

工业 4.0 专题报告

从工业机器人到工业 4.0

分析师：刘国清 S0260514060001



021-60750650



liuguqing@gf.com.cn

分析师：真怡 S0260511050003



0755-82797057



zhenyi@gf.com.cn

分析师：刘芷君 S0260514030001



021-60750802



liuzhijun@gf.com.cn

分析师：罗立波 S0260513050002



021-60750636



luolibob@gf.com.cn

核心观点：

● 资本市场和产业的逻辑从工业机器人向工业 4.0 过渡

从产业来看，从单台自动化，到整线自动化，再到数字工厂是行业发展的必然趋势，工业机器人只是工业 4.0 大的生态系统中的一环，工业 4.0 还包括工业软件、工业通讯、智能机床、机器视觉、3D 打印和传感器等。从股票投资的角度来看，通过工业 4.0 这个投资主题，把很多低估值或低市值的标的囊括进来，是市场理性选择的结果，因为长期来看，代表工业 4.0 的数字工厂或智能工厂，将会是中国制造业转型升级的方向。

● 工业 4.0 发展方向是从数字工厂迈向智能工厂

工业 4.0 是一种理想的生产模式，目前并没有确定性的模式，但是智能化和网络化是两个重要的方向。智能化要求单体控制设备智能，网络化要求设备与设备、人与设备之间实现互联。工业 4.0 的发展方向是从数字化工厂迈向智慧工厂。数字工厂或数字车间是第一步，其内部架构可以分成 5 个层级。分别是企业 ERP 层、MES 层、通信层、控制层和设备层。每个层级都能实现独立的决策闭环，拥有独立的网络和服务，实现层级之间相互通信与互联。

● 工业软件、工业通信和机器视觉将会是工业 4.0 的三大重要模块

工业软件存在于智能制造的每一个角落，重要的工业软件包括 MES、PLM 等，MES 是智能制造的灵魂，是贯穿各个环节（生产、工程技术和生产制造）的交集；工业通信模块是工业 4.0 实现万物互联的基础，工业 4.0 以 CPS 为核心，在未来工业通信网络方面，工业以太网正在成为现场总线的替代技术；机器视觉是让机器设备具备外界感知能力的一种实现方式，未来将围绕 3D 机器视觉硬件和算法突破等领域发展。目前国内机器视觉行业也处在高速发展阶段，未来有望诞生体量较大的机器视觉公司。

● 工业 4.0 将会是未来长期的投资主题，下半年注意标的分化

第一，预计工业 4.0 板块的投资机会将贯穿全年，进入下半场，工业 4.0 概念股分化将十分明显，建议关注主业稳健增长，工业 4.0 并购预期强烈的标的。经过近期的调整，很多工业 4.0 标的存在超跌反弹的大机会。第二，好的标的要有明确的工业 4.0 逻辑，同时要有一套围绕工业 4.0 的并购组合拳。第三，建议重点关注东方精工、天奇股份、诺力股份、慈星股份、锐奇股份、海得控制、亚威股份、黄河旋风、机器人等。

● 风险提示：自动化改造进度低于预期；投资标的并购进度低于预期；投资并购标的的质量风险。

相关研究：

机械行业：业绩和估值方面的探讨

2015-07-09

目录索引

一、从工业机器人到工业 4.0 的逻辑演变	5
1.1 市场逻辑演变：从单一的机器人概念到工业 4.0.....	5
1.2 产业逻辑演变：工业机器人只是工业 4.0 的一环.....	7
二、工业 4.0 的发展方向及层次架构.....	11
2.1 工业 4.0 的概念及内涵	11
2.2 工业 4.0 并没有确定模式.....	13
2.3 工业 4.0 的发展路径：从数字工厂到智能工厂	15
2.4 工业 4.0 的层次架构解析及重要模块.....	18
三、工业 4.0 的三大重要模块	22
3.1 工业软件：智能制造的超级大脑	22
3.2 工业通讯：实现万物互联的枢纽	37
3.3 机器视觉：让机器具备感知能力	43
四、工业 4.0 在中国的投资机会梳理.....	49
4.1 工业 4.0 背景下企业转型机遇	49
4.2 工业 4.0 的投资机会梳理.....	50
五、投资风险提示	51

图表索引

图 1: 我国工业机器人销量及其增速	5
图 2: 资本市场上工业机器人指数远超同期指数	5
图 3: 工业 4.0 指数与机器人指数走势基本一致	6
图 4: 主要工业 4.0 标的公司最近 1 年的涨幅	7
图 5: 写入《中国制造 2025》规划的十大行业	7
图 6: 工业 4.0 的进化史	8
图 7: 工业机器人只是工业 4.0 的一部分	8
图 8: 国内众多上市公司向工业 4.0 业务领域转型	9
图 9: 工业 4.0 有关的行业成为产业 PE/VC 投资的热点	10
图 10: 工业 4.0 是一个大的生态系统	11
图 11: 工业 4.0 的核心内容是三大集成	12
图 12: 工业 4.0 的重要基础是信息物理系统 (CPS)	12
图 13: CPS 平台与物联网的内在区别	13
图 14: 工业 4.0 并没有确定性的模式	14
图 15: 智能化和数字化是工业 4.0 的发展方向	14
图 16: 数字化工厂或者智能工厂是工业 4.0 的核心	15
图 17: 工业 4.0 的未来发展方向: 从数字化工厂到智能工厂	16
图 18: 数字化工厂与智能工厂的对比	16
图 19: 数字化工厂是实现工业 4.0 的第一步	17
图 20: 德国安贝格数字化工厂建设过程	18
图 21: 西门子安贝格工厂	18
图 22: 西门子安贝格工厂百万出错率 (dpm-A)	18
图 23: 西门子数字化工厂的层次架构	19
图 24: 研华的数字工厂层次架构	19
图 25: 数字工厂的层次架构的一般模式	20
图 26: 数字化工厂的每个层次架构都是闭环系统	20
图 27: 工业软件分类	22
图 28: 工业软件分存在于智能制造的每个角落	23
图 29: 全球工业软件市场规模	24
图 30: 工业软件构成比例	24
图 31: 全球工业软件类企业收入情况	25
图 32: 全球工业软件类企业营业利润增速情况	25
图 33: 2006 年后主要企业围绕工业软件实施外延并购案例的数量	25
图 34: 不同业务领域工业软件厂商的并购诉求差异	26
图 35: 西门子近年来主要的并购案例	27
图 36: MES 软件是工业软件的核心	27
图 37: MES 软件的四个发展阶段	28
图 38: 流程行业和离散行业 MES 系统的区别	28
图 39: 2004-2020 年全球 MES 行业市场规模	29
图 40: 2009-2018 年中国 MES 行业市场规模	29
图 41: MES 系统行业代表性厂商分类	30

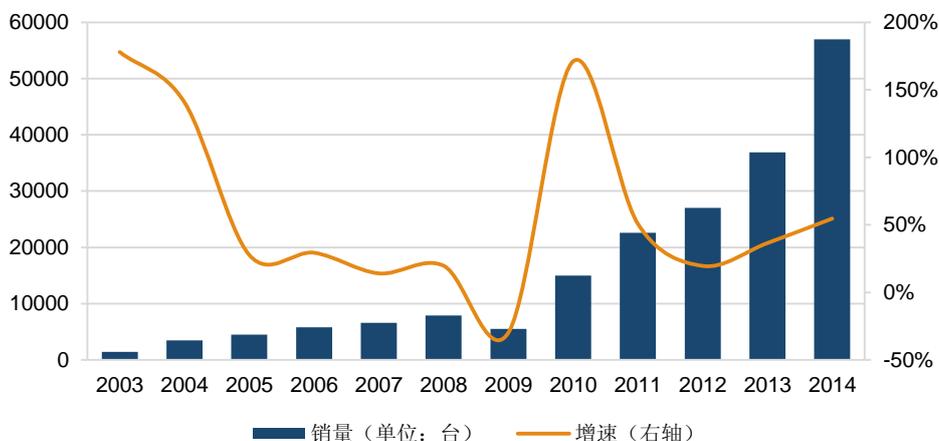
图 42: 国内 MES 行业易往信息在汽车行业具备优势	30
图 43: 西门子工业软件 MES 技术发展路线图	31
图 44: PLM 是数字化工厂需求的源头	32
图 45: PLM 软件系统的内容	32
图 46: PLM 产品构成: CAX+cPDM+数字化制造	32
图 47: PLM 产品进化发展历程	33
图 48: PLM 行业过去十年风云变换	34
图 49: PLM 行业主要厂商可以分为三类	34
图 50: 全球 PLM 市场规模 (亿美元)	35
图 51: 2014 年 PLM 各细分领域投资增速	35
图 52: 2014 年国内主流 PLM 市场规模及各个细分市场发展情况	35
图 53: 全球 PLM 市场各大厂商市场份额	36
图 54: 达索系统主营业务收入构成比例	36
图 55: 全球 PLM 龙头达索系统历年营业收入及对应股价	36
图 56: M2M 让设备互联	37
图 57: 设备互联的目的是为了更高层次的应用	38
图 58: 互联网与工业制造的各自发展与融合进程	39
图 59: 各个层次具有不同的通信方式	39
图 60: 全球 PLM 龙头达索系统历年营业收入及对应股价	40
图 61: 工业以太网的应用比例增长逐渐提升	41
图 62: 工业物联网的基础构成要件	41
图 63: 全球物联网市场规模及增速 (亿美元)	42
图 64: 全球物联网设备数量 (亿台)	42
图 65: 机器视觉应用案例	43
图 66: 机器视觉系统构成要件	43
图 67: 机器视觉系统上下游	44
图 68: 人脸识别已经是非常成熟的技术	44
图 69: 3D 机器视觉将会成为重要的应用技术	45
图 70: 全球机器视觉系统市场规模 (亿美元)	45
图 71: 全球机器视觉产业分布情况	45
图 72: 美国机器视觉市场规模及增速 (百万美元)	46
图 73: 美国机器视觉市场细分领域市场占比	46
图 74: 国内机器视觉系统市场规模 (亿元)	47
图 75: 我国机器视觉处于成长期	47
图 76: 国内机器视觉行业主要厂商分类	47
图 77: 全球机器视觉龙头企业康耐视营业收入及股价对比图	48
图 78: 我国实际利用外资规模额度增速放缓	49
图 79: 欧元正式流通以来德国单位劳动成本增长率	49
图 80: 富士康主要城市选址城市与路径	50
图 81: 工业 4.0 各领域投资机会	51
表 1: 常用工业软件对企业制造的贡献	23
表 2: 国外主要工业软件企业发展情况	24

一、从工业机器人到工业 4.0 的逻辑演变

1.1 市场逻辑演变：从单一的机器人概念到工业 4.0

2013年是国内工业机器人发展的元年，从销量来看，2013年国内工业机器人销量达到3.69万台，同比增长36.52%，首次超过了以技术利用见长的日本，中国当年购买量占全球工业机器人销量的五分之一。2014年继续保持高速增长，工业机器人销量突破57000台，同比增长超过54.64%。工业机器人行业在产业政策的激励和市场需求的带动下，机器人领军企业产业化能力不断提升，在此背景下，不论是产业市场还是资本市场，工业机器人概念都异常火爆。

图1：我国工业机器人销量及其增速



数据来源：IFR，广发证券发展研究中心

图2：资本市场上工业机器人指数远超同期指数



数据来源：Wind，广发证券发展研究中心，统计时间截止至2015年5月29日

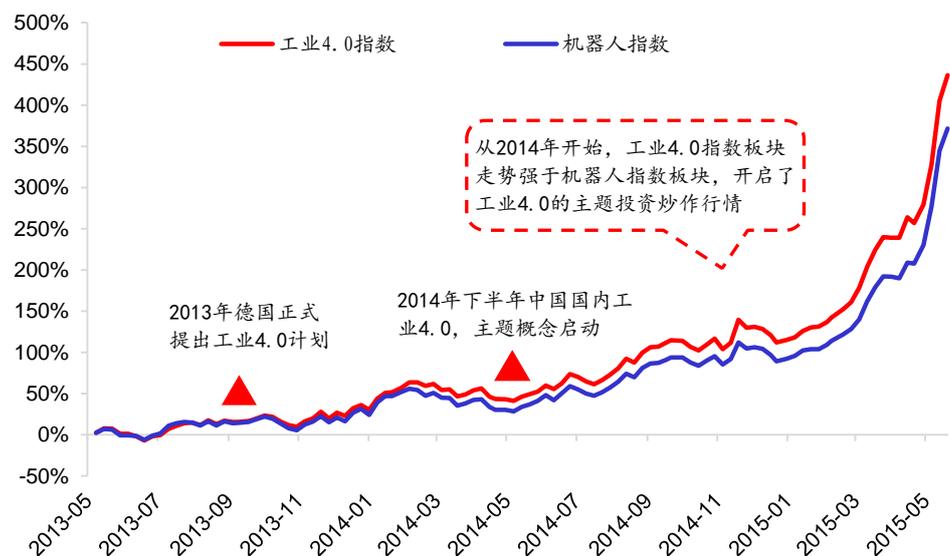
机器人指数远超同期创业板指数和上证指数，自2013年以来，累计超越同期创业板指数达到150%，累计超越上证指数250%。同时，产业资本对工业机器人也呈现加速模式。过去的1-2年中，工业机器人产业园在全国已遍地开花，上海、徐州、昆山、常州、哈尔滨、重庆、唐山、沈阳等已经形成了超过10个机器人产业园，合计的目标产值超过1000亿元。

时间窗口推进到2014年下半年，工业4.0概念在国内掀起狂澜，被资本市场热捧。随着资本市场和产业市场对工业4.0内涵的深入理解，工业机器人投资主题正在向工业4.0投资主题过渡。我们统计了同期Wind工业4.0指数和工业机器人指数（二者的成分股有部分重叠），发现二者在走势上基本一致，工业4.0概念接棒机器人概念继续在资本市场被热炒。

另外，在资本市场上多家工业4.0概念标的最近一年涨幅也远超同期指数，以东方精工、海得控制、沈阳机床、机器人为代表的公司过去一年平均涨幅超过400%。从属性来看，许多工业机器人标的转换为工业4.0标的，这种转换也给予了上市公司更大更广的想象空间。

我们从股票的角度看，考虑到国内制造业企业（特别是大型企业）自动化改造需求强劲，以及国家层面对机器人行业的巨额补贴，所以机器人行业的市场需求会比较好。但是机器人行业内企业还没有能够通过内生增长实现超预期的。因此，从投资的角度，应该更多关注类似工业4.0这样的主题投资机会。通过工业4.0这样一个投资主题，把工业软件、工业通讯、机器视觉、传感器、3D打印和智能机床等低估值或低市值的概念股囊括进来。

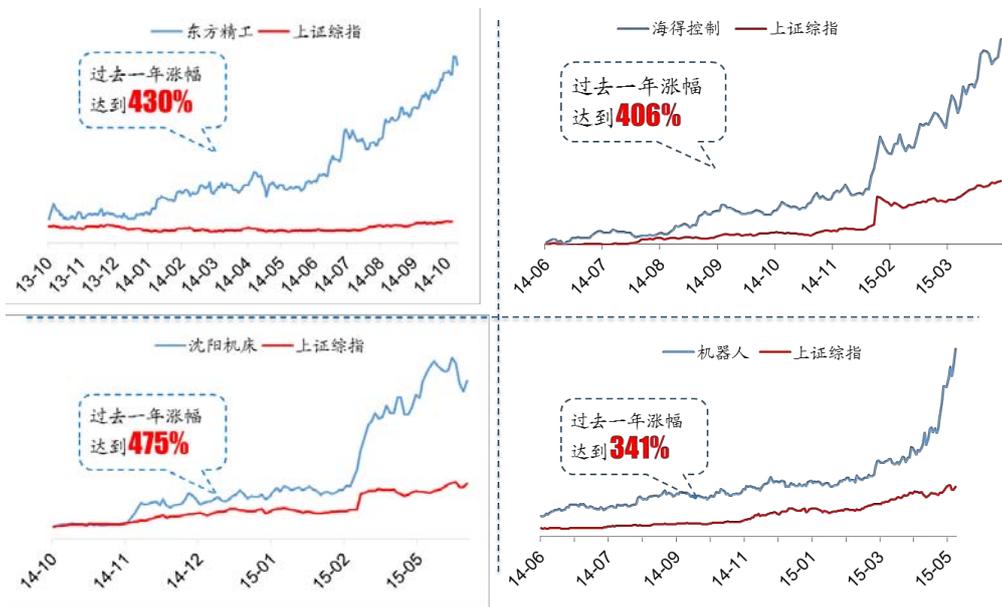
图3：工业4.0指数与机器人指数走势基本一致



数据来源：Wind, 广发证券发展研究中心。

统计时间截止至2015年5月29日

图4：主要工业4.0标的公司最近1年的涨幅



数据来源：广发证券发展研究中心，统计时间截止至2015年5月29日

1.2 产业逻辑演变：工业机器人只是工业4.0的一环

工业4.0在产业中兴起。德国政府首先提出“工业4.0”战略，并在2013年4月的汉诺威工业博览会上正式推出。德国学界和产业界认为，工业4.0概念即是以智能制造为主的第四次工业革命，意在转型和升级。

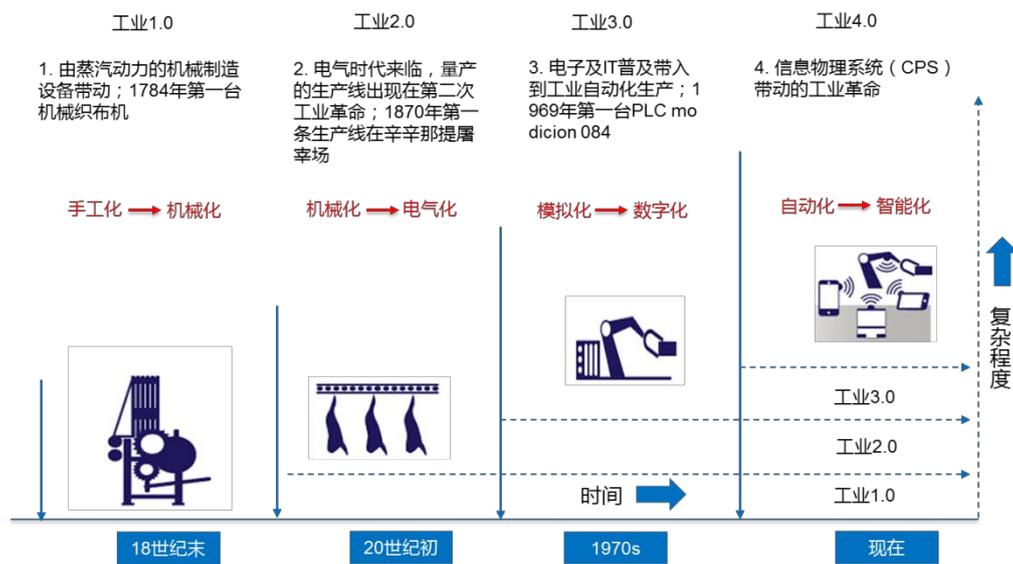
2014年10月，李克强总理访德，中德双方签订了《中德合作纲要：共塑创新》，宣布两国在工业4.0领域合作。2015年政府工作报告中提到要实施“中国制造2025”，资本市场理解成中国版的工业4.0，实际上是整个制造业未来十年的纲领性文件，当然智能制造是重要抓手。真正与工业4.0对应比较贴近的是两化融合。

图5：写入《中国制造2025》规划的十大行业



数据来源：广发证券发展研究中心

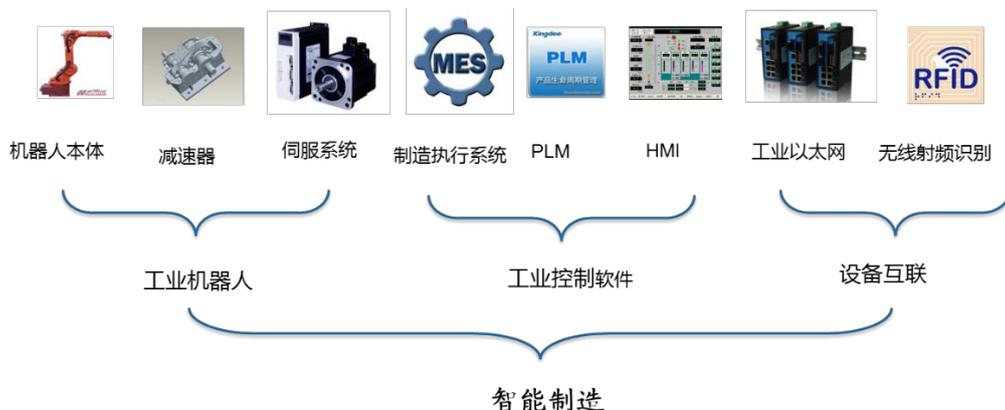
图6: 工业4.0的进化史



数据来源：易观国际，广发证券发展研究中心

我们从产业链的角度看，工业机器人只是产业链的一个环节，通常工业机器人在产业中扮演的角色是在生产制造环节，比如传统机械臂、机械手，到工厂内部物流的AGV，工业机器人贯穿生产领域，属于生产设备执行层的一个智能终端。而工业4.0则是一个更大的范畴。工业4.0是一种生产模式，从需求产生到产品交付的全过程，采用一种更智能化的方式完成。除了工业机器人外，还需要其它硬件和软件支撑，例如工业软件MES、PLM等。总体来看，工业机器人是工业4.0的一部分，也是很重要的组成部分。

