

等权重策略回测结果分析 (equal_weights)

本 Notebook 解析 回测/res/dynamic_weights.json （由天软回测 XML 转换而来），构建结构化的 DataFrame，计算尽可能全面的绩效与风险指标，并进行可视化与解释。

分析内容包括：

- A. 环境与数据读取
- B. 数据清洗与对齐
- C. 核心收益曲线可视化
- D. 指标计算（收益 / 风险 / 相对基准）
- E. 风险分析与归因
- F. 与框架自带统计结果交叉验证
- G. 结论与后续扩展方向

A. 环境与数据读取

```
In [16]: import json
from pathlib import Path

import numpy as np
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
import matplotlib.dates as mdates
from scipy import stats
from sklearn.linear_model import LinearRegression

plt.style.use('seaborn-v0_8-darkgrid')
plt.rcParams['figure.figsize'] = (10, 6)
plt.rcParams['axes.titlesize'] = 14
plt.rcParams['axes.labelsize'] = 12
plt.rcParams['legend.fontsize'] = 10
plt.rcParams['axes.grid'] = True
# 中文字体与负号支持
plt.rcParams['font.sans-serif'] = ['PingFang SC', 'Songti SC', 'Microsoft Ya
plt.rcParams['axes.unicode_minus'] = False

DATA_PATH = Path('回测/res/equal_weights.json')
assert DATA_PATH.exists(), '找不到数据文件: %s' % DATA_PATH

with DATA_PATH.open('r', encoding='utf-8') as f:
    ts_data = json.load(f)

list(ts_data.keys())
```

```
Out[16]: ['每期收益率',
          '累计收益率',
          '月度绝对收益(原始)',
          '月度超额收益(原始)',
          '多空月度收益(原始)',
          '收益率检验',
          '换手率',
          '因子显著性统计',
          '因子区分度检验',
          '因子延续性检验',
          '因子稳定性检验',
          '回测状态']
```

```
In [17]: # 查看各个 section 的示例结构
for key, value in ts_data.items():
    if isinstance(value, list) and value:
        print('=== %s ===' % key)
        df_preview = pd.DataFrame(value)
        display(df_preview.head(3))
    else:
        print('=== %s === (非列表或为空) -> 跳过预览' % key)
        print()
```

=== 每期收益率 ===

	开始日	截止日	交易点数	基准	第1组	第2组	第3组	第4组	第5组
0	2024-02-01	2024-02-29	1	1.15	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10
1	2024-03-01	2024-03-29	21	0.07	-1.13	1.73	1.32	-1.17	-2.31
2	2024-04-01	2024-04-30	20	2.04	1.58	1.30	4.25	-1.34	3.62

=== 累计收益率 ===

	开始日	截止日	交易点数	基准	第1组	第2组	第3组	第4组	第5组
0	2024-02-01	2024-02-29	1	1.15	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10
1	2024-03-01	2024-03-29	21	1.23	-1.23	1.63	1.21	-1.27	-2.40
2	2024-04-01	2024-04-30	20	3.30	0.33	2.95	5.52	-2.59	1.13

=== 月度绝对收益(原始) ===

	开始日	开始日_str	截止日	截止日_str	交易点数	基准	第1组	第2组	第3组	第4组	第5组
0	45323.0	2024-01-31	45351.0	2024-02-28	1	1.15	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10
1	45352.0	2024-02-29	45380.0	2024-03-28	21	0.07	-1.13	1.73	1.32	-1.17	-2.31
2	45383.0	2024-03-31	45412.0	2024-04-29	20	2.04	1.58	1.30	4.25	-1.34	3.62

=== 月度超额收益(原始) ===

	开始日	开始日_str	截止日	截止日_str	交易 点数	基准	第1组	第2组	第3组	第4组	第5组
0	45323.0	2024-01-31	45351.0	2024-02-28	1	1.15	-1.25	-1.25	-1.25	-1.25	-1.25
1	45352.0	2024-02-29	45380.0	2024-03-28	21	0.07	-1.21	1.65	1.24	-1.25	-2.38
2	45383.0	2024-03-31	45412.0	2024-04-29	20	2.04	-0.46	-0.74	2.21	-3.38	1.58

=== 多空月度收益(原始) ===

	开始日	开始日_str	截止日	截止日_str	交易 点数	第一组vs最后 一组	第一组vs最后一组- >累计
0	45323.0	2024-01-31	45351.0	2024-02-28	1	0.00	0.00
1	45352.0	2024-02-29	45380.0	2024-03-28	21	1.17	1.17
2	45383.0	2024-03-31	45412.0	2024-04-29	20	-2.04	-0.80

=== 收益率检验 ===

	组名	整体@平均收益 (%)	整体@标准差 (%)	整体@夏普比率	整体@胜率 (%)	整体@最大回撤% (日线)	近1年@平均收益 (%)	近1年@标准差 (%)	近1年@夏普比率	近1年@胜率 (%)	...	近2年@平均收益 (%)	近2年@标准差 (%)	近2年@夏普比率
0	第1组	2.08	7.95	0.26	44.44	-13.36	None	None	None	None	...	None	None	None
1	第2组	0.65	6.24	0.10	33.33	-15.45	None	None	None	None	...	None	None	None
2	第3组	1.76	6.63	0.27	55.56	-13.27	None	None	None	None	...	None	None	None

3 rows x 21 columns

=== 换手率 ===

	开始日	截止日	基准	第1组	第2组	第3组	第4组	第5组
0	2024-03-29	2024-02-29	0.0	40.0	70.0	50.0	70.0	20.0
1	2024-04-30	2024-03-29	0.0	40.0	80.0	60.0	80.0	50.0
2	2024-05-31	2024-04-30	0.0	40.0	60.0	100.0	90.0	60.0

=== 因子显著性统计 ===

	组名	整体@超额均值 (%)	整体@跟踪误差 (%)	整体@信息比率	整体@超额胜率 (%)	整体@T-Stat	整体@P-Value	近1年@超额均值 (%)	近1年@跟踪误差 (%)	近1年@信息比率	...	近2年@信息比率	近2年@超额胜率 (%)	近2年@T-Stat
0	第1组	0.96	2.30	0.42	55.56	1.25	87.75	None	None	None	...	None	None	None
1	第2组	-0.46	1.83	-0.25	33.33	-0.76	23.42	None	None	None	...	None	None	None
2	第3组	0.64	1.87	0.34	55.56	1.03	83.41	None	None	None	...	None	None	None

3 rows × 25 columns

=== 因子区分度检验 ===

	项目	整体@平均收益 (%)	整体@标准差 (%)	整体@夏普比率	整体@胜率 (%)	整体@T-Stat	整体@P-Value	近1年@平均收益 (%)	近1年@标准差 (%)	近1年@夏普比率	...	近2年@夏普比率	近2年@胜率 (%)	近2年@T-Stat
0	第一组 vs 最后一组	0.11	2.95	0.04	44.44	0.11	54.18	None	None	None	...	None	None	None

1 rows × 25 columns

=== 因子延续性检验 ===

	因子截止日	检验开始日	检验截止日	IC	P-value
0	2024-02-29	2024-03-01	2024-03-29	0.14	0.34
1	2024-03-29	2024-03-30	2024-04-30	-0.09	0.54
2	2024-04-30	2024-05-01	2024-05-31	0.14	0.33

=== 因子稳定性检验 ===

	开始日	上期截止日	间隔期数	自相关系数	买入衰减(%)	买入反转(%)	卖出衰减(%)	卖出反转(%)
0	2024-03-29	2024-02-29	1	0.79	60.0	0.0	80.0	0.0
1	2024-04-30	2024-03-29	1	0.57	60.0	10.0	50.0	0.0
2	2024-05-31	2024-04-30	1	0.69	60.0	0.0	40.0	0.0

