

金融工程

商品基本面量化研究之铁矿石

----- 衍生品系列研究之（十一）

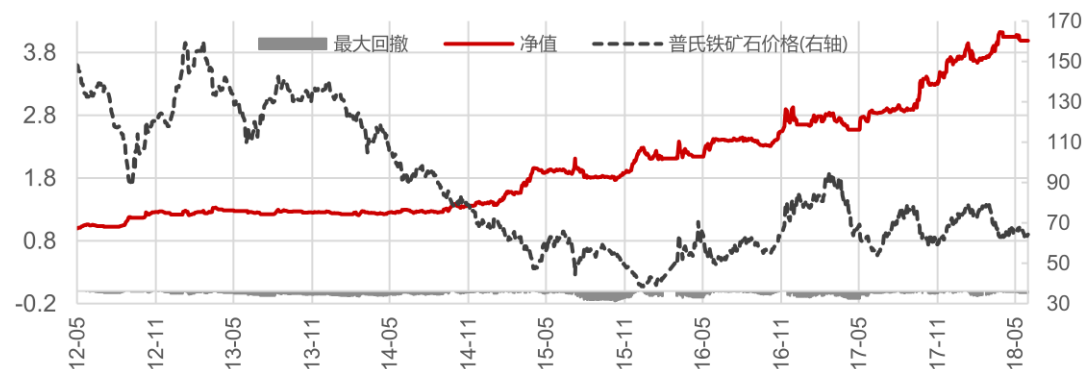


研究结论

- 宏观指标作为外生变量主要通过影响下游产业的需求来影响铁矿石价格。之前的研究也多从宏观指标来研究对商品期货收益影响的因素，而本报告除宏观因子外，还从铁矿石产业链入手，从供给、需求、库存和成本四方面总结了影响铁矿石现货价格的基本面因素。
- 我们使用向量自回归 VAR 模型研究发现与铁矿石收益显著负相关的分别是滞后二阶的中钢协会会员企业粗钢产量季调值和沪市线螺终端采购量环比、滞后一阶的海外港口铁矿石发货量同比、滞后二阶的国内调查部分矿山铁精粉产量环比。另外通过格兰杰因果检验发现国内调查部分矿山铁精粉产量环比与中钢协会会员企业粗钢产量季调值与铁矿石收益率互为格兰杰原因。
- 由于变量内生性和持续性强度问题，OLS 不能用于金融时间序列的预测。因此我们使用 Kostakis(2015)扩展的 IVX 回归来进行样本内和样本外预测。样本内结果表明废钢价格与铁矿石价格比、全国高炉开工率、中钢协会会员企业粗钢产量季调值等是铁矿石收益率的显著预测指标。而宏观因子中影响铁矿石价格较为显著的是资源国兑美元的汇率，其它宏观因子则通过影响基本面因子来影响铁矿石。
- 短线样本外预测有效预测占比虽高达 90%，但方向准确率只有 55%，指标的持续性不强。季度预测准确度提升明显，有效预测占比达 72%，方向准确率 70.5%，且预测精度与 24 个月滚动均值预测结果相近。预测占比较高的显著因子分别是海外港口铁矿石发货量同比，美元指数环比变化、沪市线螺终端采购量、废钢价格与铁矿石价格比等因子。
- 我们通过构建策略来验证样本外预测效果，季频加入阈值过滤和止损的等权组合优于单个起始日策略，回撤明显降低，年化收益率为 19.83%，夏普率为 1.10，最大回撤-15.4%。月频预测加入趋势过滤和止损策略年化 32.37%，夏普率 1.32，最大回撤-25.7%。季频和月频等权组合后策略进一步提升，策略年化 25.53%，夏普率 1.59，最大回撤为-16.2%。

风险提示

- 量化模型失效风险
- 市场极端环境的冲击



东方证券股份有限公司经相关主管机关核准具备证券投资咨询业务资格，据此开展发布证券研究报告业务。

东方证券股份有限公司及其关联机构在法律许可的范围内正在或将要与本研究报告所分析的企业发展业务关系。因此，投资者应当考虑到本公司可能存在对报告的客观性产生影响的利益冲突，不应视本证券研究报告为作出投资决策的唯一因素。

有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并请阅读本证券研究报告最后一页的免责申明。

目录

一、影响铁矿石价格的因素.....	3
1.1、产业链特点.....	3
1.2、基本面因素.....	6
1.3、宏观因素.....	10
2、基本面因子与铁矿石收益率关系探讨.....	13
3、样本内预测结果.....	17
3.1、宏观因素.....	17
4、样本外预测结果.....	20
4.1、短线样本外滚动预测.....	20
4.2、长线样本外滚动预测.....	22
4.3、交易策略设计实证.....	24
5、主要结论.....	28
风险提示.....	29

一、影响铁矿石价格的因素

1.1、产业链特点

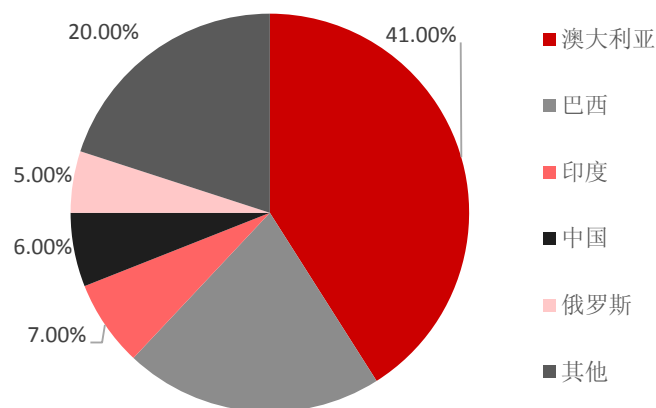
铁矿石指存在利用价值的，含有铁元素或铁化合物的矿石，几乎只作为钢铁生产原材料使用。钢铁是国民经济的支柱产业，铁矿石是钢铁生产最重要的原材料，**生产 1 吨生铁约需要 1.6 吨铁矿石，铁矿石在生铁成本中占比超过 60%**，由此可见，铁矿石也是与国民经济息息相关的重要原材料。

根据物理形态不同，铁矿石分为原矿、块矿、粉矿、精矿和烧结矿、球团矿等。**块矿**是可以直接入炉的**高品位矿**；粉矿和精矿需人工造块后才能投入高炉，其中，**粉矿是生产烧结矿的主要原料**，精矿是生产球团矿的主要原料。基于现货市场的需求，**大商所铁矿石期货交易标的物选择为粉矿**。

目前我国是世界最大的铁矿石消费国、进口国和第二大生产国，但国内并不具备铁矿石定价权。**铁矿石**以第三方现货指数为依据定价，国际上比较有影响力的铁矿石指数有三种：环球钢讯的 TSI 指数、金属导报的 MBIO 指数以及普氏能源资讯的 Platts 指数。**普氏指数 2008 年进入铁矿石市场并成为贸易定价主导**，我国钢厂被迫接受普氏价格。

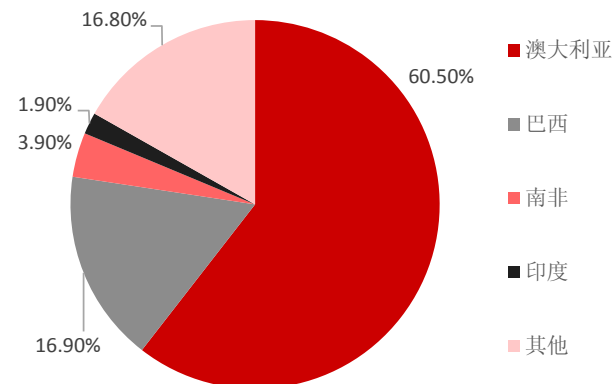
全球铁矿石主产国相对集中，主要的生产国为澳大利亚和巴西，这两个国家的产量占了铁矿石产量的 60% 以上。美国学者贝恩以 CR4 和 CR8 两个指标来判断市场结构，目前，在铁矿石生产供给方面，**必和必拓、力拓和淡水河谷三大矿商已形成寡头垄断结构。三大矿商目前控制着全球 78% 的铁矿石海运贸易市场，形成了相对的寡头垄断市场结构**，其产量的增长直接影响未来全球铁矿石贸易市场的供应量。印度铁矿石占世界铁矿石海运份额与三大矿商相比有着很大的差距，同时由于多方贸易中介转手以现货方式提供，印度铁矿石价格往往比三大矿商所提出的价格还要高。其余的如中国、俄罗斯等国家也有一定的比例。

图 1：全球铁矿石主产国产量占比



数据来源：Wind 资讯 & 东方证券研究所

图 2：中国铁矿石进口来源

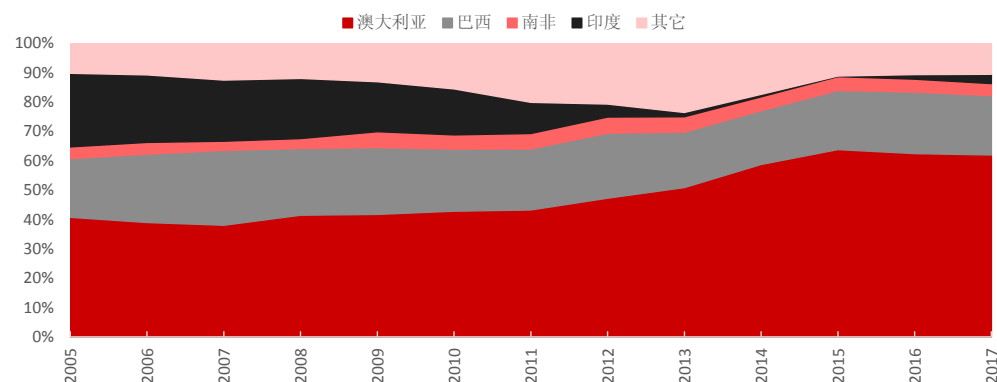


数据来源：Wind 资讯 & 东方证券研究所

世界铁矿石进口目的地主要为亚洲的中、日、韩和中国台湾 4 个国家（地区）以及欧洲的英、法、德、意 4 个国家。在世界铁矿石进口贸易中，这 8 个主要国家（地区）的进口量占世界贸易的 80% 左右。从国家和地区看，亚洲地区占据全球铁矿石需求的 60% 以上。2012 年，中国占全球铁矿石贸易量 60%—70%，在铁矿石进口方面占有举足轻重的地位。但事实上，中国需求的绝对地位并没有形成垄断性的话语力量。由于中国钢铁的集中程度低下，CR8 始终徘徊在 40% 左右，未能形成有效合力，对三大矿山影响有限，反而形成对生产方的依赖，加强了其在生产结构中的垄断话语权。

下图为中国大陆铁矿石进口来源的结构变化，来自澳大利亚的进口从 2005 年的 40% 左右一直攀升到 2015 年的 60% 左右，随后趋于平衡，巴西的进口则相对比较平稳，而来自印度的进口逐年缩减，到 2013 年已经所剩无几，甚至被南非超越。

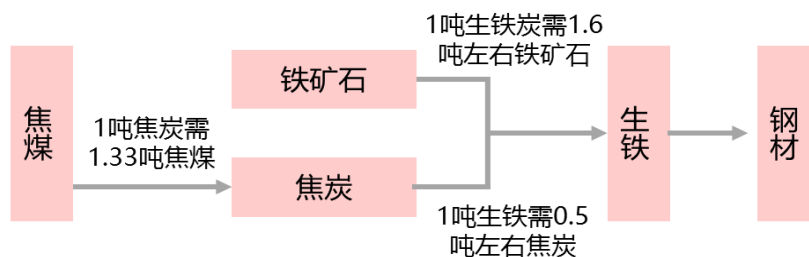
图 3：中国大陆铁矿石进口来源结构变化（2005—2017）



数据来源：Wind 资讯 & 东方证券研究所

下图为黑色金属关系图，钢铁的冶炼原材料包括铁矿石、焦炭和焦煤以及铁合金等黑色系商品。一般而言，1 吨焦炭需要 1.33 吨左右的焦煤，而炼制 1 吨生铁则需要 1.6 吨左右的铁矿石和 0.5 吨左右的焦炭。从成本角度来看，铁矿石和焦炭占到生铁成本的 90%，是冶炼钢铁的主要原材料，而焦炭则是由炼焦煤转化而来。

