在加紧扩张产能。不少新兴厂商、高校企业联合体、甚至军工企业，也趁机加入到了减速器的竞争中来。例如宏远皓轩和北京工业大学联合成立了高精度谐波减速器联合研发中心；中船重工707所推出了机器人用RV减速器；苏州奇步机器人推出了非RV和谐波的QB构型减速器，在减小体积和重量的同时达到了较大的减速比，瀚晟传动也研发了非RV和谐波的MRG传动技术。随着入局厂商增多，市场竞争无疑将加剧。2018年，来福谐波获得了近亿元A轮融资，资本也开始助力市场加速。
- ◆ 总体而言，虽然近几年我国制造业企业的实力普遍在上升，国产减速器厂家已经可以购买与纳博、HD相同的高端设备，但在设计、材料、热处理、加工工艺等方面，国内厂家还存在不足，体现在产品的噪音、寿命、温升、传动效率等方面，比起国外产品还是有差距。不过随着市场加速发展，国产产品和国外产品的差距或将逐渐减小，国产替代的序幕初步拉开。

亿欧智库：2017,2018年部分减速器厂家产能扩张计划

减速器厂家	主要产品类型	产能扩张规划
纳博特斯克	RV减速器	预计2018年全球产量提升为84万台，常州工厂产能提升为20万台
双环传动	RV减速器	募集资金3亿元投向RV 减速器项目，规划建成3年后完全投产，年产6万台
恒丰泰	RV减速器	2017年下半年扩产，预计2018年产能达2万台
秦川机床	RV减速器	机器人关节减速器数字化车间已于2017年初交付使用，预计年产量达6万件
力克精密	谐波减速器	2017年引进设备进行扩产

来源：公开资料整理、亿欧智库

亿欧 (www.iyiou.com)

- ◆ 电动伺服驱动系统通常由伺服电机以及伺服驱动器组成，是工业机器人的必不可少的关键零部件，是利用各种电机产生的力矩和力，直接或间接地驱动机器人本体，以获得机器人的各种运动的执行机构。伺服电机主要可分为交流伺服系统和直流伺服两大类。多轴工业机器人主要使用交流伺服系统，协作机器人则多使用直流伺服系统。
- ◆ 有数据显示，目前国外品牌占据了我国交流伺服市场近80%的市场份额。其中，日系产品以约50%的市场份额居首，欧系产品份额约30%。中国企业约占10%。最近几年，受益于工业机器人市场整体快速增长，国产伺服也迎来新的机遇。
- ◆ 据高工机器人网，当前，我国伺服电机自主配套能力已现雏形，产品功率范围大多在22kW以内，技术线上与日系产品接近，较大规模的伺服品牌有20余家，如汇川技术、埃斯顿、广州数控等。但伺服核心技术，信号接插件的可靠性，多圈绝对值编码器严重依赖进口等问题，还需要国产厂商持续努力。



松下的伺服电机和伺服驱动器

国外伺服厂商：



国内伺服厂商：



- ◆ 机器人控制器由机器人控制器硬件和控制软件组成，是机器人控制的核心大脑。控制器的主要任务是对机器人的正向运动学、逆向运动学求解，完成机器人的轨迹规划任务，实现高速伺服插补运算、伺服运动控制。机器人核心零部件中，**控制器、软件一般由机器人本体厂家自主设计研发，是本体厂商自己掌握的核心技术**，国外各大品牌机器人均采用自己的控制系统。国内机器人本体厂商过去比较欠缺控制技术，近年来通过自主研发或海外并购的方式，补全控制技术。
- ◆ 国内企业机器人控制器产品已经较为成熟，**是机器人产品中与国外产品差距最小的关键零部件**。国产和国外厂商基本平分市场。由于硬件大多都是外购，几乎都能买到相同的硬件，软件往往成为工业机器人控制器的核心，国内机器人控制器和国外厂商的差距，也主要在控制算法和二次开发平台的易用性方面。
- ◆ 除了固高科技、卡诺普、众为兴等传统机器人控制器厂商在持续提升产品，近几年也有不少国内新兴机器人公司，从控制器出发，进入机器人本体领域，如珞石机器人、智昌集团等。17年9月，智昌实业控制器一经发布，川崎机器人便与其签订了1000台的采购合同。



机器人控制器

国外控制器
厂商：



国内控制器
厂商：



◆ 在自动化应用水平逐步提高的趋势下，用户对控制系统和伺服驱动系统的需求越来越多样化、细分化、个性化。为使伺服驱动系统的设计更加功能化，驱动控制一体化成为伺服驱动系统的新发展方向。目前市面上的控制柜，驱动器和控制器处于分离的状态。驱控一体具体指集成运动控制器、驱动器控制电路、工控机管理功能、示教盒的 CPU 处理及安全控制卡功能为一体的运动控制器。驱控一体化的控制柜**占用空间更小，成本更低**，对于在向小型和轻量化发展的轻型工业机器人，有比较大的价值。

◆ 驱控一体的优势：

节约空间

轻型机器人的轻量化对空间要求在变，驱控一体刚好可以节约空间

成本降低

部分行业人士表示，驱控一体的产品，成本可以降低20-50%

性能更好

通过高速通信，控制系统直接获取机械臂各种信息，能够做到反馈提前，从而把工作做得更好



◆ 驱控一体的三个级别：

硬件级	总线级	CPU级
将伺服驱动器和控制系统捆绑在一起，没有解决信息共享问题	控制和伺服采用板载并行总线，驱动器跟控制器能实现数据共享，并且形成闭环回路	核心控制系统CPU和各个单轴CPU整合为一个控制CPU

- ◆ 国外桌面型机器人做的比较好的企业，如雅马哈、发那科等，都是用的“驱控一体”设备。国内近两年也有很多企业开始推出驱控一体的产品。
- ◆ 做驱控一体的产品，企业必须同时具有控制系统和驱动器的开发能力。然而，国内能够单独将控制系统或者伺服电机驱动器做好的企业本来就不多，而要把两者整合到一起，对企业来说更是难上加难。不少国内企业的驱控一体多停留在硬件级，做到总线级的较少。
- ◆ 目前国产的“驱控一体”总体处于初级阶段，**主要还是小功率机器人上应用较多**，在大功率级别机器人领域还是空白。此外，国内设备还普遍存在产品可靠性问题，“驱控一体”产品暂时没有达到控制系统和驱动器分离的架构的可靠性水平。随着轻型工业机器人进一步向小型化发展，或许未来轻型机器人驱控一体或将越来越多，进一步小型化，占地面积和空间进一步缩小。
- ◆ 部分研发驱控一体的厂商：



2.3 人机协作

- ◆ 传统工业机器人使用时，为了安全，需要与人进行隔离。而协作机器人集成了安全检测功能，在遇到碰撞时，关节将沿相反方向运动或完全停止，以避免造成伤害，**可以与人协同工作**。1996年，西北大学的两位教授（J. Edward Colgate and Michael Peshkin）首次提出了协作机器人（cobot）的概念。2009年丹麦的优傲Universal Robot推出世界上第一台协作机器人UR5。
- ◆ 协作机器人可以用在工业领域，用于精密装配、检测、产品包装、拾取与放置、打磨、机床上下料等工作。同时，**协作机器人并不局限在工业领域应用**，还可以用在商业领域，如医疗康复、物流仓储、餐饮等。
- ◆ 近两年全球协作机器人市场呈现高速增长态势。行业代表企业优傲年销售额从2012年的1000万，快速增长到2016年的9500万美元，预计17年突破1.4亿美元。GGII数据显示，2016年中国市场协作机器人销量2300台，**同比增长109.09%**。多个分析研究机构都预测，未来几年内，全球协作机器人市场有望成长为百亿级市场。

亿欧智库：多家机构对协作机器人市场预测



优点：
安全、占地少
易用



缺点：
负荷小、速度慢
范围小

预测时间	研究机构	市场规模预测	年增长率
2015年	巴克莱银行	到2025年，115亿美元	58%
2016年	Research and Markets	到2021年，20亿美元	60%
2017年	Transparency Market Research	到2024年，950亿美元	30%
2017年	GGII	到2020年，国内79亿元	39%

来源：公开资料整理、亿欧智库

亿欧（www.iyiou.com）

- ◆ 近几年，协作机器人已成为业界关注的焦点。14年左右开始，国外主流厂商都陆续发布了协作机器人产品。16年开始，国内机器人厂商开始发布协作机器人产品，17年新品发布显著增多。当前国内外已有不少于30家的机器人厂商推出了协作机器人产品。绝大多数协作机器人负载不超过10KG，主要用在轻工业领域。

亿欧智库：部分国外协作机器人产品参数对比

公司	产品型号	发布年份	自由度	最大载荷 (kg)	重复精度 (mm)	特点
Universal Robots	UR3	2014	6	3	0.03	智能适应每个具体应用的预先安全设置
	UR5	2007	6	5	0.1	
	UR10	2010	6	10	0.1	
Rethink	Baxter Sawyer	2012	14 (双臂)	2.2	0.1	腕部内置康耐视视觉系统
		2015	7	4		
KUKA	LBR iiwa	2013	7	7/14	0.1、0.15	精密力控
ABB	YuMi	2015	14 (双臂)	单臂0.5	0.02	内嵌康耐视视觉系统
Fanuc	CR-35iA	2015	7	35	0.08	iRVision (内置视觉)
	CR-7i	2016		7		
Franka	Franka Emika	2017	7	3	0.1	安全、价格低
Festo	BionicCobot	2017	7	1.5	1	气动驱动
安川	MOTONAN-HC10	2017	6	10		

来源：公开资料整理、亿欧智库

亿欧 (www.iyiou.com)

- ◆ 国产机器人部分关键参数标称性能和国外机器人已经差别不大，价格优势明显。但整体除了遨博的产品，其它很多产品2017年刚刚面世，还没正式量产出货，具体性能、可靠性和稳定性还需要时间来接受市场的实践检验。国内市场主要已经应用的协作机器人仍以优傲的产品居多。

亿欧智库：部分国内协作机器人产品参数对比

公司	产品型号	发布年份	自由度	载荷 (kg)	重复精度 (mm)
新松机器人	协作机器人	2015年	7	5	0.02
大族机器人	elfin	2016年	6	5	0.1
Techman Robot (达明)	TM Robot	2016年	6	4/6	0.05
海默机器人	42-06	2016年	6	6	-
麦荷机器人	Buddy 6F	2016年	6	6	-
智昌集团	河姆渡机器人	2017年	7	3	0.03
遨博智能	AUBOi5	2017年	6	5	0.1
扬天机器人	R-SV5/10/20	2017年	6	5/10/20	0.02
节卡机器人	小助	2017年	6	-	-
敬科机器人	JK7	2017年	7	7	0.1
镁伽机器人	MRX-S6/S4/E4	2017年	6/4/4	3/2/1.5	0.01/0.01/0.05
慧灵科技	Z-Arm	2017年	3	3	0.03

来源：公开资料整理、亿欧智库

- ◆ 除了新型协作机器人，目前很多小负载多轴机器人也在增加拖动示教、图形化编程、碰撞检测等功能，功能上在向协作机器人靠拢，应用上和协作机器人有重叠。当前协作机器人的应用，更多体现的是基于协作机器人易于使用和部署的特点，使人与机器人更友好的互动，不需要设置围栏，也能更好的应对产线的变换。速度要求更高，产线不常变动的场景，小型多轴机器人则更合适。
- ◆ 人机合作完成工作的应用场景目前占比并不大。人机合作工作需考虑安全性问题。ISO/TS 15066 标准等从设计层面就对协作机器人方面的安全性有了明确的要求，具体应用时也还需要根据情况对安全性进行评估。目前只有优傲等少数外国厂商在机器人本身设计方面符合标准并通过了德国TUV等评估，国产厂商在产品的安全性合规方面还比较欠缺。

亿欧智库：国内部分协作机器人公司融资情况

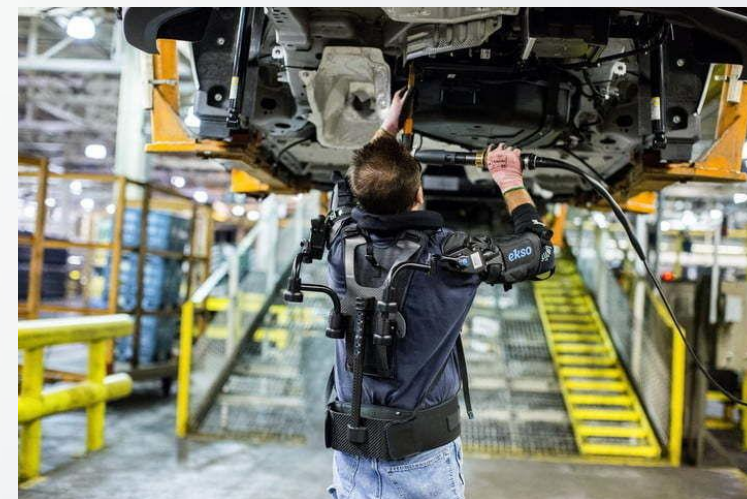
- ◆ 协作机器人整体仍然朝着更易用和更便宜的方向发展，不过随着越来越多的厂商加入，对协作机器人企业而言，更重要的还是中国市场机器换人时的实际需求。
- ◆ 工业以外，协作机器人在教育领域应用也较多，近两年也开始在商业、医疗等领域尝试应用。镁伽机器人的协作机器人就用在了生物实验室移液上。Ufactory的协作机器臂，则被猎豹移动用于咖啡机。

公司	成立时间	最新融资时间	融资轮次	金额	投资方
节卡机器人	2014年	2018年	A+轮	6000万元	A+轮：方广资本 A轮：和君资本
艾利特	2014年	2018年	A轮	5000万元	A轮：策源创投,元禾原点 Pre-A轮：朗玛峰
遨博智能	2015年	2017年	A轮	6000万元	复星集团
扬天机器人	2015年	2017年	Pre-A轮	5000万元	联想创投。金沙江联合资本、银杏谷资本
慧灵科技	2015年	2016年	天使轮	千万元	联想之星等
镁伽机器人	2016年	2017年	天使轮	千万元	臻云创投，英诺天使、逐鹿资本

来源：公开资料整理、亿欧智库

亿欧 (www.iyiou.com)

- ◆ 机械外骨骼又称动力外骨骼（Powered exoskeleton），是一种由钢铁的框架构成并且可让人穿上的机器装置，这个装备跟随人的肢体运动，并提供额外的助力。
- ◆ 机械外骨骼主要有三个方向的用途：
 - 军事**：帮助士兵更快的行走并携带更重载重，增强士兵的单兵作战能力，多以全身外骨骼为主。例如美国雷神公司研发的HULC外骨骼，已经被美军使用。中俄法等国军方也都有相关研究。
 - 医疗康复**：帮助残疾人摆脱轮椅，进行行走的康复训练。以下肢外骨骼居多，也是公司和产品最多的外骨骼应用方向。比较著名例子是日本的Cyberdyne和以色列的Rewalk，两家公司都已经上市，但股价都在16年以后持续下跌。近两年国内也有多家公司研发此类产品。
 - 工业**：提供给工人举重物时的助力，减轻长时间重体力劳动的疲劳，以全身外骨骼居多。日本松下、现代等都推出了相关产品。



- ◆ 外骨骼在工业领域的产品，主要面向**两大应用场景：物流搬运和重物举升**。工人长期重复进行重物搬运作业，容易造成对腰的伤害，外骨骼通过减轻腰部受力，减缓伤害。工厂里举升重物工作，则容易造成对上臂的伤害。通过外骨骼也能使工人举起超越自身体力的重物，从而使一些过去依赖机械的重物搬运，通过人力更高效的完成。
- ◆ 工业领域外骨骼当前主要有**两条技术路线**，一种是以洛克希德马丁FORTIS为代表的无动力外骨骼，直接将力传到到地面，从而减轻人的负荷。一种则是以松下AWN-03为代表的有动力外骨骼，通过能源驱动电机，在搬运时由电机提供助力，从而减轻人的负荷。
- ◆ **有动力外骨骼是目前的主流技术路线，但技术难度高于当前机器人系统**。控制方面，外骨骼需要以极高的频率柔性预测并跟随穿戴者的运动，否则会造成穿着者很大的负担，目前相关技术并不成熟，不过机器人正在向柔性控制发展，拖动示教等算法为外骨骼的控制打下基础。由于需要长时间穿戴，外骨骼对质量和续航都有要求，就需要强度高同时又比较轻的材料，以及更高能量密度的动力系统，当前的材料和能源技术都还不能完全满足要求。



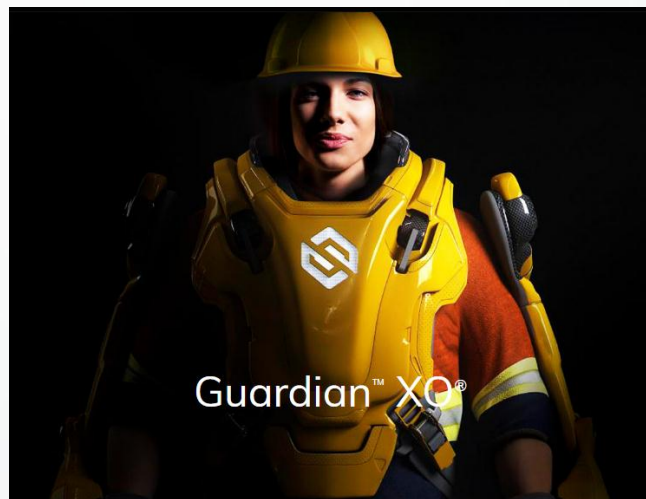
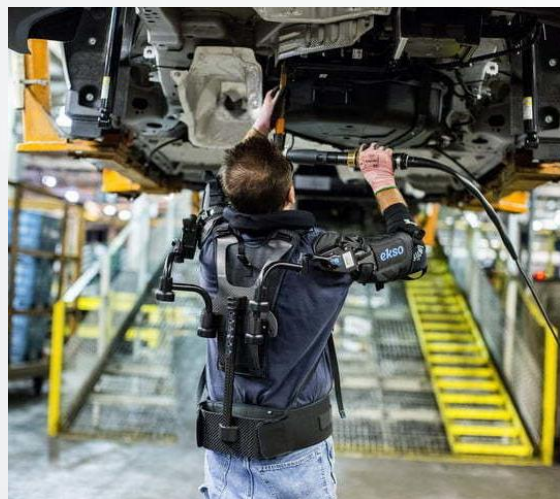
2015年发布的松下联合大阪的辰巳商会研发的AWN-03。只能进行抬起、弯腰姿势保持以及辅助步行。两个马达提供了15kg的力量，续航8小时。



