

内蒙古自治区西部地区找水工作总结

王兵 董建国 吕英 李志

(内蒙古自治区地质调查院)

内蒙古自治区位于祖国北部边疆，横跨中国西北、华北、东北三大地区，地处亚洲中部蒙古高原的东南部及其周边地带，地形以高原为主，平均海拔 1000m 左右。地域辽阔，区内地形复杂，各地差异很大。地理座标东径 $97^{\circ}12' - 126^{\circ}04'$ ；北纬 $37^{\circ}24' - 53^{\circ}23'$ 。自东而西绵亘 2400 多公里，南北跨越 1700 余公里，人口 2329.82 万人，总面积 118.32 万 km^2 。

1. 内蒙古西部地区缺水状况

1.1 地理位置

内蒙古西部地区主要包括阿拉善盟、巴彦淖尔盟、乌海市、鄂尔多斯市、包头市、呼和浩特市、乌兰察布盟、锡林郭勒盟等行政区，面积 72 万 Km^2 ，总人口 1144 万人，其中农牧民人口 627 万人，占总人口比例的 54.8%。

1.2 气象条件

内蒙古西部地区属典型的干旱半干旱大陆性气候区，气候特征表现为：冬季漫长严寒，多寒潮天气；春季干旱，多大风天气；夏季短促温热；秋季气候剧降。气温年变差和日变差较大，降水量少，蒸发强烈。气候干燥、干旱、风、雪、寒潮、洪涝等自然灾害频繁。降水量分布自东向西递减，年降水量一般在 150 - 400mm 之间，且时空分布不均，多集中在 6 - 8 月份，此段时间的降水量占全年总量的 60% - 75%；巴彦淖尔盟西部、阿拉善盟大部分地区年降水量在 100mm 左右、额吉纳旗年降水总量只有 37.9mm，是自治区降水量最少的地区。多年平均蒸发量 (E_{601}) 在 2000 - 3500mm 之间。年平均风速从东向西、由南向北增加，绝大部分地区年平均风速在 3m/s 以上，大风日数以内蒙古高原地区最多，一般在 50 - 75 天，大风日数的 70% 出现在春季。

1.3 水文

自治区西部地区，基本上没有常年的河流，大部分地区年径流深小于 5mm，属不产流区，地表水资源极其贫乏，地表水的利用率极低。

1.4 缺水状况

自治区西部地区处于干旱、半干旱地区，属大陆性季风气候，降水量少，蒸

发强烈，十年九旱，水资源十分匮乏，基本无地表水源，地下水是人畜饮水的主要水源。由于受区域水文地质条件和气候的控制，地下水的补给有限，水位埋深由东向西逐渐加深，水量变小，水质变差。尤其是遇旱灾，因降水少，河流断流；地下水位下降，水井干涸；水窖、旱井等集雨工程无水可蓄，致使缺水地区面积扩大，人畜饮水更加困难。特定的气候和水文地质条件，造成西部广大的内蒙古高原、阿拉善高原和鄂尔多斯高原的人畜饮水困难尤为突出。

特殊的地形、地貌也是造成自治区人畜饮水困难的主要原因。在乌兰察布盟南部、鄂尔多斯市东部的干旱山区，山高坡陡，沟壑纵横，水土流失严重。人住梁上，水在沟底，取水困难，吃水靠驴驮人背，近则 2 - 3km，远则近 10km，劳动强度大。水资源紧缺严重制约了当地的经济发展和人民生活水平的提高。

由于受地球化学因素的影响，自治区地下水普遍氟含量超标，氟超标分布范围涉及自治区的 69 个旗（县）的 384.13 万人。近年来，在呼和浩特市、包头市、巴彦淖尔盟和阿拉善盟部分地区发现地下水中砷含量超标，水源性砷中毒严重，有 25.90 万人深受其害，同时也加重了自治区的改水任务。

自治区西部地广人稀，居住分散，交通不便，缺水地区分布广，饮水困难人、畜基数大，需要建设的人饮、改水工程数量多、投资额大。而自治区西部地区经济发展相对缓慢，地方财政十分困难，每年用于解决人畜饮水、改水的资金有限，解决人畜饮水困难状况的任务十分艰巨，由于人口的自然增长，水质恶化、环境变迁等，使原来缺水地区的缺水人口又有增加。

