

3563
35329
T.13

576577



水
文
地
质
工
程
地
质
选
辑

区域水文地质普查



地质出版社

科学技术大学图书馆
基本馆藏

PDG

区域水文地质普查

水文地质工程地质选辑第十三辑

地质出版社

区域水文地质普查

水文地质工程地质选辑第十三辑

地质部水文地质工程地质局

•

地质部书刊编辑室编辑

地质出版社出版

(北京西四)

地质印刷厂印刷

(北京安德路47号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

•

1979年12月北京第一版·1979年12月北京第一次印刷

印数1-4,290册·定价1.20元

统一书号：15038·新474

目 录

水文地质普查工作应该重视的几个技术问题 ——本辑主要内容综述——	1
湘西北岩溶地下水富集规律与资料综合分析方法	10
黔北地区暗河调查的体会	25
浙江省滨海平原水文地质概况及水文地质普查方法 简介	32
重庆及其邻近地区侏罗系红层地下水含水特征及富集 因素探讨	45
浙江省金衢盆地红层水文地质普查方法的探讨	60
内蒙高原贺根山地区的岩相古地理环境和地下水分布 的关系	71
在青藏多年冻土区进行水文地质工程地质普查工作的 体会	86
甘肃北山地区寻找基岩裂隙水的几点体会	100
安化幅基岩裂隙水的调查与综合分析	111
概率统计在区域水文地质普查工作中的应用	133
新疆焉耆盆地地下水资源评价的初步经验	140
哲里木盟平原中部地下水资源评价的初步经验	155
用比拟法估算松辽平原林甸幅新生界承压地下水开采 资源	180
丹东地区地下水天然资源的初步评价	194
湘西岩溶地区地下水资源评价	214
云南高原地下水资源区域性评价方法	225

水文地质普查工作应该重视 的几个技术问题

——本辑主要内容综述——

一九七八年十二月，在四川省成都市举行了全国水文地质普查会议。提交会议的技术性文件计有四类：水文地质普查工作方法、编图经验、区域性地下水资源评价和遥感技术的应用。区域水文地质图的编制方法已有专门规范作了统一规定，遥感技术在水文地质工作中的应用将另编专辑。因此，只选了水文地质普查方法（包括对区域水文地质条件的认识）和区域性地下水资源评价方面的十六篇文件，汇编为《区域水文地质普查》一书。

从所选文件谈到的内容来看，有一些问题值得进一步强调和引起重视。

一、不同地区，应该有不同的 工作重点和相应的工作方法

我国幅员辽阔，不同地区的水文地质条件可以有很大的差异。因此，在开展水文地质普查时，要重点调查的问题和所采用的工作方法，各地就会不尽相同。

例如，在南方一些省、区，碳酸盐岩广泛分布，岩溶发育，地下暗河的调查和研究，是一项十分重要的工作。黔北地区发现，“在石灰岩广布地区若夹有薄层弱可溶岩（或非可溶岩），在夹层附近暗河发育”。湘西地区的调查说明，宽缓向斜的地下暗河比紧闭向斜为发育。因此，这些地区就要注意岩性、构造和成层组合关系的调查。

在滨海地区，矛盾的焦点则是淡水体的分布问题。浙江的一些同志，按照淡水体的成因特征，把它们分为“冲淡型”、“封存型”和“越流补给型”三种类型。这些淡水体的生成和海进、海退有着密切的关系，因而研究地质发展历史和古地理条件就成为相当重要的课题。

同样，在红层分布区，岩相古地理的研究也是很重要的。内蒙高原贺根山地区分析了早白垩世和第三纪上新世的沉积环境，研究红层的相变规律，确定了有利于地下水富集的地段。浙江金衢盆地红层普查的经验总结也认为，要“从地层岩性的观察研究入手，充分注意建造及岩相变化对水文地质条件的影响”。

随着水文地质普查工作的进一步开展，将会向冻土高原地区进军。由于多年冻土的存在，将会产生许多新的水文地质问题。《在青藏多年冻土区进行水文地质工程地质普查工作的体会》一文中提到的许多工作方法，对于将来在高原冻土区工作时，是很有用的参考。

