

股指期权上市 完善期货市场风险管理功能研究

国泰君安期货金融衍生品研究所 吴泱 李宏磊

一、引言

2020年，全球经济受到新冠肺炎疫情的严重冲击，风险事件频发。在动荡的市场环境下，金融衍生品为投资者提供了流动性和避险工具，凸显了风险管理的必要性和重要性，是金融市场不可或缺的组成部分。纵观全球，经过约半个世纪的持续发展，欧美发达经济体的金融衍生品市场已成为全球投资机构进行资产配置和风险管理非常重要的一个金融子市场。中国金融期货交易所作为国内迄今唯一的金融期货交易所，丰富了投资者的配置和对冲的工具选项，提供了较为多样化的风险管理工具，在我国金融市场上发挥了越来越重要的作用。

我国金融衍生品市场起步较晚，尚处于蓬勃发展的起始阶段，目前为止我国权益类品种仅有三个股指期货、一个股指期权以及三个指数ETF期权（图1、图2）。沪深300股指期权自上市以来，历经近

一年的成长，虽然发展迅速，但至10月末累计成交金额仅有1055.96亿元，与同期股指期货成交金额差距十分明显，与海外成熟的金融衍生品市场相比更是难以望其项背。但另一方面，这也显示出我国股指期权市场发展空间巨大。

金融衍生品市场的功能主要可以概括为风险管理、价格发现以及提高金融市场创新能力等几个方面。其中，风险管理又包含价格波动的对冲和风险波动的对冲，价格波动的对冲即一般意义上的套期保值，风险波动即“波动的波动”。在随机波动率（Stochastic Volatility）理论框架下，资产价格的波动率并不是常数，而是一个随机游走的过程。提高资产价格抵御“波动的波动”的能力，可以显著提升资产的韧性，使其在震荡的经济环境下仍然可以提供稳定的收益。本文着眼于我国股指期货和股指期权对冲波动率的功能，对股指市场的三个主要



资料来源：国泰君安期货金融衍生品研究所

图 1：国内股指期货上市品种



资料来源：国泰君安期货金融衍生品研究所

图 2：国内权益类期权上市品种

指数——沪深 300 指数、上证 50 指数和中证 500 指数的波动率进行实证研究，检验我国指数市场非张成随机波动的存在性，并对股指期货和股指期权对冲相应指数波动率的效果进行检验，对已上市金融衍生品的风险管理功能实现进行实证分析。

二、研究方法

Trolle 等学者 (2009) 将张成随机波动 (Spanned Stochastic Volatility) 定义为可以由期货合约对冲的风险，将非张成随机波动 (Unspanned Stochastic Volatility, USV) 定义为不能由期货合约对冲的风险，并提出如果期货合约对现货波动率的解释力度较强，则不存在非张成随机波动；若解释力度不足，则存在非张成随机波动。

本文依然沿用上述理论框架，假定股指期货合约可以完全对冲标的股票指数的市场波动，以股指期货的日对数收益率为自变量，以股票指数的日波动率为因变量构建回归方程。若方程的拟合优度足够大，且残差分布接近正态分布，则认为股指期货合约可以完全对冲股票指数的波动率；否则认为股指存在非张成随机波动，股指期货合约不能完全对冲股指的波动，需要用股指期权来进一步对冲。

（一）回归方程

由于我国上市的股指期货品种有限，为了保证数据的一致性和有效性，本文采用股指期货当月连续合约价格的日对数收益率及其平方项作为解释变量，判断各股指期货合约对股指的波动率的解释力度，由此可得：

$$\sigma = \beta_0 + \beta_1 r_1 + \beta_2 r_1^2 + \varepsilon \quad (\text{公式 1})$$

其中， σ 为股票指数对数收益率的日波动率， r_1 为股指期货的日对数收益率， ε 为残差项。

我国目前上市的股指期货仅有沪深 300 股指期货，因此我们将沪深 300 股指期货的日对数收益率(r_2)加入回归方程当中，同时加入平方项和交叉项，仍然从回归方程的拟合优度和残差分布两个角度判断沪深 300 股指期货对市场波动的对冲效果。加入股指期货收益率之后回归方程为：

$$\sigma = \beta_0 + \beta_1 r_1 + \beta_2 r_2 + \beta_3 r_1^2 + \beta_4 r_2^2 + \beta_5 r_1 r_2 + \varepsilon \quad (\text{公式 2})$$

