

## 分析流程

### 数据源

[mem\\_副本\(1\).csv](#)

### 算法配置

算法：多配对样本Friedman检验

变量：变量:{a, b, c, d, e, f, g, h, i}

### 分析结果

多配对样本Friedman检验用于分析多个变量数据是否存在显著性差异：显著性P值为0.000\*\*\*，因此统计结果显著，说明a、b、c、d、e、f、g、h、i之间存在显著差异；其差异幅度Cohen's f值为：0.183，小程度差异。

## 分析步骤

1. 分别检验变量的正态性检验，查看数据的总体分布是否呈现正态性分布，若检验通过，建议采用方差分析。
2. 查看Friedman检验表，若呈现显著性，可以查看中位数对差异进行分析，反之则表明不呈现差异性。
3. 若Friedman检验呈现显著性，也可借助效应量化分析对差异性进行量化分析。
4. 若Friedman检验呈现显著性，可以通过Nemenyi检验进行两两配对检验，查看具体是哪里产生差异性。

## 详细结论

### 输出结果1：正态性检验结果

复制

| 变量名 | 样本量 | 平均值    | 标准差    | 偏度    | 峰度     | S-W检验           | K-S检验           |
|-----|-----|--------|--------|-------|--------|-----------------|-----------------|
| a   | 22  | 3.146  | 13.083 | 4.684 | 21.959 | 0.238(0.000***) | 0.499(0.000***) |
| b   | 22  | 2.595  | 9.373  | 4.643 | 21.683 | 0.263(0.000***) | 0.445(0.000***) |
| c   | 22  | 19.764 | 59.009 | 4.575 | 21.217 | 0.305(0.000***) | 0.396(0.001***) |

|   |    |        |         |       |        |                 |                 |
|---|----|--------|---------|-------|--------|-----------------|-----------------|
| d | 22 | 3.478  | 14.46   | 4.686 | 21.968 | 0.237(0.000***) | 0.503(0.000***) |
| e | 22 | 33.519 | 134.69  | 4.681 | 21.94  | 0.243(0.000***) | 0.492(0.000***) |
| f | 22 | 38.606 | 157.317 | 4.683 | 21.95  | 0.241(0.000***) | 0.496(0.000***) |
| g | 22 | 21.034 | 78.448  | 4.662 | 21.809 | 0.262(0.000***) | 0.459(0.000***) |
| h | 22 | 1.727  | 6.601   | 4.675 | 21.898 | 0.253(0.000***) | 0.491(0.000***) |
| i | 22 | 2.956  | 10.952  | 4.663 | 21.816 | 0.252(0.000***) | 0.451(0.000***) |

注: \*\*\*、 \*\*、 \*分别代表1%、 5%、 10%的显著性水平

#### 图表说明:

上表展示了定量变量a、 b、 c、 d、 e、 f、 g、 h、 i的描述性统计和正态性检验的结果，包括均值、标准差等，用于检验数据的正态性。

- 通常正态分布的检验方法有两种，一种是Shapiro-Wilk检验，适用于小样本资料（样本量≤5000）；另一种是Kolmogorov-Smirnov检验，适用于大样本资料（样本量>5000）。
- 若呈现显著性( $P<0.05$ )，则说明拒绝原假设（数据符合正态分布），该数据不满足正态分布，反之则说明该数据满足正态分布。

PS：若呈现正态性分布，一般选用方差分析。

#### 智能分析:

分析项：a样本N < 5000，采用S-W检验，显著性P值为0.000\*\*\*，水平上呈现显著性，拒绝原假设，因此数据不满足正态分布，可以进行Friedman检验。

分析项：b样本N < 5000，采用S-W检验，显著性P值为0.000\*\*\*，水平上呈现显著性，拒绝原假设，因此数据不满足正态分布，可以进行Friedman检验。

分析项：c样本N < 5000，采用S-W检验，显著性P值为0.000\*\*\*，水平上呈现显著性，拒绝原假设，因此数据不满足正态分布，可以进行Friedman检验。

分析项：d样本N < 5000，采用S-W检验，显著性P值为0.000\*\*\*，水平上呈现显著性，拒绝原假设，因此数据不满足正态分布，可以进行Friedman检验。

分析项：e样本N < 5000，采用S-W检验，显著性P值为0.000\*\*\*，水平上呈现显著性，拒绝原假设，因此数据不满足正态分布，可以进行Friedman检验。

分析项：f样本N < 5000，采用S-W检验，显著性P值为0.000\*\*\*，水平上呈现显著性，拒绝原假设，因此数据不满足正态分布，可以进行Friedman检验。

