

马氏链股票价格短期与长期预测

郝丹

北方工业大学 北京市 100144

[摘要] 由于股票价格是根据市场上供需关系所决定的，充满着随机性和不确定性，本文根据股票变化的随机性选用马氏链方法，通过对元宇宙相关股票收盘价格的运算及处理，利用多状态，建立马尔科夫链模型进行股票价格的预测。

[关键词] 元宇宙；股票；预测模型；马尔科夫链；

[中图分类号] f2 **[文献标识码]** B **[文章编号]** 1647-9324(2023)-0067-07 **[收稿日期]** 2022-09-16

1 引言

自发生疫情以来，疫情加速了我国数字经济的发展，各个产业开始加速各自的数字化进程，股票市场也受到了较为显著的影响，其中元宇宙概念股自 2021 年 6 月 28 日起，元宇宙的搜索量开始暴涨。元宇宙是整合多种新技术产生的下一代互联网应用和社会形态，它基于扩展现实技术和数字孪生实现时空拓展性，基于 AI 和物联网实现虚拟人、自然人和机器人的人机融生性，基于区块链、Web3.0、数字藏品/NFT 等实现经济增值性^[2]。在社交系统、生产系统、经济系统上虚实共生，每个用户可进行世界编辑、内容生产和数字资产自所有^[3]。

因而本文选用元宇宙概念龙头股中的创维数字作为研究对象，在 2021 年 10 月起，该股票表现优秀极具代表性，研究元宇宙概念股票，可以作为广大的投资者进行理性交易行为的一个参考，由于股市是社会经济的一个指向标，股票的价格波动情况实际上反映的是社会经济的循环变动情况，因而对于股票价格变化过程的研究，还帮助股民们了

解这一新领域的市场基本情况，对投资者以及相关部门的投资策略都具有一定的指导意义。

2 股票市场的随机性

随着经济的发展，股票已经成为人们的一种理财方式，不少股民会研究股票走势。基于统计学角度可以将目前学术界所具有的研究股票的方法分为三类，分别为从回归方法入手建立的价格波动预测模型、机器学习预测模型和基于随机过程的预测模型^[1]。通常而言，股票市场具有有效性和随机性。有效性体现在股票市场作为经济社会的晴雨表，指向标，可以较为敏感地反映出我们可以通过整合处理一只股票的相关数据，通过建立恰当的模型，从而分析预测出下一个时间区间，股票的涨跌趋势。然而随机性是指股票的价格波动充满着各种各样的随机因素，其中包括市场环境影响因素，社会政策影响因素，企业发展影响因素等众多影响因素。

而对于我国的股票市场来说，在疫情的影响下，我国股票市场向弱式有效性前进的

步伐又慢了下来,随机性特点更为明显。因而本文选用研究随机过程的马尔科夫模型作为数学模型来研究疫情影响下,元宇宙概念龙头股创维数字股票价格的变化情况。由于股票收盘价格变化过程是一组依赖于时间的随机变量,其变化过程可以看作是一个随机过程。通过运用马尔科夫模型,对具有马尔科夫性的股票价格、股票价格的状态区间以及它的成交量进行分析和预测,用马尔科夫链来对股票价格的概率估计预测提供一个实际应用的参考。

3 马尔可夫链模型介绍

马尔可夫方法是一种将股票的收盘价的变化过程分为一系列的状态,认为在变化过程中,第 n 次转换获得的状态常取决于第 $n-1$ 次的试验结果,认为当下的状态只与当下的状态以及随机因素有关,与之前的状态无关,是独立发生的,只是在收盘价格变化过程中,看作是由一个状态变为另一个状态的转换过程,在此过程中,存在着转移概率,并且这种转移概率可以依据其紧接的前一种状态推算出来^[5]。马尔可夫链则是事物在连续一段时期内若干马尔可夫过程的总称,表明事物状态由过去到现在、由现在到将来,一环接

一环,像一根链条。在预测领域,人们用其对预测对象各个状态的初始分布和各状态间的转移概率进行研究,描述状态的变化趋势,并由此来预测未来^[6]。马尔科夫模型分析方法主要采用简单易懂的马尔科夫链模型进行预测,将需要研究的事物视为一种系统,将所研究的变量作为一种状态,变化过程视为一种状态转移,从而形成一种动态模型,这种变量所产生的变化是完全随机的,因而作为一种模型来研究随机事件变化趋势。由于目前的股票市场的变化具有很大的随机性,常受到各种不确定因素的影响,因而选用马尔科夫分析法对股市和市场未来发展趋势进行预测分析,提高市场占有率的策略预测市场占有率是供决策参考的,企业要根据预测结果采取各种措施争取顾客。