我们从拟合优度和残差分布两个角度分析拟合得到的数据结果，若拟合优度足够大，则说明期货和期权合约可以解释大部分的股指波动率，证明股指波动率均是张成随机波动；若拟合优度不够大，则说明现存期货和期权合约仍不能很好地对冲股指的随机波动，证明指数仍存在非张成随机波动。另一方面，若残差分布接近标准正态分布，说明残差是由白噪声引起的，不存在非张成随机波动；若残差分布偏离标准正态分布，则证明有其他因素导致残差的偏态分布，存在非张成随机波动。

(二) 波动率估计

大量实证研究表明，股市的收益率序列并不服从正态分布，而是呈现尖峰厚尾的特征，意味着出现平均收益率和极端收益率的概率更高。同时收益率序列呈现异方差 (Heteroskedasticity) 以及波动的聚类性 (Volatility Clustering)，也就是说波动

率并不是完全独立的，大的波动通常跟随着大的波动，小的波动同样也会跟随着小的波动。GARCH (1, 1) 模型认为下一个交易日的方差是长期方差、当前交易日的收益率平方和当前交易日方差的加权平均，能够很好地描述上述股市收益率序列的特征，同样的，也能够很好地描述股指的波动行为，因此本文采取 GARCH (1, 1) 模型，以长度为 250 个交易日的滚动窗口动态估计各股票指数的日波动率，作为回归方程的因变量。

$$\sigma_{t+1} = (1 - \alpha - \beta)\sigma^2 + \alpha R_t^2 + \beta \sigma_t^2 \quad (\text{公式 3})$$

其中， σ 指股指的长期波动率， R_t 为股指的日对数收益率， σ_t 指股指在 t 时的波动率。参数 α 和 β 的估计采取极大似然估计 (MLE)，通过最大化对数概率密度求解参数的估计值，最后估计各股票指数在每一交易日的波动率。

三、实证检验

(一) 数据处理

首先是股指期货的收益率数据处理。我国目前上市三个股指期货品种，分别是沪深 300 股指期货 (IF)，上证 50 股指期货 (IH) 以及中证 500 股指期货 (IC)，合约月份均为当月、下月以及随后两个季月，由于合约到期交割时直接换到下一最近合约，可能出现价格的不连续，因此我们收集各个股指期货的当月连续合约，即 IF00、IH00 以及 IC00。股指期货的当月连续价是将同一品种不同时期的主力合约连接起来，形成时间上连续的价格序列，代表了市场上该品种流动性最好的合约的价格

走势。为了削弱极端值的潜在影响，保证数据的稳定性，我们选取 2016 年 1 月 4 日至 2020 年 11 月 16 日总计 1184 个交易日的日收盘价计算日收益率，进行股指波动率关于期货合约收益率的拟合。

沪深 300 股指期权于 2019 年 12 月 23 日上市，我们选取沪深 300 股指期权上市以来每个交易日的近月合约作为研究对象，选取在值程度分别为 95%、100% 和 105% 的看涨和看跌期权，收集其收盘价计算日对数收益率分别作为自变量进行回归分析。

在构建回归方程和进行主成分分析之前，我们需要保证时间序列数据的平稳性，否则可能会出现“伪回归”的问题。本文采取 ADF 检验 (Augmented

Dicky-Fuller)，对所有的时间序列进行平稳性检验，结果显示本文所用全部时间序列均是一阶平稳的。

(二) 期货合约回归结果

回归方程中各个变量的统计特征如表 1 所示，三个股票指数的日波动率都在 1% 附近浮动，股指期货合约的对数收益率均值接近 0，长期内最大值和最小值均对均值呈现了较大程度的偏离。

由于本文采用的期货合约收盘价格数据是各期货合约的当月连续价，代表了市场上存续的流动性最强的合约的价格，因此不需要再做额外处理，将各期货合约当月连续日对数收益率和日对数收益率的平方项作为回归方程的自变量，得到三个回归方程的拟合优度 (表 2)。

