

# 试论杭加湖平原水网区地下水补给与排泄的主要方式

周黔生 (杭州市水文站)

我国南方平原水网区浅层地下水以垂直补给(降水补给和灌溉补给)为主,这是公认无疑的。地下水排泄途径有二种:垂直排泄和水平排泄,但其中以何种方式为主,目前尚有争论,一种观点认为以垂直排泄为主,即以潜水蒸发为主<sup>(1)(2)</sup>,另一种观点则认为以水平排泄为主,即侧向渗流为主<sup>(3)</sup>。持第一种观点的人认为平原水网区地势低平,地下水埋深浅,水力梯度小,地下径流微弱,而潜水蒸发却因地下水埋深浅相对较强,所以地下水以垂直排泄为主,地下水动态类型属降水-蒸发型。持第二种观点的人则认为平原水网区河网密度大,河渠田沟纵横交错,地下水排泄途径短,水力梯度并不小,侧向渗流较强,地表水与地下水转换频繁,所以地下水应以水平排泄为主。下面结合杭加湖平原水网区具体情况,谈谈我们的认识,并通过地下水资源计算阐明地下水补给与排泄的主要方式。

## 一、杭加湖平原水网区概况及水文地质条件

杭加湖平原水网区是长江三角洲平原的一部份,位于浙江省北部的杭州—嘉兴—湖州三市之间及其邻近一带,北临太湖,南濒钱塘江,总面积为6781平方公里,区内地势低洼,海拔高度在4—8米,河网密布,水面面积约占总面积的十分之一,年雨量在1200—1400毫米之间,年水面蒸发量约1000毫米,农作物以双季水稻为主,水稻田面积占耕地总面积一半以上。

本区按水文地质条件,大致以京杭大运河为界分为东、西两部份,西部地下水属淤泥层孔隙潜水,岩性以粘土,亚粘土为主,渗水性很差。东部地下水主要是冲海相淤积层孔隙潜水,岩性以亚粘土,亚砂土为主,渗水性也差。本区地下水埋深较浅,旱地一般在1.0—2.0米,水稻田生长期在0.5米上下,旱作期在0.5—1.0米上下。地下水位一般均高于河道水位,地下径流向河道排泄。只有当较大洪水出现时,地下水位才低于邻近河道水位,接受河水侧向补给。

本区地下水长观井共有20个,不仅有地井(设在旱地上),而且还有田井(设在水稻田上),资料系列在10年以上,最长达20年以上,为地下水资源计算提供了可靠依据。

## 二、地下水补给量与排泄量的计算与分析

由于本区气候湿润多雨,地势低洼,水稻田面积比重大,地下水埋深浅,开采量又小,因此地下水资源的补给与排泄颇具特点:

1. 本区地下水补给量中绝大多数是垂直补给量,垂直补给量中又以降水补给量占首位。其次是水稻田的降水灌溉入渗补给量,其余各项甚少,可忽略不计。区内各项补给量与排泄量的计算方法,均采用水电部1982年颁发的《地下水资源调查和评价工作技术细则》(试行稿)中规定的方法计算成果引用《浙江省地下水资源调查与评价工作正式报告》中的数值,较为可靠。补给量主要计算三项:旱地降水入渗补给量,水稻田旱作期降水入渗补给量和水稻田生长期降水、灌溉入渗补给量。下面分项简述:

(1) 旱地降水入渗补给量采用降水入渗补给系数法,公式如下:  $Q_1 = \alpha \cdot P \cdot F$

$Q_1$ : 旱地降水入渗补给量(亿米<sup>3</sup>);

$\alpha$ : 降水入渗补给系数;

$P$ : 降水量(毫米);

$F$ : 旱地面积(平方公里);

根据本区长观井的地下水动态资料分析,  $\alpha$ 值采用0.177(东区)和0.123(西区)。计算结果  $Q_1 = 5.58$  亿米<sup>3</sup>

(2) 水稻田旱作期降水入渗补给量  $Q_2$  计算方法与旱地相同,计算结果,  $Q_2 = 1.71$  亿米<sup>3</sup>。

(3) 水稻田生长期降水、灌溉入渗补给量采用下列式计算:  $Q_3 = \phi \cdot F_m \cdot T$

$Q_3$ : 降水、灌溉入渗补给量(亿米<sup>3</sup>);

$\phi$ : 水稻田渗漏率(毫米/日);

$F_m$ : 水稻田面积(平方公里);

$T$ : 水稻田实际渗漏天数(日)。

根据我省试验资料,  $\phi$ 值采用0.6—1.0毫米/日,  $T$ 值采用120—160天,计算结果  $Q_3 = 3.13$  亿米<sup>3</sup>。  $Q_3$  中包括降水和灌溉入渗两部份,根据降水有效利用系数  $\eta$  可以将它们区分出来。浙江省平原区的降水有效利用系数有关试验资料平均值为0.43,这样便求得水稻田生长期降水入渗补给量:

$$Q_4 = \eta Q_3 = 0.43 \times 3.13 = 1.35 \text{ (亿米}^3\text{)}$$

杭加湖平原水网区地下水补给与排泄  
平衡计算表 单位: 亿米<sup>3</sup>

地类	项目 数量与 百分比	补给量			排泄量		
		降水入 渗补给 量	灌溉入 渗补给 量	合计	潜 水 蒸发量	侧 向 渗流量	合计
旱地	数量 %	5.58		5.58	3.54 63.4%	2.04 36.6%	5.58
水稻田	数量 %	3.06 63.2%	1.78 36.8%	1.84	1.84 38.0%	3.00% 62.0%	4.84
总计	数量 %	8.64 82.9%	1.78 17.1%	10.42	5.38 51.6%	5.04 48.4%	10.42

