

临潼西泉井水冒泡现象原因分析

申茂山 何崇君
(陕西省地震局临潼地震台, 临潼 710600)

摘要 通过对气象因素和地质结构特征的分析,并依据水溶气观测资料,提出与干旱相关的气象因素引起的地下水位变化,是西泉杜家村井水产生冒泡现象的原因。
关键词: 陕西 地下水异常 水位变化 临潼

1 引言

1995 年 9~10 月间,陕西省临潼县西泉乡杜家村有几口水井出现冒泡现象。同时,在该村东北方向 2 km 左右的行者乡马坊村,有一口井内水温明显升高。这些现象是否是地震异常,当地群众极为关注。

获悉此情况后,在 9 月 28 日我们随同临潼县、西安市地震办公室的同志到现场进行了考察。为了查明异常原因,我们又对水中溶解气体组分进行了观测分析。本文就井水产生冒泡现象的原因进行剖析。

2 井水“冒泡”现象与气体分析结果

2.1 “冒泡”现象

出现井水“冒泡”现象的杜家村位于临潼县城西北约 5 km 处。村内有一口居民生活用水井(称杜家村 1 号井)冒泡响声最大。1995 年 9 月 28 日我们到现场时,站在井口即可听到井内犹如“开水”沸腾一般“咕嘟”作响,远离井口数 10 米亦闻其声。从井口往下看,可见水面有翻动现象。我们随即提上一桶水观察,其水质尚清,实测水温 15.8℃。此井东约 30 m 处的另一口井(2 号井)亦有此现象,只是响声稍小而已。

据实测,1 号井深 27.5 m,井孔呈圆柱形,孔径约 0.9 m,成井于 1992 年。村民反映,“冒泡”现象出现在 1995 年夏收以后(约 6 月间)。1 号井和 2 号井的水质一清一浑,交替出现。在我们跟踪观测采集水样过程中,确见浑浊度有异,反差明显。

类似的冒泡现象在杜家村周围个别井孔也有表现。如在 1 号井西南方向约 600 m 远的 4 号井内亦能听到断续的“咕嘟”声,该井深约 60 m。井位分布见图 1。

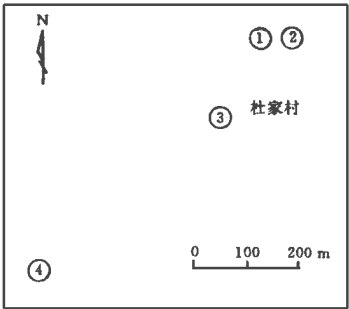


图 1 杜家村 1~4 号井位分布
Fig. 1 Distribution of measuring wells in Dujiacun.

本文 1996 年 9 月 9 日收到。
第一作者简介:申茂山,男,1938 年 8 月生,工程师,在临潼地震台从事水溶气观测工作。

2 2 气体分析结果

鉴于设备所限,收集逸出气有困难,因此,同日常观测一样,我们对冒泡井水的溶解气体进行了分析,结果见表 1

表 1 杜家村 1~ 3号井水溶气、水温观测结果

井孔	观测日期	O ₂		N ₂		CO ₂		Rn	水温 °C
		V%	ml/L	V%	ml/L	V%	ml/L	Bq/L	
1号井	1995-09-27							61.4	15.8
	1995-09-28	23.6	4.99	64.1	13.5	11.4	2.41	23.9	15.8
	1995-09-29	20.8	4.51	63.7	13.8	12.1	2.62	27.3	15.8
	1995-10-03							3.5	15.7
	1995-10-05							3.3	15.8
	1995-10-06							3.9	15.7
	1995-10-07							3.2	15.5
	1995-10-08							3.5	15.8
	1995-10-09	22.9	4.79	64.7	13.5	11.7	2.45	3.2	15.8
	1995-10-10	22.0	4.97	63.5	14.4	12.9	2.90	3.4	15.8
2号井	1995-09-27							14.8	15.8
	1995-09-28							27.3	15.8
	1995-09-29							16.9	15.8
	1995-10-03							5.6	15.7
	1995-10-05							5.9	15.8
	1995-10-06							5.7	15.7
	1995-10-07	18.5	5.57	47.3	14.2	29.6	8.92	5.8	15.5
	1995-10-08							5.7	15.7
	1995-10-09	21.8	5.47	51.9	13.0	26.7	6.70	5.6	15.7
3号井	1995-09-28							30.1	15.5
	1995-09-29							26.2	15.5
	1995-10-07	17.8	4.52	49.2	12.5	27.7	7.03	2.5	15.5
	1995-10-09	18.5	4.32	51.7	12.1	28.4	6.64	16.1	15.7