牧区幅员辽阔，人畜饮水困难问题十分突出，特别是实行“畜草双承包”后，随着生产经营方式的改变，过去形成的供水网，已不能适应新的畜牧业生产需要。因此，造成相当一部分牧户缺少人畜饮水水源工程，形成了新的饮水困难户。

2. 勘查区缺水状况

2001 年度内蒙古西部严重缺水地区紧急救助工程所选重点区片为鄂尔多斯市准格尔旗、伊金霍洛旗和锡林郭勒盟正镶白旗。

2.1 鄂尔多斯市准格尔旗东部区片

鄂尔多斯市准格尔旗东部的黄土高原区，主要以农业为主，有国家重点项项目准格尔露天煤矿等大型工程项目。

地表沟壑纵横，切割强烈，大气降水大都以洪流的形式流失，地下水埋藏深度大，相当大的一部分地区只能开采沟谷潜水，由于全球性的气候干旱，沟谷潜水水位逐年下降以至干枯，加之煤炭开采造成的水质污染，形成严重缺水，无法生存的局面。近十年来，当地人畜饮用水主要以人工水窖汇集降水维持。近几

年由于全球性的气候干旱，造成西部地区降水量大幅度减少，使本来缺水的鄂尔多斯黄土高原区更是雪上加霜，大部分水窖干枯，人畜饮用水已出现严重危机。

西北找水工作开展以来，虽然缓解了一部分地区的饮水问题，但只是杯水车薪，只能暂时解决部分人畜饮用水问题，大部分地区人畜饮用水问题仍十分严峻，水资源的紧缺严重地制约着这些地区居民的生存和经济的发展。

位于黄河西岸的魏家峁乡土地面积 260km²，人口 10749 人，牲畜 6156 头(只)，仅靠一眼日供水量为 20m³/d 的岩溶水井供水，开采成本竟达 6 元/吨，但仅能解决全乡五分之一的人畜饮用水，其余大部分人口与牲畜全靠向邻乡、黄河买水或拉水来解决饮用水。

魏家峁乡政府为了解决这一供水危机，拟将该乡南部老赵山、范家峁、串草圪旦一带严重缺水区的 3000 人与 2000 多头(只)牲畜整体迁移至乡政府周围相对平坦地段，并在这一地段凿一眼岩溶供水井，解决他们的人畜饮用水问题。

2.2 伊金霍洛旗新庙区片

伊金霍洛旗地处鄂尔多斯高原的毛乌素沙漠东北边缘，白垩系自流水盆地与黄土覆盖区的衔接部位，著名的东胜 - 神府煤田位于该区。该地区以农业生产为主，人口相对稠密，分布地层为含煤的侏罗系砂泥岩，不利于地下水的赋存，居民生活饮用水只能靠有限的沟谷潜水来维持。近年来东胜—神府煤田的大规模开发建设，地下矿井、巷道纵横，采空区、坍塌区随处可见，坑道排水量增加，使有限的层状基岩裂隙水渗漏，含水层被疏干，同时矿坑排水严重污染了有限的沟谷潜水，矿区内居民因无生活饮用水来源已丧失基本生存条件，不得已只能废弃土地、放弃家园向新庙乡政府所在地满来梁地区搬迁，致使该区人口骤增至 2000 人，而该乡镇现有供水能力仅为 20—30m³/d，人均日供水量不足 15 公升，现有大部分农用机动车辆已把外出拉水作为主要任务，以卖水为职业的新兴行业正悄然兴起。在此严重形势下，伊金霍洛旗政府及新庙乡政府多次提出要求，希望地矿部门能在该地区再做工作，解决或缓解该乡镇供水的紧张局面。

2.3 正镶白旗区片

正镶白旗地处内蒙古高原南缘的干旱草原区。区内以牧业生产为主，无地表水资源可供利用，地层以第三系泥岩及火成岩为主，无较好的贮水条件。察汗淖尔镇水资源的供需矛盾长期存在，近年来该矛盾日益突出。1980 年 - 2000 年 20 年中，受旱年份达 13 年，特别是 2000 年，由于干旱缺水，全旗 726 万亩草场、25 万亩农田大面积绝产，水井干涸，农村、牧区人畜饮水已相当困难。

