

福建省社会经济转型期水资源供需平衡趋势分析

黄初龙

(泉州师范学院资源与环境科学学院, 福建 泉州 362000)

摘要 为了预测处于社会经济转型期的福建省各地市水资源供需平衡能力发展趋势, 构建了水资源供需平衡预测指标体系。采用情景分析法、非线性回归法、自动回归法对各指标变量进行预测, 采用 AHP 赋权、加权求和法分析福建省各地市水资源供需平衡态势。结果表明, 除漳州外, 各地市水资源供需平衡水平趋强, 但增速减缓。由于水资源丰度、供水能力、用水效率、需水趋势各领域指数对水资源供需平衡水平贡献的变化, 应注意因地因时调整水资源供需对策。

关键词 水资源供需平衡 指标体系 非线性回归分析 福建省

中图分类号 :TV213 **文献标识码** :A **文章编号** :1004-6933(2010)03-0013-05

Trend analysis of water resources supply and demand balance in Fujian Province in socio-economic transformation period

HUANG Chu-long

(School of Resources and Environmental Sciences, Quanzhou Normal University, Quanzhou 362000, China)

Abstract : In order to forecast the trend of the water resources supply and demand balance ability in Fujian Province, which is experiencing social and economic reformation, an indicator system for trend forecast of the water resources supply and demand balance was established. Scenario analysis, nonlinear regression, and auto-regression were adopted to forecast indicator variables, and AHP was applied in weight estimation to assess the water resources supply and demand balance trend in regions of Fujian Province using the method of weighting summation. The results showed that the water resources supply and demand balance ability will slowly be enhanced in Fujian in the future except in the Zhangzhou region, but the rate of enhancement will slow down. Due to the effects of changing contributions of factors such as water resources abundance, water supply ability, efficiency of water consumption, and water demand tendency on the water resources supply and demand balance, it should be noted that the water resources supply and demand balance countermeasures must be adjusted according to differences in time or space.

Key words : water resources supply and demand balance ; indicator system ; nonlinear regression ; Fujian Province

福建省水资源以降水补给为主, 降水时空分布不均, 使水资源时空分布不均, 水旱灾害突出, 是水资源供需失衡的自然因素, 而目前工业废水和生活污水对局部河段的污染加剧、沿海平原区地下水利用程度偏高等问题则是人为导致水资源供需失衡结果的外在表现。可见, 从水资源供需平衡角度, 研究水资源供需平衡发展趋势有利于对福建省多种水问题进行系统性的整体探讨。

水资源供需平衡研究中的水量供需平衡预测研究较多^[1-3], 但已不能满足社会经济转型期区域可持续发展对水资源可持续利用的整体要求。人均地区生产总值 1000 美元向 3000 美元跃升阶段是居民消费结构升级、产业结构调整和工业化、城镇化进程加快的时期, 也是人口、资源、环境等矛盾突出的时期^[4]。“十一·五”期间, 福建省人均地区生产总值将由 2000 美元向 3000 美元跃升^[4], 进入社会经济转

型期后期。水资源供需平衡趋势分析可为福建省转型期的水资源规划提供依据。

从复合系统角度,综合考虑水资源供需平衡发展趋势的各种主要因素,有利于规划区域社会经济发展模式、发展速度。水资源供需平衡复合系统由天然水系统和人工水系统构成,既受降水等自然因素影响,也受人口等社会经济因素影响,这些影响因素复杂、不确定,但均可用某一指标或指标组去表征。本文采用回归分析等方法预测水资源供需平衡评价指标体系的各指标变化趋势,结合评价模型,评价福建省各地市水资源供需平衡的总体趋势,可为水资源供需平衡能力增强对策的制定提供依据。

1 福建省水资源供需平衡评价指标体系的构建

根据科学性、协调性、可操作性和整体性等指标选取原则^[5]与福建省的社会经济及水资源特点,按水资源供需流程模式,构建了由目标层、领域层、指标层组成的福建省水资源供需平衡评价指标体系,见表 1。

表 1 福建省水资源供需平衡评价指标体系



2 福建省水资源供需平衡趋势预测与分析

2.1 指标数据来源与处理

依据福建省及其各地市的统计年鉴、水资源公报、水利统计公报、环境状况公报、建设统计公报、国民经济和社会发展统计公报等资料,以福建省及其 9 个地市作为评价对象,建立 1997—2006 年各指标数据库,用于预测。2010 年、2015 年预测值纳入 1997—2006 年各指标数据系列,再进行标准化处理。

