

目 录

一、 基于动态因子模型的 Nowcasting 模型理论介绍	4
(一) 动态因子模型	4
1、 隐含状态方程	4
2、 状态转移方程	4
3、 动态因子模型通胀 Nowcasting 的优势	4
(二) 模型预测过程	5
1、 主成分分析初始化隐含因子	5
2、 建立状态转移方程	5
3、 用卡尔曼滤波更新因子状态，用 EM 算法估计隐含因子的当月值及参数	5
4、 用建模变量预测值填充缺失值，更新隐含因子，预测当月通胀	6
(三) 对建模变量进行一阶差分	7
二、 中国 CPI 同比 Nowcasting	7
(一) 指标选择	8
1、 自下而上视角：	8
2、 自上而下视角	8
3、 指标选择结果	8
(二) 模型预测结果	9
三、 中国 PPI 同比 Nowcasting	11
(一) 指标选择	11
(二) 模型预测结果	12
四、 结论	13

图表目录

图表 1 动态因子模型 Nowcasting 示意图	6
图表 2 CPI、PPI 同比是非平稳序列	7
图表 3 CPI、PPI 同比的一阶差分是弱平稳序列	7
图表 4 中国 CPI 权重变化	8
图表 5 用于 CPI 预测的指标	8
图表 6 中国 CPI 同比的预测值和真实值走势对比	10
图表 7 CPI 一阶差分真实值与预测值对比 ($R^2=78.03\%$)	10
图表 8 中国 CPI 同比一阶差分的预测误差分布	10
图表 9 CPI 一阶差分真实值与万德一致预期对比 ($R^2=70.01\%$)	10
图表 10 CPI 万德一致预期一阶差分的预测误差分布	10
图表 11 用于 PPI 预测的指标	11
图表 12 中国 PPI 同比的预测值和真实值走势对比	12
图表 13 PPI 一阶差分真实值与预测值对比 ($R^2=92.37\%$)	12
图表 14 中国 PPI 同比一阶差分的预测误差分布	12
图表 15 PPI 一阶差分真实值与万德一致预期对比 ($R^2=85.32\%$)	13
图表 16 PPI 万德一致预期一阶差分的预测误差分布	13

一、基于动态因子模型的 Nowcasting 模型理论介绍

每月月末，中国通胀的当月值已经确定，但 CPI、PPI 数据会延迟至下月 9 日披露。对于预测已存在但尚未发布的“现在时”状态，Nowcasting 是一个成熟的工具。Nowcasting 的核心是动态因子模型，包括隐含状态方程和状态转移方程两部分，常用的形式都是线性方程。Nowcasting 模型最成功的应用是被美国亚特兰大联储用于美国 GDP 的实时预测。

（一）动态因子模型

动态因子模型（Dynamic Factor Model, DFM）是一种用于分析和预测多维时间序列的统计模型。它通过引入少量隐含因子（Latent Factors）捕捉数据的主要动态特征，分解出公共因子和特质因子，以解释时间序列的协同变化。

1、隐含状态方程

正动态因子模型假设观察到的多维时间序列 Y_t 可以被分解为由少量公共因子 F_t 和特质因子 e_t 的线性组合：

$$Y_t = \mu + \Lambda F_t + e_t$$

隐含状态方程的本质是将高维的经济系统用少数公共因子进行“降维”。方程左侧的 Y_t 既包括本文预测的对象即中国 CPI、PPI，也包括通胀的主要构成分项及对应的高频发布的代理指标，是由多维变量的时间序列构成的矩阵；右侧的 μ 是均值向量，捕捉建模变量的系统性偏移； F_t 也是由多维变量的时间序列构成的矩阵，被称作隐含因子； Λ 是建模变量在隐含因子上的暴露； e_t 是建模变量无法被隐含因子解释的部分，被称作特质因子。特质因子 e_t 被建模为独立的白噪声，没有时间依赖性，描述无法被公共因子解释的部分：

$$e_t \sim N(0, R)$$

R ：($n \times n$) 的对角协方差矩阵。

2、状态转移方程

公共因子 F_t 的动态特性通过状态转移方程建模，假设其符合向量自回归 (VAR(1)) 过程：

$$F_t = A F_{t-1} + B u_t$$

方程右侧的 A 是状态转移矩阵，描述因子间的自相关关系。 B 是冲击矩阵，将随机冲击 u_t 映射到因子空间。 u_t 是 (2×1) 的正交冲击向量，描述外部随机影响及模型的不确定性这两个独立来源的扰动，通过冲击矩阵 B 传递到公共因子上，冲击被建模为独立的零均值白噪声：

$$u_t \sim N(0, I)$$

$$B u_t \sim N(0, Q)$$

I 是单位协方差矩阵，表示各冲击之间独立同分布。

Q 是因子转移方程中的噪声协方差矩阵，定义为 $Q = B B^T$ 。

3、动态因子模型通胀 Nowcasting 的优势

传统的通胀高频预测方法是环比累乘法：第一步，通过若干高频代理指标（农产品价格，

生产资料价格指数)对 CPI, PPI 的波动率贡献最高的分项(CPI: 食品和 PPI: 生产资料)的当月环比值进行预测,对于其他分项使用历史均值作为当月环比预测值;第二步,将过去 11 个月的通胀环比值与当月通胀环比预测值累乘得到当月通胀同比预测值。

