

# 对治理邯邢地区奥陶纪灰岩水的意见

田 级 生

邯邢地区有着丰富的煤、铁资源。但石炭系太原统下部有三层煤（小青、大青、下架）不能开采，主要是受奥陶系石灰岩地下水（简称“奥灰水”）的威胁；邯邢式铁矿产于中奥陶石灰岩地层中，也受“奥灰水”的威胁。而邯郸、邢台两市供水紧张问题，至今也未能彻底解决。为了既保证城市人民生活 and 工农业发展用水的需要，又解除“奥灰水”对矿山的威胁，就应对石灰岩含水系统作整体、全面的考虑，充分发挥石灰岩“地下水库”的调节作用，既考虑防、排水，又考虑供水，这样才有可能收到较好的效果。

## “奥灰水”基本特征

邯邢地区“奥灰水”以北洺河为界，分成南北两个独立的水文地质单元或称“泉域”，南部称黑龙洞水文地质单元，北部称百泉水文地质单元。它们各有自己的补给、迳流、排泄区。岩溶大泉集中排泄泉域内岩溶水，系工农业及城市等大型供水的理想水源。

### 1. 泉域边界条件分析

孟宪民在矿床学方面的成就，也受到国外同行的重视。如1963年他的论文在英文版《科学通报》上发表后，英国层控矿床学家J. Preira立即来函对孟的见解表示赞赏并希望进行学术交流和合作。1977年（孟老逝世八年后）美国科罗拉多矿业学院地质系主任芬尼教授访华时曾特别要求拜访这位著名的老校友孟教授。

孟宪民教授在“文革”期间被迫害致死。

泉域边界条件大致分为四种类型：（1）由断裂或火成岩体阻隔，起着分割、阻隔地下水联系的作用；（2）地下分水岭使岩溶水向两翼分流，分别进入各自的泉域；（3）由于寒武系下统页岩阻水致使太古、元古界变质岩系与石英砂岩裂隙水位抬高，沿岩层接触带溢出地表，形成地表基流量，与泉域内岩溶水无直接水力联系；（4）埋藏标高-500米至-800米以下中奥陶统石灰岩岩溶不发育，地下迳流迟缓，属人为划定边界，以别于前三类的自然边界。

### 2. 岩溶发育特征及含水特征

以溶隙为主的导水储水介质构成岩溶裂隙含水层，是泉域内岩溶水赋存、分布的重要特征。岩溶水运动主要靠溶隙导水。黑龙洞泉就是突出一例，泉水沿一系列（几十条）北东东向张性裂隙溢出地表。溶隙发育的不均性导致了岩层富水性不均匀，是泉域内岩溶水分布的又一重要特征。在垂直方向上随着深度增加，溶隙发育程度逐渐减弱，富水性也上强下弱，而水头压力上小下大。在水平方向上与溶隙发育强度相适应，富水性（导水性）沿构造延伸方向强得多。

### 3. 岩溶水补给、迳流、排泄条件

泉域周边山区灰岩裸露，接受降水渗入补给和河流灌入补给。露头面状补给数量与降水性质有直接关系。短时间小雨入渗地层不深，雨停后，基本上又蒸发了，因而补给岩溶水数量很小。对于长时间的霪雨，空气相对湿度达到高值时，降水对露头面状补给岩溶水就极为有利。遇到急骤大雨和暴雨时，由于降水过于集中，大部形成地表迳

流, 虽对露头面状补给不利, 但对河流灌入补给十分有利, 而且控制着岩溶水雨季天然流场动态变化。水平迳流主体方向, 严格受构造控制。泉域内岩溶水强迳流带的共同特点是: 导水系数大, 岩层透水性、连通性一般很好, 水力坡度极平缓。抽水时水力(或压力)传递很快, 往往形成浅碟状近乎同步等幅下降。富水性强, 钻孔单位涌水量一般大于2升/秒·米, 最大可达190升/秒·米。