二、充分注意在不同条件下 影响地下水富集的控制因素

目前水文地质普查工作，大部在基岩山区进行。构造因素对水文地质条件的控制作用，在基岩山区特别明显。用地质力学理论研究地下水的分布和富集规律，也得到了大家的普遍重视。在本辑所选的文件中，有不少都总结了这方面的经验。

例如，黔北山区“暗河的发育方向，受构造线控制明显，80%以上的暗河是顺岩层或断裂走向发育的”。湘西北的调查结果：张性结构面岩溶发育，含水最丰富。据青安坪等八个地段的统计，由张性结构面中流出的泉水共计171个，总流量6728.45升/秒，平均每个泉水的流量为39.35升/秒；出自压性及扭性结构面的泉水一共有118个，总流量1046.91升/秒，平均每个泉为8.87升/秒；出自层面裂隙的泉水42个，总流量107.13升/秒，

平均每个泉为 2.55 升/秒。

又如，甘肃北山地区，几种构造形式的富水部位为：帚状构造的若干条断裂的交汇收敛部位，弧形构造的顶端以及不同构造形式的交接复合部位，等等。在《安化幅基岩裂隙水的调查与综合分析》一文的图 2 中，泉水都沿断裂分布，可以明显地看出泉水与断裂的密切关系。

但是，另一方面，也要充分注意其他因素对水文地质条件的影响。因为一个富水体的形成，一要有贮水的空间，二要有足够的补给来源，二者缺一不可。贮水条件的好坏，构造往往起决定性的作用，但也不是绝对的，有时候岩性可以是主要的因素。至于补给来源方面，则气象、水文、地形等因素起着重要的作用，就更不待言了。

在干旱地区，降水十分稀少，有无合适的补给来源，就成为能否形成富水段的关键。例如，甘肃北山地区，随着地势较高、降雨量相对增大，在地下水补给面积又较大的地区，如果岩层的裂隙又较发育，往往能找到水量较大的地下水。相反，如果补给源不充沛，即使裂隙发育，构造条件十分优良，地下水仍可能十分贫乏。大家知道，张性断裂一般是富水的，但是安北幅的 A 19 号孔，虽然打在张性断裂上，由于补给条件不良，抽水降深 21.72 米，涌水量却仅 5.7 吨/昼夜。

就是在雨量较多的地方，例如辽宁丹东一带，不同地区由于降水的多寡，也会影响岩层的富水情况，表 1 中所列的资料就是很好的说明。

地形对富水条件的影响，在《重庆及其邻近地区侏罗系红层地下水含水特征及富集因素探讨》一文中反映得很清楚。当地的地形可以分为“坪”、“岭”、“丘”三类。坪状丘陵地势高，多为地表分水岭，河溪不发育，补给条件差，岩层的富水性也差。岭状丘陵有两类，一类岭脊断续分布，地形破碎，河溪发育，切割深，补给条件不好，所以岩层富水性差；另一类岭脊连续分布，切割不大，补给条件好，所以岩层比较富水。丘状丘陵的地形低

表 1

岩 组	位 置	降 水 量 (毫米)	地下径流模数 (升/秒·公里 ²)
花岗岩组	黄花甸子	833	5.38
	浑江流域	1920	7.56
	梨树沟	1277	8.22
混合岩组	小洋河	903	6.00
	丹东东南	1101	7.12
	梨树沟	1277	8.63
	浦石河	1486	9.85
变浅粒岩组	岫岩	721	4.38
	沙里寨	936	5.89
	梨树沟	1277	7.84

缓，起伏小，农田分布普遍，溪沟发育，补给条件好，岩层的富水条件也就比较优越。

湘西北岩溶地区的调查资料有力地说明了岩性对地下水富集情况的控制作用。在质纯的厚层灰岩中，地下河和流量5升/秒以上的大泉共有314处；在薄层灰岩和泥质条带灰岩中，地下河和大泉减为202处；以白云岩为主的地层中，地下河及大泉仅有118处。