图7: 工业机器人只是工业4.0的一部分



数据来源：广发证券发展研究中心

工业4.0在概念上是一个更大的范畴，包括硬件设备、软件设备、以及连接软件和硬

件的媒介（例如通信网络、传感器、存储器等），工业机器人只是实施工业4.0的其中一个环节。对于工业4.0所要求的智能制造而言，工业机器人恰好能在生产力方面实现对现有生产水平（工业2.0或者工业3.x）进行改造和提升。

从产业来看，目前A股的多家机器人概念的上市公司都在不同程度的向工业4.0转型，其转型的路径大多数具备诸多相似之处：（1）依托传统主业，在传统主业升级的基础上完成对工业4.0的布局；（2）均在机器人领域有所建树，例如东方精工，引入嘉藤AGV，打造瓦楞纸包装物流一体化服务，科远股份利用清洗机器人挖掘其火电市场存量客户需求等；（3）对工业4.0的理解，具有相似性。不论是传统制造业的企业，还是自动化设备提供商，在工业4.0的布局和改造过程中，都不约而同的选择了一个细分领域和方向切入。

图8：国内众多上市公司向工业4.0业务领域转型

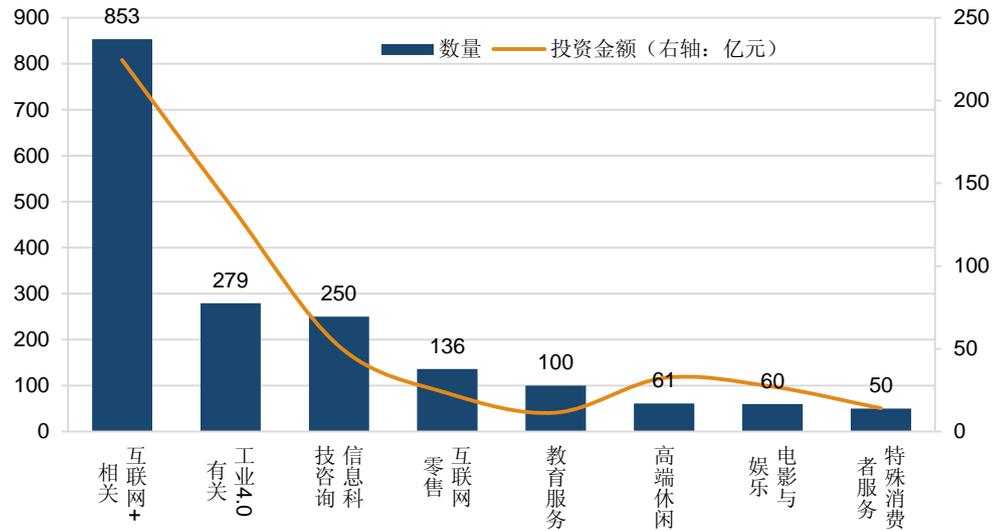
公司名称	公司原有业务	机器人业务布局	工业4.0切入领域
机器人	AGV、立体化仓库等	机器人本体和系统集成	数字化工厂
东方精工	瓦楞纸包装机械设备	AGV+立体化仓库	数字化工厂
科远股份	电力行业过程自动化	清洗机器人	C2M综合解决方案
海得控制	工业控制与工业通讯	--	数字化工厂
巨星科技	五金手工具产品	服务机器人	智能制造
慈星股份	电脑横机	机器人控制器与系统集成	毛衫定制云平台

数据来源：广发证券发展研究中心

根据Wind PE/VC数据库的统计，从2014年7月以来，全国产业资本的投资情况，与工业4.0有关的行业投资是目前互联网+以外的最大的投资领域，全国共有279个投资案例，总金额达到136.6亿元。

综上所述，产业资本市场的投资逻辑主要围绕工业4.0布局，并不在单纯的以工业机器人及其零部件进行布局。这种逻辑的转变过程，让市场看到了工业4.0的布局价值和投资价值。未来一段时间内，围绕工业4.0的产业投融资也将会非常活跃。

图9：工业4.0有关的行业成为产业PE/VC投资的热点



数据来源：广发证券发展研究中心

备注：工业4.0有关的行业领域统计口径包括电子设备、应用软件终端、电子元器件、机械设备、自动化设备、系统软件通信设备等15个领域。

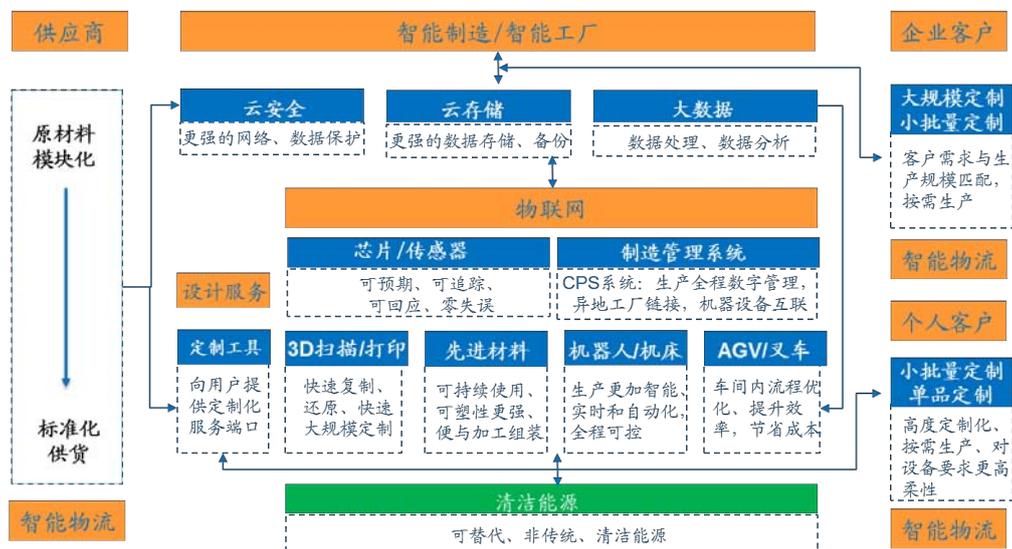
二、工业 4.0 的发展方向及层次架构

2.1 工业 4.0 的概念及内涵

工业4.0是什么？ 工业4.0的概念是德国于2013年提出，随后被上升至德国国家创新战略之一，是德国20个面向2020年的科技战略之一。在2013年汉诺威展会上，德国教研部、科技部、西门子、博世等联合推出了工业4.0。目前它仅仅是一个愿景计划。

工业4.0的概念目前仍然是相对模糊的，可以被理解为一个大的生态系统。从供应商到制造车间，再到下游客户，全过程实现智能化和网络化。工厂内部生产过程高度智能化，云技术和大数据贯穿其中，CPS赋予设备互联互通，并且可以实现全过程数字管理，形成一个完整的生态链，在这个生态链中，主要的角色有：供应商、企业、工厂、设备、客户等，连接这些角色的是CPS系统。

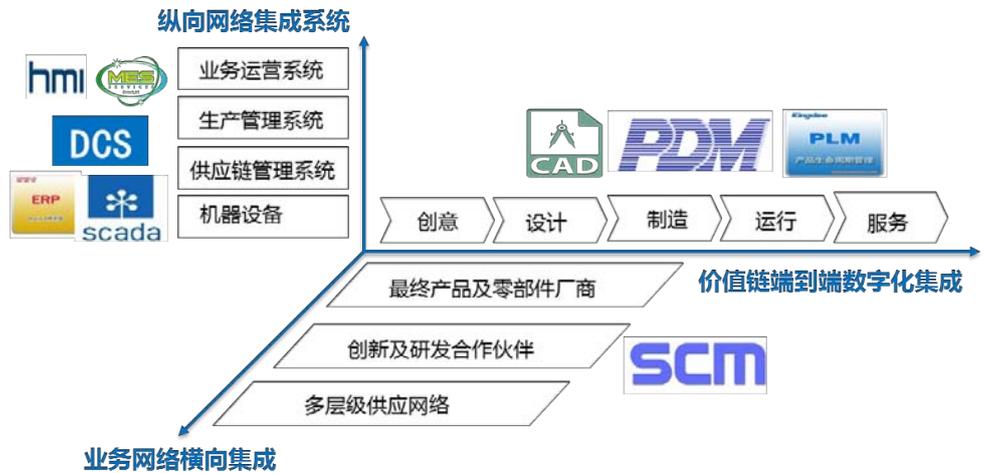
图10：工业4.0是一个大的生态系统



数据来源：易观国际，广发证券发展研究中心

工业4.0的核心是实现三项集成。 第一，横向业务集成，整合业务合作伙伴、公司与公司之间、公司与用户之间的主体网络，横向业务集成中主要用到的工具包括CRM、SCM等；第二，纵向业务网络集成，主要是整合企业内部生产流程之间的信息沟通问题，包括机器设备、供应链系统、生产系统和运营系统等，主要运用的工具包括ERP、MES、DCS、SCADA、HMI等，重点在于实现智能制造的过程；第三，价值链端到端的数字化集成。在这个价值链上，产品从用户需求、创意、设计、制造运行到服务过程，形成对产品的全生命周期管理，主要的工具软件包括CAD、PDM和PLM等。

图11: 工业4.0的核心内容是三大集成



数据来源: 广发证券发展研究中心

工业4.0的基础是网络物理系统 (CPS)，这个概念比此前更广泛，将设备、产品、相关设施、人力等广泛连接成一个网络物理系统。更确切的说，这个系统就是我们所说的制造业的互联网和物联网化。CPS从广义上理解，就是一个在环境感知的基础上，深度融合了计算、通信和控制能力的可控、可信、可扩展的网络化物理设备系统，它通过计算进程和物理进程相互影响的反馈循环，实现深度融合和实时交互来增加或扩展新的功能，以安全、可靠、高效和实时的方式监测或者控制一个物理实体。CPS的最终目标是实现信息世界和物理世界的完全融合，构建一个可控、可信、可扩展并且安全高效的CPS网络，并最终从根本上改变人类构建工程物理系统的方式。

图12: 工业4.0的重要基础是信息物理系统 (CPS)

■ 智慧工厂的布局

——面向服务的工厂系统布局



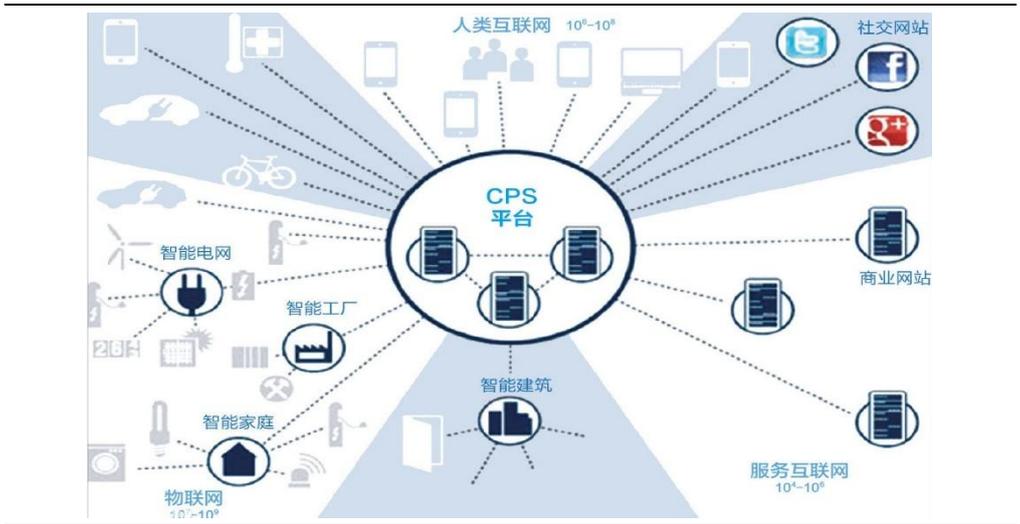
数据来源: 广发证券发展研究中心

信息物理网络 (CPS) 是虚拟世界和现实世界在工业领域应用中的高度融合,是工厂、机器、生产资料和人通过网络技术的高度联结。CPS是工业4.0的实践基础,没有CPS的支撑,智能工厂、智能制造都是空中楼阁。

CPS与物联网的内在逻辑关系。美国国家科学基金会 (NSF) 认为, CPS将让整个

世界互联起来。如同互联网改变了人与人的互动一样，CPS将会改变我们与物理世界的互动。海量运算是CPS接入设备的普遍特征，因此，接入设备通常具有强大的计算能力。物联网中的物品不具备控制和自治能力，通信也大都发生在物品与服务器之间，因此物品之间无法进行协同。从这个角度来说物联网可以看作CPS的一种简约应用，或者说，CPS让物联网的定义和概念明晰起来。在物联网中主要是通过RFID与读写器之间的通信，人并没有介入其中。感知在CPS中十分重要。

图13: CPS平台与物联网的内在区别



数据来源：广发证券发展研究中心

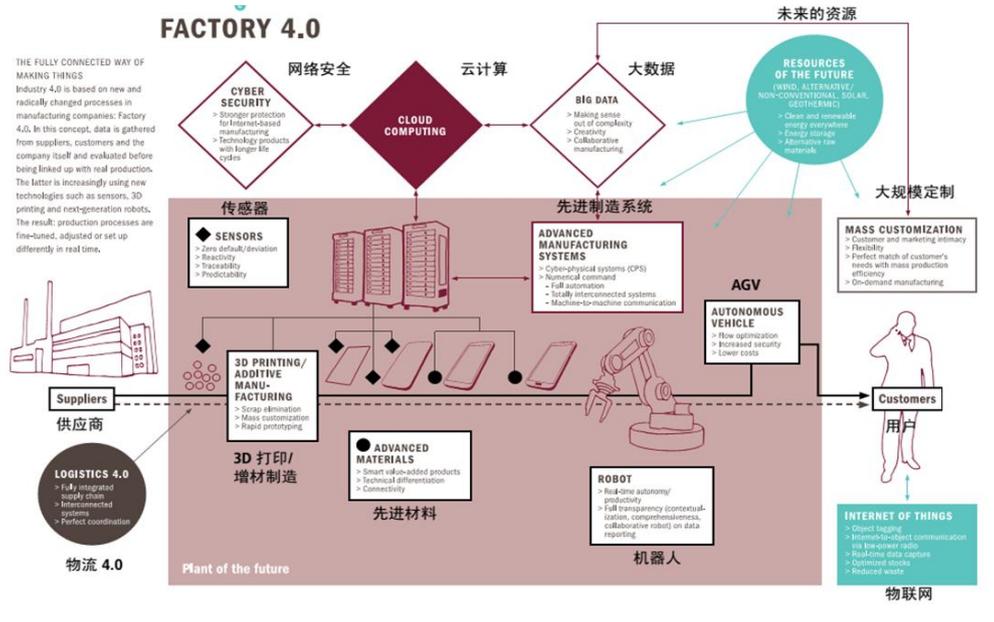
2.2 工业 4.0 并没有确定模式

到目前为止，工业4.0仍然停留在理论化阶段，对工业4.0的理解，可以理解成更高层次的工业制造水平，包含了由集中式控制向分散式增强型控制的基本模式转变，目标是建立一个高度灵活的个性化和数字化的产品与服务的生产模式。在这种模式中，传统的行业界限将消失，并会产生各种新的活动领域和合作形式。创造新价值的过程正在发生改变，产业链分工将被重组。

工业4.0到目前位置并没有确定的模式。虽然工业4.0强调高度智能，强调无人化或者少人化，但是，实际上在现有的自动化工厂或者数字化工厂，工业机器人、伺服电机、传感器等都已经存在。

西门子、倍福及很多中小企业都宣称自己是工业4.0，但都是结合自身特点而言。例如倍福认为其基于PC的自动化控制技术，无所不能的通讯技术是工业4.0的核心技术，而西门子认为其PIA、Total Solution、全生命周期管理、数字化工厂才是工业4.0的要素。

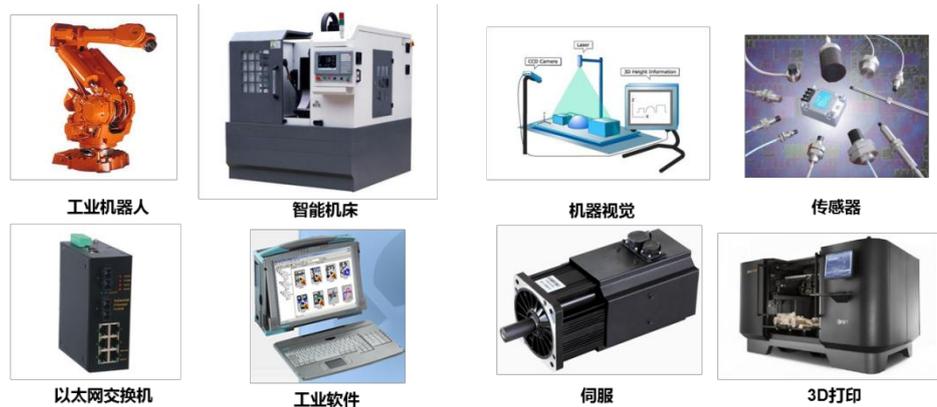
图14: 工业4.0并没有确定性的模式



数据来源: 罗兰贝格, 广发证券发展研究中心

智能化和数字化是工业4.0的发展方向。现有的自动化工厂或者数字化工厂，工业机器人、伺服、传感器等都已经存在。但这仅仅是基础条件，只有上述设备具备了主动感知环境、产品工艺、操作者水平的变化，主动调整软件和程序，自动适应周围的变化，并根据这些变化不断地学习和优化自己的控制性能，才是讲真正的智能制造。工业4.0是未来智能化、网络化世界的一部分，并没有确定的模式，建议关注行业里面企业的向工业4.0方向发生的变化，比如更加智能化，而不是以静态的标准衡量。

图15: 智能化和数字化是工业4.0的发展方向



数据来源: 广发证券发展研究中心

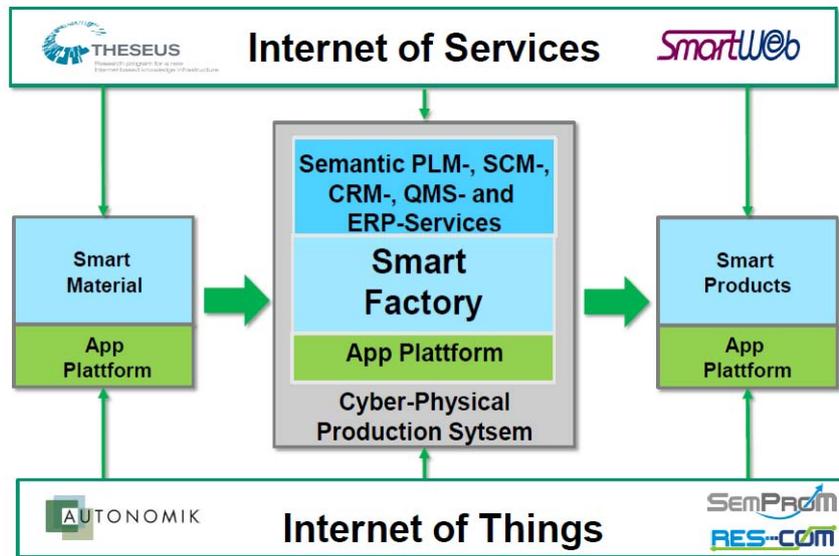
2.3 工业 4.0 的发展路径：从数字工厂到智能工厂

智慧化和网络化是未来工业4.0的未来发展方向。智慧工厂是工业4.0的最终形态，实现智慧工厂的前提是数字化工厂，而数字化工厂又是以数字化车间为基础的。

数字化工厂（DF）是以产品全生命周期的相关数据为基础，在计算机虚拟环境中，对整个生产过程进行仿真、评估和优化，并进一步扩展到整个产品生命周期的新型生产组织方式，是现代数字制造技术与计算机仿真技术相结合的产物，同时具有其鲜明的特征。它的出现给基础制造业注入了新的活力，主要作为沟通产品设计和产品制造之间的桥梁。

智能工厂中，嵌入了具有设计功能和产品生命周期管理功能的PLM软件，制造执行系统MES以及供应链管理系统SCM等，工厂内部执行系统以CPS驱动底层硬件设备，车间内部通过工业以太网或者更高级的网络结构实现互通互联。工厂的决策、生产、流通环节更加智能化。