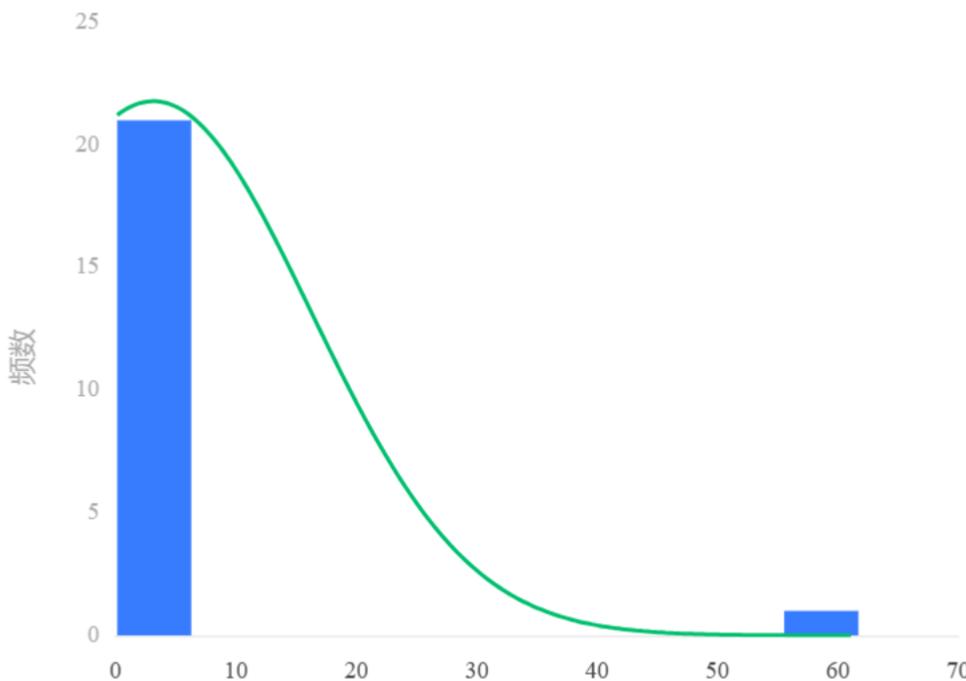
分析项：g样本N < 5000，采用S-W检验，显著性P值为0.000\*\*\*，水平上呈现显著性，拒绝原假设，因此数据不满足正态分布，可以进行Friedman检验。

分析项：h样本N < 5000，采用S-W检验，显著性P值为0.000\*\*\*，水平上呈现显著性，拒绝原假设，因此数据不满足正态分布，可以进行Friedman检验。

分析项：i样本N < 5000，采用S-W检验，显著性P值为0.000\*\*\*，水平上呈现显著性，拒绝原假设，因此数据不满足正态分布，可以进行Friedman检验。

