

# 江苏省水资源供需平衡现状分析

⑨  
35-37149

胡长忠

(江苏省水利厅, 江苏南京 210029)

TV211

TV213.4

**摘要:**在江苏省65个县(市)全面完成水资源开发利用现状分析的基础上,对江苏省各地的水资源分析成果进行统计汇总、合理性分析和水量调整计算,分析出全省水资源总量及现状水资源供需余缺情况,针对存在的问题提出对策措施:统一规划,增辟水源;全面推行节水措施;加大污染源治理力度;加强领导,依法治水。

**关键词:**水资源;供需平衡;现状分析;江苏省

中图分类号:TV211

文献标识码:B

文章编号:1006-7647(2000)04-0035-03

江苏省位于我国东部,东临黄海,海岸线954 km,地理坐标位于北纬30°46′~35°07′,东经116°22′~121°55′,下辖13个地级市,65个县(市)。总面积102075 km<sup>2</sup>,全省1990年耕地面积486.28万hm<sup>2</sup>,占总面积的47.6%;总人口6742万人,其中非农业人口为1485万人,占总人口的22.0%。

江苏省地势平坦、平原辽阔、河网众多,气候处于高空西北环流和太平洋副热带两种大气环流的遭遇和控制地带,具有较好的降水条件,雨量充沛,多年平均降水量为800~1100 mm,自北向南递增,自然水体的蒸发量多年平均950~1100 mm,多年平均陆地蒸发量为600~800 mm,陆地的降水量70%以上消耗于自然蒸发,因此,本省的水资源并不充裕,江苏省的入境水量丰富,但引用长江水量受到引江工程能力的限制,淮沂沭泗虽有一定的来水,但丰枯水量悬殊。

## 1 水资源总量

### 1.1 水资源分区

为便于进行水资源供需平衡现状分析,需进行水资源分区。按照分区内的自然地理、水文气象、社会经济和水利条件比较一致,尽可能按水系及供、排水系统划分的原则,将全省划分为长江流域、淮河流域2个一级区。长江流域又分为长江下游干流区、太湖区2个二级区;淮河流域分为沂沭泗、淮河上中游和淮河下游3个二级区。在此基础上,划分为19个计算单元,按19个计算单元和13个省辖市行政区进行供需平衡计算。

### 1.2 地表水资源评价量

按水资源定义,地表水资源评价量应是天然状态下的地表径流量。根据江苏省的地貌情况,主要有水面、水田和旱地三种类型,旱地应包括耕地、荒地和城镇等。为了表达天然状态,水田亦作旱地处理,在天然状态下仅为水面与旱地两种面积组成。

各地在开展本行政区水资源开发利用现状分析进行水资源评价量计算时,以代表年各片面平均雨量和蒸发量,用江苏省水利厅提供的公式,计算水面和旱地地表水资源量。

水面计算公式为

$$R_{\text{水面}} = P - E_{\text{水面}} = P - \alpha_1 E_{\text{总}} \quad (1)$$

非水面计算公式为

$$R_{\text{旱地}} = [(P + P_a - C_p)^3 + C_i^3]^{\frac{1}{3}} - C_i \quad (2)$$

式中: $R_{\text{水面}}$ 为水面产水量; $R_{\text{旱地}}$ 为旱地径流量; $E_{\text{水面}}$ 为自然水体蒸发量; $E_{\text{总}}$ 为 $E_{\text{总}}$ 蒸发皿蒸发量; $\alpha_1$ 为自然水体与蒸发器蒸发折算系数; $P$ 为降雨量,在水面计算中用日降水量,在旱地计算中用次降水量; $P_a$ 为次降雨的前期影响量; $C_i$ 和 $C_p$ 为旱地净雨计算公式参数(该两参数使用值,各地分别采取“江苏暴雨洪水图集”分析成果)。