图16: 数字化工厂或者智能工厂是工业4.0的核心

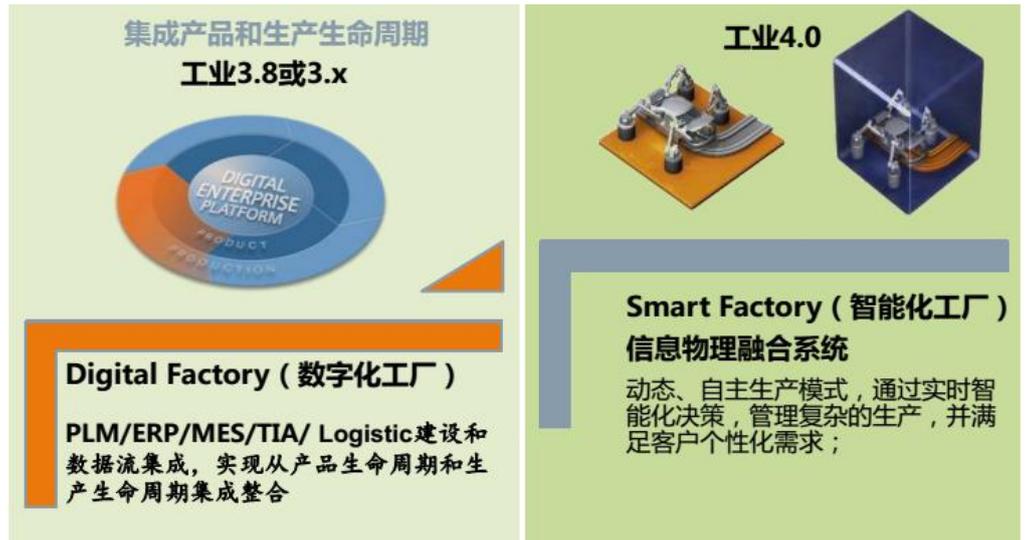


数据来源：广发证券发展研究中心

应对工业4.0的大趋势，企业可以采取两步走的策略：（1）在工业3.0时代或者工业3.x时代，主要建设以数字化工厂为代表的生产车间。数字化工厂中，包括了PLM、ERP、MES、TIA、Logistic建设和数据流集成，实现从产品生命周期和生产生命周期集成整合；（2）在工业4.0的时代，主要以智能化工厂（智慧工厂）为存在载体，在智能工厂中CPS的大量应用贯穿在工厂的核心位置，可以实现动态、自主生产模式，通过实时智能化决策，管理复杂的生产，并满足客户个性化需求。

目前走在前列的是西门子等国际传统的智能制造提供商。根据西门子自身的定位，处在工业3.8的位置，目前正在强化和完善数字化工厂在智能制造环节的作用。从硬件设备到软件开发，从工厂内部联网到外部联网，进行全方位的改造。逐步改造和升级的数字化工厂就是未来智能工厂的雏形。

图17: 工业4.0的未来发展方向: 从数字化工厂到智能工厂



数据来源: 西门子, 广发证券发展研究中心

数字化工厂与智能工厂之间是渐进的关系, 数字化工厂是实现工业4.0的第一步。在数字化工厂的基础上, 基于信息物理融合系统(CPS)的智能生产系统就过渡到了智能化工厂。因此, 二者的区别不仅仅体现在层次方面, 二者的主要建设内容更有极大的区别, 数字化工厂重点在于如何实现三项集成, 改善质量, 控制成本, 提高效率等, 而智能工厂则更多的强调智能决策, 人机交互, 虚拟仿真等, 可以实现跨企业价值链的业务集成和构建端到端的价值流, 关键技术是物联网和CPS。

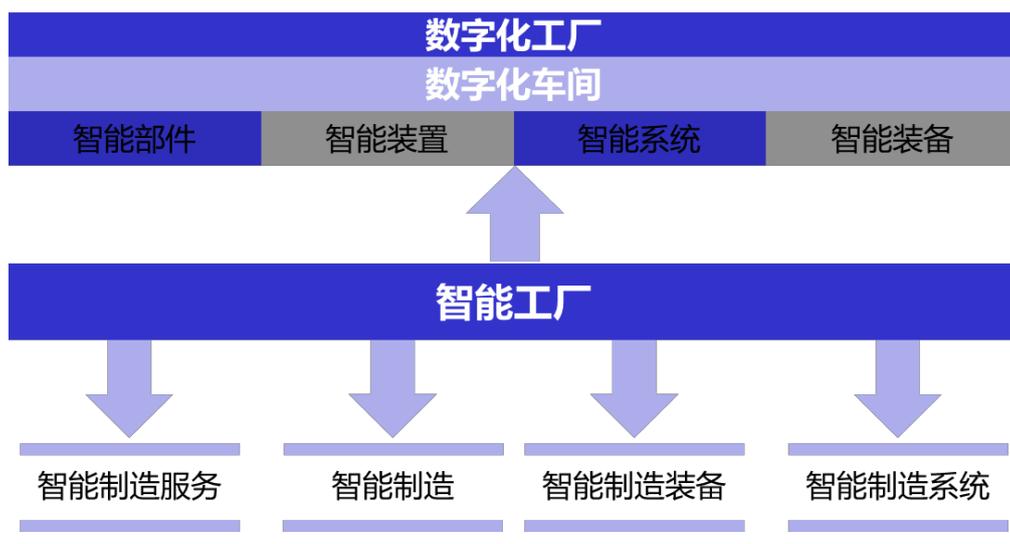
图18: 数字化工厂与智能工厂的对比



数据来源: 西门子, 广发证券发展研究中心

数字化工厂是工业4.0的第一步。主要的建设任务包括: (1) 建立网络系统, 包括外部互联网、内部工业以太网、无线通讯网络等; (2) 建立数据采集与监视控制系统SCADA, 保障各个环节顺利运行; (3) 建立纵向和横向集成的业务模型与自组织形式; (4) 建立合适的工业级应用软件系统, 例如ERP、PLM、MES和CAx等。

图19: 数字化工厂是实现工业4.0的第一步



数据来源：广发证券发展研究中心

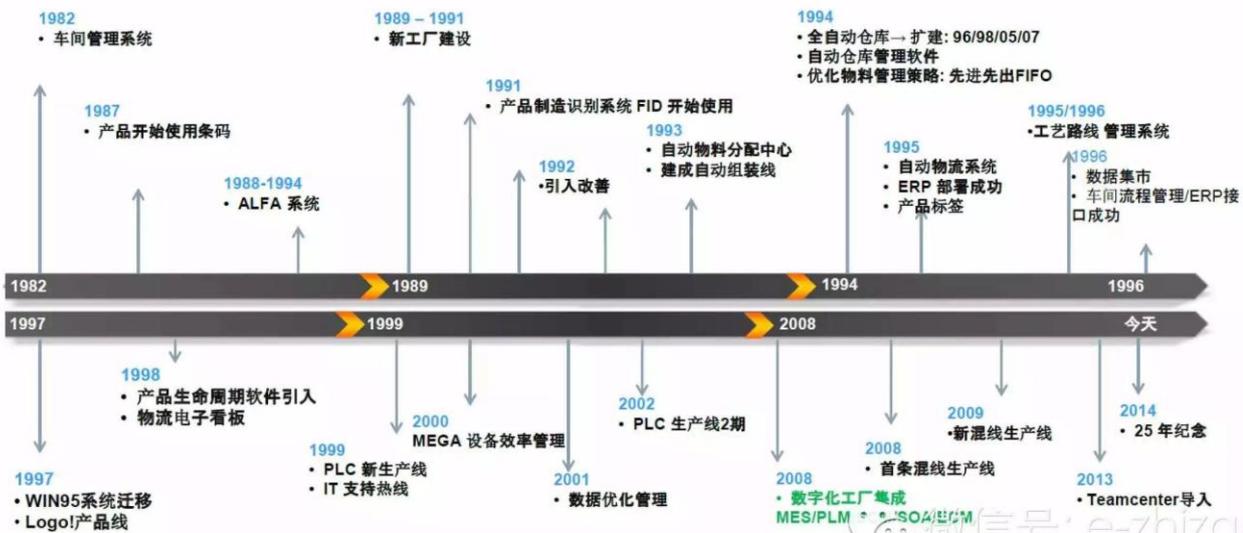
西门子在德国的安贝格数字工厂是目前数字化工厂的典范，该工厂从1991年开始建设，2008年数字化工厂集成完成，完成了首条混线生产线，2013年导入西门子的Teamcenter等产品，到如今，该工厂已经拥有高度数字化的生产流程，能灵活实现小批量、多层次生产。其工厂的生产特征及关键参数如下：

- 24小时的生产交货期(从工厂收到订单到产品生产出来后，配送到中央仓库)；
- 一秒钟生产一个产品；
- 年产30亿件零部件，每年生产150万平方米的PCB板；
- 2014年每100万件产品残次品率仅11.5件；
- 质量水平达到99.9989%；
- 生产线可靠性达到99%；
- 可追溯性达到100%；
- 生产计划已经排到2018年，在不改变现有人员数量级生产面积的基础上产能将增加3倍；

目前，安贝格工厂的生产过程的自动化率达到75%，但更为关键的是除了生产过程的自动化，安贝格更为关注的是物流的自动化与信息自动化与生产过程的自动化项匹配。工厂广泛通过SIMATIC平台，每条线实现了超过1000个站点的数据采集。而这些均使用西门子自己的产品（EWA的理念是：让我们的产品来自动生产产品：SIMATIC products SIMATIC）。实现了生产的透明化，1200名员工都可以看到实时的生产状态的信息。

EWA为保证质量第一，创新性的提出了dpm-A的指标，即百万出错率，使得EWA的产品质量迅速提升，从上世纪90年代的560百万出错率，下降到现今的十几的水平，EWA近几年的百万出错率分别如下图所示。2014年的11.5百万出错率，相当于质量水平达到了99.9989%。

图20: 德国安贝格数字化工厂建设过程



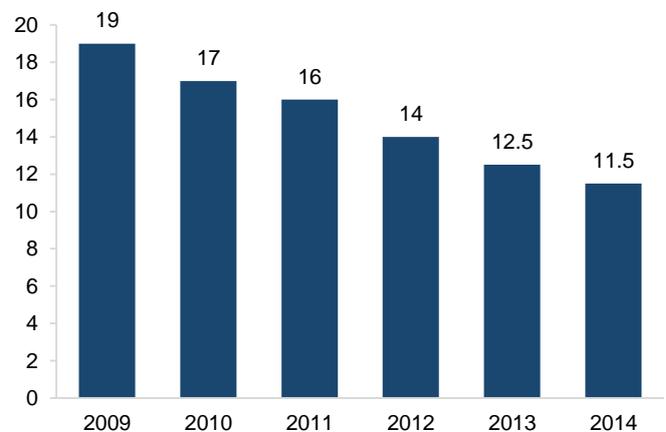
数据来源: 工业4.0微媒体, 广发证券发展研究中心

图21: 西门子安贝格工厂



数据来源: 网络资料, 广发证券发展研究中心

图22: 西门子安贝格工厂百万出错率 (dpm-A)

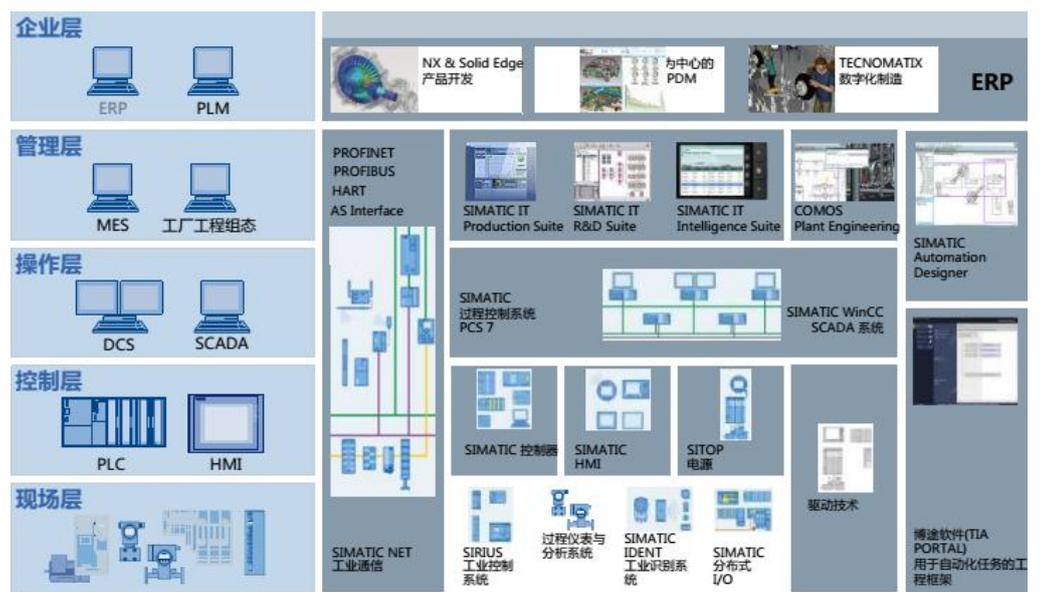


数据来源: 网络资料, 广发证券发展研究中心

2.4 工业 4.0 的层次架构解析及重要模块

目前对数字化工厂内部的层次架构并没有形成完整的统一标准, 根据西门子的数字化工厂的层次架构来看, 大致可以分成5个层次: 分别是企业层、管理层、操作层、控制层和现场层。不同的层次对应的不同的设备。在企业层中, 主要设计产品开发、产品仿真模及企业日常管理, 主要包括ERP和PLM软件; 在管理层, 承接了PLM和ERP的部分工能, 主要以执行制造为主, 主要包括MES软件系统和工厂工程组态; 操作层, 主要由DCS和SCADA系统构成, 执行MES发出的具体指令; 控制层是以PLC和HMI为主体的模块构成; 最底层的现场层主要是由具体的现场设备构成, 包括机器人、机床、泵阀等设备。各个层次之间通过工业通讯网络连接。

图23: 西门子数字化工厂的层次架构



数据来源：西门子，广发证券发展研究中心

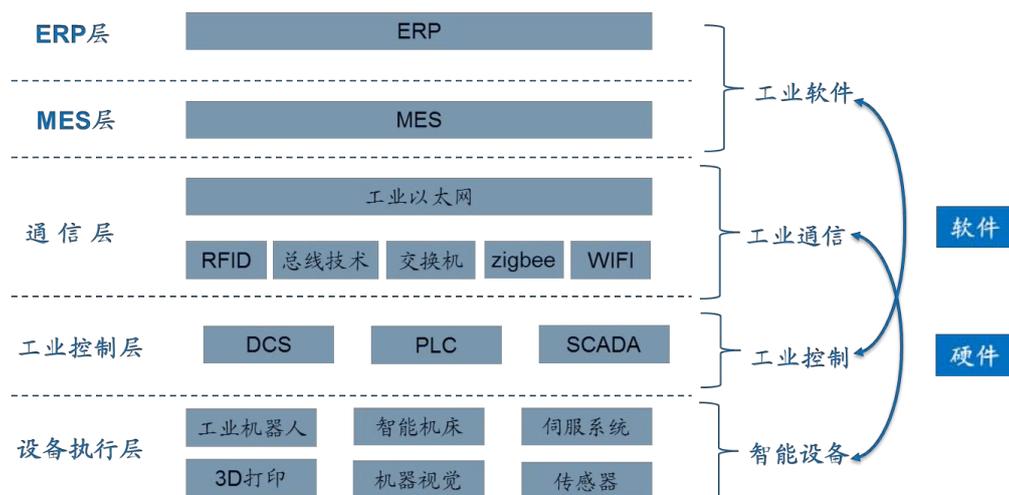
除了西门子的数字化工厂的层次架构，研华经过三十多年积累，也逐渐形成了数字工厂的各个模块。其数字化工厂包括四个主要层次，分别是：ERP层、MES层、中央监控层、设备层。每个层次之间都有独立的通讯模式。工厂内部总体包括数据采集、工业通讯、嵌入式机器人、I/O板卡高速采集运动控制、人机界面、工控机以及上层软件等七大部分，为企业构建一个完整的智慧工厂解决方案，兼备设施系统、信息化应用系统、设备管理系统、公共安全系统等，建设高效、节能的数字工厂。

图24: 研华的数字工厂层次架构



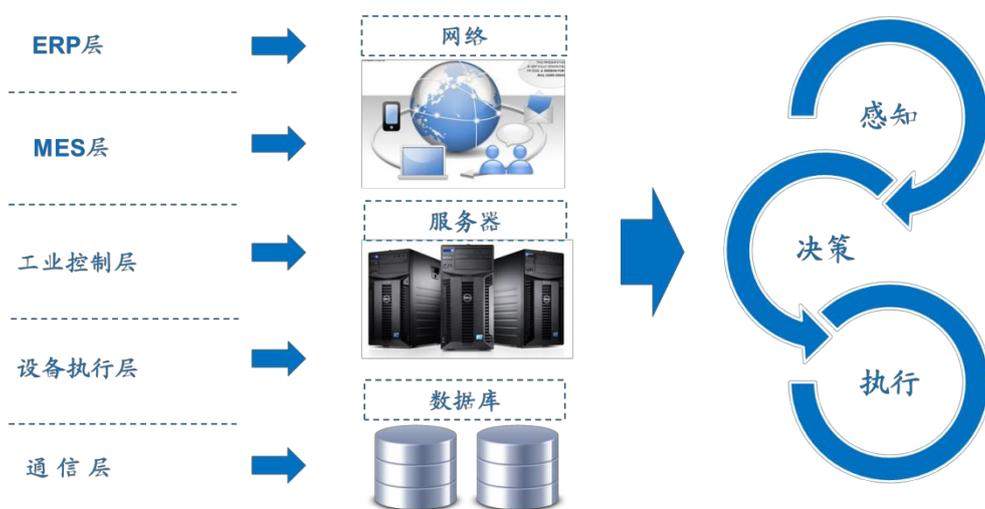
数据来源：网络资料，广发证券发展研究中心

图25: 数字工厂的层次架构的一般模式



数据来源: 广发证券发展研究中心

图26: 数字化工厂的每个层次架构都是闭环系统



数据来源: 广发证券发展研究中心

结合西门子和研华的数字化工厂层次架构，及我们前期的草根调研情况，我们提出了工业4.0时代数字化工厂的基本层次架构的一般模式，工厂层次分为5层，分别是：

- (1) ERP层，主要是企业层级的应用，包括产品开发，企业管理等软件系统；
- (2) MES层，MES层是企业管理制造和产品生命周期的交叉点，负责具体的制造执行过程，工单生成和车间任务分配等。
- (3) 通信层，通信层是负责对工厂内部设备之间互联的重要设备，主要的硬件设备包括工业以太网、现场总线、交换机及无线网络系统。通信层涉及到众多通信协议的整合。

(4) 工业控制层，与西门子的控制层类似，主要由SCADA、PLC和DCS构成，还包括人机交互界面（HMI），实现对底层设备实施逻辑控制。

(5) 设备执行层，主要包括工业机器人、智能机床、伺服系统、泵阀设备、3D打印、机器视觉、传感器等，都是重要的现场执行设备。

在数字化工厂的五个层次中，既包括硬件设备，也包括软件系统。数字化工厂的每个层次都有独立的网络设备、网络连接方式、服务器和数据库。可以形成独立的感知、决策行动，层与层之间的通讯方式也不尽相同。

所以，从数字化工厂的层次架构可以看到，整个智能化过程中有几个非常重要的模块：（1）工业软件模块，工业软件可以涵盖企业层的ERP到产品设计层的PLM再到制造执行系统MES，甚至是更底层的数据监控软件和控制软件，将构成数字化工厂强大的软件系统；（2）工业通讯模块，工业通讯是连接每层的通讯网络，是实现物理世界与虚拟世界的桥梁，是实现人与人、人与机器设备之间通信的桥梁，因此也是智能工厂中不可缺少的模块；（3）执行设备模块，这个模块构成复杂，包括机器人、智能机床、泵阀设备、机器视觉、3D打印等，结合到目前的产业化现状与产业化需求程度，我们认为机器视觉，作为工业机器人的感知功能设备，未来具备较好的发展空间，是执行设备模块中具有发展潜力的模块。

三、工业 4.0 的三大重要模块

如前所述，工业4.0是一个很宽泛的概念，包含的内容也非常丰富，从硬件层到软件层，从单体控制设备到复杂的网络通信设备。结合目前国内的产业化现状，以工业机器人为代表的硬件智能设备（包括机床、AGV等）在产业化方面已经有了一定程度的规模，而且我们认为，工业4.0未来具有增长潜力的重要模块包括：（1）工业软件；（2）工业通讯；（3）机器视觉等。

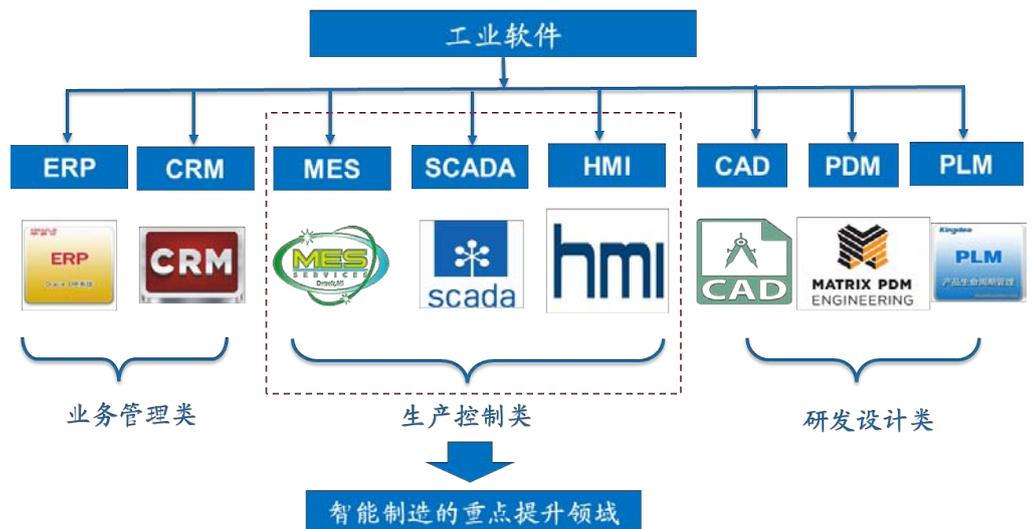
3.1 工业软件：智能制造的超级大脑

（一）工业软件存在于智能制造的每个角落

工业软件是智能制造的核心，是未来工业4.0实施的核心模块。工业软件的划分没有明确的界定概念，国内外关于工业软件的概念范畴也不相同，通常国内所指的工业软件包括：生产管理软件、研发设计软件、生产控制软件、协同集成软件及工业装备嵌入式软件，国外的工业软件主要是指生产控制类软件。