=== 回测状态 === （非列表或为空） -> 跳过预览

辅助函数：日期解析、数值处理与 section 归一化

In [18]: `from datetime import datetime, timedelta`

```
def excel_serial_to_datetime(serial):
    """将 Excel / 天软常见的序列日转换为 pandas Timestamp。

    采用 1899-12-30 为基准 (serial=1 -> 1900-01-01)。
    """
    try:
        serial = float(serial)
    except (TypeError, ValueError):
        return None
    base_date = datetime(1899, 12, 30)
    return pd.Timestamp(base_date + timedelta(days=int(serial)))

def parse_date_series(s):
    """智能解析日期列：既支持字符串日期，也支持 Excel 序列日。"""
    if s.dropna().empty:
        return pd.to_datetime(s, errors='coerce')

    if np.issubdtype(s.dtype, np.datetime64):
        return s

    if s.dtype == 'object':
        parsed = pd.to_datetime(s, errors='coerce')
        if parsed.notna().mean() > 0.8:
            return parsed
        try:
            as_num = pd.to_numeric(s, errors='coerce')
            return as_num.apply(excel_serial_to_datetime)
        except Exception:
            return parsed

    if np.issubdtype(s.dtype, np.number):
        return s.apply(excel_serial_to_datetime)

    return pd.to_datetime(s, errors='coerce')
```

```

def to_float_df(df):
    """将所有可转为数值的列转为 float，其余保留原类型； '-' 等缺失转 NaN。"""
    df = df.copy()
    for col in df.columns:
        if df[col].dtype == 'object':
            df[col] = df[col].replace('-', np.nan)
        try:
            num = pd.to_numeric(df[col], errors='coerce')
            if num.notna().mean() > 0.5:
                df[col] = num.astype(float)
        except Exception:
            pass
    return df

def normalize_section_to_df(key, value):
    """将顶层某个 section (通常是 list[dict]) 归一化为 DataFrame。"""
    if not isinstance(value, list) or len(value) == 0:
        print('[WARN] section `%s` 不是非空列表，跳过解析' % key)
        return None
    df = pd.DataFrame(value)
    df = to_float_df(df)
    for col in list(df.columns):
        col_str = str(col)
        if ('开始日' in col_str) or ('起始日' in col_str):
            df['start_date'] = parse_date_series(df[col])
        if ('截止日' in col_str) or ('终止日' in col_str) or ('结束日' in col_str):
            df['end_date'] = parse_date_series(df[col])
    if 'end_date' in df.columns:
        df['date'] = df['end_date']
    elif 'start_date' in df.columns:
        df['date'] = df['start_date']
    return df

def rename_group_cols(df):
    """统一分组列命名: benchmark, g1..g5, ls。"""
    df = df.copy()
    mapping = {}
    for col in df.columns:
        col_str = str(col)
        if '基准' in col_str:
            mapping[col] = 'benchmark'
        elif ('第1组' in col_str) or ('1组' in col_str):
            mapping[col] = 'g1'
        elif ('第2组' in col_str) or ('2组' in col_str):
            mapping[col] = 'g2'
        elif ('第3组' in col_str) or ('3组' in col_str):
            mapping[col] = 'g3'
        elif ('第4组' in col_str) or ('4组' in col_str):
            mapping[col] = 'g4'
        elif ('第5组' in col_str) or ('5组' in col_str):
            mapping[col] = 'g5'
        elif '第一组vs最后一组' in col_str or '一组vs' in col_str:
            mapping[col] = 'ls'

```

```

return df.rename(columns=mapping)

sections = {}
for key, value in ts_data.items():
    df_sec = normalize_section_to_df(key, value)
    if df_sec is not None:
        sections[key] = rename_group_cols(df_sec)

print('可用 section:', list(sections.keys()))

# 看看“每期收益率”示例
if '每期收益率' in sections:
    display(sections['每期收益率'].head())
else:
    # 回退到任意一个 section
    first_key = list(sections.keys())[0]
    display(sections[first_key].head())

```

[WARN] section `回测状态` 不是非空列表，跳过解析

可用 section: ['每期收益率', '累计收益率', '月度绝对收益(原始)', '月度超额收益(原始)', '多空月度收益(原始)', '收益率检验', '换手率', '因子显著性统计', '因子区分度检验', '因子延续性检验', '因子稳定性检验']

	开始 日	截止 日	交易 点数	benchmark	g1	g2	g3	g4	g5	start_date	end_da
0	2024-02-01	2024-02-29	1.0	1.15	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	2024-02-01	2024-0
1	2024-03-01	2024-03-29	21.0	0.07	-1.13	1.73	1.32	-1.17	-2.31	2024-03-01	2024-0
2	2024-04-01	2024-04-30	20.0	2.04	1.58	1.30	4.25	-1.34	3.62	2024-04-01	2024-0
3	2024-05-01	2024-05-31	20.0	-0.08	3.59	-1.38	-1.10	0.06	0.76	2024-05-01	2024-0
4	2024-06-01	2024-06-28	19.0	-2.73	-1.29	-0.24	-3.74	-3.71	-3.05	2024-06-01	2024-0

B. 数据清洗与对齐（以“每期收益率”为主时间轴）

```

In [19]: # 1) 选择 "每期收益率" 作为主时间轴
main_key = None
for k in ['每期收益率', '月度收益率', 'PeriodReturn']:
    if k in sections:
        main_key = k
        break
if main_key is None:
    raise ValueError('找不到合适的主时间轴 section (例如 每期收益率)')

```

```

main_df = sections[main_key].copy()
if 'date' not in main_df.columns:
    raise ValueError('主时间轴 DataFrame 中缺少 date 列, 无法对齐')

main_df = main_df.sort_values('date').reset_index(drop=True)
main_df.set_index('date', inplace=True)

# 2) 其余 section 外连接到主时间轴
aligned = main_df.copy()
for key, df_sec in sections.items():
    if key == main_key:
        continue
    if 'date' not in df_sec.columns:
        print('[INFO] section `%s` 无 date 列, 跳过对齐' % key)
        continue
    tmp = df_sec.set_index('date').sort_index()
    # 丢弃各 section 自己的 start_date / end_date, 避免重复列名冲突
    tmp = tmp.drop(columns=['start_date', 'end_date'], errors='ignore')
    new_cols = {}
    for c in tmp.columns:
        new_cols[c] = '%s__%s' % (key, c)
    tmp = tmp.rename(columns=new_cols)
    aligned = aligned.join(tmp, how='outer')

aligned.head()

```

```

[INFO] section `收益率检验` 无 date 列, 跳过对齐
[INFO] section `因子显著性统计` 无 date 列, 跳过对齐
[INFO] section `因子区分度检验` 无 date 列, 跳过对齐

```


Out [19]:

	开始 日	截止 日	交易 点数	benchmark	g1	g2	g3	g4	g5	start_date	..
date											
2024-02-28	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	..
2024-02-29	2024-02-01	2024-02-29	1.0	1.15	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	2024-02-01	..
2024-03-28	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	..
2024-03-29	2024-03-01	2024-03-29	21.0	0.07	-1.13	1.73	1.32	-1.17	-2.31	2024-03-01	..
2024-04-29	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	..