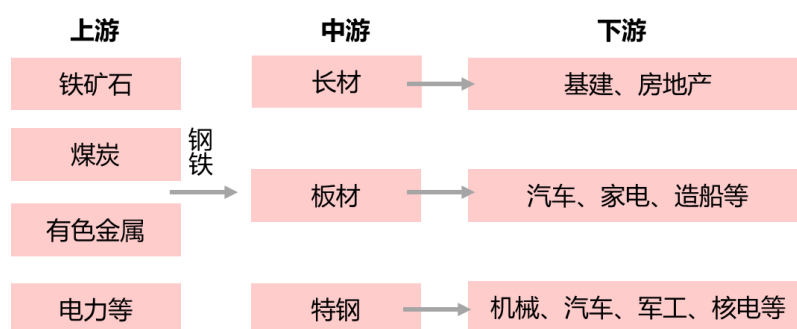
图 4：黑色金属关系图



数据来源：东方证券研究所

黑色产业链的关系如下图所示，上游是铁矿石、煤炭、有色金属、电力等。中游即为钢铁行业，包括长材、板材和特钢。这三个品种对应的下游也不尽相同。长材主要用于基建和房地产，板材主要用于汽车、家电和造船等，特钢则用于特殊制造，比如机械、汽车、军工和核电等对钢材有特殊要求的行业。一般而言，钢铁产业链的传导是由下游到上游的，即下游需求影响钢铁产量，进而影响对于上游原料的需求。对一般商品而言，需求的变化主要源于外生变量，如 GDP、经济景气、周期等因素，如果某种商品需求的突然增加无法被供给的相应增长所消化，就会导致商品价格的上涨。

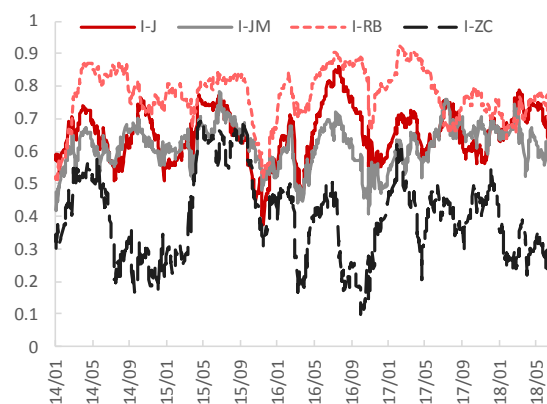
图 5：黑色产业链



数据来源：东方证券研究所

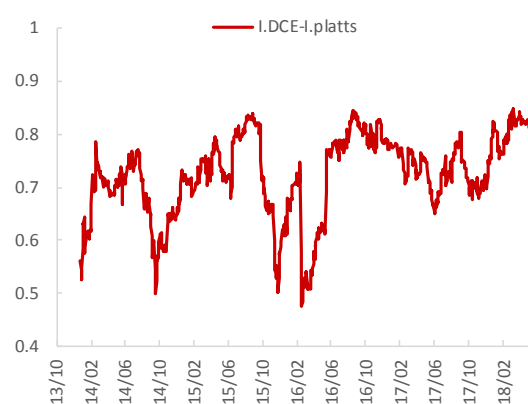
大商所铁矿石期货于 2013 年 10 月 18 日上市以来，铁矿石期价与现货基准价格之间的相关性很高，与黑色金属的相关性也很高，尤其是螺纹钢期货，常年相关性在 0.7 以上。

图 6：I.DCE 与其它黑色金属滚动相关系数（60days）



数据来源：Wind 资讯 & 东方证券研究所

图 7：I.DCE 与 Platts(62% Fe, CFR 中国北方)相关系数



数据来源：Wind 资讯 & 东方证券研究所

1.2、基本面因素

大宗商品的价格和股票的价格取决因素不一样，股票价格主要取决于企业估值和盈利预期，而大宗商品价格则主要由供给和需求所决定，而库存则介于供给和需求之间，是二者博弈的结果，另外成本因素会综合影响供给和需求，因此也会影响大宗商品价格。

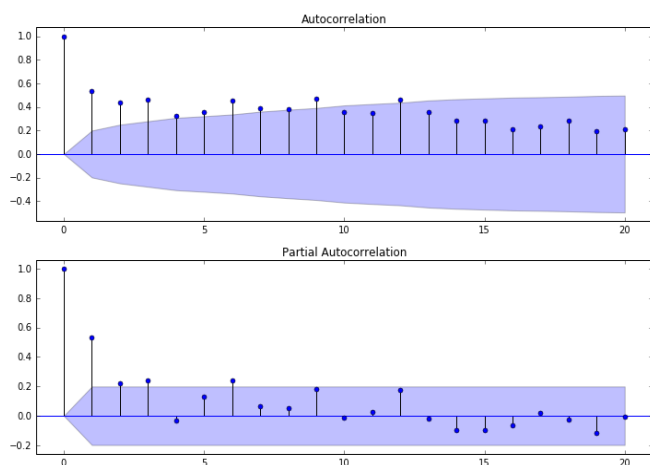
(1) 供给因素

国内铁矿石高度依赖进口，进口来源主要来自澳大利亚、巴西、南非、印度等国家。为了反映进口矿对铁矿石价格的影响，我们选择海外港口铁矿石发货量同比、铁矿石到货量北方港口合计环比、进口矿库存使用天数环比这些变量。另外的供给则来自国产矿，因此我们用国内调查部分矿山铁精粉产量环比来反应国产矿的对矿价的影响。

而国内废钢的供应也对铁矿石的供给造成一定的替代作用。在废钢利用崛起的年代，国内高成本矿山的市场份额将受到海外低成本矿山(国产矿对进口矿并无价格优势)和国内废钢供应的双重冲击。当铁矿石市场价格较高而替代产品如废钢价格相对较低时，铁矿石需求削弱，从而对铁矿石价格有一定压制作用，影响价格走低。因此我们采用废钢价格(唐山、上海和广州均价)与铁矿石价格之比作为废钢对铁矿石价格的影响因子。

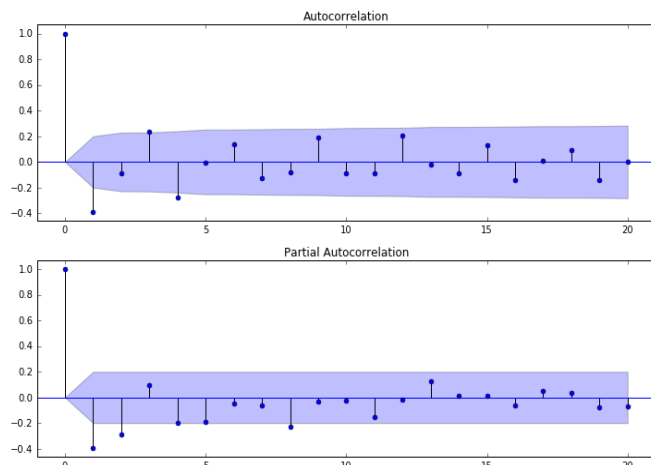
由于参数估计方法的限制以及后续研究需求，有些非平稳变量需经处理使其成为平稳序列。如果时间序列的某些统计特性(比如均值和方差)随着时间变化而不改变则可以认为时间序列是平稳的，因此如果有一些时间序列有明显的向上趋势或者向下趋势则是不平稳的。时间序列的很多模型(OLS、VAR等)都是基于时间序列平稳这个假设，因此平稳性检验或者将序列转化为平稳性序列至关重要。下图是铁矿石到货量北方港口合计的原始数据和环比数值的ACF和PACF。原始数据自相关性较强，衰减也比较慢，数据经环比处理之后ACF和PACF都迅速收敛到显著边界以内。

图8：原始数据 ACF 和 PACF



数据来源：Wind 资讯 & 东方证券研究所

图9：环比数值 ACF 和 PACF



数据来源：Wind 资讯 & 东方证券研究所

平稳性检验使用 ADF 检验 (Augmented Dickey-Fuller 检验)，其适用于检验变量是否满足平稳性条件。原假设是变量存在单位根 (不满足平稳性条件)，因此当检验的 P 值小于某个置信度时，可以拒绝不平稳的原假设，而认为序列在某个置信水平下是平稳的。

经过环比处理后的铁矿石到货量北方港口合集指标 Test Statistic 为-6.07，绝对值明显高于 1%的 Critical Value 临界值-3.51，p-value 值也远低于 1%，因此拒绝不平稳的原假设，说明该指标的环比数据在 1%置信水平下平稳。

图 10：铁矿石到货量北方港口合集指标平稳性检验结果

指标	Test Statistic	p-value	Numbers	Critical Value -1%	Critical Value -5%	Critical Value -10%
原始值	-2.005	0.285	89.000	-3.504	-2.894	-2.584
环比值	-6.069	0.000	88.000	-3.507	-2.895	-2.585

数据来源：Wind 资讯 & 东方证券研究所

2) 需求因素

铁矿石的需求直接来自中游钢铁行业的需求，因此我们选择钢铁行业相关指标作为需求因子。钢铁行业景气程度影响到铁矿石的需求，为了反映钢铁行业对铁矿石的需求综合比较下我们选择全国高炉开工率、全国盈利钢厂比例、中钢协会会员企业粗钢产量季调值、沪市线螺终端采购量环比作为需求因子。而疏港量等指标由于样本长度过短故不选入。其中钢厂开工率数据从 2012 年 8 月开始，之前的数据用唐山地区的高炉开工率代替。

由于产业链以及下游需求通常有季节性特点，基本面因子很容易表现出较强的季节性。比如粗钢产量，有明显的季节性特征，因此需要对数据进行季节性调整。通常的方法是采用加法模型，也就是从序列中剥离趋势项和季节变化项的影响。

季节调整的加法模型 (基于移动平均)：

$$Y(t) = \text{Level} + \text{Trend} + \text{Seasonality} + \text{Noise}$$

Level: 序列中的平均值。

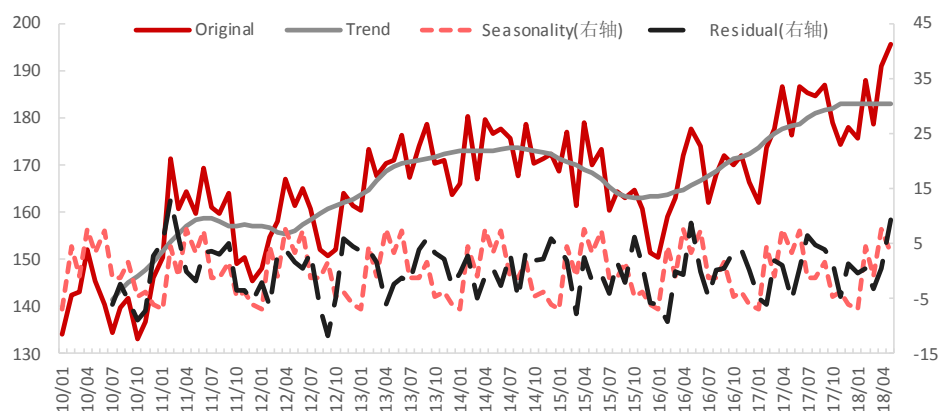
Trend: 序列的增长或下降趋势。

Seasonality: 序列中短期循环项，也即季节性因素。

Noise: 序列中随机变化项。

去除趋势 (Trend) 和季节性因素 (Seasonality) 之后剩余的部分也就是我们需要的剩余部分 Residual。粗钢产量的分解如下图所示，可以看出 Seasonality 中 4-8 月数值较大，而冬季数值较小，符合一般的粗钢生产规律。另外经过季节性处理后的数据通过平稳性检验，满足数据平稳性要求。

图 11：粗钢产量的季节性调整



数据来源：Wind 资讯 & 东方证券研究所

图 12：粗钢产量原始值和季调后数值平稳性检验结果

指标	Test Statistic	p-value	Numbers	Critical Value (1%)	Critical Value (5%)	Critical Value 10%
Original	-1.754	0.403	91.000	-3.504	-2.894	-2.584
Residual	-6.487	0.000	91.000	-3.505	-2.894	-2.584

数据来源：Wind 资讯 & 东方证券研究所

(3) 库存因素

库存的变化也会影响铁矿石的市场价格，如地区库存量升高，贸易商愿意出货，价格会走低；地区库存量不足，贸易商囤货，将推动价格走高。库存既不属于供给因素，也不属于需求因素，而是供给和需求博弈的结果，相当于蓄水池。铁矿石由生产到运输到下游对应的库存分别是港口库存、钢厂库存。库存是个比较复杂的变量，绝对水平和边际变化可能都会对价格造成影响。

(4) 成本因素

铁矿石成本受一系列因素影响，如矿山开采设备价格、人工成本、开采所需水、电价格、相关税费、以及海运费用等。这些因素均会影响铁矿石到岸成本，从而对矿石市场价格造成影响。

由于国内进口铁矿石主要来自澳大利亚和巴西，因此铁矿石海运费我们主要考虑这两个国家运到青岛（国内钢厂多分布于北方，故选青岛）的运价。两种铁矿石运价分别是：西澳-青岛(BCI-C5)日 美元/吨和巴西图巴朗-青岛(BCI-C3)日 美元/吨。其中 BCI 是 Baltic Capesize Index 的英文缩写，是波罗的海岬型船运价指数（也称波罗的海好望角型船运价指数）。

