

**林晓明** 执业证书编号：S0570516010001  
研究员 0755-82080134  
linxiaoming@htsc.com

**李聪** 执业证书编号：S0570519080001  
研究员 01056793938  
licong@htsc.com

**韩哲** 0755-82493656  
联系人 hanxi@htsc.com

**王佳星** 010-56793942  
联系人 wangjiaxing@htsc.com

#### 相关研究

- 1 《金工：数据模式探索：无监督学习案例》  
2020.07
- 2 《金工：经济系统中有序市场结构的进化》  
2020.07
- 3 《金工：易方达养老目标 FOF 投资价值分析》  
2020.06

## 行业全景画像：投入产出表视角

### 华泰基本面轮动系列之五

#### 本文借助投入产出表分析工具，从产业链视角对行业进行画像分析

本文作为行业画像系列第四篇，将借助投入产出表分析工具，从产业链视角进行行业画像分析，主要内容包含两部分：1、基于国家统计局公布的投入产出表进行国内产业链分析。一方面通过截面比较来定位各个行业的上下游归属，并梳理出石化、制造业、农林牧渔三条主导产业链；另一方面通过对比产业链结构的历史变迁，来挖掘具备长期配置价值的行业。2、基于经合组织（OECD）公布的地区间投入产出表进行全球价值链分析。一方面通过比较各行业在全球价值链上的地位变迁，来挖掘长期向好的标的；另一方面通过中、美、日之间的比较来探索国内制造业转型升级的方向。

#### 国内分析：产业链上下游划分及主导产业链梳理

本文结合影响力系数（某行业单位最终产出对国民经济的拉动作用）、感应度系数（某行业单位最初投入对国民经济的推动作用）、APL 系数（某行业发生变化后对其他行业产出造成影响需经历的轮次）、上游度系数（某行业产品在达到最终需求前需经历的轮次）等指标进行产业链上下游划分，结果如下：上游包括有色金属、煤炭、石油石化、农林牧渔 4 个行业；中游包括钢铁、基础化工、机械等 9 个行业；下游包括计算机、医药、家电等 11 个行业。进一步，从上游行业出发，可以梳理出石化、制造业、农林牧渔三条主导产业链，这三条产业链互有关联，反映了国民经济的运行模式。

#### 国内分析：探索产业链结构变迁，挖掘长期看好的新兴主导产业

纵向比较 2002 年至 2017 年的产业链结构变迁，结论如下：1、电子行业是唯一一个在感应度和影响力上同时提升的行业，它对经济的推动作用和拉动作用都在增强，未来有望成为主导型行业；2、消费对经济增长的拉动作用不断增强，结构上生存型消费向享受型消费的转型迹象明显，食品饮料、医药、传媒、物流等行业的长期配置价值高；3、投资近年来对经济的拉动作用在逐步减弱，结构上来看，电子和汽车的投资生产诱发度在提升；4、净出口相比于内需存在较大不确定性，结构上更看好通信、机械、电力设备新能源这类资本密集型高端制造业，它们已逐步成长为我国出口支柱。

#### 全球比较：我国各行业在全球价值链中的地位变迁

本文结合全球价值链地位指数（值越大，说明该行业在全球价值链中的地位越核心）、全球价值链参与度（值越大，说明该行业参与全球价值链的程度越深）、出口国内增加值占比（值越大，说明该行业对外依存度越低）等指标刻画各行业在全球价值链中的地位变迁，核心结论如下：1、我国大多数行业出口国内增加值占比都呈现出波动上升的走势，反映出我国产业链发展日益完备，对外依存度降低；2、以计算机、电子和光学产品、化学品和药品为代表的高科技行业与美国仍存在较大差距，但发展势头良好；3、以电气设备、机械设备为代表的高端制造业正逐步接近或赶超美国同行业。

#### 全球比较：对比中、美、日探索我国制造业转型升级方向

制造业转型升级中较有代表性的理论是微笑曲线理论（认为附加值更多体现在设计和销售两端，制造环节附加值最低）和武藏曲线理论（认为在高效的供应链管理能力下，制造环节具备更高的利润）。本文对比了中、美、日三国的产业链曲线，结论如下：1、中、美两国更符合微笑曲线形态，日本则更符合武藏曲线形态；2、美国与日本的曲线形态代表了两种产业升级路径，一种是沿着微笑曲线向设计研发或销售经营升级，另一种是通过提高供应链管理效率来提升制造环节利润；3、两种模式并不是非此即彼的对立面，各行业应根据自身特点选择合适的产业升级道路，核心是技术进步。

风险提示：模型根据历史规律总结，历史规律可能失效。本文国内分析部分最新数据是 2017 年的投入产出表，全球分析部分最新数据是 2015 年的地区间投入产出表，数据公布的时滞性可能导致结论和实际情况有偏差。

## 正文目录

本文研究导读 .....	4
基于投入产出表的产业链上下游划分及产业链结构变迁 .....	5
投入产出表概述 .....	5
投入产出表分析方法 .....	7
直接分配系数和完全感应系数 .....	7
直接消耗系数和完全需要系数 .....	8
前向联系与感应度系数 .....	9
后向联系与影响力系数 .....	10
生产诱发度 .....	11
APL 系数 .....	12
上游度系数 .....	13
应用 1：基于投入产出表的产业链上下游划分及主导产业链梳理 .....	14
应用 2：基于投入产出表的产业结构变迁梳理 .....	21
基于区域间投入产出表的全球价值链分析 .....	27
区域间投入产出表介绍 .....	27
区域间投入产出表相关指标 .....	28
区分来源的增加值占比矩阵 .....	29
区分来源的出口蕴含增加值占比 .....	29
应用 1：各行业在全球价值链中的地位变迁 .....	31
全球价值链地位指数与全球价值链参与度介绍 .....	31
各行业全球价值链中的地位变迁实证分析 .....	32
应用 2：我国制造业转型升级路径分析 .....	35
产业升级理论介绍 .....	35
产出上游度指数和投入下游度指数介绍 .....	36
我国制造业转型升级路径展望 .....	37
风险提示 .....	39

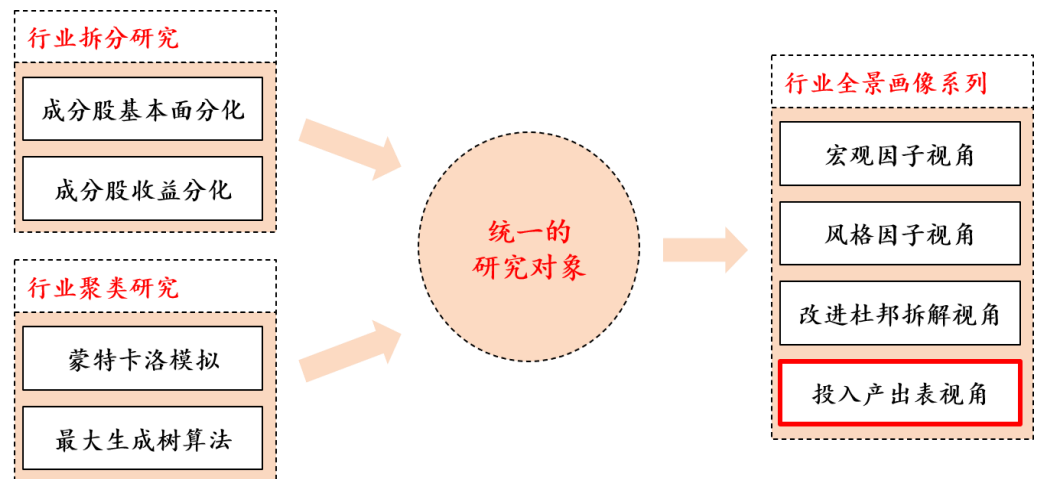
## 图表目录

图表 1: 基本面轮动系列研究框架 .....	4
图表 2: 本文研究框架 .....	4
图表 3: 投入产出表示例 (单位: 亿元) .....	5
图表 4: 投入产出表的相关系数 .....	7
图表 5: 直接分配系数和完全感应系数 .....	8
图表 6: 直接消耗系数和完全需要系数 .....	9
图表 7: 前向联系与感应度系数 .....	10
图表 8: 后向联系和影响力系数 .....	11
图表 9: 生产诱发度 .....	11
图表 10: 前向 APL 系数和后向 APL 系数 .....	12
图表 11: 上游度系数 .....	13
图表 12: 基于行业投入产出表 (2017 年) 构建的各类系数 .....	14
图表 13: 行业影响力系数和感应度系数散点图 (2017 年) .....	15
图表 14: 行业产业影响力系数和产业感应度系数散点图 (2017 年) .....	15
图表 15: 行业前向 APL 系数和后向 APL 系数散点图 (2017 年) .....	15
图表 16: 行业上游度系数 (2017 年) .....	16
图表 17: 基于投入产出表 (2017 年) 的产业链上下游划分 .....	16
图表 30: 世界投入产出表示例 (单位: 万美元) .....	27
图表 31: VASE 矩阵计算示例 .....	29
图表 32: IV、FV、DV 计算示例 .....	30
图表 33: GVC 地位指数与 GVC 参与度指数 .....	31
图表 34: 中国与美国各行业出口增加值占比 .....	32
图表 35: 化学品和药品 GVC 地位指数变化 (第一类代表) .....	33
图表 36: 计算机、电子和光学产品 GVC 地位指数变化 (第一类代表) .....	33
图表 37: 电气设备 GVC 地位指数变化 (第二类代表) .....	33
图表 38: 机械设备 GVC 地位指数变化 (第二类代表) .....	33
图表 39: 各行业 GVC 地位指数、GVC 参与度、出口国内增加值占比 .....	34
图表 40: 各国计算机、电子、光学产品出口国内增加值占比走势 .....	34
图表 41: 各国电气设备制造业出口国内增加值占比走势 .....	34
图表 42: 微笑曲线示例 .....	35
图表 43: 武藏曲线示例 .....	35
图表 44: 产出上游度计算示例 .....	36
图表 45: 投入下游度计算示例 .....	36
图表 46: 中国产出视角微笑曲线 .....	38
图表 47: 美国产出视角微笑曲线 .....	38
图表 48: 日本产出视角武藏曲线 .....	38
图表 49: 各行业增加值率、产出上游度、投入下游度 .....	39

## 本文研究导读

基本面轮动系列报告主要聚焦于中观层面行业轮动研究，在首篇报告《确立研究对象：行业拆分与聚类》（2020-03-03）中，我们进行了行业拆分和聚类研究，为后续系列报告确立了统一的研究对象；在后续三篇报告《行业全景画像：宏观因子视角》（2020-03-26）、《行业全景画像：风格因子视角》（2020-06-02）、《行业全景画像：改进杜邦拆解视角》（2020-06-15）中，我们分别从宏观风险因子、中观风格因子和微观经营模式三个视角进行行业画像分析，力求从不同维度对各行业的核心驱动因素进行梳理。

图表1：基本面轮动系列研究框架

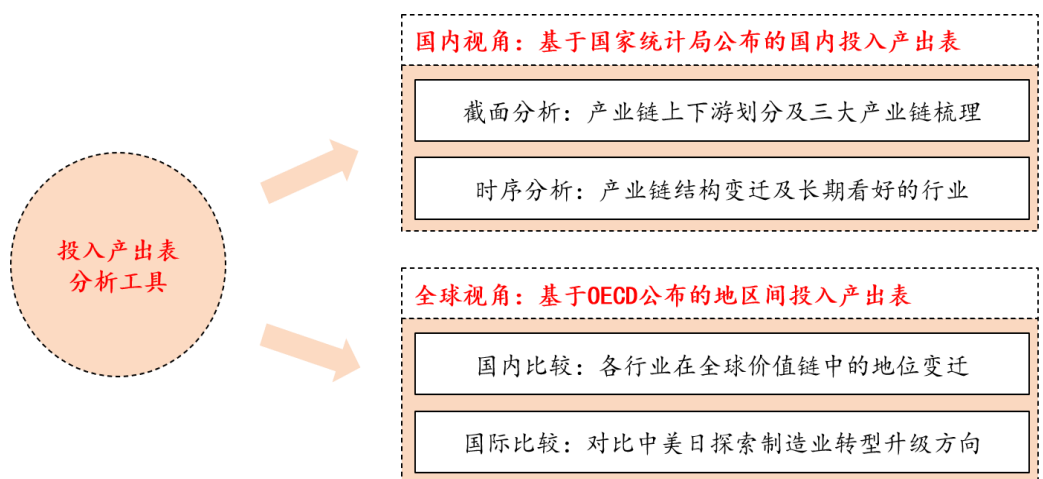


资料来源：华泰证券研究所

本文作为行业画像系列第四篇，将借助投入产出表分析工具，从产业链视角进行行业画像分析，后文内容主要分为两部分：

1. 基于国家统计局公布的投入产出表进行国内产业链分析。一方面通过截面比较来定位各个行业的上下游归属，并梳理出能源、制造业、农业三条主导产业链；另一方面通过对比产业链结构的历史变迁，来挖掘具备长期配置价值的行业。
2. 基于经合组织（OECD）公布的地区间投入产出表进行全球价值链分析。一方面通过比较各行业在全球价值链上的地位变迁，来挖掘长期向好的标的；另一方面通过中、美、日之间的比较来探索国内制造业转型升级的方向。

图表2：本文研究框架



资料来源：华泰证券研究所

## 基于投入产出表的产业链上下游划分及产业链结构变迁

### 投入产出表概述

投入产出技术由美国经济学家列昂惕夫（Leontief）于 20 世纪 30 年代创立，是利用数学方法研究某个系统（如经济系统）各项活动中的投入与产出之间的数量关系，特别是研究和分析国民经济各个部门在产品的生产和消耗之间数量依存关系的一种经济分析方法。这里的经济系统可以是整个国民经济，也可以是地区、部门或企业，也可以是多个地区、多个部门、多个国家。

投入产出技术中的投入是指产业部门在生产产品及服务的过程中对原材料、工具设备以及劳动力等的使用。投入可以分成两类，一类投入是中间投入，中间投入是在生产过程中被完整地消耗掉的中间品，这些中间品的价值全部进入消耗该中间品的部门的产出价值中；另一类投入是最初投入，最初投入是在生产过程中投入的初始要素，它在生产过程中只是被部分地消耗，其价值是部分地、以折旧等方式进入消耗该产品的部门的产出价值中，这种投入可以是资本品也可以是劳动力，最初投入对应着经济学中的增加值，因此也被称为增加值投入。

产出是指进行一项活动的结果，如生产活动的结果为本系统各部门生产的产品（包括物质产品和劳务）。从产出的去向来看，产出也可以分为中间需求和最终需求。中间需求是指本时期在本系统内需要进行进一步加工的产品，此类产出也可以称为中间产品，其作用是作为中间投入被各部门生产消耗掉；最终需求是指本时期在本系统内已经最终加工完毕的产品，也可以称为最终品，其进入市场的形式可以为消费、形成资本或出口。若将国民经济简单地分成几个物质生产部门，则每个部门都有双重身份，既作为生产部门把自己的产品分配给其他部门，也会在生产过程中消耗其他部门的产品。

投入产出技术的经济理论基础是瓦尔拉斯的一般均衡理论，其分析工具为投入产出表。投入产出表也称为部门联系平衡表，它是定量研究投入与产出间关系的工具，反映了国民经济各部门的投入来源与产出去向，以及各部门之间相互提供或消耗产品的经济联系。投入产出表的结构一般如下：

图表3：投入产出表示例（单位：亿元）

		中间需求				最终需求				总产出
		农业部门	工业部门	其他部门	合计	消费	资本形成	净出口	合计	
中间投入	农业部门	200	300	50	550	400	100	50	550	1100
	工业部门	200	800	250	1250	500	300	100	900	2150
	其他部门	150	200	100	450	400	300	30	730	1180
	合计	550	1300	400	2250	1300	700	180	2180	4430
最初投入	固定资产折旧	50	100	50	200					
	从业人员报酬	350	320	280	950					
	生产税净额	100	280	210	590					
	营业盈余	50	150	240	440					
	合计	550	850	780	2180					
总投入		1100	2150	1180	4430					

第1象限

第2象限

第3象限

第4象限

资料来源：华泰证券研究所



上表是一个简化形式的三部门投入产出表，它的水平方向反映了各部门产品的去向，包括中间需求和最终需求(也称为中间使用和最终使用)，其中，中间使用是指某部门产品作为中间品进入其他部门的生产过程中，被完全地消耗掉；最终使用是指产品作为最终品进入生产活动以外的领域，如消费、资本形成以及出口等。以上表为例，农业部门的总产出为 1100 亿元，总产出中有 550 亿元的产出属于中间需求，它们作为中间品投入到各个部门的生产过程中，这 550 亿元中间需求中有 200 亿元的产品被投入到农业部门，300 亿元的产品被投入到工业部门，50 亿元产品被投入到其他部门；总产出中剩余的 550 亿元产品成为最终需求，其中有 400 亿元的产品被用于消费，100 亿元的产品用于资本形成，剩余 50 亿元的产品出口到国外（表中净出口为出口减去进口）。由投入产出表水平方向可得均衡方程如下：

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} + f_i = X_i \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

其中， $x_{ij}$ 为第一象限中的元素，其含义为*i*部门产品被*j*部门消耗的部分，即*i*部门产品作为中间需求的部分； $f_i$ 为第二象限中的元素，其含义为*i*部门产品被用于最终需求的部分； $X_i$ 为*i*部门总产出。该方程表示某部门生产的产品一部分作为中间产品用于其他部门的进一步生产，另一部分作为最终产品满足消费需求、资本形成需求以及出口需求，反映了各部门产品的使用情况。

投入产出表垂直方向描述了各部门生产过程中的消耗，即投入的情况，各部门产品所需的投入分为中间投入和最初投入两部分。中间投入是指各部门在生产活动中对原材料、动力、服务等消耗，如前文所述，这些原材料、动力、服务等被完全消耗；最初投入是指各部门在生产过程中部分消耗的投入，由固定资产折旧、从业人员报酬、生产税净额和营业盈余组成。以上表为例，工业部门的总投入是 2150 亿，生产过程中消耗的中间投入为 1300 亿元，其中消耗农业部门产品 300 亿元，工业部门产品 800 亿元，其他部门产品 200 亿元；工业部门生产消耗的最初投入为 850 亿元，包括固定资产折旧 100 亿元，从业人员报酬 320 亿元，生产税净额 280 亿元，营业盈余 150 亿元。由投入产出表垂直方向可得均衡方程如下：

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} + v_j = X_j \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

其中， $x_{ij}$ 为第一象限中的元素，其含义同中间需求， $v_j$ 为*j*部门最初投入矩阵， $X_j$ 为*j*部门总投入。该方程表示一个部门的生产所需投入包括来自各部门的中间产品和其他支撑生产活动的最初投入。

**投入产出表的基本分析方法就是以水平方向和垂直方向的两个均衡方程为基础的。**对任意部门，其总投入和总产出是相等的。以工业部门为例，其运用的中间投入总计为 1300 亿元，而部门总产出为 2150 亿元，增加值部分就是最初投入，从收入法角度衡量，就对应着四部分：分配给居民部门的从业人员报酬，分配给政府部门的生产税净额，固定资产折旧，以及留存在企业部门的营业盈余。

投入产出表的垂直方向和水平方向纵横交错，可将其分为四个象限，其中第一象限为中间使用矩阵，第二象限为最终使用矩阵，第三象限为最初投入矩阵，第四象限为再分配象限，一般不作考虑。

第一象限由中间投入和中间需求的交叉部分组成，水平方向表示某部门产品在各个部门间的分配，垂直方向表示某部门生产过程对各个部门产品的中间消耗。它描述了国民经济各部门间投入产出关系，根据中间投入矩阵求得的直接消耗系数矩阵构成了投入产出分析模型的基础元素，在直接消耗系数矩阵基础上得到的列昂惕夫逆矩阵可以充分反映产业间的联动作用，在分析某经济变动造成的间接影响时发挥重要作用。

第二象限由中间投入和最终需求交叉组成，是第一象限在水平方向的延伸，水平方向表示各部门产品用作不同最终需求的数量，垂直方向表示各种最终需求（消费、资本形成和净出口）的部门构成，常用于分析经济结构变化及政策或冲击对整个经济或某部门的影响。

第三象限由最初投入和中间需求两部分交叉组成，是第一象限在垂直方向的延伸，也称增加值矩阵，由增加值的构成部分（固定资产折旧、从业人员报酬、生产税净额和营业盈余）组成的行和国民经济各部门组成的列构成。水平方向表示增加值各构成部分的数量及部门构成，垂直方向表示各部门增加值的数额和构成。在实际分析中，第三象限是计算出口或其他最终需求变动拉动增加值的必备要素，可用于分析行业出口蕴含的国内增加值及国外增加值，在贸易增加值核算中起到重要作用，是全球价值链研究重点关注的对象。

