

褚金学, 方 伟, 李正春, 等. 弥渡井脱气集气装置的研制[J]. 华南地震, 2015, 35(3): 90–95. [CHU Jinxue, FANG Wei, LI Zhengchun, et al. Development of Degassing Gas Gathering Device of The Midu Well[J]. South china journal of seismology, 2015, 35(3): 90–95.]

弥渡井脱气集气装置的研制

褚金学¹, 方 伟¹, 李正春¹, 朱培耀²

(1. 云南省地震局弥渡地震台, 云南 弥渡 675600; 2. 云南省地震局, 昆明 650224)

摘要: 弥渡地震台经过多次试验, 设计制作了自流井脱气集气装置。该装置在弥渡地下流体观测井使用后, 通过对安装前后弥渡地下流体观测数据的对比分析认为: 该装置脱气效果明显优于原来的装置, 气量充足, 气氡、气汞测值升高, 地下流体前兆信息获取能力得到较大提高; 并且解决了同一观测井, 化学量观测严重影响物理量观测的问题。

关键词: 自流井; 脱气装置; 试验; 观测

中图分类号: P315.62

文献标志码: A

文章编号: 1001-8662 (2015) 03-0090-06

DOI: 10.13512/j.hndz.2015.03.014

Development of Degassing Gas Gathering Device of The Midu Well

CHU Jinxue¹, FANG Wei¹, LI Zhengchun¹, ZHU Peiyao²

(1. Midu Seismic Station, Earthquake Administration of Yunnan Province, Midu 675600, China;

2. Earthquake Administration of Yunnan Province, Kunming 650224, China)

Abstract: After several tests, Midu seismic station designs and produces the degassing gas gathering device of artesian well. After the use of this device in the underground fluid observation wells of Midu, the paper analyzes and compares the observational data before and after the installation of the degassing gas gathering device in underground fluid. The results show that degassing effect of the device is better than that of the original device with sufficient gas and increase measurement value of gas radon and gas mercury, and acquiring ability of precursory information of underground fluid ability is improved greatly; the problem that chemical observations seriously interfere with the physical observations in the same observation well is resolved

Keywords: Artesian well; Degassing device; Test; Observation

收稿日期: 2014-11-17

作者简介: 褚金学(1973-), 男, 工程师, 主要从事地震监测和研究工作.

E-mail: cjx115@163.com.

0 引言

地壳内含有大量充满水、气和其它流体的孔隙和裂隙,这些流体在不同地方的化学组分不同。在地震孕育过程中地壳产生形变,可能迫使不同化学成分流体运移或形成相应水文和地球化学的变化,特别是在断层或其它薄弱地区。许多地震地质断层,包括一些隐伏断层上,地下水和空气中的各种气体(氦气、氩气、氢气、汞蒸气、二氧化碳气体、同位素比,等等),均表现出了高浓度的空间异常。这些现象表明地震断层带可能是一个具有高渗透能力的深部地下气体向地表运移的通道^[1]。

地壳中的流体在深部是影响地震孕育与发生的重要因素,在地壳浅部是灵敏地反映地震孕育与发生过程的重要前兆信息载体,具有灵敏的映震能力^[2]。地下流体与地震活动有密切的关系,特别是在地震短期阶段前兆异常中,流体异常表现较为明显^[3]。

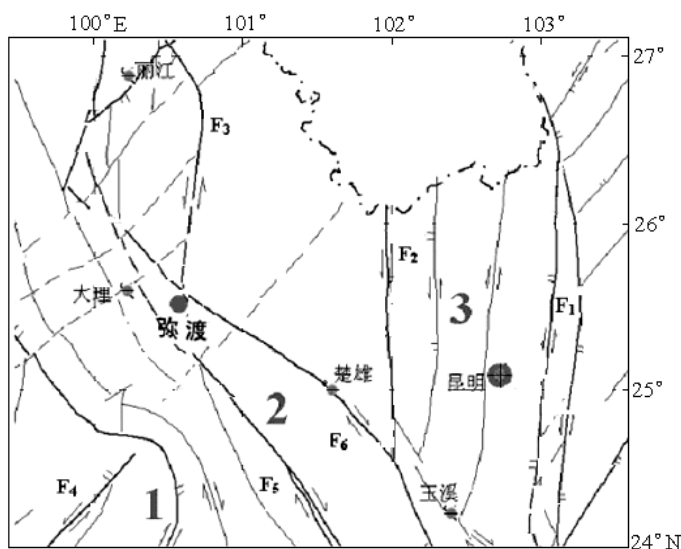
通过“九五”、“十五”前兆数字化技术改造,云南地下流体观测台站大部分已经完成仪器前兆数字化改造,信息获取能力得到较大提高^[4]。由于各观测井情况不同,有的是静水位、有的是动水位。动水位观测井的水温、流量、水头高度、矿化度等又不尽相同,各观测井使用的井口脱气装置也不相同,地下流体化学量观测质量有好有差,有的化学量观测值甚至低于仪器检出限,并