各地以上述计算公式计算的各片地表水资源量相加,作为本地地表水资源量。

### 1.3 本地水资源总量

本文汇总的各市地表水资源量,如果所属某县(市)计算的年旱地产水量和年水面产水量之和为负值,作零处理。水资源总量,为地表、地下水资源评价

量之和。

在分市汇总的基础上,进行分片汇总。分片汇总计算方法为:将各市代表年降水量、地表水资源量、地下水资源量,按各市所在计算单元面积进行折算。

## 2 现状水平各代表年水资源供需平衡分析

水资源开发利用现状分析是在现有水利工程条件下,遇到不同保证率年型的雨情、水情,根据现有工程调度能力、用水水平及工农业生产和人口布局的特征,进行水资源供需平衡分析,研究当前水资源供需矛盾。

### 2.1 可利用水资源量

可利用水资源量是指某一代表年型的最大供水能力,即最大可供水量,而可供水量是指在某一用水水平情况下实际可以提供的水资源量。全省各地在计算供水水量时,主要进行了当地地表径流量、地下水开采量、农业回归、工业回归、河网调蓄量、片间调整水量和外调水量共7项供水水量计算。地下水开采量、农业回归水量、工业回归水量、河网调蓄水量、片间调整水量和外调水量共6项根据实际统计和调查的数据进行计算。当地地表径流量按照计算公式进行计算,为旱地产流量、水面产水量和稻田降雨后产水量3项之和。其中旱地产流量和水面产水量计算方法与前述旱地产流量和水面产流量计算方法相同。稻田降雨后产水量的计算方法是在水稻生育期内采用逐日或按候计算田间排水量。各地计算方法主要有两种:

a. 当某一计算时段降雨量大于稻田蒸发和渗漏量时:

$$R_{\text{产}} = P - (E_{\text{稻田}} + H) \quad (3)$$

式中:  $R_{\text{产}}$  为时段内稻田产水量;  $P$  为时段内降水量;  $E_{\text{稻田}}$  为时段内稻田蒸腾量;  $H$  为时段内田间耗水量。

当某一计算时段降雨量小于稻田蒸发和渗漏量时,稻田产水量为零。

各地进行稻田渗漏量计算时采用现有农田水利试验站资料。稻田蒸腾水量采用下式计算:

$$E_{\text{稻田}} = \alpha_1 \alpha_2 E_{\text{601}} \quad (4)$$

式中:  $E_{\text{601}}$  为  $E_{\text{601}}$  蒸发皿蒸发量;  $\alpha_1$  为自然水体与  $E_{\text{601}}$  蒸发量的改正系数;  $\alpha_2$  为水稻田与自然水体蒸发量的改正系数。

b. 采用式(5),按照水稻各个生长期控制水深计算稻田产水量:

$$h_2 = h_1 - J + P + G - H \quad (5)$$

式中:  $h_1$ 、 $h_2$  分别为时段初、末田间水层深度;  $G$  为

时段内灌水量;  $J$  为时段内排水量。

采用上述公式进行稻田水量平衡计算,式中  $J$  就是稻田产水量。

### 2.2 用水量

国民经济各部门用水量包括农业用水、工业用水、城镇及乡村人民生活用水和农村牲畜等其它用水。在这些用水部门中,除农业用水受到自然气候影响而有较大的变化外,其它各项用水在同一水平年不同降水保证率的用水量基本不变,其采用数值是实际调查成果。农业用水按照水稻用水和旱田用水两种类型分别进行计算。

#### 2.2.1 水稻用水

水稻田的用水量与灌溉制度和降水量有密切关系,水稻总用水包括秧田用水、泡田用水和大田灌水三个方面:

a. 秧田面积一般为水田面积的1/10。各地计算秧田用水大部分地区采取估算,一般估算水量为  $4500 \text{ m}^3/\text{hm}^2$  左右。

b. 各地计算泡田水量时一般取  $1200 \sim 1800 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 。

c. 大田灌水量、供水量计算时采用式(3)计算稻田产水量。

稻田用水的计算方法是:当某计算时段降雨量大于稻田蒸发和渗漏量时,稻田不用水;当降雨量小于稻田蒸发和渗漏时按式(6)计算:

$$G = (E_{\text{稻田}} + H) - P \quad (6)$$

稻田灌水量的累计值,即为稻田用水量。

在供水量计算时,用式(5)计算稻田产水量,式中  $G$  的累计值就是大田灌水量。

以上计算的水稻用水为净灌水量,除以渠系利用系数,得出毛灌水量,参加水平衡计算。渠系利用系数部分地区有实际值,大部分地区通过调查确定,根据各地分析报告,一般地区取值为0.5~0.7。