与传统方法相比,动态因子模型最大的优势在于可以结合自下而上和自上而下的视角,把延迟发布的月频数据纳入模型,通过隐含因子提取低频经济指标背后的通胀因子的内生驱动,优化对于通胀趋势方向的预测。此外,动态因子模型可以避免环比累乘法下由于统计局公布通胀历史环比数据精度有限而导致的无法避免的误差,在预测精度上同时存在优势。

(二) 模型预测过程

模型通过卡尔曼滤波根据历史数据估计出隐含因子的历史值。每月末,当月高频数据更新完毕,模型实时调整隐含因子的估计值

1、主成分分析初始化隐含因子

对全体建模变量 Y_t 进行标准化:

$$Z_t = \frac{Y_t - \bar{Y}}{\sigma_Y}$$

对 Z_t 进行主成分分析,用第一到 k 个主成分初始化隐含因子 F_t , k 为隐含因子个数。主成分分析的样本不包括含有缺失值的截面。所以初始化后的 F_t 只在第 1 期到 $t-1$ 期有数值,这是因为月度数据在当月末未发布当月最新值。

2、建立状态转移方程

隐含因子的状态转移方程符合 VAR(1)过程,使用主成分分析得到的隐含因子序列拟合 VAR(1) 模型,估计隐含因子的状态转移矩阵 A 和冲击矩阵 B :

$$F_t = AF_{t-1} + Bu_t$$

3、用卡尔曼滤波更新因子状态,用 EM 算法估计隐含因子的当月值及参数

卡尔曼滤波器被用于递归地估计公共因子 F_t 和更新模型参数。

根据上一时刻的隐含因子估计 $\widehat{F_{t-1|t-1}}$ 和因子转移方程中的噪声协方差矩阵 Q 预测当前因子状态 $\widehat{F_{t|t-1}}$ 和协方差 $P_{t|t-1}$:

$$\widehat{F_{t|t-1}} = A\widehat{F_{t-1|t-1}}$$

$$P_{t|t-1} = AP_{t-1|t-1}A^T + Q$$

根据当前时刻因子协方差 $P_{t|t-1}$ 和噪声 et 的协方差矩阵 R 计算出卡尔曼增益 K_t :

$$K_t = P_{t|t-1} \Lambda^T \left(\Lambda P_{t|t-1} \Lambda^T + R \right)^{-1}$$

修正当前的因子估计和协方差:

$$\widehat{F_{t|t}} = \widehat{F_{t|t-1}} + K_t (Z_t - \Lambda \widehat{F_{t|t-1}})$$

$$P_{t|t} = (I - K_t \Lambda) P_{t|t-1}$$

从 $t=0$ 开始递归以上步骤，直至获得包含 t 时刻即当月的完整的隐含因子 $\widehat{F_t}$ 的估计值，这是 EM 算法中的 **E-Step (期望步)**：基于当前的模型参数估计隐含因子的后验分布——固定 $\{A, B, R, Q\}$ ，用卡尔曼滤波估计 F_t 。

由于隐含因子发生改变，需要重新估计 Λ 、 A 、 B 、 R 、 Q 这些参数，即 **M-Step (最大化步)**：基于 E-Step 的结果，优化模型参数——固定 F_t ，估计 $\{\Lambda, A, B, R, Q\}$ 。