表 1：变量的统计特征

	波动率			对数收益率		
	沪深 300	上证 50	中证 500	IF00	IH00	IC00
最大值	3.73%	4.07%	4.68%	7.16%	8.69%	6.67%
平均值	1.19%	1.17%	1.47%	0.03%	0.03%	-0.01%
最小值	0.53%	0.53%	0.70%	-10.64%	-10.08%	-10.67%
标准差	0.53%	0.48%	0.57%	1.35%	1.30%	1.64%

资料来源：国泰君安期货金融衍生品研究所

表 2：各股指期货合约回归方程的拟合优度

	IF00	IH00	IC00
R^2	0.1007	0.1331	0.1138

资料来源：国泰君安期货金融衍生品研究所

从拟合优度的角度来看，在沪深 300 指数、上证 50 指数和中证 500 指数三个市场上，股指期货合约生成的波动对相应股指的波动解释力度较小，调整拟合优度均在 0.14 以下，股指的风险无法由股指期货合约完全对冲，存在非张成随机波动。

图 3- 图 8 分别是 IF 合约、IH 合约和 IC 合约回归残差分布直方图和分位数图（Quantile-Quantile Plot，简称 QQ 图）。从回归残差分布直方图来看，三个回归方程的残差均呈现右偏的分布特征，相对于标准正态分布的偏离程度较大。图 4、图 6 和图 8

是三个回归方程的分位数图，图中散点代表回归方程的残差分位数，图中直线代表标准正态分布的分位数，散点距离直线的离散程度越小，证明残差分布越接近于标准正态分布；若直线可以完全拟合散点，则证明该分布是一个标准正态分布。从图中特征来看，三个回归方程的残差分布均偏离标准正态分布较远，说明残差并不是由白噪声引起的，存在其他因素导致回归残差统一呈现右偏的特征。因此，综合回归方程拟合优度和残差分布两个方面的特征，可以认为在沪深 300 指数、上证 50 指数和中证 500