洛克希德马丁研发的FORTIS，由铰接式框架支撑起一个万向臂，无论操作手是站姿还是跪姿，工具及配重的总重量都会通过外骨骼被转移到地面上，减轻操作者负担。

- ◆ 由于技术难度大，外骨骼产品研发通常都要经历较长的时间。因为直接由人穿戴，因此产品获得相关安全认证也需要不少的时间。例如雷神旗下的Sarcos正在研发针对工业应用的Guadians XO外骨骼产品，他们告诉亿欧，Guadians XO概念原型2017年提出，目前仍没有明确上市时间表，保守预计2019年上市。研发时间长的直接后果就是产品价格高。之前Cyberdyne的产品售价高达几十万美元，远高于机器人系统。近两年新一代外骨骼产品价格已经降到十万元水平档，但多以下肢为主，且功能依然难以完全满足应用需求。
- ◆ 由于上述种种原因，工业用外骨骼整体发展比较缓慢，只有少数军方和汽车公司，及国外一些创业公司有相关产品研发，试点偏多，规模化应用较少，离大规模应用还有相当距离。国内只有京东物流在2017年有所采用。但在当前AI没有取得实质阶段，机器人难以在很多复杂工作中取代人，通过机器辅助人工作，或减轻人的负担，或许是更有效缓解劳动力短缺的方式。

福特联手 Ekso 推出的EksoVest辅助式机械外骨骼，能帮工人举高手臂时减轻每支手臂约7kg的重量，减少8成车间意外事故。



Sarcos公司的Guadians XO

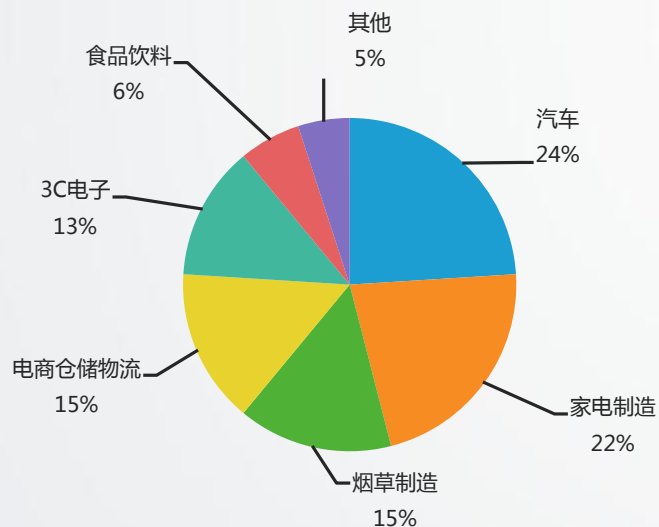


京东物流的外骨骼机器人

2.4 AGV新技术

- ◆ AGV (Automated Guided Vehicle) 自动引导小车，是指通过导航自动将物品运输至指定地点的机器设备。AGV之前在各行各业的仓储和物流都有应用，以固定路径引导的搬运AGV为主，在汽车工业、家电制造等行业的应用居多。近几年电商自动化立体仓库、烟草和3C电子行业等对仓储的AGV需求显著增加。
- ◆ 我国在AGV机器人领域具有相当的实力，国内公司产品占据80%国内市场。最近几年AGV在以年均40%左右的速度快速增长。目前我国不少工厂在生产环节通过各式装备已经做到较好的自动化水平，但很多行业在物流环节的自动化程度还较低。

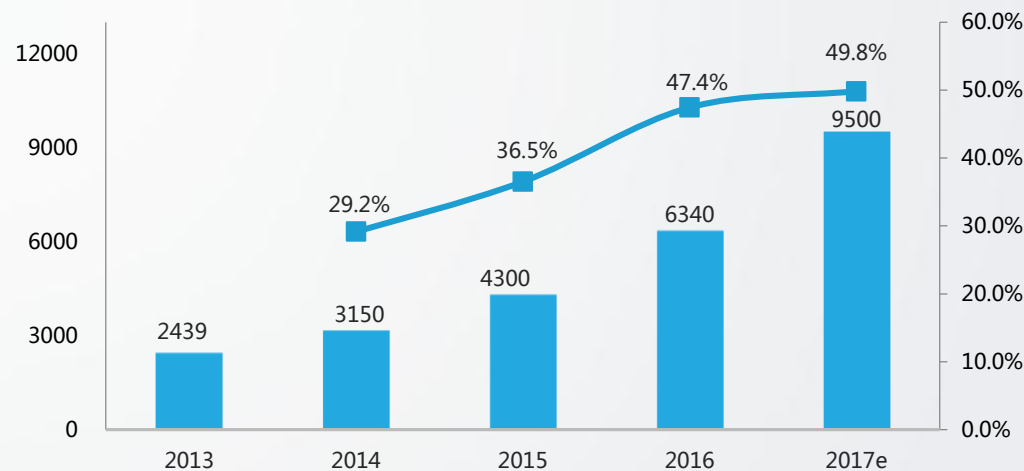
亿欧智库：2016年中国AGV应用市场行业分布



来源：前瞻产业研究院、亿欧智库

亿欧 (www.iyiou.com)

亿欧智库：2013-2017年中国国内AGV销量 (台)



来源：GGII、亿欧智库

亿欧 (www.iyiou.com)

◆ 常见AGV三种主要形式

搬运AGV



工业物流常用，有潜伏式、背负式、牵引式、滚筒式等几种形式。体积大，载重几百公斤至几十吨

仓储AGV



多用在物流自动化立体仓库等，搬运和分拣。体积小，载重在几十至几百公斤

无人叉车



在传统叉车基础上增加定位导航系统，成为无人叉车

◆ AGV单机控制的核心技术：路径引导大致分为三种：

固定路径引导

通过沿路径布设标志物，引导AGV沿预先设置好的路径运动，主要有电磁、磁条、色带、惯性等方式，可靠性高，成本较低，但灵活性差。目前磁条导航仍在工业AGV大量采用。

半自由路径引导

通过在路径中部分节点位置设置标志物，构建场景地图，使AGV在运动过程中基于地图自行规划运动路径。主要有二维码，反光板激光，磁钉等方式。

自由路径引导

通过激光SLAM等方式，无需标志物，构建场景地图，AGV自主进行路径规划。以激光SLAM为主。

◆ 为保证定位可靠性，更多厂商基于多传感器融合，混合使用多种定位技术，甚至引入了UWB、地面纹理等技术进行定位。

亿欧智库：几种AGV路径引导技术方案对比

分类	引导类型	描述	标志物	修改灵活性	成本	其它特点
固定路径引导	电磁引导	在agv的行驶路径埋设金属导线，加载低频导引电流，agv上的感应线圈通过对导引磁场强弱的识别和跟踪	地下埋设金属导线	破坏地面	低	对声光无干扰
固定路径引导	磁条/色带引导	路面上贴磁带或涂色彩替代在地面下埋设金属线	地面贴磁条/色带	重贴磁条	低	色带方案可靠性低
半自由路径引导	惯性引导	利用加速度计测量载体在惯性参考系的加速度，根据陀螺的输出建立导航坐标系，经过积分运算获得载体在导航坐标系中的速度和位置	无	软件设置	低	有累积误差，对振动较敏感，受地面条件影响大，后期维护成本高
半自由路径引导	二维码引导	地面铺设二维码，每个二维码作为一个节点，地图相当于是一个大号的围棋棋盘，机器人可以到达所有点	二维码	改变二维码	高	路径需要定期维护，场地平整度有一定要求，价格较高
半自由路径引导	反光板激光引导	周围安装位置精确的激光反射板，AGV通过发射激光束并采集由不同角度的反射板反射回来的信号，根据三角几何运算来确定其当前的位置和方向	上方布置反光板	简单	高	抗光干扰的纠错能力有一定局限，成本高，精度高
自由路径引导	激光SLAM	激光雷达结合SLAM算法建立环境地图，指定目标可以自由规划路径	无	软件设置	高	受环境影响大，精度高
自由路径引导	纹理视觉引导	通过智能视觉识别地面纹理反馈坐标	无	软件设置	高	可靠性待验证

来源：根据公开资料整理、亿欧智库

亿欧 (www.iyiou.com)

- ◆ 激光雷达SLAM技术在服务机器人领域应用较多，目前也在工业物流环节应用。一批基于激光雷达SLAM技术的公司，也获得了资本的看好。不过目前激光雷达SLAM整体部署时间还偏长，价格也比相对较高，未来随着激光雷达的价格下降，成本进一步降低。为提高稳定性，很多公司混合了激光雷达SLAM和其它传感定位方式。
- ◆ 除了激光雷达SLAM定位导航，AGV的调度控制也非常关键。主流工业物流AGV厂商都研发了可以对接工厂MES/WMS/ERP等系统的集群调度系统。

亿欧智库：部分国内SLAM技术AGV新兴公司情况

公司名称	融资论次	成立时间	定位技术	调度系统	投资机构
南江机器人	被收购	2014年	激光SLAM	智能调度系统	华丽家族15年收购50.82%股权，3100万
Geek+	B	2015年	二维码视觉导航、激光SLAM	智能的自动调度，路径规划和拥塞控制算法，无缝对接MES/WMS/ERP	B：华平投资、火山石资本 A+：祥峰投资，火山石投资、高榕资本 A：火山石投资、高榕资本
斯坦德机器	Pre-A	2016年	激光SLAM、信标、惯导结合	研发的FMS（机器人任务部署及调度系统）系统与MES/WMS对接	Pre-A：合创资本、松禾资本
木蚁机器人	Pre-A	2016年	多传感器融合激光SLAM	多机调度系统，目前可实现200台机器人同时调度	Pre-A：起点资本 天使轮：SLAMTEC
迦智科技	天使轮	2016年	多传感器融合激光SLAM	-	IDG资本、银杏谷资本
仙知机器人	天使轮	2015年	激光SLAM轮廓导航	RoboShop软件，可以快速设定机器人的运行路线及工作方式	游族网络

来源：公共资料整理，亿欧智库

亿欧 (www.iyiou.com)

- ◆ 小型仓储AGV载重较小，不能解决工厂物流的全部问题。更大载重的激光导航叉车也已经成为目前的主流叉车产品。目前提供激光叉车的厂商以过去的主流工业AGV厂商为主，不过其中很多采用的是反光板激光导航，一部分采用了激光SLAM技术。

亿欧智库：部分新型激光叉车厂商基本情况

公司名称	成立时间	定位技术	融资
佳顺智能	2007年	激光导航	新三板
昆船物流	2008年	激光导航	-
新松	2009年	有/无反光板激光导航	上市公司
嘉藤机器人	2002年	激光导航	2014年，20%股权被东方精工收购
华晓精密	2003年	激光导航	2016年，被科大智能收购
艾吉威机器	2011年	无反光板激光导航	2017年，首轮融资，东和创投、升鸿资本
飞锐机器人	2013年	激光导航，无反光板	2016年，路演获得融资，千万级
智久机器人	2013年	激光导航	2016年，首轮投资，纽信创投
海通机器人	2013年	激光导航	-
力子机器人	2015年	混合激光导航与模糊控制	2018年，Pre-A轮，点亮资本

来源：公共资料整理，亿欧智库

亿欧 (www.iyiou.com)

- ◆ AGV还有几个新兴的技术方向：重型AGV、自动化无人仓、无人拖车、停车机器人，其中重型AGV和无人拖车主要用在工业物流领域。

重型AGV

一般工业AGV载重较小，多在6t以下。而重型机械厂、特种行业、港口机场等场所都是需要大型吨位的AGV来满足。过去国内重型AGV较少，近两年不少厂商推出了很多重型AGV，并获得了不少应用：

- ✓ 动车行业通过重载AGV运送动车车厢，做到双车联动准确对接
- ✓ 港口使用重载AGV做到了无人化的现代化港口
- ✓ 火箭系统也已经成功的运用了重载AGV来运输
- ✓ 三峡大坝安装机组也用到重载AGV

无人拖车

之前的各类AGV主要用于室内，近年来国外也开始引入具备自动运输能力的室外用拖车。例如：

- ✓ 2017年英国航空与伦敦希思罗机场一同引进的Mototok环保型无人飞机牵引设备
- ✓ 2016年底，日产汽车公司宣布在日本追滨工厂引进一套全自动拖车系统——智能拖车
- ✓ 2017年，新松也与风神物流深度合作,在其遍布全国的工厂中推广使用无人驾驶拖车，作为柔性智能物流系统的组成部分

- ◆ 部分重型AGV企业



新松无人拖车

2.5 复合机器人

- ◆ 工业机器人中，多轴机械臂可以替代人的胳膊的功能，AGV是替代人的腿脚的功能，机器视觉则是替代人的眼的功能。近两年随着技术发展，更接近人的，同时具备“脚”“手”甚至“眼”的复合机器人开始出现，并在物料自动搬运、物品上下料、物料分拣等领域应用。相比于传统AGV等，复合机器人提供了柔性自适应的能力，代替人工将工装、工件等在车间进行周转、配送，实现工厂无人柔性化制造。
- ◆ 单纯将AGV和机器臂组合并不复杂，国内也有不少企业推出了相关产品，但**复合机器人技术重点在于视觉系统的应用**。理论上视觉的应用可以辅助定位，提高定位精度，也可以对机械臂进行视觉引导，但很多国内的复合机器人没有加装视觉，沿预先规划好的点位运动，缺乏环境交互和适应能力。



大族复合机器人



FETCH复合机器人



KUKA复合机器人

- ◆ 国内外企业差不多同时开始研发复合机器人。国外比较典型的复合机器人有KUKA的KMR iiwa、FETCH等，国内则有新松、海康、大族、仙知机器人等企业推出了相关产品。为了更灵活的移动能力，大部分复合机器人使用了麦特纳姆轮，负载也都较小，只有新松做到了车体负载2吨，机械手负载50KG的重载版本。
- ◆ 总体复合机器人仍然在测试探索的阶段，应用不多，在电商物流、工厂上下料开始有尝试性应用。主要问题：
 - 1.大部分定位精度0.5mm甚至更低，无法实现精确的机械臂操作，只有新松标称做到了0.02mm。
 - 2.速度比较慢，如果工序完全是固定的，简单抓取和移动不如用导轨更快捷可靠。
- ◆ 除工业外，优艾智合将复合机器人用于公交轮胎检测等场景。

亿欧智库：国内外部分复合机器人公司

公司	产品型号	推出时间	主要特点	公司	产品型号	推出时间	主要特点
IAM Robotics	Swift	2012年	世界第一款仓库货架自动领料机器人	大族机器人	Star	2017年	均自主研发，采用激光SLAM和磁带混台导航，外加视觉系统，力控夹具，一体化控制。
Fetch Robotics	FETCH	2014年	7自由度手臂，局部视觉系统，在货架间移动取货	蓝胖子机器人	YASKAWA	2017年	结合3D视觉引导，用于仓内全自动装卸载及分拣
新松	轻/重载复合机器人	2015年 2017年	2015年国内首个复合机器人，均自主研发，一体化控制	悦合自动化	Matrix通用型	2017年	设置多个定位点的方式运动
KUKA	KMR iiwa	2016年	库卡协作机器人加Swisslog移动底盘，激光SLAM导航，一体化控制，加视觉系统	青岛海通	复合机器人	2017年	AGV+SCARA，依赖于自主研发的控制导航系统、视觉定位及识别系统，可与企业的WMS/MES无缝对接

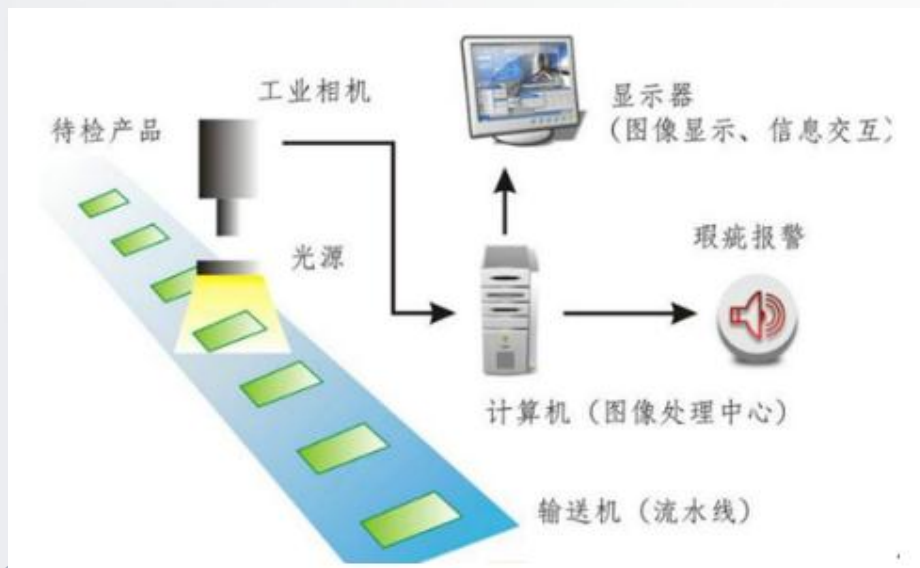
来源：根据公开资料整理、亿欧智库

亿欧 (www.iyiou.com)

Part3. 工业视觉三大新方向

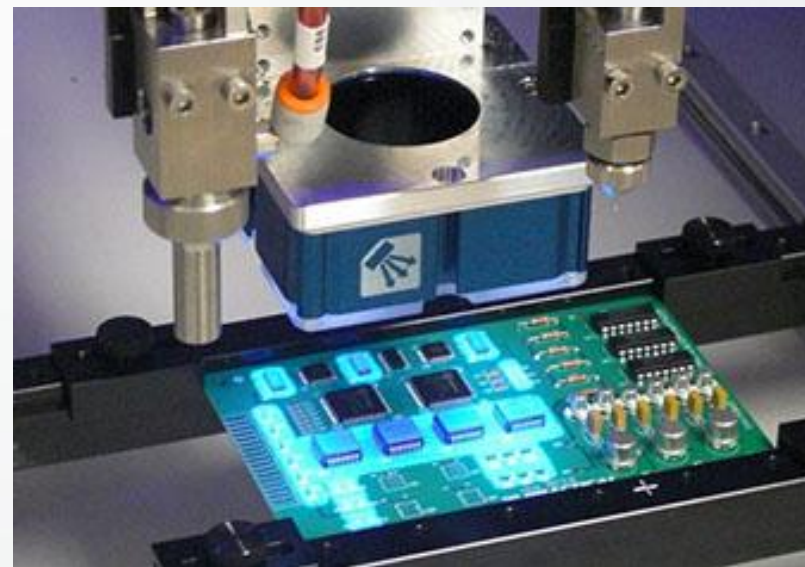
- ◆ 机器视觉：通过摄取图像模拟人的视觉功能，并提取信息，加以处理，最终用于检测、测量、判断和控制。其具有自动化、高效、高精度、非接触的特点，广泛应用在包括各行各业，目前在工业中应用最为广泛，**报告主要讨论工业视觉。**
- ◆ 工业视觉的用途主要有质量检测、尺寸测量、缺陷检查、识别和定位等。电子制造行业是工业视觉最早应用的领域，也是目前最大的应用领域，应用主要集中在精密定位和检测上。汽车是目前工业视觉第二大应用行业，主要用在面板印刷质量检测、字符检测、精密测量、工件表面缺陷检测、自有曲面检测等。
- ◆ 世界3C制造最大的产能在中国，然而**目前中国工业视觉渗透率还很低，但增速已经开始加快。**伴随着中国制造业转型升级，中国产品的质量也要相应不断提高，因此用于生产过程中的精确生产与质量控制的工业视觉系统，将得到越来越高的普及和重视，迎来快速发展。

