# 波动率的波动率风险溢价：基于上证50ETF期权的实证

# 摘要

# 1.引言

在随机波动率框架中，波动率风险属于系统性风险且应当被定价，并且动态delta中性收益法（Bakish，2003）、测度转化法（Carr and Wu，2009）和随机波动率模型法（）已经证明美国股票市场上存在显著为负的波动率风险溢价。然而框架中波动率的波动率(下文简称“VV”)，即波动率SDE维纳过程的系数，却被假定为常数（heston,1993）。波动率决定收益率分布的不确定性，而VV可以决定波动率分布的不确定性。面对以确定概率获得一定收益的股票，和以只有期望值的不确定性概率获得一定收益的股票，如果投资者给予不同风险评价，那么波动率的不确定性就会对投资者的投资风险偏好产生影响，即VV风险有可能属于有效定价因子且同样具有风险溢价（Baltussen，2018）。

当前国外已经有一部分学者研究了VV风险。在VV风险的预测能力方面，不仅VVIX指数可以有效负向预测VIX期权的收益率（Park，2015）,而且个股的VV风险可以显著地正向预测个股期望收益（Hollstein and Prokopczuk , 2017），这均表明美国市场上VV风险具有显著的负风险溢价[[1]](#footnote-1)，即美国市场投资者厌恶VV风险带来的波动率不确定性。另外，VVIX的期限结构中同样包含有可以有效预测未来收益的信息（Branger, H¨ulsbusch, and Kraftschik，2017）。N. Branger（2016）则发现，相比于普通的Log-VIX模型，含有随机VV的期权定价框架可以更好得贴合VIX期权价格。在VV风险溢价的存在性方面，Darien Huang（2018）建立了含有独立VV风险SDE的期权价格动态框架，通过计算SPX500和VIX的Delta中性收益证实美国市场上存在有显著的负VV风险溢价；Andreas K（2017）则基于测度转化法计算VIX已实现波动率与VIX期权隐含波动率之差，同样发现VV风险溢价显著为负；Hollstein（2017）则研究了市场总VV风险，得出同样结果。整体来看，这些国外学者得出的结论较为一致，美国市场上存在有显著为负的VV风险溢价，并且VV风险具有预测能力。