5 rows × 70 columns

收益率单位说明与标准化

```
In [20]: # 从 "月度绝对收益(原始)" 中提取主要月度收益序列
abs_key = None
for k in ['月度绝对收益(原始)', '月度绝对收益', 'AbsoluteMonthlyReturn']:
    if k in sections:
        abs_key = k
        break

if abs_key is None:
    print('[WARN] 找不到 月度绝对收益(原始) section, 将尝试从主表中推断收益列')
    monthly_ret_df = main_df.copy()
else:
    monthly_ret_df = sections[abs_key].copy().set_index('date').sort_index()

monthly_ret_df = rename_group_cols(monthly_ret_df)

# 为 benchmark/g1..g5 创建百分比版和小数版
returns_cols = [c for c in ['benchmark', 'g1', 'g2', 'g3', 'g4', 'g5'] if c]
for col in returns_cols:
    monthly_ret_df[col + '_pct'] = monthly_ret_df[col]
    monthly_ret_df[col] = monthly_ret_df[col + '_pct'] / 100.0

# 若存在多空表, 则提取 ls 列
```

```

ls_key = None
for k in ['多空月度收益(原始)', '多空月度收益', 'LongShortMonthlyReturn']:
    if k in sections:
        ls_key = k
        break

if ls_key is not None:
    ls_df = rename_group_cols(sections[ls_key]).set_index('date').sort_index
    if 'ls' in ls_df.columns:
        # 可能存在多个名为 ls 的列 (列名重复时 pandas 返回 DataFrame), 只取第一列
        ls_col = ls_df['ls']
        if isinstance(ls_col, pd.DataFrame):
            ls_col = ls_col.iloc[:, 0]
        monthly_ret_df['ls_pct'] = ls_col
        monthly_ret_df['ls'] = ls_col / 100.0
    else:
        if ('g1' in monthly_ret_df.columns) and ('g5' in monthly_ret_df.columns):
            monthly_ret_df['ls'] = monthly_ret_df['g1'] - monthly_ret_df['g5']
            monthly_ret_df['ls_pct'] = monthly_ret_df['ls'] * 100.0

monthly_ret_df[[c for c in ['benchmark', 'g5'] if c in monthly_ret_df.columns]]

```

Out [20]:

	benchmark	g5
date		
2024-02-28	0.0115	-0.0010
2024-03-28	0.0007	-0.0231
2024-04-29	0.0204	0.0362
2024-05-30	-0.0008	0.0076
2024-06-27	-0.0273	-0.0305

C. 核心收益曲线可视化（累计收益 / 超额 / 多空）

```

In [21]: def build_nav_from_return(r):
            r = r.dropna()
            return (1.0 + r).cumprod()

nav = pd.DataFrame(index=monthly_ret_df.index.sort_values())
if 'benchmark' in monthly_ret_df.columns:
    nav['benchmark'] = build_nav_from_return(monthly_ret_df['benchmark'])
if 'g5' in monthly_ret_df.columns:
    nav['g5'] = build_nav_from_return(monthly_ret_df['g5'])
if 'g1' in monthly_ret_df.columns:
    nav['g1'] = build_nav_from_return(monthly_ret_df['g1'])
if 'ls' in monthly_ret_df.columns:
    nav['ls'] = build_nav_from_return(monthly_ret_df['ls'])

nav.head()

```

Out [21]:

	benchmark	g5	g1	ls
date				
2024-02-28	1.011500	0.999000	0.999000	1.000000
2024-03-28	1.012208	0.975923	0.987711	1.011700
2024-04-29	1.032857	1.011252	1.003317	0.991061
2024-05-30	1.032031	1.018937	1.039336	1.019108
2024-06-27	1.003856	0.987859	1.025929	1.037045

