
基于水资源综合承载指数的金华市 承载力预警机制探索¹

许开平¹, 余国晨², 刘一衡¹, 王士武¹

(1. 浙江省水利河口研究院, 浙江省海洋规划设计研究院, 310020, 杭州;

2. 浙江省金华市浦江县水务局, 322200, 浦江)

【关键词】水资源综合承载指数; 诊断机制; 预警机制; 发布机制; 金华市

【中图分类号】TV213 【文献标识码】B 【文章编号】1000-1123(2020)21-0048-03

一、问题提出背景

金华市位于浙江省中部, 钱塘江上游, 土地面积 10942km²。金华市设婺城、金东 2 个市辖区, 辖武义、浦江、磐安及兰溪、义乌、东阳、永康等 7 个县市, 2019 年末全市常住人口 562.38 万人, 实现生产总值(GDP)4559.90 亿元。

金华市河流众多, 分属钱塘江、甌江和椒江三大水系, 境内有省级河道 3 条、市级河道 8 条, 大中型水库 29 座。多年平均水资源总量为 91.75 亿 m³; 水资源开发利用率(含过境水和引调水)11.6%; 2019 年万元 GDP 用水量 34.5m³; 2019 年全市 43 个地表水断面水质全部达到或优于 III 类标准。八大河流(段)中, 东阳江、武义江、南江、浦阳江、甌江、衢江水质为优, 金华江、兰江水质为良好, 8 个县级以上集中式饮用水水源地水质均达到 II 类及以上, 达标率为 100%。

由于水资源时空分布不均、水资源分布与社会经济布局不相协调, 以及人口和经济要素高度密集等原因, 全市部分地区、部分时段存在水资源短缺、水生态损害和水环境污染等问题。针对这些问题, 金华市全面贯彻落实“五水共治”、最严格水资源管理制度、河长制湖长制、水污染行动计划、国家节水行动方案等战略决策, 有效缓解了水资源供需矛盾, 水生态环境改善明显。

2017 年 9 月中共中央办公厅、国务院办公厅印发《关于建立资源环境承载能力监测预警长效机制的若干意见》, 该意见明确: 推动实现资源环境承载能力监测预警规范化、常态化、制度化, 引导和约束各地严格按照资源环境承载能力谋划经济社会发展。为贯彻落实这一决策部署, 准确分析评估金华市治水成效和存在问题, 开展了金华市水资源承载力预警机制探索。

二、基于水资源综合承载指数的区域

¹收稿日期: 2020-09-18

作者简介: 许开平, 工程师, 主要从事水资源、水生态、水环境评估与保护等工作。

基金项目: 国家重点研发计划课题(2019YFC0408802); 水利部技术示范项目(SF-201801)。

水资源承载力预警机制构建

国内外学者已经开展的大量水资源承载力研究表明：水资源监控和承载力评价体系是水资源承载能力预警机制的重要基础，可为水资源承载能力监测预警机制建立提供可靠的监测评估手段。截至目前，我国与生态文明体制改革总体方案相适应的水资源承载力预警机制尚未形成清晰、全面、完整的概念体系，现有技术大纲的指标体系较为单一，从维护国家水安全、建设生态文明和促进高质量发展的角度，尚不能完全涵盖新时代水资源管理全部内涵，而且与水资源最大刚性约束、国家节水行动、生态文明建设等要求有一定差距。因此，亟须建立健全全面科学、可操作、能落实的水资源承载状态预警机制，为水资源管理提供可考核、可监管的技术服务，为生活生产提供可参考、可预警的便民信息。

1. 总体思路

本研究“水资源承载力”是指以可预见的技术、经济和社会发展水平为依据，以社会可持续发展和水资源可持续利用为原则，以维护生态环境良性发展为条件，以水资源得到合理开发和配置为前提，从水的资源属性和社会属性出发，综合考虑水资源量质支撑生态环境、社会经济协调发展的承载规模。

根据《关于建立资源环境承载能力监测预警长效机制的若干意见》和《国家节水行动方案》要求，紧密结合区域当前及未来水资源和节水工作实际，坚持目标和问题导向，建立水资源综合承载指数指标体系，确定其评价方法和承载状态阈值区间，健全预警机制和响应机制，为区域水资源管理和节水行动方案组织实施提供导向和靶向服务。

