

# 水文地质学科要向更广阔的方向发展

卢金凯

## 一、现状与形势

水资源短缺,是当代突出的世界性问题,已成为各国国民经济和社会发展的主要制约因素。

全球的再生淡水资源仅50万亿立方米左右,而世界人口已超过50亿,人均淡水资源不过1万立方米。由于水资源在地域上分布不均匀及环境污染……,世界人口中约有1/4没有安全的饮用水供应,每年约500万人死于这方面原因。目前,由于气候条件变化和人口的不断增长,预计到本世纪末,人均占有可用淡水资源还将减少24%左右,而继续增加供水速度则又相当困难,因此,世界性的水危机还会进一步加剧。

我国形势更为严峻。全国多年平均降雨量约61900亿立方米(低于全球陆面降水平均数),降到地面的水约56%消耗于蒸发,44%形成河川径流。河川径流总量约为27000亿立方米,加上约8700亿立方米地下水资源,扣除地表水、地下水重复部分,水资源总量仅28000亿立方米。人均占有量只有2600立方米,约相当于世界人均量1/4。我国水资源突出的特点是:河川径流和地下水资源地区分布很不均匀,其中还有个水土资源组合很不平衡的问题;降水和河川径流集中于汛期,年际变化很大,2/3的河川径流为洪水,大部分难以调节利用;根据我国气候条件,还出现有连续枯水年和连续丰水年的特点。因此,在现有技术水平条件下,比较稳定的、可开发利用的水资源数量很有限。粗略估计,不会超过水资源总量的50%。到本世纪末,我国人均可用水量约为1000多立方米(远远低于目前经济发达国家已经达到的水平)。加之我国经济建设的迅速发展,需水

量越来越大,污水排放量也会越来越大,而人们的环境和资源意识却还不强。如何合理规划用水和防止水资源污染,都是我们面临的十分紧迫的问题。据1985年对324个城市的调查,列入水资源匮乏的城市200多个,其中40多个城市为贫水危机城市。全国城市因缺水每年影响产值600~800亿元。

目前,我国实际年供水能力约4000~4500亿立方米(未包括台湾),按规划2000年总需水量将为6500~7000亿立方米,以现有水资源和我国国力,要达到规划的要求,几乎是不可能的。为此,我们必须“认清国情,分析危机,清除错觉,寻找对策”。

现在的问题是,我国河川径流量27000亿立方米中,有18000亿立方米属洪水,河川基流量只有9000亿立方米(其中还包括部分与地下水的重复量),即使9000亿立方米的基流量全部算上,它还要保证航道畅通和冲沙用水。因此,河川基流对增加水资源而言,根本没有多少潜力。那末,如何解决水资源供需矛盾呢?我认为,应根据我国降水规律和河川径流条件,采取降水、地表水和地下水通盘规划的方针。

## 二、扩大可用水资源的途径

### 1. 夺取蒸发消耗

蒸发作用使水资源白白跑掉,每年为此损失的水资源量是十分惊人的。例如甘肃石羊河的开发,虽然修建水库拦截了地表水,但地下水却濒于枯竭,生态环境日益恶化,从渠系、平原水库(红崖山)水面蒸发情况看,每平方公里的水面,年蒸发量近200万立方米。

蒸发作用不仅发生在地表水体中,同样也发生在地下水体中——尤其是松散物中的

浅埋地下水。据黄淮海平原地下水资源综合调查初估,除黄河以北因大量开发地下水,水位变深,蒸发量不大外,其余地区每年大约有200亿立方米的地下水被蒸发掉(经计算,黄淮海平原按面积32.6万平方公里,给水度0.2的条件下,蒸发0.5米,就等于耗去水资源300多亿立方米)。在黄河平原,大部分地区地下水埋深仅1~2米,有的甚至小于1米,极易蒸发。另外,蒸发作用还会使大量土地盐碱化。

由此可见,每年因蒸发作用耗去的水资源量是相当可观的,如何从蒸发中夺取可用水资源?应该从多方面考虑研究。如可否改变传统的水利灌溉模式,在地下水浅埋区,主要开采地下水,以夺取蒸发消耗?……作为一个水资源贫乏的国家,我们不能不精打细算地考虑研究这一问题。

## 2. 发挥地质优势,引洪补源

除了夺取蒸发消耗外,更现实的是扩大拦截洪水、弃水、滞留地表水。

近年来,一些工、农业发展快,严重缺水的地区,为解决水源问题,投入了大量工程,如天津引滦、青岛引黄、大连修建碧流河水库……,都是从地表水利工程方面采取的措施。这类工程当然也有部分拦截洪流的作用。但修建这类工程费用高、占地多,只能作年、季调节,还涉及其它不少问题。

我认为较好的办法是,根据地质地貌和地形有利条件,利用地下储积空间——包括古河道带、沙坑、滩地、现代河床、岩溶发育带、构造破碎带和废矿井……,进行引渗、回灌和截流,以扩大地下水资源。

