

辽宁山区地下水径流模数的分布规律

孙 百 茹

辽宁省地质局 第二水文地质大队

全省根据地质构造、地貌、地下水特征及水文、气象等综合因素,基本上可分为三个水文地质单元。即辽东山地丘陵区,辽西山地丘陵区和中部平原区。由基岩组成的山地丘陵区占全省面积的百分之八十。山区地下水是平原区地下水补给来源之一,特别是在调节地表径流的作用方面是显而易见的,尤其在考虑地表水与地下水统一评价及综合利用的问题上,基岩山区地下水更是必须研究的课题。

一、自然地理、地质概述

辽宁总的地势是北高南低,山地丘陵分列于东西两侧,广阔的辽河平原居于腹部。

我省处于温带湿润、半湿润的季风气候区。年平均气温多在5—10℃之间。年降水量400—1200毫米,自东南向西北递减。鸭绿江下游山区是我省多雨中心,雨量最多的宽甸县年降水量可达1200毫米以上,全省河流有300多条,主要河流有辽河、浑河、太子河、大小凌河、鸭绿江及许多独流入海的河流。多年平均河川径流量215亿方/年,其中辽东山地各河为174亿方/年,辽西仅41亿方/年。由于东西两侧山地丘陵和北部漫岗的高起,向中部平原汇聚,最后注入辽东湾。

在地质构造上,辽宁位于天山-阴山纬向构造带的东段与新华夏系第二、第三隆起带、第三沉降带的复合部位。纬向构造带控制了前震旦亚界的展布;华夏系控制了古生代到早一中侏罗系的沉积;晚侏罗系到第三系的沉积主要受新华夏系的控制。辽东山地属新华夏第二隆起带,辽西山地属新华夏第三隆起带,中部辽河平原属新华夏二级沉降带。因此,区域地质构造控制了全省山川地形的布局以及地下水的运动、贮存与分布。

二、区域水文地质特征

辽东山地丘陵由长白山西南的延伸部份及其支脉千山山脉所组成,最高山峰海拔1000米以上,地势由东北向西南逐渐降低,丘陵在500米左右。区内山势陡峻,水系发育,植被良好。古老的变质岩和各期花岗岩广布全区,风化裂隙发育,深度约20—50米,最

深可达70米。因此辽东大面积山区为风化带裂隙水。仅辽东半岛分布有一定规模的震旦系变质砂岩与砂页岩,含有构造裂隙水。太子河流域的寒武-奥陶系灰岩含有丰富的裂隙岩溶水。

辽西山地由努鲁尔虎山、医巫吕山、松岭等几条北东-南西走向的山脉组成。由西北向东南呈阶梯式降低,主岭海拔1153米,大部分是300—500米的丘陵。沟谷多、植被少,水土流失严重。地质上辽西属中生代盆地,广泛出露中生代的火山岩与碎屑岩,地下水类型为碎屑岩类孔隙裂隙水和基岩风化带裂隙水。

辽北低丘波状起伏,海拔标高在50—250米,丘陵和盆地相间,地势平缓,松散岩层中含孔隙水。

自铁岭以南,是由辽河、浑河、太子河、绕阳河及大小凌河形成的下辽河平原,标高在50米以上,近海为辽河三角洲滨海低平原。松散堆积物巨厚,上有潜水,下有承压水,地下水资源丰富。

大气降水是山区地下水的唯一补给来源,降水沿岩石裂隙下渗汇集成为地下径流,以泉的形式或潜流直接向河流排泄。通过河流少部分直接入海,大部份向平原汇聚。平原地下水除接受河水的渗入补给外,降水仍是重要因素,其排泄主要是垂直蒸发。

综上所述,辽东山地和下辽河平原,雨量充沛,气候湿润,水资源丰富。辽西山地和辽北丘陵气候干旱、少雨,水资源不足。

丘陵山区基岩的贮水条件,一是取决于岩石孔隙的大小及孔隙度;二是岩石裂隙的发育程度和性质,岩石中的孔隙裂隙网络是地下水的贮存空间和运移通道。因而根据含水介质的结构、性质、导水与储水能力,将条件相近的含水岩石归并为含水岩组,分属于三种地下水类型。

