

湖北

水文地质工程地质

SHUIWENDIZHI GONGCHENGDI ZHI

92

83-86



1983

-16-07

7, 84, 85, 86 4

湖北水文地质工程地质

一九八三年 总第13期

内部刊物 注意保存

编辑者 湖北省地质局水文地质专业科技情报分网
湖北省水文地质大队科技情报组

印刷者 荆州新华印刷厂

出版日期 1983年7月

一九八三年 (总第十三期)

湖北水文地质工程地质
(内部刊物, 注意保存)

湖北省地质局水文地质专业科技情报分网 编
湖北省水文地质大队科技情报组

目 录

- 湖北省应城汤池地面塌陷的分布规律及形成条件
.....湖北省水文地质大队。翁树海、刘秋琴、张建华(1)
- 武汉市地下水质量评价
——试用双指标水质指数评价兼论几种单指标水质指数的实际应用
.....湖北省水文地质大队。方志杰、计升平(10)
- 聚类分析方法在划分地下水污染类型中的应用
.....湖北省水文地质大队。皮秀珍、袁启光(23)
- 试用趋势面分析方法研究地下水砷污染的空间分布规律
.....湖北省水文地质大队。胡少阶、茅贵文(30)
- 武汉市环境水文地质工作初步总结
.....湖北省水文地质大队。遇广弟(35)
- 秭归县香溪滑坡考察
.....宜昌地质矿产研究所。唐贵智、陈明是(50)
- 新滩链子崖地段斜坡变形破坏的研究
.....湖北省水文地质大队。于远忠(57)
- 试论大沙泵站涵洞地段的堤防裂缝成因
.....湖北省水文地质大队。张建华(72)
- 流速测井
.....山西省地质局水文处。陈德坤(81)
- 对地质效果、经济效果, 社会效益的认识
——兼谈怎样评价地质经济效果
.....湖北省水文地质大队。文志岳(87)

湖北省应城汤池

地面塌陷的分布规律及形成条件

翁树海 刘秋琴 张建华

湖北省应城汤池位于京山、天门、应城三县交界处，东距应城县城关43公里。汤池以其水温高，流量大，水质好，风景优美而闻名于世，历来为人们所向往的旅游胜地。

建国以来，随着国民经济的发展，汤池温泉已被广泛地应用于医疗卫生、科研、农业、养鱼、旅游等领域，并取得了良好的经济效果，据了解仅培养水浮莲种苗一项，每年就可以收入20余万元。

近年来随着扩大再生产，对地下热水的需求量日益增多，由于缺乏统一管理，无计划的开采地下热水，使用水量超过了限度，动用了部分天然储存量，致使地下水位大幅度的下降，形成区域下降漏斗，破坏生态平衡，造成地而大范围的塌陷，给国民经济的发展和人民财产带来了很大的损失，如不及时采取措施防患于未然，则汤池塌陷会继续发展，造成更严重的后果；本文是在以往水文地质勘察资料的基础上，结合现场调查，对汤池地面塌陷的分布规律及形成条件，进行初步的探讨，不当之处，敬请批评指正。

一、地质概况

应城县汤池处于褶皱山区和平原隆岗区的接壤地带，地势西高东低，西部山体总体走向北北西与构造线方向基本一致，标高在400~500米之间，为地下水的补给径流区，东部平原岗地为江汉平原的北部边缘，地形呈波状起伏，地面标高在40~60米之间为地下水的循环排泄区（图1）。

汤池地区广泛的为第四系地层所分布，基岩仅在西和西北部有零星分布。第四系地层以冲洪积和坡残积为主，冲洪积层多分布于沟谷底部，厚度一般变化在5~10米之间，岩性为含淤泥质粘土，天然含水量高，具有较高的可塑性，强度低，一般小于0.6公斤/平方厘米；残坡积层分布于沟坡和岗地，厚度在1~5米之间，以粘土或砂质粘土为主。

第三系红层，可分新、老第三系，新第三系以红色粘土质砂岩和泥灰岩为主，砂岩天然含水量高，易于软化崩解；泥灰岩呈厚层块状，裂隙发育，容易失水干裂，以假整合覆盖于老第三系地层和下古生界地层之上是为浅层潜水的主要含水层。