第四象限由最初投入和最终需求两部分交叉组成，称为再分配象限，表示各部门在第三象限提供的最初投入通过资金运动转为第二象限最终需求的转换过程，反映国民收入再分配的情况，但由于其复杂性目前编制的投入产出表一般不考虑该象限。

投入产出表有很多不同种类，按考察对象可以划分为国家间投入产出表、国家投入产出表、地区间投入产出表、地区投入产出表、企业投入产出表等。其中，国家投入产出表通常用于研究单国问题，较为准确，国家间投入产出表常用于研究全球价值链问题，相对单国表其准确度相对较低。目前，中国的国家投入产出表逢 2 逢 7 年份编制，可以从中国国家统计局网站获取，目前最新一期的数据就是 2019 年 9 月公布的 2017 年投入产出表；而国家间投入产出表可以从 WIOD (World Input-Output Database) 和经合组织 OECD 获取。

## 投入产出表分析方法

利用投入产出表的数据可计算得到多类系数，包括直接由表内数据计算可得的基础系数和基于基础系数计算得到的衍生系数，这些系数构成了投入产出分析的基础。

图表4：投入产出表的相关系数

	中间需求	最终需求	总产出
中间投入	<div> <input type="checkbox"/> 直接分配系数→完全感应系数  <input type="checkbox"/> 直接消耗系数→完全需要系数         </div> <div> <input type="checkbox"/> 前向联系→感应度系数  <input type="checkbox"/> 后向联系→影响力系数         </div>	<div>生产诱发度</div>	<div> <input type="checkbox"/> 后向APL  <input type="checkbox"/> 前向APL  <input type="checkbox"/> 全球价值链长度指数  <input type="checkbox"/> 上游度系数         </div>
最初投入	<div>直接增加值系数→完全增加值系数</div>		
总投入			

 基础系数，直接由表计算可得
  衍生系数，基于基础系数计算得到

资料来源：华泰证券研究所

## 直接分配系数和完全感应系数

直接分配系数定义如下：

$$h_{ij} = \frac{x_{ij}}{X_i}$$

其中,  $x_{ij}$  表示第  $i$  部门产出对  $j$  部门的直接供给量, 它反映了在一定技术水平下  $j$  部门与  $i$  部门间的技术经济联系。示例中, 农业部门对农业部门的直接分配系数  $h_{11} = \frac{x_{11}}{X_1} = \frac{200}{1100} = 0.18$ , 表示农业部门每生产 1 单位产品中有 0.18 单位产品分配到农业部门。

完全感应系数 (Ghosh 逆矩阵) 定义如下:

$$\tilde{G} = (I - H)^{-1}$$

其中  $I$  为单位矩阵, 完全感应系数反映了最初投入与总产出的关系, 示例中, 农业部门对农业部门的完全感应系数是 1.31, 意味着农业部门增加 1 单位增加值引起的农业部门总产值增加量为 1.31, 这其中既包含农业部门对农业部门的直接推动作用, 也包含类似“农业→工业→农业”这样的间接推动作用。

图表5: 直接分配系数和完全感应系数

	农业	工业	其他	总产出					
农业	200	300	50	1100					
工业	200	800	250	2150					
其他	150	200	100	1180					
总投入	1100	2150	1180	4430					

	农业	工业	其他
农业	0.18	0.27	0.05
工业	0.09	0.37	0.12
其他	0.13	0.17	0.08

	农业	工业	其他
农业	1.31	0.61	0.14
工业	0.24	1.76	0.24
其他	0.23	0.41	1.16

资料来源: 华泰证券研究所

### 直接消耗系数和完全需要系数

直接消耗系数定义如下:

$$a_{ij} = \frac{x_{ij}}{X_j}$$

其中,  $x_{ij}$  表示第  $j$  部门生产单位产品对  $i$  部门产品的直接消耗量。示例中, 农业部门对农业部门的直接消耗系数  $a_{11} = \frac{x_{11}}{X_1} = \frac{200}{1100} = 0.18$ , 表示农业部门每生产 1 单位产品要消耗 0.18 单位农业部门产品。

完全需要系数 (列昂惕夫逆矩阵) 定义如下:

$$\tilde{B} = (I - A)^{-1}$$

其中  $I$  为单位矩阵, 完全需要系数反映了生产单位最终产品对各部门总产出的完全 (直接和间接) 需要量, 是投入产出分析的核心矩阵。它反映了最终需求对各部门总产出的拉动, 也是后续计算最终需求拉动增加值的基础。示例中, 农业部门对农业部门的完全需要系数是 1.31, 意味着每生产 1 个单位产品需要完全消耗 1.31 个单位的农业部门产出, 这其中既包含农业部门对农业部门的直接需求, 也包含类似“农业→工业→农业”这样的间接传导需求。



图表6：直接消耗系数和完全需要系数

	农业	工业	其他	总产出
农业	200	300	50	1100
工业	200	800	250	2150
其他	150	200	100	1180
总投入	1100	2150	1180	4430

$$a_{ij} = \frac{x_{ij}}{X_j}$$

	农业	工业	其他
农业	0.18	0.14	0.04
工业	0.18	0.37	0.21
其他	0.14	0.09	0.08

$$\tilde{B} = (I - A)^{-1}$$

	农业	工业	其他
农业	1.31	0.31	0.13
工业	0.46	1.76	0.43
其他	0.24	0.23	1.16

直接消耗系数

部门j每生产1单位产品需要消耗多少单位部门i的产品

完全需要系数

部门j每生产1单位产品对部门i总产出的完全需要量，包括直接和间接需要量

资料来源：华泰证券研究所

### 前向联系与感应度系数

前向联系定义如下：

$$\sum_{j=1}^n \tilde{g}_{ij}$$

其中 $\tilde{g}_{ij}$ 是完全感应系数矩阵（Ghosh 逆矩阵）中的元素，前向联系即为完全感应系数矩阵的行向求和；前向联系含义为当国民经济各部门都增加单位最终产品时完全需要的*i*部门产品，反映了*i*部门产品对国民经济的推动作用。

为了便于比较各部门推动作用大小，对前向联系进行标准化处理，使推动作用为中等的部门取值为1，得到感应度系数，计算公式如下：

$$S_i = \frac{\sum_{j=1}^n \tilde{g}_{ij}}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \tilde{g}_{ij}}$$

感应度系数是前向联系除以各行业前向联系平均值，它反映了*i*部门增加单位增加值对各部门产出的推动程度。

此外，还有一些学者提出，传统的计算方法得到的感应度系数，并不能反映该产业在整个国民经济中的整体作用，因此有学者提出了产业感应度系数的概念，也即在计算公式中加入各产业最初投入占比，将其作为权重进一步计算加权后的感应度系数，反映产业整体对国民经济的推动作用，其计算公式如下：

$$IS_i = \frac{S_i * \beta_i}{\sum_i S_i * \beta_i}$$

其中， $S_i$ 为传统方法计算得到的部门*i*的感应度系数， $\beta_i$ 为部门*i*初始投入占国民经济初始投入总量比重。产业感应度系数综合考虑了产值比重因素和单位产值对国民经济的贡献能力，可以更为全面地反映产业在国民经济中的地位与作用。示例中，农业部门对国民经济的推动作用在三个行业中排第二位，但是从产业感应度系数来看，农业部门对国民经济的推动作用排第三位，这是因为农业部门的产值占比相对其他行业较低，因此虽然农业部门单位产值对国民经济贡献高于其他部门，但考虑到整个行业比重这种影响有所削弱。

图表7：前向联系与感应度系数

## 完全感应系数（Ghosh逆矩阵）

	农业	工业	其他
农业	1.31	0.61	0.14
工业	0.24	1.76	0.24
其他	0.23	0.41	1.16

## 最初投入占比

	最初投入	最初投入占比
农业	550	0.25
工业	850	0.39
其他	780	0.36
合计	2180	

按行求和

	农业	工业	其他
前向联系	2.07	2.23	1.79

基于均值标准化

	农业	工业	其他
感应度系数	1.02	1.10	0.88

基于投入占比归一化

	农业	工业	其他
产业感应度系数	0.26	0.43	0.32

## 前向联系

当国民经济各部门都增加单位最终产品时完全需要的*i*部门产品。

## 感应度系数

反映了*i*部门增加一单位最初投入对国民经济各部门的推动程度。

## 产业感应度系数

综合考虑投入占比和单位产值对国民经济的推动

资料来源：华泰证券研究所

## 后向联系与影响力系数

后向联系定义如下：

$$\sum_{i=1}^n \widetilde{b}_{ij}$$

其中 $\widetilde{b}_{ij}$ 是完全需要系数矩阵（列昂惕夫逆矩阵）中的元素，后向联系即为完全需要系数矩阵的列向求和；后向联系反映了*j*部门增加单位最终产品对整个国民经济的拉动作用。

影响力系数定义如下：

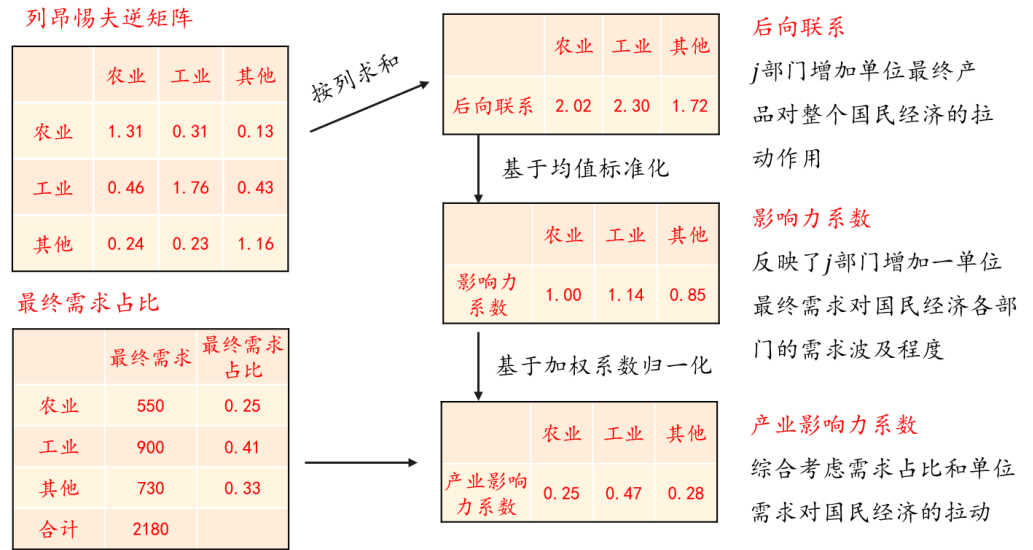
$$R_j = \frac{\sum_{i=1}^n \widetilde{b}_{ij}}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \widetilde{b}_{ij}}$$

影响力系数是后向联系除以各行业后向联系平均值，反映了*j*部门增加一单位最终需求对国民经济各部门的需求波及程度。

与感应度系数类似，一些学者认为计算影响力系数的时候应考虑产值比重，因此提出将产业最终需求占比引入影响力系数计算公式中得到加权后的产业影响力系数，其计算公式如下：

$$IR_j = \frac{R_j * \alpha_j}{\sum_j R_j * \alpha_j}$$

其中， $R_j$ 为传统方法计算得到的*j*部门影响力系数， $\alpha_j$ 为第*j*部门最终产品产值占整个国民经济最终产品总值的比重。同样地，产业影响力系数比传统方法计算的影响力系数更全面地反映一个行业在国民经济中的地位和作用。示例中，从影响力系数来看，其他部门的影响力系数为 0.85，是三个部门中最低的，说明其单位最终产品对国民经济的拉动作用低于国民经济平均水平，但如果从产业影响力系数来看，其值为 0.28，超过了农业部门，这说明考虑到部门产值占比，其他部门对国民经济的拉动作用有提升。

**图表8：后向联系和影响力系数**

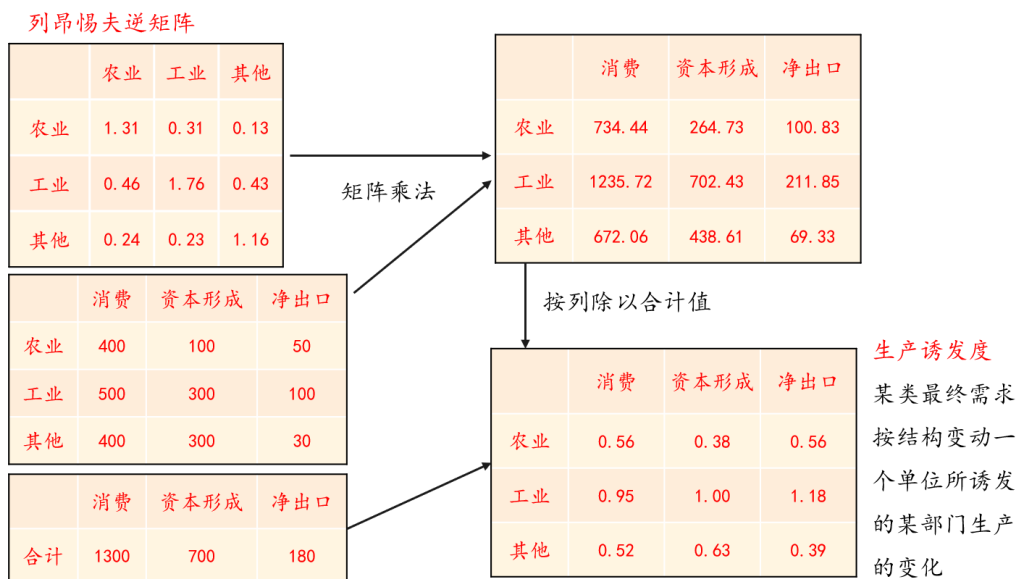
资料来源：华泰证券研究所

**生产诱发度**

生产诱发度定义为：

$$\gamma_{ik} = \frac{\sum_{j=1}^n \bar{b}_{ij} f_{jk}}{\sum_{j=1}^n f_{jk}}$$

表示第k类最终需求按结构变动一个单位所诱发的第i部门生产的变化。其中 $\bar{b}_{ij}$ 是完全需要系数矩阵（列昂惕夫逆矩阵）中的元素， $f_{jk}$ 表示第j种产品用于第k类最终需求的量。示例中，资本形成类最终需求按结构增加一个单位诱发农业部门生产增加 0.38 单位，诱发工业部门生产增加 1.0 单位，诱发其他部门生产增加 0.63 单位。

**图表9：生产诱发度**

资料来源：华泰证券研究所

## APL 系数

APL 系数全称为 Average Propagation Lengths, 是由 Erik Dietzenbacher 等人在 2005 年提出的, 它反映了某部门发生一个外生变化后对其他部门的产出造成影响要经过的平均轮次, 具体可分为后向 APL 和前向 APL, 定义如下:

前向 APL:

$$V_{ij} = \begin{cases} \frac{p_{ij}}{\bar{g}_{ij}}, & (i \neq j) \\ \frac{p_{ij}}{\bar{g}_{jj}-1}, & (i = j) \end{cases}$$

其中,  $\bar{g}_{ij}$  为 Ghosh 逆矩阵  $\tilde{G}$  中元素,  $P = \tilde{G}(\tilde{G} - I)$ ,  $p_{ij}$  为  $P$  中元素。反映了  $i$  行业对  $j$  行业的前向成本推动的平均轮次。

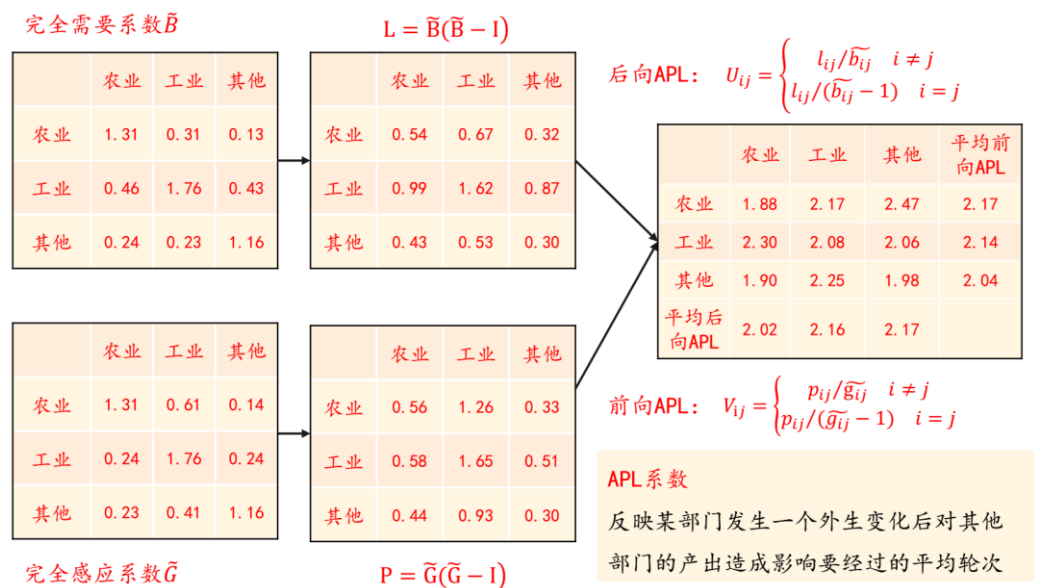
后向 APL:

$$U_{ij} = \begin{cases} \frac{l_{ij}}{\bar{b}_{ij}}, & (i \neq j) \\ \frac{l_{ij}}{\bar{b}_{jj}-1}, & (i = j) \end{cases}$$

其中,  $\bar{b}_{ij}$  为列昂惕夫逆矩阵  $\tilde{B}$  中元素,  $L = \tilde{B}(\tilde{B} - I)$ ,  $l_{ij}$  为  $L$  中元素。反映了  $j$  行业对  $i$  行业的后向需求拉动的平均轮次。

Erik (2005) 指出, 前向 APL 的计算结果与后向 APL 相等, 两个 APL 系数反映的信息量是一致的。如示例所示, APL 矩阵中, 农业行、工业列的元素 2.17 为农业部门与工业部门间的 APL 系数, 它可以从两个角度解读: 从后向 APL 来看, 它表示工业部门最终需求发生变化后拉动农业部门产出变动需经过的平均轮次为 2.17; 从前向 APL 来看, 它表示农业部门成本发生变化后推动工业部门产出变动需经过的平均轮次为 2.17。示例中的平均前向 APL 和后向平均 APL 分别为 APL 矩阵的行向均值和列向均值。

图表10: 前向 APL 系数和后向 APL 系数



资料来源: 华泰证券研究所

### 上游度系数

上游度指数定义如下：

$$D_i = 1 + \sum_j \varphi_{ij} D_j$$

其中  $\varphi_{ij} = \frac{a_{ij} X_j}{X_i}$ ,  $a_{ij}$  表示生产一单位  $j$  部门产品所需的  $i$  部门产品（即为直接消耗系数，但分母的总投入需扣除净出口和存货的影响）， $\varphi_{ij}$  表示  $i$  部门产品作为中间投入产品销售到  $j$  部门的价值占  $i$  部门总产出比例，即为  $H$  矩阵。上式可简化为：

$$D_i = [I - \Delta]^{-1} \mathbf{1}$$

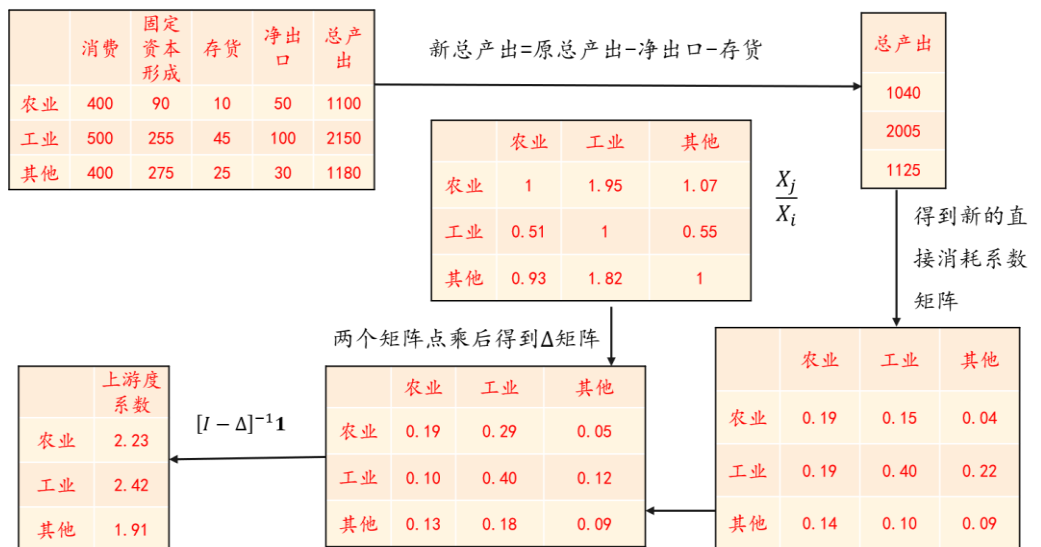
其中：

$$\Delta = \frac{\varphi_{ij} X_j}{X_i}$$

$\mathbf{1}$  为求和向量（元素均为 1 的列向量）。

该指数可用于表示某部门产品在达到最终需求之前还需要经历的生产阶段的数目，可用来衡量该部门产品在产业链乃至全球价值链分工中的地位。数值越大，表示行业在产业链中的位置越偏上游。

