

工业机器视觉：嵌入式、3D 化及产业链拆解

通信行业

1、工业机器视觉关键零部件，国产替代是大势所趋：整个机器视觉系统成本构成中，零部件及软件开发占据了 80%的比例，是产业链中绝对价值获取者，目前核心领域主要是基恩士、康耐视等国际厂商掌握，国产化比例较低，国产替代空间巨大。相关上市公司受益标的包括奥普特、凌云光、矩子科技、天准科技、大恒科技、海康威视等，其中奥普特、凌云光等在产业链方面布局最为完全。

2、产业发展趋势：嵌入式、3D 化：

1) 嵌入式：相比基于 PC 或者云架构的视觉技术，嵌入式技术将用于实现图像处理和深度学习算法的 AI 模块集成到工业相机中，实现边缘智能，嵌入式视觉技术最主要应用于工业自动化。

2) 3D 机器视觉的市场空间目前看来是几十 K 左右，与 2D 的工业相机大几百 K 的出货量相比，渗透率只有 5%-10%。

从增长潜力和增长空间来，工业自动化、物流等具有相当大的市场，工业 3D 成像模组及工业 3D 相机有望受益，相关上市公司受益标的包括奥比中光（子公司新拓三维 3D 成像设备）等。

3、通信板块本周持续推荐：

1) 低估值、高股息，必选消费属性强的电信运营商（A+H）板块：中国移动、中国电信、中国联通；

2) 低估值成长依旧的主设备：紫光股份（华西通信&计算机联合覆盖）、中兴通讯；

3) 东数西算产业链中 IDC、光模块板块：光环新网、奥飞数据、新易盛、天孚通信、光迅科技、中际旭创等；

4) 高成长物联网模组及能源信息化板块：移远通信、广和通、朗新科技（华西通信&计算机联合覆盖）、威胜信息等；

5) 10G-PON 及家庭宽带设计产业链：平治信息、天邑股份等；

6) 其他个股方面：海格通信（北斗三号渗透率提升）（华西通信&军工联合覆盖）、新雷能（华西通信&军工联合覆盖）、TCL 科技（面板价格触底）（华西通信&电子联合覆盖）、七一二（军工信息化）、金卡智能（华西通信&机械联合覆盖）等

4、风险提示

巨头公司具备非常深厚的市场和技术积累，国内客户争夺较为激烈，毛利下滑风险。

评级及分析师信息

行业评级：推荐

行业走势图



分析师：宋辉

邮箱：songhui@hx168.com.cn

SAC NO: S1120519080003

分析师：柳珏廷

邮箱：liujt@hx168.com.cn

SAC NO: S1120119060016

1. 传统工业机器视觉机器视觉基本概念及产业链

机器视觉代替人眼可以在多种场景下实现多种功能，主要分为识别、测量、定位、检测四大类。

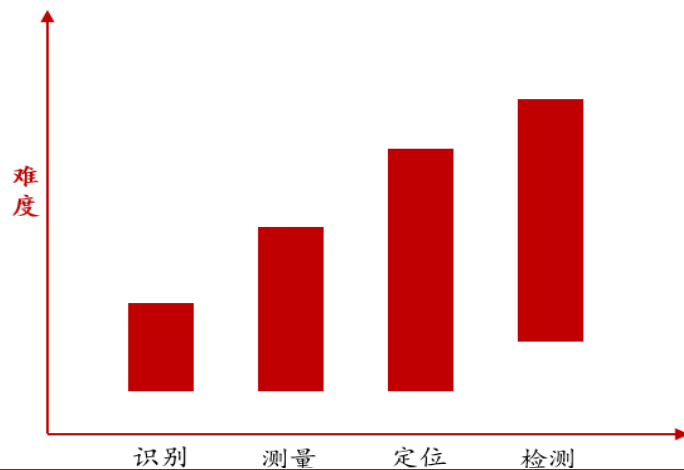
识别功能是基于目标物的特征进行甄别，例如外形、颜色、字符、条码等。识别的准确度和速度是衡量识别功能的主要指标。