由于各评价指标的量纲及其与评价目标间的函数关系不同,指标值一般不能直接应用于评价模型,必须对其进行标准化处理。标准化处理前,先按指标与评价目标的关系对指标进行分类,把不利于水资源供需平衡的指标作为数值越小越优型指标,即万元 GDP 用水量、人口增长率、GDP 增长率(表 1),反之,为越大越优型指标,然后,采用极差变换法进行处理,即每个指标实际值 C_i 的无量纲化均按某评

价单元时间系列数据 U 中的最大值 $U_{\max}$ 与最小值 $U_{\min}$ 之差为分母进行标准化处理,即,越小越优型指标的标准化值 $S_i = (U_{\max} - U) / (U_{\max} - U_{\min})$,越大越优型指标的标准化值 $S_i = (U - U_{\min}) / (U_{\max} - U_{\min})$ 。标准化处理后,各指标各年份标准化值间区分度均符合要求。

2.2 指标预测

为获取 2010 年和 2015 年福建省及其各地市的水资源供需平衡评价指标体系中的各指标预测值,对表 1 中各指标或人口、GDP 等变量进行情景分析。

工业废水排放达标率、生活污水处理率的各变量数据不全,直接采用指标值进行预测。各评价单元土地面积假定不变。降水总量、水资源总量具有丰、平、枯水年的变化,然而多年平均丰、平、枯水年的降水总量、水资源总量是相对稳定的,本文假定预测年为平水年,其多年平均年降水量及年水资源总量采用《2006 年福建省水资源公报》核算值。实际供水总量、总用水量、工业废水排放达标率、生活污水处理率等变量既受降水总量、水资源总量的影响,也受人口数、社会经济技术发展水平的影响,属非线性变量;人口数、GDP、森林面积的影响因素复杂多变,也属非线性变量。

非线性变量预测采用非线性回归预测法,即曲线估计法和自动回归法,曲线估计法的常用函数有幂函数、指数函数、抛物线函数、对数函数和 S 型函数等。采用 SPSS 11.5 for Windows 软件获取各非线性指标或指标变量预测所需的最佳拟合方程。获取步骤:①采用前述数据库中的 1997—2006 年各指标数据,建立数据文件,选择回归分析中的曲线估计法运算,选择时间为自变量,待预测变量为因变量,选取曲线估计法对话框中的所有拟合模型,包括:Linear 模型($Y = b_0 + b_1t$);Quadratic 模型($Y = b_0 + b_1t + b_2t^2$);Compound 模型($Y = b_0b_1^t$);Growth 模型($Y = e^{b_0 + b_1t}$);Cubic 模型($Y = b_0 + b_1t + b_2t^2 + b_3t^3$);S 模型($Y = e^{b_0 + b_1/t}$);Inverse 模型($Y = b_0 + b_1/t$)。各模型公式中, Y 为回归函数, b_0 、 b_1 、 b_2 、 b_3 为系数, t 为时间变量。②选中显示方差分析表及 Save 对话框中的 Predicted Values 和 Residuals,得出不同拟合方法拟合的结果和残差,并将它们作为列插入到原始数据表进行对比,通过观察各因变量 1997—2006 年的散点图,选择具有最佳拟合效果的拟合方程,即选取 F 值的显著性检验值最小的拟合方程,其中 F 值的显著性检验值大于或等于 0.05 的拟合效果不佳的个别变量采用时间系列预测法中的自动回归法预测。各评价单元各指标或指标变量

最终选用的拟合方法如下：

- a. 总人口预测 :各评价单元均采用 S 模型法。
- b. GDP 预测 :漳州采用 Linear 模型法,其他地市均采用 Quadratic 模型法。
- c. 森林面积预测 :福州、厦门、三明、南平采用 Linear 模型法,莆田采用 Inverse 模型法,泉州、宁德采用 S 模型法,其他地市采用自动回归法。
- d. 总供水量预测 福州、泉州、厦门采用 Inverse 模型法,漳州采用 S 模型法,其他地市采用自动回归法。
- e. 总用水量预测 :福州采用 Cubic 模型法,泉州、厦门、宁德、全省采用 Inverse 模型法,漳州采用 S 模型法,其他地市采用自动回归法。
- f. 工业废水排放达标率预测 :龙岩采用 S 模型法,其他地市均采用 Inverse 模型法。
- g. 生活污水处理率预测 :福州、泉州、三明、南平采用 Growth 模型法,莆田采用 Cubic 模型法,厦门采用 S 模型法,漳州采用 Linear 模型法,龙岩采用 Inverse 模型法,全省采用 Compound 模型法。