且综合观测井动水位容易受到气汞仪在整点时抽气的影响,观测资料干扰较大。为解决地下流体数字化综合观测存在的以上问题,作者总结分析弥渡地下流体数字化观测近四年的实践经验,在有关专家的指导下,经过反复试验,设计制作了方便实用的自流井井口脱气集气装置,在弥渡地下流体观测井安装使用。结果表明:使用新的脱气集气装置后,气氦测值比原来增大了一个数量级,由原来的 2 Bg/L 左右增大为 20 Bg/L 左右,气汞测值也有很大提高,前兆信息获取能力得到较大增强。化学量抽气观测对动水位观测的干扰基本消除,解决了长期困扰弥渡地下流体数字化观测的老大难问题。

1 观测井基本情况

弥渡地下流体观测井位于弥渡冲积倾斜盆地东南部边沿近山地带,处在金沙江-红河断裂系上,位于红河断裂与程海断裂及楚雄-建水断裂的交汇点(图 1)。多为侵蚀低山地貌,相对高差 100~500 m,坡度 25°~30°。该地区地表出露碳酸盐岩类地层,岩溶较为发育,岩石硬、脆、碎,受构造运动影响,裂隙发育且规模较大,上部地下水沿裂隙通道和深部地热层循环沟通,在有张性裂隙非常发育地段上,形成了一系列的温泉出露。水质类型为 HCO-CL-Na,为岩溶裂隙承压水。

弥渡地下流体观测井为温泉自流井,井深



1. 怒江-澜沧江断裂系; 2. 金沙江-红河断裂系; 3. 康滇断裂系; F1: 小江断裂; F2: 无谋-绿汁江断裂; F3: 程海断裂; F8: 南江河断裂; F9: 红河断裂; F10: 楚雄-建水断裂

图 1 弥渡地质构造图

Fig.1 Geological map of Midu

130.37 m, 流量 540 m³/d, 水温 54℃, 水头高度 2.5 m, 该井由西南有色 306 勘察工程有限公司施工, 于 2007 年 10 月 18 日完工, 并通过验收。该观测井 2007 年 11 月 3 日至 6 日安装 LN-3A 型数字水位仪, SZW-1A(V2004)型数字式温度计, SD-3A 型测氦仪, RG-BQZ 自动数字测汞仪, WYY-1 型气温、气压、雨量综合观测仪 11 月 13 日试运行。水温探头埋深 110 m, 水位探头下放深

度 1.53 m。测量气体为自然逸出气, 气路采用并联方式。根据观测以来的数据分析, 化学量观测对动水位观测造成了干扰, 化学量仪器整点抽气时动水位数据下降 0.005~0.008 m。

由于该观测井水质矿化度高, 泉华在通道富集, 原来的脱气装置的水、气路出现严重的堵塞。观测孔逸出水为 1.5~1.6 m³/d。弥渡地下流体观测井井口装置基本情况见图 2。