4 元宇宙概念股案例分析

4.1 以各交易日的收盘价的状态作为对象进行预测

选用元宇宙概念股中的创维数字股票作为研究对象,选取该股自 2021 年 10 月 8 日至 2022 年 1 月 5 日的变化情况,股市价格一览表及走势图如下:

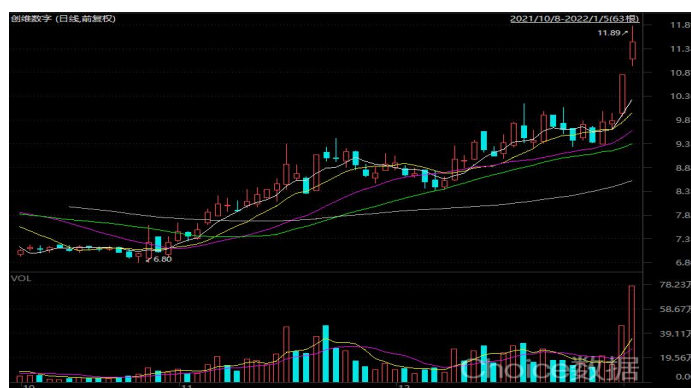


图 1 创维数字 2021 年 10 月 8 日—2022 年 1 月 5 日股价变化情况

将创维数字这只股票从 2021 年 10 月 8 日至 2022 年 1 月 5 日的收盘价与上一个交易日收盘价格做比较，分为上升、非上升这两种情况，将这两种情况分别作为马氏链模型中的两种状态，并利用马尔科夫链进行分析预测。

表 1 创维数字 2021 年 10 月 8 日—2022 年 1 月 5 日每日收盘价变动情况

交易时间	收盘价	状态	交易时间	收盘价	状态	交易时间	收盘价	状态
2021-10-08	7.0600	上升	2021-11-08	8.0400	非上升	2021-12-07	8.4300	上升
2021-10-11	7.1200	非上升	2021-11-09	7.9200	上升	2021-12-08	8.5700	上升
2021-10-12	7.0800	上升	2021-11-10	8.1100	上升	2021-12-09	9.0300	非上升
2021-10-13	7.1300	非上升	2021-11-11	8.2600	上升	2021-12-10	9.0000	上升
2021-10-14	7.1300	非上升	2021-11-12	8.3700	上升	2021-12-13	9.3900	非上升
2021-10-15	7.0600	上升	2021-11-15	8.5000	上升	2021-12-14	9.2400	非上升
2021-10-18	7.1400	非上升	2021-11-16	8.9200	非上升	2021-12-15	9.1000	上升
2021-10-19	7.1300	非上升	2021-11-17	8.7100	非上升	2021-12-16	9.3800	上升
2021-10-20	7.0900	上升	2021-11-18	8.2900	上升	2021-12-17	9.8000	非上升
2021-10-21	7.1200	非上升	2021-11-19	9.1200	非上升	2021-12-20	9.4900	非上升
2021-10-22	7.0200	非上升	2021-11-22	9.0500	非上升	2021-12-21	9.4300	上升
2021-10-25	6.9200	上升	2021-11-23	9.0300	上升	2021-12-22	9.9800	非上升
2021-10-26	6.9900	上升	2021-11-24	9.1900	非上升	2021-12-23	9.7400	非上升
2021-10-27	7.2400	非上升	2021-11-25	8.9000	非上升	2021-12-24	9.6600	非上升
2021-10-28	7.0200	上升	2021-11-26	8.6700	上升	2021-12-27	9.4300	上升
2021-10-29	7.2400	上升	2021-11-29	8.7300	上升	2021-12-28	9.7700	非上升
2021-11-01	7.4600	非上升	2021-11-30	8.9200	上升	2021-12-29	9.3900	上升
2021-11-02	7.3700	上升	2021-12-01	8.9400	非上升	2021-12-30	9.8300	上升
2021-11-03	7.5100	上升	2021-12-02	8.6800	上升	2021-12-31	9.8500	上升
2021-11-04	7.8800	上升	2021-12-03	8.7200	非上升	2022-01-04	10.8400	上升
2021-11-05	8.0600	非上升	2021-12-06	8.5300	非上升	2022-01-05	11.5500	上升

4.1.1 构造状态过程并确定状态概率

以表 2 中每个收盘日作为离散的时间单位, 收盘价变动情况分为两种状态: 上升、非上升。并把非上升记为 0(N), 上升记为 1(R)。则状态空间为 $I_1 = \{N, D\}$ 。