图表11： 上游度系数



资料来源：华泰证券研究所

需要说明的是，国家统计局公布的投入产出表中各经济部门的划分方式与本文行业研究对象是不匹配的（比如最新的投入产出表中有 149 个经济部门），因此需要做如下转换：

1. 构建映射矩阵  $T_{S \times I}$ ，其中  $S$  为投入产出表中的部门个数， $I$  为行业个数， $T_{ij}$  表示  $i$  部门是否隶属于  $j$  行业，是则记为 1，否则记为 0。
2. 将映射矩阵作用于原投入产出表，其中，记原始的第一象限为矩阵  $A_{S \times S}$ ，则映射后的第一象限为  $T' \times A \times T$ ；记原始的第二象限为矩阵  $B_{S \times M}$ ， $M$  是最终需求的维度，则映射后的第二象限为  $T' \times B$ ；记原始的第三象限为矩阵  $C_{N \times S}$ ， $N$  是最初投入的维度，则映射后的第三象限为  $C \times T$ 。

本节分析中，我们将统一基于映射后的行业投入产出表进行实证。



## 应用 1：基于投入产出表的产业链上下游划分及主导产业链梳理

在基于投入产出表构建的各类系数中，有多个系数都能提供上下游划分的依据，包括：

1. 感应度系数和影响力系数：感应度系数（以及产业感应度系数）反映了某行业增加单位产出对各行业产出的推动程度，其值越大，该行业对国民经济的推动作用越大；影响力系数（以及产业影响力系数）反映了某行业增加单位最终需求对各行业的拉动作用，其值越大，该行业的拉动作用越大；若某行业感应度系数较大，影响力系数较小，则其为上游行业；若某行业感应度系数较小，影响力系数较大，则其为下游行业；若某行业感应度系数和影响力系数都较大，则其为中游行业；若某行业感应度系数和影响力系数都较小，则其生产既不依赖其他部门投入，也不依赖其他部门需求，产出主要用于最终需求，不适用于简单划分上下游行业。
2. APL 系数：反映了某部门发生一个外生变化后对其他部门的产出造成影响要经过的平均轮次，各行业平均前向 APL 反映了各行业对其他行业产生成本推动效应平均要经过的轮次，该值越大，则该行业越靠近上游；平均后向 APL 反映了各行业对其他行业产生需求拉动效应平均经过轮次，该值越大，则该行业越靠近下游；
3. 上游度表示某部门产品在达到最终需求之前还需要经历的生产阶段的数目，该值越大，则该行业越靠近上游。

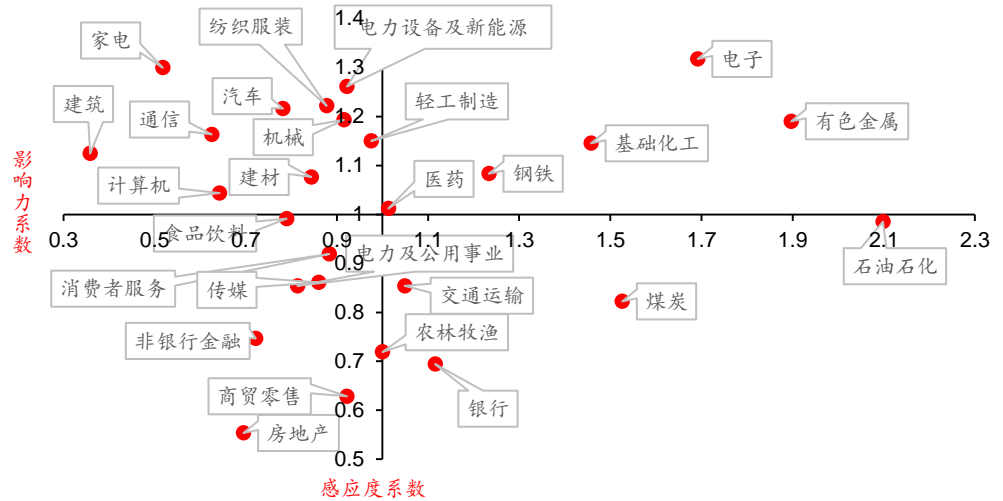
下表展示了基于 2017 年最新的投入产出表数据计算的结果，具体步骤为：1、将 2017 年国家统计局公布的投入产出表中 149 个部门与 27 个行业（中信一级行业中剔除综合、国防军工、综合金融）之间建立一一映射关系；2、将部门间投入产出表转换成行业间投入产出表；3、基于行业投入产出表计算各类系数，并按从大到小的顺序排序，计算各行业的目标系数排序值。

图表 12：基于行业投入产出表（2017 年）构建的各类系数

	感应度系数		产业感应度系数		影响力系数		产业影响力系数		前向 APL 系数		后向 APL 系数		上游度系数	
	参数值	排序	参数值	排序	参数值	排序	参数值	排序	参数值	排序	参数值	排序	参数值	排序
石油石化	2.10	1	0.04	8	0.99	17	0.01	21	4.26	2	3.95	1	5.27	2
煤炭	1.53	4	0.03	13	0.82	22	0.00	27	4.02	5	3.25	20	4.43	5
有色金属	1.90	2	0.03	11	1.19	7	0.01	25	4.46	1	3.90	3	5.27	1
钢铁	1.23	6	0.03	12	1.08	12	0.01	24	4.06	4	3.55	9	3.63	6
基础化工	1.46	5	0.06	6	1.15	10	0.02	16	3.54	10	3.55	10	4.43	4
建筑	0.36	27	0.03	14	1.12	11	0.23	1	3.11	21	3.15	22	1.07	27
建材	0.84	18	0.02	15	1.08	13	0.00	26	3.18	17	3.34	17	2.54	18
轻工制造	0.98	11	0.02	16	1.15	9	0.02	14	3.12	20	3.45	13	3.15	10
机械	0.92	14	0.04	9	1.19	6	0.08	3	3.18	16	3.38	15	2.78	15
电力设备	0.92	12	0.01	22	1.26	3	0.02	17	3.29	13	3.60	8	2.91	13
汽车	0.78	21	0.02	18	1.22	5	0.05	5	3.91	7	3.66	6	2.32	21
家电	0.52	26	0.00	27	1.30	2	0.01	19	3.46	12	3.54	11	1.68	26
食品饮料	0.79	20	0.03	10	0.99	16	0.08	2	3.46	11	3.54	12	2.34	20
商贸零售	0.92	13	0.09	1	0.63	26	0.02	12	2.81	27	3.11	24	2.83	14
消费服务	0.88	15	0.02	20	0.92	18	0.02	13	2.97	23	3.34	16	2.66	16
纺织服装	0.88	16	0.02	19	1.22	4	0.04	6	3.62	9	3.94	2	3.29	8
医药	1.01	9	0.01	25	1.01	15	0.01	20	3.78	8	3.30	19	2.99	12
农林牧渔	1.00	10	0.09	2	0.72	24	0.03	10	3.97	6	3.43	14	3.09	11
银行	1.12	7	0.06	5	0.69	25	0.01	22	2.91	25	3.07	26	3.37	7
非银金融	0.72	22	0.01	24	0.75	23	0.01	18	3.24	15	3.31	18	2.17	22
房地产	0.69	23	0.05	7	0.55	27	0.03	9	3.25	14	3.19	21	2.13	23
交通运输	1.05	8	0.06	3	0.85	21	0.03	11	2.88	26	3.09	25	3.21	9
电子	1.69	3	0.02	17	1.32	1	0.02	15	4.07	3	3.88	4	4.93	3
通信	0.63	25	0.01	23	1.16	8	0.04	7	3.08	22	3.64	7	2.02	24
计算机	0.64	24	0.02	21	1.04	14	0.03	8	3.17	18	3.66	5	1.97	25
传媒	0.86	17	0.01	26	0.86	19	0.01	23	2.91	24	3.14	23	2.65	17
公用事业	0.81	19	0.06	4	0.85	20	0.06	4	3.13	19	2.87	27	2.41	19

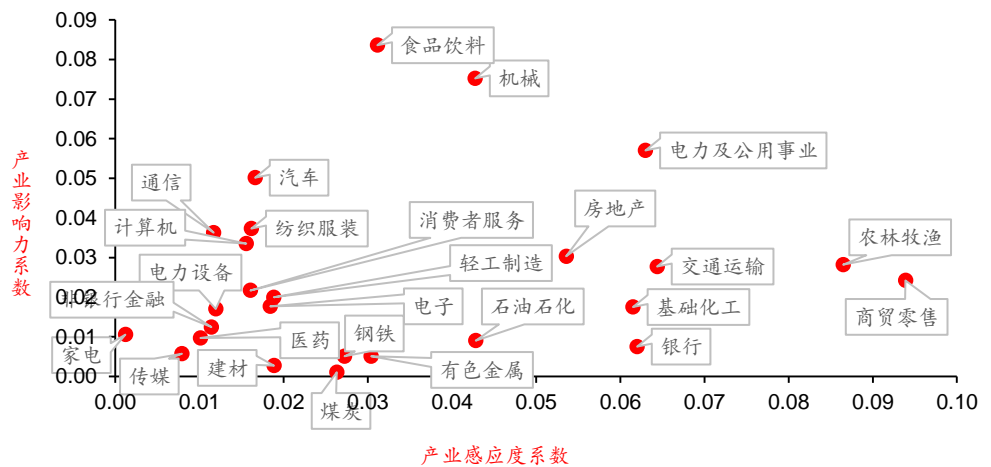
资料来源：国家统计局，华泰证券研究所

图表13： 行业影响力系数和感应度系数散点图（2017 年）



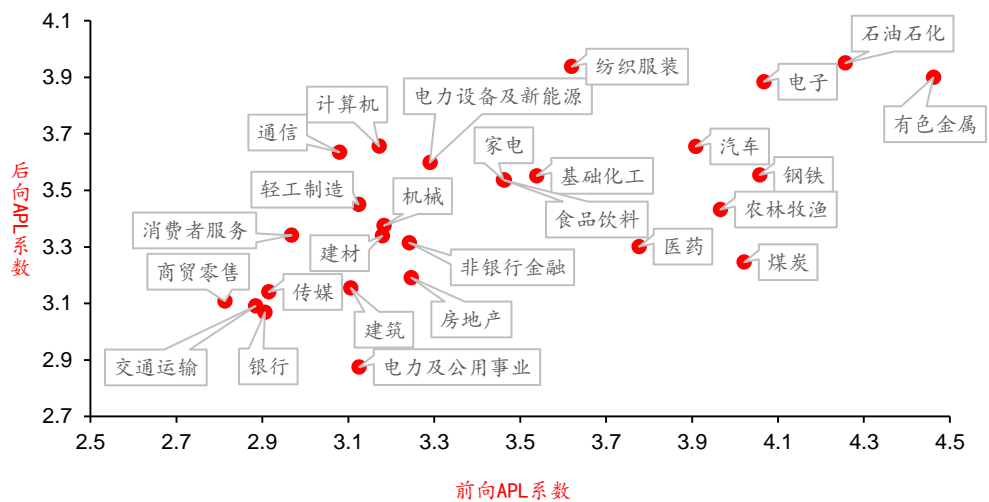
资料来源：国家统计局，华泰证券研究所

图表14： 行业产业影响力系数和产业感应度系数散点图（2017 年）



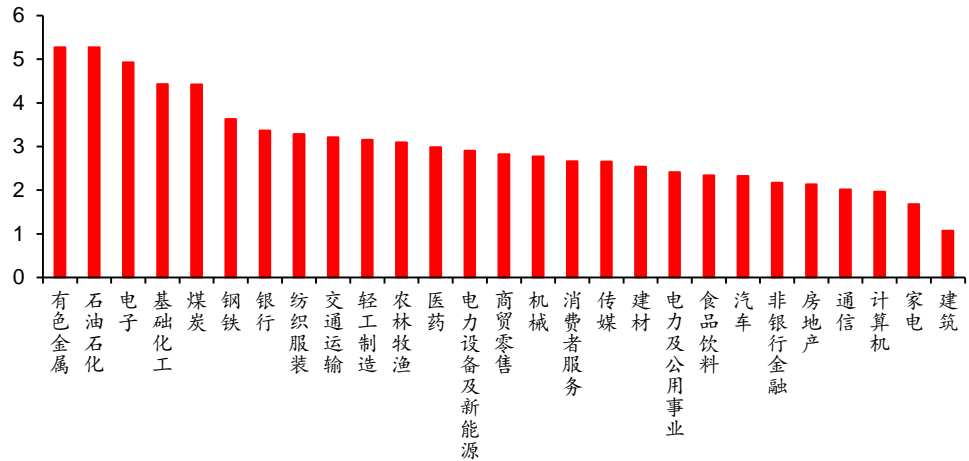
资料来源：国家统计局，华泰证券研究所

图表15： 行业前向 APL 系数和后向 APL 系数散点图（2017 年）



资料来源：国家统计局，华泰证券研究所

图16： 行业上游度系数（2017 年）



资料来源：国家统计局，华泰证券研究所

在实证过程中，我们一般会结合各指标进行综合评估，尽量降低单个指标带来的误判，根据前文计算结果有：

1. 以石油石化、煤炭、有色金属为代表的行业感应度系数排名靠前，影响力系数排名靠后，上游度系数排名靠前，是非常典型的上游行业。
2. 以汽车、家电、通信为代表的行业感应度系数排名靠后，影响力系数排名靠前，上游度系数排名靠后，是非常典型的下游行业。
3. 以钢铁、基础化工、轻工制造为代表的行业感应度系数和影响力系数均排名靠前，对上有较强的拉动作用，对下有较强的推动作用，是非常典型的中游行业。
4. 以非银行金融、房地产为代表的行业，感应度系数和影响力系数排名均很靠后，说明其生产既不依赖其他部门投入，也不依赖其他部门需求，并不适合简单的上下游划分。

采用同样的思路对其他行业进行判断，得到如下产业链上下游划分结果：上游行业包括有色金属、煤炭、石油石化、农林牧渔；中游行业包括钢铁、基础化工、电子、电力设备及新能源、机械、建材、电力及公用事业、轻工制造、交通运输；下游行业包括计算机、通信、传媒、家电、汽车、医药、建筑、食品饮料、纺织服装、商贸零售、消费者服务。

图17： 基于投入产出表（2017 年）的产业链上下游划分



资料来源：华泰证券研究所

确定基本的上中下游行业后，可以进行细分产业链识别。这里需要利用到行业间的 APL 系数矩阵，APL 系数反映了某部门发生一个外生变化后对其他部门的产出造成影响需要经历的平均轮次，两个行业之间的 APL 系数越小，说明这两个行业之间的联系越紧密。

图表18： 行业间 APL 系数矩阵

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1 石油石化	2.0	4.3	3.9	3.0	4.3	3.1	4.0	3.5	4.5	4.6	4.8	5.0	3.9	4.7	4.9	4.8	4.5	4.7	3.9	4.3	4.6	4.3	2.5	5.5	5.5	5.6	4.7
2 煤炭	4.5	1.4	3.4	1.8	2.1	2.6	3.5	2.2	3.6	3.9	4.3	4.5	4.8	4.4	4.5	4.2	4.0	4.0	4.0	4.9	5.4	4.7	4.7	5.0	5.2	5.6	4.9
3 有色金属	5.5	4.8	2.1	4.6	3.8	3.9	4.2	3.9	3.3	3.1	2.5	3.3	5.3	5.9	3.2	5.8	5.4	5.7	5.3	5.4	5.7	5.6	4.8	3.5	4.2	4.5	4.9
4 公用事业	3.1	2.4	2.7	1.6	2.5	2.7	3.3	2.5	3.2	3.2	3.6	3.9	2.7	2.8	3.9	3.5	3.1	3.3	3.0	3.0	3.6	2.7	2.6	3.9	3.7	4.4	3.1
5 钢铁	4.0	2.7	3.7	4.2	1.7	4.3	2.1	3.0	3.9	2.2	3.0	2.9	5.0	5.4	3.2	5.3	5.0	5.1	4.7	4.9	5.5	4.5	4.2	4.3	4.6	5.1	5.1
6 基础化工	3.4	3.6	3.6	4.0	4.2	2.0	3.1	2.5	2.8	3.5	3.1	3.5	4.3	3.8	2.9	3.0	3.0	3.5	2.4	4.4	4.8	4.5	4.1	3.7	4.1	4.2	3.8
7 建筑	4.0	3.1	4.0	1.6	3.7	3.7	1.2	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	2.2	2.2	4.2	4.0	3.6	3.6	2.8	1.7	2.6	1.3	2.5	3.8	3.1	3.8	2.0
8 建材	4.8	2.1	3.6	3.3	2.4	3.3	1.4	1.3	3.3	3.0	2.3	2.6	4.1	3.5	2.7	4.6	2.3	2.7	3.7	3.9	4.4	3.3	4.0	2.6	2.8	3.6	4.0
9 轻工制造	4.3	2.7	4.4	2.7	4.2	3.6	2.7	2.8	1.6	3.5	3.8	3.4	2.8	3.3	3.1	3.8	2.7	2.8	3.8	2.1	2.4	2.6	3.4	4.2	3.8	2.5	2.1
10 机械	3.2	2.3	3.5	3.0	3.0	3.3	2.6	2.6	3.2	1.9	2.6	2.7	3.7	4.0	2.3	3.9	3.7	3.7	3.1	3.5	4.2	3.5	2.9	2.9	3.4	3.8	3.9
11 电力设备	4.3	3.2	4.1	2.0	4.0	3.9	2.2	3.7	3.8	2.2	1.6	2.6	3.4	4.1	1.8	4.8	4.3	4.5	4.3	3.8	4.0	3.8	3.3	2.7	2.1	2.6	2.5
12 汽车	4.5	3.9	4.4	3.5	4.2	4.3	4.2	3.7	4.4	3.1	4.1	1.6	3.4	3.9	4.5	4.5	4.1	4.2	3.7	3.7	4.1	4.0	1.9	5.0	4.9	4.9	4.1
13 商贸零售	3.2	2.7	3.2	3.0	3.1	2.8	2.7	2.6	2.4	2.8	2.8	2.5	3.1	2.2	2.6	2.7	2.3	2.3	2.5	3.1	3.3	3.4	2.7	3.1	3.0	3.1	2.9
14 消费者服务	3.6	3.0	3.7	1.9	3.2	3.4	3.1	3.1	3.3	3.3	3.6	3.7	2.4	3.2	3.8	3.7	2.4	3.0	3.2	1.7	1.4	2.3	2.2	4.1	3.6	3.4	1.9
15 家电	4.2	3.5	4.4	2.9	4.1	4.0	3.7	3.8	3.4	2.8	3.9	3.8	1.3	2.8	1.2	3.7	3.6	3.2	3.7	3.4	3.8	3.8	3.5	3.8	4.0	4.2	4.0
16 纺织服装	4.3	3.2	4.7	2.8	4.4	3.7	4.2	3.6	2.7	3.6	4.2	3.7	3.4	3.0	4.1	1.8	2.9	3.7	4.5	2.9	3.6	3.3	3.6	4.6	4.4	4.7	2.7
17 医药	4.1	3.8	4.7	3.9	3.9	4.2	3.6	4.2	4.0	4.4	4.8	4.5	3.0	3.9	4.6	4.6	1.4	3.6	2.6	3.0	3.4	3.2	4.0	4.6	4.4	4.2	3.5
18 食品饮料	4.0	4.1	4.0	3.2	3.8	3.1	4.2	4.1	3.8	4.0	4.1	4.6	3.6	1.6	4.3	3.3	2.8	1.7	1.8	3.3	2.9	3.1	3.4	4.3	4.0	4.2	3.1
19 农林牧渔	5.0	4.5	5.1	3.6	4.9	3.5	4.0	4.6	2.5	4.7	5.1	5.2	4.3	2.2	5.0	2.5	2.0	1.7	1.8	3.9	3.7	4.0	4.4	5.4	5.0	5.0	3.9
20 银行	3.2	2.2	3.1	2.4	2.7	3.3	2.7	3.0	3.5	3.4	3.5	3.9	1.9	3.1	3.7	3.7	3.0	3.4	2.9	2.3	1.7	1.3	1.7	3.6	3.5	3.2	2.8
21 非银行金融	3.6	3.4	4.0	2.6	3.8	3.7	3.3	3.5	3.6	3.8	4.1	4.2	2.2	3.3	4.1	3.8	3.4	3.3	2.4	1.5	1.2	2.3	2.1	4.2	4.1	3.9	3.3
22 房地产	4.1	3.5	4.3	2.8	3.9	4.1	3.7	3.9	3.9	4.1	4.3	4.2	1.5	1.9	4.2	4.2	3.6	3.8	3.9	1.4	1.8	1.6	2.7	4.3	3.2	2.1	2.1
23 交通运输	3.1	2.7	3.3	2.7	3.0	2.9	3.0	2.8	3.0	3.1	3.2	3.2	1.8	2.5	3.2	2.9	2.5	2.7	2.6	2.6	3.0	3.1	1.8	3.8	3.7	3.6	2.6
24 电子	5.5	4.5	5.6	4.0	5.0	5.1	4.4	4.9	4.4	2.9	2.6	3.5	4.0	4.3	2.6	5.7	4.7	5.1	5.2	4.0	3.9	4.4	3.9	2.0	2.2	2.2	3.4
25 通信	4.3	3.7	4.3	2.0	3.9	4.0	2.6	3.7	4.0	3.3	3.8	3.6	2.1	2.9	3.8	4.2	3.4	3.8	3.5	2.0	1.8	2.4	2.5	3.8	1.4	1.7	1.4
26 计算机	4.2	3.7	4.3	2.8	3.9	3.8	3.7	4.0	3.8	3.4	3.5	4.0	2.5	3.5	3.8	3.9	3.2	3.6	4.1	2.0	2.2	2.5	2.5	2.4	2.7	1.5	1.6
27 传媒	3.8	3.3	3.8	1.8	3.4	3.6	2.6	3.2	3.6	3.5	3.8	4.1	2.5	2.5	3.6	3.7	2.9	3.5	3.3	1.6	1.5	2.2	2.2	4.0	2.0	1.8	1.3

