

# 辽宁西部丘陵缺水地区地下水勘察成果总结

王恩荣 李福明

(辽宁工程勘察院, 锦州 121001)

**摘要:** 本文在研究区域水文地质条件的基础上, 分析了该区碳酸盐岩类裂隙溶隙水, 碎屑岩类裂隙孔隙水和断裂充水带的赋水规律。根据其地下水的赋存特点、找水经验和勘探成果, 对碳酸盐岩类裂隙溶隙水、碎屑岩类裂隙孔隙水和断裂充水带利用物探方法进行选取井位、找水模式和开采技术条件进行了总结。

**关键词:** 碳酸盐岩、碎屑岩、赋水规律、找水模式、开采条件

## 1. 概况

### 1.1 概述

辽宁西部丘陵区北与内蒙古自治区相毗邻, 西与喀左县相连, 东与绕阳河为界, 为辽宁省最为贫困的缺水山区, 十年九旱, 伏旱和秋旱频繁发生, 每年受旱面积在 320 万亩左右。农村饮水困难人口达 130 万, 有 35 万劳动力不得不放弃生产奔波于拉水运水。拉水距离多在 1km 以上, 远的超过 10km, 在缺水严重的季节有昼夜排队等水的, 有架上毛驴拉水的, 甚至有的村屯不得不买水度日, 其难其苦, 令人震惊, 缺水严重的制约了地方经济的发展。为缓解当地人畜饮用水困难, 扶持地方经济的发展, 中国地质调查局确定了松辽西部地下水资源调查项目。该地区进行了长达 2 年的水文地质调查、开展了缺水地区典型示范井施工工作, 对低山丘陵区地下水的赋存规律有了更进一步的认识, 总结了地下水找水经验, 对该地区今后找水具有示范作用, 对同类地区具有一定的借鉴作用。

### 1.2 地质概况

该区前第四系地层出露齐全, 太古界、元古界、中生界地层均有不同程度的出露, 其中以中生界地层分布最为广泛, 岩性以火山屑碎岩、砾岩、砂岩为主。太古界建平群以片麻岩为主; 元古界长城系和蓟县系地层齐全, 岩性以石英砂岩、白云岩、燧石条带白云岩为主; 古生界地层出露少, 岩性为白云质灰岩、砾岩、砂岩等。侵入岩分布较广, 分鞍山、华力西、印支、燕山四期侵入, 岩性以花岗岩为主, 次为闪长岩和花岗闪长岩。

## 2. 辽宁西部缺水地区地下水赋存规律

### 2.1 碳酸盐岩类裂隙溶隙水的赋存规律

碳酸盐岩类裂隙溶隙水的分布是极不均匀的, 而这种不均匀性主要是由以下因素造成的。

### 2.1.1 岩性对裂隙溶隙水的控制

该区碳酸盐岩性主要为蓟县系雾迷山组白云岩和白云质灰岩及长城系高于庄组、大红峪组、团山子组白云岩、燧石条带和结核白云质灰岩、石英砂岩和古生界的寒武、奥陶系灰岩、结晶灰岩。岩石中  $\text{CaCO}_3$ 、 $\text{MgCO}_3$ 、 $\text{SiO}_2$  和泥沙质等杂质的含量对裂隙溶隙的发育影响较大。如寒武、奥陶系灰岩、结晶灰岩质的较纯，高于庄组、雾迷山组中含砂质较低，含燧石条带和结核较少的层位，层间裂隙、节理裂隙比较发育，泉点较多，流量较大，一般在  $1 \sim 71 \text{ l/s}$ ，个别达  $100 \text{ l/s}$ ，单井涌水量一般  $100 \sim 1000 \text{ m}^3/\text{d}$ ，个别达  $2000 \text{ m}^3/\text{d}$ 。而团山子组灰岩，高于庄组、雾迷山组含燧石条带和结核较多的灰岩，因含泥沙质较多，不利于裂隙溶隙发育，泉点较少，泉流量仅  $0.14 \text{ l/s}$ 。

### 2.1.2 侵蚀基准面对裂隙溶隙水的控制

表现为溶蚀裂隙发育的垂向分带性，从泉点分布和溶洞发育高程上大致分为三个带，这三个带分别与三个古侵蚀基准面，一、二级夷平面和基座阶地的高程基本相当，即  $200\text{m}$ 、 $150\text{m}$ 、 $100\text{m}$  左右。侵蚀基准面在长期风化作用和地表水冲蚀淋滤作用下，溶蚀裂隙、溶洞、溶孔发育，而充填物较少，在沉积过程中掩埋于地下而构成赋水空间。而不在这些高程范围内的岩石风化微弱，裂隙溶蚀微弱，富水性较差。如 ZK4 号孔地面标高为  $146\text{m}$ ，当孔深为  $45\text{m}$  时，岩芯破碎，呈碎块状，沿层面裂隙发育，见小溶洞，裂隙面见水锈，其与  $100\text{m}$  基准面相当，附近生产井都在这一深度内，水量丰富。