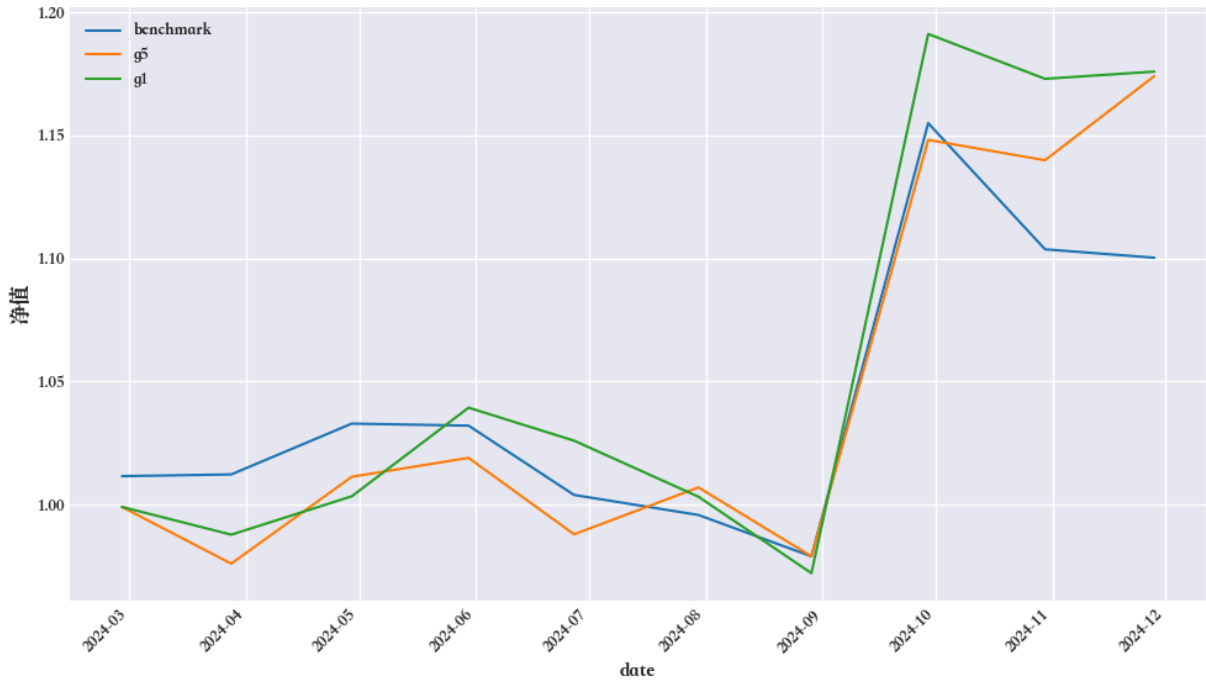
In [22]:

```
# 1) 累计收益曲线: benchmark vs g5 (可选 g1)
fig, ax = plt.subplots()
cols_to_plot = [c for c in ['benchmark', 'g5', 'g1'] if c in nav.columns]
nav[cols_to_plot].plot(ax=ax)
ax.set_title('累计收益曲线 (单位: 倍数, 初始=1) ')
ax.set_ylabel('净值')
ax.xaxis.set_major_formatter(mdates.DateFormatter('%Y-%m'))
plt.xticks(rotation=45)
plt.legend()
plt.tight_layout()
plt.show()

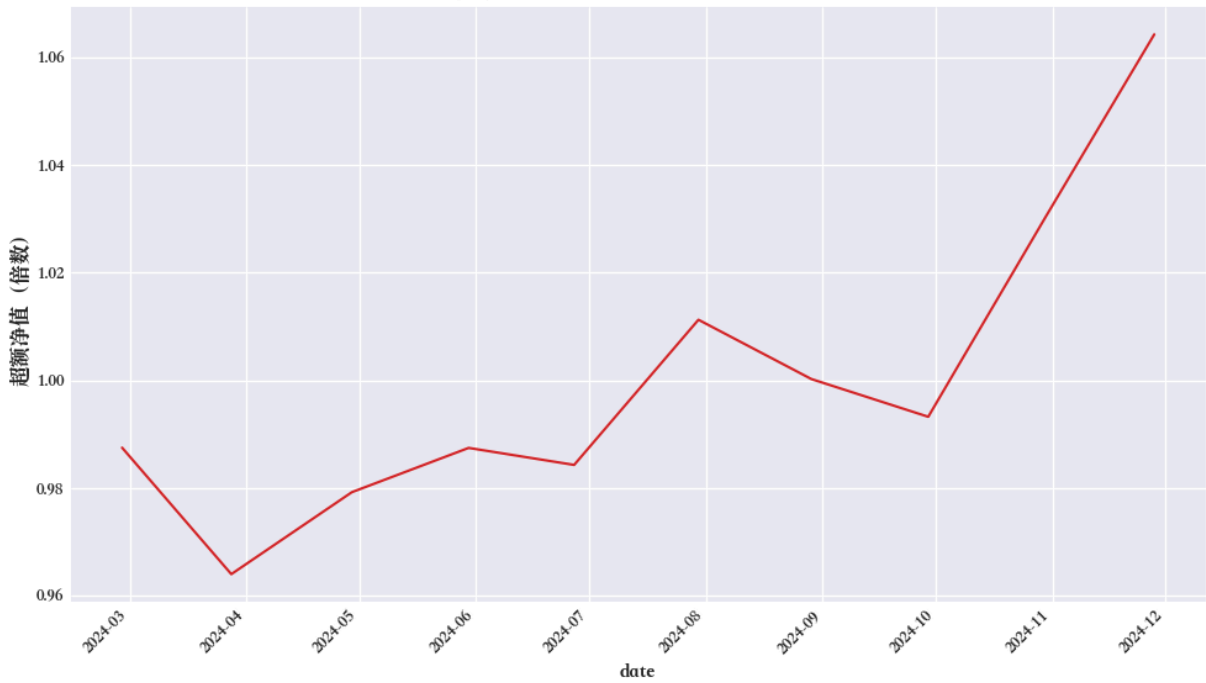
# 2) 超额累计收益曲线: g5 - benchmark
if ('benchmark' in monthly_ret_df.columns) and ('g5' in monthly_ret_df.columns):
    excess = monthly_ret_df['g5'] - monthly_ret_df['benchmark']
    nav_excess = build_nav_from_return(excess)
    fig, ax = plt.subplots()
    nav_excess.plot(ax=ax, color='C3')
    ax.set_title('超额累计收益曲线 (g5 - benchmark) ')
    ax.set_ylabel('超额净值 (倍数) ')
    ax.xaxis.set_major_formatter(mdates.DateFormatter('%Y-%m'))
    plt.xticks(rotation=45)
    plt.tight_layout()
    plt.show()

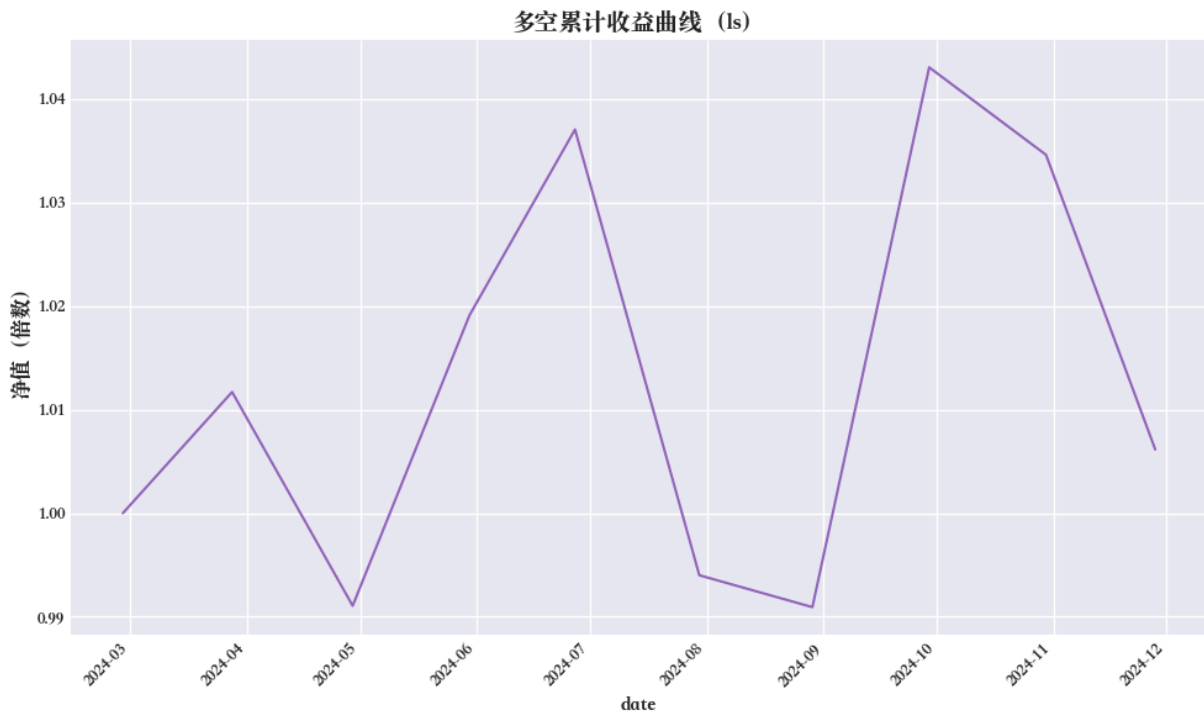
# 3) 多空累计曲线: ls
if 'ls' in nav.columns:
    fig, ax = plt.subplots()
    nav['ls'].plot(ax=ax, color='C4')
    ax.set_title('多空累计收益曲线 (ls) ')
    ax.set_ylabel('净值 (倍数) ')
    ax.xaxis.set_major_formatter(mdates.DateFormatter('%Y-%m'))
    plt.xticks(rotation=45)
    plt.tight_layout()
    plt.show()
```

累计收益曲线 (单位: 倍数, 初始=1)



超额累计收益曲线 (g5 - benchmark)





D. 指标计算 (收益 / 风险 / 相对基准)

In [23]: PER_YEAR = 12 # 月度数据

```
def cagr(returns, periods_per_year=PER_YEAR):
    r = returns.dropna()
    if r.empty:
        return np.nan
    total_return = (1.0 + r).prod() - 1.0
    years = float(len(r)) / float(periods_per_year)
    if years <= 0:
        return np.nan
    return (1.0 + total_return) ** (1.0 / years) - 1.0

def annualized_vol(returns, periods_per_year=PER_YEAR):
    r = returns.dropna()
    if r.empty:
        return np.nan
    return r.std(ddof=1) * np.sqrt(periods_per_year)

def sharpe_ratio(returns, rf=0.0, periods_per_year=PER_YEAR):
    r = returns.dropna()
    if r.empty:
        return np.nan
    excess = r - rf / float(periods_per_year)
    vol = excess.std(ddof=1)
    if vol == 0:
        return np.nan
    return (excess.mean() * periods_per_year) / (vol * np.sqrt(periods_per_y
```

```

def sortino_ratio(returns, rf=0.0, periods_per_year=PER_YEAR):
    r = returns.dropna()
    if r.empty:
        return np.nan
    excess = r - rf / float(periods_per_year)
    downside = excess[excess < 0]
    if downside.empty:
        return np.nan
    downside_vol = downside.std(ddof=1) * np.sqrt(periods_per_year)
    if downside_vol == 0:
        return np.nan
    return cagr(returns, periods_per_year) / downside_vol

def max_drawdown(returns):
    r = returns.dropna()
    if r.empty:
        return np.nan
    wealth = (1.0 + r).cumprod()
    peak = wealth.cummax()
    dd = wealth / peak - 1.0
    return dd.min()

def drawdown_series(returns):
    r = returns.dropna()
    wealth = (1.0 + r).cumprod()
    peak = wealth.cummax()
    return wealth / peak - 1.0

def calmar_ratio(returns):
    mdd = max_drawdown(returns)
    if (mdd >= 0) or np.isnan(mdd):
        return np.nan
    return cagr(returns) / abs(mdd)

def win_rate(returns):
    r = returns.dropna()
    if r.empty:
        return np.nan
    return (r > 0).mean()

def max_monthly_stats(returns):
    r = returns.dropna()
    if r.empty:
        return np.nan, np.nan
    return r.min(), r.max()

def skew_kurtosis(returns):
    r = returns.dropna()

