

饮用天然矿泉水勘察报告

**湖北省襄阳县卧龙饮用天然矿泉水
水文地质调查研究报告**

湖北省水文地质工程地质大队

一九八九年三月

湖北省襄阳县卧龙饮用天然矿泉水 水文地质调查研究报告

编 写 单 位：湖北省水文地质工程地质大队
地 质 科 矿 泉 水 组

编 写 人：陈象正 陈保立 陈联峰

审 查 人：蔡德宏

大队总工程师：杨 伟

大 队 长：左大宇

提 交 单 位：湖北省水文地质工程地质大队

提 交 时 间：一九八九年三月



目 录

前 言.....	1
一、地理环境概述.....	2
二、区域水文地质条件.....	4
三、矿泉水的赋存分布与形成条件分析.....	11
四、矿泉水的物理化学特征.....	13
五、矿泉水水资源开发保证程度.....	16
结论与建议.....	18

前 言

襄阳县卧龙饮用天然矿泉水是经人工揭露的，发现于石桥镇，属于远源循环成因。1986年我队地质勘察服务公司应襄阳县石桥镇管所的要求，为满足该所生活供水而勘探成井，其施工深度125.02米，含水层为上第三系砂砾岩。经稳定流抽水试验，水位降深值2米，实测涌水量为968.458米³/日。水质经测试，符合中华人民共和国饮用水卫生标准（GB5749—85）。1988年我队在进行全省矿泉水调查时，分析了本区以往的基础性水文地质资料及该井水质测试成果，发现水中钙、镁含量及两者比值皆为生活用水的理想值，而水中二氧化硅含量达40毫克/升。这种高硅水标志着具有饮用天然矿泉水的特征。为此，按照中华人民共和国饮用天然矿泉水国家标准（GB8537—87）中有关水源地勘察技术要求，对该井水质进行了周期性（丰、平、枯水文期）采样测试和一些必要的地质调查研究工作。接受送检样测试的单位有：矿泉水常量元素及微量元素由湖北省地质实验研究所检测；同位素测试由中国地质大学实验室承担，卫生学指标由襄樊市卫生防疫站和湖北省卫生防疫站检测。检测项目共计56个，测试总数据273个，取得了较为齐全的水质参数。测试结果表明，该井水水质符合中华人民共和国饮用天然矿泉水准则（GB8537—87），此外，

为了基本查明该矿泉水资源的保证程度，还对邻近的西岗、黑龙集两口供水井也进行了系统性取样测试，二者水质也双双达标。据此，该矿泉水不仅水质好，而且源域广阔，初步圈定矿水分布面积已逾数百平方公里。

本区以往水文地质研究程度较高。1962年我队在襄北以农田供水为目的进行过1:10万农田供水水文地质勘察；1969年和1976年我队又先后进行了1:20万谷城幅和襄阳幅的水文地质编图与普查勘探工作，从而为进一步研究区域水文地质条件奠定了基础。近几年来，随着工农业发展和人民生活水平的提高，所在区的有关单位以开辟生活供水和灌溉水源为目的，成井井数逐年增多，因而更加丰富了本区的水文地质基础资料。

上述工作成果，对本区水文地质条件的综合分析研究和矿泉水的发现提供了有利条件。本文有关水文地质条件阐述，是在综合分析前人勘察基础资料上加以撰写的。

一、地理环境概述

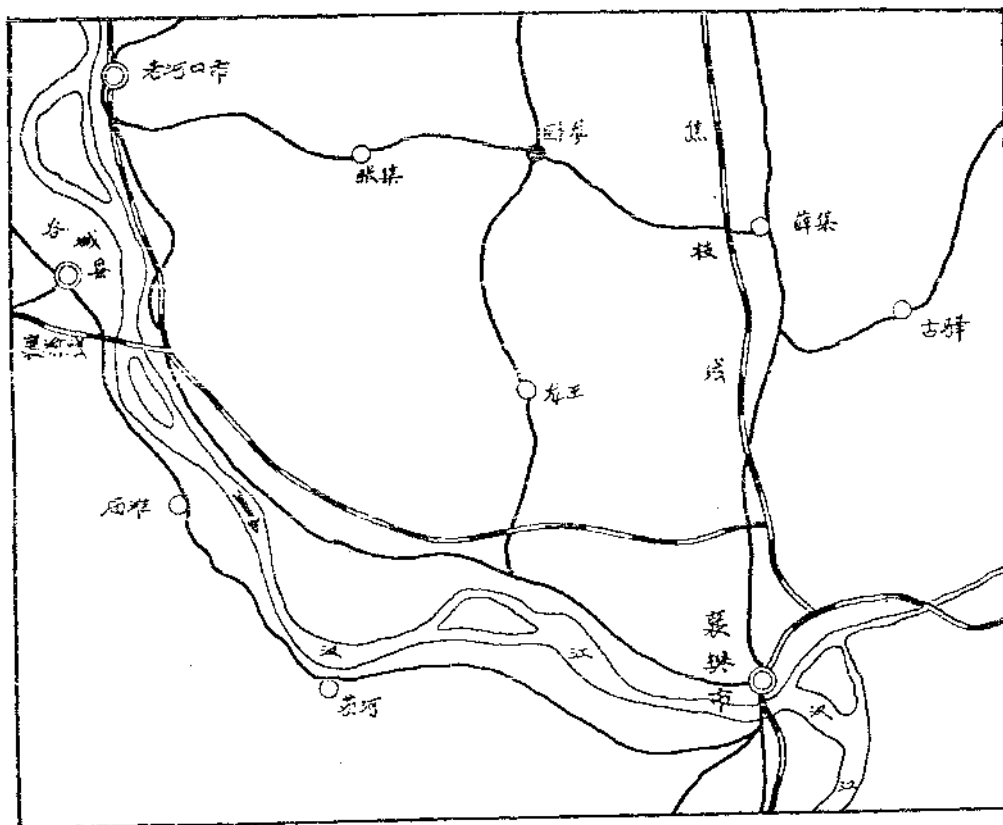
1. 位置与交通

石桥镇属襄阳县的一个乡镇，位于襄樊市之北50公里，交通比较便利。铁路以襄樊市火车站为枢纽，连接焦枝线、汉丹线和襄渝线组成东、西、南、北主要交通要道，公路四通八达。石桥镇距