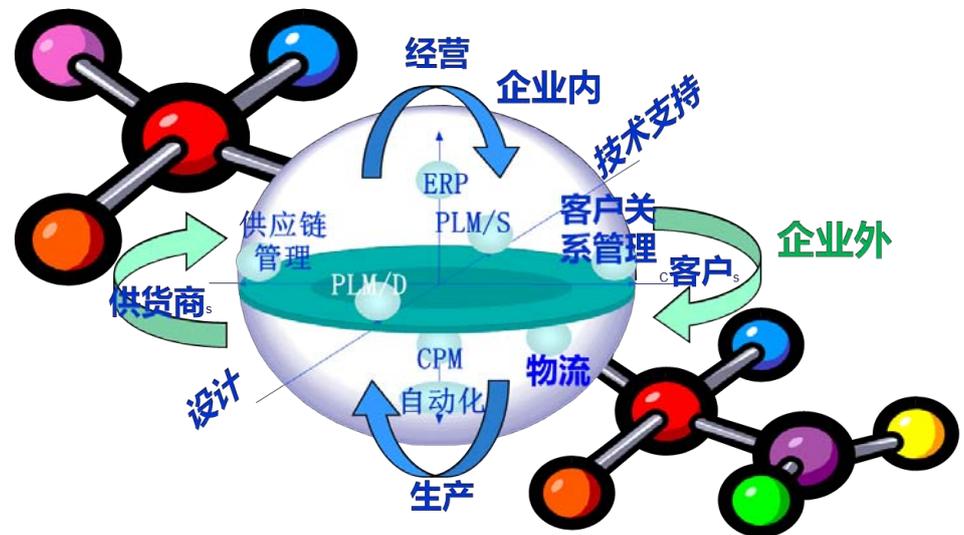
工业软件渗透到智能制造的每个角落。企业内部制造环节，工业软件包括PLM、MES、ERP等，企业外部环节，工业软件包括供应商管理软件SCM等。

图27：工业软件分类



数据来源：广发证券发展研究中心

图28: 工业软件分存在于智能制造的每个角落



数据来源: 广发证券发展研究中心

对所有工业软件进行分类, ERP、CRM等软件属于企业管理类, MES、SCADA、HMI等属于生产控制类工业软件, CAD、CAE、cPDM、PLM属于研发设计类。共同构成是数字化工程的软件系统。常用的工业软件对企业制造的贡献来看, 主要体现在对企业产品创新、交付时间、产品质量和成本管控等环节具有较大的贡献。

表1: 常用工业软件对企业制造的贡献

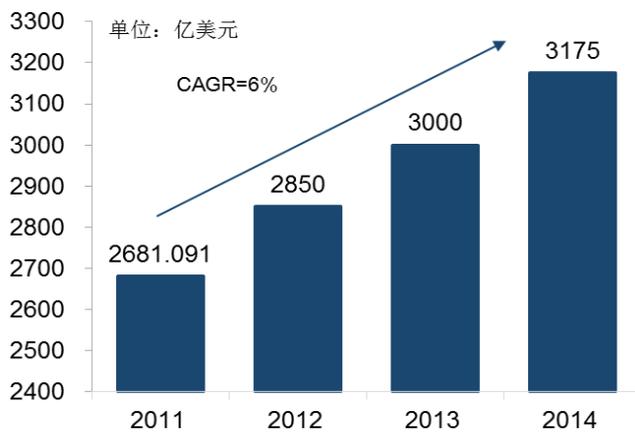
常用工业软件	产品创新	交付时间	产品质量	成本	售后
办公自动化 OA	★				
CAD/CAE/CAM	★	★	★	★	
PLM	★	★	★	★	★
ERP		★	☆	★	★
MES		★	★	☆	
TIA(自动化技术)		★	★	☆	
物流执行系统 (LES)		★		☆	

数据来源: 西门子, 广发证券发展研究中心

注: ★表示很大的贡献 ☆表示一般的贡献

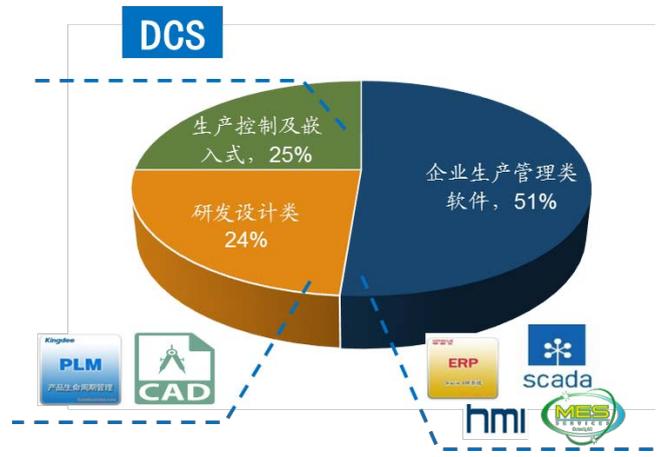
全球工业软件行业的发展情况。根据 Gartner的市场调查报告, 2014年全球企业级软件市场规模为3175亿美元 (更加广义的企业级软件, 包括生产管理软件、研发设计软件、生产控制软件、协同集成软件及工业装备嵌入式软件等), 同比增长5.5%, 基本维持了自2012年以来的高速增长态势, 但增长速度远不及预期。2014年初, Gartner曾预测全年企业级软件市场规模可达到3200亿美元, 实现同比增长6.8%。工业软件构成中, 主要以生产管理类为主, 占比超过50%, 生产控制类及嵌入式占比仅为25%。

图29: 全球工业软件市场规模



数据来源: Gartner, 广发证券发展研究中心

图30: 工业软件构成比例



数据来源: 网络资料, 广发证券发展研究中心

工业软件各细分行业的代表性公司。 研发设计类代表性公司主要有西门子、AUTODESK、达索系统等。生产调度和控制类代表性公司包括西门子、通用电气、ABB等；企业管理类软件厂商包括SAP和甲骨文等。通过代表性公司的梳理发现，在企业管理类软件行业里面ERP等已经发展成比较大的体量了，在研发设计类等细分领域，代表性公司相对其他领域而言较小。

从全球范围看，2014 年工业软件企业发展的关键词是“调整”。一方面，受全球经济发展形势低迷的影响，企业在过去一年中的经营效益存在明显的压力；另一方面，新技术不断发展促使新一轮工业革命呼之欲出。在以上两方面因素的影响下，工业软件企业纷纷对自身的长期发展战略进行重新思考和定位，并采取了一系列举措对公司架构、业务、产品、技术等方面做出优化和调整。

表2: 国外主要工业软件企业发展情况

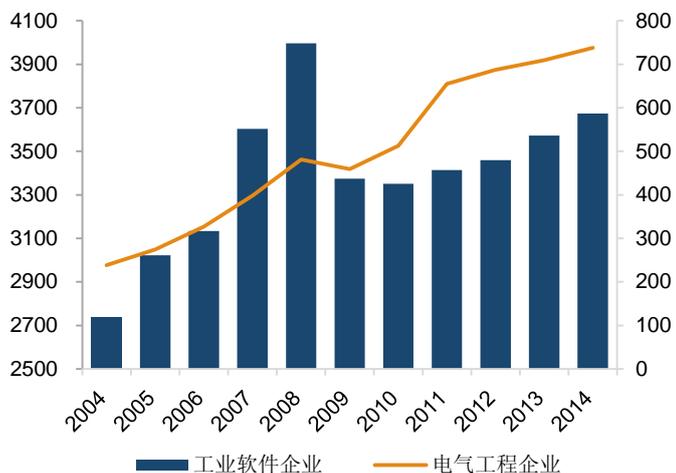
细分领域	代表性企业	发展特点	2014年总营收 (亿美元)	员工数量
研发设计类	西门子 PLM	通过并购实现全功能集成和整合，深耕行业定制化解决方案	--	--
	AUTODESK	业务线从设计到制造延伸，布局新造业新需求	22.74	8823
	达索系统	增强 CAD、CAE 集成业务能力	30.48	13312
生产调度和过程控制类	西门子	启动业务重组和架构调整，向工业业务领域集中优势资源，布局“工业 4.0”时代。	255.7	
	通用电气 (GE)	启动业务重组，强化全球工业基础设施供应商的角色，并大力推广工业互联网应用。	--	
	ABB	重点布局机器人等智能装备业务。	398.3	
企业管理类	SAP	全面向云计算推进，并发展行业解决方案。	233.28	74551
	甲骨文 (Oracle)	业务重心向云计算转移	382.75	130552

数据来源: 《2015 年工业软件行业白皮书》，广发证券发展研究中心

工业软件类代表性上市公司业绩增速稳定。 我们选择全球工业软件类和未来正在布

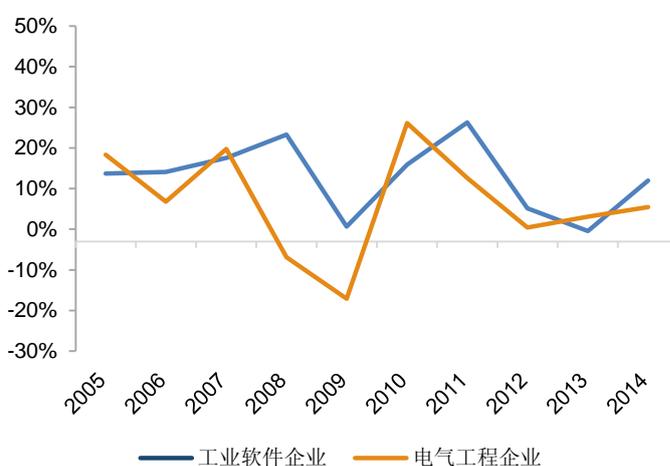
局工业软件的电气工程类部分上市公司作为业绩参考对比，近年来工业软件类上市公司营收和利润增幅都在缓慢的回升，业绩增速保持在10%左右。稳健的业绩增速为工业软件类公司后续发展奠定了良好的基础。

图31: 全球工业软件类企业收入情况



数据来源: 彭博, 广发证券发展研究中心

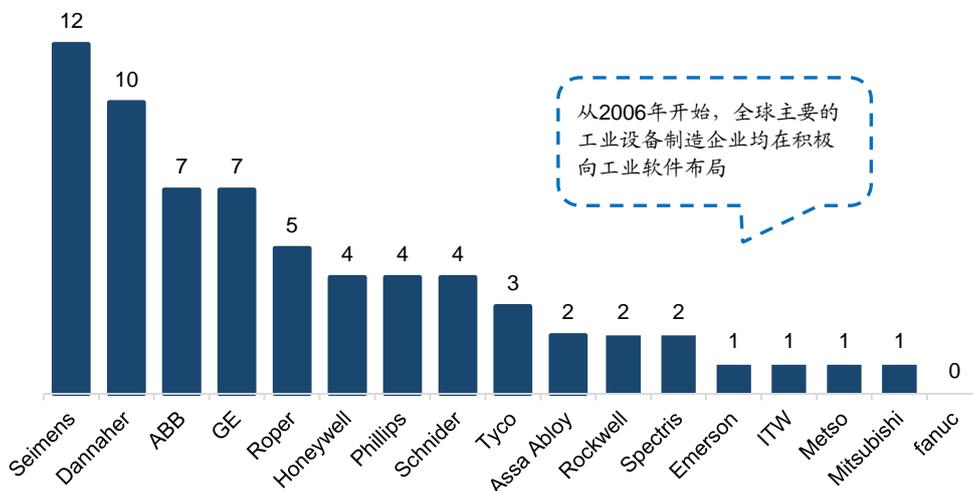
图32: 全球工业软件类企业营业利润增速情况



数据来源: 彭博, 广发证券发展研究中心

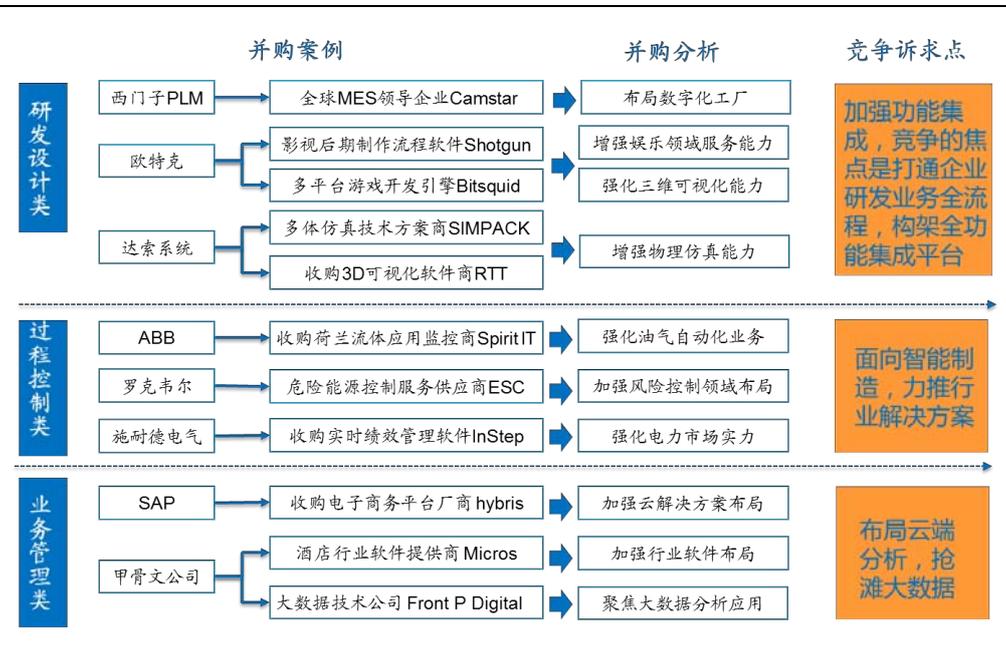
外延并购是工业软件行业过去和未来的常态。2014年，全球工业软件领域的投融资活动十分活跃，各细分市场领域内的主要领导企业均有频繁的业务重组和并购动作，许多大型企业都开始在工业软件领域进行外延并购布局。从2006年以来，围绕工业软件的外延并购非常频繁。西门子并购次数高达12次，ABB、GE等都纷纷加码在工业软件领域的布局。但是，在工业软件的不同细分领域，企业外延并购的诉求点也不尽相同，研发设计类公司的并购偏重于系统集成方面的并购，打通企业全产业链的研发设计水平，构建全功能的集成平台。过程控制类软件厂商的并购重点在于面向智能制造，力推行业解决方案。业务管理类公司的并购着力打造业务分析能力，运用比较前沿的的大数据和云计算技术。

图33: 2006年后主要企业围绕工业软件实施外延并购案例的数量



数据来源：广发证券发展研究中心

图34：不同业务领域工业软件厂商的并购诉求差异



数据来源：广发证券发展研究中心

在西门子的并购的12个案例中，有两个具有跨时代意义的并购，让西门子跻身目前全球主流的智能制造系统供应商之列，分别是2007年并购美国UGS公司，UGS公司为美国PLM领域领导级公司，以及2014年西门子又并购了全球著名的MES提供商Camstar，后者为美国知名的MES生产商，在全球范围内具有很高知名度。

图35: 西门子近年来主要的并购案例

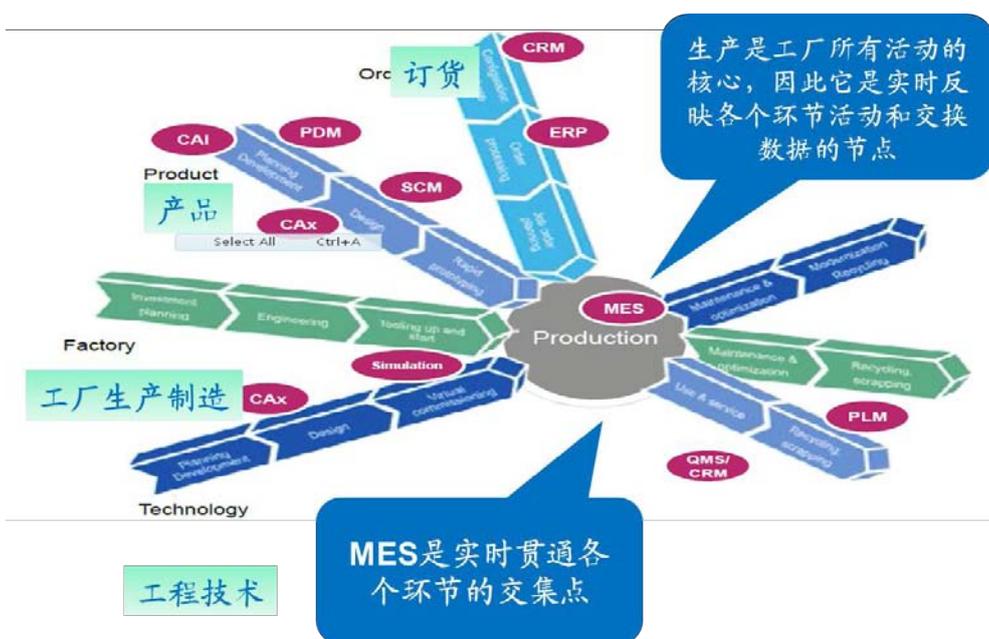
时间	并购厂商	并购标的情况
2005	ROBICOM(罗宾康)公司	美国中亚变频厂商
2006	美国Berwanger公司	从事前段工程设计和工厂系统集成及软件服务
2006	FLENDER控股公司	全球规模最大的减速机系统供应商之一，扩大工业驱动技术的业务
2007	美国UGS公司	美国PLM领导级企业
2008	德国Innotec公司	工业自动化控制软件厂商
2009	法国Elan Software Systems公司	法国MES软件供应商
2011	巴西公司Active Tecnologia em Sistemas de Automation公司	
2011	美国公司Vistagy	美国工程软件公司
2012	Kineo CAM公司	法国计算机辅助运动软件领先提供商
2012	LMS公司	比利时软件公司
2012	Perfect Costing Solutions GmbH	德国质量控制厂商
2012	IBS	质量管理软件厂商
2013	Prector	英国APS厂商
2014	Camstar	美国知名MES生产厂商

数据来源：广发证券发展研究中心

(二) MES软件：工业软件的核心

数字工厂包括包括三个维度：工程技术、生产和供应链等角度。过去发展了不同的软件，比如 CAD、CAE、CAM，统称为CAX，订货的角度有客户关系管理、ERP 等等。生产是工厂所有活动的核心，因此它是实时反映各个环节活动和交换数据的节点。所以，从产品生产的角度，所有的维度都有一个交集，这个交集就是MES。所以MES是工业软件的核心。

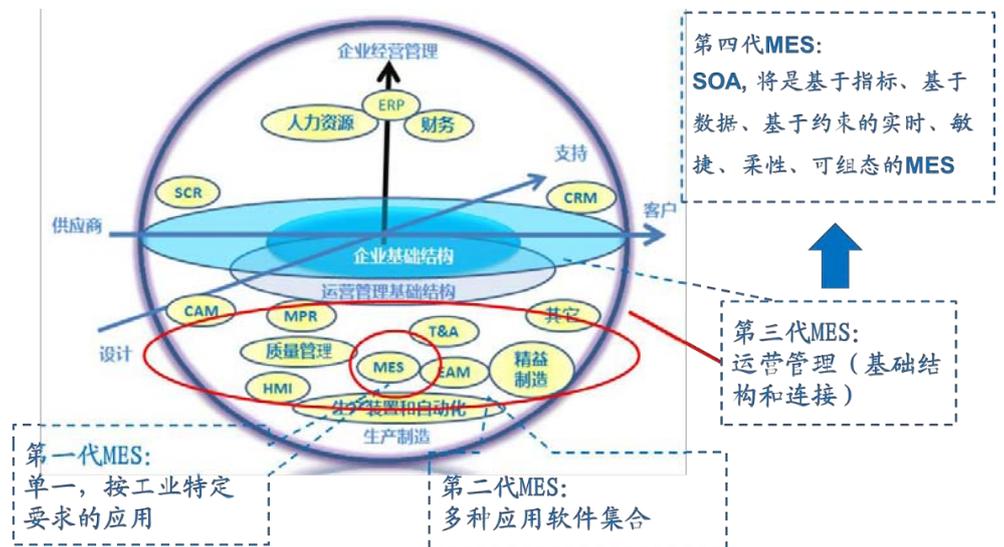
图36: MES软件是工业软件的核心



数据来源：广发证券发展研究中心

MES软件在发展历程中，伴随着功能的完善，和其他软件的发展进程，一共经历了四代产品更替。第一代MES中是单一的，按工业特定要求的应用；此后，MES融合了多种其他应用软件的功能，到第四代MES时，已经是基于指标、基于数据、基于约束的实时的、柔性的、敏捷的制造系统。