```

```

    if len(r) < 3:
        return np.nan, np.nan
    return stats.skew(r), stats.kurtosis(r, fisher=True)

def var_cvar(returns, alpha=0.95):
    r = returns.dropna()
    if r.empty:
        return np.nan, np.nan
    losses = -r
    var = np.quantile(losses, alpha)
    cvar = losses[losses >= var].mean()
    return var, cvar

def tracking_error_and_ir(strategy, benchmark):
    aligned = pd.concat([strategy, benchmark], axis=1, join='inner').dropna()
    if aligned.shape[0] == 0:
        return np.nan, np.nan
    excess = aligned.iloc[:, 0] - aligned.iloc[:, 1]
    te = annualized_vol(excess)
    if np.isnan(te) or te == 0:
        return te, np.nan
    ir = cagr(excess) / te
    return te, ir

def alpha_beta(strategy, benchmark):
    aligned = pd.concat([strategy, benchmark], axis=1, join='inner').dropna()
    if aligned.shape[0] < 3:
        return {
            'alpha': np.nan,
            'beta': np.nan,
            'alpha_t': np.nan,
            'beta_t': np.nan,
            'r2': np.nan,
        }
    y = aligned.iloc[:, 0].values.reshape(-1, 1)
    x = aligned.iloc[:, 1].values.reshape(-1, 1)
    reg = LinearRegression().fit(x, y)
    beta = float(reg.coef_[0, 0])
    alpha = float(reg.intercept_[0])
    y_pred = reg.predict(x).ravel()
    resid = aligned.iloc[:, 0].values - y_pred
    ss_res = np.sum(resid ** 2)
    ss_tot = np.sum((aligned.iloc[:, 0].values - aligned.iloc[:, 0].mean()) ** 2)
    if ss_tot != 0:
        r2 = 1.0 - ss_res / ss_tot
    else:
        r2 = np.nan

    n = len(aligned)
    if n > 2:
        se2 = ss_res / float(n - 2)
        sx2 = np.sum((x - x.mean()) ** 2)
        if sx2 != 0:

```

```

        se_beta = np.sqrt(se2 / sx2)
        beta_t = beta / se_beta if se_beta != 0 else np.nan
    else:
        beta_t = np.nan
    if sx2 != 0:
        se_alpha = np.sqrt(se2 * (1.0 / n + x.mean() ** 2 / sx2))
    else:
        se_alpha = np.nan
    if (se_alpha is not None) and (se_alpha != 0) and (not np.isnan(se_alpha)):
        alpha_t = alpha / se_alpha
    else:
        alpha_t = np.nan
    else:
        alpha_t = np.nan
        beta_t = np.nan

    return {
        'alpha': alpha * PER_YEAR, # 年化 alpha 近似
        'beta': beta,
        'alpha_t': alpha_t,
        'beta_t': beta_t,
        'r2': r2,
    }

```

```

In [24]: # 构建需要评估的序列: benchmark, g5, excess, ls
series_dict = {}
if 'benchmark' in monthly_ret_df.columns:
    series_dict['benchmark'] = monthly_ret_df['benchmark']
if 'g5' in monthly_ret_df.columns:
    series_dict['g5'] = monthly_ret_df['g5']
if ('benchmark' in monthly_ret_df.columns) and ('g5' in monthly_ret_df.columns):
    series_dict['excess_g5_vs_bm'] = monthly_ret_df['g5'] - monthly_ret_df['benchmark']
if 'ls' in monthly_ret_df.columns:
    series_dict['ls'] = monthly_ret_df['ls']

metrics = []
for name, r in series_dict.items():
    c = cagr(r)
    v = annualized_vol(r)
    s = sharpe_ratio(r)
    so = sortino_ratio(r)
    mdd = max_drawdown(r)
    cal = calmar_ratio(r)
    wr = win_rate(r)
    mn, mx = max_monthly_stats(r)
    sk, ku = skew_kurtosis(r)
    var95, cvar95 = var_cvar(r, 0.95)
    te, ir = (np.nan, np.nan)
    ab = {'alpha': np.nan, 'beta': np.nan, 'alpha_t': np.nan, 'beta_t': np.nan}
    if (name != 'benchmark') and ('benchmark' in series_dict):
        te, ir = tracking_error_and_ir(r, series_dict['benchmark'])
        ab = alpha_beta(r, series_dict['benchmark'])
    metrics.append({
        'series': name,
        'CAGR': c,
        'AnnVol': v,

```



```

        'Sharpe': s,
        'Sortino': so,
        'MaxDD': mdd,
        'Calmar': cal,
        'WinRate': wr,
        'MinMonth': mn,
        'MaxMonth': mx,
        'Skew': sk,
        'Kurtosis': ku,
        'VaR95': var95,
        'CVaR95': cvar95,
        'TrackingError': te,
        'InfoRatio': ir,
        'Alpha': ab['alpha'],
        'Beta': ab['beta'],
        'Alpha_t': ab['alpha_t'],
        'Beta_t': ab['beta_t'],
        'R2': ab['r2'],
    })

metrics_df = pd.DataFrame(metrics).set_index('series')
metrics_df

```

Out [24]:

	CAGR	AnnVol	Sharpe	Sortino	MaxDD	Calmar	Wir
series							
benchmark	0.121533	0.215217	0.623927	2.103121	-0.052243	2.326298	
g5	0.212426	0.205631	1.029419	4.689740	-0.039261	5.410628	
excess_g5_vs_bm	0.077632	0.073350	1.055220	2.882471	-0.023800	3.261865	
ls	0.007383	0.096436	0.119457	0.138595	-0.044471	0.166008	

E. 风险分析与归因

In [25]:

```

# 回撤曲线与滚动指标 (以 g5 为主策略, 若存在)
if 'g5' in series_dict:
    strat = series_dict['g5']
    dd = drawdown_series(strat)
    fig, ax = plt.subplots()
    dd.plot(ax=ax, color='C1')
    ax.set_title('g5 策略回撤曲线')
    ax.set_ylabel('回撤比例')
    ax.xaxis.set_major_formatter(mdates.DateFormatter('%Y-%m'))
    plt.xticks(rotation=45)
    plt.tight_layout()
    plt.show()

window = 6
roll_sharpe = strat.rolling(window).apply(lambda x: sharpe_ratio(x), raw=True)
roll_vol = strat.rolling(window).std() * np.sqrt(PER_YEAR)
if 'benchmark' in series_dict:
    roll_excess = (strat - series_dict['benchmark']).rolling(window).mean()

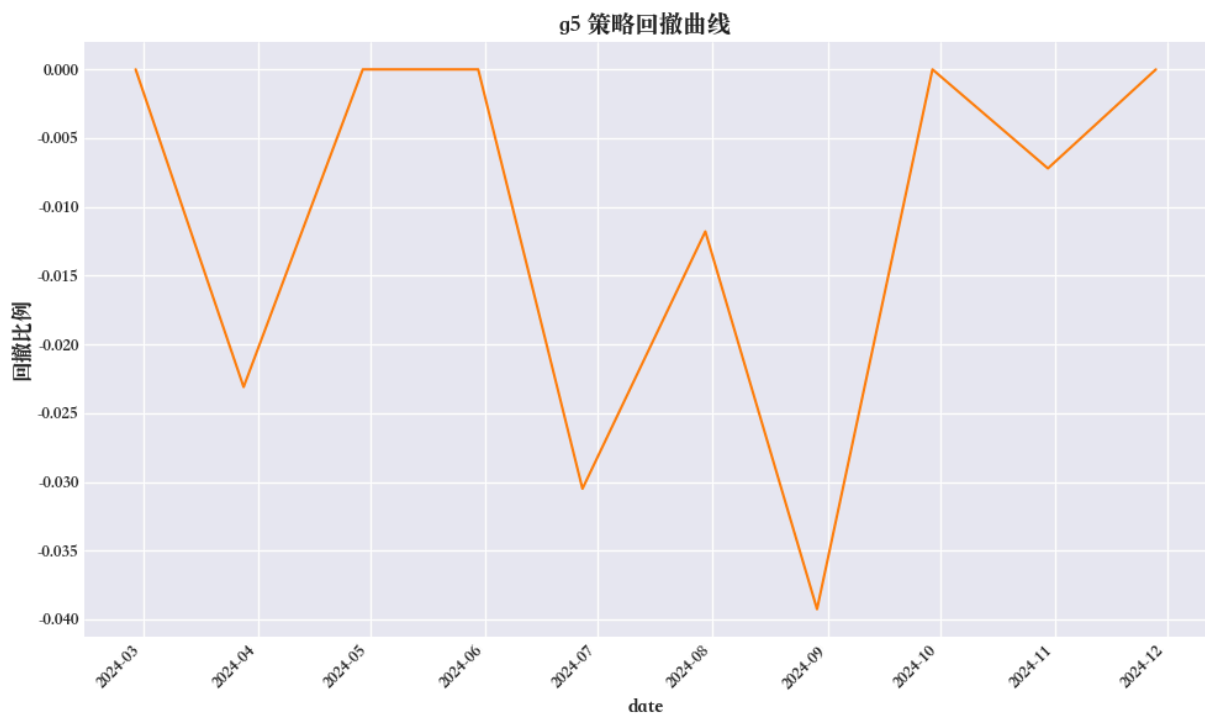
```