机器视觉检测系统构成示意图



来源《表面缺陷检测：机器视觉检测技术》，热处理与喷涂 亿欧（www.iyiou.com）

机器视觉用于电路板检测



来源《制造商企业的机器视觉检测方案》，远景达网站 亿欧（www.iyiou.com）

- ◆ 工业视觉产业链大体可以分为元器件厂商、系统开发厂商、二次开发厂商和产品代理商。高水平元器件主要被国外公司掌控，也诞生市值过百亿美元的基恩士和康耐视两家巨头公司。国内机器视觉企业主要为国外产品代理商和系统二次开发商。我国真正的专业底层系统开发商和高水平元器件厂商较少，**如果能够实现全面进口替代，市场空间巨大**，而且由于是核心是软件和算法，利润率也较高。
- ◆ 经过多年的发展，过去主要以2D图像视觉为主的工业视觉行业格局基本相对稳定，新公司的机会并不多。近几年，机器人视觉分拣的需求增长，计算机3D识别技术的进步，以及国外3D视觉产品的高价位，给国产3D视觉带来了机会。同时，由于AI技术的应用，图像处理能力提升，使过去机器视觉难以处理的缺陷检测可以被解决，在3C等领域释放出大量机会。报告重点关注工业视觉中的**三个新方向：机器人3D视觉、AI图像视觉检测和新型机器视觉传感器**。

亿欧智库：机器视觉产业链

类别	业务	代表企业
元器件厂商	生产组成系统的各类元器件，如相机、光源等	奥普光电、大恒图像、凌云电子
系统开发商	开发机器视觉核心系统	创科视觉、研华科技
产品代理商	代理销售机器视觉系统	嘉铭工业、凌华科技等
二次开发商	硬件集成、软件服务、解决方案等	大恒图像、劲拓股份等

3.1 机器人3D视觉

- ◆ 相比于2D视觉在缺陷检测等领域已经成熟应用，3D视觉目前的应用相对较少，方案供应商也以国外为主，价格较高。最近两年新成立了一批国产3D视觉供应商，并获得了资本的支持，快速发展起来。
- ◆ 3D视觉在工业的主要应用方向有机器人视觉引导与检测两种，其中检测相对简单，近两年主要兴起的是视觉引导：
 - 视觉引导**：通过3D视觉对工件进行定位和识别，引导机器人进行抓取，用于无序分拣与堆码，上下料，焊接等。
 - 视觉检测**：将摄像头、激光扫描器等安装在机器人末端，对工件进行轮廓检测、表面缺陷检测、三维重建等。



拆垛与码垛

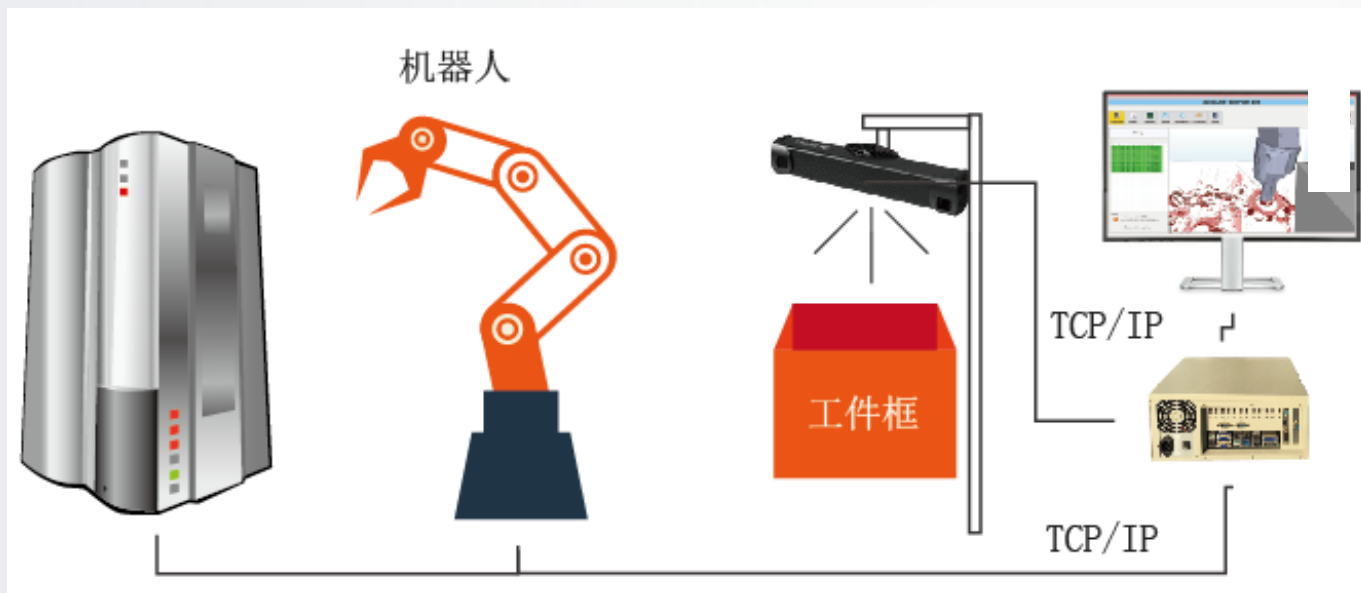


3D视觉检测

- ◆ 典型机器人3D视觉引导系统由三部分构成：软件、3D相机、计算机。3D相机获取待分拣工件/堆垛的3D点云信息，传送到计算机上的软件，进行分割和识别，获取要抓取物品空间位置信息，规划机械臂运动路径，引导机械臂完成抓取。
- ◆ 康耐视提供的是通用软件，3D相机需自行搭配。而目前新企业的主流方案以Pickit 3D为代表，提供3D相机和安装了软件的工业计算机，与机器人连接后，不需要编程就可以完成任务设置。

Pickit 3D系统构成：3D相机、软件、处理器

埃里特克3D视觉的汽车行业应用示例



来源：埃里特克网站

亿欧 (www.iyiou.com)



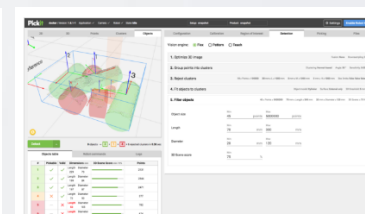
3D camera

- Finds overlapping products of varying sizes
- Works with reflective surfaces
- Works in changing and poor light conditions



Industrial processor

- Pick-it includes a powerful industrial processor
- The Pick-it 3D vision system is pre-installed
- Connect through Ethernet to [your robot](#)



Easy software

- No need for any programming
- Configuration is done through an easy to use web interface
- Runs on an included [dedicated processor](#)

来源：Pickit 3D 网站

亿欧 (www.iyiou.com)

◆ 机器人3D视觉引导基本过程：

获得3D点云

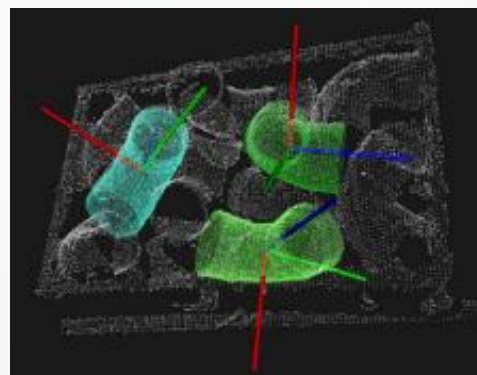
主要有**3D相机**和**线扫描激光器**两种形式。
3D相机进行一次拍照，可以获取模型的3D点云。
线扫描激光器通过工件或相机移动，获取3D轮廓。
3D相机原理有双目视觉、TOF、结构光等几种方式，各有优缺点，目前双目结构光的方案相对较多。



Sick 3D公司的激光扫描仪 Ensenso工业级3D相机

3D点云识别和分割

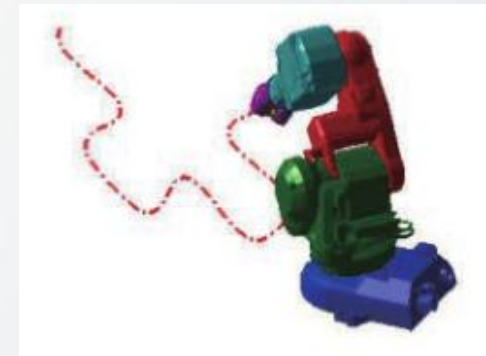
对3D点云进行处理，识别并分割出每个工件，得到工件的空间位置，需要通过输入3D模型或进行一次扫描，预先录入待识别工件的形状信息。
过程中可以通过深度学习优化模型的识别。



3D点云及分割出的工件模型、位置

机械臂路径规划

根据工件空间位置，计算出机械臂运动轨迹，引导机械臂执行抓取动作。深箱类抓取和自动避障是主要难点。
当前的技术只能处理已知工件的抓取，未知工件的抓取技术还存在很大挑战。将强化学习用于机器人抓取是当前热门方向



路径规划

图片来源：Sick、Ensenso网站、阿丘科技、网络

◆ 机器人3D视觉产业链大概分成三层，不过由于很多公司不只参与其中的一环，所以三层的区分并不太明显。

上游设备商：研发工业级3D相机，激光扫描仪等。总体国外相关厂商较多，国内也有一些，性能相比国外有差距。

中游整体方案商：研发控制软件及3D相机，提供给机器人集成商或客户。也有机器人本体厂商如发那科直接将视觉系统直接集成到机器人里。此外多以国外厂商为主，价格较高，国内近两年新出现了多家公司，方案价格更低，并受到了资本的支持。国内一些机器视觉厂商也通过引进密切合作的方式，推出了相关方案。

下游集成商和渠道商：机器人集成商将3D视觉系统与机器人集成成具体行业应用方案，销售给终端企业客户。很多机器人本体厂商也会选择一家视觉公司合作具体应用方案。

公司	相关产品/方案	公司	相关产品/方案	公司	相关产品/方案	公司	相关产品/方案
IDS	Ensenso 3D工业相机	发那科	机器人集成iR Vision 3DL视觉系统	库柏特	COBOX 操作系统	瑞松科技	自主研发3D激光器
Sick 3D	TriSpector 3D激光扫描仪	Scape	标准化Bin-Picking方案	梅卡曼德	Mech-Vision视觉分拣方案	微链科技	Werobotics单目3D视觉系统
Cognex	VisionPro 3D软件	ISRA	Intellipick 3D视觉软硬件方案	阿丘科技	SmartPicker视觉分拣方案	瓴达科技	双目立体目标识别机器人高精度定位系统
佳能	3D视觉系统	Euclid Labs	Moonflower-3D 视觉系统	埃尔森智能	3D视觉引导软硬件系统	黎曼机器人	视觉引导内饰件装配、硅锭搬运、缸盖上料等
大恒图像	HDI 3D 激光扫描仪	Intermodalics	Pickit 3D软硬件系统	熵智科技	3D视觉引导软硬件系统	蓝天机器人	带3D视觉的机器人焊接系统
视觉龙	Gocator3D 激光扫描仪	Solomon 3D	3D视觉软硬件系统	Mujin	3D视觉软硬件系统	凌云光	集成RVT公司的evf3D视觉引导软件

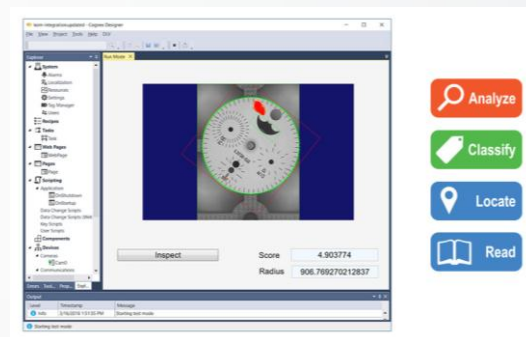
- ◆ 最近一两年，国内3D视觉方案开始显著增多。目前，国内机器人3D视觉总体处于产品实际应用测试和应用场景开发阶段，多家国内公司已经推出了面向3D视觉分拣的产品化方案，但产品软件仍存在易用性差，使用门槛高等问题，相应提高了硬件成本，集成方案时需要3D视觉企业技术支持，难以快速推广。
- ◆ 单品和混合物品的分拣目前已经能够部分应用，但还没完全解决。各3D视觉厂商主要都还在和客户或集成商合作，开发具体的3D视觉行业应用方案，并有了小范围落地，进行运行测试。工业和物流是目前视觉分拣最主要的应用方向场景，且由于方案的通用性较强，各家更偏向优先探索物流行业的应用，例如品类比较少的电商仓库场景。工业产品分拣虽然使用面也较广，但不同行业案例间差异较大，单个项目应用量也小，应用方案开发相对缓慢。不少3D视觉厂商也在和机器人大厂进行一些深度合作。
- ◆ 发展趋势：
 - 1.当前的产品进一步完善。软件的通用性增强，设置工作可以由集成商完成，降低软件的使用成本，使得方案的应用范围逐渐扩展，成本降低，市场发展加速；
 - 2.应用场景更清晰化、体系化。因为单纯销售软件市场空间比较有限，3D视觉厂商都在探索场景，做系统集成，逐渐找到3D视觉在各行业的应用场景，并打磨成成熟、体系化的方案。
 - 3.技术继续提升。物流等场景面临很多复杂的技术问题，需要随着3D视觉的应用和技术发展，逐步攻克技术门槛，从而扩展市场空间。

3.2 AI视觉检测

- ◆ 图像视觉检测在工业领域已经应用多年，在不少领域已经应用成熟，但仍有很多问题传统算法难以有效解决。机器学习等技术的引入，给图像检测带来了能力的提升，可以提高识别率，并在过去算法难以解决的缺陷检测和纹理检测等领域实现了应用，释放了一波新的市场机会，近两年也有不少公司开展基于AI的视觉检测，尤其是缺陷检测的行业应用。
- ◆ 当前AI图像检测的应用行业包括PCB、显示屏、滤光片、光伏组件、手机玻璃盖板等，在半导体等领域多以成套检测设备的形式出现，也有以通用训练软件等方式出现。

亿欧智库：部分AI图像检测企业

公司	主要面向行业	产品	产品类型
康耐视	各行业	VIDI (17年收购而来)	通用软件
阿丘科技	重点3C	AIDI	通用软件
普密斯	3C等	AI-Sentry DNN训练套件	通用软件
高视科技	半导体、3C	屏检测模组设备等	专用设备
数优科技	纺织	AI纺织印染品检测设备-TAS	专用设备
诺威特	光伏等	全自动智能EL测试仪	专用设备
精锐视觉	手机、PCB、外包装、汽车	滤光片精选机等	专用设备
瑞斯特朗	纺织	智能验布机	专用设备
洪朴信息	半导体	-	-
凌上科技	光学镜片	AOI设备	专用设备



康耐视VIDI界面



精锐视觉滤光片检测机



诺威特的智能EL检测机



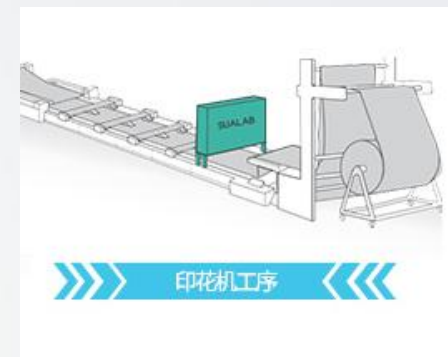
精锐视觉的焊点缺陷检测界面



普密斯的DNN训练平台



高视科技智能检测机

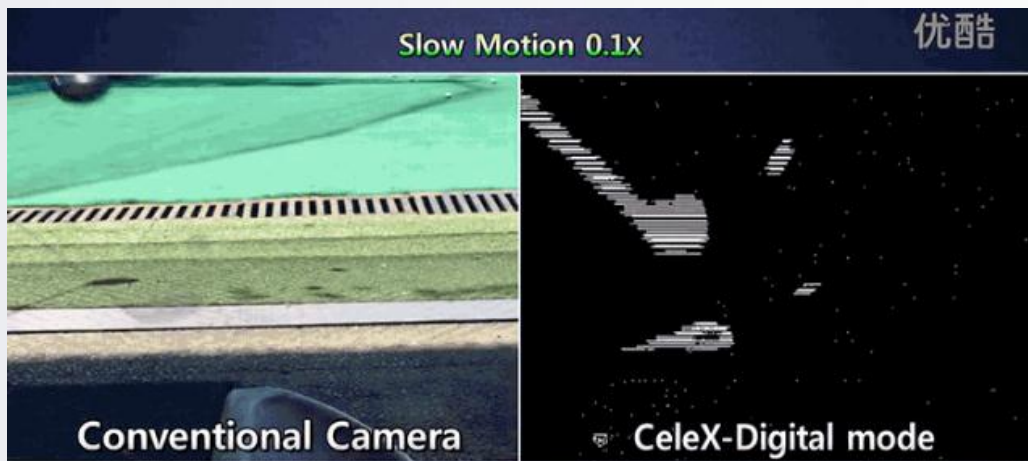


数优科技的ATS

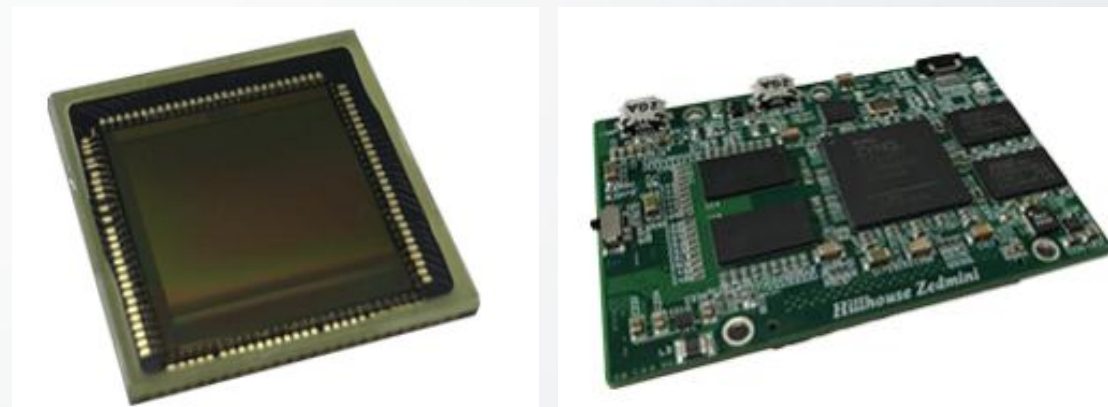
- ◆ 总体看，17年是各方集中进入市场的一年，创业公司及一些行业装备公司都推出了各自的产品，巨头康耐视也以收购的方式加入进来。据亿欧智库了解，实际在从事AI图像检测的企业数量可能远大于报告中列举的企业数量。由于3C等领域近年来的市场需求比较旺盛，目前各公司都已经有一定的落地案例。
- ◆ 由传统2D图像检测转向AI视觉检测，技术门槛并不算非常高，行业应用场景理解和行业渗透可能更为关键。未来可能会有越来越多的行业检测装备生产商在其设备中引入AI技术。伴随着通用AI检测软件的价格降低，越来越多的集成商将推动AI视觉检测向更广泛的行业应用，AI缺陷检测在各行业应还有不小的应用空间。