#### 2.2.2 旱地用水

各地进行旱地用水量计算,除淮安市等少部分市、县(市)以旱地土壤含水量,计算旱地需水作为旱地用水量外,绝大部分市、县(市)均以旱地实际灌水量作为旱地用水量。

各地旱地灌水量情况差异很大,大部分地区丰水年旱作物不需要灌水,部分地区历史上旱作物就没有灌水习惯,但也有部分地区,尽管1990年为丰水年,三麦灌水量达  $2700 \sim 3000 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 。旱作物灌水主要是三麦、棉花、油菜和蔬菜,以这4种作物面积计算,平均灌水量约  $1135.5 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 。

计算旱地用水,各地都是计算毛灌水量,直接参加供需平衡计算。

### 2.3 水资源供需平衡计算

在完成现状(1990年)及其各种保证率年型的用水量和可利用水资源量分析计算的基础上,为分析现状各种保证率年型水资源供需余缺状况,进行分区水资源供需平衡计算,计算步骤为:

a. 计算时段.一般地区非汛期按月,汛期按旬或按候进行供需平衡计算,使用微机进行供需平衡计算,一般以日为单位.

b. 平衡方法.各地进行供需平衡计算时,一般以当地地表径流量、地下水开采量作为可利用水资源量初算值,或者加上农业回归水、工业回归水两项中一项或两项作为可利用水资源量初算值,与用水过程进行比较,当可利用水资源量大于用水量时,此时段有余水;当可利用水资源量小于用水量时,此时段缺水.

c. 分片余缺水量调整计算.在进行上述供需平衡初算后,可以从3个方面进行供水调整:①片内供水调整,即利用河网等工程将余水时段的余水调整到缺水时段加以利用;②过境水的引用,各片的缺水可以通过泵站提取或自流过境的外来水加以利用;③片间供水调整,同时段内将余水片的余水引用到缺水片加以利用.经调整计算后,重新计算出各片各时段余缺水量.将某一年型各时段调整后的余水相加,作为某一年型的年度弃水;各时段的缺水量相加,作为某一年型的缺水量.

### 2.4 水资源供需平衡省级汇总成果合理性分析

由于各市、县(市)进行水资源供需平衡分析,缺少外调水量和利用上游回归水量资料,因此各地计算成果缺水量普遍偏大.为反映江苏省实际缺水情况,缺水量需进行重新调整计算.调整计算时,先按19个计算片进行调整,在此基础上调整分市汇总成果.

使用现状水资源供需平衡分片统计表,对其中国不合理的数值进行调整,并进行供需平衡调整计算.

a. 用水量中,农业用水各地是根据调查实际用水量或按农作物需水量计算得来的,工业、生活及其它用水是根据计量或进行调查的,因此汇总统计的各项用水量基本上符合江苏省实际用水情况,不需要进行调整.

b. 地表产水量、地下水开采量、农业回归水量、工业回归水量、河网调蓄水量、片间调蓄水量和外调水量共7项供水量中,地表产流量是根据降雨产流计算的、地下水开采量是按照取水登记资料结合调查计算的,因此,这两项供水量可以认为是正确的.外调水量,参照江苏省水的中长期供求计划分析成果中的外调水量计算成果,对部分片进行改动.农业回归水量、工业回归水量、河网调蓄水量和片间调蓄水量4项,归并为农业回归水量和工业回归水量两

项,重新确定回归系数参加供需平衡分析.

c. 供需平衡调整计算.按照以上方法调整后,三种年型调整前后全省缺水量对比见表1.

