

DOI:10.3969/j.issn.1004-6933.2013.02.009

基于 GRNN 网络的苏州市水资源承载能力评价

张 杰,陆宝宏,李莉会,刘蕊蕊,常 娜,许 丹,翟梦恩

(河海大学水文水资源学院,江苏 南京 210098)

摘要:基于最严格的水资源管理制度和水资源承载能力的内涵,重新确定水资源承载能力评价的指标体系,构建广义回归神经网络(GRNN)水资源承载能力评价模型,应用于苏州市水资源承载能力评价,并将评价结果与采用模糊综合评价的结果进行比较。结果表明:两种评价结果相符;结合用水总量控制、用水效率控制和限制纳污所建立的指标体系更加科学、更加符合经济社会的发展需求;苏州市水资源承载能力状况由 2004 年之前的较低水平逐渐恢复,这种变化与苏州市经济增长模式的转变和产业结构的调整密切相关。

关键词:水资源承载能力;广义回归神经网络;指标体系;苏州市

中图分类号:TV213 文献标志码:A 文章编号:1004-6933(2013)02-0043-05

Evaluation of water resources carrying capacity of Suzhou City based on generalized regression neural network

ZHANG Jie, LU Baohong, LI Lihui, LIU Ruirui, CHANG Na, XU Dan, ZHAI Mengen
(College of Hydrology and Water Resources, Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract: Based on the strictest systems for water resources management and the meaning of water resources carrying capacity, an index system was established for evaluation of water resources carrying capacity. The generalized regression neural network (GRNN) was employed to build an evaluation model. This model was applied to the evaluation of the water resources carrying capacity of Suzhou City. The evaluation results were compared with those obtained with the fuzzy comprehensive evaluation model. The comparison shows that the results of the two models were consistent, and the index system that considers the total water consumption control, water utilization efficiency control, and water pollutant admission limitation was more scientific and adaptable to socio-economic development. The water resources carrying capacity of Suzhou City has gradually recovered since 2004, when it was at a low level. This was closely related to the industrial adjustment and economic growth mode transformation in Suzhou City.

Key words: water resources carrying capacity; generalized regression neural network; index system; Suzhou City

水资源承载能力是指在某一具体历史发展阶段下,以可预见的技术、经济和社会发展水平为依据,以可持续为原则,以维护生态环境良性循环发展为条件,在水资源得到合理开发利用的条件下,某地区的水资源(包括数量、质量)持续支持人类社会规模(即一定生活质量的人口数量)的最大支撑能

力与限度^[1]。水资源承载能力是可持续发展的一个重要方面,它可以综合反映一个区域或一个流域内水资源对当地社会经济发展的支撑是否可持续,是衡量社会经济与水资源、水环境之间协调关系的重要指标。

随着水环境污染问题逐渐得到人们的重视,水

基金项目:国家自然科学基金(E50979023);水利部公益性行业科研专项(201201026,200801003)
作者简介:张杰(1986—),男,硕士研究生,研究方向为水文水资源。E-mail:zhangjie608@126.com
通信作者:陆宝宏,副教授。E-mail:lubao hong@126.com

资源承载能力的研究成为一个热点问题。国外学者通常将水资源承载能力研究纳入可持续发展的框架内,Kyushik 等^[2]提出根据城市现有基础设施和土地利用密度评估城市承载力;Joardar 等^[3]在城市发展规划体系框架下从供水的角度分析了城市水资源承载能力;Ngana 等^[4]在研究了坦桑尼亚东北部马尼亚拉湖流域水资源综合管理战略发展计划后认为,缺乏有效的流域管理方式以及对流域水资源承载能力认识不清导致当地水资源得不到可持续利用。国内学者在这一领域有了很多的研究成果,许有鹏^[5]、秦莉云等^[6]将模糊综合评判方法应用于流域水资源承载能力评价中,王海峰等^[7]在淮河流域水资源承载能力综合评价中提出用模糊模式识别方法进行水资源承载能力综合评价,傅湘等^[8]利用主成分分析法提取对汉中平坝区水资源承载力有很大贡献率的影响因子并进行评价研究。新的数学分析算法也广泛应用于水资源承载能力研究中,林占东等^[9]结合差分进化算法和投影寻踪法建立水资源承载能力评价模型,研究深圳市水资源承载能力,取得良好效果;何俊仕等^[10]运用集对分析原理对淮河流域水资源承载能力评价的评价结果与模糊聚类神经网络法保持一致;王俭等^[11]应用人工神经网络技术建立水环境承载力评价模型,研究辽宁省水环境承载力。本文尝试应用广义回归神经网络 (generalized regression neural network, 以下简称 GRNN) 模型评价苏州市的水资源承载能力,并对比模糊综合评价的结果,以期发现 GRNN 模型的特点及其适应性问题。