另外国际干散货海运费价格的大幅波动对进口矿到岸价的推波助澜作用不容忽视。巴西矿到华海运费和澳洲矿到华海运费的价差在 10 美元/吨以上，进口巴西矿到岸价中超过 20%来自于海运费，海运费占比偏高。海运费如果走弱将有利于巴西和澳洲矿盈利进一步提升。

基本面数据发布频率和发布时间都不太一致，因此需要对数据进行相关处理。

1. 数据填充：数据空白时用上一期的数据填充下一期缺失数据。
2. 因子频率调整：高低频数据统一，有些是日频数据，有些是旬度数据，我们为了统一数据频率统一处理成月频数据。高频数据转为月频数据时以最靠近月底的数据作为该指标的月度值。
3. 平稳性处理：有些数据需进行环比处理，以保证数据平稳性和量纲统一。
4. 异常值处理：剔除异常值（中位数去极值），季节性影响明显的用同比数据或者进行季调处理。

经过处理后的基本面数据如下图所示，经过平稳性处理之后的数据可能对收益率解释变弱，改进参数估计方法之后我们将进一步检验原始数据的影响。

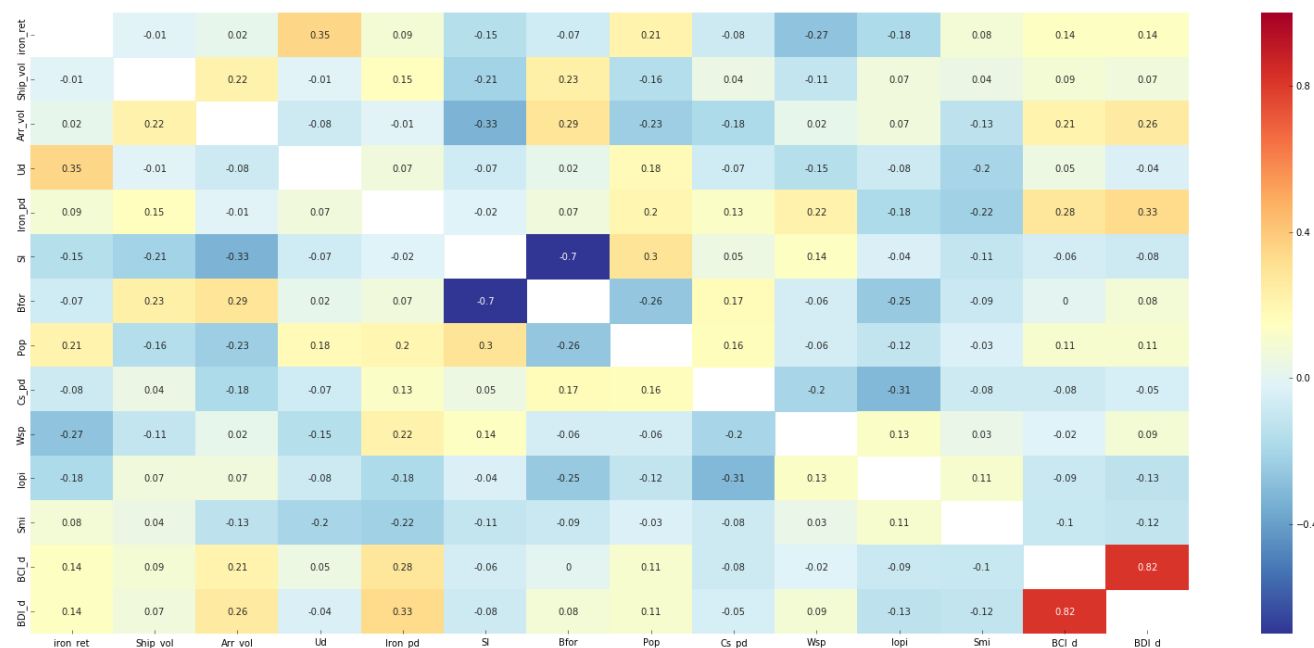
图 13：预测收益率用到的基本面指标（月频）

指标类型	指标简称	指标说明
供给因子	Ship_vol	海外港口铁矿石发货量同比
	Arr_vol	铁矿石到货量北方港口合计环比
	Ud	进口矿库存使用天数环比
	Iron_pd	国内调查部分矿山铁精粉产量环比
	SI	废钢价格与铁矿石价格比
需求因子	Bfor	全国高炉开工率
	Pop	全国盈利钢厂比例
	Cs_pd	中钢协会员企业粗钢产量季调值
	Wsp	沪市线螺终端采购量环比
库存因子	Iopi	铁矿石港口库存合计环比（澳洲、巴西、印度、其它）
	Smi	五大品种钢材市场库存合计环比（螺纹钢、线材、热轧、中厚板、冷轧）
成本因子	BCI_d	西澳-青岛(BCI-C5)日 美元/吨和巴西图巴朗-青岛(BCI-C3)日 美元/吨 均价环比
	BDI_d	波罗的海干散货指数环比

数据来源：Wind 资讯 & 东方证券研究所

下表为经过数据处理后的基本面指标间的相关系数，除了少数指标相关性系数较大之外（**SI** 和 **Bfor** 相关系数为**-0.7**，**BCI_d** 和 **BDI_d** 相关系数为 **0.82**），大部分基本面指标间的相关性较低。

图 14：基本面指标 Pearson 相关系数



数据来源：Wind 资讯 & 东方证券研究所

1.3、宏观因素

黑色金属下游产业有房地产、汽车、交通运输、家用电器、机械制造和基础设施建设等。这种周期性行业受宏观经济或者经济周期影响较大，宏观经济的健康快速发展，对铁矿石市场具有很强的支撑和拉动作用。宏观经济指标作为一种外生变量，主要是通过影响下游产业的需求，进而影响铁矿石市场变化，换言之，宏观经济表现是铁矿石市场需求的晴雨表，对其价格变动有重要影响，当宏观经济运行良好，建筑业、汽车制造业等相关行业对钢材的需求较为强劲，相应会带动铁矿石的需求，支撑其价格在高位运行。

为了全面的反应宏观基本面的变化，我们综合选择了增长和景气、通胀、货币、利率和外汇等多个指标。外汇中除了美元指数指标外，我们还选取了资源国兑美元的汇率，作为主要矿产国，澳元和巴西雷亚尔兑美元贬值有利于海外矿山降低成本，扩大出口。汇率因子通过影响铁矿石生产国（澳大利亚和巴西）铁矿石的出口，因此对铁矿石的收益有影响较大。

宏观数据参差不齐，发布时间不统一，因此需要经过处理后才能进一步分析。

1. 平稳性处理：有些数据需进行环比处理，以保证平稳性，保证量纲统一。
2. 异常值处理：剔除异常值-中位数去极值，季节性影响明显的用同比数据或者进行季调处理。
3. 滞后性处理：上月数据于下月发布的进行滞后一阶处理。
4. 多重共线性处理：采用方差膨胀因子（VIF）方法，剔除方差膨胀系数最高的因子。常见的判断共线性的方法有条件数判别法和方差膨胀因子判别法。最直接的思路就是把共线性显著的自变量

剔除，比如利用方差膨胀因子法，每次将 VIF 最大的自变量剔除，计算剩余自变量的 VIF，直到所有自变量的 VIF 都在 10 以内，然后进行回归。

图 15：预测收益率用到的宏观指标（初始库）

指标类型	指标	指标说明	滞后阶数
增长与景气	IAV	工业增加值变动同比	1
	PMI	采购经理指数	
	CILI_d	宏观经济景气指数先行指数环比	
	BDI_d	波罗的海干散货指数环比	
	FA	固定资产投资完成额累计同比	
通胀	EST	房地产开发投资完成额累计同比	1
	CPI	当月同比	
	PPI	全部工业品当月同比	
货币	M1	同比	1
	M2	同比	
利率	M2M1	M2-M1	1
	BD3M	中债国债到期收益率:3个月	
	Termsd	期限利差:中债国债到期收益率（10年）-中债国债到期收益率（3个月）	
	Creditsd	信用利差:中债企业债到期收益率(AAA,10年)-中债国债到期收益率(10年)	
外汇	UA_d	美元兑澳元环比	0
	UB_d	美元兑巴西雷亚尔环比	
	UC_d	美元兑人民币环比	0
	USDX_d	美元指数环比	

数据来源：Wind 资讯 & 东方证券研究所

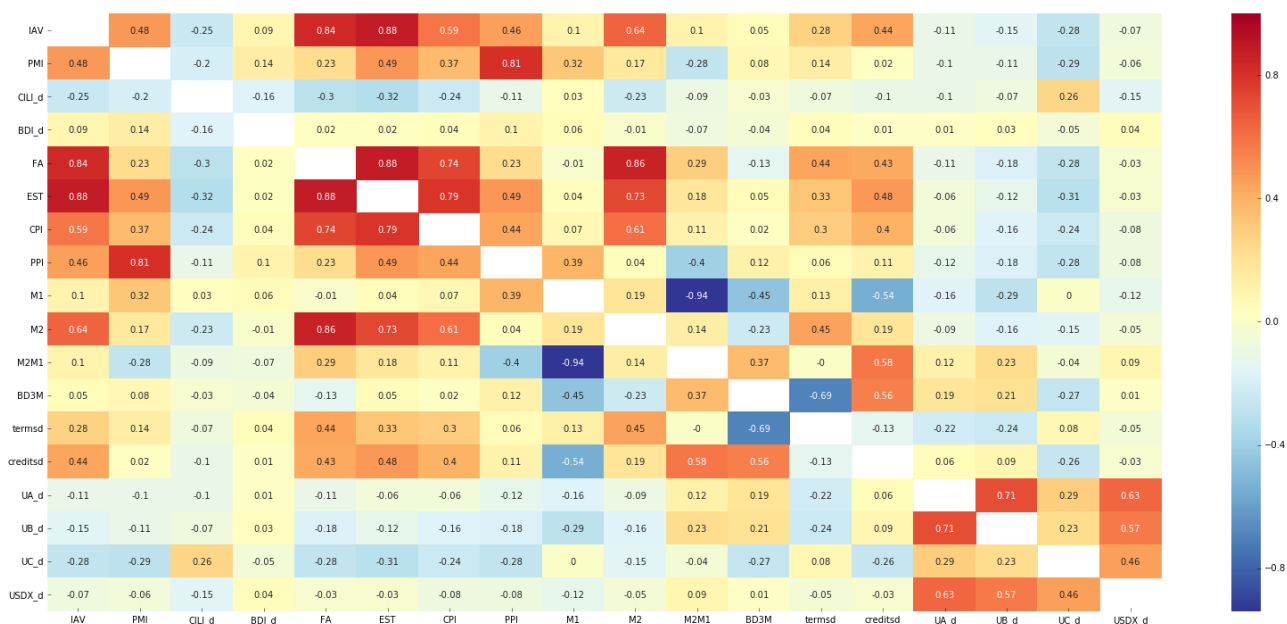
上表为预测收益率用到的宏观指标初始库，由于宏观指标间可能相关性较强，因此我们需要进一步剔除相关性较高的指标来精简宏观因子库。Spearman 相关系数受分布影响较小，在数据非正态时会有更好的统计稳健性，因此这里选择用该方法计算相关系数。

图 16：初始宏观指标 VIF

指标	IAV	PMI	CILI_d	BDI_d	FA	EST	CPI	PPI	M1
VIF	2.570	3.060	1.240	0.940	43.430	30.860	2.93	6.000	inf
指标	M2	M2M1	BD3M	Termsd	Creditsd	UA_d	UB_d	UC_d	USDX_d
VIF	inf	inf	5.490	4.850	3.420	2.930	2.23	1.300	2.230