从拟合曲线(略)可以看出,各因变量使用的最终模型拟合效果好,除了宁德的总用水量及福州、厦门的工业废水排放达标率的预测结果 F 值的显著性检验值为 0.01 ~ 0.05,其他各评价单元的各变量预测值的 F 值的显著性检验值均小于 0.01。按上述步骤,可得各变量或指标的 2010 年、2015 年预测值,见表 2。

2.3 指标权重

本文采用层次分析法(AHP)^[6]结合专家咨询法确定各指标权重。为了使单排序一致性指标 C_1 值最小,精度最好,本文采用 10/10 ~ 18/2 标度法,构造两两判断矩阵^[7]。领域层 B_1 、 B_2 、 B_3 、 B_4 的赋权结果分别为 0.172、0.396、0.26、0.172,指标层 C_1 、 C_2 、 C_3 、 C_4 、 C_5 、 C_6 、 C_7 、 C_8 、 C_9 等指标的赋权结果分别为 0.5、0.5、0.478、0.315、0.121、0.086、1、0.6、0.4。

表 2 福建省水资源供需平衡评价指标变量预测

地区	总人口/万人				GDP/亿元				森林面积 /km ²		总供水量 /亿 m ³		总用水量 /亿 m ³		工业废水排放 达标率 C_5 /%		生活污水 处理率 C_6 /%	
	2009 年	2010 年	2014 年	2015 年	2009 年	2010 年	2014 年	2015 年	2010 年	2015 年	2010 年	2015 年	2010 年	2015 年	2010 年	2015 年	2010 年	2015 年
福州	637.0	642.5	665.0	670.7	1940.7	2041.9	2447.3	2548.7	6785	6897	38.92	46.56	35.10	40.07	147	185	134	325
莆田	313.6	315.5	323.4	325.4	450.0	476.3	582.0	608.5	2360	2439	9.72	10.36	9.47	10.04	124	147	100	144
泉州	675.4	677.5	685.9	688.0	2147.0	2266.9	2747.1	2867.2	6368	6198	39.09	48.66	39.17	48.82	141	176	325	1763
厦门	169.3	173.9	193.8	199.0	1299.2	1381.3	1710.4	1792.8	622	557	6.88	7.83	6.89	7.90	120	139	111	151
漳州	467.3	469.5	478.6	480.9	831.8	870.2	1023.7	1062.0	7983	7956	17.90	15.48	18.06	15.75	147	185	112	148
龙岩	290.3	290.9	293.4	294.1	486.7	514.5	625.7	653.6	15345	15701	27.54	29.25	25.72	27.76	131	170	112	139
三明	270.5	271.0	272.9	273.4	487.9	512.3	609.9	634.4	18264	18778	27.20	28.3	26.51	27.13	125	150	125	297
南平	308.3	309.0	311.7	312.4	415.0	434.1	510.9	530.1	18874	18053	29.92	34.28	26.10	26.80	146	191	162	663
宁德	332.7	333.9	338.7	339.9	421.3	443.2	530.7	552.6	8930	9009	14.49	14.07	16.39	17.72	109	132		
全省	3467.2	3486.7	3565.7	3585.7	8460.5	8915.9	10732.9	11186	85574	85595	209.26	231.89	202.40	217.62	130	156	108	229

注 宁德生活污水基本未处理,未作预测。工业废水排放达标率和生活污水处理率的预测值超过 100% 表示 将来原水使用后产生的废污水经 100% 处理后的中水回用于生活生产过程,排出后得到再次处理。