旗政府所在地察汗淖尔镇生活、工业用水日需 2000 吨，而实际供水能力仅

为 600 吨。由于连年干旱，镇区的三口供水井已有二口干枯，仅剩一口井水量也由原来日供水量 800 吨减少至 600 吨，镇区 100 余眼自备水源井中 90% 干枯，其余约 10 眼井单井日供水量不足 2 吨。居民供水采取定时定量方式，缺水严重影响了镇区人民的正常生活，制约着地方经济的发展和人民生活水平的提高。目前该旗政府正处于开发新水源与搬迁两难境地。

3. 水文地质条件

3.1 准格尔旗东部区片

准格尔旗东部区地表大部被黄土所覆盖，地形支离破碎，沟深坡陡，比高 200 米左右，局部在 200 米之上。地表水和地下水均由西北顺沟向东南流入黄河。该地区地层富水性主要有以下几方面特点：

3.1.1 黄土层

致密，裂隙不发育，不具备形成地下水的条件，这些地区现均采用“旱井”的方式解决人畜饮用水问题。

3.1.2 层状碎屑岩含水层

由石炭系（C）、二叠系（P）、三叠系（T）地层组成，厚 13.70—289.75m，以承压水为主，水位埋深不定，富水性极差，单井涌水量小于 $10\text{m}^3/\text{d}$ ，该类含水层水量极贫乏，供水意义不大。

3.1.3 碳酸盐岩裂隙溶隙溶洞含水层

寒武系（ C_1 ）和奥陶系（O）的灰岩、白云质灰岩、白云岩地层中普遍赋存层状裂隙、溶隙岩溶水。区域上属天桥岩溶水系统东北部的补给 - 迳流区，岩溶发育以水平方向为主，富水性主要受岩溶发育程度和构造控制，地下水总的迳流方向为由北向南迳流。

根据当地部分岩溶钻孔资料分析，勘查区岩溶含水层顶板埋深由东至西逐渐增大，东部黄河西岸直接出露地表，西部边界埋深近 500m；一般埋深 190 - 400m，含水层位是中奥陶统马家沟组（ O_2m ） - 下奥陶统亮甲山组（ O_1I ）灰岩、白云质灰岩，为溶洞、溶隙、裂隙水，水位埋深 340 - 400m，单井涌水量 400 - $1000\text{m}^3/\text{d}$ 。水质一般很好，矿化度小于 $1\text{g}/\text{L}$ ，以 $\text{HCO}_3 - \text{Ca} \cdot \text{Mg}$ 型水为主。

3.2 伊金霍洛旗新庙区片

根据地貌和含水介质不同，可将该区片地下水划分为沟谷松散岩类孔隙水、丘陵层状岩类孔隙裂隙水和烧变岩孔洞裂隙水。

3.2.1 沟谷松散岩类孔隙水区

位于勃牛川、束会川及其支沟中，地下水位埋深小于 5m，单井涌水量小于

100 m³/d, 矿化度小于 1g/L。该含水层由于煤矿开采及矿坑排水污染, 大部分地段已无法饮用。

3.2.2 丘陵层状岩类孔隙裂隙水

该区含水层主要为侏罗系下统(J₁)和三叠系(T)的层状碎屑岩地层, 含水层厚度一般 10 - 50m。在勘查区广泛分布, 地下水水位埋深不定, 多大于 10m, 富水性极差, 单井涌水量小于 10 m³/d, 矿化度 1 g/L 左右, 无开采价值。

3.2.3 烧变岩孔洞裂隙水

侏罗系下统延安组是区域内的主要含煤地层, 由西向东逐渐变薄, 含煤 5 - 19 层, 可采煤 4 - 8 层, 累计可采厚度 3.95 - 15.12m, 平均 7.89m。大致以特拉不拉沟 - 前大水沟一线以东上部煤层普遍被剥蚀或自燃。

煤层自燃后烘烤顶板及围岩, 致使岩石结构、构造、矿物成份发生一系列物理化学变化。主要特征是: 颜色由原来的深暗灰色调变至浅红色调; 结构较原岩致密坚硬。由于下伏煤层燃烧形成空穴, 上覆地层失重坍塌, 垂直层理面的张裂隙极其发育, 形成相对富水地段。单片面积一般小于 1km²。在剖面上呈阶梯状向深部延伸, 厚度一般不超过 50 - 60m。缓坡地带煤层自燃延伸最大宽度可达 1km。