#### 输出结果2：正态性检验直方图

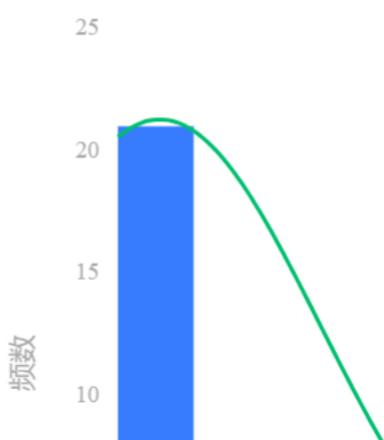
a

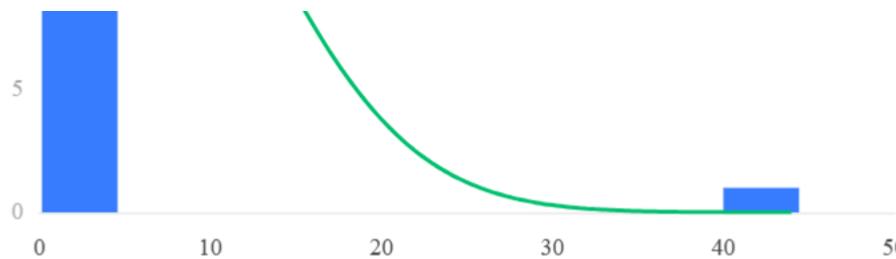


#### 图表说明:

上图展示了数据正态性检验的结果，若正态图基本上呈现出钟形（中间高，两端低），则说明数据虽然不是绝对正态，但基本可接受为正态分布。

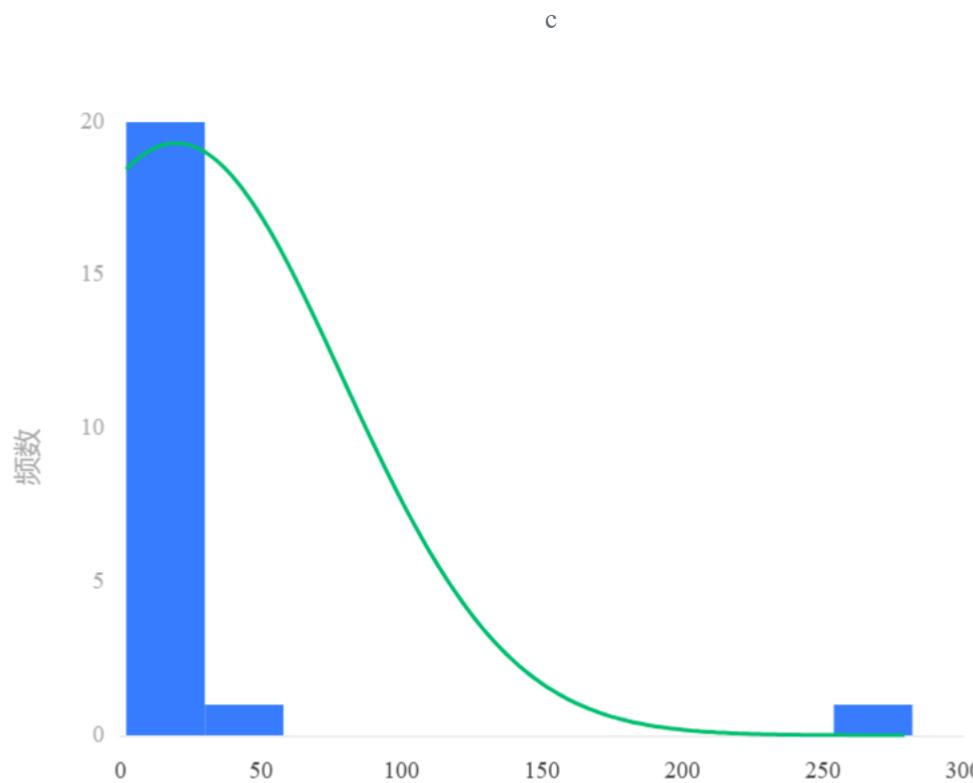
b





#### 图表说明:

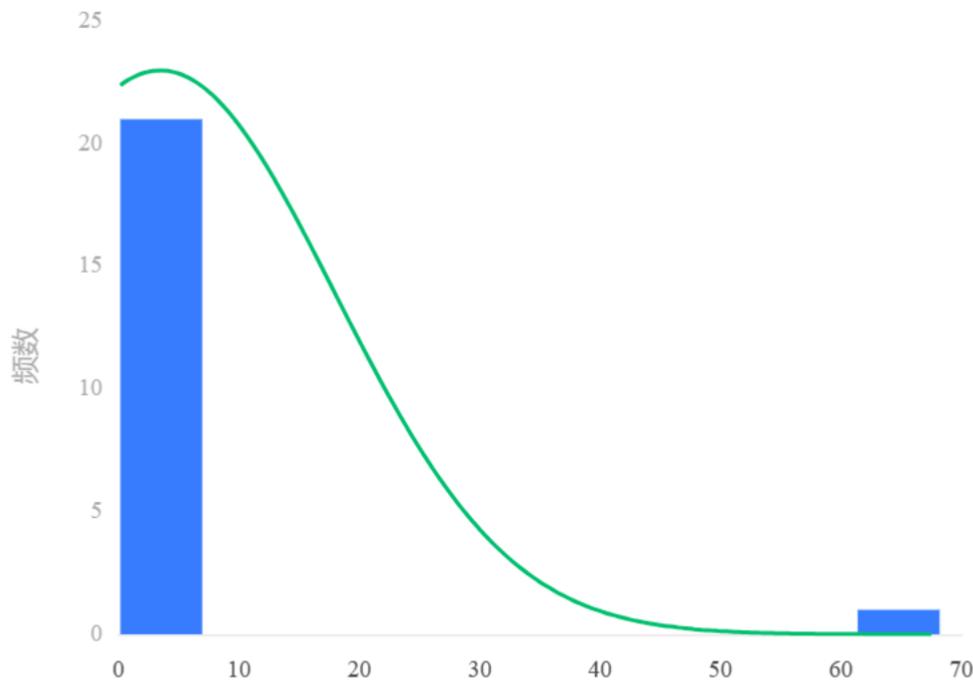
上图展示了数据正态性检验的结果，若正态图基本上呈现出钟形（中间高，两端低），则说明数据虽然不是绝对正态，但基本可接受为正态分布。



#### 图表说明:

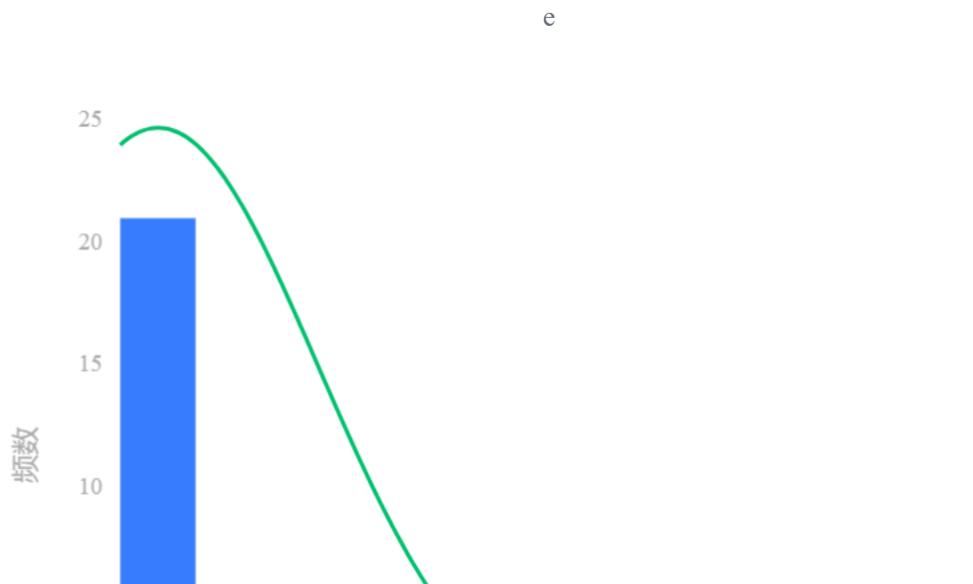
上图展示了数据正态性检验的结果，若正态图基本上呈现出钟形（中间高，两端低），则说明数据虽然不是绝对正态，但基本可接受为正态分布。