表1 三种年型调整前后全省缺水量对比

| 保证率/% | 调整前缺水量/亿 m <sup>3</sup> | 调整后缺水量/亿 m <sup>3</sup> |
|-------|-------------------------|-------------------------|
| 50    | 72.7                    | 5.3                     |
| 75    | 132.5                   | 44.9                    |
| 95    | 275.2                   | 120.5                   |

### 2.5 现状水资源利用情况评价

按现状用水水平,50%,75%,95%三种保证率江苏省总用水量分别为448.3亿 m<sup>3</sup>,497.7亿 m<sup>3</sup>,613.7亿 m<sup>3</sup>,但三种保证率本地水资源量仅有378.2亿 m<sup>3</sup>,266.5亿 m<sup>3</sup>,96.1亿 m<sup>3</sup>,即使全部被利用,三种保证率本地水资源量也分别仅占用水量的84.4%,53.5%,15.6%,远远不能满足工、农业生产的需求.考虑外调水量和工、农业回归水的利用,现状各种年型可利用水资源量的利用率和废弃率见表2.旱情越重,水资源的利用程度越高.

表2 现状可利用水资源量利用和废弃情况

| 保证率/% | 可利用量<br>/亿 m <sup>3</sup> | 需用水量<br>/亿 m <sup>3</sup> | 实用水量<br>/亿 m <sup>3</sup> | 利用率<br>/% | 废弃率<br>/% |
|-------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------|-----------|
| 50    | 718.9                     | 448.4                     | 443.1                     | 62        | 38        |
| 75    | 641.9                     | 497.7                     | 452.8                     | 71        | 29        |
| 95    | 568.2                     | 613.7                     | 493.2                     | 87        | 13        |

## 3 对策与措施

水是一种重要的自然资源,与人类生存和社会发展密切相关.水的问题已日益引起社会的关注,成为当今世界各国普遍重视的重大问题.解决江苏省水资源紧缺问题,应当做到:

a. 统一规划,增辟水源.①扩大引江能力.长江是江苏省可靠的水源,要积极推动各项引江工程的建设,如泰州引江河、通榆河、太湖及长江两岸的各项引江工程,以及南水北调的续建等,尽早实现苏北引江的既定规模.②突出重点,加快缺水地区的水源工程建设.目前正在实施的江水北调、泰州引江河、通榆河等工程建成以后,江苏省沂北地区和丘陵山区供水水源仍不能彻底解决.应抓紧进行通榆河向北延伸的可行性研究,最终使通榆河过新沂河延伸到赣榆县,以解决沂北及赣榆地区的缺水问题;在丘陵山区,应加强塘坝、水库建设,扩大山丘区蓄水量,创造条件,扩大引水上山规模,改变山丘区缺水状况.

b. 全面推行节水措施.解决缺水问题,应当开源与节流并重,在某种意义上,节流更为重要.应采取各种节水的工程措施和政策,以建成节水型社会和节水型用水系统作为节水管理的工作目标,降低各方面的用水指标,使有限的水资源(下转第49页)

表3 调压室测点 Ssc 岩体三维应力测试成果

| 测段<br>/m | $\sigma_x$<br>/MPa | $\sigma_y$<br>/MPa | $\sigma_z$<br>/MPa | $\tau_{xy}$<br>/MPa | $\tau_{yz}$<br>/MPa | $\tau_{zx}$<br>/MPa | 主应力<br>大小/MPa     | 方位角<br>/(°) | 倾角<br>/(°) |
|----------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------|-------------|------------|
| 5        | 9.2                | 10.1               | 17.8               | 2.8                 | -4.2                | -8.7                | $\sigma_1 = 25.0$ | 212         | 53         |
|          |                    |                    |                    |                     |                     |                     | $\sigma_2 = 8.5$  | 279         | -17        |
|          |                    |                    |                    |                     |                     |                     | $\sigma_3 = 3.7$  | 358         | 31         |
| 10       | 10.1               | 7.6                | 18.3               | 2.7                 | -3.3                | -6.2                | $\sigma_1 = 22.8$ | 210         | 57         |
|          |                    |                    |                    |                     |                     |                     | $\sigma_2 = 7.4$  | 226         | -32        |
|          |                    |                    |                    |                     |                     |                     | $\sigma_3 = 5.8$  | 311         | 8          |
| 15       | 17.4               | 6.7                | 9.5                | 4.8                 | -2.2                | -1.5                | $\sigma_1 = 19.7$ | 202         | 12         |
|          |                    |                    |                    |                     |                     |                     | $\sigma_2 = 9.5$  | 146         | -69        |
|          |                    |                    |                    |                     |                     |                     | $\sigma_3 = 4.4$  | 108         | 17         |