烧变岩结构产状分为二种类型: 一是直接出露地表, 是烧变岩孔洞裂隙水接受大气降水直接补给的窗口; 二是上覆第四系松散的 Q₄^{col} 风积层与 Q₃^s 冲湖积层, 该类型多分布于低洼滩地, 多属储水丰富的富水地段, 钻孔单孔涌水量为 300 - 3000m³/d, 水化学类型为 HCO₃ - Ca 型, 矿化度 0.3g/L。

本区地下水主要补给来源是大气降水的入渗补给, 主要以潜水赋存于风积粉细砂、萨拉乌素组湖积粉细砂孔隙以及烧变岩空洞裂隙中。风积与湖积层结构松散, 孔隙发育, 分布面积广, 垂向入渗能力强, 降水后不易形成地表迳流而直接入渗补给地下水; 烧变岩空洞裂隙发育, 有利于降水的入渗补给和赋存。

区内中西部、东部及东南部层状基岩裂隙水区地下水化学类型为 HCO₃ · SO₄ - Ca、HCO₃ · SO₄ - Ca · Mg、HCO₃ · SO₄ - Ca · Na 和 HCO₃ · SO₄ - Ca · Mg · Na 型水; 西部偏南第四系风积砂覆盖区地下水水化学类型为 HCO₃ - Ca 和 HCO₃ - Ca · Mg 型水; 南部局部为 Cl - Na 型水; 西北部东会川上游为 SO₄ · HCO₃ - Ca 和 SO₄ · HCO₃ - Ca · Mg · Na 型水。

全区地下水均为低矿化度的淡水, 矿化度在 0.25 - 0.87g/L 之间。

4. 项目实施的工作程序

项目以解决内蒙古西部严重缺水地区人畜饮用水困难为主要目的, 项目选址

是在充分考虑当地政府的积极要求，充分收集、分析前期地质、水文地质资料、缺水状况、水文地质条件的前提下，通过水文地质调查，地面物探和水文地质钻探等手段进行，根据钻探取芯情况及物探测井情况，施工成井，提供地方使用。

4.1 水文地质调查

通过水文地质调查，了解区域地质、水文地质条件，对地形地貌特征、含水层位、地下水水位、水量、水质进行调查；选择重点地段，开展地面物探工作，工作重点围绕拟布孔位置开展工作。

4.2 水文地质物探

在水文地质调查圈定的范围内，首先开展电测深和激电测深工作，在此基础上，选择有利地段，根据含水层类型，采用 杯测氦法、浅地震等方法做进一步探测，通过对比，最终确定孔位。

4.3 水文地质钻探

通过以上方法确定孔位后进行钻探施工，根据不同地层情况，采用合理的施工工艺，严把质量关，完成钻探工作并成井。

5. 探采结合井钻井工艺及抽水试验

5.1 Gz1 孔

位于准格尔旗魏家峁乡东 2km，设计孔深 450m，采用 150mm/ 170mm 小径钻进至 167.00m 后扩孔，扩孔口径为 500mm，下入 12 钢板卷焊实管封堵上部地层，然后采用 250mm 口径，清水钻进至底，终孔孔深 444.66m。开采目的层为中奥陶统马家沟组灰岩和下奥陶统亮甲山组灰岩溶隙裂隙岩溶水含水层。该孔揭露灰岩埋深厚度 167m，静止水位 367.80m，单井涌水量可达 700m³/d。

5.2 Gz2 孔

位于准格尔旗铧尖镇黄天棉图。坐标 X=4396660；Y=19432177；地面高程 1360m。设计深度 170m，终孔孔深 178.49m。上部 8.00m 进行 550mm 口径扩孔，下入 350mm 钢板卷焊缠丝滤水管，管外投砾，下部裸眼成井，成井深度为 178.49m。主要开采层位为第四系全新统冲洪积层(Q₄^{al-pl})及侏罗系下统延安组煤系地层(J_{1y})。

孔位处地表出露侏罗系延安组地层，抽水试验采用定降深简易抽水方法。静止水位 6.75m。控制水位降深 76.35m，涌水量 24.55 m³/d。

该井地下水为无色、无味、无嗅、透明，无肉眼可见物，水温 12 ；矿化度 0.63g/L；PH 值 7.4；水质类型为 HCO₃·SO₄-Na·Ca 型水，感观性指标、一般化学指标和各项毒理学指标均符合 GB5749-85 生活饮用水水质标准。大肠菌