2. 水资源承载力预警机制

(1) 预警指数诊断机制

①指标体系构建。依据前述水资源承载力界定，利用层次分析法建立三级指标体系，一级指标 1 个，即水资源综合承载指数，评价区域水资源综合承载状态；二级指标 5 个，即资源禀赋指数、水源工程能力指数、用水效率指数（节水指数）、河湖健康指数、水资源价值指数；三级指标 17 个。详见表 1。

②指标权重确定。采用主成分分析法确定二级指标权重，其中，水源工程能力指数、用水效率指数和河湖健康指数权重为 25%，资源禀赋指数为 15%，水资源价值指数为 10%。三级指标权重采用平均分配法，也可以根据区域特点和可操作性等因素进行微调。

③指标承载阈值确定方法。采用 3 种方法确定指标承载阈值。其中，人均水资源量、优质水资源保障率、县级以上集中式饮用水水源地安全保障达标程度、水功能区达标率、水资源开发利用率和重要断面生态流量达标率等 5 项指标采用分档赋分法；农村饮用水水源水质达标率、河湖水域面积变化率两项指标采用一票否决法；其他指标目前无公认成熟的参照标准，采用综合排序法，即按照区域年度排序赋分，设定第一名和最后一名的得分，其他名次内插赋分。

④预警级别诊断。利用综合赋分法，对一级指标、二级指标指数级别进行诊断，进行五级分档并赋分（即五色图），预警级别设置详见表 2。

(2) 预警信息发布机制

①发布主体与时间。预警发布主体为水行政主管部门，参与评价单位包括省生态环境厅、统计局、自然资源厅等相关部门。预警发布以年度为周期，由浙江省水利厅牵头组织评估，成立技术小组（专家组），经厅长办公会议审议后，联合省自然资源

厅、生态环境厅和统计局等参评单位共同发布。

②发布形式与内容。发布形式以五色图呈现（颜色设置详见表 2），由水行政主管部门根据前述工作成果通过网站、报刊、通报等多种方式，向全社会、行业主管部门或特定对象（区域主要供水端和受水端）发布预警信息。

预警信息发布内容分为单要素预警和全要素预警。其中，单要素预警是指对 5 个二级指标评价结果分别进行预警发布，全要素预警是指对综合指数（一级指标）结果进行预警发布。针对全社会，主要发布数据来源、全要素和超载的单要素预警级别，以五色图形式展现；针对行业主管部门或特定对象，在公众发布内容基础上增加指标评估方法、超载原因分析，提出管控措施方向建议。

（3）预警管控响应机制

区域行业主管部门或特定对象针对发布的预警信息，提出整改措施或方案，监督其完成整改任务。

根据问题导向和补短板要求，防治区域水资源超载和提升或保持水资源承载状况预警级别从宏观、中观、微观三方面进行考虑：宏观上树立水资源刚性约束的思想，优化区域水资源平衡路径，统筹水资源条件与粮食安全、产业布局与城市发展的关系；中观上强化水资源开发利用行为的监管以及水资源承载状态的监管，推进水资源的合理配置与科学调度，防止水资源无序与过度开发；微观上完善水资源节约水平与水生态保护工程技术体系，提升用水效率，减少河道外取耗水和入河排污量，推进水利工程生态化升级。

表 1 水资源综合承载指数三级指标体系

序号	一级指标	二级指标		三级指标	
		名称	评价内容	具体指标	评价内容
1	水资源综合承载指数	资源禀赋指数	水资源禀赋情况	人均水资源量	人均拥有水资源量
2				单位面积水资源量 (总耕地+城镇建成区)	单位面积(耕地+城镇建成区面积) 拥有水资源量
3		水源工程能力指数	区域水资源保障工程能力，从水量和水质两个层面评价	优质水资源保障能力	优质水源保障能力
4				一般水资源保障能力	一般水源保障能力
5				县级以上集中式饮用水水源地安全保障达标率	大型集中水源安全保障程度
6				农村饮用水水源水质达标率	农村饮水安全保障程度
7		用水效率指数 (节水指数)	用水(或节水)水平	城镇人均综合用水量	城镇居民人均综合用水水平
8				农业亩均毛灌溉用水量	农业用水水平
9				工业亩均用水量	工业用水水平
10				非常规水利用率	非常规水利用水平
11				工业用水重复利用率	工业企业内部用水水平
12		河湖健康指数	取水后区域河湖健康状态	河湖水域面积变化率	河湖水域空间保护与管理水平
13				水资源开发利用程度	水资源开发利用程度
14				水功能区水质达标率	水功能区水生态环境保护水平
15				重要断面生态流量达标率	敏感区域生态流量保障程度
16		水资源价值指数	区域用水价值转化效率	单位水资源经济产出	单方水经济产出能力
17				河湖水生态系统 GEP	生态物质产品、调节服务、文化服务的价值