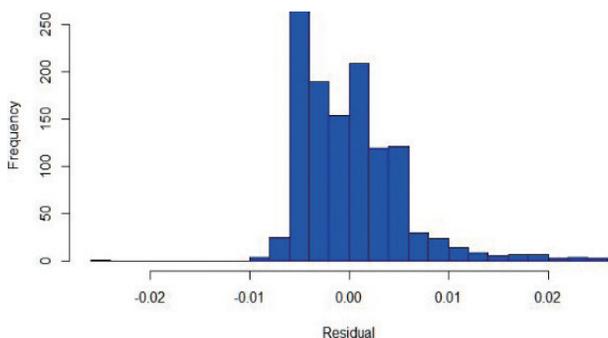


图 3：IF 合约回归残差分布

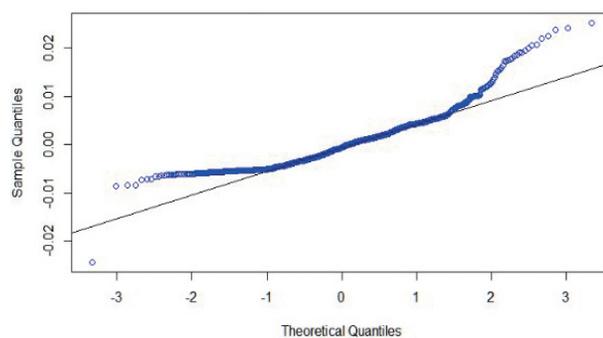


图 4：IF 合约回归 QQ 图

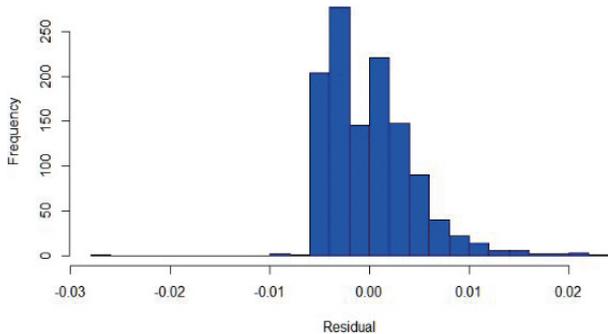


图 5：IH 合约回归残差分布

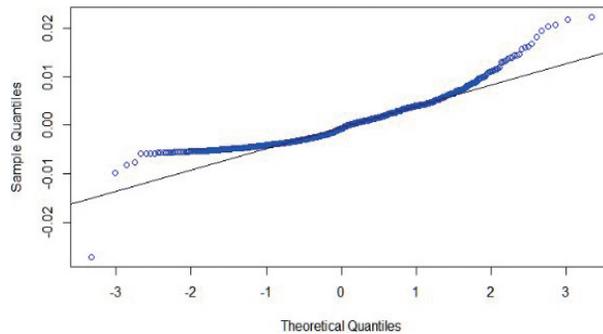


图 6：IH 合约回归 QQ 图

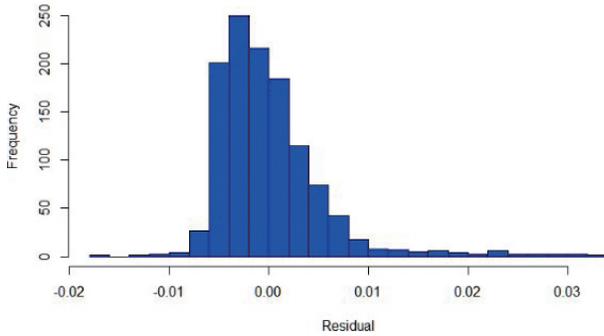


图 7：IC 合约回归残差分布

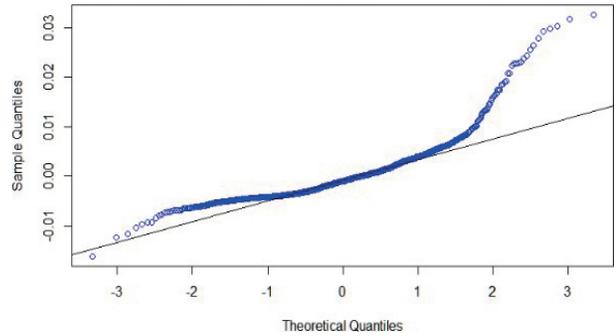


图 8：IC 合约回归 QQ 图

指数三个股指市场上，均存在非张成随机波动，股指期货合约自身并不能完全对冲股指的波动，需要其他金融衍生品工具配合进一步对冲。

（三）加入沪深 300 股指期权的回归结果

接下来我们在 IF 期货合约回归中加入沪深 300 股指期权 (IO) 以检验期权的风险对冲效果，分别将在值程度为 95%、100% 和 105% 的近月看涨和看跌期权收益率加入自变量空间，共生成 6 个期权回归方程。因为样本的时间跨度发生变化，因此我们

在新的时间区间内 (2019 年 12 月 23 日至 2020 年 11 月 16 日) 重新进行沪深 300 指数波动率关于 IF 股指期货收益率的拟合，其拟合优度作为观察期权对冲风险效果的基准，值为 0.1135。经过回归方程拟合，6 个期权回归方程的结果一致，拟合优度见表 3。

拟合结果表明，加入期权之后回归方程拟合优度有了不同程度的增强，最小增幅为 3.79%，最大增幅达到 45.81%，证明沪深 300 股指期权可以配合沪深 300 股指期货进一步对冲沪深 300 指数波动。

表 3：各股指期权回归方程拟合优度

	R^2	R^2 增强幅度
IF00	0.1135	-
95% CALL	0.1178	+3.79%
100% CALL	0.1419	+25.02%
105% CALL	0.1655	+45.81%
95% PUT	0.1578	+39.03%
100% PUT	0.1211	+6.70%
105% PUT	0.1396	+23.00%

资料来源：国泰君安期货金融衍生品研究所

加入期权之后的回归残差分布更加接近于标准正态分布，证明加入期权之后的资产组合收益率对于股票指数的波动率解释力度更强，可以更好地对冲股票指数的波动率。综合回归方程拟合优度和残差分布两方面的结果，沪深 300 股指期货上市以来对冲了沪深 300 股指期货合约无法独立对冲的波动，