上述赋权结果的随机一致性检验表明,一致性指标 C_1 与平均随机一致性指标 R_1 的比值均小于 0.1,各判断矩阵的一致性均可以接受。

2.4 评价模型

为避免个别指标对指标体系整体功能造成影响,水资源供需平衡评价采用加权求和法,评价模型为

$$A_j = \sum_{m=1}^4 W_m B_{mj} \tag{1}$$

$$B_{mj} = \sum_{i=1}^n w_i C_{ij} \tag{2}$$

式中 : A_j 为水资源供需平衡指数 ; B_{mj} 为领域层指数 ; j 为年份序号 , $j = 1, 2, \cdots, 12$, 分别代表 1997 年、1998 年、 $\cdots$ 、2006 年、2010 年、2015 年 ; m 为领域层序号 ; i 为指标序号 ; n 为各领域层指标个数 ; W_m 、 w_i 分别为各领域、各指标权重 ; C_{ij} 为指标标准化值。

2.5 评价结果

把各指标的实际值和预测值的标准化值及权重代入式(1)和式(2),可得各年份各评价单元的水资源供需平衡指数,见表 3。

2.6 结果分析

2.6.1 水资源供需平衡发展趋势与对策

从全省看(表 3),1997—2006 年,水资源供需平衡指数以 2005 年最高,达 0.625,1997 年最低,为 0.165,预测年 2010 年、2015 年分别为 0.692、0.779,说明中长期上升趋势明显。1997—2015 年水资源供需平衡指数的变化大致可分为两个阶段 :1997—2005 年增速较快,年均增速 5.75% ;2005—2015 年增速略缓,年均增速 1.54%,其中,“ 十二五 ”比“ 十一五 ”略快,年均增速分别为 1.74% 和 1.34%。全省水资源供需平衡指数增长趋势符合社会经济发展模式由数量型向质量型的转型期特征。“ 十一五 ”及其之前的水资源供需平衡受数量型增长模式影响为

表 3 福建省水资源供需平衡指数发展趋势

地区	1997 年	1998 年	1999 年	2000 年	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2010 年	2015 年
福州	0.210	0.328	0.460	0.478	0.503	0.557	0.476	0.597	0.628	0.585	0.718	0.806
莆田	0.281	0.278	0.373	0.441	0.471	0.544	0.562	0.578	0.576	0.642	0.684	0.747
泉州	0.382	0.422	0.510	0.562	0.462	0.363	0.387	0.522	0.585	0.657	0.592	0.622
厦门	0.489	0.421	0.511	0.596	0.547	0.538	0.558	0.578	0.562	0.589	0.659	0.672
漳州	0.258	0.333	0.464	0.436	0.456	0.507	0.547	0.631	0.536	0.571	0.532	0.530
龙岩	0.375	0.335	0.217	0.395	0.552	0.563	0.554	0.608	0.677	0.659	0.731	0.790
三明	0.255	0.335	0.356	0.431	0.471	0.525	0.510	0.593	0.639	0.582	0.706	0.776
南平	0.298	0.432	0.392	0.389	0.461	0.452	0.526	0.619	0.570	0.599	0.640	0.668
宁德	0.232	0.222	0.262	0.313	0.459	0.490	0.557	0.534	0.577	0.612	0.662	0.731
全省	0.165	0.242	0.268	0.406	0.456	0.497	0.477	0.553	0.625	0.576	0.692	0.779

注 :C₅、C₆ 的预测值超过 100% 的,均按 100% 计。
主,指数较低,“十二五”水资源供需平衡能力受社会经济转型期影响较“十一五”小,年均增速加快。

Pearson 相关分析表明(表 4),按相关性强弱,全省水资源供需平衡指数主要取决于用水效率、供水能力和需水趋势。由于供水能力的 4 个指标中,森林覆盖率、工业废水排放达标率、生活污水处理率的预测值均已超过“十一五”发展目标值^[4],已难提升;水资源开发利用率在水资源紧张的闽东南区提升空间也不大,特别在枯水年份,如 2003、2004 年莆田、泉州、厦门的人均水资源量均低于 1 000 m³,属缺水区^[8],水资源开发利用率均已超过国际公认的上限,即已开发利用量占水资源总量的 40% ;反映需水趋势的 GDP 增长率预测值已控制在 5.5% 以内,低于“十一五”目标值。然而,反映需水趋势的人口增长率和反映用水效率的万元 GDP 用水量的中长期预测值尽管已分别降至 0.56%、200 m³ 左右,但仍远高于 1995 年经济高收入国家水平^[9],下降空间较大。因而,在未来水资源供给趋紧情景下,提高全省水资源供需平衡能力的关键在于万元 GDP 用水量的下降和控制人口增长率。此外,可适度提升闽西北水资源开发利用率。