由此可见，在水文地质普查中，在重视构造条件对地下水富集控制的同时，根据具体情况，掌握其他因素对水文地质条件的影响，是十分必要的。在一定条件下，岩性、地形、水文或气象因素也可能是决定当地是否富水的主要因素。

三、必须加强对地质、 水文地质条件的定量研究

过去在水文地质普查中，对地质、水文地质条件的描述一般都是定性的，定量的研究很少，或者很不确切。近来在这方面已有改进。例如，安化幅的调查使用了多种方法对水点本身和它们

的出露条件进行研究。所编的分析图表计有：泉水流量分级统计表、大泉流量统计表、泉水出露条件统计表、地下水出露高程分布图、地下水水位及埋深图、地下水埋深与地形关系图、钻孔静止水位统计表、地下水径流模数统计表、风化厚度剖面图、不同地区风化厚度统计表、风化强度垂直分带统计表、不同地貌部位风化强度垂直分带统计表、风化强度与单位吸水量统计表、风化裂隙水区与构造裂隙水区泉水呈线状出露的密度统计表、断裂带水点分布图、出水裂隙方向图、不同构造形迹及其复合部位的裂隙玫瑰花图、构造复合部位泉水分布图、断裂密集发育区泉水分布图、富水块段泉水分布图，等等。通过这样多方面的研究、分析，无疑会对水文地质条件有更清晰的认识。

特别值得提出的是云南省地质局水文地质工程地质队的同志们把概率统计应用到水文地质普查工作中来，这对提高区域水文地质研究的精度，具有重要的意义。

他们在描述岩层的富水性时，引进了数学期望、离散度、变差系数等指标。数学期望，从理论上讲应该是无穷多次试验的平均状态，实际应用时可通过对调查区的地下水点进行统计，反映岩层富水性的平均水平；离散度和变差系数用来表示随机变量的波动情况，前者能反映波动的绝对变化量，后者能反映波动的程度，所以能较完全地表示岩层富水的均一性，同时还能揭示含水层导流系统和水流动态的特征。

云南的一些统计材料表明：岩溶水的数学期望、离散度、变差系数较大，特别是导流系统为“洞”型的骤变流，离散性最高。而相对来说，离散性较小的是岩溶管道中的急变流，离散性低的则是岩溶裂隙中的缓慢流。同样，裂隙水也有类似的规律。

云南的同志们不但利用上述指标作为划分含水层组的依据，而且用它们来寻找水源和指示进一步勘察的方向。例如在普查中发现中泥盆统曲靖组碳酸盐岩的数学期望为 20 升/秒，离散度仅 20，变差系数为 2，显然是一个富水性较强而又较均一的含水层，值得进一步勘探利用。由于含水层比较均一、稳定，预计

只要布置较少的控制钻孔，就可作出以点带面的结论。

四、区域性地下水资源评价问题

已经专门就这个专题编了一期选辑——《水文地质工程地质选辑第十一辑》，本辑又选了六篇这方面的文章，这里只简单谈三点：

1. 在普查阶段，要比较详细地计算地下水的开采资源，限于研究程度和不好拟定开采方案，往往是难以做到的。因此，计算的主要是地下水的天然资源。实际上，不管在何种勘察阶段，对天然资源的研究，都是地下水资源评价的重要内容，因为它是论证地下水的开采利用有无保证的主要依据。

什么是地下水的天然资源，尽管还有不同的认识，但是一般趋向于认为即是地下水的多年平均补给量。《新疆焉耆盆地地下水资源评价的初步经验》一文，在计算地下水天然资源时，共计算了盆地五个方面的补给量，即：

(1) 河流、渠系、田间水的渗漏补给量，占总补给量的85.8%；

(2) 山区河谷和沟谷地下径流对盆地的侧向补给量，占2.9%；

(3) 山区泉水流入盆地后的下渗补给量，占0.8%；

(4) 盆地内大气降水的渗入补给量，占6.4%；

(5) 干旱山区暴雨洪流进入盆地的渗失补给量，占4.1%。

对山区基岩裂隙水来说，一般主要受当地大气降水的渗入补给。由于其排泄出路主要是流出成泉或补给地表水，因此也可以用计算排泄量（统计泉的流出量或分割山区河流的地下径流部分）的方法反推补给量。

