

投资聚焦

黄金具备货币、金融和避险三重属性，因此黄金定价应当满足三因素模型：美元空头，通货膨胀预期，和危机期权三重属性同时影响黄金价格。本文通过研究金油比的含义，定义了黄金三因素框架下的 3+1 因子定价模型。基于模型，本文从动态视角探索了黄金价格泡沫的检验指标，并从历次黄金价格泡沫中发现泡沫过程正是在预言三因素未来可能的变化格局。

核心逻辑

金油比隐含黄金三重属性。在布雷顿森林体系解体之后的半个世纪里，黄金和石油的价格出现了 70 倍左右的上涨，但金油比（黄金名义价格÷石油名义价格的比值）的波动却小得多。金油比相对平稳的原因，正是黄金三重属性的体现。黄金价格÷石油价格，一定程度上抵消了通货膨胀预期和危机期权，而把金油比突出为美国 and 美元竞争力的倒数。

动态视角来看，三因素模型仅在泡沫期间失效。我们建立了黄金定价的 3+1 因子模型，其中因子分别为：广义美元指数，美元实际购买力，剔除黄金价格影响的 CRB-GOLD 商品指数，波动率 VIX 指数。通过设置滑动时间窗口探索各因子对黄金价格的贡献变化以及拟合误差的变化可以发现，通货膨胀对黄金价格的影响最大，其次是美元空头，同时，均方误差 MSE 较大的区间对应着黄金价格的泡沫阶段，泡沫消除后，MSE 也会降至 0 附近。

MSE 对应的黄金价格泡沫预言未来黄金价格的新形态。MSE 较大的时间区间对应着黄金价格泡沫，而在泡沫消除后，黄金的价格会稳定在比泡沫前更高的位置上，三因素模型对黄金价格的解释再次生效。因此，黄金价格泡沫前后至少有一个或者多个因子有着剧烈的变化，改变了基本面架构下的黄金定价。**黄金价格泡沫正是在预言美元汇率、通货膨胀、危机期权三因素未来可能的变化格局。**

创新之处

目前市场上从金油比等交易指标去探索黄金定价体系的研究较少，且在黄金三因素定价模型中，使用过多因子而忽略了因子之间可能存在的共线干扰，以及基本面逻辑较弱的缺陷，加之长时间段的静态模型难以捕捉不同因子对黄金定价的贡献变化。本文基于三因素设计了黄金定价的 3+1 因子模型，并且从动态视角解读了三因素模型的失效情况，找到了检验黄金价格泡沫的指标（MSE）。泡沫结束后黄金步入更高的价格区间，黄金价格泡沫正是在预言三因素未来可能的变化格局。

正文目录

1.	摘要	6
2.	黄金价格历史回顾	7
2.1	黄金价格变化难以通过单一的指标去解释	7
2.2	黄金自由浮动价格体系下的浪潮	10
2.3	金油比	12
3.	黄金三重属性与三因素模型	14
3.1	金油比隐含金价三因素模型	14
3.2	三因素模型中的广义美元和美元实际购买力	15
3.3	黄金三因子定价模型	16
4.	第四个因子的选择	18
4.1	大宗商品的影响	18
4.2	基于三因素框架的 3+1 因子黄金定价模型	19
4.3	3+1+X 模型：改善能力有限，存在效果幻觉	20
5.	动态视角：三因子模型是短期偏离还是长期失效？	23
5.1	基于时间窗口的黄金定价动态模拟	23
5.2	拓展到 20 世纪 70 年代的黄金定价动态模拟	25
6.	MSE——黄金价格新形态的预言	29
6.1	因子添加不改变 MSE 开始上涨的时间节点	29
6.2	基于 MSE 认识黄金价格泡沫	29
6.3	黄金的预言——关于未来	31
7.	投资建议：关注储备丰富、产量增长的中国黄金企业	36
7.1	紫金矿业：全球矿业巨头，矿产金高位再进阶	36
7.2	山东黄金：增产增储规划清晰，步入快速发展	40
7.3	中金黄金：黄金央企上市平台，金铜共振	44
7.4	赤峰黄金：推进降本增效，经营业绩改善	47
7.5	银泰黄金：扩能增产可期，夯实成长属性	50
8.	风险提示	53

图表目录

图表 1：	美元购买力与黄金购买力的变化	7
图表 2：	商品价格指数历史复盘	8
图表 3：	黄金价格波动率与实际利率波动率	8
图表 4：	黄金价格波动率与美元实际购买力波动率	8
图表 5：	黄金价格变动无法只由大宗商品指数解释	9
图表 6：	黄金历史价格	10
图表 7：	第一次石油危机油价&黄金价格	11
图表 8：	1971 年-1975 年黄金价格&实际利率	11
图表 9：	第二次石油危机油价&黄金价格	11
图表 10：	1976 年-1979 年黄金价格&实际利率	11
图表 11：	长期利率下行带动黄金价格上涨	12
图表 12：	1985 年-1988 年黄金价格与美元指数呈反比	12
图表 13：	经济危机期间黄金价格与美元指数	12
图表 14：	经济危机期间黄金价格与 VIX 指数	12
图表 15：	金油比	13
图表 16：	黄金存量增速	14
图表 17：	石油产量及增速	14

图表 18 : 美国 M1 增速	14
图表 19 : 三因子拟合——美元指数 vs 广义美元指数	15
图表 20 : 三因子拟合——PCE vs 美元购买力	15
图表 21 : 黄金三因子定价模型	16
图表 22 : 加入 CRB-GOLD 因子对模型有着明显的改善	19
图表 23 : 黄金 3+1 因子定价模型	19
图表 24 : 第五个因子对模型的改善程度	20
图表 25 : 加入 PPI 因子对模型改善程度较为有限	21
图表 26 : 共线性检验——3+1 因子	21
图表 27 : 共线性检验——3+1+PPI 因子	21
图表 28 : 美元兑伊朗里亚尔汇率	22
图表 29 : 共线性检验 (三因子+USD/IRR)	22
图表 30 : 追加因子存在效果改善的幻觉	22
图表 31 : 滑动时间窗口下各因子贡献程度及 MSE	24
图表 32 : 时间递增窗口下各因子贡献程度及 MSE	24
图表 33 : MSE 与未来三月黄金收益率	25
图表 34 : CRB 指标编制内容	26
图表 35 : CRB 替代指数构建	26
图表 36 : VIX 替代指数构建	27
图表 37 : 布雷顿森林体系瓦解至今滑动时间窗口下各因子贡献程度及 MSE	28
图表 38 : 布雷顿森林体系瓦解至今时间递增窗口下各因子贡献程度及 MSE	28
图表 39 : 三因子 vs 3+1 因子 MSE	29
图表 40 : 加入黄金波动率因子 MSE 的变化	29
图表 41 : 黄金价格	30
图表 42 : 黄金价格泡沫与 MSE 的关系	30
图表 43 : 黄金第一次牛市前后四因子变化	31
图表 44 : 黄金第二次牛市前后四因子变化	32
图表 45 : 黄金第三次牛市前后四因子变化	33
图表 46 : 合并黄金第二、第三次牛市前后四因子变化	34
图表 47 : 黄金第四次牛市前后四因子变化	35
图表 48 : 紫金矿业营业收入及同比增速 (亿元 , %)	36
图表 49 : 紫金矿业归母净利润同比增速 (亿元 , %)	36
图表 50 : 紫金矿业销售毛利率/净利率 (%)	36
图表 51 : 紫金矿业资产负债率/ROE (摊薄) (%)	36
图表 52 : 紫金矿业营收分业务占比	37
图表 53 : 紫金矿业毛利分业务占比	37
图表 54 : 紫金矿业保有资源量、储量汇总表 (权益法)	37
图表 55 : 紫金矿业主要金矿资源量/储量	38
图表 56 : 紫金矿业主要黄金矿山或企业 2023 年矿产金情况	39
图表 57 : 紫金矿业矿产金产量及占全国比 (吨 , %)	40
图表 58 : 紫金矿业重要增量项目	40
图表 59 : 山东黄金营业收入及同比增速 (亿元 , %)	41
图表 60 : 山东黄金归母净利润同比增速 (亿元 , %)	41
图表 61 : 山东黄金销售毛利率/净利率 (%)	41
图表 62 : 山东黄金资产负债率/ROE (摊薄) (%)	41
图表 63 : 山东黄金营收分业务占比	41
图表 64 : 山东黄金毛利分业务占比	41
图表 65 : 山东黄金矿产资源量及矿产储量情况	42
图表 66 : 银泰黄金矿产资源量及矿产储量情况	42
图表 67 : 山东黄金矿产金产量及占全国比 (吨 , %)	43
图表 68 : 2022-2023 年山东黄金各矿山黄金产量情况	43
图表 69 : 中金黄金营业收入及同比增速 (亿元 , %)	44
图表 70 : 中金黄金归母净利润同比增速 (亿元 , %)	44

图表 71： 中金黄金销售毛利率/净利率（%）.....	44
------------------------------	----

图表 72 : 中金黄金资产负债率/ROE (摊薄)(%)	44
图表 73 : 中金黄金营收分业务占比	44
图表 74 : 中金黄金毛利分业务占比	44
图表 75 : 中金黄金矿产金产量及占全国比 (吨 , %)	45
图表 76 : 中金黄金金矿资源量及储量情况	46
图表 77 : 中金黄金其他矿产资源量及储量情况	47
图表 78 : 赤峰黄金营业收入及同比增速 (亿元 , %)	47
图表 79 : 赤峰黄金归母净利润同比增速 (亿元 , %)	47
图表 80 : 赤峰黄金销售毛利率/净利率 (%)	48
图表 81 : 赤峰黄金资产负债率/ROE (摊薄)(%)	48
图表 82 : 赤峰黄金营收分业务占比	48
图表 83 : 赤峰黄金毛利分业务占比	48
图表 84 : 赤峰黄金矿产金成本情况	48
图表 85 : 赤峰黄金矿产资源量及矿产储量情况	49
图表 86 : 赤峰黄金矿产金产量 (吨)	49
图表 87 : 银泰黄金营业收入及同比增速 (亿元 , %)	50
图表 88 : 银泰黄金归母净利润同比增速 (亿元 , %)	50
图表 89 : 银泰黄金销售毛利率/净利率 (%)	50
图表 90 : 银泰黄金资产负债率/ROE (摊薄)(%)	50
图表 91 : 银泰黄金营收分业务占比	51
图表 92 : 银泰黄金毛利分业务占比	51
图表 93 : 银泰黄金矿产资源量及矿产储量情况	51
图表 94 : 银泰黄金矿产金产量 (吨)	52