测量功能是指把获取的图像像素信息标定成常用的度量衡单位，然后在图像中精确的计算出目标物的几何尺寸。高精度以及复杂形态的测量是机器视觉的优势领域。

定位是获得目标物体的位置信息，可以是二维或者是三维的位置信息。定位的精度和速度是定位功能的主要指标。

检测一般是指外观检测，其内涵种类繁多。如产品装配后的完整性检测、外观缺陷检测等，其中检测技术难度最大，同时应用市场最为广阔。

图 1 机器视觉应用领域



资料来源：奥普特招股说明书，华西证券研究所

产业链分析：机器视觉行业处于整个产业链的中游位置，本身包含部件和方案两个层次。所谓部件层，主要由光源、光源控制器、镜头、相机、视觉控制器硬件、视觉处理分析软件等核心机器视觉软硬件产品的研发、生产、销售企业构成。所谓方案层，主要是由具有机器视觉解决方案研发、销售能力的企业构成。

1) 核心零部件层面，定制化程度较高，需要针对不同场景进行匹配产品，产品矩阵的丰富程度是竞争关键。

2) 软件是主要壁垒，底层算法库是核心，需要较长时间的市场积累：目前是外资企业垄断，做得好例如康耐视以及 Halcon，主要是靠国外几十年的自动化进程培养起来的；国内自动化进程时间不长，软件算法库层面较为薄弱。

3) 应用层面的技术也非常关键，主要是要掌握不同应用环境的 Know-How，做出适应性的产品。

4) 相关上市公司受益标的包括奥普特、凌云光、矩子科技、天准科技、大恒科技、海康威视等，其中奥普特、凌云光在产业链方面布局最为完全。

表 1 全球工业机器视觉产业链（1）

	海外厂商		国内厂商	
产业链	名称介绍	介绍	名称	介绍
工业机器视觉系统及解决方案集成商	基恩士	传感器、测量系统、激光刻印机、显微系统以及单机式影像系统的全球知名供应商	奥普特	以机器视觉核心部件中的光源产品为突破口，进入了当时主要为国际品牌所垄断的机器视觉市场
	康耐视	机器视觉产品的全球领先供应商，为制造自动化领域提供视觉系统、视觉软件等	凌云光	富士康、小米股东背景加持
	欧姆龙工业自动化	提供制造业中传感、控制机器等关键设备的一站式供应	大恒图像	大恒科技的全资子公司。拥有超过二十年的图像采集硬件研发和生产经验，旗下的 CCD/CMOS 工业数码相机产品线覆盖多种接口及分辨率
	国家仪器（NI）	图像传感器和智能相机，也为视觉应用提供强大易用的软件平台	天准科技	前身是天准精密，主要产品为精密测量仪器，后续通过大力研发，不断拓展机器视觉技术以及下游场景应用
	巴斯勒		矩子科技	拥有自主研发的 3D SPI，2D/3D AOI 机器视觉检测全系列产品，可提供整体检测解决方案的
	伊斯拉视像		海康	视频硬件转战机器视觉赛道，目前也实现了底层软件的自主开发
工业相机	德国巴斯勒	世界领先的工业相机和高质量数字相机的开发商和制造商，提供多种面阵相机和线阵相机产品线	大恒图像	
	康耐视	机器视觉产品的全球领先供应商，为制造自动化领域提供视觉系统、视觉软件等	海康机器人	海康威视子公司，涵盖全系列工业相机、智能相机、智能读码器、立体相机、视觉控制器、算法平台、镜头及相关配件的产品布局
	基恩士	提供包含光源、相机、PLC 控制器等一整套机器视觉系统部件，	华睿科技	大华股份旗下机器视觉子公司，工业相机产品线齐全，包括面阵工业相机、线阵工业相机、单板工业相机、智能工业相机、3D 工业相机等
	DALSA（加拿大）	凭借其高端 CCD 和 CMOS 芯片研发生产能力，可以为用户提供线阵、面阵、TDI 等各种类型的工业数字相机。		