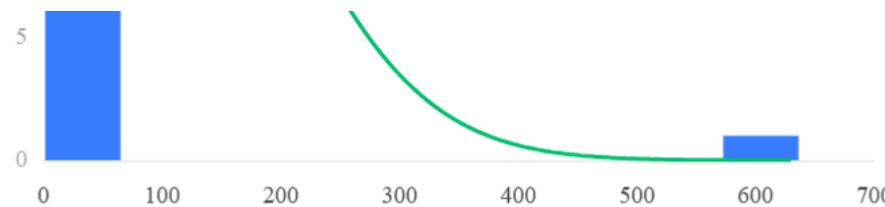
d



#### 图表说明：

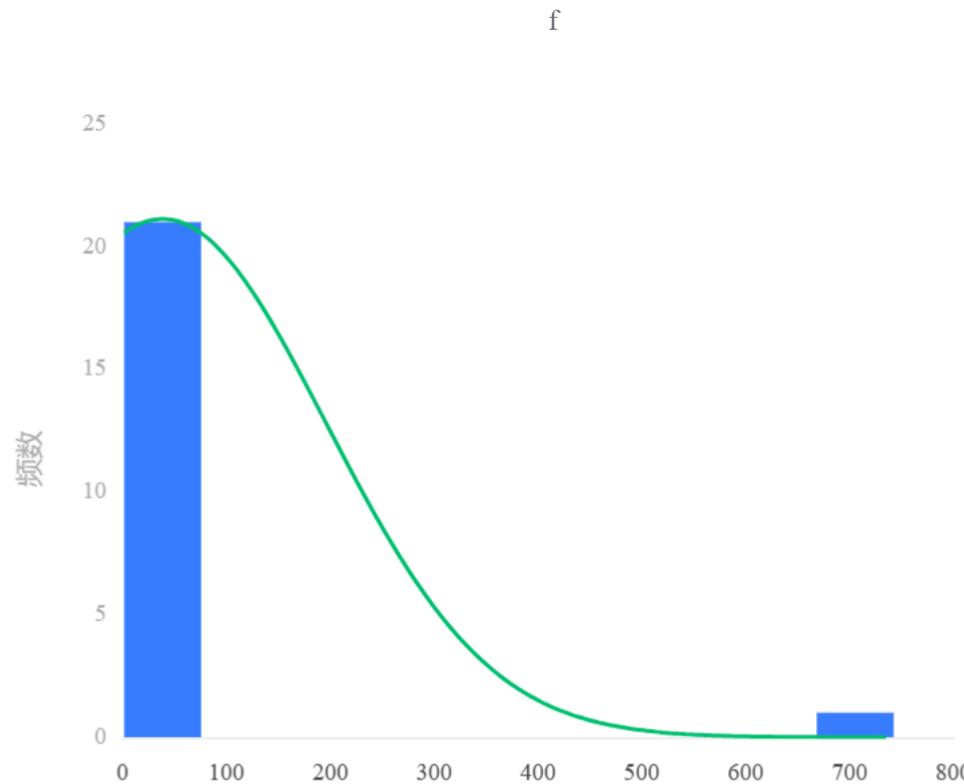
上图展示了数据正态性检验的结果，若正态图基本上呈现出钟形（中间高，两端低），则说明数据虽然不是绝对正态，但基本可接受为正态分布。





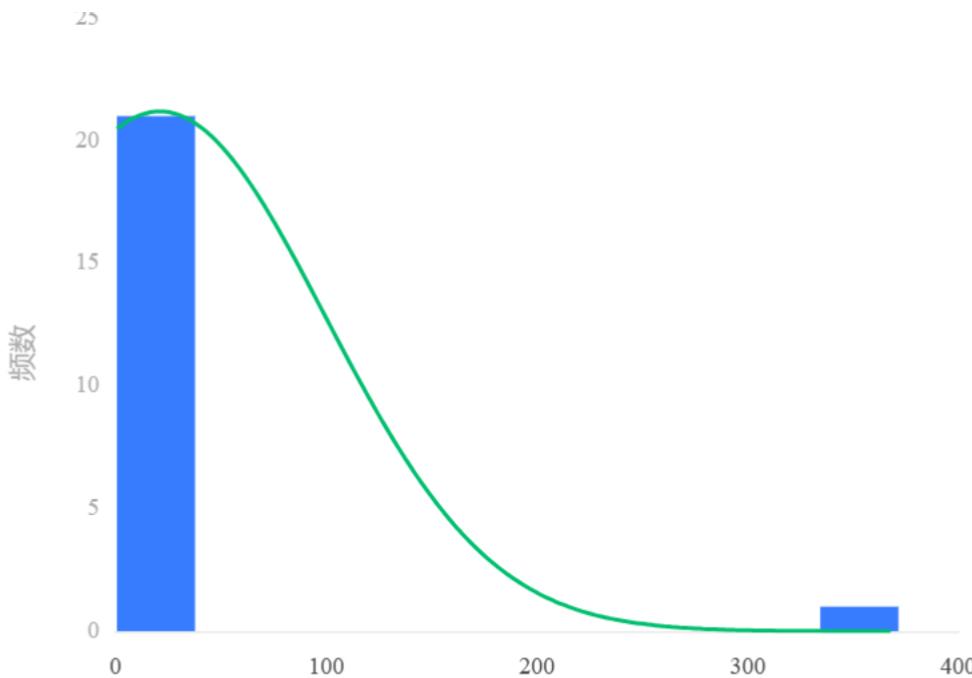
#### 图表说明:

上图展示了数据正态性检验的结果，若正态图基本上呈现出钟形（中间高，两端低），则说明数据虽然不是绝对正态，但基本可接受为正态分布。



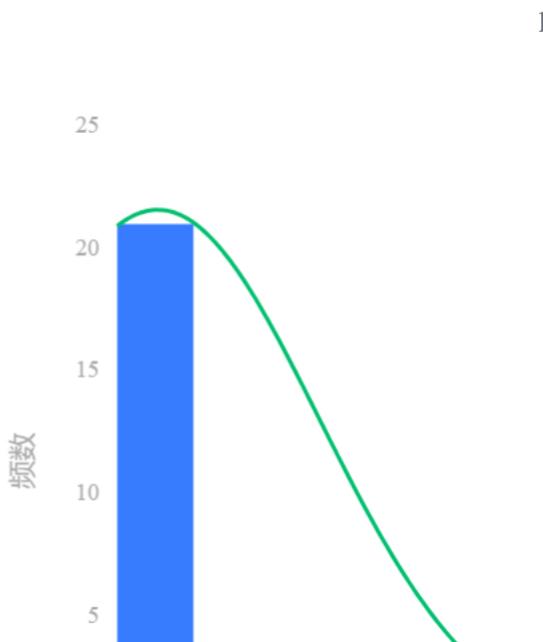
#### 图表说明:

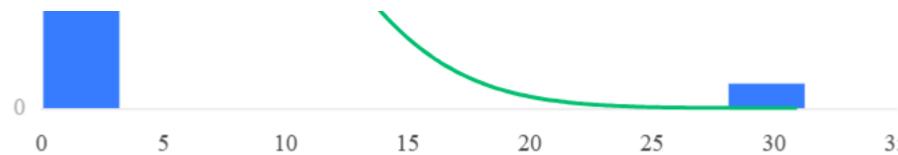
上图展示了数据正态性检验的结果，若正态图基本上呈现出钟形（中间高，两端低），则说明数据虽然不是绝对正态，但基本可接受为正态分布。



#### 图表说明：

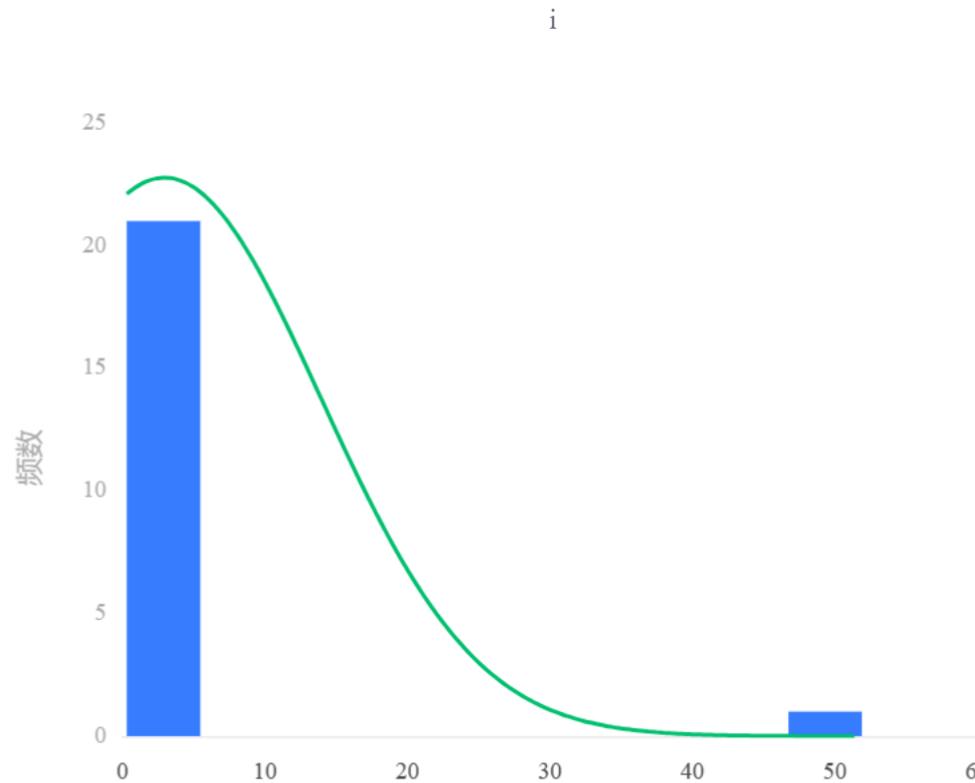
上图展示了数据正态性检验的结果，若正态图基本上呈现出钟形（中间高，两端低），则说明数据虽然不是绝对正态，但基本可接受为正态分布。





#### 图表说明：

上图展示了数据正态性检验的结果，若正态图基本上呈现出钟形（中间高，两端低），则说明数据虽然不是绝对正态，但基本可接受为正态分布。



#### 图表说明：

上图展示了数据正态性检验的结果，若正态图基本上呈现出钟形（中间高，两端低），则说明数据虽然不是绝对正态，但基本可接受为正态分布。

#### 输出结果3：Friedman检验分析结果表

复制

| 变量名 | 样本量 | 中位数 | 标准差 | 统计量 | P | Cohen's f值 |
|-----|-----|-----|-----|-----|---|------------|
|     |     |     |     |     |   |            |

|   |    |       |         |         |          |       |
|---|----|-------|---------|---------|----------|-------|
| a | 22 | 0.23  | 13.083  |         |          |       |
| b | 22 | 0.345 | 9.373   |         |          |       |
| c | 22 | 4.22  | 59.009  |         |          |       |
| d | 22 | 0.265 | 14.46   |         |          |       |
| e | 22 | 3.265 | 134.69  |         |          |       |
| f | 22 | 3.1   | 157.317 |         |          |       |
| g | 22 | 2.555 | 78.448  |         |          |       |
| h | 22 | 0.165 | 6.601   |         |          |       |
| i | 22 | 0.44  | 10.952  |         |          |       |
|   |    |       |         | 150.939 | 0.000*** | 0.183 |

注：\*\*\*、\*\*、\*分别代表1%、5%、10%的显著性水平

#### 图表说明：

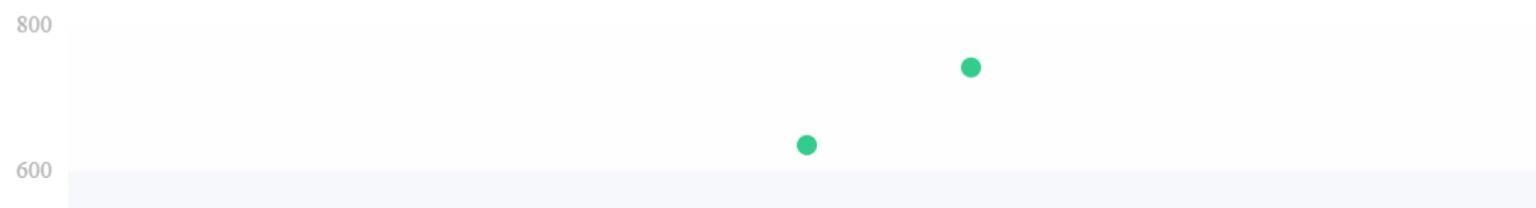
上表展示了Friedman检验的结果，包括中位数、统计量与效应量Cohen's f值。

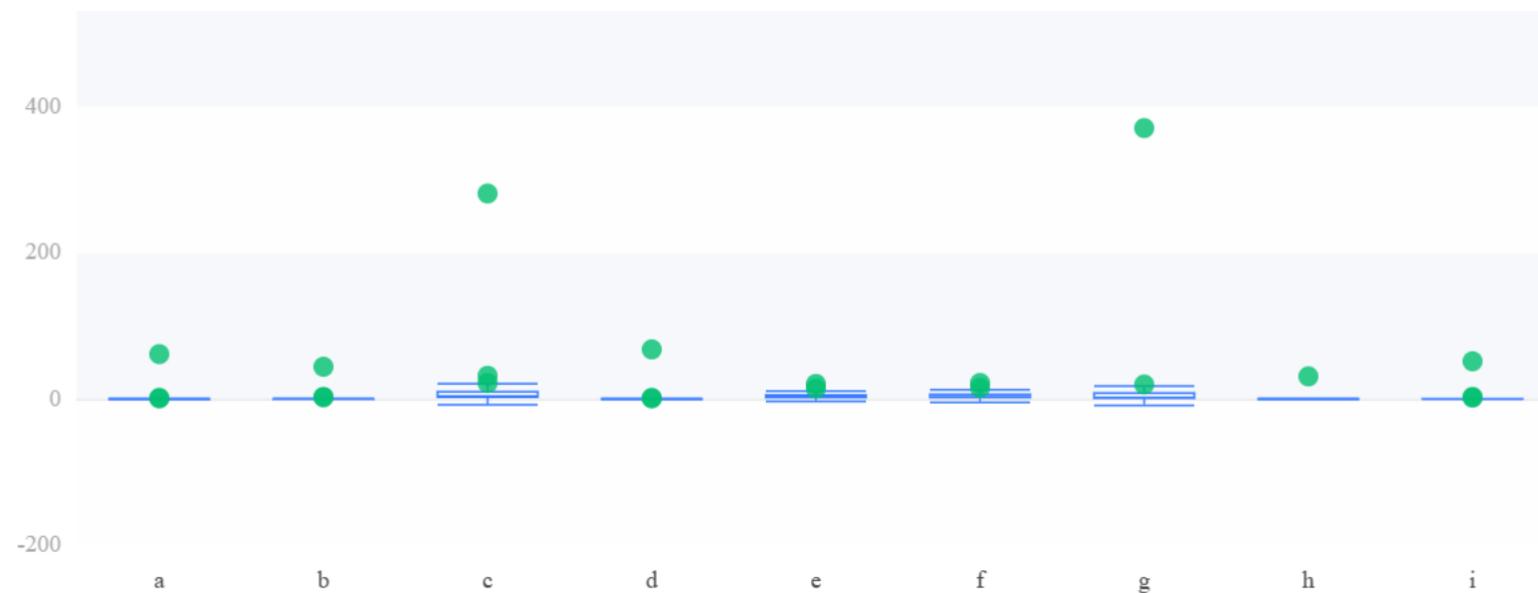
- 分析每个分析项的P值是否显著( $P < 0.05$ )。
- 若呈显著性，拒绝原假设，说明两组数据之间存在显著性差异，可以根据中位数±标准差的方式对差异进行分析，反之则表明数据不呈现差异性。
- Cohen's f值：表示效应量大小，效应量小、中、大的区分临界点分别是：0.1、0.25和0.40。

#### 智能分析：

通过Friedman检验分析结果表可知，显著性P值为0.000\*\*\*，因此统计结果显著，说明a、b、c、d、e、f、g、h、i之间存在显著差异；其差异幅度Cohen's f值为：0.183，小程度差异。

#### 输出结果4：箱线图对比





#### 图表说明：

上图展示了各配对样本的箱线图结果。

- 箱线图是利用数据中的五个统计量：最小值、第一四分位数、中位数、第三四分位数与最大值来描述数据的一种方法，它也可以粗略地看出数据是否具有对称性，分布的分散程度等信息，特别可以用于对几个样本的比较。

#### 输出结果5：事后多重比较

[复制](#)

| 配对变量 | 中位数±标准差     |              |                | 统计量    | P        | Cohen's d |
|------|-------------|--------------|----------------|--------|----------|-----------|
|      | 配对1         | 配对2          | 配对差值 (配对1-配对2) |        |          |           |
| a配对b | 0.23±13.083 | 0.345±9.373  | 0.115±3.71     | 2.608  | 0.632    | 0.048     |
| a配对c | 0.23±13.083 | 4.22±59.009  | 3.99±45.926    | 10.159 | 0.001*** | 0.389     |
| a配对d | 0.23±13.083 | 0.265±14.46  | 0.035±1.377    | 1.596  | 0.900    | 0.024     |
| a配对e | 0.23±13.083 | 3.265±134.69 | 3.035±121.607  | 9.186  | 0.001*** | 0.317     |
| a配对f | 0.23±13.083 | 3.1±157.317  | 2.87±144.233   | 9.809  | 0.001*** | 0.318     |
| a配对g | 0.23±13.083 | 0.555±79.449 | 0.325±65.265   | 7.746  | 0.001*** | 0.219     |

| 对照组  | 0.23±13.083  | 2.000±0.440  | 2.020±0.500   | 1.140 | 0.001*** | 0.310 |
|------|--------------|--------------|---------------|-------|----------|-------|
| a配对h | 0.23±13.083  | 0.165±6.601  | 0.065±6.483   | 0.701 | 0.900    | 0.137 |
| a配对i | 0.23±13.083  | 0.44±10.952  | 0.21±2.132    | 4.087 | 0.091*   | 0.016 |
| b配对c | 0.345±9.373  | 4.22±59.009  | 3.875±49.636  | 7.551 | 0.001*** | 0.406 |
| b配对d | 0.345±9.373  | 0.265±14.46  | 0.08±5.087    | 1.012 | 0.900    | 0.072 |
| b配对e | 0.345±9.373  | 3.265±134.69 | 2.92±125.317  | 6.578 | 0.001*** | 0.324 |
| b配对f | 0.345±9.373  | 3.1±157.317  | 2.755±147.943 | 7.201 | 0.001*** | 0.323 |
| b配对g | 0.345±9.373  | 2.555±78.448 | 2.21±69.075   | 5.138 | 0.009*** | 0.33  |
| b配对h | 0.345±9.373  | 0.165±6.601  | 0.18±2.773    | 3.309 | 0.318    | 0.107 |
| b配对i | 0.345±9.373  | 0.44±10.952  | 0.095±1.578   | 1.479 | 0.900    | 0.035 |
| c配对d | 4.22±59.009  | 0.265±14.46  | 3.955±44.549  | 8.563 | 0.001*** | 0.379 |
| c配对e | 4.22±59.009  | 3.265±134.69 | 0.955±75.681  | 0.973 | 0.900    | 0.132 |
| c配对f | 4.22±59.009  | 3.1±157.317  | 1.12±98.307   | 0.35  | 0.900    | 0.159 |
| c配对g | 4.22±59.009  | 2.555±78.448 | 1.665±19.439  | 2.413 | 0.715    | 0.018 |
| c配对h | 4.22±59.009  | 0.165±6.601  | 4.055±52.409  | 10.86 | 0.001*** | 0.43  |
| c配对i | 4.22±59.009  | 0.44±10.952  | 3.78±48.058   | 6.072 | 0.001*** | 0.396 |
| d配对e | 0.265±14.46  | 3.265±134.69 | 3±120.23      | 7.59  | 0.001*** | 0.314 |
| d配对f | 0.265±14.46  | 3.1±157.317  | 2.835±142.856 | 8.213 | 0.001*** | 0.314 |
| d配对g | 0.265±14.46  | 2.555±78.448 | 2.29±63.988   | 6.15  | 0.001*** | 0.311 |
| d配对h | 0.265±14.46  | 0.165±6.601  | 0.1±7.86      | 2.297 | 0.765    | 0.156 |
| d配对i | 0.265±14.46  | 0.44±10.952  | 0.175±3.509   | 2.491 | 0.682    | 0.041 |
| 平均数  | 0.265±134.69 | 2.1±157.317  | 2.105±100.607 | 6.600 | 0.000    | 0.305 |

| e配对j | 3.265±134.69 | 3.1±157.317  | 0.165±6.601 | 0.44±10.952 | 2.555±78.448 | 0.71±56.242 | 3.1±128.089 | 2.825±123.738 | 0.545±78.868  | 2.935±150.716 | 2.66±146.365 | 2.39±71.848 | 2.115±67.497 | 0.275±4.351 | 0.632 | 0.900    | 0.030 |
|------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|---------------|---------------|---------------|--------------|-------------|--------------|-------------|-------|----------|-------|
| e配对g | 3.265±134.69 | 2.555±78.448 |             |             |              | 0.71±56.242 |             |               |               |               |              |             |              |             | 1.44  | 0.900    | 0.113 |
| e配对h | 3.265±134.69 | 0.165±6.601  |             |             |              |             | 3.1±128.089 |               |               |               |              |             |              |             | 9.887 | 0.001*** | 0.333 |
| e配对i | 3.265±134.69 | 0.44±10.952  |             |             |              |             |             | 2.825±123.738 |               |               |              |             |              |             | 5.099 | 0.009*** | 0.32  |
| f配对g | 3.1±157.317  | 2.555±78.448 |             |             |              |             |             |               | 0.545±78.868  |               |              |             |              |             | 2.063 | 0.865    | 0.141 |
| f配对h | 3.1±157.317  | 0.165±6.601  |             |             |              |             |             |               | 2.935±150.716 |               |              |             |              |             | 10.51 | 0.001*** | 0.331 |
| f配对i | 3.1±157.317  | 0.44±10.952  |             |             |              |             |             |               | 2.66±146.365  |               |              |             |              |             | 5.722 | 0.002*** | 0.32  |
| g配对h | 2.555±78.448 | 0.165±6.601  |             |             |              |             |             |               | 2.39±71.848   |               |              |             |              |             | 8.447 | 0.001*** | 0.347 |
| g配对i | 2.555±78.448 | 0.44±10.952  |             |             |              |             |             |               | 2.115±67.497  |               |              |             |              |             | 3.659 | 0.192    | 0.323 |
| h配对i | 0.165±6.601  | 0.44±10.952  |             |             |              |             |             |               | 0.275±4.351   |               |              |             |              |             | 4.788 | 0.020**  | 0.136 |

注: \*\*\*、\*\*、\*分别代表1%、5%、10%的显著性水平

### 图表说明:

上表展示了模型检验的结果，包括中位数、统计量、显著性P值和效应量等。

- 分析每组配对样本的P值是否呈现出显著性( $P<0.05$ )。
- 若呈现显著性，则拒绝原假设，说明每组配对样本存在差异，反之，则说明每组配对样本之间不存在显著性差异。
- Cohen's d值：表示差异效应量，值小于0.2表示差异幅度非常小；值于[0.2,0.5)表示差异幅度较小；值于[0.5,0.8)表示差异幅度中等；值大于0.8表示差异幅度非常大。