3.3 动态视觉传感器

- ◆ 除了前文提到的3D视觉和AI视觉，还有创业公司在从源头解决计算机视觉问题。即用动态视觉传感器（Dynamic Vision Sensor）替代传统图像传感器。传统图像传感器逐帧进行图像读取和处理，运算量大且对于机器视觉而言冗余信息多。动态视觉传感器的每个像素点只有光强度发生改变时，才会有脉冲信号输出，使得其速度不受传统的曝光时间和帧速率限制，可以有效的过滤背景冗余数据灵敏度高，运算量大大减小，也更能适应低亮度环境。
- ◆ 动态视觉处理器动态国内外一共有三个团队具备完整开发DVS传感器的能力，国内的芯仑光电科技，瑞士的InLabs，法国的Chronocam，目前这三家都属于初创阶段。DVS也有其局限性，尽管是对视网膜的仿生，但是它只能获取光照的强度变化，对于其他的深度、边缘、对比、颜色等特征信息没有办法读取和分析。



高速状态下，传统传感器与动态视觉传感器成像对比

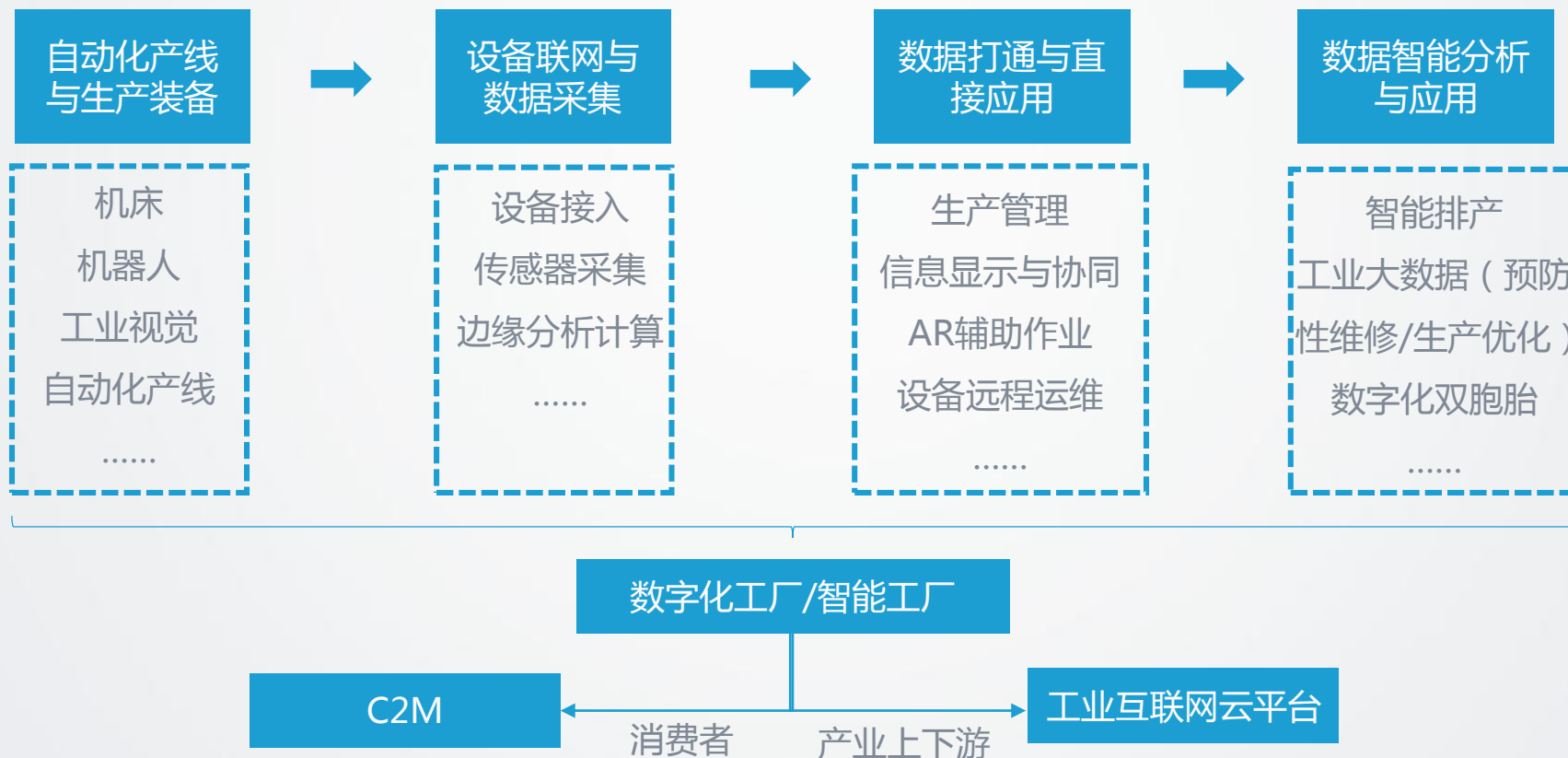


芯仑光电的CeleX动态视觉传感器和芯片组

Part4. 工厂数字化与智能化新方向

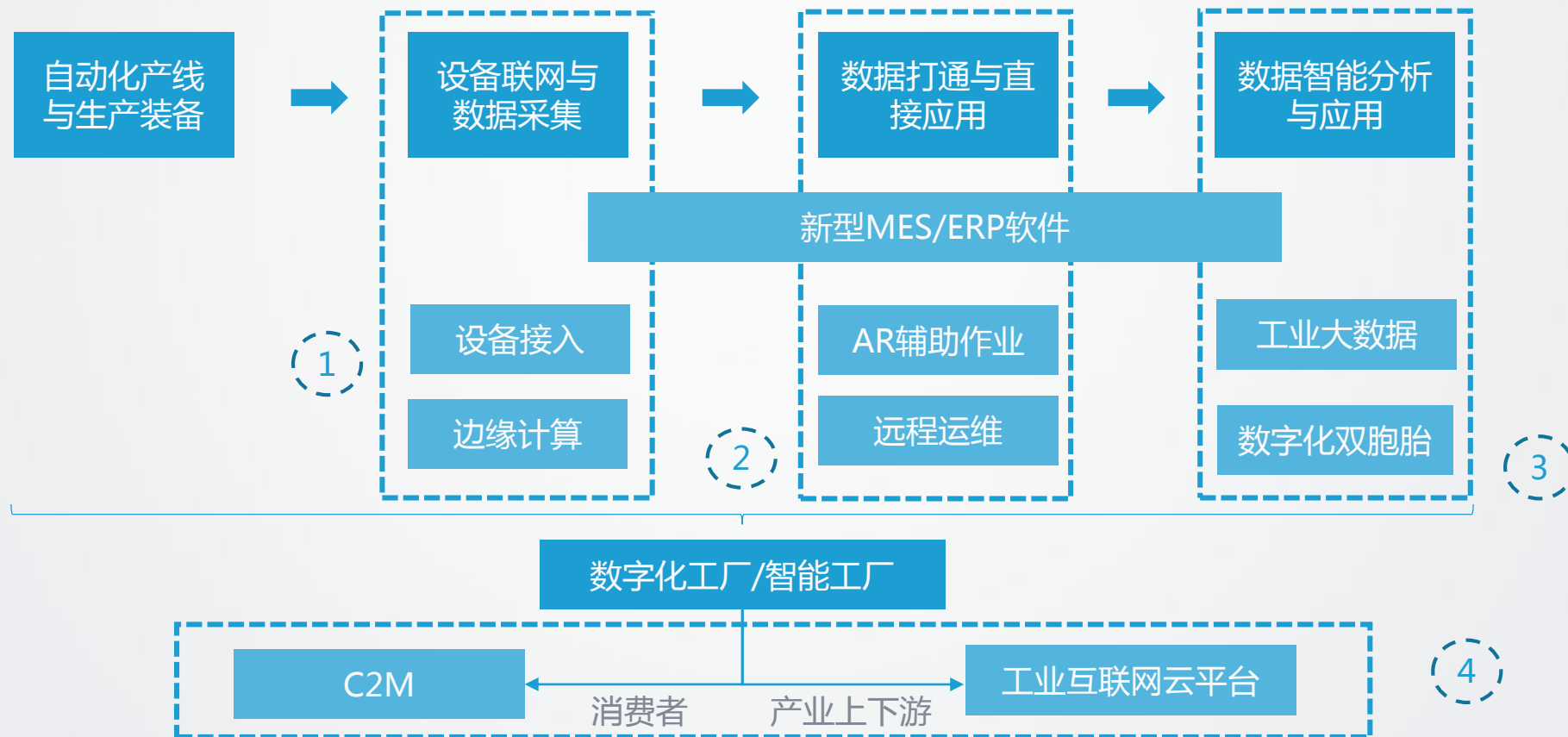
- ◆ 近两年一些企业开始为企业提供以生产环节为基础的数字化和智能化工厂改造方案。企业的数字化和智能化改造大体分成4个阶段：自动化产线与生产装备，设备联网与数据采集、数据的打通与直接应用、数据智能分析与应用。这4个阶段并不是严格按顺序进行的，各阶段不是孤立的，边界比较模糊，很多具体应用方案可能跨越其中多个阶段。工厂的改造也不一定都是从自动化装备开始。
- ◆ 在单个工厂数字化的基础上，工厂通过C2M模式与消费者建立连接，通过工业互联网平台，与整个行业和产业上下游建立起连接。

亿欧智库：工厂数字化和智能化的4个阶段



- ◆ 在工厂的数字化和智能化改造过程中，诞生了一些常见的类型化方案，如：设备接入、新型MES软件、AR辅助作业、工业大数据等。多数情况下客户工厂需要的方案跨越了数字化改造的多个阶段，但不同供应商的业务侧重点和覆盖范围各不相同，不少供应商或工厂实施的是跨越多阶段的方案，但自身技术和能力会侧重其中某个阶段的工作。也有华制智能、云智汇等企业声称提供智能工厂整体解决方案。从解决方案角度，报告分成四部分（图中标注1,2,3,4的4个虚线框）进行讨论。

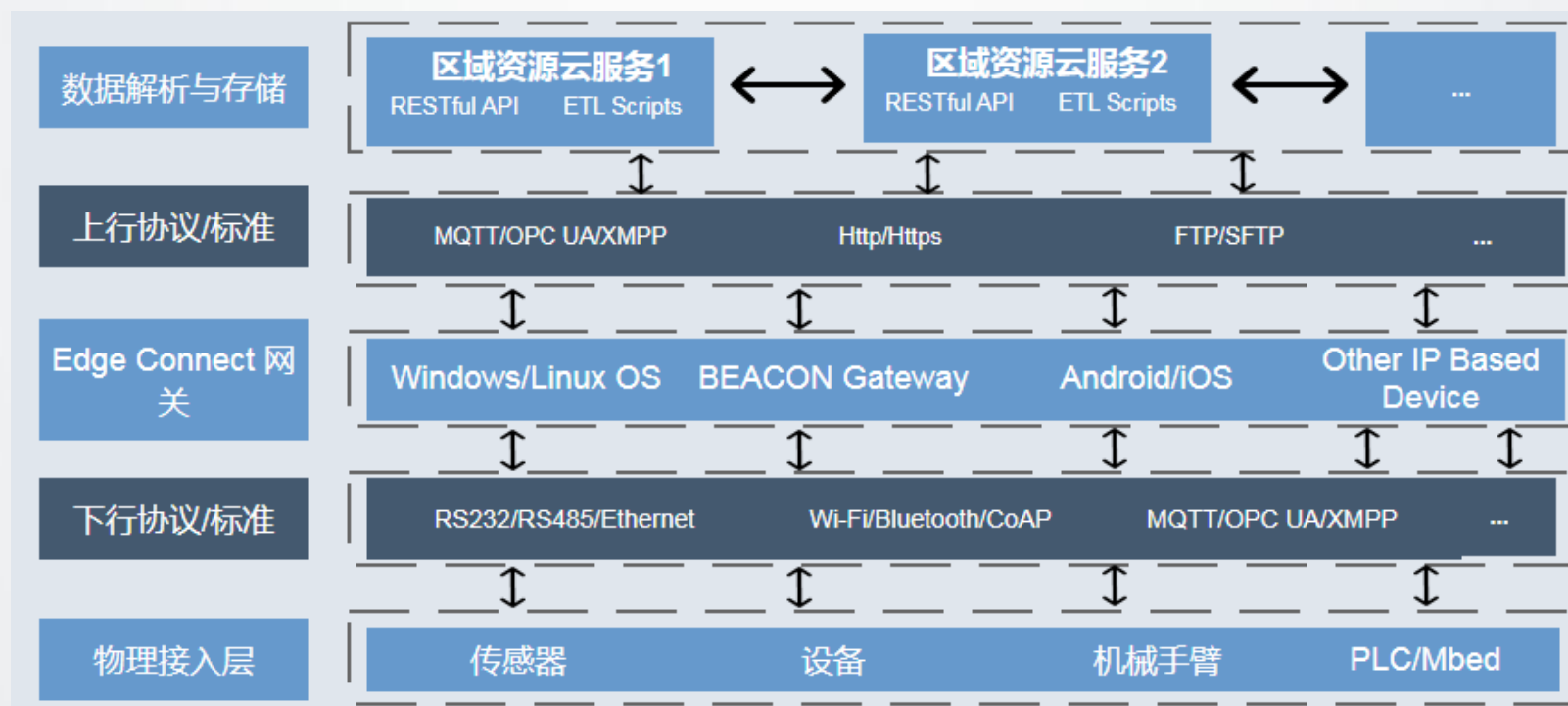
亿欧智库：工厂数字化和智能化的4个阶段



4.1 设备接入与数据采集

- 工厂里设备各式各样，将设备接入网络，采集设备的数据传到服务器或云平台，是进行智能化生产的基础。有数据接口的设备，如机器人，机床，PLC控制器，智能化仪器仪表等，将设备数据传输到网关。没有现成数据的设备，通过安装传感器或进行智能化改造，增加通讯能力，基于有线或无线方式，将数据传输到网关。网关进行数据就地分析和存储，或将数据、分析结果汇总，通过有线或无线的方式，传输到公有或私有云服务器进行显示和后续分析。从事此类业务的企业，通常在设备接入基础上，发展数据分析及云平台业务，如英物互联、Ruff、匠迪信息、智物联、塔网科技等。

亿欧智库：工业设备接入与数据传输各层结构



来源： 富士康BEACON平台架构图

亿欧 (www.iyiou.com)

◆ 设备的联网接入需要达成三个层次：**互联**(硬件接口的连接)、**互通**(软件层面的数据格式与规范)、**语义互操作**(语义的定义与规范)

◆ 当前设备联网接入面临不少挑战：

数据不开放：由于技术保密等原因，一些设备的关键参数并不对外开放；

标准不统一：工业设备样式繁多，接口各异，通讯与传输协议各不相同，针对各种非标设备和协议，需要进行相应的开发，消耗大量的时间和人力；

设备无数据：一些设备和仪器仪表本身并不记录自身数据，需要进行智能化改造，增加通讯能力；

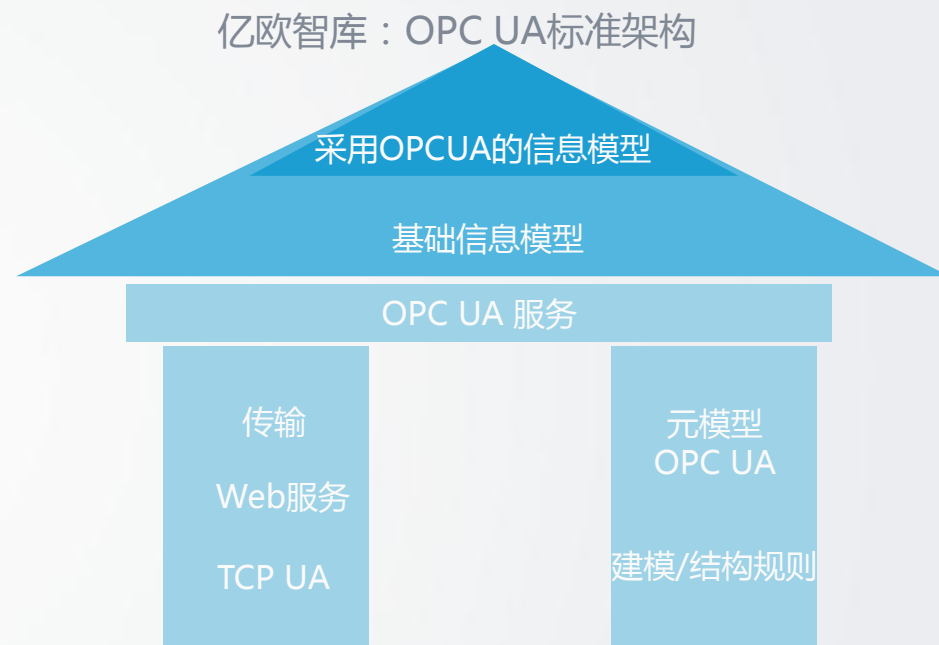
任务不明确：面向具体分析任务，应采集哪些数据需要经验，有时并不明确；

限制条件多：工业现场可能有电磁干扰、振动、位置等多种数据采集限制，对布置传感器完成所需数据采集提出了更高的要求；

◆ 设备联网接入发展方向：

标准化：标准化是设备低成本互连互通的基础。互联互通层面，已经形成了一些比较通用的接口方案，如工业以太网、工业PON网及Modbus等。语义互操作层面，OPC UA协议已经成为国家推荐标准。国外很多设备在标准化方向已经做的比较好。国内一些行业组织也在牵头统一标准，组织国内设备向国际标准靠拢。