4、用建模变量预测值填充缺失值，更新隐含因子，预测当月通胀

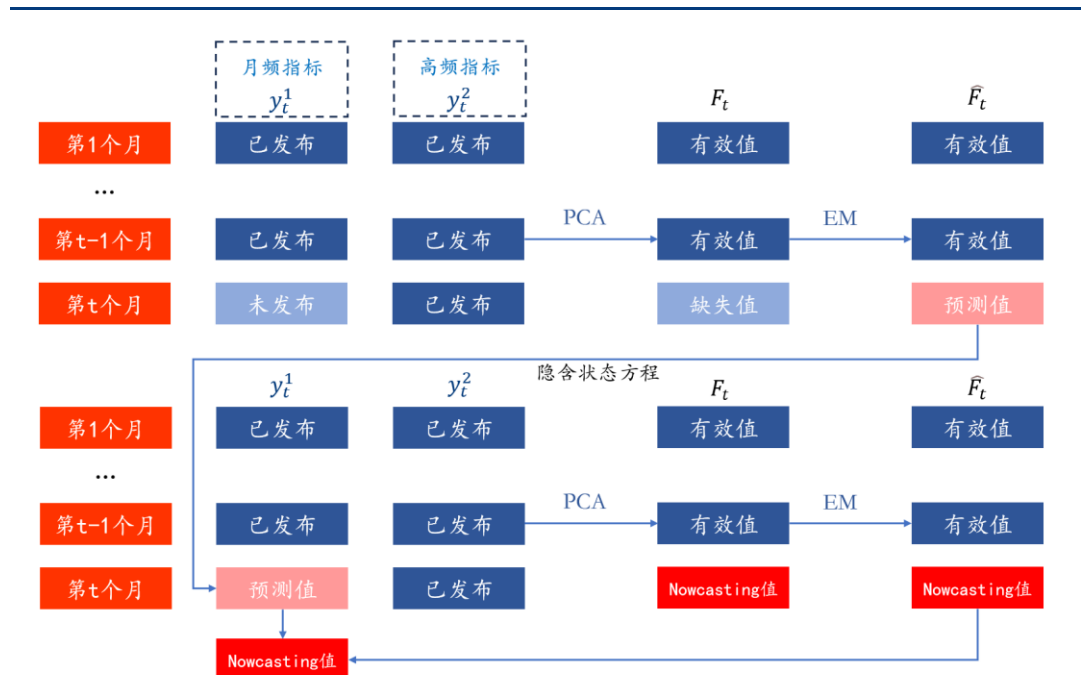
重复 E 步和 M 步直到隐含因子 $\widehat{F_t}$ 不再变化后，通过隐含状态方程计算出当月末未发布月频数据的预测值：

$$\widehat{Z_t} = \Lambda \widehat{F_{t|t}}$$

$$\widehat{Y_t} = \widehat{Z_t} \cdot \sigma_Y + \bar{Y}$$

用预测值填补建模变量缺失值后，由于参与主成分分析的截面数多了 1 期，导致建模变量在第一至 k 个主成分中的权重发生了变化。重复以上步骤，用 EM 算法更新隐含因子的估计值，以反映当月的高频数据对隐含因子的修正效果，并使用修正后的隐含因子预测出通胀数据的当月值，完成 Nowcasting。

图表 1 动态因子模型 Nowcasting 示意图



资料来源：华创证券

（三）对建模变量进行一阶差分

本文在将建模变量 y_t 及传入模型前，对其进行一阶差分处理，这是为了避免非平稳序列回归时可能出现的“伪相关”问题。伪相关是指两组变量之间表现出显著的统计相关性，但这种相关性并非由真实的因果关系或动态关系引起，而是因为其他因素（如趋势、不平稳特性）所导致。

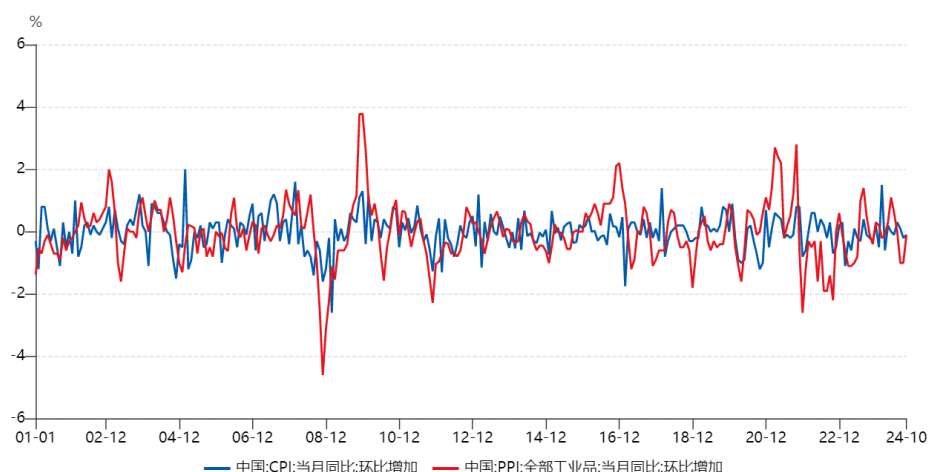
由于本文用来预测通胀的动态因子模型的建模变量中包含 CPI、PPI 的分项数据，如果不对建模变量进行一阶差分，会导致模型提取出与通胀有高相关性的主要分项的历史数据，而非真实的共同动态。