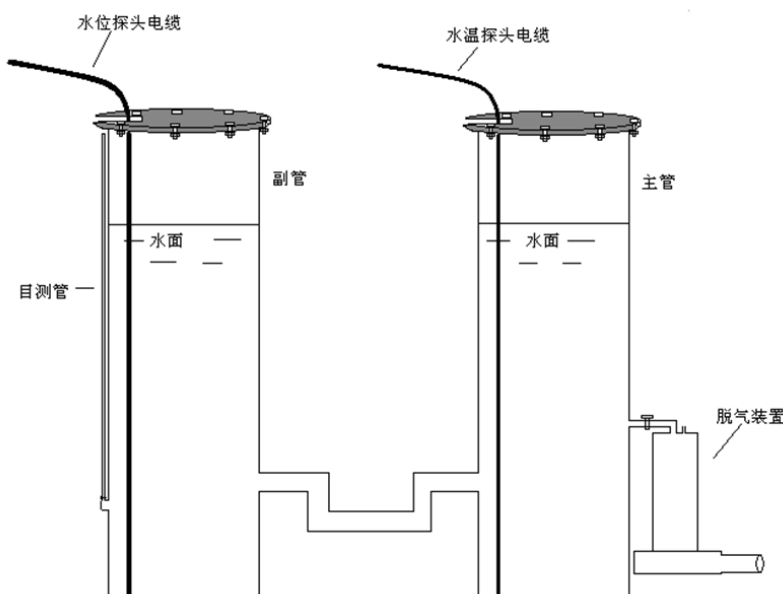


图 2 弥渡地下流体观测井井口装置图

Fig.2 The wellhead map of the underground fluid observation wells in Midu

2 新脱气集气装置的试验过程及制作工艺

2.1 前期试验过程

为了节约成本, 又能测试脱气效果, 先采用市场上容易买到的容积为 18.9 L 的矿泉水桶加工制作, 配上交流增氧泵实时鼓泡脱气(流量设置为: 0.5 L/min), 气路上安装冷凝管冷却并进行汽、水分离, 最后干燥气体进入仪器观测。制作完成后, 安装使用。进行测试发现:

(1) 脱气效果明显增强, 但动水位观测仍然受气汞仪抽气影响。

(2) 进水流量太大, 泄流不畅, 脱气装置容易灌满, 致使无法脱出气体; 而进水流量太小, 泄流顺畅, 脱气装置内又会无水, 造成出水口有空隙, 气体又会从空隙跑出, 并且进水流量太小, 所带出来的信息也小。

(3) 进水流量很难控制, 并且每次调整进水口流量, 动水位观测就会形成一个台阶, 严重影响动水位观测。

(4) 弥渡地下流体观测井水温高, 矿化度也高, 在使用过程中, 脱气装置进、出水口容易堵塞, 必须考虑脱气装置的清洗问题。

2.2 加工制作流程

在肯定了前面实验的脱气效果后, 针对出现的问题, 使用直径为 26 cm, 高 45 cm 的钢管焊接制作脱气装置, 整个装置容积为 23.9 L。为了解决存在的问题, 采取以下方式:

(1) 在进水流量很大时, 为杜绝脱气装置灌满, 设计了双出水口, 并且出水口 1 的内径大于进水口内径; 在出水口 1 出现堵塞时, 水面到一定高度(20 cm)时, 水从出水口 2 泄流(图 3)。

(2) 为了避免出水口泄流太快, 脱气装置内无水, 造成出水口有空隙, 气体从空隙跑出, 两个出

水口均具有水封功能,并且能保证水面保持在最高(20cm)和最低(10cm)水面内,脱气装置内水样体积保持在 10.6 L,空腔容积为 13.3 L(图 3)。

(3) 为了解决气汞仪抽气影响动水位观测和水蒸气凝固堵塞气路的问题,在脱气装置和仪器之间接入冷却装置和容积为 2.5 L 的缓冲集气瓶(图 4),冷却方式采用空气冷却。