(一) 基岩风化带网状裂隙水

该类型地下水分布广泛,但水量小,一般单井涌水量10—100吨/日,泉流量小于0.1升/秒。

1. 侵入岩类含水岩组,包括各期的花岗岩、闪长岩、花岗闪长岩等。主要分布在辽东半岛及鸭绿江流域,西丰、清源等地。辽西山地的南部和北部边缘也有分布。

2. 火山岩类含水岩组,酸、中、基性各种火山岩、流纹岩、安山岩,主要分布在辽西山地。

3. 变质岩类含水岩组,辽河群和鞍山群的片岩、变粒岩、片麻岩和混合岩皆属此类型。在鸭绿江流域、浑河流域、清河、紫河等地广泛出露,辽西山地

仅零星分布。

(二) 碎屑岩类裂隙孔隙水

按赋水条件与含水介质的特性, 又可分为两种基本类型。

1. 碎屑岩类孔隙裂隙水含水岩组: 指在辽西中生代盆地广泛出露的侏罗系、白垩系砂岩、页岩及砂砾岩等陆相沉积层。水量贫乏, 浅部泉水流量 0.1—0.5 升/秒, 深部为承压水。

2. 碎屑岩类构造裂隙水含水岩组: 指分布在辽东半岛的震旦系石英砂岩及页岩而言。受区域性的构造影响岩石裂隙发育, 常在侵入接触带或构造碎带附近发现承压水, 水量不大, 泉流量 0.1—1 升/秒, 单井涌水量 10—100 吨/日。

(三) 碳酸盐类裂隙溶洞水

按岩溶发育程度及富水等级又可分为以下两种类型。

1. 水量丰富的裂隙溶洞水: 赋存于寒武系和奥陶系灰岩中, 岩溶发育, 岩溶大泉及暗河均有出现, 一般泉流量 5—50 升/秒, 个别大者达 31 万吨/日, 单井涌水量 1000—4000 吨/日。主要分布在太子河流域, 次为辽东半岛、锦西、朝阳、建昌等地亦有出露。

2. 水量中等的裂隙岩溶水: 为震旦系甘井子组、南关岭组、营城子组、雾迷山组灰岩, 在辽东半岛和辽西均有零星分布, 单井涌水量 1000 吨/日左右。其次为大石桥组大理岩, 分布在海城—草河口一带, 岩溶裂隙较发育, 泉流量一般 5—30 升/秒, 个别大者达 100 升/秒。

总之, 省内山区地下水分布广泛, 类型简单, 除岩溶水外, 水量不大。

三、山区地下水天然资源的区域评价

为查清大面积山区的地下水资源及其分布规律, 应该按水系流域, 分区进行资源计算。这样便于利用水文站测流资料, 也便于统一规划地表水和地下水的综合利用问题。按流域在东、西两侧山区共分 12 个计算区, 在计算区内按含水岩组分亚区, 亚区为基本计算单位。用径流模数法计算天然资源。

在我省广大山区均有固定的水文网工作成果, 因而有条件应用河流水文图成因分割法进行地下水天然资源的区域评价。天然资源即为地下水天然补给量, 对山区也可近似理解为有补给保证的地下水径流量, 可以从河流水文图上分割得出。因此对区域性的地下水天然资源可以用排泄入河的地下水径流模数定量数值

表示之, 地下水径流模数还可以用地下水动态资料推求, 或用泉域法求得。

1. 河流水文图分割法

现从降水与地表径流和地下径流三者关系出发, 采用等比方法对河流流量过程线进行分割, 计算公式如下: (丹东队经验)

$$h = \frac{\bar{X} \cdot \sigma}{X_0}$$

式中, X_0 ——6—9 月最低年份降雨量;

$\bar{X}$ ——6—9 月多年平均降雨量;

σ ——最高洪峰轴与平水期连线交点;

h ——欲求的地下水径流量平均峰值。

在河流流量过程线上, 从起涨点 A 通过 h 点与落水点 B 相连, 该线以上则为汛期地表水流量, 其下为地下水径流量。可以算出枯年平均 (12 个月地下水径流量的均值或枯季 (12、1、2 月地下水径流量的均值) 的径流模数 (图 1)。

即:

$$M = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{F \cdot n}$$

式中, Q_i —— i 月地下水径流量;

F ——测流控制面积;

n ——月份数;