焦枝铁路耿坡火车站和207国道仅14和15公里(详见图1)
水路运输由襄樊市沿汉江顺水而下直至汉口,可常年通航500吨
级轮船。

2 经济地理

石桥镇地处襄北波状平原区,是湖北省主要商品粮基地。粮食



襄阳县卧龙矿泉水区交通位置图

0 5 10 15 20 公里

1.公路 2.铁路 3.河流 4.矿泉水点 5.市县 6.乡镇

作物以小麦、水稻、豆类及棉花为主，工业有粮、油、棉加工厂，皆属乡镇企业。邻近的襄樊市为一历史名城。它依山临水，是古今要塞，是历来兵家必争之地。自公元208年汉末立襄阳郡后，经历史建置沿革，文物胜迹颇多。境内的“古隆中”是诸葛亮早年“躬耕”隐居之处，为一驰名中外的旅游胜地。近十年来襄樊市工业发展迅速，成为全国14个明星城市之一，市区人口逾55万，已成为鄂北的政治、经济、文化中心。

二、区域水文地质条件

1. 气候

本区属于中纬度亚热带季风气候区，受季风环流影响，四季分明，多年平均气温为 15.8°C ，夏季7月份最热，极端气温值可达 41°C ，月平均气温为 29°C ；冬季1月份最冷，极端气温值可达零下 14.8°C ，月平均气温为 2.6°C 。多年平均降水量为784毫米，多年平均蒸发量为1200毫米，湿度系数小于1，无霜期248天。

2. 地形地貌

本区在地貌单元上属南襄盆地的南半部。其北西方向有伏牛山、西有武当山、东有桐柏山、南有大洪山和荆山，地势外围高（高程在500米以上），中间低（最低高程65米），呈环带状向盆地

腹部并微向南倾斜。盆地内为波状起伏平原。水系呈扇状展布，以唐白河为干流，西侧河流为北西——南东向，东侧河流为北东——南西向，皆发源于盆地边缘地带的丘陵山地，汇入唐白河，注入汉江。除汉江和唐白河为区域性河流，最大径流量为 $524000 \text{米}^3/\text{秒}$ 和 $5880 \text{米}^3/\text{秒}$ ，发育有漫滩、阶地外，余者皆为浅蚀性河流，形成一些河蚀沟，并造成盆地内波状起伏的地貌景观。

3 地层岩性

本区的地层分布与地貌单元密切相关，盆缘地带分布元古界、下古生界、中生界地层，盆地内以中新生界为主，而且为第四系广泛所覆。诸时代地层岩性特征概述如下：

(1) 中元古界 (P_{t2})

双台组 (P_{t2s})：主要由一套变砾中酸性屑晶凝灰岩和变质火山碎屑岩，在区域资料中，它属于武当群上部层位，并是区内所见最老的地层，总厚大于 1000米 。

(2) 上震旦系 (Z_b)

陡山沱组 (Z_{bd})：灰——深灰色薄至中厚层大理岩、微晶灰岩、细晶白云质灰岩夹有黄色粘土质灰岩和钙质页岩。厚 251.5米 ，与下伏地层呈不整合接触。

灯影组 (Z_{bdn})：上部为灰白色厚层微晶至细晶白云岩夹有硅质条带灰岩，中部为深灰色厚层白云岩，下部为浅灰——灰白色细

晶白云岩。厚1543.79米，与陡山沱组呈整合接触。

(3) 寒武系 (Є)

寒武系下统水沟口组 (Є_{1sg})：上部深灰色薄层细晶灰岩，中部为灰黄色、紫灰——灰黑色水云母粘土岩，下部为灰黑色硅质岩。总厚113.85米，与震旦系呈整合接触。

寒武系中统岳家坪组 (Є_{2y})：灰——深灰色薄层微至细晶灰岩夹少量厚层灰岩，厚度321.44米。

寒武系上统蜈蚣丫组 (Є_{3w})：上部为灰——深灰色薄层微晶灰岩夹紫红色泥质条带灰岩，下部为灰——深灰色厚层微晶灰岩，厚419.97米。

寒武系各统之间皆呈整合接触。

(4) 奥陶系 (O)

奥陶系下统水田河组 (O_{1sh})：灰色厚层微晶灰岩和含燧石团块砂砾碎屑微晶灰岩夹泥质条纹灰岩及白云质灰岩，厚431.6米，与寒武系呈整合接触。中上奥陶统区内缺失。

(5) 白垩系——下第三系 (K—E)

白垩系至下第三系为一套坡麓相和内陆河湖相碎屑岩建造，由砾岩、砂砾岩、含砾砂岩、砂岩和泥质粉砂岩组成，出露于盆缘地带，呈环带状分布。区域资料中地层总厚大于千米，与下伏地层皆呈不整合接触。

(6) 上第三系 (N)

上第三系广泛分布于盆地之中，但多被第四系所覆，岩性为泥质、粉砂质泥岩、砂岩、砂砾岩和少量泥灰岩。并具有不对称韵律特征，厚500米，与下伏地层呈不整合接触。

(7) 第四系 (Q)

中更新统 (Q_2)：棕黄色、棕红色粘土，具有二元结构，底部为砂砾石层，或含砂亚粘土，厚40—80米。

上更新统 (Q_3)：上部为棕黄色亚粘土、粘土，并含有铁锰质结核，下部为亚砂土、砂及砂砾石层，属河流冲积相，主要分布于汉江二级阶地，厚6—10米。

全新统 (Q_4)：属河流冲洪积相，由亚粘土、亚砂土、砂及砂砾石组成，分布于河流漫滩或阶地中，厚5—20米。

4. 地质构造

南襄盆地属于新华夏系第二沉降带的一部分，北与华北沉降带相接，向南通过汉水地槽与江汉盆地相联。其生成与发展始于中生代末，即燕山运动以来地壳发生强烈褶皱及断块升降运动，形成了一系列坳陷和断陷盆地。在盆地中沉积了一套巨厚的内陆湖相碎屑岩地层。即白垩——第三系。其后，地壳运动仍在持续，表现在白垩系和下第三系发生掀斜，上第三系分布范围收缩晚近世以来这种继承性升降运动仍有表现，但较微弱。表现在上第三系产状近于水