1. 摘要

在过去五十年黄金价格自由浮动体系下，黄金的价格在大多数时间可以被美元空头、通货膨胀预期和危机期权三个因素解释。然而，近期黄金价格却与以上三因素定价模型出现了较大的偏离。本文基于金油比隐含的黄金价格三重属性建立了黄金定价的3+1 因子模型，其中因子包括贸易加权的广义美元指数、美元实际购买力、芝加哥期权交易所波动率指数（VIX）和剔除掉黄金价格影响的 CRB 商品指数（CRB- GOLD），3+1 因子模型可以解释绝大多数时间黄金价格的变动。基于 3+1 因子模型，本文建立了黄金定价动态模型，并以均方误差（MSE）作为衡量模型与黄金价格偏离程度的指标。

结果显示，黄金价格泡沫与 MSE 值较大的时间段一致。这意味着黄金价格泡沫的顶点通常会伴随着 MSE 的高峰，反映市场在泡沫形成期间对黄金价格的高度不确定性。然而，在泡沫破裂期间，MSE 仍然保持较高水平。相反，当黄金价格沿着其趋势线变动时，MSE 通常较小，这反映了市场对黄金价格的预期较为稳定。此外，在黄金价格泡沫完全消除后，黄金的价格会稳定在一个比泡沫前的稳定价格更高的位置上，三因素模型对黄金价格的解释能力再次生效。因此，黄金价格泡沫前后三因素框架中有一个或多个因子发生了剧烈且长久的变化，从而改变了基本面架构下的黄金定价。因此，每一次黄金价格泡沫正是在预言美元汇率、通货膨胀、危机期权三因素未来可能的变化格局。

2. 黄金价格历史回顾

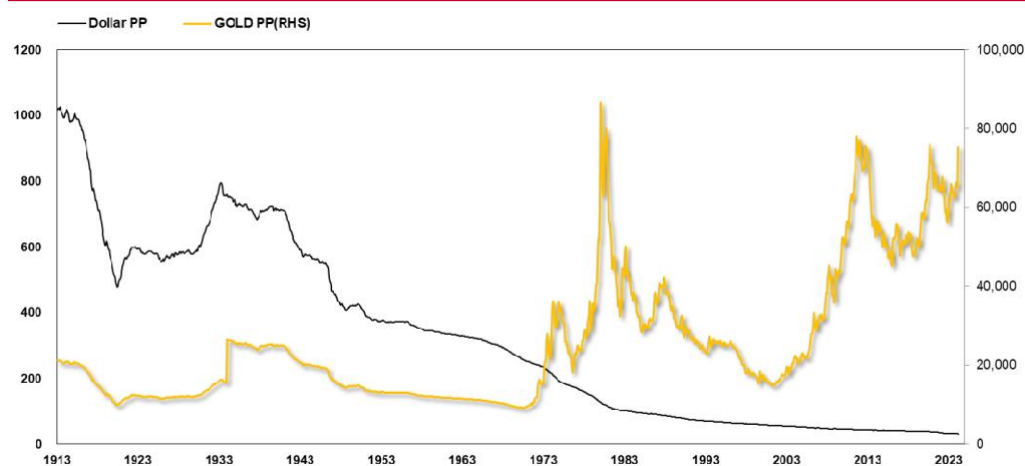
“金银天然不是货币，但货币天然金银。”黄金的美丽、稀缺、高密度（便于携带）以及易于熔化、成型和度量的特性使其成为天然的交易媒介。黄金作为货币跨越了数千年的历史，直到大萧条打破了金本位制。伯南克等经济学家论证了金本位制与大萧条、通货紧缩和银行体系恐慌之间的联系，在大萧条发生之后，放弃金本位制的国家从萧条中恢复的速度要比保留金本位的国家更快。战后布雷顿森林体系确立了黄金-美元本位制度，将美元置于“第 N+1 种货币”的地位并与黄金固定比例兑换，使黄金固定价格的历史又延续了 27 年。

1972 年美国国会通过《美国硬币铸造和流通法案》拉开了黄金价格现代历史的帷幕。

2.1 黄金价格变化难以通过单一的指标去解释

与美元购买力的长期下跌趋势不同，黄金的实际购买力在金价自由浮动框架下呈现波动较大但总体上升的态势，相对于金本位时期和布雷顿森林体系当中，黄金价格在 1972 年之后有明显的上升。1983 年、2012 年和 2020 年黄金购买力达到顶峰，且这三个时期的购买力峰值较为接近。在顶峰过后，黄金购买力下滑并形成一个小低谷，新形成的低谷的购买力高于前一个低谷的购买力。

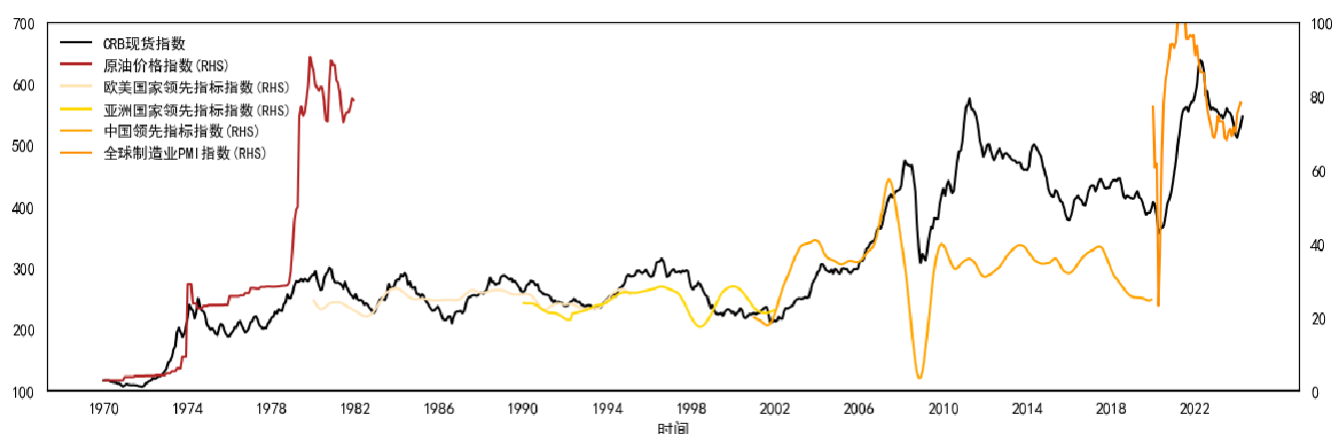
图表1：美元购买力与黄金购买力的变化



资料来源： ， FRED,

大宗商品价格的走势在不同时期受到不同的单一因素影响较为明显。大宗商品的价格在 20 世纪 70 年代受到原油价格的带动；80 年代和 90 年代分别受到欧美和亚洲经济增长的驱动，短期价格走势一般与经济领先指标同步；2001 年中国加入世贸组织后，大宗商品价格受到中国增量需求的影响，而在 2018 年后的价格变化，与全球制造业的增长有一定的关联。

图表2：商品价格指数历史复盘

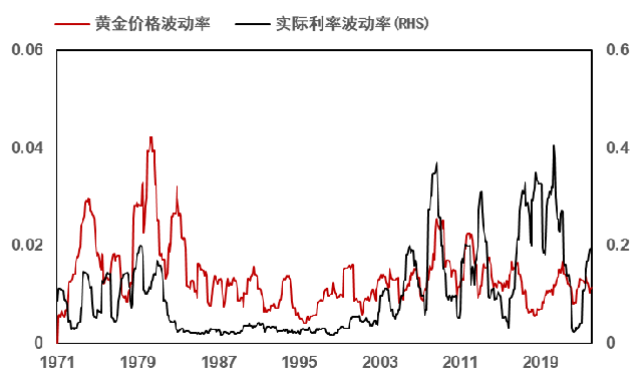


资料来源： ，

与大宗商品整体表现不同，黄金价格的变化难以被单一因素解释。我们用黄金价格波动率与特定指标（例如实际利率）的波动率之间的正相关性来度量该指标对金价的解释意义。1970 年-1980 年以及 2005 年-2015 年黄金价格的波动率和美国实际利率波动率变化较为一致，实际利率波动率上涨，黄金价格波动率也出现同步上涨，实际利率波动率下跌，黄金价格波动率也下跌。但 1981 年-2013 年黄金价格波动率较大，实际利率波动率则几乎为 0，因此实际利率无法完全解释黄金价格的变化。

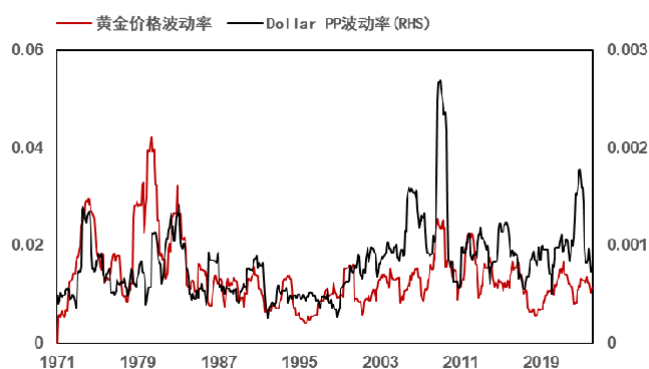
总体来说，黄金价格与美元实际购买力呈负相关关系。黄金价格波动率和美元实际购买力的波动率之间，在 1971 年-1978 年、1981 年-1987 年表现出一定的关联，不仅上涨下跌的时间相似，波动率上涨和下降的幅度和速度也接近。1979 年-1980 年、1990 年-1994 年以及 2005 年-2015 年黄金价格波动率和美元购买力波动率上涨和下跌的时间相近，但幅度不同。1979 年-1980 年黄金价格波动率远高于美元实际购买力波动率，而 2005 年-2010 年美元实际购买力波动率远高于黄金价格波动率。1995 年-2000 年以及 2016 年至今黄金价格波动率与美元实际购买力波动率的相关性不强。因此，美元实际购买力也无法独立解释黄金价格。