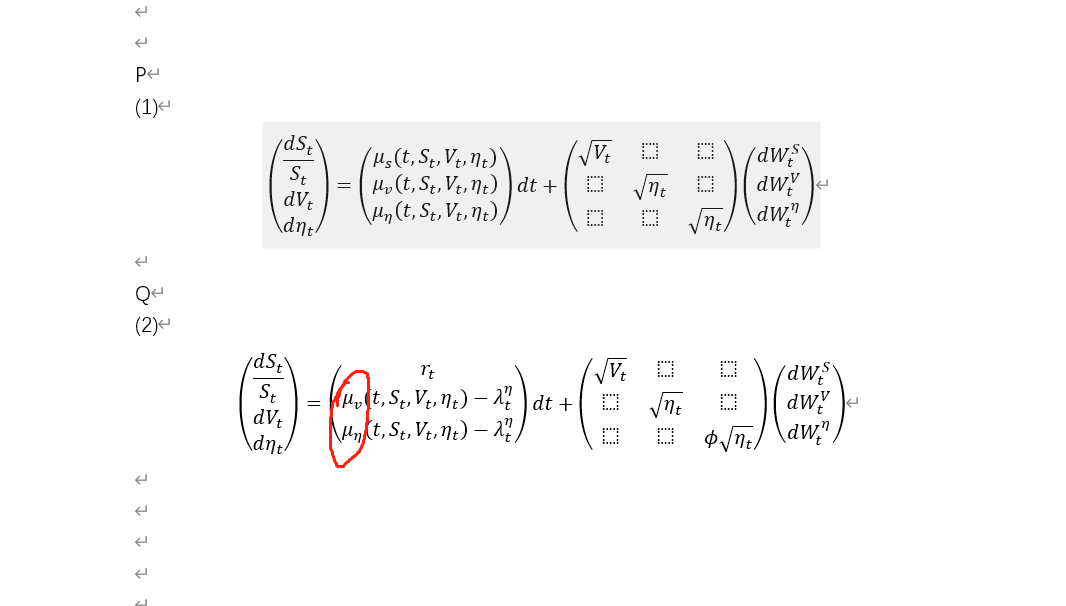
中国市场上是否存在有系统性的VV风险以及溢价，当前尚未有人研究。相比于欧美金融市场，中国金融市场存在有发展时间短和定价效率低等问题，而中国衍生品市场发展更加欠缺。直到2015年2月9日，中国才正式交易第一只指数期权——上证50ETF期权，这也标志着中国股指期权市场的建立。在此之后，借助期权提供的风险中性测度交易数据，中国金融市场风险研究范围也开始从传统的股票收益风险扩展至波动率风险等其他风险。陈蓉（2019）使用从2015年2月9日至2016年7月8日的上证50ETF期权数据，研究了中国市场上的波动率风险溢价情况，发现了矛盾现象：中国波动率风险溢价为负，但波动率风险整体而言并非系统性风险，而她认为这可能与期权市场发展不够成熟有关。本文所使用数据则已经扩展至2023年3月27日，期间上证50ETF期权已经获得了较大发展，成交量和成交金额均大幅度上升。本文研究发现，中国的波动率风险与市场收益率显著负相关，这表明波动率风险已经成为显著的系统性风险，且波动率风险溢价为负。在此基础上，本文进一步研究了中国金融市场的VV风险及其溢价。

# 2.理论模型

Darien Huang（2018）认为VV风险与波动率风险是相互分离的风险源，它们应该含有各自的维纳过程积分项。他在随机波动率

## 期权与股价的动态

为了获取期权delta中性期望收益与风险（波动率风险和VV风险）的关系



(3)

(4)

(5)

(6)

(7)

(8)

(9) , ,

(10)