作为股指期货的补充很好地实现了其风险对冲的功能；但沪深 300 指数非张成随机波动依然存在，需要沪深 300 期权更出色地发挥对冲作用。由于各个回归方程残差分布结果一致，正文中仅列出 100% 在值（即平值）看涨和看跌期权所涉及的回归方程的残差分布（图 9- 图 12），其余在附录中一并列出。

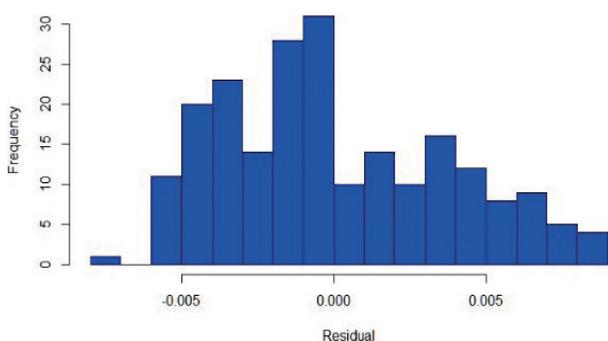


图 9：100% CALL 回归残差分布

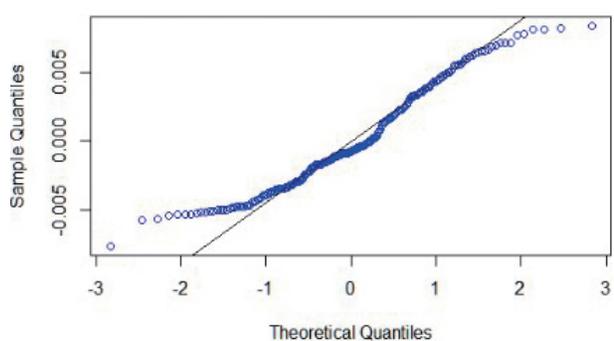


图 10：100% CALL 回归 QQ 图

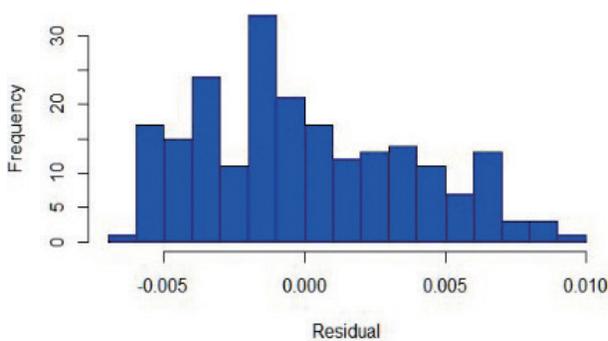


图 11：100% PUT 回归残差分布

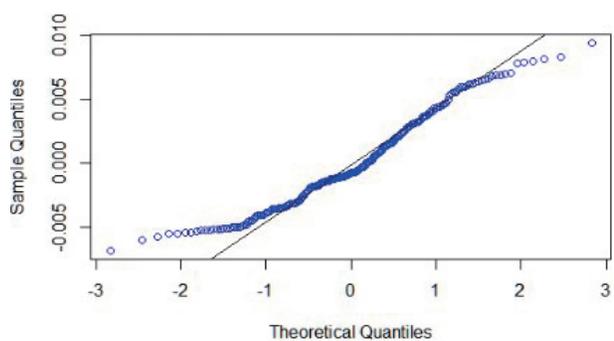


图 12：100% PUT 回归 QQ 图

（四）稳健性检验

由于期权的隐含波动率（Implied Volatility, IV）是期权价格的重要决定因子，与价格成正比关系，

可以视作降维的期权价格度量，因此为了结论的稳健性，本文选取在值程度为 95%、100% 和 105% 的近月看涨、看跌期权的隐含波动率作为替代变量

进行稳健性检验。检验结果（表 4）与前文一致，期权合约收益率的加入可以显著提升拟合优度，验

证了沪深 300 股指期货对冲非张成随机波动的功能。

表 4：稳健性检验拟合优度

	R^2	R^2 增强幅度
IF00	0.1135	-
95% IV	0.1961	+72.78%
100% IV	0.1242	+9.43%
105% IV	0.127	+11.89%