排泄区是以岩溶大泉集中排泄泉域内的岩溶水为其特征。其排泄方式, 除黑龙洞泉是沿裂隙溢出地表外, 多数是岩溶水通过河谷砂砾石层溢出地表。

#### 4. 岩溶水动态变化特征

岩溶水动态变化, 受降水的制约, 区内多年平均降水量580~613毫米。泉水流量与观测孔水位水文过程线高峰期滞后最大降水期为1~2个月, 且呈缓慢衰减下降, 充分显示出裂隙水的动态特征不同于管道流。

#### “奥灰水”资源分析

根据区内“奥灰水”天然流场动态特征分析, 显示出受气候影响的季节性变化, 巨大的石灰岩地下库容起着调节作用。每年雨季(7~9月)降水集中, 补给量大大超出排泄量, 部分转为调节量进入泉域内石灰岩库容, 地下水位急速上升, 平均日升幅高达0.2米左右。雨季过后补给量逐渐减少, 进入漫长的旱季, 天然流场依靠石灰岩巨大库容调节作用, 维持泉群的持续排泄, 地下水位出现持续衰降, 平均日降幅为0.02米左右。

由于水均衡条件的不断演变, 使天然流场旱季的衰降过程极为复杂。但每年冰冻旱季(12~2月)均出现一个相对稳定的衰降阶段, 日降幅小而稳定。据调查, 这与农业灌溉用水量的减少等因素有关。

用泉流量衰减方程 $Q_t = Q_0 \cdot e^{-at}$ 、按多年平均资料计算衰减系数时, 用下列公式:

$$a = \frac{\ln Q_1 - \ln Q_2}{\Delta t}$$

式中:

$a$ ——衰减系数(日<sup>-1</sup>)

$\Delta t$ ——衰减期

$Q_1$ ——多年月平均最大流量(米<sup>3</sup>/秒)

$Q_2$ ——多年月平均最小流量(米<sup>3</sup>/秒)

百泉群衰减系数

$$a = \frac{\ln 6.719 - \ln 5.553}{240} = 0.0007942$$

黑龙洞泉群衰减系数

$$a = \frac{\ln 10.966 - \ln 8.106}{270} = 0.001119$$

百泉群天然平均流量( $Q_{CP}$ )6.23米<sup>3</sup>/秒,

故天然平均库容量为:  $V_{CP} = \frac{Q_{CP}}{a} =$

$$\frac{6.23 \times 86400}{0.0007942} = 6.778 \text{亿米}^3$$

黑龙洞泉群平均流量( $Q_{CP}$ )为9.771米<sup>3</sup>

/秒, 故天然平均库容量为:  $V_{CP} = \frac{Q_{CP}}{a} =$

$$\frac{9.771 \times 86400}{0.001119} = 7.544 \text{亿米}^3$$

调节年限( $t$ )按下式计算

$$t = \frac{V_{CP}}{a \cdot \frac{Q_{CP}}{\text{年}}} = \frac{Q_{CP} \times 86400}{a \times Q_{CP} \times 86400 \times 365} = \frac{1}{a} \times \frac{1}{365} = \frac{1}{a} \times 0.00274 = \frac{2.74}{a} \times 10^{-3}$$

百泉群调节年限:  $t = \frac{2.74}{0.0007942} \times 10^{-3} = 3.45$  (年)

黑龙洞群调节年限:  $t = \frac{2.74}{0.001119} \times 10^{-3} = 2.45$  (年)

武汉地质学院水文地质工程地质系科研组, 利用系统理论计算黑龙洞泉域一次对地下水有补给能力的降水, 对泉流量的影响, 可达二年半到三年左右时间, 调节年限取2.75年(33个月)比较合适。