状态概率是各种状态出现的可能性大小, 用状态向量 $\mathbf{a}(n) = (p_0, p_1)$, 其中 $n \in T$, T 是时间集, $T = \{0, 1, \dots\}$, p_i 为状态 i 出现的概率, $i \in I_1$ 。表 1 中共 63 个交易日, 其中非上升 (0) 为 29 次, 上升 (1) 为 34 次。

4.1.2 建立状态转移概率矩阵

设 n_{ij} 为 $X_1, X_2, \dots, X_n$ 从状态 i 经过一步转移到状态 j 的频数, 并且用 $\hat{p}_{ij} = \frac{n_{ij}}{\sum_{j=1}^n n_{ij}}$ 来估计 p_{ij} 。

在表 2 中, 非上升状态的总次数为 29 次, 其中由非上升状态转移为非上升状态的次数是 12, 故转移概率为: $p_{00} = 12/29 \approx 0.41$; 由非上升状态转移为上升状态的次数是 17, 故转移概率为: $p_{01} = 17/29 \approx 0.59$ 。上升状态的总次数为 33 次其中由上升状态转移为非上升状态的次数是 17, 故转移概率为: $p_{10} = 17/33 \approx 0.52$; 由上升状态转移为上升状态的次数是 16, 故转移概率为: $p_{11} = 16/33 \approx 0.48$ 。将其各状态转移情况列成表 3。

表3 创维数字 2021年10月8日—2022年1月5日每日收盘价变动情况

概 率 转 向 收 盘 状 态	非上升	上升
	非上升	上升
非上升	0.41	0.59
上升	0.52	0.48

由表 3 得到该股票收盘价格状态概率转移矩阵:

$$\mathbf{P} = \begin{pmatrix} p_{00} & p_{01} \\ p_{10} & p_{11} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.41 & 0.59 \\ 0.52 & 0.48 \end{pmatrix}$$

矩阵 $\mathbf{P}$ 中每一横行为某一状态下各种情况转移的概率。所以 $\sum_{j=1}^2 p_{ij} = 1, i = 0, 1$ 。

4.1.3 由转移概率矩阵计算以后各收盘日状态概率

根据马尔科夫过程, 不同时期的状态概率由状态向量 $\mathbf{a}(n)$ 表示, $\mathbf{a}(n) = \mathbf{a}(n-1)\mathbf{P}$, 矩阵 $\mathbf{P}$ 为状态概率转移矩阵, 其中 $n \in T$, T 是时间集, $T = \{0, 1, \dots\}$ 。根据表 2, 由于第 21 日收盘

价处于上升状态，而无后继资料，所以可以认为初始状态向量 $\mathbf{a}(0) = (0,1)$ 。

利用该向量和状态转移概率矩阵来预测以后各个收盘日价格状态概率：

第 22 日收盘价状态概率向量： $\mathbf{a}(1) = \mathbf{a}(0)\mathbf{p} = (0,1)\begin{pmatrix} 0.41 & 0.59 \\ 0.52 & 0.48 \end{pmatrix} = (0.52, 0.48)$

第 23 日收盘价状态概率向量： $\mathbf{a}(2) = \mathbf{a}(1)\mathbf{p} \approx (0.46, 0.54)$

第 24 日收盘价状态概率向量： $\mathbf{a}(3) = \mathbf{a}(2)\mathbf{p} \approx (0.46, 0.54)$

第 25 日收盘价状态概率向量： $\mathbf{a}(4) = \mathbf{a}(3)\mathbf{p} \approx (0.46, 0.54)$

将以上结果变化为列表 4：

表4 创维数字2022年1月5日以后各交易日收盘价格状态

概 率 收盘日 各日状态	21	22	23	24	25	...	$n \rightarrow \infty$
非上升	0	0.52	0.46	0.46	0.46	...	0.46
上升	1	0.48	0.54	0.54	0.54	...	0.54

4. 1. 4 在稳定条件下，长期进行分析、预测、决策

从表 4 中计算值同样可以看出，创维数字该股的收盘价状态的变化趋势：随着交易日的增加，即 n 足够大时，只要状态转移概率矩阵不变（即稳定条件），则状态概率会趋向和初始状态无关的值，并稳定下来，适合长期预测。即该股票长期以 54%左右的可能性处于上升状态，长期以 46%的可能性处于非上升状态。预测的结果与实际情况基本一致。因此，该股的前景还算不错。