群数 7 个/L, 细菌总数 850 个/L, 说明该孔所取地下水主要为浅层的冲洪积层地下水, 水质已受到一定程度的污染, 做为生活饮用水应进行适当的消毒灭菌处理。

5.3 Gz3 孔

位于伊旗新庙乡武家梁西部, 设计孔深 60m, 钻探孔深 50.70m。进行 500mm 口径扩孔, 扩孔深度 23.8m, 下入 300mm 钢板卷焊缠丝滤水管, 管外投砾, 成井深度为 23.54m。主要开采层位为侏罗系下统延安组 (J_{1y}) 烧变岩含水层。

抽水试验采用单孔稳定流一次最大降深方法。静止水位 10.38m。水位降深 4.55m, 涌水量 4520.09m³/d。

该井地下水为无色、无味、无嗅、透明, 无肉眼可见物, 水温 12 ; 矿化度 0.24g/L; PH 值 7.3; 水质类型为 HCO₃ - Ca 型水, 感观性指标、一般化学指标和各项毒理学指标均符合 GB5749 - 85 生活饮用水水质标准。

5.4 Gz4 孔

位于伊旗哈巴格希乡东北, 设计孔深 350m, 终孔孔深 327.20m, 因 311.22m 以下揭露煤层, 因此成井深度 305.00m, 以下部分用优质粘土回填。主要开采层位为白垩系下统志丹群洛河组 (K_{1zh}²) 砂岩。

抽水试验采用单孔全试段稳定流一次最大降深方法。静止水位 13.13m。水位降深 40.92m, 涌水量 61.92m³/d。

该井地下水为无色、无味、无嗅、透明, 无肉眼可见物, 水温 12 ; 矿化度 0.43g/L; PH 值 7.6; 水质类型为 HCO₃ - Na · Ca · Mg 型水, 感观性指标、一般化学指标和各项毒理学指标均符合 GB5749—85 生活饮用水水质标准。

5.5 Gz5 孔

位于正镶白旗察汉淖尔镇西 2km。设计孔深 130m, 终孔孔深 130.00m, 上部 105.00m 扩孔口径为 500mm, 下入 8 铸铁管成井, 其中顶部 8m 与底部 8m 为滤水管, 其下为 170mm 口径裸眼成井。开采层位主要为第四系上更新统松散层孔隙潜水及上侏罗统张家口组火成岩顶部强风化带裂隙水。

抽水试验采用单孔全试段稳定流一次最大降深方法。静止水位 4.50m。水位降深 25.00m, 涌水量 50.40m³/d。

5.6 Gz6 孔

位于正镶白旗察汉淖尔镇东北约 1.5Km。设计孔深 100m, 终孔孔深 107.85m, 150mm/ 170mm 小径终孔, 并进行物探测井。

原设计的开采层位应为第三系上新统泥岩底部的底砾岩及火成岩顶部的强风化带, 但根据所取岩芯和水文物探测井曲线分析, 无可供开采的含水层存在,

因此未成井。

6. 成果和效益

Gz1 号孔顺利成井，为解决准格尔旗魏家峁乡供水的困难局面打下了坚实的基础，并可解决严重缺水区 3000 人与 2000 多头（只）牲畜的饮水困难，为魏家峁乡居民新村的建设提供了水源基础。

Gz2 号孔是应准格尔旗政府的意见，在十分缺水的黄天棉图地区为解决居民日常生活饮用水而实施的找水工程，在普遍被认为找水禁区的侏罗系煤系地层中打出了涌水量为 $24\text{m}^3/\text{d}$ 的供水井，实属难得，为缓解准格尔旗黄天棉图地区近 2000 人的供水紧张局面起了很大作用。受到了当地政府的高度评价和群众的欢迎。

Gz3 号孔供水目的层是烧变岩孔洞裂隙含水层，该钻孔单井涌水量创造了当地该含水层中的水量之最，实属突破，为今后对同一类型含水体的研究指明了方向，对促进地方经济的发展具有重要意义。该井的成功出水，彻底解决了当地 2000 余人的生活饮用水及近 5000 头（只）牲畜的饮水。