M ——地下水径流模数。

2. 水位动态推算法

在辽东半岛灰岩地段, 缺少水文测流资料, 但有地下水位动态观测数据, 采用该方法计算径流模数。

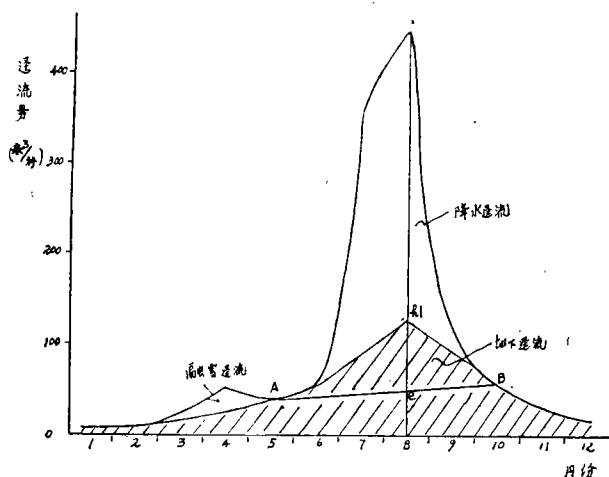


图 1 暖河梨树沟水文站

$$Q = \Delta H \cdot \mu \cdot F$$

$$M = \frac{Q}{F_s}$$

式中, ΔH ——地下水水位变幅;
 μ ——岩石给水度;
 F ——计算地段面积;
 Q ——地下水天然补给量;
 F_s ——补给区面积。

3. 泉域法

用于岩溶泉, 地下暗河大量出露的太子河流域。

$$M = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{F}$$

式中, Q_i ——泉域内泉流量总和;
 F ——泉域面积。

径流模数法评价地下水天然资源, 只适用于直接接受降水补给的积极交替带的浅层地下水。因缓慢交替带的深层地下水, 虽然也受水文网排泄的影响, 但其更新、涨落的期限是不同的。选择分割的水文站,

应以岩性单一, 控制面积小的上游测站为宜。

径流模数与计算面积的乘积可代表山区地下水天然资源, 计算结果如表 1:

四、山区地下水径流模数的分布规律

地下水径流模数是天然资源的一种表示方法, 降水渗入系数是研究天然补给量的主要参数, 这是从补给与排泄两个不同角度去评价天然资源。虽然计算渗入系数的方法有多种, 但因在基岩山区难于收集到某些相关的数据, 则不易得到满意的结果。而在各河系、水文站发展的较为普遍, 所以应用径流模数法评价基岩山区的天然资源是可行的。

从河流水文图的分割结果表明, 由辽东到辽西广泛分布着侵入岩、变质岩类含水岩组, 它们同属于水量不大的风化带裂隙水, 但由于所处各流域的降水量不同, 而表现在径流模数上不是定值, 而且差异很大(如图2)。按流域、降水量及含水岩组的径流模数统计(表2)。

可明显看出, 相同的含水介质在降水量不同的情况下, 径流模数值差异很大, 而且径流模数值有随降

基岩山区地下水天然资源汇总表

表 1

区	计算分区及代号		面 积 (公里 ²)	降 水 量 (毫米)	天然资源的年平均值		渗入系数
					M (升/秒·公里 ²)	(亿吨/年)	
东 部 山 区 (I)	I—1	辽东半岛诸河	14519.4	709.9	3.60	16.48	0.16
	I—2	大洋河流域	6917.1	888.3	5.68	12.38	0.20
	I—3	鸭绿江流域	15386.2	1038.2	8.59	41.71	0.26
	I—4	太子河流域	10584.7	796.0	5.54	19.00	0.22
	I—5	浑河流域	9655.8	783.3	5.46	16.62	0.21
	I—6	辽河各支流流域	16333.7	653.2	3.43	17.67	0.14
	小 计		73396.9			123.888	
西 部 山 区 (II)	II—1	绕阳河流域	3910	485.1	0.72	0.88	0.05
	II—2	大凌河流域	23048	506	1.17	8.49	0.08
	II—3	老哈河流域	3494	442.1	0.72	0.79	0.05
	II—4	小凌河流域	4940	538.9	1.65	2.57	0.10
	II—5	青龙河流域	1568	543.7	1.37	0.68	0.08
	II—6	渤海西岸诸河	7293	628.7	2.15	4.94	0.11
	小 计		45246			18.35	
山 区 总 计			118642.9			142.238	
备 注			渗入系数是利用资源年平均值反算的，供参考。				