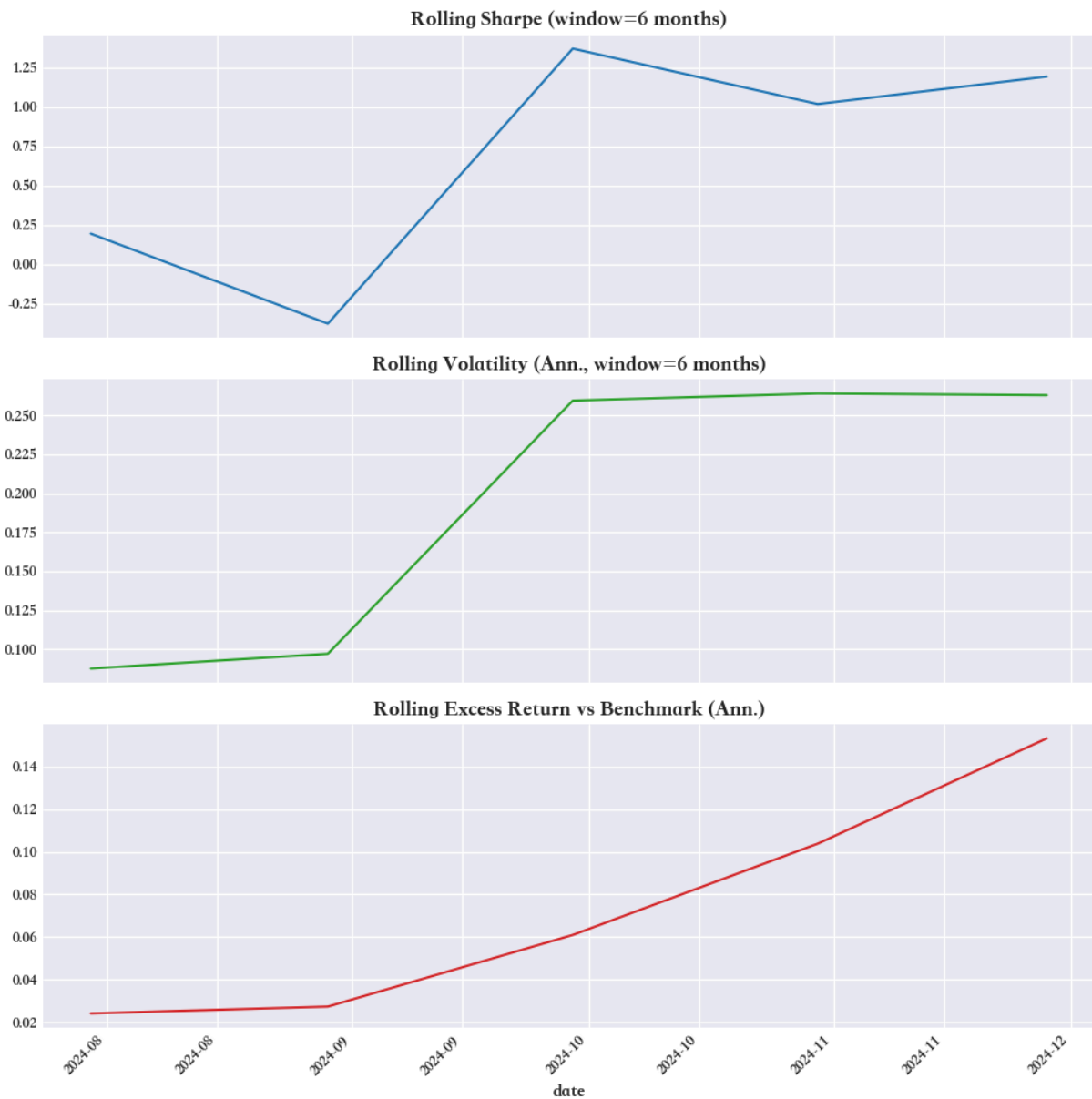
```

else:
    roll_excess = pd.Series(index=strat.index, dtype=float)

fig, axes = plt.subplots(3, 1, sharex=True, figsize=(10, 10))
roll_sharpe.plot(ax=axes[0], color='C0')
axes[0].set_title('Rolling Sharpe (window=6 months)')
roll_vol.plot(ax=axes[1], color='C2')
axes[1].set_title('Rolling Volatility (Ann., window=6 months)')
roll_excess.plot(ax=axes[2], color='C3')
axes[2].set_title('Rolling Excess Return vs Benchmark (Ann.)')
axes[2].xaxis.set_major_formatter(mdates.DateFormatter('%Y-%m'))
plt.xticks(rotation=45)
plt.tight_layout()
plt.show()
else:
    print('g5 不存在, 跳过回撤与滚动指标分析')

```





```
In [26]: # 回归分析: g5 ~ benchmark
if ('g5' in series_dict) and ('benchmark' in series_dict):
    ab = alpha_beta(series_dict['g5'], series_dict['benchmark'])
    print('回归结果 (g5 ~ benchmark): ')
    for k in ['alpha', 'beta', 'alpha_t', 'beta_t', 'r2']:
        v = ab.get(k, np.nan)
        if isinstance(v, (int, float)) and (not np.isnan(v)):
            print(' %s: %.4f' % (k, v))
        else:
            print(' %s: %s' % (k, v))
    else:
        print('缺少 g5 或 benchmark, 无法做回归分析')
```

回归结果 (g5 ~ benchmark):