### 2.1.3 构造对裂隙溶隙水的控制

构造对裂隙溶隙水的影响较岩性和侵蚀基准面两个因素更突出、更强烈。在断裂带附近，岩性条件好，在构造影响下，构造裂隙和溶蚀裂隙、溶洞、溶孔发育；反之，岩性条件好而构造条件差，溶隙、溶洞则发育较差；两者相辅相成，构造条件起主导作用。如北票市凉水河乡西大沟村 ZK4 号孔位于构造带上，地层为高于庄组白云质灰岩，孔深  $122.5\text{m}$ ，水位降深  $4.5\text{m}$ ，涌水量为  $3471 \text{ m}^3/\text{d}$ 。而 SK55 号孔和 DK36 号孔地层岩性同为高于庄组灰岩，因构造条件差，水量相差较大，SK55 号孔孔深为  $97.66\text{m}$ ，水位降  $21.91\text{m}$ ，涌水量  $55.64 \text{ m}^3/\text{d}$ ，DK36 号孔孔深  $150\text{m}$ ，水位降  $84.0\text{m}$ ，涌水量  $256.61 \text{ m}^3/\text{d}$ 。阜新东南的新华夏系构造带上，在构造发育的碳酸岩地带，泉水呈串珠状出露。如上石土  $Q_4$  号泉，泉水流量为  $385.26 \text{ m}^3/\text{d}$ ，马驹沟  $Q_4$  号泉，泉水流量为  $385.26 \text{ m}^3/\text{d}$ ，下水泉  $Q_6$  号泉，泉水流量为  $197.11 \text{ m}^3/\text{d}$ ，但个别流量也偏小，泉水多呈泉群出现，具上升性质。

## 2.2 碎屑岩裂隙孔隙水赋存规律

该区碎屑岩岩性主要为中生代砾岩、砂砾岩、砂岩、页岩及可采煤层。各层厚度不一，岩层产状较平缓，倾角多小于  $25^\circ$ ，个别受构造影响可达  $60^\circ$ 。岩层各种粒径的砂、砾石级配较好，孔隙度较小，风化裂隙和构造裂隙比较发育，主要以北西向、北东向两组节理最为发育，以构造裂隙为主，裂隙宽度  $0.1 \sim 0.5\text{cm}$ ，面裂隙率达  $3\%$ 。地下水主要赋存于层间

裂隙和构造裂隙之中，富水性很不均一，其富水性主要受岩性和构造及所处位置的控制。其规律是盆地及单斜构造地段好于低山丘陵区，构造带及影响带好于非构造区，九佛堂组和土城子组岩层好于阜新组和孙家湾组。

按所处地貌位置分别叙述其赋水规律

### 2.2.1 朝阳盆地、北票~哈尔脑盆地裂隙孔隙水

朝阳盆地为一中生代向斜盆地，东部以南天门断裂为界，北部、西部以不整合关系与义县组火山岩接触，走向北东  $25 \sim 30^\circ$ ，宽约 10km，长约 20km，地层倾角一般小于  $10^\circ$ ，翼部倾角  $17 \sim 34^\circ$ ，外转折端可达  $30 \sim 60^\circ$ ，含水岩组由九佛堂组砂岩、砂砾岩组成，隔水层为页岩及油页岩。

受构造控制，盆地外转折端富水性最强，内转折端富水性最差。外转折端为盆地外缘转弯翘起部位，受张应力较强，岩石破碎，风化、构造裂隙发育。如位于外转折端的 SK58 号孔、孔深 150.55m，水位降深 14.58m，涌水量为  $952.13\text{m}^3/\text{d}$ ；而 SK74 号孔位于内转折端，孔深 171.82m，水位降为 29.1m 时，涌水量为  $2.64\text{m}^3/\text{d}$ 。从翼部到轴部，由于受力大小和性状不同，裂隙发育程度不一，富水性亦有相应变化，如翼部 SK64 号孔，孔深 150.72m，水位降 45.72m，涌水量为  $86.46\text{m}^3/\text{d}$ ，而靠近轴部的 SK73 号孔，孔深 200.81m，水位降深 28.92m，涌水量为  $169.43\text{m}^3/\text{d}$ 。

