

## 分析流程

### 数据源

[accnew.csv](#)

### 算法配置

算法：多配对样本Friedman检验

变量：变量:{DWM, BAI, ARF, AEE, LevBag, OzaBag, SRP, oBoost, CAGGA}

### 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DWM、BAI、ARF、AEE、LevBag、OzaBag、SRP、oBoost、CAGGA之间存在显著差异；其差异幅度Cohen's f值为：0.348，中等程度差异。

## 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
DWM	22	0.783	0.125	-0.442	-1.005	0.914(0.056*)	0.173(0.473)
BAI	22	0.821	0.133	-0.727	-0.539	0.906(0.039**)	0.132(0.789)
ARF	22	0.857	0.114	-1.054	0.727	0.906(0.039**)	0.146(0.684)

AEE	22	0.782	0.12	-0.615	-0.013	0.948(0.294)	0.094(0.980)
LevBag	22	0.779	0.127	-0.325	-0.8	0.962(0.534)	0.138(0.742)
OzaBag	22	0.796	0.125	-0.333	-0.461	0.973(0.780)	0.075(0.999)
SRP	22	0.809	0.123	-0.479	-0.414	0.953(0.368)	0.146(0.681)
oBoost	22	0.719	0.123	-0.124	-0.941	0.959(0.475)	0.084(0.994)
CAGGA	22	0.864	0.109	-0.934	0.598	0.915(0.061*)	0.123(0.852)

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DWM、BAI、ARF、AEE、LevBag、OzaBag、SRP、oBoost、CAGGA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 $\leq 5000$ ）；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：DWM样本N < 5000，采用S-W检验，显著性P值为0.056\*，水平上不呈现显著性，不能拒绝原假设，因此数据满足正态分布，建议采用方差分析。

分析项：BAI样本N < 5000，采用S-W检验，显著性P值为0.039\*\*，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：ARF样本N < 5000，采用S-W检验，显著性P值为0.039\*\*，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：AEE样本N < 5000，采用S-W检验，显著性P值为0.294，水平上不呈现显著性，不能拒绝原假设，因此数据满足正态分布，建议采用方差分析。

分析项：LevBag样本N < 5000，采用S-W检验，显著性P值为0.534，水平上不呈现显著性，不能拒绝原假设，因此数据满足正态分布，建议采用方差分析。

分析项：OzaBag样本N < 5000，采用S-W检验，显著性P值为0.780，水平上不呈现显著性，不能拒绝原假设，因此数据满足正态分布，建议采用方差分析。

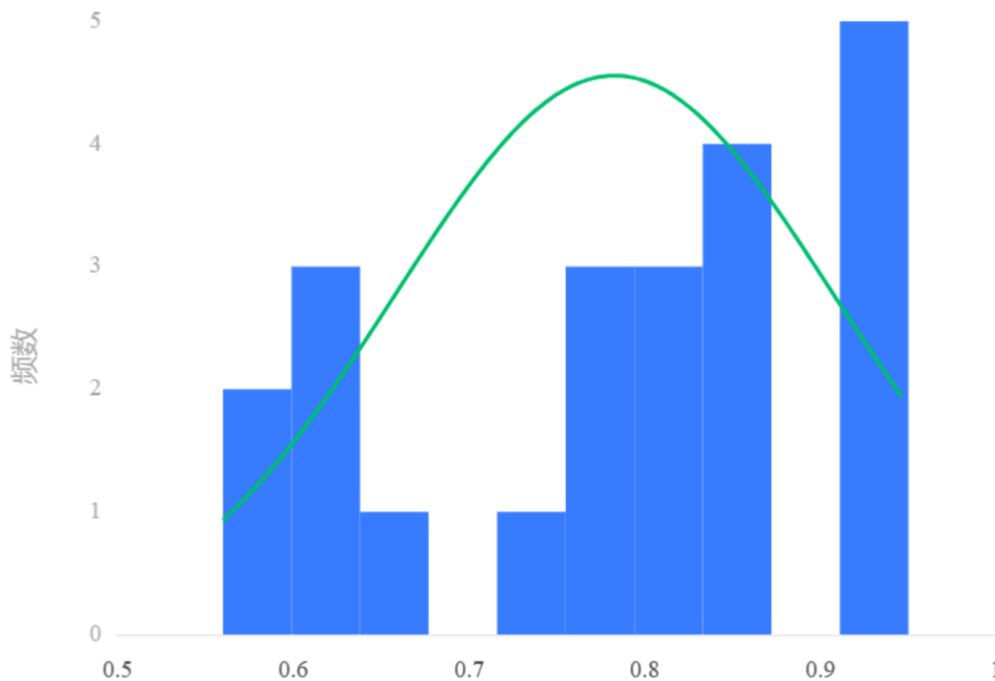
分析项：SRP样本N < 5000，采用S-W检验，显著性P值为0.368，水平上不呈现显著性，不能拒绝原假设，因此数据满足正态分布，建议采用方差分析。

分析项：oBoost样本N < 5000，采用S-W检验，显著性P值为0.475，水平上不呈现显著性，不能拒绝原假设，因此数据满足正态分布，建议采用方差分析。

分析项：CAGGA样本N < 5000，采用S-W检验，显著性P值为0.061\*，水平上不呈现显著性，不能拒绝原假设，因此数据满足正态分布，建议采用方差分析。

#### 输出结果2：正态性检验直方图

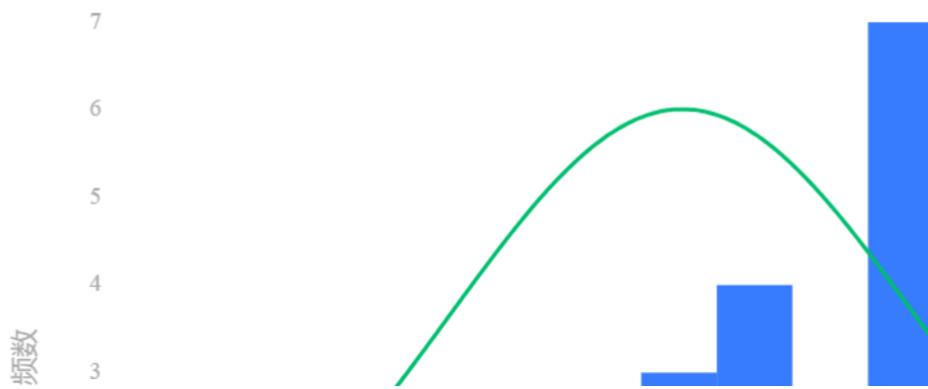
DWM

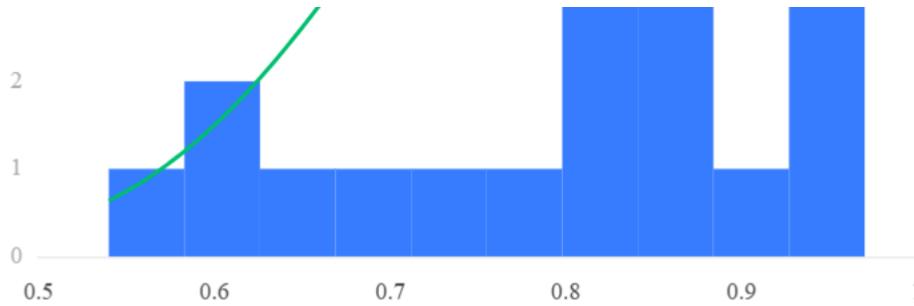


#### 图表说明：

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。

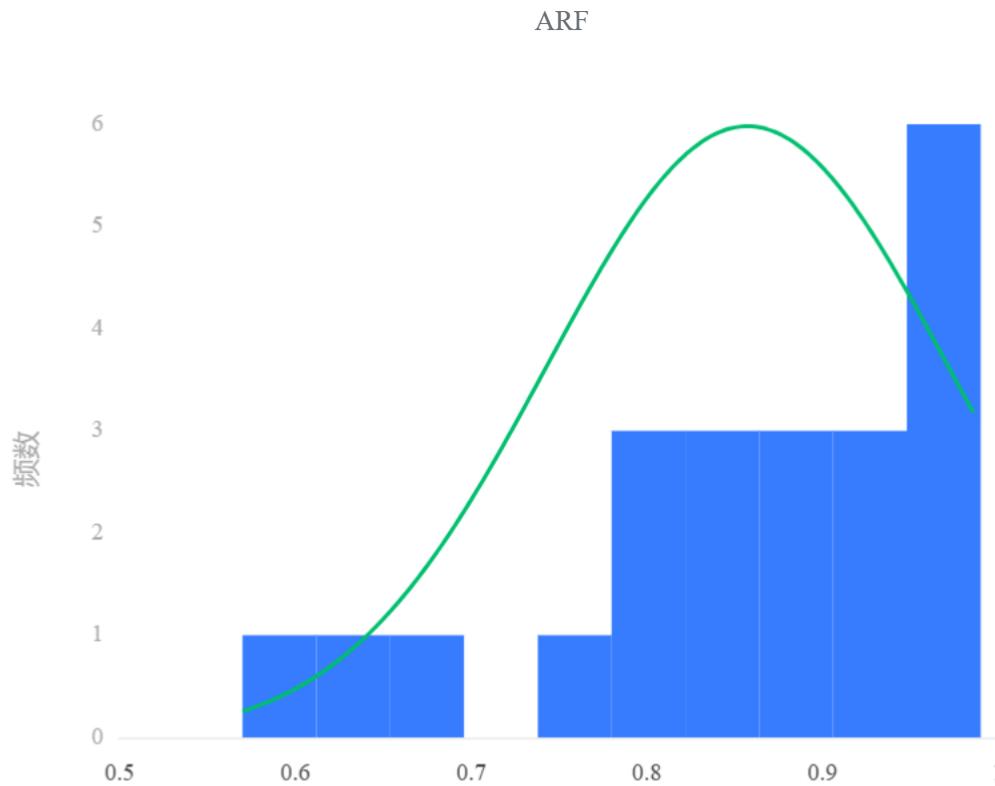
BAI





#### 图表说明：

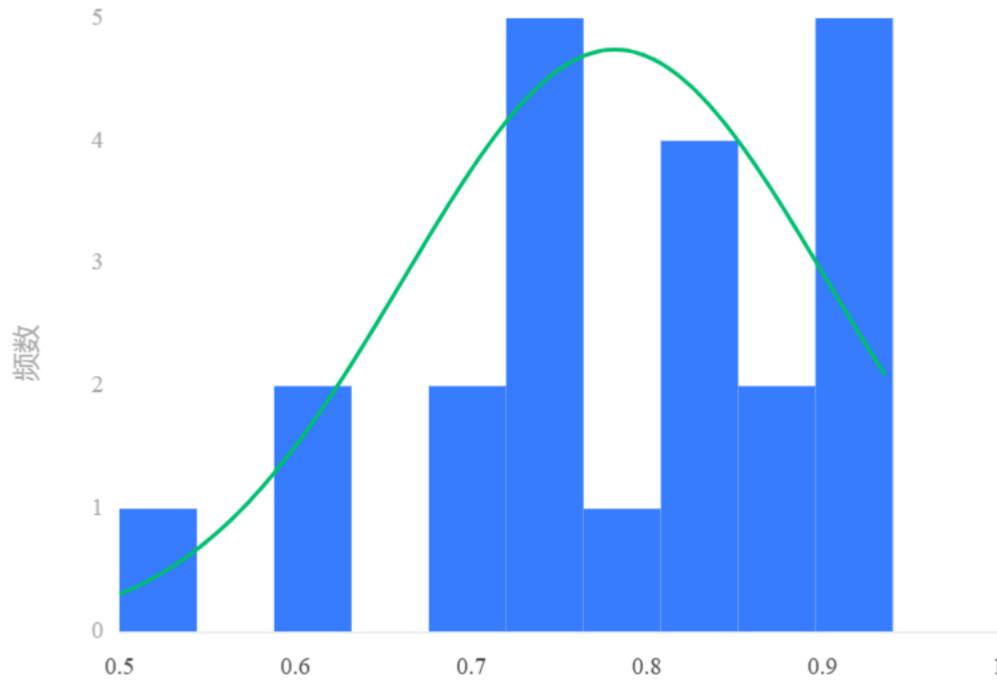
上图展示了数据正态性检验的结果，若正态图基本上呈现出钟形（中间高，两端低），则说明数据虽然不是绝对正态，但基本可接受为正态分布。



#### 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。

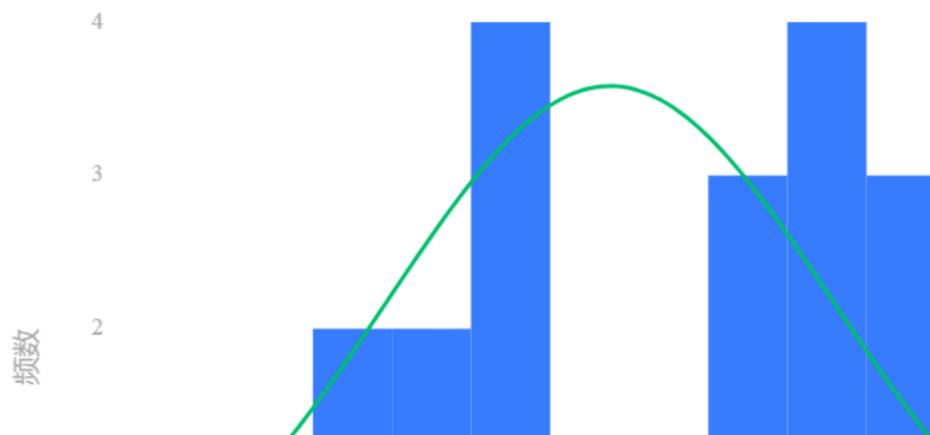
AEE

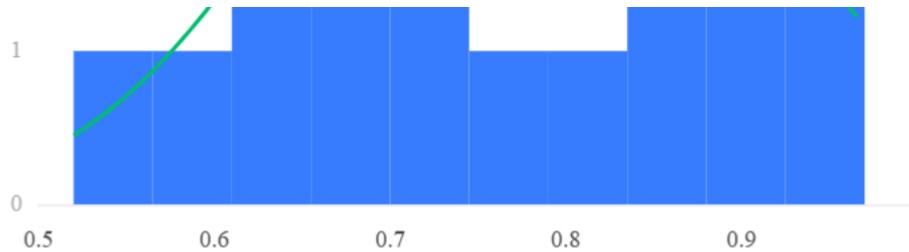


#### 图表说明：

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。

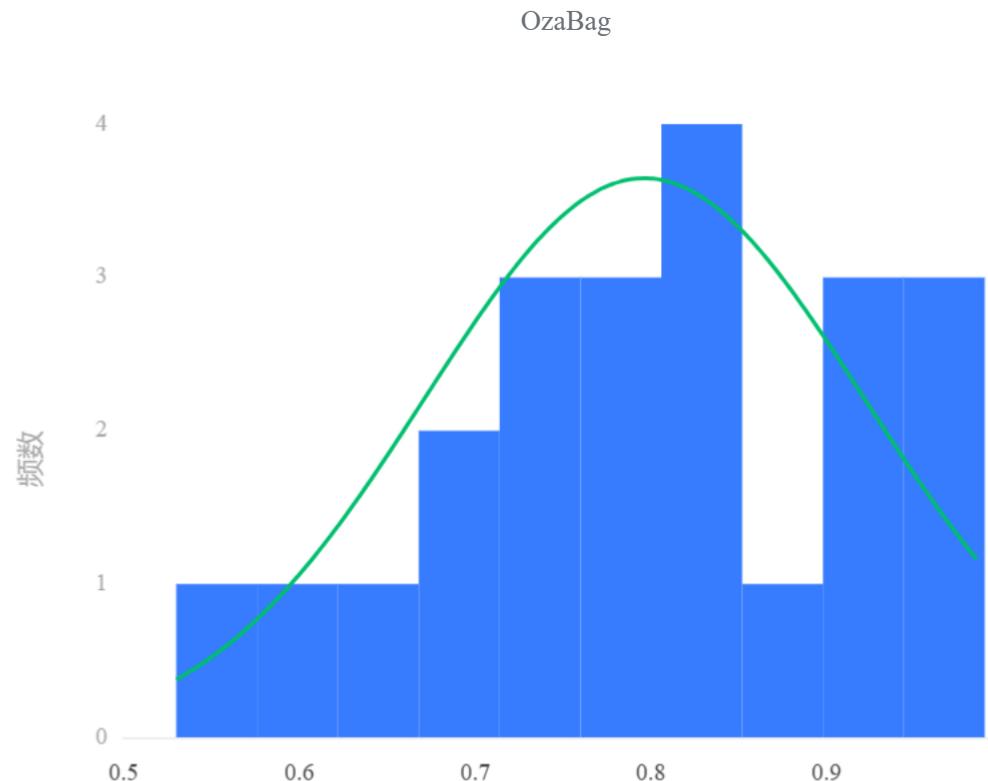
LevBag





#### 图表说明：

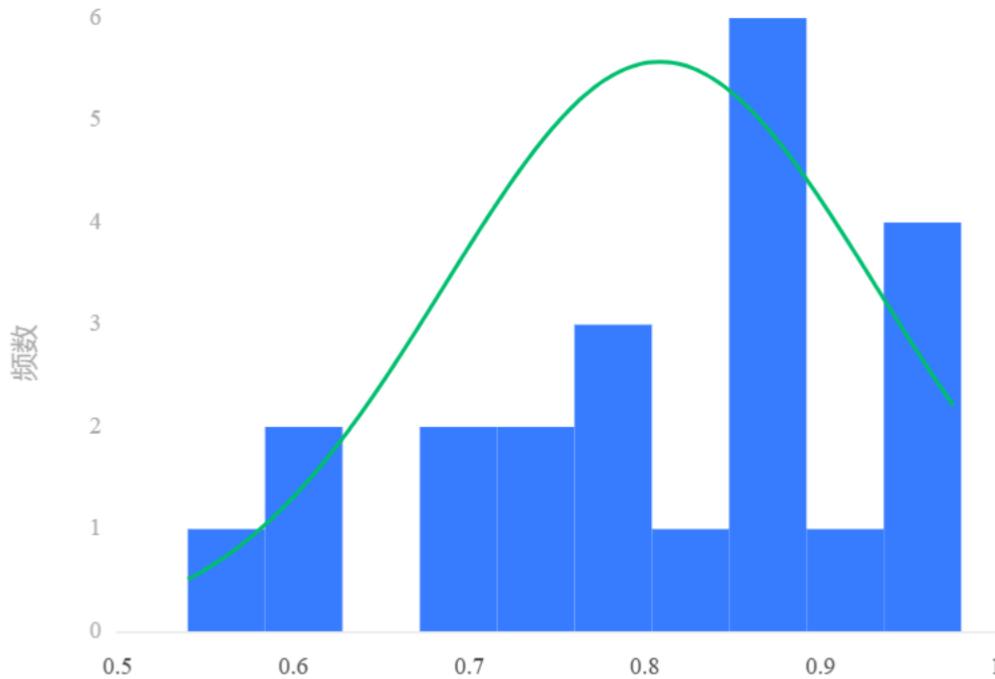
上图展示了数据正态性检验的结果，若正态图基本上呈现出钟形（中间高，两端低），则说明数据虽然不是绝对正态，但基本可接受为正态分布。



#### 图表说明：

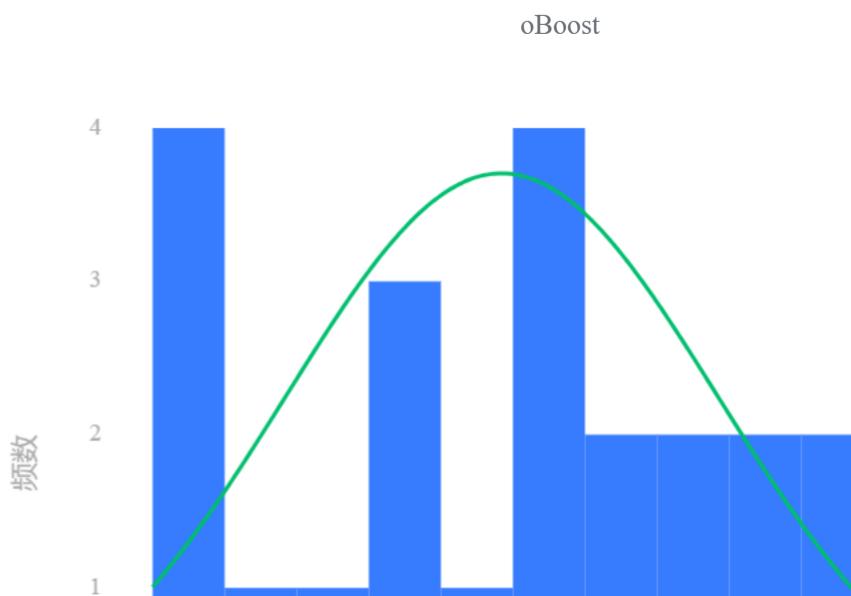
上图展示了数据正态性检验的结果，若正态图基本上呈现出钟形（中间高，两端低），则说明数据虽然不是绝对正态，但基本可接受为正态分布。

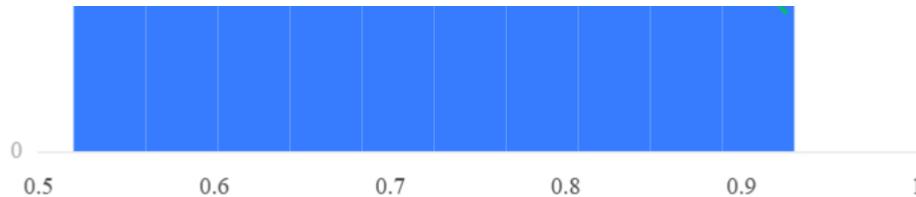
SRP



#### 图表说明：

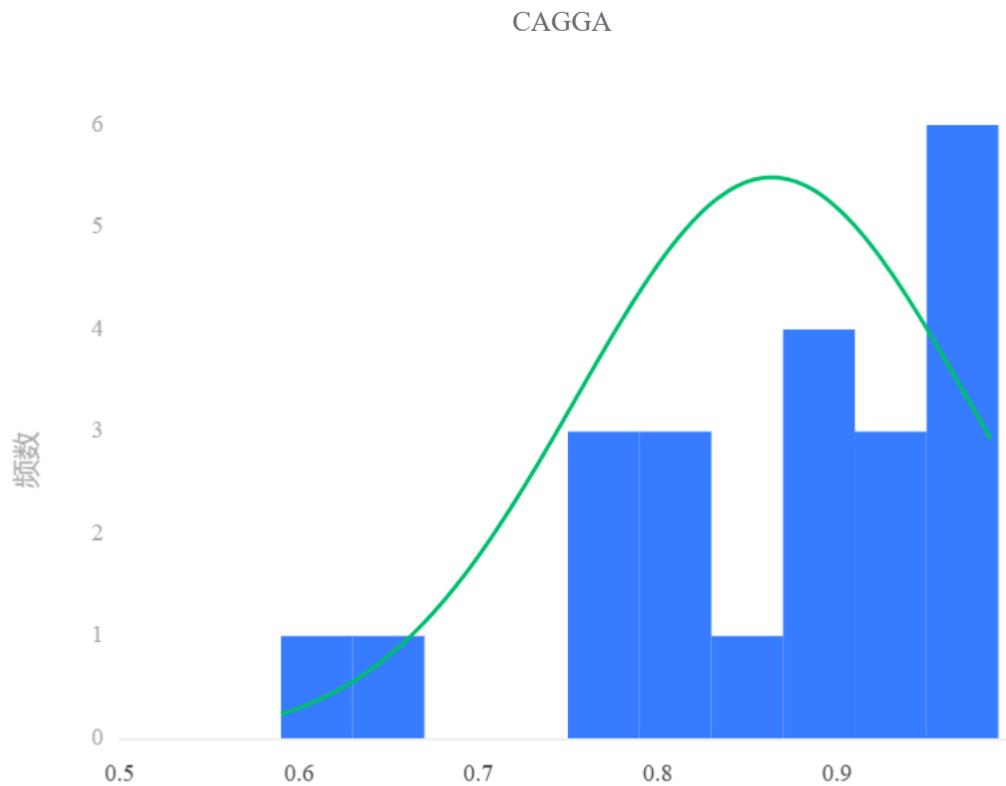
上图展示了数据正态性检验的结果，若正态图基本上呈现出钟形（中间高，两端低），则说明数据虽然不是绝对正态，但基本可接受为正态分布。





#### 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
DWM	22	0.8	0.125	90.125	0.000***	0.348
BAI	22	0.85	0.133			
ARF	22	0.875	0.114			
AEE	22	0.79	0.12			
LevBag	22	0.78	0.127			
OzaBag	22	0.8	0.125			
SRP	22	0.845	0.123			
oBoost	22	0.73	0.123			
CAGGA	22	0.875	0.109			

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

#### 图表说明:

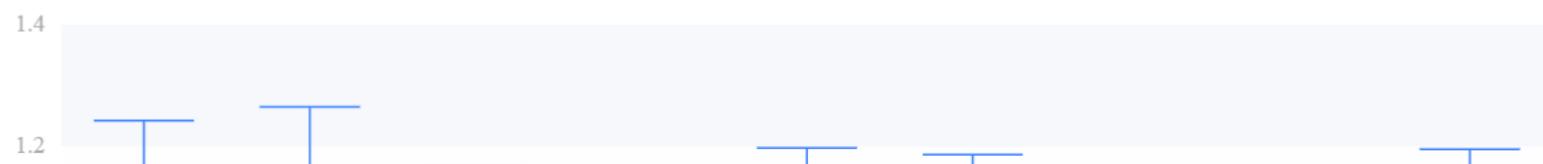
上表展示了Friedman检验的结果，包括中位数、统计量与效应量Cohen's f值。

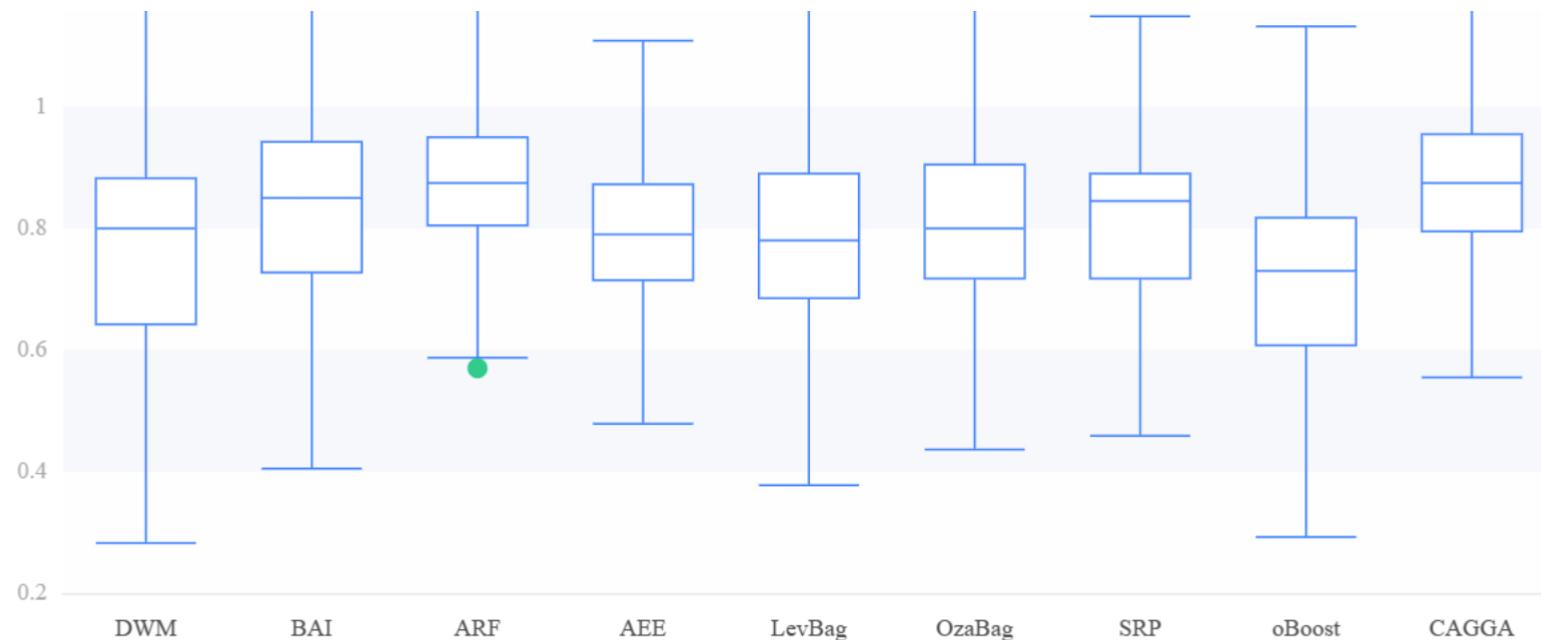
- 分析每个分析项的P值是否显著( $P<0.05$ )。
- 若呈显著性，拒绝原假设，说明两组数据之间存在显著性差异，可以根据中位数±标准差的方式对差异进行分析，反之则表明数据不呈现差异性。
- Cohen's f值：表示效应量大小，效应量小、中、大的区分临界点分别是：0.1、0.25和0.40。

#### 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DWM、BAI、ARF、AEE、LevBag、OzaBag、SRP、oBoost、CAGGA之间存在显著差异；其差异幅度Cohen's f值为：0.348，中等程度差异。

#### 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)			
DWM配对BAI	0.8±0.125	0.85±0.133	0.05±0.008	2.88	0.515	0.3
DWM配对ARF	0.8±0.125	0.875±0.114	0.075±0.011	5.527	0.003***	0.622
DWM配对AEE	0.8±0.125	0.79±0.12	0.01±0.005	0.701	0.900	0.007
DWM配对LevBag	0.8±0.125	0.78±0.127	0.02±0.002	0.117	0.900	0.029
DWM配对OzaBag	0.8±0.125	0.8±0.125	0±0	0.895	0.900	0.109

DWM配对SRP	0.8±0.125	0.845±0.123	0.045±0.002	2.141	0.832	0.209
DWM配对oBoost	0.8±0.125	0.73±0.123	0.07±0.002	4.204	0.073*	0.517
DWM配对CAGGA	0.8±0.125	0.875±0.109	0.075±0.016	6.539	0.001***	0.69
BAI配对ARF	0.85±0.133	0.875±0.114	0.025±0.018	2.647	0.615	0.29
BAI配对AEE	0.85±0.133	0.79±0.12	0.06±0.013	3.581	0.216	0.312
BAI配对LevBag	0.85±0.133	0.78±0.127	0.07±0.006	2.997	0.462	0.325
BAI配对OzaBag	0.85±0.133	0.8±0.125	0.05±0.008	1.985	0.899	0.194
BAI配对SRP	0.85±0.133	0.845±0.123	0.005±0.01	0.74	0.900	0.1
BAI配对oBoost	0.85±0.133	0.73±0.123	0.12±0.01	7.084	0.001***	0.802
BAI配对CAGGA	0.85±0.133	0.875±0.109	0.025±0.024	3.659	0.192	0.348
ARF配对AEE	0.875±0.114	0.79±0.12	0.085±0.006	6.228	0.001***	0.643
ARF配对LevBag	0.875±0.114	0.78±0.127	0.095±0.013	5.644	0.002***	0.646
ARF配对OzaBag	0.875±0.114	0.8±0.125	0.075±0.011	4.632	0.029**	0.508
ARF配对SRP	0.875±0.114	0.845±0.123	0.03±0.008	3.386	0.287	0.41
ARF配对oBoost	0.875±0.114	0.73±0.123	0.145±0.009	9.731	0.001***	1.167
ARF配对CAGGA	0.875±0.114	0.875±0.109	0±0.005	1.012	0.900	0.057
AEE配对LevBag	0.79±0.12	0.78±0.127	0.01±0.007	0.584	0.900	0.022
AEE配对OzaBag	0.79±0.12	0.8±0.125	0.01±0.005	1.596	0.900	0.119
AEE配对SRP	0.79±0.12	0.845±0.123	0.055±0.003	2.842	0.531	0.221
AEE配对oBoost	0.79±0.12	0.73±0.123	0.06±0.003	3.503	0.243	0.52
AEE配对CAGGA	0.79±0.12	0.875±0.109	0.085±0.011	7.24	0.001***	0.713

LevBag配对OzaBag	0.78±0.127	0.8±0.125	0.02±0.002	1.012	0.900	0.137
LevBag配对SRP	0.78±0.127	0.845±0.123	0.065±0.005	2.258	0.782	0.236
LevBag配对oBoost	0.78±0.127	0.73±0.123	0.05±0.004	4.087	0.091*	0.483
LevBag配对CAGGA	0.78±0.127	0.875±0.109	0.095±0.018	6.656	0.001***	0.714
OzaBag配对SRP	0.8±0.125	0.845±0.123	0.045±0.002	1.246	0.900	0.099
OzaBag配对oBoost	0.8±0.125	0.73±0.123	0.07±0.002	5.099	0.009***	0.627
OzaBag配对CAGGA	0.8±0.125	0.875±0.109	0.075±0.016	5.644	0.002***	0.574
SRP配对oBoost	0.845±0.123	0.73±0.123	0.115±0	6.345	0.001***	0.732
SRP配对CAGGA	0.845±0.123	0.875±0.109	0.03±0.014	4.399	0.049**	0.474
oBoost配对CAGGA	0.73±0.123	0.875±0.109	0.145±0.014	10.743	0.001***	1.247

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DWM和BAI，显著性P值为0.515，水平上呈现不显著性，不能拒绝原假设，因此DWM和BAI之间不存在显著性差异。

基于配对DWM和ARF，显著性P值为0.003\*\*\*，水平上呈现显著性，拒绝原假设，因此DWM和ARF之间存在显著性差异。

基于配对DWM和AEE，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DWM和AEE之间不存在显著性差异。

基于配对DWM和LevBag，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DWM和LevBag之间不存在显著性差异。

基于配对DWM和OzaBag，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DWM和OzaBag之间不存在显著性差异。

基于配对DWM和SRP，显著性P值为0.832，水平上呈现不显著性，不能拒绝原假设，因此DWM和SRP之间不存在显著性差异。

基于配对DWM和oBoost，显著性P值为0.073\*，水平上呈现不显著性，不能拒绝原假设，因此DWM和oBoost之间不存在显著性差异。

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

基于配对BAI和ARF，显著性P值为0.615，水平上呈现不显著性，不能拒绝原假设，因此BAI和ARF之间不存在显著性差异。

基于配对BAI和AEE，显著性P值为0.216，水平上呈现不显著性，不能拒绝原假设，因此BAI和AEE之间不存在显著性差异。

基于配对BAI和LevBag，显著性P值为0.462，水平上呈现不显著性，不能拒绝原假设，因此BAI和LevBag之间不存在显著性差异。

基于配对BAI和OzaBag，显著性P值为0.899，水平上呈现不显著性，不能拒绝原假设，因此BAI和OzaBag之间不存在显著性差异。

基于配对BAI和SRP，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BAI和SRP之间不存在显著性差异。

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

基于配对BAI和CAGGA，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BAI和CAGGA之间不存在显著性差异。

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

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

基于配对ARF和OzaBag，显著性P值为0.029\*\*，水平上呈现显著性，拒绝原假设，因此ARF和OzaBag之间存在显著性差异。

基于配对ARF和SRP，显著性P值为0.287，水平上呈现不显著性，不能拒绝原假设，因此ARF和SRP之间不存在显著性差异。

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

基于配对ARF和CAGGA，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ARF和CAGGA之间不存在显著性差异。

基于配对AEE和LevBag，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AEE和LevBag之间不存在显著性差异。

基于配对AEE和OzaBag，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AEE和OzaBag之间不存在显著性差异。

基于配对AEE和SRP，显著性P值为0.531，水平上呈现不显著性，不能拒绝原假设，因此AEE和SRP之间不存在显著性差异。

基于配对AEE和oBoost，显著性P值为0.243，水平上呈现不显著性，不能拒绝原假设，因此AEE和oBoost之间不存在显著性差异。

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

基于配对LevBag和OzaBag，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LevBag和OzaBag之间不存在显著性差异。

基于配对LevBag和SRP，显著性P值为0.782，水平上呈现不显著性，不能拒绝原假设，因此LevBag和SRP之间不存在显著性差异。

基于配对LevBag和oBoost，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LevBag和oBoost之间不存在显著性差异。

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

基于配对OzaBag和SRP，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OzaBag和SRP之间不存在显著性差异。

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

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

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

基于配对SRP和CAGGA，显著性P值为0.049\*\*，水平上呈现显著性，拒绝原假设，因此SRP和CAGGA之间存在显著性差异。

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

## 参考文献

- [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.