老第三系地层以粘土岩和砂质粘土岩为主，块状，厚度在30~60米之间，且向平原中心

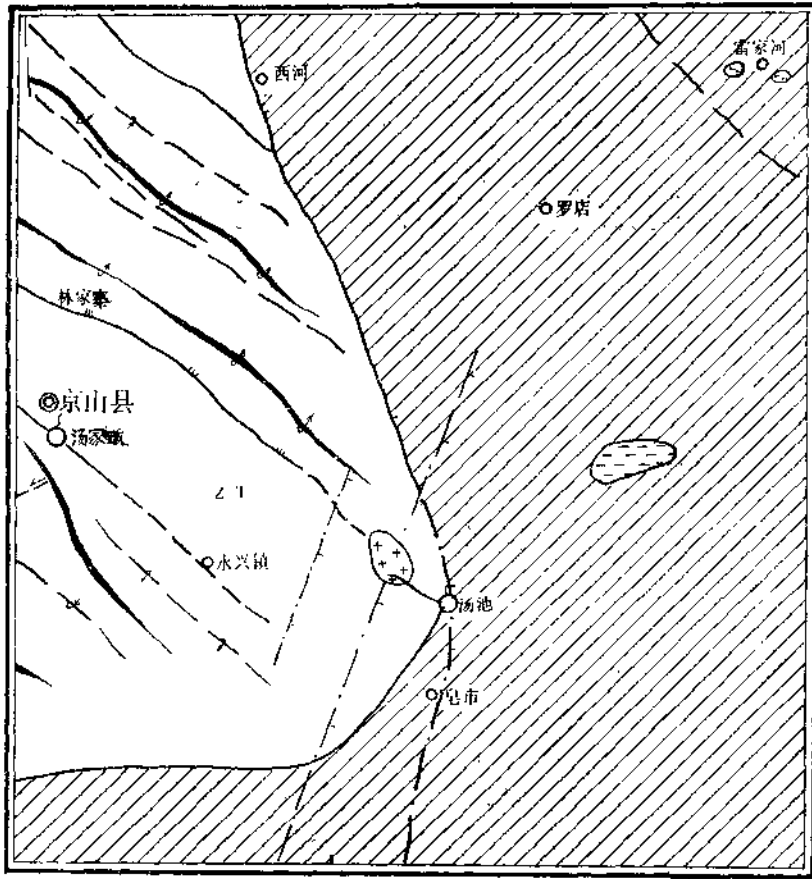


图 1. 汤池邻近地区构造纲要图

1. 中生代拗陷盆地 2. 第三纪玄武岩 3. 震旦系——三迭系地层
 出露区 4. 张性断裂 5. 压性断裂 6. 扭性断裂 7. 推测断裂
 8. 物探推测隐伏断裂 9. 背斜轴或倒转背斜轴 10. 向斜轴或倒转向
 斜轴 11. 重力高异常(+)和重力低异常(-) 12. 温泉

厚度逐渐增大,岩层结构紧密,透水性小,为隔水层,是汤池地下热水隔热盖层和承压水顶板,分布于西河——皂市断裂的以东广大地区。

寒武系下统灰色灰白色白云岩,分布于西河——皂市断裂下盘岩溶和岩溶裂隙比较发育,勘探5号孔资料表明,在孔深20~50米的孔段于寒武系地层中遇有溶洞三起,该层在汤池地区为第三系第四系地层所覆盖,与震旦系地层呈断层接触,为本区主要含水层。

震旦系上统灯影组白云岩，厚层状灰或灰白色硅质白云岩，岩性坚硬且脆，岩溶不发育，在汤池多为断层所破碎呈角砾岩和碎裂岩，裂隙发育，岩层呈块状破碎，上部为第三系地层所覆盖，西部与寒武系地层呈断层接触（图2），为地下热水的主要含水层。

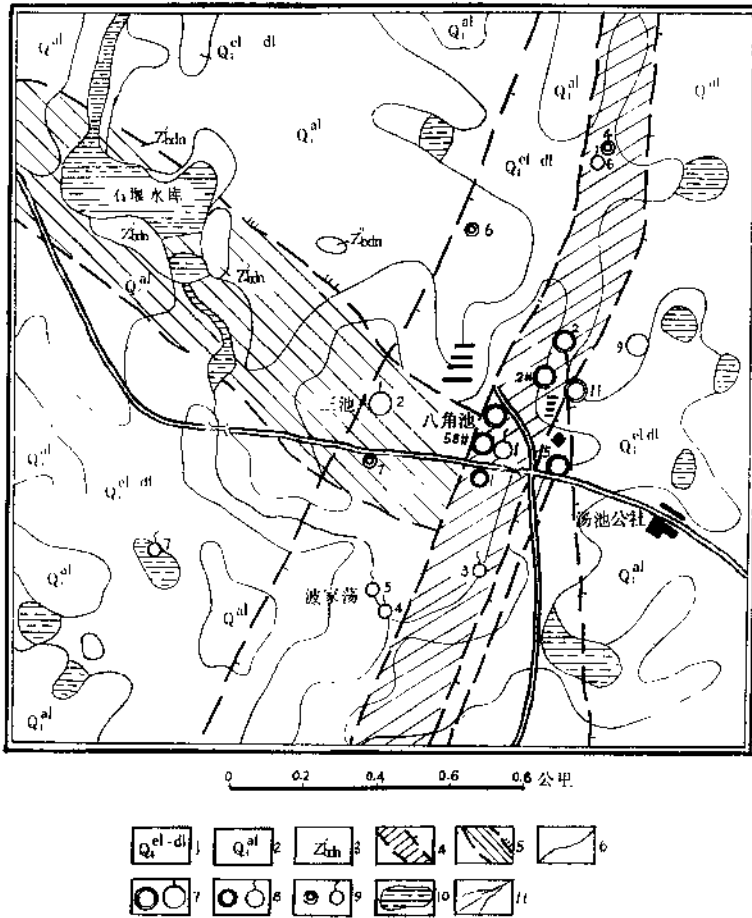


图2. 汤池综合地质图

1. 第四系全新统残坡积亚粘土 2. 第四系上更新统冲积粘土 3. 震旦系上统灯影组硅质白云岩 4. 推断隐伏张性断裂破碎带 5. 推断隐伏性断裂破碎带 6. 地层界线 7. 高温热水及编号 8. 中温热水钻孔、温泉及编号 9. 低温热水钻孔、温泉及编号 10. 堰塘 11. 河流

汤池位于淮阳山字形构造前弧西翼与新华夏系江汉断陷的复合部位，西部为下古生界地层所分布，为一组北西向紧密线形褶皱，以东为第三系地层分布，属江汉盆地，由西河——皂市断裂控制盆地边界，它斜切淮阳山字形构造西翼，控制第三系地层的沉积，归属于新华夏构造形迹（见图1）