资料来源：国家统计局，华泰证券研究所

然而，APL 系数矩阵错综复杂，刻画的是不同行业之间的图式关联关系，而我们期望得到的是树形的产业链结构，因此需要对原始 APL 系数矩阵进行稀疏化处理（也即剪枝）。这里就需要利用到 Dietzenbacher（2005）提出的产业间关联度矩阵，计算公式如下：

$$F = \frac{1}{2}(\tilde{B} - I + \tilde{G} - I)$$

其中，I 为单位矩阵，B 为列昂惕夫逆矩阵，G 为 Ghosh 逆矩阵，关联度系数越大，表明两个行业之间的联系越紧密。后文中，我们统一获取关联度系数大于 0.1 的行业配对，并据此对 APL 系数矩阵进行稀疏化处理，也即当两个行业间的关联度系数小于 0.1 时，直接将这两个行业的 APL 系数置为 0。

最后，我们将综合考虑稀疏化后的关联度矩阵和 APL 矩阵来挖掘细分产业链传导关系：

1. 当关联度系数大于 0.3 且 APL 系数位于 1~3 之间时，认为行业之间具有强联系。
2. 当关联度系数位于 0.1 至 0.3，APL 系数位于 3~4 之间时，认为行业之间具有弱联系。
3. 当关联关系小于 0.1，且 APL 系数大于 4 时，认为行业之间不具有直接联系。
4. 在识别产业链时，重点关注具有强联系的行业配对，辅助参考具有弱联系的行业配对。

最终，我们从前文梳理得到的上游行业出发，得到了石化产业链、制造业产业链、农林牧渔产业链三条基本的产业链。

图表19: 行业间关联度矩阵 (0.3 以上红色填充, 0.1~0.3 之间黄色填充)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1 石油石化	0.9	0.0	0.1	0.2	0.0	0.5	0.3	0.2	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
2 煤炭	0.0	0.3	0.0	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3 有色金属	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.1	0.5	0.5	0.3	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.2	0.1	0.0
4 公用事业	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5 钢铁	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.5	0.0	0.0	0.4	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6 基础化工	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.8	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.2	0.3	0.1	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0
7 建筑	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8 建材	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9 轻工制造	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10 机械	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.4	0.1	0.1	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
11 电力设备	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12 汽车	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
13 商贸零售	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14 消费者服务	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15 家电	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16 纺织服装	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17 医药	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18 食品饮料	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19 农林牧渔	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.2	0.2	0.6	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20 银行	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0
21 非银行金融	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
22 房地产	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23 交通运输	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
24 电子	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.3	0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.6	0.5	0.0
25 通信	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0
26 计算机	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0
27 传媒	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

资料来源: 国家统计局, 华泰证券研究所

图表20: 基于产业关联度矩阵筛选后的行业间 APL 矩阵 (1~3 之间红色填充, 3~4 之间黄色填充)

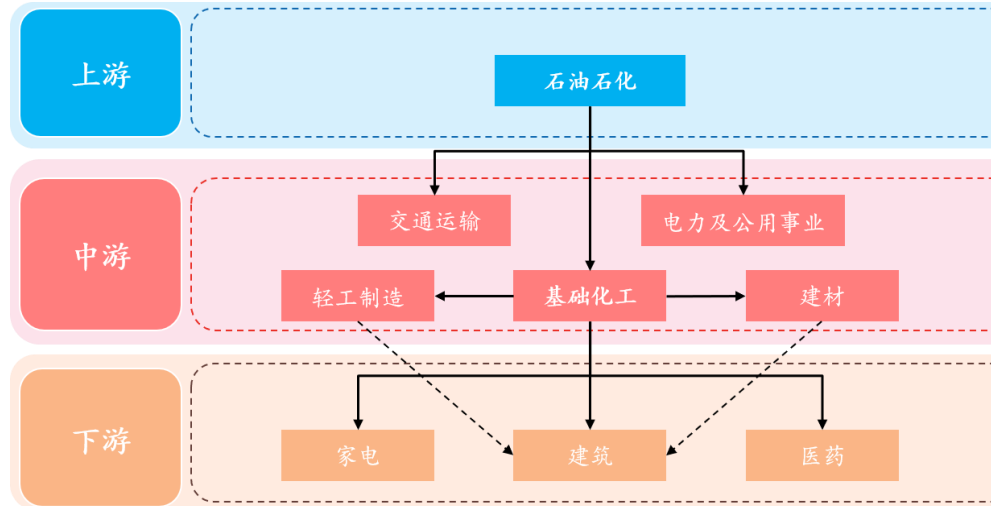
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1 石油石化	2.0	0.0	3.9	3.0	0.0	3.1	4.0	3.5	4.6	4.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0
2 煤炭	0.0	1.4	0.0	1.8	2.1	2.6	3.5	2.2	0.0	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3 有色金属	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	3.9	4.2	0.0	3.3	3.1	2.5	3.3	0.0	0.0	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	4.2	4.4	0.0
4 公用事业	0.0	0.0	2.7	1.6	2.5	2.7	3.3	0.0	0.0	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5 钢铁	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	2.1	0.0	0.0	2.2	0.0	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6 基础化工	0.0	0.0	3.6	0.0	0.0	2.0	3.1	2.5	2.8	3.5	3.3	3.5	0.0	0.0	2.9	3.0	3.0	3.5	2.4	0.0	0.0	0.0	3.4	4.1	0.0	0.0	0.0
7 建筑	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8 建材	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9 轻工制造	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10 机械	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	0.0	0.0	1.9	2.6	2.7	0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0
11 电力设备	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	2.1	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12 汽车	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0
13 商贸零售	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	2.7	0.0	2.4	2.8	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	2.7	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14 消费者服务	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15 家电	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16 纺织服装	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17 医药	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18 食品饮料	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	1.7	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19 农林牧渔	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	2.5	2.0	1.7	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20 银行	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	2.7	0.0	0.0	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0
21 非银行金融	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22 房地产	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23 交通运输	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	3.0	0.0	0.0	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	0.0	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0
24 电子	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	0.0	0.0	2.8	2.5	3.2	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	2.1	2.1	0.0
25 通信	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0
26 计算机	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0
27 传媒	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



### 石化产业链

石化产业链以石油石化行业作为起点行业，从投入产出分析角度来看，上游的石油石化的产品作为中间产品投入到基础化工、电力及公用事业和交通运输；作为中游行业，基础化工的产品也是轻工制造和建材、家电、建筑、医药制造的中间投入品，下游的建筑的中间投入还包括建材和轻工制造。上游行业的产品作为中间品投向中游行业，中游行业的产品同样作为中间投入进入建筑、医药、家电等下游行业，这样就形成了一个从上游行业到中游行业再到下游行业的产业链。

图表21：石化产业链上下游划分

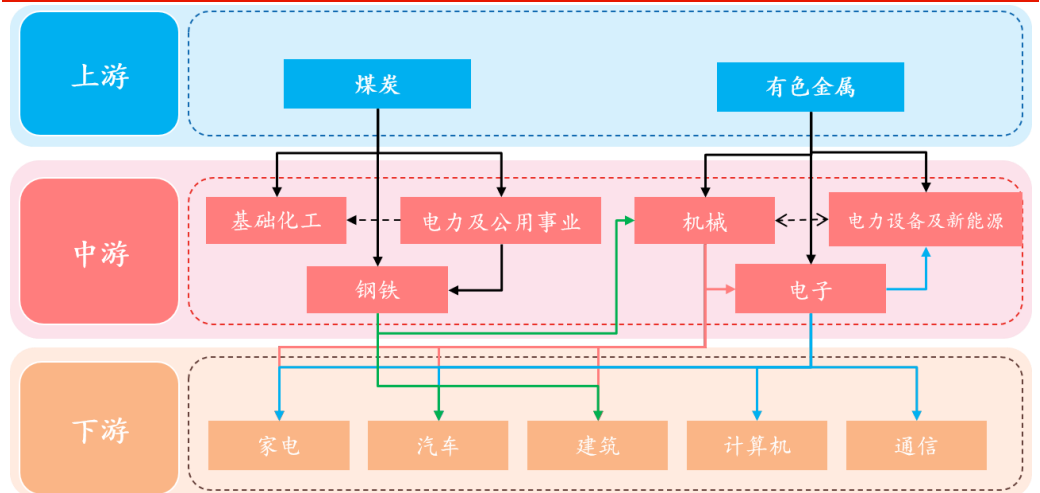


资料来源：国家统计局，华泰证券研究所

### 制造业产业链

制造业产业链以煤炭和有色金属为起点：从煤炭出发，煤炭的产品作为中间投入进入基础化工、钢铁和电力及公用事业，钢铁作为中游行业，同时是汽车、建筑、机械的上游行业；从有色金属出发，其产品作为中间产品投入到机械制造、电力设备及新能源、电子，机械和电子的产品进一步投入到相关的下游行业中，包括家电、汽车、建筑、计算机、通信。值得注意的是很多中游行业互为上下游，如机械与电力设备及新能源、机械与电子、电力设备及新能源与电子，这三个行业可形成产业链闭环。

图表22：制造业产业链上下游划分

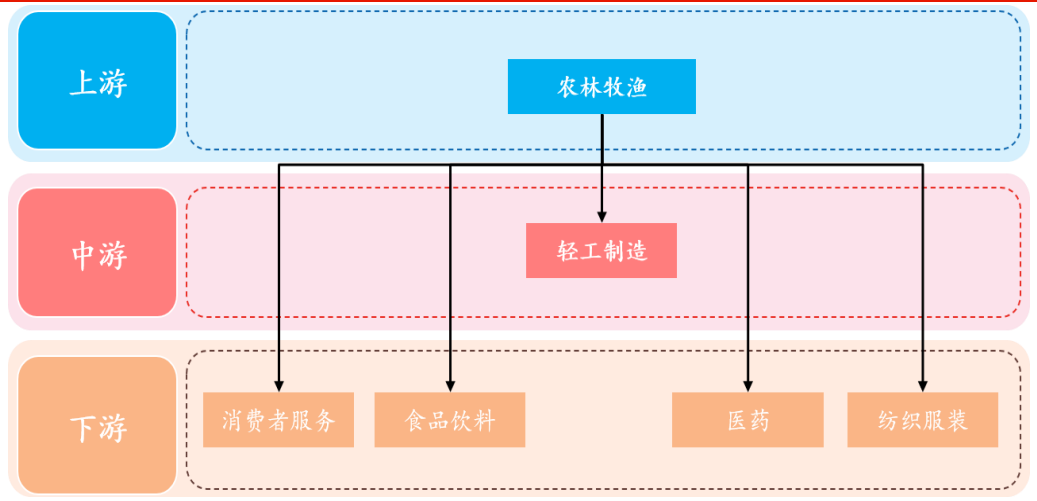


资料来源：国家统计局，华泰证券研究所

农林牧渔产业链

农林牧渔业产业链以农林牧渔业作为起点，其构成相对另外两条产业链较为简单，农林牧渔业产品经历生产轮次相对较少，产品主要去向行业中，中游行业为轻工制造业，下游行业包括食品饮料业、纺织服装业、医药业、消费者服务业。

图表23： 农林牧渔产业链上下游划分



资料来源：国家统计局，华泰证券研究所

这三条产业链互有关联，包括了国民经济主要行业部门并反映了国民经济运行模式。

## 应用 2：基于投入产出表的产业结构变迁梳理

统计 2002 年至 2017 年各行业影响力系数的变化，结果显示：

1. **产业影响力系数长期保持靠前位置的行业主要包括建筑业、机械制造业。**建筑业的产业影响力系数常年保持在第一位，且绝对数值呈现出逐年攀升的走势，说明建筑业对国民经济的拉动作用近年来在不断增强；机械行业的产业影响力系数排名一直位于前三，但近年来绝对数值呈下行走势，说明机械行业对国民经济的拉动作用正逐步减弱，这与国家近些年来内需疲软，基建产能过剩等大形势有关。
2. **产业影响力系数整体呈上升趋势的行业主要包括电子、通信、计算机、食品饮料、汽车等行业。**其中，汽车、食品饮料行业的产业影响力系数排名逐年攀升，对经济的拉动作用不断增强；而以电子、通信为代表的高科技行业，虽然产业影响力系数排名都未进入前五，但是整体呈现出震荡攀升走势，在拉动国民经济发展中也发挥出越来越重要的作用；尤其是电子行业，在不考虑产值占比的前提下，其影响力系数已经攀升至第一位，随着政府在半导体、芯片等底层基础技术领域的持续投入，电子行业的产值规模预计会越来越大，未来有望成为新的经济支柱型行业。
3. **产业影响力系数排名呈下降趋势的行业主要包括家电业、纺织服装业。**其中，纺织服装业的产业影响力系数在 2002-2007 年呈上升趋势，但到了 2012 年和 2017 年其地位不断下降(降回至第 6 位)，这与我国当前正在进行的经济结构转型有一定的关系，随着我国加工贸易占比不断下降，纺织服装业作为劳动密集型产业和加工贸易为主的行业，其产值占比在未来可能进一步下滑；家电业的产业影响力系数排序呈下降趋势，主要是因为家电业近些年产值占比下降较大（不考虑产值占比，其影响力系数仍排名靠前），对国民经济拉动力有所减弱。

图表 24： 2002~2017 年各行业影响力系数

	影响力系数								产业影响力系数							
	2002		2007		2012		2017		2002		2007		2012		2017	
	参数值	排序	参数值	排序	参数值	排序	参数值	排序	参数值	排序	参数值	排序	参数值	排序	参数值	排序
石油石化	1.01	14	1.03	14	1.09	14	0.99	17	0.01	21	0.01	20	0.02	17	0.01	21
煤炭	0.82	23	0.88	21	0.82	22	0.82	22	0.00	25	0.00	27	0.00	27	0.00	27
有色金属	1.21	4	1.19	7	1.21	6	1.19	7	0.00	26	0.01	21	0.01	21	0.01	25
电力及公用事业	0.84	22	0.91	19	0.88	19	0.85	20	0.07	4	0.05	5	0.06	4	0.06	4
钢铁	1.12	11	1.17	9	1.18	9	1.08	12	0.01	24	0.01	19	0.01	20	0.01	24
基础化工	1.13	10	1.17	8	1.19	8	1.15	10	0.03	10	0.03	9	0.02	15	0.02	16
建筑	1.16	8	1.14	11	1.12	12	1.12	11	0.19	1	0.19	1	0.22	1	0.23	1
建材	1.04	13	1.07	13	1.12	13	1.08	13	0.01	23	0.00	25	0.00	25	0.00	26
轻工制造	1.07	12	1.10	12	1.12	11	1.15	9	0.03	12	0.03	11	0.02	16	0.02	14
机械	1.17	7	1.19	6	1.22	5	1.19	6	0.10	2	0.12	2	0.12	2	0.08	3
电力设备新能源	1.21	3	1.27	4	1.29	2	1.26	3	0.02	17	0.03	12	0.03	10	0.02	17
商贸零售	0.81	24	0.67	25	0.57	26	0.63	26	0.03	7	0.03	13	0.02	12	0.02	12
消费者服务	0.89	20	0.87	22	0.83	21	0.92	18	0.03	8	0.02	16	0.02	18	0.02	13
家电	1.25	2	1.27	3	1.29	1	1.30	2	0.02	14	0.03	14	0.01	19	0.01	19
纺织服装	1.15	9	1.15	10	1.14	10	1.22	4	0.06	6	0.06	4	0.04	6	0.04	6
医药	0.95	16	0.97	16	0.99	16	1.01	15	0.01	19	0.01	22	0.01	22	0.01	20
食品饮料	0.96	15	0.93	18	0.95	17	0.99	16	0.06	5	0.07	3	0.06	3	0.08	2
汽车	1.19	5	1.29	2	1.24	4	1.22	5	0.02	16	0.04	7	0.06	5	0.05	5
农林牧渔	0.74	25	0.69	24	0.70	24	0.72	24	0.07	3	0.04	8	0.03	9	0.03	10
银行	0.65	26	0.49	26	0.65	25	0.69	25	0.01	20	0.01	23	0.01	23	0.01	22
非银行金融	0.94	18	0.95	17	0.70	23	0.75	23	0.00	27	0.00	24	0.00	24	0.01	18
房地产	0.62	27	0.47	27	0.52	27	0.55	27	0.03	13	0.02	18	0.02	11	0.03	9
交通运输	0.88	21	0.85	23	0.93	18	0.85	21	0.02	15	0.02	17	0.02	14	0.03	11
电子	1.18	6	1.25	5	1.28	3	1.32	1	0.01	18	0.02	15	0.02	13	0.02	15
通信	0.95	17	0.99	15	1.05	15	1.16	8	0.03	9	0.03	10	0.03	8	0.04	7
计算机	1.29	1	1.29	1	1.20	7	1.04	14	0.03	11	0.04	6	0.04	7	0.03	8
传媒	0.91	19	0.91	20	0.85	20	0.86	19	0.01	22	0.00	26	0.00	26	0.01	23

资料来源：国家统计局，华泰证券研究所

统计 2002 年至 2017 年各行业感应度系数的变化，结果显示：

1. 产业感应度系数排名一直靠前的是农林牧渔、商贸零售、电力及公用事业，主要是因为这些行业的产值占比较大，在不考虑产值占比因素的前提下，这几个行业的感应度系数排名并不靠前。
2. 感应度系数排名靠前的主要是石油石化、煤炭、有色金属、钢铁这些资源类行业。它们通常处于产业链上游，其他行业的生产制造过程都依赖这些行业的原材料投入，因而对经济的推动作用较强。
3. 产业感应度系数排名呈下降趋势的行业包括石油石化、煤炭、钢铁。这些行业的感应度系数排名较为稳定，因此产业感应度系数排名的下降主要与产值占比不断下滑有关，反映出我国供给侧结构性改革对煤炭、钢铁、石油石化这些产能过剩行业有显著影响。
4. 产业感应度系数排名呈上升趋势的行业包括有色金属、电子。其中，有色金属行业无论是感应度系数排名还是产业感应度系数排名都呈现出攀升走势，这说明有色金属业在国民经济中的推动作用越来越强，而且产值占比也在提升，相比于其他上游资源类行业体现出更高的配置价值；电子行业的感应度系数虽然有所波动，但一直稳定保持在排名前三位，产业感应度系数则呈现出逐年攀升走势，说明电子行业在国民经济中的地位在逐渐上升。值得注意的是，**电子行业是唯一一个在感应度和影响力上同时提升的行业**，说明其作为下游行业对经济的拉动作用越来越强（比如消费电子产品的蓬勃发展），同时作为上游行业对经济的推动作用也越来越强（其他行业依赖芯片、元器件等核心原材料的投入），综合考虑日本、韩国等经济体的产业升级历程，我们认为电子行业未来有望成为新的国民经济主导型行业。

