

下水资源的实际需要出发,没有按过去惯用的动储量、调节储量、静储量和开采储量“四大储量”概念进行计算,而着重计算了地下水的补给量、储存量、开采储量和水源地的开采量。

1. 补给量的计算:补给量(Q_B)是指汇入本区的地下水总量,是评价地下水资源的主要依据。采用降水渗入系数法、地下径流模数法和地下水排泄总量法进行了计算。其平均补给量可取为23万立方米/日。

2. 储存量的计算:地下水的储存量(V),是指最枯水位以下的含水体积中储存的地下水量。计算了含水层储存量和单位储存量(指1米厚度含水层所储存的重力水体积)为 1.6×10^7 立方米。

3. 开采储量的确定:开采储量是地区地下水的最大可开采量,它是与水源地的范围大小,取水构筑物的类型、数量、布置无关的,仅受水文地质条件制约的天然量。但是,必须保证在长期开采过程中,水量不减少,水质不恶化。

根据水城盆地岩溶发育强烈,补给、径流条件良好,降水迅速补给地下水,且储存量较大,故认为,可以盆地的平均地下水补给量(Q_B)作为开采储量。

4. 水源地开采量的计算和评价:开采量是指一个水源地的实际开采能力,它与水源地范围的大小,取水构筑物的类型、数量和布置紧密相关。一般说来,水源地开采量应小于开采储量才有保证。

从水城盆地的实际出发,遵循经济合理,技术可

能的原则,选在盆地下游,以已有的水城水源地为基础,可扩大为5公里长,共布置23口开采井(包括已有井13口),在富水地段建组井取水。

按可靠程度,已有资料可分多年供水实践和枯水期群井抽水资料、单孔抽水试验资料、泉水和物探资料。依据上述资料计算或估算的开采量分别为可靠的、较可靠的和一般的三种类型。

在已确定开采量的基础上,将含水层简化为一侧直线补给边界,采用非稳定流映射法,计算水城水源地任意布置的群井干扰情况下的开采水位降深。

首先,用1974年枯水期7口井的群井抽水试验资料进行了验证性试算,发现降深修正系数($\beta = s_H/s_{\text{实}}$)与比导水系数($C = T_i/T$),在双对数纸上具有呈反比的直线关系。

除7号和22号井与盆地内无水力联系不参加计算外,对其余21口井,以枯水期为100天的井群开采水位降深的计算结果,并用降深修正系数予以修正。

四、结论

1. 在弄清水文地质条件的基础上,采用均衡法评价地下水资料,抓住了地下水的来龙去脉。

2. 进行地下水资源评价时,计算补给量、储存量、开采储量和水源地开采量,切合实际,都有用处。

3. 评价水源地开采量时,采用一般方法推算开采量,以非稳定流映射法预报枯水期末的井群开采水位降深,方法完善,效果较好。

华北一隐伏岩溶地下水 水源地资源评价

天津市地质处

为了给一大型工程提供优质水源,我处自1974—1976年,对华北一个隐伏奥陶系岩溶裂隙水水源地进行了水文地质勘探,并做了三次大型群孔抽(放)水试验,其中第三次试验有抽水孔12个,观测孔23个,抽水量在7万吨/日以上,历时46昼夜。

工作区是平原区,相对高差仅2—3米,地表无基岩出露。基岩地层隐伏于第四系之下,埋深100—300米,为古生界地层构成的一系列复式褶皱,其轴向大致为NNW,其中的下仓向斜为重点勘探区,该向斜西北仰起、东南倾俯并被呈北东走向的工部庄断层切开,西北盘上升,东南盘下降,断距约400米。

该向斜在平面上分布宽度约15公里,其轴部为石炭二叠系,向两翼依次为奥陶系、寒武系和震旦系。在平面上,奥陶系灰岩含水岩体的北、西两面是寒武系页岩夹薄层灰岩构成的隔水边界,南面则以工部庄断层为隔水边界;在剖面上,寒武系构成隔水底板,石炭二叠系的铝土页岩及第四系底部的“泥砾”则构成隔水顶板。该奥陶系灰岩含水岩体是一个统一的含水岩体,其水的补给来自东部,在那里,灰岩与洪积扇粗颗粒含水层直接接触,形成补给“天窗”。

根据各观测孔 $s-\lg t$ 曲线计算了水文地质参数。

利用有限元法反求了参数和对开采动态进行预报。计算时,对各边界条件做了如下处理:

1. 渗流区不仅包括未来水源地还包括补给区,面积共约630平方公里。
2. 以1976年5月1日8时瞬时流场作为初始流场。
3. 渗流区北、西、南三面均为隔水边界。
4. 补给“天窗区”的地下水,来自洪积扇上部,

该处有经常性补给,故作为第一类定水头边界。

5. 渗流区具明显的非均质各向异性特征,结合不同地段勘探程度和评价要求,将渗流区划分为七个大的、十九个小的各向异性区。

6. 越流区第四系与奥陶系灰岩相互重叠,由于其间存在着水头差而产生水力联系,对区内两套含水层分别划出单元,重叠的单元节点座标完全一致,各节点据其平衡关系分别列方程统一求解。