马尔科夫链系统长期预测条件：

$$\begin{cases} \mathbf{w}\mathbf{p} = \mathbf{w} \\ \sum_{i=1}^k p_i = 1, \mathbf{w} = (p_1, p_2, \cdots, p_k) \end{cases}$$

$$\mathbf{p} = \begin{pmatrix} p_{11} & p_{12} & \cdots & p_{1n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ p_{n1} & p_{n2} & \cdots & p_{nn} \end{pmatrix}$$

将 $\mathbf{p} = \begin{pmatrix} p_{00} & p_{01} \\ p_{10} & p_{11} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.41 & 0.59 \\ 0.52 & 0.48 \end{pmatrix}$ ， $\mathbf{w} = (p_1, p_2)$ ，代入方程组可得：

$(p_1, p_2) \begin{pmatrix} 0.41 & 0.59 \\ 0.52 & 0.48 \end{pmatrix} = (p_1, p_2)$ 且 $p_1 + p_2 = 1$ ，得 $p_1 \approx 0.46, p_2 \approx 0.54$ ；可以看出，由

稳定状态下计算出的收盘价格状态概率值与递推公式推导的结论一致。

利用数据来股利股票的期权价值，并分析人们对于这三只股票的涨势的看法。设昨日、

今日连续两非上升称为状态 0 (NN)，昨日上升、今日非上升称为状态 1 (RN)，昨日非上升、今日上升称为状态 2 (NR)，昨日、今日上升称为状态 3 (RR)，于是据表 2，股票价格模型可看作一个四状态马尔可夫链，其转移概率为

$$\begin{aligned}
 p_{01} &= P\{R_{\text{今}} N_{\text{明}} | N_{\text{昨}} N_{\text{今}}\} = 0, & p_{02} &= P\{N_{\text{今}} R_{\text{明}} | N_{\text{昨}} N_{\text{今}}\} = 11/12 \approx 0.917, \\
 p_{03} &= P\{R_{\text{今}} R_{\text{明}} | N_{\text{昨}} N_{\text{今}}\} = 0, & p_{10} &= P\{N_{\text{今}} N_{\text{明}} | R_{\text{昨}} N_{\text{今}}\} = 11/17 \approx 0.647, & p_{11} &= P\{R_{\text{今}} N_{\text{明}} | R_{\text{昨}} N_{\text{今}}\} = 0, \\
 p_{12} &= P\{N_{\text{今}} R_{\text{明}} | R_{\text{昨}} N_{\text{今}}\} = 6/17 \approx 0.353, & p_{13} &= P\{R_{\text{今}} R_{\text{明}} | R_{\text{昨}} N_{\text{今}}\} = 0, & p_{20} &= P\{N_{\text{今}} N_{\text{明}} | N_{\text{昨}} R_{\text{今}}\} = 0, \\
 p_{21} &= P\{R_{\text{今}} N_{\text{明}} | N_{\text{昨}} R_{\text{今}}\} = 9/17 \approx 0.529, & p_{22} &= P\{N_{\text{今}} R_{\text{明}} | N_{\text{昨}} R_{\text{今}}\} = 0, \\
 p_{23} &= P\{R_{\text{今}} R_{\text{明}} | N_{\text{昨}} R_{\text{今}}\} = 8/17 \approx 0.471, & p_{30} &= P\{N_{\text{今}} N_{\text{明}} | R_{\text{昨}} R_{\text{今}}\} = 0, \\
 p_{31} &= P\{R_{\text{今}} N_{\text{明}} | R_{\text{昨}} R_{\text{今}}\} = 8/18 \approx 0.444, & p_{32} &= P\{N_{\text{今}} R_{\text{明}} | R_{\text{昨}} R_{\text{今}}\} = 0, \\
 p_{33} &= P\{R_{\text{今}} R_{\text{明}} | R_{\text{昨}} R_{\text{今}}\} = 9/18 \approx 0.5,
 \end{aligned}$$

由此，得到四状态马尔科夫链，该股票收盘价格状态概率转移矩阵：

$$p = \begin{pmatrix} P_{00} & P_{01} & P_{02} & P_{03} \\ P_{10} & P_{11} & P_{12} & P_{13} \\ P_{20} & P_{21} & P_{22} & P_{23} \\ P_{30} & P_{31} & P_{32} & P_{33} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.083 & 0 & 0.917 & 0 \\ 0.647 & 0 & 0.353 & 0 \\ 0 & 0.529 & 0 & 0.471 \\ 0 & 0.444 & 0 & 0.5 \end{pmatrix}$$

