基于联合概率的多阶段随机规划模糊模型协同 MCDA 分析对厦门市集美区配水的研究

一.成果完成人及所在单位： 韦一，环境科学与工程学院 指导教师：金磊

二.成果简介：

以厦门市集美区为研究对象，将基于联合概率约束下的多阶段模型与 MCDA 分析方法相结合，对集美区的多水库联合供水问题及水资源承载力进行评估分析，得到了厦门市集美区供水系统最优收益及集美区十五年来水资源对三大产业影响的变化趋势，并基于十五个影响因子指标（人均 gdp，单位工业产值用水，人口等），完成了集美区水资源承载力的结构分析，提出了集美区最优配水方案。这项研究对集美区提高水资源利用率，减少缺水对经济所产生的限制，更好的规划产业结构发展具有重要意义。

三. 主要研究内容及创新点：

本研究开发了基于联合概率约束下的多阶段模糊模型，采用与 MCDA 分析相结合的方法，首次应用在厦门市集美区多水源协同供水问题上（图一），得到了集美区供水系统最优收益及各产业的配水图（图二）及各产业状况分析。根据影响因子指标分析，得到了集美区水资源承载力结构，验证了各影响指标对水资源承载力影响的有效性，通过系数矩阵相关累计贡献率的计算方法，得到了承载力因子对第一、第二主成分的影响力排序（图三），并对十五年的水资源承载力进行了综合评分（图四），验证了集美区的水资源承载力一直成上升趋势。研究结果指出，集美区供水系统的最优社会收益为 14843× 10^6元，第二、第三产业在不同时期均能满足用水，而第一产业、生活用水在第一阶段仅能满足最低标准，需在政策上加强对生活用水的保障，进一步减少农业用水，保持对第三产业的投入，更好的优化集美区产业结构。



图 1 集美区区位图

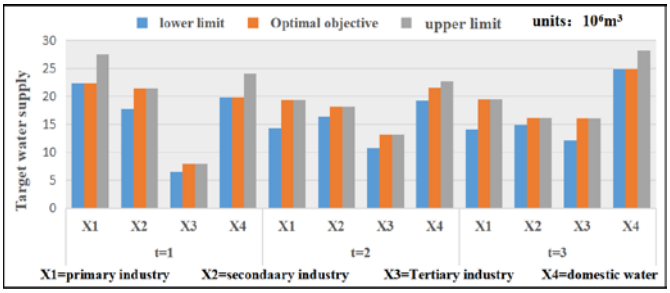


图 2 供水系统产业收益图

Ingredient	1	2
Regional population	0.989	0.099
Third industry output value	0.98	0.141
Second industry output value	-0.979	0.117
Water consumption per ten thousand yuan of industrial output value	-0.973	0.177
Water consumption per ten thousand yuan of GDP	0.971	0.132
per capita gdp	0.96	0.184
Regional GDP	0.946	-0.089
Primary industry output value	0.945	0.107
Water for the tertiary industry	-0.907	0.313
Water for primary industry	0.899	0.372
surface water resources	-0.885	-0.003
Water for the secondary industry	0.8	0.566
water resource	-0.698	0.564
groundwater resources	-0.517	0.729
Water consumption per mu of agriculture	0.989	0.099

图三 水资源承载力因子影响力图

Year	Y1	Y2	Y	Comprehensive ranking
2020	4.51	1.14	3.81	1
2019	4.56	0.57	3.79	2
2018	3.67	0.5	3.06	3
2017	3.08	2.09	2.74	4
2016	2.41	-1.13	1.86	5
2015	1.76	-0.97	1.34	6
2014	1.22	-0.73	0.92	7
2013	0.4	-0.96	0.23	8
2012	0.03	-1.02	-0.08	9
2011	-0.7	-0.13	-0.58	10
2010	-2.39	-0.38	-2	11
2009	-3.39	-0.33	-2.81	12
2008	-4.05	-0.9	-3.41	13
2007	-4.63	-0.76	-3.87	14
2006	-6.48	3.02	-4.99	15

图四 各阶段水资源承载力综合评分

四. 主要研究成果及应用情况

以第一作者发表在 ICEST 2022 上发表论文一篇（ei，scopus 双检索）

联系人：韦一， **电 话：**15861836500 **Email:**1030716377@qq.com