平，并具有不对称多韵律特征，上第三系后又接受了第四系沉积，并时有剥蚀，时有堆积，汉江和唐白河均发育有内迭和上迭阶地。据1:20万谷城幅区域地质资料介绍，南襄盆地自1967年以来，平均每年下降幅度为3.9毫米。反映了南襄盆地仍在持续沉降，并控制着盆地内地下水的赋存运动规律及水动力特征。

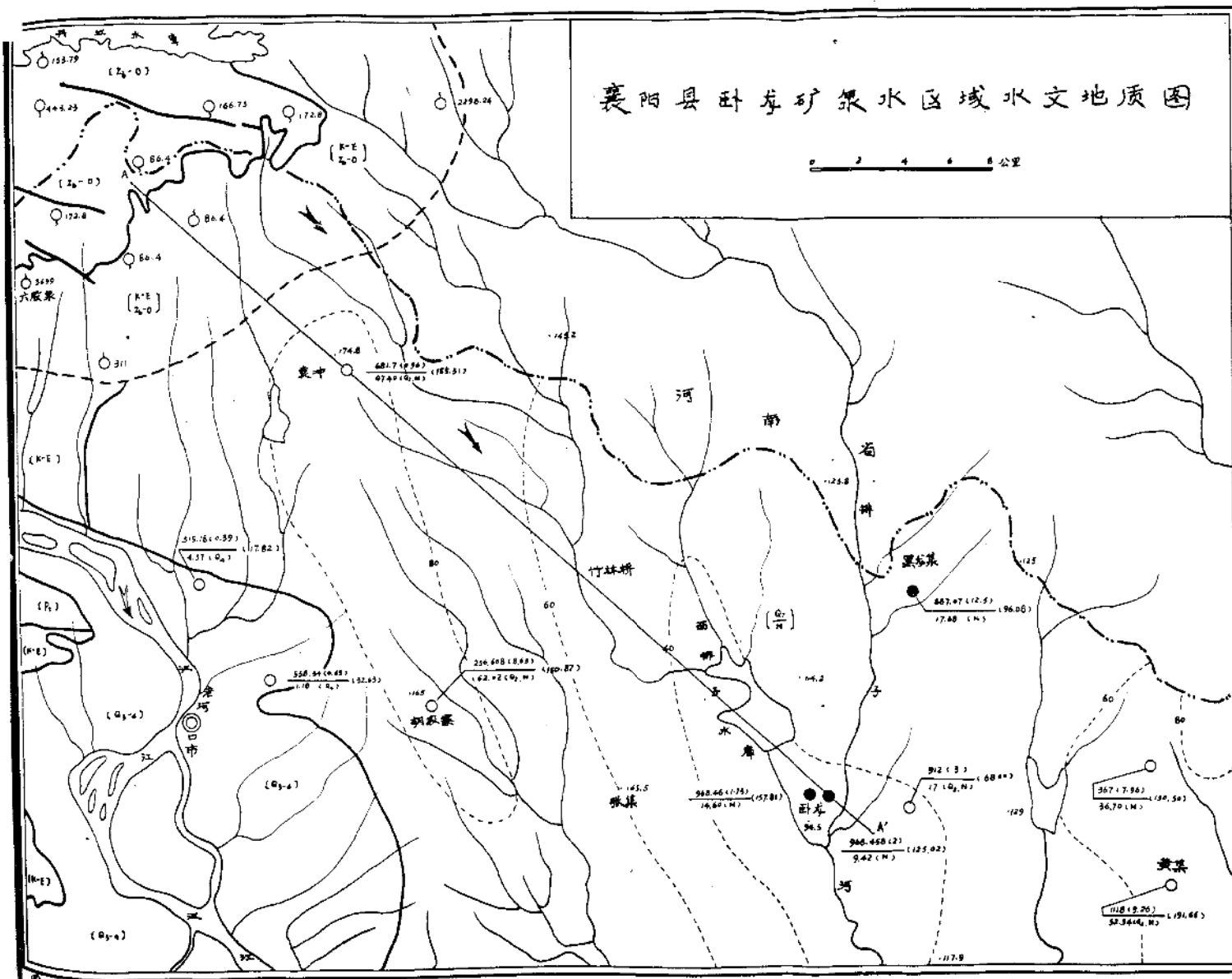
5. 水文地质特征

按盆地自然地质结构、地下水赋存埋藏条件及水动力特征，可将本区地下水划分为四种基本类型和六个含水岩组，各含水岩组分布详见图2。

(1) 含水岩组划分

① 第四系上更新统和全新统(Q_3-Q_4)松散岩类孔隙潜水——承压水含水岩组：主要分布于汉江漫滩和一、二级阶地。漫滩及一级阶地前缘分布潜水，一级阶地后缘及二级阶地分布承压水。含水层埋藏浅，一般为数米——20米，与河水联系密切，有明显的动态变化。单井涌水量500——1000米³/日。水化学类型为重碳酸——钙型水。

② 第四系中更新统(Q_2)松散岩类孔隙承压水含水岩组：广泛分布于盆地内，并为盆地地区上部第一个含水层，埋深42—75米，含水层厚度2——20米，含水层顶底板为粘土和亚粘土相对隔水层，因而具有层间承压水特征。水位埋深25—47米，高出



图例

一、含水岩组及富水程度

(一) 单层结构

1. 松散岩类孔隙潜水-承压水含水岩组 (Q_2+4) 单井涌水量 500-1000 吨/日
2. 碎屑岩类孔隙裂隙水含水岩组 (K-E) 泉流量 <100 吨/日
3. 变质岩类裂隙水含水岩组 (P_1) 泉流量 <50 吨/日
4. 碳酸盐岩类裂隙水含水岩组 (Z_2-O) 泉流量 100-500 吨/日