(4) 为了解决脱气装置的更换、清洗问题,

在装置的上端采用直径为 10 cm 的橡胶塞,在橡胶塞上分别开出内径不同的进水口、进气口和出气口。出水口使用带活接的 PPR 管连接(图3)。

(5) 为了日常能准确掌握脱气装置的水位面,我们在脱气装置上装入水位观测目测管。

制作完成后,堵塞所有开口,加满水,反复测试其密封性,密封没有问题后,接入弥渡地下流体观测系统进行观测。

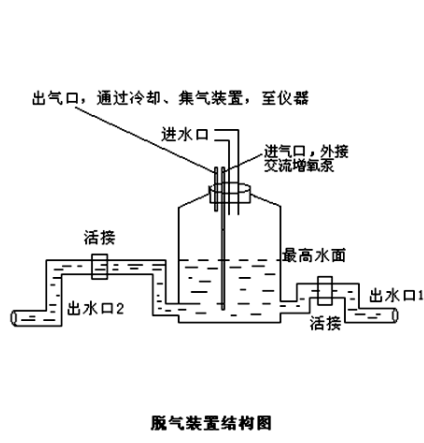


图 3 脱气装置结构图

Fig.3 The structure diagram of degassing device

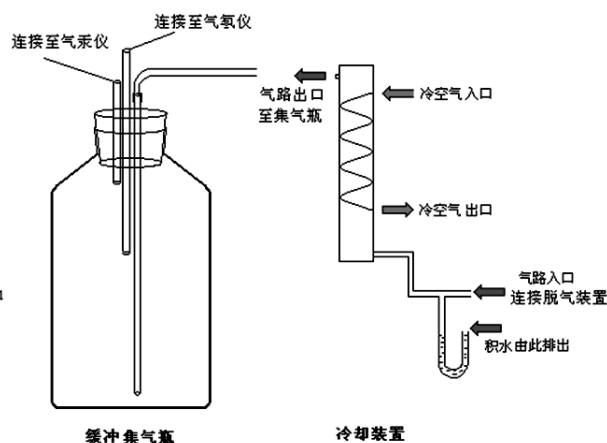


图 4 冷却、缓冲集气装置图

Fig.4 Map of cooling, buffer gas gathering device

3 资料分析

本文选取弥渡地下流体观测项目脱气装置改造处理前后地下流体观测的部分原始资料进行动态曲线(图 5、图 6)和测值的对比统计(表 1)。

3.1 水温、动水位观测资料分析

弥渡水温观测基本正常,脱气装置改造处理前后,水温测值没有改变。

脱气装置改造前,弥渡动水位观测一直受气汞仪在整点时抽气的干扰,整点抽气时造成水位数据下降 0.005~0.008 m,严重影响观测资料的使用(图 5a)。

脱气装置改造后,对比分析改造前后动水位观测动态曲线,可明显看出:动水位观测在整点时不再受气汞仪抽气的影响,固体潮汐记录明显(图 5b)。需要说明的是:为了保持条件的一致性,尽可能大的获取前兆信息,改造完成后的脱气装置,将进水流量阀门置于常开状态,而之前的脱气装置进水流量,人为的进行了控制,进水流量 1.5~1.6 m³/d。因此,脱气装置改造后的水位测值

较之前有明显下降,改造前为 0.65 m 左右,改造后为 0.49 m 左右,改造后的进水流量是 84.7m³/d。

3.2 气氦、气汞观测资料分析

由于弥渡地下流体观测井水质矿化度高,容易富集在各通道上,原脱气装置的水、气路出现严重的堵塞,氦、汞观测值偏低。尽管测值没有低于仪器检出限,但由于脱气效果不佳,所获取的前兆信息非常有限。

经过脱气装置改造处理后,气氦测值比原来增大了一个数量级,由原来的 2 Bg/L 左右开始增大为 20 Bg/L 左右,逐步稳定后,达到 40 Bg/L 左右(图 6a、表 1)。气汞测值也比原来有明显提高,由原来的 0.078 ng/L 左右提高到 0.2 ng/L 左右(图 6b、表 1)。由此可以得出:弥渡地下流体化学量观测前兆信息获取能力得到较大提高。

经过改造脱气装置后,在 2012 年 1 月至 2013 年 3 月,云南省共发生中强地震八次,其中:4.2≤M<5.0 的五次;5.0≤M<6.0 的三次,其中一次为双震型。弥渡气汞观测在地震前均出现不同程度的异常反应,映震效果较好^[5-7]。