要这样做,必须首先发挥地质工作的优势,查清降水资源、有排泄入海和江河之洪、弃水条件的地段,评价其水质、水量,寻找地下储积空间。

地矿部门70年代在山东、河北、北京等地,就已开展过人工引渗、回灌的试验研究。后因种种原因未能深入。80年代初,又

先后在山东烟台夹河、青岛大沽河、河北昌黎黄金海岸和辽宁大连地区开展人工引渗、截流试验和调查工作,取得了一定成果。其中,辽宁省第二水文地质大队,为解决大连市水资源不足,发掘地质资料,通过调查分析,大胆设想建地下坝堵截岩溶水,这既可拦截海岸带岩溶水的无效排放,还可防止海水入侵;山东省地矿局为缓解青岛市严重缺水危机,在大沽河中、下游河床宽阔地段,把较厚、颗粒较粗的松散冲积层作为天然地下水水库,在连续干旱缺水期内进行疏干开采,然后在一次台风降水中,使含水层又基本恢复水位。

山东省地矿局对地下水水库的优点,作了7个方面的归纳:

① 地下水水库能够充分发挥“三水”资源在时空上进行联合优化调度,充分利用水资源,对旱、涝、盐、碱的综合治理更为有效,并可减轻下游洪涝负担。

② 地下水水库不仅能进行当年调节,而且还可以起到多年调节的作用。如遇枯水年可以进行疏干开采,腾出库容,待丰水年份进行补偿,从而较地表水库供水能力强。——沿海地区在此方面尤其优势。

③ 据统计,仅山东半岛内7座大型地表水库,每年消耗于蒸发的就有11.93万立方米。而地下水水库一般调控水位距地面最浅时也有2~3米,其蒸发量甚微。

④ 地下水水库的充水和取水可利用天然含水层,也可以人工填料制造含水层,水源为大气降水和地表水入渗所补给,能够起到过滤和净化水质的作用,有利于水质的保护。水温、水质也较稳定。

⑤ 只要合理控制回灌水源水质,地下水水库一般不会出现严重的淤积和堵塞含水层问题。

⑥ 地下水水库蓄水于地下含水层,不占地面空间,无淹没损失及移民问题。

⑦ 地下水水库无超标准洪水溃坝威胁,无

# 包络线 $\pi$ 值法的提出与应用

李维国 唐若龙 韦泽宇

层状地质体受力产生弯曲、褶皱变形，如何推算其原始的厚度、长度，已有过不少的方法。笔者根据多年地质工作经验，提出用包络线 $\pi$ 值法计算层状地质体压缩量的方法。简介如下：

层状地质体受力产生褶皱，其地层层面形成的运动轨迹，可以近似看成是不同半径的圆弧线，即包络线（图1）。岩层受力程度的不同，岩层的倾角也就不同，相应的包络线的长度和地壳压缩量也就不同，它们之间

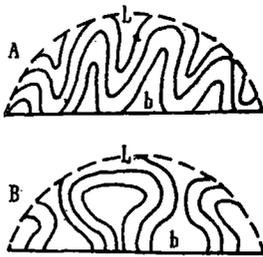


图1 褶皱运动轨迹图

的变化规律可以用圆弧长公式  $L = \pi R \frac{\theta}{180}$  来计算包络线的长度。式中  $L$  为包络线， $\pi = 3.14159$ ， $R$  为圆半径， $\theta$  等于两倍弦切角。而事实上我们测量得来的并不是圆半径，而只是一个弦长，半径需要计算，根据弦切角度数定理：弦切角的度数等于它所夹的弧的度数的一半。继而推知，我们知道了弦切角（相当于岩层倾角）和弦长，首先用弦长公式  $b = 2R \sin \frac{\theta}{2}$  求出圆半径，再根据上述圆弧长公式求得弧长，即包络线的长

$$L = \pi \frac{b}{2 \sin \frac{\theta}{2}} \times \frac{\theta}{180}, \text{ 如图 2 所示。}$$

但是我们经过反复实验测量，实际长度（原始长度）与包络线长度之间还有一个变化关系，即原始长度是包络线长度的  $1 +$

灾难性后患。

象青岛大沽河、烟台夹河地下水库和大连大魏家这样具有地下截流条件的地区，在我国沿海缺水不会很少。最近被评为优秀成果的“山东半岛国土规划片环境地质论证”，便可作证。根据他们初步调查，在山东半岛5.9万平方公里的面积内，有条件建立地下水库的地段就有57处，总调节水量为39亿立方米/年。他们对山东半岛的自然条件进行综合分析后认为，年降水总量394亿立方米，多年平均径流深193.03毫米，换算成径流量为106.25亿立方米，一般平水年为89.5335亿立方米。地表水利用量为46.506亿立方米，扣除入渗补给地下水量，每年约有42.15亿立方米的地表水流入大海。其中