资料来源：国泰君安期货金融衍生品研究所

四、结论和讨论

本文通过 GARCH (1, 1) 模型动态估计各个股票指数的日波动率，作为回归方程的因变量，将股指期货当月连续合约的日对数收益率和其平方项作为自变量进行回归，发现拟合优度较低，且残差分布对标准正态分布的偏离程度较大，证明在我国沪深 300 指数、上证 50 指数和中证 500 指数均存在非张成随机波动，仅利用期货合约无法完全对冲指数的波动，需要其他的金融衍生品工具进行协助对冲。

而后在沪深 300 指数回归模型中分别加入不同在值程度的看涨、看跌期权的日对数收益率，发现拟合优度有了明显的提升，同时残差分布的正态性更强，说明沪深 300 指数期权可以对冲股指期货无法对冲的部分波动，实现了风险对冲的功能。但加入期权之后的回归方程拟合优度仍在 0.2 以下，残差正态性更强，但也并非完全的白噪声，因此沪深 300 指数非张成随机波动仍然是存在的，需要沪深 300 期权更有力地发挥对冲作用。

本文仍旧存在两点不足：一是由于沪深 300 期

权上市时间较短，截至本文撰写之日仅有 216 个交易日的收盘价数据，导致模型样本量较小，可能使模型的稳定性不足。二是在沪深 300 股指期货上市初期实施的交易限额制度，限制了其市场功能的发挥。根据中金所 2019 年 12 月 18 日公告，自沪深 300 股指期货上市首日（2019 年 12 月 23 日）至 2020 年 3 月 20 日，日内开仓交易限额为 50 手，单个月份期权合约日内开仓交易限额为 20 手，深度虚值合约日内开仓交易限额为 10 手；自 3 月 23 日至 6 月 19 日，日内开仓交易限额为 100 手，单个月份合约日内开仓交易限额为 50 手，深度虚值合约日内开仓交易限额为 20 手。后经调整，6 月 22 日起三项开仓交易限额分别为 200 手、100 手和 30 手。交易限额制度的实施限制了期权的流动性，也同时限制了其风险管理功能的发挥，相信随着沪深 300 股指期货成交与持仓限制逐步放开，市场流动性将趋于更好，风险管理功能也会有更进一步的发挥与完善。