图表 2 CPI、PPI 同比是非平稳序列



资料来源：华创证券

图表 3 CPI、PPI 同比的一阶差分是弱平稳序列



资料来源：华创证券

二、中国 CPI 同比 Nowcasting

（一）指标选择

如前所述，本文将利用动态因子模型 Nowcasting 可以结合自下而上视角和自上而下视角的特点，从两个方面选择指标。

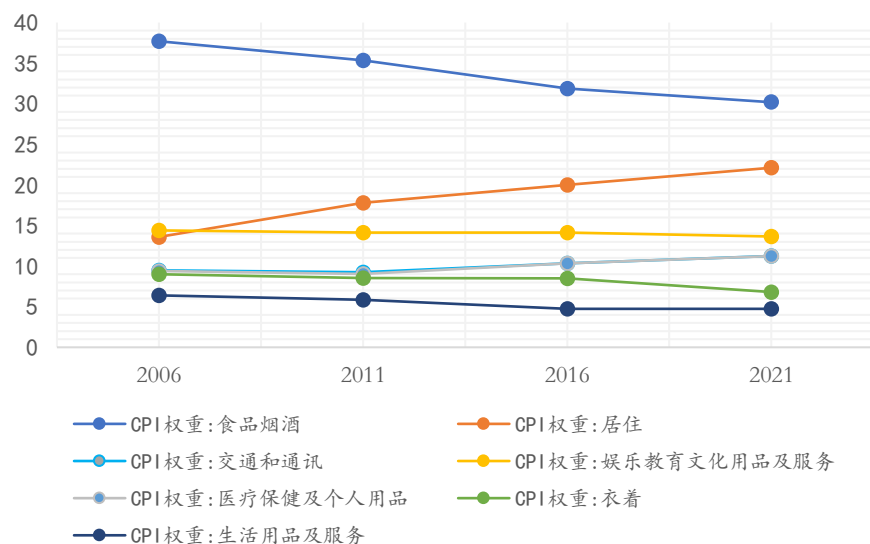
1、自下而上视角：

在预测中国 CPI 时，本文用到的指标包括中国 CPI、CPI 主要构成分项及代理指标。其中 CPI 主要构成分项对应中国 CPI 中权重最高的四个分项：CPI 食品、CPI 能源、CPI 住宅和 CPI 交通。然后，再进一步寻找跟上述分项存在密切关联的高频指标。

2、自上而下视角

自上而下视角：从宏观基本面出发，重点关注经济增长、通胀预期、商品价格等角度。通胀预期为万德中国 CPI 一致预期。

图表 4 中国 CPI 权重变化



资料来源：华创证券

3、指标选择结果

本文共选取了 19 个变量用于预测 CPI。

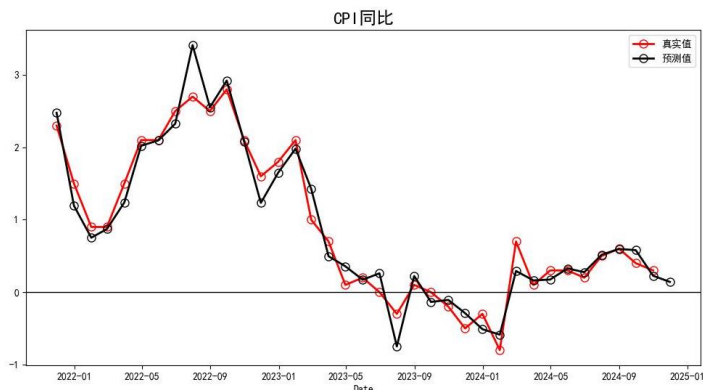
图表 5 用于 CPI 预测的指标					
指标类别	指标名称	Wind 代码	发布频率	发布时间	处理方法
CPI 分项	中国:CPI:当月同比	M0000612	月	下月 8-16 号	
	中国:CPI:食品:当月同比	M0000616	月	下月 8-16 号	
	中国:CPI:居住:当月同比	M0000650	月	下月 8-16 号	
	中国:CPI:交通和通信:当月同比	M0000637	月	下月 8-16 号	