图表3：黄金价格波动率与实际利率波动率



资料来源： ，

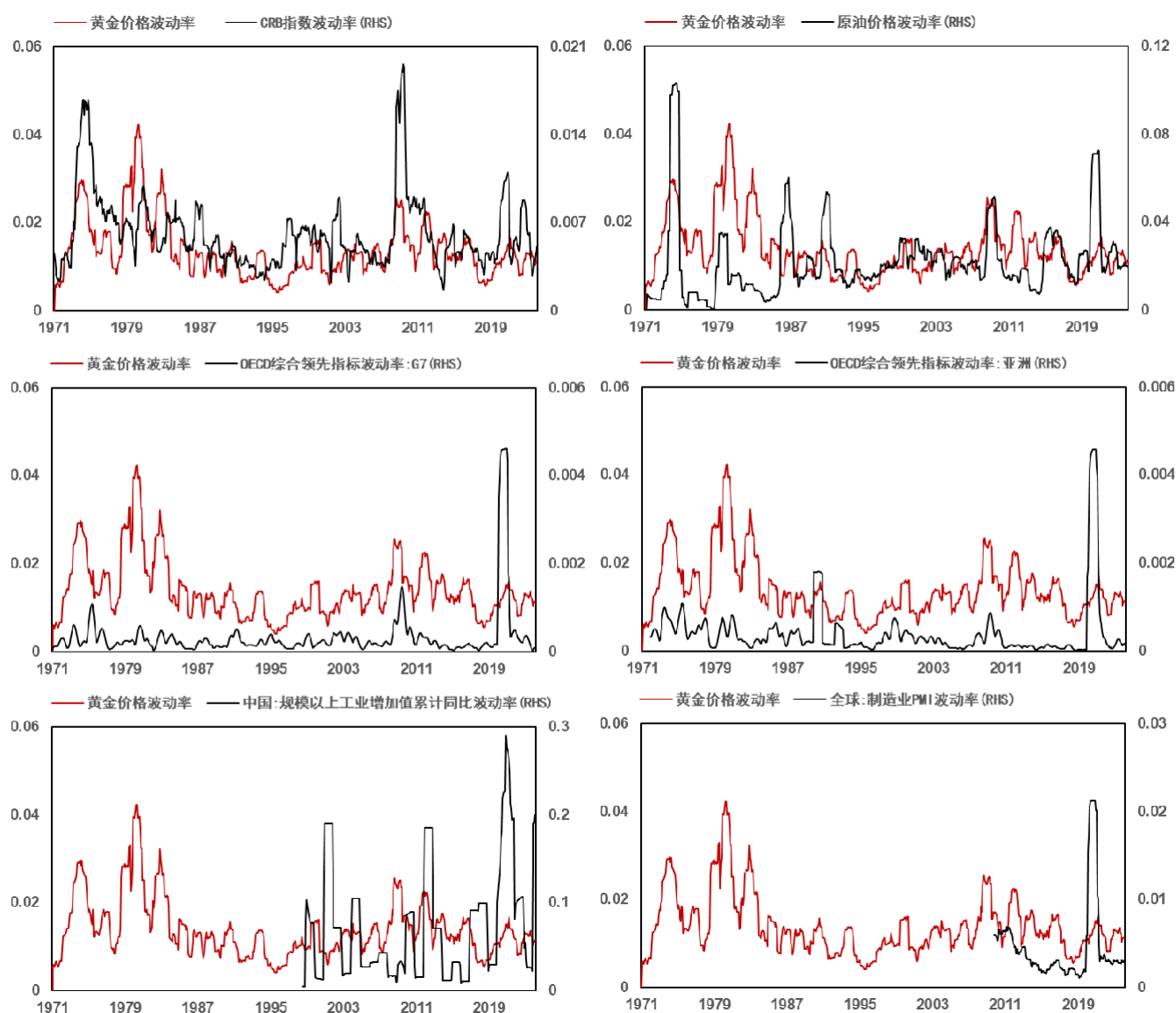
图表4：黄金价格波动率与美元实际购买力波动率



资料来源： ， FRED,

大宗商品指数的变动也没办法完美解释黄金价格的变动。黄金作为大宗商品的一部分，其价格变动与大宗商品有着密切的联系，黄金价格与大宗商品指数呈现正相关。1971 年-1982 年、1986 年-1990 年、2015 年-2019 年黄金价格波动率与CRB 商品指数波动率上涨和下跌的时间较为相近。但 1994 年-1997 年黄金价格波动率较小，大宗商品波动率先上升后下降。2010 年-2011 年黄金价格波动率迅速下降后反弹，而大宗商品波动率在经历迅速下降后处于平稳状态。同时，其他可以解释大宗商品价格的各类商品价格波动率也无法与黄金价格波动率完全匹配。

图表5：黄金价格变动无法只由大宗商品指数解释



资料来源： ，

综上所述，黄金价格变化难以通过单一的指标去解释，我们需要从多个维度、多个影响因子去看待黄金价格的变化，通过找到影响黄金走向的多个因子对黄金价格的走势进行模拟，深刻看待黄金的多重属性和功能。

2.2 黄金自由浮动价格体系下的浪潮

1920 年-1971 年，黄金价格和美国通胀各增长一倍，1971 年-2023 年美国通胀上涨 7 倍，而黄金价格上涨了 53 倍，随着布雷顿森林体系的瓦解，黄金完成了从对财富守护到对财富增长的转变，黄金更多被看作是资产配置的一个重要类别，而不是货币本身。



资料来源： ，

1834 年美国将美元兑换黄金的比率固定为 20.67 美元兑换 1 盎司黄金，无论是南北战争还是 1907 年恐慌都没有改变黄金的价格。1934 年《黄金储备法》禁止私人拥有黄金，并将黄金价格提高到 35 美元/盎司。及至 1944 年布雷顿森林体系建立，以当时 35 美元/盎司的黄金平价将美元与黄金挂钩，而其他国家货币与美元挂钩，但是汇率可调整，建立了以美元为中心的国际货币体系。

布雷顿森林体系建立的是一种金汇兑本位制，美国国内不流通金币，但允许其他国家政府以美元向其兑换黄金，美元是其他国家的主要储备资产。

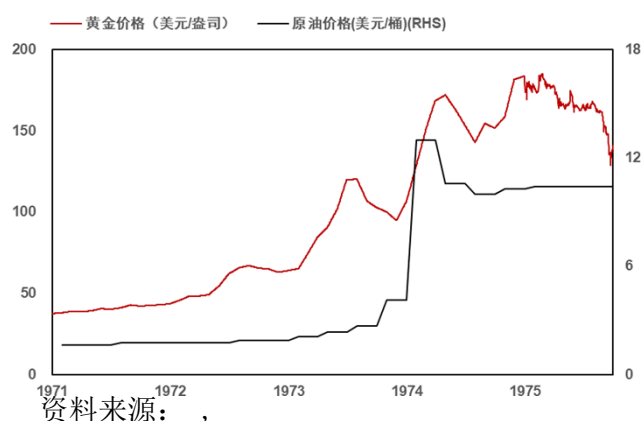
1971 年 8 月布雷顿森林体系瓦解后黄金价格进入自由浮动阶段。在过去的五十年间，黄金经历了五个完整的牛市。

黄金在 1975 年和 1980 年两轮牛市的核心驱动为两次石油危机。1973 年 10 月第四次中东战争爆发，1974 年 1 月，原油价格上涨两倍多，由 4.1 美元/桶的均价上涨至 13 美元/桶。原油价格的上涨对发达国家的经济造成严重冲击，高通胀使得实际利率由正转负，发达国家工业生产下降，通胀和危机带动了黄金第一轮牛市的冲高，并在 1975 年 2 月 24 日达到峰值为 185.25 美元/盎司。随着石油价格的稳定和美联储加息应对通胀黄金价格在 1975 年 3 月开始快速下跌。

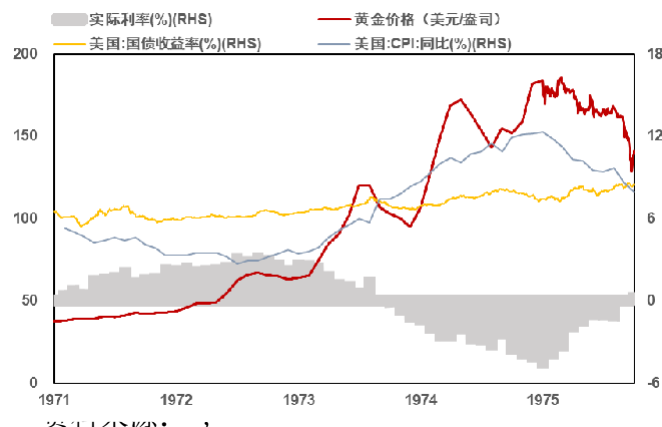
1979 年第二次石油危机爆发，1979 年 1 月石油均价不到 18 美元/桶，1979 年 11 月涨至 40 美元/桶以上。在这期间黄金价格随着石油带来的高通胀不断上升，1979 年 1 月-1980 年 1 月黄金价格由 220 美元/盎司涨至 850 美元/盎司。