数据来源：Wind 资讯 & 东方证券研究所

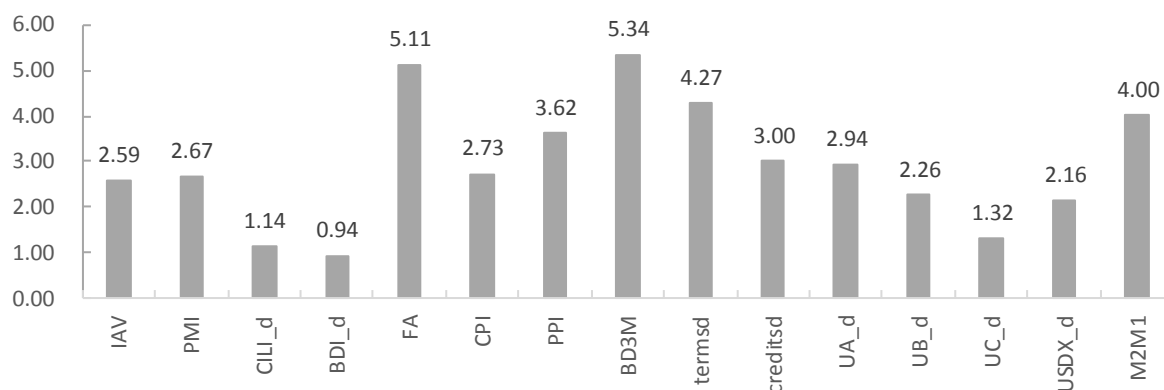
图 17：初始宏观指标 Spearman 相关系数



数据来源：Wind 资讯 & 东方证券研究所

在增长与景气指标中 IAV、FA 和 EST 相关性较高，因此剔除 EST，剩余 FA（房地产开发投资完成额累计同比）和 IAV（工业增加值变动同比），而货币指标中剔除相关性比较高的 M1、M2，货币指标中剩下 M2M1。剔除后方差膨胀系数 VIF 没有超过 10，说明宏观指标之间的共线性基本符合要求。

图 18：剔除相关性较高的宏观指标后 VIF



数据来源：Wind 资讯 & 东方证券研究所

2、基本面因子与铁矿石收益率关系探讨

本节将探讨基本面因子与铁矿石收益率之间的关系，以期找到基本面因子中领先铁矿石收益率的指标，或者明确二者之间的相互影响关系。

传统的线性回归假设前提是变量无内生性，因此没法解决变量内生的问题，另外也很难确定变量的滞后阶数问题（事前决定滞后阶数会导致模型设定偏误）。综合以上两方面考虑我们选择向量自回归（Vector Autoregression）VAR 模型来进行研究。n 变量滞后阶数为 p 的 VAR 模型如下所示：

$$Y_t = C + \sum_{k=1}^p A_k Y_{t-k} + \varepsilon$$

$$Y_t = \begin{bmatrix} y_{1,t} \\ M \\ y_{n,t} \end{bmatrix}, C = \begin{bmatrix} C_1 \\ M \\ C_n \end{bmatrix}, A_k = \begin{bmatrix} A_{1,1,k} & L & A_{1,n,k} \\ M & O & M \\ A_{n,1,k} & L & A_{n,n,k} \end{bmatrix}, \varepsilon = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ M \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}$$

VAR 模型本身考虑了各种滞前滞后关系的组合，它不仅考虑了各变量自身的序列相关性，也考虑了不同变量的异期相关性，从而覆盖了各种可能的跨期相关关系。VAR 模型允许滞后相关系数在多阶上显著，这也允许我们观测复合逻辑下的变量关系，如偏短期内的与偏长期内的序列相关性可能不一致。

VAR 模型的滞后阶数我们根据赤池信息准则（Akaike Information Criterion, AIC）和贝叶斯信息准则（Bayesian Information Criterion, BIC）来选择。滞后阶数越多，模型复杂度越高则 AIC 和 BIC 变大，结果如下表所示。我们综合 AIC 和 BIC 两个参数并结合实际情况选择滞后阶数 p=2。

图 19：根据信息准则选择模型

Type	供给&运费&库存因子				需求&库存因子			
Lag	1.000	2.000	3.000	4.000	1.000	2.000	3	4.000
AIC	-20.153	-19.643	-19.807	-19.850	-12.719	-12.646	-12.338	-11.927
BIC	-18.782	-17.076	-16.024	-14.832	-11.747	-10.850	-9.706	-8.444

数据来源：Wind 资讯 & 东方证券研究所

脉冲响应函数（Impulse Response Function）反映了施加变量一个单位标准差的冲击对其他变量的动态影响，因此是一种相对短期的变量之间动态变化。为了观察不同变量对铁矿石收益率的影响，我们采用如下式所示单位脉冲响应：

$$Y_t = \mu + \sum_{i=0}^{\infty} \Phi_i u_{t-i}$$

脉冲响应图中的渐进性代表 95%显著水平下的标准误差，计算时正交化参数设定为 False，因此得到的结果与变量先后顺序没有关系。

图 20：VAR 模型得到供给&运费&库存因子间关系(回归系数及显著水平)

VAR模型		被解释变量									
		Iron_ret	Ship_vol	Arr_vol	Ud	Iron_pd	SI	Smi	Iopi	BCI_d	BDI_d
解释变量 滞后一阶	L1.Iron_ret	-0.068	0.547**	0.072	0.255	0.326**	0.735	-0.078	0.006	0.483	0.681
	L1.Ship_vol	-0.207*	0.384***	0.065	-0.024	0.052	0.988	0.054	-0.019	-0.078	-0.302
	L1.Arr_vol	0.019	0.005	-0.005	0.021	-0.024	-1.038	-0.016	0.000	0.108	0.304*
	L1.Ud	0.039	-0.175	-0.207	-0.276*	-0.024	-1.785	0.646***	0.069	-0.396	-0.587*
	L1.Iron_pd	0.118	-0.517*	-0.045	-0.426*	-0.116	-2.902	-0.064	0.138*	1.045	1.087**
	L1.SI	-0.005	0.011	-0.010	-0.001	0.004	0.923***	0.003	0.002	0.006	0.004
	L1.Smi	-0.076	<i>-0.340**</i>	-0.075	-0.122	0.098	-0.158	0.370	0.083*	0.249	0.245
	L1.Iopi	0.331	0.286	-0.019	-0.373	-0.082	0.499	-0.077	0.382***	0.516	0.907
	L1.BCI_d	-0.042	0.167	0.275	-0.255*	-0.079	5.138*	-0.238	0.029	-0.166	0.421
	L1.BDI_d	0.043	-0.334**	-0.197	0.196*	0.089	-3.273	0.008	-0.015	-0.244	-0.620**
解释变量 滞后二阶	L2.Iron_ret	-0.014	-0.011	-0.187	0.207	-0.056	1.627	0.348*	-0.096*	0.360	0.601*
	L2.Ship_vol	-0.081	-0.061	0.289	0.000	-0.104	0.548	-0.040	-0.021	-0.212	-0.094
	L2.Arr_vol	-0.004	0.121	-0.026	-0.089	-0.053	0.379	-0.014	0.051*	0.061	0.070
	L2.Ud	0.069	0.025	-0.260	-0.198	-0.086	-0.265	0.165	0.043	-0.407	-0.396
	L2.Iron_pd	-0.569**	0.115	-0.157	-0.231	-0.067	3.494	0.041	0.032	0.082	-0.222
	L2.SI	0.009	-0.016	-0.011	0.003	-0.007	0.004	-0.003	-0.004	-0.006	-0.005
	L2.Smi	-0.105	0.331**	-0.020	-0.076	0.168**	2.987	-0.278*	-0.038	-0.092	-0.041
	L2.Iopi	-0.164	-0.689	-0.192	0.268	0.062	-1.432	0.312	0.043	-0.399	-1.744*
	L2.BCI_d	-0.023	-0.083	-0.103	-0.185	0.082	3.949	-0.247	0.124**	0.102	0.435
	L2.BDI_d	0.035	0.086	0.224	0.175	0.029	-2.051	0.017	-0.064	-0.099	-0.389

注：回归系数后的*、**、***分别代表回归系数在 10%、5%和 1%的置信度下显著不等于 0，其它则为不显著的结果。

数据来源：Wind 资讯 & 东方证券研究所

图 21：VAR 模型得到需求&库存因子间关系(回归系数及显著水平)

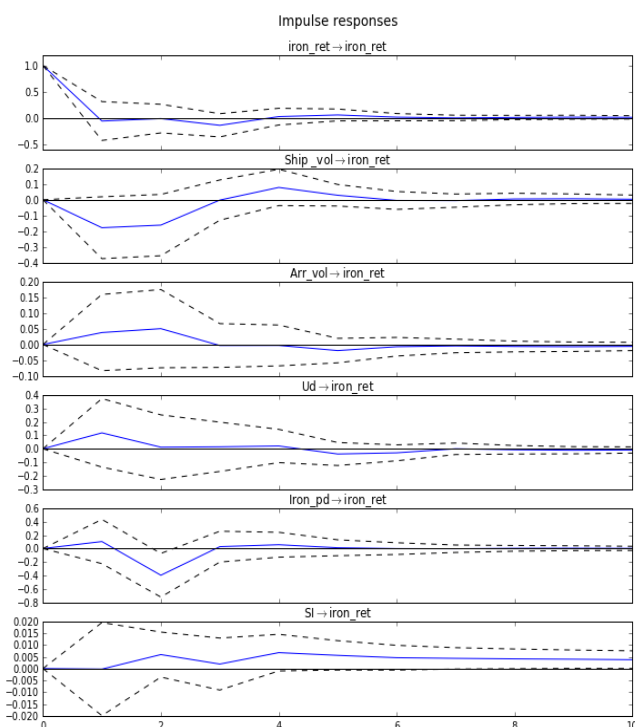
VAR模型		被解释变量						
		Iron_ret	Bfor	Pop	Cs_pd	Wsp	Iopi	Smi
解释变量 滞后一阶	L1.Iron_ret	0.174	0.023	0.290	5.894	-1.309	-0.009	0.125
	L1.Bfor	-0.257	1.136***	-0.618	37.680	4.501	0.038	0.512
	L1.Pop	-0.036	0.026	1.012***	0.886	1.532	-0.058	-0.107
	L1.Cs_pd	0.001	-0.001**	-0.005	0.068	0.082*	0	-0.005
	L1.Wsp	0.015	0.005**	0.014	0.029	-0.482***	-0.007	-0.016
	L1.Iopi	0.118	0.022	0.105	17.059	-2.782	0.352**	0.102
解释变量 滞后二阶	L1.Smi	-0.104	-0.002	-0.060	-6.087*	6.047***	-0.018	0.325**
	L2.Iron_ret	-0.195	0.009	-0.442**	6.785	-4.085***	0.02	0.450**
	L2.Bfor	0.127	-0.132	0.415	-31.919	-5.381	-0.103	-0.653
	L2.Pop	0.055	-0.014	-0.188	4.773	-2.375*	0.029	0.086
	L2.Cs_pd	-0.008**	-0.001	-0.003	-0.059	-0.004	0.004**	0.010*
	L2.Wsp	-0.017*	0.001	-0.028**	0.263	-0.121	-0.004	-0.001
	L2.Iopi	-0.252	0.009	0.450	-20.809*	-4.284	0.179	0.183
	L2.Smi	-0.100	-0.015	0.021	-0.473	5.169***	0.036	-0.291

数据来源：Wind 资讯 & 东方证券研究所

观察系数及显著性矩阵和脉冲响应图，我们可以得出以下几个结论：

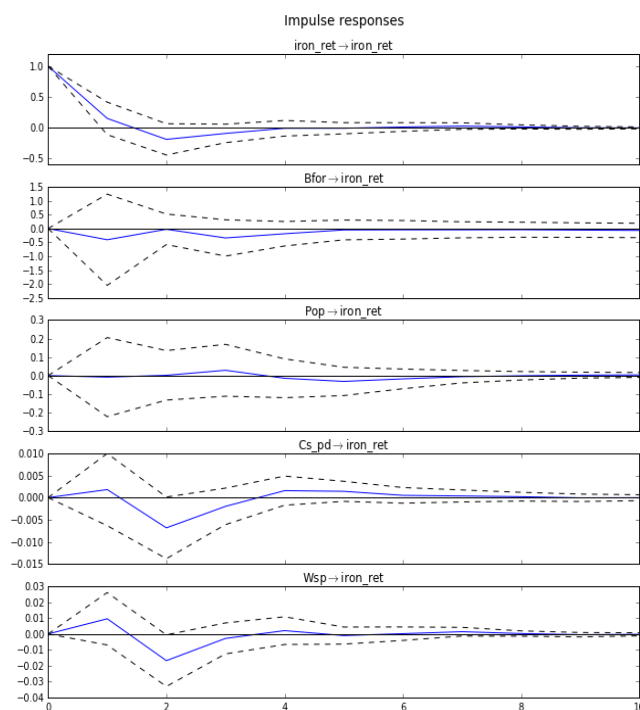
1. 与铁矿石收益率（Iron_ret）显著相关的变量较少，分别是**滞后二阶**的需求因子中钢协会会员企业粗钢产量季调值（Cs_pd）和沪市线螺终端采购量环比（Wsp），且二者与 Iron_ret 显著负相关。供给因子中的**滞后一阶**的海外港口铁矿石发货量同比（Ship_vol）和**滞后二阶**的国内调查部分矿山铁精粉产量环比（Iron_pd）也与 Iron_ret 显著负相关。
2. 多数变量有显著自相关性现象（Bfor、Pop、Wsp、Iopi、Smi、Ship_vol、Ud、BDI_d），在滞后一阶的时候尤其明显，不过有些变量经平稳性处理之后回归系数不再接近 1，且在置信度 1%下显著。
3. 不同变量间存在异期相关性，有的滞后相关系数在多阶上显著。例如 Ship_vol 与 L1.Smi 存在显著负相关关系（5%置信度），而与 L2.Smi 则存在显著正相关关系（5%置信度）。这种异期相关性关系在脉冲响应图里更加明显。
4. 某些变量间存在复杂变量关系。例如：Iron_ret 与 L1.Ship_vol 显著负相关（10%置信度），Ship_vol 与 L1.Iron_ret 显著正相关（5%置信度），Ship_vol 与 L1.Ship_vol 显著正相关（1%置信度）。也就是说变量与变量间、变量与自身之间存在多层次复杂变量关系。
5. 脉冲响应（IRF）图中多数因子对 Iron_ret 冲击在 10 期以内多数收敛，说明变量是平稳的，且变量和因变量间存在相对稳定的关系。