另外，根据地下水的动态计算地下水的调节量，也可以用来论证地下水的补给量。

2. 在普查阶段，由于研究程度的限制，有些资源评价所需

的参数，不能实测，只好采用经验数据或引用条件相似地区的资料。例如，焉耆盆地在计算大气降水渗入量时就使用了表 2 上所列渗入系数的经验数据。

表 2

岩石类别	渗入系数	岩石类别	渗入系数
粉细砂土	0.08—0.12	砂砾石	0.20—0.25
中砂土	0.12—0.15	砾卵石	0.25—0.30
中粗砂	0.15—0.20		

注：地表岩层较潮湿或潜水位较浅时采用较大数值，地表岩层较干燥时采用较小数值。

另一方面，在一个图幅之内，往往也有一些地区或地点做过较详细的勘察工作，或者有较长的地下水开采历史，把这些资料用于图幅的其它地区，就可以对地下水资源进行较详细的计算和评价。例如，松辽平原林甸幅的东南角有一个具有十多年开采动态资料的水源地，因而全区得以用区域降落比拟法、相关分析比拟法、开采强度比拟法等进行开采资源的计算。又如哲里木盟平原中部，有八个典型地段具有大型专门性抽水试验等资料，因而有可能用开采强度法计算地下水的开采资源。

3. 水文地质普查的野外测绘一般要延续几个月甚至更长的时间，因此在测绘中获得的地下水或地表水的测流值，只是一个偶测值。用这些不同时间的偶测值作为地下水资源评价的依据，当然是很不理想的，甚至是不允许的。

《湘西岩溶地区地下水资源评价》和《云南高原地下水资源区域性评价方法》中，都提出了把偶测值换算为年平均值或枯季值（对洪水来说，为使水量具有比较可靠的保证，一般采用枯季的测流值来作资源评价）的方法。云南所用的换算系数叫做模比系数 K_p ，湖南的则叫做变换系数 α 。

两种变换方法的共同前提是必须有一个典型地点具有长期动

态观测资料，由此求得不同时间的测流值和年平均值或枯季值之间的关系，再用之于条件相似的其他地区。

例如，云南有些地区的河流枯季全仗地下水补给，因而可以把河流的枯季流量看作地下水径流量；整个枯水期的河流平均流量，可以看作地下水的年平均径流量；求得各枯水月河流流量与枯水期平均流量之间的模比系数，可以把它当作相应月份的地下径流量偶测值与年平均地下径流量之间的模比系数。

$$K_{y,i} = \frac{Q_i}{Q_0}$$

式中 $K_{y,i}$ ——不同月份的模比系数；

Q_i ——各枯水月的流量；

Q_0 ——整个枯水期的平均流量。

这样，只要有一个典型地点具有长期观测资料，求得了各个月份的模比系数，那么条件相似地区的地下径流偶测值（同样也可用于泉流量），就都可以换算成年平均值了。

湖南的变换系数是按多年月平均径流模数与多年月最小平均径流模数之间的关系确定的，这里就不作详细介绍了。

总之，水文地质普查是在广大的调查范围中进行工作，既要掌握全区的主要水文地质特征，又不可能投入太多的工作量；调查的延续时间较长，地下水随着时间又在不断地变化着。因此，调查工作很需要注意本文中所强调的一些问题，即：

1. 不同地区由于水文地质条件不同，各有需要重点调查的水文地质问题，应该有针对性地使用不同的工作方法，以便更有效地查明这些问题。

2. 要特别注意影响调查区地下水富集的主导因素。这种因素可能是构造方面的，也可能是岩性、地形或者水文、气象方面的，必须根据实际资料加以判明。

3. 区域水文地质普查虽然是比较概略的调查工作，对水文地质条件的描述也要努力向定量方面提高。

4. 一个图幅中往往有一些研究程度较高的地段或地点，充分利用那里的资料，加以推广比拟，可以提高整个图幅的研究精度，也可以把一些偶测值换算成平均值，为地下水资源评价提供合理的依据。