	中国:CPI:教育文化和娱乐:当月同比	M0000644	月	下月 8-16 号	
自上而下视角	中国:进口价格指数:HS2:总指数	M0043949	月	下月 24-28 号	转同比
	中国:非制造业 PMI:商务活动	M0048236	月	当月月末	转同比
	万得一致预测:中国:CPI:当月同比	M0061676	月	每日更新当月预测	
	南华综合指数	S0105896	日		转同比后取月均值
CPI 食品	中国:平均批发价:猪肉	S5065106	日		转同比后取月均值
	中国:平均批发价:牛肉	S5065107	日		转同比后取月均值
	中国:平均批发价:蔬菜(28 种重点监测)	S5065111	日		转同比后取月均值
	中国:平均批发价:水果(6 种重点监测)	S5065112	日		转同比后取月均值
	中国:平均批发价:鸡蛋	S5065109	日		转同比后取月均值
CPI 居住	中国:70 个大中城市:房屋销售价格指数:二手住宅	S2707425	月	下月中旬	转同比
CPI 教育文化和娱乐	海南旅游消费价格指数:总指数	S6707054		下周一	转同比后取月均值
CPI 交通通信	中国:市场价:汽油(92#,全国 VI)	S5914478	日		转同比后取月均值
	中国:市场价:柴油(0#,全国 VI)	S5914479	日		转同比后取月均值
	现货价:原油:英国布伦特 Dtd	S5111905	日		转同比后取月均值
资料来源: 华创证券					

(二) 模型预测结果

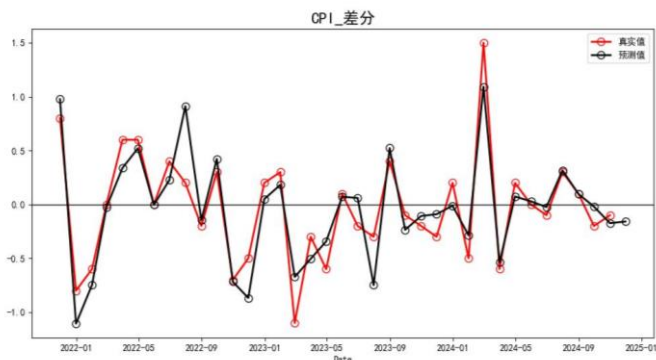
由于 CPI 食品的代理指标从 2013/11/18 开始才有数据, 本文选取 2021/11 至 2024/11 为模型回测区间。在 t 月末对 t 月的 CPI 进行 Nowcasting 时需注意避免未来信息。对于 t 月末无法获得当月值的月频数据, 则在 t 月末回测只能月频指标 t-1 月及之前的数据, 避免使用未来信息。

图表 6 中国 CPI 同比的预测值和真实值走势对比



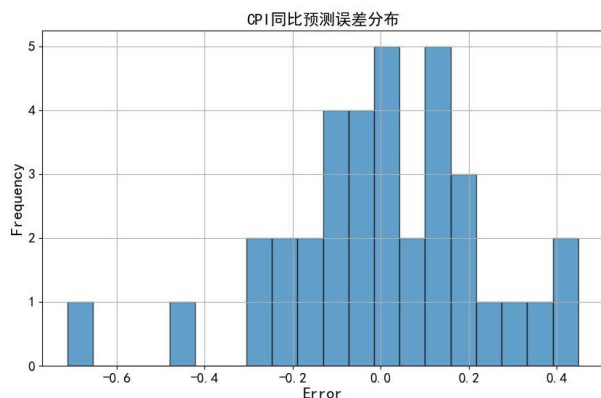
资料来源：华创证券

图表 7 CPI 一阶差分真实值与预测值对比 ($R^2=78.03\%$)



资料来源：华创证券

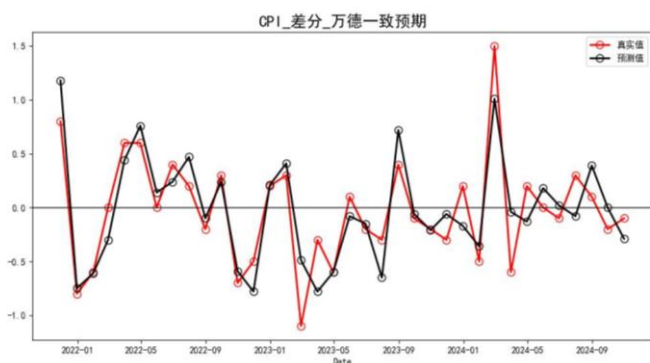
图表 8 中国 CPI 同比一阶差分的预测误差分布



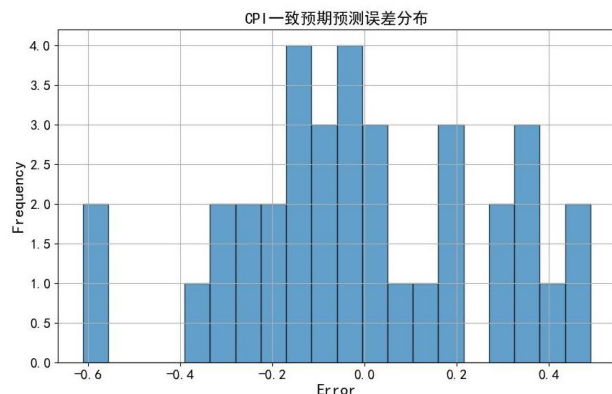
资料来源：华创证券

在评价预测效果时同样需要注意伪相关的问题，因此需要对 CPI 同比增速的预测值和真实值取一阶差分后，再评价两者之间的拟合优度。回测结果显示， R^2 为 78.03%；此外，CPI 同比增速变化方向（增速变高/变低）的预测准确率为 94.44%。