图 22：供给因子对铁矿石收益率的脉冲响应



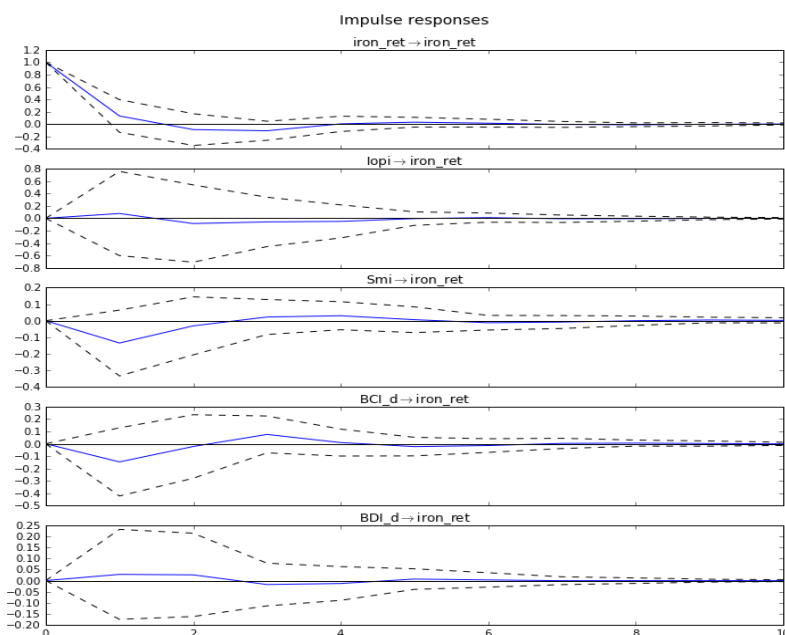
数据来源：Wind 资讯 & 东方证券研究所

图 23：需求因子对铁矿石收益率的脉冲响应



数据来源：Wind 资讯 & 东方证券研究所

图 24：库存&成本因子对铁矿石收益率的脉冲响应



数据来源：Wind 资讯 & 东方证券研究所

图 25：格兰杰因果检验 Test Statistic (5%置信度, Crit_Val=3.02; 10%置信度, Crit_Val = 2.31)

指标是否是Iron_ret的格兰杰原因	Ship_vol	Arr_vol	Ud	Iron_pd	SI	Smi	Iopi
	2.15	0.04	0.13	3.44**	0.68	1.04	0.40
	Bfor	Pop	Cs_pd	Wsp	BCI_d	BDI_d	
Iron_ret是否是指标的格兰杰原因	0.92	0.18	2.37*	1.43	0.05	0.10	
	Ship_vol	Arr_vol	Ud	Iron_pd	SI	Smi	Iopi
	2.76*	0.06	0.30	2.89*	0.04	0.83	2.81*
	Bfor	Pop	Cs_pd	Wsp	BCI_d	BDI_d	
	0.83	3.63**	2.44*	2.37*	0.45	0.63	

数据来源：Wind 资讯 & 东方证券研究所

通过格兰杰因果检验结果也可以发现诸如 Iron_pd（国内调查部分矿山铁精粉产量环比）与 Cs_pd（中钢协会会员企业粗钢产量季调值）这两个变量与 Iron_ret 互为格兰杰原因，也就是说铁矿石的价格边际变化会影响粗钢产量和国内矿山铁精粉产量，而粗钢产量和国内矿山铁精粉产量的边际变化反过来也会影响铁矿石价格，这和实际情形是相吻合的。

3、样本内预测结果

3.1、宏观因素

国外有很多文献专注于预测商品收益的研究，不过之前的文献很多是专注于商品样本内预测研究。关于预测因子的选择，有些文献使用对股票和债券有预测的指标来预测商品收益，但并没有采用更多能反应宏观风险的指标。另外之前的研究也没有将预测与经济周期关联。而 Rapach, Strauss 和 Zhou (2010)等人的研究发现预期收益受限于经济周期，导致这个现象的可能原因是在经济衰退期预期收益波动要比经济扩张期大。

另外很多文献之前的研究多专注于商品期货收益预测，如 Hong 和 Yogo(2012)的研究表明期货市场未平仓合约量指标相比于套期保值或者基差等指标预测能力更强，且适合多种不同资产。但很少有人将重点放在商品现货收益预测上，实际上期货和现货可能同时受到相似的风险溢价变量影响，比如 Acharya et al. (2011)等人的研究就表明生产者的套保需求会对现货和期货价格都产生影响。

Antonio Gargano 和 Allan Timmermann (2014) 的研究在之前的文献基础上进行了拓展。他们使用了通胀、货币供应、工业产出变化、失业率变化这些反应经济状况的指标，并对不同经济周期下月度、季度和年度等不同期限的收益进行样本外预测，得到不同期限预测下有显著预测能力的指标。

本报告中我们不仅考虑了宏观指标影响，也引入了涉及到上中下游产业链关系的诸多基本面因素（供给、需求、库存、成本）。本节我们首先来探讨基本面和宏观指标对于铁矿石现货收益率的样本内预测能力。

需要注意的是经典的回归模型 OLS 不能用于金融时间序列的预测。为了使得 OLS 的估计具有一致性，无偏性，有效性，需要满足 CLRM (Classical linear regression model) 的五个假定。其中假定之一是变量无内生性假定，即 $E(u_t | x_t) = 0$ 。如果这个自变量和随机误差不相关，那么我们得到的 OLS 的估计参数将是一致的。一般而言，只要我们测量有误差、模型设定偏差遗漏了变量或者是变量双向影响那么就可能存在内生性的问题，也就无法得到一致性的估计。在第二节的研究我们也发现某些基本面因子与铁矿石因子之间并不是单方向的决定关系，而是相互影响。这种双向交互影响（或者同时受其他变量的影响）引起的内生性问题在现实中最为常见。

OLS 的另一个假设是变量需要满足平稳性。虽然经过平稳性处理后不平稳变量变得平稳，但同时变量本身的含义也会改变，而且某些经过平稳处理的变量可能变得不再显著，为了检验原始序列的影响，我们也需要改进参数估计方法。

图 26：基本面因子全样本内一元回归结果（IVX vs OLS，2010.05–2018.06）

自变量\因变量		铁矿石收益率 (Iron_ret)		铁矿石港口库存环比 (Iopi)		五大品种钢材市场库存环比 (Smi)	
基本面因子		A_ivx	A_ols	A_ivx	A_ols	A_ivx	A_ols
平稳序列	滞后因子	Iron_ret				0.280*	0.291**
		Ship_vol					
		Arr_vol		0.045**			
	供给因子	Ud				0.470***	0.481***
		Iron_pd					
		SI	0.007**	0.007**	-0.003**		
		Bfor	-0.204*	-0.189*	-0.077*		
	需求因子	Pop			-0.044*		
		Cs_pd	-0.005*	-0.005**			
		Wsp				-0.028***	-0.028***
原始序列	库存因子	Iopi		0.368***	0.359***		
		Smi				0.353**	0.328***
	成本因子	BCI_d				-0.216***	-0.211***
		BDI_d				-0.201***	-0.199***
		Ship_vol1					
	供给因子	Arr_vol1					
		Ud1		0.004**		0.022***	0.010***
		Iron_pd1		-0.013*			
	需求因子	Cs_pd1	-0.002**	-0.002**			
		Wsp1				-5E-06***	-4.9E-06***
原始序列	库存因子	Iopi1					
		Smi1	7.400E-05*	7.139E-05**		-0.00013**	-0.00012***
	成本因子	BCI_d1					
		BDI_d1			1.848E-05**		

注：回归系数后的*、**、***分别代表回归系数在 10%、5%和 1%的置信度下显著不等于 0。

数据来源：Wind 资讯 & 东方证券研究所

Kostakis(2015)扩展了 Phillips 使用工具变量 (Instrumental variable) 的参数估计方法 (IVX)，可以应对回归中的内生性问题，适用于几种常见持续性强度的时间序列（平稳序列、协整序列、近似协整序列、近近平稳序列）。本文以此为基础（IVX 回归的 python 函数由东方证券金工提供）进行预测回归：

$$y_t = \mu + A x_{t-1} + \varepsilon_t, \quad x_t = R x_{t-1} + u_t$$

自变量的内生性通过 ε_t 和 u_t 的相关性表示。

上表为使用 IVX 和 OLS 两种回归方法得到的基本面因子全样本内一元回归结果。可以发现对 Iron_ret 和 Smi 作为预测量时 IVX 和 OLS 两种方法得到的结果基本一致，表现为系数和显著水平都基本相同，只是某些量（如 Iron_pd1）会出现一些差异。而 lopi 作为预测量时两种方法估计结果差异非常明显，许多指标在 IVX 回归下显著而在 OLS 回归下不再显著，由于 IVX 能更好应对时间序列内生性和持续性强度问题，因此相比之下 IVX 回归法对于近似平稳变量的估计比 OLS 更精确一些。

回归结果表明 SI、Bfor、Cs_pd、Iron_pd1、Cs_pd1、Smi1 指标是 Iron_ret 的显著预测指标。Arr_vol、SI、Bfor、Pop、lopi 指标则可作为 lopi 的样本内显著预测指标。而 Iron_ret、Ud、Wsp、Smi、BCI_d、BDI_d、Ud1、Wsp1、Smi1 是 Smi 的样本内显著预测指标。后续进行样本外预测时再将这些指标与样本外有显著预测能力指标进行对比。

图 27：宏观因子全样本内一元回归结果（IVX，2010.05–2018.06）

宏观类别	因子	Iron_ret	SI	Bfor	Cs_pd	Iron_pd1	Cs_pd1	Smi1
增长与景气因子	IAV					20.906***		
	PMI_d				0.658*	0.685**		
	CILI_d	6.497*		0.517**		-312.393***	-138.646***	2966.968***
通胀因子	FA					15.544***		
	CPI					157.784***		
	PPI							
货币因子	M2M1		25.089***	0.990***		11.037***		2527.740***
	BD3M				1.677**	1.393***		
利率因子	Termsd							
	Creditsd	-0.069**		-0.082***		2.583***		
汇率因子	UA_d	-0.579*	-1.990*					
	UB_d	-0.540**						
	UC_d							
	USDX_d	-1.020**						

数据来源：Wind 资讯 & 东方证券研究所

从上表中可以看出宏观因子中影响铁矿石价格总较为显著的是资源国兑美元的汇率，澳元和巴西雷亚尔兑美元贬值有利于海外矿山降低成本，扩大出口。汇率因子通过影响铁矿石生产国（澳大利亚和巴西）铁矿石的出口，因此对铁矿石的收益有显著影响。

而其它的增长与景气因子、通胀因子、货币因子、利率因子通常不会直接显著的影响铁矿石收益率，但是这些因子往往通过影响基本面因子中的供给、需求和库存因子（如 Iron_ret、SI、Bfor、Cs_pd、Iron_pd1、Cs_pd1、Smi1 这些对铁矿石收益有显著影响的基本面因子）来间接影响铁矿石收益率。