传输方式多样化：PON光纤网络和基于物联网、5G的无线通信等各种传输方式，成为新的重要方向。



- ◆ 信息技术在工业应用中，一些凸显出来的问题，如：生产数据的实时处理，生产数据的安全性，过大的数据量带来的存储和处理压力等，催生了边缘计算在工业的应用。**边缘计算**，是指不将全部数据回传云端，而是在更靠近数据源侧的本地网内完成存储和运算，从而减少数据往返云端的等待时间，降低网络带宽成本，提高安全性和网络适应性。
- ◆ 边缘计算在工业应用，主要体现形式为将数据清洗和分析算法前置到现场的类似“**智能网关**”的计算设备，实时完成生产数据的分析和处理，只将分析结果传送到云端服务器，如此通过云+端的架构，实现更高效和安全的数据分析处理。很多工业软件和数据分析企业除了提供基于公有或私有云的软件或数据分析方案，也提供基于边缘计算的解决方案。工业网关厂商中有些也已经在把产品升级为具备边缘计算能力的产品，如物联博通、映翰通、东土科技等。

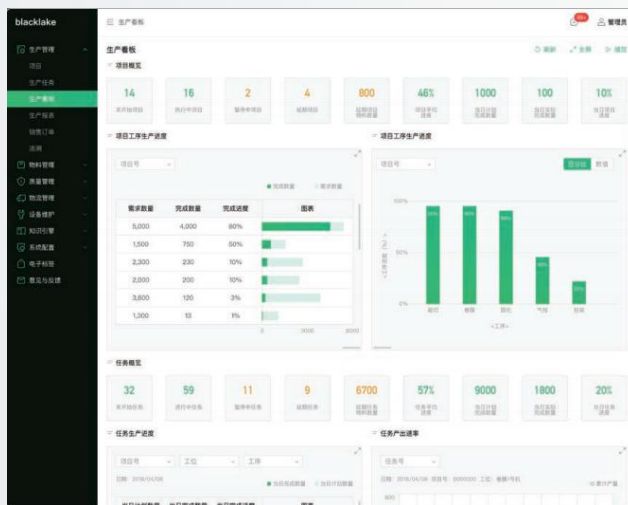
亿欧智库：工业数据采集分析的云计算架构和边缘计算架构示意



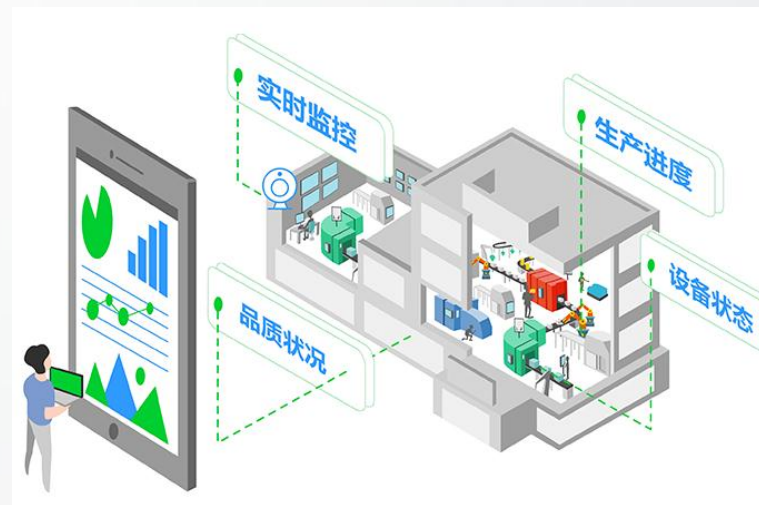
4.2 数据打通与直接应用

一、新型MES/ERP软件

- ◆ 工厂生产经营过程中，很多都需要数据。过去工厂缺少很多一线生产环节数据，或信息传递较原始，效率很低，而且ERP、CRM、MES等各种信息系统互相独立，存在很多数据孤岛。如今开始有一些公司通过新型管理软件，对工厂的数据进行整合打通，并在此基础上提供更高效的信息传递、生产管理和协同。新形态管理软件名称以MES/ERP等呈现，但功能基本是实现过去MES、ERP、CRM甚至OA等功能的综合集成。很多企业提供给工厂的通常不只是一套软件，而是整套工厂改造的解决方案。
- ◆ 过去的工业软件多以单机、局域网、私有云的方式在工厂内完成部署。在工业企业上云的趋势下，一部分新型MES/ERP软件以公有云SaaS的方式布署，并增加了在移动端手机APP的呈现。



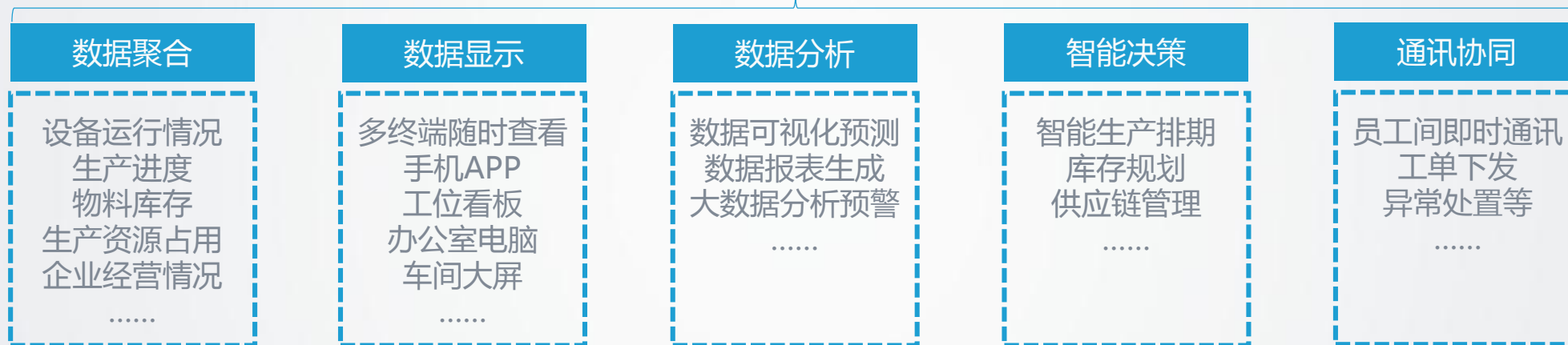
黑湖数据移动端与WEB端监控界面示意图



唯唯智造数字化工厂示意图

- ◆ 近两年，一批相关企业以工业物联网、数字化工厂、新型工业软件为名，提供相关软件和服务。不同公司的业务侧重点和目标工厂有所不同，由于各环节相互关联，很多企业也提供面向不同阶段工厂的不同解决方案。相关企业如：黑湖制造、新核云、制云科技、匠迪信息、易往信息、全应科技等，其中部分企业获得了资本的投资，发展迅速。

亿欧智库：基于数据打通的运营管理功能示例



亿欧智库：部分获得投资的新型MES/ERP软件初创企业

名称	成立时间	最新融资时间	融资轮次	金额	投资方
黑湖智造	2016年	2018年	A+轮	5000万元	A+：BAI、金沙江创投；A：GGV、真格、华创；天使：真格资本、华创资本
新核云	2014年	2017年	A轮	300万美元	北极光资本
数途	2016年	2017年	Pre-A轮	千万元	松禾资本、险峰长青
全应科技	2017年	2017年	天使轮	千万元	松禾远望资本

二、远程运维平台：

- ◆ 基于设备联网，一些企业为自家产品或装备制造企业提供装备远程运维解决方案。通过在装备中加装物联网设备，使装备厂商可以远程随时随地对设备进行监控、升级和维护等操作，更好的了解产品的使用状况，完成产品全生命周期的信息收集，指导产品设计和售后服务。基于IoT可以远程监控的指标如：设备分布，状态，用户活跃度监测；行业、地区、企业用量统计分析；远程异常报警，故障分析，授权开关机设备监测等。哞哞智造、匠迪信息等企业为装备工厂提供此类服务，树根互联根云、徐工信息Xrea、航天云网INDICS等工业物联网云平台也提供了相关功能。

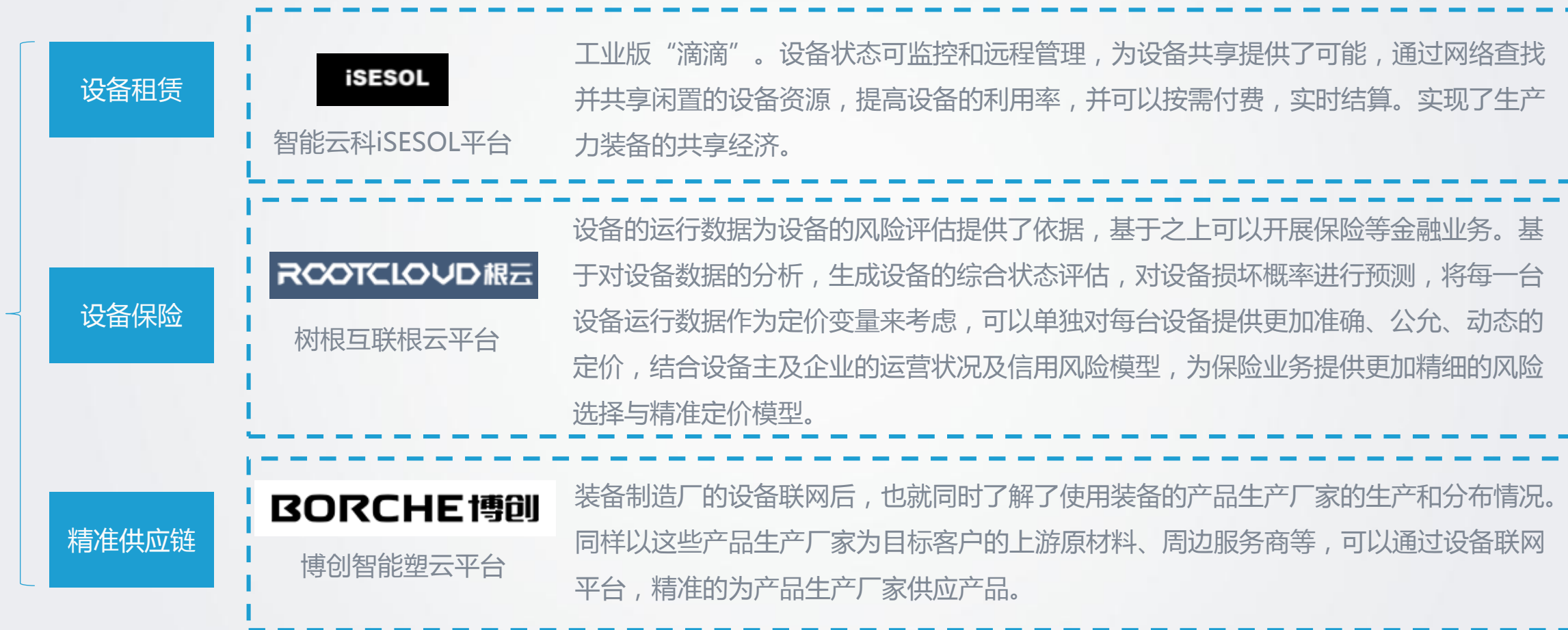


智能云科机床物联网平台



匠迪信息设备远程维护平台界面

◆ 在设备联网的基础上，装备制造厂商还可以开展各种创新型业务。三种典型业务及案例：



◆ AR有两大关键技术：计算机视觉和人机交互。计算机视觉解决机器对现实世界的理解问题，人机交互解决人与虚拟信息互动的问题。具体在智能制造中，AR的主要应用体现在于信息的增强，将很多不可见的信息叠加显示在视野上，辅助和引导员工更好的工作。显示虚拟信息有基于手机、平板、眼镜等方式，AR眼镜可以在不影响工人双手操作的情况下进行信息显示，在工业中较为常见，并以语音和手势等方式交互。

◆ AR在工业主要有两种应用形态

1.作业过程中的信息显示提示与引导。在工人进行生产操作、操作培训、设备巡检、设备维修等场景时，AR眼镜额外提供设备的图纸、运行数据、结构原理、操作步骤等信息引导或辅助操作人员执行操作。部分场景还可以通过图像识别，对操作正确性进行判断和给出错误提示。

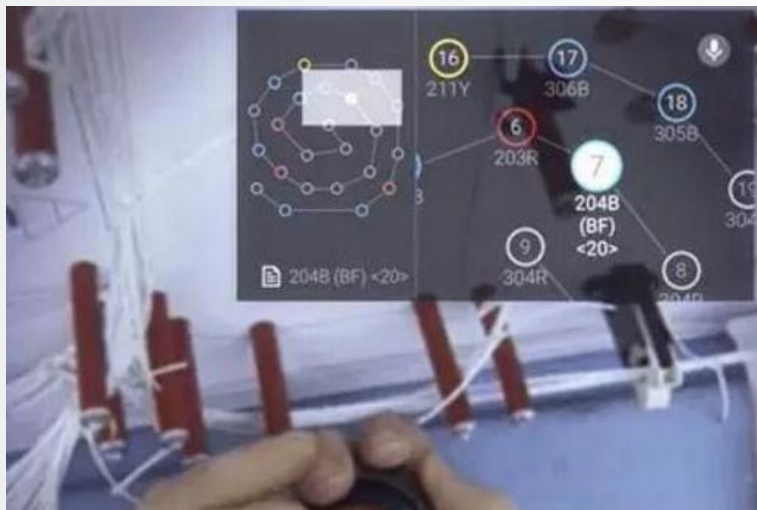
通过AR的方式给出额外信息显示，可以在上岗前对工人进行培训，也可以降低上岗所需操作人员的技术水平要求，使工序标准化、规范化、降低出错率，避免危险工作的误操作等。



联想新视界复印机AR运维示意图

◆ 典型案例——波音生产线用AR辅助线束组装

客机机身内部的线束错综复杂，以往工人们需要拿着飞机内部结构指令手册或参照PDF图才能一步步完成线束的组装和连接，工作流程冗杂繁琐，往往容易出错。使用谷歌眼镜后，工人们就无需拿着手册和电脑在机舱中到处跑，谷歌眼镜可投射出各个细节部分的组装方式来协助工作。数据统计，用上谷歌眼镜后，**波音工人组装线束的错误率降低50%，时间缩短了25%。**



波音工人按照眼镜显示提示布线



远程AR专家指导系统示意图

2.远程指导系统。现场工程师佩戴AR眼镜，通过第一人称摄像头，将数据实时传送到远程专家，远程专家给出指导，指导信息以AR的方式显示给现场工程师，指导工程师完成操作。远程指导系统的价值，在于节约专家到现场的**成本**，降低高技术工作对现场人员的**依赖**。

- ◆ AR工业应用的信息呈现方式，主要取决于AR眼镜，分成两代，一代是以Google Glass、Epson BT350等为代表的**2D信息显示**（含双目立体），在眼前提供了一块额外的显示屏，进行信息的显示，有的还安装了第一人称摄像头，可以进行录像和简单图像识别。方案硬件成熟度较高，成本较低；第二代则是以HoloLens为代表，**具备空间识别与追踪能力的3D信息显示**，虚拟信息叠加在真实空间，显示效果更好，但硬件成本高，还不太成熟。



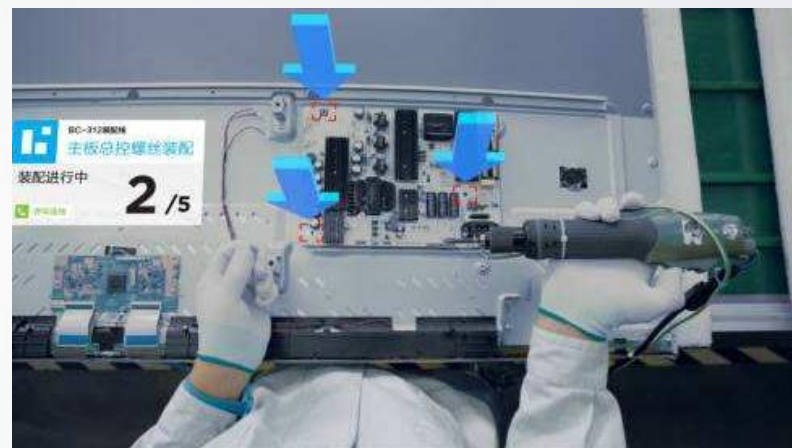
单目2D显示：Google Glass



双目2D显示：BT 200



3D显示：HoloLens



第二代AR以3D的方式将信息显示融合在环境中

- ◆ 当前AR工业应用产业链还没有明确分层，工业需求可能涉及到软、硬件等多层面的修改，远未标准化，厂商都需要向工业企业提供整体解决方案。因此，国内外AR工业企业中，自身具备AR硬件研发的企业较多，可以针对需求迭代修改AR硬件产品。也有一些企业基于第三方硬件，如Epson BT350、微软HoloLens开发工业应用。

◆ 硬件开发企业：



◆ 软件开发企业：



◆ AR在工业的应用目前以试点和小范围案例为主，尚未批量应用，原因有多方面：

- 1.方案产品形态远未标准化，企业各异的需求需要同时涉及硬件研发、图像算法、网络开发、移动开发等方面，还需要深入理解工业具体工作流程，项目执行难度大，速度慢；
- 2.AR信息显示需要对接工厂数据系统，需要企业信息系统数据的打通和完善，很多企业信息化还不完善；
- 3.整体AR工业应用作用，投入产出偏低，功能有限，不解决刚需，企业意愿不强；
- 4.图像识别相关功能对于AR工业应用价值较大，但技术目前偏弱。

4.3 数据智能分析与应用

一、工业大数据：

- ◆ 大数据技术兴起后，诞生了一批以工业大数据应用为核心应用方向的企业，开展在工业的各个领域的应用，推出了一系列智能预测和分析解决方案。工业大数据主要应用方向有：预防性维修、智能生产优化、智慧供应链、智能营销等。报告主要讨论其中侧重生产环节的预防性维修和生产环节优化。