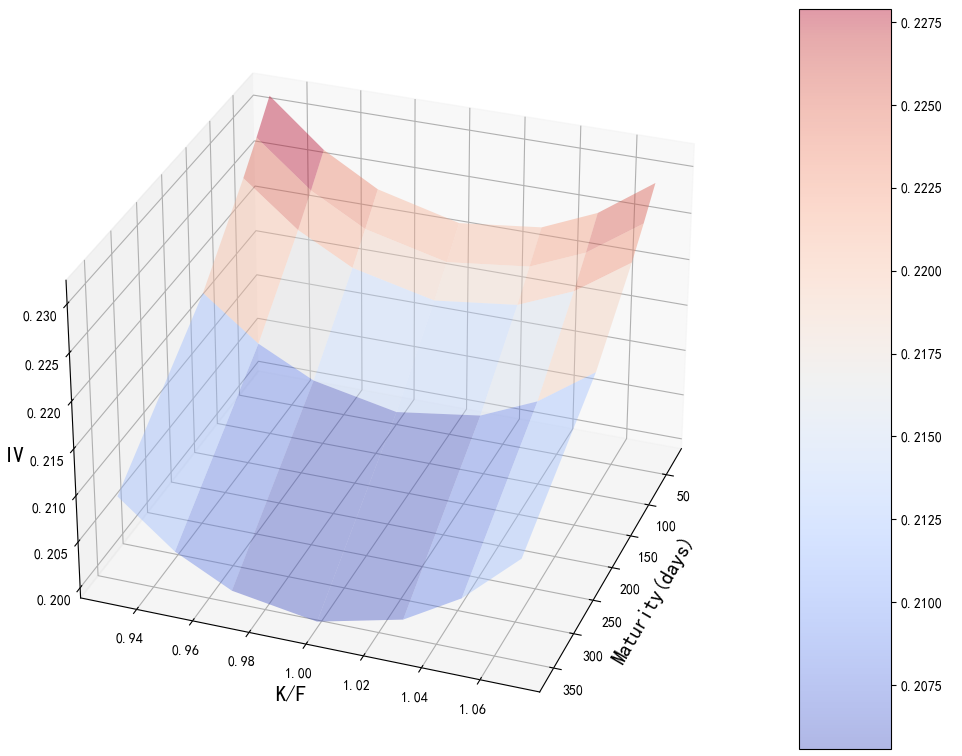
(11) ,

## 风险溢价预测模型

# 3.样本与数据

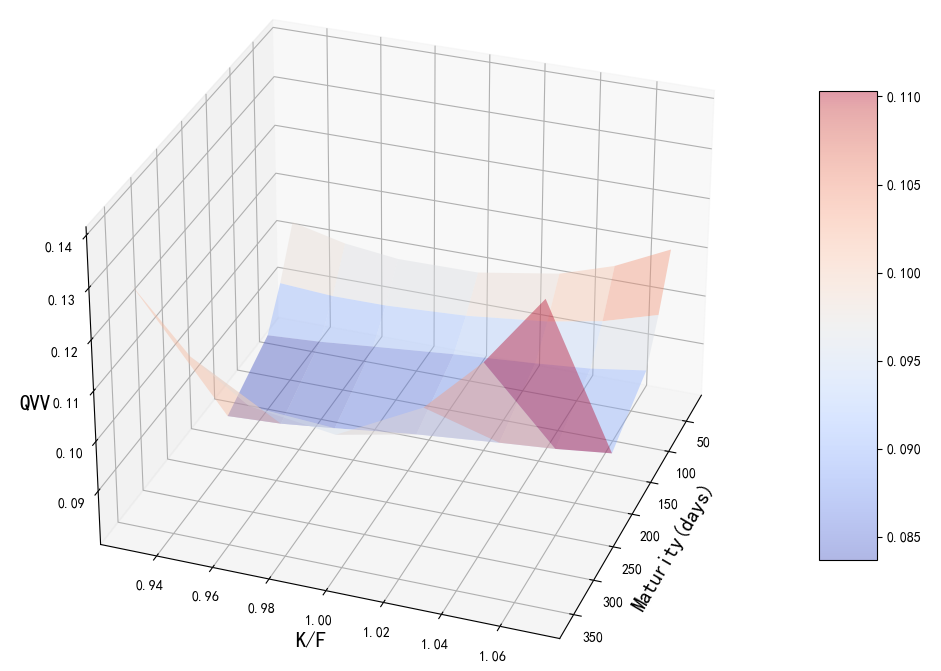
## 波动率的波动率

建立隐含波动率曲面



隐含波动率曲面

计算隐含波动率的波动率



隐含波动率的波动率曲面图

## Delta中性收益

# 4.实证分析

## 波动率的波动率风险的系统性与正负性

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| risk | corr | t |
| Q\_VV30 | -0.21226 | -6.60958 |
| Q\_VV60 | -0.20994 | -6.53066 |
| Q\_VV90 | -0.20559 | -6.38565 |
| Q\_VV180 | -0.17261 | -5.32392 |
| Q\_VV360 | -0.08822 | -2.68922 |
| P\_VV | 0.083808 | 2.552386 |
| RV | -0.30298 | -9.64316 |

## Delta中性收益预测

IV = A1+ A2\*QVV + IV(t-1)+ U

QVV = B1+ B2\* IV ++QVV(t-1)+ U

VV风险溢价回归结果

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Maturity | IV | QVV | gains(-1) | R |
| QVV30 | -0.26(-3.15)\*\*\* | -0.63(-1.81)\* | 4.47(1.98)\*\* | 0.01 |
| QVV60 | -0.29(-3.24)\*\*\* | -0.69(-1.73)\* | 4.32(1.91)\* | 0.009 |
| QVV90 | -0.31(-3.3)\*\*\* | -0.74(-1.65)\* | 4.16(1.85)\* | 0.009 |
| QVV180 | -0.35(-3.2)\*\*\* | -0.84(-1.51) | 3.69(1.64) | 0.007 |
| QVV360 | -0.25(-1.84)\* | -0.61(-1.5) | 3.23(1.42) | 0.004 |