(二) 双层结构

1. $\frac{\text{上覆松散岩类孔隙承压水含水岩组}}{\text{下伏碎屑岩类裂隙承压水含水岩组}} \left[\frac{Q_2}{N} \right]$ 单井涌水量 $\frac{100-500}{500-1000}$ 吨/日
2. $\frac{\text{上覆碎屑岩类孔隙裂隙水含水岩组}}{\text{下伏碳酸盐岩类裂隙承压水含水岩组}} \left[\frac{K-E}{Z_2-O} \right]$ 泉流量 $\frac{<100}{>1000}$ 吨/日

二、控制性水点

- 上升泉 (泉流量吨/日)
- 下降泉 (泉流量吨/日)
- 钻孔 $\frac{\text{涌水量(吨/日)(降深(米))}}{\text{水位埋深(米)(抽水层位)}}$ (孔深(米))
- 已查明的矿泉水钻孔 $\frac{\text{涌水量(吨/日)(降深(米))}}{\text{水位埋深(米)(抽水层位)}}$ (孔深(米))

三、其它

- 实测或推测含水岩组界线
- 断层
- 上第三系顶板埋藏线
- , —> 水系, 地表水流向
- > 地下水流向
- 117.9, K' — 地面高程, 剖面线

含水层顶板 14——25 米。单井涌水量一般在 100——500 米³/日之间。水化学类型以重碳酸——钙、镁型水为主。

③ 上第三系(N)碎屑岩类裂隙孔隙承压水含水岩组, 含水层为半胶结的砂岩、砂砾岩, 上覆有粘土岩及粉砂质泥岩相对隔水层, 含水层顶板埋深 75——110 米含水层厚度 17.18 米——34.5 米, 水位埋深 9——47.2 米, 高出含水层顶板 60——66 米, 具承压水特征, 单井涌水量 500——1000 米³/日, 水化学基本类型为重碳酸——钙、镁型水。该含水岩组为矿泉水主要赋存层位。

④ 白垩系——下第三系(K—E)碎屑岩类孔隙裂隙水含水岩组, 主要分布于盆地边缘丘陵岗地区, 富水性差, 泉流量小于 100 米³/日。水化学类型以重碳酸——钙型水为主。

⑤ 元古界(P_t)变质岩类裂隙水含水岩组: 透水、含水性差, 地下水贫乏, 泉水流量小于 50 米³/日, 水化学类型以重碳酸——钠型水为主。

⑥ 震旦系——奥陶系(Z₅—O)碳酸盐岩类岩溶裂隙水含水岩组: 按其埋藏条件可分为裸露型和埋藏型两种, 前者分布盆缘地带的丘陵山区。泉流量一般在 100—500 米³/日; 后者分布山前地带, 上覆白垩系——下第三系碎屑岩类含水岩组, 富水性强, 泉流量一般大于 1000 米³/日。并多以上升泉形式泄溢, 如图 2

中的六股泉等。水化学类型以重碳酸——钙、镁型为主。

2. 地下水补给、运移和排泄条件

区内各岩组的地下水主要受大气降水补给，由于它们分布的部位不同，并受地形、岩性、构造等因素的制约，其补给、运移、排泄方式也不是完全相同的。分布于盆地外围或盆缘的丘陵山区的元古界（ P_t ）变质岩、震旦系——奥陶系（ $Z_b—o$ ）的碳酸盐岩和白垩系——下第三系（ $K—E$ ）的碎屑岩类的地下水主要接受大气降水入渗补给，沿其裂隙孔隙或岩溶管道系统赋存运移，一般多以下降泉形式近源排泄，一部分从深部运移于山前地带排泄或者向盆地腹部运移。如袁冲以西六股泉一带的白垩系——下第三系（ $K—E$ ）碎屑岩类含水岩组下伏有震旦系——奥陶系（ $Z_b—o$ ）碳酸盐岩，在这一地带赋有岩溶水，有较多的大泉出露，泉流量一般在1000米³/日，大者可达3699米³/日，多以上升泉为主。

分布于盆地内的中更新统（ Q_2 ）砂砾石孔隙含水岩组和上第三系（ N ）砂岩、砂砾岩孔隙裂隙含水岩组，在时空分布上组成双层含水结构，二者含水层顶板均覆有较厚粘土或粘土岩隔水层，含水层均在当地侵蚀基准面以下，大气降水直接入渗补给困难，主要由盆地外围或盆地边缘地带的基岩裂隙水和裂隙岩溶水侧向渗透补给（详见图3），向盆地腹心运移。又因该含水岩组产状平缓，并处于当地侵蚀基准面以下，地下水交替运动缓慢，特别是上第三系

(N)含水岩组埋藏相对较深，地下水运动常处于封闭停滞状态，钻孔揭露具有承压盆地型水动力特征。

分布在汉江附近的慢滩阶地中的上更新统和全新统(Q_3-Q_4)松散岩类孔隙水含水岩组，除受大气降水补给外，同时与河水联系密切，丰、枯季节与河水呈互补关系。

综上所述，地下水总的运动趋势，由盆地边缘向盆地内运移，因本区位于唐白河以西偏离盆地腹部其地下水主要来自盆地西部边缘补给——向南东径流。

三、矿泉水的赋存分布与形成条件分析

1. 矿泉水层的赋存分布

据多井资料分析，矿泉水主要赋存于上第三系(N)砂砾岩裂隙孔隙含水层中，属盆地内第二个含水层，矿泉水层区内分布比较稳定(详见图3)。选用二氧化硅作为标性元素，以水中二氧化硅含量浓度大于30PPM作为异常，圈定矿泉水带分布范围，西起老河口市袁冲和县内的胡家寨经中部的石桥、黑龙集，向东延至黄集及耿坡一带，长约40公里，宽逾10公里，呈一个北西向展布、面积逾400平方公里的矿泉水带。从图3可看出该矿泉水层带在空间变化上比较稳定。但因地形高程的差异或自然坡降的影响，在不同部位埋藏深度有明显的差异，袁冲一带埋深99.0米，胡家