富水性受岩性、裂隙性质及发育程度的制约，砂岩、砂砾岩多为凝灰质胶结，少数钙质胶结，结构较紧密，裂隙不发育，裂隙多被充填，风化壳厚度  $10 \sim 12\text{m}$ ，富水性差。其下多为构造裂隙，裂隙较发育又少充填，富水性较好。

北票~哈尔脑盆地为一不对称的中生代复向斜构造盆地。东南、西北两侧均以断裂为界，盆地轴向  $50 \sim 60^\circ$ ，宽 17km，长 60 多公里，盆地内还发育一些次级背、向斜。富水性受岩性控制，各类岩性富水性差异较大，以土城子组砂砾岩富水性最强，单位涌水量可达  $1.8 \sim 6.8\text{l/s}\cdot\text{m}$ ，而北票组的砂页岩富水性较差，单位涌水量仅为  $0.01\text{l/s}\cdot\text{m}$ 。构造对富水性起主导作用，北翼复向斜转折部位，张裂隙比较发育，比较富水。如 SK72 号孔，孔深 452.35m，涌水量达  $1728\text{m}^3/\text{d}$ ；而盆地外的 SK42 号孔，孔深 151.5m，水位下降 6.15m，涌水量为  $15.12\text{m}^3/\text{d}$ 。从翼部到轴部，由于受力性质不同、变形程度各异，轴顶部位以拉张应力为主，张裂隙发育，故富水性强；而盆地翼部则以压应力为主，裂隙不发育，富水性较差。

综上所述，对富水性的控制，岩性起一定的作用，但起主导作用的是构造。两盆地比较富水，钻孔涌水量一般在  $100 \sim 1000\text{m}^3/\text{d}$ ，翼部个别部位富水性较差，钻孔涌水量小于  $100\text{m}^3/\text{d}$ 。

### 2.2.2 大平房子单斜裂隙孔隙水

大平房子单斜主要由九佛堂组、阜新组砂砾岩夹页岩及煤层组成。胶结较差，结构比较疏松，孔隙裂隙均较发育，大部分地区泉流量大于  $0.1\text{l/s}$ ，局部小于  $0.1\text{l/s}$ 。在单斜构造部位，受构造影响，构造裂隙更加发育，富水性较好，单井涌水量为  $100 \sim 1000\text{m}^3/\text{d}$ 。个

别小于 100 m<sup>3</sup>/d。

### 2.2.3 丘陵区碎屑岩裂隙孔隙水

岩性主要为中生界碎屑岩，地下水赋存于裂隙孔隙之中，富水性很不均一，其富水性受岩性、构造发育程度、位置的控制。单井涌水量多小于 100 m<sup>3</sup>/d，个别为 100~500 m<sup>3</sup>/d。岩性不同，其富水性差异较大，九佛堂组和土城子组砾岩、砂岩夹可采煤层，单井涌水量为 100~500 m<sup>3</sup>/d。如清河门南沟 ZK16 号孔，涌水量为 165.5 m<sup>3</sup>/d，化石戈乡小南台 ZK20 号涌水量为 485.5 m<sup>3</sup>/d。而孙家湾组和阜新组的砾岩、砂砾岩层，单井涌水量一般皆小于 100 m<sup>3</sup>/d。如 CK131 号孔涌水量为 31.7 m<sup>3</sup>/d。同一岩层位置不同其富水性变化较大，如孙家湾组砂砾岩，CK162 号孔涌水量为 177.12 m<sup>3</sup>/d，而 CK122 号孔涌水量仅为 5.52 m<sup>3</sup>/d。含水层富水性在垂向上变化也较大，其规律是含水层埋藏越深，富水性越弱。富水性与断裂构造的发育程度十分密切，断裂破碎发育地段，压性断裂影响带，张性断裂及影响带富水性较好，而地层完整地段富水性较差。

## 2.3 线性充水带地下水赋存规律

本区线性充水带主要为压性断裂带，张性、张扭性断裂带，岩性接触带。在断裂构造的影响下，压性断裂带内具有角砾岩、糜棱岩起阻水作用，而影响带上岩石往往较破碎，裂隙发育，形成丰富的地下水。张性、张扭性断裂带内岩石破碎，裂隙发育，起着沟通地下水的作用，当其与弱透层或压扭性断裂相交后，形成“多”字形构造，构成地下水储水空间而富含地下水。如八家子乡卧风沟片麻岩张性断裂带上 ZK6 号孔降深 4.26m，涌水量为 737.04 m<sup>3</sup>/d；旧庙乡上新丘压性断裂的下盘片麻岩中 ZK5 号孔降深 15.52m，涌水量为 187.7 m<sup>3</sup>/d。构造的部位不同其富水性也有差异，如北塔子乡石匠沟 ZK2 号孔位于一条压性断裂带上，受断裂挤压影响，裂隙有泥质充填，汇水条件差，抽水降深 35.27m 涌水量为 47.0m<sup>3</sup>/d；而位于同一断裂带上的下盘娄家店 ZK1 号孔，裂隙发育，汇水条件好，抽水降深 6.59m，涌水量为 1560 m<sup>3</sup>/d。医巫闾山~后小荒断裂挤压带上的 CK192 号孔，降深 59.17m，涌水量为 26.18 m<sup>3</sup>/d，而其下盘影响带的 ZK8 号孔，降深 7.3m，涌水量为 133.53 m<sup>3</sup>/d。岩性接触带主要有不整合接触带、侵入接触带和各种岩脉接触带，其接触部位一般都比较薄弱，具有较好的储水空间，当接触带垂直或斜交地下水流向时，使地下水富集而溢出地表形成泉，泉流量 40~86 m<sup>3</sup>/d。