20 世纪 70 年代也是实际利率被作为影响金价主要指标的开端。

图表7：第一次石油危机油价&黄金价格



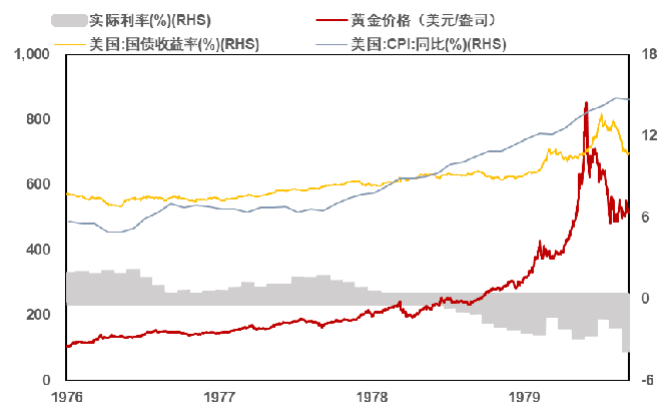
图表8：1971 年-1975 年黄金价格&实际利率



图表9：第二次石油危机油价&黄金价格



图表10：1976 年-1979 年黄金价格&实际利率



1979 年美联储主席沃尔克上台后坚决地实行加息政策对抗通胀。1981 年 1 月联邦基金目标利率超过 19%，随后在长达两年的降息期间黄金价格迎来了第三个牛市，1982 年 6 月至 1983 年 2 月，黄金价格由 300 美元/盎司涨至 510 美元/盎司。

1985 年，美国为了应对当时所面临的贸易逆差问题，与英国、联邦德国、法国和日本签订“广场协议”，通过降低美元的国际价值，提高美国商品在世界市场上的竞争力，从而刺激美国出口。“广场协议”签订后，各国开始抛售美元，美元指数持续下降，带动了黄金价格的上涨，黄金迎来了第四个牛市。1985 年 2 月至 1987 年 12 月，黄金价格由 284 美元/盎司涨至 500 美元/盎司，随着 1987 年黄金产量的快速上涨，黄金价格在 1987 年底见顶回落。

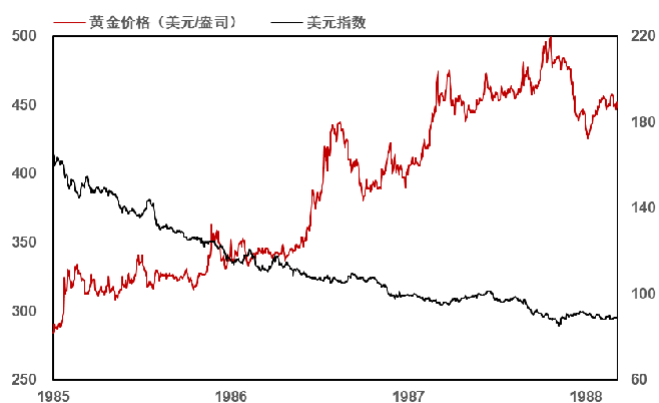
80 年代讨论金价时，美元的强弱同样被看作是重要指标。

图表11：长期利率下行带动黄金价格上涨



资料来源：，FRED，

图表12：1985年-1988年黄金价格与美元指数呈反比



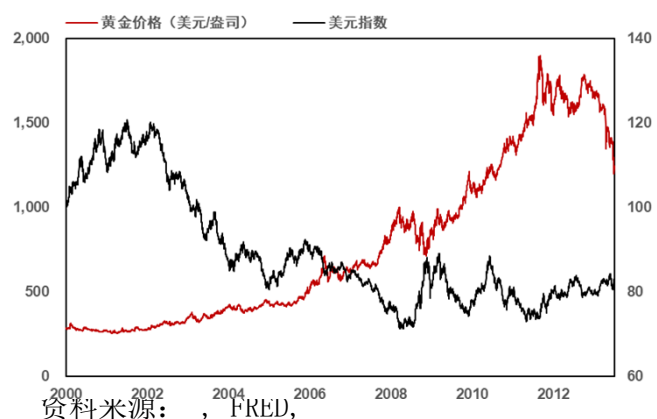
资料来源：，FRED，

黄金的第五次牛市则与两次经济危机的推动有关。2000 年 3 月互联网泡沫的破裂给美国经济带来重创，在美联储降息的环境下美元指数快速下跌，导致黄金价格开始进入一轮快速上涨，2000 年-2006 年黄金价格由 250 美元/盎司涨至 715 美元/盎司。

2007 年次贷危机推动黄金价格的进一步上涨，VIX 指数在 2008 年 10 月 27 日飙升至 80.06，远高于非危机时期 10-20 的指数区间，2011 年 9 月黄金价格到达顶峰突破 1900 美元/盎司。

黄金的价格中蕴含危机期权，也成为了 21 世纪初资本市场的共识。

图表13：经济危机期间黄金价格与美元指数



资料来源：，FRED，

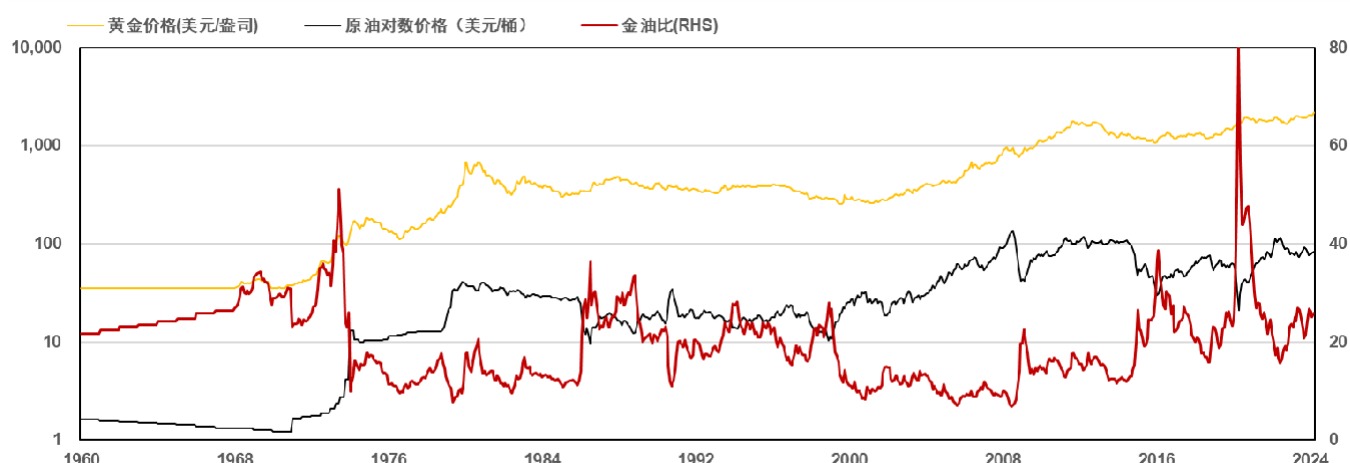
图表14：经济危机期间黄金价格与 VIX 指数



1.1 金油比

在黄金价格波动的历史中，金油比，即黄金名义价格（美元/盎司）÷石油名义价格（美元/桶）的比值，是一个很有参考意义的指标。在长达半个世纪的时间里，黄金和石油的价格出现了 70 倍左右的上涨，但金油比的波动却小得多。

图表15：金油比



资料来源：，注：左轴为以 10 为基底的对数坐标轴

在 1971 年黄金价格自由浮动之后，金油比由于 OPEC 对油价的推高和控制维持在较低水平，在 10-20 倍之间；1986 年 OPEC 无法维持高油价之后，金油比在大约 15 年的时间里，在 15-30 倍之间波动。2000 年-2015 年，金油比再次回到 10-20 倍的区间内，而且在 2008 年金融危机之后，伴随全球对美国经济和货币政策稳定性的质疑，金油比开始出现了上升趋势。

2015 年之后，金油比的波动区间再次上升，多数时间在 20-40 倍之间。

超过 40 倍的金油比的时间是很少的，只有第一阶段：1973 年 3 月-1973 年 7 月；第二阶段：2020 年-2021 年，即疫情期间的异常值，并于 2021 年回归至 30 倍以下。

如果我们以金油比的均值 17.2 倍作为界限，持续高于均值 1 年以上的时间段包括：1979 年 12 月-1981 年 1 月、1986 年 2 月-1990 年 7 月、1993 年 5 月-1996 年 3 月、1997 年 12 月-1999 年 3 月，而在 2014 年 12 月至今，仅有 2 个月（2018 年 9 月和 2022 年 7 月）低于 17.2 倍。

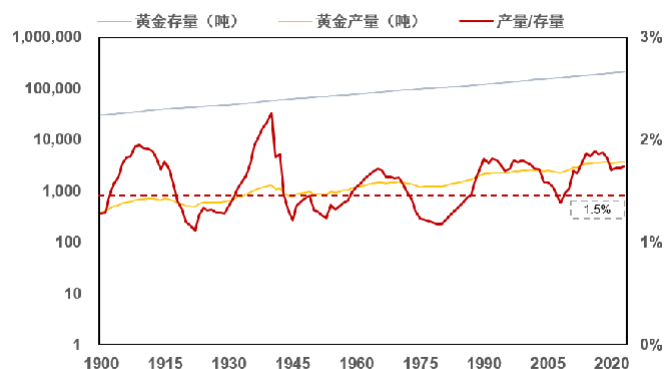
3. 黄金三重属性与三因素模型

如前所述，黄金具备货币、金融和避险三重属性，因此黄金定价应当满足三因素模型：美元空头·通货膨胀预期·和危机期权三重属性同时影响黄金价格。

3.1 金油比隐含金价三因素模型

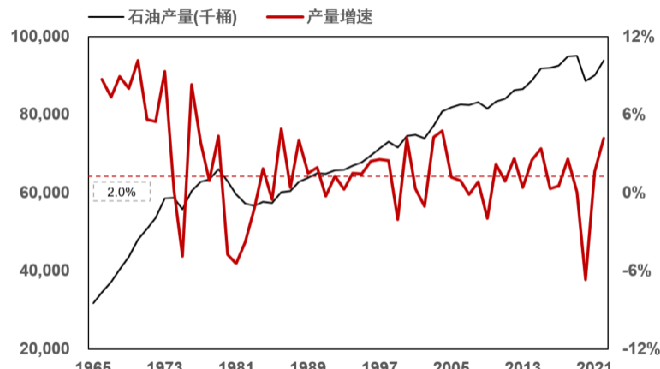
石油价格与金价同样受到地缘政治不稳定等因素的影响，中东地区的紧张局势、全球贸易关系的动荡以及气候变化引发的能源安全担忧等因素，都可能成为油价持续走高的推手。黄金价格÷石油价格，一定程度上抵消了通货膨胀预期和危机期权，而把金油比突出为美国和美元竞争力的倒数。