从表 1中可以看出:
(1)水溶气体的主要组分是 O₂, N₂ 及 CO₂,没有 He, H₂ 微量气体及 C₂H₆ 气体出现
(2) O₂, N₂ 气体含量比值比空气明显偏高,与深层构造泉(如骊山温泉)相比更高,达 3~ 4 倍(表 2)

表 2 O₂, N₂ 含量比值表

空气	骊山温泉	杜家村 1号井	杜家村 2号井	杜家村 3号井
0.27	0.10	0.35	0.40	0.36

3 冒泡井区的地质结构与特征

杜家村地处渭南南岸三级阶地前沿,南靠秦岭支脉骊山隆起,北临渭河,韩峪河、三里河两条径流从附近通过,由南至北注入渭河(图 2)。
就大范围而言,这里是渭河断陷的一部分。除受秦岭东西向构造影响外,还受局部的新华夏构造系所控制,其附近有 N35°~ 45° E方向的长安-临潼断裂带通过(图 2)。该地区地表为厚达数百米的第四系沉积层,上部为山前洪积与冲积地层^[1],其岩性较粗,并有粘土夹层^[2]。这种土层结构的孔隙发育,透水、透气性好,为地下水富集区,并有层状结构,透水层(砂砾层)与隔水层(粘土夹层)共存,同时沉积有丰富的有机腐植质与无机矿物质,如打井时可以见到黑

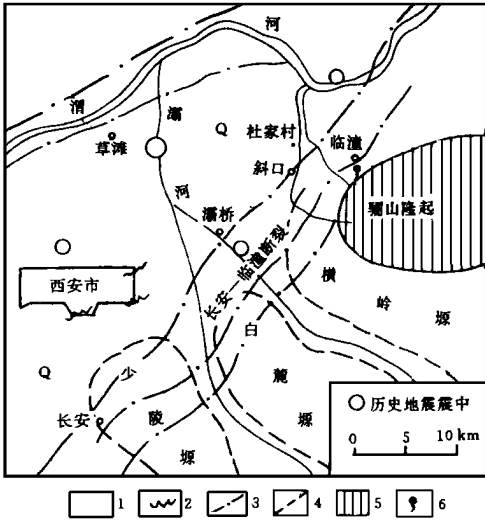


图 2 冒泡井区附近构造示意图

Fig. 2 Structures in the vicinity of bubbling well region

- 1 第四系沉积; 2 地裂缝; 3 活断裂;
4 黄土台塬边界; 5 基山区; 6 温泉

附近,其地下水含有一定浓度的 Rn 是完全可能的

CO₂ 气体虽然在断层气中出现,但也是地下水中常见气体组分之一¹⁾,且含量较高。如不冒泡的 3 号井内,其 CO₂ 含量达 28% 左右 (6~ 7 ml/L),比出现冒泡现象的 1 号井还高

冒出气体的主要组分为 O₂, N₂, 与空气主要组分相同,说明“气流”之源可能就是空气。因此,上述几口井内出现冒泡现象的原因与构造活动无关。

1994 年冬至 1995 年以来,我国北方地区持续干旱少雨,池塘干涸,黄河断流,出现了百年不遇的干旱现象。陕西、甘肃两省属于重旱区。陕西关中地区土地干裂,渭河断流,地下水位普遍下降达 2~ 5 m。越是干旱,人为开采越多,从而对地下水位下降起了加速作用。如前所述,冒泡井区的土层质地疏松,孔隙发育,透水透气性好,且具有层状结构,隔水层与含水层共存。当地下水位下降时(干旱及人为开采),含水层原充满水的孔隙因缺水而被空气填充。水位回升时又会迫使这些空气排放出来,如图 3 所示

当“气流”从井孔中排出时,若水面低于排气通道,一般只排气而无气流冲击水面之响声。当水面高于排气通道时,则气流从水下冲击而出,发出响声,并产生“冒泡”现象。气流越强,冒泡响声就越大。一旦无空气排出,冒泡响声即消失。

出现冒泡现象的井孔中水溶气体 O₂, N₂ 含量比值 (O₂ /N₂) 与空气相比明显增高,这是因为当地下水位上升时,除部分空气随即从井孔中排出外,还会有一些一时不能排出的空气,就

