

基于交通运输业的股票因果网络分析

杜紫嫣, 杨会杰

(上海理工大学 管理学院, 上海 200093)

摘要: 基于交通运输业股票的日收盘价, 根据股票之间的因果依赖关系建立有向因果网络, 分析网络的拓扑特性并根据 PageRank 算法识别重要股票。结果表明: 重要股票为深高速、宜昌交运、白云机场、锦江投资、五洲交通、盐田港、上海机场、连云港、大连港和皖通高速。这些股票在传播网络风险中占据重要地位, 有效地控制这些股价的波动有利于调控股票市场。

关键词: 交通运输业; 因果网络; 重要股票; PageRank 算法

中图分类号: [U-9] **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2022) 04—0148—04

股票市场的波动形成了高度复杂性的系统, 1999 年 Mantegna^[1] 将复杂网络理论与股票市场结合, 构建股票相关网络。此后, 大量学者对股票网络进行深入研究^[2-5], 研究股票市场的关系网络也逐渐成为热点问题。皮尔森相关系数法被广泛用于建立股票网络, 这些网络能有效识别股票之间线性相关性^[1-3]。然而, 大部分股票之间的相关关系是非线性、非对称的^[6]。因此, 因果检验基于股票之间的因果依赖关系, 提供了建立有向复杂网络的合理模型^[7,8]。李延双等^[5] 基于沪深 300 指数成分股研究网络的结构; 韩冬梅等^[9] 通过国际证券市场指数进行复杂网络建模并发现三大社区; Wang 等^[10] 根据能源股票建立复杂网络模型, 研究能源股票的时变特征并识别重要股票。而基于交通运输业的股票进行复杂网络建模的文章较少。因此, 本文聚焦于中国股票市场中交通运输业的股票建立复杂网络因果模型。

股票的波动并不是独立的。一只股票价格的波动会导致另一只股票的价格产生波动, 从而发生联动效应, 这些联动效应会导致整个股票市场发生更大波动^[10]。当

市场上的股票价格均发生巨大的波动时, 会形成市场危机, 甚至造成严重的股灾。重要股票具有更大的市场联动性, 它既能传递更大的系统性风险, 也能更佳地调控市场波动^[5]。因此, 研究重要股票对稳定股票市场有重要意义。研究重要股票常用网络中心性指标, 如集聚系数中心性^[11]、接近度中心性^[10]、介数中心性^[12]等。然而, 基于网络中心性指标识别重要股票是片面的。Wang 等^[10] 通过研究财务指标与网络拓扑指标的皮尔森相关关系, 证实了 PageRank 算法是识别重要股票最合适的方法, 并利用此方法识别了重要股票和重要行业。王皓晴等^[10] 用 PageRank 算法识别雾霾网络中的重要城市, 对雾霾治理提供了理论指导。综上所述, 本文建立因果网络并运用 PageRank 算法识别交通运输业重要股票, 为系统性风险提供理论指导。

1 模型建立与拓扑指标

1.1 因果网络模型建立

本文研究中国沪深股市中交通运输行业股票, 其中

82.

[4] 李鸥, 彭旭民. 鄂东长江公路大桥活载非线性效应与试验分析[J]. 桥梁建设, 2011(5):31-35.

[5] 张欣禹. 桥梁挠度测试仪检测结果分析[J]. 世界桥梁, 2012. 40(3): 42-45.

[6] 曾德礼. 大跨度桥梁承载能力鉴定研究[J]. 桥梁建设, 2018, 48(5): 43-47.

[7] 刘永健, 杨健, 梁鹏, 颜东煌, 许红胜. 无背索斜塔斜拉桥荷载试验[J]. 长安大学学报, 2009(05).

[8] 长安大学, 等. 公路桥梁荷载试验规程: TG/TJ21-01-2015[J]. 北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2016.

[9] 中国建筑科学研究院, 等. 城市桥梁检测与评定技术规范: CTT/T233-2015[J]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2016.