1 GRNN 基本原理

GRNN 最早由 Specht 提出,是一种有导师学习的基于非线性回归的前馈式径向基神经网络;GRNN 以其良好的学习能力广泛应用于诸多领域以解决拟合回归、分类识别、模式识别等问题^[12]。

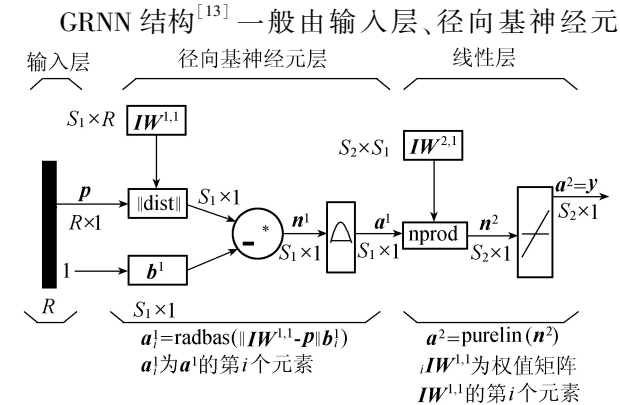


图 1 GRNN 结构

层、线性输出层组成,详细结构见图 1。图 1 中 R 为输入向量元素的数目; S_1 为第 1 层神经元的数目; S_2 为第 2 层神经元的数目; $\text{purelin}()$ 为线性传递函数; $\text{radbas}()$ 为径向基传递函数。输入层不作真正的运算,仅将样本变量传送入隐含层。隐含层神经元数等于训练样本数,该层欧氏距离函数 $\| \text{dist} \|$ 计算输入向量 $\mathbf{p}$ 与输入权值矩阵 $\mathbf{IW}^{1,1}$ 的距离,生成 $S_1 \times 1$ 的向量, $\mathbf{b}^1$ 为阈值,两者一同经过径向基传递函数 (高斯函数) 得到径向基神经元层输出向量 $\mathbf{a}^1$ 。网络线性输出层采用规范化点积权函数 (nprod) 作为权值函数, $\mathbf{a}^1$ 与权值矩阵 $\mathbf{IW}^{2,1}$ 每行元素作点积运算再除以 $\mathbf{a}^1$ 各元素之和得到 $\mathbf{n}^2$ 向量,最后,隐含层与输出层的线性传递函数为 $\mathbf{a}^2 = \text{purelin}(\mathbf{n}^2)$, 网络输出结果为 $\mathbf{y} = \mathbf{a}^2$ 。

GRNN 学习算法的步骤如下^[12]。

a. 选择隐含层的径向基函数中心。设训练样本输入矩阵 $\mathbf{P}$ 和输出矩阵 $\mathbf{T}$ 分别为

$$\mathbf{P} = \begin{bmatrix} p_{11} & \cdots & p_{1S_1} \\ \vdots & & \vdots \\ p_{RS_1} & \cdots & p_{RS_1} \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$\mathbf{T} = \begin{bmatrix} t_{11} & \cdots & t_{1S_1} \\ \vdots & & \vdots \\ t_{S_2S_1} & \cdots & t_{S_2S_1} \end{bmatrix} \quad (2)$$

径向基神经元层神经元的径向基函数中心为

$$\mathbf{C} = \mathbf{P}' \quad (3)$$

式中, $\mathbf{P}'$ 为矩阵 $\mathbf{P}$ 的转置。

b. 径向基神经元层神经元阈值计算。

$$\mathbf{b}^1 = [b_1, b_2, \dots, b_{S_1}]' \quad (4)$$

其中, $b_i = 0.8326/s$; s 为径向基函数的散布常数。

c. 径向基神经元层输出向量计算。

$$\mathbf{a}^1 = \exp(-\| \mathbf{C} - \mathbf{p} \|^2 \mathbf{b}^1) \quad (5)$$

d. 网络输出结果

$$\mathbf{n}^2 = \frac{\mathbf{IW}^{2,1} \mathbf{a}^1}{\sum_{j=1}^{S_1} \mathbf{a}_j^1} \quad (6)$$

$$\mathbf{y} = \text{purelin}(\mathbf{n}^2) \quad (7)$$

2 水资源承载能力评价模型

2.1 评价指标体系

影响水资源承载能力的因子涉及社会经济系统、生态环境系统、水资源系统的诸多方面,评价指标体系是由若干个相互联系的水资源承载力影响因子组成,以完成某一区域水资源承载能力评价目的。指标集合,是对水资源在不同策略下、不同时间段的承载能力进行综合评判的工具^[14]。因此建立的指