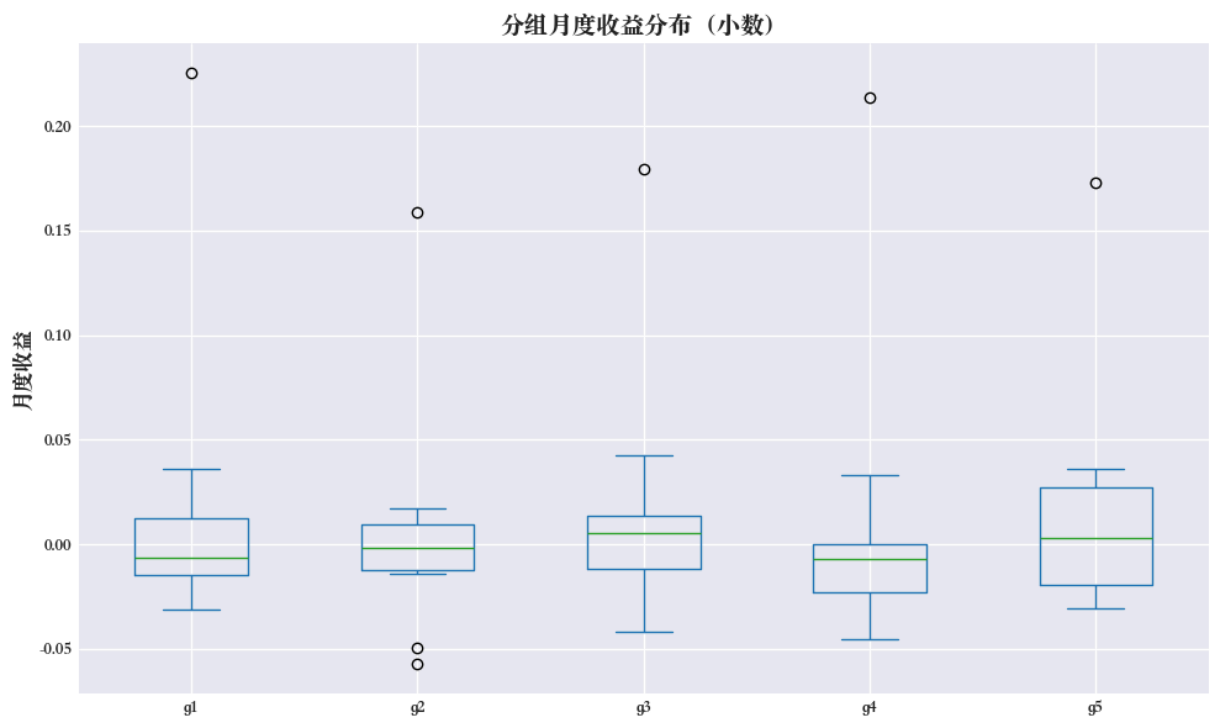
```
alpha: 0.0910
beta: 0.8984
alpha_t: 1.0996
beta_t: 7.8109
r2: 0.8841
```

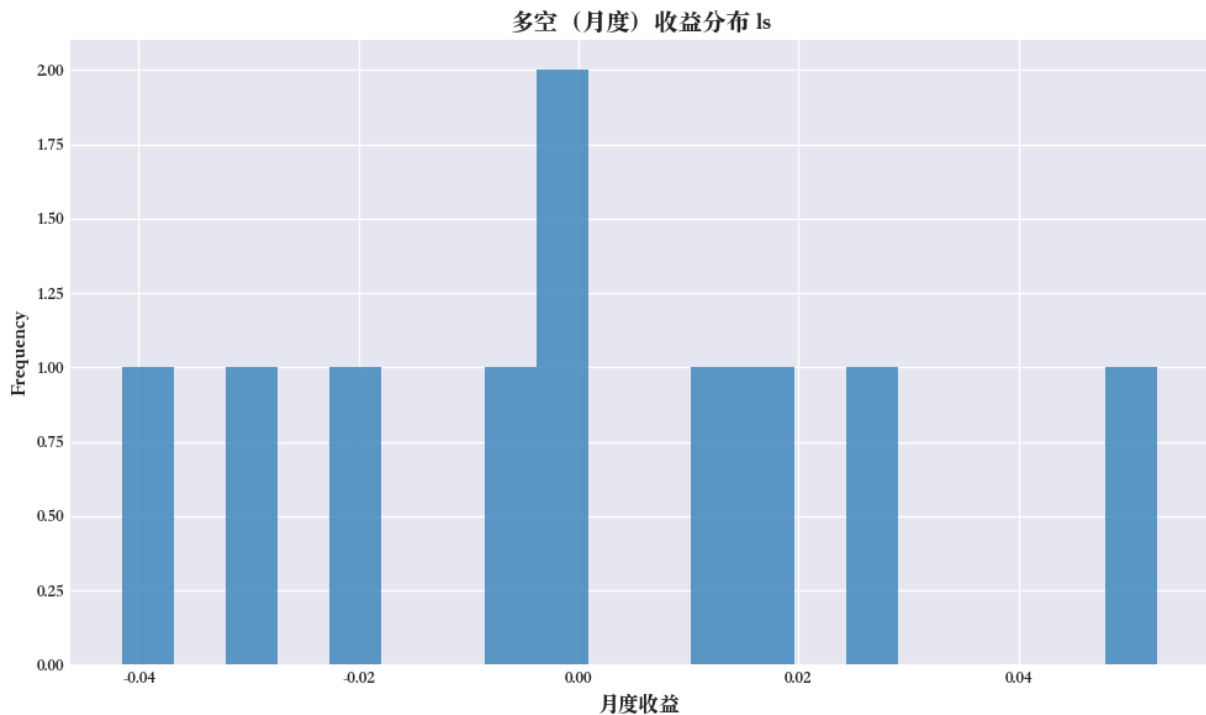
```

In [27]: # 分组对比: g1..g5 月度收益分布 & ls 分布
group_cols = [c for c in ['g1', 'g2', 'g3', 'g4', 'g5'] if c in monthly_ret_]
if group_cols:
    fig, ax = plt.subplots()
    monthly_ret_df[group_cols].plot(kind='box', ax=ax)
    ax.set_title('分组月度收益分布 (小数) ')
    ax.set_ylabel('月度收益')
    plt.tight_layout()
    plt.show()
else:
    print('未找到 g1..g5 列, 跳过分组对比箱线图')

if 'ls' in monthly_ret_df.columns:
    fig, ax = plt.subplots()
    monthly_ret_df['ls'].plot(kind='hist', bins=20, alpha=0.7, ax=ax)
    ax.set_title('多空 (月度) 收益分布 ls')
    ax.set_xlabel('月度收益')
    plt.tight_layout()
    plt.show()
else:
    print('未找到 ls 列, 跳过多空分布图')

```





```
In [28]: # 相关性分析
if ('g5' in series_dict) and ('benchmark' in series_dict):
    corr_g5_bm = series_dict['g5'].corr(series_dict['benchmark'])
    print('Corr(g5, benchmark) = %.4f' % corr_g5_bm)
    excess = series_dict['g5'] - series_dict['benchmark']
    corr_excess_bm = excess.corr(series_dict['benchmark'])
    print('Corr(excess, benchmark) = %.4f' % corr_excess_bm)
else:
    print('缺少 g5 或 benchmark, 跳过相关性分析')
```

Corr(g5, benchmark) = 0.9403
Corr(excess, benchmark) = -0.2982

F. 与框架自带统计结果交叉验证

```
In [29]: # 尝试展示框架输出的各类检验与统计表
check_keys = [
    '收益率检验',
    '因子显著性统计',
    '因子区分度检验',
    '因子持续性检验',
    '因子稳定性检验',
]

for k in check_keys:
    if k in sections:
        print('=== %s ===' % k)
        display(sections[k].head())
    else:
        print('[INFO] section `%s` 不存在, 跳过' % k)

print('\n当前我们计算的核心指标汇总: ')
display(metrics_df)
print('\n注意: 框架内置统计可能基于日度数据或使用不同的年化口径, 因此与本 Notebook 基于
```

=== 收益率检验 ===

组名		整体@平均收益 (%)	整体@标准差 (%)	整体@夏普比率	整体@胜率 (%)	整体@最大回撤% (日线)	近1年@平均收益 (%)	近1年@标准差 (%)	近1年@夏普比率	近1年@胜率 (%)	...	近2年@平均收益 (%)	近2年@标准差 (%)	近2年@夏普比率
第0组	1	2.08	7.95	0.26	44.44	-13.36	None	None	None	None	...	None	None	None
	2	0.65	6.24	0.10	33.33	-15.45	None	None	None	None	...	None	None	None
	3	1.76	6.63	0.27	55.56	-13.27	None	None	None	None	...	None	None	None
	4	1.23	7.88	0.16	33.33	-11.91	None	None	None	None	...	None	None	None
	5	1.97	6.26	0.32	55.56	-13.96	None	None	None	None	...	None	None	None