## 3. 找水模式和开采技术条件

根据碳酸盐和碎屑岩、线性充水带地下水赋存规律的各自特点，结合本次示范工程找水和成井经验，对辽宁西部丘陵缺水碳酸盐岩和碎屑岩岩类岩石及线性充水带地下水找水模式和开采技术条件进行总结。

### 3.1 碳酸盐岩类地下水找水模式及开采技术条件

碳酸盐岩类裂隙溶隙水的分布极不均匀，其富水性受岩性、构造和侵蚀基准面的制约，它们之间不是孤立而是相互联系的。针对碳酸盐裂隙溶隙水的赋存特点，寻找地下水应首先查清水文地质条件，在断裂构造位置、垂直断裂走向布置电阻率联剖进行探测，追踪断裂构造及异常带。在此基础上投入电阻率对称四极，垂向电测深法进行综合探测，以查证断裂的走向、产状及破碎带情况，裂隙发育程度等，确定构造有利部位。结合地质条件，在有利于汇水部位布置井位。在无构造情况下，选择寒武、奥陶系灰岩、结晶灰岩，高于庄组和雾迷山组质地较纯的白云岩、白云质灰岩作为取水层位。同时钻孔必须穿过第一侵蚀基准面，井位选择在汇水条件有利部位。碳酸盐岩裂隙溶隙水一般以深井形式开采，井深的确定视地质结构特征、侵蚀基准面的埋深、地下水水位埋深等具体条件而定，一般为 100 ~ 150m，井径 200 ~ 400mm。

### 3.2 碎屑岩裂隙孔隙水找水模式及开采技术条件

碎屑岩的富水性强弱与岩性、构造等因素有关，朝阳、北票 ~ 哈尔脑中生代向斜构造盆地及大平房单斜构造地段地层岩性为砂岩、砂砾岩、页岩，呈层状，性脆，褶皱发育，受其影响构造风化裂隙发育。井位应在水文地质调查基础上充分考虑岩性及构造地貌条件。选择在有利于地下水汇集的褶皱外转折端、褶皱轴部、褶皱与断裂复合构造部位和九佛堂组和土城子组地层之中。当褶皱露头不明显时，应根据地层层位进行推测，并利用电阻率联剖，对称四极和 卡法进行验证，确定断裂褶皱的位置，选择构造富水部位布井。丘陵区应选择在有利于汇水的九佛堂和土城子组砂岩、砂砾岩中布井。该类地区应以分散开采模式开采地下水，井深视构造产状，地层结构而定，一般为 150 ~ 450m。井径以 200 ~ 400mm 为宜。

### 3.3 线性充水带找水模式及开采技术条件

由线性充水带赋水规律可知，断裂带的性质、上下盘岩性和接触带的走向、岩性决定其富水部位。因此，在断裂带找水应在遥感解译和水文地质调查基础上，查清断裂带的宽度、产状、性质及岩性和岩性接触带的走向及岩性。对于断裂构造带应垂直断裂走向布置 2 ~ 3 条电阻率联剖线，在异常带采用对称四极进行综合探测，并对异常点进行 卡法探测，查明断裂带和岩性接触带的裂隙发育部位，选择裂隙发育部位、脆性岩石，有利于汇水的充水一侧布井。采用深井线状分散开采地下水，井深应视断层产状、倾斜方向、地下水位埋深等条件而定，一般为 100 ~ 150m，上部钢管护壁，下部裸眼。井径以 200 ~ 400mm 为宜。

#### 结语

本文对辽宁西部丘陵区碳酸盐岩类裂隙溶隙水、碎屑岩裂隙孔隙水、线性充水带地下水的赋存规律进行了论述，其富水性受岩性和断裂构造的控制。并根据各自赋存特点论述了其地下水的找水模式和开采技术条件。