标体系应尽可能反映研究区域“社会—经济—环境”系统的真实状况。陈洋波等^[15]采用“驱动力—压力—状态—影响—反应”模型(DPSIR 模型)探索水资源承载能力评价指标体系;秦奋等^[16]利用灰色关联度法建立了河南省水资源承载力评价指标体系。指标的筛选应遵循以下原则:①完整性原则:选取的指标应该涵盖社会经济、生态环境、水资源系统的主要方面;②动态性原则:指标体系应反映系统的发展状态和发展过程;③可操作性原则:指标的选取应充分考虑数据的来源^[17]。

2011 年中央一号文件提出的“三条红线”反映了水资源管理的要求,这为水资源承载能力指标的选取提供了一个思路。笔者根据苏州市水资源开发利用的特点并结合“三条红线”的思想,以用水总量控制、用水效率控制、限制纳污作为 3 个准则层;鉴于资料来源的有限性,每个准则层按照上述原则选择 3~4 个指标,这些指标既是“三条红线”的综合体现,又反映了水资源与社会经济、生态环境的关系。各指标的具体含义及分级标准见表 1。根据表 1 中 10 项指标对水资源承载能力的影响程度并参照文献[18],将水资源承载力划分为 3 个等级:其中,Ⅰ级承载力状况较差,表示评价区域水资源承载能力已接近容量极限值,水资源进一步利用的潜力较小,此时的社会经济、生态环境的发展是不可持续的,应该采取有效的措施,评分值为 0.05;Ⅲ级承载力状况较好,潜力较大,水资源可持续性利用较为乐观,能够很好地支撑社会经济发展,评分值为 0.95。Ⅱ级则介于以上两级之间,表示评价区域水资源开发利用已达到一定的规模,还有一定的潜力,水资源供给在一定程度上能满足社会经济、生态环境的发展需求,评分值为 0.5。

2.2 GRNN 设计

在 MATLAB 环境下,根据 GRNN 的基本原理,

模型流程如图 2 所示。首先,根据表 1 给出的分级标准,采用 Visual C++语言编程技术随机生成属于Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级指标值各 10 个训练样本和 5 个检验样本,共 35 个样本。采用极差归一化对每个样本的指标值进行处理,以消除各指标单位的差异使训练达到最佳效果,对于逆向指标 X_3 、 X_4 、 X_5 、 X_6 、 X_7 ,先取倒数再归一化处理。然后,采用 MATLAB 自带函数 newgrnn($\mathbf{P}, \mathbf{T}, s$)建立 GRNN 模型,这里设定各级训练样本的期望输出为各级评分值;再用学习好的网络检验,将 15 个检验样本输入网络预测;逐步调整 spread 值,反复训练使检验样本输出误差达到设定范围。15 个检验样本实际输出情况如表 2 所示,其网络输出与期望结果相符,说明已经建立的水资源承载能力 GRNN 模型评价性能可靠。

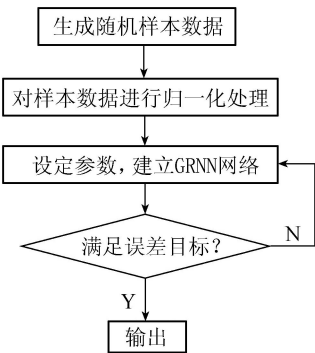


图 2 GRNN 模型流程

表 2 检验样本的网络实际输出

样本序号	实际输出	期望输出	样本序号	实际输出	期望输出
1	0.050 0	0.050 0	9	0.498 6	0.500 0
2	0.050 0	0.050 0	10	0.500 0	0.500 0
3	0.050 0	0.050 0	11	0.950 0	0.950 0
4	0.050 0	0.050 0	12	0.950 0	0.950 0
5	0.050 0	0.050 0	13	0.950 0	0.950 0
6	0.500 0	0.500 0	14	0.950 0	0.950 0
7	0.500 0	0.500 0	15	0.950 0	0.950 0
8	0.500 0	0.500 0			