图表16：黄金存量增速



资料来源：World Gold Council, , FRED,
注：左轴为以 10 为基底的对数坐标轴

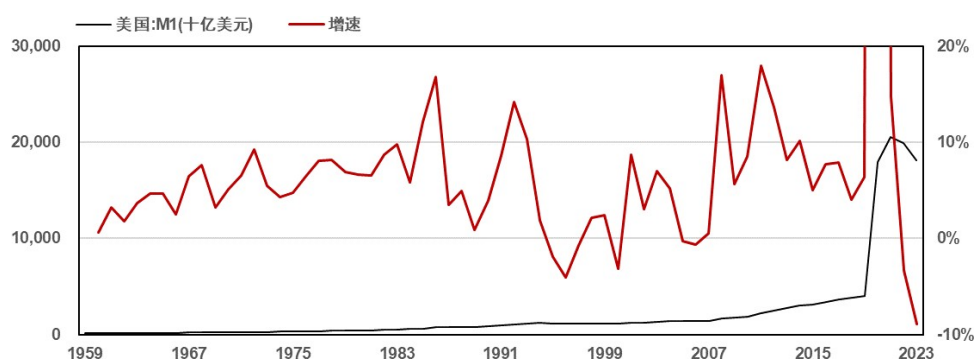
图表17：石油产量及增速



资料来源： ,

黄金的存量增长与石油的产量增速类似，均在 1-2% 的区间附近，远低于美国货币供应量的波动率，金油比相对平稳的原因，正是黄金三重属性或者黄金价格三因素模型的体现。

图表18：美国 M1 增速



资料来源： ,

这样我们就给出了金油比在 90 年代阶段性高于 17 倍，以及 2014 年底至今持续高企的解释，即金油比意味着全球资本市场参与者对美元和美国竞争力的看法。

由于黄金和石油在美元空头上的差异，和通货膨胀预期、危机期权上的共同性，金油比意味着美元和美国竞争力的倒数。因此，持续高企的金油比可能暗示着投资者对美元和美国竞争力的担忧。

无论是股市的震荡、债市的波动还是其他金融衍生品的变动，都会对黄金和石油价格产生影响。这种影响通过金油比反映出全球投资者对美元和美国经济前景的信心。因此，金油比的稳定性不仅仅是一种数字，更是全球经济形势的一面镜子。

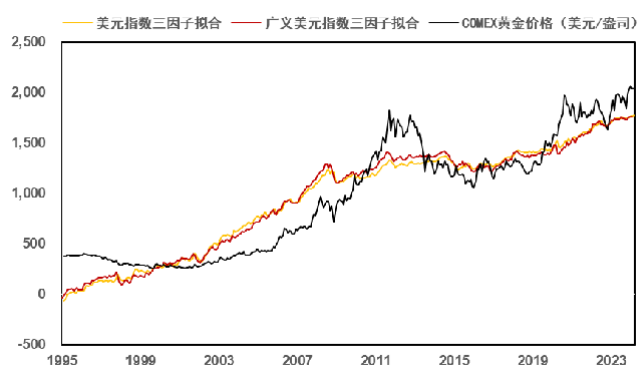
1.1 三因素模型中的广义美元和美元实际购买力

黄金的货币属性和金融属性，即美元空头和通胀预期因子对黄金价格的影响，本质上是在检验美元的购买力，而避险属性，即危机期权，则与美元购买力无关。

货币属性检验的是美元购买其他货币的能力。这种属性的重要性在于，美元在国际贸易中扮演着主导角色，因此其相对购买力直接影响着全球经济格局。然而，由欧元、日元等 6 种主要货币汇率构成的美元指数并不足以全面反映美元的真实购买力，因为它未必能完整地捕捉到美元与更广泛的货币篮子的强弱关系。相比之下，贸易加权的广义美元指数则更为综合和准确，因为它考虑了美元对全球贸易伙伴货币的影响权重，体现为购买贸易对象的货币组合的能力，因此贸易加权的广义美元指数比美元指数更有说服力。

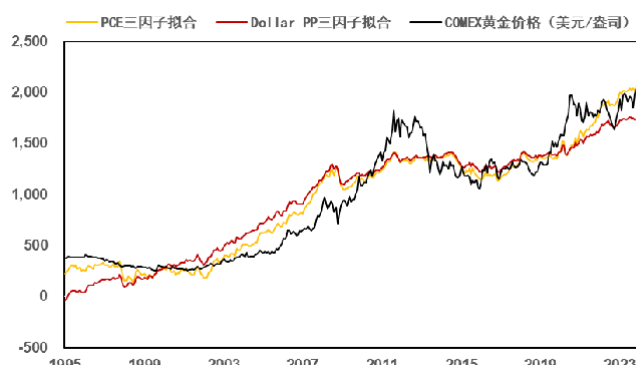
从两者的三因子模型拟合结果来看（另外两个因子为美元购买力和危机期权），基于广义美元指数和美元指数的三因子拟合均方误差分别为 46,099 和 50,122（均方误差越小，拟合效果越好）。

图表19：三因子拟合——美元指数 vs 广义美元指数



资料来源：，FRED，

图表20：三因子拟合——PCE vs 美元购买力



资料来源：，FRED，

金融属性指美元购买国内任何消费品的能力。通货膨胀的本质含义是美元购买消费品能力的变化，体现为美元购买力。我们使用了美联储计算的美元实际购买力指标，虽然与个人消费支出物价指数（PCE）相比，美元购买力指标的拟合效果略差（均方误差分别为 26,005 和 46,099），但我们从因子本质含义层面出发，依旧选择

美元购买力作为黄金定价的金融属性指标。

黄金的避险属性体现为地缘政治、市场环境发生动荡时，黄金价格往往快速上涨。这种现象反映了投资者对避险资产的需求增加，以抵御市场不确定性带来的风险。而芝加哥期权交易所波动率指数（VIX）危机期间往往也有明显的上涨，我们将**VIX 作为危机期权指标**，该指标衡量标普 500 指数（SPX）未来 30 天的隐含波动率。VIX 指数被广泛视为市场情绪的重要指标，当其数值上升时，表明市场参与者对未来市场波动性的预期增加，反映出市场的担忧情绪。因此，VIX 指标成为了反映市场危机期权的重要指标，也为我们提供了一个衡量市场不确定性的重要参考。

1.1 黄金三因子定价模型

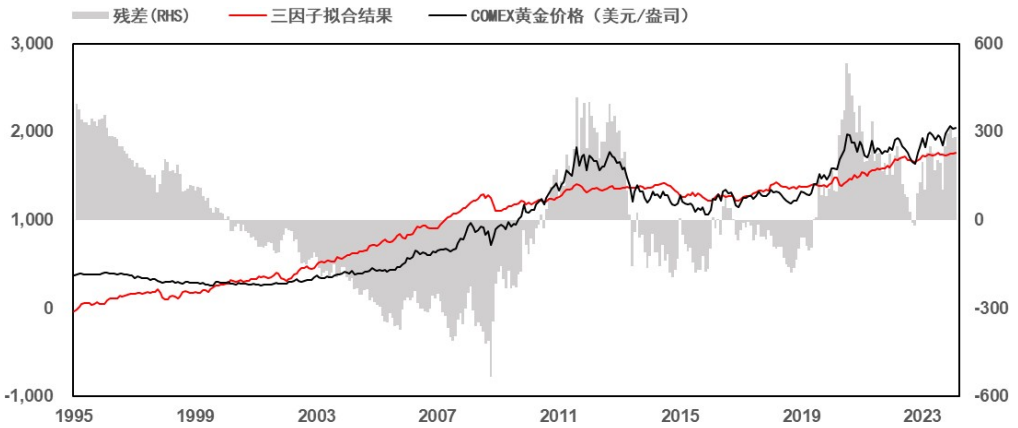
基于广义美元指数·美元实际购买力指数和 VIX 指数构建黄金三因子定价模型。在全时间段上，三个因子分别有一个与时间无关的固定系数，系数与因子乘积之和加上一个固定的截距得到模型拟合的黄金价格曲线。

我们建立的三因子模型的解释范围是 1995 年-2024 年。下图中黑色曲线是黄金真实价格，红色曲线是三因子模型拟合的黄金价格，灰色柱状图是残差（黄金真实价格-模型拟合的黄金价格）。从模型拟合结果来看，三因子基本可以解释大部分时间黄金价格的变动和总体趋势。

三因子模型拟合黄金价格随时间不断上涨，1995 年-2000 年拟合价格低于黄金真实价格，2001 年-2010 年拟合价格高于黄金真实价格，2011 年-2013 年拟合价格低于黄金真实价格，2014 年-2019 年拟合价格和黄金真实价格的差值较小，2020 年至今拟合价格低于黄金真实价格。

从残差指标来看，拟合黄金价格与真实黄金价格偏离最大值为535 美元/盎司。从模型整体的检验指标来看，三因子定价模型的均方误差为 46,099。

图表21：黄金三因子定价模型



资料来源： ， FRED,

基于广义美元指数、美元实际购买力指数和 VIX 指数构建的黄金三因子定价模型在全时段上取得了相当不错的解释能力。模型能够捕捉到黄金价格的部分波动和总体趋势。然而，由于模型是基于全时间段的最小残差进行拟合，因此残差正负更替，在黄金价格泡沫期间偏离较大。三因子定价模型一定程度解释了黄金价格的变动，但拟合的价格与真实价格的总体偏离程度并不低，需要寻找更多的指标对黄金价格进行进一步的解释。

4. 第四个因子的选择

三因子模型能够一定程度上解释黄金价格在过去 30 年的上涨和发生的波动，我们把三因子模型可解释的部分与黄金价格实际表现的差异称为残差。可以观察到，模型的残差仍然有较大的改善空间，而且美元空头、通胀预期、危机期权三个因子在泡沫形成的阶段往往有着异于往常的表现。