图37: MES软件的四个发展阶段



数据来源：广发证券发展研究中心

MES分为流程型和离散型。流程型MES主要用于冶金、化工、钢铁等流程行业，离散型MES主要用于汽车、3C、工程机械等离散行业。从国内目前MES应用来看，流程型MES应用更广泛，离散型MES应用刚刚开始。

图38: 流程行业和离散行业MES系统的区别

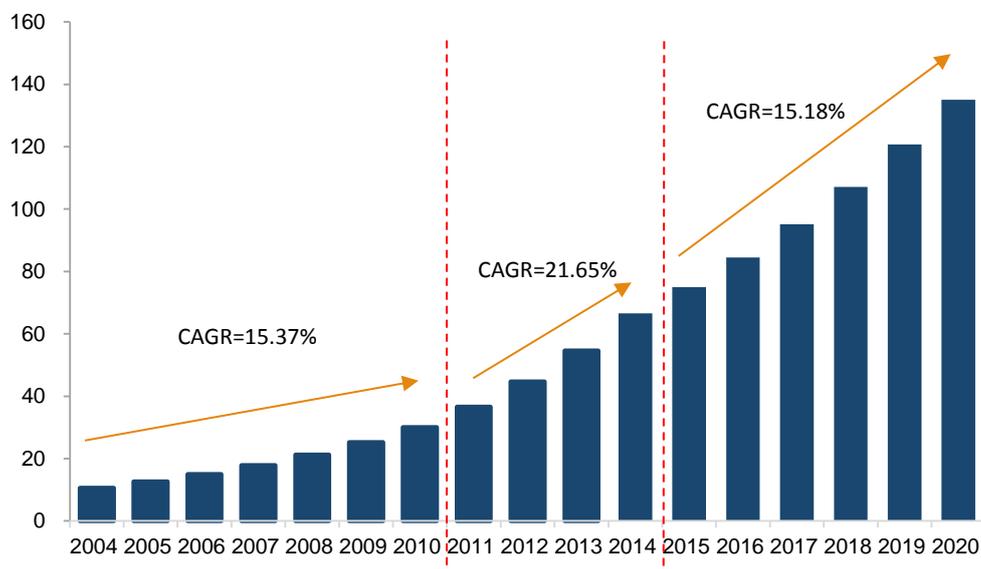
对比项目	流程行业	离散行业
主要行业	医药、石油化工、电力、钢铁制造、能源、水泥等	机械制造、电子电器、航空制造、汽车制造等行业
生产方式	按库存、批量、连续的生产方式	既有按订单生产，也有按库存生产；既有批量生产，也有单件小批生产
过程管理与控制方面	通过对过程的离散事件动态监控，自动纠正生产操作或提供决策支持	与数据采集，质量控制系统底层进行实时通信
生产调度与任务派工方面	需要结合资源配置进行现场动态分配	各任务的加工设备在调度时已经确立
资源配置和状态控制方面	提供各种资源的实时状态，与任务分配紧密协调	生产存在波动变化，需要对生产过程进行实时预警
质量管理方面	对原料、零部件和人员进行跟踪	将直接或间接检测结果实时反馈，跟踪
维护管理方面	需要管理和指导设备工具模具的维护活动	根据数据采集的数据进行故障分析和诊断

数据来源：广发证券发展研究中心

MES软件未来市场空间广阔，复合增速保持在40%左右。2014年全球MES行业市场规模约为67亿美元，过去5年保持年均21.65%的高速增长，到2020年，MES行业市场规模有望达到150亿美元，未来保持年均18%的复合增速；国内市场来看，我国

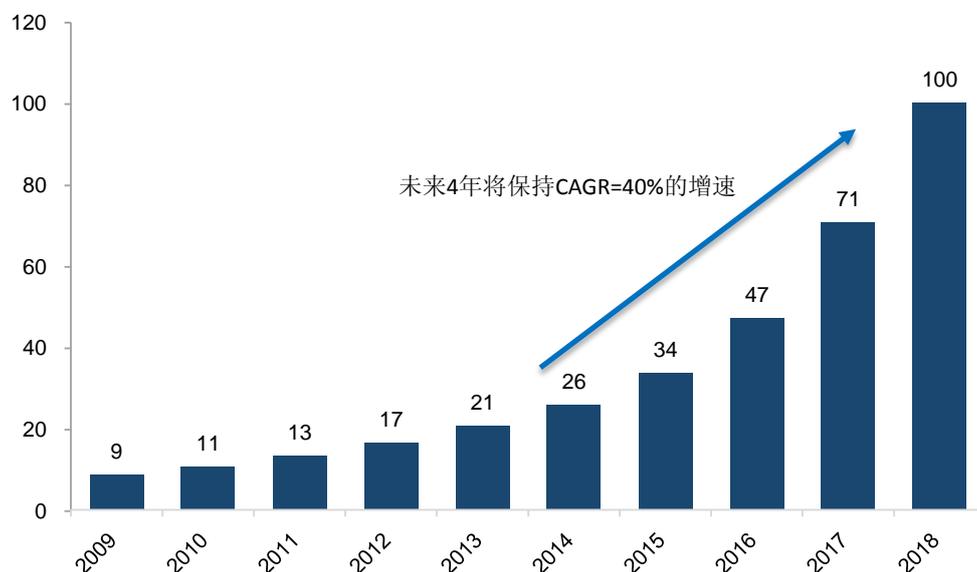
内2014年MES行业市场规模约为26亿元，同比增长25%，预计到2018年市场规模将达到100亿元，未来平均增幅保持在40%左右。并且从增速对比，国内MES市场相对于国际市场增速显著更高，这也得益于国内较大的工业自动化改造实践。

图39：2004-2020年全球MES行业市场规模



数据来源：广发证券发展研究中心

图40：2009-2018年中国MES行业市场规模



数据来源：广发证券发展研究中心

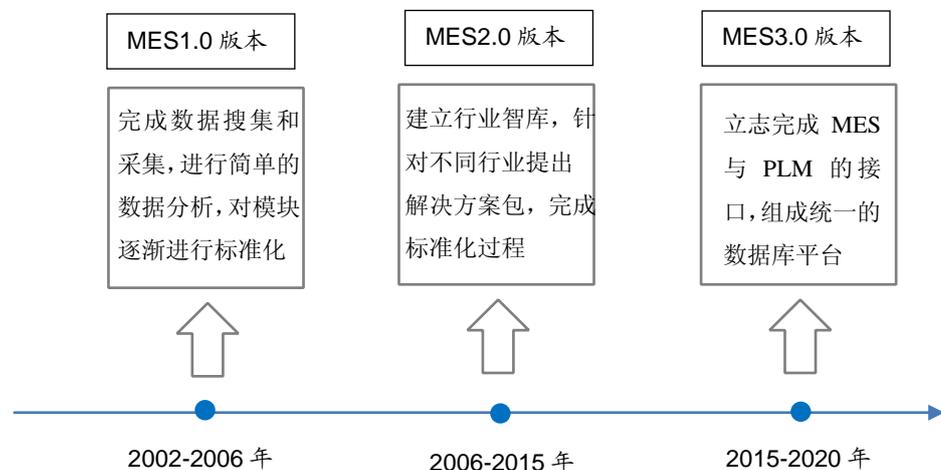
从下游应用领域来看，国内MES行业主要集中于五大领域，分别是汽车、电子通信、石油化工、冶金矿业和烟草这五大领域。前五大领域应用占比超过50%。从主要公司来看，一些国际巨头公司在国内的行业布局，也是呈现差异化的。国外企业主要集中于食品饮料、烟草、冶金/矿业、汽车等行业，石油化工领域主要是被Honeywell(高

的采集和集成，能够简单进行数据的分析，同时使产品更满足ISA95，是一个模块标准化的过程。

(2) 第二代：2006年到目前的产品大约是MES 2.0时代。推出行业智库，针对离散行业推出解决方案包。离散行业可以分为三类，第一类是产品规格工艺变化不多，但是大批量生产的企业，例如家电、电机、马达、水泵等；第二类是按订单生产的行业，小批量多品种。这类行业的特殊性在于70%的生产是大批量的，但是有30%的产品在装配过程中是需要定制的；第三类是按订单设计的行业，例如高端装备制造行业，包括航空、高铁、造船等行业，单件小批，生产工期长。针对这三类的企业，西门子都有专门的解决方案。在MES2.0阶段，西门子在MES产品中解决了两个问题，一是更好的标准化，二是行业标准答案。

(3) 第三代：未来五年内将会推出MES 3.0。在这个阶段将增强MES和PLM的接口，即把PLM和MES组成一个统一的数据库平台，这个开放式的平台会将PLM产品的设计信息实时地与MES互动，产品工艺设计一旦完成，所有关键信息会立刻传递到MES系统中，这样会使得一个企业真正实现从设计到制造执行的信息共享。这样一个强大的接口将是未来西门子在技术上的重大突破。除了统一数据库平台，在MES 3.0时代，西门子还将把MES功能扩展到MOM（制造运营管理）平台，增加工厂管理，例如仓库管理、安全管理、能源管理、环境管理等模块。延伸数据库的功能，满足其它的数据采集方式，例如摄像头、电视监控、二维条码等，以及与上下游供应商实现无缝的接口。根据西门子MES未来的战略，在意大利热那亚的全球MES研发中心将会升级为全球工业指导中心，推进MES 3.0版本的发展。

图43：西门子工业软件MES技术发展路线图



数据来源：西门子，广发证券发展研究中心

从西门子的MES软件发展历程，包括其后期的外延并购案例来看，西门子的MES发展对于国内企业而言是具有借鉴意义的，重点在于打造基于行业的解决方案包，然后形成与其他软件的互通接口，例如PLM、ERP等软件的接口，形成统一的数据库平台。

（二）PLM软件：数字工厂的起点

PLM软件是重要的工业软件。PLM软件可以让企业高效且经济地管理一个产品的生命周期，从产品构思、设计与制造，一直到服务和退市处理。计算机辅助设计 (CAD)、计算机辅助制造 (CAM)、产品数据管理 (PDM) 和制造过程通过 PLM 无缝地集成

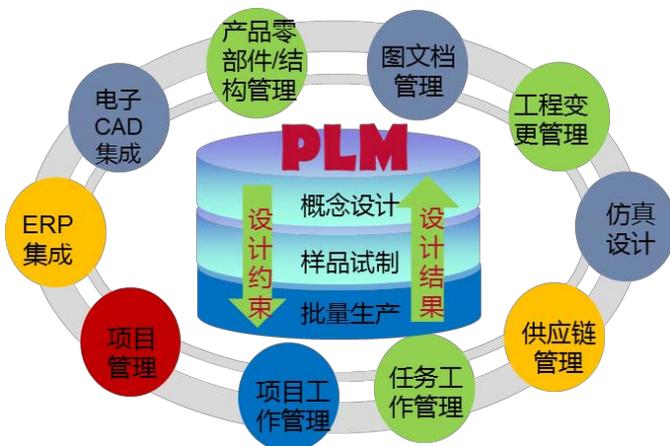
在一起。PLM与SCM、ERP分别从不同维度出发，PLM从时间的维度看世界，并且偏重于产品设计层面，与MES层相互连接，是数字化工厂的需求源头。

图44: PLM是数字化工厂需求的源头



数据来源：网络资料，广发证券发展研究中心

图45: PLM软件系统的内容



数据来源：广发证券发展研究中心

PLM产品构成包括三类：（1）CAX类产品，包括集中于创建3D几何图形、产品设计和产品数据形成的CAD软件，计算机辅助系统进行场景建模，数值分析的CAE软件，利用计算机进行生产设备管理控制和操作的过程模拟软件CAM。（2）cPDM类产品，这类软件是协同产品定义管理软件，在产品全生命周期体系下，存储和检索产品和产品数据；（3）数字化制造车间，主要用于计划和模拟整个制造过程。

图46: PLM产品构成: CAX+cPDM+数字化制造



数据来源：广发证券发展研究中心

PLM软件的发展历程来看，从早期的CAD产品到PDM，再从PDM到PLM软件，一共经历了三个重要的时代：

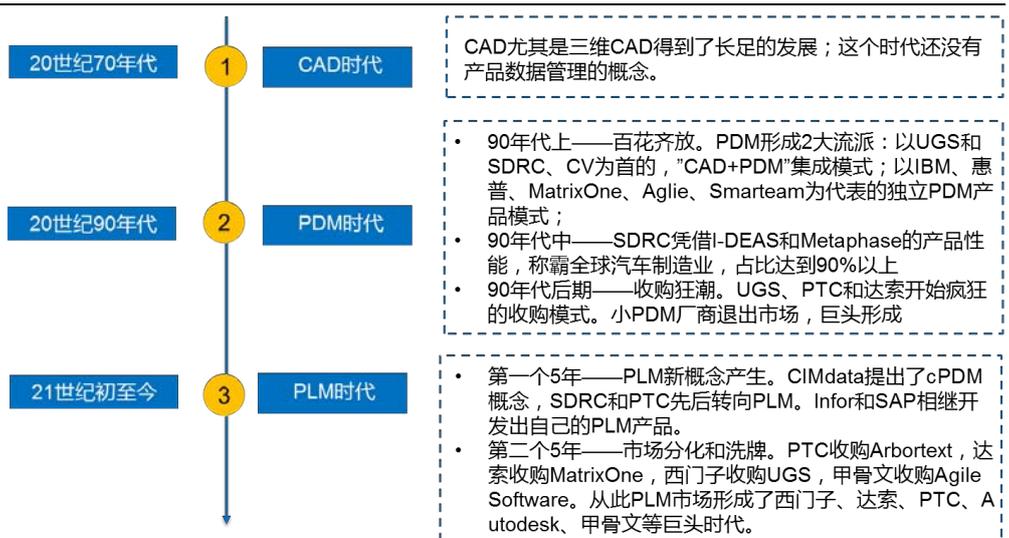
（1）第一个时代（20世纪70年代）：CAD时代。上世纪70年代，三维CAD就开始在全球大型企业广泛应用，但是这个时代还没有产品数据管理的概念，各个厂商在

各自的CAD上开发的数据管理模块，只是为了解决集中存储和快速查询的问题只能管理单一的CAD数据，既无法实现开发流程的管理更无法实现与外部系统的数据交流。但是这个功能，一定程度的缓解了这些大型企业对产品数据管理的强烈需求。

(2) 第二个时代 (20世纪90年代)：PDM时代。这个阶段，随着企业信息化理念及技术的进步，CAD的数据管理功能已经无法满足企业的需要。PLM供应商们开始着手开发独立与CAD之外的，具有产品数据的管理能力的PDM系统。90年代上属于百花齐放阶段。PDM形成2大流派：以UGS和SDRC、CV为首的，“CAD+PDM”集成模式；以IBM、惠普、MatrixOne、Aglie、Smarteam为代表的独立PDM产品模式；90年代中SDRC凭借I-DEAS和Metaphase的产品性能，称霸全球汽车制造业，占比达到90%以上；90年代后期则出现了一波收购狂潮。UGS、PTC和达索开始疯狂的收购模式。小PDM厂商退出市场，巨头逐渐形成。

(3) 第三个时代 (21世纪初至今)：PLM时代。第一个5年——PLM新概念产生。CIMdata提出了cPDM概念，SDRC和PTC先后转向PLM。Infor和SAP相继开发出自己的PLM产品。第二个5年——市场分化和洗牌。PTC收购Arbortext，达索收购MatrixOne，西门子收购UGS，甲骨文收购Agile Software。从此PLM市场形成了西门子、达索、PTC、Autodesk、甲骨文等巨头时代。

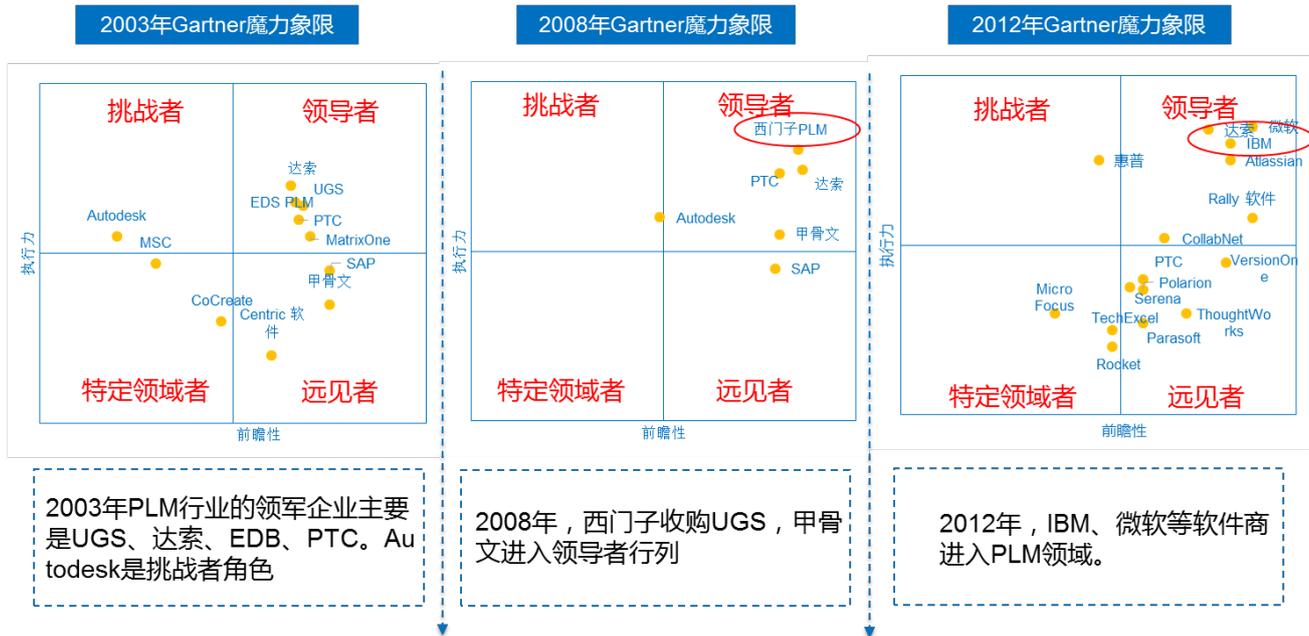
图47：PLM产品进化发展历程



数据来源：广发证券发展研究中心

PLM产品的发展过程是一部并购史。美国著名咨询公司Gartner每年都在关键领域对主要厂商进行定位，采用的方式是“魔力象限图”。魔力象限的四个象限依次分别为领导者 (Leaders)、挑战者 (Challenger)、有远见者 (Visionaries) 和特定领域者 (Niche Players)。在PLM领域，魔力象限已经成为广泛任何核引用的行业分析工具。通过分析近十年的魔力象限图就可以看到，过去10年PLM行业的进化历程中外延收购是主要的主题，大平台通过并购方式布局PLM领域。在整个过程中，西门子、达索等厂商通过并购，成为PLM领域重要的软件提供商。

图48: PLM行业过去十年风云变换



数据来源：广发证券发展研究中心

在PLM行业目前的产业结构中，国内供应商也可以大致分成三类：（1）以计算机辅助设计（CAD）为主体，代表性厂商有西门子、达索和PTC；（2）以PDM为主体的PLM厂商，主要代表性厂商包括北京艾克斯特、清软英泰、上海思普和武汉开目等；（3）以PLM+ERP为主的信息化解决方案提供商，包括用友、甲骨文、SAP等。

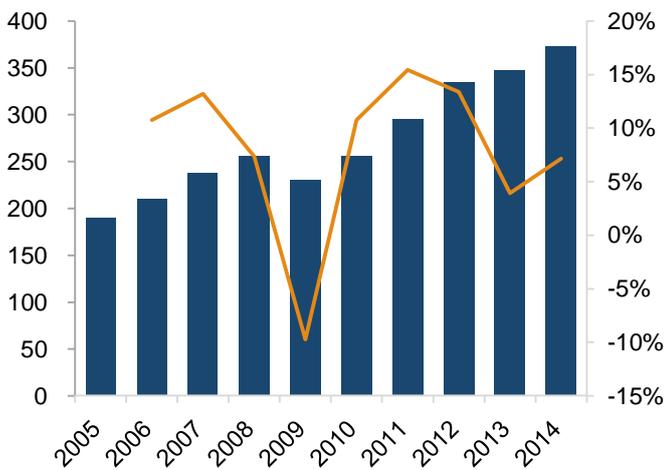
图49: PLM行业主要厂商可以分为三类

	类别	代表性厂商	主要优点	主要缺点
第一类	以计算机辅助设计（CAD）为主体	西门子	前身是从CAD起家，以管理CAD的数据见长；这类公司PLM市占率较高	设计和生产一体化较难
		达索		
		PTC		
第二类	以PDM为主体的PLM厂商	北京艾克斯特	只专注于PDM这一单一领域；高性价比和产品本地化特征	缺乏整合集成优势，很难发展壮大，市场空间受到挤压
		清软英泰		
		上海思普		
		武汉开目		
第三类	以PLM+ERP“信息化整体解决方案提供商	用友	专注于不同行业，积累了丰富的行业经验	在PLM领域，尤其是产品设计领域根基不深
		甲骨文		
		SAP		