湘西北岩溶地下水富集规律与 资料综合分析方法

中国人民解放军〇〇九三四部队

通过湘西北裸露型岩溶地区的水文地质普查工作，对岩溶地区的地下水富集规律与资料综合分析方法有以下体会：

一、岩溶地区的地下水富集规律

岩溶地区地下水的丰富与否，是受多种因素控制的。其中岩性、构造和地貌是主要因素。兹简述如下：

(一) 岩性的影响

质纯的厚层状灰岩和结晶灰岩比薄层灰岩、白云质灰岩、泥质灰岩岩溶发育，含水丰富。薄层灰岩、白云质灰岩和泥质灰岩又比白云岩、泥灰岩岩溶发育，含水丰富。

从湘西北的情况看，三叠系中统嘉陵江组、下统大冶组下部、二叠系下统栖霞组、茅口组、奥陶系下统南津关组、分乡组、红花园组及大湾组等厚层灰岩岩溶最发育，含水丰富。其次为寒武系中下统薄层泥质条带灰岩、寒武系上统比条组、奥陶系中上统宝塔组、临湘组、二叠系上统长兴组、三叠系下统大冶组上部等薄层灰岩、白云质灰岩及泥质灰岩。再次为寒武系中上统娄山关群、震旦系灯影组等白云岩。受岩性控制的地下水富集情况见统计表1。

(二) 宽缓褶皱比紧密褶皱岩溶发育，含水丰富

宽缓褶皱岩层产状平缓，露头宽度较大，因而接受大气降雨补给面积也大，有利于形成流量较大的地表及地下径流。而窄长

表 1 不同岩性分布地区的地下水富集情况

1:20万 图幅名称	质纯厚层灰岩 $O_1, T_1d^1, T_{2j}, \epsilon_{2b},$ P_{1m+q}, P_{2c}		薄层灰岩、泥质条带灰岩 $\epsilon_{1l}, \epsilon_{1q}, \epsilon_{2g}, \epsilon_{2c},$ O_{2b}, O_{3l}		白云岩为主 $\epsilon_{2s}, s_{1s}, Zbd, Zbdn, Zb$	
	地下河或 大泉数目	总流量 (升/秒)	地下河或 大泉数目	总流量 (升/秒)	地下河或 大泉数目	总流量 (升/秒)
柔植幅	88	58140.87	19	16619.75	2	165.0
	23*	3338.92	8*	833.10	2*	160.0
大庸幅**	43	18581.66	33	1815.61	26	1267.51
吉首幅	18	30453.29	16	1132.79	3	84.54
	15*	976.06	31*	2998.41	34*	1747.81
永顺幅	82	28398.92	45	8353.38	40	8448.19
	45*	5804.86	50*	3505.05	11*	173.71
合 计	314	145694.58	202	35258.09	118	12046.76

* 表示 5 升/秒以上的大泉数。

** 各项数字包括地下河及大泉。

形强烈褶皱带，露头宽度小，不利于接受大气降雨补给，因而岩溶发育和地下水富集程度小于宽缓褶皱。例如沅古坪向斜，东北端褶皱宽缓，发育有 50 余个溶洞和 23 条地下河，溪沟比较密集。其西南端褶皱窄长，仅发现一个小溶洞，没有大泉及地下河。又如红岩溪—比耳背斜，西南端褶皱比较开阔，发育 15 条地下河。中段居次，发育 11 条地下河。北东端褶皱紧密，无大泉及地下河。

(三) 碳酸盐岩与碎屑岩接触带，碳酸盐岩一侧岩溶发育，含水丰富

在碳酸盐岩中活动的地下水，遇到相对隔水的碎屑岩常溢出成泉（包括地下河出口）或形成地下河。如龙潭湾向斜嘉陵江组厚层灰岩与巴东组砂页岩接触带发育地下河两处，岩溶泉 11 处，总流量 776.32 升/秒。龙家寨、青安坪两向斜栖霞灰岩与吴家坪砂页岩接触带发育 7 条地下河，总流量 4546.38 升/秒。其统计材料见表 2。