仅烟台外夹河1951~1988年平均年入海量就有2.26亿立方米。

总之，要最大限度地将地表径流转化为地下水。有修建地下水库条件的地方，可尽量夺取降雨洪水，作为水源进行人工引渗。还需提及的是，地下水库的贮水量不一定要大至亿立方米，大中小并举，分散供水，亦无可。笔者赴荷兰、日本考察时了解到：荷兰人把河水引入沿海沙堤，增加淡水体积，将海水入侵界面压退；日本是一个岛国，储存水资源的条件不好，水资源不足，山区尤为突出，他们根据国土资源特点，充分利用降水充沛的有利条件，在地质地形允许的地段，大量修建中小型地下水库，这些水库贮水一般为1.3万立方米到70万立方米，

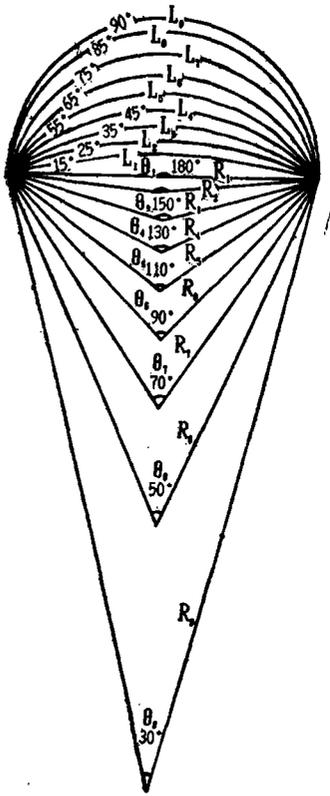


图 2 弦切角(倾角)、弦长、半径关系图

$\frac{\alpha}{150}$  倍。根据这个关系, 我们可以把层状地质体的原始长度表示为:

这种夺取降水扩大地下水资源的方法, 目前在日本推广得比较普遍。

我国地域辽阔、海岸线长, 降水也很丰富, 完全有条件采用上述方法。

### 三、结语

水资源短缺, 是我国面临的十分严峻的现实问题。不论从地表水、地下水情况看, 我国现有的水资源可用量就那么多, 而人类要生存、社会要发展, 该怎么办才是? 我认为, 首先必须充分认识到水资源在地球上的赋存是“三水”互相联系、互相转化的, 需要多个技术部门的共同努力, 才有可能解除水危机。这就要求有关部门——尤其是气象、地表水、地下水技术部门, 加强进一步的合作, 共同担负起这一重任。

$$L_0 = \left(1 + \frac{\alpha}{150}\right) L = \left(1 + \frac{\alpha}{150}\right) \pi b \frac{1}{2 \sin \frac{\theta}{2}} \times \frac{\theta}{180} = \left(1 + \frac{\alpha}{150}\right) \pi b \frac{1}{2 \sin \alpha} \times \frac{2\alpha}{180}$$

即  $L_0 = \left(1 + \frac{\alpha}{150}\right) \pi b \frac{1}{2 \sin \alpha} \times \frac{2\alpha}{180}$ 。这样一来, 我们在野外只要量得岩层倾角  $\alpha$  和地质体的出露宽度  $b$ , 立即可用上述公式计算原始长度和压缩量。压缩量:  $x = L_0$  (原始长度)  $- b$  (地质体视宽度)

根据上述公式的确立, 我们对木里—盐源推覆构造带的推覆位移距离进行计算。木里—盐源推覆构造带现在出露的视宽度为 125 公里 (金河、箐河断裂—理塘、水洛、程海断裂), 其构造带内褶皱由前缘冲断带的 B 型褶皱到后缘韧性推覆前切带的 A 型褶皱乃至箭鞘褶皱的岩层倾角统计平均  $\alpha$  为  $48^\circ$ , 因此, 用前述公式  $L_0 = \left(1 + \frac{\alpha}{150}\right)$

$\pi b \frac{1}{2 \sin \alpha} \times \frac{2\alpha}{180}$ , 计算出木里—盐源推覆构造带的原始宽度为 185.45 公里, 压缩量等

对于地矿部门来说, 多年来, 在勘察、评价地下水方面做了许多工作, 积累了大量资料, 在地质条件和地下水研究方面, 具有一定的优势, 但面对当今的情况, 我们仍存在不足。水、工、环学科自身正面临着如何加快深化改革的问题, 学科的服务领域、学科的发展方向都应该纳入专门课题进行探讨。而目前更为现实的是, 急需考虑如何主动为水利建设和保护生态环境深化服务。这就要求我们主动与气象、地表水以及一切相关的技术部门密切合作, 从多种学科中汲取营养, 充实、发展自身的学科, 开创新局面, 在改造自然的过程中, 作出更大的贡献。

(地矿部地质环境管理司)