4、样本外预测结果

4.1、短线样本外滚动预测

Pesaran 和 Timmermann (1995), Goyal 和 Welch (2008) 的研究表明在给定历史可用样本信息的情况下，样本内可预测性与样本外预测并不一致。文献实证表明样本内预测得到好的结果并不能保证样本外预测比简单的预测模型更精确。本节我们将探讨预测模型样本外预测能力。下表为不同滚动月份下的预测下一个月收益结果，由于样本数据有限，因此滚动月份数无法选择较长时间。下表中：

$$MSE = \sum_{t=1}^T (\hat{r}_t - r_t)^2 / T$$

$$R_{os} = 1 - MSE_{model} / MSE_{ma}$$

其中 \hat{r}_t 为预测收益值， r_t 为实际收益， R_{os} 为衡量回归模型和滚动均值预测模型准确率的公式，

R_{os} 为正说明 $MSE_{model} < MSE_{ma}$ ，预测模型的准确度高于滚动均值预测模型， R_{os} 为负则

$MSE_{model} > MSE_{ma}$ 。 MSE_{ma} 为滚动均值预测模型的 Mean Squared Error。

结果表明 Rsquared 均为负，也就意味着不同滚动月份下短线样本外预测精确度不如 24 个月滚动均值预测结果。结合预测准确率，滚动月份为 24 个月时方向准确率最高，但是也没有超过 60%，而滚动样本加长后方向准确率反而下降，因此我们认为短线样本外滚动预测效果一般。

滚动窗口的预测方法有几个步骤：首先在月初用 l_{roll} 个月的历史数据做一元 IVX 回归（铁矿石收益率对单个预测指标），找出显著因子（5%）；如果有多个指标显著，则进行多元 IVX 回归，如果回归方程显著（5%），则代入预测指标预测下一期收益率，如此循环滚动预测统计 MSE 大小。

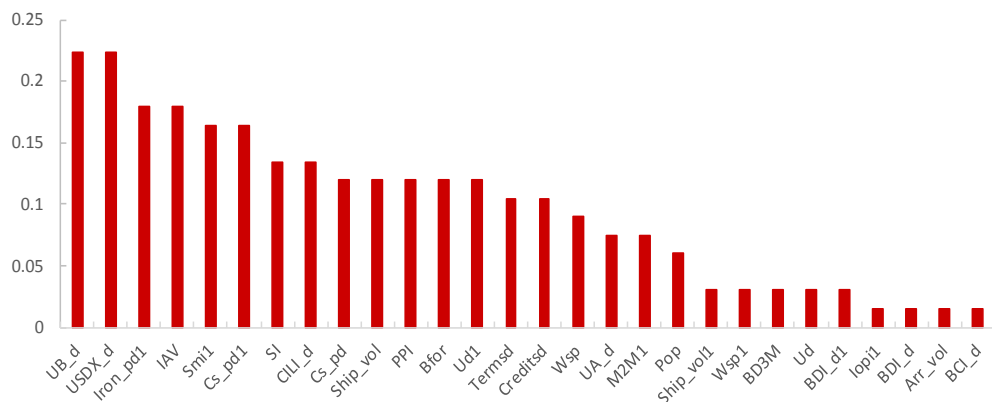
图 28：短线样本外滚动预测结果（Iron_ret 铁矿石收益率，IVX，k=1）

滚动月份	有效预测次数	有效预测占比	方向准确率	MSE	MSE (24个月滚动均值预测)	Rsquared (out of sample)	p-value
24	67	90.5%	55.2%	0.016	0.012	-0.280	0.083
36	49	79.0%	46.9%	0.015	0.010	-0.430	0.026
48	39	78.0%	48.7%	0.015	0.013	-0.200	0.148
60	31	81.6%	51.6%	0.014	0.013	-0.070	0.577

注：p-value 为用配对双样本 t 检验得到的 p 值，双样本均通过正态分布检验，p-value<0.05 说明在 0.05 的置信水平下拒绝无差异的原假设。

数据来源：Wind 资讯 & 东方证券研究所

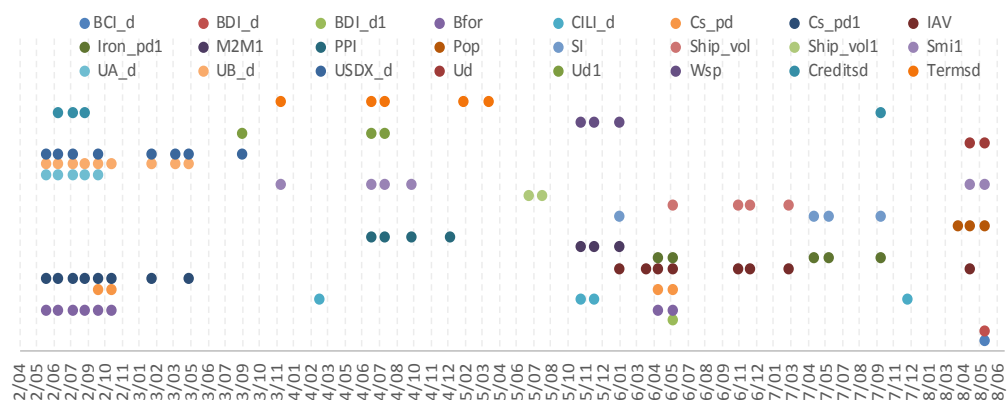
图 29：显著因子有效预测占比 (k=1, l_roll=24M, 2012.05–2018.05)



数据来源：Wind 资讯 & 东方证券研究所

在月频下 **UB_d**、**USDX_d**、**Iron_pd1**、**IAV**、**Smi1**、**Cs_pd1**、**SI**、**CILI_d**、**Cs_pd**、**Ship_vol**、**Bfor** 等因子的有效预测占比较高，这其中部分因子和样本内具有显著预测能力的因子 (**UB_d**、**USDX_d**、**UA_d**、**SI**、**Bfor**、**Cs_pd**、**Iron_pd1**、**Cs_pd1**、**Smi1**) 重合。排名前六的因子是美元兑巴西雷亚尔汇率环比值、美元指数环比值、国内调查部分矿山铁精粉产量、五大品种钢材市场库存合计、中钢协会员企业粗钢产量。之前我们也提到资源国与美元之间的汇率会影响到铁矿石的出口，而汇率贬值有利于降低成本，因此对铁矿石价格有显著影响。

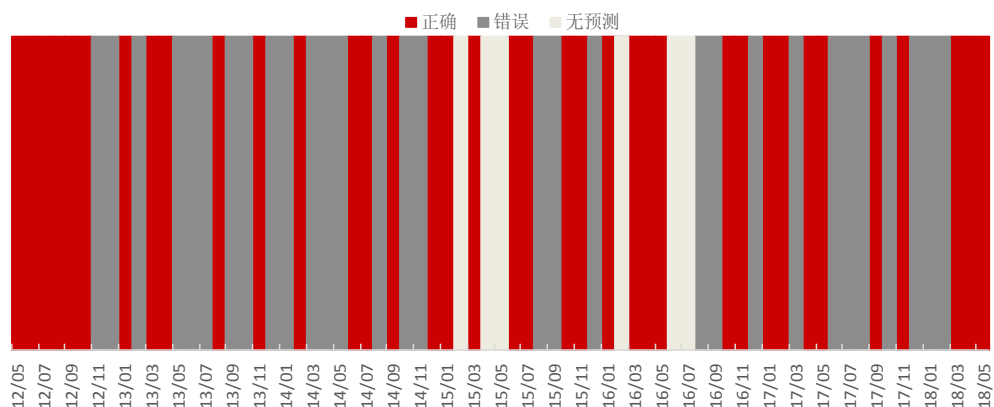
图 30：正确预测方向时有效预测指标变化 (k=1, l_roll=24M, 2012.05–2018.05)



数据来源：Wind 资讯 & 东方证券研究所

从正确预测方向时有效预测变化中可以发现预测指标持续性不是很强，很少有长期都有效的预测指标，占比最高的因子也只有 20%左右时间有效，说明短期价格波动受到其它因素干扰，基本面和宏观指标很难解释和预测短期价格波动。

图 31：样本外滚动预测铁矿石收益率方向准确性 (k=1, l_roll=24M, 2012.05–2018.05)



数据来源：Wind 资讯 & 东方证券研究所

下表展示了一些对铁矿石短线收益预测显著的因子的预测情况，我们选出方向准确率最高的结果进行展示，结果发现除了 Smi 之外其它指标的 Rsquared 都为负，显然对这些指标的预测与对铁矿石收益率预测面临同样的问题，就是短线预测准确度并没有 24 个月滚动均值预测结果准确。不过指标预测的方向准确率基本上都能达到 60% 以上的水平。

图 32：各指标样本外滚动预测结果 (k=1, 2012.05–2018.05)

l_roll	指标	有效预测次数	有效预测占比	方向准确率	MSE	MSE (24个月滚动均值预测)	Rsquared (out of sample)	p-value
36M	Iron_pd	31	96.9%	64.5%	0.011	0.010	-0.070	0.751
48M	Smi	49	98.0%	65.3%	0.026	0.029	0.090	0.715
24M	Cs_pd	68	97.1%	55.9%	24.726	18.290	-0.350	0.057
36M	Ship_vol	45	95.7%	60.0%	0.020	0.011	-0.840	0.193
48M	Iopi	48	96.0%	56.3%	0.002	0.002	-0.100	0.616

数据来源：Wind 资讯 & 东方证券研究所

4.2、长线样本外滚动预测

上一节中得出短线样本外预测效果不是很理想。一般而言，商品的供给和需求变化是一个缓慢的过程，而收益率短期内容易受到外界干扰产生短时波动，因而短期样本外预测效果不理想。为了反映相对长时间内供给和需求等指标变化对商品价格的影响，我们选择长线样本外预测来对比预测效果，并对比不同频率下预测效果的差异。

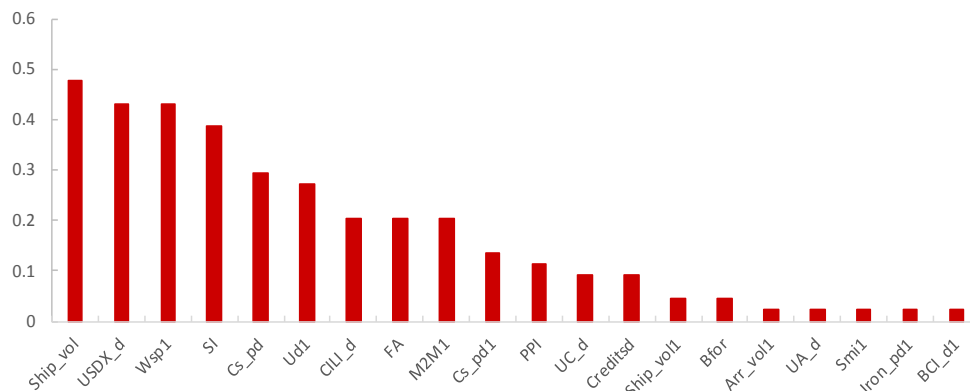
图 33：长线样本外滚动预测结果（Iron_ret 铁矿石收益率，IVX）

K	滚动月份	有效预测次数	有效预测占比	方向准确率	MSE	MSE (24个月滚动均值预测)	Rsquared (out of sample)	p-value
3	24	60	82.2%	55.0%	0.057	0.039	-0.447	0.002
	36	44	72.1%	70.5%	0.032	0.028	-0.147	0.299
	48	42	85.7%	57.1%	0.043	0.044	0.020	0.814
	60	31	83.8%	61.3%	0.047	0.055	0.148	0.203
6	24	40	54.8%	45.0%	0.154	0.074	-1.089	0.009
	36	28	45.9%	60.7%	0.072	0.051	-0.418	0.188
	48	23	46.9%	34.8%	0.089	0.103	0.138	0.440
	60	25	67.6%	60.0%	0.062	0.074	0.159	0.333

数据来源：Wind 资讯 & 东方证券研究所

相对来说，k 取 3 后有效预测次数较 k 取 1 时下降，有效预测占比变化不明显，但是方向准确率却提升明显。并且 Rsquared 有些变为正，较 k 取 1 时基本为负形成鲜明对比。说明 k 取 3 后滚动 IVX 回归预测的效果提升明显，与滚动 24 月均值预测值相差无几。K 取 6 时的有效预测占比明显下降，因此很难在实际中做预测。K 取 12 的时候 Rsquared 基本为负，也就是说滚动 IVX 回归预测得到的结果并不比滚动 24 个月均值更准确，因此结果在这里不再展示。

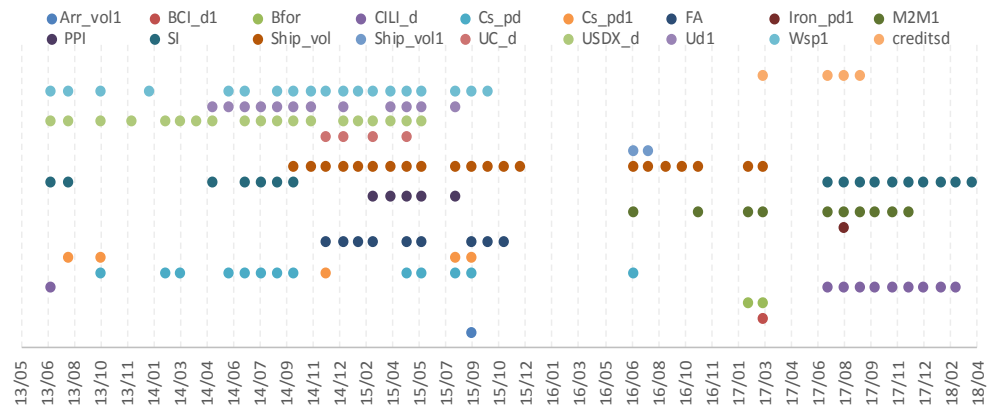
图 34：显著因子有效预测占比（k=3，l_roll=36M，2013.06–2018.03）