众所周知，添加更多因子可以改进模型的残差表现，但三因子或者更多的因子，它们可以去完美的解释泡沫的过程吗？

4.1 大宗商品的影响

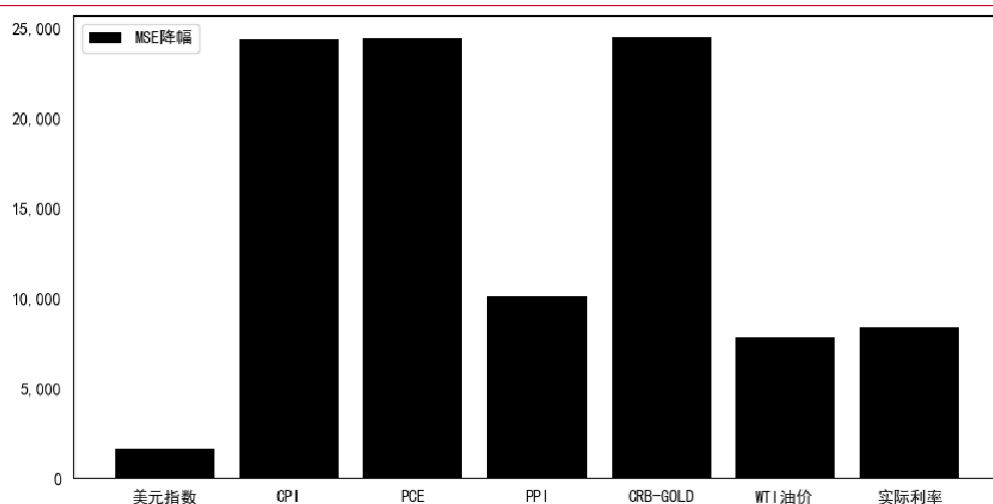
我们在第二章当中提到，黄金定价的因素之一通货膨胀的本质是美元购买力，我们采用了美元购买消费品能力的指标。但购买力不止于对消费品的购买，对大宗商品的购买力也是美元购买力的一种体现，因此，我们尝试在进行黄金定价时加入大宗商品价格的影响。

在这方面，CRB 商品指数是一个极具代表性的指标，由美国商品调查局根据世界市场上多种基本的经济敏感商品价格编制而成。该指数目前由 19 种大宗商品构成，其中黄金占有 6% 的权重。然而，我们需要剔除 CRB 商品指数中黄金价格的影响，因此我们引入了 CRB-GOLD 指数。

通过验证，我们发现将 CRB-GOLD 作为第四个因子加入模型后，可以显著改善模型的拟合效果。在保持广义美元指数、美元购买力和 VIX 指数固定不变的前提下，我们分别引入了美元指数、消费者物价指数（CPI）、个人消费支出物价指数（PCE）、生产者物价指数（PPI）、CRB-GOLD 商品指数、西德克萨斯原油价格（WTI）和实际利率指数，计算加入不同的第四个因子均方误差下降的幅度，均方误差下降的越多，因子对模型的改善能力越强。

结果显示，在可选的 7 个因子中，加入 CRB-GOLD 商品指数的模型均方误差下降幅度最大，下降幅度高达 54.1%。值得注意的是，这个四因子模型并没有出现共线性问题，即模型中各个因子之间的相关性较小（回归系数估计量的方差与假设自变量间非线性相关时方差的比值小于 10），确保了模型的稳定性和可靠性。

图表22：加入 CRB-GOLD 因子对模型有着明显的改善



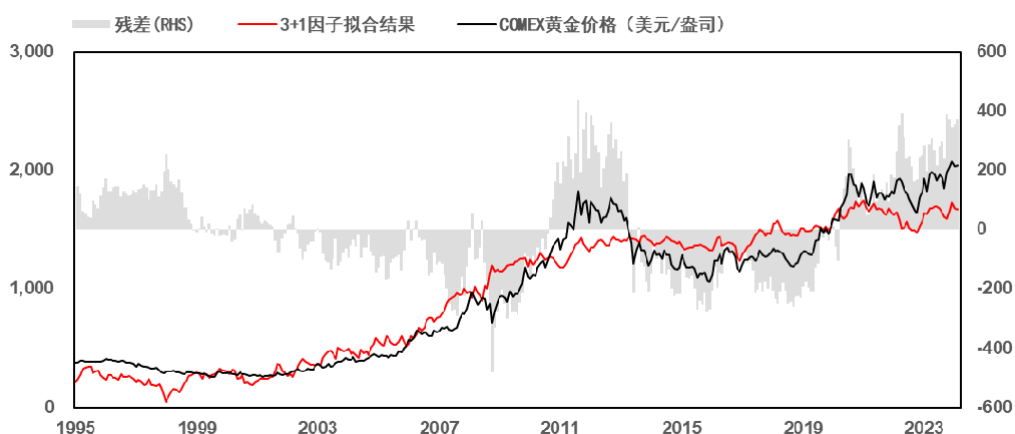
资料来源：，FRED,

1.1 基于三因素框架的 3+1 因子黄金定价模型

由此，我们基于广义美元指数、美元购买力、VIX 指数和 CRB-GOLD 指数构建了黄金 3+1 因子定价模型。从模型结果来看，四因子可以较好地拟合大多数情况下的黄金价格的变动和中长期趋势。与传统的三因子模型相比，3+1 因子定价模型在解释黄金价格方面表现更为出色。

3+1 因子模型在 1995 年-2010 年期间拟合的黄金价格远远好于三因子模型，这段时间残差绝对值的均值由 197.2 下降至 101.5，降幅高达 48.5 %。

图表23：黄金 3+1 因子定价模型



资料来源：，FRED,

然而，3+1 因子模型的结果与黄金价格之间仍然存在着差异，特别是在某些时间段。具体而言，这些时间段包括了 2010 年-2012 年以及 2019 年至今，这些时期黄金价格上涨较多且波动较大。这些差异可能受到全球经济形势、地缘政治紧张局势以及投资者情绪等多种因素的影响。理解这些特殊时期的黄金价格变动，需要我

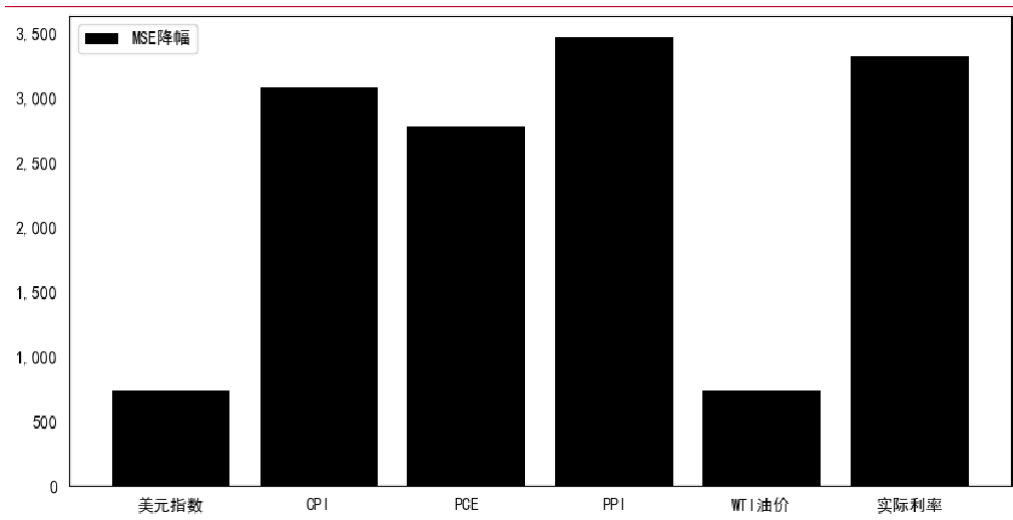
们更深入地研究其背后的原因，这样才能更好地理解黄金市场的运行规律。

4.2 3+1+X 模型：改善能力有限，存在效果幻觉

在保持固定广义美元指数、美元购买力、VIX 指数和 CRB-GOLD 指数固定不变的前提下，我们分别引入了美元指数、消费者物价指数（CPI）、个人消费支出物价指数（PCE）、生产者物价指数（PPI）、西德克萨斯原油价格（WTI）和实际利率指数，计算加入不同的第五个因子均方误差下降的幅度。

结果显示，在可选的 6 个因子中，加入 PPI 的模型均方误差下降幅度最大，下降幅度为 16.4%。其次是实际利率指标，均方误差下降了 15.8%。相比之下，美元指数和 WTI 油价对模型的改善程度较小。

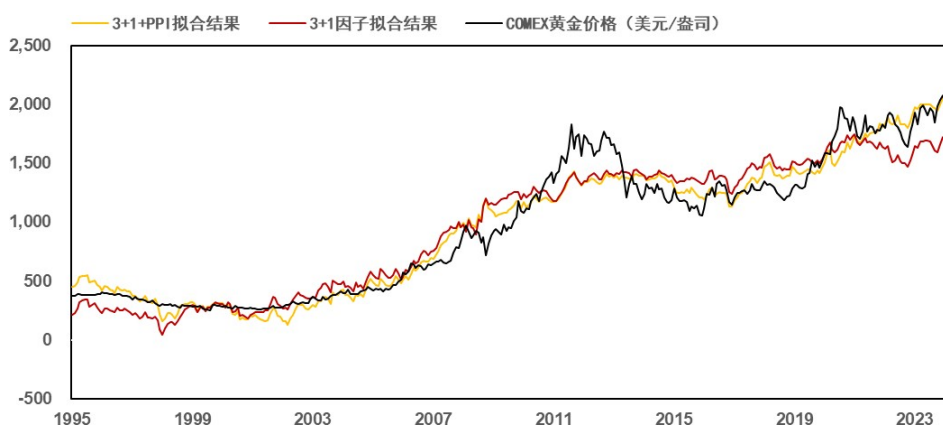
图表24：第五个因子对模型的改善程度



资料来源：，FRED,

然而，尽管加入了 PPI 因子，模型的整体表现有所提升，但在某些特定时期，模型拟合结果仍然存在较大的误差，在**关键时间节点处的拟合价格并没有突出的改善**。特别是在 2008 年-2014 年和 2019 年-2023 年这两个时段，3+1 因子模型的解释能力较差，而在加入 PPI 因子后模型的拟合结果的总体走势并未改变，模型拟合结果无法与黄金价格的快速上涨形态所匹配，特别是在 2008-2014 年，加入 PPI 因子也无法改善模型表现。