### 3 结 语

随着地下洞室开挖进程所带来的边界条件变化,洞室围岩将产生荷载重新分配和应力、应变调整,其所形成的二次应力场虽与初始应力场有一定联系,但也存在明显差异,现有应力场是初始应力场、开挖干扰应力场和支护应力场等的综合反映。在岩体应力测试中,传感元件的品质是岩体应力测试成功的关键,它直接影响测试成果的精度。本次测试所采用的传感元件为四分向环式钻孔变形计,具有较好的线性、重复性、稳定性和灵敏度。通过实测表明,测试数据是稳定的,成果是可靠的。

a. 实测结果表明,围岩应力随着时间的推移和施工进展不断发生调整 and 变化,应力重分布状态受开挖、支护等影响较大,故本次所获得的 3 个测试点

(上接第 37 页)

更好地为国民经济服务。

c. 加大污染源治理力度,水资源遭受污染,不仅减少了水资源有效利用率,而且已直接威胁着国民经济发展和人民身体健康。因此,加强水质保护和水环境的治理是一项十分迫切的任务。要降低工业污染物的排放量,加强对面上污染的管理,强化对乡镇村企业污水排放量的监督管理,减少单位面积化肥和农药的施用量,推广施用低毒、高效、快速分解的农药,逐步减轻污染程度。

d. 加强领导,依法治水,《水法》的颁布实施,标志着我国已进入依法治水的新时期。为了更加有效地保护好水资源,必须以法律规范每个用水部门和用水个人的行为;实现水资源统一管理,做到统一管理地表水和地下水的数量、水质;统一进行水的立法、调查、评价、规划、水量调配;统一实施取水许可及其它重要的水行政管理工作。理顺水资源管理体制,摆正水资源产权管理和行业管理之间的关系。

(收稿日期:1998-12-02 编辑:张志琴)

的测试结果只能反映测点所在部位的围岩应力情况,不宜以所获结果推论其余部位的围岩应力状态。现阶段测试部位有锚杆和锚索支护,测试部位岩体的整体性和刚度有所改善,支护应力场对测试成果产生了较大的干扰,同时也使经过长时期、多层次的地下洞室群体开挖形成的二次应力场更加复杂。因此,应结合锚杆和锚索等支护条件进行应力反分析研究或进行应力模型试验,以便更准确地了解地下洞室围岩目前的总体应力状态。

b. 由于岩体本身并非均质且各向同性的,目前采用线弹性理论进行分析尚有一定的局限性,如何更真实地模拟岩体的属性,建立更加完善的力学模型,尚有待进一步研究。

c. 测试方法和测试仪器对应力测试成果的影响也不容忽视,从试点准备、测试仪器率定到资料计算分析,都需专业人员负责,以保证测试成果的准确性和可靠性。

### 参考文献:

- [1] 华东水利学院,成都科学技术大学合编.岩石力学[M].北京:水利电力出版社,1984.
- [2] 郑雨天译.岩石力学试验建议方法[M].北京:煤炭工业出版社,1982.

(收稿日期:1999-10-10 编辑:张志琴)

(上接第 41 页)

此外,残余环境影响的价值也应作为残值处理计入项目成本分析的资金流。例如:一个大坝项目采取了一定的环保措施后,还会对下游河道的鱼场产生影响,由此产生的鱼产量减少对项目也是一种成本。这种残余环境影响可以采取以上提到的方法之一估算。

### 参考文献:

- [1] Dixon, Scura, Carpenter, Sherman. Economic analysis of environmental impact [M]. 2nd edition. London: Earthscan Publications, 1994.
- [2] J. 普赖斯·吉德格. 农业项目的经济分析 [M]. 北京:中国财政经济出版社, 1985.

(收稿日期:1999-12-15 编辑:熊水斌)