表 2 预警级别设置

预警等级 (展示颜色)	不超载 (绿)	临界(平衡)状态 (蓝)	轻度超载 (黄)	超载 (橙)	严重超载 (红)
指数区间	90-100	80-90	70-80	60~70	60 以下

表 3 金华市各县(市、区)水资源承载指数评价赋分结果

分层	指标	婺城	金东	兰溪	东阳	义乌	永康	浦江	武义	磐安
二级指标	资源禀赋指数	80	81	92	90	70	75	80	98	100
	水源工程能力指数	90	85	90	88	70	81	90	94	95
	用水效率指数	88	93	84	92	98	100	83	90	80
	河湖健康指数	100	98	100	92	90	80	90	88	100
	水资源价值指数	87	85	83	88	100	92	84	82	95
一级指标	水资源综合承载指数	89.20	88.70	90.20	90.20	84.00	85.45	85.65	91.30	93.25

三、金华市预警机制应用

1. 金华市水资源综合承载指数分析

采用金华市各行业各部门 2019 年数据成果,分析计算金华市各县(市、区)一级指标和二级指标的指数数值,见表 3。磐安县赋分相对最高,永康市和义乌市赋分相对较低。

2. 金华市水资源综合承载指数预警机制五色图

根据赋分结果,对照表 2 绘制金华地区水资源承载力综合指数和专项指标五色图(图略)。五色图显示:全市水资源综合承载指数方面,武义、磐安、兰溪和东阳为不超载状态,其他县(市、区)均为临界状态,水资源承载现状总体平衡。二级指标中,资源禀赋轻度超载的为义乌和永康,水源工程保障能力轻度超载的为义乌,其他指标均未超载;义乌、永康和磐安节水效率和水资源价值指数处于较优水平。

3. 典型地区——浦江县水资源管控措施建议

以浦江县为例,根据金华地区水资源承载力综合指数和专项指标五色图,浦江县水资源综合承载指数和二级指标中水源工程能力和河湖健康均不超载,其他均为临界状态,三级指标中 8 个不超载、7 个临界状态、2 个轻度超载。根据问题导向和补短板原则,提出建议如下:

①临界状态指标,目前与人口数量和产业布局基本达到平衡,但随着产业和人口的集聚性增加,未来有轻度超载趋势。建议全县中长期规划中对产业布局进行优化,对人口数量进行合理控制,按照高质量发展的要求统筹水资源条件与粮食安全、产业布局与城市发展的关系。

②轻度超载指标,主要有工业(园区)亩均用水量和水资源开发利用率。浦江工业园区单位面积用水量较大,远高于金华其他县(市、区)园区用水量,主要集中在浦江经济开发区自备取水户,以热电、印染和化工等高耗水产业为主,部分工业用水重复利用率较低,导致工业用水效率低下。建议浦江经济开发区针对高耗水企业逐步推广节水新技术、新设备,降低产品用

水单耗；鼓励园区开展废污水处理回用，加大用水重复使用率，提高用水效率；保持农业节水现状、适当提高生活节水水平的前提下，合理利用已开发水资源，推进全域水资源的合理配置与科学调度，在中型水库已联网的基础上实施小型库塘联调联供，形成多源互联的保障格局。强化行业监管能力和手段，防止水资源无序与过度开发。

参考文献:

[1]刘志明, 周召红, 王永强, 等. 区域水资源承载力及可持续发展综合评价研究[J]. 人民长江, 2019 (3) .

[2]王建华, 等. 关于水资源承载力需要厘清的几点认识[J]. 中国水利, 2020 (11) .

[3]王伟. 中国经济高质量发展的测度与评估[J]. 华东经济管理, 2020 (6) .

[4]金菊良, 等. 水资源承载力预警研究进展[J]. 水科学进展, 2018 (4) .