计算结果表明, 百泉域天然平均库容量6.764亿立方米, 调节年限为3.5年; 黑龙洞

泉域天然平均库容量为 7.544 亿立方米, 调节年限可达二年半到三年左右。黑龙洞与百泉域, 存在着延续时间为三年左右的地下水调节作用, 即在丰、平、枯水年交替出现的情况下, 某一年降水量不仅对当年, 且对第二、第三年“奥灰水”地下迳流的形成有明显的控制作用。泉水流量稳定。百泉不稳定系数平均值为 0.826, 黑龙洞泉的不稳定系数平均值为 0.721, 两者均属稳定型岩溶大泉。百泉群常年流量为 4~6 米<sup>3</sup>/秒, 黑龙洞泉群常年流量为 7~8 米<sup>3</sup>/秒。

百泉泉域天然资源计算, 采用“综合渗入系数法”、“补偿疏干—相关分析法”、“相关分析法”, 计算成果见表 1:

表 1

计算方法	综合渗入系数法	补偿疏干—相关分析法	相关分析法
计算结果	7.1米 <sup>3</sup> /秒	6.28米 <sup>3</sup> /秒	6.674米 <sup>3</sup> /秒

黑龙洞泉域天然资源计算采用上述计算方法, 计算成果见表 2:

表 2

计算方法	综合渗入系数法	补偿疏干—相关分析法	相关分析法
计算结果	10.9米 <sup>3</sup> /秒	11.16米 <sup>3</sup> /秒	9.73米 <sup>3</sup> /秒

### 治理“奥灰水”的意见

#### 1. 从供水角度研究奥灰水的治理

目前城市与工农业供水水源地, 大都选择在泉群排泄区附近, 集中开采。一九八一年邢台百泉域岩溶水开采量为 3.2 米<sup>3</sup>/秒, 泉水流量最小值为 0.26 米<sup>3</sup>/秒, 水位持续下降, 下降速度为 2.81 米/年; 黑龙洞泉域岩溶水开采量为 4.0 米<sup>3</sup>/秒, 泉水流量最小值为 1.651 米<sup>3</sup>/秒, 一九八二年新增邯郸市三提水厂在峰峰新市区羊角铺建成日供水量为 15 万余立方米的水源地, 铺设管道输入邯郸市。从多年较长系列动态观测资料分析, 在天然状态下泉域内补给量与排泄量是平衡

的, 一个气象周期内, 枯水年消耗量大于补给量, 水量亏损, 岩溶水位持续下降, 泉水流量减小; 丰水年能获得补偿; 平水年补给量与消耗量基本平衡, 处于正均衡。但从七十年代以后, 随着工农业发展和城市人口增加, 对于岩溶水开采量不继增加, 以及煤、铁矿山开采深度加深, 坑下排水量增加等因素影响, 使泉水流量逐年减少, 补给量小于排泄量, 出现负均衡。长此发展下去将会直接影响城市人民生活用水和工农业发展。因此, 应该充分发挥石灰岩地下库容优势, 合理调度、利用本地水资源。采取地面水库与地下水库联合调度, 地表水与地下水综合开发的合理方案, 汛期地表迳流洪水流量难于利用, 可以人工控制转入地下, 恢复自然平衡。据区内岩溶水补给条件分析, 主要补给源为雨季降水形成的地表迳流, 通过河床、沟谷底部或断裂破碎带垂向渗漏灌入, 补给岩溶水。故应在河床、沟谷修建一些蓄水滞洪工程, 拦截地表迳流, 有效地利用地表洪水流量, 增加岩溶水补给量, 这是今后泉域规划利用本地资源的主要途径。

#### 2. 从防、排水角度研究“奥灰水”的治理

随着邯邢地区铁矿、煤炭生产的发展, 防治“奥灰水”的研究工作应该提到日程上来了, 这也是多年来争论的问题, 争论的焦点是矿井防水或是排水开采的问题, 其实质是矿井生产成本与安全问题。近年来, 各部门在本区进行大量的区域勘察及研究工作, 对“奥灰水”的认识也在不断地深入和提高。