资料来源：华西证券研究所整理

表 2 全球工业机器视觉产业链（2）

产业链	海外厂商		国内厂商	
	名称介绍	介绍	名称	介绍
光源	CCS	国际领先的机器视觉 LED 光源制造厂商之一，在日本国内和海外均占有图像处理用 LED 光源的最大市场份额。	奥普特	以机器视觉核心部件中的光源产品为突破口，进入了当时主要为国际品牌所垄断的机器视觉市场
	Moritex	光学镜头领域与光学照明领域的开发经验紧密结合，为各种机器视觉应用提供先进的产品和技术。	康视达	机器视觉光源作为公司的核心产品，已经形成 16 大标准系统上千种产品
	AI	专业从事机器视觉光源研发生产的公司，90 年代就开始在机器视觉工业中开发可靠高效的 LED 光源	伟朗光电	从事机器视觉 LED 光源研发、生产和销售的企业，获得二十几项专利，能为客户提供全套视觉光源与光源定制
软件	Halcon	一套完善的标准的机器视觉算法包，拥有应用广泛的机器视觉集成开发环境。由一千多个各自独立的函数，以及底层的数据管理核心构成	奥普特（OPT）	SciSmart 智能视觉软件 SciVision 视觉开发包
	康耐视	制造自动化领域提供视觉系统、视觉软件、视觉传感器和表面检测系统，是全球领先的提供商 VisionPro	凌云光	VisionWARE 视觉软件
	Opencv	由 Willow Garage 提供支持，开源省钱，缺少技术支持，可靠性，开发效率，不如商业化软件	创科视觉	CKVisionBuilder 是目前机器视觉行业内最简单的视觉系统开发平台，该系统具有极高的通用性
			精浦科技	OpencvReal ViewBench

资料来源：华西证券研究所整理

2. 产业发展趋势：嵌入式、3D 化

2.1. 技术趋势一：嵌入式机器视觉

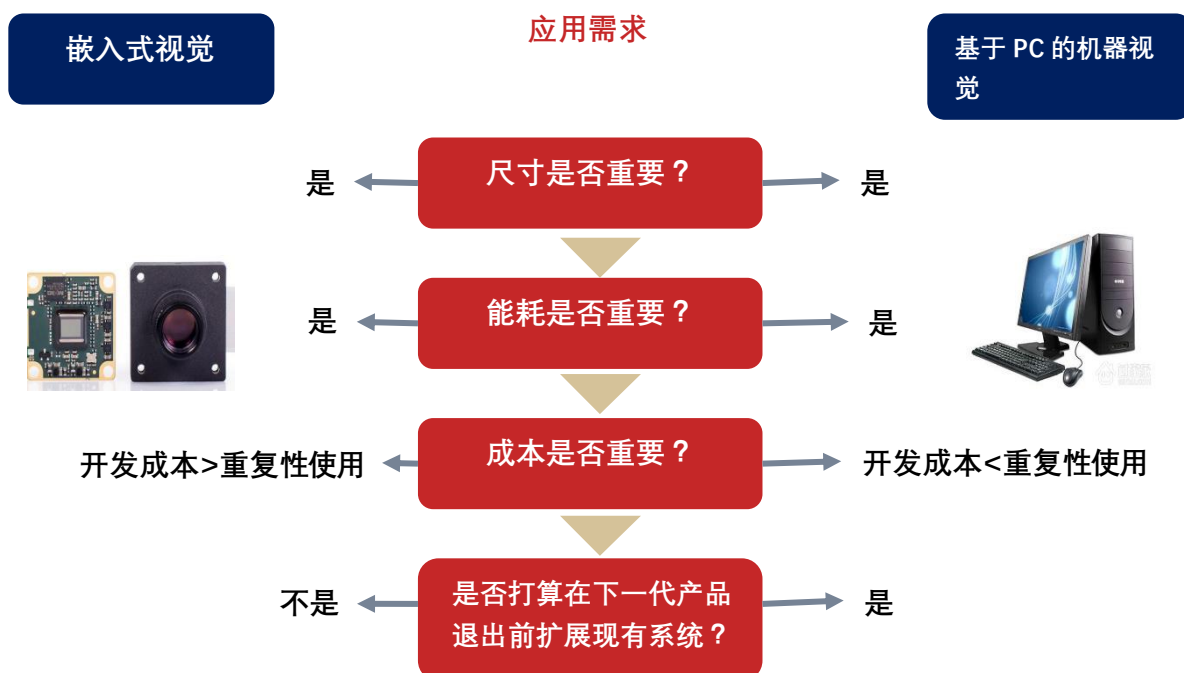
PC 式视觉系统：PC 的机器视觉应用系统尺寸较大、结构复杂，开发周期较长，但可达到理想的精度及速度，能实现较为复杂的系统功能。