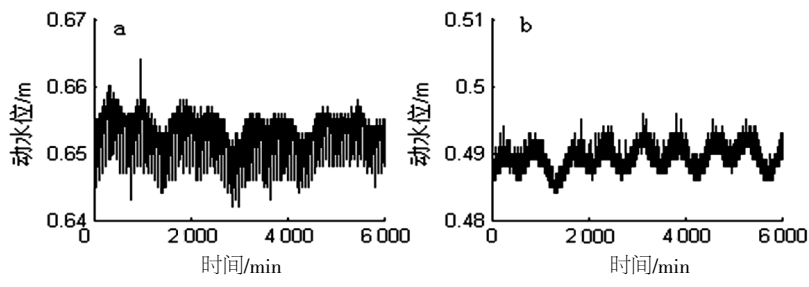


图 5 弥渡动水位观测分钟值曲线图

Fig.5 The minute value curve of dynamic water level observation in Midu

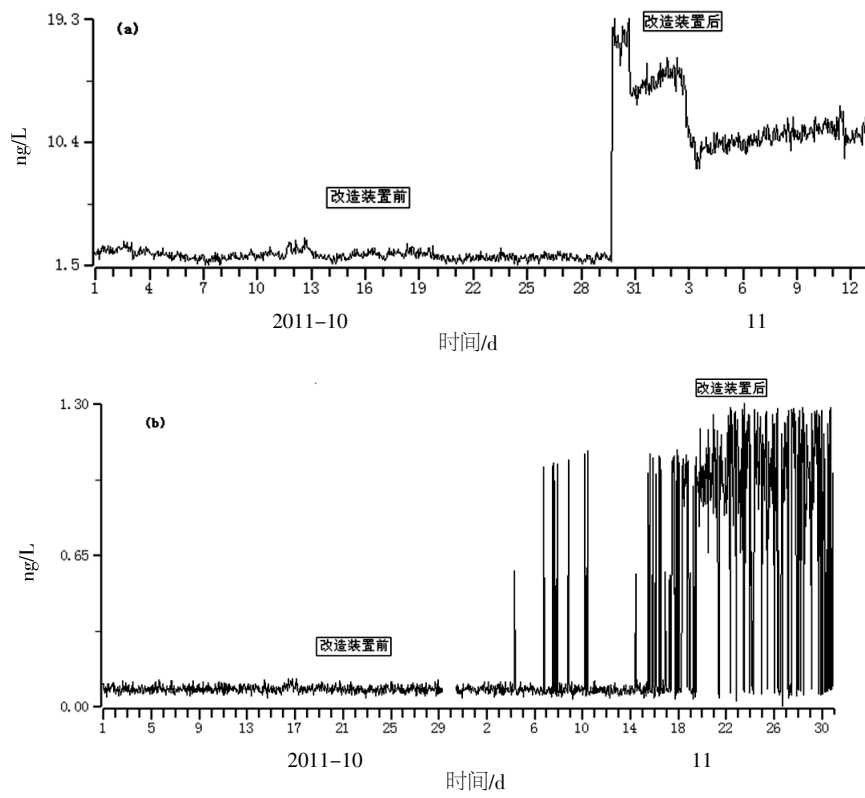


图 6 弥渡气氡、气汞观测整点值曲线图

Fig.6 The hour-point value curve of Midu gas radon and gas mercury observation

表 1 改造前后各测项测值(月均值)对比统计

改造前					改造后				
时间/月	气氡/(Bq/L)	气汞/(ng/L)	水位/m	水温/℃	时间/月	气氡/(Bq/L)	气汞/(ng/L)	水位/m	水温/℃
2011-05	35.884 9	0.077 9	0.541 7	54.257 0	2011-11	11.916 4	0.432 8	0.484 8	54.277 7
2011-06	30.561 8	0.075 9	0.526 1	54.252 2	2011-12	29.759 6	0.214 6	0.413 1	54.286 8
2011-07	28.066 8	0.075 8	0.497 4	54.250 4	2012-01	41.207 9	0.115 1	0.383 6	54.295 1
2011-08	9.632 8	0.077 0	0.514 5	54.252 5	2012-02	42.789 4	0.089 8	0.377 0	54.306 9
2011-09	4.202 9	0.078 7	0.498 4	54.258 5	2012-03	50.320 4	0.098 0	0.371 7	54.319 8
2011-10	3.174 3	0.076 2	0.505 2	54.267 5	2012-04	49.657 0	0.141 6	0.359 4	54.333 5

4 结语

综上所述，新脱气集气装置制作成本低，安

装方便，脱气效果不受井口流量影响。适用范围广，不论是高温井，还是高矿化度井，只要是自

流井，都可以使用。既解决了地下流体化学量观

测的脱气问题,又解决了同一观测井,化学量观测严重影响物理量观测的问题,地下流体观测前兆信息获取能力得到较大增强。但是,该脱气装置仍有不足之处,就是在脱气装置堵塞后进行更换、清洗处理时,由于空气混入造成观测值偏低,此装置还需进一步完善。

参考文献:

- [1] 金继宇. 与地震有关的水文及地球化学变化[J]. 国际地震动态, 2006, 331 (7): 42-43.
- [2] 国家地震局科技监测司. 地下流体观测技术[M]. 北京: 地震出版社, 1995.
- [3] 刘耀炜, 曹玲玲, 平建军. 地下流体短期前兆典型特征分析[J]. 中国地震, 2004, 20 (4): 372-379.
- [4] 中国地震局监测预报司. 地震地下流体理论基础与观测技术[M]. 北京: 地震出版社, 2007.
- [5] 褚金学, 张源, 杨晓莹, 等. 弥渡数字化气汞前兆异常分析[J]. 四川地震, 2013(4): 41-45.
- [6] 陈小云, 李毅伟, 黄永模, 等. 福建省地下流体观测干扰因素综合查询系统的设计与实现[J]. 华南地震, 2014, 34 (4): 51-54.
- [7] 王小娟, 李旭升, 牛延平, 等. 四川汶川 8.0 级地震地下流体异常分析[J]. 地震工程学报, 2014, 36 (3): 688-696.