寨一带埋深101米，黑龙集一带埋深109米，石桥为75米，耿坡为87米。含水层总的变化趋势，埋藏在75——110米之间，含水层厚度17.18——34.5米。西北部深，东南部浅。矿泉水层之上有较厚的大于20米的粘土岩或泥岩隔水岩系，自然封闭条件好，即是该含水层上覆有中更新统(Q_2)含水层，但在自然状态下也难发生水力联系，因而对矿泉水的形成及保持水质的稳定具备良好的地质环境。

2 矿泉水形成条件分析

按盆地区水文地质结构及水文地质条件分析，卧龙饮用天然泉水属大气降水入渗补给，经长距离的循环而成，补给区主要来自西北部盆地外围和盆缘地带的丘陵山区。从水中氢氧同位素的测试结果来看， δD 和 δO^{18} 的测试值分别为-70.1‰和-10.34‰，二者关系基本符合克雷格(C_{raigh})降水直线方程(详见图4)，因而进一步说明了卧龙饮用天然矿泉水乃属大气降水补给。

水中氚(T)的测试值为6 TU，若按气浓度经验测龄法推算(国际原子能委员会同位素水文小组1972年建议)：当 $T < 3$ TU者属于1954年以前的古水； $T = 3 \sim 20$ TU者为1954—1961年间的水； $T > 20$ TU者属于最近形成的地下水。据此，卧龙饮用天然矿泉水应属于1954——1961年间的水，也就是说它从补给区入渗后已运移逾30年的时间。水作为一种溶剂，在循

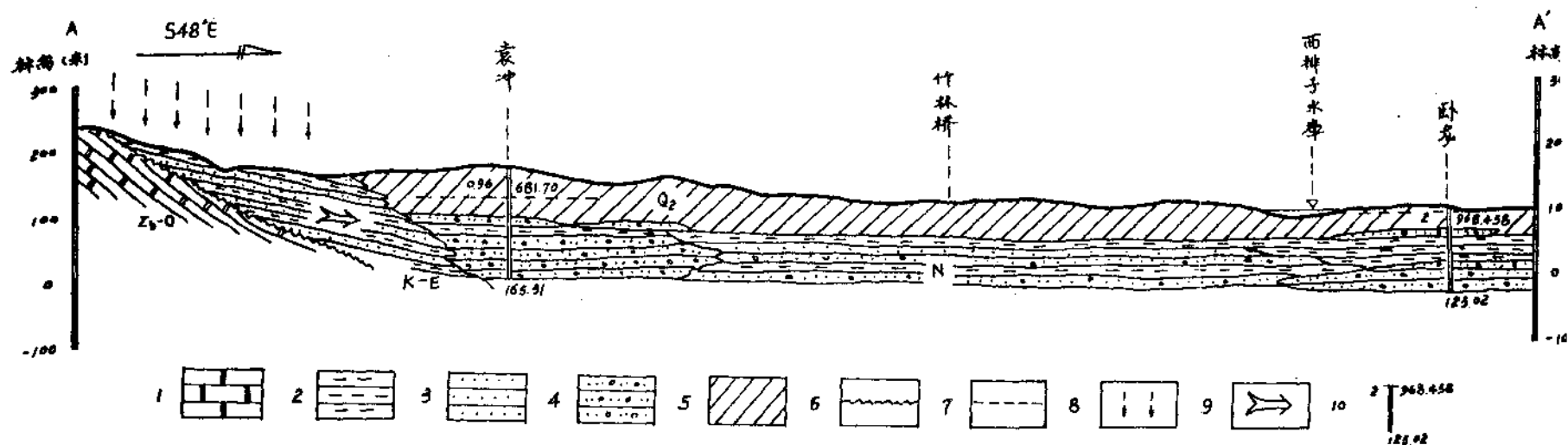


图3 襄阳县卧龙矿泉水区域水文地质剖面

4 2 0 2 4 公里

1. 硅质白云质灰岩 2. 粘土岩 3. 砂岩 4. 砂砾岩 5. 粘土 6. 地层不整合线 7. 地下水位线 8. 大气降水 9. 地下水流向 10. 供水井(上左为水位降深(米), 上右为涌水量(吨/日), 下为孔深(米))

环过程中无疑要对围岩中的矿物成分进行溶解，使一些围岩中固相元素迁移水中，在同等条件下，溶滤作用和时间呈正相关关系。换言之，卧龙饮用天然矿泉水的形成就是该地下水在长期运移过程中对围岩交替的溶滤而增加了某些化学元素成分在水中的赋存丰度，因而构成了矿泉水特征。

