实证分析

1. 变量样本数据说明

本文选取了2016年1月至2021年5月时间区间内甲醇主力合约各交易日的收盘价作为被预测变量。预测变量分为基本面预测变量和技术指标变量。其中基本面备选预测变量为甲醇的现货价格、产量、进口量、出口量、库存量、毛利，天然气的现货价格、产量、进口量、库存量，以及冰醋酸的现货价格、进口量、出口量、库存量、消费量、毛利共16个备选预测变量。其中现货价格数据来源生意社网站，产量、进口量、出口量、库存量、毛利数据来源于钢联客户端，期货数据来源于大智慧行情系统。由于基本面数据中包含日序列数据、周序列数据、月序列数据，本文采取的处理方式是交易日无新周序列数据、月序列数据将沿用上一日的数据。此外，将预测变量相对甲醇期货价格数据前移一个单位。

1. 预测变量筛选结果

使用SPSS统计软件进行基本面变量和技术指标变量与甲醇期货收盘价格进行Pearson、Spearman、Kendall相关性分析。相关性结果如表1。在0.01的显著性水平下，甲醇期货收盘价与所选备选预测变量均显著相关，因而16个基本面备选变量和6个技术指标备选变量均入选为预测变量。

1. 3种回归模型预测精度的比较
2. 不含有技术指标的模型回归结果

在不将已经筛选出的技术指标预测变量添加到有交叉项多项式、随机森林、XGBoost回归模型时，各个回归模型预测结果的R2、MSE、MAPE如表\*所示。

表1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | R2 | MSE | MAPE | MAE |
| 多项式回归 | 0.994 | 1881.682 | 0.014 | 32.399 |
| 随机森林回归 | 0.990 | 1507.890 | 0.012 | 28.929 |
| XGBoost回归 | 0.991 | 1353.591 | 0.012 | 27.678 |

根据模型的结果选出对模型贡献率最高的前5个变量，结果如表\*所示。

表2

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 多项式回归 | WR | 甲醇现货价格 | 冰醋酸进口量 | 甲醇毛利 | 冰醋酸库存量 |
| 随机森林回归 | 甲醇毛利 | 甲醇现货价格 | 冰醋酸现货价格 | 甲醇进口量 | 冰醋酸进口量 |
| XGBoost回归 | 甲醇毛利 | 甲醇现货价格 | 天然气产量 | 冰醋酸进口量 | 天然气进口量 |

1. 含有技术指标的模型回归结果

将筛选出的技术技术指标添加到有交叉项多项式回归、随机森林以及XGBoost回归模型中，各模型预测的结果的R2、MSE、MAPE如表\*所示。

表3

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | R2 | MSE | MAPE | MAE |
| 多项式回归 | 0.997 | 916.754 | 0.010 | 23.669 |
| 随机森林回归 | 0.993 | 966.167 | 0.010 | 23.159 |
| XGBoost回归 | 0.993 | 1052.282 | 0.010 | 27.524 |

根据模型的结果选出对模型贡献率最高的前5个变量，结果如表\*所示。

表4

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 多项式回归 | WR | 甲醇现货价格 | 冰醋酸进口量2 | 冰醋酸出口量 | 甲醇毛利 |
| 随机森林回归 | 甲醇毛利 | 甲醇现货价格 | 冰醋酸现货价格 | OBV | 甲醇进口量 |
| XGBoost回归 | 甲醇毛利 | 甲醇现货价格 | 天然气产量 | 天然气进口量 | 天然气库存量 |

对比表1和表3模型评估标准，可以发现在添加技术指标预测变量到模型之后，3种模型的R2均得到了提高，并且3种模型的3种误差均得到了一定程度的缩小，这说明技术指标对预测甲醇期货收盘价具有明显的作用。根据表1可以发现，多项式回归模型除了在R2表现的比两种树模型要好，在其他3种误差上表现的均比这两种树模型要差，在添加了技术指标之后除了在MAE这项评价指标上要比XGBoost回归模型要差之外，其余均优于这两种树模型。此外，无论是添加技术指标预测变量之前还是之后，两种树模型的表现结果都比较相似。

