

读者·作者·编者

对《供水水文地质手册》中有关确定水文地质参数问题的一些看法

萧 树 铁

近几年来由于工作的需要,我向水文地质工作者学了一些有关地下水计算方面的知识。在学习和应用的过程中,感到在使用地下水动力学的概念上有一些需要讨论明确的地方。最近很高兴看到我国水文地质工作者自己编写的“供水水文地质手册”(第二册)(第一至第七机械工业部有关单位集体编写,地质出版社出版),它反映了我国广大水文地质工作者总结多年经验,参考各国先进经验所进行的辛勤劳动。无疑会引起从事有关工作的人们的重视。

这本手册包含的内容比较广泛,作为一个初学者,当然不可能都加以消化。只是其中有些内容正是学习时感到需要讨论的东西,着重结合第一章的部分内容,谈谈个人的一些初浅看法。

和所有的自然科学一样,水文地质学也经历了一个由定性的描述到定量计算这一过程。定量计算的一个重要手段就是运用数学模型,即根据研究对象所遵循的物理规律,经过适当的简化以后,列出一些量所必须满足的方程,(主要是微分方程),以及根据对象所处的特定环境而列出一组条件(定解条件)。因此模型也可以说是主要水文地质条件和运动规律的数学描述。有了模型以后就可以应用各种手段把解求出来;如果解是用解析式子表达的,用多了人们就把它叫某公式;如果解是用数字表示的,一般就称之为数值解。用地下水动力学

这一工具来解决地下水运动的问题大体上都是按这一种程序进行的。

根据这种程序,就需要注意以下几点:

一、模型的选择问题,或者简单一点说就是条件确定后如何选公式的问题;目前实际工作中的一个困难就是经过勘探之后,如何选定合适的模型;或者进一步为了能应用合适的模型,在进行勘探设计中应该考虑哪些因素。“手册”的作者在这方面是作了努力的。在第一章中他们不只是汇集一些公式,注意指出它们的适用条件,而且还专门作了一些讨论。然而这方面似乎还嫌不够;不够在于:1.“手册”中例子不少,但绝大多数的例子都不是分析在什么条件下应该采用什么模型,而只是说明如何代公式进行计算。2.在公式表中,“适用条件”这一栏往往失之过简,例如公式(1-1-1)和(1-1-2)的“适用条件”一样,但用它们计算所得的结果明显是不同的。公式(1-1-5)和(1-1-10)也如此。又如132页上虽然用图表示了“第一种情况”和“第二种情况”,但没有用文字明确说明这两种模型的不同之处。这些地方就可能使经验不多的使用者感到无所适从。另外,手册注意区别经验公式和模型的解,这是必要的。但如果能进一步注明经验公式的出处就更好了,因为这样有助于使人了解这些公式产生的背景和条件。

二、所谓“公式对比”的问题:人们在计算中常利用不同的公式对

同一对象进行计算,以作比较。这当然是一个有益的办法,但有两点需要明确:

1.“对比”的内容是什么?“手册”的177页上有这么一句话:“经过多次计算对比,认为公式(1-4-16), (1-4-17)比较正确,……”这句话可以作几种不同的理解:(1)在实际情况下,多数都可用这两种模型之一来表示,所以公式(1-4-16), (1-4-17)适用的场合比较多。(2)对这个具体实例(“手册”168页),用各种公式试算后,以这两个公式算得的结果与实际更为接近。(3)不管什么情况,都是这两个公式“比较正确”。这中间,(3)显然是不对的,(可惜往往还有人这样来理解“公式对比”)。(1)是可以的,但需要说明根据。容易引起含混的是(2)这种理解。这里要注意的是:(1-4-16)是没有越流的稳定模型的解,而(1-4-17)是有越流的稳定模型的解。实际中常有这种情况:勘探到一定程度,有些因素(例如有无越流)一时还定不准,这时往往就挑选几种可行的模型(例如有越流和无越流的模型)进行计算,把结果与实测的进行比较,用以判断到底哪个模型更接近实际。如果这些计算结果还是很接近,那就要进一步进行分析,可能是越流因数 B 很大,以至可以认为越流即使有也很小;也可能 B 并不大,但在某个范围内, B 和 K 的影响互相抵消,以至近似于一种无越流的模型等等。有时还得配以其他手段

来进一步分析。因为从原则上说,如果两个不同模型的解(公式)用于同一对象其结果都与实际比较符合,其中一定有某种原因。把这种原因分析出来,一般是有助于加深认识的。在这个意义上说,“公式对比”其实是“模型对比”,即通过计算来检验用哪种模型更为合适。不同模型的公式算出结果相近正是分析问题的起点,而不是追求的结果。