交通运输行业分为铁路运输业、水上运输业、航空运输业和道路运输业。行业分类参考中国证监会 2020 年上市公司分类。基于 33 只交通运输行业股票，选取 2019 年 10 月 21 日至 2020 年 4 月 9 日的日收盘价数据。首先，计算股票的对数收益率：

$$R_{j,t} = \log P_{j,t} - \log P_{j,t-1} \quad (1)$$

式 (1) 中， $R_{j,t}$ 为股票 j 在 t 时刻的对数收益率， $P_{j,t}$ 是股票 j 在 t 时刻的收盘价。根据格兰杰因果检验建立有向网络就是根据因果检验的 p -value 筛选网络的有向边。对于股票 j 的对数收益率 $R_{j,t}$ 和股票 k 的对数收益率 $R_{k,t}$ 进行因果检验方法如下^[7]：

$$R_{j,t} = \alpha_1 + \sum_{l=1}^h \beta_{1l} \cdot R_{j,(t-l)} + \sum_{l=1}^h \gamma_{1l} \cdot R_{k,(t-l)} + \mu_{1t} \quad (2)$$

$$R_{k,t} = \alpha_2 + \sum_{l=1}^h \beta_{2l} \cdot R_{k,(t-l)} + \sum_{l=1}^h \gamma_{2l} \cdot R_{j,(t-l)} + \mu_{2t} \quad (3)$$

其中， h 为因果检验的滞后期， μ_{1t} 和 μ_{2t} 是随机扰动项。式 (2) 中原假设为 $H_0: \gamma_{11}=0$ ，通过 F 统计量检验此假设，计算因果检验的 p -value 值。当 p -value 小于等于 0.05 时，拒绝原假设， $R_{k,t}$ 是 $R_{j,t}$ 的格兰杰因。并且，将格兰杰因果关系的指向作为有向网络的指向。式 (3) 中的因果检验也同理。为了简单起见，本文设定滞后期为 1，这也统一了股票之间的格兰杰因果检验。由此可以计算因果网络的邻接矩阵^[8]：

$$A_{i,j} = \begin{cases} 0, & p > 0.05; \\ 1, & p \leq 0.05, \end{cases} \quad (4)$$

式 (4) 中 p 是股票 i 和股票 j 格兰杰因果检验的 p -value 值。 p -value 值小于等于 0.05，股票 i 是股票 j 的格兰杰因，因果网络中股票 i 指向股票 j 。

1.2 网络拓扑指标

1.2.1 出度和入度

在有向网络中，节点 i 指向其余节点的边数称为节点 i 的出度 (Out-degree, OD)；其余节点指向节点 i 的边数称为节点 i 的入度 (In-degree, ID)。出度 OD_i 的表达式为^[11]

$$OD_i = \sum_{j=1}^n A_{i,j} \quad \text{式 (5)}$$

式 (5) 中， $A_{i,j}$ 表示有向网络的邻接矩阵，见式 (4)。 n 表示节点总个数。入度中心性 ID_i 表达式为：

$$ID_i = \sum_{j=1}^n A_{j,i} \quad \text{式 (6)}$$

1.2.2 集聚系数中心性

集聚系数 (Clustering centrality, CC) 用来测量节点与其邻居节点之间的紧密关系。它是节点 i 与其邻居节点之间的连边数和这些节点可能存在的连边数的比值^[8, 11]：

$$CC_i = \frac{E_i}{k_i(k_i-1)} \quad (7)$$

式 (7) 中， E_i 为节点 i 与邻居节点之间的连边总数。 k_i 是节点 i 的邻居节点数量。在无向网络中，节点 i 与其邻居节点可能存在的连边数为 $2/k_i(k_i-1)$ 。在有向网络中，节点 i 与其邻居节点可能存在的连边数为 $k_i(k_i-1)$ 。这是因为有向图中，节点 i 与其邻居节点的指向有两种可能性。

1.2.3 PageRank 算法

PageRank 算法 (PR) 最初是用来计算网络页面的排名的算法，众多学者将此算法引入复杂网络中识别重要股票。在这个算法中，节点 i 的重要性是指向节点 i 的节点重要性的加权组合^[10, 11, 13]。

$$PR_i(s) = \frac{\sum_{j=1}^n A_{j,i} PR_j(s-1) / OD_j}{\sum_{k=1}^n \sum_{j=1}^n A_{j,k} PR_j(s-1) / OD_j} \quad (8)$$

式 (8) 中， $PR_i(s)$ 是节点 i 经过 s 次迭代后的 PageRank 估计值，最初的迭代是 $PR_i(0) = 1/n$ 。

2 结果分析

本文根据 2019 年 10 月 21 日至 2020 年 4 月 9 日间铁路运输业、水上运输业、航空运输业和道路运输业的股票收盘价数据建立基于交通运输业的股票因果网络。该因果网络展示了 33 只交通运输业股票的因果依赖关系。为了有效刻画交通运输业的股票因果网络，可以根据因果网络的出度、入度等拓扑指标描述网络的特性。根据交通运输业 4 个子行业的股票，图 1 展示了 33 只交通运输业股票的出度、入度。其中，红色的虚线将图 1 划分为 4 个空间，从左至右第 1 个空间展示铁路运输业股票的出度和入度情况，第二个空间至第四个空间依次展示水上运输业、航空运输业和道路运输业股票的出度和入度。出度用黄色的散点表示，入度用蓝色的散点表示。