西河——皂市断裂走向北 $5\sim 8$ 度东，倾向东，倾角 70 度，由数条平行断裂所组成，破碎带宽度 $175\sim 225$ 米，是为汤池温泉形成的主要断裂构造带。

林家寨断裂走向北 $60\sim 70$ 度西，是一条走向挤压断裂带，倾向北东，倾角 35 度，沿断裂带震旦系硅质白云岩破碎成大块角砾岩，并有方解石团块状充填，断裂和断裂影响带宽度 $365\sim 375$ 米，其与西河——皂市断裂共同控制汤池温泉的形成。

二、地下热水的分布及形成条件

汤池地区地下热水的分布，严格受地质构造控制，北东向西河——皂市断裂与北西向林家寨断裂以 80 度夹角交汇于此，为地下水储存、径流和深部循环提供空间，西部的广大山区为地下水的补给区，接受大气降雨后，地下水由北西向南东径流在断裂带进行深部循环加热后沿断层带上升出露于地表形成温泉。在汤池地区出露的大小泉眼 10 多处，皆受上述二断裂控制并集中分布于二断裂的交汇地段，形成以八角池（二池）为中心的三角形高温带，最高水温可达 70℃ ，向周边水温逐步降低，在偏离断裂带的波家荡温泉，水温只有 $22^{\circ}\sim 25\text{℃}$ ，根据汤池的具体情况，可将汤池地下热水划分为水温高于 60℃ 的高温带，水温在 $60\text{℃}\sim 40\text{℃}$ 的中温带，和水温在 $40\text{℃}\sim 23\text{℃}$ 的低温带（图3）。

汤池东部第三系红层，透水性差，为相对的隔水层，是承压水顶板，地下热水的隔热盖层，起隔热保温作用。

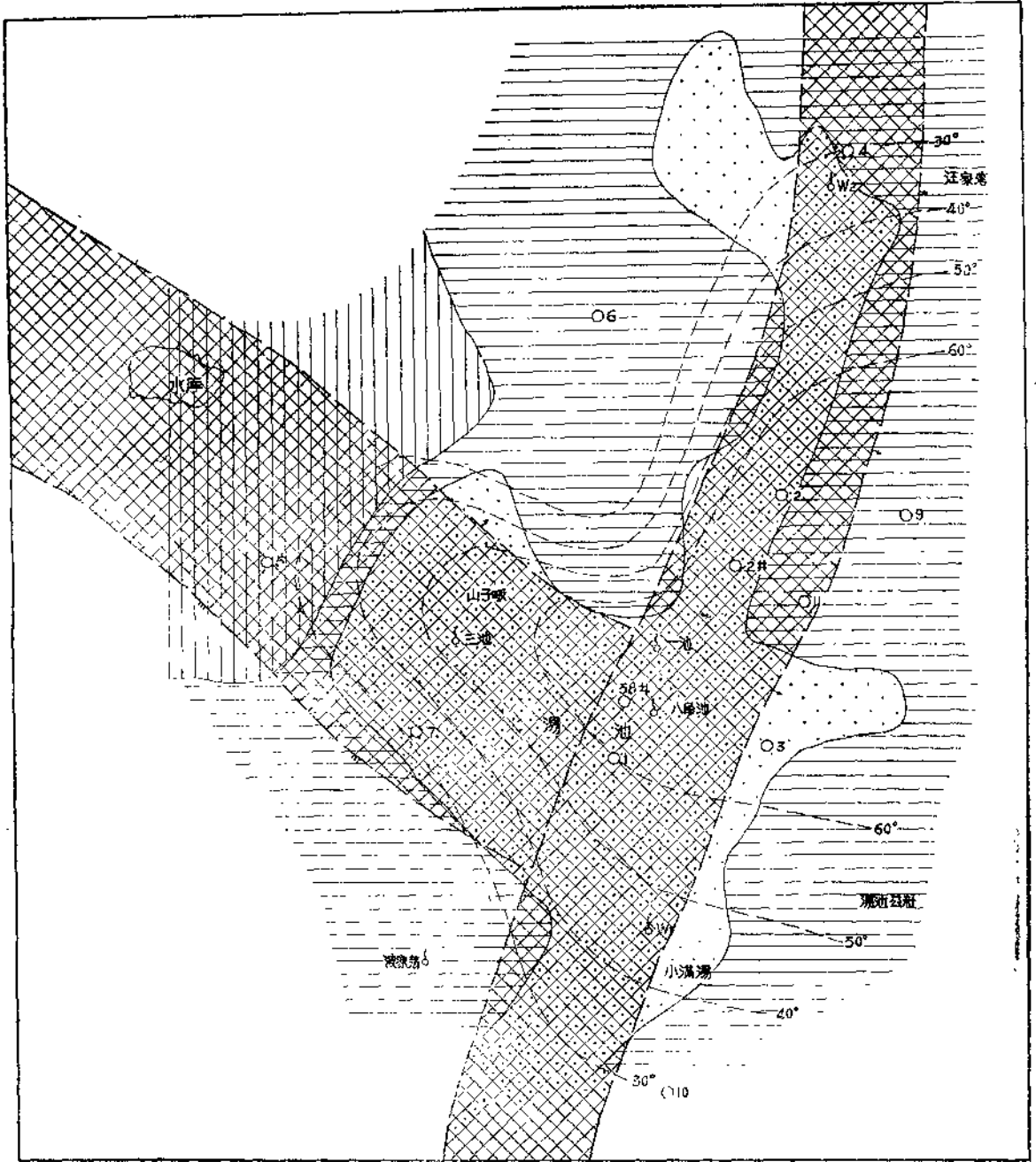
上列资料表明，汤池西部山区为地下水的补给区，地下水可以在这里得到源源不断的补给，西河——皂市断裂和林家寨断裂为地下水深部循环加热区（热源），而第三系地层则为地下热水的隔热盖层，这是汤池温泉形成的水源，热源和隔热盖层的三个重要形成条件。