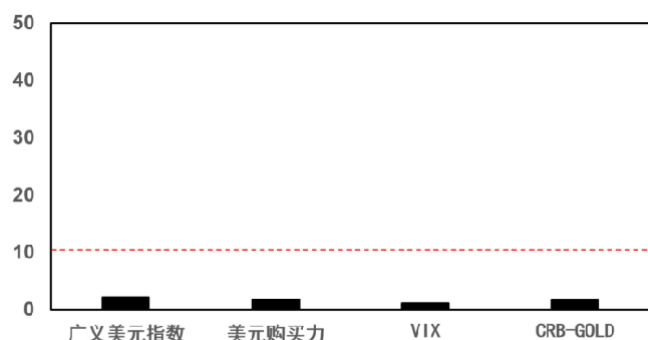
图表25：加入 PPI 因子对模型改善程度较为有限



资料来源：，FRED，

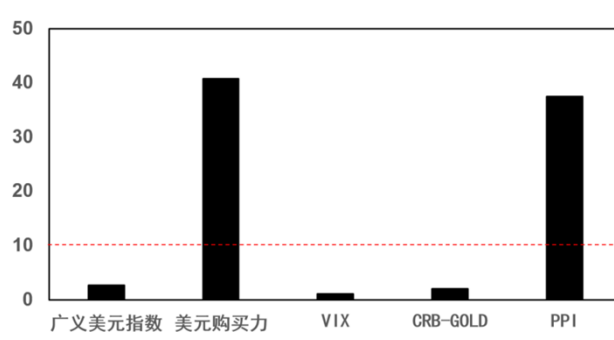
加入 PPI 不仅模型提升能力有限，**PPI 指标与美元购买力指标还存在共线问题**。共线性会导致模型参数的不稳定性，影响模型的准确性和可解释性。我们发现在 3+1 因子模型中，四个因子几乎不存在共线性问题，但在加入 PPI 指标后的 3+1+PPI 模型中，美元购买力与 PPI 指标之间的共线程度较为严重，回归系数估计量的方差与假设自变量间非线性相关时方差的比值远超过 10，因此两个指标不能加入到同一个回归模型中。

图表26：共线性检验——3+1 因子



资料来源：，FRED，

图表27：共线性检验——3+1+PPI 因子



资料来源：，FRED，

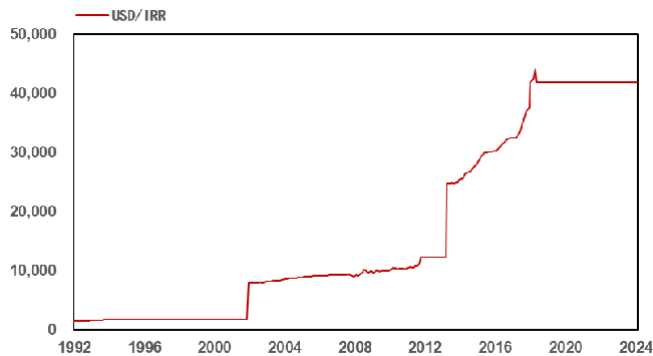
模型因子并不是越多越好，加入因子会产生效果幻觉。如果一个因子与其他因子不是完全共线，那么这个因子加入到模型中必然会提升模型的拟合效果。

为了验证因子的效果幻觉，我们加入美元兑伊朗里亚尔汇率数据作为模型因子。由于多种因素的影响，伊朗的经济面临了一些挑战，其中包括国际制裁、地缘政治紧张局势以及内部经济政策等因素，这些因素使得伊朗的经济发展出现了较大波动。美元和其他货币与伊朗里亚尔的汇率也受到这些因素的影响，伊朗里亚尔兑许多货币，包括美元的汇率出现较大幅度的贬值。

在保持广义美元指数、美元购买力和 VIX 指数固定不变的前提下，加入美元兑

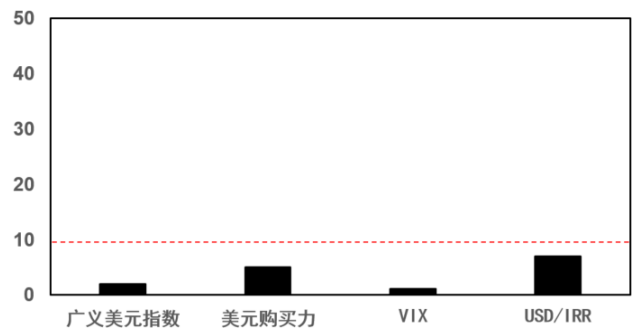
伊朗里亚尔汇率作为第四个因子，可以看到这四个因子互不共线。

图表28：美元兑伊朗里亚尔汇率



资料来源：，

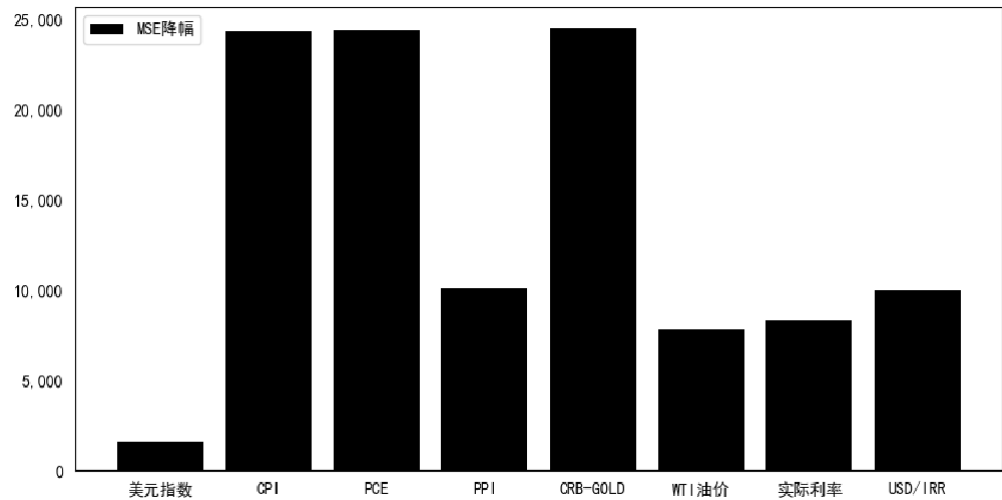
图表29：共线性检验（三因子+USD/IRR）



资料来源：，FRED,

由于美伊之间几乎不存在实际的贸易行为，美元兑伊朗里亚尔汇率对黄金价格的影响应当微乎其微，但其作为第四个因子加入到黄金定价模型中均方误差下降了22.0%。美元兑伊朗里亚尔汇率作为一个不应该加入到黄金定价模型中的数据因子，其对黄金定价模型的改善程度仅次于 CRB-GOLD、CPI、PCE 和 PPI，好于实际利率、WTI 油价和美元指数。

图表30：追加因子存在效果改善的幻觉



资料来源：，FRED,

因此，只要在因子不是完全共线的情况下，加入越多的因子，模型的均方误差必然会降低，模型的拟合效果必然会变好。但是**过多冗余因子一方面无法在基本面上对模型进行解释，也存在模型过拟合的风险**。因此，在建立黄金定价模型时，需要谨慎权衡因子的数量与模型的简洁性，确保模型可以解释实际情况。

综上所述，考虑到模型的拟合精度提升幅度、指标共线风险以及因子的可解释程度，我们可以得出结论：**3+1 因子模型已足以解释大部分情况下的黄金价格波动**。尽管加入额外因子能够降低均方误差，但并非所有因子都适合用于黄金价格的拟合模型。因此，在选择模型因子时，需要权衡各因子之间的相关性、对黄金价格的影

响程度以及模型的复杂度，以确保模型的准确性和可解释性之间达到平衡。

5. 动态视角：三因子模型是短期偏离还是长期失效？

无论是我们的三因子模型、3+1 因子模型，还是我们常见的黄金价格多因子拟合模型，在一个较长的时间段中，都只进行了一次拟合，默认这段时间各因子对黄金定价的贡献程度相同。

然而，实际情况可能更为复杂。在不同的时间段内，各因子对黄金价格的影响可能会发生变化。举例来说，当面临危机时，市场情绪可能会剧烈波动，导致危机期权的价值大幅上升，从而使得危机期权在黄金价格形成中的作用增强。此外，我们还可以回顾历史数据，特别是 20 世纪 70 年代和 80 年代的黄金价格波动，发现在这些特定时期，资本市场对黄金价格波动的主要影响因素可能与其他时期有所不同。因此，理解黄金价格形成的动态过程，从不同时间段的视角出发，有助于更准确地把握黄金市场的运行规律。

在这样的背景下，动态研究黄金价格的变动显得尤为重要。通过对不同时间段内各因子对黄金价格的贡献程度以及因子拟合结果与真实价格的偏离程度进行动态分析，我们可以更好地理解黄金的价格走势。