图表25： 2002~2017 年各行业感应度系数

	感应度系数								产业感应度系数							
	2002		2007		2012		2017		2002		2007		2012		2017	
	参数值	排序	参数值	排序	参数值	排序	参数值	排序	参数值	排序	参数值	排序	参数值	排序	参数值	排序
石油石化	1.77	2	2.25	1	2.45	1	2.10	1	0.05	8	0.07	3	0.06	6	0.04	8
煤炭	1.16	7	1.51	4	1.61	4	1.53	4	0.03	16	0.03	11	0.04	10	0.03	13
有色金属	1.70	3	1.77	2	1.86	2	1.90	2	0.02	20	0.03	10	0.03	12	0.03	11
电力及公用事业	0.76	19	1.02	8	0.90	12	0.81	19	0.07	5	0.08	2	0.07	5	0.06	4
钢铁	1.38	5	1.38	6	1.33	6	1.23	6	0.04	9	0.05	9	0.04	9	0.03	12
基础化工	1.41	4	1.49	5	1.49	5	1.46	5	0.08	3	0.07	4	0.07	4	0.06	6
建筑	0.39	27	0.34	27	0.36	27	0.36	28	0.02	17	0.02	18	0.03	14	0.03	14
建材	0.98	13	0.87	16	0.86	15	0.84	18	0.01	22	0.02	16	0.02	17	0.02	15
轻工制造	0.99	12	0.97	11	0.96	9	0.98	11	0.04	11	0.03	13	0.02	16	0.02	16
机械	0.95	14	0.97	13	0.84	18	0.92	14	0.05	7	0.06	5	0.04	8	0.04	9
电力设备新能源	1.07	9	0.94	14	0.87	13	0.92	12	0.01	23	0.01	22	0.01	22	0.01	22
汽车	1.01	11	0.87	17	0.73	21	0.78	21	0.02	19	0.02	21	0.01	20	0.02	18
商贸零售	0.90	15	0.79	19	0.85	17	0.92	13	0.08	2	0.05	7	0.08	2	0.09	1
消费者服务	0.73	22	0.82	18	0.80	20	0.88	15	0.02	18	0.02	17	0.01	19	0.02	20
家电	0.57	26	0.50	26	0.47	26	0.52	27	0.00	27	0.00	26	0.00	27	0.00	27
纺织服装	0.76	20	0.78	20	0.85	16	0.88	16	0.03	13	0.03	14	0.02	15	0.02	19
医药	0.82	16	0.99	10	0.96	10	1.01	9	0.01	25	0.01	23	0.01	24	0.01	25
食品饮料	0.65	23	0.76	21	0.81	19	0.79	20	0.03	14	0.03	12	0.03	13	0.03	10
农林牧渔	0.75	21	0.90	15	0.95	11	1.00	10	0.12	1	0.10	1	0.10	1	0.09	2
银行	1.08	8	1.06	7	1.13	7	1.12	7	0.04	10	0.05	8	0.07	3	0.06	5
非银行金融	1.32	6	0.97	12	0.87	14	0.72	23	0.01	26	0.00	25	0.01	23	0.01	24
房地产	0.59	25	0.53	25	0.57	24	0.69	24	0.03	12	0.03	15	0.03	11	0.05	7
交通运输	1.04	10	1.02	9	1.08	8	1.05	8	0.07	6	0.06	6	0.05	7	0.06	3
电子	2.32	1	1.74	3	1.65	3	1.69	3	0.01	21	0.02	19	0.02	18	0.02	17
通信	0.81	17	0.65	23	0.62	23	0.63	26	0.03	15	0.02	20	0.01	21	0.01	23
计算机	0.80	18	0.56	24	0.57	25	0.64	25	0.01	24	0.01	24	0.01	25	0.02	21
传媒	0.63	24	0.75	22	0.72	22	0.86	17	0.00	28	0.00	27	0.00	26	0.01	26

资料来源：国家统计局，华泰证券研究所

计算 2002-2017 年各行业生产诱发度系数，从消费类最终需求来看可得如下结论：

1. **消费类最终需求变动一单位对生产诱发最大的行业包括食品饮料、电力及公用事业、农林牧渔、基础化工**，这与这些行业的生产特点和销售特点有关。食品饮料、农林牧渔等都是消费为导向的行业，这些部门的最终需求结构中，消费占比都远高于资本形成占比。
2. **消费变动对行业生产诱发程度逐渐提升的行业包括食品饮料、交通运输、汽车、医药、房地产、传媒等**。其中，食品饮料的排名由 2002、2007 年的第三名升至 2012、2017 年的第一名；交通运输、汽车、医药、房地产、传媒等行业的排名也在 2002-2017 年间逐渐上升，反映了我国正在发生的消费升级，消费支出中，生存型消费占比下降，即生活必需品占比逐渐下降，发展型和享受型消费占比上升，即人们更加愿意增加对医疗、高端消费品、媒体娱乐等方面的支出，追求更健康更有品质的生活。此外，电子商务的快速发展同时促进了商贸零售、交通运输（主要是物流）的生产，使得消费类需求对这两类行业的生产的诱发程度越来越强。
3. **消费变动对行业生产诱发程度逐渐下降的行业包括农林牧渔、机械、轻工制造、家电、纺织服装等行业**，这些现象与近些年我国发生的消费结构和消费模式变化有关，在消费升级的大背景下，生存型消费占比不断下降，导致消费类最终需求对这些行业的生产诱发度降低。
4. 消费一直是经济增长的“压舱石”，2019 年最终消费对经济增长的贡献率为 57.8%，消费作为经济增长主动力作用进一步巩固，而且最终消费支出中升级类商品和服务类消费支出占比进一步扩大，成为消费稳定增长的动力。参考发达国家的经验，可以预见未来我国消费仍将保持平稳增长，消费对经济增长的拉动作用将不断增强，而从消费对各行业的生产诱发度来看，未来长期看好食品饮料、医药、交通运输（主要是物流）、汽车等行业的配置价值。

图表26： 2002~2017 年各行业生产诱发度（消费）

	2002		2007		2012		2017	
	参数值	排序	参数值	排序	参数值	排序	参数值	排序
石油石化	0.08	12	0.14	5	0.15	5	0.08	11
煤炭	0.03	17	0.04	19	0.05	18	0.03	20
有色金属	0.03	21	0.06	15	0.05	16	0.04	19
电力及公用事业	0.24	2	0.28	1	0.25	2	0.23	2
钢铁	0.05	15	0.07	13	0.05	17	0.02	24
基础化工	0.16	4	0.20	4	0.17	4	0.13	4
建筑	0.02	25	0.01	26	0.01	27	0.00	27
建材	0.02	24	0.02	25	0.02	25	0.01	25
轻工制造	0.09	9	0.10	10	0.06	13	0.06	14
机械	0.10	8	0.12	6	0.09	11	0.08	10
电力设备及新能源	0.03	23	0.04	20	0.03	21	0.03	21
汽车	0.03	16	0.05	16	0.06	14	0.06	13
商贸零售	0.12	5	0.10	8	0.12	6	0.12	7
消费者服务	0.08	10	0.09	11	0.07	12	0.07	12
家电	0.03	22	0.03	22	0.02	24	0.01	26
纺织服装	0.10	7	0.12	7	0.11	8	0.09	9
医药	0.03	19	0.04	21	0.04	19	0.05	15
食品饮料	0.16	3	0.24	3	0.27	1	0.25	1
农林牧渔	0.29	1	0.25	2	0.25	3	0.21	3
银行	0.06	13	0.07	14	0.10	10	0.09	8
非银行金融	0.01	27	0.02	24	0.03	22	0.04	17
房地产	0.08	11	0.07	12	0.10	9	0.12	6
交通运输	0.10	6	0.10	9	0.11	7	0.13	5
电子	0.03	18	0.05	17	0.04	20	0.05	16
通信	0.05	14	0.05	18	0.05	15	0.04	18
计算机	0.03	20	0.02	23	0.02	23	0.02	22
传媒	0.02	26	0.01	27	0.01	26	0.02	23

资料来源：国家统计局，华泰证券研究所



从资本形成类最终需求对各行各业的生产诱发度来看可得如下结论：

1. **资本形成类最终需求变动一单位对生产诱发最大的行业为建筑、机械、基础化工、钢铁**，上述 4 个行业常年排名在前五位，均是典型的重资产工业部门，其产品多形成固定资产，最终需求结构中，资本形成占比较高。建筑和机械的资本形成类最终需求生产诱发度一直维持在前两名，从其数值来看，建筑有先减小后增大的趋势，机械为先增大后减小；钢铁和基础化工的生产诱发度排名也较为稳定，二者交替为第三、四名，数值同样有先增大后减小趋势。说明我国长期以来投资驱动型的发展模式较为突出，重资产行业结构维持在较为稳定的状态。
2. **资本形成类最终需求变动一单位对生产诱发度呈增长趋势的行业包括汽车、电子**。从年度间变化来看，电子、汽车的生产诱发度排名在 2002-2017 年不断上升，且其具体数值也在不断增大，从中或许可以反映出我国投资结构的优化，资本形成类最终需求对技术密集型行业的生产诱发度在不断提升。
3. **除上述行业外，资本形成类最终需求对大多数行业生产的生产诱发程度有下降趋势，典型如石油石化、煤炭、电力及公用事业**，这反映出投资对经济的拉动作用在减弱。自实行供给侧改革以来，去产能、调结构一直在推行，基础设施投资不再保持过去的高速增长；经济转型期与后金融危机时代，内需疲软，制造业投资和民间投资增速不断放缓，投资对经济增长的贡献率不断降低（由 2010 年的 63.4% 降至 2019 年的 31.2%），因而投资类最终需求对大多数行业的生产诱发度呈下降趋势。
4. **2019 年全年投资稳中趋缓，资本形成总额对 GDP 增长贡献率为 31.2%，比上年略降**。基础设施投资、民间投资和制造业投资增长乏力是投资增长趋缓的主要原因。随着国内供给侧改革的不断推进，投资结构的不断优化，预计未来国内投资总量上将保持稳中趋缓态势，结构上或许将会更加促进电子和汽车行业的生产。

图表 27： 2002~2017 年各行业生产诱发度（资本形成）

	2002		2007		2012		2017	
	参数值	排序	参数值	排序	参数值	排序	参数值	排序
石油石化	0.11	8	0.18	5	0.16	6	0.09	11
煤炭	0.04	18	0.07	16	0.07	17	0.05	20
有色金属	0.08	13	0.17	6	0.17	5	0.12	8
电力及公用事业	0.09	12	0.14	9	0.11	10	0.08	14
钢铁	0.23	4	0.33	3	0.29	3	0.16	4
基础化工	0.25	3	0.28	4	0.26	4	0.21	3
建筑	0.61	1	0.54	1	0.54	1	0.62	1
建材	0.07	14	0.16	7	0.15	8	0.14	5
轻工制造	0.10	10	0.11	12	0.08	16	0.07	16
机械	0.40	2	0.46	2	0.39	2	0.29	2
电力设备及新能源	0.07	15	0.12	11	0.10	12	0.08	15
汽车	0.10	9	0.14	8	0.15	7	0.13	6
商贸零售	0.13	5	0.08	14	0.10	11	0.13	7
消费者服务	0.03	23	0.03	23	0.02	23	0.03	22
家电	0.01	24	0.01	24	0.01	25	0.01	27
纺织服装	0.03	21	0.04	21	0.04	21	0.03	23
医药	0.01	26	0.01	25	0.01	24	0.02	24
食品饮料	0.03	22	0.05	17	0.06	19	0.05	19
农林牧渔	0.13	6	0.07	15	0.09	15	0.05	18
银行	0.04	19	0.05	20	0.09	13	0.09	12
非银行金融	0.01	25	0.01	26	0.01	26	0.01	26
房地产	0.03	20	0.04	22	0.06	20	0.06	17
交通运输	0.12	7	0.12	10	0.11	9	0.11	9
电子	0.06	17	0.09	13	0.09	14	0.09	10
通信	0.09	11	0.05	19	0.04	22	0.04	21
计算机	0.06	16	0.05	18	0.06	18	0.08	13
传媒	0.00	27	0.00	27	0.00	27	0.01	25

资料来源：国家统计局，华泰证券研究所

从净出口类最终需求对各行各业的生产诱发度来看可得如下结论：

1. **净出口类最终需求变动一单位对生产诱发度最大的行业为纺织服装、商贸零售、轻工制造部门**，上述行业大多为出口导向型行业，其产品多用于出口，最终需求结构中，出口占比较高。在 21 世纪初我国加工贸易发展较快的时期，上述行业均为进行加工贸易的主要行业。
2. **部分行业的净出口类最终需求生产诱发度系数为负值，如石油石化、煤炭、钢铁、电子等，说明这些行业的进口大于出口**，其中，能源类行业主要是因为我国从国外大量进口自然资源如石油、铁矿石等，电子等行业可能与来料加工需要大量进口国外中间产品（芯片、元器件）有关。
3. **净出口类生产诱发度排名逐渐上升的行业包括通信、机械、电力设备及新能源**。这些行业的生产诱发度排名在 2002-2017 年不断上升，且其具体数值也在不断增大，或许可以反映出我国高端制造业产品在国外市场占有率的扩大，我国出口产品正由劳动密集型逐渐向资本密集型转变，反映了国内产业升级改革的成效；
4. **净出口类生产诱发度逐渐下降的行业包括消费者服务、农林牧渔、食品饮料等行业**，其中消费者服务、食品饮料和农林牧渔的生产诱发度系数甚至由正转负（进口大于出口），也符合国内消费升级的大背景。
5. 2019 年货物和服务净出口对国内生产总值增长贡献率为 11%，虽然较上年有较大增长，但相比内需，外需对经济的支撑作用不稳定。在当前世界经济持续低迷，国际贸易增速放缓，同时中美贸易摩擦不断，特别是新冠疫情笼罩下外部环境不确定性增加的情况下，预计未来我国进出口增速不会有较明显的提升，拉动经济增长的作用不会很大。结构上或许更利好通信、机械、电力设备及新能源这类资本密集型和技术含量较高的高端制造行业。

图表28： 2002~2017 年各行业生产诱发度（净出口）

	2002		2007		2012		2017	
	参数值	排序	参数值	排序	参数值	排序	参数值	排序
石油石化	-0.50	25	-0.43	27	-2.26	27	-1.58	27
煤炭	0.01	16	0.04	17	-0.18	22	-0.16	19
有色金属	-0.21	22	-0.08	25	-0.79	26	-0.71	25
电力及公用事业	-0.01	17	0.07	14	-0.03	20	-0.04	16
钢铁	-0.55	26	0.03	18	-0.40	24	-0.33	24
基础化工	-0.33	23	0.19	8	0.12	11	-0.04	17
建筑	0.03	14	0.01	21	0.05	14	0.02	13
建材	-0.02	19	0.08	13	0.18	10	0.18	10
轻工制造	0.49	3	0.38	3	0.79	3	0.87	4
机械	-0.39	24	0.22	7	0.63	6	0.73	5
电力设备及新能源	0.04	13	0.14	10	0.47	7	0.61	7
汽车	-0.09	21	0.01	22	-0.19	23	-0.22	20
商贸零售	0.73	2	0.25	4	1.00	2	1.12	2
消费者服务	0.16	9	0.04	16	-0.01	18	-0.24	21
家电	0.38	4	0.19	9	0.19	9	0.22	9
纺织服装	1.57	1	1.07	1	1.77	1	1.92	1
医药	0.04	12	0.02	20	0.01	16	-0.08	18
食品饮料	0.20	8	0.10	12	-0.01	17	-0.27	23
农林牧渔	0.27	7	0.13	11	-0.05	21	-0.24	22
银行	0.06	11	0.06	15	0.09	12	0.05	12
非银行金融	-0.04	20	0.01	23	0.01	15	-0.01	15
房地产	0.02	15	0.02	19	0.07	13	0.11	11
交通运输	0.36	5	0.24	6	0.29	8	0.30	8
电子	-0.64	27	-0.15	26	-0.48	25	-0.75	26
通信	0.10	10	0.25	5	0.69	4	1.08	3
计算机	0.28	6	0.38	2	0.66	5	0.68	6
传媒	-0.01	18	0.00	24	-0.02	19	0.01	14

资料来源：国家统计局，华泰证券研究所

图表29：三大需求对 GDP 增长贡献率

指标	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年
最终消费支出对国内生产总值增长贡献率(%)	47.4	65.7	55.4	50.2	56.3	69	66.5	57.5	65.9	57.8
资本形成总额对国内生产总值增长贡献率(%)	63.4	41.1	42.1	53.1	45	22.6	45	37.7	41.5	31.2
货物和服务净出口对国内生产总值增长贡献率(%)	-10.8	-6.8	2.5	-3.3	-1.3	8.4	-11.6	4.8	-7.4	11

资料来源：国家统计局，华泰证券研究所

总结前文，通过梳理产业链的结构变迁，得到如下核心结论：

1. 电子行业是唯一一个在感应度系数和影响力系数上同时提升的行业，说明其作为下游行业对经济的拉动作用越来越强（比如消费电子产品的蓬勃发展），同时作为上游行业对经济的推动作用也越来越强（其他行业依赖芯片、元器件等核心原材料的投入），综合考虑日本、韩国等经济体的产业升级历程，我们认为电子行业未来有望成为新的国民经济主导型行业。
2. 消费一直是经济增长的“压舱石”，2019 年最终消费对经济增长的贡献率为 57.8%，消费作为经济增长主动力作用进一步巩固。参考发达国家的经验，可以预见未来我国消费仍将保持平稳增长，消费对经济增长的拉动作用将不断增强。而从结构上来看，我国正处于消费升级的转型过程中，生存型消费占比下降，即生活必需品占比逐渐下降，发展型和享受型消费占比上升，即人们更加愿意增加对医疗、高端消费品、媒体娱乐等方面的支出，追求更健康更有品质的生活，因此我们长期看好食品饮料、医药、传媒、交通运输（主要是物流）、汽车等行业的配置价值。
3. 投资在我国过去的经济发展中一直起着重要作用，然而近年来，资本形成类最终需求对大多数行业的生产诱发程度有下降趋势，这反映出投资对经济的拉动作用在逐步减弱。2019 年全年投资稳中趋缓，资本形成总额对 GDP 增长贡献率为 31.2%，比上年略降，基础设施投资、民间投资和制造业投资增长乏力是投资增长趋缓的主要原因。随着国内供给侧改革的不断推进，投资结构的不断优化，预计未来国内投资总量上将保持稳中趋缓态势，结构上我们更看好资产形成类生产诱发度逐年提升的电子和汽车行业。
4. 净出口是经济增长的 X 变量，相比于内需，外需对经济的支撑作用不稳定。在当前世界经济持续低迷，国际贸易增速放缓，同时中美贸易摩擦不断，特别是新冠疫情笼罩下外部环境不确定性增加的情况下，预计未来我国进出口增速不会有较明显的提升，拉动经济增长的作用不会很大。结构上或许更利好通信、机械、电力设备及新能源这类资本密集型和技术含量较高的高端制造行业，这些行业已经逐步成长为我国的出口支柱型行业。

## 基于区域间投入产出表的全球价值链分析

### 区域间投入产出表介绍

区域间投入产出表是利用地区间商品和劳务流动，将各地区投入产出表联接而成的表格。区域间投入产出表系统、全面地反映了各个地区各个产业之间的经济联系，并对各个地区间商品和劳务流动进行了描述，是进行地区之间产业结构和技术差异比较、分析地区间产业相互联系与影响、资源在地区间的合理配置、地区经济发展对其它地区经济的带动作用 and 溢出、反馈效应等研究的重要基础工具。

与单国投入产出表类似，区域间投入产出表也分三个象限，第一象限为中间使用矩阵，包括地区内部中间使用和地区间中间使用流量；第二象限为最终使用矩阵，包括地区内部最终使用和地区间最终使用流量；第三象限为最初投入矩阵，反映各经济体各部门的增加值。

下表以三国家三部门区域间投入产出表为例，阐述其解读方法：

1. 水平方向来看，它反映了各地区各部门产品的去向，即产出情况，包括中间需求和最终需求（也称为中间使用和最终使用）。其中，中间使用是指某经济体某部门产品作为中间品进入各经济体中各产业的生产过程中，被完全地消耗掉；最终使用是指产品作为最终品进入各经济体生产活动以外的领域，如消费、资本形成以及出口等。比如第一行最后一列的单元格表示中国 1 部门总产出为 385 万美元，其中有 50 万美元产出用于美国 3 部门的中间生产，有 40 万美元产出用于满足其他国家最终需求，其他单元格含义以此类推。
2. 垂直方向来看，它反映了各地区各部门产品的投入情况，包括中间投入和最初投入。其中，中间投入是在生产过程中被完整消耗的中间品，这些中间品的价值全部进入消耗该中间品的部门的产出价值中；最初投入是指某经济体某部门在生产过程中投入的初级要素，它在生产过程中只是被部分地消耗，其价值是部分地、以折旧等方式进入消耗该产品的部门的产出价值中，这种投入可以是资本品也可以是劳动力，对应着经济学中的增加值，因此也被称作增加值投入。比如第一列最后一个单元格表示中国 1 部门的总投入为 385 万美元，其中有 60 万美元来自其他国家 3 部门，有 75 万美元属于最初投入，其他单元格含义依此类推。