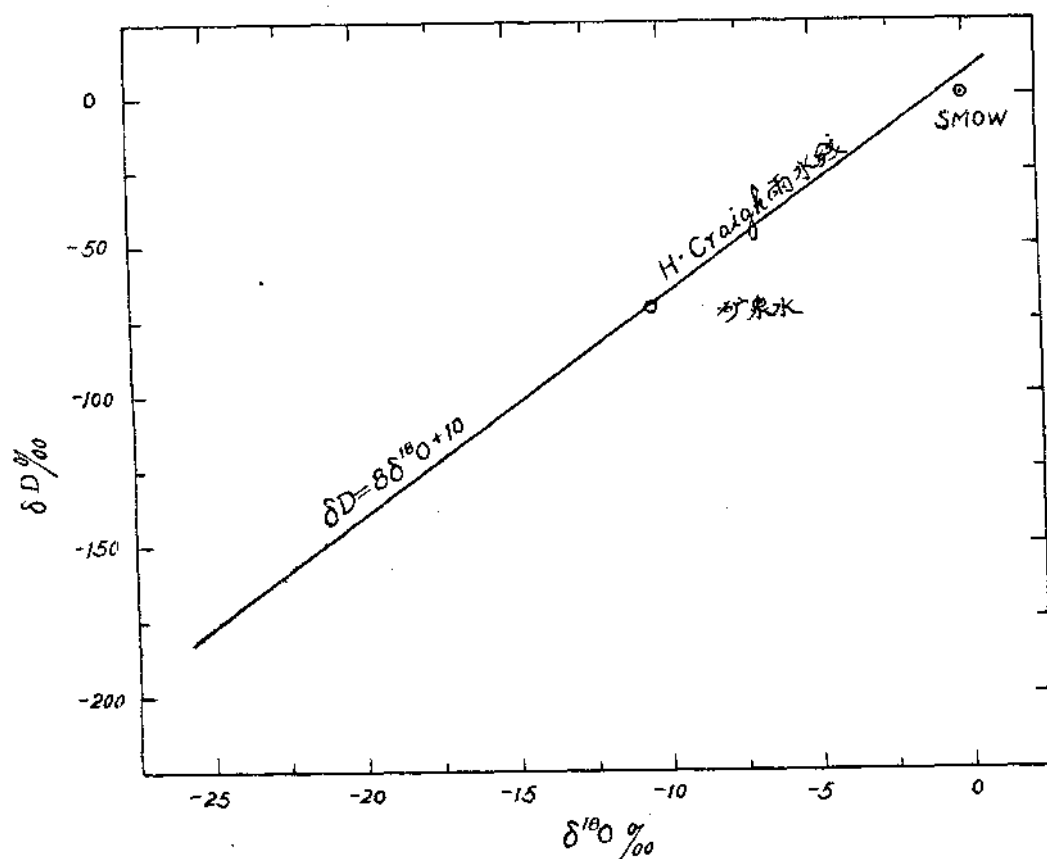


图4 卧龙矿泉水中 δD 和 $\delta^{18}\text{O}$ 含量与H-Craig雨水线关系

四、矿泉水的物理化学特征

1. 水质监测

卧龙饮用天然矿泉水自成井后，共计进行了四次取样测试，历经2个水文年，第一次取样于1986年12月，由我队实验室测试，测试内容仅限于常规性的水质全分析。第二、三、四次取样分别于1988年7月、10月和12月，有关取样方法按规范实施。皆由湖北省地质实验研究所检测，测试内容较之齐全，测试项目及结果详见表1和表2，从多次测试结果来看，该水物理化学性质基本稳定。所谓“基本稳定”是指1988年7月所取的样是经水塔循环之水，水中游离二氧化碳和钙的含量比其余的几次有明显的偏低。究其原因可能是水塔中的水并非完全是新鲜水，且经自然蒸气后，水中游离二氧化碳逸出并造成钙的沉淀和氢离子浓度的增大，致使水中游离二氧化碳和钙的检测值相应降低，而PH值反而增高。上述人为影响因素排除后，卧龙饮用天然矿泉水的物理化学性质是属于稳定的。

2. 物理化学基本特征

卧龙饮用天然矿泉水水温不受季节影响，常年保持在20℃，色度小于1，浑浊度小于5，无色、无臭和无味，口感好。PH值7.29—7.48，属中性水，总硬度为278.3—280.2毫克/

(表1)

备注:

(表2.) 矿泉水微量元素分析一览表

检测项目	检测值	毫克/升			检测项目	检测值	毫克/升		
		1988年 7月19日	1988年 10月7日	1988年 12月14日			1988年 7月19日	1988年 10月7日	1988年 12月14日
总	0.53	0.53	0.56	0.55	镍	0.00085	<0.001	<0.001	
锂	<0.02	<0.02	0.02	<0.02	钴	0.00048	<0.001	<0.001	
钾	0.04	0.04	0.01	0.06	氟	0.40	0.26	0.30	
溴	0.30	0.30	0.65	0.20	偏硼酸	0.10	0.14	0.10	
碘	0.018	0.018	0.015	0.016	锶	<0.004	<0.004	<0.004	
硒	0.00031	0.00031	0.00034	0.00038	铝	0.06	0.02	0.04	
二价铁	0.02	0.02	0.00	0.00	钡	0.25	0.26	0.26	
三价铁	0.00	0.00	0.25	0.00	钛	0.00017	<0.001	<0.001	
锰	0.004	0.004	0.002	<0.02	钙	0.00205	0.00239	<0.002	
铜	0.0012	0.0012	<0.001	<0.001	钡	<0.0005	<0.0002	<0.0002	
钴	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	镉	<0.001	<0.001	<0.001	
钒	0.00667	0.00667	0.006	0.0063	汞	<0.0001	<0.0001	<0.0001	
钼	0.001	0.001	0.001	0.001	磷酸根	0.02		0.02	

注：表内所列项目均由湖北省地质研究所测定

升(以碳酸钙计),属于微硬水,矿化度为601.32—613.5毫克/升,属淡水。水中主要阴阳离子成份: K^+ 1.22—1.40毫克/升, Na^+ 36.47—37.34毫克/升, Ca^{++} 68.94—70.14毫克/升, Mg^{++} 25.52—25.76毫克/升, Cl^- 4.69—7.00毫克/升, SO_4^{--} 11.69—11.96毫克/升, HCO_3^- 414.92—421.00毫克/升。其中 Ca^{++} 、 Mg^{++} 分别占阳离子毫克当量总47.90—48.24%和28.94—29.52%, HCO_3^- 占阴离子毫克当量总数的93.69—94.43%,按舒卡列夫水化学分类法,其基本化学类型属重碳酸——钙、镁型水。此外,水中还检出有20余种微量元素(详见表2)。

3. 卧龙饮用天然矿泉水水质评价

(1) 矿泉水特征性指标

按国家规定的矿泉水9项特征性指标 GB8537—87之4.1条款皆有不同程度的检出,其中偏硅酸(H_2SiO_3)含量为40.04—49.4毫克/升,锶(Sr)的含量为0.53—0.56毫克/升,皆已达到中华人民共和国饮用天然矿泉水标准的界限指标(详见表4)。

(2) 感官质量:

色度小于1,浊度小于5,清澈透明,无嗅、无味、无异物,口感好,符合国标4.2条款规定的感官质量要求。

(3) 微量元素组分：

水中除含有饮用天然矿泉水9项特征性指标外，还检出多种微量元素组分，如钒、钼、铜、偏硼酸、钡等多种对人体有益的元素成分（详见表2）。其含量适度，符合国标4.3条款中所规定的限量浓度，对人体不具有毒理作用。

(4) 污染性指标

如前所述，该矿泉水的成生有着良好的封闭地质环境，不易受污染，水中检出的污染性指标如：氰化物 < 0.004 毫克/升，挥发酚类 < 0.002 毫克/升，六六六 < 0.005 毫克/升，DDT < 0.001 毫克/升，亚硝酸盐两次测试值为零，上述指标皆符合我国生活饮用水卫生标准及国标4.4条款中所规定的允许浓度（详见表3）。

(5) 卫生学指标

卧龙饮用天然矿泉水埋藏较深，长期赋于一个封闭式的还原地质环境不利于微生物生存与发展，经测试，水中不含有微生物，细菌未检出，大肠菌群小于3（表3），属于卫生无菌水。

(6) 放射性指标

水中放射性强度的测试值，总 α 为 0.033 贝可/升，总 β 为 0.25 贝可/升， ^{226}Ra 为 0.00573 贝可/升，其比活度低均符合国标4.5条款中所作的规定。

省市卫生防疫站检测报告汇总表

(表3)

检测项目		检测结果	检测项目		检测结果
感官性状和一般化学指标	色度	< 1度	毒理学指标	氟化物	0.12 毫克/升
	浑浊度	< 5度		氰化物	< 0.004 毫克/升
	臭和味	无		挥发酚类	< 0.002 毫克/升
	肉眼可见物	无		汞	< 0.001 毫克/升
	PH	7.6		铬	< 0.004 毫克/升
	总硬度	84.12 毫克/升		砷	< 0.01 毫克/升
	铁	< 0.05 毫克/升		铅	< 0.01 毫克/升
	锰	< 0.1 毫克/升		DDT	< 1 微克/升
	铜	< 0.1 毫克/升		六六六	< 5 微克/升
	锌	< 0.05 毫克/升		镉	< 0.01 毫克/升
放射性指标	总α	0.033±0.007 贝可/升	细菌学指标	细菌总数	未检出
	总β	0.25±0.06 贝可/升		大肠菌群	< 3个/升
	²²⁶ Ra	(5.73±1.37)×10 ⁻³ 贝可/升			

注：放射性指标由湖北省卫生防疫站检测，其余均由市卫生防疫站委托襄樊市卫生防疫站检测。

(表4) 特征性项目分析结果与国标对照表

mg/L

项 目	分析结果	国 标	达标项目
锂	< 0.02	0.2 — 5	
锶	0.53 — 0.56	0.2 — 5	锶
铈	0.01 — 0.06	0.2 — 5	
溴	0.2 — 0.65	≥ 1	
碘	0.015 — 0.018	0.2 — 1	
偏硅酸	40.04 — 49.40	≥ 25	偏硅酸
硒	0.00031 — 0.00038	0.01 — 0.05	
游离二氧化碳	33.22 — 34.79	≥ 250	
	101.22 — 112.5	≥ 1000	

综上所述，卧龙矿泉水各项指标符合中华人民共和国饮用天然矿泉水（GB8537—87）标准，水中偏硅酸和锶含量均达标。是一种复合类型的矿泉水，可定为“含偏硅酸和锶的重碳酸——钙、镁型饮用天然矿泉水”，该水口感好，未受污染，水中钙、镁含量及二者比值皆较理想，还含有锌、溴、碘、钒、钼、氟等多种对人体健康有益的元素组分，是一处优质饮用天然矿泉水。

五、矿泉水资源开发保证程度

据本区已有的钻孔（井）资料和已知的水质测试数据分析，矿泉水层分布面积已逾百平方公里，矿泉水层厚度17.18—34.5米，是湖北省至今发现的一处最大的矿泉水水源地，资源量蕴藏丰富。但由于整个水源地区未作专门性勘察，仅依据区内已有的供水井资料，尚无法进行整个水源地的水资源计算和评价。故仅以石桥供水井成井时的稳定流抽水试验资料和运营期间的实际观测资料，来论证该矿泉水开发后资源保证程度。

卧龙饮用天然矿泉水，矿泉水层埋深7.5米，含水层厚度34.5米，水位埋深9.42米，水头高出含水层顶板65.58米，具有较大的承压水头（详见图5）。抽水试验动力为空压机，水位降深值（S）2米，历时9个小时动水位（S）值和流量（Q）快速稳定，实测涌水量为968.458米³/日，停抽后，动水位迅速恢复到原

静止水位(详见图6和图7)。

以抽水试验所取得参数,用比降法求得影响半径值(R)为300米,渗透系数(K)为15.817米/日,成井后下6吋深井泵抽水,日出水量为864米³/日,经历时两年的运营期观测,从未吊泵,水温、水量、水质三者均稳定。由此说明成井时提供的968.458米³/日开米资源量是可信的,并可作为未来饮用天然矿泉水开发资源的依据。

结 论 及 建 议

一、结论

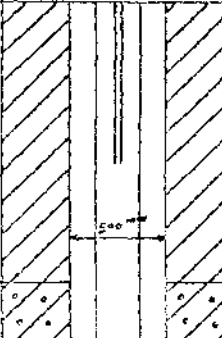
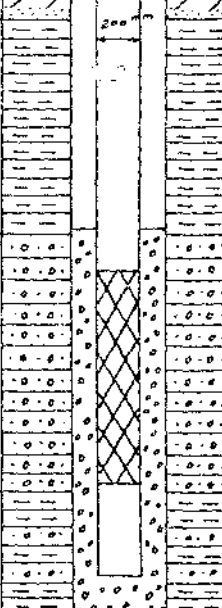
1. 卧龙饮用天然矿泉水(石桥根管所供水井),自1986年底成井后,历经多次取样测试,其感官质量、化学元素组份和矿泉水特征性指标,卫生指标等均符合中华人民共和国饮用天然矿泉水(GB8537-87)标准,水中含有偏硅酸和锶等多种对人体有益的元素组份,是一种复合型矿泉水,可定为“含偏硅酸和锶的重碳酸——钙、镁型优质饮用天然矿泉水”。