色沙泥层(含腐植质或黑色云母),容易“污染”水质。群众反映的杜家村 1 号和 2 号两口井的水质浑浊度的交替现象,就可能是受“污染”的结果。

4 井水冒泡原因剖析

井水出现的冒泡现象是由“气流”冲击而成,这是不难理解的。但气流从何而来,这是一个需要深入研究的问题。

从地域分布来看,若井水冒泡现象是断裂活动的影响,那么出现冒泡的水井就应呈一定的带状展布,但是目前这些井孔仅分布在杜家村附近小范围内。而且冒泡井区及其附近,包括临潼-长安断裂带上并没有地震活动

另外,气体分析结果表明,井水中没有出现与断层活动相关的常见气体,如 He, H₂, Hg, Rn, CH₄ 及 CO₂^[3] 等。井水中虽然有少量的 Rn,但是就 1 号井内最高测值 61.4 Bq/L 而言,也属于极弱氡水之列¹⁾ (Rn 含量 ≤ 130 Bq/L),其它井的测值也大多 ≤ 61.4 Bq/L。另外,水中射气 Rn 的浓度与含水层岩性有关。骊山隆起就是以花岗岩类为主体。骊山温泉 Rn 含量高达 300~ 3.7 Bq/L~ 380~ 3.7 Bq/L,为强放射性氡水^[3],并含有丰富的微量元素。出现冒泡的井区位于该隆起附近,其地下水含有一定浓度的 Rn 是完全可能的

1)地质部编译,水文地质调查法. 1953. 35, 36, 41.

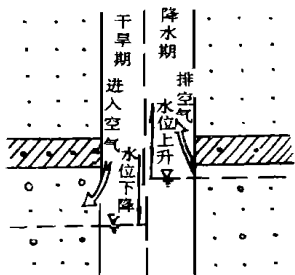


图 3 水位变化引起的含水层空气进(吸)、出(呼)模式示意图

Fig. 3 Model of gas in and out of an aquifer due to underground water level change.

5 结语

经上述讨论,可以认为西泉杜家村的井水出现的冒泡现象不是构造活动引起的,而是与干旱相关的地下水位升降变化与一定的地质结构特征相结合而形成的。其“气流”来源是空气。

参考文献

1 河北省地质局水文地质四大队.水文地质手册.北京:地质出版社,1978.90.
2 陕西省临潼县地方志编纂委员会.临潼县志.上海:上海人民出版社,1991.89.
3 国家地震局科技监测司.地震地下水手册.北京:地震出版社,1995.619,123,95.

GENETIC ANALYSIS ON BUBBLING PHENOMENON
OF XIQUAN WELLS IN LINTONG COUNTY

SHEN Maoshan HE Chongjun

(Lintong Station of Seismological Bureau of Shaanxi Province, Lintong 710600)

Abstract

Based on the analyses of meteorological factor, geological structure characters and gases dissolving in water, it is pointed out that the meteorological factor related to drought, which resulted in the underground water level change, is the cause of bubbling phenomenon of well water in Dujiacun of Xiquan town, Lintong county.

Key words Shaanxi, Groundwater level anomaly, Water level change, Lintong

会在水面与隔水夹层间形成许多分散的、被水包围的受压空气“团块”,如图 4所示。随着水位上升,压力增大,空气“团块”中的一部分气体又会继续夺路而出,一部分逐渐被溶解于水中形成水溶气。

气体在水中的溶解度随压力增加而增加,同时也与气体的组分有关。通常情况下,一升水中只能溶解 15 ml 的 N_2 ,却能溶解 30 ml 的 O_2 ,溶解度是 N_2 的 2 倍。这样,就使水中的 O_2 含量相对增高, O_2 与 N_2 之比值上升。这与我们的实际观测结果完全一致。这也就是一般地下水中 O_2 含量相对丰富的原因所在。水层越深, O_2 含量就相对减少。

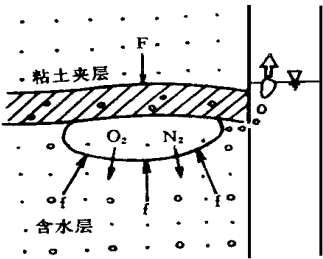


图 4 井水冒泡与 O_2 , N_2 溶解于水示意图

Fig. 4 Sketch of well water bubbling and O_2 and N_2 dissolving in water.