（责任编辑：张不凡）

附录

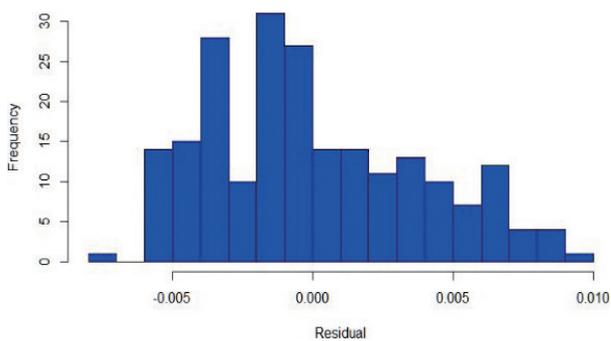


图 13: 95% CALL 回归残差分布

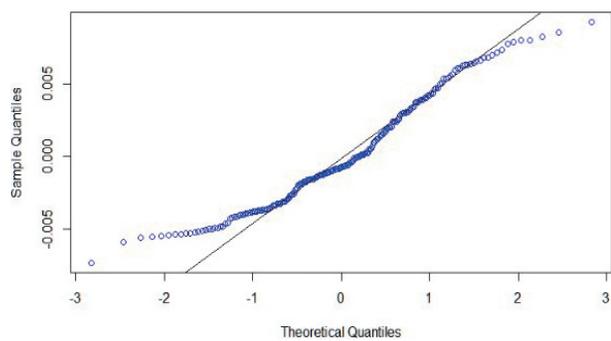


图 14: 95% CALL 回归 QQ 图

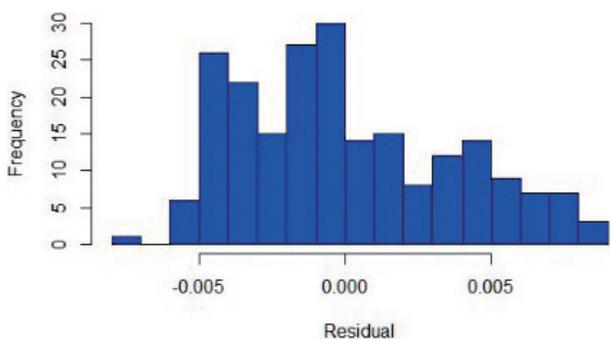


图 15: 105% CALL 回归残差分布

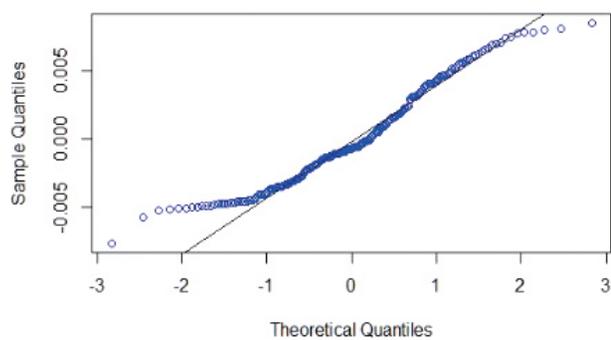


图 16: 105% CALL 回归 QQ 图

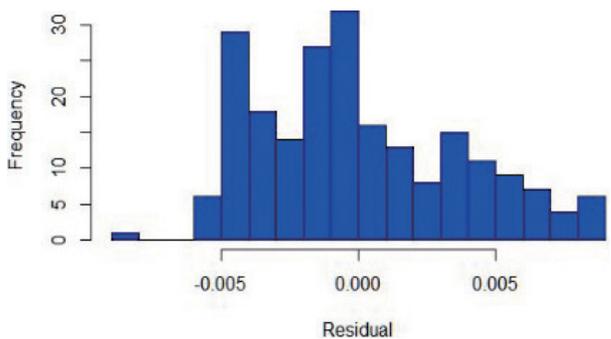


图 17: 95% PUT 期权回归残差分布

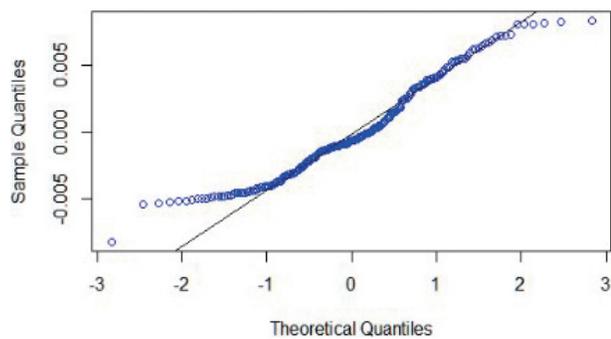


图 18: 95% PUT 期权回归 QQ 图

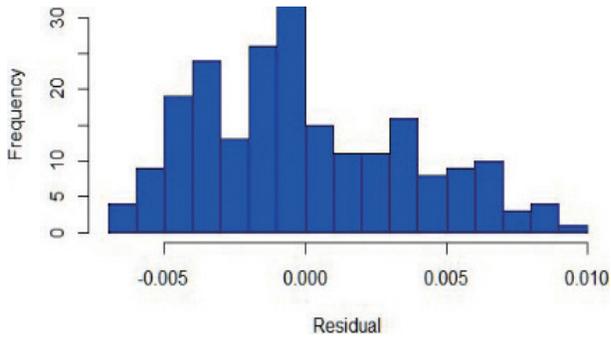


图 19: 105% PUT 期权回归残差分布

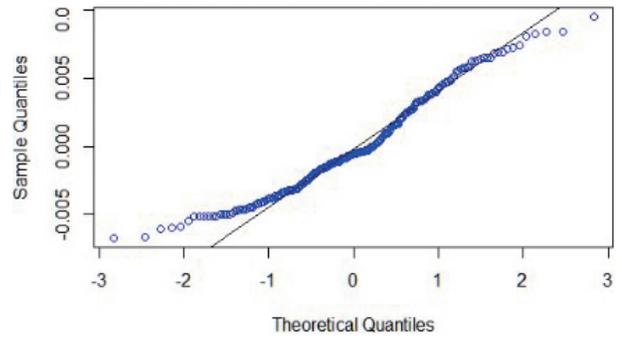


图 20: 105% PUT 期权回归 QQ 图