图表 9 CPI 一阶差分真实值与万德一致预期对比 ($R^2=70.01\%$)



图表 10 CPI 万德一致预期一阶差分的预测误差分布



资料来源：华创证券

资料来源：华创证券

用中国 CPI 的万德一致预期和本文 Nowcasting 的预测效果进行比较，同样对 CPI 的万德一致预期取一阶差分后与 CPI 真实值的一阶差分进行比较。结果显示 CPI 万德一致预期的 R^2 为 70.01%，变化方向的预测准确率为 75.00%。本文的预测效果总体上良好，优于万德一致预期。

三、中国 PPI 同比 Nowcasting

（一）指标选择

在选择预测 PPI 所用建模变量时本文同样采取自下而上和自上而下相结合的视角。考虑到 PPI 生产资料与生活资料的权重，本文把 PPI 生产资料拆分为原材料工业，采掘工业和加工工业。自上而下视角同样从宏观基本面出发。共选取了 20 个指标。

图表 11 用于 PPI 预测的指标

指标类别	指标名称	Wind 代码	发布频率	发布时间	处理方法
PPI 分项	中国:PPI:全部工业品:当月同比	M0001227	月	下月 8-16 号	
	中国:PPI:生产资料:原材料工业:当月同比	M0001230	月	下月 8-16 号	
	中国:PPI:生产资料:加工工业:当月同比	M0001231	月	下月 8-16 号	
	中国:PPI:生产资料:采掘工业:当月同比	M0001211	月	下月 8-16 号	
	中国:PPI:生活资料:当月同比	M0001232	月	下月 8-16 号	
自上而下视角	中国大宗商品价格指数:总指数	S5042891	月	下月中旬左右	转同比
	中国:出口价格指数:HS2:总指数	M0043829	月	下月 24-28 号	转同比
	万得一致预测:中国:PPI:当月同比	M0061677	月	每日更新当月预测	
	南华综合指数	S0105896	日		转同比后取月均值
	CRB 现货指数:综合	S0031505	日		转同比后取月均值
相关性强的 高频指标	中国:制造业 PMI:主要原材料购进	M0017134	月	当月月末	转同比后取月均值

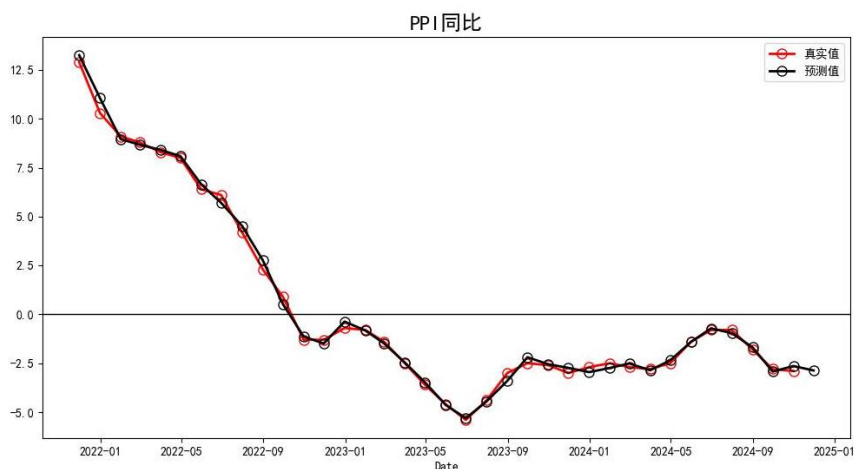
	价格				
	中国:生产资料价格指数	S0000274	周	下周三晚	转同比后取月均值
	中国:现货价:螺纹钢(Φ 25mm)	S0179664	日		转同比后取月均值
	现货价:原油:英国布伦特 Dtd	S5111905	日		转同比后取月均值
	期货结算价(连续):WTI 原油	M0000005	日		转同比后取月均值
	现货结算价:LME 铝	S0029755	日		转同比后取月均值
	中国:水泥价格指数	S5914515	日		转同比后取月均值
	秦皇岛港:平仓价:动力末煤(Q5500, 山西产)	S5101377	日		转同比后取月均值
	现货结算价:LME 铜	S0029751	日		转同比后取月均值
	南华工业品指数	S0105897	日		转同比后取月均值