图表30：世界投入产出表示例（单位：万美元）

				中间使用									最终使用						总产出
				中国			美国			其他国家			中国		美国		其他国家		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	消费	投资	消费	投资	消费	投资	
投入	中间投入	中国	1	30	20	45	15	35	50	45	40	30	20		15		40		385
			2	30	15	50	10	40	30	50	25	55	10		20		25		360
			3	25	30	40	30	10	45	30	50	20	15		30		45		370
		美国	1	15	35	30	50	20	40	35	40	25	30		20		20		360
			2	20	25	25	45	30	30	55	45	40	10		25		30		380
			3	45	45	20	30	25	55	75	55	50	20		15		40		475
		其他国家	1	55	30	35	45	65	50	50	60	60	20		15		40		525
			2	30	35	45	15	55	55	65	45	60	20		15		40		480
			3	60	40	25	45	40	50	50	40	30	20		15		40		455
	最初投入			75	85	55	75	60	70	70	80	85							
	总投入			385	360	370	360	380	475	525	480	455							

第1象限      第2象限      第3象限

资料来源：华泰证券研究所

## 区域间投入产出表相关指标

由区域间投入产出表行向可得等式：

$$Z_{11}^{cc} + Z_{12}^{cc} + Z_{13}^{cc} + Z_{11}^{ca} + Z_{12}^{ca} + Z_{13}^{ca} + Z_{11}^{co} + Z_{12}^{co} + Z_{13}^{co} + f_1^{cc} + f_1^{ca} + f_1^{co} = x_1^c$$

上述公式中上标的含义为国家（经济体），c 为中国，a 为美国，o 为其他国家；公式中下标的含义为部门。 $x_1^c$  为中国 1 部门总产出， $Z_{12}^{ca}$  为中国 1 部门投入到美国 2 部门的产品价值， $f_1^{co}$  为中国 1 部门产品成为其他国家最终需求的部分。

由区域间投入产出表列向可得等式：

$$Z_{11}^{cc} + Z_{21}^{cc} + Z_{31}^{cc} + Z_{11}^{ac} + Z_{21}^{ac} + Z_{31}^{ac} + Z_{11}^{oc} + Z_{21}^{oc} + Z_{31}^{oc} + v_1^c = x_1^c$$

$x_1^c$  为中国 1 部门总投入， $v_1^c$  为中国 1 部门最初投入。

与单国投入产出表类似，区域间投入产出表也可以计算直接消耗系数和列昂惕夫逆矩阵，地区内直接消耗系数计算公式为

$$a_{ij}^{rr} = \frac{Z_{ij}^{rr}}{X_j^r}$$

其中下标  $ij$  为部门，上标  $r$  为地区，地区间直接消耗系数计算公式为

$$a_{ij}^{rs} = \frac{Z_{ij}^{rs}}{X_j^s}$$

同理，下标  $ij$  为部门，上标  $rs$  为地区。

将直接消耗系数矩阵记为  $A$ ， $A$  可以进一步表示为分块矩阵形式：

$$A = \begin{bmatrix} A_{cc} & A_{ca} & A_{co} \\ A_{ac} & A_{aa} & A_{ao} \\ A_{oc} & A_{oa} & A_{oo} \end{bmatrix}$$

其中， $A_{ac}$  表示中国各部门单位产出所需中间投入有多少来自美国。

列昂惕夫逆矩阵为：

$$B = (I - A)^{-1}$$

同样可以表示为分块矩阵形式

$$B = \begin{bmatrix} B_{cc} & B_{ca} & B_{co} \\ B_{ac} & B_{aa} & B_{ao} \\ B_{oc} & B_{oa} & B_{oo} \end{bmatrix}$$

其中， $B_{ac}$  表示中国各经济部门单位产出所需要的美国各经济部门的完整投入量，其中既包含美国流向中国的直接产出，也包含美国流经其他地区加工后进入中国各经济部门的产出。

增加值系数计算公式为：

$$av_j^r = \frac{v_j^r}{X_j^r}$$

各经济体各部门共同组成增加值系数向量：

$$V = [V_c \ V_a \ V_o]$$



### 区分来源的增加值占比矩阵

利用区域间投入产出表，可以计算出区分来源的增加值占比矩阵 VAS (Value Added Share):

$$VAS = \hat{V}B = V(I - A)^{-1} = \begin{bmatrix} V_c B_{cc} & V_c B_{ca} & V_c B_{co} \\ V_a B_{ac} & V_a B_{aa} & V_a B_{ao} \\ V_o B_{oc} & V_o B_{oa} & V_o B_{oo} \end{bmatrix}$$

其中， $V_c B_{cc}$  的元素表示中国生产的某部门产品中来自本国的增加值比重， $V_o B_{oa}$  的元素表示美国生产的某部门产品中来自其他国家的增加值比重。由于一个产品蕴含的增加值只有两个来源——国内和国外，因此 VAS 矩阵每一列元素按列向求和都为 1，即：

$$V_c B_{cc} + V_a B_{ac} + V_o B_{oc} = 1$$

### 区分来源的出口蕴含增加值占比

VAS 矩阵包含了在部门层面上区分一国产品中本国和进口增加值占比的所有信息，更进一步我们可以利用 VAS 计算出一国某部门出口产品中本国和进口增加值占比，其公式如下：

$$VASE = \hat{V}B\hat{E} = \begin{bmatrix} V_c B_{cc} E_c & V_c B_{ca} E_a & V_c B_{co} E_o \\ V_a B_{ac} E_c & V_a B_{aa} E_a & V_a B_{ao} E_o \\ V_o B_{oc} E_c & V_o B_{oa} E_a & V_o B_{oo} E_o \end{bmatrix}$$

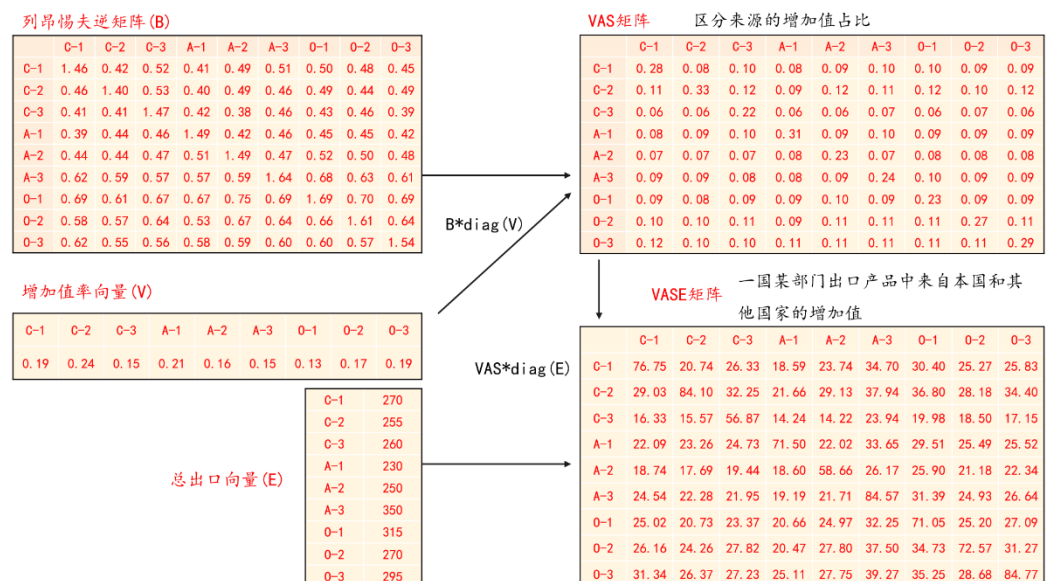
$E$  为各经济体各部门出口，包括中间品出口和最终品出口，以中国 1 部门出口为例，其计算公式为

$$E_1^c = 15 + 35 + 50 + 45 + 40 + 30 + 15 + 40 = 270$$

前 6 项为中国 1 部门对美国和其他国家中间品出口，后 2 项为中国 1 部门对美国和其他国家最终品出口。

VASE 矩阵中的每一个元素表示某经济体某部门出口产品中包含的来自某经济体某部门的增加值。如下图，VASE 矩阵第 2 行第 4 列的元素 21.66 表示美国的 1 部门出口中包含的来自中国 2 部门的增加值，第 4 行第 5 列元素表示美国的 2 部门出口中包含的来自美国 1 部门的增加值

图表 31： VASE 矩阵计算示例



资料来源：华泰证券研究所

VASE的对角线分块矩阵 ( $V_c B_{cc} E_c$ ,  $V_a B_{aa} E_a$ ,  $V_o B_{oo} E_o$ ) 表示各国出口中包含的本国增加值, 记为 DV (Domestic Value added); 非对角线分块矩阵表示各国出口中包含的国外增加值, 记为 FV (Foreign Value added), 如  $V_a B_{ac} E_c$  表示中国总出口中包含的美国增加值, 以公式表示如下:

$$DV_{ir} = \widehat{V}_r * B_{rr} * \widehat{E}_{r*}$$

$$FV_{ir} = \sum_{s \neq r} \widehat{V}_s * B_{sr} * \widehat{E}_{r*}$$

其中, DV 为 VASE 矩阵对角线矩阵元素列向求和, FV 为非对角线矩阵元素列向求和。

由于VAS矩阵的每一列求和都为 1, 因此出口国内增加值与出口国外增加值之和为总出口:

$$FV_{ir} + DV_{ir} = E_{ir}$$

因此可计算总出口中包含的国内增加值占比:

$$\frac{DV_{ir}}{E_{ir}}$$

其具体含义为出口对国内增加值的贡献率, 一定程度上可以反映一国出口产品的自主程度, 出口包含国内增加值越大, 说明自给自足率越高, 对外依存度越低。

此外, Koopman (2010) 的文章还定义了一种新的增加值来源, 即出口中包含的间接增加值, 记为 IV (Indirect Value added), 其含义为包含在第三国出口中的本国增加值, 例如,  $V_c B_{ca} E_a$  表示美国总出口中包含的中国增加值, 其产生的渠道为中国的产品以中间品出口的形式出口到美国, 投入美国的下一阶段生产, 生产出来的产品被美国继续出口到各个国家, 这部分由中国创造的增加值即为中国出口中包含的间接增加值。其计算公式如下:

$$IV_{ir} = \sum_{s \neq r} \widehat{V}_r * B_{rs} * \widehat{E}_s$$

即为VASE矩阵中非对角线矩阵元素的行向求和。

如下图所示, 以中国 1 部门 (c-1) 为例, 其出口中包含的国内增加值为 122.12 万美元, 包含的国外增加值为 147.88 万美元, 两者之和也就是该部门的总出口值 270 万美元; 而该部门出口到国外的产值中, 又有 158.84 万美元的产出被用于第三国中间生产后进一步出口给其他经济体。

**图表32: IV、FV、DV 计算示例**

VASE 矩阵

	C-1	C-2	C-3	A-1	A-2	A-3	O-1	O-2	O-3
C-1	76.75	20.74	26.33	18.59	23.74	34.70	30.40	25.27	25.83
C-2	29.03	84.10	32.25	21.66	29.13	37.94	36.80	28.18	34.40
C-3	16.33	15.57	56.87	14.24	14.22	23.94	19.98	18.50	17.15
A-1	22.09	23.26	24.73	71.50	22.02	33.65	29.51	25.49	25.52
A-2	18.74	17.69	19.44	18.60	58.66	26.17	25.90	21.18	22.34
A-3	24.54	22.28	21.95	19.19	21.71	84.57	31.39	24.93	26.64
O-1	25.02	20.73	23.37	20.66	24.97	32.25	71.05	25.20	27.09
O-2	26.16	24.26	27.82	20.47	27.80	37.50	34.73	72.57	31.27
O-3	31.34	26.37	27.23	25.11	27.75	39.27	35.25	28.68	84.77

包含在第三国出口中的本国增加值 (IV): 非对角线元素行向求和

	IV	FV	DV
C-1	158.54	147.88	122.12
C-2	188.11	134.59	120.41
C-3	108.04	144.55	115.45
A-1	150.59	120.72	109.28
A-2	125.29	147.61	102.39
A-3	151.73	205.61	144.39
O-1	146.99	173.98	141.02
O-2	164.01	143.56	126.44
O-3	177.06	151.87	143.13

出口中包含的国外增加值 (FV): 非对角线元素列向求和

出口蕴含国内增加值 (DV): 对角线矩阵元素列向求和

资料来源: 华泰证券研究所

## 应用 1：各行业在全球价值链中的地位变迁

### 全球价值链地位指数与全球价值链参与度介绍

Koopman (2010) 等提出了测算一国某产业在 GVC (Global Value Chain) 所处国际分工地位的具体指标——“GVC 地位指数”。该指数是用一国某产业“中间品”出口额（用于他国生产和出口“最终产品”），与该国的“中间品”进口额（用于本国生产和出口“最终产品”）进行比较，得到一国某产业在全球价值链中所处的地位，其公式为：

$$GVCposition_{ir} = \ln \left( 1 + \frac{IV_{ir}}{E_{ir}} \right) - \ln \left( 1 + \frac{FV_{ir}}{E_{ir}} \right)$$

其中， $GVCposition_{ir}$  代表  $r$  国  $i$  产业在 GVC 国际分工中的地位； $IV_{ir}$  表示  $r$  国  $i$  产业间接增加出口，即  $r$  国  $i$  产业向其他国家出口的中间品贸易额中，有多少经过加工后又出口给第三国； $FV_{ir}$  则表示  $r$  国  $i$  产业出口最终产品中包含的国外进口的中间品价值； $E_{ir}$  表示  $r$  国  $i$  产业的出口额。显然，如果一国某产业的出口中依赖的国外进口中间品的价值越小，而出口贸易额中被其他国家二次加工后再出口给第三国的比例越大，则说明该产业在全球价值链中的地位越高，直观含义是该部门对外依存度低，而外界对该部门依存度高。

Koopman 等认为，如果一国处于某产业 GVC 的“上游”环节（主要包括创意、研发、设计、品牌、零部件生产供应等“任务和活动”），它会通过向其他国家提供中间品参与 GVC 生产。对于这样的国家，其间接价值增加值（ $IV_{ir}$ ）占总出口（ $E_{ir}$ ）的比例，就会高于国外价值增加值（ $FV_{ir}$ ）占总出口（ $E_{ir}$ ）的比例；相反，如果一国处于某产业 GVC 的“下游”（主要指最终产品的组装）环节，就会使用大量来自别国的中间品来生产最终产品，此时  $IV_{ir}$  会小于  $FV_{ir}$ 。因此， $GVCposition_{ir}$  数值越大，表明一国某产业在 GVC 上所处的国际分工地位就越高，反之亦然。

由于 GVC 地位指数是一个比例类型的指标，忽略了一国的经济体量和经济活跃度，因此仅考虑 GVC 地位指数是不够的，还需参考 GVC 参与度，举例来说，日本和墨西哥的非加工贸易的电气设备制造业的 GVC 地位指数显示二者都位于全球价值链的上游，但是比较二者的 GVC 参与度指数可以发现日本的电气设备制造业参与度高于墨西哥的电气设备制造业参与度，说明日本的电气设备制造业更多的参与到全球价值链中，因此更能印证其位于全球价值链上游的地位。GVC 参与度指数的公式如下：

$$GVCparticipation_{ir} = \frac{IV_{ir}}{E_{ir}} + \frac{FV_{ir}}{E_{ir}}$$

图表33：GVC 地位指数与 GVC 参与度指数

	IV	FV	DV		GVCposition	GVCparticipation
C-1	158.54	147.88	122.12	全球价值链地位指数 (GVCposition): 一国某产业在全球价值链上所处位置， 其值越大，则越位于上游位置。 $GVCposition_{ir} = \ln \left( 1 + \frac{IV_{ir}}{E_{ir}} \right) - \ln \left( 1 + \frac{FV_{ir}}{E_{ir}} \right)$ $GVCparticipation_{ir} = \frac{IV_{ir}}{E_{ir}} + \frac{FV_{ir}}{E_{ir}}$ 全球价值链参与度指数 (GVCparticipation): 一国某产业在 全球价值链上的参与程度，其值越大， 则参与度越高。	0.03	1.13
C-2	188.11	134.59	120.41		0.13	1.27
C-3	108.04	144.55	115.45		-0.09	0.97
A-1	150.59	120.72	109.28		0.08	1.18
A-2	125.29	147.61	102.39		-0.06	1.09
A-3	151.73	205.61	144.39		-0.10	1.02
O-1	146.99	173.98	141.02		-0.06	1.02
O-2	164.01	143.56	126.44		0.05	1.14
O-3	177.06	151.87	143.13		0.05	1.12

资料来源：华泰证券研究所

### 各行业全球价值链中的地位变迁实证分析

本节将基于 OECD 发布的 2005-2015 年世界投入产出表（Inter-Country Input-Output Tables）来分析我国各部门的全球价值链中的地位变迁，并梳理相应投资机会。在 OECD 发布的全球投入产出表中共包括了 69 个经济体和 36 个部门，鉴于服务业和非服务业生产形式上的差异，我们在进行分析时，只考虑非服务行业（加工制造部门）内部比较。此外，考虑到地区间投入产出表的经济部门划分已经相对宽泛，本节分析中并没有将其映射到相应行业研究对象，而是直接基于原始数据进行分析。

首先考察我国各部门出口国内增加值占比，也即特定部门出口产值中包含的国内增加值的比例，它一定程度上刻画了该部门的自给自足率，其值越大，对外依存度越低。从与美国的比较来看：

1. 我国低端制造业和初级产品部门的出口国内增加值占比较高。其中，食品、饮料和烟草、纺织服装业、农林渔业等劳动密集型行业，其出口国内增加值占比高于美国同行业，说明这些行业所需的中间投入品多来自国内生产，自给自足率较高。
2. 我国高端制造业的出口国内增加值占比普遍低于美国。其中，计算机、电子和光学产品制造业、化学品和药品制造业、电气设备制造业等技术密集型行业所需的中间投入品更加依赖国外进口，对外依存度较高。这些高端制造业部门对技术水平要求较高，当前我国尚未完全掌握或引领这些行业上游核心技术（比如芯片、发动机），在国际竞争中处于相对劣势。
3. 从发展趋势上来看，虽然目前我国高端制造业与美国存在较大差距，但是各行业的差距正在逐年缩小，发展势头向好。其中，电气设备、化学品和药品、计算机、电子和光学产品的出口国内增加值占比都在逐年提升，与美国同行业相比也在快速追赶，差距逐渐缩小；而机械设备行业的出口国内增加值占比已经高于美国，体现出我国近年来在经济结构转型中获得的实质进步。在当前中美脱钩论日渐受到关注的背景下，我国高端制造业无论是被中美脱钩或发达国家贸易制裁倒逼来自主寻求创新，还是由国家政策扶植支持创新，其发展前景都值得我们关注。另一方面，中美高端制造业之间的差距在某种程度上可以视为我国高端制造业未来仍可提升的空间，行业源头的技术进步将改变当前我国高端制造业依赖国外技术的局面，打破其他国家在产业领域内的技术垄断，国产中间投入品将逐步替代进口中间投入品，从而促进这类行业的出口国内增加值占比提高，因而长期来看这些行业也具备较高的配置价值。

图表34： 中国与美国各行业出口增加值占比

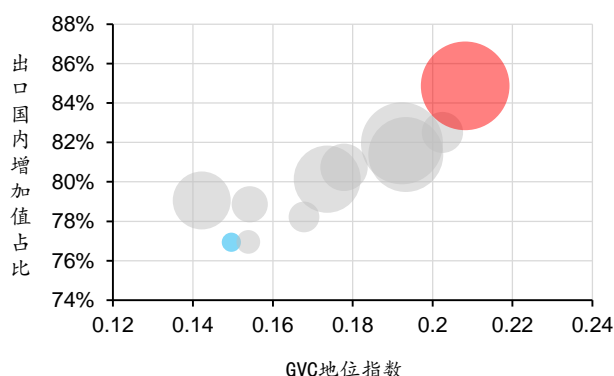
	中国-2005	中国-2010	中国-2015	美国-2005	美国-2010	美国-2015	差值-2005	差值-2010	差值-2015
农林渔业	93.77%	94.45%	93.68%	90.82%	90.06%	91.24%	2.95%	4.38%	2.44%
能源产品的开采	90.07%	92.57%	91.34%	87.16%	93.77%	97.14%	2.91%	-1.20%	-5.80%
非能源产品的开采和采石	85.82%	88.22%	88.63%	92.30%	95.90%	95.99%	-6.48%	-7.68%	-7.36%
采矿支持服务活动	87.25%	89.65%	88.47%	92.54%	97.65%	95.32%	-5.29%	-8.00%	-6.85%
食品、饮料和烟草	90.80%	91.74%	92.40%	89.67%	89.31%	89.87%	1.12%	2.43%	2.53%
纺织服装	83.57%	88.29%	89.99%	84.87%	85.59%	84.16%	-1.31%	2.70%	5.83%
木材及木塞制品	81.41%	85.58%	86.36%	85.77%	86.86%	86.46%	-4.36%	-1.29%	-0.10%
纸制品和印刷	81.47%	86.02%	88.33%	87.88%	87.64%	87.45%	-6.40%	-1.61%	0.88%
焦炭和精炼石油产品	69.43%	67.77%	71.77%	64.37%	58.72%	74.13%	5.06%	9.04%	-2.36%
化学品和药品	76.94%	80.75%	84.87%	85.36%	87.37%	89.86%	-8.42%	-6.62%	-4.98%
橡塑制品	75.85%	80.77%	84.64%	85.19%	85.57%	85.72%	-9.35%	-4.81%	-1.08%
其他非金属矿产品	83.20%	85.87%	88.55%	89.81%	89.09%	89.95%	-6.60%	-3.22%	-1.40%
基本金属	77.19%	75.56%	82.64%	82.52%	80.51%	83.22%	-5.33%	-4.95%	-0.57%
金属制品	76.69%	79.96%	85.31%	85.92%	84.28%	84.57%	-9.23%	-4.32%	0.75%
计算机、电子、光学产品	68.16%	73.04%	74.42%	87.42%	91.52%	92.18%	-19.25%	-18.48%	-17.76%
电气设备	73.37%	77.02%	82.35%	83.27%	84.42%	83.46%	-9.91%	-7.40%	-1.11%
机械设备	76.00%	80.91%	84.61%	82.25%	81.65%	81.59%	-6.25%	-0.74%	3.03%
机动车辆、拖车和半拖车	78.58%	80.77%	83.77%	76.05%	73.93%	76.33%	2.52%	6.85%	7.44%
其他运输设备	76.40%	80.23%	81.60%	86.58%	86.38%	84.82%	-10.18%	-6.15%	-3.22%