三、地下热水的开发利用概况

汤池地下热水早在五十年代即已开发利用，七十年代以来已被广泛地应用于医疗卫生、科研、农业、养鱼等部门，到目前为止使用地下热水的部门和单位已有 7 个，拥有水井 10 口，在用水高潮期间，日抽水量 9000 余吨，最高达 11000 吨，而水井全部分布在断层交汇点的高温热水区，井距一般都没有超过 200 米，最近井距只有 7 米，因此抽水期间各井互相干扰，加之用水量超过了限度，必然造成地下水位的大幅度下降，据了解，原来汤池地区热水天然出露点中三个水量最大的一池、二池（八角池），三池总自流量 6000 吨/日，而现在它们已基本上不自流了，在用水的淡季（ $5\sim 10$ 月份）仍然自流的党校、知青点和养鱼场三口水井总自流量 2000 吨/日，仅为原来的 30% 。

由于缺乏统一管理，而且用水都集中在每年十月至第二年五月期间，各单位为了自身的生产需要，大量的抽取地下热水，造成用水无计划，互相干扰的混乱局面。

由于没有综合利用，对某些生产尚存在着一定的盲目性，造成热水资源的大量浪费，如培养水浮莲种苗，每年有 23 亩地生产 100 万斤水浮莲种苗就完全可以满足需要了，而如今生产水浮莲单位有 7 个，占地 120 亩，每年生产水浮莲种苗 160 余万斤，使生产过剩，造成人力、物力、资源的浪费。



1:10000

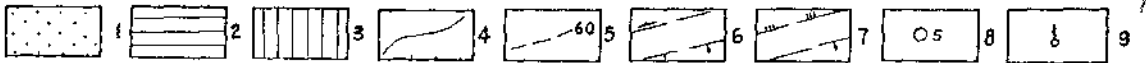


图3 地下热水分布与等水温线图

1. 承压水自流区 2. 承压水非自流区 3. 潜水区 4. 水文地质分区界线 5. 地下热水等水温线(单位℃) 6. 隐伏的张扭性平移正断层 7. 隐伏与裸露的压性逆冲断层 8. 钻孔 9. 泉水

四、地面塌陷的分布规律及形成条件

实地调查资料表明,汤池地区已发现地面塌陷16处,总面积6800平方米,分布0.6平方公里范围内,造成房屋开裂、破坏,路面的下沉,桥梁的毁坏,农田和水塘的塌陷(图4)。现将汤池地面塌陷的基本情况列表于下:

汤池地面塌陷统计一览表

编号	位置	范围	塌陷时间
1	三池向西50米处	直径4米,深2米	74年4月
2	养鱼场公路南100米	有三个坑直径各3米、深2米	75年4月
3	水产所公路桥及院墙	公路桥毁坏,路面下沉,墙开裂	79~81年4月
4	156医院门诊部前	圆形直径8米,深1.5米	80年2月
5	汤池招待所	长85米,宽30米范围	80年元月开始
6	县党校抽水房及门前公路	100米长公路下沉,机房墙开裂	80、81年 2~4月
7	水产所西北角墙边	直径3米,深3米,突然下塌	80年元月初1
8	水产所公路边稻田内	圆形直径3米,深1.5米	80年4月
9	三池西30米	直径8米深1米	80年4月
10	水产所院内鱼池	面积30×20米,深1~2米	80年3月
11	156医院洗衣房内	圆形,直径4.2米,深1米	80、81年 3月各1次
12	农科所抽水机房	机座下沉,机房开裂多处	80~81年3月
13	党校藕池内	直径9米,深1米	82年3~4月
14	党校南围墙外	直径3米,深1米	81年4月
15	水产所近公路鱼池内	20×10米,下降3米	82年3月
16	水产所桥西鱼池内	直径20米,逐渐扩大,塌陷有声	81年4月 82年2月