◆ 工业大数据典型企业



以IMS机械工程博士为核心团队，提供智能运维整体解决方案，主要在风电、轨交、机器人、数控加工等行业有成功案例。



基于大数据平台，提供端到端的大数据整体解决方案，已服务新能源、石油天然气、电子制造、工程机械、环保、生物制药等领域。



观为监测，新三板企业，专注于工业运维领域的大数据预知性维护服务，已服务能源电力、智慧城市、石油化工、港口地铁以及军工等行业客户。

1、预防性维修：

- ◆ 预防性维修主要面向设备的运用环节。工业运维经历了4个阶段，目前已经从事后维修，逐渐向预防性维修发展。预防性维修可以有效减少设备停机，提高设备利用率，避免停机损失。
- ◆ 预防性维修主要依赖于数据和建模。建模过去主要有两种思路，一种基于机理辨别，对未知对象建立参数估计、进行阶次判定、时域分析、频域分析或者建立多变量系统、进行线性和非线性、随机或稳定的系统分析等，试图揭示系统的内在规律和运行机理；另一种则是基于AI相关的灰度建模思路，利用专家系统、决策树、基于主元分析的聚类算法、SVM和深度学习等深度学习相关方法，对数据进行分析 and 预测。

亿欧智库：设备运维方式的演变



- ◆ 典型案例：天泽智云/阿里云ET工业大脑——风场智能运维系统

问题：传统风力发电机常在故障发生后“亡羊补牢”，维修复杂、周期长、成本高

方案：利用传感器对风机进行实时监控，嵌入故障预测和异常监测模型实时分析，能够判断具体哪一个部件有什么样的风险，接下来会出现怎样的故障模式。再以预测性的视角进行排程，同时对风速进行实时预测，可以选择在风小的时候停下来进行维护，风大的时候尽量保持发电。通过结合维护排程优化的模型能够把整个维护过程当中的损失大幅降低。

结果：某海上风场，机械类故障提前28天早期预测，巡检效率提升30%以上，维护成本降低30%以上（天泽智云）；提前识别风机的潜在故障，变大为小修，预计运维成本降低30%以上（阿里云ET工业大脑）

2、生产过程优化：

- ◆ 主要面向企业的生产过程。在制造过程数字化监控的基础上，用大数据、人工智能算法建立模型，研究不同参数变化对设备状态与整体生产过程的影响，并根据实时数据与现场工况动态调优，提供智能设备故障预警、工艺参数最优推荐，降低能耗，提升良品率等一项或多项功能，对于一些危险生产行业，还能用于控制降低风险。概括起来即：**提质、增效、降耗、控险**。
- ◆ 由于企业的生产过程，也是生产设备的运用过程，因此具体开展业务时，大数据分析企业主要依据客户企业需求提供整套方案，不进行明显区分。

- ◆ 典型案例：阿里云ET工业大脑——中策橡胶生产优化

问题：中策橡胶在橡胶密炼（橡胶生产的核心环节）过程中的能耗和次品率受原材料及生产环境影响很大，导致综合生产效率波动大，生产成本控制难。

应用：阿里云将ET工业大脑应用于橡胶生产环节，根据密炼过程参数实时数据构造训练数据（如：排胶时刻的特征、胶料监测结果等），建立决策树模型，推荐最优的工艺参数，最终降低能耗，提升良品率。

结果：通过最优参数推荐，优化密炼工艺，提升混炼胶平均合格率3%-5%。



◆ 目前工业大数据仍主要集中在应用在能源、轨道交通、军工、电力等重工业行业，尤以风电行业居多。近两年，也开始向3C、新能源行业应用，但总体还不多。工业大数据当前主要以特征分析方法为主，也开始引入机器学习相关技术。

◆ 工业大数据面临几个核心问题：

数据采集：国内部分企业的设备没有使用国际标准工业协议，设备数据解析成本高。很多工厂的网络条件也不好，数据传输受到影响。

市场教育：工业企业在大数据实施路径如何选择、投入产出如何评估、业务流程如何配合等方面都普遍存在困惑。

快速复制：工业大数据通常以项目形式针对个案具体分析，难以快速复制和扩展，商业角度看增速较慢。

亿欧智库：部分国内工业大数据企业融资情况

企业	成立年份	轮次	最近融资	业务描述	企业	成立年份	轮次	最近融资	业务特点
观为监测	2013	新三板	-	预防性维修业务	天数润科	2015	A轮	-	SkyFront 智能设备健康管理系统
昆仑数据	2014	B轮	累计近亿元	KMX大数据平台， KSTONE工业互联网平台	天泽智云	2016	A轮	2018，高榕资本， 联想创投，IDG	工业大数据一体化定制服务
应势科技	2014	-	-	生产过程与质量关联预测 设备与过程健康状态监测	玄羽科技	2017	天使	2017，明势资本、 创势资本	机床刀具智能故障预测
大数点	2015	Pre-A 轮	2016，盛景，怡 伯新能源、创新 谷，数千万元	IOT Datahub数据总线 Flow Engine引擎	积梦智能	2017	天使	2017，真格基金， 2000万元	积梦智能工厂平台JIMP
智擎科技	2015	天使轮	2016，九合创投、 青山资本	WYSEngine工业设备预测 性维护平台	微埃智能	2017	天使	400万，大米创 投	生产过程中数据的挖掘

来源：公开资料整理

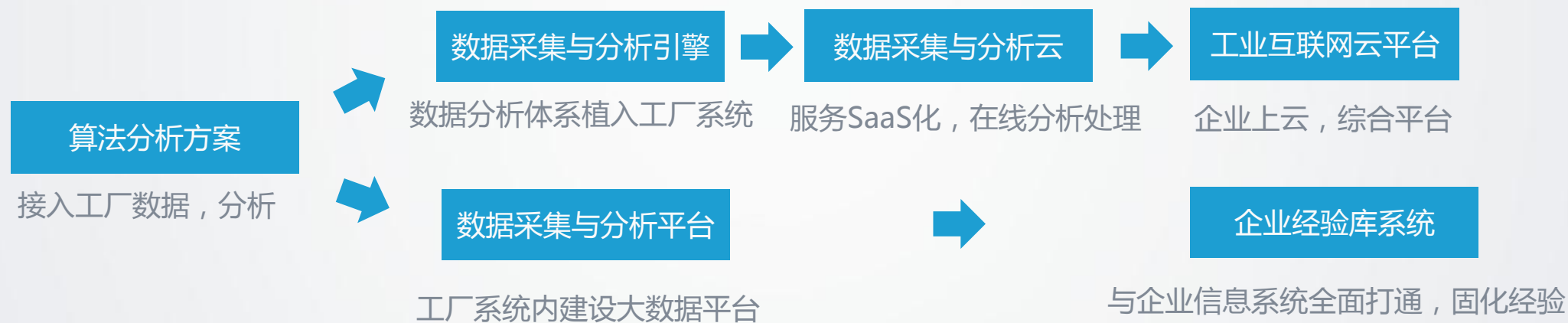
亿欧 (www.iyiou.com)

◆ 为适应企业的需求，工业大数据的服务方式在两个方向不断发展。

开放的工业互联网云平台：大数据服务企业，从单纯的算法分析，逐渐将算法和服务开放化，平台化，最终向互联网云平台发展，为企业提供上云和数据分析服务。

封闭的企业经验库系统：出于数据安全性考虑，大型生产企业会在内部构建私有云经验库系统，将全厂数据平台打通，沉淀并对数据分析，将企业的经验固化起来，构成企业的经验库系统，成为企业的重要竞争优势。

亿欧智库：工业大数据演化进程



◆ 工业大数据只是解决工业各种问题的众多方法中的一种，能对部分问题进行优化改善，工业生产中很多更核心的技术研发、工艺、人员管理等问题，并不能指望工业大数据解决。

二、数字化双胞胎Digital Twin :

- ◆ 在工厂全面数字化的基础上，**产品研发类企业**通过数字化双胞胎，从而实现更高阶段智能化迈进。数字化双胞胎以数字化方式为真实产品、设备、工厂等物理对象创建虚拟模型，模拟其在现实环境中的行为特征，创建对应的仿真数字化模型，完整真实在数字世界中再现整个企业，使企业在实际投入生产之前即能在虚拟环境中优化、仿真和测试，在生产过程中也可同步优化整个企业流程。数字化双胞胎具体包括“**产品数字化双胞胎**”、“**生产流程数字化双胞胎**”和“**设备数字化双胞胎**”三个领域。
- ◆ 典型案例：吉利汽车花了两年多实施基于数字化双胞胎的数字化工厂，已经有两个基地采取到了数字双胞胎技术，实现了成本的降低，生产过程的优化和产品质量的提升。明年吉利会对所有新生产线全部使用数字化双胞胎理念建设。

对工厂设备和物流进行3D建模，对交通路口通过进行计算，对能耗进行监控及仿真。还用于产线验证，如冲压车间验证，焊装车间全线体验证，喷涂模拟，总装装配以及人机工程验证

产线物流
3D仿真

建立数字化标准体系、平台及规范、搭建资源数据库以及业务数据库规范管理，打通各平台数据。所有数字化系统可以通过移动端手机进行访问。未来会把ERP、AI系统等合作成共同打造成专家库系。

统一数据平台

基于工厂3D模型，进行可视化监控。和信息显示。在车间漫游可以随时点击设备查看运行状态、生产图纸、工序步骤等。规划人员、操作人员、维修人员，都可以全方位的对设备进行监控

生产监控
AR漫游



工厂的实时信息监控

搭建大数据平台，实时获取自定义所需数据，对数据进行挖掘分析，得到最佳的参数。最终生产与能源耦合系统也会介入其中

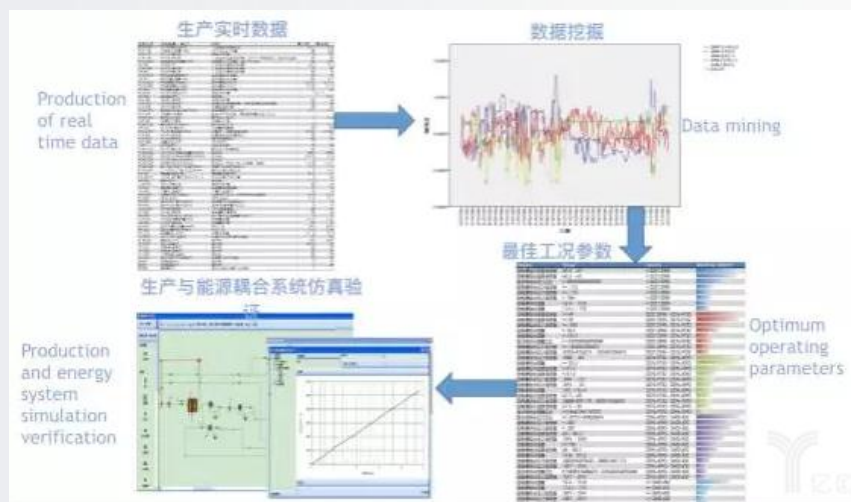
大数据系统

构建仿真与真实误差只有3毫米的高精度3D工厂。所有的CT节拍所有的误差控制在0.5秒，所有机器人在仿真里面的数据跟现场完全一样

高精度数字化双胞胎

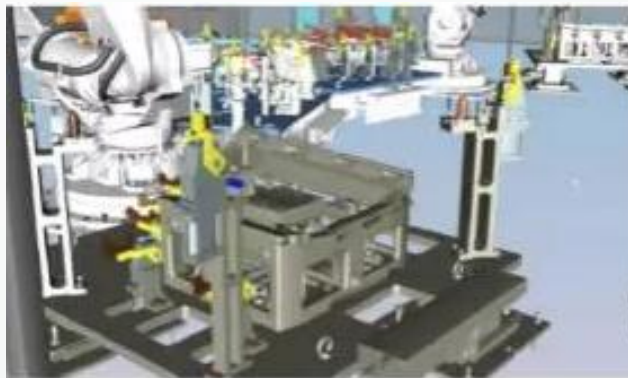
在3D工厂基础上，引入与现实控制室同步，可以控制任何设备和程序的控制室、基于可穿戴设备可光学追踪的模拟人机工程实验室、VR实验室，进行现场控制、人机工程验证和CAD、CAE设计评审

三个实验室



大数据分析

虚拟工厂



真实工厂



高精度1:1的虚拟3D工厂

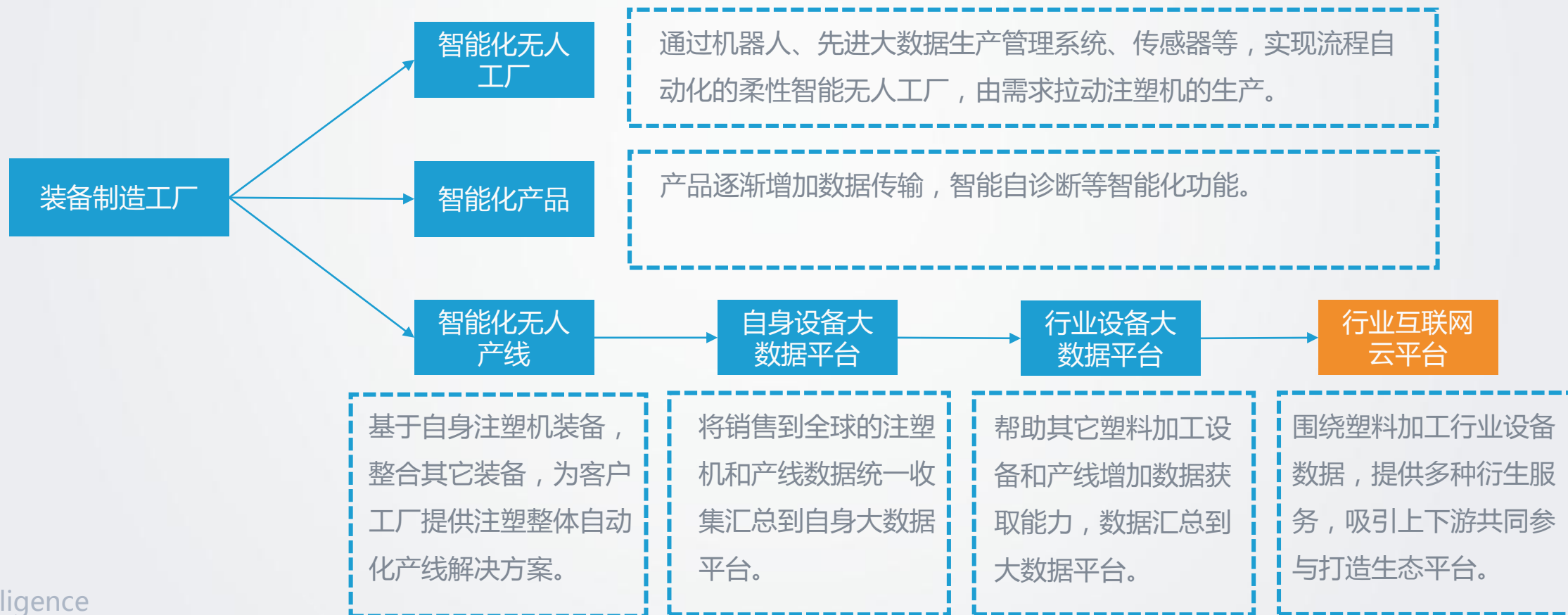
4.4 工厂与消费者、行业的连接

- ◆ 基于数字化智能柔性生产和大数据驱动的供应链，C2M模式直接连接消费者和工厂，提供产品的个性化定制成为可能。C2M消除了传统中间流通环节导致的信息不对称和种种代理成本，极大降低了交易成本。使企业可以零库存生产，拥有充足的现金流，同时实现管理自动化，减少财务费用和管理费用。
- ◆ C2M典型案例有酷特智能的西装个性化C2M定制平台酷特云蓝，海尔CosmosPlat个性化定制平台等。酷特云蓝：消费者可以自由输入自己的体型数据和个性化需求，支持全球客户DIY自主设计，自主决定工艺、款式、价格、交期、服务方式，自己设计蓝图，提交订单后七个工作日交付成品西服。



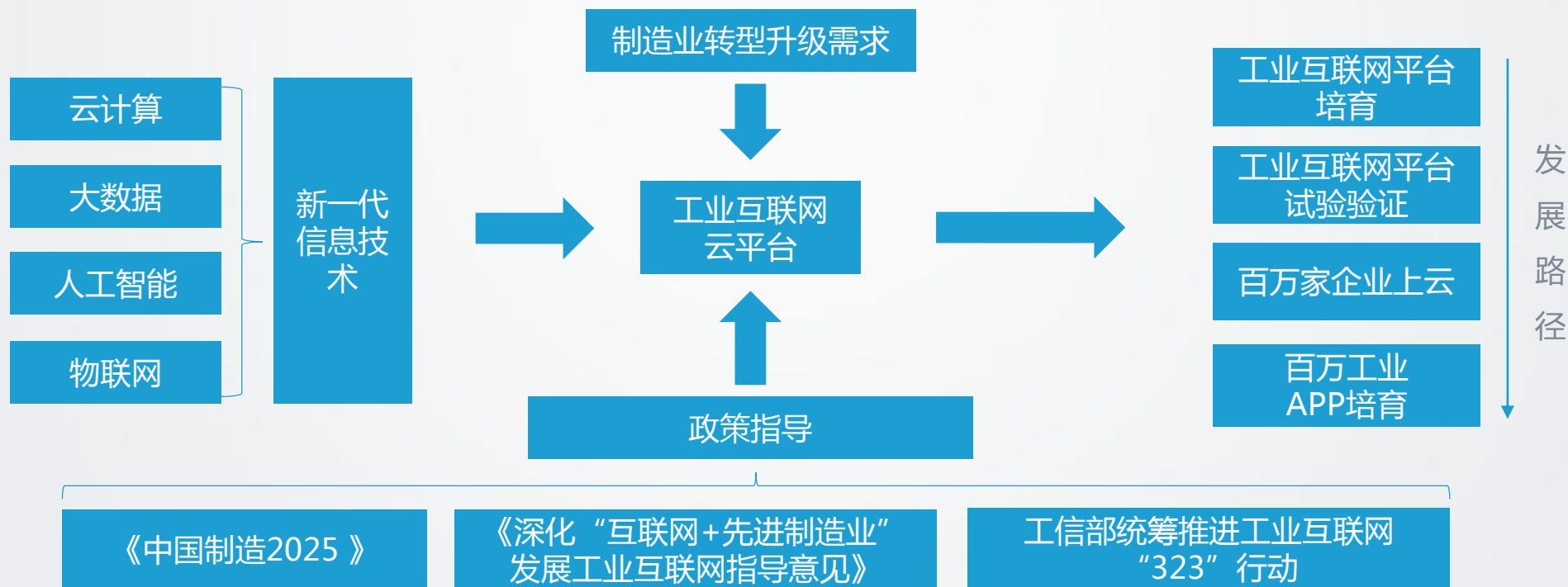
- ◆ 从行业内部看，一些行业领先装备制造企业，一方面实现自身工厂的智能化制造，一方面基于自身的设备物联网功能，逐渐汇集和整合行业的设备数据，搭建行业大数据平台，并吸引产业上下游共同参与构建本行业互联网云平台生态系统。以注塑机厂商博创智能为例，其发展路径如下图所示。