数据来源：广发证券发展研究中心

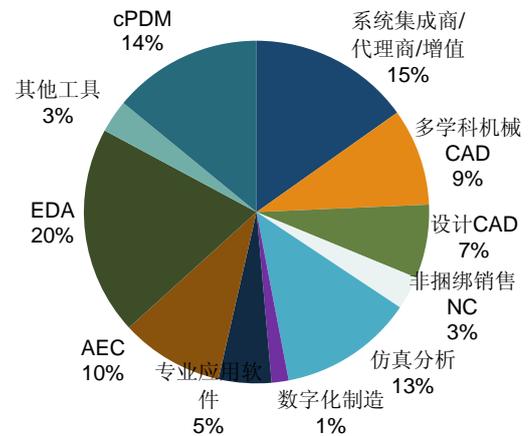
根据CIMdata的研究统计，2014年全球PLM市场增长7%，达到372亿美元。PLM系统细分市场中，cPDM市场增长6.5%，达到127亿美元，服务增长低于软件增长；另外，工具市场增长6.9%，达到239亿美元，仿真分析市场增长高于总体工具市场；数字化制造市场增长10%。

图50: 全球PLM市场规模 (亿美元)



数据来源: e-works, 广发证券发展研究中心

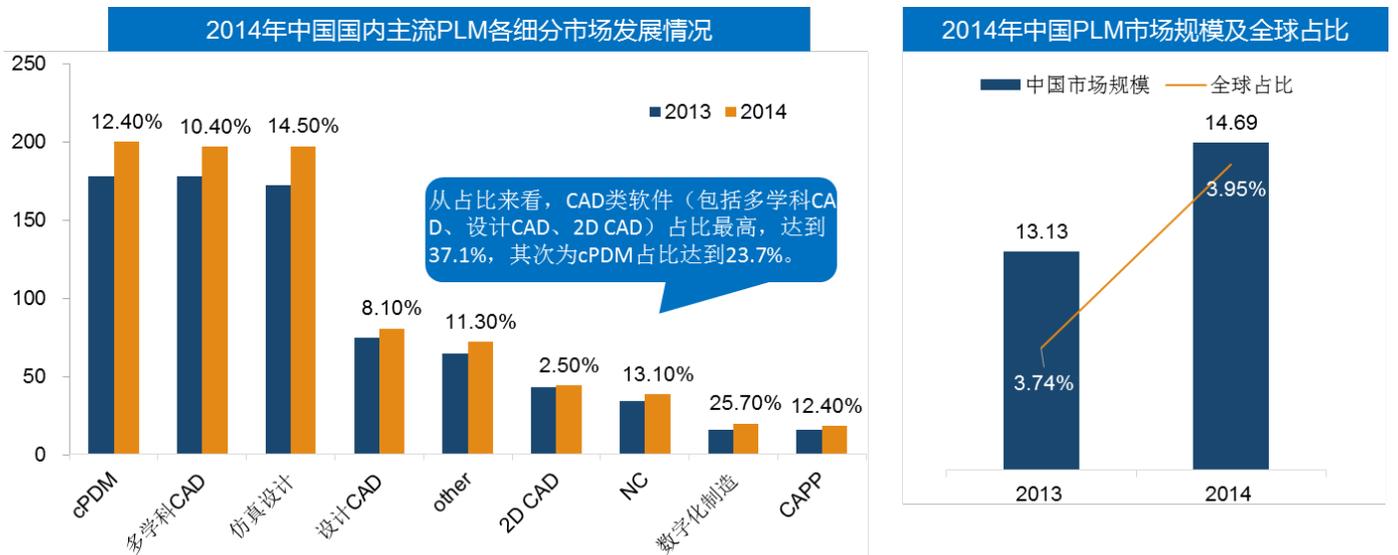
图51: 2014年PLM各细分领域投资增速



数据来源: e-works, 广发证券发展研究中心

国内PLM市场增速快于全球市场。2014年中国国内主流PLM市场规模达到14.69亿美元，同比增长12%，占全球PLM市场比例从3.74%提升到3.95%。在各个细分领域中，各细分市场均实现一定的增长；cPDM市场和三维CAD市场增长相对平稳；仿真软件是工具类软件中增长最快的，增速达到14.5%；与制造环节相关的数字化制造市场和CAPP需求旺盛，增长较快，但基数仍然较小；二维CAD有小幅增长。

图52: 2014年国内主流PLM市场规模及各个细分市场发展情况



数据来源: e-works, 广发证券发展研究中心

全球四大龙头垄断了PLM市场68%的市场份额。目前全球PLM行业竞争格局来看，属于高集中度寡头垄断型市场，全球四大龙头市场份额大约占68%。达索系统是PLM行业全球最大提供商，市场占比约为30%，其次为西门子，市场份额20%，PTC占比10%，Autodesk占比8%。

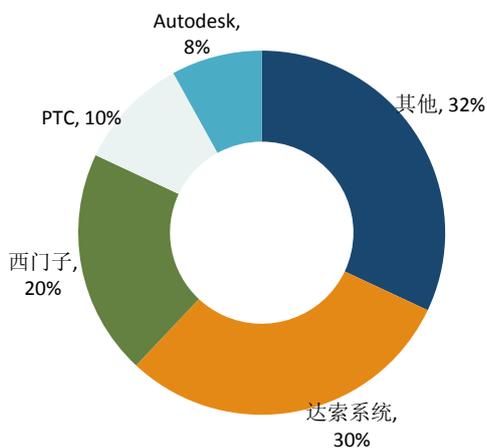
全球PLM市场龙头公司达索系统。达索系统公司是目前全球最大的PLM软件提供商，旗下PLM软件产品众多，包括产品设计软件CATIA，数字化制造工艺软件.DELMIA，

仿真分析软件SIMULIA，数据管理软件ENOVIA和简单的三维工艺设计软件3D VIA COMPOSER。达索公司在全世界拥有1.24万名员工，跨越140个国家和12个行业，拥有1000万个本地用户和一亿个在线用户。其最新市值达到了171.7亿美元，远高于行业另一巨头Autodesk公司市值为107.4亿美元，全球PLM行业上市企业平均市值仅为60.3亿美元，可以看出达索系统公司在PLM领域的全球性地位。

从龙头达索系统公司的主营业务构成比例来看，其PLM业务占比高达60%，且主流3D业务占比也达到21%，由于3D场景建模有时也被纳入广义的PLM产品中，实际是达索系统公司的PLM相关业务占比接近90%。相对于其他厂商而言，达索系统属于比较纯的PLM厂商（不论是从绝对体量还是PLM业务占比来看均如此）。

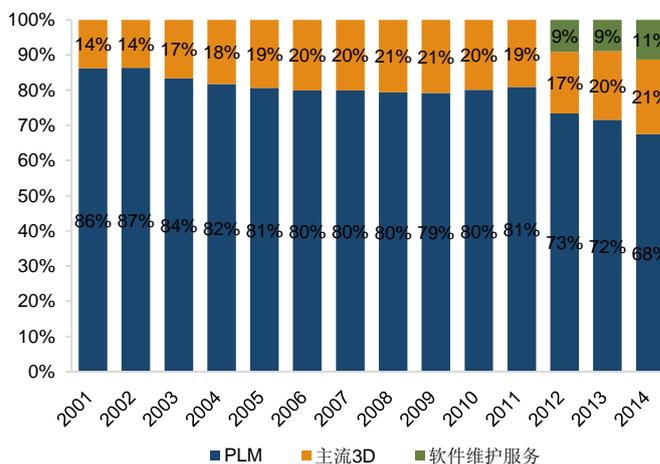
从达索系统公司历年营业收入和股价变动来看，业绩与股价趋势保持高度一致，工业4.0（工业互联网）的启动，也带动了其股价上行。达索公司过去5年平均收入增幅约为10%左右，平均净利润增幅为15%左右。

图53: 全球PLM市场各大厂商市场份额



数据来源：广发证券发展研究中心

图54: 达索系统主营业务收入构成比例



数据来源：年报统计，广发证券发展研究中心

图55: 全球PLM龙头达索系统历年营业收入及对应股价



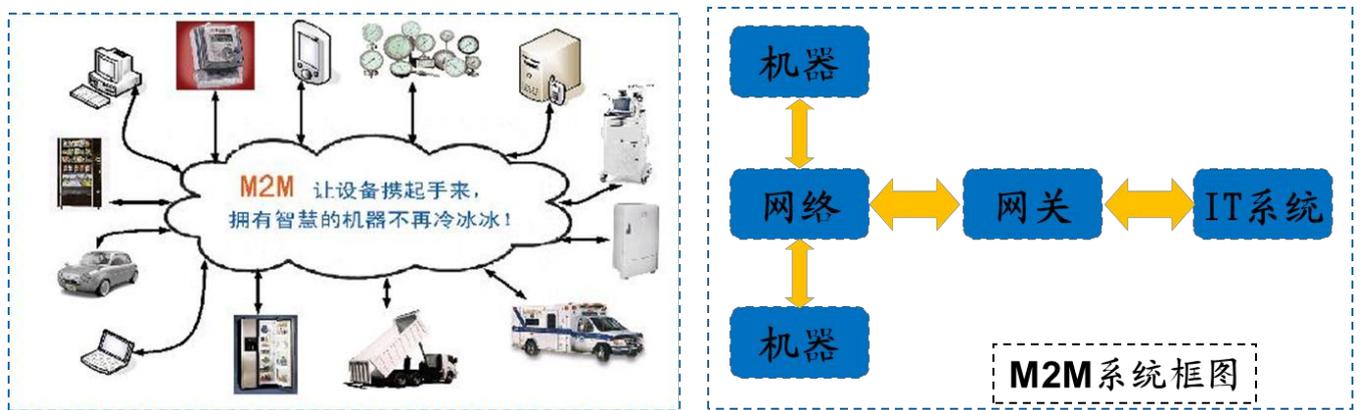
数据来源：彭博，广发证券发展研究中心

3.2 工业通讯：实现万物互联的枢纽

在工业4.0的层次架构体系中，工业通讯层是链接每层的重要枢纽，在数字化工厂或者智慧工厂中，工业通讯是无处不在的。CPS是工业4.0的实践基础，没有CPS的支撑，智能工厂、智能制造都是空中楼阁。而物联网又是CPS的一种简约应用形式，所以，以CPS为基础的工业4.0架构是能实现万物互联的，可以概括为M2M。

M2M是一种理念，也是所有增强机器设备通信和网络能力技术的总称。广义上分如下：Machine-2-Machine、man-2-machine、machine-2-man、mobile-2-machine；人与人之间的沟通很多也是通过机器实现的，例如通过手机、电话、电脑、传真机等机器设备之间的通信来实现人与人之间的沟通。另外一类技术是专为机器和机器建立通信而设计的。如许多智能化仪器仪表都带有通信接口，增强了仪器与仪器之间，仪器与电脑之间的通信能力。

图56：M2M让设备互联



数据来源：广发证券发展研究中心

实现设备互联的目的是为了更高层的应用，首先是通过传感器从设备上收集数据，然后将相关数据通过现场联网层（例如智能网关和路由器等），传输到云平台进行处理分析，首先实现的是设备监控管理，例如设备的实时定位等，然后是更高级的应用，包括设备早期故障诊断，远程控制和能耗分析等等。

图57：设备互联的目的是为了更高层次的应用

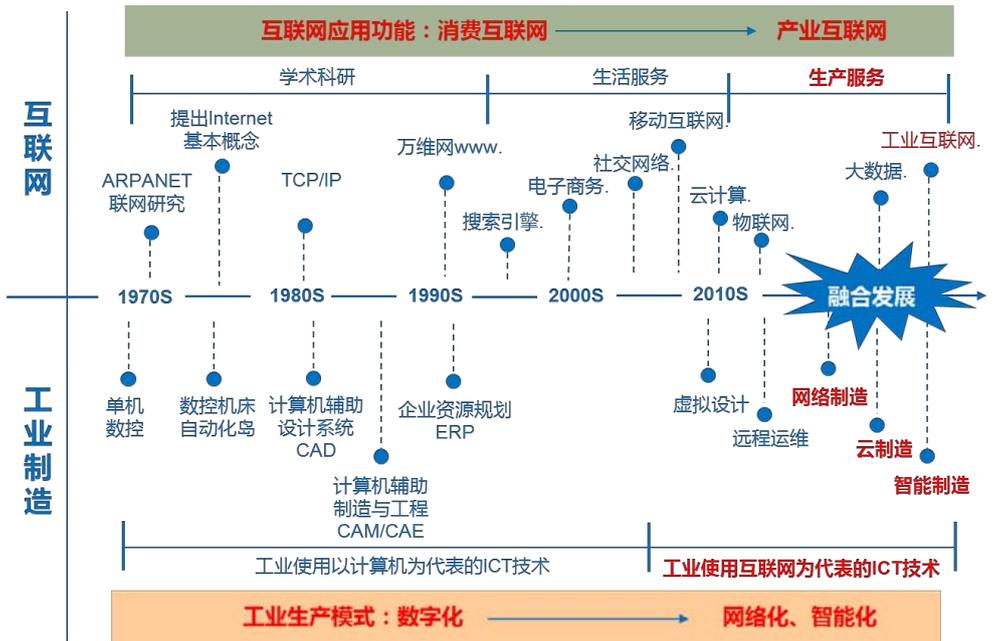


数据来源：映翰通，广发证券发展研究中心

从网络通讯的角度来看，2000年以前，互联网与工业制造是两个独立发展的体系。互联网在过去的30年里，经历了因特网、万维网，到新兴的社交网络，移动互联网，云计算和物联网。而同时期工业制造经历了单机数控、计算机辅助系统（CAD）、ERP和虚拟设计等过程。到了2000年后，互联网与工业制造逐渐走向融合，物联网和云计算开始运用到工业制造环节，衍生出工业互联网与智能制造。在工业互联网的融合趋势下，工业制造的趋势逐渐从数字化向网络化和智能化转变。

工业4.0没有明确指出它与互联网有什么关系，通俗的说，就是无数个行业被互联网浪潮冲击后，互联网开始改造工业制造业了。物联网是互联网大脑的感觉神经系统，因为物联网重点突出了传感器感知的概念，同时它也具备网络线路传输，信息存储和处理，行业应用接口等功能。而且也往往与互联网共用服务器，网络线路和应用接口，使人与人（Human to Human, H2H），人与物（Human to thing, H2T）、物与物（Thing to Thing, T2T）之间的交流变成可能，最终将使人类社会、信息空间和物理世界（人机物）融为一体。

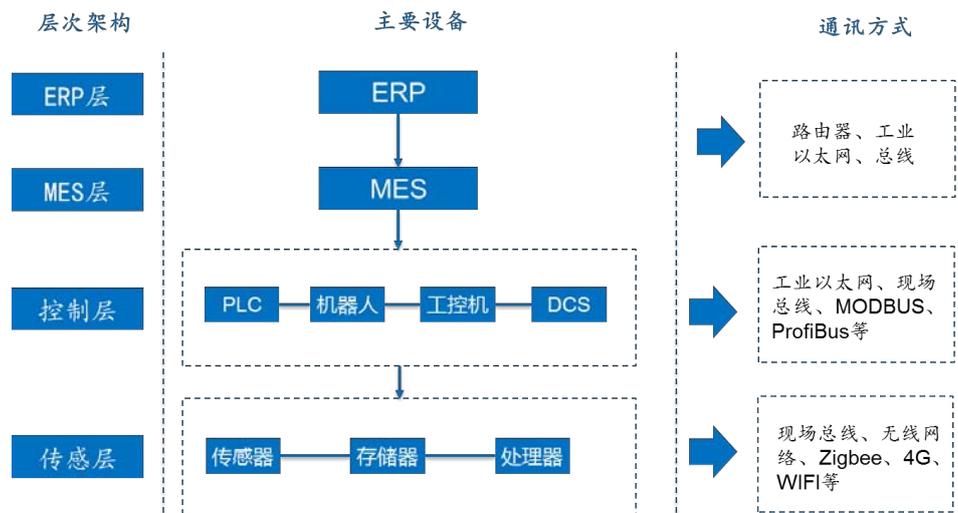
图58: 互联网与工业制造的各自发展与融合进程



数据来源：网络资料，广发证券发展研究中心

数字化工厂的每个层次的工业通讯方式略有差异。结合前面我们提出来的五级层次架构，每层之间的通讯方式都不一样，考虑到每个层级所赋予的职责和使命差异，工业通讯方式也存在差异。在ERP层和MES层，主要是以路由器、工业以太网和总线的方式互联，在目前的网络通讯上，没有太多的变化；在控制层，主要的通讯方式是Profibus、Modbus、工业以太网和现场总线等；在传感层，主要的通讯方式为现场总线，无线网络、LTE、Zigbee、Wifi等，由于设备的流动性，因此对无线网络应用较多。

图59: 各个层次具有不同的通信方式



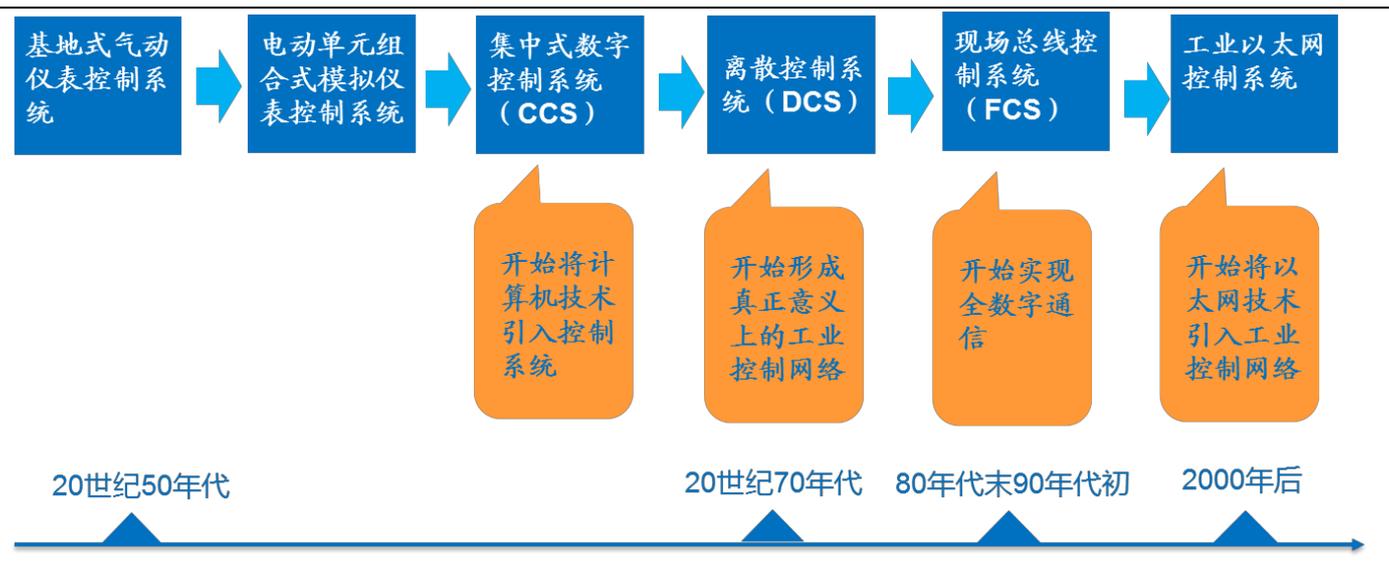
数据来源：广发证券发展研究中心

(2) 工业通讯的发展情况

工业通信网络自20世纪50年代开始发展，目前为止工经历了6个发展阶段，20世纪70年代随着DCS的应用，才开始形成真正意义上的工业控制网络，90年代初期，现场总线控制系统得以应用，2000年后，工业以太网开始大规模应用。

工业自动化控制网络从结构上可以划分为三层：管理层、控制层和现场设备层。各个层级之间互联互通，管理层主要通过以太网连接整个网络中，控制层从现场设备中提取数据，现场设备层主要由现场总线网络组成。

图60：全球PLM龙头达索系统历年营业收入及对应股价



数据来源：东土科技，广发证券发展研究中心

工业以太网的产业化发展历程。现场总线诞生于80年代，2006年至2011年全球年复合增长率将达到22%。主要领导企业为德国赫斯曼和西门子公司；工业以太网从2000年左右进入市场，在2005-2010年间保持年均50%的复合增速，主要产业化先驱包括赫斯曼、西门子和罗杰康。

现场总线技术尽管已有一定范围的磋商合并，但至今尚未形成完整统一的国际标准。其中具有较强实力和影响力的现场总线技术包括 Foundation Fieldbus、LonWorks、Profibus、HART、CAN、Dupline 等。它们具有各自的特色，在不同应用领域形成了自己的优势，但互不兼容，这一现状一定程度上阻碍了全球工业信息化的进程。现场总线技术的主要不足之处在于：