## 剔除波动率风险的Delta中性收益

# 5.稳健性检验

## 不同的在值程度

基于不同在值程度的VV风险溢价回归结果

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Moneyness(K/F-1) | Maturity | IV | QVV | gains(-1) | R |
| C(-0.03, 0.03]  C(-0.03, 0.03]  C(-0.03, 0.03]  C(-0.03, 0.03] | 30 | 1.24(3.71)\*\*\* | 1.28(2.09)\*\* | 24.1(10.02)\*\*\* | 0.073 |
| 60 | 1.32(3.83)\*\*\* | 1.32(2.03)\*\* | 24.18(10.06)\*\*\* | 0.073 |
| 90 | 1.4(3.97)\*\*\* | 1.34(1.95)\* | 24.27(10.1)\*\*\* | 0.072 |
| 180 | 1.6(4.23)\*\*\* | 1.21(1.58) | 24.6(10.26)\*\*\* | 0.07 |
| C(0.03, 0.1] | 30 | 0.68(3.62)\*\*\* | 0.76(2.23)\*\* | 31.51(13.9)\*\*\* | 0.122 |
| C(0.03, 0.1] | 60 | 0.72(3.73)\*\*\* | 0.78(2.15)\*\* | 31.59(13.95)\*\*\* | 0.122 |
| C(0.03, 0.1] | 90 | 0.76(3.85)\*\*\* | 0.79(2.05)\*\* | 31.69(14.0)\*\*\* | 0.121 |
| C(0.03, 0.1] | 180 | 0.86(4.05)\*\*\* | 0.71(1.65)\* | 32.07(14.2)\*\*\* | 0.119 |
| P(-0.03, 0.03] | 30 | -1.43(-4.26)\*\*\* | -1.47(-2.4)\*\* | 21.53(9.06)\*\*\* | 0.069 |
| P(-0.03, 0.03] | 60 | -1.49(-4.32)\*\*\* | -1.56(-2.4)\*\* | 21.61(9.09)\*\*\* | 0.068 |
| P(-0.03, 0.03] | 90 | -1.55(-4.39)\*\*\* | -1.63(-2.38)\*\* | 21.69(9.13)\*\*\* | 0.067 |
| P(-0.03, 0.03] | 180 | -1.69(-4.46)\*\*\* | -1.69(-2.2)\*\* | 22.0(9.25)\*\*\* | 0.065 |
| P(-0.1, -0.03] | 30 | -0.86(-5.22)\*\*\* | -0.91(-3.05)\*\*\* | 19.67(8.11)\*\*\* | 0.075 |
| P(-0.1, -0.03] | 60 | -0.89(-5.3)\*\*\* | -0.95(-3.01)\*\*\* | 19.8(8.16)\*\*\* | 0.074 |
| P(-0.1, -0.03] | 90 | -0.93(-5.39)\*\*\* | -0.99(-2.97)\*\*\* | 19.93(8.21)\*\*\* | 0.072 |
| P(-0.1, -0.03] | 180 | -1.02(-5.45)\*\*\* | -1.05(-2.79)\*\*\* | 20.35(8.37)\*\*\* | 0.068 |