水稻田生长期灌溉入渗补给量:

$$Q_5 = (1 - \eta) Q_3 = 0.57 \times 3.13 = 1.78 \text{ (亿米}^3\text{)}$$

因此水稻田年降水入渗补给量:

$$Q_6 = Q_2 + Q_5 = 1.71 + 1.35 = 3.06 \text{ (亿米}^3\text{)}$$

本区各项补给量计算成果如表 1 所示, 旱地和水稻田的降水入渗补给量共 8.64 亿米<sup>3</sup>, 占总补给量的 82.9%, 而灌溉入渗补给量为 1.78 亿米<sup>3</sup>, 仅占总补给量的 17.1%, 这说明本区地下水补给量中, 大多数是降水入渗补给量, 其次是灌溉入渗补给量。

2. 本区地下水排泄量中, 潜水蒸发与侧向渗流接近相等。

(1) 潜水蒸发量采用潜水蒸发系数法求得:

$$e = e_0 \cdot C \cdot F$$

$e$ : 潜水蒸发量 (亿米<sup>3</sup>);

$e_0$ : 水面蒸发量 (毫米);

$C$ : 潜水蒸发系数;

$F$ : 旱地或水稻田面积 (平方公里)

计算结果  $e = 5.38$  亿米<sup>3</sup>。

(2) 侧向渗流量计算:

由于平原水网区河渠密布, 侧向渗流量不易计算正确, 所以我们采用下列方法求得。

$$\therefore \text{总补给量} = \text{总排泄量} = \text{潜水蒸发量} + \text{侧向渗流量}$$

$$\therefore \text{侧向渗流量} = \text{总补给量} - \text{潜水蒸发量}$$

侧向渗流量即按上式求得, 其值为 5.04 亿米<sup>3</sup>。由表 1 可见, 在旱地的地下水总排泄量中, 潜水蒸发量为主, 占 63.4%, 侧向渗流量为次, 占 36.6%。在水稻田的地下水总排泄量中, 潜水蒸发量为次占 38.0%, 侧向渗流为主, 占 62.0%, 就整个杭加湖平原水网区 (包括旱地和水田) 统计, 潜水蒸发量占总排泄量的 51.6%, 侧向渗流量占 48.4%, 略小一点。

上述统计表明, 平原水网区的地下水排泄方式与

土地类型和农田灌溉制度有很大关系, 在水稻种植区, 地下水以水平排泄为主, 而在旱地区, 地下水又以垂直排泄为主。在水稻田和旱地混杂地区, 视比例大小而定。例如在杭加湖平原, 水稻田计算面积\*占总面积的一半左右, 水平排泄量与垂直排泄量接近相等。

对于我国南方平原水网区地下水的排泄形式, 以往多认为以垂直排泄为主, 水平排泄为次, 近年来这种传统的观点已引起一些争论, 一部份人认为平原水网区地下水应以水平排泄为主。其实平原水网区地下水排泄形式不能一概而论, 应视具体情况而定, 当水稻田面积占优势时, 以水平排泄为主, 理由是水稻田的降水灌溉入渗补给量多以侧向渗流的形式排泄, 只有少部份为潜水蒸发所消耗。当旱地面积占优势时, 显然以垂直排泄为主。当水稻田面积与旱地面积相差不多时, 两种排泄量接近相等, 至少不会相差很大。

### 参 考 文 献

1. 中国科学院自然地理编写组, 中国自然地理地下水 科学出版社 1979年。
2. 史占春, 水文地质勘察手册 (上册)。
3. 浙江省水文地质工程地质大队, 浙江省水文地质图说明书 (1:50万), 1978年9月。
4. 王敏夫、潘莹贵, 珠江三角洲水量平衡和转化关系的初步分析, 《人民珠江》, 1983年第6期。

\* 水稻田计算面积系指双季稻面积与单季稻面积被折算成双季稻的面积之和。

(上接第41页)

<Max—min> 评判方法划 3 号井为 I 级水显然有些勉强。然而从 3 号井的实测数据来看, 酚的含量等于 I 级水标准, 氟、汞、砷的含量都低于 I 级水铬<sup>6+</sup>的含量虽然高于 I 级水, 但仍未接近 II 级水, 此并对 I 级水的隶属程度显然大于对 II 级水的隶属程度。这一事实又一次说明 <Max—min> 评判方法的结果较 <Max—min> 评判方法的结果更符合实际, 更准确, 同时, 此评判方法简便, 易于掌握, 可以说是评价水质污染程度的一种较为理想的方法。

本文在杨天行副教授和谷文祥讲师的指导下完成, 在此表示衷心感谢!

**更正:** 今年第一期“细粒土结构专门术语、概念和分类命名的初步方案”文中, 图15与图19的图应对换; 图20和图21的图应对换。第9页右列第9行“色膜”应为“包膜”; 第11页右列第11行“碱度”应为“酸碱度”; 第12页右列倒数第3行“小红土”应为“红土”; 第14页右列标题“3, ……和一般粘性”应为“……和一般粘性土”。