根据区内煤、铁等矿产资源的分布情况及其与“奥灰水”的关系, 采用全面疏干的办法来保证矿产开采是很不合算的。因为这要抽取大量地下水。这样做需要很长施工期, 动用很多工程, 耗去很多的资金。在目前的情况下, 根据各矿井的具体情况分别治理却是可行的。

对于那些处于阻水断裂分割、火成岩侵

# 内蒙古自治区矿产资源概况

内蒙地矿局地矿处

内蒙古自治区地质构造复杂, 岩浆活动频繁, 构成了有利的成矿和控矿条件, 迄今已发现各种矿产百余种, 其中71种探明了储量; 矿产地400多处, 包括不同矿种的矿床或井田600多个。探明储量的矿产居全国前十位的有35种, 其中铌、稀土、石膏、蛭石、玛瑙和冰洲石的储量为全国第一。其它如煤、铬、锌、铁矾土、铸型砂, 天然碱、泥炭、砖瓦粘土等也名列前茅。

煤炭资源是自治区的优势矿产之一, 已探明的储量仅次于山西省居全国第二位。煤炭的主要聚煤期有三期: 石炭一二叠纪; 早、中侏罗纪和早白垩纪, 集中分布在伊克昭盟、锡林郭勒盟、哲里木盟和呼伦贝尔盟, 具有储量大、煤层厚、地质构造简单、埋藏浅、大煤田分布集中等特点, 适于露天开采, 主要为动力煤, 炼焦煤仅占5%。

已探明储量的黑色金属矿产有铁、铬和锰三种。

铁矿, 居全国第七位, 主要分布在包白和集二线铁路两侧。此外, 在马海市、赤峰、兴安盟和呼伦贝尔盟也有分布。铁矿以中品位矿为主, 富矿仅占6%, 物质成分复杂, 常含有多种有用元素, 适于综合开发利用。

入穿插、“奥灰水”弱径流带、较厚隔水层存在等“相对独立的含水层”内的矿井, 只要有相应的防、排水措施, 采用疏堵结合、带压开采是可以办到的。如峰峰四矿, 是一个有四十年开采史的老矿, 它的上部煤层已采空, 下部因水害无法开采, 后采用物探方法, 准确地定出了导水裂隙通道及垂直补给水源的位置, 注浆堵水成功, 解救了下三层

铬矿, 居全国第二位。主要分布在锡林郭勒盟和巴彦淖尔盟以北一带, 已构成工业矿床的有8处。

锰矿分布较少, 仅为小型矿床, 由地方小规模开采。

有色及贵金属矿产, 是自治区的另一优势矿产, 现已探明储量的有18种, 其中铜、铅、锌、钨、铋、铂、银等居全国前十位。

铜、铅、锌矿, 主要集中分布在西部的狼山、中部的白乃庙、东部的赤峰—哲盟和满州里等地区。在已发现的矿产地中, 能构成工业矿床的约60余处, 其中大、中型矿床30多处。铜矿居全国第九位, 铅矿居全国第四位, 锌矿居全国第二位。铜、铅、锌矿的储量大, 品位高, 伴生有益元素多, 产地集中, 多数矿区的交通比较方便, 利于国家或地方开采。

钨、锡、铋、钼矿, 除伊克昭盟和哲里木盟以外, 各地均有分布。钨矿多数为小型矿床, 大都由地方小规模开采。探明储量的锡矿床有三处, 多为共生矿, 其中一处为中型矿床, 尚未发现单独的工业矿床。铋矿目前仅有两处小型矿床, 一般与铜矿共生。已探明储量的铜矿矿床有六处, 除二处为单独

工业储量九万余吨的煤矿, 每年还节约排水费392万元。

对那些水量大、水压大、水文地质条件复杂的矿山, 则应与城市、农田供水结合起来, 采用排供结合的方法联合治理。这对于解除“奥灰水”对矿山的威胁和扭转邯邢地区的供水紧张局面都是有好处的。

(河北省地质矿产局)