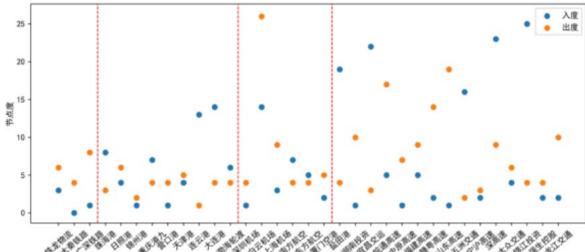


图1 股票的入度和出度

根据图1,可以发现网络没有孤立节点,并且33只股票的平均度为6.788。这说明了每只股票之间均存在有向的因果依赖关系,并且,每一只股票平均与剩余7只股票相连,网络的连接情况良好。从子行业看,铁路运输业的平均入度为1.333,平均出度为6;水上运输业的平均入度为6.444,平均出度为3.667;航空运输业的平均入度为5.333,平均出度为8.667;道路运输业的平均入度为8.667,平均出度为8.067。根据4个交通运输子行业股票的平均入度、出度,道路运输业的平均入度是最大的,航空运输业的平均出度是最大,他们的度值均为8.667。特别地,道路运输业的平均入度和出度均大于股票网络的平均度,这说明了道路运输业的股票与其他股票相连的概率更大,拥有的邻居股票个数更多。同样地,图2将虚线划分四个空间分别展示了33只交通运输业股票的集聚系数。

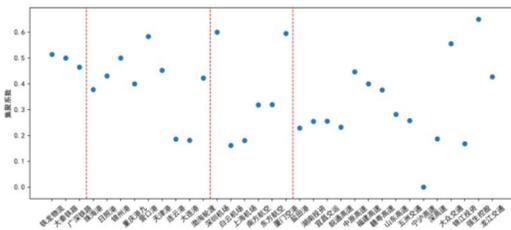


图2 股票的平均集聚系数

根据图2,33只股票的平均集聚系数为0.361。平均集聚系数最大的股票为强生控股,这说明了该股票在网络中与其邻居节点连接更加紧密,在传播股价波动风险中占有更重要的位置。平均集聚系数较大的股票还有深圳机场、厦门空港、营口港等,这些股票在网络中也能较快地传播股价波动风险。特别地,铁路运输业的三只股票中,平均集聚系数都大于0.361,这说明了这三只股票在网络中的聚集程度大于网络平均水平。

根据PageRank算法识别网络中的重要股票,将大于均值的股票作为该网络的重要股票^[6],共计识别出10只重要股票,见表1。从数值上看,PageRank值最大的股票为深高速,其PageRank值为0.167;其次宜昌交运、白云机场等的PageRank值也都处于均值以上的水平。

从4个交通运输子行业观察,重要股票中共计有6只股票属于道路运输业,2只属于航空运输业,2只属于水上运输业。

表1 重要股票

股票代码	股票名称	股票行业	PageRank值	排名
600548.SH	深高速	道路运输业	0.167	1
002627.SZ	宜昌交运	道路运输业	0.114	2
600004.SH	白云机场	航空运输业	0.088	3
600650.SH	锦江投资	道路运输业	0.069	4
600368.SH	五洲交通	道路运输业	0.06	5
000088.SZ	盐田港	道路运输业	0.054	6
600009.SH	上海机场	航空运输业	0.049	7
601008.SH	连云港	水上运输业	0.045	8
601880.SH	大连港	水上运输业	0.042	9
600012.SH	皖通高速	道路运输业	0.033	10

3 结论

本文基于33只交通运输业股票建立因果网络,分析交通运输股票网络的拓扑特性,并且通过PageRank算法识别重要股票。研究结果表明:(1)因果网络的平均度为6.788,并且道路运输业股票的平均入度和出度均大于网络的平均度。道路运输业的股票与其他股票相连的概率更大,拥有的邻居股票个数更多。(2)因果网络的平均集聚系数为0.361。特别地,强生控股、深圳机场、厦门空港、营口港等股票的集聚系数较大,这些股票的聚集程度相对较高。(3)根据PageRank算法识别的重要股票有深高速、宜昌交运、白云机场、锦江投资、五洲交通、盐田港、上海机场、连云港、大连港和皖通高速。这些股票在市场中传播更大的市场波动,更容易产生行业的联动影响,并且在传播网络风险中占据重要地位。有效地控制这些重要股票的股价波动也有利于调控股票市场,有利于通过重要股票对市场变动提供预警,对稳定股票市场提供理论指导。