资料来源：OECD，华泰证券研究所

接下来考察各行业在全球价值链中的地位变化情况。我们以全球价值链地位指数为横轴，以出口国内增加值占比为纵轴，做出各行业的全球价值链地位指数变化气泡图（气泡半径越大，意味着年份越近，其中起始点 2005 年和终止点 2015 年已经高亮标注），同时辅以 GVC 参与度进行判断，来探究各行业在全球价值链中的地位变迁。结果表明，几乎所有行业的出口国内增加值占比都在震荡攀升，说明我国制造业整体自给自足率是不断提升的，而 GVC 地位指数和 GVC 参与度则有所分化，据此可以将各行业大体分为三类：

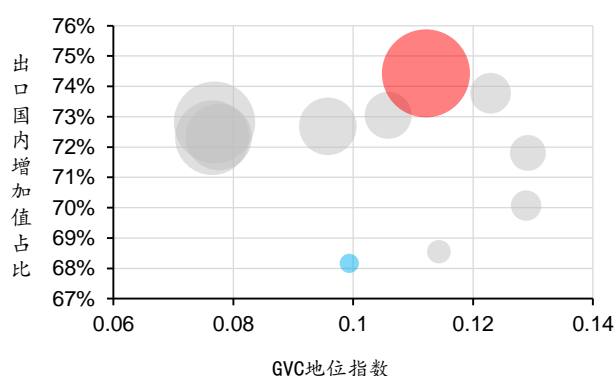
1. 第一类行业的 GVC 地位指数呈现出上升趋势，且其 GVC 参与度指数较高，包括化学产品和药品制造业和计算机、电子、和光学产品制造业。GVC 地位指数的提升意味着提供的高技术附加值产品和服务稳步增加，而较高的 GVC 参与度则意味着该行业融入全球价值链的程度较高，其 GVC 地位指数更贴近其在全球价值链中的真实位置。长期来看，这类行业的配置价值最值得关注。
2. 第二类行业的 GVC 地位指数虽呈现出上升趋势，但数值仍然偏低，且 GVC 参与度也较小，说明该行业生产与全球价值链的关联程度较低，更多的依靠本国内部生产，主要包括电气设备制造业、机械设备制造业、金属制品业、食品饮料和烟草制造业。长期来看，这类行业在全球化生产的大背景下也存在较大的发展空间，比如电气设备制造业的 GVC 地位指数由之前的负值变为正值，由依靠进口中间投入品为主转变为对外出口中间投入品为主，虽然其绝对数值仍然较低，但也反映出其在全球价值链上的地位逐渐向上游靠近；同样地，机械设备制造业的全球价值链地位指数虽一直为负值，但在近些年也逐渐向 0 靠近，并有成为正值的趋势，具有较好的发展前景。
3. 第三类行业的 GVC 地位指数为下降趋势，说明这类行业的产业结构在逐渐发生变化，其生产过程中的进口投入品增加，全球价值链地位有所下降，包括其他非金属矿产品、橡塑制品、纸制品和印刷业，多集中在低端制造业部门。

图表35： 化学产品和药品 GVC 地位指数变化（第一类代表）



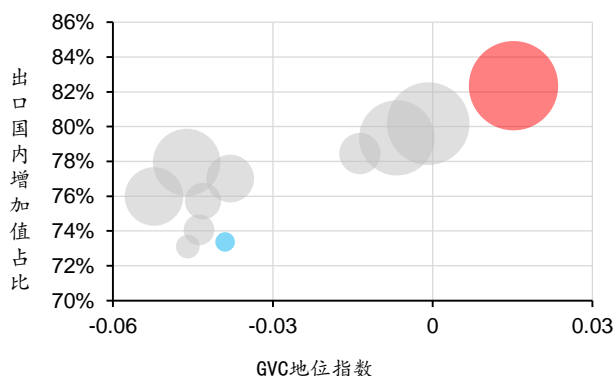
资料来源：OECD，华泰证券研究所

图表36： 计算机、电子和光学产品 GVC 地位指数变化（第一类代表）



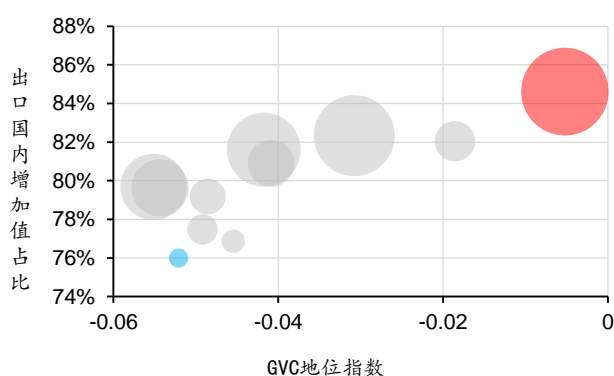
资料来源：OECD，华泰证券研究所

图表37： 电气设备 GVC 地位指数变化（第二类代表）



资料来源：OECD，华泰证券研究所

图表38： 机械设备 GVC 地位指数变化（第二类代表）



资料来源：OECD，华泰证券研究所



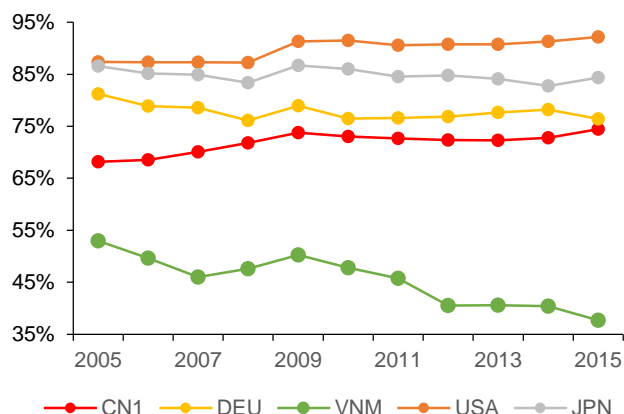
图表39： 各行业 GVC 地位指数、GVC 参与度、出口国内增加值占比

	出口国内增加值占比			GVC 地位指数			GVC 参与度		
	2005	2010	2015	2005	2010	2015	2005	2010	2015
农林渔业	93.77%	94.45%	93.68%	0.74	0.76	0.82	1.28	1.32	1.47
食品饮料	90.80%	91.74%	92.40%	0.08	0.12	0.15	0.28	0.31	0.33
能源产品	90.07%	92.57%	91.34%	1.03	1.61	1.65	2.17	4.47	4.74
纺织服装	83.57%	88.29%	89.99%	-0.01	0.03	0.04	0.32	0.27	0.24
非能源产品	85.82%	88.22%	88.63%	0.91	1.33	1.32	1.99	3.33	3.27
非金属矿	83.20%	85.87%	88.55%	0.09	0.11	0.07	0.44	0.41	0.31
采矿服务	87.25%	89.65%	88.47%	2.19	2.60	2.26	9.25	14.03	9.76
纸制印刷	81.47%	86.02%	88.33%	0.49	0.50	0.41	1.12	1.03	0.79
木材产品	81.41%	85.58%	86.36%	-0.01	0.06	0.03	0.36	0.36	0.31
金属制品	76.69%	79.96%	85.31%	-0.03	0.00	0.02	0.44	0.40	0.32
化学品和药品	76.94%	80.75%	84.87%	0.15	0.18	0.21	0.66	0.62	0.57
橡塑制品	75.85%	80.77%	84.64%	0.15	0.19	0.13	0.69	0.64	0.47
机械设备	76.00%	80.91%	84.61%	-0.05	-0.04	-0.01	0.42	0.33	0.30
机动车辆	78.58%	80.77%	83.77%	0.00	-0.08	-0.04	0.43	0.29	0.28
基本金属	77.19%	75.56%	82.64%	0.14	0.11	0.15	0.64	0.64	0.53
电气设备	73.37%	77.02%	82.35%	-0.04	-0.04	0.02	0.48	0.41	0.37
其他运输设备	76.40%	80.23%	81.60%	0.05	-0.03	0.00	0.54	0.36	0.37
计算机、电子、光学产品	68.16%	73.04%	74.42%	0.10	0.11	0.11	0.77	0.68	0.66
焦炭精炼石油	69.43%	67.77%	71.77%	0.35	0.52	0.70	1.16	1.55	1.88

资料来源：OECD，华泰证券研究所

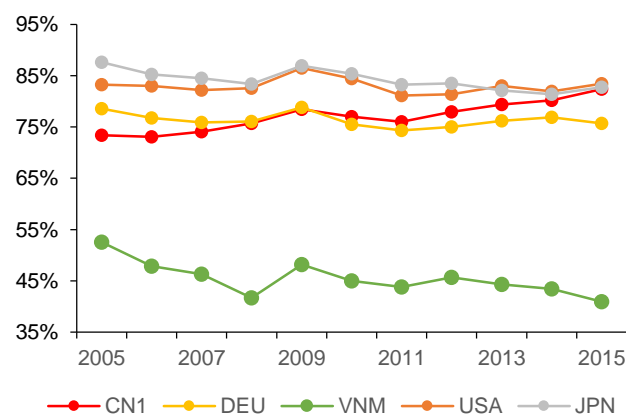
需要说明的是，虽然从我国各行业来看，出口国内增加值占比都呈现出波动上升的走势，但这在全球各国中并非普遍存在的现象。我们以中国、美国、日本、德国、越南五个典型经济体为例，考察其计算机、电子和光学产品制造业以及电气设备制造业的出口国内增加值占比走势，结果表明：1、越南的两个行业的出口国内增加值占比都在下降，其可能原因为发达国家近年来逐渐将制造业中低盈利能力的生产环节转移到劳动力成本较低的越南，使越南的生产活动对进口中间投入品的需求增大；2、日本的两个行业的出口国内增加值占比在 2009-2014 年间都呈下降趋势，其可能原因包括两方面，一方面日本对外直接投资由来已久，通过对外直接投资将日本国内制造业的部分生产环节转移至海外，造成本国产业链缺失，对进口投入品依赖增大；另一方面日本自然资源较为缺乏，没有条件发展完整产业链。与这些国家相比，国内大部分行业的出口国内增加值占比增大可能与我国产业链发展日益完备有关，各个行业的生产所需的中间投入品大多可以直接从国内获得，对进口投入品的依赖下降，使得产业链中的产生的利润大部分留在国内，特别是此次新冠疫情疫情期间我国在生产医疗器械等产品时展现了完整产业链的优势，在当前逆全球化逐渐流行和各国之间贸易摩擦日益加剧的背景下，完整产业链将为我国经济发展和企业生存提供有力的保障。

图表40： 各国计算机、电子、光学产品出口国内增加值占比走势



资料来源：OECD，华泰证券研究所

图表41： 各国电气设备制造业出口国内增加值占比走势



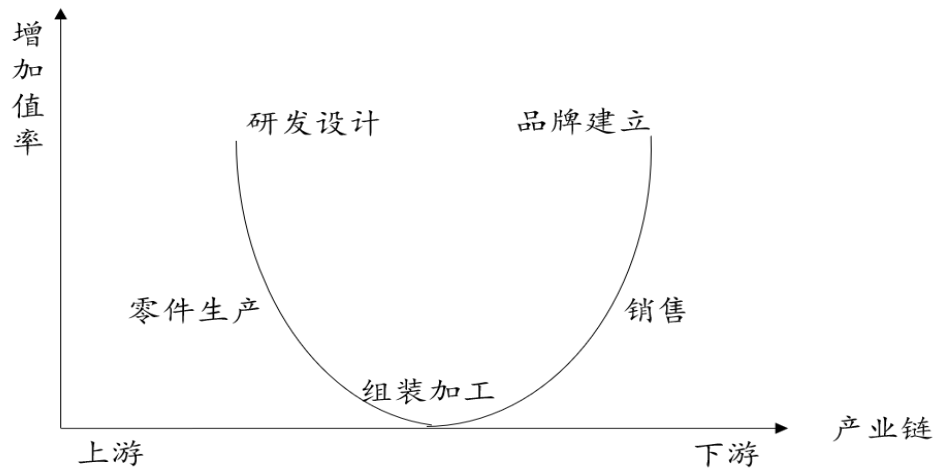
资料来源：OECD，华泰证券研究所

## 应用 2：我国制造业转型升级路径分析

### 产业升级理论介绍

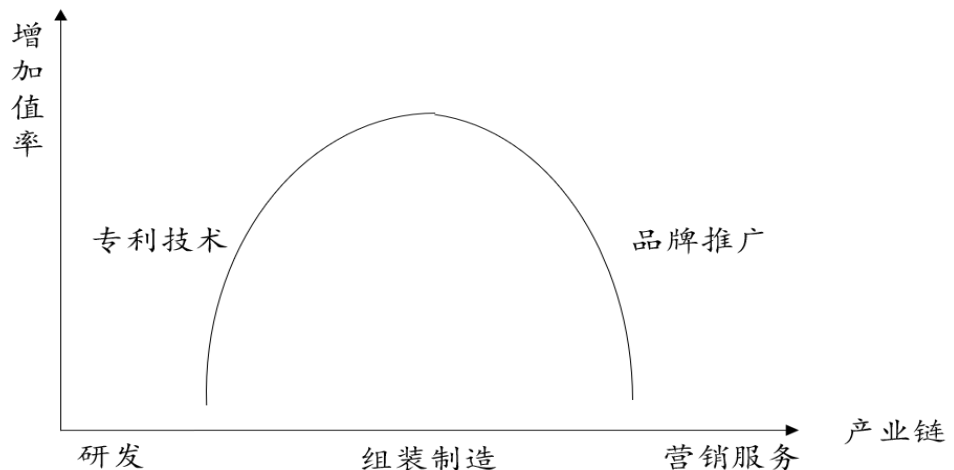
有关制造业转型升级的方向，学界和业界有许多讨论，较有代表性的是微笑曲线和武藏曲线理论。微笑曲线由宏基集团创办人施振荣在 1992 年提出，它是一条两端朝上的 U 型曲线，横轴从左至右分别代表产业链的上中下游，左边为研发设计等阶段，是全球性的竞争，中间为制造或组装，右边为营销，主要是当地性的竞争；纵轴为增加值率。微笑曲线的含义为：在产业链中，附加值更多体现在设计和销售两端，处于中间环节的制造附加值最低。武藏曲线是 2004 年日本索尼中村研究所所长中村末广提出的，他认为当制造环节对企业的价值贡献更为突出，且具有垄断性优势时，**组装、制造阶段的流程有较高的利润，而零件、材料以及销售、服务的利润反而较低**，技术的发展使制造过程实现规模化生产，从而实现价值最大化。武藏曲线与微笑曲线虽然形态上完全相反，但二者并非对立，二者存在差异的主要原因是在不同的产业发展阶段，利润会在不同的环节被激发出来。

图表42：微笑曲线示例



资料来源：华泰证券研究所

图表43：武藏曲线示例



资料来源：华泰证券研究所

微笑曲线和武藏曲线理论展示了两种产业发展模式，也揭示了产业升级的两种路径。近年来，随着我国经济由高速增长向高质量发展转变，制造业转型升级面临内部挑战与外部环境改变的双重压力，同时也引发了微笑曲线和武藏曲线谁能助力中国制造业转型升级的讨论，后文中我们将介绍两种曲线的刻画方式，并以中、美、日为代表展开相关讨论。

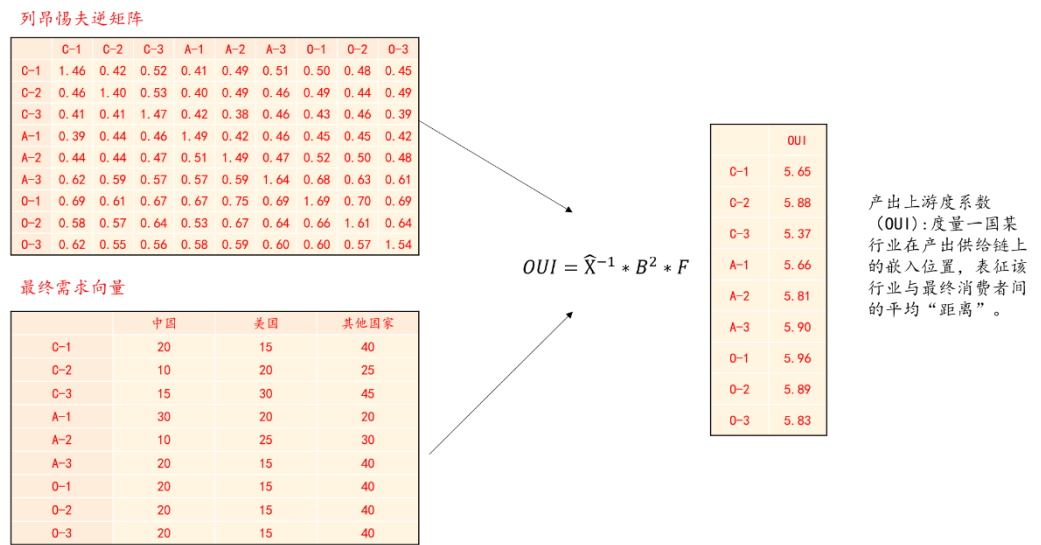
### 产出上游度指数和投入下游度指数介绍

潘文卿等（2016）从产出供给链和投入需求链角度提出测算一国某产业在 GVC 所处位置的指标——产出上游度指数和投入下游度指数。产出上游度指数（OUI）度量了一国某行业在产出供给链上的嵌入位置，表征该行业与最终消费者间的平均“距离”，也反映了该行业在中间产品供给关联上的强度大小和复杂程度。该指数越大，该行业在产出供给链上越处于上游位置，距离最终消费者越远，与其他行业间的中间产品供给的关联程度越强、方式越复杂。其公式为：

$$OUI = \hat{X}^{-1} * (F + 2AF + 3A^2F + \dots) = \hat{X}^{-1} * B^2 * F$$

其中， $\hat{X}$ 为以总产出为对角线元素的对角矩阵， $A$ 为直接消耗系数矩阵， $B$ 为列昂惕夫逆矩阵， $F$ 为最终需求向量。

图表44：产出上游度计算示例



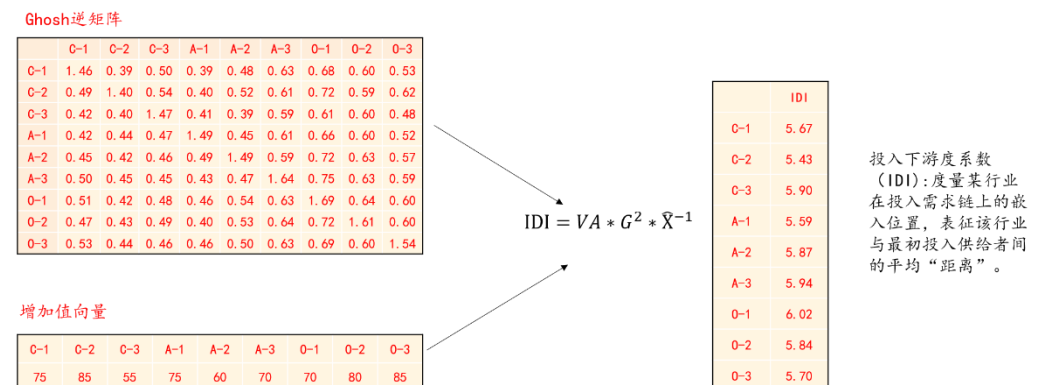
资料来源：华泰证券研究所

投入下游度指数 (IDI) 度量了某行业在投入需求链上的嵌入位置，表征该行业与最初投入供给者间的平均“距离”，也反映了该行业在中间投入需求关联上的强度大小和复杂程度。该值越大，该行业在投入需求链上越处于下游位置，距离最初投入供给者越远，与其他行业间的中间投入需求关联程度越强、方式越复杂。其公式为：

$$IDI = (VA^T + 2VA^TH + 3VA^TH^2 + \dots) \hat{X}^{-1} = VA * G^2 * \hat{X}^{-1}$$