表 2 碳酸盐岩和碎屑岩接触带地下河统计表

图幅名称	地下河两侧接触带岩性		地 下 河	
	碳酸盐岩	碎屑岩	条 数	总 流 量 (升/秒)
吉首幅	ϵ_{1q} 灰岩	ϵ_{1p} 页岩	2	1141.0
	O_2 灰岩	C_{1w} 页岩	1	190.0
永顺幅	P_{1m} 灰岩	P_{1w} 页岩	7	4546.18
	O_3l 灰岩	C_{1w} 页岩	2	673.78
桑植幅	P_{1m+q}, T_{1dy} 灰岩	砂岩、页岩	19	8206.36
	O_{1-2} 灰岩	q_2 页岩	2	401.8
	T_{2j} 灰岩	T_{1b} 砂页岩	17	9833.08
大庸幅*	ϵ_{1g} 灰岩	ϵ_{2-3s} 白云岩	1	50.0
	O 灰岩	K 砂页岩	6	1191.96
	O_1 灰岩	S 砂页岩	2	175.86

* 数字包括地下河及大泉。

(四) 张性结构面岩溶发育, 含水最丰富

张性结构面包括横张结构面、纵张结构面、构造扭曲所形成的张扭性结构面和构造拱曲扬起等形成的张性结构面等。张性结构面有利于大气降雨渗入、运移, 因而岩溶发育, 地下河数量多而流量大。据 18 个背、向斜构造区统计, 沿纵张及横张裂隙或断层发育的地下河多达 97 条, 总流量 77585.38 升/秒, 详见表 3, 表 4。

北东向压性及压扭性结构面, 富水性次于张性结构面。据桑植幅统计, 发育地下河 17 条, 总流量 9315.97 升/秒。大庸幅统计发育大泉 48 个, 总流量 607.53 升/秒。

(五) 构造复合、断裂交汇和帚状构造收敛部位岩溶发育, 含水丰富

构造复合、断裂交汇及帚状构造收敛部位, 裂隙密集, 岩性破碎, 常常有利于岩溶发育和地下水富集。如三家馆帚状构造收敛部位, 打在娄山关白云岩中, 钻孔涌水量达 935.45 吨/日。而

表 3 沿背、向斜纵张及横张结构面发育大泉及地下河统计表

图幅名称	构造名称	沿纵向及横向发育地下河		备注
		条数	总流量 (升/秒)	
桑植幅	鹤峰-燕子坪向斜	6	9919.41	部分统计
	付家村背斜	8	9447.50	
	长岭向斜			
	冷水口向斜	2	766	
	二户溪背斜	3	98.92	
	桑植-官地坪向斜	10	6338.3	
永顺幅	兴隆背斜	1	3486.85	据全幅统计为 136条, 总流量 43033.98升/秒.
	肖家坝向斜	5	9747.2	
	八面山向斜	3	1407.6	
	红岩溪-比耳背斜	13	1813.7	
	龙家寨向斜	4	2161.36	
	马蹄寨-拔茅寨向斜	11	2456.36	
吉首幅	珠子崖向斜	1	20.0	部分统计
	沱子腰-水井湾向斜	9	1193.53	
	涂乍-鸭宝寨向斜	3	26066.00	
大庸幅	松柏向斜	8	928.82	部分统计
	丛木坪向斜	3	465.0	
	何家山背斜	7	1268.83	
合计	18个背、向斜	97	77585.38	

打在正常地区的娄山关白云岩钻孔, 涌水量只每昼夜几十吨(表5)。北西向压扭性断层与其它构造复合的部位, 一般均发育有地下河。如石堤西、卧塔铺、响水洞等地, 详见表6。

(六) 活动性断裂带岩溶发育, 含水丰富

活动性断裂带的裂隙一般没有胶结, 充填物也较少。特别是断裂上升盘, 地方性侵蚀基准面下降, 地下水水力坡度急剧增大, 更有利于地下水对碳酸岩的溶蚀和冲刷, 因而岩溶特别发育, 含水极为丰富。如大庸-保靖-花垣活动性大断裂带发育大泉及地下河78处, 总流量8388.54升/秒。活动性富水断裂带的情