5 rows × 21 columns

=== 因子显著性统计 ===

	组名	整体@超额均值 (%)	整体@跟踪误差 (%)	整体@信息比率	整体@超额概率 (%)	整体@T-Stat	整体@P-Value	近1年@超额均值 (%)	近1年@跟踪误差 (%)	近1年@信息比率	...	近2年@信息比率	近2年@超额概率 (%)	近2年@T-Stat
0	第1组	0.96	2.30	0.42	55.56	1.25	87.75	None	None	None	...	None	None	None
1	第2组	-0.46	1.83	-0.25	33.33	-0.76	23.42	None	None	None	...	None	None	None
2	第3组	0.64	1.87	0.34	55.56	1.03	83.41	None	None	None	...	None	None	None
3	第4组	0.12	2.48	0.05	44.44	0.14	55.48	None	None	None	...	None	None	None
4	第5组	0.86	2.13	0.40	55.56	1.20	86.86	None	None	None	...	None	None	None

5 rows × 25 columns

=== 因子区分度检验 ===

	项目	整体@平均收益 (%)	整体@标准差 (%)	整体@夏普比率	整体@胜率 (%)	整体@T-Stat	整体@P-Value	近1年@平均收益 (%)	近1年@标准差 (%)	近1年@夏普比率	...	近2年@夏普比率	近2年@胜率 (%)	近2年@T-Stat
0	第一组 vs 最后一组	0.11	2.95	0.04	44.44	0.11	54.18	None	None	None	...	None	None	None

1 rows × 25 columns

=== 因子延续性检验 ===

	因子截止 日	检验开始 日	检验截止 日	IC	P- value	end_date	start_date	date
0	2024-02-29	2024-03-01	2024-03-29	0.14	0.34	2024-03-29	2024-03-01	2024-03-29
1	2024-03-29	2024-03-30	2024-04-30	-0.09	0.54	2024-04-30	2024-03-30	2024-04-30
2	2024-04-30	2024-05-01	2024-05-31	0.14	0.33	2024-05-31	2024-05-01	2024-05-31
3	2024-05-31	2024-06-01	2024-06-28	0.12	0.41	2024-06-28	2024-06-01	2024-06-28
4	2024-06-28	2024-06-29	2024-07-31	-0.26	0.07	2024-07-31	2024-06-29	2024-07-31

=== 因子稳定性检验 ===

	开始日	上期截止日	间隔期数	自相关系数	买入衰减(%)	买入反转(%)	卖出衰减(%)	卖出反转(%)	start_date	end_date	date
0	2024-03-29	2024-02-29	1.0	0.79	60.0	0.0	80.0	0.0	2024-03-29	2024-02-29	2024-02-29
1	2024-04-30	2024-03-29	1.0	0.57	60.0	10.0	50.0	0.0	2024-04-30	2024-03-29	2024-03-29
2	2024-05-31	2024-04-30	1.0	0.69	60.0	0.0	40.0	0.0	2024-05-31	2024-04-30	2024-04-30
3	2024-06-28	2024-05-31	1.0	0.67	50.0	10.0	40.0	0.0	2024-06-28	2024-05-31	2024-05-31
4	2024-07-31	2024-06-28	1.0	0.32	40.0	10.0	40.0	10.0	2024-07-31	2024-06-28	2024-06-28

当前我们计算的核心指标汇总：

	CAGR	AnnVol	Sharpe	Sortino	MaxDD	Calmar	WinR
series							
benchmark	0.121533	0.215217	0.623927	2.103121	-0.052243	2.326298	
g5	0.212426	0.205631	1.029419	4.689740	-0.039261	5.410628	
excess_g5_vs_bm	0.077632	0.073350	1.055220	2.882471	-0.023800	3.261865	
ls	0.007383	0.096436	0.119457	0.138595	-0.044471	0.166008	

注意：框架内置统计可能基于日度数据或使用不同的年化口径，因此与本 Notebook 基于月度数据的结果可能存在差异。

G. 结论与后续扩展方向

```
In [30]: from IPython.display import Markdown, display
```



```

def generate_conclusion(metrics_df):
    lines = []
    lines.append('## 策略表现小结')
    if 'g5' in metrics_df.index:
        m = metrics_df.loc['g5']
        lines.append('- 主策略 g5 的年化收益约为 %.2f%% , 年化波动约为 %.2f%% , Sh
            % (m['CAGR'] * 100.0, m['AnnVol'] * 100.0, m['Sharpe']))
        lines.append('- g5 的最大回撤约为 %.2f%%, Calmar 比率约为 %.2f。'
            % (m['MaxDD'] * 100.0, m['Calmar']))
        lines.append('- 月度胜率约为 %.2f%% , 最差 / 最好单月收益分别约为 %.2f%% /
            % (m['WinRate'] * 100.0, m['MinMonth'] * 100.0, m['MaxM
    if ('benchmark' in metrics_df.index) and ('g5' in metrics_df.index):
        mb = metrics_df.loc['benchmark']
        mg = metrics_df.loc['g5']
        lines.append('- 相比基准, g5 在年化收益 (%.2f%% 超额) 和风险暴露 (Beta≈%.2f
            % ((mg['CAGR'] - mb['CAGR']) * 100.0, mg['Beta']))
    if 'ls' in metrics_df.index:
        ml = metrics_df.loc['ls']
        lines.append('- 多空组合 ls 的年化收益约为 %.2f%% , Sharpe 约为 %.2f, 用于
            % (ml['CAGR'] * 100.0, ml['Sharpe']))

    lines.append('- 滚动指标 (Sharpe / 波动率 / 超额收益) 显示策略在不同阶段的稳定性,
    lines.append('- 若换手率信息可用, 可进一步结合交易成本假设, 评估净收益与资金容量。'
    lines.append('')
    lines.append('## 后续扩展: 多策略对比框架')
    lines.append('- 可以在本 Notebook 基础上, 将 `DATA_PATH` 参数化, 并对 equal_w
    lines.append('- 为四个策略分别构建月度收益序列与指标表, 最终拼接为一个多索引 DataF
    lines.append('- 可视化上叠加四条累计收益 / 超额曲线, 并对比其回撤、Sharpe、Calma
    lines.append('- 对于 IC / 区分度 / 稳定性等因子层面的统计, 也可以在多策略维度进行
    return '\n'.join(lines)

display(Markdown(generate_conclusion(metrics_df)))

```

策略表现小结

- 主策略 g5 的年化收益约为 21.24%，年化波动约为 20.56%，Sharpe 约为 1.03。
- g5 的最大回撤约为 -3.93%，Calmar 比率约为 5.41。
- 月度胜率约为 50.00%，最差 / 最好单月收益分别约为 -3.05% / 17.29%。
- 相比基准，g5 在年化收益（9.09% 超额）和风险暴露（Beta≈0.90）上的表现值得进一步对比。
- 多空组合 ls 的年化收益约为 0.74%，Sharpe 约为 0.12，用于刻画因子截面的区分能力。
- 滚动指标（Sharpe / 波动率 / 超额收益）显示策略在不同阶段的稳定性，可结合回撤曲线定位表现较差的时段。
- 若换手率信息可用，可进一步结合交易成本假设，评估净收益与资金容量。

后续扩展：多策略对比框架

- 可以在本 Notebook 基础上，将 `DATA_PATH` 参数化，并对 `equal_weights`、`rule_based`、`dynamic_weights`（当前）、`dynamic_weights_without_regime` 四个策略依次读取对应 JSON。
- 为四个策略分别构建月度收益序列与指标表，最终拼接为一个多索引 DataFrame（level0=策略名称，level1=指标名）。
- 可视化上叠加四条累计收益 / 超额曲线，并对比其回撤、Sharpe、Calmar 等关键风险收益指标。
- 对于 IC / 区分度 / 稳定性等因子层面的统计，也可以在多策略维度进行并列展示，帮助筛选更稳定、可扩展的组合方式。

In []:

In []: