

分析流程

数据源

[memory.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: 2.441, 大程度差异。

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	2	0.816	0.577	0.228	0.847(0.003***)	0.273(0.062*)
BAI	22	3.591	0.959	-0.462	-0.616	0.847(0.003***)	0.302(0.029**)
ARF	22	8.045	1.253	-0.733	-1.278	0.71(0.000***)	0.368(0.004***)

AEE	22	2.909	1.109	-0.267	-0.537	0.911(0.050**)	0.214(0.228)
LevBag	22	7.455	0.912	0.147	-0.586	0.885(0.015**)	0.236(0.145)
OzaBag	22	7.818	0.664	-0.859	1.93	0.762(0.000***)	0.381(0.002***)
SRP	22	6.636	1.049	1.647	1.554	0.636(0.000***)	0.364(0.004***)
oBoost	22	1.682	1.393	2.026	2.695	0.533(0.000***)	0.415(0.001***)
CAGGA	22	4.455	0.739	-0.999	-0.32	0.714(0.000***)	0.361(0.005***)

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≤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0.003***，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： BAI样本N < 5000，采用S-W检验，显著性P值为0.003***，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0.000***，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： AEE样本N < 5000，采用S-W检验，显著性P值为0.050**，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： LevBag样本N < 5000，采用S-W检验，显著性P值为0.015**，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： OzaBag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。

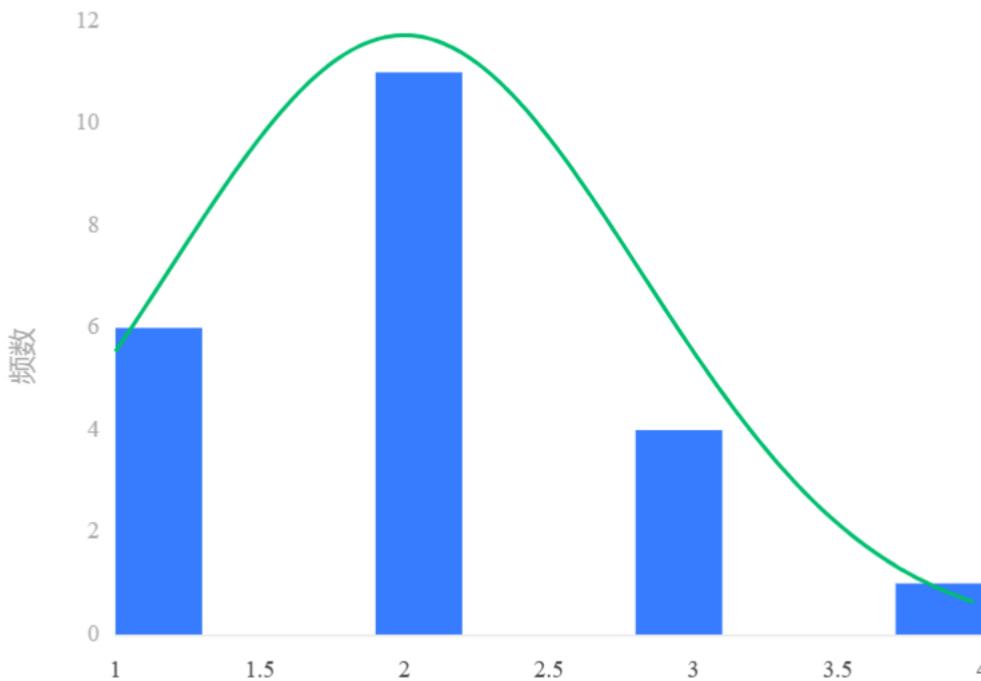
分析项： SRP样本N < 5000，采用S-W检验，显著性P值为0.000***，水平上呈现显著性，拒绝原假设，因此数据不满足正态分布，可以进行Friedman检验。

分析项： oBoost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： CAGGA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

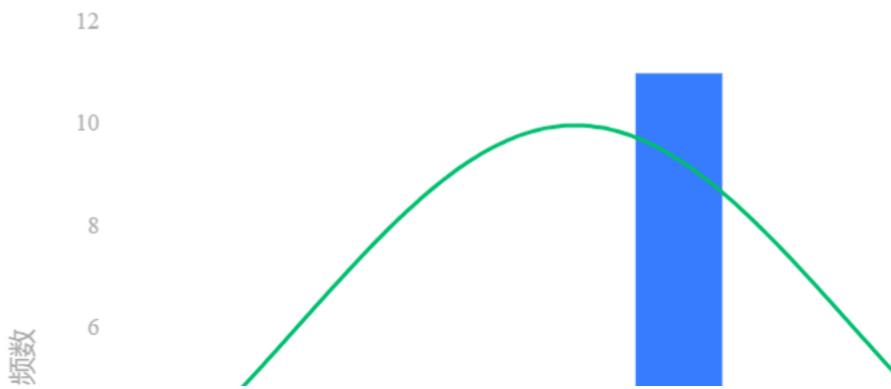
DWM

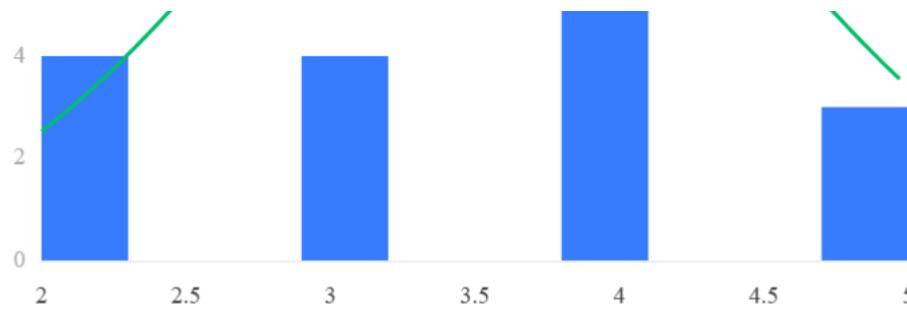


图表说明：

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。

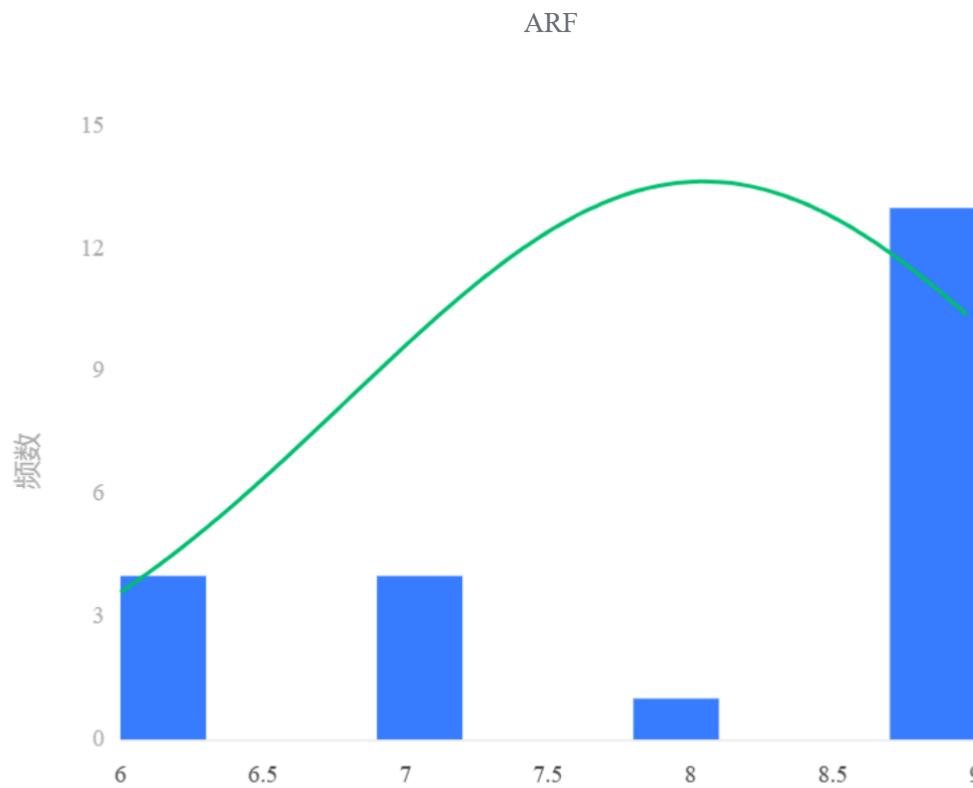
BAI





图表说明：

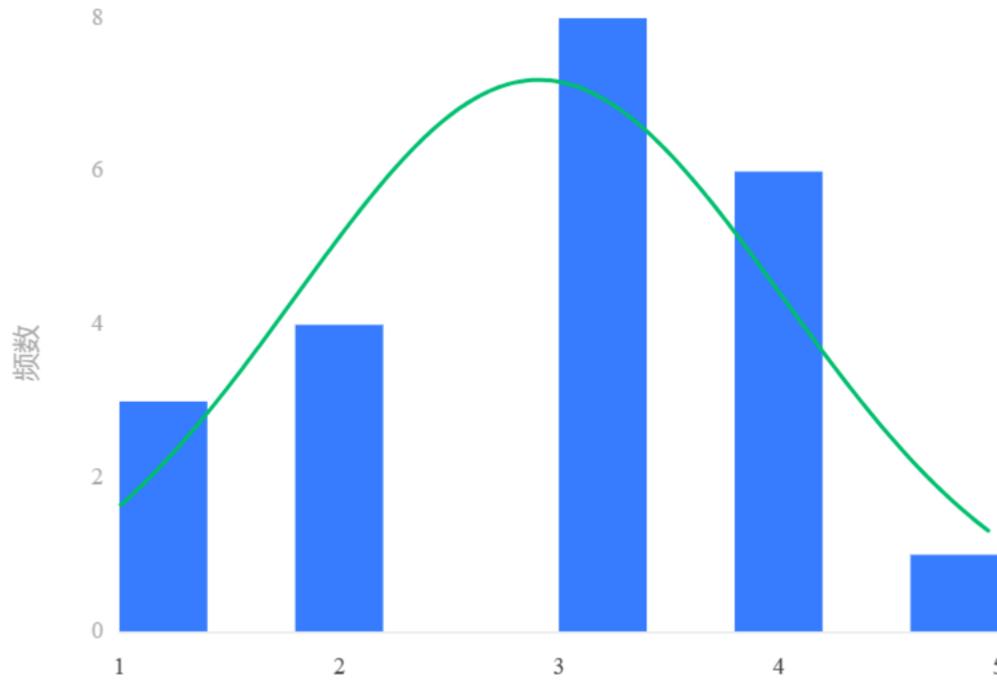
上图展示了数据正态性检验的结果，若正态图基本上呈现出钟形（中间高，两端低），则说明数据虽然不是绝对正态，但基本可接受为正态分布。



图表说明：

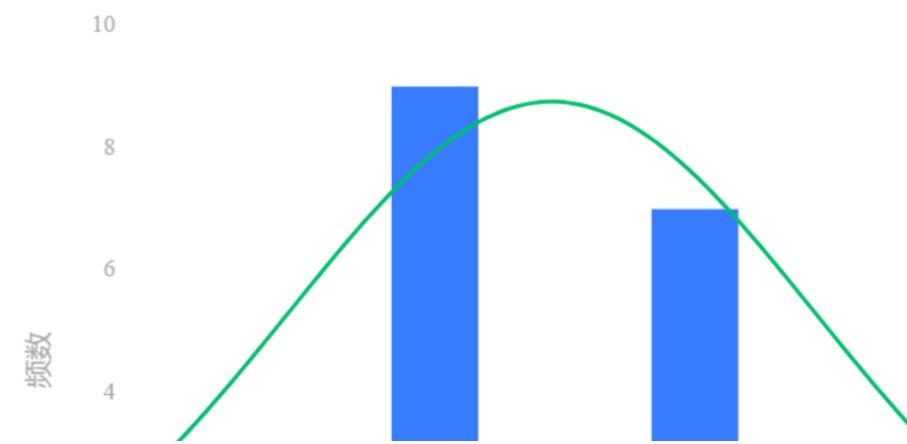
上图展示了数据正态性检验的结果，若正态图基本上呈现出钟形（中间高，两端低），则说明数据虽然不是绝对正态，但基本可接受为正态分布。

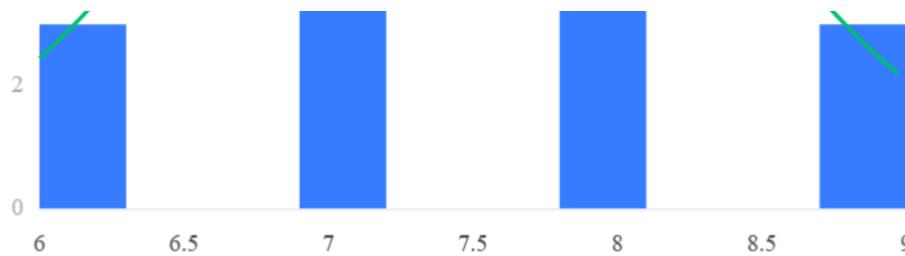
AEE

**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。

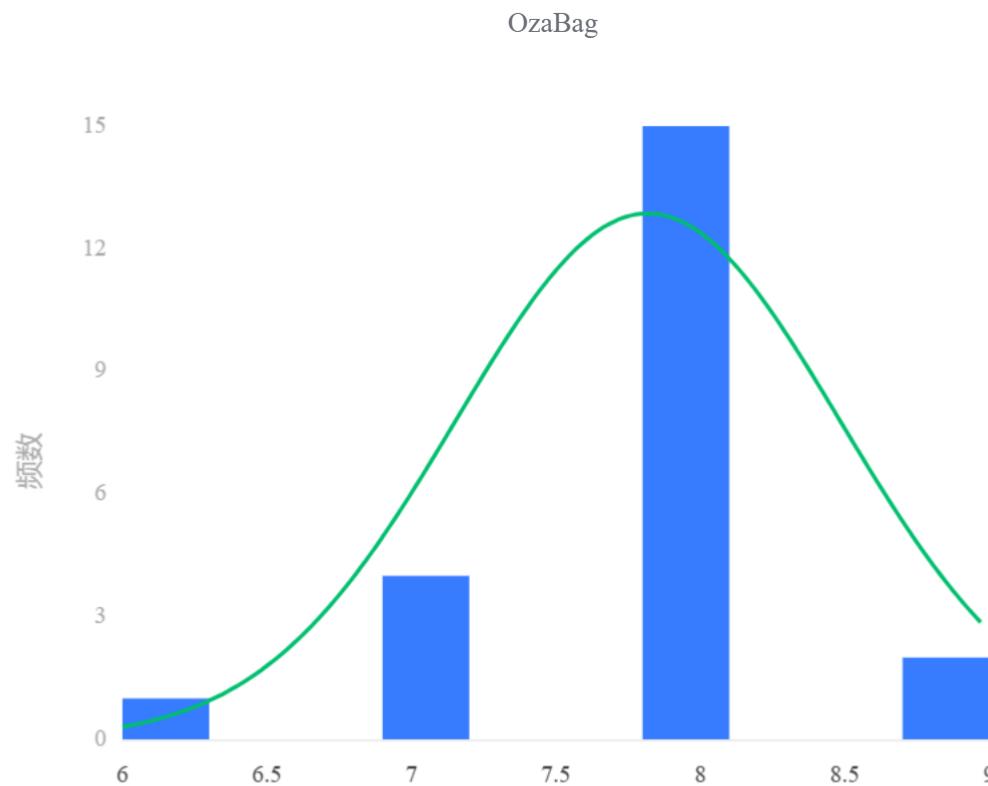
LevBag





图表说明：

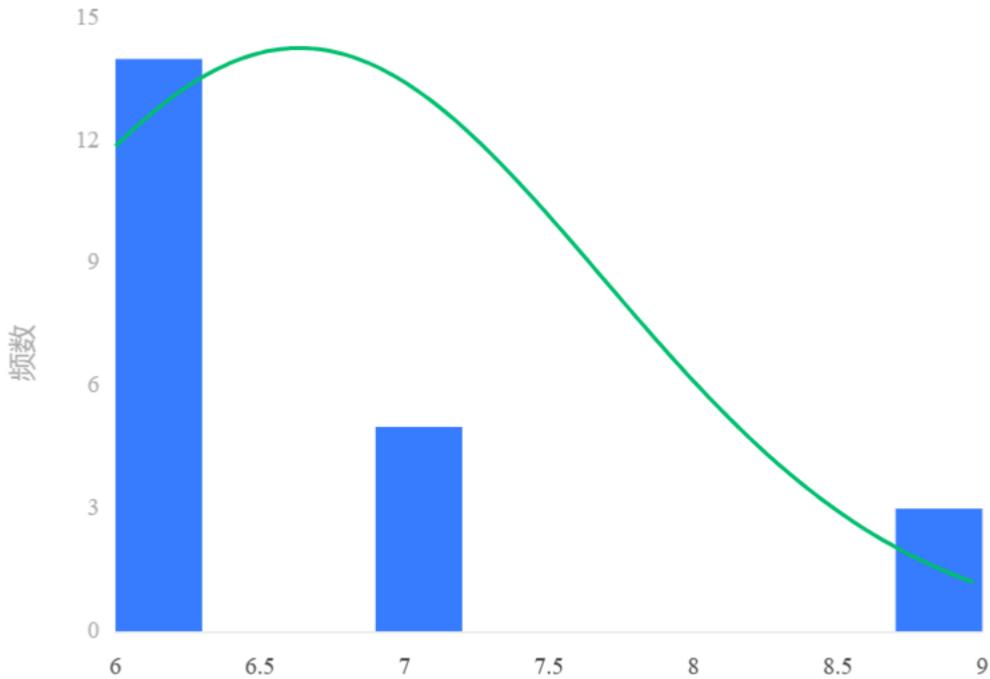
上图展示了数据正态性检验的结果，若正态图基本上呈现出钟形（中间高，两端低），则说明数据虽然不是绝对正态，但基本可接受为正态分布。



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。

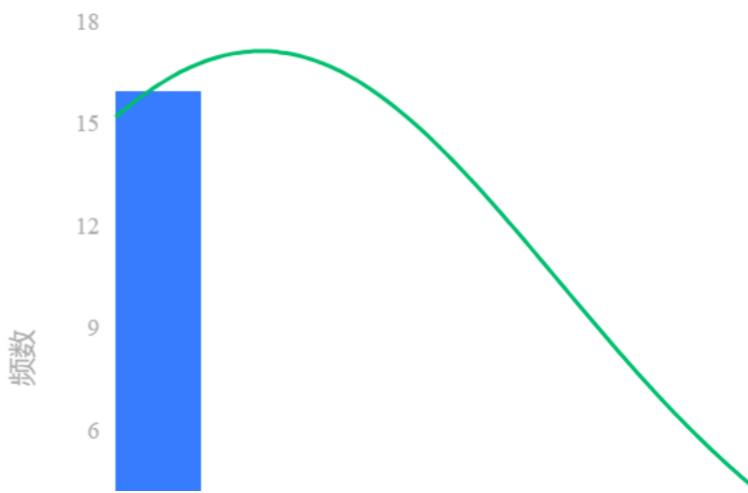
SRP



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。

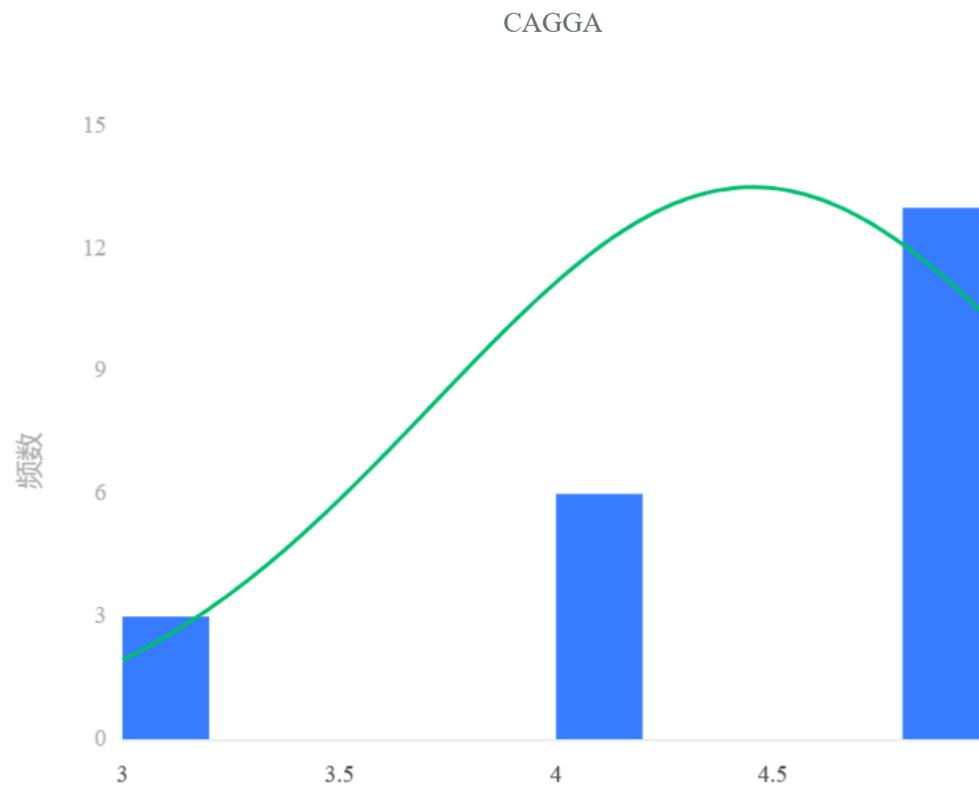
oBoost





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	2	0.816			
BAI	22	4	0.959			
ARF	22	9	1.253			
AEE	22	3	1.109			
LevBag	22	7	0.912	150.939	0.000***	2.441
OzaBag	22	8	0.664			
SRP	22	6	1.049			
oBoost	22	1	1.393			
CAGGA	22	5	0.739			

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。

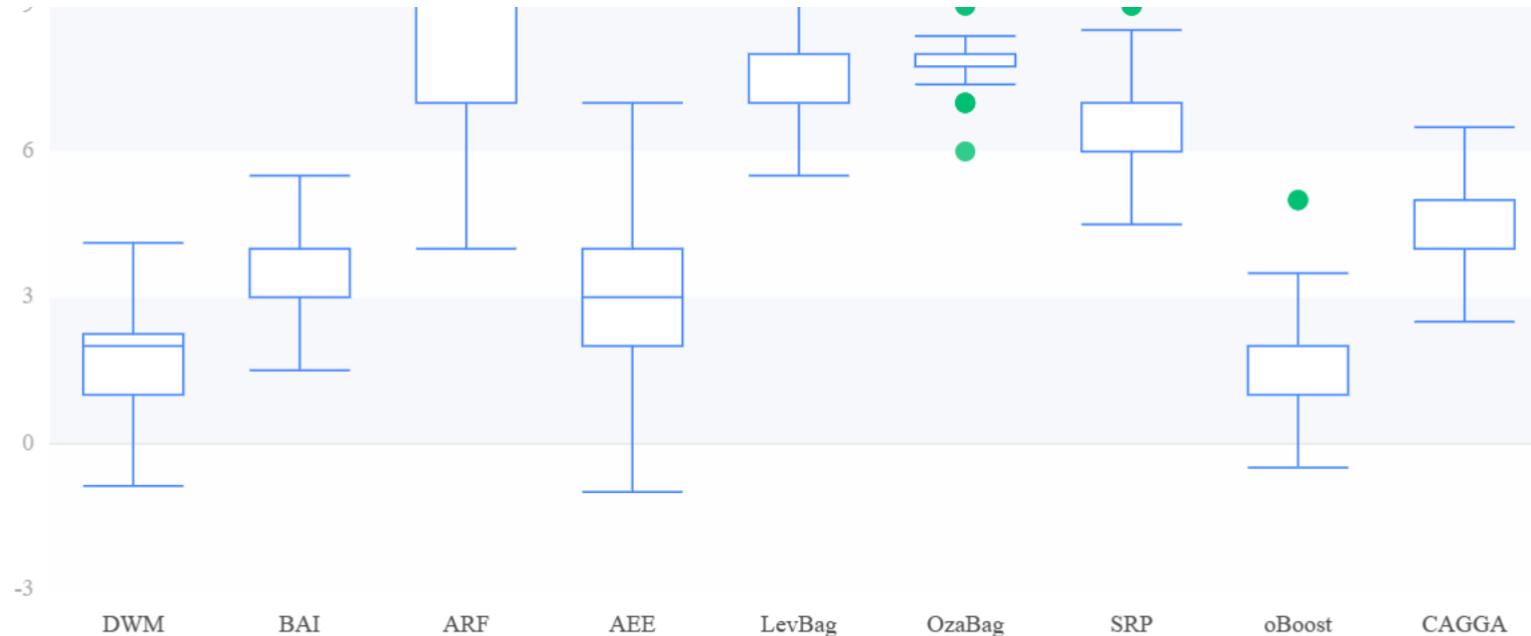
- 分析每个分析项的P值是否显著($P<0.05$)。
- 若呈显著性，拒绝原假设，说明两组数据之间存在显著性差异，可以根据中位数±标准差的方式对差异进行分析，反之则表明数据不呈现差异性。
- Cohen's f值：表示效应量大小，效应量小、中、大的区分临界点分别是：0.1、0.25和0.40。

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：2.441，大程度差异。

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	2±0.816	4±0.959	2±0.143	2.608	0.632	1.786
DWM配对ARF	2±0.816	9±1.253	7±0.436	10.159	0.001***	5.718
DWM配对AEE	2±0.816	3±1.109	1±0.292	1.596	0.900	0.934
DWM配对LevBag	2±0.816	7±0.912	5±0.095	9.186	0.001***	6.303
DWM配对OzaBag	2±0.816	8±0.664	6±0.152	9.809	0.001***	7.816

DWM配对SRP	2 ± 0.816	6 ± 1.049	4 ± 0.232	7.746	0.001***	4.934
DWM配对oBoost	2 ± 0.816	1 ± 1.393	1 ± 0.577	0.701	0.900	0.279
DWM配对CAGGA	2 ± 0.816	5 ± 0.739	3 ± 0.078	4.087	0.091*	3.153
BAI配对ARF	4 ± 0.959	9 ± 1.253	5 ± 0.294	7.551	0.001***	3.993
BAI配对AEE	4 ± 0.959	3 ± 1.109	1 ± 0.15	1.012	0.900	0.658
BAI配对LevBag	4 ± 0.959	7 ± 0.912	3 ± 0.047	6.578	0.001***	4.129
BAI配对OzaBag	4 ± 0.959	8 ± 0.664	4 ± 0.295	7.201	0.001***	5.124
BAI配对SRP	4 ± 0.959	6 ± 1.049	2 ± 0.089	5.138	0.009***	3.031
BAI配对oBoost	4 ± 0.959	1 ± 1.393	3 ± 0.434	3.309	0.318	1.596
BAI配对CAGGA	4 ± 0.959	5 ± 0.739	1 ± 0.221	1.479	0.900	1.009
ARF配对AEE	9 ± 1.253	3 ± 1.109	6 ± 0.144	8.563	0.001***	4.342
ARF配对LevBag	9 ± 1.253	7 ± 0.912	2 ± 0.341	0.973	0.900	0.539
ARF配对OzaBag	9 ± 1.253	8 ± 0.664	1 ± 0.588	0.35	0.900	0.227
ARF配对SRP	9 ± 1.253	6 ± 1.049	3 ± 0.204	2.413	0.715	1.22
ARF配对oBoost	9 ± 1.253	1 ± 1.393	8 ± 0.141	10.86	0.001***	4.803
ARF配对CAGGA	9 ± 1.253	5 ± 0.739	4 ± 0.514	6.072	0.001***	3.492
AEE配对LevBag	3 ± 1.109	7 ± 0.912	4 ± 0.197	7.59	0.001***	4.478
AEE配对OzaBag	3 ± 1.109	8 ± 0.664	5 ± 0.444	8.213	0.001***	5.371
AEE配对SRP	3 ± 1.109	6 ± 1.049	3 ± 0.06	6.15	0.001***	3.454
AEE配对oBoost	3 ± 1.109	1 ± 1.393	2 ± 0.285	2.297	0.765	0.975
AEE配对CAGGA	3 ± 1.109	5 ± 0.739	2 ± 0.37	2.491	0.682	1.641

LevBag配对OzaBag	7±0.912	8±0.664	1±0.247	0.623	0.900	0.456
LevBag配对SRP	7±0.912	6±1.049	1±0.137	1.44	0.900	0.833
LevBag配对oBoost	7±0.912	1±1.393	6±0.482	9.887	0.001***	4.903
LevBag配对CAGGA	7±0.912	5±0.739	2±0.173	5.099	0.009***	3.616
OzaBag配对SRP	8±0.664	6±1.049	2±0.384	2.063	0.865	1.346
OzaBag配对oBoost	8±0.664	1±1.393	7±0.729	10.51	0.001***	5.622
OzaBag配对CAGGA	8±0.664	5±0.739	3±0.074	5.722	0.002***	4.788
SRP配对oBoost	6±1.049	1±1.393	5±0.345	8.447	0.001***	4.018
SRP配对CAGGA	6±1.049	5±0.739	1±0.31	3.659	0.192	2.406
oBoost配对CAGGA	1±1.393	5±0.739	4±0.655	4.788	0.020**	2.486

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0.632，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0.001***，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0.001***，水平上呈现显著性，拒绝原假设，因此DWM和LevBag之间存在显著性差异。

基于配对DWM和OzaBag，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OzaBag之间存在显著性差异。

基于配对DWM和SRP，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SRP之间存在显著性差异。

基于配对DWM和oBoost，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0.091*，水平上呈现不显著性，不能拒绝原假设，因此DWM和CAGGA之间不存在显著性差异。

基于配对BAI和ARF，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ARF之间存在显著性差异。

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

基于配对BAI和OzaBag，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OzaBag之间存在显著性差异。

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

基于配对BAI和oBoost，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BAI和oBoost之间不存在显著性差异。

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

基于配对ARF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ARF和OzaBag之间不存在显著性差异。

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

基于配对AEE和LevBag，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LevBag之间存在显著性差异。

基于配对AEE和OzaBag，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OzaBag之间存在显著性差异。

基于配对AEE和SRP，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SRP之间存在显著性差异。

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

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0.900，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0.001***，水平上呈现显著性，拒绝原假设，因此LevBag和oBoost之间存在显著性差异。

基于配对LevBag和CAGGA，显著性P值为0.009***，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0.865，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0.001***，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0.192，水平上呈现不显著性，不能拒绝原假设，因此SRP和CAGGA之间不存在显著性差异。

基于配对oBoost和CAGGA，显著性P值为0.020**,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.