### 智能分析:

事后多重比较采用Nemenyi两两比较差异性，结果显示：

基于配对a和b，显著性P值为0.632，水平上呈现不显著性，不能拒绝原假设，因此a和b之间不存在显著性差异。

基于配对a和c，显著性P值为0.001\*\*\*，水平上呈现显著性，拒绝原假设，因此a和c之间存在显著性差异。

基于配对a和d，显著性P值为0.900，水平上呈现不显著性，不能拒绝原假设，因此a和d之间不存在显著性差异。

基于配对a和e，显著性P值为0.001\*\*\*，水平上呈现显著性，拒绝原假设，因此a和e之间存在显著性差异。

基于配对a和f，显著性P值为0.001\*\*\*，水平上呈现显著性，拒绝原假设，因此a和f之间存在显著性差异。

基于配对a和g，显著性P值为0.001\*\*\*，水平上呈现显著性，拒绝原假设，因此a和g之间存在显著性差异。

基于配对a和h，显著性P值为0.900，水平上呈现不显著性，不能拒绝原假设，因此a和h之间不存在显著性差异。

基于配对a和i, 显著性P值为0.091\*, 水平上呈现不显著性, 不能拒绝原假设, 因此a和i之间不存在显著性差异。

基于配对b和c, 显著性P值为0.001\*\*\*, 水平上呈现显著性, 拒绝原假设, 因此b和c之间存在显著性差异。

基于配对b和d, 显著性P值为0.900, 水平上呈现不显著性, 不能拒绝原假设, 因此b和d之间不存在显著性差异。

基于配对b和e, 显著性P值为0.001\*\*\*, 水平上呈现显著性, 拒绝原假设, 因此b和e之间存在显著性差异。

基于配对b和f, 显著性P值为0.001\*\*\*, 水平上呈现显著性, 拒绝原假设, 因此b和f之间存在显著性差异。

基于配对b和g, 显著性P值为0.009\*\*\*, 水平上呈现显著性, 拒绝原假设, 因此b和g之间存在显著性差异。

基于配对b和h, 显著性P值为0.318, 水平上呈现不显著性, 不能拒绝原假设, 因此b和h之间不存在显著性差异。

基于配对b和i, 显著性P值为0.900, 水平上呈现不显著性, 不能拒绝原假设, 因此b和i之间不存在显著性差异。

基于配对c和d, 显著性P值为0.001\*\*\*, 水平上呈现显著性, 拒绝原假设, 因此c和d之间存在显著性差异。

基于配对c和e, 显著性P值为0.900, 水平上呈现不显著性, 不能拒绝原假设, 因此c和e之间不存在显著性差异。

基于配对c和f, 显著性P值为0.900, 水平上呈现不显著性, 不能拒绝原假设, 因此c和f之间不存在显著性差异。

基于配对c和g, 显著性P值为0.715, 水平上呈现不显著性, 不能拒绝原假设, 因此c和g之间不存在显著性差异。

基于配对c和h, 显著性P值为0.001\*\*\*, 水平上呈现显著性, 拒绝原假设, 因此c和h之间存在显著性差异。

基于配对c和i, 显著性P值为0.001\*\*\*, 水平上呈现显著性, 拒绝原假设, 因此c和i之间存在显著性差异。

基于配对d和e, 显著性P值为0.001\*\*\*, 水平上呈现显著性, 拒绝原假设, 因此d和e之间存在显著性差异。

基于配对d和f, 显著性P值为0.001\*\*\*, 水平上呈现显著性, 拒绝原假设, 因此d和f之间存在显著性差异。

基于配对d和g, 显著性P值为0.001\*\*\*, 水平上呈现显著性, 拒绝原假设, 因此d和g之间存在显著性差异。

基于配对d和h, 显著性P值为0.765, 水平上呈现不显著性, 不能拒绝原假设, 因此d和h之间不存在显著性差异。

基于配对d和i, 显著性P值为0.682, 水平上呈现不显著性, 不能拒绝原假设, 因此d和i之间不存在显著性差异。

基于配对e和f, 显著性P值为0.900, 水平上呈现不显著性, 不能拒绝原假设, 因此e和f之间不存在显著性差异。

基于配对e和g, 显著性P值为0.900, 水平上呈现不显著性, 不能拒绝原假设, 因此e和g之间不存在显著性差异。

基于配对e和h, 显著性P值为0.001\*\*\*, 水平上呈现显著性, 拒绝原假设, 因此e和h之间存在显著性差异。

基于配对e和i, 显著性P值为0.009\*\*\*, 水平上呈现显著性, 拒绝原假设, 因此e和i之间存在显著性差异。

基于配对f和g, 显著性P值为0.865, 水平上呈现不显著性, 不能拒绝原假设, 因此f和g之间不存在显著性差异。

基于配对f和h, 显著性P值为0.001\*\*\*, 水平上呈现显著性, 拒绝原假设, 因此f和h之间存在显著性差异。

基于配对f和i, 显著性P值为0.002\*\*\*, 水平上呈现显著性, 拒绝原假设, 因此f和i之间存在显著性差异。

基于配对g和h, 显著性P值为0.001\*\*\*, 水平上呈现显著性, 拒绝原假设, 因此g和h之间存在显著性差异。

基于配对g和i, 显著性P值为0.192, 水平上呈现不显著性, 不能拒绝原假设, 因此g和i之间不存在显著性差异。

基于配对h和i, 显著性P值为0.020\*\*, 水平上呈现显著性, 拒绝原假设, 因此h和i之间存在显著性差异。

- [1] Scientific Platform Serving for Statistics Professional 2021. SPSSPRO. (Version 1.0.11)[Online Application Software]. Retrieved from <https://www.spsspro.com>.
- [2] 程晓亮.鞍山地区经济数据的非参数统计分析[J].鞍山师范学院学报,2017,19(04):6-8.