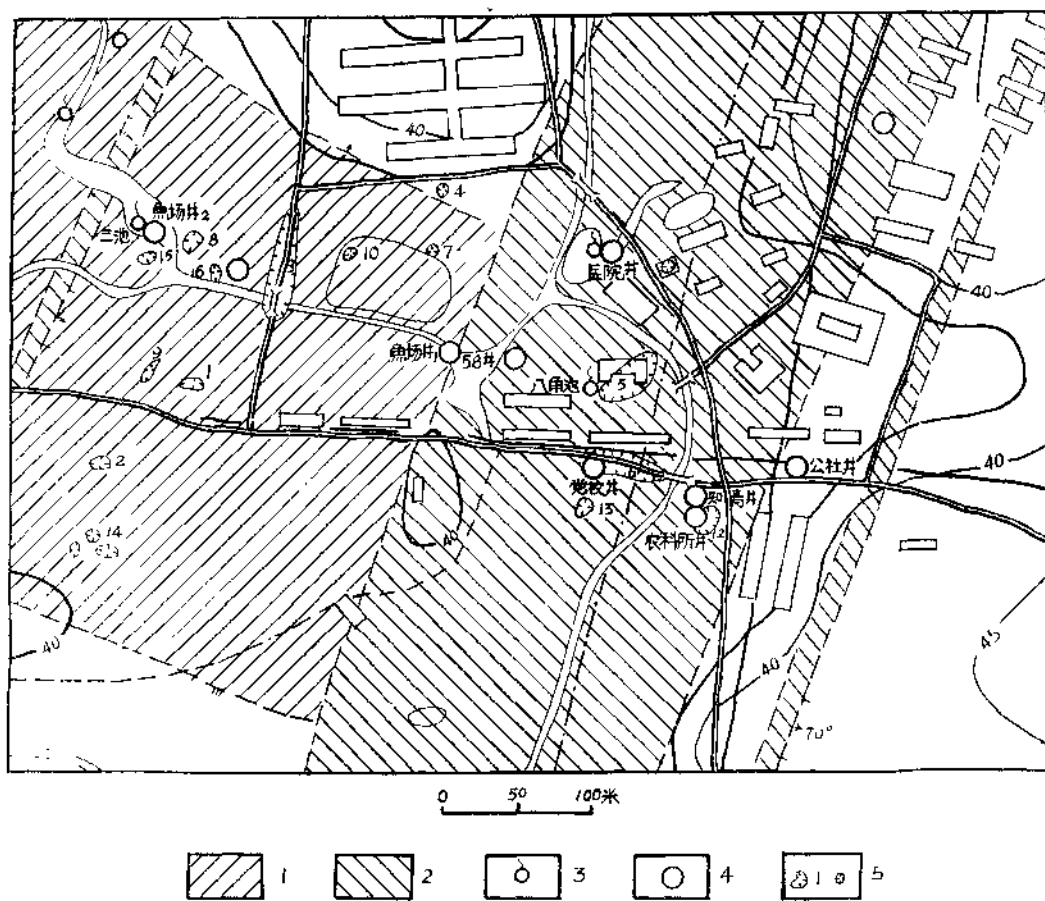


图4 汤池水井及地面塌陷平面分布图

1. 林家寨断裂带 2. 西河——皂市断裂带 3. 泉点 4. 用水井
5. 地面塌陷及编号

从图4中可以看出汤池地面塌陷集中分布于西河——皂市断裂和林家寨断裂的交汇地段，从一池经二池至三池一线和党校、知青点，农科所水井的三角形地带，地面标高39.6米以下地区，基本上沿西河——皂市断裂和林家寨断裂带分布，这里地下水温度高，水井集中，显然地面塌陷与开采地下热水井分布地段相一致。

从地面塌陷在地表出现的形态来看，具有两种情况，一种是地面大面积的、缓慢的下降，最大面积3000平方米，一般200平方米，下沉深度2~3米之间，分布于应城县汤池招待所（八角池），党校抽水房，以及其间的公路。另一种情况是地面呈圆形或椭圆形塌陷，并且是突然的发生，一般塌陷直径3~5米，大者可达10余米，沿北西向成串珠状分布于58井经养鱼场至三池一线，在156医院洗衣房和党校藕池中也有这种塌陷发生。

在时间上，大量的地面塌陷发生在七八年以后，这时正是大量开采地下热水，动水位从7米下降到24米，下降幅度达17米之多；而且地面塌陷多发生在每年的2~4月份，这段时

间恰好是集中用水高潮的后4个月，这就是汤池地面塌陷的形成、发生和发展过程，是渐变到突变的全过程。

上列资料表明，汤池地面塌陷是因大量开采地下热水，造成地下水位大幅度的下降，加大水力坡度，流速增大，使岩溶充填物受潜蚀、掏空及土层的压缩所造成，同时地面塌陷又受水文地质条件制约（图5），东部汤池公社取水井以东地区老第三系地层广泛分布，古生

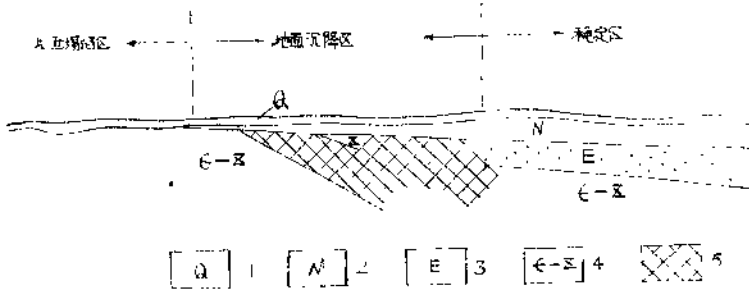


图5 地面塌陷沉降分区示意剖面图

- 1、第四系淤泥质粘土；2、新第三系；3、老第三系；4、震旦寒武系；5、断层带

代地层（热含水层）埋藏深，承压含水层顶板厚度大，在这里没有形成地面塌陷，党校水泵房至应城县汤池招待所一带为新第三系地层直接覆盖在古生代含水层或断层带上，使新第三系含水层与古生代热含水层有水力联系，上下地下水互相混合成统一的含水层，顶部具有高压缩性的含淤泥质粘土层则为含水层的承压顶板，因此当动水位下降后土层失去了承压水的顶托，同时随着地下水位的下降，土层逐渐释放出地下水越流补给，从而降低了土层的水头压力造成土层的压缩，所以在这一地区形成地面大范围的缓慢下沉，但从58井以西至三池一线新第三系地层大部缺失变薄，第四系含淤泥质粘土直接覆盖在古生代碳酸盐岩类岩层上，因此动水位下降后，水力坡度增加，地下水流速加大，造成岩溶充填物被冲刷、潜蚀、掏空，形成岩溶塌陷，引起地面呈圆形或椭圆形塌陷，而且往往是突然发生的，这就是由岩溶塌陷引起的地面塌陷。