## 不同的波动率度量方式

基于RV的VV风险溢价回归结果

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Maturity | RV | QVV | gains(-1) | R |
| QVV30 | -0.34(-3.52)\*\*\* | -0.74(-2.2)\*\* | 6.64(2.78)\*\*\* | 0.011 |
| QVV60 | -0.35(-3.64)\*\*\* | -0.8(-2.06)\*\* | 6.71(2.82)\*\*\* | 0.011 |
| QVV90 | -0.35(-3.76)\*\*\* | -0.84(-1.91)\* | 6.77(2.84)\*\*\* | 0.011 |
| QVV180 | -0.37(-3.99)\*\*\* | -0.86(-1.56) | 6.87(2.89)\*\*\* | 0.01 |
| QVV360 | -0.37(-3.91)\*\*\* | -0.56(-1.39) | 6.71(2.81)\*\*\* | 0.01 |

## 不同的样本划分区间

## 考虑跳跃风险

三阶：SKEW和VV（）；残差非零，且分布接近正态

考虑跳跃风险的VV风险溢价回归结果

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Moneyness | Maturity | IV | QVV | JUMP | gains(-1) | R |
| JDOP | QVV30 | -0.26(-2.87)\*\*\* | -0.64(-1.81)\* | 0.07(0.13) | 4.47(1.98)\*\* | 0.009 |
| JDOP | QVV60 | -0.28(-2.94)\*\*\* | -0.69(-1.73)\* | 0.06(0.11) | 4.32(1.92)\* | 0.009 |
| JDOP | QVV90 | -0.3(-2.98)\*\*\* | -0.74(-1.66)\* | 0.05(0.09) | 4.17(1.85)\* | 0.008 |
| JDOP | QVV180 | -0.35(-2.85)\*\*\* | -0.84(-1.51) | 0.06(0.1) | 3.71(1.64) | 0.007 |
| JOP | QVV30 | -0.25(-2.91)\*\*\* | -0.64(-1.82)\* | 0.2(0.21) | 4.48(1.98)\*\* | 0.009 |
| JOP | QVV60 | -0.28(-2.99)\*\*\* | -0.69(-1.73)\* | 0.17(0.18) | 4.33(1.92)\* | 0.009 |
| JOP | QVV90 | -0.3(-3.04)\*\*\* | -0.75(-1.66)\* | 0.15(0.16) | 4.17(1.85)\* | 0.008 |
| JOP | QVV180 | -0.34(-2.94)\*\*\* | -0.84(-1.51) | 0.12(0.12) | 3.71(1.64) | 0.007 |
| JOC | QVV30 | -0.26(-3.06)\*\*\* | -0.64(-1.84)\* | -0.35(-0.44) | 4.48(1.98)\*\* | 0.009 |
| JOC | QVV60 | -0.28(-3.15)\*\*\* | -0.7(-1.75)\* | -0.32(-0.4) | 4.33(1.92)\* | 0.009 |
| JOC | QVV90 | -0.3(-3.22)\*\*\* | -0.75(-1.67)\* | -0.29(-0.36) | 4.17(1.85)\* | 0.008 |
| JOC | QVV180 | -0.35(-3.14)\*\*\* | -0.83(-1.5) | -0.17(-0.22) | 3.7(1.64) | 0.007 |
| JDOC | QVV30 | -0.26(-3.11)\*\*\* | -0.65(-1.84)\* | -0.22(-0.5) | 4.48(1.98)\*\* | 0.01 |
| JDOC | QVV60 | -0.28(-3.2)\*\*\* | -0.7(-1.75)\* | -0.2(-0.47) | 4.33(1.92)\* | 0.009 |
| JDOC | QVV90 | -0.31(-3.26)\*\*\* | -0.75(-1.67)\* | -0.19(-0.42) | 4.17(1.85)\* | 0.008 |
| JDOC | QVV180 | -0.35(-3.17)\*\*\* | -0.83(-1.5) | -0.11(-0.25) | 3.7(1.64) | 0.007 |

# 6.交易策略

# 7.结论

# 参考文献

1. 本文使用与Bakish（2003）类似的风险溢价度量方式，将风险溢价定义为现实测度P与风险中性测度Q之间的差异。 [↑](#footnote-ref-1)