2. “对比”的标准是实测的资料。这一点似乎没有什么争议,但在实际工作中却往往产生这么一种概念:先不分析条件,而认定某公式是对的(也就是先认定了一种“正确模型”),对比的标准就是看与它符合的程度好不好。“手册”的第3页有这样一段话:“抽水后实际下降漏斗,在距主孔很近的范围内属对数关系,当观测孔距抽水井的 $r > 0.178R$ 后就变为贝塞尔函数关系。”事实上,只有有越流的稳定模型的解具有这种特性,自然不好无条件地说“实际下降漏斗”就是如此。又如在48页中写道:“只有观测孔距离 r 值大于7—10米时,裘布依公式才是正确的”。实际上,裘布依(Dupuit)公式的模型是达西流,而公式(1-1-149)的模型是某种特殊的非达西流。如果地下水的流动符合达西定律(及其他一些假设),那末只要 r 满足 $r_w \leq r \leq R$,可采用裘布依公式计算;如果地下水流动符合手册上所假设的那种规律(1-1-143), ($b \neq 0$),就不能用裘布依公式。根据“手册”上关于这个问题的分析,只能说在 r 比较大的条件下,这两种不同模型的解 s 比较接近,因此在这种条件下,这两个公式都可用于其中任一模型。说“只有在这种条件下,裘布依公式才是正确的”,实际上就把(1-1-149)当成“对比”的标准了。然而接下去又引进所谓“无效

降深”,反过来可能又把裘布依公式作为标准了。这种分析对比方法是不合适的。(其实人们最关心的是关于什么情况下达西定律基本适用,什么情况下必须有 $b \neq 0$ 的讨论)。

三、模型与公式的关系问题:从上面的讨论可以看出,模型一选定,所用的公式就确定了。一般来说,不同的模型不能有相同的公式(这里当然不排斥在一定条件下,不同模型的解的公式彼此近似)。因此,简单地说,就是用公式时必须记住它的条件。

“手册”的52页上有一段讨论用“ K_0 法”确定 K 的问题。这里的基本假定是影响半径以外的地下水不会流进来因而补给全靠承压顶板的越流。这当然是和裘布依模型完全不同的一个模型,然而在计算中又只用到裘布依公式。这个结果就很难使人信服了。又如在162页的最后说:“式(1-4-12)和(1-4-14)也正是裘布依公式能在大面积含水层中应用所必须遵循的条件”。指的是一个有越流的稳定模型的解(1-4-11)在(1-4-12), (1-4-14)条件下变成(1-4-15),即

$$s = \frac{Q}{2\pi KM} \ln \frac{R}{r_w}$$

然而“手册”前面早已指出,裘布依模型有两条很基本的假设:(1)地下水流动是以抽水井为中心的稳定平面径向流,即补给完全来自侧向;(2)在抽水量是 Q 的条件下,存在影响半径 R_0 。而(1-4-11)的模型恰好是存在垂直补给,而且从(1-4-11)看出也没有影响半径(因为 $K_0(E_r) \neq 0$)。所以裘布依公式和(1-4-11)是两个不同模型的解,尽管在 $E \cdot r$ 很小的假定下,又设(1-4-12), (1-4-14)成立而得到(1-4-15),看起来形式和裘布依公式一样,但要注意这里的 R 是表示 $1.12B$ (B

为越流因数),而且在(1-4-15)中,不允许 $r=R$,因为它成立的前提是 $E \cdot r$ 很小,即 $\frac{r}{0.89R}$ 很小),所以不能把 R 看成是裘布依模型中的影响半径 R_0 ,例如公式(1-4-26),以及168页的实例,在这个例子中,先用裘布依模型,算出 K 及影响半径 R ,然后用越流稳定模型,计算 K 时就把 $1.12B$ 当成是裘布依模型的影响半径了,这样算出来的结果就无法对比。这是一个很好的例子,说明尽管在一定条件下,两个不同模型有相同形式的解,由于参数的物理意义不同,也不能随便套用。

最后,顺便提一下模型的建立问题。按说这个问题“手册”可以不讨论,因为“手册”所着重的是如何应用模型。但是根据目前实际情况,一部分水文地质工作者过去对这方面不太熟悉,所以“手册”中适当写上一些也是很有意义的。

在74页提到一个非稳定流的新公式(1-2-10),它是考虑了垂直及水平补给的模型(1-4-7)及相应边界条件的解。这个解是正确的,但方程却有点问题。因为一般来说,所加的一项 $v \frac{\partial s}{\partial x}$ 代表的是非水平含水层的影响,(其中有垂流动的因素),而不是侧向水平径流补给。理由可以参看汉图什(Hantush)1964年的“水井水力学”,这里不多说,但可以简单地看:最简单的具有水平侧向径流补给的流动就是两端有水头差的一维稳定流,这个问题的解是 $h = Ax + B$, ($A \neq 0$)。而它并不满足方程 $a \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} - v \frac{\partial h}{\partial x} = 0$ 。所以公式(1-2-10)只是考虑了垂直补给和含水层非水平(与 xy 平面成一定角)的影响,而不是固定天然径流补给的影响。

(下转第28页)