表 1 水资源承载能力评价指标及分级标准

准则层	评价指标	指标含义	分级标准		
			Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
用水总量控制	X_1 :人均水资源量($\text{m}^3 \cdot \text{人}^{-1}$)	当地水资源量总人口	<300	300 ~ 500	>500
	X_2 :产水模数($\text{万 m}^3 \cdot \text{km}^{-2}$)	年径流量/土地面积	<18	18 ~ 65	>65
	X_3 :人口自然增长率(%)	人口自然增加数/占总人口百分率	>0.4	0.2 ~ 0.4	<0.2
用水效率控制	X_4 :人均用水量($\text{m}^3 \cdot \text{人}^{-1}$)	总用水量/总人口	>400	400 ~ 300	<300
	X_5 :人均综合生活用水指标($\text{L} \cdot \text{d}^{-1}$)	居民生活用水和公共建筑用水之和	>300	300 ~ 250	<250
	X_6 :万元 GDP 用水量($\text{m}^3 \cdot \text{万元}^{-1}$)	用水总量/万元 GDP	>200	200 ~ 80	<80
	X_7 :万元工业增加值取水量($\text{m}^3 \cdot \text{万元}^{-1}$)	工业增加值用水量/工业增加值	>115	115 ~ 50	<50
	X_8 :污水处理率(%)	污水处理量占污水排放量百分率	<70	70 ~ 90	>90
限制纳污	X_9 :水质优良率(%)	水质达到Ⅲ类以上的河流长度占监测河流总长百分率	<45	45 ~ 80	>80
	X_{10} :饮用水水源水质达标率(%)	水质达标的饮用水水源地数目占饮用水水源地总数的百分率	<90	90 ~ 95	>95

3 实例应用

3.1 研究区域概况

苏州市地处江苏省东南部,介于北纬 30°47′ ~ 32°02′、东经 119°55′ ~ 121°20′之间;东邻上海,南连浙江,西依太湖,北枕长江;境内河港交错,湖荡密布,主要有漕湖和贯穿市区的京杭运河,属长江流域太湖水系;全市水资源总量为 27 亿 m³。全市总面积为 8 488. 42 km²,其中水面积为 3 609. 40 km²,占总面积的 42. 5%;苏州市属北亚热带湿润区季风海洋性气候,雨量充沛,四季分明,多年平均降水量为 1 091. 3 mm;年际变化较大,年内分配不均,汛期多以梅雨为主,非汛期常出现干旱。随着苏州市经济的快速发展,用水量不断增长,水资源的开发利用面临新的挑战。因此,研究苏州市水资源承载能力,对协调当地生产与生态,实现区域可持续发展,具有重要的科学指导意义。

3.2 评价结果及分析

根据苏州市 2000—2011 年统计年鉴、2007—2010 年水资源公报、2001—2010 年环境状况公报、2009、2010 年江苏省水资源公报等相关资料数据,对各项评价指标进行统计整理,得到 2000—2010 年苏州市水资源承载能力评价指标值(表 3)。

表 3 2000—2010 年苏州市水资源承载能力评价指标值

年份	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀
2000	450	30.67	0.58	330	248.2	361	80	80.7	6.2	72.00
2001	742	50.73	-0.39	317	268.0	308	73	78.7	6.3	72.80
2002	787	54.12	-0.27	324	203.0	264	60	76.9	17.3	80.00
2003	279	19.45	0.08	294	188.6	204	52	78.3	16.8	80.00
2004	479	33.78	1.12	300	205.2	176	41	87.6	16.3	96.11
2005	382	27.30	1.18	285	215.3	184	35	72.8	13.1	99.97
2006	359	26.05	1.18	280	292.9	152	31	90.2	11.4	99.65
2007	498	36.60	1.30	268	298.3	128	27	95.3	13.2	99.83
2008	572	42.46	0.96	266	266.0	107	26	88.9	24.0	99.95
2009	702	52.39	1.30	252	278.0	99	20	91.4	25.9	100
2010	468	35.15	2.44	260	143.0	85	17	89.52	33.8	100