从各评价单元看(表 3),中长期发展趋势上,除泉州、漳州外,其他评价单元的水资源供需平衡水平均为增强;与全省水资源供需平衡水平比较,2015 年福州、龙岩强于全省,其他评价单元均弱于全省,福州最高,漳州最低。排序位置上,以 2006 年为基准年,三明、福州在预测年的位置均提前,厦门、漳州不变,其他地市则退后。

Pearson 相关分析表明(表 4),各评价单元水资

源供需平衡水平与用水效率相关性均最强,其次是供水能力,但泉州、漳州、南平与需水趋势的相关性强于供水能力。从各评价单元领域层与目标层的综合相关性看,水资源供需平衡指数与水资源丰度相关性差,与需水趋势相关性一般,与用水效率、供水能力相关性强。说明各地市水资源供需平衡水平的提高主要依赖于用水效率的提高。此外,除较缺水的莆田、泉州、厦门外,其他评价单元水资源供需平衡水平与水资源丰度的相关性均最差,说明闽东地区受水资源丰度的影响强于其他地区,必须在着重提高用水效率基础上,适度关注节水、跨流域调水、虚拟水贸易。

2.6.2 水资源供需平衡区域分异及其演变趋势

从区域分异看(表 3),大体上表现为:2010 年水资源供需平衡指数达 0.7 以上的有龙岩、福州、三明,2015 年扩展到莆田、宁德,2 个预测年均表现为厦门、泉州、漳州闽南地区和南平地区弱于其他地区。在人口增长、经济快速发展而可利用水资源趋紧情况下,丰水地区的水资源供给可能不受影响,甚至可能在全省政策影响下与缺水地区同步提高用水效率,从而增强水资源供需平衡能力,而缺水地区的水资源供需矛盾将加剧,从而削弱水资源供需平衡能力。南平水资源供需平衡指数偏低是由于预测年供水能力较弱,而其他领域也无优势。

从空间分异格局演变趋势看(表 3),全省水资源供需平衡指数空间分异格局的演变大致可分为两个阶段:1997—2006 年为水资源供需平衡指数空间差异逐渐缩小阶段,各评价单元水资源供需平衡指数大多呈上升趋势,2006—2015 年为空间差异逐渐

表 4 福建省水资源供需平衡指数与领域层评价价值间的 Pearson 相关系数

相关关系	福州	莆田	泉州	厦门	漳州	龙岩	三明	南平	宁德	综合	全省
A 与 B ₁	-0.15	-0.45	0.29	-0.32	-0.39	0.01	-0.26	-0.33	-0.23	-0.18	-0.31
A 与 B ₂	0.86	0.86	0.23	0.37	0.52	0.78	0.71	0.53	0.80	0.70	0.89
A 与 B ₃	0.94	0.96	0.79	0.87	0.86	0.95	0.90	0.98	0.96	0.88	0.97
A 与 B ₄	0.30	0.33	0.46	-0.09	0.57	0.70	0.68	0.64	0.75	0.44	0.66

注 相关分析所用数据系列时段均为 1997—2015 年,领域层各指数相关分析所采用数据均为指标标准化值加权之后、领域层各指数加权之前的评价价值。综合指 9 个评价单元的综合相关系数。全省指目标层全省水资源供需平衡指数与领域层全省各类指数间的相关系数。

变大阶段,漳州略降,厦门、泉州略升,其他地区明显上升。2001 年之前,在水资源供给充足、水资源需求增长相似情况下,闽东南沿海地区社会经济用水效率高于闽西北地区,水资源供需平衡指数也较高。2002—2004 年枯水期间,闽西北相对丰水地区人均水资源量降幅明显低于莆田、泉州、厦门等闽东南相对缺水地区,水资源供需平衡指数上升速度快于闽东南地区,从而缩小差距,成为区域分异格局演化的转折期。

上述分析表明,预测结果符合实际,说明指标体系、赋权方法、评价方法及指标变量预测模拟方法适用。本研究以 10a 基准时段预测 4a、9a 后,即 2010、2015 年的水资源供需平衡水平,由于各指标预测值符合预期,水资源供需平衡水平预测值可信。