比较表2和表4可以发现，无论是在添加技术指标预测变量前还是后，甲醇毛利、甲醇现货价格以及冰醋酸进口量对本文所选择的三种回归模型的贡献均较高，因而可以判断这三个预测变量与甲醇期货收盘价紧密相关，对预测甲醇期货收盘价具有重要作用。 （注意，这里的分析结果还是要一量化的方式来描述，这一点很重要）

分析的结果为：（原始分析结果）

多项式回归

没有技术指标

mean\_absolute\_error: 32.399133008522846

mean\_absolute\_percentage\_error: 0.013805928303969012

mse is 1881.6825736465375

intercept: 5048.97414218264

R2 ： 0.994

('冰醋酸进口', -0.2997811870103305), ('甲醇毛利', -1.5811042722339255), ('kdj', -1.6778123609254507), ('psy', -1.886812658622164), ('冰醋酸消费量', -2.6627612664848135), ('rsi', -3.194326468709528)]

('wr', 6.71888510649925), ('甲醇现货价格', 3.4706551470162017), ('1', 2.621523656507282), ('冰醋酸进口^2', 2.064086369024192), ('冰醋酸出口量', 0.9125493919529268), ('冰醋酸库存^2', 0.8596366238983744), ('冰醋酸出口量 冰醋酸进口', 0.7125651459783959),

('1', 169.93915180710894), ('甲醇库存', 4.633367643170907), ('冰醋酸进口^2', 2.7570090521819535), ('甲醇毛利', 1.5858829026664067), ('冰醋酸库存 甲醇库存', 0.9566247523490417), ('冰醋酸出口量 冰醋酸进口', 0.9376188168705794), ('冰醋酸现货价格', 0.21068062565103304), ('冰醋酸进口 甲醇库存', 0.20089826706570235), ('甲醇现货价格', 0.12087472524319667), ('冰醋酸出口量^2', 0.0929531555141241), ('冰醋酸库存 甲醇现货价格', 0.0922568530173704), ('甲醇库存^2', 0.0614133295585125), ('冰醋酸进口 甲醇现货价格', 0.05534236954299032), ('冰醋酸进口 冰醋酸现货价格', 0.03802981740383735), ('冰醋酸库存 冰醋酸消费量', 0.03282048003170565), ('冰醋酸出口量 冰醋酸消费量', 0.02514964859282677), ('甲醇库存 甲醇毛利', 0.013273486484347534), ('冰醋酸消费量^2', 0.01201502807912215), ('冰醋酸出口量 甲醇库存', 0.011209070297441361), ('冰醋酸进口 天然气产量', 0.006292263817691793), ('冰醋酸出口量 天然气产量', 0.005372244712317815), ('甲醇库存 冰醋酸毛利', 0.004733566043488115), ('冰醋酸出口量 冰醋酸现货价格',

有技术指标

mean\_absolute\_error: 23.669312801672

mean\_absolute\_percentage\_error: 0.01014613348469171

mse 916.7538573753828

intercept: -1338.2595035561685

R2 ： 0.997

('冰醋酸进口', -0.2997811870103305), ('甲醇毛利', -1.5811042722339255), ('kdj', -1.6778123609254507), ('psy', -1.886812658622164), ('冰醋酸消费量', -2.6627612664848135), ('rsi', -3.194326468709528)]

('wr', 6.71888510649925), ('甲醇现货价格', 3.4706551470162017), ('1', 2.621523656507282), ('冰醋酸进口^2', 2.064086369024192), ('冰醋酸出口量', 0.9125493919529268), ('冰醋酸库存^2', 0.8596366238983744), ('冰醋酸出口量 冰醋酸进口', 0.7125651459783959),