调查资料表明：汤池地面塌陷都发生在地面标高39.6米以下地区，沿北西西和北北东方向分布。与西河——皂市断裂、林家寨断裂走向相一致，这里地形低，热水含水层埋藏浅，没有老第三系地层分布，第四系淤泥质粘土和新第三系地层直接覆盖在含水层之上。

综上所述，汤池的地面塌陷是由于过量开采地下热水，造成地下水位大幅度的下降所致，同时地面塌陷还受水文地质条件和地形、地貌所制约。

五、地面塌陷的防治处理措施

为了有效的保护汤池地下热水资源，避免地面塌陷的继续扩展，使地下热水资源更好地为四化建设服务，特提出如下防治处理意见：

- 1、设立专门机构，管理协调汤池地下热水的开发和利用，克服无计划的开采地下热

水；今后打井都必须经过批准后方可施工。

2、进行地面塌陷的长期观测工作，掌握地面塌陷的发展趋势。

3、对汤池地区的经济建设和今后的发展，要有统一的规划，如发展水浮莲种苗，只需要23亩地每年生产100万斤水浮莲即可满足需要，同时应由专门单位经营，避免生产单位过多，占地多，用水量大，造成人力、物力和资源的浪费。

4、今后在开发地下热水时，地下水位应控制在距地表7米左右，用离心泵能抽水的深度范围内，因为热水分布区顶部粘土层底面埋深一般在7~10米之间，这样可以继续保持地下热水具有承压性，减少或避免地层的压缩。

5、实践证明汤池地下热水允许开采量应控制在7000~8000吨/日，这样既可以充分利用热水资源，又能保持地面的稳定。

6、根据各部门用热量和对水温的要求，按地下热水分布情况分区开采，如医院取暖用水要求水温高，就可以到高温热水区去开采，而发展旅游业和解决洗澡问题，应该到中温区去取热水，培养水浮莲和养非洲鱼一般要求水温25℃左右，可到低温区去取水，这样可以避免互相干扰，做到物尽其用。

7、汤池地区在地面标高39.6米以下地段为地面塌陷危险区，应避免在这一地区建造高大建筑物。

8、对地下热水进行综合利用。

总之，汤池地下热水是一种宝贵的地下资源，应该尽可能的开发利用，为社会主义建设服务。近年来的地面塌陷，乃用水量过大造成地下水位大幅度下降所致，因此只要进行统一规划，合理的开发利用地下热水，做到地下热水充分地被利用而又保持地面的稳定是完全可以办到的。

参 考 资 料

〔1〕湖北省第二水文地质队 湖北应城汤池地热矿泉水地质勘察报告 1972

〔2〕应城县科委 汤池座谈会记录 1982.7

武汉市地下水质量评价

——试用双指标水质指数评价兼论

几种单指标水质指数的实际应用

方志杰 计升平

一、引言

五十年代以来,随着环境污染问题的出现,环境的质量日益为人们所关心。如何评价环境质量,常用的是超标率和检出率,它已经远远不能满足要求。六十年代以来,有的学者研究用综合指数表示环境质量状况。综合指数是污染物浓度分布的一个函数,它是依据环境监测中获得的信息而建立的数学方程式。通过方程式计算出定量的数值,用以表征环境质量。七十年代以来,这种评价方法的研究进展很快,各种计算公式应运而生,使环境质量评价的研究逐步深入。

水质评价是环境质量评价的重要组成部分。目前,综合指数已普遍用于水质评价,并且取得了一些研究成果。但是,通过实际应用,不少学者发现,用单一的综合指数(以下称单指标水质指数)评价水质,仍有不少不足之处。于是,有的学者在分析现有单指标水质指数的数学模式基础上,研究统计数学用于环境质量评价,提出了一种统计模式,即用数学期望和方差(以下称双指标水质指数)来评价水质。

本文就武汉市孔隙承压水一九七八年一月至一九八一年六月的水质监测资料,试用双指标水质指数评价地下水质量。并以几种单指标水质指数的实际应用效果,提出一点看法,不妥之处,请指正。

二、地下水质量评价

武汉市地下水质量评价按图1所示程序进行。下面仅就评价方法作一叙述。

(一) 参数及评价标准的选择

根据区内监测资料的分析,考虑导致地下水质量下降的主要污染物,结合现有的测试条件和监测能力,选取了总硬度、铁、锰、氟、氰、铅、铜、锌、汞、砷和酚等十一个污染参数作为评价参数。