嵌入式视觉系统： 嵌入式视觉系统具有易学、易用、易维护、易安装等特点，可在短期内构建起可靠而有效的机器视觉系统，从而极大地提高了应用系统的开发速度。

对能耗要求较高，而重复性成本较高（例如需要 200 台以上相机模组）的高度集成的视觉系统，则嵌入式视觉可能是最适合选择。由于嵌入式视觉的前期集成工作更为复杂，其开发和集成成本普遍高于传统基于 PC 的机器视觉。所以嵌入式视觉的成本效益尤为重要，可用于重复性费用数量较多的应用。

在工业级应用或对视觉成像高要求的嵌入式应用中，普通消费级的嵌入式相机模块无法满足需求。

图 2 嵌入式工业机器视觉应用条件



资料来源：中国视觉网，华西证券研究所整理

相比基于 PC 或者云架构的视觉技术，嵌入式技术将用于实现图像处理和深度学习算法的 AI 模块集成到工业相机中，实现边缘智能，嵌入式视觉技术最主要应用于工业自动化。

智能工业相机是工业自动化领域边缘智能的最重要手段。通过 AI 芯片的集成智能相机可以在特定的应用环境中实现图像处理并利用内嵌的人工智能算法做出逻辑判断，为自动化场景提供无需人工干预的智能方案。

2.2. 技术趋势二：3D 机器视觉市场

在二维（2D）视觉系统中，图像有两个轴 X 和 Y，我们可以确定所见事物的长度和宽度，但不能确定高度或深度。因此，2D 视觉系统不擅长识别足球、盒子、圆柱体或任何具有高度和深度的物体。

3D 视觉技术可以获取物体的深度信息，再通过算法的精准定位，可以让机器在生产过程中对物料的使用和把控更加精准，在精度、稳定性、易用性等方面能很好地满足多类用户的使用需求。3D 视觉系统几乎可用于任何场景以及 2D 视觉系统无法

提供应用所需的性能的场景。例如：1) 机器人引导和表面跟踪 2) 用于放置、包装或组装的料箱拣选 3) 对象扫描和数字化构建 4) 厚度、高度和体积测量 5) 尺寸标注和空间管理 6) 测量形状，孔，角度和曲面 7) 检测表面或装配缺陷 8) 相对 3D CAD 模型的质量控制和验证。

3D 机器视觉对计算密集程度要求高得多，随着多核 CPU & GPU 等技术发展，提供的计算能力足以满足 3D 机器视觉需求。3D 机器视觉部署的计算方面的要求不会受到计算资源的限制。

3D 视觉不只是单纯和芯片或算法的问题，还涉及到相关的光学、结构、散热等问题，加上芯片、算法构成的复杂技术系统，使 3D 视觉的芯片和解决方案有非常高的技术门槛，需要投入更多时间、技术、人才。