2. 该矿泉水据放射性同位素氡的测试值推算,自补给区运移至石桥已逾30年。由此可说明该矿泉水属于远源循环成因。

3. 卧龙饮用天然矿泉水的形成有着良好的地质环境,矿泉水层之上有较厚的粘土岩起着良好的隔水隔污作用,有利于自然保护而

襄阳县石桥矿泉水生产井结构及柱状地质剖面

图5

地质时代	岩性描述	生产井结构及柱状地质剖面 比例尺 1:1000	深度 (米)	标高 (米)	厚度 (米)	备注
第四系 (Q ₂)	粘土: 黄色, 有少量铁锰结核, 具塑性, 刀切面光滑, 易干裂, 泡水后易膨胀、崩解。		37		37	地下水位 — 5.42米 深井泵下置深度 21米
	粘土夹砾石: 黄色, 孔深45-47米为细粉砂, 结构松散, 含水道水。		47		10	
上第三系 (N)	粘土岩: 黄色, 深灰色, 灰白色, 浅黄色, 结构密实, 坚硬, 易干裂, 遇水后不膨胀。		75		28	粘土球止水深度 — 74.00米 过密管埋深 80.07-108.5米 沉淀管埋深 108.5-118.5米
	砂砾岩: 砾石呈杂色, 有白、灰、黑等色, 砾石成分为石英, 石英砂岩, 砾质岩, 粒径0.3-1.2厘米, 磨圆度较好, 呈棱圆及扁平状, 成岩程度差, 结构松散, 是较好的含水层。		109.5		34.5	
	粘土岩夹砂砾岩: 深灰色, 成岩程度差, 具塑性, 局部夹砂岩, 含水道水。		125.02		15.12	

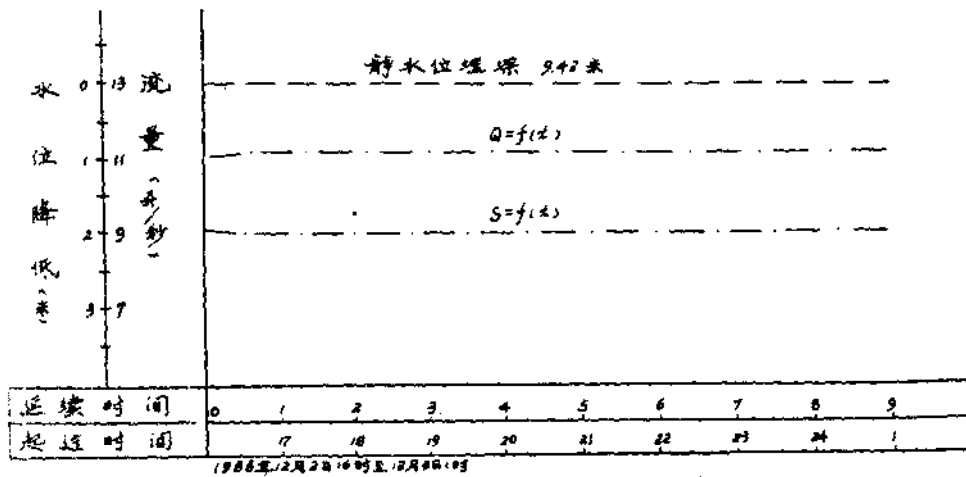


图6 襄阳县卧龙矿泉水生产井抽水试验历时曲线

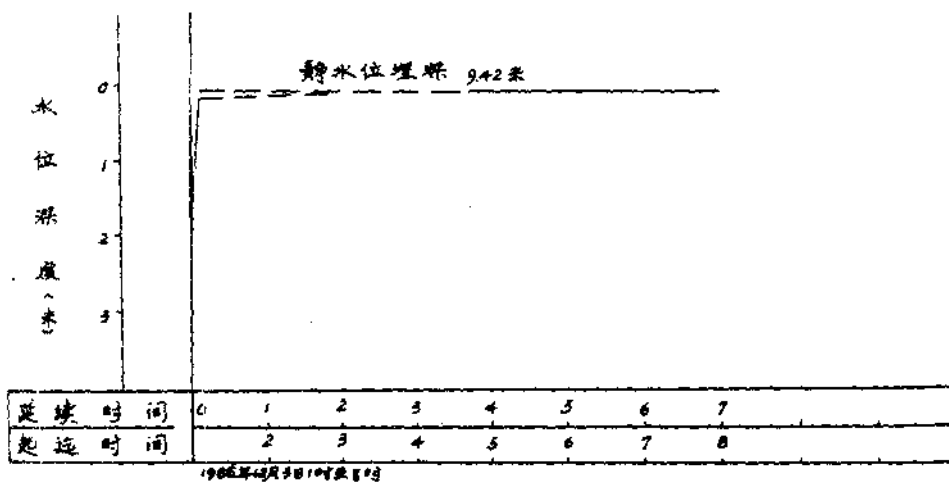


图7 襄阳县卧龙矿泉水生产井抽水试验水位恢复曲线

不致遭受污染。

4 该矿泉水水源地源域广阔，资源蕴藏丰富，交通方便，大有开发远景。

二、建议

1 卧龙矿泉水虽蕴藏丰富，但开发利用该资源仍需慎重，建议当地政府统筹规划，加强水源地环境保护，严禁在生产井500米半径以内任意钻井，以免侵害和恶化水质，如需扩大矿泉水资源开发，必须遵循《资源法》由专业部门设计和施工，并保证合理布井及成井工艺质量。

2 继续加强水质监测，保证生产期正常运营，特别要防止井口污染。

3 该矿泉水源域广阔，是一处大型矿泉水源地，有很大开发远景，特建议湖北省地矿局将其列入详细勘察或专门性勘察计划，便于对该区矿泉水资源作出评价，也有利于资源开发合理规划。