武汉市地下水虽然目前主要用于工业用水,但从保护地下水资源和长远规划看,应以高标准要求,故进行质量评价时选用生活饮用水卫生标准作为评价标准(表1)。

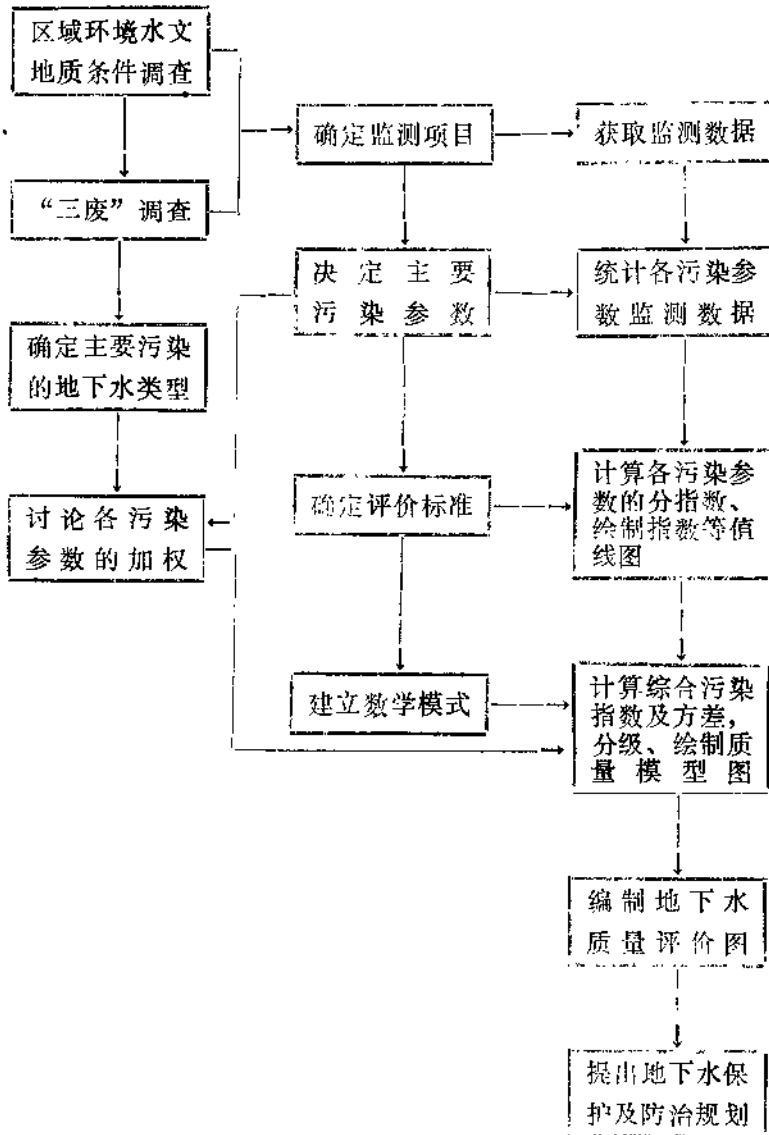


图 1 地下水质量评价程序图

表 1

武汉市地下水质量评价参数、权值及评价标准

污染参数	总硬度	铁	锰	氟	氯	铅	铜	锌	汞	砷	酚
权值	0.2	0.01	0.01	0.2	0.05	0.06	0.04	0.03	0.05	0.25	0.1
评价标准	25 毫克/升	0.3 毫克/升	0.1 毫克/升	0.5~ 0.1 毫克/升	0.05 毫克/升	0.1 毫克/升	1.0 毫克/升	1.0 毫克/升	0.001 毫克/升	0.04 毫克/升	0.002 毫克/升

(二) 权值的确定

由于上述十一个污染参数对地下水质量和人体健康的影响程度是不相同的, 所以需要进行加权处理。但是, 要对各污染参数进行合理的加权是非常复杂的问题, 至今还没有一个统一的加权原则。因此, 只好暂且使用尽量能与实际较符合的主观判断方法。

由于在一定的水文地质单元内, 大量的监测数据总会形成某种概率分布, 其中正态分布或接近正态分布最常见。于是根据已经获得的大量监测数据, 使污染参数的权值尽量拟合得象一种正态型分布, 即在平均值附近的污染参数加很重的权, 对很小或很大的污染分指数则加较轻的权。这就是用拟合方法来求权值的估值。对于参与武汉市地下水质量评价的十一个污染参数, 我们用拟合方法并考虑到各污染物的毒理作用, 初步确定的权值列入表 1。

(三) 监测数据的统计和标准化

武汉市已建立地下水监测点 165 个, 本阶段获取了监测数据 51590 个。其中重点研究地段的监测点每月监测一次, 本阶段共监测 42 次; 一般研究地段的监测点每季监测一次, 本阶段共监测 14 次。也就是说, 每个参与评价的污染参数, 少则有 14 个数据, 多则有 42 个数据。这些数据是进行质量评价的基础, 而从中确定合理的、有代表性的数值, 则是正确评价地下水质量的先决条件。

根据监测数据的变化情况, 分两种情况进行统计。一种情况是, 监测数据波动不大, 如总硬度、铁、锰、氟、砷等, 它们的多次监测数据的算术平均值, 能反映出某监测点中某污染物的平均浓度。即:

$$\bar{C}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n C_{ij} \dots\dots\dots (1)$$

式中: \bar{C}_i ——某监测点某污染物浓度的统计值;

C_{ij} ——某监测点某污染物实测浓度;

n ——某监测点某污染物的监测次数。

另一种情况是, 监测数据波动较大, 如氟、铅、铜、锌、汞、酚等, 它们多次监测数据的算术平均值, 不能完全反映出某监测点中某污染物的污染状况, 还须考虑多次监测数据中的最大值。因此, 统计值采取二者的几何平均值。即:

$$\bar{C}_i = \sqrt{x y} \dots\dots\dots (2)$$

式中: x ——某监测点某污染物多次实测浓度的算术平均值;

y ——某监测点某污染物多次实测浓度的最大值。

为了定量地反映污染参数的污染程度, 同时便于各污染参数相互之间进行比较, 必须将各污染参数的统计值标准化。即将各污染参数的实测浓度与其评价标准相比, 获得一个对地下水质量影响的相对等效值, 即污染分指数。它是一个无量纲, 也是采用环境质量指数进行评价的基本结构, 其计算式为:

$$I_i = \frac{\bar{C}_i}{C_{oi}} \dots\dots\dots (3)$$

式中: I_i ——某污染物的污染分指数;