资料来源：华创证券

(二) 模型预测结果

由于水泥价格指数从2011/9/9开始才有数据,本文PPINowcasting的回测同样选取2021/11至2024/11为模型回测区间。

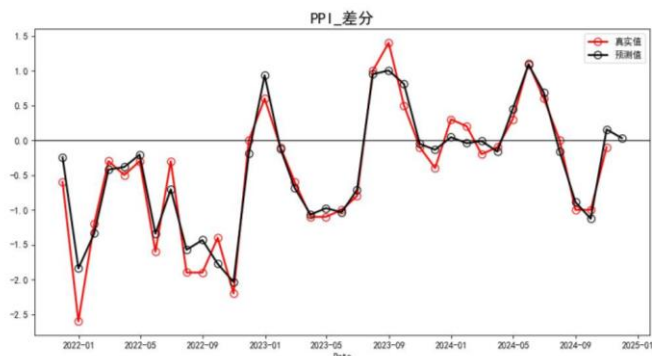
图表 12 中国 PPI 同比的预测值和真实值走势对比



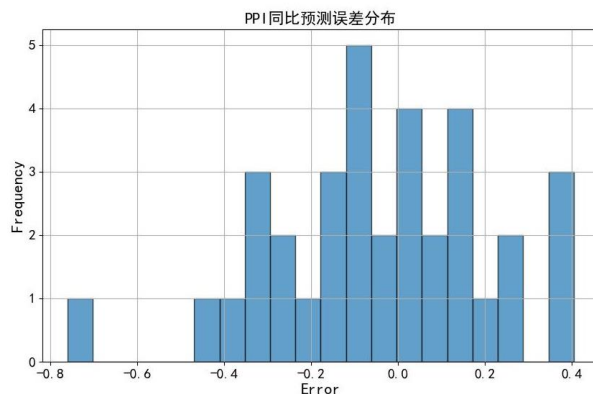
资料来源：华创证券

图表 13 PPI 一阶差分真实值与预测值对比 (R2=92.37%)

图表 14 中国 PPI 同比一阶差分的预测误差分布



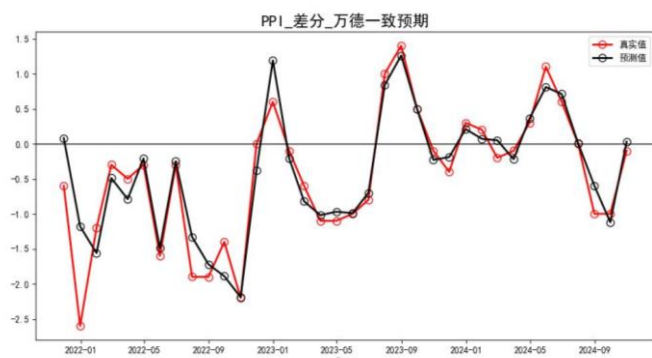
资料来源：华创证券



资料来源：华创证券

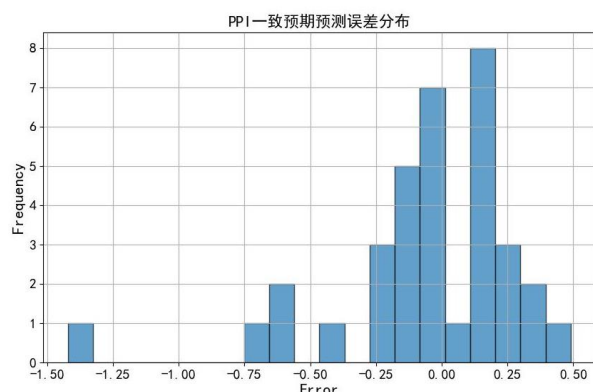
同样对 PPI 同比增速的预测值和真实值取一阶差分后，再评价两者之间的拟合优度。回测结果显示， R^2 为 92.37%；此外，PPI 同比增速变化方向（增速变高/变低）的预测准确率为 88.89%。

图表 15 PPI 一阶差分真实值与万德一致预期对比 ($R^2=85.32\%$)



资料来源：华创证券

图表 16 PPI 万德一致预期一阶差分的预测误差分布



资料来源：华创证券

同样用中国 PPI 的万德一致预期和本文 Nowcasting 的预测效果进行比较，对 PPI 的万德一致预期取一阶差分后与 PPI 真实值的一阶差分进行比较。结果显示 PPI 万德一致预期的 R^2 为 85.32%，变化方向的预测准确率为 88.89%。本文的 Nowcasting 预测效果虽然在方向准确率上与 PPI 万德一致预期持平，但在拟合优度上较万德一致预期有边际上的提升，值得注意的是，本文预测的误差分布优于万德一致预期，更少出现较大的偏误。