亿欧智库：博创智能的工业互联网发展路径



- ◆ 从大环境看，工业信息化产业链的分层和聚合，工业企业上云的发展，先进工厂的能力输出等，促使工厂的信息化和智能化朝着工业互联网平台发展。
- ◆ 基础技术发展充分，行业本身降本增效、转型升级的需求，国家层面的大力推动，**三大因素共同推动工业互联网平台迎来重大机遇。**尤其国家层面当前在大力推进工业互联网平台建设。2018年也是工信部提出实施三年行动计划的第一年，预计相关政策和措施将逐步推出，具体将沿**平台培育、试验验证、企业上云、工业APP培育**四大方向开展。

亿欧智库：几大因素推动工业互联网平台迎来新机遇



- ◆ 工业互联网平台及工业物联网尚无公认的准确定义，目前市场号称工业互联网平台已经很多。一般认为，工业物联网/互联网分为IaaS、PaaS和SaaS三层。工业互联网产业联盟编写的《工业互联网白皮书》中，对工业互联网平台功能架构定义如图所示。

亿欧智库：工业互联网云平台标准架构



◆ 目前的工业物联网平台已经有很多，参与方大体分为四类，生产制造企业，工业装备企业，工业软件企业和IT技术企业。

亿欧智库：工业装备企业互联网云平台

企业类型	企业名称	平台名称
工业装备企业	ABB	ability
工业装备企业	西门子	MindSphere
工业装备企业	施耐德	EcoStruxure
工业装备企业	和利时	Hia Cloud

亿欧智库：工业软件企业互联网云平台

企业类型	企业名称	平台名称
工业软件企业	PTC	Thingworx
工业软件企业	索为	SYSWARE
工业软件企业	石化盈科	ProMACE

亿欧智库：IT技术企业互联网云平台

企业类型	企业名称	平台名称
IT技术企业	浪潮	M81
IT技术企业	用友	精智
IT技术企业	阿里云	ET工业大脑
IT技术企业	东方国信	CloudChip
IT技术企业	昆仑数据	KSTONE
IT技术企业	寄云	NeuSeer

亿欧智库：生产制造企业互联网云平台

企业类型	企业名称	平台名称
生产制造企业	GE	Predix Cloud
生产制造企业	海尔	COSMOPlat
生产制造企业	徐工信息	Xrea
生产制造企业	富士康	BEACON
生产制造企业	航天云网	INDICS
生产制造企业	树根互联	根云

◆ 根据各工业互联网云平台概念范围大小不同，亿欧智库将其概念范围由小到大划分成三个层次，分别是工业物联网（Industrial Internet of Things）、工业互联网平台和工业综合互联网平台。

◆ 工业物联网/IIOT

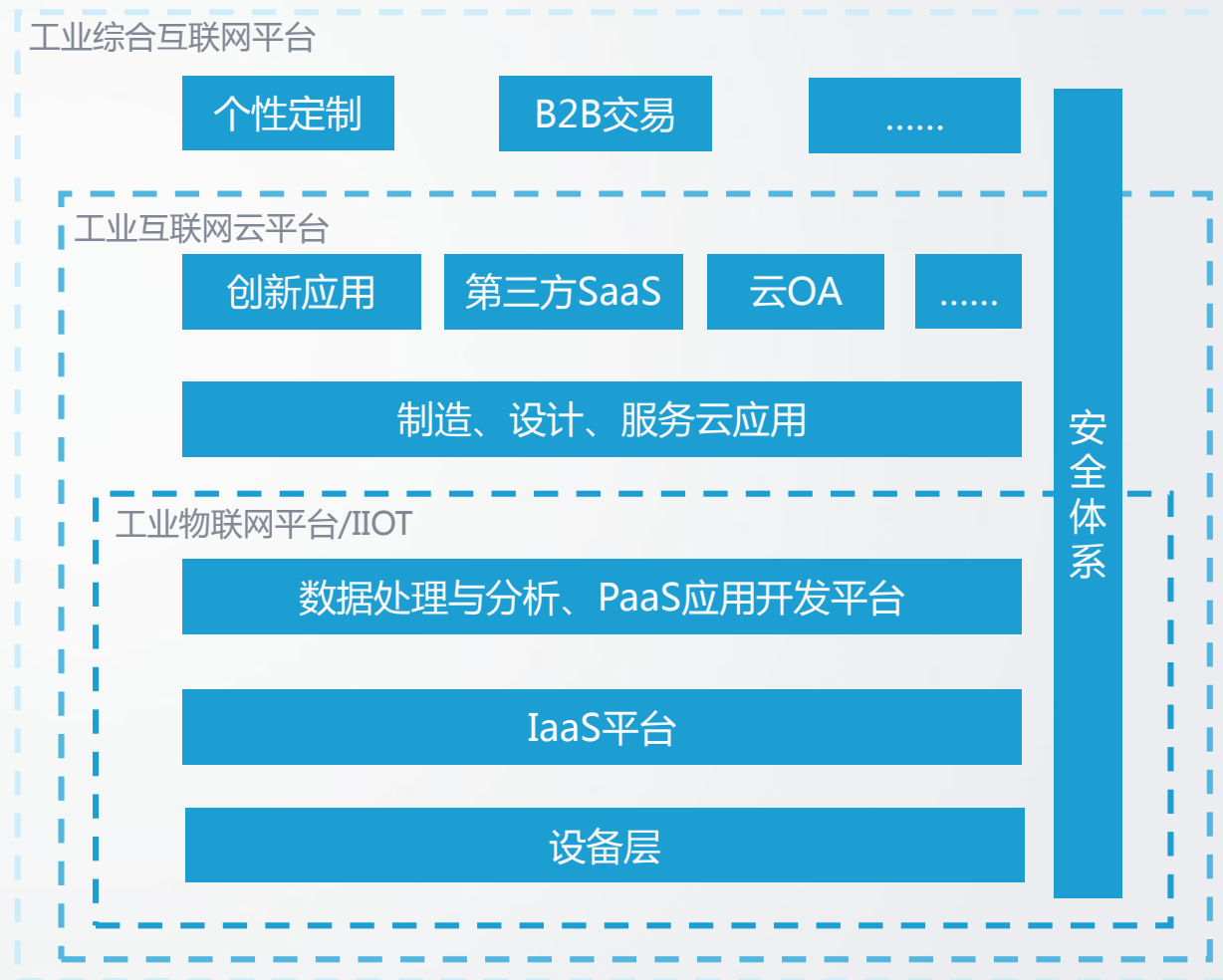
以设备联网、数据分析和应用开发为核心，包含IaaS和PaaS层部分。是工业互联网的基础，但不含上层SaaS部分内容。例如国外著名的GE Predix，PTC Thingworx等。主要构建工厂、客户、开发者的生态。

◆ 工业互联网云平台

在IIOT基础上，包含了SaaS层部分，将工厂各种相关运营、管理的云服务都纳入进来，实现了产品全生命周期运维的上云化。用友精智云、富士康BEACON都属于此类。生态中增加了企业上下游各种合作伙伴。

◆ 工业综合互联网平台

在工业互联网云平台基础上，增加了工业B2B对接、产品个性化定制等功能，构建工厂和用户、不同企业间基于网络的大生态。航天云网，海尔等属于这种。





- ◆ 工业互联网平台还可以分为**综合云平台**和**行业云平台**，其中行业云平台面向特定行业，将行业内相关企业聚集在平台，固化行业知识，促进行业内数据分析与信息对接。 广义的工业互联网平台很多，但具备完整IoT数据接入，大数据分析，集成应用系统SaaS的平台并不多。
- ◆ 工业互联网云平台具体实施大概分成三种：**面向工厂定制解决方案**；**工厂自助接入与自助开发**；**数据共享与开发者生态**。目前大部分工业互联网实施方式处于第一种方式，即以面向工厂的整体解决方案的方式实施，很多以私有云的方式部署。国外第二种也比较多，但目前国内开放软硬件交由企业自行接入云平台，对很多制造企业而言实施有难度，应用并不多。第三种方式只有极少数平台做到。
- ◆ 工业互联网当前面临的主要问题：
 - 难以接入数据**：由于标准不统一等问题，设备数据接入网络还存在诸多问题，数据缺失为上层应用带来了诸多困难。
 - 难以构建生态**：数据的全面上平台有难度，数据上平台后，构建开发者生态也有相当的难度，当前数据分析开发者还很少。
 - 投入产出不一定成比例**：整套方案实施复杂，但收益很多时候难以清晰计算，有可能不如换生产设备实际价值更大。
- ◆ 过去两年工业互联网云平台主要是大公司在探索，大公司试点阶段，很多公司将过去的自身能力沉淀和输出，逐步整合成平台开放出来。未来将主要是推广阶段，相当一段时间内，工业互联网平台将会是各种概念混杂的状态，也将从综合云平台演化出越来越多的行业云平台。2018年开始，工信部也将认定10家国家级平台和多家行业平台，中小企业未来或将逐步加入以上云平台，但总体工业互联网云平台的落地可能远不如想象的快。

Part5. 先进制造新势力的机遇与挑战

5.1 工业机器人新势力的机遇与挑战

◆ 机器人新势力的机遇：

1.长期市场前景看好。中国已经是世界几大制造业大国之一，很多行业有完整的产业链配套，制造业发达。但随着中国人口老龄化加速，劳动力成本升高及年轻人择业观的变化，工厂的劳动力成本越来越高。与此同时，伴随着中国制造业转型升级，消费升级，市场对产品一致性和品质的要求提高，两方面因素将长期共同推动中国制造业机器换人。长期看，未来机器人市场可能是千亿级市场，国内替代的机会还很大，且国内企业如果能够突破核心技术，将可能扭转产业地位和话语权，能够占据的市场空间也将显著增加。

2.短期市场空间存在。虽然国外机器人已经占据了汽车等重型机器人的主要市场，但近几年出现的3C电子市场等新兴增量市场，国外厂商响应不及时，个性化服务跟不上，且新兴产业对产品的技术要求稍低，给了国产机器人凭借价格和服务优势抢占市场的机会。随着这些新兴增量市场的快速增长，能够助推国产机器人厂商快速崛起。随着国产机器人产业的加速，有望进一步拉低机器人价格，使更多行业机器人的投资回报期突破2-3年的接受门槛，逐步释放更多新的行业应用场景。

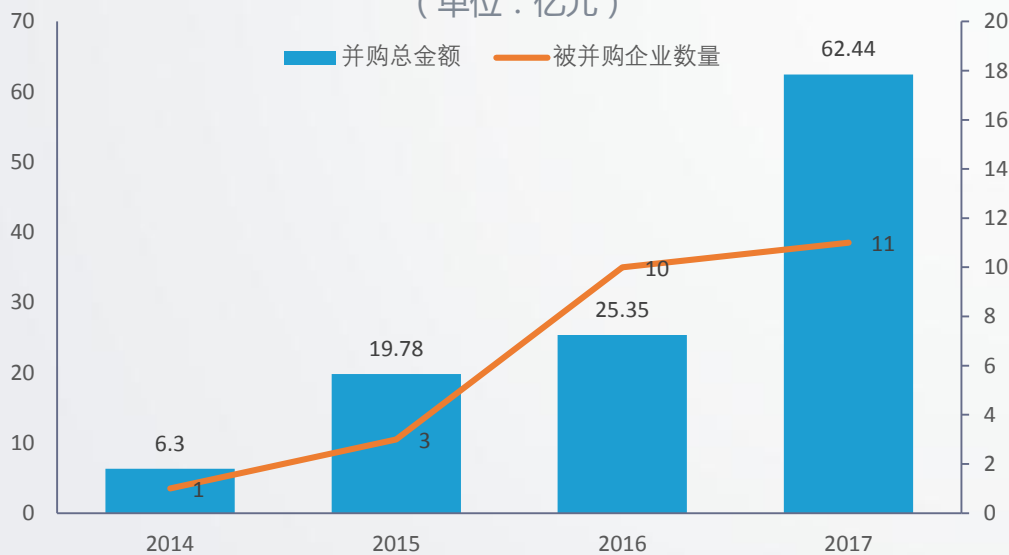


- ◆ 3.资本和国际贸易战为企业破局恶性循环带来了机会。过去的市场环境下，企业为生存优先做系统集成，即便自主研发产品，由于核心零部件外购，产品性能不达标同时价格又高，导致没有竞争力，销量少，没有充足资金继续研发，形成恶性循环。有了资本的支持，企业可以销量不好的情况下，持续投入研发，掌握核心技术，同时改善企业用于垫付项目的现金流，加速企业的市场拓展。4月份中兴事件和国际贸易战，则让很多下游企业意识到了自主核心技术的重要性。为了避免完全受制于人，他们也将适当比例采购国产产品，为国产产品研发提供资金支持。国家层面各种政策也在向先进制造领域倾斜。
- ◆ 4.算法软件侧机会更大。很多机器人新兴技术与软件、算法相关，中国在相关领域人才也很丰富，只是之前进入工业领域的较少，如果人才和资金到位，中国在软件相关领域赶超国外厂商机会很大。



- ◆ 最近几年，机器人领域并购热潮兴起，越来越多制造企业开始布局智能制造，或并购机器人相关核心技术。作为资本的重要退出通道，并购的增多有助于促进资本的入场，对于机器人行业也是好的机遇。
- ◆ 2014年以前，机器人相关并购很少。2015年开始，国内机器人相关并购金额和企业数量都在持续增高，并且被并购企业的估值也在逐步上升。不过大部分的被并购公司估值在1亿到10亿之间，总体而言并不高。
- ◆ 国内机器人并购大概分为本体企业收购集成商、行业装备厂商/集成商收购本体企业、产品生产企业通过收购全产业链布局机器人等几种，其中，据亿欧智库统计，行业装备厂商/集成商收购本体企业的情况占到了并购总数的约50%。随着机器人在各行业应用增多，未来行业集成商并购机器人厂商的可能性较大。

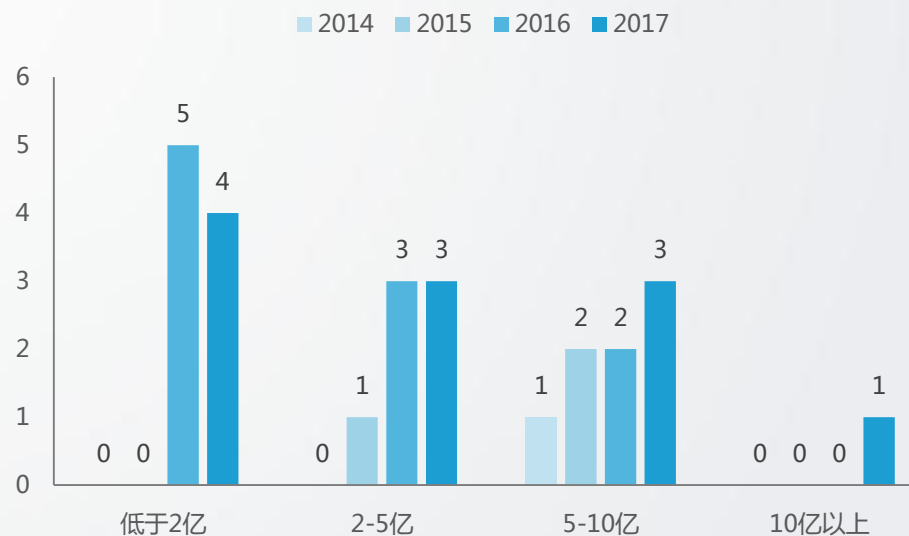
亿欧智库：2014-2017年国内机器人相关并购总量统计
(单位：亿元)



来源：公开数据整理，亿欧智库

亿欧 (www.iyiou.com)

亿欧智库：2014-2017年国内被并购机器人相关企业估值分布
(单位：亿元)

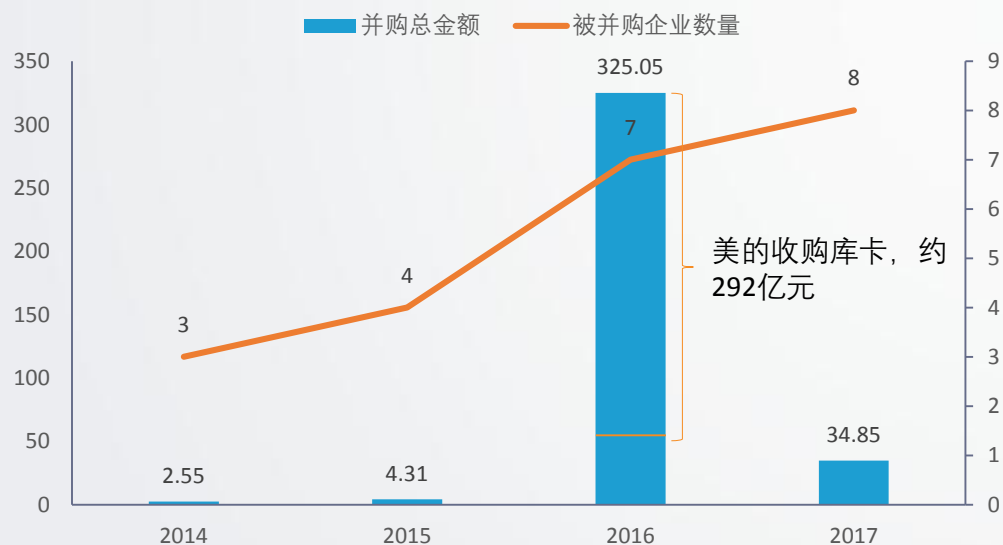


来源：公开数据统计，亿欧智库

亿欧 (www.iyiou.com)

- ◆ 2015年之前，国内企业在海外的机器人相关并购比较少，2016年，以美的近300亿元收购库卡为标志，机器人相关海外并购掀起高潮。2017年国内企业在海外的并购有所回落，但总量仍然不少。相比于国内的收购，国外被收购企业的估值总体要高一些，且估值分布更为均匀，超过10亿元的仍然很少。
- ◆ 从收购目的看，收购上游核心技术（控制和视觉）、下游集成应用成为海外并购主要目的。据亿欧智库统计，两者合计约占73%，其中核心技术41%，下游集成32%。随着国内部分有实力机器人企业完成布局，可选标的减少及国际贸易摩擦加剧，中国企业的海外并购或将放缓。