\bar{C}_i ——某污染物浓度的统计值;

C_{oi} ——某污染物的评价标准;

式(3)只适用于随浓度增大而污染程度也增高的污染物。而对于评价标准具有最高和最低限制的氟,则不能采用(3)式,可用下式计算:

$$I_i = \frac{\bar{C} - \bar{C}_{oi}}{C_{oi\text{最低或最高}} - \bar{C}_{oi}} \dots\dots\dots (4)$$

式中: $C_{oi\text{最低或最高}}$ ——氟的评价标准的下限或上限;

\bar{C}_{oi} ——氟的评价标准的平均值。

$$\bar{C}_{oi} = \frac{C_{oi\text{最低}} + C_{oi\text{最高}}}{2} = \frac{0.5 + 1.0}{2} = 0.75$$

(四) 评价的数学模式

监测数据经过统计和标准化后,求得了各参数的污染分指数 I_i ,进一步用加权求和的方法,即得某监测点的综合污染指数,其数学模式为:

$$PI = \sum_{i=1}^n W_i I_i \dots\dots\dots (5)$$

式中: PI ——综合污染指数;

I_i ——某污染物的污染分指数;

W_i ——某污染物的权值;

n ——污染参数的个数。

综合污染指数 PI 大于或等于1,表示水质受到污染。显然, PI 值越大,说明地下水水质越差。

但是,考察(5)式可以看出,当所有的 I_i 都小于1时,因 $W_i < 1$,则必有 $PI < 1$ 。而在实际情况中,不一定每一个 I_i 都符合标准,其中存在某个污染物浓度很高,即 $I_i > 1$ 的情况。此时,单依据 PI 值评价地下水水质,就会造成偏差,而与实际污染状况不符。因此,有必要考虑用 I_i 的方差来同时评价水质。污染分指数 I_i 的方差 I_σ^2 可用下式计算:

$$I_\sigma^2 = \sum_{i=1}^n (I_i - PI)^2 W_i \dots\dots\dots (6)$$

式(5)与式(6)一起确定了评价的数学模式。

(五) 地下水污染程度分区

1. 质量等级的划分

质量分级是进行地下水质量评价的依据。我们采用聚类分析法进行划分等级的尝试。聚类分析是根据标本(水样)的多种变量的测定数据,应用数学方法对标本进行数字分类,定量地确定标本相互之间的亲疏关系,按它们亲疏关系差异的程度,归入不同的分类单位。

本区地下水质量等级划分,采用Q型聚类分析,对样品(监测点)以相似性大小,亲密程度,根据相似性统计量定量地表示它们之间的相似关系,按相似程度进行分群(分类级别)。相似性统计量采用斜交距离系数D。当样品测定的变量数为m时,则第i个与第j个样品在m维超空间中的斜交距离为:

$$D_{ij} = \sqrt{\frac{1}{m^2} \sum_{k=1}^m \sum_{l=1}^m (X_{ki} - X_{kj})(X_{li} - X_{lj}) \gamma_{kl}} \dots\dots (7)$$

(i, j = 1, 2, \dots, n)

式中, X_{ki} , X_{li} 分别为第i个样品第k个变量和第l个变量的观测值; n为样品的数目; m为变量数; γ_{kl} 为变量k与l间的相关系数。

本次聚类分析,系选定孔隙承压水的141个样品(监测点),样品彼此之间的斜交距离系数利用式(7)求得,其计算过程由电算来实现。斜交距离系数D是把样品看成多维空间的点,用点间距离来表示样品的亲疏关系,距离越小,表明关系越密切;距离越大,关系越不密切。

根据计算的结果可作出谱系图(图2)。按照实际情况,工作目的和精度要求,可分为五个群,即以斜交系数等于0.0067、0.029、0.055、0.095和0.1为水平,分为五种质量等级。

(1) $PI < 1.0$ 、 $I\sigma^2 < 0.2$,多数项目未检出,仅铁、锰在标准附近波动。

(2) $PI = 1.0 \sim 1.3$ 、 $I\sigma^2 < 1.5$,多数项目有检出,总硬度、铁、锰和氟中有1~3项检出值超过标准。

(3) $PI = 1.3 \sim 1.6$ 、 $I\sigma^2 < 2.5$,有3~4项检出值超过标准,主要为总硬度、铁、锰和氟。

(4) $PI = 1.6 \sim 2.8$ 、 $I\sigma^2 \leq 7.0$,有4~5项检出值超过标准,除上述常规项目外,部分还有微量有毒物质砷或酚等。

(5) $PI > 2.8$ 、 $I\sigma^2 > 7.0$,有5~6项检出值超过标准,其中一定有砷,部分还有酚、铅、铜等微量有毒物质。

2. 地下水污染程度分区

根据地下水质量等级的划分,将区内地下水污染程度划分为五级(表2)。

根据计算结果和污染程度分级标准,采用网格法,可编制地下水质量模型图地下水质量评价图(图3)。地下水质量评价图是区内地下水污染程度的反映。依据评价图,可进行地下水污染程度分区,分区情况列入表3。从评价图和分区说明表中可以清楚看出,区内地下