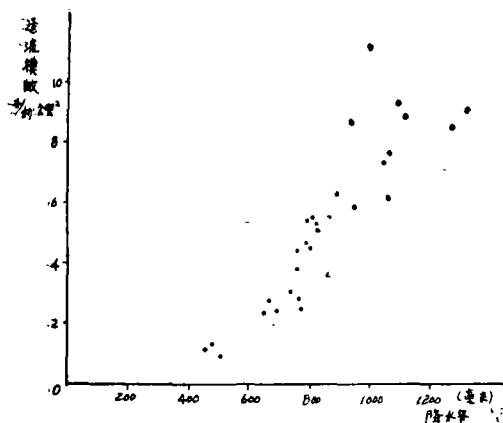


图 2

表 2

流 域	降水量 (毫米)	径流模数 (升/秒·公里 ²)		
		碎屑岩 含水岩组	侵入岩 含水岩组	变质岩 含水岩组
鸭绿江流域	1038.2	7.41	8.51	9.32
大洋河流域	888.3		5.88	5.55
辽东半岛诸河	709.9	2.86	4.05	3.58
太子河流域	796.0	5.29		4.0
浑河流域	783.3	4.73		5.6
东支	724.7	4.9	3.4	4.43
辽河流域北支	555.9	2.71		2.71
绕阳河流域	485.1	1.69	1.22	
大凌河流域	508.0			1.08
小凌河流域	538.9			
渤海西岸各河	628.7		1.47	

水量的增加而增大的趋势。

又如在太子河流域,年平均降水量 770—820 毫米,流域内分布有碳酸岩类、变质岩类及侵入岩类含水岩组,其径流模数值随含水介质条件的不同而变化(表 3)。

上述实例分析说明,地下水在入渗、径流和排泄的过程中,受地质构造、地形、岩石含水性、地面植被发育程度等多种条件的制约。这些因素的偶然性、随机性很大,说明影响准确获得地下水定量参数值的

(上接 33 页)

参考文献

- [1] Alois Myslivec and Zdeněn Kysela, 1978, The Bearing Capacity of Building Foundations, Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, P. 26
- [2] Leonards G. A. 1962, Foundation Engineering, McGraw-Hill Book Company, New York, P. 573
- [3] H. Lehr, E. Botea, I. Hanoliu and M. Patriniche, 1965, Settlement Investigation on Grains Silos

表 3

介质条件 参 数	石灰岩	大理岩	各种 变质岩	碎屑岩 与花岗岩
降水量 (毫米)	805	769	989	821
径流模数 (升/秒·公里 ²)	4.65	6.41	4.0	5.09

自然条件是极其复杂的。而径流模数是上述诸因素的综合反应,因此它具有评价地下水资源的实际意义。

径流模数值的大小,首先决定于地下水补给来源丰富与否。山区地下水主要靠降水渗入补给,因此降水总量的大小、降水强度等特性就占有头等重要地位。其二、应该分析研究含水介质的导水与储水能力,也就是研究岩石的含水特性,它对地下水的渗入、运移与贮存起着决定性的作用。其它诸如地质构造、地形、植被等因素居次要地位,凡属基岩丘陵山区,这后三个条件一般差异不大,从而也就更衬托出降水特性和含水介质条件的重要作用。

纵观辽宁东、西部山区,地质构造,地形与植被等条件虽有不同,但总的来看差异不大。而含水岩组及地下水类型较简单,多为水量贫乏的风化带裂隙水和碎屑岩孔隙裂隙水,只是降水量变化较大。在这样的特定条件下,全省地下水径流模数的分布规律与降水量的变化趋势相一致,径流模数亦是自东南向西北递减。比如,在多雨中心的宽甸县,降水量 1200 毫米以上,径流模数达 11.3 升/秒·公里²;而到少雨的建平县,降水量不足 400 毫米,径流模数只有 0.6—0.7 升/秒·公里²。但在岩溶水地段,径流模数值往往突破降水量的控制,而显示出该介质的含水特性。如太子河流域平均径流模数为 5.54 升/秒·公里²,而岩溶水的径流模数则达 9.65 升/秒·公里²。

总之在基岩丘陵山区,若构造、地形差异不大,地下水类型较为简单时,地下水径流模数值的大小依附于降水量的多寡,也就是说地下水的丰富程度随主要补给来源降水量而变化。但不可忽视介质条件在局部地区的重要影响。

Founded in Various Soil Conditions in Rumania, Proceeding of 6th Int. conf. on Soil Mech. and Found. Eng, Vol II PP. 113-116.

[4] Duncan J. M and C. Y. Chang, 1970, Non-linear Analysis of stress and strain in soil, Proc, ASCE Vol 96, No. SM5 PP. 1629-1653.

[5] Penman A. D. M and G. H. Watson, 1963, Settlement Observation on an oil Tank, European conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering Proc, Vol I—II, PP. 163-171.