四、结论

本文利用动态因子模型 (DFM) 结合 Nowcasting 技术，对中国 CPI 和 PPI 同比增速进行了实时预测研究。模型的优势在于能够综合高频与低频经济指标，从自上而下与自下而上的双重视角构建预测框架。与传统的环比累乘法 and 万德一致预期相比，该方法在预测精度和趋势捕捉能力上表现更优。

CPI 预测：

回测结果显示本文基于动态因子模型 Nowcasting 得到的 CPI 同比增速一阶差分的拟合优度为 78.03%，预测方向准确率为 94.44%。相较于 CPI 万得一致预期的 70.01%拟合优度和 75%的方向预测准确率，本文方法更具优势。

PPI 预测：

模型对 PPI 同比增速一阶差分的拟合优度达到 92.37%，预测方向准确率为 88.89%，优于万得一致预期的 85.32%拟合优度。

团队介绍

分析师：姓名

曾任内容内容内容内容内容内容内容内容内容内容。

分析师：姓名

曾任内容内容内容内容内容内容内容内容内容内容内容内容。

分析师：姓名

曾任内容内容内容内容内容内容内容内容内容内容内容内容。

华创证券机构销售通讯录

地区	姓名	职 务	办公电话	企业邮箱
北京机构销售部	王韦华	销售副总监	010-66280827	wangweihua@hczq.com
	翁 波	销售经理	010-66500810	wengbo@hczq.com
	张春会	销售经理	010-66500838	zhangchunhui@hczq.com
	王 勇	销售经理	010-66500810	wangy@hczq.com
	张 弋	销售经理	010-66500809	zhangyi@yahoo.com
广深机构销售部	张 娟	销售总监	0755-82828570	zhangjuan@hczq.com
	郭 佳	销售经理	0755-82871425	guojia@hczq.com
	张昱洁	销售经理	0755-83711905	zhangyujie@hczq.com
	汪丽燕	销售经理	0755-83715429	wangliyan@hczq.com
	林芷琬	销售经理	0755-82027731	linzhiwan@hczq.com
上海机构销售部	李茵茵	高级销售经理	021-50589862	liyinyin@hczq.com
	熊 俊	高级销售经理	021-50329316	xiongjun@hczq.com
	简 佳	高级销售经理	021-31118832	jianjia@hczq.com
	沈晓瑜	销售经理	021-50497772	shenxiaoyu@hczq.com
	张佳妮	销售经理	021-58450029	zhangjiani@hczq.com

华创行业公司投资评级体系(基准指数沪深 300)

公司投资评级说明:

强推: 预期未来 6 个月内超越基准指数 20% 以上;
推荐: 预期未来 6 个月内超越基准指数 10%—20%;
中性: 预期未来 6 个月内相对基准指数变动幅度在-10%—10%之间;
回避: 预期未来 6 个月内相对基准指数跌幅在 10%—20%之间。

行业投资评级说明:

推荐: 预期未来 3-6 个月内该行业指数涨幅超过基准指数 5% 以上;
中性: 预期未来 3-6 个月内该行业指数变动幅度相对基准指数-5%—5%;
回避: 预期未来 3-6 个月内该行业指数跌幅超过基准指数 5% 以上。

分析师声明

每位负责撰写本研究报告全部或部分内容的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; 分析师对任何其他券商发布的所有可能存在雷同的研究报告不负有任何直接或者间接的可能责任。

免责声明

本报告仅供华创证券有限责任公司(以下简称“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客户。

本报告所载资料的来源被认为是可靠的, 但本公司不保证其准确性或完整性。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断。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报告。本公司在知晓范围内履行披露义务。

报告中的内容和意见仅供参考, 并不构成本公司对具体证券买卖的出价或询价。本报告所载信息不构成对所涉及证券的个人投资建议, 也未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, 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。本报告中提及的投资价格和价值以及这些投资带来的预期收入可能会波动。

本报告版权仅为本公司所有, 本公司对本报告保留一切权利。未经本公司事先书面许可, 任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发表或引用本报告的任何部分。如征得本公司许可进行引用、刊发的, 需在允许的范围内使用, 并注明出处为“华创证券研究”, 且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

证券市场是一个风险无时不在的市场, 请您务必对盈亏风险有清醒的认识, 认真考虑是否进行证券交易。市场有风险, 投资需谨慎。

华创证券研究所

北京总部	广深分部	上海分部
地址: 北京市西城区锦什坊街 26 号恒奥中心 C 座 3A 邮编: 100033 传真: 010-66500801 会议室: 010-66500900	地址: 深圳市福田区香梅路 1061 号中投国际商务中心 A 座 19 楼 邮编: 518034 传真: 0755-82027731 会议室: 0755-82828562	地址: 上海市浦东新区花园石桥路 33 号花旗大厦 12 层 邮编: 200120 传真: 021-20572500 会议室: 021-20572522