方程及定解条件为:

$$\begin{aligned} \mu \frac{\partial h}{\partial t} &= T_x \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + T_y \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} - \\ &- \sum_{w=1}^n Q_w \delta(x-x_w, y-y_w) + \varepsilon(x, y, t) \\ h(x, y, 0) &= h_0(x, y) \\ \left(T_x \frac{\partial h}{\partial x} n_x + T_y \frac{\partial h}{\partial y} n_y \right) \bigg|_{\Gamma_2} &= 0 \end{aligned}$$

$$h(x, y, t) \big|_{\Gamma_1} = \varphi$$

将渗流区剖分为 464 个单元, 283 个节点。选择 10 个观测孔为拟合点, 进行参数的间接反求作法是: 将勘探孔较多的一个小区的参数定为基数, 再根据其其余各区富水性、钻孔自流量等指标给出其与基数的比值, 以此确定各区参数初值。然后代入模型中试算, 根据拟合情况反复调整比值、基数及内部分区。在此过程中我们使用了优选法、单纯形法等并配合人为调整, 求得一组最佳参数。

经反复调整试算使得计算值与实测资料达到最佳拟合, 绝对误差一般不超过 0.20 米, 平均相对误差仅 2.9%, 这说明, 数学模型是好的。

用此数学模型, 预报了十年的开采动态, 结果表明, 水量能够满足要求。

(李风忠执笔)

一个水源地下降漏斗发展趋势的预测

王桂增 (陕西省第一水文地质队)

一工业供水水源地, 面积 8 平方公里, 有 49 眼生产井。自 1956 年开采地下水以来, 逐步形成区域下降漏斗, 并不断地扩大和加深, 使处于下降漏斗中心的井, 出水量明显减少, 甚至发生吊泵现象, 给工业用水造成影响。面对这种情况, 应查明下降漏斗不断发展的原因, 预测其发展趋势, 并确定允许的开采量。

为了弄清开采量与水位下降间的变化规律, 于 1973 年 9 月至 1974 年 10 月, 进行了一个水文年的实际开采试验, 并应用开采强度法进行分析计算, 对解决上述问题取得了较好的效果。

一、水文地质参数的确定

该水源地开采上新统灞河组砂砾岩夹砂质泥岩层中的承压水。水源地近于矩形, 属于无越流的无限边界条件。计算时, 将开采区概化成一个矩形, 并包容两个次一级矩形, 以漏斗中心的 5 号及 15 号井作计算点。由于 1973 年以前无开采量和水位降低资料, 除求解 a 、 μ 外, 还须确定历史开采强度 ε_0 与历史开采时间 t_0 。这两个辅助参数等价于自 1956 年至 1973 年的实际开采过程的开采强度和开采时间。进行这样处理, 就恢复了水源地整个生产过程。

a 、 μ 、 ε_0 、 t_0 四个参数是依据 1973 年 9 月及 1974

年 9 月 5 号和 15 号井的四个水位降低方程求解的。

在有一个以上开采区, 且开采强度随开采时段变化、开采比不变的条件下, 矩形开采区任意点水位降低公式为

$$\begin{aligned} s(x, y, t) &= \frac{\varepsilon_1 t_n}{\mu} \left[\alpha^1 \bar{s}_{t_n} + \alpha^2 \bar{s}_{t_n}^2 + \dots + \alpha^m \bar{s}_{t_n}^m \right] + \\ &+ \frac{(\varepsilon_2 - \varepsilon_1)(t_n - t_1)}{\mu} \left[\alpha^1 \bar{s}_{(t_n - t_1)}^1 + \right. \\ &\quad \left. + \dots + \alpha^m \bar{s}_{(t_n - t_1)}^m \right] + \\ &+ \dots + \frac{(\varepsilon_n - \varepsilon_{n-1})(t_n - t_{n-1})}{\mu} \times \\ &\times \left[\alpha^1 \bar{s}_{(t_n - t_{n-1})}^1 + \dots + \alpha^m \bar{s}_{(t_n - t_{n-1})}^m \right] \end{aligned}$$

式中 $\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_n$ ——第 1 至第 n 时段的计算用开采强度。

$\alpha^1, \dots, \alpha^m$ ——第 1 至第 m 开采区的开采比。

$t_1, \dots, t_n$ ——从开始抽水起算至第 1 到第 n 时段末的时间。

用试算法解出:

$$a = 1.19 \times 10^5, \mu = 4.15 \times 10^{-3},$$

$$\varepsilon_0 = 4.15 \times 10^{-3}, t_0 = 1.89 \times 10^3$$

经验证计算的五个点的实测水位降低与计算水位降低误差 0.6—1.76%, 说明四个参数可信, 并根据所求得的参数值作水位降低预测及开采量评价。

二、下降漏斗发展趋势预测

在 1974 年计算时, 以 1973 年 10 月至 1974 年 9