5.1

基于时间窗口的黄金定价动态模拟

首先，我们对 3+1 模型进行升级。

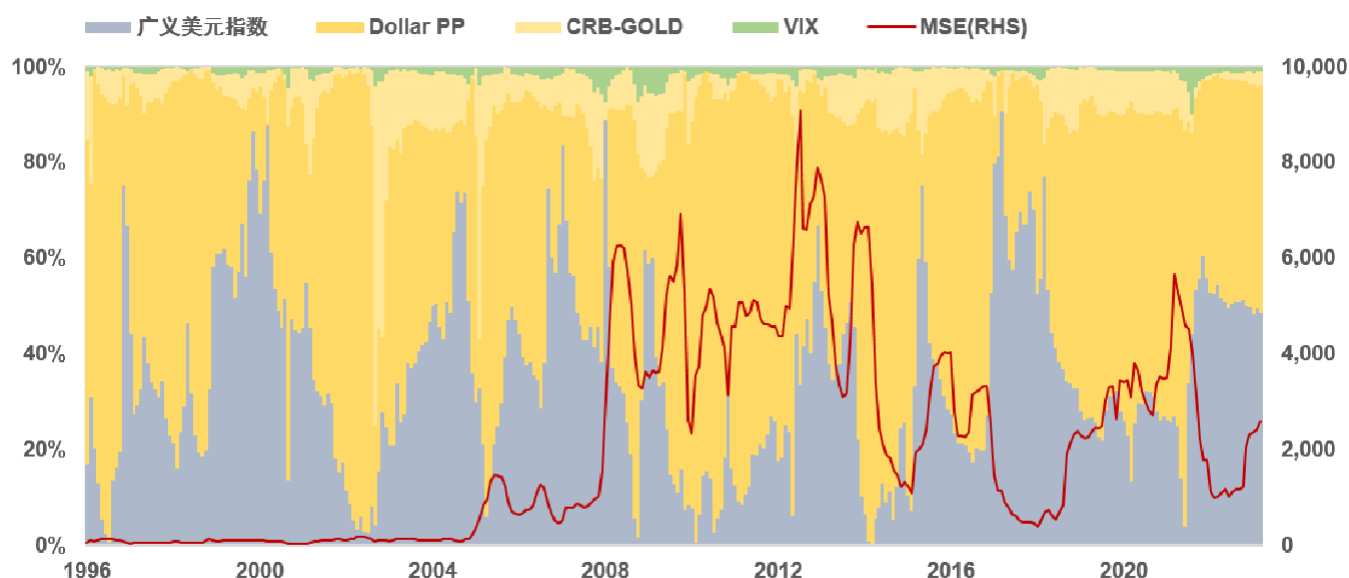
我们设计了一个两年长度的时间窗口，通过拟合两年的数据，可以得到这段时间内各因子对黄金价格的解释贡献度，以及拟合结果与真实数据的偏差 MSE（均方误差，即拟合的黄金价格数据和黄金真实价格数据对应点误差的平方和的均值），以一个月为步长滑动时间窗口，则可以得到 MSE 随时间变化的曲线。

在分析结果中，我们发现**通货膨胀对黄金价格的解释贡献度最高**，这反映了市场对通货膨胀预期的敏感性。**其次是美元空头**，这意味着美元的强弱对黄金价格也有着一定的影响。然而，**危机期权的贡献度相对较低**，可能是因为危机情景并不是经常出现，因此其影响相对有限。

通过调整时间窗口的长度，我们实际上是在研究黄金价格的导函数的规律。均方误差 MSE 代表时间窗口（两年）内，（两年前到当前时点）拟合结果与真实价格的偏差，MSE 越大，则偏差越大，而这种偏差最终反映的也是导函数拟合值与目标值之间的差异。

MSE 在 2006 年开始上升，并在 2013 年达到最大值，随后开始波动下降。然而，自 2019 年 7 月以来，均方误差又进入了一个新的快速上升期，直至 2022 年达到了最大值。我们目前经历的是 MSE 又一次上升期。

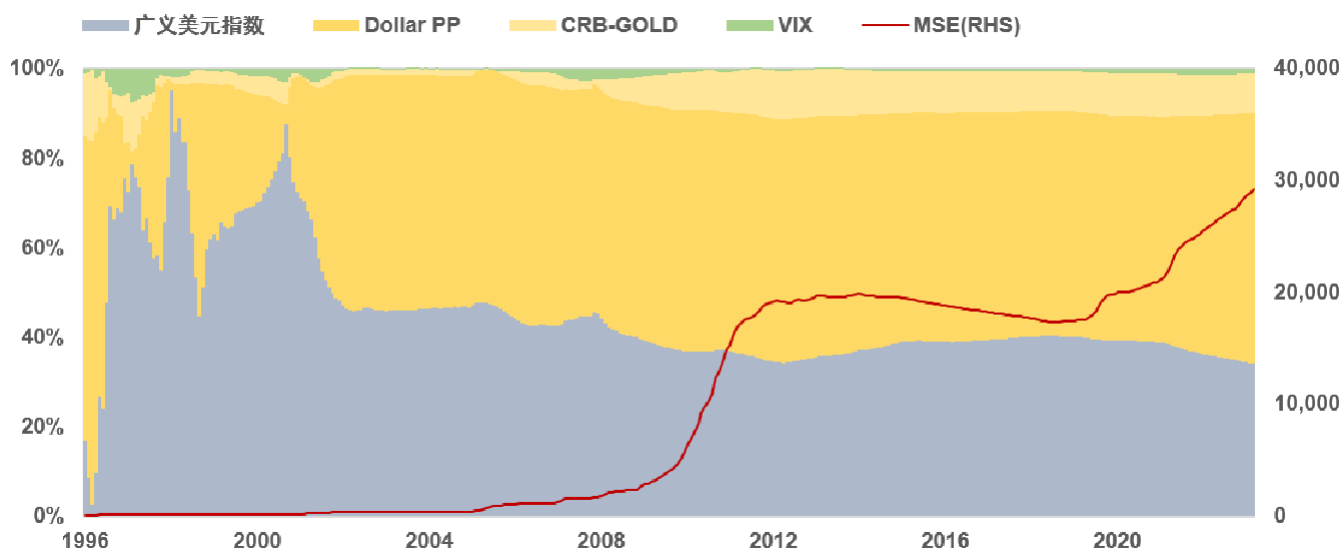
图表31：滑动时间窗口下各因子贡献程度及 MSE



资料来源：，FRED,

从时间递增窗口的拟合结果来看，我们观察到随着拟合数据的不断增加，MSE 总体呈现阶段性的上升趋势，当下我们也可以看作是处于 2020 年开始的一个长期 MSE 上涨区间内。

图表32：时间递增窗口下各因子贡献程度及 MSE



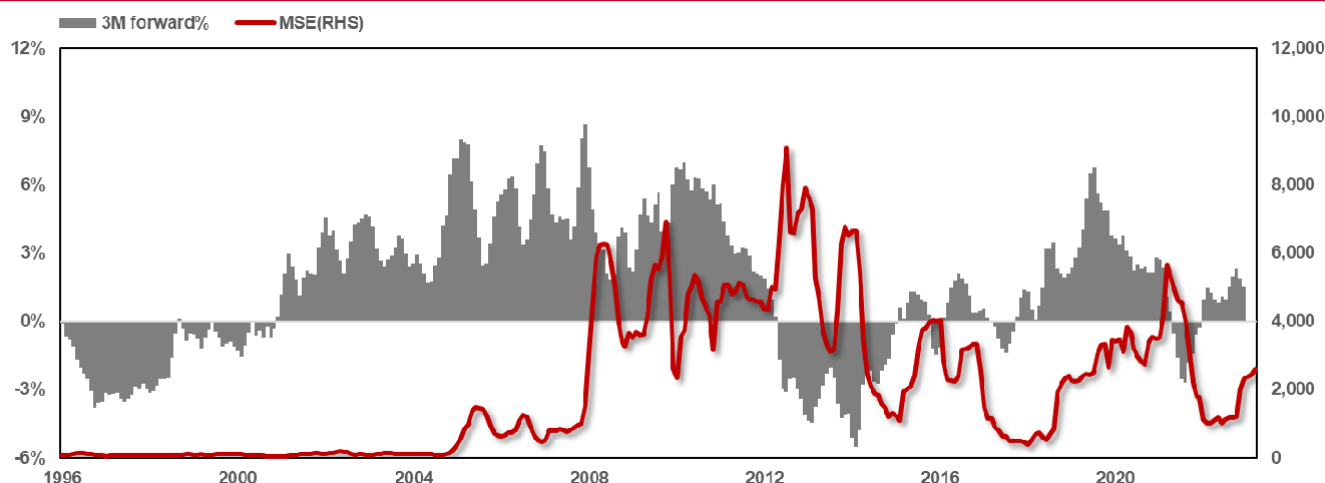
资料来源：，FRED,

MSE 较大的区间对应着黄金价格的泡沫阶段。当 MSE 开始上升时，这通常是黄金价格快速上涨的迹象。这种快速上涨往往伴随着市场情绪的炽热和投资者对黄金的过度乐观。然而，当黄金价格经历了快速上涨后的回落时，MSE 并不会立即下降。这是因为在价格下跌的过程中，泡沫并没有完全消散，市场仍然存在着一程度的不确定性和过度波动。因此，即使在价格回落的情况下，MSE 仍然保持相对较高的

水平，反映了市场对黄金价格的过度预期和波动性。

只有当泡沫逐渐被消化，市场恢复理性，MSE 才会稳定在较低的水平，这标志着黄金价格回归到基本面的解释之中，市场也进入了相对稳定的状态。因此，通过对 MSE 的观察和分析，我们可以更好地理解黄金市场的泡沫形成和消退过程。

图表33：MSE 与未来三月黄金收益率



资料来源：，FRED，

1.1 拓展到 20 世纪 70 年代的黄金定价动态模拟

布雷顿森林体系的解体标志着黄金价格进入了自由浮动的时代，也标志着世界货币体系的重大变革，这一事件在历史上具有重要的里程碑意义。尤其是在上世纪七八十年代，全球经济面临着一系列挑战，其中包括石油危机和美国竞争力的剧烈波动。这些事件导致了全球经济体系的动荡，金融市场的不确定性加剧，投资者对传统资产的信心受到了严重考验。

在这样的背景下，黄金作为一种避险资产，吸引了大量投资者的关注。其相对稳定的价值和对抗通货膨胀的特性使其成为投资者理想的避险选择。因此，黄金价格在布雷顿森林体系瓦解后经历了几次显著的牛市，这反映了投资者对金融市场不确定性的回避和对黄金作为一种安全资产的青睐。

为了更全面地理解黄金价格的演变和长期特征，我们将研究时间框架拓展到了 20 世纪 70 年代。通过对这一时期黄金市场的深入分析，我们可以更好地把握黄金价格波动的规律性和市场行为的变化。

1.1.1 指标构建

拓展黄金价格基本面研究的数据需求十分复杂，为了建立更全面的模型，我们需要各类指标的更长时间段的数据支持。例如，CRB 商品价格指数和 VIX 指数的起始时间分别为 1994 年 1 月和 1990 年 1 月，这意味着我们需要获取更久远的历史数

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/605310240101011221>