其两步转移概率矩阵为

$$\begin{aligned}
 p^2 = pp &= \begin{pmatrix} 0.083 & 0 & 0.917 & 0 \\ 0.647 & 0 & 0.353 & 0 \\ 0 & 0.529 & 0 & 0.471 \\ 0 & 0.444 & 0 & 0.5 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0.083 & 0 & 0.917 & 0 \\ 0.647 & 0 & 0.353 & 0 \\ 0 & 0.529 & 0 & 0.471 \\ 0 & 0.444 & 0 & 0.5 \end{pmatrix} \\
 &= \begin{pmatrix} 0.007 & 0.485 & 0.076 & 0.432 \\ 0.054 & 0.187 & 0.593 & 0.166 \\ 0.342 & 0.209 & 0.187 & 0.236 \\ 0.287 & 0.222 & 0.157 & 0.25 \end{pmatrix}
 \end{aligned}$$

因此，昨日、今日股票价格非上升，后天股票价格非上升的概率 $p = p_{00}^{(2)} + p_{01}^{(2)} = 0.492$ ；

昨日、今日股票上升，后天股票上升的概率 $p = p_{32}^{(2)} + p_{33}^{(2)} = 0.407$

昨日、今日股票上升，后天股票非上升的概率 $p = p_{30}^{(2)} + p_{31}^{(2)} = 0.509$

昨日、今日股票价格非上升，后天股票价格上升的概率 $p = p_{02}^{(2)} + p_{03}^{(2)} = 0.508$

昨日非上升、今日上升，后天股票非上升的概率 $p = p_{20}^{(2)} + p_{21}^{(2)} = 0.551$

昨日非上升、今日上升，后天股票上升的概率 $p = p_{22}^{(2)} + p_{23}^{(2)} = 0.423$

昨日上升、今日非上升，后天股票非上升的概率 $p = p_{10}^{(2)} + p_{11}^{(2)} = 0.241$

昨日上升、今日非上升，后天股票上升的概率 $p = p_{12}^{(2)} + p_{13}^{(2)} = 0.759$

这样，我们以两天的股票状况看做当前，对股票进行预测，一定程度上增加了预测的可靠程度，增加了预测系统的稳定程度。

5 结论

利用马尔科夫模型进行创维数字股票收盘价格的分析和预测，结果表明短期预测与实际结果相符，但长期效果不好，此正是马尔科夫预测的缺点；但马尔科夫模型通过少量的历史数据对股票收盘价格进行预测，预果显示了各个状态的概率，预测误差较小。马尔科夫链是预测其未来变化趋势的一种技术。它实际上算出股票价格变化的初始向量和转移概率矩阵。但是，马尔科夫模型在进行股票价格预测的时候，也有一定的弊端：股票市场万千变化，股票波动的实际轨迹中，除去受马尔科夫性的影响外，还受到其他随机因素干扰，还受到公司业绩的短线或长线影响，我们需要综合考虑各种因素。

马尔可夫链预测法就是一种应用于随机过程预测的科学有效的方法，它立足于当前通过市场调查等途径所获现实资料的基础上，运用马尔可夫链的基本原理和方法对数据资料进行运算得出预测结果。因此，马尔可夫链预测法很适于对产品市场占有率的预测。

6 参考文献

- [1] 刘致谦. 基于马尔可夫链的股票价格波动预测[J]. 合作经济与科技, 2021(24):64-67. DOI:10.13665/j.cnki.hzjjykj.2021.24.023.
- [2] 魏仁兴, 王德文. 线上线下交互的元宇宙会展探讨[J]. 商展经济, 2022(02):4-7. DOI:10.19995/j.cnki.CN10-1617/F7.2021.02.004.
- [3] 集结. 元宇宙是“风口”还是“虎口”[J]. 科学之友(上半月), 2021(12):12-13.
- [4] 刘红跃. 基于灰色马尔可夫链理论的股市分析[D]. 北方工业大学, 2015.
- [5] 陈柯伊. 基于时间序列马尔可夫链的股市预测[J]. 数学学习与研究, 2014(23):112.
- [6] 阎春宁, 刘瑞辉, 张欢欢. 股市大数据的马尔可夫链分析与预测[C]/中国交叉科学学会第15届学术年会论文集., 2014:172-175.

Hao Dan

North China University of Technology, Beijing 100144

[Abstract] Because the stock price is determined according to the supply and demand relationship in the market, is full of randomness and uncertainty, this paper according to the randomness of the stock chain method, through the universe related stock closing price calculation and processing, using the Markov chain model to predict the stock price.

[Key words] Meta-universe; stock; predictive model; Markov chain;