目前 3D 图像技术有四种主要技术：1) 激光三角测量 2) 双目立体视觉 3) 飞行时间 (TOF) 4) 结构光。

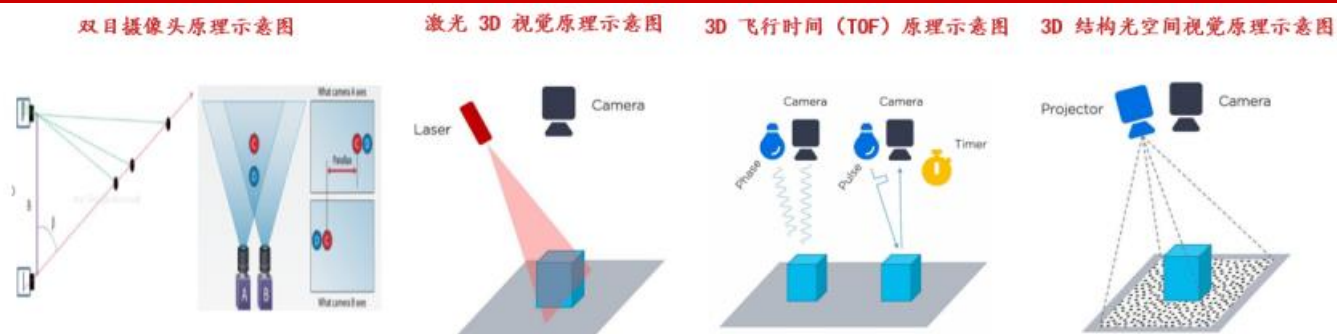
1) 双目视觉技术是基于视差原理，并利用成像设备从不同的位置获取被测物体的两幅图像，通过计算图像对应点间的位置偏差来获取物体空间信息。

2) 结构光技术是通过探测投射在被测物体表面特定结构光学图案的变化来测算距离。与双目视觉相同的是，其也使用三角测量法，不同的是增加了主动投射。

3) ToF (飞行时间) 成像技术通过激光器主动发射调制过后的光脉冲信号至目标面上，利用传感器接收反射光，利用反射回激光的相位差或时间差进行运算得到距离数据。

结构光与 TOF 方案在 3D 视觉三种方案各有优缺点：双目立体成像方案软件算法复杂，技术还不成熟；结构光方案技术成熟，功耗低，平面信息分辨率高，但是容易受光照影响，识别距离近；TOF 方案抗干扰性好，识别距离远，但是平面分辨率低，功耗较大面较为成熟。

图 3 3D 成像主要技术路径



资料来源：激光荟萃、Zivid，华西证券研究所整理

3D 机器视觉市场空间：

在 3D 机器视觉已有规模化落地的工业自动化、工业检测、物流科技、商业应用四大垂直系统市场，目前 3D 机器视觉仍是一个全新的技术以及产品在新的场景落地。

3D 机器视觉的市场空间目前看来是几十 K 左右，与 2D 的工业相机大几百 K 的出货量相比，渗透率只有 5%-10%。

从增长潜力和增长空间来，工业自动化会有不少于 50 倍的增长空间。工业检测是目前在行业渗透率上来讲相对比较高，增长空间较小。3D 机器视觉在物流科技领

域是非常创新的应用落地，物流具有相当大的市场，如机器人配合 3D 机器视觉，对于重物和大件物体进行搬运、抓取、分捡等动作。

表 3 3D 机器视觉市场应用空间

	工业自动化	工业检测	物流科技	商业应用
数量	5K	5K	10K	10K
	15%	15%	35%	35%
价值	200M	300M	50M	30M
	35%	50%	10%	5%
增长潜力	50x	10x	100x	1000x
主要障碍	降低成本	降低成本	工程实现	场景探索