回归分析法适用于短期预测,且时间序列法所需数据较少,拟合精度高,但受初始值影响较大,基准时段越短,预测时段越长,可靠性越差。反之,基准时段越长,预测时段越短,可靠性越好。因而,2015 年的水资源供需平衡水平预测值可靠性不如 2010 年。

3 结 论

从水资源供需平衡中长期发展趋势看,近 10 年来福建全省水资源供需平衡水平明显提高,中长期上升趋势明显,但增速减缓。各评价单元中,除泉州、漳州外,其他评价单元的中长期水资源供需平衡水平均增强。Pearson 相关分析表明,全省和各地市水资源供需平衡能力提高的关键在于万元 GDP 用水量的下降,控制人口增长率,较缺水的闽东地区还应适度关注节水、区水调水、虚拟水贸易等有利水资源丰度提高的各种对策,闽西北则可适度提高水资源开发利用率。在水资源充足的地区或时期,水资源供需平衡指数主要取决于用水效率,其次是供水能力,而在水资源紧缺的地区或时期,水资源供需平衡指数主要取决于用水效率、水资源丰度,应注意因地因时调整水资源供需对策。

从水资源供需平衡指数空间分异看,闽南地区和南平地区弱于其他地区,2002—2004 年为空间差异演变的转折期。

水资源供需平衡区域分异及其演变趋势分析表明,预测结果符合区域实际和研究区现有水资源供需平衡时空分异格局的发展预期,说明预测模式和方法适用。但因各预测环节均会影响结果,特别是指标体系的指标构成与预测所用数据序列长度直接影响预测结果,今后应加强验证各预测环节,特别是指标体系的科学性与适用性,并随数据的完善再作更精确的预测。此外,回归曲线估计法预测中长期各指标值,计算过程较繁琐,但操作简便,可用 SPSS 和 Excel 完成。

参考文献:

- [1] 吴伟,张剑峰. 沈阳市水资源供需分析及可持续利用战略研究[J]. 水资源保护,2004,20(3):13-14.
- [2] 钱正英. 中国水资源战略研究中几个问题的认识[J]. 河海大学学报:自然科学版,2001,29(3):1-7.
- [3] 王腊春,李道元,左平,等. 岩溶山区石漠化治理生态需水量初步研究:以贵州普定后寨河流域为例[J]. 水资源保护,2004,20(5):10-15.
- [4] 福建省发展和改革委员会. 全面建设海峡西岸经济区的宏伟蓝图:福建省和各设区市“十一五”规划纲要汇编[G]. 福州:福建省发展和改革委员会,2006.
- [5] 黄初龙. 基于指标体系的区域水资源供需平衡时空分异评价[J]. 中国农村水利水电,2009(3):28-31,35.
- [6] 尹云松,孟令杰. 基于 AHP 的流域初始水权分配方法及其应用实例[J]. 自然资源学报,2006,21(4):645-652.
- [7] 张晨光,吴泽宁. 层次分析法(AHP)比例标度的分析与改进[J]. 郑州工业大学学报,2000,21(2):85-87.
- [8] ROBERT E, PAMELA L. Sustaining water: population and the future of renewable water supplies[R]. Washington, D. C.: Population Action International, Population and Environment Program, 1993:56.
- [9] 刘昌明,陈志恺. 中国水资源现状评价和供需发展趋势分析[M]. 北京:中国水利水电出版社,2001:203.

(收稿日期:2008-12-17 编辑:熊水斌)

· 简讯 ·

河海大学举办 2010 年“世界水日”“中国水周”系列活动

2010 年年 3 月 22 日,是第 18 届“世界水日”,3 月 22—28 日是第 23 届“中国水周”。联合国确定的 2010 年“世界水日”主题是“关注水质、抓住机遇、应对挑战”(Communicating Water Quality Challenges and Opportunities),我国纪念“世界水日”和开展“中国水周”活动的宣传主题为“严格水资源管理,保障可持续发展”。河海大学作为一所以水利为特色的知名高校,在此期间,组织举办了一系列相关活动。本次系列活动分为“专题系列报告会”“校园系列宣传活动”“社区系列宣传活动”和“科普系列竞赛活动”四大部分。专题系列报告有河海大学崔广柏教授的“水问题的时代特征”、原江苏省淡水水产研究所所长姚宏禄研究员的“从生态学的视角看水文化”和河海大学张淑华教授的“深海时代的机遇与挑战”。(本刊编辑部供稿)