将表 3 中的数据进行归一化处理后输入到已经训练并检验的 GRNN 水资源承载能力评价模型中,得到评分值及所属等级;将该结果与利用模糊综合评判法评价得到的结果进行比较,可以看出两者结果一致(表 4)。苏州市 11 年(2000—2010 年)来的水资源承载能力状况为 2000—2003 年一直在Ⅰ、Ⅱ级之间波动,2004 年以后承载力状况稳定在Ⅱ级,从模糊评价结果看,2004—2010 年承载能力有逐步增强的趋势,这表明评价区域水资源开发利用已达到一定的规模,有一定的潜力并逐步提升,这与苏州市的经济增长模式逐渐由依赖资源的高消耗、高污染的粗放型向注重资源节约、保护环境、提高生

产效率的创新驱动转变有着密不可分的关系。

表 4 GRNN 模型评价结果和模糊综合评价结果

年份	GRNN 模型评价结果		模糊综合评价结果	
	评分值	所属等级	评分值	所属等级
2000	0.0500	Ⅰ	0.4033	Ⅰ
2001	0.0500	Ⅰ	0.4733	Ⅰ
2002	0.5000	Ⅱ	0.5082	Ⅱ
2003	0.0500	Ⅰ	0.3991	Ⅰ
2004	0.5000	Ⅱ	0.6519	Ⅱ
2005	0.5000	Ⅱ	0.6039	Ⅱ
2006	0.5000	Ⅱ	0.6179	Ⅱ
2007	0.5000	Ⅱ	0.6970	Ⅱ
2008	0.5000	Ⅱ	0.7339	Ⅱ
2009	0.5000	Ⅱ	0.7586	Ⅱ
2010	0.5002	Ⅱ	0.7196	Ⅱ

4 结 语

a. 从水利“三条红线”的用水总量控制、用水效率控制、限制纳污 3 个方面选取评价指标,构建水资源承载能力指标体系,应用所构建的评价模型评价苏州市水资源承载能力,发现 2000—2010 年苏州市的水资源承载能力逐步得到恢复,可为“三条红线”政策指导水资源承载能力评价提供一种思路,并为其他地区的类似研究提供参考与借鉴。

b. 构建的 GRNN 模型应用随机数生成技术产生具有 3 个不同等级指标值的训练样本,解决了网络泛化能力低和难以取得学习样本的问题。

c. GRNN 模型的评价结果与模糊综合评价结果一致,说明 GRNN 模型也可以用于水资源承载能力评价,并且具有参数较少、操作简单等特点。

d. 由于资料的原因仅选取 10 项指标,结合用水总量控制、用水效率控制、限制纳污更完善的指标体系有待今后继续深入研究。

参考文献:

[1] 张丽,董增川. 流域水资源承载能力浅析[J]. 中国水利,2002(10):100-104. (ZHANG Li,DONG Zengchuan. Discussion on load capacity and rational distribution of water resources[J]. China Water Resources,2002(10):100-104. (in Chinese))

[2] KYUSHIK O, YEUNWOO J. Determining development density using the urban carrying capacity assessment system [J]. Landscape and Urban Planning,2005,1(8):1-15.

[3] JOARDAR S D. Carrying capacity and standards as bases towards urban infrastructure planning in India [J]. Habitat International,1998,22(3):327-337.

[4] NGANA J O, MWALYOSI R B B, YANDA P, et al. Strategic development plan for integrated water resources

management in Lake Manyara sub-basin, North-Eastern Tanzania [J]. Physics and Chemistry of the Earth, 2004, 29(15-18):1219-1224.

[5] 许有鹏. 干旱区水资源承载力综合评价研究:以新疆和田河流域为例[J]. 自然资源学报, 1993(3):229-237. (XU Youpeng. A study of comprehensive evaluation of the water resource carrying capacity in the arid area: a case study in the Hetian river basin of Xinjiang [J]. Journal of Natural Resources, 1993(3):229-237. (in Chinese))

[6] 秦莉云,金忠青. 淮河流域水资源承载能力的评价分析[J]. 水文, 2001(3):14-17. (QING Liyun, JIN Zhongqing. A comprehensive evaluation of the water resources carrying capacity in the Huaihe river basin[J]. Journal of China Hydrology, 2001(3):14-17. (in Chinese))

[7] 王海峰,胡吉敏,李春燕. 淮河流域水资源承载力综合评价[J]. 人民长江, 2010(6):53-57, 60. (WANG Haifeng, HU Jimin, LI Chunyan. Comprehensive evaluation for water resources carrying capacity of Huaihe river basin [J]. Yangtze River, 2010(6):53-57, 60. (in Chinese))