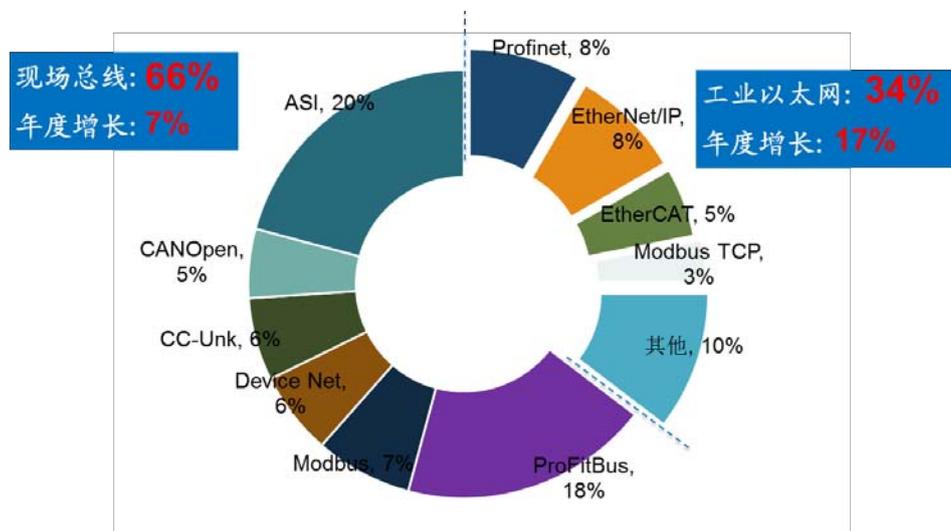
- 管理层与控制层及现场设备层采用不同的通信协议，上下层之间通过上位机连接，无法直接通信，管理层不能直接访问控制区域的设备；
- 由于国际标准推出缓慢，各类现场总线采用不同的技术，相互之间缺乏互连性和互操作性，不能实现透明连接；
- 传输速率不高，缺乏对其它应用如语音、图像数据的支持能力；
- 由于现场总线是专用实时通信网络，成本较高。

工业以太网能够提供现场总线无法提供的技术特性。工业以太网可以构建互连、互通，以及具有更好互操作性的透明一体化工业控制网络，实现工业控制网络与企业信息网络的无缝连接，形成企业级管控一体化的全开放网络，实现管理层、控制层到现场设备层之间工业通信的“e网到底”。

从实践应用来看，工业以太网正在替代现场总线。在全球工业通信中现场总线仍然

占主导地位，市场份额中现场总线占66%，工业以太网占34%，并且在年度增速方面，工业以太网年均增速达到17%，远超现场总线的7%增速。随着系统复杂程度的增加，大部分现场总线难以满足平台通用性和系统性能的要求，工业以太网正在成为控制系统网络发展的主要方向，具有很大的发展潜力。

图61：工业以太网的应用比例增长逐渐提升

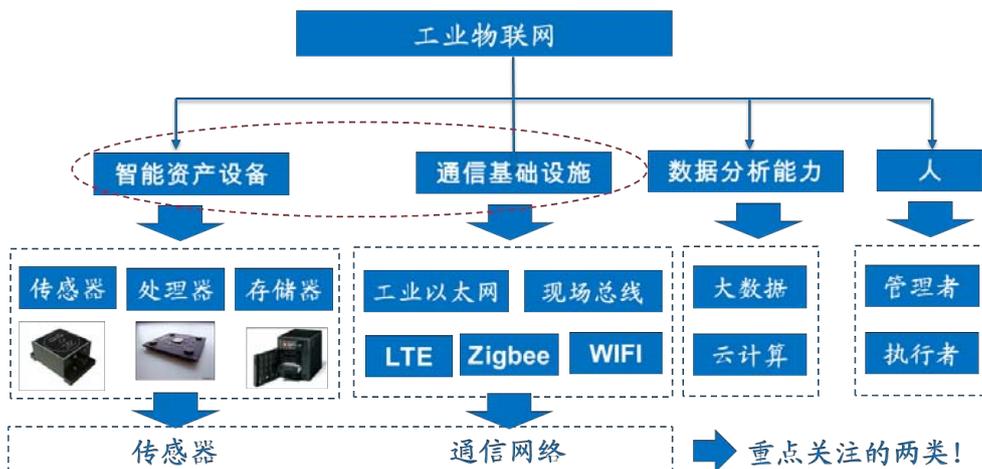


数据来源：广发证券发展研究中心

（3）工业通讯的产业化状况

工业通讯包括通讯网络和传感设备两个方面，主要由四个基础部分构成：（1）智能资产设备，主要包括传感器、处理器和存储器；（2）数据通信基础设施，为智能资产数据通信提供保障；（3）数据分析工具，包括相关的大数据和云计算算法和软件；（4）人，包括决策者和执行者。从产业的角度看，目前产业规模产值和发展规模中，智能资产设备和通信基础设施是主要的产业化方向。具体的发展标的是传感器和工业以太网。

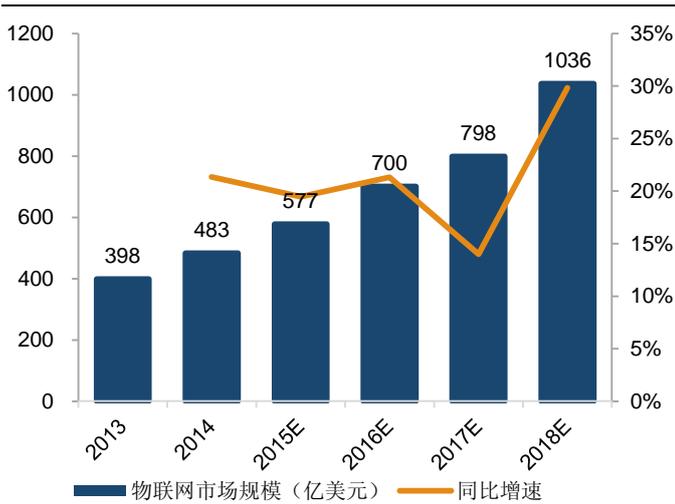
图62：工业物联网的基础构成要件



数据来源：广发证券发展研究中心

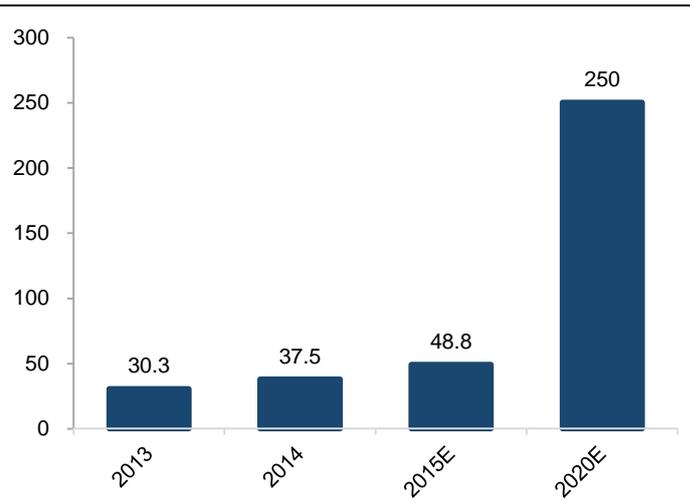
从总体来看，IC Insights数据显示，2014年具备连网及感测系统功能的物联网整体产值约483亿美元，同比增长21%，到2018年可望达到1036亿美元，2013年至2018年复合成长率也将达21%。2014年全球联网设备有37.5亿台，比2013年增加24%，预计到2020年时，物联网安装基数将达到250亿，同时增加收入将达到3000亿美元。

图63: 全球物联网市场规模及增速 (亿美元)



数据来源：广发证券发展研究中心

图64: 全球物联网设备数量 (亿台)



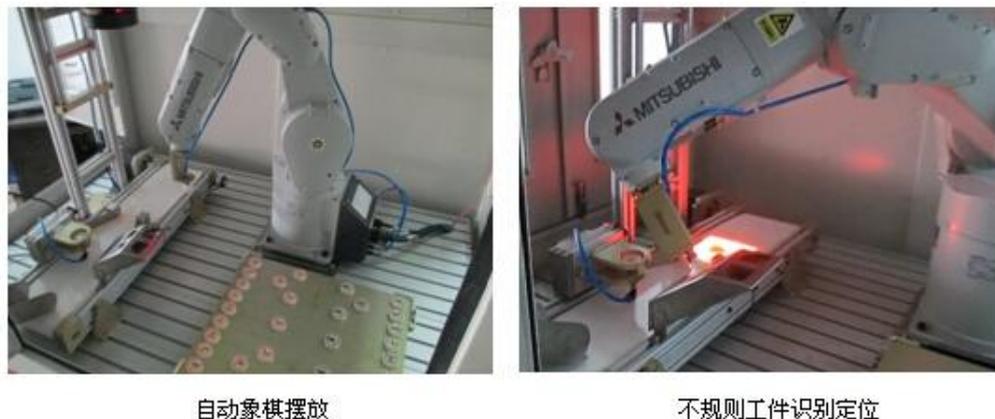
数据来源：广发证券发展研究中心

3.3 机器视觉：让机器具备感知能力

(一) 机器视觉概述及技术路线

只有机器设备具备了主动感知环境、产品工艺、操作者水平的变化，主动调整软件和程序，自动适应周围的变化，并根据这些变化不断地学习和优化自己的控制性能才是智能化(是autonomous的概念，而不仅仅是automation自动化，强调的是自主)。机器视觉是让机器设备具备外界感知能力的一种实现方式。

图65：机器视觉应用案例

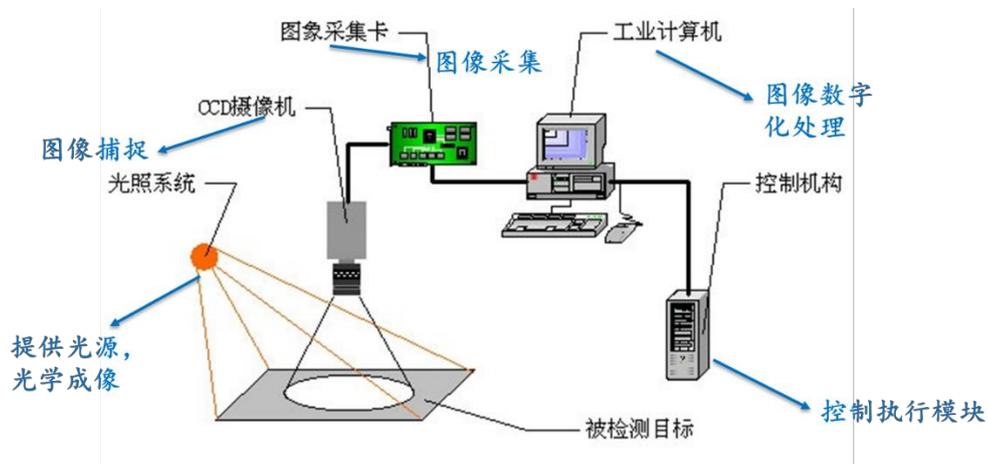


数据来源：广发证券发展研究中心

典型的机器视觉系统，主要用计算机来模拟人的视觉功能从客观事物的图像中提取信息，进行处理并加以理解，最终用于实际检测、测量和控制。一个典型的工业机器视觉应用系统包括：光源、光学系统、图像捕捉系统、图像数字化模块、数字图像处理模块、智能判断决策模块和机械执行模块。

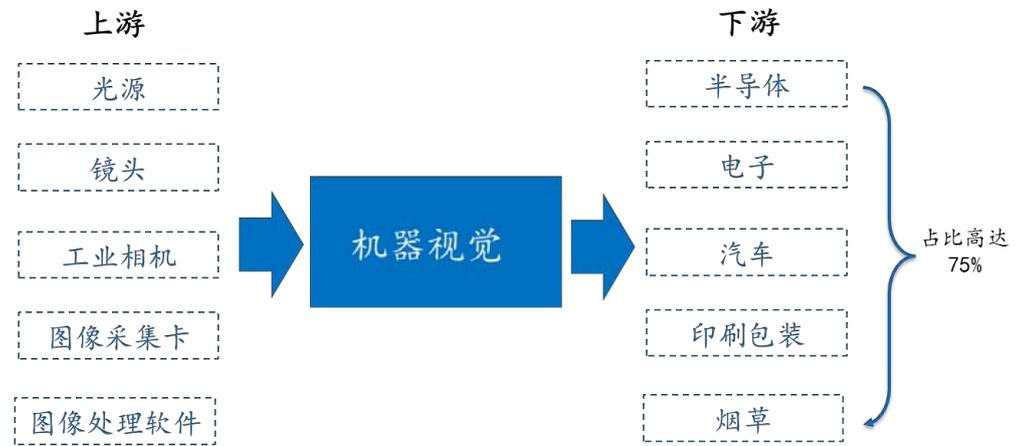
机器视觉行业上游有光源、镜头、工业相机、图像采集卡、图像处理软件等的提供商。行业下游应用较广，主要下游市场是半导体和电子制造行业。除此之外还有应用到汽车、印刷包装、烟草、农业、医药和交通等领域，在这几个领域的市场应用占比已经高达75%以上。

图66：机器视觉系统构成要件



数据来源：广发证券发展研究中心

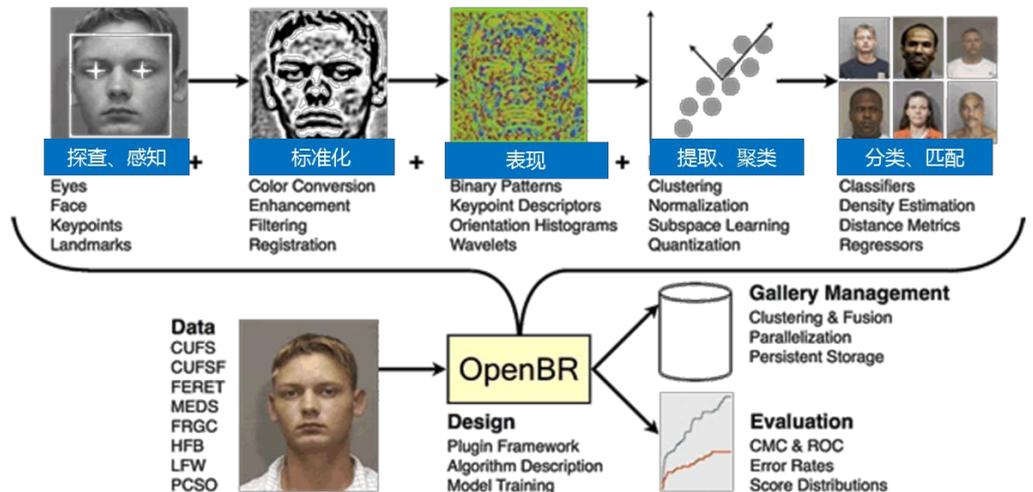
图67：机器视觉系统上下游



数据来源：广发证券发展研究中心

在计算机视觉中，人脸识别相对于机器视觉简单，各种各样人脸识别的算法很多，现在准确率可以达到99%。OpenCV是Intel开源计算机视觉库。拥有300多个C函数的跨平台的中、高层API。实现了图像处理和计算机视觉方面的很多通用算法。OpenCV对非商业应用和商业应用都是免费的。

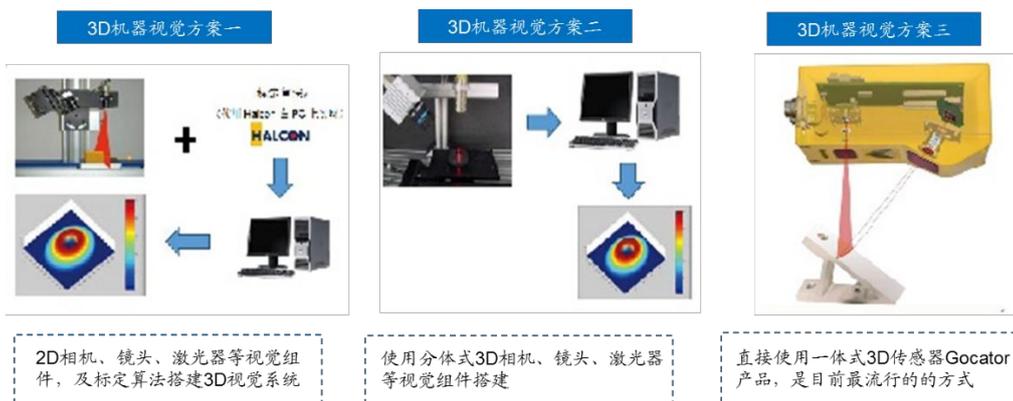
图68：人脸识别已经是非常成熟的技术



数据来源：网络资料，广发证券发展研究中心

当前机器视觉主流的检测手段还是依赖2D相机，即从灰度图中提取被测物特征，在X-Y平面内进行测量。当遇到需要高度测量或需要Z方向信息，如需要测高度、测深度、测厚度、测平面度、测体积、测磨损等情况时，2D视觉往往无能为力。这时，3D视觉技术就成为解决机器视觉问题的重要检测手段。目前3D视觉系统主流有3种方式，随着机器视觉领域测量技术的多元化发展，3D视觉技术必将成为一种重要的检测手段。

图69：3D机器视觉将会成为重要的应用技术



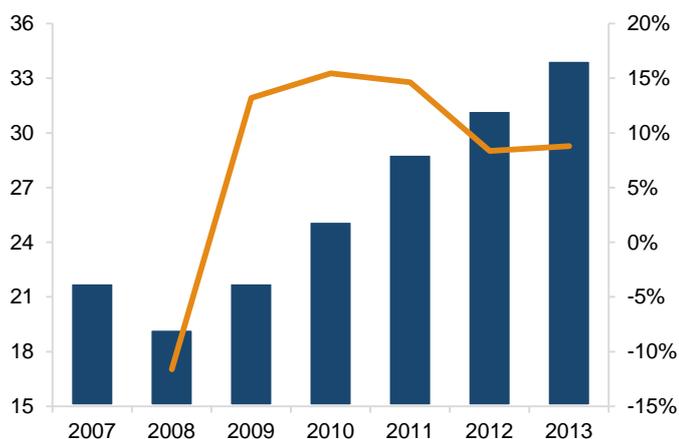
数据来源：网络资料，广发证券发展研究中心

（二）机器视觉在国内的产业化现状

机器视觉发展至今，早已不是单一的应用产品。机器视觉的软硬件产品已逐渐成为生产制造各个阶段的必要部分，这就对于系统的集成性提出了更高的要求。工业自动化企业要求能够与测试或控制系统协同工作的一体化工业自动化系统，而非独立的视觉应用。在现代自动化生产过程中，人们将机器视觉系统广泛地用于工况监视、成品检验和质量控制等领域

2013年全球机器视觉系统及部件市场规模为34.01亿美元，相对于2007年增长了56.08%。最近几年全球机器视觉系统市场规模平均增速约为10%左右；从产业地区分布看，2013年全球机器视觉产业主要分布于北美、欧洲以及日本地区。其中北美占比达到了62%。欧洲占比为15%，日本为10%。

图70：全球机器视觉系统市场规模（亿美元）



数据来源：网络资料，广发证券发展研究中心

图71：全球机器视觉产业分布情况

地区	市场规模	占比
北美	21.1	62%
欧洲	5.1	15%
日本	3.4	10%
其他地区	4.42	13%

数据来源：网络资料，广发证券发展研究中心

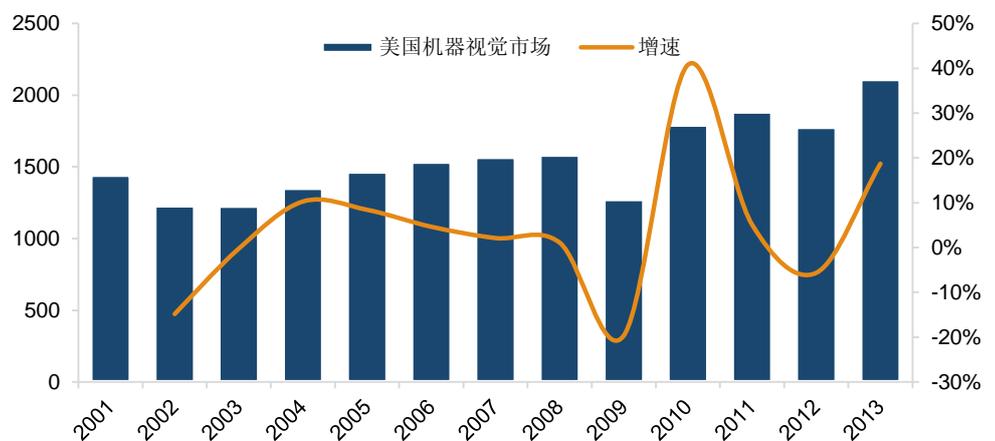
随着全球制造中心向中国转移，中国机器视觉市场正在继北美、欧洲和日本之后，

成为国际机器视觉厂商的重要目标市场。目前包括中国和日本在内的亚太地区占全球的比重突破20%已经超过欧洲，位居全球第二大区域市场。

从美国的市场来看，2010年度，机器视觉部件及系统在北美地区销售额增加41%，达到17.92亿美元。2013年北美机器视觉总销量同比上升18.71%。机器视觉总销量包括机器视觉系统的销量和机器视觉组件的销量。包括应用视觉系统及智能相机在内的机器视觉系统继续全面增长。