资料来源：图漾科技，华西证券研究所整理

表 4 3D 机器视觉产业链

产业链	海外厂商		国内厂商	
	名称介绍	介绍	名称	介绍
3D 模组及相机	基恩士	3D Vision 系列，944 万像素相机和创新的投影算法	奥比中光	国内最早做 3D 方案重点市场：手机及非手机市场
	康耐视	3D-A5000 & In-Sight 双目成像技术	安思疆	创始人技术背景、技术研发能力强，dToF
	巴斯勒	Basler blaze3D 相机，工系列，采用 ToF 技术	华捷艾米	主打 MR 市场，做 3D 是半路转行
	LUCID Vision Labs	Helios2 系列 3D ToF 技术	银牛微电子	(芯片+双目成像)
			瑞识智能	3D 结构光模组
			深视智能	线激光、点激光、点光谱在内的多条产品线
			盛相科技	硬件内部完成复杂的结构光拍摄控制和解算，直接输出 3D 点云数据
			图漾科技	双目+结构光的方案。
			埃瓦科技	基于自主开发的算法 SOC 芯片，双目立体视觉技术
			深慧视(深圳)	结构光 3D 相机
			格灵研究院	
			芯歌智能	激光 3D 轮廓相机，激光 3D
			奕目科技	光场成像法，全新一代光场三维检测技术。通过仿生昆虫复眼成像，单相机、单次拍摄，三维成像
			华睿科技	包括结构光和线激光两种类型相机
			埃尔森	激光结构光方案
			西安知象光电	结构光 3D 成像模组核心硬件技术和 3D 人工智能算
			中科行智	3D 结构光和 3D 线激光两种类型相机
			维感科技	基于 ToF 技术开发的 DCAM710 模组
			视纳弗	3D 视觉应用的是一体双目、LED 蓝色结构光技术
			中科慧眼	双目立体相机
			深圳市如本科技	采用 465nm 蓝色条纹结构光和先进点云合成算法
			熵智科技	3D 结构光+数字散斑(双目 3D 成像升级版)

资料来源：华西证券研究所整理

3. 投资逻辑

工业机器视觉关键零部件，国产替代是大势所趋：整个机器视觉系统成本构成中，零部件及软件开发占据了 80%的比例，是产业链中绝对价值获取者，目前核心领域主要是基恩士、康耐视等国际厂商掌握，国产化比例较低，国产替代空间巨大。相关上市公司受益标的包括奥普特、凌云光、矩子科技、天准科技、大恒科技、海康威视等，其中奥普特、凌云光等在产业链方面布局最为完全。

产业发展趋势：嵌入式、3D 化：1) 嵌入式：相比基于 PC 或者云架构的视觉技术，嵌入式技术将用于实现图像处理和深度学习算法的 AI 模块集成到工业相机中，实现边缘智能，嵌入式视觉技术最主要应用于工业自动化。

2) 3D 机器视觉的市场空间目前看来是几十 K 左右，与 2D 的工业相机大几百 K 的出货量相比，渗透率只有 5%-10%。

从增长潜力和增长空间来，工业自动化、物流等具有相当大的市场，工业 3D 成像模组及工业 3D 相机有望受益，相关上市公司受益标的包括奥比中光（子公司新拓三维 3D 成像设备）等。

4. 近期通信板块观点及推荐逻辑

4.1. 整体行业观点

本周持续推荐：

- 1) 低估值、高股息，必选消费属性强的电信运营商（A+H）板块：中国移动、中国电信、中国联通；
- 2) 低估值成长依旧的主设备：紫光股份（华西通信&计算机联合覆盖）、中兴通讯；
- 3) 东数西算产业链中 IDC、光模块板块：光环新网、奥飞数据、新易盛、天孚通信、光迅科技、中际旭创等；
- 4) 高成长物联网模组及能源信息化板块：移远通信、广和通、朗新科技（华西通信&计算机联合覆盖）、威胜信息等；
- 5) 10G-PON 及家庭宽带设计产业链：平治信息、天邑股份等；
- 6) 其他个股方面：海格通信（北斗三号渗透率提升）（华西通信&军工联合覆盖）、新雷能（华西通信&军工联合覆盖）、TCL 科技（面板价格触底）（华西通信&电子联合覆盖）、七一二（军工信息化）、金卡智能（华西通信&机械联合覆盖）等。