[8] 傅湘,纪昌明. 区域水资源承载力综合评价:主成分分析法的应用[J]. 长江流域资源与环境, 1999(2):168-173. (FU Xiang, JI Changming. A comprehensive evaluation of the regional water resource carrying capacity: application of main component analysis method [J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 1999(2):168-173. (in Chinese))

[9] 林占东,郑侃,刘正坤. 城市水资源承载力综合评价的 DEPPIM[J]. 中国农村水利水电, 2008(12):59-62. (LIN Zhandong, ZHENG kan, LIU Zhengkun. Comprehensive evaluation of the city water resource carrying capacity based on DEPPIM [J]. China Rural Water and Hydropower, 2008(12):59-62. (in Chinese))

[10] 何俊仕,曹雪. 基于集对分析原理的水资源承载力评价研究[J]. 人民黄河, 2009(4):53-54. (HE Junshi, CAO Xue. Evaluation and study on carrying capacity of analytical principle-based water resources [J]. Yellow River, 2009(4):53-54. (in Chinese))

[11] 王俭,孙铁珩,李培军,等. 基于人工神经网络的区域水环境承载力评价模型及其应用[J]. 生态学杂志, 2007(1):139-144. (WANG Jian, SUN Tieheng, LI Peijun, et al. Evaluation model of regional water environment carrying capacity based on artificial neural network and its application in Liaoning Province [J]. Chinese Journal of Ecology, 2007(1):139-144. (in Chinese))

[12] 史峰,王辉,胡斐,等. Matlab 智能算法 30 个案例分析 [M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 2011:248-258.

[13] 董长虹. Matlab 神经网络与应用 [M]. 北京:国防工业出版社, 2007:124-126.

[14] 惠泱河,蒋晓辉,黄强,等. 水资源承载力评价指标体系

研究 [J]. 水土保持通报, 2001(1):30-34. (HUI Yanghe, JIANG Xiaohui, HUANG Qiang, et al. Research on evaluation index system of water resources bearing capacity [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2001(1):30-34. (in Chinese))

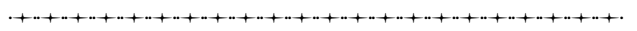
[15] 陈洋波,陈俊合,李长兴,等. 基于 DPSIR 模型的深圳市水资源承载力评价指标体系[J]. 水利学报, 2004(7):98-103. (CHEN Yangbo, CHEN Junhe, LI Changxing, et al. Indicators for water resources carrying capacity assessment based on driving forces-pressure-state-impact-response model [J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2004(7):98-103. (in Chinese))

[16] 秦奋,张喜旺,刘剑锋. 基于模糊分析法的水资源承载力综合评价[J]. 水资源与水工程学报, 2006(1):1-6. (QIN Fen, ZHANG Xiwang, LIU Jianfeng. Comprehensive evaluation of the water resources carrying capacity based on fuzzy analysis method [J]. Journal of Water Resources and Water Engineering, 2006(1):1-6. (in Chinese))

[17] 董增川. 水资源规划与管理 [M]. 北京:中国水利水电出版社, 2008:158-166.

[18] 贾仁甫,田小娟,李章林,等. 南方湿润地区水资源承载力评价及应用[J]. 扬州大学学报:自然科学版, 2007(1):72-75. (JIA Renfu, TIAN Xiaojuan, LI Zhanglin, et al. The assessment and application of water resources carrying capacity in moist area of southern China [J]. Journal of Yangzhou University: Natural Science, 2007(1):72-75. (in Chinese))

(收稿日期:2012-09-03 编辑:徐 娟)



• 简讯 •

水利部印发《全国水利定点扶贫专项规划》

为切实做好水利定点扶贫工作,水利部编制完成了《全国水利定点扶贫专项规划》(以下简称《规划》),并于近日正式印发。

《规划》坚持民生优先、因地制宜、注重实效的原则,以实施“五水加科教”为主要内容,以项目扶持、对口帮扶和干部挂职为重要渠道,重视发挥地方政府主体作用,充分调动群众参与积极性,加大投入,加速建设,加强管理,加快改革,努力实现定点扶贫地区水利跨越发展。《规划》确定的总体目标是:通过 10 年努力,到 2020 年,扭转定点扶贫县水利发展严重滞后的局面,水利基础设施水平基本达到所在省区平均水平,不合理的水土资源开发利用方式得到根本扭转,水利发展与管理运行的良性机制初步建立,水利人才队伍管理能力明显增强,为贫困地区脱贫致富、与全国共同全面实现小康提供水利支撑与保障。

(本刊编辑部供稿)