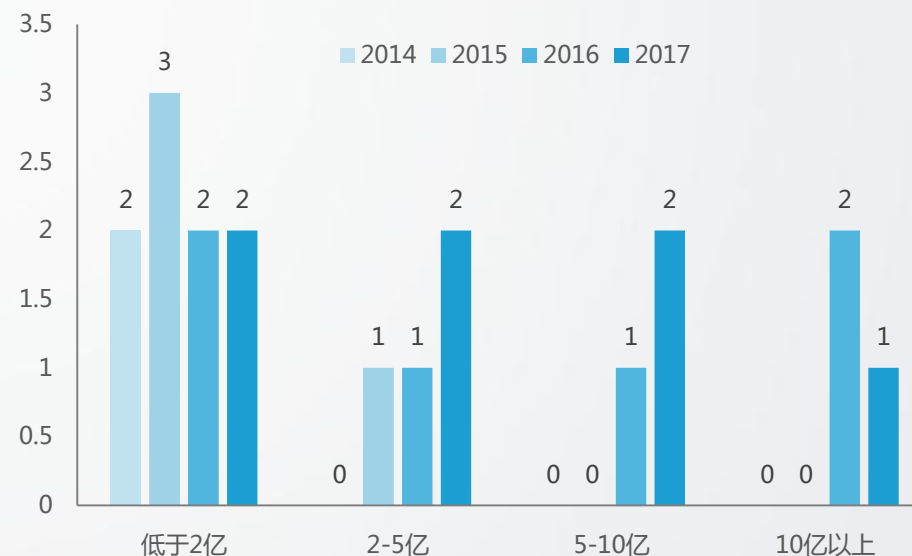
亿欧智库：2014-2017年机器人相关海外并购总量统计
(单位：亿元)



来源：公开数据统计，亿欧智库

亿欧 (www.iyiou.com)

亿欧智库：2014-2017年机器人相关海外并购被并购企业估值分布
(单位：亿元)

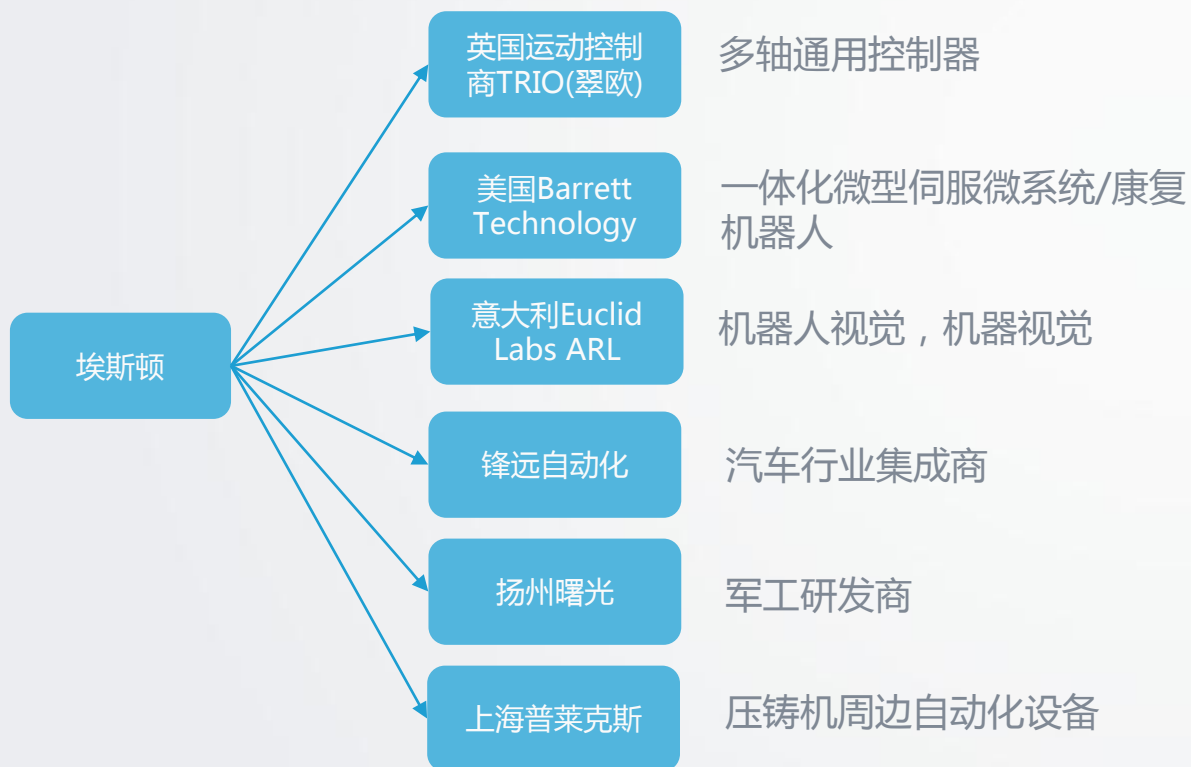


来源：公开数据统计，亿欧智库

亿欧 (www.iyiou.com)

- ◆ 通过近两年的一系列海内外并购，一些国内生产加工企业和机器人企业初步完成了产业链上游和下游的布局。
- ◆ 未来随着机器人行业应用的增多，重点行业有影响力的集成商和上游核心技术厂商，成为被并购标的的机会较大。

亿欧智库：埃斯顿的国内外收购布局



亿欧智库：埃夫特与新时代的国内外收购布局



◆ 机器人新势力面临的主要挑战

1.市场空间小且碎片化严重。短期内，整个中国机器人市场在百亿水平，但其中大部分是存量市场，且被国外厂商占据，新兴增量市场总空间还比较有限，全行业年均增长率在30%左右。在有限的空间内，整个机器人市场呈现极度碎片化状态，大量出货来自各种集成商，行业头部企业和后面企业差距不显著，单个公司能够占据的市场份额较小。

2.发展速度慢。机器人的行业应用场景随企业需求需要进行个性化定制，通用性不好，项目实施周期长，产品稳定性要求高，要经过长期的运用测试，新兴机器换人场景扩展慢，所以机器人公司无法实现几何级数增长，增速相对较慢。但行业相对慢的发展速度，也给了企业，耐心做好技术产品的时间。

3.市场窗口期有限。轻工业，尤其是3C电子、新能源领域近两年出现的巨大机器换人增量市场，带动了行业的快速发展，一批相关企业也在过去两年加速入局。但3C电子等领域目前增速已经开始放缓，未来新增需求增速将放缓，而之前积累的需求，伴随着未来2-3年相关企业的产品投入市场和产能释放，供需关系或将逐渐平衡，一批公司在此过程中实现增长，行业市场格局将基本明确。今明两年将迎来新兴企业的市场验证关键期，也是这一波新公司机遇的最后时间窗口。

亿欧智库：机器人产品市场化基本步骤



4.现有的技术略超前市场。人机协作、自由路径AGV、复合机器人等新技术主要优势都体现在柔性化和更高的适应性，但目前大量工厂的产线工艺路线和产品不经常变化，需要柔性化产线的工厂数量在增长，但总体比例还不高。

5.基础积累的缺乏难以短期弥补。中国机器人行业的技术落后，尤其是核心机械零部件的落后，涉及到上游相关的材料、工艺等，之前国内缺乏相关基础研究和技術积累，短期难以超越。



图片来源：《机器人行业规范信号显现 “机器换人” 愈加激烈》，工控网



图片来源：《全球1/5工业机器人被中企买走》，百铸网

5.2 工业视觉新势力的机遇与挑战

◆ 机器人3D视觉的机遇：

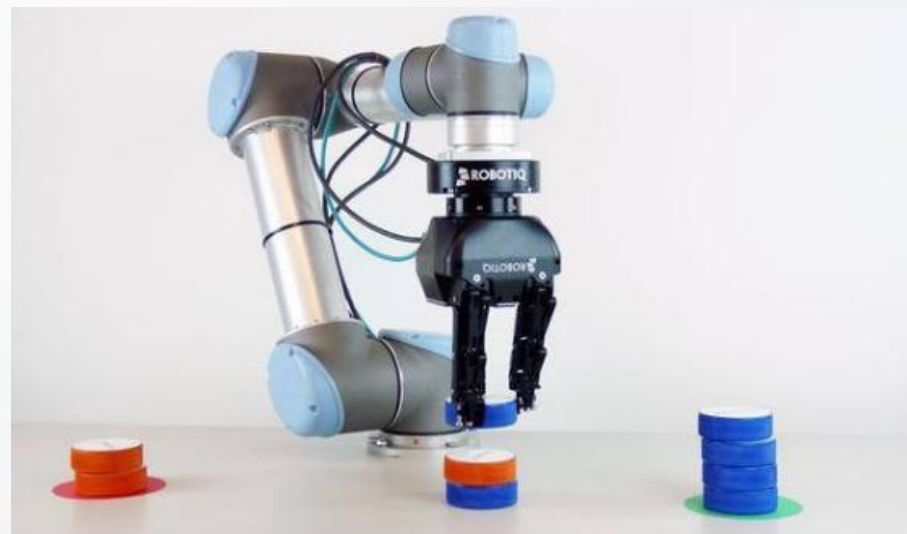
1.市场需求明确。短期内，物流、3C等行业对机器人3D视觉的需求在快速增加。长期看，整个工业生产流程中，加工的自动化程度已经很高，但上下料和物流搬运方面自动化程序还较低，还有很大的提升空间，而这些都需要依赖视觉来实现。

2.国内供应相对空白。3D视觉之前主要由国外厂商提供，价格较高，而国内厂商相对空白。近两年已经有一小批国产厂商推出了产品，在价格方面相对国外有明显优势，不过整体市场还没有性价比、功能都完全符合市场需求的产品。各家基本处于相差不远的同一起跑线，共同开拓相对空白的市场。

3.资本关注度高。机器人3D视觉涉及到人工智能和智能制造两大热点投资领域，技术门槛高，团队背景好，吸引了资本的高度关注。资本的投入有助于推动企业的快速发展。



图片来源：网络



图片来源：《力传感器完爆视觉系统的五大应用》，仪器仪表交易网

◆ 机器人3D视觉的挑战：

1. **技术仍旧难以完全满足需求。** 3D视觉整体功能还比较有限，只能应对各种场景中的很小一部分，大量的需求场景，如随机物品抓取，当前技术水平还很难有效解决。工业现场对可靠性、工作速度的要求，也使得很多机器人3D视觉的方案难以投入实用。机器人对环境本身的识别方面，技术研究也相对较少。
2. **整体市场空间不大。** 由于应用场景比较局限，当前机器人3D视觉的市场空间总体还不小。
3. **面临巨头的挤压。** 工业视觉领域已经有康耐视和基恩士两大巨头，国内也有海康等企业密切关注，新公司面临巨头挤压。
4. **相关人才缺乏。** 熟悉工业业务流程，又了解机器人3D视觉技术的人才很少。



图片来源：FANUC网站



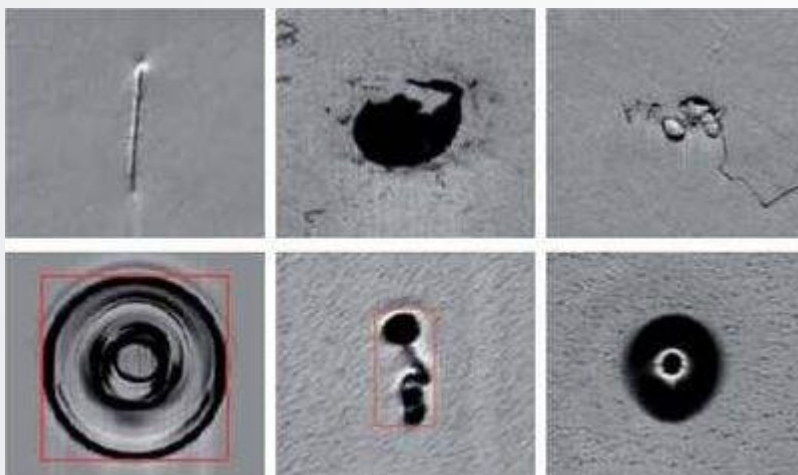
图片来源：亿欧智库

◆ AI图像检测的机遇

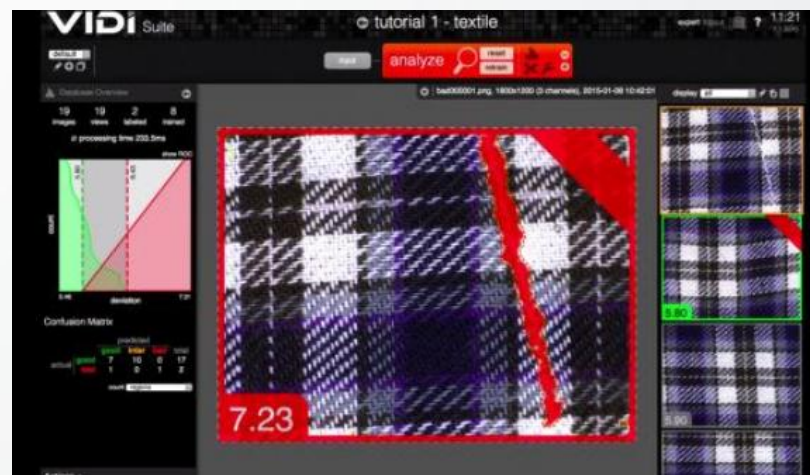
1. **新兴增量市场。** AI的引入，增强了图像识别和检测的能力，尤其是缺陷检测能力，使不少过去不能用机器解决的问题得到了解决，释放了一波新的市场空间，在半导体、3C、新能源、纺织等领域产生了较大的机会。
2. **资本关注度高。** 同机器人3D视觉一样，AI图像检测以同样的特点吸引了资本的高度关注。

◆ AI图像检测的挑战

1. **面临传统视觉厂商的挤压。** 缺陷检测形成产品涉及到很多工业流程本身，产品形态很多以专用设备的形式存在，单纯AI算法在整个产品中的占比并不多，将AI算法引入图像视觉领域并非难事，传统视觉检测相关厂商优势更大。AI的算法调优也依赖数据的积累，传统公司在数据积累方面优势明显。
2. **技术还有提升空间。** 在未知缺陷检测等方面，AI仍旧完全无法与人相比，AI也还只能检测出缺陷，缺少分析和解决缺陷的能力。



图片来源：《BOPET聚酯薄膜表面缺陷在线机器视觉智能检测系统》，中国制造交易网



图片来源：康耐视网站

5.3 工业数字化与智能化的机遇与挑战

◆ 工厂数字化与智能化的机遇

1.非常好的产业基础。中国作为世界工厂，制造业门类齐全，产业链完善，相关企业数量巨大，智能制造市场空间大。中国的互联网技术处于全球前列，相关人才、资金、公有云、通信网络等IT基础设施都非常完善，也为工业互联网、物联网的发展奠定了不错的基础。

2.政府的大力支持。《中国制造2025》发布以来，中央及各级政府陆续出台众多政策支持和发展工业互联网与物联网。中国电子学会、中国信通院、工业互联网产业联盟等一系列行业组织也在牵头各项标准的制定。



图片来源：《工业4.0五大产业链打造出智能工厂》，工厂工程网



图片来源：《从MindSphere看工业物联网生态》，中华工控网

◆ 工厂数字化与智能化的挑战

1.数据依然是非常大的挑战。工业领域基本沿着自动化、信息化、网络化、智能化的方向发展，后一步需要以前一步的完成为前提，数据是智能化的基本前提。但中国大量制造企业还处在发展自动化的阶段，数据基础薄弱。而且各种设备和信息化软件厂商的数据接口不统一或不开放，导致即便有数据，企业的数据也难以有效的打通。出于保密等原因，很多企业不愿将数据给到第三方，很多工业互联网项目多以私有云的形式整体交付工厂，将工厂很多数据上到公有云难度较大。

2.投入产出核算问题。工厂的整体数字化和系统化改造成本不低，目前在规模大的制造企业，尤其是大型重工业和民营行业龙头企业应用较多。但这些大型制造企业在制造企业中数量占比非常小，对市场上大量的中小型制造企业而言，数字化、智能化改造投入产出不如机器换人价值更清晰或者更大。

3.市场个性化差异大，推进慢。由于不同工厂情况各不相同，项目经验难以复制，整个行业扩展速度较慢。

- ◆ 亿欧智库此份报告只是概述性介绍了国内先进制造领域中的部分领域的新兴发展方向和发展情况，列举了部分新兴公司的情况，对行业的发展趋势做了初步的判断。先进制造还有很多领域值得研究，报告很多内容也值得继续深化，报告大量引用了公开资料，可能难免有遗漏或错误，也欢迎行业专家多提宝贵意见，批评指导。
- ◆ 此次报告主要参与成员有：
 - ✓ 报告撰写：崔粲（微信：15011560163）
 - ✓ 研究指导：张帆
 - ✓ 研究支持：李基祥、郭沫汐、王梅竹
- ◆ 再次感谢报告编制过程中，提供过帮助和指导的所有业内人士、行业专家，来自包括但不限于以下机构和企业（按首字母拼音排序），感谢你们的鼎力协助！

阿里云ET工业大脑、阿童木机器人、阿丘科技、博创科技、德联资本、Energid Technologies、高工机器人网、国科嘉和、华制智能、黑湖智造、昆仑数据、酷特智能、珞石机器人、梅卡曼德、木蚁机器人、熵智科技、树根互联、天鹰资本、西门子、壹佰分地板、优傲机器人、用友软件、中船重工707所、中国电子学会、中科院天津所等。

◆ 团队介绍：

- 亿欧智库是亿欧公司旗下专业的研究与咨询业务部门。
- 智库专注于以人工智能、大数据、移动互联网为代表的前瞻性科技研究；以及前瞻性科技与不同领域传统产业结合、实现产业升级的研究，涉及行业包括汽车、金融、家居、医疗、教育、消费品、安防等等；智库将力求基于对科技的深入理解和对行业的深刻洞察，输出具有影响力和专业度的行业研究报告、提供具有针对性的企业定制化研究和咨询服务。
- 智库团队成员来自于知名研究公司、大集团战略研究部、科技媒体等，是一支具有深度思考分析能力、专业的领域知识、丰富行业人脉资源的优秀分析师团队；

◆ 免责声明：

- 本报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于智库的专业理解，清晰准确地反映了作者的研究观点。本报告仅在相关法律许可的情况下发放，并仅为提供信息而发放，概不构成任何广告。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议。本报告的信息来源于已公开的资料，亿欧智库对该等信息的准确性、完整性或可靠性作尽可能的追求但不作任何保证。本报告所载的资料、意见及推测仅反映亿欧智库于发布本报告当日之前的判断，在不同时期，亿欧智库可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。亿欧智库不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，亿欧智库对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，读者可自行关注相应的更新或修改。



亿欧·智库

网址：www.iyiou.com/intelligence

邮箱：zk@iyiou.com

电话：010-57293241

地址：北京市朝阳区霞光里9号中电发展大厦B座2层