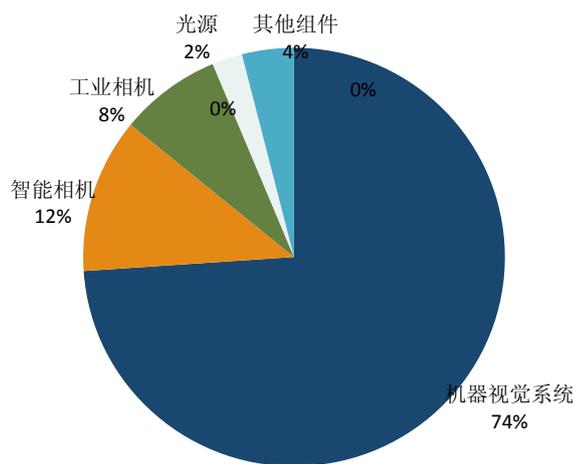
在美国机器视觉的各个细分领域市场占比中，机器视觉系统占比达到74%，其次为智能相机、工业相机、光源和其他组件。从产品构成来看，机器视觉集成系统和智能相机是机器视觉中最重要的部分。

图72：美国机器视觉市场规模及增速（百万美元）



数据来源：AIA，广发证券发展研究中心

图73：美国机器视觉市场细分领域市场占比



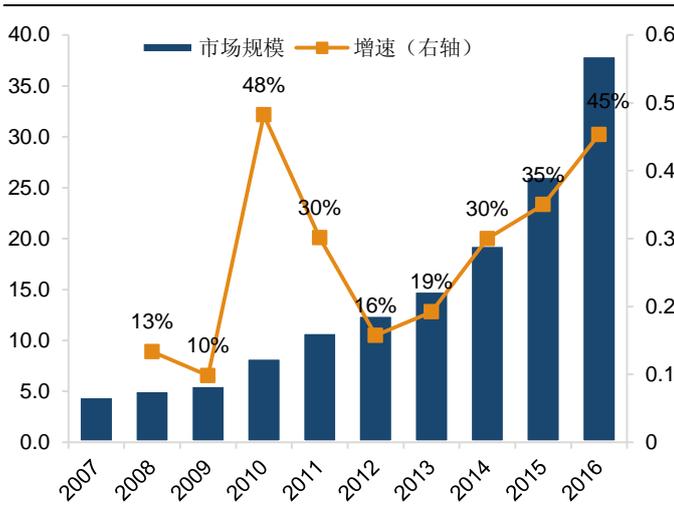
数据来源：AIA，广发证券发展研究中心

机器视觉在国内起步较晚，真正工业领域的广泛应用也就十几年的时间。2006年以前，中国机器视觉产品应用主要集中在外资制造企业、出口加工企业及烟草企业，规模很小。目前，我国已成为机器视觉发展最活跃的地区之一，工业领域是机器视觉应用比重最大的领域，主要用于产品质量检测、分类、机器人定位、包装等，一

方面替代人工视觉，另一方面用于提高生产的柔性和自动化程度。在大批量工业生产中，用机器视觉检测方法可以大大提高生产效率，减少人工风险。比如在药品生产中，采用机器视觉产品不仅可以提高药品质量检测的准确度和生产效率，还可以避免人眼长时间工作而造成的视觉疲劳。另外，将机器视觉应用于机器人的引导中，可以实现生产柔性化，使生产线很容易适应产品的变化，这成为未来发展趋势之一。

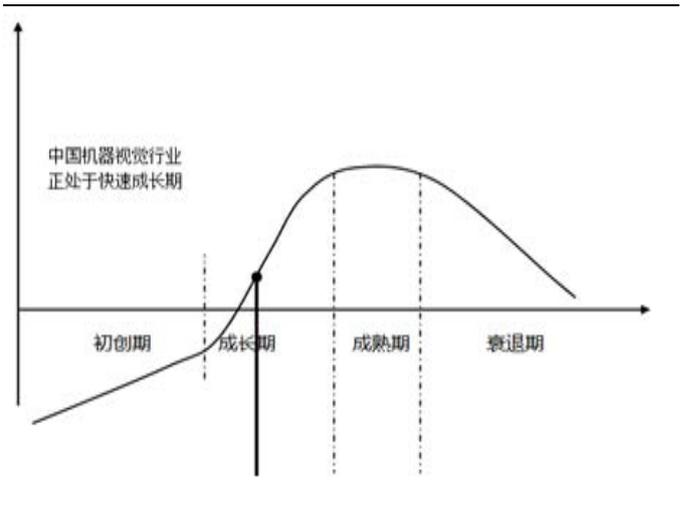
目前行业正处于快速发展期，具有很大的发展空间。具体表现为行业市场容量在快速增长、应用领域逐渐扩大。预计2016年国内机器视觉系统市场规模达到了38亿元，年均增幅保持在37%左右，处于高速增长阶段。

图74：国内机器视觉系统市场规模（亿元）



数据来源：AIA，广发证券发展研究中心

图75：我国机器视觉处于成长期



数据来源：广发证券发展研究中心

我国机器视觉行业主要竞争主体包括(1)产品生产商，主要由工业自动化公司、国际知名机器视觉公司和光源公司构成；(2)产品代理商，数量众多，分布广，全国超过300家代理商主要代理国外品牌设备；(3)系统集成商。

图76：国内机器视觉行业主要厂商分类

我国机器视觉行业主要产品生产商				我国机器视觉行业主要代理商和系统集成商			
	产品类型	主要公司	涉足领域		主要公司	代理种类	代理品牌
产品生产商	工业自动化公司	基恩士 (KEYENCE)、欧姆龙、松下、邦纳、美国国家仪器、研华科技等	机器视觉核心部件系统集成	代理商	广州嘉铭工业、微视图像、上海方千光电、凌华科技、苏州德创测控	图像采集卡	加拿大的Matrox、Coreco、美国的Fore Sight Imaging等
	国际知名的机器视觉公司	以康耐视、达尔萨 (Dalsa)、堡盟 (BAUMER) 为代表	核心部件制造商			摄像头	美国UNIQ、PULNIX、Redlake、德国Basler、美国Roper Scientific及意大利DTA公司的制冷摄像头
	机器光源制造商	以奥普特、上海纬朗、上海铂美等	光源设备			图像处理软件	美国Media cyber netics公司
系统集成商				主要厂商			
				系统集成商	Euresys、维视图像、深圳市几维视觉技术有限公司、大恒图像、凌云光子、信捷电气等为代表的国内较早涉足视觉行业的公司		

数据来源：广发证券发展研究中心

全球机器视觉龙头公司康耐视。康耐视是全球机器视觉企业龙头，2014年实现营业

收入4.86亿美元，同比增长41%，其销售额约等于整个国内机器视觉企业的产值，康耐视的业务收入从2010年以来保持平稳增长，并且公司的产品远销全球，美国本土之外的市场占比接近70%。公司股价从2013年工业4.0概念启动以来，股价一直保持稳步上行，实现了200%的累计收益率。

结合康耐视和国内机器视觉的现状，我们认为未来国内机器视觉具有广阔的市场需求空间，从竞争格局来看，行业竞争分散，缺乏龙头公司。在目前以集成为主的市场中，我们认为未来有望诞生类似于康耐视这种体量的大公司。

图77：全球机器视觉龙头企业康耐视营业收入及股价对比图



数据来源：彭博，广发证券发展研究中心

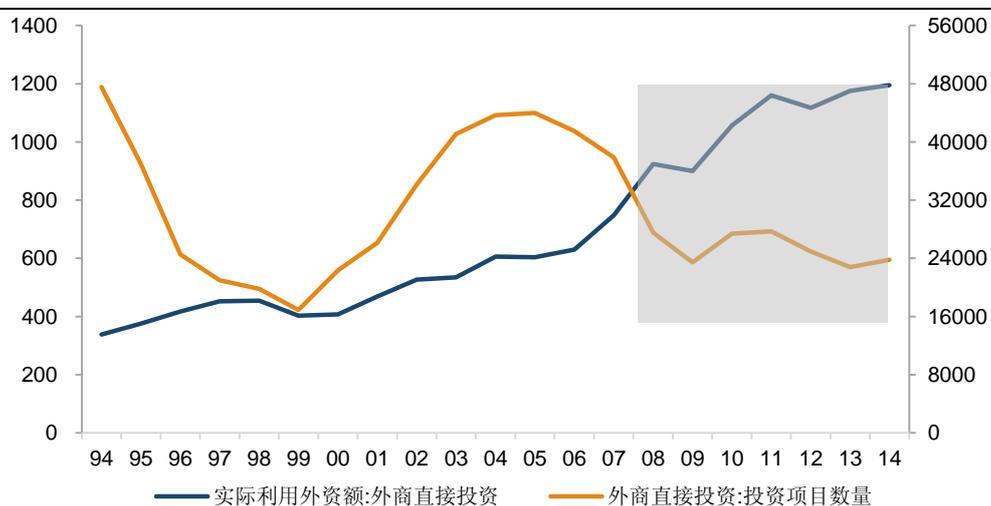
四、工业 4.0 在中国的投资机会梳理

4.1 工业 4.0 背景下企业转型机遇

工业4.0的实施背景，一方面来自于政府的强力推动，另一方面来自于企业实实在在的需求。不论是德国工业4.0还是中国制造2025，都面临的一个共同问题是产业升级，人工成本上升。自2002年1月1日欧元正式流通以来德国的劳动力成本的增速高于欧元区的平均增速。我国国内经济发展也面临着典型的“中国之困”，过去我国的制造业主要以“引进来，消化吸收，走出去”的模式，但是随着实际利用外资规模增速放缓，外资投资项目数量下滑，国内制造业升级以及成为重中之重。

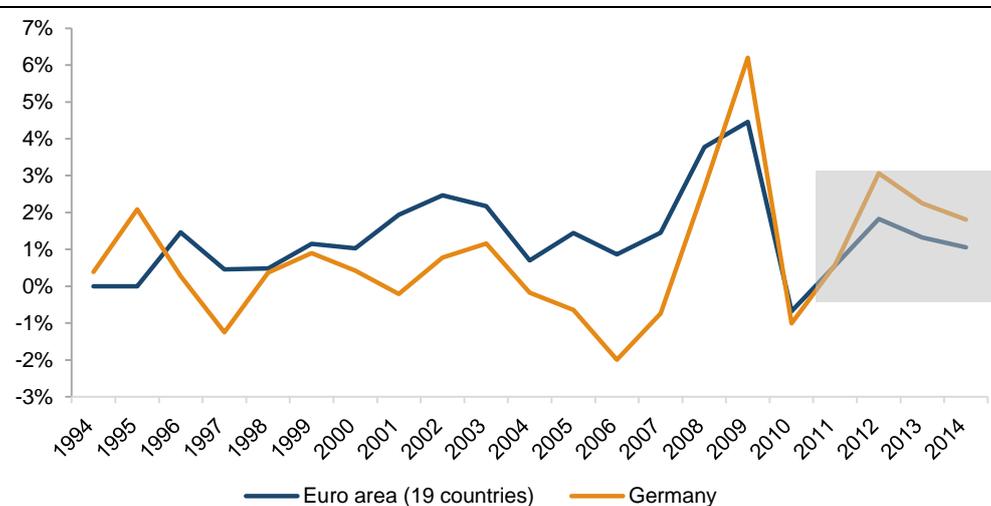
在来自成本的要素驱动下，积极转型工业4.0，是国内企业提升效率，提升产品附加值的重要方向，以机器换人为目标的项目在国内以及逐步推开，数字化工厂将有效缓解用工难，用工成本高等问题。

图78：我国实际利用外资规模额度增速放缓



数据来源：Wind，广发证券发展研究中心

图79：欧元正式流通以来德国单位劳动成本增长率

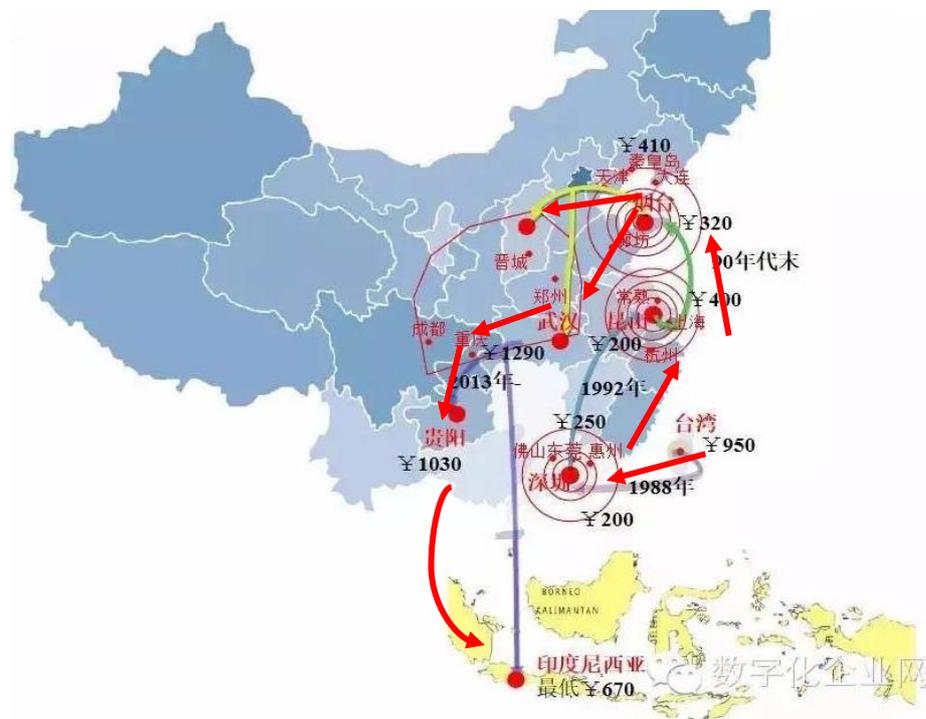


数据来源：OECD，广发证券发展研究中心

在全球化竞争中，各国在制造业产业链中的位置呈现金字塔形，在金字塔顶端的高端制造业中，这类市场主要被美国、德国等传统制造业强国占据；在中端的制造业中，主要领域是大规模集成电路新品、电子产品关键元器件、中间件等，主要的参与主体是韩国、日本、中国台湾等；在低端市场，主要以原材料和劳动密集型、整机加工组装等产业为主，中国大陆和东南亚等地是主要参与者。从各国在制造业产业链中的位置来看，微笑曲线两端的高价值环节，都被美国、德国等企业攫取，我们仍然集中于中间环节技术含量低、能源粗放产业。

以富士康为例，其电子产品代工厂选址主要考虑劳动成本，从传统的沿海城市，逐渐渗透转移到内地城市，未来将进一步转移至成本更低的东南亚。在这样背景下，传统制造业让我们看到了仅仅依赖劳动力成本优势的制造业是没有竞争力的。因此，以工业4.0为目标的制造业升级带给中国的机遇非常广阔。

图80：富士康主要城市选址城市与路径



数据来源：数字化企业网，广发证券发展研究中心

4.2 工业 4.0 的投资机会梳理

目前国内工业4.0仍然处于主题投资阶段，综合来看，工业4.0是一个愿景，伴随着国家顶层设计的出台，相关公司在工业4.0领域的布局，我们认为工业4.0是值得长期投资的。虽然，大多数表现为事件驱动，亦或是“挂工业4.0羊头，卖机器人及自动化的狗肉”，但是，我们认为，只要是明确的向工业4.0的发展方向迈进的，都是工业4.0标的。

工业4.0在各领域的投资机会主要集中于我们前面所说的三大模块：工业软件、工业通讯和机器视觉。在三大模块中，MES、机器视觉、工业以太网的增速都超过了25%，PLM领域增速也在15-20%之间，未来发展迅速，市场空间广阔。目前各个领域中，都是由外资品牌占领着重要市场，国内的上市公司较少，未来有望诞生大公司。

图81：工业4.0各领域投资机会

	工业软件		工业通讯		机器视觉
	MES	PLM	传感器	工业以太网	
2013年规模（亿元）	21	50	646	17.3	14.9
2018年规模预测（亿元）	100	100	1500	52.80	37
增速	35-45%	15-20%	20-25%	25%	37%
毛利率	50%-70%	50%-70%	50%-60%	50%-70%	30%-50%
外资品牌	西门子	达索	博世	赫思曼	康耐视
	SAP	西门子	意法半导体	西门子	欧姆龙
	ABB	PTC	德州仪器	台湾摩莎	基恩士
	霍尼韦尔	Autodesk	霍尼韦尔	研华科技	
	施耐德	甲骨文	飞思卡尔	芯惠通Korenix	
	罗克韦尔	MatrixOne	惠普	罗杰康	
	OSI Soft	SAP	楼氏电子	施耐德	
	GE	Bentley	安华高		
国内上市公司	宝信软件	神州数码	高德红外	东土科技	大恒科技
	和利时	用友软件	科陆电子	映翰通	汇川技术
	海得控制	金蝶软件	瑞声声学	卓越信通	美亚光电
	科远股份	数码大方	华工科技		劲拓股份
	黄河旋风		中航电测		海得控制
	华中数控		大立科技		慈星股份
			航天机电		京山轻机
国内非上市公司	易往	艾克斯特	美新半导体	振兴通讯	苏州北硕
	中控集团	清软英泰	昆仑海岸	三旺	东莞奥普特
	艾克斯特	上海思普	青岛元芯	兆越	深圳科创
	希门	武汉开目	杭州麦乐克		
	联欣	天喻软件	华润半导体		
	灵蛙	华天			
	明基逐鹿	中望			
	宝元科技				
	石化盈科				

数据来源：广发证券发展研究中心

从机械行业而言，国内上市公司转型工业4.0的路径，主要分两条路线：（1）传统制造业，通过外延发展积极并购，拓展工业4.0业务，以东方精工、慈星股份等为例；（2）传统自动化工厂，在工厂改造过程中，积极切入工业4.0业务，以科远股份、海得控制等为例。

工业4.0主题投资选股原则和重点标的：第一，工业4.0是传统制造业转型升级的方向，代表中国经济未来。工业4.0板块的投资机会将贯穿全年，牛市进入下半场工业4.0概念股分化将十分明显，建议关注主业稳健增长，并购预期强烈的标的。经过近期的调整，很多工业4.0标的的估值已经回到安全范围，存在超跌反弹的大机会。第二，好的标的要有明确的工业4.0逻辑，同时要有一套并购组合拳。现在上市公司围绕工业4.0的并购方式主要是，一方面通过并购相对传统业务，增厚利润，把估值降低到安全范围，同时改善现金流；另一方面通过参股或控股，获得性感的工业4.0标签，比如工业软件和机器视觉等。第三，估计下半年工业4.0标的的分化比较明显，建议重点关注东方精工、天奇股份、诺力股份、智云股份、慈星股份、锐奇股份、海得控制、亚威股份、金明精机、京山轻机、黄河旋风、机器人和博实股份等。

五、投资风险提示

自动化改造进度低于预期；投资标的的并购进度低于预期；投资并购标的的质量风险。

广发机械行业研究小组

- 罗立波：首席分析师，清华大学理学学士和博士，4年证券从业经历，2013年进入广发证券发展研究中心。
- 真怡：资深分析师，中国航空研究院燃气涡轮研究所工学硕士、西北工业大学工学学士，5年证券从业经历，2011年进入广发证券发展研究中心。
- 刘国清：资深分析师，浙江大学管理专业硕士，从事过市场研究、战略规划和生产管理等工作，8年以上工作经验，2014年进入广发证券发展研究中心。
- 刘芷君：资深分析师，英国华威商学院管理学硕士，核物理学学士，2013年加入广发证券发展研究中心。

广发证券—行业投资评级说明

- 买入：预期未来12个月内，股价表现强于大盘10%以上。
- 持有：预期未来12个月内，股价相对大盘的变动幅度介于-10%~+10%。
- 卖出：预期未来12个月内，股价表现弱于大盘10%以上。

广发证券—公司投资评级说明

- 买入：预期未来12个月内，股价表现强于大盘15%以上。
- 谨慎增持：预期未来12个月内，股价表现强于大盘5%-15%。
- 持有：预期未来12个月内，股价相对大盘的变动幅度介于-5%~+5%。
- 卖出：预期未来12个月内，股价表现弱于大盘5%以上。

联系我们

	广州市	深圳市	北京市	上海市
地址	广州市天河北路183号 大都会广场5楼	深圳市福田区金田路4018 号安联大厦15楼A座 03-04	北京市西城区月坛北街2号 月坛大厦18层	上海市浦东新区富城路99号 震旦大厦18楼
邮政编码	510075	518026	100045	200120
客服邮箱	gfyf@gf.com.cn			
服务热线	020-87555888-8612			

免责声明

广发证券股份有限公司具备证券投资咨询业务资格。本报告只发送给广发证券重点客户，不对外公开发布。

本报告所载资料的来源及观点的出处皆被广发证券股份有限公司认为可靠，但广发证券不对其准确性或完整性做出任何保证。报告内容仅供参考，报告中的信息或所表达观点不构成所涉证券买卖的出价或询价。广发证券不对因使用本报告的内容而引致的损失承担任何责任，除非法律法规有明确规定。客户不应以本报告取代其独立判断或仅根据本报告做出决策。

广发证券可发出其它与本报告所载信息不一致及有不同结论的报告。本报告反映研究人员的不同观点、见解及分析方法，并不代表广发证券或其附属机构的立场。报告所载资料、意见及推测仅反映研究人员于发出本报告当日的判断，可随时更改且不予通告。

本报告旨在发送给广发证券的特定客户及其它专业人士。未经广发证券事先书面许可，任何机构或个人不得以任何形式翻版、复制、刊登、转载和引用，否则由此造成的一切不良后果及法律责任由私自翻版、复制、刊登、转载和引用者承担。