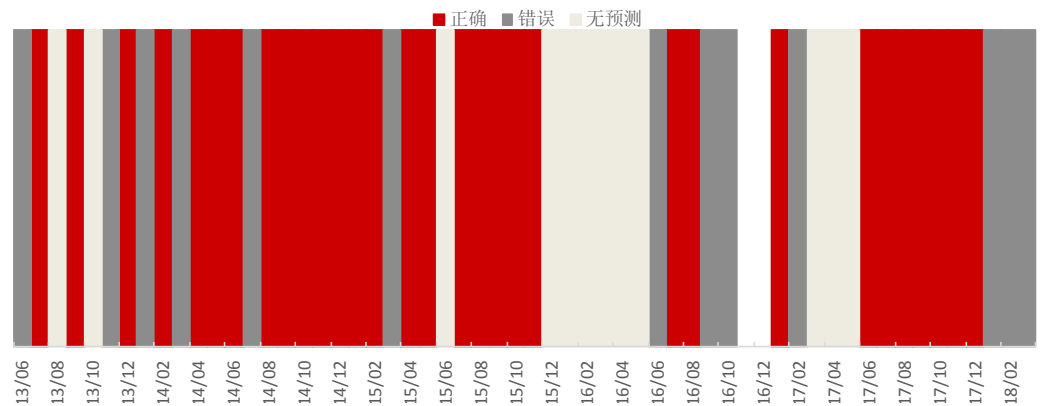
数据来源：Wind 资讯 & 东方证券研究所

从上图看出显著因子的有效预测占比较 k 取 1 时提升明显，最高的 Ship_vol 因子有效预测占比接近 50%，说明该指标对收益率影响长期有效。其它如 USDX_d、Wsp1、SI、Cs_pd、Ud1、CILI_d、FA、M2M1 有效预测占比也在 20% 以上，说明这些指标是季频的长线样本外预测的有效预测指标。

从下图也可以看出显著预测指标的稳定性增强。而从预测方向准确率来看，不同时期差异明显，2013 年 6 月至 2014 年 8 月这段时间总体的预测准确率不高，预测错误的次数略低于正确。而后持续到 2015 年底的这段时间基本都预测准确，方向准确率大幅提升，与此同时无预测的时间也随之增加，无预测时间占比较短线预测提升也较明显。

图 35：正确预测方向时有效预测指标变化（ $k=3$ ， $I_{roll}=36M$ ，2013.06–2018.03）

数据来源：Wind 资讯 & 东方证券研究所

图 36：样本外滚动预测铁矿石收益率方向准确性（ $k=3$ ， $I_{roll}=36M$ ，2013.06–2018.03）

数据来源：Wind 资讯 & 东方证券研究所

根据上一篇报告《细分类商品在美林投资时钟下的表现》中我们对中国经济经济周期的划分来对不同经济周期下长线预测准确率性进行统计，发现在**衰退期预测准确率为 77.8%，在滞涨期为 100%，复苏期为 42.9%**，过热期没有对应的时期，由于时间跨度相对较短，因此结果有一定的偶然性，总体看衰退期预测准确率相对高一些（滞涨期预测次数较少，偶然性大），这一结论与 Rapach, Strauss 和 Zhou (2010)以及 Antonio Gargano 和 Allan Timmermann (2014) 等人的研究有一定类似的地方，也就是说在经济下行期预期收益的波动大于经济上行期，预测准确率在经济下行阶段较其它阶段相对高一些。

4.3、交易策略设计实证

为了验证样本外滚动预测效果，我们通过设计策略来验证效果，策略细节如下所示：

1. 由于采用铁矿石现货，因此不考虑开平仓手续费影响，但允许做空现货；

2. 季度预测采用上节中样本外滚动预测未来三个月收益率的情况，当预测收益率大于零则未来三个月均做多，收益率小于零则未来三个月均做空；月度预测则按一个月调整。
3. 季度预测策略持仓周期为三个月，开仓价格采用首月的第一天价格，平仓价格则采用第三个月的最后一天价格，不考虑滑点；
4. 季度预测策略中会存在起始日效应，也就是说开始的位置不一样可能会导致迥然不同的结果。为了避免起始位置对策略的影响，我们列出全部三种起始位置（起始位置间隔一个月，但有时没有有效预测，故实际间隔不止一个月）的策略表现，以说明策略的整体表现。

季度预测策略由于 2013 年 12 月之前铁矿石价格一直处于震荡状态，因此在这个阶段策略预测准确率偏低，收益基本为负。而第三个起始位置开始的策略基本屏蔽了该阶段，因此 2013 年 8 月起始的策略效果好一些，从图中标注的预测结果来看，可以看到大的趋势行情下策略基本预测正确。总体而言，策略在趋势上涨或者下跌阶段策略表现好一些，而在相对震荡的行情下策略预测准确率低，整体表现一般。

由于是季度预测，因此起始日期间隔一个月的情况下，三种不同起始日期能囊括所有起始日效应对策略的影响。上表结果显示三种情况下策略表现差异明显，主要是开始预测时铁矿石处于震荡行情中，而震荡行情下样本外预测准确率偏低，因此造成起始一和起始二情况下表现一般。而起始三则完整把握了大的趋势行情，而遭遇的震荡行情相对有限，因此策略总体表现较好。但由于持仓周期为三个月，而商品的波动大部分时间偏大，因此三个策略的最大回撤都偏大。为了减少策略回撤，我们加入止损，当预测错误且未来三个月价格偏离开仓价格（与开仓方向相反）一定程度时进行平仓，并空仓至三个月结束。从下表可以看出，加入止损后策略的回撤明显减小，策略的表现也大幅提升。

图 37：样本外滚动预测策略表现

策略类型	起始日期	交易天数	总收益	年化收益	夏普率	最大回撤
季频预测	2013.06（加入止损）	1258	132.1%	18.4%	0.714	-0.284
	2013.07（加入止损）	1196	170.2%	23.3%	0.892	-0.268
	2013.08（加入止损）	1131	149.5%	22.6%	0.794	-0.298
月频预测	2013.06（等权组合）	1258	146.9%	19.8%	1.103	-0.154
	2012.05（不加条件）	1533	401.5%	30.3%	0.929	-0.576
	2012.05（趋势过滤）	1469	255.5%	24.3%	0.704	-0.249
月频&季频	2012.05（加入止损）	1533	450.9%	32.4%	1.321	-0.257
	2012.05（组合策略）	1533	201.2%	19.9%	1.088	-0.165
	2012.05（组合策略）	1533	298.9%	25.5%	1.591	-0.162

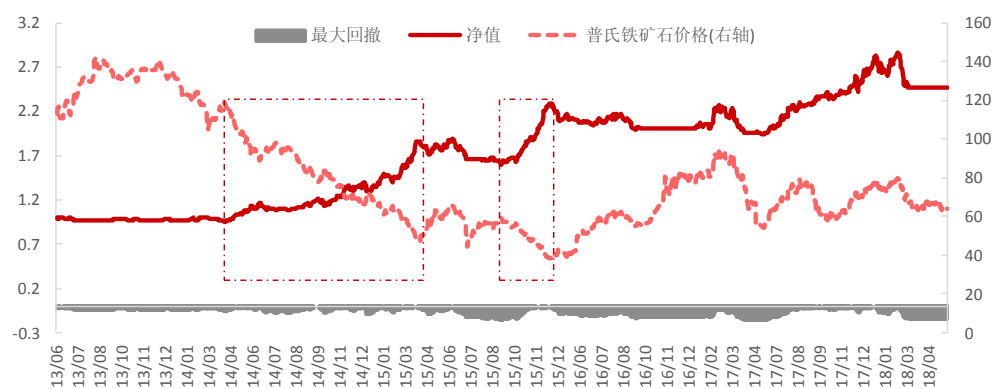
注：月频&季频组合中季频均选择止损后得到的等权组合，而月频中分别取趋势过滤和加入止损，分别得到月频&季频组合第一（月频为趋势过滤）和第二种（月频为加入止损）策略。

数据来源：Wind 资讯 & 东方证券研究所

由于季度预测有初始值效应，因此我们拟对不同起始位置的三个策略采用等权资金配置来平滑策略净值，当预测收益率绝对值小于某个阈值（实证 1%水平比较合适）时模型判别的准确率较低，因此

我们加入预测收益率阈值过滤来筛除部分低效预测的情况。实证表明加入阈值过滤后三个策略表现均有不同程度的提升,而三个策略的等权资金组合的表现也要优于之前不加阈值时等权组合的表现。

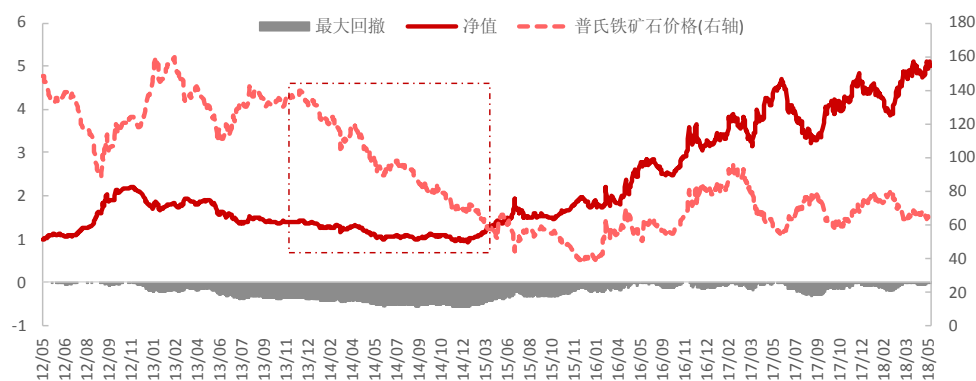
图 38：样本外滚动季频预测策略表现（阈值过滤&止损&等权组合， $k=3$ ， $I_{roll}=36M$ ，2013.06–2018.05）



数据来源：Wind 资讯 & 东方证券研究所

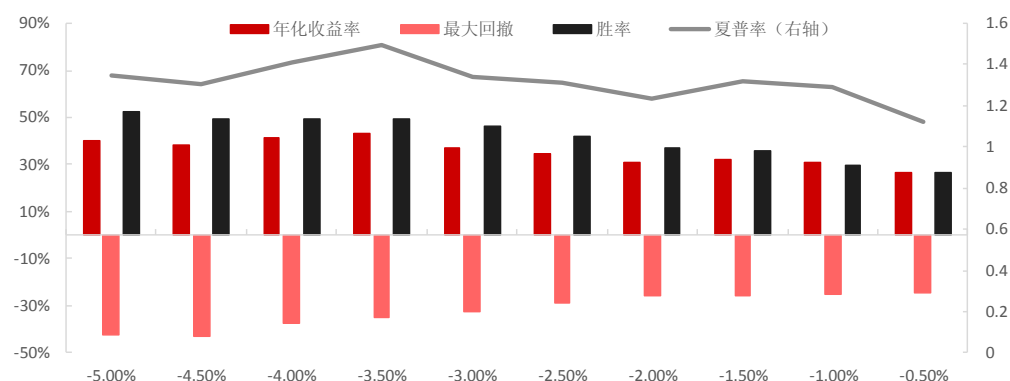
月频短线样本外预测策略前期下跌趋势中表现不佳，导致策略回撤过大，因此我们进行两种方式处理。**第一种**借鉴海龟交易法则思想进行趋势过滤，规则为：当预测的方向与趋势方向相反时避免逆趋势而动，因此选择不平仓；而当预测方向与趋势方向相同时再选择平仓，趋势方向我们采用 M 日移动均线的差分正负来表征。通过趋势过滤可以避免在趋势中预测错误造成的连续回撤，不过由于同时规避了部分预测正确时的平仓，因此导致策略净值比不加过滤条件时要低一些。**而加入阈值过滤则对短线样本外预测结果影响不大。****第二种**我们加入固定百分比止损，也就是当月中价格相对于该月开盘价回撤一定程度时（实证表明-1.5%的止损幅度在年化收益和最大回撤取得均衡，故采用该参数），进行平仓一直到该月结束。