参考文献:

[1]Mantegna R N. Hierarchical structure in financial

基于 VISSIM 仿真的行人专用相位优化设计

顾迪, 韩印, 王嘉文, 巩子璇, 郑欣

(上海理工大学交通系统工程系, 上海 200082)

摘要: 在信号交叉口设置行人专用相位是一种重要的行人保护策略,但也可能会导致交叉口延误增加。文章以上海市淮海中路-黄陂南路交叉口为研究对象,在分析交叉口数据的基础上优化行人专用相位信号配时参数,运用 VISSIM 软件构建交叉口仿真模型,并对模型参数进行标定,最后对优化前后的信号配时方案进行仿真评价。结果表明:经过信号配时调整,交叉口总体服务水平由 D 提升到 B,方案可行有效。

关键词: 信号交叉口; 行人专用相位; 信号配时; VISSIM 仿真

中图分类号: U491 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-7973 (2022) 04-0151-04

随着绿色出行的倡导和机动车保有量增加,城市交叉口机动车与行人冲突日趋严重。行人专用相位的设立有助于从时间上分离行人与机动车流,避免机非冲突保障行人安全。关于行人专用相位信号控制优化,钱大琳^[1]等提出一种新的信号控制优化方案,从整体上优化行人专用相位信号配时参数。张亮^[2]选取某实际交叉口作为案例分析,利用 VISSIM 对比分析双层优化模型配时方案与 webster 法配时方案,验证了双层优化模型对行人专用相位配时优化的适用性。交通仿真技术有助于辅

助分析交叉口交通问题,具有经济性、安全性、可控性的特点。在 VISSIM 交叉口仿真优化设计方面,马晓旦^[5]等建立上海市某交叉口仿真模型,将优化前后的评价指标进行评价对比,证明优化后的方案能够有效提高交叉口通行能力,减少车辆间冲突。

故此,关于行人专用相位信号配时方案尚无统一标准可供参考,本文结合以往学者对行人专用相位信号控制优化方法研究,针对人流量较大的两相位信号交叉口,对上海市淮海中路-黄陂南路交叉口行人专用相位进行

markets[J]. The European Physical Journal B-Condensed Matter and Complex Systems, 1999, 11(1): 193-197.

[2] Wang G J, Xie C, Stanley H E. Correlation structure and evolution of world stock markets: Evidence from Pearson and partial correlation-based networks[J]. Computational Economics, 2018, 51(3): 607-635.

[3] 闫新国. 基于相关与因果复杂网络的金融风险传染与冲击响应研究 [D]. 湖南大学, 2017.

[4] 陈花. 基于复杂网络的股票之间有向相关性研究 [D]. 北京邮电大学, 2012.

[5] 李延双, 庄新田, 张伟平. 股指极端波动下中国股市复杂网络结构及中心性分析 [J]. 运筹与管理, 2020, 29(07): 131-143.

[6] 王皓晴, 顾长贵. 基于复杂网络理论对长三角雾霾网络的城市节点重要性研究 [J]. 中国水运 (下半月), 2019, 19(01): 92-94.

[7] Caraianni P. Using complex networks to characterize international business cycles[J]. PloS one, 2013, 8(3): e58109.

[8] Huang C, Wen S, Li M, et al. An empirical evaluation of the influential nodes for stock market network: Chinese A-shares case[J]. Finance Research Letters, 2021, 38: 101517.

[9] 韩冬梅, 王雯. 复杂网络视角下的国际证券市场结构特征分析 [J]. 复杂系统与复杂性科学, 2014, 11(03): 50-57+78.

[10] Wang Z, Gao X, An H, et al. Identifying influential energy stocks based on spillover network[J]. International Review of Financial Analysis, 2020, 68: 101277.

[11] 汪小帆, 李翔, 陈关荣. 复杂网络理论及其应用 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2006.

[12] Goh K I, Oh E, Kahng B, et al. Betweenness centrality correlation in social networks[J]. Physical Review E, 2003, 67(1): 017101.

[13] 贺腊容, 黄创霞, 文凤华, 杨晓光. 基于复杂网络的沪深 300 股票重要节点的评估和分析 [J]. 经济数学, 2016, 33(03): 1-10.