随机森林

没有技术指标的结果

score is 0.9904267167598224

mse is 1507.8902974046418

调参后，平均绝对误差为： 28.928516365881276 percentage = 0.012363598128947488

[('甲醇毛利', 0.3063), ('甲醇现货价格', 0.2503), ('冰醋酸现货价格', 0.123), ('甲醇进口', 0.0642), ('冰醋酸进口', 0.0412), ('冰醋酸毛利', 0.04), ('天然气产量', 0.0352), ('甲醇产量', 0.0272), ('天然气进口', 0.0237), ('甲醇库存', 0.0194), ('天然气库存', 0.0167), ('天然气现货价格', 0.0156), ('冰醋酸出口量', 0.0115), ('甲醇出口', 0.0114), ('冰醋酸消费量', 0.0083), ('冰醋酸库存', 0.0059)]

有技术指标的结果

score is 0.9938132017372153

mse is 966.1673457102521

调参后，平均绝对误差为： 23.159317217913816 percentage = 0.009876806043083844

[('甲醇毛利', 0.2489), ('甲醇现货价格', 0.1973), ('冰醋酸现货价格', 0.1132), ('obv', 0.0989), ('甲醇进口', 0.0532), ('冰醋酸毛利', 0.0419), ('天然气产量', 0.0376), ('冰醋酸进口', 0.037), ('甲醇产量', 0.0268), ('甲醇库存', 0.025), ('天然气进口', 0.025), ('天然气现货价格', 0.0188), ('冰醋酸出口量', 0.016), ('天然气库存', 0.0155), ('甲醇出口', 0.0137), ('冰醋酸消费量', 0.0093), ('冰醋酸库存', 0.0059), ('macd\_dea', 0.0049), ('rsi', 0.0039), ('wr', 0.0036), ('kdj', 0.0022), ('psy', 0.0015)]

XGBoost mean squared error ; root mean squared error mean absolute percentage error

没有技术指标的结果

2021-06-26 19:22:12  
n\_estimators : 1300 subsample : 0.4  
learning rate of the module is 0.2  
the score of the module is 0.9914513874418328  
the mse of the module is 1353.5915641754132  
the mape of the module is 0.011845560660375603

Mae is 27.678044887188353  
the importance of the parameter is   
 [('冰醋酸出口量', 0.0036265368), ('冰醋酸毛利', 0.004320287), ('冰醋酸现货价格', 0.00449052), ('冰醋酸库存', 0.004801643), ('天然气现货价格', 0.005936284), ('甲醇进口', 0.007793645), ('甲醇库存', 0.008474779), ('冰醋酸消费量', 0.012613479), ('天然气库存', 0.019100532), ('冰醋酸进口', 0.019776013), ('甲醇出口', 0.03134967), ('天然气产量', 0.046847638), ('甲醇产量', 0.04854227), ('天然气进口', 0.053377673), ('甲醇现货价格', 0.19610211), ('甲醇毛利', 0.5328469)]

有技术指标的结果

2021-06-26 20:34:36  
n\_estimators : 1000 subsample : 0.8  
learning rate of the module is 0.2  
the score of the module is 0.9933543088763586  
the mse of the module is 1052.2820378006563  
the mape of the module is 0.009901745592991762

mae is 23.52384806982155  
the importance of the parameter is   
 [('kdj', 0.0003234503), ('rsi', 0.00042269067), ('冰醋酸现货价格', 0.0005453551), ('冰醋酸出口量', 0.00056970323), ('冰醋酸毛利', 0.0005708925), ('psy', 0.0007138715), ('macd\_dea', 0.00077983807), ('天然气现货价格', 0.0008795343), ('甲醇进口', 0.0010339947), ('甲醇出口', 0.0012257621), ('冰醋酸库存', 0.001439474), ('冰醋酸消费量', 0.0020589319), ('冰醋酸进口', 0.0021710692), ('甲醇库存', 0.0039346544), ('wr', 0.0043166624), ('obv', 0.011752625), ('甲醇产量', 0.023386965), ('天然气库存', 0.025715703), ('天然气进口', 0.04246966), ('天然气产量', 0.06323533), ('甲醇现货价格', 0.2359689), ('甲醇毛利', 0.57648486)]