4.2. 中长期产业相关受益公司

- 1) 设备商：中兴通讯、烽火通信、海能达、紫光股份、星网锐捷等；
- 2) 军工通信：新雷能、七一二、上海瀚迅、海格通信等；
- 3) 光通信：中天科技、亨通光电、中际旭创、天孚通信、新易盛、光迅科技等；
- 4) 卫星互联网：雷科防务、震有科技、康拓红外等；
- 5) 5G 应用层面：高鸿股份、光环新网、亿联网络、会畅通讯、东方国信、天源迪科等；
- 6) 其他低估值标的：平治信息、航天信息等。

5. 风险提示

巨头公司具备非常深厚的市场和技术积累，国内客户争夺较为激烈，毛利下滑风险。

分析师与研究助理简介

宋辉：3年电信运营商及互联网工作经验，4年证券研究经验，主要研究方向电信运营商、电信设备商、5G产业、光通信等领域。

柳珏廷：理学硕士，2年证券研究经验，主要关注5G相关产业链研究。

分析师承诺

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，保证报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于作者的职业理解，通过合理判断并得出结论，力求客观、公正，结论不受任何第三方的授意、影响，特此声明。

评级说明

公司评级标准	投资评级	说明
以报告发布日后的6个月内公司股价相对上证指数的涨跌幅为基准。	买入	分析师预测在此期间股价相对强于上证指数达到或超过15%
	增持	分析师预测在此期间股价相对强于上证指数在5%—15%之间
	中性	分析师预测在此期间股价相对上证指数在-5%—5%之间
	减持	分析师预测在此期间股价相对弱于上证指数5%—15%之间
	卖出	分析师预测在此期间股价相对弱于上证指数达到或超过15%
行业评级标准		
以报告发布日后的6个月内行业指数的涨跌幅为基准。	推荐	分析师预测在此期间行业指数相对强于上证指数达到或超过10%
	中性	分析师预测在此期间行业指数相对上证指数在-10%—10%之间
	回避	分析师预测在此期间行业指数相对弱于上证指数达到或超过10%

华西证券研究所：

地址：北京市西城区太平桥大街丰汇园11号丰汇时代大厦南座5层

网址：<http://www.hx168.com.cn/hxzq/hxindex.html>

华西证券免责声明

华西证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具备证券投资咨询业务资格。本报告仅供本公司签约客户使用。本公司不会因接收人收到或者经由其他渠道转发收到本报告而直接视其为本公司客户。

本报告基于本公司研究所及其研究人员认为的已经公开的资料或者研究人员的实地调研资料，但本公司对该等信息的准确性、完整性或可靠性不作任何保证。本报告所载资料、意见以及推测仅于本报告发布当日的判断，且这种判断受到研究方法、研究依据等多方面的制约。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及预测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息始终保持在最新状态。同时，本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者需自行关注相应更新或修改。

在任何情况下，本报告仅提供给签约客户参考使用，任何信息或所表述的意见绝不构成对任何人的投资建议。市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告视为做出投资决策的惟一参考因素，亦不应认为本报告可以取代自己的判断。在任何情况下，本报告均未考虑到个别客户的特殊投资目标、财务状况或需求，不能作为客户进行客户买卖、认购证券或者其他金融工具的保证或邀请。在任何情况下，本公司、本公司员工或者其他关联方均不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，也不对任何人因使用本报告而导致的任何可能损失负有任何责任。投资者因使用本公司研究报告做出的任何投资决策均是独立行为，与本公司、本公司员工及其他关联方无关。

本公司建立起信息隔离墙制度、跨墙制度来规范管理跨部门、跨关联机构之间的信息流动。务请投资者注意，在法律许可的前提下，本公司及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券或期权并进行证券或期权交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务。在法律许可的前提下，本公司的董事、高级职员或员工可能担任本报告所提到的公司的董事。

所有报告版权均归本公司所有。未经本公司事先书面授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、转发或公开传播本报告的全部或部分内容，如需引用、刊发或转载本报告，需注明出处为华西证券研究所，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。