图 39：样本外滚动月频预测策略表现（ $k=1$ ， $I_{roll}=24M$ ，2012.05–2018.05）



数据来源：Wind 资讯 & 东方证券研究所

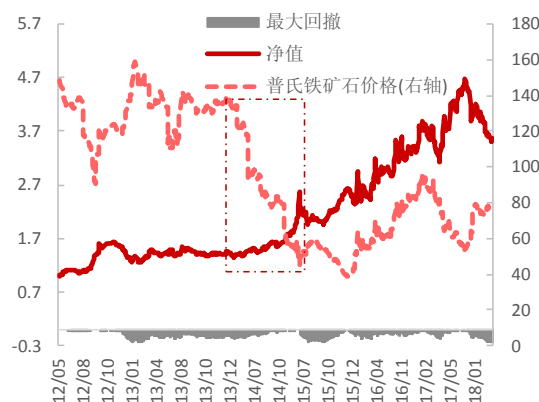
图 40：样本外滚动月频预测策略表现（加止损， $k=1$ ， $I_{roll}=24M$ ，2012.05–2018.05）



数据来源：Wind 资讯 & 东方证券研究所（横轴为策略止损幅度）

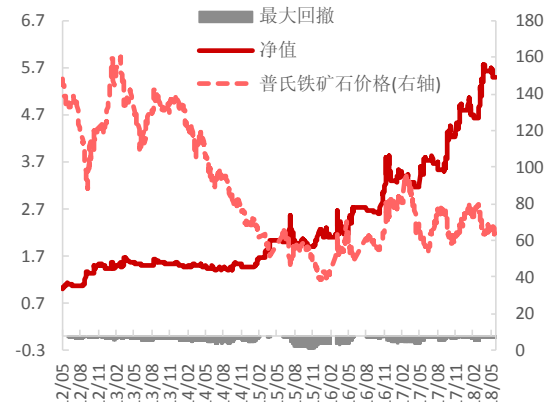
加入止损的策略表现参数敏感性如上图所示，不同的止损幅度参数变化较为平缓，随着止损幅度变小，策略的胜率和最大回撤均在变小，对于月频这种中长期策略而言，加入止损能提高策略的盈亏比，降低策略的回撤，但同时策略的胜率也因此而降低。考虑到策略的回撤不能过大，因此我们最终选择选择止损幅度为-1.5%，策略表现如下图所示，相比之下加止损的月频策略表现要比加趋势过滤的策略表现要好一些。

图 41：样本外滚动月频预测策略表现（趋势过滤）



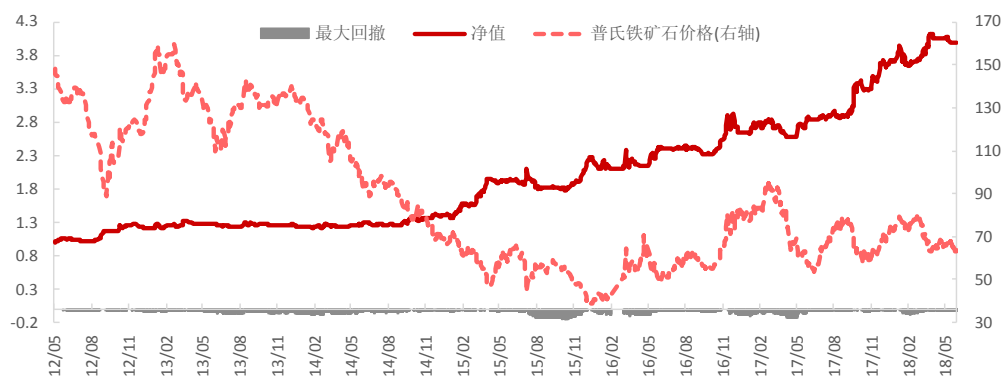
数据来源：Wind 资讯 & 东方证券研究所

图 42：样本外滚动月频预测策略表现（加止损）



数据来源：Wind 资讯 & 东方证券研究所

鉴于季频和月频样本外滚动策略不同行情下表现差异较大，因此我们构建季频和月频的等权组合策略，由于季频策略在趋势行情下表现突出而月频策略在相对震荡行情下表现较好，因此组合之后策略在2013年底到2015年初这段强趋势下行阶段表现相互抵消，使得策略净值在该阶段基本走平，而其它阶段整体表现得以明显提升。究其原因，2013年底到2015年初这轮铁矿石熊市主要是因为中国经济处于下行期，固定资产投资和房地产投资下滑，钢铁和铁矿石需求弱势，而供给则相对过剩，铁矿石价格还没有到海外矿山的现金成本。

图 43：样本外滚动预测策略表现（月频加止损&等权季频组合，2012.05–2018.05）

数据来源：Wind 资讯 & 东方证券研究所

5、主要结论

宏观指标作为一种外生变量主要是通过影响下游产业的需求，进而影响铁矿石价格。之前的研究也多从宏观因子入手来研究对商品期货收益影响的因素，而本报告除了宏观因子外，还从铁矿石产业链入手，从供给、需求、库存和成本四个方面总结了影响铁矿石现货价格的基本面因素。为了便于使用时间序列模型进行进一步研究，我们对基本面因子和宏观因子做了一些处理，统一了因子频率并且使其满足平稳性，共线性低等其它要求。

为了找到基本面因子中领先铁矿石收益率的指标，或者明确相互影响关系，我们使用向量自回归 VAR 模型进行研究。结果发现与铁矿石收益率显著相关的变量较少，分别是滞后二阶的需求因子中钢协会会员企业粗钢产量季调值（Cs_pd）和沪市线螺终端采购量环比（Wsp），且二者与 Iron_ret 显著负相关。供给因子中的滞后一阶的海外港口铁矿石发货量同比（Ship_vol）和滞后二阶的国内调查部分矿山铁精粉产量环比（Iron_pd）也与 Iron_ret 显著负相关。另外通过格兰杰因果检验结果也可以发现 Iron_pd（国内调查部分矿山铁精粉产量环比）与 Cs_pd（中钢协会会员企业粗钢产量季调值）这两个变量与铁矿石收益率互为格兰杰原因。

由于变量内生性和持续性强度问题，OLS 不能用于金融时间序列的预测。因此我们使用 Kostakis(2015)扩展的 IVX 回归法来进行样本内和样本外预测。样本内一元回归结果表明 SI、Bfor、Cs_pd、Iron_pd1、Cs_pd1、Smi1 这些基本面指标是铁矿石收益率的显著预测指标。而宏观因子中影响铁矿石价格总较为显著的是资源国兑美元的汇率，而其它的宏观因子通常不会直接显著的影响铁矿石收益率，但是这些因子往往通过影响基本面因子中的供给、需求和库存因子来间接影响铁矿石收益率。

商品的供给和需求变化是一个相对缓慢的过程，而收益率短期内容易受到外界干扰产生短时波动，因而短期样本外预测效果不理想，方向准确率为 55.2%，其预测精确度不如 24 个月滚动均值预测结果。预测指标的持续性也不强，预测占比较高的因子分别是美元兑巴西雷亚尔汇率环比值、美元指数环比值、国内调查部分矿山铁精粉产量、五大品种钢材市场库存合计、中钢协会会员企业粗钢产量。

相比而言滚动样本外季度长线预测精确度提升明显，有效预测占比达 70%以上，方向准确率为 70.5%，且预测精度与 24 个月滚动均值预测结果相近。预测指标的持续性提升明显，预测占比较高的因子分别是海外港口铁矿石发货量同比、美元指数环比变化、沪市线螺终端采购量、废钢价格与铁矿石价格比、中钢协会会员企业粗钢产量季调值、进口矿库存使用天数等指标。

另外根据对中国经济经济周期的划分来对不同经济周期下长线预测准确率性进行统计，发现在衰退期预测准确率为 77.8%，在滞涨期为 100%，复苏期为 42.9%，过热期没有对应的时期，由于时间跨度相对较短，因此结果有一定的偶然性，总体看衰退期预测准确率相对高一些（滞涨期预测次数较少，偶然性大）。

我们通过构建策略来验证样本外预测效果。结果表明季频加入阈值过滤和止损的等权组合优于单个起始日策略，回撤明显降低，年化收益 19.83%，夏普率为 1.10，最大回撤-15.4%。月频预测加趋势过滤和止损策略年化收益为 32.37%，夏普率为 1.32，最大回撤-25.7%。季频和月频等权组合后策略进一步提升，策略年化收益率为 25.53%，夏普率为 1.59，最大回撤为-16.2%。

风险提示

1. 量化模型基于历史数据分析得到，未来存在失效的风险，建议投资者紧密跟踪模型表现。
2. 极端市场环境可能对模型效果造成剧烈冲击，导致收益亏损。

分析师申明

每位负责撰写本研究报告全部或部分内容的研究分析师在此作以下声明：

分析师在本报告中对所提及的证券或发行人发表的任何建议和观点均准确地反映了其个人对该证券或发行人的看法和判断；分析师薪酬的任何组成部分无论是在过去、现在及将来，均与其在本研究报告中所表述的具体建议或观点无任何直接或间接的关系。

投资评级和相关定义

报告发布日后的 12 个月内的公司的涨跌幅相对同期的上证指数/深证成指的涨跌幅为基准；

公司投资评级的量化标准

买入：相对强于市场基准指数收益率 15%以上；

增持：相对强于市场基准指数收益率 5%～15%；

中性：相对于市场基准指数收益率在-5%～+5%之间波动；

减持：相对弱于市场基准指数收益率在-5%以下。

未评级——由于在报告发出之时该股票不在本公司研究覆盖范围内，分析师基于当时对该股票的研究状况，未给予投资评级相关信息。

暂停评级——根据监管制度及本公司相关规定，研究报告发布之时该投资对象可能与本公司存在潜在的利益冲突情形；亦或是研究报告发布当时该股票的价值和价格分析存在重大不确定性，缺乏足够的研究依据支持分析师给出明确投资评级；分析师在上述情况下暂停对该股票给予投资评级等信息，投资者需要注意在此报告发布之前曾给予该股票的投资评级、盈利预测及目标价格等信息不再有效。

行业投资评级的量化标准：

看好：相对强于市场基准指数收益率 5%以上；

中性：相对于市场基准指数收益率在-5%～+5%之间波动；

看淡：相对于市场基准指数收益率在-5%以下。

未评级：由于在报告发出之时该行业不在本公司研究覆盖范围内，分析师基于当时对该行业的研究状况，未给予投资评级等相关信息。

暂停评级：由于研究报告发布当时该行业的投资价值分析存在重大不确定性，缺乏足够的研究依据支持分析师给出明确行业投资评级；分析师在上述情况下暂停对该行业给予投资评级信息，投资者需要注意在此报告发布之前曾给予该行业的投资评级信息不再有效。



免责声明

本证券研究报告（以下简称“本报告”）由东方证券股份有限公司（以下简称“本公司”）制作及发布。

本报告仅供本公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。本报告的全体接收人应当采取必要措施防止本报告被转发给他人。

本报告是基于本公司认为可靠的且目前已公开的信息撰写，本公司力求但不保证该信息的准确性和完整性，客户也不应该认为该信息是准确和完整的。同时，本公司不保证文中观点或陈述不会发生任何变更，在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的证券研究报告。本公司会适时更新我们的研究，但可能会因某些规定而无法做到。除了一些定期出版的证券研究报告之外，绝大多数证券研究报告是在分析师认为适当的时候不定期地发布。

在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议，也没有考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需求。客户应考虑本报告中的任何意见或建议是否符合其特定状况，若有必要应寻求专家意见。本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并非作为或被视为出售或购买证券或其他投资标的的邀请或向人作出邀请。

本报告中提及的投资价格和价值以及这些投资带来的收入可能会波动。过去的表现并不代表未来的表现，未来的回报也无法保证，投资者可能会损失本金。外汇汇率波动有可能对某些投资的价值或价格或来自这一投资的收入产生不良影响。那些涉及期货、期权及其它衍生工具的交易，因其包括重大的市场风险，因此并不适合所有投资者。

在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任，投资者自主作出投资决策并自行承担投资风险，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。

本报告主要以电子版形式分发，间或也会辅以印刷品形式分发，所有报告版权均归本公司所有。未经本公司事先书面协议授权，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。不得将报告内容作为诉讼、仲裁、传媒所引用之证明或依据，不得用于营利或用于未经允许的其它用途。

经本公司事先书面协议授权刊载或转发的，被授权机构承担相关刊载或者转发责任。不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

提示客户及公众投资者慎重使用未经授权刊载或者转发的本公司证券研究报告，慎重使用公众媒体刊载的证券研究报告。

东方证券研究所

地址：上海市中山南路 318 号东方国际金融广场 26 楼

联系人：王骏飞

电话：021-63325888*1131

传真：021-63326786

网址：www.dfzq.com.cn

Email：wangjunfei@orientsec.com.cn