其中 $VA$ 为增加值向量， $H$ 为直接分配系数矩阵， $G$ 为 Ghosh 逆矩阵。

图表45：投入下游度计算示例



资料来源：华泰证券研究所

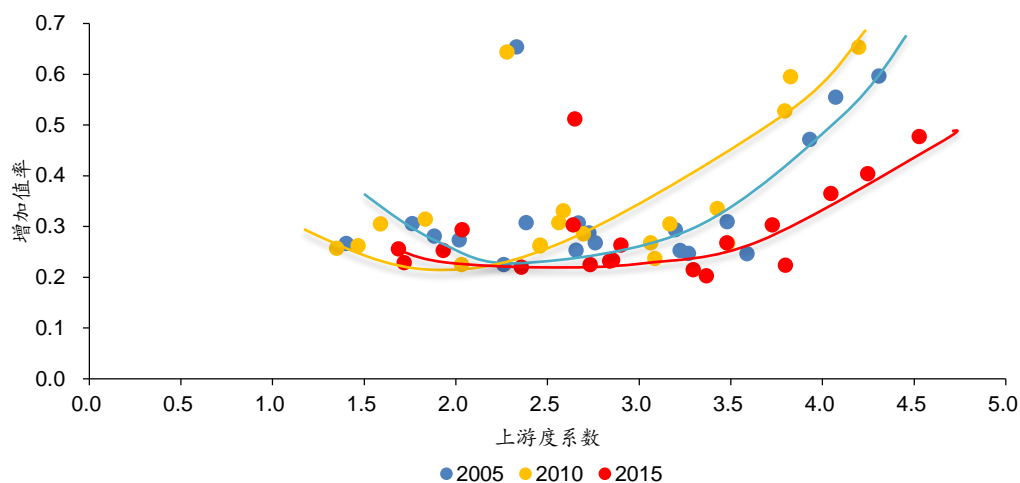
产出上游度和投入下游度之间为负向关系，即产出上游度越大，投入下游度越小，两个指标携带的信息有一定的重叠，因而后文分析中以产出上游度为例展开说明。以产出上游度为横轴，以增加值率为纵轴，即可绘制出产出供给角度下的微笑曲线，利用微笑曲线了解各个行业在产业链中所处的位置，对厘清各行业的发展水平和未来前景有一定参考价值。

### 我国制造业转型升级路径展望

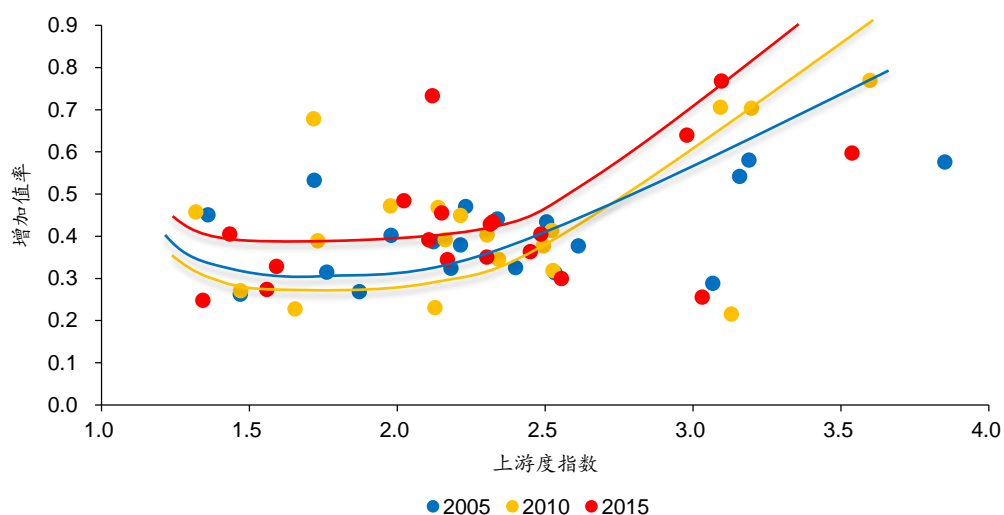
基于计算得到的上游度系数和增加值率，我们分别拟合出中国、美国、日本的产出供给视角下的制造业行业分布曲线，可以发现很明显的差异：中国和美国的曲线较为符合微笑曲线两端高，中间低的形态，而日本的曲线则完全相反，两端低，中间高，呈倒 U 型，更符合“武藏曲线”的理论形态。富士通经济研究所首席研究员金坚敏认为，日本形成武藏曲线的主要原因包括两方面，一方面，“若行业市场处于产品供不应求的‘卖方市场’，新技术、新产品不断涌现、市场热销还未形成价格竞争局面，制造企业盈利状况良好，经过几年竞争发展，技术日趋成熟，生产的模块化、产品的大众商品化明显，制造环节的利润率大幅下降，‘武藏曲线’也就逐渐演变为‘微笑曲线’了”。另一方面，“与中美两国的模块化设计思想为主的产业组织结构相比、日本制造业以整体型构造、或磨合型组织结构为主。也就是说日本制造业非常重视外部各环节或内部各部门之间的磨合、调整，达到‘武藏曲线’效应的供应链管理更容易实现。与美国企业擅长研发、品牌经营、德国企业擅长产品设计相比，日本企业更擅长生产技术开发及生产管理。很多企业还将生产技术及技巧‘黑箱化’处理以维持、提高在制造环节的竞争力”。总体而言，日本产业发展以“精益制造”为特点，追求产品的质量和定位的差异化，因此其制造环节可以获得更高的利润。

从中国各行业所组成的微笑曲线的年度变化来看，我国的“微笑曲线”在 2005-2015 年间表现出平坦化趋势，各行业产出上游度指数不断增加，在产出供给链上的中间产品关联程度不断加深，但增值能力却有所下降，因此中国各行业的并不是沿着传统的微笑曲线变动，**向上游的靠近不一定会带来增值能力的升高**。究其原因，一直以来中国都是一个吸引外商直接投资的良好目的地，外国产业转移很大一部分是将产业中的加工、装配等低增加值率的生产环节转移至中国，而外资企业的技术溢出效应又需较长时间才可显现，在中国产业链自身的发展以及外商投资的影响下，我国产业链整体的增长使各行业的上游度系数逐渐增大，但是一些行业，特别是高端制造业尚未掌握其中的核心技术，上游度虽有所增长但生产活动尚未完全摆脱低值的生产环节，因此其增值能力并未有较为显著的提高，从而使得微笑曲线逐渐扁平化。对比之下，美国的微笑曲线变动则出现了逐渐陡峭的趋势，位于微笑曲线两端的行业的增加值率进一步升高，而处于微笑曲线底端的行业增加值率的增速无法赶上位于微笑曲线两端的行业，呈现出一种微笑曲线开口变小的趋势。

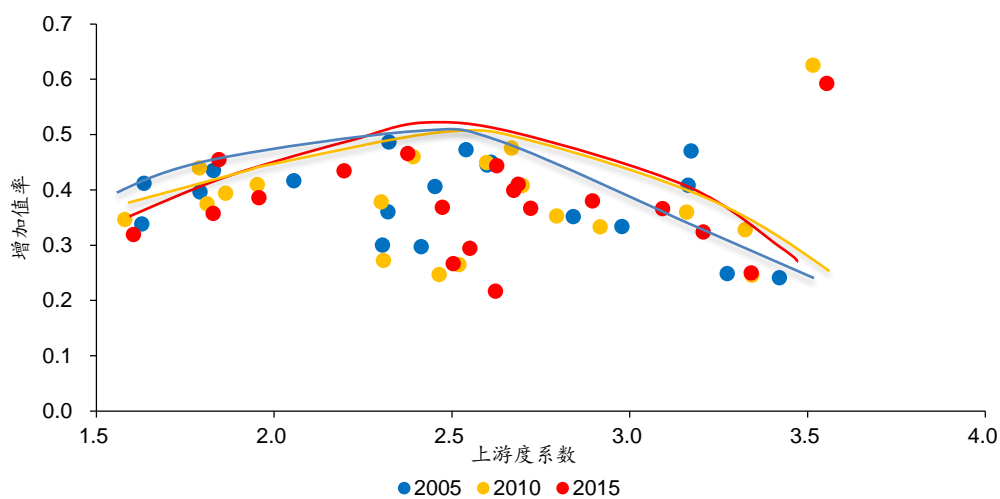
我国微笑曲线变动的结果启示我们，**单纯依靠提升制造业在微笑曲线上的位置并不一定能提升该行业的增值能力，而“武藏曲线”同时启示我们，中国制造业升级并不是只有抛弃低值加工装配生产环节这一条路可走，生产技术的进步同样可以实现生产加工过程的规模经济效应，降低成本提高利润率**。当前，我国的产业链更符合微笑曲线的发展形式，而美国与日本的曲线形式则揭示了我国未来两种产业升级的路径，一种是通过提高技术研发能力或品牌运营能力沿着微笑曲线向两端移动，提高增加值率，如美国的微笑曲线变动，在技术水平达到一定程度后，或许我国可以改变当前微笑曲线逐渐扁平化的趋势；另一种是通过提高技术水平实现制造环节规模化生产，从而降低生产成本，提高增加值率，使得我国处于曲线底端的制造业部门的位置向上抬升。微笑曲线和武藏曲线是两种不同的产业升级路径，**两条路径不存在绝对的对与错之分，应根据各行业产业发展阶段和生产特点的差异选择合适的产业升级道路**。无论我国产业升级选择哪一种路径，其核心前提都是技术进步，只有依靠技术进步、提升产业的创新能力与价值创造能力，才能从根本上推动中国制造业的升级换代与竞争力的提升。

**图表46： 中国产出视角微笑曲线**

资料来源：OECD，华泰证券研究所

**图表47： 美国产出视角微笑曲线**

资料来源：OECD，华泰证券研究所

**图表48： 日本产出视角微笑曲线**

资料来源：OECD，华泰证券研究所



图表49： 各行业增加值率、产出上游度、投入下游度

	增加值率			产出上游度			投入下游度		
	2005	2010	2015	2005	2010	2015	2005	2010	2015
农林渔业	65.41%	64.39%	51.24%	2.33	2.28	2.65	1.71	1.72	2.12
能源产品	59.69%	65.38%	47.76%	4.31	4.20	4.53	1.92	1.72	2.26
采矿支持服务	55.51%	59.54%	40.39%	4.07	3.83	4.25	2.05	1.88	2.49
非能源产品	47.17%	52.77%	36.48%	3.93	3.79	4.05	2.25	2.04	2.56
其他非金属矿	30.73%	33.13%	30.35%	2.67	2.59	2.64	2.70	2.54	2.78
纸制品和印刷	30.97%	33.52%	30.30%	3.48	3.43	3.73	2.67	2.52	2.75
食品、饮料和烟草	30.60%	31.44%	29.37%	1.76	1.83	2.03	2.35	2.32	2.57
化学产品和药品	29.39%	30.51%	26.81%	3.20	3.17	3.48	2.74	2.63	2.89
纺织品、服装	30.74%	30.75%	26.34%	2.38	2.56	2.90	2.72	2.68	2.97
其他运输设备	26.67%	25.70%	25.56%	1.40	1.35	1.69	2.95	2.89	3.05
机械设备	28.12%	30.50%	25.29%	1.88	1.59	1.93	2.93	2.78	3.11
计算机、电子、光学产品	28.73%	26.14%	23.37%	2.73	2.46	2.85	2.90	2.95	3.15
木材及木塞制品	26.76%	28.58%	23.19%	2.76	2.70	2.84	2.61	2.53	2.86
机动车辆、拖车和半拖车	27.39%	26.23%	22.87%	2.02	1.47	1.72	3.03	2.95	3.23
金属制品	25.33%	26.34%	22.49%	2.66	2.46	2.73	3.01	2.89	3.21
焦炭和精炼石油产品	24.65%	26.66%	22.38%	3.59	3.48	3.80	2.52	2.36	2.72
电气设备	22.51%	22.49%	21.98%	2.26	2.03	2.36	3.10	3.01	3.22
橡塑制品	25.30%	26.81%	21.50%	3.22	3.06	3.30	2.94	2.81	3.12
基本金属	24.71%	23.70%	20.28%	3.27	3.09	3.37	2.83	2.72	3.10

资料来源：OECD，华泰证券研究所

## 风险提示

模型根据历史规律总结，历史规律可能失效。本文国内分析部分最新数据是 2017 年的投入产出表，全球分析部分最新数据是 2015 年的地区间投入产出表，数据公布的时滞性可能导致结论和实际情况有偏差。

## 参考文献

Dietzenbacher E, Luna I R, Bosma N S. "Using average propagation lengths to identify production chains in the Andalusian economy" [J]. Estudios de economía aplicada, 2005, 23(2): 405-422.

Antràs P, Chor D, Fally T, et al. Measuring the upstreamness of production and trade flows[J]. American Economic Review, 2012, 102(3): 412-16.

Koopman R, Powers W, Wang Z, et al. Give Credit Where Credit is Due: Tracing Value Added in Global Production Chains[J]. National Bureau of Economic Research, 2011.

潘文卿，李跟强. 中国制造业国家价值链存在"微笑曲线"吗？——基于供给与需求双重视角[J]. 管理评论, 2018, v.30(05):21-30.

高翔，黄建忠，袁凯华. 价值链嵌入位置与出口国内增加值率[J]. 数量经济技术经济研究, 2019, 036(006):41-61.

陈锡康，杨翠红等. 投入产出技术. 科学出版社, 2011.

陈锡康，王会娟. 投入占用产出技术. 科学出版社, 2016.

## 免责声明

### 分析师声明

本人，林晓明、李聪，兹证明本报告所表达的观点准确地反映了分析师对标的证券或发行人的个人意见；彼以往、现在或未来并无就其研究报告所提供的具体建议或所表达的意见直接或间接收取任何报酬。

### 一般声明

本报告由华泰证券股份有限公司（已具备中国证监会批准的证券投资咨询业务资格，以下简称“本公司”）制作。本报告仅供本公司客户使用。本公司不因接收人收到本报告而视其为客户。

本报告基于本公司认为可靠的、已公开的信息编制，但本公司对该等信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告所载的意见、评估及预测仅反映报告发布当日的观点和判断。在不同时期，本公司可能会发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告。同时，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。以往表现并不能指引未来，未来回报并不能得到保证，并存在损失本金的可能。本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。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，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

本公司研究报告以中文撰写，英文报告为翻译版本，如出现中英文版本内容差异或不一致，请以中文报告为主。英文翻译报告可能存在一定时间延迟。

本公司力求报告内容客观、公正，但本报告所载的观点、结论和建议仅供参考，不构成所述证券的买卖出价或征价。该等观点、建议并未考虑到个别投资者的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对客户私人投资建议。投资者应当充分考虑自身特定状况，并完整理解和使用本报告内容，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及作者均不承担任何法律责任。任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。

除非另行说明，本报告中所引用的关于业绩的数据代表过往表现，过往的业绩表现不应作为日后回报的预示。本公司不承诺也不保证任何预示的回报会得以实现，分析中所做的预测可能是基于相应的假设，任何假设的变化可能会显著影响所预测的回报。

本公司及作者在自身所知情的范围内，与本报告所指的证券或投资标的不存在法律禁止的利害关系。在法律许可的情况下，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头寸并进行交易，也可能为之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。本公司的销售人员、交易人员或其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。本公司没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。本公司的资产管理部门、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。投资者应当考虑到本公司及/或其相关人员可能存在影响本报告观点客观性的潜在利益冲突。投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一信赖依据。有关该方面的具体披露请参照本报告尾部。

本研究报告并非意图发送、发布给在当地法律或监管规则下不允许向其发送、发布的机构或人员，也并非意图发送、发布给因可得到、使用本报告的行为而使本公司及关联子公司违反或受制于当地法律或监管规则的机构或人员。

本报告版权仅为本公司所有。未经本公司书面许可，任何机构或个人不得以翻版、复制、发表、引用或再次分发他人等任何形式侵犯本公司版权。如征得本公司同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“华泰证券研究所”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。本公司保留追究相关责任的权利。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。

### 针对美国司法管辖区的声明

#### 美国法律法规要求之一般披露

本研究报告由华泰证券股份有限公司编制，在美国由华泰证券（美国）有限公司（以下简称华泰证券（美国））向符合美国监管规定的机构投资者进行发表与分发。华泰证券（美国）有限公司是美国注册经纪商和美国金融业监管局（FINRA）的注册会员。对于其在美国分发的研究报告，华泰证券（美国）有限公司对其非美国联营公司编写的每一份研究报告内容负责。华泰证券（美国）有限公司联营公司的分析师不具有美国金融监管（FINRA）分析师的注册资格，可能不属于华泰证券（美国）有限公司的关联人员，因此可能不受 FINRA 关于分析师与标的公司沟通、公开露面和所持交易证券的限制。任何直接从华泰证券（美国）有限公司收到此报告并希望就本报告所述任何证券进行交易的人士，应通过华泰证券（美国）有限公司进行交易。

### 所有权及重大利益冲突

分析师林晓明、李聪本人及相关人士并不担任本研究报告所提及的标的证券或发行人的高级人员、董事或顾问。分析师及相关人士与本研究报告所提及的标的证券或发行人并无任何相关财务利益。声明中所提及的“相关人士”包括 FINRA 定义下分析师的家庭成员。分析师根据华泰证券的整体收入和盈利能力获得薪酬，包括源自公司投资银行业务的收入。

## 重要披露信息

- 华泰证券股份有限公司和/或其联营公司在本报告所署日期前的 12 个月内未担任标的证券公开发行或 144A 条款发行的经办人或联席经办人。
- 华泰证券股份有限公司和/或其联营公司在研究报告发布之日前 12 个月未曾向标的公司提供投资银行服务并收取报酬。
- 华泰证券股份有限公司和/或其联营公司预计在本报告发布之日后 3 个月内将不会向标的公司收取或寻求投资银行服务报酬。
- 华泰证券股份有限公司和/或其联营公司并未实益持有标的公司某一类普通股证券的 1%或以上。此头寸基于报告前一个工作日可得的信息，适用法律禁止向我们公布信息的情况除外。在此情况下，总头寸中的适用部分反映截至最近一次发布的可得信息。
- 华泰证券股份有限公司和/或其联营公司在本报告撰写之日并未担任标的公司股票证券做市商。

## 评级说明

### 行业评级体系

一报告发布日后的 6 个月内的行业涨跌幅相对同期的沪深 300 指数的涨跌幅为基准；

一投资建议的评级标准

增持行业股票指数超越基准

中性行业股票指数基本与基准持平

减持行业股票指数明显弱于基准

### 公司评级体系

一报告发布日后的 6 个月内的公司涨跌幅相对同期的沪深 300 指数的涨跌幅为基准；

一投资建议的评级标准

买入股价超越基准 20%以上

增持股价超越基准 5%-20%

中性股价相对基准波动在-5%~5%之间

减持股价弱于基准 5%-20%

卖出股价弱于基准 20%以上

## 华泰证券研究

### 南京

南京市建邺区江东中路 228 号华泰证券广场 1 号楼/邮政编码：210019

电话：86 25 83389999/传真：86 25 83387521

电子邮件：ht-rd@htsc.com

### 深圳

深圳市福田区益田路 5999 号基金大厦 10 楼/邮政编码：518017

电话：86 755 82493932/传真：86 755 82492062

电子邮件：ht-rd@htsc.com

### 北京

北京市西城区太平桥大街丰盛胡同 28 号太平洋保险大厦 A 座 18 层

邮政编码：100032

电话：86 10 63211166/传真：86 10 63211275

电子邮件：ht-rd@htsc.com

### 上海

上海市浦东新区东方路 18 号保利广场 E 栋 23 楼/邮政编码：200120

电话：86 21 28972098/传真：86 21 28972068

电子邮件：ht-rd@htsc.com

## 法律实体披露

本公司具有中国证监会核准的“证券投资咨询”业务资格，经营许可证编号为：91320000704041011J。

华泰证券全资子公司华泰证券(美国)有限公司为美国金融业监管局(FINRA)成员，具有在美国开展经纪交易商业业务的资格，经营业务许可编号为：CRD#298809。

电话：212-763-8160

电子邮件：huatai@htsc-us.com

传真：917-725-9702

http://www.htsc-us.com

©版权所有 2020 年华泰证券股份有限公司